

半導体サプライチェーンと経済安全保障

大臣官房総合政策課 深澤 瑛介／白井 斗京

本稿では、経済安全保障の観点から半導体サプライチェーンについて考察する。

半導体の重要性

- ・半導体は「産業のコメ」とも言われ、パソコンやスマートフォン、自動車等の現代の生活に必須な工業製品材料である。例えば、集積回路や液晶パネルは、数多くの生産部門において重要かつ不可欠な中間投入物となっており、それを使用する生産部門が生み出す粗付加価値額は、「コメ」を含む飼料よりもはるかに多い（図表1）。情報化社会の発展に伴い、半導体の市場規模は今後も継続的な成長が見込まれている（図表2）。
- ・しかし、半導体の生産は特定の企業、国に集中している。自社で生産を行わないファブレス企業を除いた半導体メーカーの売上シェアを見ると、上位3社でトップ50社の約半分を占めている（図表3）。さらに、半導体は高性能品の生産になるほど莫大かつ迅速な設備投資が必要となるため、より大企業へと生産が集中する傾向がある。2020年時点において、回路幅10nm未満の最先端の半導体生産は韓国のサムスンと台湾のTSMCの寡占状態となっている（図表4）。

（図表1）投入係数0.1以上の部門数及び付加価値額

| (2)の順位 | (1)部門名 | (2)部門数(全391部門) | (3)(2)の部門の粗付加価値額(兆円) |
|--------|--------|----------------|----------------------|
| 1 | 卸売 | 15 | 4.4 |
| 2 | 集積回路 | 9 | 4.2 |
| | 液晶パネル | 9 | 2.9 |
| 4 | 飼料 | 8 | 1.1 |
| | 事業用電力 | 8 | 1.3 |

（注）投入係数0.1という基準は、株田文博「産業連関分析による食料供給制約リスクの分析」等で必要不可欠な中間財を識別するために設定されている数値であるが、一般的なコンセンサスがある値ではない。

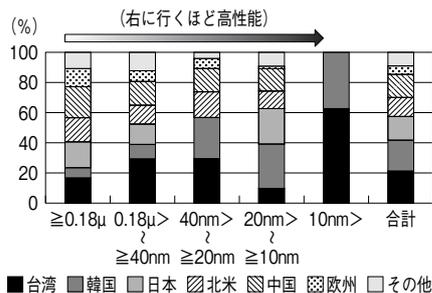
（図表2）半導体市場規模予測（2021～2026年にかけての年平均成長率）

| | |
|-------|------|
| ロジック | 7.9% |
| アナログ | 7.4% |
| メモリ | 6.8% |
| 半導体会計 | 7.1% |

（図表3）企業別シェア（2020年）※除くファブレス

| 企業名 | 20年売上高(億ドル) | トップ50に占める割合 |
|----------------------|-------------|-------------|
| Intel(米) | 779 | 20.0% |
| Samsung(韓) | 653 | 16.8% |
| TSMC(台) | 459 | 11.8% |
| SK Hynix(韓) | 286 | 7.3% |
| Micron Technology(米) | 221 | 5.7% |

（図表4）地域別・回路幅別生産シェア（2020年）



戦略的自律性のための国内半導体生産誘致

- ・特定の企業への生産の集中は、平時においては、研究開発のリソースの集中投下と高い設備稼働率実現の観点から経済合理性が高いとも考えられるが、有事の際に供給が止まれば、川下産業に大きな影響が出る。実際に、新型コロナウイルスの感染拡大による経済活動の抑制やサプライチェーンの混乱と、情報関連財への需要の急拡大は、半導体生産のリードタイムの長さも相俟って、幅広い業界に影響を与えている（図表5）。
- ・こうした中、半導体生産が特定の国や企業に集中することのリスクが改めて見つめ直されている。日米欧中の各国は、半導体生産を自国内で行うための補助金による生産拠点の国内誘致や、先端技術の研究開発への投資に動き出している（図表6）。
- ・日本では、「経済安全保障」の文脈で、この取り組みが進んでいる。経済安全保障戦略の重要な考え方として、2020年12月に自民党から出された提言の中では、「戦略的自律性」と「戦略的不可欠性」という二つの概念が提唱され（図表7）、政府の「基本方針2021」において、経済安全保障の戦略的な方向性として、自律性の確保と優位性の獲得の実現が掲げられている。
- ・半導体の生産拠点の国内誘致は、日本の生産活動に不可欠な半導体の供給力を増やし、戦略的自律性の獲得に資する取り組みであると考えられる。

（図表5）半導体不足の生産への影響

| 年月 | 内容 |
|-------------|--|
| 2021年1月～ | トヨタ(日)、フォルクスワーゲン(独)等国内外の自動車メーカーで断続的に生産調整 |
| 2021年4～6月期～ | アップル(米)、「Mac」や「iPad」の減産 |
| 2021年11月 | 任天堂(日)、2022年3月期の「ニンテンドースイッチ」の生産計画を下方修正 |

（図表6）各国の補助金、施策等

| 国名 | 補助金内容 | 対象 | 金額 |
|----|---|--------------------------------|---------------------------|
| 日本 | (1)生産拠点の集中度が高く、サプライチェーンの途絶によるリスクが大きい重要な製品・部素材、または国民が健康な生活を営む上で重要な製品・部素材について、国内生産拠点整備等に対する補助金 (2)「先端半導体生産基盤整備基金」を設置し、5G情報通信システムの構築に不可欠な先端半導体に係る生産基盤整備のための資金に対し、最大50%の補助金。 | 半導体・医療等 | (1)5,168億円 (2)6,170億円 |
| 中国 | 「国家集積回路産業投資基金」を設置。加えて、地方政府で半導体産業向けの基金設置。 | 半導体産業 | 計10兆円程度 |
| 米国 | (1)半導体産業投資を含むCHIPS法案に賛意。 (2)官民共同での最先端技術研究開発プログラム策定 | 半導体産業 | (1)520億ドル |
| EU | (1)半導体分野に対して、2018-2024年に大規模な補助金投入 (2)2030年までのデジタル移行に向けた産業へ投資 | ロジック半導体、HPC・量子コンピュータ、量子通信インフラ等 | (1)約2,000億円 (2)約17.5兆円 |

（図表7）

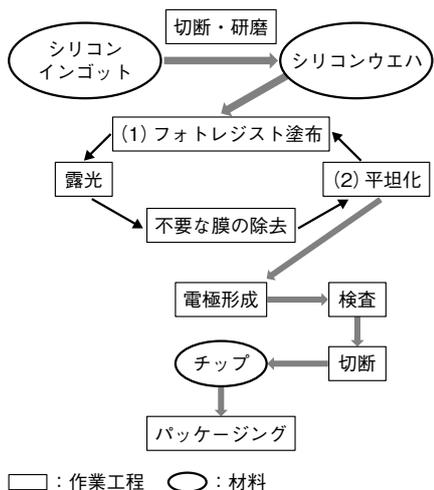
戦略的自律性と戦略的不可欠性

| | 定義 |
|---------|---|
| 戦略的自律性 | 日本の国民生活及び社会経済活動の維持に不可欠な基盤を強化し、いかなる状況下でも他国に過度に依存することなく、国民生活と正常な経済運営を行うこと。 |
| 戦略的不可欠性 | 国際社会全体の産業構造の中で、日本の存在が国際社会にとって不可欠であるような分野を戦略的に拡大し、長期的・持続的な繁栄及び国家安全保障を確保すること。 |

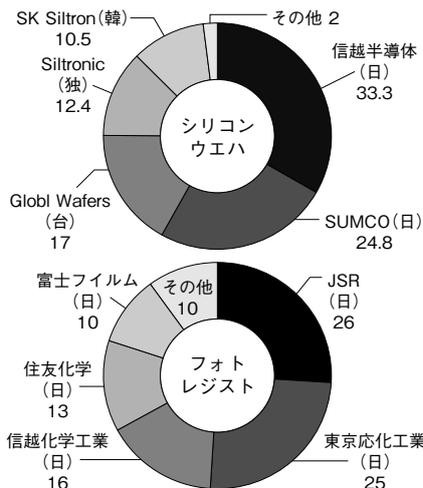
半導体サプライチェーンでの日本の立ち位置

- ・戦略的不可欠性の観点からは、半導体製造に必要な素材と製造装置の分野における日本企業の役割に注目する必要がある。
- ・半導体は高純度のシリコンに回路を刻むことで生産されるが、その過程で生産工程ごとに専用の素材と装置が必要になる。例えば、フォトレジスト塗布の工程（図表8（1））では、露光により化学的に変化するフォトレジストという素材と、それをウエハ上に均一に塗布するための装置が必要とされ、平坦化の工程（図表8（2））では、ウエハ表面を平坦にするためにCMPスラリーと呼ばれる薬液と、研磨のためのCMPパッドという部材が使われる。
- ・日本企業は、半導体関連材料（2019年市場規模約329億ドル）の中で、半導体の基板であるシリコンウエハ（同約110億ドル）、回路の露光のためにウエハに塗布するフォトレジスト等の主要素材で高いシェアを持つ（図表9）。また、製造装置についても、ウエハ製造装置を筆頭に、全工程に渡って一定のシェアを持っている（図表10）。

（図表8）半導体の製造工程



（図表9）半導体素材市場の世界シェア



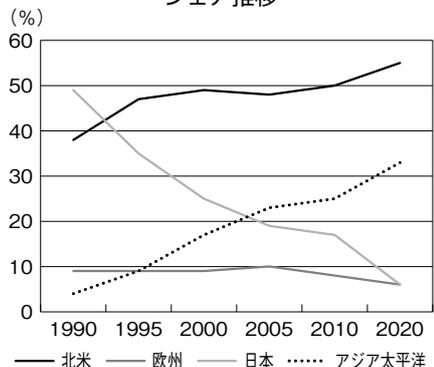
（図表10）日本製半導体製造装置のシェア

| | 世界市場規模 (億円) | 日本製販売高 (億円) | 日本製シェア (%) |
|--------------|-------------|-------------|------------|
| マスクレチクル製造用装置 | 1,495 | 753 | 50.4% |
| ウエハ製造用装置 | 133 | 126 | 94.9% |
| ウエハプロセス用処理装置 | 53,349 | 14,892 | 27.9% |
| 組立用装置 | 3,139 | 999 | 31.8% |
| 検査用装置 | 5,476 | 3,074 | 56.1% |
| 半導体製造用関連装置 | 1,646 | 613 | 37.2% |
| 合計 | 65,238 | 20,459 | 31.4% |

素材産業の戦略的不可欠性

- ・こうした日本の半導体素材、製造装置における強さは、一朝一夕に築かれたものではない。日本の半導体メーカーが、1990年代まで世界をリードしていた中で、素材・製造装置メーカーも発展してきた。しかし、近年、日本の半導体メーカーのシェア低下が続いており（図表11）、素材・製造装置メーカーは、台頭する海外の半導体メーカーとの間で共同研究等による関係を深めている。それに伴って、素材メーカーは半導体製造工場が多く立地する台湾、米国等での現地生産も進めてきた（図表12、13）。
- ・日本の素材、製造装置産業は、国際的な産業構造の中で日本の存在が不可欠であるという戦略的不可欠性の重要な担い手であると考えられるが、その立場を維持するためには、各企業が業界内での競争力を維持し続けることと、国内生産が行われ続けることが重要である。半導体メーカーの国内誘致は、素材、製造装置産業に対する国内の需要拡大を通じて、素材、製造装置産業の国内生産の誘因となり、戦略的不可欠性の維持にも寄与することが期待される。
- ・行き過ぎた支援は市場の効率的な資源分配を歪める可能性があるものの、生産拠点の国内立地が、戦略的自律性の獲得と戦略的不可欠性の強化につながり、かつ合理性を発揮することが期待できる施策を、国として継続的に考えていく必要がある。

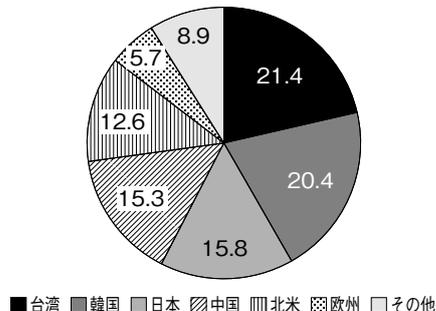
（図表11）企業国籍別・半導体メーカーシェア推移



（図表12）日本の半導体素材企業の工場立地

| 企業名 | 生産品目 | 工場所在地 (工場数) |
|--------|---------|---|
| 信越半導体 | シリコンウエハ | 日本 (3)、アメリカ (1)、台湾 (1)、イギリス (1)、マレーシア (2) |
| SUMCO | シリコンウエハ | 日本 (6)、アメリカ (1)、台湾 (1)、インドネシア (1) |
| JSR | フォトレジスト | 日本 (2)、アメリカ (2)、ベルギー (1) |
| 東京応化工業 | フォトレジスト | 日本 (4)、アメリカ (1)、台湾 (1) |
| 信越化学工業 | フォトレジスト | 日本 (1)、台湾 (1) |
| 住友化学 | フォトレジスト | 日本 (1)、韓国 (1) |
| 富士フイルム | フォトレジスト | 日本 (1)、米国 (1) |

（図表13）工場所在国別半導体製造シェア (2020年)



（出典）日本経済新聞、自由民主党「提言「経済安全保障」の策定に向けて」、経済産業省「半導体戦略」、経済産業省「対外経済政策を巡る最近の動向」、経済産業省「経済産業省関係令和3年度補正予算のポイント」、総務省「産業連関表」、IC Insights、財務省「貿易統計」、株式会社富士経済「半導体材料市場の現状と将来展望 2020年」、株式会社富士キメラ総研「先端/注目半導体関連市場の現状と将来展望 2020年」、株式会社産業タイムズ社「半導体工場ハンドブック 2021」、一般社団法人 日本半導体製造装置協会「半導体のできるまで」、産業タイムズ社「半導体計画総覧2021-2022年度版」

（注）文中、意見に関する部分は全て筆者の私見である。