

2024年5月14日

次世代半導体のアカデミアにおける研究開発等に関する検討会

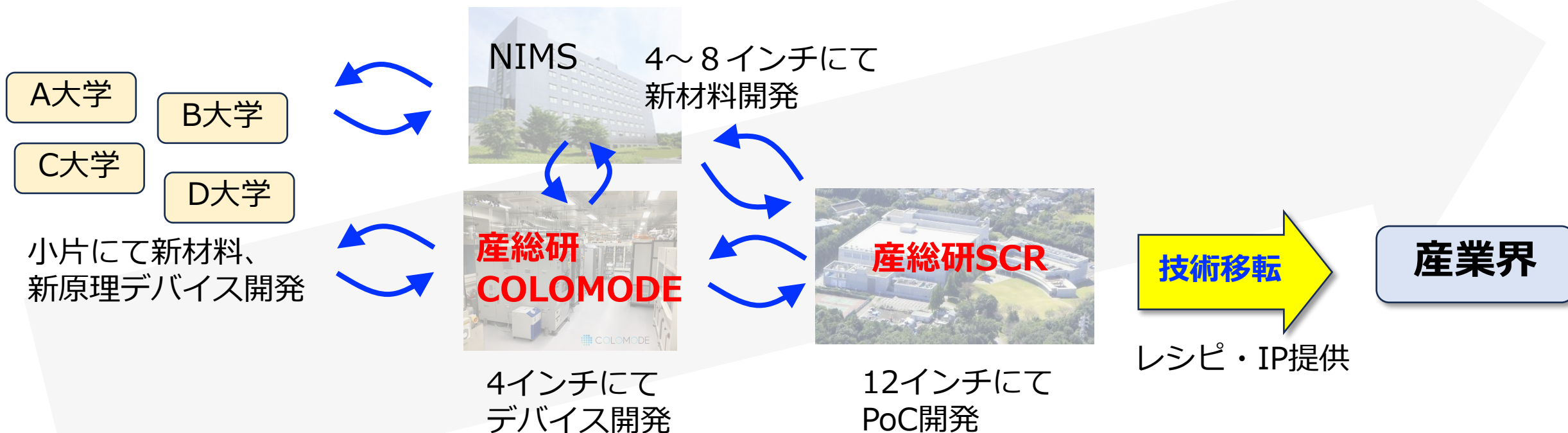
アカデミアにおける半導体研究推進の加速に向けた 産総研の活用について

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

先端半導体研究センター

昌原 明植

産総研の活用例その1



小片で実証された新材料・新原理デバイスを、産総研+NIMS4インチラインで材料・デバイス実証を行い、さらに、産総研SCRでPoCデバイス開発を行った後、産業界に技術移転する

産総研の活用例その2

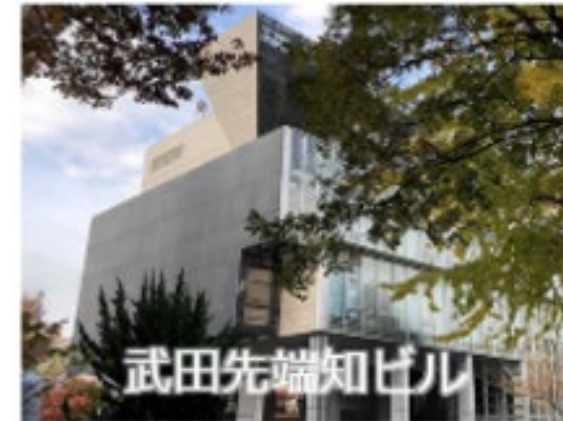
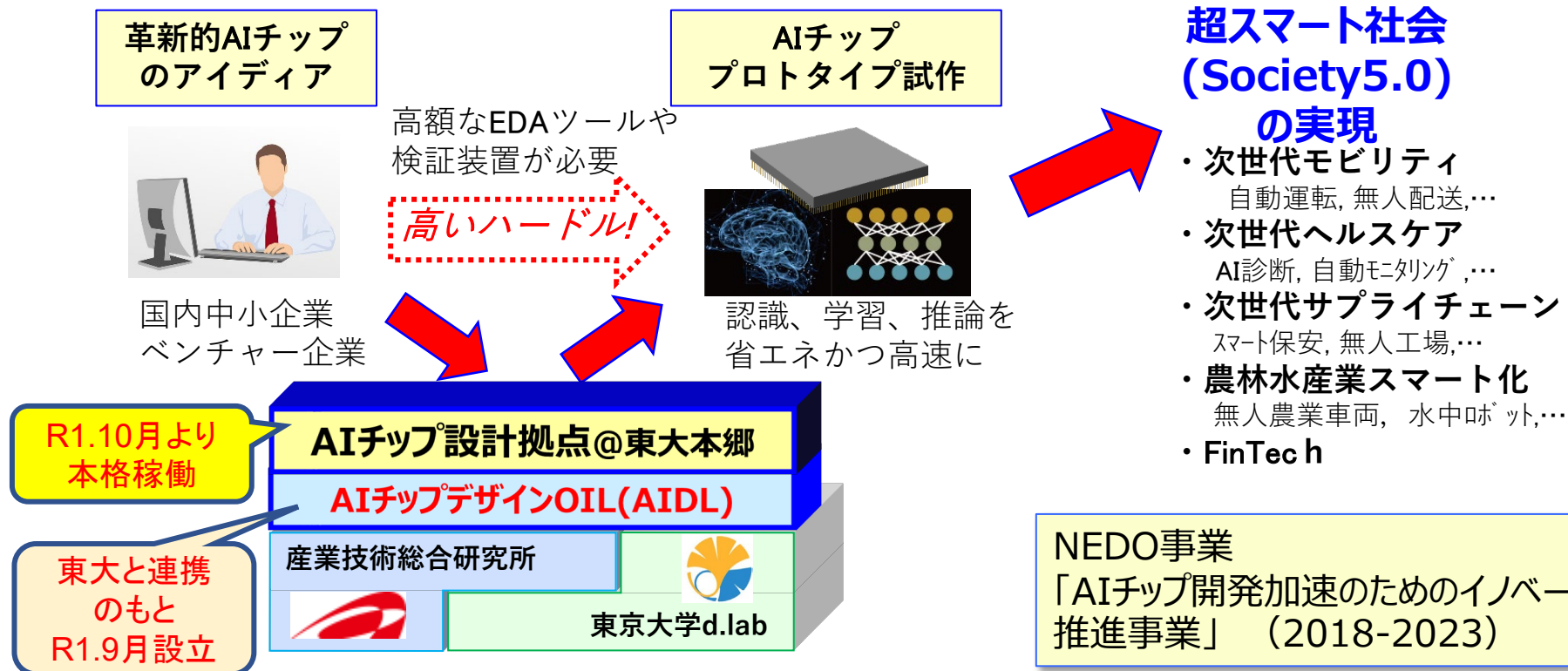


産総研SCRにある肝となる12インチラインプロセス（例えば、SiGeエピ技術）において、科学的知見に基づきプロセスレシピを改良し、最適レシピとした上で、産業界に技術移転する

	研究開発テーマ	重点項目と推進項目にアカデミアが取り組むにあたり、現在提供できる設備 (共用利用施設)	重点項目と推進項目にアカデミアが取り組むにあたり、現在提供できる設備 (非共用利用施設・共研ベース)	重点項目と推進項目にアカデミアが取り組むにあたり、不足している設備	必要な支援策
重点的に取り組むべき課題	AIを活用した高効率半導体システム設計	AIチップ設計拠点 (EDA ツール、エミュレータ、Ai-oneプラットフォーム)	該当なし	国研が教育などの目的で利用できる教育向け半導体設計環境・ソフトウェア	高度集積回路設計人材の育成
	超低消費電力な次世代AI回路 (3D集積技術)	SCR (3D集積用装置群)	バンブ蒸着装置、フリップチップ接合装置、X線CT装置、超音波顕微鏡	新材料後工程プロセス (CMP装置、露光装置、スパッタ装置、めっき装置等) を試せる環境	材料探索からチップレット試作まで可能なオープンライン
	サブナノ世代CMOSに向けたデバイス・プロセス・集積化技術 (2DチャネルFET)	COLOMODE、NPF (デバイス作製プロセス装置)	電気的特性評価装置 (半パラ、ホール効果測定)、2D材料用ガスソースCVD装置	ウエハスケールでの2Dチャネル材料プロセス装置	新材料適用可能な300mm前工程ライン
	環境負荷の少ない製造技術・材料	COLOMODE、NPF	SCR (非公開のプロセスデータを取り扱うため、通常の共用設備利用とは異なる形態。)	半導体製造プロセスセンシング機能を装備可能なプロセス実験装置	半導体製造のグリーン化に貢献するデータサイエンティストの育成
推進すべき課題	クライオCMOS	COLOMODE、NPF、SCR 、300mm極低温オートプロローバー	室温セミオートプロローバー	極低温評価用設備群	ARIM事業の拡充
	シミュレーション技術	Impulse TCAD(デバイスシミュレータ)による半導体デバイス研究の理論的支援	該当なし	該当なし	第一原理計算、デバイス・プロセスシミュレーションに係る教育コースの拡充

AIチップ設計拠点（AIDC）

- ✓ 我が国では、ベンチャー企業等を中心に、AIチップを基にした新たなビジネスを創出させる種が多数存在
- ✓ 一方、AIチップ設計には、高額なEDAツールやIP、検証装置（エミュレータ等）が必要であり、これらがビジネス化に向けた高いハードルとなっている
- ✓ 東大と共同でOILを設立、設計・検証環境を提供により、ベンチャー企業等におけるAIチップ開発を支援するAIチップ設計拠点の構築（R1.10月～）を進めている



AIチップ設計拠点（AIDC）

NEDO「AIチップ開発加速のためのイノベーション推進」事業

拠点利用組織の推移

- ✓ AIチップ設計拠点の設計クラウド試験運用を本格化して、**74機関以上**が利用（2023年3月時点）

AIDC

🔍 すべて 📺 動画 🖼️ 画像 📰 ニュース 🛒 ショッピング 🔍 もっと見る

約 2,690,000 件 (0.31 秒)



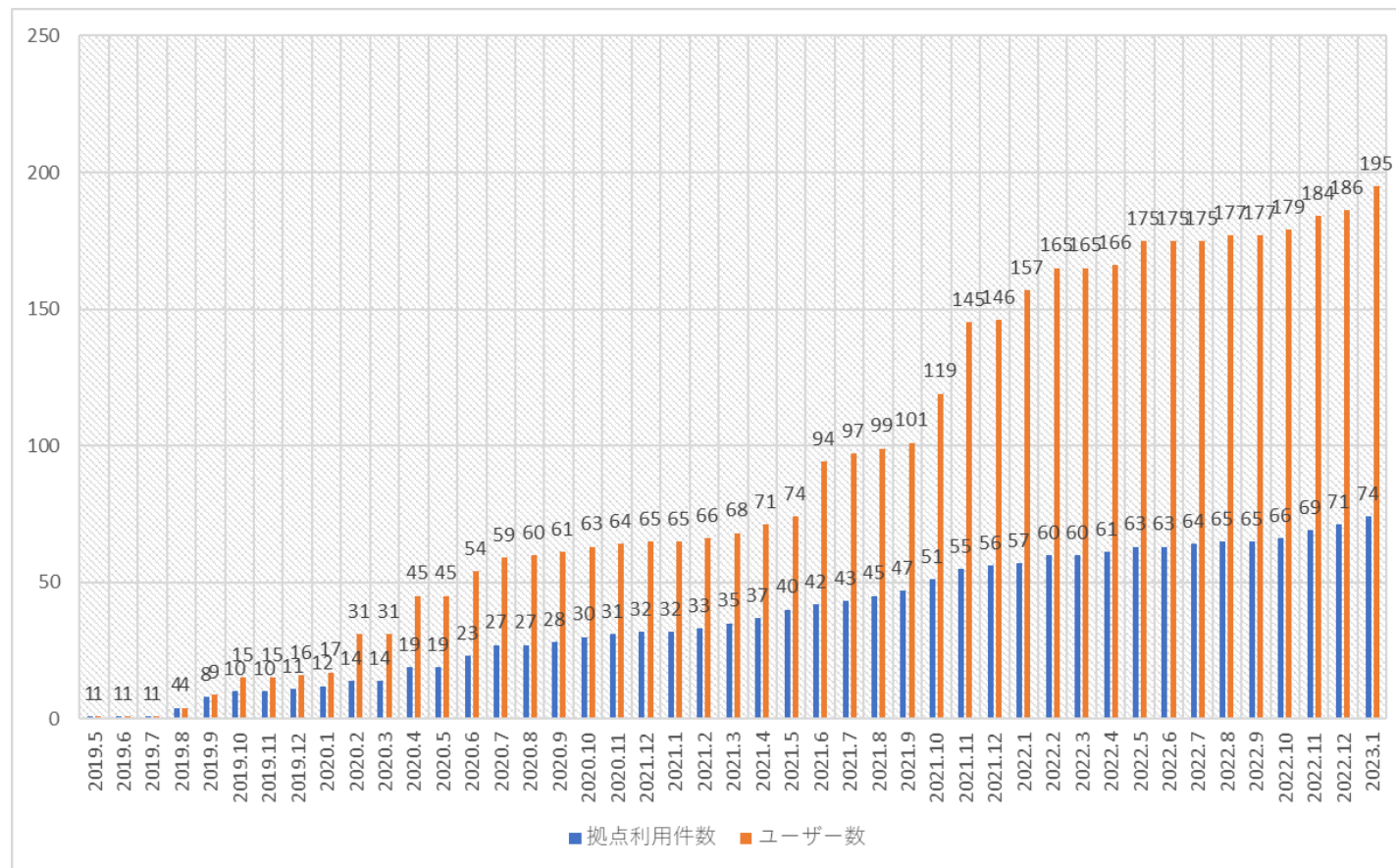
AIチップ設計拠点

<https://ai-chip-design-center.org> > aidc2020 > aidc202...

AIDC for public - AIDC for public

AIチップ設計拠点では、AIチップやLSI設計に関わる研究者、技術者の交流を深め、技術共有する場としてフォーラムを月1回のペースで開催しております。本フォーラム ...

[設計ツール / AIDC for public](#) · [拠点利用方法 / AIDC for public](#) · [INFO / AIDC for public](#)



産総研スーパークリーンルーム

ポスト5G前工程Pj

先端3次元構造ロジック半導体デバイスの製造・プロセス技術の開発と 検証用パイロットライン整備

TIA連携棟

高機能IoTデバイス
研究開発棟 (新棟)
1,800m²

スーパークリーンルーム (SCR)

共用施設CR
300mm、3,000 m²

クリーンルーム棟

SiC パワー
デバイス用CR
1,500 m²

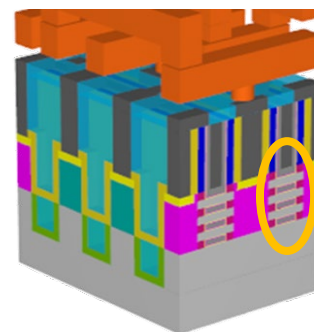
研究・
事務棟

屋外動力
施設棟



先端半導体製造パイロットラインの構築

最先端装置16台を導入



産総研が開発する
GAA-FET

半導体シリコンのナノシート
厚さ約10nm 幅 約50nm

①微細パターン形成 (リソグラフィー)



ArF液浸露光装置



電子線描画装置



レジスト塗布
現像装置



多層マスク材
成膜装置

4台

②ナノシート形成 (電流チャネルの形成)



SiGe化学気相
成長装置



SiGe/絶縁膜用
ドライエッチング装置



Wet洗浄装置



SiGe選択
エッチング装置

4台

作業工程

③ゲートスタック形成 (電流のon/off制御部の形成)



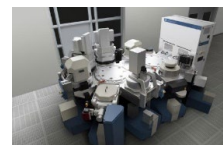
低温SiO₂/SiN
原子層成長装置



低誘電率薄膜
原子層成長装置



高誘電率絶縁膜
原子層成長装置



金属原子層
成長装置



ALTUS™
タングステン電極
原子層成長装置



絶縁膜メタル
アニール装置



CMP装置
(W, Poly-Si, SiO₂)



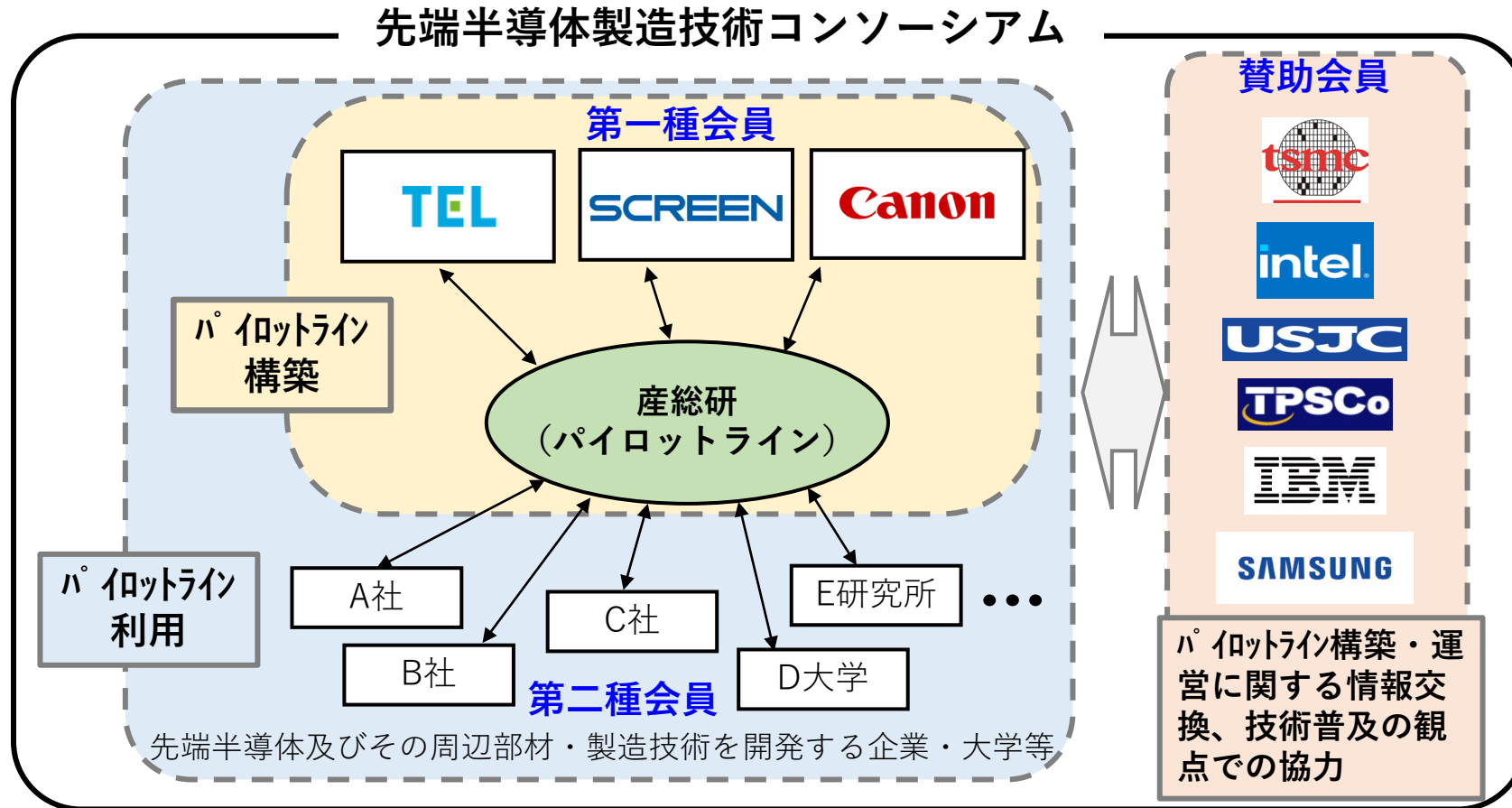
3次元構造
評価装置

8台

先端半導体製造技術コンソーシアム

【目的】 先端半導体製造技術の研究開発及び普及を促進し、半導体製造技術の発展に貢献する。

【活動】 パイロットラインの整備と運営を円滑に行うための協議や情報交換を行う。



- ・産総研は第一種・第二種会員の各法人と共同研究契約等を締結。
- ・コンソの知財取扱規程と共同研究契約等(NEDOプロジェクト実施に係る原共同研究契約を除く)とが相反する場合は、コンソ規程が優先適用される。

未踏デバイス試作共用ライン COLOMODE

COmmunal fabrication Line for Outstanding MOdern DEvices

つくば中央第2事業所 2-13棟

4Fメインクリーンルーム クラス1000 285平米
3Fサブクリーンブース クラス1000 58平米
合計 343平米

半導体先進デバイスの試作検証用共用ライン
4インチウエハ生産用自動処理装置で構成

2019年末 基本計画検討開始
2020年秋 構築作業開始
2022年1月 クリーンルーム完成
2022年3月 装置導入完了
2022年4月 オープン



 COLOMODE

COLOMODE装置一覧（全20台）

リソグラフィ装置

電子線描画装置	ELS-BODEN(エリオニクス)
マスクレス露光装置	DL-1000(ナノシステムソリューションズ)
コーターデベロッパ	Dual-1000(リソテックジャパン)

加工装置

半導体絶縁膜RIE	RIE-400iPCS(サムコ)
メタルRIE	RIE-230LC(サムコ)
等方性エッチャー	MAS-8220AT(キャノンマーケティング)

ウェット処理装置

自動洗浄装置	CL43D105(MTK)
--------	---------------

分析装置

走査型顕微鏡	Regulus8230(日立ハイテク)
全反射蛍光X線	TXRF3760(リガク)
分光エリプソメーター	Alpha-SE(ジェー・エー・ウーラム)

熱処理装置

横型三段炉	280A-M300(ジェイテクトサーモシステム)
急速熱処理装置	RLA-3104-V(ジェイテクトサーモシステム)
フラッシュランプ加熱	FLA-100AS(DTF Technology)

成膜装置

プラズマポリシリコン	PD-2201LC(サムコ)
プラズマ絶縁膜	PD-2201LC(サムコ)
原子層堆積装置	MorpherT(ピコサン)
メタルスパッタ	EC7001(キャノンアネルバ)
熱ポリシリコン	VF-3000LP(ジェイテクトサーモシステム)
熱窒化膜	VF-3000LP(ジェイテクトサーモシステム)
エピタキシャル成長	VCE-S2204ST(エアウォーターeng)

ナノプロセッシング施設 (NPF)

ナノプロセッシング施設 (NPF)は、ナノエレクトロニクス、ナノマテリアル、N&MEMS、フォトニクス、バイオ、環境エネルギー等、異分野融合推進の場として、微細加工、計測・評価、デバイス試作を可能とする先端機器を、産学官研究者に公開する共用施設です。



i線ステッパ

小片試料から8インチウェファーまで可



ALD成膜装置

4台のALDシステムを公開
合計21系統の材料ガスライン
in situ のXPS、エリプソ測定が可能



高速電子ビーム描画装置

5 nm程度までのパターンの
電子線描画が可能(300mm
ウェハ対応)



エックス線光電子分光分析装置 (XPS)

X線照射により試料表面から生じる光
電子のエネルギー分析により構成元
素とその電子状態を分析する

- NPFは、描画装置、成膜装置、エッチャー等のプロセス装置に加え、XPS, XRD, SIMS等の多数の分析・計測装置も合わせて、90台以上の装置を公開しています。
- また文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業 (ARIM) に参画し、マテリアルデータをARIMのデータベース(DB)に登録しています。

➡ NPFの装置利用によって得られたデータはユーザーの同意の下、文科省のDBに登録しています。特に、ALDについては、4台のALD装置を使用してNPFスタッフもデータ収集を行い、ARIMのDBに登録するとともにNPFが独自に構築したALD DBにも登録、NPFで活用しています。

産総研半導体研究におけるNPF、COLOMODE、SCRの関係



ARIM
参画

← NPF

小片試料から2~8インチを用いた材料探索とプロセス・コンセプトのスクリーニング

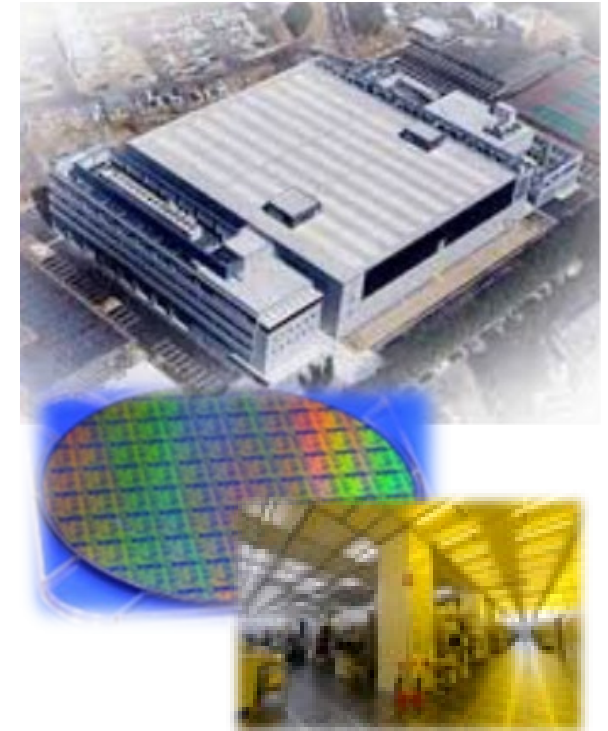


COLOMODE



Qufab

4インチウェハに対応するSi、半導体、量子デバイスの原理実証



SCR

300mmパイロットラインを用いた量産開発への迅速な展開

産総研半導体研究におけるNPF、COLOMODE、SCRの関係

	NPF	COLOMODE	SCR
装置群	研究用・手作業	製造用・自動機	製造用・自動機
ウエハ	小片～4インチ	4インチ	12インチ
材料	多種に対応	シリコン+ α	シリコン
試作自由度	極めて高い	高い	低い
試作安定性	低い	高い	極めて高い
研究開発対象	新材料を用いた簡易的なデバイスによる原理的実証	トランジスタ・量子ビットなどの性能も追求する研究開発	量産装置群による準製品のデバイスの研究開発

産総研共用施設一覧



ナノプロセッシング施設 (NPF)

電子線を用いる微細構造描画装置、走査電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡などの計測装置及びナノデバイスや材料の電子・光機能評価装置を有し、オリジナルな着想をいち早く具現化すべく、日々先進的な材料・デバイスの微細加工から機能検証までを一貫して推進しています。

[装置一覧【PDF: 191 KB】](#)

[単価表【PDF: 112 KB】](#)



スーパークリーンルーム産学官連携研究棟 (SCR)

3,000㎡のクラス3クリーンルームに、300mmウエハ用半導体プロセス装置を揃えています。既存のプロセスメニューを活用した研究開発や個々のプロセスや単独処理などを行うことができます。

[装置一覧【PDF: 197 KB】](#)

[単価表【PDF: 101 KB】](#)



先端ナノ計測施設 (ANCF)

既存の計測装置の限界を克服する次世代計測機器の開発、次世代計測手法の開発、及び解析ソフトウェアやデータベースなどの知識体系化を行っています。さらに、これらの最先端計測機器とノウハウを広く公開するとともに、ISO-IEC標準化による使い勝手の向上によって、ナノテクノロジー等におけるイノベーション創出を推進しております。

[装置一覧【PDF: 148 KB】](#)

[単価表【PDF: 346 KB】](#)



超伝導量子回路試作施設 (Qufab)

超伝導量子コンピュータ・超伝導量子アニーリングマシン・量子ビット制御用超伝導回路試作を行うための施設です。

[装置一覧【PDF: 179 KB】](#)

[単価表【PDF: 326 KB】](#)

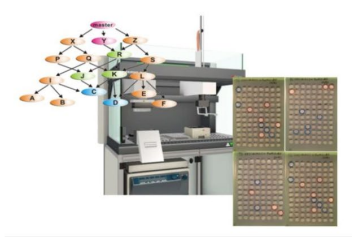


蓄電池基盤プラットフォーム (BRP)

次世代蓄電池の研究開発を支援するため、最先端装置群をアンダーワンルーフに設置し、共用インフラとして全国の研究者に提供することを目的としているプラットフォームです。

[装置一覧【PDF: 147 KB】](#)

[単価表【PDF: 122 KB】](#)



先端バイオ計測施設 (BIO)

糖鎖、植物転写因子を解析するための先端機器を提供し、各種生体試料の解析を支援しています。

[装置一覧【PDF: 105 KB】](#)

[単価表【PDF: 64 KB】](#)



MEMS研究開発拠点(MEMS)

200/300mm (8/12インチ) ウェハのMEMSプロセスラインと集積化・評価設備を揃え、MEMSファンドリーサービスを提供しています。

[装置一覧【PDF: 177 KB】](#)

[単価表【PDF: 116 KB】](#)

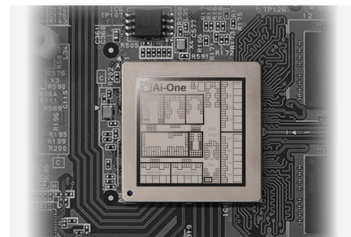


未踏デバイス試作共用ライン (COLOMODE)

次世代半導体電子デバイスを試作研究開発するためのクリーンルームです。4インチウェハを用いたシリコン半導体デバイスプロセスの実施を中心とした機能を持ちます。

[装置一覧【PDF: 161 KB】](#)

[単価表【PDF: 339 KB】](#)



AIチップ設計拠点(AIDC)

半導体チップを設計するための設計環境をご利用いただけます。本拠点の設計環境はクラウド上に構成されており、利用者は遠隔アクセスにより利用可能です。半導体設計に特化したシステムを利用して、アナログ・デジタル系の幅広い半導体チップ設計が可能です。その他、大規模論理エミュレータによる設計検証や、AIDCが整備したAIアクセラレータ用のSoC評価プラットフォームを利用できます。

[装置一覧【PDF: 256 KB】](#)

[単価表【PDF: 1.4MB】](#)



クリエイティブミニマルファブ (CMF)

産総研独自の局所クリーン化技術で開発・実現させたミニマルファブ装置群および分析・評価装置等を産総研臨海副都心センターで2024年1月から公開します。ハーフィンチウエハ (12.5mm径) への半導体製造プロセスに必要な装置群を揃え、各種プロセス等の実習・人材育成や、パターンサイズ1μm以上のデバイスの試作等において広く一般の方々にご利用いただけます。

[装置一覧【PDF: 192 KB】](#)

[単価表【PDF: 187 KB】](#)



電子顕微鏡施設 (EM)

産総研内外の研究者を対象にして、電子顕微鏡用試作製依頼及び分析依頼を承っております。事前の技術相談は無料です。また実際の分析には立合いが可能で、その場でオペレーターの助言を得ながら、依頼者の希望する分析データを得ることができます。

[装置一覧【PDF: 108 KB】](#)

[単価表【PDF: 699 KB】](#)



ブレインイメージング施設 (BIT)

静磁場強度3 T (テスラ) の磁気共鳴画像 (MRI) 装置を用いて、ヒトをはじめとする生体の断層構造画像、脳機能画像 (fMRI)、拡散テンソル画像等を撮像します。脳機能計測のための各種刺激提示・反応収集システム等の周辺機器を備えています。

[装置一覧【PDF: 90 KB】](#)

[単価表【PDF: 239 KB】](#)

https://www.aist.go.jp/aist_j/business/alliance/orp/index.html