

九州におけるミニマルファブの 取り組みと今後の展開

「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」と
「九州IoTデバイス試作ネットワーク」構想

平成30年10月

産総研九州センター 平井寿敏

持続可能な社会の構築

技術を社会へ

豊かで環境に優しい社会を実現する

グリーン・テクノロジー

健康で安全な生活を実現する

ライフ・テクノロジー

「超スマート社会」を実現する

インフォメーション・テクノロジー

再生可能エネルギーの
国際的研究拠点
(福島再生可能エネルギー研究所、
FREIA)

エネルギー・環境
創・畜・省エネルギー

生命工学
創薬・医療 生物生産

ITとライフサイエンスの
融合研究拠点
(臨海副都心センター)

情報・人間工学
人工知能・ロボット

材料・科学
化学・プロセス 新素材

エレクトロニクス・製造
ものづくり IoT

地質調査
地震・火山・資源調査

計量標準
標準整備 先端計測

大学構内の産総研拠点
(オープンイノベーション
ラボラトリー、OIL)

地域の中小・中堅企業との密接な連携
産総研地域センター (7カ所)

半導体・ナノテクノロジーの
オープンイノベーション拠点
(TIA)

- 役員 13名
- 研究職員 2,315名
- 事務職員 698名
 - 招聘研究員 212名
 - ポスドク 243名
 - テクニカルスタッフ 1,543名

産学官連携制度等による研究員等受入実績
(2016年度受入延べ数)

- 企業から 1,885名
- 大学から 2,228名
- 独法・公設試等から 1,000名

方針: 各地域センターは、研究内容を特色ある最先端領域に重点化し、地域におけるイノベーション創出を担う拠点として研究開発を実施。

九州センター
佐賀県 鳥栖市
製造プラント診断

- 製造現場などの過酷環境下で利用できる**独自の計測システム**を材料およびセンサー、情報処理技術から開発し、**地域の製造業の生産性向上に貢献**
- 結晶系、薄膜系、有機系、フレキシブル等、30種類程度の**新型太陽電池**を屋外曝露し**実環境性能と長期信頼性を評価**



ワイヤーボンディング・プロセスの計測状況

北海道センター
北海道 札幌市
バイオものづくり

東北センター
宮城県 仙台市
化学ものづくり

福島再生可能エネルギー研究所

つくばセンター

臨海副都心センター

中部センター
愛知県 名古屋市
機能部材

関西センター
大阪府 池田市
電池技術
医療技術

四国センター
香川県 高松市
ヘルスケア

中国センター
広島県 東広島市
バイオマス利用技術

九州センターのミッションとミニマルファブの位置づけ

研究拠点として

- 世界をリードする**スマート製造計測技術**の研究開発と企業への橋渡しを通じて我が国の産業競争力強化に貢献
スマート製造を実現し、様々な産業の生産性向上に貢献する**センシング技術、センサネットワーク技術、データ活用技術**の研究開発の推進

- **ミニマルファブ**による様々なデバイスの試作環境の整備と試作能力の実証を通じ、**新たな半導体産業の創出を加速**
センシング技術のIoTデバイス化、「つながる工場」の実証、「九州IoTデバイス試作ネットワーク」の構築、企業技術者の育成

- 太陽電池モジュール屋外曝露試験場の運用と外部連携の支援
- 熊本地域の産業復興プロジェクトへの協力を通じた地域企業支援
全国の産総研のリソースを活用し、**半導体、自動車、食品・農畜産業**等の九州の**基幹産業**の生産性向上に資するソリューション提供とイノベーションハブ機能の発揮

連携拠点として

- 2010年1月 原 代表が「ファブシステム研究会」を設立
- 2011年3月 九州に「ミニマル3DICファブ開発研究会」を設立
現在までにサポインを8件実施するなどし、**3DIC化およびパッケージング用ミニマルファブ装置群を開発**
- 2015年10月 九州センターに「ミニマルファブ・ショールーム」を開設
- 2016年11月 福岡で「ミニマルファブ・エグゼクティブフェア」を開催
原 代表より「博多共創プラン」を提案
- 2017年8月 「九州IoTデバイス試作ネットワーク」**構想**を掲げ、関係機関への説明を開始
- 2018年3月 「ミニマルファブ・ショールーム」の来訪者が1000人を突破
- 2018年8月 つくばのミニマル・パッケージング装置群（約15台）を（一社）ミニマルファブ推進機構より借用し九州センターに「ミニマルBGAパッケージング試作ライン」を整備
- 2018年9月 「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」を設置

ミニマル3DICファブ開発研究会（後工程開発）

2018.9.20現在

45機関
（企業39 大学4 公的機関2）

AIST九州
ミニマル3DICファブ開発研究会

AISTつくば
（一社）ミニマルファブ推進機構
ファブシステム研究会

ミニマルファブ関係図 (つくば&九州)

半導体前工程

- ・トランジスタ形成
- ・配線層形成・MEMS

3D化

- ・TSV

半導体組立

- ・パッケージ

産総研 つくば

産総研 九州センター

(一社)ミニマルファブ推進機構

ファブシステム研究会

- ・ミニマルプロセス開発
- ・ミニマルシステム開発
- ・ミニマル装置開発

ミニマルファクトリシステムWG等

ミニマルファブ技術研究組合 (完了)

- ・24企業+産総研つくば
- (前工程設備の開発を中心に実施)

ミニマル3DICファブ開発研究会

3D化・TSV

プラズマプロセス開発WG

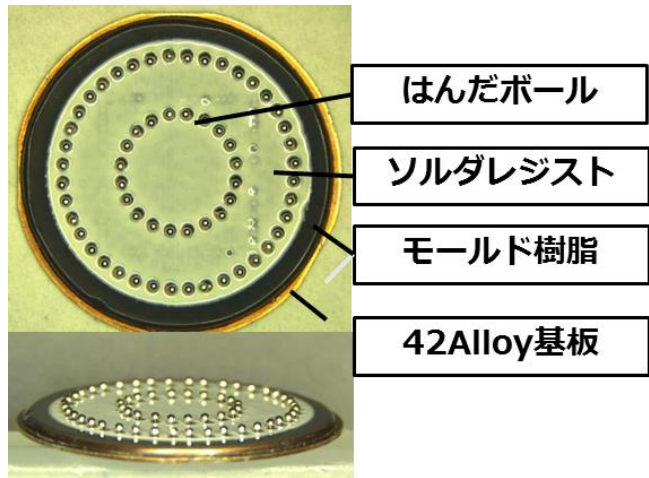
**パッケージング
14機種開発**

ミニマル規格/共同研究・開発

**サポイン事業による装置開発 (九州局)
8件完了**

- ①デバイス検査 ②超音波接合 ③角形ウェハー塗布
- ④イオンビームスパッタ ⑤TSVめっき ⑥CD-SEM
- ⑦TSV高速エッチング ⑧両面アライメント機能マスクレス露光、その他関東局1件、東北局1件にも参加

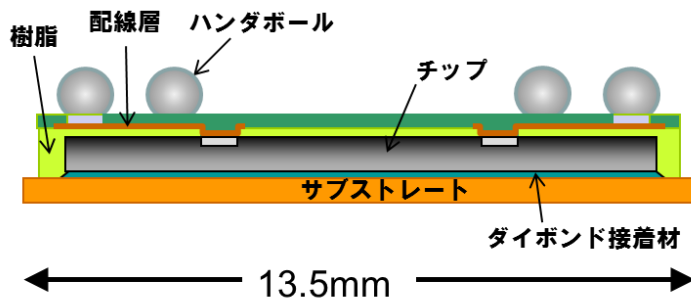
九州に移設したミニマルBGAパッケージング装置群



2015年3月作成

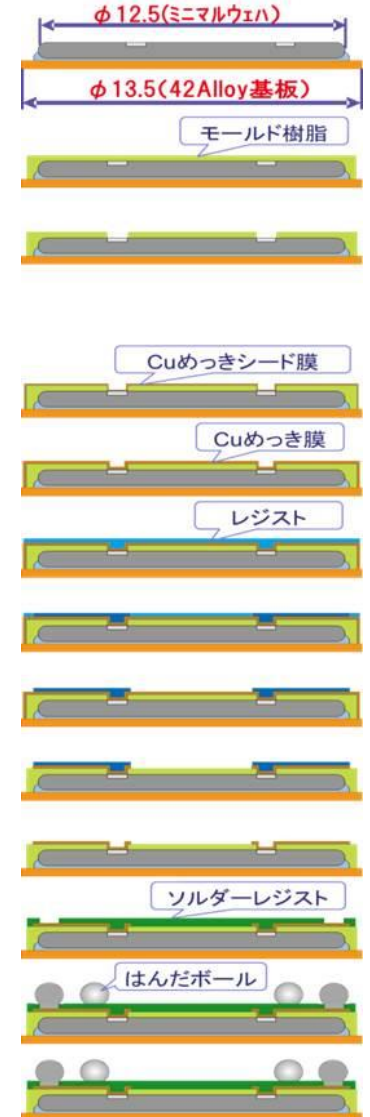


2015年11月作成



工程・装置

①	ダイボンド
②	コンプレッションモールド
③	レーザービア加工
④	デスミア処理 (O_2 プラズマ)
⑤	Cuめっきシード膜形成 (スパッタ)
⑥	Cuめっき膜形成 (電解)
⑦	レジスト塗布
⑧	マスクレス露光 (深焦点)
⑨	現像
⑩	Cuエッチング (WET)
⑪	レジスト除去 (O_2 アッシング)
⑫	ソルダーレジスト塗布 (インクジェットプリンター)
⑬	はんだボール搭載
⑭	はんだリフロー



つくばセンターから九州センターに移設した
「ミニマルBGAパッケージング試作ライン」

How to use? How to manage?



「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」を設置



本研究ラボのミッション

- ① 九州センターで取り組んでいる**センシング技術**を現場で使える（IoT）デバイスにするための**研究開発～試作**
- ② ミニマルファブをモデルとする**ファクトリ・システム**による「**コネクテッド・ファクトリ**」の**構築および実証**（システム・プラットフォームの構築と検証）
- ③ 「**九州IoTデバイス試作ネットワーク**」**構想を具体化**し、九州センターが担う「**ワンストップ機能**」を**実現**する連携拠点



ミニマルファブが実用的な多品種少量生産システムであることを実証し、ミニマルファブを活用した九州発の新たなデバイス産業の創出を加速



「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」

「新たなデバイス産業創出に向けたミニマルファブによる試作機能の実証」

潜在ユーザー群

- ソフトウェア企業
- ロボットメーカー
- 家電メーカー
- 半導体メーカー
- 大学・高专

- 超低コスト・短納期のデバイス試作環境を提供
- IoT社会実現に向けた新しいバリューチェーンの創出



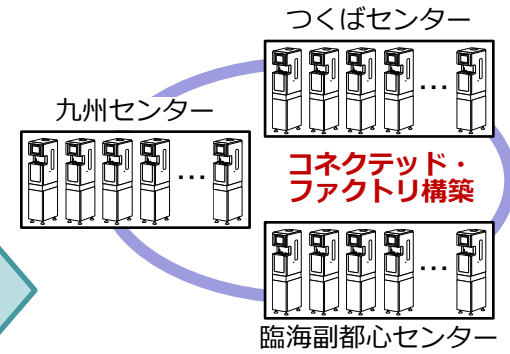
ミッション③

ミニマルIoTデバイス実証ラボ

九州センター
 ナノエレクトロニクス研究部門（つくば）
 製造技術研究部門（九州）

ミニマルファブの九州地域における展開をつくばと一体となって推進

ミッション②



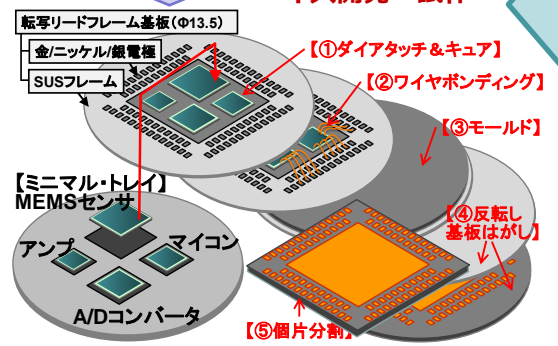
- ミニマルファブをモデルとする“つながる工場”の実証（システム・プラットフォームの構築と検証）

ミッション①

九州センターで開発したセンサ類



製造現場で利用可能なIoTデバイス開発・試作



- 製造技術研究部門（九州）で開発してきたセンシング技術の実用IoTデバイス化

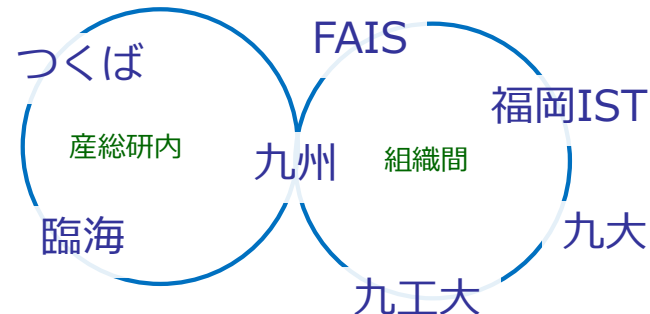
- ◆ ミニマルファブを核とする新しいデバイス製造産業エコシステムを創出
- ◆ 九州発の新たなデバイス産業の創出を加速



「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」

ミッション① センサー（IoT）デバイス開発試作

ミニマルファブの特徴的な加工性能に着目した高い設計自由度のデバイス開発試作



九州を介して、つなげて活用するファブ群

<活用事例>

①ミニマルファブの加工能力・速度・品質が可能にするセンサーデバイスの新構造

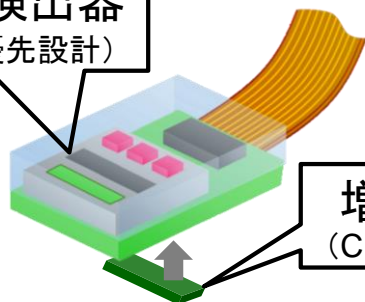
※これまでのMEMSは平面的に並べるものだった

「貫通穴が簡単にできる」

- 配線の裏面取り出しで高まる装着自由度
- 加工内容の異なる素子は別にとって裏面へ (歩留まりの改善・別ルート同時作製による時間短縮…)

光源 + 光検出器

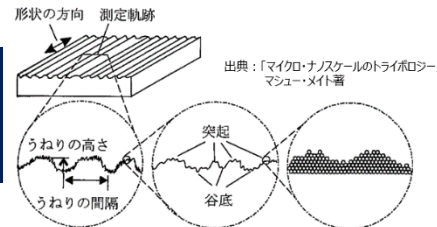
(光伝搬特性優先設計)



増幅回路部 (CMOSアンプなど)

②少量多品種多変量対応能力が実現する機械特性評価のPDCA迅速化

トライボ特性評価



マイクロ領域では表面粗さが支配的

ナノ領域では原子・分子間力が支配的



パターンの違い、凸凹の違いを、短期間に試験できる

マイクロ～マクロに至る系統的なトライボ特性の検証が実現



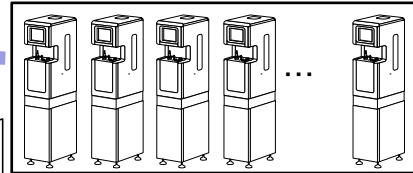
「ミニマルIoTデバイス実証ラボ」

ミッション② つながる工場の実証

- ミニマルファブをモデルとする“つながる工場”の実証（システム・プラットフォームの構築と検証）

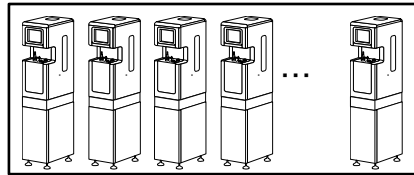
- ・デバイスプロセス技術研究開発
- ・ミニマル制御技術／モニタリング技術開発

つくば 研究開発拠点



- 人：拠点間のコミュニケーションの効率化
- もの：ミニマル装置（パッケージング装置移設）／ミニマルシャトル送受
- 情報：プロセス技術（ノウハウ）／プロセスレシピ／装置制御命令整備

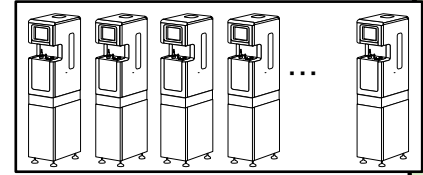
九州 地域実装モデル拠点



- ・ミニマル装置間通信
- ・装置間搬送システム

コネクテッド・ファクトリ構築

臨海 企業との試作拠点

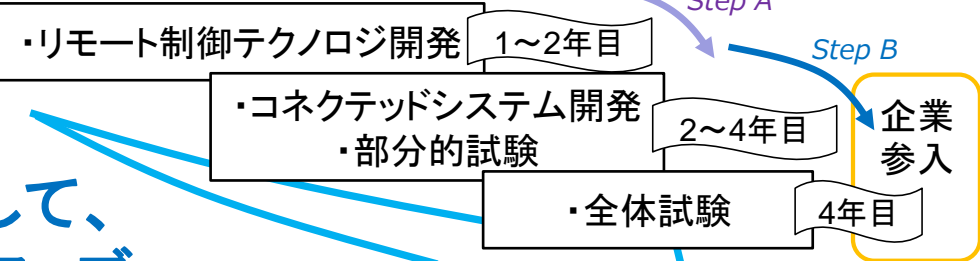


- ・ミニマル共通基盤プロセス技術を利用したデバイス試作
- ・安定性、品質を意識したファクトリー開発

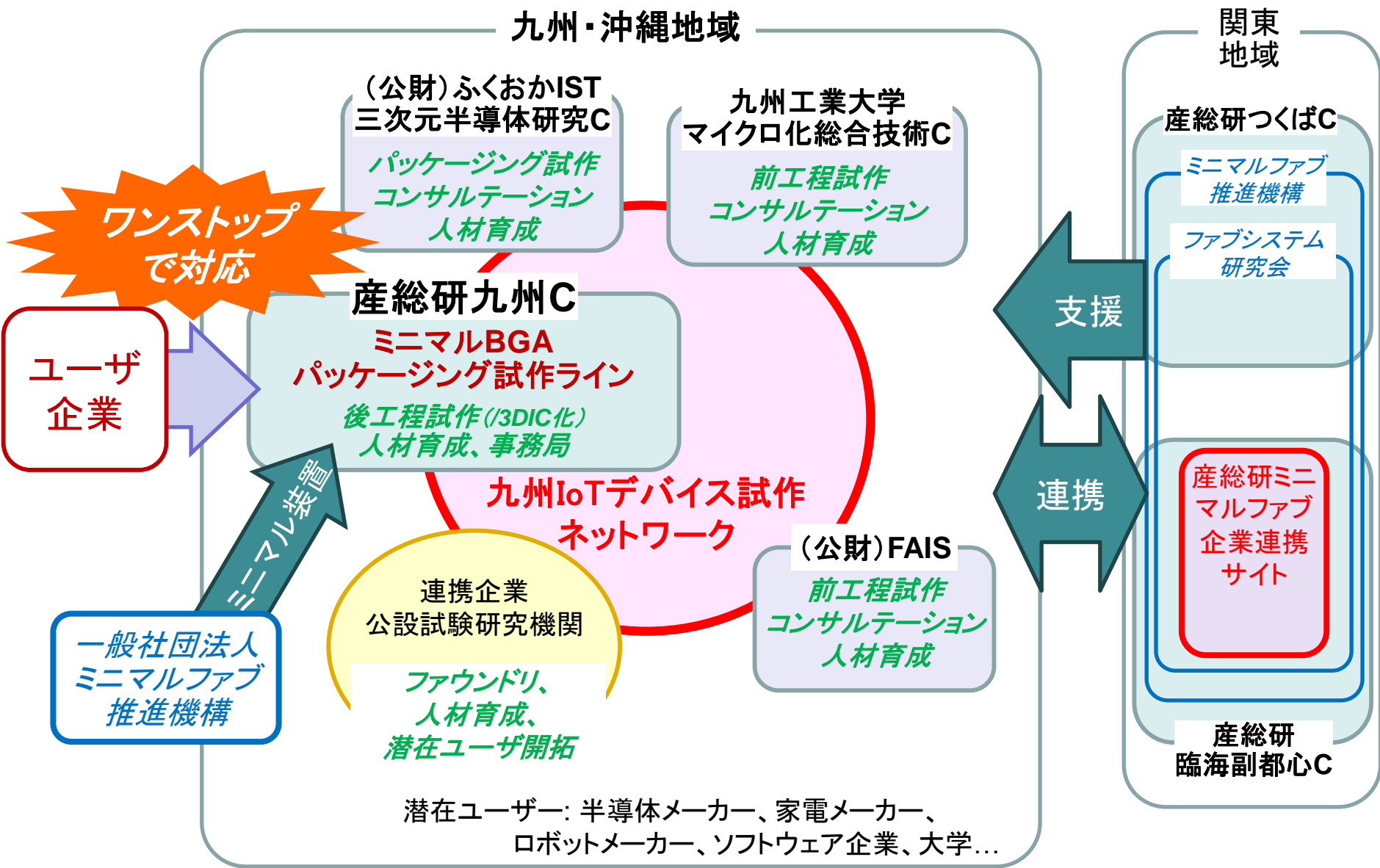
- ・ミニマルパッケージング装置の実稼働とIoTセンサプロセス技術開発
- ・ミニマル遠隔制御を軸にした、「つながる工場」化

拠点間コミュニケーションによる人・もの・情報の融合

自立分散したファブ群を統合して、「もの」のクラウドソーシングファブへ



ミッション③ 「九州IoTデバイス試作ネットワーク構想」の実現



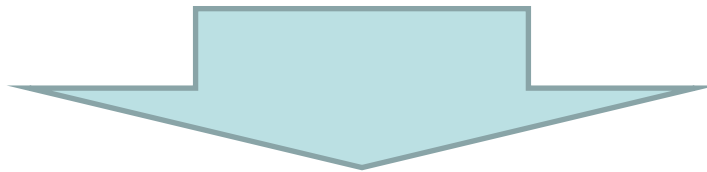
九州のポテンシャル

- 大手メーカーの下請けや製造装置等の関連事業を含め、**800社を超える半導体関連企業**が集積
- 福岡を中心に**100社を超えるソフトウェア企業**が集積
 - ⇒ 大手企業を含め、多様なデバイスの試作に対する**潜在的なユーザが多数存在**
- 公的機関に**4~8インチの半導体（前工程）試作ライン**
 - 九州工業大学：マイクロ化総合技術センター
 - FAIS（北九州市）：共同研究開発センター
 - 福岡IST：三次元半導体研究センター
 - ⇒ **九州センターにミニマル・パッケージング装置群が揃う事で、様々なデバイスやそれらの簡易SiP試作が可能に**

「九州IoTデバイス試作ネットワーク」構想の目的

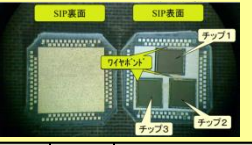
九州・沖縄地域における**広域的な機関連携**により、

- 中小企業が実際にIoT・AI等を視野に入れた（異種デバイスの積層（3DIC化）を含む）**様々なデバイスを試作できる環境を構築**する
- ミニマルファブで様々なデバイス製造が可能な**企業人材を育成**する



- **潜在ユーザーがチャレンジしやすい環境を提供し九州発の新たなデバイス産業の創出を加速**
- **「博多共創プラン」を実現**

今後九州で取り組むパッケージ案

ミニマルパッケージング試作実証																
パッケージ	パッケージ対象	目的	難易度	課題	設計	前工程				後工程・パッケージ		テスト	ミニマル化率		備考	
						ミニマル	ハーフインチウェハ 試作ファブ	メガファブ	大口径ウェハーチップ 試作ファブ	メガファブ	ミニマル 基盤		試作ノアノ (玉作装)	前工程		パッケージ
1	ミニマル BGA	0.5"ウェハ AI配線TEG	電気導通歩留まり100%	A	ビア導通	つくば	<h3>BGAタイプ(Φ12.5ウェハーをΦ13.5にパッケージ)</h3> 									
2	ミニマル BGA	0.5"ウェハ MOSFET単体	pMOS動作	A	ビア導通	つくば										
3	ミニマル BGA	0.5"ウェハ CMOS回路動作	CMOS回路動作	A	ビア導通	つくば										
4	ミニマル BGA	0.5"ウェハ 既存IC(EOL) (8"→0.5"くり抜き加工)	既存IC対応	B	アライメント	ロジックリサーチ	<h3>BGAタイプ(既存1チップをΦ13.5にパッケージ)</h3> 									
5	ミニマル BGA	角形チップ EOLチップ単体	EOLチップ対応	B	ダイボンドアライメント チップ吸着	ロジックリサーチ										
6	ミニマル BGA	角形チップ 試作チップ単体	ネットワーク試作	B	ダイボンドアライメント チップ吸着	大学など										
7	ミニマル BGA	0.5"ウェハ 試作ファブ CMOS回路	ネットワーク試作	C	汚染、ウェハハンドリング、移送、試作時間長い	鳥栖 ロジックリサーチ	<h3>SiPタイプ(既存複数チップをΦ13.5にパッケージ)</h3> 						OSプロ	洗浄治		
8	ミニマル BGA	角形チップ(複数) SiP	SiP	D	マルチチップボンディング	鳥栖 ロジックリサーチ									OSプロ	洗浄治
9	センサ面露出 BGA	化学センサ (pHなど)	センサ面露出パッケージ	E	センサ面露出、破壊		<h3>九州C研究部門等で開発したセンサーを新パッケージ化</h3> 									
10	ガラス封止	光センサ	光学センサのガラス封止パッケージ	E	素子破壊、封止											
11	封止	MEMS加速度センサ	MEMS(中空構造)封止パッケージ	E	素子破壊、封止											
12	センサ部開放	MEMS圧力センサ	MEMS(中空構造)開放	E	素子破壊、センサ部開放											プリント基板実装
14		QFN(EOL)	EOL、試作	B	ワイヤボンド	ロジックリサーチ	<h3>QFN、DIPタイプ</h3> 									
15		DIP(EOL)	EOL、試作	A	ワイヤボンド	ロジックリサーチ										

コア会議のBSで上記14項目のPKG案を抽出 → 今後試作実行！

ミニマルSiPパッケージ (System-in-Package)

SiPパッケージ

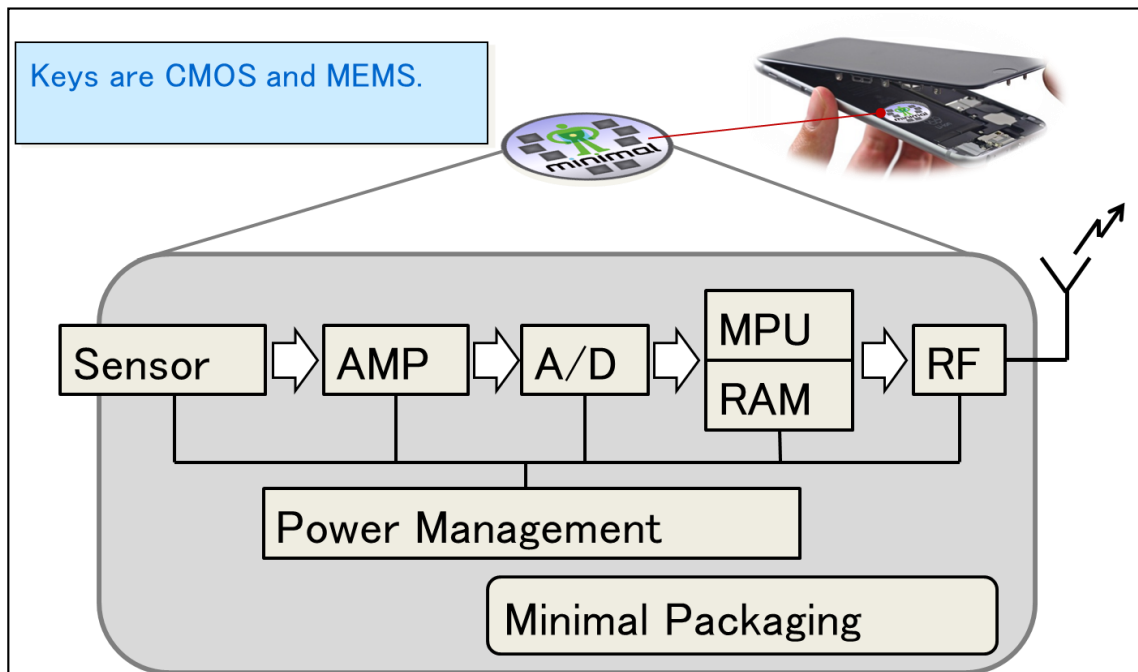
2017年3月7日 つくばにて試作

2017年3月試作済み

2016年3月7日



既存のチップを組み合わせることで、ユーザーが求める仕様のカスタム・デバイスを試作可能に



ミニマルファブを体験してみませんか？



minimal Fab

ミニマルファブ体験講座

—リソグラフィー装置を用いて—

趣旨

ミニマルファブとは、半導体デバイスを直径 1/2 インチ (12.5 mm) のウェハの装置群であり、オリジナルの IoT デバイス等の開発・試作にも有用な設備で「フィー」はIoT デバイス作製の要素技術ともいえる基本プロセスです。
産総研九州センターでは、デバイスの開発・試作に関心のある企業の皆様や、これを支援する各県公設試等の皆様に、ミニマルファブの構想および概要を理解していただくとともに、ミニマルファブを用いた「リソグラフィー」を実習することでミニマルファブの操作の基本を習得していただくことを目的に、『ミニマルファブ体験講座』を開講しています。

受講料無料

会場 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 九州センター
(〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1)

日時 随時受付中 **参加費** 無料

所要時間 約 4 時間程度 ※ご希望に沿って対応致します。
受講カリキュラム (例) をご覧ください。

受講対象 ミニマルファブやリソグラフィに興味のある企業の技術者
これを支援する各県公設試の研究者等
(リソグラフィの原理は理解していることが望ましい)

お申込み 下記までお電話かメールでお申込み下さい。

TEL 0942-81-3640 0942-81-4097

E-MAIL mini3dic-ml@aist.go.jp
産業技術総合研究所 九州センター
ミニマルファブ体験講座担当 太田・岩永



受講カリキュラム (例)

- 13:15 開講挨拶・オリエンテーション
産総研九州センター 所長 平井 勇敏
- 13:20 【講義】ミニマルファブの概要
- 14:30 【実習】ミニマルファブによるリソグラフィ試作
※受講者は名刺を持参ください
- 17:00 閉講

【目的】
デバイスの開発・試作に関心のある企業や各県の公設試の皆様を対象に、ミニマルファブの概要を理解して頂き、リソグラフィー装置を用いて操作の基本を習得するもの

【プログラム】

- ・ミニマルファブの概要紹介
- ・リソグラフィー装置の紹介と実習
(名刺を半導体回路に見立てて、ウェハ上に塗布・露光・現像を実施)

2018.1より計4回実施済

今後はBGAパッケージングについても実施予定

お問い合わせ: min3dic-ml@aist.go.jp

<https://www.aist.go.jp/kyushu/ja/news/itemid2146-004235.html>

ぜひ産総研をご活用ください

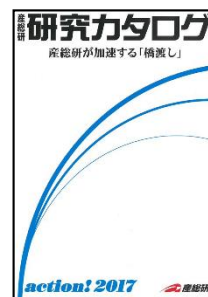
<https://www.aist.go.jp/>
<https://www.aist.go.jp/kyushu/>

産総研のご利用方法一覧

http://www.aist.go.jp/aist_j/collab/index.html

研究ポテンシャル一覧

http://www.aist.go.jp/aist_j/openlab/catalog.html



産総研の広報誌「産総研LINK」

http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_link/



実用化に至った連携の成功事例集

