

&lt;論文&gt;

## デジタル時代の新潮流 —半導体産業の展望—

渡 部 順 一

キーワード：ビジネスモデル、半導体産業、ファブレス企業、ファンドリ企業、  
垂直統合型ビジネスモデル、水平分業型ビジネスモデル、  
TSMC（台湾積体電路製造股份有限公司）

### 1. はじめに

#### (1) 背景

世界のビジネス界における日本の地位の低下が著しい。例えば、国内総生産（Gross Domestic Product。以下、「GDP」）において、2011年に中国に世界第二位の地位を譲り、その差は広がるばかりである。2024年2月28日付の日本経済新聞では、「2023年の日本の名目GDPは、人口が3分の2のドイツに抜かれ世界第4位に転落した。数年後にはインドにも抜かれそうだと取りざたされている<sup>1</sup>」と報じられている。

例えば、スマートフォン（Smartphone）やPC（Personal Computer）など我々の生活に深く根付いている半導体産業は、1970年代に米国カリフォルニア州シリコンバレーを中心に勃興し、1980年代には日本の大手家電メーカーがDRAM<sup>2</sup>製造で世界を席卷したものの、1990年代以降CPU<sup>3</sup>に特化した米国インテル<sup>4</sup>が成功を収め、2000年代以降は韓国、台湾の企業が隆盛を極めるようになってきている。現在では、ゲーム機器やAI<sup>5</sup>機器に活用される

---

<sup>1</sup> 同紙では、「内需産業を含む生産性の違いが映された購買力平価換算（Purchasing power Parity, PPP）のGDPは日本が4位で、ドイツは5位である（1位は中国、2位は米国。すでにインドは2009年に日本を抜き3位）」とも報道している。

<sup>2</sup> Dynamic Random Access Memory。

<sup>3</sup> Central Processing Unit（中央演算処理装置。以下、「CPU」）。

<sup>4</sup> Intel Corporation。2023年10月16日閲覧。<https://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/company-overview/profile.html>。

なお、注における企業のURLは、本稿で最初に参照したURLを記載している（以下、同じ）。

<sup>5</sup> Artificial Intelligence。人工知能（以下、「AI」）。

GPU<sup>6</sup>の製造を行っている米国エヌビディア<sup>7</sup>が著しく業績を伸ばしている。その中で、半導体産業、特に、半導体の製造（以下、「半導体製造業」）の世界のビジネス界における日本の地位は、徐々に低下してきており、これまでの日本のビジネスモデルの再検討が必要とされている。

## (2) 問題意識

1970年代から80年代にかけての日本の製造業のビジネスモデルはJust In time生産システムに代表されるトヨタ生産方式<sup>8</sup>により、Vogel（1979）が「Japan as Number One」と唱えたように高く評価されていた。その当時、半導体産業に携わる日本の大手家電メーカーは、原料の調達、半導体の開発、製造、及び、販売まで手掛ける「垂直統合型」のマネジメントを行っていた。

ところが、現在では、Miller（2022）は、半導体製造業の流れについて、「日本企業が保有するイギリス拠点の企業『ARM<sup>9</sup>』の設計図を使い、カリフォルニア州とイスラエルの技術者チームによって、米国の設計ソフトウェアを用いて設計される。完成した設計は、超高純度のシリコンウェハーや特殊なガスを日本から購入している台湾の工場へと送られる。その設計は、原子数個分の厚さしかない材料のエッチング、成膜、測定が可能な世界一精密な装置を用いて、シリコンへと刻み込まれる。（中略）製造が終わると、半導体はたいてい東南アジアでパッケージングとテストが行われ、次に中国へと送られて携帯電話やコンピュータへと組み立てられる<sup>10</sup>」と論じて、国際分業された「水平分業型」のマネジメントが行われていると指摘している。その上で、その製造装置についても、「こうした装置を生産しているのは主に5社で、1社がオランダ、1社が日本、3社がカリフォルニアの企業だ。その装置がなければ、先進的な半導体を製造することは基本的に不可能だ<sup>11</sup>」と指摘している。従って、日本は半導体製造業において、「垂直統合型」のビジネスモデルから脱却して過去の栄光を取り戻す、あるいは、より隆盛を極めるためには、新しい収益モデルの構築が求められていると言えよう。

---

<sup>6</sup> Graphics Processing Unit（以下、「GPU」）。画像処理装置。当初は、ゲーム用の演算に用いられていたが、近年AIの演算に用いられることにより、飛躍的に市場規模が拡大している。Kim（2024）（邦訳220-223頁）によると、エヌビディア（NVIDIA Corporation. <https://www.nvidia.com>）の命名によるという。

<sup>7</sup> 創業者の一人（現、社長兼CEO）Jen-Hsun “Jensen” Huang（黄仁勳）は1963年台湾台南市の生まれ、スタンフォード大学で修士号を取得し、Advanced Micro Devices, Inc.（通称、「AMD」）（<https://www.amd.com/>）等を経て、1993年米国でエヌビディアを起業した。

<sup>8</sup> 例えば、大野（1978）。

<sup>9</sup> ARM Holdings Public Limited Company。2023年10月16日閲覧。<https://www.arm.com/ja/>。

<sup>10</sup> Miller（2022）。邦訳23頁。「アーム」を英文表記の「ARM」に記載変更。

<sup>11</sup> Miller（2022）。邦訳23頁。

### (3) 本稿の目的と課題

本稿は筆者が宮城学院女子大学より2022年度から2024年度まで「研究助成費C」の支援を受けた、研究テーマ「AIを用いた意思決定支援システムの有効性に関する研究」（研究代表者 渡部順一）の成果の一環として、日本の半導体産業の展望、特に、半導体製造業の方向性について、明らかにすることを目的としている。

具体的な課題として、本稿では、広義の「ビジネスモデル」と狭義の「ビジネスモデル」について言及した上で、半導体製造業とそのビジネスモデルを概観し、半導体製造業における日本の「垂直統合型」のマネジメントのビジネスモデルと台湾積体電路製造<sup>12</sup>に代表される「水平分業型」のマネジメントのビジネスモデルを事例として取り上げて検討する。

本稿の成果として、日本は半導体製造業において、垂直統合型のビジネスモデルから脱却して過去の栄光を取り戻す、あるいは、より隆盛を極めるためには、新しい収益モデルの構築への示唆が得られると言えよう。また、今後の日本の半導体製造業、そして、半導体産業のビジネスモデルの方向性とその展開についても検討していくものである。

### (4) 本稿の手法と構成

現在の半導体製造は、クリーンルームにおいて精密機械にてほぼ自動化されて行われおり、機密保持性が極めて高いこともあって、文献調査を精査する方法により主たる分析を行うこととする。ただし、筆者は、1980年代から1990年代にかけて先端情報機器製造業に従事していること、2000年代に中国蘇州工業園区における半導体製造業の調査を行っていること、及び、2010年代に東北大学マイクロシステム融合研究センター<sup>13</sup>の調査を行っていることから、その知見も分析の際に活用することとする。

本稿は、以下の構成からなる。

#### 1. はじめに

- (1) 背景
- (2) 問題意識
- (3) 本稿の目的と課題
- (4) 本稿の手法と構成

#### 2. 先行論文調査

- (1) ビジネスモデル

---

<sup>12</sup> 台湾積体電路製造股份有限公司。2023年10月16日閲覧。  
英名、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company（以下、「TSMC」）。<https://www.tsmc.com/japanese>。

<sup>13</sup> <https://www.mu-sic.tohoku.ac.jp/>。2025年10月19日最終閲覧。

- (2) 半導体産業とは
- (3) 先行論文調査からの示唆
- 3. 日本と台湾における半導体製造業のビジネスモデルの比較
  - (1) 半導体製造業における日本の垂直統合型ビジネスモデル
  - (2) 半導体製造業における TSMC の水平分業型ビジネスモデル
  - (3) 日本と台湾における半導体製造業とのビジネスモデルの比較からの示唆
- 4. 結論
  - (1) 日本は半導体製造業の新しいビジネスモデルを構築できるか
  - (2) 垂直統合型ビジネスモデルと水平分業型ビジネスモデルの比較から得た知見
  - (3) 本稿の意義と課題
  - (4) 今後の展望と残された研究課題

## 2. 先行論文調査

### (1) ビジネスモデルとは

#### ① ビジネスモデルとは

例えば、Osterwalder & Pigneur（2012）はビジネスモデルについて、「どのように価値を創造し、顧客に届け、自らも収益として獲得するかを論理的に記述したもの<sup>14</sup>」と定義しているものの、定説としての定義は定まっておらず、その時代の経営戦略の一形態として捉えられることも多い。

#### ② 広義のビジネスモデル

三谷（2014）はビジネスモデルについて、「旧来の戦略的フレームを拡張するためのコンセプト・セットであり、その目的は多様化・複雑化・ネットワーク化への対応である<sup>15</sup>」と定義した上で、「ビジネスモデル」の使われ方の変遷についてⅠ期からⅢ期に分けて、事例を交えて論じている。（表1）

ここで、「広義のビジネスモデル」を、井上（2019）がビジネスモデルを「事業レベルの戦略と表裏一体の関係にある<sup>16</sup>」と論じているように、経営戦略論の一つの形態として捉えることとする。すなわち、企業全社の経営戦略のうち、その事業分野の戦略として行われるマネジメントそのものとして、「持続的な競争優位の源泉」や「イノベーションの源泉」をどのようにして構築し、その事業目的をいかに達成していくかに焦点を当てた、より幅広い概念として

---

<sup>14</sup> 井上（2019）。70頁。

<sup>15</sup> 三谷（2014）49頁。

<sup>16</sup> 井上（2019）。53-54頁。

表1 「ビジネスモデル」の使われ方の変遷

	I 期	II 期	III 期
時期	～ 1990	1991 ～ 2001	2002 ～
用途	積極的には使われなかった	①eビジネスの事業プランの説明用	②持続的競争優位性の分析枠組み ③イノベーションの源泉
事例	・メディチ家 ・トラベラーズチェック ・クレジットカード	・クレジットカードでのオンライン決済 ・ペイパル	・スクエア ・ペイパル ヒア ・楽天スマートペイ ・コインー

(出典) 三谷 (2014)。6頁。

用いていく。したがって、この「広義のビジネスモデル」の善し悪しによって、企業業績が大きく変動することになっていく。

### ③狭義のビジネスモデル

日本においては「ビジネスモデル」を、特許庁が定める「ビジネス関連発明」として捉えることも多い。特許庁 (2022) では、「特許制度は技術の保護を通じて産業の発達に寄与することを目的」としており、「販売管理や、生産管理に関する画期的なアイデアを思いついたとしても、アイデアそのものは特許の保護対象にはならない」とするものの、「そうしたアイデアが ICT<sup>17</sup> を利用して実現された発明は、ビジネス関連発明<sup>18</sup> として特許の保護対象となる」と規定している。(図 1)

ここで、「狭義のビジネスモデル」を、特許庁の定める「ビジネス関連発明」として捉えることとする。したがって、規定された概念として用いていく。

### ④本稿における「ビジネスモデル」とは

本稿では、「ビジネスモデル」を「広義のビジネスモデル」として捉え、半導体産業のビジネスモデル、特に、半導体製造業におけるマネジメントのビジネスモデルについて、検討していくこととする。

## (2) 半導体産業とは

### ①半導体とは

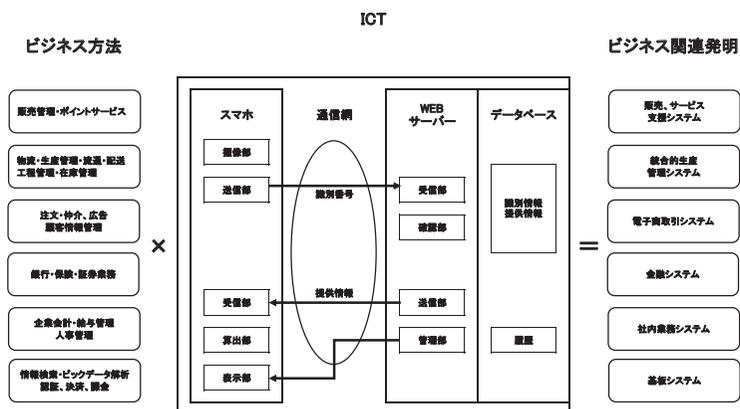
湯之上 (2023) は半導体について、「電気が流れる金属などの導体と、電気が流れないガラ

<sup>17</sup> Information and Communication Technology。情報通信技術。

<sup>18</sup> 原注。

IPC (International Patent Classification : 国際特許分類) 又は FI (IPC を細分化した日本国特許庁独自の特許文献の分類) として G06Q が付与された特許出願をビジネス関連発明と定義している。

G06Q については、以下を参照のこと。2023 年 10 月 22 日閲覧。https://www.jpo.go.jp/cgi/cgi-bin/search-portal/narabe\_tool/narabe.cgi?keyword=G06Q.



(出典) 特許庁 (2022)

図1 特許庁におけるビジネス関連発明

スなどの絶縁体の中間にあって、条件次第で電流が流れたり流れなくなったりする物質のことである。代表的な半導体としては、シリコン<sup>19</sup>がよく知られている。ただし、世間一般に『半導体』と呼ばれているものは、正確には『半導体集積回路<sup>20</sup>』のことを指している<sup>21</sup>と説明している。その上で、集積回路とは、「シリコンという半導体基板上に形成したトランジスタという素子を集積して電子回路を構成したもの<sup>22</sup>」であり、トランジスタとは、「シリコン基板上に形成されたトランジスタは、ゲート電極、その下の薄い絶縁膜、電子がたくわえられているソースと、その受け手のドレインから構成<sup>23</sup>」されており、「ゲート電極に電圧を印加すると、ソースからドレインに電流が流れる<sup>24</sup>」と説明を加えている。

王 (2021) は半導体の技術開発について、「1948年、米国のベル研究所が半導体の特性を用いて世界初のトランジスタをつくり、『半導体時代』の幕が切って落とされた。ゲルマニウム<sup>25</sup>・トランジスタに始まり、次にシリコン・トランジスタ、そして1958年にロバート・ノイスとジャック・キルビーが相次いで『集積回路』を発明し、これが主流となっている。その後、半導体は『ロジック』『CPU』『メモリー』の大きく三つに分かれて発展した<sup>26</sup>」と概観している。

<sup>19</sup> silicon。原子番号14の元素。元素記号はSi。珪素、硅素とも呼ばれる。

<sup>20</sup> Integrated Circuit, IC。通常、「集積回路」と記述されることが多い。本稿では、以下、「集積回路」として記述する。

<sup>21</sup> 湯之上 (2023)。43頁。

<sup>22</sup> 湯之上 (2023)。43頁。

<sup>23</sup> 湯之上 (2023)。44頁。

<sup>24</sup> 湯之上 (2023)。44頁。

<sup>25</sup> Germanium。原子番号32の元素。元素記号はGe。

<sup>26</sup> 王 (2021)。邦訳34頁。

今後、さらに集積度を上げるために、2.5次元や3次元の多層構造化への技術が開発されつつある。

## ②半導体産業の成長と日本の凋落

黒田（2023）によると、世界の半導体産業を概観すると「1982年に150億ドル（約3.7兆円）だった半導体市場が2021年には5,000億ドル（約65兆円）に達した。平均年率9.4%の高度成長が40年続いている<sup>27</sup>」という。1960年代から1970年代の電卓競争に始まり<sup>28</sup>、1970年から1995年にかけての家電、1985年から2010年にかけてのPC、そして2000年から2025年にかけてのスマートフォンが成長の起爆剤となり、現在では、「普段利用している入退室を自動で管理するセキュリティー機器からエアコン、冷蔵庫、空気清浄機、テレビ、オーディオ、スマートフォン、ノートPC、タブレット、ゲーム機まで、私たちの身の回りでは、家電製品や住設機器のスマート化が進んでいる。これらの機器の緻密な制御には、高度なプログラミングのソフトウェアが必要であり、それは機器の心臓部に数多くのICチップが使われることを意味する<sup>29</sup>」として、ますますの技術革新と市場拡大が期待されるようになっている。

一方、日本の半導体産業を概観すると、経済産業省が2021年6月に発表した半導体戦略において、「1988年に50%あった日本企業の世界シェアが、その後坂道を転げるように一直線に下降して、今では10%としかない<sup>30</sup>」とした資料を公表した。

黒田（2023）は、「この30年間に、（中略）日本はまったく成長できなかった。世界市場は、今後さらにデジタル革命の追い風を受けて年率8%で急成長し、2030年には現在の2倍の100兆円を突破する勢いである<sup>31</sup>」と指摘している。統計による、世界の半導体の市場規模については、2000年度の204,394億ドルから2025年度予測で700,874億ドルと300%を超える伸びを示している。その中で、米国においては同じく64,071億ドルから230,256億ドルと350%を超える伸び、アジアパシフィックにおいては同じく51,264億ドルから370,613億ドルと700%を超える伸びを示しており、米国、アジアパシフィックの半導体市場が拡大している。一方で、日本は、同じく46,749億ドルから47,037億ドルと25年でほぼ横ばいの市場規模となっており、PC分野、スマートフォン分野、そして、生成AI分野で市場形成に大きく後れを取る事となった。（図2）

また、主要な半導体市場の地域別シェアにおいても、DRAM、CPU、及び、GPUと変遷するにつれて、日本は主要なプレーヤーの地位を次第に低下させていく事となった。米国においては1990年度に38%から2020年度に55%に増加しており、アジアパシフィックにおいて

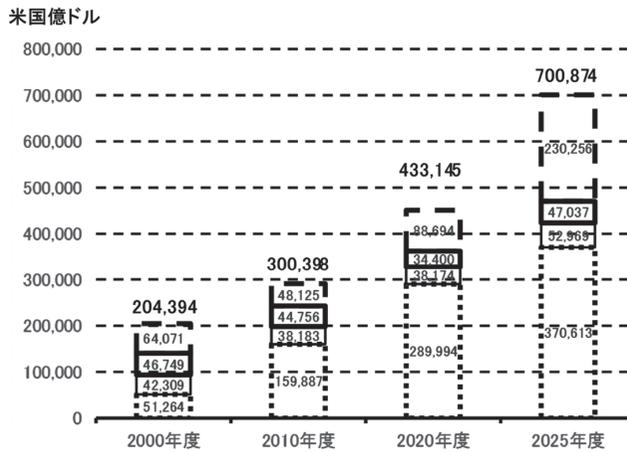
<sup>27</sup> 黒田（2023）17頁。

<sup>28</sup> 例えば、嶋（1978）では当事者として、開発に携わった経験が執筆されている。

<sup>29</sup> 王（2021）邦訳30頁。

<sup>30</sup> 経済産業省（2021）、17頁。

<sup>31</sup> 黒田（2023）。36頁。



--- 米国    ——— 日本    ——— ヨーロッパ    ..... アジアパシフィック

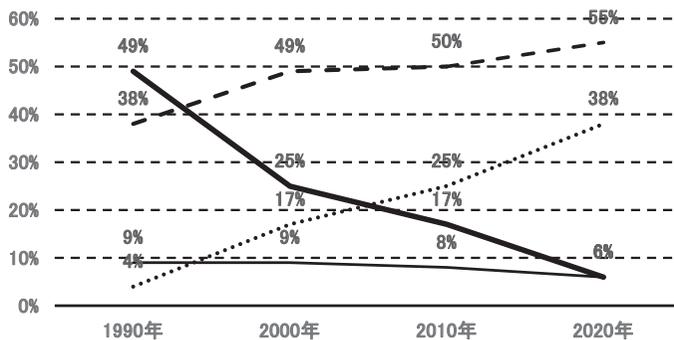
(注) 単位 (USM\$ (米国億ドル))、地域名は編集。総計は、これ以外の地域も含む。各年度秋季半導体市場予測 (2000年は「2005年予測」から抜粋)。2025年度のみ「春季予測」。

(出典) 一般社団法人電子情報技術産業協会。

<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/wsts/index.html>

2025年8月26日最終閲覧。

図2 世界の半導体の市場規模



--- 米国    ——— 日本    ——— ヨーロッパ    ..... アジアパシフィック

(原注) (出所) IC Insight。

(出典) 菊地 (2023)。1990年から10年ごとのグラフに編集。

図3 半導体市場の地域別シェア (本社所在地ベース)

は同じく4%から38%へと増加している。米国、並びに、アジアパシフィックは、世界の半導体市場シェアにおいて、重要度が高くなっていると言えよう。一方で、日本は1990年度に49%を占めていたものが、2020年度には6%に低下しており、技術開発に遅れを取り、世界の半導体市場において重要度が著しく低下してきていると言えよう。(図3)

表2 半導体産業における製造業の売上高ランキングの変遷

企業名	売上高 (億ドル)	企業名	売上高 (億ドル)	企業名	売上高 (億ドル)	企業名	売上高 (億ドル)
NEC(日本)	43.22	インテル(米國)	297.50	インテル(米國)	414.30	インテル(米國)	727.59
東芝(日本)	42.02	東芝(日本)	112.14	サムソン(韓國)	282.56	サムソン(韓國)	577.29
モトローラ(米國)	35.39	NEC(日本)	110.81	東芝(日本)	123.76	SKハイニックス(韓國)	258.54
日立(日本)	35.16	サムソン(韓國)	106.00	TI/テキサス(米國)	123.56	マイクロン(米國)	220.37
インテル(米國)	31.71	TI/テキサス(米國)	91.00	ルネサス(日本)	103.68	クアルコム(米國)	176.32
富士通(日本)	25.99	モトローラ(米國)	80.00	ハイニックス(韓國)	103.50	ブロードコム(米國)	157.54
TI/テキサス(米國)	25.74	STマイクロ(スイス)	79.48	STマイクロ(スイス)	102.90	TI/テキサス(米國)	138.19
三菱電機(日本)	21.08	日立(日本)	72.82	マイクロン(米國)	88.84	メディアテック(台湾)	108.43
フィリップス(オランダ)	19.55	現代(韓國)	68.87	クアルコム(米國)	71.67	エヌビディア(米國)	108.43
松下電器(日本)	18.26	インフィニオン(ドイツ)	67.15	インフィニオン(ドイツ)	66.80	キオクシス(日本)	103.74
1990年		2000年		2010年		2020年	

(注) タイトル、国名を編集。

(原注) (出所) Garther。1990年のシェアは朝日新聞社出所の市場規模からポジテン算出。

(出典) <https://positen.jp/1480>。2025年8月24日最終閲覧。

さらに、半導体製造業の売上高ランキングにおいても、1990年度には日本企業がベストテンに6社名を連ねていたが、2020年度には1社のみとなっている。(表2)

これらのことから、世界の半導体産業、特に、半導体製造業において、日本の重要度が長期的に凋落してきていることが伺え、世界の先端産業における日本の重要度が徐々に低下していることの裏付けともなり、半導体製造業を復権させるには、これまでとは違ったビジネスモデルが必要とされるのである。

### ③半導体製造業のビジネスモデル

本稿では、半導体製造を、「設計工程」、「前工程」、及び、「後工程」の3つの工程として、検討している。(表3)

このうち、「設計工程」、「前工程」、及び、「後工程」の3つの工程のすべて、あるいは、3つの工程の主要な部分を自社内で行おうとする製造のマネジメントを、「垂直統合型<sup>32)</sup>」ビジネスモデル、また、設計工程を専門に行うファブレス<sup>33)</sup>企業、前工程を専門に行うファウンド

<sup>32)</sup> 「Integrated Device Manufacturer (IDM)」と記述されることもある。

<sup>33)</sup> fabless. fab (fabrication facility、つまり「工場」)を持たない会社のこと。工場を所有せずに製造業としての活動を行う企業を指す造語およびビジネスモデルである。

表3 半導体製造の工程

設計工程	設計	EDA (Electronic design Automation) ツールを用いて合成・検証・シミュレーションを繰り返し、論理回路・パターン・レイアウトの設計を行う
	フォトマスク	シリコンウェハー上に多数のICを作り込むため、3次元構造を有するICの各層のパターンを転写するフォトマスク (Reticle) を作製する
前工程	FEOL Front End Of Line	さまざまな装置と材料、およびフォトマスクを用い、シリコンウェハー上に多数のICを作り込む工程の前半部分 (トランジスタなどの素子形成)
	BEOL Back End Of Line	さまざまな装置と材料、およびフォトマスクを用い、シリコンウェハー上に多数のICを作り込む工程の後半部分 (配線形成)
	ウェハー・ プローブ検査	完成したシリコンウェハー上のICチップの1個1個に探針 (Probe) を当て、電気特性を測ってチップの良・不良を判定する
後工程	ダイシング	検査の終わったシリコンウェハーを、ダイヤモンドカッター (dicer) により1個1個のICチップに切り分ける
	組立	選ばれた良品ICチップをパッケージに搭載し、チップ上の電極とパッケージのリード線を細かいワイヤーで接続し、パッケージに封止・収納する
	信頼性試験	ICの信頼性を評価する (burn-in test)
	最終検査	製品スペックに沿って、ICの特性を測定・検査し、ICとしての良品・不良品を判定する

(原注) burn-in test：温度と電圧を掛けた信頼性の加速試験。

(出典) 菊地 (2023)。48頁。菊地 (2023) では、半導体を作る工程を、四つに分類している。そのうちの第二分類を編集、加筆して掲載している。

り<sup>34</sup> 企業、及び、後工程のアッセンブリーを専門に行う OSAT<sup>35</sup> の3つに大別できる製造のマネジメントを、「水平分業型」ビジネスモデルとして、「半導体製造業における日本企業の垂直統合型ビジネスモデル」と「半導体製造業における TSMC の水平分業型ビジネスモデル」を比較する。

### (3) 先行論文調査からの示唆

これまで、先行論文調査において示したように、半導体産業について「技術の変遷」に伴う「売上高」や「マーケットシェア」からの分析が多かった。技術者などからは、「マーケットシェア」を見据えた今後の開発指針の一助として一定の評価を受けることが出来よう。しかし、持続的な競争優位を模索する企業を経営する経営者や半導体製造業に関して実際に組織を運営する管理者にとって、マネジメントの視点からの検討が充分とは言えない状況となっているのではないかと。実際に、経営者、あるいは、管理者にとっては、ベンチマーキングの対象な

<sup>34</sup> foundry、原義は「鋳造所」。半導体産業において、実際に半導体デバイス (半導体チップ) を生産する工場のことを指す。ファウンドリ、また、fabrication facility (製造工場)、あるいは、ファブ (fab) と呼ばれることもある。またファウンドリ・サービスという半導体製造のみを専門に行うビジネスモデルのことを指す場合もある。

<sup>35</sup> Outsourced Semiconductor Assembly & Test。パッケージングからテストまでの後工程を請け負う (菊地 (2023))。

どとして、他社の事例が参考になることも多い。

そこで、本稿においてはマネジメントの視点からの分析の一つとして、ビジネスモデルの枠組みを用いて、半導体産業、特に、半導体製造業について、垂直統合型ビジネスモデルと水平分業型ビジネスモデルに大別して、事例分析を行っていく。

事例分析には、時系列に事実を書き連ねていく方法など多様なものがあるが、事実の羅列にしかないこともある。一つの分析枠組みで、事例を分析することにより、事例間の比較検討が容易になることも多い。本稿では、こうした観点を取り入れて、半導体製造業における日本企業の垂直統合型ビジネスモデルと半導体製造業における TSMC の水平分業型ビジネスモデルを比較、分析検討していく。

### 3. 日本と台湾における半導体製造業のビジネスモデルの比較

#### (1) 半導体製造業における日本企業の垂直統合型ビジネスモデル<sup>36</sup>

湯之上（2023）によると、「日本の垂直統合型では日立<sup>37</sup>、東芝<sup>38</sup>、NEC<sup>39</sup>など各社が独自の設計ツールを開発し、独自の手法で設計を行い、それを基に、独自の方法で前工程のプロセス開発を行って SOC<sup>40</sup>を量産し、独自のパッケージにチップを封入していた。設計から完成までをすべて一社で行う垂直統合型では、当然、日立の半導体と、東芝の半導体には互換性がない<sup>41</sup>」とする。（図4）

藤本（2001）は、品質概念を「総合品質」、「設計品質」、及び、「適合品質（製造品質）<sup>42</sup>」に分けて論じて、総合品質を「その製品自体がユーザーに与える顧客満足（customer satisfaction）の度合い」と定義した上で、設計品質と製造品質から構成されるとする。ここで、設計品質は、「製品・工程の設計段階で意図された製品の機能・性能・外観などであり、『製造の目標としてねらった品質』、あるいは、顧客に対してあらかじめ約束した製品機能である」とし、製造品質を「設計段階でねらった機能・外観等が、ユーザーの購買段階あるいは使用段階で、現物の製品の中にも実現されているかどうかを示す概念である。つまり、現物がどの程度、設計図どおりにできているかを示す尺度である」と説明している。

藤本（2001）の論に従えば、日本の垂直統合型ビジネスモデルでは、設計工程、前工程、

<sup>36</sup> 大見（2004）参照。

<sup>37</sup> 株式会社日立製作所。https://www.hitachi.co.jp/

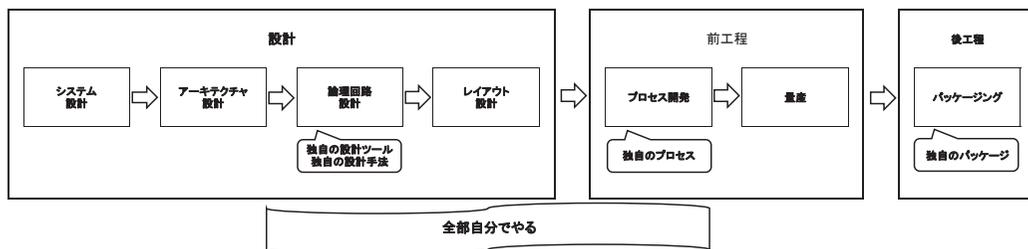
<sup>38</sup> 株式会社東芝。https://www.global.toshiba/jp/top.html

<sup>39</sup> 日本電気株式会社。https://jpn.nec.com/

<sup>40</sup> System-on-a-Chip (SOC, SoC)。シリコンウェハー上にシステム機能を搭載した LSI（菊地（2023）。XV Ⅲ頁）。

<sup>41</sup> 湯之上（2023）。71-72 頁。

<sup>42</sup> 以下、「製造品質」。



(出典) 湯之上 (2023)。71頁。

図4 半導体製造業における日本企業の垂直統合型ビジネスモデル

及び、後工程で企業組織内での多くの調整が必要となり、製造段階が次の工程移るに際して所定の性能が達成されているか都度最適性を考慮して擦り合わせが必要となる。所定の性能が達成されていないとすると前段階の工程で作り直さなければならない。また、すべての工程が終わった段階で、総合品質が当初予定された性能になっているかどうかを検証しなければならず、設計品質と製造品質が適合していても、その適合が予定された総合品質に最適化されていなければ、完成品は廃棄されて最初から製造のやり直しを余儀なくされる。労力と時間のかかる高コストの製造マネジメントシステムとなる。

## (2) 半導体製造業における TSMC の水平分業型ビジネスモデル

湯之上 (2023) によると TSMC の水平分業ビジネスモデルについて、「TSMC は、設計、前工程、後工程を、徹底的に水平分業し、それぞれの世界標準化を推し進めた。まず、設計については、米国シノプス<sup>43</sup>、ケイデンス<sup>44</sup>、メンター<sup>45</sup> など世界標準の設計ツール（以下、「EDA<sup>46</sup>」）ベンダーを協力して、その設計ツールに、セルと呼ばれる数百種類の機能モジュールを搭載した。その集まりをセルライブラリと呼ぶ。その代表的なセルとしては、ARM が提供するプロセッサ<sup>47</sup>があるが、セルライブラリに搭載されているセルはすべて動作が検証済みであり、さらに TSMC が前工程のプロセスも開発済である。このようなお膳立てが整った後、TSMC に生産委託するファブレスは、EDA ツールに搭載されたセルライブラリから、必要なセルを選択して、まるでパズルのピースを並べるように設計すればよい。以上のように、ARM などの上流の回路設計データ（セル）を提供するベンダー、EDA ツールベンダー、ファブレス、ファ

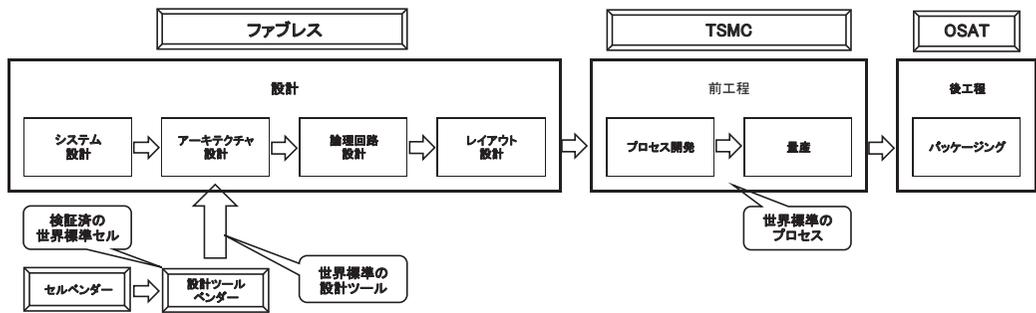
<sup>43</sup> Synopsys International Ltd. <https://www.synopsys.com/ja-jp.html#>

<sup>44</sup> Cadence Design Systems, Inc. [https://www.cadence.com/ja\\_JP/home.html](https://www.cadence.com/ja_JP/home.html)

<sup>45</sup> Mentor Graphics Corporation. <https://www.mentorg.com.jp/>

<sup>46</sup> Electronic Design Automation。「以下、『EDA』」の記述は、筆者加筆。

<sup>47</sup> Processor。CPU と GPU、FPU (Floating Point Unit) などのコプロセッサの 2 種類に分類することもある。



(出典) 湯之上 (2023)。71頁。

図5 半導体製造業におけるTSMCの水平分業型ビジネスモデル

ウンドリの TSMC、そしてアッセンブリメーカー（OAST）が、一つのエコシステム<sup>48</sup>を構築した。その結果、セルライブラリにアクセスできれば、いつでも、どこでも、誰でも、同じ設計ができるようになった。そして、世界中のファブレスが設計した半導体を、TSMC が量産するようになった」と説明している。(図5)

こちらも、藤本 (2001) の論に従えば、水平分業型ビジネスモデルでは、「設計工程」、「前工程」、及び、「後工程」について、事前に組み合わせのルール、すなわち、「インターフェース<sup>49</sup>」さえ決まっていれば、各工程で出来上がった半導体を組み合わせるだけで、必要な部品、あるいは、製品が出来上がる。「仮に、予定された総合品質に最適化されていなくとも、組み合わせられた半導体が活用できる部品、あるいは、製品があれば転用できる<sup>50</sup>」こととなる。製造された半導体を活用する選択や組み合わせのやり方によって、多様な性能をもった部品や製品を生み出すことが出来て、コストも削減できることとなる。

### (3) 日本と台湾における半導体製造業とのビジネスモデルの比較からの示唆

半導体は「ムーアの法則<sup>51</sup>」に従って、集積回路あたりの部品数が毎年2倍になると予測される一方、そのものは非常に価格が安く、絶えざる技術革新と巨額の投資が必要とされる。

「日の丸半導体」と呼ばれた日本企業の国際半導体市場進出は、日米半導体貿易摩擦問題として政治問題化し、1986年から1996年まで続いた「日米半導体協定」の影響により競争力は衰えることとなった。また、1985年のプラザ合意(1985年)後の急速な円高も痛手となった。

<sup>48</sup> Ecosystem。ビジネス生態系。

<sup>49</sup> ここでは、「製造される各半導体の組み合わせを行う際に必要とされる入出力ポートのコネクタ形状や、信号の送受信の方法（プロトコル）などを決めたもの」を指している。

<sup>50</sup> エヌビディアは、GPUを製造する際に、この考えを取り入れて、歩留まり率を上げている (Kim (2024))。

<sup>51</sup> Moore (1965)。

当時、DRAMでは、圧倒的シェアを占めていたものの、CPU市場への転換が叶わなかったことも半導体製造業の衰退につながった。

日本の垂直統合型ビジネスモデルでは自社で使用する半導体の製造が主になるので、投資に見合うだけの収益を上げることが難しい。自社の製造に要求される技術スペックが追求されるので世界最先端の技術開発が制約される場合も多く、世界の技術水準に比べて劣ってしまうこともある<sup>52</sup>。また、先端技術への投資を行うとすれば、開発人材の人件費など巨大な開発費がかかり、企業収益を圧迫することになる。結果として、半導体における競争力が低下し、収益も上がらないことから、次第に投資が行われなくなり、ますます、衰退していくこととなる。日本企業は概して役員の任期が短く、短期利益思考となることも多く、技術的困難を伴い、結果がすぐには出ない技術開発には消極的な姿勢がうかがえる<sup>53</sup>。

1980年から1998年にかけて、NECの社長、会長を務めた関本忠弘は、工学博士の学位を持つ技術をバックブランドとした経営者であり、「C&C<sup>54</sup>」経営を標榜し、1980年代後半に半導体産業で世界一の座を獲得する<sup>55</sup>までに業績を伸ばした<sup>56</sup>。

ところが、『関本・西垣戦争』と呼ばれるコンピュータ派と通信派の派閥対立<sup>57</sup>、技術開発と財務規律の路線対立などの社内抗争が起き、半導体市場の変化に対応できなかった。（表4）

一方で、水平分業型ビジネスモデルでは、その業務に特化して世界最先端の技術開発を目指すこととなり、「他社に先駆けて投資を行い事業基盤の確立を図ることによって、競争優位を確立する」という、「先行者利益」を挙げることができることとなる。

TSMCは1987年から2018年まで、創業者のMorris Chang（張忠謀。以下、「チャン」氏）が経営のトップとして、長期的な展望の元に技術開発に投資を行ってきた。王（2021）によると、チャン氏は1931年中国浙江省寧波市の生まれで、スタンフォード大学で博士号を取得し、Texas Instruments Inc<sup>58</sup>の半導体部門の最高責任者等を経て、1987年台湾でTSMCを起業した。半導体製造の前工程の受注生産に特化するファンドリ企業に特化するビジネスモデルを確立し、水平分業型ビジネスモデルを主導していくこととなる。その功績により、IEEE栄

---

<sup>52</sup> 例えば、半導体露光機において、かつては、日本企業のニコン（<https://www.jp.nikon.com/>）、キャノン（<https://global.canon/ja/>）が世界的シェアを握っていたが、最先端のEUV（Extreme Ultra Violet）機分野では、オランダのASML（<https://www.asml.com>）1社独占となっている。

<sup>53</sup> 渡部\_1（2018）。渡部\_2（2018）。

<sup>54</sup> 筆者注。Computer & Communication。

<sup>55</sup> 筆者注。本稿「表2」参照。

<sup>56</sup> 榊原、大滝、沼上（1987）。

<sup>57</sup> 佐々木元（2019）「NECともに歩んだ55年」。2025年10月22日最終閲覧。[https://www.shmj.or.jp/dev\\_story/pdf/nec/nec\\_sasaki\\_s.pdf](https://www.shmj.or.jp/dev_story/pdf/nec/nec_sasaki_s.pdf)。

<sup>58</sup> 通称、「TI」。<http://www.ti.com>。

表4 垂直統合型ビジネスモデルと水平分業型ビジネスモデル

	垂直統合型ビジネスモデル	水平分業型ビジネスモデル
主たる半導体製造企業	日立、東芝、NECなどの日本企業等	ファブレス企業、OSAT企業 ファウンドリー企業（TSMCなど）等世界に点在
製造規格	企業の独自規格	世界標準規格
製造に係る技術開発	総合品質重視 製品品質と製造品質の調整	モジュラー型（部門最適化） 特定の技術に特化
重要とされる能力	統合・すり合わせ	選択・組み合わせ
キーとなるポイント	企業部門間の調整	インターフェース
製造の期間	絶えず、調整 「水平分業型」より時間がかかる	定められた規格で製造 「垂直統合型」より迅速
経営者	主として、短期利益志向 短期間で交代	主として、長期技術志向 長期間の任期
長所	自社に特化した技術を用いることができる 特色ある自社製品を開発できる	世界の最先端の技術を追求できる 先行者利益によりマーケットを支配できる
短所	必ずしも最先端の技術だけではない自社 だけのマーケットになる	高度で複雑な技術開発が必要になる 需要の予測が難しい

(出典) 筆者作成。

誉賞<sup>59</sup>など数々の賞を授与されている。また、Miller（2022）によると、「TSMCの初期の成功の決定的な要因となったのは、米国の半導体産業の産業との深いつながりだった<sup>60</sup>」という。「TSMCの顧客の大半はアメリカの半導体設計会社であり、上級幹部の多くはシリコンバレーで働いた経験<sup>61</sup>」があった。さらに、中国、台湾にルーツを持つ、Foxconn<sup>62</sup>（鴻海科技集団（台湾）、以下、「フォックスコン」）創業者のTerry Gou<sup>63</sup>（郭台銘）、エヌビディア創業者のJen-Hsun “Jensen” Huang（黄仁勳）と長期的な連携を行って企業運営を行ってきた。

結果として、世界最先端の製品、あるいは、製造システムの一端を担えるまでに成長することが出来たのである<sup>64</sup>。（表4）

<sup>59</sup> IEEE Medal of Honor。2025年10月20日閲覧。<https://www.ieee.org/>

IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）は米国に本部を置く、電気、情報工学分野の学会、技術標準化機関であり、本賞は1917年より、電気電子分野において優れた業績を残した者に与えられている。

<sup>60</sup> Miller（2022）。邦訳234頁。

<sup>61</sup> Miller（2022）。邦訳234頁。

<sup>62</sup> <https://www.foxconn.com/zh-tw>

<sup>63</sup> チャン氏の妻は、従妹にあたる。

<sup>64</sup> Miller（2022）。邦訳228-236頁、296-304頁。

#### 4. 結論

##### (1) 日本は、半導体製造業の新しいビジネスモデルを構築できるか

1990年代にかけて、日本は「設計工程」、「前工程」、及び、「後工程」の3つの工程のすべて、あるいは、3つの工程の主要な部分を自社内で行う垂直統合型ビジネスモデルにて、世界を席巻していた。2000年代以降、世界の半導体市場が大きく伸長するなかで、日本は過去の成功体験に取らわれ、半導体製造業は新たな市場の獲得には至らず、次第に、競争優位性を失っていった。

一方で、設計工程を専門に行うファブレス企業、前工程を専門に行うファウンドリ企業、及び、後工程のアッセンブリーを専門に行う OSAT の3つに大別できる水平分業型ビジネスモデルを取り入れた企業、あるいは、経営者は、うまく半導体産業の潮流に乗ることが出来て、持続的な競争優位性を確立していった。本稿で取り上げた、TSMC の創業者のチャン氏は米国での教育や企業経営経験を活かして、技術者、並びに、経営者としてのスキルを身に付けて、米国の先端産業の経営者ともゆるぎない信頼関係を結んで、特定分野の技術開発や製造技術の確立に成功した。

こうした現状において、今後の日本の半導体産業、特に、半導体製造業の方向性としては、二つのビジネスモデルに大別して考えることが出来る。すなわち、半導体産業においては、日本が強いと言われている材料や製造装置をさらに磨きをかけていくべきだという議論と、やはり半導体製造を日本でやるべきだという議論に大きく意見が分けることが出来る。今のところ、半導体製造を日本ですべきであるという議論が強く、特に、前工程については、TSMC のような台湾の先端企業の誘致<sup>65</sup>による技術移転に大きな期待が掛けられている。

たとえば、日本の強みを生かす半導体製造業の方向性としては、湯之上（2023）は「半導体デバイスそのものには期待できない<sup>66</sup>」が、「ウエハ、レジスト、スラリー（研磨剤）、薬液など、半導体材料は、日本が相当に強力である。前工程で十数種類ある製造装置のうち、5～7種類において、日本がトップシェアである。欧米製の製造装置であっても、数千、十万点の部品のうち、6～8割が日本製である<sup>67</sup>」と論じて、「ここに日本は高い競争力を持っている」と指摘している。

---

<sup>65</sup> 例えば、2023年11月1日付の日本経済新聞によると、台湾の力晶積成電子製造股份有限公司（英名 Powerchip Semiconductor Manufacturing Corporation Taiwan Semiconductor Manufacturing Company。以下「PSMC」）は、日本のSBIホールディングス株式会社とともに、宮城県大衡村に、8,000億円の投資を行うという発表があった。

<sup>66</sup> 湯之上（2023）。153頁。

<sup>67</sup> 湯之上（2023）。152頁。

一方で、半導体製造を日本でやるために先端の半導体製造技術の技術移転を行うという方向性もある。たとえば、TSMC が過半数を出資する子会社の JASM (Japan Advanced Semiconductor Manufacturing 株式会社) は、工場を日本の熊本県菊陽町に 2022 年 4 月より建設し、2024 年 12 月より生産が本格稼働し、量産が開始された<sup>68</sup>。しかし、宮城県に進出を予定していた PSMS は、「日本政府が補助金支給の条件として 10 年以上の量産継続を求めたことが台湾の法令に抵触する恐れがある<sup>69</sup>」などと宮城県知事に説明し、建設計画からの撤退を表明した<sup>70</sup>。実際には、「宮城県の半導体工場で車載向け半導体を量産し、収益を上げる計画だったが、2024 年に入り電気自動車 (EV<sup>71</sup>) の需要が失速し、顧客確保の見通しが立たなくなった<sup>72</sup>」ことが原因だという。このように、海外からの半導体企業誘致にはリスクを伴っていることを忘れてはならない。

## (2) 垂直統合型ビジネスモデルと水平分業型ビジネスモデルの比較から得た知見

TSMC が 2025 年 7 月 10 日に発表した 2025 年 6 月の売上高 (速報値) は同月としては過去最高となり、2025 年 4 月から同年 6 月期の売上高は前年同期比 38.6% 増の 9,337 億台湾ドルとなり四半期ベースの最高を更新した<sup>73</sup>。また、QUICK・ファクトセットが公表した 2025 年 7 月 9 日現在の上場企業時価総額総合ランキングでは 9,711 億ドルと世界第 10 位となった<sup>74</sup>。

今後、産業界において、AI の大幅な活用が見込まれ、特に、生成 AI に関連したサーバー、データセンターなどの設置により、先端半導体の需要が拡大するなかでは、水平分業型ビジネスモデルによって、性能のよさ、良品を製造する歩留まりなどが追及されることになる。

こうしたことから、今後、日本の半導体製造業も水平分業型ビジネスモデルに移行していくことが見込まれるが、そのモデルとしての TSMS の日本進出について、日本の半導体産業の促進要因となるという立場と阻害要因になるという立場とさらに見解が分かれている。

### ① 促進要因

黒田 (2023) は、「この工場では 28nm と 22nm のロジック半導体が製造される。日本で最も必要とされ生産量の多いボリュームゾーンの半導体である。将来は、より微細な世代に需要

---

<sup>68</sup> 日本経済新聞。2024 年 12 月 27 日号。

<sup>69</sup> 日本経済新聞。2024 年 10 月 9 日号。

<sup>70</sup> SBI ホールディングス株式会社。「PSMS との日本国内での半導体製造事業にかかる共同事業の解消のお知らせ」。2024 年 9 月 27 日。

<sup>71</sup> 筆者註。Electric Vehicle。

<sup>72</sup> 日本経済新聞 2024 年 10 月 1 日。会員限定記事。

<sup>73</sup> 日本経済新聞。2025 年 7 月 11 日号。

<sup>74</sup> 日本経済新聞。2025 年 7 月 11 日号。

が移るのに合わせて、16nm と 12nm の FinFET<sup>75</sup> が製造される予定である。日本は、28nm 以降は半導体投資を続けられなかった」として、日本の半導体産業発展の促進要因となると論じている。

## ②阻害要因

湯之上（2023）は、「日本の半導体産業は挽回不能である。特に、TSMC が世界を席巻しているロジック半導体については、日本のメーカーは 2010 年頃の 40nm あたりで止まり、脱落してしまった<sup>76</sup>」として、「日本がいまさら、最先端の 7~5nm を製造することなど（まして 2nm など）、逆立ちしたって無理である。ここに税金を注ぎ込むのは無駄である<sup>77</sup>」と論じている。「コロナ禍でリモートワークやネットショッピングが急拡大し、各種電子機器や電機製品の需要が急増した。そして、これらの製品には 28nm の半導体が搭載されており、世界的に 28nm が足りない状態を招いた。しかし、TSMC にとってみれば 10 年以上前のテクノロジーノード<sup>78</sup>の工場を新設する動機もなく、余裕もなかったと思われる。そのような時に、日本政府と経済産業省が補助金を出すことを前提に工場誘致を持ち掛けてきたので、『渡りに船』とばかりに日本進出を決定した<sup>79</sup>」と推測している。

## (3) 本稿の意義と課題

本稿の成果として、日本は半導体製造業において、垂直統合型のビジネスモデルから脱却して過去の栄光を取り戻す、あるいは、より隆盛を極めるためには、新しい収益モデルの構築への示唆が得られる一助となる。

また、従来の技術者などに加えて、持続的な競争優位を模索する企業を経営する経営者や半導体製造業に関して実際に組織を運営する管理者にとって、「ビジネスモデル」の枠組みを用いたマネジメントの視点からの分析によって、経営戦略のみならず、今後の日本の半導体製造業、そして、半導体産業のビジネスモデルの方向性とその展開についても示唆を得られる一助となる。

しかし、本稿においてはマネジメントの視点からの分析の一つとして、ビジネスモデルの枠

---

<sup>75</sup> SAMSUNG。2025 年 10 月 20 日閲覧。

<https://semiconductor.samsung.com/support/tools-resources/dictionary/semiconductor-glossary-fin-field-effect-transistor-finfet-process/#:~:text=What%20is%20FinFET%20Technology?,mass%20produce%2010nm%20FinFET%20semiconductors.>

従来の平面構造の限界を克服するために考案された 3 次元プロセスで、接触面積を増やして、半導体の性能向上とリーク電流を低減している（筆者翻訳、要約）。

<sup>76</sup> 湯之上（2023）。152 頁。

<sup>77</sup> 湯之上（2023）。152 頁。

<sup>78</sup> 特定の半導体製造プロセスとその設計ルール。ノードが異なれば、回路の世代やアーキテクチャが通常異なる。

<sup>79</sup> 湯之上（2023）。156 頁。

組みを用いて、半導体産業、特に、半導体製造業について、垂直統合型ビジネスモデルと水平分業型ビジネスモデルに大別して、事例分析を行ったものの、技術の進歩が目まぐるしいために、複数の要因が考えられ、因果関係が明確にならないという課題もある。

#### (4) 今後の展望と残された研究課題

##### ①半導体産業のビジネスモデルの展望

これまで、半導体製造業について、日本企業の垂直統合型ビジネスモデルと TSMC の水平分業型ビジネスモデルを比較検討してきた。

アメリカのコンピュータ産業においても、Wintel<sup>80</sup>と呼ばれる PC の CPU はインテルによって、「設計工程」、「前工程」、及び、「後工程」を自社、あるいは、自社関連会社で行う垂直統合型ビジネスモデルを採用しており、スマートフォン、タブレット、あるいは、PC を販売しているアップル<sup>81</sup> は自社で CPU の設計を行い、製造は TSMC 等が担い、フォックスコン等が製品として組み立てるといった水平分業型ビジネスモデルを採用しているなどの事例が見られる。

本稿の内容を踏まえて、どんな製品を生み出していくのか、その製品に適した製造法は何かといった視点から、半導体産業のビジネスモデルを展望してみたい。

現在の日本の半導体製造業においては、既存製品に使用されている半導体不足から、言わば枯れた技術を移転して既存製品の製造を円滑に進めていくというビジネスとなっている。ただし、実際に半導体が使用される分野によって、好不況の波に翻弄されるという側面があることも否めない。GDP が全てではないものの、日本経済の力強い発展を望むならば、技術移転から新たな製品を創り出す、先端技術を創造する、あるいは、製造技術に新機軸を取り入れるなどの新しい半導体産業のビジネスモデルの構築を目指すことが必要になっていく。

たとえば、技術移転から新たな製品を創り出す半導体産業のビジネスモデルの一例としては、1946年に、井深大、盛田昭夫らによって創業された東京通信工業株式会社（現、ソニー<sup>82</sup>）の取り組みがある<sup>83</sup>。井深、盛田らは、米国ウエスタン・エレクトリックとライセンス契約を結んでトランジスタの自社生産に乗り出し、1955年に日本初のトランジスタラジオ「TR-55」の発売にこぎつけている<sup>84</sup>。トランジスタラジオは、小型で野外でも手軽に聞くことができるため、その後日本からの輸出により世界中に広まることとなった。また、1969年にベル研究

---

<sup>80</sup> 米国マイクロソフト Windows OS、並びに、米国インテル CPU やチップセットを組み込んだコンピュータ。

<sup>81</sup> Apple. <https://www.apple.com/jp/>

<sup>82</sup> ソニーグループ株式会社。 <https://www.sony.com/ja/>

<sup>83</sup> 初期の開発の取り組みについては、木原（2018）が詳しい。

<sup>84</sup> 例えば、泉谷 & 川名（2019）。109-132 頁。

所で発明された CCD<sup>85</sup> や 2000 年代後半からの CMO<sup>86</sup> イメージセンサーをビデオカメラ、デジタルカメラ、光検出器などに広く応用することにも成功した<sup>87</sup>。先端技術の移転から新たな製品を生み出すビジネスモデルと言えよう。

一方で、先端技術を創造する新しい半導体産業のビジネスモデルの構築においては、つまづくことも多い。例えば、米国インテルの CPU 事業の礎となった「4004<sup>88</sup>」は、日本のビジコン社<sup>89</sup> との共同開発<sup>90</sup> であり、当初はビジコン社への専売となっていたが、チップの汎用性に築いたインテルは販売権を得、その後開発された CPU「8088」が 1981 年に IBM-PC に採用されることにより、大きく発展していくこととなった。また、米国エヌビディアは 2025 年 7 月に一時的ではあるものの、史上初めて時価総額 4 兆ドル（約 585 兆円）に達した<sup>91</sup>。日本経済新聞によれば、「4 兆ドルは日本の名目 GDP と並ぶ規模で、トヨタ自動車の時価総額の約 15 倍に相当する<sup>92</sup>」という。現在、エヌビディアは、生成 AI の開発や運用に欠かせない半導体 GPU の世界シェアトップを占めているが、2000 年代前半まではゲーム向けなどの GPU 開発を主たる業務としており、1990 年代半ばには日本のセガ<sup>93</sup> と NVIDIA は、「バーチャファイター」等のアーケードゲームを PC に移植するにあたり、NVIDIA が開発した『NV1』をグラフィックアクセラレータ<sup>94</sup> として使用するなどのつながりがあり、NVID 開発費の援助や出資を受けていた<sup>95</sup>。

インテルは CPU 分野<sup>96</sup> で、並びに、エヌビディアは GPU 分野で世界の名だたる企業となるものの、ビジコンやセガは倒産、あるいは、低迷することとなり、先端技術を創造する半導体ビジネスの難しさを物語っているとともに、なぜアメリカ企業が成功し、日本の企業が立ち行

---

<sup>85</sup> Charge-Coupled Device。電荷結合素子。

<sup>86</sup> Complementary Metal-Oxide-Semiconductor。相補型 MOSS。

<sup>87</sup> 例えば、斎藤（2021）。89-161 頁、泉谷 & 川名（2019）33-67 頁。

<sup>88</sup> 民生用としては世界初の 1 チップの 4 ビットマイクロプロセッサ。

<sup>89</sup> 1971 年に、ワンチップ LSI（Large Scale Integration）を使用した世界初、世界最小の 12 桁ポケット電卓と世界初のポケット型液晶電卓を発表するも、シャープ、カシオとの電卓戦争に敗れ、1974 年に倒産。

<sup>90</sup> 嶋（1987）。

<sup>91</sup> 日本経済新聞。2025 年 7 月 11 日号。

<sup>92</sup> 日本経済新聞。2025 年 7 月 11 日号。

<sup>93</sup> 現、株式会社セガ。https://www.sega.co.jp/

当時は、株式会社セガ・エンタープライズ（1965-2000 年）。1994 年に家庭用ゲーム機「セガサターン」を発売し、シリーズ累計 700 万台の売り上げ実績を上げた。

<sup>94</sup> Graphics Accelerator。PC などのグラフィック処理をハードウェアアクセラレーションする装置。ハードウェアアクセラレーションとは、ハードウェア実装による支援で実行速度などを加速（アクセラレーション）し、システム全体の性能や効率を向上させる技術。

<sup>95</sup> 例えば、Kim（2025）。また、2002 年初めからは、ソニーと共同でプレステーション（PS3）用の新グラフィックチップ「RSX」を共同開発している（西田（2008））。

<sup>96</sup> 家庭用ゲーム機分野では、ソニーのプレステーション用プロセッサ「Cell Broadband Engine」など、日本においても野心的な取り組みがあった。プレステーションの開発については、麻倉（1998）を参照。

かなくなるのかについての課題を突き付けられている。

## ②残された研究課題

Miller (2022) は「AI時代においては、データこそが新たな石油だとよく言われる。しかし、私たちが直面している真の制約や、データではなく処理能力の不足にある。データの保存や処理ができる半導体の数は限られており、その製造工程は目が回るほど複雑で、恐ろしいまでのコストがかかる。いろいろな国から購入できる石油とはちがって、計算能力の生産はいくつかの決定的な急所にまるまるかかっている。それは、一握りの企業、ときにはたった1社でしか生産できない装置、化学薬品、ソフトウェアである<sup>97)</sup>と指摘している。その上で、Miller (2022) は、TSMC について、「2020年に、50ナノメートル<sup>98)</sup>の迷路のように入り組んだ微細なパターンのトランジスタ100京<sup>99)</sup>個をゆうに超える数を生産した」と述べた上で、こんな精度でこんな数の半導体を製造できる企業はないと結論づけている。

また、日本の経済産業省は、「半導体・デジタル産業戦略検討会議<sup>100)</sup>」を立ち上げて、「半導体・デジタル産業戦略<sup>101)</sup>」を公表している。公表された内容では、「最新のスマホやデータセンター、AIに活用される9ナノメートル以下の最先端ロジック半導体は台湾、米国、韓国、アイルランドの4か国でのみ生産されており、内約6割が台湾」と指摘し、今後、「生産国は増えるが台湾は3割程度の生産を担う。日本は40nm~90nmについて、18%の生産を担う」と推測している。その上で、2022年に次世代半導体研究における国内外の英知を結集するための新しい研究開発組織「技術研究組合最先端半導体技術センター<sup>102)</sup>」を立ち上げている。また、同じく2nm以下の先端ロジック半導体の開発・量産を行うことを目指して、2022年にRapidus<sup>103)</sup>が株式会社として設立され、経済産業省の研究委託先として採択されている。

こうした国内外の動きを見据えつつ、さらに、半導体産業、並びに、半導体製造業における、日本企業の持続的な競争優位の確立について、本稿の成果を見据えつつ、調査、研究を継続していく必要がある。

## 謝辞

本稿は宮城学院女子大学より2022年度から2024年度まで「研究助成費C」の支援を受けた、研究テーマ「AIを用いた意思決定支援システムの有効性に関する研究」(研究代表者 渡

<sup>97)</sup> 邦訳23-24頁。

<sup>98)</sup> 筆者注。1ナノメートル=10億分の1メートル。

<sup>99)</sup> 日本では、1京=10<sup>16</sup>

<sup>100)</sup> [https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/joho/conference/semicon\\_digital.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/semicon_digital.html)。

<sup>101)</sup> 2021年初出。2023年改定。本稿では、改定版によって記述している。

<sup>102)</sup> Leading-edge Semiconductor Technology Center。略称、「LSTC」。 <https://www.lstc.jp/>。

<sup>103)</sup> 略称、「ラピダス」。 <https://www.rapidus.inc/>。

部順一）の研究成果の一環となります。ご支援をいただいた宮城学院女子大学、並びに、活用させていただいた各研究成果等に深く感謝の意を捧げます。

## 参考文献

### (1) 書籍

- ・大野耐一（1978）『トヨタ生産方式—脱規模の経営をめざして』ダイヤモンド社。
- ・Ezra E. Vogel（1979）, *Japan As Number One – Lessons for America*, Harvard University Press（広中和歌子、木本彰子訳（1979）『ジャパニ・アズ・ナンワーワン—アメリカへの教訓』阪急コミュニケーションズ）。
- ・Christopher Miller（2022）, *Chip War – The Fight for the World's Most Critical Technology*, Scribner（千葉敏生訳（2023）『半導体戦争—世界再重要テクノロジーをめぐる国家間の攻防』ダイヤモンド社）。
- ・Alexander Osterwalder & Yves Pigneur（2010）, *Business Model Generation – Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*, John Wiley & Sons（小山龍介訳（2012）『ビジネスモデル・ジェネレーション—ビジネスモデル設計書』翔泳社）。
- ・井上達彦（2019）『ゼロからつくるビジネスモデル』東洋経済新報社。
- ・三谷宏治（2014）『ビジネスモデル全史』ディスカヴァー・トゥエンティワン。
- ・湯之上隆（2023）『半導体有事』文春新書。
- ・王百福（2021）『台積電為什麼神？— 揭露台灣護國神山與晶圓科技產業崛起的祕密』時報出版（沢井メグ訳（2023）『半導体ビジネスの覇者— TSMC はなぜ世界一になれたのか？』日経 BP）。
- ・黒田忠広（2023）『半導体進化論』日経 BP。
- ・村山宏（2021）『アジアのビジネスモデル—新たな世界標準』日経文庫。
- ・菊地正典（2023）『半導体産業のすべて—世界の先端企業から日本メーカーの展望まで』ダイヤモンド社。
- ・大見忠弘（2004）『復活！日本の半導体産業』財界研究所。
- ・藤本隆宏（2001）『生産マネジメント入門 I—生産システム編』日本経済新聞出版。
- ・木原信敏（2018）『ソニー技術の秘密』Field Archive。
- ・泉谷渉 & 川名喜之（2019）『伝説ソニーの半導体—その栄光の軌跡そして未来への構図』産業タイムズ。
- ・斎藤端（2021）『ソニー半導体の奇跡—お荷物集団の逆転劇』東洋経済新報社。
- ・嶋正利（1987）『マイクロコンピュータの誕生—わが青春の4004』岩波書店。
- ・Tae Kim（2024）, *The NVIDIA WAY—Jensen Huang and the Making of Tech Giant*, W W Norton & Co Inc（千葉敏生訳（2025）『The Nvidia Way エヌビディアの流儀』ダイヤモンド社）。
- ・榊原清則、大滝精一、沼上幹（1987）『事業創造のダイナミクス』白桃書房。
- ・西田宗千佳（2008）『美学 vs. 実利—「チーム久野良木」対任天堂の総力戦 15 年史』講談社。
- ・麻倉怜士（1998）『ソニーの革命児たち—世界制覇を仕掛けた男たちの発想と行動』IDG コミュニケーションズ。

### (2) 論文

- ・渡部順一（2022）「デジタル時代の新潮流—国の技術力の遅れ—」『日本言語文藝研究第 22 号』台湾日本語文藝研究学会。231-255 頁。
- ・Gordon E. Moore（1965）, *Cramming more components onto integrated circuits*, *Electronics Magazine*。
- ・渡部順一\_1（2018）「マネジメントの遅れ—技術の不連続期に関する学習に対する一考察」『現代経営研究 Vol.6』現代研究経営学会。21-30 頁。

### (3) その他

- ・鈴木準「十字路 GDP の順位は国力を示すか」『日本経済新聞』2024 年 2 月 28 日号。

- ・ 日本経済新聞。  
2023年11月1日号、2024年2月28日号、10月1日号、10月9日号、12月27日号、2025年7月11日号。
- ・ SBIホールディングス株式会社。「PSMS との日本国内での半導体製造事業にかかる共同事業の解消のお知らせ」。2024年9月27日。
- ・ 特許庁（2022）「ビジネス関連発明の最近の動向について」。2023年10月23日最終閲覧。  
[https://www.jpo.go.jp/system/patent/gaiyo/sesaku/biz\\_pat.html](https://www.jpo.go.jp/system/patent/gaiyo/sesaku/biz_pat.html)。
- ・ 経済産業省（2021）「半導体戦略（骨子）」。2023年10月30日最終閲覧。  
[file:///F:/2023\\_MyPasport/2023\\_%E9%82%A6%E6%96%87%E8%B3%87%E6%96%99/202103\\_%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E6%88%A6%E7%95%A5\\_%E9%AA%A8%E5%AD%90\\_%E7%B5%8C%E6%B8%88%E7%94%A3%E6%A5%AD%E7%9C%81.pdf](file:///F:/2023_MyPasport/2023_%E9%82%A6%E6%96%87%E8%B3%87%E6%96%99/202103_%E5%8D%8A%E5%B0%8E%E4%BD%93%E6%88%A6%E7%95%A5_%E9%AA%A8%E5%AD%90_%E7%B5%8C%E6%B8%88%E7%94%A3%E6%A5%AD%E7%9C%81.pdf)。
- ・ 日本半導体歴史館「開発物語」。2025年10月22日最終閲覧。[https://www.shmj.or.jp/dev\\_story/](https://www.shmj.or.jp/dev_story/)。
- ・ 渡部順一\_2（2018）「携帯音楽機器の例に見るマネジメントの遅れ—音楽は何で聞きますか、そして、ビジネス—」『「第24回マイクロシステム融合研究会」特別講演（招待講演）』東北大学マイクロシステム融合研究開発センター・MEMS パークコンソーシアム。

## **New Trends in the Digital Age —Semiconductor Industry Outlook—**

Jun-ichi WATANABE

Key Word : Business Model, Semiconductor Manufacturing Industry (SMI), foundry,  
Integrated Device Manufacturer (IDM), Fabrication Facility (Fab),  
Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)

Japan's position in the global business world has declined significantly. In particular, the performance of Japan's SMI has been declining rapidly. Then we need to reexamine Japan's current business model of Japan's SMI.

This paper examines the future direction and development of business models for Japan's SMI and the semiconductor industry. For that this paper compares IDM in Japan and Fab in Taiwan (TSMC) in the foundry of SMI.

Semiconductor manufacturing consists of three processes, "the design process", "front-end process", and "back-end process". IDM is the business model of doing all three processes or major parts of them in house. And Fab is another business model that the three processes are carried out by separate companies. IDM in Japan makes it difficult to generate profits that justify the investment. It is possible for Fab to develop cutting-edge technology and to establish a competitive advantage. This is one of the reasons why TSMC, which specializes in front-end processes, has seen its performance grow significantly.

The future direction of Japan's SMI can be broadly divided into two business models. One is that Japan should further refine its strengths in materials and manufacturing equipment, and another is that SMI should be carried out in Japan, even if attracting foreign companies. But we must not forget that attracting semiconductor companies from overseas carries the risk of them withdrawing.

Finally, I think if Japan's SMI has strong growth, it will be necessary to aim to build new business models that create new products through technology transfer from overseas or that create new cutting-edge technologies in ourselves.