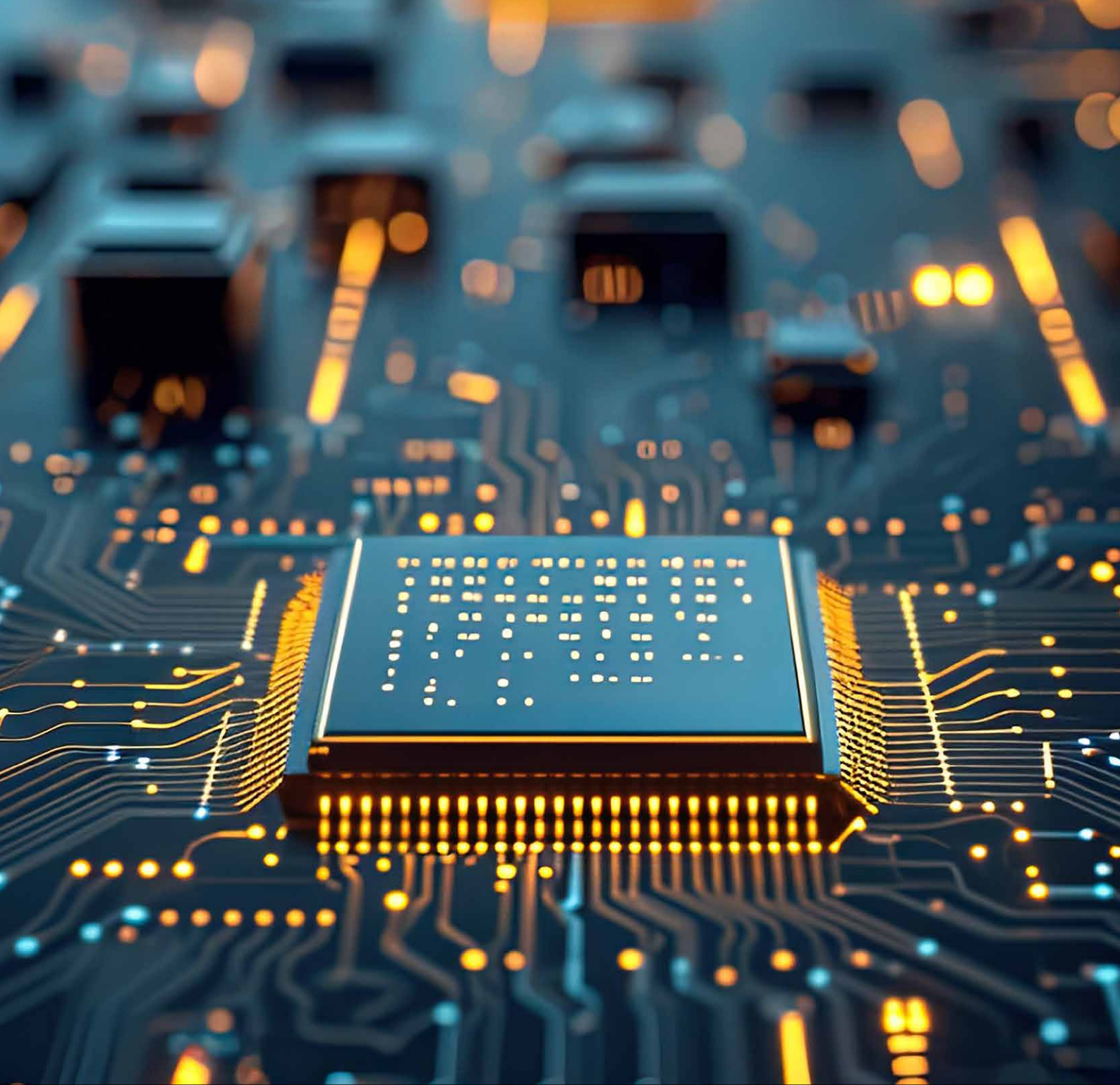




オランダの半導体産業

目次

主な調査結果	3
1. 世界におけるオランダの主導的地位	8
1.1 3つの領域でのオランダの主導的役割	9
1.2 オランダ半導体エコシステムの中心は、300社もの中小企業	13
1.3 40年以上の緊密な連携と「コーペティション（協力的競争）」により 築き上げられた、オランダ独自のサプライヤーエコシステム	16
1.4 成長加速要因としての半導体	19
2. 縮小する半導体の後光効果	22
2.1 国内の成長阻害要因が原因で、半導体の後光効果は縮小中	23
2.2 この成長を阻害する問題に対処しなければ、 将来的には後光効果の減少はさらに加速	25
2.3 オランダの中規模のサプライヤーへの多大な影響	26
2.4 問題解決には、サプライヤーと政府両方の行動が必要	27
3. 行動の呼びかけ	29
筆者について	31
謝辞	31
略語一覧	34
連絡先	36



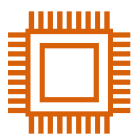
主な調査結果

世界的にデジタル化が加速する現代において、チップは、デジタル社会を構成する重要な要素です。こうしたデジタルへの移行の中核をなすグローバルな半導体バリューチェーンにおいて、オランダは重要な役割を果たしています。このオランダの優位性を支えるのが、300社以上で構成される独自のエコシステムです。40年を超える長期にわたる緊密な連携と「コーペティション（協力的競争）」によって築き上げられたこのエコシステムは、容易に模倣できないものです。こうした企業の多くを結び付けているのは、同じ「DNA」の共有です。エコシステムの構成会社の多くは、国内のテクノロジー会社であるPhilipsからの直接的または間接的なスピノフ企業です（例えばASML、ASM、NXP、VDL）。その結果、オランダの半導体エコシステムで現在働いている（上級）従業員の多くは、緊密な連携、長期的なパートナーシップ、ギブ・アンド・テイクを特徴とする働き方を共有しています。

現在、このエコシステムで雇用される従業員は国内に約6万人おり、300億ユーロ近い収益を生み出しています。オランダは、国内に

複数の重要なコントロールポイントを有することと、特定の技術で競争の先頭に立つことによって、グローバルな半導体バリューチェーンにおいて主要国と渡り合っています（ある意味、半導体は、水管理、農業、貿易などと同じくオランダが国際的に卓越する分野に該当します）。

したがって本レポートでは、半導体セクターの世界的な相互依存性の強さを認識した上で、オランダのみにフォーカスします。地政学的に複雑な半導体の世界における主な課題や機会を明らかにすると同時に、オランダの半導体業界に包括的に光を当てます。作成にあたってオランダの半導体エコシステムに関わる意思決定者40人以上にインタビューすることで、業界の動向を把握すると同時に、業界が直面する喫緊の課題について議論し、こうした関係者が有望だと考える機会を掘り下げています。さらに、より完全なレポートになるよう、国内の半導体業界における進化と貢献について、広範な調査と分析を実施しました。以下に、今回の調査における重要ポイントを示します。



中小企業も多数含まれる多様性のあるエコシステム：豊かで多様性のあるオランダの半導体エコシステムは、「ビッグ5」（半導体の世界的大手である国内企業5社：ASML、ASM、NXP、Nexperia、Besi）の他に、国内の半導体関連の総収益の41%を占める300社以上で構成されており、その中には中小企業も数多く含まれます（62%が収益1,000万ユーロ未満）。



3つの分野における主導的地位：オランダが主導的な役割を果たしている分野は、機器（国内の半導体関連労働力の約85%）、特殊IDM（垂直統合型デバイスメーカー）（労働力の約5%）、そしてフォトリソ（労働力の約2%¹）です。



半導体が他の市場に与える強力な「後光」効果：半導体分野における能力は、現在きわめて高度なレベルに達しており（例えばサプライヤーの精密製造）、最先端の研究開発および製造能力が求められます。一部の隣接市場（例えば、メドテック、防衛、自動車、アグリテック）でのハイエンドで先進的な技術セグメントでは、同様に高精度の製造能力が必要とされます（これには、微細化／ナノテクノロジー、振動制御、高度な計測、徹底した品質管理が含まれます）。さらに、ASMLのサプライヤーであることは、国際的に通用する唯一無二の品質の証しであり、新たな市場への入場切符として機能します。したがって、半導体分野における卓越した能力や継続的イノベーションは、他の市場への波及効果という点で大きなポテンシャルのある強力な「後光」効果を発揮します。半導体業界の力強い成長や高い利益率が、こうした拡大のための資金をもたらす場合もあります。



成長に関する重要な課題が招く、後光効果の縮小：オランダは現在、送電網の混雑、スペースや人材の不足といった重要かつ現実的な成長阻害要因に直面しています。こうした制約は、すでにサプライヤーの成長の妨げとなっています（すなわち、オランダのサプライヤーの成長は、事業を展開する市場の成長速度よりも遅く、他国の企業にシェアを奪われつつあります）。こうした成長阻害要因があることで、サプライヤーは、限られたキャパシティをどこに割り当てるか戦略的に決定することを余儀なくされており、一般的には、半導体市場を他の市場よりも優先することになります。その結果、サプライヤーはますます半導体産業への依存を強めており（過去4年間でサプライヤーの依存度は28%から38%に増加）、半導体産業が、関連する先進的（テック）セクターを犠牲にして成長している状況です。したがって、オランダのサプライヤーは、潜在的な波及効果を活かせていないということになります。



（成長の）機会の損失：前述した成長を阻む課題に対処しなければ、オランダでは半導体への依存がさらに強まり、国内サプライヤーにとっての後光効果も失われてしまうでしょう。サプライヤーが市場とともに成長できれば、2030年までに、累積収益額は最大で60億ユーロ増え、研究開発費も累積で8億ユーロ増加すると考えられます（その半分以上が収益2億ユーロ未満の企業に関連していることを考えると、これは驚くべき数字です）。半導体依存型のモノカルチャーへの移行が継続した場合、他にも、研究開発による相乗効果が十分に活用されなくなる、成長の足掛かりとしての半導体の有効性が減少する、（ポートフォリオの）レジリエンスが低下する、テクノロジー面でのオランダの主導的地位が失われるといった影響があります。

¹ 残り約8%は、エンドユーザーアプリケーション、設計、スタートアップ企業の労働力です。

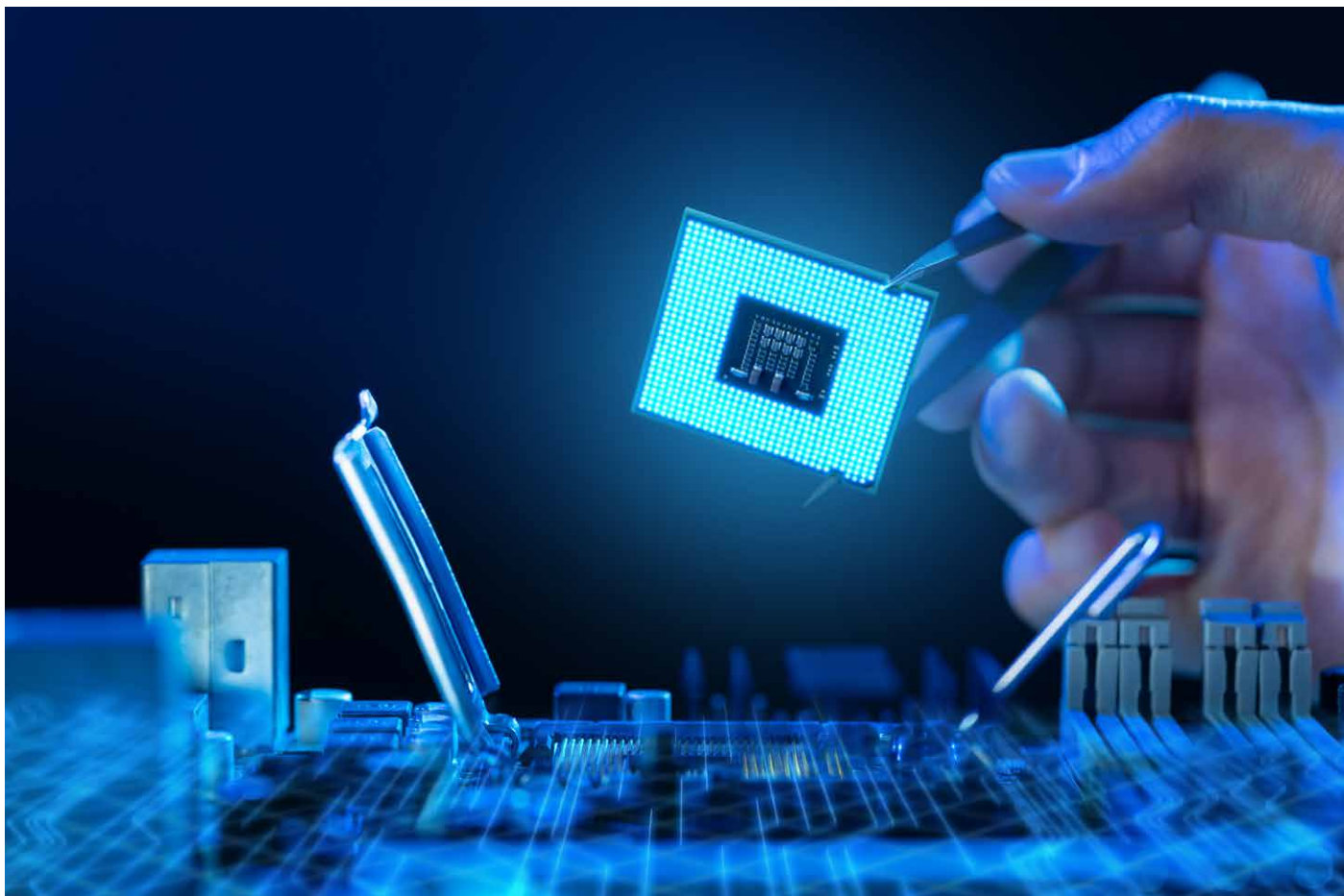


オランダの半導体産業の持続可能な成功と成長のための重要要因：オランダの半導体産業は好調が続いており、前途は有望です。ただし、成長を妨げる要因の存在により、オランダが半導体分野でのリーダーとしての地位を保ち、半導体産業の後光効果を拡大することが難しくなっています。持続可能な成功を促進するには、対処すべき重要なテーマが3つあると考えられます。

- 1. 重要なインフラ、および電力、スペース、人材へのアクセスを含む、安定した魅力的なビジネス環境の構築。**半導体は最近では優先分野と位置付けられていますが、業界全体にその実感はありません（このことは、特に中小企業において顕著です）。この問題を解決するには、最も喫緊の構造的な問題（例えばエネルギー問題）に対処するための明確なロードマップと行動計画に加えて、組織化されたより良い連携や、政府および公的機関とのあらゆるタッチポイント（例えば、許可申請プロセス）において半導体の優先的ステータスを確立することが必要です。
- 2. 既存の制約内での生産性の最大化。**成長そして規模の拡大は、相乗効果の機会をもたらします。しかし多くの企業がその恩恵を受けるのに苦労しています。このようなスケールメリットを引き出すには、現在の作業方法を標準化および専門化し見直すことができるよう、全社的に取り組むことが何よりも重要です。テクノロジー（AI、IoT、デジタルツインなど）を日常業務に効果的に取り入れれば、リソース面の制約がある現状の範囲内でも、生産量をさらに増やせる可能性があります。
- 3. オペレーションの一体化。**半導体業界のバリューチェーンは、複雑性、多層性、そしてグローバルな性質を特徴とします。需要やタイミングにわずかな変化や土壇場での変更があれば、バリューチェーンの下流では大幅な変動が生じかねません。規模が小さい企業の場合は特に、生産停止からの再開はリソースの非効率的な使用につながります。透明性や連携を高めるための手段がすでに実行されていますが、多くのサプライヤーは依然として、不必要な需要ショックに悩まされています。より安定した予測可能な需要パターンを上流でも下流でも実現するには、エンドツーエンドのバリューチェーン管理が有効だと思われます。オランダの半導体エコシステムの緊密なネットワークは、さらなる改善のための強力な土台となります。

半導体業界が新たな成長の波（成長促進要因の1つに生成AIがあります）を迎えようとしている現在、成長の足かせとなるこうした課題はこれまで以上に不安定さをもたらします。したがって、関連する全ての当事者が、オランダの半導体エコシステムの潜在能力がフルに発揮されるよう行動をとらなければなりません。競争が苛烈な現在の世界で、オランダの半導体企業は、この成長から利益を得るためだけでなく、その過程での困難を乗り越えるための準備をする必要があります。

第1章では、最初にオランダの半導体エコシステムを紐解き、オランダにおける半導体の重要な領域（およびバリューチェーンにおける重要企業）に焦点を当てます。この章ではさらに、単に少数の世界的大手だけが活躍しているのではないことを示すのに加えて、独自のサプライヤーエコシステムの主要な成功要因を紹介しながら、オランダのセクターの豊かさを明らかにします。第2章では、サプライヤーのエコシステムが直面する成長上の重大な課題とその影響を掘り下げます。最後の第3章では、各利害関係者が、オランダのこの特徴的な業界の持続可能な成長と成功にどのように貢献できるかという問題について、行動の呼びかけとして私たちの見解を示します。



高まる半導体の重要性

相互接続性と技術の主導的役割がますます強まるこの世界で、イノベーションの基盤としての半導体の重要性は、どれほど強調してもし過ぎることはありません。生成AIのようなディストラブティブな技術の発展により、デジタル世界と物理的世界の融合がますます進んでいます。半導体はこうしたメガトレンドの中心にあり、コネクティビティ、オートメーションそしてインテリジェンスの限界を絶え間なく押し広げています。

半導体の用途と需要は拡大し続けており、コンシューマーエレクトロニクス（携帯電話やウェアラブル）から、通信とコネクティビティ（5G／6G、IoT）、コンピューティングとデータストレージ（データセンター、クラウドコンピューティング、AI）、自動車（電気自動車、自動運転）、グリーンエネルギー（太陽光、風力）、産業用エレクトロニクス（電力変換装置、産業用ロボット）まで多岐にわたっています（図表1）。こうした多様なセクター全てにおけるイノベーションを背景に、より多くの、より小型化された、より強力なエネルギー効率にも優れたチップの需要が継続的に高まっています。その戦略的価値から、半導体は本質的に21世紀の「石油」といふべき存在となっており、本来意図された結果ではないにせよ、地政学的な緊張の高まりにさらされるようになっています。

図表1 半導体の主要エンドマーケット



コンシューマー
エレクトロニクス



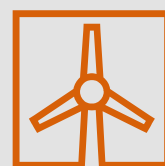
通信と
コネクティビティ



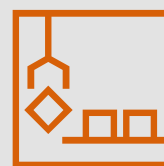
コンピューティングと
データストレージ



自動車



グリーンエネルギー



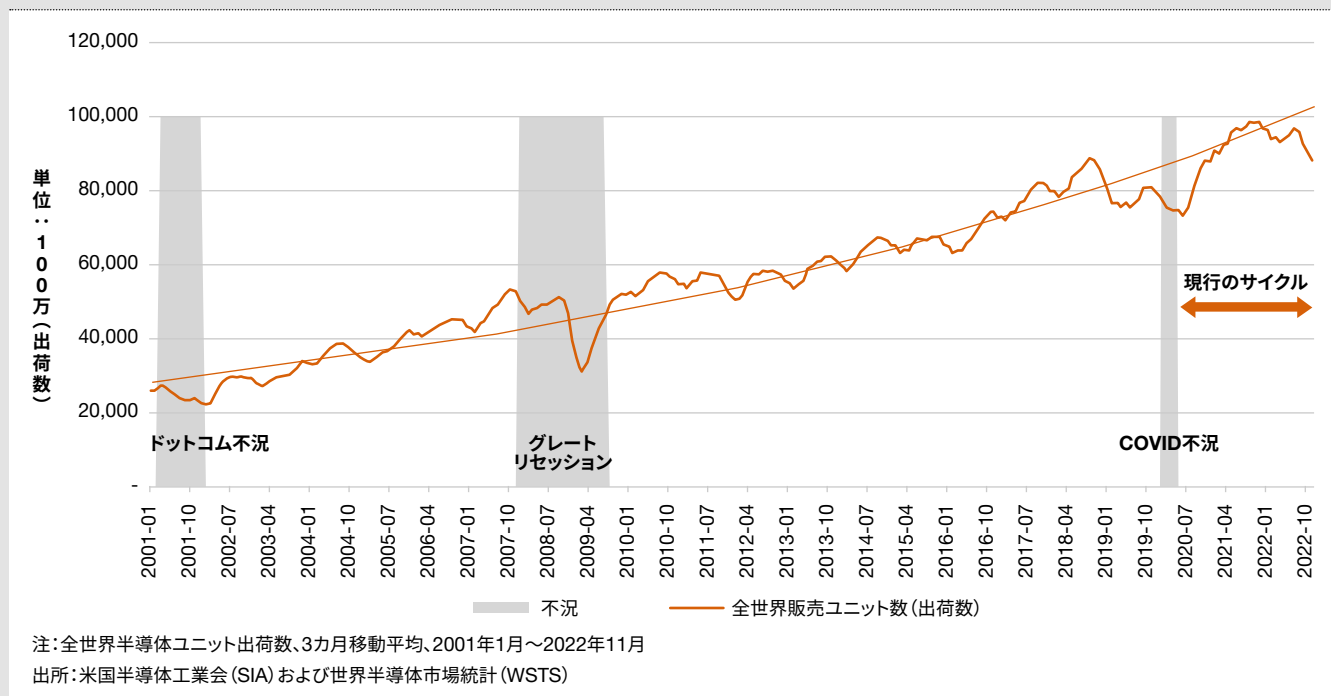
産業用
エレクトロニクス

半導体産業のダイナミックな特性

半導体産業は、一時的変動だけでなく構造的変動を含むさまざまな変動の影響を受けるため、ダイナミックな特性を持っています。最終製品における新たな開発や技術の移行は、業界で需要の波を引き起こします。地政学的要因も、バリューチェーンの混乱の原因となります。それだけでなくこの業界では、最終製品の需要と供給による「ノーマルな」周期性も見られます。それと平行して、このセクターには、（業界の資本集約度とイノベーションのペースの速さゆえに）需要と供給のバランスを継続的に模索するという特徴があり、典型的なピッグサイクル（周期的変動）が生じます。

図表2に、21世紀における主要なショックの一部と変動を示します。COVID-19のパンデミックは、人々の生活、仕事、コミュニケーションのあり方を変え、需要を加速させ、当初の落ち込みこそあったものの、その後は劇的な回復に至っています（最終的には、予測された傾向どおりに正常化しました）。これに加えて、世界規模でのサプライチェーンの混乱、（貿易制限や「フレンドショアリング」を招いた）地政学的緊張、そして現在の生成AI分野での急激な成長は、半導体業界に新たな課題を突き付けています。最近では、インフレ、マクロ経済的な不確実性、地政学的不安、サプライチェーンの混乱に起因する、2022年からの著しい下落傾向も起きています。

図表2 短期的ショックや循環的景気低迷にもかかわらず、半導体市場は軌道・見通しともに堅調



ショックをもたらす出来事や短期間の周期的景気低迷があったとはいえ、半導体市場の成長は続いており、長期的見通しも堅調です。現時点では、生成AIの需要が半導体の主要な成長要因の1つとなっていますが、他の半導体セグメントでも状況は改善しつつあります。AIのトレンドの独自の側面として、AIは製品ベースというよりはコンセプトをベースとしており（過去の成長の波はノートPCやスマートフォンに関連していました）、複数の業界と製品に影響を及ぼすものであることが挙げられます。その結果、AI用半導体の収益は2桁成長を続け、2027年までに2023年の市場規模の倍となる1,000億ユーロ強に達すると予想されます¹。

グラフにも反映されるように、半導体は自動車など他の多くの産業と同様に、ショックあるいは生産の停止と再開が生じがちな業界でもあります。こうした停止と再開によるダイナミクスを伴うにも関わらず、業界全体での軌道は順調であり、業界の存在感を維持するための、半導体企業からの継続的な投資や成長が求められています。

¹ Omdia、PwC Strategy&による分析

3

オランダは、機器、特殊IDM、フォトニクス
の3つの領域で主導的役割を果たしています

300

オランダのエコシステムは300社もの中小企業
が中心であり、その従業員数は半導体セクター
全体の59%を占めます

40

オランダ独自のサプライヤーエコシステムは、
40年以上の緊密な連携と「コーペティション
(協力的競争)」により築き上げられています

2倍

サプライヤーが隣接市場であげる収益額は、
半導体からの収益の2倍となっています

1. 世界におけるオランダの 主導的地位

1.1 3つの領域でのオランダの主導的役割

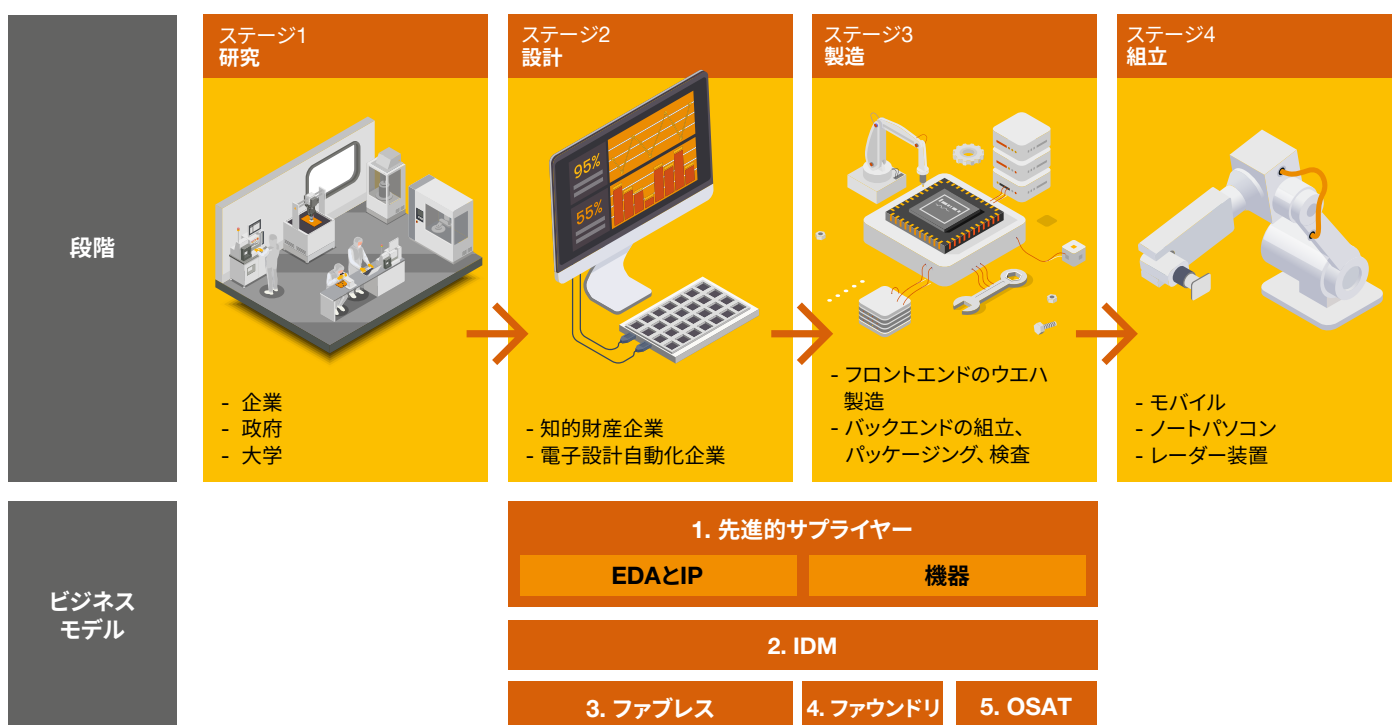
バリューチェーンには多くの段階があり、チェーン内の大半の企業が高度に専門化

半導体のバリューチェーンには多様な側面があり、多くの段階が含まれます。簡略化すると、主に研究、設計、製造（フロントエンド製造とバックエンド製造に分けられます）、そして組立の4つの段階があります（図表3を参照）。

半導体産業の現状は、生産工程が専門化されており資本重視型であるという性質によって生み出されています。ほとんどの企業が、経済効率を追求するため、特定の工程のステップ（またはサブステップ）に特化することを選びます。大まかに言うと、半導体業界の主要ビジネスモデルは、次の5種類に区分されます。

1. **先進的サプライヤー**。これには、特殊機器（機器）、EDA（電子設計自動化）とIP（知的財産）、ならびに材料のベンダーが含まれます。
2. **垂直統合型デバイスメーカー（IDM）**。生産工程（設計から製造まで）のほぼあらゆる側面に関与します。
3. **ファブレス**。チップの設計に特化した企業です。
4. **ファウンドリ（またはファブ）**。製造フェーズを専門に行う（チップ製造に関して頼みの綱となる）企業です。
5. **OSAT（半導体組立・検査受託）**。バックエンド製造を担当します。

図表3 世界の半導体バリューチェーンと、5種類の主要ビジネスモデル



出所：RaboResearch

エンドツーエンドの生産全体が領域内で行われている国や地域はありませんが、それでもバリューチェーンは、ごく少数の市場（台湾、韓国、日本、米国、欧州、中国）に大幅に集中しており、これらの市場により定義されます。ファブレス（チップ設計）のセグメントでは、企業の大半が米国を拠点とします。製造については、（米国と欧州がチップ生産における主権の回復を目指しているとはいえ）すでにアジアへと移動しており、現在のところ、アジアがフロントエンド生産の80%とバックエンド生産の90%を占めています。

3つの領域でのオランダの主導的役割

オランダの半導体産業は、グローバルなバリューチェーン内で独自のノウハウとコントロールポイントを有しており、3つの領域で主導的役割を担っています。1つ目は、第1のビジネスモデル（先進的サプライヤー）の一部である特殊機器（「機器」領域）です。2つ目の領域は第2のビジネスモデルに関連しており、「特殊IDM」、すなわち特定の用途分野に特化したIDMが含まれます（高周波パワーのマーケットリーダーであるAmpleonは、その1つ）。3つ目の領域は、新興技術であるフォトニクスに関連します（「フォトニクス」領域）。また、それぞれの領域に、ビッグ5（ASML、ASM、NXP、Nexperia、Besi）を含む少数のきわめて重要な企業が見られます。

1. **機器（労働力の約85%）**：オランダでは半導体機器製造部門が繁栄しており、グローバルなテクノロジーの世界でも中心的な役割を果たしています。この分野におけるオランダの特別な地位を確立させた要因として、オランダの高精度エンジニアリングにおける専門性、研究開発への多額の投資、そして熟練した人材にとっての魅力的な環境があります。特に、「フォトリソグラフィ」（ASML）や「原子層堆積」（ASM）、「計測」（ASMLとNearfield）、「パッケージング」（Besi）に関連した能力は世界的にも卓越しています。製造工程におけるこれらのステップの位置付けについては、図表4を参照してください。機器は、オランダの半導体エコシステムで最も重要なセグメントです（収益力とFTEに基づいて考えた場合）。

2. **特殊IDM（労働力の約5%）**：さらにオランダには、ワールドクラスの能力、世界的に強力な存在感、そしてイノベーションで定評のある複数の特殊IDMが存在します（ただしこれらの企業の生産拠点の大半は、オランダ国外に置かれています）。こうしたIDMは、特殊な機能を有し、特定の業界に不可欠である集積回路製品を設計、製造、販売します。例えばNXPは、自動車市場やセキュアコネクティビティ市場で重要な役割を担う高性能ミックスド・シグナル・エレクトロニクスや、エネルギー変換・シグナル処理およびeモビリティに不可欠なパワー半導体で知られています。Nexperiaは、自動車業界向けのベーシックなアナログチップおよびロジックチップの大量生産の大手エキスパートです。Ampleonは、高周波製品製造の世界的な大手です。

3. **フォトニクス（労働力の約2%）**：オランダは、（集積）フォトニクス分野で世界最先端の国です。フォトニックチップは、ナノスケールで（電子の代わりに）光の信号である光子（フォトン）を使用することで情報を伝達し、電子チップと比べて高速でエネルギー効率に優れています。そのため、この技術に寄せられる期待は大きく、多くの国がこの分野の強化を図っています。とはいえ、現時点ではまだ小規模の新興市場であり、これからどのようなバリエーションや用途が市場で採用されるようになるかは未知数です。業界では現在、3種類の主要なフォトニクスプラットフォームが存在し、基材、相補的特性、ならびに特徴に違いがあります（インジウム燐（InP）、窒化ケイ素（SiN）およびシリコンフォトニクス（SiPh））。応用分野としては、各種センサー（LiDAR）、通信業界（データ通信、テレコム）、バイオセンシング（ヘルスケア、アグリフード）、自動車産業での活用が期待されます²。オランダのフォトニクスエコシステムは現在、設計から小規模生産、組立、検査、パッケージングまでのエンドツーエンドのバリューチェーンを擁しています。オランダは、3つのプラットフォームのうち、2つで最先端にあり、InPについてはSMART Photonics、SiNについてはLionixが代表格です。

図表4 チップ製造工程の概略と、オランダの主要な機器関連企業の役割



出所：CSET 2021

1 残り約8%は、エンドユーザーアプリケーション、設計、スタートアップ企業の労働力です。

2 PhotonDelta



重要企業



機器

現在の状況

- **ASML** は、極端紫外線（EUV）リソグラフィ装置として知られる最先端チップ機器の世界唯一のメーカーとして、ノードサイズがわずかに数ナノメートルの最先端半導体の生産を可能にしており（最新の高 NA EUV テクノロジーは 2 ナノメートル以下のチップに対応する先端技術です）、こうした背景から、世界のチップ産業の最も重要なコントロールポイントの 1 つとなっています。これに加えて ASML は、計測機器などの隣接プロセス技術の主要サプライヤーでもあります。
- **ASM** は、半導体ウエハ処理装置を専門としており、原子層堆積（ALD）システムの有数のプロバイダーです。同社の ALD に関する専門性は、フロントエンド製造プロセスで重要な機能を果たします。
- **Besi** は、リードフレーム、基板、およびウエハレベルのパッケージング用途のためのバックエンド機器の主要なサプライヤーです。同社は、次世代チップに不可欠な異なるチップの積層および接合技術であるダイ・ツー・ウエハ・ハイブリッド接合（先端パッケージング）におけるイノベーションの最前線にある企業です。
- **オランダの機器サプライヤーエコシステム**は、その卓越性により世界的に知られています。このエコシステムは、大企業から中小企業までの多様なサプライヤーのクラスターで構成され、ハイエンドな先端精密製造能力を幅広く提供します（メカトロニクス、光学、レーザーなどあらゆる領域をカバー）。

今後の展望

- 機器のエコシステムは、2030 年までに半導体業界で期待される成長や新規投資の恩恵を受けると予想されます（例えば、現在進行中のリショアリングの取り組みを考慮した新規のファウンドリの建設は、新たな機器の需要を増加させると考えられます）。
- ASML の「インストール・ベース・サービス事業」は、世界的な実装マシンベースの拡大と既存マシンのアップグレード需要の増加による恩恵を受けることになると思われます（ASML は 1984 年以降、既に 5,000 台以上の装置を販売しており、この実装マシンベースの 90% 以上が現在も運用中です）。これと並行して、ASML のサプライヤーには、ASML による修理・サービス事業の現地化の取り組みから利益を得るチャンスがあります。地政学的な緊張の高まりや輸出規制が、ASML の成長軌道に影響を及ぼす可能性もあります。
- ASM はまた、2030 年に向けて期待される成長および新規ファブ投資の恩恵を受けると予想されます。同社は、アップグレードされた GAA（Gate All Around）トランジスタ構造を有する最先端型チップへの来たるべき移行において、自社の主要なロジック／ファウンドリ関連の顧客をサポートできる有利な立場にあります。次世代の半導体装置は、複雑な 3D アーキテクチャと新材料によって実現されるものが増えるため、ASM の強みが発揮されます。
- Besi は、ダイ・ツー・ウエハ・ハイブリッド接合とヘテロジニアスインテグレーションにおいて、きわめて有利な立場を確保しています。半導体におけるヘテロジニアスインテグレーションとは、異なるタイプの半導体材料、デバイス、またはテクノロジーを 1 つのチップあるいはパッケージ上で（2.5D または 3D チップレットになるように）組み合わせるプロセスです。この統合方法によって、複数のチップを組み合わせ、1 つの製品として機能させることができます。ハイ・パフォーマンス・コンピューティングや AI などの用途におけるトランジスタの需要は引き続き大幅に増加していますが、トランジスタを小型化する能力はますます困難になり高つくようになっていきます（「ムーアの法則」の継続についての見解は、業界内でも分かれています）。ヘテロジニアスインテグレーションは、チップのパフォーマンス、電力効率、コスト、市場投入までの時間を改善するソリューションを提供することで、この課題に対処します。



特殊IDM

現在の状況

- **NXP** が2022年にあげた収益の50%超が自動車市場に関連しており、産業用途とモノのインターネット（IoT）用途が約20%を占めます。NXPは、通信インフラ（セキュリティと認証を含む）およびモバイル市場でも好調です。
- **Nexperia** は、ディスクリート、ロジック、ならびに MOSFET デバイスの世界的リーダーです。電力効率、保護、フィルタリング、微細化のトレンドにも対応しています。さらに Nexperia は自動車セクターのリーダー企業であり、顧客基盤は世界中に広がり、年間1,000億個を超える製品を出荷しています。Nexperia は、NXP からスピノフした会社です。
- **Ampleon** は、RF（高周波）パワー分野における世界的なパートナー企業として、LDMOS および GaN（窒化ガリウム）テクノロジーの幅広いポートフォリオを提供しています。同社は、無線インフラ（4G LTE および 5G NR）、ナビゲーションと安全無線、放送、産業、科学、医療といった市場セグメントで活動しています。Ampleon は、NXP のスピノフ企業です。

今後の展望

- オランダでは、IoT、セキュリティ、高度な通信（5G と 6G）、EV および自動運転、グリーンテクノロジーが、こうした特殊 IDM の主要な成長促進要因となっています。
- NXP は、長期的成長機会を特徴とする4つのエンドマーケットに焦点を当てた製品グループを対象に、より高度なチップに力を入れるという戦略的な選択によって、有利な立場を占めています。このエンドマーケットとは具体的には、(1) 自動車（自動運転、電動化、「サービス指向」のクルマ）、(2) 産業と IoT（あらゆる処理、コネクティビティおよびセキュアソリューションを包括的に提供する NXP の能力との確かな整合性のある、さまざまなセンサーやプロセッサならびにコネクティビティ、アナログおよびセキュリティ用チップセットを用いたスマートでエネルギー消費量が少ないコネクテッド電子機器の需要を原動力とします）、(3) モバイル（モバイルウォレット、超広帯域（UWB）、特殊カスタム・アナログ・ソリューションへの NXP の重点的な取り組みを活かします）、そして (4) 通信インフラ（5G ネットワークおよびクラウド化への移行と、セキュアなエッジ識別ソリューションの需要の増加）の4つの市場です。NXP は、技術面でのリーダーシップにより、これらの市場で他社との差別化を実現しています。
- Nexperia は、自動車や産業用途などの主要セグメントで恩恵を得ると予想されます。デジタル化や電動化といったメガトレンドは、今後も Nexperia の製品（特にパワーディスクリート）の需要を支え続ける見込みです。同様に、RF 半導体の主要メーカーの1つである Ampleon も、RF パワー半導体市場の着実な成長や、無線通信技術の需要増から恩恵を得るのに有利な立場にあります。



フォトニクス

現在の状況

- **Smart Photonics** は、インジウムリン（InP）を半導体の材料ベースとするフォトニクスチップの生産を専門とするファウンドリとして急成長しています。同社は、リクエストに応じてフォトニックチップを生産できる欧州最大の企業の1つです。
- **LioniX** は、カスタム仕様のマイクロシステムソリューション、特に統合フォトニクスベースのソリューションを提供する世界的企業であり、スケーラブルな生産量にも対応します。同社は、通信、センシング、バイオフォトニクスへの応用のための新技術の開発に重点を置いています。LioniX の TriPleX テクノロジーは、窒化ケイ素（SiN）をベースとしており、高性能なフォトニック集積回路の実現を可能にします。
- **PHIX** は、フォトニック集積回路のパッケージングおよびアセンブリファウンドリとして世界有数の企業です。PHIX は、全ての主要な技術プラットフォーム（InP、SiN、SiPh）に基づく光電子モジュールを、スケーラブルな生産量で製造しています。
- **オランダにおけるフォトニクスのエコシステム**は、小規模なスタートアップ企業から中小企業まで約50社で構成される新たに登場したクラスターであり、最新の研究開発と業界団体がこれを支えています。

今後の展望

- フォトニクスは現時点では、まだ小規模な新興市場に過ぎません。それでも今後3年から5年のうちに需要が加速すると予想されます（ただし業界全体で採用されるかどうかは、最終的にはコストと拡張性およびユースケースにかかっています）。
- フォトニックチップは、より小型で高速かつエネルギー効率の高いデバイス開発に貢献する可能性があります。IoT や生成 AI の台頭により、世界的にデータ使用量の急激な増加が見込まれており、エネルギー消費面での圧力が生じています。したがって、エネルギー効率に優れたフォトニックチップは、こうしたテクノロジーのエネルギー面での影響を減らす上で大きな役割を果たすこと（そして気候への影響を限定的にすること）が可能です。さらに、フォトニックチップのセンサー能力は強力であり、ヘルスケア、自動車、農業といった業界で新たなイノベーションや改善を促進する可能性があります。
- 電子チップとフォトニクスチップのヘテロジニアスインテグレーションは、フォトニクスがチップの機能と性能の限界を押し広げるのに貢献し得ることを示す一例です。
- オランダ政府も、フォトニクスを「戦略的テクノロジー」に指定しており、オランダ国内にこの技術をとどめるために10億ユーロ以上を投資する官民イニシアチブが実行されています。

1.2 オランダ半導体エコシステムの中心は、300社もの中小企業

ワールドクラスのエコシステム

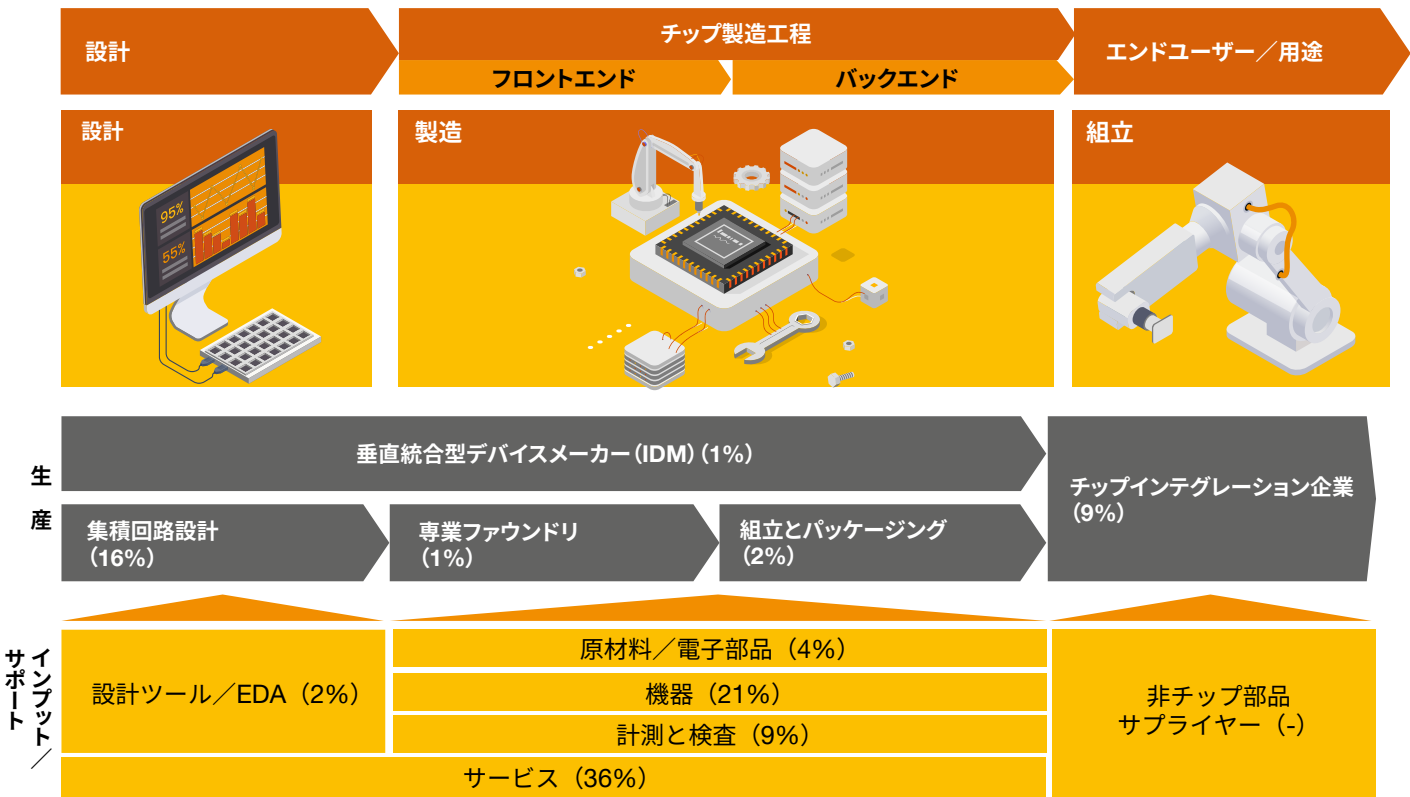
オランダは、グローバルなバリューチェーンにおいて、これら3つの領域（機器、特殊IDM、フォトニクス）で主導的な地位を有しています。広範なエコシステムに加えて、以下の要素がうまく混ざり合っていることが、この地位を支えています。

- 1. 国内のOEM企業およびサプライヤーが、品質と高い生産性を牽引（例えばProdrive Technologies、Neways、NTS）
- 2. 研究開発と人材輩出を促進する優れた知識機関（例えばTNO（オランダ応用科学研究機構）、アイントホーフェン、トゥエンテ、デルフトの工科系大学）

- 3. ディスラプションとシャープなイノベーションを牽引する有望なスタートアップ企業とインキュベーター媒介企業（例えばAxelera AI、HightechXL）
- 4. このエコシステムをさらに後押しする重要な業界団体（Brainport、High Tech NL、PhotonDeltaなど）

オランダの半導体バリューチェーンには、300社を超える関連企業が含まれ、こうした企業がバリューチェーンの全体に広がっています（図表5のマッピングを参照）。こうした（その多くが小規模である）企業なしには、エコシステムは停滞し、場合によっては減速すると思われれます。したがって、この多様な企業が組み合わされた業界に対して、繁栄のための十分な余裕と支援を与える必要があります。

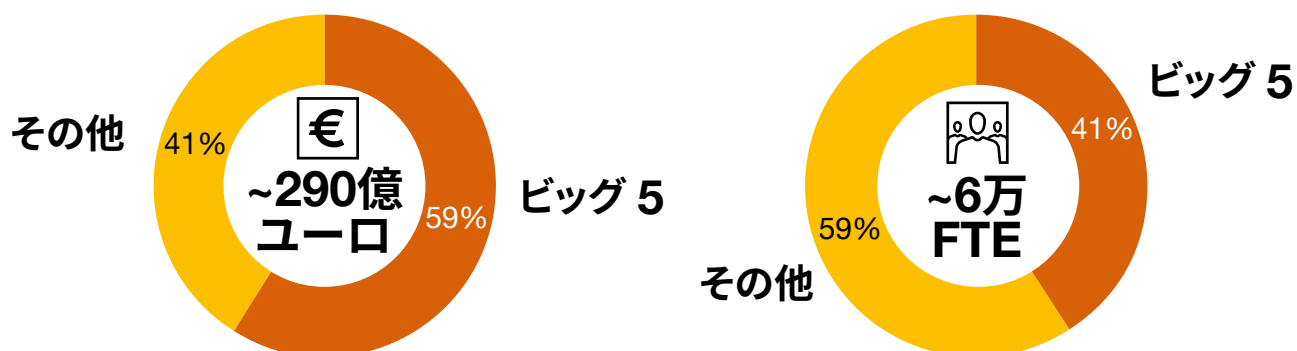
図表5 半導体バリューチェーンにおけるオランダ企業のマッピング（％は、オランダの半導体関連企業の合計数に占める割合を表します）¹



出所：PwC Strategy&による分析

¹ RVO（オランダ企業庁）

図表6 オランダでの国内半導体産業の総収益およびFTE

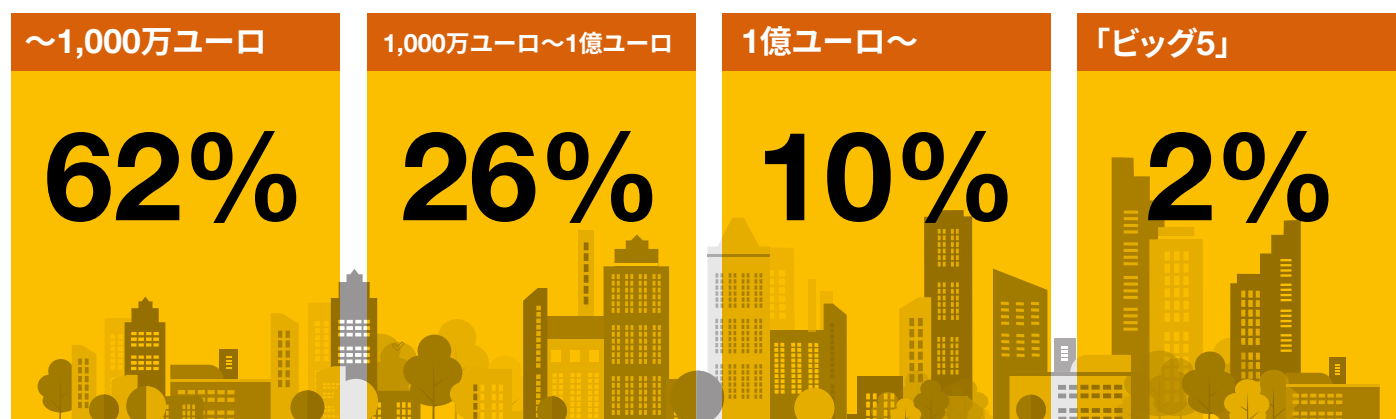


出所：PwC Strategy&による分析

総合的に見ると、オランダの半導体市場の現在の規模は、収益にして290億ユーロ、労働量は約60,000FTE（フルタイム当量）に相当します（図表6）。そのうちビッグ5が、国内収益の59%と総FTEの41%を占めます。2017年から2022年の期間に、オランダの半導体セクターにおける雇用はほぼ倍増し、一般的な雇用傾向の6倍の速さで成長しました。

オランダのエコシステムのそれ以外の企業（すなわちビッグ5以外の企業）は、国内での半導体収益の41%を占めています。図表7に示すこのグループの構成を見ると、収益が1,000万ユーロ以下の小規模企業が62%、収益1億ユーロ以下の中規模企業が26%、そして1億ユーロを超える大企業はわずか10%です。

図表7 オランダの半導体エコシステムの構成企業の4つのグループ（収益規模に基づく）と、エコシステム内の企業数に対する割合（%）



特殊な高度能力を有するサプライヤーの集合体

オランダの半導体産業では、特殊な精密製造能力を有するさまざまなタイプのサプライヤーの魅力的な組み合わせが見られます。このサプライヤーの集合体には中小企業も大企業も含まれており、収益額も数百万ユーロから5億ユーロ以上まで多岐にわたります。これら企業の能力はワールドクラスで、高度な専門性を有しており、その種類もきわめて多様です（図表8を参照）。

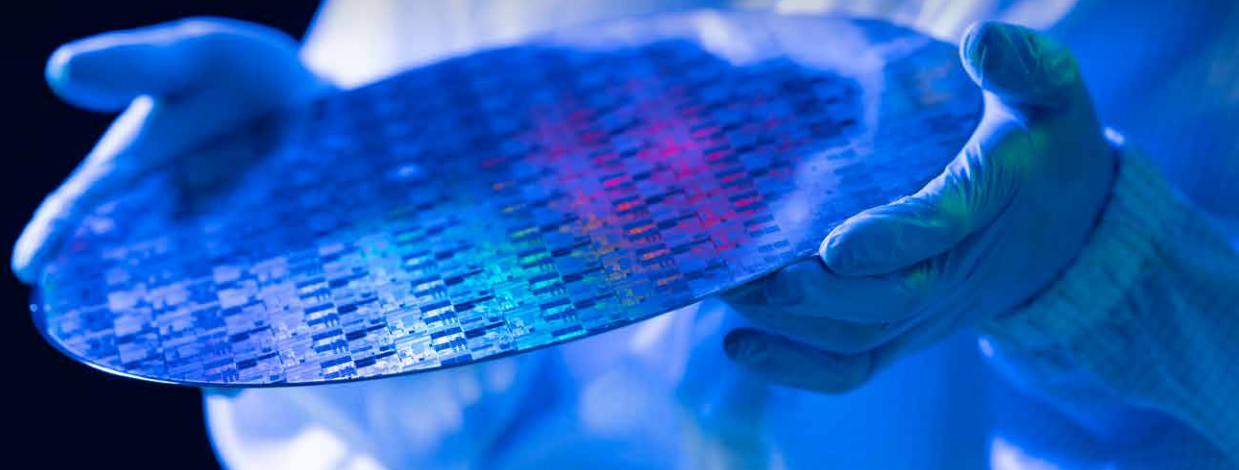
こうしたハイエンドな能力を有する立場から、サプライヤーは、期待の面で類似する（すなわち高価値・ハイエンドの精密製造が求められる）複数の市場で事業を展開しています。

さらにこの集合体は、外部の投資家やプライベートエクイティを引き付けており、複数の能力を融合して次なる成長の波に向けて資金を提供するグループや持ち株会社も出現しています。

図表8 サプライヤーの種類（代表的なもの）



“ このセクターに対する注目やサポートは高まっていますが、中小企業の立場としては、日常の業務内で具体的な成果をまだ実感できません。



1.3 40年以上の緊密な連携と「コーペティション（協力的競争）」により築き上げられた、オランダ独自のサプライヤーエコシステム

オランダには独自のサプライヤーエコシステムがあり、40年以上にわたる緊密な連携と「コーペティション（協力的競争）」によって築き上げられたこのエコシステムは、容易には模倣できないものです。今回のインタビューを通じて、(1) 長期的な協力と同じDNAの共有、(2) コーペティションモデルに基づくアウトソーシング、(3) 継続的な改善の推進、(4) 長期的なパートナーシップと安定性、という4つの成功要因を特定しました。ただし、新たな展開（例えば、新たなステークホルダーの参入や、現実的な成長阻害要因の存続）によってこのエコシステムへの圧力が生じている現状では、こうした成功要因を当然のことと考えるべきではありません。今後、この強く結びついた豊かなサプライヤーのネットワークを維持し、さらに発展させるには、多大な努力が必要です。

長期的な協力と DNA の共有

オランダの半導体エコシステム内の企業の多くを結び付けているのは、同じ「DNA」の共有です。こうした企業の多くは、国内のテクノロジー会社であるPhilipsからの直接的または間接的なスピンオフ企業です（例えばASML、ASM、NXP、VDL）。結果的に、現在オランダの半導体エコシステムで活躍する（上級）従業員の大部分は、かつてPhilipsで働いていた人たちです。こうした人たちのグループは、緊密なコラボレーション、より長期的なパートナーシップ、ハイペースでのイノベーション、ギブ・アンド・テイクと言った特徴のある働き方を共有しています。

オランダの全サプライヤーの大半が、すでに数十年にわたって協力を続けています。そこから生まれた独自の、強く結びついたエコシステムが、オランダの半導体業界の成功を支える最も重要な柱の1つとして機能しています。

コーペティションモデル

これまでの歴史を見ると、ASMLは、EUVの成功以前にすでに専門のサプライヤーを大いに頼りにしていました（これは当時の資本的な制約下では、必要なことでもありました）。現在、ASMLのEUV装置はさらに複雑化しており、10万個以上の部品で構成されています。ASMLが自社で生産するEUV装置用部品は全体の15%に過ぎず、85%を外注しています。全般的に、ASMLはEUV装置だけでも約800社のサプライヤーで構成される広範なグローバルネットワーク（さらに合計で約5,000社のパートナーとサプライヤー）に頼っており、その中でもオランダに地理的に近いサプライヤーを多数利用しています。

この革新的なサプライヤーエコシステムの土台となっているのが、「コーペティション（協力的競争）」モデルに基づく強力な連携とアウトソーシングです。コーペティションとは具体的に言うと、サプライヤーと（信頼と透明性の文化に基づいて）連携すると同時に、卓越性や価値創出ならびにコスト効率のための原動力を維持できるように、サプライヤー間での競争的要素を促進することです。この緊密かつ長期的な協力によって、きわめて高い水準と卓越した能力、そして最新のテクノロジーを特徴とするワールドクラスのエコシステムが実現しました。

複雑性の高まりや高い基準に応えるため、ASMLはさらに、シングルソーシングを通じた重要サプライヤーとの戦略的パートナーシップを構築しており、その結果、相互依存関係が生じています。

これに加えて、ASMLは、サプライチェーンの合理化を目的として、エンドツーエンドのオペレーション責任をティア1サプライヤーに委任する一方で、ティア2とティア3のサプライヤー群に対する戦略的コントロールを維持することが増えています。これにより、ティア1サプライヤーにとっては、対処、監視そして管理すべき複雑な利害関係状況が生じます。

この成功しているエコシステムは、善意、緊密な協力、必要な時の相互のサポート、そしてウィンウィンの機会の模索を通じて、40年以上かけて構築されたものです。

それでも、新たな世代との交代や、新たな投資家（プライベートエクイティを含む）の参入も起きています。こうした「新規参入者」が同じ過去の遺産を共有していない場合もあり、より「距離を置いた」態度でビジネスに臨む可能性もあります。このことにより、現在の（非公式な）力学や価格設定、パートナーシップに対する圧力が生じる可能性もあります。

継続的改善

ASMLのようなサプライヤーは、QLTC（クオリティ、ロジスティクス、テクノロジー、コスト）の目標に基づいてサプライヤーへの要求を厳しくし続けており、継続的改善に取り組み、参入障壁を一段と高くしています。ASMLはまた、サプライヤーのコストや作業方法について、透明性を高めることを要求しています。ごく最近では、半導体企業がサプライヤーの排出量を重視するようになったことで、主要なサプライヤー基準にサステナビリティが新たに加わっています（企業サステナビリティ報告指令のスコープ3は、広範なバリューチェーンにおける排出に焦点を当てています）。

このサステナビリティ重視の傾向に加えて、実装マシンベースが拡大していることで、結果的に、修理やスペアパーツの需要も増加しています。これにより、生産サプライチェーンの定期的なペースに対して、さらに圧力が加わることになります。ASMLとサプライヤーは、サプライチェーンの能力を充実させ、この再使用／修理事業に特化した柔軟なモデルを確立する必要があります。

このように要求が厳しくなったことで、エコシステム全体が引き続き向上する一方、サプライヤーの継続的改善と専門化、（ESG分野での）コンプライアンスの強化、そしてとりわけ多額の投資（新規の機器、技術、高度なクリーンルーム、人材などへの投資）が求められています。

中小企業の研究開発を可能にする重要要素としての安定性

オランダの半導体関連の研究開発については、直接研究開発投資（半導体分野の大企業による投資）と、特殊研究開発（請負研究開発およびパートナーとのイノベーション）の両方で構成されます。長期にわたる関係は、投資や共同でのイノベーションを可能にする基盤となります。さらにこの関係により、中小企業もイノベーションや投資を行うことができます。半導体業界における非常に高い期待と基準によって、一連の関連企業全体が独自のグループを構成するようになり、新参企業がこれに真似ることは難しい状況です。半導体は、最も研究開発集約型の産業の1つであり、収益の約13%が研究開発に費やされます。

さらに、半導体業界における研究開発サイクルは、非常に長い場合があります(場合によっては10年以上)。そのため、半導体企業とサプライヤーはチームを組み、協力しながら、研究を実施し新たな製品やイノベーションを共同で生み出します(ASMLのEUV装置も、インテル、サムスン、TSMCとのこのような緊密なコラボレーションと、これらの企業からの投資の成果であり、17年の歳月と約70億米ドルが費やされました)。

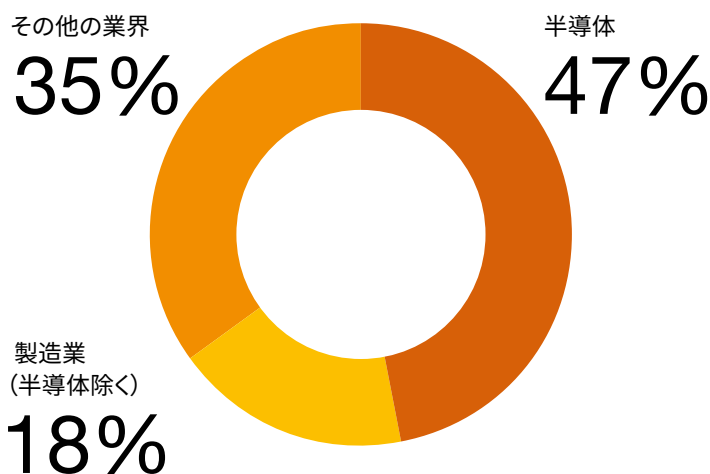
2023年にオランダは、イノベーションのランキングで世界7位となり、EUにおけるイノベーションリーダーと見なされています¹。この成功の多くの部分が、官民のパートナーシップ、ならびにハイテク製造業界が重大な役割を担う協働的エコシステムに起因すると考えられます。こうした企業の多くは、オランダ南部のハイテク産業クラスター内に拠点を置くか、このクラスター内で活動しています。このクラスターの中心であるブレインポート・アイントホーフェン地域では、知識機関、大学、スタートアップ企業、ハイテク製造企業、政府が共同でイノベーションを促進していますが、これはイノベーションの三重らせんモデルの好例です。

研究開発投資とオランダでの特許出願に占めるシェアを見ると、半導体は同国においてイノベーションを真の意味で牽引する産業だと分かります。研究開発の総投資額の約3分の1(32%)、そしてオランダでの全特許申請数の約半分(47%) が半導体関連です(図表9および図表10を参照)。

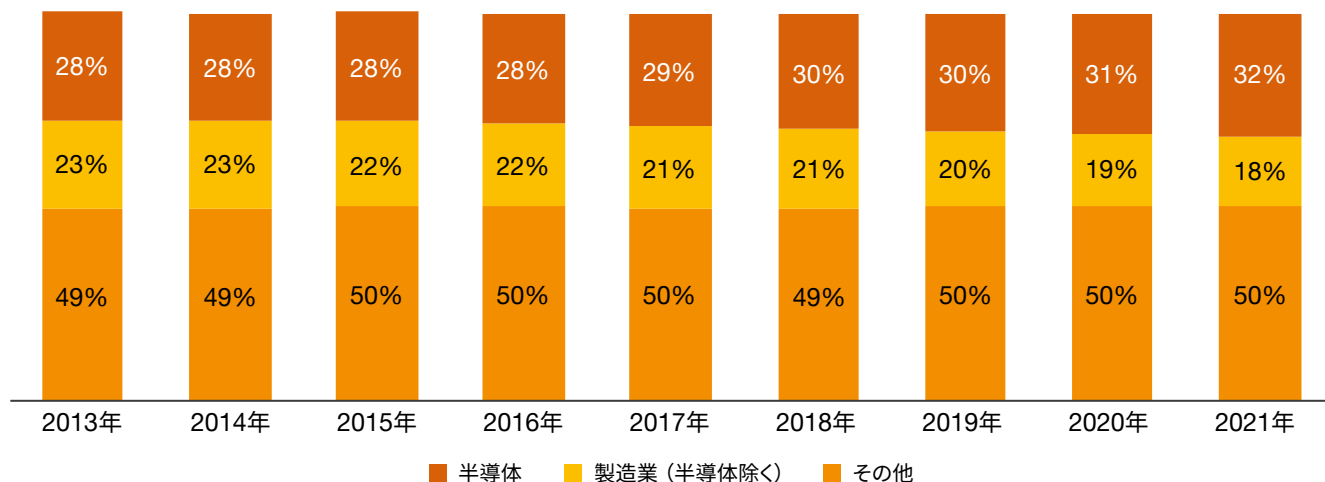
研究開発投資の重要な必要条件は、品質面での人材の可用性、数量面での人材の可用性、そして大学での研究の質です(図表11)²。研究開発投資が半導体分野の人材に左右されていることは明らかなので、オランダがイノベティブな環境(より広範な半導体エコシステムにとっての誘引力や触媒となる環境)を推進するには、頭脳そして人的資源へのアクセスを確保し維持する必要があります。

“オランダの全サプライヤーの大半が、すでに数十年にわたって協力を続けています。そこから生まれた独自の、強く結びついたエコシステムが、オランダの半導体業界の成功を支える最も重要な柱の1つとして機能しています。”

図表10 2020年の欧州特許庁へのオランダからの特許申請における産業別シェア



図表9 オランダでの業界別研究開発投資



出所: CBS, OECD, PwC Strategy&による分析

1 NFIA (2023)

2 VNO-NCW研究開発バロメーター2023

図表11 研究開発投資環境の主要基準



“

業界の現在の状況は、パートナーとして協力し、必要な時は助け合うことにより実現しました。新たな世代が責任を担うようになった現在、この精神を維持する必要があります。

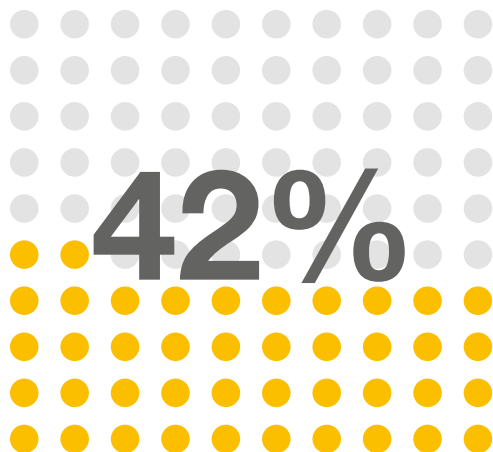


1.4 成長加速要因としての半導体

半導体における確かな成長と並外れた能力は、中小企業にも多くの機会をもたらします。半導体を、成長加速要因や国際的展開のための足掛かりとして用いること、隣接市場での成長のために活用することも可能です。半導体業界について特に注目すべき点は、比較的小規模の企業も国際的に（欧州域外に）事業を拡大するチャンスが得られることです。

成長の原動力

半導体は、オランダ企業が規模を拡大し、ハイエンドの能力を発展させるためのステップアップの機会となります。半導体分野での力強い成長を、中小企業が存在感を維持するための成長加速要因として利用することも可能です。PwCオランダでは、オランダに本社を置き、かつ半導体機器エコシステムで活動する中核的サプライヤー135社を対象に、分析を行いました。オランダのサプライヤーの42%は、オーガニックグロース（自律的成長）により、過去5年間で収益を倍増させることに成功しました（こうした「ハイパー成長企業」が占める割合は、中小企業から大企業まで均等に分布しています）。

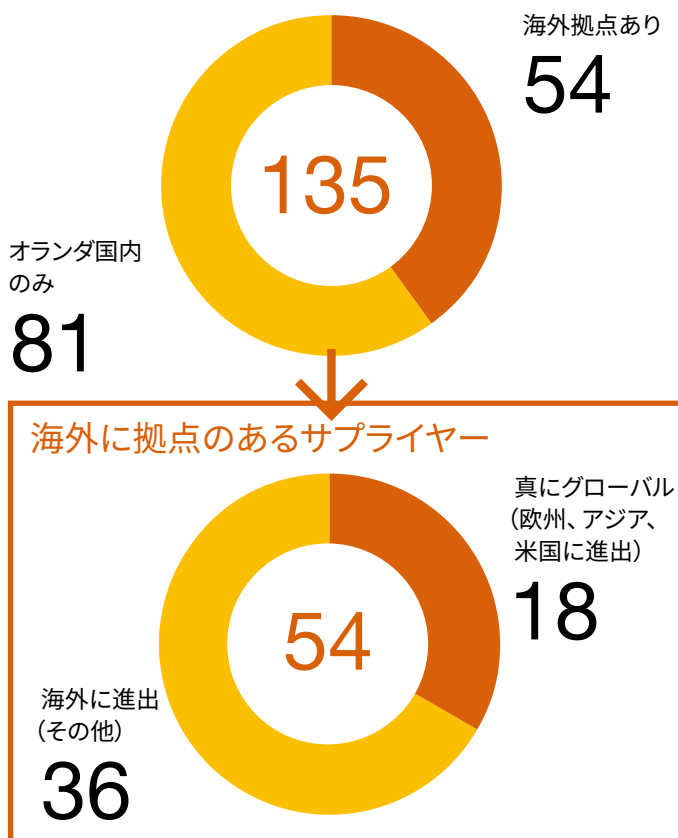


42%のオランダのサプライヤーが、過去5年間で2倍の規模に成長

世界市場への入場切符

半導体分野での力強い成長は、比較的小規模の半導体企業やサプライヤーがクリティカルマスを達成して、世界市場に進出することを可能にしてきました。海外拠点という点でも、オランダに本社を置くサプライヤー135社のうち54社（40%）がすでにオランダ国外に進出しており、そのうち18社が完全にグローバルなプレゼンスを確立しています（すなわち、欧州、アジア、米国に進出）（図表12）。

図表12 オランダに本社のあるサプライヤーの海外拠点の有無





半導体セクターが継続的に成長すれば、さらに多くのサプライヤーが知名度を高めて、オランダ国外に拠点を拡大できるようになるはずです。これに関連して、こうした企業が海外進出のために活用できる2つの新しい傾向が見られます。

1. **「グローバル化」**：最近の世界的な混乱（COVID-19やロシアのウクライナ侵攻を含む）をきっかけに、いわゆる「ローカル・フォー・ローカル」の傾向が現れるようになりました。すなわち、現地の下請会社を利用して、グローバルなサプライチェーンを世界各地の地域生産センターに分散させるやり方です。現在、半導体を巡る地政学的な緊張によって、この傾向がさらに強まっており、このことは、異なる大陸のエンドカスタマーに近くなるようにグローバルな拡大を行うこと（米国、欧州、アジアに拠点を置くこと）の正当な理由となりますが、顧客からの要請によってそれが推進されることも少なくありません（例えば自動車業界の顧客が、別の大陸に2つのファブを置くことを要求する場合など）。その結果、サプライヤーは拠点をグローバルに拡大して、現地にハブを設けるようになっていきます（これが「グローバル化」です）。サプライヤーの中には、巨大な中国市場で事業を展開するためすでに中国に進出している企業もあれば、中国の顧客にサービスを提供できるよう同国内に新たな（生産）支部を開設しようとしている企業もあります（中国が、チップ製造機器の大部分を中国から調達するよう要求しているからでもある）。アジアに新たなハブを設けるか事業を拡大しようとしている他のサプライヤーは、東南アジア（ベトナム、マレーシア、シンガポールなど）に代替施設を設けることを選ぶようになっていきます。

2. **再使用／修理と新たなビジネスモデルの登場**：半導体市場の成長に伴い、実装マシンベースも拡大しています。こうした実装ベースは、主にアジアにあります。さらに、こうした機器の再使用と修理（アップグレードを含みます）への関心も高まっています。このような状況において、再使用や修理に関連する活動が、事業においてますます重要な役割を果たすようになっていきます。このスペアパーツ事業の特徴として、次の2つの要素があります。
(1) **断続的性質**（早急重視の納品、臨時の要求、カスタムソリューションを含みます）、および (2) **顧客施設での局所的アプローチ**（診断、分析、出荷、実装、および返却（使用しないあらゆるもの）が必要とされます）。

したがってこうしたスペアパーツ事業は、きわめて複雑なチェーンの形態をとり、日常的な生産活動の連続的な流れを妨げることになります。そのため、専用のサプライチェーン管理方法を設けることが求められます。一方でメーカーも、価値を獲得し、これらの活動のコストをカバーできるよう、新たなビジネスモデルを模索しています。そして企業は修理業務のために、例えばマネージドサービスへの移行を進めています。

ASMLの場合、この業務をより効率的かつ持続可能なやり方（資源やパーツの世界各地への出荷を減らすやり方）で実施するために、例えばエンドカスタマーにより近い場所に、修理を組織的に行うためのサービスハブを設ける一方で、サプライヤーがスペアパーツを直接提供することも少なくありません。こうしたローカルな供給エコシステムが構築されることで、オランダのサプライヤーが成長し拠点を拡大する機会が生まれます。

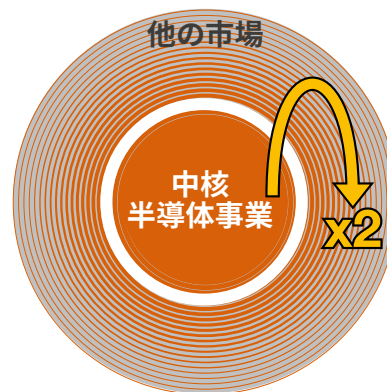
多くのサプライヤーが、主要なOEMの国際的なプレゼンスを再現することから始めます。これは、OEMが開発とエンジニアリングを近付けることを好むためです。地域で事業をいったん確立すれば、サプライヤーはOEMとともに成長することができ、現地の新たな顧客を見つけて、依存度を減らせるようになります。国際化を成功させるには、働き方、運営モデル、そしてビジネスモデルを、根本的に見直す必要があります。自律的に構築していくか、それとも参入を早めるために現地企業を買収するか、事前に慎重に戦略を立てておくことも、国際的な成長のための慣例の1つです。

分野を超える影響：強力な「後光」としての半導体の役割（波及効果）

半導体業界における能力（例えばサプライヤーの精密製造）は現在きわめて高度なレベルに達しており、最先端の研究開発および製造能力が求められます。一部の隣接市場（例えば、メドテック、防衛、自動車、アグリテック）でのハイエンドで先進的な技術セグメントでは、同様に高精度の製造能力が必要とされます（これには、微細化／ナノテクノロジー、振動制御、高度な計測、徹底した品質管理が含まれます）。さらに、ASMLのサプライヤーであることは、国際的に通用する唯一無二の品質の証しであり、新たな市場への入場切符として機能します。したがって、半導体分野における卓越した能力や継続的イノベーションは、強力な「後光効果」を発揮し、他の市場への波及効果という点で大きなポテンシャルがあります。半導体業界の力強い成長や利益率が、こうした拡大のための資金をもたらす場合もあります。

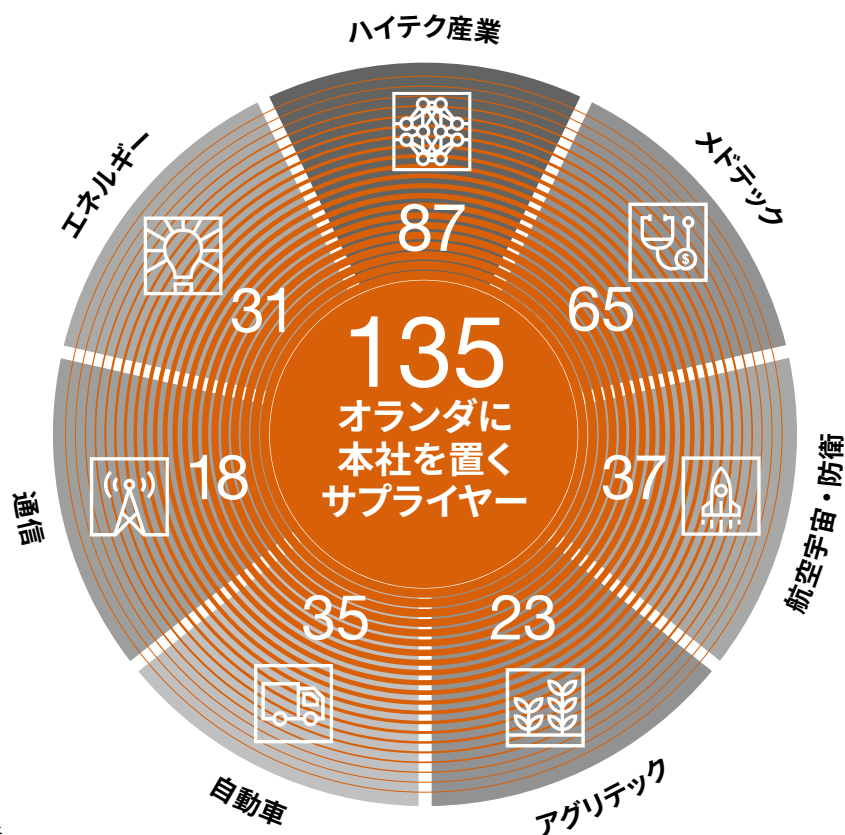
この後光効果については、研究開発も重要な構成要素です。相乗効果による成長が期待される複数の市場に、より多様化されたポートフォリオを展開するサプライヤーは、研究開発の波及効果の恩恵を受けますが、その場合、半導体分野の成功とイノベーションが、他の分野の発展にも広がり刺激を与えます（逆方向の場合もあります）。これに加えて、サプライヤーが、多額の研究開発投資を、より広範なポートフォリオに展開して償却する場合もあります。

図表13 半導体の後光効果



この半導体の後光効果（サプライヤーの半導体関連と非半導体関連の精密製造による収益を比較することで測定）は多大であり、過去数年間で平均で「2倍」となっています（言い換えると、サプライヤーが隣接市場であげる収益額は、半導体からの収益の2倍となっています）（図表13）。オランダに本社を置く半導体サプライヤー135社に目を向けると、その多くが他の複数の隣接成長市場で活動しています（図表14を参照）。

図表14 半導体の後光効果と、半導体サプライヤーにとっての隣接成長市場（各市場で現在活動するオランダの半導体サプライヤーの数）



出所：PwC Strategy&による分析



国内の成長阻害要因が原因で、半導体の後光効果は縮小中—2019年以降、2.5倍から1.6倍に



この成長を阻害する問題に対処しなければ、後光効果の減少は今後さらに加速—1.6倍から2030年には0.7倍に



2030年までに最大60億ユーロの累積収益と8億ユーロの累積研究開発額に影響—その半分以上が収益2億ユーロ未満の企業に関連



最も小規模の事業者に至るまでの現実的成長阻害要因に対処できるよう、政府の介入が必要—それまではサプライヤーが生産性を抑える可能性も

2. 縮小する半導体の後光効果

2.1 国内の成長障害要因が原因で、半導体の後光効果は縮小中

半導体の後光効果の減少

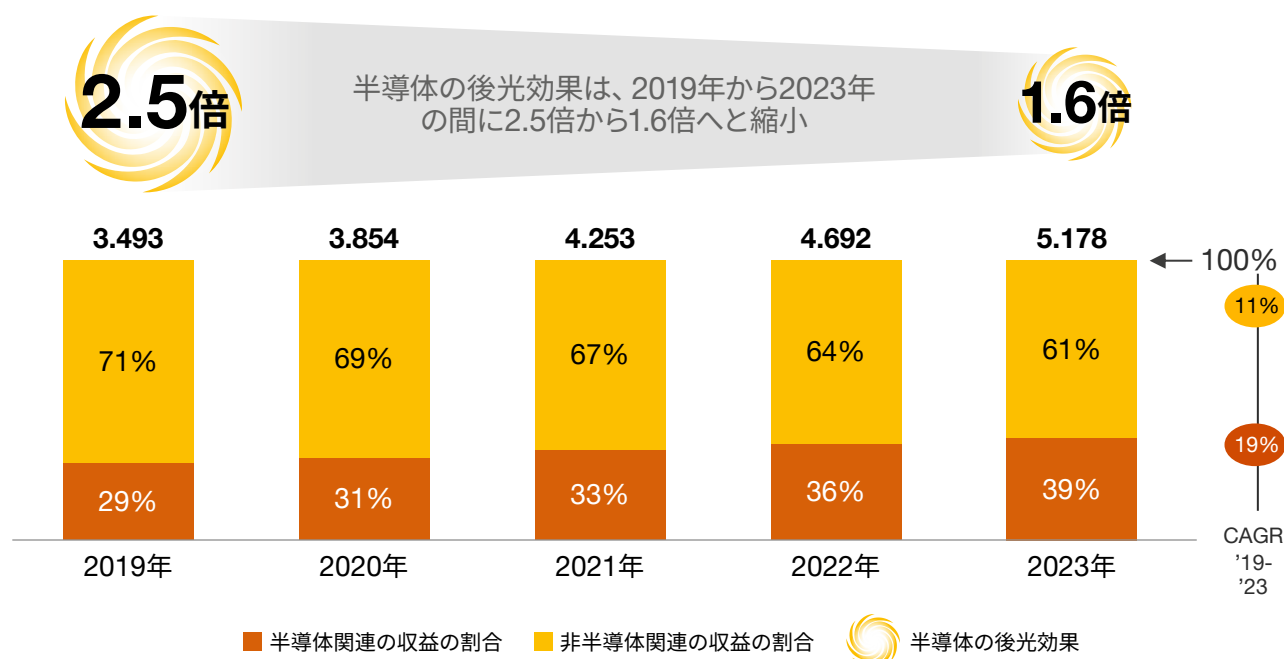
オランダが現在、重要かつ現実的な成長障害要因（主に送電網の混雑と、スペースや人材の不足）に直面していることは、よく知られています。こうした成長障害要因の影響を調べるため、私たちは、オランダに本社を置く半導体機器エコシステムの中核的サプライヤー（合計135社）をできるだけ網羅的に特定することを試みました。これらのサプライヤーの大多数は、オランダ南部（アイントホーフェン周辺）のハイテク産業クラスターの一部です。分析では、これらのサプライヤーの成長は、市場の成長度を下回っています。

半導体には強力な後光効果を発揮するポテンシャルがあるとはいえ、オランダ国内にこうした成長を妨げる要素が実際に存在していることで、サプライヤーは市場とともに成長することができない状況にあり、限られたキャパシティをどこに分配すればよいかを戦略的に決定することを余儀なくされています。このような選択肢に直面したときに優先されるのは、半導体市場です。結果的に半導体業界は現在、同じく重要である関連先端（テック）セクターを犠牲

にしながら成長しており、オランダのサプライヤーは波及強化を活用できていない状況です。オランダのこれらのサプライヤーの成長速度は比較的遅く、こうした隣接市場のシェアを外国企業に奪われることが増えています。この課題は、半導体分野の多くのエグゼクティブへのPwCオランダによるインタビューでも明らかになっています。

半導体の後光効果（サプライヤーの半導体関連と非半導体関連の精密製造収益の比較による）は、過去4年間ですでに2.5倍から1.6倍へと低下しました（図表15を参照）。サプライヤーはますます半導体業界を頼みにするようになっており、ASMLに対する依存度も高まっています（ASMLは当初、こうした依存を制限する方針を設けていました）。こうした依存度が長年の間に次第に高くなっていったサプライヤーだけでなく、わずか数年のうちに依存度がほぼゼロから50%超まで拡大した（比較的小規模の）サプライヤーもあります。PwCオランダの調査では、半導体への全体的な依存度はわずか4年間で29%（2019年）から39%（2023年）に上昇しており、2035年に向けてさらに増える予想されます。

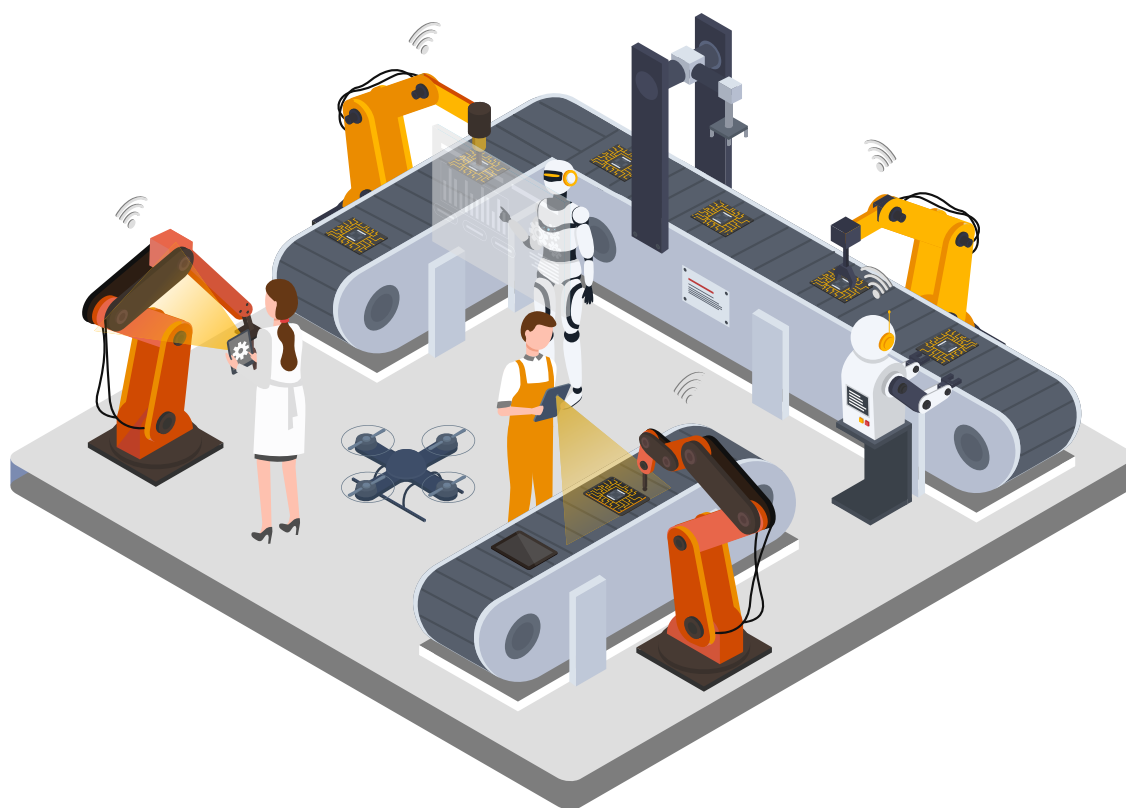
図表15 半導体の後光効果と、オランダのサプライヤーの半導体への依存度（2019～2023）、単位は%と100万ユーロ



図表15で用いた手法—オランダに本社を置き、かつ半導体機器エコシステムで活動する中核的な半導体関連サプライヤー135社を特定し、2019年から2023年までの収益の推移を分析しました。オーガニックグロース（自律的成長）に焦点を絞り、非自律的成長からの影響や、階層化されたサプライチェーンにおけるパススルー費用の二重計上の影響については除外しました（すなわち、半導体企業が半製品を調達した場合に、二重計上を避けるため追加的付加価値のみを計上しています）。半導体関連の収益の成長には、具体的には2019年から2023年の期間のオランダの製品関連サプライヤーに対するASMLの支出の伸び率が反映されます。2.5倍という数字は、非半導体関連収益（71%）を、半導体関連収益（29%）で割った割合を表します。このレポートでは、オランダにおける半導体産業に焦点を当てています。全ての組織や情報源で全てのデータを一貫して得ることはできないので、推定および仮定も使用しています（収益については、必要に応じてオランダの従業員に合わせた調整を行いました）。年次報告書、自己申告データに加えて、Gain.pro、Orbis、KvKのデータを組み合わせて使用しました。FTEのデータについては、年次報告書、LinkedIn、自己申告データを用いました。

サプライヤーの依存度が高まったことには理由があります。半導体業界、特にASMLのための仕事をするには、多くのメリットがあります。ASMLは急速に成長しており、誠実かつ支払い額の多い顧客です。結果的に多くのサプライヤーがASMLの成長の波に乗るという快適さを享受してきました。他のセクターでの、より難しさを伴うこともあるサプライヤーとの関係と比較すると、半導体産業における「コーペティション（協力的競争）」モデルに基づく、より統合されたサプライヤーベースとアウトソーシングも魅力的です（長期的なコミットメントでは、必要な事業開発が少なくてすみます）。さらに半導体業界には「ネットワーキング効果」も見られ、同じコミュニティに属する人たちと共同で働くのは比較的容易です。

さらに、状況によっては、ASMLとのパートナーシップが、サプライヤーにとっての別のビジネスチャンスを意図せずして排除する結果につながる可能性もあることが、インタビューで判明しました。第1の理由として、ASMLの覇権を考えると、自社の納品にリスクが生じる可能性もあるため、一部の顧客はこうしたサプライヤーとの取引に消極的になります。第2の理由として、価格が上昇し、製品もますます高度化することで、よりベーシックなことを求める（従来型の）顧客にとって、サプライヤーが手の届かない存在となる可能性もあります。

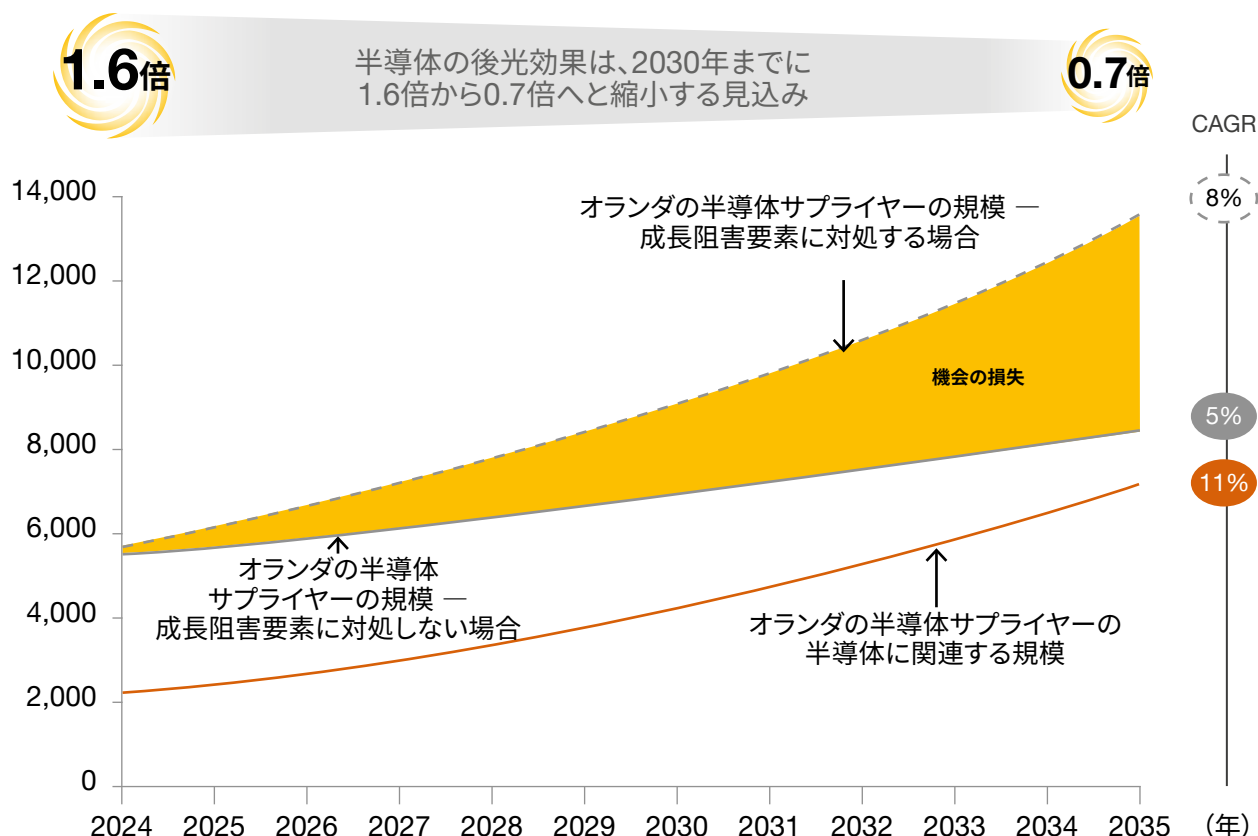


2.2 この成長を阻害する問題に対処しなければ、将来的には後光効果の減少はさらに加速

将来的には、サプライヤーにとって半導体が占める割合が増加し、隣接市場における成長は一段と悪化すると予想されます。この悪化のペースは、喫緊の成長阻害要因をオランダが無力化できるかどうか、さらにどれほど迅速に無力化できるかに大きく左右されます。

サプライヤーが引き続き大きな成長阻害要因に直面するのであれば、半導体の後光効果は、2030年までに0.7倍へとさらに低下する可能性があります（図表16）。このシナリオでは、サプライヤーの半導体依存は2030年までに59%に、そして2035年までに78%に増えることになります。

図表16 半導体の後光効果と、オランダのサプライヤーの半導体への依存度（今後の見通し）、単位は%と100万ユーロ



図表16で用いた手法—灰色の点線（ベースライン）は、さまざまな成長市場におけるオランダのサプライヤーの現在の地位が確保された場合を示します（すなわち全体として、市場とともに8%のCAGR（年平均成長率）で成長する場合）。市場成長率（8%のCAGR）については、半導体（11%のCAGR）と非半導体（5.5%のCAGR）の加重平均に基づいて算出しました。後者のCAGRは、それぞれ成長率が異なる7種類のエンドマーケット（ハイテク産業、メドテック、航空宇宙・防衛、アグリテック、自動車、通信、エネルギー）のサプライヤー収益の加重平均として算出しています。

灰色の実線は、成長阻害要因がある場合のサプライヤーの収益を表します（全体として、市場よりも低い5%のCAGRで成長）。この軌道の予測は、8%のCAGRというベースラインを基準として、オランダにおける成長の制約分を差し引いたものです。この差し引計算は、オランダの半導体サプライヤーの過去5年間の成長軌道の外挿に基づいており、これに偶発的な急成長（すなわち20%以上の一時的収益増が、その後数年間持続）に対する補正を加えています。こうした大幅な成長が実現するかどうかは、スペースと電力供給面でのキャパシティ増大のための一時的解決策にかかっていますが、そうした解決策の追求は難しくなる一方です。このことは、私たちのインタビューでも確認されています。こうした制約のある状況下でのオランダのサプライヤーの成長率は、5%のCAGRになると推定されますが、成長率が（市場の成長率よりも）遅くなるほど、シェアがさらに失われ、海外企業に地位を明け渡してしまう結果となります。

オレンジ色の線は、サプライヤーの半導体関連の収益の成長（11%のCAGR）を表します。この線は、2030年までに事業規模を2倍（8%）から3倍（11%）に拡大するというASMLが発表済みの成長目標に沿った、オランダの製品関連サプライヤーに対するASMLの支出の予測成長率を示します。

出所：PwC Strategy&による分析

2.3 オランダの中規模のサプライヤーへの多大な影響

半導体業界向け事業に的を絞る戦略が奨励される一方で、実際の成長阻害要因に起因する意図しない過度の集中は、オランダの半導体サプライヤーエコシステムにとって大きな失敗となります。

以下は、私たちの特定した機会損失です。



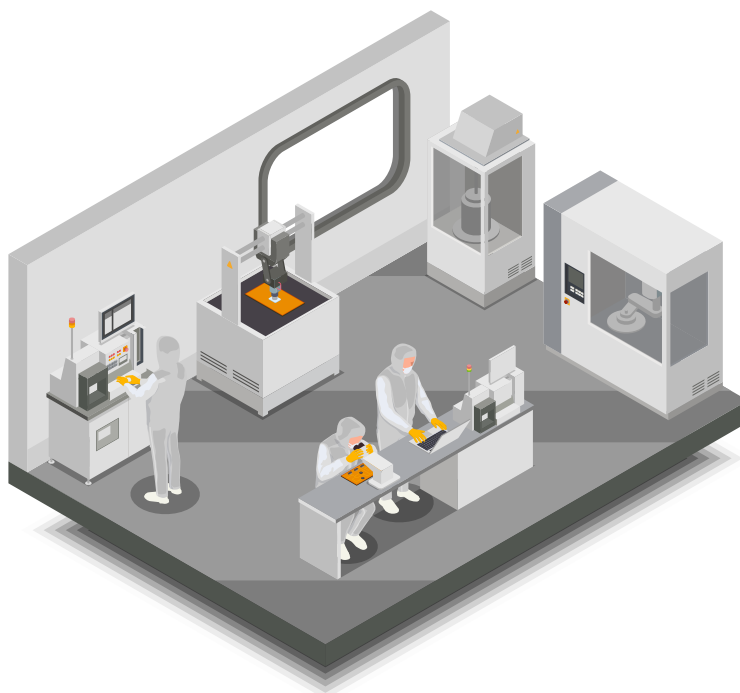
直接的かつ定量化可能な機会損失—サプライヤーが市場とともに成長できた場合、2030年までの次の6年間に以下のメリットが直接的にもたらされます。

- 2030年までにサプライヤーエコシステムの累積収益が60億ユーロ（言い換えると、この傾向によって非半導体関連の成長が抑制されます）。
- 次の6年間でサプライヤーだけで最大8億ユーロの累積研究開発費。
- 全てのスキルレベルでのサプライヤーの労働力が最大26%増加。
- こうした機会損失の半分以上が、収益が2億ユーロ以下の企業で起こります。特に中小企業にとっては、この分の収益が追加で得られれば、研究開発投資を増やすための生命線となります。



間接的な影響—サプライヤーの半導体（そしてASML）への依存が高まるモノカルチャーへの移行は、以下の間接的影響を伴います。

- **研究開発による相乗効果の逸失**：ポートフォリオがより多様化すると、複数の市場向けに研究開発を展開する機会が生まれます。さらに、複数の隣接市場も対象とすることは、研究開発を活性化し、クロスポリネーション（異分野間での知識共有）につながります。
- **足掛かりとしての半導体の有効性の低下**：成長が制限されると、オランダの中小企業が海外に事業拡大する上での成長促進要素ならびに足掛かりとして半導体が機能する機会が減少します（クリティカルマスが不足するため）。
- **レジリエンスの低下**：ASMLがくしゃみをするエコシステム全体が風邪をひくような状況が生じる可能性もあります。ショックへの耐性を身に付けるため、サプライヤーは、既存のバリューチェーンへの対応と新たなバリューチェーンの積極的な模索や活用とのより良いバランスを確立できるよう、努力する必要があります。そうしたポートフォリオの多角化は、市場の不安定性に対する予防手段や防御策として機能します。
- **オランダの技術面でのリーダーシップに対する悪影響**：半導体は、オランダの技術面でのリーダーシップに貢献する重要な業界の1つですが（ASMLは現在欧州で最大のテック企業です）、テクノロジーに関する主導的地位を確保するには、その他の先進技術市場での成長とイノベーションの継続がきわめて重要です。インタビューにおいても、隣接業界でのビジネスチャンスを追及しなかったことで、結局、海外の競合他社がチャンスを掴み、オランダにとっての機会損失につながった例が数多く挙げられました。



2.4 問題解決には、サプライヤーと政府両方の行動が必要

それでは、半導体業界の成長がもはやゼロサムゲームではなくなった（すなわち、半導体以外の精密製造関連市場における成長を犠牲にすることなく、半導体分野が成長するようになった）状況で、この点を是正し、モノカルチャーの傾向（すなわちサプライヤーの収益がますます半導体頼みになっている状況）を逆転させるには、何が必要でしょうか？ ここで求められるのは、全ての関係者が全力を尽くすことです。何よりもまず、サプライヤーの生産能力向上のための下準備を整えるべく、政府が、実際の成長阻害要因を軽減する上で主導的な役割を果たすべきです。これに加えて、サプライヤーは、2つの手段を平行して進める必要があります。1つは、オランダ独自の制約の範囲内で、国内での生産性を最大化することです。もう1つが、他の欧州の国のタレントプールおよび能力をサプライヤーが活用することです。

後者を実行することで、オランダのサプライヤーは、市場の需要を満たすことを海外の競争相手に任せるとはならず、市場のポテンシャルをフルに引き出すことが可能になります。

政府による実際の成長阻害要因の軽減の必要性

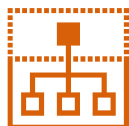
私たちは、実施したインタビューに基づいて、最も緊急性が高く対処が必要な成長阻害要因を特定しました。プロジェクト・ベートーベンでは、ブレインポート地域の喫緊の課題の一部に対処するため重要なリソースを結集しましたが、以下の制約についても軽減する必要があります。



電力供給：オランダにおける電力網の混雑が原因で、既存の接続での電力供給が現在制限されており、新たな接続にも大幅な遅れが出ています。一部のサプライヤーはこれまでのところ、近隣企業とともに積極的でクリエイティブな共同ソリューションを実行することで、こうした影響を抑制できています。とはいえ、この問題は、最も急を要する成長阻害要因の1つとなっています。短期的には、政府はローカルな（相互化のための）取り組みを提供することにフォーカスし、（半導体などの）戦略的産業で活動する企業に個別の優先権を与えるようにすべきです。中期的には、政府が一元的かつ組織的に、オランダ国内の電力供給を整備すべきです。



スペース（面積と建物）：特にブレインフォート地域でスペース不足の問題があります。これまでサプライヤーは、例えば近くにある企業から隣接する建物を引き継いだり、既存生産施設の一時的な改修や最適化を行ったりすることで、この制約を軽減しようとしてきました。しかし、物理的なスペースの余裕という点で、サプライヤーは限界を迎えつつあります。さらにサプライヤーは、地方自治体が、固定されたビジネスパーク（サプライヤーの事業の性質や必要なネットワークに必ずしも合わないもの）への移転しか解決策を提示せず、硬直したアプローチをとることに不満を感じています。そのため政府は、戦略的産業で積極的に活動する個別企業と積極的に連携して、こうした企業を優先するようにし、各社に応じた解決策を模索すべきです。



公的な意思決定の細分化：半導体業界で事業を拡大するには、多額の投資が必要です。半導体業界には一般的に波があるため、投資を行う際に、多くの手続きや許可について歩調を合わせた協調的な意思決定が必要となります。1つのプロセスが遅れたり欠けたりすれば全体のプロセスが停止しかねないため、こうした意思決定ポイント全てで足並みを揃えることが重要です。ドイツや米国など他の国では、半導体関連の意思決定を円滑にして迅速化できるよう、政府が申請手続きの組織化やタイミングの調整を行っています（この真の意味での優先的ステータスが、全ての意思決定レベルで実行されます）。オランダでは、ボトムアップ式の仕事のやり方に加えて、複数の意思決定レベルでの適切な調整が行われないことが、成長計画（例えば、新規投資に必要な新たな許可や補助金に関する計画）の遅延や中止の主要因となっています。



人材：人材ならびに実用的スキルを持つ労働力は、構造的に不足しています。他の多くの業界と同じく、半導体業界も深刻な労働力不足に直面しています。欧州の半導体分野の人材市場に関するStrategy&の最近の調査「[Bridging the talent gap](#)」において、2030年までに欧州で35万人のプロフェッショナルが不足する可能性が高いことが明らかになりました。

多くのサプライヤーは、現時点では賃金を引き上げ、海外の人材を雇用することで人材不足に対処できますが、働き手を採用し維持することは、次第に難しくなっています（ただし、外国人労働者に対する優遇措置である30%ルーリングは、これらのサプライヤーにとっては問題となりません）。技術的な（STEM、すなわち科学・技術・工学・数学分野の）訓練を受けた人材は全般的に不足していますが、既存のSTEMカリキュラムと半導体業界で求められる能力との食い違いも見られます。良好な生活条件の推進は、優れた人材の獲得を実現する重要な要素であり、これには、手頃な価格の住居を十分に用意することも含まれます（ブレインポートエリアなどの地域では現在、住宅状況が厳しくなっています）。

サプライヤーに求められる、生産性の最大化と海外での追加的生産能力へのアクセス

これと並行してサプライヤーは、生産性と効率性をさらに伸ばすための戦略的手段に重点を置くこともできます。私たちは、実施したインタビューと業界での経験に基づき、以下に挙げるサプライヤーにとっての重要な機会領域を特定しました。



サプライチェーンの最適化と統合ビジネスプランニング：

すでに透明性が大きく改善したとはいえ、さらなる明確性と、チェーン内での連携の改善が求められていることは明かです。とりわけ、階層化された半導体サプライチェーンにおいては、正確なビジネスプランニング、在庫管理、さらにチェーン全体の不必要なショックの軽減のための、明確で的確な（リアルタイムの）コミュニケーションが不可欠です。

サプライヤーは、業務を最適化し、混乱を緩和する（すなわち財務上の圧力と運転資本の問題を軽減する）目的で、サプライチェーン内での連携の改善に取り組んでいます。そのためサプライヤーは、デジタル接続されたサプライチェーンにも重点を置いています。これには、次世代型のエンタープライズ・リソース・プランニング（ERP）システムや統合ITシステムの効果的な導入、リアルタイムデータの共有、予測分析の活用が含まれます。こうした手段は、物流および倉庫計画を積極的に管理することに加えて、サプライチェーンのショックに事前に備えることを目的としています。高度なアナリティクスやAIの潜在能力を最大限に引き出すには、データの質が何よりも大切です。そのためには、データ管理とアナリティクスの最新化ソリューションに多額の投資を行う必要があります。



スケールメリットの獲得：

成長そして規模の拡大は、相乗効果の機会をもたらします。しかし多くの企業が、その恩恵を受けるのに苦労しています。その根底には、プロセスや手続き、運用モデル、体制、ガバナンスが、企業の規模に応じて進化していないという理由があります。このようなスケールメリットを引き出すには、現在の作業方法を標準化および専門化し見直すことができるよう、全社的に取り組むことが何よりも重要です。複数の大規模なサプライヤーとのインタビューでも、自社の成長過程全体でスケールメリットが過大評価されていた一方で、スケールの複雑さが過小に見積もられがちであることが言及されていました。インタビューを受けたエグゼクティブには、こうした問題の一部にもっと早く対応すればよかったと考えている方もいるようでした。



テクノロジーを活用した生産性の向上：

RPA、ERP、AI、機械学習ツール、拡張現実アプリケーション、リモートモニタリング、IoTからデジタルツインに至るまで幅広いテクノロジーツールが市場に存在しており、定評あるベンダーから入手することが可能です。これらの技術を組み込んで効果的に活用すれば、現状の資源面での制約の範囲内で生産量をさらに増やせる可能性があります。ハイテク製造業においては、こうした技術とその利点の日常業務への効果的な導入が、最低限必要なことになりつつあります。



研究開発の効果の増強：

研究開発に関しては、サプライヤーは、資本的支出が多く生産能力が限られることから、研究開発の有効性を高めようと努力しています。情報に基づく意思決定を行う上で不可欠なポートフォリオおよびパフォーマンス指標における透明性の向上も、こうした取り組みの一部です。また、短期的なリターンと長期的な高リスクの賭けのバランスをとることも求められます。そのためには、明確な研究開発戦略やロードマップが必要です。



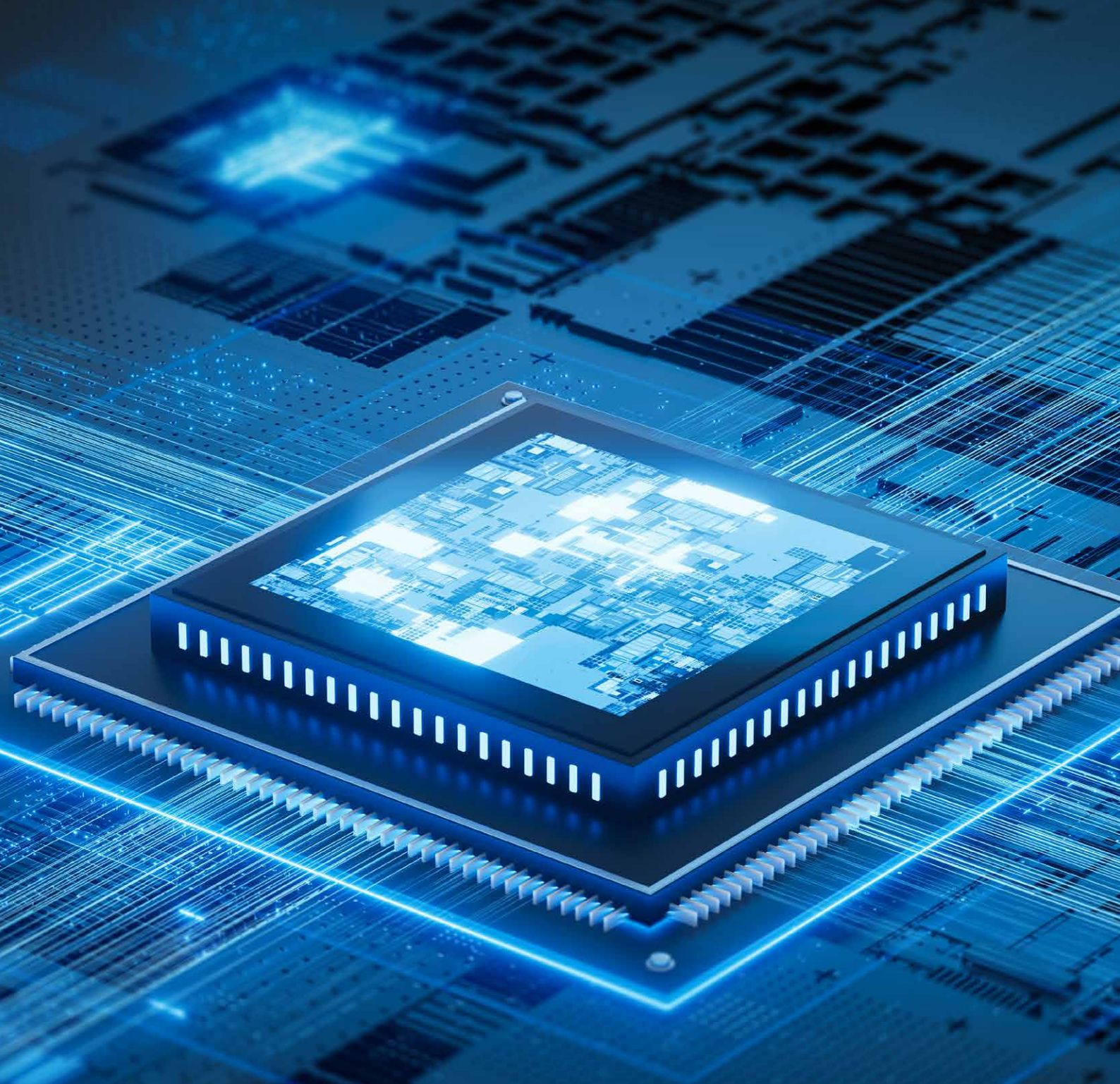
追加資金の確保と運転資本の解放：

半導体産業において、在庫は運転資本の重要な一部です。運転資本中に滞留する財源を、さらなる成長の資金として投資することはできません。これについては、運転資本のモニタリングを厳格化するのに加えて、運転資本改善のためのイニシアチブ（例えば予測的S&OP計画の策定）を開始することで、最適化が可能です。さらにサプライヤーは、銀行系ファクタリング、プロジェクト補助金（例えばEU補助金）、合同プロジェクト資金調達、追加的な（小口）投資家やプライベートエクイティの誘致を含む追加の資金源の活用を検討することもできます。



欧州他国のタレントプールとキャパシティの活用：

今回のインタビューでわかったこととして、これまでに挙げた制約を考えると、オランダでのあらゆる成長に対応することは無理である可能性があります。オランダのサプライヤーは、市場の需要を海外の競争相手に奪われないために、施設の建設や拡大を欧州の他国で行わざるを得なくなります。これを成功させるためには、オランダのサプライヤー同士で力を合わせ、活用または再訓練が可能なタレントプールという観点で最も有望な地域を特定する必要があります。



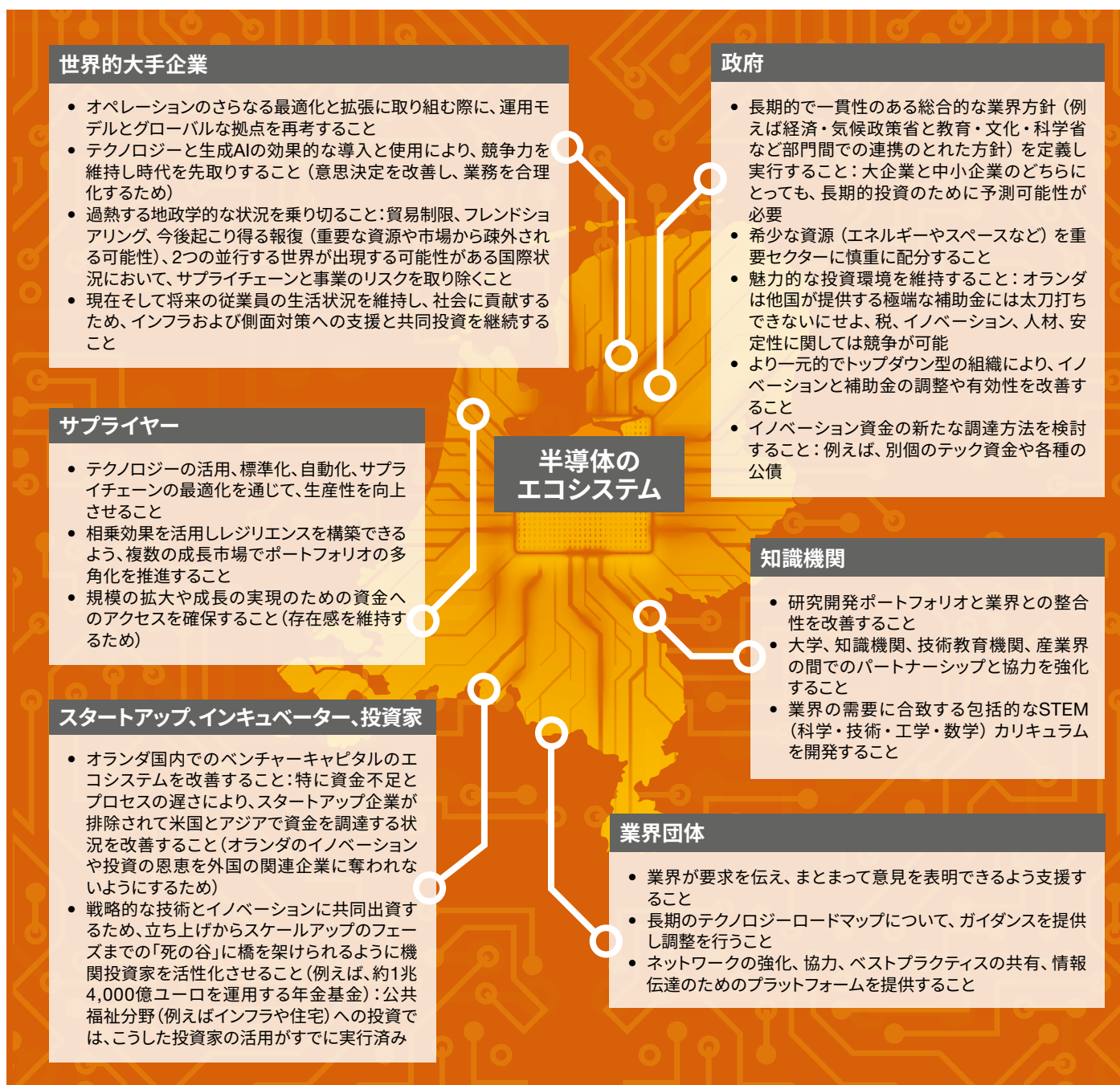
3. 行動の呼びかけ

最後に、細部ではなく半導体セクター全体に目を向けてみましょう。一見すると、収入も多く過去10年間で収益率が伸びているオランダの半導体業界は、現時点で「理想的な場所」に思えます。さらにこの業界には、オランダでの繁栄を継続する大きなポテンシャルがあります。

しかし舞台裏では、業界は複雑な国際的状況下で、数々の課題に直面しています。今回私たちは、一連の詳細なインタビューを通じて、オランダでの持続可能な成功には何が必要かを探りました。現在、多くのアクセラレーションイニシアチブが欧州各地でスタートしています（ドイツのドレスデン・イニシアチブはその一例です。詳しくはPwCのレポート「[German semicon market](#)」をご参照ください）。

オランダの場合は、欧州における主導的地位を占め、さらに独自の特徴を持つ国内エコシステムがあるため、異なるアプローチをとることが有益です。そこで私たちは、下に示す対応すべきテーマを特定しました。これに関して、全ての利害関係者が協力して行動することが求められます。それと併せて、オランダでの製造業全般の状況についても、調査を行いました。

最後に、検討してほしいことを1つ挙げます。私たちは、業界外の関係者とやり取りする中で、半導体業界に関して、特にファクトや数字に関してもっと詳しく知りたいという純粋な関心と熱意を感じてきました。こうしたことを業界が体系的かつ継続的にまとめれば、重要な関係者が、業界の利害関係について理解を深め文脈を考えるのに役立つと思われます。



筆者について

Steven Pattheeuwsは、グローバルな半導体、ハイテク、ソフトウェア、電気通信事業分野のクライアントを対象とするアドバイザーです。彼の主要業務は、半導体企業やハイテク企業が、新たなテクノロジーから生じる機会を活用し持続的な成長を実現できるよう、戦略から実行まで支援することです。Strategy&のパートナーであるStevenは、PwCオランダのTMT担当インダストリーリーダーでもあります。

Joost Eyckは、経験豊かなStrategy&のマネージャーであり、テクノロジーおよび半導体セクターの戦略コンサルティングを専門とします。テック分野や半導体分野のクライアント向けに、成長戦略、オペレーショナルエクセレンス、ポートフォリオ最適化に関する助言を行っています。

Francisco Aguiarは、アムステルダムオフィスに勤務する、Strategy&のテクノロジー戦略プラクティス担当シニアアソシエイトです。戦略的テクノロジープロジェクト分野での専門知識を活用して、クライアントのイノベーションや変革の推進に貢献しています。

Thomas Bootは、アムステルダムを拠点とするStrategy&のアソシエイトです。半導体部門の一員であり、データ、テクノロジー、半導体業界について豊富な経験を有しています。

Pieter van Hoeveは、アムステルダムを拠点とするStrategy&のアソシエイトです。エンジニアリングとテクノロジーへの情熱の持ち主であるPieterは、半導体その他のハイテクに関連してクライアントをサポートしています。

謝辞

今回の調査にあたって、インタビューに応じていただいた皆様、ならびにPwCオランダの半導体チーム、海外半導体担当チーム、そしてPwCオランダのチーフエコノミスト室（特に以下の方々）の貴重なご協力に対し、ここに感謝の意を表します。

Barbara Baarsma	チーフエコノミスト
Astrid van der Werf	チーフエコノミスト室
Guntars Upis	チーフエコノミスト室
TanJeff Schadt	Strategy&ドイツ、パートナー
Richard Weller	Strategy&ドイツ、シニアアソシエイト
Annemieke Moerkerke	コンサルティング（サプライチェーン）担当ディレクター
Rick Wijnands	Strategy&ディール部門、シニアマネージャー
Nicky Roelofsen	TMT担当インダストリーマネージャー



日本とオランダとの比較



日本とオランダとの類似点

日本の半導体産業はオランダと類似しています。両国とも世界的な競争力をもつ半導体製造装置メーカーがあり、半導体製造において高度な技術力を保有しています。オランダにはASMLがあり、露光装置、特に最先端のEUV（極端紫外線）露光技術で世界をリードしています。日本には東京エレクトロン、アドバンテスト、SCREEN、ニコンなど世界有数の半導体装置メーカーが存在し、エッチング装置、洗浄装置、検査装置など半導体製造の各工程で重要な装置を提供しています。ASMLによってEUV露光技術の量産適用が実現したことを背景として、世界シェアの大半を占める日系半導体材料メーカー各社のEUV露光用材料の開発競争もますます活発化しており、九州大学はEUVの照射から解析までをワンストップで提供する新会社EUVフオトンを設立、アカデミア発のスタートアップとして先端露光技術の分野で新たなビジネスの創出を目指しています。

日本にはグローバルニッチトップである中堅・中小の半導体製造装置メーカーも多数存在します。岡山県岡山市のタツモはパワー半導体の生産工程で使用する貼合・剥離装置において高い世界シェアを有します。愛知県岡崎市のアイエルテクノロジーは後工程にあるワイヤボンディングの接合状態を非破壊・非接触で検査する装置を開発し、多数引き合いを受けています。

これらの企業はその高度な技術力と柔軟性を活かして、半導体以外の分野でも事業展開をしています。半導体製造で培った精密加工技術を活かし医療機器や光学機器、計測機器の部品、航空宇宙産業向けの高精度部品を製造しています。半導体製造で必要な表面処理技術を応用し、自動車部品の表面処理や電子機器の防水・防塵加工、工業用機械の耐摩耗・耐食性向上処理を実施しています。また半導体の品質管理で培った検査・測定技術を活かし、食品安全検査装置の開発・製造、環境モニタリング機器の製造および非破壊検査装置の開発などを行っています。総じて半導体分野で卓越した技術力を活かして「後光効果」を発揮し、隣接産業でも収益を上げています。



日本とオランダとの相違点

日本とオランダとの相違点として政策の違いがあります。オランダでは特定分野の強みを維持・強化する方針であるのに対し、日本では政府が半導体産業の復活に向けてファウンドリの立ち上げや専用多品種生産を進めています。実際に国内のファウンドリでは専用多品種生産を実現する生産ラインや生産体制の開発に取り組んでいます。

産業技術総合研究所（産総研）では新しい半導体生産システムであるミニマルファブを開発しています。ミニマルファブは1個だけでも製造できるシステムであり専用多品種生産に特化したものです。現在は産総研の研究者がHundred Semiconductorsを立ち上げ、ミニマルファブを量産品に応用しようとしています。Rapidusは専用多品種のAI半導体チップを中心に受諾することを目指しています。設計から製造・パッケージングまでを一貫して受託するRUMS（Rapid & Unified Manufacturing Service）という新しい形態を採用しています。顧客は半導体の仕様を決定するだけで、残りの工程はRapidusが実施します。半導体設計・製造における外部とのやり取りがなくなり効率化を図れ、製造期間短縮につながります。さらにはAIとセンサーを活用して製造工程で得られたビックデータを設計にフィードバックし効率化を図るMFD（Manufacturing For Design）も導入しています。



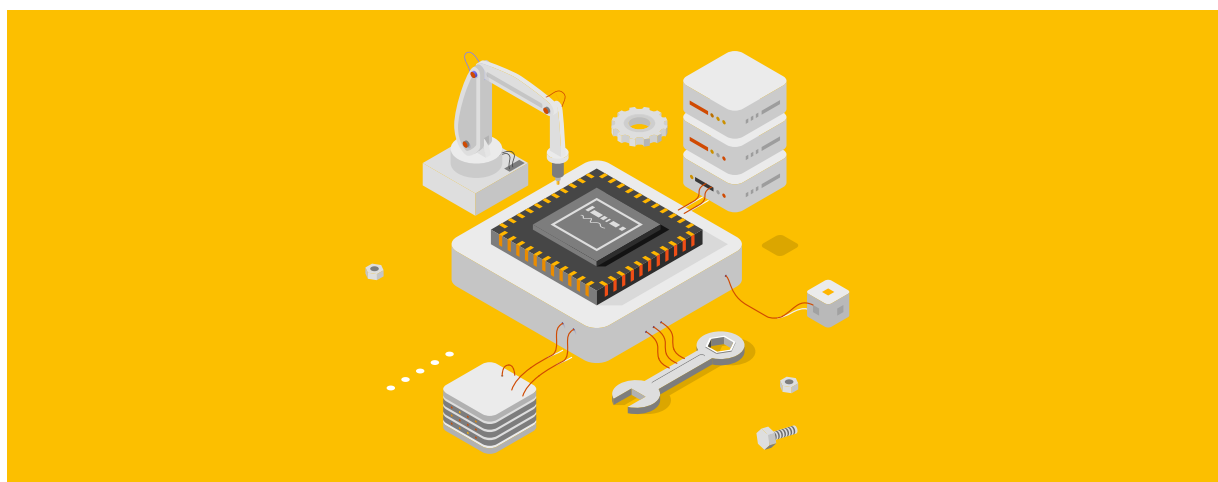
共走・融合・協調の促進

専用半導体の生産、専用多品種生産で競争力を高めるためには、大手だけではなく中堅・中小企業の技術力も不可欠です。大手が専用多品種生産を実現する新しい生産システムを開発しているのに対し、中堅・中小企業は大手が手掛けにくい特殊な少量半導体製品に取り組むことができます。さらには特定製品の特定工程で使う装置の開発や検査業務などの受託に特化することもできます。

これらを実現するには大学や研究機関と連携して効率的に技術開発に取り組むことが有益です。例えばアイエルテクノロジーは、産総研から半導体素子構成物質の熱物性データを提供してもらうことで開発期間の短縮を実現しました。その他には大手メーカーとの共同開発プロジェクトや研修プログラムの提供による技術移転といった方法もあります。オランダでは大手メーカーと中堅・中小企業との協力を重視しておりさまざまなプロジェクトを展開しています。例えばエントホーフェンにあるHigh Tech Campus（HTCE）では約110社の半導体関連企業が集積し、中小・中規模企業と大企業を結びつけた協力と提携を促進しています。日本においても大手企業や研究機関に加えて中小・中規模企業を含めた共走・融合・協調により独自のエコシステムを構築することが、半導体産業の競争力を高めることにつながります。そこで磨かれた技術力は隣接市場でも必要とされ、さらなる収益拡大に貢献する（後光効果）が期待できます。

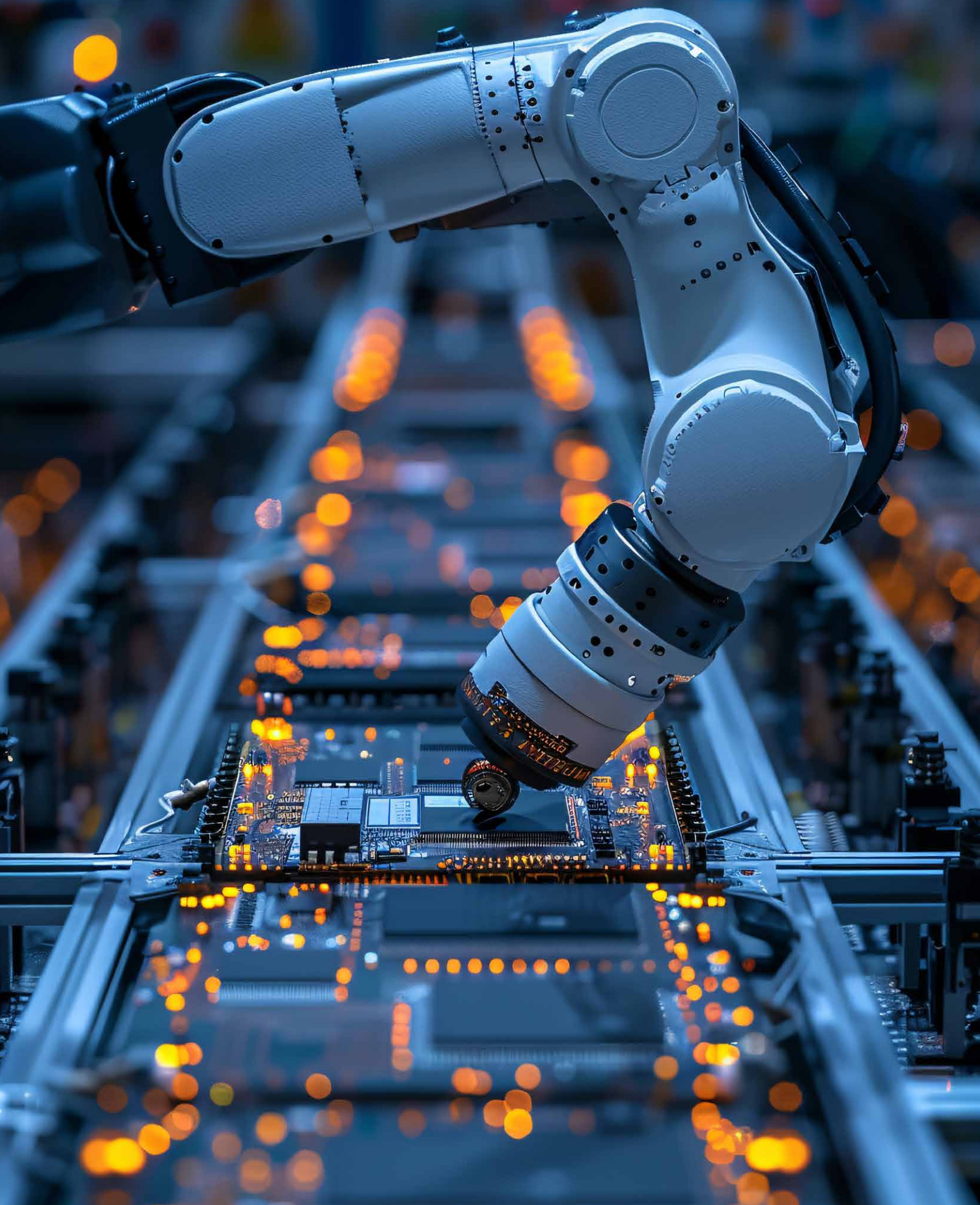
「グローバル化」の流れを受けて大手企業が海外に進出する中で、取引のある中堅・中小企業も現地にハブを設けることが求められています。大手企業が現地で競争性を高めるには中堅・中小企業を含めた強固なエコシステムを再現することが有益です。そのためには大企業が、業界の80%～85%を占める中堅・中小企業を先導することが求められます。地政学的緊張、AIの急成長といった構造的変動を踏まえた上で、いかに迅速に意思決定をできるのかがポイントとなります。

日系企業は組織の一体感を保つために意思決定に時間がかかる傾向にあります。意思決定のスピードが遅いと競争の激しい半導体産業においては他社に先行優位性を譲ることになります。また環境変化にあわせた戦略の修正も適切に実施できません。そのため、大企業では意思決定のスピードを高める施策もあわせて検討する必要があります。また、中堅・中小企業が大手企業に追随してスムーズに進出し、エコシステムに参画できるような政策も非常に重要になります。



略語一覧

ALD	原子層堆積 (Atomic Layer Deposition)。卓越した材料品質、均一性、共形性を有する原子スケールの超薄膜を作成できる高度な成膜手法です。
ビッグ5	オランダの5大半導体企業、すなわちASML、ASM、NXP、Nexperia、Besiを指します。
CSRD	企業サステナビリティ報告指令 (Corporate Sustainability Reporting Directive)。大企業や上場企業が直面する社会的・環境的リスクや、その活動が人々や環境に与える影響について定期的に報告することを義務付けるEUの規則です。
EDA	電子設計自動化 (Electronic Design Automation)。コンピューター支援設計を使用して、プリント基板、集積回路、マイクロプロセッサなどの複雑な電子システムを開発するハードウェア、ソフトウェア、サービス、およびプロセスのカテゴリーを指します。
ERP	エンタープライズ・リソース・プランニング (Enterprise Resource Planning)。統合ビジネスプロセス管理のためのソフトウェアシステムです。
GAA	GAAすなわちGate All Aroundトランジスタとは、ゲートが全ての面でチャンネルと接触できるように改良されたトランジスタ構造であり、連続的なスケールアップが可能です。
GenAI	生成AI (Generative artificial intelligence)。ユーザーからのプロンプトに応じて画像、テキスト、動画その他のメディアを生成するAIの一種です。
高NA EUV	高NA (Numerical Aperture = 開口数) 極端紫外線 (Extreme Ultraviolet)。NAは0.55。フォトリソグラフィの一種であり、シリコンウエハ上でのパターンの形成に使用されます。NAが以前のEUV技術 (0.33 NA) から大幅に改善されています。
IDM	垂直統合型デバイスメーカー (Integrated Device Manufacturer)。集積回路 (IC) の設計、企画、製造、販売を含む生産の全段階を手掛けるメーカーを指します。
LDMOS	横方向拡散型MOSFET (Laterally Diffused MOSFET)。低オン抵抗、高阻止電圧となるように設計された非対称パワーMOSFETです。
LiDAR	光検出と測距 (Light Detection And Ranging)。広範囲にわたる地面の標高の測定に使用できるアクティブ・リモート・センシング・システムです。
OSAT	半導体組立・検査受託 (Outsourced Assembly and Testing)。OSAT企業は、ファウンドリからのウエハのパッケージングと検査を行います。
RPA	ロボティック・プロセス・オートメーション (Robotic Process Automation)。反復的作業のため、人間の行動を模倣するようにソフトウェアを使用します。
UWB	超広帯域 (Ultra-Wide Band) とは、IoTなどの用途で高精度かつセキュアな通信を可能にする短距離無線技術です。



PwCグローバルネットワーク



Steven Pattheeuws

Strategy&パートナー。TMT担当インダストリーリーダー
PwCオランダ

✉ steven.pattheeuws@pwc.com



Joost Eyck

Strategy&半導体担当マネージャー
PwCオランダ

✉ joost.eyck@pwc.com



Jeroen van Kessel
アシュアランス担当
パートナー



Robert du Burck
ディール担当
パートナー



Bastiaan Oomens
Strategy&ディール担当
パートナー



Paul Sebrechts
税務担当
パートナー



Bas Weber
コンサルティング担当
パートナー

お問い合わせ先

PwC Japanグループ

www.pwc.com/jp/ja/contact.html



www.pwc.com/jp

PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社（PwC Japan有限責任監査法人、PwCコンサルティング合同会社、PwCアドバイザリー合同会社、PwC税理士法人、PwC弁護士法人を含む）の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびブローダーアシュアランスサービス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約12,700人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズにのり的確に対応したサービスの提供に努めています。PwCは、社会における信頼を構築し、重要な課題を解決することをPurpose（存在意義）としています。私たちは、世界149カ国に及ぶグローバルネットワークに370,000人以上のスタッフを擁し、高品質な監査、税務、アドバイザリーサービスを提供しています。詳細は www.pwc.com をご覧ください。

本報告書は、PwCメンバーファームが2024年5月に発行した『Semicon in NL』を翻訳したものです。翻訳には正確を期しておりますが、英語版と解釈の相違がある場合は、英語版に依拠してください。

オリジナル（英語版）はこちらからダウンロードできます。

<https://www.pwc.nl/en/insights-and-publications/services-and-industries/technology/ecosystem-of-the-semiconductor-industry-al-ready-at-stake.html>

日本語版発行年月：2025年2月 管理番号：I202410-16

© 2025 PwC. All rights reserved. PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details. This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.