

All chips, all the time / 半導体業界動向

日本の視点： グローバルの半導体供給不足と 今後の投資領域

半導体不足でサプライチェーンのリスクが顕在化

2021年の11月までの半導体の年間累計販売数は1兆500億個に達し、業界史上最高の年間累計販売額となった¹。販売が過去最高を記録する中、供給不足が深刻となり、各産業に多大な影響を与えている。半導体不足解消の見通しについて、デロイト グローバルは、多くの種類の半導体での2022年を通じての供給不足、一部については2023年までの供給不足を予測している²。COVID-19の影響によるデジタルトランスフォーメーションの進展により需要が供給を大幅に超過している状況が背景にあると考えられる。

特に、2021年初頭のPCの販売台数は前年比で50%以上増加し³、クラウドコンピューティングのデータセンターの半導体購入量は30%増加した⁴。自動車産業においてはコネクテッド化の進展により、半導体需要が急伸していることもあり、深刻な半導体不足を理由とする生産停止により2021年に2,100億米ドルの売上、770万台分の生産が失われたとされる⁵。

これに加え、COVID-19による世界各地の製造シャットダウンが混乱に拍車をかけている。半導体産業では、設計開発、製造、サービスの水

平分業化が進展しており、製造の大部分は台湾、韓国などのアジア企業に移行している。数十年の時系列で見ると、米国、欧州、日本の半導体製造力は減退してきており、例えば北米の半導体製造シェアは2020年末時点で12.6%、日本は同15.8%となっている⁶。特に、10ナノメートル以下の先端半導体の製造拠点の92%はTSMCを筆頭に台湾にあり、残り8%はSamsungのある韓国とされる⁷。サプライヤー階層間の可視性が低く、リアルタイムのコミュニケーションが欠如していると、需要の小さな変動が増幅され、結果的に需要の累積的な変動が大きくなる「ブルウィップ効果」が発生する⁸。長引くCOVID-19により度重なるアジアでの製造シャットダウンが起り、半導体不足に拍車がかかったことが、半導体サプライチェーンを自国に有しないリスクを顕在化させた。

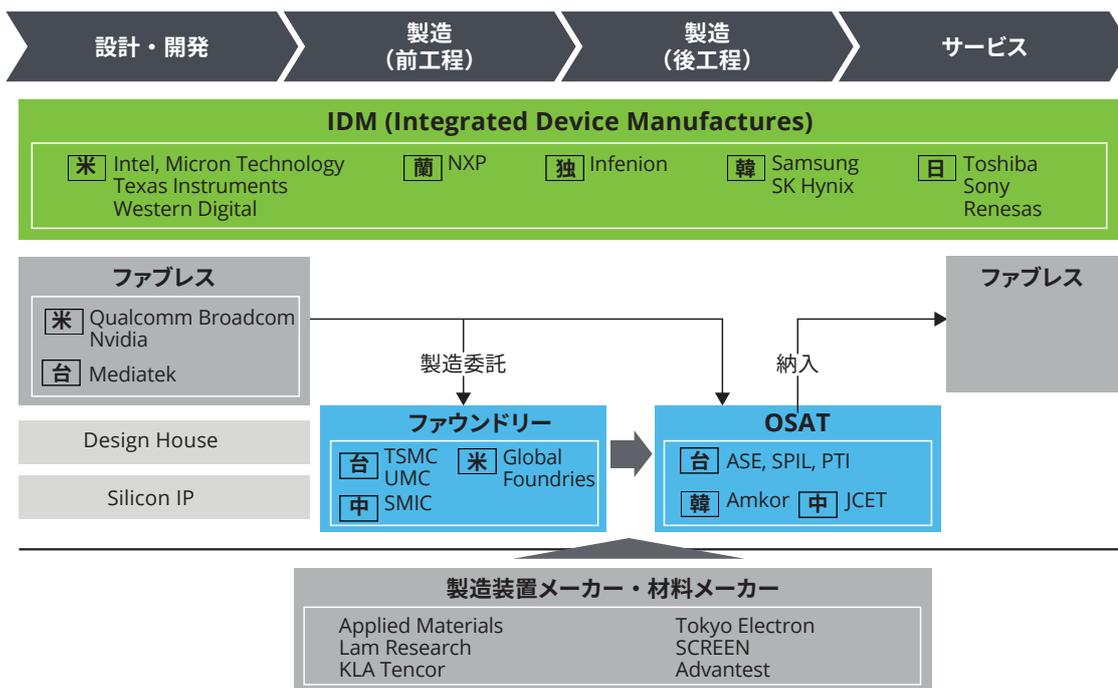
半導体供給力強化に向けた取り組み

半導体供給不足、アジア地域への依存体質による国家安全保障への影響を鑑み、各国政府はそれぞれの国や地域の半導体製造能力を高めるローカライゼーションの取り組みを進めている。

米国では、自国内のサプライチェーン強化を主目的とする520億米ド

図表3-3 半導体の業界構造

設計から製造まで自社で行うIDMの他に、設計・開発に特化したファブレス企業と前工程・後工程の製造受託を行うファウンドリー・OSATへの水平分業が進んでいる



出所：各種情報を基にデロイト トーマツ ベンチャーサポート株式会社作成

ルの予算執行額を見込むCHIPS for America Actの執行により、国内に7~10の新しい半導体工場が設立されることも見込む。米国産業界ではIntelの動きが活発である。同社は世界規模で急増する半導体製造需要に対応するために、「Intel Foundry Services」と呼ばれる独立した新規部門を開設し、米国と欧州でファウンドリ大手プロバイダを目指す計画を発表している。200億米ドル以上を投じてアリゾナ州に2つの新工場を建設するなど、新しい施設の建設に積極的である⁹。また、米国は海外企業の誘致も積極的に行う。TSMCは2020年に120億米ドルを投資しアリゾナ州に最先端である5ナノメートルの工場建設を決定、Samsungはテキサス州に170億米ドルでの高度ロジック半導体工場の建設を決定した¹⁰。2021年7月には、IntelがGlobal Foundriesと300億米ドルで買収交渉をしているとの情報も流れた¹¹。今後、M & Aによる買収が半導体製造力強化の有力な選択肢とされる可能性もある。

米国は、サプライチェーンの可視化にも動く。政府商務省は9月、ボトルネックの特定と透明性の向上を目的として、自動車メーカーや半導体メーカーなど半導体サプライチェーンに関わる企業に対し、半導体の在庫、販売、使用状況などのデータを提出するよう要請した。要請に対する回答は11月初旬に提出されたが、世界150社の企業から回答があったとされる¹²。政府が産業上機密性の高い情報を収集することに対する懸念が寄せられる中、同要請を主導する米商務Gina Raimondo長官は「(アンケートから得られるデータによって) 危機になる前に問題を予測することができ、サプライチェーンの適切な場所に戦略的な投資を行うことに資する¹³。」と有効性を強調する。

米国が先端半導体を誘致する一方、日本は政府からの大型の助成金を活用し、特に現在の自動車や家電製造で活用され、供給が逼迫している22~28ナノメートルプロセスの汎用半導体工場の誘致を行う¹⁴。半導体供給の地政学リスクへの対応を最重視した格好とも取れる。

以上のように世界各国で供給体制の増強やサプライチェーンの可視化を通じた需給最適化が行われているが、供給力の増強に加えて、微細化技術、3次元・高密度実装にも期待が集まる。微細化技術の研究において、米国は前述のCHIPS for America Actで、半導体の先端技術を研究するNational Semiconductor Technology Centerの設立を後押しする。このイニシアチブでは、Intelが、微細化技術2ナノメートルプロセスのトランジスタを開発するIBMのアルバニー半導体研究施設と協力して先進的な半導体技術の研究を進めていくことが報道されている¹⁵。日本は、微細加工が物理的限界に近づいているため、後工程での3次元・高密度実装に力を入れる。産業界総合研究所は、TSMCジャパンと共同で、3DIC実装のための新材料・新プロセス技術の開発に関する共同研究を実施する¹⁶。

ベンチャーキャピタルの半導体領域での投資傾向

一方で、AIやデータ処理の重要性が増し、半導体の供給不足が深刻になる中、VC(ベンチャーキャピタル)からの投資はますます活況になっている。特に、ファブレスへの投資がますます活況になっている。これ

は数十億米ドルないしは百億米ドル規模の費用がかかるファウンドリサービスとは対照的に資本効率が良いこと、目的の用途で汎用品を超える性能を達成する特定目的のカスタム設計が隆盛なことが理由である。他にもVCからの投資が盛んな領域として、AI関連半導体、特にデータセンター向けを中心としたカスタム設計、RISC-Vが挙げられる。

AIチップメーカーとしては、Cerebras Systems(シリーズF, 720百万米ドル)(カッコ内ラウンド、総調達額で以下同様)とXsight Labs(シリーズD, 100百万米ドル)が挙げられる。

Cerebras Systemsの高性能AIチップ「CS-2」は、これまでに製造された唯一のウエハスケールプロセッサで、2兆6000億個のトランジスタ、85万個のAI最適化コア、40ギガバイトの高性能オンウエハメモリを搭載し、すべてのAI処理の高速化を目指している。「CS-2」は従来のGPUに比べて123倍のコアと1000倍のメモリを搭載している。同社は、同チップを拡張的に機能させ、100兆個のシナプスを持つ脳と同等規模の120兆を超えるパラメータサイズのモデルをサポートする技術を発表した。モデルのパラメータをオフチップに保存しながら、オンチップの場合と同等の学習・推論性能を実現する技術により、ユーザーはソフトウェアを変更することなくCS-2を1台から最大192台まで拡張できるようになる。また最大192台のCS-2にまたがって最大1億6,300万個のAIに接続し、協調して1つのニューラルネットワークを学習できる技術により、120兆個のパラメータを持つブレインスケールのニューラルネットワークを実現する¹⁷。同社のシステムは、米国エネルギー省のアルゴンヌ国立研究所やリバモア国立研究所にも採用されている。

Xsight Labsは、クラウド、ハイパフォーマンス・コンピューティング、AIアプリケーションパフォーマンス要求を満たす超高速のプログラマブル・スイッチを開発する。同社は2020年12月、業界で初めて最大25.6テラビット/秒の速度を実現したスイッチ「X1」のサンプル出荷を開始したと発表した。X1は、業界初となる毎秒25.6テラビットの高速通信を可能にするスイッチであり、そのスイッチシリコンは、非常に低い電力でこの高速通信を実現し、ハイエンドモデルでは300ワット以下の電力しか必要としない¹⁸。

データセンター向けのカスタム設計の例としては、FungibleシリーズC, 310百万米ドル)とNeuroBlade(シリーズB 110百万米ドル)が挙げられる。

Fungibleのデータ処理ユニットは、データセンターのさまざまな機能をCPUからオフロードすることができる。標準的なサーバーでTCPストレージが最速かつ最も効率的に適用できるようにする。同社のソリューションにより、データセンターは、パフォーマンスを犠牲にすることなく、プールされたストレージのメリットを享受することができる。同社は、2019年の2億米ドルのシリーズCラウンドを含め、投資家から3億米ドル以上の資金を調達している¹⁹。同社の投資家には、Samsung Catalyst Fund²⁰などが名を連ねる。

Intel Capitalから出資を受けるNeuroBlade²¹は、データセンターに

おけるデータ移動のボトルネックを解消するために、「Intense Memory Processing Unit (インテンス・メモリー・プロセッシング・ユニット)」と呼ばれる新しいデータ分析アーキテクチャを持つチップを開発した。このチップには、何千もの並列プロセッサが搭載されており、DRAMと密接に連携することで、データがメモリ、ストレージ、CPUコアの間を何度も行き来することを削減する²²。

RISC-V領域の事例としては、SiFive（シリーズE, 190百万米ドル）が挙げられる。同社はオープンでフリーなRISC-V命令セットアーキテクチャをベースに、AIやハイパフォーマンス・コンピューティングなどの成長市場向けのコアデザインやカスタム半導体設計ソリューションを提供する。カリフォルニア州サンマテオを拠点とするこの新興企業は、最近、トップ10の半導体企業のうち8社を含む100社以上の顧客との間で、300件以上の設計契約を締結していると発表した。SiFiveのシリー

ズE資金調達には、Western Digital Capital、Qualcomm Ventures、Intel Capitalなど、複数の投資家が名を連ねる²³。なお、RISC-VおよびSiFiveについては本レポートのグローバル版「RISC-V: 半導体のオープンスタンダード」、日本の視点「オープンソースのRISC-Vは日本のロジック半導体復権の足掛りとなる」も参照されたい。

半導体不足が深刻となる中、各国政府は半導体の製造を国内に回帰するローカライゼーションやサプライチェーンの可視化を通じた需給最適化を進めつつ、微細化、3次元実装など各国の強みを発揮できる分野での研究開発を推進している。また、グローバルVCは半導体の性能を飛躍的に高める特定用途目的でのファブレス分野、AI関連半導体、カスタム設計を可能にするRISC-Vに投資を行う。日系企業にも、激変する環境を理解しつつ、自国および自社の強みを活かせる投資領域、注力領域を見定めていくことが求められる。

1. Global Semiconductor Sales Increase 23.5% Year-to-Year in November; Industry Establishes Annual Record for Number of Semiconductors Sold, Semiconductor Industry Association, 2022/1/3: https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-23-5-year-to-year-in-november-industry-establishes-annual-record-for-number-of-semiconductors-sold/?_fsi=WB09UI3j
2. Deloitte, "My kingdom for a chip: The semiconductor shortage extends into 2022",「TMT Predictions 2022」, 2021/12:<https://www2.deloitte.com/global/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/semiconductor-chip-shortage.html>
3. Ibid.
4. Op cit., Deloitte analysis of public statements from hyperscalers
5. Chip shortage will cost industry \$210B, 7.7M units in 2021, Alix Partners says, Auto News, 2021/9/23: <https://www.autonews.com/manufacturing/alixpartners-says-chip-shortage-will-cost-auto-industry-210b-77m-units-2021>
6. Taiwan Maintains Edge as Largest Base for IC Wafer Capacity , IC Insights, 2021/7/13: <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Taiwan-Maintains-Edge-As-Largest-Base-For-IC-Wafer-Capacity/>
7. STRENGTHENING THE GLOBAL SEMICONDUCTOR SUPPLY CHAIN IN AN UNCERTAIN ERA, Semiconductor Industry Association (SIA)/Boston Consulting Group (BCG) , 2021/4: <https://www.semiconductors.org/strengthening-the-global-semiconductor-supply-chain-in-an-uncertain-era>
8. Aref Khwaja, Debanjan Dutt, and Chris Richard, Reimagining the auto manufacturing supply network: Using the semiconductor crisis to effect positive change for the future , Deloitte, 2021/4: <https://www2.deloitte.com/global/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/semiconductor-chip-shortage.html#endnote-sup-9>
9. Intel Newsroom, "Intel breaks ground on Arizona fabs," 2021/9/24: <https://www2.deloitte.com/global/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/semiconductor-chip-shortage.html#endnote-sup-11>
10. U.S. Department of Commerce, "Statement from U.S. Secretary of Commerce Gina M. Raimondo on Samsung's Plan to Build New Semiconductor Facility in Texas" 2021/11/23: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2021/11/statement-us-secretary-commerce-gina-m-raimondo-samsungs-plan-build-new>
11. Cara Lombardo and Dana Cimilluca, Intel Is in Talks to Buy GlobalFoundries for About \$30 Billion, THE WALL STREET JOURNAL., 2021/7/15: <https://www.wsj.com/articles/intel-is-in-talks-to-buy-globalfoundries-for-about-30-billion-11626387704>
12. Riley Beggin, Raimondo: U.S. at 'inflection point' of semiconductor chip shortage, The Detroit News, 2021/11/29: <https://www.detroitnews.com/story/business/autos/2021/11/29/raimondo-u-s-inflection-point-chip-shortage/8765917002/>
13. Ibid.
14. 半導体メーカーTSMCが日本に工場を設置する理由, 東洋経済オンライン, 2021/10/24: <https://toyokeizai.net/articles/-/463610>
15. IBM-Intel Expand Albany, New York, Semiconductor Industry Research Center, AREA DEVELOPMENT, 2021/04/01: <https://www.areadevelopment.com/newsitems/4-1-2021/ibm-intel-research-center-albany-new-york.shtml>
16. 3DIC実装技術の共同研究を開始—先端半導体の後工程技術を開発する拠点がつくばセンターに—, 国立研究開発法人産業技術総合研究所, 2021/05/31: https://www.aist.go.jp/aist_j/news/pr20210531_2.html
17. セレブラスシステムズ、世界初の脳規模の人工知能ソリューションを発表, cerebras, 2021/08/24: <https://cerebras.net/news/cerebras-systems-announces-worlds-first-brain-scale-artificial-intelligence-solution/>
18. Xsight Labs Announces Sampling of Industry's First 25.6T Data Center Switch with 100G SerDes, Xsight Labs, XSIGHT LABS, 2020/12/9: <https://xsightlabs.com/xsight-labs-announces-x1/>
19. Fungible Closes \$200 Million Series C Financing Led by SoftBank Vision Fund, Fungible, 2019/6/27: <https://www.fungible.com/news/fungible-closes-200-million-series-c-financing-led-by-softbank-vision-fund/>
20. Fungible Company Profile - Office Locations, Competitors, Revenue, Financials, Employees, Key People, Subsidiaries | Craft.co

著者



木村 将之

Masayuki Kimura

デロイトトーマツ ベンチャー

サポート株式会社

取締役 COO

Deloitte Consulting LLP [U.S.A],

Client Service Executive

2010年にDTVSを第2創業し、160名体制世界4拠点への拡大を牽引。スタートアップおよび大企業のイノベーション支援、産業ディスラプションを専門とする。2015年よりシリコンバレーに在住、経済産業省が主催するシリコンバレーの情報を発信するD-Labのメンバーであり、厚生労働省、経済産業省が設置した未来イノベーションWGに有識者として招聘されるなど、日本と米国を拠点に精力的に活動を行う。Automotive World 2019、Wearable Expo 2018、2017、AIConference2017などでの特別講演など、執筆講演多数。

編集メンバー

森岡 記人

Norihito Morioka

デロイトトーマツ コンサルティング

合同会社

マネジャー

監修

植松 庸平

Yohei Uematsu

デロイトトーマツ コンサルティング

合同会社

執行役員

21. Nick Flaherty, Israeli chip designer Neuroblade has raised a total of \$110m to develop a computational memory with up to 100x improvement in processing time, eeNews EUROPE, 2021/10/06: <https://www.eenewseurope.com/news/neuroblade-raises-83m-compute-memory-chip>
22. NeuroBlade Tackles Memory, Bandwidth Bottlenecks with XRAM, datamani, 2021/10/11: <https://www.datamani.com/2021/10/11/neuroblade-tackles-memory-bandwidth-bottlenecks-with-xram/#:~:text=NeuroBlade%20Tackles%20Memory%2C%20Bandwidth%20Bottlenecks%20with%20XRAM,-Alex%20Woodie&text=According%20to%20NeuroBlade%20co%2Dfounder,are%20closely%20coupled%20to%20DRAM.>
23. SiFive Secures \$61 Million in Series E Funding - SiFive, 2020/8/11: <https://www.sifive.com/press/sifive-secures-61-million-in-series-e-funding#:~:text=Aug%2011%2C%202020%20%2D%20SiFive%2C,Sutter%20Hill%20Ventures%2C%20Western%20Digital>