

# 物理・化学情報をミクロンレベルで可視化する マルチモーダルセンシング技術の創出

超スマート社会を支える半導体産業の活性化  
医療・バイオ・化学分野等の高度情報化に向けた基幹産業の創出



キーテクノロジー  
**1** **マルチモーダルイメージセンサ構造**  
センサ基本素子の高性能化【基盤技術】

キーテクノロジー  
**2** **マルチガス成分センシング**  
マルチガス感応膜の形成とセンシング技術

## 環境分野

マルチモーダルセンシング技術  
による環境分野への展開

## 農業分野

マルチモーダルセンシング技術  
による農業分野への展開

## 医療創薬分野

マルチモーダルセンシング技術  
による医療創薬分野への展開

## ヘルスケア分野

マルチモーダルセンシング技術  
による健康見守り

## ロボット分野

マルチモーダルセンシング技術  
による人間機械調和への展開

キーテクノロジー  
**3** **マルチフィジカル・ケミカルセンシング**  
水素イオン感応膜上への圧電膜形成とセンシング技術

キーテクノロジー  
**4** **マルチケミカル・バイオセンシング**

## マルチモーダルセンシング共創コンソーシアム

大学等 ● 愛媛大学、東京大学、山梨大学、長野工業高等専門学校、豊橋センサ協議会

参画企業 ● 株式会社アロマビット、イムラ・ジャパン株式会社、京セラ株式会社、協和株式会社、グローリー株式会社、新東工業株式会社、シンフォニアテクノロジー株式会社、ダイキンファインテック株式会社、株式会社デンソー、東朋テクノロジー株式会社、浜松ホトニクス株式会社、株式会社ファームシップ、株式会社プラネット、株式会社リッコー、ワイエイシイホールディングス株式会社、CKD株式会社、NSW株式会社、Hinge Therapeutics, Inc.、InfiniteBio, Inc.、株式会社 PROVIGATE、株式会社 T A N S A Q

幹事機関 ● 豊橋技術科学大学

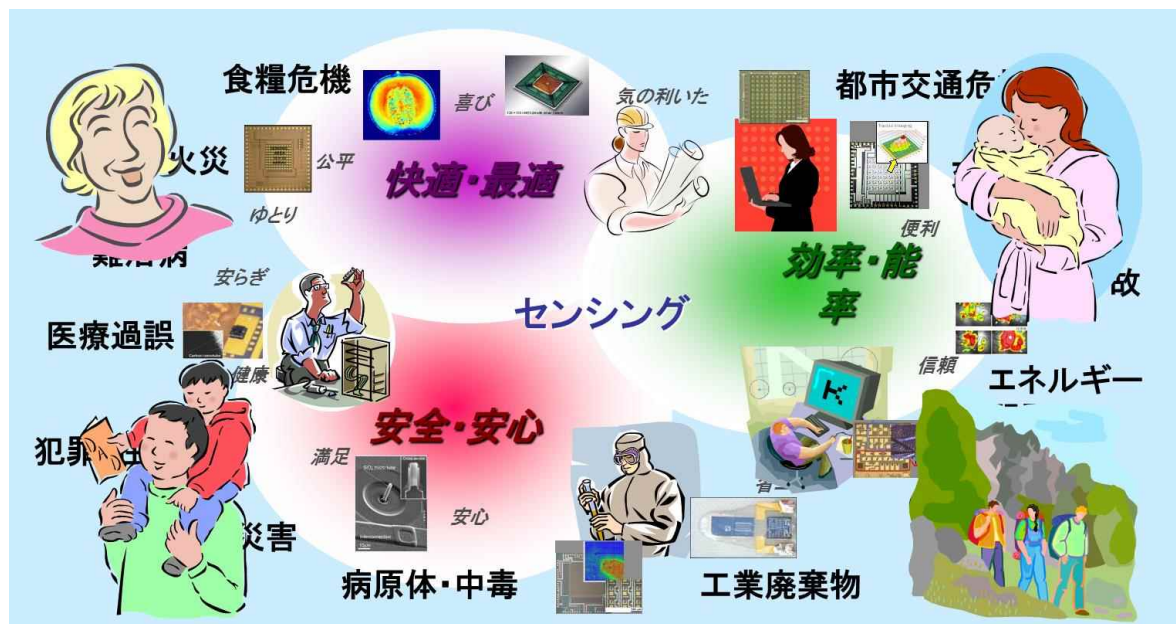


# 領域概要

## センサはグリーン社会の見守り役(陰の主役)

- ・ エネルギーのミニマム化(効率・能率)
- ・ 生活の心地よさ(快適・最適)
- ・ 危険からの防御(安全・安心)

## トリリオン(1兆個)センサ社会



Dr. Janusz Bryzekが提唱  
“TSesnor Summit”

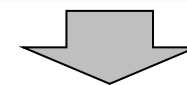
## グリーン社会に不可欠なセンサ

半導体市場 前年比 8.8%  
センサ市場 前年比 11.3%  
世界半導体市場統計 2021より

## 半導体産業の現状

世界 2008年比 78%  
日本 ▲ 7%

センサ市場の獲得は  
日本の半導体産業の救世主に  
成り得る



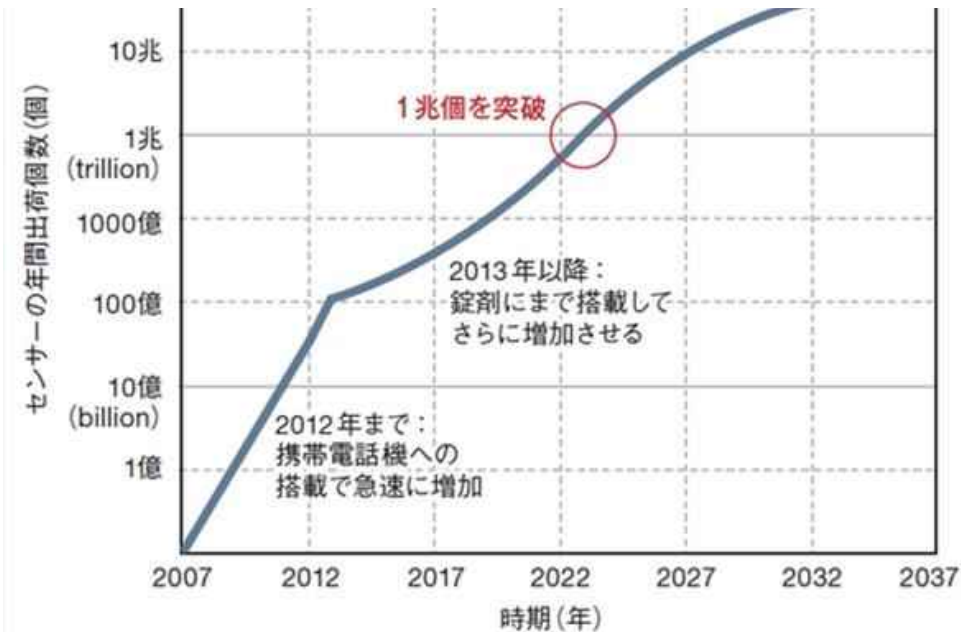
革新的な生産技術によるセンサ研究・  
開発のグリーンイノベーションを目指す

# 目指す革新シナリオ

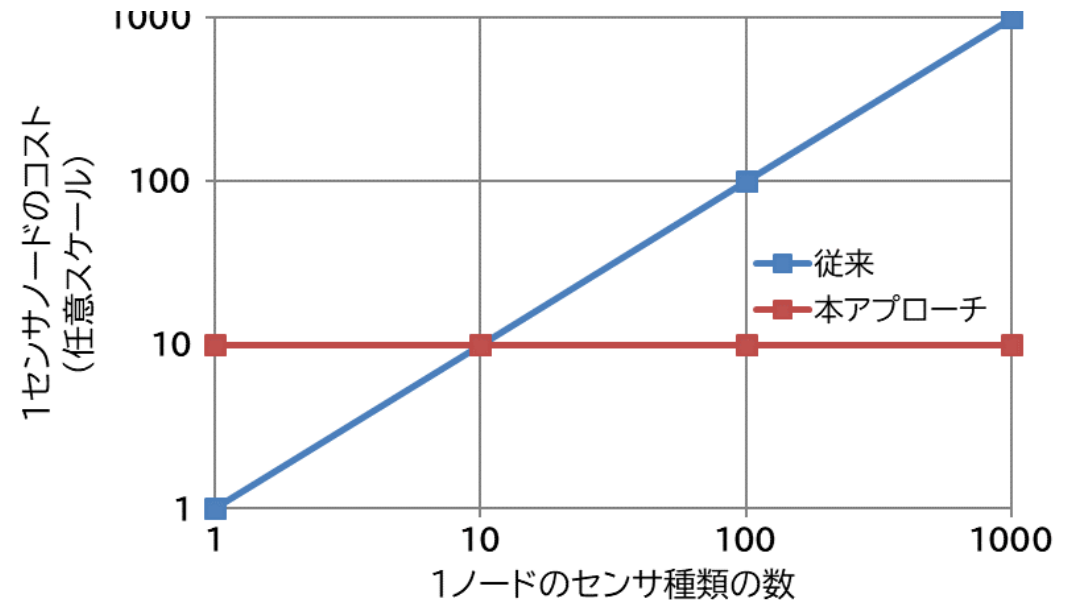
## ■ 新たな基幹産業育成の核となる技術を創出する

- グリーン社会を実現するためには様々な情報が取得できるセンサノードを莫大な数の、フィジカル空間に設置する必要がある。
- 現状のままでは消費電力・コストがネックとなり、少数のセンサに留まる。
- グリーン貢献度(製造コストや設置コスト)を考えた新たなプラットフォームを生み出す。

グリーン社会の実現には様々な種類のセンサを莫大な量世の中にばらまく必要性



1ノードのコスト・消費エネルギーはセンサの種類が増える毎に増加する



# 技術・システム革新シナリオ

## ■ 大樹型オープンイノベーションを推進

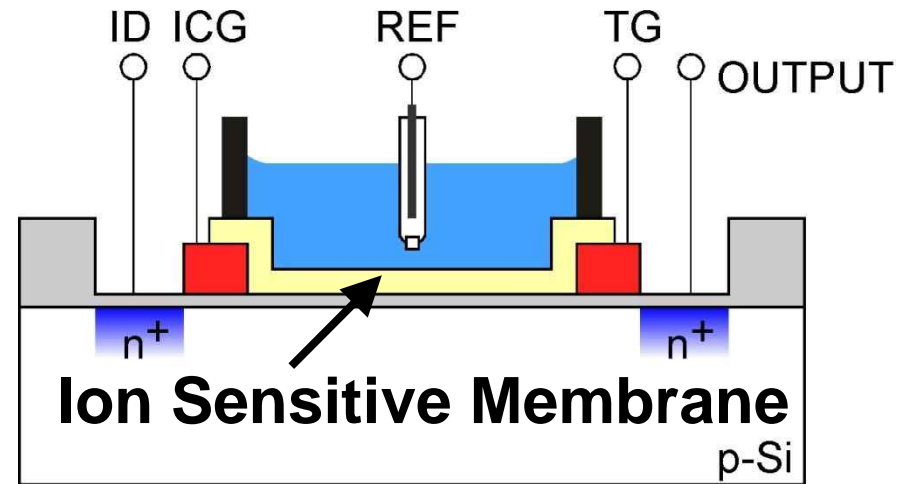
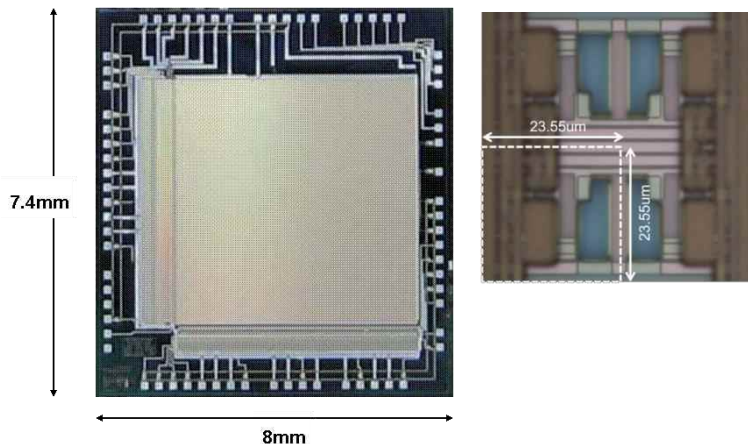
延べ28社参画



# 本研究領域の基盤技術

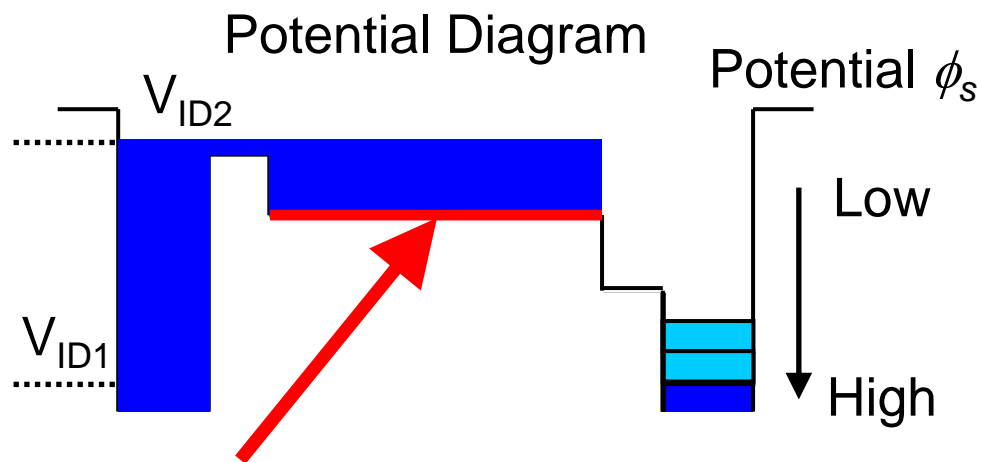
## ■ 水素イオンイメージセンサ

文部科学大臣賞 科学技術賞【研究部門】受賞(H25)



他のセンサ技術を凌駕する理由: 信号累積機能  
(信号を時間的に積分): 基本特許の1つ

オリジナルの基盤技術(特許出願 国内外で約50件)  
成立(国内13件、海外8件): JST 群特許支援



Potential under the sensing region is determined by pH value.

A-STEP「CMOSセンサ技術とMEMS技術を

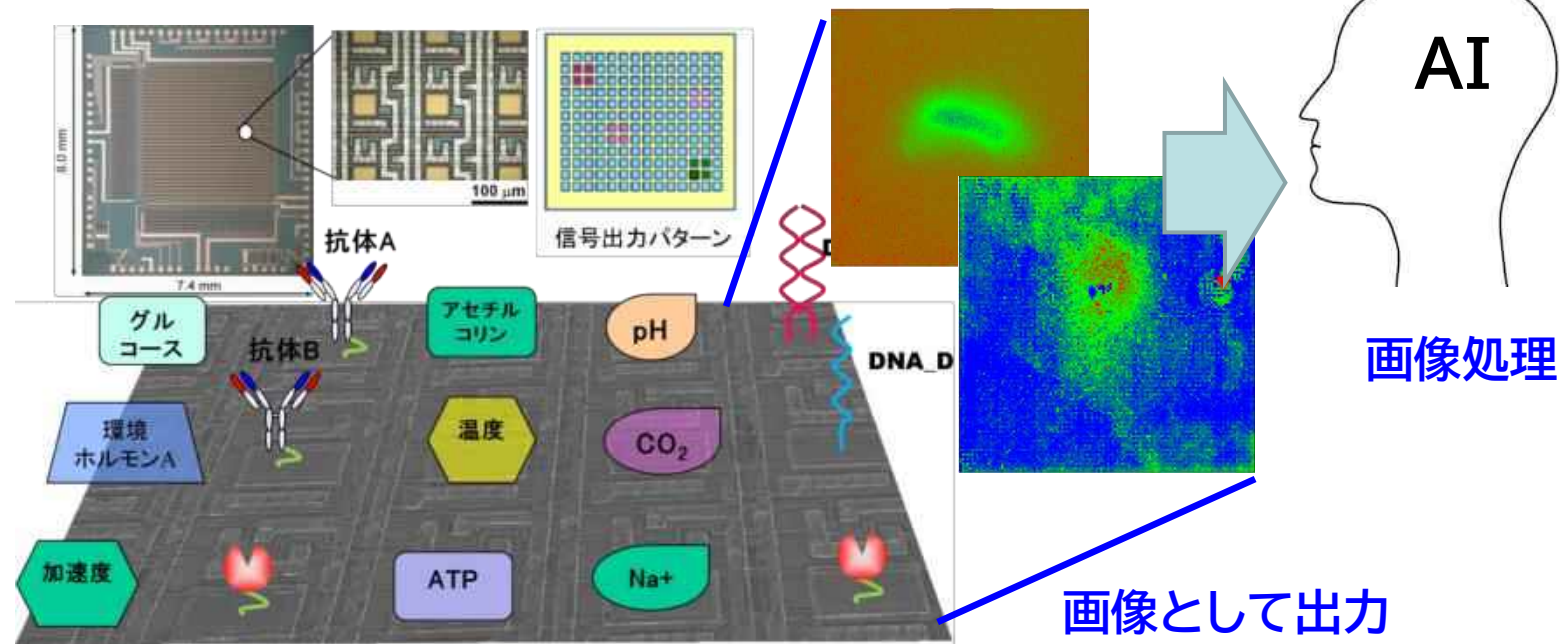
クス)

# 本研究領域の基盤技術

## ■ マルチモーダルセンサプラットフォーム

- ✓ プラットホームを低コストで実現
- ✓ プラットホーム上に様々な感応膜を形成
- ✓ 様々なセンサ形態(単一、マルチモーダル、イメージング等)を実現

⇒フィジカル空間デジタルデータ処理基板用のセンサ



マルチモーダルセンサの理想図

# 本研究領域の基盤技術(検出膜まとめ)

## ■ 多様な検出膜形成技術

計測対象	検出膜	検出例	特徴・利用分野
pH、表面電位	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 膜、SiN膜	検出精度 0.01 pH、0.5 mV	イオンセンサの基本計測対象
光学画像	SiN膜、(Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 膜)	画素レベルの分解能	
匂い、ガス	ポリアニリン膜	アンモニア(1 ppm~)等	環境、介護、認証、農業、食品、物流
	金属酸化膜	アンモニア(10 ppm~)等	車内環境、故障診断
イオン(アルカリ金属イオン)	イオノフォア担持膜(PVC膜)	K, Na, Caイオン等 (10 μM~0.1 mM)	医療・創薬
	イオノフォア担持膜(TEOS膜)	同上	
力、圧力、温度	PVDF膜	垂直・剪断応力(<10 nN)	医療・創薬、細胞機械的特性
神経伝達物質、生理活性物質	酵素含有膜	ATP等(10 μM~10 mM)	医療・創薬、 ヘルスケア、健康診断
	酵素含有膜、Ti/Au膜	乳酸等(1 μM~0.1 mM)	
	分子鑄型ポリマー膜(MIP膜)	グルコース(10 μM~5 mM)	

\* PVC:ポリ塩化ビニル、TEOS:オルトケイ酸テトラエチル、PVDF:ポリフッ化ビニリデン



# 略歴

## (FSから本格実施フェーズ)

## 2-1 民間資金の管理ルール等

率先して産学連携経費30%を設定し、本学独自のマッチングファンド制度による資金支援も獲得

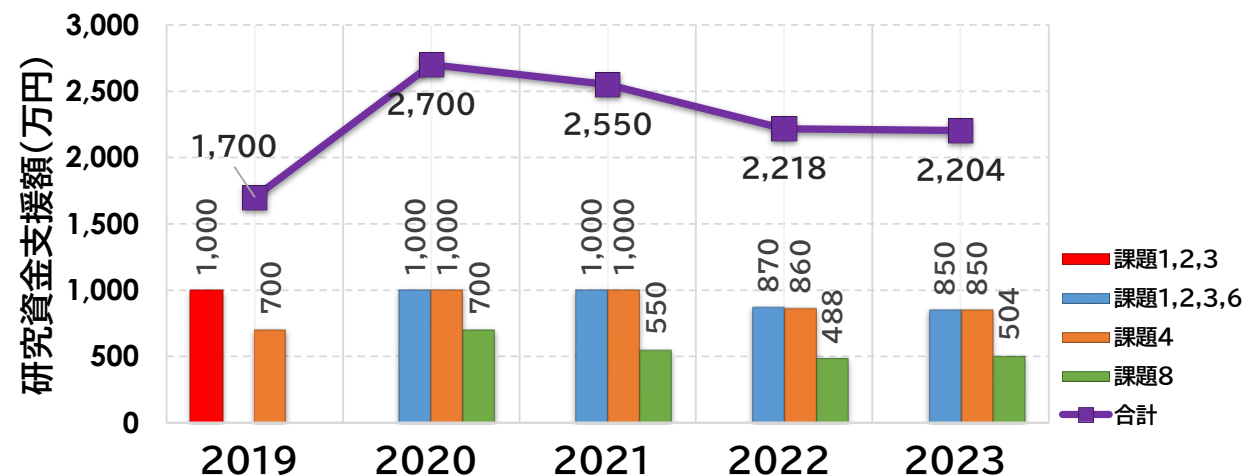
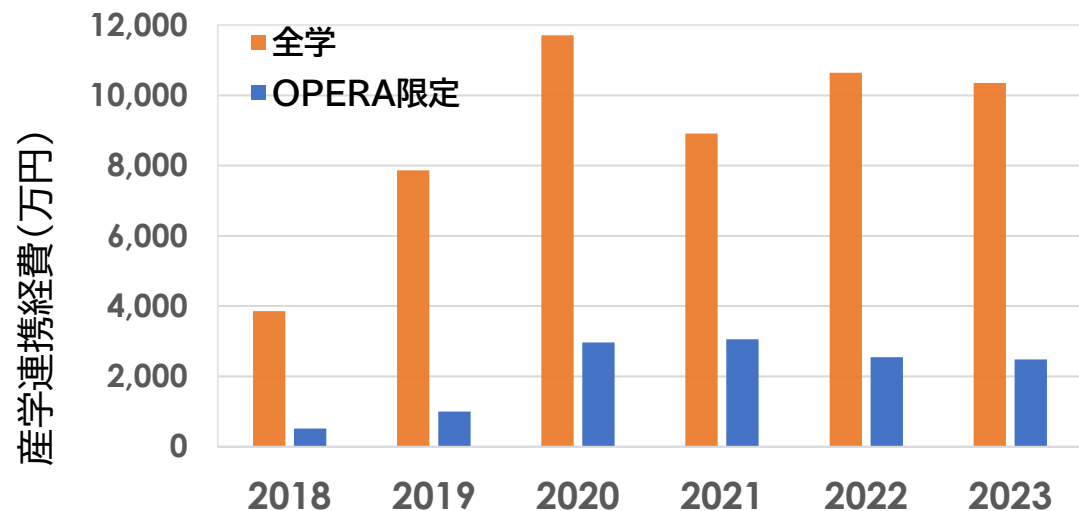
### ■ 全ての共同研究で産学連携経費30%化

- 2017年 4月:機関連携型共同研究を30%化、併せて産学連携経費の積算根拠を見える化
- 2019年 4月:200万円超の共同研究を30%化
- **2021年10月:学内全ての共同研究で30%化を実現**

### ■ 学内マッチングファンド制度

- 国内外の研究機関や企業とのマッチングファンド形式により、研究成果の社会実装・社会提言力を強化する。

OPERAプロジェクトからは3テーマが採択され、累計1億1,372万円の支援を大学より受けている。



## 2-2 機関連携・協力体制等

### 民間企業との共同研究を活性化し、社会実装を推進する仕組みづくり

#### ■ クロスアポイントメント制度の活用

「国立大学法人豊橋技術科学大学クロスアポイントメント制度に関する規程」

- 目的:教育・研究・産学連携等を推進し、組織の壁を越え複数の組織において活躍できる環境の整備
- 共同研究先企業からの制度利用を活性化し、ベテラン研究者、経営層にも利用し易い制度

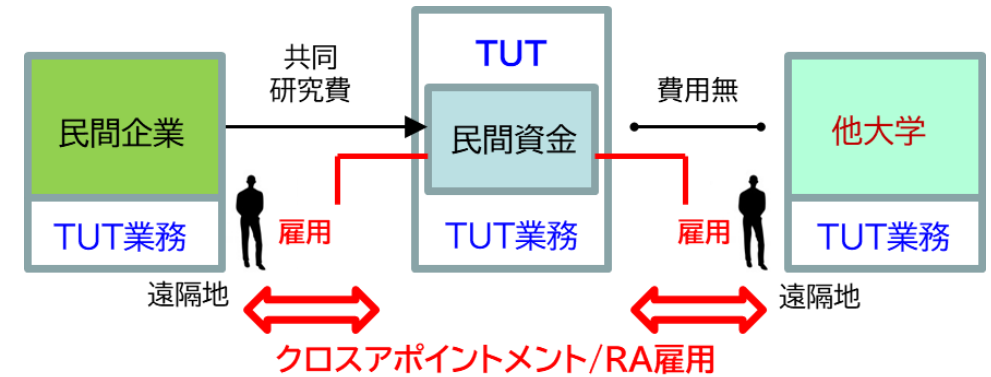
#### 【実績】FSフェーズで導入、本格実施フェーズより活用

- 令和2年度:3名制度利用
- 令和3年度以降、6名まで拡大し、ベテラン研究者3名が参加

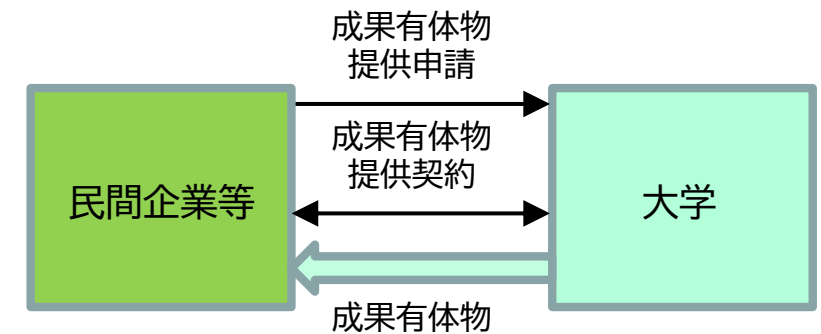
#### ■ 成果有体物の活用(本格実施フェーズで制度設計)

- 提供先にて収益事業を目的とした取り扱いを可能とする(2021年4月施行)
- 学内指針及び審査フローを制定

※文部科学省高等教育局国立大学法人支援課  
研究振興局学術機関課 事務連絡(平成28年3月31日付)に準拠



勤務地を限定しない等、柔軟な制度利用が可能となるように学内規定を改正(H30年度)



成果有体物取扱規程  
収益を伴う試作品提供に係わる指針

## 2-3 人材育成の方針・仕組み等

博士課程学生が参加するRA制度ならびに育成プログラムを制定し、イノベーションの担い手を育成する

### ■ RA制度

#### • OPERA-RA(RA)

FSフェーズ後半より開始し、OPERA期間中には延べ12名を雇用  
業務評価によるインセンティブ(4段階)を設定

#### • Master-Course RA(MCRA)

本格実施フェーズから導入

※ 修士課程学生が参加し、博士課程進学の後押しとなった

### ■ 研究者育成プログラム

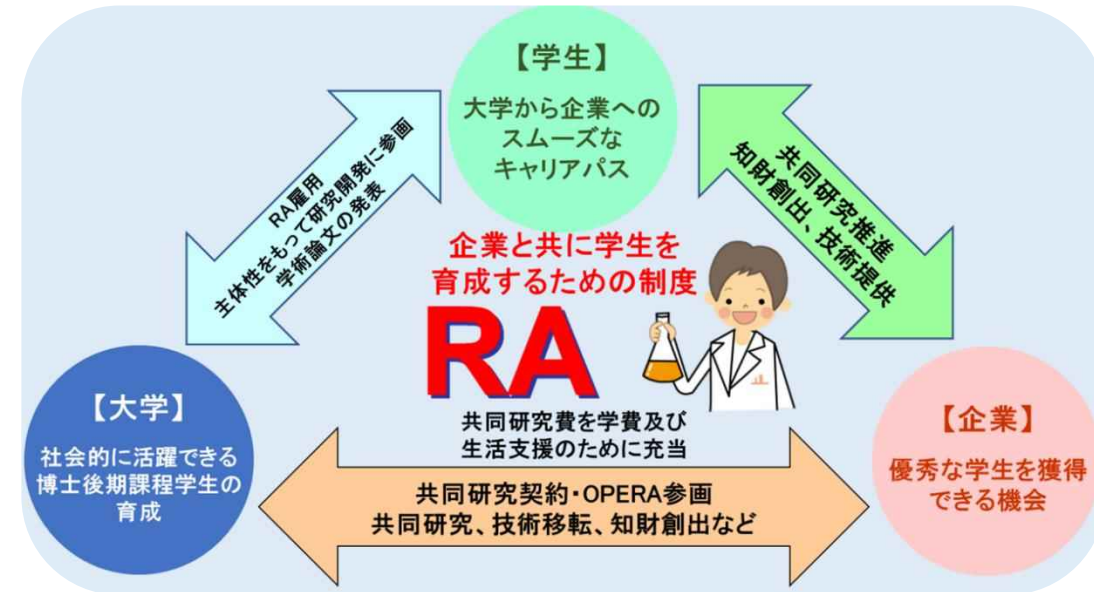
社会実装を見据えた高度なセンシング技術者育成を目的とする  
(博士後期課程)

#### ◎必修2科目

- マルチモーダルセンシング基礎
- マルチモーダルセンシング応用※ (2021年度開講)

本科目は文部科学省「集積Green-niX研究・人材育成拠点」の半導体関連科目として発展的に継承される

※応用編は学外のIoT、AIセンサ応用研究者による講義と講義後のスーパーリーダー塾で構成



## 2-4 活動基盤の構築・参画機関の管理方針

継続的なプロジェクト推進の基盤を構築し、本格実施フェーズ以降20社前後の参画企業と共同研究を継続

### ■ 参画企業数

本格実施フェーズ移行により参画機関と共同研究費が大幅増

- FSフェーズ: 8社から10社
- 本格実施フェーズ: 19社から23社

### ■ 共創コンソーシアム活動基盤

これまでの活動を経て形成したネットワークを基に活動基盤を構築

- マルチモーダルバイオイメージセンサ(MMB)研究会(H24年4月設立)
- 一般社団法人豊橋センサ協議会(H27年7月設立)
- EIIRISインテリジェントセンサMEMS研究会(H29年10月～R1年12月)
- OPERAプロジェクト(H30年10月～)

### ■ 参画機関の管理方針

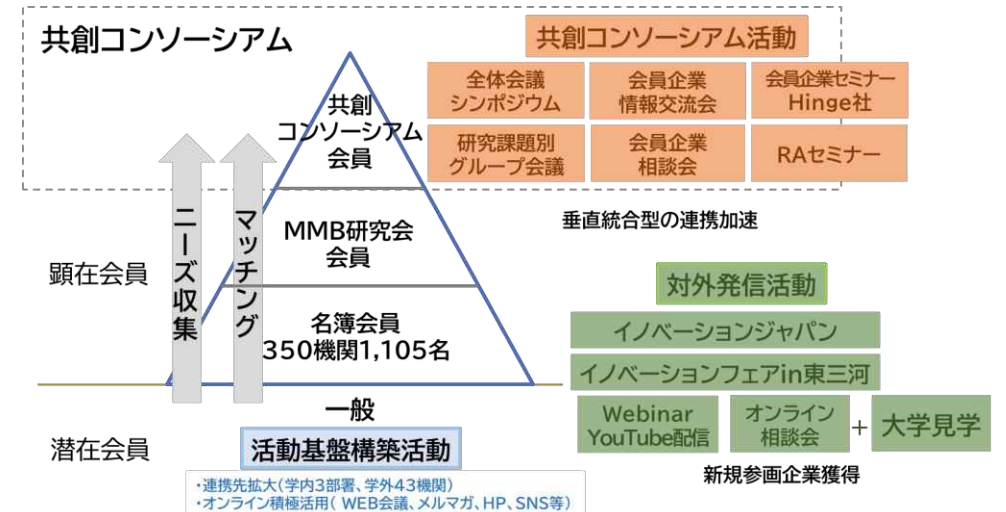
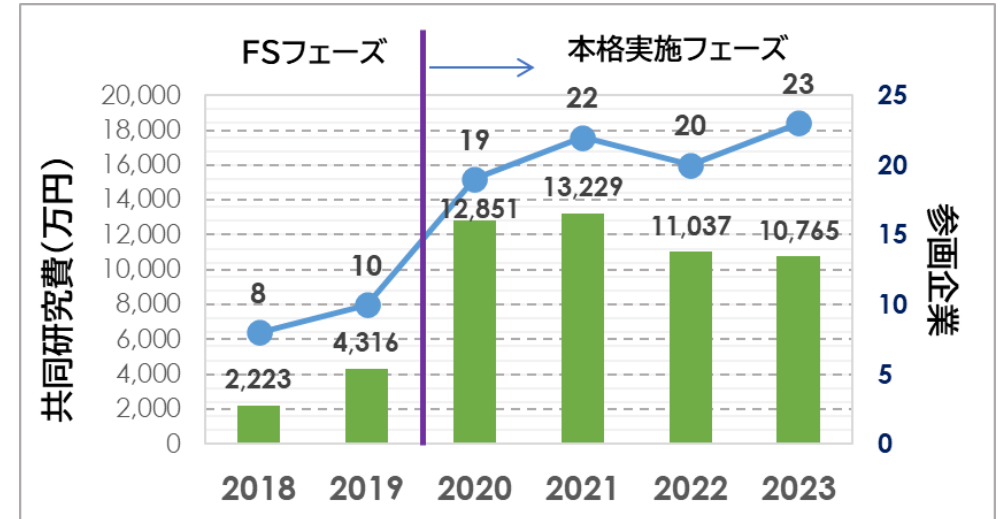
脱退等により不利益が発生しないよう配慮

#### (新規参画)

- 新規参入については「知財取扱い指針」の理解、承諾を条件とする
- 新規な事業展開が見込める場合に参入を認める

#### (脱退)

- 脱退した参加者は、脱退後も知財取扱い指針の主旨に沿って行動
- 他の参加者が保有する知的財産権の実施権は当事者間で協議
- 脱退した参加者が保有する知的財産権の実施権は当事者間で協議



### 共創コンソーシアム活動基盤

## 2-5 コンソーシアムの運営体制、活動

マルチモーダルセンシング技術を基盤とし、応用分野を開拓する大樹型オープンイノベーションを実践

### ■ マルチモーダル共創コンソーシアムシンポジウム

(累計3回、R5年度末に開催予定)

- 2024年3月1日(金)  
会場:穂の国とよはし芸術劇場PLAT及びZoom

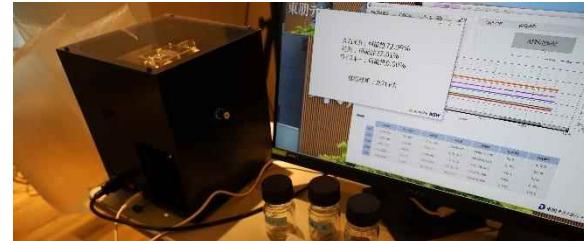
### ■ マルチモーダル共創コンソーシアム全体会議

(累計5回、R5年度末に開催予定)

- 2024年3月12日(火)  
会場:emCAMPUSスタジオ(豊橋駅前)  
※2022年度は参画企業10社の技術展示を行い、  
社会実装に向けた交流を促進

### ■ 対外発信活動

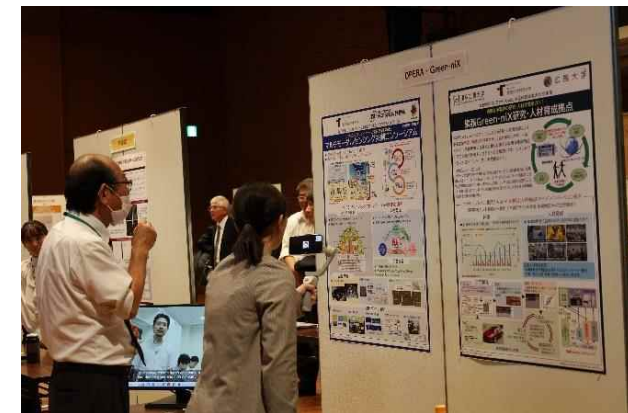
- TUT-OPERA Webinar(累計6回)、RAセミナー(累計10回)、  
MMB研究会(年間3回)
- イノベーション・ジャパン 出展(2021年、2022年、2023年)  
イノベーションフェアin東三河 出展(2021年、2023年)
- 豊橋技術科学大学シンポジウム 出展(2022年)



共創コンソーシアムシンポジウム2023  
【開会挨拶】



共創コンソーシアム全体会議2022  
【企業展示の様子】



イノベーションフェアin 東三2023  
【OPERA事業の説明】

## 2-6 知財の取り扱いルール・管理体制等

今後のマルチモーダルセンサの社会実装を見据え、知財の取り扱いに新ルール(相互実施)を追加

### ■ R2年度領域面談時コメント(抜粋)

現行の知財取扱ルール、特にフォアグラウンドIPの取扱について、「権利者が容認できる場合」という抽象的な基準では、将来実施権の許諾がスムーズにできず、競争領域での共同研究が実現しないリスクがある。

### ■ フォアグラウンドIP取り扱いに新ルールを追加

	コンソーシアム全体ルール	新ルール (連携・協働に合意したグループ)
フォアグラウンドIP	権利者が容認するなら、 <ul style="list-style-type: none"> <li>通常実施権を付与</li> <li>実施条件は当事者間で協議</li> </ul>	産業財産権またはノウハウが創出された場合 <ul style="list-style-type: none"> <li>当事者相互に実施できるものとする</li> <li>実施条件は当事者間で協議</li> </ul>
対象		

## 2-6 知財の取り扱いルール・管理体制等

### フォアグラウンドIPの相互実施を約して、連携・協働した小グループで成果を創出

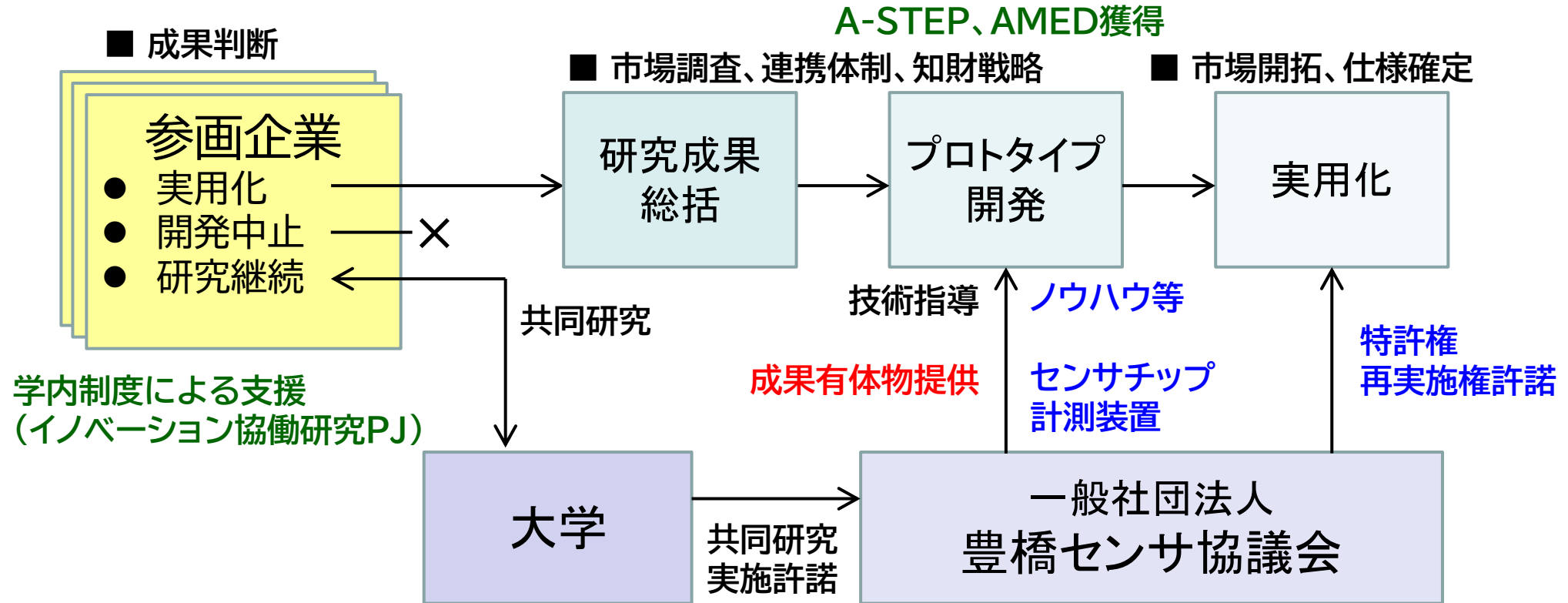
- イオンイメージセンサ故障原因調査(2企業+豊橋技科大)
  - ・ 使用により故障したセンサを回収、故障状況を共有し、詳細な分析を行い、故障原因及び部位を特定した。
- イオンイメージセンサ計測装置開発(3企業+豊橋技科大)
  - ・ 大学から詳細な設計情報をノウハウブックとして共有し、開発に成功した。
- 医療創薬への応用:(2企業+豊橋技科大):
  - ・ 溶液中での使用後に故障したサンプルの使用形態、状況等について共有した。



# OPERA後の取り組み

# 3-1 社会実装に向けた体制整備

一般社団法人と大学が連携して、プロジェクト終了後の社会実装を推進



## 3-2 本プログラム終了後のコンソーシアムの継続的な発展に向けた取組み

プロジェクト終了後においても、継続的、自律的なオープンイノベーションを可能とする体制を構築

### ■ オープンイノベーション推進体制整備

- 大学支援により2022年4月発足競争領域から非競争領域までをカバー

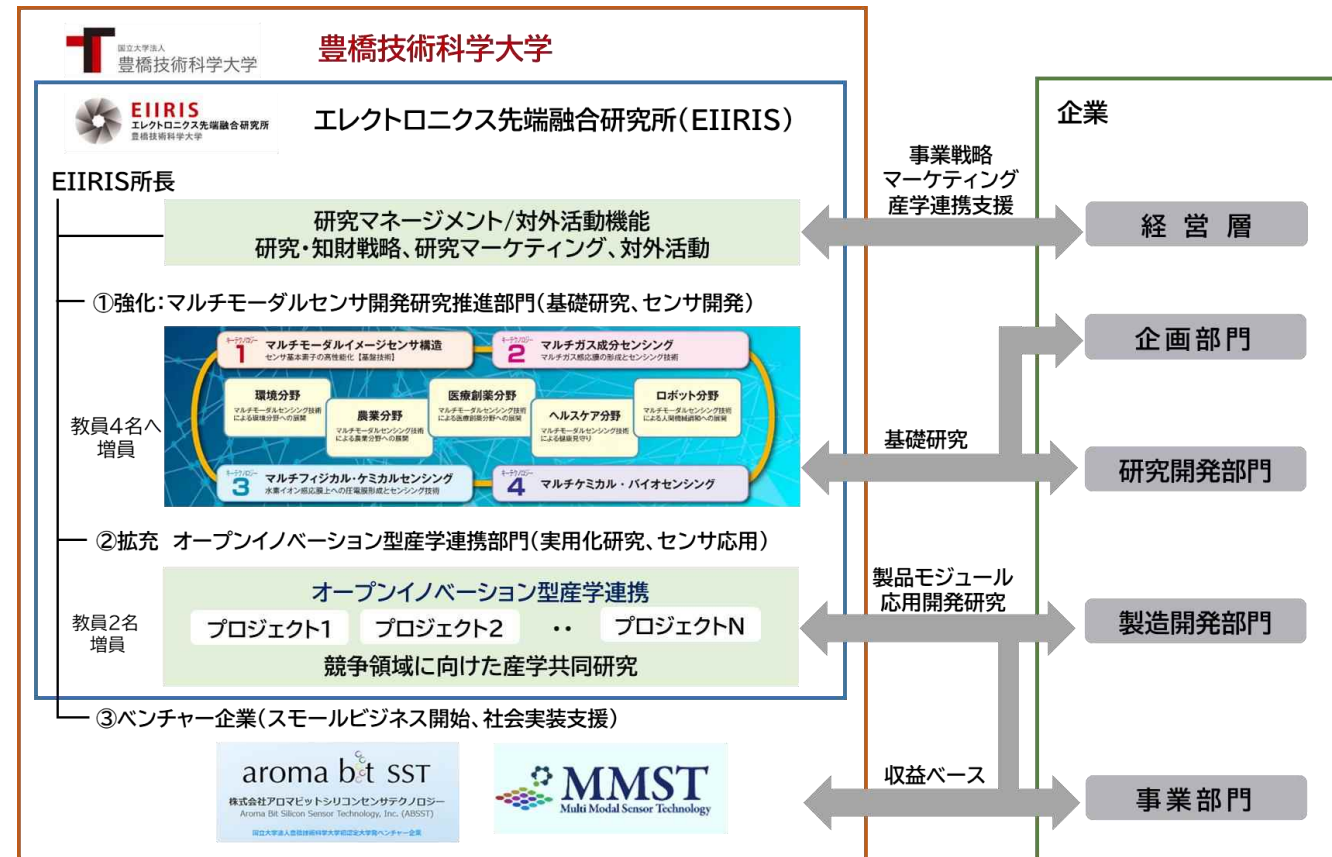
### ■ エレクトロニクス先端融合研究所(EIIRIS)

- 強化: マルチモーダルセンサ開発研究推進部門  
教授4名増員
- 拡充: オープンイノベーション型産学連携部門  
教授2名増員

### ■ ベンチャー設立(2022年4月)

(株)マルチモーダルセンサテクノロジー(MMST)  
事業内容: マルチモーダルセンサの開発、製造、販売

※ベンチャー設立を含め、企業活動における事業企画から基礎研究、開発、製造、販売までの包括的な産学連携の実施体制を構築

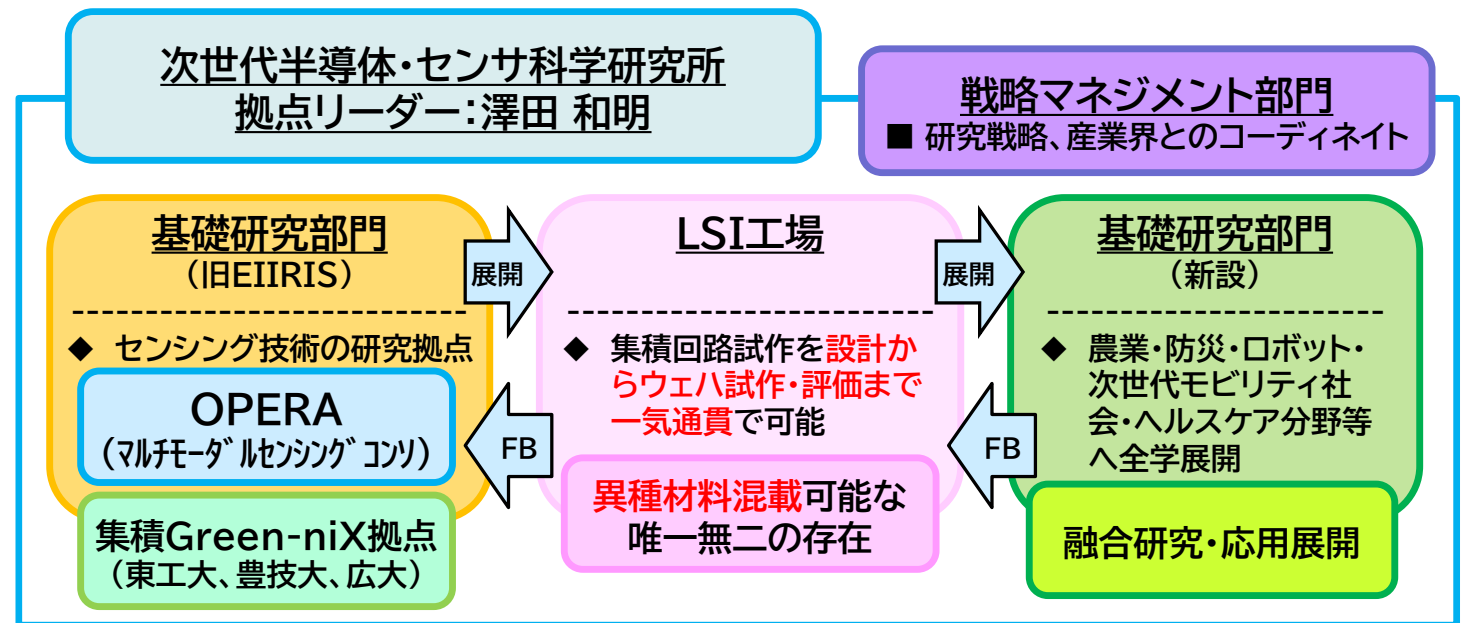
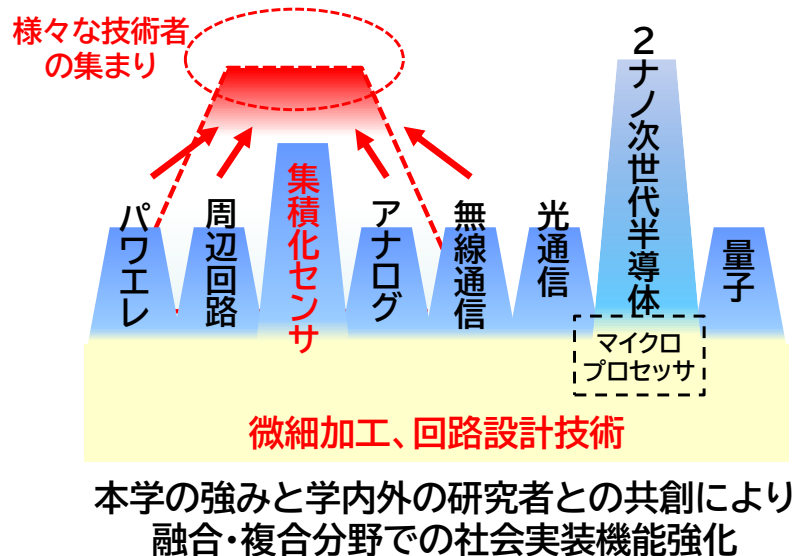


### 3-3 本プログラム終了後のコンソーシアムの継続的な発展に向けた取組み

地域中核・特色ある研究大学として、集積化センサ技術を基盤とし、多様な半導体研究を推進する

#### ■ 2023年4月、「地域中核・特色ある研究大学の連携による産学官連携・共同研究の施設整備事業(文科省)」に採択

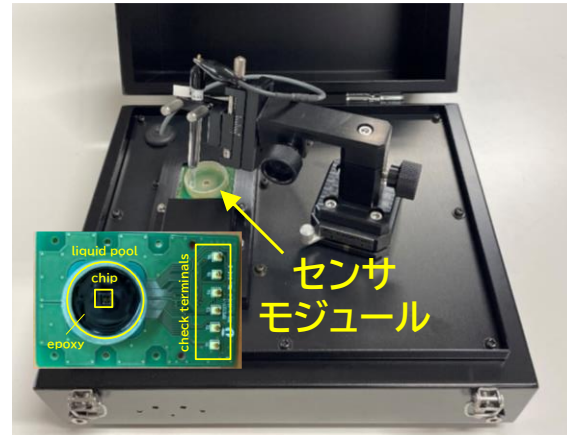
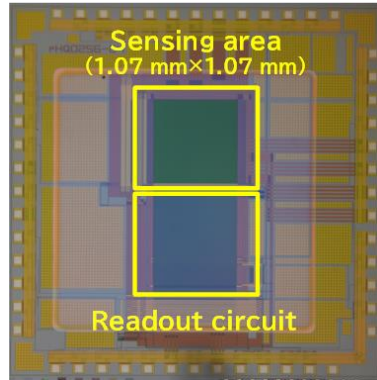
- エレクトロニクス先端融合研究所(EIIRIS) →「次世代半導体・センサ科学研究所」に改組
  - 機能強化: LSI工場の新館増設
  - 「戦略マネジメント部門」を設置: 旧EIIRISを基礎とした基礎研究部門、LSI工場に加え、出口戦略を担う「社会実装部門」及び全体の統括 ⇒ 基礎研究、集積回路製作、社会実装まで一貫通貫の運営体制実現
- OPERA事業、ならびに「次世代X-nics半導体拠点形成事業(文科省)」の研究成果を、この整備事業を活用し、社会実装を加速する計画



# 結び

マルチモーダルセンシング技術を様々な分野に展開し、実用化を目指します。

## 基盤技術



センサチップ・計測機器

センサ基本素子

センサチップ、計測機器

匂いセンシング

匂いセンサモジュール、匂い計測装置

圧力センシング

細胞評価技術

## 応用展開

環境分野

匂い環境評価

農業分野

根域管理  
鮮度管理、生育管理  
屋内空気浄化

医療・創薬  
分野

病気診断  
がん診断  
iPS細胞シート評価

健康分野

マルチバイオセンサ  
健康診断機器

ロボット  
分野

フィジカルケア  
ロボット

ご清聴有り難うございました