

# 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)

1. 文部科学省の戦略目標
2. 研究領域の概要
3. 選考の基本方針
4. 領域アドバイザー
5. 2020年度/2021年度採択課題・提案数
6. 研究期間と研究費について
7. 領域運営における取組について

# CREST「情報担体」研究総括の紹介

## 平本俊郎

東京大学 生産技術研究所 教授

<専門分野>

集積ナノデバイス学、Siテクノロジー



<略歴>

1989年 東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻博士課程 修了(工学博士)

1989年 (株)日立製作所デバイス開発センター

1994年 東京大学生産技術研究所 助教授

2002年 東京大学生産技術研究所 教授 現在に至る

<学会活動等>

●IEDM Executive Committee Member ●VLSI Symposium of Technology General Chair

●SSDM 論文委員長 ●応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 幹事長

●STRJ(半導体技術ロードマップ委員会) ERD WG主査 ●電子通信情報学会ELEX 編集委員長

●学振シリコン超集積システム第165委員会 委員長 ●応用物理学会 副会長などを歴任

現在:

●応用物理学会 会長 ●IEC/TC91国内委員会 委員長

●応用物理学会超集積エレクトロニクス産学連携委員会 委員長など

# 1. 文部科学省の戦略目標

2020年3月9日発表

## 【戦略目標名】

情報担体と新デバイス

## 【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。

[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/2020/mext\\_00486.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2020/mext_00486.html)

# 1. 文部科学省の戦略目標

## 【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

総括：平本俊郎

## 【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

総括：若林 整 教授

## 2. 研究領域の概要: 背景

- Society5.0の実現に向けて、フィジカル空間とサイバー空間との密接な結合が求められている。これらを結合したCPS（サイバーフィジカルシステム）を構築するために、基盤となる各種デバイスの性能向上や新たな機能開拓、インターフェースの多様化などが求められる。
- 情報システムの進化を支えてきた半導体デバイスの二次元微細化・低コスト化技術は限界も見え始めている。従来の情報処理システムやそこに用いられる材料・デバイス・回路集積・アーキテクチャなどの質的な転換、新たな概念や基盤技術の創出、それらを支える学理の構築が必要になる。

## 2. 研究領域の概要：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。

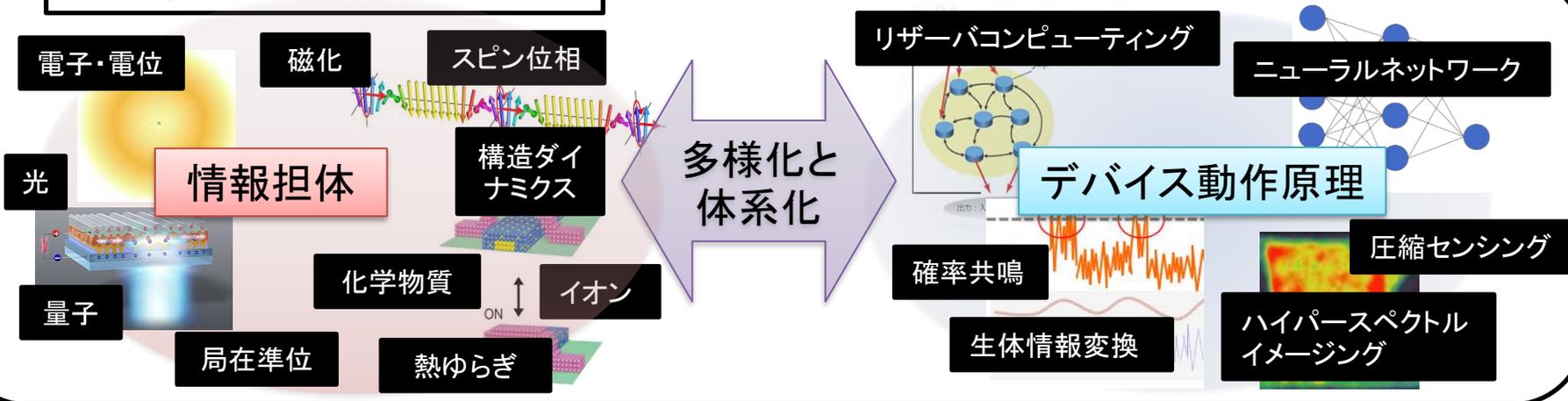
単体デバイスによる機能発現にとどまらず、集積化・システム化を行うことにより、回路・アーキテクチャ・システム・アプリケーションレイヤーとの協働を進め、革新的な情報システム基盤のイノベーションを目指す。

＊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。

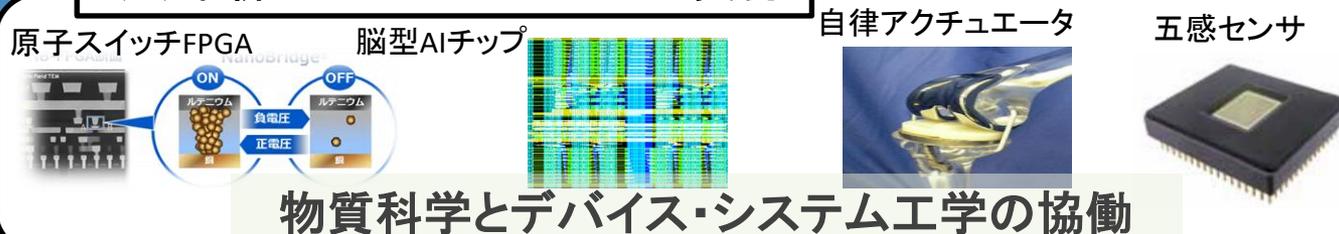
## 2. 研究領域の概要: 領域の目指す社会像

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。

### (1) 情報担体の探索と体系化



### (2) 革新的デバイス・システムの実現



### (3) 社会への実装



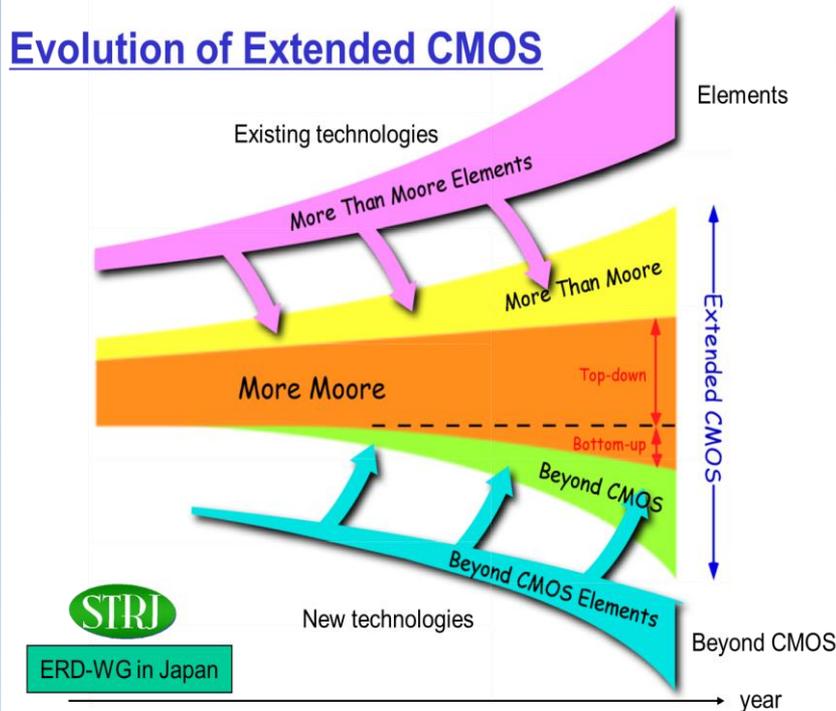
## 2. 研究領域の概要: 情報担体についての考察

### ■ 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)

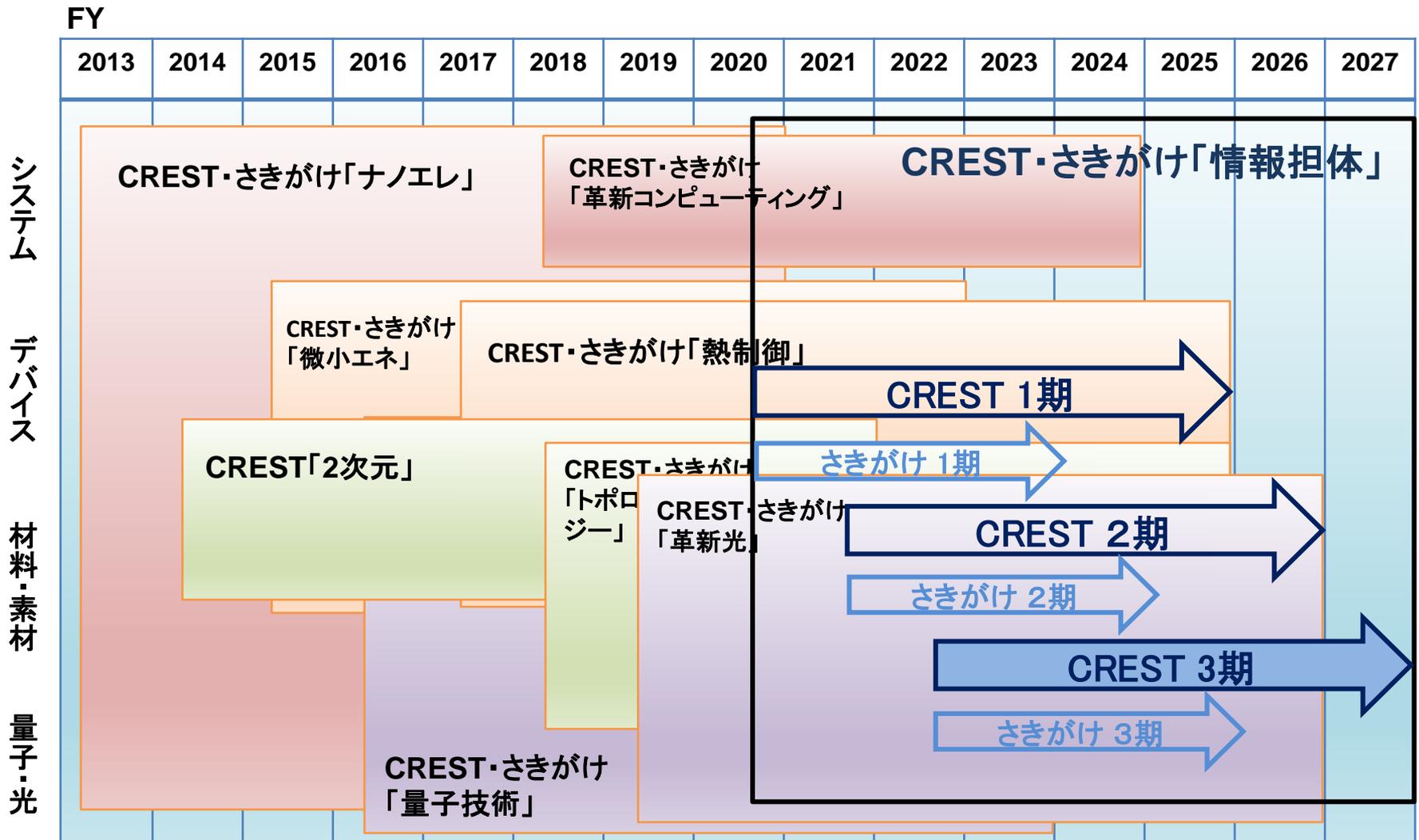
### Evolution of Extended CMOS



- 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

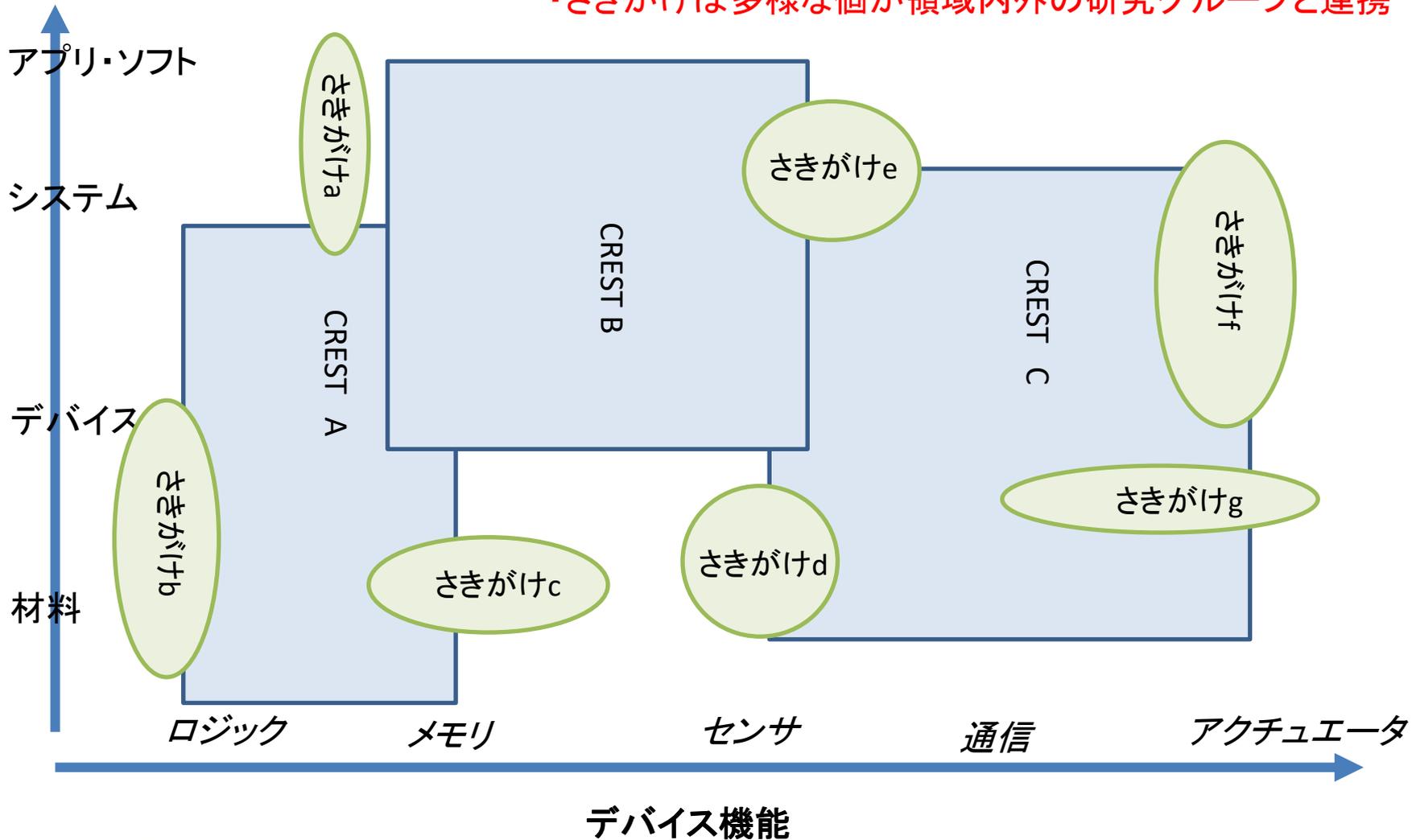
本CREST領域の立ち上げ

# CREST・さきがけ事業における本研究領域の位置付け



# CREST・さきがけの領域内連携イメージ

- ・CRESTはチーム内で機能やレイヤー間の連携を実現
- ・さきがけは多様な個が領域内外の研究グループと連携



### 3. 選考の基本方針(1)

#### 【選考基準(CREST共通)】

- a. 戦略目標の達成に貢献するものであること
- b. 研究領域の趣旨に合致していること
- c. 独創的であり国際的に高く評価される基礎研究 であって、今後の科学技術イノベーションに大きく寄与する卓越した成果が期待できる こと
- d. その他の条件
  - 研究遂行のための実績
  - 研究構想の実現の手掛かり
  - 最適な研究実施体制
  - 必要十分な研究費計画
  - 所属研究機関の研究開発力等の技術基盤

### 3. 選考の基本方針(2)

#### 【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. 選考の基本方針(3)

#### 【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. 選考の基本方針(4)

#### 【目標設定と記述内容】

解決したい社会課題や機能の目標を設定しボトルネックを明確にした上で、下記について明確に記述。学術的・社会的意義も記載。

1. 何が情報担体で、従来の情報担体の情報表現・情報操作と何がどのように異なるのか
2. 情報担体の特性を引き出すためにどのような材料でどのようなデバイスを構築・集積し、どのような機能を発現させるのか
3. システム化技術、あるいはすでに確立されている周辺技術との接続可能性
4. 既存技術とのベンチマーク
5. 研究終了時の達成目標とその後の社会実装を目指す戦略
6. 研究終了時の実デバイス・実システムによるデモンストレーションの概要

### 3. 選考の基本方針(5)

#### 【提案事例】

- ◆ 材料研究新材料や新デバイス構造を基盤として、情報担体の特性を最大限に引き出す革新的なコンピューティング技術の開発
- ◆ 大規模なデータを高速かつ省エネルギーでリアルタイムに処理する集積デバイス・システムの開発
- ◆ センシングとコンピューティングの融合、ロジックとメモリの融合などの効率的な情報処理による集積IoTデバイス技術の開発
- ◆ 情報担体・新原理デバイスのCMOSチップ搭載による集積化・システム化
- ◆ 単一デバイス内において情報の取得・演算や制御を同時に実現するアクチュエータ等の自律型デバイス開発
- ◆ 物理系ネットワーク構造等の広い概念での情報担体の物理的・数理的解析による新しいニューラルネットワークやコンピューティング技術の開発
- ◆ 多様な環境や生体との調和性を保ち、かつ高い堅牢性を持つ多機能性集積デバイスの開発
- ◆ 情報担体の高度活用を可能にするプロセス技術や集積化技術の開発

# 4. 研究領域アドバイザー

大学・国研 民間企業

アドバイザー名	所属
浅井 哲也	北海道大学 大学院情報科学院 教授
折井 靖光	長瀬産業(株) NVC室 執行役員 室長
川中 繁	キオクシア(株) メモリ技術研究所 部長
瀬山 倫子	日本電信電話(株) 先端集積デバイス研究所 主幹研究員
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
知京 豊裕	物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門 参事役
角村 貴昭	東京エレクトロン(株) インテグレーションソリューション企画部 エキスパート
西村 佳壽子	パナソニック(株) テクノロジー本部 課長
廣井 聡幸	ソニーグループ(株) R&Dセンター 技監
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
若林 整	東京工業大学 工学院電気電子系 教授

# 5-1. 2020年度採択課題：研究代表者と研究課題

	齊藤 英治 東京大学 大学院工学系研究科 教授
	非古典スピン集積システム
	高尾 英邦 香川大学 創造工学部機械システム工学領域 教授
	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
	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
	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
	人工スピ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
	集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築

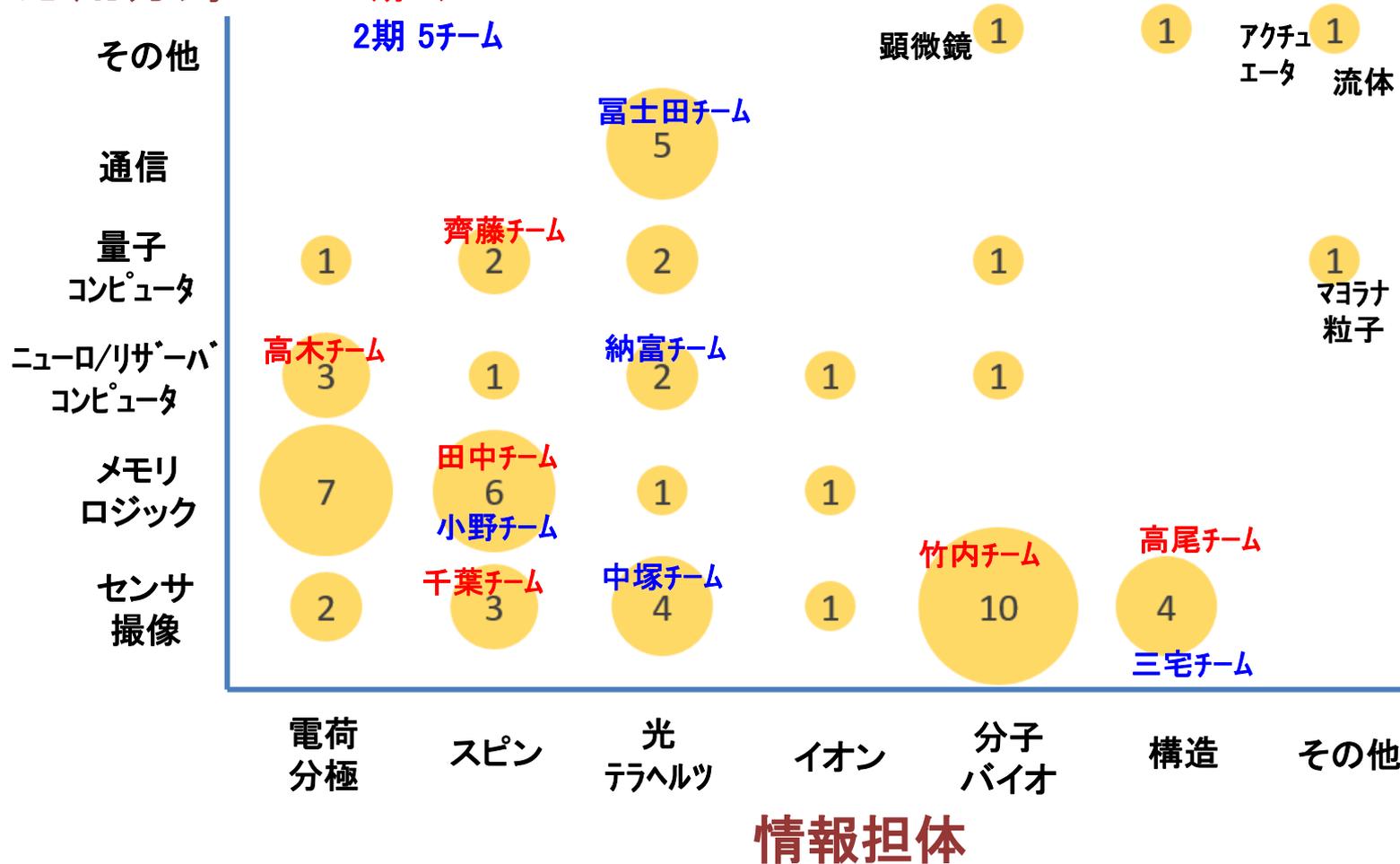
## 5-2. 2021年度採択課題：研究代表者と研究課題

	<b>小野 輝男</b> 京都大学 化学研究所 教授
	<b>3次元磁気メモリの開発</b>
	<b>中塚 理</b> 名古屋大学 大学院工学研究科 教授
	<b>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</b>
	<b>納富 雅也</b> 日本電信電話(株) 物性科学基礎研究所 センタ長
	<b>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</b>
	<b>富士田 誠之</b> 大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授
	<b>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</b>
	<b>三宅 美博</b> 東京工業大学 情報理工学院 教授
	<b>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</b>

# 5-3. 研究提案および採択課題分野

● は各分野の2020-2021年度合計提案数(同一提案者は1件とする)

## 応用分野



## 6. 研究期間と研究費について

- 研究期間：  
2022年度10月から2027年度(5.5年間)以内
- 研究費：  
総額**3**億円以内(間接経費除く)

※ 全国の共用施設を積極的に利用し、効率的な研究費計画の立案をお願い致します。

## 7. 領域運営における取組について

1. さきがけ「情報担体」領域との密接な連携
2. 若手研究者が、異なるレイヤーや異分野の研究者とチームを組み、シナジー効果を実現することを推奨
3. 領域主催イベント等で、レイヤー間融合の機会を提供
4. 総括・領域アドバイザー等から、社会実装を目指すための研究推進ノウハウを伝承
5. 産業界を含めた研究開発活動(コンソーシアム等)への積極的展開

ご清聴ありがとうございました。

