

CREST領域中間評価

「情報担体を活用した集積デバイス・システム」

“Integrated Devices and Systems Utilized by Information Carriers”

略称: 情報担体 (Information Carriers)

研究総括 平本 俊郎

東京大学 生産技術研究所 教授

令和 7年 1月 30日



科学技術振興機構

本日の発表内容

1. 戦略目標
2. 研究領域の概要
3. 課題の選考とポートフォリオ
4. 領域アドバイザー
5. 研究領域のマネジメント
6. 研究の進捗状況
7. 課題及び今後の展望

1. 戦略目標

【戦略目標名】
情報担体と新デバイス

文部科学省
2020年3月9日発表

【達成目標】

本戦略目標では、情報の取得・変換・記憶・演算・伝達・出力等の機能をデバイス内部で担う情報担体を、要求される性能に応じて探索及び最適配置することで、新たな機能デバイスの開拓や、システムとしての大幅な性能向上を実現することを目指す。

* 情報担体とは、状態変数として定義される情報を表す物理量や、物理系のネットワーク構造・分子構造等、広く情報を担い得る自由度を包含した概念とする。

1. 戦略目標

【戦略目標名】

情報担体と新デバイス

本CREST領域は、戦略目標「情報担体と新デバイス」のもとで同時に開始される「さきがけ」と密接に連携する。

【CREST】

情報担体を活用した集積デバイス・システム
研究総括: 平本 俊郎 東京大学 教授

【さきがけ】

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
研究総括: 若林 整 東京科学大学 教授

2. 研究領域の概要…本領域の目標

【目標】

本研究領域では、デバイス内での情報処理の鍵となる「情報担体*」に着目する。多くの既存デバイスで情報担体の役割を果たしている「電荷」に限らず、スピン状態や分子構造、物質相変化、量子、構造ネットワークといった情報を担いうるあらゆる情報担体を対象とする。

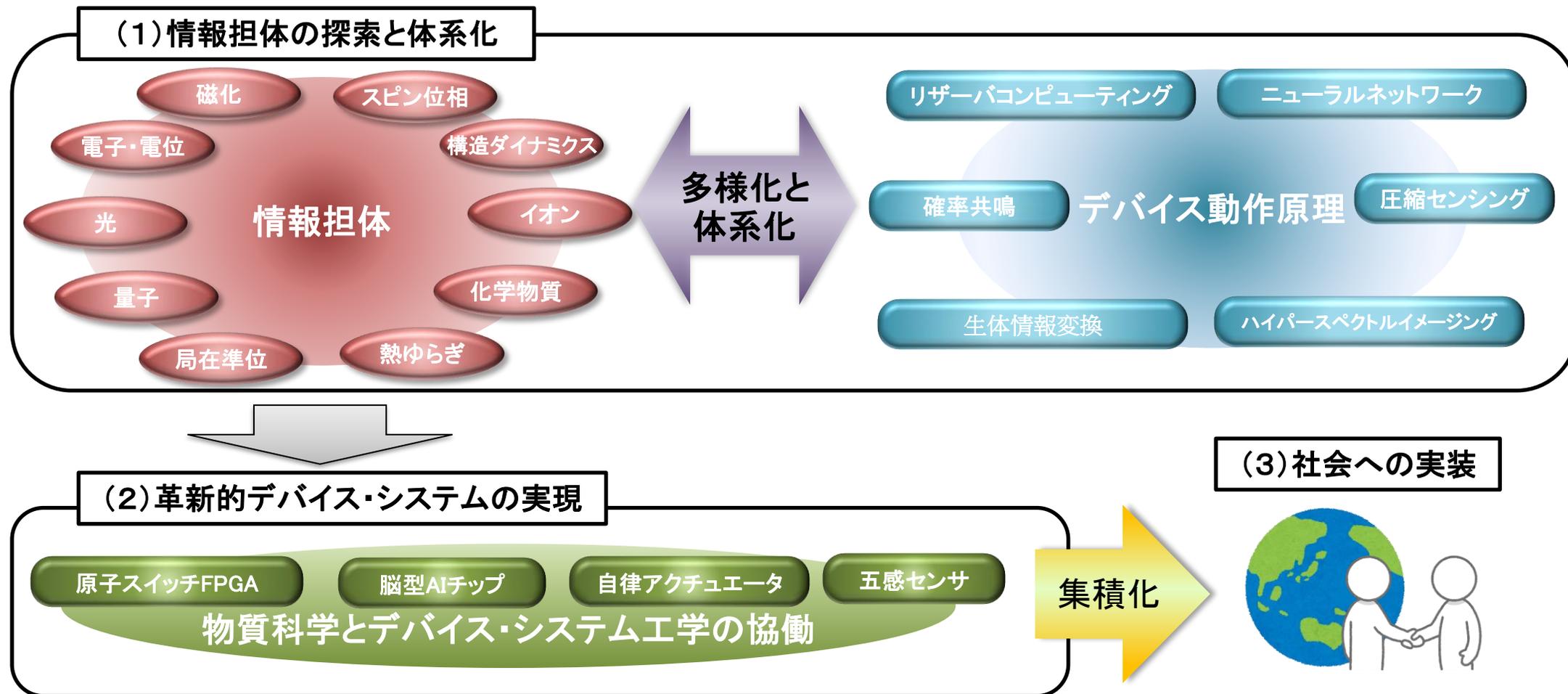
情報の取得、変換、記憶、演算、伝達、出力等のデバイス機能の根幹をなす情報担体を多様化し、かつ高度に利用することによって革新的なデバイスを創出する。

単体デバイスによる機能発現にとどまらず、集積化・システム化を行うことにより、回路・アーキテクチャ・システム・アプリケーションレイヤーとの協働を進め、革新的な情報システム基盤のイノベーションを目指す。

* 情報担体とは、状態変数として定義される情報を表す物理量や物理系のネットワーク構造・分子構造等、広く情報を担い得る自由度を包含した概念とする。すなわち、情報を発現しうる物理量・物理状態・物理現象等を広く意味するものとする。

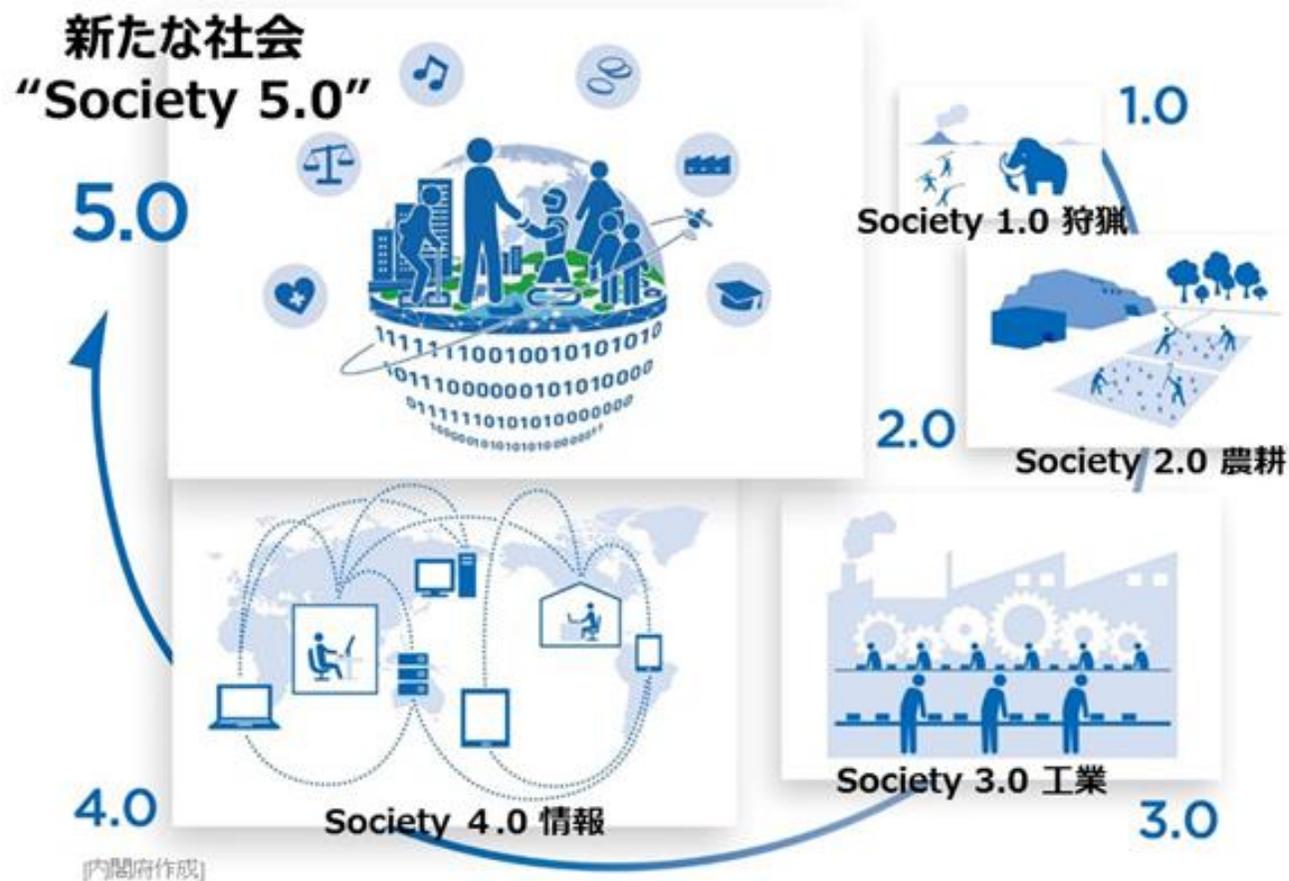
2. 研究領域の概要…領域の目指す社会像

サイバー空間とフィジカル空間を効率的に繋ぎ、次世代情報化社会を実現するため、省エネルギーでかつ高機能な革新的なデバイス・システムを社会実装する。



2. 研究領域の概要…領域の目指す社会像

本研究で実現された省エネルギーでかつ高機能な革新的なデバイス・システムを社会実装することにより、Society 5.0の実現に寄与する。



(内閣府HPより)

https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

2. 研究領域の概要…領域の目指す社会像

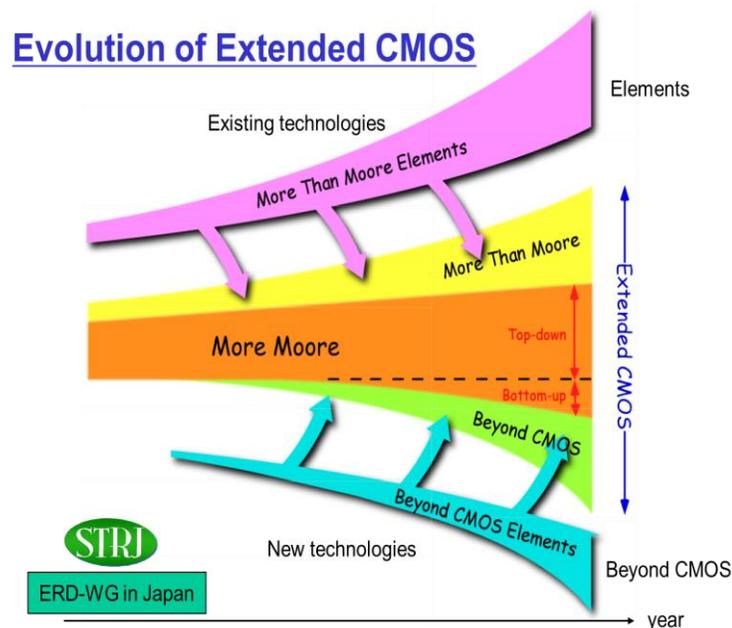
■ Fundamental Guiding Principles: Beyond CMOS

- Computational state variable(s) other than solely electron charge

These include spin, phase, multipole orientation, mechanical position, polarity, orbital symmetry, magnetic flux quanta, molecular configuration and other quantum states (ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors), 2005 version).

→CMOSの置き換えが主眼だった。

(対象はロジックのみ、多くのPJが発足)



ITRS 2011 Edition (JEITA訳) P.63, Figure ITWG1

■ Beyond CMOSとCMOSとの融合を提案(日本, 2007年から)

■ 当時の状況から大きく変化

- ・メモリの重要性の認識
- ・汎用ロジックでは総合的にCMOSを凌ぐデバイスはないとの認識
- ・アプリケーションの多様化 (More Than Mooreの考え方、情報担体の多様化)
- ・CMOSとの融合は当然に。CMOSを補完
- ・新しいアーキテクチャの出現
- ・新情報担体と新アーキテクチャ



本CREST領域の立ち上げ

3. 課題の選考とポートフォリオ…選考方針の抜粋(1)

- 基本方針

- CREST共通の選考基準に従う

- 選考の方針

- **どのような情報担体やデバイス機能を対象とするかは問わない。**電荷を情報担体としても構わない。
- 研究提案のコアとなるブレークスルー技術は、情報担体そのものであっても、情報担体の特性を引き出すデバイス技術であっても、それらの集積化・システム化技術であっても構わない。
- **ただし、単体デバイスにおける機能創出に留まる研究は対象としない。**必ず**集積化**あるいはシステム化まで研究期間内に発展しうる研究を対象する。

3. 課題の選考とポートフォリオ…選考方針の抜粋 (2)

● 研究開発体制

- 材料・デバイス・システム・アプリケーションなど**多様なレイヤーの有機的な融合**を果たし、シナジー効果を生み出しうる体制の構築を求める。研究期間の後半にシステム化研究グループを追加することも可能。
- デバイス創出だけでなく、学理としての情報担体の深耕や、**集積化・モジュール化・システム化**への展開も広く含む。

● 社会実装への展開

- 研究の**最終フェーズでの機能実証を必須**とする。実デバイス・実システムによるデモが望まれるが、実用性をアピールできれば実証形式は問わない。社会実装へ向けたロードマップと照合し最大限のインパクトを持つ実証計画を提案書に記載すること。

3. 課題の選考とポートフォリオ…応募状況

- 応募件数と採択件数

| 採択年度 | 応募件数 | 書類選考 採択件数 | 面接選考 採択件数 |
|--------|--------|--------------|--------------|
| 2020年度 | 41(2) | 10(0) | 6(0) |
| 2021年度 | 36(1) | 10(0) | 5(0) |
| 2022年度 | 26(1) | 10(1) | 4(1) |
| 合計 | 103(4) | 30(1) | 15(1) |

()は内数、女性からの応募

3. 課題の選考とポートフォリオ…ポートフォリオ

- は各分野の2020-2022年度合計提案数(複数年同一提案者は1件とする)

応用分野



情報担体

3. 課題の選考方針とポートフォリオ…2020年度採択課題

| | 研究代表者/採択時の所属/役職/研究課題 | 研究費総額 (百万円) |
|---|----------------------------------|----------------|
|  | 齊藤 英治 東京大学 大学院工学系研究科 教授 | 293 |
| | 非古典スピン集積システム | |
|  | 高尾 英邦 香川大学 創造工学部 教授 | 309 |
| | 触覚の価値を創造する深化型マルチフィジックスセンシングシステム | |
|  | 高木 信一 東京大学 大学院工学系研究科 教授 | 302 |
| | 強誘電体分極と電荷の相互作用を利用した新デバイス・システム | |
|  | 竹内 昌治 東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授 | 316 |
| | 嗅覚受容体を活用したバイオハイブリッド匂いセンサ | |
|  | 田中 雅光 名古屋大学 大学院工学研究科 助教 | 291 |
| | 人工スピンで作る柔らかさ可変の担体による高エネルギー効率情報処理 | |
|  | 千葉 大地 大阪大学 産業科学研究所 教授 | 310 |
| | 集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築 | |

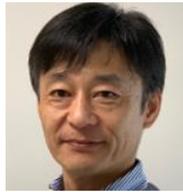
3. 課題の選考方針とポートフォリオ…2021年度採択課題

| | 研究代表者/採択時の所属/役職/研究課題 | 研究費総額 (百万円) |
|--|--|----------------|
|  | 小野 輝男 京都大学 化学研究所 教授 3次元磁気メモリの開発 | 306 |
|  | 中塚 理 名古屋大学 大学院工学研究科 教授 狭ギャップIV族混晶による赤外多帯域受発光集積デバイス | 326 |
|  | 納富 雅也 日本電信電話(株) 物性科学基礎研究所 センター長 空間・時間・波長自由度を活用する光電融合演算基盤の開発 | 293 |
|  | 富士田 誠之 大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授 時空間分布制御テラヘルツ集積デバイスシステムの創成 | 308 |
|  | 三宅 美博 東京工業大学 情報理工学院 教授 極微振動計測デバイスによるマルチモダリティ情報担体システム | 319 |

3. 課題の選考方針とポートフォリオ…2022年度採択課題

| | 研究代表者/採択時の所属/役職/研究課題 | 研究費総額 (百万円) |
|---|---|----------------|
|  | 香川 景一郎 静岡大学 電子工学研究所 教授 | 294 |
| | 実世界をサブナノ秒光信号で見る電荷領域計算イメージセンサ | |
|  | 好田 誠 東北大学 大学院工学研究科 教授 | 308 |
| | 波動性情報担体を用いた固体多重情報基盤の創出 | |
|  | 高橋 有紀子 物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究センター グループリーダー | 304 |
| | サーマルマネージメント多値磁気記録システムの開発 | |
|  | 柳田 剛 東京大学 大学院工学系研究科 教授 | 304 |
| | 固体テンプレート界面材料による堅牢な人工嗅覚デバイス | |

4. 領域アドバイザー(1)

| | |
|---|--|
|  | <p>浅井 哲也 北海道大学 大学院情報科学院 教授</p> <p>新探求アーキテクチャ、脳と人工知能、非線形科学等が専門</p> |
|  | <p>川中 繁 キオクシア(株) 先端技術研究所 所長</p> <p>メモリデバイス、システム、およびプロセス技術の研究開発に従事</p> |
|  | <p>瀬山 倫子 NTTプレジジョンメディシン(株) メディカルサービス部 担当部長</p> <p>バイオセンシング・生体センシングデバイスの研究開発</p> |
|  | <p>多田 宗弘 ナノブリッジ・セミコンダクター(株) 開発製造部 取締役</p> <p>半導体デバイスインテグレーション、多層配線、不揮発ロジック・メモリ、NBS共同創業者</p> |
|  | <p>知京 豊裕 物質・材料研究機構 マテリアル基盤研究センター 特命研究員</p> <p>マテリアルズインフォマティクスを使って新材料開発</p> |

2024年12月現在在任中の方のみ

4. 領域アドバイザー (2)

| | |
|---|---|
|  | <p>角村 貴昭 東京エレクトロン(株) Innovation X Lab. エキスパート</p> <p>新装置研究開発・事業化企画、VLSIシンポジウムプログラム委員</p> |
|  | <p>西村 佳壽子 パナソニック ホールディングス(株) テクノロジー本部 課長</p> <p>イメージセンサ及びセンシングシステム開発</p> |
|  | <p>廣井 聡幸 ソニーグループ(株) Exploratory Deployment Group 技監</p> <p>低消費電力SoC、LPWA、システムアーキテクチャ開発に従事</p> |
|  | <p>湯浅 新治 産業技術総合研究所 新原理コンピューティング研究センター 研究センター長</p> <p>専門分野:スピントロニクス、磁性材料、金属薄膜</p> |
|  | <p>若林 整 東京科学大学 総合研究院 教授 さががけ「情報担体」 研究総括</p> <p>NEC (MIT), ソニー後東科大 微細CMOSと集積エレクトロニクス</p> |

2024年12月現在在任中の方のみ

4. 領域アドバイザー…担当アドバイザー制

各チームへのきめ細やかなフォローアップのため、各チームに対して担当アドバイザーを置いた。担当アドバイザーについては領域全体会議やサイトビジットだけに留まらず、個別のディスカッション等の機会を設けることを意識。

| 領域 アドバイザー | 齊藤T | 高尾T | 高木T | 竹内T | 田中T | 千葉T | 小野T | 中塚T | 納富T | 富士田T | 三宅T | 香川T | 好田T | 高橋T | 柳田T |
|--------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----|------------|
| 平本総括 | | 1人で 主担当 | | | | | | | | | | | | | |
| 浅井AD | 2人で 分担 | | | | | | | | 1人で 主担当 | | | | | | |
| 川中AD | | | | | | | 1人で 主担当 | 2人で 分担 | | | | | | | |
| 瀬山AD | | | | 1人で 主担当 | | | | | | | 1人で 主担当 | | | | |
| 多田AD | | | 1人で 主担当 | | | | | | | 2人で 分担 | | | | | |
| 知京AD | | | | | | 2人で 分担 | | | | | | | | | 1人で 主担当 |
| 角村AD | | | | | 1人で 主担当 | 2人で 分担 | | | | | | | | | |
| 西村AD | | | | | | | | 2人で 分担 | | | | 1人で 主担当 | | | |
| 廣井AD | | | | | | | | | | 2人で 分担 | | | 1人で 主担当 | | |
| 湯浅AD | 2人で 分担 | | | | | | | | | | | | | | 1人で 主担当 |
| 若林AD | | | | | | | | | | | | | | | |

5. 研究領域のマネジメント…マネジメント方針

- **領域会議**

領域主催のイベントとして年一度、領域会議を実施し、枠を超えた情報交換の場を設ける。

- **サイトビジット**

各年研究室を選び、積極的に実施し。各回3時間程度の開催とし、研究環境の視察、デモンストレーションの見学などを行う。

- **担当アドバイザー制・個別ディスカッション**

各チームへのきめ細やかなフォローアップのため、各チームに対して担当アドバイザーを設置。領域全体会議やサイトビジットだけに留まらず、個別のディスカッション等の機会を設けた。

5. 研究領域のマネジメント…領域会議実施状況

| | 実施日 | 実施場所 | 内容 | 参加人数 |
|-----|----------------------------------|----------------------|---|-------|
| 第1回 | 2020年12月17日(木) | Web会議 | 1期キックオフ会議、 領域紹介、運営方針説明、 各チームの研究説明 | 約140名 |
| 第2回 | 2021年10月26日(火) | Web会議 | 2期キックオフ会議、 領域運営方針説明、 各チームの進捗報告 | 約85名 |
| 第3回 | 2022年11月22日(火) 2022年11月29日(火) | JST東京別館 +Web会議 | 3期キックオフ会議、 領域運営方針説明、 各チームの進捗報告 | 約90名 |
| 第4回 | 2023年5月19日(金) 2023年5月20日(土) | JST日本科学未来館 +Web会議 | 各チームの進捗報告 | 約105名 |
| 第5回 | 2024年6月24日(月) 2024年6月25日(火) | JST東京別館 +Web会議 | 各チームの進捗報告 | 約75名 |

5. 研究領域のマネジメント…サイトビジット実施状況(1)

| 実施年度 | 実施日 | 訪問先 | 訪問場所 | 備考 |
|--------|----------------|--------|----------------|-----------|
| 2020年度 | 2021年1月14日(木) | 高尾チーム | Web会議 | 2020年採択初回 |
| | 2021年1月18日(月) | 齊藤チーム | Web会議 | |
| | 2021年1月22日(金) | 田中チーム | Web会議 | |
| | 2021年1月22日(金) | 竹内チーム | Web会議 | |
| | 2021年1月28日(木) | 千葉チーム | Web会議 | |
| | 2021年2月1日(月) | 高木チーム | Web会議 | |
| 2021年度 | 2021年11月15日(月) | 小野チーム | Web会議 | 2021年採択初回 |
| | 2021年11月22日(月) | 納富チーム | Web会議 | |
| | 2021年11月30日(火) | 中塚チーム | Web会議 | |
| | 2021年12月7日(火) | 富士田チーム | Web会議 | |
| | 2021年12月7日(火) | 三宅チーム | Web会議 | |
| 2022年度 | 2023年1月13日(金) | 高橋チーム | 物質・材料研究機構 千現地区 | 2022年採択初回 |
| | 2023年2月8日(水) | 柳田チーム | 東京大学 本郷キャンパス | |
| | 2023年2月27日(月) | 好田チーム | 東北大学 青葉山西キャンパス | |
| | 2023年3月1日(水) | 香川チーム | 静岡大学 浜松キャンパス | |

5. 研究領域のマネジメント…サイトビジット実施状況(2)

| 実施年度 | 実施日 | 訪問先 | 訪問場所 | 備考 |
|--------|----------------|--------|----------------------|----------|
| 2023年度 | 2023年7月10日(月) | 竹内チーム | 東京大学 本郷キャンパス | 課題中間評価該当 |
| | 2023年7月13日(木) | 齊藤チーム | 東京大学 本郷キャンパス | |
| | 2023年7月25日(火) | 田中チーム | 名古屋大学 東山キャンパス | |
| | 2023年8月17日(木) | 千葉チーム | 大阪大学 吹田キャンパス | |
| | 2023年8月23日(水) | 高尾チーム | 香川大学 林町キャンパス | |
| | 2023年10月12日(木) | 納富チーム | 日本電信電話株式会社 厚木研究開発センタ | |
| | 2023年10月20日(金) | 三宅チーム | 東京工業大学 すすかけ台キャンパス | |
| | 2023年10月24日(火) | 小野チーム | 京都大学 宇治キャンパス | |
| | 2023年11月21日(火) | 中塚チーム | 名古屋大学 東山キャンパス | |
| | 2023年11月24日(金) | 富士田チーム | 大阪大学 豊中キャンパス | |
| 2024年度 | 2024年9月9日(月) | 富士田チーム | 東京工業大学 大岡山キャンパス | 課題中間評価該当 |
| | 2024年9月10日(火) | 小野チーム | 早稲田大学 早稲田キャンパス | |
| | 2024年9月12日(木) | 中塚チーム | 産業技術総合研究所 つくば中央事業所 | |
| | 2024年9月30日(月) | 納富チーム | 産業技術総合研究所 つくば西事業所 | |
| | 2024年10月4日(金) | 三宅チーム | 東京科学大学 すすかけ台キャンパス | |
| | 2024年11月7日(木) | 高木チーム | 東京大学 本郷キャンパス | 課題事後評価該当 |

5. 研究領域のマネジメント…個別ディスカッション実施状況

| 年度 | 研究チーム | アドバイザー | 日程 | 形式 |
|--------|--------|------------------|--------|-------|
| 2022年度 | 小野チーム | 川中AD、平本研究総括 | 10月20日 | Web会議 |
| | 千葉チーム | 知京AD、角村AD、平本研究総括 | 1月27日 | Web会議 |
| 2023年度 | 小野チーム | 川中AD | 5月25日 | Web会議 |
| | 高橋チーム | 湯浅AD | 5月26日 | Web会議 |
| | 柳田チーム | 知京AD | 6月14日 | Web会議 |
| | 中塚チーム | 川中AD、西村AD | 6月16日 | Web会議 |
| | 富士田チーム | 廣井AD、多田AD | 6月22日 | Web会議 |
| | 好田チーム | 廣井AD | 10月19日 | 対面 |
| 2024年度 | 齊藤チーム | 湯浅AD、浅井AD | 6月24日 | 対面 |
| | 高尾チーム | 平本研究総括 | 6月24日 | 対面 |
| | 千葉チーム | 知京AD、角村AD | 6月25日 | 対面 |
| | 三宅チーム | 瀬山AD | 6月25日 | 対面 |
| | 中塚チーム | 川中AD、西村AD | 6月25日 | 対面 |
| | 納富チーム | 浅井AD | 6月25日 | 対面 |
| | 高木チーム | 多田AD | 6月25日 | 対面 |
| | 小野チーム | 川中AD | 6月25日 | 対面 |
| | 好田チーム | 廣井AD | 6月25日 | 対面 |
| | 香川チーム | 西村AD | 6月25日 | 対面 |
| | 柳田チーム | 知京AD | 6月25日 | 対面 |
| | 田中チーム | 角村AD | 6月25日 | 対面 |
| | 富士田チーム | 廣井AD、多田AD | 7月10日 | Web会議 |
| | 竹内チーム | 瀬山AD | 7月10日 | Web会議 |
| 高橋チーム | 湯浅AD | 7月18日 | Web会議 | |
| 好田チーム | 廣井AD | 10月31日 | 対面 | |

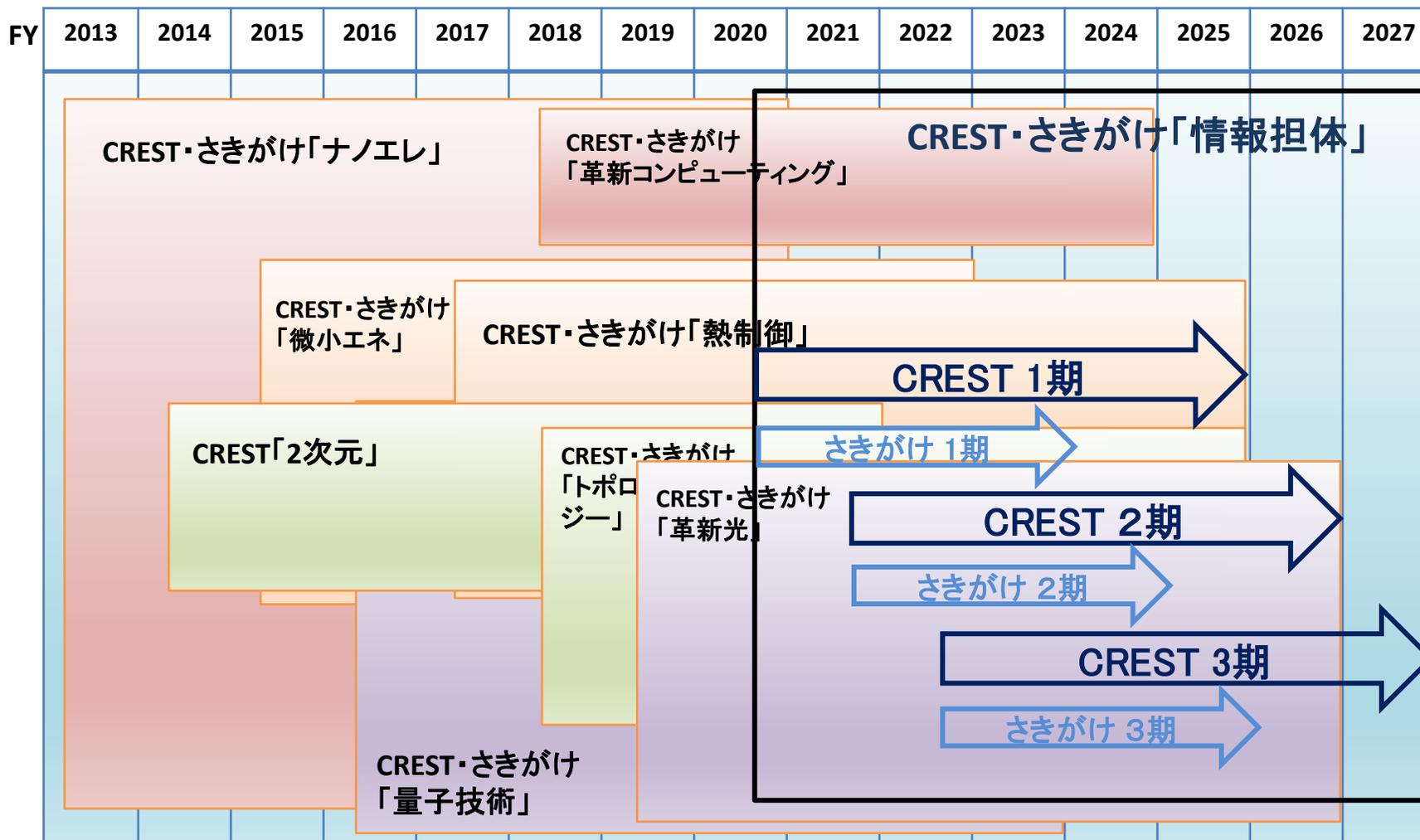
5. 研究領域のマネジメント…さきがけ「情報担体」との連携

● さきがけ「情報担体」との連携

- ◆ 当研究領域の平本研究総括は同じ戦略目標下で設定された、さきがけ 情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム(さきがけ「情報担体」)領域に領域アドバイザーとして参加しており、さきがけ「情報担体」の若林研究総括はCREST「情報担体」の領域アドバイザーとして参加。
- ◆ さきがけ「情報担体」領域会議への本研究領域関係者の陪席を認めるなど、両総括含め、常にCREST、さきがけ間での密な情報連携を実施。

5. 研究領域のマネジメント…さきがけ「情報担体」との連携

- CREST・さきがけ事業における本研究領域の位置付け



5. 研究領域のマネジメント…研究成果のアピール(1)

● 大学見本市 領域セミナー

2024年8月22日に東京ビッグサイトで開催された、JST主催「大学見本市」において、「次世代超高密度磁気記録技術への挑戦：材料開発と関連技術の最前線～CREST情報担体～」と銘打ち一般来場者向けに領域セミナーを実施。

- 「CREST情報担体領域の紹介」研究総括 平本俊郎
- 「3次元磁気記録に向けた材料開発と関連技術」研究代表者 高橋有紀子
- 「高速磁化ダイナミクス測定とその応用」研究参加者 物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究センター 独立研究者 佐々木悠太



5. 研究領域のマネジメント…研究成果のアピール (2)

- 日本光学会年次学術講演会 シンポジウム

2023年11月29日に北海道大学で行われた日本光学会2023年度年次学術講演会 Optics & Photonics Japan (OPJ) 2023において、研究代表者である香川を中心としてシンポジウム「新しいイメージングを実現する最先端CMOSイメージセンサ」を企画。

- 「電荷領域時間圧縮LiDARイメージセンサ」研究代表者 香川 景一郎
- 「イメージセンサ画素に適したプラズモニックフィルタ」研究参加者 静岡大学電子工学研究所 教授 小野篤史
- 「誘導ラマン検出のためのロックインCMOSイメージセンサ」研究参加者 静岡大学電子工学研究所 特任准教授 Lioe De Xing



5. 研究領域のマネジメント…研究成果のアピール (3)

- CEATEC 2023

2023年10月17日から20日まで幕張メッセで行われたCEATEC 2023において高尾チームが「香川大学-CREST 繊細な指先の感覚を可視化する技術を開発するJST-CRESTプロジェクト」として出展、当研究領域での研究成果を広く周知。また、CEATEC AWARD 2023 デバイス部門 グランプリを受賞。

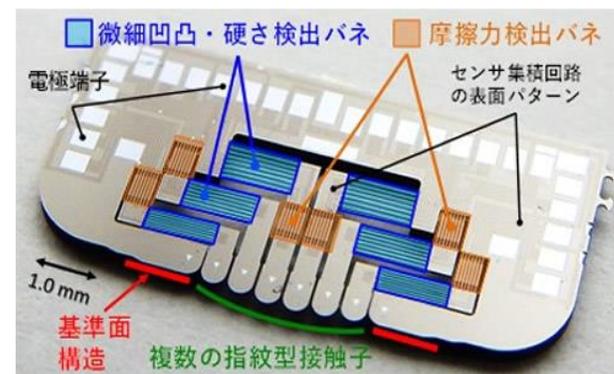


5. 研究領域のマネジメント…研究成果のアピール(4)

- 第24回(令和6年度)山崎貞一賞受賞

2024年9月一般財団法人材料科学技術振興財団の主催する山崎貞一賞の半導体及びシステム・情報・エレクトロニクス分野を香川大学 高尾教授が受賞。題目は『指先の触感覚を超越可能な半導体ナノ触覚センサと各種センシングシステムの創成』。

本賞は科学技術および産業の発展に対する功績、人材の育成に対しての貢献を記念し、論文の発表、特許の取得、方法・技術の開発等を通じて実用化につながる優れた創造的業績を上げている人物が対象となる。



山崎貞一賞HPより

図1 指紋型接触子列を持つ半導体ナノ触覚センサ(第二世代)

6. 研究の進捗状況…代表成果事例(1)

● 「非古典スピン集積システム」 齊藤チーム

- 本研究は、非古典相関を有する情報担体の学術とその形成技術を研究開発し、コヒーレンスを利用した集積化デバイスを構成して量子情報機能の一部を室温で実行できるコプロセッサの実現を目指す。
- 磁性体中の磁化ダイナミクスの位相情報を磁気ダンピングの時間スケールよりも長い時間にわたって引き出す方法を発見、その物理原理を明らかにした。
- この機構は、マグノン量子ビットによる新たな計算原理の基礎となるとともに、磁性物理研究のマイルストーンの一つになり得る成果。
- 当初想定していなかった成果として、非古典スピンの特徴を活かし物理系と自由エネルギー原理を直接的に結びつける熱平衡機械学習を提唱、本研究にて開発した磁性体パラメロンを利用して同じ目的関数を持つ物理系のダイナミクスからのサンプリングでニューラルネットワークによる重み算出が実行できることを実証。

6. 研究の進捗状況…代表成果事例 (1)



非古典スピン集積システム

研究代表者: 齊藤 英治 (東京大学 大学院工学系研究科 / 東北大学 材料科学高等研究所 客員 / 委嘱教授)
 主たる共同研究者: 石田 真彦 (日本電気(株) 主幹研究員)、鈴木 義茂 (大阪大学 教授)、
 ペーパー フェルディナンド (情報通信研究機構 嘱託)
 戦略的創造研究推進事業 CREST「情報担体を活用した集積デバイス・システム」研究領域
 研究総括: 平本 俊郎 (東京大学 生産技術研究所 教授)



研究概要

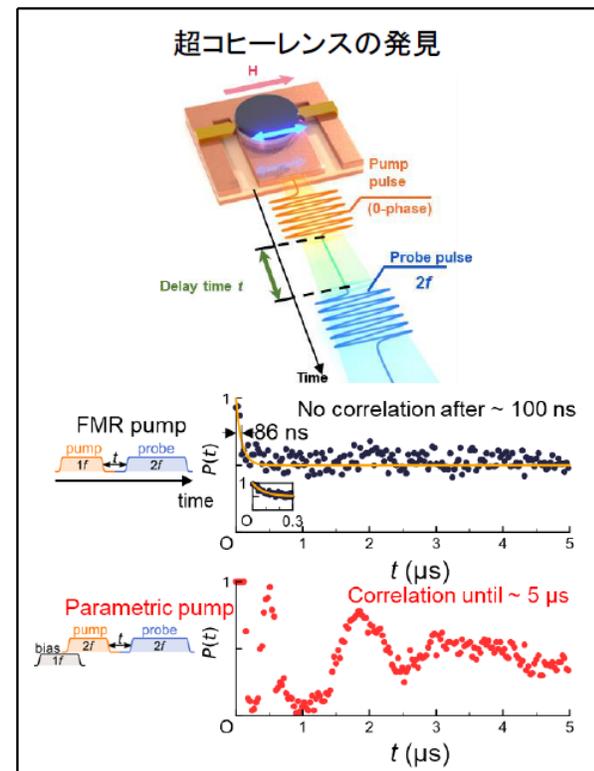
- ・非古典相関(古典量には現れない相関、ダイナミクス)を有する情報担体の学術とその形成技術の研究開発を行う。
- ・コヒーレンスを利用した集積化デバイスを構成し、量子情報機能の一部を室温で実行できるコプロセッサの実現を目指す。

研究成果とインパクト

- ・磁性体ドットにおける超コヒーレンスの発見: これまで100ナノ秒程度だったコヒーレンス時間を数マイクロ秒まで延伸。
- ・パラメトロンによる熱平衡機械学習の開拓: 磁性体パラメトロンを用いたサンプリングのみで画像分類タスクの実行が可能なニューラルネットワークの重み算出に成功。

今後の展開等

- ・超コヒーレンスの演算メモリへの活用を期待。
- ・熱平衡機械学習の開拓により、深層学習モデルの効率的なパラメータサーチ、大規模化への寄与を期待。



6. 研究の進捗状況…代表成果事例 (2)

- 「触覚の価値を創造する深化型マルチフィジックスセンシングシステム」
高尾チーム
 - 本研究は、対象とその価値を認識できる人間の触認識能力を司る情報担体を明らかにし、その知見を新しい概念に基づく深化型センシングシステムの形で実現することを目指す。
 - 従来の「凸凹感」「摩擦感」「硬軟感」に加えて、温もりを表す「冷温感」を高い空間分解能で可視化し、さらに「乾湿感」のセンシングにも成功し、五大触覚因子のデバイス集積化を実現。
 - ナノ触覚センサと人工知能の協働による触覚識別能力の研究においては指先を超える高い触覚識別能力を実現するナノ触覚センシングシステムを実証。

6. 研究の進捗状況…代表成果事例 (2)



触覚の価値を創造する深化型マルチフィジックスセンシングシステム

研究代表者: 高尾 英邦 (香川大学 創造工学部 教授)
 主たる共同研究者: 有本 和民 (岡山県立大学 情報工学部 特任教授)、
 新庄 耕太郎 ((株) 高速屋 代表取締役社長)、
 武部 秀治 ((株) ポコアポコネットワークス 代表取締役)
 戦略的創造研究推進事業 CREST「情報担体を活用した集積デバイス・システム」研究領域
 研究総括: 平本 俊郎 (東京大学 生産技術研究所 教授)



研究概要

- ・「対象」と「その価値」を認識できる人間の触認識能力を司る情報担体を明らかにし、その知見を深化型センシングシステムの形で実現する。
- ・指先が持つ高度な触知覚力と「触の深化」に向けた適応制御力を備えるマルチフィジックス・ナノ触覚センサを実現し、段階を追って価値数量化の精度を高める深化型触覚センシングシステムの実現と優位性実証を目指す。

研究成果とインパクト

- ・温もりを表す「冷温感」のセンシング機能集積と高い空間分解能を実現。
- ・ナノ触覚センサと人工知能の協働により指先を超える高い触覚識別能力を実現。
- ・「しっとり感(乾湿)」のセンシングと五大触覚因子のデバイス集積化を完成。
- ・人間が感じる触覚価値を数量化して表す触覚センシングシステムの実証。

今後の展開等

- ・A-STEP産学共同(育成型)にも採択されており、パッケージング技術や評価システムを並行して開発中。



6. 研究の進捗状況…代表成果事例 (3)

- 「極微振動計測デバイスによるマルチモダリティ情報担体システム」三宅チーム
 - 本研究は、情報担体として「振動」を検知するMEMS加速度センサにおいて、新たな「極微振動計測デバイスによるマルチモダリティ情報担体システム」を提案。
 - 材料・デバイス・回路・モジュール・情報解析の各レイヤーの強い連携のもと、金(Au)を錘とした、マイクロGから10Gまでのワイドレンジデバイスを実現。加えて、小型高感度1軸CMOS-MEMSの構築という中間目標を達成。
 - 本デバイスを搭載した小型軽量の高感度モジュールを試作、パーキンソン病など神経性難病を対象として、その疾患を特徴づける筋肉の微弱振動としての筋音を世界で初めて計測することに成功。
 - 本研究によるリアルタイムの生理情報取得を実現するとともに、ゲノム情報の蓄積を進め、パーキンソン病の超早期診断サービスの実現を目指す。

6. 研究の進捗状況…代表成果事例 (3)



極微振動計測デバイスによるマルチモダリティ情報担体システム

研究代表者: 三宅 美博 (東京科学大学 情報理工学院 教授)
主たる共同研究者: 伊藤 浩之 (東京科学大学 教授)、曾根 正人 (東京科学大学 教授)
戦略的創造研究推進事業 CREST「情報担体を活用した集積デバイス・システム」研究領域
研究総括: 平本 俊郎 (東京大学 生産技術研究所 教授)



Institute of
SCIENCE TOKYO

研究概要

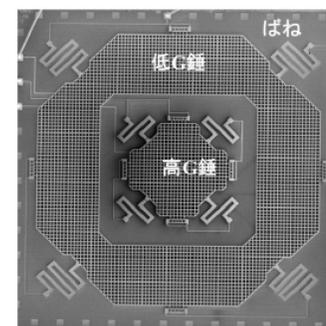
- 情報担体として「振動」を検知するMEMS 加速度センサにおいて、新たな「極微振動計測デバイスによるマルチモダリティ情報担体システム」を提案。
- マイクロGからGまでのワイドレンジデバイスを実現、これらデバイスにより複数の振動を同時に計測、パーキンソン病(PD)の早期予知に深く関わる筋音と振戦(手の震え)に注目し、世界で初めて人体の神経系のシグナルの繋がりを「意味理解」する手法を構築。

研究成果とインパクト

- 小型高感度1軸ワイドレンジMEMSの構築を実現し、世界最高の分解能を持つ小型加速度センサ開発への筋道をつけた。
- 高感度加速度センサを用い微小筋音を世界で初めて検出。PD患者と健常高齢者を92%を超える精度で分類することに成功。
- 頸動脈脈波の計測による頸動脈狭窄の検知への水平展開を実施。

今後の展開等

- 東京科学大学の医学系学部との協業の強化。
- さらに高感度な小型CMOS-MEMS加速度センサを実現し、筋音と振戦以外の複雑な身体運動を計測可能に。
- リアルタイムの生理情報取得を実現するとともに、ゲノム情報の蓄積を進め、PD超早期診断サービスを実現。



2個錘によるワイドレンジデバイス



MEMSセンサによる短拇指屈筋の筋音計測
および脳波測定による、筋音-脳波の相関分析

6. 研究の進捗状況…領域全体の研究成果

● 領域全体の成果

| 採択年度 | 研究代表者 | 原著論文 | | その他 著作物 | 招待講演 | | 口頭発表 | | ポスター/デモ | | 特許出願 | | 受賞 | 報道 |
|--------|-------|------|----|------------|------|-----|------|-----|---------|----|------|----|----|-----|
| | | 国際 | 国内 | | 国際 | 国内 | 国際 | 国内 | 国際 | 国内 | 国際 | 国内 | | |
| 2020年度 | 齊藤英治 | 95 | 2 | 7 | 29 | 14 | 25 | 64 | 25 | 13 | 2 | 4 | 5 | 8 |
| | 高尾英邦 | 18 | 17 | 1 | 5 | 13 | 10 | 21 | 7 | 3 | 7 | 14 | 24 | 54 |
| | 高木信一 | 63 | 8 | 1 | 29 | 25 | 26 | 79 | 1 | 8 | 3 | 1 | 11 | 11 |
| | 竹内昌治 | 10 | 0 | 4 | 13 | 11 | 0 | 0 | 11 | 8 | 0 | 7 | 10 | 5 |
| | 田中雅光 | 10 | 1 | 0 | 9 | 5 | 18 | 37 | 15 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| | 千葉大地 | 5 | 0 | 0 | 3 | 22 | 1 | 22 | 10 | 16 | 3 | 4 | 7 | 43 |
| 2021年度 | 小野輝男 | 12 | 6 | 0 | 7 | 9 | 6 | 20 | 5 | 3 | 0 | 5 | 3 | 0 |
| | 中塚理 | 11 | 2 | 2 | 7 | 4 | 18 | 32 | 9 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 納富雅也 | 27 | 4 | 7 | 15 | 29 | 19 | 31 | 4 | 1 | 2 | 0 | 6 | 1 |
| | 富士田誠之 | 65 | 2 | 9 | 20 | 22 | 38 | 52 | 4 | 7 | 1 | 3 | 8 | 19 |
| | 三宅美博 | 19 | 3 | 1 | 5 | 1 | 9 | 41 | 12 | 14 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 2022年度 | 香川景一郎 | 18 | 0 | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 5 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| | 好田誠 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 | 18 | 7 | 13 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | 高橋有紀子 | 7 | 0 | 2 | 3 | 7 | 2 | 16 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 柳田剛 | 24 | 0 | 0 | 1 | 3 | 9 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 研究領域全体 | | 384 | 45 | 37 | 153 | 169 | 190 | 464 | 118 | 97 | 18 | 38 | 83 | 145 |

※ 研究領域合計は研究チーム間との共同も含まれるため、各年度の合計と一致しない
2024年12月時点

7. 課題及び今後の展望…戦略目標達成に向けた状況

● 戦略目標達成に向けた状況

- ◆ 当研究領域の活動方針も各研究チームに浸透、情報担体の特性を活用した高性能・高機能デバイスの創出、集積化・システム化することによる社会実装可能な情報システム基盤技術の創成に貢献する研究成果が着実に創出
- ◆ 今後も研究総括、領域アドバイザーによる適切なアドバイスと総括裁量経費による予算支援を実施、戦略目標の達成に向けて前進

7. 課題及び今後の展望…本研究領域の特徴

● 本研究領域の特徴

◆ 「集積化」の重視

戦略目標「情報担体と新デバイス」は新たな情報担体の探索と革新的デバイスの創出、および学理の構築を目標とし、本研究領域さらに「集積化」を付加

◆ 「社会実装」の重視

研究が学理の追究のみに終始することがないように、研究成果の「社会実装」を重視

- 学術的な研究を志向する研究者だけではなく、集積化の専門家や社会実装を得意とする研究者を共同研究者として加えてチームを構成
- いずれの研究課題も、学術的な情報担体の研究で秀でているだけではなく、その革新デバイスを集積化する社会実装への道筋も明確な研究提案

7. 課題及び今後の展望…研究領域設定の意義と妥当性

● 研究領域設定の意義と妥当性

- ◆ 本研究領域はSociety 5.0の実現のためフィジカル空間とサイバー空間を結合したCPS(サイバーフィジカルシステム)の構築に貢献すべく、革新的なデバイス創出と、その集積化・システム化による情報基盤技術の創成を目的として発足。この目的を産む社会情勢は未だ変わることは無い。
- ◆ この目的を達成すべく多くの研究成果も出始めており、この研究領域を設定したことの妥当性を裏付ける。

7. 課題及び今後の展望…社会情勢

● 半導体の戦略物資化

- ◆ 2021年6月に経産省が次世代半導体プロジェクトとして半導体・デジタル産業戦略を公表
- ◆ 2022年11月にRapidus社と技術研究組合最先端半導体技術センター(LSTC)の設立が公表
- ◆ 2023年、生成AIの普及、半導体技術への注目
- 2020年の段階で、集積化を軸とし社会実装を目指した半導体エレクトロニクスの研究領域「情報担体」は半導体隆盛の時代を先取り

- 参考資料：[経産省 半導体・デジタル産業戦略 \(PDF形式: 24,051KB\)](#)

(P.93～P.95, P.158～P.159, P.187～P.188, 他)



科学を支え、未来へつなぐ

科学技術振興機構

Japan Science and Technology Agency