

産学共創プラットフォーム 共同研究推進プログラム（OPERA）

終了報告書（公開版）

研究領域名称		安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な 量子アプリケーション技術の創出
共創コンソーシアム名称		量子アプリ共創コンソーシアム
幹事機関		大阪大学
プロジェクト担当組織		核物理研究センター
領域統括	氏名	中野 貴志
	所属機関	大阪大学
	部署	核物理研究センター
	役職	センター長
コンソーシアム HP		https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/~qiss/index.html

令和4年5月31日

目次

エグゼクティブサマリー	3
1 技術・システム革新シナリオ	4
2 研究領域及びキーテクノロジー	6
3 共創コンソーシアム	8
3.1 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化	8
3.2 共創コンソーシアムにおける知的財産の取り扱いルールの方針	9
3.3 人材育成についての方針	10
3.4 機関連携・協力体制についての方針	11
3.5 参画機関の管理方針	11
4 プロジェクト終了後の継続的な発展に向けた取組について	12
5 研究開発の状況	13
5.1 研究開発課題1 「小型加速器・照射技術の高度化」	15
5.2 研究開発課題2 「短寿命 RI の製造・分離」	51
5.3 研究開発課題3 「小型加速器中性子ビーム利用方法論の確立」	59
5.4 研究開発課題4 「半導体ソフトエラー評価技術の確立」	61
5.5 研究開発課題5 「難治性がん制圧のための短寿命 RI 標識分子の合成」	68
5.6 研究開発課題6 「放射性薬剤の取扱安全基準の構築」	79
5.7 研究開発課題7 「高分解能イメージングのための放射線測定器の開発」	88
5.8 研究開発課題8 「短寿命治療用 RI 製剤の臨床応用に向けての基盤整備研究」	98
6 非競争領域からの展開（活動実績）	102
7 社会実装に向けたロードマップ	103
8 領域統括によるプロジェクト総括と今後の展望	104
9 特殊用語等の説明	105

エグゼクティブサマリー

超スマート社会の安全を支える宇宙線対策技術や、QOLの高い健康長寿社会を実現する量子の新規医療応用技術の開発を目指すことが、本プロジェクトの目的である。多彩な量子ビームに関わる大学・機関・企業が共同で、放射性核種・中性子・ミュオンなどの量子を高度にコントロールする新しい基盤技術进行研究する。

特に、IoTの発展で世界的に使用が急増している半導体素子の宇宙線起源ソフトエラーの評価と対策、初診時進行がんに対して有効と期待されるアルファ線内用療法など高度な量子アプリケーション技術の創出を先導する。

この目的を達成するために、1. 量子や短寿命 RI の安定供給、2. 高度な放射線防御技術、3. 短寿命 RI の医療利用、4. 放射線測定技術の高度化の4つのキーテクノロジー分野において、大阪大学を幹事校として、R3 年度に新たに阪大発のスタートアップであるアルファフュージョン社の参画を得て、14 の研究機関と 30 の民間企業とで研究開発を行った。

本事業は、難治性がん制圧のための第一選択治療法としてアルファ線核医学治療を普及させるために、2021 年度末までに医師主導治験を開始するという目標を掲げるが、その目標達成に向けて、R2 年度は大きな進展があった。まず、令和 2 年 5 月から 7 月にかけて、PMDA 対面助言に基づいて、NaAt 薬剤の非臨床安全性試験の要件を整理し、拡張型単回投与毒性試験を実施した。8 月から 12 月にかけては、アスタチンを用いた治験における安全管理を目的とした NaAt 適正使用マニュアルを作成し、First in human 試験としての治験デザイン、開始用量、対象患者に関して、PMDA と合意するに至った。令和 3 年 1 月には厚生労働省医政局地域医療計画課で NaAt 適正使用マニュアルの承認を取得し、2 月に日本核医学会の承認を得た。医師主導治験の実施に必要な ^{211}At の安定供給に向けても核物理研究センターの AVF サイクロトロンの更新工事が完了し、理研・仁科加速器科学研究センターではビスマス標的照射装置を改造し、40 μA の α ビーム照射による ^{211}At 製造に成功した。医師主導治験実施に関する全ての準備が整ったため、令和 3 年度中の医師主導治験の開始を令和 3 年 11 月 29 日にプレスリリースした。また令和 4 年度以降に新たな製剤の医師主導治験を開始すべく PMDA との事前相談を開始した。

人材育成面では本事業との強い連携の下、「多様な知の協奏による先導的量子ビーム応用 卓越大学院プログラム」が令和 2 年度 16 名、令和 3 年度 14 名の大学院学生を受け入れ、本事業に参画する機関や企業が、セカンドメンターの提供やコロナ禍の下での国内研修の実施で協力した。本事業で取り組むアルファ線核医学治療の開発研究に参加する学生も多く、受け入れた学生のキャリアパスの拡大のためにも本事業の役割と責任は重大であると認識している。

集積デバイスの二次宇宙線起因ソフトエラーの評価・対策では、評価技術の国際標準化と共にシステムインテグレーターとの対話や連携が課題であったが、(一般社団法人)量子アプリ社会実装コンソーシアム主催、JST OPERA 量子アプリ共創コンソーシアム協賛、大阪大学核物理研究センター(経済産業省「J-Innovation HUB 選抜制度」選抜拠点)共催で、実施したソフトエラーセミナーの実施以降は、システムインテグレーターからの問い合わせや、経済産業省における非公開の勉強会等での講演や意見交換の機会が増えており、今後の発展に手応えを感じている。

1 技術・システム革新シナリオ

- ① 集積デバイスの二次宇宙線起因ソフトエラー評価技術を確立し、2023 年までに国際標準化する。

高集積化・微細化をたどっている半導体において、放射線による誤動作は稀にしか起こらないが、これらは社会インフラを支える電子機器の基盤となっているため、いったん誤動作がおこると致命的な障害を起こすことになる。宇宙線起源の中性子やミューオンによるソフトエラーの正確な評価とそれに対する対策は、IoT や IoE の進展による超スマート社会の実現にとって喫緊の課題であり、大きな市場開拓の可能性を秘めた新たな価値である。中性子線エラーの評価と対策に関する取組は産業界で既に始まっているが、ミューオンに対する検討は始まったばかりで、現状では先端デバイスのエラーレートを正確に見積もる技術が未だ開発されていない。本計画では、定量的な評価が可能になるシステムを開発して、その手法を国際標準化し事業の価値を高める。具体的には、本研究で確立した方法や技術をまとめ、本プロジェクト期間中に国際機関（IEC TC47）に日本案として提案する。提案後 1～2 年程度で確実に国際標準化されるよう他国の動向を的確に把握しながらタイムリーに完成度の高い提案をまとめる。インターネットに繋がるモノの数が飛躍的に増加すると予想される超スマート社会で、加速試験による品質管理は重要な一翼を担うと考えられる。

- ② 難治性がん制圧のための第一選択治療法としてアルファ線核医学治療を普及させるために、2021 年度末までに医師主導治験を開始する。

^{211}At 等のアルファ線放出核種を標識したがん集積性の高いターゲッティング分子を開発し、難治性がんに対するこれまでにない効果的で患者負担の少ない治療法の確立を目指す。従来の治療法と比べ、特に初診時進行がんに対して高い効果が期待されるところが特徴である。アルファ線放出核種を用いた新規薬剤の市場規模は一薬剤あたり数百億円とも言われているが、現在は他に有効な治療法のない初診時進行がんの割合が 15%程度であることを考慮すると、国内に限っても、その数倍以上の潜在的なニーズがある。さらに治療法を世界に先駆けて確立し標準化することで、グローバルに展開していくことも期待できる。しかしながら、本事業の真の新たな価値は、経済的な効果にとどまらず、国民に対し低コストで高齢者にとっても優しい治療法が提供できるところにある。日本核医学会と緊密に連携を取りながら、臨床試験申請や治験申請に必要な前臨床動物試験や安全性試験の基準を作成し、本プロジェクト期間中に、一製剤において臨床使用ガイドラインを作成し、医師主導治験を開始し、さらに新たな一製剤の医師主導治験の早期実施に向けた準備を進める。

- ③ 高分解能でリアルタイムの量子測定システムを 2021 年までに開発する。

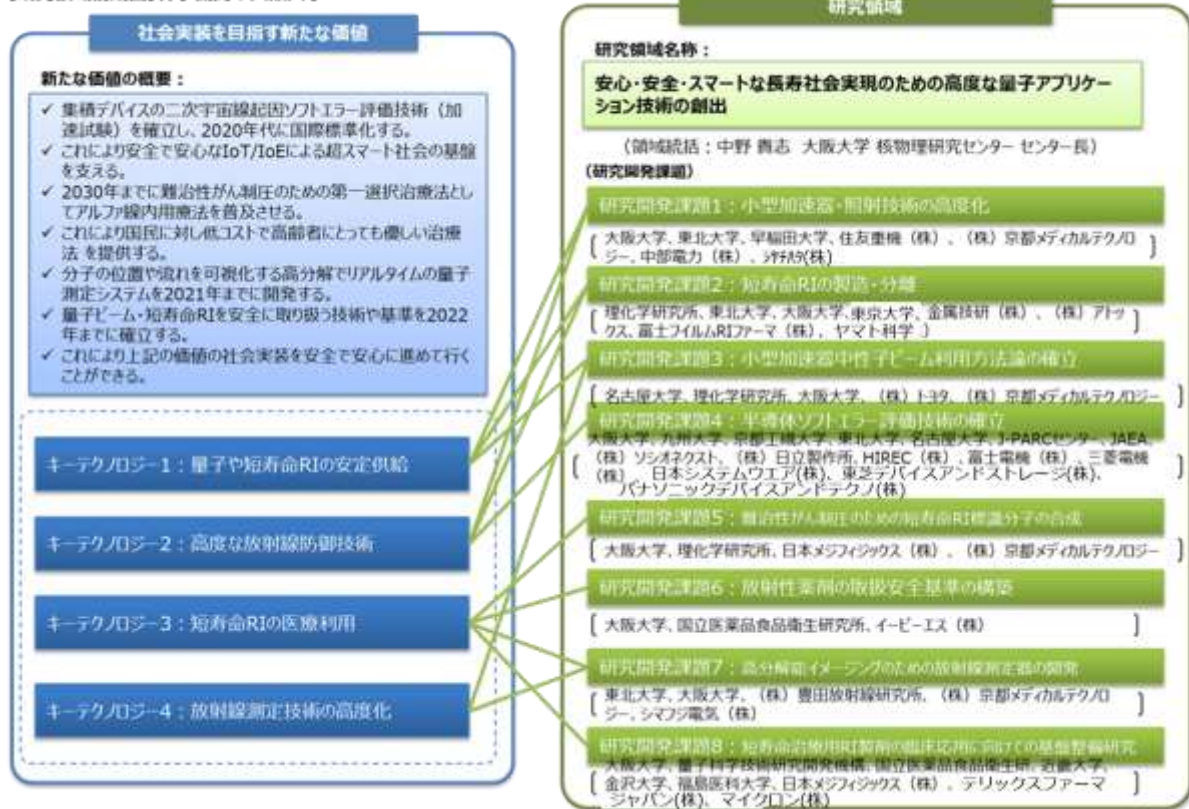
中性子は物質透過力に優れるため、工業製品をそのままの状態で内部を透視したり、材質中のミクロ及びメゾスケールの秩序観察を可能にする。また、プラスチックのような有機素材や金属容器内の水や有機物質などの情報を得るのに有効である。本領域の研究により、工業利用のための小型中性子源、測定システム、半導体中性子ソフトエラーの評価システムが実現する。RI 診断薬を用いた微小なサイズのがん幹細胞の識別や血流などの動態の可視化を行うためには、先端測定技術を用いた PET 及び SPECT 検出器やコンプトンカメラの開発が必要である。その技術改革は、本領域が対象とする各種短寿命 RI や量子の産業応用の有効性と範囲を拡大する。また、高い物質透過性を持つ中性子やミューオンを用いた高感度非破壊検査等の技術を社会実装することにも役立つ。

④ 量子ビーム・短寿命 RI を安全に取り扱う技術や基準を 2022 年までに確立する。

基礎研究用の大型加速器の運転に伴って発生する中性子やガンマ線は、分厚いコンクリートや鉄材などを組み合わせた遮蔽体を用いて施設外へ漏洩するのを防いでいる。しかしながら、医療施設や可搬型の中性子イメージング装置を屋外に持ち出して非破壊検査を行う場合、できるだけ薄くて軽い遮蔽体が求められる。本領域では、小型で高性能な加速器はもとより、コンパクトで効果的な放射線遮蔽や RI の自動分離抽出技術を開発することにより、環境への放射能の漏洩や作業者の被曝を防ぐための標準技術を開発する。さらに、要素技術の研究開発とともに安全性を主眼とした規制・法律面のレギュラトリーサイエンスも研究する。

2 研究領域及びキーテクノロジー

【研究領域構成図】幹事機関：大阪大学



キーテクノロジー1：量子や短寿命 RI の安定供給

・目標

高感度分析・診断や先端医療における有用性が示されている短寿命放射性核種（RI）や中性子、さらに素粒子ミューオンを用いた独創的な技術を産業分野で実用化するため、高効率で安定な供給システムを開発する。2020 年代に、国内の幅広い地域において必要十分な量の短寿命 RI や中性子がいつでも利用可能になることを目指す。

キーテクノロジー2：高度な放射線防御技術

・目標

地上に降り注ぐ二次宇宙線（中性子、ミューオンなど）が、半導体集積デバイスソフトウェアと呼ばれる一過性の誤動作や故障を引き起こしている。耐性を高めたデバイスの研究開発に不可欠な、集積デバイスの二次宇宙線起因ソフトウェア評価技術を 2021 年までに確立し、2020 年代に国際標準化する。また、加速器からの大強度ビーム標的照射装置に直結したオンラインの自動高速 RI 化学精製装置を開発し、RI の壊変損失と作業員の放射線被曝を最小限に抑え、高純度で短寿命の有用 RI の安全で安定な製造供給体制を確立する。

キーテクノロジー3：短寿命 RI の医療利用

・目標

がん患者の 1/3 は、初診時に隣接臓器浸潤、遠隔転移などの他に有効な治療法のない初診時進行がんである。このような難治性がんを主な対象とし、副作用の低い治療法として、新規のアルファ線放射性核種を投与し、そのアルファ線によって腫瘍組織を選択的に破壊するアルファ線核医学治療を開発する。本プログラム終了までに ^{211}At 試料の安定供給体制の確立と複数の内用療法薬の合成、および治験候補薬剤の選定、新規の RI を用いた放射性薬剤の安全性を担保する方法論と評価基準を確立し、希少疾患をターゲットとして医師主導治験を開始する。2030 年までに難治性がん制圧のための第一選択治療法としてアルファ線核医学治療を普及させることにより、QOL の高い長寿社会の実現に貢献する。

キーテクノロジー4：放射線測定技術の高度化

・目標

ガンマ線やミューオン X 線及び中性子線を感度よく測定する先進的な放射線測定装置を開発する。特に、高いエネルギー分解能と位置分解能を備えつつ、放射線源の種類まで弁別することが可能なガンマ線カメラを 2022 年までに開発する。中性子検出器は高信頼度で安定した動作を実現することに集中する。

3 共創コンソーシアム

3.1 産学共同研究における費用負担の適正化・管理業務の高度化

3.1.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

民間企業からの資金提供は、共同研究費、受託研究費、及び寄付金等に依るものとし、各大学機関等で定められた比率の間接経費を含むものとする。またこれから協議を進める管理ルールについては、各機関の知的財産及び技術移転に関する基本方針に従うものとする。大学等の機関における、民間資金の使用についても、機関内の研究資金と同様に、機関が定めた基本方針・ルール・手続きに従うものとする。現在、本コンソーシアムで実施される共同研究に対し、個別の機関で定められているルールは以下の通りである。

【東北大学】

東北大学の共同研究取り扱い規定に従い、共同研究者との協議の上、共同研究の実施に必要な費用を決定する。

【日本原子力研究開発機構】

機構の定める共同研究規定（26（規定）第 167 号）第 4 条に従い、共同研究者と協議した上で共同研究の実施に必要な費用を決める。

【京都工芸繊維大学】

経費負担の基本原則

○本学負担

- ① 大学の施設・設備を共同研究の用に供する
 - ・各部門、専攻に配賦された教員研究室、実験室など
 - ・大学の共通設備、研究室の設備
- ② 当該施設・設備の維持・管理等に必要な経常経費
 - ・施設を維持・管理等に必要な通常の経費
 - ・設備を維持・管理等に必要な通常の経費

○学外機関負担

- ① 共同研究、受託研究実施上において、必要となる設備備品費、消耗品費、人件費、光熱水料、謝金、旅費、その他の直接経費
 - ・設備備品費：設備備品購入費
 - ・消耗品費：消耗品購入費
 - ・人件費：産学官連携研究員、研究員、研究補助員の雇用費用
 - ・謝金：研究補助、翻訳等の謝金
 - ・旅費：国内出張旅費、外国出張旅費
 - ・光熱水料：電気（設備装置、コンピュータ用、機器空調用など）・上下水道料・瓦斯（実験機器、機器空調用など）料金
 - ・その他の直接必要な経費：創造連携センター・共同研究棟のスペースチャージ、郵送料、外注費、使用料、借用費、学会参加費、論文投稿料など

○学外機関負担（間接経費）

当該共同研究を実施するに当たっての管理費

・原則として研究経費の１５％（「国立大学法人京都工芸繊維大学共同研究規則」第８条２項による）

当該受託研究を実施するに当たっての管理費

・原則として研究経費の３０％（「国立大学法人京都工芸繊維大学受託研究規則」第７条による）

3.1.2 得られた効果

大阪大学では民間との共同研究の間接経費がこれまでの２０％から３０％に増額され、かつ、知的財産の取得及び活用を支援する共創機構の強化等、間接経費の使途の戦略化と透明化が図られた。

3.1.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

大阪大学では大学の「知」を評価し、研究者が長年にわたり蓄積した「学術的知見」に対し、共同研究等を希望する企業等が、その学術的知見等の対価を支払うことができる枠組み共同研究等における学術貢献費制度の導入を令和４年４月からの共同研究に適用する計画である。これまでの直接経費に加えて学術貢献費を企業と協議合意した額を、あわせて直接費として計上する制度である。本プロジェクト関連の共同研究がその終了後に新たに締結される場合には、本制度の精神に合わせた運用を検討していく。

3.2 共創コンソーシアムにおける知的財産の取り扱いルールの方針

3.2.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

本共創コンソーシアムでは、加速器を活用した工業製品から医療に至るまでの試験、安全性確認、規準の設定等や、加速器と短寿命 RI/重イオン/ミューオン/中性子を利用した各種機器の開発とサービス（遮蔽、標的、生成・自動抽出等までを含む）を提供することが想定される。本共創コンソーシアムでは、産業界の参画インセンティブを確保しつつ、得られた知見を最大限、社会に還元する取扱いルールを協議している。幹事機関である大阪大学の産学共創本部が窓口となり、他大学・機関の知的財産部門や参画企業の知財部門と綿密な連携の下、ルールの策定を主導している。

大阪大学では学外法律事務所と協議のうえ、知的財産取扱いポリシーを第３回共創協議会（2018.7.10）で施行した。参画企業・研究機関は、本事業実施期間中、他の参画企業・研究機関が共同研究開発の目的で成果知財を自由に使用することを認める。

3.2.2 得られた効果

本コンソーシアムの知財ポリシーは大阪大学の共創機構及びOI機構も認知されており、アスタチン創薬に関する知財に関してはパッケージ化して一元管理することにより、知財の価値を上げるとともにアルファ線核医学治療の早期の社会実装を実現しようとしている。

3.2.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

参加団体は、本事業終了後は、(一社)量子アプリ社会実装コンソーシアムに対して、可能な範囲で優遇した合理的な条件で、成果知財を使用許諾し、共同研究開発成果の事業化推進に協力する。

3.3 人材育成についての方針

3.3.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

非競争的分野での研究により、参加する学生が研究で得られた結果を出版物や学会発表等で自由に公開できることを保証している。優秀な学生を RA として雇用することにより、計画に参画することに対しインセンティブを与えるとともに研究に集中できる環境を提供している。RA の雇用を企業が単独で決定することがない仕組みを整備し、学生の就職先の自由度を確保している。

3.3.2 得られた効果

本事業が契機となり本事業に参画する大学・機関・企業が連携して、大阪大学で令和2年度より先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム(PQBA)が開始された。PQBAは大阪大学が実施する大学院博士後期課程向けプログラムの中でもフラッグシップ的な位置付けになっており、参画する学生の多くは、学内の他のプログラムとの連携年間200万円程度の経済的支援に加えて、60万円~70万円の研究費支給、学費の免除を受けている。また本事業に参画した企業はPQBAプログラムに対してセカンドメンターや企業研修の機会の提供等をおこなっている。

3.3.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

コンソーシアム人材育成と大阪大学共創機構の産学共同教育講座との連携、および「多様な知の協奏による先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム」との連携による人材育成の統合化を進めている。この取り組みは、社会との共創を通じて様々な社会課題に果敢に挑戦する力強い人材を育成することにより、「生きがいを育む社会」の創造を目指す大阪大学のOUマスタープラン2027の中心に据えられている。

○ 参画学生等の状況

・ OPERA 全実施期間の参画学生総数： 54 名

・ 進路状況内訳

①進学： 21 名

②就職（アカデミア）： 11 名

③就職（OPERAの参画企業）： 3 名

④就職（その他）： 9 名

3.4 機関連携・協力体制についての方針

3.4.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

様々な放射性核種の発生に関しては、それぞれの加速器施設の特徴を生かし、相互に連携することにより効率化と安定度の向上を図っている。加速器を用いた研究開発が滞りなく進捗するようにするため、故障やメンテナンス等で加速器の運転が休止した場合は、他の加速器施設でビーム照射や RI 製造が実施できるよう本事業に参画する機関の加速器施設を連携させている。

3.4.2 得られた効果

核物理研究センターの AVF サイクロトロンの更新作業とその後の変更申請の審査期間の長期化によって、アスタチン化ナトリウム製剤の医師主導治験の開始が遅れる事が危惧されたが、理研でのアスタチン製造により予定通り実施できる見込みとなった。また令和3年11月に QST 量医研でサイクロトン電源の火災事故が発生し、その復旧に1年以上の期間がかかるが、その間も量医研での研究支援のために本事業で連携した加速器施設が RI を供給する予定である。

3.4.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

本事業終了後を見越した機関連携維持を目指し、一般社団法人・量子アプリ社会実装コンソーシアムを登記し（R1. 8. 22）公的研究機関 8 団体、民間企業 12 団体が参画し本事業と並走して活動している。R3 年度にはアルファ線核医学治療の早期社会実装を目指す特別目的会社（アルファフュージョン社）が設立された。また本事業終了後も、基礎分野の研究を支援する短寿命 RI 供給プラットフォームは活動を継続する。

3.5 参画機関の管理方針

3.5.1 構築した仕組みの概要及び運用状況

本共創コンソーシアムの目的に賛同する企業または大学等の機関で、量子アプリ共創協議会が適当と認めた団体は、本共創コンソーシアムへの新規参入を認めることとした。基礎研究における共同利用・共同研究が新規参入のきっかけとなることが多いと予想されるため、短寿命 RI 供給プラットフォームや日本加速器中性子源協議会と連携して、放射性核種を使う研究者への支援や情報提供を積極的に行いつつある。

3.5.2 得られた効果

本事業を引き継ぐために設立された量子アプリ社会実装コンソーシアムには本事業の最終年度である令和3年度にも問い合わせや新規参入の申し込みが複数あり、アルファ線核医学治療に関しては出口を見据えた共同研究、宇宙線起源ソフトウェア評価についてはシステムレベルでの評価や対策についての勉強会や意見交換が活発に実施されている。

3.5.3 今後の課題、プロジェクト終了後の運用方針

短寿命 RI 供給プラットフォーム、（一社）量子アプリ社会実装コンソーシアム、先導的量子ビ

ム応用卓越大学院プログラムが、それぞれ、基礎研究支援、組織体組織の共同研究と得られた成果の社会実装、卓越人材の育成を連携して持続的に推進する。

4 プロジェクト終了後の継続的な発展に向けた取組について

本プラットフォームでは、全ての量子アプリケーションの基盤となる「量子や短寿命 RI の安定供給」と「放射線測定技術の高度化」のもと、IoT/IoE の安全な普及のために必須な中性子線ソフトウェア評価システムの開発を中心とする「高度な放射線防御技術」とアルファ線核医学治療による難治性がんの制圧を中心課題とする「短寿命 RI の医療利用」を推進するが、本プロジェクト終了時には、これらの量子アプリケーションは、その開発ステージを終え、本格的な普及の段階に進むと予想される。具体的には本プラットフォームで開発された産業・医療用の小型加速器や加速器中性子システムが、まずは地域コンソーシアムで運用され、ついで企業や病院、さらにはこれまで加速器を持たなかった企業の工場といった事業所レベルで利用されるようになるであろう。それに伴い、本プラットフォームに求められる役割は、開発された技術の標準化とそれを取り扱う高度な技術を備えた人材の育成、新規量子アプリケーションの発掘に徐々にシフトしていく。

そのような状況の中で、本プラットフォームが生み出す新たな価値の社会実装の加速と新たな基幹産業の創出につながる継続的なイノベーションを両立するため、新たなプラットフォーム「量子アプリ社会実装コンソーシアム (QASS)」を新設した。現在のコンソーシアムから、後継組織である新たなプラットフォームへの速やかな移行を目指す。現在のコンソーシアムである QiSS と QASS の並立期間には、QASS において我が国で入手困難なアクチニウム等のアルファ線核種の海外機関からの入手・国内機関への配布を開始することで、アルファ線治療薬の研究開発を支援する。また本プラットフォームが創出する新たな価値を社会実装するために必要な卓越した博士人材の育成について、大学院改革を目指す大学と密接に連携して支援活動を行う。その第一弾として、令和元年度に採択された「多様な知の協奏による先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム」での社会学協奏による大学院教育や社会人のリカレント教育の実施を支援する。ソフトウェア評価ビジネスを新たな価値として社会実装するためにはシステムインテグレーターとの協力が欠かせない。ソフトウェアの大きな影響が見込まれる産業分野のシステム企業に対し QASS への参加を勧める。QASS は、ベンチャー設立や企業への技術支援により量子アプリケーションを普及することを目的とし、短寿命 RI の供給管理や量子アプリ共創プラットフォームで得られた共有の知財の運用、企業からの参加費等で自律的に運営される。そこで得られた収益の一部を量子アプリ共創プラットフォームや卓越大学院プログラム等の人材育成事業に還元することにより、本プログラム終了後も社会が求める高い専門性を持った人材を輩出しつつ、「独創的な技術の実用化」を継続的に推進していくことができる体制を整える。

R3 年度にはアルファ線核医学治療の早期社会実装を目指す特別目的会社（アルファフュージョン社）が設立され、本事業に参画した。医師主導治験が実施されるアスタチン化ナトリウム製剤の早期の社会実装と同製剤に続く新たな合成薬の開発を本事業終了後も阪大等の大学・機関と連携して推進する。また本事業終了後も、基礎分野の研究を支援する短寿命 RI 供給プラットフォームは活動を継続する。

5 研究開発の状況

○研究開発費（委託研究費及び民間資金）の推移

[単位：千円]

		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
委託研究費	調査推進費*	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
	研究開発費	77,380	111,675	106,585	129,268	142,956
民間資金	共同研究費等(a)	71,380	98,835	108,045	140,291	149,540
	リソース提供計(b)	6,000	9,000	0	0	0
	民間資金総額 (X)=(a)+(b)	77,380	107,835	108,045	140,291	149,540

*調査推進費はマッチングファンドの対象外

○研究開発課題一覧

① 研究開発課題 1-1： 小型加速器・照射技術の高度化

（大阪大学、東北大学、早稲田大学、量子科学研究機構、住友重機械工業（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、中部電力（株）、シヤチハタ（株）、ニチコン、東芝エネルギーシステムズ（株）、（株）千代田テクノ（株）（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

② 研究開発課題 2-1： 短寿命 RI の製造・分離

（理化学研究所、東北大学、大阪大学、東京大学、金属技研（株）、（株）アトックス、富士フイルム富山化学（株）、ヤマト科学（株）（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

③ 研究開発課題 3-1： 小型加速器中性子ビーム利用方法論の確立

（東海国立大学機構、理化学研究所、大阪大学、トヨタ自動車（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、（株）日本中性子光学）（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

④ 研究開発課題 4-1： 半導体ソフトエラー評価技術の確立

（京都大学、大阪大学、九州大学、京都工芸繊維大学、東北大学、東海国立大学機構、高エネルギー加速器研究機構 J-PARC センター、日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、（株）ソシオネクスト、（株）日立製作所、富士電機（株）、HIREC（株）、三菱電機（株）、日本システムウエア（株）、東芝デバイス&ストレージ（株）、パナソニックデバイスシステムテクノ（株）（現在ヌヴォトンテクノロジージャパン）、ローム株式会社、Dolphin Design）（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

⑤ 研究開発課題 5-1： 難治性がん制圧のための短寿命 RI 標識分子の合成

（大阪大学、理化学研究所、日本メジフィジックス（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、イーピーエス株式会社）（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

⑥ 研究開発課題 6-1： 放射性薬剤の取扱安全基準の構築

（大阪大学、国立医薬品食品衛生研究所、イーピーエス（株）、住友重機械工業（株））（実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月）

⑦ 研究開発課題 7-1： 高分解能イメージングのための放射線測定器の開発

（東北大学、大阪大学、（株）京都メディカルテクノロジー、シマフジ電機、（株）豊田放射線研究所（協議中）、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構、アンリツフィビス（株）、（株）iMAGINE-

X) (実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月)

⑧ 研究開発課題 8-1： 短寿命治療用 RI 製剤の臨床応用に向けての基盤整備研究

(大阪大学、量研機構・放射線医学総合研究所、量研機構・高崎量子応用研究所、国立医薬品食品衛生研、近畿大学、金沢大学、福島医科大学、日本メジフィジックス社、マイクロン(株)、テリックスファーマ・ジャパン(株)、山中湖クリニック、湘南鎌倉病院、リゾートトラスト(株)、フュージョネア・ダイアグノスティクス(株) (実施期間：平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月)

5.1 研究開発課題1 「小型加速器・照射技術の高度化」

キーテクノロジー	量子や短寿命 RI の安定供給、高度な放射線防御技術
研究開発テーマ	小型加速器・照射技術の高度化
課題代表者	福田 光宏 大阪大学 核物理研究センター 教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	大阪大学、東北大学、早稲田大学、量子科学研究機構、住友重機械工業（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、中部電力（株）、シヤチハタ（株）、ニチコン、東芝エネルギーシステムズ（株）、（株）千代田テクノ

5.1.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 1	MS1-1	プロトタイプの高温超伝導コイルを試作し、性能試験を実施する。	プロトタイプのレーストラック型及び円形型の高温超伝導コイルを試作し、液体窒素温度（77K）及び極低温下（30K）でのコイル単体での基本性能試験を実施した。さらに、これらのコイルを組み合わせた高温超伝導 ECR イオン源電磁石の配置での基本性能試験を液体窒素温度（77K）で実施する準備を整えた。
課題 1	MS1-2	スケルトンサイクロトロンの高温超伝導電磁石、高周波加速系、ビーム入射系・引出系、冷却系、電源系などの詳細設計を実施する。	スケルトンサイクロトロン（引出半径 50cm）の完全空芯型高温超伝導電磁石に加えて、病院内設置を想定した自己遮蔽型高温超伝導電磁石のコイル設計を実施した。また、ひと回り小さい完全空芯型高温超伝導スケルトンサイクロトロン（引出半径 40cm）の場合においてビーム入射・加速・引出におけるビーム軌道解析を行い、超コンパクトでありながら 0.5mA のビーム取り出しが可能であることをシミュレーション計算で示した。さらに、共振器システムの設計もほぼ完了し、スケルトンサイクロトロンの全体的な概念設計が完了した。

5.1.2 最終目標に対する成果の詳細

5.1.2.1 高温超伝導スケルトンサイクロトロンの開発

5.1.2.1.1 高温超伝導スケルトンサイクロトロンの特徴と仕様

サイクロトロンは、荷電粒子を静磁場中で周回させながら高周波電場を用いて周期的に加速する装置である。従来型サイクロトロンの電磁石は、鉄心や鉄磁極に巻いたコイルを用いて磁場を発生させているが、常伝導コイルの場合には発生したジュール熱が鉄磁極や鉄心に伝わり、熱膨張によって磁場が変動し、ビームの加速位相を変動させてビームの品質を劣化させる原因になっていた。超伝導コイルを使用した場合には、コイル自体は断熱されるものの、鉄心や鉄磁極の精密な温度管理が必要であり、空調システムには高精度な温度制御が求められる。スケルトンサイクロトロンは、鉄材を全て排除し、複数の空芯コイルの組み合わせにより磁場分布を形成する新しいタイプのサイクロトロンであり、高温超伝導コイルを採用することによって省パワーで、安定性・信頼性・再現性・制御性に優れた超コンパクトな省エネ型ハイパワー小型加速器である。図 5-1-2-1 にスケルトンサイクロトロンの特徴を示す。

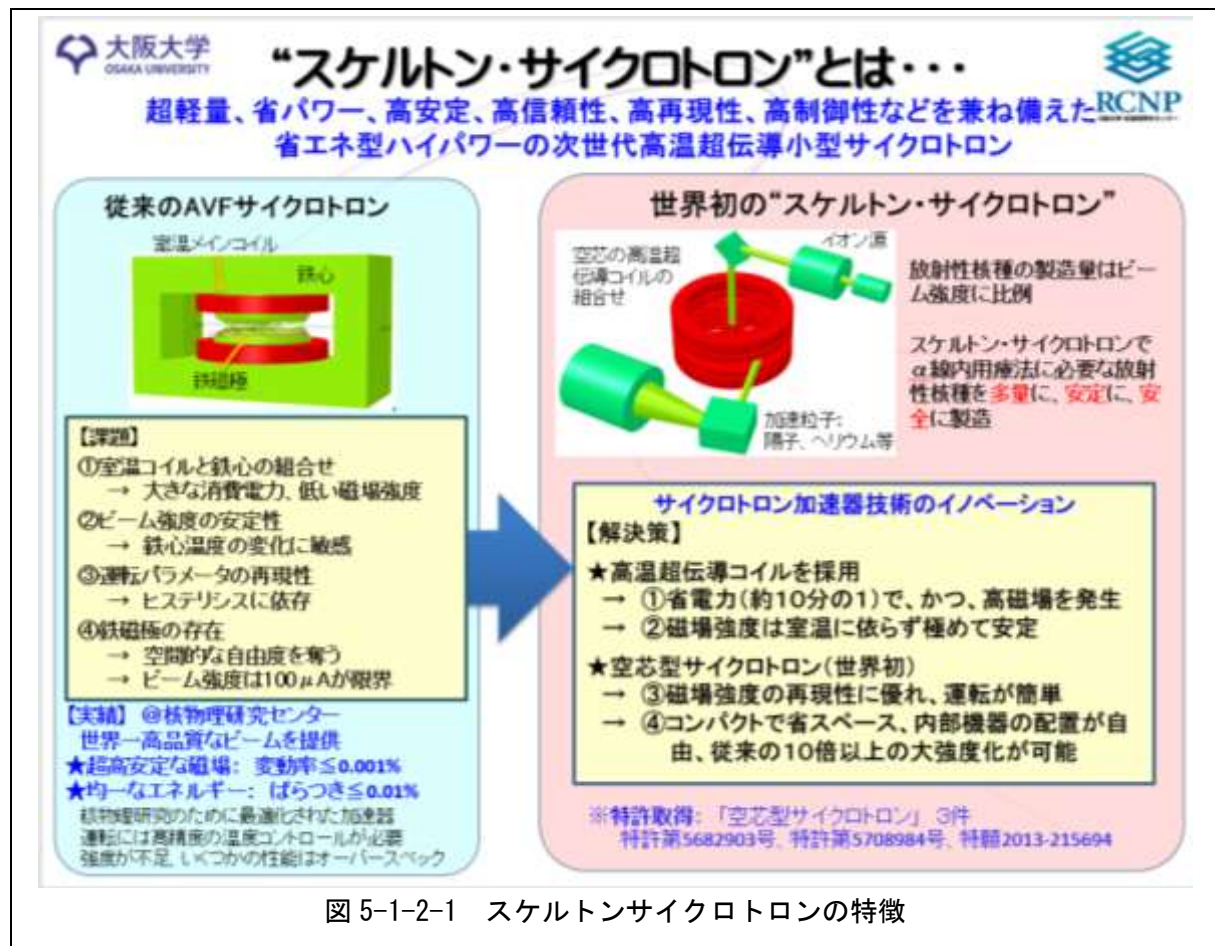


図 5-1-2-1 スケルトンサイクロトロンの特徴

スケルトンサイクロトロンは、アルファ線核医学治療に用いられる At-211 (半減期 7.2 hours) を大量製造するための数 100 μ A 以上の 30MeV 4He²⁺イオンビーム、PET 検査用 RI の F-18 や O-15 を製造するための 18 MeV 陽子ビーム、SPECT 検査用 RI の Mo-99/Tc-99m を製造するための高強度中性子を発生させる 40MeV 以上の重陽子ビーム、BNCT 用高強度熱外中性子束を発生させるための 0.5mA 以上の 50 MeV 陽子ビームなどを供給できる多機能で汎用性の高い、高付加価値の小型加速器である。病院内に設置されている既存の PET 用サイクロトロンを置換できるように、コンパクトで省電力、運転制御の簡便性・信頼性に優れた加速器性能を目指して設計を進めている。

空芯型コイルを使用したスケルトンサイクロトロンは、鉄材を使用しない分、軽量でコンパクト、加速器内部のスペースの自由度も高いといった利点がある一方で、電磁石の磁束が外部に漏洩し易く、中性子やガンマ線などの運転に伴って発生する放射線を遮蔽するものがないといった難点も抱えている。加速器を設置する建屋側で磁気遮蔽対策及び放射線遮蔽対策が施されていれば問題ないが、一般的な病院内への設置を想定した場合には自己遮蔽機能も必須となる。そこで、鉄材を全く使用しない完全空芯型でビーム引出半径が 50cm のモデル HTSC-K80-R50-AC、自己遮蔽用の鉄材を外側に配置したビーム引出半径 50cm のモデル HTSC-K80-R50-SS、完全空芯型でビーム引出半径を 40cm に小さくする代わりに漏洩磁束を抑制するためのコイルを外周側に配置したモデル HTSC-K80-R40-AC の 3 種類のスケルトンサイクロトロンの設計を実施した。各モデルの主要パラメータを図 5-1-2-2 に示す。

Model HTSC-K80-R50-AC, SS : K80 Skeleton Cyclotron						
- 引出半径 : 50 cm - 最大平均磁場 : 2.589 (T) for $^3\text{D}^+$ 40 MeV → K値 = 80 MeV - 加速ハーモニクス : 2 ← ~90° two Dee電極、終段アンプ共用 - 加速周波数 : 25~70 MHz						
Ion	Energy (MeV)	B_{in} (T) @50cm	B_{out} (T) @center	f_{ac} (MHz)	n	Applications
$^4\text{He}^{2+}$	36	1.732	1.715	26.344	2	^{211}At α -therapy
$^4\text{He}^{2+}$	40	1.826	1.806	27.747	2	^{211}At γ -SPECT (7)
$^4\text{He}^{2+}$	80	2.589	2.534	38.931	2	K-number
H^-/H^+	18	1.232	1.209	36.856	2	PET-CT, $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$
H^+	30	1.596	1.546	47.140	2	BNCT, ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$
H^+	50	2.071	1.966	59.937	2	BNCT, ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$
H^+	70	2.461	2.290	69.872	2	^{22}Na , ^{67}Ge , ^{82}Sr , etc.
D^+/H_2^+	40	2.589	2.534	38.798	2	^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$, BNCT

Model HTSC-K80-R40-AC : K80 Skeleton Cyclotron						
- 引出半径 : 40 cm - 最大平均磁場 : 3.2339 (T) for $^3\text{D}^+$ 40 MeV → K値 = 80 MeV - 加速ハーモニクス : 2 ← ~90° two Dee電極 - 加速周波数 : 30~90 MHz						
Ion	Energy (MeV)	B_{in} (T) @40cm	B_{out} (T) @center	f_{ac} (MHz)	n	Applications
$^4\text{He}^{2+}$	36	2.163	2.142	32.930	2	^{211}At α -therapy
$^4\text{He}^{2+}$	40	2.281	2.256	34.683	2	^{211}At γ -SPECT (7)
$^4\text{He}^{2+}$	80	3.234	3.166	48.663	2	K-number
H^+	18	1.539	1.510	46.070	2	PET-CT, $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$
H^+	30	1.993	1.931	58.925	2	BNCT, ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$
H^+	50	2.586	2.456	74.922	2	BNCT, ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$
H^+	70	3.076	2.863	87.340	2	^{22}Na , ^{67}Ge , ^{82}Sr , etc.
D^+/H_2^+	40	3.234	3.166	48.663	2	^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$, BNCT

図 5-1-2-2 スケルトンサイクロトロンの Model HTSC-K80-R50-AC, Model HTSC-K80-R50-SS, Model HTSC-K79-R40-AC の主なパラメータ

5.1.2.1.2 高温超伝導コイルシステムの仕様決定

スケルトンサイクロトロンには、短寿命 RI の大量製造や高強度中性子束の照射試験などに適した汎用性・多機能性・コンパクト性といった特徴に加えて、加速器運転における高い信頼性・安定性・再現性・制御性を実現する仕様も求められる。さらに、At-211 製造に必要とされるヘリウムイオンビーム（最大 40MeV）の加速と、半導体デバイスソフトエラー評価試験等の中性子照射試験のための中性子生成に必要とされる陽子・重陽子ビーム（最大 50MeV）の加速を両立させることも必要とされる。そこで、これらの要求性能を実現するため、空芯型の複数の円形メインコイル

及び非円形セクターコイルから構成される高温超伝導コイルシステムの設計に着手し、加速に必要なとされる等時性磁場を形成するためのコイル形状・サイズ・配置等の最適化を行った。ビーム引出半径を 50cm 前後に設定した場合の完全空芯型スケルトンサイクロトロン Model HTSC-K80-R50-AC と自己遮蔽型 Model HTSC-K80-R50-SS の主要な機器の構成を図 5-1-2-3 に示す。メインコイルは、コイル内径及び加速平面からの距離が異なる 5～6 種類の円形コイルから構成され、三角形の形状をした 4 組のセクターコイルとの組合せにより、鉄心を全く使用しない空芯型コイルのみの組合せで磁場分布を形成する。加速に伴う荷電粒子の相対論的な質量増加を考慮した上で周回周期を一定に保つように等時性磁場分布を $\Delta B/B \leq 5\%$ 以下の精度で形成できることを明らかにした。このコイル配置により、各コイルの電流値を変えるだけで加速粒子の種類とエネルギーに応じて多様な等時性磁場を生成できるようにコイルの配置をほぼ決定した。その際、荷電粒子を加速するためのディー電極やアース板を加速箱内の中央平面付近に配置するため、コイルシステムは加速箱を上下に挟む形で中央平面から離れた位置に設置されるが、高温超伝導コイルは 20～30K 以下の低温に保つ必要があるため、断熱されたクライオスタットの中に収納し固定するスペースも考慮した上でコイルの起磁力（コイルの電流値×巻数）を最適化した。図 5-1-2-4 に 36 MeV 4He^{2+} 加速と 40 MeV D^{+} 加速の場合の二次元磁場分布の例を示す。トリムコイルをアース板の背面に配置することにより、磁場分布を $\Delta B/B \leq 0.1\%$ 以下の精度で等時性磁場に一致させることも可能であることを示した。

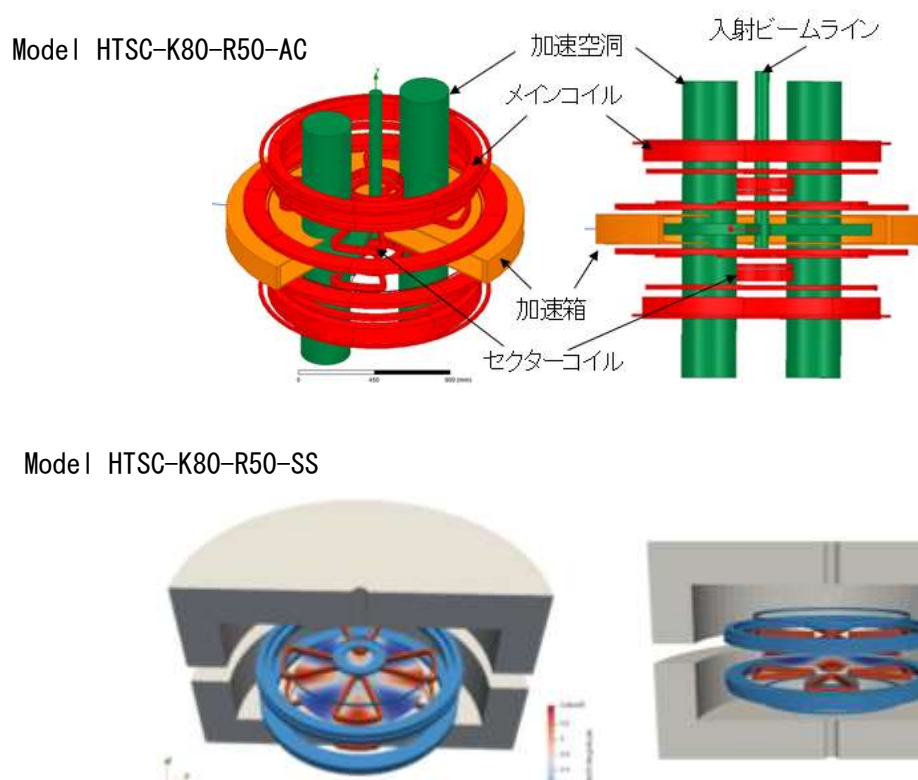


図 5-1-2-3 完全空芯型及び自己遮蔽型のスケルトンサイクロトロンの主要機器の構成

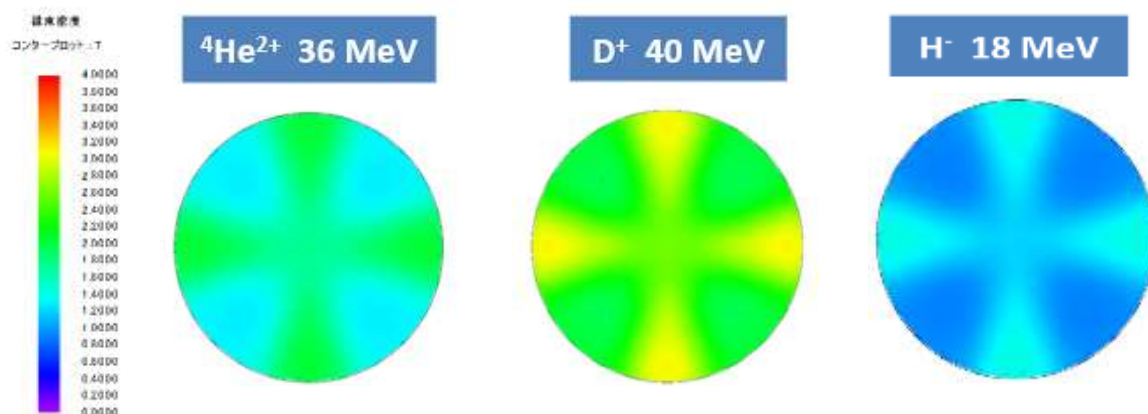


図 5-1-2-4 メインコイルとセクターコイルで形成した二次元磁場分布の例

5.1.2.1.3 高温超伝導線材の選定

NbTi や Nb₃Sn などに代表される低温超伝導線材は、電磁石コイル用線材として幅広い分野で利用されているが、4K 以下に冷却する必要があるため、冷凍機のパワーも大きくなってしまふこと、臨界温度のマージンが極めて少ないため、何らかの擾乱によってクエンチし易いことなどの難点がある。これに対して高温超伝導線材は、液体窒素温度 77K を超える臨界温度を有することから、20~30K 程度まで冷却して使用しても十分な温度マージンがあるため、安定性・信頼性に優れているという特徴を持つ。そこで、既に市販品で入手可能なビスマス系高温超伝導線材 (BSCCO) と希土類元素を含む銅酸化物系高温超伝導線材 (REBCO) の特性について比較検討を行い、スケルトンサイクロトロンのコイルシステムに最適な線材の選定を行った。表 5-1-2-1 に主な REBCO 線材と BSCCO 線材の特徴を示す。

第一世代の高温超伝導線材として既に実用化されている BSCCO 線材は、臨界温度が 110K と最も高く、外部磁場が無い状態では 77K で臨界電流が~200A まで上げられるものの、20K 以上ではわずかな外部磁場でも臨界電流が大幅に減少するという特徴を持つことから、高温下の外部磁場中での利用には制約がある。これに対して REBCO 線材は、臨界温度が約 90K で十分に高く、外部磁場による影響を受けにくい性質を持っていることから複数のコイルを組み合わせで磁場分布を形成するスケルトンサイクロトロンの場合に適合していると判断できる。6mm 幅の REBCO 線材の臨界電流値は 100~170A であるが、例えば 30K に冷やしたときに、線材テープ面に対して 2T 程度の平行な磁場成分があった場合にはリフトファクター $I_c(30K, 2T)/I_c(77K, 2T) = 5.5$ 、垂直な磁場成分に対しては 1.2 程度のリフトファクターになることから、実用に最も近い性能を有している。ただ一方で、REBCO 線材のコストは BSCCO 線材に比べて 2 倍以上高いことから、コイルの位置や形状・サイズに応じて最適な線材を選択することにより、コストパフォーマンスを高められることを見出した。これらの検討結果を踏まえ、スケルトンサイクロトロンのコイルシステムに採用する高温超伝導線材として REBCO を選定し、SuperOx-Japan 社製の 12mm 幅と 6mm 幅の 2 種類の高温超伝導 REBCO 線材 (GdBa₂Cu₃O_{7-x}) を入手して性能試験用の小型の円形コイルとレーストラック型コイルの詳細設計を実施した。図 5-1-2-5 に入手した REBCO 線材の外観を示す。なお、この性能試験用コイルは、そのまま高強度ヘリウムイオン源開発にも適用できるように 2.45GHz 及び 10GHz の高温超伝導 ECR イオン源のミラーコイルと六極コイルを想定した仕様で詳細設計を実施した。

円形コイル用
12mm 幅線材



レーストラック
形コイル用 6mm
幅線材



図 5-1-2-5 性能試験用高温超電導コイル製作のために入手した REBCO 線材

表 5-1-2-1 主な REBCO 線材と BSCCO 線材の特徴

メーカー(REBCO)	線材単価(推定値)	線材テープサイズ	備考
SuperPower	～ \$ 60 + α	6mm(w) × 0.1mm(t)	Ic～170A
SuperOx	¥ 4,500 - 5,000/m	6mm(w) × 0.1mm(t)	Ic～150A, 人口ピン実績なし
SuNam	¥ 3,800 - 4,700/m + α	6mm(w) × 0.1mm(t)	Ic～150A
Shanghai	¥ 3,000 - 4,000/m + α	6mm(w) × 0.1mm(t)	Ic～100A, 人口ピン実績なし, 単長100m
AMSC	\$ 38 + α	4.2mm(w) × 0.1?mm(t)	Ic～100A, 基板低強度, 6mm幅対応?
フジクラ	¥ 7,800 (以上)	6.2mm(w) × 0.1mm(t)	Ic～250A

BSCCO型式	線材単価(推定値)	線材テープサイズ	備考
Type HT-SS	¥3,600	4.5mm(w) × 0.29mm	Ic～200A, 270MPa, ϕ 60mm irreversible
Type HT-CA		4.5mm(w) × 0.34mm	250MPa, ϕ 60mm irreversible
Type HT-NX		4.5mm(w) × 0.31mm	400MPa, ϕ 40mm irreversible

5.1.2.1.4 高温超電導コイルの巻線技術の開発

REBCO 線材は、30T 以上の超高磁場環境下で使用でき、機械的な応力にも耐えうることから第二世代の高温超伝導線材として産業応用が大いに期待されている。しかしながら、コイル化のための巻線技術が完全に確立しているとは言えず、条件によっては励磁や冷却・昇温を繰り返す度に性能が徐々に劣化して行く傾向があり、電磁石コイルとして実用化する上での大きな課題とされている。そこで、無絶縁でコイル成形を行う新しい巻線法（機密事項）を独自に開発し、再励磁を何度繰り返しても、常温との間で冷却・昇温を繰り返してもコイル性能を維持できていることを確認した。

5.1.2.1.5 高温超伝導コイルの機械・熱構造解析とコイル支持枠

高温超伝導コイルを励磁した時に発生する個々のコイルのフープ応力や変位・変形などについて機械構造計算を行い、クライオスタット内の所定の位置に配置した高温超伝導コイルを相互に連結すると共に、クライオスタット容器とコイルの間を立体的に支持する方法について考案した（機密事項）。高温超伝導コイルを収納するクライオスタットの構造解析計算結果の一例を図 5-1-2-6（機密事項）に示す。

5.1.2.1.6 スケルトンサイクロトロンの全体設計

ディー電極に加速電圧を発生させる共振空洞をサイクロロン本体電磁石に接続する方法として、加速平面と平行に水平方向から共振空洞を連結する方式と、ディー電極に対して垂直に軸方向から共振空洞を結合させる方式がある。図 5-1-2-2 に示したように軸方向から共振空洞を結合させる場合には $\lambda/2$ モードの定在波を励振して加速電圧を発生させる。この場合、メインコイルの内部に共振空洞を配置することになるため、メインコイルやセクターコイルと干渉しないように共振空洞の配置やサイズを決定した。図 5-1-2-7 に共振空洞の外観と断面図を示す。内筒半径は 10cm, 外筒半径は 15cm, 同軸型共振空洞をサイクロロン中心から半径 36cm の位置でディー電極に結合させる。このとき、共振可能な周波数帯域は、図 5-1-2-8 に示すように、加速に必要な 25~60MHz の帯域を全てカバーしていることがわかる。また、Q 値も基本波周波数で 3500~5400 程度が見込まれており、実用上問題の無い範囲だと判断できる。図 5-1-2-9 に示すように、内筒及びディー電極表面の電流密度も最大 10A/cm 程度に抑えられており、許容範囲内である。

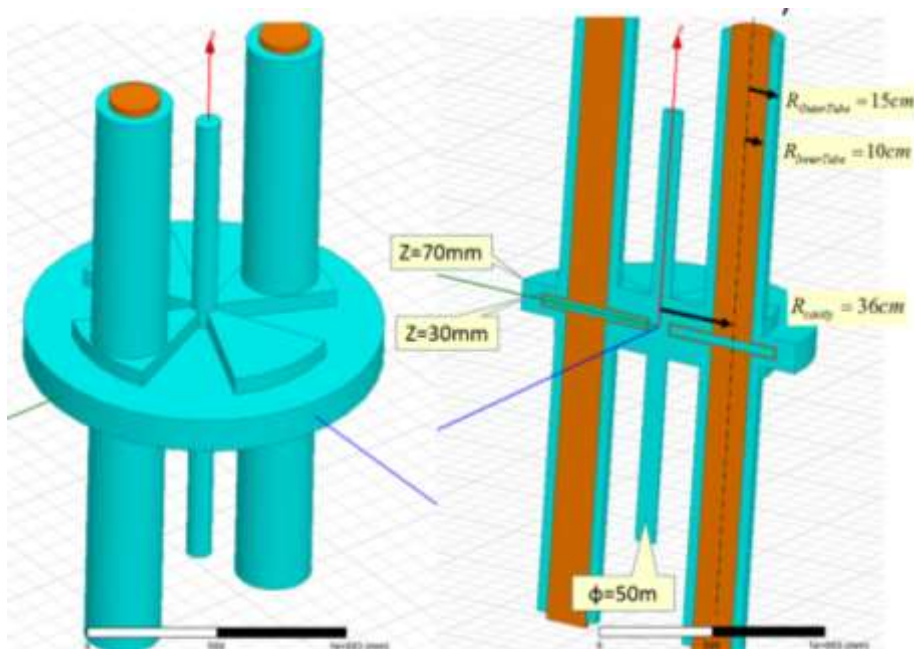


図 5-1-2-7 共振空洞の外観（左）と断面図（右）

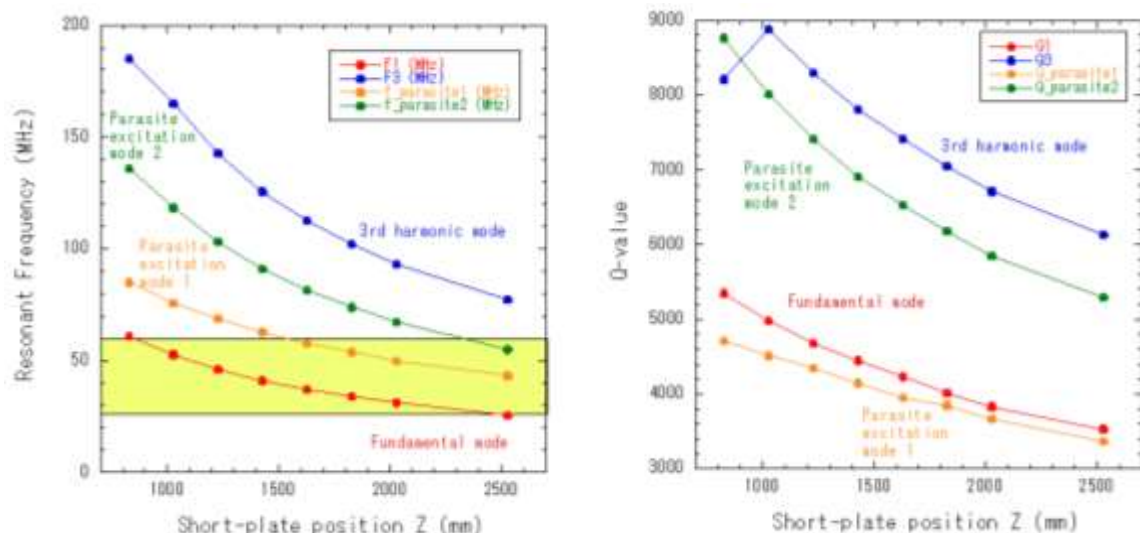


図 5-1-2-8 共振周波数と Q 値

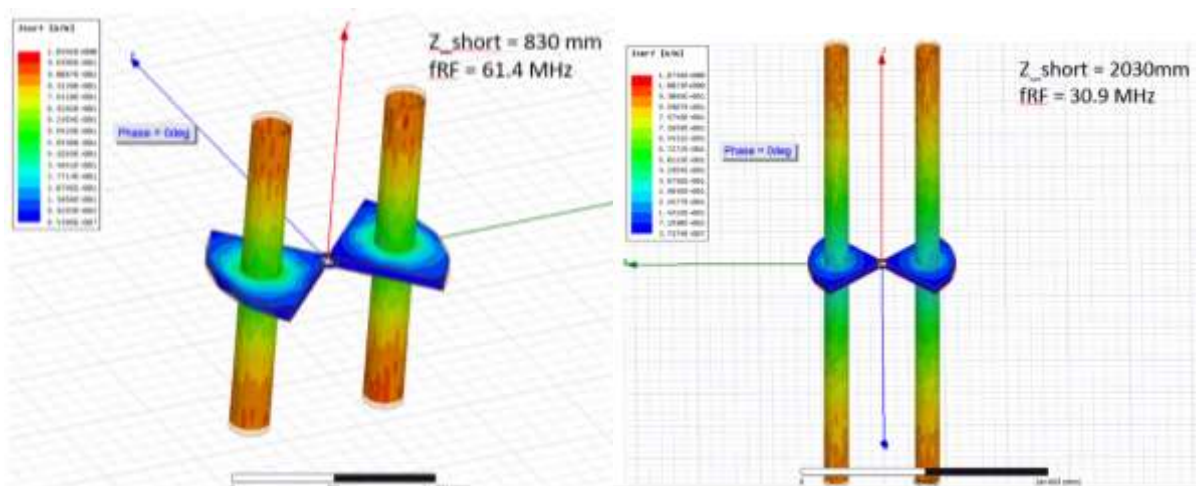


図 5-1-2-9 ディー電極及び内筒表面の電流密度分布の例

病院内設置を想定してビーム引出半径を 40cm 程度に小さくした空芯コイル磁気自己遮蔽型 Model HTSC-K80-R40-AC について、高強度イオンビームの入射・加速・引出しにおけるビーム軌道解析を行い、0.5mA の 50MeV 陽子ビームを～90%の高効率で取り出せることを明らかにした。図 5-1-2-10 に Model HTSC-K80-R40-AC を構成する機器の主要パラメータを示す。イオン源から輸送されたイオンビームはサイクロトンの中心軸に沿って入射し、スパイラル形状をしたインフレクター電極の間隙を通過して加速平面へと導かれる。インフレクター電極と中心領域の電極部分、空間電荷効果を考慮したビーム軌道解析コード OPAL で 50MeV 陽子加速の場合のビーム軌道及び半径方向と鉛直方向のビームバンチの広がりをシミュレーション計算した一例を図 5-1-2-11 に示す。また、コイル配置と二次元磁場分布、ビーム引き出し直前のターンセパレーションを図 5-1-2-12 に示す。加速電圧を 80kV 以上まで高めることにより、1mA 以上の大電流ビームでも 90 数%以上の透過効率を達成しうることをシミュレーション計算により初めて示した。これにより、超コンパクトでありながら陽子を 50MeV まで加速しうる完全空芯型スケルトンサイクロトンの機械設計の準備が整った。また、漏洩磁束及び漏洩中性子の遮蔽機能を有する自己遮蔽型スケルトンサイクロトロン (Model HTSC-K80-R50-SS) におけるコイル配置を見直し、メインコイルに必要

とされる線材長を 20km 程度（完全空芯型は約 30km）まで短縮できることを明らかにした。これにより，病院内設置も可能でより安価な自己遮蔽型スケルトンサイクロトロンの目処が立った。

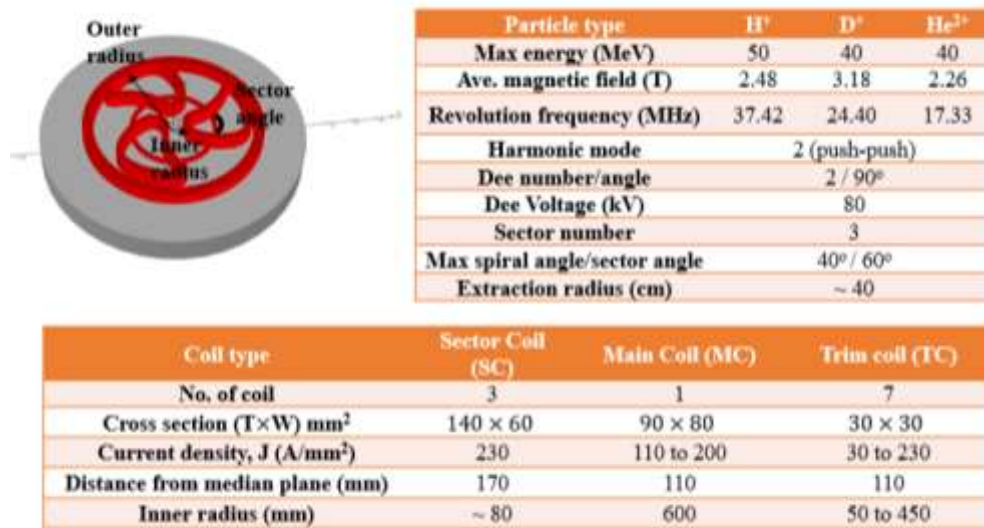


図 5-1-2-10 Model HTSC-K80-R40 -AC を構成する機器の主要パラメータ

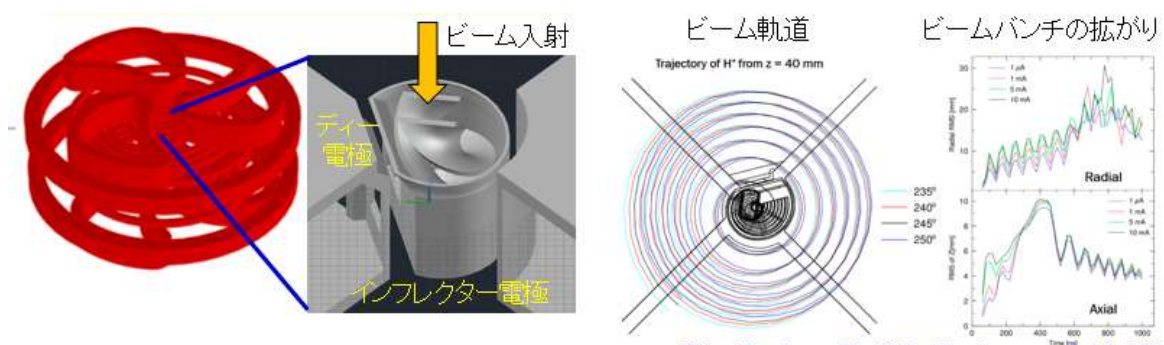


図 5-1-2-11 インフレクター電極（左）と 50MeV 陽子加速のビーム軌道解析結果の一例

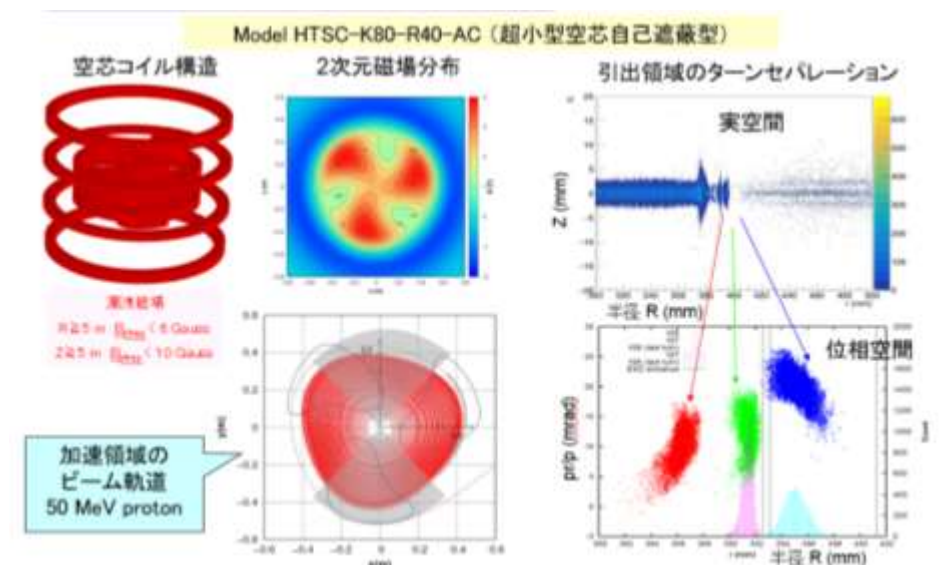


図 5-1-2-12 コイル配置と二次元磁場分布，ビーム引き出し直前のターンセパレーション

5.1.2.1.7 無絶縁 Yoroi-coil の電磁応力に対する安定性の検討

5.1.2.1.7.1 はじめに

現状最も優れた特性（高温・高磁場下で高い臨界電流密度特性）を有する REBCO 系線材（ $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\alpha}$ 線材。RE：希土類元素）を用いたコイルの応用実現・拡大には、図 5-1-2-13 に挙げるような 5H（High）「高機械強度化・高電流密度化・高安定化・高磁場化・高精度磁場化」を実現する必要がある。

本研究グループは、次世代がん治療用加速器（スケルトン・サイクロトロン）の実現を目標とする REBCO 超電導

コイルシステムの開発を目標としている。REBCO 線材の優れた特性を活かし、上記応用のためのコイルシステムを実現するには、いずれも、できる限りの高電流密度化（ $>500\text{A}/\text{mm}^2$ ：現行技術の 2 倍）を、高度の熱的安定性と高機械強度（ $>2.5\text{GPa}$ ：現行技術の 10 倍）を確保しつつ、大口径高磁場（～口径 1m & ～10T）を冷凍機伝導冷却（ $>20\text{K}$ ）のもと達成する必要がある。本研究課題では、本研究グループが実績を積み上げてきた「無絶縁コイル巻線技術」と「YOROI コイル（Y-based Oxide superconductor and Reinforced Outer Integrated coil）補強構造」の 2 つのキーテクノロジーを技術基盤として上記目標の実現を目指した。無絶縁コイルは REBCO 線材に電気絶縁を施さずに巻線する技術である。YOROI コイル補強構造は、通常のコイル外枠による支持だけではなく、上下の側板にも応力分担させて高強度化を実現する構造である。

本研究課題では、「無絶縁 Yoroi-coil の電磁応力に対する安定性の検討」として、スケルトンサイクロトロン用コイルの内、AVF 発生用セクターコイルを想定し、非円形状（二等辺三角形）の無絶縁 YOROI-coil を対象として、不均質な応力に対するコイルの変形や通電特性の変化を実験と数値解析に評価した。比較のため YOROI 補強構造を持たない試作コイルにおける試験結果（先行実施）と比較した。

スケルトンサイクロトロンの最大の特徴は、粒子加速に必要な磁場を、空芯の REBCO コイルシステムのみで発生することであり、これにより、出力エネルギーが可変となり、多機能化が期待できる。ここでは、空芯 REBCO コイルシステムの設計最適化を実施したので合わせて報告する。

5.1.2.1.7.2 非円形無絶縁 YOROI コイルの機械強度評価試験と解析評価

YOROI 構造を有する非円形無絶縁モデルパンケーキコイルを試作し、NIMS（国立研究開発法人物質・材料研究機構）の共用設備である大口径超電導マグネット（室温ボア：340mm、発生磁場：14T）を利用して機械強度試験を実施し（図 5-1-2-14）、合わせて、数値解析による応力・変形解析を行い、別途実施した YOROI 構造を持たない「フレームを固定していないコイル」の試験および解析評価結果との比較により無絶縁 YOROI コイル巻線技術の有効性を実証した。



図 5-1-2-13 研究目的に向けた開発課

5.1.2.1.7.2.1 YOROI 補強構造を採用した非円形(二等辺三角形)無絶縁 REBCO-DP コイル

図 5-1-2-14 に外観写真を、図 5-1-2-15 にコイル巻線断面図を、そして表 5-1-2-2 に諸元を示す。外側フレーム(厚さ: 1mm)が、上下の側板に接続されており、外側に膨らもうとするフープ応力を外側フレームだけでなく、上下側板に分担させることにより、高強度化が図られている。図 5-1-2-16 に予備実験として行った液体窒素中での通電試験結果を示す。

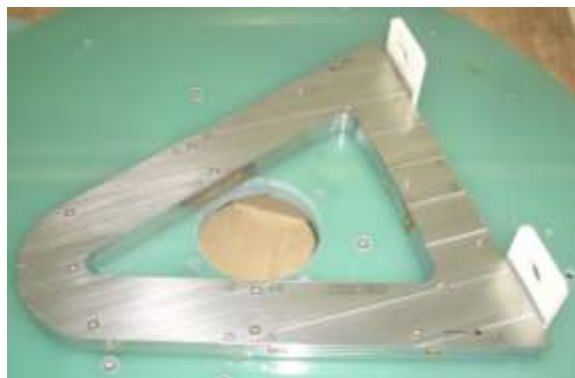


図 5-1-2-14. YOROI 補強した試作 REBCO-DP コイルの外観写真

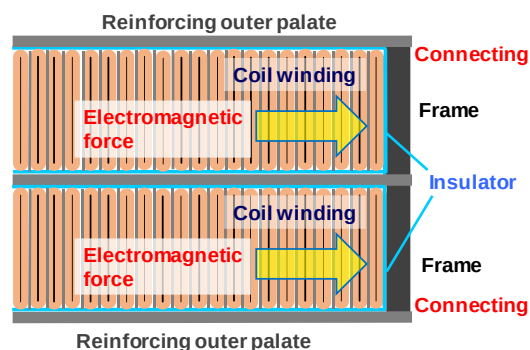
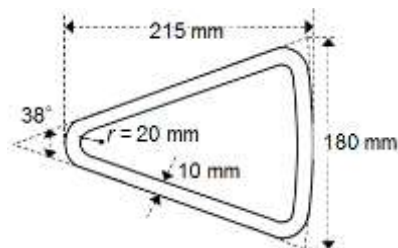


図 5-1-2-15 YOROI 補強した試作 REBCO-DP コイル断面図と電磁応力

表 5-1-2-2 試作二等辺三角形 YOROI 補強・無絶縁 REBCO-DP の諸元

Superconducting tape type	Copper plated REBCO coated conductor (Shanghai Superconductor Technology Co., Ltd.)
Piece length	75 m
Width / Thickness of tape	6.1 mm / 100 μ m (maximum)
Critical current of the tape	> 180 A
Height	16.4 mm
Co-winding	50 μ m-thick austenitic stainless steel tape
Number of total turns	66 each (upper and lower coil)
Reinforcing outer plate	
Material	Austenitic stainless steel
Thickness	1 mm



Dimensions of coil winding

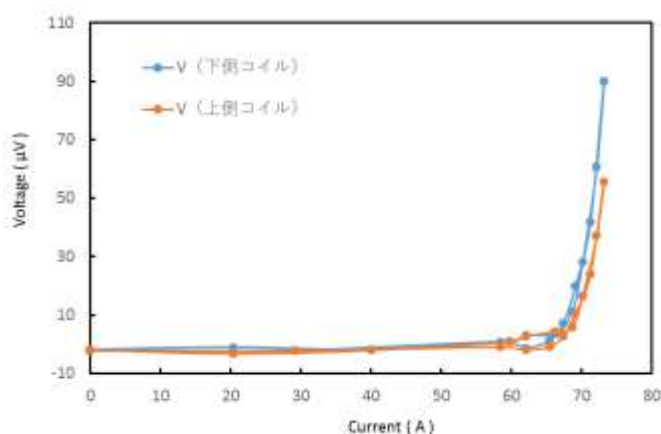


図 5-1-2-16 YOROI 補強した試作 REBCO-DP コイルの液体窒素中での通電試験結果

5.1.2.1.7.2.2 高磁場中機械強度（変形・通電特性）試験（2020年12月実施）

供試コイル（図 5-1-2-17）を液体ヘリウムにより 4.2K まで冷却し、外部磁場 14T 中で励磁試験を実施し、 I - V 特性及びひずみゲージによる変形の計測を行った。図 5-1-2-18 に得られた I - V 特性を示す。通電は最大 300A まで行った。



図 5-1-2-17 治具に取り付けられた YOROI 補強 REBCO-DP コイル

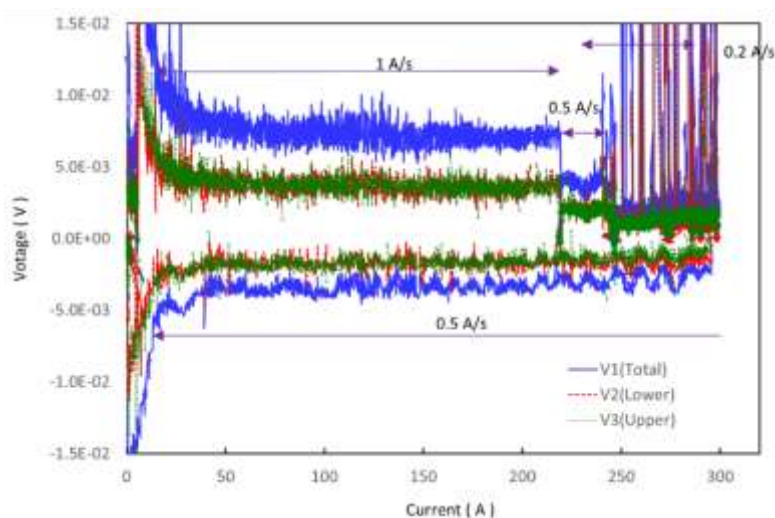


図 5-1-2-18 外部フレームを固定した（YOROI 補強構造を用いた）二等辺三角形無絶縁 REBCO-DP コイルの I - V 特性
（外部印加磁場：14T、冷却：4.2K 浸漬冷却、3 回目の励磁）

通電電流が 277A 時点で上側コイル両端に 0.3mV の電圧が観測され、その後徐々に上昇し、300A で 0.6mV となったところで励磁を終了した。250A あたりから多くのスパイクが観測されており、線材のわずかな動きが生じたものと考えられる。

図 5-1-2-19、図 5-1-2-20 は、コイル巻線に貼り付けたひずみゲージで測定したひずみ特性の測定結果である。図 5-1-2-19 は、二等辺三角形形状のコイルのベース部のひずみの変化で、ほとんど変形していないことがわかる。図 5-1-2-20 は二等辺三角形コイルの長辺

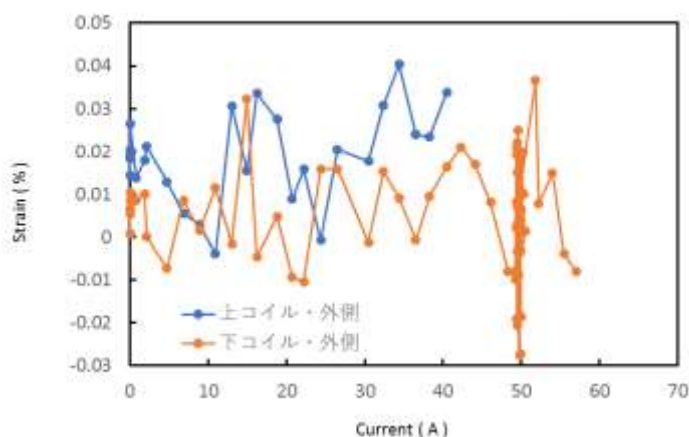


図 5-1-2-19 二等辺三角形形状コイルベース部のひずみの変化

直線部のひずみを示す。若干のひずみ・変形が観測されている。図 5-1-2-21 は、特性評価試験直後の供試コイルの写真であるが、見た目ではほとんど変形・異常は見られなかった。

図 5-1-2-22 は、昇温・乾燥後の供試コイルの外観写真である。同図よりコイル長辺部において数 mm 外側に膨らむように変形しているのがわかる。また、外側に膨らむように力を受けたため内側のフレームと上板の間に隙間が生じていた。

図 5-1-2-23 は、上板を取り外した巻線部の写真である。別途実施した YOROI 補強構造を持たない試験コイル（諸元は全く同じ）の結果と比較して巻線部のダメージが圧倒的に低減されていることがわかった。

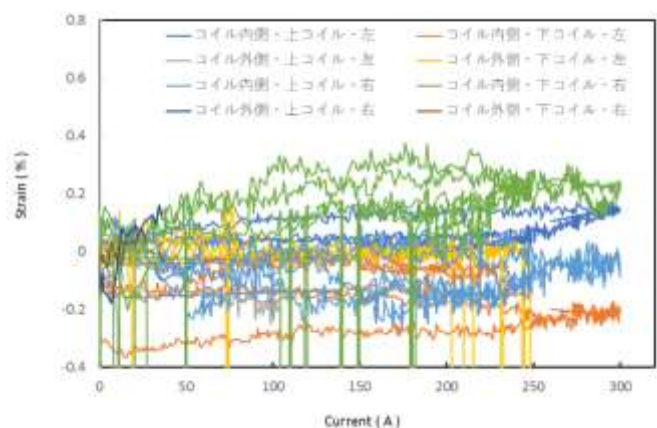


図 5-1-2-20 二等辺三角形コイル長辺部のひずみの変化



図 5-1-2-21 特性評価試験直後の供試コ



図 5-1-2-22 特性評価試験後の供試コイル
(長辺部：外側への若干の膨らみあり)



図 5-1-2-23 上側側板を取り外した写真

図 5-1-2-24 は、特性評価試験後に液体窒素中で通電試験を行った時の $I-V$ 特性（通電電流-コイル両端電圧特性）である。残念ながらすぐに電圧が発生してしまい、コイルが劣化していることが確認された。なお、同図は上下のダブルパンケーキの両端電圧の結果であるが、電圧は上側のシングルパンケーキで観測されており、下側シングルパンケーキは健全である可能性がある。

今後、劣化部の特定を予定している。また、このような劣化が発生しても、300A 通電で焼損しなかったのは、無絶縁コイル巻線採用の効果であると考えることができる。

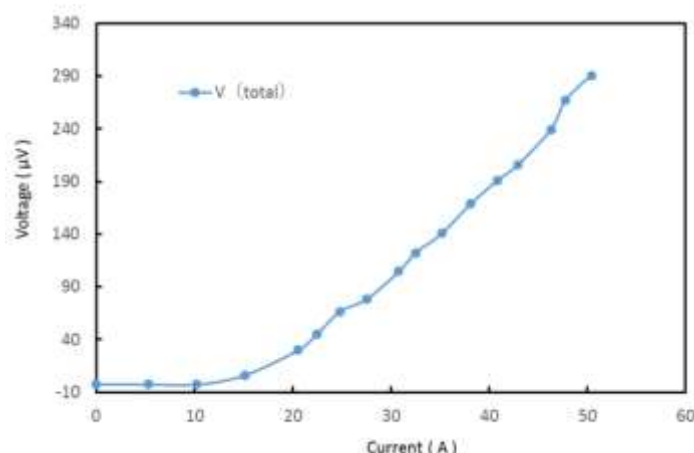


図 5-1-2-24 特性評価試後の液体窒素中での通電試験時の I - V 特性

5. 1. 2. 1. 7. 2. 3 非円形形状の無絶縁 YOROI コイルの応力分布・変形の解析

実験に供した非円形（二等辺三角形）無絶縁 REBCO-DP コイルを対象として、外部磁場：10T、4.2K 液体ヘリウム浸漬冷却のもと、コイルに 150A を通電した時の応力・ひずみ・変形を有限要素法に基づき解析し、YOROI 補強構造の効果を評価・検証した。なお、ここでは外枠フレームの厚さを 0.5mm とした。図 5-1-2-25 に応力・ひずみ解析の結果を、図 5-1-2-26 にひずみ・変形解析の結果を、YOROI 補強構造の有無で比較して示した。正の値は引張応力、負の値は圧縮応力である。最大フープ応力は、いずれの場合も超電導線材の変形が大きい二等辺三角形コイルの角部の内側に作用した。そして YOROI 補強構造無し（フレームが固定されていない場合）は、REBCO 線材の降伏強度を大きく上回る力が加わったと考えられる。YOROI 補強構造を採用したコイルでは、コイル巻線はフレームと上下側板で囲まれており、コイル巻線が受ける電磁力のかなりの部分が補強外板に分担され支えられていることが分かった。YOROI 補強することにより、線材に加わる応力の最大値が 2 桁近く低減され、ひずみも 1/60 になっており、大幅に機械強度が向上していることがわ

かる。実験結果との定量的な比較はできていないが、応力・ひずみの最大値の発生箇所は正確に再現されている。

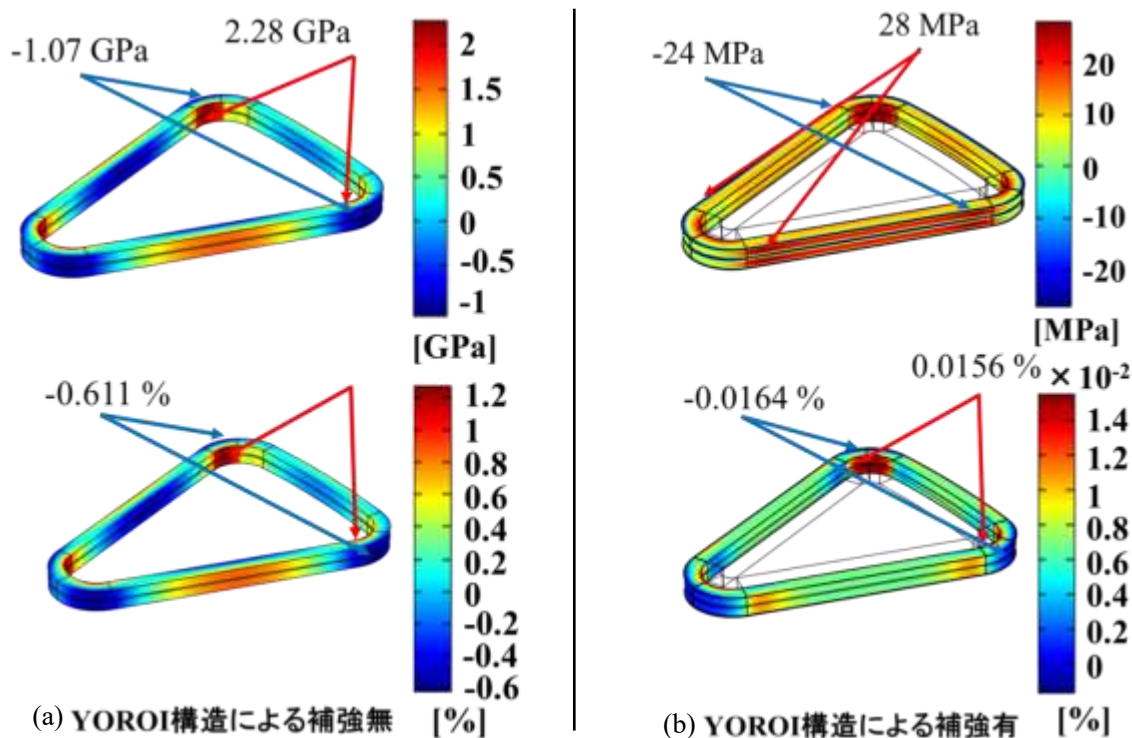


図 5-1-2-25 応力・ひずみ解析結果

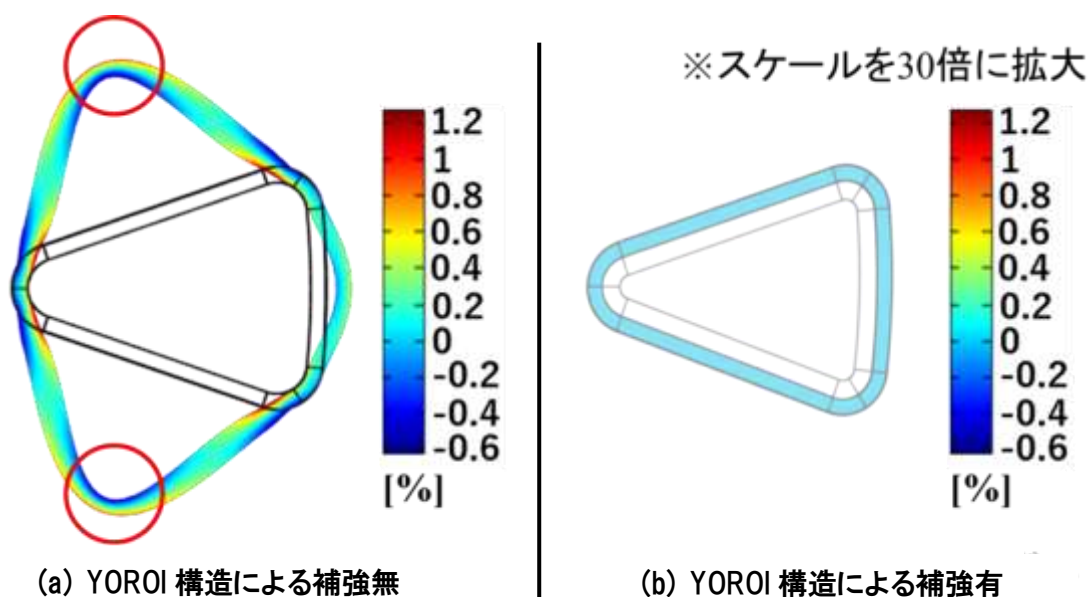


図 5-1-2-26 応力・変形解析結果

次に 2020 年 12 月に NIMS で行った YOROI 補強を施した非円形（二等辺三角形）コイルの強度試験について電磁応力解析を行った。ここでは、補強構造の外側フレームの厚みを供試 YOROI-無絶縁 REBCO コイルにおけるフレーム厚である 10 mm として解析を行った。

通電電流は 300 A とし、バックアップ磁場として z 軸方向に 10 T が印加されているものとした。コイル巻線は単一弾性体を 2 つ積層した DP 構造とし、異方性を考慮した複合則によってモデル化を行った。コイル巻線と補強構造間の摩擦はゼロとし、巻枠の内側を固定拘束した。補強構造の材料には SUS316 が用いられているものとした。

解析で得られた非円形コイルの周方向応力分布と周方向ひずみ分布をそれぞれ図 5-1-2-27 (a)、(b) に示す。引っ張り応力については直線部が力を受けやすいことに起因して二等辺三角形コイルの角部の内側に応力が集中することは、これまでに解析を行った非円形コイルに共通していることであり、本モデルでも同じ傾向がみられる。今回の最大値は引っ張り応力で 42.1 MPa、引っ張りひずみで 0.0246 % であった。補強構造無しの場合にコイル巻線に生じる引っ張り応力及び引っ張りひずみの最大値は通電電流が半分の 150A であったにもかかわらず 2.28 GPa、1.26 % (図 5-1-2-25) であることから、応力は大幅に軽減できており補強構造の効果が確認できた。また外枠フレームの厚みを 0.5 mm として、300A 通電時の応力およびひずみの最大値は 56.3 MPa、0.03 % であった。これに対して外側フレームの厚みを 10 mm としたときの結果 (図 5-1-2-27) より、YOROI 補強構造の効果がさらに大きくなっていることがわかる。

今回の解析では冷却による熱収縮を考慮しておらず、コイル巻線と補強構造は接した状態から電磁応力を受けるため、応力分担が行える状態であった。

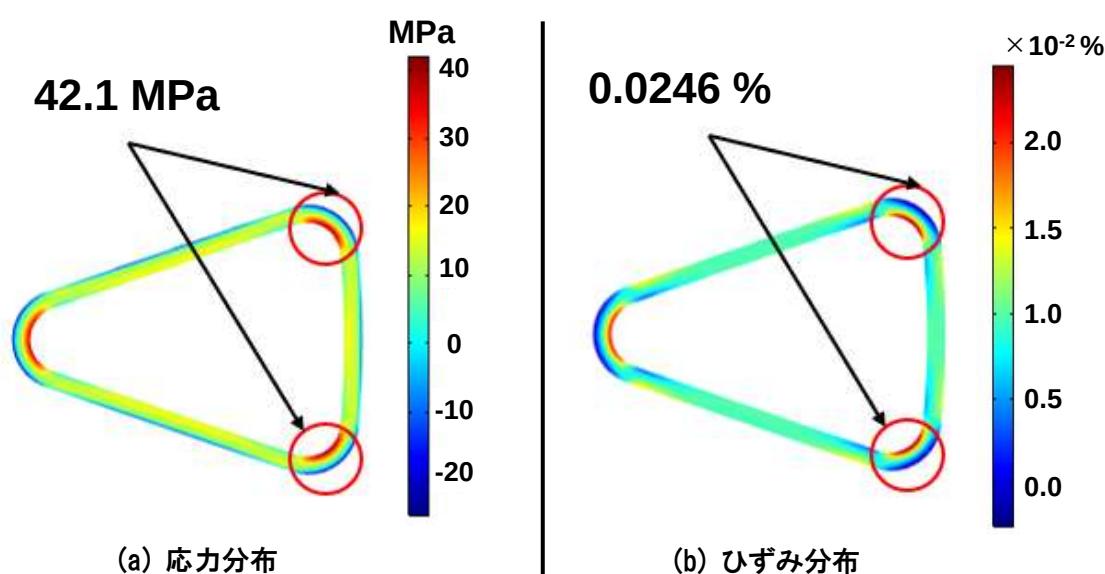


図 5-1-2-27 非円形 YOROI 補強コイル (外側フレーム厚 : 10mm) の応力・ひずみ分布

5.1.2.1.7.3 実規模スケルトン・サイクロトロン用 REBCO コイルシステムの設計

開発・実現を目指すスケルトン・サイクロトロン用高温超電導コイルシステムの最大の特徴は、粒子加速に必要な磁場を、鉄芯を使用せず、空芯の REBCO コイルシステムのみにより形成することにある (図 5-1-2-28)。すなわち、等時性磁場を発生する円形のメインコイルと、周方向の AVF (Azimuthally Varying Field) を形成する非円形セクターコイルにより構成されている。これにより、鉄芯 (鉄磁極) の非線形磁化特性の影響を受けずに、出力エネルギー (発生磁場) を変更することが可能となり、多機能化が期待できる。このようなコイルシステムの設計には、従来の AVF サイクロトロン用コイルシステムの設計法を適用することができないため、新たに条件付き非線形最適化手法に基づく設計を行った。

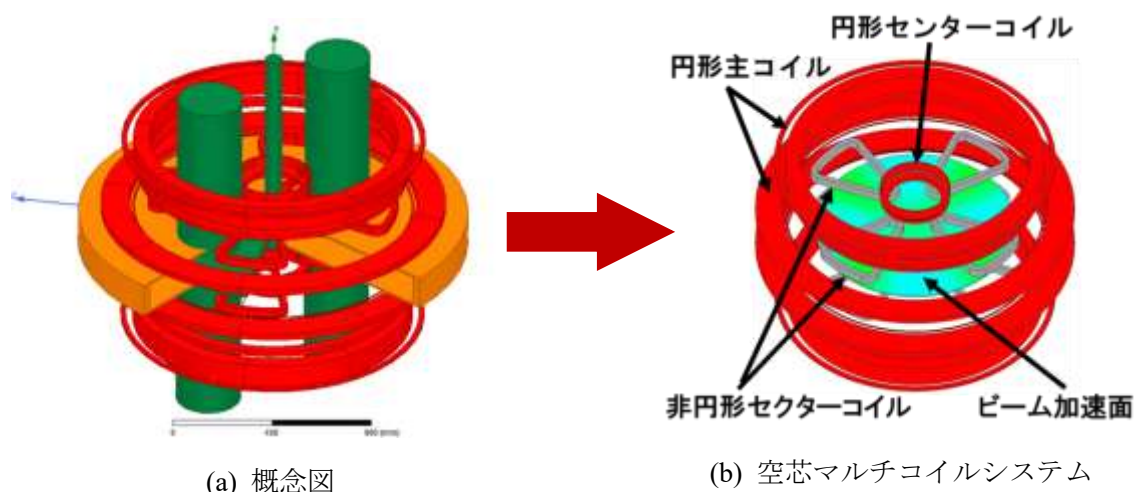


図 5-1-2-28 開発を目指すスケルトン・サイクロトロン

5. 1. 2. 1. 7. 3. 1 高強度小型多機能スケルトン・サイクロトロンのためのコイルシステムの仕様

表 5-1-2-3 に示す粒子を加速するサイクロトロン設計（取り出し半径：50 cm）を行った。本研究で開発を目指すサイクロトロンは、アルファ線核医学治療に用いられる ^{211}At を生成するために、 $^4\text{He}^{2+}$ を 36 MeV まで加速するものである。そしてこれに加え、BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）用の中性子生成、SPECT（単一光子放射断層撮影）や PET（陽電子放出断層撮影）に用いられる RI 製剤の製造も可能な多機能サイクロトロンの開発を目指している。

空芯高温超電導 (REBCO) コイルシステムとして、等時性磁場発生用の円形メインコイルと、AVF 発生用のセクターコイル（4 対）を試設計した。多機能サイクロトロンのための等時性磁場を図 5-1-2-29 に示す。まず最も磁場を必要とする D^+ 40 MeV の等時性磁場を発生するコイルを設計した。

表 5-1-2-3 加速粒子と応用

Ion	Energy (MeV)	B_{av} (T) @50 cm	f_{RF} (MHz)	h	Applications
$^4\text{He}^{2+}$	36	1.732	79.031	6	α -therapy, ^{211}At
$^4\text{He}^{2+}$	40	1.826	83.240	6	γ -SPECT, ^{210}At
$^4\text{He}^{2+}$	80	2.589	77.861	4	K-number
H^+	18	1.232	73.712	4	PET-CT, ^{225}Ac / ^{213}Bi
H^+	30	1.596	94.279	4	BNCT, ^{99}Mo - ^{99m}Tc
H^+	50	2.071	59.937	2	BNCT, ^{99}Mo - ^{99m}Tc

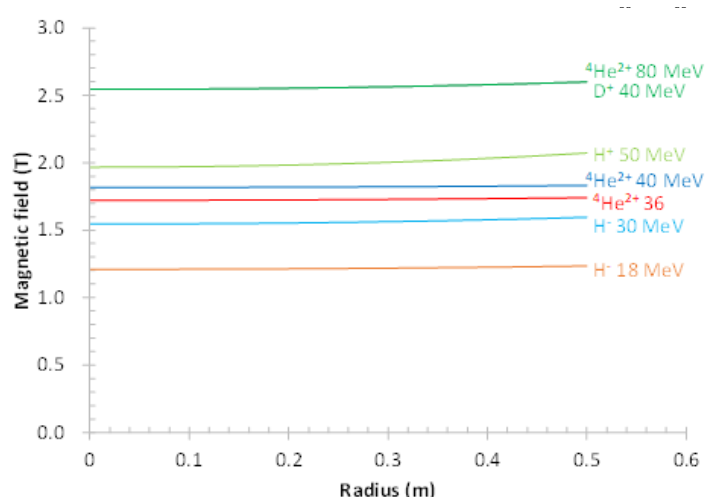


図 5-1-2-29 多機能サイクロトロンのための等時性磁場分布

5.1.2.1.7.3.2 設計法と結果例

(1) セクターコイルの設計

4 セクターとして、フラッター F^2 を 0.04 とした。また、セクターコイルのない領域（バレー部）には、加速空洞を配置することを想定し、セクターコイルのスパン角を 38° とした。

(2) メインコイルの設計

セクターコイルで発生する磁場の周方向平均した磁束密度分布を図 5-1-2-30 に示す。所望の等時性磁場分布と併せて示した。この差の磁場をメインコイルで発生させることになる。コイル形状・位置等を設計変数として GA-SA 法（遺伝的アルゴリズム-シミュレーテッド・アニーリング）を用い、使用超電導線材量が最少となるよう設計最適化を試みた。設計されたコイルシステムの一例を図 5-1-2-31 に示す。また、発生する磁場を図 5-1-2-30 に示す。

最終的なシステム設計にあたっては、設計加速空洞、機械支持構造、真空断熱容器などの配置による空間制約、さらに電磁力や使用線材の臨界電流特性などの超電導特性による制約の下、設計することになるため、本プロジェクトにおいても、設計最適化を繰り返し実施した。

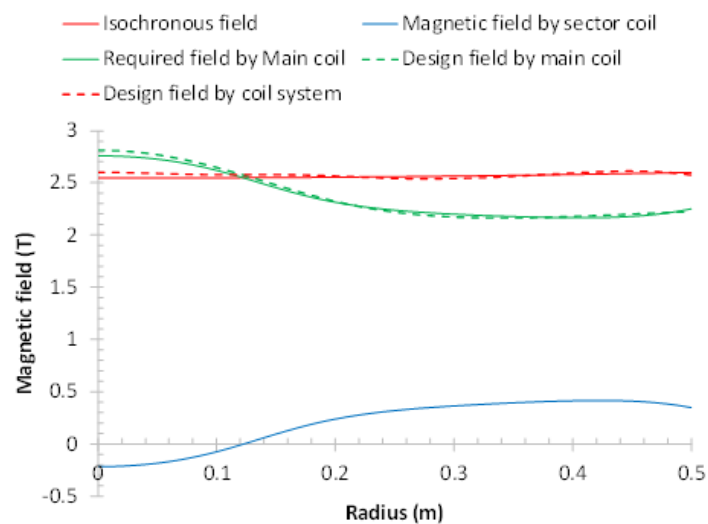


図 5-1-2-30 周方向平均磁場分布 (D^+ 40 MeV)

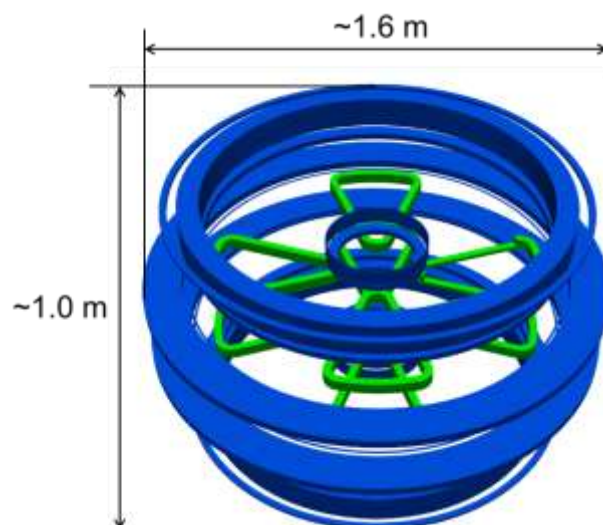


図 5-1-2-31 設計結果の一例

5.1.2.1.8 高温超伝導 ECR イオン源の開発

〔概要〕 スケルトンサイクロトロンの高温超伝導空芯コイルシステムを構成する複数対の同心円状のメインコイルと 4 対の三角形のセクターコイルの要素技術開発として、REBCO 線材（GdBa2Cu3O_x）を用いた内径 190mm の円形コイルと、直線部長さ 200mm、幅 50mm のレーストラック型非円形コイルを試作し、液体窒素温度（77K）及び極低温（～30K）での通電・性能試験を実施した。これらのコイルは、最終的に 10GHz ECR イオン源用のミラーコイル及び六極コイルとしても利用できるように設計しており、ECR イオン源用高温超伝導コイルとしてのアセンブリ構造は R3 年度内に完成した。77K での性能試験では、REBCO 線材幅 12mm の円形コイルで 130A 程度まで、線材幅 6mm のレーストラック型コイルで 70A 程度まで超伝導状態を保ったまま通電が可能であること、ON/OFF を繰り返したり、冷却を繰り返したりしても性能の再現性に問題は無いことなどを実証した。また、伝導冷却による 30K での極低温下での性能試験では、400A までの通電で励磁・減磁操作を繰り返し、磁場の再現性や耐久性などに問題は無いことを確認できた。

5.1.2.1.8.1 はじめに

スケルトンサイクロトンに向けた要素技術開発として超伝導 REBCO テープ線材を用いて 10GHz の ECR イオン源を開発する。最終的なゴールはこの ECR イオン源開発を通してスケルトンサイクロトン設計に対する設計、製造上の知見を得ることである。イオン源の基本設計は大阪大学 RCNP 殿が担当しており、詳細は割愛するが Fig. 1 にイオン源の主要仕様を示す。Grenoble の ECR イオン源を参考として設計されている。

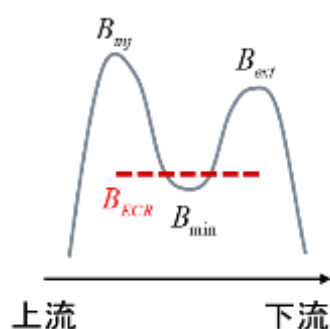


図 5-1-2-32 ECR イオン源の主要仕様

ECR イオン源の磁場設計は大阪大学 RCNP 殿に実施頂いた。図 5-1-2-33 および図 5-1-2-34 に基本仕様を示す。基本的には 10GHz でのミラー磁場の分布要求を満足するように設計されている。但し制約は幅 6mm もしくは 12mm の HTS 線材を用いることがある。またプラズマチャンバーの寸法、チャンバー肉厚、チャンバー周囲の絶縁用の空間、クライオスタットの肉厚、更に断熱空間を考慮してコイル配置を検討する必要があった。本報告書では検討の経緯の詳細は割愛し、最終的に決定したコイル配置、巻数等を記載する。コイルは主にミラーコイルと六極コイルに分かれている。

5.1.2.1.8.2 マグネット設計

要求仕様であるコイル仕様を用いて電磁界解析を実施した。電磁界解析の目的は主に 2 つある。1 つは線材に印加される磁場でテープ面に垂直な成分を抽出し、線材性能と比較して負荷がどの程度かを評価することである。2 つめはコイルにかかる電磁力を計算し、構造設計の INPUT とす

ることである。図 5-1-2-35 に示すように電磁界解析は主に JMAG を用いて実施した。

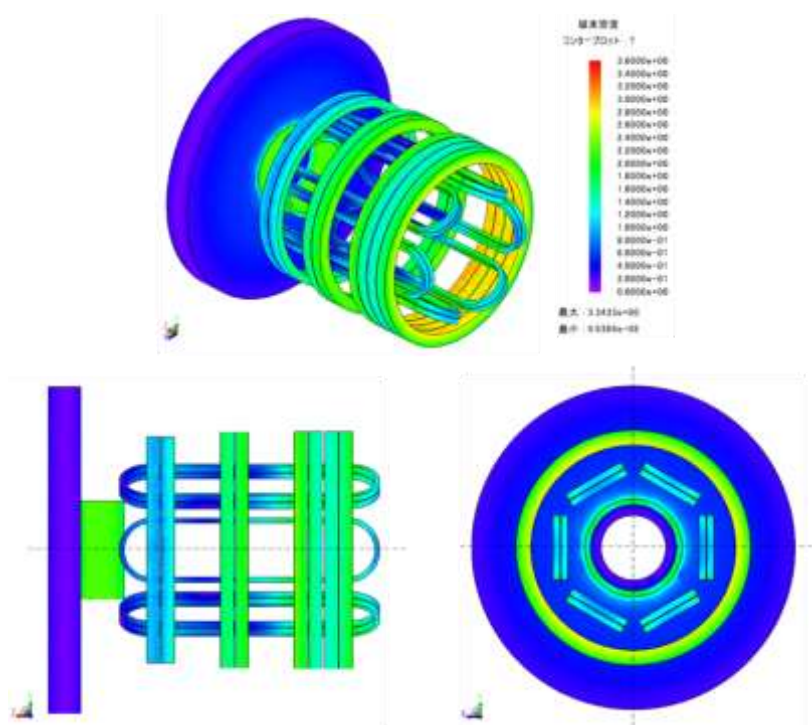


図 5-1-2-35 磁場の絶対値 $|B|$ のコンター図

JMAG で得られた電磁力をもとに高温超伝導コイルのアセンブリ構造を検討した。図 5-1-2-36（機密事項）はアセンブリ構造の概念図である。まずミラーコイルについては M1 コイル、PC コイル、M2 コイルを単体でケースに収納してサブアセンブリ化した後、リング状の幾つかの部品とタイロッドを用いて軸方向に圧縮し、かつ軸方向の位置を決める。ミラーコイルには各々分離するような電磁力が作用するので、それ以上の力でタイロッドを締め付ける必要がある。一方、レーストラックコイルは N 型コイル 3 個、S 型コイル 3 個に加え、六極コイルベースという組立上のベースとなるアセンブリを用意する。この六極コイルベースに対して各レーストラックコイルを位置決め、かつ固定していく。六極コイル ASSY とミラーコイル ASSY は同軸、且つある程度の隙間嵌めで、ミラーコイル ASSY が軸方向位置の基準となる。六極コイル ASSY を $-z$ 方向から挿入して固定する。本開発の成果として高温超伝導コイルアセンブリは組立完了できる予定である。

図 5-1-2-37（機密事項）にマグネットの全体計画を示す。箱型のクライオスタットにビーム軸方向に内径 $\phi 100$ 室温ボアが設けられており、そのボアと同軸に高温超伝導コイルアセンブリが設置されている。高温超伝導コイル周囲には輻射シールドが設けられ、2 台の GM 冷凍機のそれぞれ 2 段ステージ、1 段ステージと熱的に接続されている。構造的には真空容器天板に全ての構造物が鉛直方向の荷重支持体によって吊り下げられる形式となっているが、ビーム下流と高温超伝導コイルの間に約 160kgf の吸引電磁力が作用するのでそれを支持するための水平支持体が設置されている。六極コイル、ミラーコイルはそれぞれ別系統で直列に接続されているが、ミラーコイルは磁場を微調整できるように PC コイル、M2 コイルには補正用の電流系統が接続されることとなった。本開発の成果としてマグネットの設計が完了予定である。

5.1.2.1.8.3 高温超伝導コイルの伝導冷却単体試験

製作した各高温超伝導コイルが伝導冷却状態で仕様通りの磁場を発生できるかを住友重機械が製作した試験用クライオスタットにおいて検証した。図 5-1-2-38（機密事項）は試験用クライオスタットにレーストラックコイルを設置した際の写真である。通電電流とコイル中心部の磁場、電極両端電圧の測定を実施した。レーストラックコイルは仕様値 120A に対して 250A、M2 コイルは仕様値 600A に対して 400A（試験装置の上限値）の通電を実施した。図 5-1-2-39 は試験結果の代表例である。いずれのコイルも磁場/電流の値は設計どおりで、試験時の電圧も急激な上昇は観測されず超伝導状態で安全に磁場発生できていることが確認できた。

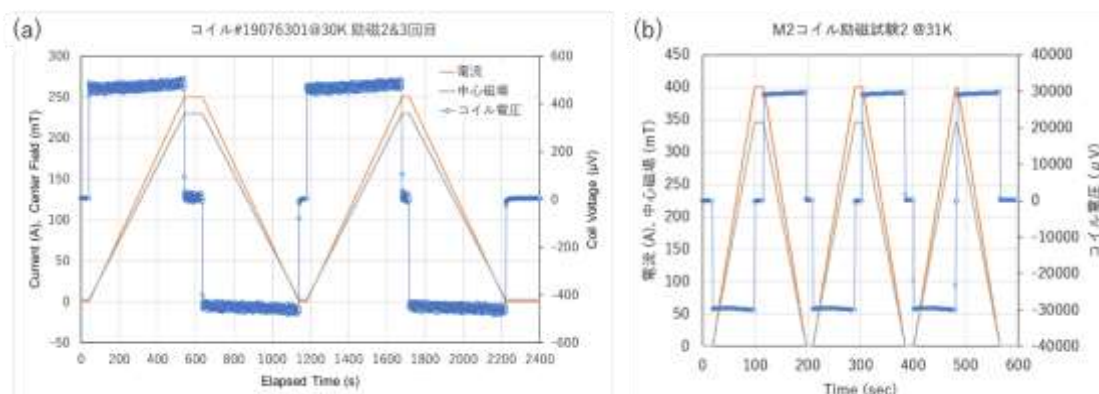


図 5-1-2-39 高温超伝導コイルの伝導冷却単体試験結果。(a) レーストラックコイルの励磁試験結果。(b) M2 コイルの励磁試験結果。

5.1.2.2 高強度ビームの高効率輸送技術の開発

5.1.2.2.1 低速ミュオンビーム強度増強のためのビーム輸送技術の開発

[概要] ① ミュオンビーム強度の増強に資するターゲット照射手法として、多重極磁石を用いた非線形集束によって、表面積の大きい炭素ターゲットの表面付近に陽子ビームを集中させるホロービーム形成手法が阪大 RCNP のビームラインに適用可能であることを明らかにした。また、サイクロトロンの入射ビームのうち、ホロービーム部に到達する領域とビームロスの原因となっている不要なビームハロ部に到達する領域を測定しそれらが異なる形状であることを明らかにした。これにより、中空ビーム部へ到達する領域に重点的にビームを入射するビームロス低減の可能性が示唆された。(担当：百合、協力者：柏木) 多重極電磁石を組み合わせた非線形ビーム輸送法を検討し、ターゲット上でホロウビーム化することによってミュオン生成量を最大化する可能性を初めて示した。また、パイオン/ミュオン生成ターゲットへのホロウビーム照射法について特許出願を行うと共に、ホロウビーム形成に機械学習を導入し、典型的な幾何学ビーム形状に対して最適なビーム輸送光学パラメータを決定することに成功した。

[成果の詳細]

半導体デバイスの放射線影響評価や物質の超高感度非破壊検査等に利用される低速ミュオンビームの高強度化を目指して、新しいターゲット照射法の開発研究を実施した。具体的には、多重極電磁石を用いた非線形集束に基づき、陽子ビームの横方向実空間強度分布を中空状（ホロー状）に変換して照射することで、表面積の大きい炭素ターゲットの表面付近に陽子ビームを集中させる手法の適用可能性の検討や課題抽出を行った。

ミューオンビーム利用研究が行われている、大阪大学核物理研究センター（RCNP）において多重極電磁石を用いたターゲット照射法を構築するため、RCNP ミューオン生成ライン（全長約 37m）の電磁石配置やターゲットサイズ等の実条件を考慮したシミュレーションを実施した。系統的なトラッキングシミュレーションの結果、多重極電磁石として 2 台の 8 極電磁石を適切な位置に追加導入することで、既存の炭素ターゲットのサイズ（直径 4cm）とほぼ同一で、コントラスト（縁のピーク強度に対する中心付近の強度の比）の非常に高い（10 程度）ホロービームが形成できることを明らかにした（図 5-1-2-40）。すなわち、RCNP の長い円柱状ターゲットの側面に陽子ビームを集中して照射可能であることが分かった。また、8 極電磁石でビーム形状や大きさの調整が可能であること等、ホロービームの特性を明らかにした。

QST 高崎研でのホロービーム形成に係る実験研究においては、8 極電磁石によって過度な集束力を受けた粒子がビーム輸送・形成の過程でホロービームの外側に弱く分布する不要な“ビームハロ”が生じることが判明した。8 極電磁石直前のスリットでビームをカットすることによりこのビームハロを低減できるが、これにより、本来ホロービームを構成する粒子も同時にカットされるため、ビーム電流が 4-6 割程度減少することが課題である。そこで、ハロ部のビームを低減してホロービーム強度を増大させるため、サイクロトロンの入射ビームの実空間領域のうちのホロービームへの寄与部とビームハロ寄与部の測定を行った。その結果、ハロ部と中空部に到達するビームの領域（透過率分布）は異なる形状となることを明らかにした（図 5-1-2-41）。これにより、入射ビームの光学系を制御して中空ビーム部へ到達する領域に重点的にビームを入射する新たなビームハロ低減の可能性が示唆された。

ビームを中空状に照射する手法としては AC 双極磁場によるビームワブリングが一般的であるが、利用条件によっては、生成される二次粒子の分布や時間構造の周期変動が許容されない場合がある。他方、高エネルギービームの強度分布を中空化する手法は、Warm Dense Matter や重イオン慣性核融合の研究においてターゲットを軸対称に照射・加熱することを目的として、パルス駆動のプラズマレンズを用いる方式が開発されている。これに対して、本手法は、静磁場を用いる手法であることから、ビームのエネルギーや時間構造、イオン種等に原理的に制約がなく、様々なビームに簡便に適用できるというメリットがある。

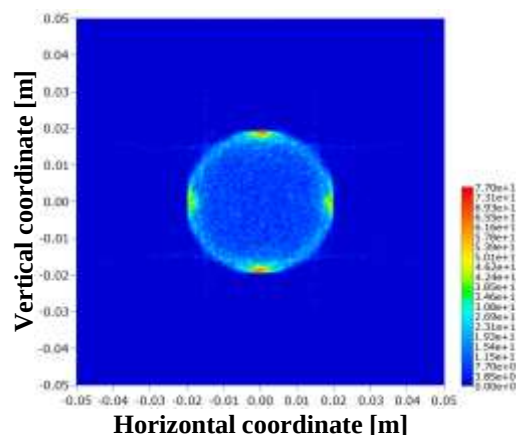


図 5-1-2-40 トラッキングシミュレーションにより形成された、392MeV 陽子のホロービーム強度分布。

以上より、「半導体デバイスの放射線効果の分析評価、物質の超高感度非破壊検査などに欠かせない高速中性子や低速ミュオンの高強度化を図るための新しい照射技術の開発も実施する」という当初目標はほぼ達成された。

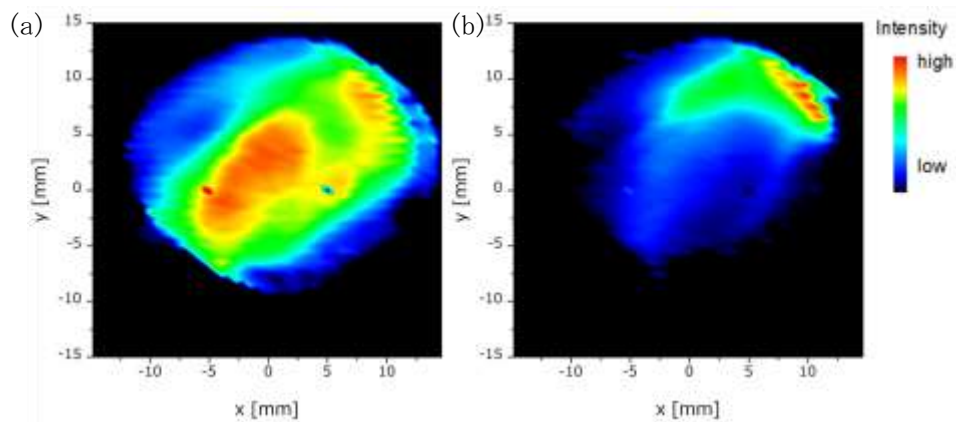


図 5-1-2-41 入射ビームの透過率分布。(a) ビームハロ寄与部分。(b) ホロービーム寄与部分。

5.1.2.2.2 ペPPERポット型エミッタンスモニター (PPEM) を用いた低エネルギー高強度ビーム入射のための高効率輸送

[概要] 小型加速器への高強度ビーム入射のための高効率輸送を目的に TIARA AVF サイクロトロンの入射ビームラインにおいて、ペPPERポット型エミッタンスモニター (PPEM) で取得した 4 次元エミッタンスデータから、その結果を基にビーム輸送計算コードの TRACE 3D を用いてビームエンベロープ計算を行った。その結果、入射ビームラインの設計時に想定されたビームエミッタンスと全く異なり、ビーム損失が主に偏向電磁石前後で生じることがわかった。設計時のビームエミッタンスに近づけるため、イオン源直後のスリット幅を狭めて再計算した結果、偏向電磁石前のビーム損失の低減が確認できた。実ビームにおいても電流測定の結果から、ビーム輸送効率が改善することを確認した。(担当：宮脇、協力者：柏木)

[成果の詳細]

従来のエミッタンスモニターでは、ビーム進行方向に対して鉛直の平面上で $x-x'$ と $y-y'$ 毎の 2 次元の位相空間分布を取得していたが、本 PPEM では、マスクと検出器の間隔を複数回変えて正確なマスク開孔位置を検出器の撮影画像で決定し、そこからのビームによる発光のズレから角度を算出することで、4 次元エミッタンスデータを得ることができた。TIARA AVF サイクロトロンの PPEM は、厚さ 0.05 mm、開孔径 0.1 mmφ、ピッチ 2 mm のペPPERポットマスクとピエゾステージ上に設置したマルチチャンネルプレート (MCP)、MCP の蛍光を上部の大気窓へ反射するミラー、その窓の大気側には 1 軸ステージ上に設置した CMOS カメラで構成される。本 PPEM で取得した画像から 4 次元エミッタンスデータは、マスクの各開孔位置とカメラ画像上のピクセル座標を求める必要があり、事前にマスク全体に広がるようにビームを調整し、ピエゾステージで MCP の位置を変えて複数回の測定を行い、MCP の位置がマスクと一致する時の画像上の蛍光位置を外挿して、マスクの開孔のピクセル座標を得る。図 5-1-2-42 に示すように、中央の赤で示す点のマスクの開孔位置が求まり、この点と異なる位置の

蛍光はビームの傾きであり、マスクでの水平及び垂直方向のビームの発散角が同時に得られる。これにより、マスクの開孔位置毎のビームの傾きの4次元エミッタンスデータが得られ、ビーム輸送計算の初期値とした。得られた4次元エミッタンスデータから TRACE 3D コードを用いて TIARA AVF サイクロトロン の HECR イオン源からサイクロトロンに入射する低エネルギービーム輸送系についてビームエンベロープ計算を実施した。計算は、設計時のパラメーターである磁気剛性 ($B\rho$) が 0.033 Tm の H の計算条件(1)と 211At 製造で使用する 17.04 keV の He ビームの条件で、イオン源直後の X 方向のスリット半値幅を 10mm(2)から 2mm(3)の条件で行い、その結果を図 5-1-2-43 に示す。ビームエミッタンスは設計時と大きく異なっていたため、ビームエンベロープも異なり、特に、偏向電磁石前後でビーム損失が確認できた。

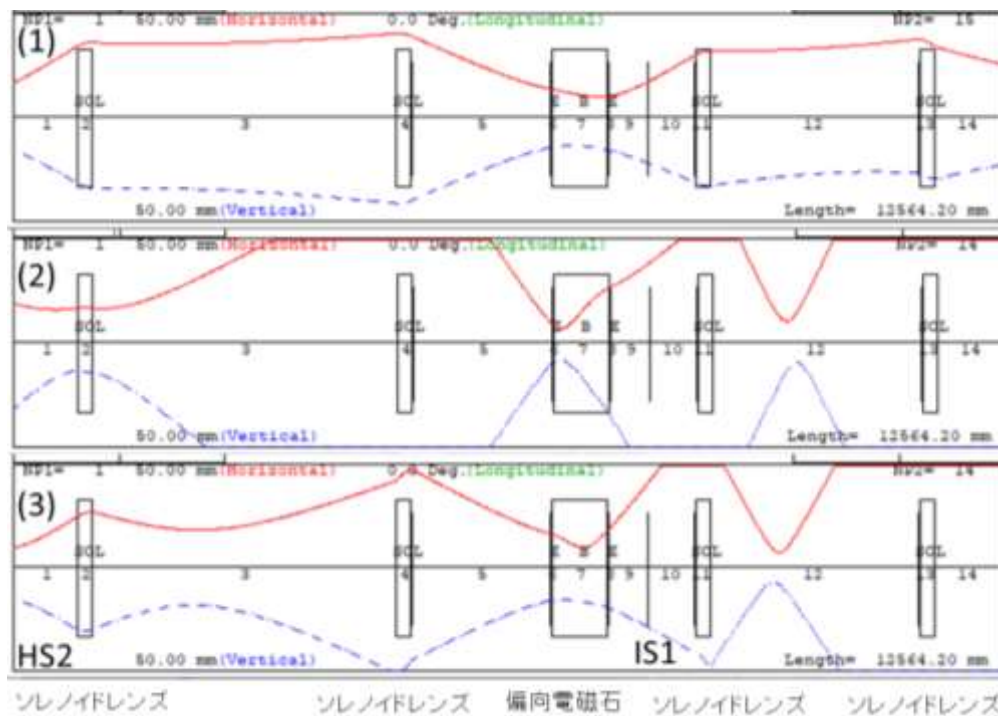


図 5-1-2-43 TRACE 3D コードを用いたビームエンベロープ計算の結果。HS2 と IS1 はファラデーカップを示す。

そこで、(3)のスリット半値幅を狭めると、偏向電磁石前のビーム損失はほぼ低減できることがわかった。実際に損失する区間の前後で測定した表 2-1 のビーム電流の比から、スリット幅を狭めることでビーム輸送効率が改善することが確認できた。

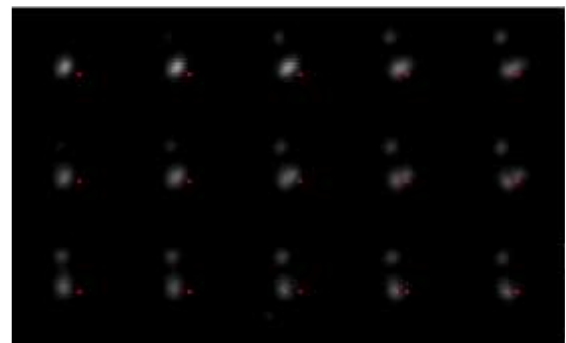


図 5-1-2-42 PPEM によって得られた画像の一例。赤点はマスク開孔位置を示す。

5.1.2.2.3 サイクロトロン本体電磁石の高安定化

[概要] 常伝導電磁石の AVF サイクロトロンで高強度ビームを安定に加速するため、磁場の安定化を冷却水温度の制御で実施した。その結果、様々な加速粒子によって条件が変化しても、電磁石の温度は $24 \pm 0.3^\circ\text{C}$ で安定化し、磁場の安定度は $\Delta B/B = 1 \times 10^{-5}$ で保たれることがわかった。(担当：倉島) 本成果は、スケルトンサイクロトロンにおいても不可欠とされるサイクロトロン磁場の高安定化と最大電圧で加速するための中心領域の磁場補正法の最適化を実現すると共に、初期加速位相とエネルギー利得を制御することによってビーム位相幅を圧縮するビーム位相バンチング法を組み合わせ、ビームの高品質化と高強度化を両立させる技術を量研高崎研において実用化したものである。本成果が評価され、第 15 回日本加速器学会賞(技術貢献賞)を受賞した。

[成果の詳細]

励磁電流の高いサイクロトロンや大型ベンディング電磁石に関して、 $\Delta B/B = 1 \times 10^{-5}$ 程度の安定した磁場安定度を得るには、コイルの発熱に起因する鉄心の温度上昇が平衡状態に達するまで数日待つ必要がある。核物理実験のような長時間の連続運転とは異なり、RI 製造など毎日の起動と停止を繰り返す装置の場合は、磁場が、つまり鉄心温度が安定になる前に照射を開始する。温度変化に伴いビーム電流値や形状が照射中も変化するため、運転員は絶えず注視して補正する必要がある。RI 製造量の日々のばらつきの一端となる。本研究では、50 度を超す高温になることもあるサイクロトロンメインコイルと鉄心との間に挿入した銅製の水冷遮熱板に流す冷却水温度を、励磁電流に応じて変更するための計算式を導出し、週末など装置の停止中は運転中よりも高温にして保温することで電磁石温度を $24 \pm 0.3^\circ\text{C}$ に定温化した。その結果、磁場安定度は励磁電流の大小に依らず $\Delta B/B = 1 \times 10^{-5}$ を達成し、運転開始直後からイ

表 2-1 偏向電磁石前後のビーム電流とその比

スリット半値幅 (mm)	HS2 (μA)	IS1 (μA)	Ratio IS1/HS2
10	147.3	71.5	0.49
2	76.8	55.4	0.72

オンビームの安定供給を可能にした。これは、世界でも最高レベルの磁場安定化技術であり、量子ビーム応用研究を支える基盤技術として重要な成果と言える。

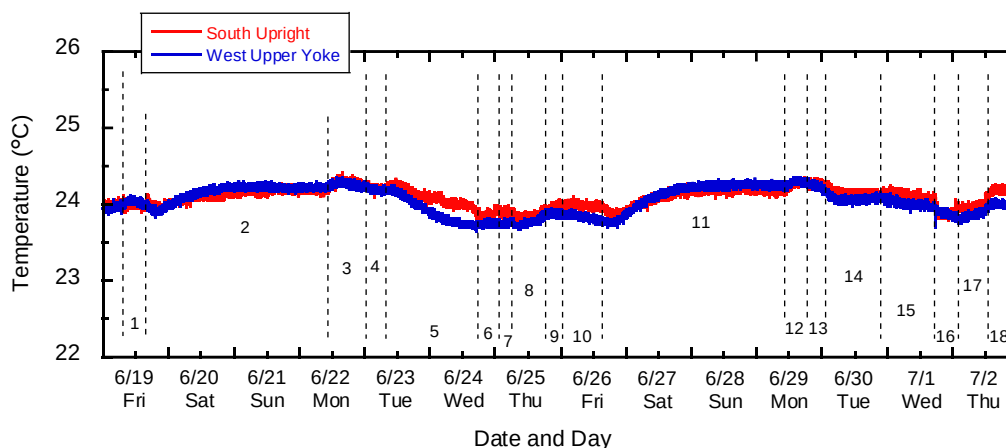


図 5-1-2-44 量研サイクロトロンの 2 週間分の電磁石温度変化。図中 2 及び 11 の期間は週末の運転停止（保温モード）。他については、数字で示す区切り毎に加速するイオンビームを変更した。

5. 1. 2. 2. 4 ^{211}At 大量製造のためのヘリウムビーム輸送法及びターゲット照射法の開発

〔概要〕 ^{211}At を大量製造するため、He ビームの高強度化だけでなく、ビームエネルギーの精密な制御を目的として、エネルギーの微小変更に伴うビーム軌道の変化をビームエネルギー・位置モニター（BEPM）で測定した。その結果、ビームエネルギーとサイクロトロンからの出射角度の関係は 1.7mrad/MeV であった。一方、 ^{211}At の大量製造のための Bi ターゲット照射技術について、ターゲット冷却方法を検討し、冷却用の He ガスをドライアイスとエタノールで -76.5°C で冷やすことにより、照射溶融限界を $3\mu\text{A}$ から $4.5\mu\text{A}$ まで引き上げた。（担当：宮脇、石岡、協力者：渡辺）

〔成果の詳細〕

標的アイソトープ治療での利用を目的とする ^{211}At 製造では、生成量が最大で、かつ、毒性が高い ^{210}Po に壊変する ^{210}At が生成しない入射エネルギー（ $28\sim 29\text{ MeV}$ ）での照射が求められる。一方、TIARA AVF サイクロトロンの ^{211}At 製造では、RI 製造装置とビームラインの間の真空間仕切りやターゲットの冷却のため、He ビームを 50MeV のエネルギーで照射しており、He ビームの実測値は、照射ごとに $\pm 0.5\%$ （ $50\text{ MeV} \times 0.01 = 0.5\text{ MeV}$ ）で変化するだけでなく、前述の入射エネルギーの範囲では、 ^{211}At の生成率（単位時間・単位電流値あたりの生成放射能量）が約 30% 変化することから、「生成量が最大で、かつ、毒性が高い ^{210}Po に壊変する ^{210}At が生成しない」入射エネルギーでの照射を行うためには、正確なビームエネルギーの計測が必要となる。そこで、RI 製造装置があるビームラインにビームエネルギー・位置モニター（BEPM）を設置し、He ビームをリアルタイムで計測できる体系を確立してきた。サイクロトロンにおける加速ビームのエネルギーの軽微な変更により磁場や加速電圧等が使用できることが分かってきたが、これらのパラメータを変更すると出射ビームの軌道が変わり、ターゲットに正確に照射できない。そこで、BEPM でエネルギーと位置を同時計測し、エネルギー変更に伴う位置のズレを調べた。その結果、図 5-1-2-45 に示すように、エネルギーの増加に伴って、上流側 BEPM でのビーム位置はサイクロトロンの外側の方向に変化した。この時のサイクロトロンでの偏向角は 1MeV 当たり 1.7mrad であり、ビームエネルギーの変更に際しては、ステアリング電磁石等でビーム軌道の補正が十分可能であることが分かった。これは、 ^{211}At のように入射ビームのエネルギーに敏感な RI 製造においてサイクロトロンのエネルギ

一制御が有効であり、他の加速器と比べて優位性があり、BEPM を用いたビーム軌道補正により、He ビーム輸送方を達成した。

^{211}At 製造では、金属 Bi 板に数 μA の He ビームを照射すると低融点（融点 273.1°C ）のために溶融するため、大量製造のためにはターゲットの冷却が必要である。QST 高崎の RI 製造装置では、ターゲットの冷却に冷却水と He ガスを用いているが、約 $2.5\mu\text{A}$ で照射面が溶融するため、照射面を冷却する He ガスの圧力と He ガス自体の冷却によって溶融しない条件を調べた。まず、He ガスの圧力増強による効果を調べたところ、その効果は限定的であったことから、He ガスを冷却する冷媒を変えて溶融を防ぐ効果を調べた。その結果、図 5-1-2-46 に示すように、最も低温であるドライアイス/（EtOH）による冷却が最も効果的があり、 $4.5\mu\text{A}$ まで溶融せずに照射できることが分かった。これは、 ^{211}At 大量製造で必要なターゲット冷却技術であり、現状のビームに対して金属面に垂直に入射するだけでなく、照射面を広くするために傾けたターゲットに対しても有効である。現在は Bi ターゲットが溶融しない最大電流が $4.5\mu\text{A}$ であるが、今後冷媒を変えて最大電流量の増加を検討する。

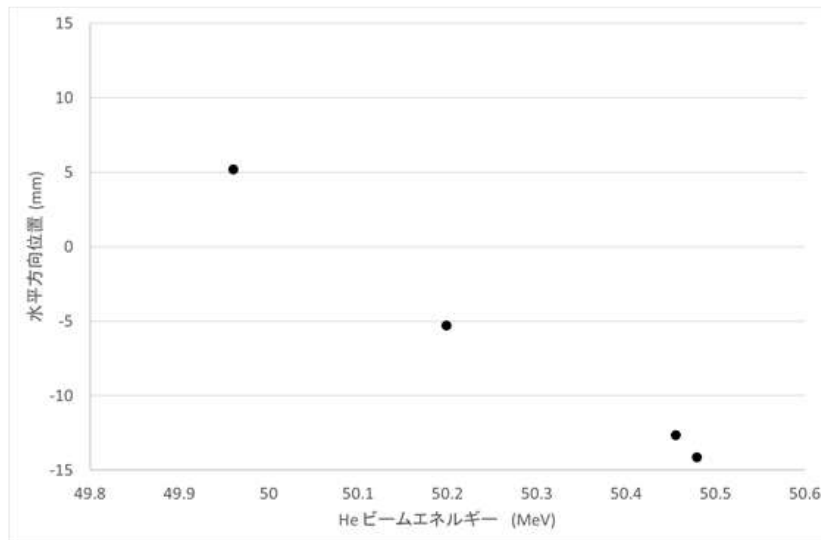


図 5-1-2-45 He ビームエネルギーを変化させた時の上流側 BEPM で測定したビーム位置

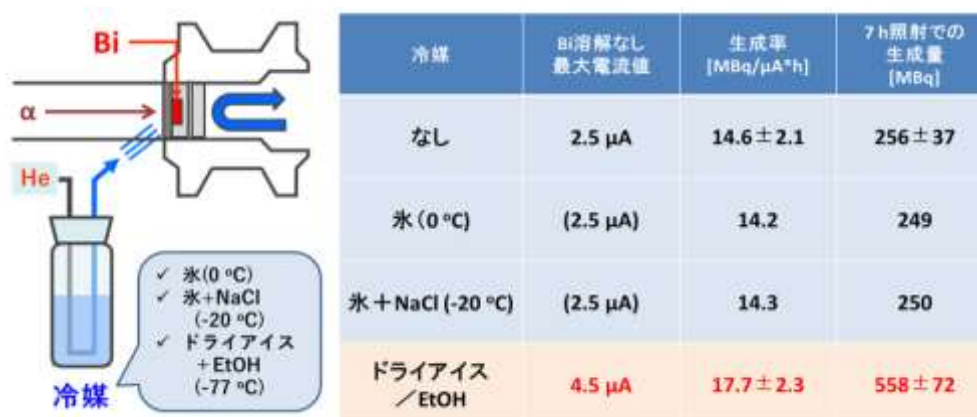


図 5-1-2-46 He ガスを冷却する冷媒に対する溶融しない最大電流での ^{211}At の生成率と 7 時間後の生成量

5. 1. 2. 3 白色中性子源の開発

大阪大学 RCNP に設置された白色中性子源の中性子照射野の拡大とエネルギースペクトルの整形を行うため、シミュレーションコード PHITS を用いた設計を実施した。その結果、コリメーター形状とターゲット形状の最適化によって中性子ビーム径 30 cm においても均一な強度分布が得られること、地上における宇宙線中性子のエネルギースペクトルを 0.1 から 400 MeV までの広い領域において再現できる白色中性子ビームが得られることを確認した。これらの結果を踏まえ、より多くの半導体デバイスに同じ条件で中性子を照射してソフトエラー発生率評価試験の効率を高められるように中性子束の直径を従来の 10cm から 30cm に拡大するための中性子コリメーターを設計し、中性子発生用ターゲットを上流側に移設することによって新規に中性子コリメーターを設置した。また、陽子ビーム強度の増強に伴う遮蔽強化のため、中性子発生用ターゲットの上部の天井を分厚くする建屋改造工事も完了した。

従来の 10 倍以上の陽子ビームパワーに耐えられる中性子発生用ターゲット及びビームダンプの詳細設計を引き続き進めると共に、中性子束の照射サイズを従来の直径 10cm と 30cm の間で切り替えられるように、スライド式の中性子コリメーターを考案し、その設計が完了した。

5. 1. 2. 4 At-211 大量製造のための RI 分離回収技術の開発

[概要] $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ で生成した ^{211}At を分離回収する手法として、乾式分離法を適用した。当該プロセスにエアロゾルを導入し、 ^{211}At とエアロゾルの複合体とすることで、フィルタ部で最大 73 %の回収率を達成した。

[成果の詳細]

(1) 実験

日本原子力研究開発機構のタンデム加速器を用いて、28 MeV に加速した $^4\text{He}^{2+}$ イオンを Bi ターゲット (純度 4N, 10 mm × t 1 mm) に照射して 100 kBq オーダーの ^{211}At を生成し、ガスジェット法[1]を参考とした分離試験に供した。図 5-1-2-47 に分離試験装置の概要を示す。エアロゾル発生部及び ^{211}At 蒸発部共に内径 47.8 mm の SUS 管に内径 41 mm の石英管を配置し、そこにエアロゾル源となる KCl 及び照射済み Bi ターゲットを配置した。エアロゾル発生部では He ガス気流中 (1.5 L/min) で KCl

粉末を融点近傍の 750℃ に加熱し、エアロゾルを発生させた。²¹¹At 蒸発部に当該エアロゾル含有 He ガスを導入し、照射済みターゲットを 500℃ で 20 分間加熱して ²¹¹At を蒸発させ、²¹¹At とエアロゾルを混合した。He ガス流量 1.5 L/min でのエアロゾル無し試験も行い、エアロゾル導入効果を確認した。

エアロゾルによる ²¹¹At 回収率向上には、²¹¹At とエアロゾルの結合率向上が必須と考えられる。結合率向上には、エアロゾル密度が重要因子と考えられるため、エアロゾル導入時の He の流量を 1.5～5.0 L/min と変化させて、エアロゾル密度への影響を確認した。同条件での照射済みターゲットを配置した試験も行い、²¹¹At 回収率へのエアロゾル密度依存性を確認した。

なお、上記試験における ²¹¹At 回収率およびエアロゾル密度の測定は以下の手順で行い、(1) 及び (2) 式より導出した。

- ・試験装置の各部位を 0.01 M-NaOH aq で洗浄して ²¹¹At を溶解
- ・溶液中 ²¹¹At 濃度を Ge 半導体検出器で測定（照射終了時点の放射エネルギーとなるように減衰補正）
- ・溶液中 K 濃度をイオンメータで測定

$$R_{At} = \frac{C_S V_S}{A_T} \times 100 \quad (1)$$

R_{At} : ²¹¹At 回収率 (%)、 C_S : フィルタ洗浄液 ²¹¹At 放射能濃度 (Bq/ml)、 V_S : フィルタ洗浄液量 (ml)、 A_T : 照射後ターゲット ²¹¹At 放射能 (Bq)

$$d_A = \frac{\dot{m}}{\rho V Q} \frac{M_K}{M_{KCl}} = \frac{\sum_i C_{K,i} V_S}{\rho V Q T} \quad (2)$$

d_A : エアロゾル密度 (個/cm³)、 $\dot{m}$: エアロゾル導入速度 (mg/hr)、 $C_{K,i}$: 部位 i の洗浄液中の K イオン濃度 (mg/ml)、 M_K : K 原子量 39.1 g/mol [2]、 M_{KCl} : KCl 原子量 74.6 g/mol [2]、 ρ : KCl 比重 1.98 mg/cm³ [2]、 V : 体積 1.4E-14 cm³ (粒径 0.3 μm の球と仮定)、 Q : 入口ガス流量 (cm³/hr)、 T : 処理時間 (hr)

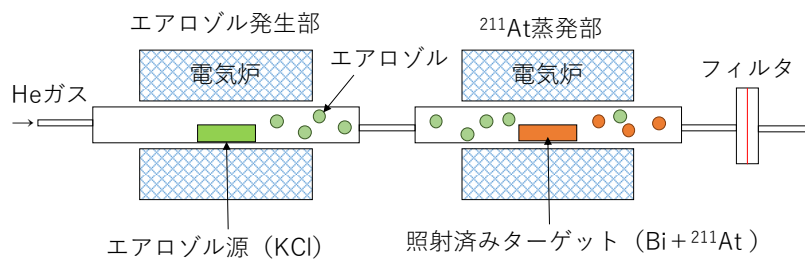


図 5-1-2-47 装置概念図

(2) 結果・考察

図 5-1-2-48 に He 気流中 (1.5 L/min) におけるエアロゾルの導入効果確認試験結果を示す。エアロゾルを導入しない場合、6 %であった回収率が 26 %へと改善し、エアロゾルにより ²¹¹At の捕捉が可能であることを確認した。図 5-1-2-49 にエアロゾル密度の He ガス流量 (1.5～5.0 L/min) 依存性確認試験結果を示す。本試験装置の構成では、He ガスの流量が 3.0 L/min の際にエアロゾル密度が最大となることを確認した。図 5-1-2-50 に He ガス流量 1.5～5.0 L/min でエアロゾルを導入したときの ²¹¹At 回収率測定試験結果を示す。図 5-1-2-50 に示したエアロゾル密度と ²¹¹At 回収率はほぼ同様の挙動を示しており、²¹¹At 回収率向上にはエアロゾル密度が重要な因子であることを確認した。図 5-1-2-51 に ²¹¹At 回収率をエアロゾル密度で整理した結果を示す。エアロゾル密度と ²¹¹At 回収率には正の相関が見られ、フィルタ部で最大 73 %の回収率を達成した。

エアロゾルとの衝突確率改善により、 ^{211}At -エアロゾル複合体生成が促進された結果と考えられる。

【参考文献】

[1] K. Rengan *et al.* (1993). *Ultrafast Chemical Separations*, Washington, D.C.: National Academy Press.

[2] 化学大辞典編集委員会(1960). 化学大辞典 1 共立出版.

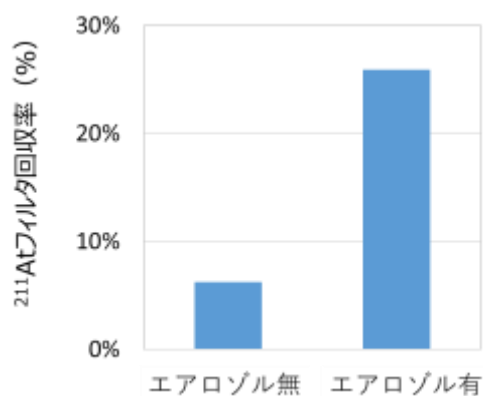


図 5-1-2-48 エアロゾル導入効果

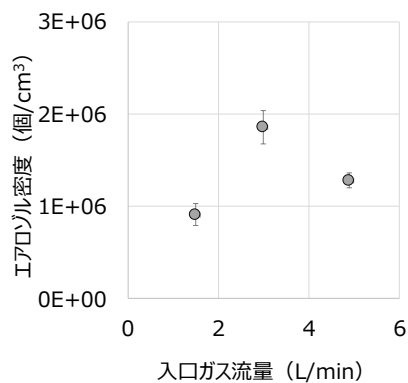


図 5-1-2-49 エアロゾル密度の He ガス流量依存性

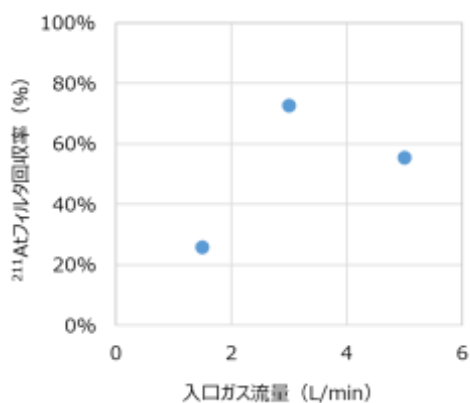


図 5-1-2-50 ^{211}At 回収率の He ガス流量依存性

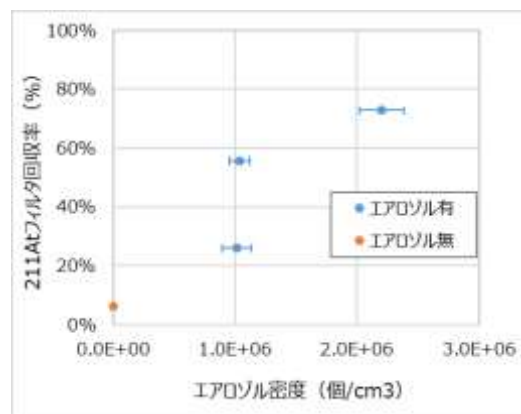


図 5-1-2-51 ^{211}At 回収率のエアロゾル密度依存性

5.1.2.5 中性子強度増強のための重水素負イオン生成・加速法の開発

(1) 成果の概要

東北大 CYRIC では、高強度の加速器中性子源を実現するための重水素負イオン源を導入し、既存のサイクロトロン加速器を使用して高強度の重水素負イオン加速法の開発を実施した。また、本開発による重水素負イオンにおいて利用可能となる高強度重水素ビームを利用した高強度加速器中性子源および加速器中性子源を用いた医療用 RI 製造設備・RI の熱精製分離装置の開発を行った。

本事業により、重水素負イオン加速法を用いて重水素 25MeV、54 μ A のビーム取り出しに成功した。また、加速器内部では既存の加速器を用いて外部イオン源から 100 μ A の重水素負イオンの入射に成功しており、加速後のビーム輸送系を大強度ビームに対応させることで 100 μ A のビーム取り出しにも対応できる状態となった。さらに負イオン加速を用いて加速した大強度の重水素ビームを用いて大強度中性子ビームを生成し、医療用 RI を製造・精製するシステムを構築した。本プロジェクトではガン診断と治療が同時に行える、近年注目されている 64Cu および 67Cu の製造・精製試験を実施し、想定通りの製造ができていることを確認した。

(2) 成果の詳細

A) 高強度重水素負イオン源の導入

本プロジェクトでは、高強度加速器中性子源のための高強度重水素負イオン源を導入した（図 1）。本負イオン源は、東北大サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（以下 CYRIC）の既存の 930 型 AVF サイクロトロンにおいて現行のサイクロトロンの放射線使用許可の限度値である重水素 25MeV、100 μ A のビーム加速に対応するため、引出し電圧 10kV において 2mA の重水素負イオン電流が得られることを当初の目標とした。

現存する負イオン源のほとんどは、水素の負イオンを生成するために最適化されており、経験的に、重水素は水素に比べ約 1/3 程度の強度しか得られず、かつ、引き出し電圧が 10kV と大強度のイオンを引き出すには低い電圧であったため、チャレンジングであった。導入後、重水素負イオンの引出し測定を実施したところ、負イオン加速による重水素 25MeV の引出し電圧 10.23kV で性能評価したところ、最大約 2.5mA の重水素負イオンを引き出すことに成功した（図 2）。

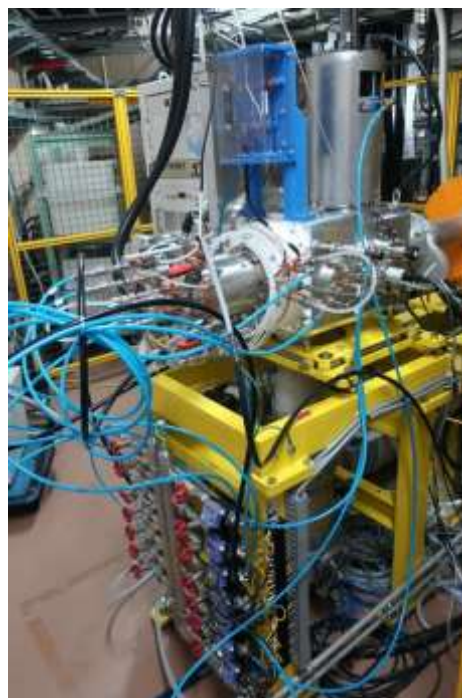


図 1 導入した負イオン源

図 2 ではアーク電力を上げるとビーム電流も増加していることを示しているが、アーク電力 2000W 以上では負イオン源から同時に引き出している電子の数が増え、引出しレンズ電極の電流が、電源の最大許容電流によって制限されるため、2.5mA 程度で飽和状態となっているのがわかる。また、負イオン源の引出し電圧を性能最大の 30kV に引き上げた状態では 3.84mA の負重水素イオンビームの引き出しに成功した。

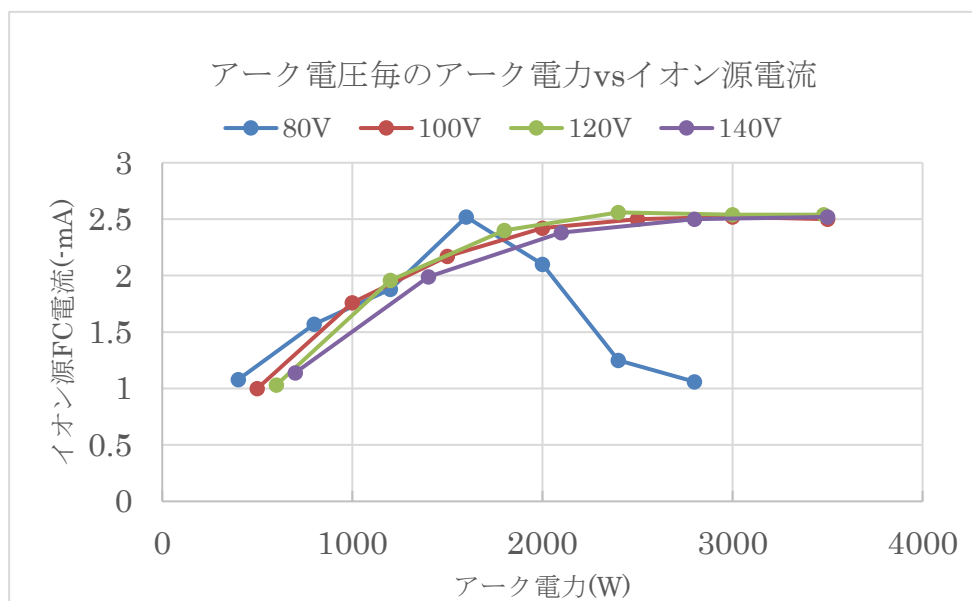


図 2 アーク電力とイオン源ファラデーカップ (FC) 電流値の測定結果

次にサイクロトロンへの負重水素イオンの入射テストを実施した。CYRIC の入射ビームラインの図を図 3 に示す。負イオン源から出た負イオンは 90 度の偏向電磁石と 3 つのグレーザーレンズ電磁石を通り、さらにサイクロトロン内部の垂直ラインに設置されている 4 つのグレーザーレンズ電磁石でさらに収束されインフレクター電極へ入射される。インフレクター電極では垂直に輸送された負イオンビームをスパイラル状の電極を通して、サイクロトロンの加速平面へ入射させる。入射したビームは数周加速された後、サイクロトロン内部のビーム電流をメインプローブと呼ばれる測定装置で電流を測定する。

結果は、本プロジェクトの目標の一つであった $100\mu\text{A}$ 以上の負重水素イオンをサイクロトロンへ入射することに成功した。入射テストでは、サイクロトロンへ入射する際、サイクロトロンの加速 RF の位相に合わせるためのバンチャーの効果を確認し、バンチャーを使用することで入射効率を 30% 上げることができた。 $105\mu\text{A}$ 入射時のイオン源からメインプローブ までのビームの入射効率は約 4% であった。これは $44\mu\text{A}$ 入射時の約 9% と比べ半分以下となっており、空間電荷効果が大きく影響していることが判明した。今後更にビーム強度を上げる可能性を検討するため、スイスの PSI (Paul Scherrer Institute) が開発した 3 次元の空間電荷効果を取り入れることのできるオープンソースの荷電粒子の飛跡計算コード、OPAL を用いて入射ビームの輸送計算を行い比較した。現状 1mA までは実験データを再現できている。今後、イオン源からのビームのエミッタンスを測定することで、1mA より大きな電流での計算精度を確認し、サイクロトロンへ入射可能なビーム強度の最大値の推測などを可能にする。

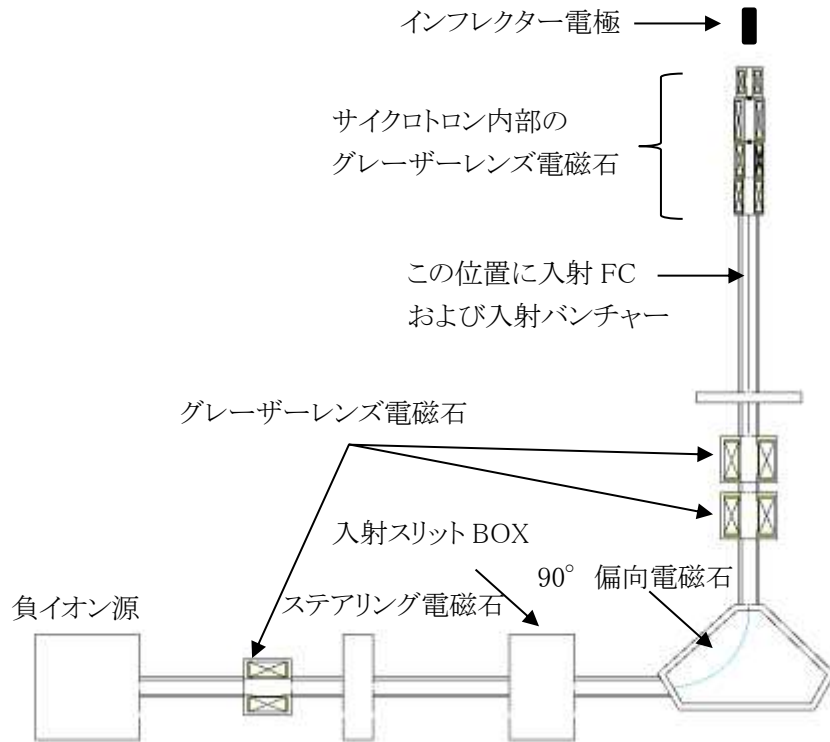
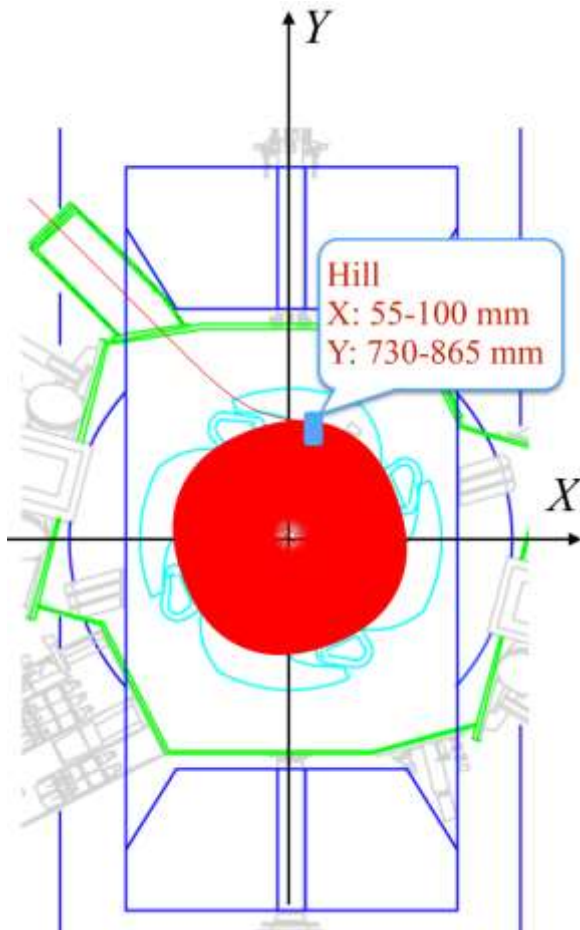


図 3 CYRIC サイクロトロンを負イオンビーム入射ライン

B) 負イオン加速法の開発



導入した負イオン源を用いて負イオン加速法の開発を進めた。負イオン加速では、炭素薄膜などのフォイルに加速した負イオンを通過させることで負重水素イオンにトラップされた2つの電子を剥ぎ取り、負イオンから正イオンへと電荷の符号を反転させることでサイクロトロン内部からビームを取り出す。そのため、通常デフレクター電極を使用してビームを取り出す正イオンの加速に比べ、電極によるビームロスが少なく大強度ビームの加速に適している。負イオン加速法の開発ではまず、サイクロトロン内部の軌道計算を行うことで、荷電変換を行うフォイルの位置を決定する。軌道計算には前述のOPALを用いて行った。図4に軌道計算の結果を示す。この計算結果から、フォイルの位置、およびフォイル位置でのビームサイズからフォイルの大きさを決定し、サイクロトロン外部からフォイルを挿入する装置の設計を行い、設置した。実際に、図4のようにサイクロトロンの座標をとった場合、 $X=82\text{mm}$, $Y=732\text{mm}$ の位置において重水素 25MeV のビームを引き出すことに成功し、

計算結果が正しいことを証明した。その結果、前述の負イオン源と制作したフォイルストリップを用いることで、25MeVの重水素ビーム、54 μ Aを取り出すことに成功した。また、サイクロトロン内部へは100 μ Aのビーム入射に成功しているため、ビームを止めるビームダンプの冷却能力等を増強することにより重水素25MeV、100 μ Aの加速取り出しが可能となる。

C) 負イオン加速ビームによる大強度加速器中性子源および医療用RI製造システムの開発

負イオン加速法により大強度重水素ビームの加速が可能となったが、本プロジェクトの目的である大強度の加速器中性子源により医療用RI製造を行うには、大強度ビームに対応できる中性子生成標的が必要となる。本プロジェクトでは、既存の炭素回転標的をCYRICのビームラインに合わせて改良したものを製作した(図5)。本炭素回転標的を用いることで最大2mAの重水素ビームによる中性子ビームの生成を可能にした。さらに、大強度ビームによる医療用RI製造では、RIを製造するための試料の設置・取外しの作業は、高レベルな放射線環境下で行わなければならない。そのため、本プロジェクトでは、リモートから試料を設置・取り外しを行うための試料搬送装置の開発も行った。(図6)

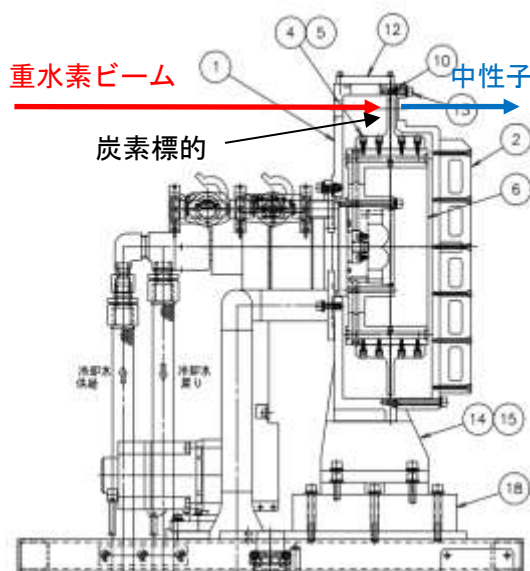


図5 炭素回転標的



図5 試料搬送装置

D) Cu-64, Cu-67 熱分離精製装置の開発

大強度加速器中性子源を用いて製造したCu-64, Cu-67を医療用薬剤の研究開発に供するため、Zn試料に中性子を照射して製造したCu-64, Cu-67を熱分離し精製するセル内設置型装置を開発した。

臨床規模でCu-64, Cu-67を製造する場合、中性子照射試料は10g以上になることが想定され、照射済試料中には、目的核種以外の試料物質が大量に存在する。図7に示すように、まず第1工程として、照射したZn試料を電気炉により熱することで、多量のZnとCuを短時間で粗分離する。これにより約99%のZnを除去することができ、残渣として僅かなZnと不純物を含む目的核種のCu-64, Cu-67を得る。第2工程では、この残渣から残りのZn、及び他の金属を除去する為、Cuに選択性の高い樹脂を用いて化学精製を行い、最終的に放射性核種純度の高いCu-64, Cu-67を得る。その後、薬剤標識前の調整として、酸除去、液性調整を行い供給可能なCu-64, Cu-67を得る。

ている。熱分離後、化学精製を行うことで、製造した Cu-64, Cu-67 を 55%の収率で分離・精製することに成功した。また最終回収品の中には目的核種以外の不純物核種は不検出であった。本研究では、将来的に遠隔操作が必要になることを意識して、可能な限り手作業工程を遠隔操作へ変更した装置を開発製作し、東北大学 CYRIC ビームラインに近い実験室内の遮蔽付きセルの中に設置した。(図 8)

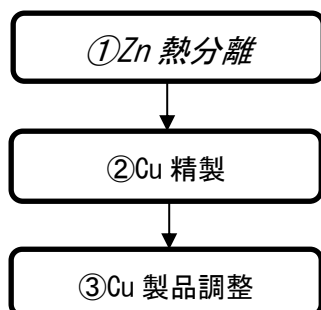


図 6 照射済 Zn 試料から Cu-64、Cu-67 を得るまでの分離工程

照射した Zn 試料を電気炉により熱することで、試料である Zn と Cu を熱分離させる。さらに化学精製を行うことで、製造した Cu を 55%の収率で精製することに成功した。今後さらなる収率の向上を目指している。また本熱分離精製を行った後の Zn 試料の回収率は 94%であり、Cu-67 の収率を上げるため、高価な Zn 同位体を用いた場合でも、Zn 試料の損失をできるだけ避けることに成功している。



図 8 Cu 熱分離・精製装置

5.1.3 プロジェクト終了後の活動方針

5.1.3.1 プロジェクト終了後の社会実装に向けた活動方針

OPERA-QiSS においては、REBCO 線材を用いた世界初の高温超伝導 ECR イオン源の実用化を目指した共同研究を進めてきたが、R4 年度には高温超伝導コイルを収納して極低温に冷却するクライオスタットを製作するとともに、プラズマチェンバーやマイクロ波源、引き出し電極等を整備し、高強度ヘリウムイオンビーム生成用高温超伝導 ECR イオン源として完成させる予定である。これにより、数 10cm サイズの高温超伝導コイルを搭載した ECR イオン源の商品化が完了する。また、この過程で得られた知見と経験をメートル級にスケールアップした円形及び非円形コイルの設計・製作に活かすことにより、スケルトンサイクロトロンの実用機に用いる高温超伝導コイルの製作につなげていく。一方で、0.5mA の 50MeV 陽子ビームを供給できるスケルトンサイクロトロン (Model HTSC-K80-R40-AC) の物理設計がほぼ完了したことにより、詳細な機械設計・電気設計を始められる段階にきたことから、アルファ線核医学治療用 At-211 や PET 用 RI などに代表されるような短寿命 RI 製造専用高強度小型加速器として 1 号機の建設を目指す。

5.1.3.2 競争領域での共同研究への展開の計画

本 OPERA-QiSS において、国内唯一のサイクロトロン・メーカーである住友重機械工業（株）と共同研究を進めて高温超伝導 ECR イオン源の開発とスケルトンサイクロトロンの設計を進めてきていることから、プロジェクト終了後も協力関係をさらに深めて社会実装を実現していく。

5.1.4 その他

特になし

5.2 研究開発課題2 「短寿命 RI の製造・分離」

キーテクノロジー	量子や短寿命 RI の安定供給、高度な放射線防御技術
研究開発テーマ	短寿命 RI の製造・分離
課題代表者	羽場 宏光 理化学研究所 仁科加速器科学研究センター チームリーダー
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	理化学研究所、東北大学、大阪大学、東京大学、金属技研（株）、（株）アトックス、富士フイルム富山化学（株）、ヤマト科学（株）

5.2.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 2	MS2-1	大規模 ^{211}At 製造装置、 ^{228}Th - ^{224}Ra 、 ^{224}Ra - ^{212}Pb ジェネレーターを設計する。	大規模 ^{211}At 製造装置、 ^{228}Th - ^{224}Ra 、 ^{224}Ra - ^{212}Pb ジェネレーターの設計は計画通り、100%達成した。理研超伝導線形加速器を用いた大規模 ^{211}At 製造装置の開発は、コロナ禍の下、装置の製作に必要な物品の調達が遅れ、実機の性能試験に 1 年以上の遅れが生じたため、90%の達成度となった。しかしながら、理研 AVF サイクロトロンに開発した ^{211}At 製造装置が予定以上（130%）の性能を発揮し、 ^{211}At の大量製造と安定供給を実現することができた。
課題 2	MS2-2	大規模 ^{211}At 製造装置、 ^{228}Th - ^{224}Ra 、 ^{224}Ra - ^{212}Pb ジェネレーターを開発し、RI の製造供給を行う。	
課題 2	MS2-3	新規有用短寿命 RI の製造技術を開発し、RI の製造供給を行う。	^{43}K 、 ^{47}Sc 、 ^{67}Cu や ^{224}Ra (^{212}Pb) などの短寿命 RI の製造技術開発は、1 年間遅れたものの、達成度は 100%である

5.2.2 最終目標に対する成果の詳細

課題 2-1

近年、アルファ線核医学治療に利用できる短寿命 RI の一つとして、アスタチン-211 (^{211}At) の国内需要が急速に高まっている。本プロジェクトでは、理研超伝導重イオン線形加速器からの大強度アルファ (α) ビームによる大規模アスタチン-211 (^{211}At) 製造を実現するため、 ^{211}At 製造専用ビームラインと ^{211}At 製造装置の開発を行った。シミュレーションにより、本システムは、世界最大強度である $200\mu\text{A}$ の α ビームによる大規模 ^{211}At 製造に利用できると期待される。本成果により、従来の 10 倍の効率で ^{211}At を製造し、 ^{211}At 核医薬品の社会実装に必要とされる実用量の ^{211}At を医療機関に供給できる見込みである。コロナ禍の下、理研超伝導重イオン線形加速器の RI 製造ビームラインならびに ^{211}At 製造装置の製作に必要な物品の調達が遅れ、実機の性能試験が 2022 年度に延期となった。このため、計画達成度は、90%である。



図. 建設中の理研超伝導重イオン線形加速器ビームライン（左）と ^{211}At 製造装置の写真（右）。

課題 2-2

理研 RI ビームファクトリーの AVF サイクロトロンと理研リングサイクロトロンを用いて、 $^{\text{nat}}\text{Li}(\text{d}, \text{x})^7\text{Be}$ 、 $^{\text{nat}}\text{Mg}(\text{d}, \text{x})^{24}\text{Na}$ 、 $^{27}\text{Al}(\alpha, 3\text{p})^{28}\text{Mg}$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ca}(\text{d}, \text{x})^{42, 43}\text{K}$ 、 $^{43}\text{Ca}(\text{d}, \text{x})^{42, 43}\text{K}$ 、 $^{44}\text{Ca}(\text{d}, \text{x})^{42, 43}\text{K}$ 、 $^{44\text{m}}\text{Sc}$ 、 $^{45}\text{Sc}(\text{d}, 3\text{n})^{44}\text{Ti}$ 、 $^{46}\text{Ti}(\alpha, 2\text{n})^{48}\text{Cr}$ 、 $^{70}\text{Zn}(\text{d}, \alpha\text{n})^{67}\text{Cu}$ 、 $^{133}\text{Cs}(\alpha, \text{pn})^{135\text{m}}\text{Ba}$ 、 $^{186}\text{W}(\text{d}, 2\text{n})^{186}\text{Re}$ 、 $^{\text{nat}}\text{Pb}(\text{d}, \text{x})^{206}\text{Bi}$ 、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2\text{n})^{211}\text{At}$ 、 $^{232}\text{Th}(\text{p}, 4\text{n})^{229}\text{Pa}$ 、 $^{232}\text{Th}(^{14}\text{N}, \text{xnp})^{225}\text{Ac}$ 反応による ^7Be 、 ^{24}Na 、 ^{28}Mg 、 $^{42, 43}\text{K}$ 、 $^{44\text{m}}\text{Sc}$ 、 ^{44}Ti 、 ^{48}Cr 、 ^{67}Cu 、 $^{135\text{m}}\text{Ba}$ 、 ^{186}Re 、 ^{206}Bi 、 ^{229}Pa 、 ^{225}Ac の製造技術確立した。特に、 α 線核医学治療に期待される ^{211}At の製造開発においては、理研 AVF サイクロトロンのビームラインに ^{211}At 製造装置を開発し、当初の計画以上である $40\mu\text{A}$ の大強度 α ビーム照射による ^{211}At 製造技術開発に成功した。これにより、1 時間当たり 1.3GBq の ^{211}At の製造が可能となった。本製造技術は、大阪大学核物理研究センターの AVF サイクロトロン施設に移転され、プロジェクト終了後も ^{211}At の国内安定供給に大いに活用される予定である。核医学診断治療に利用が期待される ^{67}Cu については、 $^{70}\text{Zn}(\text{d}, \alpha\text{n})^{67}\text{Cu}$ 反応による精製 ^{67}Cu の実用化に成功し、2018 年 10 月より、日本アイソトープ協会より販売を開始した。

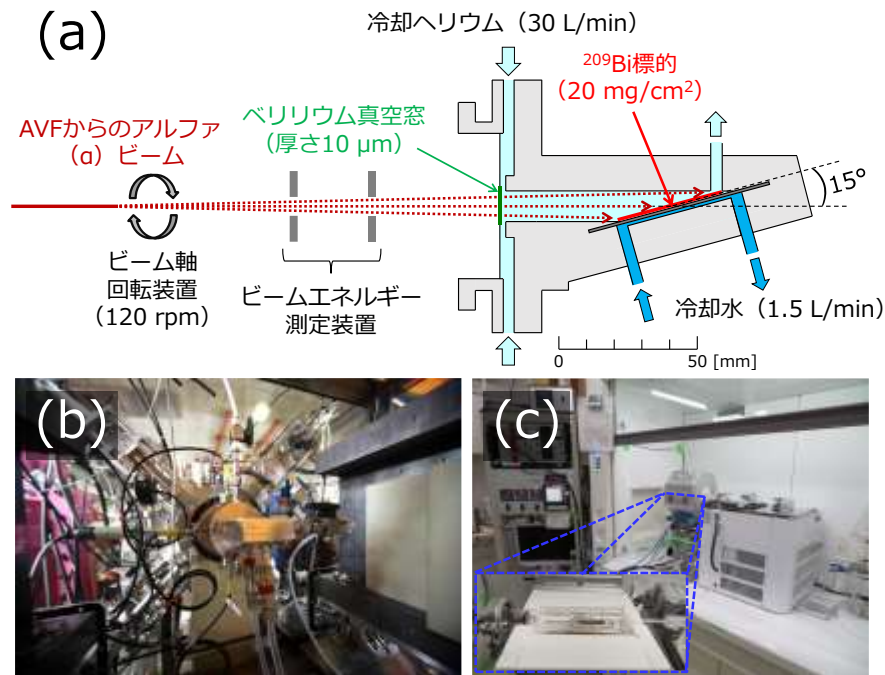


図. (a) 理研 AVF サイクロトロンに設置された ^{211}At 製造装置の概念図。(b) ^{211}At 製造装置の写真。(c) ホットラボのフード内に設置された ^{211}At 精製装置の写真。左下は、管状炉内の石英管の写真。

理研 AVF サイクロトロンからの 30 MeV 陽子、24 MeV 重陽子と 50 MeV アルファ粒子を用いて、有用短寿命 RI を加速器製造するための核反応励起関数を精密に測定した。具体的には、積層標的箔放射化法とガンマ線スペクトロメトリーにより、 $^{\text{nat}}\text{Ca}(p,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ca}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ca}(\alpha,x)$ 、 $^{27}\text{Al}(\alpha,x)$ 、 $^{45}\text{Sc}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Cr}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ni}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Cu}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Zn}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Zn}(\alpha,x)$ 、 $^{89}\text{Y}(d,x)$ 、 $^{89}\text{Y}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Zr}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Zr}(\alpha,x)$ 、 $^{96}\text{Zr}(\alpha,n)$ 、 $^{93}\text{Nb}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Pd}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Pd}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ag}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{In}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{La}(\alpha,x)$ 、 $^{141}\text{Pr}(p,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Gd}(\alpha,x)$ 、 $^{159}\text{Tb}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Dy}(\alpha,x)$ 、 $^{165}\text{Ho}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Er}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Er}(\alpha,x)$ 、 $^{169}\text{Tm}(d,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Yb}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Hf}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{W}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{Ir}(\alpha,x)$ 、 $^{\text{nat}}\text{I}(d,x)$ 、 $^{206/207/208}\text{Pb}(^{11}\text{B},x)$ 反応系における励起関数を測定した。取得した核反応断面積データを TALYS 等の原子核反応理論計算と比較し、計算コードが基づく原子核モデルや核反応モデルの検証を行った。本研究で得られた励起関数は、短寿命有用 RI を高効率かつ高純度で製造するために不可欠なデータであり、国際原子力機関の核データライブラリ EXFOR (EXchange FORmat) に収集され、世界に広く公開されている。

コロナ禍の下、予定していた加速器実験が一部中止となり、また、共同研究者が理研 RI ビームファクトリーに出張できず、有用短寿命 RI の製造技術開発に約 1 年間の遅れが生じたが、プロジェクト終了時における計画達成度は 100% である。

一方、電子線形加速器で短寿命有用 RI を安全かつ効率的に製造するため、東北大学電子光理学研究センターの大電流電子線形加速器のビームライン末端に制動放射線照射装置のプロトタイプを開発して、3 年程度運用した。本装置の特徴は、電子線による RI 大量製造に必要とされる多量（数～数十 g）のターゲットを石英セル中で損失なく安全に照射できることにある。実際に核医学治療研究に期待される ^{47}Sc を多量に製造するため、15 g の酸化チタン標的を 4 kW で約 4 時間照射した。石英セル中のターゲットは放射線分解等で損傷しているが、全量が石英セル中に留まっており、問題なく照射できた。他の短寿命 RI である ^{67}Cu や ^{43}K を製造するため、酸化亜鉛や酸化カルシウムでも同様な照射を行えることを確認した。本装置により、電子光理学研究センターの従来装置と比較して、2 倍以上の RI 製造効率を達成した。

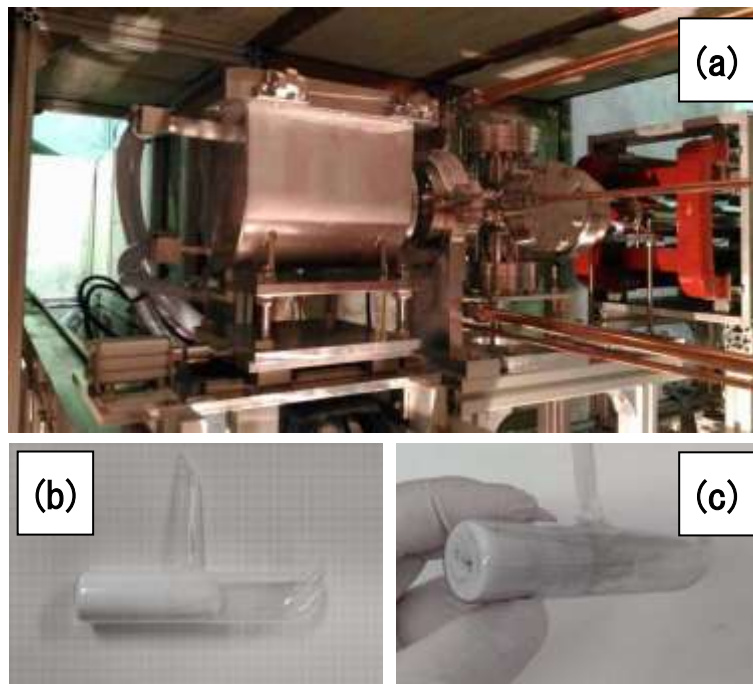


図. (a) 東北大学電子光物理学研究センターの電子線形加速器のビームラインに設置された制動放射線照射装置の写真。(b) 石英セルに封入した酸化チタン標的 (15 g) の写真。(c) 照射後の酸化チタン標的 (15 g) の写真。

当初計画した ^{47}Sc 、 ^{67}Cu や ^{43}K については、予定通り製造開発を完了した。さらに、濃縮同位体 ^{48}Ti を利用し、 $^{48}\text{Ti}(\gamma, p)$ 反応により比較的安価に ^{47}Sc を大量に製造することを目指し、化学精製法を開発した。1 g の酸化チタンターゲットを照射して、以下の化学分離スキームを用いて Sc 同位体の製造を行ったところ、約 100% の高収率で Sc 同位体を回収できることを確認できた。

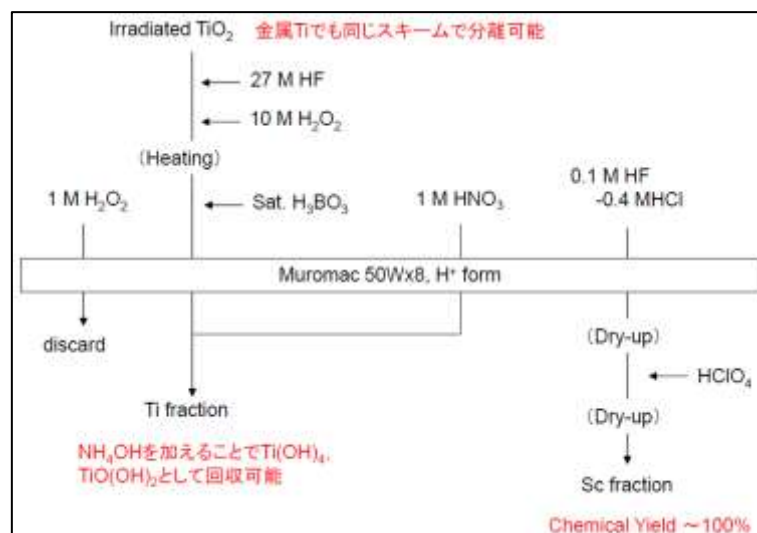


図. 酸化チタン (TiO_2) 標的からの Sc 同位体の化学分離法。

課題 2-3

核医学治療に期待される短寿命アルファ線放出核種 ^{212}Pb を製造するため、 ^{228}Th – ^{224}Ra ならびに ^{224}Ra – ^{212}Pb ジェネレーターカラムの開発を行った。特に、 ^{212}Pb の比放射能を高めるため、Pb レジンを用いて、安定な鉛同位体を除去するジェネレーターシステムを考案し、特許申請を行った。コロナ禍の下、共同研究者が理研に出張できず、 ^{228}Th – ^{224}Ra ならびに ^{224}Ra – ^{212}Pb ジェネレーターカ

ラムのプロトタイプに製作に遅れが生じているが、2022 年度以降、非臨床研究に必要とされる MBq オーダーの精製 ^{212}Pb を製造・頒布する体制を構築できた。

課題 2-4

放射線取扱いにおいて、自動化装置の小型化・ネットワーク化（クラウド化）は、安全な取扱いと情報の蓄積に効果的である。一方、装置のネットワーク化はシステムの脆弱性となり、悪意のある第三者による信号やデータの改竄などのサイバー攻撃の脅威に晒される。最悪の場合、データの改ざんやロボット制御系の乗っ取りなど、自動判別装置の信頼性や安全性を著しく損なうことになる。特に、RI 検体を扱う場合には、作業者の安全（乗っ取り対策）を担保する仕組みが必要である。自動検査装置の普及には、データに対する情報セキュリティのみならず、ロボットに対する制御システムセキュリティを考慮したサイバーセキュリティ対策が極めて重要である。

さらに、RI 取扱状況の迅速な収集には、多くのメーカーから供給される試薬瓶の様々な筐体形状に応じてロボットの動作計画を迅速に実施する必要がある。ロボットの動作計画には、動作情報のデジタル化が欠かせず、ロボットアームの姿勢情報は内在センサで計測し、内在センサで計測困難な電動ピペットやチップの先端位置は、モーションキャプチャなどの非接触式センサで計測することが有用である。なお、モーションキャプチャは、通常のロボット動作からの逸脱を検知する監視システムにも活用でき、サイバーセキュリティ対策の強化にも有用である。

以上の背景から、作業者の安全を担保するための、小型ロボットアームを用い、動作を標準化するために画像認識機能を取りこみ、データのみならず制御システムの安全性を確保する暗号化遠隔制御技術を統合した、RI 取扱いを安全かつ正確に実施する自動化システムの開発を目指し、本研究においては以下の 2 つの目的を設定した。これらによって、RI 取扱いを、安全かつ正確に扱える自動装置を開発し、装置の AI 化・クラウド化による DX（デジタルトランスフォーメーション）を実現する。

(A) サイバーセキュアな RI 取扱い装置の開発

(B) 自動ピPETTING動作の高精度計測環境の構築

本研究では、まず図 1、2 に示す小型ロボットアームと電動ターレット、及びカメラシステムを用いた基本システムの構築を行った。ロボットアームが、検体を電動ピペットによって分取し、電動ターレット上の容器へ分注、一定時間カメラシステムによる撮像を行って漏洩の有無を判定することが可能となった（図 3）。

図 1. ロボットシステム構成図

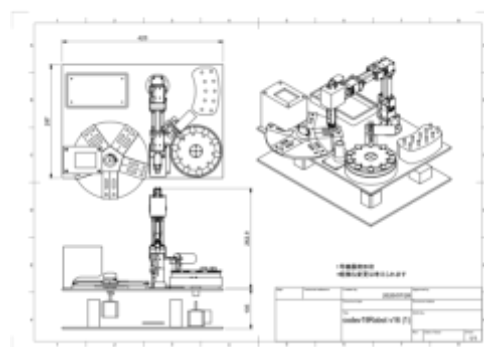


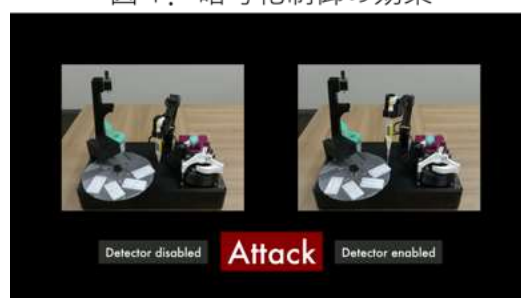
図 2. ロボットシステム構成図



図 3. ロボットシステム外観



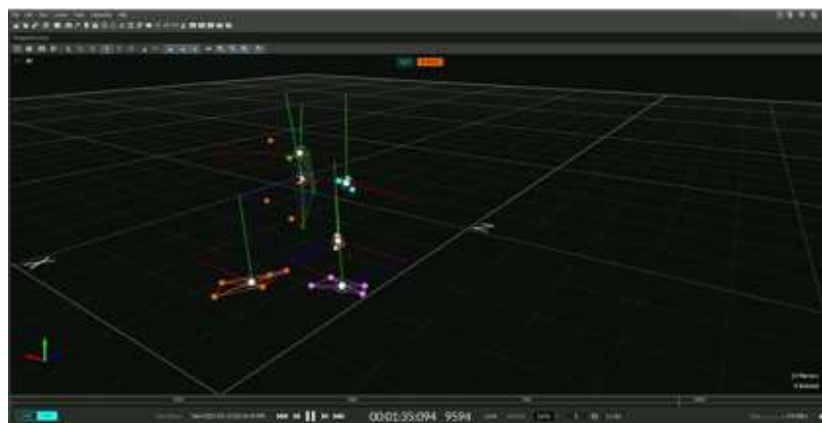
図 4. 暗号化制御の効果



目的 (A) サイバーセキュアな RI 取扱い装置の開発、のため、暗号化制御ソフトウェア (Python ライブラリ) を実装して、自動ピペッティングを行うロボットへの制御指令 (制御プロセス) の秘匿化を行った。さらに、攻撃検知ソフトウェアを実装し、制御指令値の改ざんを制御周期 (10 ミリ秒) 以内に検知することが可能となった (図 4)。

続いて、目的 (B) 自動ピペッティング動作の高精度計測環境の構築のため、モーションキャプチャカメラ 4 台とおよびモーションキャプ専用ソフトウェアを実装した (図 5)。

図 5. モーションキャプチャ



以上のように、本研究においてはロボットへ送信する制御指令値の暗号化 (秘匿化) を実現し、更にリアルタイム攻撃検知を達成することができた。加えて、自動ピペッティング動作の高精度データ (空間分解能 ± 0.1 mm) の取得・共有によって、以下に述べる AI 駆動システム構築のための自動化を完了することができた。

5.2.3 プロジェクト終了後の活動方針

課題 2-1

コロナ禍の下、ビームラインならびに ^{211}At 製造装置の製作に必要な物品の調達が遅れ、実機の性能試験を実施することができなかった。2022 年度、性能試験、必要に応じて改良を行い、最終的には、理研超伝導線形加速器からの大強度ビームを用いて、 ^{211}At 核医薬品の開発研究や治験に

必要な ^{211}At 原料の大規模製造・安定供給を行い、競争領域での共同研究へ展開する。

課題 2-2

コロナ禍の下、予定していた加速器実験が一部中止となり、また、共同研究者が理研 RI ビームファクトリーに出張できず、有用短寿命 RI の製造技術開発に約 1 年間の遅れが生じたが、プロジェクト終了時における計画達成度は 100% である。理研 AVF サイクロトロンに開発した ^{211}At 製造装置は、当初予定したビーム電流よりも 1.3 倍大きい $40\ \mu\text{A}$ の大強度ビーム照射に利用できることが分かった。本製造技術は、大阪大学核物理研究センターの AVF サイクロトロン施設に移転され、プロジェクト終了後も ^{211}At の製造供給を継続し、競争領域での共同研究に展開する。その他、本プロジェクトで開発した ^7Be 、 ^{24}Na 、 ^{28}Mg 、 $^{42,43}\text{K}$ 、 $^{44\text{m},47}\text{Sc}$ 、 ^{44}Ti 、 ^{48}Cr 、 ^{67}Cu 、 $^{135\text{m}}\text{Ba}$ 、 ^{186}Re 、 ^{206}Bi 、 ^{229}Pa 、 ^{225}Ac 等の多数の短寿命 RI は、アカデミアや企業との共同研究のみならず、日本アイソトープ協会からの販売、共同利用共同研究拠点活動や科研費短寿命 RI 供給プラットフォーム活動等の様々なパスを通して頒布し、我が国の RI 利用を進展させる。

本プロジェクトで開発した制動放射線照射装置を用いることにより、東北大学電子光理学研究センターにおいて、GBq オーダー（核医学で基礎実験～小規模な治験に使える程度）の短寿命 RI を製造できるようになった。一方、今回開発した制動放射線照射装置の 3 年間の運用の中で、加速器と制動放射線発生部（タンタルコンバータ）を隔てる真空窓の冷却不足等の課題が見つかった。プロジェクト終了後の社会実装に繋げるためには、より大強度の電子ビームでも運用できる照射装置が必要となる。今回得られた知見をもとに、装置の改良を継続し、電子加速器を利用した大規模 RI 製造体制の確立を目指す。

課題 2-3

^{224}Ra – ^{212}Pb ジェネレーター実機の製作に遅れが生じているが、2022 年度に完成見込みである。次年度より、 ^{224}Ra – ^{212}Pb ジェネレーター実機と精製 ^{212}Pb の頒布を開始し、 ^{212}Pb 核医薬品の競争領域での共同研究へ展開する。

課題 2-4

本研究成果は、RI 取扱い自動化システムの AI 制御という次の目標の達成に貢献するものであり、今後 AI 制御システムの実装によって、以下の 3 つのマイルストーンを実現することが可能である。

- (i) RI 取扱いを AI 画像処理により自動化する。具体的に、RI 取扱いを可視化することにより、AI 画像処理アルゴリズムを開発する。
- (ii) 天井カメラからの映像センサおよびモーションキャプチャからの軌道データをもとに、繰り返し動作ループごとのピペットの運用状態、試薬瓶の配置状態等をモニタリングして、人目では気づかないバラツキや異常を検出する AI 画像処理アルゴリズムを開発する。
- (iii) マイルストーン(ii)で得られたデータと判定結果やロボットのエラー発生率を検証して、試薬容器の配置状態やピペットの運用状態について精緻・最適化を図る。

これらの目標を達成することは、放射性検体の取扱いのみならず、感染性検体の取扱い等、今後のデータ駆動、AI 駆動自動化システムの普及に大きく貢献する根幹技術の確立に貢献するものである。

5.2.4 その他

2021 年 3 月 9 日、八王子市市民講座において、アスタチン-211 等の短寿命 RI の製造・利用に関する講演「原子の仕組みと RI の応用～新元素の探索からがんの治療まで～」を行った。

研究開発課題 2-4 がモチーフとして取り上げている放射性検体取扱い、特に α 線放出核種の取扱の自動化は、現在進展している福島被災地域における産業振興及び国際研究教育拠点における重要なテーマである放射線医薬品開発に資するものであり、その主要テーマの一つとして検討が続けられている。今後も本研究の成果を以て貢献することが期待される。

5.3 研究開発課題3 「小型加速器中性子ビーム利用方法論の確立」

キーテクノロジー	量子や放射性核種の安定供給、放射線測定技術の高度化
研究開発テーマ	小型加速器中性子ビーム利用方法論の確立
課題代表者	清水 裕彦 東海国立大学機構 大学院理学研究科 教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 平成 34 年 3 月
共同研究機関	東海国立大学機構、理化学研究所、大阪大学、トヨタ自動車（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、（株）日本中性子光学

5.3.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS番号	マイルストーン内容	達成状況
課題3	MS3-1	産業利用分野における中性子利用の実例を系統的かつ定量的に評価する。	中性子ビームの利用を効率的に進めるためには定量的な指標を導入し計測装置を評価する必要がある。この評価の枠組みとして「中性子利用定量論：NAN (Numeracy for Applications of Neutrons)」を構築し、中性子計測を定量的に評価する指標として“特性時間 τ ”を定義することで、計測装置の客観的な比較が可能となった。
課題3	MS3-2	産業利用分野における中性子利用の方法論を定式化する。	

国内の中性子施設と連携しつつ、加速器中性子源の計測装置の定量評価を進めた。

令和元年度に構築した中性子小角散乱に関しての定量評価法およびそこから求まる特性時間 τ に関しての具体的な計算を行った。計算を行うにあたって、パルス中性子源、定常原子炉中性子源の2つの中性子源での計算ができるようにし、さらに通常型小角散乱装置および集光型散乱装置でも計算が可能ないようにした。具体的な計算例として、パルス中性子源として J-PARC MLF の小角散乱装置および、定常原子炉中性子源としてフランス ILL 研究所の D22 小角散乱装置の配置例をもとに特性時間 τ の評価を行った。これらの配置は通常型小角散乱の配置であるため、新たに集光型小角散乱の配置でも計算できるようにした上で特性時間 τ の評価を行った。計算手法は全く新しい概念で行ったものであり、手法および計算結果に関して日本加速器中性子源協議会(JCANS)を通じて、関係する分野の研究者との議論を進め、概念構築および計算モデルの改良を進めた。

The diagram illustrates the optical setup for the proposed method. It shows a coordinate system with axes k_z and k_y . A velocity selector is located at z_0 . The light path is defined by points z_1 to z_6 along the z -axis. Key components include a primary aperture at z_1 , a pupil plane at z_2 , a defocus plane at z_3 , a secondary aperture at z_4 , and a sample plane at z_5 . The distance between z_1 and z_5 is L_1 , and the distance between z_5 and z_6 is L_2 . An occultation plane is located at z_6 . The diagram also shows the angular distribution of light rays, with angles θ and θ_{occ} , and a phase shift $\Delta\theta$.

中性子ビームを利用する際、弾性および非弾性中性子散乱においては、測定対象試料を特徴づけるモデルパラメータをある精度で決定することと、測定結果の有用性が直結する。またそのパラメータの数も比較的少ないため、NaNによってビーム利用効率を算定しやすい。一方で中性子イメージングでは、測定者の肉眼による観察で最終的な有用性が決定される場合も少なくない。特に産業利用では個別の測定結果の迅速性も重要であり、測定者の認知による評価という段階を介在させざるを得ない。そこで曖昧さなく算定することが可能で、なおかつ測定結果の有用性と相関性が高い指標を定義して用いることとした。具体的には、N 個の中性子が入射したとき、二つの点状吸収体が形成する透過像を一つの点状吸収体と誤認する確率は N の平方根に反比例するので、

その比例係数の逆数を指標とすることから試している。以下、この指標のことを二点識別能と呼ぶこととする。ビームの輸送光学系がスリットのみで構成されていて、なおかつ中性子検出器の応答関数が正規標準分布で表現できる場合の二点識別能を解析的に求めた。

なお、現実の中性子イメージング計測において二点識別能と取得画像の有用性との相関を検証するためには、スリット端部での中性子散乱や検出器応答の非一様性などを実測して、二点識別能を精密化することが望ましく、それらの測定精度は極めて高い必要がある。そのような計測を実行するには、高計数率下で極めて高い位置分解能を持つ中性子画像検出器を利用することが極めて有効である。そこで中性子計測の高度化を進め、原子核乾板を用いた中性子イメージング計測を行なった。中性子計測における位置分解能を計測したところ $2\text{ }\mu\text{m}$ の位置分解能で計測できていることが確認された。また実際の工業製品を計測した例として、市販のクロック用水晶 IC チップの中性子透過像を計測したところ、IC チップ内で使われている直径 $30\text{ }\mu\text{m}$ 程度のボンディングワイヤーを計測できることが確認された。

中性子散乱の場合と合わせて、中性子利用定量論の基礎の構成および実測との比較を高い信頼度で可能とする画像検出器を構成した。

5.3.3 プロジェクト終了後の活動方針

本活動により、中性子利用定量論(NAN)の枠組みを構築して、実用可能な基礎を構築した。これは個別の小型中性子源、中型および大型中性子施設の戦略を定量化することに利用できるため、第24期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2020）学術大型研究計画(区分I) No.116「中性子施設ネットワーク」を軸として、多方面への展開を図っている。中性子科学会 ロードマップ検討ワーキンググループでは、稼働中の中性子施設および小型中性子施設、将来の中性子源計画を一つの戦略にまとめる作業を行っており、多種多様な中性子利用を評価するための共通枠組みとして NAN の拡充が進められている。特に、もんじゅサイトに建設が計画されている新試験研究炉については、配備すべき装置を検討するための基盤として NAN の利用を始めしており、中性子科学会を通じて利用されることになる。NAN の拡充作業については、中性子基礎物理コミュニティと関連づけて実行することが有効であると考えており、NAN を含んだ国際先導研究への応募を行っている。

5.3.4 その他

中小型中性子源の進展のために日本中性子科学会と日本加速器学会の連携活動を行なった。2019年には日本加速器学会において加速器中性子源に関する特別シンポジウムを開催し、中性子科学会関係者に講演を依頼するなどして、両者の交流を進めた。

日本加速器中性子源協議会(JCANS)の活動において、名古屋大学が事務局になるなど、活動のサポートを行なった。コロナ前では年1回の定期的な会合を持ち、コロナ後では研究者間の議論の場を確保するための月2回のネットミーティング開催を行うなどした。

5.4 研究開発課題4 「半導体ソフトエラー評価技術の確立」

キーテクノロジー	高度な放射線防御技術
----------	------------

研究開発 テーマ	半導体ソフトエラー評価技術の確立
課題代表 者	橋本 昌宜 京都大学 情報学研究科 教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究 機関	京都大学、大阪大学、九州大学、京都工芸繊維大学、東北大学、東海国立大学機構、高エネルギー加速器研究機構 J-PARC センター、日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、(株) ソシオネクスト、(株) 日立製作所、富士電機(株)、H I R E C (株)、三菱電機(株)、日本システムウエア(株)、東芝デバイス&ストレージ(株)、パナソニックデバイスシステムテクノ(株) (現在ヌヴォトンテクノロジージャパン)、ローム株式会社、Dolphin Design

5.4.1 マイルストーンと達成状況

課題 番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 4	MS4-1	異なる中性子源を用いた地上ソフトエラーレート評価・校正技術を確立する。	地上とはエネルギースペクトラムが異なる 7 種類のビームに対して地上ソフトエラーレート見積もりを行い、1.6 倍以内の見積もりを達成した。
課題 4	MS4-2	地上実環境でのミュオン起因のソフトエラーレート評価技術を確立する。	正負ミュオンを照射してエラー断面積を評価する標準的手法を確立した
課題 4	MS4-3	ソフトエラー評価手法を IEC/TC47 へ国際標準化提案する。	産学メンバーで方針を議論し、標準化で技術的根拠となる論文を投稿した。12nm, 28nm のデータに適用して、国際標準化提案を進める。

5.4.2 最終目標に対する成果の詳細

異なる中性子源を用いた地上ソフトエラーレート評価・校正技術の確立を目指して、過去に大阪大学 RCNP の白色中性子を照射した標準 65nm SRAM デバイスに対して、エネルギースペクトラムが異なる中性子ビームを照射する実験を実施した。具体的には、図 1 に示す東北大学 CYRIC の 2 種類の準単色中性子ビーム、J-PARC MLF BL10 の白色中性子ビーム、産業技術総合研究所（AIST）の単色中性子ビームを照射して、ソフトエラー率を測定した。

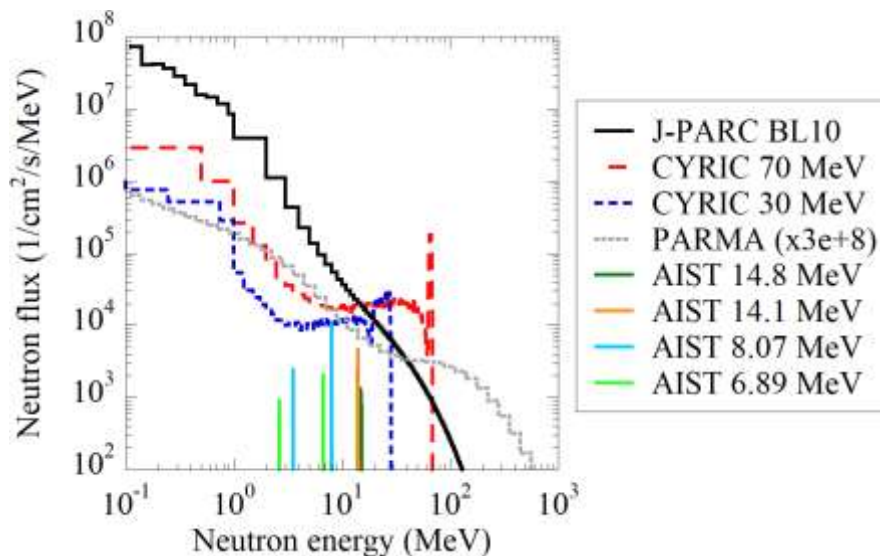


図 1 実験に用いた中性子ビームのエネルギースペクトラム

測定で得られたソフトエラー率を再現するシミュレーション法を確立するため、図 2 に示すシミュレーション体系を PHITS (放射線挙動を模擬するモンテカルロ計算コード) 上に標準 SRAM の構造に基づいて構築し、各中性子エネルギーに対する反応断面積を求めた。図 3 に示すように、PHITS で得た反応断面積は、CYRIC および AIST の測定値と良く一致した。また、測定値を Weibull 関数でフィッティングする従来手法の反応断面積と比較しても、測定値の存在する範囲において良い一致を示した。図 4 に、図 1 のエネルギースペクトラム $\phi(E_n)$ とシミュレーションで得た反応断面積 $\sigma(E_n, Q_{\text{fit}})$ から、以下の式で求めたソフトエラー率 SER の結果を示す。

$$SER = \int \phi(E_n) \sigma_{\text{SEU}}(E_n, Q_{\text{fit}}) dE_n$$

縦軸は計算で求めたエラー率と測定で得られたエラー率の比となっており、値が 1 に近いと高い再現率を表している。横軸はビット反転に必要なしきい電荷量 (Q_{fit}) を表しており、1.0 fC 付近ですべての測定結果をうまく再現している。

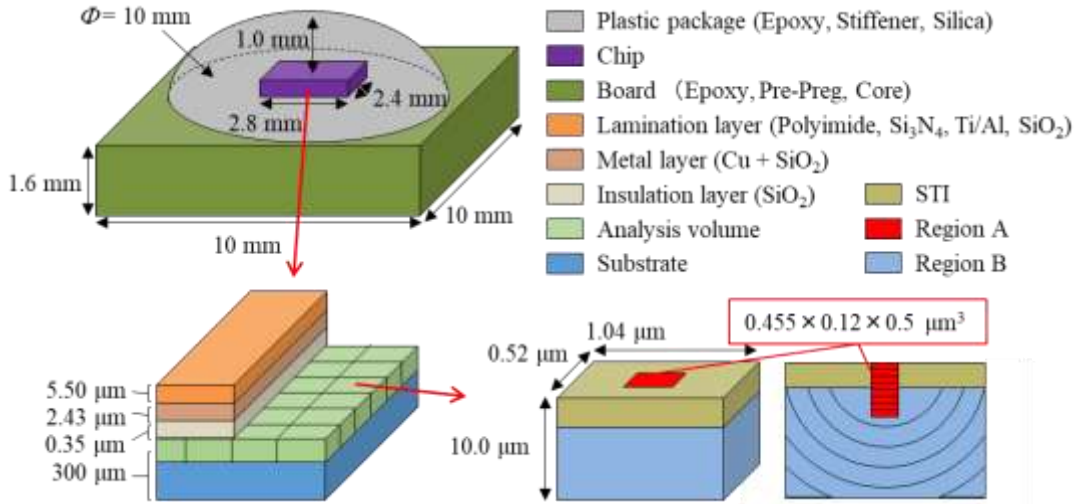


図 2 シミュレーション体系

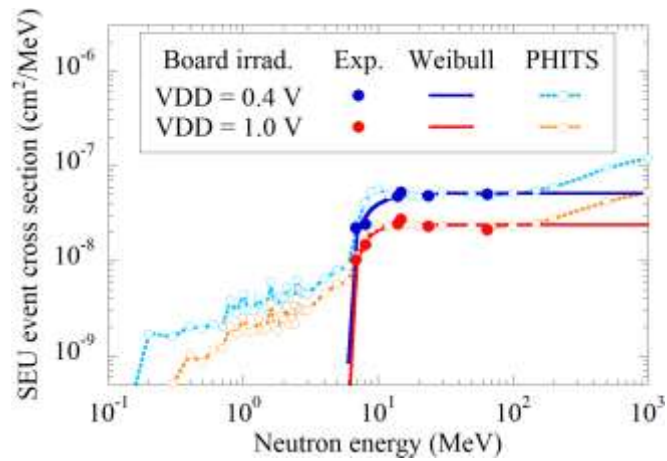


図 3 シミュレーションで得られた反応断面積

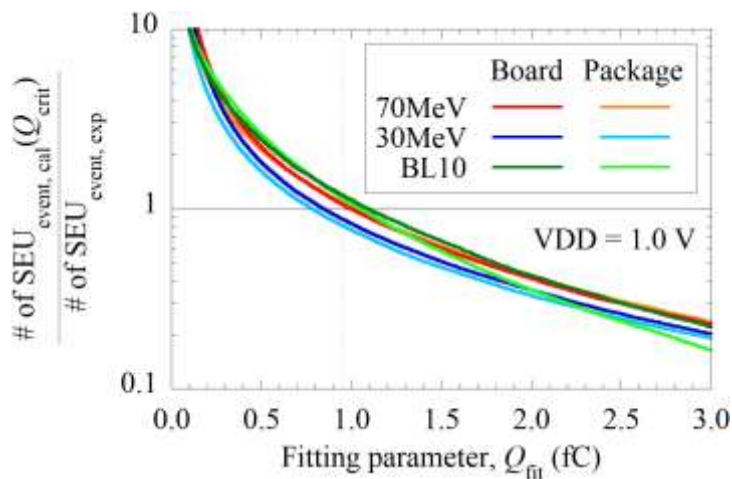


図 4 実験結果の再現状況

異なる中性子源を用いた地上ソフトエラーレート評価法は以下となる。まず、任意の中性子源を用いて測定値を 1 つ入手する。次に、シミュレーションで求めた反応断面積(図 3 に相当)と、実験に用いた中性子源のエネルギースペクトラム(図 1 に相当)から、図 4 の曲線を描き、実験結果

を再現する Q_{fit} を求める。その Q_{fit} に対する反応断面積 (図 3 に相当) と、地上の中性子のエネルギー Spektrum (図 1 中の二次宇宙線中性子) から上式を用いて、地上のソフトエラー率を得る。これまでに実施した実験で得た測定値のうち 1 つを選択して本評価法を用いて地上のソフトエラー率を計算した。それぞれの測定値から評価されたソフトエラー率は、平均値に対して 1.6 倍以内の一致を示した。この結果は、本手法によって様々な中性子源でソフトエラー率を評価できることを意味している。また従来手法の反応断面積を用いて得られるソフトエラー率と比べても同等の値となった。従来手法はソフトエラー率評価のために少なくとも 4 つの測定値を必要とするが、本手法は 1 つの測定値でソフトエラー率を評価できる。マイルストーン 4-1 を達成した。

ソフトエラー評価手法の IEC/TC47 へ国際標準化提案を目指して、産業界からみて魅力的な評価手法について議論を重ねてきた。上記マイルストーン 4-1 で開発した評価手法を、本課題に参画する産学の機関が共同で、地上ソフトエラー評価についてトップ国際会議に論文投稿を行った。本論文のデータをもとに、国際機関に働きかけて標準化を進める。また、評価手法のデータを補強するため、12nm, 28nm の SRAM デバイスについても、65nm と同様の多様な中性子ビームを照射して、エラーレートの見積もりを進めている。マイルストーン 4-3 についても達成に向けて順調に進んでいる。

地上実環境でのミューオン起因のソフトエラーレート評価技術を目指して、標準 SRAM デバイスに対する照射実験、ならびに地上に降り注いでいるミューオンのエネルギー Spektrum の実測を進めている。図 5 に実測したミューオンソフトエラー断面積を示す。負ミューオンの先端デバイスへの照射実験を世界に先駆けて実施し、負ミューオン特有のミューオン捕獲反応によりソフトエラーが発生すること、特に複数ビットの反転が多く起こることを明らかにした。本成果は、2018 年度に九州大学、大阪大学、JAEA, KEK, J-PARC より共同プレスリリースし、各種新聞で報道された。また、微細化とともに正負ミューオンの両方がもつ直接電離効果によるソフトエラーが発生することを明らかにした。両方の効果を合わせると、65nm デバイスから 28nm デバイスへの微細化により、3.3 倍エラー断面積が増加することを明らかにした。これまでの取り組みにより、2019 年度科研費基盤研究 (S) にミューオンソフトエラーの研究課題が採択された。これらを通じて、正負ミューオンを照射してエラー断面積を評価する標準的手法を確立した。

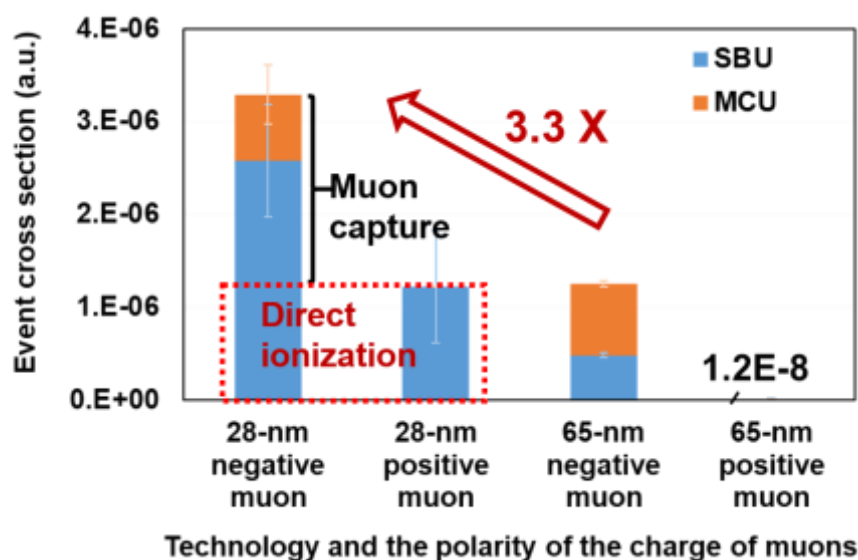


図 5 実測したミューオンソフトエラー断面積

また、プラスチックシンチレータを複数枚組み合わせることで特定エネルギーの環境ミュオン数を測定する方法を考案し、ソフトエラーに重要な低エネルギーミュオンフラックス（単位面積・エネルギー・時間あたりのミュオン数）の測定に取り組んでいる。測定結果の1例を図6に示す。5階建てコンクリート建屋（D棟）1階で測定を実施した。本検出器は20-70MeV領域のミュオンのエネルギーを同定できる。さらに検出器上面に厚さの異なる鉛ブロック（1, 5, 20cm）を置くことで、ミュオンエネルギーを減衰させて、400MeV領域まで拡張したデータ取得に成功した。図に示すように、200MeV以上の先行研究のデータ（Altkofer1971）との整合性を確認できた。実線は、大気中の任意地点における宇宙線フラックス及びそのエネルギースペクトルを計算可能なプログラムEXPACSによる結果を示す。破線はD棟内でのミュオン輸送をPHITSコードで計算したエネルギースペクトルである。実測値はEXPACSの結果より少し大きめの値となっているが、EXPACSは概ねエネルギー依存性と強度を再現可能であることがわかった。本計測装置では、正ミュオンと負ミュオンを分離した計測ができないため、ミュオン飛跡検出器と磁石を組み合わせた電荷識別型低エネルギー宇宙線ミュオン計測システムを新規開発中である。

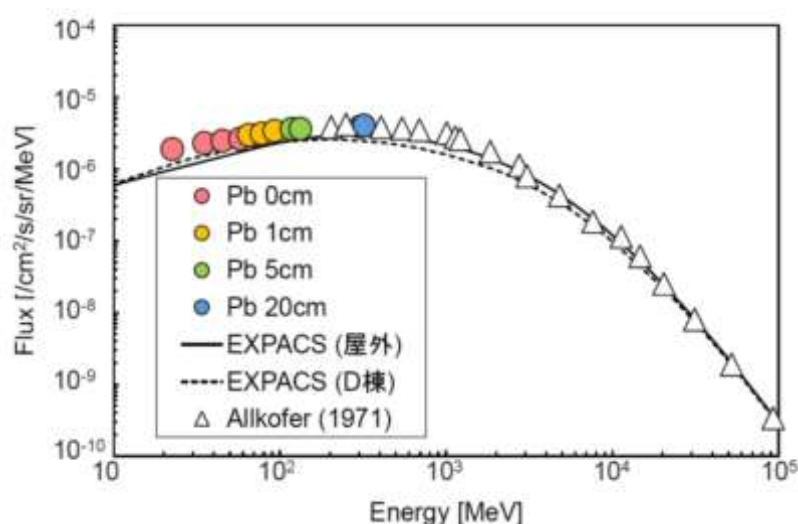


図6 地上における環境ミュオン束測定結果とEXPACS計算値との比較

上記のように、ミュオン起因のソフトエラーレート評価技術に必要な、エラー断面積を評価する技術の確立、環境ミュオンのエネルギースペクトルデータの取得を達成し、マイルストーン4-2を達成した。

5.4.3 プロジェクト終了後の活動方針

5.4.2で説明したように、課題4の目標である「ミュオンを含む二次宇宙線起因ソフトエラーレート評価技術を確立する」は、マイルストーン4-1、4-2の達成、ならびに4-3にある国際標準のドラフトの完成より、達成できた。

プロジェクト期間終了後は、ドラフトを国際機関に提示するとともに、必要に応じてデータを補強するなどして、開発したソフトエラーレート評価技術が国際標準文書に採択されるための活動を続ける。

5.4.4 その他

ソフトウェア研究の裾野を広げるため、ソフトウェア勉強会を QiSS の共催のもと毎年開催している。2017 年度は京都工芸繊維大学、2018 年度は九州大学、2019 年度は大阪大学、2021 年度はオンラインで開催し、2021 年度は 77 名の参加者を得て盛況に開催した。

京都工芸繊維大学主催の信頼性に関する国際シンポジウムに QiSS も協力した。2018 年 3 月に海外の著名な研究者を招待して開催し、活発な議論が実施できた。2020 年 3 月に再度、開催すべく準備を進め、海外の著名な講演者を選定しプログラムを確定し、参加申込みを開始したが、2020 年 2 月より日本でも感染状況が悪化したため、やむを得ず中止した。

ソフトウェア問題を一般に知っていただくべく、報道機関に働きかけた。その結果、NHK のニュースに取り上げていただいたほか、講談社のブルーバックスの Web や読売新聞で OPERA の取り組みを紹介いただいた。

OPERA のアウトリーチ活動と宣伝を兼ねて、2020 年度に(社団法人)量子アプリ社会実装コンソーシアム(QASS)主催、JST OPERA 量子アプリ共創コンソーシアム協賛、大阪大学核物理研究センター(経済産業省「J-Innovation HUB 選抜制度」選抜拠点)共催で、ソフトウェアセミナーをオンラインで開催した。68 名の参加者が産業界・大学から集まり、ソフトウェアのメカニズム、評価技術、産官学連携の方向について講演した。その後、個別企業と技術的な意見交換を続けるとともに、QASS への参画を促す活動を実施している。ソフトウェア研究に関しては、すでにミライズテクノロジーが QASS に参加している。

5.5 研究開発課題5 「難治性がん制圧のための短寿命 RI 標識分子の合成」

キーテクノロジー	短寿命放射性核種の医療利用
研究開発テーマ	難治性がん制圧のための短寿命 RI 標識分子の合成
課題代表者	深瀬 浩一 大阪大学大学院理学研究科 教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	大阪大学、理化学研究所、日本メジフィジックス（株）、（株）京都メディカルテクノロジー、イーピーエス株式会社

5.5.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 5	MS5-1	高純度アスタチン-211 試薬調製法の開発	乾式蒸留法を用いることで、従来法より簡便かつ高回収率を達成した。
課題 5	MS5-2	ウイルス様粒子の利用とがん選択性の向上	211At を安定に保持できる金ナノ粒子を簡便に被覆できることを実証した。
課題 5	MS5-3	金属ナノ粒子を用いた 211At の取り込みと表面修飾によるがんターゲティング	金ナノ粒子が 211At を生体内で安定に保持できることを確認した。動物モデルでの抗腫瘍効果も実証した。
課題 5	MS5-4	動態を制御したアルファ線核医学治療用ハイブリッド抗体の創製	211At 標識部位特異的な抗体の創成に成功し、抗腫瘍効果も実証した。
課題 5	MS5-5	LAT1 を標的にしたアルファ線核医学治療薬の開発	悪性がん選択的に取り込み可能な低分子化合物の創成に成功し、抗腫瘍効果も実証した。
課題 5	MS5-6	体内動態と治療効果および副作用の検証	動物モデルにおいて、重篤な毒性および副作用は確認されなかった。

5.5.2 最終目標に対する成果の詳細

（課題 5-1）高純度アスタチン-211 試薬調製法の開発

211At 製造の改良および精製工程の検討としては、H29 年度に 211At を作成する際の、Bi に照射するビームの強度及び時間を検討、最も効率の良い 211At 生成条件を決定した。現在までに 211At の安定供給体制を確立している。また理化学研究所から定期的に 211At を供給出来る体制を確立した（R1 年度に RCNP のサイクロトロンの稼働が一時停止するための措置）。理化学研究所からはビーム照射した Bi を輸送し、精製工程からは大阪大学にて行った。

211At 精製工程の検討においては、乾式精製における精製ラインのダクト径の検討及び精製時の条件（湿度・温度・酸素）の最適化を行い、精製度の高い 211At を取得することに成功した。

211At の化学的性質の検討については、アスタチンは原子番号 85 の第 6 周期ハロゲン族元素であり、原子番号 53 の第 5 周期ハロゲン族元素であるヨウ素に比較して、酸化されやすく、種々の化学反応に対して、反応性が高いと予想される。種々の反応を通じて、ハロゲン族元素としての反応性を見積もる。中でもビタミン C（アスコルビン酸）などの生体に投与可能な還元剤と混合することにより、一価のアスタチンアニオンとして安定に存在しうることを明らかにした。

211At 薬剤の全製造工程の確立について、これまでに達成した製造フローを図 5-5-1 に模式図で示した。サイクロトロンで製造した 211At は乾式蒸留装置で分離精製し、気化した 211At を冷却トラップに水溶液として回収した。本水溶液と前駆体の化学反応により 211At 標識化合物を合成し、211At 薬剤を調製した。

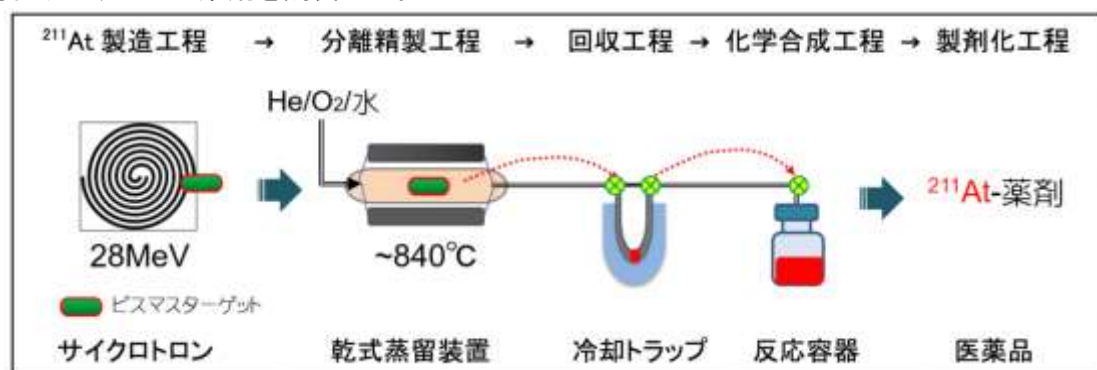


図 5-1-1. 211At 薬剤の全製造工程

分離精製工程については、操作が簡便な乾式蒸留法を採用し、移送ガスに独自の混合ガス系（He/O₂/水）を使用することにより、211At の高回収率（≥80%）を達成した。従来技術（湿式法）は、操作が煩雑で、装置の破損・汚染リスクが大きいという課題があったため、これを克服した。

回収工程については、211At を水溶液に回収することで、低分子から高分子まで多様な薬剤の 211At 標識が可能になった。従来技術は有機溶媒（=有害試薬）の使用が課題であったため、これを克服した。

化学合成工程においては、反応試薬としてアスコルビン酸及びボロノ基を使用することにより、211At 薬剤を高純度（≥90%）で調製することが可能になった。従来技術は、有害試薬（スズおよび有機溶媒）と、煩雑な操作（加熱操作および脱保護工程）を要し、かつ収率が低い（20~60%）という課題があったため、これを克服した。

以上の製造技術を組み合わせることにより、上流から下流までの製造工程が簡便でかつ短縮化された。アスタチン化ナトリウム[^{211}At]の製造収率は、製造コスト面における実用化の目標値（60%以上）をクリアしている。

（課題 5-2）ウイルス様粒子の利用とがん選択性の向上

本課題では、ウイルス様粒子(HVJ-E)への標識法の確立を検討した。HVJ-E は大阪大学医学系研究科（遺伝子治療学）の教授である金田博士により開発された、センダイウイルス(HVJ)を完全に不活化・精製し、外膜の細胞膜融合能を持つ粒子である。HVJ-E では、センダイウイルスのゲノム RNA は完全に不活化されており、ヒトや実験動物への感染性や増殖性はなく、特殊な操作や設備を必要とせず、通常の実験室レベルで安全に使用できる。デカボランを導入した脂質を用い、酸化条件で ^{211}At をデカボランに導入する手法を用いて、 ^{211}At 標識脂質を作成し、さらにはこれを HVJ-E に導入することに成功した。課題 5-3 で実施した、 ^{211}At 標識金属ナノ粒子がグリオーマへの局所投与で非常に良好な結果を得たため、さらにこの効果を向上させる手段として HVJ-E での被覆を検討した。その結果、HVJ-E により金属ナノ粒子を効率良く被覆できることを確認した。今後、HVJ-E 被覆 ^{211}At 標識金属ナノ粒子を用いた検討を実施する。

（課題 5-3）金属ナノ粒子を用いた ^{211}At の取り込みと表面修飾によるがんターゲティング

本課題では、 ^{211}At 標識金ナノ粒子の局所投与による抗腫瘍効果の評価を行った(図 5-3-1)。 α 線放出核種 ^{211}At は、容易に入手可能なビスマス-209 (^{209}Bi) に α ビームを照射することにより製造できる。また ^{211}At は、崩壊後速やかに、毒性が少ない ^{207}Bi や安定な鉛-207 (^{207}Pb) へと変化するため、副作用の心配が少ない。さらに、適度に短い半減期(7.2 時間)のため、通院による進行がんの治療が可能であり、がん患者の更なる生活の質(QOL)の向上が期待できる。

ハロゲン族である ^{211}At は、ヨウ素と似た性質を持っている。そのため、 ^{211}At 単体を腫瘍に局所投与しても、腫瘍内から速やかに漏出し、甲状腺に集積してしまう。そこで我々は、 ^{211}At を金ナノ粒子表面に固定化し、 ^{211}At の甲状腺へ集積する性質を打ち消すこととした。金ナノ粒子は、毒性が低く、薬剤の原料に向いている。また、 ^{211}At は金ナノ粒子と強固な共有結合を形成するため、生体内でも安定である。

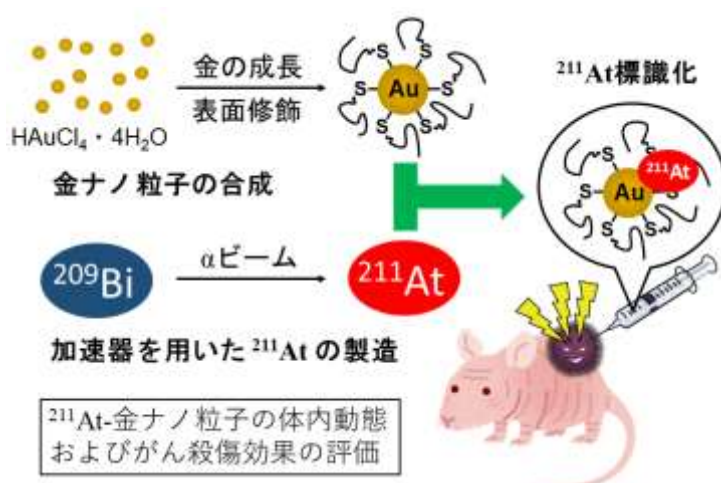


図 5-3-1. ^{211}At 標識金ナノ粒子の合成および局所投与の概略図

本課題ではまず、直径 5 nm、13 nm、30 nm、120 nm の金ナノ粒子 (AuNP) を準備した。AuNP は、生理食塩水など高い塩濃度では凝集する。そこで、これらの AuNP 表面を、末端にチオール基を有する分子量 6000 程度のポリ(エチレングリコール)メチルエーテル(mPEG)で修飾した(図 5-3-2)。

この表面修飾により、血中安定性の向上が期待できる。合成した mPEG 修飾金ナノ粒子 (AuNP-S-mPEG) に対し、限外ろ過、もしくは沈殿を行い、試薬などが含まれる水溶液を除去、除去した液量だけ、蒸留水を加えた。この操作を数回繰り返す、AuNP-S-mPEG の精製を行った。精製後、透過型電子顕微鏡 (TEM) による粒子の観察および、動的光散乱法 (DLS) による粒子サイズの測定を行い、AuNP 表面が mPEG によって修飾されていること、凝集が起こっていないことを確認した。AuNP-S-mPEG に対し、 ^{211}At 標識化を行った。5 nm、13 nm、30 nm、120 nm の AuNP-S-mPEG 水溶液に対し、 ^{211}At 水溶液 (2.0–2.5 MBq) を加え、室温で 5 分程度振とうした。その結果、すべての AuNP-S-mPEG において、 ^{211}At 標識化はほぼ定量的に進行した。この反応では、副生成物が生じないため、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG 合成後、精製を行う必要が無く、直ちに細胞実験・動物実験に用いることができる。

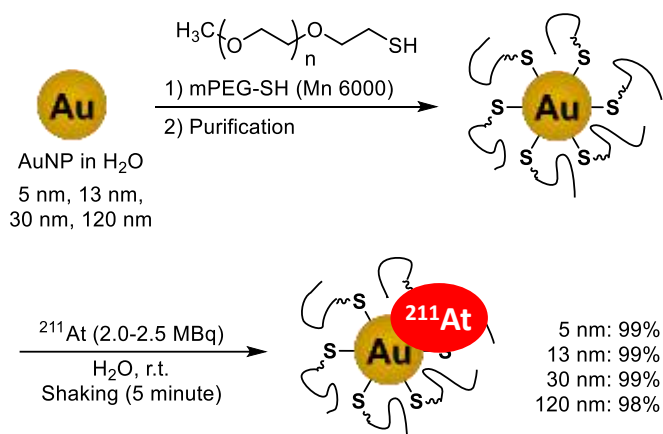


図 5-3-2. ^{211}At -AuNP-S-mPEG の合成

続いて ^{211}At -AuNP-S-mPEG の細胞毒性評価を行った。ラット脳腫瘍である C6 グリオーマ細胞、それぞれ 0MBq、0.01MBq、0.1MBq、1MBq の ^{211}At -AuNP-S-mPEG を加え、 37°C で 24 時間静置した。その後、Cell Counting Kit (CCK8) を用いて、細胞の生存率を測定した。その結果、120 nm の ^{211}At -AuNP-S-mPEG において、最も高い細胞毒性を示した。120 nm の ^{211}At -AuNP-S-mPEG は粒子が重いため、静置後数時間で沈殿が確認された。これにより、細胞近辺の放射能濃度が高まり、また、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG の細胞内内在化が促進されたことが理由として考えられる。なお、 ^{211}At 標識化を行っていない AuNP-S-mPEG は、細胞毒性を示さなかった。

^{211}At -AuNP-S-mPEG の抗腫瘍効果の評価も行った (図 5-3-3)。動物モデルとして、両側背部皮下に C6 グリオーマ細胞 (ラット神経膠着腫のセルライン) を移植したラットを用いた。C6 グリオーマ細胞移植 13 日後のラットに対し、約 1.4 MBq の ^{211}At -AuNP-S-mPEG 水溶液を腫瘍に直接投与した。投与した溶液量は、腫瘍の体積と等しくなるよう調製した。対照実験として、生理食塩水を腫瘍の体積と同じだけ投与した。最長で、投与 42 時間後のシンチグラフィー分析を行い、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG の体内挙動を評価した。その結果、投与したすべてのサイズの ^{211}At -AuNP-S-mPEG において、腫瘍部位以外でシグナルは検出されなかった。これにより、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG は腫瘍内に完全に留まっていることが分かった。一方で、画像結果を注意深く観察すると、120 nm、30 nm、13 nm、5 nm と、粒子サイズが小さくなるにつれて、腫瘍内での拡散性は向上していることが分かった。投与後、腫瘍の成長具合と体重変化を観察し、40 日後に腫瘍を摘出した。抗腫瘍効果は、5 nm の ^{211}At -AuNP-S-mPEG にて最も顕著に表れた。これは、5 nm の ^{211}At -AuNP-S-mPEG が腫瘍内の拡散性が最も高く、 α 線が腫瘍全体に満遍なく照射されたためである。ラットの著しい体重減少などは見られなかったことから、副作用も少ないことが考えられる。

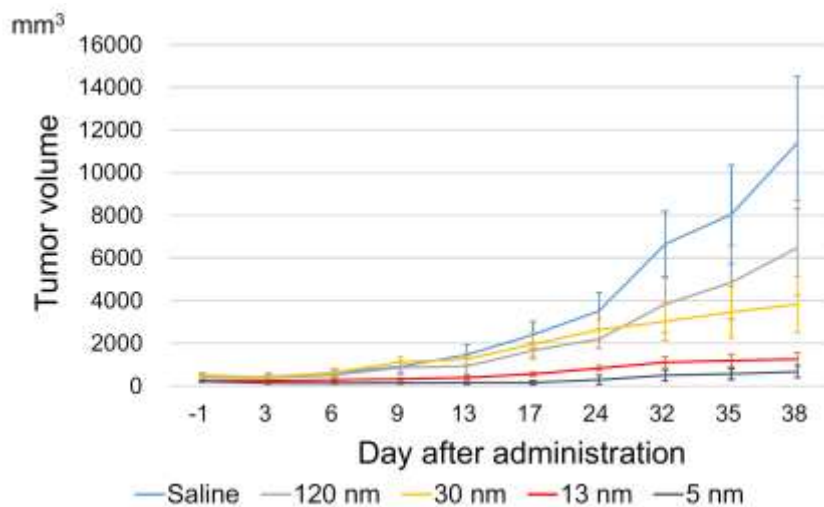


図 5-3-3. ^{211}At -AuNP-S-mPEG の腫瘍増殖抑制効果

ヒト膵がん細胞 (PANC-1) の抗腫瘍効果も評価した。ヌードマウスの左肩に PANC-1 細胞 (ヒト膵がん細胞) を移植し、移植 14 日後に、13 nm の ^{211}At -AuNP-S-mPEG を腫瘍に直接投与した。対照実験として、13 nm の AuNP-S-mPEG を腫瘍に投与した。投与した溶液量は、腫瘍の体積と等しくなるよう調整した。シンチグラフィにより、投与 42 時間後まで、腫瘍から ^{211}At -AuNP-S-mPEG が漏れ出さないことを確認した。投与後は、マウスの腫瘍サイズや体重を測定し、移植 40 日後に腫瘍を摘出した。抗腫瘍効果は顕著に表れており、腫瘍の成長はほぼ無かった。これにより、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG の局所投与は、様々ながん種においても有効であることが示唆された。

本課題ではさらに、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG を局所投与することによる抗腫瘍効果の評価を行った。 ^{211}At -AuNP-S-mPEG は、C6 グリオーマおよび、PANC-1 細胞において、顕著な抗腫瘍効果を示した。 ^{211}At -AuNP-S-mPEG は、粒子径が小さいほど、腫瘍内での拡散性が向上し、抗腫瘍効果が増加することが分かった。一方で、 ^{211}At -AuNP-S-mPEG の投与による副作用は、ほとんど見られなかった。がん細胞の DNA 破壊は、より至近距離から α 線を照射すれば、より効率が上がる。今後、AuNP 表面を細胞透過性分子で修飾し、腫瘍細胞内への取り込を促進することにより、更なる抗腫瘍活性の向上が期待できる。

(課題 5-4) 動態を制御したアルファ線核医学治療用ハイブリッド抗体の創製

本課題の先行実験において、デカボランを担持したポリエチレングリコール (PEG) リンカーを抗体中のリジン残基と縮合させる方法で、 ^{211}At 標識抗体の作成に成功している (第一世代 ^{211}At 標識抗体)。上記の抗体は担がんマウスを用いた評価試験で、強い腫瘍成長抑制効果を持つことを確認している (図 5-4-1)。しかし、リジン残基は抗体中にランダムに存在するため、この方法では医薬品開発のために必要である ^{211}At の導入位置の制御が困難であった。

そこで本課題では、抗体中の *N* 結合型糖鎖結合部位 (Asn297) にデカボランを有するリンカーを連結して ²¹¹At を導入することで、導入位置の制御を試みた。まず、環状アルキンである DIBAC に対し PEG リンカーとデカボランを導入し、デカボラン標識 DIBAC を合成した。次に、Asn297 の非還元末端にアジド糖鎖を有する抗体と、デカボラン標識 DIBAC を銅フリーのクリック反応で連結させ、デカボラン標識抗体を得ることに成功し、得られた標識抗体が細胞膜に結合することも確認した。上記抗体に ²¹¹At を標識したところ、第一世代と同程度の標識率で ²¹¹At 標識抗体 (第二世代 ²¹¹At 標識抗体) を得ることに成功した。さらに、がん細胞株を用いた DNA 損傷アッセイおよび担がんマウスを用いた抗腫瘍効果試験を実施したところ、第一世代と較べて第二世代 ²¹¹At 標識抗体が同程度の性能を持つことを確認した (図 5-4-2)。

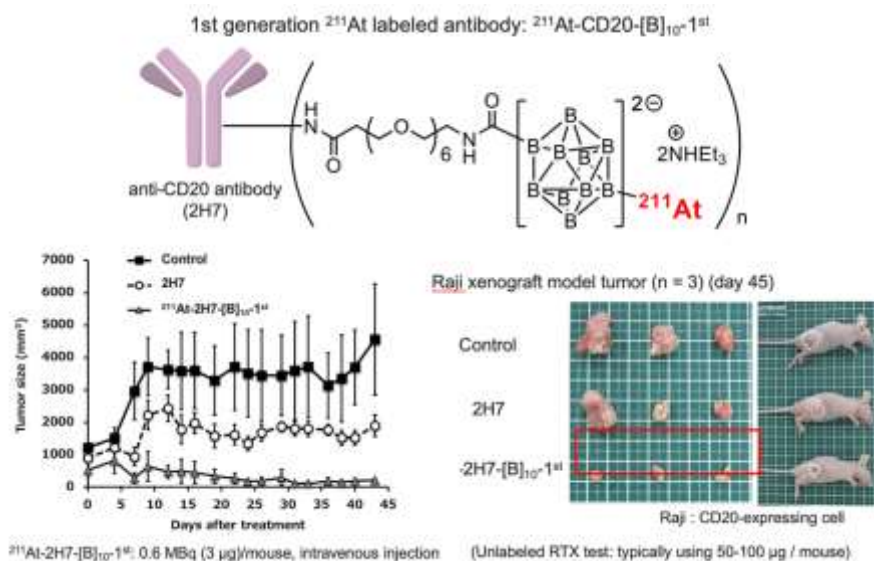


図 5-4-1 At 標識 CD20 抗体 (2H7 クローン) による腫瘍成長抑制評価

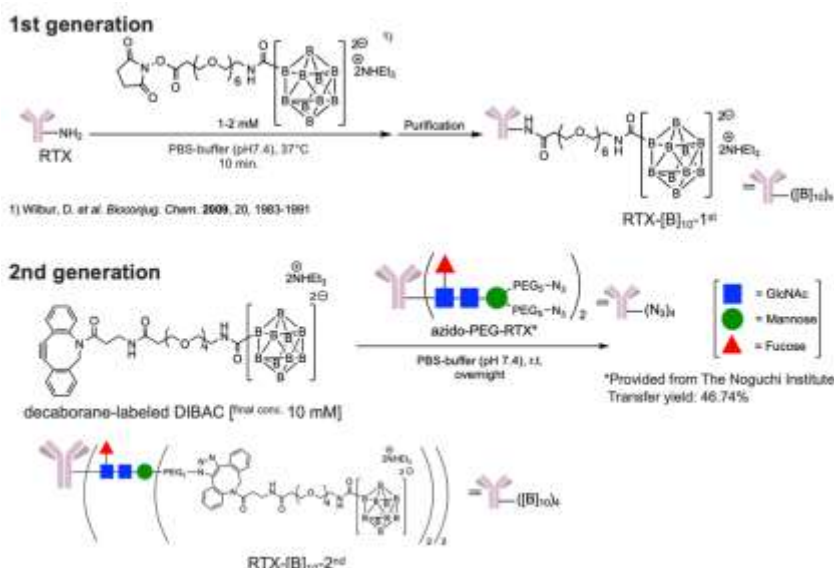


図 5-4-2 抗 CD20 抗体 (リツキシマブ) への部位特異的な At 標識

Large amino acid transporter 1 (LAT1)は1989年に金井好克博士によって発見された、がん細胞型アミノ酸トランスポーターである。大型中性アミノ酸を輸送するLAT1は正常組織にはほとんど発現せず、がんの増悪度と相関することから、がんの治療標的として注目を集めている。またLAT1はがん種を問わず様々ながんを発現しているため、がん種を問わない広い応用が可能である。実際に群馬大学ではLAT1選択性の高い化合物を用いた診断用PET薬(18F-FAMT, L-[3-(18F)]- α -methyltyrosine)の臨床試験が行われている。大阪大学でもLAT1に選択性の高いPET薬(18F NK0-035 注射液)の設計・開発・大量製造に成功しており、特定臨床研究の形でFirst in human試験での安全性が既に確認されている。これらのPET薬は、従来のFDG-PET画像診断での炎症性病変における偽陽性所見を低減、がん特異的な高精度の再発・転移診断を目指している。

LAT1はがん細胞に栄養分としてのアミノ酸を供給する役割を担っている。LAT1を介したmTORシグナルはがん細胞の生存に必須であることが明らかになっており、がん細胞においてLAT1を抑制するとその増殖は抑制される。 α -methyltyrosineはLAT1に高い選択性を持つ。そこで本課題では α -methyltyrosineに²¹¹Atを標識することを試みた。その結果²¹¹At標識 α -methyltyrosine(²¹¹At-AAMT)はLAT1に高い選択性を持つことが明らかとなったため、がん治療に有用であることが推測された。そこで膵がんモデルを用いて抗腫瘍効果の検討を行なった。その結果²¹¹At-AAMTは単回投与で転移抑制効果のみならず腫瘍増殖抑制効果を持つことが明らかとなった(図5-5-1)。また、メラノーマの肺転移モデルにおいては単回投与で転移を抑制することも明らかとなった(図5-5-2)。

²¹¹At-AAMTは今後、最適化を行うことで将来的には様々ながんの患者さんにとって有効な治療薬となることを目指している。²¹¹At-AAMTを用いた α 線核医学治療は注射薬による全身治療であり、多発転移のある進行がんにも用いることができる。膵臓がんをはじめとする難治性がんにおける、低侵襲且つ画期的な治療法となることが期待される。

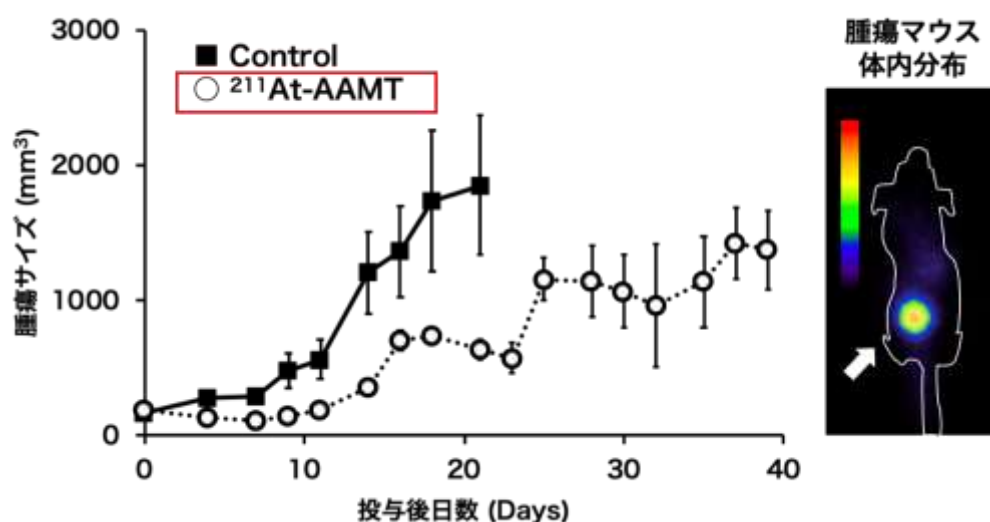


図 5-5-1 ²¹¹At-AAMT による腫瘍増殖抑制効果

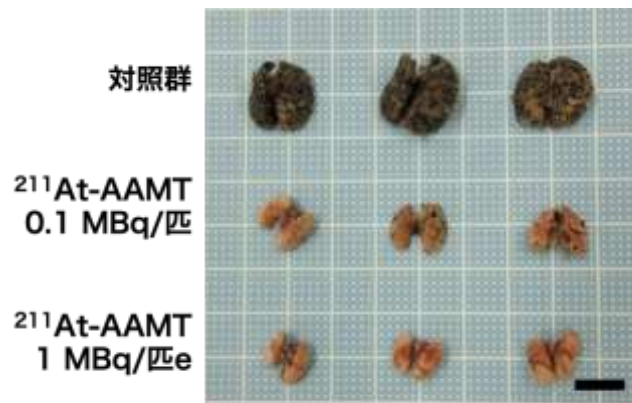


図 5-5-2 メラノーマの肺転移モデルにおける肺転移抑制効果

(課題 5-6) 体内動態と治療効果および副作用の検証

【甲状腺がん治療の現状と問題点】

現在、分化型甲状腺がんの治療において、放射性ヨウ素 (^{131}I -NaI) を用いた内用療法が行われている。しかし、十分な治療効果が得られない患者が少なくない。特に放射性ヨウ素が病変に取り込まれているにもかかわらず、転移巣の縮小効果が得られない患者もいることから、より治療効果の高い α 線核種を用いた治療に期待が寄せられている。また多発転移に対する ^{131}I -NaI 治療においては、周囲への被ばくのリスクがあるため専用の病室への隔離的入院が必要となる。専用病室への入院は、多くの医療機関にとってもコスト面から治療病室の維持が難しく、治療病床は減少傾向にあり、治療までの平均待機期間も約 5 ヶ月となっている。もし放射性ヨウ素を周囲への被ばくがほとんどない α 線核種のアスタチンに切り替えることができれば、外来通院での早期治療開始が可能となり、患者および医療機関の負担が軽減されることが見込まれる。

【医師主導治験開始までの準備と概要】

本課題では、アスタチンの非臨床試験に関して、細胞実験に加えて甲状腺がんモデルを用いた有効性評価を行った。その結果、ヨウ素を取り込む機構であるナトリウムヨウ素シンポーター発現腫瘍 (K1-NIS) に高集積を呈すること (図 5-6-1)、また従来の ^{131}I と比較して、腫瘍縮小効果が長く持続することを確認した (図 5-6-2)。次に PMDA 対面助言に基づいて、マウスを用いた拡張型単回静脈内投与毒性試験を実施した。その結果、高用量群では、一過性の骨髄抑制や精巣の病理所見の変化を認めたものの、重篤な毒性は確認されず、5-50MBq/kg の投与量は許容範囲内であることが確認された。

また今回、治験薬は院内製造となり、自動分離精製装置を用いて、治験薬 GMP に準拠した製法及び品質試験法を確立し、3 ロット試験を行った (図 5-6-3)。最終的に、本薬剤が治験薬 GMP 準拠で安定した製造が可能であり、注射剤として問題のない品質であることを確認した。

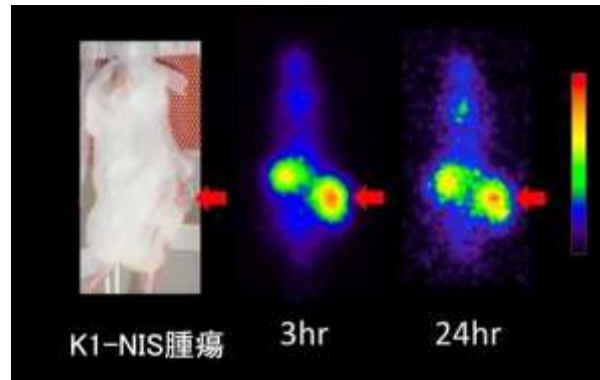


図 5-6-1 甲状腺がんマウスにおける[211At]NaAt 投与後の分布画像
(矢印：K1-NIS 腫瘍に高集積を認める。)

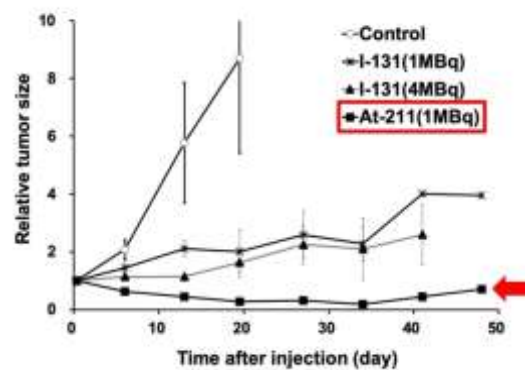


図 5-6-2 甲状腺がんモデルにおける 131I・211At 投与後の腫瘍増殖曲線



図 5-6-3 アスタチン自動分離精製装置(治験薬製造用)

知的財産の取得状況

下表に本課題に係る特許出願状況を示した。211At の分離精製工程、回収工程、化学合成工程及び製剤化工程に至る一連の工程を出願中特許で権利化する予定である。①～③については、国際特許調査の審査官より特許性ありとの予備的な見解を受領している。

発明の名称	発明者	出願人	出願番号(出願日)	公開・特許番号
-------	-----	-----	-----------	---------

①放射標識されたア リール化合物の製造 方法	白神宜史, 池田隼人, 金井泰和, 兼田加珠 子, 渡部直史, 畑澤順, 下瀬川恵久	大阪大学	特願 2017-151632 (2017/08/04) PCT/JP2018/030006 (2018/08/03)	WO/2019/027059
②アスタチンの製造 方法	篠原厚, 豊嶋厚史, 吉 村崇, 神田晃充	大阪大学	特願 2017-235141 (2017/12/09) PCT/JP2018/045068 (2018/12/07)	WO/2019/112034
③アスタチン溶液及 びその製造方法	白神宜史, 兼田加珠 子, 渡部直史, 篠原厚, 畑澤順, 下瀬川恵久	大阪大学	特願 2017-255109 (2017/12/29) PCT/JP2018/048442 (2018/12/28)	WO/2019/131998
④放射性核種製造シ ステム, 放射性核種製 造プログラム, 放射性 核種製造方法, 及び端 末装置	篠原厚, 豊嶋厚史, 張 子見, 神田晃充, 市村 聡一郎	大阪大学	特願 2018-048560 (2018/03/15) PCT/JP2019/008043 (2018/03/14)	---
⑤ ²¹¹ At 標識アミノ 酸誘導体を含む医薬 組成物及びその製造 方	深瀬浩一, 篠原厚, 金 井好克, 樺山一哉, 兼 田加珠子, 張子見, 畑 澤順, 白神宜史, 下山 敦史, 真鍋良幸	大阪大学	特願 2018-048562 (2018/03/15) PCT/JP2019/006800 (2018/02/22)	---
⑥電気化学的手法を 用いたハロゲン化物 の製造方法	(東工大) 中村浩之, 佐藤伸一, (阪大) 深瀬浩一	東京工業 大学・大 阪大学	特願 2018-239130 (2018/12/21)	---
⑦ホウ素クラスター 脂質への放射性同位 元素標識化法と標識 化ホウ素クラスター 脂質のウィルス粒子 への導入法	深瀬浩一, 金田安史, 下山敦史, 真鍋良幸, 中村浩之, 佐藤伸一	大阪大学	特願 2018-048565 (2018/03/15)	---
⑧金ナノ粒子含有医 薬	加藤弘樹, 深瀬浩一, 樺山一哉, 下山敦史, 角永悠一郎, 豊嶋厚 史, 篠原厚, 金田安史, 西川智之	大阪大学	特願 2020-86250 (2020/05/15) PCT/JP2021/18485 (2021/05/14)	---
⑨ α 線放出抗体薬物 複合体	樺山一哉, 深瀬浩一, 角永悠一郎, 兼田加珠 子, 真鍋 良幸, 下山敦 史, 篠原厚, 水野真 盛, 後藤浩太郎, 月村 亘, 松田昭生	大阪大学・ 野口研究 所	特願 2021-160158 (2021/09/29)	---

5.5.3 プロジェクト終了後の活動方針

α 線治療の既承認薬は、塩化ラジウム[223Ra]（商品名：ゾーフィゴ、効能：骨転移治療）が唯一である（欧米承認 2014 年、日本承認 2016 年）。同薬の世界市場は 1,000 億円を超え、ブロックバスター薬に成長している。その後、二番手の α 線治療薬を目指して研究開発が活発に実施されているが、まだ上市されたものはない。本課題では、211At 薬剤を次世代の α 線治療薬として世界に先駆けて開発する計画である。211At の物理的・化学的特徴は、i) ヨウ素に類似するハロゲン元素の 1 種で、ii) 半減期が比較的短く (7.2hr)、iii) 中型サイクロトロンで製造可能である点である。これらの特徴から 211At 薬剤には以下の優位性が期待される。

- ①低分子から高分子まで多様な薬剤開発への展開が可能である
- ②体内から速やかに消失し、正常組織に影響を与えないので副作用リスクが低い
- ③サイクロトロンを設置すれば、大学、民間企業あるいは病院のどこでも 211At 薬剤を製造でき、国産化が可能である。（注：その他の α 線核種、223Ra、225Ac 等は原子炉で製造されるため、現状では国内製造が極めて困難であり、輸入に頼らざるを得ない）

がん治療の技術進歩は著しいが、今なお治療の困難ながんが存在する。甲状腺がん患者の一群に低分化型の難治性がんがある。脳腫瘍やすい臓がんの 5 年生存率は極めて低い (<10%)。211At 薬剤は難治性がんを対象に治験を実施し、順次適用を拡大する戦略である。

2021 年 5 月にアスタチン (At-211) 創業の社会実装を担うベンチャー企業としてアルファフュージョン株式会社が設立された。

5.5.4 その他

2018 年 4 月に発足した大阪大学放射線科学基盤機構に本課題参画メンバーが、専任ならびに兼任教員として所属し、本課題テーマである「短寿命放射性核種の医療利用」の有用性を周知し機関の連携を図る目的で、月 1 回程度の出前講義を行っている。これまでに、大阪大学内において、微生物研究所、産業科学研究所、薬学部、医学部、歯学部、工学部などで講義を行った。

卓越大学院プログラム「多様な知の協奏による先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム」の事業実施内容として、本課題の関連する研究が盛り込まれた。

5.6 研究開発課題6 「放射性薬剤の取扱安全基準の構築」

キーテクノロジー	短寿命放射性核種の医療利用
研究開発テーマ	放射性薬剤の取扱安全基準の構築
課題代表者	矢野 恒夫 大阪大学 核物理研究センター 特任教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	大阪大学、国立医薬品食品衛生研究所、イーピーエス（株）、住友重機械工業（株）

5.6.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 6	MS6-1	非臨床試験（核種 GLP 試験・動物薬理試験）の評価法を確立	RI 内用療法薬の非臨床試験の評価法の確立、および
課題 6	MS6-2	医師主導治験（GCP 順守）の用法・用量を設定する評価法を確立	臨床試験の用法・用量を設定する評価法の確立した（計画達成度 100%）

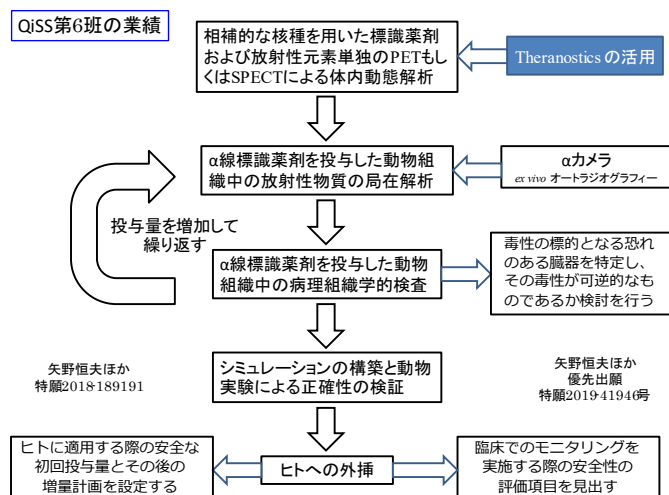
我が国にはアルファ線核医学治療（内用療法）（Targeted Alpha Therapy : TAT）薬剤開発のガイドラインが制定されて無いため、QiSS 第 6 班が発表する論文がガイドラインの礎になることを、共同研究機関である国立医薬品食品衛生研究所などの先生方と共に目指した。

1. 第 6 班では、TAT 薬剤開発で取り扱う有効性と安全性における検討を進めて、第一報に取り纏め公表した¹⁾。特に、ヒト初回投与（First-in-Human ; FIH）試験実施に必要な安全性評価として、従前のイヌ・サルの非齧歯類による毒性試験を求める考え方に対して、齧歯類 1 種の拡張型単回投与試験の 1

試験で充足することを提起し確立した。放射線による遅延毒性を見極めるには病理組織学的検討が適切であるとの考え方に基づき、拡張型単回投与試験に組み込まれている。特に、少量のサンプルで拡張型単回投与試験を実施できることから、FIH 試験への移行を円滑に進める基準を確立できたことは、特筆できる成果である。病理組織学的評価を包含することで遅延毒性も含めた安全性に優れた放射性薬剤を選択する方法であることを、難治性甲状腺がんに対するアスタチン（ Na^{211}At ）の研究にて実証し、この研究成果を英文総説に取り纏め発表した⁵⁾。

2. 第 6 班では、TAT 薬剤開発で取り扱うマイクロドジメトリー、品質規格と GMP における検討を進めて、第二報²⁾および第三報³⁾に取り纏め公表し、さらに、FIH 試験実施に向けた要件を取り纏めて第四報として公表し⁴⁾、それら 4 報を取り纏めて英文総説を発表した⁵⁾。第 6 班から発出した第一報・第二報・第三報・第四報および英文総説は、我が国の TAT 薬剤のヒト初回投

与臨床試験における医薬品医療機器総合機構（PMDA）との戦略相談において活用され、PMDA による治験相談・審査におけるゴールドスタンダードとなりつつある。すなわち、QST 放医研と福島県立医科大学が共同で実施した転移性悪性褐色細胞腫に対する ^{211}At -MABG の PMDA 戦略相談、および、大阪大学の分化型甲状腺がんに対するアスタチン (Na^{211}At) の戦略相談にも引用され、PMDA から満額回答を導いたことは特筆に値する。



3. 第6班では、IAEA 主催のアルファ線 TAT 薬剤に関する専門家会議の内容をもとに第五報を公表した⁶⁾。米国や欧州では活発に研究が進んでいる、アクチニウム ^{225}Ac 、鉛 ^{212}Pb やトリウム ^{227}Th など α 線核医学治療が、日本では原子炉等規制法（炉規法）の規制によって、身動きが取れない状況であった。核原料物質の炉規法では、使用の届出が必要となる下限値が設定されているが、医療用途（極めて少量）であっても、下限数量の規程を活用することは難しく、規制を受ける可能性が高いことが判明した。それゆえ、IAEA 専門家会議の Human Health 用途の考え方を組み込み、世界の α 線核種ならびに TAT 薬剤の最新動向をもとに検討することとした。次のように第5報論文⁶⁾に解決策を提言し、第6班に参画頂いている米倉義晴先生を通じて、厚生労働研究班の班長である近畿大学・細野眞教授へ第5報論文を提供して情報共有の上、啓蒙を図った。

QiSS第6班の業績：第5報

現在のあるいは実現可能 ^{225}Ac の製造方法

- ・加速器での高速中性子の利用 $^{226}\text{Ra} (n, 2n) ^{225}\text{Ra} \rightarrow ^{225}\text{Ac}$ ^{225}Ra は β 崩壊により ^{225}Ac へ
- ・電子線加速器 $^{226}\text{Ra} (\gamma, n) ^{225}\text{Ra} \rightarrow ^{225}\text{Ac}$
- ・低エネルギー加速器 $^{226}\text{Ra} (p, 2n) ^{225}\text{Ac}$

製造方法	製造施設	製造能力	月産 (GBq (Ci))
現在の製造方法	^{229}Th generator ORNL ITU IPPE	0.70 kg (150mCi) of ^{229}Th 0.215g (46mCi) of ^{229}Th 0.70 kg (150mCi) of ^{229}Th	2.2 (0.06) 1.1 (0.03) 2.2 (0.06)
実現可能な製造方法	$^{232}\text{Th} (p, x) ^{225}\text{Ac}$ TRIUMF BNL INR Arronax LANL IThemba LABS	500 MeV, 120 μA 200 MeV, 173 μA 160 MeV, 120 μA 70 MeV, 2 x 375 μA 100 MeV, 250 μA 66 MeV, 250 μA	112665 (304.05) 267584 (72.32) 10020 (27.08) 4621 (12.49) 4840 (12.00) 127.7 (3.45)
将来性のある製造方法	$^{226}\text{Ra} (p, 2n) ^{225}\text{Ac}$ ISOL	20 MeV, 500 μA cyclotron 15 MeV, 500 μA cyclotron (existing) (potential upgrades)	39831 (107.65) 11574 (31.28) 0.37 (0.01) 190.6 (5.15)
	$^{226}\text{Ra} (\gamma, n) ^{225}\text{Ra} \rightarrow ^{225}\text{Ac}$	medical linac AULO	48.1 (1.3) 55.5 (1.5)
	$^{226}\text{Ra} (n, 2n) ^{225}\text{Ra} \rightarrow ^{225}\text{Ac}$	fast breeder reactor	~37 (1)

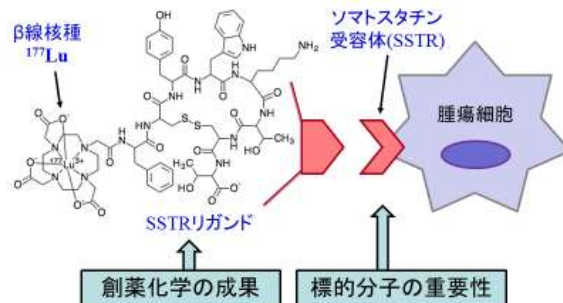
核燃料物質の ^{232}Th を標識した TAT 薬剤の法規制上の取扱い
TAT 薬剤を包含する建付けに整備した医薬品医療機器等法（薬機法）のもとに
規制する考え方は、現実的な解決策を考えている

すなわち、炉規法の規制緩和を目指すのではなく、TAT 薬剤を包含する建付けに整備した医薬品医療機器等法（薬機法）のもとに規制する考え方は、現実的な解決策だと考えている。

- ・一般論として、量が少ないので炉規法に基づく使用の許可は不要だが、国際規制物資として計量管理が必要となる。但し、医薬品として輸入あるいは製造承認申請される際には、IAEA が国際規制物資から外す可能性もある。
 - ・原料として輸送されている段階は RI 法で管理して、製造施設で医薬品あるいは治験薬となった以降を薬機法で管理する形が自然な流れと考える。計量管理すべき対象を人体に入れるという行為は現実的ではなく、治療を実施する医療機関が国際規制物質を扱うよりも、医薬品として輸入あるいは製造承認申請される段階で炉規法による計量管理から外されるのが、現実的である。
 - ・薬機法の範疇で取り扱われる対象について、PET 薬剤や SPECT 薬剤の放射性医薬品は治験相談および治験届によって薬機法の規制対象に入るわけであり、すでにそのように運用されている。すでに、厚生労働研究班（細野班）への情報共有を済ませて、アルファ線 TAT 薬剤も PET 薬剤や SPECT 薬剤と同様に放射性医薬品に組み込まれて、治験相談および治験届によって薬機法の規制対象になることも現実味を帯びてくる。
 - ・ ^{225}Ac や ^{227}Th を包含するアルファ核種で標識された TAT 薬剤を開発するガイドラインを整備し、薬機法のもとに運用してはどうかと考える。
 - ・アルファ線核医学治療のための薬剤開発で取り扱う有効性、安全性、品質規格と GMP、さらに First-in-Human 試験に向けた要件の検討を進めて、第一報、第二報、第三報および第四報に取り纏めて公表した。さらに、本誌の第五報を発表したので、厚生労働研究班にて TAT 薬剤の開発ガイドラインを作成される際には、これらを参考に作成頂きたいと、細野班へ提案し啓蒙を図った。
4. さらに、第 6 班では、TAT 薬剤開発において、標的分子・創薬化学の重要性に着目して、民間の共同研究機関であるイーピーエス社の研究者と協力して取り纏め、第六報を発表した⁷⁾。
- ⁸⁾ Fibroblast Activation Protein (FAP) をはじめ癌特異的な新たな標的分子を対象に研究展開する上で、標的分子の機能を十分に検証するには、抗体・ペプチド分子を含め、幅広く充実したライブラリーの構築が必要である。そのためには、ファージディスプレイ法（ノーベル化学賞 2018 年）のような創薬化学の成果を活用することも大切である。なぜなら、標的分子（ターゲット）の適格性確認のツールとして使うと共に、新たな標的分子を対象とした優れた TAT 薬剤が生み出されるからである。欧米を中心にペプチドなど中分子薬剤や抗体への α 線核種の標識も検討されている。すでに高い診断能を発揮している PET 薬剤を活用して、診断結果に基づいて治療に展開できる Theranostics のコンセプトを基に、高い潜在性を有する TAT 薬剤になると考えられる。「核医学は、基礎研究の基盤の上に成り立つ分野であり、早急な対応が求められる」との認識に立ち、標的分子・創薬科学の重要性（免疫 PD-1, PD-L1, PSMA, FAP, PARP-1, CXCR4 など）を掲げ、議論・検討のうえ第六報を発表した^{7), 8)}。我が国では 2021 年にルタテラ静注および ^{131}I -MIBG が製造承認されたことは、標的分子・創薬化学の重要性に着目し Theranostics を具現化した成果と言える。

放射性医薬品「ルタテラ静注」の製造販売承認取得
2021年6月23日

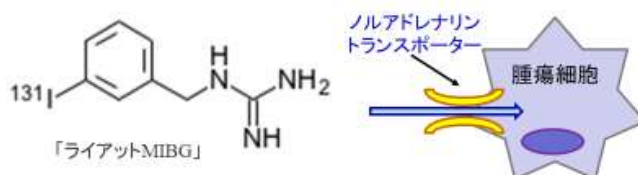
神経内分泌腫瘍の新たな治療選択肢となる
「ソマトスタチン受容体放射性核種療法剤」として国内初の承認



放射性医薬品「¹³¹I-MIBG」の製造販売承認取得
2021年9月27日

褐色細胞腫・パラガングリオーマに対する
治療用放射性医薬品

褐色細胞腫は副腎髄質に、パラガングリオーマは副腎外の傍神経節に
それぞれ発生する神経内分泌腫瘍 希少疾病用医薬品に指定

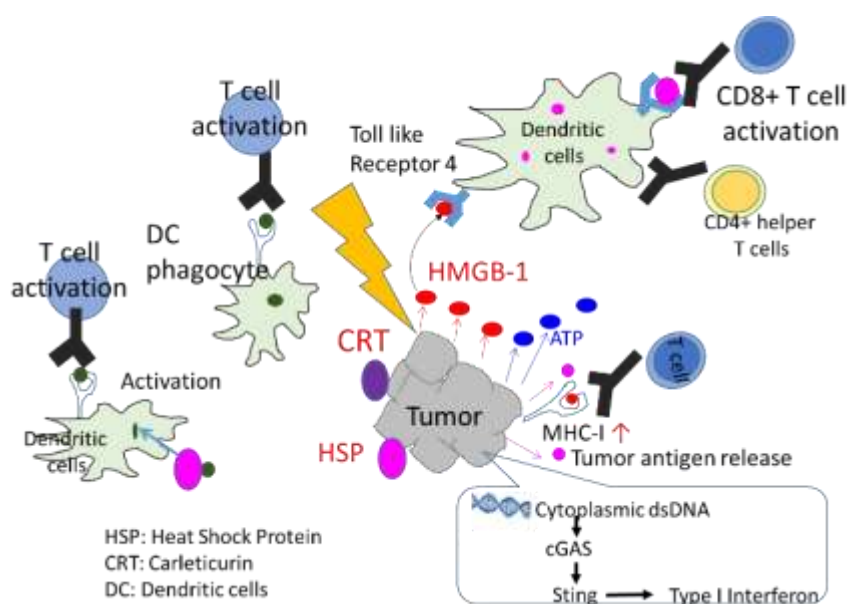


副腎髄質ホルモンのノルアドレナリンの類似物質であるMIBGに
β線核種¹³¹Iを結合させた
ノルアドレナリンと同様のメカニズムで腫瘍に特異的に取り込まれ
β線によって腫瘍細胞を傷害し、治療効果を発揮する

5. さらに、第6班ではTAT薬剤開発において、 α 粒子放射体の封じ込めを評価するRandom Walk Approachやアブスコパル効果を論じ、ナノメディシンTATの実用化を目指して第七報論文を取り纏めた^{9), 10)}。最近、抗PD-1抗体や抗CTLA-4抗体などの免疫チェックポイント阻害剤と放射線外照射の併用により、アブスコパル効果が高率に誘導されることが明らかとなり、特に、局所高線量照射によってアブスコパル効果を高頻度に誘導できることが実証された。高LETである α 線核医学治療(TAT)においても免疫チェックポイント阻害剤と併用すれば、アブスコパル効果が同様に得られる可能性があり検討が進められている。この現象のメカニズムが明らかになりつつあり、以下の4つが報告されている。

アブスコパル効果のメカニズム

- ① 死にかけの細胞から誘導されるデンジャーシグナルによる樹状細胞、T細胞の活性化
- ② I型インターフェロン経路の活性に伴う樹状細胞の誘導や自然免疫賦活
- ③ T細胞の遊走や腫瘍内浸潤に関わるケモカインや接着因子の誘導
- ④ T細胞受容体のアミノ酸配列の多様化など



すなわち、腫瘍免疫は immunity cycle と呼ばれる周期が継続的に回り続けることで機能するが、放射線はその様々なフェイズにおいて、局所放射線照射により免疫変調機構が機能していると考えられている。近い将来、遠隔転移の腫瘍も制御可能になりうると期待されている。

つぎに、 α 粒子放射体の封じ込めを評価する Random Walk Approach について解説したうえで、TAT のための *in vivo* α 放射体ジェネレーターのナノキャリアアプローチを取り纏めた。機能性金ナノ粒子の合成研究、薬剤化に向けてのレギュラトリーサイエンス、*in vitro* 研究・細胞への内在化およびバイオイメーキングの動向について解説した。 ^{211}At 標識金ナノ粒子の動物モデルでの抗腫瘍作用として、ラットグリオーマ皮下移植モデルへの腫瘍内投与の研究成果をもとに、 ^{211}At 標識金ナノ粒子の治療効果と安全性に関して考察した^{9), 10)}。

研究開発成果リスト

発表論文

- 1) 矢野恒夫, 長谷川功紀, 蜂須賀暁子, 深瀬浩一, 平林容子. アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 1. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス. 2018, 49 (10), p. 676–684.
- 2) 矢野恒夫, 長谷川功紀, 佐藤達彦, 蜂須賀暁子, 深瀬浩一, 平林容子. アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 2. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス. 2019, 50 (3), p. 118–130.
- 3) 矢野恒夫, 長谷川功紀, 角永悠一郎, 樺山一哉, 小田敬, 上野悟史, 蜂須賀暁子, 平林容子, 深瀬浩一, アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 3. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 50 (12), 749–763, (2019).
- 4) 矢野恒夫, 長谷川功紀, 佐藤達彦, 巽光朗, 渡部直史, 藤井博史, 角永悠一郎, 樺山一哉, 深瀬浩一, 米倉義晴, 蜂須賀暁子, 平林容子, アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 4. —First-in-Human 臨床に向けた要件—, 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 51 (8), 364–377 (2020).
- 5) Tsuneo Yano, Koki Hasegawa, Mitsuaki Tatsumi, Tadashi Watabe, Tatsuhiko Sato, Yuichiro Kadonaga, Kazuya Kabayama, Koichi Fukase, Akiko Hachisuka, Yoko Hirabayashi, Hirofumi

Fujii, Yoshiharu Yonekura, Rationale for Translational Research on Targeted Alpha Therapy in Japan—Renaissance of Radiopharmaceuticals utilizing Astatine-211 and Actinium-225—, RADIOISOTOPES, 69, 1-12 (2020). Doi: 10.3769/radioisotopes.69. (2020).

6) 矢野恒夫、長谷川功紀、山村朝雄、渡部直史、巽光朗、佐藤達彦、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、平林容子、藤井博史、米倉義晴、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 5. —IAEA Technical Meeting 報告：α線核種ならびに TAT 薬剤の最新動向—、医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス、52 (2), 85-106 (2021).

7) 矢野恒夫、長谷川功紀、石井明子、渡部直史、巽光朗、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、米倉義晴、平林容子、佐藤達彦、藤井博史、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 6. —標的分子・創薬化学の重要性—前編、PHARM TECH JAPAN; 37, (11), 95-104 (2021).

8) 矢野恒夫、長谷川功紀、石井明子、渡部直史、巽光朗、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、米倉義晴、平林容子、佐藤達彦、藤井博史、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 6. —標的分子・創薬化学の重要性—後編、PHARM TECH JAPAN; 37, (14), 85-95 (2021).

9) 矢野恒夫、角永悠一郎、樺山一哉、加藤弘樹、高橋豊、山村朝雄、長谷川功紀、佐藤達彦、淵上剛志、渡部直史、巽光朗、平林容子、藤井博史、米倉義晴、深瀬浩一、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 7. —足元を固めながらナノメディシン TAT の実用化を目指して—前編、PHARM TECH JAPAN; 38, (1), 81-86 (2022).

10) 矢野恒夫、角永悠一郎、樺山一哉、加藤弘樹、高橋豊、山村朝雄、長谷川功紀、佐藤達彦、淵上剛志、渡部直史、巽光朗、平林容子、藤井博史、米倉義晴、深瀬浩一、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 7. —足元を固めながらナノメディシン TAT の実用化を目指して—後編、PHARM TECH JAPAN; 38, (2), 121-129 (2022).

11) 矢野恒夫、淵上剛志、高橋豊、角永悠一郎、長谷川功紀、加藤弘樹、渡部直史、樺山一哉、山村朝雄、佐藤達彦、平林容子、藤井博史、米倉義晴、深瀬浩一、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その 8. —ウイルス感染症アルファ線核医学治療への挑戦、PHARM TECH JAPAN; in preparation, 38, (0), 00-00 (2022).

その他の発表論文

12) 矢野恒夫、アミロイド PET を活用したアルツハイマー治療薬の開発 —AI を活用した撮像・読影の標準化—、PHARM TECH JAPAN; 36, (4), 101-104 (2020).

13) 矢野恒夫、クリックケミストリーを活用した生体内での放射性医薬品の最終合成—Pretargeted Radioimmunotherapy (PRIT) の活用—、PHARM TECH JAPAN; 36, (17), 95-98 (2020).

出願特許

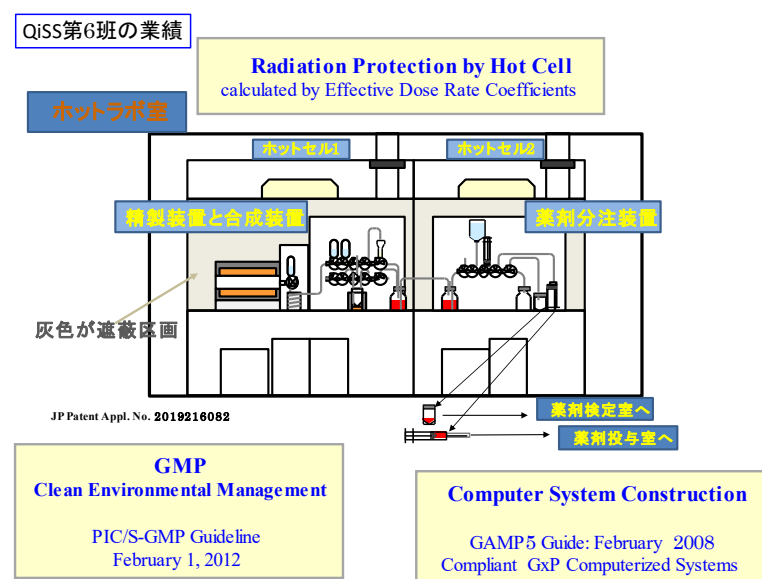
a) 発明の名称：アルファ線核医学治療剤の安全性評価方法およびスクリーニング方法、矢野恒夫、福田光弘、深瀬浩一、出願番号：特願 2018-189191 特許出願日：平成 30 年 10 月 4 日 (第 1 報¹⁾・第 2 報²⁾の成果を基に出願)

b) 発明の名称：アルファ線核医学治療剤の安全性評価方法およびスクリーニング方法、優先出願、矢野恒夫、福田光弘、深瀬浩一、出願番号：特開 2019-41946 (第 1 報・第 2 報に加えて英文総説⁵⁾に記載の成果も盛り込んで出願)

c) 発明の名称：アルファ線核医学治療に用いる放射性薬剤の安全な製造システム（自動合成装置および放射線防護）矢野恒夫 出願番号：特願 2019-216082 特許出願日：令和元年 11 月 29 日

5.6.2 最終目標に対する成果の詳細

TAT 薬剤開発で取り扱う、自動合成装置の取り組みは、品質規格と GMP に照準を置いて検討した。品質規格には、連続性・一貫性が求められ、前臨床試験から臨床試験へ移行する際に、手合成から自動合成装置へ切り替わると、標識薬剤の品質規格が変わる恐れがあった。大阪大学の分化型甲状腺がんに対するアスタチン (Na^{211}At) の戦略相談に際して、前もって、品質規格と GMP に照準を置いた自動合成装置を設置して、大阪大学病院にてすでに稼働している。また、TAT 薬剤は静脈内投与されることから、GMP では、無菌性の担保が求められ、また、放射性薬剤の製造過程においては、患者への使用時よりも強い放射線を発生することから放射線防護の担保が求められ、これら実測データを PMDA 戦略相談には提出して高い評価が得られた。



我が国ではがん放射性診断薬 FDG 以来、その合成装置そのものを薬事承認する Medical Device および放射性医薬品企業によるデリバリーに基づく Medical Drug の 2 つの承認申請システムを採用していることを英文総説⁵⁾に取り纏めた。前者の Medical Device として承認される合成装置などは病院内に設置された放射線防護の施された設備の中で運用され、所謂、院内製造と呼ばれている。そこで、医師主導治験から治療に向けて、院内製造で実施していくための条件を検討し、我が国特有の合成装置の薬事承認システムを世界に発信した⁵⁾。

Important Aspects for Drug Development

Quality/GMP Synthesizer toward Medical Device application

院内製造とデリバリーの特長と位置付け

In-hospital Manufacturing Medical Device Application
 Manufactured only for use in hospital
 Automatic synthesizers satisfy **Quality and GMP**
 ⇒ Compatible with human clinical studies

Delivery Medical Drug Application
 Manufacture at pharmaceutical factory
 and deliver to hospitals
 Factory construction takes risks and time
 ⇒ Ready for future production and sales

QiSS第6班の業績: 英文総説

OSAKA UNIVERSITY
Let's Localize, Let's Innovate

TAT 薬剤をはじめとする放射性治療薬を院内製造する際の検討を共同研究機関である住友重機械の研究者と共に進めた。さらに品質規格・GMP 評価と放射線防護の方向性を見出し、その研究成果を厚生労働省の専門誌に発表した³⁾。TAT において、薬剤調製時の被曝を避け、さらに比放射能など薬剤の品質を担保するには自動合成装置の開発が必須である。人の手を介さず全自動化することで、安定して安全に TAT 薬剤を合成できる。

また合成を行う際には操作者の放射線被曝も大きな問題となる。アルファ線放出薬剤においても X 線、γ 線が放出される。そこで ²¹¹At や ²²⁵Ac の実効線量率定数に基づく TAT 薬剤製造装置の放射線防護に関する米国オークリッジ国立研究所のシミュレーション手法の検討を進め、その成果として、「アルファ線核医学治療に用いる放射性薬剤の安全な製造システム（自動合成装置および放射線防護）」の特許を出願した^{c)}。

医療用放射性核種と放出線と実効線量率定数 ²¹¹At、²²⁵Ac と ¹⁸F

実効線量率 Effective dose rate: $E (\mu\text{Sv/h}) = \Gamma \times Q / r^2$

Effective Dose Rate Coefficients: Γ , Radioactivity of nuclides: $Q (\text{MBq})$, Distance: $r (\text{m})$

Nuclide	Radiation	Half life	Emission Gamma Rays (Release rate 10% or more)	Effective Dose Rate Coefficients $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$
²¹¹ At	α	7.21 hrs	687 keV (0.26%)	5.80×10^{-3}
²²⁵ Ac	α	10.0 days	218 keV (12%) ...from ²²¹ Fr 440 keV (27%) ...from ²¹³ Bi	6.97×10^{-3}
¹⁸ F	β ⁺	110 min	511 keV (194%)	1.39×10^{-1}

QiSS第6班の業績

OSAKA UNIVERSITY
Let's Localize, Let's Innovate

オーストリア・ウィーンにて 2019 年 12 月に開催された国際会議 IAEA Technical Meeting on the Production of Alpha Emitters and Radiopharmaceuticals (Ac-225, Bi-213)において、矢野恒夫は、第三報³⁾纏めた、我が国の放射性医薬品の 2 つの承認申請システムならびに院内製造における TAT 薬剤の製造・品質と放射線防護の在り方に関して招待講演し好評を得た。Tsuneo Yano, Safety-operating Manufacturing System for TAT products including Radiation Protection, IAEA

QbD 品質に対するリスクマネジメントの観点から、第5報論文⁶⁾に次のように取り纏めた。

- 1) α 核種製造プロセスは、TAT 薬剤の Pre-clinical 試験に入る前に決定する必要がある。第5報第3章に記載したように、²²⁵Ac 核種について幾つかの製造法が検討されている。製造法ごとに核種に含まれる同位体や不純物の含有量が異なるので、TAT 薬剤の Pre-clinical 試験以降は First-in-human 試験も含めて、同一の α 核種製造プロセスとなることを求める。
- 2) α 核種の製造関連情報に関する Drug Master File (DMF) をあらかじめ審査当局に登録しておくことが大切である(第5報第3章を参照)。ただし、加速器による α 核種製造そのものには GMP は適用されないこと、 α 核種の精製装置以降のプロセスを GMP 対象とすれば良いことを明記した。
- 3) PET 薬剤と共に TAT 薬剤の品質を確保するためには、薬剤候補品が絞り込まれる早期の段階から、自動合成装置による薬剤製造に着手することが求められる。Pre-clinical 試験以降は First-in-human 試験も含めて、自動合成装置を用いた TAT 薬剤によって品質の一貫性を担保することを求める。

5.6.3 プロジェクト終了後の活動方針

第6班では、いま、新型コロナウイルス COVID-19 に対して α 線 TAT は妥当な治療戦略なのか、ウイルス感染症 TAT への挑戦を取り纏めて第8報論文として発表する準備を進めている¹¹⁾。米国やスペインでは COVID-19 に対する低線量放射線療法の臨床試験が進められており、 α 線 TAT はウイルスやウイルス感染細胞に対して障害を与え、治療効果も期待できるのではないかと考えている。DNA 二重鎖切断の直接効果に加えて、ウイルス免疫を介したアルファ線のアブスコパル効果によってウイルスを一網打尽にする、このような夢のある研究を手掛けて参りたい。

5.6.4 その他

第6班では、「未来を創る異分野タッグ」を形成し、 α 線を活用する創薬という最先端の科学技術に米国のデザイン・ラボの考え方を取り込み、新風を引き起こそうと考えて研究活動を進めた。言い換えれば、研究現場に異なる視点を加えることで、新たな気づきや付加価値を生み出して、若手研究者によって画期的な TAT 薬剤を創製して貰うのが狙いであった。

5.7 研究開発課題 7 「高分解能イメージングのための放射線測定器の開発」

キーテクノロジー	放射線測定技術の高度化、短寿命放射性核種の医療利用
研究開発テーマ	高分解能イメージングのための放射線測定器の開発
課題代表者	高橋 忠幸 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 教授
実施期間	平成 29 年 10 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	東北大学、大阪大学、(株)京都メディカルテクノロジー、シマフジ電機、(株)豊田放射線研究所(協議中)、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構、アンリツフィビス(株)、(株)iMAGINE-X

5.7.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 7	MS7-1	ガンマ線検出器の検討及び設計	At-211 の崩壊で放出されるガンマ線のためにコンプトンカメラの開発を行い、コンプトンイメージの再構成に成功した。硬 X 線のためにタングステン平行孔コリメータを用い、CdTe ダイオードの高いエネルギー分解能をいかした高感度イメージの検討を行い、実際に小動物を用いた生体内イメージングに成功した。
課題 7	MS7-2	ゲルマニウム半導体検出器の出力波形からガンマ線相互作用位置を決定する手法の確立	3.9 MeV のガンマ線の三次元反応位置を 1.0 mm (σ) の分解能で決定する手法を確立できた。
課題 7	MS7-3	画像再構築アルゴリズムの開発	ゲルマニウム検出器を用いて、1.3MeV のガンマ線の飛来方向を 1.8 度の角度分解能で決定することができた。
課題 7	MS7-4	放射線計測データ収集処理システムの開発	検出器の小型化のために、物理計測用小型 FPGA ボード SPMU-001 の開発を行った。このボードはセンサー読み出し用の ASIC、ピクセル検出器など多くの I/O ラインを持つ放射線計測機器に対して柔軟に接続可能であると同時に、Ethernet, SpaceWire, USB などの通信ラインを有するものである。

課題 7	MS7-5	ガンマ線イメージングシステム整備 と空間分布を持つ放射線源のイメージング実証	At-211 の崩壊で放出される硬 X 線に対して独自開発の高分解能 CdTe 両面ストリップ検出器を用いたテーブルトップサイズのコンパクトな実証機を開発。これまで判別不可能だったマウスに移植した 1cm サイズの腫瘍に集積した少量(約 8kBq)の At-211 の画像化に成功し、高分解能・高感度のイメージング性能を実証した。
------	-------	---	---

5.7.2 最終目標に対する成果の詳細

MS7-1: ガンマ線検出器の検討及び設計

(I) ゲルマニウム半導体を用いたコンプトンカメラ（大阪大学）

半導体検出器としては図 1 にあるように、直径 80mm、長さ 90mm の同軸型型結晶（相対効率 70~80%）4 つからなるゲルマニウム半導体検出器を使用することとした（米国で開発された GRETINA 検出器に基づく）。各結晶の外側電極を角度方向に 6 分割、長手方向に 6 分割し、各電極からの信号波形を解析することで、ガンマ線の結晶内での相互作用位置を 3 次元的に決定する手法をとる。これにより、結晶内の相互作用位置分解能 2mm (rms) を得られた。

波形解析を行うため、各電極からの信号はデジタル化しコンピュータに取得する必要がある。それを実現するため、全電極およそ 150 チャンネルの信号を 14bit、100MHz サンプルングのフラッシュ ADC で取得するデータ収集系を構築した。取得した信号波形は 10 ノードからなるコンピュータクラスターで波形解析をし、相互作用位置及びエネルギー付与を得る（詳細は MS7-2 の記述参照）。

半導体検出器で相互作用位置を決定する検出器はこれまでも存在したが、ほとんどのものが電極の大きさで測定位置分解能が決まるのに対し、本検出器では波形解析により、電極の太さ以下の分解能が得られるという特長を持つ。波形解析から位置分布を得ることができる。

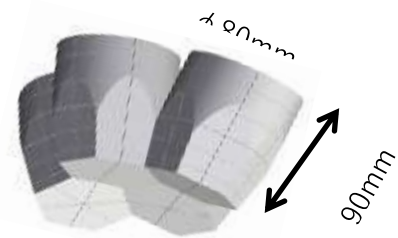


図 7 Ge 半導体コンプトンカメラの模式図

(II) GAGG シンチレータを用いたコンプトンカメラ（東北大学）

東北大 CYRIC では、ガンマ線検出器として、東北大学で開発が行われている GAGG シンチレータ、臭化タリウム半導体の可能性の検討を行い、ガンマ線検出器として高分解能の GAGG シンチレータ（HR-GAGG）を用いたコンプトンカメラの開発を行った。コンプトンカメラの構成は散乱体、吸収体のガンマ線検出モジュールによって構成し、いずれも $40 \times 40 \times 5 \text{ mm}^3$ 、 $40 \text{ ch} \times 40 \text{ ch}$ のシンチレータアレイとなっている。1 ピクセルは $0.85 \times 0.85 \times 5 \text{ mm}^3$ でピクセル間は 0.15mm 厚の BaSO₄ の反射材を使用している（図 2）。シンチレータからの読み出しには有感領域 $3 \times 3 \text{ mm}^2$ のピクセルが $4 \text{ ch} \times 4 \text{ ch}$ 計 16ch からなる MPPC（浜ホト製 S13361-3050NS-04）16 台を用いている。データ収集ではチャンネル数を減らす

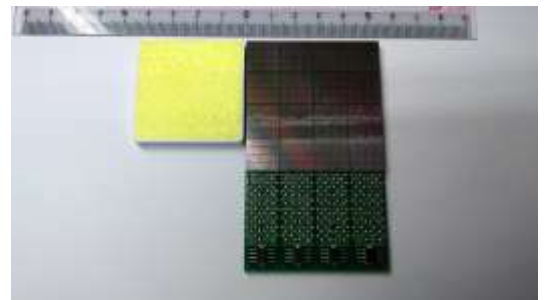


図 8 GAGG シンチレータ

ため、X-Y 方向それぞれ、各チャンネルに重みをつけて荷電加算回路を通して読み出している。図 3 に製作した GAGG シンチレータ検出器モジュールを示す。

荷電加算回路を通してガンマ線位置検出情報、エネルギー情報をえるデータ収集系を整備し、ガンマ線検出位置情報、エネルギー情報のデータを得ることに成功した（図 4）。

現在、¹³⁷Cs による画像再構築構成のアルゴリズム開発を行った。東北大 CYRIC において ²¹¹At 線源を製造し、高分解能 GAGG コンプトンカメラを用いて ²¹¹At のイメージング試験を実施した（図 5 左）。また、核医学のイメージングや治療で用いられているシミュレーションコード GATE を用いたシミュレーションを実施し（図 5 右）、製作した高分解能 GAGG コンプトンカメラの性能に関して比較を行った。画像構成アルゴリズムに Backprojection 法と Maximum-likelihood

expectation-maximization (MLEM) 法を用いて、得られる空間分解能を実験と GATE シミュレーションコードを用いて比較を行った。さらに MLEM 法を用いることで 511keV のガンマ線に対して Backprojection 法の約 25mm の分解能が、6.5 mm となり、1/3 以上改善する。

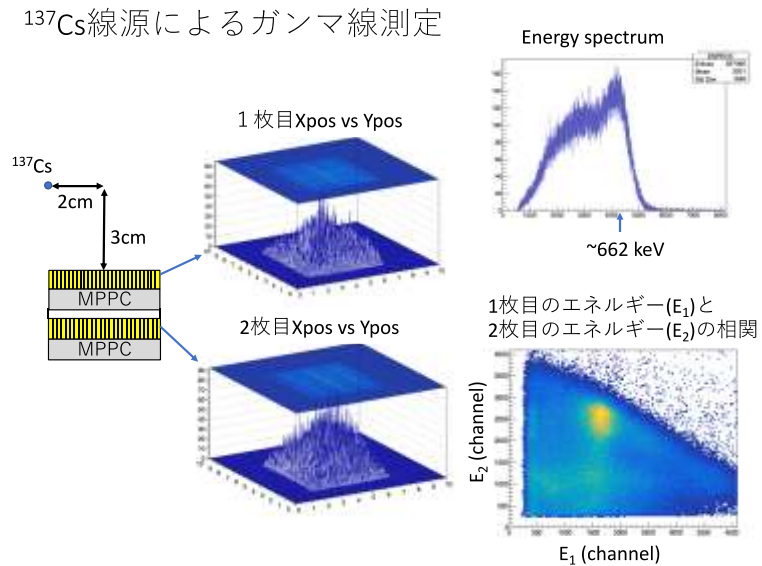


図 9 GAGG シンチレータモジュールを用いたスペクトルおよびモジュール間の相関

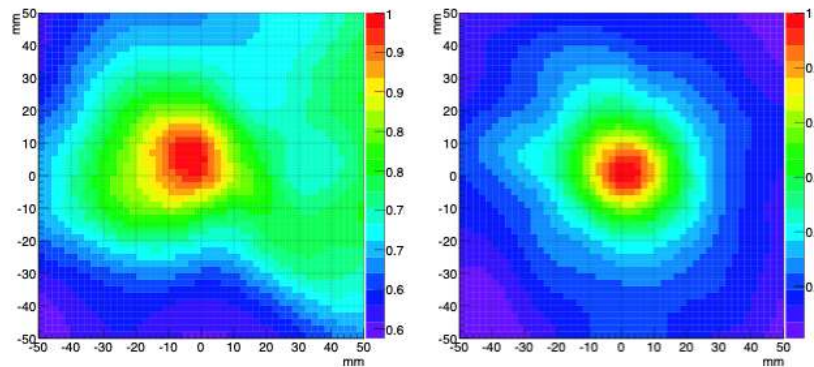


図 4 (左)511keV から 625keV の範囲で At-211 のイメージを取得した実験結果。(右)Geant4 ベースの GATE シミュレーションによる計算結果

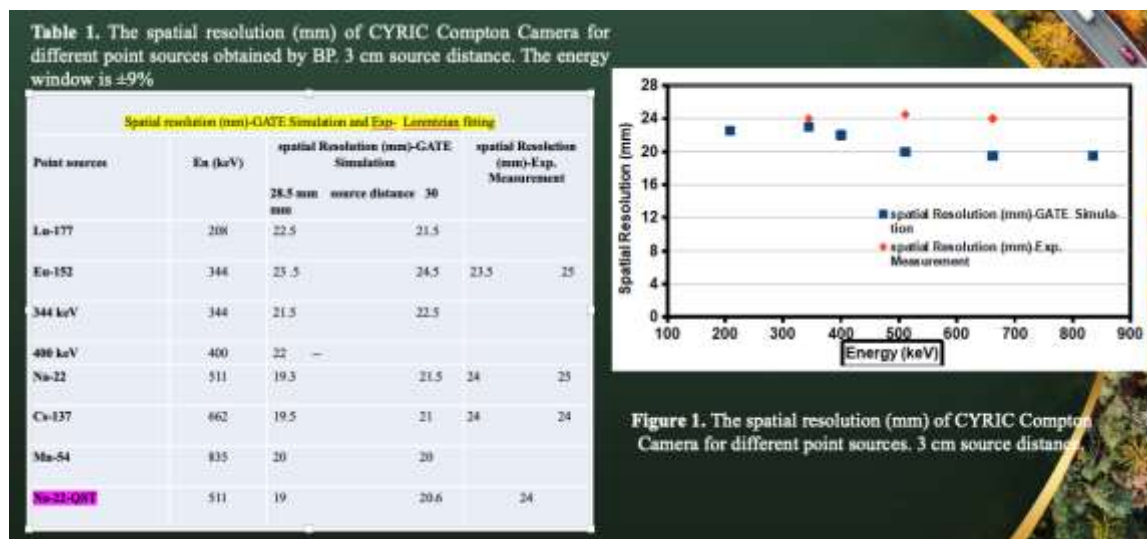


図 5 開発を行った GAGG コンプトンカメラの位置分解能

(III) CdTe 半導体を用いたガンマ線カメラ（東京大学）

東京大学カブリ IPMU は、2018 年度 11 月より本課題に正式に参加した。高いエネルギー分解能と位置分解能をあわせもつ大面積 CdTe 両面ストリップ(CdTe DSD)を用いた Si/CdTe 半導体コンプトンカメラやマルチピンホール光学系を用いたガンマ線カメラを医学イメージングに適用する研究を進めた。参画後、領域全体のミッションとして要求される性能を、医学研究者とも協力して整理した。コリメータの最適化設計をすすめ、高精度の並行コリメータやピンホールコリメータをタングステンを用いて作るための基礎的研究を行った。さらに、2mm 厚の高効率(厚型)CdTe 両面ストリップセンサー及び汎用データ収集システムを本課題の研究者が参画するスタートアップ会社「iMAGINE-X」と共同で開発した。2mm 厚 CdTe を用いたイメージャを医学研究用イメージング装置に組み込み、実際にイメージングを行った

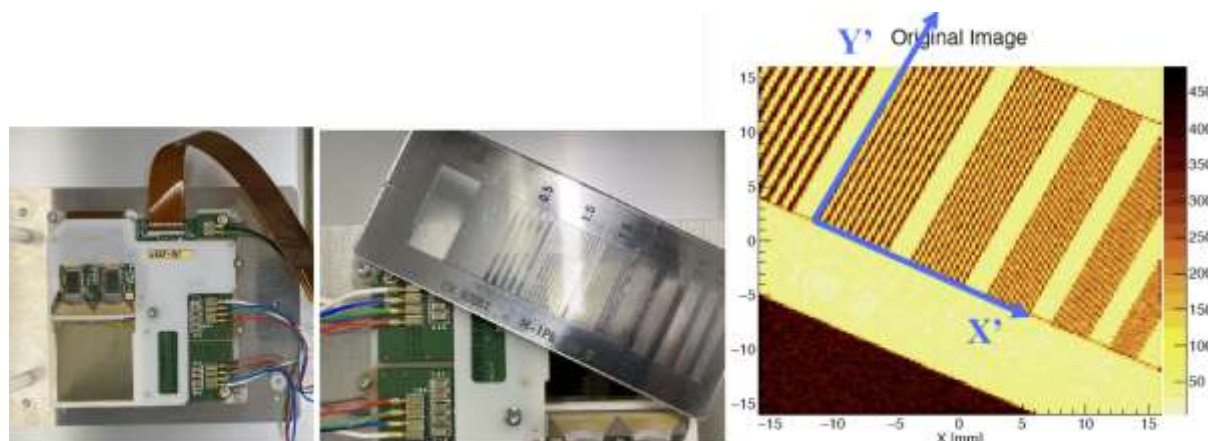


図 6 開発した厚型 CdTe 検出器とイメージング能力

イメージングの手法として、ラインセンサーによる移動撮像方法を用いたイメージング装置の検討を行い、200 ミクロンピッチの CdTe ピクセル検出器のための ASIC の設計を行なった。

MS7-2: ゲルマニウム半導体検出器の出力波形からガンマ線相互作用位置を決定する手法の確立（大阪大学）

半導体検出器内でガンマ線が相互作用し電子にエネルギーを付与すると電子が結晶中で停止する過程で電子-正孔対を生成する。生成された電子および正孔が結晶に印加されている電場によって掃引される際に電極に信号が発生する。信号の波形が電子正孔対の生成された場所に依存することを利用して、信号波形から電子正孔対が生成された位置、すなわちガンマ線が相互作用

をした位置を決定する。

まず、電子正孔対の発生位置を変えながらそれらによって生成される信号波形をシミュレーションによって計算し、波形ライブラリを作る。その際に、結晶ごとの不純物濃度のばらつきや、電荷の移動方向の結晶軸に対する角度、読み出し前置増幅器の応答、信号間のクロストークなどを考慮に入れた。こうして用意した波形ライブラリから選んだ波形の一次結合と

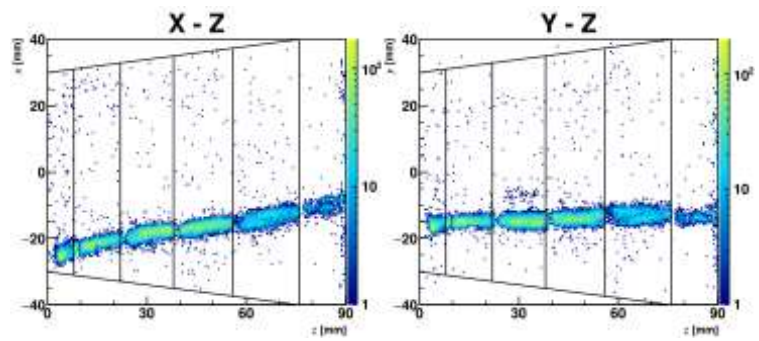


図 7 波形解析で再構成した位置分布

して測定波形を表すことで、相互作用位置（どの位置に対する波形を使ったか）とそこでのエネルギー付与（一次結合を作る際の重み）を求める。

この手法の評価を行うために NewSUBARU 施設においてガンマ線ペンシルビームを検出器に照射し、反応位置を求める実験を行った。図 5 は、ペンシルビームに対して波形解析で再構成した位置分布で、分布の太さから位置分解能 1mm を得た。

MS7-3：画像再構築アルゴリズムの開発（東京大学、東北大学、大阪大学）

東京大学カブリ IPMU のグループが世界に先駆けて開発を行った Si/CdTe コンプトンカメラは数 100 keV のエネルギー領域で角度分解能 5 度以下という、コンプトンカメラの中で、もっとも高い性能を持つ半導体コンプトンカメラである。本研究では、既開発の半導体コンプトンカメラを用いて、の 3D イメージングに用いるための研究を画像再構成法の研究を実施した。同一強度の 4 点源で構成された 3 次元構造を持つファントムのイメージング実験を行い、複数角度から測定したデータを組み合わせてコンプトンカメラのよるトモグラフィ画像を構築する研究を進めた。実データに基づくキャリブレーションを行うとともに、Geant4 モンテカルロシミュレーションを用いて画像再構築アルゴリズムの検証を行った。

結果として 3 次元構造の再現に成功し、強度差が約 1% の精度で 4 点源のイメージングを行うことに成功した。2mm 程度の大きさの線源に対して LM-MLEM (List Mode-Maximum Likelihood Expectation Maximization) 法で再構成した結果 In-111 (171/245 keV) で 4.0 mm, I-131 (364 keV) で 2.7mm となり、Si/CdTe コンプトンカメラの高い性能が示された (図 8 参照)。

本研究で並行して進めた GAGG コンプトンカメラや反応の深さ情報を用いたコンプトンカメラの画像再構築アルゴリズムの開発も行った。

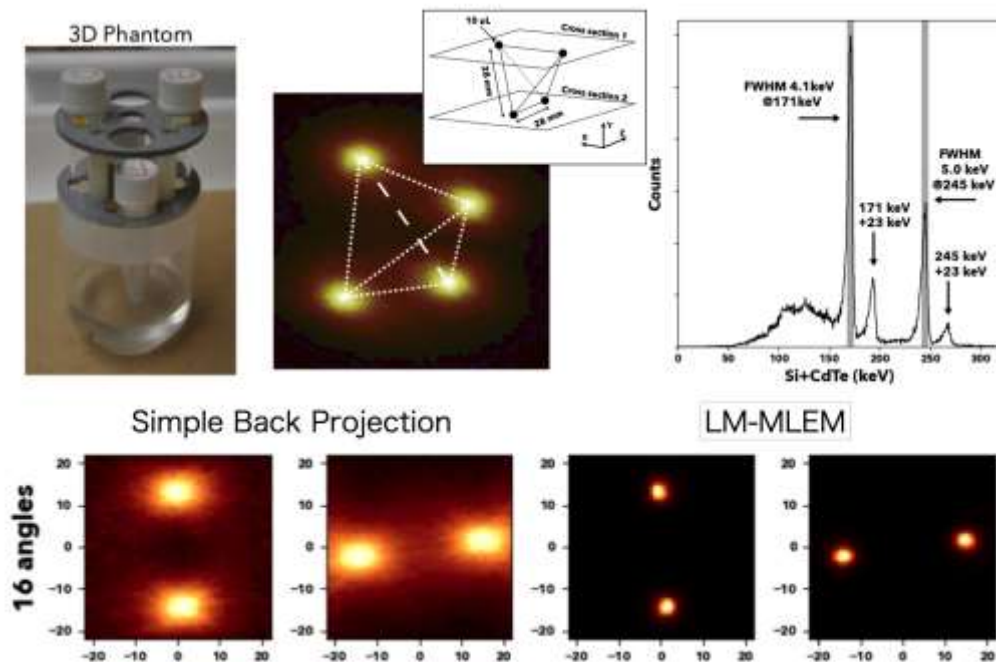


図 8 高分解能 Si/CdTe コンプトンカメラによる構造をもったファントムの撮像実験 (Yabu et al. 2021 より)。上左)ファントム、上中) 8 方向からの投影で再構成した ^{131}I (364 keV) のファントムを用いた。コンプトンカメラによる撮像 (カメラからの距離 41mm)、上右) スペクトル、下) ^{111}In からの 171/245 keV によるファントムの Simple Back Projection と LM-MLEM 法による画像再構成による画像分解能の比較。

MS7-4: 放射線計測データ収集処理システムの開発 (東京大学、大阪大学)

検出器の小型化のために、シマフジ電機、東京大学 IPMU (高橋)、大阪大学 (能町) が共同して物理計測用小型 FPGA ボード SPMU-001 の開発を行った。このボードはセンサー読み出し用の ASIC、ピクセル検出器など多くの I/O ラインを持つ機器に対して柔軟に接続可能であると同時に、Ethernet, SpaceWire, USB などの通信ラインを有するものである。すでに本課題で開発を進めている CdTe 両面ストリップ検出器の読み出しの他、大気球を用いた宇宙ガンマ線観測、ロケットを用いた太陽観測実験などにも採用されている。

このボードは現在、シマフジ電機から市販されており、今後も広く使われることが期待される。



図 9 シマフジ電機と共同開発した SPMU-001 ボードと、それを収納したデータ収集装置

SPMU-001 Specification

FPGA	✓ XC7S100-1FGGA484C(Spartan7) ➢ On board Clock : 50MHz ➢ JTAG : Digilent JTAG-H3 compatible
I/O	✓ LVCMOS I/Os : 48ch ✓ DAC (AD5624) output : 4ch ➢ Resolution : 12bit ➢ Output Voltage : 0~5V ✓ 4bitDipSW : 1 (General)
Memory	✓ 125MByte DRAM (1GbitDDR2)
I/F	✓ Raspberry Pi3/4 external connector ✓ Gigabit Ethernet 1 port (TCP/IP Hardware on board) ✓ SpaceWire 1 port ✓ USB 1 port (Connector : Micro-B) ✓ JTAG 1 port (write to FPGA) ✓ Parallel -USB bridge (FT232H) ✓ Supports SPI I2C UART
LED	✓ Green LEDx4 (General) ✓ Power monitor LED : 1 ✓ Config monitor LED : 1
Board size	✓ 85mm x 56mm ※Does not include protrusions
Power	✓ Supplied to RaspberryPi ✓ 5V 1A(typ) 4A(Max)

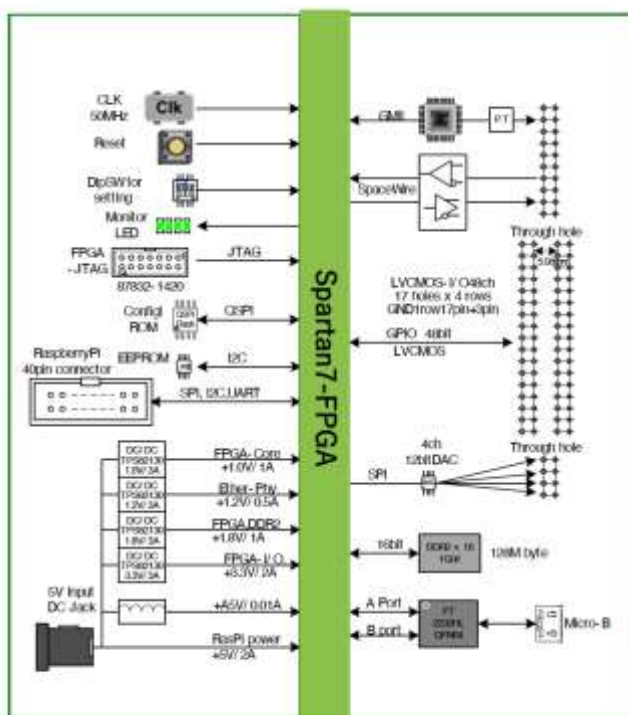


図 10 SPMU-001 の仕様

MS7-5: ガンマ線イメージングシステム整備と空間分布を持つ放射線源のイメージング実証（東京大学）

アルファ線放出核可視化用の広視野ガンマ線カメラの整備を行い、キャリブレーションや画像解析のアルゴリズムを新規に開発することで医学イメージング実験への応用において、以下の成果を得た。

- I. これまでの活動で At-211 の崩壊で放出される硬 X 線に着目し、独自開発の高分解能 CdTe 両面ストリップ検出器を用いた実証機を開発。マウスに移植した 1cm サイズの腫瘍に集積した少量（約 8kBq）の At-211 の画像化に成功し、高分解能・高感度のイメージング性能を実証した。
- II. 装置開発では、最新の 3D プリンター技術を用いて ²¹¹At 用専用のコリメーターの開発に成功した。これは、目的に応じた様々な形状のコリメータを迅速に開発する技術につながり、応用範囲が広い。

開発した装置を用いて課題 6 と共同し、医学的、薬学的見地にたった実験を開始している。

他、より高速なイメージングやスキャン型の撮像素子に対応した検出器のためのアナログ LSI の開発を行ない、共同研究者のアンリツとともに試作チップの開発と評価を実施した。アナログ部分は想定していた性能が得られていることを確認した。ピクセル検出器の実装をおこない実際にセンサーからの信号を確認した。デジタル部分については、シマフジ電機と共同開発を行なった物理計測用 FPGA ボードを用い、読み出しコードを開発して試験を進めることができた。

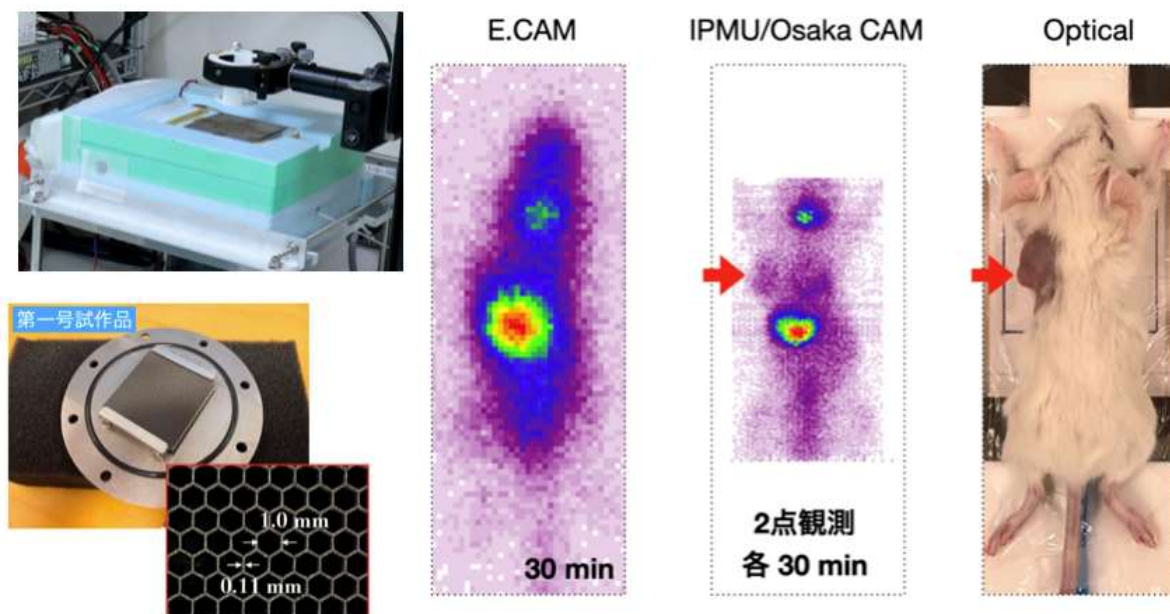


図 10 (左)開発した広視野ガンマ線カメラとタングステン3D プリンタを用いて開発した高効率コリメータ (中) 阪大医学部で用いられているシーメンスの SPECT 装置による ^{211}At の分布と IPMU で開発した装置による画像 (右) 矢印の部分がマウスに発生させた腫瘍。

5.7.3 プロジェクト終了後の活動方針

本課題では At-211 の体内での集積をイメージングすることをめざした。

本課題により、CdTe 半導体イメージャによる At-211 の高分解能・高感度イメージングが実現し、小動物を用いた At-211 創薬の研究において、がんへの候補薬剤の輸送を、少量の集積であっても定量化することが可能となった。 At-211 創薬を加速化するための一翼を担う研究成果であり、社会的な価値が大きい。すでに、研究成果の社会実装を目指して、商用イメージャの開発をベンチャー企業 (iMAGINE-X 社) と協力して進めている。プロジェクト終了後には、研究機関や創薬等の企業にイメージャを提供するとともに、より弱い集積を高い有意度で検出するための画像化アルゴリズムの高度化を進める。

すでに本課題を通じて開発した装置が実際に医学研究者、薬学研究者による研究に採用され実験が開始されている。今後ともこうした共同研究を発展させる予定である。また、現時点では東京大学 IPMU のメンバーが密接な連携作業をおこなって実験を行う必要がある。今後はこれを各研究拠点が独立して測定実験ができるように装置システムの改良が必要であり、その作業を進める。

At-211 からの数 100keV のガンマ線に対するイメージング装置として東北大学で開発が進む GAGG シンチレータや次世代の Ge 半導体検出器を用いたコンプトンカメラの研究は当初の目的を達成した、高分解能 GAGG シンチレータを用いたコンプトンカメラは、現状ではエネルギー分解能がセグメント化された各 MPPC のゲイン調整に依存しているため、想定していたエネルギー分解能が得られていない。しかし、全く同じ構造の散乱体、吸収体を用いることで、コストを抑えながら検出効率の高いコンプトンカメラを構成することが可能であることが示された。

本研究で開発をすすめたイメージングのための最先端の位置検出型 Ge 半導体検出器は、反応位置同定アルゴリズムに大きな進展があった。最終目標に向けてその成果をまとめコンプトンカメラへの応用について議論する。

本課題で研究を進めたイメージング検出器に共通して、プロジェクト終了後は感度の向上をはかる。我々が切り拓いた硬 X 線領域にくわえて、ガンマ線領域での At-211 のイメージング能力の向上に関する研究を進めると同時に、原子核物理など、基礎科学への応用をはかる。

5.7.4 その他

(1) ケープタウンで開かれた国際スクール (IEEE NPSS International School for Real Time Systems in Particle Physics 2018, 2018/July/07-17, iThemba LASS (Cape Town) と IEEE NPSS の共催) において、本計画で大阪大学の能町が開発した FPGA 開発の導入のための簡易システムなどの教材が用いられ、能町が主に若手研究者を対象に講義をおこなった。

(2) 武田 (東大 Kavli-IPMU) が 2019 年 8 月 5 日に臨床医や医学研究者を対象に、国立がんセンターで、第 40 回若手研究セミナーを行なった。

(3) 東大 Kavli IPMU での活動が文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) に関する情報発信を目的とした日本学術振興会のホームページ「WPI Forum」で、「宇宙を見る目で『がん』を捉える —異分野の壁を超えるイメージング技術— (Kavli IPMU)」として紹介された (<https://wpi-forum.jsps.go.jp/sousei/vol2-1/>)。

5.8 研究開発課題 8 「短寿命治療用 RI 製剤の臨床応用に向けての基盤整備研究」

キーテクノロジー	短寿命放射性核種の医療利用
研究開発テーマ	短寿命治療用 RI 製剤の臨床応用に向けての基盤整備研究
課題代表者	渡部 直史 大阪大学大学院医学系研究科・助教
実施期間	平成 29 年 11 月～令和 4 年 3 月
共同研究機関	大阪大学、量研機構・放射線医学総合研究所、量研機構・高崎量子応用研究所、国立医薬品食品衛生研、近畿大学、金沢大学、福島医科大学、日本メジフィジックス社、マイクロン（株）、テリックスファーマ・ジャパン（株）、山中湖クリニック、湘南鎌倉病院、リゾートトラスト（株）、フュージョナリティクス（株）

5.8.1 マイルストーンと達成状況

課題番号	MS 番号	マイルストーン内容	達成状況
課題 8	MS1-1	有識者による検討委員会を立ち上げ、PMDA との協議等を行う。	大阪大学・QST が立ち上げた有識者による検討委員会の最終報告書の量子科学技術研究開発機構ホームページ上で公開した。またアスタチンを用いた医師主導治験に関する PMDA 相談を実施した。
課題 8	MS8-2	臨床試験申請や治験申請に必要な安全性試験等の基準作成などを開始する。	難治性甲状腺がんを対象としたアスタチン化ナトリウムの治験開始までに必要な非臨床安全性試験として、PMDA 対面助言に基づいて、拡張型単回投与毒性試験を実施した。さらに、その結果を PMDA に報告し、第 I 相治験の初回投与量や対象患者に関して、PMDA 対面助言を実施した。
課題 8	MS8-2	^{211}At 製剤において、臨床使用ガイドライン作成を開始する。	難治性甲状腺がんを対象としたアスタチンの医師主導治験について、プロトコルを作成し、治験審査委員会での承認を得た。また治験薬の院内製造体制を確立し、3 ロット試験を実施し、短寿命薬剤委員会の承認を得た。これらの経験を踏まえて、アスタチン標識製剤の臨床使用ガイドラインの作成を開始した。

5.8.2 最終目標に対する成果の詳細

アスタチンを用いた α 線核医学治療の臨床応用を進めるために PMDA 対面助言を実施し、治験開始までに必要な非臨床安全性試験の要件を整理した。信頼性基準体制下でマウスを用いた拡張型単回投与毒性試験を実施し、2021 年 10 月に PMDA に治験届を提出し、治験を開始した。

①大阪大学・QST で有識者による検討委員会を立ち上げ、最終報告書を量子科学技術研究開発機構ホームページ上で公開した。

②難治性甲状腺がんを対象としたアスタチン化ナトリウムの治験開始に向けて、治験開始までに必要な非臨床安全性試験として、PMDA 対面助言に基づいたマウスを用いた拡張型単回投与毒性試験を実施した(2020 年 5-7 月)。さらに本試験結果から第 I 相治験における開始用量を設定し、2020 年 12 月に PMDA 対面助言を実施した。その結果、開始用量、治験デザイン、対象患者について、PMDA との合意が得られた。

③難治性甲状腺がんを対象としたアスタチンの医師主導治験について、プロトコルを作成し、治験審査委員会での承認を得た。また治験薬の院内製造体制を確立し、3 ロット試験を実施し、短寿命薬剤委員会の承認を得た。これらの経験を踏まえて、アスタチン標識製剤の臨床使用ガイドラインの作成を開始した。

拡張型単回静脈内投与毒性試験(概略)

試験の名称	$^{211}\text{At-NaAt}$ のマウスを用いた拡張型単回静脈内投与毒性試験
遵守基準	信頼性基準
被験物質	$^{211}\text{At-NaAt}$ (アスタチン化ナトリウム注射液)
投与群	(被験物質)5MBq/kg, 20MBq/kg, 50MBq/kg (対照群)生食
投与経路	尾静脈, 単回
動物	マウス, 雌雄各50匹
剖検	投与後5日目および投与後14日目
観察項目	(生存時)一般状態, 体重 (剖検時)臓器重量, 血液検査, 病理組織学的検査
試験実施場所	大阪大学ラジオアイソトープ総合センター
結果概要	・一般状態、剖検所見: 目立った異常所見なし。 ・血液検査: 高用量群(50 MBq/kg)における一過性の白血球・血小板減少 ・病理評価: 甲状腺(投与5、14日目に標的臓器としてのアブレーション効果)、精巣(14日目の50MBq/kg投与群に多核巨細胞の出現)、その他(病理学的異常所見なし)

(2019年10月のPMDA対面助言に基づいて実施)

211At自動分離精製装置(治験薬製造用)

(阪大病院 核医学診療科 治験薬GMP製造施設内に設置)



アスタチン自動分離精製装置



標識合成装置

治験の進捗状況 (Alpha-T1試験)



- ・ 治験開始までに必要な非臨床試験(安全性を含む)は全て完了
- ・ PMDA対面助言(2020年12月)にて、治験デザイン・初回投与量・選択基準の合意済み
- ・ 令和2年度AMED事業にてプロトコル作成、治験薬の製造・QC手順の確立済み
- ・ 令和3-5年度AMED臨床研究治験推進事業(ステップ2)で、治験実施

5.8.3 プロジェクト終了後の活動方針

本課題において、 α 線核医学治療薬の臨床応用に向けた基盤整備に成功し、難治性甲状腺がんに対するアスタチンを用いた第Ⅰ相医師主導治験を開始することができた。今後、2024年3月までかけて、治験を実施する(対象症例:最大16例)。本課題8の中で、アカデミア発のアスタチン標識薬が医薬品として実用化されるために必要な治験開始までの道筋を示したことで、今後の様々ながん種を対象とした革新的な治療薬の開発と実用化が期待される。特に α 線核医学治療は従来の β 線核種を用いた治療と比較して、周囲への被ばくが少なく、外来治療として実施可能である。このため、患者に優しい治療として、将来的に広く普及することが期待され、また α 線核

種を製造するための加速器分野の発展も期待される。

5.8.4 その他

令和2年度厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)「新規及び既存の放射線診療に対応する放射線防護の基準策定のための研究」(研究代表者:近畿大学 細野眞教授)に研究協力者として参画し、治験を実施する医療機関におけるアスタチン化ナトリウム注射液の安全管理のためのマニュアルを作成し、厚生労働省、日本核医学会の承認を得て、HPに公開した(<http://jsnm.org/archives/6016/>)。

また QST と福島県立医大との共同研究では ^{211}At -MABG の医師主導治験に備えた「meta-[^{211}At]astato-benzylguanidine (^{211}At -MABG)注射液を用いる核医学治療での退出基準(案)」および「meta-[^{211}At]astato-benzylguanidine (^{211}At -MABG)注射液を用いる核医学治療の治験適正使用マニュアル(第1版)(案)」の作成を進め、厚生労働科学研究費補助金 地域医療基盤開発推進研究事業「新規及び既存の放射線診療に対応する放射線防護の基準策定のための研究」の令和2年度第2回班会議にて発表し、日本核医学会の承認を得て、HPに公開した(<http://jsnm.org/archives/7288/>)。

さらに、令和2年度原子力規制庁放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業費)における「短寿命放射性同位元素の合理的安全確保のための許可・信頼性担保・教育訓練等に関するガイドライン」の作成にも協力し、日本核医学会を含む関連学会の承認を得て、HPに公開した(<http://jsnm.org/archives/6065/>)。

6 非競争領域からの展開（活動実績）

記載すべき事項無し。

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名: 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

項目				実績		備考
① プロトタイプ				5	件	
② 実用化				1	件	
③ 事業化(製品・サービス等の提供)				0	件	
④ 起業(ベンチャー企業等の設立)				2	件	
⑤ 知的財産権の状況	出願	領域全体	国内	27	件	
			外国	11	件	
		うちパイドール適用	国内	5	件	
			外国	0	件	
	登録	領域全体	国内	1	件	
			外国	2	件	
		うちパイドール適用	国内	0	件	
			外国	0	件	
	ライセンス			0	件	
	ライセンス収入		件数	0	件	
			金額	0	千円	
⑥ 成果の発信	プレス発表(イベント告知は除く)			14	件	
	成果発信イベントの開催			2	件	
	展示会への出展	国内	2	件		
		外国	0	件		
⑦ 掲載・放映	雑誌掲載(WEB含む)			11	件	
	新聞掲載(WEB含む)			24	件	
	テレビ放映			0	件	
⑧ 外部資金の獲得	成果の展開に関連して (全実施期間)	採択	15	件		
		金額	802,191	千円		
	研究開発費として (全実施期間)	採択	15	件		
		金額	334,382	千円		
⑨ 論文	論文			386	件	
	うち査読論文			326	件	
	その他著作物(総説、書籍など)			1	件	
⑩ 発表	口頭発表			249	件	
	ポスター発表			169	件	
	招待講演			65	件	
	その他			1	件	
⑪ 受賞				46	件	
⑫ 参加者	領域全体			283	人	

【終了報告】 OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名: 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

① プロトタイプ

No	成果名称	発表等時期	担当機関 (企業・大学等)	概要	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	短寿命RI製造用制動放射線照射装置	2018	東北大学	東北大学電子線ライナックに短寿命RI製造用制動放射線照射装置を開発	研究開発課題2
2	MTM社製暗号化制御システム	2020/1/24	ヤマト科学	暗号化制御システムを開発	研究開発課題2
3	抗原検査キット自動判別装置	2021/7/14	東京大学	暗号化制御と改竄攻撃探知の実証機としての製作	研究開発課題2
4	大規模 ²¹¹ At製造装置	2021	理化学研究所、金属技研	将来、 ²¹¹ Atを大量製造するための装置	研究開発課題2
5	²¹¹ At製造装置	2017	理化学研究所	理研AVFサイクロトロンに設置した ²¹¹ Atを大量製造	研究開発課題2
6					

② 実用化

No	成果名称	発表等時期	担当企業等	概要	備考 (課題番号等)
1	精製ラジオアイソトープCu-67	2018/10/1	理化学研究所	2018年10月より、精製ラジオアイソトープCu-67を日本アイソトープ協会より販売開始	研究開発課題2
2					

③ 事業化(製品・サービス等の提供)

No	製品・サービス等の名称	発売等時期	担当企業等	概要	備考 (課題番号等)
1					
2					

④ 起業(ベンチャー企業等の設立)

No	法人名称	設立時期	シーズ	概要	備考 (課題番号等)
1	一社)量子アプリ社会実装コンソーシアム	2019/8/1			全体
2	アルファフュージョン株式会社	2021/5/12	大阪大学の成果	アスタチンを社会実装するための大学発ベンチャー	研究開発課題5,8
3					

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑤-1 知的財産権(出願) A特許 | Bその他の知的財産権

A 特

No	知財の名称	出願番号	ハイ・ドール適用	出願人	国内/外国	備考備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	陽子生成装置、放射性同位体生成装置、陽子の生成方法及び放射性同位体の生成方法	特願2018-049309		大阪大学	国内	研究開発課題1
2	荷電粒子ビーム強度分布可変装置、荷電粒子ビーム強度分布可変方法、二次粒子生成装置、及び放射性同位体生成装置	特願2018-207270		大阪大学	国内	研究開発課題1
3	サイクロトロン及びサイクロトロンの加速方法	特願2018-246493		大阪大学	国内	研究開発課題1
4	二次粒子生成装置、放射性同位体生成装置、二次粒子生成方法、及び放射性同位体生成方法	特願2020-075957	○	大阪大学	国内	研究開発課題1
5	荷電粒子加速装置及び荷電粒子加速方法	特願2020-150015	○	大阪大学	国内	研究開発課題1
6	ECRイオン源	特願2020-196253	○	大阪大学	国内	研究開発課題1
7	アスタチン同位体製造装置およびアスタチン同位体製造方法	特願2021-101192		東芝エネルギーシステムズ(株)	国内	研究開発課題1、公開前
8	アスタチン同位体製造装置およびアスタチン同位体製造方法	特願2021-101965		東芝エネルギーシステムズ(株)	国内	研究開発課題1、公開前
9	目的核種の生成方法	特願2021-037814		理化学研究所、(株)アトックス	国内	研究開発課題2、公開前
10	量子線照射のための標的保持装置、システム、標的、および方法	特願2021-190640		理化学研究所、金属技研	国内	研究開発課題2、公開前
11	中性子導管および中性子実験装置	特願2022-026757号	○	名古屋大学	国内	研究開発課題3、公開前
12	D型フリップフロップ回路	特願2018-106763		京都工芸繊維大学	国内	研究開発課題4、公開前
13	D型フリップフロップ回路	特願2018-106763		国立大学法人京都工芸繊維大学	国内	研究開発課題4、公開前
14	D型フリップフロップ回路	PCT/JP2019/021613		京都工芸繊維大学	外国	研究開発課題4
15	D型フリップフロップ回路	17/059,602		国立大学法人京都工芸繊維大学・Dolphin Design	外国	研究開発課題4、指定国(米国)移行
16	D型フリップフロップ回路	201980038064.1		国立大学法人京都工芸繊維大学・Dolphin Design	外国	研究開発課題4、指定国(中国)移行
17	D型フリップフロップ回路	19815562.4		国立大学法人京都工芸繊維大学・Dolphin Design	外国	研究開発課題4、指定国(欧州)移行
18	D型フリップフロップ回路	特願2020-523068		国立大学法人京都工芸繊維大学	国内	研究開発課題4、指定国(日本)移行
19	フリップフロップ回路、半導体集積回路装置、及び車両	特願2021-141436	○	ローム株式会社	国内	研究開発課題4
20	放射標識されたアリアル化合物の製造方法	特願2017-151632		大阪大学	国内	研究開発課題5
21	放射標識されたアリアル化合物の製造方法	PCT/JP2018/030006 (2018/08/03)		大阪大学	外国	研究開発課題5
22	アスタチンの製造方法	WO/2019/112034		大阪大学	国内	研究開発課題5
23	アスタチンの製造方法	PCT/JP2018/045068 (2018/12/07)		大阪大学	外国	研究開発課題5
24	アスタチン溶液及びその製造方法	WO/2019/131998		大阪大学	国内	研究開発課題5

25	アスタチン溶液及びその製造方法	PCT/JP2018/048442 (2018/12/28)		大阪大学	外国	研究開発課題5
26	放射性核種製造システム, 放射性核種製造プログラム, 放射性核種製造方法, 及び端末装置	特願2020-506393		大阪大学	国内	研究開発課題5
27	放射性核種製造システム, 放射性核種製造プログラム, 放射性核種製造方法, 及び端末装置	PCT/JP2019/008043 (2018/03/14)		大阪大学	外国	研究開発課題5
28	211At標識アミノ酸誘導体を含む医薬組成物及びその製造方法	WO/2019/176505		大阪大学	国内	研究開発課題5
29	212At標識アミノ酸誘導体を含む医薬組成物及びその製造方法	PCT/JP2019/006800 (2018/02/22)		大阪大学	外国	研究開発課題5
30	電気化学的手法を用いたハロゲン化物の製造方法	特願2018-239130 (2018/12/21)		大阪大学・東京工業大学	国内	研究開発課題5
31	ホウ素クラスター脂質への放射線同位元素標識化法と標識化ホウ素クラスター脂質のウイルス粒子への導入法	特願2018-048565 (2018/03/15)		大阪大学	国内	研究開発課題5
32	金ナノ粒子含有医薬	WO/2021/230369		大阪大学	国内	研究開発課題5
33	金ナノ粒子含有医薬	PCT/JP2021/18485 (2021/05/14)		大阪大学	外国	研究開発課題5、公開前
34	α線放出抗体薬物複合体	特願2021-160158 (2021/09/29)		大阪大学・野口研究所	国内	研究開発課題5、公開前
35	放射線標識された化合物およびその用途	特願2021-125774		大阪大学	国内	研究開発課題5、8、公開前
36	放射性PET診断用トレーサー組成物、その中間体、その製造方法	特願2021-166806		大阪大学	国内	研究開発課題5、8、公開前
37	ボロン酸化合物およびその製造方法	特願2021-052352		大阪大学	国内	研究開発課題5、8、公開前
38	ボロン酸化合物およびその製造方法	PCT/JP2022/013808		大阪大学	外国	研究開発課題5、8、公開前

B その他の知的財産権（実用新案権、意匠権、回路配置利用権、育成者権など）

No	知財の名称	出願番号	ハイ・ドール適用	出願人	国内/外国	備考
1						
2						

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名: 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑤-2 知的財産権(登録) A特許 | Bその他の知的財産権

A 特許

No	知財の名称	特許番号	ハイ・ドール 適用	出願人	国内/外国	備考 (関連する研究開発課題番号 等)
1	放射標識されたアリール化合物の製造方法	WO/2019/027059		大阪大学	外国	研究開発課題5、米国、豪州、欧州一括
2	アスタチンの製造方法	WO/2019/112034		大阪大学	外国	研究開発課題5、米国、豪州、EPC、EP、HK
3	アルファ線核医学治療剤の安全性評価方法およびスクリーニング方法、優先出願	特許第6891076号		矢野恒夫、福田光弘、深瀬浩一	国内	研究開発課題6
4						

B その他の知的財産権 (実用新案権、意匠権、回路配置利用権、育成者権など)

No	知財の名称	登録番号	ハイ・ドール 適用	出願人	国内/外国	備考
1						
2						

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑥ 成果の発信

No	発表年月日	発表タイトル、イベント名など	発表機関	主な対応者	発信形式	備考
1	2019/10/31-11/1	中部電力テクノフェア	中部電力、大阪大学	長屋重夫、渡部智則(中部電力) 神田浩樹(大阪大学)	展示会への出展(国内)	
2	2017/12/7	株式会社アトックスは、平成29年11月30日に国立研究開発法人理化学研究所と共同研究契約を締結し、新たながん治療法として注目されるアルファ線放出核種を用いたRI(ラジオアイソトープ)内用療法に使用する鉛 ²¹² (²¹² Pb)ジェネレーターの開発研究に着手しました。	株式会社アトックス	株式会社アトックス	プレス発表	http://www.atox.co.jp/
3	2019/1/18	アスタチン-211の実用的な標識法の開発ーα線がん治療の実用化に向けて進展ー	理化学研究所	羽場宏光(理化学研究所)	プレス発表	
4	2020/1/24	いばらき先進技術展2020	MTM社・ヤマト科学	東京大学	展示会への出展(国内)	茨城県
5	2021/11/29	難治性甲状腺がんに対する医師主導治験を開始ーアスタチンを用いた新しい標的アルファ線治療ー	大阪大学、理化学研究所	渡部直史、中野貴志(大阪大学)	プレス発表	https://www.riken.jp/pr/news/2021/20211129_1/index.html
6	2021/11/24	ソフトウェアセミナー	(社団法人)量子アプリ社会実装コンソーシアム主催、JST OPERA量子アプリ共創コンソーシアム協賛、大阪大学核物理研究センター(経済産業省「J-Innovation HUB 選抜制度」選抜拠点)共催	松山 英也(ソシオネクスト) 新保 健一(日立製作所) 橋本 昌宜(大阪大学) 中野 貴志(大阪大学)	成果発信イベントの開催	オンライン
7	2021/7/16	宇宙線のミュオンと中性子が引き起こす半導体ソフトウェアの違いを解明	ソシオネクスト、KEK、京都大学、大阪大学、J-PARC	松山英也(ソシオネクスト)	プレス発表	https://www.socionext.com/jp/pr/sn_pr20210716_01i.pdf
8	2019/12/24	阪大発!より精度の高い、がんの画像診断へ	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/tracer/files/about/results/press_releasee_191224.pdf
9	2019/11/13	New Technique Could Optimize PSMA-Targeted Prostate Cancer Therapy	Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI)	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	http://www.snmmi.org/news/publications/NewsDetail.aspx?ItemNumber=33047
10	2019/10/4	“膵臓がんのバリアを攻撃して、難治性がんを制圧”	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/tracer/files/about/results/press_releasee_191004.pdf
11	2019/9/18	前立腺がんの再発・転移を高精度で検出する最先端画像診断	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/tracer/files/about/results/press_releasee_190918.pdf
12	2020/12/25	難治性がんをアルファ線で内部から攻撃	大阪大学	兼田加珠子(大阪大学)	プレス発表	https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2020/20201225_2

13	2020/8/27	X線ガンマ線の同時可視化を可能に	早稲田大学、大阪大学	渡部 直史(大阪大学)	プレス発表	https://www.waseda.jp/top/news/69935
14	2021/8/25	【阪大プレスリリース】アルファ線を放出するナノ粒子による安定・安全ながん治療薬～病巣に直接注入することで限局的な超低被ばくの治療が可能に～	大阪大学	加藤弘樹(大阪大学)	プレス発表	https://www.irs.osaka-u.ac.jp/3a0f6a8a5e9187cc5ed295774ea93a968d70ed46.pdf
15	2021/11/25	【阪大プレスリリース】難治性甲状腺がんに対する医師主導治験を開始～アスタチンを用いた新しい標的アルファ線治療～	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	
16	2021/11/29	【阪大プレスリリース】難治性甲状腺がんに対する医師主導治験を開始～アスタチンを用いた新しい標的アルファ線治療～	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	成果発信イベントの開催	記者発表:11月29日(月)13時～@ZOOM または医学系研究科(吹田キャンパス)
17	2021/11/25	難治性甲状腺がんに対する医師主導治験を開始～アスタチンを用いた新しい標的アルファ線治療～	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	プレス発表	https://www.irs.osaka-u.ac.jp/e657772c7519bfb1afddad36a787f21fa37eb95d.pdf
18	2021/1/14	患者の個性を反映した α 線核医学治療の線量評価が可能に	大阪大学、日本原子力研究開発機構	佐藤達彦・渡部直史(大阪大学)	プレス発表	https://www.jaea.go.jp/02/press2020/p21011401/
19						

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域を安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑦掲載・放映

No	発表年月日	メディア名 掲載・放映内容の概要	発表機関	主な対応者	形式	備考
1	2018/9/17	日刊工業新聞 概要: 理研におけるRI製造応用研究	理化学研究所	羽場宏光(理化学研究所)	新聞掲載(WEB含む)	13面、課題2
2	2019/1/7	医学界新聞 概要: 新元素とRIがん治療薬を作る加速器	理化学研究所	羽場宏光(理化学研究所)	新聞掲載(WEB含む)	9面、課題2
3	2019/7/25	日経サイエンス9月号	東京大学・アリスマー社	和田洋一郎(東京大学)	雑誌掲載(WEB含む)	課題2
4	2018/11/15	メディア: 読売新聞 概要: ソフトエラー問題の顕在化とOPERAの取り組みの紹介	日立製作所 九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 ソシオネクスト	鳥羽、松山、橋本	新聞掲載(WEB含む)	課4
5	2018/8/18	メディア: 講談社Web 概要: ソフトエラー問題の顕在化とOPERAの取り組みの紹介	日立製作所 ソシオネクスト 大阪大学 九州大学 京都工芸繊維大学 日本原子力研究開発機構	中野	雑誌掲載(WEB含む)	課4
6	2018/6/7	メディア: 日刊工業新聞 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺	新聞掲載(WEB含む)	課4
7	2018/6/8	メディア: 科学技術新聞 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺、橋本	新聞掲載(WEB含む)	課4
8	2018/5/29	メディア: 日本経済新聞オンライン版 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺	新聞掲載(WEB含む)	課4
9	2018/5/31	メディア: Yahooニュース 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺	雑誌掲載(WEB含む)	課4
10	2018/6/1	メディア: 財経新聞オンライン版 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺	新聞掲載(WEB含む)	課4
11	2018/6/8	メディア: 大学ジャーナルオンライン版 概要: 宇宙線起因ミューオンが電子機器の誤動作を引き起こす	九州大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構 J-PARCセンター 日本原子力研究開発機構	渡辺	雑誌掲載(WEB含む)	課4
12	2021/3/25	SankeiBiz 「宇宙線で誤作動 再現不能、原因の特定難しく」にコメント	日立製作所	鳥羽忠信(日立製作所)	雑誌掲載(WEB含む)	https://www.sankeibiz.jp/business/news/210325/bsc2103250600007-n1.htm
13	2021/3/22	京都新聞、神戸新聞 「宇宙線で誤作動 年3万件 ソフトエラー現象 NTT推定通信装置 フリーズの恐れ」	大阪大学	橋本昌宣(大阪大学)	雑誌掲載(WEB含む)	課4
14	2021/3/22	信濃毎日新聞 「宇宙線で誤作動、年3万～4万件 NTT、国内通信装置で推定」にコメント	大阪大学	橋本昌宣(大阪大学)	雑誌掲載(WEB含む)	課4

15	2019/3/28	メディア:毎日新聞(紙面) 概要:・加速器を用いて、がん治療効果の高いアルファ線を放出する治療薬の製造に成功。 ・体外から放射線を当てることなく、注射薬で全身のがん病巣の外来治療が可能に。 ・通常の治療が効かない転移性甲状腺がんに対する画期的な治療となることが期待される。	大阪大学	渡部直史	新聞掲載(WEB含む)	朝刊2面、課5
16	2019/3/28	メディア:毎日新聞(電子版) 大阪大の研究チームが、甲状腺がんの新しい治療法の開発に取り組んでいる。アルファ線を出す放射性物質「アスタチン」が甲状腺に集まる性質を利用する。アルファ線は細胞に与えるエネルギーが大きく、数十マイクロメートルしか飛ばないため、がんのみ狙い撃ちできるという。既にマウスを使った実験で有効性を確認しており、2年後の臨床試験(治験)開始を目指している。	大阪大学	渡部直史	新聞掲載(WEB含む)	課5
17	2019/4/25	メディア:日刊工業新聞(電子版)	大阪大学	渡部直史	新聞掲載(WEB含む)	課5
18	2019/8/15	メディア:日経産業新聞(電子版)	大阪大学	篠原厚	新聞掲載(WEB含む)	課5
19	2020/1/14	日経産業新聞 概要:“高精度がんPET 臨床研究へ”	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/tracer/img/about/img_result_01.jpg

20	2019/10/25	日経産業新聞 概要:“全身転移がんα線で攻撃”	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/tracer/img/about/img_result_02.jpg
21	2021/2/12	日経産業新聞 概要:がん細胞内に潜入、放射線攻撃	大阪大学	兼田加珠子(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	
22	2021/10/20	メディア名複数(備考に記載) 海外配信1(At標識金ナノ粒子)	大阪大学	加藤弘樹(大阪大学)	雑誌掲載(WEB含む)	ecancer https://ecancer.org/en/news/21126-targeting-cancer-at-the-nanoscale ScienceDaily https://www.sciencedaily.com/releases/2021/10/211019110518.htm Honest Columnist https://www.honestcolumnist.com/health/targeting-cancer-at-the-nanoscale/ Statnano https://statnano.com/news/69877/Targeting-Cancer-at-the-Nanoscale Private Oncology Daily Clinic https://privateoncologydaily.com/2021/10/21/targeting-cancer-at-the-nanoscale-sciencedaily/ Oncology News Australia https://oncologynews.com.au/targeting-cancer-at-the-nanoscale/ Trend Fool https://trendfool.com/medical/new-system-for-targeted-cancer-radiation-therapy-using-gold-nanoparticles/ ECHEMI.com https://topic.echemi.com/a/targeting-cancer-on-the-nanoscale-193414.html TechiLive https://techilive.in/bedtime-linked-with-heart-health/ TOM.COM Corporation https://finance.tom.com/202110/1813002488.html eBiotrade.com http://www.ebiotrade.com/newsf/2021-10/20211020004042859.htm t.qianzhan.com https://t.qianzhan.com/caijing/detail/211020-b56cd29.html 163.com https://www.163.com/dy/article/GMR5GK7A051480KF.html
23	2021/10/20	メディア名複数(備考に記載) 海外配信2(At標識金ナノ粒子)	大阪大学	加藤弘樹(大阪大学)	雑誌掲載(WEB含む)	EurekAlert! https://www.eurekalert.org/news-releases/931995 AlphaGalileo https://www.alphagalileo.org/Item-Display/ItemId/213785 ＜転載サイト＞ Bioengineer.org https://bioengineer.org/targeting-cancer-at-the-nanoscale/ Scienmag https://scienmag.com/targeting-cancer-at-the-nanoscale/ Phys.org https://phys.org/news/2021-10-cancer-nanoscale.html Nanowerk https://www.nanowerk.com/nanotechnology-news/2/newsid=58947.php Florida News Time https://floridanewstimes.com/target-cancer-on-a-nanoscale/361482/ New Zealand Online News https://newzealandonlinenews.co.nz/targeting-cancer-at-the-nanoscale-phys-org/ Medical Life Sciences News https://www.news-medical.net/news/20211019/New-system-for-targeted-cancer-radiation-therapy-using-gold-nanoparticles.aspx Worlds Family Medicine https://worldfamilymedicine.com/health-news/new-system-for-targeted-cancer-radiation-therapy-using-gold-nanoparticles/ NewsBeezer https://newsbeezer.com/ethiopia/new-system-for-targeted-cancer-irradiation-with-gold-nanoparticles/ NowYouReadMe.com https://nowyoureadme.com/new-system-for-targeted-cancer-radiation-therapy-using-gold-nanoparticles/ ALEXATIMES https://alexatimes.com/new-methods-for-the-treatment-of-cancer-radiation-are-targeted-using-gold-nanoparticles/ remonews.com https://remonews.com/aus/new-system-for-targeted-cancer-radiotherapy-using-gold-nanoparticles/ The Medical Progress https://themedicalprogress.com/2021/10/19/new-system-for-targeted-cancer-radiation-therapy-using-gold-nanoparticles/ My Fitness Valley https://myfitnessvalley.com/new-system-for-focused-most-cancers-radiation-remedy-utilizing-gold-nanoparticles/
24	2021/11/29	メディア名複数(備考に記載) 海外配信3(NaAt医師主導治療)	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	雑誌掲載(WEB含む)	EurekAlert! https://www.eurekalert.org/news-releases/936069 AlphaGalileo https://www.alphagalileo.org/Item-Display/ItemId/215176 Bioengineer.org https://bioengineer.org/first-in-human-investigator-initiated-clinical-trial-started-for-refractory-thyroid-cancer-patients-novel-targeted-alpha-therapy-using-astatine/ MedicalXpress https://medicalxpress.com/news/2021-11-clinical-trial-thyroid-cancer-patients.html Scienmag https://scienmag.com/first-in-human-investigator-initiated-clinical-trial-started-for-refractory-thyroid-cancer-patients-novel-targeted-alpha-therapy-using-astatine/ My Medicine Tale https://mymedtale.com/health-news/clinical-trial-for-thyroid-cancer-patients-targeted-alpha-therapy-using-astatine/ JUSTBALANCINGHEALTH https://justbalancinghealth.com/health-news/clinical-trial-for-thyroid-cancer-patients-targeted-alpha-therapy-using-astatine/ Anthropogenicpollutants http://anthropogenicpollutants.com/2021/11/29/clinical-trial-for-thyroid-cancer-patients-targeted-alpha-therapy-using-astatine/ News Break https://www.newsbreak.com/news/2447425831295/clinical-trial-for-thyroid-cancer-patients-targeted-alpha-therapy-using-astatine Opera News https://www.dailyadvent.com/news/e174803155c325c74695925f1555b63a-First-inhuman-investigatorinitiated-clinical-trial-started-for-refractory-thyroid-cancer-patients-Novetargeted-alpha-therap
25	2021/11/30	読売新聞朝刊 甲状腺がん放射線治療薬	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	
26	2021/11/30	毎日新聞 アルファ線ががん細胞を狙い撃ち 阪大が新放射線治療薬の試験開始	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	
27	2021/11/30	朝日新聞デジタル 難治性の甲状腺がん放射線治療薬で新治療法 試験開始	大阪大学	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	
28	2021/2/12	日経産業新聞 概要:がん細胞内に潜入、放射線攻撃	大阪大学	兼田加珠子(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	

29	2021/6/25	WPI Forum「グループの活動の内容とその背景」 https://wpi-forum.jsps.go.jp/sousei/vol2-1/	日本学術振興会	高橋忠幸、武田伸一郎(東大)	インタビュー記事 web 掲載	
30	2022/2/4	日経メディカル「 α 線内用療法薬の体内動態が見える日が来る」	日経メディカル	高橋忠幸、武田伸一郎(東大)	雑誌掲載(WEB含む)	
31	2021/11/29	毎日新聞(2021.11.29 紙面: 12.1 夕刊)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://mainichi.jp/articles/20211129/k00/00m/040/233000c
32	2021/11/30	読売新聞オンライン(2021.11.30. 紙面: 朝刊)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://www.yomiuri.co.jp/local/kansai/news/20211130-OYO1T50009/
33	2021/11/30	日経バイオテック(2021.11.30)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://bio.nikkeibp.co.jp/atcl/news/p1/21/11/29/08883/
34	2021/11/30	朝日新聞デジタル※会員記事(2021.11.30 紙面: 夕刊9面)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://www.asahi.com/articles/ASPCY6QNBPCYPLBJ005.html?ref=pc_ss_date_article
35	2021/11/30	日刊工業新聞※会員記事(2021.11.30)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://www.nikkan.co.jp/articles/view/620094
36	2021/12/3	日経メディカル※会員記事(2021.12.3)	大阪大学、理化学研究所	渡部直史(大阪大学)	新聞掲載(WEB含む)	https://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/mem/pub/report/t379/202112/572905.html

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名: 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑧ 外部資金の獲得

No	配分機関	事業・制度名称	実施期間	新規/ 継続	実施期間内 配分総額[千円]	配分総額 [千円]	採択機関	資金の使途	備考 (関連する研究開発課題番号等)
1	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(S)	2018.6-2023.3	継続	23,790	193,440	早稲田大学	研究開発費として	次世代医療用高温超伝導スケルトン・サイクロトロン設計原理・開発基盤の確立、課題1
2	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(C)	2018.4-2021.3	継続	1,690	3,900	量子科学技術研究開発機構	研究開発費として	非線形ビーム集束の一般化による自在なビーム強度分布変換の実証、課題1
3	JST	未来社会創造特定課題	H30.11-R1.9	継続	5,400	10,000	早稲田大学	研究開発費として	実機応用環境を想定した無絶縁コイル巻線構造の有効性と課題解決に関する調査、課題1
4	JSPS	基盤研究(B)(一般)	R2.4-R5.3	新規	6,630	13,700	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題1
5	JSPS	基盤研究(C)(一般)	R2.4-R5.3	新規	900	3,300	量研高崎研	研究開発費として	研究開発課題1
6	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(S)	2018.6-2023.3	継続	23,790	193,440	早稲田大学	研究開発費として	研究開発課題1
7	JSPS	基盤研究(B)(一般)	R2.4-R5.3	継続	8,580	13,700	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題1
8	JSPS	基盤研究(C)(一般)	R2.4-R5.3	継続	2,080	4,290	量研高崎研	研究開発費として	研究開発課題1
9	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(S)	2018.6-2023.3	継続	49,140	193,440	早稲田大学	研究開発費として	研究開発課題1
10	JSPS	基盤研究(C)(一般)	R3.4-R6.3	新規	520	3,900	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題1
11	AMED	次世代がん医療創生研究事業	H30.11-R2.3	新規	31,378	31,378	国立がん研究センター、理化学研究所	成果の展開に関連して	研究開発課題2 アルファ線放出核種アスタチン-211結合抗体を用いた放射免疫療法の開発(代表:高島大輝)
12	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(B)	H30.4-R3.3	新規	17,420	17,420	東京大学、電気通信大学、福島県立医科大学、理化学研究所、北海道大学	成果の展開に関連して	研究開発課題2 短寿命 α 線医薬品製造工程における被ばくを抑制するロボティック精製・標識技術の開発
13	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(S)	H31.6-R6.3	新規	200,460	200,460	東京大学、東北大学、理化学研究所	成果の展開に関連して	研究開発課題2 光格子重元素干渉計による基本対称性破れの発現機構の解明
14	JSPS	二国間交流事業	H31.4-R4.3	新規	4,599	4,599	理化学研究所	成果の展開に関連して	研究開発課題2 核医学診断治療のための新規放射性同位体Sc-47とCu-67の加速器製造法の探索
15	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(B)	H31.4-R4.3	新規	17,420	17,420	東京大学、理化学研究所、埼玉医科大学	成果の展開に関連して	研究開発課題2 超選択的デリバリー短寿命 α 線を用いた胃癌腹膜播種内照射療法の実験的検討
16	JSPS	新学術領域研究(研究領域提案型)『学術研究支援基盤形成』	H28.4-R4.3	新規	73,840	73,840	大阪大学、理化学研究所、東北大学、量子科学技術研究開発機構	成果の展開に関連して	研究開発課題2 短寿命Ri供給プラットフォーム
17	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(S)	H29.4-R4.3	新規	205,790	205,790	東京大学、国際医療福祉大学、理化学研究所、東北大学	成果の展開に関連して	研究開発課題2 多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法の研究
18	JSPS	科学研究費補助金基盤研究(B)	H31.4-R5.3	新規	17,160	17,160	星薬科大学、国立がん研究センター、理化学研究所	成果の展開に関連して	研究開発課題2 抗体薬物複合体における糖鎖構造の役割の解明と高機能化
19	JSPS	国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))	R2~R3	新規	14,300	14,300	東京大学	成果の展開に関連して	研究開発課題2 治療用同位体製造と放射性医薬品合成の共同研究
20	JSPS	新学術領域研究(研究領域提案型)	R3~R4	新規	10,000	10,000	東京大学	成果の展開に関連して	研究開発課題2
21	JSPS	基盤(S)	2019.6-2024.3	新規	129,022	156,300	京都大学、九州大学、JAEA、大阪大学	研究開発費として	研究開発課題4
22	AMED	臨床研究・治験推進研究事業	R3.4.1-R6.3.31	新規	300,000(最大)		大阪大学	成果の展開に関連して	研究開発課題5

23	一般財団法人 杉山産業化学研究所	2021年度 研究助成	R3.4.1 - R4.3.31	新規	1,000	1,000	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題5
24	上原記念生命科学財団	研究奨励金	R3.3.11 - R4.4.30	新規	2,000	2,000	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題5
25	AMED	臨床研究・治験推進研究事業 医薬品開発を目指す臨床研究・医師主導治験のプロトコル作成に関する研究【準備(ステップ1)】1 臨床研究・医師主導治験(新用法・用量 医薬品を除く)	R2.4-R3.3	新規	6,471	6,471	大阪大学	成果の展開に関連して	研究開発課題5
26	AMED	令和2年度「橋渡し研究戦略的推進プログラム」	R2.4-R3.3	新規	12,962	12,962	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題5
27	大阪大学	起業プロジェクト育成 Grant	2019.11-2021.3	継続	66,878	70,450	大阪大学	研究開発費として	研究開発課題5
28	AMED	臨床研究・治験推進研究事業	R2.4-R3.3	新規	6,470	6,470	大阪大学	成果の展開に関連して	研究開発課題5.8
29	AMED	橋渡し研究戦略的推進プログラム	R2.4-R3.3	新規	12,962	12,962	大阪大学	成果の展開に関連して	研究開発課題5.8
30	AMED	臨床研究・治験推進研究事業	R3.4-R6.3	新規	183,921	85,323	大阪大学	成果の展開に関連して	研究開発課題5.8
31									

実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名: 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑨ 論文

No	書誌情報 (書式: 著者名、タイトル、掲載誌名(書籍名)、巻、号、ページ、発行年)	発表機関 (参画機関のみ)	形式(査読の有無)	掲載状況	備考(関連する研究 開発課題番号等)
1	"Loss Measurement in a Cryogen-Free Bi-2223 HTS Dipole Magnet for Beam Line Switching", J.Yoshida, T. Morie, A. Hashimoto, H. Mitsubori, Y. Mikami, K. Watazawa, K. Hatanaka, H. Ueda, M. Fukuda, T. Yorita, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 27, 4701905 (2017)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
2	"Influence of the Turn-to-Turn Contact Electrical Resistance on the Thermal Stability in Meter-Class No-Insulation REBCO Pancake Coils during a Local Normal-State Transition", Katsumata, K., Wang, T., Ishiyama, A., Noguchi, S., Monma, K., Nagaya, S., Watanabe, T., IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 27 (4), art. no. 7833163,(2017)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
3	"Progress of Yoroi-Coil Structure in Mechanical Strength with High Current Density", Watanabe, T., Nagaya, S., Hirano, N., Awaji, S., Oguro, H., Ishiyama, A., Hojo, M., Nishikawa, M.,IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 27 (4), art. no. 7839265, (2017)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
4	"Screening-Current-Induced Magnetic Field of Conduction-Cooled HTS Magnets Wound with REBCO-Coated Conductors", H. Miyazaki, S. Iwai, T. Uto, Y. Otani, M. Takahashi, T. Tosaka, K. Tasaki, S. Nomura, T. Kurusu, H. Ueda, S. Noguchi, A. Ishiyama, S. Urayama, H.Fukuyama, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 27, 4701705 (2017)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
5	"Current Behavior Simulation in Stacked NI REBCO Pancake Coils during Local Normal-State Terms and Conditions Privacy policy Transition", Noguchi, S., Miyao, R., Monma, K., Igarashi, H., Ueda, H., Ishiyama, A., IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 27 (4), art. no. 7828084, (2017)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
6	Tetsuhiko Yorita, Keiji Takahisa, Mayuri Kobayashi, Ryusei Takaishi, Tatsushi Shima, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, and Yuusuke Yasuda, 3He beam development of 18 GHz SCECR-IS for proton generator at RCNP, Proceedings of the 17th International Conference on Ion Sources, AIP Conference Proceedings 2011, 090021, (2018)	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
7	Hiroshi Ueda, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Jun Yoshida, Takehisa Tsurudome, Nobuaki Takahashi, Yukio Mikami, Mitsuhiro Fukuda, "Conceptual Design of Compact HTS Cyclotron for RI Production", IEEE Trans. Appl. Supercond. Vol. 29, No.5, 4101105, 2019・ Yuta Kakimoto, Tetsuri Ichikawa, Haruka Onoshita, Tetsuro Kinpara, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, "Evaluation of Electromagnetic Behavior of No-Insulation REBCO Pancake Coil With Multiple Defects", IEEE Trans. on Applied Supercond., Vol. 29, No.5, 4603005, 2019	岡山大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
8	Yuta Kakimoto, Tetsuri Ichikawa, Haruka Onoshita, Tetsuro Kinpara, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, "Evaluation of Electromagnetic Behavior of No-Insulation REBCO Pancake Coil With Multiple Defects", IEEE Trans. on Applied Supercond., Vol. 29, No.5, 4603005, 2019	早稲田大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
9	So Noguchi, Hiroshi Ueda, Seungyong Hahn, Atsushi Ishiyama, Yukikazu Iwasa, "A simple screening current-induced magnetic field estimation method for REBCO pancake coils," Superconductor Science & Technology, Vol.32, No.4, 045007, 2019	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1

10	Hiroki Kanda, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Dai Tomono, Masao Nakao, Kichiji Hatanaka, Takane Saito, Shunpei Morinobu, Keiichi Nagayama, Keita Kamakura, Shuhei Hara, Hui Wen Koay, Yasuyuki Morita, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, "RCNP AVFサイクロトロン施設アップグレードの現状", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 212-215 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
11	福田光宏, "加速器小型化の最前線ー量子ビームを身近な存在にー「進行がん治療を可能にする短寿命RIの大量製造を目指してー一次世代型高強度コンパクト・サイクロトロンの開発ー」", 放射線と産業, 第144号(2018) pp11-15	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
12	Yasuyuki Morita, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Masao Nakao, Yuusuke Yasuda, Keita Kamakura, Shuhei Hara, Hui Wen Koay, Keijirou Takeda, Takahumi Hara, "Development for introduction of Duoplasmatron in RCNP", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 393-395 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
13	Tetsuhiko Yorita, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tatsushi Shima, Keiji Takahisa, Yasuyuki Morita, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, "Development of tabletop RI making equipment for PET", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 696-698 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
14	Hui Wen Koay, Tatsushi Shima, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Shuhei Hara, "Experimental Verification of Neutron Flux Calculation for Compact Accelerator-Based Multi-Port BNCT System", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 707-710 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
15	H.W. Koay, M. Fukuda, H. Toki, R. Seki, H. Kanda, T. Yorita, "Feasibility study of compact accelerator-based neutron generator for multi-port BNCT system", Nucl. Instrum. Methods in Physics Research, A899 (2018) p.p.65-72	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
16	Takafumi Hara, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Masao Nakao, Yusuke Yasuda, Tsutomu Shinoduka, Masatoshi Itoh, Yohei Matsuda, Shun Kurashima, Nobumasa Miyawaki, Takashi Wakui, "Application of the cyclotron auto-resonance acceleration to a proton accelerator", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 803-805 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
17	Masao Nakao, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Yuusuke Yasuda, Kichiji Hatanaka, Shunpei Morinobu, Takane Saito, "Study of improvement of a central region and an extraction system of the RCNP AVF cyclotron", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 823-825 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
18	Nobumasa Miyawaki, Mitsuhiro Fukuda, Satoshi Kurashima, Hirotugu Kashiwagi, "Evaluation of phase bunching for a harmonic acceleration system in a cyclotron", Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 869-872 (2018)	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
19	Masao Nakao, Mitsuhiro Fukuda, Shuhei Hara, Takafumi Hara, Kichiji Hatanaka, Keita Kamakura, Hiroki Kanda, Hui Wen Koay, Shunpei Morinobu, Yasuyuki Morita, Keiichi Nagayama, Takane Saito, Keijiro Takeda, Hitoshi Tamura, Yuusuke Yasuda, Tetsuhiko Yorita, "EXTRACTION SYSTEM OF UPGRADED AVF CYCLOTRON OF RCNP", Journal of Physics: Conference Series 1350, 012100, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
20	T. Ichikawa, Y. Kakimoto, H. Onoshita, T. Kinpara, S. Noguchi, S. Nagaya, T. Watanabe, A. Ishiyama, "Experiments on the Effects of Local Normal Transitions in Multi-Stacked No-Insulation REBCO Pancake Coils", IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol. 29, No. 5, 4601404, (2019)	早稲田大学、北海道大学、中部電力(株)	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1

21	Y. Kakimoto, T. Ichikawa, H. Onoshita, T. Kinpara, A. Ishiyama, S. Noguchi, "Evaluation of Electromagnetic Behavior of No-Insulation REBCO Pancake Coil With Multiple Defects", IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol. 29, No. 5, 4603005, (2019)	早稲田大学、北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
22	H. Ueda, A. Ishiyama, S. Noguchi, T. Watanabe, S. Nagaya, J. Yoshida, M. Fukuda, "Conceptual Design of Compact HTS Cyclotron for RI Production," IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol. 29, No. 5, 4101105, (2019)	岡山大学、早稲田大学、北海道大学、大阪大学、中部電力(株)、住友重機械工業(株)	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
23	S.Noguchi, S.Hahn, A.Ishiyama, Y.Iwasa, "A simple protection evaluation method for no-insulation REBCO pancake coils during local normal-state transition," Supercond. Sci. and Tech., Vol. 32, No. 4, 045001, (2019)	北海道大学、早稲田大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
24	Miyao, Ryosuke, Igarashi, Hajime, Noguchi, So, "Electromagnetic and thermal simulation of stacked NI REBCO pancake coils after normal-state transition", Int. J. Appl. Electrom. 59 (2019) 181-189	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
25	野口 聡, 植田 浩史, 石山 敦士, "無絶縁REBCO パンケーキ・コイルにおける数値解析技術—解析手法の比較および解析事例—" 低温工学, 54巻, 2号, p.103-110 (2019)	北海道大学、岡山大学、早稲田大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
26	植田 浩史, 野口 聡, 石山 敦士, 「高温超電導応用機器の数値解析技術の現状」, 低温工学 54 (2019) 89-96	岡山大学、北海道大学、早稲田大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
27	So Noguchi, Hiroshi Ueda, Seungyong Hahn, Atsushi Ishiyama and Yukikazu Iwasa, "A simple screening current-induced magnetic field estimation method for REBCO pancake coils", Supercond. Sci. Technol. 32 (2019) 045007	北海道大学、岡山大学、早稲田大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
28	So Noguchi, "Electromagnetic, Thermal, and Mechanical Quench Simulation of NI REBCO Pancake Coils for High Magnetic Field Generation", IEEE Trans. Appl. Supedcond. 29 (2019) 4602607	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
29	So Noguchi ; Ryosuke Miyao ; Haruyoshi Okusa ; Takahiro Tatsuta ; Hiroshi Ueda ; SeokBeom Kim, "Turn-to-Turn Contact Resistance Measurement of No-Insulation REBCO Pancake Coils", IEEE Trans. Appl. Supercond. 29 (2019) 4601605	北海道大学、岡山大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
30	H.W. Koay, M. Fukuda, H. Toki, R. Seki, H. Kanda, T. Yorita, "Experimental Study of Fast-Neutron Production and Moderation for Accelerator-Based BNCT System", Applied Radiation and Isotopes, 152 (2019) p.p.11-17	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
31	H.W. Koay, M. Fukuda, H. Kanda, M. Nakao, T. Yorita, "Conceptual Design of Central Region for High-Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC)", Proc. Of the 22nd International Conference on Cyclotrons and their Applications, pp.280-284, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
32	H. Kanda, M. Fukuda, S. Hara, T. Hara, K. Hatanaka, K. Kamakura, H.W. Koay, S. Morinobu, Y. Morita, M. Nakao, K. Omoto, T. Saito, K. Takeda, H. Tamura, Y. Yasuda, T. Yorita, "Status of the Cyclotron Facility at Research Center for Nuclear Physics", Proc. Of the 22nd International Conference on Cyclotrons and their Applications, pp.260-262, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
33	Masao Nakao, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Yuusuke Yasuda, Dai Tomono, Keita Kamakura, Shunpei Morinobu, Takane Saito, Kichiji Hatanaka, Hitoshi Tamura, Keiichi Nagayama, Shuhei Hara, Hui Wen Koay, Yasuyuki Morita, Takafumi Hara, Keijiro Takeda, Kyohei Omoto, "Improvement of injection system of the AVF cyclotron at RCNP", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.563-565, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1

34	Keita Kamakura, Mitsuhiro Fukuda, Kichiji Hatanaka, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Masao Nakao, Yuusuke Yasuda, Shuhei Hara, Hui Wen Koay, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, Kyohei Omoto, "Development of HTS magnets for separated sector cyclotrons", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.673-675, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	日本加速器学会 第16回年会賞(ポ スター部門)
35	Hui Wen Koay, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita, "Beam Dynamic Study of Compact Superconducting Skeleton Cyclotron for BNCT and Radioisotope Production", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.1047-1051, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	日本加速器学会 第16回年会賞(ポ スター部門)
36	Yasuyuki Morita, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Masao Nakao, Yusuke Yasuda, Keita Kamakura, Shuhei Hara, Huiwen Koay, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, Kyohei Omoto, "Development of beam monitor for AI control of ion source", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.47-50, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
37	Tetsuhiko Yorita, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tatsushi Shima, Keiji Takahisa, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, Kyohei Ohmoto, "Development of tabletop proton source in MeV region", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.821-823, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
38	Keijiro Takeda, Mitsuhiro Fukuda, Hiroshi Toki, Ryoichi Seki (RCNP, osaka univ.), Tsutomu Shinoduka (CYLIC, tohoku univ.), Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Masao Nakao, Shuhei Hara, Wen Koay Hui, Yasuyuki Morita, Takafumi Hara, Kyohei Omoto, "Conceptual design of a neutron source for LLFP transmutation using a cyclotron", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.924-928, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
39	Kyohei Omoto, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Shunpei Morinobu, Takane Saito, Masao Nakao, Yuusuke Yasuda, Keita Kamakura, Shuhei Hara, Hui Wen Koay, Yasuyuki Morita, Keijiro Takeda, Takafumi Hara, "Development of high-brightness proton source at RCNP", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp.1148-1151, 2019	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
40	Y. Yuri, M. Fukuda, and T. Yuyama, "Formation of hollow ion beams of various shapes using multipole magnets", Progress of Theoretical and Experimental Physics 2019, 053G01, 2019	量子科学技術研 究開発機構、大 阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
41	Y. Yuri, M. Fukuda, and T. Yuyama, "Transverse profile shaping of a charged-particle beam using multipole magnets - Formation of hollow beams -", Journal of Physics: Conference Series 1350, 012115, 2019	量子科学技術研 究開発機構、大 阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
42	百合庸介, 福田光宏, 湯山貴裕, "多重極電磁石を用いたビーム強度分布中空化の実証", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 112-115, 2019	量子科学技術研 究開発機構、大 阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
43	宮脇信正, 柏木啓次, 石岡典子, "TIARA AVF サイクロトロンのパッケージ型エミッタンス測定装置の開発", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 810-813, 2019	量子科学技術研 究開発機構	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
44	宮脇信正, 倉島 俊, "マイクロビーム形成・利用を実現したAVF サイクロトロンにおけるビーム位相制御技術の開発", Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 175-178, 2019	量子科学技術研 究開発機構	論文(査読無し)	掲載	課1, 第15回日本 加速器学会賞(技 術貢献賞)
45	So Noguchi, Dongkeun Park, Yoonhyuch Choi, Jiho Lee, Yi Li, Philip C. Michael, Juan Bascuñán, Seungyong Hahn, Yukikazu Iwasa, "Quench Analyses of the MIT 1.3-GHz LTS/HTS NMR Magnet," IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 29, art. no. 4301005 (2019)	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
46	Mincheol Cho, So Noguchi, Jeseok Bang, Jaemin Kim, Uijong Bong, Jung Tae Lee, Soo Bin An, Kabindra R. Bhattarai, Kwangmin Kim, Kwanglok Kim, Chaemin Im, Ki Jin Han, Seungyong Hahn, "Combined Circuit Model to Simulate Post-Quench Behaviors of No-Insulation HTS Coil," IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 29, art. no. 4901605 (2019)	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1

47	Seungyong Hahn, Kwanglok Kim, Kwangmin Kim, Xinbo Hu, Thomas Painter, Iain Dixon, Seokho Kim, Kabinadra R. Bhattarai, So Noguchi, Jan Jaroszynski, David C. Larbalestier, “45.5-tesla direct-current magnetic field generated with a high-temperature superconducting magnet,” Nature, vol. 570, pp. 496–499 (2019)	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
48	H.Onoshita, Y.Yoshihara, H.Ueda, S.Noguchi, A.Ishiyama, “Influence of Coil Size and Operating Temperature on the Transient Stability of a Multi-stacked No-Insulation REBCO Pancake Coil System,” IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.30, No.4, 9001187, 2020	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
49	Yuka Yoshihara, Mai Hamanaka, Kyoka Tsuyoshi, Mayu Kitamura, Ui Nemoto, So Noguchi, and Atsushi Ishiyama, “Evaluation Criterion for Determining Turn-to-Turn Contact Electrical Resistance Satisfying High Thermal Stability and Shortening Charging Delay in NI-REBCO Coils for MRIs,” IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 09381674, 2020	早稲田大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
50	Takamitsu Ogata, Kodai Shirai, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Mitsuhiro Fukuda, “Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field considering variable output energy in REBCO coil system of Skeleton Cyclotron for cancer therapy”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 09354981, 2020	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力, 大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
51	Satomi Ueda, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi. “Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field in no-insulation REBCO Coil systems”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 09372885, 2020	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
52	Hinako Ishizaki, Satomi Ueda, Takamitsu Ogata, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, “Numerical analysis the reduction of screening-current-induced magnetic field in copper-plated striated REBCO-coated conductor wound into pancake coils”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	論文(査読有り)	受理	研究開発課題1
53	Masato Omure, Yu Miyamoto, Atsushi Ishiyama, Watanabe Tomonori, and Nagaya Shigeo, “Evaluation on Applicability of No-Insulation REBCO Pancake Coil to Superconducting Magnetic Energy Storage”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 09353244, 2020	早稲田大学, 中部電力	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
54	Y. Yuri, T. Yuyama, T. Ishizaka, and M. Fukuda, “Shaping ion beams into hollow profiles using sextupole magnets”, High Energy Density Physics 36, 100839 (2020).	量研高崎研、大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
55	S. Kurashima, T. Yuyama, and S. Okumura, “Temperature stabilization of a K110 variable energy cyclotron magnet”, Rev. Sci. Instrum. 92, 013303 (2021)	量研高崎	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
56	湯山 貴裕, 百合 庸介, 石坂 知久, 柏木 啓次, 福田 光宏, “多重極電磁石を用いた大面積均一ビームと中空ビームの形成”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 449–452, 2020	量研高崎, 大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
57	宮脇信正, 柏木啓次, 石岡典子, 倉島俊, 福田 光宏, “TIARA AVF サイクロトロン の低エネルギービーム輸送系におけるビーム輸送効率改善の検討”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 710–713, 2020	量研高崎, 大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
58	久松 万里子, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 政夫, 安田 裕介, 友野 大, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平, 荘 俊謙, 石山 敦士, 野口 聡, 植田 浩史, 福井 聡, 鎌倉 恵太, 松原 雄二, 三上 行雄, 鶴留 武尚, 高橋 伸明, 吉田 潤, 平山 貴士, 長屋 重夫, 渡部 智則, “スケルトン・サイクロトロン開発のための高温超電導コイルの要素技術開発”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 17–19, 2020	大阪大学, 早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 新潟大学, 東京大学, 住重, 中部電力	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
59	松田 洋平, 伊藤 正俊, 篠塚 勉, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 政夫, 倉島 俊, 宮脇 信正, 涌井 崇志, “大強度負重水素イオン加速に向けたCYRIC930型AVFサイクロトロン加速器の軌道計算”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 38–42, 2020	東北大学, 大阪大学, 量研高崎研, 量研放医研	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1

60	原 隆文, 福田 光宏, 神田 浩樹, 依田 哲彦, 中尾 政夫, 安田 裕介, 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 松田 洋平, 倉島 俊, 宮脇 信正, 涌井 崇志, “自動サイクロトロン共鳴加速法を用いた陽子加速器の概念設計”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 43–45, 2020	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研放医研	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
61	森田 泰之, 福田 光宏, 百合 庸介, 友野 大, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 中尾 政夫, 安田 裕介, 中島 悠太, Koay Hui Wen, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平, 久松 万里子, 荘 浚謙, “AIによる中空ビーム制御手法の開発”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 112–115, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
62	中尾 政夫, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 裕介, 友野 大, 鎌倉 恵太, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 畑中 吉治, 田村 仁志, 永山 啓一, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 大本 恭平, “AVFサイクロトロンの入射系の更新”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 114–117, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
63	Hui Wen Koay, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita, “Extraction Study of High-Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC) for BNCT and Radioisotope Production”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 222–225, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
64	武田 佳次朗, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 関 亮一, 中尾 政夫, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 原 隆文, 大本 恭平 (阪大RCNP), “J“サイクロトロンベースLLFP核変換用中性子源の検討”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 231–234, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
65	荘 浚謙, 福田 光宏, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 関 亮一, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 依田 哲彦, 友野 大, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 田村 仁志, 永山 啓一, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平, 久松 万里子, “RCNP AVF サイクロトロン のLEBTシステムのアップグレード”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 453–455, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
66	依田 哲彦, 嶋 達志, 神田 浩樹, 福田 光宏, 大本 恭平, 荘 浚謙, 久松 万里子, 高久 圭二, “MeV領域のテーブルトップ陽子源の大強度化”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 611–613, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
67	依田 哲彦, 神田 浩樹, 福田 光宏, “RCNP加速器制御系更新とEPICSの部分的導入”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 728–730, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
68	大本 恭平, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 政夫, 安田 祐介, 友野 大, 鎌倉 恵太, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 畑中 吉治, 田村 仁志, 永山 啓一, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 荘 浚謙, 久松 万里子, “RCNPIにおける高輝度陽子源の開発”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 819–821, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1

69	神田 浩樹, 福田 光宏, 畑中 吉治, 関 亮一, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 依田 哲彦, 友野 大, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 田村 仁志, 永山 啓一, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平, 莊 浚謙, 久松 万里子, “RCNPサイクロトロン施設の現状”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 944–945, 2020	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
70	Hui Wen Koay, Mitsuhiro Fukuda, et. al., “Beam Dynamics and Characterization of a New High-intensity Compact Air-core High Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC)”, Results in Physics, 33 (2022) 105090	大阪大学	論文(査読有り)	受理	研究開発課題1
71	Yuka Yoshihara, Mai Hamanaka, Kyoka Tsuyoshi, Mayu Kitamura, Ui Nemoto, So Noguchi, Atsushi Ishiyama, “Evaluation Criterion for Determining Turn-to-Turn Contact Electrical Resistance Satisfying High Thermal Stability and Shortening Charging Delay in NI-REBCO Coils for MRIs”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, vol.31. No.5, 2021.8, 4602005	早稲田大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
72	Takamitsu Ogata, Kodai Shirai, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Mitsuhiro Fukuda, “Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field considering variable output energy in REBCO coil system of Skeleton Cyclotron for cancer therapy”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, vol.31. No.5, 2021.8, 4400105	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
73	Satomi Ueda, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, “Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field in no-insulation REBCO Coil systems”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, vol.31. No.5, 2021.8, 4601405	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
74	Hinako Ishizaki, Satomi Ueda, Takamitsu Ogata, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, “Reduction of screening-current-induced magnetic field in copper-plated multi-filamentary REBCO-coated conductor wound into pancake coils”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, vol.31. No.5, 2021.8, 4901405	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
75	Masato Omure, Yu Miyamoto, Atsushi Ishiyama, Watanabe Tomonori, and Nagaya Shigeo, “Evaluation on Applicability of No-Insulation REBCO Pancake Coil to Superconducting Magnetic Energy Storage”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, vol.31. No.5, 2021.8, 5700105	早稲田大学, 中部電力(株)	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
76	Shumpei Mori and So Noguchi, “Investigation on mechanical damage of no-insulation REBCO pancake coil by multi-physics quench simulation,” IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 2020.8, 8400305	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
77	Takanobu Mato, Seungyong Hahn, and So Noguchi, “Mechanical Damage Protection Method by Reducing Induced Current in NI REBCO Pancake Coils During Quench Propagation,” IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 2020.8, 4602405	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
78	So Noguchi, Shunpei Mori, Takanobu Mato, Takahiro Tatsuta, Daisuke Nishikawa, Kohei Miyamoto, Ryota Inoue, Hiroshi Ueda, and SeokBeom Kim, “Turn-to-Turn Contact Resistance Measurement of No-Insulation REBCO Pancake Coil: External Field Dependence”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 2020.8, 4602105	北海道大学, 岡山大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
79	Takanobu Mato and So Noguchi, “Sudden Discharging and Overcurrent Simulations of REBCO Coils Coated With Conductive Epoxy Resin”, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 2020.8, 4600705	北海道大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
80	Hiroshi Ueda, Yuta Miyake, Yuta Awazu, Ryota Inoue, SeokBeom Kim, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Ishiyama, “Numerical Evaluation on Electromagnetic and Thermal Stresses in Non-Circular REBCO Pancake Coils of Multi-Coil System for Skeleton Cyclotron,” IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.31, No.5, 2021.8, 9403956	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1

81	Hiroki Kanda, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Yuusuke Yasuda, Takafumi Hara, Keiji Takeda, Tsutomu Shinozuka, Masatoshi Itoh, Nobumasa Miyawaki, Satoshi Kurashima, Masao Nakao, Yohei Matsuda, Takashi Wakui, "Design of the RF cavity for the cyclotron auto-resonant acceleration", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.279	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
82	Nobumasa Miyawaki, Shigeki Watanabe, Hirotsugu Kashiwagi, Noriko Ishioka, Satoshi Kurashima, Mitsuhiro Fukuda, "Development of beam energy and position monitor system in the beam transport line for RI production at the TIARA AVF cyclotron", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.302	量研高崎研, 大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
83	Hang Zhao, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Yusuke Yasuda, Hui Wen Koay, Dai Tomono, Kichiji Hatanaka, Takane Saitou, Shunpei Morinobu, Yasuyuki Morita, Keiji Takeda, Takafumi Hara, Him Chong Tsun, "Development of a beam scanning system for At-211 production", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.408	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
84	Keiji Takeda, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita, Tsutomu Shinozuka, Masatoshi Ito, Satoshi Kurashima, Nobumasa Miyawaki, Takashi Wakui, Yohei Matsuda, Masao Nakao, Yusuke Yasuda, Takafumi Hara, "Study for improving the energy efficiency of cyclotron", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.466	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
85	Tetsuhiko Yorita, Yasuyuki Morita, Hiroki Kanda, Keiji Takahisa, Tatsushi Shima, Mitsuhiro Fukuda, "Table-Top MeV Proton generator using Nanogan", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.607	大阪大学, 神戸常盤大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
86	Yasuyuki Morita, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Takane Saitou, Hitoshi Tamura, Yusuke Yasuda, Takashi Washio, Yuta Nakashima, Masako Iwasaki, Hui Wen Koay, Keiji Takeda, Takafumi Hara, Tsun Him Chong, Hang Zhao, "Development of ion source control method using machine learning", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.614	大阪大学, 大阪市立大学,	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
87	Takafumi Hara, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita, Yusuke Yasuda, Keiji Takeda, Tsutomu Shinozuka, Masatoshi Itoh, Satoshi Kurashima, Nobumasa Miyawaki, Takashi Wakui, Masao Nakao, Youhei Matsuda, "Development of an electron test bench for proton CARA", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.653	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
88	Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Yuusuke Yasuda, Keiji Takeda, Takafumi Hara, Kyohei Omoto, Yasuyuki Morita, Tsun Him Chong, Hang Zhao, Tsutomu Shinoduka, Masatoshi Itoh, Takashi Wakui, Satoshi Kurashima, Nobumasa Miyawaki, Masao Nakao, Yohei Matsuda, "Improvement of energy efficiency of high intensity compact cyclotron", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.795	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
89	Tsun Him Chong, Mitsuhiro Fukuda, Tetsuhiko Yorita, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Takane Saitou, Yusuke Yasuda, Hui Wen Koay, Yasuyuki Morita, Keiji Takeda, Takafumi Hara, Hang Zhao, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, Hiroshi Ueda, Satoshi Fukui, Yuji Matsubara, Yukio Mikami, Takehisa Tsurudome, Nobuaki Takahashi, Jun Yoshida, Takashi Hirayama, Shigeo Nagaya, Tomonori Watabe, "Development of high temperature superconducting mirror coils for 10GHz ECR ion source", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9-12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.801	大阪大学, 早稲田大学, 北海道大学, 岡山大学, 新潟大学, 住友重機械, 中部電力	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1

90	Tetsuhiko Yorita, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, "Control System Upgrade and Introducing EPICS on Legacy System at RCNP", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9–12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.921	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
91	Tetsuhiko Yorita, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Kichiji Hatanaka, Takane Saito, Dai Tomono, Masao Nakao, Huiwen Koay, Yuusuke Yasuda, Hitoshi Tamura, Yasuyuki Morita, Keiji Takeda, Takafumi Hara, Tsunhim Chong, Hang Zhao, "Status of the RCNP cyclotron facility", Proc. of 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, August 9–12, 2021, QST-Takasaki Online, pp.981	大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
92	柏木啓次, 湯山貴裕, 石坂知久, 宮脇信正, 百合庸介, "非線形集束におけるビームロス低減に向けたビーム入射・加速方法の検討", Proceedings of the 18th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, pp. 88–91, 2021	量研高崎	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
93	S. Watanabe, M. Koka, K. Enomoto, N. Miyawaki, T. Sakashita, I. Sasaki and N. S. Ishioka, "Evaluation of the Cooling Effect by He Gas for the Production of ^{211}At with a Bi Plate", QST Takasaki Annual Report 2019, pp. 105, 2021	量研高崎	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
94	Yasuki Nagai, Masako Kawabata, Shintaro Hashimoto, Kazuaki Tsukada, Kazuyuki Hashimoto, Shoji Motoishi, Hideya Saeki, Arata Motomura, Futoshi Minato, and Masatoshi Itoh, "Estimated Isotopic Compositions of Yb in Enriched ^{176}Yb for Producing ^{177}Lu with High Radionuclide Purity by $^{176}\text{Yb}(d,x)^{177}\text{Lu}$ ", J. Phys. Soc. Jpn. 91, 044201 (2022)	東北大学, 千代田テクノル, 量研東海研, 原子力機構	論文(査読有り)	掲載	日本物理学会注目論文"に選出, 研究開発課題1
95	Yasuki Nagai, "Production scheme for diagnostic-therapeutic radioisotopes by accelerator neutrons", Proceedings of the Japan Academy, Series B, 97, 6, 292–323, (2021)	量研東海研, 千代田テクノル	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題1
96	N. Miyawaki, H. Kashiwagi and S. Kurashima, "Development of Pepper-pot Emittance Monitor in Low-Energy Beam Transport Line of the Cyclotron", QST Takasaki Annual Report 2019, pp. 120, 2021	量研高崎	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題1
97	A. R. Usman, M. U. Khandaker, H. Haba, N. Otuka, M. Murakami, and Y. Komori, "Excitation functions of $^{nat}\text{Cu}(\alpha, x)^{57,58g+m}\text{Co}$ nuclear reactions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 256 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
98	T. Kubota, S. Yanou, S. Shibata, H. Haba, and S. Takahashi, "Production and purification of ^{88}Zr and ^{121m}Te ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 254 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
99	M. Aikawa, M. Saito, S. Ebata, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of α -induced reactions on ^{nat}Zn for ^{68}Ge production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 257 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
100	N. Ukon, M. Aikawa, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of deuteron-induced reactions on natural palladium for ^{103}Ag production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 258 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
101	M. Saito, M. Aikawa, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Production cross sections of ^{169}Yb in deuteron-induced reactions on ^{169}Tm ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 259 (2017)	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
102	H. Kikunaga, Y. Komori, H. Haba, S. Shibata, and S. Yano, "No-carrier-added purification of ^{28}Mg by using co-precipitation and cation exchange method", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 260 (2017)	理化学研究所、東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
103	S. Yano, H. Haba, S. Shibata, Y. Komori, K. Takahashi, Y. Wakitani, T. Yamada, and M. Matsumoto, "Production of purified ^{67}Cu by the $^{70}\text{Zn}(d, \alpha n)^{67}\text{Cu}$ reaction", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 261 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
104	N. Sato, S. Yano, A. Toyoshima, H. Haba, Y. Komori, S. Shibata, K. Watanabe, D. Kaji, K. Takahashi, and M. Matsumoto, "Development of a production technology of ^{211}At at the RIKEN AVF cyclotron. (i) Production of ^{211}At in the $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ reaction", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 262 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

105	S. Yano, N. Sato, A. Toyoshima, H. Haba, Y. Komori, S. Shibata, K. Takahashi, and M. Matsumoto, "Development of a production technology of ^{211}At at the RIKEN AVF cyclotron. (ii) Purification of ^{211}At by a dry distillation method", RIKEN Accel. Prog. Rep. 50 , 263 (2017).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
106	N. Ukon, M. Aikawa, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of deuteron-induced reactions on natural palladium for Ag isotopes", Nucl. Instr. and Meth. B 426 , 13–17 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
107	M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natIn for $^{117\text{m}}\text{Sn}$ production", Nucl. Instr. and Meth. B 426 , 18–21 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
108	M. Aikawa, M. Saito, S. Ebata, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of α -induced reactions on natZn for Ge and Ga production", Nucl. Instr. and Meth. B 427 , 91–94 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
109	F. Ditrói, S. Takács, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, "Investigation of alpha particle induced reactions on natural silver in the 40–50 MeV energy range", Nucl. Instr. and Meth. B 436 , 119–129 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
110	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Production cross sections of Mo, Nb and Zr radioisotopes from α -induced reaction on natZr", Appl. Radiat. Isot. 144 , 47–53 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
111	K. Fujiki, Y. Kanayama, S. Yano, N. Sato, T. Yokokita, P. Ahmadi, Y. Watanabe, H. Haba, and K. Tanaka, " ^{211}At -labeled immunoconjugate via a one-pot three-component double click strategy: practical access to α -emission cancer radiotherapeutics", Chem. Sci. 10 , 1936–1944 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
112	Y. Wang, S. Cao, J. Zhang, F. Fan, J. Yang, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, K. Morimoto, D. Kaji, Y. J. Wittwer, R. Eichler, A. Türlér, and Z. Qin, "The study of rhenium pentacarbonyl complexes using single-atom chemistry in gas phase", Phys. Chem. Chem. Phys. 21 , 7147–7154 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
113	N. Ukon, M. Aikawa, Y. Komori, and H. Haba, "Activation Cross Sections of Deuteron-Induced Reactions on Natural Palladium for ^{103}Ag Production", Proceedings of the Eighth AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development, Ulaanbaatar, Mongolia, Oct. 11–13, 2017, in M. Odsuren, G. Khuukhenkhue, S. Davaa, and N. Otuka (Eds.), INDC(MGL)–0001, 15–18 (2018).	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
114	M. Aikawa, M. Saito, S. Ebata, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural zinc for ^{68}Ge production", Proceedings of the 2016 Symposium on Nuclear Data, November 17–18, 2016, Tsukuba, Ibaraki, Japan, JAEA–Conf 2017–001, INDC(JPN)–203, 153–156 (2018).	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
115	K. Fujiki, S. Yano, T. Ito, Y. Kumagai, Y. Murakami, O. Kamigaito, H. Haba, and K. Tanaka "One-pot three-component double-click method for synthesis of [^{67}Cu]-labeled biomolecular radiotherapeutics", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 24 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
116	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Cross section measurement to produce ^{99}Mo through alpha-induced reactions on natural Zr", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 25 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
117	M. Aikawa, M. Saito, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of α -induced reactions on natIn for $^{117\text{m}}\text{Sn}$ production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 220 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

118	M. Saito, M. Aikawa, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Production cross sections of ^{169}Yb and $^{167,168,170}\text{Tm}$ isotopes in deuteron-induced reactions on ^{169}Tm ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 221 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
119	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Production cross sections of $^{177\text{g}}\text{Lu}$ in α -induced reactions on ^{176}Yb ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 222 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
120	N. Ukon, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural tungsten for ^{186}Re and ^{188}Re production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 223 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
121	Y. Komori, T. Yokokita, S. Yano, and H. Haba, "Measurement of excitation functions of the $^{206/207/208}\text{Pb}(^{11}\text{B},x)^{212}\text{Fr}$ reactions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 224 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
122	H. Kikunaga, H. Haba, Y. Komori, and S. Yano, "Improved method for preparation of no-carrier added ^{28}Mg tracer", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 225 (2018).	理化学研究所、 東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
123	S. Yano, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, and K. Takahashi, "Production of no-carrier-added barium tracer of $^{135\text{m}}\text{Ba}$ ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 226 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
124	H. Ikeda, H. Kikunaga, Y. Komori, S. Yano, T. Yokokita, H. Haba, and H. Watabe, "Trial of astatine separation using column chromatography", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 227 (2018).	理化学研究所、 東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
125	Y. Shin, K. Kawasaki, N. Yamada, K. Washiyama, A. Yokoyama, I. Nishinaka, S. Yanou, and H. Haba, "Wet chemistry processes utilized in development of $^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ generator for targeted alpha therapy", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 228 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
126	A. Yokoyama, A. Sakaguchi, K. Yamamori, Y. Hayakawa, J. Sekiguchi, S. Yanou, Y. Komori, T. Yokokita, and H. Haba, "Development of Np standard material for accelerator mass spectrometry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 51 , 229 (2018).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
127	M. Aikawa, M. Saito, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Activation cross sections of alpha-particle induced nuclear reactions on natural palladium", Nucl. Instr. and Meth. B 449 , 99–104 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
128	E. Corniani, F. Ditrói, S. Takács, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, and T. Murata, "Study of secondary implantation of radioisotopes during alpha-particle irradiation", J. Radioanal. Nucl. Chem. 320 , 813–822 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
129	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural ytterbium upto 50 MeV", Nucl. Instr. and Meth. B 453 , 15–21 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
130	M. Saito, M. Aikawa, M. Sakaguchi, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ytterbium and thulium radioisotopes in alpha-induced nuclear reactions on natural erbium", Appl. Radiat. Isot. 154 , 108874 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
131	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, H. Haba, Y. Komori, N. Ukon, S. Takács, and F. Ditrói, "Excitation function measurement for zirconium-89 and niobium-90 production using alpha-induced reactions on yttrium-89", Nucl. Instr. and Meth. B 458 , 21–27 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
132	M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Activation cross sections of alpha particle-induced reactions on natural hafnium up to 50 MeV", Nucl. Instr. and Meth. B 459 , 50–58 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
133	D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, T. Zolbadral, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of dysprosium-157,159 and terbium-160 radioisotopes from the deuteron-induced reactions on terbium-159 up to 24 MeV", Nucl. Instr. and Meth. B 461 , 102–104 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

134	A. R. Usman, M. U. Khandaker, H. Haba, N. Otuka, and M. Murakami, "Production cross sections of thulium radioisotopes for alpha-particle induced reactions on holmium", Nucl. Instr. and Meth. B 469 , 42–48 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
135	M. U. Khandaker, H. Haba, Y. Komori, and N. Otuka, "Excitation functions of deuteron-induced nuclear reactions on erbium in the energy range of 4–24 MeV", Nucl. Instr. and Meth. B 470 , 1–9 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
136	Y. Kasamatsu, N. Kondo, K. Nakamura, Y. Kuboki, H. Ninomiya, Y. Shigekawa, E. Watanabe, Y. Yasuda, K. Toyomura, M. Nagase, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, T. Yoshimura, H. Itabashi, and A. Shinohara, "Solvent Extraction of Zr and Hf from HCl by Aliquat 336 using a Flow-type Extraction Apparatus Toward Online Chemical Studies of Element 104, Rutherfordium", Solv. Extr. Ion Exch 38 , 318–327 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
137	Z. Tsoodol, M. Aikawa, I. Dagvadorj, T. Khishigiargal, N. Javkhlantugs, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ^{68}Ga and radioactive by-products in deuteron-induced reactions on natural zinc", Appl. Radiat. Isot. 159 , 109095 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
138	Y. Wang, Y. Wittwer, J. Zhang, J. Yang, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, S. Cao, F. Fan, R. Eichler, A. Türler, and Z. Qin, "Mass Spectrometric Speciation of Metal-Carbonyls in the Gas Phase", PSI Annual Report 2018, Laboratory of Radiochemistry, 13–14 (2019).	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
139	M. Sakaguchi, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Production Cross Sections of ^{89}Zr by Deuteron-induced Reactions on ^{89}Y ", JAEA-Conf 2019-001, 185–188 (2019).	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
140	Y. Wang, Y. Wittwer, J. Zhang, J. Yang, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, S. Cao, F. Fan, R. Eichler, A. Türler, and Z. Qin, "Mass spectrometric speciation of mononuclear Re carbonyls in the gas phase", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 21 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
141	K. Fujiki, Y. Kanayama, S. Yano, N. Sato, T. Yokokita, P. Ahmadi, Y. Watanabe, H. Haba, and K. Tanaka, "Practical synthesis of ^{211}At -labeled immunoconjugate by double click method for α -emission cancer radiotherapeutics", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 22 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
142	M. Aikawa, M. Saito, S. Ebata, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of α -induced reactions on natZn for Ge and Ga production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 23 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
143	A. Yokoyama, Y. Kitayama, Y. Fukuda, H. Kikunaga, M. Murakami, Y. Komori, S. Yanou, H. Haba, K. Tsukada, and A. Toyoshima, "Extraction behavior of rutherfordium as a cationic fluoride complex with a TTA chelate extractant from HF/HNO ₃ acidic solutions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 183 (2019).	理化学研究所、東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
144	Y. Komori, H. Haba, T. Yokokita, S. Yano, N. Sato, K. Ghosh, Y. Sakemi, and H. Kawamura, "Complex formation of Fr with crown ethers", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 185 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
145	T. Yokokita and H. Haba, "Anion and cation exchange of Pa in HF/HCl mixture solution for Db chemistry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 186 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
146	T. Yokokita, Y. Kasamatsu, Y. Komori, E. Watanabe, K. Ghosh, Y. Wang, D. Mori, A. Shinohara, and H. Haba, "Study of anion exchange equilibrium of Zr and Hf in H ₂ SO ₄ for Rf experiment", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 187 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
147	Y. Kanayama, K. Sakamoto, E. Ebisui, Y. Wang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, H. Haba, and Y. Watanabe, "Development of ^{211}At -labeled antibody for targeted alpha therapy", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 188 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
148	S. Motomura, I. Kii, H. Haba, H. Yakushiji, Y. Watanabe, and S. Enomoto, "RI imaging tracers for Na ⁺ /K ⁺ dynamics in a living body", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 189 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

149	S. Takács, F. Ditrói, Z. Szűcs, M. Aikawa, H. Haba, Y. Komori, and M. Saito, "Measurement of activation cross sections of alpha particle induced reactions on iridium up to an energy of 50 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 190 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
150	M. Saito, M. Aikawa, M. Sakaguchi, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Cross-section measurement of α -induced reactions on ^{nat}Er for ^{169}Yb production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 191 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
151	M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on ^{nat}In for ^{117m}Sn production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 192 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
152	F. Ditrói, S. Takács, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, and T. Murata, "Investigation of alpha particle induced reactions on natural silver in the 40–50 MeV energy range", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 193 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
153	N. Ukon, M. Aikawa, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of deuteron-induced reactions on natural palladium for Ag isotopes", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 194 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
154	K. Ooe, T. Watabe, Y. Shirakami, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, and J. Hatazawa, "Production cross sections of ^{111}Ag in deuteron-induced nuclear reactions on natural palladium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 195 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
155	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Production cross sections of Mo, Nb and Zr radioisotopes from α -induced reaction on ^{nat}Zr ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 196 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
156	M. Aikawa, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of deuteron-induced reactions on niobium up to 24 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 197 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
157	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, and F. Ditrói, "New cross section data for production of zirconium-89 by alpha-induced reaction on yttrium target", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 198 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
158	M. Sakaguchi, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Cross section measurement of the deuteron-induced reaction on ^{89}Y to produce ^{89}Zr ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 199 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
159	S. Takács, F. Ditrói, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, and T. Murata, "Activation cross sections of alpha particle induced reactions on natural nickel up to 50 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 200 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
160	Y. Hayakawa, A. Yokoyama, A. Sakaguchi, K. Yamamori, K. Sekiguchi, S. Yanou, Y. Komori, T. Yokokita, and H. Haba, "Production of Np isotopes in nuclear reactions for standard material in accelerator mass spectrometry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 202 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
161	H. Ikeda, H. Kikunaga, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, H. Haba, and H. Watabe, "Column chromatography of astatine using weak base anion exchange resin", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 203 (2019).	理化学研究所、 東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
162	Y. Shin, K. Kawasaki, K. Aoi, K. Washiyama, A. Yokoyama, I. Nishinaka, S. Yanou, and H. Haba, "Speciation analysis of oxidation states of astatine extracted into ethanol-water solutions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 204 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
163	T. Kubota, K. Iwata, S. Fukutani, T. Takahashi, H. Haba, D. Mori, and S. Takahashi, "Purification of ^{121m}Te by anion exchange chromatography", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 205 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
164	H. Ikeda, H. Kikunaga, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, H. Haba, and H. Watabe, "Production of arsenic RI tracer from gallium oxide target by alpha beam irradiation", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 206 (2019).	理化学研究所、 東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
165	T. Fukuchi, S. Yano, H. Haba, and Y. Watanabe, "Production of ^{44m}Sc for multiple-isotope PET", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 207 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

166	T. Yokokita, S. Yano, Y. Komori, and H. Haba, "Adsorption experiments of ^{88}Y and ^{143}Pm on in HNO_3 ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 52 , 208 (2019).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
167	T. Fukuchi, H. Haba, and H. Kikunaga, "Phantom production for a multiple-isotope β -ray imaging system", ELPH Annual Report, Tohoku University 2018, 105-106 (2019).	理化学研究所、東北大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
168	羽場宏光, "理研における核医学治療用ラジオアイソトープの製造", Drug Delivery System 35 , No. 2, 114-120 (2020).	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
169	T. Tanaka, K. Morita, K. Morimoto, D. Kaji, H. Haba, R. A. Boll, N. T. Brewer, S. Van Cleve, D. J. Dean, S. Ishizawa, Y. Ito, Y. Komori, K. Nishio, T. Niwase, B. C. Rasco, J. B. Roberto, K. P. Rykaczewski, H. Sakai, D. W. Stracener, and K. Hagino, "Fusion Dynamics for Hot Fusion Reactions to Synthesize Superheavy Nuclei revealed in Quasielastic Barrier Distributions", Phys. Rev. Lett. 124 , 052502-1-6 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
170	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Production cross sections of ^{169}Yb by the proton-induced reaction on ^{169}Tm ", Nucl. Instr. and Meth. B 471 , 13-16 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
171	M. Sakaguchi, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross section measurement of the deuteron-induced reaction on yttrium-89 for zirconium-89 production", Nucl. Instr. and Meth. B 472 , 59-63 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
172	S. Takács, M. Aikawa, H. Haba, Y. Komori, F. Ditrói, Z. Szűcs, M. Saito, T. Murata, M. Sakaguchi, and N. Ukon, "Cross sections of alpha-particle induced reactions on natNi: Production of ^{67}Cu ", Nucl. Instr. and Meth. B 479 , 125-136 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
173	H. Haba, F. Fan, D. Kaji, Y. Kasamatsu, H. Kikunaga, Y. Komori, N. Kondo, H. Kudo, K. Morimoto, K. Morita, M. Murakami, K. Nishio, J. P. Omtvedt, K. Ooe, Z. Qin, D. Sato, N. Sato, T. K. Sato, Y. Shigekawa, A. Shinohara, M. Takeyama, T. Tanaka, A. Toyoshima, K. Tsukada, Y. Wakabayashi, Y. Wang, S. Wulff, S. Yamaki, S. Yano, Y. Yasuda, and T. Yokokita, "Production of ^{266}Bh in the $^{248}\text{Cm}(^{23}\text{Na}, 5n)^{266}\text{Bh}$ reaction and its decay properties", Phys. Rev. C 102 , 024625-1-12 (2020).	理化学研究所、東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
174	Y. Ohshima, H. Suzuki, H. Hanaoka, I. Sasaki, S. Watanabe, H. Haba, Y. Arano, Y. Tsushima, N. S. Ishioka, "Preclinical evaluation of new α -radionuclide therapy targeting LAT1: 2- ^{211}At astato- α -methyl-L-phenylalanine in tumor-bearing model", Nucl. Med. Biol. 90-91 , 15-22 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
175	Z. Tsodol, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, T. Khishigjargal, E. Norov, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Production cross sections of ^{45}Ti in the deuteron-induced reaction on ^{45}Sc up to 24 MeV", Appl. Radiat. Isot. 168 , 1-5 109448 (2021).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
176	Y. Kasamatsu, K. Toyomura, H. Haba, T. Yokokita, Y. Shigekawa, A. Kino, Y. Yasuda, Y. Komori, J. Kanaya, M. H., M. Murakami, H. Kikunaga, E. Watanabe, T. Yoshimura, K. Morita, T. Mitsugashira, K. Takamiya, T. Ohtsuki and A. Shinohara, "Co-precipitation behaviour of single atoms of rutherfordium in basic solutions", Nat. Chem. 13 , 226-230 (2021).	理化学研究所、東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
177	H. Takashima, Y. Koga, S. Manabe, K. Ohnuki, R. Tsumura, T. Anzai, N. Iwata, Y. Wang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, S. Usuda, H. Haba, H. Fujii, Y. Matsumura, and M. Yasunaga, "Radioimmunotherapy with an ^{211}At -labeled anti-tissue factor antibody protected by sodium ascorbate", Cancer Science 112 , 1975-1986 (2021).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
178	T. Fukuchi, M. Shigeta, H. Haba, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, S. Yamamoto, and Y. Watanabe, "Image reconstruction method for multiple-isotope positron emission tomography", Journal of Instrumentation (JINST) 16 , P01035 (2021).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
179	M. Aikawa, T. Maehashi, D. Ichinkhorloo, S. Ebata, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of deuteron-induced reactions on praseodymium up to 24 MeV", Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B 498 , 23-26 (2021).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

180	Dagvadorj Ichinkhorloo, Masayuki Aikawa, Zolbadral Tsodol, Tomohiro Murata, Michiya Sakaguchi, Yukiko Komori, Takuya Yokokita, and Hiromitsu Haba, "Production cross sections of dysprosium, terbium and gadolinium radioisotopes from the alpha-induced reactions on natural gadolinium up to 50 MeV", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B, vol. 499, pp. 46–52, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
181	H. Haba for RIKEN SHE Collaboration, "Present Status and Perspectives of SHE Researches at RIKEN", In Proceedings of the International Symposium on Exotic Nuclei, Petrozavodsk, Russia, 10–15 September 2018, Yu. E. Penionzhkevich, Yu. G. Sobolev (Eds.), World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., pp. 192–199 (2020).	理化学研究所	その他著作物(総説、書籍など)	掲載	研究開発課題2
182	T. Niwase, K. Fujita, Y. Yamano, K. Watanabe, D. Kaji, K. Morimoto, H. Haba, T. Hirano, S. Mitsuoka, and K. Morita, "Measurement of fusion barrier distribution in $^{51}\text{V}+^{208}\text{Pb}$ system", Proc. 13th Int. Conf. on Nucleus–Nucleus Collisions, JPS Conf. Proc. 32 , 010022–1–3 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
183	A. R. Usman, M. U. Khandaker, and H. Haba, "Effect of target density uncertainties on extracted experimental cross sections for the $^{nat}\text{Ti}(\alpha, x)^{51}\text{Cr}$, ^{46}Sc reactions", EPJ Web of Conferences 239 , 01011–1–4 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
184	T. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, K. Tegshjargal, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Production cross sections of ^{45}Ti via deuteron-induced reaction on ^{45}Sc ", Proceedings of the 2019 Symposium on Nuclear Data, November 28–30, 2019, Kyushu University, Chikushi Campus, Fukuoka, Japan, Y. Watanabe, N. Shigyo, T. Kin, and O. Iwamoto Eds., JAEA–Conf 2020–001, 75–78 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
185	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Production of ^{169}Yb by the proton-induced reaction on ^{169}Tm ", Proceedings of the 2019 Symposium on Nuclear Data, November 28–30, 2019, Kyushu University, Chikushi Campus, Fukuoka, Japan, Y. Watanabe, N. Shigyo, T. Kin, and O. Iwamoto Eds., JAEA–Conf 2020–001, 79–81 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
186	T. Tanaka, K. Morita, K. Morimoto, D. Kaji, H. Haba, R. A. Boll, N. T. Brewer, S. Van Cleve, D. J. Dean, S. Ishizawa, Y. Ito, Y. Komori, K. Nishio, T. Niwase, B. C. Rasco, J. B. Roberto, K. P. Rykaczewski, H. Sakai, D. W. Stracener, and K. Hagino, "Study of quasielastic barrier distributions as a step towards the synthesis of superheavy elements with hot fusion reactions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 6 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
187	T. Fukuchi, M. Shigeta, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, and Y. Watanabe, "Live mouse imaging with $^{44\text{m}}\text{Sc}$ by a multiple-isotope PET", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 21 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
188	M. Saito, M. Aikawa, M. Sakaguchi, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ytterbium and thulium radioisotopes in alpha-induced nuclear reactions on natural erbium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 22 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
189	D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, Ts. Zolbadral, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of dysprosium-159 radioisotope from the deuteron-induced reactions on terbium-159 up to 24 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 23 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
190	H. Nagahama, K. Nakamura, N. Ozawa, Y. Kotaka, H. Haba, T. Hayamizu, M. Ohtsuka, K. S. Tanaka, H. Ueno, Y. Ichikawa, and Y. Sakemi, "Production of a high-intensity francium ion beam for the measurement of the electron electric dipole moment", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 57 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
191	S. Purushothaman, H. Haba, E. Haettner, S. Ishikawa, K. Itahashi, S. Y. Matsumoto, Y. Miyake, A. Sakaue, R. Sekiya, Y. K. Tanaka, and M. Tomut, "First test of graphenic carbon vacuum windows with heavy ions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 134 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

192	S. Adachi, A. Toyoshima, K. Tsukada, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, Y. Shigekawa, Y. Wang, A. Kashihara, M. Kato, A. Nakajima, and K. Sueki, "On-line anion-exchange experiment of Nb and Ta in HF/HNO ₃ mixture solution for Db chemistry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 162 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
193	M. Kato, K. Tsukada, H. Haba, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, S. Adachi, A. Kashihara, and K. Sueki, "Anion-exchange behaviour of Nb, Ta and Pa in H ₂ SO ₄ ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 163 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
194	T. Yokokita and H. Haba, "Anion exchange of Nb and Ta in HF/HCl mixture solution for Db chemistry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 164 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
195	T. Yokokita, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, Y. Komori, Y. Shigekawa, Y. Wang, D. Mori, H. Ninomiya, S. Hayami, K. Tonai, K. Ghosh, A. Shinohara, and H. Haba, "Anion exchange of element 104, Rf, at 0.11 M H ₂ SO ₄ by using batch-type solid-liquid extraction apparatus, AMBER", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 165 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
196	E. Watanabe, T. Yokokita, Y. Kasamatsu, S. Hayami, K. Tonai, Y. Shigekawa, H. Haba, and A. Shinohara, "Anion-exchange of Zr, Hf, and Th by the automated extraction apparatus: toward the chemical study of ¹⁰⁴ Rf in HNO ₃ ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 166 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
197	K. Hamano, Y. Kobayashi, H. Haba, and H. Ueno, " ⁹⁹ Ru and ⁵⁷ Fe Mössbauer spectroscopic studies of Na ₂ Ru _{1-x} FexO ₃ of sodium-ion battery electrode", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 167 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
198	Y. Shigekawa, A. Yamaguchi, N. Sato, A. Takamine, M. Wada, and H. Haba, "Development of an RF-carpet gas cell for the chemistry of superheavy elements", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 168 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
199	Y. Komori, K. Ooe, T. Yokokita, Y. Shigekawa, and H. Haba, "An attempt to modify the membrane degasser (MDG)", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 169 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
200	T. Tanaka, D. J. Hinde, H. Haba, M. Dasgupta, S. Battisnon, A. C. Berriman, L. T. Bezzina, J. Buete, I. P. Carter, K. J. Cook, E. Graham, J. Heighway, T. D. Hume, D. Y. Jeung, Y. Komori, P. McGlynn, D. Mori, S. A. Parker-Steele, C. Sengupta, C. Simenel, E. C. Simpson, M. A. Stoyer, B. M. A. Swinton-Bland, Y. Wang, W. Wojtaczka, and T. Yokokita, "Preparation of Gd targets for in-beam fission measurements as a step towards the handling of ²⁴³ Am targets with ultra-thin backings", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 170 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
201	H. Takashima, Y. Koga, K. Onuki, S. Manabe, R. Tsumura, T. Anzai, N. Iwata, M. Yasunaga, Y. Wang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, H. Haba, H. Fujii, and Y. Matsumura, "Development of radioimmunotherapy with astatine-211-conjugated antibodies", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 172 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
202	Y. Kanayama, K. Sakamoto, R. Zochi, Y. Wang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, H. Haba, and Y. Watanabe, "Anti-cancer effect of ²¹¹ At-labeled antibody on xenografted mice with intravenous injection", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 173 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
203	Y. Fujisawa, H. Haba, Y. Magata, and Y. Iida, "Usability of ⁶⁷ Cu as a therapeutic radioisotope for peptide receptor radionuclide therapy", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 175 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
204	S. Oshikiri, H. Kato, D. Mori, A. Hino, and H. Haba, "Quality evaluation of RIKEN ⁶⁷ Cu by labeling peptide compound", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 176 (2020).	理化学研究所、富士フイルム富山化学(株)	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
205	S. Motomura, I. Kii, H. Haba, H. Yakushiji, Y. Watanabe, and S. Enomoto, "Simultaneous imaging of Na ⁺ /K ⁺ by semiconductor Compton camera GREI", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 177 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

206	M. Uenomachi, Z. Zhong, K. Shimazoe, H. Takahashi, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, and H. Haba, "Research progress on double-photon-emission coincidence imaging with cascade gamma-ray-emitting nuclide", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 178 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
207	Y. Hayakawa, A. Yokoyama, A. Sakaguchi, K. Teranishi, R. Morita, N. Matsumura, A. Nakajima, D. Mori, Y. Komori, T. Yokokita, Y. Wang, and H. Haba, "Production of Np-236 in the $^{232}\text{Th} + ^7\text{Li}$ reaction for standard material in accelerator mass spectrometry", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 179 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
208	Y. Takahashi, S. Goto, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, Y. Wang, and H. Haba, "Excitation function measurement of the $^{205}\text{Tl}(d, \alpha)^{203}\text{Hg}$ reaction for carrier-free ^{203}Hg tracer production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 180 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
209	N. Ukon, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural tungsten for ^{186}Re and ^{188}Re production", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 181 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
210	S. Takács, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross sections of alpha particle-induced reactions on natural hafnium up to 50 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 182 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
211	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács, "Activation cross sections of alpha-induced reactions on natural ytterbium up to 50 MeV", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 183 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
212	A. R. Usman, M. U. Khandaker, H. Haba, N. Otuka, and M. Murakami, "Measurement of excitation functions for $^{165}\text{Ho}(\alpha, xn)^{165-168}\text{Tm}$ reactions", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 184 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
213	M. U. Khandaker and H. Haba, "Production cross sections of (d,x) reactions on natural erbium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 185 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
214	T. Murata, M. Aikawa, M. Sakaguchi, H. Haba, Y. Komori, Z. Szűcs, F. Ditrói, and S. Takács, "Activation cross-section measurement of alpha-induced reactions on natural dysprosium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 186 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
215	D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, Ts. Zolbadral, T. Murata, M. Sakaguchi, Y. Komori, T. Yokokita, and H. Haba, "Production cross sections of ^{157}Dy in alpha-particle-induced reactions on natural gadolinium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 187 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
216	M. Aikawa, M. Saito, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Activation cross sections of alpha-particle induced nuclear reactions on natural palladium", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 188 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
217	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, H. Haba, Y. Komori, N. Ukon, S. Takács, and F. Ditrói, "Excitation function measurement for zirconium-89 and niobium-90 production using alpha-induced reactions on yttrium-89", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 189 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
218	Ts. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, Kh. Tegshjargal, N. Javkhantugs, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ^{68}Ga via deuteron-induced reactions on natural zinc", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 190 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
219	Ts. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, Kh. Tegshjargal, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, and Z. Szűcs, "Production cross sections of ^{45}Ti via deuteron-induced reaction on ^{45}Sc ", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 191 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
220	Y. Wang, N. Sato, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, S. Usuda, and H. Haba, "Present status of ^{211}At production at the RIKEN AVF cyclotron", RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 192 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

221	K. Aoi, K. Kawasaki, S. Maruyama, M. Higashi, K. Washiyama, A. Yokoyama, I. Nishinaka, D. Mori, Y. Wang, and H. Haba, “Decontamination of Po in the $^{211}\text{Rn}/^{211}\text{At}$ generator system”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 193 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
222	K. Akiyama, K. Amekura, and H. Haba, “Separation and purification of ^{139}Ce tracer for metallofullerene synthesis”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 194 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
223	T. Kubota, S. Fukutani, T. Takahashi, H. Haba, D. Mori, and S. Takahashi, “Separation of $^{121\text{m}}\text{Te}$ from antimony without redox reaction”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 195 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
224	K. Ooe, T. Watabe, Y. Shirakami, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, and J. Hatazawa, “Chemical separation of theranostic radionuclide ^{111}Ag produced in the $^{nat}\text{Pd}(d,x)^{111}\text{Ag}$ reactions”, RIKEN Accel. Prog. Rep. 53 , 196 (2020).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
225	藤井博史, 大貫和信, 羽場宏光, 吉本光喜, 安永正浩, 高島大輝, “生物医学研究施設におけるアルファ線放出核種の放射能測定”, Japanese Society for Molecular Imaging (JSMI) Report 14 (1), 3–11(2021).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
226	Shino Manabe, Hiroki Takashima, Kazunobu Ohnuki, Yoshikatsu Koga, Ryo Tsumura, Nozomi Iwata, Yang Wang, Takuya Yokokita, Yukiko Komori, Sachiko Usuda, Daiki Mori, Hiromitsu Haba, Hirofumi Fujii, Masahiro Yasunaga, and Yasuhiro Matsumura, “Stabilization of an ^{211}At -labeled Antibody with Sodium Ascorbate”, ACS Omega, vol. 6, pp. 14887–14895, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
227	Michiya Sakaguchi, Masayuki Aikawa, Naoyuki Ukon, Yukiko Komori, Hiromitsu Haba, Naohiko Otuka, and Sándor Takács, “Activation cross section measurement of the alpha-particle induced reaction on natural neodymium”, Appl. Radiat. Isot., vol. 176, 109826, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
228	Y. Shigekawa, A. Yamaguchi, K. Suzuki, H. Haba, T. Hiraki, H. Kikunaga, T. Masuda, S. Nishimura, N. Sasao, A. Yoshimi, and K. Yoshimura, “Estimation of radiative half-life of $^{229\text{m}}\text{Th}$ by half-life measurement of other nuclear excited states in ^{229}Th ”, Phys. Rev. C, vol. 104, 024306, 2021.	理化学研究所、 東北大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
229	P. Schury, T. Niwase, M. Wada, P. Brionnet, S. Chen, T. Hashimoto, H. Haba, Y. Hirayama, D. S. Hou, S. Imura, H. Ishiyama, S. Ishizawa, Y. Ito, D. Kaji, S. Kimura, H. Koura, J. J. Liu, H. Miyatake, J.-Y. Moon, K. Morimoto, K. Morita, D. Nagae, M. Rosenbusch, A. Takamine, Y. X. Watanabe, H. Wollnik, W. Xian, and S. X. Yan, “First high-precision direct determination of the atomic mass of a superheavy nuclide”, Phys. Rev. C, vol. 104, L021304, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
230	S. Takács, F. Ditrói, Z. Szűcs, K. Brezovcsik, H. Haba, Y. Komori, M. Aikawa, M. Saito, T. Murata, M. Sakaguchi, and N. Ukon, “Cross section measurement of alpha-particle-induced reactions on ^{nat}Sb ”, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B, vol. 505, pp. 24–33, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
231	Noritaka Kitamura, Nobuaki Imai, Hiromitsu Haba, Shin’ichiro Michimasa, Susumu Shimoura, and Yuki Yamaguchi, “Production of $^{178}\text{Hf}^{\text{m}2}$ and a simple chemical separation method for Hf recovery”, J. Radioanal. Nucl. Chem., vol. 330, pp. 721–725, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
232	T. Niwase, M. Wada, P. Schury, P. Brionnet, S. D. Chen, T. Hashimoto, H. Haba, Y. Hirayama, D. S. Hou, S. Imura, H. Ishiyama, S. Ishizawa, Y. Ito, D. Kaji, S. Kimura, J. Liu, H. Miyatake, J. Y. Moon, K. Morimoto, K. Morita, D. Nagae, M. Rosenbusch, A. Takamine, T. Tanaka, Y. X. Watanabe, H. Wollnik, W. Xian, and S. X. Yan, “ α -decay-correlated mass measurement of $^{206,207\text{g.m}}\text{Ra}$ using an α -TOF detector equipped multireflection time-of-flight mass spectrographs system”, Phys. Rev. C vol. 104, 044617, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

233	Masayuki Aikawa, Yukina Hanada, He Huang, and Hiromitsu Haba, "Activation cross sections of proton-induced reactions on praseodymium up to 30 MeV", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B, vol. 508, pp. 29–33, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
234	Eisuke Watanabe, Yoshitaka Kasamatsu, Takuya Yokokita, Sho Hayami, Katsuma Tonai, Hidemi Ninomiya, Narumi Kondo, Yudai Shigekawa, Hiromitsu Haba, Yasutaka Kitagawa, Masayoshi Nakano, and Atsushi Shinohara, "Anion-exchange Experiment of Zr, Hf, and Th in HNO ₃ and Quantum Chemical Study on the Nitrate Complexes toward Chemical Research on Element 104, Rf", Solvent Extr. Ion Exch. (in press).	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
235	Takuya Yokokita, Shinya Yano, Yukiko Komori, and Hiromitsu Haba, "Anion- and cation-exchange studies of Zr, Hf, and Th using ion-exchange resin and fiber in H ₂ SO ₄ media for chemical characterization of sulfate complex of Rf", J. Radioanal. Nucl. Chem. vol. 331, pp. 1127–1134, 2022.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
236	Masayuki Aikawa, Yukina Hanada, Dagvadorj Ichinkhorloo, Hiromitsu Haba, Sándor Takács, Ferenc Ditrói, and Zoltán Szűcs, "Production cross sections of ⁴⁷ Sc via alpha-particle-induced reactions on natural calcium up to 29 MeV", Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B vol. 515, pp. 1–6, 2022.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
237	羽場宏光, "理研におけるAt-211の製造分離状況と将来計画", 放射線科学フロンティア～孟宗竹～, 第3号, p. 9, 2021	理化学研究所	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題2
238	H. Takashima, Y. Koga, K. S. Manabe, Onuki, R. Tsumura, T. Anzai, N. Iwata, Y. Wang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, H. Haba, H. Fujii, Y. Matsumura, and M. Yasunaga, "Influence of antibody stabilization with sodium ascorbate on radioimmunotherapy with an ²¹¹ At-conjugated anti-tissue factor antibody", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. S32, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
239	T. Niwase, M. Wada, P. Schury, P. Brionnet, S. D. Chen, T. Hashimoto, H. Haba, Y. Hirayama, D. S. Hou, S. Iimura, H. Ishiyama, S. Ishizawa, Y. Ito, D. Kaji, S. Kimura, J. Liu, H. Miyatake, J. Y. Moon, K. Morimoto, K. Morita, D. Nagae, M. Rosenbusch, A. Takamine, T. Tanaka, Y. X. Watanabe, H. Wollnik, W. Xian and S. X. Yan, "Alpha-decay correlated mass measurement of ^{206,207} Ra using an MRTOF-MS system equipped with an α -TOF detector", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 31, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
240	P. Schury, T. Niwase, M. Wada, P. Brionnet, S. Chen, T. Hashimoto, H. Haba, Y. Hirayama, D. S. Hou, S. Iimura, H. Ishiyama, S. Ishizawa, Y. Ito, D. Kaji, S. Kimura, H. Koura, J. J. Liu, H. Miyatake, J.-Y. Moon, K. Morimoto, K. Morita, D. Nagae, M. Rosenbusch, A. Takamine, Y. X. Watanabe, H. Wollnik, W. Xian, and S. X. Yan, "First high-precision direct determination of the atomic mass of a superheavy nuclide", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 32, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
241	T. Hayamizu, K. Nakamura, T. Aoki, Y. Kotaka, H. Nagahama, S. Nagase, M. Ohtsuka, N. Ozawa, M. Sato, A. Takamine, K. S. Tanaka, H. Haba, and Y. Sakemi, "Radiation resistivity test of an optical fiber for laser-cooling of francium atoms", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 116, 2021	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
242	N. Ozawa, H. Nagahama, T. Hayamizu, K. Nakamura, M. Sato, S. Nagase, Y. Kotaka, K. Kamakura, K. S. Tanaka, M. Otsuka, T. Aoki, Y. Ichikawa, A. Takamine, H. Haba, H. Ueno, and Y. Sakemi, "Development of novel detection system for francium ions extracted from online surface ionizer", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 117, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
243	H. Haba, F. Fan, D. Kaji, Y. Kasamatsu, H. Kikunaga, Y. Komori, N. Kondo, H. Kudo, K. Morimoto, K. Morita, M. Murakami, K. Nishio, J. P. Omtvedt, K. Ooe, Z. Qin, D. Sato, N. Sato, T. K. Sato, Y. Shigekawa, A. Shinohara, M. Takeyama, T. Tanaka, A. Toyoshima, K. Tsukada, Y. Wakabayashi, Y. Wang, S. Wulff, S. Yamaki, S. Yano, Y. Yasuda, and T. Yokokita, "Production of ²⁶⁶ Bh in the ²⁴⁸ Cm(²³ Na,5n) ²⁶⁶ Bh reaction and its decay properties", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 141, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

244	A. Nakajima, K. Teranishi, A. Yokoyama, A. Sakaguchi, K. Hain, R. Morita, A. Seto, A. Nagai, D. Mori, Y. Komori, T. Yokokita, Y. Wang, and H. Haba, "Measurement of the isotopic ratio of Np-236 to Np-237 in Th-232+Li-7 reaction products by accelerator mass spectrometry", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 142, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
245	Y. Shigekawa, T. Yokokita, Y. Komori, and H. Haba, "Production and photon measurement of ^{229}Pa toward the observation of radiative decay of $^{229\text{m}}\text{Th}$ ", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, pp. 143–144, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
246	Y. Shigekawa, A. Yamaguchi, N. Sato, A. Takamine, M. Wada, and H. Haba, "Measurement of extraction time and efficiency of ^{220}Rn ions using a cryogenic RF-carpet gas cell for the chemistry of superheavy elements", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, pp. 145–146, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
247	M. Kato, S. Adachi, A. Toyoshima, K. Tsukada, M. Asai, T. Yokokita, Y. Komori, Y. Wang, Y. Shigekawa, D. Mori, H. Haba, A. Kashiwara, A. Nakajima, K. Tokoi, Y. Suzuki, K. Nishizuka, and K. Sueki, "Anion-exchange behavior of Db in HF/HNO_3 solution", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 147, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
248	T. Yokokita, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, Y. Komori, Y. Shigekawa, Y. Wang, D. Mori, H. Ninomiya, S. Hayami, K. Tonai, K. Ghosh, A. Shinohara, and H. Haba, "Anion exchange of Rf in H_2SO_4 using the batch-type solid-liquid extraction apparatus AMBER", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 148, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
249	T. Yokokita, Y. Shigekawa, Y. Wang, Y. Komori, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, and H. Haba, "Online anion-exchange experiment of Zr in H_2SO_4 for the chemical study of Rf in H_2SO_4 ", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 149, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
250	Y. Kasamatsu, N. Kondo, K. Nakamura, Y. Kuboki, H. Ninomiya, Y. Shigekawa, E. Watanabe, Y. Yasuda, K. Toyomura, M. Nagase, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, T. Yoshimura, H. Itabashi, and A. Shinohara, "Solvent extraction of Zr and Hf from HCl by Aliquat 336 using a flow-type extraction apparatus toward online chemical studies of element 104, rutherfordium", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 150, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
251	T. Yokokita and H. Haba, "Cation- and anion-exchange behavior and UV-vis spectroscopy of Zr in HBr for chemical characterization of bromide complexes of Rf", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 151, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
252	Y. Komori and H. Haba, "Solvent extraction of Fr and Cs with calix[4]arene-bis(benzocrown-6)", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 152, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
253	S. Maruyama, K. Aoi, Y. Nagai, K. Washiyama, A. Yokoyama, I. Nishinaka, Y. Wang, and H. Haba, "Solvent extraction and speciation of astatine species via thin layer chromatography", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 153, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
254	K. Hamano, Y. Kobayashi, H. Haba, and H. Ueno, " ^{99}Ru and ^{57}Fe Mössbauer spectroscopic studies of $\text{Na}_2\text{Ru}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ of sodium-ion battery electrode (2)", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 154, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
255	S. Oshikiri, M. K. Satake, H. Kato, Y. Komori, K. Suzuki, T. Kobayashi, A. Hino, and H. Haba, "Quality confirmation of RIKEN ^{186}Re using bifunctional chelating agents and derivatives", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 156, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
256	I. O. Umeda, H. Haba, Y. Komori, H. Fujii, and T. Takahashi, "Complex formation of Rhenium-186 with lipophilic ligands -Comparison with technetium-99m-", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, pp. 157–158, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
257	S. Motomura, I. Kii, H. Haba, H. Yakushiji, Y. Watanabe, and S. Enomoto, "Simultaneous imaging of Na^+/K^+ by semiconductor Compton camera GREI", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 159, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

258	T. Fukuchi, M. Shigeta, H. Haba, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, S. Yamamoto, and Y. Watanabe, "Development of image reconstruction method for a multiple-isotope PET using $^{44\text{m}}\text{Sc}$ ", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 160, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
259	H. Takahashi, M. Uenomachi, K. Shimazoe, and H. Haba, "Double photon emission nuclides for double photon coincidence imaging", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 161, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
260	X. Yin, A. Nambu, Y. Komori, D. Mori, S. Oshikiri, H. Kato, A. Hino, and H. Haba, "Production cross sections of ^{225}Ac in the $^{232}\text{Th}(^{14}\text{N}, \text{nyp})$ reactions at 116 and 132 MeV/nucleon", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, pp. 162–163, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
261	S. Takács, M. Aikawa, H. Haba, Y. Komori, F. Ditrói, Z. Szűcs, M. Saito, T. Murata, M. Sakaguchi, and N. Ukon, "Cross sections of alpha-particle-induced reactions on ^{nat}Ni : Production of ^{67}Cu ", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 164, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
262	Ts. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, Kh. Tegshjargal, N. Javkhantugs, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ^{68}Ga and radioactive by-products in deuteron-induced reactions on natural zinc", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 165, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
263	M. Sakaguchi, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, and H. Haba, "Activation cross section measurement of the deuteron-induced reaction on yttrium-89 for zirconium-89 production", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 166, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
264	M. Aikawa, T. Maehashi, D. Ichinkhorloo, Y. Komori, and H. Haba, "Excitation functions of deuteron-induced reactions on ^{141}Pr for medical radioisotope production", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 167, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
265	M. Sakaguchi, M. Aikawa, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, N. Otuka, and S. Takács, "Production cross sections of medical radioisotope ^{153}Sm in alpha-particle-induced reaction on natural neodymium", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 168, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
266	D. Ichinkhorloo, M. Aikawa, Ts. Zolbadral, Y. Komori, and H. Haba, "Production cross sections of ^{155}Tb in deuteron-induced reactions on natural gadolinium", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 169, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
267	M. U. Khandaker and H. Haba, "Production cross sections of $^{nat}\text{Er}(d,x)^{171}\text{Er}$ reactions on natural erbium", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 170, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
268	Y. Komori, H. Haba, M. Aikawa, M. Saito, S. Takács, and F. Ditrói, "Measurement of production cross sections of ^{175}Hf in the $^{nat}\text{Lu}(p,x)$ and $^{nat}\text{Lu}(d,x)$ reactions", RIKEN Accel. Prog. Rep., vol. 54, p. 171, 2021.	理化学研究所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
269	Ryota Imura, Hiroyuki Ida, Ichiro Sasaki, Noriko S. Ishioka, and Shigeki Watanabe, "Re-Evaluations of Zr-DFO Complex Coordination Chemistry for the Estimation of Radiochemical Yields and Chelator-to-Antibody Ratios of ^{89}Zr Immune-PET Tracers", Molecules, vol. 26, 4977, 2021.	東京大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
270	Ryota Imura, Atsuko Nakanishi Ozeki, Nanako Shida, Mika Kobayashi, Hiroyuki Ida, Youichiro Wada, Nobuyoshi Akimitsu, Yoshitaka Kumakura, "Radiolabeling of PSMA-617 with ^{89}Zr : A Novel Use of DMSO for Radiochemical Yield Enhancement and Preliminary Small-Animal PET Results", bioRxiv, 2021, doi: https://doi.org/10.1101/2021.06.28.450175	東京大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2
271	Tanzina Tanu, Kenzui Taniue, Katsutoshi Imamura, Rena Onoguchi-Mizutani, Han Han, Torben Heick Jensen, Nobuyoshi Akimitsu, "hnRNPH1-MTR4 complex-mediated regulation of NEAT1v2 stability is critical for IL8 expression", RNA Biol., vol. 18, pp. 537–547, 2021.	東京大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題2

272	K. Yamada, H. Maruoka, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Sensitivity to Soft Errors of NMOS and PMOS Transistors Evaluated by Latches with Stacking Structures in a 65 nm FDSOI Process", IEEE International Reliability Physics Symposium, pp. P-SE.3-1-5, 10.1109/IRPS.2018.8353691, Barlingame, CA, USA, Mar. 2018	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
273	K. Kobayashi, "Highly-reliable Integrated Circuits for Ground and Space Applications", International Conference on ASIC, pp. 722-725, 10.1109/ASICON.2017.8252558, Guiyang, China, Oct. 2017	京都工芸繊維大学	論文(査読無し)	掲載	課題4、招待講演
274	安部 晋一郎, 佐藤 達彦, 粒子輸送計算コードPHITSと宇宙線スペクトル予測モデルPARMAの紹介, 日本中間子科学会誌「めそん」 vol. 47, pp. 34-39 2018年3月	量子科学研究機構	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題4
275	S. Abe, W. Liao, S. Manabe, T. Sato, M. Hashimoto, and Y. Watanabe, "Impact of Irradiation Side on Neutron-Induced Single Event Upsets in 65-nm Bulk SRAMs," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 66, number 7, 1374 -- 1380, July 2019.	日本原子力研究開発機構 九州大学 大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
276	M. Ebara, K. Yamada, K. Kojima, and J. Furuta, "Threshold Dependence of Soft-Errors induced by alpha particles and Heavy Ions on Flip Flops in a 65 nm Thin BOX FDSOI", SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference, Burlingame, CA, USA, Oct. 2018	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
277	K. Yamada, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Radiation-Hardened Flip-Flops with Small Area and Delay Overheads Using Guard-Gates in FDSOI Processes", SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference, Burlingame, CA, USA, Oct. 2018	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
278	K. Yamada, H. Maruoka, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Radiation-Hardened Flip-Flops with Low-Delay Overhead Using PMOS Pass-Transistors to Suppress SET Pulses in a 65 nm FDSOI Process", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.65, no.8, pp. 1814-1822, Apr. 2018	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
279	H. Maruoka, M. Hifumi, J. Furuta, and K. Kobayashi, "A Low-Power Radiation-Hardened Flip-Flop with Stacked Transistors in a 65 nm FDSOI Process", IEICE Trans. on Electronics, vol.101-C, no.4, pp. 273-280, Apr. 2018	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
280	M. Hashimoto, K. Kobayashi, J. Furuta, S. Abe, and Y. Watanabe, "Characterizing SRAM and FF Soft Error Rates with Measurement and Simulation (Invited)," Integration, the VLSI Journal	大阪大学 京都工芸繊維大学 日本原子力研究開発機構	論文(査読有り)	掲載	課4、招待論文
281	W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe, S. Abe, and Y. Watanabe, "Similarity Analysis on Neutron- and Negative Muon-Induced MCUs in 65-nm Bulk SRAM," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 66, number 7, 1390 -- 1397, July 2019.	大阪大学 九州大学 日本原子力研究開発機構	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
282	S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, M. Hashimoto, and S. Abe, "Estimation of Muon-Induced SEU Rates for 65-nm Bulk and UTBB-SOI SRAMs," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 66, number 7, 1398 -- 1403, July 2019.	九州大学 大阪大学 日本原子力研究開発機構	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
283	W. Liao and M. Hashimoto, "Analyzing Impacts of SRAM, FF and Combinational Circuit on Chip-Level Neutron-Induced Soft Error Rate," IEICE Trans. on Electronics, E102-C(4), pp. 296-302, April 2019.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
284	S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, M. Hashimoto, K. Nakano, H. Sato, T. Kin, S. Abe, K. Hamada, M. Tampo, and Y. Miyake, "Negative and Positive Muon-Induced Single Event Upsets in 65-nm UTBB SOI SRAMs," IEEE Transactions on Nuclear Science, 65(8), pp. 1742--1749, August 2018.	九州大学 大阪大学 日本原子力研究開発機構 高エネルギー加速器研究機構	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
285	W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe, Y. Watanabe, K. Nakano, H. Sato, T. Kin, K. Hamada, M. Tampo, and Y. Miyake, "Measurement and Mechanism Investigation of Negative and Positive Muon-Induced Upsets in 65nm Bulk SRAMs," IEEE Transactions on Nuclear Science, 65(8), pp. 1734--1741, August 2018.	大阪大学 九州大学 日本原子力研究開発機構 高エネルギー加速器研究機構	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4

286	W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe, Y. Watanabe, S. Abe, M. Tampo, S. Takeshita, and Y. Miyake, "Negative and Positive Muon-Induced SEU Cross Sections in 28-nm and 65-nm Planar Bulk CMOS SRAMs," Proceedings of International Reliability Physics Symposium (IRPS), April 2019.	大阪大学 九州大学 日本原子力研究 開発機構 高エネルギー加 速器研究機構	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
287	M. Hashimoto, W. Liao, S. Manabe, and Y. Watanabe, "Characterizing Soft Error Rates of 65-nm SOTB and Bulk SRAMs with Muon and Neutron Beams (Invited)," Proceedings of SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference (S3S), October 2018.	大阪大学 九州大学	論文(査読無し)	掲載	課4、招待講演
288	K. Yamada, M. Ebara, K. Kojima, Y. Tsukita, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Radiation-Hardened Structure to Reduce Sensitive Range of a Stacked Structure for FDSOI", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.66, no.7, pp. 1418-1426, Apr. 2019	京都工芸繊維大 学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
289	T. Mahara, S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, M. Hashimoto, T. Y. Saito, M. Niikura, K. Ninomiya, D. Tomono, and A. Sato, "Irradiation Test of 65 nm Bulk SRAMs with DC Muon Beam at RCNP MuSIC Facility," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 67, number 7, 1555 -- 1559, July 2020.	九州大学、大阪 大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
290	W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe, Y. Watanabe, S. Abe, M. Tampo, S. Takeshita, and Y. Miyake, "Impact of the Angle of Incidence on Negative Muon-Induced SEU Cross Sections of 65-nm Bulk and FDSOI SRAMs," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 67, number 7, 1566 -- 1572, July 2020.	大阪大学、九州 大学、JAEA、KEK	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
291	J. Kuroda, S. Manabe, Y. Watanabe, K. Ito, W. Liao, M. Hashimoto, S. Abe, M. Harada, K. Oikawa, and Y. Miyake, "Measurement of Single-Event Upsets in 65-nm SRAMs under Irradiation of Spallation Neutrons at J-PARC MLF," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 67, number 7, 1599 -- 1605, July 2020.	九州大学、大阪 大学、JAEA、KEK	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
292	W. Liao and M. Hashimoto, "Analyzing Impacts of SRAM, FF and Combinational Circuit on Chip-Level Neutron-Induced Soft Error Rate," IEICE Trans. on Electronics, volume E102-C, number 4, pages 296-302, April 2019.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
293	S. Abe, T. Sato, J. Kuroda, S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, K. Ito, M. Hashimoto, M. Harada, K. Oikawa, and Y. Miyake, "Impact of Hydrided and Non-Hydrided Materials Near Transistors on Neutron-Induced Single Event Upsets," Proceedings of International Symposium on Reliability Physics (IRPS), April 2020.	JAEA、九州大 学、大阪大学、 KEK	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
294	W. Liao, K. Ito, Y. Mitsuyama, and M. Hashimoto, "Characterizing Energetic Dependence of Low-Energy Neutron-Induced MCUs in 65 nm Bulk SRAMs," Proceedings of International Reliability Physics Symposium (IRPS), April 2020.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
295	M. Hashimoto and W. Liao, "Soft Error and Its Countermeasures in Terrestrial Environment," Proceedings of Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC), January 2020.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	課4、招待論文
296	K. Ito, W. Liao, M. Hashimoto, J. Kuroda, S. Manabe, Y. Watanabe, S. Abe, M. Harada, K. Oikawa, and Y. Miyake, "Characterizing Neutron-Induced SDC Rate of Matrix Multiplication in Tesla P4 GPU," Proceedings of European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS), September 2019.	大阪大学、九州 大学、JAEA、KEK	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
297	W. Liao, M. Hashimoto, S. Manabe, Y. Watanabe, S. Abe, M. Tampo, S. Takeshita, and Y. Miyake, "Negative and Positive Muon-Induced SEU Cross Sections in 28-nm and 65-nm Planar Bulk CMOS SRAMs," Proceedings of International Reliability Physics Symposium (IRPS), April 2019.	大阪大学、九州 大学、JAEA、KEK	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
298	M. Ebara, K. Yamada, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Comparison of Radiation Hardness of Stacked Transmission-Gate Flip Flop and Stacked Tristate-Inverter Flip Flop in a 65 nm Thin BOX FDSOI Process", International Symposium on On-Line Testing and Robust System Design, pp. 1-6, July 2019.	京都工芸繊維大 学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4

299	K. Kojima, K. Yamada, J. Furuta, and K. Kobayashi, "An Accurate Device-Level Simulation Method to Estimate Cross Sections of Single Event Upsets by Silicon Thickness in Raised Layer", IEEE International Reliability Physics Symposium, pp. P.SE.4.1-P.SE.4.5, Monterey, CA, USA, Apr. 2019	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
300	J. Furuta, Y. Tsukita, K. Yamada, M. Ebara, K. Kojima, and K. Kobayashi, "Impact of Combinational Logic Delay for Single Event Upset on Flip Flops in a 65 nm FDSOI Process", IEEE International Reliability Physics Symposium, pp. P.SE.3.1-P.SE.3.4, Monterey, CA, USA, Apr. 2019	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
301	Y. Kawano, Y. Tsukita, J. Furuta and K. Kobayashi, "Measuring SER and NBTI by Neutron Irradiation Between Volatile SRAM-based and Nonvolatile Flash-based FPGAs", Data workshop on EUROPEAN CONFERENCE ON RADIATION AND ITS EFFECTS ON COMPONENTS & SYSTEMS, DW-25, Sept. 2019	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
302	K. Kojima, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Soft Error Tolerance of Standard and Stacked Latches Depending on Substrate Bias in a FDSOI Process Evaluated by Device Simulation", SOI-3D-Subthreshold Microelectronics Technology Unified Conference, 2019	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
303	M. Ebara, K. Yamada, K. Kojima, Y. Tsukita, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Evaluation of Soft-Error Tolerance by Neutrons and Heavy Ions on Flip Flops with Guard Gates in a 65 nm Thin BOX FDSOI Process", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.67, no.7, pp. 1470 - 1477, 2020	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
304	K. Kojima, K. Yamada, J. Furuta, and K. Kobayashi, "Evaluation of Heavy-Ion-Induced Single Event Upset Cross Sections of a 65-nm Thin BOX FD-SOI Flip-Flops Composed of Stacked Inverters", IEICE Trans. on Electronics, vol.E103-C, no.4, pp. 144-152, 2020	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
305	T. Mahara, S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, M. Hashimoto, T. Y. Saito, M. Niikura, K. Ninomiya, D. Tomono, and A. Sato, "Irradiation Test of 65 nm Bulk SRAMs with DC Muon Beam at RCNP MuSIC Facility", IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 67, No. 7, pp.1555-1559, 2020	九州大学、大阪大学、	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
306	Seiya Manabe, Yukinobu Watanabe, Takumi Mahara, Keita Nakano, Takeshi Y. Saito, Megumi Niikura, Daisuke Suzuki, Yoshitaka Kawashima, Dai Tomono and Akira Sato, "Measurement of the energy spectra of hydrogen isotopes from nuclear muon capture in natSi", Proceedings of 2019 Symposium on Nuclear Data, JAEA-Conf 2020-001, pp.148-151, 2020	九州大学、大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題4
307	Satoko Kamei, Akira Sato, Shoichiro Kawase, Tadahiro Kin, Misaki Saito, Ryohei Takahashi, and Yukinobu Watanabe, "Development of A Measurement System for Low Energy Cosmic Muon with Charge Identification Feature", Proceedings of 22nd Cross Straits Symposium on Energy and Environmental Science and Technology, E-6, pp.48-49, 2020	九州大学、大阪大学	論文(査読無し)	掲載	研究開発課題4
308	H. Itsuji, T. Uezono, T. Toba, K. Ito, and M. Hashimoto, "Concurrent Detection of Failures in GPU Control Logic for Reliable Parallel Computing", Proceedings of International Test Conference (ITC), November 2020.	日立、大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
309	Y. Zhang, K. Ito, H. Itsuji, T. Uezono, T. Toba, and M. Hashimoto, "Fault Mode Analysis of Neural Network-Based Object Detection on GPUs with Neutron Irradiation Test", Proceedings of European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS), October 2020.	大阪大学、日立	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
310	F. Mori, M. Ebara, Y. Tsukita, and K. Kobayashi, "Intrinsic Vulnerability to Soft Errors and a Mitigation Technique by Layout Optimization on DICE Flip Flops in a 65 nm Bulk Process", IEEE Trans. on Nuclear Science, vol.68, no.8, pp. 1727-1735, Apr. 2021	京都工芸繊維大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4

311	T. Tanaka, W. Liao, M. Hashimoto, and Y. Mitsuyama, "Impact of Neutron-Induced SEU in FPGA CRAM on Image-Based Lane Tracking for Autonomous Driving: from Bit Upset to SEFI and Erroneous Behavior," IEEE Transactions on Nuclear Science, volume 69, number 1, pages 35--42, January 2022.	京都大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
312	K. Ito, Y. Zhang, H. Itsuji, T. Uezono, T. Toba, and M. Hashimoto, "Analyzing DUE Errors on GPUs with Neutron Irradiation Test and Fault Injection to Control Flow," IEEE Transactions on Nuclear Science, 68(8), pp. 1668--1674, August 2021.	大阪大学、日立製作所	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
313	T. Kato, M. Tampo, S. Takeshita, H. Tanaka, H. Matsuyama, M. Hashimoto, and Y. Miyake, "Muon-Induced Single-Event Upsets in 20-nm SRAMs: Comparative Characterization with Neutrons and Alpha Particles," IEEE Transactions on Nuclear Science, 68(7), pp. 1436--1444, July 2021.	ソシオネクスト、KEK、大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
314	W. Liao, K. Ito, S. Abe, Y. Mitsuyama, and M. Hashimoto, "Characterizing Energetic Dependence of Low-energy Neutron-induced SEU and MCU and Its Influence Onestimation of Terrestrial SER in 65 nm Bulk SRAM," IEEE Transactions on Nuclear Science, 68(6), pp. 1228--1234, June 2021.	大阪大学、JAEA	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
315	Y. Zhang, H. Itsuji, T. Uezono, T. Toba, and M. Hashimoto, "Estimating Vulnerability of All Model Parameters in DNN with a Small Number of Fault Injections," Proceedings of Design, Automation and Test in Europe Conference (DATE), pages 60--63, March 2022.	大阪大学、日立製作所、京都大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題4
316	Quantitative pulmonary blood flow measurement using 15O-H2O PET with and without tissue fraction correction: a comparison study. Matsunaga K, Yanagawa M, Otsuka T, Hirata H, Kijima T, Kumanogoh A, Tomiyama N, Shimosegawa E, Hatazawa J. EJNMMI Res.7(2017), 102. DOI: 10.1186/s13550-017-0350-8	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
317	Oxygen-15 labeled CO2, O2, and CO PET in small animals: evaluation using a 3D-mode microPET scanner and impact of reconstruction algorithms. Horitsugi G, Watabe T, Kanai Y, Ikeda H, Kato H, Naka S, Ishibashi M, Matsunaga K, Isohashi K, Shimosegawa E, Hatazawa J. EJNMMI Res.7 (2017), 91. DOI: 10.1186/s13550-017-0335-7	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
318	Assessment of Mediastinal Tumors Using SUV(max) and Volumetric Parameters on FDG-PET/CT. Morita T, Tatsumi M, Ishibashi M, Isohashi K, Kato H, Honda O, Shimosegawa E, Tomiyama N, Hatazawa J. Asia Ocean J Nucl Med Biol.5 (2017), 22-29. DOI: 10.22038/aojnmb.2016.7996	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
319	Whole-Body Distribution of Donepezil as an Acetylcholinesterase Inhibitor after Oral Administration in Normal Human Subjects: A (11)C-donepezil PET Study. Mochida I, Shimosegawa E, Kanai Y, Naka S, Matsunaga K, Isohashi K, Horitsugi G, Watabe T, Kato H, Hatazawa J. Asia Ocean J Nucl Med Biol. Winter 5 (2017), 3-9. DOI: 10.22038/aojnmb.2016.7513	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
320	First demonstration of multi-color 3-D in vivo imaging using ultra-compact Compton camera. Kishimoto A, Kataoka J, Taya T, Tagawa L, Mochizuki S, Ohsuka S, Nagao Y, Kurita K, Yamaguchi M, Kawachi N, Matsunaga K, Ikeda H, Shimosegawa E, Hatazawa J. Sci Rep.7 (2017), 2110. DOI: 10.1038/s41598-017-02377-w	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
321	Practical calculation method to estimate the absolute boron concentration in tissues using (18)F-FBPA PET. Watabe T, Hanaoka K, Naka S, Kanai Y, Ikeda H, Aoki M, Shimosegawa E, Kirihata M, Hatazawa J. Ann Nucl Med. 31(2017), 481-485. DOI: 10.1007/s12149-017-1172-5	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5

322	Quantitative evaluation of oxygen metabolism in the intratumoral hypoxia: (18)F-fluoromisonidazole and (15)O-labelled gases inhalation PET. Watabe T, Kanai Y, Ikeda H, Horitsugi G, Matsunaga K, Kato H, Isohashi K, Abe K, Shimosegawa E, Hatazawa J. EJNMMI Res. 7 (2017), 16. DOI: 10.1186/s13550-017-0263-6	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
323	(18)F-FBPA as a tumor-specific probe of L-type amino acid transporter 1 (LAT1): a comparison study with (18)F-FDG and (11)C-Methionine PET. Watabe T, Ikeda H, Nagamori S, Wiriyasermkul P, Tanaka Y, Naka S, Kanai Y, Hagiwara K, Aoki M, Shimosegawa E, Kanai Y, Hatazawa J. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 44 (2017), 321-331.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
324	Enhancement of astatine-211 uptake via the sodium iodide symporter by the addition of ascorbic acid in targeted alpha therapy of thyroid cancer. Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Liu Y, Shirakami Y, Ooe K, Toyoshima A, Shimosegawa E, Fukuda M, Shinohara A, Hatazawa J. J Nucl Med. 2019 Feb 22. pii: jnumed.118.222638. doi: 10.2967/jnumed.118.222638. [Epub ahead of print]	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
325	Species difference of astatine-211 uptakes in the whole body distribution: preclinical study using treated At-solution Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Mitsuaki Tatsumi, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa The Journal of Nuclear Medicine, 59 (2018), May 1, no. 1, 1129.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
326	Enhancement of At-211 uptake in the thyroid gland-SPECT study in rats. Yuwei Liu, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Mitsuaki Tatsumi, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa The Journal of Nuclear Medicine, 59 (2018), May 1, no. supplement 1, 1129.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
327	Application of astatine-210: Evaluation of astatine distribution and effect of pre-injected iodide in whole body of normal rats. Hayato Ikeda, Yoshihiko Hayashi, Naruto Takahashi, Tadashi Watabe, Yasukazu Kanai, Atsushi Shinohara, Hiroki Kato, Hiroshi Watabe, Eku Shimosegawa, Jun Hatazawa Applied Radiation and Isotopes, 139 (2018), 251-255. DOI: 10.1016/j.apradiso.2018.05.004	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
328	Kazuya Kabayama, Kazuko Kaneda, Atsushi Shinohara, Yoshifumi Shirakami, Tadashi Watabe, Zijian Zhang, Atsushi Toyoshima, Takashi Yoshimura, Yoshiyuki Manabe, Atsushi Shimoyama, Koichi Fukase "Activities of the Consortium for Medicine, Chemistry, and Physics at Osaka University", J. Med. Imaging. Rad. Sci. 50, S112, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
329	Daiki Tanaka, Yuichiro Kadonaga, Yoshiyuki Manabe, Koichi Fukase, Shota Sasaya, Hikaru Maruyama, Sota Nishimura, Mayu Yanagihara, Akihito Konishi, Makoto Yasuda, "Synthesis of Cage-Shaped Aluminum Aryloxides: Efficient Lewis Acid Catalyst for Stereoselective Glycosylation Driven by Flexible Shift of Four- to Five-Coordination", J. Am. Chem. Soc. 141, 17466-17471, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
330	Tadashi Watabe, Yuwei Liu, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Thomas Lindner, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Kojiro Nagata, Eku Shimosegawa, Uwe Haberkorn, Clemens Kratochwil, Atsushi Shinohara, Frederik Giesel, Jun Hatazawa, "Theranostics targeting fibroblast activation protein in the tumor stroma: 64Cu- and 225Ac-labelled FAPI-04 in pancreatic cancer xenograft mouse models", J. Nucl. Med., First published October 4, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
331	Hiroki Kato, Yasukazu Kanai, Tadashi Watabe, Hayato Ikeda, Genki Horitsugi, Jun Hatazawa, "Quantitative measurement of regional cerebral blood flow and oxygen metabolism in a rat model of cerebral hypoperfusion", Brain Res. 1719, 208-216, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5

332	Takashi Yoshimura, Kojiro Nagata, Ayumi Matsuda, Toshiki Omote, Yasushi Kino, Tsutomu Takayama, Tsutomu Sekine, Atsushi Shinohara, "Synthesis, structures, redox properties, and theoretical calculations of thiohalide capped octahedral hexanuclear technetium(III) clusters", Dalton Trans. 48, 14085–14095, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
333	Atsushi Toyoshima, Kojiro Nagata, Kazuhiro Ooe, Zijian Zhang, Takumi Ikeda, Soichiro Ichimura, Honoka Obata, Takashi Yoshimura, Atsushi Shinohara, "Dispersal rates of astatine-211 from aqueous solutions and chloroform", Radiat. Safety Management, 18, 16–22, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
334	Kazuhiro Ooe, Tadashi Watabe, Takashi Kamiya, Takashi Yoshimura, Makoto Hosono, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa, "Quantitative measurement of 219Rn radioactivity in exhaled breath from patients with bone metastasis of castration-resistant prostate cancer treated with 223RaCl ₂ ", EJNMMI Phys. 6, 13–1–11, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
335	Carla Mari Macaisa, Tadashi Watabe, Yuwei Liu, Victor Romanov, Yasukazu Kanai, Genki Horitsugi, Hiroki Kato, Eku Shimosegawa, Jun Hatazawa, "Preserved Cerebral Oxygen Metabolism in Astrocytic Dysfunction: A Combination Study of (15)O-Gas PET with (14)C-Acetate Autoradiography", Brain Sci. 9,101–110, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
336	Kazuma Ogawa, Takuya Takeda, Kenji Mishihiro, Atsushi Toyoshima, Kazuhiro Shiba, Takashi Yoshimura, Atsushi Shinohara, Seigo Kinuya, Akira Odani, "Radiotheranostics coupled between an At-211-Labeled RGD peptide and the corresponding radioiodine-labeled RGD peptide", ACS Omega, 43, 4584–4591, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
337	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa, "Enhancement of astatine-211 uptake via the sodium iodide symporter by the addition of ascorbic acid in targeted alpha therapy of thyroid cancer", J. Nucl. Med. 60, 1301–1307, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
338	Moe Seike, Kojiro Nagata, Hayato Ikeda, Akitaka Ito, Eri Sakuda, Noboru Kitamura, Atsushi Shinohara, Takashi Yoshimura, "Synthesis and Photoluminescence of Tetracyanonitridorhenium(V) Complexes with Five-Membered N-Heteroaromatic Ligands and Photoluminescence-Intensity Change", ACS Omega, 4, 21251–21259, 2019	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
339	α-Emitting cancer therapy using 211At-AAMT targeting LAT1 K. Kaneda-Nakashima, Z. Zhang, Y. Manabe, A. Shimoyama, K. Kabayama, T. Watabe, Y. Kanai, K. Ooe, A. Toyoshima, Y. Shirakami, T. Yoshimura, M. Fukuda, J. Hatazawa, T. Nakano, K. Fukase, A. Shinohara Cancer Science, (2020), 1–9. DOI: 10.1111/cas.14761	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
340	Targeted alpha therapy using astatine (211At)-labeled phenylalanine: A preclinical study in glioma bearing mice. T. Watabe, K. Kaneda-Nakashima, Y. Shirakami, Y. Liu, K. Ooe, T. Teramoto, A. Toyoshima, E. Shimosegawa, T. Nakano, Y. Kanai, A. Shinohara, J. Hatazawa Oncotarget, 11 (2020), 1388–1398. DOI: 10.18632/oncotarget.27552	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
341	Preclinical Evaluation of Radiation-Induced Toxicity in Targeted Alpha Therapy Using [211 At] NaAt in Mice: A Revisit. Y. Liu Y, T. Watabe, K. Kaneda-Nakashima, K. Ooe, Y. Shirakami, A. Toyoshima, E. Shimosegawa, T. Nakano, A. Shinohara, J. Hatazawa Translational Oncology 13 (2020), 100757. DOI: 10.1016/j.tranon.2020.100757	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5

342	Development of high-resolution YAP(Ce) X-ray camera for the imaging of astatine-211(At-211) in small animals Kouhei Nakanishi, Seiichi Yamamoto, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Atsushi Shinohara, Takahiro Teramoto, Jun, Hatazawa, Kei Kamada, Akira Yoshikawa Medical Physics, 47 (2020), 5739. DOI: 10.1002/mp.14455	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
343	Performance demonstration of a hybrid Compton camera with an active pinhole for wide-band X-ray and gamma-ray imaging Akihisa Omata, Jun Kataoka, Kazuya Fujieda, Shogo Sato, Eri Kuriyama, Hiroki Kato, Atsushi Toyoshima, Takahiro Teramoto, Kazuhiro Ooe, Yuwei Liu, Keiko Matsunaga, Takashi Kamiya, Tadashi Watabe, Eku Shimosegawa, Jun Hatazawa Scientific Reports, 10 (2020) 14064 DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-71019-5	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
344	Transfer rates of 225Ac to exhaust air, surface, and waste water under chemical operations T. Yamamura, K. Shirasaki, H. Kikunaga, K. Nagata, Z. Zhang, K. Washiyama, A. Toyoshima, T. Yoshimura, A. Shinohara Radiation Safety Management, 19(2020), 35-48. DOI: doi.org/10.12950/rsm.191219	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
345	Dispersal Rate of Radon-219 from Aqueous Radium-223 Solution Containing Sodium Chloride/Citrate K. Nagata, K. Shirasaki, A. Toyoshima, K. Ooe, T. Yamamura, A. Shinohara, T. Yoshimura Radiation Safety Management, 19(2020), 1-9. DOI: doi.org/10.12950/rsm.190328	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
346	Fibroblast activation protein targeted therapy using [177Lu]FAPI-46 compared with [225Ac]FAPI-46 in a pancreatic cancer model. Yuwei Liu, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Sadahiro Naka, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Kojiro Nagata, Uwe Haberkorn, Clemens Kratochwil, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa, Frederik Giesel European journal of nuclear medicine and molecular imaging 2021年9月18日	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
347	One-pot and one-step automated radio-synthesis of [18F]AlF-FAPI-74 using a multi purpose synthesizer: a proof-of-concept experiment. Sadahiro Naka, Tadashi Watabe, Thomas Lindner, Jens Cardinale, Kenta Kurimoto, Melissa Moore, Mitsuaki Tatsumi, Yuriko Mori, Eku Shimosegawa, Frank Valla Jr, Hiroki Kato, Frederik L Giesel EJNMMI radiopharmacy and chemistry 6(1) 28-28 2021年8月21日	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
348	Manual on the proper use of sodium astatide ([211At]NaAt) injections in clinical trials for targeted alpha therapy (1st edition). Tadashi Watabe, Makoto Hosono, Seigo Kinuya, Takahiro Yamada, Sachiko Yanagida, Masao Namba, Yoshihide Nakamura Annals of nuclear medicine 35(7) 753-766 2021年7月	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
349	Synthesis of [211At]4-astato-L-phenylalanine by dihydroxyboryl-astatine substitution reaction in aqueous solution. Yoshifumi Shirakami, Tadashi Watabe, Honoka Obata, Kazuko Kaneda, Kazuhiro Ooe, Yuwei Liu, Takahiro Teramoto, Atsushi Toyoshima, Atsushi Shinohara, Eku Shimosegawa, Jun Hatazawa, Koichi Fukase Scientific reports 11(1) 12982-12982 2021年6月21日	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5

350	Development of GGAG alpha camera system for targeted alpha radionuclide therapy research S. Yamamoto, T. Watabe, K. Kaneda-Nakashima, Y. Shirakami, K. Ooe, A. Toyoshima, T. Teramoto, A. Shinohara, J. Hatazawa Journal of Instrumentation 16(06) P06009-P06009 2021年6月1日	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
351	Extended single-dose toxicity study of [211At]NaAt in mice for the first-in-human clinical trial of targeted alpha therapy for differentiated thyroid cancer. Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Kazuhiro Ooe, Yuwei Liu, Kenta Kurimoto, Takashi Murai, Yuka Shidahara, Kenji Okuma, Masanori Takeuchi, Masayuki Nishide, Atsushi Toyoshima, Atsushi Shinohara, Yoshifumi Shirakami Journal of Instrumentation 16(06) P06009-P06009 2021年6月1日	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
352	Intratumoral administration of astatine-211-labeled gold nanoparticle for alpha therapy Hiroki Kato, Xuhao Huang, Yuichiro Kadonaga, Daisuke Katayama, Kazuhiro Ooe, Atsushi Shimoyama, Kazuya Kabayama, Atsushi Toyoshima, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa, Koichi Fukase Journal of Nanobiotechnology 19(1) 2021年12月	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
353	アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察(その6)- 標的分子・創薬化学の重要性-前編 矢野恒夫, 長谷川功紀, 石井明子, 渡部直史, 巽光朗, 角永悠一郎, 樺山一哉, 深瀬浩一, 米倉義晴, 平林容子, 佐藤達彦, 藤井博史 Pharm Tech Japan 37(11) 2021年	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
354	アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察(その5)- IAEA Technical Meeting報告: α 線核種並びにTAT薬剤の最新動向- 矢野恒夫, 長谷川功紀, 山村朝雄, 渡部直史, 巽光朗, 佐藤達彦, 角永悠一郎, 樺山一哉, 深瀬浩一, 平林容子, 藤井博史, 米倉義晴 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス 52(2) 85-106 2021年	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
355	Enhancing the Therapeutic Effect of 2-211At-astato- α -methyl-L-phenylalanine with Probenecid Loading. Cancers (Basel). Hanaoka H, Ohshima Y, Suzuki H, Sasaki I, Watabe T, Ooe K, Watanabe S, Ishioka NS. 2021 Nov 3;13(21):5514.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5
356	矢野恒夫, 長谷川功紀, 蜂須賀暁子, 深瀬浩一, 平林容子. アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その1. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス. 2018, 49 (10), p.676-684.	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
357	矢野恒夫, 長谷川功紀, 佐藤達彦, 蜂須賀暁子, 深瀬浩一, 平林容子. アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その2. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス. 2019, 50 (3), p.118-130.	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
358	矢野恒夫, 長谷川功紀, 角永悠一郎, 樺山一哉, 小田敬, 上野悟史, 蜂須賀暁子, 平林容子, 深瀬浩一, アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その3. 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 50 (12), 749-763, (2019).	大阪大学、国立衛研、住友重機械	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
359	矢野恒夫, 長谷川功紀, 佐藤達彦, 巽光朗, 渡部直史, 藤井博史, 角永悠一郎, 樺山一哉, 深瀬浩一, 米倉義晴, 蜂須賀暁子, 平林容子, アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その4. —First-in-Human 臨床に向けた要件—, 医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス, 51 (8), 364-377 (2020).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
360	Tsuneo Yano, Koki Hasegawa, Mitsuaki Tatsumi, Tadashi Watabe, Tatsuhiko Sato, Yuichiro Kadonaga, Kazuya Kabayama, Koichi Fukase, Akiko Hachisuka, Yoko Hirabayashi, Hirofumi Fujii, Yoshiharu Yonekura, Rationale for Translational Research on Targeted Alpha Therapy in Japan—Renaissance of Radiopharmaceuticals utilizing Astatine-211 and Actinium-225—, RADIOISOTOPES, 69, 1-12 (2020). Doi: 10.3769/radioisotopes.69. (2020).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6

361	矢野恒夫、長谷川功紀、山村朝雄、渡部直史、巽光朗、佐藤達彦、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、平林容子、藤井博史、米倉義晴、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その5。—IAEA Technical Meeting報告: α 線核種ならびにTAT薬剤の最新動向、医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス、52 (2), 85-106 (2021).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
362	矢野恒夫、長谷川功紀、石井明子、渡部直史、巽光朗、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、米倉義晴、平林容子、佐藤達彦、藤井博史。アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その6。—標的分子・創薬化学の重要性—前編、Pharm Tech Japan, 38, (1), 81-86 (2022). 後編、Pharm Tech Japan, 38, (2), 121-129 (2022).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
363	矢野恒夫、長谷川功紀、石井明子、渡部直史、巽光朗、角永悠一郎、樺山一哉、深瀬浩一、米倉義晴、平林容子、佐藤達彦、藤井博史。アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その6。—標的分子・創薬化学の重要性—後編、PHARM TECH JAPAN; 37, (14), 85-95 (2021).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題6
364	矢野恒夫、角永悠一郎、樺山一哉、加藤弘樹、高橋豊、山村朝雄、長谷川功紀、佐藤達彦、淵上剛志、渡部直史、巽光朗、平林容子、藤井博史、米倉義晴、深瀬浩一、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その7。—足元を固めながらナノメディシンTATの実用化を目指して—前編、PHARM TECH JAPAN; 38, in press.(0), 00-00 (2022).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	受理	研究開発課題6
365	矢野恒夫、角永悠一郎、樺山一哉、加藤弘樹、高橋豊、山村朝雄、長谷川功紀、佐藤達彦、淵上剛志、渡部直史、巽光朗、平林容子、藤井博史、米倉義晴、深瀬浩一、アルファ線核医学治療のための薬剤開発の考察—その7。—足元を固めながらナノメディシンTATの実用化を目指して—後編、PHARM TECH JAPAN; in press 38, (0), 00-00 (2022).	大阪大学、国立衛研	論文(査読有り)	受理	研究開発課題6
366	未公開		論文(査読有り)		研究開発課題6
367	Atsushi Yagishita, Shin' ichiro Takeda, Miho Katsuragawa, Tenyo Kawamura, Hideaki Matsumura, Tadashi Orita, Izumi O. Umeda, Goro Yabu, Pietro Caradonna, Tadayuki Takahashi, Shin Watanabe, Yousuke Kanayama, Hiroshi Mizuma, Kazunobu Ohnuki & Hirofumi Fujii, "Simultaneous visualization of multiple radionuclides in vivo," Nature Biomedical Engineering	東京大学、国立がん研究センター	論文(査読有り)	受理	研究開発課題7
368	G. Yabu, H. Yoneda, T. Orita, S. Takeda, P. Caradonna, T. Takahashi, S.Watanabe, and F. Moriyama, "Tomographic Imaging by a Si/CdTe Compton Camera for 111In and 131I Radionuclides," IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences (2021)	東京大学, JAXA, OIST	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題7
369	Kawamura, T., Orita, T., Takeda, S., Watanabe, S., Ikeda, H., & Takahashi, T., Development of a low-noise front-end ASIC for CdTe detectors, NIMPA, 982., (2020) 12/2020 10.1016/j.nima.2020.164575	東京大学, JAXA, OIST	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題7
370	Furukawa, K., Nagasawa, S., Glesener, L., Katsuragawa, M., Takeda, S., Watanabe, S., & Takahashi, T., Imaging and spectral performance of a 60 μ m pitch CdTe Double-Sided Strip Detector, NIMPA, 978., (2020) 10/2020 10.1016/j.nima.2020.164378	東京大学, JAXA, 他	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題7
371	Hamamichi S, Fukuhara T, Umeda IO, Fujii H, Hattori N., Novel method for screening functional antibody with comprehensive analysis of its immunoliposome. Sci Rep. 2021;11(1):4625. doi:10.1038/s41598-021-84043-w	東京大学、他	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題7
372	Peter Caradonna, David Reutens, Tadayuki Takahashi, Shinichiro Takeda, Viktor Vegh, Probing entanglement in Compton interactions, Journal of Physics Communications, Volume 3, Number 10, 2019	東京大学、他	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題7

373	Liu Y, Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Shirakami Y, Naka S, Ooe K, Toyoshima A, Nagata K, Haberkorn U, Kratochwil C, Shinohara A, Hatazawa J, Giesel F. Fibroblast activation protein targeted therapy using [¹⁷⁷ Lu]FAP-46 compared with [²²⁵ Ac]FAP-46 in a pancreatic cancer model. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2021 Sep 18. doi: 10.1007/s00259-021-05554-2. Epub ahead of print. PMID: 34537893.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
374	Naka S, Watabe T, Lindner T, Cardinale J, Kurimoto K, Moore M, Tatsumi M, Mori Y, Shimosegawa E, Valla F Jr, Kato H, Giesel FL. One-pot and one-step automated radio-synthesis of [¹⁸ F]AIF-FAP-74 using a multi purpose synthesizer: a proof-of-concept experiment. EJNMMI Radiopharm Chem. 2021 Aug 21;6(1):28. doi: 10.1186/s41181-021-00142-z. PMID: 34420105; PMCID: PMC8380200.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
375	Shirakami Y, Watabe T, Obata H, Kaneda K, Ooe K, Liu Y, Teramoto T, Toyoshima A, Shinohara A, Shimosegawa E, Hatazawa J, Fukase K. Synthesis of [²¹¹ At]4-astato-L-phenylalanine by dihydroxyboryl-astatine substitution reaction in aqueous solution. Sci Rep. 2021 Jun 21;11(1):12982. doi: 10.1038/s41598-021-92476-6. PMID: 34155314; PMCID: PMC8217504.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
376	Watabe T, Hosono M, Kinuya S, Yamada T, Yanagida S, Namba M, Nakamura Y. Manual on the proper use of sodium astatide ([²¹¹ At]NaAt) injections in clinical trials for targeted alpha therapy (1st edition). Ann Nucl Med. 2021 Jul;35(7):753-766. doi: 10.1007/s12149-021-01619-2. Epub 2021 May 12. PMID: 33978932; PMCID: PMC8197710.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題8
377	Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Ooe K, Liu Y, Kurimoto K, Murai T, Shidahara Y, Okuma K, Takeuchi M, Nishide M, Toyoshima A, Shinohara A, Shirakami Y. Extended single-dose toxicity study of [²¹¹ At]NaAt in mice for the first-in-human clinical trial of targeted alpha therapy for differentiated thyroid cancer. Ann Nucl Med. 2021 Jun;35(6):702-718. doi: 10.1007/s12149-021-01612-9. Epub 2021 Apr 19. PMID: 33871803; PMCID: PMC8134311.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
378	Watabe T, Uemura M, Soeda F, Naka S, Ujike T, Hatano K, Sasaki H, Kamiya T, Shimosegawa E, Kato H, Cardinale J, Tateishi U, Nonomura N, Giesel FL. High detection rate in [¹⁸ F]PSMA-1007 PET: interim results focusing on biochemical recurrence in prostate cancer patients. Ann Nucl Med. 2021 Apr;35(4):523-528. doi: 10.1007/s12149-021-01602-x. Epub 2021 Mar 4. PMID: 33661475; PMCID: PMC7981319.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
379	Sato T, Furuta T, Liu Y, Naka S, Nagamori S, Kanai Y, Watabe T. Individual dosimetry system for targeted alpha therapy based on PHITS coupled with microdosimetric kinetic model. EJNMMI Phys. 2021 Jan 12;8(1):4.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
380	Kaneda-Nakashima K, Zhang Z, Manabe Y, Shimoyama A, Kabayama K, Watabe T, Kanai Y, Ooe K, Toyoshima A, Shirakami Y, Yoshimura T, Fukuda M, Hatazawa J, Nakano T, Fukase K, Shinohara A. α -Emitting cancer therapy using ²¹¹ At-AAMT targeting LAT1. Cancer Sci. 2021 Mar;112(3):1132-1140.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
381	Nakanishi K, Yamamoto S, Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Shirakami Y, Ooe K, Toyoshima A, Shinohara A, Teramoto T, Hatazawa J, Kamada K, Yoshikawa A. Development of high-resolution YAP(Ce) x-ray camera for the imaging of astatine-211(At-211) in small animals. Med Phys. 2020 Nov;47(11):5739-5748.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
382	Naka S, Watabe T, Kurimoto K, Uemura M, Soeda F, Neels OC, Kopka K, Tatsumi M, Kato H, Nonomura N, Shimosegawa E, Cardinale J, Giesel FL, Hatazawa J. Automated [¹⁸ F]PSMA-1007 production by a single use cassette-type synthesizer for clinical examination. EJNMMI Radiopharm Chem. 2020 Jul 29;5(1):18.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
383	Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Shirakami Y, Liu Y, Ooe K, Teramoto T, Toyoshima A, Shimosegawa E, Nakano T, Kanai Y, Shinohara A, Hatazawa J. Targeted alpha therapy using astatine (²¹¹ At)-labeled phenylalanine: A preclinical study in glioma bearing mice. Oncotarget. 2020 Apr 14;11(15):1388-1398.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8

384	Liu Y, Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Ooe K, Shirakami Y, Toyoshima A, Shimosegawa E, Nakano T, Shinohara A, Hatazawa J. Preclinical Evaluation of Radiation-Induced Toxicity in Targeted Alpha Therapy Using [211At] NaAt in Mice: A Revisit. Transl Oncol. 2020 Apr;13(4):100757.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
385	Watabe T, Liu Y, Kaneda-Nakashima K, Shirakami Y, Lindner T, Ooe K, Toyoshima A, Nagata K, Shimosegawa E, Haberkorn U, Kratochwil C, Shinohara A, Giesel F, Hatazawa J. Theranostics Targeting Fibroblast Activation Protein in the Tumor Stroma: 64Cu- and 225Ac-Labeled FAPI-04 in Pancreatic Cancer Xenograft Mouse Models. J Nucl Med. 2020 Apr;61(4):563-569.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
386	Soeda F, Watabe T, Naka S, Liu Y, Horitsugi G, Neels OC, Kopka K, Tatsumi M, Shimosegawa E, Giesel FL, Hatazawa J. Impact of 18F-PSMA-1007 Uptake in Prostate Cancer Using Different Peptide Concentrations: Preclinical PET/CT Study on Mice. J Nucl Med. 2019 Nov;60(11):1594-1599.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8
387	Watabe T, Kaneda-Nakashima K, Liu Y, Shirakami Y, Ooe K, Toyoshima A, Shimosegawa E, Fukuda M, Shinohara A, Hatazawa J. Enhancement of 211At Uptake via the Sodium Iodide Symporter by the Addition of Ascorbic Acid in Targeted α -Therapy of Thyroid Cancer. J Nucl Med. 2019 Sep;60(9):1301-1307.	大阪大学	論文(査読有り)	掲載	研究開発課題5, 8

(終了報告) OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑩ 発表

No	発表者	タイトル	学会名等	場所	年月日	発表機関 (参画機関のみ)	発表形式	備考(関連する研究 開発課題番号等)
1	原 周平	“粒子線治療におけるスパイラルビームスキャンニング照射法のためのビーム強度変調システムの開発,”	日本物理学会第73回 年次大会	東京理科大学, 野田市, 千葉県	2018/3/22	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
2	S.Noguchi, S.Hahn, A.Ishiyama, Y.Iwasa	Numerical Analysis of Current Distribution and Stability in No- Insulation Coils Wound with REBCO Wires	30th International Symposium on Superconductivity	Tokyo	2017/12/14	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
3	石山 敦士	医療用MRIおよび加速器のための高 温超伝導コイルシステムの特性評価 と設計	第65回 応用物理学会 春季学術講演会	東京	2018/3/17	早稲田大学	招待講演	研究開発課題1
4	森田泰之	RCNPにおけるイオン入射系の改良	日本物理学会第74回 年会	福岡市	2019年3月14- 17日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
5	福田光宏	OPERAプログラムにおける量子アプ リケーション技術の創出を目指した小 型加速器・照射技術の開発	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
6	神田浩樹	RCNP AVFサイクロトロン施設アップ グレードの現状	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
7	依田哲彦	テーブルトップPET用RI製造装置の開 発	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
8	森田泰之	RCNPにおけるDuoplasmatron導入に 向けた開発	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
9	原隆文	自動サイクロトロン共鳴加速原理の 陽子加速器への応用	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
10	中尾政夫	RCNP AVFサイクロトロンの高強度化 を目指した中心領域及び射出系の改 良の検討	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
11	宮脇信正	サイクロトロンのハーモニック加速シ ステムの位相バンチングの評価	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
12	百合庸介	非線形集束によるビーム強度分布の 変換とその利用	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
13	Hui Wen Koay	Experimental Verification of Neutron Flux Calculation for Compact Accelerator-Based Multi-Port BNCT System	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
14	原周平	粒子線治療の高精度化に向けた強 度変調型スパイラルビームスキャン ニング照射法の開発	第15回日本加速器学 会年会	長岡市	2018年8月7- 10日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
15	友野大	阪大RCNP-MuSICにおけるDCミュー オンビームライン開発と μ SR物性研 究	日本物理学会第74回 年会	福岡市	2019年3月14- 17日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
16	友野大	RCNP-MuSICにおけるDCミューオン ビームラインの現状	日本物理学会2018年 秋季大会	松本市	2018年9月14- 17日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
17	依田哲彦	^3He beam development of 18 GHz SCECR-IS for proton generator at RCNP	The 17th International Conference on Ion Sources	Geneva, Switzerland	October 15- 20, 2017	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
18	尾下 遥, 鄭 齊一, 市 川 哲理, 柿本 雄太, 金原 徹郎, 石山 敦 士, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫	Multi-Stacked無絶縁REBCOパン ケーキコイルの局所的常電導転移時 の電磁的挙動	2018年度春季低温工 学・超電導学会	東京都江戸 川区	2018年5月28- 30日	早稲田大学, 北海道大学, 中部電力	口頭発表	研究開発課題1
19	金原 徹郎, 鄭 齊一, 市川 哲理, 柿本 雄 太, 尾下 遥, 石山 敦 士	無絶縁REBCOパンケーキコイルの電 力貯蔵装置への応用可能性に関する 検討	2018年度春季低温工 学・超電導学会	東京都江戸 川区	2018年5月28- 30日	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
20	福田 光宏; 石山 敦 士; 植田 浩史; 野 口 聡; 渡部 智則; 長屋 重夫; 吉田 潤; 鶴留 武尚, 高橋 伸 明, 三上 行雄	高強度小型多機能スケルトンサイク ロトロンの開発ー全体概要ー	2018年度春季低温工 学・超電導学会	東京都江戸 川区	2018年5月28- 30日	大阪大学, 早 稲田大学, 岡 山大学, 北海 道大学, 中部 電力, 住友重 機械	口頭発表	研究開発課題1

21	石山 敦士; 植田 浩史; 野口 聡; 渡部 智則; 長屋 重夫; 吉田 潤; 鶴留 武尚; 高橋 伸明; 三上 行雄; 福田 光宏	高強度小型多機能スケルトンサイクロトロンの開発ー超電導コイルシステム要求仕様ー	2018年度春季低温工学・超電導学会	東京都江戸川区	2018年5月28-30日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力, 住友重機械, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
22	栗津 佑太, 金 錫範, 植田 浩史; 野口 聡; 石山 敦士; 渡部 智則; 長屋 重夫; 吉田 潤; 鶴留 武尚; 高橋 伸明; 三上 行雄; 福田 光宏	高強度小型多機能スケルトンサイクロトロンの開発ー遮蔽電流磁場解ー	2018年度春季低温工学・超電導学会	東京都江戸川区	2018年5月28-30日	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力, 住友重機械, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
23	野口 聡; 植田 浩史; 石山 敦士; 渡部 智則; 長屋 重夫; 吉田 潤; 鶴留 武尚; 高橋 伸明; 三上 行雄; 福田 光宏	高強度小型多機能スケルトンサイクロトロンの開発ー超電導コイル設計ー	2018年度春季低温工学・超電導学会	東京都江戸川区	2018年5月28-30日	北海道大学, 岡山大学, 早稲田大学, 中部電力, 住友重機械, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
24	稲垣 善太, 小曾根 裕一, 伊東 慶太, 石山 敦士; 植田 浩史; 野口 聡	REBCOコイルにおける部分的細線化による遮蔽電流磁場低減効果: 9.4T 級ヒト全身用MRIコイルを対象として	2018年度春季低温工学・超電導学会	東京都江戸川区	2018年5月28-30日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
25	石山 敦士, 市川 哲理, 尾下 遥; 野口 聡	欠陥のあるREBCO線材で巻線した無絶縁バンケーキコイルの電磁的・熱的特性解析・評価	2018年度秋季低温工学・超電導学会	山形市	2018年11月19-21日	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
26	稲垣 善太, 伊東 慶太, 石山 敦士; 植田 浩史; 野口 聡	ヒステリシス曲線を利用したオーバーシュート法による遮蔽電流不整磁場の低減法ー9.4T 級ヒト全身用MRIコイルを対象としてー	2018年度秋季低温工学・超電導学会	山形市	2018年11月19-21日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
27	尾下 遥, 市川 哲理, 柿本 雄太, 金原 徹郎, 石山 敦士; 野口 聡; 渡部 智則; 長屋 重夫	Multi-Stacked無絶縁REBCOバンケーキコイルシステムの電磁的特性の評価	2018年度秋季低温工学・超電導学会	山形市	2018年11月19-21日	早稲田大学, 北海道大学, 中部電力	口頭発表	研究開発課題1
28	栗津 佑太, 金 錫範, 植田 浩史; 野口 聡; 渡部 智則; 長屋 重夫; 吉田 潤; 福田 光宏; 石山 敦士	次世代医療用スケルトンサイクロトロンに用いる高温超電導コイルシステムの電磁力解析	2018年度秋季低温工学・超電導学会	山形市	2018年11月19-21日	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力, 住友重機械, 大阪大学	口頭発表	優良発表賞受賞
29	金原 徹郎, 市川 哲理, 柿本 雄太, 尾下 遥, 石山 敦士	無絶縁REBCOバンケーキコイルの超電導電力貯蔵装置(SMES)への応用可能性に関する検討	2018年度秋季低温工学・超電導学会	山形市	2018年11月19-21日	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
30	上田聡美・伊東慶太・稲垣善太・石山敦士・植田浩史・野口 聡	MRI用REBCOコイルシステムにおける遮蔽電流による不正磁場の低減法(その1): 細線化と電流制御併用法の効果	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
31	緒方隆充・稲垣善太・伊東慶太・石山敦士・植田浩史・野口 聡	MRI用REBCOコイルシステムにおける遮蔽電流に起因する不整磁場の低減法(その2): 細線化と電流制御の併用法の最適化	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
32	石崎比奈子・稲垣善太・伊東慶太・石山敦士・植田浩史・野口 聡	MRI用REBCOコイルシステムにおける遮蔽電流に起因する不整磁場の低減法(その3): ヒステリシスを利用したオーバーシュート法	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1

33	濱中麻衣・市川哲理・柿本雄太・尾下遥・金原徹郎・石山敦士・野口 聡	特性劣化部分を有する無絶縁 REBCOコイルの特性評価	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
34	吉原優花・市川哲理・柿本雄太・尾下遥・金原徹郎・石山敦士・野口 聡	Multi-Stacked 無絶縁REBCOパンケーキコイルにおける運転温度の熱的安定性への影響評価	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
35	大牟礼将人・市川哲理・柿本雄太・尾下遥・金原徹郎・石山敦士	無絶縁コイルを適用した超電導電力貯蔵装置における貯蔵効率と安定性の解析・評価	2019年電気学会全国大会	札幌市	2019年3月12-14日	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
36	Yuta Kakimoto, Qiyi Zheng, Tetsuri Ichikawa, Haruka Onoshita, Tetsuro Kinpara, Atsushi Ishiyama, So Noguchi	Evaluation on Electromagnetic Behavior of No-Insulation REBCO Pancake Coil with Multiple Defects	2018 Applied Superconductivity Conference	Seattle, USA	October 28 – November 2, 2018	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
37	Tetsuri Ichikawa, Qiyi Zheng, Yuta Kakimoto, Tetsuro Kinpara, Haruka Onoshita, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya	Experiments on Local Normal Transition Occurrence in Multi-Stacked No-Insulation REBCO Pancake Coils	2018 Applied Superconductivity Conference	Seattle, USA	October 28 – November 2, 2018	早稲田大学, 北海道大学, 中部電力	口頭発表	研究開発課題1
38	Hiroshi Ueda, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Jun Yoshida, Takehisa Tsurudome, Nobuaki Takahashi, Yukio Mikami, Mitsuhiro Fukuda	Conceptual Design of Compact HTS Cyclotron for RI Production	2018 Applied Superconductivity Conference	Seattle, USA	October 28 – November 2, 2018	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力, 住友重機械, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
39	M. Fukuda	Novel Cyclotron System for Medical Applications	AFAD2019(Asian Forum for Accelerator and Detectors)	New Delhi, India	February 14–15, 2019	大阪大学	招待講演	研究開発課題1
40	森田泰之	RCNPにおけるイオン入射系の改良	日本物理学会第74回年次大会	福岡市	2019/3/1	大阪大学	口頭発表	学生優秀発表賞受賞
41	M. Fukuda	Novel Scenario for Innovative Applications of a Cyclotron	The 5th South-Asian and Oceanian Accelerator School	つくば市	December 4–7, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題1

42	Masao Nakao, Mitsuhiro Fukuda, Shuhei Hara, Takafumi Hara, Kichiji Hatanaka, Keita Kamakura, Hiroki Kanda, Hui Wen Koay, Shunpei Morinobu, Yasuyuki Morita, Keiichi Nagayama, Takane Saito, Keiji Takeda, Hitoshi Tamura, Yuusuke Yasuda, Tetsuhiko Yorita	EXTRACTION SYSTEM OF UPGRADED AVF CYCLOTRON OF RCNP	The 10th International Particle Accelerator Conference (IPAC2019)	Melbourne, Australia	2019/5/19-24	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
43	A.Ishiyama, S.Noguchi, H.Ueda, M.Fukuda	Establishment of design principle and basic technology for next generation medical high temperature superconducting skeleton-cyclotron	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint Conference	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	早稲田大学、 北海道大学、 岡山大学、大 阪大学	招待講演	研究開発課題1
44	H.Onoshita, Y.Yoshihara, H.Ueda, S.Noguchi, A.Ishiyama	Influence of coil size and operating temperature on the transient stability of a multi-stacked no-insulation REBCO pancake coil system	MT26, International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	早稲田大学、 北海道大学、 岡山大学	ポスター発表	研究開発課題1
45	H. Ueda, Y. Awazu, SB. Kim, S. Noguchi, T. Watanabe, S. Nagaya, J. Yoshida, M. Fukuda, A. Ishiyama	Design and development of small model HTS coil system for Skeleton Cyclotron	MT26, International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	岡山大学、北 海道大学、早 稲田大学、大 阪大学、中部 電力(株)、住 友重機械工 業(株)	ポスター発表	研究開発課題1
46	Hiroshi Ueda, Yuta Awazu, SeokBeom Kim, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Jun Yoshida, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Ishiyama	Field errors due to screening current in HTS coil system for Skeleton Cyclotron	EUCAS2019, 14th European Conference on Applied Superconductivity	Glasgow, UK	2019/9/1-5	早稲田大学、 北海道大学、 岡山大学、大 阪大学、中部 電力(株)、住 友重機械工 業(株)	ポスター発表	研究開発課題1
47	Yuta Awazu, Hiroshi Ueda, SeokBeom Kim, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Jun Yoshida, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Ishiyama	Evaluation of mechanical behaviors in HTS coil system for Skeleton Cyclotron	EUCAS2019, 14th European Conference on Applied Superconductivity	Glasgow, UK	2019/9/1-5	早稲田大学、 北海道大学、 岡山大学、大 阪大学、中部 電力(株)、住 友重機械工 業(株)	ポスター発表	研究開発課題1

48	Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Satoshi Fukui, Atsushi Ishiyama	HTS Coils Wound by Bundle Conductor Composed of No-insulated REBCO Tapes	EUCAS2019, 14th European Conference on Applied Superconductivity	Glasgow, UK	2019/9/1-5	中部電力(株)、新潟大学、早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
49	Tetsuro Kinpara, Masato Ohmure, Atsushi Ishiyama, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya	Evaluation on Applicability of No-insulation REBCO Coil to SMES	EUCAS2019, 14th European Conference on Applied Superconductivity	Glasgow, UK	2019/9/1-5	早稲田大学、中部電力(株)	口頭発表	研究開発課題1
50	Y. Awazu, Y. Miyake, SB. Kim, H. Ueda, S. Noguchi, T. Watanabe, S. Nagaya, M. Fukuda, A. Ishiyama	Numerical evaluation of mechanical behaviors in small-scale HTS coil system of Skeleton Cyclotron	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	岡山大学、早稲田大学、北海道大学、大阪大学、中部電力(株)	ポスター発表	研究開発課題1
51	Y.Yoshihara, H.Onoshita, M.Hamanaka, A.Ishiyama, S.Noguchi	Consideration of Turn-to-Turn Contact Electrical Resistance Realizing Both High Thermal Stability and Shortening Charging Delay in NI Coils	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	早稲田大学、北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
52	M. Omure, H.Onoshita, T.Kinpara, A.Ishiyama, T.Watanabe, S.Nagaya	Adjustment of Contact Electrical Resistance by ML-MI method for No-Insulation REBCO Pancake Coil	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	早稲田大学、中部電力(株)	ポスター発表	研究開発課題1
53	H.Onoshita, Y.Yoshihara, M.Hamanaka, A.Ishiyama, S.Noguchi, S.Nagaya, T.Watanabe	Influence of stabilizer thickness on electromagnetic and thermal behaviors in multi-stacked no-insulation REBCO pancake coil systems for MRI	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	早稲田大学、北海道大学、中部電力(株)	ポスター発表	研究開発課題1
54	M.Hamanaka, H.Onoshita, Y.Yoshihara, A.Ishiyama, S.Noguchi	Influence of Turn-to-Turn Electrically Non-Contact Area on Transient Stability of No-Insulation REBCO Pancake Coils	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics (ACASC), 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia (Asian-ICMC), and the CSSJ joint	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	早稲田大学、北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
55	H.W. Koay, M. Fukuda, H. Kanda, M. Nakao, T. Yorita	Conceptual Design of Central Region for High-Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC)	The 22nd International Conference on Cyclotrons and their Applications	Cape Town, South Africa	2019/9/22-27	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
56	M. Fukuda, S. Hara, T. Hara, K. Hatanaka, K. Kamakura, H. Kanda, H.W. Koay, S. Morinobu, Y. Morita, K. Nagayama, M. Nakao, K. Omoto, T. Saito, K. Takeda, H. Tamura, D. Tomono, Y. Yasuda, T. Yorita	Design for Upgrading the RCNP AVF Cyclotron	The 22nd International Conference on Cyclotrons and their Applications	Cape Town, South Africa	2019/9/22-27	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1

57	H. Kanda, M. Fukuda, S. Hara, T. Hara, K. Hatanaka, K. Kamakura, H.W. Koay, S. Morinobu, Y. Morita, M. Nakao, K. Omoto, T. Saito, K. Takeda, H. Tamura, Y. Yasuda, T. Yorita	Status of the Cyclotron Facility at Research Center for Nuclear Physics	The 22nd International Conference on Cyclotrons and their Applications	Cape Town, South Africa	2019/9/22-27	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
58	H.W. Koay, M. Fukuda, H. Kanda, T. Yorita	Beam Dynamic Study of Compact Superconducting Skeleton Cyclotron for BNCT and Radioisotope Production	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
59	福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 裕介, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 畑中 吉治, 齋藤 高嶺, 森信 俊平, 田村 仁志, 永山 啓一, 友野 大, 原 周平, Koay Huiwen, 森田 泰之, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平	RCNPにおけるAVFサイクロトロンへのアップグレードのための詳細設計	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
60	中尾 政夫, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 裕介, 友野 大, 鎌倉 恵太, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 畑中 吉治, 田村 仁志, 永山 啓一, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 原 隆文, 武田 佳次郎, 大本 恭平	AVFサイクロトロンへの入射系の改良	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
61	原 隆文, 福田 光宏, 神田 浩樹, 依田 哲彦, 中尾 正夫, 安田 裕介 (RCNP), 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 松田 洋平 (CYRIC), 倉島 俊, 宮脇 信正, 涌井 崇志	自動サイクロトン共振による陽子加速に向けた粒子軌道解析	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
62	鎌倉 恵太, 福田 光宏, 畑中 吉治, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 正夫, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平	分離セクター型サイクロトロンのための高温超伝導電磁石開発	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
63	森田 泰之, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 中尾 正夫, 安田 裕介, 鎌倉 恵太, 原 周平, Koay HuiWen, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平	イオン源のAI制御に向けたビーム診断器の開発	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
64	依田 哲彦, 福田 光宏, 神田 浩樹, 嶋 達志, 高久 圭二, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平	MeV領域のテーブルトップ陽子源の開発	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1

65	武田 佳次朗, 福田 光宏, 土岐 博, 関 亮一(大阪大 RCNP), 篠塚 勉(東北大CYLIC), 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 政夫, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 原 隆文, 大本 恭平	サイクロトロンを用いたLLFP核変換用中性子源の概念設計	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
66	大本 恭平, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 森 信 俊平, 齋藤 高嶺, 中尾 政夫, 安田 裕介, 鎌倉 恵太, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文	RCNPにおける高輝度陽子源の開発	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
67	神田 浩樹, 福田 光宏, 畑中 吉治, 関 亮一, 森 信 俊平, 齋藤 高嶺, 依田 哲彦, 友野 大, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 田村 仁志, 永山 啓一, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平	RCNPサイクロトロン施設の現状	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
68	Y. Yuri, M. Fukuda, and T. Yuyama	Transverse profile shaping of a charged-particle beam using multipole magnets – Formation of hollow beams –	The 10th International Particle Accelerator Conference (IPAC2019)	Melbourne, Australia	2019/5/19-24	量子科学技術研究開発機構、大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
69	百合庸介, 福田光宏, 湯山貴裕	多重極電磁石を用いたビーム強度分布中空化の実証	日本加速器学会第16回年会	京都大学	2019/7/31-8/3	量子科学技術研究開発機構、大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
70	Y. Yuri, M. Fukuda, and T. Yuyama	Diverse Beam Profile Shapings through Nonlinear Focusing of Multipole Magnets in a Beam Transport Line	2019 North American Particle Accelerator Conference	Lansing, MI, USA	2019/9/1-6	量子科学技術研究開発機構、大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
71	Y. Yuri, M. Fukuda, and T. Yuyama	Shaping of Ion Beams into a Hollow Profile Using Multipole Magnets	11th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications	Osaka, Japan	2019/9/26	量子科学技術研究開発機構、大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
72	森田泰之, 福田光宏, 百合庸介, 友野大, 依田哲彦, 神田浩樹, 畑中吉治, 安田裕介, 中尾政夫, 原周平, Koay Hui Wen, 武田佳次朗, 原隆文, 大本恭平, 中島悠太	ミュオンビーム生成のための八極電磁石を用いた中空ビーム形成法の開発	日本物理学会第75回年次大会	名古屋大学	2020/3/18	量子科学技術研究開発機構、大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
73	宮脇信正, 柏木啓次, 石岡典子	TIARA AVF サイクロトロンへのベーパーボット型エミッタ測定装置の開発	第16回日本加速器学会年会	京都大学	2019/8/1	量子科学技術研究開発機構	ポスター発表	研究開発課題1
74	宮脇 信正、倉島 俊	マイクロビーム形成・利用を実現したAVFサイクロトロンにおけるビーム位相制御技術の開発	第16回日本加速器学会年会	京都大学	2019/8/1	量子科学技術研究開発機構	口頭発表	研究開発課題1
75	石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 吉田 潤, 福田 光宏, 東 達也	核医学治療用高温超電導スケルトン・サイクロトロンの開発(1) – REBCOコイルシステムの開発課題	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	早稲田大学、岡山大学、北海道大学、大阪大学、量子科学技術研究開発機構、中部電力	口頭発表	研究開発課題1
76	野口 聡, 植田 浩史, 栗津 佑太, 金 錫範, 渡部 智則, 長屋 重夫, 吉田 潤, 福田 光宏, 石山 敦士	核医学治療用高温超電導スケルトン・サイクロトロンの開発(2) – 実証用高温超電導小型マルチコイルシステムの設計 –	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	北海道大学、岡山大学、早稲田大学、大阪大学、中部電力(株)、住友重機械工業(株)	口頭発表	研究開発課題1

77	植田 浩史, 栗津 佑太, 金 錫範, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 吉田 潤, 福田 光宏, 石山 敦士	核医学治療用高温超電導スケルトン・サイクロトロンの開発(3)－実証用高温超電導小型マルチコイルシステムの遮蔽電流解析－	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	岡山大学、北海道大学、早稲田大学、大阪大学、中部電力(株)、住友重機械工業(株)	口頭発表	研究開発課題1
78	栗津 佑太, 金 錫範, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 吉田 潤, 福田 光宏, 石山 敦士	核医学治療用高温超電導スケルトン・サイクロトロンの開発(4)－実証用高温超電導小型マルチコイルシステムの機械特性解析－	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	岡山大学、北海道大学、早稲田大学、大阪大学、中部電力(株)、住友重機械工業(株)	口頭発表	研究開発課題1
79	濱中 麻衣, 尾下 遥, 金原 徹郎, 吉原 優花, 石山 敦士, 野口 聡	特性劣化部分を有する伝導冷却無絶縁REBCOパンケーキコイルの特性評価	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	早稲田大学、北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
80	吉原 優花, 尾下 遥, 金原 徹郎, 濱中 麻衣, 石山 敦士, 野口 聡	Multi-Stacked無絶縁REBCOパンケーキコイルにおける運転温度の熱的安定性への影響評価	第98回低温工学・超電導学会研究発表会	つくばイノベーションプラザ	2019/5/28-30	早稲田大学、北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
81	M. Fukuda	Development and Applications of Cyclotrons	The 10th Korea-Japan Joint Summer School on Accelerator and Beam Science, Nuclear Data, Radiation Engineering and Reactor Physics	大阪大学核物理研究センター	2019/8/19-22	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
82	Seungyong Hahn, Iain Dixon, Thomas Painter, Kwanglok Kim, Kwangmin Kim, Xinbo Hu, Kabindra Bhattarai, So Noguchi, Seokho Kim, Jeseok Bang, Uijong Bong, Subin An, David Labalestier	Progress on No-Insulation HTS Magnet Technology	14th European Conference on Applied Superconductivity	Glasgow, UK	2019/9/1-5	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
83	Soobi An, Kibum Choi, So Noguchi, Chaemin Im, Jeseok Bang, Uijong Bong, Seungyong Hahn	A Conceptual Design of "Magnetic Dam" as a Quench Protection System Using Electromagnetically Coupled Coils for NI HTS Magnet	26th International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
84	Kwanglok Kim, Thomas Painter, Kwangmin Kim, Xinbo Hu, Kabindra Bhattarai, Jeseok Bang, So Noguchi, Iain Dixon, David Labalestier, Seungyong Hahn	Study of Screening Currents in No-Insulation REBCO Magnets	26th International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
85	So Noguchi, Takahiro Tatsuta, Daisuke Nishikawa, Hiroshi Ueda, Seokbeom Kim	Characteristic Resistance Measurement of No-Insulation REBCO Pancake Coil under Different Conditions	26th International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	北海道大学、岡山大学	口頭発表	研究開発課題1
86	Jeseok Bang, Jaemin Kim, Uijong Bong, Jung Tae Lee, Soobin An, Chaemin Im, Jeonghwan Park, Seong Hyeon Park, So Noguchi, Seungyong Hahn	Thermal Eraser" to Mitigate Screening Current by Optimal Control on Temperature in an HTS Pancake Coil	26th International Conference on Magnet Technology	Vancouver, Canada	2019/9/22-27	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1

87	Thomas Kurauchi, So Noguchi	A New Radial Current Flow Simulation Method of No-Insulation REBCO Pancake Coils	10th Asian Conference on Applied Superconductivity and Cryogenics, 2nd International Cryogenic Materials Conference in Asia, and the CSSJ meeting	Okinawa, Japan	2020/1/6-9	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
88	Hatuka Onoshita, Atsushi Ishiyama	Protection Scheme of Multi-stacked No-Insulation REBCO coil system for MRIs	14th European Conference on Applied Superconductivity	Scottish Event Campus	2019/9/3	早大	ポスター発表	研究開発課題1
89	白井航大、石山敦士	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおける遮蔽電流磁場低減法の検討	令和2年電気学会全国大会 (2020)	東京電機大	2020/3/11-13	早大	口頭発表	研究開発課題1
90	北村真由、石山敦士	間接触不良のある無絶縁コイルの過渡安定性	令和2年電気学会全国大会 (2020)	東京電機大	2020/3/11-13	早大	口頭発表	研究開発課題1
91	根本羽衣、石山敦士	無絶縁REBCOパンケーキコイルのためのML-MI法による接触電気抵抗の調整実験	令和2年電気学会全国大会 (2020)	東京電機大	2020/3/11-13	早大	口頭発表	研究開発課題1
92	津吉杏佳、石山敦士	無絶縁REBCOコイルにおける高熱的安定性と励磁遅れ時間短縮を両立できる層間抵抗の検討	令和2年電気学会全国大会 (2020)	東京電機大	2020/3/11-13	早大	口頭発表	研究開発課題1
93	村上将吾、石山敦士	無絶縁REBCO超電導コイルの励磁特性に関する解析評価	令和2年電気学会全国大会 (2020)	東京電機大	2020/3/11-13	早大	口頭発表	研究開発課題1
94	Yuka Yoshihara, Mai Hamanaka, Kyoka Tsuyoshi, Mayu Kitamura, Ui Nemoto, So Noguchi, and Atsushi Ishiyama	Evaluation Criterion for Determining Turn-to-Turn Contact Electrical Resistance Satisfying High Thermal Stability and Shortening Charging Delay in NI-REBCO Coils for MRIs	IEEE Applied Superconductivity Conference	オンライン	2020/10/24-11/7	早稲田大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
95	Takamitsu Ogata, Kodai Shirai, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Mitsuhiro Fukuda	Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field considering variable output energy in REBCO coil system of Skeleton Cyclotron for cancer therapy	IEEE Applied Superconductivity Conference	オンライン	2020/10/24-11/7	早稲田大学、岡山大学、北海道大学、中部電力、大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
96	Satomi Ueda, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi	Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field in no-insulation REBCO Coil systems	IEEE Applied Superconductivity Conference	オンライン	2020/10/24-11/7	早稲田大学、岡山大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
97	Hinako Ishizaki, Satomi Ueda, Takamitsu Ogata, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi	Reduction of screening current-induced magnetic field in copper-plated multi-filamentary REBCO-coated conductor wound into pancake coils	IEEE Applied Superconductivity Conference	オンライン	2020/10/24-11/7	早稲田大学、岡山大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
98	Masato Omure, Yu Miyamoto, Atsushi Ishiyama, Watanabe Tomonori, Nagaya Shigeo	Evaluation on Applicability of No-Insulation REBCO Pancake Coil to Superconducting Magnetic Energy Storage	IEEE Applied Superconductivity Conference	オンライン	2020/10/24-11/7	早稲田大学、中部電力	口頭発表	研究開発課題1
99	石山敦士	高温超伝導コイル：基盤技術と医療分野への応用を中心として	第81回応用物理学会秋季学術講演会・チュートリアル	オンライン	2020/9/8	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
100	根本羽衣、吉原優花、大牟禮将人、濱中麻衣、石山敦士、植田浩史、野口 聡	無絶縁REBCOパンケーキコイルにおける銅安定化層の層厚が熱的安定性にもたらす影響評価	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学、岡山大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
101	津吉杏佳、吉原優花、濱中麻衣、石山敦士、野口 聡	m級大口径無絶縁REBCOコイルシステムにおける過渡安定性の解析・評価	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1

102	北村真由, 尾下遥, 濱中麻衣, 吉原優花, 石山敦士, 野口聡	層間接触不良のある無絶縁コイルの過渡安定性	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
103	白井航大, 緒方隆充, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおける遮蔽電流磁場低減法の検討	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
104	宮本祐, 大牟礼将人, 石山敦士, 野口聡, 渡部智則, 長屋重夫	電力貯蔵応用を目的とした無絶縁REBCOコイルにおける貯蔵効率の層間接触抵抗への依存性評価実験	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 北海道大学, 中部電力	口頭発表	研究開発課題1
105	村上将吾, 上田聡美, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡	無絶縁REBCO超電導コイルにおける磁場精度向上のための通電波形の提案	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
106	白井航大, 緒方隆充, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡, 渡部智則, 長屋重夫, 福田光宏	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおける出力可変エネルギーを考慮した遮蔽電流磁場の数値解析	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
107	宮本 祐, 大牟礼将人, 石山 敦士	超電導電力貯蔵装置を対象とした無絶縁REBCOバンドル導体を巻線したパンケーキコイルの充放電実験	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
108	根本羽衣, 吉原優花, 濱中麻衣, 津吉杏佳, 北村真由, 石山敦士, 野口聡	無絶縁REBCOパンケーキコイル内における局所的劣化発生時の過渡的振る舞い	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
109	村上将吾, 上田聡美, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡	無絶縁REBCO超電導コイルにおける磁場精度向上のための通電波形の提案	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
110	津吉杏佳, 吉原優花, 濱中麻衣, 北村真由, 根本羽衣, 石山敦士, 野口聡	無絶縁巻線技術の適用によるREBCOコイル内局所劣化発生時の継続運転の可能性	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
111	北村真由, 濱中麻衣, 吉原優花, 石山敦士, 野口聡	層間接触不良のある無絶縁コイルの過渡安定性	2020年度春季低温工学・超電導学会	オンライン	2020/7/28-30	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
112	結城拓真, 緒方隆充, 白井航大, 村上将吾, 石山敦士	無絶縁積層REBCOコイルにおけるピックアップコイルを用いた局所劣化の検出	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
113	坂本幸輝, 吉原優花, 濱中麻衣, 津吉杏佳, 根本羽衣, 北村真由, 石山敦士, 野口聡	無絶縁REBCOコイルにおける層間電気抵抗の高熱的安定性と励磁遅れ時間への影響評価	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
114	糸日谷浩平, 白井航大, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡, 渡部智則, 長屋重夫, 福田光宏	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおけるREBCO線材細線化による遮蔽電流低減の検討	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
115	小久保早希, 上田聡美, 村上将吾, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡	無絶縁REBCO高温超電導コイルシステムにおける励磁遅れを考慮した遮蔽電流磁場解析	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
116	長瀬大河, 根本羽衣, 北村真由, 津吉杏佳, 吉原優花, 濱中麻衣, 石山敦士	無絶縁REBCOパンケーキコイルにおける銅安定化層の厚厚と層間電気抵抗値が熱的安定性にもたらす影響評価	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学	口頭発表	研究開発課題1
117	日比祐太, 白井航大, 緒方隆充, 石山敦士, 植田浩史, 野口聡, 渡部智則, 長屋重夫, 福田光宏	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおける可変出力エネルギーを考慮した遮蔽電流磁場の数値解析	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1

118	濱田一希、濱中麻衣、吉原優花、北村真由、津吉杏佳、根本羽衣、石山敦士、野口聡	複数の特性劣化部分と層間接触不良を有する無絶縁REBCOコイルの特性評価	2021年度電気学会	オンライン	2021/3/9-11	早稲田大学、北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
119	宮脇信正、柏木啓次、倉島俊	サイクロトロン低エネルギービーム輸送系におけるビーム輸送効率の改善の検討	QST高崎サイエンスフェスタ	オンライン	2020/12/9	量研高崎	ポスター発表	研究開発課題1
120	渡辺茂樹・宮脇信正・坂下哲哉・佐々木一郎・石岡典子・江夏昌志・榎本一之	211At製造のためのBi照射におけるHeガス冷却効果の検討	QST高崎サイエンスフェスタ	オンライン	2020/12/9	量研高崎	ポスター発表	研究開発課題1
121	湯山 貴裕、百合 庸介、石坂 知久、柏木啓次、福田 光宏	多重極電磁石を用いた大面積均一ビームと中空ビームの形成	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/3	量研高崎、大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
122	宮脇信正、柏木啓次、石岡典子、倉島俊、福田 光宏	TIARA AVF サイクロトロン低エネルギービーム輸送系におけるビーム輸送効率改善の検討	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/4	量研高崎、大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
123	福田 光宏、依田 哲彦、神田 浩樹、安田裕介、中尾 政夫、畑中 吉治、齋藤 高嶺、森信 俊平、田村仁志、永山 啓一、吉田 英智、阿野 真治、友野 大、鎌野寛之、木林 満、Koay Hui Wen、森田 泰之、武田 佳次朗、原隆文、大本 恭平、荘 浚謙、久松 万里子、鎌倉 恵太	RCNP AVFサイクロトロンアップグレードのための詳細設計	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
124	久松 万里子、福田 光宏、依田 哲彦、神田 浩樹、中尾 政夫、安田 裕介、友野 大、Koay Hui Wen、森田 泰之、武田 佳次朗、原 隆文、大本 恭平、荘 浚謙、石山 敦士、野口 聡、植田 浩史、福井 聡、鎌倉 恵太、松原 雄二、三上 行雄、鶴留 武尚、高橋 伸明、吉田 潤、平山 貴士、長屋 重夫、渡部 智則	スケルトン・サイクロトロン開発のための高温超電導コイルの要素技術開発	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
125	松田 洋平、伊藤 正俊、篠塚 勉、福田 光宏、依田 哲彦、神田 浩樹、中尾 政夫、倉島 俊、宮脇 信正、涌井 崇志	大強度負重水素イオン加速に向けたCYRIC930型AVFサイクロトロン加速器の軌道計算	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
126	原 隆文、福田 光宏、神田 浩樹、依田 哲彦、中尾 政夫、安田 裕介、篠塚 勉、伊藤 正俊、松田 洋平、倉島 俊、宮脇 信正、涌井 崇志	自動サイクロトロン共鳴加速法を用いた陽子加速器の概念設計	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
127	森田 泰之、福田 光宏、百合 庸介、友野 大、依田 哲彦、神田 浩樹、畑中 吉治、中尾 政夫、安田 裕介、中島 悠太、Koay Hui Wen、武田 佳次朗、原 隆文、大本 恭平、久松 万里子、荘 浚謙	AIによる中空ビーム制御手法の開発	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1

128	中尾 政夫, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 裕介, 友野 大, 鎌倉 恵太, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 畑中 吉治, 田村 仁志, 永山 啓一, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 大本 恭平	AVFサイクロトロンの入射系の更新	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
129	Hui Wen Koay, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita	Extraction Study of High-Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC) for BNCT and Radioisotope Production	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
130	武田 佳次朗, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 関 亮一, 中尾 政夫, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 原 隆文, 大本 恭平	サイクロトロンベースLLFP核変換用中性子源の検討	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
131	荘 浚謙, 福田 光宏, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 関 亮一, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 依田 哲彦, 友野 大, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 田村 仁志, 永山 啓一, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平, 久松 万里子	RCNP AVF サイクロトロン のLEBTシステムのアップグレード	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
132	依田 哲彦, 嶋 達志, 神田 浩樹, 福田 光宏, 大本 恭平, 荘 浚謙, 久松 万里子	MeV領域のテーブルトップ陽子源の大強度化	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
133	依田 哲彦, 神田 浩樹, 福田 光宏	RCNP加速器制御系更新とEPICSの部分的導入	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/4	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
134	大本 恭平, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 中尾 政夫, 安田 祐介, 友野 大, 鎌倉 恵太, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 畑中 吉治, 田村 仁志, 永山 啓一, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 荘 浚謙, 久松 万里子	RCNPにおける高輝度陽子源の開発	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/4	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
135	神田 浩樹, 福田 光宏, 畑中 吉治, 関 亮一, 森信 俊平, 齋藤 高嶺, 依田 哲彦, 友野 大, 中尾 政夫, 鎌倉 恵太, 田村 仁志, 永山 啓一, 安田 裕介, 原 周平, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次朗, 原 隆文, 大本 恭平, 荘 浚謙, 久松 万里子	RCNPサイクロトロン施設の現状	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2-4	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
136	Yu Miyamoto, Atsushi Ishiyama, Watanabe Tomonori, and Nagaya Shigeo	Evaluation of operating characteristic of coils wound with no-insulation REBCO bundle conductor for SMES	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 中部電力(株)	ポスター発表	研究開発課題1
137	Kodai Shirai, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, and Mitsuhiro Fukuda	Numerical evaluation of screening current-induced magnetic field in HTS coil system for Skeleton Cyclotron using a full-scale model	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1

138	Shogo Murakami, Saki Kokubo, Atsushi Ishiyama, Hiroshi Ueda, So Noguchi	Energization waveform for reducing Screening Current-induced Magnetic Field in No-Insulation REBCO Coil Systems	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
139	Ui Nemoto, Kyoka Tsuyoshi, Mayu Kitamura, Atsushi Ishiyama, So Noguchi	Numerical evaluation of electromagnetic behavior of multi-stacked no-insulation REBCO coil system assuming applications to high-field whole-body MRIs and medical cyclotrons	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
140	Mayu Kitamura, Kyoka Tsuyoshi, Ui Nemoto, Atsushi Ishiyama, So Noguchi	Numerical evaluation of transient thermal stability of no-insulation REBCO pancake coils with non-contact area between turns	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
141	Kyoka Tsuyoshi, Mayu Kitamura, Ui Nemoto, So Noguchi and Atsushi Ishiyama	Numerical Evaluation of Transient Thermal Stability of No-Insulation Pancake Coil wound with REBCO Coated Conductor with Some Defects	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	北海道大学, 早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
142	宮本 祐, 石山敦士	超電導電力貯蔵装置への応用を想定した無絶縁REBCO集合導体コイルの特性評価	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
143	村上 将吾, 石崎 比奈子, 下之園 友梨, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡	銅メッキおよび細線化を施したREBCO線材を巻線したバンケーキコイルにおける結合電流による不整磁場の低減法	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
144	糸日谷 浩平, 白井 航大, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおけるREBCO線材細線化による遮蔽電流磁場低減の検討	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
145	小久保 早希, 村上 将吾, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡	無絶縁REBCOコイルシステムにおける励磁遅れを考慮した遮蔽電流磁場の低減法	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
146	坂本 幸輝, 津吉 杏佳, 根本 羽衣, 北村 真由, 石山 敦士, 野口 聡	無絶縁REBCOコイルにおける熱的安定性と励磁遅れ時間を考慮した層間電気抵抗の決定法	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
147	長瀬 大河, 根本 羽衣, 北村 真由, 石山 敦士	無絶縁REBCOバンケーキコイルにおける銅安定化層の層厚と層間電気抵抗値が熱的安定性にもたらす影響評価	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
148	濱田 一希, 北村 真由, 津吉 杏佳, 根本 羽衣, 石山 敦士, 野口 聡	複数の特性劣化部分と層間接触不良を有する無絶縁REBCOコイルの安定性評価	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
149	日比 祐太, 白井 航大, 緒方 隆充, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏	高温超電導スケルトンサイクロトロンにおける可変出力エネルギーを考慮した遮蔽電流磁場の数値解析	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
150	結城 拓真, 白井 航大, 村上 将吾, 石山 敦士	無絶縁積層REBCOコイルにおけるピックアップコイルを用いた局所劣化の検出	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
151	糸日谷 浩平, 白井 航大, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏	スケルトンサイクロトロン用REBCOコイルシステムにおける電流制御による遮蔽電流磁場低減の検討	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
152	小久保 早希, 村上 将吾, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡	無絶縁REBCOマルチコイルシステムにおける遮蔽電流磁場解析手法の比較	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
153	長瀬 大河, 根本 羽衣, 北村 真由, 石山 敦士	絶縁・無絶縁REBCOバンケーキコイルにおける銅安定化層厚の影響	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1

154	濱田 一希, 北村 真由, 津吉 杏佳, 根本羽衣, 石山 敦士, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫	無絶縁REBCOコイルの保護に関する検討	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学, 北海道大学, 中部電力(株)	ポスター発表	研究開発課題1
155	日比 祐太, 白井 航大, 石山 敦士, 植田 浩史, 野口 聡, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏	スケルトン・サイクロトロン用無絶縁REBCOコイルシステムにおける遮蔽電流磁場解析	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
156	結城 拓真, 津吉 杏佳, 根元 羽衣, 北村 真由, 石山 敦士	無絶縁積層REBCOコイル巻線内の局所発生・拡大の監視法	2021年度秋季低温工学・超電導学会	online	2021/12/14-15	早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
157	So Noguchi and Seungyong Hahn	Comparison of screening current simulation modellings of REBCO pancake coils	7th International Workshop on Numerical Modelling of High Temperature	online	2021/6/22	北海道大学	招待講演	研究開発課題1
158	Takanobu Mato, Syumpei Mori, and So Noguchi	Progress of no-insulation HTS magnet development towards ultra-high magnetic field generation	First International Conference ETIMA	online	2021/10/21	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
159	Kazuma Kodaka and So Noguchi	Investigation on stability of pancake coils wound with bundled multiple REBCO conductors	First International Conference ETIMA	online	2021/10/21	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
160	Kazuhiro Daiho, So Noguchi, and Atsushi Ishiyama	AC loss simulation of NI REBCO pancake coils in external low-frequency magnetic field	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	北海道大学, 早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
161	Kazuma Kodaka and So Noguchi	Current behaviors of NI REBCO pancake coil wound with multi-bundled conductors during charging and against local normal state	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
162	So Noguchi, Takanobu Mato, and Thomas Kurauchi	Screening current simulation of REBCO pancake coils considering coil deformation	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	北海道大学	招待講演	研究開発課題1
163	Takanobu Mato, Yusuke Nakai, and So Noguchi	Mechanical stress simulation of REBCO tapes using particle methods	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
164	So Noguchi, Hiroshi Ueda, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Atsushi Ishiyama, and Mitsuhiro Fukuda	An Optimal Configuration Method of Superconducting Magnet with Iron Shield using Model Order Reduction	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
165	So Noguchi, Hiroshi Ueda, Tomonori Watanabe, Shigeo Nagaya, Mitsuhiro Fukuda, and Atsushi Ishiyama	Progress in the Development of HTS magnet system for Skeleton Cyclotron Accelerator	34th International Symposium on Superconductivity	online	2021/12/1	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	招待講演	研究開発課題1
166	So Noguchi and Takanobu Mato	Screening Current Simulation for High Magnetic Field REBCO Magnet Considering Deformation	23rd Conference on the Computation of Electromagnetic Fields	online	2021/12/1	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
167	野口 聡, HAHN Seungyong	新しいREBCOマグネットの遮蔽電流解析手法の提案	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
168	野口 聡, HAHN Seungyong	励磁時におけるREBCOパンケーキコイル形状変形による遮蔽電流への影響	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
169	間藤 昂允, 野口 聡, 石山 敦士	さまざまな種類の無絶縁巻線技術を用いたREBCOマグネットの熱安定性比較	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	北海道大学, 早稲田大学	ポスター発表	研究開発課題1
170	小高 一真, 野口 聡	複数枚バンドルREBCOパンケーキコイルの安定性向上に関する検討	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	北海道大学	ポスター発表	研究開発課題1
171	Yuta MIYAKE, Yuki NAKAI, Ryota INOUE, SeokBeom KIM, Hiroshi UEDA, So NOGUCHI, Tomonori WATANABE, Shigeo NAGAYA, Mitsuhiro FUKUDA, Atsushi ISHIYAMA	Numerical Evaluation on Mechanical Behavior of No-insulation REBCO Pancake Coils in Skeleton Cyclotron	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1

172	Yuki NAKAI, Yuta MIYAKE, Ryota INOUE, SeokBeom KIM, Hiroshi UEDA, So NOGUCHI, Tomonori WATANABE, Shigeo NAGAYA, Mitsuhiro FUKUDA, Atsushi ISHIYAMA	Numerical Evaluation on Quench Behavior of REBCO Coil System of Skeleton Cyclotron for Cancer Therapy	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
173	Tomonori Watanabe, Shigeo Ngaya, Atsushi Ishiyama, So Noguchi, Hiroshi Ueda, Gen Nishijima	Mechanical strength evaluation of Yoroi-coil structured non-circular REBCO pancake coil in high magnetic field	27th International Conference on Magnet Technology(MT27)	Fukuoka	2021/11/15-19	中部電力(株), 早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学	口頭発表	研究開発課題1
174	石山 敦士, 野口 聡, 植田 浩史, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏, 鷲尾 方一, 東達也	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その1): 全体概要	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 中部電力(株), 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
175	渡部 智則, 野口 聡, 植田 浩史, 長屋 重夫, 西島 元, 石山 敦士, 福田 光宏	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その2): YORO補強を施した無絶縁非円形REBCOパンケーキコイルの機械強度評価試験	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	中部電力(株), 早稲田大学, 岡山大学, 北海道大学, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
176	仲井 悠貴, 三宅 雄大, 井上 良太, 金 錫範, 植田 浩史, 渡部 智則, 野口 聡, 長屋 重夫, 石山 敦士, 福田 光宏	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その3): YORO補強を施した無絶縁非円形REBCOパンケーキコイルの機械強度の解析・評価	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	岡山大学, 中部電力(株), 早稲田大学, 北海道大学, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
177	日比 祐太, 植田 浩史, 野口 聡, 石山 敦士, 福田 光宏	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その4): 出力エネルギー変化時の遮蔽電流磁場の低減法	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	岡山大学, 早稲田大学, 北海道大学, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
178	野口 聡, 植田 浩史, 渡部 智則, 長屋 重夫, 石山 敦士, 福田 光宏	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その5): 鉄シールド付きコイルシステムの設計	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	北海道大学, 岡山大学, 中部電力(株), 早稲田大学, 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
179	石山 敦士, 野口 聡, 植田 浩史, 渡部 智則, 長屋 重夫, 福田 光宏	「スケルトン・サイクロトロン」用 REBCOコイルシステムの開発(その6): REBCO線材の優れた特性を活かすコイル化技術の検討	2021年度春季低温工学・超電導学会	online	2021/5/19-21	早稲田大学, 北海道大学, 岡山大学, 中部電力(株), 大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
180	福田光宏	サイクロトロンによるAt-211生成とAc-225輸入計画	核医学・核工学シンポジウム・がんを制する人工核種をつくる～内用療法向け α 放出核生成技術の最前線～	online	2021/5/26	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
181	福田光宏	Production of At-211 using a cyclotron and an import plan of Ac-225	原子力学会・2021年度核データ研究会	online	2021/11/19	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
182	福田光宏	大阪大学核物理研究センターにおけるRI製造供給	第58回アイソトープ・放射線研究発表会	online	2021/7/8	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
183	Hui Wen Koay, Mitsuhiro Fukuda, Hiroki Kanda, Tetsuhiko Yorita	High-Temperature Superconducting Skeleton Cyclotron (HTS-SC) for AB-mBNCT and Production of Radioisotopes	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	口頭発表	研究開発課題1
184	神田 浩樹, 福田 光宏, 依田 哲彦, 安田 裕介, 原 隆文, 武田 佳次郎, 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 宮脇 信正, 倉島 俊, 中尾 政夫, 松田 洋平, 涌井 崇志	自動サイクロトロン共鳴加速のためのRF共振空洞の開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大学	ポスター発表	研究開発課題1
185	宮脇 信正, 渡辺 茂樹, 柏木 啓次, 石岡 典子, 倉島 俊, 福田 光宏	TIARA AVF サイクロトロンRI製造用ビームラインのビームエネルギー・位置モニターの開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	量研高崎研, 大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1

186	ZHAO HANG, 福田光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 祐介, Koay Hui Wen, 友野 大, 畑中 吉治, 斎藤 高嶺, 森信俊平, 森田 泰之, 武田 佳次郎, 原 隆文, 荘 浚謙	At-211製造用ビームスキニングシステムの開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
187	武田 佳次郎, 福田光宏, 神田 浩樹, 依田 哲彦, 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 倉島 俊, 宮脇 信正, 涌井 崇志, 松田 洋平, 中尾 政夫, 安田 裕介, 原 隆文	サイクロトロンの高エネルギー効率化に向けた検討	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
188	依田 哲彦, 森田 康之, 神田 浩樹, 高久圭二, 嶋 達志, 福田光宏	ナノガンを利用したMeV領域の陽子生成装置	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
189	森田 泰之, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 斎藤 高嶺, 田村 仁志, 安田 裕介, 鷺尾 隆, 中島 悠太, 岩崎 昌子, KOAY HUI WEN, 武田 佳次郎, 原 隆文, 荘 浚謙, ZHAO HANG	機械学習を用いたイオン源制御手法の開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
190	原 隆文, 福田 光宏, 神田 浩樹, 依田 哲彦, 安田 祐介, 武田 佳次郎, 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 倉島 俊, 宮脇 信正, 涌井 崇志, 中尾 政夫, 松田 洋平	自動サイクロトロン共鳴加速法を用いた陽子加速実現に向けてのテストベンチ開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大学	ポスター発表	研究開発課題1
191	福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 安田 裕介, 武田 佳次郎, 原 隆文, 大本 恭平, 森田 泰之, 荘 浚謙, 趙 航, 篠塚 勉, 伊藤 正俊, 涌井 崇志, 倉島 俊, 宮脇 信正, 中尾 政夫, 松田 洋平	高強度小型サイクロトロンエネルギー効率向上を目指した要素技術開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学, 東北大学, 量研高崎研, 量研量医研, 群馬大学, 甲南大学	ポスター発表	研究開発課題1
192	荘 浚謙, 福田 光宏, 依田 哲彦, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 斎藤 高嶺, 安田 祐介, Koay Hui Wen, 森田 泰之, 武田 佳次郎, 原 隆文, Zhao Hang, 石山 敦士, 野口 聡, 植田 浩士, 福井 聡, 松原 雄二, 三上 行雄, 鶴留 武尚, 高橋 伸明, 吉田 潤, 平山 貴士, 長屋 重夫, 渡部 智則	10GHz高温超伝導ECRイオン源のためのミラーコイルの開発	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学, 早稲田大学, 北海道大学, 岡山大学, 新潟大学, 住友重機械, 中部電力	ポスター発表	研究開発課題1
193	依田 哲彦, 福田 光宏, 神田 浩樹	RCNP制御更新とレガシーシステムのEPICS化	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
194	依田 哲彦, 福田 光宏, 神田 浩樹, 畑中 吉治, 斎藤 高嶺, 友野 大, 中尾 政夫, Koay HuiWen, 安田 裕介, 田村 仁志, 森田 康之, 武田 佳次郎, 原 隆文, 荘 浚謙, Zhao Hang	RCNPサイクロトロン施設の現状	第18回日本加速器学会年会	online	2021/8/9-12	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題1
195	柏木啓次, 湯山貴裕, 石坂知久, 宮脇信正, 百合庸介	非線形集束におけるビームロス低減に向けたビーム入射・加速方法の検討	第18回日本加速器学会年会	オンライン	2021/8/10	QST高崎	口頭発表	研究開発課題1

196	宮脇 信正、渡辺 茂樹、柏木 啓次、石岡典子、倉島 俊	ビームエネルギー・位置モニターの導入とビーム測定テスト	QST高崎サイエンスフェスタ2021	オンライン・QST高崎	2021/12/8	QST高崎	ポスター発表	研究開発課題1
197	柏木啓次、湯山貴裕、石坂知久、宮脇信正、百合庸介	多重極電磁石を用いたビーム集束におけるビームロス低減方法の検討	QST高崎サイエンスフェスタ2021	オンライン・QST高崎	2021/12/8	QST高崎	ポスター発表	研究開発課題1
198	湯原 勝 他	エアロゾルを用いたAt-211乾式分離技術の開発	日本放射化学会第65回討論会	オンライン	2021/9/24	東芝エネルギーシステムズ(株)、大阪大学、大阪青山大、JAEA	口頭発表	研究開発課題1
199	服部幸平、前田流、伊藤正俊、小野寺史龍、今間可奈子、篠塚勉、山本広平、米倉章平、松田洋、森海、山崎敦博、福田光宏、神田浩樹、依田哲彦、中尾政夫、倉島俊、宮脇信正、涌井崇志	大強度負イオン加速に向けたサイクロトロン加速器入射系におけるビーム軌道計算	日本物理学会第77回年次大会	オンライン	2022/3/17	東北大学、甲南大学、大阪大学、群馬大学、量研高崎研、量研量医研	口頭発表	研究開発課題1
200	宮脇 信正、渡辺 茂樹、柏木 啓次、石岡典子、倉島 俊	ビームエネルギー・位置モニターの導入とビーム測定テスト	QST高崎サイエンスフェスタ2021	オンライン・QST高崎	2021/12/8	量研高崎	ポスター発表	研究開発課題1
201	柏木啓次、湯山貴裕、石坂知久、宮脇信正、百合庸介	多重極電磁石を用いたビーム集束におけるビームロス低減方法の検討	QST高崎サイエンスフェスタ2021	オンライン・QST高崎	2021/12/8	量研高崎	ポスター発表	研究開発課題1
202	湯原 勝 他	エアロゾルを用いたAt-211乾式分離技術の開発	日本原子力学会2022年春の年会	オンライン	2022/3/16	東芝エネルギーシステムズ(株)、大阪大学、大阪	口頭発表	研究開発課題1
203	H. Haba	Production of radioisotopes for application studies at RIKEN RI Beam Factory	9th International Conference on Isotopes (9 ICI)	The Marriott Marquis City Center Doha Hotel, Qatar	2017/11/15	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
204	H. Haba	Production of radioisotopes for application studies at RIKEN RI Beam Factory	The 7th Yamada Workshop on RI Science Evolution 2018 (RISE18)	Osaka University	2018/3/16	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
205	H. Kikunaga	RI Production at ELPH	The 7th Yamada Workshop on RI Science Evolution 2018 (RISE18)	Osaka University	2018/3/16	東北大学	招待講演	研究開発課題2
206	T. Murata, M. Aikawa, M. Saito, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takács	^{99}Mo production from α -induced reaction on ^{96}Zr	The 18th Radiochemical Conference (RadChem 2018)	Mariánské Lázně, Czech Republic	2018/5/17	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
207	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, N. Ukon, Y. Komori, H. Haba, and S. Takacs	Production cross section measurement of alpha induced reaction on ^{nat}Yb to produce medical RI ^{177}Lu	The 18th Radiochemical Conference (RadChem 2018)	Mariánské Lázně, Czech Republic	2018/5/16	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
208	A. Yokoyama, A. Sakaguchi, K. Yamamori, Y. Hayakawa, K. Sekiguchi, S. Yanou, Y. Komori, T. Yokokita, H., Haba, N. Takahashi, and A. Shinohara	Production of Np isotopes in nuclear reactions for a standard material in accelerator mass spectrometry	The 18th Radiochemical Conference (RadChem 2018)	Mariánské Lázně, Czech Republic	2018/5/18	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
209	H. Haba	Applications with Unstable Ion Beams and Complementary Techniques at the RIKEN	Consultancy Meeting on Novel Multidisciplinary Applications with Unstable Ion Beams and Complementary Techniques	Vienna, Austria	2018/7/9	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
210	H. Haba	Production of Radioisotopes for Application Studies at RIKEN RI Beam Factory	4th International Conference on Application of Radiotracers and Energetic Beams in Sciences (ARCEBS-2018)	Kolkata, India	2018/11/15	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2

211	Y. Komori, H. Haba, T. Yokokita, S. Yano, N. Sato, K. Ghosh, Y. Sakemi, and H. Kawamura	Measurement of excitation functions of the $^{206/207/208}\text{Pb}(^{11}\text{B},x)^{212}\text{Fr}$ reactions and complex formation studies of Fr with crown ethers	4th International Conference on Application of Radiotracers and Energetic Beams in Sciences (ARCEBS-2018)	Kolkata, India	2018/11/16	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
212	H. Haba	Production of Radioisotopes for Gamma-ray Imaging at RIKEN RI Beam Factory	Workshop on Multiple Photon Coincidence Imaging	Narita, Japan	2018/12/7	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
213	H. Haba	Production of Radioisotopes for Application Studies at RIKEN RI Beam Factory	Technical Meeting on Novel Multidisciplinary Applications with Unstable Ion Beams and Complementary Techniques	Vienna, Austria	2018/12/10	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
214	羽場宏光	理研におけるRI製造応用～新元素の化学から核医学の診断・治療まで～	大阪大学放射線科学基盤機構発足記念シンポジウム	千里ライフサイエンスセンター、豊中市	2018/8/1	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
215	佐藤望, 羽場宏光, 横北卓也, Ghosh Kaustab, Wang Yang, 小森有希子, 森大輝, 高橋和也, 木村俊夫, 松本幹雄	理研におけるAt-211の製造頒布	2018日本放射化学学会年会・第62回放射化学討論会	京都市	2018/9/20	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
216	川崎康平, 新裕喜, 青井景都, 鷺山幸信, 西中一朗, 羽場宏光, 矢納慎也, 横山明彦	ラドンガス密封シリッジを利用した Rn-Atジェネレーターシステムの開発	2018日本放射化学学会年会・第62回放射化学討論会	京都市	2018/9/18	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
217	新裕喜, 川崎康平, 青井景都, 横山明彦, 鷺山幸信, 西中一朗, 矢納慎也, 羽場宏光	$^{211}\text{Rn}-^{211}\text{At}$ ジェネレーター開発のためのアスタチン溶媒抽出の研究 — ^{131}I との抽出挙動の比較及び酸化剤の効果の調査—	2018日本放射化学学会年会・第62回放射化学討論会	京都市	2018/9/18	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
218	坂口理哉, 合川正幸, 小森有希子, 羽場宏光	^{89}Y 標的への重陽子入射反応による ^{89}Zr 生成反応断面積	2018年度核データ研究会	目黒区	2018/11/29	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
219	小森有希子	$^{nat}\text{Mo}(d,x)$ および $^{nat}\text{W}(d,x)$ 反応による Tc, Re 同位体の生成断面積測定	Chemical Probe 合宿形式セミナー	千葉市	2019/10/12	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
220	横北卓也	アルファ線核医学治療用核種アスタチン-211の製造開発	Chemical Probe 合宿形式セミナー	千葉市	2019/10/12	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
221	羽場宏光	理研におけるRI製造応用～新元素の探索から核医学の診断・治療まで～	放射線科学ワークショップ「文理共創を革新する量子ビーム科学」	文京区	2019/2/12	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
222	羽場宏光	理研RIビームファクトリーで製造する応用研究用ラジオアイソトープ	理研シンポジウム「精密武装抗体の合成と機能評価」	千代田区	2019/3/4	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
223	羽場宏光, 小森有希子, 横北卓也, 森大輝, 高橋浩之, 島添健次, 鎌田圭, 百瀬敏光, 高橋美和子	多光子イメージング用カリウム43の製造技術開発	第66回応用物理学会春季学術講演会	大田区	2019/3/12	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
224	小森有希子, 羽場宏光, 横北卓也, 矢納慎也, 佐藤望, Ghosh Kaustab, 酒見泰寛, 川村広和	$^{206/207/208}\text{Pb}(^{11}\text{B},x)^{212}\text{Fr}$ 反応の励起関数測定とクラウンエーテルを用いたFrの錯形成反応	日本化学会第99春季年会2019	神戸市	2019/3/17	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
225	齋藤萌美, 合川正幸, 坂口理哉, 右近直之, 小森有希子, 羽場宏光	医療用放射性核種 ^{169}Yb 生成のための ^{nat}Er への 50 MeV アルファ粒子入射における生成断面積測定	日本原子力学会2019年春の年会	水戸市	2019/3/22	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
226	Wang Yang	Gas-phase chemistry of technetium and rhenium carbonyl complexes with short-lived isotopes	2019重元素核化学ワークショップ	和光市	2019/3/28	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
227	Wang Yang	Mass spectrometric speciation of metal-carbonyls in the gas phase	2019重元素核化学ワークショップ	和光市	2019/3/28	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
228	高橋 健, 三浦 禎雄, 菊永 英寿	電子光物理学研究センターにおける電子加速器を用いたRI製造照射システムの開発	第15回日本加速器学会年会	長岡市	2018/8/8	東北大学	ポスター発表	研究開発課題2

229	K. Takahashi, S. Miura, and H. Kikunaga	Refurbishment of a Target Irradiation System for Advanced Radioactive Isotope Production Using Electron Linac at ELPH, Tohoku University	International Conference on Radiation and Emission in Materials (ICREM-2018)	Chiang Mai, Thailand	2018/11/21	東北大学	口頭発表	研究開発課題2
230	H. Haba	Production and Applications of Radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory	SHE Science Symposium	Oak Ridge National Laboratory, USA	2019/5/29	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
231	H. Haba	RI production - Chemistry of new elements to diagnosis and treatment of cancer -	Tsukuba Conference 2019	Tsukuba International Conference Center	2019/10/2	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
232	羽場宏光	ラジオアイソトープの製造と応用－新元素の探索からがんの診断・治療まで－	2019年度日本アイソトープ協会シンポジウム「PET・イメージング研究の最前線～ライフサイエンスと理工学の融合～」	川崎生命科学・環境研究センター (LiSE), 川崎市	2019/11/22	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
233	羽場宏光	多光子ガンマ線放出核種の製造	「多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法の研究」ワークショップ	国際医療福祉大学赤坂キャンパス, 港区	2019/12/2	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
234	羽場宏光	理研におけるラジオアイソトープの製造と応用～新元素の探索からがんの診断・治療まで～	第75回 放射線計測研究会	理化学研究所, 和光市	2020/1/18	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
235	H. Haba	Production and Applications of Radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory - Search for New Elements through Diagnosis and Therapy of Cancer -	The 10th International Conference on Isotopes (10ICI)	Kuala Lumpur Convention Center, Malaysia	2020/2/5	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
236	Y. Komori, M. Murakami, H. Haba	Measurements of excitation functions for the $^{nat}W(d,x)$ reactions based on new half-lives of rhenium isotopes	The 10th International Conference on Isotopes (10ICI)	Kuala Lumpur Convention Center, Malaysia	2020/2/4	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
237	T. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhoroloo, T. Khishigjargal, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, Z. Szűcs	Production cross sections of ^{45}Ti via deuteron-induced reaction on scandium	2019 Symposium on Nuclear Data	Kyushu University Chikushi Campus, Fukuoka, Japan	2019.11.28	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
238	M. Saito, M. Aikawa, T. Murata, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, Z. Szűcs	Production of ^{169}Yb by the proton-induced reaction on ^{169}Tm	2019 Symposium on Nuclear Data	Kyushu University Chikushi Campus, Fukuoka, Japan	2019.11.28	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
239	T. Fukuchi, M. Shigeta, H. Haba, S. Yamamoto, Y. Watanabe	Imaging performance evaluation of a multiple-isotope PET with ^{44m}Sc tracer	2019 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS) and Medical Imaging Conference (MIC)	Manchester Convention Centre, UK	2019.10.30	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
240	T. Zolbadral, M. Aikawa, D. Ichinkhoroloo, K. Tegshjargal, N. Javkhlantugs, Y. Komori, H. Haba	Production cross sections of ^{68}Ga and radioactive by-products in deuteron-induced reactions on natural zinc	The 7th GI-CoRE Medical Science and Engineering Symposium FLASH, MBA, & 4DRT	Hokkaido University, Hokkaido, Japan	2019.8.18	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
241	A. R. Usman, M. U. Khandaker, H. Haba	Cyclotron production cross sections of ^{61}Cu radionuclide from $^{nat}Ni(d,x)^{61}Cu$ nuclear reaction	2019 International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2019)	China National Convention Center, Beijing, China	2019.5.19-14	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
242	A. R. Usman, M. U. Khandaker, H. Haba, N. Otuka	Towards formation of IAEA database for all metallic properties useful in radionuclides production: effect of varied titanium densities on excitation functions	2019 International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2019)	China National Convention Center, Beijing, China	2019.5.19-14	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
243	高橋浩之, 島添健次, 鎌田圭, 羽場宏光, 百瀬敏光	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究1(概要)	2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学 四谷キャンパス, 千代田区	2020.3.13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
244	鎌田圭, 金敬鎮, 吉野将生, 庄子育宏, 山路晃弘, 黒澤俊介, 横田有為, 大橋雄二, 島添健次, 高橋美和子, 羽場宏光, 百瀬敏光, 高橋浩之, 吉川彰	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究2(シンチレータ開発)	2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学 四谷キャンパス, 千代田区	2020.3.13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
245	羽場宏光, 森大輝, 小森有希子, 横北卓也, 王洋, 高橋浩之, 島添健次, 鎌田圭, 百瀬敏光, 高橋美和子	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究3(RI製造)	2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学 四谷キャンパス, 千代田区	2020.3.13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2

246	大鐘健一朗, 井下敏孝, 岡崎紀雄, 古山桂太郎, 高橋美和子, 百瀬敏光, 高橋浩之, 島添健次, 鎌田圭, 羽場宏光	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究4(医療応用)	2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学 四谷キャンパス, 千代田区	2020.3.13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
247	上ノ町水紀, Zhong Zhihong, 大鐘健一郎, 島添健次, 高橋浩之, 鎌田圭, 羽場宏光, 高橋美和子, 百瀬敏光	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究5(システム開発)	2020年第67回応用物理学会春季学術講演会	上智大学 四谷キャンパス, 千代田区	2020.3.13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
248	高島大輝, 古賀宣勝, 大貫和信, 眞鍋史乃, 津村遼, 安西高廣, 岩田望, Wang Yang, 横北卓也, 小森有希子, 森大輝, 羽場宏光, 藤井博史, 松村保広	アルファ線放出核種アスタテン-211を用いた放射免疫療法の開発	第5回AMEDがん若手研究者ワークショップ	日本医療研究開発機構(AMED)本部, 千代田区	2020.1.9	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
249	花岡宏史, 大島康宏, 鈴木博元, 佐々木一郎, 渡辺茂樹, 羽場宏光, 荒野泰, 石岡典子, 対馬義人	At-211標識 α メチルフェニルアラニンを用いた内用放射線療法	日本核医学会第61回学術総会	松山市総合コミュニティセンター, 松山市	2019.11.1-3	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
250	齋藤萌美, 合川正幸, 坂口理哉, 右近直之, 小森有希子, 羽場宏光, タカチサンドール	荷電粒子入射反応における医療用放射性核種 ^{169}Yb 生成断面積測定実験	日本原子力学会2019年秋の大会	富山大学五福キャンパス, 富山市	2019.9.11-13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
251	村田朋大, 合川正幸, 坂口理哉, 羽場宏光, 小森有希子, タカチサンドール, フェレンチデイトロイ, ブーチゾルタン	Dy標的へのアルファ粒子照射による ^{166}Ho の励起関数測定	日本原子力学会2019年秋の大会	富山大学五福キャンパス, 富山市	2019.9.11-13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
252	I. Dagvadorj, M. Aikawa, T. Zolbadral, Y. Komori, H. Haba	Production cross sections of dysprosium radioisotopes in deuteron-induced reactions on natural terbium up to 24 MeV	日本原子力学会2019年秋の大会	富山大学五福キャンパス, 富山市	2019.9.11-13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
253	坂口理哉, 合川正幸, 齋藤萌美, 右近直之, 小森有希子, 羽場宏光	^{89}Zr 生成を目的とした ^{89}Y 箔への重陽子照射における生成断面積の測定	日本原子力学会2019年秋の大会	富山大学五福キャンパス, 富山市	2019.9.11-13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
254	小森有希子, 村上昌史, 羽場宏光	$^{184}\text{W}(\text{d}, \text{x})$ 反応によるRe同位体の励起関数と半減期の測定	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館, いわき市	2019.9.24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
255	Y. Wang, N. Sato, Y. Komori, T. Yokokita, D. Mori, S. Usuda, H. Haba	Production of At-211 at RIKEN	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館, いわき市	2019.9.24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
256	青井景都, 新裕貴, 川崎康平, 東美里, 鷲山幸信, 西中一郎, 羽場宏光, 森大輝, Yang Wang, 横山明彦	Rn-211/At-211ジェネレータシステムに必要な ^{209}Po 除去法の検討	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館, いわき市	2019.9.24	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
257	森大輝, 横北卓也, 小森有希子, 王洋, 羽場宏光, 神田晃充, 脇谷雄一郎, 松本幹雄, 木村俊夫	理研における頒布用精製 $^{42,43}\text{K}$ および $^{44\text{m}}\text{Sc}$ の製造技術開発	第56回アイソトープ放射線研究発表会	東京大学弥生講堂, 文京区	2019.7.3-5	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
258	福地知則, 重田美香, 羽場宏光, 山本誠一, 渡辺恭良, 榎本秀一	陽電子-ガンマ線放出核 ^{44}Sc を用いた複数トレーサPETイメージング	日本分子イメージング学会第14回総会・学術集会	かでの2.7, 札幌市	2019.5.23-24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
259	藤井博史, 大貫和信, 高島大輝, 古賀宣勝, 津村遼, 松村保広, 羽場宏光, Wang Yang, Kaustab Ghosh, 小森有希子, 横北卓也, 森大輝, 眞鍋史乃	医療施設での α 線放出核種 ^{211}At の測定系の構築	日本分子イメージング学会第14回総会・学術集会	かでの2.7, 札幌市	2019.5.23-24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
260	本村信治, 喜井勲, 羽場宏光, 薬師寺秀樹, 渡辺恭良, 榎本秀一	半導体コンプトンカメラGREIによる Na^+/K^+ の同時イメージング	日本分子イメージング学会第14回総会・学術集会	かでの2.7, 札幌市	2019.5.23-24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2

261	中島朗久, 坂口綾, 早川優太, 羽場宏光, 松村夏紀, 寺西翔, 森田涼雅, 横北卓也, 小森有希子, Yang Wang, 森大輝, Karin Hain, 山崎信哉, Jian Zheng, 末木啓介, 横 山明彦	U+p及びTh+Li反応によるNp同位体 励起関数の作成	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
262	寺西翔, 森田涼雅, 早川優太, 坂口綾, 中島朗久, 小森有希 子, 横北卓也, 森大 輝, 羽場宏光, 横山 明彦	$^{232}\text{Th} + ^7\text{Li}$ 反応のNp合成系における 不完全融合反応の影響	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
263	森田涼雅, 寺西翔, 早川優太, 坂口綾, 中島朗久, 小森有希 子, 横北卓也, 森大 輝, 羽場宏光, 横山 明彦	$^{232}\text{Th} + ^7\text{Li}$ 反応における反跳率補正に よる核分裂断面積測定法の確立	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
264	Xiaojie Yin, 南部 明 弘, 小森有希子, 森 大輝, 羽場宏光	Production of ^{225}Ac in the $^{232}\text{Th}(^{14}\text{N}, \text{xnpy})^{225}\text{Ac}$ reaction	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
265	重河優大, 山口敦史, 佐藤望, 高峰愛子, 和田道治, 羽場宏光	核化学研究用高周波イオン収集シス テムの開発	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
266	加藤瑞穂, 安達サ ディア, 豊嶋厚史, 塚 田和明, 浅井雅人, 羽場宏光, 横北卓也, 小森有希子, 重河 優 大, Yang Wang, 森大 輝, 柏原歩那, 床井 健運, 中島朗久, 鈴 木雄介, 西塚魁人, 末木啓介	HF/HNO ₃ 系におけるDbの陰イオン 交換挙動	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/10	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
267	横北卓也, 笠松良崇, 渡邊瑛介, 小森有希 子, 重河優大, 森大 輝, 王洋, 二宮秀美, 速水翔, 東内 克馬, ゴーシュ コースタ, 篠原厚, 羽場宏光	硫酸系におけるRfの陰イオン交換: 分配係数の硫酸濃度依存性	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/10	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
268	濱野健太郎, 小林義 男, 羽場宏光, 上野 秀樹	ナトリウム電池電極材料Na ₂ Ru _{1-x} Fe _x O ₃ のメスバウアースペクトル	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/10	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
269	大江一弘, 渡部直史, 白神宜史, 森大輝, 横北卓也, 小森有希 子, 羽場宏光, 畑澤 順	核医学利用に向けたAg-111 の加速 器による製造と分離精製	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/11	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
270	青井景都, 新裕貴, 川崎康平, 丸山峻平, 鷺山幸信, 西中一朗, 羽場宏光, 森大輝, Yang Wang, 横山明 彦	$^{211}\text{Rn} / ^{211}\text{At}$ ジェネレータシステムに 必要な ^{207}Po 除去の条件の最適化	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/11	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
271	丸山峻平, 川崎康 平, 青井景都, 東美 里, 西中一朗, 鷺山 幸信, 羽場宏光, 森 大輝, 横山明彦	薄層クロマトグラフィーを利用したア スチン化学種同定による溶媒抽出の 最適化	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/11	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
272	小森有希子, 羽場宏 光	Calix[4]arene-bis(benzocrown-6)を用 いたFrとCsの溶媒抽出	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	ポスター発表	研究開発課題2
273	小森有希子, 羽場宏 光, 合川正幸, 斎藤 萌美, Sándor Taká cs, Ferenc Ditrói	natLu(p,xn)およびnatLu(d,xn)反応に よる ^{175}Hf の生成断面積の測定	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/10	理化学研究 所	ポスター発表	研究開発課題2
274	渡邊瑛介, 笠松良崇, 横北卓也, 速水翔, 東内克馬, 重河優大, 羽場宏光, 篠原 厚	Rfの化学研究に向けた $^{89\text{m}}\text{Zr}$ の硝酸 系でのオンライン陰イオン交換実験	日本放射化学会第64 回討論会(2020)	オンライン	2020/9/9	理化学研究 所	ポスター発表	研究開発課題2
275	高橋浩之, 島添健 次, 鎌田 圭, 羽場宏 光, 百瀬敏光	多光子ガンマ線時間・空間相関型イ メージング法の開発 1 (概要)	2021年第68回応用物 理学会春季学術講演 会	オンライン	2021/3/16	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2
276	鎌田 圭, 金 敬鎮, 吉野将生, 島添健 次, 高橋美和子, 羽 場宏光, 百瀬敏光, 高橋浩之, 吉川 彰	多光子ガンマ線時間・空間相関型イ メージング法の研究 2 (シンチレータ 開発)	2021年第68回応用物 理学会春季学術講演 会	オンライン	2021/3/16	理化学研究 所	口頭発表	研究開発課題2

277	羽場宏光, 横北卓也, 王 洋, 南部明弘, 臼田祥子, 高橋浩之, 島添健次, 鎌田 圭, 百瀬敏光, 高橋美和子	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の開発 (3) 多光子放出核種生成	2021年第68回応用物理学会春季学術講演会	オンライン	2021/3/16	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
278	島添健次, 上ノ町水紀, 大鐘健一郎, 高橋浩之, 鎌田 圭, 吉川 彰, 羽場宏光, 百瀬敏光, 高橋美和子	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の開発(システム開発)	2021年第68回応用物理学会春季学術講演会	オンライン	2021/3/16	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
279	羽場宏光	ラジオアイソトープの製造と応用 ～新元素の探索からがん治療まで～	第17回日本加速器学会年会	オンライン	2020/9/2	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
280	H. Haba	Production and Applications of Radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory – Search for New Elements through Diagnosis and Therapy of Cancer –	Symposium on Nuclear Data 2020	和光市	2020/11/26	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
281	Y. Komori, H. Haba, M. Aikawa, M. Saito, S. Takács, F. Ditrói	Production cross sections of ^{175}Hf in the $^{nat}\text{Lu}(p,xn)$ and $^{nat}\text{Lu}(d,xn)$ reactions	Symposium on Nuclear Data 2020	和光市	2020/11/26	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
282	羽場宏光	多光子ガンマ線放出核種の製造	科学研究費 基盤研究(S)「多光子ガンマ線時間/空間相関型断層撮像法の研究」ワークショップ「多光子ガンマ線検出技術の新展開」	オンライン	2020/12/21	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
283	Z. Tsodol, M. Aikawa, D. Ichinkhorloo, T. Khishigiargal, E. Norov, Y. Komori, H. Haba, S. Takács, F. Ditrói, Z. Szűcs	Production cross sections of the medically interesting radionuclide ^{45}Tl in the deuteron-induced reaction on ^{45}Sc	日本原子力学会2020年秋の大会	オンライン	2020/9/17	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
284	羽場宏光	理研におけるAt-211の製造分離状況と将来計画	放射線科学基盤機構シンポジウム“核医学セラノスティクス: 基盤技術から臨床応用まで/Theranostics from radioisotope production technology to clinical application”	オンライン	2021/3/18	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
285	藤澤豊, 森大輝, 羽場宏光, 間賀田泰寛, 飯田靖彦	Cu-67標識新規ソマトスタチン誘導体を用いた神経内分泌腫瘍に対する腫瘍抑制効果の評価	第60回日本核医学会学術総会	オンライン、神戸市	2020/11/13	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
286	竹村友紀, 横北卓也, 結城真美, 田沢周作, 羽場宏光	TATのための $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}/^{212}\text{Pb}$ ジェネレータシステム開発に関する基礎検討	第60回日本核医学会学術総会	オンライン、神戸市	2020/11/13	理化学研究所、(株)アトックス	口頭発表	研究開発課題2
287	大江一弘, 渡部直史, 白神宜史, 森大輝, 横北卓也, 小森有希子, 羽場宏光, 畑澤 順	治療用核種Ag-111のPd標的からの加速器製造と分離精製	第60回日本核医学会学術総会	オンライン、神戸市	2020/11/14	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
288	小澤直也, 長濱弘季, 早水友洋, 中村圭佑, 佐藤幹, 永瀬慎太郎, 小高康照, 鎌倉恵太, 田中香津生, 大塚未来, 青木貴稔, 市川雄一, 高峰愛子, 羽場宏光, 上野秀樹, 酒見泰寛	フランシウム原子の電気双極子能率探索のための表面電離イオン源の開発	日本物理学会第76回年次大会(2021年)	オンライン	2021/3/15	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
289	高島大輝, 古賀宣勝, 大貫和信, 津村遼, 岩田望, 真鍋史乃, 羽場宏光, 藤井博史, 安永正浩, 松村保広	アルファ線放出核種アスタチン-211結合抗組織因子抗体の開発	第36回日本DDS学会学術集会	オンライン、神戸市	2020/9/17	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
290	H. Takashima, Y. Koga, K. Onuki, S. Manabe, R. Tsumura, T. Anzai, N. Iwata, M. Yasunaga, W. Yang, T. Yokokita, Y. Komori, D. Mori, H. Haba, H. Fujii, Y. Matsumura	Preclinical evaluation of astatine-211-conjugated anti-tissue factor antibody	American Association for Cancer Research (AACR) Virtual Annual Meeting II	オンライン	2020/6/22	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
291	高島大輝, 古賀宣勝, 大貫和信, 津村遼, 岩田望, 真鍋史乃, 羽場宏光, 藤井博史, 松村保広, 安永正浩	アルファ線放出核種アスタチン-211結合抗組織因子抗体の前臨床試験	第27回次世代医工学研究会	オンライン	2020/12/7	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2

292	K. Ooe, T. Watabe, Y. Shirakami, D. Mori, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, J. Hatazawa	Production and separation of theranostic radionuclide Ag-111 from Pd target	Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) Annual Meeting 2020	オンライン	2020/7/11-14	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
293	菊永英寿	光核反応によるSc-46, Sc-47 トレーサーの製造	日本放射化学会第64回討論会(2020)	オンライン	2020/9/10	東北大学	ポスター発表	研究開発課題2
294	福地知則, 金山洋介, 蔵地理代, 中谷友香, 羽場宏光, 森大輝, 横北卓也, 小森有希子, 山本誠一, 渡辺恭良	複数トレーサーPETを用いた異なるがん診断薬の直接比較	第15回日本分子イメージング学会総会・学術集会	熊本市市民会館	2021/5/26	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
295	高島大輝, 眞鍋史乃, 大貫和信, 古賀宣勝, 津村遼, 安西高廣, Wang Yang, Yin Xiaojie, 南部明弘, 佐藤望, 臼田祥子, 羽場宏光, 藤井博史, 松村保広, 安永正浩	アルファ線放出核種アスタチン-211 結合抗組織因子抗体の前臨床試験	第37回日本DDS学会学術集会	幕張メッセ国際会議場	2021/6/29	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
296	羽場宏光	理研RIビームファクトリーにおけるRI製造供給	第58回アイソトープ・放射線研究発表会	オンライン	2021/7/8	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
297	南部明弘, Yin Xiaojie, 羽場宏光, 押切忍, 加藤寛, 日野明弘	$^{232}\text{Th} + ^{14}\text{N}$ 反応による ^{225}Ac の製造	第58回アイソトープ・放射線研究発表会	オンライン	2021/7/8	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
298	羽場宏光	RIBF施設紹介	新学術領域研究(研究領域提案型)『学術研究支援基盤形成』短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会兼 RI利用研究会	オンライン	2021/7/19	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
299	井上貴之, 羽場宏光	2019年度RI製造・利用調査概要報告	新学術領域研究(研究領域提案型)『学術研究支援基盤形成』短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会兼 RI利用研究会	オンライン	2021/7/19	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
300	A. Yamaguchi, Y. Shigekawa, H. Haba, and M. Wada	Development of an RF-carpet gas cell to obtain an ion beam of thorium-229	32nd International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions (VICPEAC 2021)	オンライン	2021/7/21	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
301	H. Haba	Production and applications of radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory	International Discussion Meeting on Future of Accelerator Applications and Radiotracers Research (FAAARR2021)	オンライン	2021/7/26	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
302	中島朗久, 坂口綾, 早川優太, 羽場宏光, 塚田和明, Karin Hain, Jian Zheng, 瀨古典明, 保科宏行, 山崎信哉, 末木啓介, 横山明彦	質量分析による環境中 ^{237}Np 定量法確立に向けて	日本地球化学会第68回年会	弘前大学	2021/9/9	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
303	H. Haba	Production of radioisotopes for application studies at RIKEN RI Beam Factory	Snowmass'21 Workshop on High Power Cyclotrons/FFAs	オンライン	2021/9/8	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
304	合川正幸, 前橋拓斗, ダグワドルジ イチンホルロー, 江幡修一郎, 小森有希子, 羽場宏光	^{141}Pr 標的への重陽子入射反応による ^{140}Nd 生成反応断面積の測定	日本原子力学会2021年秋の大会	オンライン	2021/9/9	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
305	庭瀬曉隆, P. Schury, 和田道治, P. Brionnet, S. Chen, 橋本尚志, 羽場宏光, 平山賀一, D. S. Hou, 飯村俊, 石山博恒, 石澤倫, 伊藤由太, 加治大哉, 木村創大, 小浦寛之, 宮武宇也, J. Y. Moon, 森本幸司, 森田浩介, 長江大輔, M. Rosenbusch, 高峰愛子, 渡辺裕, H. Wollnik, W. Xian, S. X. Yan	超重核 ^{257}Db の直接質量測定	日本物理学会2021年秋季大会	オンライン	2021/9/17	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2

306	岡井晃一, Kjeld Beeks, 藤本弘之, Ming Guan, 羽場宏光, 原秀明, 海野弘之, 笠松良崇, 北尾真司, 小早川大貴, 小無健司, 増田孝彦, 宮本祐樹, 平木貴宏, 世尾登, Thorsten Schumm, 瀬戸誠, 重河優大, 玉作賢治, 植竹智, Jing Wang, 渡部信, 渡部司, 山口敦史, 安田勇輝, 依田芳卓, 吉見彰洋, 吉村浩司, 吉村太彦	トリウム229アイソマー状態からの真空紫外光探索	日本物理学会2021年秋大会	オンライン	2021/9/17	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
307	庭瀬暁隆, 和田道治, P. Schury, P. Brionnet, S. D. Chen, 橋本尚志, 羽場宏光, 平山賀一, D. S. Hou, 飯村俊, 石山博恒, 石澤倫, 伊藤由太, 加治大哉, 木村創大, J. Liu, 宮武宇也, J. Y. Moon, 森本幸司, 森田浩介, 長江大輔, M. Rosenbusch, 高峰愛子, 田中泰貴, 渡辺裕, H. Wollnik, W. Xian, S. X. Yan	MRTOFと α -TOF検出器による、 α 崩壊に 관련된 精密質量測定法の開拓	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/22	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
308	床井健運, 豊嶋厚史, 大江一弘, 角永悠一郎, 寺本高啓, 中川創太, 吉村崇, 笠松良崇, 羽場宏光, 王洋, 篠原厚	Atが形成するハロゲン結合の解離エネルギー測定に向けたAtIの生成条件と揮発性の分析	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/22	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
309	永井歩夢, 寺西翔, 坂口綾, 中島朗久, 羽場宏光, 横北卓也, 南部明弘, 横山明彦	トリウム標的へのLiイオン照射によって生じる ^{236}U のICP-MSによる定量	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/22	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
310	永井雄太, 青井景都, 丸山俊平, 西中一朗, 鷲山幸信, 羽場宏光, 横山明彦	核医学用アスタチン抽出に利用できるイオン液体の研究	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/23	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
311	中川創太, 豊嶋厚史, 角永悠一郎, 大江一弘, 寺本高啓, 床井健運, 神田晃充, 吉村崇, 永田光知郎, 笠松良崇, 羽場宏光, 王洋, 篠原厚	電解酸化反応を用いた分子標的薬への ^{211}At 標識化法の開発	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
312	黄翔昊, 加藤弘樹, 角永悠一郎, 下山敦史, 樺山一哉, 片山大輔, 大江一弘, 豊嶋厚史, 羽場宏光, 王洋, 篠原厚, 深瀬浩一	新規アルファ線ブラキセラピー開発に向けたAt-211標識金ナノ粒子の合成と機能評価	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/24	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
313	寺本高啓, 大江一弘, 王洋, 羽場宏光, 豊嶋厚史	アスタチン化合物の分光・可視化にむけた新規手法の提案	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/24	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
314	重河優大, 床井健運, 山口敦史, Wang Yang, Yin Xiaojie, 南部明弘, 佐藤望, 和田道治, 羽場宏光	Th-229mの壊変特性の解明に向けた高周波イオン収集・質量分離装置の開発	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/24	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
315	西村峻, 雨倉啓, 秋山和彦, 羽場宏光, 高宮幸一, 久富木志郎	HPLC分析によるランタノイド内包フラーレン($\text{Ln}^{3+}@\text{C82}^{3-}$)の電子状態に関する研究	日本放射化学会第65回討論会(2021)	オンライン	2021/9/24	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2

316	Hiroki Takashima, Yoshikatsu Koga, Shino Manabe, Kazunobu Ohnuki, Ryo Tsumura, Takahiro Anzai, Yang Wang, Xiaojie Yin, Akihiro Nambu, Nozomi Sato, Sachiko Usuda, Hiromitsu Haba, Hirofumi Fujii, Yasuhiro Matsumura, and Masahiro Yasunaga	Antitumor effect of astatine-211-labeled anti-tissue factor antibody stabilized with sodium ascorbate	The 80th Annual Meeting of the Japanese Cancer Association	Pacifico Yokohama	2021/10/2	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
317	T. Fukuchi, H. Kikunaga, H. Haba, S. Yamamoto and Y. Watanabe	Titanium-44 phantom production and PET imaging for photon activation analysis	2021 IEEE Nuclear science symposium and medical imaging conference	オンライン	2021/10/19	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
318	Mizuki Uenomachi, Kenichiro Ogane, Zhihong Zhong, Kenji Shimazoe, Kei Kamada, Hiroyuki Takahashi, Yang Wang, and Hiromitsu Haba	Simultaneous PET, SPECT and therapeutic nuclides imaging with Compton-PET hybrid camera	2021 IEEE Nuclear science symposium and medical imaging conference	オンライン	2021/10/20, 21	理化学研究所	その他	研究開発課題2
319	梅田泉, 永田みどり, 天崎茜, 大貫和信, 柳下淳, 桂川美穂, 織田忠, 武田伸一郎, 羽場宏光, 藤井博史, 高橋忠幸	Rhenium-186の錯体形成に関する諸検討	第61回日本核医学会学術総会	名古屋国際会議場	2021/11/5	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
320	芝原裕規, 竹村友紀, 福森麻衣, 殷小杰, 南部明弘, 結城真美, 田沢周作, 羽場宏光	TATのための $^{228}\text{Th}/^{224}\text{Ra}/^{212}\text{Pb}$ ジェネレータシステム開発(2)-高比放射能 ^{212}Pb の製造-	第61回日本核医学会学術総会	名古屋国際会議場	2021/11/4	理化学研究所、アトックス	口頭発表	研究開発課題2
321	H. Haba	Production and Applications of Radioisotopes at RIKEN RI Beam Factory -Search for New Elements through Diagnosis and Therapy of Cancer-	RIKEN-KFU (Kazan Federal University) 3rd Joint Symposium	オンライン	2021/11/5	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
322	武藤大河, Pierre Brionnet, 浅井雅人, 郷慎太郎, Robert Grzywacz, 羽場宏光, 加治大哉, 木村創太, Thomas King, 森本幸司, Krzysztof Rykaczewski, 坂口聡志, 酒井英行, 森田浩介, 庭瀬暁隆, 田中聖臣	Si検出器の波形解析による軽粒子識別	第127回日本物理学会九州支部例会	オンライン	2021/12/4	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
323	大島康宏, 鈴木博元, 花岡宏史, 佐々木一郎, 渡辺茂樹, 羽場宏光, 荒野泰, 対馬義人, 石岡典子	LAT1を標的とした新規 α 線標的アイソトープ治療薬: 2-[^{211}At]astato- α -methyl-L-phenylalanine の非臨床評価	QST高崎サイエンスフェスタ2021	高崎量子応用研究所	2021/12/7	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
324	羽場宏光	新元素でがん治療 ~RIBFがつくるラジオアイソトープ~	第9回理研イノベーションセミナー	オンライン	2022/1/21	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
325	羽場宏光	短寿命RIの製造・分離	QiSSシンポジウム	大阪国際会議場(グランキューブ大阪)+オンライン	2022/2/19	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
326	A. Yamaguchi, Y. Shigekawa, H. Haba, M. Wada, and H. Katori	Development of an RF-carpet gas cell to obtain a low-energy thorium ion beam	Second Workshop of the Center for Time, Constants and Fundamental Symmetries	オンライン	2022/3/23	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
327	山口敦史, 重河優大, 羽場宏光, 和田道治, 香取秀俊	原子核時計実現にむけたトリウムイオンのトラップ	第9回「光量子工学研究」-エクストリームフォトリクスが拓く未来の光科学-	オンライン	2022/3/1	理化学研究所	ポスター発表	研究開発課題2
328	高橋 浩之, 島添健次, 鎌田圭, 羽場宏光, 百瀬敏光	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究 1(全体概要)	2022年第69回応用物理学会春季学術講演会	青山学院大学相模原キャンパス+オンライン	2022/3/23	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
329	島添健次, 高橋 浩之, 鎌田圭, 羽場宏光, 上ノ町水紀, 百瀬敏光, 大鐘健一郎	多光子ガンマ線時間・空間相関型イメージング法の研究 2 (システム開発)	2022年第69回応用物理学会春季学術講演会	青山学院大学相模原キャンパス+オンライン	2022/3/23	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2

330	横北卓也, 羽場宏光	Zr及びHfのスルファート錯体推定に向けたTOA/H ₂ SO ₄ 系の溶媒抽出	日本化学会第102春季年会(2022)	オンライン	2022/3/26	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
331	中川創太, 角永悠一郎, 大江一弘, 寺本高啓, 床井健蓮, 神田晃充, 笠松良崇, 永田光知郎, 羽場宏光, 王洋, 吉村崇, 豊嶋厚史, 篠原厚	電解酸化反応を利用したアミノ酸へのアスタチン標識法の開発	日本化学会第102春季年会(2022)	オンライン	2022/3/26	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
332	麻生彩佳, 兼田加珠子, 下山敦史, 角永悠一郎, 白神宜史, 渡部直史, 豊嶋厚史, 羽場宏光, 王洋, 篠原厚, 深瀬浩一	新規アルファ線核医学治療薬剤開発を目指した ²¹¹ At-FAPIの合成と評価	日本化学会第102春季年会(2022)	オンライン	2022/3/26	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
333	床井健蓮, 豊嶋厚史, 大江一弘, 角永悠一郎, 寺本高啓, 中川創太, 今田彩香, 吉村崇, 笠松良崇, 羽場宏光, 王洋, 篠原厚	アスタチンのハロゲン結合エネルギー測定に向けた条件検討	日本化学会第102春季年会(2022)	オンライン	2022/3/26	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
334	木村創大, 和田道治, 羽場宏光, 石澤倫, 森本幸司, 庭瀬曉隆, Marco Rosenbusch, and Peter Schury for the SHE-Mass Collaboration	MRTOF-MSを用いた ²⁵² Cf自発核分裂片の網羅的精密質量測定	日本物理学会第77回年次大会(2022年)	オンライン	2022/3/15	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
335	庭瀬曉隆, P. Schury, 和田道治, P. Brionnet, S. Chen, 羽場宏光, 平山賀一, D. S. Hou, 飯村俊, 石山博恒, 伊藤由太, 加治大哉, 木村創大, 小浦寛之, 宮武宇也, 森本幸司, 森田浩介, 長江大輔, M. Rosenbusch, 高峰愛子, 渡辺裕, H. Wollnik, W. Xian, S. X. Yan	MRTOF+ α -TOFによる ^{257,258} Dbの精密質量測定	日本物理学会第77回年次大会(2022年)	オンライン	2022/3/15	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
336	合川正幸, 花田幸奈, タグワドルジイテンホルロー, 羽場宏光, タカッチサンドール, デイトロイフェレンチ, スーテゾルタン	カルシウム標的へのアルファ粒子入射反応によるSc生成反応断面積測定	日本原子力学会2022年春の年会	オンライン	2022/3/17	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
337	上ノ町水紀, 大鐘健一朗, Zhihong Zhong, 島添健次, 鎌田圭, 高橋浩之, Yang Wang, 羽場宏光	Compton-PET/ハイブリッドカメラを用いた診断治療核種同時撮像検証	日本原子力学会2022年春の年会	オンライン	2022/3/18	理化学研究所	口頭発表	研究開発課題2
338	井村亮太	⁸⁹ Zr標識ペプチドの合成およびPETイメージング研究	短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会兼RI利用研究会	オンライン開催	2021/7/19	東京大学	ポスター発表	研究開発課題2
339	井村亮太	⁸⁹ Zr-PSMA-617の合成および小動物PETイメージング	第61回日本核医学会学術総会	オンライン開催	2021/11/4	東京大学	口頭発表	研究開発課題2
340	孫小寧	Quantification of RNA-binding Proteins' effect on target RNA	IIBMP2021	オンライン開催	2021/7/21	東京大学	ポスター発表	研究開発課題2
341	羽場宏光	原子の仕組みとラジオアイソトープの応用～新元素の探索からがんの治療まで～	令和2年度(2020年度)八王子市生涯学習センター主催市民自由講座	八王子市	2021/3/9	理化学研究所	招待講演	研究開発課題2
342	K. Yamada, H. Maruoka, J. Furuta, and K. Kobayashi	Sensitivity to Soft Errors of NMOS and PMOS Transistors Evaluated by Latches with Stacking Structures in a 65 nm FDSOI Process	IEEE International Reliability Physics Symposium	USA	2018/3/14	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
343	Abe S., Gothenburg, Sep. 19, 2018.	Impact of Irradiation Side on Neutron-induced Single Event Upsets in 65-nm Bulk SRAMs, European Conference on Radiation Effects on Components and Systems (RADECS)		Sweden		日本原子力研究開発機構 九州大学 大阪大学	ポスター	研究開発課題4

344	K. Yamada, M. Ebara, K. Kojima, Y. Tsukita, J. Furuta, and K. Kobayashi, Sweden, Sept. 2018	"Radiation-Hardened Structure to Reduce Sensitive Range of a Stacked Structure for FDSOI", European conference on Radiation and its Effects on Components and Systems,		Sweden		京都工芸繊維	ポスター	研究開発課題4
345	J. Furuta, K. Kojima, and K. Kobayashi, Sweden, Sept. 2018	"Evaluation of Heavy-Ion-Induced SEU Cross Sections of a 65 nm Thin BOX FD-SOI Flip-Flops Based on Stacked Inverter", European conference on Radiation and its Effects on Components and Systems		Sweden		京都工芸繊維	ポスター	研究開発課題4
346	S. Manabe, Y. Watanabe, W. Liao, M. Hashimoto, and S. Abe, September 2018.	"Estimation of Muon-Induced SEU Rates for 65-nm Bulk and UTBB-SOI SRAMs," European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS),		Sweden		九州大学 大阪大学 日本原子力 研究開発機 構	ポスター	研究開発課題4
347	附田 悠人, ソフトエ ラー勉強会, 2018/8	"宇宙機用FPGAに搭載する耐ソフト エラーフリップフロップの実測評価,"		大阪		京都工芸織 維大学	ポスター	研究開発課題4
348	榎原光則, ソフトエ ラー勉強会, 2018/8	"遅延を抑えたスタック構造による SOIプロセス向け耐ソフトエラーFFの 提案および実測評価,"		大阪		京都工芸織 維大学	ポスター	研究開発課題4
349	真鍋征也, ソフトエ ラー勉強会, 2018/8	"RCNP-MuSICにおけるミューオン誘 起SEU断面積測定"		大阪		九州大学	ポスター	研究開発課題4
350	佐藤光流, "ソフトエ ラー勉強会, 2018/8	"Investigation of Environmental Cosmic-ray muon spectrum in Low Energy Region for Soft Error Estimation,		大阪		九州大学	ポスター	研究開発課題4
351	伊東 功次郎, 廖 望, 白井 僚, 橋本昌 宜, 黒田 順也, 真鍋 征也, 渡辺 幸信, 安 部 晋一郎, 原田 正 英, 及川 健一, 三宅 康博, , 2019/3	"GPUアプリケーションのソフトエラー 率評価,"	QiSSシンポジウム	大阪、吹田		大阪大学 九州大学 日本原子力 研究開発機 構 高エネルギー 加速器研究 機構	ポスター	研究開発課題4
352	黒田 順也, 渡辺 幸 信, 真鍋 征也, 伊東 功次郎, 廖 望, 橋本 昌宜, 安部 晋一郎, 原田 正英, 及川 健 一, 三宅 康博, 2019/3	"J-PARC MLFを活用したSRAM素子 に対する中性子起因ソフトエラー研 究,"	QiSSシンポジウム	大阪、吹田		九州大学 大阪大学 日本原子力 研究開発機 構 高エネルギー 加速器研究 機構	ポスター	研究開発課題4
353	河野雄哉, 古田潤, 小林和淑, 2019/3	"白色中性子源を用いたSRAM型とフ ラッシュメモリ型FPGAの放射線耐性 の比較,"	QiSSシンポジウム	大阪、吹田		京都工芸織 維大学	ポスター	研究開発課題4
354	真鍋 征也, 渡辺 幸 信, 馬原巧, 中野敬 太, 廖 望, 橋本昌宜, 新倉潤, 齋藤岳志, 鈴木大介, 川島祥孝, 友野大, 佐藤朗, 2019/3	"RCNP-MuSIC施設におけるミューオン 起因ソフトエラー率推定のための基 礎実験,"	QiSSシンポジウム	大阪、吹田		九州大学 大阪大学 理研	ポスター	研究開発課題4
355	W. Liao	Impact of Incident Angle on Negative Muon-Induced SEU Cross Section of 65-nm Bulk SRAM	European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)	モンペリエ	2019/9/18	大阪大学、九 州大学、 JAEA、KEK	ポスター発表	研究開発課題4
356	J. Kuroda	Measurement of Single-Event Upsets in 65-nm Bulk SRAMs under Irradiation of Spallation Neutrons at J-PARC MLF	European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)	モンペリエ	2019/9/19	九州大学、大 阪大学、 JAEA、KEK	ポスター発表	研究開発課題4
357	河野雄或	SRAM型とフラッシュメモリ型FPGAの 地上でのソフトエラーによる故障率の 比較	システムとLSIのワー クショップ ブ	東京	2019/5/13	京都工芸織 維大学	ポスター発表	研究開発課題4
358	森風馬	デバイスシミュレーションを用いた FDSOIとbulk構造のソフトエラー耐性 の評価	システムとLSIのワー クショップ	東京	2019/5/13	京都工芸織 維大学	ポスター発表	研究開発課題4
359	黒田順也	65-nm SRAMに対するJ-PARC MLF 核破砕中性子照射試験	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
360	真鍋征也	負ミューオン起因SEUの素過程解明 に向けた核反応に関する研究	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
361	馬原巧	RCNP-MuSIC施設を利用した65nm SRAMに対する負ミューオン照射試験	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
362	佐藤光流	建屋内における低エネルギー宇宙線 ミュオンスペクトルの測定	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
363	室田拓哉	65 nmバルクSRAMに対するミュオン 誘起SEUデータ	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
364	廖 望	Impact of Incident Angle on Negative Muon-induced SEU Cross Section of 65-nm Bulk SRAMs	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	大阪大学、九 州大学、 JAEA、KEK	ポスター発表	研究開発課題4
365	伊東功次郎	Characterizing Neutron-Induced SDC Rate of Matrix Multiplication in Tesla P4 GPU	ソフトエラー勉強会	大阪大学	2019/9/5	大阪大学、九 州大学、 JAEA、KEK	ポスター発表	研究開発課題4

366	森風馬	デバイスモデルの静特性の合わせこみによる ソフトエラー耐性の評価と実測結果との比較	ソフトウェア勉強会	大阪大学	2019/9/5	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
367	榎原光則	65nm FDSOIプロセスにおけるガードゲート構造を用いたフリップフロップのソフトウェア耐性評価	ソフトウェア勉強会	大阪大学	2019/9/5	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
368	河野 雄哉	中性子照射によるSRAM型とフラッシュメモリ型FPGAのソフトウェア故障率の比較	ソフトウェア勉強会	大阪大学	2019/9/5	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
369	附田 悠人	65 nmバルクプロセスにおけるフリップフロップの電源電圧によるソフトウェア耐性の実測評価	ソフトウェア勉強会	大阪大学	2019/9/5	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
370	小島 健太郎	デバイスシミュレーションを用いたFDSOIプロセスにおけるラッチ構造の違いによる ソフトエラー耐性の基板電圧依存性の評価	ソフトウェア勉強会	大阪大学	2019/9/5	京都工芸繊維大学	ポスター発表	研究開発課題4
371	真鍋征也	Measurement of the energy spectra of hydrogen isotopes from nuclear muon capture in natSi	核データ研究会	九州大学	2019/11/28	九州大学、大阪大学	ポスター発表	研究開発課題4
372	神田浩樹	RCNPサイクロترون施設の現状	第16回日本加速器学会年会	京都大学	2019/7/31-8/3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題4
373	室田拓哉、川瀬頌一郎、真鍋征也、渡辺幸信、福田宏哉、田村幸大、新倉 潤、郷慎太郎	州大学タンデム加速器施設における粒子弁別可能な荷電粒子計測システムの性能評価実験計画	日本原子力学会秋の大会	オンライン開催	2020/9/17	九州大学	ポスター発表	研究開発課題4
374	小林和淑	集積回路のソフトウェア	電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会	オンライン	2021/9/15	京都工芸繊維大学	口頭発表	研究開発課題4
375	松本隆洋	医療用炭素線ビームの二次粒子により発生する電子機器のソフトウェアの実測評価	応用物理学会秋季学術講演会	オンライン	2021/9/13		口頭発表	研究開発課題4
376	中島隆一	130nmプロセスによるフリップフロップのソフトウェア耐性向上手法の提案	DAシンポジウム	オンライン	2021/9/3	京都工芸繊維大学、ローム	口頭発表	研究開発課題4
377	記伊智也	FDSOIプロセスにおける遅延を増加させたガードゲート型フリップフロップのソフトウェア耐性の実測評価	DAシンポジウム	オンライン	2021/9/3	京都工芸繊維大学	口頭発表	研究開発課題4
378	安部晋一郎	半導体デバイスの放射線影響に関する研究への応用	PHITSプロモーション動画公開記念オンラインセミナー	オンライン	2021/5/21	日本原子力研究開発機構	口頭発表	研究開発課題4
379	亀井智子	電荷識別型低エネルギー宇宙線ミュオン計測システムの開発	応用物理学会秋季学術講演会	オンライン	2021/9/12	九州大学、大阪大学	口頭発表	研究開発課題4
380	川瀬頌一郎	半導体デバイスにおける宇宙線ミュオン起因ソフトウェア発生率評価に向けたミュオン原子核捕獲反応測定計画 (1)概要	日本原子力学会2021年秋の大会	オンライン	2021/9/9	九州大学、京都大学	口頭発表	研究開発課題4
381	福田宏哉	半導体デバイスにおける宇宙線ミュオン起因ソフトウェア発生率評価に向けたミュオン原子核捕獲反応測定計画 (2)荷電粒子計測システムの開発	日本原子力学会2021年秋の大会	オンライン	2021/9/9	九州大学	口頭発表	研究開発課題4
382	渡辺幸信	半導体デバイスの 宇宙線起因 ソフトエラー解析	耐放射線デバイス研究会	産総研九州センター	2021/10/8	九州大学	口頭発表	研究開発課題4
383	渡辺幸信	宇宙線ミュオン起因半導体ソフトウェア率の評価に向けた取り組み	令和3年度J-PARC MLF 産業利用報告会	オンライン	2021/7/16	九州大学	口頭発表	研究開発課題4
384	Jing-Jia Liou	Processor SER Estimation with ACE Bit Analysis	European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)	ハイブリッド(オーストリアウィーン)	2021/9/15	京都大学	口頭発表	研究開発課題4
385	橋本昌宜	Applications outside particle physics (soft error)	ILC Workshop on Potential ILC Experiments (ILCX)	オンライン	2021/10/26	京都大学	招待講演	研究開発課題4
386	田上凱斗	RISC-Vプロセッサに対するフォールトインJECTION実験の結果分析	DAシンポジウム	オンライン	2021/9/3	大阪大学、京都大学	口頭発表	研究開発課題4
387	橋本昌宜	ミュオン起因半導体ソフトウェアの測定と課題	RCNP研究会	大阪大学	2022/3/24	京都大学	招待講演	研究開発課題4
388	安部 晋一郎	PHITSのミュオン輸送計算機能	RCNP研究会	大阪大学	2022/3/24	日本原子力研究開発機構	招待講演	研究開発課題4
389	川瀬頌一郎	Siミュオン原子核捕獲反応の測定計画	RCNP研究会	大阪大学	2022/3/24	九州大学	招待講演	研究開発課題4
390	A. Toyoshima, A. Kanda, T. Ikeda, Y. Kasamatsu, T. Yoshimura, and A. Shinohara	Radiochemical studies of astatine-211 for pharmaceutical uses at Osaka University	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry	Jeju Island, Korea	September 17-22, 2017	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
391	T. Ikeda, A. Toyoshima, A. Kanda, Y. Kasamatsu, T. Yoshimura, and A. Shinohara	Extraction and thin-layer chromatography behavior of 211At obtained by dry distillation	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry	Jeju Island, Korea	September 17-22, 2017	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
392	Kazuya Kabayama	Live cell imaging of fluorescence labeled ligands and antibodies	1st NapOsaka meeting	Università di Napoli Federico II, Napoli	2017/7/10	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
393	Jun Hatazawa	Nuclear medicine for cancer theranostics	The 7th Yamada Workshop on RI Science Evolution 2018 (RISE18)	Ichō-Kaikan Hall, Osaka University	March 16-17, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
394	Koichi Fukase	Core for Medicine and Science Collaborative Research and Education at Osaka University	The 7th Yamada Workshop on RI Science Evolution 2018 (RISE19)	Ichō-Kaikan Hall, Osaka University	March 16-17, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5

395	Koichi Fukase	Medicine and science collaborative research for targeted alpha therapy in Osaka University.	International workshop on the biological effects of radiation	Osaka University Nakanoshima Center	March 19 – 21, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
396	Atsushi Toyoshima	Production and isolation of At-211 for targeted alpha therapy at Osaka University	International workshop on the biological effects of radiation	Osaka University Nakanoshima Center	March 19 – 21, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
397	Yoshifumi Shirakami	Radiolabeling of small molecules with astatine(211At) for theranostics	International workshop on the biological effects of radiation	Osaka University Nakanoshima Center	March 19 – 21, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
398	Kazuya Kabayama	Preparation of novel anticancer drugs using At-211	International workshop on the biological effects of radiation	Osaka University Nakanoshima Center	March 19 – 21, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
399	Tadashi Watabe	Imaging of the targeted alpha therapy for the clinical application	International workshop on the biological effects of radiation	Osaka University Nakanoshima Center	March 19 – 21, 2018	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
400	兼田(中島)加珠子, 張子見, 池田卓海, 神田晃充, 市村聡一郎, 真鍋良幸, 下山敦史, 樺山一哉, 永田光知郎, 渡部直史, 豊嶋厚史, 金井好克, 吉村崇, 福田光宏, 深瀬浩一, 篠原厚	短寿命 α 線核種を用いた新規抗がん薬開発の検討	2017年度 生命科学系学会合同年次大会	神戸ポートアイランド	平成29年12月6日-9日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
401	兼田(中島)加珠子, 張子見, 池田卓海, 神田晃充, 市村聡一郎, 真鍋良幸, 下山敦史, 樺山一哉, 永田光知郎, 渡部直史, 豊嶋厚史, 金井好克, 吉村崇, 福田光宏, 深瀬浩一, 篠原厚	短寿命 α 線核種を用いた新規抗がん薬開発の検討	2017年度 生命科学系学会合同年次大会	神戸ポートアイランド	平成29年12月6日-9日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
402	Kazuya Kabayama, Yoshiyuki Manabe, Atsushi Shimoyama, Akimitsu Kanda, Atsushi Shinohara, Koichi Fukase	Cytotoxicity evaluation using alpha-particle emitting radionuclides 211At conjugated antibody	9th International Symposium on Targeted Alpha Therapy (TAT-10)	ISHIKAWA ONGAKUDO, Kanazawa	May 30 – June 1, 2017	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
403	A. kanda, A. Toyoshima, T. Ikeda, T. Yoshimura, and A. Shinohara	Development of a resin-supported bifunctional reagent to simplify labeling of 211At	10th International Symposium on Targeted Alpha Therapy (TAT-10)	ISHIKAWA ONGAKUDO, Kanazawa	May 30 – June 1, 2017	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
404	樺山一哉, 兼田(中島)加珠子, 真鍋良幸, 下山敦史, 豊嶋厚史, 深瀬浩一, 篠原厚	短寿命 α 線核種を利用した新規抗がん剤の創製	日本化学会第98春季年会	日本大学理工学部 船橋キャンパス	2018年3月20日-23日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
405	神田晃充, 豊嶋厚史, 池田卓海, 市村聡一郎, 張子見, 吉村崇, 篠原厚	樹脂担持二官能性試薬を用いた簡便な211At標識薬剤合成法の開発	2017日本放射化学会年会 第61回放射化学討論会	筑波大学 筑波キャンパス	平成29年9月6日-8日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
406	池田卓海, 豊嶋厚史, 神田晃充, 市村聡一郎, 近藤成美, 笠松良崇, 張子見, 吉村崇, 篠原厚	乾式分離法で得た211Atの薄層クロマトグラフィー並びに溶媒抽出挙動	2017日本放射化学会年会 第62回放射化学討論会	筑波大学 筑波キャンパス	平成29年9月6日-9日	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
407	Atsushi Toyoshima, Zijian Zhang, Akimitsu Kanda, Takumi Ikeda, Soichiro Ichimura, Takashi Yoshimura, Atsushi Shinohara	Purification of Astatine (At) by Dry Distillation under Oxidative Conditions	Methods & Applications of Radioanalytical Chemistry (MARC XI)	Kailua-Kona, Hawaii, USA	April 8-13, 2018	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
408	Yoshifumi Shirakami, Kazuko Kaneda-Nakashima, Tadashi Watabe, Yuwei Liu, Eku Shimosegawa, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Preparation of aqueous solution of 211At-sodium astatide (Na211At) in high radiochemical purity and its biological properties in rats	12th congress of the world federation of nuclear medicine and biology (WFNMB2018)	Melbourne, Australia	20-24 April, 2018	大阪大学	ポスター	研究開発課題5

409	Yuwei Liu, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Enhancement of At-211 uptake in the thyroid gland: SPECT study in rats.	Annual Meeting of Society of Nuclear Medicine and Molecular imaging (SNMMI 2018).	Philadelphia, PA	June 23 – 26, 2018	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
410	Kazuya Kabayama	Preparation of novel anticancer drugs using At-211	Naposa 2nd workshop	Naples, Italy	2018/6/25	大阪大学	招聘講演	研究開発課題5
411	Kazuya Kabayama	Preparation of novel anticancer drugs using At-211	The Fifth Asian Chemical Biology Conference (ACBC-5)	Xi'an, China	August 19–22, 2018	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
412	Koichi Fukase (Invited)	Anticancer drug development for targeted alpha therapy in Osaka University	2018 GRC-Osaka University Bilateral Symposium	Toyonaka, Japan	2018/10/4	大阪大学	招聘講演	研究開発課題5
413	Honoka Obata, Katsuyuki Minegishi, Kotaro Nagatsu, Ming-Rong Zhang, Atsushi Toyoshima, Atsushi Shinohara	Production of 191Pt from an iridium target	The Tenth China-Japan-Korea Symposium on Radiopharmaceutical Sciences	Xiamen (Amoy), China	Nov. 2–4, 2018	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
414	Tadashi Watabe	Development and future perspective of the targeted alpha therapy in Japan	European Journal of Nuclear Medicine			大阪大学	招聘講演	研究開発課題5
415	Yuwei Liu, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Mitsuaki Tatsumi, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Enhancement of At-211 uptake in the thyroid gland: SPECT study in rats	日本分子イメージング学会第13回学会総会・学術集会.	東京大学伊藤国際学術研究センター	2018年5月31日 – 6月1日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
416	樺山 一哉, 兼田 加珠子, 張 子見, 真鍋良幸, 下山 敦史, 豊嶋 厚史, 篠原 厚, 深瀬 浩一	難治性がん治療のための短寿命 RI 標識分子の 合成と利用	第12回バイオ関連化学シンポジウム(第33回生体機能関連化学シンポジウム, 第21回バイオテクノロジー部会シンポジウム)	大阪大学吹田キャンパス	2018年9月9 – 11日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
417	篠原 厚, 吉村 崇, 豊嶋 厚史, 兼田 加珠子, 張 子見, 永田 光知郎, 渡部 直史, 大江 一弘, 畑澤 順, 山村 朝雄, 白崎 謙次, 菊永 英寿, 羽場 宏光, 鷺山 幸信	短寿命 α 線核種の合理的規制のためのデータ取得による安全性検証と安全管理・教育方法の開発	第62回放射化学討論会(日本放射化学会年会)	京都大学吉田キャンパス	2018年9月18 – 20日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
418	豊嶋 厚史, 張 子見, 神田 晃充, 池田 卓海, 市村 聡一朗, 大江 一弘, 永田 光知郎, 吉村 崇, 篠原 厚	アルファ線核医学治療に向けたアスタチン乾式分離法の条件検討	2018日本放射化学会年会・第62回放射化学討論会	京都大学吉田キャンパス	2018年9月18 – 20日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
419	張 子見, 兼田 加珠子, 豊嶋 厚史, 深瀬 浩一, 篠原 厚	アルファ線核医学治療に向けたAt-211標識アミノ酸誘導体の検討	第62回放射化学討論会(日本放射化学会年会)	京都大学吉田キャンパス	2018年9月18 – 20日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
420	池田 卓海, 豊嶋 厚史, 神田 晃充, 市村 聡一朗, 張 子見, 吉村 崇, 永田 光知郎, 大江 一弘, 篠原 厚	乾式分離法により得たAt-211 溶液中での化学種の時間変化	2018日本放射化学会年会・第62回放射化学討論会	京都大学吉田キャンパス	2018年9月18 – 20日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
421	市村 聡一朗, 豊嶋 厚史, 張 子見, 池田 卓海, 篠原 厚, 大江 一弘, 永田 光知郎, 吉村 崇	乾式分離過程で発生した気相中アスタチン化合物の熱クロマトグラフ測定	2018日本放射化学会年会・第63回放射化学討論会	京都大学吉田キャンパス	2018年9月18 – 20日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5

422	兼田 加珠子, 張 子見, 真鍋 良幸, 下山 敦史, 樺山 一哉, 白神 宜史, 金井 好克, 畑澤 順, 深瀬 浩一, 篠原 厚	アミノ酸トランスポーターLAT1を標的とする α 線がんミサイル療法の開発.	第91回日本生化学会大会	国立京都国際会館	2018年9月24 - 26日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
423	兼田(中島)加珠子, 張 子見, 真鍋 良幸, 下山 敦史, 樺山 一哉, 金井 好克, 深瀬 浩一, 篠原 厚	がん細胞型アミノ酸トランスポーターを標的とした新規核医学治療薬の開発	第77回日本癌学会学術総会	大阪国際会議場, リーガロイヤルホテル大阪	2018年9月27 - 29日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
424	Yoshifumi Shirakami, Victor Romanov, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda, Yuwei Liu, Atsushi Shinohara, Eku Shimosegawa, Jun Hatazawa	Chemical properties of ^{211}At -NaAt and its biological behaviors in small animals.	第58回 日本核医学会学術総会	沖縄コンベンションセンター	2018年11月15 - 18日	大阪大学	ポスター&口頭発表	研究開発課題5
425	大江 一弘, 渡部 直史, 白神 宜史, 市村 聡一郎, 池田 卓海, 張 子見, 永田 光知郎, 豊嶋 厚史, 吉村 崇, 篠原 厚, 畑澤 順	治療用アルファ線核種At-211の乾式分離後の溶出条件の検討	第58回 日本核医学会学術総会	沖縄コンベンションセンター	2018年11月15 - 18日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
426	Yuwei Liu, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Mitsuaki Tatsumi, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Enhancement of At-211 uptake in the thyroid gland: SPECT study in rats.	第58回 日本核医学会学術総会	沖縄コンベンションセンター	2018年11月15 - 18日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
427	兼田(中島)加珠子, 篠原 厚, 吉村 崇, 豊嶋 厚史, 張 子見, 永田 光知郎, 渡部 直史, 大江 一弘, 山村 朝雄, 白崎 謙次, 菊永 英寿, 羽場 宏光, 鷲山 幸信	動物実験における短寿命アルファ線核種の体内外の分布.	日本放射線安全管理学会 第17回学術大会	名古屋大学	2018年12月5 - 7日	大阪大学	ポスター	研究開発課題5
428	豊嶋 厚史, 篠原 厚, 吉村 崇, 兼田(中島)加珠子, 張 子見, 永田 光知郎, 渡部 直史, 大江 一弘, 山村 朝雄, 白崎 謙次, 菊永 英寿, 羽場 宏光, 鷲山 幸信	短寿命アルファ線放出核種At-211の合理的規制に向けた飛散率測定.	日本放射線安全管理学会 第18回学術大会	名古屋大学	2018年12月5 - 7日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
429	白神 宜史, 兼田 加珠子, 渡部 直史, Victor Romanov, 張 子見, 大江 一弘, Yuwei Liu, 下瀬川 恵久, 篠原 厚, 畑澤 順	アスタチン(^{211}At)の酸化還元反応と α 線治療薬の創薬研究	第2回日本核医学会分科会放射薬品科学研究会	東京	2018/9/8	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
430	尾幡穂乃香, 峯岸克行, 永津弘太郎, 張明栄, 篠原厚	^{191}Pt 製造法の開発	第3回日本核医学会分科会放射薬品科学研究会	東京	2018/9/8	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
431	永田 光知郎, 吉村 崇, 豊嶋 厚史, 篠原 厚, 兼田(中島)加珠子, 張 子見, 渡部 直史, 大江 一弘, 山村 朝雄, 白崎 謙次, 菊永 英寿, 羽場 宏光, 鷲山 幸信	短寿命 α 線放出核種の合理的規制のためのラジウム-223およびその子孫核種の飛散率等の測定	日本放射線安全管理学会 第17回学術大会	名古屋大学	2018年12月5 - 7日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5

432	山村 朝雄, 白崎 謙次, 坂本清志, 菊永英寿, 鷺山 幸信, 篠原 厚, 古村 崇, 豊嶋厚史, 兼田(中島) 加珠子, 張 子見, 永田光知郎, 渡部 直史, 大江 一弘, 羽場 宏光,	短寿命アルファ線核種Ac-225の合理的規制に向けた飛散率測定	日本放射線安全管理学会 第18回学術大会	名古屋大学	2018年12月5-7日	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
433	篠原 厚	短寿命 α 線核種の飛散率等の基礎データ取得と合理的法規制に向けた安全性検証と放射線管理法の開発	日本放射線安全管理学会 第19回学術大会	名古屋大学	2018年12月5-7日	大阪大学	招聘講演	研究開発課題5
434	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Mitsuaki Tatsumi, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Species difference of astatine-211 uptakes in the whole body distribution: preclinical study using treated At-solution.	SNMMI2018			大阪大学	ポスター	研究開発課題5
435	渡部直史	Clinical targeted α -therapyの最前線	第18回日本核医学会春季大会			大阪大学	招聘講演	研究開発課題5
436	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Tadashi Nakano, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Targeted alpha therapy using astatine (211At) labelled phenylalanine: preclinical study in glioma xenograft mice	European Association Nuclear Medicine (EANM) congress 2019	Barcelona, Spain	2019/10/12-16	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
437	Tadashi Watabe, Yoshifumi Shirakami, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Thomas Lindner, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Sadahiro Naka, Eku Shimosegawa, Uwe Haberkorn, Frederik Giesel, Jun Hatazawa	Theranostics targeting fibroblast activation protein in the tumor stroma: [64Cu] and [225Ac] labelled FAPI-04 in pancreatic cancer xenograft mice	European Association Nuclear Medicine (EANM) congress 2019	Barcelona, Spain	2019/10/12-16	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
438	Kazuhiro Ooe, Tadashi Watabe, Yoshifumi Shirakami, Soichiro Ichimura, Honoka Obata, Takumi Ikeda, ZiJian Zhang, Kojiro Nagata, Atsushi Toyoshima, Takashi Yoshimura, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Dissolution of dry distilled At-211 with non-toxic aqueous solutions	Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) 2019 Annual Meeting	Anaheim, USA	2019/6/22-25	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
439	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Enhancement of astatine (211At) uptake via the sodium iodide symporter by the addition of ascorbic acid in targeted alpha therapy of thyroid cancer	Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) 2019 Annual Meeting	Anaheim, USA	2019/6/22-25	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5

440	Kazuhiro Ooe, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Increased Uptake of At-211 in Thyroid Gland by the preparation with ascorbic acid for targeted alpha therapy of thyroid cancer	The 11th International Symposium on Targeted-Alpha-Therapy (TAT11)	Ottawa, Canada	2019/4/1-3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
441	Kazuya Kabayama, Kaneda K., Shinohara A., Shirakami Y., Watabe T., Zhang Z.J., Toyoshima A., Yoshimura T., Manabe Y., Shimoyama A., Fukase K	Activities of the Consortium for Medicine, Chemistry, and Physics at Osaka University	The 11th International Symposium on Targeted-Alpha-Therapy (TAT11)	Ottawa, Canada	2019/4/1-3	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
442	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa.	Targeted Alpha Therapy using Astatine-211 for Thyroid Cancer	The 6th Rising Nuclear Medicine Professional Challenge (AOCNMB 2019)	Shanghai, China	2019/5/9-12	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
443	Tadashi Watabe	Targeted Alpha Therapy using Astatine (At-211) for the Clinical Applicatio	The 29th Symposium on Role of Metals in Biological Reactions, Biology and Medicine (SRM2019)	Toyonaka, Japan	2019/6/1	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
444	Hiroki Kato, Okuno T, Nakatsuji Y, Hatazawa J	Metabolism of astrocyte in the patients of multiple sclerosis investigated by 1-C-11 acetate PET,	Brain & Brain PET 2019	Yokohama, Japan	2019/7/4-7	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
445	渡部直史	難治性甲状腺がんに対する新規アルファ線治療薬アスタチン- 医師主導治験によるPOC取得に向けて -	ACT Japanフォーラム	大阪大学、吹田	2019/12/16	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
446	渡部直史	大阪大学におけるアルファ線核医学治療薬開発の現状	第3回Qissシンポジウム	千里ライフサイエンスホール、大阪	2019/12/7	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
447	吉村崇	短寿命アルファ核種等の安全規制のガイドライン	日本放射線安全管理学会第18回学術大会(第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会)	東北大学青葉山新キャンパス、仙台	2019/12/4-7	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
448	神田晃充、豊嶋厚史、市村総一郎、吉村崇、篠原厚	樹脂担持試薬による At-211 標識法開発	第3回放射性医薬品科学研究会／第19回放射性医薬品・画像診断薬研究会	岡山大学マスカットキューブ、岡山	2019/11/30	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
449	永田光知郎、矢島辰雄、吉村崇	ラジウム標的薬剤開発を目指したアルカリ土類金属錯体の合成と安全性評価	第3回放射性医薬品科学研究会／第19回放射性医薬品・画像診断薬研究会	岡山大学マスカットキューブ、岡山	2019/11/30	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
450	白神宜史、渡部直史、Yuwei Liu、兼田加珠子、永田光知郎、豊嶋厚史、下瀬川恵久、篠原厚、畑澤順、Frederik Giesel	がん間質を標的とするα線治療薬 255Ac-FAPI-04の研究	第3回放射性医薬品科学研究会／第19回放射性医薬品・画像診断薬研究会	岡山大学マスカットキューブ、岡山	2019/11/30	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
451	吉村崇	短寿命アルファ線放出核種の合理的な安全規制のための研究	第59回日本核医学会学術総会	松山市総合コミュニティセンター、松山	2019/11/1-3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
452	Watabe T, Kaneda K, Liu Y, Shirakami Y, Ooe K, Toyoshima A, Shimosegawa E, Fukuda M, Shinohara A, Hatazawa	Targeted alpha therapy of thyroid cancer: evaluation of [At-211]NaAt treatment in the xenograft model.	第59回日本核医学会学術総会	松山市総合コミュニティセンター、松山	2019/11/1-3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
453	渡部直史	Theranostics targeting LAT1	第55回日本医学放射線学会 秋期大会 (JRS2019秋期大会)	ウイנק愛知、名古屋	2019/10/19	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
454	吉村崇	Ra-223及びRn-219の飛散率の測定と短寿命アルファ線放出核種等の安全規制に関するガイドライン等作成	2019年度大洗アルファ合同研究会	東北大学、仙台	2019/10/4	大阪大学	招待講演	研究開発課題5

455	兼田(中島)加珠子、真鍋良幸、下山敦史、樺山一哉、金井好克、豊嶋厚史、深瀬浩一、篠原厚	がん細胞型アミノ酸トランスポーターを標的とした短寿命アルファ線核医学治療薬の開発	特別シンポジウム「第6回 がん研究における女性研究者」第78回日本癌学会学術総会	国立京都国際会館、京都	2019/9/26-28	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
456	市村聡一郎、尾幡穂乃香、中川創太、寺本高啓、大江一弘、永田光知郎、豊嶋厚史、吉村崇、篠原厚	気相 At 化合物の吸着温度の精確測定に向けた熱クロマトグラフ法の開発	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
457	角永悠一郎、黄栩昊、張子見、兼田加珠子、大江一弘、寺本高啓、下山敦史、樺山一哉、豊嶋厚史、篠原厚、深瀬浩一	アスタチン-211標識金ナノ粒子の安定性評価	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
458	尾幡穂乃香、白神宣史、兼田加珠子、大江一弘、永田光知郎、寺本高啓、市村聡一郎、中川創太、吉村崇、豊嶋厚史、篠原厚	水溶液中におけるボロノ基-アスタチン交換反応の特異性の解明	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
459	永田光知郎、白崎謙次、豊嶋厚史、大江一弘、山村朝雄、篠原厚、吉村崇	塩化ラジウム-223水溶液から飛散する核種の同定及び定量	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
460	豊嶋厚史、池田卓海、永田光知郎、大江一弘、市村聡一郎、尾幡穂乃香、吉村崇、篠原厚	水溶液中におけるアスタチンの溶存状態と大気への飛散	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
461	安達サディア、末木啓介、豊嶋厚史、塚田和明、羽場宏光、小森有希子、横北卓也、森大輝	HF/HNO ₃ 水溶液中におけるNb、Ta、Paの陰イオン交換実験～Db フッ化物錯体の推定に向けて～	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
462	柏原歩那、塚田和明、豊嶋厚史、山崎信哉、田中万也、藤田睦、末木啓介	3価陽イオン状態におけるランタノイド・アクチノイドの錯形成能の差異とイオン半径の推定	日本放射化学会第63回討論会(2019)	いわき産業創造館、福島	2019/9/24-26	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
463	石田陽太、永田光知郎、吉村崇	トリアミノシクロヘキサン骨格を有する三脚型キレートランタノイド錯体の合成	錯体化学会第69回討論会	名古屋大学、愛知	2019/9/21-23	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
464	永田光知郎、矢島辰雄、吉村崇	リアート型クラウンキレーターによる放射性アルカリ土類金属錯体の合成	錯体化学会第69回討論会	名古屋大学、愛知	2019/9/21-23	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
465	白神宣史	アルファ線核医学治療薬の国内開発における戦略と課題	PETサマーセミナー2019	コラッセ福島、福島	2019/8/23-25	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
466	Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda-Nakashima, Yuwei Liu, Yoshifumi Shirakami, Kazuhiro Ooe, Atsushi Toyoshima, Eku Shimosegawa, Mitsuhiro Fukuda, Atsushi Shinohara, Jun Hatazawa	Enhancement of astatine-211 uptake via the sodium iodide symporter by the addition of ascorbic acid in targeted alpha therapy of thyroid cancer	第14回日本分子イメージング学会総会・学術集会	北海道立道民活動センター かでる2.7、北海道	2019/5/23-24	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
467	山本誠一、渡部直史、兼田加珠子、白神宣史、大江一弘、篠原厚、豊嶋厚史、畑澤順	放射線の種類弁別可能なイメージング装置開発と α 線分布計測への応用	第14回日本分子イメージング学会総会・学術集会	北海道立道民活動センター かでる2.7、北海道	2019/5/23-24	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
468	Atsushi Toyoshima	Developments of Targeted Alpha Therapy in Osaka University	Joint Symposium between Indonesia and Japan on Nuclear Applications	オンライン開催	2020/11/11-12	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
469	深瀬浩一	阪大における α 線核医学治療の開発	放射線科学基盤機構シンポジウム“核医学セラノスティクス：基盤技術から臨床応用まで”	オンライン開催	2021/3/18	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
470	白神宣史	α 線核医学治療における創薬化学と非臨床試験	放射線科学基盤機構シンポジウム“核医学セラノスティクス：基盤技術から臨床応用まで”	オンライン開催	2021/3/18	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
471	渡部直史	難治性分化型甲状腺癌に対するAt-211NaAt石主導治療	放射線科学基盤機構シンポジウム“核医学セラノスティクス：基盤技術から臨床応用まで”	オンライン開催	2021/3/18	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5

472	X. Huang, H. Kato, Y. Kadanaga, A. Shimoyama, K. Kabayama, D. Katayama, K. Ooe, A. Toyoshima, A. Shinohara, K. Fukase	Synthesis and evaluation of astatine-211 labeled gold nanoparticles for alpha nano-brachytherapy	第10回CSJ化学フェスタ	オンライン開催	2020/10/20-22	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
473	東葉由, 樺山一哉, 角永悠一郎, 後藤浩太郎, 月村亘, 松田昭生, 水野真盛, 深瀬浩一	α 線核種標識抗体の創製と機能評価	第10回CSJ化学フェスタ	オンライン開催	2020/10/20-22	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
474	樺山一哉	抗腫瘍薬剤創製を目指した抗体の細胞内局在制御とその機能評価	大阪大学蛋白質研究所セミナー 生体膜上の生物化学	オンライン開催	2021/3/4-5	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
475	山本竜駒, 樺山一哉, 兼田加珠子, 世良田聡, 仲哲治, 篠原厚, 深瀬浩一	核医学治療を志向した α 線放出核種標識抗体の創製と機能評価	第101回日本化学会春季年会	オンライン開催	2021/3/19-22	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
476	樺山一哉	医理工連携によるがん治療を目指したターゲティング分子の創成	第29回日本コンピュータ外科学会 日本医工ものづくりコンモンス 特別シンポジウム	オンライン開催	2020/11/23	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
477	樺山一哉	新規がん治療薬創成を志向したケミカルバイオロジーからのアプローチ	第62回MNTC講演会	東海大学 MNTC 平塚	2020/1/8	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
478	黄栩翼, 加藤弘樹, 角永悠一郎, 下山敦史, 樺山一哉, 大江一弘, 豊嶋厚史, 篠原厚, 深瀬浩一	アスタチン-211 標識金ナノ粒子の合成と腫瘍増殖抑制効果の評価	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
479	兼田加珠子, 白神宜史, 大江一弘, 寺本高啓, 渡部直史, 下山敦史, 真鍋良幸, 樺山一哉, 豊嶋厚史, 深瀬浩一, 篠原厚	がん細胞型アミノ酸トランスポータを標的としたAt-211標識核医学治療薬の検討	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
480	山本竜駒, 樺山一哉, 兼田加珠子, 世良田聡, 仲哲治, 篠原厚, 深瀬浩一	核医学治療を志向した α 線核種標識抗体の創製と機能評価	第14回バイオ関連化学シンポジウム	オンライン開催	2020/9/7-8	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
481	白神宜史, 兼田加珠子, 寺本高啓, 渡部直史, 豊嶋厚史, 篠原厚, 畑澤順	核医学利用に向けたアスタチン化ナトリウム,[211At]NaAtの高純度調製	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
482	神田 晃充, 永田 光知郎, 豊嶋 厚史, 篠原 厚, 吉村 崇	超原子価芳香族アスタチン化合物の合成経路検討	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
483	中川創太, 角永悠一郎, 豊嶋厚史, 大江一弘, 神田晃充, 永田光知郎, 寺本高啓, 床井健運, 吉村崇, 篠原厚	電解反応を用いた211At標識化法の開発	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
484	床井健運, 豊嶋厚史, 寺本高啓, 篠原厚	質量分析を用いたアスタチンの化学形同定法の開発	日本放射化学会第 64 回討論会	オンライン開催	2020/9/9-11	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
485	Yoshifumi Shirakami, Atsushi Toyoshima, Tadashi Watabe, Kazuko Kaneda, Kojiro Nagata, Takashi Yoshimura, Atsushi Shinohara, Frederik Giesel, Jun Hatazawa	Development of targeted alpha therapy with 225-actinium	GIMRT Joint International Symposium on Radiation Effects in Materials and Actinide Science: GIMRT-REMAS2020	オンライン開催	2020/9/30-10/3	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
486	白神宜史, 兼田加珠子, 渡部直史, 大江一弘, 劉雨薇, 寺本高啓, 豊嶋厚史, 篠原厚, 中野貴志, 下瀬川恵久, 畑澤順	還元剤による[211At]NaAtの調製とイオン対逆相HPLC分析	第60回日本核医学会総会学術集会	神戸国際会議場(ハイブリッド開催)	2020/10/20-22	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
487	Mayu Higashi1, Kazuya Kabayama1,2,3, Yuichiro Kadanaga3, Kohtaro Goto4, Wataru Tsukimura4, Akio Matsuda4, Mamoru Mizuno4, Koichi Fukase1,2,3	Development and evaluation of α -ray nuclide labeled antibodies	16th Meeting of the International Endotoxin and Innate Immunity Society (IEIS-16)	Kobe International Conference Center (Hyogo, Japan) & On Line	October 12-15, 2021	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5

488	Koki Mayusumi1, Kazuya Kabayama1,2,3, Changhao Dai1, Kazuko Kaneda2,3, Kazuhiro Ooe2,3,4, Takahiro Teramoto2,3, Atsushi Toyoshima2,3, Atsushi Shinohara2,3, Koichi Fukase1,2,3	Development and application of antibodies labeled with alpha-emitting radionuclides	16th Meeting of the International Endotoxin and Innate Immunity Society (IEIIS-16)	Kobe International Conference Center (Hyogo, Japan) & On Line	October 12-15, 2021	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
489	東葉由1・榊山一哉1・角永悠一郎1・後藤浩太郎2・月村亘2・松田昭生2・水野真盛2・深瀬浩一1	α 線核種標識抗体の創製と機能評価	第44回日本分子生物学会年会	パシフィコ横浜	2021年12月1日(水)～3日(金)	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
490	黛功樹1 榊山一哉1,2,3 戴長浩1 兼田加珠子2,3 大江一弘2,3,4 寺本高啓2,3 豊嶋厚史2,3 篠原厚2,3 深瀬浩一1,2,3	α 線核種を標識したがんターゲット分子の創製とがん免疫療法への展開	第44回日本分子生物学会年会	パシフィコ横浜	2021年12月1日(水)～3日(金)	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
491	Kazuya Kabayama	Development of ^{211}At -labeled antibodies and investigation of their endocytosis and inhibition of tumor growth	Pacificchem 2021	Virtual	December 16 - 21, 2021	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
492	黄栩昊 1, 加藤弘樹 2, 角永悠一郎 3, 下山敦史 1, 榊山一哉 1, 片山大輔 2, 大江一弘 2, 豊嶋厚史 3, 羽場宏光 4, 王洋 4, 篠原厚 3.5, 深瀬浩一 1,3	新規アルファ線ブラキセラピー開発に向けた At-211 標識金ナノ粒子の合成と機能評価	日本放射化学会第 65 回討論会	オンライン	2021/9/24	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
493	中川創太 1, 豊嶋厚史 2, 角永悠一郎 2, 大江一弘 2,3, 寺本高啓 2, 床井健運 1, 神田晃充 4, 吉村崇 2,4, 永田光知郎 2,4, 笠松良崇 1, 羽場宏光 5, 王洋 5, 篠原厚 2,6	電解酸化反応を用いた分子標的薬への ^{211}At 標識化法の開発	日本放射化学会第 65 回討論会	オンライン	2021/9/24	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
494	床井健運 1, 豊嶋厚史 2, 大江一弘 2, 角永悠一郎 2, 寺本高啓 2, 中川創太 1, 吉村崇 2, 笠松良崇 1, 羽場宏光 3, 王洋 3, 篠原厚	At が形成するハロゲン結合の解離エネルギー測定に向けた AtI の生成条件と揮発性の分析	日本放射化学会第 65 回討論会	オンライン	2021/9/22	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
495	豊嶋厚史 1, 古谷浩志 2,3, 寺本高啓 1, 永田光知郎 1, 床井健運 3, 高宮幸一 4, 牟田浩明 5, 吉村崇 1, 豊田岐聡 3, 篠原厚 1,6	単一微粒子質量分析計を用いたアルファ微粒子即時検知法の検討	日本放射化学会第 65 回討論会	オンライン	2021/9/22	大阪大学	ポスター発表	研究開発課題5
496	湯原勝 1, 宮本真哉 1, 和田怜志 1, 中居勇樹 1, 大森孝 1, 塚田和明 2, 浅井雅人 2, 福田光宏 3, 豊嶋厚史 4, 篠原厚4	エアロゾルを用いた At-211 乾式分離技術の開発	日本放射化学会第 65 回討論会	オンライン	2021/9/24	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5
497	渡部 直史	難治性甲状腺がんに対するアスタチンを用いたアルファ線治療	第61回 日本核医学会学術総会	名古屋国際会議場	2021/11/4	大阪大学	招待講演	研究開発課題5
498	Tsuneo Yano	Consideration toward Safety Guidance for Targeted Alpha Therapy in Japan	International Symposium on Targeted Alpha Therapy (TAT)-11	Ottawa, Canada	2019/4/2	大阪大学	口頭発表	研究開発課題6
499	Tsuneo Yano	Safety-operating Manufacturing System for TAT products including Radiation Protection	IAEA Technical Meeting on the Production of Alpha Emitters and Radiopharmaceuticals,	Wien, Austria	2019/12/10	大阪大学	口頭発表	研究開発課題6

500	甲田旭	Development of the gamma-ray tracking detector at RCNP and its performance test at NewSUBARU	High Resolution Gamma-Ray Spectroscopy at the RIBF	Darmstadt, Germany	2019・4・10	大阪大学	口頭発表	研究開発課題7
501	甲田旭	γ線Tracking検出器の開発と性能評価」、日本物理学	、「ガンマ線トラッキング検出器の開発と性能評価」、日本物理学学会第74回年次大会、九州大学、	回年次大会	2019/3/14	大阪大学	口頭発表	研究開発課題7
502	山本広平、伊藤正俊、池田隼人、渡部宏、Hajar Zarei、松田洋平、黒澤駿斗、中川杏菜、野坂恭子、前田流、小野寺史龍、今間可奈子、蜂須賀大暁	高分解能GAGG結晶を用いたコンプトンカメラの開発(2)	日本物理学学会2020年秋季大会	オンライン	2020/9/15	東北大学	口頭発表	研究開発課題7
503	Hajar Zarei	The Developing Compton Camera at CYRIC for Medical Imaging Application	1st CIRC-CYRIC Online Seminar	オンライン	2020/12/11	東北大学	口頭発表	研究開発課題7
504	桂川美穂、武田伸一郎、峰海里、数悟郎、柳下淳、梅田泉、高橋忠幸、渡辺伸、大貫和信、藤井博史	At-211 分布可視化のための高感度CdTe半導体イメージャの開発	第15回日本分子イメージング学会	オンライン	2020/5/26	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
505	梅田泉、角田瞳、永田みどり、大貫和信、柳下淳、武田伸一郎、藤井博史、高橋忠幸	¹¹¹ In/ ⁹⁰ Y封入リボソームを用いたradio-theranostic	第60回日本核医学会	オンライン	2020/11/12	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
506	梅田泉、永田みどり、天崎茜、大貫和信、柳下淳、武田伸一郎、桂川美穂、藤井博史、高橋忠幸	¹¹¹ In-DOTA/ ⁹⁰ Y-DOTA封入リボソームによるradio-theranosticsの試み	日本薬学会第141年会	オンライン	2021/3/26	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
507	桂川美穂	テルル化カドミウム半導体検出器を用いたAt-211のin-vivoイメージング	短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会	オンライン	2021/7/19-20	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
508	梅田泉	RI錯体とナノキャリアを用いたradio-theranostics製剤の開発	短寿命RI供給プラットフォーム成果報告会	オンライン	2021/7/19-20	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
509	梅田泉	Complex formation of ¹⁸⁶ Re with various lipophilic ligands for radio-theranostics in comparison with ^{99m} Tc	第80回日本癌学会学術総会	オンライン	2021.09.30-10.02	東京大学	ポスター発表	研究開発課題7
510	梅田泉	Rhenium-186の錯体形成に関する諸検討	第61回日本核医学会	オンライン	2021.11.4-6	東京大学	ポスター発表	研究開発課題7
511	南喬博	様々な領域への応用を目指した高効率CdTe 両面ストリップ検出器の性能評価	第82回応用物理学学会秋季学術講演会	オンライン	2021/09/21-23	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
512	高橋忠幸	高分解能イメージングのための放射線測定器の開発	JST OPERA QISS	大阪国際会議場	2022/2/19	東京大学	口頭発表	研究開発課題7
513	渡部直史	Theranostics: from tumor-specific PET imaging to targeted alpha therapy	第80回日本医学放射線学会総会	横浜	2021/4/17	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
514	渡部直史	α線核種アスタチンを用いた新しい甲状腺がん治療	第33回日本内分泌外科学会総会	軽井沢	2021/6/3	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
515	渡部直史	がん特異的PETイメージングからアルファ線核医学治療への展開	第49回放射線による制癌シンポジウム	オンライン	2021/6/5	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
516	渡部直史	Potential of targeted alpha therapy for the clinical translation	Nuclear Photonics 2020	オンライン	2021/6/9	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
517	渡部直史	Clinical Trial with [²¹¹ At]NaAt for Refractory Thyroid Cancer	SNMMI 2021 Virtual Annual Meeting	オンライン	2021/6/16	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
518	渡部直史	アスタチンを用いた難治性甲状腺がんに対するアルファ線核医学治療	第58回アイソトープ放射線研究発表会	オンライン	2021/7/9	大阪大学	口頭発表	研究開発課題5,8
519	渡部直史	アスタチンを用いた新たなα線核医学治療	第57回日本医学放射線学会秋季臨床大会	オンライン	2021/9/17	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
520	渡部直史	セラノスティクス～新時代の放射線治療～	第38回日本癌学会市民公開講座	横浜	2021/10/2	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
521	渡部直史	標的核医学治療における線量評価と臨床応用にあたっての課題	第2回標的アイソトープ治療線量評価研究会	オンライン	2021/10/9	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8
522	渡部直史	前立腺癌でのPSMA-PETの驚異的な検出感度	第49回断層映像研究会	鹿児島	2021/10/23	大阪大学	招待講演	研究開発課題5,8

523	渡部直史	高精度画像診断PSMA-PETが変える 前立腺癌の治療戦略	第59回日本癌治療学 会学術集会	横浜	2021/10/23	大阪大学	招待講演	研究開発課題5.8
524	渡部直史	難治性甲状腺がんに対するアスタチ ンを用いたアルファ線治療	第61回日本核医学会 学術総会	名古屋	2021/11/4	大阪大学	招待講演	研究開発課題5.8
525	渡部直史	アスタチン(211At)First in Human試験 への道のりと今後の期待	第61回日本核医学会 学術総会	名古屋	2021/11/4	大阪大学	招待講演	研究開発課題5.8

【終了報告】 OPERA 活動実績一覧【幹事機関:大阪大学】

領域名 安全・安心・スマートな長寿社会実現のための高度な量子アプリケーション技術の創出

⑩ 受賞

No	受賞名	主催(表彰団体名)	受賞者氏名	受賞者所属機関	受賞年月	備考(関連する研究開発課題番号等)
1	日本加速器学会第16回年会賞(ポスター部門)	日本加速器学会	Koay, Hui Wen	大阪大学	1905/7/11	研究開発課題1
2	日本加速器学会第16回年会賞(ポスター部門)	日本加速器学会	鎌倉 恵太	大阪大学	1905/7/11	研究開発課題1
3	第15回日本加速器学会賞(技術貢献賞)	日本加速器学会	宮脇 信正、 倉島 俊	量子科学技術研究 開発機構	1905/7/11	研究開発課題1
4	業績賞「学術業績」	公益財団法人低温工学・超 電導学会	石山 敦士	早稲田大学	1905/7/12	研究開発課題1
5	日本加速器学会第18回年会賞(ポスター部門)	日本加速器学会	森田 泰之	大阪大学	1905/7/13	研究開発課題1
6	第2回日本オープンイノベーション大賞日本学術会議会長賞	内閣府	中野貴志、東 達也、羽場宏 光、齊藤直人、 松原雄二	大阪大学、量子科 学技術研究開発機 構、理化学研究所、 高エネルギー加速 器研究機構、住友 重機械工業株式会 社	1905/7/12	研究開発課題2
7	第56回アイソトープ・放射線研究 発表会 若手優秀講演賞	日本アイソトープ協会	森大輝	理化学研究所	1905/7/11	研究開発課題2
8	BRAVE賞	BRAVE	本村信治、喜 井勲、羽場宏 光	理化学研究所	1905/7/10	研究開発課題2
9	電子情報通信学会 第24回エレクトロ ニクスソサイエティ賞	電子情報通信学会	小林和淑	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
10	電子情報通信学会リコンフィギュ ラブルシステム研究会優秀講演 賞(若手部門)	電子情報通信学会	河野雄也	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
11	情報処理学会 システムとLSI設 計技術研究会 DAシンポジウム 2021優秀ポスター賞	情報処理学会	記伊智也	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
12	情報処理学会 システムとLSI設 計技術研究会 優秀論文賞	情報処理学会	記伊智也	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
13	情報処理学会 システムとLSI設 計技術研究会 優秀発表賞	情報処理学会	記伊智也	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
14	IEEE CEDA All Japan Joint Chapter Academic Research Award	IEEE	記伊智也	京都工芸繊維大学	1905/7/13	研究開発課題4
15	日本原子力学会九州支部第36 回研究発表講演会 奨励賞	日本原子力学会九州支部	真鍋 征也	九州大学	2017/12/2	研究開発課題4
16	日本原子力学会九州支部第36 回研究発表講演会 奨励賞	日本原子力学会九州支部	山田晃大	京都工芸繊維大学	2018/8/30	研究開発課題4
17	日本原子力学会九州支部第36 回研究発表講演会 奨励賞	日本原子力学会九州支部	小島健太郎	京都工芸繊維大学	2018/8/30	研究開発課題4
18	情報処理学会 システムとLSI設 計技術研究会 DAシンポジウム 2017優秀発表学生賞	情報処理学会 システムとLSI 設計技術研究会	山田晃大	京都工芸繊維大学	2018/8/30	研究開発課題4
19	情報処理学会 システムとLSI設 計技術研究会 DAシンポジウム 2017優秀発表学生賞	情報処理学会 システムとLSI 設計技術研究会	山田晃大	京都工芸繊維大学	2018/8/30	研究開発課題4
20	IEEE CEDA デザインガイア ベス ト ポスター賞	IEEE CEDA Japan chapter	榎原光則	京都工芸繊維大学	2018/12/6	研究開発課題4
21	IEEE 関西支部 学生研究奨励賞	IEEE 関西支部	山田晃大	京都工芸繊維大学	2019/2/25	研究開発課題4
22	RADECS 2017 Best Paper Award	RADECS	真鍋、渡辺、 廖、橋本、中 野、佐藤、金、 濱田、反保、 三宅	九州大学、大阪大 学、高エネルギー加 速器研究機構	2018/9/20	研究開発課題4
23	IEEE CEDA All Japan Joint Chapter Academic Research Award	IEEE CEDA All Japan Chapter	山田晃大	京都工芸繊維大学	2019.8.28	研究開発課題4

24	システムLSI設計技術研究会 2018年度最優秀発表学生賞	情報処理学会 システムLSI 設計技術研究会	山田晃大	京都工芸繊維大学	2019.8.28	研究開発課題4
25	システムLSI設計技術研究会 2018年度優秀発表学生賞	情報処理学会 システムLSI 設計技術研究会	山田晃大	京都工芸繊維大学	2019.8.28	研究開発課題4
26	システムLSI設計技術研究会 2018年度優秀発表学生賞	情報処理学会 システムLSI 設計技術研究会	小島健太郎	京都工芸繊維大学	2019.8.28	研究開発課題4
27	IEEE 関西支部 学生研究奨励賞	IEEE 関西支部	廖 望	大阪大学	2020.2.27	研究開発課題4
28	山下記念賞	情報処理学会	山田晃大	京都工芸繊維大学	2020.3.6	研究開発課題4
29	システムとLSI設計技術研究会 DAシンポジウム2019 優秀学生 発表賞	情報処理学会	小島健太郎	京都工芸繊維大学	1905/7/12	研究開発課題4
30	コンピュータサイエンス領域奨励 賞	情報処理学会	小島健太郎	京都工芸繊維大学	1905/7/12	研究開発課題4
31	学生・若手研究者奨励賞	日本原子力学会九州支部	室田拓哉	九州大学	2020.12	研究開発課題4
32	最優秀ポスター賞	日本原子力学会	室田拓哉	九州大学	2020.9	研究開発課題4
33	最優秀口頭発表賞	国際シンポジウム主催者 (22nd Cross Straits Symposium on Energy and Environmental Science and Technology)	亀井知子	九州大学	2020.12	研究開発課題4
34	CJKSRS2018 トラベルグラント	第2回日本核医学会分科会 放射薬品科学研究会	尾幡 穂乃香	大阪大学	2018/9/8	研究開発課題5
35	若手賞	2018日本放射化学会年会・ 第 62回放射化学討論会	張 子見	大阪大学	2018/9/20	研究開発課題5
36	Young Investigator Award	The 10th China-Japan- Korea Symposium on Radiopharmaceutical Sciences	Honoka Obata	大阪大学	2018/11/4	研究開発課題5
37	優秀ポスター賞	日本放射線安全管理学会第 17回学術大会	兼田(中島) 加珠子	大阪大学	2018/12/7	研究開発課題5
38	第6回日本核医学会リタニー 奨励賞	日本核医学会	渡部直史	大阪大学	2019/11/3	研究開発課題5
39	AOCNMB2019 “6th Rising Nuclear Medicine Professional Challenge” Gold award (1st prize)	AOCNMB	渡部直史	大阪大学	2019/5/10	研究開発課題5
40	若手優秀発表賞	日本放射化学会第64回討論 会	神田晃充	大阪大学	2020.9	研究開発課題5
41	若手優秀発表賞	日本放射化学会第64回討論 会	黄 翔昊	大阪大学	2020.9	研究開発課題5
42	優秀発表賞	第14回 T μ ne 学術講演会	黛 功樹	大阪大学	2022.02.26	研究開発課題5
43	優秀発表賞	第15回 T μ ne 学術講演会	飯塚 結貴	大阪大学	2022.02.26	研究開発課題5
44	EXCELLENCE AWARD	Osaka University & Universitat Hamburg symposium on Sciences	黄 翔昊	大阪大学	2022.03.8-10	研究開発課題5
45	日本核医学会賞	日本核医学会	渡部 直史	大阪大学	2018.11	研究開発課題5,8
46	The 6th Rising NM Professional Challenge 金賞	AOCNMB2019	渡部 直史	大阪大学	2019.5	研究開発課題5,8

7 社会実装に向けたロードマップ

アルファ線核医学治療の開発スケジュール



放射線ソフトエラー対策開発スケジュール



8 領域統括によるプロジェクト総括と今後の展望

まず、アルファ線核医学治療の開発については、医師主導治験の実施に向けて、第1班、第2班、第5班、第6班、第7班、第8班が有機的に連携し、我が国初の医師主導治験(First in Human)を実施するためのハードおよびソフト面の準備が完了した。令和3年度中にアスタチン化ナトリウム薬剤の医師主導治験を開始し、令和4年度中に新たな薬剤の医師主導治験を開始する。アスタチンを用いたアルファ線核医学治療の社会実装に必要な大量製造法の開発研究も順調に進展しており、民間からの関心も急速に高まり、阪大発のスタートアップとしてアルファフュージョン社が令和3年5月に設立された。宇宙線起源のソフトエラー評価についても、65nm デバイスについては、これまでに実施した中性子照射ソフトエラー測定実験7件すべてについて、予測値と測定値の45%以内の一致が得られた。最先端の12nm デバイスで同様の検証を行うことで、標準化に必要なデータをそろえることができる。ミューオン起因のソフトエラー率評価に必要なシミュレーションの高度化に必要なデータや分析方法の実装も着実に進んでいる。令和4年度中に本事業で開発したソフトエラー評価手法を IEC/TC47 へ国際標準化提案する。また、システムインテグレータを中心にシステムレベルでのソフトエラー評価と対策について関心が高まっており、(一社)量子アプリ社会実装プラットフォームが中心となって、半導体デバイスレベルで推進した評価手法の標準化をシステムレベルで推進したい。

9 特殊用語等の説明

用語	説明
ガンマ線	放射線の一つで光や X 線と同じ電磁波。放射性元素が崩壊する際に多くの場合ガンマ線の放出を伴う。ガンマ線のエネルギーは放出核によって決まっているため、放出されたガンマ線のエネルギーから放射性元素の種類を同定できる。
ミュオニック X 線	負の電荷を持つミュオンは電子の 200 倍の重さを持つため、物質中に打ち込んだ際に物質中の元素に特有の高エネルギー X 線を放出する。この X 線をミュオニック X 線と呼び、微量元素の非破壊分析等に威力を発揮する。
アルファ崩壊	アルファ粒子（ヘリウム 4 の原子核で原子番号 2、質量数 4）を放出して、より安定な核に崩壊すること。これによって原子番号が 2 小さく質量数が 4 小さい核に変化する。
^{211}At （アスタチン-211）	アスタチンは原子番号 85 の元素であるが、自然界にほとんど存在せず、加速器によって作られる。このうち質量数 211 の ^{211}At は、必ずアルファ崩壊することが知られている。
隣接臓器浸潤	隣接する臓器にがんが浸潤しているが、遠隔転移がない状態を示す。
アルファ線核医学治療	アルファ線放射性核種をがん細胞に取り込ませ、崩壊によって生じたアルファ線を細胞の中から照射することにより、がん細胞を死滅させる療法。アルファ線の飛程が短いため周辺の細胞への影響がない。
中性子	陽子とともに原子核の主要な構成要素。電荷を帯びておらず、陽子よりもわずかに重い。原子核から取り出すと、平均 15 分で崩壊して陽子、電子、電子型反ニュートリノに崩壊する。
中性子光学	中性子は物質表面で反射及び屈折し、特に単結晶の場合には回折する。また一様でない磁場の中では、磁場の勾配方向に力を受ける。狭義には、これらの性質を使って低速の中性子のビームを曲げる方法を指すが、減速体中での中性子の減速、検出系までを含んだ全体を指す場合もある。
中性子捕獲断面積	原子核が中性子を捕獲してガンマ線などの放射線を放出する原子核反応が発生する確率。中性子捕獲反応の発生頻度は、中性子束の強さ（単位面積・単位時間当たりに入射する中性子数）と単位面積当たりの標的原子核の数に比例し、その比例係数が反応断面積として定義される。特に、ホウ素やカドミウムなどの断面積は非常に大きい。
エミッタンス	イオンビームの空間的な広がり（発散具合）を表す物理量で、ビームを構成する粒子の位置を横軸に、進行方向（基準軸からの角度）を縦軸にしてプロットした粒子密度分布の面積で定義される。エミッタンスが

	小さい（低エミッタンス）と、ビームが横に拡がらず、高品質なビームになる。
輝度	単位面積・単位立体角あたりに流れるビームの強度（電流量）で定義され、ビームの質と量を同時に表す尺度である。高輝度のビームは、ビーム強度が大きいにもかかわらず空間的な拡がり小さいことから、低エミッタンスで高強度な高品質ビームと見なせる。
プラズマウィンドウ	アーク放電させて生じるプラズマは高い粘性を持つことが知られており、これを利用して高真空領域と低真空領域を窓なしで隔離する細孔のこと。
リニアック	線形加速器ともいう。高周波電場を用いて、電子や様々な元素のイオンを直線的に加速する加速器。線形加速器では、多数のチューブ型電極が空洞の中に直線上に並べられている。電極の長さが高周波の周波数は、電極間の電場の向きがイオンの到達時間に同期して変わるように設計され、電極間を通過するたびにイオンが加速される。
ガスクロマトグラフ装置	元素の単体または分子を気化させ、石英管などのカラムに通し、カラム表面に対する吸着効率の差によって、目的の元素の単体または分子を精製する化学装置。
ガスジェット RI 搬送	原子核反応の結果標的から反跳分離された RI をヘリウムなどの気体中で捕獲し、ジェット気流にのせて迅速かつ連続的に標的照射装置の外に取り出す手法。しばしば反跳 RI を塩化カリウムなどのエアロゾルに吸着させ、これを気流にのせて効率良く搬送する。
レギュラトリーサイエンス	「科学技術の成果を人と社会に役立てることを目的に、根拠に基づく的確な予測、評価、判断を行い、科学技術の成果を人と社会との調和の上で、最も望ましい姿に調整するための科学」と、第 4 次科学技術基本計画では定義されている（平成 23 年 8 月 19 日閣議決定）
GLP、GCP、GMP	Good Laboratory Practice (GLP)：医薬品の安全性に関する非臨床試験の実施基準 Good Clinical Practice (GCP)：医薬品の臨床試験の実施基準 Good Manufacturing Practice (GMP)：医薬品、医薬部外品の製造管理および品質管理規則
ゲルマニウム半導体検出器	半導体であるゲルマニウム結晶を利用したガンマ線検出器で、非常に高いエネルギー分解能が得られる。検出器内でガンマ線が散乱する様子を追跡するガンマ線トラッキング技術が近年発展しており、この技術を応用することでガンマ線の飛来方向を推定することができる。
μ SR	ミューオンは寿命が 100 万分の 2 秒で電子とニュートリノに崩壊する素粒子である。特に正の電荷をもつミューオンは物資中の内部磁場あるいは水素の電子状態を微視的に観測できる。このような正ミューオンを用いた様々な測定法を μ SR (muon spin rotation) と総称している。

PET	ポジトロン断層法 (Positron Emission Tomography)。とくに動物や植物などの生体内に RI を投与し、RI から放出される陽電子の消滅ガンマ線を利用して RI の挙動を画像化する RI イメージング法。
SPECT	単一光子放射断層撮影 (Single Photon Emission Computed Tomography)。とくに動物や植物などの生体内に RI を投与し、RI から放出される特定エネルギーのガンマ線や X 線を利用して RI の挙動を画像化する RI イメージング法。
ソフトエラー	「ソフトエラー」とは、電子機器中のメモリ等の半導体集積回路が何らかの原因で誤動作する現象のこと。回路に致命的なダメージを与える「ハードエラー」と違って一時的なものである。このソフトエラーは、地上まで到達する二次宇宙線が大きな要因となっており、宇宙線がメモリセルに衝突した際にセルに蓄えられた電荷量の値を変化させることがメモリ誤動作の原因の一つとなっている。
ミューオン	ミューオンは、電気素量に等しい電荷を持つ。ミューオンの平均寿命は 2.2×10^{-6} 秒。正負ミューオンが存在し、負ミューオン捕獲反応（例えば、 $\mu^- + {}^{28}\text{Si} \rightarrow {}^{27}\text{Al} + n$ ）により生成された二次イオンによるソフトエラー発生の可能性が指摘されている。
IoT	Internet of Things (もののインターネット)の略で、身の回りの「もの」がすべてインターネットに繋がることを意味する。例えば自動車は従来単独で運行されるものであったが、自動運転の普及によりインターネットに接続されることが当たり前になっている。
IoE	Internet of Everthing(あらゆるもののインターネット)の略で、IoTを一步進めた身の回りのあらゆるものがインターネットに繋がることを意味する。プロセスの微細化による低電力化により例えば筆記用具などもネットに直接繋がることも期待される。