



世界半導体業界 包括的分析レポート

Yu Murakami, New York General Group
2025年12月

序論：半導体産業の文明史的意義と現代経済における中核的役割

半導体産業は、人類の技術文明を根底から支える最も重要な製造業セクターとして、21世紀の世界経済において比類なき戦略的地位を占めている。シリコンを基盤とする集積回路の発明から半世紀以上が経過した現在、半導体チップはスマートフォン、パーソナルコンピュータ、データセンター、自動車、医療機器、産業用ロボット、通信インフラ、航空宇宙システム、そして軍事装備に至るまで、現代社会のあらゆる技術システムの中核構成要素となっている。デジタルトランスフォーメーションの加速、人工知能技術の爆発的普及、電気自動車への産業転換、そして第五世代移動通信システムの展開により、半導体に対する需要は質的にも量的にも前例のない拡大局面を迎えている[1]。

半導体産業の特異性は、その技術的複雑性、資本集約性、そして知識集約性の三重構造にある。最先端の半導体製造施設（ファブ）を建設するためには、数百億ドル規模の設備投資が必要であり、これは世界の製造業において最も資本集約的な投資水準である。製造プロセスは1,000工程以上から構成され、各工程において原子レベルの精度が要求される。さらに、次世代技術の開発には数年から十年以上の研究開発期間と、数十億ドル規模の研究開発投資を要する。このような参入障壁の高さゆえに、世界の半導体産業は少数の巨大企業によって支配される寡占構造を呈しており、特に最先端プロセス技術においては、実質的に台湾積体電路製造（TSMC）、サムスン電子、インテルの三社のみが競争可能な状況となっている[2]。

本レポートは、世界半導体産業の現状を多角的かつ包括的に分析し、市場構造、技術革新動向、主要企業の競争戦略、地政学的再編、サプライチェーンの変容、そして今後の市場展望について詳細に論

じるものである。分析にあたっては、産業の構造的特性を踏まえつつ、短期的な市場変動と長期的な構造化の両面を考慮し、産業参加者および政策立案者に対する実践的な示唆を提供することを目指す。

第一章：世界半導体市場の規模、構造、および成長ダイナミクス

第一節：市場規模の推移と成長予測

世界半導体市場は、2023年に約5,270億ドルの規模を記録し、2022年の5,740億ドルから約8パーセントの減少を経験した。この減少は、新型コロナウイルス感染症パンデミック期間中の過剰在庫の調整、パーソナルコンピュータおよびスマートフォン需要の正常化、そしてメモリ半導体価格の急落に起因するものであった。しかしながら、2024年に入り市場は力強い回復基調に転じた。世界半導体貿易統計（WSTS）は2025年12月2日に2025年秋季予測を発表しており、同予測によれば市場は継続的な成長軌道にあることが示されている[3]。

米国半導体工業会（SIA）の発表によれば、2025年10月の世界半導体売上高は前月比4.7パーセント増を記録しており、市場の堅調な回復が確認されている。特に注目すべきは、米国市場が世界半導体売上高の50.4パーセントを占めるに至っていることであり、これは米国の半導体産業における主導的地位を明確に示すものである[1]。

中長期的な市場展望においては、世界半導体市場は2030年までに1兆ドルを超える規模に成長すると予測されている。この成長予測の根拠となるのは、複数の構造的需要ドライバーの存在である。第一に、人工知能技術の普及に伴う演算処理需要の指数関数的増大がある。大規模言語モデルの訓練に必要な演算量は、モデルの規模拡大に伴い急速に増加しており、これに対応するための高性能アクセラレータチップへの需要は今後も継続的に拡大すると見込まれる。第二に、自動車産業の電動化および自動運転技術の発展により、車載半導体の搭載量は従来の内燃機関車と比較して数倍から十倍以上に増加している。第三に、産業用IoT（モノのインターネット）の普及により、工場、物流、農業、エネルギーなど多様な産業分野において半導体の需要が拡大している。第四に、第五世代および将来の第六世代移動通信システムの展開に伴い、通信インフラ向け半導体需要が増大している[1]。

第二節：製品セグメント別市場構造

半導体市場は、製品の機能および用途に基づいて複数のセグメントに分類される。最大のセグメントはロジック半導体であり、市場全体の約40パーセントを占めている。ロジック半導体には、中央演算処理装置（CPU）、グラフィックス処理装置（GPU）、アプリケーション特化型集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、そしてシステムオンチップ（SoC）が含まれる。

特に注目すべき動向として、TrendForceの分析によれば、人工知能アクセラレータ市場においてASICの成長がGPUの成長を上回る可能性が指摘されている。従来、人工知能向け演算処理市場はGPUが支配的であったが、大規模クラウド事業者による自社設計ASICの開発・展開が加速しており、2026年に向けてASICの市場シェアが拡大する見通しである。この動向は、人工知能半導体市場における競争構造の変化を示唆するものとして、業界関係者から高い関心を集めている[4]。

メモリ半導体は、市場全体の約25パーセントを占める第二のセグメントである。メモリ半導体は、DRAM（動的ランダムアクセスメモリ）とNAND型フラッシュメモリの二大製品カテゴリーに大別される。DRAMは、コンピュータおよびサーバーの主記憶装置として使用され、高速なデータアクセスを可能とする揮発性メモリである。NAND型フラッシュメモリは、ソリッドステートドライブ（SSD）およびモバイル機器のストレージとして使用される不揮発性メモリである。メモリ半導体市場は、需給バランスの変動に対して価格が大きく変動する周期的な特性を有しており、2022年から2023年にかけては深刻な供給過剰により価格が大幅に下落した。しかしながら、人工知能サーバー向け高帯域幅メモリ（HBM）の需要急増により、市場環境は劇的に改善している[4]。

アナログ半導体は、市場全体の約15パーセントを占めるセグメントであり、電源管理IC、センサー、アンプ、データコンバータなどが含まれる。アナログ半導体は、現実世界の連続的な信号（温度、圧力、光、音など）をデジタル信号に変換し、またその逆の変換を行う役割を担っている。自動車、産業機器、通信機器など幅広い用途で使用されており、製品ライフサイクルが長く、価格変動が比較的小さいという特性を有している。

ディスプレイ半導体、オプトエレクトロニクス、センサーなどのその他のセグメントが、残りの約20パーセントを構成している。特に、パワー半導体は電気自動車および再生可能エネルギーシステムの普及に伴い急速に成長しているサブセグメントであり、炭化ケイ素（SiC）および窒化ガリウム（GaN）を用いた化合物半導体への移行が進行している。

第三節：地域別市場分布と製造能力の地理的集中

地域別の半導体需要分布を分析すると、アジア太平洋地域が世界市場の約60パーセントを占めており、北米が約20パーセント、欧州が約10パーセント、その他地域が残り を構成している。SIAの最新データによれば、米国は世界半導体売上高の50.4パーセントを占めており、設計およびファブレス事業における米国の優位性が明確に示されている[1]。

しかしながら、需要の地理的分布と製造能力の地理的分布は大きく乖離している。SIAの「Winning the Chip Race」レポートによれば、2022年時点で米国は先端ロジック半導体（10ナノメートル未満）の製造能力を実質的に保有していなかった（0パーセント）。この極端な地理的集中は、地政学的リスクおよびサプライチェーンの脆弱性として広く認識されるようになり、各国政府による製造能力分散化政策の背景となっている[1]。

メモリ半導体の製造能力は、韓国と日本に集中している。DRAMについては、サムスン電子、SKハイニックス（いずれも韓国）、マイクロン・テクノロジー（米国）の三社が市場の約95パーセントを占めている。NAND型フラッシュメモリについては、サムスン電子、キオクシア（日本）、SKハイニックス、ウェスタンデジタル（米国）、マイクロン・テクノロジーの五社が市場を支配している。

成熟プロセス（28ナノメートル以上）の製造能力は、より広く分散しており、中国、台湾、韓国、日本、米国、欧州に製造拠点が存在する。中国は、成熟プロセスにおける製造能力を急速に拡大しており、世界の成熟プロセス製造能力の相当部分を占めるに至っている。この拡大は、中国政府による大規模な補助金および投資支援に支えられたものであり、一部の市場セグメントにおいては供給過剰の懸念が生じている。

第二章：半導体製造技術の最前線と将来展望

第一節：微細化技術の進化と物理的限界への接近

半導体技術の進歩は、歴史的にトランジスタの微細化（スケーリング）を軸として発展してきた。1965年にゴードン・ムーアが提唱した「ムーアの法則」は、集積回路上のトランジスタ数が約2年ごとに倍増するという経験則であり、半導体産業の発展を導く指針として機能してきた。トランジスタのサイズを縮小することにより、同一面積のチップ上により多くの素子を集積し、処理性能の向上、消費電力の削減、そして製造コストの低減を同時に実現することが可能となる。

現在、最先端の製造プロセスは3ナノメートル世代に到達している。TSMCは3ナノメートルプロセス（N3）の量産を開始し、Apple社の最新製品に搭載されるチップに採用されている。サムスン電子も3ナノメートルプロセスの量産を開始しているが、歩留まりおよび性能の面でTSMCに後れを取っていると報じられている。2ナノメートル世代については、TSMCが量産開始を予定しており、サムスン電子およびインテルも同時期の量産を目指している[2]。

ただし、「ナノメートル」という呼称は、実際のトランジスタの物理的寸法を直接的に反映するものではなくていいる。現在の「3ナノメートル」プロセスにおいても、実際のゲート長は20ナノメートル以上であり、「ナノメートル」という数値は主としてマーケティング上の世代表記として使用されている。より正確な性能指標としては、トランジスタ密度（単位面積あたりのトランジスタ数）、消費電力効率、そして動作周波数などが用いられる。

第二節：トランジスタ構造の革新：FinFETからGAAへの移行

従来の平面構造トランジスタによる微細化は、短チャネル効果およびリーク電流の増大という物理的限界に直面した。この課題を克服するため、2011年にインテルが22ナノメートルプロセスにおいてFinFET（フィン型電界効果トランジスタ）構造を導入した。FinFET構造では、チャネル層が垂直に立ち上がった「フィン」形状をとり、ゲート電極がフィンの三面を包囲することで、より効果的な電流制御を実現している。この構造により、リーク電流の低減と駆動電流の向上が同時に達成され、14ナノメートル、10ナノメートル、7ナノメートル、5ナノメートル、そして3ナノメートル世代に至るまで、FinFET構造が最先端プロセスの標準となってきた。

しかしながら、FinFET構造もまた微細化の限界に近づいており、次世代のトランジスタ構造としてGAA（ゲートオールアラウンド）構造への移行が進行している。GAA構造では、ナノシートまたはナノワイヤと呼ばれる極めて薄いチャネル層を水平に複数積層し、ゲート電極がチャネルを完全に（四面から）包囲する。この構造により、FinFET構造と比較してさらに精密な電流制御が可能となり、リーク電流の一層の低減と駆動電流の向上が実現される。

サムスン電子は、3ナノメートルプロセスにおいてGAA構造を業界に先駆けて導入した。同社は「MBCFET（Multi-Bridge Channel FET）」と呼ぶナノシート構造を採用し、FinFET構造と比較して性能向上と消費電力削減を実現したと発表している。TSMCは、3ナノメートル世代まではFinFET構造を継続使用し、2ナノメートル世代（N2）においてGAA構造（同社は「ナノシート」と呼称）に移行する計画である[2]。

第三節：極端紫外線（EUV）リソグラフィ技術の進化

リソグラフィは、半導体製造プロセスにおいて回路パターンをウェハ上に転写する工程であり、製造可能な最小パターン寸法を規定する最も重要な技術である。リソグラフィの解像度は、使用する光の波長に依存しており、より短い波長の光を使用することで、より微細なパターンの形成が可能となる。

従来のArF（フッ化アルゴン）液浸リソグラフィは、波長193ナノメートルの深紫外線を使用し、液浸技術および多重露光技術を組み合わせることで、7ナノメートル世代までの製造を可能としてきた。しかしながら、多重露光技術は工程数の増加とコスト上昇を招き、さらなる微細化には限界があった。

極端紫外線（EUV）リソグラフィは、波長13.5ナノメートルの極端紫外線を使用することで、単一露光でより微細なパターンの形成を可能とする技術である。EUVリソグラフィは、7ナノメートル世代の一部工程から導入が始まり、5ナノメートル世代以降では必須技術となっている。3ナノメートル世代では、EUV露光の回数がさらに増加し、2ナノメートル世代以降ではHigh-NA（高開口数）EUV技術の導入が計画されている[5]。

EUVリソグラフィ装置を製造できる企業は、世界で唯一オランダのASML社のみである。ASML社は、1980年代からEUV技術の研究開発に着手し、数十年にわたる開発期間と数十億ドルの投資を経て、2010年代後半に商用化を実現した。同社のEUV装置は、10万点以上の部品から構成される極めて複雑なシステムであり、光源、光学系、ウェハステージ、レチクルステージなど、各サブシステムにおいて最先端の技術が結集されている。光学系はドイツのカール・ツァイス社が、光源技術は米国のサイマー社（現在はASMLの子会社）およびドイツのトルンプ社が供給しており、ASML社を中心とするエコシステムが形成されている。

第四節：先進パッケージング技術とチップレット・アーキテクチャ

従来の半導体性能向上は、主としてトランジスタの微細化によって実現されてきたが、微細化の限界に近づくにつれ、パッケージング技術による性能向上の重要性が増大している。先進パッケージング技術は、複数のチップ（ダイ）を高密度に実装し、チップ間的高速通信を実現することで、システム全体の性能向上を可能とする。

チップレット・アーキテクチャは、単一の大規模チップを複数の小規模チップ（チップレット）に分割し、先進パッケージング技術で相互接続する設計手法である。このアプローチには複数の利点がある。第一に、製造歩留まりの向上である。大規模チップでは、ウェハ上の欠陥により不良となる確率が高くなるが、小規模チップレットに分割することで、欠陥の影響を局所化し、全体の歩留まりを向上させることができる。第二に、異なるプロセス世代の混載が可能となる。演算処理を担うロジックチップレットは最先端プロセスで製造し、入出力やアナログ機能を担うチップレットは成熟プロセスで製造するなど、機能に応じた最適なプロセスの選択が可能となる。第三に、設計の柔軟性が向上する。標準化されたチップレットを組み合わせることで、多様な製品構成を効率的に実現できる[6]。

TSMCのCoWoS（Chip on Wafer on Substrate）は、高帯域幅メモリ（HBM）とロジックチップを同一パッケージ上に実装するための先進パッケージング技術であり、NVIDIAのGPUおよびAMDのデータセンター向けプロセッサに広く採用されている。TrendForceの分析によれば、CoWoSは人工知能サーバー向け半導体において不可欠な技術となっており、その生産能力は業界全体の供給制約要因となっている[4]。

第三章：主要企業の競争戦略と市場ポジショニング

第一節：ファウンドリ産業の競争構造とTSMCの支配的地位

ファウンドリ（製造受託）事業は、半導体産業のバリューチェーンにおいて最も資本集約的かつ技術集約的なセグメントである。ファウンドリ企業は、自社ブランドの製品を持たず、ファブレス企業（設計専業企業）から製造を受託することで収益を得る。この事業モデルは、1987年にTSMCの創業者モリス・チャンによって確立され、半導体産業の水平分業化を促進する原動力となった。

TSMCは、世界ファウンドリ市場において約60パーセントのシェアを有し、最先端プロセス（7ナノメートル以下）においては90パーセント以上のシェアを占める圧倒的な優位性を確立している。TSMCの競争優位性は、複数の要因に基づいている。第一に、最先端製造技術への継続的かつ大規模な投資である。同社は年間数百億ドルを設備投資に充てており、技術的リーダーシップの維持に注力している。第二に、高い製造歩留まりである。同社は、新プロセスの立ち上げにおいて競合他社よりも早期に高い歩留まりを達成する能力を有しており、これが顧客からの信頼につながっている。第三に、顧客との緊密な協力関係である。同社は、Apple、NVIDIA、AMD、Qualcommなど世界の主要ファブレス企業との長期的なパートナーシップを構築しており、顧客の設計チームと密接に連携して製造プロセスの最適化を行っている[2]。

サムスン電子は、TSMCに次ぐ世界第二位のファウンドリ企業であり、約15パーセントの市場シェアを有している。同社は、ファウンドリ事業とメモリ事業を併せ持つ独自のポジションを活かし、システムレベルでの最適化を提案することで差別化を図っている。サムスン電子は、3ナノメートルプロセスにおいてGAA構造を業界に先駆けて導入し、技術的リーダーシップの奪還を目指している。

インテルは、長年にわたり自社製品の製造に特化してきたIDM（垂直統合型デバイスメーカー）であったが、「IDM 2.0」戦略を発表し、ファウンドリ事業（Intel Foundry Services）への本格参入を宣言した。同社は、米国政府のCHIPS法による補助金を活用し、米国内に大規模な製造施設を建設中である。インテルの戦略は、地政学的リスクを懸念する顧客に対して、米国内での先端半導体製造オプションを提供することにある。

第二節：ファブレス企業の競争動向とAI半導体市場の構造変化

ファブレス企業は、半導体の設計に特化し、製造をファウンドリ企業に委託する事業モデルを採用している。この事業モデルにより、巨額の製造設備投資を回避しつつ、設計能力およびソフトウェアエコシステムの構築に経営資源を集中することが可能となる。

NVIDIAは、ファブレス企業の中で最も顕著な成功を取めた企業であり、人工知能向けアクセラレータ市場において支配的地位を確立している。同社は1993年にグラフィックス処理装置（GPU）メーカーとして創業し、当初はゲーム用グラフィックスカード市場を主要事業としていた。しかしながら、2010年代に入り、GPUの並列処理能力が機械学習の訓練に適していることが認識されるようになり、同社はデータセンター向け事業を急速に拡大した。

NVIDIAの競争優位性は、ハードウェアとソフトウェアの統合的なエコシステムにある。同社のCUDA（Compute Unified Device Architecture）プラットフォームは、GPU上での汎用演算を可能とするプログラミングモデルおよびソフトウェアスタックであり、2006年の導入以来、機械学習研究者および開発者の間で広く普及している。主要な機械学習フレームワーク（TensorFlow、PyTorchなど）はCUDAに最適化されており、研究者および開発者がNVIDIA以外のプラットフォームに移行するためには、大きなスイッチングコストが伴う。

しかしながら、TrendForceの分析によれば、人工知能アクセラレータ市場においてASIC（アプリケーション特化型集積回路）の成長がGPUの成長を上回る可能性が指摘されている。Google、Amazon、Microsoft、Metaなどの大規模クラウド事業者は、自社のワークロードに最適化したカスタムASICの開発を加速しており、これらの自社設計チップがNVIDIAのGPUに対する代替選択肢として台頭している。2026年に向けて、ASICの市場シェアが拡大し、GPU中心の市場構造が変化する可能性がある[4]。

AMDは、プロセッサおよびGPU市場においてインテルおよびNVIDIAの主要な競合企業である。同社は、TSMCとの緊密な協力関係を活かし、最先端プロセス技術をいち早く採用することで競争力を回復させた。GPU市場においては、NVIDIAの支配的地位に挑戦するため、データセンター向けGPU（Instinctシリーズ）の開発を強化しているが、ソフトウェアエコシステムの面でNVIDIAに対する劣位を克服するには至っていない。

第三節：データセンターネットワーク技術の競争：InfiniBand対Ethernet

人工知能サーバーの大規模展開に伴い、データセンター内のネットワーク技術が重要な競争軸として浮上している。TrendForceの分析によれば、データセンターのスケールアウト（水平拡張）においてEthernetが主流に回帰しつつあり、BroadcomとNVIDIAの間で激しい競争が展開されている[4]。

NVIDIAは、InfiniBand技術を擁するMellanoxを2020年に買収し、高性能コンピューティング向けネットワーク市場における地位を強化した。InfiniBandは、従来から科学技術計算およびハイパフォーマンスコンピューティング分野で広く採用されてきた高帯域幅・低遅延のネットワーク技術であり、大規模言語モデルの分散訓練においても優れた性能を発揮する。

一方、Broadcomは、Ethernet技術を基盤としたデータセンターネットワークソリューションを提供しており、大規模クラウド事業者との緊密な関係を構築している。Ethernetは、InfiniBandと比較して標準化が進んでおり、マルチベンダー環境での相互運用性に優れている。また、Ethernet技術の進化により、帯域幅および遅延性能がInfiniBandに接近しつつある。

この競争は、人工知能インフラ市場における垂直統合対水平分業という、より広範な産業構造の議論とも関連している。NVIDIAは、GPU、ネットワーク、ソフトウェアを統合したフルスタックソリューションを提供する垂直統合戦略を追求している。これに対し、Broadcomおよびその顧客である大規模クラウド事業者は、各レイヤーで最適なコンポーネントを選択する水平分業モデルを志向している。

第四節：メモリ半導体企業の競争と高帯域幅メモリ（HBM）市場の急成長

メモリ半導体市場は、少数の大企業による寡占構造を特徴としている。DRAM市場においては、サムスン電子（約40パーセント）、SKハイニックス（約30パーセント）、マイクロン・テクノロジー（約25パーセント）の三社が市場の約95パーセントを占めている。

近年における最も注目すべき動向は、高帯域幅メモリ（HBM）市場の急成長である。HBMは、複数のDRAMダイを垂直に積層し、シリコン貫通電極（TSV）で相互接続した高性能メモリ製品であり、従来のDRAMと比較して大幅に高いメモリ帯域幅を実現する。人工知能アクセラレータは、大規模な機械学習モデルの訓練および推論において膨大なデータ転送を必要とするため、HBMの搭載が不可欠となっている[4]。

SKハイニックスは、HBM市場において先行者優位を確立している。同社は、HBM技術の開発において業界をリードしてきた歴史を有し、NVIDIAへのHBM供給において主要サプライヤーの地位を占めている。HBM事業の急成長により、SKハイニックスの業績は大幅に改善している。

サムスン電子は、HBM市場においてSKハイニックスに後れを取っている。同社は、HBM製品の開発を進めているが、製品品質の課題が報じられている。サムスン電子は、HBM市場におけるシェア回復を経営上の最優先課題として位置づけ、技術開発および生産能力拡張を加速させている。

マイクロン・テクノロジーも、HBM市場への参入を強化している。米国企業として唯一のHBMサプライヤーであるマイクロンは、地政学的リスクを懸念する顧客に対して、サプライチェーン多元化のオプションを提供する立場にある。

第四章：地政学的動向とサプライチェーンの構造的再編

第一節：米中技術競争と半導体輸出規制の展開

半導体産業は、米中対立を軸とする地政学的緊張の最前線に位置している。米国政府は、中国の軍事近代化および先端技術開発を抑制するため、半導体関連の輸出規制を段階的に強化してきた。2022年10月に米国商務省産業安全保障局（BIS）が導入した規制は、先端半導体製造装置および高性能チップの中国向け輸出を大幅に制限するものであり、半導体産業史上最も包括的な輸出規制として位置づけられている[7]。

2022年10月の規制は、複数の要素から構成されている。第一に、先端ロジック半導体（16ナノメートル以下）、先端DRAM（18ナノメートル以下）、先端NANDフラッシュメモリ（128層以上）の製造に使用される装置の中国向け輸出が原則禁止された。第二に、高性能演算チップ（特定の性能閾値を超えるGPUおよびASIC）の中国向け輸出が制限された。第三に、米国人（市民権者および永住権者）が中国の先端半導体製造施設で就労することが制限された。

これらの規制は、その後も段階的に強化されている。規制対象となる演算チップの性能閾値が引き下げられ、規制の地理的範囲も拡大されている。

米国は、同盟国に対しても規制への同調を求めている。オランダ政府は、ASML社の先端リソグラフィ装置（EUVおよび最先端のDUV装置）の中国向け輸出を制限する措置を導入した。日本政府も、半導体製造装置の輸出管理を強化し、先端リソグラフィ装置、エッチング装置、成膜装置などの中国向け輸出に許可制を導入した。これらの措置により、中国の先端半導体製造能力の発展は大幅に制約されることとなった。

第二節：中国半導体産業の現状と自立化への取り組み

米国の輸出規制は、中国の半導体産業に深刻な影響を与えている。中国最大のファウンドリ企業であるSMIC（中芯国際集成回路製造）は、EUVリソグラフィ装置を入手できないため、最先端プロセスへの移行が困難な状況にある。同社は、既存のDUV装置を用いた多重露光技術により、7ナノメートル

相当のプロセスを実現したと報じられているが、製造コスト、歩留まり、および生産能力の面で大きな制約を抱えている。

中国政府は、半導体産業の自立化を国家戦略として位置づけ、大規模な投資を継続している。国家集成电路産業投資基金（通称「大基金」）を通じて、半導体製造、設計、装置、材料の各分野に対する投資が行われている。

中国の半導体産業は、成熟プロセス（28ナノメートル以上）においては急速に製造能力を拡大している。中国企業は、政府補助金の支援を受けて、成熟プロセス向けの製造施設を大量に建設しており、一部の市場セグメントにおいては、供給過剰の懸念が生じている。この動きは、グローバルな価格競争を激化させ、他国の成熟プロセス製造企業の収益性を圧迫する可能性がある。

一方、最先端プロセスにおいては、中国と先進国との技術格差は依然として大きい。EUVリソグラフィ装置の自主開発には、光源技術、光学系技術、精密制御技術など、多岐にわたる要素技術の確立が必要であり、短期間での実現は困難と見られている。

第三節：先進国・地域における製造能力強化政策

米国、欧州、日本などの先進国・地域は、半導体製造能力の自国内強化に向けた大規模な政策を推進している。これらの政策の背景には、台湾海峡をめぐる地政学的リスク、新型コロナウイルス感染症パンデミック時に顕在化したサプライチェーンの脆弱性、そして半導体の国家安全保障上の重要性に対する認識の高まりがある。

米国半導体工業会（SIA）の「Winning the Chip Race」レポートは、トランプ政権および第119議会に対する政策提言を含んでおり、米国の半導体産業競争力強化に向けた包括的な戦略を提示している。同レポートによれば、CHIPS法およびその他の政策イニシアティブの結果として、米国は2032年までに先端ロジック半導体（10ナノメートル未満）の製造能力を2022年の0パーセントから28パーセントに拡大する見込みである。また、米国は世界の半導体設備投資（Capex）の28パーセントを獲得すると予測されている[1]。

米国のCHIPS and Science Act（2022年成立）は、半導体製造施設への投資に対して約390億ドルの直接補助金および約130億ドルの研究開発支援を提供するものである。さらに、先端製造施設への投資に対して25パーセントの投資税額控除が適用される。この法律に基づき、インテル、TSMC、サムスン電子、マイクロン・テクノロジーなどの企業が、米国内での製造施設建設を進めている。

欧州連合の欧州チップ法（2023年成立）は、官民投資を通じて、域内の半導体製造能力を拡大することを目指している。

これらの政策により、半導体製造能力の地理的分布は今後数年間で大きく変化する見込みである。ただし、完全な自給自足は経済的に非合理であり、各地域は特定のセグメントに特化しつつ、相互依存関係を維持していくと予想される。

第五章：半導体製造装置および材料産業の構造と動向

第一節：半導体製造装置産業の競争構造

半導体製造装置産業は、半導体産業のエコシステムにおいて極めて重要な位置を占めている。製造装置の技術水準が、製造可能な半導体の性能を規定するためである。この産業は高度に専門化されており、各製造工程において少数の企業が市場を支配する寡占構造となっている。

リソグラフィ装置市場においては、オランダのASML社が圧倒的な優位性を有している。同社は、EUVリソグラフィ装置の唯一のサプライヤーである。ASML社の技術的優位性は、数十年にわたる研究開発投資と、カール・ツァイス（光学系）およびトルンプ（光源）との緊密な協力関係に基づいてい

る。同社のEUV装置は、1台あたり10万点以上の部品から構成される極めて複雑なシステムであり、競合他社が短期間で追隨することは事実上不可能である[5]。

エッチング装置市場においては、米国のラムリサーチおよびアブライドマテリアルズ、日本の東京エレクトロンが主要企業である。エッチング装置は、リソグラフィで形成されたパターンに従って、ウェハ表面の材料を選択的に除去する工程に使用される。先端プロセスにおいては、高アスペクト比のエッチング（深く狭い溝の形成）が必要となり、装置の技術的要求水準は年々高まっている。

成膜装置市場においては、アブライドマテリアルズ、東京エレクトロン、ラムリサーチが主要企業である。成膜装置は、ウェハ表面に薄膜を形成する工程に使用され、CVD（化学気相成長）、PVD（物理気相成長）、ALD（原子層堆積）などの技術が用いられる。先端プロセスにおいては、原子レベルの膜厚制御が必要となり、ALD技術の重要性が増大している。

検査・計測装置市場においては、米国のKLAコーポレーションが支配的地位を占めている。検査・計測装置は、製造工程中のウェハを検査し、欠陥の検出およびプロセスパラメータの計測を行う。先端プロセスにおいては、欠陥のサイズが微細化し、検出の難易度が上昇しているため、検査装置の技術的要求水準は年々高まっている。

第二節：ディスプレイ技術の革新とMicro LED

TrendForceの分析によれば、次世代ディスプレイ技術としてMicro LEDが注目を集めている。Micro LEDは、微細なLED素子を画素として使用するディスプレイ技術であり、有機EL（OLED）と比較して高輝度、長寿命、広色域といった特性を有している[4]。

Micro LED技術においては、基板材料の選択が重要な技術的分岐点となっている。TrendForceによれば、サムスンおよびAUO（友達光電）はガラス基板を採用したアプローチを追求している。ガラス基板は、大型ディスプレイへの適用において製造コストの面で優位性を有する。

一方、JBD（Jade Bird Display）はシリコン基板を採用したアプローチを追求している。シリコン基板は、半導体製造プロセスとの親和性が高く、超小型・高精細なディスプレイ（AR/VRヘッドセット向けなど）への適用において優位性を有する[4]。

この技術競争の帰趨は、Micro LEDの用途拡大および市場形成に大きな影響を与えると予想される。大型テレビやデジタルサイネージ向けにはガラス基板アプローチが、ウェアラブルデバイスやAR/VR機器向けにはシリコン基板アプローチが、それぞれ有利となる可能性がある。

第六章：自動車半導体市場の構造変化と成長展望

第一節：電動化および自動運転技術の進展と半導体需要の拡大

自動車産業は、電動化（xEV化）および自動運転技術の発展により、歴史的な構造転換の只中にある。この転換は、車載半導体市場に対して質的にも量的にも大きな影響を与えている。従来の内燃機関車に搭載される半導体は、エンジン制御、トランスミッション制御、エアバッグ、ABS（アンチロックブレーキシステム）などに使用されていた。これに対し、電気自動車（BEV）では、バッテリー管理システム、インバータ、オンボードチャージャー、モーター制御などに大量の半導体が使用され、1台あたりの半導体搭載額は大幅に増加している。さらに、高度な運転支援システム（ADAS）および自動運転機能を備えた車両では、センサー（カメラ、レーダー、LiDAR）、高性能プロセッサ、通信モジュールなどが追加され、半導体搭載額はさらに増大する。

車載半導体市場は、半導体産業における最も重要な成長セグメントの一つとなっている。

第二節：パワー半導体と化合物半導体の台頭

電気自動車の普及に伴い、パワー半導体の重要性が増大している。パワー半導体は、電力の変換および制御を行う半導体デバイスであり、電気自動車においては、バッテリーの直流電力をモーター駆動用の交流電力に変換するインバータ、外部電源からバッテリーを充電するオンボードチャージャー、車載機器に電力を供給するDC-DCコンバータなどに使用される。

従来のパワー半導体は、シリコン（Si）を材料としていたが、電気自動車の高効率化および小型化の要求に応えるため、炭化ケイ素（SiC）および窒化ガリウム（GaN）を用いた化合物半導体への移行が進行している。SiCパワー半導体は、シリコンと比較して、高い耐圧性、低いオン抵抗、高い熱伝導率を有しており、インバータの効率向上および小型化を実現する。

SiCパワー半導体市場の主要企業には、STマイクロエレクトロニクス（スイス）、インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）、オンセミコンダクター（米国）、ウルフスピード（米国）、ローム（日本）などがある。

GaNパワー半導体は、SiCと比較してさらに高い周波数での動作が可能であり、オンボードチャージャーおよびDC-DCコンバータにおいて採用が拡大している。GaNは、高周波動作により、受動部品（インダクタ、コンデンサ）の小型化を可能とし、システム全体の小型軽量化に寄与する。

第三節：車載半導体サプライチェーンの課題と再編

2020年から2021年にかけて発生した世界的な半導体不足は、自動車産業に深刻な影響を与えた。新型コロナウイルス感染症パンデミックの初期段階において、自動車メーカーは需要減退を予測して半導体の発注を削減した。しかしながら、自動車需要は予想よりも早く回復し、同時に在宅勤務の普及によりパソコンおよびデータセンター向け半導体需要が急増したため、半導体の供給が逼迫した。自動車メーカーは、半導体不足により生産調整を余儀なくされた。

この経験を踏まえ、自動車メーカーは半導体サプライチェーンの見直しを進めている。従来、自動車メーカーは、ティア1サプライヤー（部品メーカー）を通じて間接的に半導体を調達しており、半導体メーカーとの直接的な関係は限定的であった。しかしながら、半導体不足の経験を経て、自動車メーカーは半導体メーカーとの直接的なパートナーシップを構築し、長期供給契約を締結する動きを強めている。

また、一部の自動車メーカーは、半導体の内製化または設計への関与を強めている。これらの動きは、自動車産業における半導体の戦略的重要性の高まりを反映している。

第七章：今後の市場展望と産業構造の変容

第一節：人工知能需要の持続性と市場成長の展望

人工知能技術の急速な発展は、半導体産業に対する需要構造を根本的に変化させている。大規模言語モデル（LLM）に代表される生成AI技術は、企業および消費者の間で急速に普及しており、これに対応するためのコンピューティングインフラへの投資が急増している。

大規模言語モデルの訓練に必要な演算量は、モデルの規模拡大に伴い指数関数的に増大している。さらに、訓練済みモデルを用いた推論（ユーザーからのクエリに対する応答生成）にも、大量の演算リソースが必要である。推論需要は、AIサービスのユーザー数および利用頻度に比例して増加するため、AIサービスの普及に伴い、推論向け半導体需要は継続的に拡大すると見込まれる。

TrendForceの分析によれば、人工知能サーバー市場は継続的な成長が予測されており、HBMおよび先進パッケージング技術（CoWoSなど）への需要が拡大している。また、前述のとおり、ASICの成長がGPUの成長を上回る可能性が指摘されており、人工知能半導体市場の競争構造は変化しつつある[4]。

ただし、AI需要の持続性については、一部で懸念も表明されている。現在のAI投資ブームが、実際のビジネス価値創出に見合ったものであるかどうか、過剰投資のリスクはないか、といった点が議論されている。また、AIモデルの効率化（より少ない演算リソースで同等の性能を実現する技術）が進展すれば、演算需要の成長率は鈍化する可能性もある。しかしながら、中長期的には、AI技術の産業応用の拡大、エッジAI（端末側でのAI処理）の普及、新たなAIアプリケーションの登場などにより、AI関連半導体需要は構造的な成長を継続すると予測される。

第二節：サプライチェーンの地理的再編と「フレンドショアリング」

地政学的リスクへの対応として、半導体サプライチェーンの地理的再編が進行している。従来、半導体産業は、グローバルな分業体制のもとで効率性を追求してきた。設計は主として米国で行われ、製造は台湾および韓国に集中し、組立・テストは中国および東南アジアで行われるという構造である。しかしながら、米中対立の激化および台湾海峡をめぐる緊張の高まりにより、この集中構造のリスクが広く認識されるようになった。

「フレンドショアリング」（友好国間でのサプライチェーン構築）という概念が、政策立案者および企業経営者の間で注目を集めている。これは、地政学的に信頼できる同盟国・友好国の間でサプライチェーンを構築し、敵対的な国への依存を低減するという考え方である。

SIAの「Winning the Chip Race」レポートが示すとおり、米国は2032年までに先端ロジック半導体の製造能力を0.1パーセントから28パーセントに拡大し、世界の設備投資の28パーセントを獲得する見込みである。これは、CHIPS法およびその他の政策イニシアティブの成果として位置づけられている[1]。

ただし、サプライチェーンの地理的分散化には、コスト上昇という代償が伴う。半導体製造は、規模の経済性が極めて大きい産業であり、製造拠点の分散は単位あたりの製造コストを上昇させる。また、各地域において熟練した技術者および技能者を確保することも課題となる。

完全な自給自足は経済的に非合理であり、各地域は特定のセグメントに特化しつつ、相互依存関係を維持していくと予想される。米国は、最先端ロジック半導体の一部製造能力を確保しつつ、設計およびソフトウェアにおける優位性を維持することを目指している。欧州は、自動車向けおよび産業向け半導体に注力している。

第三節：技術革新の多様化と新たな競争軸

従来の半導体性能向上は、主としてトランジスタの微細化によって実現されてきたが、微細化の限界に近づくにつれ、性能向上のアプローチは多様化している。

第一に、チップレット・アーキテクチャおよび先進パッケージングによる性能向上である。複数のチップレットを高密度に実装し、チップ間的高速通信を実現することで、単一チップでは実現困難な性能を達成することが可能となる。

第二に、新材料の採用による性能向上である。従来のシリコンに加えて、炭化ケイ素、窒化ガリウム、酸化ガリウムなどの化合物半導体、および二次元材料（グラフェン、遷移金属ダイカルコゲナイドなど）の研究開発が進められている。これらの新材料は、特定の用途において従来のシリコンを上回る性能を発揮する可能性がある。

第三に、アーキテクチャレベルでの最適化である。汎用プロセッサに代わり、特定の用途に最適化された専用プロセッサ（ASIC、FPGA）の採用が拡大している。人工知能向けアクセラレータは、その代表例である。TrendForceが指摘するとおり、ASICの成長がGPUを上回る可能性は、このトレンドを反映している[4]。

第四に、量子コンピューティングおよびニューロモフィックコンピューティングなどの新しい計算原理の研究である。これらは、従来の半導体技術とは異なる原理に基づくものであり、実用化には時間を要するが、長期的には半導体産業に大きな影響を与える可能性がある。

世界半導体産業は、技術革新、地政学的再編、そして需要構造の変化という三つの大きな力によって形作られている。人工知能技術の急速な発展は、半導体産業に対する需要を構造的に押し上げており、この傾向は今後も継続すると予想される。同時に、米中対立を背景とするサプライチェーンの再編は、産業の地理的分布を変化させつつある。技術的には、従来の微細化に加えて、先進パッケージング、新材料、アーキテクチャ最適化など、多様なアプローチによる性能向上が追求されるようになっていく。

SIAのデータが示すとおり、2025年10月の世界半導体売上高は前月比4.7パーセント増を記録し、米国は世界売上高の50.4パーセントを占めている。また、米国は2032年までに先端ロジック製造能力を28パーセントに拡大する見込みであり、半導体産業における主導的地位の強化を図っている[1]。

TrendForceの分析が示すとおり、人工知能半導体市場においてはASICがGPUを上回る成長を見せる可能性があり、データセンターネットワークにおいてはEthernetとInfiniBandの競争が激化している。また、Micro LED技術においてはガラス基板とシリコン基板のアプローチが競合している[4]。

半導体産業は、デジタル経済の基盤として、今後も世界経済において中心的役割を果たし続けるであろう。産業参加者にとっては、技術的リーダーシップの維持、地政学的リスクへの対応、そして変化する需要構造への適応が、成功の鍵となる。政策立案者にとっては、産業政策と通商政策のバランス、国際協調と国内産業育成の両立が重要な課題となる。半導体産業の動向は、今後も世界経済および国際政治の重要な焦点であり続けるであろう。

参考文献

- [1] Semiconductor Industry Association. (2025). *Winning the Chip Race: Recommendations for the Trump Administration and 119th Congress*. Semiconductor Industry Association. <https://www.semiconductors.org/>; Semiconductor Industry Association. (2025, December 4). *Global Semiconductor Sales Increase 4.7% Month-to-Month in October*. SIA Press Release.
- [2] Miller, C. (2022). *Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology*. Scribner.
- [3] World Semiconductor Trade Statistics. (2025, December 2). *WSTS Semiconductor Market Forecast Autumn 2025*. WSTS. <https://www.wsts.org/>
- [4] TrendForce. (2025). *TrendForce Insights: AI Server, HBM, ASIC vs GPU, InfiniBand vs Ethernet, Micro LED Technology Trends*. TrendForce. <https://www.trendforce.com/>
- [5] ASML Holding N.V. (2024). *ASML Annual Report 2023*. ASML Holding N.V.
- [6] Lau, J. H. (2022). *Semiconductor Advanced Packaging*. Springer.
- [7] Bureau of Industry and Security. (2022). *Implementation of Additional Export Controls: Certain Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items*. U.S. Department of Commerce.