

2024年10月8日

産業技術総合研究所  
九州センター研究講演会

産総研九州センター60年の歩みと  
これからの取り組み

センシングシステム研究センター 研究センター長  
九州センター所長

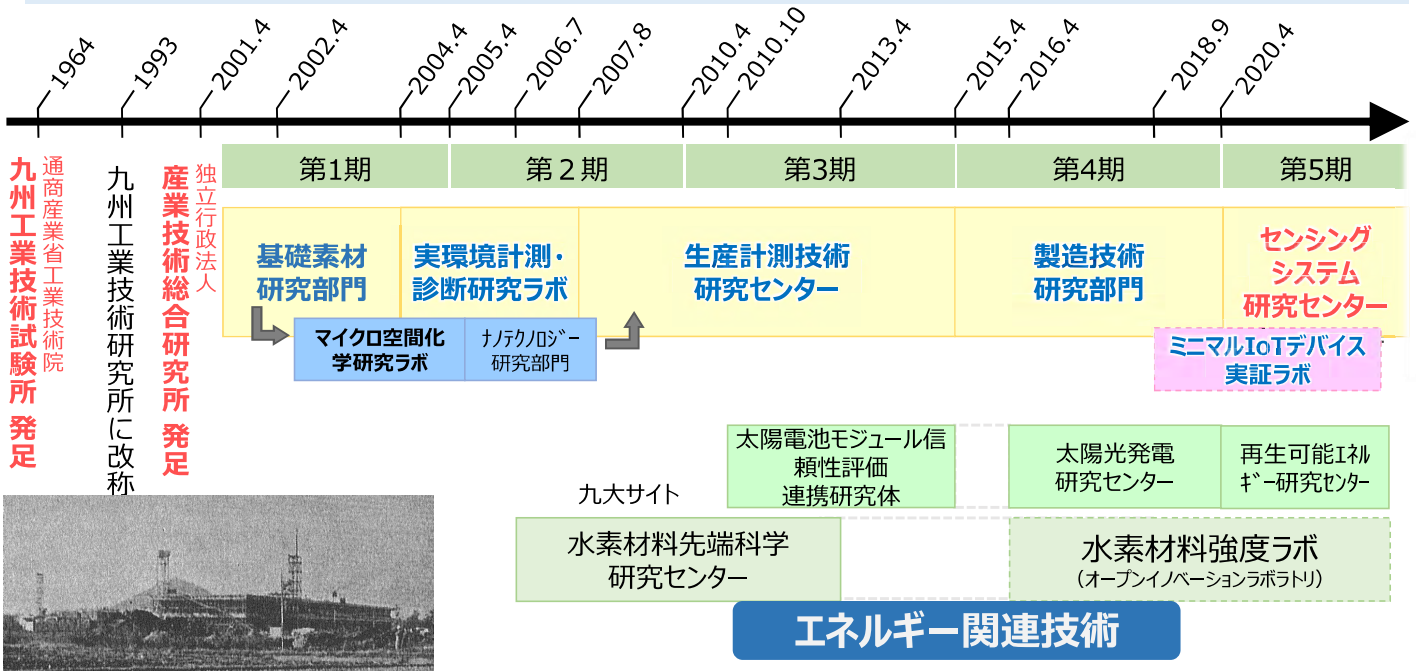
植村聖

## 目次

1. 九州センターのこれまでの歩み
2. センシングシステム研究センターの紹介
3. 九州センターの今後の取り組み
  - スマート半導体製造センシング
  - 半導体パッケージ技術開発・試作ファブ

# 九州センターの沿革

- 1964年に九州工業技術試験所設立。二次産業の技術振興及び地域資源による新しい産業創成
- 産総研になってから、**スマート製造センシングのベースとなる生産計測技術の研究開発が開始**



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

## 資源活用・材料開発に関する研究例

- 九州工業技術試験所の設立目的は、九州地域の基幹産業である機械・金属・化学工業など二次産業の技術振興、および九州地域に賦存する資源の有効利用による新しい産業の創成
- その後、九州工業技術研究所、産総研に改称されてからも九州地域の資源を活用した開発を継続

### ● 石炭の有効利用



#### ピッチ系炭素繊維の開発

PAN系炭素繊維と同等の強度を有する炭素繊維の開発

- 導体用放熱シート
- 液晶用ガラスのロボットハンド
- 自動車用のカーボンブレーキ
- 人工衛星用のアンテナリフレクター
- 大型電波望遠鏡用の構造部材

### ● シラス(細粒の軽石や火山灰)の利用

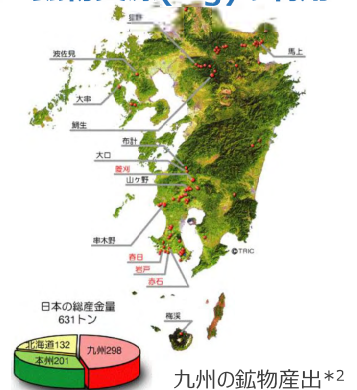


#### シラスバルーンの製造プロセス開発

微細中空ガラス球を高効率に製造

- 年間2万トン以上生産 (現在も全国で生産)
- 用途は軽量建材の充填材など

### ● 鋳物資源(Mg)の利用



#### 軽量・加工性の良い難燃性Mg合金

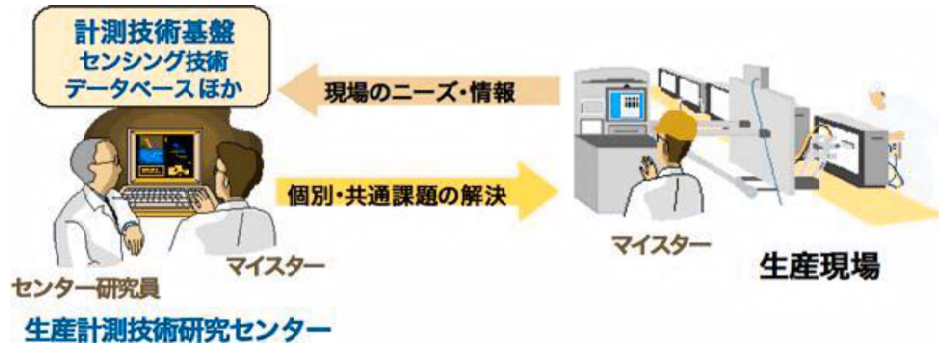
MgへのCa添加により、難燃化

- 新幹線軽量化のための荷棚受部材
- 新幹線の軽量構体

1: パネル作成者: 曾南石, 井沢英二 (地球資源システム工学部門応用地質学研究室), 中西哲也 (総合研究博物館)  
[https://www.museum.kyushu-u.ac.jp/publications/annual\\_exhibitions/MINE2001/01/01-04.html](https://www.museum.kyushu-u.ac.jp/publications/annual_exhibitions/MINE2001/01/01-04.html)  
 2: [http://earthresources.sakura.ne.jp/er/Rmin\\_K&K.html](http://earthresources.sakura.ne.jp/er/Rmin_K&K.html)

- 生産現場が集中する九州地域に生産計測技術研究センターを設立
- 品質・生産性の向上、製品不具合対処、安全確保、環境保全などに資する新たな計測技術を生産現場へオンタイムで提供
- 企業生産現場に精通した「マイスター」との連携によって産業界の計測ニーズに沿った研究開発推進
- **これが現在の九州センターで推進しているスマート製造センシングの研究開発の源流**

## ● 実環境計測・診断研究ラボ、生産計測技術研究センターでの研究開発



- 応力発光体を用いたセンシングシステムの開発
- 実時間での状態異常を検出するシステムを開発
- 応力の履歴をその場で記録するシステムを開発
- 計測技術やセンサ、計測機器などの情報と共に、それらの実使用による評価結果などの情報も含んだデータベースを構築

民間企業の生産現場における計測の専門家で、研究に関する知見も併せ持つ技術者（マイスター）が在籍する企業と産総研との間で共同研究契約を締結し、「マイスター」から現場の計測課題やニーズに関する情報を提供

## 目次

### 1. 九州センターのこれまでの歩み

### 2. センシングシステム研究センターの紹介

### 3. 九州センターの今後の取り組み

- スマート半導体製造センシング
- 半導体パッケージ技術開発・試作ファブ

# センシングシステム研究センターの概要

- センシングシステム研究センターは、産総研の7領域の中でハードウェア等の研究開発を主なテーマとする「エレクトロニクス・製造領域」で、Society 5.0における情報の源泉であるエッジのセンサを強化する目的で2019年に設置
- 産総研内の異なる専門の研究者が集結し、「①生活・環境・社会センシング」、「②産業・生産センシング」、「③人・生体・感性センシング」の3つの出口ターゲットを目指して研究開発を実施

## エレクトロニクス・製造領域のミッションと戦略



## 3つの出口ターゲット



職員：約50名、契約職員：約60名  
兼務：10名  
出向、その他：6名

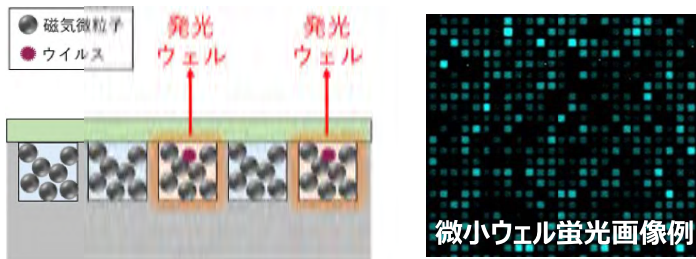
拠点：つくば(中央、東)、柏、九州

# 生活・環境・社会センシングの例

## ① 生活・環境・社会センシング

- 磁気粒子最表面に標的ウイルスを選択的に認識する分子を吸着
- 磁場により粒子ごと多くの粒子をウェル内に補足し光学的に検出
- 実用化にむけて企業連携により装置化（プロトタイプ）

### ◆ 「高速」、「超高感度」 ウイルス検出法



装置化



プロトタイプ

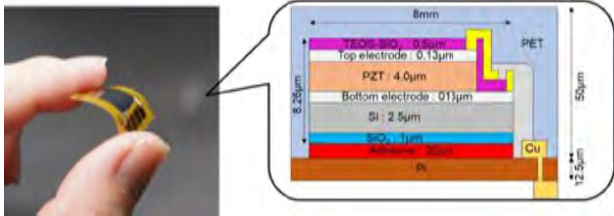
	本技術	デジタルPCR	デジタルELISA
検出対象	抗原 または 核酸	核酸	抗原
検体体積	1~2 mL	10~100 $\mu$ L	10~100 $\mu$ L
検出下限値	8 zM ( $8 \times 10^{-21}$ M)	1 aM ( $1 \times 10^{-18}$ M)	10 zM ( $1 \times 10^{-20}$ M)
検出ダイナミックレンジ	8桁	6~7桁	7~8桁
検査時間 (試料調整等を含む)	30 min	5 h	5 h

- ウィルスを2次元表面に濃縮
- 「測定時間1分」と「超高感度」ウイルス検出

## ③ 人・生体・感性センシング 薄膜MEMSを用いた触覚伝送

- 作製したMEMSをウェハ上での剥離可能な構造にする加工する技術と、またそれをフィルム上へ転写する技術等を開発し、シート状のハプティックデバイスを作製
- 極めて薄く、軽量であり、高速応答と中程度の出力が可能であり、折り曲げ可能なため、ウェアラブルな触覚伝送デバイスとして展開

### ◆ 極薄ハプティックMEMS素子



比較項目	薄膜MEMS	偏心モータ	圧電セラミックス	高分子アクチュエータ
厚さ	< 0.01mm	1-10 mm	0.1-1 mm	0.01-1mm
反応速度	4 ms	120 ms	4 ms	データなし
パワー	中	大	中	小
曲面実装	○	×	△	○

- 極めて薄く、軽い
- 高速応答、中程度の出力が可能
- 曲げが可能で、曲面や稼働部への実装が可能

『極薄ハプティックMEMS素子』に基づく振動の記録と再生を実現するリモート伝達システム

#### 体感記録デバイス



#### 体感再生デバイス



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

## ③ 人・生体・感性センシング フレキシブル・ストレッチャブルセンサ

- 人と接触してセンシングすることで、非接触デバイスで観察困難だった情報を収集
- これまで難しかった体の微小な動きや、モノとの接面の情報をセンシング
- 直接ヒトに触れた状態で常時、継続的に生体情報を収集するセンサの需要も多い
- 日常生活において装着違和感のない着け心地の電極を提供することが重要
- リモートリハビリ、運動計測、メタバース等のインターフェイスデバイスとしてPoC等を実施

### ◆ 人の微小な動きや力を計測するセンサ



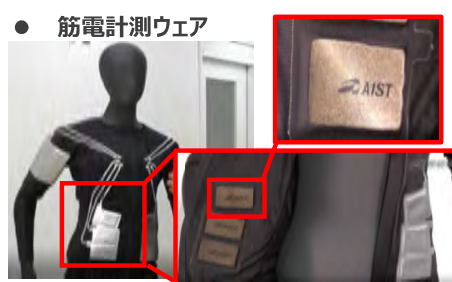
### ◆ 生体情報計測センサ

#### ● 多電極心電ウェア



心拍を3次元的に計測し、心臓の微細な動きを推定

#### ● 筋電計測ウェア



リアルタイムに筋電計測し運動等のパフォーマンス評価

#### ● 下着型生体インピーダンス計測



下腹部の水分量を計測し、尿意を推定

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

## 1. 九州センターのこれまでの歩み

## 2. センシングシステム研究センターの紹介

## 3. 九州センターの今後の取り組み

- スマート半導体製造センシング
- 半導体パッケージ技術開発・試作ファブ

## 九州センターの概要

### 【沿革】

- 1964年 九州工業技術試験所
- 1993年 九州工業技術研究所
- 2001年 産業技術総合研究所  
(今年度60周年)

人数：計113名 (@2024.7)

職員46名、契約職員67名  
(内、研究職27名、契約職員43名)



# 産総研の地域展開

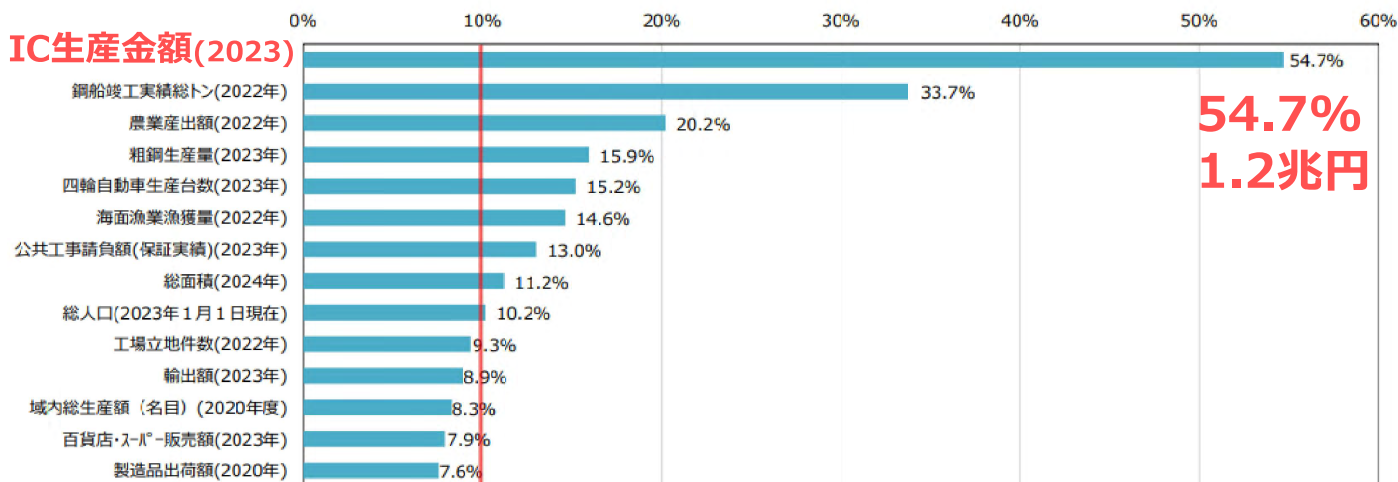
- 地域の産業構造やニーズ・シーズを踏まえ各拠点の研究内容を特色ある最先端領域に重点化し地域イノベーションに貢献。**地域において連合体を形成し、地域イノベーションを創出**
- **九州センターでは「スマート製造センシング」について重点化**



## 九州地域の中で、今後力を入れていく分野

### 九州は全国の中で「1割経済の規模」

- 人口 (1,300万人)、事業所数 (55万)、就業者数 (679万人)が約10%、域内総生産が9.1% (53兆円)、製造品出荷額が7% (22.9兆円)
- **九州地域のIC生産は国内シェアは半数以上(54.7%)。生産金額は1.2兆円**

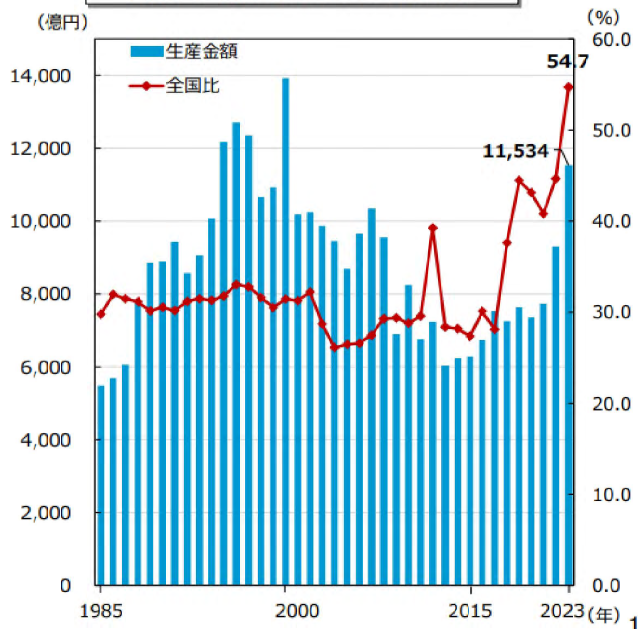


(出所) 国土交通省「造船造船機統計調査 造船統計月報」、農林水産省「令和4年生産農業所得統計」、「令和4年漁業・養殖業生産統計」、国土交通省「令和6年全国都道府県市区町村別面積調」、西日本建設業保証㈱「公共工事前払金保証統計」、総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」、財務省「貿易統計」、内閣府「令和2年度県民経済計算」、総務省・経済産業省「令和3年経済センサス-活動調査」、経済産業省「生産動態統計調査」、「商業動態統計月報」、「工場立地動向調査」

# 九州地域におけるIC生産額の推移

- 生産金額では3年連続で増加。2007年以来、**16年ぶりに1兆円以上**となり、全国比は1985年以降、**初めて50%を上回った**
- 九州地域の経済効果は10年で20兆円とも予測されており、（九州7県での2023年度の**設備投資額（計画値）は前年度実績に比べ61.7%増の1兆105億円**。伸び率は1956年の調査開始以降で最大）

図表3-8 九州のIC生産金額・全国比の推移



2023/2022年度地域別設備投資増減率(%)

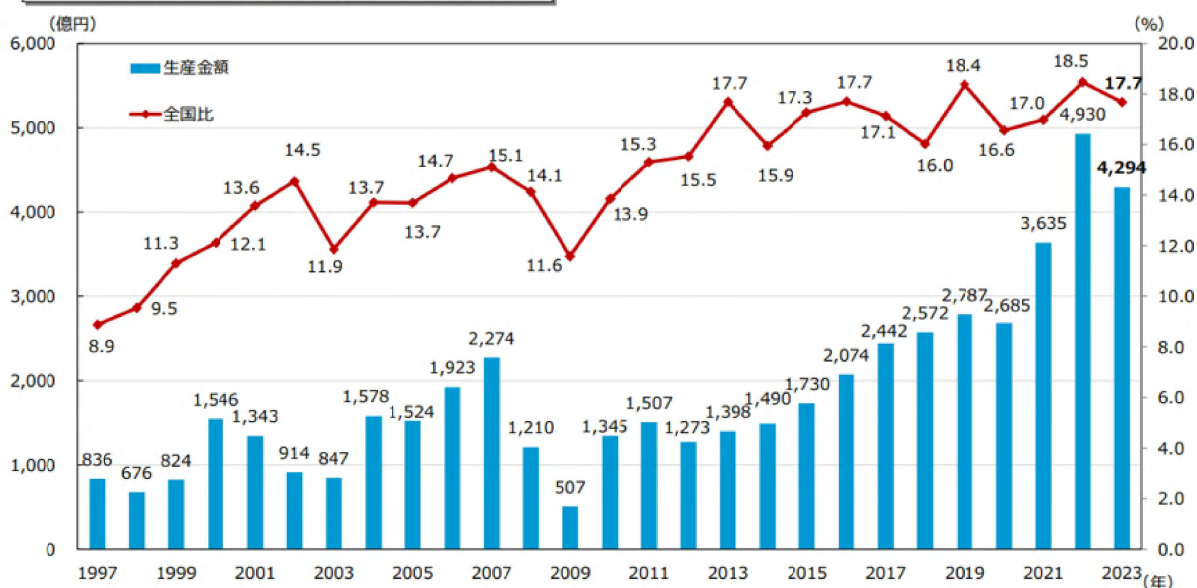
	全産業	製造業
九州	61.7	114.0
全国平均	20.1	27.0

(出所) 地域別投資計画調査 (令和5年、日本政策投資銀行)

# 九州地域における半導体製造装置の生産額の推移

- 2023年の半導体製造装置の生産金額は3年ぶりに減少したものの、国内外からの堅調な需要に支えられ、**高水準の生産**

図表3-9 九州の半導体製造装置生産金額・全国比の推移



(出所) 経済産業省「生産動態統計調査」

**九州センターとして、半導体製造、製造装置に関する産業支援を目指す**



# 地域イノベーション創出を目指した連合体構想

- 産総研のミッションである九州・沖縄地域の連合体形成による地域産業競争力強化を推進
- 九州地域の半導体産業の活性化を鑑み、地域の強みとして半導体産業を軸とした3つの連合体を構想
- 九州地域での半導体関連企業にヒアリングを実施し、個社及び業界のニーズの把握と課題抽出をし、産総研としてどう貢献していくか(どのような連合体の形にしていくか)を検討

## ① スマート半導体製造センシングに関する連合体

センシングシステム研究センターが看板研究として掲げている「スマート製造センシング」技術を半導体製造へ適応し、地域の半導体製造におけるDX化、GX化を目指した連合体

## ② 半導体設計・製造プラットフォームに関する連合体

九州地域において、レガシー半導体に関する設計・製造プラットフォームに関する連合体を形成し、レガシーレベルでの小口径ロジック半導体製造に関する地域産業の活性化を支援

## ③ 3次元実装試作に関する連合体

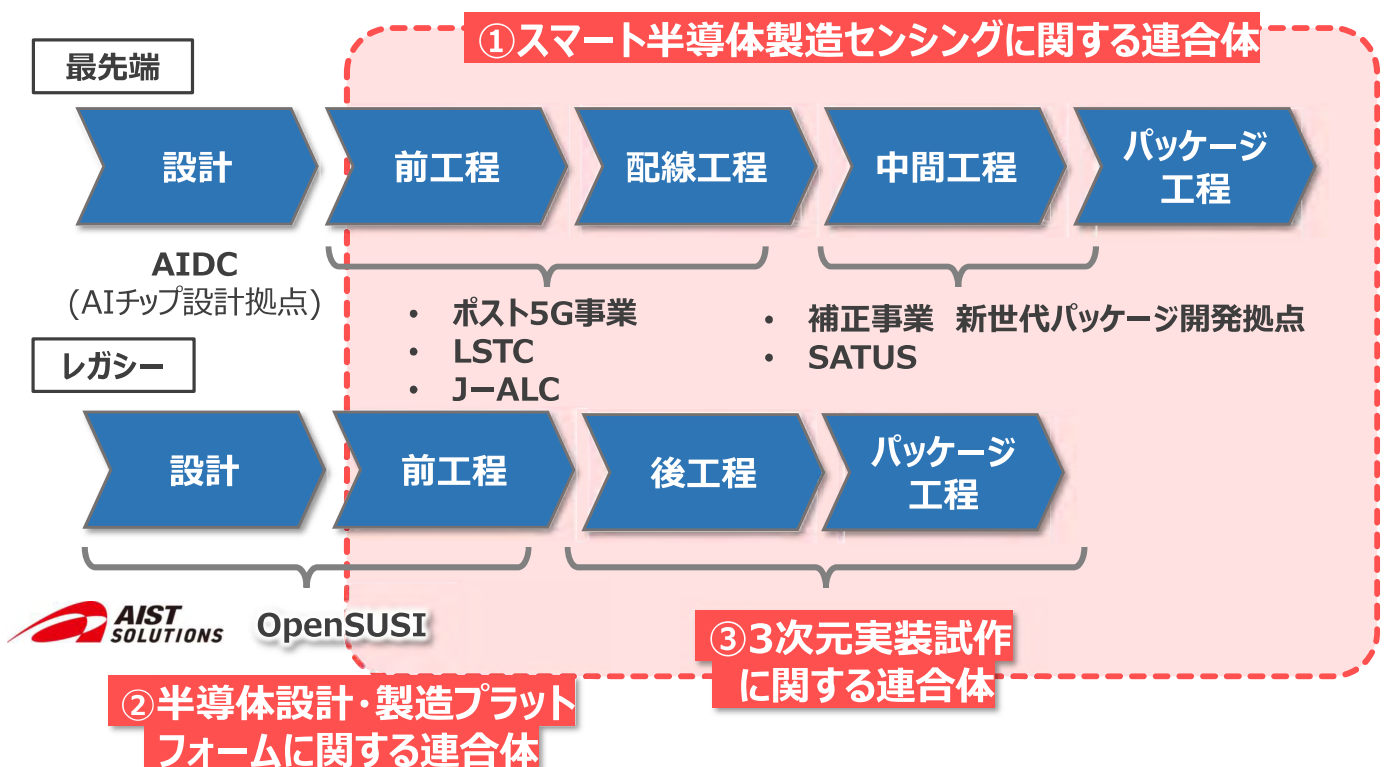
最先端の3次元配線技術、接合技術等に関する試作・研究開発環境の提供と次世代の実装技術開発に関する連合体

## ④ 地域企業によるイノベーション創出（中堅・中小企業支援、人材育成）

- 地域中堅・中小企業イノベーション促進事業、Go-Tech事業
- 人材育成（九州経済産業局人材育成コンソーシアム、SIIQ、産技連）

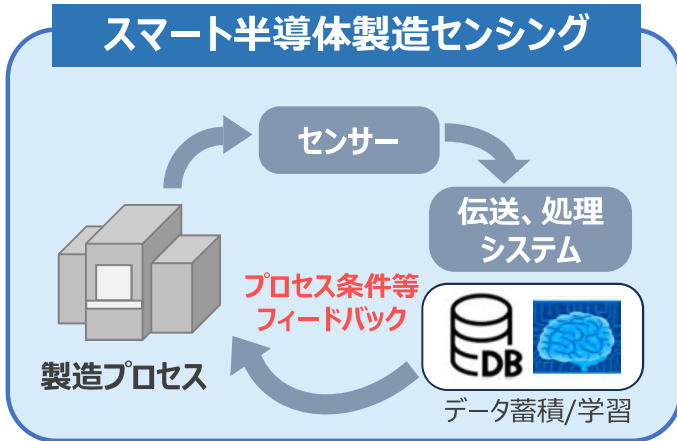
# 九州センターの半導体関連技術開発の位置づけ

- 「スマート半導体製造センシング」に関しては、前工程、後工程全てをターゲット（特に後工程に注力）
- 「半導体設計・製造プラットフォーム」に関しては、レガシー半導体に関してAISolとの連携して検討中
- 「3次元実装試作」に関しては、スペシャリティ半導体、レガシー半導体等をターゲット



# ①スマート半導体製造センシング

- **半導体製造プロセスをセンシング・評価し、それをプロセスにフィードバック**することで、**高生産性、省エネ・省資源化（DX化、GX化）**を目指す
- これまで、半導体材料装置(ウェハ等)、半導体製造装置(プラズマ等)、プロセス環境(静電気等)モニタリング技術を開発
- プロセスインフォマティクスが遅れている後工程、**特にCMPプロセス、メッキプロセス等のプロセス装置にセンサを実装**し、半導体製造のDX化、GX化に向けて開発
- 今後、半導体製造を担う企業にヒアリングを実施し、ニーズ、課題を整理し、これまで見ることができなかったプロセスに対して、モニタリング技術を開発



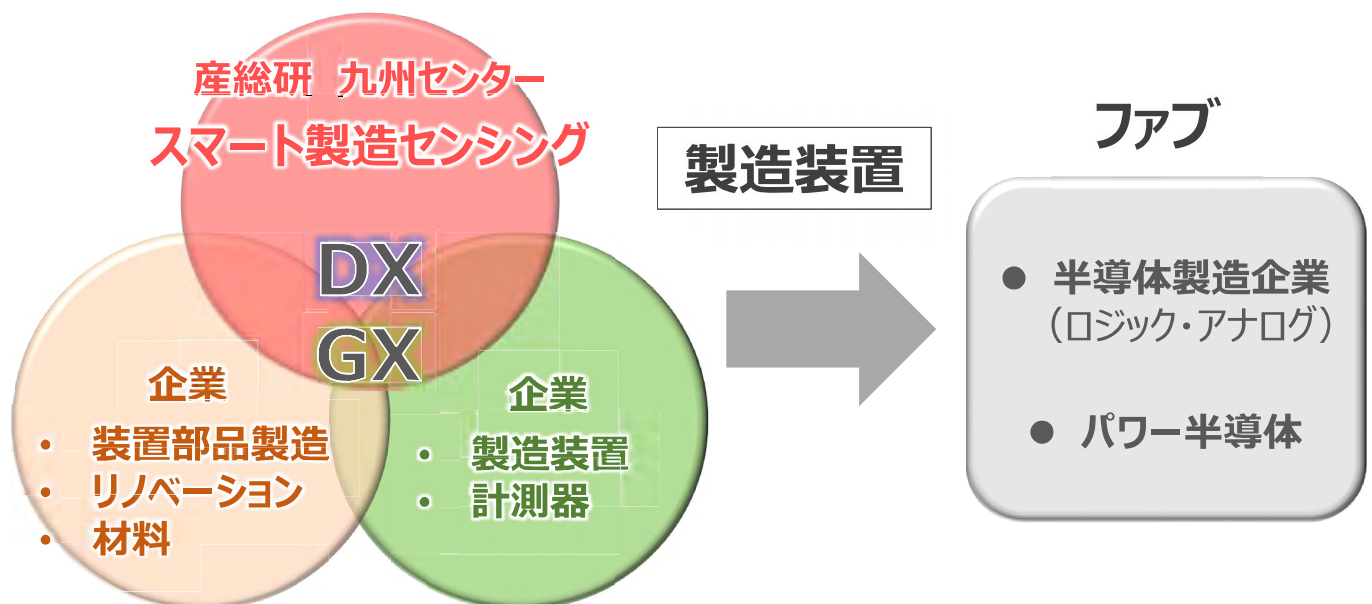
## プロセスモニタリング技術

- 半導体材料装置 (ウェハ等)
- 半導体製造装置 (プラズマ等)
- プロセス環境 (静電気等)
- 後工程プロセス

半導体製造を担う企業にヒアリングを実施し、ニーズ、課題を整理し、これまで見ることができなかったプロセスに対して、モニタリング技術を開発

# ①スマート半導体製造センシングに関する連合体

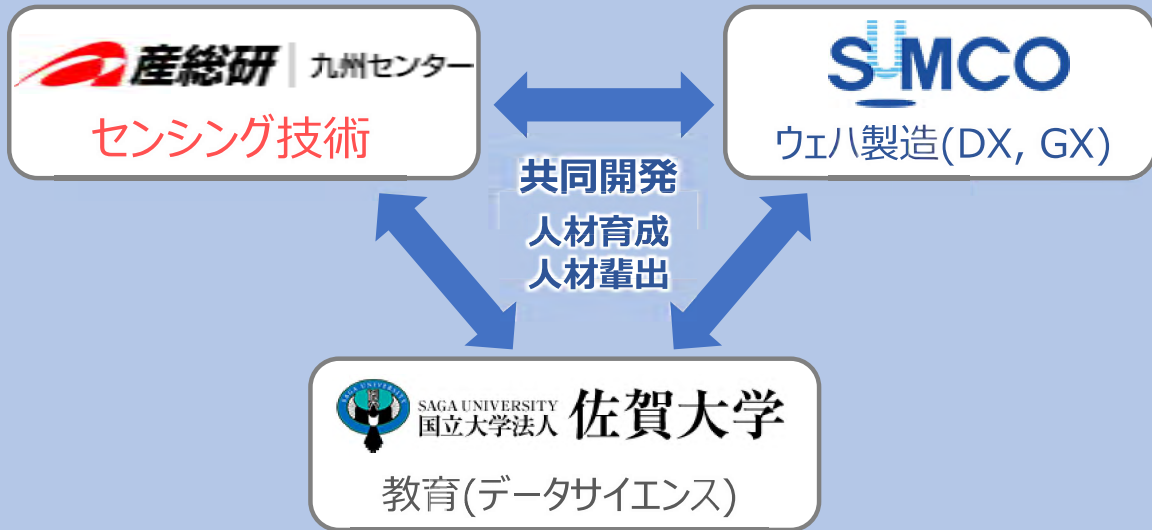
- 九州地域に多く存在する、**装置部品製造・材料企業**等及び、**製造装置・計測器企業**等をステークホルダーとして産総研で開発したセンシングシステムを製造装置等に導入する検討を進める
- 開発したスマート半導体製造センシング技術を適応した製造装置等を用いて、**半導体製造企業との協業により半導体製造のDX化、GX化**を目指す



- 地域における連合体の初めの例として、**産総研はセンシング技術をSUMCOのウエハ製造技術に**適応し、**佐賀大学のデータサイエンスと**組み合わせることで、**半導体ウエハ製造に関するDX化、GX化を目指した共同開発を実施**
- 佐賀大学とは半導体・データサイエンス人材育成の観点でも連携強化**

## 半導体ウエハの高品質化および生産効率向上

- 高品質半導体用シリコンウエハの計測・管理技術
- 生産設備の異常検出するための計測・管理技術



## ③九州センターで進めている先端パッケージング技術

- 九州センターでは、小口径で2.5D及び3Dの最先端のパッケージング技術を開発
- 2.5Dでは再配線層の形成技術の開発、3Dでは樹脂モールドで高アスペクト比の微細ビアの形成技術の開発を進めている**
- 小口径での**最先端のパッケージング開発の拠点として、共同研究等の連携強化や外部への試作環境提供を進め、地域の半導体産業を支援**

### 2.5D PKG

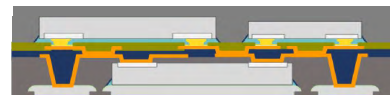
Siインターポザーを用いて、複数の半導体チップを並列に配置、接続したパッケージ



出所：東京エレクトロンデバイスに加筆

### 3D PKG

複数の半導体チップをパッケージ内で3次元方向に積層したパッケージ

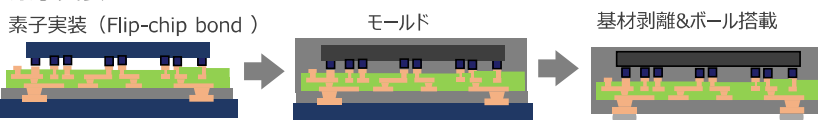


### ● 再配線層形成装置 (薄膜技術、メッキ技術、CMP技術、ビア形成技術、接合技術)

#### ● 再配線層形成

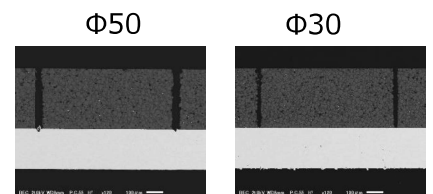


#### ● 素子実装



### ● 3次元パッケージング

#### ● TMV形成



### ③大口径でのパッケージング技術の開発

- 九州センターの「半導体パッケージ技術開発・試作ファブ」にて、小口径サイズでのプロセス要素技術開発や材料探索を実施
- つくば東地区に整備を進めている「新世代ハイブリッドパッケージ開発拠点」において大口径サイズでの開発にシームレスに繋げる
- 東地区では、2024年度中にクリーンルームの拡張、先端パッケージ装置を整備
- その拠点では、先端ロジック半導体のパッケージング技術の確立だけでなく、光チップレットやアナデジ混載のハイブリッドパッケージ技術の研究開発を実施する

#### ● 九州センター

- 半導体パッケージ技術開発・試作ファブ
- 小口径(~3インチ)



#### ● つくば東地区

- 新世代ハイブリッドパッケージ開発拠点
- 大口径サイズ(~12インチ)



## まとめ

### ● 九州センターでは、九州地域の半導体産業を支援するため、半導体産業を軸とした以下の3つの連合体を構想

- ① スマート半導体製造センシングに関する連合体
- ② 半導体設計・製造プラットフォームに関する連合体
- ③ 3次元実装試作に関する連合体

### ● 開発したスマート半導体製造センシング技術を適応した製造装置等を用いて、半導体製造企業との協業により半導体製造のDX化、GX化を目指す

### ● 小口径での最先端のパッケージング開発の拠点として、共同研究等の連携強化や外部への試作環境提供を進め、地域の半導体産業を支援

### ● つくば地区の半導体拠点と連携し、オール産総研での半導体産業の支援を目指す

# 本日のプログラム



## 【午前】

- 「シリコンアイランド九州の未来」九州経済調査協会 岡野常務理事
- 「九州から世界へ：半導体産業の最前線と人材育成の挑戦」九州大学 白谷先生

今後の九州  
地域における  
半導体産業

## 【午後】

- ポスターセッション 産総研九州センター研究者
- 「グリーンサステナブル半導体製造技術の体系的構築について」産総研 内田氏
- 「半導体デバイスの界面評価および制御技術」産総研九州センター 上沼氏
- 「アディティブに線幅2μmを実現する高精度配線印刷技術」産総研つくばセンター 日下氏
- 「FIIoTコンソーシアム新世代パッケージング分科会および開発拠点のご紹介」  
産総研つくばセンター 竹井氏
- 「日清紡マイクロデバイスの後工程展望」  
日清紡マイクロデバイスAT 末吉 代表取締役社長
- 「静電気センシング技術」産総研九州センター 菊永氏
- 「移動体技術による製造現場の革新に向けて」(株)TriOrb 石田 代表取締役社長
- 「移動体AIソムリエ：溶液のビッグデータ取得を加速するダイヤモンド電子舌センサ」  
産総研九州センター 大曲氏
- 「医療現場利用を目指した超小型・光学式血栓センサ」産総研九州センター 森田氏
- 「OpenSUSI ～オープンソースによるロングテール半導体革命の背景～」  
AIST Solution 岡村プロデューサー
- 「三次元半導体研究センターの研究支援活動について」  
三次元半導体研究センター 野北副センター長
- 「2.5D/3D実装に向けた九州センターにおける半導体パッケージ技術の取り組み」  
産総研九州センター 大園氏

九州センター  
センサ技術

次世代  
半導体技術

九州センター  
センサ実用化  
技術開発

半導体試作・  
製造プラット  
フォーム

# センシングシステムシンポジウム 2024

<https://unit.aist.go.jp/ssrc/symp/symp-index.html>



- 開催日時：12月10日(火)、9:30～17:15
- 秋葉原UDX 4階 UDXシアター（オンライン同時開催）

## ● 講演内容（予定）

### ● 招待講演

- 東京大学先端科学技術研究センター 教授 稲見 昌彦
- NTT IOWNデバイスイノベーションセンター センター長 才田 隆志
- (株)SBRテクノロジー 代表コンサルタント 西尾 俊彦
- 東京工業大学 特任教授 酒井 忠司

### ● 産総研の研究紹介

- 産総研 先進パワーエレクトロニクス研究センター
- 産総研 プラットフォームフォトンクス研究センター
- 産総研 センシングシステム研究センター
- 展示会（企業展示、SSRCデモ、ポスター展示）

**ご清聴ありがとうございました**

**本日は一日宜しくお願い致します**