

さきがけ
「新原理デバイス創成のための
ナノマテリアル」
Nano Materials Devices

研究総括

岩佐 義宏 Yoshihiro Iwasa

(理化学研究所 創発物性科学研究センター)



科学技術振興機構

自己紹介：岩佐 義宏 Yoshihiro Iwasa



理化学研究所 創発物性科学研究センター 副センター長

【研究分野】

有機物質、フラーレン、CNT、2次元物質などを対象にした物性物理

【経歴】

1986年 東京大学 大学院工学系研究科 博士課程修了(工学博士)

1994年 北陸先端科学技術大学院大学 材料科学研究科 助教授

2001年 東北大学 金属材料研究所 教授

2010年 東京大学 大学院工学系研究科 教授

2013年 理化学研究所 創発物性科学研究センター チームリーダー

2024年 理化学研究所 創発物性科学研究センター 副センター長



【受賞歴】

2004年 第18回日本IBM科学賞

2010年 第14回超伝導科学技術賞

2014年 文部科学大臣表彰科学技術賞

2015年 本多フロンティア賞

2019年 第65回仁科記念賞

戦略目標 Strategic Objective



令和5年度戦略目標

https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2022/mext_00003.html

「新たな半導体デバイス構造に向けた低次元材料の活用基盤技術」

Fundamental technologies for utilizing low-dimensional materials in new semiconductor device structures

達成目標

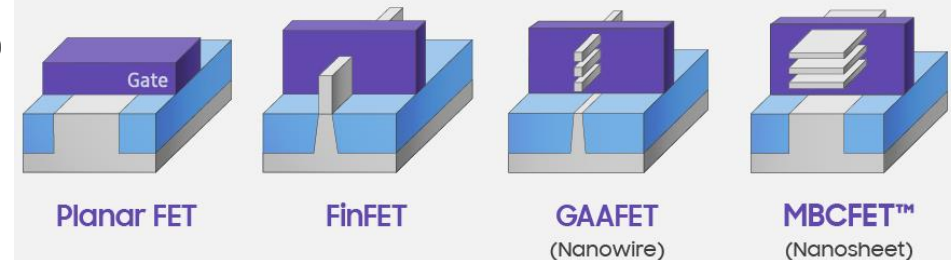
低次元材料を新たな半導体デバイス構造に活用するために必要な基盤技術の確立を目指す。

- (1) 高品質な低次元材料を効率的に作製する技術の確立
- (2) 低次元材料と異種材料の界面を制御するための学理や技術の構築
- (3) 低次元材料を活用した新たなデバイス構造の提案

背景 Background

電子デバイスの材料研究→多様な物質群に拡大(カーボンナノチューブ、グラフェン、遷移金属ダイカルコゲナイドなど)

1D and 2D materials for devices



次世代半導体向けの次世代工程「GAA構造」トランジスタ | サムスン半導体日本 (<https://semiconductor.samsung.com/jp/support/tools-resources/dictionary/gaa-transistors-a-next-generation-process-for-next-generation-semiconductors/>)

①半導体集積回路のコア物質として期待

Core materials for advanced semiconductor

②フォトニクス、スピントロニクスデバイス、センサ等

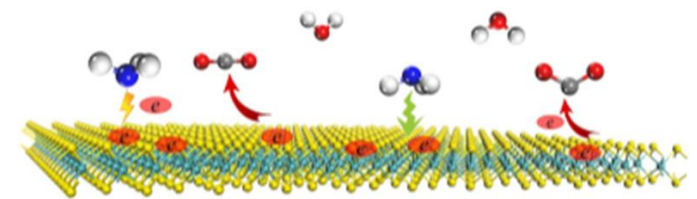
様々なデバイス開発研究が進行中

Various devices for photonics, spintronics, sensors

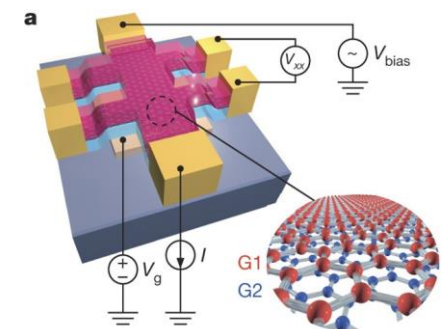
③デバイスを用いたナノマテリアルの物性研究

革新的な電子機能、未知の電子物性を実現する大きな可能性

Nanomaterial devices for new physics



X. Tang et al., Comp. Mol. Sci (2018)



Y Cao et al., Nature (2018)

本領域: ナノマテリアル・デバイスの持つ新しい可能性を発掘・最大化

Discover and maximize new potential of nanomaterials and devices

目的 Project Purpose



目的: 多様なナノマテリアルの電子デバイスに関する基礎学理の構築
と基盤技術の開発

Purpose: To establish basic science and develop fundamental technologies for electronic devices of various nanomaterials

ナノマテリアル; 2次元、1次元、0次元的な構造を有する物質

炭素物質、層状物質、有機物質などのファンデルワールス物質、
ナノロッド、ナノチューブ、ナノ粒子やその集合体、
さらに半導体や酸化物等の超薄膜、界面、等

Nanomaterials; 2D, 1D, and 0D materials

Van der Waals materials including carbon, inorganic, and organics Materials

Nanorods, nanotubes, nanoparticles and this assemblies

Ultrathin films and interfaces of semiconductors and oxides

etc....

募集選考方針

研究領域 Research Area

①最先端半導体デバイスのコアマテリアルとしての研究

Research as a core material for cutting-edge semiconductor devices

②種々のセンサ、光デバイス、スピントロニクスデバイスなどへの応用

Applications to various sensors, optical devices, spintronics devices, etc.

③デバイスを用いた、バルク材料では実現できない新物性の開拓

Exploring novel properties of materials that cannot be achieved without devices

ナノマテリアル・デバイスを用いて、先端エレクトロニクスと新物性の基礎を切り開く。
Advanced semiconductor electronics and putting edge materials science from nano materials devices

→デバイスの新原理を創成。

Create novel device principle

募集選考方針

想定する学術分野 Academic Field

○デバイス; Devices

トランジスタなどの電子デバイス、Electronic devices including transistors

スピントロニクスデバイス、Spintronics devices

THz・光デバイス、各種センサ、Photonics devices and various sensors

熱電変換や蓄電などのエネルギーデバイス Energy devices including thermoelectric conversion and energy storage

○物性; Properties

半導体物性、超伝導などの強相関物性、トポロジカル物性など

Semiconductor, strong correlation, topology

○学術分野; 応用物理学、電子工学、物性物理学、化学、材料科学、などが中心と想定

Applied physics, Electrical Engineering, Condensed Matter Physics, Chemistry,
Materials science

研究の方法 Approaches

主に以下の3つのアプローチの研究を募集

(1) ナノマテリアルの作製からデバイス特性・物性の評価まで行うスタイル

From materials synthesis to characterization of devices and properties

(2) 物質合成やデバイスプロセスの要素技術の研究

Development of elemental technologies, including materials syntheses and device processes

(3) ナノマテリアルデバイスの高度化に資する研究

Researches contributing to the device advancements

ア、新しい物質、現象、機能の予測を可能とする理論・計算 **Theory and calculations**

イ、構造・電子状態の計測・評価技術の開拓 **Measurement and evaluation technologies**

ウ、バルクの物性研究 **Bulk physical properties**

(3)のアプローチをとる場合は、デバイス研究の発展にどのようにつなげるのかに関する考察と展望が求められる。

If the approach (3) is taken, consideration and perspective on how to connect them to the development of device research is required.

募集選考方針

研究期間/研究費 Research Period/Research Budget

- 研究期間:3年半以内
- 研究費:上限4,000万円(全研究期間、1課題あたり)

※時代のさきがけとなる成果と、将来のリーダー人材が多数出てくることを期待

領域アドバイザー Research Area Advisors

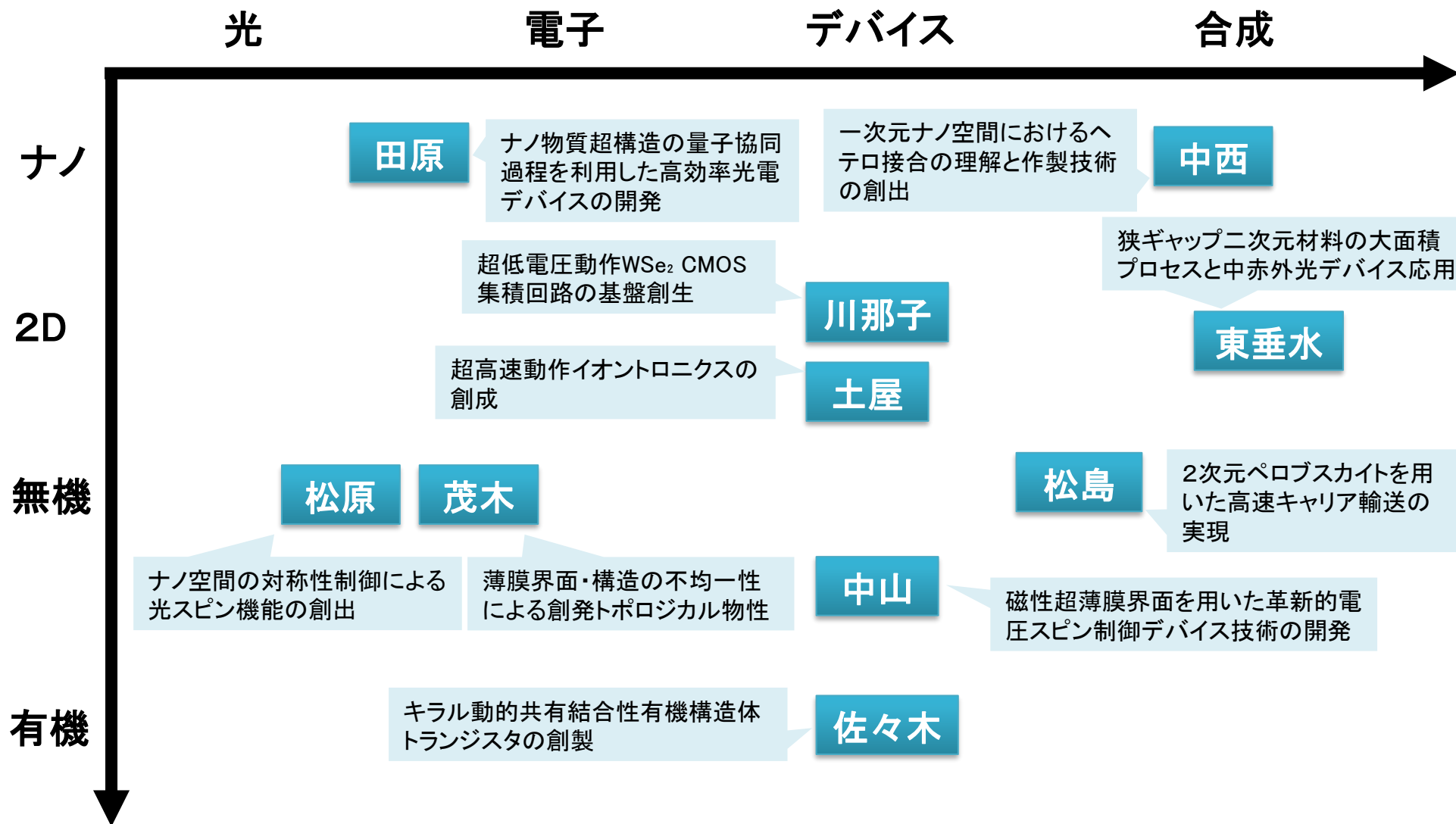
| 氏名 (敬称略) | 所属・役職 ※2024年4月時点 | 専門 |
|-------------|--|-----------|
| 葛西 誠也 | 北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター 教授 | 半導体・デバイス |
| 越野 幹人 | 大阪大学 大学院理学研究科 教授 | 物理・理論 |
| 佐藤 宇史 | 東北大学 材料科学高等研究所 教授 | 計測 |
| 高村 由起子 | 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授 | 材料・薄膜 |
| 竹谷 純一 | 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授 | 有機材料・デバイス |
| 塚崎 敦 | 東京大学 大学院工学系研究科 教授 | 薄膜・物理・材料 |
| 宮本 良之 | 産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター 招聘研究員 | 材料・計算 |
| 村木 康二 | 日本電信電話株式会社 物性科学基礎研究所 上席特別研究員 | 半導体・物理 |
| 渡部 宏冶 | 東京エレクトロン株式会社 デバイス技術企画部 プロジェクトリーダー | 半導体・プロセス |
| 若宮 淳志 | 京都大学 化学研究所 教授 | 有機材料・デバイス |

2023年度採択課題

Research Projects



| 氏名 (敬称略) | 所属・役職 ※2024年4月時点 | | 研究課題名 |
|-------------|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 松原 正和 | 東北大学 大学院理学研究科 | 准教授 | ナノ空間の対称性制御による光スピン機能の創出 |
| 佐々木 由比 | 東京大学 先端科学技術研究センター | 講師 | キラル動的共有結合性有機構造体トランジスタの創製 |
| 松島 敏則 | 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研 究所 | 准教授 | 2次元ペロブスカイトを用いた高速キャリア輸送の実現 |
| 土屋 敬志 | 物質・材料研究機構 ナノアーキテクトニクス材料研究センター | グループ リーダー | 超高速動作イオン트로ニクス創成 |
| 東垂水 直樹 | カリフォルニア大学バークレー校 電気工学・コンピュータ科学科 | 特任主任 研究員 | 狭ギャップ二次元材料の大面積プロセスと中赤外光デ バイス応用 |
| 川那子 高暢 | 産業技術総合研究所 先端半導体研究センター | 研究員 | 超低電圧動作WSe ₂ CMOS集積回路の基盤創生 |
| 中山 裕康 | 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 | 主任研究員 | 磁性超薄膜界面を用いた革新的電圧スピン制御デバイ ス技術の開発 |
| 中西 勇介 | 東京都立大学 大学院理学研究科 | 助教 | 一次元ナノ空間におけるヘテロ接合の理解と作製技術 の創出 |
| 田原 弘量 | 横浜国立大学 大学院工学研究院 | 准教授 | ナノ物質超構造の量子協同過程を利用した高効率光電 デバイスの開発 |
| 茂木 将孝 | 東京大学 大学院工学系研究科 | 助教 | 薄膜界面・構造の不均一性による創発トポロジカル物性 |



総括からのメッセージ Message

- 提案書では、目的を明らかにすること。
- さきがけ研究は個人研究。だが、マテリアルとデバイスの間には大きなバリアがあるように感じており、そのような場合は、共同研究を歓迎する。計画書で、自分と共同研究者の役割を区別しておくことが望ましい。
- Your research purpose should be clearly described.
- PRESTO is individual research, but it seems to me that there exist significant barriers between materials and devices. Therefore, collaboration is welcome, but in this case, applicants are encouraged to clearly discriminate your and collaborators' contributions in the documents.

半導体に限らない、多様な物質のデバイスにかかわる研究提案をお待ちします。デバイスも集積回路を目指すものに限らず、単一デバイスの原理的な研究も歓迎します。近いけど遠い分野間の交流を通じた切磋琢磨を楽しみにしています。