

半導体において日本が世界の中で活躍できること

<付録編>

令和6年3月

一般財団法人 機械振興協会 経済研究所

委託先：株式会社 ドゥーリサーチ研究所

付録編 1：半導体研究会実施経緯

付録編 2：半導体研究会中間報告 機振協シンポジウムの結果要約

付録編 3：半導体施策と官民（詳細版）

付録年表：時代区分別半導体産業政策、企業、技術、市場動向

付録編 1：半導体研究会実施経緯

1) 委員名簿

| | 氏名 | 所属・役職 |
|--------|-------|--|
| 座長 | 福田 秀敬 | 株式会社eコンセルボ 代表取締役社長 |
| 委員 | 林 良造 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 前所長 武蔵野大学 客員教授 |
| 委員 | 中島 一郎 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 特別研究員主幹 |
| 委員 | 岩田 悟志 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 特任フェロー |
| 委員 | 元橋 一之 | 東京大学 先端科学技術研究センター 教授 (経済研究所 Academic Advisor) |
| 委員 | 星野 岳穂 | 東京大学大学院工学系研究科 特任教授 |
| 委員 | 吉本 豊 | JSR 株式会社 執行役員 |
| オブザーバー | 許斐 義信 | 一般社団法人日本ターンアラウンド・マネジメント協会 代表理事 |
| オブザーバー | 平井 淳生 | 一般社団法人電子情報技術産業協会 常務理事 |
| オブザーバー | 森川 正之 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 所長 |
| オブザーバー | 竹森 俊平 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 特別顧問 |
| オブザーバー | 北嶋 守 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 所長代理、調査研究部長 |
| 事務局 | 井上 弘基 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 首席研究員 |
| 事務局 | 森 直子 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 研究副主幹 |
| 事務局 | 麻生 紘平 | 一般財団法人機械振興協会経済研究所 研究員 |
| 事務局 | 西尾 治一 | 株式会社ドゥリサーチ研究所 主幹研究員 |
| 事務局 | 榎本 桂子 | 株式会社ドゥリサーチ研究所 主任研究員 |
| 事務局 | 副島佳代子 | 株式会社ドゥリサーチ研究所 研究員 |

2) 議事概要

(1) 第1回

日時：令和5年6月2日（金）13:30～15:30

場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン（Zoom）

出席者：（委員）福田、林*、中島、岩田*、元橋*、吉本

（オブザーバー）森川*、竹森、北嶋、許斐

(事務局) 井上、森、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 開会のあいさつ
2. 委員の紹介
3. 委員長選任
4. 今年度の研究会の運営方法と出口について
5. 昨年度の議論とこれまでの半導体産業政策のまとめ
 - (1) 半導体産業の変遷（日本の台頭から衰退への時代区分案と特徴案）
 - (2) 国内外の半導体産業や半導体市場が抱えた課題（案）
6. 議論
 - (1) これまでの半導体産業の変遷の認識について
 - (2) 衰退原因としての上位レイヤーでの問題、会社レイヤーでの問題、周辺・異分野からの問題、個別技術レイヤーでの問題について
7. 検討すべき課題と次回以降の討議内容・講師について
8. 研究会の日程調整
9. 閉会挨拶

(2) 第2回

日時：令和5年6月29日（木）11:00～13:30

場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン（Zoom）

出席者：（講師）許斐義信

（委員）福田、林、中島、元橋、吉本、

（オブザーバー）竹森、

（事務局）井上、森、麻生、西尾、副島

議事：

1. 開会のあいさつ
2. 前回議事内容の説明
3. 講演：許斐義信氏
「日本企業の国際競争力」
4. 議論
5. 次回以降の討議内容・講師について
6. 研究会の日程調整
7. 閉会挨拶

(3) 第3回

日時：令和5年9月20日（水）14:00～16:00

場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン（Zoom）

出席者：(講師) 東川巖
(委員) 福田、中島*、元橋*、吉本、
(オブザーバー) 竹森、許斐、平井、北嶋
(事務局) 井上、森、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 開会のあいさつ
2. 前回議事内容の説明
3. 講演：東川 巖氏
「日系露光機が敗退していった経緯～顧客視点から」
4. 議論
5. 次回以降の討議内容・講師について
6. 研究会の日程調整
7. 閉会挨拶

(4) 第4回

日時：令和5年11月29日(水) 13:30～16:00
場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン (Zoom)
出席者：(講師) 藤井滋
(委員) 福田、林*、中島、岩田*、元橋*、星野*、吉本
(オブザーバー) 北嶋、竹森、許斐、
(事務局) 井上、森、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 開会のあいさつ
2. 前回議事内容の説明
3. 岩田委員の資料補足説明
4. 話題提供：藤井滋氏
「日本のロジック系半導体ファンドリー事業が、なぜうまく成功できなかったのか？(仮題)」
5. 議論
6. 次回以降の討議内容について
7. 研究会の日程調整
8. 閉会挨拶

(5) 第5回

日時：令和5年12月27日(水) 13:30～16:00
場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン (Zoom)

出席者：(委員長) 福田、(委員) 中島*、元橋、吉本、星野*
(オブザーバー) 竹森、許斐、平井
(事務局) 井上、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 挨拶
2. 前回研究会議事録の確認
3. 本研究会のアウトプットとスケジュールについて
4. シンポジウムの内容、講師候補について
5. その他

(6) 第6回

日時：令和6年1月18日(木) 14:30～16:30

場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン (Zoom)

出席者：(委員) 福田、林、中島*、元橋*、星野*、吉本
(オブザーバー) 竹森、北嶋、平井
(事務局) 井上、森、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 挨拶
2. 前回研究会議事録の確認
3. シンポジウムの内容検討について
4. 報告書の構成案について
5. その他

(7) 第7回

日時：令和6年2月1日(木) 13:30～15:30

場所：機械振興会館経済研究所 会議室 及び オンライン (Zoom)

出席者：(委員長) 福田、(委員) 林、中島、元橋*、星野*、吉本*
(オブザーバー) 竹森、許斐、平井*
(事務局) 井上、麻生、西尾、副島

*オンライン参加

議事：

1. 挨拶
2. 前回研究会議事録の確認
3. 報告書の構成案について
4. その他

付録編 2 : 半導体研究会中間報告 機振協シンポジウムの結果要約

シンポジウムは、以下のテーマとプログラムで開催された。参加者は総数で 178 名（会場 : 39 名、オンライン : 139 名）であった。

テーマ : 日本が世界に貢献できることー強みを生かす官民の半導体視座ー

日時 : 2024 年 3 月 12 日 (火) 13 : 30~16 : 30

形式 : ハイブリッド : 会場 : 機械振興会館 B2F ホール (東京都港区芝公園 3-5-8)

WEB : Webex

主催 : 一般財団法人 機械振興協会 経済研究所 共催 : 独立行政法人 経済産業研究所

後援 : 一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)

プログラム

開会挨拶 : 機械振興協会経済研究所 前所長 林 良造

パート 1 研究会中間報告 : 過去振り返りと今後に向けて

機械振興協会経済研究所 特任フェロー 井上 弘基

パート 2 ミニトーク ー強みをさらに伸ばしつつ、伏在する課題に対処ー

(1) 強み半導体のその先に伏在する課題

- ・ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 執行役員 大野 圭一
- ・電子情報技術産業協会 半導体部会 部会長 (株式会社東芝) 亀淵 丈司 (ファシリテータ) 電子機械技術産業協会 常務理事 平井 淳夫

(2) 装置・材料のさらなる発展に向けての課題等

- ・Cdots 合同会社 共同創業者 (前 JSR 株式会社 名誉会長) 小柴 満信
- ・東京エレクトロン株式会社 コーポレートイノベーション本部 技術マーケティング部長 早川 崇 (ファシリテータ) 東京大学大学院工学系研究科 特任教授 星野 岳穂

パート 3 総合パネルディスカッション ーダイヤモンドチェーン視点の強調からみた日本ー

- ・株式会社デンソー 技術企画部 シニアアドバイザー 篠島 靖
- ・インテル株式会社 執行役員 経営戦略室 室長 大野 誠
- ・新光電気工業株式会社 執行役員 開発統括部長 荒木 康
- ・ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 執行役員 大野 圭一
- ・電子情報技術産業協会 半導体部会 部会長 (株式会社東芝) 亀淵 丈司
- ・Cdots 合同会社 共同創業者 (前 JSR 株式会社 名誉会長) 小柴 満信
- ・東京エレクトロン株式会社 コーポレートイノベーション本部

技術マーケティング部長 早川 崇

(ファシリテータ) 株式会社 e コンセルボ 代表取締役社長 福田 秀敬

閉会挨拶 : 機械振興協会経済研究所 所長 / 経済産業研究所 所長 森川 正之

パート2は2人のファシリテータの下、ミニプレゼンテーションとそれに対する討論があった。パート3の総合討論では、パート1, 2を受けて、半導体研究会座長を務めた福田秀敬氏のリードで登壇者全員での総合討論が行われた。討議のポイントは以下の2点であった。また、最後に質疑応答を行った。

(1) 半導体産業が迎えている変曲点とは何か、それに対してどのように対応していくべきか

イメージングセンサー業界、半導体製造装置業界、自動車業界、半導体業界、後工程業界など、各業界は現時点で変曲点に遭遇していると認識している。小柴氏は、① 地政学の長期循環、② 収穫加速の法則による人類の進化の加速、を考えると2025年が一つの変曲点となると思われる。半導体で言えば、2024年、2025年はNVIDIAやAMDのようなものを使った「力任せのAI」であるが、2030年には半導体市場の80%がAIに関わるデバイス、すなわち、インテリジェンスを持つようになると思う。電力の問題では、2026年、2027年にはAIはメモリセントリックなAIになり、消費電力が格段に下がる。投資市場から見ると量子コンピューティングが現在のAIと同じようなパターンで動いていく。現在は2015年のAIに相当しており、2029年には量子セントリックなコンピューティングになっているのではないかと。これによって、コンピューテーション能力が上がり、コンピューテーションのできる範囲が広がる。半導体としてはGPU、CPU、QPUを使っていくことになる。2021年の「デジタル赤字」が54兆円なので、これを解決するにはパブリッククラウドやスーパーコンピュータといった政府、経済産業省のリードや支援が必要であると述べた。

自動車業界に対する大きな影響や世界的な分断の影響、さらに集中型から分散型のコンピューティングの時代の到来も変曲点の特性と見ている。福田座長は基本技術と将来の技術を考えて時の制約として、地政学、ネットワーク、コスト、エネルギー消費が挙げられたと締めくくった。

(2) 広い意味での半導体産業を担う人達に対する意見について

これからの半導体産業を担う人たちには「利己的になれ」「スーパーエンジニアになれ」、「野心的になれ」「やりたいことを持って入社し、大局的ものを見るようになって欲しい」といった要望が出た。一方、受け入れ側に対しては、半導体業界の魅力をもっとアピールすること、働いている人がキラキラ輝く職場環境の整備、MBAでは学べない一緒になって働く楽しい環境の提供が必要との意見が出た。

これらの議論を基に、福田座長は「半導体産業は非常に大きな変曲点の時期に身を置いている。半導体産業は付加価値があり、拡がりがあり、それを通じて人を育てる力があり、最終的には世界を結ぶ力があると思う」と総合討論を締めくくった。

質疑応答では、自動車と半導体との関係の今後の進展、多様な人材の採用、活躍の方向、さらにラピダスについての勝算についての意見のやり取りが行われた。

(以上)

付録編 3－1：半導体施策と官民

<主にドゥーリサーチ社によるが、一部、経済研究所にて補筆>

付録編では、2020年代まで、時代区分をし、その期間の半導体をめぐる社会経済的な動きと半導体を利用する産業（主に Computing ニーズ）並びに半導体製造装置産業の動きを整理し、半導体産業と政府の施策の状況を紹介します。また、米国、韓国を中心に海外の政策や主要な企業の動向も含めて解説する。別途、年表も作成したので、適宜、参照・活用されたい。

1. (1970年頃まで) 対米民生電子機器輸出がけん引した日本半導体産業の黎明期

(1) 半導体需要を創出しながら進んだ日本の電子・半導体

1950年代、SONYを筆頭に日本勢はトランジスタラジオの対米輸出を急増させ、同年代末にすでに日米摩擦になりかけたほどであった。だが対する米側は、当初の主流だったゲルマニウムからシリコンへ、軍需を牽引力としながら半導体の母体材料をシフトアップして日本勢の攻勢をかわした。さらにICも発明(1958年)。軍需中心に、米国勢が日本勢よりも技術的に進んだかたちで、用途も棲み分けながら双方成長できた間は摩擦は顕在化しなかった。1960年代後半から1970年代前半かけては、電卓、電子腕時計などの民生電子機器セットの開発と対米輸出にけん引されて、半導体も伸びた。以上の構図・パターンは、半導体に限らず、米国の戦後対日政策そのものの構図であり、戦後の基本形を成す。

さらに1969年になると日本の電子卓上計算機メーカーであった日本計算器（のちのビジコン）がIntelに委託し、世界初のMPUを共同開発している¹。ビジコンは、当時、電卓用ICを開発受託してくれる日本の電子機器メーカーがなかったために米国企業への委託を選んだ。Intelが受託したのは1969年で会社設立1年であった。

この時期の半導体製造設備は各社が米国製品を模倣しながら内製しており、そのための機器や設備を外部企業が部品・部材として供給していた¹。

(2) 政府の産業政策とその効果

この時期は、コンピュータ関連など高度電子技術について欧米に追いつくための産業政策、**電子工業振興特別措置法（いわゆる電振法）**が施行されていた。欧米の先進的コンピュータ技術の技術導入によって大企業がメインフレーム市場に参加、国内で激しい競争を繰り広げた²。富士通、日立、東芝、NEC、三菱電機、沖電気といった大企業参入に際して、

¹ 1968年に設立されたIntelの1968年12月の売上は37万ドルで191万ドルの赤字。ビジコンとの契約は10万ドルであった。1971年に世界初のMPUであるIntel i4004が発表された。ビジコンは当時のIntelにとってTeaching Customerであったと考えられる。

² 米国の商用メインフレームメーカーとしては、IBM、CDC、GE、ハネウェル、NCR、RCA、ユニパックが競争していた。

外貨規制が技術導入に必要な外貨調達面で大企業に有利に働いていた。民生用で量と収益を得ながら、コンピュータや電子交換機の高度化〜キャッチアップ路線で成功していた。

2. (1970年代) 日本の集積回路 (IC) 及び大規模集積回路 (LSI) 産業の離陸期

(1) 半導体需要の状況

民生用・産業用に半導体と機器セットは相補的に進んだ。

一方、この時期に高度なコンピューティング能力をもつメインフレームとは別に、玩具に近いエンターテイメント分野でゲーム機が登場してきた。1972年にはアタリ社が創立され、後の Apple の創業者となるスティーブ・ジョブズも設立まもない時期に社員として働いていた。こうした分野は画像処理を得意とするシリコングラフィクス、ATI (AMD が吸収)、NVIDIA といった成長企業に繋がり、日本のナムコや任天堂などが関係していた。それらは日米ともに、当時は政府産業政策の主な支援先ではなかったが、アメリカ社会は担い手を替えながら息長く今日の成功までつなげた。これは政府というより、“経済社会の力”である。

(2) 政府の産業政策とその効果

通産省では 70 年代ビジョンで提唱された知識集約化産業構造の構築を目指し、1973 年に大きな組織改革が実施され、半導体やコンピュータの管轄が**機械情報産業局**となった。そうした流れの中で、メインフレーム産業育成のために乱立するメーカーの再編を促す**業界再編** (6社を3グループにまとめた³⁾) が 1972 年から 1977 年にかけて実施された。1974~75 年にはコンピュータの市場開放があった。さらに IBM の次世代メインフレーム (Future 構想) が 1977 年に発表され、国内のメインフレームメーカーがどう戦うのが課題となった。

IBM 対抗機開発のために**超 LSI プロジェクト**がスタート。**超 LSI 技術研究組合**を作り、700 億円の資金を投入し 1975 年から 1980 年まで製造機器や材料・部材の開発を行った。これが最先端露光機や先端材料を生み、日本の半導体製造機器産業の発展につながった。

1977 年、米国の半導体メーカーは米国半導体工業会 (SIA) を設立 (ただし TI や IBM は当初不参加)。超 LSI 技術研究組合成功の要因は既に多々論じられており、一般文献を参照されたい。

(3) 外交問題と半導体

日米半導体通商問題に目を移すと、1977 年に福田・カーター会談で初めてダンピングが問題になった。しかし、1980 年にヒューレット・パッカード (HP) が日本の半導体の品質を評価したことで問題とはならなかった。米国側がこだわったのは国家安全保障 (軍事)

³ 富士通と日立、東芝と NEC、三菱電機と沖電気の 3 グループ。

に重要なコンピューティング能力であって、米国のコンピューティング能力が優れている間は半導体摩擦にならなかった。代りに IBM 産業スパイ事件（1982）が出てきた。

3. （1980 年代）日本 DRAM 産業の世界的成功と日米半導体協定の締結

（1）半導体需要及び製造装置の状況：メインフレームの普及、そしてパソコンの黎明

1980 年代中葉頃はメインフレームが金融その他一般産業用にもかなり普及していくと同時に、ミニコン等コンピュータのダウンサイジングも進んだ。また、IBM-PC が 1981 年に発売され、同じく Apple が Macintosh を 1984 年に発売している。IBM-PC では、OS が IBM-DOS だけでなく、マイクロソフト Windows でも走るようになり、ソフトウェアとハードウェアが別々に調達される動きが始まった。

DRAM に関しては、日本電気と東芝が、1980 年代に世界一のシェアを争うなど、日本の半導体が世界を席卷し、その結果 Intel は 1985 年に DRAM から撤退を迫られた。同社は CPU とメモリを非同期化する技術を開発し、自社の強みである CPU の技術開発に集中する戦略をとって事業を MPU に特化した⁴。

半導体製造装置は超 LSI 技術研究組合の成功もあり、ニコン、キヤノンは露光装置ステッパで 1980 年代中葉頃から世界シェアを伸ばし、95 年ごろには、2 社合計で世界シェアの 70-75% を占めるほどにまでなった。

（2）政府の産業政策とその効果

日米半導体協定⁵は協定が締結されたのが 1986 年で一度の改訂を経て 1996 年まで続くことになる。この時期、韓国では Samsung 電子が 64KDRAM の量産を開始（1985 年）⁶、台湾の TSMC が設立（1988 年）された。

その頃、日本政府の研究技術開発プロジェクトとしては、第 5 世代コンピュータ研究プロジェクト、Σ プロジェクトなどがあり、結果としての産業的成果は事実として乏しかったが、プロジェクトに関する安易な“評価”は保留すべきと考えられる。国家は科学技術振興も行うのであって、目先の産業成果を狙うだけに限らない。当時日本は米国官民から、長期視点の政策に徹するよう圧力を受けていた点も考慮せねばならない。また第 5 世代プロジェクトはまさに“AI”に関するプロジェクトで、主にエキスパートシステムに注力して、成果が行き詰った点が多いが、“突き詰める”ことで見えてくる限界もあり、それを発見・自覚

⁴ 本編に「コラム」として説明・記載した。参照されたい。

⁵ 諸文献を参照されたい。こうした制裁に対して国内では GATT 提訴をしないのかという声もあったが、日本の農産物の GATT 提訴の動きがあったことで政府としては提訴まで至らなかった。（林委員）

⁶ 1980 年代、サムスンの李秉喆（イ・ビョンチョル）会長は、DRAM 半導体を有望な輸出部門と位置づけた。サムスは、政府の融資保証があったため、半導体製造に必要な多額の投資を行うことができた。1983 年、サムスは米 Micron 社から DRAM 製品技術を手し、その後もインテルなど、米国官民の理解・側面支援を得つつ、必死の努力で成功を収めていった。米国官民が、対日対処としても、アジア NIEs をテコ入れ～活用していった点(divide & conquer)は極めて重要な論点だが、ここでは詳述しきれない。

したのも、否定側面とはいえ、成果である。現に当時、米国の一部学者は同プロジェクトを問題視し、米国側でも SCI=Super Computing Initiative なる大プロジェクトをレーガン政権の下で推進し、やはり成果乏しく終わった。それは日本の第 5 世代プロジェクトを脅威と認識したことの反映であり、はなからバカバカしいプロジェクトであったかのような安易なコメントは妥当でない。とはいえ「費用対効果」は問われるべきである（否定的成果も成果の一つとはいえ、それを得る可能性が高いものに大きい予算は当てるべきでない）。

(3) 活発化した海外の半導体産業育成

一方、米国は空軍の VHSIC 計画と DARPA の VSLI プロジェクトで日本対抗を図った。米空軍は 1980 年から VHS-IC プロジェクトで、VLSI 設計技術の研究を推進し、ファブレスが誕生するための基盤技術を整備したほか、RISC プロセッサ等も推進した。さらに日本での超 LSI 技術研究組合の成功を受け、SEMATECH が 1987 年から動き出した。欧州においても EUREKA が発足（1985 年）する中で、ベルギーでは IMEC が同年に設立された。

4. (1990 年代) 日本 IC 産業の下落・敗退 1 期：DRAM 瓦解

(1) 半導体需要など：インターネットの支配

1990 年代はパソコンの時代とも呼ばれるが、パソコンが世界的に家庭ベースまで普及するための“決定的な”技術基盤は、インターネット (TCP/IP) のほうであった。パソコンはパソコンで、OS ほか進化し、「Win-tel」(マイクロソフト Windows+インテル CPU)が主導権を握ったが、彼らが世界大の独占に至ることを可能にした必須基盤はインターネットにあった。2 社の世界的成功は、米国の政府・軍が整備した環境があって、はじめて実現した。携帯電話は、1990 年代後半以降普及し、2000 年には日本でも携帯電話と PHS の契約数が固定電話サービス(加入電話と ISDN)の契約数を抜き、音声サービスの主役となった。

半導体の製造ではプロセスの微細化が進み、生産量の巨大化、さらにウェハの大口径化によって、一工場の投資必要額は 1980 年代後半には千億円台に突入し、投資競争の様相を呈してきた。こうした中で、日本の半導体製造設備は世界シェアを伸ばした。

(2) 政府の産業政策とその効果

世界は 1990 年代から冷戦終結を受けて、米国主導のグローバル経済化が進み、半導体も含め市場が拡大した時代である。その頃、日本はバブル崩壊 (91 年) で、銀行中心の間接金融体制が弱体化した一方で、“エクイティ・ファイナンス”(直接金融)は恐ろしく未整備で、半導体の巨額投資を支える金融機能が乏しかった。産業政策としては産業構造転換を促す「円滑法」(87-95 年)とそれに続く「事業革新法」(95-2002)が施行された。

そのような状況の中で 1992 年には日系、米系の企業による世界半導体シェアが再逆転され、米国 Intel が半導体世界シェアトップとなった(Pentium)。98 年には DRAM シェアで

韓国メーカー合計が日本合計を逆転し、翌 99 年には富士通が汎用 DRAM から撤退、日立と NEC の DRAM 部門を統合したエルピーダメモリが発足した。

以上は DRAM の話であるが、東芝が開発した NAND フラッシュメモリの需要は旺盛で東芝の生産能力が追い付かない状態で、生産量の確保のため、1992 年には NAND フラッシュメモリの設計技術を Samsung にライセンス供与⁷、Samsung は 94 年には最初の NAND フラッシュ部品を出荷、2002 年末には世界市場でのシェアトップとなった⁸。日本のメーカーによる対外技術供与で、ブーメラン自壊となる好例であった。

さらに、2000 年代から始まると目された第三世代携帯通信（デジタル化）を前に、韓国政府はこうした変化に対して機敏に動き、韓国通信研究所（ETRI）と Qualcomm とは CDMA インフラの共同技術開発の契約を締結した。韓国の電子機器メーカー 4 社（現代電子、LG 情報通信、マクソン電子、Samsung 電子）をこの共同技術開発プロジェクト参加メンバーに採用し、SK Telecom の CDMA サービスの準備の整う 1996 年の発売を目標とした。Samsung は Qualcomm のチップセットを搭載した携帯電話端末を供給し、全世界の CDMA サービス地域に携帯電話を供給した⁹。

日本では 1994 年に半導体産業研究所（SIRIJ）が日本の半導体産業の活性化と国際競争力の向上を目的に半導体業界のシンクタンクとして設立された。この半導体産業研究所の発案で、1995 年には産学共同を推進するための半導体理工学研究センター（STARC）、1996 年には半導体製造プロセス共同開発のための企業間共同活動の場としての半導体先端テクノロジーズ（Selete）が設立された。1995 年度から通商産業省の超先端電子技術開発促進事業が開始され、技術組合超先端電子技術開発機構（ASET）がその研究開発を行った。解散する 2007 年までの投じられた研究開発費は総額 921 億円で大半が NEDO からの技術開発委託事業であった。

上記のうち、STARC は全国の大学へ広く産学連携テコ入れと、設計周辺環境整備を図り、Selete は初期には 300mm 大口径ウェハ対応へ向けた装置業界への働きかけに重点があった。これらは国プロというより、“業界”による対応である。

厳義の国プロは ASET 事業であり、電子線によるレチクルマスク描画装置やレジスト等での世界的成功への貢献が顕著だった。たほう半導体そのものにおける日系半導体の世界シェアは、1990 年代に下がり続けたが、主因は DRAM によるものであった。国プロは、そ

⁷ 東芝の有価証券報告書によれば Samsung へ 1993 年～2000 年の期間のライセンス契約（特許、技術的知識）で技術援助している。

⁸ 東芝は新技術である NAND フラッシュメモリを開発していたが、NOR フラッシュの代替品（アプリケーション特性が異なる）で東芝を上回っていたインテルに急速に地位を奪われていた。生産設備不足を埋めるために、東芝は 1992 年 12 月に自社の NAND フラッシュ設計を Samsung にライセンス供与した。Samsung がライセンス供与を受けてから主導権を握るまでは約 10 年かかっている。Samsung は 1994 年には最初の NAND フラッシュ部品を出荷し、2002 年末までに NAND フラッシュでは 54% と世界市場シェアのリーダーとなった。

⁹ Samsung は 1997 年末までに世界の CDMA 携帯電話市場の 55 パーセントを獲得。

もそも DRAM 事業自体の直接的なテコ入れを狙ったものではなかった上、2010 年代～今日に経済省が獲得できた半導体関連予算とは、文字通り、“ケタ違いの少額”予算だった。

5. (2000 年代～2010 年半ば) 日本 IC 産業の下降・敗退 2 期：掛け声倒れて開花できなかったシステム LSI

(1) 半導体需要など：デジタル携帯機器の登場

移動体通信が第三世代(3G)に入り、デジタル式携帯電話の世界的普及が本格化し、インターネットも、ますますグローバルに普及した。1990 年代末から日本ではドコモの、いわゆる「iモード」が普及し、世界先進的サービスだったが、NTT など電話通信事業者は世界大の事業で成功した試しが殆ど無く、ドコモ等 NTT は i-mode の海外普及に失敗（最初の立枯れは INS ネット～電話業主導の ISDN）。さらに 2007 年には Apple“iPhone”、2008 年 Google“Android”(OS)など、スマートフォン（スマホ）が登場し、通信基盤も 3G から 4G へ移り、個人のスマホの保有率が 2016 年には 57%へと急激に高まった。たほう、2000 年代からクラウドコンピューティング・サービスが、米 Salesforce 等を嚆矢に普及し始め、同年代中葉頃から SNS (Social Network Service) も普及し、データセンタの需要も急増した。その基礎の上に 2010 年代からディープラーニングブームの波が起こり、AI 技術の開発とビジネス応用が始まった。

半導体ウェハが 300mm に大口径化し、一工場に対し、一千億円をはるかに超える投資が必要になった。露光装置に関しては ASML が台頭、2002 年には半導体露光装置のシェアが 50%を超え、世界一となった。

2010 年代初頭に、ニコンは ArF で成功せず、収益基盤が苦しくなり、EUV 製造装置分野から撤退した。その結果、EUV は ASML の独占状態となっている。この経緯は本編で詳述した。参照されたい。

(2) 政府の産業政策とその効果

社会経済的には 2001 年に同時多発テロ（グローバル格差＝アフガンが背景に）が発生するとともに、2008 年にはリーマンショックが起こった。日本ではバブル崩壊後の 10 年間で銀行など間接金融基盤の修復をほぼ終えたが、2000 年代以降も国内経済は不活発だった。その結果、産業政策的には産業再生法 (99-2003 年) が施行され、「金融と産業の一体再生」の実現のため、改正産活法を 2003 年に可決、2009 年に出資や融資が可能となる産業革新機構(INCJ)が設立された。産業革新機構は公的資金を使って先端技術の事業化や国内企業の再編などを支援する官民出資の投資ファンドであり、リスク分野への投資マネーが回らない日本の状況を改善する目的も持っていた。当時の通産省としては不況からの脱出だけでなく、グローバル競争への対応という意識があり、国際競争力向上、業界再編・事業再編の促進と支援という中・長期的な対応策も含まれた。

産業構造の変換を推し進める中で、DRAM 事業の撤退や集約が進む半導体業界では、東芝が DRAM 事業から撤退し、本来の強みである NAND フラッシュメモリーに集中する決断をし（2002）、日立と三菱がルネサステクノロジを設立した（2003 年）。また、NEC はシステム LSI 部門を独立させ NEC エレクトロニクスを発足させた（2002 年）が、その後、ルネサステクノロジと NEC エレクトロニクスが合流しルネサエレクトロニクスが設立した（2010 年）。

このように半導体業界は再編と事業分離によって経営革新を進めた。日本最後の DRAM 事業者となって、事業の立て直しを進めていたエルピーダメモリは、2009 年、新たに施行された産業再生法によって 300 億円の資本注入を受けたが、その 3 年後に再度行き詰まり、倒産。マイクロン社に買収された（2013 年）。この点も本編で触れた。参照されたい。

半導体関連の産業施策としては 2000 年 3 月に「日本半導体産業の復活」と題する半導体産業研究所(SIRIJ)の提言書が出され、日本の半導体産業は従来の DRAM 中心の事業形態からシステム LSI を中心とする事業へ重点を転換すべきで、産官学連携プロジェクトの必要性が述べられていた¹⁰。それに沿って半導体先端技術共同開発計画（あすかプロジェクト）が策定された（2000 年 9 月）。以降、前掲 Selete での自主取組のほか、国プロとしては ASPLA プロジェクト、MIRAI プロジェクトほかが行われた。

いずれのプロジェクトも、今日の視点からは、半導体へのテコ入れ策としては、いずれも 1 ケタほど、ケタ違いに少額だったとみられ、半端な額で大きな成果を期待するほうが妥当でない。

① ASET（技術研究組合超先端電子技術開発機構）：NEDO 受託事業プロジェクト

・あすかプロジェクト

総予算：840 億円（2001-2005）【内訳：Selete700 億円、STARC140 億円】、
900 億円（2006-2011）【内訳：Selete700 億円、STARC200 億円】

目的：目標としての 0.1～0.7 μ m の LSI 技術の確立をデバイスプロセス技術（Selete 担当）と設計技術（STARC 担当）で実施。

・MIRAI プロジェクト（NEDO の次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発：2001-2010）

総予算：225 億円（第 1～2 期：2001-2005）、105.5 億円（第 3 期-1：2006-2007）

目的：第 1 期ではハーフピッチ 65nm、第 2 期では 45nm の微細化に対応できることを目指し、そこまでの成果を産業界に移転、第 3 期ではハーフピッチ 42nm を超える技術課題を解決すること。

¹⁰ あすか（ASUKA）プロジェクトー日本半導体の復活を目指す一、武田計測先端知財団 2008.9.19。

- ・ HALCA プロジェクト（高効率次世代半導体製造システム技術開発：2001-2004）¹¹
 総予算：80 億円（NEDO 助成金 17.17 億円、民間 65 億円）¹²
 目的：システム LSI の短納期での製品化が求められ、形態も多品種少量生産がも
 とめられているので、従来のメガファブではない、新しい製造ライン、ミニファブ
 の提案をすること
- ② ASPLA プロジェクト（(株) 先端 SoC 基盤技術開発：2002-2005）¹³
 総予算：国費 315 億円、半導体メーカー11 社で 1 8 億 5 千万円を出資
 目的：90nm ノードの 300mm ウェハ製造ラインを構築し、システム LSI に適した標
 準プロセスを開発すること
 結果：国内各社のプロセス開発を共同で行うことで開発コストを削減し、標準化した
 プロセスに対応した設計環境を構築することになっていたが、当時先端企業の多く
 は開発済で共通化は難しい等の問題があった。とはいえ本プロジェクトは R&D のた
 めというよりは、国内ロジックファブとその設計基盤を集約する点にあったので、問
 うべきは ASPLA の技術ではなく、日系各社の 300mm ファブをめぐる問題のほうで
 ある。
- ③ EUVA プロジェクト（技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構：2002-
 2007）¹⁴
 総予算：NEDO127.5 億円（2002-2007）
 目的：13.5nm の EUV 光源と露光装置の開発
 結果：先行する米国オルバニナノテクや IMEC に対しては 1 年遅れであるが、実際
 の転写を実現し、世界のレベルに追いついた。当初計画では 2005 年度に 10W であ
 ったが、2007 年度まで延長され、2007 年度末の 50W が最終目標となった。EUV リ
 ソグラフィは半導体メーカーにとっては基礎的共通的技術であるが、今回は光源技
 術に重点がある。
- ④ DIIN プロジェクト（21 世紀型顧客ニーズ瞬時製品化対応新生産方式の創出：New
 Intelligence for IC Differentiation、2001-2007）¹⁵

¹¹ HALCA プロジェクト、武田計測先端知財団 2008.09.30

<http://takeda-foundation.jp/reports/pdf/prj0111.pdf>。

¹² 上掲文献第 10 章 半導体 MIRAI プロジェクト一次世代半導体の基盤技術を開発一、武田計測先端知財団 2008.9.9。

¹³ 先端 SoC 基盤技術開発（ASPLA）—夢見た日の丸ファウンドリー、武田計測先端知財団 2008.09.19
<http://takeda-foundation.jp/reports/pdf/prj0108.pdf>。

¹⁴ EUVA（技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構）-世界レベルの EUV 露光システム技術の開発、武田計測先端知財団 2008.9.9 <http://www.takeda-foundation.jp/reports/pdf/prj0113.pdf>。

¹⁵ DIIN プロジェクト 武田計測先端知財団 2008.07.31、<http://www.takeda-foundation.jp/reports/pdf/prj0112.pdf>。

総費用：研究開発費 125 億円（2001-2007）

目的：システム LSI 時代の主流となる多品種少量生産対応段階投資型生産方式の創出を目指し、システム性能を圧倒的に向上させるために必要なアルゴリズム、アーキテクチャ、回路、デバイス、プロセス、装置、部品、材料、計測評価、インフラ・ユーティリティのすべてを同時並行的に進める。

⑤ CASMAT（次世代半導体材料技術研究組合）¹⁶

2003 年に日本の主な半導体材料メーカー 10 社の出資により設立。目的は日本の半導体材料記号の国際競争力の強化、半導体技術の急速な進歩を材料面で支えるために、それまでデバイスメーカーに依存していた材料評価を材料メーカー自身が行い、回廊を行うことで、新材料を開発するのではなく、材料の評価を専門に行うことである。そのため、できるだけデバイスメーカーに近い環境を整備することになっている。

・ CASMAT1：65nm ノードに対応する材料の評価（2003—2007）

予算：110 億円（NEDO50 億円、民間 60 億円）

・ CASMAT 2：45nm ノード以上に対応する材料評価（2006-2009）

予算：45 億円（NEDO7.5 億円、民間 7.5 億円、自主事業 30 億円）

・ 半導体機能性材料の高度評価基盤開発：（2009-2011）¹⁷

総予算：1 億 4 千万円（2009-2011）

（3）主要な海外半導体メーカーの動き

米国のマイクロン社はハイニックスの DRAM 部門を買収（2002）するなど自社の DRAM 生産技術の優位性を活用し、DRAM の市場シェアを高めている。AMD は設計に集中し、製造は GlobalFoundries という別会社を設立しファウンドリーとして戦略的に事業拡大していく（2009）。GlobalFoundries はその後、シンガポール籍の Chartered Semiconductor を買収（2010）、IBM の Big Blue 向けチップ生産部門を買収（2014）している。

一方、中国は 2014 年に「国家集成电路産業投資基金（大基金：Big Fund）」と呼ばれる政府系のファンドを立ち上げ、半導体サプライチェーンの育成を積極的に進めた。チップの輸入シェアが 85% であった 2015 年にはハイテク産業育成政策「Made_in_China」を発表、半導体の国内生産を促進する方針を示した。2016 年には長江存儲科技（YMTC）などのメモリー企業を設立している¹⁸。

なお中国政府は 1980 年代頃から、幾度となく半導体等ハイテク産業育成計画を打出しては目標未達を繰返しており、Made in China も当初は、いつもと同様の、スローガンに有用

¹⁶ 川本佳史、木村景一、世界トップの半導体材料を目指して、精密工学会誌、Vol.74、No.5、2008、pp.423-424。

¹⁷ 「半導体機能性材料の高度評価基盤開発」事後評価報告書（案）概要、第 33 回研究評価委員会資料 4-3-1、NEDO、2012.11、<https://www.nedo.go.jp/content/100514906.pdf>。

¹⁸ 日本経済新聞 2024 年 3 月 22 日朝刊 15 面。

なだけの構想として立案されたとみられるが、その後、習氏独裁の力と、西側の一部がそれを「経済安全保障」論としてフレームアップ材料に利用したことで、米欧日の経済産業政策が大転換するキッカケの一つになった。

6. (2010年代末以降) 米中対立顕在化の新時代とクラウド～AIの拡がり

(1) 半導体需要など：スマホ普及とクラウド化、生成 AI

対話型 AI「Chat (チャット) GPT」を米オープン AI が 2022 年 11 月 30 日に公開した。それ以降、生成 AI の商業的な応用が「業界横断型の生成 AI アプリケーション」「業界特化型の生成 AI アプリケーション」「生成 AI インフラ」の 3 つのカテゴリーで進んでいる。

半導体製造装置に関しては、2019 年ごろの露光装置のメーカーシェアは下表のごとくであり、EUV は ASML の独占状態となっている。

図表 波長別露光装置のシェア (2019 年)

単位：%

| 露光装置 (波長別) | 価格 | キヤノン | ニコン | Veeco | ASML | その他 | 全体 |
|----------------|--------|------|------|-------|------|-----|-----|
| g線 | | | | | | | |
| i線 (365nm) | 約4億円 | 55.2 | 12.8 | 23.5 | 8.5 | | 100 |
| KrF (248nm) | 約13億円 | 51.1 | | | 46.2 | 2.7 | 100 |
| ArFドライ (193nm) | 約20億円 | | 61.7 | | 38.3 | | 100 |
| ArF液浸 (193nm) | 約60億円 | | 5.7 | | 94.3 | | 100 |
| EUV(13.5nm) | 約200億円 | | | | 100 | | 100 |

出所) 露光装置 perfectGuide <https://www.exposure-equipment.com/> 2024 年 3 月 20 日閲覧。

(2) 政府の通商・産業政策とその効果

米国政府は、それまでのグローバリゼーション推進から一転して、2010 年代中葉から対中警戒を高めるようになり、2017 年以降のトランプ政権の下で、貿易摩擦から技術覇権争いまで、広汎に対立色を強めた。その一環で、半導体が、中枢課題である AI～コンピューティングの基盤手段として、米国による統制が効きやすい分野として強調されるようになった¹⁹

政府としては**産業競争力強化法**を成立させ (2013)、事業再編、業界再編はもとより、ベンチャー企業の育成のための支援を強化する方向付けを行った。その仕掛けをより強力に推し進めるものとして**産業革新機構**²⁰を改組し、新たに公的投資ファンドとしての**産業革**

¹⁹ 神田茂、米中対立と相互の経済的規制措置— 主な措置の概要と狙い —、立法と調査 2023. 12 No. 462

https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2023pdf/20231218130.pdf。

²⁰ 中田行彦、官民ファンドの功罪：産業革新機構、シャープ、JDI、ルネサンスの事例分析、経営情報学会 2019 年秋季全国研究発表大会、2019.10.16 r -10.20 p.34-37。

新投資機構（JIC）と（株）INCJ を設立した（2018）。

INCJ とルネサス：2010 年代初期は 2000 年代の事業再編、業界再編の流れが続き、2010 年にはルネサステクノロジと NEC エレクトロニクスが合併し、ルネサンスエレクトロニクスが設立された。2013 年 9 月 30 日、政府系ファンドである産業革新機構と顧客企業 8 社から第三者割当増資に伴う払い込みが完了したと発表した。これにより、政府が約 9 割出資する産業革新機構がルネサスの発行株式の当初 69.16% を掌握したため、ルネサスは実質的に国有化された。

政府は 2020 年代から産業政策として「5G 促進法」の改正（2021）²¹、「NEDO 法」改正（2021）²²、「経済安全保障推進法」（2022）を成立させ、半導体製造拠点の整備（例えば 2024 年に完成した TSMC の熊本への工場誘致）、重要物資である半導体の安定確保や AI の研究開発の支援を進めることになった。

2021 年に経済産業省は「半導体・デジタル産業戦略」を発表し、以後改訂を続けている。

（3）海外での半導体関連企業の動き

GAFAM 等の大口顧客がクラウドコンピューティングや人工知能（AI）といった急成長中の分野に合わせた独自の半導体を作り始めた。部品である半導体が製品そのものの競争力を左右するようになり、自動車や通信でも自前の開発能力を備える動きが広がる。例えば、Google は 2013 年から機械学習に特化した自社開発の AI チップの開発を開始。アマゾン（AWS）は 2018 年に機械学習の推論処理に最適化した独自開発の AI チップを発表、その後、クラウドサービスとして一般提供している。巨大テック企業は次の主戦場となる生成 AI を巡り、差異化を実現するために半導体開発でしのぎを削っている。

（4）海外での半導体生産の動き

EU は昨年、官民合同による 430 億ユーロの投資と助成金を通じて 2030 年までに半導体生産の世界シェア 20% 達成を目指すための半導体法を成立させている。

中国では 2019 年に始まった大基金の第二期の投資額は約 2000 億元（4 兆 2000 億円）に達し、ファーウェイのスマホ向けに半導体を供給した中芯国際集成电路製造（SMIC）などに投資をしてきた。米国との対立の長期化を受け、2024 年には投資規模が 4～6 兆円と想定される大規模な基金の第三期が構想されている²³。

²¹ 5G 情報通信システムに不可欠な大量の情報を高速度での処理を可能とするもので、国際的に生産能力が限られている等の事由により国内で安定的に生産することが特に必要なもの（特定半導体）に対する生産設備及び生産に対する金融支援を創設するなどの改正。

²² NEDO が認定計画に沿って実施される高性能半導体などの生産設備の整備に対して助成金を交付するための基金を設置した。6,170 億円を補正予算で計上。

²³ 日本経済新聞 2024 年 3 月 22 日朝刊 15 面。

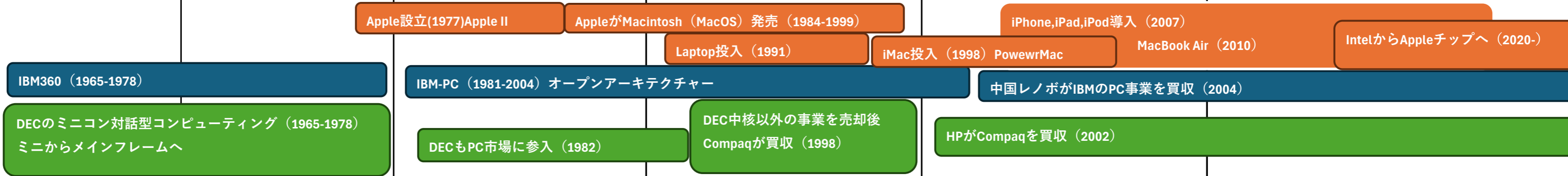
付録年表：

時代区分別半導体産業政策、企業、技術、市場動向

| 時代区分・年代 | 伸長・台頭期 | | | 敗退顕在化 | | 復活への胎動 | | | |
|------------------|---------------------------|--|--|--|---|--|---|--|---|
| | 戦後～1970年代 | 1970年代 | 1980年代 | 1990年代 | 2000年代～2010年代半ば | 2010年代末葉～20年代 | | | |
| 特徴的な政治、経済動向 | 戦後的体制とその変容 | | | 米国主導グローバル化 | | 西側一サウスの分極 | | | |
| | 固定相場制 | <ul style="list-style-type: none"> 金ドル交換停止 (1971) 固定相場制から変動相場制へ (1973) (ニクソンショック) ベトナム戦争終結 (1975)、 | <ul style="list-style-type: none"> AT & T分割 (1984) プラザ合意によるドル高是正 (1985) | <ul style="list-style-type: none"> 冷戦終結 (1989) グローバル経済化、 バブルの崩壊(1991)失われた10年：金融基盤の立て直し 半導体不況 (DRAM (1996, 1997)) 行政改革の一環としての「情報通信省」構想 (1997) | <ul style="list-style-type: none"> 90年代末葉からデジタル式携帯電話の世界的普及の本格化。 同時多発テロの発生 (2001) リーマンショック (2008) 失われた20年：産業構造問題 | <ul style="list-style-type: none"> 米中対立 (～台湾有事可能性) の下で、米欧も半導体「経済安全保障」政策へ、サプライチェーンの不安定化 台湾から日米欧へ半導体の製造拠点の分散が進む | | | |
| コンピューティング・ネットワーク | 電卓/電子腕時計/家電/電話通信の時代 | メインフレーム/電話通信時代 | ミニコン、ホビーPC/電話網デジタル化 | インターネット：IPネット | | | | | |
| 諸サービスの展開 | トランジスター、IC | | <ul style="list-style-type: none"> ME, メインフレーム以外のミニコン、ワークステーション、PCの登場 DRAMのコモディティ化 | <ul style="list-style-type: none"> PC-OSはIBM-DOSからWindowsへ (1992) ネット+PCの時代へ、半導体市場飛躍的拡大 | <ul style="list-style-type: none"> 90年代末葉からデジタル式携帯電話の世界的普及の本格化。 | 移動体通信環境 | | | |
| | | | | | クラウド台頭 Amazon、Salesforce等 | ビッグデータ/ニューラルネットAI | | | |
| 日本の半導体産業の状況 | 対米民生電子機器輸出がけん引した半導体黎明期 | 日本IC～LSI産業の離陸期 | 日本DRAM産業の世界的成功と日米半導体協定等 | 日本IC産業の下落・敗退1期：DRAM瓦解 | 下降・敗退2期：掛け声倒れて開花できなかったシステムLSI | 米中対立顕在化の新時代、クラウド化、IoT、AI技術の黎明期、サプライチェーンとデマンドチェーンにおける日本のIC産業の役割見直し | | | |
| 基本的な産業政策 | 電子工業振興臨時措置法 (電振法) 1957-71 | 特定電子工業及び特定機械工業振興臨時措置法 (機電法) 1971-78 | 特定機械情報産業振興臨時措置法 (機情法) 1978-85 | 特定産業構造改善臨時措置法 (産構法) 1983-87 | 産業構造転換円滑化臨時措置法 (円滑法) 1987-95 | 特定事業者の事業革新の円滑に関する臨時措置法 (事業革新法) 1995-2002 | 産業活力再生特別措置法 (産活法) 1999-2003 (産業再生法) 2003-2014 (産活法) | 産業競争力強化法 2013-18 2018-21 (改正) 2021- (改正) | 5G促進法改正 (2021)、NEDO法改正 (2021)、経済安全保障推進法 (2022) 成立 |
| 日本の国の半導体関連政策・施策 | | <ul style="list-style-type: none"> メインフレーム産業育成のための業界再編 (富士通と日立、東芝とNEC、三菱電と沖電気) 「IBM対抗機」の開発 (1972-1977) NTTが超LSI開発プロジェクトをスタート (1975-1980) 超LSI技術研究組合 (700億円) (1975-1980) とそれによる製造機器、材料産業の開花。 | <ul style="list-style-type: none"> 第5世代コンピューター研究プロジェクト (540億円) : ICOT (1982～1994) シグマプロジェクト (250億円) : 情報処理振興事業協会 (IPA) (1985-1990) | <ul style="list-style-type: none"> 半導体産業研究所SIRIJ設立 (1994-2015) 半導体理工学研究センターSTARC : 大学との共同研究・研究支援 (1995-2016) 半導体先端テクノロジーズ (Selete) 設立 (1996-2011) 技術組合超先端電子技術開発機構 (ASET) 1996-2007 総事業費921億円 (NEDO委託863億円) | <ul style="list-style-type: none"> 2000年初頭：主に製造技術にかかわる官民一体のプロジェクトがスタート (合計約1,200億円) 半導体あすかプロジェクト (2000)、Miraiプロジェクト (2001)、HALCAプロジェクト (2001)、ASPLA(2002)、EUVA(2002)、DINN(2001)、CASMAT(2003) 産業革新機構 (INCJ)設立 (2009-2018) | <ul style="list-style-type: none"> INCJを産業革新投資機構 (JIC)へ再編 (2018) 「半導体・デジタル産業戦略」 (2021) 「半導体・デジタル産業戦略」改訂で国内半導体拠点整備に2年間2兆円 (2023) 最先端半導体の国産化を目指すRapidus (ラピダス) に2600億円の追加支援 (2023) | | | |
| 産業政策と通信環境 | | | | 日米半導体協定 (1986-1996) | | | | | |

| 時代区分・年代 | | 伸長・台頭期 | | | 敗退顕在化 | | | 復活への胎動 | |
|-----------------|----------------------------|---|--|--|--|--|-----------------------------------|----------|--|
| | | 戦後～1970年代 | 1970年代 | 1980年代 | 1990年代 | 2000年代～2010年代半ば | 2010年代末葉～20年代 | | |
| 通信環境 | | | | 第1世代携帯通信 | 第2世代携帯通信 | 第3世代携帯通信（デジタル化） | 第4世代携帯通信 | 第5世代携帯通信 | |
| | | | ・JUNET実験 開始（1984） | ・日本発の商用インターネットサービス開始（1993） ・1990年当時、同一企業内のPCネットワーク（LAN）の利用増加、外部接続（VAN）は高額で一部利用のみ ・インターネット人口1155万人（総人口の9.2%）（1997） ・NTTドコモ、携帯電話を使ったインターネットサービス「iモード」の提供を開始（1999） ・ADSLの商用サービス提供開始（1999） | ・2000年初頭、通信は固定でFTTH、xDSL、無線でWiFi、WiMax、3GGSM等ブロードバンド通信技術が進展 ・日本のインターネット人口は4708万人（総人口の37.1%）（2000.12） ・日本のインターネット人口は8529万人（総人口の66.8%）（2005.12） | ・2015年ごろからはクラウド化の動きがはじまり、IoTも普及しはじめ、データセンタの需要拡大。集中型からエッジコンピューティングへ | | | |
| 日本の半導体製造設備産業の状況 | ・米国の模倣時代、製造は各社の内作装置によるのが主流 | ・半導体メーカーの製造装置の国産化比率は20%程度から80年代初めには、国内半導体メーカーの使用する製造装置の70%以上が国産化 | 微細化が進みリソグラフィはステップパに移行（80年代前半） ・1980年ニコン商用ステップパ発売 ・1984年キャノン商用ステップパ発売 ・1995年ごろまで日本の半導体露光装置は世界シェア70-75%を占める | プロセスの微細化、生産量の巨大化、ウェーハの大口径化による一工場数百億円という投資競争時代 ・1990年に日本は半導体製造設備で過去最高の世界シェア49% | ウェーハも300mmに大口径化、一工場千億円を超える投資が必要 ・日本のニコンとキャノンと並んで、オランダのASML社が台頭（ASLM：シェア50%を超え）（2002） ・露光装置光源がArFエキシマレーザーに移行、レンズの液浸化適用拡大 ・2010年代初頭、ニコン、EUV製造装置分野から撤退 | ・産業革新投資機構がJSRの買収を発表（2023） ・産業革新投資機構が新光電気工業の買収を発表（2023） | | | |
| | 日本の半導体利用産業の状況 | ・電卓・電子腕時計など半導体応用製品の対米輸出増（1960後半から70前半） ・日本の小企業ビジコン社がマイクロコンピュータの着想をインテル社と共同開発（1969） | ・LSI応用製品としてのME（AV,FA,OA）需要拡大 | ・1980年代半ばから始まったコンピュータのダウンサイジングによって、コンピュータシステムはメインフレーム中心からパソコンを中心とするシステムに変化 | ・90年代初頭でパソコンやワークステーションの出荷額が過半数を超える ・Windows 95発売（1995） ・総合電機メーカーの衰退、ME機器からネット系IT機器へシフト（1990年後半） ・携帯電話の普及が4割を超える（普及累積台数5411万台）（1999） | ・パソコンが半導体需要を拡大するも、Wintel体制が続く ・第3次デジタル革命によるPC, Internet, Digital Consumer, Wireless terminal等の融合機器の登場 ・スマートフォンが半導体の技術の進化を促し、市場規模を拡大させた | ・IoT化、AI関連、自動車などがComputing需要のある分野 | | |
| 日本の半導体産業の状況 | | | | | | | | | |

| 時代区分・年代 | | 伸長・台頭期 | | | 敗退顕在化 | | 復活への胎動 |
|--------------|--------------|--|---|---|--|---|---|
| | | 戦後～1970年代 | 1970年代 | 1980年代 | 1990年代 | 2000年代～2010年代半ば | 2010年代末葉～20年代 |
| 各国半導体関連企業の状況 | 日本半導体関連企業の状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソニー、トランジスタの工業化成功（1954）、 ・米国勢に匹敵する勢い（1958）、 | <ul style="list-style-type: none"> ・DRAM生産への特化。 | <ul style="list-style-type: none"> ・日本電気が半導体で世界一（1985-91）、 | <ul style="list-style-type: none"> ・日米半導体シェアの逆転（1992） ・東芝はNANDフラッシュの設計をサムソンにライセンス供与（1992） ・DRAMシェアで韓国メーカーが日本メーカーを逆転（1998） ・富士通、汎用DRAMから撤退（1999） ・エルピーダメモリ（DRAM集約）が発足（1999） | <ul style="list-style-type: none"> ・東芝DRAM事業撤退NANDに集中（2002） ・NECエレクトロニクスが発足（システムLSI）（2002） ・ルネサステクノロジー（日立+三菱：フラッシュメモリ）が発足（2003）、 ・FASL（富士通+AMD:フラッシュメモリ）が発足（2003） ・エルピーダが産活法の認定を受け政投銀から300億円の資本注入（2009） ・ルネサスエレクトロニクスを設立（ルネサステクノロジー+NECエレクトロニクス）（2010） ・エルピーダメモリが倒産（2012） ・米マイクロン社エルピーダ買収（2013） | <ul style="list-style-type: none"> ・TSMCジャパンデザインセンター開所（2019） ・「TSMCジャパン 3DIC研究開発センター」設立（2021） ・Rapidus設立（2022） ・台湾TSMCの熊本工場完成（2024） |
| | 米国半導体利用産業の状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・IBM・バロース・CDC（コントロールデータコーポレーション）・GE（ゼネラルエレクトリック）・ハネウェル・NCR・RCA・ユニパック（UNIVAC）の各社が商用コンピュータ（メインフレーム）を製造 ・Intel設立（1968） | <ul style="list-style-type: none"> ・ゲーム機メーカーAtari設立（1972） ・「Atari Video Computer System」（のちに「Atari 2600」に改称）を199ドルでリリース（1977） ・IBM-Future System構想発表（1977） ・USENETの開始（1979） | <ul style="list-style-type: none"> ・MPU応用のIBM-PC発売（1981） ・AppleがMacintoshを発売（1984） | <ul style="list-style-type: none"> ・DEC、SunMicro、Dell、Compaqが台頭 ・Appleが強力なマルチメディア及びインターネット対応のOS（NeXTSTEP）を開発したNeXTを買収（1996） ・Appleは不効率な米国生産から台湾への生産委託を開始（1998） ・DECがCompaqに買収される（1998） | <ul style="list-style-type: none"> ・AppleによるiPhone導入、iPodが収入の半分を占める（ほとんどの部品は米国外で生産）（2007） ・MacBook Air（2010）にフラッシュメモリー導入 | <ul style="list-style-type: none"> ・Appleは従来のIntelチップからARMベースのAppleチップに変えることを発表（2020） ・IBM：世界で初めて2ナノ半導体の開発技術を発表（2021） |
| | 米国半導体産業の状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ベル研のトランジスタ発明（1947-8） ・ジャック・S・キルビーによる半導体IC基本特許申請（1958） | <ul style="list-style-type: none"> ・日本のビジコン社との共同開発の結果、Intel世界初の4ビットMPU、Intel i4004発表（1971） ・米国半導体工業会（SIA）結成（1977）、 | <ul style="list-style-type: none"> ・HP社が日本のLSIの品質を評価（1980）、 ・最初のファブレス企業設立（1984）、 ・Intel DRAMから撤退しMPUに特化（1985） ・USTRダンピング訴訟（1985） ・Qualcomm設立（1985）、 ・日米半導体協定締結（1986-1996）、 ・SEMATECH設立（1988） | <ul style="list-style-type: none"> ・Intelの半導体世界シェアトップ（1992）。 ・グラフィックチップの寡占企業となるNVIDIAが設立（1992）、 ・MotorolaがDRAM撤退（1998） | <ul style="list-style-type: none"> ・マイクロンがハイニックスのDRAM部門を買収（2002）、 ・AMDは会社を設計と製造に分け、製造はFoundryとしてGlobalFoundriesという名称で設立（2009） ・NVIDIAがチップセット事業からの撤退を発表（2010） ・GlobalFoundriesがシンガポール籍のChartered Semiconductorを買収（2010） ・GlobalFoundriesがIBMのBig_Blue向けチップ生産部門を買収（2014） | <ul style="list-style-type: none"> ・GlobalFoundriesはEUV購入を止め、先端的ノード開発から撤退（2018） ・CHIPS法の成立（2022） ・対中半導体輸出規制の強化（2023） |



| 時代区分・年代 | | 伸長・台頭期 | | | 敗退顕在化 | | 復活への胎動 |
|-------------|-----------------------|--|---|---|--|---|--|
| | | 戦後～1970年代 | 1970年代 | 1980年代 | 1990年代 | 2000年代～2010年代半ば | 2010年代末葉～20年代 |
| | 台湾・韓国・中国企業の状況 | | <ul style="list-style-type: none"> サムソン電子、半導体事業参入（韓、1977）、 UMC設立（4インチウェハ）（台、1980） | <ul style="list-style-type: none"> サムソン電子が64KB DRAM量産開始（韓、1985）、 TSMC創設（台、1988）、 ファーウェイ設立（中、1987） | <ul style="list-style-type: none"> サムソン電子など韓国勢の台頭（韓、1990初め） Qualcommと韓国通信研究所（ETRI）がCDMAインフラの共同技術開発契約（韓、1991） VIS設立（8インチウェハ）（台、1993）、 サムソン電子が最初のNANDフラッシュ部品を出荷（韓、1994） サムソン電子がDRAMのシェアで世界一に（韓、1998）、 ハイニックス社の発足（韓、1999） | <ul style="list-style-type: none"> サムソン電子がARMと長期包括ライセンス契約を締結（韓、2002） サムソン電子がNANDフラッシュ市場で54%シェア（韓、2002） 「大基金（Big Fund）」と呼ばれる政府系のファンドを立ち上げ（中、2014）、 「Made_in_China_2025」チップ生産の輸入シェアが85%（中、2015） | <ul style="list-style-type: none"> 「大基金」の第二期（中、2019） 台湾への投資回帰を促す補助金等の優遇策を始動（台、2019） 「半導体超強大国達成戦略」の発表（韓、2022） 台湾版CHIPS法の改正案が可決（台、2023） 半導体関連等の設備投資に対し税額控除率を引き上げを盛り込んだ「租税特例制限法改正案」が可決（韓、2023） |
| | 欧州の状況 | | | <ul style="list-style-type: none"> ECは共同研究技術開発プログラムとしてEUREKAを発足（1984）当初58億ドルの資金を投入 ベルギー政府は海外を含む産学官の提携によるマイクロエレクトロニクス分野の強化を行うためIMECを設立（1984） | | | <ul style="list-style-type: none"> 生産拠点誘致に向けた「欧州半導体法」の成立（2023） |
| 上位レイヤーでの問題 | 米国の対日位置づけ | 戦後的な対日支援の視点 | | | 米国の競争相手として厳しく接する態勢 | | |
| | 防衛と半導体産業の関係 | <ul style="list-style-type: none"> 軍需が半導体を牽引。技術開発で圧倒的リード。 1968年民需が軍需を上回る | <ul style="list-style-type: none"> 半導体スタートアップのゆりかごとしての軍需 | <ul style="list-style-type: none"> 米国は安全保障面から先端半導体技術競争へのコミットメント DARPAのVHSIC計画（1980-1990）Dual技術としてのVLSI実用化 | | | <ul style="list-style-type: none"> CHIPS法の成立（2022） 対中半導体輸出規制の強化（2023） |
| 周辺・異分野からの問題 | 金融・イクイティ・ファイナンス | | <ul style="list-style-type: none"> 外為法の改正（1980）で対外取引を原則自由とする法体系へ | <ul style="list-style-type: none"> 対日貿易赤字対応としてG5で「プラザ合意」（1985）⇒結果としての急速な円高 過剰なドル高を防ぐためのルーブル合意（1987）で為替は安定 | <ul style="list-style-type: none"> 改正外為法（1998）で事前の許可・届出制度を原則として廃止（為替業務の完全自由化）。 日銀のゼロ金利政策（1999） | <ul style="list-style-type: none"> 日銀が量的質的金融緩和開始（2013） | |
| | 為替レート | 1ドル = 360～260円程度（1970-75） | 1ドル = 300～180円程度 | 1ドル = 270～125円程度 | 1ドル = 150～80円程度 | 1ドル = 125～80円 円の戦後最高値1ドル = 75円32銭（2011） | 1ドル = 107～148円 |
| | 政府・省庁の能力制約 | <ul style="list-style-type: none"> 官庁の縦割り行政 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 縦割り行政からの脱却 | <ul style="list-style-type: none"> 官庁横断的な産業構造改革 |
| | 人材に対する広範な制度慣行問題、ガバナンス | <ul style="list-style-type: none"> 就業ではなく、就社意識の蔓延 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 2010年代、中小企業のM&Aは右肩上がりの「急成長フェーズ」 | <ul style="list-style-type: none"> 事業継承型と成長戦略型のM&Aの活発化 |

出所：各種情報源からドゥリサーチ研究所作成・文責