

Mie×セミコ

～半導体革命を起こせ～

応募区分: 高校

チームID: SL2300179

チーム名: セミコ

学校名: 三重県立四日市高等学校

学 年: 高校2年生




リーダー名: 前田

メンバー名: 岸田 濱沖

指導教員名: 石川 修也 先生

基礎学習

- 私たちの生活に必要な財やサービスを[1] 生産 し、[2] 流通 させ、
[3] 消費 することを経済という。財やサービスには、代金を払った人だけが消費を独占できる [4] 私的財 と、政府が税金等を使って提供する [5] 公共財 とがある。
- 経済の主体には、生産・流通の主体である [6] 企業、消費の主体である [7] 消費者、行政サービスや公共財の提供などを通して一国の経済活動を調整する主体である [8] 政府 がある。
- 通貨には、紙幣や硬貨などの [9] 現金通貨 と、銀行などに預けられており振替などで決済手段として機能する [10] 預金通貨 とがある。
- 2022年からの成年年齢の引き下げに関する説明文のうち、誤っているものは？ [11] c
 - 成年年齢の引き下げにより、18・19歳は父母の親権から離れ、親の財産管理権が及ばなくなった。
 - 親の同意なしで、携帯電話の契約を結んだり、アパートを借りたり、高額商品を買うためのローンを組んだりできるようになった。
 - 成年年齢引き下げ後に、いったん結んだ契約を取り消すためには「未成年取消権」の行使が必要になった。
 - 2023年から、つみたてNISAの利用可能年齢が18歳に引き下げられた。
- 日本では人口減少が進む中、性別や年齢、言語や宗教など多様な視点を有する人たちで構成される組織のほうが強さを増すという [12] ダイバーシティ の重要性が指摘されている。
- 2020年に署名されたRCEP(地域的な包括的経済連携)は、日本や中国、韓国など東アジアを中心に [13] 15 か国が参加し、世界の人口とGDPのおよそ [14] 3 割を占める世界最大規模の自由貿易圏である。
- グローバル化の進展に関する次の説明文のうち、正しいものは？ [15] d
 - 貿易が自由化され、安い輸入品が国内に入ってくることは、消費者にとっても国内の生産者にとってもメリットになる。
 - グローバル化の進展による影響は、経済以外の分野ではあまり見られない。
 - 「環太平洋経済連携協定(TPP)」は、FTA(自由貿易協定)の一つである。
 - 近年の日本の国際収支をみると「投資収益」が大幅な黒字を計上している。
- 「持続可能な開発目標(SDGs)」の17の目標のうち、今回、グループで設定した投資テーマと特に関連が深い目標を挙げ(3つ以内)、その主な理由を記述してください。

関連の深いSDGsの目標	その主な理由
 <p>5 ジェンダー平等を実現しよう</p>	現在の半導体技術者の女性の割合は非常に少ないが、深刻な人材不足の中で半導体産業を支えていく人材を確保するには、性別は関係なく技術者が必要だから。
 <p>7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに</p>	半導体技術がスマホのバッテリーやLEDライトなどに使われ、多くの人が必要とするエネルギーの安定かつ効率の良い供給や再生可能エネルギーを用いた発電などを支えているから。
 <p>9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p>	半導体は大学や大企業、研究機関によって常に技術革新が進められ様々な産業に欠かせないものになっているから。

9. 「ESG投資」で重視する3つの要素の組み合わせとして、正しいものはどれか？

[16] b

- a. 経済 — 科学 — 成長
- b. 環境 — 社会 — 企業統治
- c. 効率 — 持続可能性 — 企業統治

10. GDP(国内総生産)に関する次の説明文のうち、誤っているものは？

[17] a

- a. GDPとは、一定期間に国民全体として生産したモノやサービスの付加価値の合計額をさす。
- b. GDPとは、一定期間に国内で生産されたモノやサービスの付加価値の合計額をさす。
- c. 実質 GDPとは、名目 GDPから物価の変動による影響を差し引いたものである。
- d. 2022年(暦年)の日本のGDPの額は、名目GDPが実質GDPを上回っている。

11. 日本最大の証券取引所は、東京証券取引所(東証)であるが、その他にも

[18] 名古屋、[19] 札幌、[20] 福岡 に地方証券取引所があり、地域経済や地域企業のサポート役として存在している。

12. 投資のリスクを小さくする方法には、「長期」、「分散」、[21] 「積立」 の3つが重要とされている。分散投資は

[22] 資産 や、[23] 地域、[24] 時間 を分けることで安定した収益が期待出来る。

13. 「積立投資」に関する次の説明文のうち、誤っているものは？

[25] c

- a. 積立投資は、定期的に株式などの金融商品を購入する投資の方法の一つである。
- b. 積立投資には定量購入と定額購入の2つがある。
- c. 積立投資は、元本が保証されている投資方法である。
- d. ドル・コスト平均法では、株価が高いときには少ない数しか株を買えないが、株価が下がれば購入できる株が多くなり平均的な購入価格を抑えることができる。

14. 次のうち、資本に対し企業がどれだけの利益を上げているかを表し、数値が高いほど経営効率が良いと言える財務指標はどれか？

[26] a

- a. ROE
- b. 自己資本比率
- c. 純利益
- d. PER

15. 「日経アジア300」は、アジアの11の国・地域を対象に、[27] 時価総額、

[28] 成長性 や、知名度などを基準に選定した約300社の有力上場企業で構成されている。

要旨

新型コロナウイルスの蔓延によって「半導体不足」という言葉を多く耳にするようになった。しかし、そもそも半導体とは何か、半導体は何に使われているのかななどを正確に理解している人は少ないように思える。

半導体について調べた我々は、日本が半導体産業において他の先進国に遅れをとっていること、また半導体産業が国の安全保障にも関わる重大な産業だということを知った。

そこで、『我々の投資を通じて、三重県が誇る半導体産業を世界に羽ばたかせる』という最終目標を立て、研究を行った。そして三重県が半導体産業への産業構造の転換を進めていることを知り、積極的に県内の半導体関連企業へのフィールドワークを行うことを重視した。

また、この研究が日本の半導体産業の更なる飛躍につながって欲しいという思いも込めた。

目次

1. 投資テーマ「半導体」について

- 1-1 半導体とは
- 1-2 日本の半導体産業の沿革
- 1-3 シリコンサイクルとは
- 1-4 コロナ渦における半導体不足の原因と
考えられること
- 1-5 半導体について我々が調べるのに用
いた新聞記事

2. フィールドワーク

- ・キオクシア
- ・三重県庁雇用経済部企業誘致推進課
- ・名古屋大学
- ・ジャパンマテリアル
- ・半導体産業セミナー
- ・ユナイテッド・セミコンダクター・ジャパン
株式会社(USJC)
- ・JSR株式会社
- ・キオクシア(2回目)

3. ポートフォリオ作成

- 3-1 ポートフォリオ概要
 - ・第1スクリーニング
 - ・第2スクリーニング
 - ・第3スクリーニング
- 3-2 ポートフォリオ構築
- 3-3 企業選定詳細
- 3-4 株価値動きの考察
 - ・過去30年間の経過
 - ・過去5年間の経過
 - ・企業別の経過

4. 投資家へのアピール

5. 日経STOCKリーグを通して学んだこと

6. 参考文献

1.投資テーマ 「半導体」について

半導体

Semi-conductor

最終目標

『我々の投資を通じて、三重県が誇る半導体産業を世界に羽ばたかせる。』

1-1. 半導体とは

新型コロナウイルスの蔓延により、臨時休校やテレワークが続く中、ニュースでは半導体不足が広く叫ばれるようになった。しかし、我々はそもそも半導体がどんなものなのか、何に利用されているのかということを全く知らなかったため調べてみたところ、半導体が「産業のコメ」といわれるほどに重要なものだと知った。また、我々の高校の所在地と同じ、四日市市に工場があるキオクシアも半導体メーカーだと知り、少し半導体を身近に感じられるようになった。このような動機から、我々は投資テーマを「半導体」に決定した。

半導体という言葉は端的に言うと、導体と不導体の中間の性質を持つ物質という意味だ。最近では半導体からつくられるIC(集積回路)やトランジスタといった製品も半導体として扱われることも多い。半導体は家電やスマートフォンなどの電子機器や自動車にも利用されており、半導体なしで現代社会の生活は成り立たないと言われるほど多くのものに使われている。

半導体の関連会社には、製造する会社、材料を作る会社、製造装置を作る会社、設計のみを行う会社などがある。そのうち日本には現在、世界で大きなシェアを持っている材料メーカーと製造装置メーカーが多く存在する。しかし、半導体の製造を専門としている会社が少ないため、国内のサプライチェーンは不安定である。

1-2. 日本の半導体産業の沿革

順位	1971年	1981年	1986年	1989年	1992年	1996年
1位	TI	TI	NEC	NEC	Intel	Intel
2位	Motorola	Motorola	日立	東芝	NEC	NEC
3位	Fairchild	NEC	東芝	日立	東芝	Motorola
4位	NS	日立	Motorola	Motorola	Motorola	日立
5位	Signetics	東芝	TI	富士通	日立	東芝
6位	NEC	NS	Philips	TI	TI	TI
7位	日立	Intel	富士通	三菱電機	富士通	Samsung
8位	AMI	松下	松下	Intel	三菱電機	富士通
9位	三菱電機	Philips	三菱電機	松下	Philips	三菱電機
10位	Unitrode	Fairchild	Intel	Philips	松下	SGS-Thomson

赤字は日本企業

出典：Gartner Dataquest

略記説明
TI(Texas Instruments)、NS(National Semiconductor)、AMI(American Microsystems, Inc.)、日立(日立製作所)、松下(松下電子工業)、Fairchild(Fairchild Semiconductor International)、Samsung(Samsung Electronics)、SGS-Thomson(SGS-Thomson Microelectronics)

2021 Copyright by Akira Fukuda. All rights reserved.

ここで、半導体の歴史を振り返ってみる。日本は1980年代、本社所在地別(国・地域別)の半導体販売金額シェアで米国を抜き、トップに立っていた。つまり、日本は世界一の半導体産業国だった。だが、1990年代ごろから日本の半導体産業は衰退を始める。原因は、米国からの圧力や日本の半導体製造が電機メーカーの一部門であったこと、品質追及に力を注ぎすぎたことなどと言われている。(図1参照)

図1 半導体メーカーの売上高ランキング
(1971年～1996年)

現在は、このような状況を打開するために、日本国内に海外の有力な半導体製造メーカーの工場を誘致したり、政府や国内の大企業が出資して「Rapidus」という新会社を設立したりするなどの新しい動きが起こり始めている。

1-3. シリコンサイクルとは

半導体産業にはシリコンサイクルが存在している。シリコンサイクルとは、3～4年程度で好況と不況が周期的に訪れる半導体独特の市場の動きだ。市場が好況なときは取引会社に対して好条件で取引が進められるため利益が上がり、設備投資や新工場の施工に取り組むことができる。

好況な状態が続く中で、次第に供給が需要に追い付くことで、価格が落ち着き在庫も増加する。そして、市場が不況に突入する。しかし、新技術や新製品、社会の流れなどによりまた市場は好況に戻っていく。半導体市場ではこれが繰り返されている。また、半導体は1つの製品が完成するまでに3~4か月かかるため、製造を行う間に需要と供給に差が発生し、シリコンサイクルが生まれると考えられる。(図2参照)

台湾のファウンドリ企業などは、シリコンサイクルで会社の業績が下がったとしても、次の好況時に向けて設備投資を続けてきた。それを見習って日本の会社も強気で設備投資を行うべきであると考え。



図2 日経電子版 2022.08.01

1-4. コロナ渦における半導体不足の原因と考えられること

我々がストックリーグに参加するにあたり、日本の半導体産業がもう一度世界で輝いて欲しいと思い、「我々の投資を通じて、三重県が誇る半導体産業を世界に羽ばたかせる」という目標を立てた。前ページのように半導体について基礎知識を得た我々は新型コロナウイルスの影響によって起こっている半導体不足の動向に着目した。

2019年 12月 新型コロナウイルス初の感染者発見。

テレワークの拡大やサブスクリプションサービスの流行などによって、半導体産業に対して予想以上の需要が発生。

⇒生産が優先されたのはPCやスマートフォンなどに搭載されるような最先端技術が用いられた半導体。なぜなら、家電や自動車などの需要回復はもう少し遅れると予想されたから。

⇒しかし、結果的に自動車での移動が活発になり、自動車搭載のパワー半導体やマイコンなどの少し古い技術が用いられた半導体が不足し、現在にも影響が残る事態となった。

2020年 12月 米国の輸出規制企業リストに中国の半導体ファウンドリ企業であるSMIC(中芯国際集成电路製造)が加えられる。

⇒SMICは旧型の半導体も多く生産していたため、さらに半導体不足に拍車がかかる。

米国が制裁を下した理由は、中国政府の支援を多く受けていたSMICの最新技術が中国の軍事に利用されることを恐れたため。

2021年 1月 米日独などが台湾に半導体増産の要請を出す。

台湾には世界のファウンドリ企業の多くが集まっている。半導体関連製品の不足によって、各国が特定の地域に増産の要請を出すことは極めて異例である。

2022年 10月 米国が中国に向けての最先端半導体の輸出規制を強化。

2023年 3月 オランダが米国と足並みを揃え、中国への輸出規制を強化。

公式報道で具体的社名は発表されなかったが、露光装置を生産している主にASML社に向けられたものと思われる。

※露光装置 … 最先端の線幅を実現した半導体の製造に不可欠な装置。

2023年 5月 日本も米国、オランダに足並みを揃え、中国への輸出規制を強化。

具体的には製品輸出時に政府の許可が必要となった。しかし、日本では最先端技術製品の規制のみに限られたため、旧型の半導体やそれら向けの製造装置、材料などは輸出可能だった。このため、日本国内の半導体関連会社へのダメージはあまり大きくならなかった。

コロナ禍に入り、政府や企業は半導体増産を掲げていたのになぜ最近まで半導体不足の影響が続いていたのか？これは半導体の特性に理由がある。半導体は単価の変動が大きく、増産するための設備投資を簡単に行ってしまうと、単価が下がった時に損失額が大きくなりやすい。そのため設備投資へ踏み切る判断が非常に難しく、先行きが不透明なコロナ禍では増産に踏み切れなかった。また、半導体の製造工場は施工開始から運転開始までに1年以上はかかり、需要にピタリと合わせた供給を行うことが困難なためである。

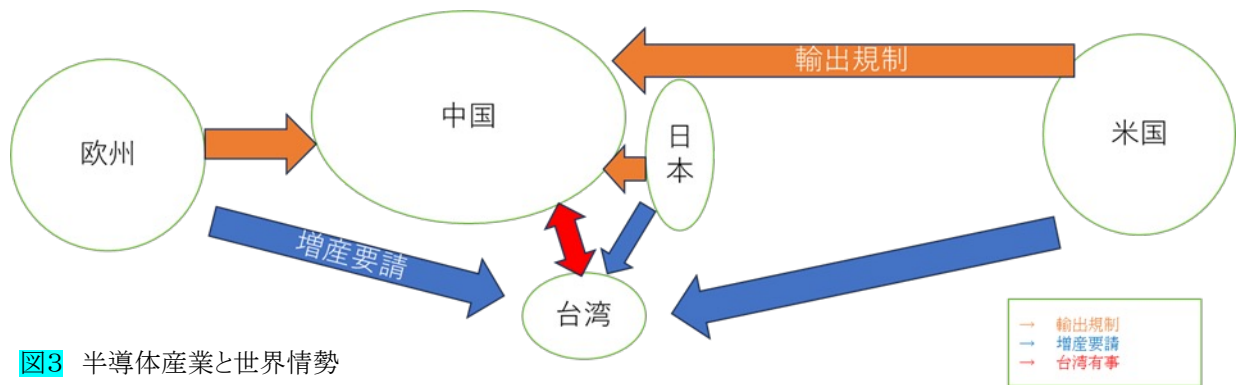


図3 半導体産業と世界情勢

1-5.半導体について我々が調べるのに用いた新聞記事

分野・企業	日付	出所	内容（概要）	選んだ理由
半導体	2021年 9月27日 連載開始	日本経済新聞 (電子版)	半導体の基本知識やシリコンサイクルについて、半導体を取り巻く国際情勢などについて図や表と合わせて見やすく説明されている。	半導体について何も分からなかったときにこの記事を読んで分かりやすいと思ったから。
半導体 地域再生 キオクシア	2023年 2月17日	日本経済新聞 (電子版)	三重県の経済に及ぼす半導体産業の影響について。フィールドワークに行かせていただいた、キオクシアやUSJCについての記述もある。	三重県の強みである半導体事業が具体的に県の経済に良い影響をもたらしていることが分かったから。
半導体 ジャパンマテリアル	2022年 12月2日	日本経済新聞 (電子版)	ジャパンマテリアルが新工場を熊本県に建設。またTSMC新工場にガス供給との記事。	フィールドワークに行かせていただいたジャパンマテリアルの強みを示した記事だったため。

2.フィールドワーク

「半導体とは何か」

まず始めに半導体そのものを知る必要があると考えた我々は半導体の製造工程や技術を調べる中で、他の産業でも稀に見るほどの半導体産業の技術革新の速さ、様々な関連企業との繋がりの複雑さに気付かされた。そこで我々は半導体産業について色々な角度からの視点が必要だと考え、フィールドワークに力を入れることにした。

キオクシア (初回訪問日令和5年5月19日)

四日市工場 総務部 勤労厚生担当 石田 文彦 様

会社概要 世界最大級のフラッシュメモリの製造を行う。1987年、電源を切っても記憶が消えない不揮発性半導体メモリであるNAND型フラッシュメモリを発明し、安価に大容量のデータ保存を可能にする記憶用デバイスを開発。現在でもスマートフォンで写真や動画を保存するために利用されるほか、身近な電子機器やデータセンターなどにおいても、欠かすことのできないコアデバイス(基幹部品)として生産。



我々が通う四日市高校の近くにあるキオクシアはフラッシュメモリの**世界シェア第3位**の半導体メモリー製造会社だ。半導体産業とはどのようなものなのか。世界にその名を馳せるキオクシアを知りたいと思い、初めての企業訪問の機会を頂き、キオクシアに伺った。

土地条件に恵まれた三重県四日市市

半導体製造過程で必要なことは**水資源・電力の供給**が安定していることだ。木曾三川が近くを流れる三重県は半導体生産に欠かせない**水資源**が豊富で近くに立地する中部電力の発電所から安定した**電力**も供給される。さらに四日市港と東名阪自動車道を利用できるため**輸送**に困らない。半導体製品の製造だけでなく、半導体製造装置の輸送のしやすさも半導体を製造する上で欠かせない要素だ。そこで、それらの半導体生産に必要な条件を兼ね揃えた四日市市に工場を建設することにしたそうだ。(建設当時は東芝)

衝撃を与えたニッポンの技術

キオクシアの前身として半導体生産を行っていた東芝半導体事業部はのちのキオクシア製品の核となる揮発性メモリのDRAM、不揮発性メモリのNAND型フラッシュメモリ、3次元高層化など革命的な新技術を生み出し、世界に衝撃を与えた。

半導体1チップに対するメモリセルを大量に敷き詰めデータ量の増加を図る微細化は、半導体の技術革新には欠かせない。かつては微細化を進めることで他社との競争を行っていた。しかし微細化が進みすぎるあまり、メモリセル同士が干渉し不良品の割合が高まることが懸念されるようになった。各社が微細化で苦しむ中、ついにキオクシア(当時は東芝)が三次元化の技術を開発した(図4参照)。平面構造のフラッシュメモリを2022年には**162層**のBiCS FLASH™に製品化している。想像もつかないほどのマイクロな世界だ。現在、各社メモリの3次元(=高層化)の中の層の数の増加を目指して競争が行われている。

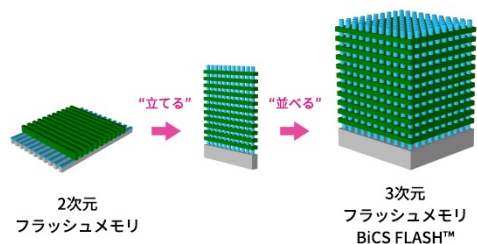


図4 3次元フラッシュメモリBiCS FLASH™

Q&A

- ・日本が半導体産業で世界のトップに立つためには？
→安価で大容量の製品をいち早く開発し、市場に出す必要がある。
- ・連携する企業や大学機関は？
→三重大学や名古屋大学などと共に共同研究を行う。
三重県の企業との取引を増やすことは輸送費などの削減につながるため、結びつきを強めようとしているそうだ。

スクリーニングに活かすこと

- ・安価で大容量の製品を開発することにつながるとして研究開発に積極的に取り組んでいる会社を評価する。
- ・半導体が生産されるまでには多くの関連企業の存在と支えが必要だ。
→半導体製造に限らず様々な関連企業についても考慮する。



三重県庁 雇用経済部企業誘致推進課 (訪問日令和5年7月27日)

課長補佐兼班長 倉口 弘明 様
主幹兼係長 永井 満憲 様

キオクシアで半導体そのものについての知識を得た我々は、三重県庁の企業誘致推進課の方々が半導体産業に力を入れているとのことを聞いた。そこでキオクシアを三重県に誘致した意図や三重県の半導体産業の現状を知りたいと思い県庁の雇用経済部企業誘致推進課の倉口様、永井様に話を伺った。

三重県と半導体産業

かつては四日市コンビナートが形成され石油化学産業が発展した三重県は、工業化が進む一方で排気ガスによる大気汚染の影響で「四日市ぜんそく」が発生した。三重県の産業は限界を迎えたと思われたが、公害を克服した現在はなんと電子部品・デバイス・電子回路製造品出荷額において、第2位に約1兆円の差をつけて、**全国1位**である(図5参照)。これはキオクシアをはじめとした半導体産業の活性化によるものだ。さらに、令和5年3月「みえ半導体ネットワーク」(図6参照)が設立された。このネットワークには産官学協力の下、県を挙げて半導体産業に関わる人材育成に取り組み、地元への就職を促す仕組みを創り出し、これからの半導体産業を発展させ続けるために必要な人材を確保する目的がある。しかし半導体業界において大きな課題となっているのは半導体産業の発展に寄与できる人材不足だ。人材育成を主な目的として三重県以外にも九州や東北など様々な地域で半導体ネットワークが設立されている。また、三重県内の半導体関連企業についての情報(どのような企業があるか、企業同士の関連性など)も得た。

令和2年度

順位	県名	製造品出荷額 (億円)
1	三重県	13,138
2	長野県	7,762
3	山形県	5,848

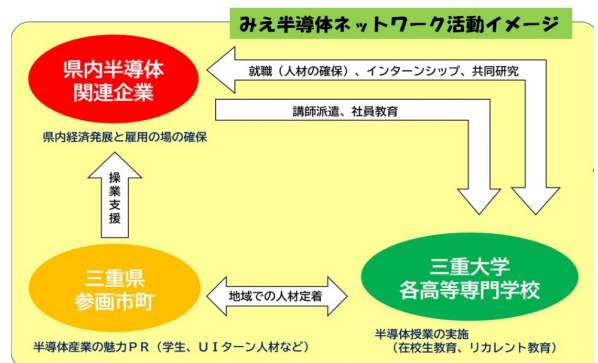


図5 電子部品・デバイス・電子回路製造業品出荷額

図6 みえ半導体ネットワーク活動イメージ

半導体産業の現状

半導体といえばスマホや電子機器のイメージが強いが、それらは先端ロジック半導体と呼ばれる。現在、設計は米国、製造は台湾・韓国に集中してしまっているため、日本企業が**最前線で競争するには厳しい状況**にある。米国に世界トップクラスの企業が集中し、各社が製品のための半導体の設計をする。そして大規模な工場を持ち、安く大量生産できる台湾・韓国に発注する。一方、**製造装置や材料の分野**においては世界トップシェアを誇る日本企業が数多く存在する。この状況の中、日本は次の手をどう展開していくべきか。日本が半導体産業のシェアや出荷額において世界を相手にするには、製造能力の高い海外の企業(主に韓国・台湾)から学べる技術を見習い、日本国内の企業同士で積極的な協力を進めることで国内の技術力を高める必要がある。

その他

企業誘致推進課の皆さまには、四季報の読み方や使い方、株式投資の基本についても教えて頂いた。また半導体関連会社が持つべき特徴をどのような財務指標から読み取ることができるかということについてもアドバイスを頂いた。

- 半導体設備の投資に莫大なお金が必要…設備投資額に注目
 - ・半導体業界特有のシリコンサイクルがあり、短期で状況が変わりやすい。⇒長期で見る指標も必要。
 - ・新たな施設への投資などで負債、流入流出などの指標での上下が激しい。

スクリーニングに活かすこと

- ・第2スクリーニングで使用する財務指標で、頂いたアドバイスを取り入れる。
- ・三重県の産業の沿革→化学産業の影響で起こってしまった公害を二度と繰り返してはならない。環境への配慮が考えられているかは重要な評価ポイントであること。

名古屋大学 (訪問日 令和5年8月9・10日)

キオクシアで名古屋大学との共同研究も行っていると聞いた我々は、夏休みの高大研究接続ゼミのイベントを利用し、名古屋大学須田淳教授の講義に参加する機会を得た。



大学院工学研究科電子工学専攻
情報デバイス工学 須田 淳 教授

目的

半導体研究に力を注ぐ大学が進める最先端の半導体技術を学び、その可能性を探る。

名古屋大学が誇る半導体研究

天野浩教授は2014年に赤崎勇教授、中村修二教授と共に**ノーベル物理学賞**を受賞した。世界で初めて青色LEDを開発した功績が讃えられ見事に受賞したのだが、実はこの研究の成功の鍵を握るのはLEDの中に含まれる**半導体材料**だ。青色LEDが開発される以前、赤色や黄緑色のLEDは開発されていたが、青色は実用化が困難で「20世紀中の実現は不可能」とまで言われていた。そうした中、赤崎教授、天野教授、中村教授は1980年代から90年代に、世界中の研究者が諦めていた窒化ガリウム(GaN)の高品質単結晶化(薄くて高品質のGaN結晶を作ること)に取り組み、青色LEDの開発・実用化に成功した。

青色LEDの研究によりGaNの可能性が広がった現在では、更なるGaNの特性を活かした半導体デバイスの実現に向けた研究が進められている。特に須田淳教授はGaNのパワーデバイスへの応用を目的とする研究を進めている。現在でも天野教授は名古屋大学の現役教授として授業や大学院生の研究指導をしている。他にもGaNに関連した様々な分野の研究者が在籍しており、GaN半導体研究の世界的拠点となっている。

世界有数の施設と企業連携

GaN半導体の研究開発に特化したクリーンルームである名古屋大学エネルギー変換エレクトロニクス実験施設の施設長を兼務する須田教授にこの施設を建設した目的を伺った。GaNの結晶(ウエハ)からスタートしてGaNのパワーデバイスや光デバイスに作り上げられるまでには100~300の工程が必要となる。開発に必要な設備やノウハウを名古屋大学に集約することで、1~2カ月ですべての工程を完了できるようにして研究のスピードアップを実現した。他大学や企業の利用も数多くあり、海外との国際共同研究にも利用されている。見学した多くの海外研究者から羨ましいとの声も上がるそうだ。

名古屋大学は半導体製造工程で重要となるプラズマに関する研究でも国際的な研究拠点(低温プラズマ科学研究センター)を有しており、キオクシアは産学協同研究講座をセンター内に設置して共同研究を行っている。

スクリーニングに活かすこと

- ・実験施設を持つ企業は研究に積極的に取り組んでいると考えられる。半導体産業に欠かせない技術革新の可能性が高まるとして評価する。
- ・半導体の技術1つで世の中が全く変わりうるほどの価値がある。
 - 開発した技術や技術者を大切にしている会社を評価する。
- ・大学との連携を持つ会社は後の人材育成につながると考えられるので評価する。

ジャパンマテリアル

(訪問日令和5年9月12日)

管理本部 総務人事部 部長 小林 弘樹 様
 管理本部 総務人事部 人材開発課 課長 川瀬 一将 様
 管理本部 総務人事部 人材開発課 主査 堀田 和裕 様

会社概要

半導体製造には大量のガス、純水、薬液が必要であり、工場内の装置の調整・メンテナンスも不可欠だ。三重県菟野町に本社を置くジャパンマテリアルは主に半導体工場へのインフラ整備や技術サービスを行う会社である。1つの工場に必要な一貫した機能をジャパンマテリアルグループから全て提供する。



キオクシアに伺った際に工場の管理を一括してジャパンマテリアルに請け負ってもらっていると聞き、また企業誘致推進課の方々から紹介をいただき、訪問した。

目的

大企業を支える企業としての存在意義、そして今後そうした企業が担っていく役割を知る。

“縁の下の力持ち”

キオクシアの方からも聞いたように、半導体製造には大量のガス、純水、薬液など様々な物品が必要とされる。しかし、これらを各種専門会社に発注すると、コストが高くなってしまふ。可能な限り安価に消費者のもとに大量の製品を届けるために製造のコストダウンは必須だ。そこで、製造過程で必要な様々な物品から製造機械のメンテナンスまでを一手に引き受けることができるという画期的なサービスを提供するのがジャパンマテリアルだ。今日では“包括的サービス”が様々な業界で普及しているが、会社が設立された1997年当初、そういったシステムを持つ企業はほとんどなかった。半導体製造を行う企業にとってまさに縁の下の力持ちの存在だ。

人材育成の工夫

半導体産業でエンジニアが不足している中、海外の製造装置会社と協力して会社内でエンジニアを育成するシステムを作り出した。半導体の専門的知識がなかったり、別業種の経験しかない人でも3ヶ月ほどの教習期間を経て一定の力を身につけてから、仕事に取り組むことができるというものだ。本社の隣には教習専門の施設や製造装置も併設しており、スキルアップできる環境が整えられている。

スクリーニングに活かすこと

- ・他職種からも転職できる人材育成の取り組み。
→人材育成に工夫がみられる企業を高く評価。
- ・半導体製造会社を支える設備に従事する半導体関連会社が存在するように半導体産業に様々な形で関わる企業がある。視野を広げて企業を選定。

半導体産業セミナー (訪問日令和5年10月23日)

目的

日本の半導体製造拠点として、

- ・北海道…ラピダス
- ・岩手県…キオクシア
- ・三重県…キオクシア
- ・広島県…マイクロン
- ・熊本県…TSMC



東京大学
黒田 忠広 教授／博士

経歴 三重県出身

1982年東京大学工学部電気工学科卒業。工学博士。東芝などを経て2019年～東京大学教授。

が挙げられるが、このうちの1つである三重県ではどのような施策がなされているのかを知り、三重県の半導体産業の将来性について深く吟味し、発展のための方策を産業の先頭に立つ大人とともに考える。最先端の半導体技術の革新に向けた指針を知り、今後半導体関連企業に求められる特性を模索し、スクリーニングに活かす。

技術革新に向けた動き ～More Moore , More than Moore～

1965年、インテルの創業者の1人、ゴードン・ムーア氏が提唱した「半導体の性能が18ヶ月で2倍になる」という、**ムーアの法則**(図7参照)は今もなお実現され続けており、半導体チップ微細化の1つの指標となっている。半導体の性能を上げるにはチップの微細化≒集積密度の向上、動作周波数の向上、消費電力の低減、集積規模の拡大、すなわち「**More Moore**」(ムーアの法則を押し進めるという意味)が主流とされてきた。半導体産業全体が、微細化のためにありとあらゆる手を尽くした結果、今の我々の生活を豊かにしてくれる半導体がある。

しかし、今日では微細化の限界が指摘されているという。2015年、米国半導体工業会(SIA)は「ムーアの法則は2021年で終焉を迎える」という予測を立てていた。5nmあたりになると、原子1個(約0.1nm)程の大きさの不純物を考慮するレベルになるので、そもそも物理的に実現は不可能だろう、ということだ。また、チップの過度な縮小による他のチップとの電氣的干渉や上記の4つのメリットの軽薄化など、これ以上の微細化に関する懸念点が浮かび上がり始めた。加えて、微細化に関しては海外の技術が凄まじく、国内企業は海外企業に微細化技術を学ぶのが適当であるというのが現状である。そこで日本が半導体大国となるためには、**微細化とは違ったテクノロジーの研究・導入**が必要だ。すなわち「**More than Moore**」である。例えばキオクシア(当時東芝)は2007年、上下方向の微細化、つまり2次元的微細化を3次元的微細化に拡張する技術(図4参照)を開発し、半導体業界に大きな衝撃を与えた。

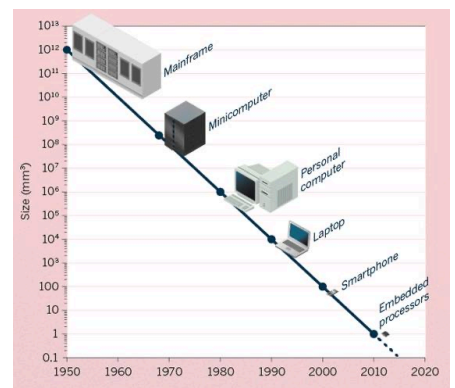


図7 ムーアの法則

最先端技術に関して言えば、ノイマン型コンピュータから非ノイマン型コンピュータへの転換、Beyond5G、3D実装、チップレットなどが挙げられる。日本が世界でトップに立つためには、やはりテクノロジーやアーキテクチャの革新が1番の近道であり、唯一の道であると黒田教授から学ぶことができた。

Rapid Production System

アウトプット(y)元本(a)利率(r)開発・生産サイクル回数(n)を用いて、複利の成長は「 $y=(1+r)^n$ 」と等比数列のように表される。ここで、 $n=1/T$ (Tは開発・生産サイクル期間)であるから、Tを短くしていくことでアウトプット、つまり**将来価値が急激に伸びていく**ことが分かる。つまり、利率部分を増やすのではなく、**指数部分を増やす**ことが最も有効である。だから、売上高で日本企業が海外企業に負けていたとしても、短いサイクルで「**More than Moore**」の研究開発を推し進めていくことで、売上高で追いつくことができる。**短期的、局所的なお金のやりくりや生産**が、半導体産業にとって重要であると分かった。この「n」を増やすことはアジャイル化(Agile)、そのような形で進められる半導体生産は短TAT製造(Turn around time)と呼ばれる。実際、北海道に進出したラピダスの名は、その名(rapid)の通り、「どこの工場よりも早く生産する」という意味が込められているようだ。

三重県の動向 ～More people～

More Moore, More than Moore のための**研究開発を活性化させるための環境として、たくさんの知(アイデア)が飛び交う場所を創るべきだ**と、黒田教授は主張していた。通称「**More people**」である。そもそも半導体業界では、いち高校生の我々には想像もつかないほど莫大なお金が動き回っているので、「稼げるぞ!」とたくさんの若者が食いつきそうなのものだが、我々の周りの理系生徒で半導体に興味がある人はそう多くないように思える。「知らない人」が多い。みえ半導体産業セミナーでは、学校への出前授業や工場見学の公募など、学生に半導体の魅力を知ってもらうためのイベントが紹介されていた。こういった活動から、半導体を多くの人に知ってもらい、多様な考えを技術革新に繋げていきたい。

2022年、東京大学は、Screen社と協力しながら、半導体の試作、製造研究のための施設を整えた。半導体産業には、教育による**半導体の民主化**も必要だと分かった。黒田教授は、半導体の民主化(More people)を念頭に置いて半導体産業の活性化に努めており、「半導体専門の技術者だけが研究に携わるのではなく、より多くの人々が参加しやすい研究体制を整えるべきである。」と述べていた。そのためには、**半導体製造過程の簡易化**が必要である。例えば、AI技術、Chat GPT を導入し設計を任せたり、キオクシアのようにビッグデータ技術を用いて、製造ラインの自動化・無人化を図ったりすることだ。最先端技術が半導体産業の発展を促進させることが分かった。

スクリーニングへ活かしたこと

- ・ 微細化の技術に関しては海外の技術が優れており、日本企業は海外企業に学ぶべきである。
 - 「**海外とのつながり**」が微細化に活けると判断。特に、韓国、台湾との繋がり、世界最先端の微細化、量産技術を取り入れるチャンスとなるだろう。
- ・ 短期的な生産サイクル、局所的なお金のやりくりをする能力が利益確保に必要である。
 - 流動的指標を用いて、企業の**短期的な支払い能力**を評価したい。**流動比率**を採用する。
- ・ 多くの知が飛び交う場、研究設備が不可欠である。
 - キオクシアの三次元構造のような最新技術の発明は、短期の企業成長が見込めるため、**研究開発費、設備投資費、投資CF**を評価し、研究への積極性を見る。
 - 国内外研究所の数を見る。
- ・ More than Moore の研究が技術革新への1番の近道である。
 - 積層技術、非ノイマン型 コンピュータ、Beyond 5G、3D実装、チップレットなど、**微細化とは違った分野の研究開発**の報告が見られる企業を高く評価する。短期的研究開発サイクルの側面も考慮して、HPにおける**研究報告のスパンの短さ**も加味する。

黒田教授の講演から我々はこのようなサイクルを作り出すことができれば開発効率上がり、半導体産業のさらなる発展につながるのではないかと考えた。

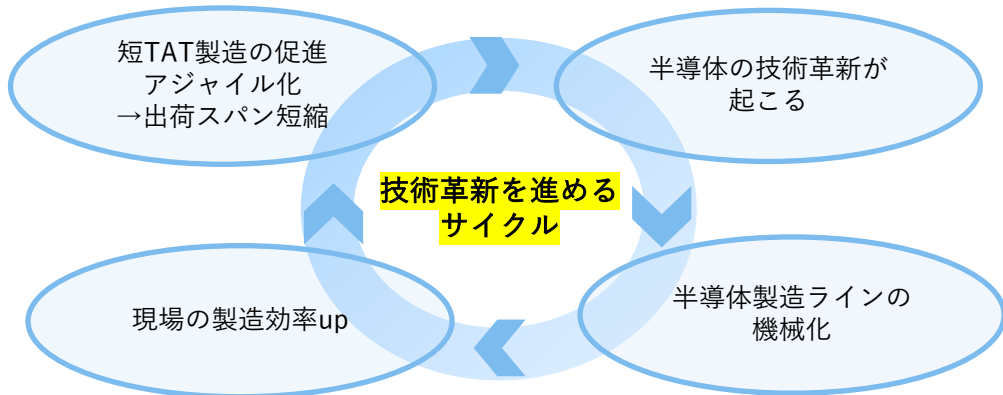


図8 技術革新を進めるサイクル

ユナイテッド・セミコンダクター・ジャパン株式会社 (USJC) (訪問日 令和5年10月26日)

三重工場 工場長 三沢 信裕 様

三重工場 製造部 製作課 課長 生川 邦幸 様

総務人事統括部 人事部 採用チーム 前田 貴也 様

会社概要 2019年10月1日、世界有数のファウンドリ会社、つまり半導体の製造だけを請け負う会社であるUnited Microelectronics Corporation (UMC) の一員として設立。前身の三重富士通セミコンダクターよりUMCの資本提携を受け、ファウンドリ会社として半導体を製造していた。現在はUMCグループの一員となったことでUSJCに社名を変更し、引き続きファウンドリ会社として操業。

これまでのフィールドワークから海外の圧倒的な生産能力と製造体制について学んだ我々は、世界トップクラスの半導体企業であるUMCの関連企業であるUSJCに目を向けた。海外との連携を図るメリットは何なのか、そして進出国を日本に決めた狙いは何なのか。今後の日本が海外に見習うべき部分や、逆に日本だけが持つ魅力を知りたい。そして初めてクリーンルーム内を見学した。



再認識した半導体生産の規模

工場見学をさせてもらい、改めて半導体製造の規模の大きさに圧倒された。高くないものでも半導体の製造装置1台で自動車1台分くらいの価格だそう。そのような機械がクリーンルーム内に1000台を超えるほどに並んでいた。中で働く人は少なく、多くの技術者が遠隔操作により別の部屋からパソコンで操作していた。工場の設計にも工夫がある。半導体製造工場の中では、世界で初めて免震構造を完備した工場だ。またクリーンルームを作るために、多くの工場は床上下下に工事で風の循環システムを取り付けるが、SWIT空調システムによって工事不要で空気の循環が行える仕組みになっている。



写真 工場見学の様子

海外を拠点に持つ強み

世界の約60%のファウンドリが台湾にあるが、近年インテル、サムスン電子などの世界的に有名な大企業がファウンドリに新たに参入し始めている。理由は半導体の自国生産が可能になることで各社の費用削減はもちろん、新たな産業として企業に利益をもたらすからだ。そのように数十年後を見据えても一定の需要を保つ可能性が見込まれている期待の半導体産業。そんな中で既に半導体生産で世界トップクラスのUMCと技術共有が可能なことは、黒田教授もおっしゃったように、海外企業から技術を学べるビッグチャンスだ。また、今までに伺ったフィールドワークで応対してくださった人もほとんどが男性社員だったが、実は海外では女性の技術者も増えており、台湾から多くの女性技術者が研修に来るそうだ。

【日経電子版 参考記事】

- ・米インテル、イスラエルの半導体メーカー買収 6200億円
- ・米インテル、半導体の首位奪還へ鍵握る5つの投資戦略
- ・インテル、ファウンドリー脱垂戦略 米巨大IT総がかり

Q&A

- ・なぜ進出先に日本を選んだのか？

→日本の顧客との関係を強めたいと思ったから。かつて半導体生産で世界的に有名だった日本製品の高品質を評価していた。また、USJCは最先端を追い求める半導体メモリなどとは少し異なり、車や家電などに昔から使い続けられているパワー半導体などを中心に生産する。最先端技術を追い求めるだけでなく常に存在する需要に対応することも大切なのだ。

- ・富士通時代の技術者はどうなったのか？

→会社に残り、技術開発や人材育成の注力している者もいるが、国内外の企業に移る技術者もいた。

スクリーニングに活かすこと

- ・台湾、韓国の圧倒的な半導体の生産力。
→海外から積極的に学ぼうとする部分を評価。
- ・ずっと必要とされてきた半導体の需要に安定して応え続ける企業も必要。

JSR株式会社 (訪問日令和5年11月10日)

執行役員 電子材料事業部 精密電子開発センター長 島 基之 様
四日市工場 管理部長 長野 浩一 様

会社概要

1957年に日本初の合成ゴムメーカーとして創業。強みである高分子技術を応用し、現在では半導体材料であるフォトレジストを中心とした様々な事業を展開する。



目的

半導体材料や製造装置など、製造以外の側面で半導体産業発展に関わる企業も含めて、多角的に投資先を模索するうえで、半導体材料の生産に関して世界トップクラスの企業の意見、考えを知っておく必要があると考えた。半導体製造にとって欠かせないフォトレジストで、世界トップクラスのシェアを誇る企業が、どのような観点に重きを置いてこの産業を見ているのかが知りたい。

JSRの遍歴

JSRは1960～1970年代にかけて独自で培った化学技術を駆使して合成ゴムの国産化に成功したが、オイルショックを機に、石化系(ゴム)産業に暗雲が立ちこめた。そこで、多角的に様々な産業に挑戦していったところ、DS(デジタルソリューション)事業において飛躍的成長を遂げた。半導体材料のフォトレジストでは、世界シェア1位となっており、その他洗浄剤、CMP材料においても目覚ましい成長を遂げる。2010年代になると、高齢化や個別化医療への対応としてバイオ医薬品の創薬から製造までを一貫してサポートするLS(ライフサイエンス)事業にも着手している。さらに2022年には祖業である合成ゴム産業をENEOSに譲渡し事業変革を進めている。産業のうごめきを察知して、新しい事業に颯爽と参入していく姿勢に感服した。

Q&A

- ・合成ゴム生産の次に、なぜ、半導体材料の製造に着手しようと思ったのか？

→我々が築いてきた合成ゴム生産のための高分子技術が、半導体材料であるフォトレジストに応用されていたからだ。当時既に、東京応化工業がフォトレジスト産業に参入していたが、我々の技術と経験を活かし、顧客の依頼に添ったフォトレジストを作ることで、ここまで発展を遂げることができた。

これから半導体関連企業に求められる資質とは

例えば、PlayStation 2(SONY)は、発売当初(2000年)39,800円であったが、2009年には改良が施された結果、19,800円にまで値下がりました。数年の時を経て、性能が向上したのに、なぜ値段が安くなっているのだろうか。これは、「ムーアの法則」の回収が起こったからである。半導体の微細化が数年で急激に進み、消費電力の低減、集積規模の拡大、集積密度の向上がもたらされたことにより、コストダウンしたのである。半導体の微細化により、機器の性能があがるとともに、コストも低下する。メリットが本当に多い。そうはいっても、微細化だけでなく、近年では、その他最先端技術の進歩も目覚ましい。その両輪を回し続けることが産業発展へと繋がるだろう。

半導体関連企業に求められる資質をまとめると、

- ①生産クオリティを維持する安全性(収益性)→シェアが大きな指標となる
- ②微細化+その他最先端技術の研究への積極性→設備投資額を見るとよいだろう
- ③大きな投資を瞬間的に行う能力→流動的指標を評価したい。

キオクシア (訪問日令和5年12月1日)

初めての企業訪問から約半年が過ぎ、学校のSSH活動の一環で再びキオクシアを訪れた。様々な企業を訪れ知見を広げた今、期間を経たからこそ生まれる考えや新たに生まれた疑問を再度伺うことにした。



技術の限界にどう立ち向かうか

より安く良質な製品を求めて技術革新が進められ今日に至るが、実は半導体技術の向上には限界が見え始めている。これ以上の性能向上を行うと生産コストが上がり価格が高くなり過ぎてしまうのだ。そこで我々は以下の質問をした。

Q&A

- ・技術革新をするなら立体構造を増やすのか、微細度を高めるのか。
→結論、今のところさらなる微細化を目指すという方向に収束している。立体構造には製造コストが上がるだけでなく体積がその分増えてしまうという課題がある。一方で微細化は今あるものをさらに細かくするから体積が増えることはない。あるいは微細化に留まらない「**More than Moore**」な革命的技術を開発することだ。キオクシアにも実際、研究専門の部門があり日々「**More than Moore**」に向けた研究が進められている。新たな技術が半導体業界を変える日もそう遠くはないのかもしれない。研究機関以外にもキオクシアでは後工程の工場も併せ持つため、研究スパンの短期化が可能である。

スクリーニングに活かすこと

- ・「**More than Moore**」に向けた技術開発の将来性をさらに知ったので微細化以外の研究への積極性を見る。
- ・研究専門の分野だけでなく、後工程の施設を持つことは研究に積極的だとみなし評価する。

3. ポートフォリオ作成

3-1 スクリーニング概要

我々は『三重県が誇る半導体産業を世界に羽ばたかせる』を目標にフィールドワーク学習を積んできた。その学んだことを最大限スクリーニングに活かして、日本が半導体産業で飛躍的成長を遂げるためのポートフォリオを完成させた。黒田教授が述べていたように、半導体の発展には微細化(**More Moore**)、微細化とは違う技術革新(**More than Moore**)、半導体の世の中への浸透・知の行き交う場 (**More people**)の3つのポイントが重要であり、我々はこれら3つの観点を軸に、半導体製造に関わる企業全般をスクリーニングしていく。まず日経東証プライム、スタンダード、グロースアジア300上場企業の中から、製造、材料、製造装置の3つの業種に分けて抽出する。

日本が半導体大国となるには、性能の良い半導体を大量生産できる企業が必要である。キオクシアの工場見学に行き、半導体製造のための設備には莫大な規模の工場、資金が絶対に必要であることが分かった。そこで、まず四季報、各社IR情報を参照し、企業を**財務的に評価する段階**を設置する。その後、各社HPや日経新聞記事を参照し、**フィールドワークを活かした独自のスクリーニング項目**によって、「ここに投資すれば半導体産業も盛り上がり、日本の未来の更なる発展に繋がるだろう。」という企業のみを選別し、最終投資先とする。

さらに、我々の想いを乗せて投資先を決める、「**特別枠**」を設けることにした。少々身勝手ではあるが、そもそも投資というのは、「応援したい」と心から思える企業に自分のお金を託すことだと思う。企業の財務状況や環境を分析することも勿論大切ではあるが、実際の投資家たちは、企業を調べていく過程で、企業への想いが募っていくので、自分のお金を投資するという決断に踏み切ることができると思う。我々が約2年間積み上げてきた知識をフル活用して、自分たちの判断で投資する企業を選んでみたいという想いのもと、このような決断に至った。とはいっても、直感だけで好きな企業に投資するのは支離滅裂である。各企業を通常のスクリーニング行程より細かい箇所まで調べることで、この「特別枠」を選出する。

第1スクリーニング

第1スクリーニングでは、半導体産業の大いなる発展を目指すため、半導体を製造する企業だけでなく、半導体製造を支え、かつ需要が高い製品・サービスを提供する企業も視野に入れて選出した。下記のように、4つの業種にグループ分けした。

①半導体設計・製造を行う企業



理由 「アフターコロナ」という状況下で、デバイス製品の需要増加に伴い、半導体の需要も高まり続けており、この先も同様であるだろう。この業種が成長し、「安価に大量生産」が可能な企業が出てくるのが、世界一への最も効率の良い道である。

②半導体製造装置の製造・提供を行う企業



理由 半導体の製造は、製造装置がないと何も始まらない。日本は製造装置の分野で秀でている。従って、経営の安定性を保ちつつも、半導体の需要の増加に伴う、さらなる経済成長が見込める。

③半導体材料の製造・提供を行う企業



理由 ②の理由と同様、半導体製造から見た需要の高さ・これからの安全性と成長性がある。

④アジア300 Asia300

理由 スクリーニングで韓国と台湾を重視したように、特に世界トップの半導体企業がアジア300には存在する。

インターネットで半導体関連会社を検索し、見つけた企業から合計103社を抽出し、4つのグループに分けた。

半導体関連企業					
①半導体材料		ナガセケムテックス	8012	アルバック	6728
エノモト	6928	ローム・メカテック	6963	東京エレクトロン	8035
ステラケミファ	4109	日本酸素ホールディングス	4091	岡本工作機械製作所	6125
イビデン	4062	レゾナックホールディングス	4004	平田機工	6258
ADEKA	4401	HOYA	7741	シンフォニアテクノロジー	6507
住友金属鉱山	5713	三菱ケミカルグループ	4188	ウシオ電機	6925
太陽インキ (太陽HD)	4626	日本特殊陶業	5334	ローツェ	6323
DIC	4631	ラサ工業	4022	SCREENセミコンダクターソリューションズ	7735
松田産業	7456	日東電工	6988	荏原製作所	6361
フジミインコーポ	5384	花王	4452	レーザーテック	6920
SUMCO	3436	リンテック	7966	ニコン	7731
信越化学工業	4063	メック	4971	THK	6481
東京応化工業	4186	東洋炭素	5310	昭和真空	6384
三井ハイテック	6966	新光電気工業	6967	ダイトロン	7609
ジェールサイエンス	7705	JSR	4185	日本電子	6951
東亜合成	4045	三菱マテリアル	5711	ジェイテクトサーモシステム	6473
大阪ソーダ	4046	巴工業	6309	ワイエイシイHLD	6298
富士通	6702	味の素ファインテクノ	2802	高田工業所	1966
凸版印刷	7911	日本ゼオン	4205	③製造	
大日本印刷	7912	旭化成	3407	トレックスセミコン	6616
AGC	5201	大同特殊銅	5471	三菱電機	6503
日本化学工業	4092	デンカ	4061	ルネサスエレクトロニクス	6723
アルコニックス	3036	古河電気工業	5801	ソシオネクスト	6526
三菱ガス化学	4182	三益半導体工業	8155	サンケン電気	6707
日鉄ケミカル&マテリアル	5401	パナソニックインダストリー	6752	HOYA	6614
日本化薬	4272	日本電解	5759	富士電機	6504
日本曹達	4041	新日本理化	4406	株式会社クレステック	7812
信越ポリマー	7970	東レ	3402	ソニーグループ	6758
アテクト	4241	藤森工業	7917	アドバンテック	2395
都築電気	8157	住友化学	4005	④アジア300	
CKD	6407	巴川製作所	3878	tsmc	
富士フイルムホールディングス	4901	タツタ電線	5809		
積水化学工業	4204	②製造装置			
古河機械金属	5715	TOWAレーザーフロント	6315		
東洋合成工業	4970	テクノアルファ	3089		
住友ベークライト	4203	アドバンテスト	6857		
京セラ	6971	ディスコ	6146		
クラスターテクノロジー	4240	東京精密	7729		

第2スクリーニング

スクリーニング方針でも記したように、第2スクリーニングでは財務指標を用いて企業を点数化し、企業数を絞った。我々は、「研究への積極性」「収益性」「安定性」の3つの点で評価した。日々技術を更新し続ける半導体産業において、研究への積極性は確実に重要な指標となる。また、フィールドワークを受けて重要だと思った指標も盛り込んだ。

(以降の表では1段目を省く)	項目	採用理由・各指標の意味	点数	基準
キャッシュフロー	営業CF	本業での現金の増減額。本業で稼げている企業を高評価したいため、プラスならば加点とした。この値がプラスであることは所謂“最低条件”のようなもの。逆にマイナスならば減点とした。	2点	+
			-2点	-
	投資CF	固定資産や株などの取得・売却による現金の増減額。設備投資や固定資産などへの投資が活発な企業を高評価したいため、マイナスならば加点とした。	4点	-
			0点	+
	財務CF	資金の調達と返済による現金の増減額。積極的な資金調達をする姿勢を評価したいので、プラスならば加点とした。	2点	+
			0点	-

新商品開発への積極性	設備投資額	企業が商品を生産したり新商品を開発したりするのに必要な設備を用意するための資金投入額。		
	減価償却費	固定資産の購入額を耐用年数に合わせて分割し、その期ごとに費用として計上するための勘定科目。		
	設備投資額 - 減価償却費	設備投資額には、固定資産購入額を分割したのも含まれるので、「その期の中でどのくらい設備に投資したのか」を正確に把握することはできない。そこで、減価償却費を差し引くことでこれを可能にした。	4点	+
			-2点	-

※赤文字は半導体産業の傾向に沿うようにオリジナルに作った指標である

収益性	ROE (3年の平均)	株主資本でどれだけ利益を上げているかを示す。純利益は期によって大きく変動するから、1年のROEのみを評価すると偏ってしまうため、3年分のROEを調べ、平均値で判断した。(%) 【計算方法】 自己資本利益率 = (純利益) ÷ (株主資本) × 100	5点	10%~
			3点	5%~ 10%
			1点	0%~ 5%
	経常利益 (3年分)	通常繰り返し行っている経常的な企業活動による利益。		
	経常利益 成長率	ここ数年で成長している企業を高評価したいので、3年間の成長率を算出した。(%) 【計算方法】 経常利益成長率 = (経常利益3年目 - 1年目) ÷ (3年の経常利益平均) × 100	6点	100%~
			4点	50%~ 100%
2点			0%~ 50%	
-2点			~0%	

安定性	流動資産	会社が保有する資産のうち、短期間で現金化できる流動性の高い資産。		
	流動負債	本業に関わる支払い債務や1年以内に支払期限が到来する債務。		
	流動比率	企業の短期的な支払い能力を見る。シリコンサイクルにうまく乗じる企業は、局所でうまく資金繰りすることができるだろう。高ければ高いほど加点とした。(%) 【計算方法】 流動比率 = (流動資産) ÷ (流動負債) × 100	6点	200%～
			4点	150% ～ 200%
2点			100% ～ 150%	
			-2点	～100%

第2スクリーニングでは、103社から31社に絞り込んだ。

第3スクリーニング

第3スクリーニングでは、製造部門の企業のみ、材料・装置部門の企業のみ、全企業共通の項目の3種類の項目を設けた。このスクリーニングでは、特にフィールドワークとの繋がりを意識して項目をつくった。

	項目	点数	基準	理由
半 導 体 製 造 部 門	微細化への 姿勢/成果 (More Moore)	6点	製品への活用が見られる	微細化は半導体産業の進化の指標と言っても過言ではないほど重要である。ここ最近で、微細化の研究設備が整っており、研究を進めているかどうかを評価したい。製品に活用されることで性能向上へ繋がるので、さらに高得点とした。
		4点	研究成果の報告が半年以内にある	
		2点	研究成果の報告がある	
	微細化とは別の 技術革新 (More than Moore)	7点	製品への活用が見られる	微細化とは異なる最先端技術を製品に応用することで、キオクシアのように短期間で飛躍的成長を遂げられる。研究成果が出ているのか、それを製品に活用しているかを評価したい。
		5点	研究成果の報告が半年以内にある	
		3点	微細化とは異なる技術の研究が見られる	
設備	3点	後工程の設備がある	後工程設備があることで、半導体の試作スパンを短縮でき、上の2つの項目にも貢献できるであろう。自社の中で研究を完結できる企業を高評価したい。	

材料・装置部門	シェアの高さ	6点	1位	JSRの見学で、シェア率世界トップというのは企業の大きな強みとなることが分かった。半導体製造から見て需要の高い材料・装置でシェアが高い企業は、長期的な成長が見込めるだろう。
		4点	2位～5位	
		2点	シェアのアピールあり	
		0点	HPにない	
	技術開発への積極性	7点	製品への活用が見られる	材料・装置の分野でも、性能が高まり続ける半導体製造のニーズに応え続ける力が必要である。
		5点	研究成果の報告が半年以内がある	
		3点	研究成果の報告がある	
	他職種からの遍歴	3点	HPへの掲載あり	例えばJSRは、元々メインで着手していたゴム製造を応用し、フォトレジストに転換していった。こういった技術の応用力を評価したい。

全企業	安全面	免震構造・災害対策	3点	HPへの掲載あり	多少の地震では揺るがない生産拠点を持つ企業を評価したい。
	人材育成	社内の人材育成	3点	人材育成期間を設けている	人材育成は、優秀な技術者を増やすことに繋がる。
			1点	人材育成を企業理念に掲げている	
		半導体に携わる人材の育成	3点	半導体ネットワークへの参加	半導体ネットワークに参加することで、人材の確保に繋がる。新しい人材を大切にする企業を高評価したい。
		大学との連携	4点	研究成果が出ている	大学と連携して研究することは、半導体の民主化に繋がり、研究への積極性も評価できる。
			2点	大学と連携を行っている	
		女性雇用	2点	えるぼし・なでしこの認定両方を受けている	女性技術者を雇用している企業を高評価したい。
	1点		上記のどちらかの認定を受けている		
	環境	環境への配慮	2点	環境対策行動を行い、対策成果が出ている	「四日市ぜんそく」のような公害が2度と起こらないような配慮を高評価したい。
			1点	環境報告書（データ）を開示している	
	海外との繋がり	海外拠点	2点	海外拠点を持つ（施設は指定なし）	微細化技術が凄まじい海外との連携は大きい。特に、最先端技術の進む中国・台湾との連携を高評価する。
			+1点	拠点先に韓国か台湾を含む	
			+3点	海外の企業、チームとの連携研究を行う	
		海外言語対応	2点	3カ国以上	社名がグローバルに浸透するには、こういった配慮が必要である。
	1点		2カ国		

我々は、第3スクリーニングで、合計11社まで絞った。

3-2 ポートフォリオ構築

ポートフォリオ(ファンド)名 : セミコ革命

証券コード 銘柄コード	企業(銘柄)名	主要市場	購入金額(円)	構成比 (%)
スクリーニングから選出した11社				
6857	アドバンテスト	プライム市場	377,762	7.56
6146	ディスコ	プライム市場	348,100	6.96
6723	ルネサスエレクトロニクス	プライム市場	341,544	6.83
6966	三井ハイテック	プライム市場	335,295	6.71
7729	東京精密	プライム市場	333,489	6.67
8035	東京エレクトロン	プライム市場	333,060	6.66
4062	イビデン	プライム市場	337,808	6.76
5384	フジミインコーポレーテッド	プライム市場	323,830	6.48
6315	TOWA	プライム市場	329,400	6.59
4401	ADEKA	プライム市場	329,590	6.59
4186	東京応化工業	プライム市場	313,269	6.27
特別枠+アジア枠				
@2330/TW	台湾積体回路製造 (TSMC)	アジア300	177,073	3.54
6055	ジャパンマテリアル	プライム市場	249,800	5.00
7741	HOYA	プライム市場	246,960	4.94
6758	ソニーグループ	プライム市場	253,460	5.07
4004	レゾナック・ホールディングス	プライム市場	250,184	5.00

3-3 企業選定詳細

コード	企業名	分野	得点	投資金額	構成比(%)
6857	アドバンテスト	検査装置	38	377,762	7.56
[事業内容] SoC、メモリを主軸に、ナノテクノロジー、システム・レベル・テストといった半導体のさまざまな品種に対応したテスト・ソリューションをそろえている。					
[強み] 半導体のパッケージテストに不可欠なテスト・ソリューションの全てをワンストップで提供可能。世界各地の拠点から、半導体サプライチェーンをサポート。					

6146	ディスコ	検査装置	34	348,100	6.96
[事業内容] 大きさや厚さを極めて細かくコントロールできる「半導体製造装置」と「加工ツール」を開発・製造・販売している。					
[強み] 主力の3つの装置でそれぞれ圧倒的な 世界シェア1位 を獲得している。					
6723	ルネサスエレクトロニクス	製造	32	341,544	6.83
[事業内容] MCU・MPU・Bluetooth・Wi-Fi・センサなどを自動車、産業、インフラ、IoTの4つの成長分野へ提供する。					
[強み] 高い設計・開発・製造力にて生み出された多彩な製品群。様々な電子機器向けに高性能かつ 省エネ を実現した半導体を開発。					
6966	三井ハイテック	材料	31	335,295	6.71
[事業内容] 電気モーター用の鉄心コア(回転子と固定子)、自動車の構成部品、貨幣(コイン)、ICリードフレーム、樹脂成型品					
[強み] 長年磨き上げられた日本ならではの超精密加工技術、超高精度な金型技術を最大の武器に高品質・高精度な製造を行う。半導体材料の 世界シェア1位 を獲得。					
7729	東京精密	製造装置	30	333,489	6.67
[事業内容] 精密測定機器事業の計測技術を半導体製造装置に展開					
[強み] 業界で唯一「 計測技術 」を持つ半導体製造メーカーである。製造装置の 世界シェア1位 を獲得。					
8035	東京エレクトロン	製造装置	30	333,060	6.66
[事業内容] 塗布現像、ガスクミカルエッチング、拡散炉、バッチ成膜、洗浄、プラズマエッチング、メタル成膜、プローバの過程の半導体製造装置の生産。					
[強み] 上記製造装置の前者4つで 世界シェア1位 、後者4つで世界シェア2位という圧倒的な世界シェアを誇る。					
4062	イビデン	材料	29	337,808	6.76
[事業内容] パソコンやデータセンター用サーバーのICパッケージ基板(後工程)					
[強み] 近年では半導体パッケージを含む 後工程 の重要性が増している。研究開発や設備投資を加速させており、将来性が高い。					
5384	フジインコーポレーテッド	材料	29	323,830	6.48
[事業内容] 単結晶シリコンのインゴットのスライス、ラップ加工、研磨工程に関わる製品、半導体デバイスの製造に関わるCMPスラリー(ポリシング)などの研磨材					
[強み] 長年の技術を応用させ「 圧倒的な品質の優位性 」にこだわった業務を推進している。					
6315	TOWA	製造装置	28	329,400	6.59
[事業内容] 半導体モルディング装置、半導体等電子部品の樹脂封止技術、シンギュレーション装置、エンドミルドリル					
[強み] 世界シェア1位 。半導体分野にとどまらず、光学・医療・生化学など 他分野 にも、幅広く応用されている。					

4401	ADEKA	材料	28	329,590	6.59
[事業内容] 高純度半導体材料、電子回路基板エッチング装置・薬剤、光硬化樹脂、光開始剤、画像材料					
[強み] 100年間で培われた6つの基盤技術を軸にしている。 食品産業 という別産業も兼ね備えている。					

4186	東京応化工業	材料	27	313,269	6.27
[事業内容] 半導体用フォトレジスト					
[強み] 世界最高峰の高純度化技術、微細加工技術を用いたフォトレジストは 世界シェア1位 。					

ここからは**特別枠**として選定した企業の企業情報や評価点を記載する。

4004	レゾナック	材料		250,184	5.00
[事業内容] 溶剤 ガス 絶縁材料、研磨剤、基板の材料など					
[沿革] 2023年1月1日に昭和電工と昭和電工マテリアルズが統合して設立する →その当時すでに富士通ハードディスク事業部を統合し、日立化成を子会社化していた昭和電工は 自社の企業に加えそれら2社の技術も含んでいた 。					
[CEO 高橋 秀仁氏] ・堅実な見通しと取り組み姿勢、そして確固たる自らの意見をもつCEOである。 ・自分から若手従業員とかかわる機会を作るなど 人材育成に前向きな姿勢 を示している。					
[特色] ・ 3D実装の研究 に力を入れており、コンソーシアムに参加している。 ・ダイボンディングフィルムや銅張積層板など 世界シェアNO.1 の製品が存在する。 ・ もやもや会議 という取り組みを行っている。もやもや会議とは若手従業員が課題と感じているモヤモヤを議論し、それがバリューや共創で解決できるのかを全員で考えることで、組織文化を醸成していく。もやもや会議には社員だけでなくCEOとCHRO（最高人事責任者）も同席し行う。オープンに意見を言える環境を創り出すことを目指している。 ・ ポートフォリオ戦略 をとり、社内でジョブローテーションや社内公募も用意している。 ・CEOには 従業員 、そして 顧客 に対し最大限に時間を割くという方針がある。「従業員を育て、顧客とより良い関係を築くこと」こそが企業価値を最大にし株主・投資家への還元につながると思っている。 ・統合直後は半導体需要低迷によって、株価が低迷していたが、最近は右肩上がりである。					

7741	HOYA	材料		246,960	4.94
[事業内容] マスクブランク、フォトマスクの製造					
[沿革] 2022年 3月に社長が交代 鈴木洋氏から池田英一郎氏へ ・今までの創業者一族による 同族経営から脱し 、社内から選考された。 ・前社長の鈴木洋氏は 米国流ポートフォリオ経営 を導入し創業初期の同社を牽引し、約60年の歴史があったクリスタル事業からはあっさりと撤退を決めた。					
[特色] ・ ポートフォリオ経営 事業環境の変化に応じて、投資配分を決める。この経営手法の要諦は管理の徹底で、収益性が高く成長が見込まれる分野や地域を絞り込み、経営資源を集中投下する。一方で収益性が低く、成長を見込めない分野や地域などからは、迷うことなく縮小・撤退する。 ・鈴木洋氏は社長就任から22年間で同社の時価総額を一兆円から六兆円に約6倍にした。 →資本を大切に、最大限効率的に利益を得られるように事業部に経営の権限を譲り、その事業部の予算と実績を徹底的にCEOが管理する。合理主義を強く推し進め、褒賞などにも違いを出していた。					
◎2023のIR情報や2024年度の今までの財務状況を見ても、あまり大きな変化は見られない。また、前社長退任後すぐは株価が下落しているが、2022年後半から上昇傾向に戻り現在は前社長退任前に並ぶ勢いだ。よって社長あいさつでも述べているとおり、前任の鈴木氏のやり方を継続しているのではないかとと思われる。そこに技術者目線が組み合わされてどのような発展を遂げるのか注目したい。					

6758	ソニー	製造	253,460	5.07
------	-----	----	---------	------

[事業内容] イメージセンサの製造

[特色]

- ・ **イメージセンサ**の製造で**世界シェア1位**、約40%を占める
→不純物などの混入の発見、ワイヤーボンディング
- ・ **TSMC**の熊本工場に参画しており、TSMCの工場がソニーの工場に隣接して建てられる予定。さらに近隣に新工場も建設予定。
→8000億ドルの初期設備投資のうち5億ドルを出資する。そしてJASMの株式の20%未満を得る。
- ・ 2017年ごろから車載向けの製品の生産に参入している。他企業が解決できなかった、逆光や明暗差が大きい場所での白飛び・信号機や前方車両のブレーキランプによるちらつきという2つの課題を解決した新しいイメージセンサを開発し参入した。自動車向けのイメージセンサのシェアを25%→39%へ高めようとしている。
- ・ イメージセンサはスマートフォンのカメラや自動車の自動運転に欠かせない技術であり、これからも市場の拡大が見込める。

6055	ジャパンマテリアル	設備	249,800	5.00
------	-----------	----	---------	------

[事業内容] 半導体製造工場の設備管理やインフラ整備、ガスや純水、薬液の供給など

[特色]

- ・ 半導体工場全体の稼働・維持をジャパンマテリアルグループで**一括サポート**できる。
- ・ 本社が**三重県菟野町**にあり地域に根付いている。
- ・ フィールドワークに行かせていただいたときに、会社の社員の方が明るくあいさつを交わす姿などが会社の雰囲気の良さを感じた。

アジア枠

@2330	TSMC	製造	177,073	3.54
-------	------	----	---------	------

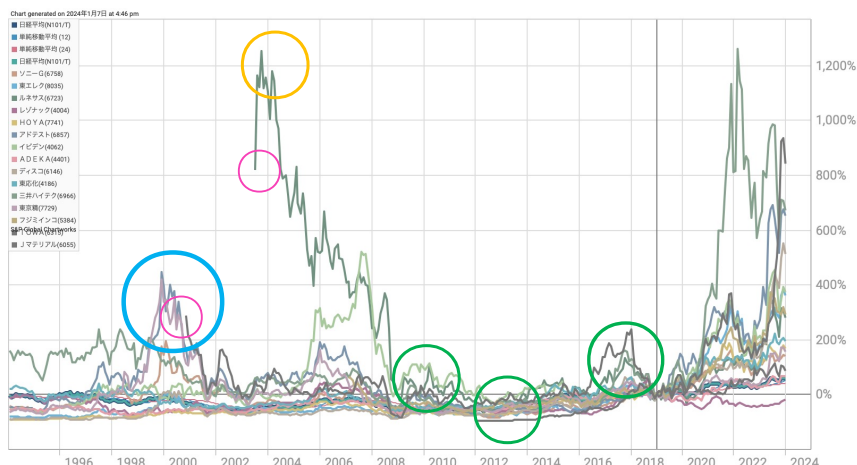
[事業内容] 半導体製造 ファウンドリ

[特色]

- ・ 30mmのウェハを**年間1500万枚**製造する能力を持っている
- ・ ファウンドリ企業の**シェア世界1位**
- ・ 時価総額はトヨタ自動車の2倍にあたる
- ・ 近頃、熊本に新工場を建設した
→日本の半導体サプライチェーンの重要な足掛かりとなると予想される

3-4 株価値動きの考察

1. 過去30年間の経過



○企業によって少しずつ株価の変異のタイミングがずれている

→変動の大きさの規模には差があるが、全体的に株価の変動が一年ほどにわたってずれている。半導体の製造過程によって材料、前工程、後工程に関わる会社が順番に株価に影響を受けているのではないかと考えられる。定期的にこのずれが現れている。

○ルネサスエレクトロニクスが大きく上がった突起部分

→株価が大きく伸びているのは上場直後であることが分かる。この企業は元々NECから半導体部門として分社化していたNECエレクトロニクスと日立製作所および三菱電機から分社化していたルネサステクノロジーの経営統合によって設立された。統合前から世界シェアを握っていた大手企業の集結により、2003年の半導体売上高は世界3位につけ、世界中から注目された結果、株価が大きく伸びたのではないかと考えられる。

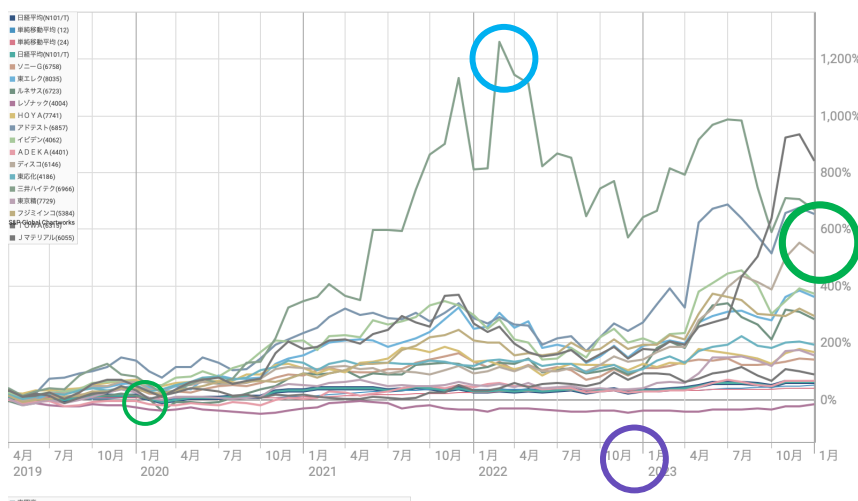
○新規上場した企業

→過去30年以内、20年以内から上場を始めた企業が非常に多かった。半導体産業は最先端の産業だと言われることが多いが、グラフにも現れていた。

○定期的に現れる波模様

→これこそがシリコンサイクルなのか。このグラフを見ると多少の違いはあるものの、全体的に3～4年ごとに山、谷を繰り返しているように見える。また、2011年の谷は東日本大震災の影響も考えられるかもしれない。

2. 過去5年間の経過



○新型コロナウイルスの経過

→新型コロナウイルスの発生当初と現在を比較した。発生当時の山と比べると、2023年現在の山は何十倍にもなっていることがわかる。

○日経リーグ開始当初(2022年10月頃)

→2022年初めにはもう少し山が大きかったが、深刻な半導体不足が発生した2022年10月頃の山は小さくなっていることがわかる。半導体不足の景気悪化が影響していると考えられる。

○三井ハイテックの急上昇

→他の企業は大きい山ができていない中でなぜ三井ハイテックだけがこれほど大きく上昇しているのか。調べてみると、ハイブリッド車(HV)や電気自動車(EV)の性能を左右する部品「モーターコア」の出荷が約427万台分と前の期より4割近く増え、24年ぶりに最高益を更新していたことが分かった。そのことから、やはり新技術や新製品が会社の株価、そして社会に大きく影響を与えていることが分かった。

3、企業別の経過

コロナ禍の前後で、上昇した企業と下降した企業の二極化が激しかった。コロナの影響を受けながらも著しく上昇していた企業を3社調査した。

TOWA



- ① 半導体不足の影響で様々な半導体関連企業が低迷し、伸び悩んでいたが、TOWA、村田製作所などを含む京都の企業では圧倒的なものづくりの強さにより、一定数の需要を受けすぐに業績を取り戻した。
- ② 2023年初めにはマレーシアの金型企業を買収し、さらなる拡大を図っている。

東京エレクトロン



- ① 半導体不足に陥り、一部の生産数が減少するも様々な製品に向けた半導体を生産しているため他分野で取り戻した。
- ② 半導体不足は解消されていき、大きく上昇した頃にTSMCの熊本工場への出資を発表した。
- ③ 2023年3月頃エネルギー価格の高騰の影響を受け低迷するが回復し、さらに上回りそうだ。

ディスコ



- ① 2021年電気自動車(EV)向けに電流や電圧の制御をするパワー半導体などの需要が伸びたが、この急激な成長の裏には、超自律型社員による革新的な業務形態にある。
- ② その効果があって最近では異常な伸びを見せている。

4. 投資家へのアピール

～政府から半導体産業への支援～

5頁でも記述した通り、現在の半導体製造の大部分は台湾が占めている。具体的にはスマートフォンやAIなどに利用されている9nm以下のロジック半導体(コンピュータの脳のような役割を果たす半導体)の6割近くが台湾で生産されている。10nm以上や後工程に関しても台湾での製造が大きな割合を占めている。(図9参照)

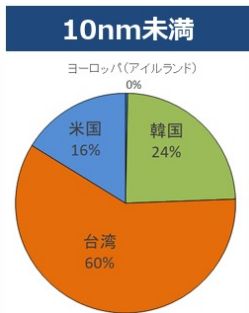


図9 10nm未満ロジック半導体各国シェア

そのため地政学の観点から、台湾有事などが起き台湾から半導体の供給が滞った場合、世界経済に莫大な影響が出ると予想されている。それを防ぐためには国内で半導体のサプライチェーンを完成しておくことが大切だ。日本は、製造装置や材料に関しては大きなシェアを持っている。そこで、半導体製造の大規模な工場が国内に必要である。

⇒政府はTSMCを熊本県に誘致したり、最先端の半導体を製造するRapidusをつくったり、三重県のキオクシア工場や広島県のマイクロ工場の最先端事業の設備投資にも補助するなどの動きを起こしている。

また、政府は令和5年6月に発表した半導体・デジタル産業戦略において国内の半導体関連の売上高を2030年に15兆円超へという目標を挙げている(図10参照)。それを達成するために政府は2023年度補正予算案に半導体産業支援のために1.9兆円を加えた。1.9兆円の使い道は、TSMCの第二工場などの先端半導体増産へ7600億円、Rapidusなどの最先端半導体の国産化へ6400億円、国内の半導体安定供給への取り組みに5700億円である。

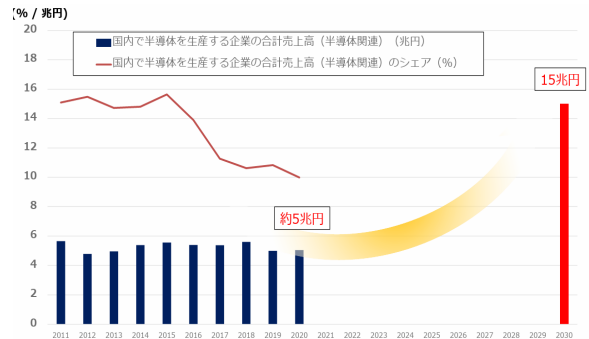


図10 半導体関連売上高目標

～地域を支える半導体～

三重県内の子どもの数は減少の一途なのに、四日市高校すぐ近くの富田小学校は児童数が増え続けているらしい。これは間違いなくキオクシアの影響が大きい。近鉄富田駅からは毎朝大量のシャトルバスが、数多くの従業員を乗せてキオクシアまで運んでいる様子が見られる。キオクシアの存在のおかげか、大きなマンションが学校の周りにも次々と建ち始めている。キオクシアは四日市市でとても大きな存在となっている。三重県の半導体・電子部品出荷額は、2位と大差をつけて全国1位であり、その出荷額の大部分はキオクシアがつくる半導体によるものである。キオクシアは、四日市市にだけでなく、三重県にとっても必要不可欠な工場となっている。

～時代を支える半導体～

今、あなたの周りを見渡すだけで、大量の半導体が見つかるだろう。我々は高度なデバイス機器に囲まれながら生活しているのである。さらに、「アフターコロナ」という状況下で、半導体の需要は高まり続けており、これから先もICT化が進むにつれて莫大な量の半導体が必要となってくるだろう。半導体産業は廃れることのない、時代の中心をいく産業である。そして、半導体は全てのデバイス産業の根に位置し、デバイス産業はあらゆる産業の能率を高くする存在だ。半導体産業への投資は、我々の生活を豊かにすることに直結するだろう。

そして、普通の生活を飛び越えた、ロマンある技術革新にも、半導体は不可欠である。最近のものだと自動運転、ドローン技術などに大量の半導体が使われている。AI技術や空飛ぶクルマ、タイムマシンにも、結局は半導体が必要不可欠になる。半導体に投資して、ロマンある未来に期待するのもきっと楽しいことだろう。

5. 日経STOCKリーグを通して学んだこと

今回、四日市高校から初めてストックリーグに参加した我々は、活動開始当初、先輩たちの前例がない上に経済や投資についてもほとんど知識がない状態だった。テーマ決定に始まり、調査を進めていく上で、数えきれないほどの苦労があった。特に難しかったことは、フィールドワークで得た知見をポートフォリオに反映させるところだ。それでも諦めずに最後までポートフォリオを作り終えることができ、様々な知見を得た。

ここからは特に貴重な経験になったと感じることを二つ紹介する。

①半導体産業の規模の大きさ

まず、テーマとなる半導体について夏休みの研究や企業訪問などで調査したところ、半導体産業は圧倒的な市場規模を持っていることを知った。製造工場には1台で数千万円から数億円するような製造機械が一面に並んでおり、設備の維持だけでもとてつもないお金がかかる。半導体産業を伸ばすには他国のように大規模な額を投資する必要があるが、実際それだけの大規模なお金を投資できるような企業は少ない。また、他国に比べ日本の半導体産業に対する国の補助金は大幅に少ないというのが現状だ。

②人材育成の大切さ

また、我々は人材育成の重要さに気づいた。優秀な人材を集めて効率よく企業運営ができれば技術革新、そしてさらなる設備の拡大に資本・資金を充てることができる。みえ半導体ネットワークが設立されたように、現在、半導体産業では人材こそが最重要の財産なのだ。

様々な企業を訪問し、そこで働く方々の話を伺う中で、企業で働く人々がそれぞれの会社に対し誇りを持って働いていることを強く感じた。忙しい中でフィールドワークに力を貸していただいた企業の方々には本当に手厚く、訪問後もアドバイスをいただいたり、他の企業とのつながりを作ってくださいたりした。ストックリーグを始めてからポートフォリオが完成するまで最後まで助けていただいた企業の方々や、指導教員の石川先生に深く感謝すると共に、これからも我々は半導体産業の動向を見続けていきたいと思う。

6. 参考文献

【参考文献】

- ビジネス+IT「日本の半導体が1980年代に興隆した最大の理由は「運が良かった」から」
- 産経新聞
「世界に強み、日本の半導体製造装置メーカーに「新戦略」の必要性 対中規制強化」
- NHK番組
「半導体 大競争時代」
- EE Times Japan
「2050年までの世界半導体市場予測 ～人類の文明が進歩する限り成長は続く」
- みんかぶ
「レーザーテック---続伸、1月で悪材料は出尽くしと判断し国内証券で格上げ」
「レーザーテックが米半導体株高受け5連騰と気を吐く、売買代金は連日で群を抜く」
- マイナビニュース TECH+
「日本勢は4社がランクイン、2023年第3四半期の半導体製造装置企業売上高ランキングトップ10」
- KYODO
「キオクシア、米WDと統合調整 半導体メモリー、世界で最大規模」
- 半導体業界の企業研究
「【就活生必見】新卒採用人数が多い半導体業界の優良企業10社」
- 朝日新聞 デジタル
「ラピダス、米シリコンバレーに拠点設置へ インドでも提携推進」
- 中部経済新聞
「ジャパンマテリアル 熊本で売上高150億円超へ TSMCなど取引深耕で」
- 総研識学「半導体不足はなぜ起きた？原因といつまで続くのか解説」
- 経理COMPASS「財務諸表分析の方法・指標をわかりやすく」

【参考ホームページ】

三井ハイテックHP 東京精密HP 名古屋大学 須田研究室HP JSR HP ユニセフ HP SDGs
アドバンテストHP ディスコHP ADEKA HP キオクシアHP 三重県庁HP レゾナックHP HOYA HP
SONY HP ジャパンマテリアルHP TSMC HP

図1: ビジネス+IT 2021/08/02「福田昭の「製造業異聞録」」

図2: 日経新聞 2024/01/05「シリコンサイクルとは 半導体市況、2年後半から悪化」

図4: キオクシアHP 「3次元フラッシュメモリー「BiCS FLASH™」とは」

図5,6: 三重県庁HP 2023/08/20「みえ半導体ネットワークの概要」

図7: GIGAZINE「ムーアの法則の終焉は何を意味するのか」

図9,10: 経済産業省 「半導体・デジタル産業戦略」「産業の保護」