

TSMC の発展と台湾の半導体産業集積

呉 嘉 鎮

目 次

はじめに

第1章 2020年以降の半導体チップの位置付け

1-1 米中関係の変化と半導体産業との繋がり

1-2 2020年以降の半導体重視の要因

1-3 不安定な東アジア情勢

第2章 TSMCの海外投資と日韓貿易摩擦

2-1 TSMCのアメリカ進出経緯と投資計画

2-2 日韓貿易摩擦の半導体産業への影響

2-3 日本政府の半導体復興計画とTSMCとSONYの連携

第3章 TSMCと台湾半導体産業の集積化

3-1 半導体産業の興隆によるサイエンスパークの拡張

3-2 TSMCの5nm半導体工場の建設により集積する世界半導体企業

おわりに

はじめに

対中国貿易の貿易赤字問題を解決するため、アメリカ合衆国前大統領トランプ氏が主導した米中貿易戦争では、当初、アメリカの農産物の輸出拡大することを図っていた。しかし、2018年4月に、中国半導体ファウンドリー最大手の「中芯国際集成电路製造 (SMIC)」による半導体チップのイランへの提供とカナダで起こったFBIにより「華為技術有限公司 (HUAWEI)」のCFO 孟晚舟氏の逮捕事件によって、2019年から米中摩擦がさらに拡大して、アメリカが中

国に対し輸出制限をかけることになってしまった。これに対し、中芯国際集成电路製造 (SMIC) への米国企業との取引規制で、中芯国際は初めて香港市場と中国本土市場に重複上場を果たしたレッドチップ⁽¹⁾企業となった。同社は2004年3月にニューヨークと香港の両取引所に同時上場していたが、2019年5月にニューヨーク市場からの撤退を表明した。アメリカの国家戦略の変更で、中国の半導体産業の発展に大きなダメージを与え、HUAWEIの業績も大幅に悪化することになった。

2020年に入って新型コロナウイルスによっ

(1) SMBC日興証券の中国証券の基礎知識のページで、レッドチップは次のような説明がなされている。

「レッドチップ (Red Chip stocks) は、中国本土に主な事業資産を有している海外登記の企業で、香港に上場しているものを指します。」

<https://www.smbcnikko.co.jp/products/stock/foreign/china/kiso/index02.html>

て世界が翻弄された。新型コロナウイルス感染症パンデミックが宣言されてから人々の生活パターンが大きく変化している。新型コロナウイルスの世界的な感染拡大の中で、サプライチェーンの途絶や人と貨物の移動の停滞が発生している。パソコンを媒介する遠距離授業や在宅勤務が主流となっている中、パソコンと通信端末の販売好調で半導体チップの需要が2020年から急上昇している。さらに2020年以降、次の世代の産業として注目されている5G（第5世代移動通信システム）関連産業や電気自動車、新形態のインターネット産業の概念—メタバース（Metaverse）など、いずれも高速な計算スピードにより成立するものであるため、世界的な半導体不足問題が起こってしまった。20世紀は石油が自動車産業や航空業を支えたように、インターネットが支配する21世紀の人々にとって、半導体は、情報（データ）とともに、間違いなく21世紀の石油とも言えるものとなった。これによって、半導体製造に重要な位置を占めている台湾の存在感が一気に増すこととなった。

アメリカにより構築してきた半導体産業の脱中国化（De-Sinicization）が進んでいる。アメリカや日本など半導体製造能力を持っている国々と台湾との距離が近くなってきて、半導体業界の「米日台」アライアンスが重要になって来た。しかし、台湾の浮上が、現在国内生産を拡大しようとしている中国政府のタブーと見なされて、東アジアの情勢は更に複雑になっている。かつて、TSMCの元CEO張忠謀（モリス・チャン）は、「TSMCは全ての地政学プレイヤー

が確保したい縄張り」⁽²⁾であるとの意味深い発言を行ったが、2021年に入って半導体供給問題が世界情勢を左右する予測は現実味を帯びてきた。

本論文は様々な⁽³⁾観点から、2020年以降、世界がTSMCに関心を向ける要因について考察する。そして、米中貿易戦争の行方と新型コロナウイルス感染症の世界的パンデミック下で現在進行中の半導体不足問題を解明し、情報（データ）とともに半導体が21世紀の石油と呼ばれる理由を明らかにする。これによって、現在アメリカ政府と日本政府の要請を受け、TSMCが世界進出を果たそうとしている背景に、アメリカの国家安全保障問題と長期にわたる日韓の葛藤が潜んでいることも明らかとなる。本論文は、産業面とともに国際関係の角度から、TSMCの日米への誘致について分析し、今後のTSMCと台湾の危機及び転機について議論する。

第1章 2020年以降の半導体チップの位置付け

新型コロナウイルスによって世界が翻弄された。2020年2月、WHOによって新型コロナウイルス感染症パンデミックが宣言されてから、人々の生活パターンは大きく変化した。情報があまりに不透明な中、ウイルスが全世界規模で拡散されてしまい、無防備な国々で大勢の死者が出てしまった。さらに、コロナを封じ込めるため、各国が入国制限や渡航規制を行ったので、世界各地の繋りが強制的に切断された。

(2) Alan Crawford, Debby Wu, Colum Murphy, and Ian King, The U.S.-China Conflict Over Chips Is About to Get Uglier, *Bloomberg*, 21st Oct. 2020.

(3) 半導体を地政学の観点から論じた太田氏の次の研究はきわめて重要である。本論文では、太田氏の著作では触れられていない部分を拾い上げている。

太田泰彦『2030 半導体の地政学 戦略物資を支配するのは誰か』日本経済新聞社、2021年。

その一方、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大の中で、サプライチェーンの途絶や人と貨物の移動の停滞で、中国の製造業に大きな影響を与えた。中国は、強制的ロックダウンと人民の活動の徹底的な管理で、一時コロナの国内拡散を封じ込んだにも関わらず、地元労働者の集団感染による工場の長期間休業や海外受注の減少で、2020年以降、中国工場の生産力と業績が大幅に悪化した。同時に、飛行機や船の減便で国際物流の役割を果たせない問題も発生させてしまった。

2020年前半から、1991年ソビエト連邦が崩壊して以降進んできたグローバリゼーションが停滞してしまった。2010年以降、安全保障という要素がグローバル企業の投資視野に入って、生産力を確保しながら次の世代の産業の国際競争に勝つため、現行の国際分業の仕組みを再考しつつ資本投資を行う大企業が増えてきた。現在、もっとも注目されているのは、アメリカ主導による今後のハイテク産業や自動車産業構築時に欠かせない半導体のサプライチェーンの再編となっている。この分野で、現在3nm（ナノメートル）の半導体生産技術を持っているTSMCの動きが世界に注目されている。本節では、米中貿易戦争から激化する米中対抗の構図と米半導体業界の再編をきっかけに台湾から世界進出を図ろうとする現在の台湾半導体産業の特徴について解明し、現在進行中のTSMCの日本進出やアメリカ進出について考察する。

1-1 米中関係の変化と半導体産業との繋がり

1970年代、ニクソン政権の国家安全保障担当ヘンリー・キッシンジャー氏が市場経済を中国に導入することによって中国の改革を起こすという概念を提出した。そして大統領補佐官と

して米中国交正常化に道筋をつけたことによってヘンリー・キッシンジャー氏の提言⁽⁴⁾がアメリカの対中国方針の基本ルールとなった。2001年911事件後、政策の重心をイラクに置いたアメリカ合衆国ビル・クリントン政権は、本格的にテロに対抗するため、中国との関係を改善しようとして、中国にさらに近づいた。2000年にWTOへの参加が認められて以降、中国政府は一連の優遇政策で世界中の製造業を中国の華南地域や華中地域に集積させることができた。中国は世界の工場として急成長し、2008年には、世界GDP第2位の座を占めるようになった。しかし、2020年からのコロナ・パンデミックによる国際政治の変化で、大企業の投資方向も影響を受けるようになってきている。コロナウィルスの起源及び責任をめぐって米中両国は今も争っている。

2014年に中国勢ハイテクメーカーが世界シェアの上位を占めていたが、中国政府は自国ハイテク産業の更なる発展・進化を望んだ。習近平国家主席が唱えた中国製造2025の実施に伴って、急速に拡大しているスマートフォン製造及び通信関連業務を担うHUAWEIが世界5G標準の制定資格を得て、中国企業として大きな成功を勝ち取った。そして、HUAWEIが製造した5G通信設備費用のコストが他の5Gキャリアより安価であったので、2010年代半ばからイギリス、フランスなどヨーロッパの先進国だけでなく、アフリカなど新興国にまで採用されはじめた。これに対し、5G設備の導入コストがあまり高いため、モトローラ社やVODAFONEやノキアなどの欧米諸国の通信キャリアにとっては、民間投資の意欲はあまり高くなかった。実際、世界5G投資と特許などの研究成果で、中国は2017年まで世界一位を取っていた。米中貿易戦争が始まるまで、

(4) 大嶽秀夫 (2013) 『ニクソンとキッシンジャー 現実主義外交とは何か』中央公論新社 2013年。

HUAWEIの5G投資費用は常に世界一であり、2017年だけで4900億台湾元（約1兆9600億円）の投資を実施した。世界5Gシステムを構築するため、HUAWEIが急速に大きくなって、中国の代表的なハイテク企業になっている。それと同時にHUAWEIは、2022年に開催される杭州アジア大会において、太陽光パネルとHUAWEIの通信機で装備される5G高速道路沿線のインフラ整備⁵⁾をはじめ、HUAWEIによる5G建設を主体にした中国国内の半導体関連のインフラ建設案が速やかに決定された。

HUAWEI発展の特徴は中国の新興デジタルメーカーとの連携で影響力を拡大したことである。特にHUAWEIが通信技術の応用に力を入れているIoT（Internet of Thingsモノのインターネット）メーカーとの連携が注目されている。中国の有名なドローンブランドである大疆創新科技有限公司（DJI）は、世界最大のドローンメーカーであり、ドイツの電子展覧会ではほぼドローンエリアを独占している企業である⁶⁾。HUAWEIが自社スマートフォンの初期設定時にドローン操作のアプリケーションをインストールすることによって、5G技術の応用

に力を入れている企業との異業界連合で自社の影響力を拡大していった。2010年代後半HUAWEIが国際特許と5G特許を大量申請することによって5G時代の覇者になろうとする意欲が強く窺える。（図表1）

2010年代半ばまで、中国が世界の工場としての影響力を拡大し続けていたこともあって、当時、HUAWEIが世界5G通信設備の主な供与先になると予測されていた。欧米諸国は、国内の市場経済派（パンダ派）主導によって、HUAWEIを導入するように導かれ、HUAWEIのグローバル化は順調に進んできた。ただ、2014年以降中国の「中国製造2025」計画の遂行とHUAWEIの5G設備のアメリカへの輸出で、一部のアメリカ国民は、中国の電子企業に疑問を持つようになった。HUAWEIのグローバル展開が順調に進展するに伴い、CEO任正非の解放軍の経歴と中国政府との繋がりなどの問題が議論され始め、世界中にHUAWEI採用を不安視する声が高まった。

2017年以降、中国のチベット人権問題が注目されてから、カメラ技術も使用する大疆ドローンや監視モニター業務も行う海康威視がアメリカ市場から排除され、一部の国でも使用を

図表1 2010年代後半の世界電子メーカー国際特許出願件数の推移

企業名	2016	2017	2018	2019
HUAWEI	4123	4024	5405	4411
三菱電機	2053	2521	2812	2661
クアルコム	2466	2628	2404	2127
サムスン電子	1672	1757	1997	2334
LG	1888	2701	1697	1624

出所：各種新聞記事により筆者が作成

(5) 盧伯華「全球首條智慧高速公路2022杭州開通 建造成本超越高鐵」『中時新聞網』2021年6月27日付記事。
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20210627003613-260409?chdtv>

(6) 「韓国新成長動力10-2ドローン…韓国では規制のため飛ばせない」『中央日報日本語版』2016年1月12日付記事。

<https://japanese.joins.com/JArticle/210647?sectcode=300&servcode=300>

禁止された。一方、2017年から中国が南シナ海の内海化問題や香港の「逃亡犯条例」改正反対運動など一連の紛争が起こった。アメリカの提携企業として貿易制裁に違反し、パキスタンに通信設備を提供したという理由で、2018年カナダにHUAWEI元CFOの孟晩舟氏が逮捕されたこと⁽⁷⁾で米中貿易戦争が新たな段階に入ってしまった。これ以降、米中貿易戦争がさらに激化し、アメリカと中国の深刻な対立となり、70年代から続いていたアメリカの対中国政策もこの時点以降、方向が切り替えられた。

第一段階の貿易戦争の品目は農産品に限られ、中国政府はアメリカに合わせる姿勢が強かった。そしてトランプ政権が、中国からの輸入品への関税を上げたため⁽⁸⁾、中国政府もアメリカからの輸入農産物の関税を上げ、この段階で農産品を軸にして米中対立が表面化した。そして、孟晩舟氏が逮捕された後、米中摩擦が拡大し、2019年からは、半導体製品に関わる第二段階の米中貿易戦争が始まった。2019年9月、トランプ政権は、ハイテク製品と通信端末を規制対象に加えることによって、HUAWEIの5G事業を阻止しようと考えた。「アメリカ・ファースト」というスローガン⁽⁹⁾で当選したトランプは、自国の製造業の復活を求めながら、欧米電信キャリアの5G設備の使用を世界中に呼びかけた。さらに、2020年の

春、武漢の強制ロックダウンの直前に中国から逃げ出した民衆によるコロナ世界大流行により、中国とヨーロッパの間の関係が悪化する一方、米中貿易戦争で緊張関係が高まっていたことで、米中関係がさらに悪化した。

現代においては、戦争の遂行上、半導体チップが欠かせない存在になっている⁽¹⁰⁾。国家安全保障を考える上で、アメリカは貿易戦争において半導体チップにまで規制を拡大した（図表2）。2021年から発足したバイデン政権が中国の地球温暖化対策に協力する姿勢を打ち出した時、一部のマスコミは、アメリカがオバマ政権時の対中国政策に戻ると予測したが、米上院は2021年6月に、拡大する中国の影響力に対抗することを目的とした異例の超党派法案「米国イノベーション・競争法」を可決した。先端技術の競争力向上を目指す「米国イノベーション・競争法」と中国向けの半導体チップ輸出制限姿勢が固まっていることで、アメリカが国家安全保障に関わる半導体生産技術と生産設備を中国に開放する可能性は極めて小さくなった。

第1段階の米中貿易協定による中国側の当初の達成率が低かった⁽¹¹⁾ので、バイデン政権が第2段階の貿易協定を結ぶ意欲は低下してしまった。一方、HUAWEIの国際進出が挫折した後、事業の中心は中国国内に移された。2020年春から自国半導体チップの自給率の低下した

(7) 「ファーウェイ副会長、カナダで逮捕 米当局が要請」『BBC NEWS JAPAN』2018年12月6日付記事
<https://www.bbc.com/japanese/46463594>

(8) 菊池由則 (2019)「第1章 中国—米中貿易戦争の中国農業への影響と食糧価格・所得政策改革等の動向—」『平成30年度 カントリーレポート』農林水産政策研究所 [主要国農業戦略横断・総合] 研究資料 第11号
<https://www.maff.go.jp/primaff/kanko/project/30cr11.html>

(9) Andrew Kaczynski, “Trump was saying ‘Make America Great Again’ long before he claims he thought it up”, CNN, January 18, 2017.
<https://edition.cnn.com/2017/01/18/politics/kfile-trump-maga-origins/index.html>

(10) JETORO 地域・分析レポート「特集：世界経済を展望するキーワード 半導体：需要急増、各国で供給能力強化を急ぐ」2021年9月24日付。
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2021/0902/1374a3f53e6e56c0.html>

図表2 米中貿易戦争の変化

米国		中国	
第1弾	2018年7月	第1弾	2018年7月
340億ドル	818品目(半導体, 航空, ロボットなど)	340億ドル	545品目
第2弾	2018年8月	第2弾	2018年8月
160億ドル	279品目	160億ドル	333品目
第3弾	2018年9月	第3弾	2018年9月
2000億ドル	5745品目	600億ドル	5207品目
2019年5月に関税率引き上げ			
第4弾	2019年12月	第4弾	2019年6月
3000億ドル	3805品目	第3段階の関税率引き上げ	

出所: 各種新聞記事により筆者作成

図表3 世界スマートフォン世界シェア推移

メーカー	2015	2016	2017	2018	2019	2020Q3	2020Q4
apple	18.2%	14.5%	14.3%	14.4%	14.4%	12.5%	21.1%
Samsung	24.7%	20.8%	21.1%	20.3%	20.9%	23.2%	17.7%
Huawei	8.3%	9.3%	10.1%	14.4%	17.0%	12.5%	8.6%
oppo	3.8%	5.9%	7.8%	8.3%	8.8%	13.4%	13.4%
Xiaomi	5.2%	3.9%	6.1%	8.1%	8.1%	13.2%	13.1%
vivo	3.6%	3.7%	N//A	N//A	N//A	8.9%	10.0%

出所: 各種新聞記事により筆者作成

ままの中国は、台湾 TSMC のチップを大量に買い占めたため、2020 年後半、台湾の対中国貿易額が激増した。これにより、2020 年 9 月以降になっても HUAWEI の 5G スマートフォン出荷が可能となったが、HUAWEI の世界シェア自体は一気に下がることになった。(図表 3) 2021 年以降、HUAWEI は自社ブランドのハイスペックスマートフォンの POUND シリーズの販売を中止して、農業や自動車部品などの部門⁽¹²⁾を設立し、企業の多角化に力を入れるようになった。

1-2 2020 年以降の半導体重視の要因

半導体産業の全体的な変化と米中対立という背景にも関係があるが、2020 年以降、半導体の存在感が一気に高まったのは、新型コロナウイルスの感染拡大、5G 応用分野の拡大、そして東アジアの政治情勢の不穏という三つの要因があげられる。

まず、新型コロナウイルスの感染拡大に伴って、2020 年以降、世界は分断された。新型コロナウイルス対策として、世界各国の鎖国政策と物理的な移動への制限によって、人同士の対

(11) 岸川和馬『米中貿易摩擦「2回戦」の行方』大和総研コラム 2021年08月10日付
https://www.dir.co.jp/report/column/20210810_010706.html

(12) 「ファーウェイ、養豚・養魚の後に化粧品販売」『看中国』2021年5月6日付
<https://www.visiontimesjp.com/?p=17943>

面でのコミュニケーションに制約がかかり、物の移動も停滞してしまった。そして、コロナ禍が国際的に公衆衛生上の緊急事態になる一方、サプライチェーンの機能が一時喪失した。実際、台湾と韓国以外では、現在、東南アジアの半導体産業の集積も進んでいる⁽¹³⁾。その中でもとりわけベトナムへの半導体産業の集積がいちばん進んでいる。しかし、2020年から製造現場である中国と東南アジアに発生している労働者の新型コロナウイルス感染に伴う工場の休業がこれまで数回も起こっている。

コロナ発生以降、世界中の人々の生活パターンの変化に応じてデジタル技術の革新が急速に進んでいる。国境を越えた交流による付加価値の追求は、デジタル分野に重心が移動している。遠隔授業と在宅勤務人口の急速な増加で、2020年からタブレットパソコンやノートパソコンの売り上げが好調となり、液晶産業、半導体産業の売り上げも上昇している。その結果、半導体の需給のバランスが崩れ、コロナの長期化とともに、現在世界の半導体の生産能力に大きな影響を与えてしまった。

5G サービスの開始とメタバース

5G 元年と呼ばれる 2020 年に、電気通信サービスをはじめ、世界各国が様々な 5G サービスの運営を開始している。5G 通信によって一秒で送れるデータは 4G の 100 倍～200 倍になるので応用範囲が広がった。2020 年、日本政府は、オリンピック会場の東京に 5G 応用の無人運転サービスと会場周辺に 5G 高速通信による試合の生放送など、一連の活動を想定してい

た。その後 2021 年、東京オリンピックに最初に投入された 5G の応用技術は、NTT DOCOMO が提供したもので、会場に多数セッティングされたカメラ映像を統合した映像として放送した⁽¹⁴⁾。

2021 年からインターネット応用の新形態—メタバース (Metaverse) の概念が提出された。メタバースは高次元の存在を知覚しているという状態のことを指している。メタバースは、2000 年代から流行っている MMO RPG (Massively Multiplayer Online role-playing game) と共通な所がたくさんある。今後、人々は、特定のフレームの同時登録によって、自らがイメージしたバーチャルキャラクターで創出される世界で、現実とは異なる人生を過ごすことができるようになる。現在、WiFi で IoT 製品を繋げている人々の生活様式とは別に、メタバースの世界で、貨幣やソーシャルメディアのより一層の発展が実現でき、国境がなくなると予測されている。メタバースブームに乗って Facebook 社は、2021 年秋に自社名を「META」に変更した。メタバースは様々な可能性を持っているが、いずれの方向に発展しても、高速な計算スピードを要求するので、高速演算できる半導体が欠かせないものになっている。

新たな自動車の普及

5G が注目されるもう一つの理由は、5G サービスを利用する電気自動車が数年以内に世界に普及することである。地球温暖化対策の一環として注目された電気自動車の普及する社会が、5G サービスとスマートシティの進展により、

(13) Stuart Schaag 「米中貿易戦争の勝者はベトナム」『SEMI』記事 2021 年 3 月 9 日付。

<https://www.semi.org/jp/blogs/technology-trends/rags-to-riches-vietnams-growing-electronics-industry-1>

(14) 日本電信電話株式会社 『「TOKYO 2020 5G PROJECT」へ超高臨場感通信技術 Kirari! の技術協力を行い新たな観戦体験を再創造』2021 年 7 月 1 日付。

<https://group.ntt.jp/newsrelease/2021/07/01/210701a.html>

新たな姿を見せることになるであろう。電気自動車が5G対応になると、ハイスピードデータ転送が実現し、時差なしで道路状況を運転手に知らせることができるようになる。これら機能を実現するためには、数多くの半導体チップが必要であるととも⁽¹⁵⁾、電気自動車の自動運転化を見据えると、大量のセンサーも必要となるであろう。これらを制御する半導体は、28nmのチップが使われている⁽¹⁶⁾。自動運転の安全性を考え、ハイエンドの半導体生産技術は使われていないが、良質のチップが求められており、多くの電気自動車メーカーの受注先になれる半導体製造企業は相当に限られている。特にアメリカやドイツの大手自動車メーカーは、台湾の半導体製造企業が生産したチップしか必要としない現状⁽¹⁷⁾となっている。

地球温暖化対策としてアメリカと中国は、2021年に気候変動対策で協力していくことで合意に至った⁽¹⁸⁾ことも電気自動車が一層推進される理由となっている。近未来の世界自動車市場では未曾有の変革が生じることになる。日本メーカーとヨーロッパ自動車メーカーは、電

気自動車ではアメリカのテスラに負けているため、電気自動車が世界車市場の主流になると予測する各大手自動車メーカーは、次世代の自動車戦争の勝者のために電気自動車の開発を加速させている。

さらに耐久消費財の電子製品とは異なり、自動車は頻繁に買い替える商品ではない特徴を持っている。今後、速やかに電気自動車を出せる自動車メーカーがテスラと競争し次世代の自動車市場の覇権をめぐる競争が激化することになる。しかし、自動車産業が変わるタイミングでコロナ禍となり、世界の半導体不足が2023年まで続くと予測されている⁽¹⁹⁾。このため自動車大国のドイツをはじめ、半導体不足の長期化がヨーロッパの自動車産業にまで影響を与えることになった。ヨーロッパにも半導体企業はある。例えば80年代から半導体製造を開始しているフィリップスなどの大手企業があり、イギリス国内にも半導体メーカーが存在している。しかし、90年代から半導体の外注が主流となり、ヨーロッパの半導体企業の技術力と生産能力が低下してしまったため、近年は、半導

(15) 半導体をいち早く確保するために、自動車メーカー上位10社の半数が半導体の自社設計を計画していることを明らかにしている、次の記事を参照。

Laurence Goasduff, Gartner Predicts Chip Shortages Will Drive 50% of the Top 10 Automotive OEMs to Design Their Own Chips by 2025, *Gartner*, 7th Dec. 2021.

<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-12-06-gartner-predicts-chip-shortages-will-drive-fifty-percent-of-the-top-10-automotive-oems-to-design-their-own-chips-by-2025>

(16) 小島郁太郎「『世界最先端』の車載フラッシュマイコン、ルネサスが発売」『日経クロステック』2018年3月27日付。

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/00169/>

(17) 「台湾 TSMC、21年の車載用半導体6割増産 米に協力」『日本経済新聞』2021年5月21日付。

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM21E2D0R20C21A5000000/>

(18) 「米中、気候変動対策で協力へ 排出量削減に注力と」『BBC NEWS JAPAN』2021年4月19日付。

<https://www.bbc.com/japanese/56796933>

(19) Michael Crider, "Intel, AMD, and Nvidia agree: The chip shortage isn't ending anytime soon", *PCWorld*, 25th Oct. 2021.

<https://www.pcworld.com/article/546991/intel-amd-and-nvidia-agree-the-chip-shortage-isnt-ending-anytime-soon.html>

体産業を強化したい中国企業の買収対象になっている。これまで、半導体製作を重視してこなかった EU であるが、2020 年以降の半導体自給率の低下から半導体製造の重要性を認識し、半導体製造企業の誘致を開始している。

コロナと半導体不足などの問題が続いている中、世界は 5G の段階に入りつつある。これに伴って、半導体や半導体技術を手に入れようとする大国が増加している。アメリカだけでなく、2021 年になってヨーロッパは、半導体製造企業が集まっている東アジアに大きな関心を寄せようとしている。ただ、2018 年以降、東アジアの政治的不安定さが増しており、半導体製造企業から正常に半導体チップが供給される点での不安定要素になっている。

1-3 不安定な東アジア情勢

2020 年、新型コロナウイルスのパンデミックが世界の政治・経済に深刻な影響を与えた。以降、東アジアの情勢は急激に変化した。政治面から言うと、まず、2019 年中国が英中共同声明⁽²⁰⁾の中の「中国は一国二制度をもとに、中国の社会主義を香港で実施せず、香港の資本主義の制度は 50 年間維持される」という約束を破ったため、香港民主化デモの一連の衝突が生じ、この反発でイギリスをはじめ、一部ヨーロッパ諸国と中国の関係が悪化した。比較的早期にコロナ感染者数の抑え込みに成功した中国政府は、「強権的」な政治手法で、体外膨張圧

力を強めている。中国西側では、インドとの国境問題により小規模な軍事衝突も起こした。

天然ガスと石油を産しない日本、台湾、韓国は、南シナ海の自由航行権⁽²¹⁾を重視している。安倍政権は、2016 年ケニアで開催された第 6 回アフリカ開発会議（TICADVI）において日本の新たな外交戦略として「自由で開かれたインド・太平洋戦略」⁽²²⁾を早々に表明した。台湾では 2016 年から民進党が再び政権を取り戻してから中国との関係が悪化してしまい、2019 年から製造業の中国撤退が加速することとなった。このように、東アジア諸国と中国政府との関係に変化が起こった。2021 年に入り、南シナ海の人工島建設を完成させた中国政府が南シナ海の領有権をいっそう強く主張し、そこで頻繁に軍事訓練を行っている。このように中国と世界の対立が高まっている。新型コロナウイルスの発生が米中対抗の構図を強化し、アメリカでは自国が組織した情報交換連盟の「Five-eyes」⁽²³⁾以外でも、「インド洋」と「太平洋」という二つの海を一体のものとして見ることの戦略的な構想—「インド太平洋戦略」を打ち出した。安全保障面では、2021 年アメリカが台頭するアジア太平洋諸国とインドを結合し、日本、アメリカ、オーストラリア、インドによって「QUAD」を構成することになった⁽²⁴⁾。緊張感の増した東アジアの情勢に対応するため、2021 年の夏に、アメリカ、イギリス、オーストラリアやニュージーランドは、「AUKUS」

(20) きょうのことは「中英共同声明とは 香港の「一国二制度」50 年保障」『日本経済新聞』2020 年 7 月 1 日付。
<https://www.nikkei.com/article/DGXKZO61006620R00C20A7EA2000/>

(21) 秋元一峰「南シナ海の航行が脅かされる事態における経済的損失」『海洋情報特報』海洋政策研究財団 2014 年 6 月 30 日付。
<https://www.spf.org/oceans/wp/wp-content/uploads/2014/07/040a40238e3697eadab1feb7d3c617c1.pdf>

(22) 外務省外交政策「自由で開かれたインド太平洋」
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/page25_001766.html

(23) きょうのことは「ファイブ・アイズとは 英語圏 5 カ国で機密情報共有」『日本経済新聞』2020 年 8 月 15 日付。
<https://www.nikkei.com/article/DGXKZO62677940U0A810C2EA2000/>

を設立し、太平洋の軍事衝突を防ごうと考えた⁽²⁵⁾。

南シナ海軍事基地化問題⁽²⁶⁾、香港の民主化弾圧問題、コロナの責任帰属問題など、アメリカと中国の対立が続いている。2021年春から、台湾への中国の戦闘機の空域侵入の頻度が増えることで、台湾は南シナ海の次に世界で危ない地域と評論されている。日本も、中国とロシアの軍艦が津軽海峡から大隅海峡へと日本本土を巡回したことで、危機感を感じている。このようにアジアの軍事衝突の可能性が高くなる中、アメリカをはじめ、世界各国の軍拡戦争も始まっている。そして、AIと無人戦闘機の発展により、戦争の形態が変化しつつあり、関係諸国は、新たな同盟関係で国防を強化しようとしている。(図表4)

この時代の長距離ミサイルの精度はミサイルに搭載する半導体チップによって大きな差がある。これまで中国は、宇宙開発で驚異的な成果

を示してきた。しかし、2020年、アメリカによるチップ輸出規制後、中国のロケット発射とミサイル発射の成功率が大幅に低くなってしまった。中国宇宙工学産業の停滞について、一部のマスコミがその理由を中国がハイテク半導体チップを使用できなくなったためと分析した。これに対しアメリカは、2019年から台湾のTSMCの誘致で自国発の半導体技術を守りながら、半導体の輸出規制で中国をけん制しようし始めた。これによって半導体産業の発展に複数の意味が与えられた。5Gを主体にした新しい時代に入り、半導体産業が一国の経済発展に関係があるだけでなく、国家安全保障の重要な構成要素になって、半導体は、情報(データ)とともに、21世紀の石油と呼ばれている。これで台湾の位置付けは更に複雑になってしまった。

産業構造の角度から見ると、2020年から一部の製造業の国際分業体制に変化が起こった。

図表4 2020年代後半から結成した国際組織

組織名称	成立年	参加国：	性質
FIVE EYES	2019年成立	アメリカ、カナダ、イギリス、オーストラリア、ニュージーランド	情報交換連盟
AUKUS	2021年成立	アメリカ、イギリス、オーストラリア	戦略連盟(対中国包囲網)
QUAD	2021年	日本、アメリカ、オーストラリア、インド	安全保障条約
CPTPP	アメリカ主導→日本主導(2017～) 提唱者：安倍総理(2012)	オーストラリア、カナダ、日本、マレーシア、メキシコ、ペルー、アメリカ、ベトナム	貿易組織

出所：各種新聞記事より筆者作成

(24) きょうのことば「Quadとは 日米豪印の4カ国で中国対抗」『日本経済新聞』2021年9月19日付

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA182U50Y1A910C2000000/>

(25) 岡崎研究所「AUKUSを読む上で重要な地政学的視点」2021年11月8日

<https://wedge.ismedia.jp/articles/-/24763>

(26) 「オバマ大統領、南シナ海で牽制「責任を認識せよ」」『産経新聞』2016年9月3日付

<https://www.sankei.com/article/20160903-2GRT65LV2JJM7GVTP2ZOM2JGKA/>

2020年のコロナ爆発で、これまでの生産体制を見直した産業が多数あった。中でも、ハイテク産業、半導体産業と自動車産業の三つの産業の動きがもっとも注目されている。半導体産業は、他二つの産業発展のベースともなっている。重点産業の競争力を確保し、国家安全を保障するため、アメリカは、中国メーカーを外す「ブルーサプライチェーン」⁽²⁷⁾という、民主国家を主体にした新しいシステムを開始しようとしている。アメリカのこのような動きは、中国が国家資本によって自国ハイテク産業を守り発展させようとする事への対抗と自国半導体産業のコア技術を守ろうとしたことを反映したものと見られている。2019年、アメリカの国防省は、TSMCにアメリカ本土への半導体工場の建設を正式に要請した。中国の市場は大きいですが、半導体製造には膨大な投資資本が必要であり、この産業への参入条件が厳しいのが特徴で、7nm技術を持っている半導体製造企業は、TSMCとサムスン電子二社しか残っていないため、ハイエンド半導体チップ業務を開拓できる企業がより大きな利益を得られる。iPhone6以降、TSMCによって、アップルへの半導体提供を奪われたサムスン電子は、TSMCと競争するため、これまで中国国内に重心を置いていた戦略をやめ、2020年、アメリカでの工場

建設を発表した。

2021年に入り、気候変動によって起きた洪水で、アメリカにあるサムスン電子の半導体製造工場の一時閉鎖⁽²⁸⁾があったり、中国の軍事拡張で南シナ海と東アジアの情勢が不安定になったりしている⁽²⁹⁾。様々な理由でグローバル化が停滞していることもあり、これまで以上に地政学(Geopolitics)に大きな関心が寄せられている。半導体製造企業は、現代国際関係をけん引する一つの大きな要素となっている。アメリカの「ブルーサプライチェーン」に参加した日本とEUなどが自国の半導体自給率をキープするため、2020年からアメリカに次いで、大手半導体製造企業を誘致し始めた。特に日本は、今後の自国の電気自動車産業や電子産業発展のため、こうした企業を誘致しながら自国の半導体産業の復興を目指そうとする意欲が強かった。

2020年、TSMCがアメリカと日本に進出することを宣言した後、2021年に日本政府も半導体復興計画を発表した。TSMCの海外進出、とりわけTSMCが生産コストの高い先進国に投資する理由については、次章で考察する。

小 括

米中関係はトランプ大統領時代から変化し始めた。トランプ政権によって発動した米中貿易

(27) ユーラシア・グループのポール・トリオロ博士が「レッドサプライチェーンとブルーサプライチェーンの競争」と呼んだことに由来。「レッド」が中国、「ブルー」がアメリカを指している。これについては、次の文献を参照。

Chung-Ho Kim, Red Supply Chain versus Blue Supply Chain-what will South Korea choose?, *One Korea Network*, 5th July 2021.

<https://onekoreanetwork.com/2021/07/05/red-supply-chain-versus-blue-supply-chain-what-will-south-korea-choose/>

(28) Ian King + Follow, "Texas Power Failures Shut Chip Factories, Squeezing Tight Supply", *Bloomberg*, Feb. 17, 2021.

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-17/texas-power-failure-shuts-chip-factories-squeezes-tight-supply>

(29) 「中ロ合同艦隊が日本を「一周」、これが大きな出来事である理由」『CNN』2021年10月27日付

<https://www.cnn.co.jp/world/35178591.html>

戦争の主体は、時期とともに農産物から通信産業、半導体に変化していった。アメリカが半導体産業にこだわる理由がいくつかある。まず中国が2010年代半ばから力を入れて発展してきた電子産業と自動車産業のどちらもが半導体に繋がっている。現時点で中国の電子産業と自動車産業全体の発展では、アメリカより優れている部分があるが、過去二十年間、中国ハイテク技術発展のうち、「缺芯少屏」というディスプレイと半導体チップの自国化計画があったが、これまでに解決したのはサムスン電子との提携で実現された有機ELの製造だけであり、肝心の半導体チップ製造の内製化には成功していない。中国も半導体チップの製造技術に根本的な問題があるのを分かっており、2010年半ば以降、政府支援を受ける紫光グループの設立により、買取手段で半導体製造技術を掌握しようと企んだ。しかしHUAWEIのスマートフォンや5G設備はもちろん、自動車産業を発展させるためには、一台の自動車を製造するには平均で300個の半導体チップを必要としている。特に自動車向けの半導体にはハイエンドのチップを使う必要はないが、自動運転レベル2に対応する新型自動車には安全性の観点から、良質な半導体チップが要求されているため、中国の半導体メーカーだけで供与できない現状となっている。2018年まで、アメリカと中国が商業利益に基づいて構築した製造業の分業体制が、米中貿易戦争によって根本的に変化を起こした。そして2020年からのいくつかの出来事で、世界が激しく変化し、半導体製造の位置付けが更に重要になって来た。

2010年代前半までグローバル化によりアメリカと中国は相互依存を深めたが、中国の国際影響力の拡大とアメリの政策変換によって両国

の関係が悪化していった。そして、近年、中国国有資本の資本市場への干渉とプライバシーへの配慮で、アメリカを主体に構築しているクリーンネット (clean net) システムでHUAWEIが欧米の市場を失ってしまっ、2018年からHUAWEIの世界シェア急激に落とし、2020年には世界上位五位から消えてしまった。HUAWEIが優秀なICデザイン能力と高いシェアを持っていた。しかし、自社グループの紫光グループの失敗と中国半導体製造が技術面で突破できなかったという脆弱な面も持っている。HUAWEI事件が起きた後、2019年以降、アメリカ政府が自国の半導体自給率を強化しようとして、TSMCやサムスン電子など半導体製造大手企業を積極的に誘致し始めたが、2020年からの世界の一連の出来事で、新しい時代に入り、半導体製造業が一気に世界の焦点になってきた。

第2章 TSMCの海外投資と日韓貿易摩擦

現在、半導体の需要が高まっているものの、世界的規模でのウェア不足で、半導体製造に強い台湾の位置付けが更に高まっている。政治面の理由もあり、雑誌エコノミスト (The Economist) では、台湾が世界でいちばん危ないエリア⁽³⁰⁾と呼ばれているが、半導体産業の位置付けで、台湾が「シリコンシールド (Silicon Shield)」⁽³¹⁾と呼ばれることもある。

2020年5月に、TSMCがアメリカ政府の誘致に応じ、アメリカ進出を宣言したが、実際、数年前からTSMCがアメリカ防衛省からの発注を受けている。本章2-1では、TSMCのアメリカ進出のきっかけを探り、日韓貿易摩擦下で、2020年以降、緊密になっている日台半導

⁽³⁰⁾ The most dangerous place on Earth, *Economist*, 1st MAY 2021.

<https://www.economist.com/leaders/2021/05/01/the-most-dangerous-place-on-earth>

産業の連携について考察する。

2-1 TSMC のアメリカ進出経緯と投資計画

2010年代前半、iPhone6s/6 Plus 向け半導体チップ「A8 プロセッサ」の製造において、初めて Apple のサプライチェーンに参加した TSMC とサムスン電子とが熱い戦いを繰り広げた。この結果、TSMC 製チップの方が電力消費の低い点が評価され、iPhone のプロセッサ製造においてサムスンの独占体制が崩れた⁽³²⁾。その後 Apple のプロセッサの大部分が TSMC で生産され、2020 年、Apple が設計し、TSMC の手によって製造された半導体チップ「M1」が採用された iMac や MacBook は販売が好調で、Apple と TSMC の関係がさらに緊密となった。TSMC が Apple の IC デザインに合わせるため、社内の開発チームをアメリカのアップル本社に派遣するまでに至った。

実際、アメリカの半導体業界は台湾系華人の力が強い。GPU の先駆者で、AI 産業で注目されている NVIDIA の CEO Jensen Huang（黄仁勳）は、TSMC に半導体を発注することで製品の質を上げ、2020 年に市場シェアでインテルを超えた。IBM 女性 CEO の Lisa SU（蘇

姿豊）も、1990年代から TSMC と業務関係で繋がっていたこともあり、IBM のような半導体を利用するメーカーにとっては TSMC の存在はきわめて重要なものとなっている。反対に、半導体製造の優位性を失ったインテルの市場シェアは減少し続けた。ホワイトハウスは、半導体のアジア依存を低下させる努力の一環として、インテルと米国内に半導体工場を建設するための話し合いを行ったが⁽³³⁾、このことを受け、2021 年の春に、インテルはアリゾナ州に 200 億ドルの半導体工場の投資案を決定し、再び半導体製造に参入することを宣言した。しかしながら、インテルは、TSMC やサムスン電子に匹敵する力を持っていないのが現状である。

ところで、トランプ政権は、「アメリカ製造業の復活」政策を打ち出した時点で、アメリカ政府が自国内での半導体生産の重要性に気付いていた。それは 2019 年アメリカ国防省の報告書の推薦企業に、既に TSMC が載っていることから明らかである。TSMC は、消費者向けの半導体チップだけを製造するのではなく、アメリカのステルス戦闘機・F-35 に使用されるチップも製造しているのである⁽³⁴⁾。近年、

(31) Craig Addison (2001), *Silicon Shield: Taiwan's Protection Against Chinese Attack* (Fusion Pr, 2001).

台湾政府は、半導体業界を「シリコンシールド」と呼んでおり、台湾が半導体の主要サプライヤーとして台頭することで、中国との軍事衝突の危険から守られる存在になれると位置づけてきた経緯がある。

このことについては、以下の記事も参照。

Jiyoung Sohn, More Chips Will Be Made in America Amid a Global Spending Surge, *The Wall Street Journal*, 25th Nov. 2021.

<https://www.wsj.com/articles/more-chips-will-be-made-in-america-amid-a-global-spending-surge-11637762400>

(32) 塚本直樹「iPhone 6 の A8 プロセッサは台湾 TSMC が大部分を生産し、サムスンは二番手になるとの報道」『GISMODO』2013 年 9 月 30 日付。

https://www.gizmodo.jp/2013/09/iphone_6a8tsmc.html

(33) Asa Fitch, Kate O' Keeffe and Bob Davis, Trump and Chip Makers Including Intel Seek Semiconductor Self-Sufficiency, *The Wall street journal*, May 11, 2020.

<https://www.wsj.com/articles/trump-and-chip-makers-including-intel-seek-semiconductor-self-sufficiency-11589103002>

アメリカと中国の貿易摩擦が強まっていることから、アメリカ政府は台湾に本拠を置くTSMCにもアメリカ国内でのチップ製造を始めるように要求し、そしてTSMCは、トランプ政権の要請を受けて2020年5月、米国内に5nmの半導体前工程の工場をアリゾナ州に建設することを発表した。⁽³⁵⁾アリゾナのプラントは、チップの生産開始が2024年とされており、これによって、TSMCの米国における顧客が半導体製品を国内で製造できるようになることが期待されている。

アリゾナ新工場では月に2万ウェハを生産する予定である。TSMCのアリゾナ新工場の建設はすでに開始され、2024年には生産を始める。今後、TSMCは2021年から2029年までの期間に、この工場へ総額で約120億米ドル(約1兆3000万円)を投資する予定である。TSMCによれば、同社の月産2万枚ウェハの生産能力を持つ5nm半導体製作工場の建設となり、1600人の雇用を生み出すほか、半導体業界(エコシステム)全体では数千人の雇用を生み出すと予測されている⁽³⁶⁾。

今回の新工場建設の背景には、トランプ大統領をはじめとする米国側からの「米国内での製造を求める」⁽³⁷⁾圧力がある。深センに近い香港は、関税の優遇とともに、1997年以降でも外資系ハイテク企業が中国の近隣で華人向けのビ

ジネス業務を行う時のベストチョイスだったが、2018年民主化デモの拡大によって香港社会の将来が不透明になってしまった。以降、企業の香港離れが加速し続けてしまったが、依然、中国との連携を持つことを望んでいるアメリカ系のハイテク企業にとって、東南アジアにあるシンガポールよりも中国本土に近い台湾が投資対象としてその視野に入ってきた。

2019年からアメリカハイテク企業の台湾投資が急激に増加した。現在世界で最も時価総額の高い公開企業「GAFAM」⁽³⁸⁾の中のGoogleが260億台湾元の投資案を決定しただけでなく、Amazon.comも台湾経済省に台湾国内のイノベーションセンター設立を申請した。Microsoftは10億台湾元を投入してAI開発センターを設立した。2020年、アメリカ大統領選の最中にビッグ・テックがトランプ政権を批判しながらも、GoogleとFacebookは中国戦略を変更し、一部の業務を中国以外の地域に移し始めた。(図表5)

2020年、GoogleとFacebookが海底ケーブルを香港に接続する計画を撤回した後⁽³⁹⁾、代替策としての台湾が中国との接点になっている。現在、AppleとAUOが共同開発の新型液晶パネルmicro-LEDの桃園龍潭工場⁽⁴⁰⁾を含めて、アメリカ大手ハイテク企業が台湾を拠点にして次世代技術の開発を急いでいる。半導体生

34 真壁昭夫「バイデン「半導体サミット」の衝撃、日本は半導体の技術流出防止を強化せよ」『DIAMOND online』2021年4月27日付。

<https://diamond.jp/articles/-/269591?page=2>

35 小島郁太郎「5nm半導体工場、TSMCが米アリゾナ州に建設へ」『日経クロステック』2020年5月18日付。

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/07881/>

36 張建中「台積電宣布亞利桑那州設廠 2024年量産」『中央通信社』2020年5月15日付。

<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202005155002.aspx>

37 青山直篤「米、「バイ・アメリカン」の強化案 国内調達率引き上げ」『朝日新聞』2021年7月28日付。

<https://www.asahi.com/articles/ASP7X4JLRP7XUHB100G.html>

38 「GAFAM」とは、現在世界で支配的影響力を持つIT企業群 Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft の頭文字。

図表 5 世界大手半導体企業のアメリカ投資の現状

メーカー名	場所	投資額	生産品目
TSMC	アリゾナ州	160 億ドル投資 2024 年稼働予定	5 nm 半導体
インテル	アリゾナ州	200 億ドル投資 2024 年稼働予定	5 nm 半導体
サムスン電子	米国（テキサス州オースティン）		半導体
	米国（カリフォルニア LA）		サムスン電子買収の高級家電デイク工場
	米国（ケンタッキーフランクリン、インディアナエルクハート、ワシントン、チェニー）		サムスン電子買収の重裝家電ハーマン工場

出所：各種新聞記事により筆者作成

産の拠点になり続けてきた台湾が、TSMC のおかげで、半導体集積地域をも形成しつつあり、これによって、台湾とアメリカとの繋がりは強化されることになる。台湾の半導体集積地域については第三章にまとめる。

2-2 日韓貿易摩擦の半導体産業への影響

米中貿易摩擦が強まる中、アメリカは半導体生産の重要性に気が付いたが、実際、半導体生産技術開発の鍵を握っているのは TSMC だけではない。三菱化学を始め、日本の素材・材料メーカーは、以前から半導体素材・材料で世界一のシェアを占め、世界進出を果たしている。3 nm 以上の半導体を製造する時、量子トンネル効果が発生するため、TSMC とサムスン電子の開発の進捗が今後の半導体発展に大きな役割を果たすことになる。サムスは、中国に比重を置く戦略と 2019 年から生じた日韓貿易摩

擦によって、日韓の対立が強くなった。この影響で 2019 年以降、サムスン電子の主導で半導体材料の内製化計画が始まり、TSMC も 2020 年に日本の研究機構との連携によって、次世代半導体材料の共同開発をし始めた。1990 年代以降の台湾と韓国の半導体産業の台頭に対し、日本のハイテク産業間連携は様々な理由で後退してしまった。これに伴い、1990 年代後半から、日韓両国は電子産業の発展において競争関係となっている。その代表例は、90 年代におけるサムスン電子と東芝とのメモリー戦争及び 2000 年代のサムスン電子と SONY やシャープとの間の液晶パネル戦争であった。それでも 2010 年代後半まで、日韓の間で半導体産業間の供与関係も維持していた。しかし近年、一連の出来事により日本がフッ化水素、フッ化ポリイミド、レジスト（感光材、フォトレジスト）の 3 品目の対韓輸出規制によって、二国の半導

39) Todd Shields, Google, Facebook Dump Plans for U.S. -Hong Kong Undersea Cable, *Bloomberg*, 28th Augst 2020.

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-08-29/google-facebook-dump-hong-kong-cable-after-u-s-security-alarm>

40) 「ミニ LED、アップルが拓く「第 3 のディスプレイ」」『日経産業新聞』2021 年 10 月 30 日付。

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC14CGY0U1A011C2000000/>

体連携が中断となり、韓国の半導体産業の維持・発展に大きく影響することになった。半導体分野は広いので本論文はこの点を取り上げて議論する。

2018年から日本と韓国の間で慰安婦事件の賠償問題により関係が悪化してしまった。その上に2019年韓国側は元徴用工への賠償を命じた韓国最高裁判決をはじめとする徴用工問題で信頼が喪失し、日韓の摩擦が拡大した。2019年7月日本側は韓国向けの輸出規制強化の背景として、「輸出管理上の不適切な事案」を指摘した⁽⁴¹⁾。日本政府が輸出管理制度を徹するため、日本政府が韓国に対し輸出管理で優遇措置を与えていた「ホワイト国」(グループA)指定から除外した上にさらに韓国に輸出している半導体関連部材を含め輸出許可から個別の許可に切り替えた。これに対し韓国は強く反発し、国民の間では強力な「日本製品不買運動」も起きた。日韓の貿易摩擦が拡大した。

具体的には、2019年9月から、日本政府は半導体などの製造に必要なフッ化水素、フッ化ポリイミド、レジスト(感光材、フォトレジスト)の3品目の対韓輸出規制強化を発表した。サムソンの有機ELや半導体の製造だけでなく、様々な産業で日本の素材・材料が使われており、韓国のフッ化ポリイミド、レジスト、フッ化水素の2019年1～5月の対日輸入依存度は、それぞれ93.7%、91.9%、43.9%(韓国貿易協会)と非常に高い状態にあった。この厳しい状況に対し、自国内で半導体産業のサプライチェーンを完結させるため、韓国政府は「国産化を進めて脱日本を図る」との内製化政策を採らざるを得なくなった。このように、日本政府の政策決定によって、韓国企業は大きな打撃を受けるこ

とになった。日本の半導体輸出管理措置の変更で、日韓の間の半導体と液晶産業の連携も薄くなってしまった。

2020年に、フォトレジストとフッ化水素の対日依存度がそれぞれ6%、33%下落した。この下落は韓国政府による半導体の素材・材料の内製化政策にも関係しているが、日本の代わりにベルギーと台湾から輸入することになったことも関係している。一方、フッ化ポリイミドは以前から国産化が進行中であったが、その依存度は依然として90%以上に上っている。対日輸入依存度を引き下げるとは、歴代韓国政府の対日貿易通商政策の目標であったが、戦略物資の場合には2-3年という短期間では大幅な状況打破は出来ないであろう。何れにしても、グローバルサプライチェーンにおいて、これまでのような開放的サプライチェーンは急速に縮小しつつあり、韓国半導体メーカーは韓日貿易摩擦とコロナ・パンデミックの長期化などのリスクを背負いながら、経営のニューノーマルを探索せざるを得ないことを表している。(図表6)

まとめると、韓国では2019年から半導体需要が伸びたことで素材・材料の内製化が進められ、一部の材料の生産自体は増加したが、日本の輸出規制が促した韓国の半導体素材内製化はまだそれほど効果が出ているとは言えないだろう。

TSMCと東京大学との半導体共同プロジェクト

韓国の動きとは逆に、TSMCは、近年、半導体素材・材料メーカーと接近し、産官学の連携で自社半導体素材・材料の製造能力を強化しようとしている。東京大学は、以前からパナソニックやSONYなど、日本の有名電機メー

(41) 「韓国企業がイラン、シリアへ不正輸出 大量破壊兵器関連物資 国際管理に抵触」『産経新聞』2019年7月11日付。

<https://www.sankei.com/article/20190711-AVAU62Q54JKDZCEHQLRCVJZIOQ/>

図表6 輸出規制前後の3品目対日輸入動向（2019.7～2020.5）

単位：百万ドル 前年同期対比%比重%増減%

		フォトレジスト			フッ化水素			フッ化ポリイミド		
		規制前	規制後	増減	規制前	規制後	増減	規制前	規制後	増減
対世界	輸入額 増減率	286 (6.5)	317 (10.8)	31	147 (26.0)	70 (-52.5)	-77	24 (-41.4)	32 (33.8)	8
	比重	(100.0)	(100.0)		(100.0)	(100.0)		(100.0)	(100.0)	
対日本	輸入額 増減率	265 (7.7)	275 (3.5)	9	63 (23.1)	7 (-89.4)	-56	22 (7.5)	30 (34.0)	8
	比重	(92.8)	(86.7)	-6.1	(42.4)	(9.5)	-33.0	(92.7)	(92.9)	0.1

注：規制前（2018.7～2019.5）、規制後（2019.7～2020.5）

資料：ホン ジサン、TRADE FOCUS 25、韓国貿易協会 国際貿易通商研究院、2020年6月25日。

出所：金 都亨「日本の対韓輸出制裁をめぐるこの1年：韓日・日韓関係の今後」成城大学経済学部『紀要』2021年1月、63ページ。

<https://www.seijo.ac.jp/education/faeco/academic-journals/jtmo42000001iji-att/231-2kim.pdf>

カーとの産学連携でプロジェクト計画を進めてきたが、この東京大学研究機構とTSMCとの連携による半導体設備と材料開発を行おうとしている。共同研究プロジェクトを出した。これからの3 nm、2 nmの半導体製造は、これまでの28 nm-5 nmの半導体製造とはわけが違ふ。半導体の体積が小さければ小さいほど、トンネル効果⁽⁴²⁾が起きやすくなる。トンネル効果により効率が悪くなってしまい、これまでの半導体材料が使えなくなることが現在注目されている。今後も優位性を保持し続けるため、東京大学は、2019年11月27日、TSMCと先進半導体技術の共同研究を目的とする協定を締結したと発表した。

TSMCはこれまで優れた半導体生産プロセスを開発してきたが、次世代半導体材料によってトンネル効果を克服し、ムーアの法則を延長し続けるため、日本の協力が必要となってい

る。それ故、TSMCが2019年から東京大学と半導体材料共同研究アライアンスプロジェクトを開始したのである。これに応じ東京大学は、このアライアンスでは日本産業界とTSMCの最先端プロセス製造をつなぐゲートウェイ機能を提供すること以外にも、先進半導体技術の共同研究を実施する目的でd.lab（システムデザイン研究センター）を創設した。⁽⁴³⁾

具体的にTSMCは、組織レベルの包括連携で、半導体関連項目（デバイス設計や露光・加工装置・材料など）と半導体応用（自動車・医療・ベンチャー）とを分け、半導体の特定分野の設備と材料で共同開発を始めた。d.labセンター長を務める黒田忠広氏は、「特定領域に特化して無駄な回路を削ぎ落とした領域特化型専用チップは、汎用チップに比べてエネルギー効率を桁違いに改善できます。世界のIT企業が独自の半導体開発に乗り出しているのは、この

(42) トンネル効果：量子力学で、粒子が自分の運動エネルギーよりも大きなエネルギー障壁を、山のトンネルを通るようにして通り抜ける現象。粒子の波動性による量子力学的現象。エサキダイオードはこれを利用したもの。量子トンネル効果。『デジタル大辞泉』（小学館）

(43) 津田建二「なぜいま、東大が半導体の設計研究センター d.lab を創設したのか」2020年3月21日付。YahooJapan ニュース署名記事。

<https://news.yahoo.co.jp/byline/tsudakenji/20200321-00168772>

ためです。システム全体をデザインし、これを先端的な半導体デバイスに落とし込むことが必要です。しかしながら、領域特化型の専用チップの開発には、数百人がかりで1年以上かかることも珍しくありません。したがって、チップの開発も従来の資本集約型から知識集約型に相応しい仕組みに変革する必要があります。知識集約型のチップ設計手法を創出することがd.labの重要なミッションです」と語った。

TSMCは、半導体製造プロセスに強い力を持っているが、サムスン電子と同様、半導体材料で日本メーカーに頼っている現状がある。日韓貿易摩擦の発生で、半導体材料の自国化を開始したサムスン電子に対し、TSMCは、日本の研究機構及び産官学の連携により、自社の半導体材料の開発力を向上させようとしている。それでTSMCのH.-S. Phillip Wong氏は「TSMCは常にトランジスタの微細化を求めているので2020年には5nm技術の量産をスタートしている引き続き、その後3nmへの量産化を計画しているウェハ製造の微細化、高密度化に加え、3次元構造技術を用いてシステムとしての高密度化も達成していきたい。将来に向けた技術開発には、材料、物理、化学などのさまざまなノウハウが必要で、こうした知識を持つ東大とのアライアンスに期待をしている」ことを表明した⁽⁴⁴⁾。このようにTSMCはシャトル試作サービスを東京大学に提供し、d.labのチップ試作を先進プロセスで行うことで日本のニーズやTSMCのロードマップを互いに共有しながら日本の産業界が求めている領域特化型チップ、用途特化型チップなどをTSMCで即座に試作するようにした。2020年の段階に日台の半導体の連携は研究分野に限られていた

が、2021年、日本政府の主導する半導体復興計画とTSMC日本進出計画によって両国の半導体連携はより進んできた。

2-3 日本政府の半導体復興計画とTSMCとSONYの連携

日本は21世紀初頭まで半導体製造で最先端に位置していたが、その後は衰退し続けている。AIの進化により、今後、半導体産業は、工作機械産業や電機産業だけでなく、自動車産業と結合していく傾向が強くなってきた。日本政府は、半導体チップ内製化の重要性を認識しており、TSMCとの繋がりを強化しながら、政府主導で一連の半導体復興計画を打ち出して、自国の半導体自給率を上げようとしている。(図表7)

最初に海外半導体製造工場を誘致することを言い出したのは菅政権であった。実際、2020年の年末から台湾マスコミと日本のマスコミが、日本政府のTSMC誘致について報道し始めた。最初この報道はTSMCにより否定されたが、一部の人はTSMCが日本に工場を建設する可能性について考え始めた。実際、2020年、TSMCがアメリカの建設に着工してから、アメリカ政府は先進国がハイエンド半導体工場を建設の場合、膨大なコストが必要なことに気が付いた。特に、先進国のエンジニアの給与は、TSMC台湾エンジニアの三倍以上にもかかわらず、毎月労働時間は少ないので、人件費が高騰することになる。このことに気付いた日刊工業新聞は、台湾TSMCの米国工場計画で建設費は6倍、人件費は3割高いという予測を出したが⁽⁴⁵⁾、日経新聞も、日本で生産する場合、コストは6倍まで上がることを予測した。

(44) 黒田氏とH.-S. Phillip Wong氏の発言については、次の記事を参照。

竹本達哉「東京大学とTSMCがアライアンス締結」『EETimesJapan』2019年11月28日付。

<https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/1911/27/news075.html>

図表 7 2010 年代後半半導体企業世界売り上げランキング

年度	2000 年	2018 年	2019 年	2020 年
第 1 位	インテル	サムスン電子	インテル	インテル
第 2 位	東芝	インテル	サムスン電子	サムスン電子
第 3 位	NEC	SK ハイニックス	SK ハイニックス	TSMC
第 4 位	サムスン電子	マイクロンテクノロジー	マイクロンテクノロジー	SK ハイニックス
第 5 位	テキサスインスツルメンツ	ブロードコム	ブロードコム	マイクロンテクノロジー
第 6 位	モトローラ	クアルコム	テキサスインスツルメンツ	クアルコム
第 7 位	ST マイクロエレクトロニクス	テキサスインスツルメンツ	クアルコム	ブロードコム
第 8 位	日立製作所	ウエスタンデジタル	東芝	テキサスインスツルメンツ

出所：IC Insights の各種データにより筆者作成

TSMC の日本誘致の情報は、2020 年から漏れ出したが、2020 年夏までに日本政府は認めていなかった。菅内閣を引き継ぎ、内閣を組織した岸田首相は、半導体生産国内生産を具体化する半導体復興計画を打ち出した。岸田内閣がこの計画を提出した後、TSMC も日本政府に答える形で、2021 年 10 月、TSMC は、九州の熊本に 28 nm、20 nm の半導体を生産する工場の建設を正式に公表した。

日本の電機メーカーは、これまで半導体の製造と開発に力を入れてきた。1970 年代に、日本政府は、日本の半導体発展のため、官民合同による半導体の技術研究組合を設けたが、その後、官は市場経済に干渉しない原則を採り、公的な資金による国家主導の半導体政策や支援を打ち出さなくなった。岸田内閣が公表した半導体復興計画のいちばんの特徴は、70 年代以降で初めて、政府が半導体産業の発展に介入しない方針を修正したことである。この方針では、日本国内の半導体チップ不足の場合、充

分な生産能力を提供するという特別条件を付け、特定の半導体製造企業に最大一兆円を投資する投資案となっている。そして TSMC はこの条件に合致している。

TSMC が 5 nm のハイエンド半導体工場を建設しないことについて、日本にとって TSMC と連携していることは必要だが、より大切な目的は、日本における半導体産業の栄光を取り戻すことに繋がっているかどうかである。元々、日本には半導体製造で優秀な企業が存在していたので、政府も独自ハイエンド半導体を製造するシステムを構築する意欲は強かった。TSMC は、2021 年アメリカの次に日本に進出することを宣言し、本当の意味上のグローバル企業になった。(図表 8)

TSMC のこの動きは、2020 年以降、日台の関係が一層緊密になったことも関係している。2021 年、日本政府は、台湾に合計 250 万人分以上のアストラゼネカ社製の新型コロナワクチンを提供することで、TSMC の 5% の株を保有

(45) 「建設費は 6 倍、人件費は 3 割高い…。台湾 TSMC が米国工場計画で二の足」『日刊工業新聞』2021 年 2 月 23 日付。

<https://newswitch.jp/p/26070>

図表8 2021年未まで TSMC の世界工場建設現状

TSMC の工場建設国	建設地	生産プロセス	現状
台湾	新竹	3 nm	工場建設決定
	台南	3 nm 5 nm	工場建設中
	高雄	未定	工場建設決定
アメリカ	アリゾナ	5 nm	工場建設中
日本	熊本	20 nm 以上	工場建設決定
中国	南京	28 nm	生産能力拡大
ドイツ	未定	未定	未定

出所：各種新聞記事により筆者作成

する台湾政府が動きやすい環境を作ったのも確かである。ただ、このような政治面からの解説もあるが、実際には TSMC の日本投資と九州にある現在日本一の半導体企業である SONY との間には深い繋がりがある。

SONY は 1990 年代から日本本土にハイエンド半導体を生産する野望を持っていた。2001 年代前半、SONY は自社開発のゲーム機プレイステーションの CPU の開発と生産で、日本での半導体産業の発展に強い企図を示していた。2000 年代から SONY がゲーム機 PlayStation (プレイステーション) に内蔵する半導体チップの自製化をきっかけに、自社半導体の製造計画を遂行するため、九州熊本を生産基地に選んで、半導体生産に強い意欲を示してきた⁽⁴⁶⁾。

その後、世界への半導体チップ外注体制の確立と生産コスト上昇の理由で、PlayStation4 以降、SONY は大規模な半導体製造を止めてきたが、一部の製品や自社開発したスマートフォンに搭載するデジタルカメラ用の CMOS チッ

プなど、ハイエンド半導体チップだけは生産を続けてきた。特に、SONY の CMOS チップの評価が高く、HUAWEI など大手企業の受注を得られていることもあり、SONY を中心とした九州半導体集積地域は成長を続けてきた。2021 年、九州は日本全体の半導体生産金額の 4 割を占めるまでとなり、現在の日本での半導体集積地域になっている⁽⁴⁷⁾。

SONY が TSMC と接触したのは熊本大震災後からである。2016 年、九州熊本で起きた大地震が九州の半導体生産に大きなダメージを与えてしまって、SONY の半導体チップの生産能力は大幅に低下した。CMOS チップの生産不足問題を解消するため、SONY は TSMC と連携することを決定した⁽⁴⁸⁾。SONY の TSMC との連携には、現在、CMOS 半導体の製造にも力を入れているサムスン電子との競争で、優位性を持つという意欲が強く見える。

一方、現在、SONY と TSMC の半導体提携に強い興味を示している日本の大手企業がもう一社ある。2021 年 10 月、トヨタ傘下企業のデ

(46) 「ソニーの半導体の歴史 / 沿革」SONY ソニーセミコンダクタソリューションズグループ
<https://www.sonysemicon.co.jp/company/history/>

(47) 経済産業省九州経済産業局『九州経済の現状 (2020 年版)』2021 年 4 月、16 ページ。

(48) 關鍵字「索尼結盟台積電代工以對抗三星擴大投資 CMOS 影像感測器」『科技政策研究與資訊中心』2020 年 6 月 1 日付。

<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=16675>

ンソーも、10億円の資本投資で九州の半導体発展計画に参加することを明らかにした⁽⁴⁹⁾。電気自動車の開発を急いでいるトヨタは、ICデザインに強い企業としてのデンソーを傘下に置いている。デンソーは優れた半導体を設計する能力を持っているが、今後、トヨタが製造する電気自動車の数に応じるだけの生産能力を持っていない現状になっている。日台液晶産業の連携は、2000年代末から始まったが、2020年からの日台湾半導体の連携によって、強い関係を構築することとなった。今後、日本を代表するような大手企業の成長は、良質の半導体チップ獲得に繋がっており、SONYとTSMCによって構築される日台半導体製造連盟に参入する企業は今後も増加すると予測されている。

小 括

外交問題等の動きがあり、日韓の貿易が急激に変わったが、このような問題は台湾と中国の間でも、2000年代からしばしば発生してきた。このような動きが長く続いてしまうことで、国民の間では感情的な対立も生じてきた。一方、日本と台湾の半導体の連携は民間企業の台湾投資増以外でも、TSMCと産官学との連携が2019年末から急激に進んだ。

米中貿易戦争で、アメリカと日本は半導体製造の重要性を認識することとなった。アメリカと日本は、半導体製造の国内生産を実現するため、TSMCを誘致し、自国の電子産業の競争力を守る政策を遂行した。TSMCにとって、新世代半導体製造のプロプラムの開発は、膨大な資金が必要となるので、今後は、TSMCが外国政府の誘致資金で自社規模を拡大し続ける可能性は高いであろう。さらに、現在の米中対

抗による半導体製造の構図の裏に、日韓の摩擦が存在している。2020年まで世界の半導体製造の構図は、(中韓)対(米日台)の形で陣営を分けていたが、2021年、サムスン電子のアメリカ投資案の成立で、今後は変わるかもしれない。ただ半導体材料の製造も専門なプロセスとノウハウが必要であるので、サムスン電子による半導体材料の内製化は遅れており、日本との関係を修復しない限り、今後、TSMCとの半導体製造プロセスの競争は不利になるかもしれない。

第3章 TSMCと台湾半導体産業の集積化

本章は、2016年以降TSMCが、5nmの次世代半導体の開発により再び開始した半導体産業の集積化について分析する。

3-1では、台湾の半導体工業団地—サイエンスパークの拡大と2000年後半のTSMCなどによる台湾の半導体メーカーの新しい半導体工場建設案をまとめる。3-2では、近年台湾投資を加速化させる国際半導体部材メーカーを整理し、この特徴が強いメーカーを取り上げる。最後に、2018年の日韓摩擦と日台半導体産業の連携によって、半導体材料大国=日本と台湾・韓国との関係の変化について探るために、近年の台韓半導体の経営戦略の変容について議論する。

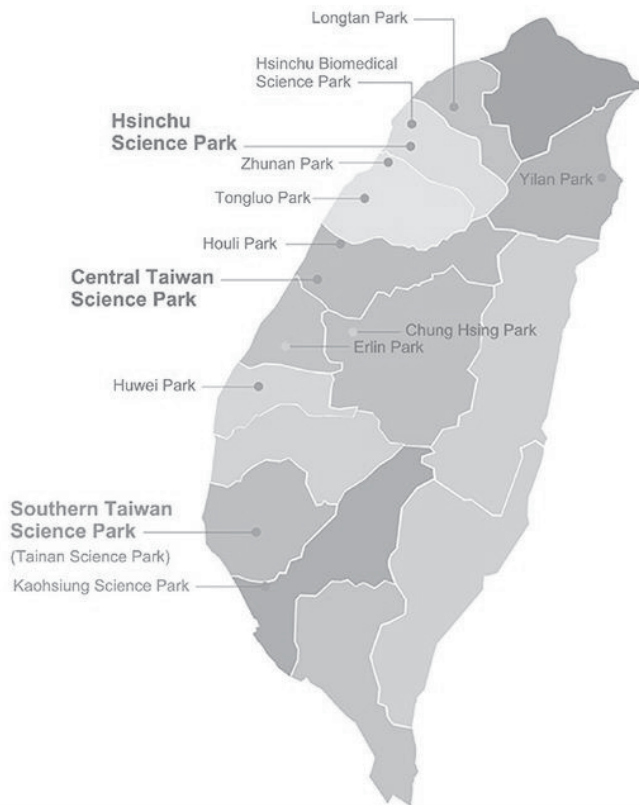
3-1 半導体産業の興隆によるサイエンスパークの拡張

2000年代後半から、バイオ産業など新興産業の台頭と台湾半導体製造会社の壮大で新竹

(49) 中道理「TSMC子会社にデンソー出資、日本で12/16nm FinFETも製造へ」『日経クロステック』2022年2月15日付。

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/12240/>

図表9 台湾のサイエンスパーク



出所：MATTHEW FULCO, New Directions for Taiwan's Science Parks, *Taiwan Business Topics*, 15th March 2019.
<https://topics.amcham.com.tw/2019/03/new-directions-for-taiwans-science-parks/>

(Hsinchu) サイエンスパークが近隣の竹北市に拡張したが、三大サイエンスパークの敷地が足りなくなってしまった。それ故、台湾政府は、新竹(Hsinchu)、台中(Central Taiwan)、台南(Southern Taiwan=Tainan)周辺にあるいくつかの工業団地を選定し、半導体関連会社を誘致して、新しいサイエンスパークを作った。結局、桃園県の龍潭郷(Longtan)、苗栗県の竹南鎮(Zhunan)、銅鑼郷(Tongluo)、台中県の后里(Houli)、南投県の中興新村エリア(Chung Hsing)、彰化県の二林鎮(Erlin)と高雄の北部など、七つのエリアで新しいサイエンスパーク建設が決定した。2010年代後半か

ら、この七つのエリアと三大サイエンスパークとの連結がより強くなり、現在、北部工業地帯、中部工業地帯、南部工業地帯と呼ばれている。

2017年以降、TSMCの5nmウェハ開発成功と台湾半導体会社の中国からの撤退により、TSMCをはじめ、新設されたサイエンスパークへの台湾半導体会社の投資も年々増加してきた。以下に整理する。

北部工業地帯

TSMC最初の工場建設地となった新竹サイエンスパークは、台湾の北部にある最初のサイ

エンスパークである。空港や理工学の名門大学に近いことや国立ベンチャー育成研究施設 ICRI（台湾工業研究院）に近接、1980年代末以来、台湾 IT 産業集積地域の代名詞となっている。新竹サイエンスパークのメーカー分布から見ると、本拠地が新竹市の近くにある TSMC に対し、桃園県龍潭工業区は、2000年代初頭から台頭して来た液晶会社の中華映管の本拠地となったが、敷地はそれほど広くなかった。それに龍潭工業区と新竹市との距離が苗栗県の竹南サイエンスパーク、銅鑼サイエンスパークよりも遠いため、2010年代末から苗栗県の北部に半導体会社の投資が増加することとなった。

張忠謀の後継者劉德音が TSMC の CEO に就任して、2018 年から TSMC は戦略を変え、新世代半導体開発向けに一連の開発計画を作った。TSMC とサムスは、7 nm 半導体を巡る競争で優位性を得るための様々な動きが表面化した。TSMC 流の FinFET (Fin Field-Effect Transistor) 製造技術の開発者の元 TSMC 台湾技術者梁孟松は、サムスに移籍し、TSMC もサムスとの競争の中で、サムスが生産した半導体チップの方が漏れ電力を有効に防止でき、有効にリーク電流が減少することに気付いた。そのため TSMC は、2018 年から IC 封止事業を内製化することを公表した。そして自社 IC 封止工場の建設地に相応しい場所を考査し、自社 IC 封止工場の建設地を竹南サイエンスパークに選定した⁽⁵⁰⁾。

竹南エリアが TSMC の IC 封止工場に選定された理由は二つある。一つ目の理由は、場所から見ると竹南サイエンスパークは TSMC 本社との距離が近く、新竹サイエンスパークと銅鑼エリアの中継点にもなっている。鉄道駅、高

速道路インター、新幹線駅に近い竹南サイエンスパークは、TSMC の各工場と簡単に繋がることできるという地理的優位性を持っている。そして、新竹サイエンスパークの後背地として、新竹サイエンスパークと竹南サイエンスパークの間に、2000年代から比較的規模が小さい IC 半導体関連会社が集まってきた上に、アセンブリー業務から発展して来た民間会社の設立による広源工業団地が存在していた。2014年、Foxconn 傘下の群創光電が、竹南サイエンスパークにパネル工場を建設してから、竹南サイエンスパークの規模が更に拡大し、苗栗県最大の新興団地となっている。2018年、TSMC が竹南サイエンスパークに IC 封止工場建設地を決定することによって、竹南エリアは、新竹サイエンスパークとの関係が最も緊密な工業団地の一つとなっている。

二つ目の理由は、環境保護に対する規制強化を行うことを目的に、中国政府が2017年12月に公布し、2018年1月1日に施行した「環境保護税法」と2016年台湾の政権交代で台湾製造会社の中国離れが加速し続けてきたことにある。台湾 EMS(電子機器の受託製造サービス)大手の Foxconn や和碩聯合科技(ペガトロン)、広達電腦(Quanta Computer:クアンタ・コンピュータ)のインド進出とは異なり、人材重視の半導体製造会社はほとんど台湾に戻ることを選んだ。もちろん米中貿易戦争の激化により、中国から撤退する半導体会社で北部工業エリアを選んだ企業も多数あった。しかし、2010年代前半から台湾に投資し続ける台湾半導体会社と海外半導体会社の三大サイエンスパークとの距離はまだ遠かった。台湾第4の半導体会社の力晶光電は、2000年代から2021年代後半まで中国南京で工場を建設していたが、

50 「台積電竹南設廠正式啟動」苗栗県政府公式サイト 2020年5月13日付。

https://www.miaoli.gov.tw/News_Content2.aspx?n=285&s=313495

新拠点に苗栗県の銅鑼サイエンスパークを選んだ⁽⁵¹⁾。力晶光電は28 nmのウェハを生産している中規模の半導体製造会社である。UMCと同じく、もっとも先進的な半導体製造プロセスを追求するのではなく、5G時代にいちばん需要の多いウェハを生産することで、苗栗県内最大の半導体投資先となった。

2000年代初頭から、更なる発展を企てていたTSMCは、積極的に新竹市や周辺土地を購入しつつ、タイミングを合わせて新しい工場を建設した。2010年代、TSMCのIC封止工場の建設案と力晶光電の投資案によって、新竹サイエンスパークと苗栗県各サイエンスパークの連結が成功し、北部工業地帯の拡大が成し遂げられた。2020年、TSMCは、2 nmのウェハ製造の壁を突破し、最先端の2 nm工場を新竹県と桃園県との間の宝山に建設すると宣言したことで、新竹サイエンスパークと桃園龍潭サイエンスパークの間の連携も強化され、北部工業地帯が台湾のもっとも重要な半導体工業地帯となった。

中部工業地帯

2000年代前半、液晶産業集積地域として成長を続けている間に、台湾陳水扁政権は液晶産業とDRAM産業の育成のため「二兆双星」政策を打ち出した⁽⁵²⁾。その後、台湾液晶メーカーの中国移転によって台湾国内の液晶産業は空洞化してしまった。2010年代に入り、中国と韓国の有機EL連携で競争力を失ってしまったAUOをはじめ、一部の液晶メーカーは、台湾本土に戻ってくるが、国際拠点港湾—台中港を使って、上海にいちばん近い台中市のサイエンスパーク中心に工場を建設したことで、この地

域が、台南に代わって、台湾液晶集積エリアとなった。2010年代半ば以降、台湾液晶産業の失速と半導体産業全体の隆盛で、台南と台中サイエンスパーク内の半導体メーカーの割合は徐々に増加したが、北部工業地帯と南部工業地帯に比較すると、半導体の集積化はそれほど顕著なものではなかった。

台中サイエンスパークの間に位置する苗栗県南部は、昔からの農業エリアや山林地域が存在しているため、中央山脈側の南投県にある研究型中興新村サイエンスパークと二水より台中市北の后里、豊原と南側の彰化県へと繋がっている傾向が強い。彰化県の虎林サイエンスパークとの間に、彰化濱海工業区という臨海工業団地が存在しているが、彰化濱海工業区が主に広達電腦(Quanta Computer:クアンタ・コンピュータ)などEMS会社が集積しているため、中部工業地帯の半導体エリアは主に台中サイエンスパークに限られている。現在、TSMCとUMC二社とも台中サイエンスパークに半導体工場を持っている。

南部工業地帯

1999年、TSMCの半導体業務の増加と日本の液晶メーカーと台湾企業の本格的な連携をきっかけに、翌年当選した民進党陳水扁政権が液晶産業とDRAM産業の育成のため「二兆双星」政策を打ち出した。当時、陳政府は、新竹サイエンスパークの成功例を生かし、他の大型サイエンスパークを構築することを計画した。台南サイエンスパークは、当初、液晶産業向けのサイエンスパークとして建設された。2000年に台湾液晶メーカー奇美光電(CMO)の

(51) 「TSMCの竹南新工場、苗栗県が環境アセス開始」『NNA ASIA アジア経済ニュース』2018年9月13日付。
<https://www.nna.jp/news/show/1812046>

(52) 「新世紀第二期國家建設計畫(民國94至97年四年計畫暨民國104年展望) 國家發展委員會
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=7021B4E8BCB254D5

CEO 許文龍氏の誘致によって、日本の液晶部材メーカーが相次いで台南サイエンスパークに集まって来るようになり、2000年代前半に液晶産業集積地域となった。当時、大日本印刷をはじめ、日系液晶部材メーカーが多数台南に集まり、日本の液晶メーカーの支持を得たCMOも、速やかに台湾第2の液晶メーカーとなった。しかし、その後、台湾液晶メーカーの中国移転によって、台湾国内の液晶産業が空洞化してしまったため、CMOも2009年にFOXCONNに買収された。2010年代に入り、AUOをはじめ、一部の液晶メーカーが台湾本土に戻って台中サイエンスパークを中心に工場を建設し、台湾で生産したパネルを中国に輸出する方針で自社の発展を図ってきた。このことによって台中が台南に代わって台湾液晶集積地域となり、ニコンやキャノンなどの光学メーカーも多数、台中南部と彰化県に投資し始め、台南サイエンスパークの勢いが一時的に落ちてしまった。

5 nmの半導体製造技術の壁を突破した後、安定した電力を求めため、TSMCは、一時、工場建設地を台湾にするか中国南京にするかで躊躇した。2016年、蔡英文政府が電力供給保障を確約を得た後、張忠謀氏は5 nm工場の建設地を台南に決め、2019年TSMCは、南部サイエンスパークに160億米ドルの5 nm ウェハ工場の投資計画と200億米ドルの3 nm ウェハ工場の建設計画を公表した。TSMCの決断は、海外半導体会社が台湾投資を急増させるきっかけとなり、南部工業地帯も2019年から一気に拡大した。2020年初頭からTSMCの5 nm工場は稼働し始め、3 nm ウェハ工場は2022年に完成する予定である。

3-2 TSMCの5 nm半導体工場の建設により集積する世界半導体企業

TSMCは、2015年年末にサムスンと競争するため、中国南京に半導体工場建設を発表した

が、2016年TSMC南京工場が完成した翌年の2017年10月、台湾台南サイエンスパークに世界最初の3 nm半導体工場を建設することを公表した。建設費用が2000億台湾ドルの5 nmの半導体工場より、1000億台湾ドルも増えた3 nm半導体工場は、張忠謀氏が台湾に贈る最大な財産であり、海外半導体部材メーカーが台湾に進出する最大の理由となっている。

現在、TSMCは、ソフトウェアを中心に発展してきた台北南港サイエンスパーク以外に、新竹、台中、台南の三大サイエンスパークに工場がある。2018年、TSMCが3 nmのウェハ工場を台南に建設することを公表してから、欧米の設備メーカーの対台南投資がさらに顕著になっている。一方、ニコンやキャノンなど日本の光電メーカーと材料メーカーは、2010年代初頭から対台湾投資を拡大してきた。一部の日系企業は、台中サイエンスパークの工業団地よりも中部工業地帯周辺地域に土地を購入し、自社工場を構築したので、台中県と台中と台南の間の雲林県や嘉義県への投資が多くなった。以下は、世界で注目されている5 nm ウェハ生産プロセスに欠かせない露光装置メーカーのアスエムエル（ASML Holding N.V. 以下ASML）の台湾投資や2018年以降、新しく台湾に進出した半導体設備メーカー、材料メーカーについてまとめる。

露光装置のASMLとニコン

ASMLは、1984年に設立されたオランダ南部・フェルトホーフエンに本部を置く半導体露光装置（フォトリソグラフィ装置）を販売する世界最大の会社である。半導体露光機は大きなガラス板に微細な電子回路のパターンを描いたフォトマスクを高性能レンズで縮小して、ウェハの上に塗布した材料（フォトレジスト）に強いレーザー光を照射して感光させる装置である。ウェハ製造は先端の微細化プロセス（5

nm) に用いられる DUV (深紫外光) タイプの装置を使っている極端紫外線リソグラフィ (Extreme ultraviolet lithography, 以下 EUVL) が必要である。極端紫外線は波長 13.5 nm で露光する次世代露光技術で、5 nm 半導体が主流になって以降、現在のハイエンド半導体製造に欠かせない存在となっている。2019 年末から、米中貿易戦争で、トランプ政権によって半導体設備・装置の中国禁輸政策で、ASML のことが大きく報道された⁵³⁾。

何故、アメリカは ASML に強い影響力を持つのかというと、それは 2010 年代から緊密になったハイエンド半導体設備メーカー間の連携体制と関係がある。ハイエンド半導体の進化により、製造設備の開発費用も大幅に増加した。ASML は販売先を確保するため、インテル、TSMC、サムスンなど半導体製造会社との共同開発を求めた。2010 年代後半に入って、発展の重心を中国に移すサムスンよりも、ASML と米台企業との関係が強くなった。当初、ASML は主にインテル向け設備を提供していたが、TSMC の 5 nm ウェハの開発成功により、2016 年以降、ASML の業務の重心を台湾に移してきた。5 nm ウェハが本格的に量産されるようになってから、TSMC が ASML の最大の取引先となっている。自社設備の保守と設備のトラブル排除のため、2018 年に ASML は、4.7 億台湾ドルで台湾にサービスセンターを設立し、海外唯一のスタッフ訓練センターも設立した。日本にもニコンやキャノンなどの半導体露光装置メーカーが存在しているが、2020 年夏季から、28 nm ウェハ生産向けの半導体露光装置が大量に販売されている。実際 TSMC のウェハの製造技術がインテルを超えてから、欧米半

導体設備メーカーの台湾投資が増えてきた。アメリカ半導体メーカーで、ウェハ検査装置、フォトマスク欠陥検査装置の科磊 (KLA コーポレーション) も TSMC とのやり取りの時間を短縮するため、サービスセンターをシンガポールから台湾に移してきた。そして、TSMC の 5 nm 工場がある台南サイエンスパークに工場を建設し、南部工業地帯に最先端半導体関連企業が集積するようになった。このように設備メーカーの対台湾投資が拡大し続け、これまで台湾メーカーを主体に構築されてきた台湾半導体産業集落が更に加速化されようとしている。

北部工業地帯における近年の代表的な投資は、山梨県のトリケミカル研究所が、子会社の三化電子材料による銅鑼サイエンスパークへの投資である。2020 年から、三化電子材料は銅鑼サイエンスパークで、化学蒸着 (CVD: chemical vapor deposition) とグリーンエネルギーバッテリーの材料を生産している。同じく銅鑼サイエンスパークに新設した日本メーカーは、1950 年に日本で会社を設立した研磨剤企業の FUJIMI INCORPORATED の子会社の台湾福吉米股有限公司、新潟県のエレクトロケミカル材料の研究・開発、製造、販売の namics の子会社、台湾納美仕電子材料股份有限公司がある。東京応化工業株式会社の台湾子会社の台湾東応化股有限公司銅鑼分公司はフォトレジストを生産している。

南部工業地帯にある日本の半導体材料メーカーは、富士フィルムグループの台湾富士電子材料股有限公司、富士紡ホールディングスグループの台湾富士紡精密材料股有限公司、東ソーグループの東ソークオーツ (Tosoh Quartz Co., Ltd.) 及び東ソー SMD (Tosoh

⁵³⁾ Stephen Nellis, ASML extends sales deal with Chinese chipmaker SMIC to end of 2021, *Reuters*, October 14, 2020.

<https://www.reuters.com/article/us-asml-holding-smic-idINKBN2AV1S6>

SMD Taiwan, Ltd.), 昭和電工グループの台湾昭和化学品製造股份有限公司, 東京応化工業グループの台湾東應化社があり, すべて部材メーカーである。台湾富士電子材料は, 2016年に台南サイエンスパークに進出した。次いで, 2017年に独資で台南サイエンスパークの建設によって台湾に進出したのは, 富士紡精密である。台湾富士電子材料は, ウェハの研磨液を, 富士紡精密はウェハの研磨パッドを生産している。東ソーオートと東ソー SMD は, 台南サイエンスパークで薄膜技術を核にプラズマ CVD 装置, ドライエッチング, 酸化工程設備, エッチング設備やウェハ研磨粉など石英関連の各製品を生産している。2000年から台南サイエンスパークに集積し続けている日系メーカーの勢力が TSMC の技術突破の力を一層強めている。5 nm, 3 nm 工場の拡張で, 次世代で新竹サイエンスパークを超える, 台湾最大の半導体製造地域になる可能性があるため, 日本の大手材料メーカーの台湾投資傾向がより一層拡大

している。

更に 2010 年代後半, TSMC の規模の経済効果で, 日本の半導体部材メーカーからオランダの ASML 半導体設備メーカーまで, 半導体製造のサプライチェーンで世界的に知名度の高い企業が台湾の中南部に集積してきた上に, サイエンスパーク外の独資での投資事例がたくさん出てきた。このような台湾メーカーと海外メーカーの台湾半導体投資の相互影響で, 現在, 新竹県南の苗栗県まで拡張した新竹サイエンスパークと台中南の彰化県まで拡張した台中サイエンスパークとが繋がった上に, 台中サイエンスパークと台南サイエンスパークとの間に 100 キロ以上の距離があるものの, 高速道路網と高速鉄道を利用できるので交通が便利なため, エンジニアは簡単に移動できることにも注目しておく必要がある。

実際, 現在の本社に近い新竹宝山に世界初めの 2 nm 工場を建設すると TSMC が公表しているが, 2010 年代後半から台湾に進出し始め

図表 10 2019 年まで外国半導体メーカーの台湾投資

国別	メーカー名		業務内容
オランダ	ASML	帆宣 工準精密 信邦 大銀	依頼生産
アメリカ	應材	京鼎 家燈	依頼生産
アメリカ	科磊	独資	サービスセンターをシンガポールから台湾に移した
アメリカ	科林研發	独資	最初に台湾でスタッフ教育訓練センターを建設した半導体メーカー。台湾中壢で設備整備センターを建設した。対台湾投資を毎年拡大している。
日本	關東化學	和鑫林 (合弁)	台湾雲林県で工場を建設した
日本	愛爾斯	独資	台南サイエンスパークで工場を建設して同じエリアにある TSMC や連合電子に製品を提供する
ドイツ	默克化學	独資	台南サイエンスパークでアジア IC 材料開発センターを設立した

出所：各種新聞記事により筆者作成

た世界半導体部材メーカーはこのように台湾の南部に集まっている。現在、台南市南部科学工業園区が発展途上の仁武工業団地にまで広がっており、これら広範囲の区域は「南部半導体S回廊」⁽⁵⁴⁾と名付けられ、台湾最大の科学技術回廊として徐々に形成されつつある。台湾南部に集まって来る世界各国の半導体部材メーカーは、これらインフラを利用できるため、台湾南部への半導体団地建設に力を入れる方向が見える。そのため、TSMCが日本進出を公表する同日、高雄で7 nm/28 nm 半導体製造工場を増設することも決定した。台湾の西部は建設用地が少ないが、その代わりに高雄政府は、台湾国営の石油企業—中国石油のコンビナート用地を二年間かけて整備し、2023年から新たな需要にこたえるための用地建設を始める予定である⁽⁵⁵⁾。これによって半導体産業を中心に発展してきた台湾の北、中、南にサイエンスパークが再定義される⁽⁵⁶⁾。

小 括

1990年代から台湾半導体産業の投資には、「五欠」⁽⁵⁷⁾という五つの足りないところが指摘されてきた。今後、「南部半導体S回廊」として広く繋がることで、水資源が足りないため工場の建設地も足りないという問題は解決できるであろう。しかし、電力供給問題については、

台湾政府が2016年から2025年までに、すべての原子力発電所の稼働停止を目指し、電力開発政策の転換期に入っているため、TSMCが2 nm, 3 nm, 7 nm, 28 nmの工場を相次ぎ台湾に建設するリスクが、2016年7nm工場を台湾に建設することを契機に、投資の不安定要素の一つとなった。現在ライバルサムスンからの脅威は一時なくなっているが、今後、企業買収で自社半導体製造業務を強化しようとしているサムスンにはまだまだ油断できない。

設備とメーカーが揃っていても、いちばん肝心なのは何よりも人材確保である。TSMCの日米進出によって各国政府から研究資金をもらえることで、より高度な半導体製造プロセスの開発経費を手に入れるとともに、各国エンジニアの雇用で人材面の問題も解消することができる。現段階で、海外で生産される半導体チップのコストが高くなることが予測されているが、こうして半導体生産が東アジアに過度に集中する問題も解決できるであろう。技術革新の鍵を握っている日米への進出により、今後、TSMCが、正真正銘のGlobal Semiconductor Manufacturing Company, Ltd になっていこうとしていることに、インテルなど一部のローカル企業が不満を示している⁽⁵⁸⁾。これから新しい半導体のサプライチェーンが形成されるまで、TSMCの課題はまだまだまだたくさん残っているであろうが、TSMC

54 李瑰嫻「大南方崛起，南部半導体S廊帶引領產業新未來」『共同抗疫的溫暖』No. 7, 2021年7月。
<https://takao.kcg.gov.tw/article/625>

55 謝佳雯、鍾泓良「落腳何處消息頻傳 台積：2奈米廠規劃不變」『經濟日報』2021年6月24日付。
<https://money.udn.com/money/story/5612/5553736>

56 洪友芳、葛祐豪「台積電設廠高雄拍板」『自由財經』2021年11月10日付。
<https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1483643>

57 「五欠」とは、水、電力、土地、労働力、人材の5つの分野での不足のこと。

58 ROBERT CARNEVALE, Intel CEO calls Taiwan unstable and questions chip dependency on Asia, TSMC responds, *Windows Central*, 8 Dec.2021.

<https://www.windowscentral.com/intel-ceo-calls-taiwan-unstable-and-questions-chip-dependency-asia-tsmc-responds>

の役目が大きい分、台湾の人々に頼れる「シリコンシルド」にもなれるかもしれない。

おわりに

半導体の供与問題と半導体製造の自国化は、一国の経済発展だけでなく、政治に問題や国家安全保障にも繋がっている。そして、米中貿易の激化とコロナウィルスの影響で、2020年から台湾の位置付けは根本的に変わった。新型コロナウィルスのパンデミックをきっかけにして、トランプ政権が仕掛けた貿易摩擦など、グローバル化が逆風にさらされる中で起きた。半導体不足が続いている中、世界がデグロバリゼーション（deglobalization）の方向に進んでいる。バイデン政権が米中貿易戦争を起こったトランプ政権とは異なる経済戦略を打ち出していると思われる。しかし、2021年、中国と地球温暖化対策を話している一方で、アメリカは半導体産業から中国企業を全面的に封鎖している。アメリカが主導する半導体産業のサプライチェーンの脱中国化方針によって、現在世界半導体産業構造が米ソ冷戦時期と似てきており、二つのサプライチェーンに分けられている。この中で影響力が急速に衰退するHUAWEIに代わり、アメリカ、日本、ドイツなど製造大国に誘致させるTSMCが2020年から世界の焦点になっている。TSMCが西欧の大国との連結が強くなって、半導体を国の顔にする台湾の重要性も増えてきた。

半導体製造プロセスの開発で膨大な資金を求めるTSMCは、大国とTSMCが本当の意味のグローバル企業になっている。これからTSMCが3nm、2nmの生産プロセス開発のため、これまでより膨大な資金やより多くの優秀なエンジニアと安定的な水と電力供給が必要なため、実際、TSMCが台湾から飛び出さないといけない時期を迎えている。一方、長距離

ミサイルや無人戦闘機を製造する時に欠かせない存在にもなっている半導体チップが、大国間の軍事対抗に大きな影響を与えることになる。米中対抗が進み、アメリカ政府が半導体チップの輸出先を規制しているため、半導体チップの特定国への流出を防ぐため、今後、アメリカによるTSMCへの圧力も強くなる可能性も大きくなってきた。2021年現在のTSMCは、他の半導体製造企業より技術面で優位性を持っているが、サムスン電子という強いライバルも存在している。以上の課題はいずれもこれからのTSMCの課題となるであろう。

現在世界で、5nm以上の半導体の製造を実現できる企業はTSMCとサムスン電子しかない。良率でハイエンド半導体を生産できる企業が世界の半導体市場を独占できるという現実がある。2019年にTSMCは、米中貿易戦争の中、中国市場を放棄してアメリカの要請を受け、アメリカ政府との関係を保持する道を選んだ。そして、日本の研究機構との共同開発で半導体材料分野に参入しようとしている。TSMCは、グローバル化を実現するために、資金を集め、自社の半導体製造技術を磨いて、これからの3nm、2nmなど次世代半導体の困難度を下げようとする傾向を強めている。半導体の自国化を加速しようとしているアメリカと日本に対し、TSMCが2021年にアメリカと日本に工場の建設を発表したが、半導体生産の仕組みを整えるまで、まだ3-4年かかると目されている。例え米日が自国の半導体産業の集積に成功しても、台湾で製造される半導体チップよりも海外で製造される半導体チップの生産コストの方が高い可能性がある。

今後、東アジア情勢の変化次第で、TSMC成長の不安定要素が存在するが、本格的に海外進出し始めようとしているTSMCは、自社の次世代半導体製造のより一層の進化を図っていくことになる。