

# 世界の半導体産業の変化とわが国の“ラピダス”成功の可能性



多摩大学  
特別招聘教授  
真壁 昭夫

2023年6月時点で、半導体の需要は全体としては減少している。その要因のひとつとして、これまで半導体需要を支えてきたスマートフォンの出荷台数が減少していることがある。またパソコンの需要も低迷している。人工知能（AI）や電気自動車（EV）など需要がひっ迫している分野もあるものの、全体として半導体市況は右肩下がりだ。

ただ、中長期的な視点で考えると、今後、“戦略物資”としての半導体重要性は高まるとみられる。脱炭素、安全保障など、あらゆる分野で半導体の需要は増加すると予想される。社会のデジタル化に伴い、これまであまり半導体が用いられてこなかった家電などにも、より多くのチップが使われるようになってきている。こうした傾向は、これからも続くだろう。

半導体の製造技術の向上、生産能力強化は主要国経済の競争力に決定的影響を与える可能性がある。その見方に基づき、米国や欧州など主要国は対中半導体規制を強化している。特に、先端分野での米中対立は激化した。日欧の政府も半導体産業への支援を強化している。地政学リスクの高まりもあり、台湾、韓国から日米などに、半導体の生産拠点の移転は加速し始めた。

2022年4月、世界最大のファウンドリ（半導体の受託製造企業）である台湾積体回路製造（TSMC）は、熊本県でわが国の企業と連携して工場建設に着手した。8月、わが国では、政府、民間主要企業の連携によって、新しい半導体企業の“ラピダス”が設立された。2025年前半までの試作ライン構築、

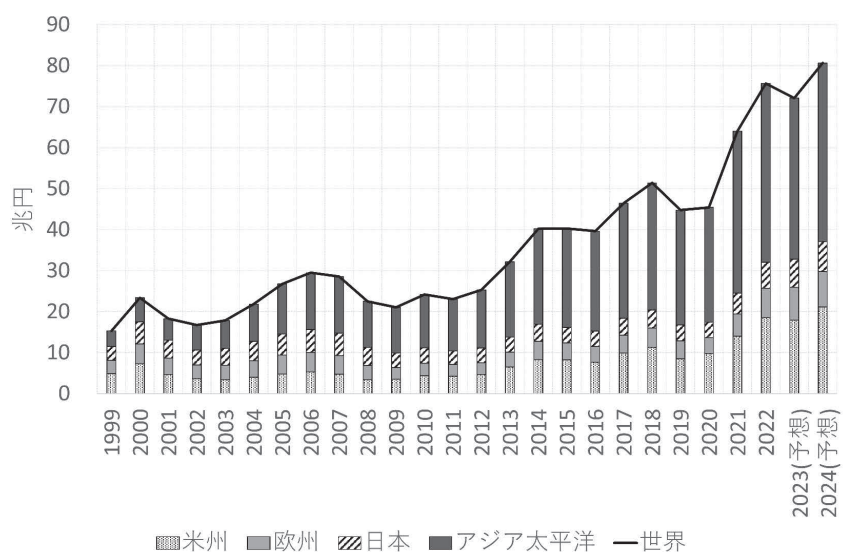
2027年の最先端ロジック半導体の量産開始を目指す。

2023年6月時点で、ラピダスが量産を目指す新しいロジック半導体を生産する企業は、まだ見当たらない。今後、ラピダスは国内外の企業との関係を強化する。政府はそうした取り組みを確実にサポートすることが必要になる。ラピダスが市況の変化に合わせて新しいチップを市場に投入できれば、同社が国際的な競争力を発揮することは可能になるはずだ。

## 1. シリコン・サイクルの確認と現在の半導体市況

2023年6月中旬時点で、世界の半導体市況のサイクル（シリコン・サイクル）は下降局面にある。世界半導体市場統計（WSTS）のデータから確認できる（図表1）。

図表1 世界の半導体市場の推移



出所：WSTS

グラフを見ると、おおむね3～4年の周期で世界の半導体市場は成長と後退を繰り返してきた。2000年9月に米国でインテルショックが発生した。その後、2003年ごろから市況は回復し、2006年ごろにピークを迎えた。リーマンショック発生後、世界の半導体市況は一時停滞した。

2011年ごろから世界の半導体市場は徐々に回復し、2016年ごろにピークを迎えた。このサイクルを支えた主たる要因は、スマートフォンだった。2016年、世界全体のスマホ出荷台数は過去最高を記録した。

その後の調整を挟み、2018年にかけて、世界の半導体市場は再び成長した。スマホの普及を背景に、米国や中国などで“ソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）”や音楽や動画の“サブスクリプション（サブスク）”といったビジネスモデルが確立された。

米中のIT先端企業の成長は加速した。フィンテック（デジタル技術と金融ビジネスの融合）、シェアリング、生産現場や家庭での“インターネット・オブ・シングス（IoT）”利用などデジタル化は加速した。

ビッグデータの獲得、保存、分析需要も急速に増大し、データセンタの建設も増えた。こうして、DRAMやNAND型フラッシュメモリなどのメモリ半導体、演算などを行うロジック半導体、音声、温度、画像などを処理するアナログ半導体の需要は増加した。

2019年、世界の半導体産業はマイナス成長に陥った。背景として、中国経済の成長率鈍化、半導体などIT先端分野で米中の対立の先鋭化があげられる。グローバル化を背景に、世界全体に張り巡らされたジャスト・イン・タイム供給網は混乱し、設備投資が減少した。また、トランプ政権は、中国の通信機器メーカーであるファーウェイなどに制裁を課した。それによって半導体の自給率向上などを目指す“中国製造2025”は遅れ始めた。

2020年から2022年にかけて、再度、世界の半導体市況は上向いた。コロナ禍の発生によって、世界全体で半導体の需給は急激にひっ迫した。感染、その再拡大などを避けるために移動が制限され世界全体で半導体などの供給は制約された。

一方、巣ごもり生活、テレワークの増加などを背景に、スマートフォン、パソコン、自動車やデータセンタ向けなど、半導体の需要が急増した。急速な半導体の需給タイト化によって、半導体調達

を、台湾と韓国に依存することの問題も顕在化した。

特に、米中の対立が激化して以降、世界のチップ供給にTSMCが与える影響は上昇した。それはTSMCの月次売上高の推移から確認できる（図表2）。

2019年、世界の半導体市況は悪化した。TSMCの売り上げは増勢を保った。当時、米トランプ政権は対中制裁を強化した。米国の制裁に抵触することを避けるため、中国のファウンドリである“中芯国際集成电路製造（SMIC）”からTSMCに製造委託先を変更する企業は増えた。

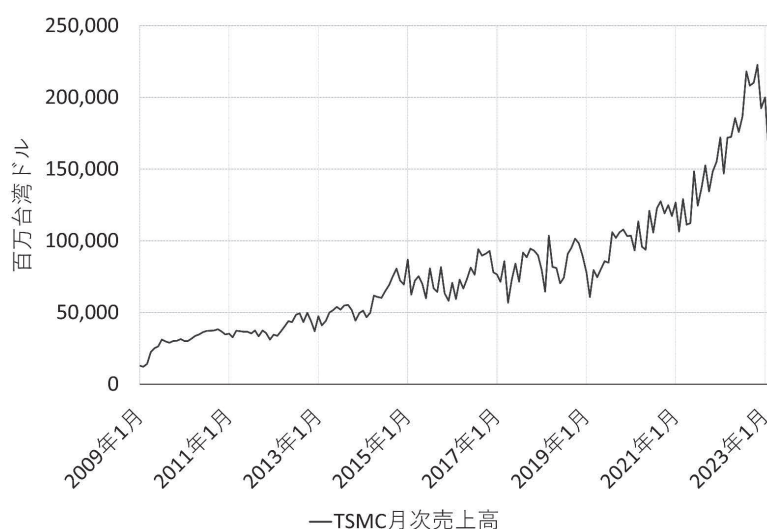
2020年の年初以降、新型コロナウイルスの感染が深刻化するに伴い、TSMCの売り上げは急増した。2020年7～9月期以降、TSMCは回路線幅5ナノメートル（ナノは10億分の1）のロジック半導体の製造ラインを本格稼働し、価格帯の高いチップの供給力を強化した。それによってアップルはITデバイスの性能向上を実現し、巣ごもり需要などを取り込んだ。

ただ、2022年半ばごろから、徐々に半導体市況は軟化した。米国では、コロナ禍によるネット通販などの一時的な利用急増を背景に、物流施設が過剰になった。SNSやサブスク分野での需要も鈍化し、ビジネスモデルの行き詰まりも鮮明化した。世界経済がウイズコロナに向かうに伴い、巣ごもり需要も減少した。

中国では共産党政権がIT先端企業への締め付けを強化した。不動産市況の悪化もあり、中国の若年層の失業率は上昇し、個人消費の持ち直しペースも緩慢だ。米欧では、インフレ鎮静化のための利上げが実施された。いずれも半導体需要を下押しした。

その結果、2022年11月以降、TSMCの月次売上高

図表2 TSMCの月次売上高推移



出所：TSMS

は減少に転じた。2023年の年明け以降、スマートフォンやパソコン向けを中心にTSMCやサムスン電子、インテルなどの業績は悪化した。

## 2. 米・中が強化する半導体関連産業の支援策

トランプ政権以降の先端分野における米中対立、コロナ禍の発生などをきっかけに、主要国にとって戦略物資としての半導体の重要性は高まった。コロナ禍の主要国では、半導体の調達寸断された結果、主要な産業において製品の生産がストップする事態が発生した。

特に、自動車の生産には大きな負の影響が及んだ。2021年2月、米国ではGMとフォードが半導体不足に直面し、生産は一時停止した。わが国では、必要な半導体を確実に調達するため、基盤であるシリコンウエハーなど半導体の部材レベルから在庫を押さえに動く企業もあったとみられる。各国企業のサプライチェーンマネジメントの実力が明らかになった。

事態を重く見た米バイデン政権は、半導体産業への介入を強めた。米国の経済運営の発想は、自由放任を基礎としたものから、政府の介入を重視したものに変化した。

冷戦終結とともに、世界経済はグローバル化し、労働力をはじめ要素価格の均等化原理が働いた。中国は豊かかつ安価な労働力を背景に、“世界の工場”としての地位を確立した。自由貿易も促進され、国境のハードルは低下し、世界の企業は、よりコストの低い地域で生産を行い、より価格の高い市場で供給する体制を構築した。

また、1990年代、米国では、IT革命も起きた。情報通信のスピードは上昇し、企業の在庫管理や資材調達など供給網の効率性は高まった。IT関連分野の成長期待の高さに気づいた米国の企業はソフトウェアの設計開発などに選択と集中を進めた。自社製品の製造を台湾のTSMCや鴻海精密工業、その中国子会社であるフォックスコンなどに委託した。

1997年7月、タイを震源地にアジア通貨危機が発生し、韓国は経済危機に陥った。IMFの支援を受けつつ、金大中政権（当時）は産業の集約化を進めた。メモリ半導体分野でサムスン電子は、わが国企業からの技術供与も取り付けて大量生産体制を整備し、輸出競争力を高めた。国際分業は加速し、半導体の供給面において台湾、韓国のシェアは高まった。

しかし、コロナ禍をひとつのきっかけに、国際分業

のもろさが明らかになった。半導体の調達が寸断された。必要なチップがひとつでも不足すると、完成車は生産できない。自動車産業は、主要国にとって産業の盟主に位置づけられる。半導体不足により、家電製品など生産も停滞した。

それは、雇用、所得環境の不安定感を高める。2021年3月、米国の8つの州（ミシガン、インディアナ、オハイオ、ケンタッキー、カンザス、サウスカロライナ、アラバマ、ミズーリ）の知事はバイデン政権に書簡を提出し、車載用半導体などの供給が円滑に進むよう米政府に対応を求めた。

同年4月、バイデン政権はTSMCやサムスン電子などの半導体メーカー、GMなど自動車メーカーと会合を開き、自国の自動車メーカーへのチップ供給を優先するよう、関連企業に求めたとみられる。

こうして米国の経済運営は、経済安全保障に影響する先端分野を中心に、政府が市場に介入する“修正資本主義”へシフトし始めた。主な分野は、半導体、医療・医薬、脱炭素などがあげられる。先端分野での中国の台頭を抑えるためにも、米国にとって、自国内における民間企業のリスクテイクをサポートし、設備投資などを促す重要性は高まった。

そうした価値観の変化を背景に、2022年8月、米国で“CHIPSおよび科学法”が成立した。半導体の生産や研究開発に527億ドル（1ドル=140円で約8兆円）の補助金を投じる。補助金を申請する企業は、10年間、中国への関連投資が禁止される。バイデン政権はわが国やオランダなどと連携し、中国向けの半導体製造装置の輸出に制限もかけた。

2022年12月、TSMCはアリゾナに追加の工場建設を発表した。2026年に回路線幅3ナノメートルのロジック半導体の製造開始が目指されている。TSMCが対米直接投資を積み増す背景には、米国政府による補助金などの強化に加え、地政学リスクへの対応もある。

中国の習近平国家主席は台湾統一を公約に掲げた。台湾問題の緊迫感の高まりに対応しつつTSMCが米アップルなどの顧客企業との関係を強化するために、米国などに海外直接投資を行う意思は増す。

欧州委員会も、半導体関連の研究開発、生産の強化、域内企業への安定供給の実現を目指し始めた。2030年までに次世代半導体の域内生産の世界シェアを20%以上にするという目標などが掲げられている（デジタル・コンパス2030）。米欧に共通するのは、戦略物資として重要性が高まる半導体メーカーのリスクテイクを支援し、自国（地域）の経済安全保障体制を強化する考えだ。



### 3. わが国における半導体関連分野での新しい動き

わが国でも、新しい動きが進み始めた。経済産業省は、“半導体・デジタル産業戦略”を立案、推進している。2030年、国内生産した半導体関連の売上高を15兆円にする目標も公表された。その実現に向け、3ステップで支援策が実施される。そのなかでも、国内の主要企業の出資によって設立された“ラピダス”に注目が集まる。

ステップ1では、半導体の製造基盤を整備する。そのため、3件の助成が発表された。ひとつは、熊本県における、“ジャパン・アドバンスド・セミコンダクター・マニファクチャリング（JASM、TSMC、ソニー、デンソーの合弁企業）”の工場建設だ。最大で4760億円が助成される。2024年の工場稼働が予定されている。

TSMCは、熊本県に第2工場を建設する考えも示した。背景のひとつに、半導体関連部材でのわが国企業の競争力の高さがある。純度“99.999999999%（イレブン・ナイン）”のフッ化水素や感光材、シリコンウエハーなどが代表例だ。半導体の製造や検査装置の分野でもわが国企業の競争力は高い。自動車産業や家電など、半導体メーカーの顧客になる企業も多い。

2件目、三重県にてキオクシアとウエスタンデジタルが計画するフラッシュメモリ半導体生産能力強化に、最大929億円の支援が行われる。3件目として、広島県で米マイクロンが計画するDRAMの生産能力拡大に465億円程度の助成が実施される。

ステップ2では、海外企業との連携による、次世代半導体の製造技術の確立が目指される。その役割を担うのが、ラピダスだ。3300億円の政府からの支援（2023年4月末時点）を取り付けたラピダスは、北海道千歳市に工場を建設する。最先端の製造ライン確立のために、ラピダスは米IBM、ベルギーの研究機関“IMEC”と協業する。それによって2027年に、回路線幅2ナノメートル世代（ビヨンド2ナノ）のロジック半導体の製造（受託製造含む）が目指されている。

また、ラピダスはオランダのASMLからEUV露光装置を確保した。ASMLは世界で唯一、極端紫外線（EUV）を用いた露光装置を製造する企業だ。露光とは、回路パターンをシリコンウエハーなどの基盤に焼き付ける半導体の製造工程を指す。回路線幅をより小さくし、演算能力と消費電力性能を高めるために、ASMLのEUV露光装置は欠かせない。

ステップ3では、グローバルな連携強化による将来

技術の実現・実装時期の前倒しが目指される。主たる次世代技術は、量子コンピューティングやNTTグループが研究開発を進める光を用いた超高速通信などが該当するだろう。

半導体・デジタル産業戦略の3つのステップに共通するのは、米欧などとの連携強化である。1990年初頭に、わが国で“資産バブル（株式と不動産のバブル）”が崩壊して以降、わが国では、政府主導のもと民間企業によるコンソーシアム（共同での事業運営体制）が形成された。

代表例はDRAMメーカーの“エルピーダメモリ”だった。2012年2月27日、エルピーダは会社更生法を申請し、経営破綻した。要因のひとつは、国内企業のみで世界の競争激化に対応しようとしたことだ（日の丸半導体）。

母体となったNEC、日立製作所、三菱電機のカルチャーも異なった。DRAMというデータ一時保存を行う半導体を製造する事業部門がひとつにまとまりはしたが、個々の組織の行動様式、技術開発などの考え方は一致していなかった。組織はひとつになったが、作る製品は異なっていた。事業運営の効率性は高まりづらかった。

また、エルピーダは金融機関などからの借入れ（他人資本）、エクイティファイナンス（自己資本）によって投資力を高め、フラッシュメモリなど収益分野を拡大することも難しかった。その結果、シリコン・サイクル、リーマンショック後の世界経済の成長低下などに対応して研究開発を強化し、競争力を高めることはできなかった。

エルピーダ破綻の教訓などをもとに、政府は半導体産業の成長支援策を立案、実施している。特に、海外の企業との連携強化は、わが国の企業が世界最高水準の技術開発などに対応するために、決定的に重要だ。

### 4. ビヨンド2ナノを目指すラピダス成功の可能性

WSTSの予測によると、2023年の世界の半導体市場は前年比10%のマイナス成長に落ち込む。2024年はプラス成長が予想されている。ひとつのシナリオとして、2026年から2027年にかけて、世界の半導体市況は次の谷を迎える可能性がある。

そうした展開予想に基づいた場合、2027年にビヨンド2ナノを目指すラピダスの事業戦略には相応の説得力がある。ポイントは、いまだ実現していない、新しいロジックの半導体製造が目指されることだ。ラピダ

スが成長を目指す分野は、競争が激化している“レッド・オーシャン市場”ではない。

回路線幅2ナノメートル、あるいはそれを上回る微細化の技術は、いまだ確立されていない。ラピダスは、競争相手が少ない領域を開拓し、高い収益の実現を狙う。“ブルー・オーシャン戦略”がラピダスの事業戦略の根幹にある。

また、ラピダスの創設は、わが国ロジック半導体産業の立ち上げでもある。1980年代後半、わが国の半導体メーカーは世界の市場シェアの50%超を獲得した。上位10社中6社はわが国の企業だった。各社の主力は、ロジックではなく、DRAMなどメモリ半導体だった（図表3）。

ロジック半導体の微細化レベルごとに国別のシェアをみると、回路線幅10ナノメートル（グラフ中、NMと表記）以下の先端分野のチップ製造能力は台湾のシェアが高い。韓国では、サムスン電子が回路線幅5ナノメートル、さらに微細な製造ラインを確立している。

ただ、実態は、TSMCの独走状態にあるとみられる。2016年ごろ、米インテルは16から10ナノメートルへの移行に遅れた。近年、インテルは汎用型の製造ラインを車載用のチップ生産に転用しつつあるとみられる。一方、先端の演算装置に関してはTSMCの製造技術に依存している。

また、サムスン電子にとって、良品率（歩留まり）を引き上げることは容易ではない。米クアルコムは最先端スマホ用チップの製造に関してTSMCへの委託を

増やしたとみられる。サムスン電子にとって、TSMC以上のスピードと確実性をもって微細化技術を高め、顧客企業の信頼を得ることは容易ではないことがうかがわれる。

ラピダスは、海外企業などとの連携を強化し、ビヨンド2ナノの製造ライン確立に取り組む。今後の展開次第の部分もあるが、成功の可能性はある。求められるのは、同社があきらめることなく最先端のロジック半導体の製造技術実現に取り組むことだ。先端の製造ラインを確立する理論やノウハウへの習熟に向け、国内、米欧台などの企業との連携は強化されなければならない。

シリコン・サイクルへの対応力向上も求められる。国内外の金融機関などとの関係を強化して資金調達を行い、財務基盤を強化する。市況の悪化局面でも、次世代の製造ラインの確立に向けた設備投資を行う体力を高める。そのうえで、市況の反転局面で最新チップを投入し、収益を獲得する。

そのために、政府のさらなる支援も欠かせない。経済、安全保障などあらゆる分野でわが国が国際世論における存在感を発揮するために、先端ロジック半導体の製造技術は決定的な影響をもつ。それに影響するリスクテイクを民間企業任せにすることは適切ではない。

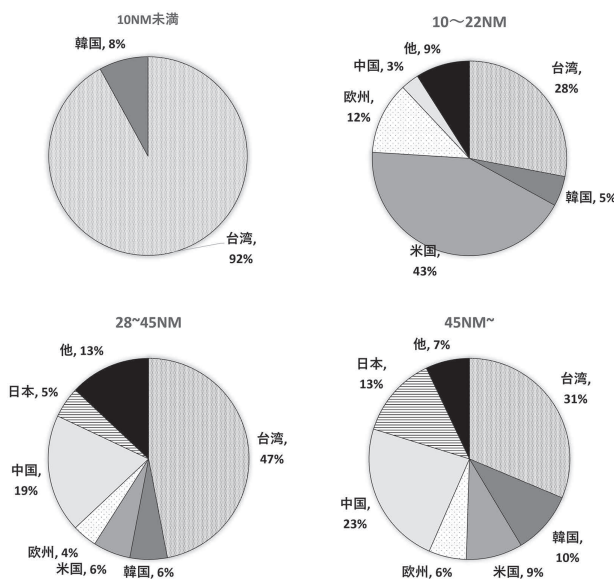
TSMCやウエスタンデジタルなどに加え、韓国サムスン電子やインテルなども、わが国への直接投資を表明、検討し始めた。資金支援などの規模、法案成立などのスピードの点で、主要先進国の半導体関連産業支援策では米国がリードをしている。一方、2023年6月時点で欧州委員会の支援策は、TSMCなどによる工場建設の開始などには至っていない。

わが国の半導体・デジタル産業戦略は、国際的に相応の評価を獲得しているといえる。政府はラピダスや国内の半導体関連産業の成長促進に向けた政策を強化すべきだ。ラピダスによるビヨンド2ナノのロジック半導体製造体制の実現は、中長期的なわが国経済の展開に大きく影響するだろう。

（筆者略歴）

一橋大学商学部卒業後、第一勧業銀行（現みずほ銀行）入行。ロンドン大学経営学部大学院卒業後、メルル・リンチ社ニューヨーク本社出向。みずほ総研主席研究員、信州大学経済学部教授などを経て、2017年4月から現職。著書は「下流にならない生き方」「行動ファイナンスの実践」「はじめての金融工学」など多数。

図表3 微細化レベルでみたロジック半導体の国別シェア



出所：内閣官房、成長戦略会議資料（2021年4月12日開催分）  
四捨五入により合計が100%とならないことがある。