

戦略的創造研究推進事業 —チーム型研究(CREST)—

「二次元機能性原子・分子薄膜の創製と 利用に資する基盤技術の創出」

(2014年度～2021年度)

研究領域 事後評価

研究総括: 黒部 篤

2022年3月4日(金)

報告内容

1. 戦略目標と研究領域の概要・領域設計
2. 研究成果の概要とトピックス
3. 総合所見

報告内容

1. 戦略目標と研究領域の概要・領域設計
2. 研究成果の概要とトピックス
3. 総合所見

1-1 戦略目標

平成26年度 戦略目標

「二次元機能性原子・分子薄膜による革新的部素材・デバイスの創製と応用展開」

達成目標

- 二次元機能性原子・分子薄膜のシーズ技術の先鋭化や多様性の拡大に資する新構造原子・分子薄膜及びその特性・機能を保持した革新的部素材・デバイスの創出
- 機能性原子・分子薄膜の特性・機能の研究による薄膜創成や部素材・デバイス設計に係る学理の創出
- 社会的ニーズに応える機能性原子・分子薄膜による多様な革新的部素材・デバイスに係る基盤技術の創出

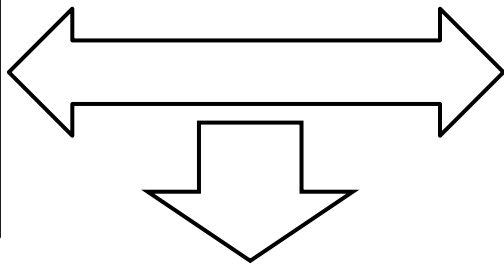
1-2 領域概要

CREST「二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に資する基盤技術の創出」

- 1) 二次元機能性原子・分子薄膜に着目し、新規な機能発現に関する現象の解明、新機能・新原理・新構造に基づくデバイスの創出を目指す。
- 2) 基礎基盤的アプローチから進めることにより、新たな価値の創造や新たな市場の創出等に繋げる道筋を示す。
- 3) 二次元機能性原子・分子薄膜の創製と利用に関する物性科学、合成化学、デバイス工学等を対象とする。
- 4) 互いの分野間が複合的に連携することで、革新的部素材・デバイスの実現に資する結晶成長技術、構造や物性の解明と制御のための計測・解析・加工プロセス技術、部素材・デバイス設計技術等の基盤創出、基礎学理の構築に取り組む。

1-3 研究総括としての狙い

従来技術の延長線上での微細加工による性能改善の限界



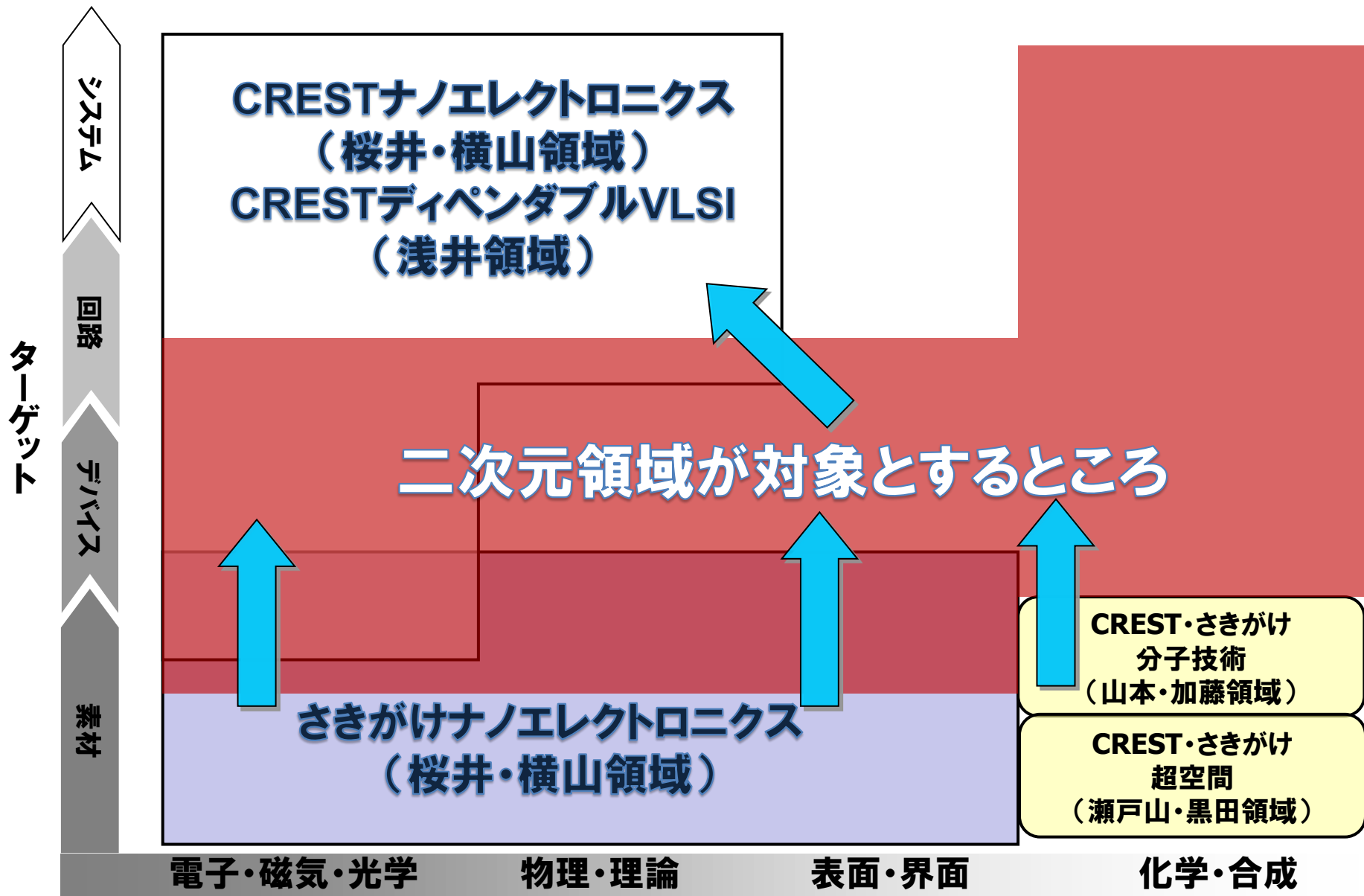
AI、IoTの普及による性能改善の要求
Low Power, Low cost
High Speed

新規材料、新規構造の探索

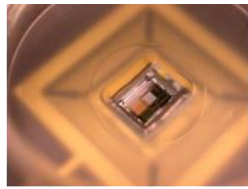
例) 化合物半導体材料、カーボンナノチューブ、
グラフェンなどのカーボンナノ材料やナノワイア

- 本研究領域は**二次元材料**に着目
- 先行例の**グラフェン**や**ナノリボン**に加え、**トポロジカル絶縁体**、さらに**脂質二分子膜**など幅広い材料を対象
- **化学**分野では、合成・加工プロセスの構築、**工学**面では、**部素材・デバイスの設計**なども対象
- 二次元薄膜材料をベースに**デバイス機能化**を目指すことに軸足を置く
- 従来技術では到底実現できない**圧倒的な性能改善**、もしくは**新規機能**に資するものを目指す

1-4 他の研究領域との関係



1-5 想定されるシステム・デバイスへの展開



バイオセンサー
MEMS



高速光変調器



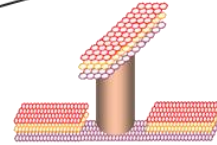
IC



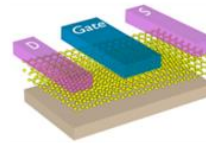
タッチパネル



蓄電池
キャパシター

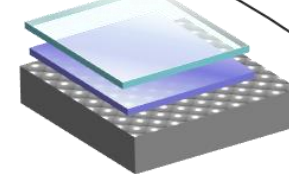


LSI配線

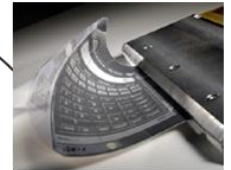


トランジスタ

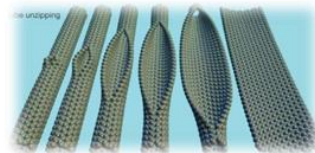
透明電極



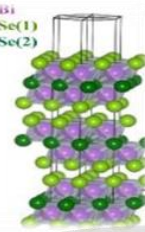
CVD法による大面積
・大量合成技術



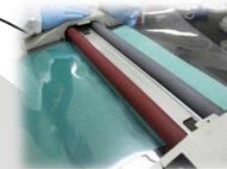
フレキシブル
ディスプレイ



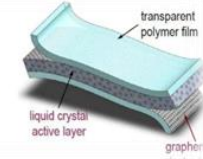
化学合成手法による
大面積・大量合成



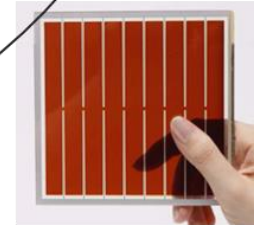
新物質
トポロジカル
絶縁体



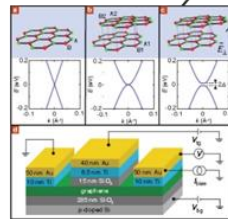
大面積・高速合成可能な
機械式剥離技術の開拓



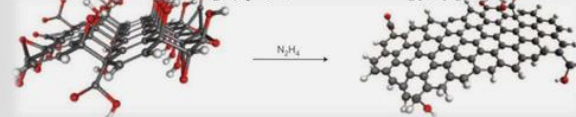
印刷技術



太陽電池

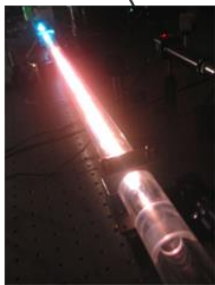


グラフェンをはじめとする
原子薄膜シート技術



シート技術先鋭化
多様性拡張

機能デバイス設計
学理の基盤形成



レーザー
テラヘルツデバイス

CRDS戦略プロポーザル二次元機能性原子薄膜による次世代ナノシステム・デバイス(2012.3)より

1-6 課題選考方針(1)

選考方針骨子1

評価の視点

- ① 実用的なアプリが想定され、その実現に向けたブレークスルーを生み出すための**基礎学理**の探求が期待されること
- ② 現時点ではアプリ・アイデアとしては柔らかいが、基礎学理の研究を通じて、将来の**アプリにブレークスルーをもたらすことを期待**させるような、**インパクト**のある研究テーマであること
- ③ 3年後くらいには、具体的な**アプリが想定できることを期待**

1-6 課題選考方針(2)

選考方針骨子2

出口イメージ: More MooreとMore than Mooreがある

- More Moore を狙う提案; デバイス性能だけでなく、**スケーリング可能性**を示すよう明記した。

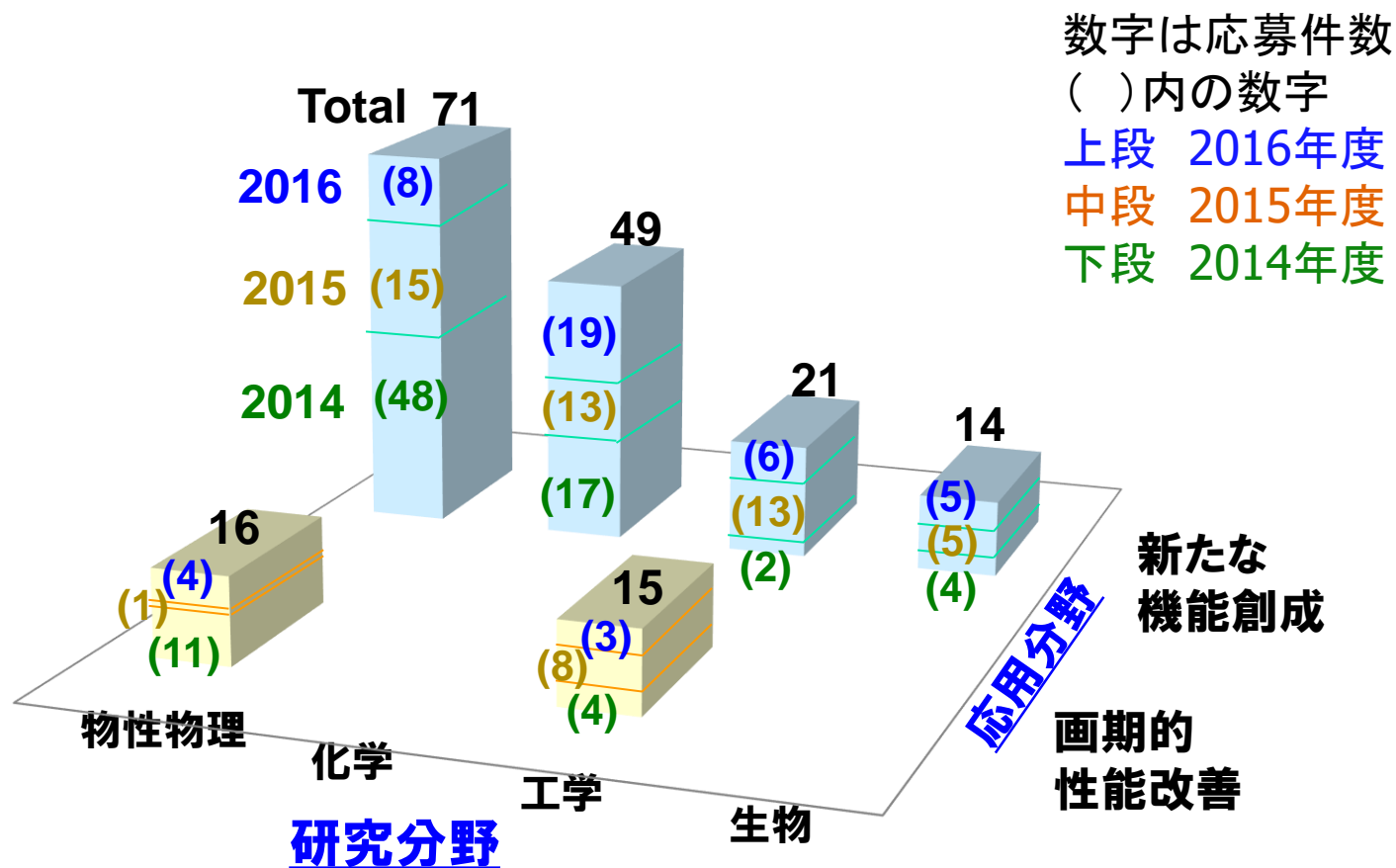
例) 高集積不揮発メモリ、ストレージクラスメモリ、Scaled CMOS など

- More Than Moore を狙う提案; 既存**デバイスの代替**もあるが、それ以外は、新たな**アプリの同時開拓**も必要とした。

例) 物理・化学センサー、低コスト高性能太陽電池、
熱電素子、新光源、LSI用配線材料、光素子用透明電極、
耐環境素材、二次電池用電極など

- 以上を踏まえ、**ベンチマーク**の記述を必須とした。

1-7 3年間の応募課題の分類



- 3年間の採択期間で186件の応募があり、11課題を採択
- 物性物理学分野からの応募が多かった
- 化学、工学から生物分野までに拡がりもあった

1-8 採択課題のポートフォリオ

2014年 採択3課題
 2015年 採択4課題
 2016年 採択4課題

応用分野

新機能展開

画期的性能改善

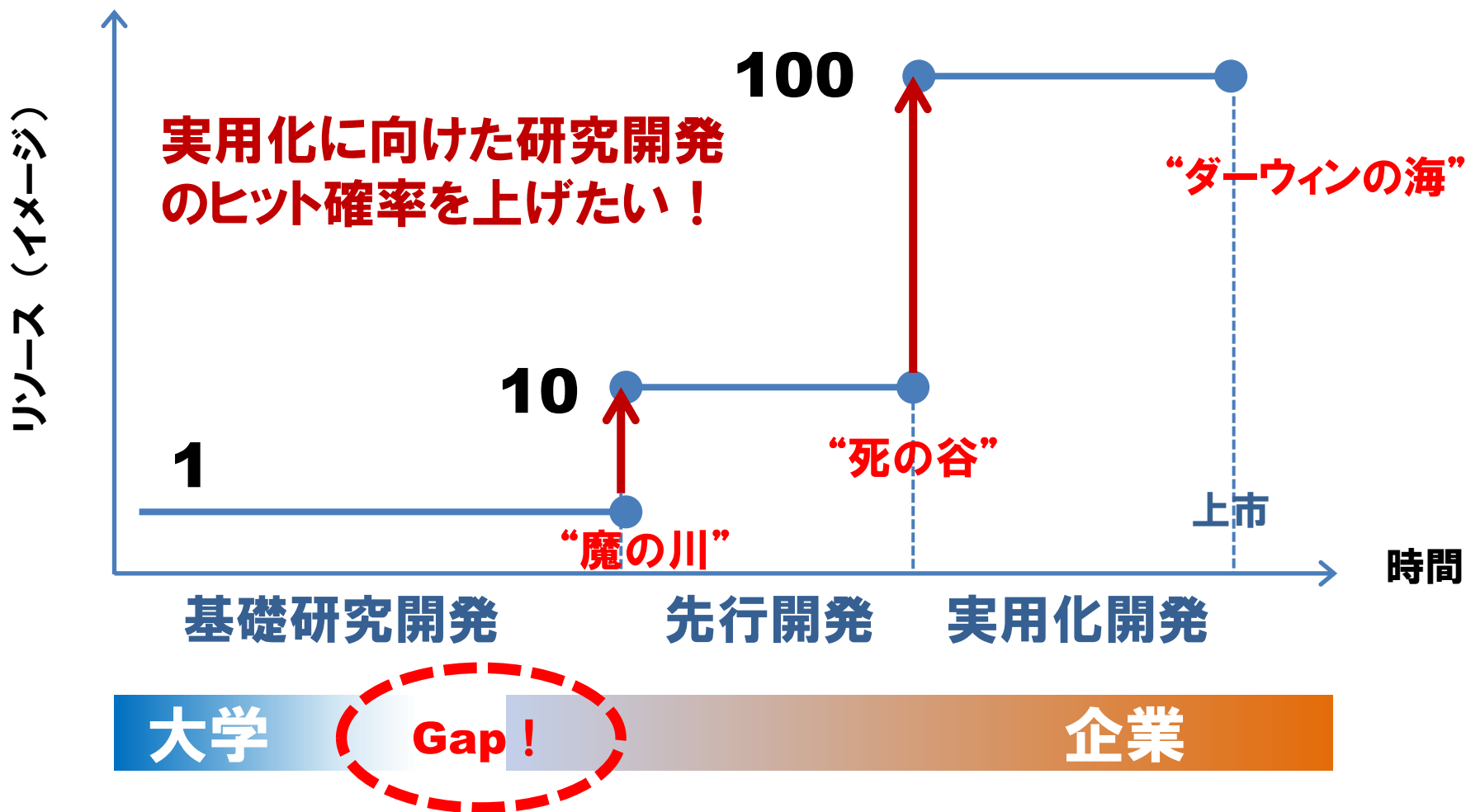


界面 グラフェン TMDC トポロジカル 化学 生物系

研究分野

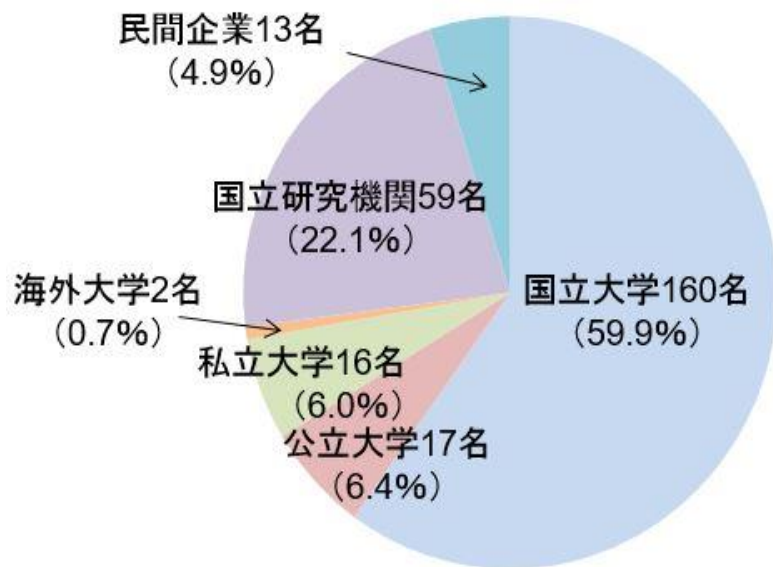
1-9 領域の運営

- シーズベースの基礎研究であるが、応用の視点は欠かせない。
- 将来実用化されて「もの」になりそうな斬新的なアイデアを期待。

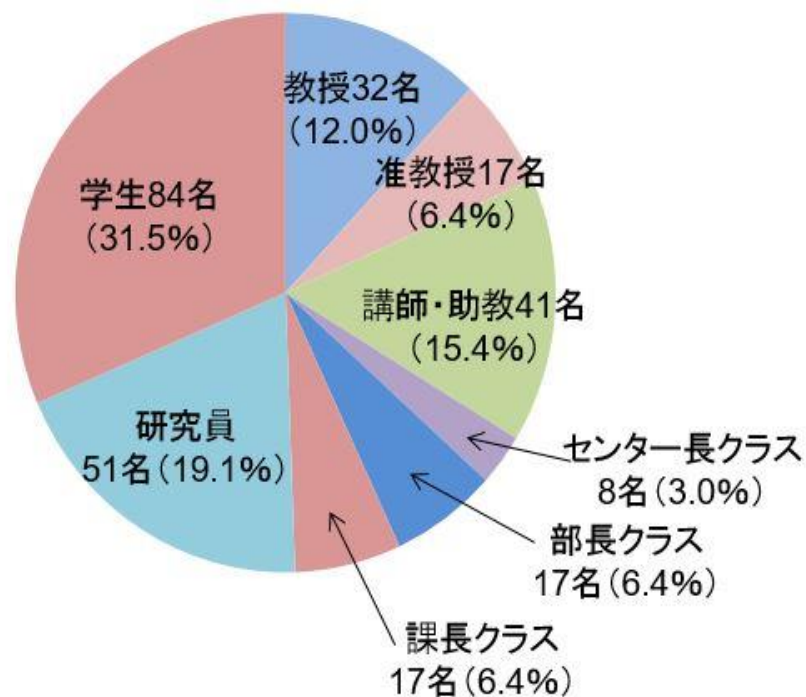


1-10 研究参加者の構成

所属機関



役職・身分



総勢 267名

- 大学等が3/4をしめる構成であり、1/3が学生で構成されている。
- 各研究チームには若手育成の重要性を指摘している。
- なお女性が10%、外国籍研究者が6%となっている。

1-11 領域アドバイザー

領域アドバイザー名	専門分野	現在の所属	役職	任期
榎 敏明	物理化学、 分子性物質の電子的・磁氣的性質	東京工業大学	名誉教授	2014年5月～
久保 孝史	構造有機化学	大阪大学 大学院理学研究科	教授	2014年5月～
小林 俊之	半導体電子物性、 半導体デバイス工学	ソニー(株) R&Dセンター先端研究部	リサーチャー	2014年5月～
齋藤 理一郎	固体物理学、 ナノチューブ、グラフェン	東北大学 大学院理学研究科	教授	2014年5月～
内藤 勝之	有機電子材料	元(株)東芝 研究開発センター	シニアフェロー	2014年5月～
永野 広作	有機電子材料	(株)カネカ	エグゼクティブ・ フェロー	2014年5月～
中村 志保	スピントロニクス、 スピン偏極表面分析・イメージング	キオクシア(株) メモリ技術研究所	参事	2014年5月～
長谷川 雅考	材料工学、炭素材料	産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門	上級主任研究員	2014年5月～
三浦 佳子	高分子化学 生体関連高分子	九州大学 大学院工学研究院	教授	2014年5月～
横山 直樹	化合物半導体材料・デバイス、 ナノエレクトロニクス	富士通(株)	名誉フェロー	2014年5月～

1-11 領域アドバイザー 構成について

- 本研究領域は物性物理が中心になることを想定しながらも、化学分野からさらには生物系までの**広がり**を期待したいことから、**幅広い分野**よりに参画頂いた。
- CRESTさきがけ「**ナノエレクトロニクス**」研究領域との**連携**から横山直樹副総括に、基礎学術との連携から科学研究費補助金新学術領域研究「**原子層科学**」の齋藤理一郎領域代表に、それぞれ参画頂いた。
- 本領域では**デバイス化を意識**することから半数に当たる**5名**の方は**企業系アドバイザー**(とくに、基礎研究の経験のある研究者)とした。

報告内容

1. 戦略目標と研究領域の概要・領域設計
2. 研究成果の概要とトピックス
3. 総合所見

2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<1>

<コメント1>

知的財産については、課題ごとにばらつきがあるのみならず、全体としても必ずしも多いとは言えないので、後半戦に期待したい。

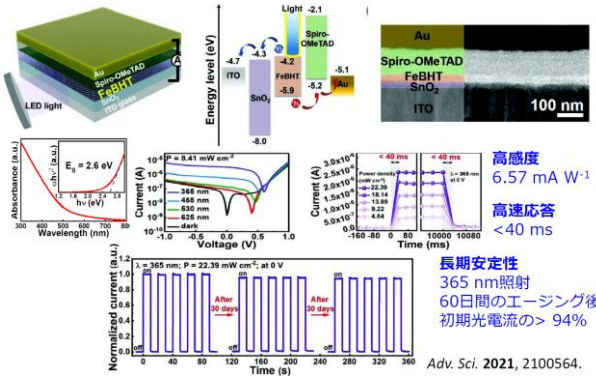
<対応状況>

- 知財権の獲得の重要性についてはアドバイザーとも協力し領域会議やサイトビジットなどあらゆる機会を捉え指導した。とくに、サイトビジットの研究報告では、特許が取れそうと思われる成果については出願を促した。
- **西原課題**は延長支援の目標として配位ナノシートの応用についての特許提案を置き、検討中含め**5件の提案**を行った。
- **平野課題**、**川崎課題**も特許提案に貢献した。
- 川崎課題からは**理論的なアプローチ**からの提案も行うべきと指摘し3件の提案に結びついた。
- 貢献のない課題は**厳しく評価**した。

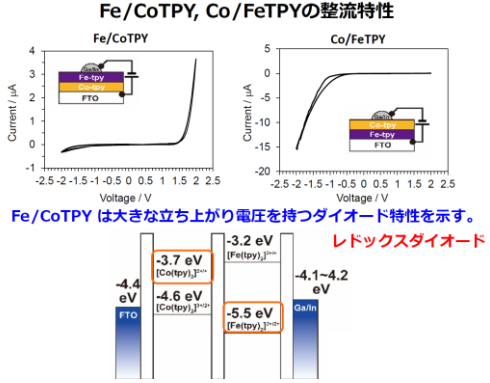
2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<1>

西原課題は1年延長期間に5件の特許出願

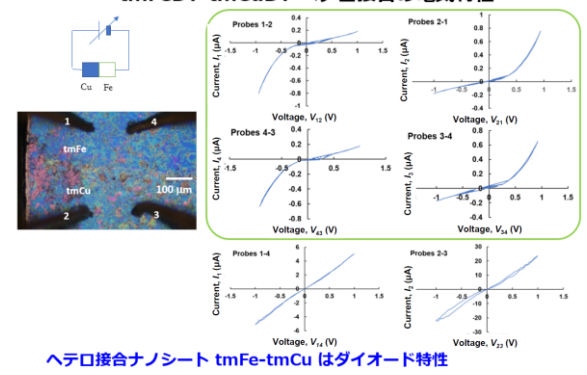
セルフパワーUV光検出器



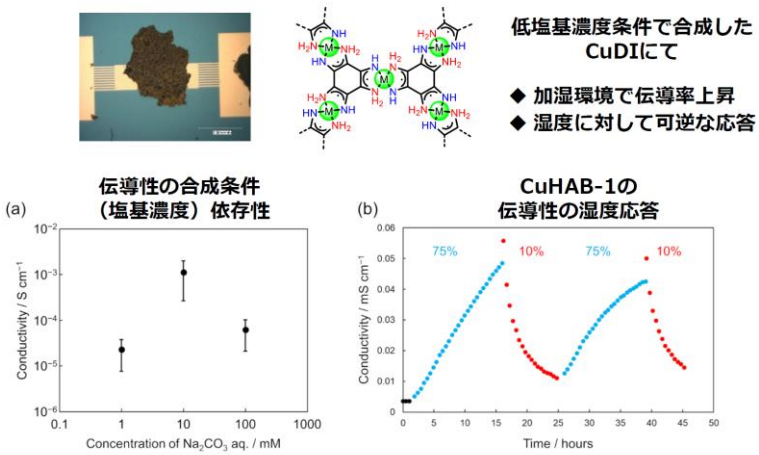
Fe/CoTPYのダイオード(縦型)



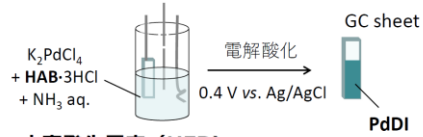
ヘテロ接合ダイオード(横型)



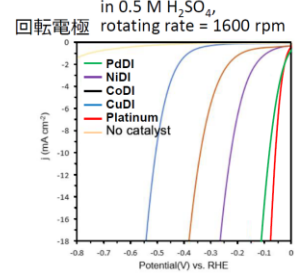
CuDIフィルムの電子・プロトン伝導



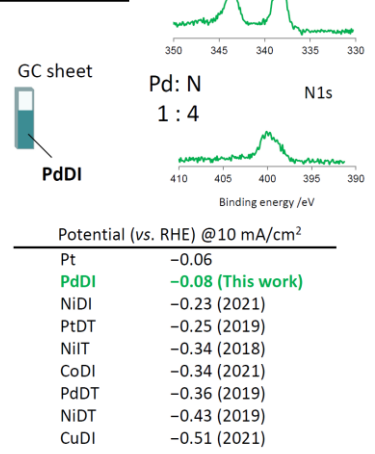
電解酸化合成



水素発生反応 (HER)



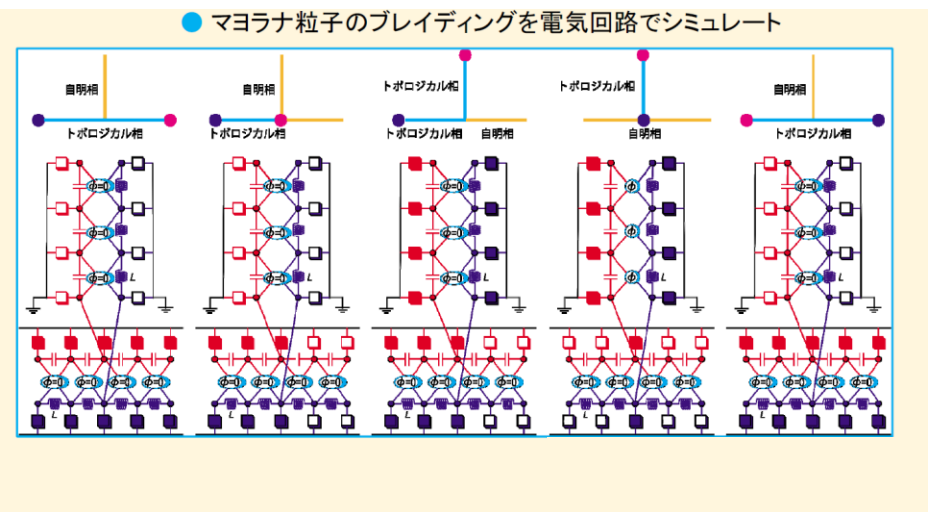
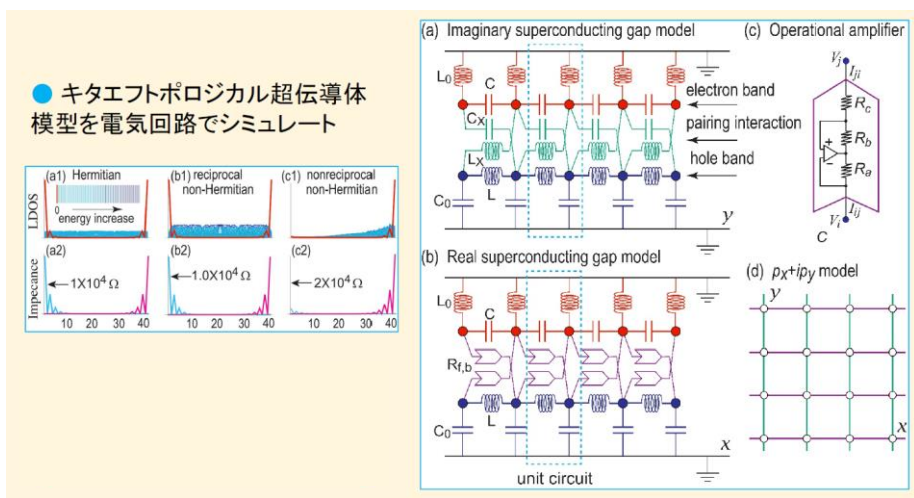
PdDIの電極触媒活性



2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<1>

川崎課題は、江澤先生のトポロジカル量子計算に関する電気回路シミュレーションによる理論的アプローチは是非出願すべきとサイトビジットで指摘し、国内3件、PCT1件を特許出願

- 江澤雅彦、「電気回路」に関する特許出願 出願日：2019年11月19日
- 江澤雅彦、「電気回路」に関する特許出願 出願日：2020年3月31日
- 江澤雅彦、「電気回路」に関する特許出願 出願日：2020年5月21日
- 江澤雅彦、「電気回路」に関するPCT国際特許出願 出願日：2020年10月27日



2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<2>

<コメント2>

選考時に『基礎学理、実用化のどちらか一方を探求するテーマは排除する』と宣言され、『基礎学理の構築とデバイス応用の双方の視点を包括する』課題を採択されたとの認識だが、それにもかかわらず、中間評価時では、**基礎中心の研究課題、あるいは実用化中心の研究課題と一方に偏っているように思われる研究課題が複数あった**。後半戦では、当初の理念に沿った研究姿勢で進めて頂けることを期待する。

<対応状況>

- 基礎研究色が強い課題もあるが、**時間軸が異なるもののすべての課題が出口イメージ**を共同研究者と共有して研究を推進するよう領域会議などで指導した。
- 川崎課題はトポロジカル絶縁体のジュール熱を発しない非散逸エッジ流で動作する素子の**実用化に必要な物性の確認**に取り組んでいる。磁場反転のためには独自に開発したSOT材料もあるが、低消費化にはマルチフェロイクスが必要との見立て。
- 笹川課題も**将来のトポロジカル量子計算実現**に向けマヨラナ準粒子の検出、制御に挑戦している。とくに最近、町田課題から教授されたスタンプ法で、トポロジカル計算の基本素子が作製可能であることを発案し実証に向けてデバイス試作を検討中。
- いずれの課題も実現には**10年、20年のレンジ**で研究を継続すべきテーマである。
- 一方で、平野課題は脂質二分子膜の**センサ応用が先行**していたが、**チャネル開閉メカニズムを学理として解明**すべきと指導した。
- ともすると学理的な興味が先行したり、結果のわかりやすい性能評価にとらわれたりすることがある。出口を踏まえた学理の意義や性能改善のメカニズムを問いかけることで**基礎学理の構築と応用展開のバランス**を取るよう運営した。

2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<2>

川崎課題

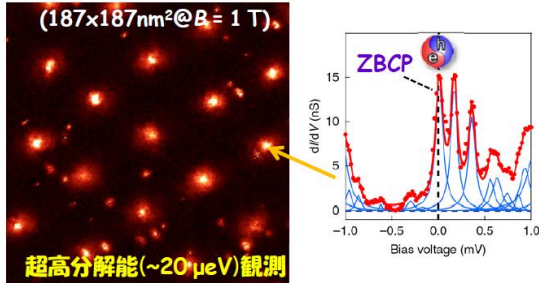
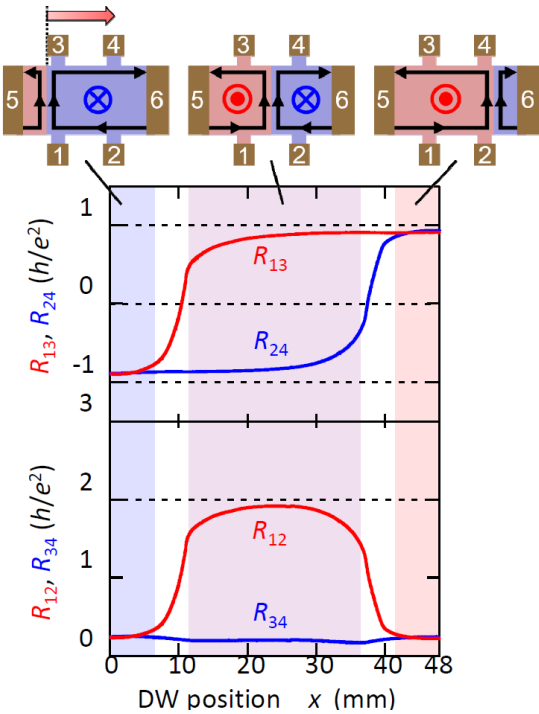
磁壁におけるトポロジカル電流を観測するなどデバイス化に一步步前進

笹川課題

マヨラナ準粒子の発生を実証

平野課題

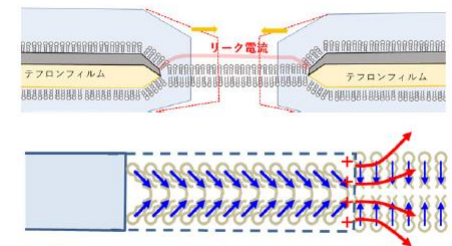
センサー応用からチャネル開閉メカニズムの学理へ展開



Nature Mater. 18, 811(2019).

**表面式/トポロジカル超伝導体の開発:
単独物質でマヨラナ準粒子が
発生できることを実験実証!!**

電気二重層: 数10 nm ~ 数10 μm



センサー等の応用から学理構築に発展

基礎研究色が強いが量子デバイス、量子コンピュータといった応用も意識

2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<3>

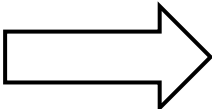
<コメント3>

本研究領域内における**チーム間連携(共同研究)**としては、どのようにアドバイスをを行い、具体的な成果としてはどのような共著論文や特許に結びついたのか、後半戦では、その辺を具体的に明示して欲しい。

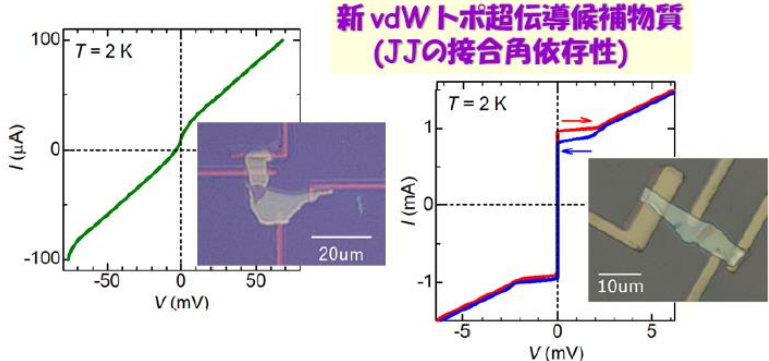
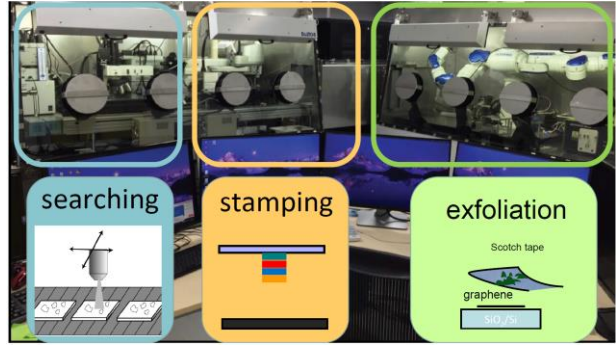
<対応状況>

- 領域会議の発表は**分野ごとにセッション**を組み、「学術的な成果と将来の応用可能性」といった発表テーマを与え、領域アドバイザーがファシリテーションすることで**研究内容が共有化**され共同研究から12報の共著論文に結びついている。
- またサイトビジットで課題を解決するため、他のチームとの共同研究を紹介した。その結果、**笹川チームは町田チームのファンデルワールス超格子作製手法**を活用し**ジョセフソン接合**を作製することでマヨラナ準粒子の制御に近づく成果を上げている。

町田T: ファンデルワールス超格子作製システム



笹川T: ジョセフソン接合に展開



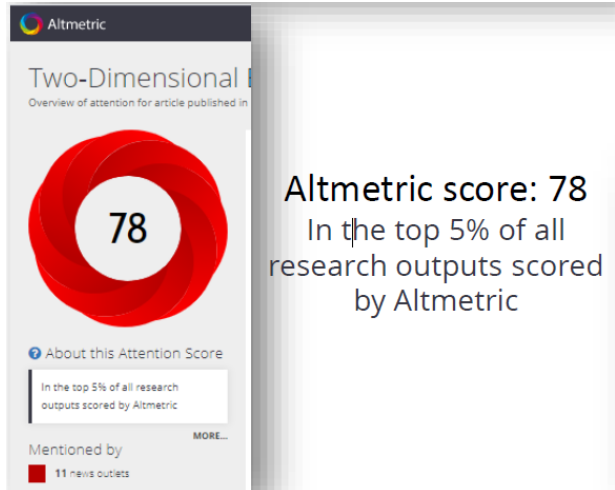
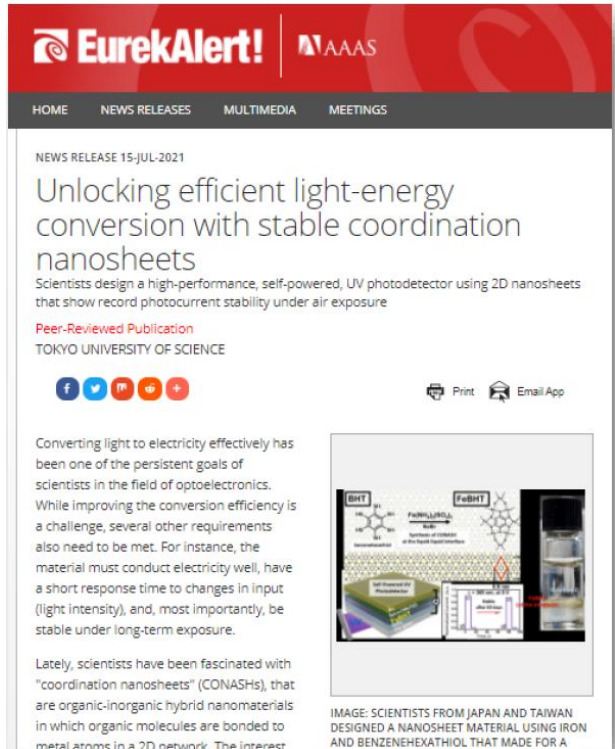
2-1 研究領域中間評価時コメントへの対応<4>

<コメント4>

プレスリリースに関する多くの研究グループが実施しているわけではなく、偏りがある。オリジナルな研究成果が達成された場合には、より一層、積極的なプレスリリースの実施を期待する。

<対応状況>

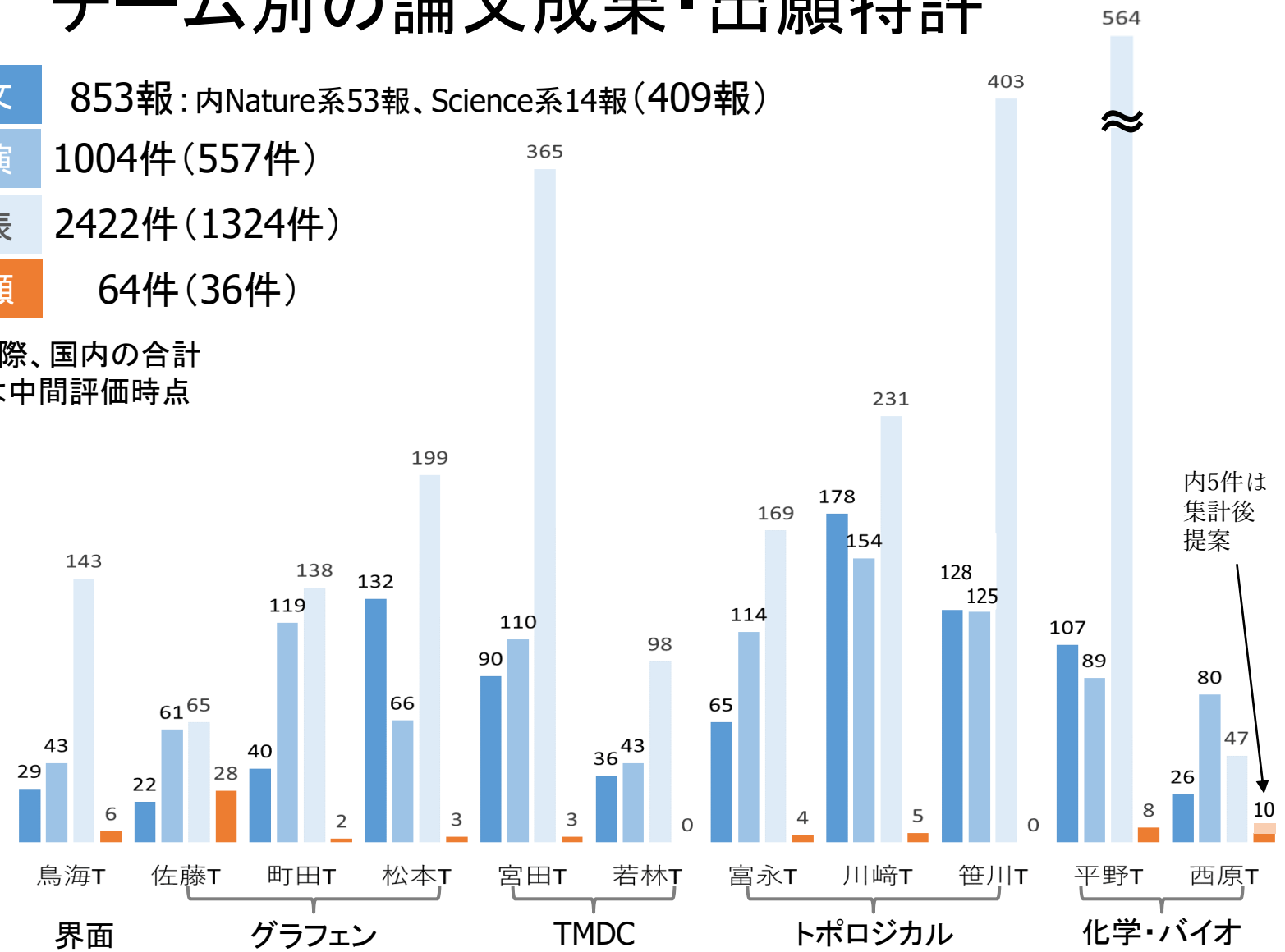
- プレスリリースは成果発信としての重要性を領域会議で強調している。
- 当初は川崎課題、笹川課題が中心であったが、後半も両課題のアクティビティが高いことに変化がないものの西原課題、佐藤課題、宮田課題のプレスリリースも出てきた。
- 特に西原チームは海外にも発信し、Altmetricにて高いスコアを得た。



2-2 チーム別の論文成果・出願特許

原著論文	853報：内Nature系53報、Science系14報（409報）
招待講演	1004件（557件）
口頭発表	2422件（1324件）
特許出願	64件（36件）

数値は国際、国内の合計
 ()内は中間評価時点



- 中間評価以降もインパクトファクタの高い論文誌に掲載、招待講演は1000件を超えている
- 特許は件数では増加は少ないが川崎Tは理論的アプローチから、西原Tは応用を踏まえた出願を実施

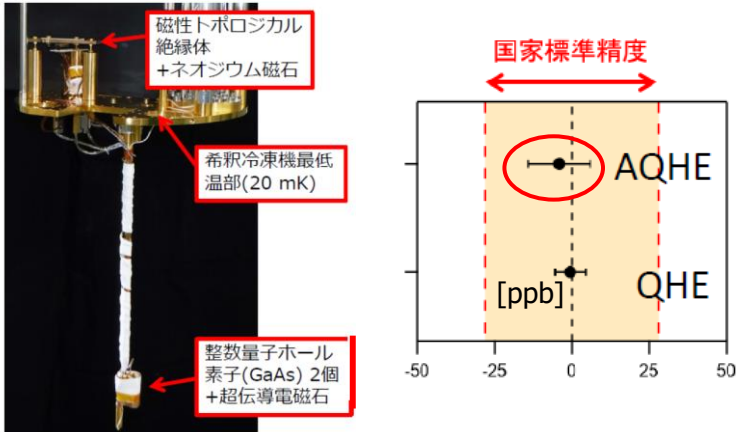
2-3 研究成果トピックス: Top Science

川崎課題

【狙い】トポロジカル物質による非散逸流で低消費電力デバイスの実現を目指す

【成果】

- 学術論文: 180報以上
- Nature/Science系: 25報
- 被引用Top1%: 10報
- Hot Paper(Top0.1%): 2報
- プレスリリース: 25件
- 磁壁における非散逸流の観測に成功
- 産総研と共同で抵抗標準も実現



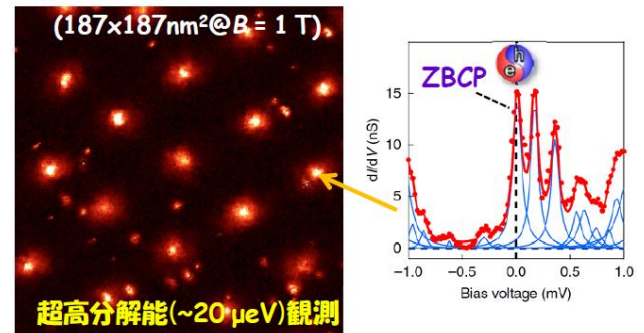
量子化異常ホール効果を利用した抵抗標準

笹川課題

【狙い】マヨラナ準粒子を制御し量子コンピュータの実現に資する

【成果】

- IF > 10以上の学術誌: 21報
- Nature/Science系: 17報
- 招待講演: 125件
- 新規材料開拓を実施
- マヨラナ準粒子の発生を実証
- マヨラナ準粒子の手がかりも得る



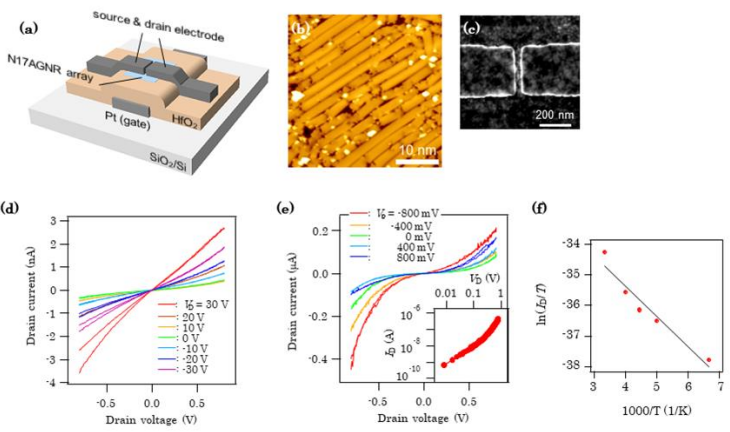
Nature Mater. 18, 811 (2019).

表面式/トポロジカル超伝導体の開発:
単独物質でマヨラナ準粒子が
発生できることを実験実証!!

2-3 研究成果トピックス: グラフェン

佐藤課題

【狙い】バンドギャップのないグラフェンをナリボン(GNR)とすることでデバイス化を目指した。

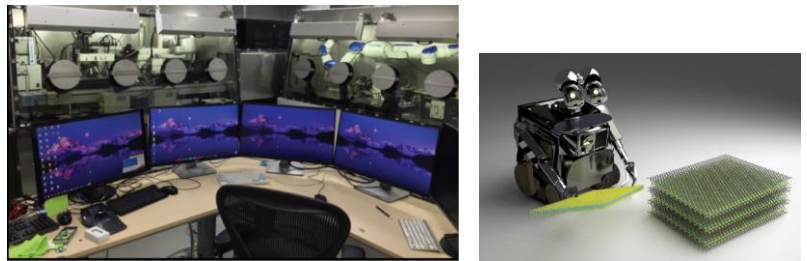


【成果】

- ボトムアップ・プロセスの有効性を確認
- GNRのエッジをフッ素や臭素を修飾することで広い幅でバンドギャップの制御が可能となることを理論的に見出す
- フッ素修飾はGeに近いバンドギャップが期待され第一原理計算で最適な前駆体の形状を解析し、世界で初めて17-AGNRの合成に成功

町田課題

【狙い】ファンデルワールス超格子でテラヘルツ発振を狙う



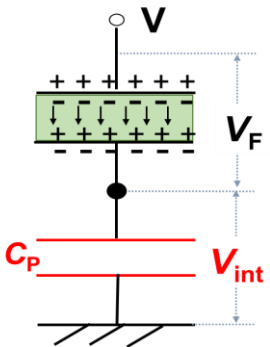
【成果】

- 超格子作成システムは完成。Nature Nanotech誌のNews & Viewsに取り上げられた。
- 機械学習を導入し特徴量から二次元物質の原子層数判別が可能となる
- 二次元物質の回転や移動などが可能になり、ツイスト角の精密制御を実現
- テラヘルツ発振は実現できていないが、その検討を進める中、以下の物性研究が進んだ。
 - ✓ 単層TMDのダーク励起子ダイナミクス
 - ✓ グラフェン-超伝導体間における熱輸送
 - ✓ ホイスラー合金からグラフェンへの電子スピン注入
 - ✓ ファンデルワールス磁気トンネル接合
 - ✓ ファンデルワールスジョセフソン接合
 - ✓ グラフェン/NbSe2接合での近接効果とAndreev反射

2-3 研究成果トピックス: デバイス

鳥海課題

【狙い】CMOS FETの低電力動作で重要な **Steep Slope**の実現にあたりVO₂のモット転移の応用、ネガティブキャパシタンス・トランジスタ(NC-FET)の検討に取り組んだ。



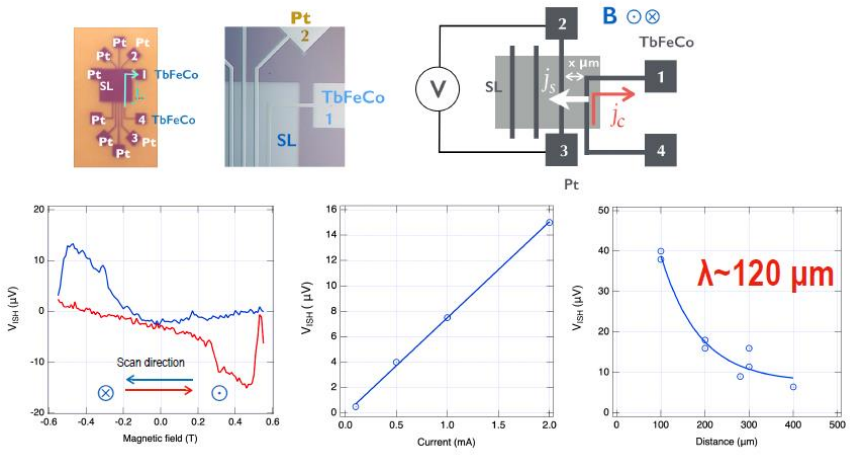
強誘電体を用いたNC-FET強誘電体の分極反転電荷に注目しモデル化

【成果】

- モット転移は「さきがけ」へ展開し、NC-FETの検討に注力
- 電荷の振る舞いに立脚したモデルを提案
- 半導体の著名な国際学会IEDMにて発表することで議論
- **クロック回路等**の常に動作しているブロックのみで効果があるのが結論

富永課題

【狙い】カルコゲン化合物超格子によるデバイス実現を目指す



【成果】

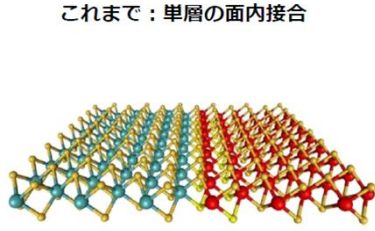
- 成膜は産業化に向けた**スパッタ**を採用
- デバイス動作は**室温**
- **100umを超えるスピン伝導**を確認
- **スピン流制御デバイス**への展開を目指し企業との**共同研究を開始**

2-3 研究成果トピックス: TMDC

バンドギャップのないグラフェンに対しバンドエンジニアリングが可能な遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)が注目されており2課題採択した

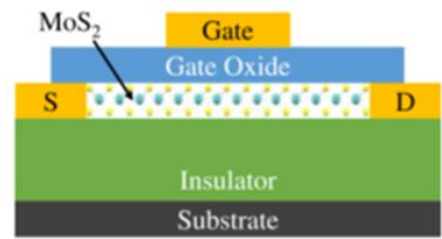
宮田課題

【狙い】単原子層横方向ヘテロ接合によるトンネルFETの実現を目指すというアグレッシブな課題である



若林課題

【狙い】デバイス構造はシンプルでスパッタによるTMDC膜をLSIで培った技術で高品位化をねらう



【成果】

- 単層では高濃度ドーピングに課題があり研究後半では多層構造にシフト
- ダイオード特性まで確認

【成果】

- ZrS₂では1250cm²/V-sという高いホール移動度を実現
- デバイス化するとその高い移動度を生かした性能を実現できていない。

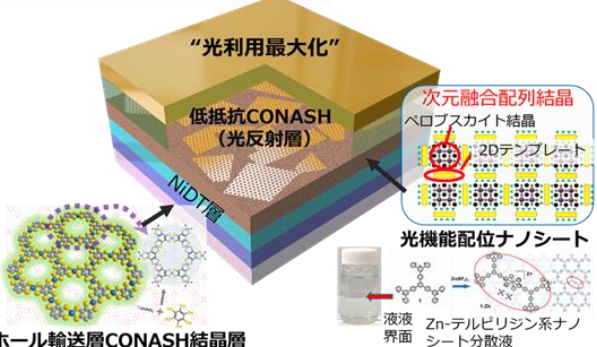
- 両課題とも成膜までは順調に進んでいるが、デバイス化は今後の課題
- 学会ではコンタクト抵抗が問題となっているが、両課題とも解決の糸口を掴みつつある。

2-3 研究成果トピックス: 化学・バイオ分野

西原課題

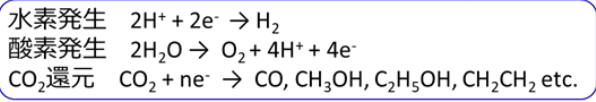
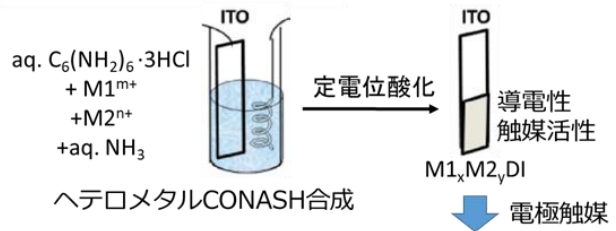
【狙い】配位ナノシートのユニークな構造・性質・現象の探求と機能応用を目指す

高効率CONASH太陽電池



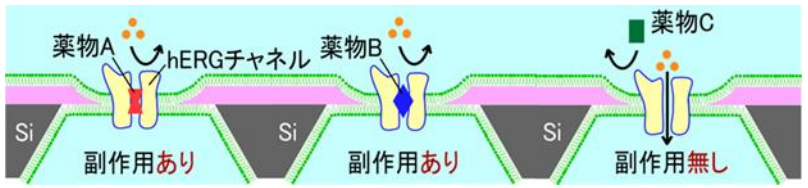
ホール輸送層CONASH結晶層

高性能CONASH電極触媒



平野課題

【狙い】脂質二分子膜を二次元膜にとらえ、水溶液中で機能するセンサの実現を目指す



【成果】

- 副作用評価センサといった具体的な応用を想定
- 包埋確率が低い問題はサンプル作製と観測・解析をQTATで実施し解決
- その結果、遺伝子からチャンネルタンパク質を合成する無細胞タンパク質合成技術によりテーラーメイド医療へも展開可能に
- チャンネル開閉メカニズムの学理にも貢献

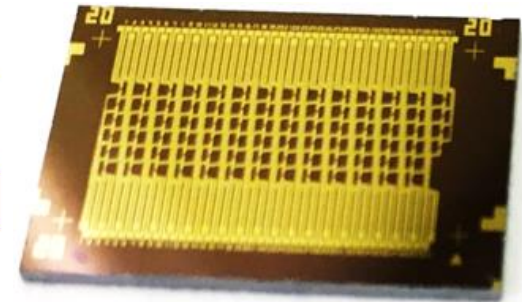
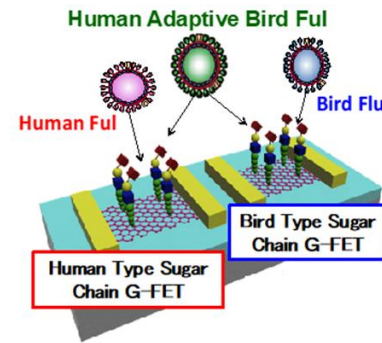
【成果】

- 多岐にわたる応用が提案された
- 特に水素発生等はカーボンニュートラルという視点で意義深い

2-3 研究成果トピックス: 医工学連携

松本課題

【狙い】グラフェンFETというナノテクノロジーを推進してきた研究代表者を中心に、センサー機能を持たせる糖鎖の研究グループ、さらに対象となるインフルエンザウイルスを研究するグループが参画した医工学連携チームで高感度ウイルスセンサーの実現を目指す



糖鎖修飾グラフェンFETによるウイルスセンサ (左)とアレイ・チップ(右)

【成果】

- グラフェンFET検出の基本原理は確認
- 通常100万個以上のウイルスが必要であるが、原理的にわずか3個のインフルエンザウイルスで検出が可能
- 国際強化支援を活用することでエジプトでのフィールド試験を実施
- 測定値のドリフトやバラツキの問題は、フォトレジスト・フリー・プロセスやデバイス構造の工夫で解決
- デバイス試作の再現性やばらつき低減を実現し、アレイチップの製作が可能に
- 夾雑物の排除やグラフェンはがれ防止の手法も開発
- その結果、概念実証をめざした未来社会創造事業に採択
- 研究終盤はCOVID-19の検出にも着手
- 企業も研究チームに参加ナノテク展で産学連携賞を受賞



ナノテク大賞 産学連携賞受賞 (2018年2月)

2-4 EU Graphene Flagshipとのワークショップ

第1回 2015年10月31日～11月2日 東北大学の東京分室

第2回 2017年5月6日～8日 スペイン・バルセロナUniversitat Autònoma

第3回 2018年11月19日～11月21日 東北大学片平キャンパス

以上、中間評価にて報告

第4回 2019年11月18日～11月20日 イタリア・ピサ大学



会場の様子

2020年度はCOVID-19感染拡大で中止

2021年になってもコロナ禍の状況が改善されず、

2021年10月25日にOn Lineで開催し、互いの研究進捗を発表し意見交換を実施

On Lineワークショップ参加者

2-5 アウトリーチ

- International Workshop on TMDC Materials and Devices (2017年3月2日)
 - 2017 WINDS 2017における成果発表 (2017年11月26日-12月1日 @ハワイ島)
 - EDTMに連携したワークショップ (2018年3月16日 @神戸)
- 以上、中間評価にて報告

- EDTMに連携したワークショップ (2019年3月16日 @シンガポール)



招待講演中のKah-Wee Ang教授

- Okinawa Colloids 2019におけるワークショップ (2019年11月8日 @沖縄)



ワークショップ発表者

2-6 主な受賞、フェロー就任

- ◇富永チーム
富永淳二(研究代表者):本多フロンティア賞 2016/5/27
村上修一(主たる共同研究者):井上学術賞 2017/2/3
村上修一(主たる共同研究者): American Physical Society Fellow 2018/3/6
- ◇鳥海チーム
鳥海明(研究代表者):応用物理学会業績賞 2018/3/17
- ◇平野チーム
平野愛弓(研究代表者):応用物理学会フェロー 2019/9/18
平野愛弓(研究代表者):日本表面真空学会フェロー 2020/11/19
- ◇佐藤チーム
佐藤信太郎(研究代表者):応用物理学会フェロー 2018/9/18
山田容子(主たる共同研究者):日本化学会学術賞 2019/3/17
- ◇西原チーム
西原寛(研究代表者):日本化学会賞 2016/3/26
- ◇町田チーム
谷口尚(主たる共同研究者):リサーチフロントアワード(トムソン・ロイター) 2016/10/21
渡邊賢司(研究参加者):リサーチフロントアワード(トムソン・ロイター) 2016/10/21
小野寺桃子(研究参加者):ロレアル・ユネスコ女性科学者日本奨励賞 2020/7/20
- ◇川崎チーム
永長直人(研究参加者):紫綬褒章 2018/04/28
十倉好紀(主たる共同研究者): American Physical Society Fellow 2020/09/21
江澤雅彦(主たる共同研究者):久保亮五記念賞(井上科学振興財団) 2020/10/03
川崎雅司(研究代表者):紫綬褒章 2020/11/03
十倉好紀(主たる共同研究者):令和2年度文化功労者 2020/11/04
永長直人(研究参加者):本多記念賞 2021/02/05
- ◇笹川チーム
笹川崇男(研究代表者):AAPPS/C.N. Yang Award 2016 2016/12/07
川口由紀(主たる共同研究者):久保亮五記念賞(井上科学振興財団) 2017/10/07
笹川崇男(研究代表者):フロンティアサロン第7回永瀬賞特別賞 2017/11/15
笹川崇男(研究代表者):井上学術賞 2020/02/04
川口由紀(主たる共同研究者):米沢富美子記念賞(日本物理学会) 2020/02/17
柏谷聡(主たる共同研究者):文部科学大臣表彰 2020/04/07
- ◇若林チーム
Kaustav Banerjee(主たる共同研究者):American Association for the Advancement of Science Fellow 2016/11/01
若林整(研究代表者):EDS BoG Members(IEEE) 2019/04/01

報告内容

1. 戦略目標と研究領域の概要・領域設計
2. 研究成果の概要とトピックス
3. 総合所見

3 総合所見

- 多くの先行研究の実績を有するチームによる186件に及ぶ提案の中からわずか11件の採択(採択率6%、戦略事業の平均は10%)であり、精鋭中の精鋭による研究チームである。
- その結果、国際論文誌への掲載が848報、国際会議での発表が1576件、内招待講演が578件とその成果は国内外から高く評価されている。
- 領域運営としてはデバイスの創出に軸足を置いたが、実現時期についてはスペクトルが広いことも勘案した。
- 知財に関しては、桁違いに大きな予算で推進されているEU Graphene Flagshipで、わずか70件(ただし登録数)にとどまっており、本領域の64件(出願数)は各研究チームが鋭意努力頂いた賜である。
- Graphene Flagshipの発表では171 Partners(課題数と想定)で4250件超のPublicationsであり、単純には比較できないがプロジェクト規模の差異を勘案すると、かなり健闘した。
- 出口については、アプリケーションそのものもMoving Targetであり、その意味でも基礎をしっかりとやることが重要である
- アプリとして新たに顕在化しているものとしてTMDCが最先端CMOSのチャネル材料としての期待、量子コンピュータの研究開発の急激な進展でクライオCMOSのような極低温で動作する超低消費電力の「古典」デバイスへの期待が大きくなっていることなどがある。
- アプリの動向にアンテナを張ると同時に、基礎学理を継続的にしっかりと進めることが重要である。