

22. 十倉課題

強相関量子科学

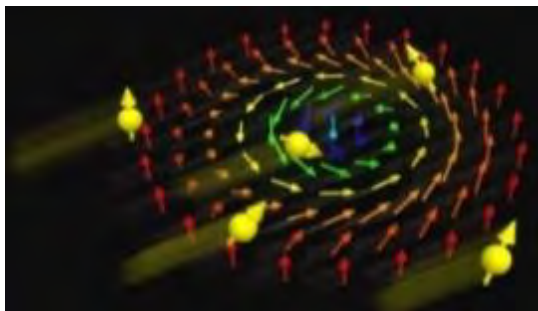
十倉 好紀

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】

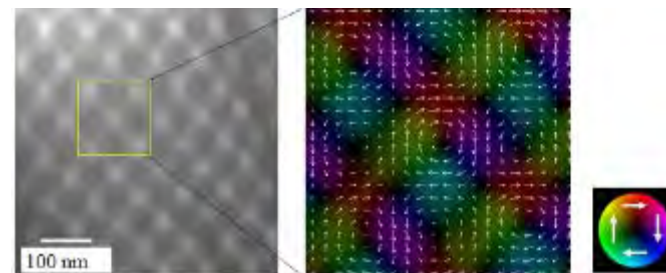
- スキルミオン（渦状に配列したスピンの集団）の実空間観測に世界で初めて成功。加えてその微小電流駆動も実証。超低消費電力磁気メモリ実現へ期待。
- 磁性トポロジカル絶縁体における量子化異常ホール効果の観測に成功。
- 巨大ラシュバスピン分裂物質の発見とベリー位相の観測。



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

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

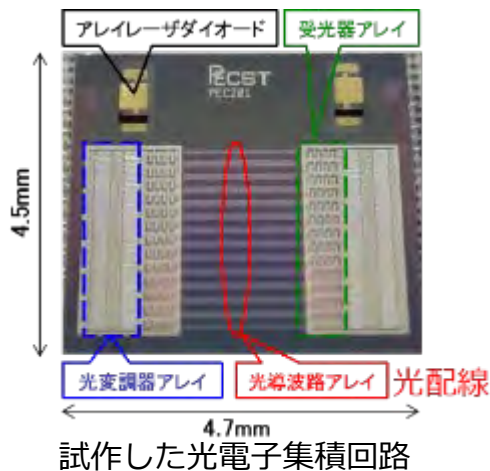
荒川 泰彦

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】

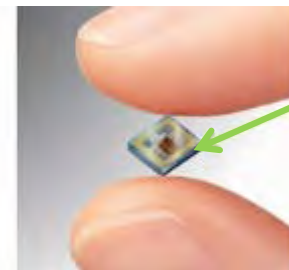
- 光源搭載型シリコンフォトニクス回路で 世界最高の伝送帯域密度 $30\text{Tbps}/\text{cm}^2$ を達成（現状の100倍以上）
- 成果は、未来開拓研究プロジェクト（経産省）に継承され、2025年の光電子融合サーバの実現を目指す



【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($500\text{Tbps}/\text{cm}^2$)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

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)

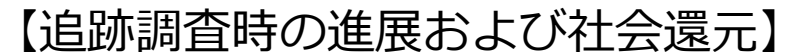
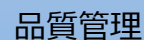
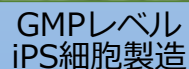


京都大学iPS細胞研
究所／所長・教授

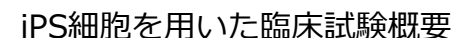
【事後評価時の主な研究成果】

- 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



- 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細胞由来ドーパミン神経 前駆細胞の移植手術

26. 小池課題



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

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。

液晶ディスプレイ

PETフィルム

市販フィルム

ゼロ複屈折フィルム

【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。



27. 山本課題

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。）

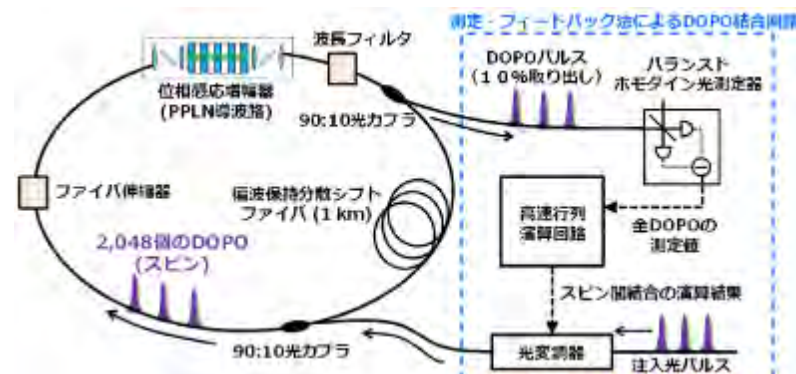
階層構造アーキテクチャ



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）



細野 秀雄

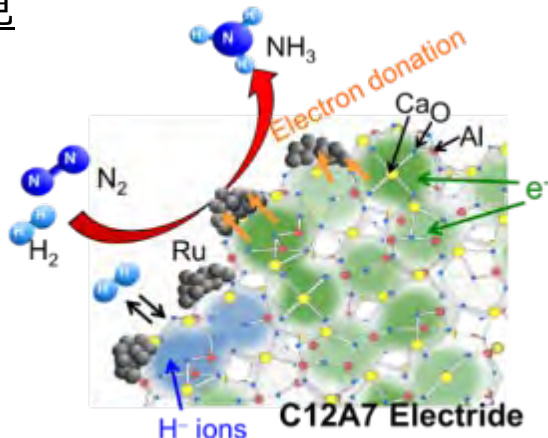
東京工業大学特命教授、元素戦略研究センター／センター長

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

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术界に反響。

【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Cu₃N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

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

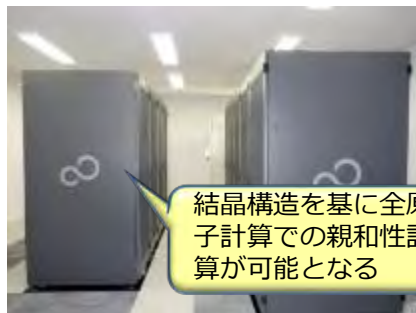
東京大学先端科学技術研究センター／がん・代謝プロジェクトリーダー(名誉教授)

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・抗体複合体の構造、解析

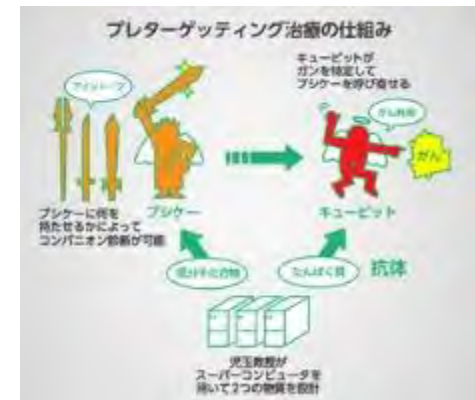


結晶構造を基に全原子計算での親和性計算が可能となる

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として注目。



プレターゲッティング治療の仕組み

30. 白土課題



白土 博樹

北海道大学大学院
医学研究科／教授

持続的発展を見据えた「分子追跡放射線治療装置」の開発

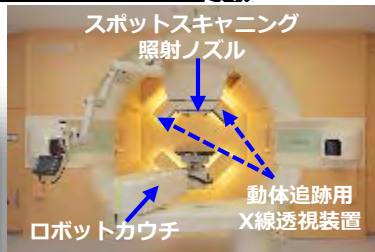
がんの動きを捉えて高精度で照射する放射線治療装置を開発。国内外で小型陽子線治療装置、動体追跡陽子線治療装置の導入が進み、高い評価を受けている。

【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）



シンクロトロン加

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