最先端研究開発支援プログラム
（FIRST）
追跡評価報告書
概要

令和２年７月１６日

内閣府

政策統括官（科学技術・イノベーション担当）

最先端研究開発支援プログラム（FIRST）追跡評価報告書（概要）

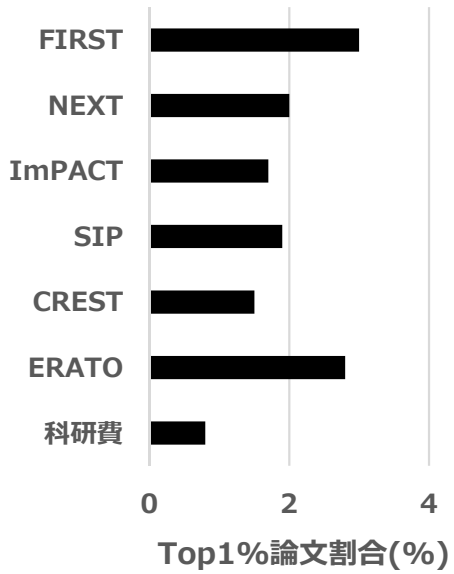
＜趣旨＞

- ✓ 最先端研究開発支援プログラム（FIRST）について、**研究開発終了一定期間経過後に追跡評価を実施**。
- ✓ **研究成果の展開状況等を把握**するとともに、**制度設計や事後評価結果の妥当性について検証**し、**今後の施策の制度設計に活用**。

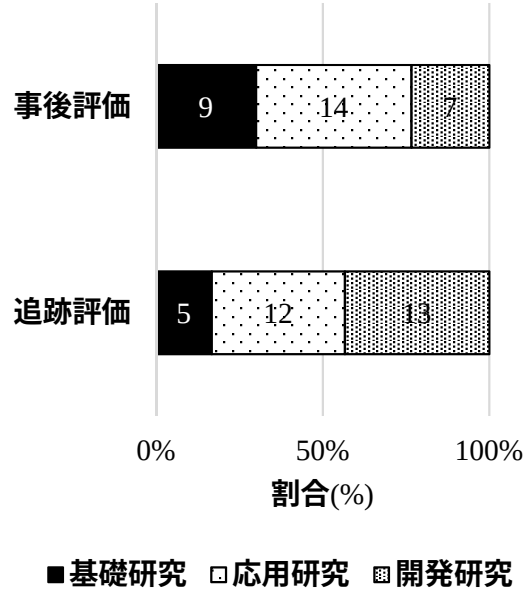
＜評価のポイント＞

- ✓ **FIRST期間後もTop1%論文割合が高い論文が創出**され、FIRST研究者が「我が国の国際的競争力、底力の強化」につながるような取り組みを継続したと評価。
- ✓ 30課題中23課題で、普及した成果があると回答が得られ、**各研究課題の研究ステージも応用研究及び開発研究の割合が増えていた**。また、産業界への応用以外にも、**世界的な科学コミュニティのチェア輩出、新たな学問分野の創出、新しい治療方法の開発などが報告**され、研究成果の社会還元が進んでいると評価。
- ✓ **「研究期間後も見据えた研究計画の柔軟な運用」、「研究支援機関の機能維持・向上」**「採択時期の適正化」など、**事後評価時点には指摘できなかった論点も明らかに**。

Top1%論文割合



30課題の研究ステージの変化



＜今後の施策に向けて留意すべき視点＞ （政策インプリケーション）

評価結果を踏まえ、**今後の施策を検討・実施する際に留意すべき視点**として以下を提示。

- ○研究開発推進の柔軟性、中心研究者の高い自由度、基金化
- ○研究支援機関の設置・維持
- ○環境変化に対応できる柔軟な研究計画
- ○組織間を超えた経験や知識の共有
- ○研究計画立案時から、民間企業との協力・協働やユーザーニーズの反映
- ○研究の社会還元を実現するための知見を研究者・技術者に共有できる仕組みの構築
- ○基礎研究の社会還元としてのアウトリーチ活動（サイエンスコミュニケーション）

＜報告書の詳細＞

追跡評価・外部評価の趣旨

＜趣旨＞

- ✓ 最先端研究開発支援プログラム（FIRST）について、**研究開発終了一定期間経過後に追跡評価を実施**。
- ✓ 本追跡評価は、「最先端研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の運用方針」（平成23年7 月29 日総合科学技術会議）に基づき実施するもの。
- ✓ **研究成果の展開状況等を把握**するとともに、**制度設計や事後評価結果の妥当性について検証**し、**今後の施策の制度設計に活用**。

（参考１）「最先端研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の運用方針」（抜粋）
（平成23 年7 月29 日総合科学技術会議）

２．総合科学技術会議は、研究開発終了後に研究課題の事後評価と併せて最先端プログラム及び次世代プログラムの研究開発支援施策としての評価を、**研究開発終了一定期間経過後に追跡評価を実施する**。総合科学技術会議が評価を実施するに当たっては、推進会議が評価の具体的な実施方法を定めるとともに評価案を取りまとめることとし、その結果を基に総合科学技術会議が評価を決定する。

（参考２）「最先端研究開発支援プログラムのフォローアップ及び評価の具体的な運用について」（抜粋）
（平成23 年7 月29 日総合科学技術会議最先端研究開発支援推進会議）

（５）追跡評価

① 実施時期

平成31 年度を目途に実施する。

② 目的

今後の我が国の研究開発システムの向上や施策の制度設計に活用するため、**研究開発成果の展開状況等を把握**するとともに、**制度設計や事後評価結果の妥当性**について検証を行う。

③ 実施体制及び実施方法

ｉ） 内閣府科学技術政策担当部局において毎年度追跡調査を実施することとし、最先端プログラムの研究開発成果の展開の状況と成果還元・波及効果の状況を判断するために参考となるデータ（主要な論文や知的財産権等）を中心研究者等の自己申告に基づき収集する。

ii） 外部評価委員会が、ｉ）の追跡調査結果及び中心研究者等の協力を得つつその他必要な調査の実施により検討を行い、評価結果を取りまとめ、外部評価報告書として推進会議に提出する。

iii） 推進会議は、ii）の外部評価報告書を踏まえて評価案を取りまとめ、総合科学技術会議に提出する。

iv） 総合科学技術会議は評価の内容を決定する。

最先端研究開発支援プログラム（FIRST）概要

○**名　　称**　：最先端研究開発支援プログラム

○**実施府省**：内閣府、文部科学省

○**実施機関**：独立行政法人日本学術振興会（JSPS）

○**実施期間**：平成21年度（2009年度）から平成25年度（2013年度）（5年以内）

○**予 算 額**　：1000億円（先端研究助成基金）

○**目的**　　：FIRST は、新たな知を創造する基礎研究から出口を見据えた研究開発まで、様々な分野及びステージを対象とし、3～5 年で世界のトップを目指した先端的研究を推進することにより、産業、安全保障等の分野における我が国の中長期的な国際的競争力、底力の強化を図るとともに、研究開発成果の国民及び社会への確かな還元を図ることを目的として創設された研究者最優先の研究支援制度である。

○**制度の特徴**：

・5年で世界のトップを目指す30人の中心研究者をCSTPが選定

・1研究課題当たり、約18～62億円（加速・強化事業含む）の大型資金を支援

・新たな知を創造する基礎研究から出口を見据えた研究開発まで、様々な分野及びステージを対象

・研究者が研究開発に専念できるよう、研究開発活動を全面的にサポートする専属の機関（研究支援担当機関）を初めて創設。その支援経費として、研究開発支援システム改革経費（経費B）を新たに導入

・多年度にわたって使用が可能な、自由度の高い研究開発資金を配分（研究費の基金化）　等

科学的成果の創出（論文）

FIRSTの謝辞がある被引用数が多い論文割合（TOP1%、10%）

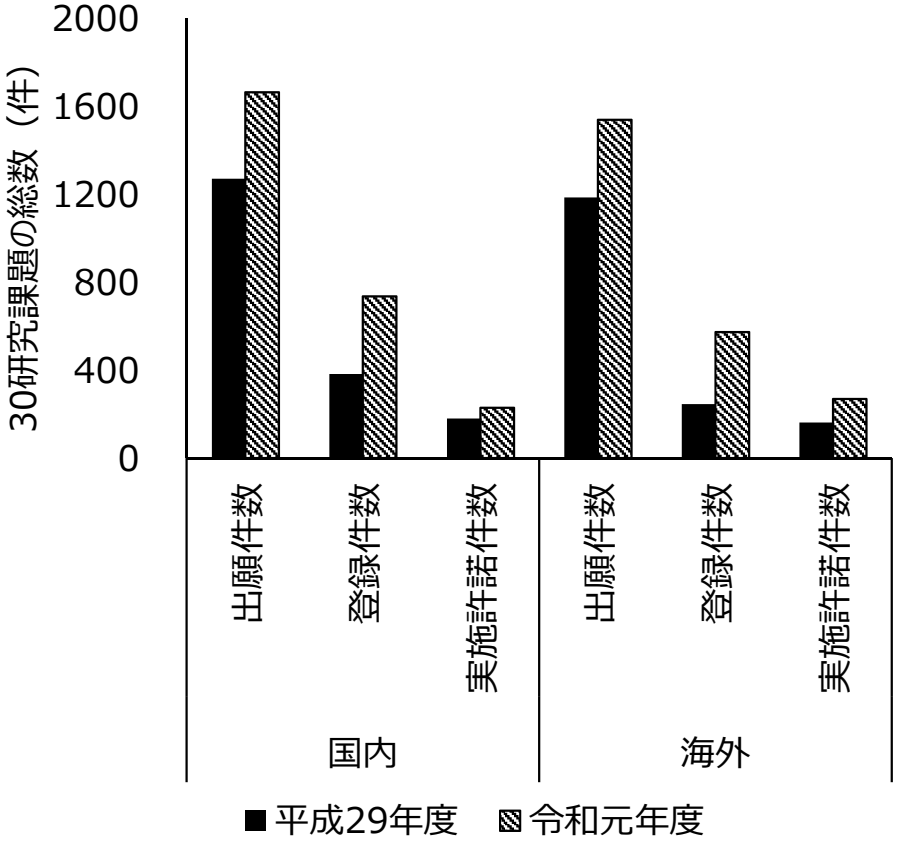
出版年	単位	**FIRST**	NEXT	ImPACT	SIP	CREST	ERATO	科研費（注２）
平成21年	（件）	**8**	-	-	-	1,504	465	14,726
平成22年	（件）	**191**	-	-	-	1,572	403	16,294
平成23年	（件）	**595**	264	-	-	1,757	421	18,112
平成24年	（件）	**1,006**	676	-	-	1,828	405	19,740
平成25年	（件）	**1,152**	821	-	-	1,870	347	21,614
平成26年	（件）	**1,035**	778	8	2	1,882	368	21,919
平成27年	（件）	**504**	507	114	134	1,876	466	22,970
平成28年	（件）	**222**	314	346	333	2,050	438	26,495
平成29年	（件）	**135**	229	518	497	2,693	468	31,988
平成30年	（件）	**146**	123	412	482	2,407	363	29,337
合計	（件）	**4,994**	3,712	1,398	1,448	19,439	4,144	223,195
Top1%論文割合（平成21-29年）	（%）	**3.0**	2.0	1.7	1.9	1.5	2.8	0.8
Top10%論文割合（平成21-29年）	（%）	**20.4**	17.1	17.0	11.1	13.9	18.3	9.9

＜ポイント＞

- ✓ Top1%論文、Top10%論文の割合が他プログラムと比較し最も高かった。
- ✓ 審良課題、安達課題、村山課題、十倉課題では、被引用数が多い論文著者に与えられるClarivate Analytics社のHighly Cited Researcherに選出されていた。
- ✓ FIRSTの目的であった、「3～5 年で世界のトップを目指した先端的研究を推進する」を達成できていると評価できる。

科学的成果の創出（知的財産）

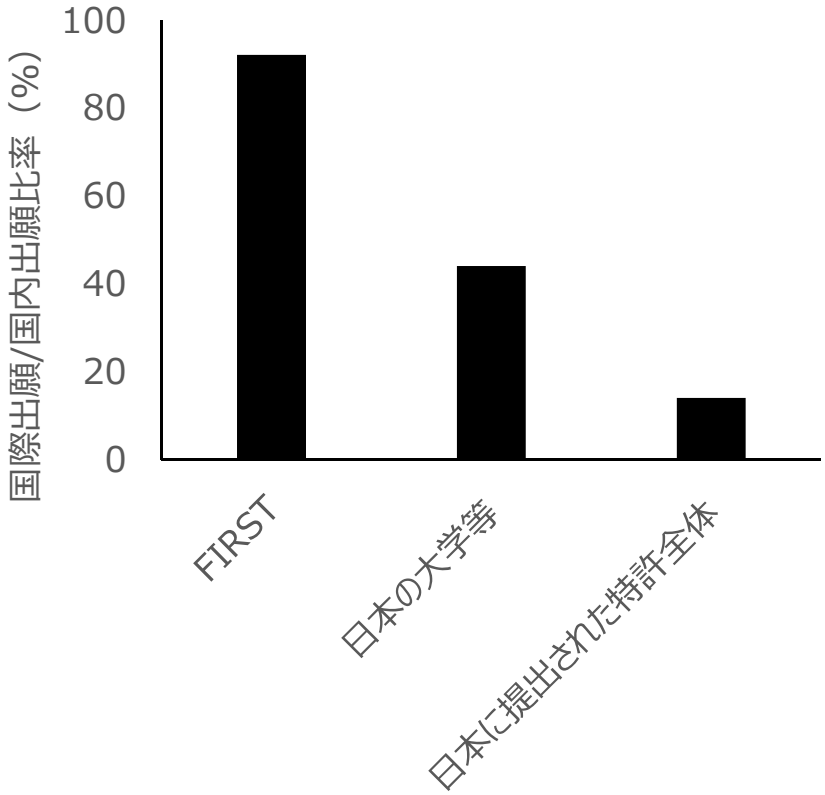
FIRST中心研究者の知的財産の出願状況



＜ポイント＞

- ✓ FIRST期間後も増加傾向を維持。
- ✓ 「研究開発成果の国民及び社会への確かな還元」を目指した活動が実施された と評価。

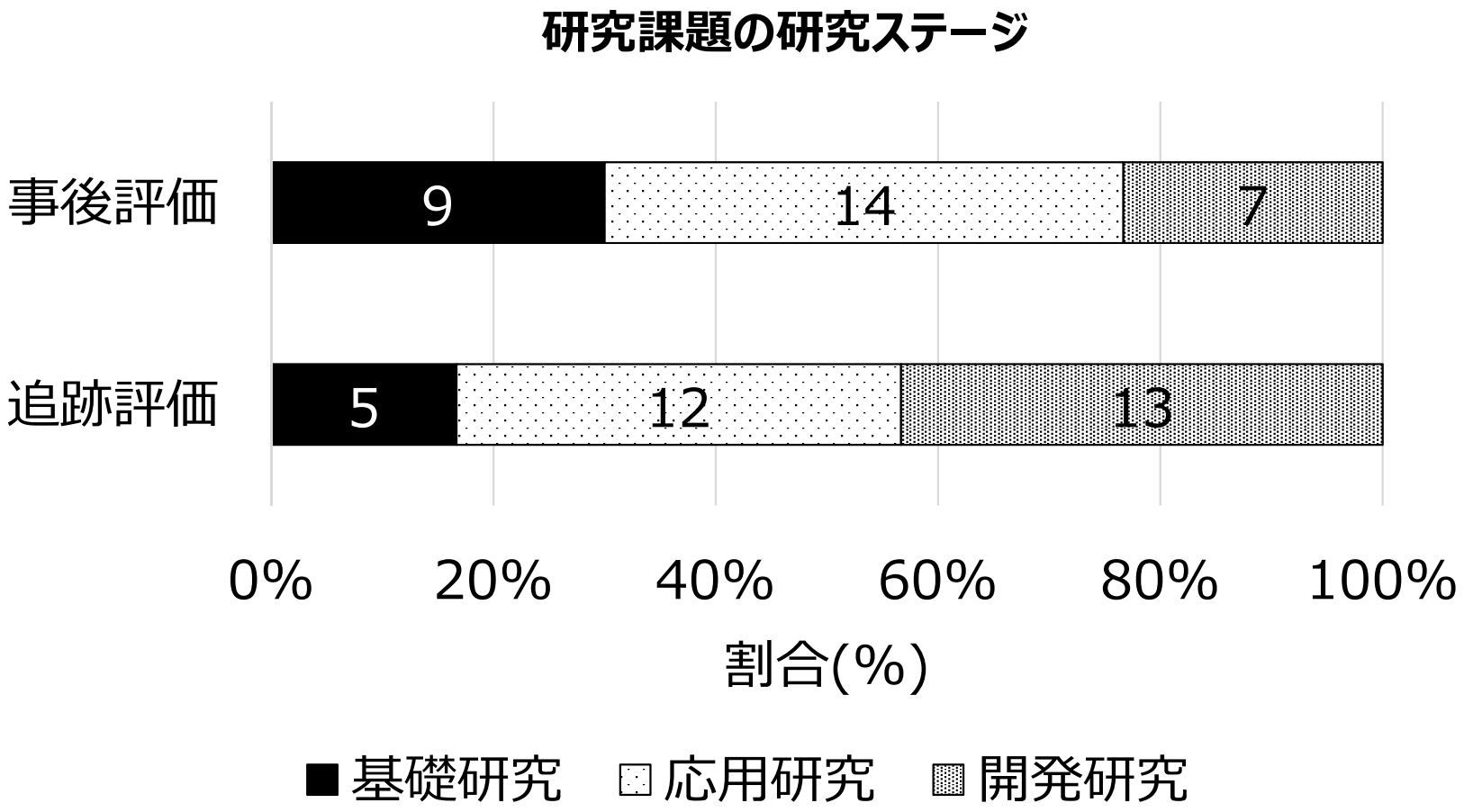
国際特許出願と国内特許出願の割合



＜ポイント＞

- ✓ 国際特許出願の割合が高かった。
- ✓ 「我が国の国際的競争力、底力の強化」につながる特許を出願した結果と評価。

成果の社会還元・波及効果（研究ステージ）



＜ポイント＞

- ✓ FIRST期間終了後にその研究ステージが応用段階・開発段階に進んでいるものが複数あった。
- ✓ FIRST終了後、各研究課題が社会還元を意識して研究を推進した結果、研究ステージが開発研究になる研究課題が増加したと評価できる。

成果の社会還元・波及効果（産業への応用例）

	普及した研究成果の名称	具体的な内容
中須賀課題	衛星バス、開発方式、サプライチェーン	ほどよし3，4号の超小型衛星バス（機器含む）、そのサプライチェーン、衛星開発プロセスを国内外の衛星プロジェクトに展開。さらに、JAXAや民間企業へも設計コンセプトに展開。
栗原課題	高効率分離膜エレメント	低圧海水淡水化スパイラル型RO膜エレメントの製造技術を確立し、中東（サウジアラビア、UAE）へ展開。
山中課題	安全性の高いiPS細胞樹立方法の確立	エピソーマルプラスミドを用いたiPS細胞が樹立され、評価用ストック：39プロジェクト（47機関）、臨床用ストック：18プロジェクト（18機関）が提供され、再生医療の基礎研究または臨床研究に100件以上活用。
外村課題	1.2ＭＶ原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の完成	共同研究に加えて、文部科学省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）により開発成果を利用希望者に公開することで大学・国研、および企業の基礎基盤研究に活用し、合計22プロジェクトに展開。
田中課題	アルツハイマー病バイオマーカーの発見　（商品名「アミロイドMS」）	脳内アミロイド蓄積を血液検査で推定可能になり、2018年8月、受託分析ビジネスを開始。海外を含めた複数の研究機関・企業から数千検体の分析を受託。
永井課題	標準化情報基盤SS-MIX2の開発	規格が厚生労働省標準となり、平成31年3月には国内1471医療機関に導入。

＜ポイント＞

- ✓ FIRST研究成果が具体的な製品やサービス、ベンチャー企業の設立等につながっていることが確認。
- ✓ 「新しい産業の創出」や「我が国の国際的競争力、底力の強化」につながっていると評価できる。

成果の社会還元・波及効果（産業以外への応用例①）

新たな科学コミュニティの形成

	内容
江刺課題	UFFC-Sにおいて、AdComメンバー（最高機関の役員）、Fellow、及びフラッグシップ会議であるIEEE Ultrasinics Symposium，Group 4（SAW/BAW/MEMSグループ）のチェアを輩出
山本課題	FIRSTで誕生したコヒーレント・イジングマシンの研究に関しては、米国科学財団（NSF）の大型プロジェクトに採用され、スタンフォード大学、カリフォルニア工科大学、コーネル大学、NASA Ames研究所、NTT Research、Microsoft、国立情報学研究所の７機関からなる日米共同研究体制が構築。
細野課題	英文学会誌に成果まとめた総説の中に、約1000種の成功しなかった物質のリストを公開し、大きな反響を得た。

新たな学問分野の創出例

	内容
十倉課題	実空間および波数空間におけるスピンや電子状態のトポロジーに関連した多くの成果に関して、その後、トポロジーの物性物理への応用は益々盛んになり、一大潮流となっている。特に、スキルミオンやトポロジカル絶縁体に関連した成果について、論文被引用数は11,000回を超え、今日の物性研究の基礎、および省エネルギー電子技術の基礎学理を付与。
安達課題	FIRST実施期間中において、約160本を超える熱活性化遅延蛍光（TADF）に関する学術論文を発表した。その後、令和2年3月において国内外のTADFに関する総論文数は1680件を超えており、FIRSTにより生み出されたTADF分子は新たな学問の新天地を開拓。

＜ポイント＞

- ✓ 世界的な科学コミュニティのチェア輩出、産官学連携した日米共同研究体制の構築、新たな学問分野の創出、世界に先駆けた失敗リストの公開等が実現されており、日本のみならず世界から注目される取り組みが多く報告。
- ✓ 「我が国のプレゼンス向上」や「我が国の国際的競争力、底力の強化」につながっていると評価できる。

成果の社会還元・波及効果（産業以外への応用例②）

医療などへの応用例

	内容
岡野（光）課題	FIRSTで開発されたiPS細胞の大量培養技術によって、大阪大学におけるiPS心筋細胞シート移植の臨床応用 first in human（令和2年1月）及び京都大学におけるiPS軟骨細胞移植臨床研究が可能となり、またiPS細胞由来心筋シート技術は、上述した大阪大学におけるiPS心筋細胞シート移植の臨床応用だけでなく、遺伝性心筋症の病態解析に応用。
山海課題	FIRSTで開発されたサイボーグ型ロボットスーツを活用することで、従来、治療方法が存在していなかった神経・筋難病疾患への治療効果を治験によって証明し、公的な医療保険が適用できる世界初の治療法（サイバニクス治療）として確立させ、更に、日・米・欧・アジアでの治療ロボットのプラットフォーム化などを推進。
白土課題	FIRSTで開発された動体追跡陽子線治療装置による治療が、各種がん治療における先進医療として高く評価され、陽子線治療・炭素線治療の保険収載。平成28年以降、順次、限局性の頭蓋底腫瘍・頭頸部がん・前立腺がん・小児がん・骨軟部腫瘍などに対する陽子線治療が保険収載され、北米・アジア・ヨーロッパでも同様な疾患に対して保険収載。

＜ポイント＞

- ✓ 新しい治療方法の開発やその国際展開等が複数報告され、日本のみならず世界から注目される取り組みが多く報告。
- ✓ 「我が国のプレゼンス向上」や「我が国の国際的競争力、底力の強化」につながっていると評価できる。

成果の社会還元・波及効果（成果が普及した理由）

成果が普及した理由

選択肢	件数
ユーザー側（企業など）のニーズとマッチしていたため	19
民間企業等と連携して、実用化や事業化に取り組んだため	19
国や地方公共団体の支援があったため（施策や補助事業等）	15
民間企業等への技術移転がスムーズに行えたため	12
ユーザーが導入しやすくするため、技術面で対応したため	11
広報や技術指導を積極的に実施したため	11
その他	4

＜ポイント＞

- ✓ 30課題中23課題が「成果が普及した」と回答した。
- ✓ 成果が普及した理由は、「ユーザー側のニーズとマッチしていたため」「民間企業との連携」が最も多かった。
- ✓ 今後の大型研究開発制度においても、研究計画の立案時に、民間企業との共同やユーザーニーズの反映などを行うことが重要と考える。

成果の社会還元・波及効果（成果が普及していない理由）

成果が普及していない理由

選択肢	件数
現在も研究開発を実施しており、実用段階に達していないため	6
基礎研究であり、普及を前提とした研究ではなかったため	3
社会情勢等の変化により技術に対する需要がなくなったため	1
普及や販売活動を担う組織がなかったため	0
人事異動や組織改編等により、成果が引き継がれなかったため	0
知的財産権の取得や実施許諾等がうまくいかなかったため	0
国や地方公共団体の施策や補助事業等の支援がなかったため	0

＜ポイント＞

- ✓ 7課題が、成果が普及してないと回答。成果が普及していない理由は、「実用段階に達していないため」「基礎研究であり、普及を前提とした研究ではなかったため」が多かった。
- ✓ SIPのような社会実装がより重視された研究開発制度の中で、FIRST研究成果が発展的に継続して社会への還元を検討できている点は評価できる。
- ✓ 基礎研究であっても、積極的に一般国民または海外の研究者等にアウトリーチすることによって、新たな研究資金獲得方法の実現や科学的な国際連携体制の構築に寄与したことは評価できる。

制度設計

事後評価の制度設計について妥当性を評価

＜制度設計＞

ア　研究開発推進の柔軟性、中心研究者の高い自由度、基金化

イ　研究支援のための新たな仕組み

ウ　知的産権の確保・活用に係る体制整備

エ　研究成果の広報、公開活動（アウトリーチ）

＜妥当性の評価の結果＞

- ✓ 追跡評価では、FIRST期間終了後の基金の繰越、**研究支援組織の維持・育成**など、課題が提起された。
- ✓ これらは事後評価における指摘と概ね合致しており、**事後評価の妥当性は概ね妥当**であったと判断できる。
- ✓ また、今回の追跡調査では、参画する研究者や一般国民への情報伝達、採択時期の適正化など、**事後評価時点には指摘できなかった論点も明らか**となった。

今後の施策に向けて留意すべき視点（１）

評価結果を踏まえ、今後、戦略的な大型研究開発制度を検討・実施する際に留意すべき視点は以下の通り。

＜科学的成果の創出＞

〇研究開発推進の柔軟性、中心研究者の高い自由度、基金化は非常によい制度設計であったと評価。

〇研究支援機関の設置も非常によい制度設計であったと評価。

他方、研究助成の開始・終了を漸次的にしつつ、助成期間を長期化することや、研究実施組織を特定の資金に依拠しないような構造により、研究支援組織を維持しやすい方法の検討が必要。

〇事業期間中でも経済社会等の変化に応じて柔軟に対応しつつ、将来の環境変化も想定した研究計画が重要。

〇組織間を超えた経験や知識の共有も重要。

今後の施策に向けて留意すべき視点（２）

評価結果を踏まえ、今後、戦略的な大型研究開発制度を検討・実施する際に留意すべき視点は以下の通り。

＜研究成果の社会還元＞

〇研究計画の立案時から、民間企業との協力・協働やユーザーニーズの反映などを行うことが重要。

〇研究の社会還元を実現するための知見を研究者・技術者に共有できる仕組みの構築が重要。　（例えば、起業支援や民間企業への橋渡し支援など研究推進支援以外にも社会への普及を支援する機関など）

〇基礎研究でもサイエンスコミュニケーションの視点も社会還元の一つの形態として考える必要。

まとめ

「科学的成果の創出」

✓ FIRSTによる助成期間終了後も、世界トップレベルの学術論文が多く創出され、多くの特許出願（特に積極的な国際特許出願）もされ、多くの表彰実績などにつながっており、研究開発面における「我が国の国際的競争力、底力の強化」に結びついた。

「成果の社会還元・波及効果」

✓ 30課題中23課題で普及した成果があると回答が得られた。

✓ 研究成果の社会還元を進める環境作りの観点からも、知的財産権の取得推進や国際標準化の取組が進められた。

✓ 産業界への応用以外にも、積極的なアウトリーチ活動を行うことによって、世界的な科学コミュニティの形成や新たな学問分野の創出、新たな治療方法の開発等が報告された。

「今後の施策に向けて留意すべき視点」

✓ 今後、大型の研究開発制度を検討・実施する際に留意すべき視点は以下の通り。

＜科学的成果の創出＞

〇研究開発推進の柔軟性、中心研究者の高い自由度、基金化　〇研究支援機関の設置・維持

〇環境変化に対応できる柔軟な研究計画　〇組織間を超えた経験や知識の共有

＜研究成果の社会還元＞

〇研究計画立案時から、民間企業との協力・協働やユーザーニーズの反映

〇研究の社会還元を実現するための知見を研究者・技術者に共有できる仕組みの構築

〇基礎研究の社会還元としてのアウトリーチ活動（サイエンスコミュニケーション）

＜参考＞
参加研究者の研究進展状況
（30課題の成果概要）

FIRSTの研究課題（３０課題）

※肩書きは平成24年11月時点

数学を実社会に活かして諸問題の解決に挑む!

合原 一幸　（助成金 19億円）
東京大学生産技術研究所/教授

あなたに知ってほしい免疫研究の意義と可能性

審良 静男　（助成金 27億円）
大阪大学免疫学フロンティア研究センター/拠点長

新しい材料のイノベーションで有機半導体のサイエンスと有機ELの産業化を大きく飛躍させる

安達 千波矢　（助成金 34億円）
九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター/センター長

半導体集積回路の限界をフォトンとエレクトロンの融合で打破する

荒川 泰彦　（助成金 45億円）
東京大学生産技術研究所/教授

異なる技術の融合で、集積回路の高付加価値化をめざす

江刺 正喜　（助成金 33億円）
東北大学マイクロシステム融合研究開発センター/センター長

社会を支える集積回路技術に大きな変革が訪れる

大野 英男　（助成金 34億円）
東北大学省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター/センター長

細胞で組織・臓器を作る!日本発世界初の本格的再生医療普及への挑戦

岡野 光夫　（助成金 36億円）
東京女子医科大学先端生命医科学研究所/所長・教授

「心」を生み出す脳の謎を解き明かす

岡野 栄之　（助成金 33億円）
慶應義塾大学医学部/教授

"いつでも、どこでも、だれにでも"ナノバイオテクノロジーによる医療革新

片岡 一則　（助成金 36億円）
東京大学大学院工学系研究科、医学系研究科/教授

ナノバイオ技術が医療費を劇的に削減する

川合 知二　（助成金 31億円）
大阪大学産業科学研究所/特任教授

最先端ITを駆使して爆発する大量情報(Big Data)から価値の雫を創出する

喜連川 優　（助成金 41億円）
東京大学生産技術研究所/教授

省エネの切り札、究極の低損失パワー半導体-シリコンカーバイド(SiC)-

木本 恒暢　（助成金 37億円）
京都大学大学院工学研究科/教授

21世紀型水処理基幹技術を日本イニシアティブで構築し、世界の水問題解決に貢献する

栗原 優　（助成金 34億円）
東レ株式会社/フェロー

Real Time, Real Size, Real Feeling-光が結ぶ技術が人に戻るコミュニケーション

小池 康博　（助成金 42億円）
慶應義塾大学理工学部・大学院理工学研究科/教授

進行がんを副作用なく治療する薬をコンピューターで設計する

児玉 龍彦　（助成金 31億円）
東京大学先端科学技術研究センター/教授

ロボットスーツのある未来!最先端人支援技術が創る健康長寿社会

山海 嘉之　（助成金 23億円）
筑波大学大学院/教授
サイバニクス研究コア/研究統括

呼吸などで位置が変わるがんを追跡 集中して陽子線を浴びせる技術

白土 博樹　（助成金 48億円）
北海道大学大学院医学研究科/教授

有機系太陽電池が拓く未来の低炭素スタイル

瀬川 浩司　（助成金 37億円）
東京大学先端科学技術研究センター/産学連携新エネルギー研究施設長・教授

次世代質量分析システム開発で、病気の早期診断、新薬開発の新ステージへ

田中 耕一　（助成金 41億円）
株式会社島津製作所 田中最先端研究所/所長

多数の電子が協力して、革新的な物質機能を実現する

十倉 好紀　（助成金 33億円）
東京大学大学院工学系研究科/教授

原子レベルで量子状態を見る!世界初の電子顕微鏡開発に挑む

(故)外村 彰　長我部 信行　（助成金 62億円）
株式会社日立製作所/フェロー　株式会社日立製作所 中央研究所/所長

がんや心臓病の問題を解決する医療技術の開発

永井 良三　（助成金 37億円）
自治医科大学/学長

低コスト・短納期の超小型衛星革命で新しい宇宙開発・利用を開拓

中須賀 真一　（助成金 45億円）
東京大学大学院工学系研究科/教授

新物質の発見で切り開かれた超電導のフロンティア

細野 秀雄　（助成金 37億円）
東京工業大学フロンティア研究機構/教授

電池の構造を原子・分子レベルで見つめ直す

水野 哲孝　（助成金 30億円）
東京大学大学院工学系研究科/教授

宇宙の起源と未来を解き明かす、SuMIRe Project

村山 斉　（助成金 34億円）
東京大学国際高等研究所
カブリ数物連携宇宙研究機構/機構長

睡眠・覚醒の謎に挑む

柳沢 正史　（助成金 18億円）
筑波大学、テキサス大学サウスウェスタン医学センター/教授

iPS細胞技術をベッドサイドに!医学研究・創薬・再生医療に活かす

山中 伸弥　（助成金 62億円）
京都大学iPS細胞研究所(CIRA)/所長

量子情報処理の可能性を探る

山本 喜久　（助成金 33億円）
国立情報学研究所、スタンフォード大学/教授

環境に優しいエレクトロニクスの構築

横山 直樹　（助成金 48億円）
産業技術総合研究所連携研究体グリーン・ナノエレクトロニクスセンター/連携研究体長(兼)(株)富士通研究所/フェロー

1．合原課題

助成額：19.4 億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

複雑系数理モデル学の基礎理論構築とその分野横断的科学技術応用

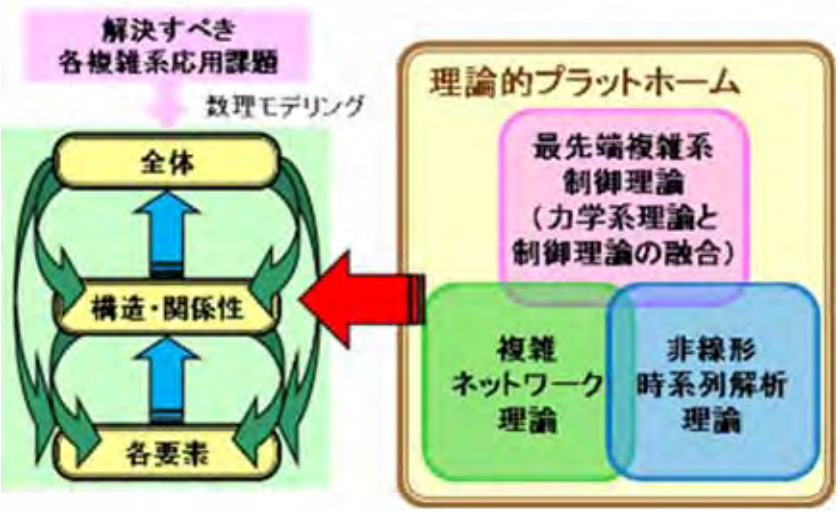
合原 一幸

東京大学／特別教授

最先端数理モデル学を社会の様々な課題解決に応用

【事後評価時の主な研究成果】

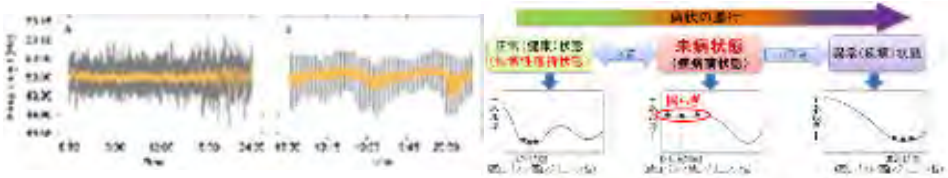
- 複雑系数理モデルの基礎理論を構築するとともに、応用研究として実社会における諸問題の解決手法を提案



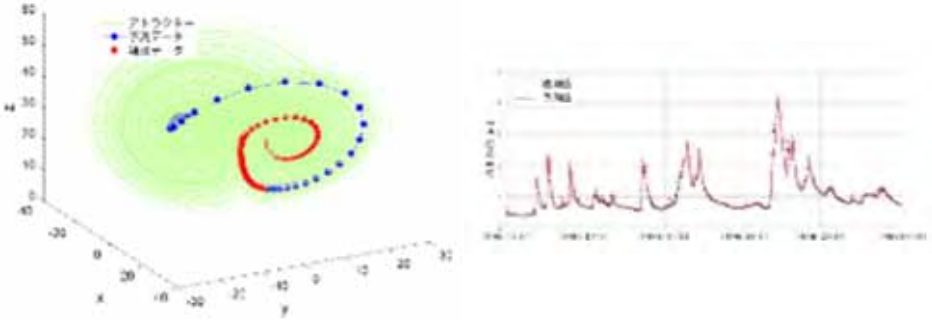
複雑系数理モデル学の基礎理論

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 電力網固有の揺らぎ特性を解明（左図）
- 慢性疾患の予兆を動的ネットワークバイオマーカーで検出（右図）



- 短時間の多変数時系列データからターゲット変数を精度よく予測する手法（左図）を開発して洪水予測で事業化（右図）



2．外村課題

助成額：62.0億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡の開発とその応用

（左）（故）**外村 彰**
日立製作所／フェロー
（右）代行：**長我部 信行**
日立製作所ライフ事業統括本部／本部長

原子レベルで量子状態を観察する世界初の電子顕微鏡を開発、２２研究機関が導入して産業界のニーズに対応。

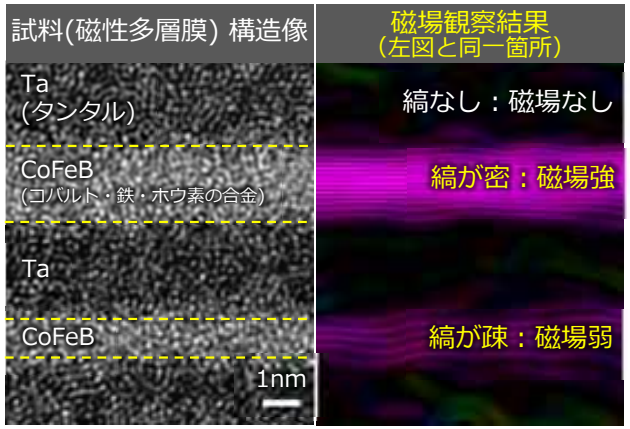
【事後評価時の主な研究成果】

- 世界最高の分解能 0.043 ナノメートルを実現した原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡を開発
- 完成した超高分解能顕微鏡により画期的な新材料創成を目指す

完成した電子顕微鏡装置

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 開発した1.2ＭＶ原子分解能・ホログラフィー電子顕微鏡は、22の大学・国研、企業の基礎基盤研究で利用中。
- 開発装置を活用し、化合物半導体の接合電位の計測、NdFeB磁石性能向上と希少添加材低減のための分析、次世代半導体メモリ材料の磁性計測など産業界に貢献。
- 「はやぶさ２」が持ち帰る宇宙塵のナノ領域磁性分析に開発装置を利用予定。



材料内部の磁場を世界で初めてサブナノメートルの分解能で観察：図は次世代メモリ材料として期待されるCoFeBとTaの多層膜の計測例（2017年12月ﾆｭｰｽﾘﾘｰｽ）

3．岡野(光)課題

助成額：35.8億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

再生医療産業化に向けたシステムインテグレーション
－臓器ファクトリーの創生－

岡野 光夫
東京女子医科大学
先端生命医科学センター長
特任教授

日本発・世界初の細胞シートを用いて組織・臓器を創る
～再生医療の普及とさらなる革新的治療法の追求～

【事後評価時の主な研究成果】

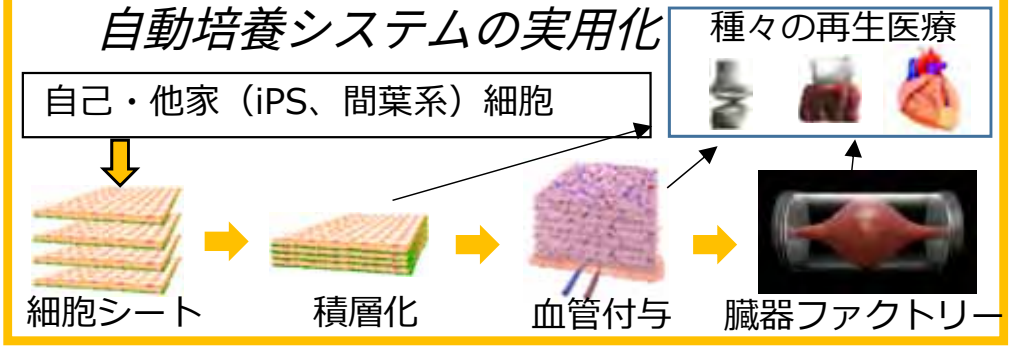
- 自己細胞シート再生医療の臨床研究・治験の開始
- iPS細胞大量培養とiPS細胞由来細胞シート作製技術の確立（自己細胞シートから他家細胞シートへの展開）
- 血管網を付与した3次元培養組織技術の確立（臓器作製に向けた新コンセプトの実証）
- 次世代再生医療技術である安全で高品質な細胞シートの自動量産装置（組織ファクトリー）を開発

組織ファクトリー

iPS細胞大量培養装置

【追跡調査時の進展および社会還元】

- *細胞シート再生医療の拡大と進展*
  自己細胞シート治療（角膜・心臓・食道・軟骨・肺・歯根膜・中耳）に加え他家細胞シート治療（軟骨・歯根膜）を開始
  米ユタ大学における細胞シート再生医療センターの開設と発展（間葉系細胞シート）
- *iPS細胞由来心筋細胞シートの心疾患に対する移植治療の開始と創薬モデルへの応用*
- *ドナー臓器の代替となる革新的立体臓器の開発研究への進展（臓器ファクトリー）*
- *組織ファクトリーを基盤とした商業生産用自動培養システムの実用化*



4. 片岡課題

助成額：36.1億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション

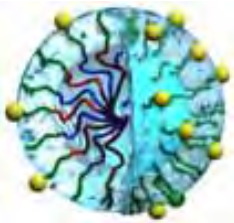
片岡 一則

東京大学名誉教授・特任教授／川崎市産業振興財団ナノ医療イノベーションセンター センター長

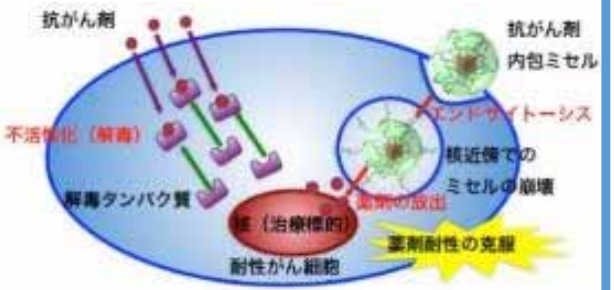
医学とナノテクノロジーの融合により、難治がんに有効な抗がん剤を開発、臨床試験を継続中。三次元プリンタで製造した人工骨が厚労省の承認を得て事業開始。

【事後評価時の主な研究成果】

- 数十ナノメートルの高分子ミセルを用いたDDS(ドラッグ･デリバリー･システム)を開発。副作用の少ない難治がんの治療法を確立
- すい臓がんや脳腫瘍など、治療の難しいがんに対して高い治療効果を実証。2薬剤が第3相の臨床試験まで進展。数年以内に実用化(認可)見込み

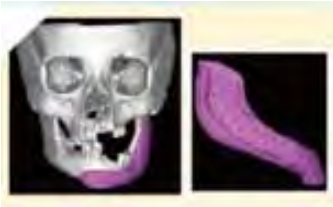


薬を内包するｳｲﾙｽｻｲｽﾞの高分子ﾐｾﾙ(20～100nm)



【追跡調査時の進展および社会還元】

- 3種の抗がん剤搭載ナノミセルが臨床試験を継続中（第2～3相）。核酸医薬内包ナノミセル及び音響力学的療法が難治がんの治療を目指して臨床試験入りした。
- 三次元プリンターで製造したリン酸カルシウム製人工骨が厚労省の承認を得て保険適用開始（2018年5月）。
- 成果の社会還元のために、5社のベンチャーが起業し、川崎市の支援で新しい研究センター（iCONM）が設立された。



３Dプリンター成形による人工骨（CT-Bone）。国内と並行して欧州にもビジネスを展開

ナノ医療イノベーションセンター（iCONM、川崎・殿町）

5. 田中課題

助成額：41.0億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

次世代質量分析システム開発と創薬・診断への貢献

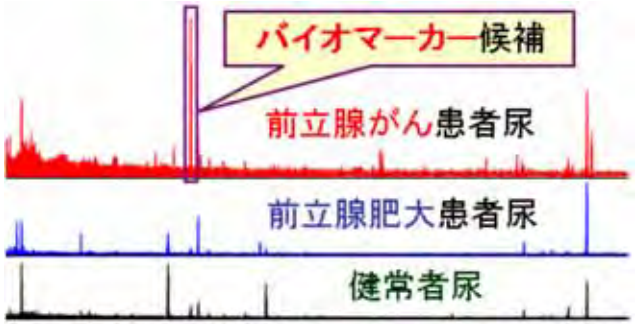
田中 耕一
(株)島津製作所／エグゼクティブ・リサーチフェロー、田中耕一記念質量分析研究所／所長

次世代質量分析システムを開発、一滴の血液から病気の解明を含む、特に医学・薬学の基礎・応用に貢献

【事後評価時の主な研究成果】

次世代質量分析装置

- 1万倍以上の感度向上を実現した次世代質量分析システムを開発し、アルツハイマー病やがんの検査に有用と考えられる血液等のバイオマーカー候補を発見



前立腺がんと 前立腺肥大の区別が可能な
バイオマーカー候補を尿中から検出

【追跡調査時の進展および社会還元】

- アルツハイマー病変（アミロイド蓄積）を微量の血液で推定する世界初の方法を受託分析事業として開始。
- 次世代質量分析装置の新展開として、産学官連携で世界初の構造解析HAD法を開発、論文15報を発表。また、世界最小のMALDI-MS製品も上市。
- 多種多様の前処理法・イオン化法・ソフトウェアが世界で活用され続けている。

島津製作所HPより

6．永井課題

助成額：36.6億円
研究支援担当機関：東京大学

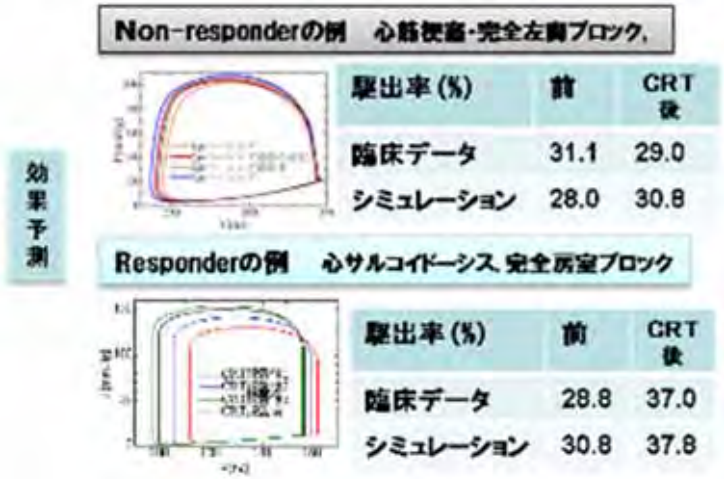
未解決のがんと心臓病を撲滅する最適医療開発

永井 良三
自治医科大学／学長

治療・予防が困難な心臓病やがんの原因と仕組みを明らかにし、新たな治療法を開発する

【事後評価時の主な研究成果】

- がんや心臓病の発症メカニズムを解明し、その知見に基づく革新的な診断・治療法を開発
- 心臓シミュレータを用いた心臓再同期療法患者の治療最適化技術を開発



駆出率(%)	前	CRT後
臨床データ	31.1	29.0
シミュレーション	28.0	30.8

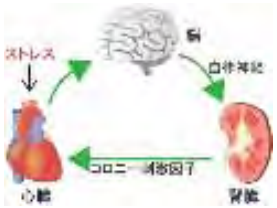
駆出率(%)	前	CRT後
臨床データ	28.8	37.0
シミュレーション	30.8	37.8

シミュレーション技術を臨床で検証

【追跡調査時の進展および社会還元】

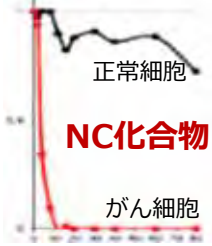
- 心臓-脳-腎ネットワークによる臓器保護概念を確立
- 癌細胞を特異的に傷害し、正常細胞を傷害しない薬剤のリード化合物を取得（NC化合物）
- 大腸癌と血液癌の発生過程の遺伝子変異を解明。IF20以上の英文誌29報、特許成立3件、申請2件）
- 医療情報の標準化基盤SS-MIX2により異なる電子カルテ情報の社会実装に成功（CLIDAS）
- 免疫賦活作用をもつ抗癌ウイルス療法G47Δ（T-hIL12）の臨床研究開始
- UT-Heartと分子シミュレーションとの統合が進み、遺伝子情報を考慮した心臓シミュレーションが実現
- 立体構造情報をもとに、新規Cas9改変体を開発し知財化。国内出願9件、登録1件、実施許諾66件、海外出願24件、登録６件、実施許諾196件。

新しい心臓保護機構



医療情報データ基盤

癌特異的抗癌剤



7．水野課題

助成額：30.4億円
研究支援担当機関：東京大学

高性能蓄電デバイス創製に向けた革新的基盤研究

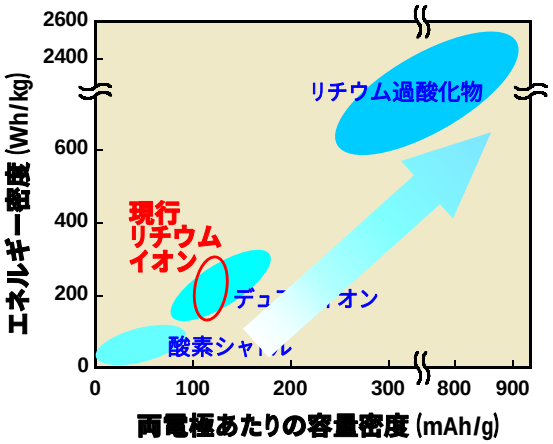
水野 哲孝

東京大学大学院工学系
研究科／特任教授

現行のリチウムイオン電池の数倍の蓄電電気量が可能な高性能蓄電池デバイスの実現に向け、革新的な基盤研究を継続中

【事後評価時の主な研究成果】

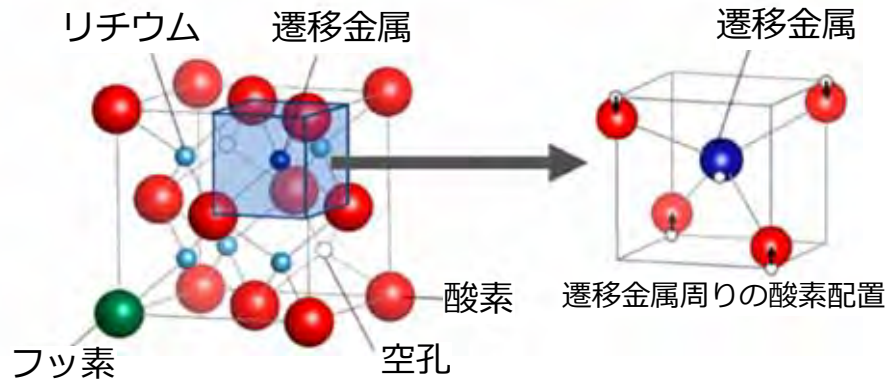
- 酸化物イオン利用の複数電池提案・実証(酸素シャトル・デュアルイオンを経て高エネルギー密度の過酸化物電池まで到達)
- レアメタル不使用の有機分子正極利用型全固体電池開発
- 超高濃度電解液の有用性実証



本課題考案で進展した新方式にて期待される電池性能

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 過酸化物電池電極容量※はリチウムイオン電池で世界トップレベル。開発は酸化物電極を酸化フッ化物に拡張。
  ※ サイクル時の安定容量400mAh/g超まで実現
- 高性能有機全固体電池は東北大にてスーパーキャパシタへの展開。
- 超高濃度電解液は東大にて新電池開発に進展。



過酸化物電池正極の酸化フッ化物結晶構造例

8.中須賀課題

助成額：44.5億円
研究支援担当機関：東京大学

日本発の「ほどよし信頼性工学」を導入した
超小型衛星による新しい宇宙開発・利用パラダイムの構築

中須賀 真一
東京大学大学院工学系
研究科／教授

超小型衛星による新たな衛星・利用ビジネスを構築、革新的機器開発や「ほどよし」衛星４機の成果がベンチャー創生・海外の衛星プロジェクトを加速・拡大

【事後評価時の主な研究成果】

- 独自理論「ほどよし信頼性工学」に基づき、従来では考えられない、3億円以下の低コスト、2年以内の短期開発で、50kg級の超小型衛星をFIRST期間中に4基開発
- うち、3基が2014年度中に打ち上げられ、いずれも順調に運用中

完成した
「ほどよし1号」

「ほどよし4号」により
取得された画像

【追跡調査時の進展および社会還元】

- ほどよし1，3，4号の成功が、その後の50機コンステレーション運用を目指すAxelGlobe構想や、３Uサイズ衛星TRICOM-1Rなどにつながった。開発した超小型衛星バスは海外衛星に適用。
- 2号は19年１月に打上げ成功、運用中。
- 育成プログラムに40カ国／80名以上が参加、多くの新興国の宇宙教育に貢献。
- 超小型衛星の試験方法をISO標準化。
- 東京2020オリパラ応援でガンダム搭載の小型衛星を20年打上げ予定。

宇宙空間からガンダムが東京2020大会を応援(JAXA)

9．村山課題

助成額：34.0億円
研究支援担当機関：東京大学

宇宙の起源と未来を解き明かす
–超広視野イメージングと分光によるダークマター・ダークエネルギーの正体の究明–

村山 斉

カリフォルニア大学
バークレー校／
MacAdams冠教授

宇宙の膨張の歴史を巨大カメラと分光器で解明する

【事後評価時の主な研究成果】

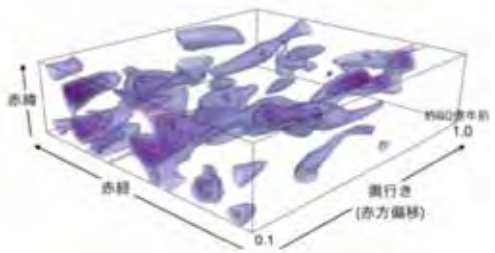
- 超広視野カメラ(約9億画素、高さ3m、重さ3トン)を製作。国立天文台すばる望遠鏡に設置し、観測開始
- 数千の銀河を同時観測できる「超広視野分光器」を製作中(H29に観測開始予定)
- 日本主導の国際チームとして、プリンストン大、カルテク、マックス・プランク研など海外からの資金を導入して日本の研究施設を大幅にアップグレードする新しい仕組みを確立

超広視野カメラ

撮影した
アンドロメダ銀河

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 暗黒物質、暗黒エネルギーを精密測定。少なくとも今後1400億年は宇宙は終焉を迎えないことを発見。
- 本課題での銀河考古学の分野が、新しい研究分野の創出に繋がった。
- 暗黒物質候補としての原始ブラックホールの可能性に関して、世界最高の制限を得た。
- 大口径非球面レンズ開発の半導体露光装置等への応用、低熱膨張高剛性セラミック開発の宇宙利用の他、高精度光学フィルター、広波長域光ファイバー等の技術が生まれた。



- 科学に興味を持つ学生が増えた。

すばるで得られた
世界最大のダークマターの地図

10. 喜連川課題

助成額：41.4億円
研究支援担当機関：東京大学

超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価

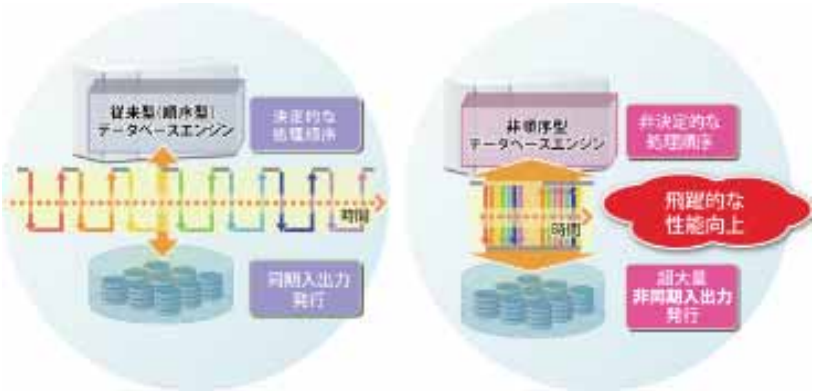
喜連川 優

国立情報学研究所／所長、東京大学生産技術研究所／教授

膨大なデータを高速かつ縦横無尽に解析することで新しい社会サービスを生む価値創出プラットフォーム

【事後評価時の主な研究成果】

- ビッグデータ時代の到来を他に先駆けて予見し、膨大なデータを高速（従来方法と比較して1,000倍）に処理・解析する技術を開発
- 機能限定版の最高速データベースエンジンを開発、協力企業が製品化（2012年5月）



従来型と最高速データベースエンジンの実行原理

【追跡調査時の進展および社会還元】

- ImPACTプロジェクトにおいて、エラスティシティ(伸縮可能性)を備えた超高速動的スケーラブルデータ処理技術を確立。
- ヘルスケア領域へ適用（医療・介護等のビッグデータ解析）し、超高速データベースエンジンの有効性を実証。

超高速データベースエンジンの活用イメージ

11. 審良課題

助成額：19.4 億円
研究支援担当機関：科学技術振興機構

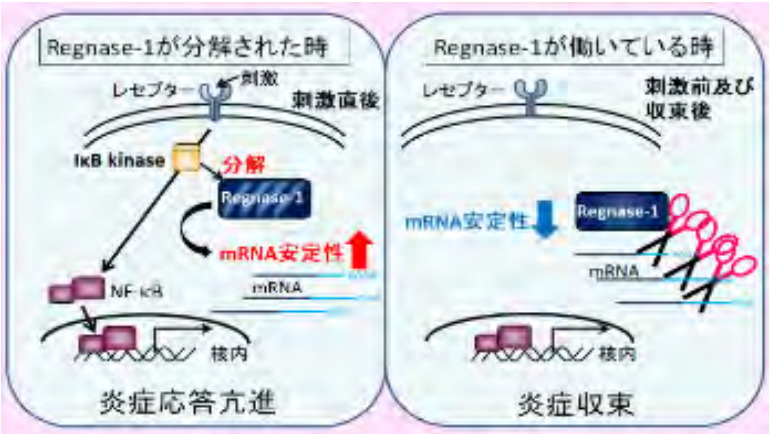
免疫ダイナミズムの統合的理解と免疫制御法の確立

審良 静男
大阪大学免疫学フロンティア研究センター
特任教授

免疫メカニズムの解明により難治性疾患の治療へ革新をもたらすべく、研究成果の製品化を目指して産学の大型組織連携を推進中。

【事後評価時の主な研究成果】

- mRNA分解タンパク質「Regnase-1」が、自己免疫疾患の発症に大きく関与していることを世界で初めて発見。治療薬開発の可能性を広げる
- メタボリックシンドロームやアレルギーなどの様々な疾患に、異なるM2マクロファージの関与を発見



Regnase-1の免疫応答メカニズム

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 研究を継続中。発見したmRNAを調整する免疫制御分子による特定疾患治療の可能性を見い出した。中外と共同で特許出願し創薬開発を目指している。
- 大手製薬２社と2017年度より10年間で総額100億円以上の組織連携を実施、医薬品の製品化を目指して研究を推進。
- 第一回日本オープンイノベーション大賞（平成31年）で文部科学大臣賞「基礎研究段階からの産学共創 ～組織対組織の連携～」を受賞

大阪大学（IFReC）と中外製薬は先端的な免疫学研究活動に関わる包括連携契約を締結、連携推進ラボを稼働。

12. 川合課題

助成額：30.7億円
研究支援担当機関：大阪大学

１分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスの開発研究
—超高速単分子DNA シークエンシング、超低濃度ウイルス検知、極限生体分子モニタニングの実現—

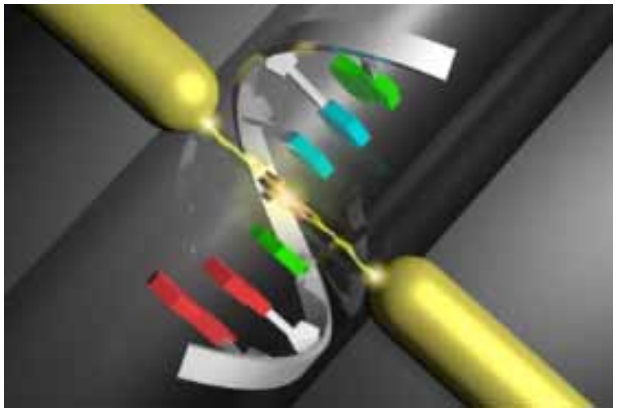
川合 知二

大阪大学産業科学研究所
／特任教授

ナノバイオ技術で病気の自宅診断や早期発見を可能にすることで、医療費の劇的削減に期待

【事後評価時の主な研究成果】

- DNA等の1分子解析技術を確立し、ウイルスやアレルギー原因物質等を超高速・超高感度に検出する革新的なナノバイオデバイスの試作に成功
- 次々世代DNAシークエンサーの動作原理を実証、個別化医療への応用に期待



DNAとRNAの１分子塩基配列決定の原理図

【追跡調査時の進展および社会還元】

- DNA,RNAだけでなく、ナノポアを用いたウイルス細菌の検出が可能となり、ImPACTへ研究テーマが引き継がれた。
- ナノポアを用いたウイルス細菌の検出技術は、ベンチャー企業を創業し、社会還元を進めている。

ナノポアセンシング技術の応用イメージ

13. 木本課題

助成額：36.8億円
研究支援担当機関：産業技術総合研究所

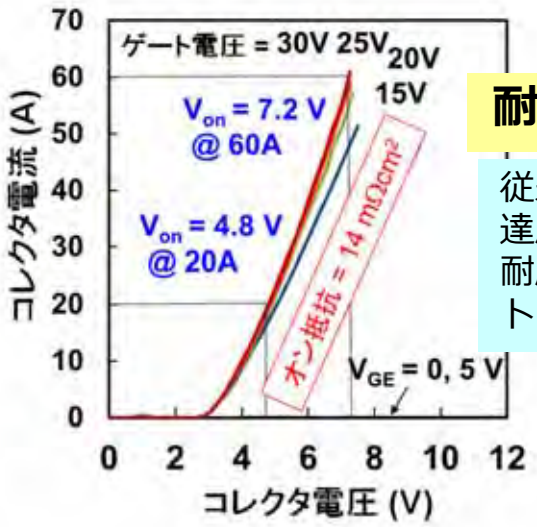
低炭素社会創成へ向けた炭化珪素(SiC)革新パワーエレクトロニクスの研究開発

木本 恒暢
京都大学大学院
工学研究科／教授

将来の電力インフラ等で重要となる超高電圧用SiCパワー半導体で最高性能を達成。

【事後評価時の主な研究成果】

- 世界最高性能の2万ボルト以上の電圧に耐え得るパワー半導体素子を開発
- 世界最高品質の超高耐圧向けSiC結晶を実現 (2010年)
- 世界最高水準の超高耐圧SiCトランジスタを実現 (2012年)

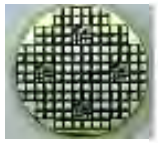


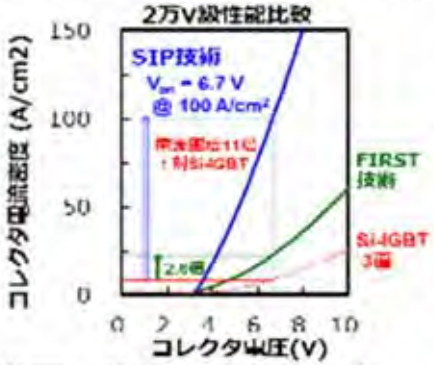
耐電圧 16 kV

従来の半導体では達成不可能な超高耐圧、低損失のトランジスタを実現

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 超高耐圧（2万ボルト級）SiCトランジスタなどの研究を継続し、素子性能と長期信頼性を向上。
- SiC半導体に関する新規技術と学術的知見がパワエレ革新に向けた研究開発に活用。
- 産業界の連携が活発化し、波及効果として1-3千ボルト級SiCパワーデバイスの実用化が加速。太陽電池用パワコン、電源、電車等に搭載され、省エネ効果を発揮。





【研究の進展：後継プロジェクト（第一期SIP）の成果】

【波及効果】
JR山手線に搭載

14. 横山課題

助成額47.8 億円
研究支援担当機関：産業技術総合研究所

グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発

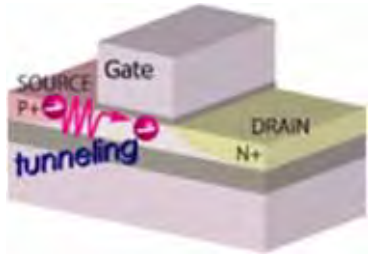
横山直樹

株式会社富士通研究所
名誉フェロー

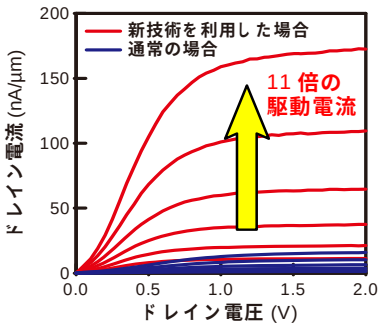
LSIの消費電力を大幅低減する研究開発を継続中。
グラフェンを利用した新原理高感度ガスセンサを開発。
新原理導入トランジスタを量子コンピュータ応用に展開。

【事後評価時の主な研究成果】

- 量子効果を利用した低電圧動作Si系トランジスタを開発、等電子トラップ導入でON電流を11倍向上
- 直径300mmのシリコンウェハ上に高品質単層グラフェンの形成に成功
- 超格子型相変化材料で、世界最高の室温巨大磁気抵抗比2000%を発現



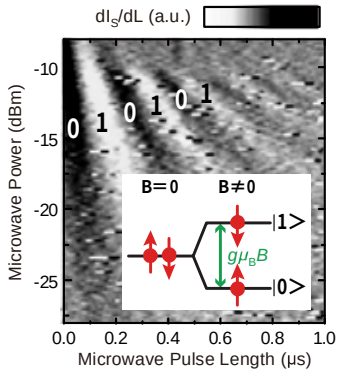
量子効果(トンネル効果）を利用した低電圧動作Si系トランジスタを開発
→最小S係数27mV/decadeの低電圧スイッチ特性実現



低電圧動作Si系トランジスタに等電子トラップを導入し11倍のON電流向上達成
→高速動作可能性を実証

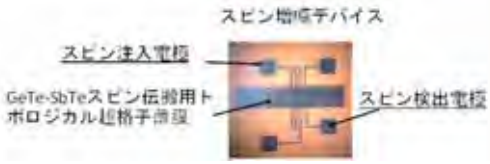
【追跡調査時の進展および社会還元】

- 新原理導入Si系トランジスタが量子コンピュータに応用が可能であることを実証、世界最高動作温度を記録(想定外の展開)
- グラフェン研究が進展、富士通が高感度ガスセンサと室温動作赤外線センサ開発
- 超格子型相変化材料を用いたスピン増幅デバイスの動作実証(想定外の展開)



等電子トラップ導入のトランジスタが室温量子コンピュータ用素子として使える可能性を実証

グラフェンを使ったNO_2ガスセンサ：従来センサより二桁高い感度（サブppb) を持つ



超格子相変化材料を用いてスピンを増幅・整流することに成功

15. 栗原課題

助成額：34.4億円
研究支援担当機関：新エネルギー・産業技術総合開発機構

Mega-ton Water System

栗原　優
東レ株式会社
顧問、技術センター顧問
(水処理・環境本部)

21世紀型水処理基幹技術として、環境に配慮したメガプラント向け海水淡水化技術を日本イニシアティブで構築した

【事後評価時の主な研究成果】

- 高効率大型分離膜（省エネ）、無薬注海水淡水化システム（低環境負荷）等の要素技術および100万m³/日規模大型プラント構成最適化のシステム技術開発。
- 設備コスト・造水コスト ⇒ 半減
- エネルギー原単位 ⇒ 2割超削減

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 世界初低圧海水淡水化膜の生産技術確立
- 省エネ・二段高収率システム及び環境負荷低減に繋がるバイオファウリングモニタリング技術をパイロット規模で実証*
- フルプラント規模の実証に向け検討継続

* サウジアラビア・ジュベイルで実施
No-Chlorine/No-SBS Dosing process
→ Green Desalination

サウジアラビアとの共同体制

実証プラント

16. 瀬川課題

助成額：33.0億円
研究支援担当機関：新エネルギー・産業技術総合開発機構

低炭素社会に資する有機系太陽電池の開発
～複数の産業群の連携による次世代太陽電池技術開発と新産業創成～

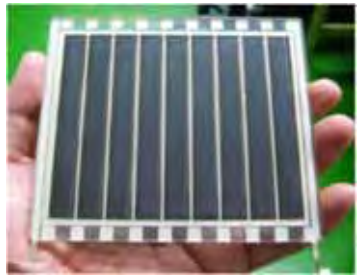
瀬川　浩司
東京大学大学院総合文化研究科・先端科学技術研究センター／教授

次世代型の高性能低コスト太陽電池を創成。実用化を産官学で加速。IoT素子の電源に好適な発電デバイスを市販化、ペロブスカイト太陽電池はノーベル賞候補に。

【事後評価時の主な研究成果】

- 色素増感太陽電池をベースに、高効率全固体型、近赤外高感度型、蓄電機能内蔵型など、高性能化に成功。
- ペロブスカイト太陽電池の創成と、低コストモジュールの試作に成功。
- 多接合型有機系太陽電池で世界最高。

印刷で作る蓄電機能内蔵太陽電池（左）とこれを用いたスマホ充電器（右）



ペロブスカイト太陽電池モジュールの試作品(右)

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 色素増感太陽電池の高性能化（全固体化、近赤外光電変換、蓄電機能内蔵など）は追随を許さず。参画企業であったリコー、シャープなどがIoT素子向けの環境発電デバイスを量産化へ。
- ペロブスカイト太陽電池（PSC)で世界トップレベルの変換効率（セル24.9%、ミニモジュール20.5%）世界に先駆けて産官学のオールジャパンで実用化に着手。

フィルム型の超軽量高性能PSCモジュール製造

IoT向け環境発電デバイス

17. 山海課題

研究課題予算：23.4億円
研究支援担当機関：筑波大学

健康長寿社会を支える最先端人支援技術研究プログラム

山海 嘉之
筑波大学システム情報系
／教授
CYBERDYNE株式会社
代表取締役社長/CEO

脳神経科学、ロボット工学、IT等を融合した革新的サイバニクス治療法を確立。脳・神経・筋系難病患者の機能改善・再生への道を拓き、国際標準化が実現。

【事後評価時の主な研究成果】

- 医療用サイボーグ型ロボットによる脳・神経・筋系疾患患者の治療制御手法の体系化を推進。医療機関での医師主導治験もスタート
- 欧州にて医療機器の認証「CEマーク」を取得 （世界初のロボット治療機器が誕生）(H25.8)
- ISOエキスパートメンバーとして生活支援用／医療用ロボットの国際規格策定に尽力。ロボットが工場から医療・福祉・生活分野に活躍の場を広げる環境整備を実現。

神経・筋難病患者への適用例

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 進行性神経・筋難病や脊髄損傷の患者への機能改善治療が保険により開始。歩行困難患者の自立歩行を実現。
- 国内外の医療・福祉・生活（介護／作業）分野で運用され、2000台以上が稼働中。(R2.5)
- サイバニクス技術と再生医療と薬剤との異分野融合による世界初の新学術分野の創出。

介護・作業支援用　　機能改善治療用

18. 柳沢課題

助成額：18.0億円
研究支援担当機関：筑波大学

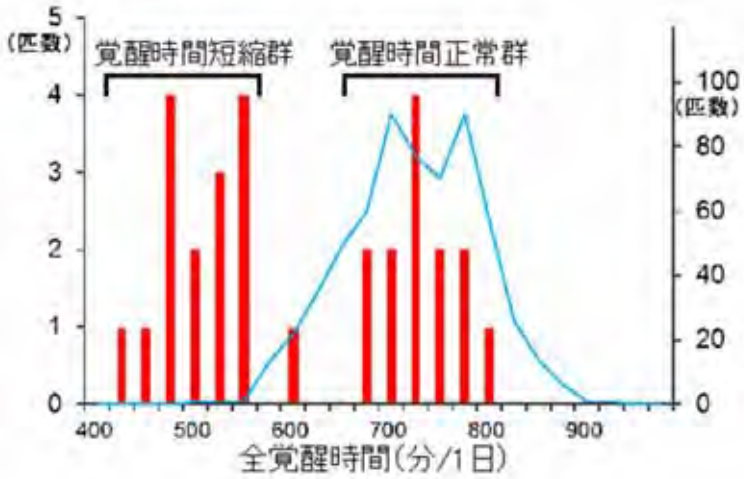
高次精神活動の分子基盤解明とその制御法の開発

柳沢 正史
筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構／機構長・教授

現代脳神経科学最大のブラックボックス、睡眠・覚醒のメカニズムを解明する

【事後評価時の主な研究成果】

- 遺伝性睡眠覚醒異常マウスを発見、睡眠覚醒異常の原因遺伝子の同定を進めている。
- 睡眠障害治療薬候補となる小分子量化合物の発見およびその最適化について特許申請準備中



遺伝性睡眠覚醒異常のあるマウス家系の一例

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 世界で初めて、睡眠・覚醒の制御遺伝子(*SIK3*と*NALCN*)を同定。*SIK3*の解析を通じて眠気の生化学的な実体に迫るリン酸化蛋白質群(SNIPPs)を同定。
- 製薬会社と具体的な医薬品開発に着手。
- マウスでの技術を応用したヒト睡眠計測技術を開発。その社会実装を目指すベンチャーを設立し9億円の資金調達に成功。

株式会社S'UIMINが目指す在宅での睡眠計測サービス

19. 江刺課題

助成額：32.8億円
研究支援担当機関：東北大学

マイクロシステム融合研究開発

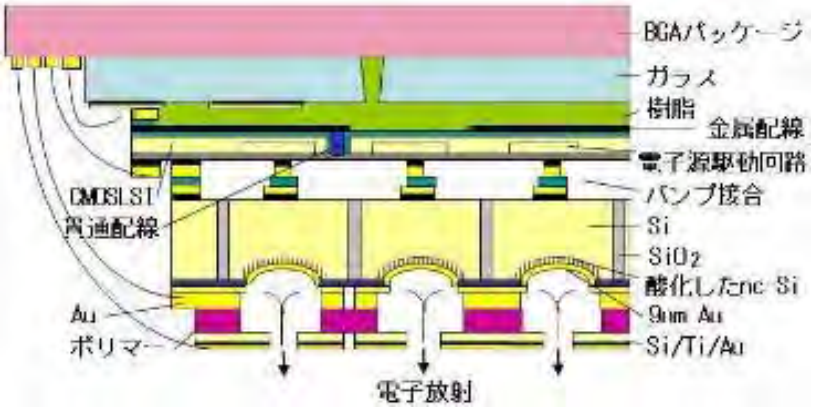
江刺 正喜

東北大学マイクロシステム融合研究開発センター／名誉教授

MEMSとLSIを融合したヘテロ集積化デバイスでIoT技術をリード

【事後評価時の主な研究成果】

- 微小電気機械システム（MEMS）と集積回路（LSI）を自由に融合できる技術を確立し、高付加価値なマイクロシステムを可能にした。
- 超並列電子線描画装置のため、ヘテロ集積化したアクティブマトリクス電子源アレイを開発。



アクティブマトリクス面電子源

【追跡調査時の進展および社会還元】

- ヘテロ集積化デバイスは、スマートフォンに広く用いられる新型SAWフィルターとして事業化を目指し起業を検討中。
- オープンな開発プラットフォーム「試作コインランドリ」の産業界の利用が進み、製品化の事例も出てきている。（令和元年利用件数：11,684件）

試作コインランドリ
（東北大学西澤潤一記念研究センター）

開発デバイス搭載製品
（写真提供 （株）山本電機製作所）

20. 大野課題

助成額：34.0億円
研究支援担当機関：東北大学

省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発

大野 英男

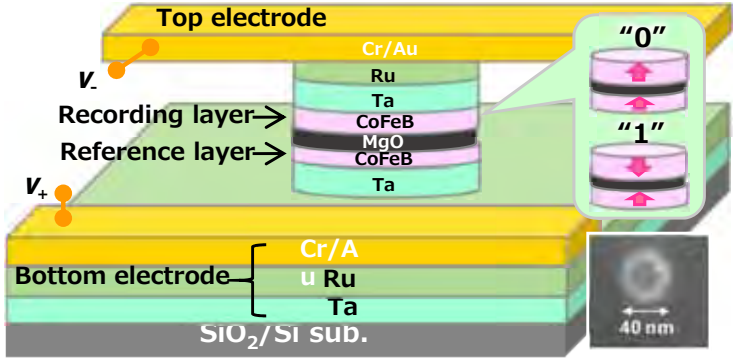
東北大学／総長

電子機器の質を決定する論理集積回路の低消費電力化技術として磁気抵抗メモリ(STT-MRAM※)技術とそれによる不揮発性プロセッサ技術が産業界に広く普及。磁性に基づく新しい学術分野の創出に大きく貢献し世界をリード。

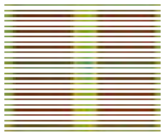
【事後評価時の主な研究成果】

- スピントロニクス素子と半導体集積回路を融合したスピントロニクス論理集積回路を作製し、世界で初めて動作原理実証に成功

革新技術：界面垂直型磁気トンネル接合素子（MTJ）



革新技術：スピントロニクス素子を用いた論理集積回路群



文字検索処理に特化した専用集積回路(TCAM)

プログラム可能な汎用ゲートアレイ集積回路（FPGA）

マイクロコントローラ（MCU）

高速CPUチップ混載向けSTT-MRAM

※STT-MRAM：スピン移行トルク磁気抵抗メモリ

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 2重界面構造垂直磁化MTJ素子がSTT-MRAM製品のデファクトとなり普及。
- 4重界面構造や形状磁気異方性活用構造MTJの動作実証で世界最高性能を達成。
- 反強磁性体のスピン軌道トルク発現を人工シナプス素子に適用、人工神経回路網の原理実証に世界で初めて成功。
- 材料・物理の新学術分野「スピンオービトロニクス」「反強磁性スピントロニクス」において世界をリードする成果創出。

本課題成果を基盤に、東北大学のスピントロニクス拠点が指定国立大学法人事業に認定、国際産学連携拠点の国際集積エレクトロニクス研究開発センターが発足(CIESコンソーシアム）、東北大学発ベンチャー企業（STT-MRAMや不揮発プロセッサ等の設計製造事業を担うパワースピン株式会社、高感度磁気センサの普及を目的としたスピンセンシングファクトリー株式会社）が設立され、社会実装を促進している。

21. 岡野(栄)課題

助成額：32.6億円
研究支援担当機関：理化学研究所

心を生み出す神経基盤の遺伝学的解析の戦略的展開

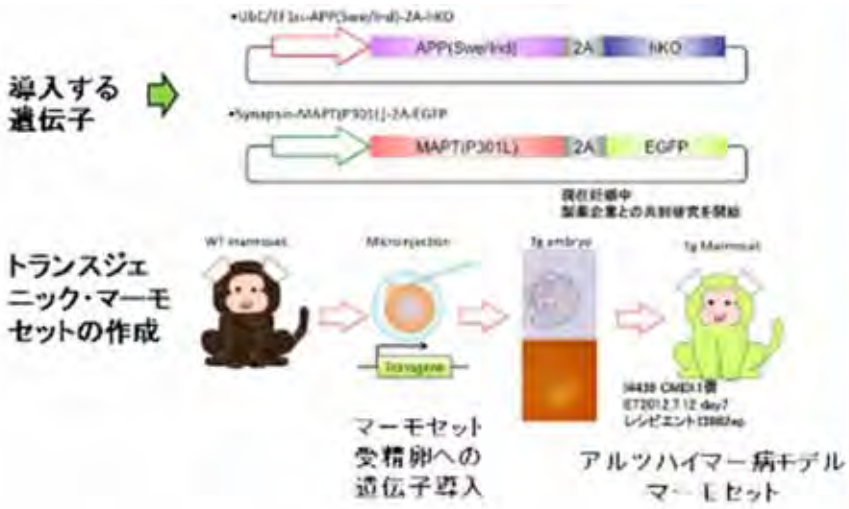
岡野 栄之

慶應義塾大学医学部／
教授

「心」を生み出す脳の謎を解明し、ヒトの心を救う薬を創る

【事後評価時の主な研究成果】

- 革新的な遺伝子改変技術を利用したヒト疾患モデルマーモセットを創出、国内製薬企業と共同研究を開始。



遺伝子を導入した受精卵から動物を成育

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 免疫不全モデルマーモセットについては、平成30年度に次世代個体の作出に成功し、前臨床試験のモデルに活用予定。
- アルツハイマー病モデルマーモセットは、認知症治療薬あるいは神経発達障害の開発への応用が期待。
- 遺伝子改変霊長類の作成方法を技術移転し、米国のBrain Initiativeで活用。さらに、世界最大のマーモセット脳データベースを構築。

遺伝子改変
マーモセット
と脳研究

22. 十倉課題

助成額：32.9億円
研究支援担当機関：理化学研究所

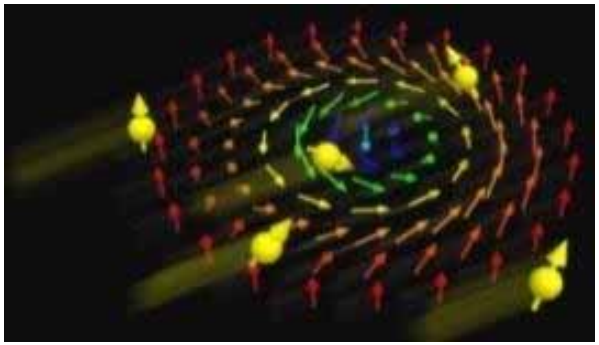
強相関量子科学

十倉 好紀
理化学研究所創発物性科学研究センター／センター長

固体中の強く相互作用する量子系にトポロジーの概念を導入。超低消費電力の電子デバイスへの応用に向けて大きく前進。

【事後評価時の主な研究成果】

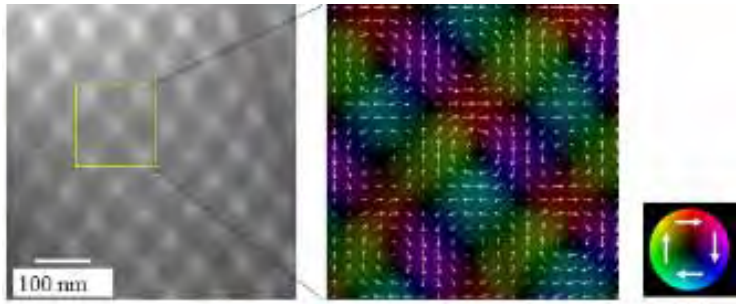
- スキルミオン（渦状に配列したスピンの集団）の実空間観測に世界で初めて成功。加えてその微小電流駆動も実証。超低消費電力磁気メモリ実現へ期待。
- 磁性トポロジカル絶縁体における量子化異常ホール効果の観測に成功。
- 巨大ラシュバスピン分裂物質の発見とベリー位相の観測。



スキルミオンと相互作用する電子の模式図

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 室温スキルミオン物質、極微小スキルミオン、新しいトポロジカル磁気テクスチャなどを発見し、デバイス応用実現に向けて大きく前進。
- 量子化異常ホール効果の高温化、磁気力顕微鏡による非散逸電流の観測とテラヘルツ光による量子化状態の観測に成功。
- トポロジーの物性応用が一大潮流に。スキルミオンやトポロジカル絶縁体の知見は省エネ電子技術の基礎学理となった。



新しいトポロジカル磁気テクスチャの電子顕微鏡像（左）と解析によって得られた磁化分布（右）。

23. 荒川課題

助成額：44.9億円
研究支援担当機関：技術研究組合光電子融合基盤技術研究所

フォトニクス・エレクトロニクス融合システム基盤技術開発

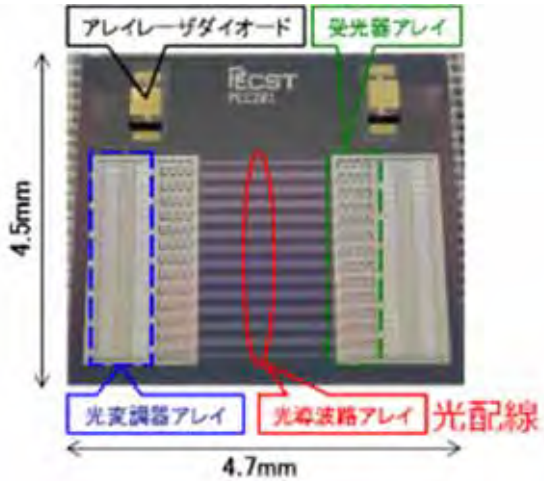
荒川 泰彦

東京大学ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構／特任教授

光とエレクトロニクスの融合により、半導体集積回路の限界を超える。量子ドットは光トランシーバ、量子暗号通信用光源、量子コンピュータなどへ展開中。

【事後評価時の主な研究成果】

- 光源搭載型シリコンフォトニクス回路で 世界最高の伝送帯域密度 30Tbps /cm^2 を達成（現状の100倍以上）
- 成果は、未来開拓研究プロジェクト（経産省）に継承され、2025年の光電子融合サーバの実現を目指す

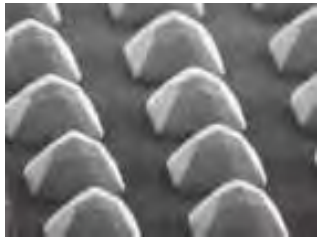


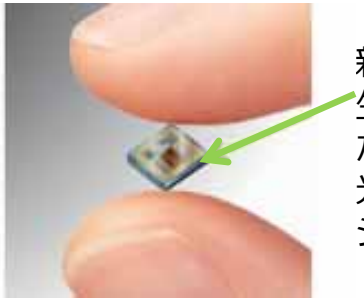
試作した光電子集積回路

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 世界最高の光接続密度(500Tbps/cm^2)を実現するとともに、並列計算ベンチマークの１桁以上高速化などを実証。
- 量子ドットレーザ搭載の超小型光トランシーバを世界初で実用化。新会社の設立。
- トポロジカル量子ドットナノレーザを世界初で実現。
- 量子ドットは量子技術の基本ナノ構造として、量子コンピュータへの応用や、高効率太陽光電池、医療分野で貢献を期待。

量子ドットの電子顕微鏡写真





新会社で生産された超小型光トランシーバ

24. 安達課題

助成額：34.4億円
研究支援担当機関： 九州大学

スーパー有機ＥＬデバイスとその革新的材料への挑戦

安達 千波矢
九州大学最先端有機光エレクトロニクス研究センター／センター長・教授

スーパー有機EL発光材料で次世代産業を切り拓く。開発したハイパーフルオレッセンス有機EL発光技術を搭載したディスプレイを製品化。

【事後評価時の主な研究成果】

- 従来材料を凌ぐ、安価と高効率を両立した新しい有機EL発光材料である「ハイパーフルオレッセンス」の創出に成功
- 日本発の新材料と戦略的な特許確保で日本の有機ＥＬ産業の活性化を目指す

開発した有機EL発光材料を用いて
試作したディスプレイ

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 熱活性化遅延蛍光(TADF)材料の開発を継続し、2015年に(株) Kyuluxを設立。2020年4月、有機ELパネル用のTADF材料の販売を開始。
- 2020年3月現在、TADFに関する論文は国内外で1680件超、総論文引用件数は11,240件に達しており、新たな学問を切り拓いた。
- 2018年に世界初の電流励起型有機半導体レーザー(OSLD)を実現。知財の集積を主としたベンチャー(株)KOALA Techを設立。

台湾WiseChip が世界初の 2.7 インチの 黄色 PMOLED Hyperfluorescence™ OLED ディスプレイを発表(2019)

25. 山中課題

助成額：61.8億円
研究支援担当機関：京都大学

iPS 細胞再生医療応用プロジェクト

山中 伸弥

京都大学iPS細胞研究所／所長・教授

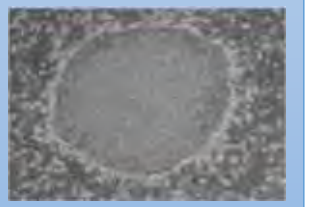
再生医療用のiPS細胞樹立技術の世界標準化を強力に推進

【事後評価時の主な研究成果】

- iPS細胞を安全につくる標準的な技術を確立
- 得られた細胞の評価系を構築
- 臨床用の様々な種類の良質なiPS細胞のストックを構築
- iPS細胞を用いた世界初の臨床研究(目の難病患者の網膜再生)が開始(H26.9.12)（理研）

再生医療用iPS細胞ストック

GMPレベル
iPS細胞製造

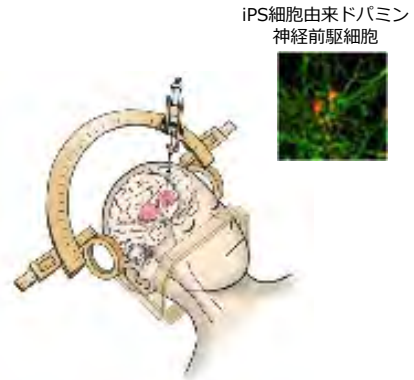


品質管理

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 安全性の高いiPS細胞樹立方法を確立。
- iPS細胞の樹立・維持培養法を確立。
- GMP準拠細胞の調製が可能となり、臨床試験用ストックとして、18機関にiPS細胞を提供。
- 提供したiPS細胞により、世界初の移植手術が複数実施。

iPS細胞を用いた臨床試験概要



iPS細胞由来ドパミン神経前駆細胞の移植手術

26. 小池課題

助成額：42.2億円
研究支援担当機関：慶應義塾大学

世界最速プラスチック光ファイバーと高精細・大画面ディスプレイのためのフォトニクスポリマーが築くFace-to-Faceコミュニケーション産業の創出

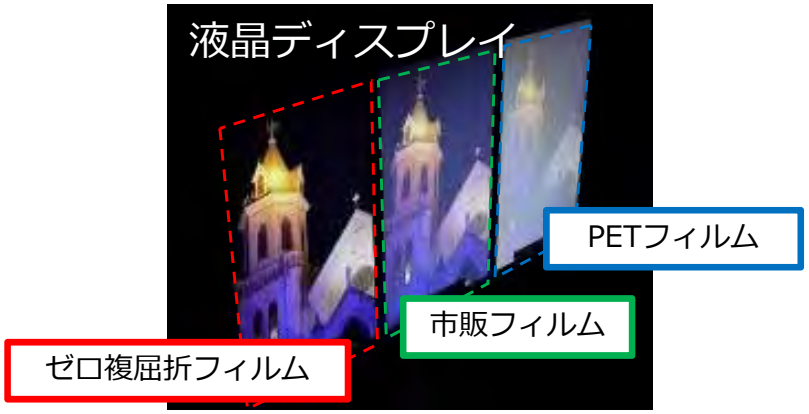
小池 康博

慶應義塾大学／教授

世界最速プラスチック光ファイバーや、新規ディスプレイ用フォトニクスポリマーにより、8K/5G 、ポスト5G時代を担う次世代コミュニケーションを実現。

【事後評価時の主な研究成果】

- 慶應大学から生まれた世界最速のプラスチック光ファイバー（GI型POF)を推進。新規GI型POFにより、大幅に雑音低減したRadio over Fiber (RoF) 映像伝送に成功。
- 両極にあるゼロ複屈折ポリマー、超複屈折ポリマーが、ディスプレイの色劣化を劇的に解消できることを世界に先駆け提案、実証。



【追跡調査時の進展および社会還元】

- 慶應大学と日東電工が8K映像用新規GI型POFの共同研究センターを設立。
- GI型POFが、NHKが中心になり進めてきた8K衛星放送の宅内伝送に採用、製品化。
- ゼロ複屈折ポリマー、超複屈折フィルムがディスプレイのリアルカラー実現に大きく貢献。大型テレビ等に採用。
- FIRSTの成果をJST NexTEPで展開。ジャパンディスプレイが高精度ディスプレイの実用化開発を推進。

超高速GI型POFを用いた次世代光伝送システム

27. 山本課題

助成額：32.5億円
研究支援担当機関：国立情報学研究所

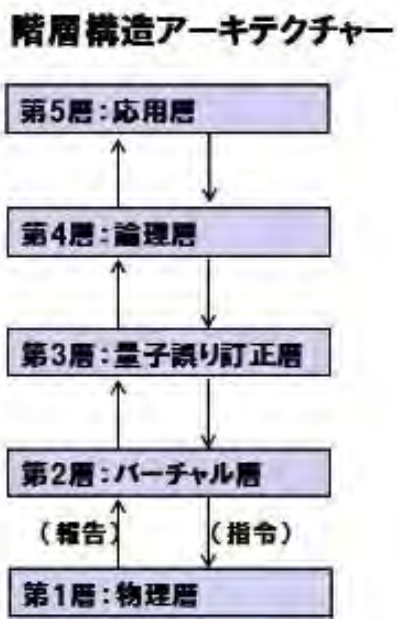
量子情報処理プロジェクト

山本 喜久
Director
Physics & Informatics Laboratories
NTT Research, Inc.

量子情報処理の分野で新しい潮流を形成、今後の社会の基盤技術を目指すべく国内外の大型プロジェクトで産学官が研究を推進中

【事後評価時の主な研究成果】

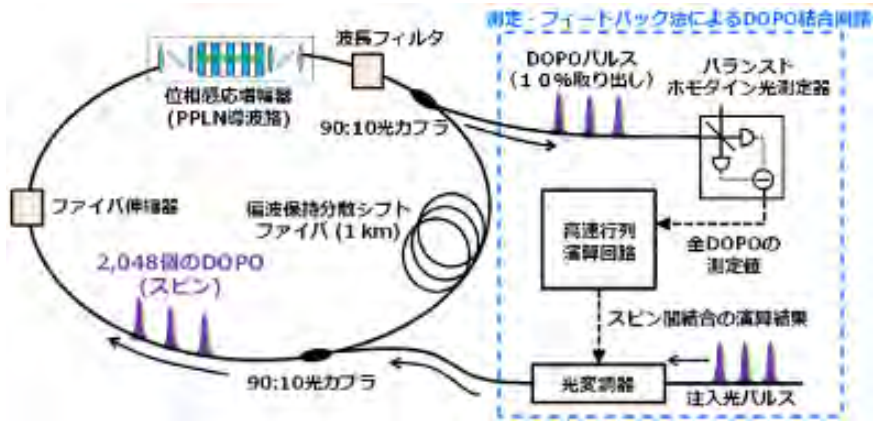
- 量子計算、量子シミュレーション、量子計測、量子暗号各分野の要素技術を開発。
- 量子コンピューターのシステムアーキテクチャの全体像を提案。量子計算に必要なリソース（量子ビット数、計算時間を初めて正確に見積もる。）



世界で初めて、量子コンピューターの設計概念を明らかに

【追跡調査時の進展および社会還元】

- コヒーレント・イジングマシンは米NSFの大型PJで日米７機関で共同研究開始。NTTはシリコンバレーに新研究所（PHI Lab）を設立。
- 光格子時計は理研で継続中。他成果も、CREST, Q-LEAP, ムーンショットなど国内PJへ引き継がれて継続中。



測定・フィードバック法を用いたコヒーレントイジングマシンの実験系概略（NTT HPより）

28. 細野課題

助成額：44.5億円
研究支援担当機関：東京工業大学

新超電導及び関連機能物質の探索と産業用超電導線材の応用

細野 秀雄

東京工業大学特命教授、元素戦略研究センター／センター長

アンモニアを、より低温・低圧で反応できる高性能アンモニア合成触媒を実用化して産業に貢献。超伝導を示さない物質の失敗リストを公開して学術界に反響。

【事後評価時の主な研究成果】

- 臨界温度の高い超電導物質探索に挑戦
- 鉄、コバルト、チタン、クラスター系など新しい超電導物質を111種発見
- 100年以上続くアンモニア製造方法を変えうる高性能アンモニア合成触媒を発見

Ru担持C12A7エレクトライド上でのアンモニア合成反応のモデル

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 様々な物性の起源となる薄膜中の極微量の水素を定量できる改良TDS法を開発。
- 鉄系超伝導体薄膜でTc（48K)を実現。
- 高性能アンモニア合成触媒はベンチャーで実用化、必要な場所で必要なだけ。
- 高いアンモニア合成触媒活性を持つ2次元電子化物、1次元電子化物を発見。
- 新しい両極性半導体Cu_3Nを発見。CMOSインバータを作成し良好な動作を確認。
- 超伝導を示さない物質1000種の失敗リストを公開。

味の素とUMIが東工大に、オンサイト型アンモニア合成システムの実用化を目指すベンチャー「つばめBHB株式会社」を設立

29. 児玉課題

助成額：30.7億円
研究支援担当機関： 分子動力学抗体創薬技術研究組合

がんの再発・転移を治療する多機能な分子設計抗体の実用化

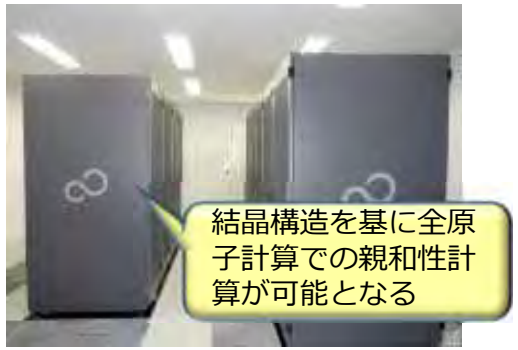
児玉 龍彦

東京大学先端科学技術研究センター／がん・代謝プロジェクトリーダー(名誉教授)

コンピューターで設計した薬により、様々な進行がんを副作用なく治療する

【事後評価時の主な研究成果】

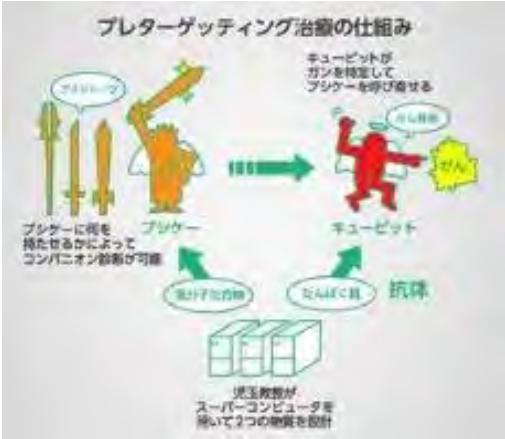
- スーパーコンピューターでヒト体内と似た水溶液中でのがん標的タンパク質と抗体の結合をシミュレーションし、進行がん治療のプレターゲッティングシステムを開発。
- スーパーコンピューター京を使って薬を設計する、ＩＴ創薬で世界をリードし始めた。



抗原・抗体結合の分子動力学計算

【追跡調査時の進展および社会還元】

- エフェクター剤「Psyche」にα線核種、制癌剤、光活性化化合物を結合させるなど、各種がん治療に応用できる画期的なマルチプラットフォームを開発。
- 進行がんの治療に、副作用を少なく根治へむけた効果の期待できるプレターゲッティング剤のシステムを構築し、知財・技術を集約するベンチャーを設立。
- 日・米・スウェーデン等グローバルな開発体制を構築、進行がん治療法のプラットフォームして注目。



プレターゲティング治療の仕組み

30. 白土課題

助成額：48.0億円
研究支援担当機関：北海道大学

持続的発展を見据えた「分子追跡放射線治療装置」の開発

白土 博樹

北海道大学大学院
医学研究科／教授

がんの動きを捉えて高精度で照射する放射線治療装置を開発。国内外で小型陽子線治療装置、動体追跡陽子線治療装置の導入が進み、高い評価を受けている。

【事後評価時の主な研究成果】

- 呼吸等により位置が動く腫瘍をX線透視で追跡しながら、高精度で陽子線を照射する世界初の分子追跡陽子線治療装置を開発、H26.3に北大病院陽子線治療センターを開設し、治療開始
- 独自技術で装置の大幅な小型化に成功
- 米国3病院が装置導入を決定（日本の強み技術として医療機器輸出）

小型陽子線治療装置概要（模型）

分子追跡陽子線治療装置、治療室、加速器

【追跡調査時の進展および社会還元】

- 開発した小型陽子線治療装置が世界で12施設、分子追跡(動体追跡)陽子線/粒子線治療装置が8施設で稼働（含建設中）
- 日本発の上記技術、製品(日立)が世界最先端医療施設に普及、世界粒子線治療市場の29%シェアを獲得（治療数ベース,2017年）
- 日本発の高精度照射の新国際規格(TR 62926)を提案し、IECが発行(2019年)

開発した陽子線治療装置の世界への普及状況