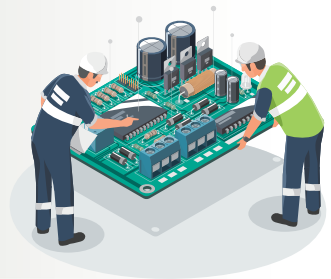




次世代半導体メーカー「ラピダス」の 北海道進出について



株式会社 道銀地域総合研究所
経済調査部 主任研究員 小野 公嗣

はじめに

次世代半導体メーカーであるRapidus株式会社（以下、ラピダス）が、北海道千歳市に工場を建設することを表明しました。半導体は今やわれわれの生活や産業に必要不可欠な存在となっています。今回のラピダスの進出は、北海道経済に大きな影響を及ぼすものとみられるほか、北陸地域においても半導体産業への関心は高まっていくものと思われます。そのため、今回「北海道銀行調査ニュース2023年5月号6月号」に掲載した記事をベースに、月刊誌「北陸経済研究」に寄稿させていただきました。本稿では、半導体の仕組みや昨今の半導体を取り巻く情勢、さらに生産面から見る北海道内外の半導体産業の状況について解説します。

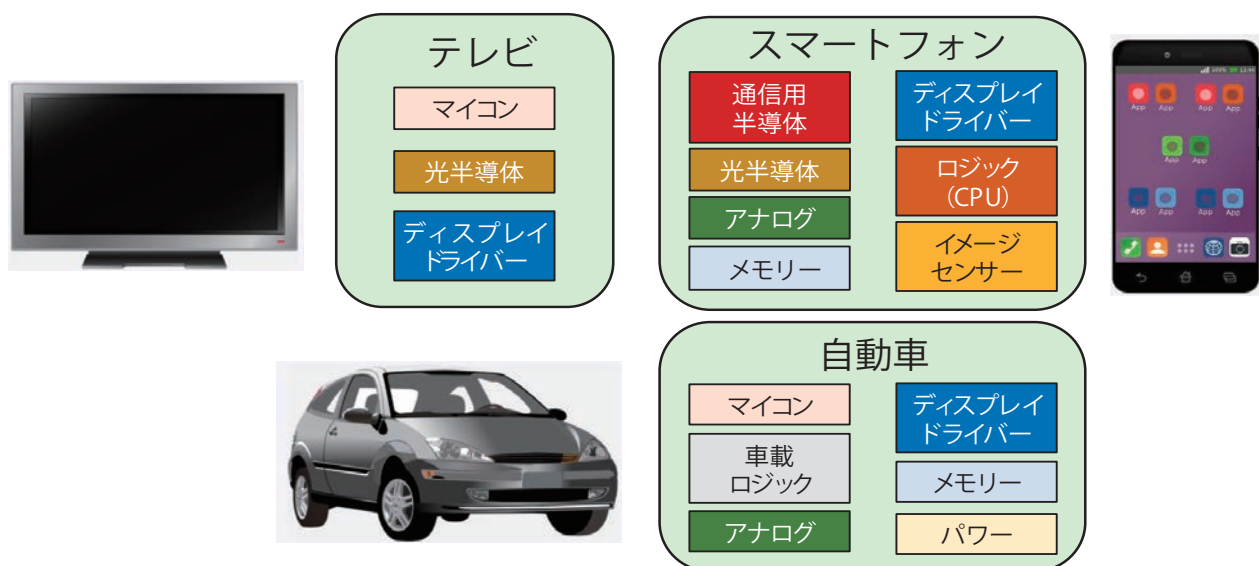
そもそも半導体って何？

半導体は文字通り、“電気を通す導体”と“電気を通さない絶縁体”の両方の性質を併せ持ちます。その性質を利用して、半導体はさまざまな製品で用いられています。例えば、パソコン・スマートフォンなどの電子機器や、洗濯機・冷蔵庫などの家電、自動車などわれわれの生活に必要な製品のほか、医療や航空宇宙ビジネスなどさまざまな場面で幅広く必要とされており、その重要性から半導体は「産業の米」とも呼ばれています。

半導体の種類

半導体は、回路の設計や製造工程を変えることなどでさまざまな機能を持たせることができます。例えば、外部の情報を電気信号に変換する目

図表1 主な製品と搭載されている半導体の種類



出所：各種報道より道銀地域総合研究所作成

的“センサー”や、電子機器の内部で制御する役割を担う“マイコン”、データを記憶保持する“メモリー”、演算機能を持つ“ロジック”などがあります。

電子機器類や自動車などでは、製品の種類によって異なるものの、一つの製品に数十～数百もの半導体が使われています。普段目にすることはあまりありませんが、半導体はわれわれの生活に必要な不可欠な存在と言えるでしょう（図表1）。

半導体の製造工程

半導体の製造工程は大きく分けて、半導体を作るための準備段階である**1.ウェハー製造工程**と**2.マスク製造工程**、実際に半導体を作る**3.前工程**、**4.後工程**の4つに分けられます（図表2）。

この4つの工程を大まかに説明すると、最初の**ウェハー製造工程**では、シリコンインゴットと呼ばれるシリコン（元素記号Si：ケイ素）の単結晶の塊をスライスし研磨してウェハー^{※1}を作成します。次の**マスク製造工程**では、半導体の用途に合わせて設計された回路を元に「フォトマスク」と呼ばれる原版を作成します。半導体製造の**前工程**

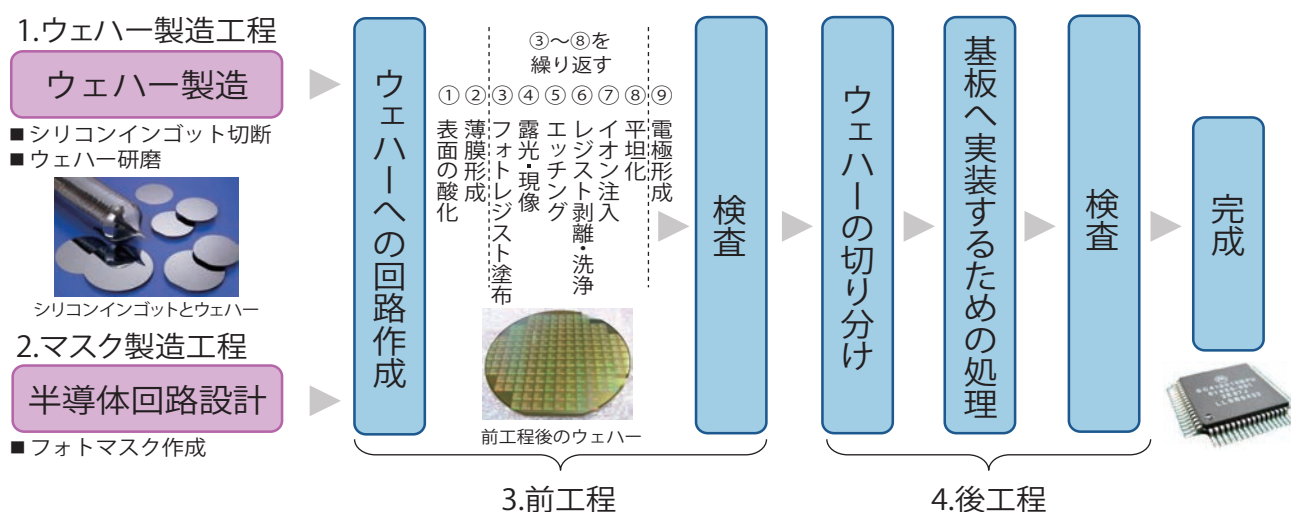
ではウェハーの表面にフォトマスクの回路を転写します。これはウェハーに半導体としての機能を持たせるための重要な工程です。最後の**後工程**では、回路が転写されたウェハーから半導体チップを切り分け、電気を通すための処理を施した後、半導体を保護するための樹脂でパッケージしようやく完成です。

こうした半導体の製造工程は、細かく分ければ数百もの作業があるほか、半導体は用途・目的に合わせたオーダーメイドが一般的と言われています。そのため、半導体を製造するために使う機械（半導体製造装置）や材料の種類が多岐にわたることなども、半導体を製造する上での特徴と言えるでしょう。

昨今の半導体情勢について

2020年初めから新型コロナウイルス感染症による影響が拡大する中、世界中で巣ごもり需要が増大しました。その結果、PCやスマートフォンなどの電子機器類や、密を避ける移動手段として自動車の購入需要が増加したものの、感染拡大によるロックダウンで半導体関連のサプライチェーン

図表2 半導体の製造工程



出所：株式会社グローバル・トップ・ケミカル、SE TECH INTERNATIONAL合同会社、SEMIの資料などから道銀地域総合研究所作成

※1：ウェハーは直径が50～300mm、厚さが0.2～1.0mm程度の円盤で、半導体の基板になります。またウェハーにはシリコン以外の素材が用いられることもあります。

ンが目詰まりを起こしたことなどによって、世界中で半導体が不足する事態に陥りました。さらに2021年には半導体不足が解消に向かう下で、わが国の複数の半導体メーカーで発生した工場火災や米国での寒波による停電で半導体工場の生産が停止したことなどが重なり、半導体不足は長期化しました。なお、現在では種類によって程度は異なるものの、半導体不足は解消しつつあります。



コロナ禍を経て半導体を取り巻く環境は大きく様変わりし、半導体の安定供給の重要性が見直されることになりました。わが国は、30年ほど前まで世界トップレベルの半導体生産大国でした。現在でも、半導体を生産する上で必要な半導体製造装置やウェハーなどの半導体材料の分野ではわが国も存在感を示しているものの、半導体の生産については諸外国の台頭もあり後れを取っているのが現状です。半導体は経済安全保障上重要な物資として位置付けられています。米中対立等を発端とした世界的な地政学リスクの高まりもあり、半導体自給率の向上は急務です。

こうしたことを背景に、世界中で半導体メー

カーを誘致する動きが活発になっています。米国では台湾のTSMCや韓国のサムスン電子などが新工場を建設しているほか、わが国でも熊本県でTSMC新工場の建設が進んでおり、国をまたいで半導体の生産を拡大する動きがあります。また、国内をみるとラピダスが北海道に工場を建設するほか、全国各地で半導体関連の工場増設や新工場の建設計画などがあります（図表3）。半導体の国内生産拡大に向けた各国・地域による巨額の支援実施などが、こうした動きを後押ししているとみられます（図表4）。

他方、スマートフォンなどの通信技術高速化やIoT（さまざまなモノがインターネットにつながる仕組み）、AI（人工知能）といった技術が進歩する中において、半導体の需要は増加傾向であり、かつ半導体の高性能化が求められています。そのため、世界中で国を挙げて半導体の生産拡大が図られていることに加えて、技術の向上にしのぎを削っています。

わが国では、ラピダスの新工場建設がいよいよ始まろうとしています。ラピダスが目指す次世代半導体^{*2}の量産に向けて、北海道を舞台に半導体大国の復権を賭けた一大プロジェクトが繰り広げられます。

図表3 国内主要企業の半導体関連投資

会社名	投資地域	投資額
Rapidus(株)	北海道	総額50,000億円
キオクシア(株)	岩手県	10,000億円
イビデン(株)	岐阜県	2,500億円
京セラ(株)	長崎県	620億円
(株)KOKUSAI ELECTRIC	富山県	240億円
(株)日立ハイテク	山口県	240億円
東京エレクトロン(株)	岩手県	220億円
浜松ホトニクス(株)	静岡県	115億円

出所：各種報道各社ホームページより道銀地域総合研究所作成
 (注) 1. 投資額は複数の設備投資が累積されている場合もある。
 2. 計画段階の情報も含む。

図表4 主要各国の主な支援

日本	総額2兆円規模。 先端品に限らず汎用半導体へも補助。
米国	2022年8月、半導体の国産化を進めるための法律“CHIPS法”が可決。 520億ドル（約7.0兆円）以上を投入。
欧州	2023年4月、域内での半導体生産拡大に向けた“欧州半導体法”に合意。 430億ユーロ（約6.4兆円）を投入。
中国	2014年以降、“国家集積回路産業投資基金”や地方政府の基金から合わせて日本円で10兆円以上とみられる基金で支援。

出所：各種報道より道銀地域総合研究所作成
 (注) 1. 日本は、21、22年度の補正予算額分。
 2. 各国複数年の累計補助額で、為替レートは4月27日17時のスポットレート。

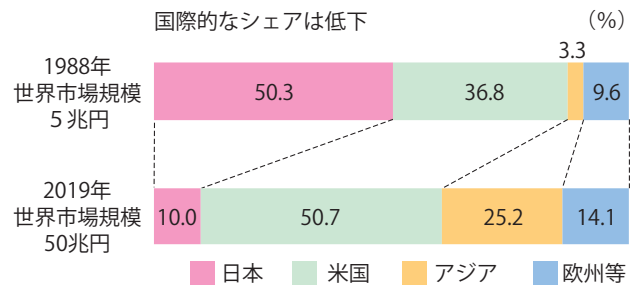
*2：ラピダスは回路幅2ナノメートル（ナノは10億分の1）の半導体の量産化を目指しています。現在世界で量産されている半導体の中で最も微細な回路幅は3ナノメートルで、2ナノメートルの半導体を量産化できているメーカーはまだないため次世代半導体と呼ばれています。

世界の半導体産業におけるわが国の立ち位置

世界の半導体産業^{※3}におけるわが国の立ち位置は、全盛期から凋落してしまいました（図表5）。1980年代、わが国の半導体メーカーは景気拡大局面の追い風を受けるなか世界を席卷し、DRAMなどのメモリを中心に世界シェアの半分ほどを占めていました。しかし2019年には、30年かけて10倍に成長した世界の半導体市場規模50兆円のうち、わが国企業のシェアは1割ほどにまで低下しました。わが国の半導体産業が凋落した原因はさまざまな点が指摘されていますが、とりわけ①半導体ビジネスの変化に対応できず（図表5下Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）、②シェアを維持するための投資が韓国や台湾などの新興勢力よりも劣ったこと（同Ⅳ、Ⅴ）、などは紛れもない事実と言えるでしょう。

2021年には経済産業省が半導体・デジタル産業戦略を旗揚げしました。さらに本年4月に公表した同戦略の改訂版では、2030年にわが国の半導体市場規模を現在の3倍ほどとなる15兆円超にする目標を掲げています。今後、産学官が連携

図表5 わが国の半導体産業は凋落



半導体産業が凋落した主な要因

Ⅰ. 日米貿易摩擦によるメモリ敗戦
Ⅱ. 設計と製造の水平分離の失敗
Ⅲ. デジタル産業化の遅れ
Ⅳ. 日の丸自前主義の陥穽（かんせい）
Ⅴ. 国内企業の投資縮小と韓台中の国家的企業育成

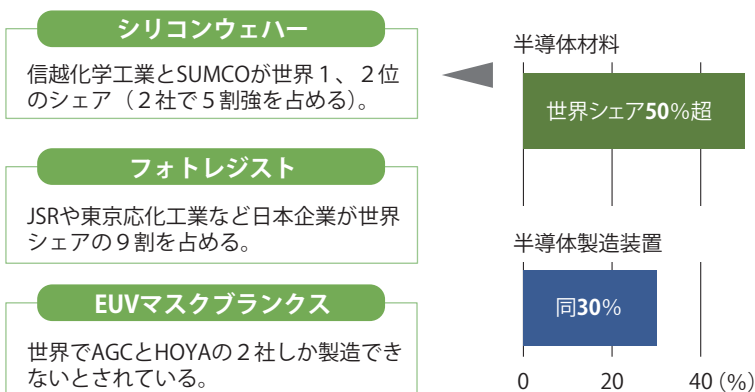
出所：経済産業省「半導体戦略（2021年6月）」

して目標達成へ進む下、ラピダスへの支援を通じて半導体産業の復権が期待されます。

一方、こうした中でも半導体を製造するために必要な材料や製造装置の分野では、わが国企業の活躍が目立ちます。特にシリコンウェハーやフォトレジストを始め、さまざまな半導体材料でわが国企業が世界シェアの上位を占め、材料分野全体

図表6 わが国は半導体関連産業で高いシェアを維持

半導体材料の分野では世界シェア50%を超える



※EUVマスクブランクスとはフォトマスクの原材料

出所：一般社団法人 電子情報技術産業協会（JEITA）「国際競争力強化を実現するための半導体戦略2022年版」、「同2023年版」、各種報道より道銀地域総合研究所作成。

（注） 1. 半導体製造装置メーカーの売上高は2021年。
2. 世界シェアは売上高ベース。

半導体製造装置メーカーの売上高順位

順位	企業名	国
1	アプライドマテリアルズ	米国
2	ASML	オランダ
3	東京エレクトロン	日本
4	ラムリサーチ	米国
5	KLAコーポレーション	米国
6	アドバンテスト	日本
7	SCREENホールディングス	日本
8	テラダイン	米国
9	KOKUSAI ELECTRIC	日本
10	ASMインターナショナル	オランダ

※3：本稿で指す半導体産業とは半導体デバイス（半導体を用いた電子部品の総称）の製造分野のこと。なお、半導体製造装置や半導体材料などは半導体関連産業とし、半導体産業に含めていない。

では50%超のシェアを確保しています。また半導体製造装置の分野でも、わが国の企業が世界売上高順位の上位に位置し、世界シェアの30%程度を占めています（図表6）。半導体産業の復権に向けて、わが国の強みをしっかりと活かすことが求められそうです。

わが国における半導体産業の生産状況

わが国における半導体産業の生産面を各地域別に確認してみましょう（図表7）。

【出荷額】

まず半導体産業の出荷額を地域別にみると、九州（1兆243億円）が最も大きく、わが国全体のうち36%を占めています。次いで関東甲信越（4748億円）、四国（4263億円）の順になっており、北陸（2105億円）、北海道（740億円）は各地域の平均（2829億円）を下回る出荷額となっています。

【事業所数】

次に半導体産業の事業所数（従業員4人以上）をみると、九州（63事業所）が最も多く、次いで関東甲信越（56事業所）、東北（49事業所）の

順になっています。そもそも首都圏を含む関東甲信越に多くの企業が拠点を構えていることを踏まえれば、九州や東北では半導体産業の集積が進んでいると言えます。一方、北陸は13事業所、北海道では6事業所と、他の地域と比較して半導体産業の集積が限定的となっています。

【従業者数】

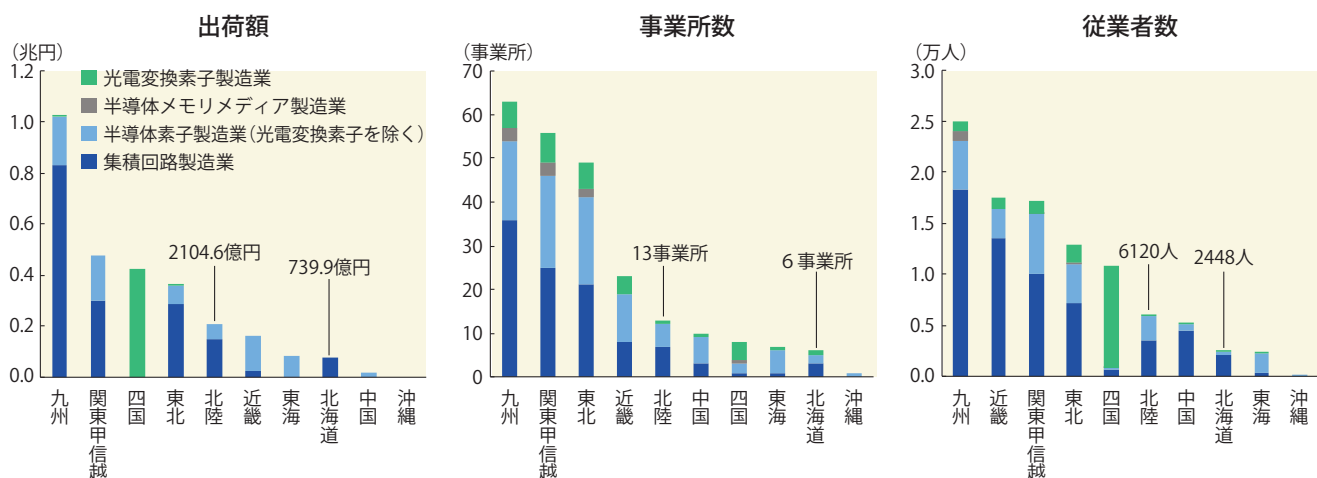
最後に半導体産業に従事する従業者数をみると、九州（2.5万人）、近畿（1.8万人）の順となっています。これらを人口1万人あたりの半導体産業に従事する従業者数でみると、四国（29.2人）や北陸（20.9人）、九州（19.6人）、東北（14.9人）で10人を超えている一方、北海道（4.7人）は出荷額や事業所数と同じくあまり多くはありません。

このようにわが国の半導体産業は、九州や東北などで盛んである一方、北海道や沖縄などでの生産活動は限定的であり地域差が大きく現れています。

道内における半導体産業

道内での半導体産業の生産活動は限定的とはいえ、千歳市周辺や函館市周辺など一部地域では半

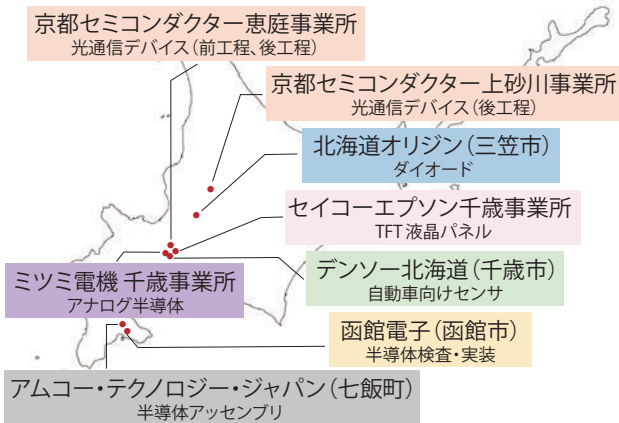
図表7 国内地域別にみた半導体産業



出所：経済産業省「工業統計調査（2019年確報）」より道銀地域総合研究所作成

- （注） 1. 日本標準産業分類（平成25年10月改定）に基づき、「集積回路製造業」、「半導体メモリメディア製造業」、「半導体素子製造業（光電変換素子を除く）」、「光電変換素子製造業」を合算したものを「半導体産業」とみなした。
 2. 出荷額は各事業所で製造されたものの価額で、税を課せられた場合は税額を含み、割引き・値引きがあった場合はその分を差し引いた額。なお、出荷額は各都道府県に1事業所しかないなど個社の特定が可能な場合、秘匿情報（非開示）として取り扱われている。そのため、各地域（該当する各都道府県データの合算）の出荷額は、実際よりも少なく表記されている点に注意。

図表8 道内の主要な半導体デバイス製造企業



出所：北海道経済産業局、各社・千歳市工業団地ホームページ、各種報道などから道銀地域総合研究所作成

導体産業の集積がみられます（図表8）。道内で半導体（集積回路）の工場が操業したのは1973年、当時の日立北海セミコンダクタが七飯町に拠点を構えたのが始まりです（後に、企業の再編などを経て、現在はアムコー・テクノロジー・ジャパンの生産拠点となっています）。その後も、半導体を製造する上で重要な水資源や冷涼な気候などを求め、複数の企業・事業所が道内に進出しました。ラピダスによる道内への半導体メーカーの進出は、デンソー北海道（当時のデンソーエレクトロニクス）が2009年に千歳市で操業を開始して以来のことです。

前項で述べたとおり、道内では国内の他地域と比べて半導体産業の集積が限られているため、ラピダスが道内で次世代半導体を量産するためには、相応の半導体関連企業（製造装置、材料、検査装置メーカーなど）の進出が求められます。次世代半導体の量産化は、半導体産業の発展を通じて、道内の産業構造を大きく変える可能性を秘めているといえるでしょう。



九州では、半導体産業のサプライチェーンを構

図表9 TSMC工場建設に伴う課題

大項目	項目	課題
企業活動	採用育成	短期間かつ継続的な人材獲得
	調達	国内調達先の確保
	輸送	国内外からの調達資材の物流
生活関連	交通	通勤時の渋滞対策
	住宅	台湾および国内従事者の住宅確保
	宿泊・食事	工場建設時およびライン立ち上げ時の取引先対応
	教育	台湾からの赴任者家族の教育機関
環境保全	環境	環境に配慮した工場設計の実施
	水資源への取組	高度な水リサイクルシステムを計画

出所：公益財団法人 地方経済総合研究所「半導体関連企業の進出と地域経済～過去から学ぶTSMC進出への備え～」

成する関連企業が約1000事業所も集積^{*4}しており、前述のとおりわが国の中で最も半導体産業が盛んな地域であることが裏付けられています。さらに熊本県では、現在TSMCの工場が建設されています。それにより、さらなる半導体関連企業の進出が見込まれる一方、工場の規模が大きい^{*5}故に課題も多く生じています（図表9）。道内でも、ラピダス進出によってさまざまな課題が生じるとみられます。課題を解決し、ラピダスの計画を成功に導くためには、各ステークホルダーの理解に加え、協力体制の構築が求められます。



本稿では生産面からみる道内外の半導体産業について取り上げました。ラピダスによる次世代半導体の生産は凋落したわが国半導体産業復権の起爆剤となりうるほか、将来的に道内の産業構造に変化をもたらすまでに成長する可能性があります。その一方、熊本県ではTSMCの進出によってさまざまな課題が明るみに出ました。北海道でも、熊本県で起きたことを参考に事業への協力体制を構築し半導体産業振興の機運を醸成する必要があるといえるでしょう。

*4：九州経済産業局「シリコンアイランド九州の復活に向けて」より抜粋。なお、事業所数は「半導体分野」・「エレクトロニクス分野」・「生産設備分野」・「設備・装置技術分野」の累計で、複数事業にまたがる場合はダブルカウントされている点に注意されたい。

*5：熊本県に建設中のTSMCの新工場は2024年末までに生産を開始し、設備投資約9800億円、従業員1700名ほどの規模になる計画です。さらに同じく熊本県にて同社の第二工場の建設が計画されていると報じられています。