

2025年12月5日



## チップレット時代の神奈川県のポテンシャル

神奈川県が先端半導体の研究開発におけるオープンイノベーション拠点へ

調査部 副主任研究員 褐田 真矢

- これまで半導体は、前工程における微細化技術によって性能向上が図られてきた。しかし、近年では、後工程において性能向上を図る先端パッケージングが注目されている。その技術の一つ「チップレット」も同様に注目され、海外および国内における研究機関や企業にて研究開発が行われている。
- チップレットは、複数のダイ（チップ）を組み合わせた構造を持つ。この構造を実現するため、半導体製造工程ではダイ同士を接続する新たな工程「中工程」が登場している。製造工程の変化に伴い、製造装置や部素材の新たな需要の創出が見込まれている。わが国のメーカーは製造装置や部素材分野で高い技術力とシェアを誇っており、チップレットの普及によって、わが国のメーカーはさらなるシェア拡大が期待される。
- チップレットは、異なるダイを組み合わせることで、顧客に最適なカスタム半導体の製造を可能とする。カスタム製品の生産は、顧客に対してきめ細かな対応を得意とするわが国における製造業の得意分野と言える。半導体製造においても、海外メーカーに対して優位性を発揮できるだろう。特に、わが国のメーカーが高い国際競争力を持つ自動車や産業機器分野におけるカスタム半導体生産が有望分野と考えられる。
- 神奈川県は以下の特徴を持つ。①県内に半導体関連メーカーの研究開発拠点が多数集積、②県内に自動車や産業機器メーカーの研究開発拠点も立地、③横浜国立大学の先進的後工程に関する研究。これらの特徴から、チップレットのオープンイノベーションを推進する場として、神奈川県は大きな役割を果たすと考えられる。

## はじめに

これまで半導体の性能は、搭載される部品を小さくし、搭載数を増加させる「微細化」によって向上してきた。近年では、微細化とは異なるアプローチで性能向上を図る先端パッケージング技術<sup>1</sup>が注目されている。「チップレット」は先端パッケージングによって実現する新しい半導体パッケージ構造である。チップレットによって、半導体の構造や製造工程が変化し、半導体産業にさまざまな影響を及ぼすと考えられている。

本稿では、チップレットに関する国内の企業や団体の動向をまとめるとともに、チップレット時代に日本企業の進むべき方向性や神奈川県のポテンシャルを考察した。

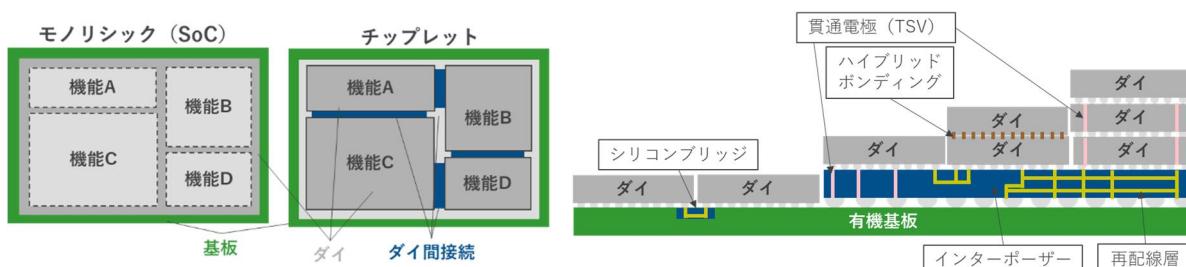
## 1. チップレット (CHIPLET)<sup>2</sup>とは

チップレットは小片化したダイを組み合わせた構造を持つ

チップレットとは、機能ごとに小片化したダイ（ウェハーから切り出した半導体チップ）を複数組み合わせ、それらを接続した半導体パッケージ構造を指す。これまでのチップは、SoC (System on a Chip) と呼ばれ、単一のダイ上に複数のシステム機能が集積している。このような構造をモノリシックと呼ぶ。

一方、チップレットは、機能ごとにダイを製造し、その後複数のダイを接続する（図表1）。チップレットでは、ダイは同一平面上だけでなく、垂直方向にも配置できる。そのため、ダイ同士を水平方向および垂直方向に電気的に接続する技術が必要となる。水平方向の接続には、インターポーラー（シリコン、ガラス、有機材料が利用される）やシリコンブリッジの技術が利用される。垂直方向の接続には、ハイブリッドボンディング、シリコン貫通電極 (TSV) などの技術が利用される。

図表1 チップレットのイメージ図



出所：各種資料より浜銀総研作成

<sup>1</sup> パッケージング技術は、半導体と基板の接着、配線接続、封止など半導体の後工程に必要となる技術である。

<sup>2</sup> 本来、チップレットは小片化したチップを指す。小片化したチップは、チップレット、ダイ、タイルなどと呼ばれることがあるが、本稿では小片化したチップをダイと表現し、チップレットはその構造やその構造を実現するためのパッケージング技術を指すものとした。

## チップレットによって、コスト最適化や柔軟な設計が実現する

チップレットが注目される主な理由は①製造コストの最適化、②柔軟な設計が可能な点の二つである。

①製造コストの最適化は、主に歩留まりの改善、製造プロセス最適化、開発期間の短縮によって実現される。すなわち、

### 歩留まりの改善

一つのダイ上に複数の機能を集積させるモノリシックでは、ダイの面積が大きくなってしまう。チップレットでは、機能ごとに小片化したダイを組み合わせるため、一つ一つのダイの面積は小さくなる。ダイの面積が小さくなるほど、ダイの面積内に欠陥が発生する確率が下がるため、歩留まりが改善する。

### 製造プロセス最適化

モノリシックでは、性能を左右する中核機能に合わせた製造プロセスを選択する必要がある。その結果、非中核機能に対して、オーバースペックとなる製造プロセスを適用することとなり、製造効率が悪くなってしまう。これに対し、チップレットでは、機能ごとにダイを小片化し、個別に製造するため、機能ごとに最適なプロセスを選択できる。

### 開発期間の短縮

チップレットでは、半導体メーカーは、中核機能となるダイの開発に集中できる。非中核機能のダイは、外部調達や既存ダイの流用によって、全体の開発コスト低減およびスピーディーな製品投入が可能となる。この特長は、開発資金が潤沢でない企業やスタートアップにとって、大きな利点となると考えられる。

一方、②柔軟な設計が可能な点については、顧客の要望に応じてダイを組み合わせることで最適なチップを製造できる。また、ダイの組み合わせの変更や追加によって、機能変更や機能追加も容易となる。

## 2. チップレットをめぐる国内外の動き

### チップレットの仕様の標準化が進んでいる

海外では、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)、Intel、Samsung Electronics (Samsung)などの海外メーカーが個別にチップレットの研究開発を行い、採用を開始している。

今後、設計や製造元が異なるダイを相互接続するためには、仕様の標準化が必要となる。そのため、チップレットにおけるダイの接続を標準化する団体 UCIe (Universal Chiplet Interconnect Express)<sup>3</sup>が発足した。UCIe は、ダイ間同士の相互接続を定義するオープンな標準仕様を発表している。また、Open Compute Project (OCP)<sup>4</sup>内の組織がダイ間のオープンでシンプルな物理インターフェイス Bunch of Wires (BoW) 仕様を定義している。

<sup>3</sup> 団体には、Alibaba、AMD、Arm、ASE、Google、Intel、Meta、Microsoft、NVIDIA、Qualcomm、Samsung、TSMC が参画している。

<sup>4</sup> 拡張可能なコンピューティングのためのハードウェアを設計、共有するための取り組み。AMD、Intel、Google、NVIDIA など世界中で 400 社を超える企業がメンバーとなっている。

## わが国でも、先端パッケージが重要技術として位置づけられている

わが国の半導体に関する基本戦略は「半導体・デジタル産業戦略」である。この中で、チップレット関連技術は「先端パッケージ」に位置付けられている。

この基本戦略を受け、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業/先端半導体製造技術の開発」事業として、半導体の開発と先端半導体の製造技術の開発に取り組んでいる。この取り組みの中で、半導体メーカー、部素材メーカー、半導体製造装置メーカーがチップレットの研究開発に取り組んでいる。

## 3. チップレットが半導体産業に及ぼす影響

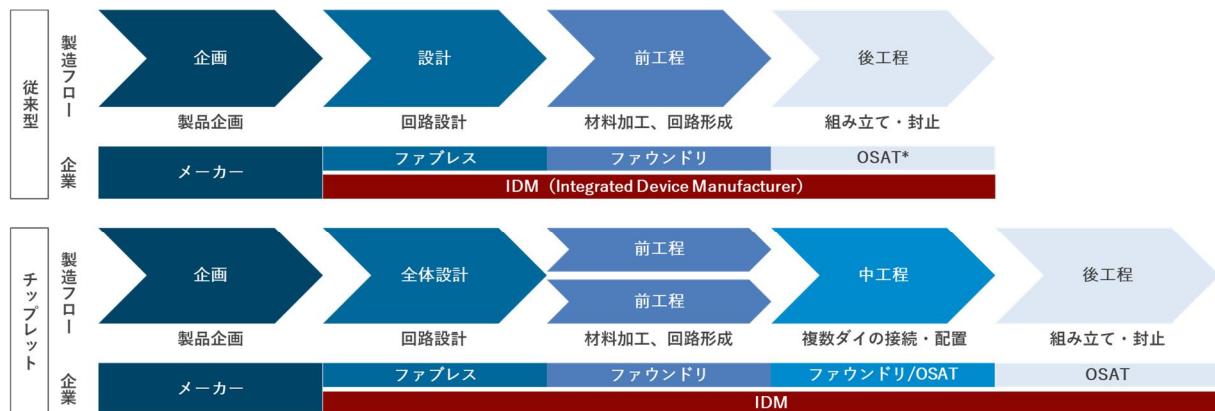
ここでは、チップレットが半導体産業に及ぼす影響を踏まえて、日本企業が進むべき方向性について考察する。はじめに、半導体製造工程について考えてみる。

### チップレットによって半導体製造プロセスに新たな工程「中工程」が追加される

一般的に、半導体の製造工程は企画、設計、前工程、後工程に大別される（図表2上段）。半導体製造は、それぞれの工程に特化した企業（ファブレス、ファウンドリ、OSAT）が分業するビジネスモデルと、すべての工程を一つの企業（IDM）が行うビジネスモデルに大別される。

チップレットは、個々のダイを接続する必要がある。そのため、従来の前工程と後工程の間に、個々のダイ間を接続する工程が新たに追加される（図表2下段）。新たに追加される工程は「中工程」などと呼ばれている。

図表2 半導体製造工程のイメージ図



出所：各種資料より浜銀総研作成

## 「中工程」に特化したメーカーの登場など、新規参入の可能性も

一般的には、中工程は後工程の一部と捉えられることが多い。しかし、中工程では後工程の技術だけでなく、前工程の技術も必要となるため、前工程専門のファウンドリ、後工程専門のOSATの双方に新たなビジネスチャンスが生まれている。

これまで、半導体産業は垂直統合型から水平分業型のビジネスモデルへと変化してきた。こうした流れを考えると、複数ダイを組み合わせる中工程（先端パッケージング工程）のみを受託する新たなビジネスが誕生する可能性がある。例えば、新たなスタートアップの登場や、半導体の調達力を活用した半導体商社の参入が考えられる。

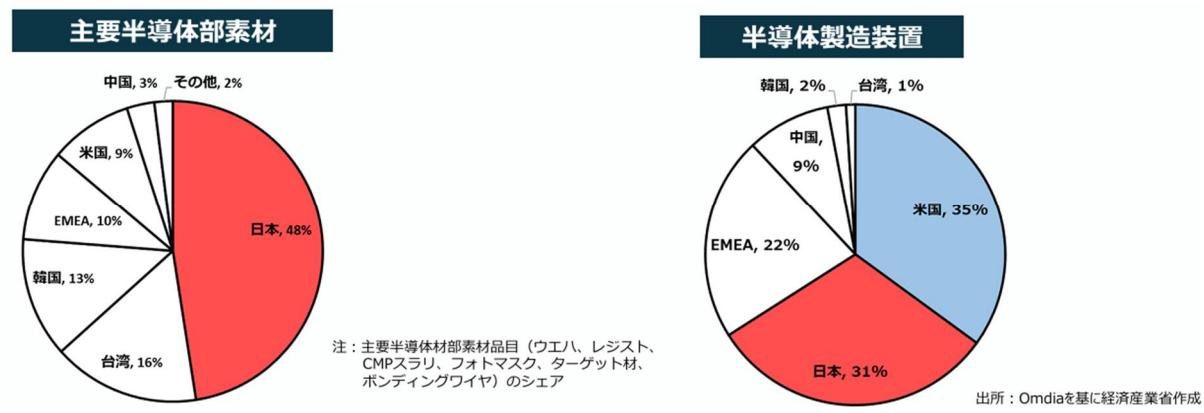
## 中工程に対応した設計が必要となる

また、チップレットでは、相互接続や三次元積層、全体最適化を考慮した回路設計が必要となる。そのため、これらを実現する新たな設計支援ツール（EDA）が必要となるだろう。

## 中工程における新たな半導体製造装置・部素材の需要が増加

中工程の追加は、新たな半導体製造装置および部素材の需要を生み出すと見込まれる。国内メーカーは半導体製造装置および主要な部素材では高い技術力とシェアを誇っている（図表3）。チップレット時代において、これまでに蓄積した技術力を活かした、新たな需要取り込みが期待される。国内メーカーのさらなるシェア拡大の機会となると見込まれる。実際、多くの国内半導体製造装置・部素材メーカーがチップレットに取り組んでいる（図表4）。

図表3 半導体の主要部素材および製造装置市場の国、地域別シェア



出所：経済産業省「半導体・デジタル産業戦略の現状と今後」令和7年5月30日

図表 4 主な半導体製造装置・部素材メーカーにおけるチップレット関連の取り組み

企業・団体名	取り組み内容
SCREEN ホールディングス	直接描画装置「LeVina」「Ledia7」、PLP コータシステム「Lemotia」、FOPLP 向け WET 处理装置などチップレットの実現に向けた装置の技術開発を進めている。
TOWA	チップレット対応の大型パッケージ向けモールディング装置を提供。
アルパック	チップレット間の微細配線形成に対応する薄膜形成、残さ除去など大型基板用装置を提供。
ウシオ電機	米 Applied Materials と協業し、チップレットで採用が想定される次世代の大型基板対応のデジタルリソグラフィ装置の開発・提供。
キヤノン	先端パッケージの露光装置を提供。
新光電気工業	シリコンインターポーラーを用いた 2.5 次元パッケージからの置き換えとして、今後増加が予想されるシステムの大規模化に対応可能な超高密度有機基板「i-THOP」を開発。
図研	チップレットなど先端半導体パッケージ設計を支援するソリューションを提供。チップレットニーズを取り込むために半導体設計ツール（EDA）を提供する米 Synopsys との協業を発表。
東京エレクトロン	先端パッケージング向けの新技術として、膜形成やボンディング技術を開発。前工程での技術を活かした製品の開発や市場投入。
ニコン	チップレットをはじめとする先端パッケージング向けに、高解像度かつ大型基板に対応したデジタル露光装置を提供。
日本ガイシ	チップレットの製造工程で、ダイを一時的に固定するための支持材「ハイセラムキャリア」の生産能力を 2027 年までに約 3 倍にすると発表。
富士フイルム	チップレットに利用される有機インターポーラーの平坦化を実現する感光性層間絶縁膜フィルムや、チップレットにおいてチップ同士を直接接合する「ハイブリッドボンディング」向けの CMP スラリーを開発。
レゾナック	後工程を中心とした半導体材料に強みを持つ。先端パッケージの技術開発を行うコンソーシアム「JOINT 2」を設立。2019 年、川崎市に専用施設を開設。

出所：各社 Web サイトや報道発表資料から浜銀総研作成

### 世界の半導体メーカーが日本企業の技術力に注目

わが国の技術力や先進的な取り組みに、海外半導体メーカーが高い関心を示している。TSMC は茨城県に三次元積層パッケージング技術の研究開発拠点を開設した。そこで、部素材メーカーや半導体装置メーカーなど 30 社と連携して研究開発を推進している。

また、Samsung も、横浜市に異種チップ集積など後工程の研究開発拠点「みなとみらいパッケージ」の設立を発表している。日本の材料、装置メーカーと緊密に連携しながら、チップレット開発を進める予定である。

### 複数の企業・団体によるオープンイノベーションの動きが活発化

企業単独ではなく、企業の枠を超えた研究開発も進んでいる。半導体製造は、多くの材料や装置を必要とする複雑な工程である。そのため、半導体メーカー、装置メーカー、部素材メーカー間の密な連携が不可欠である。

特に、チップレットでは、新たな工程が追加されるため、メーカー間の連携がより一層重要となる。国内では、コンソーシアムやアライアンスなど、企業の枠を超えたオープンイノベーションが進んでいる（図表 5）。

図表 5 国内のチップレット関連のコンソーシアム・アライアンス

団体名	取り組み
3D ヘテロ集積アライアンス	2023 年 4 月、横浜国立大学 HIYA と大阪公立大学 3DPI の合併により設立された。「3D ヘテロデバイス」の形成とそのプロセスをテーマに産官学連携の活動を行い、国内外の大学、官民研究組織、企業が連携して半導体産業に貢献することを目指している。2025 年 5 月時点で 87 社以上の企業が参加している。
JOINT2/JOINT3 US-JOINT	レゾナックが中心となり設立した次世代パッケージング実装技術開発のコンソーシアム。半導体の装置、材料、基板メーカーが協業し、神奈川県川崎市の同社パッケージングソリューションセンターを拠点としている。 2024 年には同様のコンソーシアム「US-JOINT」を米国シリコンバレーに設立した。2025 年には、パネルレベル有機インターポーラーに適した材料・装置・設計ツールの開発を加速する「JOINT3」が設立された。
くまもと 3D 連携コンソーシアム	熊本地域の強みを活かし、基礎研究が行われている積層型三次元積層半導体について量産化に向けた技術開発を進めている。
自動車用先端 SoC 技術研究組合 (ASRA)	種類の異なる半導体を組み合わせた自動車用 SoC の研究開発を行い、2030 年以降の自動車への量産適用を目指している。自動車メーカー、電装部品メーカー、半導体関連企業が参加している。
チップレット集積 プラットフォーム	東京科学大学を中心に、ファブレス、システムベンダー、製造装置、部素材メーカーと共同研究を行い、世界最先端のチップレット集積プラットフォームの育成を目指している。
半導体・量子集積エレクトロニクス研究センター	横浜国立大学が、半導体・量子集積エレクトロニクスに関する学術研究と新技術の社会実装を目指す研究開発拠点として設置した。

出所：各 Web サイトや報道発表資料から浜銀総研作成

これまで、半導体製造工程について述べてきた。次に、チップレットが半導体需要に及ぼす影響について考えてみる。

### 微細化とは異なる特徴を持ったダイの需要が高まる

これまで、高性能な半導体製造には、微細化が重要視されてきた。半導体メーカーは最先端の微細化技術利用のため、継続的な設備投資が必要とされてきた。その結果、高性能半導体を製造できるメーカーは数社に限られ、現在ユーザーはこれらのメーカーからの供給に依存している。

チップレットでは、複数のダイを組み合わせた全体最適化が重要となる。ダイ単体の性能も引き続き重要なものの、組み合わせることを前提とした特定の分野や機能に特徴を持つダイの開発、製造が求められるのではなかろうか。その結果、これらの設計や製造を行うメーカーやスタートアップが、今後注目される可能性がある。

## カスタム半導体の開発が加速

チップレットによって、ユーザーは自社の製品やサービスに最適な半導体を利用し、他社との差別化を図ると考えられる。例えば、米 Apple は自社専用の半導体を開発し、スマートフォンや PC などに組み込んでいる。その結果、高いパフォーマンスと高い電力効率を実現し、他社との差別化を図っている。

現状、専用設計のカスタム半導体の開発には多額の投資が必要となる。今後、チップレットによって、設計コストや期間の短縮が可能となるだろう。その結果、個別最適化されたカスタム半導体の需要増加が想定される。

## わが国のメーカーはカスタム半導体で海外メーカーに対抗すべき

カスタム半導体の需要増加に対して、国内メーカーは、以前から得意としてきたきめ細かな対応力を活かすことで、海外メーカーに対して優位性を発揮できると考える。海外の大手半導体メーカーが対応し難い少量多品種のカスタム半導体分野において、国内メーカーは独自の差別化戦略を展開できるだろう。

実際、国内半導体メーカーは、顧客に適した専用設計半導体の提供や開発コスト・期間の削減を目的として、チップレットに取り組んでいる（図表 6）。

図表 6 主な日系半導体メーカーにおけるチップレット関連の取り組み

企業・団体名	分類	取り組み内容
Rapidus	ファウンドリ	半導体の設計支援、前工程、後工程を一貫して行う RUMS (Rapid and Unified Manufacturing Service) の構築を目指している。後工程ではチップレットを採用し、高性能なシステムを実現するだけでなく、市場／顧客の要求性能に特化した「専用多品種品」のコンセプトを実現する。
アオイ電子	OSAT	「FOLP (Fan-Out Laminate Package)」というチップレットなどの先端パッケージング技術を開発。シャープの三重工場を取得し、生産ラインを構築している。
ソシオネクスト	ファブレス	2.5D や 3D などの先進パッケージング技術に対応している。2nm プロセスを用いたチップレット開発において、Arm および TSMC との協業を発表した。また、新たなチップレット設計のためのプラットフォーム「Flexlets」も発表した。
ルネサス エレクトロニクス	IDM	次世代の車載用 SoC にチップレットを適用すると発表している。チップレットを活用することで、ユースケースごとにカスタマイズ可能な柔軟なプラットフォームを構築している。
ローム	IDM	チップレット技術を活用した「LASCA (LApis Scalable Chiplet Architecture)」によって、SoC 開発にかかる時間とコストを削減できている。

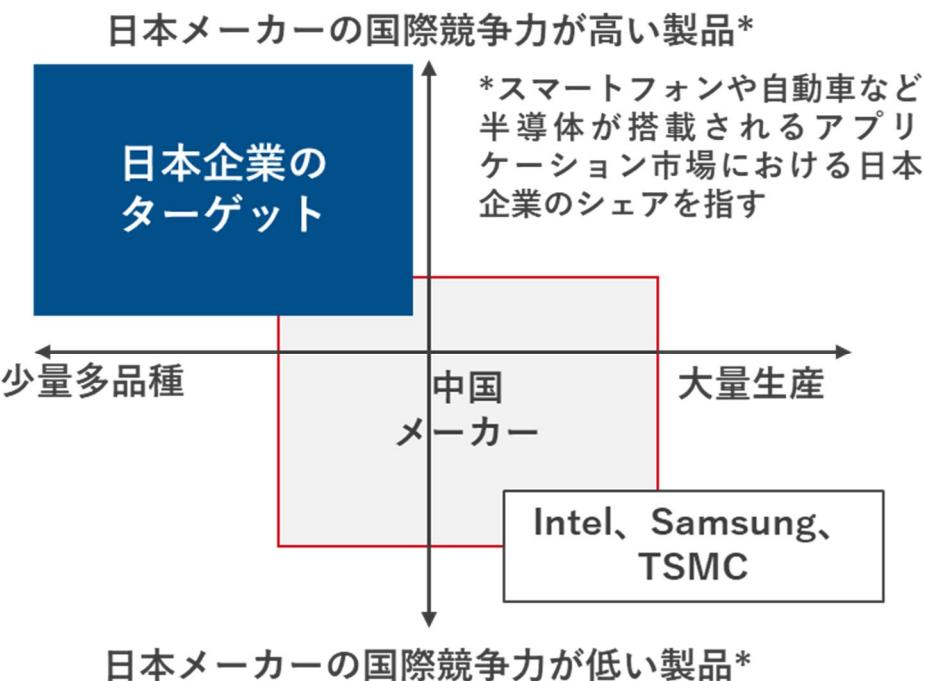
出所：各社の報道資料などから浜銀総研作成

### 自動車や産業機器分野およびAI・データセンター向けのカスタム半導体が有望

特に、自動車や産業機器分野のカスタム半導体が有望であると考える。これらの分野は、国内メーカーが世界的に高い競争力を有している。国内に関連ユーザー（自動車や産業機器のメーカーおよび部品サプライヤー）が多く、これらユーザーと協力した国内でのカスタム半導体の開発、製造が見込まれる。

また、AI・データセンター向けのカスタム半導体も有望と考える。国内にはGAFAMのような巨大なテック企業は存在しないが、個人情報保護や経済安全保障の観点から国産AI開発の重要性が高まっている。国産AI開発に向けたカスタム半導体の研究開発が、今後ますます重要になると見える。

図表7 日本企業のチップレットのターゲット



出所：浜銀総研作成

### 4. チップレット時代の神奈川県の可能性

最後に、チップレット時代における神奈川県が果たしうる役割および可能性について考察する。以前、弊社レポート<sup>5</sup>では、神奈川県が半導体産業における技術革新の中心地として、大きな役割を果たす可能性があることを示した。チップレットについても、神奈川県がチップレット研究開発のオープンイノベーション拠点として発展する可能性があると考える。

<sup>5</sup> 浜銀総合研究所「産業調査レポート Vol.120 我が国の半導体戦略と神奈川県のポテンシャル」(2024)

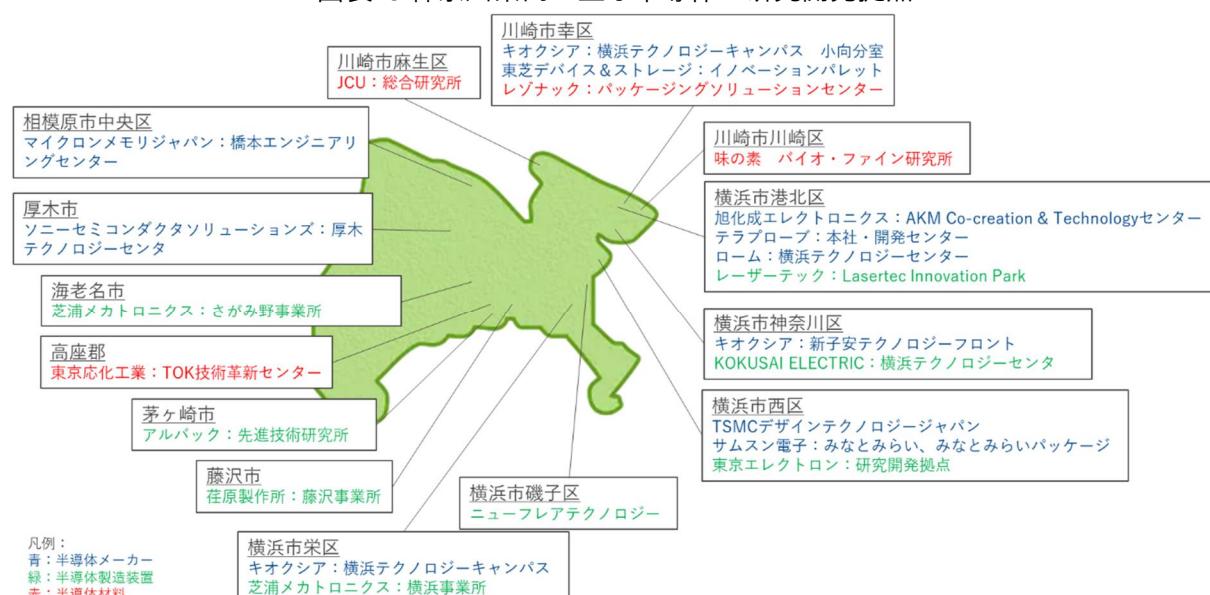
## 半導体関連の研究開発拠点が多数立地し、さらに集積が進んでいる

神奈川県内には多数の半導体メーカー、部素材メーカー、半導体製造装置メーカーの研究開発拠点が立地している（図表8）。特に注目すべきは、Samsung およびレゾナックの研究開発拠点である。

Samsung は、日本の材料、装置メーカーと緊密に連携しながら、チップレット開発を進める後工程の研究開発拠点を横浜市に開設予定である。レゾナックは、川崎市の研究開発拠点で次世代パッケージング実装技術開発のオープンイノベーションを推進している。

県内の研究開発拠点の集積はさらに進んでいる。2025年3月には半導体製造装置大手のKOKUSAI ELECTRIC が横浜市に研究開発拠点を開設した。また、東京エレクトロンの研究開発拠点も開設が予定されている。

図表8 神奈川県内の主な半導体の研究開発拠点



出所: 各社 Web サイトや報道発表資料から浜銀総研作成

## ユーザーとなる自動車や産業機器メーカーの研究開発拠点も多数立地

県内には半導体関連企業だけでなく、ユーザーの研究開発拠点も多数立地している。自動車関連では日産自動車、マツダ、スズキ、ボッシュ、産業機器では三菱重工業、アズビル、電機メーカーでは富士通、NEC、日立製作所などである。

## 横浜国立大学が「半導体・量子集積エレクトロニクス研究センター」を設立

さらに、県内の大学でも研究開発が行われている。横浜国立大学は、「半導体・量子集積エレクトロニクス研究センター」を2024年に設立した。ここでは、量子デバイスなどの先端デバイスをチップレットなどの先進的半導体後工程技術により集積化し、多機能化する新たな技術分野の創生とそれらの産業化を目指している。

## 神奈川県は技術者・研究人材が豊富

このように多くの研究開発拠点を持つこともあり、神奈川県内の自然科学系の研究者数および技術者数はともに全国2位である（図表9）。技術者のうち、電気・電子分野の技術者に限れば全国で1位である。素材や装置など、さまざまな技術の密な連携が不可欠となるチップレットでは、多くの分野の研究開発人材が必要となる。

図表9 都道府県別研究者および技術者数の就労者ランキング

単位：人

自然科学系研究者		技術者		電気・電子・電気通信技術者	
都道府県	就業者数	都道府県	就業者数	都道府県	就業者数
東京都	16,140	東京都	488,470	神奈川県	43,110
神奈川県	13,220	神奈川県	365,170	東京都	33,100
茨城県	9,260	愛知県	194,910	愛知県	20,290
千葉県	7,090	埼玉県	185,490	大阪府	19,190
大阪府	6,040	大阪府	165,050	埼玉県	16,100

注：電気・電子分野の技術者は、「電気・電子・電気通信技術者（通信ネットワーク技術者を除く）」が対象

出所：総務省「令和2年国勢調査」（抽出詳細集計）

## 神奈川県は、オープンイノベーションの場として最適

チップレット時代において、半導体の製造工程はますます複雑となり、半導体のカスタム化が進む。そのため、さまざまな分野の研究者および技術者との知見の共有が必要といえる。

神奈川県には、半導体関連メーカー、自動車・産業機器メーカー、大学の研究開発拠点が近接して立地している。さらに、研究開発を進めるための、研究開発人材が豊富である。

これらの特長から、神奈川県はオープンイノベーションを推進する上で最適な立地条件を備えていると言え、オープンイノベーション拠点として発展する可能性があると考える。

### 執筆者



袴田 真矢

[s-hakamata@yokohama-ri.co.jp](mailto:s-hakamata@yokohama-ri.co.jp)

調査部 副主任研究員

半導体・電子デバイスなどテクノロジー領域の調査を担当

本レポートの目的は情報提供であり、売買の勧誘ではありません。本レポートに記載した内容は、レポート執筆時の情報に基づく浜銀総合研究所・調査部の見解であり、レポート発行後に予告なく変更することがあります。また、本レポートに記載されている情報は、浜銀総合研究所・調査部が信頼できると考える情報源に基づいたものですが、その正確性、完全性を保証するものではありません。ご利用に際しては、お客様ご自身の判断にてお取扱いいただきますようお願いいたします。



浜銀総合研究所