

車載半導体不足の要因分析と安定調達に向けた方策

産業調査ソリューション室 山崎 真子、佐無田 啓

要旨

- 2020年末に顕在化した半導体不足は現在も続いている。車載半導体需要は、景気減速に新型コロナの影響が加わったことで急速に減少した。その後の自動車生産の回復局面では、リモート機器の旺盛な半導体需要への対応が優先されたほか、災害による供給制約によって不足がさらに深刻化するに至った。
- 車載半導体不足が長期化した要因には、サプライチェーンの混乱がある。半導体の供給量が21年にかけて徐々に増加したにもかかわらず、需給状況に関する情報が不足しているため、多重発注が常態化し、サプライチェーン上でモノの滞留が生じている。
- これを解消するには、必要部材と適正な調達量を把握する必要がある、完成車メーカー複数社共同での部品保有が一考に値する。これによって実現されるサプライチェーン上の連携や情報共有は、今後新たに必要となる半導体の安定調達にも資すると考えられる。

2020年末に顕在化した半導体不足は現在も続いており、特に車載半導体の調達難は完成車メーカーの生産や決算に悪影響を及ぼしている。当行今月のトピックスNo.370『経済安全保障を見据えた在庫戦略～半導体サプライチェーンのチョークポイント分析～』(2022年6月)では、国家備蓄の先行事例を参考に、重要財の不足に備えた戦略在庫の保有について考察した。本稿では、車載半導体不足の要因をあらためて整理した上で、現在の半導体不足は過剰発注によるサプライチェーン上

のモノの滞留が主因であると指摘する。これを踏まえて、関連事業者による共同部品保有などの方策の有用性について考察した。

1.車載半導体不足の経緯

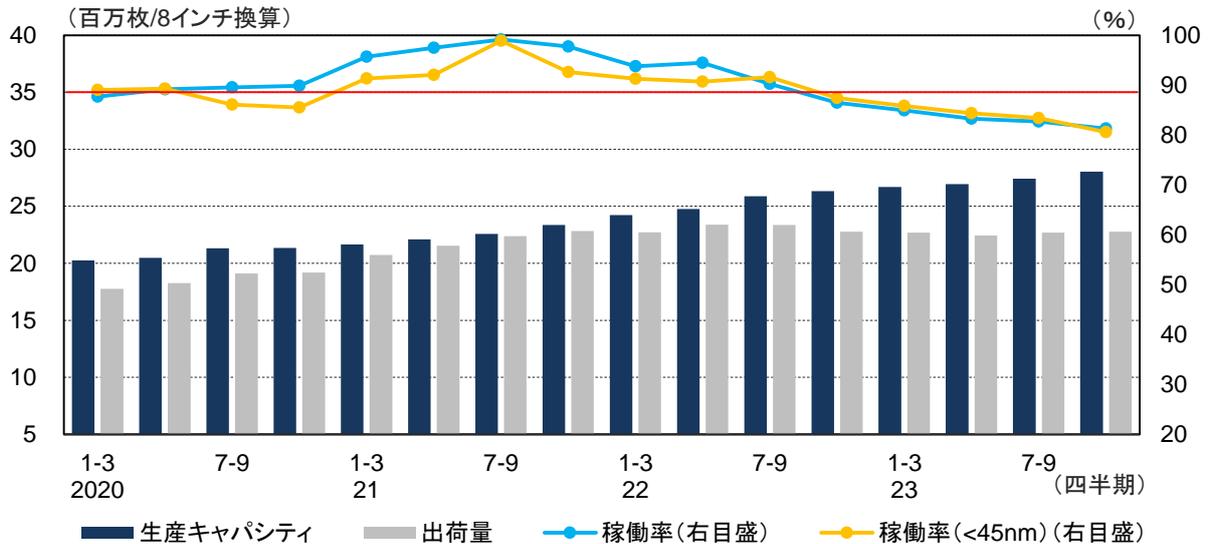
現在に至る車載半導体の不足の背景は大きく三点挙げられる(図表1-1)。一つ目は米中貿易摩擦であり、17年に米国でトランプ大統領が就任して以降激化し、バイデン大統領下でも継続している。特に、20年12月に中国へ課された10nm(ナノメー

図表1-1 車載半導体不足の経緯



(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

図表1-2 ファウンドリの生産キャパシティと稼働率



(備考) 1. Gartnerリサーチにより日本政策投資銀行作成 2. 22年7-9月期以降は予測値

トル、半導体のプロセスノードを表す単位)以下の半導体製造装置の輸出制限により、エンドユーザーはサプライチェーンの見直しを余儀なくされた。中国のファウンドリ(半導体製造受託メーカー)が受注していた28/40/65nm製品が台湾や米国のファウンドリへ転注されたことで、稼働率がひっ迫したとの報道も見られた。生産能力のひっ迫度の目安が稼働率90%であることを踏まえると、21年1~3月期のファウンドリ稼働率は45nm未満の先端品で95%超、45nm以上では90%を超過しており、21年10~12月期までフル稼働であったと推察される(図表1-2)。

二つ目の要因は、新型コロナ感染拡大による需要減が引き起こした、自動車以外の用途への生産・販売の振り向けである。全世界の新車販売台数は、米中対立による中国経済の停滞を一因として18年より減少に転じ、車載半導体の需要も20年にかけて減少した。そして20年3月以降のパンデミックは、すでに減少基調にあった自動車および車載半導体需要を一層下押しすることとなった。一方、新型コロナの感染拡大によるリモート対応や巣ごもり需要で特需が生じた製品が、PC、スマートフォン、タブレットなどの電子機器と、テレビやゲームなどの民生品である。これを受けて半導体メーカーは、車載半導体用の生産キャパシティを電子機器や民生品向けに振り向けたため、自動車業界が増産し

ようとした20年下期には、これに応えられるだけの生産キャパシティは残されていなかった。

三つ目の要因は、こうした状況の下で相次ぎ発生した災害による生産制約である。20年10月に旭化成マイクロの延岡工場で火災が発生し、当初はルネサスエレクトロニクスや富士電機に委託することで深刻化を免れると考えられていたが、21年3月にはルネサスエレクトロニクス子会社の那珂工場でも火災が発生した。さらに同時期、北米では記録的な寒波による停電のため、NXP(蘭)、Samsung(韓)、Infenion(独)などのオースティン工場は一時閉鎖を強いられた。これら一連の災害が致命傷となり、車載半導体は過去に例をみないほどの深刻な不足に陥った。

2. 車載半導体不足が長期化した背景

2-1. 生産キャパシティを拡張できない

自動車には種々の半導体製品が搭載されており、本稿ではこれらを総称して車載半導体と呼ぶ。22年4~6月期における半導体メーカーの在庫水準を前提に半導体不足の状況を推定すると、全体としては不足が解消しつつある。しかしながら、不足の解消度合いはデバイスによって異なり、中でもアナログやMCUは引き続き不足するとの予測が多くの調査機関から示されている(図表2-1)。これらは

28nm以上のいわゆるレガシー製品である上に、自動車や産業機器という限られた市場に多品種の生産が必要なため、半導体メーカーは能力増強投資に消極的である。図表2-2のとおり、今後の生産キャパシティの拡大に貢献するとみられているのは最先端の5/3/2nmであり、プロセスノードによって増産体制に大きな違いが生じている。レガシー半導

体の能力増強投資を実施しようにも、市場に流通する製造装置の300mmウエハへの対応が進んだ現状では、レガシー製品の生産に用いられる150-200mmウエハ用装置の新規調達は困難である。中古市場においても、米国からの禁輸措置によって先端プロセスの半導体を製造できない中国メーカーが150-200mmウエハに対応した製造装置を積極的に購入しているため、調達が難しい状況となっている。これらの要因は今後も解消が難しい構造的なものであり、現在不足している車載半導体の生産キャパシティ拡大に向けた大胆な投資は期待できないと考えられる。

図表2-1 デバイス別 半導体メーカーの在庫水準

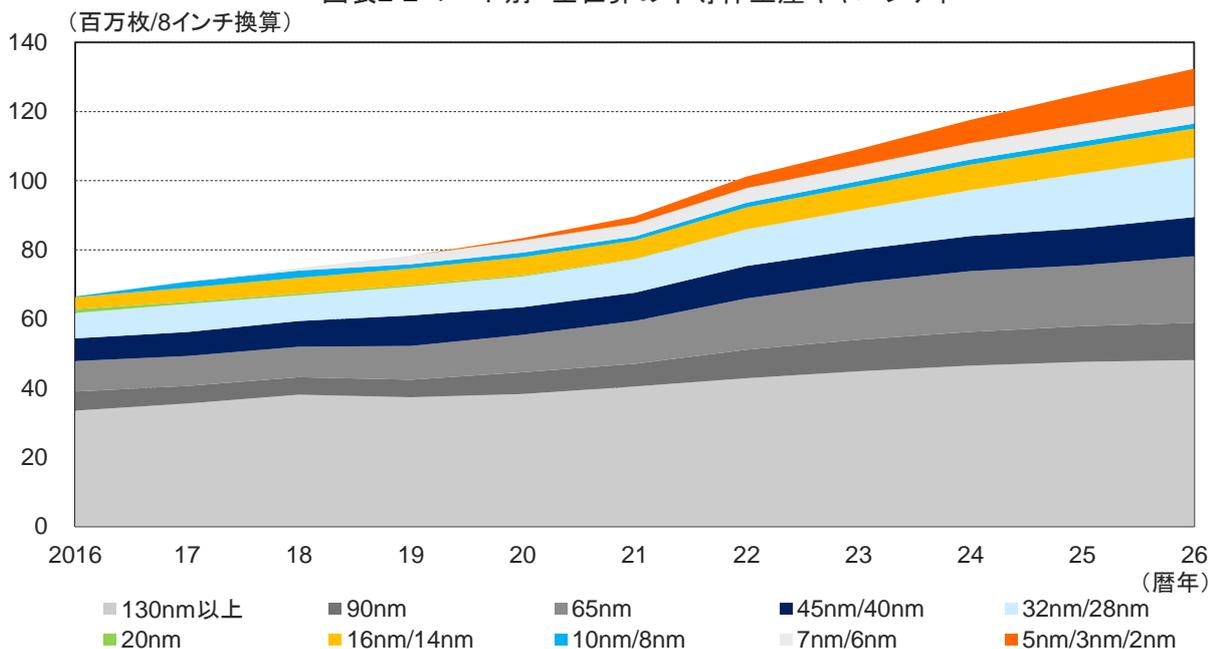
	10-12 2021	1-3 2022	4-6 2022	7-9 2022**
アナログ	▲	▲	▲	△
半導体素子	▲	▲	△	△
メモリ	△	△	○	○
MPU	△	△	△	△
MCU	▲	▲	▲	▲
汎用ロジック	▲	▲	▲	△
オプト	△	○	◎	◎
センサ(オプト除く)	▲	△	△	△
ASIC*	▲	▲	△	△

2-2.在庫水準の早期引き上げは困難

このような半導体不足という事態に、在庫水準の引き上げによって対応を図るのは自然な選択であろう。当行が実施した2022年度設備投資計画調査では、原材料費の高騰や半導体の供給不足などの調達課題を受けたサプライチェーン見直しの内容として、「海外仕入調達先の分散、多様化」(42.8%)、「製品や部品の標準化・規格化」

(備考) 1.各種資料により日本政策投資銀行作成
 2.▲:深刻な不足、△:やや不足、○:通常、◎:やや余剰
 3.*ASIC: Application Specific Integrated Circuit (特定用途向け半導体集積回路) 4.**22年7-9月期は予測

図表2-2 ノード別 全世界の半導体生産キャパシティ



(備考) 1.Gartnerリサーチにより日本政策投資銀行作成 2.22年以降は予測値

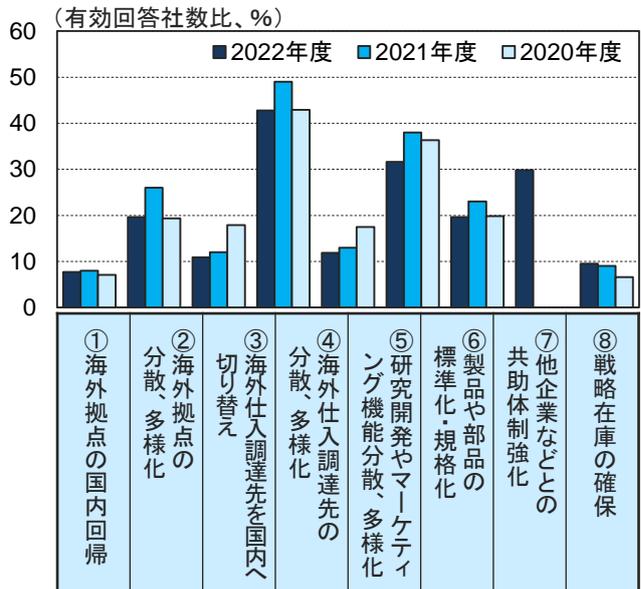
(31.6%)、に次ぎ、「戦略在庫の確保」(29.8%)の回答が多くなった(図表2-3)。しかしながら今般の半導体不足を受けて、レガシー半導体の場合、サプライヤーが在庫水準を引き上げることは困難であることがあらためて浮き彫りになった。

完成車メーカーとサプライヤーの取引にあったJust in Timeの考え方は、取引が永続的に続く関係によって成り立っている(図表2-4)。完成車メーカーごとに縦割りのサプライヤーが存在する垂直統合型のケイレツ関係の特徴は、注文が確約されていることで、サプライヤーが完成車メーカーからの要求の都度、迅速に対応するメリットを見出していた。しかし、半導体のように製品サイクルが短く、製造期間の長い製品は在庫リスクが大きくなるため、従前の取引関係が合わない可能性がある。

また、新型コロナの感染が拡大した20年3月には、半導体商社側は確定注文のキャンセルを経験しており、自動車サプライヤーからの急な発注や在庫水準の引き上げ要請への対応が難しい状況にある。特に22年に入ってから、半導体メーカー、商社が自動車サプライヤーに対して今後の注文をキャンセルしないよう確約を求めるケースもみられ、ケイレツ関係による調達では立ち行かない状況が生じ

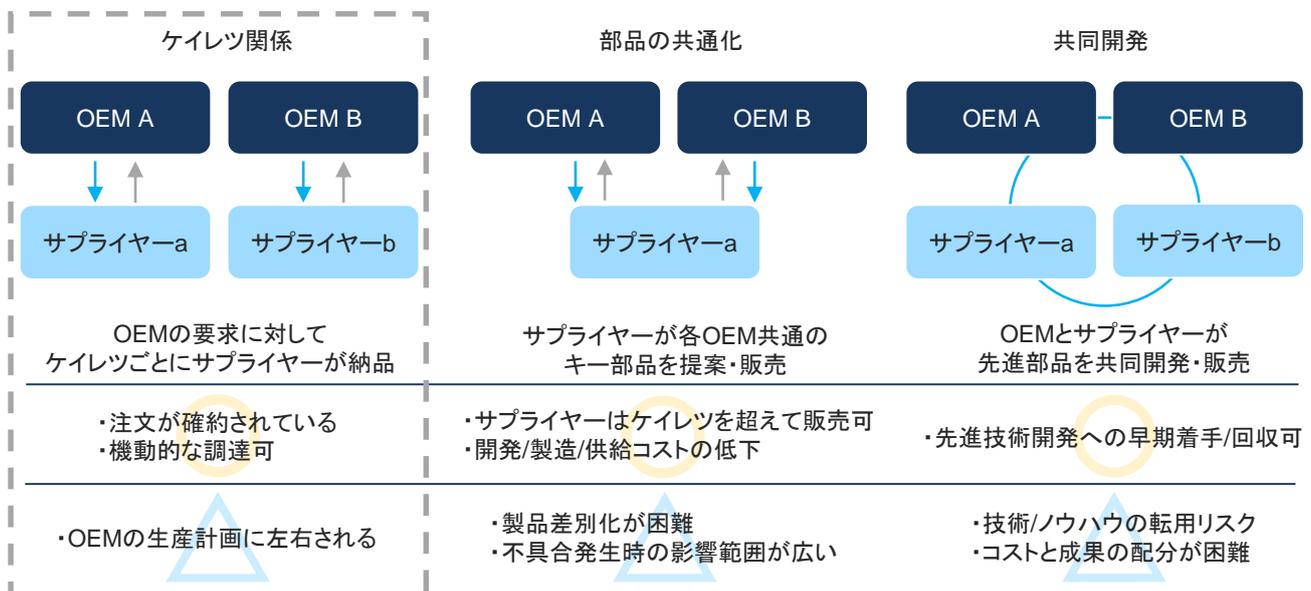
ている。近年ではケイレツを超えた部品の共通化が進むほか、自動運転を見据えたソフトウェア開発に向けて、IT企業などの新たなプレイヤーも交えた先端技術の共同開発も試みられている。自動車業界における調達・開発のスタイルが多様化するなか、半導体についても在庫リスクを踏まえて取引関係の再考を強いられる事業者が出ていると考えられる。

図表2-3 サプライチェーン見直し(検討を含む)の内容



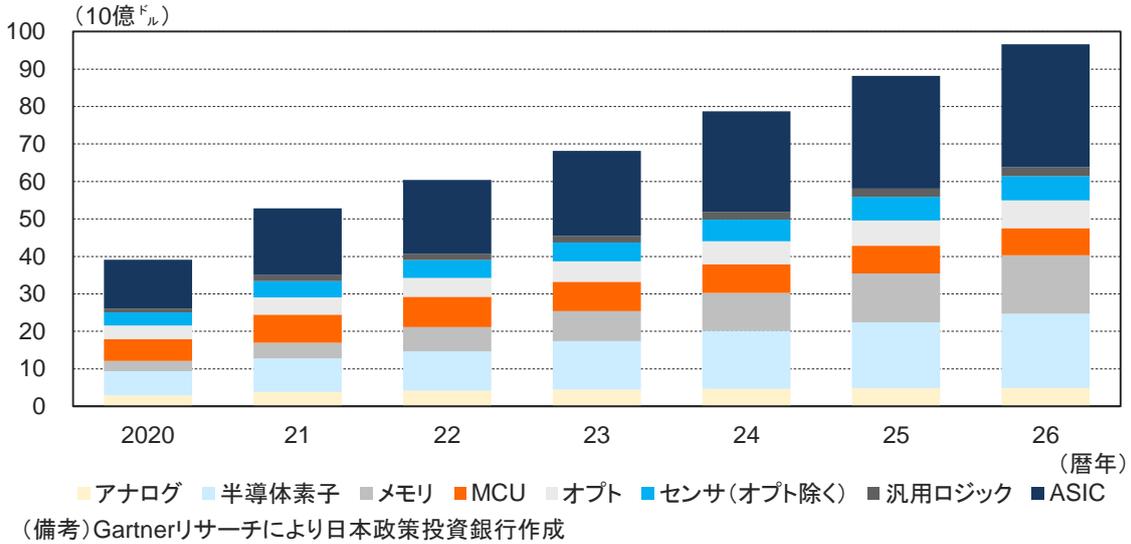
(備考) 1.各種資料により日本政策投資銀行作成
2.大企業製造業 3.最大三つの複数回答

図表2-4 日系完成車メーカー(OEM)とサプライヤーの関係

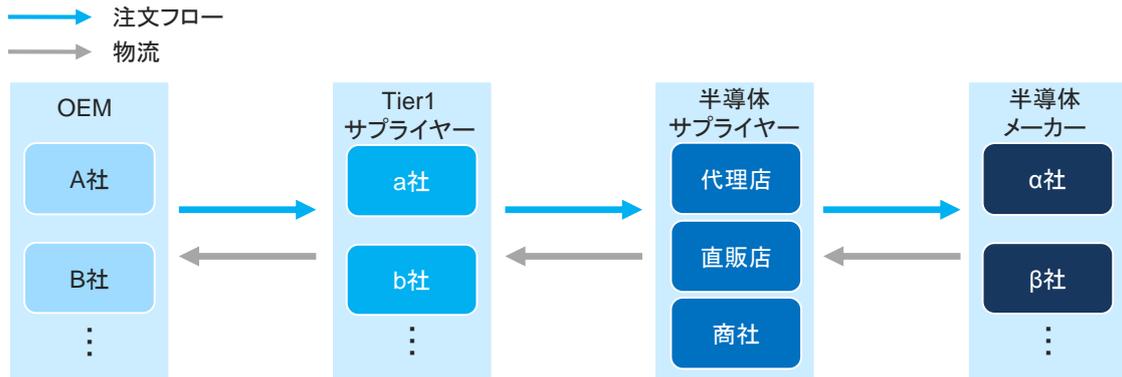


(備考) 各種資料により日本政策投資銀行作成

図表3-1 デバイス別 車載半導体売上推移



図表3-2 車載半導体のサプライチェーン



(備考)各種資料により日本政策投資銀行作成

3. 多重発注とサプライチェーン上のモノの滞留

半導体メーカーによる車載半導体の販売額は、20年から21年にかけて約3割増加している(図表3-1)。数量ベースでも2割程度増加しており、自動車産業の需要回復に合わせて供給量が引き上げられたことがわかる。それにもかかわらず、半導体の調達難が現在も完成車メーカーの生産へ悪影響を及ぼしているのは、過剰な発注によって半導体の取り合いが生じ、サプライチェーン上でモノが滞留しているためだと考えられる。

車載半導体のサプライチェーンを図表3-2に示す。完成車メーカーが半導体メーカーや販売代理店から半導体を直接調達することは多くなく、Tier1 サプライヤーや商社を介して調達している。調達市

場において部品の取り合いが起きると、サプライヤーは二重三重に発注するため、自動車部品を構成する部材それぞれに過不足が生じる。部品が一つでも不足していれば、自動車部品は完成せず、サプライチェーン全体としてスループットが悪化する。供給が回復しても再び取り合いが始まり、需給バランスが崩れてしまう。完成車メーカーの目線では、半導体不足が継続していることで部品調達が行き届いていないように見え、さらに自動車部品を注文することで、Tier1企業は一層半導体を確保する必要に迫られる。このような情報不足から、結果として実需以上の多重発注が常態化するに至ったと考えられる。サプライヤーが半導体メーカーから直接調達することが多い欧州と異なり、日系の車載半導体サプライチェーンの特徴は、半導体商社が多

数存在することにある。その利点は、商社を挟むことでサプライチェーン上に在庫のバッファーを設けられることにあった。しかしながら、今般の半導体不足では、かえってサプライヤー間の在庫の奪い合いを招いたとみられる。

4.次世代自動車を見据えたエコシステムの構築

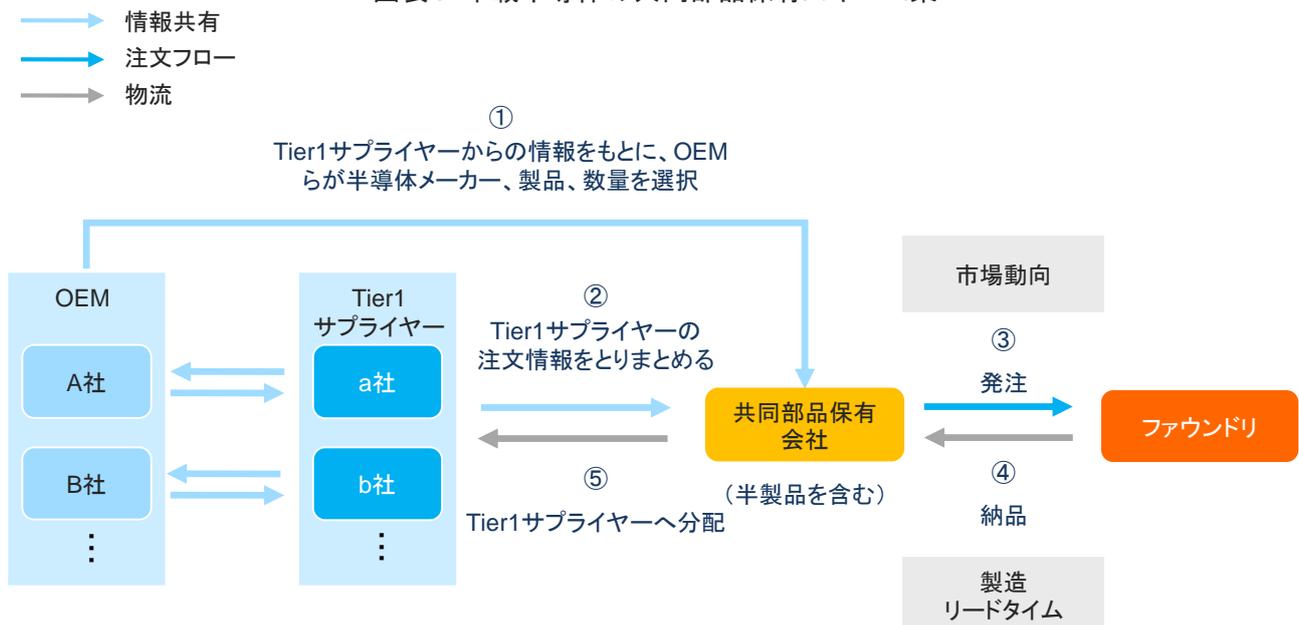
サプライチェーンの混乱の最中で安定調達を図る方法はいくつか存在する。一例として、空気圧縮機メーカー大手のSMC(株)の取り組みが挙げられる。当社は、岩手県遠野市の自社工場の隣接地に「サプライヤーパーク」を新設することを公表しており、当社への優先的な供給を条件としてサプライヤーを誘致している。域内における各社の設備投資も一部負担する方針であり、サプライヤー側では投資額を抑えられるメリットがある。半導体の調達においても、サプライチェーンの上流に遡り、必要部材の在庫ではなく生産能力を確保する点も有用かもしれない。しかしながら、先述のとおりレガシー半導体については今後の投資回収が見込めないため、費用の負担者が誰であろうと、サプライヤーを囲い込んで能力増強を依頼することは難しいと想像される。

他方、機動的に在庫を積み上げることで対応し

たのがダイキン工業(株)である。当社は、新型コロナウイルス感染第一波に伴う中国のロックダウンの影響で部材調達に支障が出た経験から、生産ラインを止めない強靱なサプライチェーン構築に努めてきた。半導体のほか、欠品するおそれのある部品などの在庫水準を引き上げると共に、各国拠点の生産状況を考慮した適切な振り分けを行っている。外部環境の変化を捉え、経営判断をいち早く調達戦略へ反映させた事例と言えるであろう。しかしながら前節で述べたとおり、完成車メーカーが自ら半導体を調達することはほとんどない。商社やTier1企業を挟んだ現行の調達方法では、需給環境の変化に応じて完成車メーカーがすぐに半導体の在庫確保へ動くことは困難である。

自動車のように部品点数の多い製品の場合、何か一点でも欠けると最終製品の生産が滞ってしまう。多重発注によるモノの滞留を大規模な設備投資なしに防ぐには、サプライチェーン上のプレイヤー間の情報共有をもとに、完成車メーカーらが共同で車載半導体を調達することも考えられよう。たとえば、完成車メーカーらが発注する製品情報を共同部品保有会社にてとりまとめの上ファウンドリへ注文するようなスキームである(図表4)。

図表4 車載半導体の共同部品保有スキーム案



(備考) 日本政策投資銀行作成

この実現には、自動車需要の見極めや、半導体メーカーの生産状況、製品の種類によって異なる製造リードタイムなど、検討すべき困難な課題が多く存在する。また、個別設計された半導体モジュール品とディスクリットでも在庫保有の持ち方が異なることも課題と考えられる。これに対しては、半製品状態の在庫保有という柔軟な方法を採用することで解消できる可能性があり、サプライチェーンの集約が困難な部材の在庫・調達状況が明瞭になるであろう。

半導体メーカー、完成車メーカー、自動車サプライヤー間での情報共有の場としては、米国のエレクトロニクス業界団体であるSEMIが2018年にGAAC (Global Automotive Advisory Council)を設立し、すでに議論が進められている。

図表4に示すような、情報共有や共同部品保有を通じた連携は、電気自動車や自動運転車などの次世代自動車に搭載される半導体の調達にも有用と考えられる。今後の車載半導体市場を牽引するのは、統合電子制御ユニット(HPC: High Performance Computer)の計算機能などを司るASICや、センシングを担うオプト、高電圧・大電流に耐え得る半導体素子(パワー半導体)などである。このような新しい半導体の普及を促すには、安定した調達環境を構築することが重要であり、図表4に示すような、サプライチェーンの水平・垂直方向の連携や情報共有が必要となろう。

参考文献

図表1-2: Gartner, Forecast: Semiconductor Foundry Revenue, Supply and Demand, Worldwide, 2Q22 Update, Samuel Wang, 22 July 2022, 生産キャパシティ=Capacity 8-Inch Equivalents (Thousands), 出荷量=Shipments 8-Inch Equivalents (Thousands), 稼働率(右目盛)=Foundry Utilization Rate, 稼働率(<45nm)(右目盛)=Leading-Edge Utilization Rate.

図表2-2: Gartner, Forecast: Semiconductor Foundry Revenue, Supply and Demand, Worldwide, 2Q22 Update, Samuel Wang, 7 July 2022, Worldwide Foundry Capacity Forecast by Technology Node, 130nm以上=0.13 Micron + 0.18 Micron + 0.25 Micron + 0.35 Micron + 0.5 Micron and Above, 90nm=0.09 Micron (90nm), 65nm=0.065 Micron (65nm), 45/40nm=0.045 Micron (45nm/40nm), 32/28nm=0.032 Micron (32nm/28nm), 20nm=0.020 Micron (20nm), 16nm/14nm=0.016 Micron (16nm/14nm), 0.010 Micron (10nm/8nm), 7nm/6nm=(0.007 Micron 7nm/6nm), 5nm/3nm/2nm=0.005 Micron (5nm/3nm/2nm).

図表3-1: Gartner, Semiconductors and Electronics Forecast Database, Worldwide, 2Q22 Update, Rajeev Rajput et al., 30 June 2022, 車載半導体 = Automotive Electronics excluding Digital Signal Processor and MPU, アナログ=Total Analog, 半導体素子=Total Discrete, メモリ=Total Memory, MCU=Total Microcontroller, MPU=Total Microprocessor, オプト=Total Optoelectronics, センサ(オプト除く)=Nonoptical Sensors, 汎用ロジック=Total General-Purpose Logic, ASIC=Total Application-Specific, Revenue basis.

5.まとめ

本稿では、現在も続く車載半導体不足は、情報流通の混乱によって十分に製品が行き渡らないために生じたものとして分析した。今般の調達難は、在庫状況に関する情報不足がサプライチェーンの脆弱性であることを明らかにしたが、これは今後も半導体製品の調達にかかるウィークポイントとなり得る。生産期間が特に長い半導体については、需給に関するサプライチェーン上の情報共有が、大幅な需給ギャップの発生を防ぐ一助となるであろう。次の有事において、再び製品が滞留することを避けるためにも、サプライチェーンの再考が求められる。

©Development Bank of Japan Inc.2022

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引などを勧誘するものではありません。本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

e-mail(産業調査部): report@dbj.jp