

平成31年度科学技術試験研究委託費
先端研究基盤共用促進事業
(共用プラットフォーム形成支援プログラム)

NMR 共用プラットフォーム
委託業務成果報告書

令和2年5月
国立研究開発法人理化学研究所

本報告書は、文部科学省の科学技術試験
研究委託事業による委託業務として、国
立研究開発法人理化学研究所が実施した
平成31年度 NMR 共用プラットフォーム
の成果をとりまとめたものです。

目次

I. 委託業務の目的

- 1. 1 委託業務の題目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 1. 2 委託業務の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

II. 平成31年度の実施内容

- 2. 1 実施計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 2. 2 実施内容（代表機関）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
 - ①プラットフォーム運営体制の構築
 - ②利用支援体制の構築
 - ③ワンストップサービスの設置
 - ④共用機器
 - ⑤人材育成
 - ⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等
 - ⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築
 - ⑧その他
- 2. 3 実施内容（実施機関）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
 - 公立大学法人横浜市立大学
 - 国立大学法人大阪大学
 - 国立大学法人北海道大学
- 2. 4 協力機関の取組状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14

III. フォローアップ調査項目

- 3. 1 分野融合・新興領域の拡大について・・・・・・・・・・・・・14
- 3. 2 スタートアップ支援にについて・・・・・・・・・・・・・14
- 3. 3 共同研究・受託研究について・・・・・・・・・・・・・14
- 3. 4 試作機の導入・利用による技術の高度化について・・・・・・・・15
- 3. 5 ノウハウ・データ共有について・・・・・・・・・・・・・15
- 3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について・・・・・・・・16
- 3. 7 利用アンケートについて・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・16

I. 委託業務の目的

1. 1 委託業務の題目

「NMR 共用プラットフォーム」

1. 2 委託業務の目的

本事業は、産学官が共用可能な研究施設・設備等について、その整備運用を含めた施設間のネットワーク構築により、高度な計測分析機器を中心としたイノベーション創出のためのプラットフォームを形成するとともに、日本の研究開発基盤の持続的な維持・発展に貢献することを目的とする。

本プラットフォームでは、先端的な設備と技術を有し、共用取組に対して十分な経験を有する NMR 共用施設並びに NMR 装置メーカーより構成される NMR 技術領域の研究開発基盤である「NMR 共用プラットフォーム」（以下「NMR-PF」という。）を形成する。これまでの実績を基に「高度利用支援体制」の拡充を進め、産学官に開かれた共用による NMR 技術を活用したイノベーション創出を加速するとともに、「開発」と「利用」を結びつける「場」の形成、「知」の集積と共有、「人材」の育成、「国内外との連携」関係の拡大に関する取組を進めることにより、日本の NMR 研究開発の持続的な維持・発展を先導する技術プラットフォームとなることを目的とする。

このため、国立研究開発法人理化学研究所、公立大学法人横浜市立大学、国立大学法人大阪大学及び国立大学法人北海道大学（以下「参画機関」という。）は共同で業務を行う。

国立研究開発法人理化学研究所は、代表機関として、プラットフォーム全体の運営に係る業務を行う。

II. 平成 31 年度の実施内容

2. 1 実施計画

(i) 委託機関（代表機関）としての業務

【機関名：国立研究開発法人理化学研究所】

①プラットフォーム運営体制の構築

1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組

- ・NMR-PF 事業の取りまとめを行い、事業の事務局機能を果たす。
- ・NMR-PF の運営体制として、以下の委員会を設置、開催する。
 - －「運営委員会」：プラットフォーム運営の戦略の検討・決定を行う。理化学研究所、横浜市立大学、大阪大学、北海道大学で構成。
 - －「諮問委員会」：プラットフォームの運営に意見や助言を行う。

外部有識者 4 名で構成。

ー「課題選定委員会」：NMR-PF に設置する利用枠の課題選定を行う。
参画機関及び外部有識者 4 名で構成。

・外部共用の活性化を目指して、下記の推進方策を検討する。

ーユーザーが PF を利用する（外部共用）ことにより、ユーザーの抱える課題が解決され、研究成果やイノベーションが生みだされるとともに、PF の共同活動（共同研究・開発高度化・新分野開拓）が進展し、より大きな研究成果やイノベーションが創出され、得られた成果は施設や他のユーザーへも還元され、施設独自研究や外部共用を活性化する推進方策の検討。

ーすでに利用拡大がみられる分野だけでなく新規の利用分野への拡大や、ポリマーや医療材料の応用研究など、今後成長が期待される分野でも利用拡大を推進する方策の検討。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

・他プラットフォーム間との連携を推進するための方策について検討する。また、JASIS2019 への共同出展等を通じて、各プラットフォーム間のネットワーク化を進める。

②利用支援体制の構築

・NMR-PF において NMR 技術を活用したイノベーション創出を加速するため、以下の利用枠を設置し、課題選定委員会において課題選定を行う。

ー「最先端利用開発」利用枠：NMR 技術領域の飛躍的な発展に資する課題を実施。

・開発途上の NMR 装置・技術を試用し、その結果を開発サイドにフィードバックすることにより、利用と技術開発の連携拡大を推進し、NMR 装置・技術の実用性を向上させるための「最先端利用開発」利用課題を実施する。

・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン 5 名（うち 2 名は本事業にて雇用）、施設共用技術指導研究員 2 名、NMR 測定解析技術高度化 1 名、技術スタッフ 1 名、を配置する。

③ワンストップサービスの設置

・NMR-PF ポータルサイトを充実させ、ワンストップサービスの質の向上に努める。

- ・ワンストップサービス窓口を開設し、プラットフォーム運営担当者を配置する。

④共用機器

- ・600～900MHz の溶液及び固体 NMR 装置で構成。サンプルを自動で測定することが可能なサンプルチェンジャーや、2 つの測定を同時に行うことができる装置、さらに多核種を測定できるプローブなど、様々な用途に対応する。

⑤人材育成

- ・講習会・セミナー・シンポジウム等の開催については、各参画機関が主体のもと、詳細な実施場所、時期等について運営委員会で情報共有しながら検討を行う。必要に応じて学会等のコミュニティと連携して開催し、コミュニティの結成・強化に貢献するとともに、こうした情報共有を通じて専門スタッフの人材育成を行う。

⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

- ・NMR 技術領域に関連する既存データベース（例：PDB/BMRB（大阪大学）、天然物 NMR データベース（日本電子株式会社））との連携に関する検討を進めるとともに、知識蓄積・共有の効率化のために、データポリシー策定の検討を行う。
- ・NMR 共用プラットフォームポータルサイトの充実により、事業紹介や NMR 利用公募、教育関係では ICT 教育教材の配信、装置実習・講習会の案内のほか、国際シンポジウム等の広報活動に活用する。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

- ・JASIS2019 に出展し、NMR-PF の取組について広報活動を行う。
- ・NMR-PF シンポジウムを開催し、産学ユーザーを交えて高磁場 NMR を核としたプラットフォームの新たな展開についての発表や意見交換を行う。
- ・欧米の NMR プラットフォーム、アジアにおける NMR プラットフォームと世界的な技術協力と連携体制による国際的ネットワークの構築に向けた準備、検討を進める。

(ii) 再委託機関（実施機関）としての業務

【機関名：公立大学法人横浜市立大学】

①利用支援体制の構築

- ・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン活動及び施設共用技術指導研究員を兼務するスタッフ1名、施設共用技術指導研究員2名、施設利用・技術指導監督者1名を配置するとともに、プラットフォーム内での連絡調整業務やセミナー等の運営を補助する事務補助者を配置する。

②共用機器

- ・500MHz～950MHzの溶液及び固体NMR装置で構成。950MHzのLC-NMRや独自開発した「タンパク質回収型フロークライオプローブ」を装着した700MHz、480本のオートサンプラーを装着した800MHzのほか600MHzや500MHzとする。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

①利用支援体制の構築

- ・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン5名（うち3名は本事業にて雇用）、事務補佐員1名を配置する。

②共用機器

- ・国内最大の磁場強度幅である400MHz～950MHzの溶液及び固体NMR装置で構成。超高感度700MHz固体DNP NMRや極低温プローブを装備した950MHz溶液NMRなどとする。

③人材育成

- ・新技術である高磁場DNP-NMR法について、一般ユーザーの利用を促進するためセミナーを開催する。また、専門スタッフの技術向上を目指した人材育成も行う。

【機関名：国立大学法人北海道大学】

①共用機器

- ・600MHz～800MHzの溶液及び固体NMR装置で構成。超高速MAS、半固体試料測定可能な最新の固体NMR装置、微量試料測定にも対応した800MHz溶液NMR装置などから構成され、研究・産業分野の幅広いニ

ーズに対応する。

②人材育成

- ・学生、分野外研究者、企業研究者の教育・学び直しに対応する研修プログラムの実施に向けて以下の2項目に取り組む。
 - ー北海道大学・オープンエデュケーションセンター(OEC)の教育リソースを活用したICT教育システムの開発を行う。
 - ー装置実習コースの開講・教材開発を行う。装置実習コースでは、溶液NMRユーザーと固体NMRユーザーを対象に「蛋白質・基礎実習」、「蛋白質・応用実習」、「溶液・応用実習」、「固体・基礎実習」、「固体・HR-MAS 実習」、教材開発では「NMR セミナー」を実施する。

(iii) 協力機関の取組状況

- ・日本電子株式会社及びブルカージャパン株式会社：講習会などを通じて、NMR 技術の教育に貢献する。

2. 2 実施内容（代表機関）

【機関名：国立研究開発法人理化学研究所】

①プラットフォーム運営体制の構築

1) プラットフォーム実施機関、協力機関、事業支援機関と連携するための取組

- ・NMR-PF 事業の取りまとめを行い、事業の事務局機能を果たした。
 - ・NMR-PF の運営体制として、以下の委員会を設置、開催した。
 - ープラットフォーム運営の戦略の検討・決定を行う「運営委員会」（理化学研究所2名、横浜市立大学1名、大阪大学1名、北海道大学1名で構成）を1回開催した。
- 令和元年7月31日開催：議題・・・NMR 共用プラットフォームシンポジウムの準備に関して検討を行った。また、JASIS2019 出展に向けた準備状況に関する報告も行った。

ープラットフォームの運営に意見や助言を行う「諮問委員会」（外部有識者4名で構成）を1回（令和元年7月31日）開催した。

ユーザーニーズと技術開発を結びつけるための技術課題や自立化に向けた制度・必要要件に関する検討を行い、引き続き高磁場・高感度NMRをこれまで活用してこなかった利用分野に積極的な利用を促すこととなった。

－NMR-PF に設置する利用枠の課題選定を行う「課題選定委員会」（参画機関 5 名及び外部有識者 4 名で構成）を 2 回（令和元年 7 月 31 日、令和 2 年 3 月 23 日（メール審議にて最先端利用開発課題の採択審査のみ実施））開催した。「最先端利用開発課題」を 4 課題採択した。また、平成 28 年度、29 年度、30 年度に採択された最先端利用開発課題の中間評価及び事後評価を行った。

- ・外部共用の活性化を目指して、下記の推進方策を検討・実施した。
 - －共用事業を通して開発された光照射 NMR や自動 NMR 解析技術の高度化
 - －NMR 測定相談やデータ解析相談などのサポート体制の一層の拡充結果として、光照射 NMR 法や高度化された自動 NMR 解析技術を利用した最先端利用開発課題の申請が複数あり、いずれも採択され利用が開始されるなど、外部利用の活性化・利用拡大を大きく推進した。さらに、サポート体制の拡充により、ガラスやその他固体材料系分野で企業との連携を一層強めることができた。

2) 他のプラットフォームと連携するための取組

- ・JASIS2019 への出展では、企画の段階から光ビームプラットフォーム、原子・分子の顕微イメージングプラットフォーム、自然現象による「風」や人工的な気体や液体の「流れ」を解析する風と流れのプラットフォーム、アトミックスケール電磁場解析プラットフォームとともに出展内容の準備、検討を進めながら合同出展した。
- ・他のプラットフォームとの間において、共通課題に関わる意見交換や協調を深めるとともにプラットフォーム運営に関する課題や連携について議論を進めるなど、プラットフォーム間のネットワーク化を推進するため、各プラットフォーム代表機関担当者による共用プラットフォーム連絡協議会を実施した。
- ・共用プラットフォーム連絡協議会においてはプラットフォーム事業の今後の進め方に関する意見交換を行い、これまで支援・連携が充分でなかった他分野へ切り込むことのできる複合解析／新領域開拓の推進やコーディネート機能強化といった新たな方向性と取組課題の候補を出しつつ継続して意見交換を行った。

②利用支援体制の構築

- ・ NMR-PF において NMR 技術を活用したイノベーション創出を加速するため、以下の利用枠を設置し、課題選定委員会において課題選定を行った。
 ー「最先端利用開発」利用枠：NMR 技術領域の飛躍的な発展に資する課題を実施。
- ・ 開発途上の NMR 装置・技術を試用し、その結果を開発サイドにフィードバックすることにより、利用と技術開発の連携拡大を推進し、NMR 装置・技術の実用性を向上させるための利用課題を実施した。（表 1 に平成 31 年度の実施課題をリストアップした。）

表 1. 「最先端利用開発」実施課題一覧

課題番号	課題名	実施責任者
PF16-01-0-004	超高感度スピン相関高分解能 DNP-NMR 装置開発	大阪大学 藤原 敏道
PF17-01-RY-010	複合アニオン化合物の解析技術の開発	京都大学 野田 泰斗
PF18-01-R-012	セメント硬化体の微細構造に関する基礎的研究	北海道大学 森永 祐加
PF18-01-R-014	タンパク質フォールディング機構解明に向けた人工分子シャペロン材料の開発	東京大学 藤田 大士
PF18-01-Y-016	高度に重水素化したタンパク質と脂質との相互作用解析法の開発	慶應義塾大学 大澤 匡範
PF18-01-Y-017	動的構造解析に基づく G 蛋白質共役型受容体を介したシグナル伝達メカニズムの解明	東京大学 嶋田 一夫
PF18-01-R-018	タンパク質における特異なプロトン化状態の、NMR による直接観測とそのため の手法開発	首都大学東京 三島 正規
PF18-01-R-019	最大 10 気圧までの高分子材料－気体系の NMR スペクトルでわかる材料の構造と物性	名古屋工業大学 吉水 広明
PF18-01-H-020	FG-MAS プローブによる液-液相分離したタンパク質と水和水の解析	大阪大学 田巻 初
PF18-01-R-021	蛋白質立体構造のアンサンブル解析	首都大学東京 池谷 鉄兵
PF19-01-R-022	抗体医薬の高機能化に向けた NMR による抗体の構造解析	自然科学研究機構 加藤 晃一
PF19-01-R-023	蛋白質安定化と光異性化による NMR 構造測定	帝京平成大学 西村 千秋
PF19-01-R-024	RNA の立体構造解析のためのシグナル帰属支援プログラムの開発	(株)Veritas In Silico 篠 阿弥宇

PF19-01-R-025	13C02 で育成した樹木細胞壁の超高速 MAS-NMR による定量的構造解析	名古屋大学 青木 弾
PF19-01-H-026	NMR と高速原子間力顕微鏡による小胞体内シャペロンの動的構造解析	東北大学 奥村 正樹

- ・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン 5 名（うち 2 名は本事業にて雇用）、施設共用技術指導研究員 3 名、NMR 測定解析技術高度化担当者 6 名、技術スタッフ 1 名、を配置した。
- ・新規分野からの参入を加速するためのトライアル利用希望の問い合わせは 1 件あった。ただし、実施内容の打ち合わせにおいてこれまでの研究内容を精査した結果、NMR 測定の実施前にあらかじめ確認すべき項目が複数明らかとなり、検討中に年度末を迎えた。現在、試料調製法の検討中で、準備ができ次第、利用予定である。（利用件数は 0 件）

③ワンストップサービスの設置

- ・NMR 共用プラットフォームポータルサイトに公募情報やイベントの開催案内等を適宜、掲載する事で内容を充実させ、ワンストップサービスの質の向上に努めた。NMR 共用プラットフォームポータルサイトでは、理化学研究所、横浜市立大学、大阪大学、北海道大学の NMR 施設の装置情報を検索できる機能を有しており、また NMR 施設の利用案内、イベントの開催情報、利用事例、教育教材等を掲載している。NMR 共用プラットフォームポータルサイトのアクセス数は 302,605 件/年であり、問い合わせフォームには 4 件の連絡があった。
- ・ワンストップサービス窓口を開設し、プラットフォーム運営担当者を配置した。

④共用機器

- ・600～900MHz の溶液及び固体 NMR 装置で構成。サンプルを自動で測定することが可能なサンプルチェンジャーや、2 つの測定を同時に行うことができる装置、さらに多核種を測定できるプローブなど、様々な用途に対応した。

⑤人材育成

- ・講習会、セミナーやシンポジウム等の開催については、各参画機関が主体のもと、詳細な実施場所、時期等について運営委員会で情報共有しながら検討を行った。必要に応じて学会等のコミュニティと連携し

て開催し、コミュニティの結成・強化に貢献するとともに、こうした情報共有を通じて専門スタッフの人材育成を行った。

表 2. 平成 31 年度における講習会・セミナー・シンポジウム

開催日	タイトル
令和元年	
5 月 16 日、17 日	北大装置実習コース「固体・基礎」【第 1 回】
6 月 5 日、6 日	北大装置実習コース「蛋白質・基礎」【第 1 回】
6 月 6 日、7 日	大阪大学蛋白質研究所 NMR 装置群利用者講習会
6 月 12 日、13 日	日仏中国際固体 NMR ワークショップ（理化学研究所）
6 月 28 日	よこはま NMR 研究会 第 62 回ワークショップ「令和最初の NMR」（横浜市立大学）
7 月 11 日、12 日	北大装置実習コース「固体・基礎」【第 2 回】
7 月 16 日、17 日	北大装置実習コース「蛋白質・応用」【第 1 回】
7 月 29 日	NMR セミナー（北海道大学）
8 月 28 日、29 日	北大装置実習コース「固体・HR-MAS」【第 1 回】
9 月 11 日、12 日	北大装置実習コース「固体・基礎」【第 3 回】
9 月 21 日	理化学研究所・横浜市立大学一般公開 セミナー
10 月 17 日	文部科学省先端研究基盤共用促進事業 NMR 共用プラットフォームシンポジウム 2019「創薬から食品・先端材料まで」（大阪）
10 月 17 日、18 日	北大装置実習コース「蛋白質・基礎」【第 2 回】
10 月 23 日、24 日	北大装置実習コース「固体・HR-MAS」【第 2 回】
11 月 12 日、13 日	北大装置実習コース「蛋白質・基礎」【第 3 回】
11 月 29 日	創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム：BINDS 第 2 回「創薬支援 NMR」（大阪大学）
12 月 5 日、6 日	北大装置実習コース「蛋白質・応用」【第 2 回】
12 月 11 日	日本化粧品技術者 NMR 見学会 施設紹介・事業紹介（横浜市立大学）
12 月 12 日	高磁場・高感度 NMR 利活用促進のための天然物分野シンポジウム 2019（理化学研究所）
令和 2 年	
1 月 16 日	よこはま NMR 研究会 第 63 回ワークショップ「液相分離」（横浜市立大学）

⑥ノウハウ・データの蓄積・共有、利用システムの標準化、技術の高度化に向けた利用支援（利用と機器開発の連携拡大）等

- ・ NMR 技術領域に関連する既存データベース（例：PDB/BMRB（大阪大学、ウィスコンシン大）、多糖類の NMR データベース（公益財団法人野口研究所）、天然物 NMR データベース（日本電子株式会社））との連携に関する検討を進めるとともに、知識蓄積・共有の効率化のために、データ品質管理を行うソフトウェアの整備を行った。
- ・ NMR 共用プラットフォームポータルサイトの充実により、事業紹介や NMR 利用公募、教育関係では ICT 教育教材の配信、装置実習・講習会の案内のほか、国際シンポジウム等の広報活動に活用した。

⑦コミュニティ形成、国際的ネットワーク構築

- ・ JASIS2019 に出展し、NMR-PF の取組について広報活動を行った。
- ・ NMR-PF シンポジウム「全国に広がる最先端 NMR の外部利用ネットワーク～創薬から食品・先端材料まで～」を開催し、産学ユーザーを交えて高磁場 NMR を核としたプラットフォームの新たな展開についての発表や意見交換を行った。
- ・ 欧米の NMR プラットフォーム、アジアにおける NMR プラットフォームと世界的な技術協力と連携体制による国際的ネットワークの構築に向けた準備、検討を進めた。
- ・ 超高磁場 NMR を導入する韓国 KBSI と東アジアでの NMR プラットフォームと技術協力と連携体制について検討した。

⑧その他

外部共用件数については例年並みの利用であった。今後はさらにこれまで高磁場 NMR を利用してこなかった分野（ゴム・タイヤ業界、材料化学メーカーなど高分子化学分野、農林水産業、医療分析）への利用を促進することとしたい。

表 3. 施設毎の外部共用件数

		理研	北大	市大	阪大	横計 (件)
1. 利用件数（有償）	(1) 企業等	54	17	11	42	124
	(2) 大学等	1	25	0	1	27
	計	55	42	11	43	151

2. 利用件数（無償）	(1) 企業等	3	0	0	0	3
	(2) 大学等	44	2	1	0	47
	計	47	2	1	0	50
3. 利用件数（計） （1 + 2）	(1) 企業等	57	17	11	42	127
	(2) 大学等	45	27	1	1	74
	合計	102	44	12	43	201

表 4. NMR 共用プラットフォームの NMR 装置リスト

機関名	対象施設・設備名	メーカー
国立研究開発法人 理化学研究所	NMR 施設 600 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 600 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 600 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
	NMR 施設 600 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
	NMR 施設 700 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 700 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 700 MHz 固体 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 700 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
	NMR 施設 800 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 800 MHz 固体 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 900 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 900 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	NMR 施設 900 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
公立大学法人 横浜市立大学	大学院生命医科学研究科 950 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	大学院生命医科学研究科 800 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	大学院生命医科学研究科 700 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)

	大学院生命医科学研究科 600 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
国立大学法人 大阪大学	蛋白質研究所 950 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	蛋白質研究所 800 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	蛋白質研究所 600 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	蛋白質研究所 500 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	蛋白質研究所 400 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	蛋白質研究所 700 MHz 固体 DNP NMR 装置	日本電子(株)
	蛋白質研究所 700 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
	蛋白質研究所 600 MHz 固体 DNP NMR 装置	日本電子(株)
	蛋白質研究所 500 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)
国立大学法人 北海道大学	先端 NMR ファシリティ 800 MHz 溶液 NMR 装置	アジレント・テクノロジー(株)
	先端 NMR ファシリティ 800 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	先端 NMR ファシリティ 600 MHz 溶液 NMR 装置	ブルカージャパン(株)
	先端 NMR ファシリティ 600 MHz 固体 NMR 装置	日本電子(株)

2. 3 実施内容（実施機関）

【機関名：公立大学法人横浜市立大学】

①利用支援体制の構築

- ・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン活動及び施設共用技術指導研究員を兼務するスタッフ 1 名、施設共用技術指導研究員 2 名、施設利用・技術指導監督者 1 名を配置するとともに、プラットフォーム内での連絡調整業務やセミナー等の運営を補助する事務補助者を配置した。

②共用機器

- ・500MHz～950MHz の溶液及び固体 NMR 装置で構成。950MHz の LC-NMR や独自開発した「タンパク質回収型フロークライオプローブ」を装着した 700MHz、480 本のオートサンプラーを装着した 800MHz のほか 600MHz や

500MHz を共用した（表 4 にリスト）。

- ・地震の影響により北大の NMR が使用できない状況への対応として、北大の NMR 支援の一部を横浜市大で行う措置を継続した。

【機関名：国立大学法人大阪大学】

①利用支援体制の構築

- ・高度利用支援体制を拡充させるため、技術分野に精通した専門スタッフとしてリエゾン 5 名（うち 3 名は本事業にて雇用）、事務補佐員 1 名を配置した。

②共用機器

- ・国内最大の磁場強度幅である 400MHz～950MHz の溶液及び固体 NMR 装置で構成。超高感度 700MHz 固体 DNP マジック角試料回転 NMR や極低温プローブを装備した 950 MHz 溶液 NMR などを共用した（表 4 にリスト）。

③人材育成

- ・新技術である高磁場 DNP-NMR 法について、一般ユーザーの利用を促進するためセミナーを令和元年 11 月 29 日に「創薬支援 NMR」の一部として開催した（表 2）。また、専門スタッフの技術向上を目指した人材育成も行った。
- ・一般企業ユーザーの教育や高度な知識、技術の普及をより一層進めることを趣旨として、蛋白質研究所 NMR 装置群の溶液 NMR ユーザーの中の希望者に対して、蛋白質研究所の装置（実機）を使った講習を行った（表 2「令和元年 6 月 6 日、7 日、NMR 装置群利用者講習会」）。

【機関名：国立大学法人北海道大学】

① 共用機器

- ・600MHz～800MHz の溶液及び固体 NMR 装置で構成。超高速 MAS（Magic Angle Spinning）、半固体試料測定可能な最新の固体 NMR 装置、微量試料測定にも対応した 800MHz 溶液 NMR 装置などから構成され、研究・産業分野の幅広いニーズに対応した（表 4 にリスト）。

②人材育成

- ・学生、分野外研究者、企業研究者の教育・学び直しに対応する研修プログラムの実施に向けて以下の 2 項目に取り組んだ。
ー北海道大学・オープンエデュケーションセンター(OEC)の教育リソース

を活用した ICT 教育システムの開発。
ー装置実習コースの開講・教材開発（表 2）。

2. 4 協力機関の取組状況

- ・日本電子株式会社及びブルカージャパン株式会社：ワークショップなどを通じて、NMR 技術の教育に貢献した。

III. フォローアップ調査項目

3. 1 分野融合・新興領域の拡大について

- ・平成 30 年度に引き続き、これまで案件が少なかった材料系などの新たな分野の研究者からの相談や利用を幅広く頂くようになった。本事業により、構造生物学系中心であった装置利用が、環境系、材料系、食品系での利用にまで広がり、それぞれの分野での研究者の交流につながり、新たな研究ネットワークが形成しつつある。
- ・NMR に関する日本核磁気共鳴学会、ESR に関する電子スピンサイエンス学会が共同して、「NMR 討論会・SEST2019 連合大会」令和元年 11 月に開催するとともに、世界最大の磁気共鳴国際会議 ISMAR2021 の日本開催の準備を行った。

3. 2 スタートアップ支援について

- ・平成 30 年度に引き続き海外の研究所から国内の大学に移籍した若手研究者が研究室立ち上げのサポートとして、NMR 施設をトライアル利用する事で速やかな NMR 利用研究体制の構築に寄与した。
- ・平成 30 年度に引き続き、装置を持たない NMR 研究者のスタートアップをサポートするために、科学研究費補助金での利用料の支払いを可能とする運営を継続した。
- ・平成 30 年度に引き続き、超高磁場 NMR 装置において「補助なし」測定料金を設定し、大幅なディスカウントを行うことで、装置を持たない NMR 研究者のサポートを行うとともに NMR 測定技術の習熟を促進した。また「補助なし」測定が可能な技術の習得を促進し、技術レベルを判定するため、講習会と試験を組み合わせるライセンス方式で実施した。

3. 3 共同研究・受託研究について

- ・理化学研究所では、過去 13 年間の共用事業活動から共同研究に発展した 5 件の課題について、5 報の研究論文を学術雑誌へ掲載することができた。
- ・共用事業の材料系課題を通して、これまで NMR を所有していなかった企

業の事業への NMR の有効性が明らかになった。このためこの企業は NMR を購入し、結果として、産業と NMR 全体の活性化につながった。

- ・大阪大学では、製薬企業、材料化学企業、分析機器メーカーと共同研究を実施した。特に、分析機器メーカーである(株)日本電子との共同研究では、世界最高感度を実現する DNP-NMR 装置を開発し、長時間安定して極低温高分解能 NMR 測定を可能にするための 1 つの特許申請、3 報の論文発表、本装置をプロトタイプとする 600MHz DNP NMR 装置の完成など技術的成果を生んだ。
- ・横浜市立大学では、平成 27 年度までの文部科学省先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業の活動から共同研究・有償利用に発展した製薬企業などの企業 3 社が平成 31 年度も継続して利用した。
- ・北海道大学では、過去の本事業での利用企業との間で共同研究に発展した事例において、平成 31 年度に 6 件の特許申請を行うことが出来た。また、本事業での NMR メタボロミクス分野での利用が産学官による共同研究に発展し、この事例を「NMR 共用プラットフォームシンポジウム 2019」において、「NMR 技術の地方での産業活用事例～沖縄県浦添市」として紹介した。

3. 4 試作機の導入・利用による技術の高度化について

- ・平成 31 年度は、NMR-PF の協力機関である Bruker との共同研究により導入された 600MHz ワイドボア NMR 装置が本格稼働し、理化学研究所にて独自開発したプローブを用いた最先端利用開発課題を実施し、試作機や技術の高度化に大いに役立てることができた。また、本共同研究により、1.3mm の超高速 MAS プローブが設置されたことにより、固体材料のフッ素観測が可能となり、歯科系の共同研究に発展させることができた。
- ・最先端利用開発課題「超高感度スピン相関高分解能 DNP-NMR 装置開発」などの DNP-NMR 法に関する課題では、NMR-PF にある超高磁場、高純度 He ガス供給、高出力テラヘルツ発生などを利用できる共用設備を利用して世界最高感度を実現する DNP-NMR 装置の試作機製作に貢献し、その装置が米国の研究機関へ納入された。

3. 5 ノウハウ・データ共有について

- ・生体系核磁気共鳴実験データベース BMRB に協力して、107 件のデータセットの登録および公開を行った。このデータ登録は国際協力事業であるが、全世界の登録の 13%を日本で実施した。NMR の創薬応用ニーズに対応するため、低分子リガンドなど生体系低分子化合物の登録に対応した

システム開発に協力した。

- ・平成 30 年度に引き続き、超高磁場 NMR 装置において「補助なし」測定料金を設定し、大幅なディスカウントを行うことで装置を持たない NMR 研究者のサポートを行うとともに NMR 測定技術の習熟を促進した。また、「補助なし」測定が可能な技術の習得を促進し、技術レベルを判定するため、講習会と試験を組み合わせるライセンス方式で実施した。(3. 2 に記載済み)

3. 6 技術専門職のスキル向上・キャリア形成について

- ・協力機関である日本電子株式会社及びブルカー・ジャパン株式会社と連携し、技術専門職向けに講習会を行う事で施設共用技術指導研究員の測定スキル向上に努めた。

3. 7 利用アンケートについて

最先端利用開発課題の利用者より下記の意見を頂いた。(利用アンケート原文のまま記載。ただし個人名は削除、又は“担当者”に置換)

- ・理研 NMR 施設の担当者は、我々がタンパク質 NMR 解析の完全な初心者にも関わらず、0 から丁寧に解析法を教示頂き、心よりの感謝を申し上げたい。施設・環境面での不満、改善要望は特になし。
- ・北大の施設を利用した。施設に常駐している技術員の方のレベルが高く、測定に関して色々と有意義な意見をいただくことができ、感謝している。技術職員が非常勤であり、移動する可能性があることを考えると楽観することはできない。また、地震による長時間停電の影響により、高磁場装置の先行きが見通せない状況になってしまっていると聞いている。この点も楽観できないと感じている。
- ・(大阪大学の)一部装置の設置環境について、極めて狭い場所なので、より広い部屋が利用できるとありがたい。
- ・NMR 装置はいつも整備された状況にあります。また測定に際して、対応してくださる担当者の方々には大変お世話になっており、とても気持ち良く利用させて頂いています。稀に NMR 装置にトラブルが発生した際にも、復旧、修理等も極めて迅速です。深く感謝申し上げます。以下、将来的な理想を思いつつまま書きます。海外の放射光施設で行われているように、利用者がサンプルを送付し、担当者がサンプルをセットしたらあとはリモートで測定ができるようになると便利です。また、クライオプローブ全盛ですので、プローブ交換は大変ですが、もう少しプローブの種類が多いと良いと思います。13C 内巻き(DCH 等)の数は1本では少ないと

思いますし、 ^{31}P , ^{15}N , ^{13}C , ^1H が使える QCI, ^{15}N の観測ができるクライオプローブ（例えば BBO）があると良いと思います。

- ・ 理化学研究所の計測、解析における密な情報提供・支援体制により、研究の展開が加速され、効率的に成果発表まで至ることができた。施設の素晴らしさを実感するとともに、大変感謝している。
- ・ 本施設を利用して良かった点：実施責任者は NMR 解析の素人であり、600MHz NMR 装置を使うことなど本来はできない立場であるが、理研スタッフに測定をフォローしていただくことで、無事に NMR 解析を行なって実験データを得ることができた。

「NMR 共用プラットフォームシンポジウム 2019」において、参加者より下記の意見を頂いた。（利用アンケート原文のまま記載）

- ・ 依頼する測定法等のアドバイスも助かっています。
- ・ 高感度具合を実感することができてとても良かったです。今後、適用を期待できる材料が出てくる可能性があると考えています。その際はぜひお願いします。
- ・ 工業化学分野の NMR 共用プラットフォーム利用には興味があります。ユーザー事例報告がさらに増えると嬉しいです。（希望場所：北海道・横市、溶液・固体、材料・高分子）
- ・ 委託分析メーカーとのすみわけができているのか。