

チップ：技術的優位性をめぐる戦い

作成者：Ritter Diaz、ビジネスコンサルタント

東京、2023年4月20日

冷戦時代（1947-1991）、米国と旧ソビエト連邦は、イデオロギー、経済、政治的優位性だけでなく、彼らの影響力と権力を世界中に広めるために技術的優位性を競い合っていました。どちらの社会経済システムが優れているか、どちらの国が技術開発の最先端を走っているかを世界にアピールすることが彼らの狙いでした。

その時、軍備競争と並行して行われていたのが、宇宙開発競争であったことは間違いありません。1961年にソ連が人類初の宇宙飛行を達成し、1969年にはアメリカが人類初の月面着陸という偉業を成し遂げました。この2つの超大国の対立は1991年のソ連崩壊まで続きましたが、最終的には、国際組織における覇権は米国が握ることとなりました。

覇権争いが目的だったとは言え、米ソの宇宙開発競争は、ロケット、衛星通信、ロボット、コンピューティング、物質科学、地球観測、医学など、さまざまな新技術の開発を加速させたと言えます。

特にコンピューター技術は、1971年、インテルのマイクロプロセッサ 4004 の登場によって大きな転換期を迎えました。1ペニー硬貨より小さな面積に2,300個のトランジスタを搭載したこの画期的なチップは、電算用のマイクロプロセッサとして初めて実用化されたものです。これにより、パソコン、タブレット端末、iPhoneなどのスマートフォン、クラウドコンピューティング、人工知能（AI）などが登場し、コンピューターチップの時代が到来しました。

それから50年後の2021年、米国のセレブラス社が発表した「ウェハスケールエンジン2（WSE-2）」は、現在設計されている単一のコンピューターチップとしては最も高性能なもので、iPadとほぼ同じ大きさの面積に、2.6兆個のトランジスタが埋め込まれています。台湾積体回路製造公司（TSMC）が製造するこのWSE-2は、機械学習、深層学習、ニューラルネットワークのトレーニングに膨大な計算能力を必要とするAIアプリケーション向けに特別に設計されています。

自動化が進み、AIアプリケーションが普及する時代を迎え、半導体産業（チップの設計、製造、組み立て、製造装置などを含む）は、米中間の技術競争の中心舞台として浮上してきました。なぜなら半導体産業は、コンピューターやスマートフォンから、高度なミサイルシステムや戦闘機まで、ほとんどすべての電子機器や機械に不可欠な部品であるチップの製造に重要な役割を担っているからです。

このように、半導体産業が極めて重要であることから、地政学上のライバルである両国の国家安

全保障に関わる問題に発展しています。過去起きた米ソの宇宙開発競争と同様に、米国と中国が世界各国に対して、彼らの権力と影響力を誇示するための主要分野となっています。

ご存知のようにチップは、トランジスタ、コンデンサ、抵抗などの機能をもった素子を含む半導体材料から成る、小さく平らな部品です。これらはシリコンウェーハ上に印刷され、相互に接続されて集積回路(IC)を形成し、特定の機能を発揮します。コンピューターデバイスの頭脳となるもので、最も知られているカテゴリーは以下の通りです：

1) CPU（中央処理装置 Central Processing Unit）チップ

⇒演算、論理、メモリー機能を担当する。

2) GPU（Graphic Processing Unit）チップ

⇒画像処理に特化。画像、動画、アニメーションなどの視覚表示機能を担う。

3) NPU（Neural Processing Unit）チップ

⇒ChatGPTのような人工知能アプリケーションのために特別に設計されたチップで、人間が発する質問に対してより精巧な応答を提供するように設計された大規模言語モデル。次世代のロボットや、いわゆる IoT（Internet of Things）を実現するためのソフトウェアを、より自律的で高度なものへと発展させる為に鍵となるもの。

米国と中国以外にも、世界の半導体産業で重要な役割を果たしている国や地域があります。韓国、台湾、日本、そしてドイツ、デンマーク、スイス、イギリスなどのヨーロッパ諸国は、いずれも世界の半導体サプライチェーンで強い存在感を示しています。その中でも、米国企業が歴史的に半導体の設計と製造において最前線を走ってきたことを強調させていただきます。

しかし、1980年代半ばには、日本企業が米国企業を抜いて半導体産業の主力なプレーヤーとして台頭してきました。この半導体市場の優位性の変化は、日米政府間の摩擦に発展しました。米国は、日本企業によるダンピング(不当廉売)や不公正な貿易方法が、米国製品の市場へのアクセスを制限し、円安操作によって日本製品が世界市場で安く取引されていると訴えました。

その結果、1985年にアメリカ、日本、ドイツ、フランス、イギリスがプラザ合意に至ったのです。この協定は、日本円を含む主要通貨に対しドル安にさせることを目的としていました。さらに日米は半導体貿易協定を締結し、米国による日本の半導体市場へのアクセスを増加させ、日本製品の米国への輸出を抑制することで、日本に有利だった貿易体制に待ったをかけました。

これらの金融・貿易協定の結果、日本製品はコスト高になり、米国製半導体は世界市場で地歩を固めることになりました。円高に加え、韓国や台湾などの安価な半導体メーカーの台頭、半導体分野の技術革新への日本の対応の遅れが、日本の半導体産業を衰退させました。事実、1988年には50%を超えていた日本の世界シェアは、現在では10%以下にまで落ち込んでいます。

2001年に中国が世界貿易機関（WTO）に加盟すると、中国経済は世界貿易システムへの統合を開始しました。この動きにより中国は、共産主義的な特徴は残っているものの、市場原理が採用され、WTO加盟国との貿易や投資が活発化しました。この経済統合により、中国は外国市場への参入、外国投資、合併事業を獲得し、半導体産業をはじめとする様々な経済分野での技術や専門知識の受け入れを促進させました。

したがって、中国の半導体企業の多くが中国のWTO加盟後に勢いを増したのは、決して偶然ではないのです。今日、私たちは、中芯国際集成电路制造有限公司（SMIC：Semiconductor Manufacturing International Corp）、海思半导体有限公司（HiSilicon Technology Co., Ltd）、长江存储科技有限责任公司（YMTC：Yangtze Memory Technologies Co.）、華虹半導体（Hua Hong Semiconductor Limited）、紫光展銳（UNISOC, Tsinghua Unigroup）など、中国の有力企業が世界の半導体市場で急速に進歩し、20年以上にわたって重要なプレーヤーとしての地位を保持していることを目の当たりにしています。

半導体産業だけでなく、他の技術分野においても中国が「巻き返し」を起こせたのは、中国共産党（CCP）の監視下で持続的な支援が行われてきたことによるのは間違いありません。この中国共産党主導の支援は、2015年に中国が「Made in China 2025」発展計画を導入したことでより明確になりました。この計画は、人工知能を含む経済戦略的な10の分野において、技術的優位性と自立性を獲得することを目的としています。

1980年代半ば、日本は半導体分野における米国の覇権に対する脅威でしたが、それはルールに基づく国際秩序、民主的な政治体制、国内外の規制の下での開かれた市場経済といった、似たような価値観を共有する二国間による経済・商業競争でした。

しかし、半導体産業における中国の台頭は、経済的・商業的な競争という領域を超えています。米国にとって中国は、イデオロギー的に見ると実存的な脅威と言え、それは中国の国家統制的な技術資本主義と、米国主導の自由市場システムとの間で起きている争いに見てとれます。くわえて、中国の経済力と技術力の向上によってさらにその脅威は増し、冷戦時代のソ連がもたらした挑戦と同様に、米国の国家安全保障に大きな影響を及ぼしています。一言で言えば、中国は米国の戦略的ライバルとなったのです。

この中国の脅威は、トランプ政権（2016年～2020年）が米中関係をそれまでの関与・協力体制から対立へと転換させるきっかけとなりました。こうして2018年、米国は1980年代半ばに日本に対して主張していた疑惑と同様に、不公正な貿易慣行を中国が行っているとして、さまざまな中国製品に関税を課しました。2019年、トランプ政権は、ファーウェイが中国軍とつながっている疑いがあるとして、国家安全保障上の懸念を理由に、米国企業が中国の通信大手、ファーウェイ・テクノロジーと取引することを禁じました。2020年には、中国のトップチップメーカーである中芯国際集成电路制造有限公司（SMIC：Semiconductor Manufacturing International Corp）が

米国エンティティリストに掲載され、同じく国家安全保障上の理由で米国の半導体企業との取引が禁止されました。

バイデン政権は、トランプ大統領の対中強硬通商政策を堅持するだけでなく、輸出制限をさらに拡大し、今日時点で36の中国半導体企業・団体がこの対象となっています。この輸出規制は、最先端ノード半導体、半導体製造装置、高度な計算能力、スーパーコンピューターの中国における開発を制限しようとするものです。さらに、米国人が中国企業に提供する半導体の専門知識やコンサルティングサービスも制限されています。中国に輸出したり、米国の技術を使って中国で先端半導体を製造したりする外国企業も、これらの制限の対象となります。

米国のアラン・エステベス商務次官（産業・安全保障担当）によると、新たな輸出規制は「軍事用途の機密情報が、中華人民共和国の軍事、情報、セキュリティサービスによって不正に入手されることを防ぐ」ためのものと言われています。

さらに2022年8月、バイデン政権は、米国の半導体製造、サプライチェーン、国家安全保障の強化に加え、研究開発や人材育成に投資する目的で、500億米ドル以上の補助金を投じる法案「CHIPS and Science Act of 2022」に署名しました。この法案は、中国が半導体を含む主要技術分野のグローバルリーダーになることを目的とした開発計画「Made in China 2025」に対抗する米国政府の産業政策と言えます。

さらに米国は2022年3月、安定的で強靱な半導体サプライチェーンを構築し、中国の半導体産業の台頭に対抗することを目的に、世界の主要半導体メーカーである台湾、韓国、日本を含む4か国による「半導体アライアンス(Chip-4 Alliance)」を設立する案を打ち出しました。今年2月には、COVID-19のパンデミックによる世界的なチップ不足を受け、半導体アライアンス参加国の高官が初のワーキンググループ会合を開き、半導体サプライチェーンの強化策を協議しました。

一方で韓国、日本、台湾にとっては、中国が半導体製品の重要な市場であることから、米国の対中半導体輸出規制によって困難な状況に直面し、解決策を見出さなければならない状態にあります。米国は、これらの国々に対してケースバイケースのアプローチを行っており、中国への一時的な輸出許可を与えています。しかし、中国企業が14ナノメートル以下の先端半導体を製造できるようにするための米国製部品を含む半導体製造装置の販売は、国家安全保障上の懸念から制限されています。人工知能の進歩は14ナノメートル以下のチップに大きく依存しており、現在、台湾のTSMC、韓国のサムスン、米国のインテルが3ナノメートルのチップを製造しています。

さらに、半導体製造装置や材料で世界のトッププレーヤーである日本とオランダが行っている半導体の輸出制限については、特定の国を名指しこそしていないものの、両国ともに米国政府から先端半導体技術の主要部品の中国への輸出を制限するように促されていることは周知の事実です。

間違いなく米国の半導体輸出規制は、中国による技術的優位性の獲得への動きを一時的に鈍らせたようですが、同時に、中国が半導体の国内設計・製造を加速させ、外国のチップメーカーへの依存度を下げるきっかけとなっていることも事実です。中国はすでに14ナノメートルのチップを生産し、7ナノメートルのチップの生産ももう間もなく実現できる段階に到達していることは注目に値します。専門家の中には、中国が最先端の半導体エコシステムを構築するのに5~10年たらずだと主張する人もいます。

実際、米国の制裁に直面した中国は、半導体産業の自給自足を目指して再編成を開始しました。しかしながら、自立した製造体制の完成には時間がかかるため、欧米製の旧式の半導体を利用しつつ、独自の半導体エコシステムを構築することが国家的使命となっています。この点、中国の習近平国家主席の経済顧問である劉鶴氏は最近、業界トップに対して、半導体産業へのアプローチは国家権力と市場権力の両方を集結した「国家全体」の取り組みでなければならないと宣言した。

したがって、中国の最も影響力のあるハイテク企業の一つであるファーウェイ・テクノロジーが、米国の制裁で大きな打撃を受けた後、国内サプライチェーンの構築に向けた取り組みを静かに始めていることは驚きに値しません。米国の先端半導体の供給が途絶えたため、ファーウェイは国内のサプライヤーに目を向け、自らチップ生産にも取り組んでいます。輸出規制の前に、ファーウェイはすでに5Gネットワークにおける世界のトッププレーヤーとして位置づけられ、アップルやサムスンといった世界的なハイテク大手とも競い合ってきました。

さらに、米国の輸出規制を受けて、中国サイバー空間管理局は最近、「重要な情報インフラのサプライチェーンのセキュリティを守る」「疑わしい製品によるサイバー空間のセキュリティリスクを防ぐ」必要があるとして、米国の半導体企業マイクロン・テクノロジーに対するサイバーセキュリティ審査を開始しました。マイクロン・テクノロジーは米国最大のメモリーチップメーカーであり、中国の同社に対するアクションは、中国の半導体市場に大きく依存している韓国、台湾、日本、オランダなど、半導体グローバルサプライチェーンの主要プレーヤーへの警告だと考えられます。

私は、冷戦2.0はすでにサイバースペース（仮想空間）上で始まっていると考えています。米中間の技術的対立は、中国のロシアとの戦略的友好関係によってさらに悪化し、その結果、これまでグローバル化されてきた技術面、政治面での分離や分断を引き起こし、21世紀の国際システムの構造に重大な影響が及んでいます。

訳：ディアス畑田 紋奈

参考文献の源泉

“Cerebras Unveils Wafer Scale Engine Two (WSE-2): 2.6 Trillion Transistors, 100% Yield”, Dr. Ian Cutress, April 20, 2021, retrieved on March 15, 2023.

<https://www.anandtech.com/show/16626/cerebras-unveils-wafer-scale-engine-two-wse2-26-trillion-transistors-100-yield>

“Neural Processing Unit (NPU) Explained”, Utmel, December 28, 2021, retrieved on March 17.

<https://www.utmel.com/blog/categories/integrated%20circuit/neural-processing-unit-npu-explained>

“Made in China 2025-Everything You Need to Know”, Andrew Donnelly, PhD, December 1, 2022, retrieved on March 17, 2023. <https://nhglobalpartners.com/made-in-china-2025/>

“China’s semiconductor industry: Seeking for self-sufficiency amid tensions with Taiwan and the US chip export ban”, Regina Sukwanto, September 28, 2022, retrieved on March 22, 2023.

<https://daxueconsulting.com/china-semiconductor-industry/>

“From globalizing to regionalizing to reshoring value chains? The case of Japan’s semiconductor industry”, Natsuki Kamakura, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Volume 15, Issue 2, July 2022, Pages 261-277, retrieved on March 24, 2023.

<https://academic.oup.com/cjres/article/15/2/261/6585222>

“National security, semiconductors, and the US move to cut off China” Chad P. Brown and Kevin Wolf, Excerpts from the Trade Talks podcast, Peterson Institute for International Economics, November 22, 2022, retrieved on March 25, 2023. <https://www.piie.com/blogs/realtime-economics/national-security-semiconductors-and-us-move-cut-china>

“Commerce Implements New Export Controls on Advanced Computing and Semiconductor Manufacturing Items to the People’s Republic of China (PRC)” Press Release, Bureau of Industry and Security, US Department of Commerce, October 7, 2022, retrieved on March 25, 2023.

<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/newsroom/press-releases/3158-2022-10-07-bis-press-release-advanced-computing-and-semiconductor-manufacturing-controls-final/file>

“FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China”, The White House, Briefing Room, Statement-Releases, August 9, 2022, retrieved on March 27, 2023. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>

“An overview of the Chip 4 Alliance and its ramifications”, Zacharia Peterson, December 21, 2022, retrieved on March 28, 2023, retrieved on March 29, 2023.

<https://electronics360.globalspec.com/article/19081/an-overview-of-the-chip-4-alliance-and-its->

ramifications

“Taiwan says ‘Fab 4’ chip group held 1st senior officials meeting”, Nikkei Asia, February 26, 2023, retrieved on April 1, 2023. <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Taiwan-says-Fab-4-chip-group-held-1st-senior-officials-meeting>

“Japan tightens chip gear exports as U.S. seeks to contain China”, Takahiko Hyuga and Yuki Furukawa, Japan Times, March 31, 2023, retrieved on April 4, 2023. https://www.japantimes.co.jp/news/2023/03/31/business/japan-joins-us-chip-export-control/?utm_source=pianoDNU&utm_medium=email&utm_campaign=72&tpcc=dnu&pnespid=4LG Oy49e7LWa4PTrqhXyvaAR_xAJuT15hhZ0EkEuohyVR6a5ajZDcoM.U.eeAzivjC7D1Q

“Japan to restrict chipmaking equipment exports, with eye on China”, Nikkei Asia, March 31, 2023, retrieved on April 8, 2023. https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Japan-to-restrict-chipmaking-equipment-exports-with-eye-on-China?utm_campaign=GL_asia_daily&utm_medium=email&utm_source=NA_newsletter&utm_content=article_link

“China’s chip industry fights to survive U.S. tech crackdown”, Cheng Ting-Fang and Shunsuke Tabeta, Nikkei Asia, November 30, 2022, retrieved on April 10, 2023. <https://asia.nikkei.com/Spotlight/The-Big-Story/China-s-chip-industry-fights-to-survive-U.S.-tech-crackdown>

“Why China launched a cybersecurity review into US memory chip maker Micron Technology and what could happen next”, Lilian Zhang, April 2, 2023, retrieved on April 12, 2022. <https://www.scmp.com/tech/tech-war/article/3215742/why-china-launched-cybersecurity-review-us-memory-chip-maker-micron-technology-and-what-could-happen>

“Why China’s chip industry still has power despite export curbs”, Mo Yelin, Du Zhihang, Liu Peilin and Qian Tong, April 17, 2023, retrieved on April 18, 2023. <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Caixin/Why-China-s-chip-industry-still-has-power-despite-export-curbs>

ノート

私の記事は、主に親戚、友人、知人、一般の人々に向けて、現在の問題についての考察や議論を喚起するための、思考の材料となるものです。

私は真実の所有者ではありませんが、私の意見の所有者です。法の支配が存在し、表現の自由が保証されている限り、私は自分の意見を伝えるつもりです。