

# 台湾で学んだこと

## ——60年にわたる半導体技術の蓄積と 人材育成，世界最先端半導体 サプライチェーンの中核——

What I Learned in Taiwan :  
Semiconductor Supply Chain and Human Resource



### 寒川誠二

国立陽明交通大学電機学院電信工程研究所  
seiji.samukawa.e2@nycu.edu.tw

#### 1. はじめに

昨今世界では半導体技術の競争が激化しており国家安全保障の中核であることが指摘され始め、日本政府もようやく遅ればせながら重い腰を上げ半導体産業への投資を急激に加速させてきている。その中核戦略は台湾半導体企業の誘致である。世界の半導体立国台湾と連携するのは正解であるが、その経済的効果だけに視点が行っているように思う。かつて世界を凌駕した日本半導体がどうしてここまでひどい状況に陥ったかという総括もなく、ただただ資金を投入すれば最先端半導体が数年で作れるという論調には、不安を感じざるを得ない。私としてはいってもたってもいられず、現実の状況をお知らせするとともに地道で長期的な戦略も策定頂きたく筆を執らせて頂いた。

台湾半導体も台湾積体回路製造 (TSMC: Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.) も一日にして成らず、60年以上にわたるオリジナルな半導体技術に向けて戦略的で地道な技術蓄積と継続的な高度人材育成の賜物だからである。

私は2000年までの19年間、日本電気株式会社で半導体デバイスの量産から研究開発に従事した経験がある。そのとき、身をもって世界一だった日本半導体の凋落を体験してきた。その後、東北大学で22年間半導体研究を行い、現在は台湾における半導体研究の中心である国立陽明交通大学で教育研究に当たっている。その特異な経歴から、日本と台湾の半導体ビジネスモデルの在り方に大きな違いがあることが理解できたと思っている。新竹サイエンスパークを中核とした台湾の半導体ビジネス

モデルを知って頂くことで日本における半導体復活の一助になればと思っている。

#### 2. 半導体サプライチェーンの構築とは

サプライチェーンという言葉が使われるようになって久しいが、日本における報道などを聞いているとその意味を深く理解している人がいるのだろうか？と首をかしげたくなる。

半導体工場を作れば半導体デバイスが作れると思ったら、それは大きな勘違いである。半導体工場に半導体を作るための材料、化学薬品、純水、各種製造装置、各種ガス、排ガス処理機器、排水処理機器、デバイス特性測定機器、各種分析機器、クリンルーム機器、空調機器、電機機器、等その半導体デバイス工場の周辺にそのデバイスを作るために必要不可欠なものを供給できる企業群(あるいは企業網)がないと製造することができない。また、人材供給やイノベーションの起点となる大学や国立研究所、更には半導体が使われる最終製品企業網も不可欠である。これをいわゆる半導体サプライチェーン(図1)と言う。つまり、更地に半導体デバイス製造工場を作り、超高額な半導体製造設備を導入するだけでは半導体は作れないしビジネスも成り立たない。そこには何千点に及ぶ半導体材料や部品あるいはそのメンテナンス、そして最も重要な半導体製造技術や供給における高度人材育成(特に博士)が必要不可欠である。技術は人であり、それらの全ては何十年以上にわたる人材育成に基づいた技術蓄積によって形成されるものなのである。

しかし、日本半導体は2014年に量産された28nm以

降の最先端半導体デバイスの開発量産<sup>(1)</sup>から撤退し、最先端デバイス開発を諦めていた。そもそも電機メーカーの一部にすぎなかった半導体事業にサプライチェーンというビジネスモデルが全くなかったためである。その間10年以上にわたって人材育成、技術蓄積及び半導体サプライチェーン構築へのアプローチがなかったと言ってよい(図2)<sup>(2)</sup>。更に海外の最先端半導体企業で働く日本人技術者も現在ではおらず、人材も枯渇している。そのような状況の中で、半導体工場が誘致されたからと言って、日本はどうやってその穴を埋めてオリジナルな最先端半導体デバイス量産技術を立ち上げていくのか。まして2/3nmレベル半導体デバイスの製造プロセスをIPビジネス会社から技術供与を受けても、量産技術を確立して半導体ビジネスを成り立たせられるとは到底思えない。国家安全保障のために国がリードして半導体産業の復活を目指すのであれば、地域ごとではなく日本全体で産官学一丸となってしっかりとした半導体サプライチェーン構築のグランドデザインを策定する必要性に迫ら

れている。

### 3. 台湾における半導体サプライチェーン

一方、半導体立国世界一の台湾はどうだろうか？ 図3に示すように台湾には新竹、台中、台南と大きなサイエンスパークが作られており、新竹は半導体ナノテクノロジー・IoT、台中はスマート機械、台南はグリーンエネルギーに重点が置かれている。また、それぞれのサイエンスパークの中核となる国立大学は一律ではなくそれぞれの特徴を生かした役割分担がなされている。

表1に示すように、2016年に蔡政権が発足した折に、国家戦略として「イノベーション主導型の経済成長モデル」を立て、サイエンスパークが各種サプライチェーンの中核となっている<sup>(2)</sup>。新竹サイエンスパークは、IoT

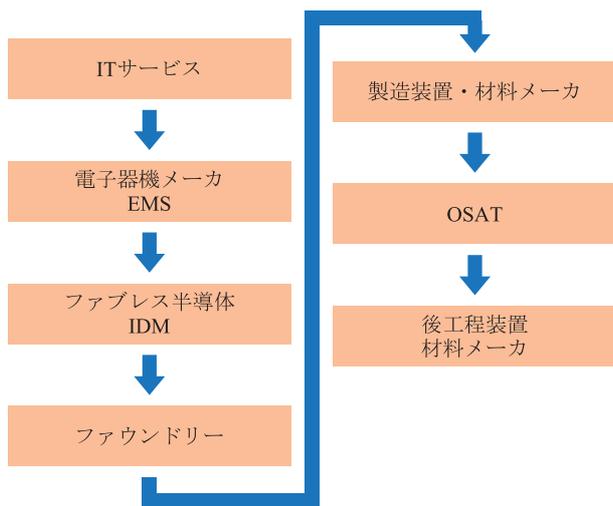


図1 半導体サプライチェーンのフロー図 EMS: Electronics Manufacturing Service, IDM: Integrated Device Manufacturer, OSAT: Outsourced Semiconductor Assembly & Test

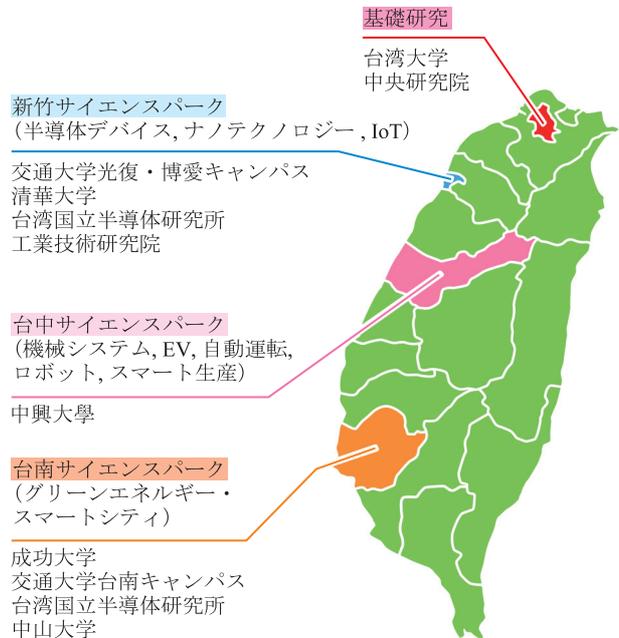


図3 台湾におけるサイエンスパーク

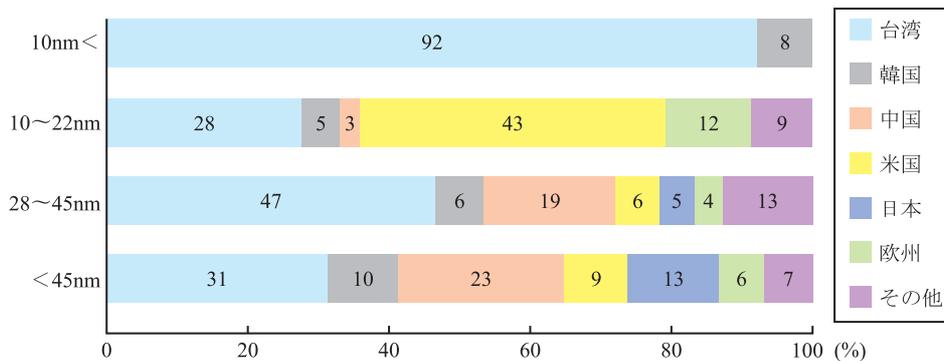


図2 2019年ロジック半導体の回路線幅別生産国・地域

表1 台湾政府による産業発展計画（2016年～）

産業	ビジョン	概要
IoT	アジアのシリコンバレー	1. スマート技術、IoTのサプライチェーンや事業者間交流を強化 2. スマート物流、交通、介護等のインフラ整備を実証実験の機会として活用 3. 台湾をアジアの人材開発交流センター及び青年IPOセンター化 4. ワーキングチームを設立し、誘致や法整備を推進
スマート機械	スマート機械の都	1. 機械産業とIoTを連携し、スマート生産、ロボット応用を推進 2. ファームウェアとコントローラの設計能力を強化 3. 台中を産官学連携基地として、スマート機器の研究開発を推進
グリーンエネルギー	再生エネルギー技術革新	1. 海外からの技術の導入を進め、再生エネルギー比の拡大により産業高度化を推進 2. 部品OEMとSier（システム全体を統合する事業者）を重視 3. 「節約」、「創造」、「蓄積」、「システム統合」を推進

表2 初期の台湾半導体産業

年代	機関名	技術ソース	半導体種類	技術レベル
1964	交通大学		IC	実験工場設立
1965	交通大学		IC	実験工場でのIC製造
1966	高雄電子	GI	トランジスタ	組立
1967	高雄電子	GI	IC	組立
1969	建元電子	フィリップス	IC	組立
	環宇電子		トランジスタ・IC	組立
1970	台湾TI	TI	IC	組立
	菱生精密工業	(外)	IC	組立
1971	RCAと台湾安培	RCA	IC	組立
	華泰電子		IC	組立
1973	萬邦電子		トランジスタ	生産(ウエーハ加工)
1974	集成電子	交通大学	トランジスタ	生産
1975	交通部電信研究所		IC	IC設計と製造

産業の中核であり、アジアのシリコンバレーを目指し、半導体サプライチェーンの強化とアジアの人材育成拠点になると位置付けている。これこそが台湾が長年の技術蓄積とともに目指してきた技術立国台湾としての国家戦略であり、台湾という決して大きくない地域の価値を世界に知らしめた賢さである。

今や台湾はアジアのシリコンバレーと言うより世界のシリコンバレーと言っても過言ではないし、世界の半導体人材育成拠点になっている。そしてその中核にあるのは国立陽明交通大学である。日本では考えられたことなどないと思うが、サイエンスパーク及びサプライチェーンの中核に大学が位置付けられているというのが台湾の斬新なビジネスモデルである。大学が中核となってサイエンスパーク内でオープンイノベーションを行い、大学主導でスピンオフカンパニーの創出や産学共創（協業）を人材育成教育とともに進めている。つまり大学が中核となることで、人材供給から最終製品及び職業訓練に至るサプライチェーンが新竹サイエンスパークの中で完結しているのである。だからこそ、国立陽明交通大学には世界中の産業界や大学から人が集まり、そのオープンイ

ノベーションや教育プログラムに参画するようになっていく。

それでは、この驚異の半導体サプライチェーンを生み出した台湾における半導体産業の歴史に関して振り返ってみたい（表2）。1964年に国立交通大学・張俊彦教授が半導体研究所を設立して台湾初のトランジスタを試作し、台湾における半導体人材の育成がスタートした<sup>(3)</sup>。このとき以来、国立交通大学（2021年に国立陽明大学（医科大学）と合併した国立陽明交通大学）は60年余にわたって、新竹サイエンスパークに高度な半導体エレクトロニクス人材を供給し続けている。（現在はバイオメディカル分野でも最先端サプライチェーンを形成しつつある。）その人材が世界一の台湾半導体産業の創業者となり国立陽明交通大学を中核とした新竹サイエンスパークの中でオープンイノベーション（Co-creation：協業）を実現している。その結果、オリジナル技術（技術は人材）が蓄積され、世界に冠たる半導体サプライチェーンを構築してきたと言える。図2に示すように、今や世界で10nm以降の最先端半導体デバイスはほぼTSMCでしか作れない状況になっているのは、この新竹の半導体

〈電子制御システム〉

瑞昱, 同致, 為升, 亜光  
和碩, 旺宏, 華邦, 友達

〈モータ〉

和大工業, 富田電機, 東元

〈車体システム〉

皇田, 神基, 帝宝, 億光  
東陽, 六和, 虎山



〈電池システム〉

康普, 美琪瑪  
長春石化, 立凱

〈充電システム〉

台達電子, 起而行綠能

図4 台湾に構築されている Tesla のサプライチェーン 台湾經濟部商業司の登録情報によると、「台湾特斯拉汽車有限公司」が2006年6月に設立され、初期に Tesla の電気車の機械と電気システムの一部を設計し、富田電機（FUKUTA）を含む関連の電気車産業サプライチェーンを確立した。2008年には、Tesla は新北市林口区に工場を設置し、同年中に最初の Tesla 電気自動車「ロードスター」を生産した<sup>(6)</sup>。

サプライチェーンの中にオリジナルな技術が60年にわたって世界中から蓄積され、世界が追従できない高度な垂直統合型サプライチェーン（半導体量産技術）が出来上がっていることによる<sup>(4),(5)</sup>。だからこそ、TSMCは他に追従を許さない世界の半導体企業になったのである。更に、TSMCが世界の半導体デバイス製造会社になったことで、新竹サイエンスパークにはAppleなどの世界のIoTメーカーやTeslaなどの世界のEVメーカーも進出してそのサプライチェーンの一角を占めているのである。（つまり、AppleやTeslaの製品はmade in Taiwanである（図4）<sup>(6)</sup>。）現在、世界のモバイル機器やEVの規格はAppleやTeslaが決めており、台湾部品メーカーが世界規格の主導権を握っていると言っても過言ではない。つまり、台湾はAppleやTeslaと協業する形でIoT産業において世界をリードし、台湾の価値を大いに高めたと言えるのである。

このような日本と台湾の状況の違いを比較すると、日本に台湾半導体デバイスメーカーが誘致されただけで最先端半導体デバイスが作れると思ってしまうことは大きな錯覚であることが分かる。そこには、明らかに技術蓄積の重要性や人材育成に関する考え方の違いがある。短期的な経済効果しか考えない人たちと長期的な戦略で地道な技術蓄積とビジネスモデルの構築を考える人たちの違いである。日本で最先端デバイスを製造するのであれば、まず、大学を中核とした人材育成から技術の蓄積と戦略的なサプライチェーンの構築に向けた地道なグランドデザインが必要になってくることを理解すべきである。

#### 4. 新竹サイエンスパーク

それでは、世界最先端の半導体サプライチェーンが新竹サイエンスパークを基盤に実現できたことを述べたが、その新竹サイエンスパークに関して少し述べておきたい（図5）。1973年のオイルショックを機会に付加価値が高いハイテク産業を興すべく時間をかけてプランを作り、一気に進めた。設立は1980年、今までの政府投資金額は累計数千億円にのぼる。新竹サイエンスパークは新竹、龍潭、竹南、銅鑼、新竹バイオ及び宜蘭の6基地に分けられ、総開発面積は1,471 ha、入居が許可された会社数は600社以上、就業人口約17万人、実収資本金4兆円以上であり、最近三年の平均売上も4兆円以上を達成した。2022年の売上は16,132億元、前年比+1.59%。新竹サイエンスパークを支えるのは、周辺にある大学や研究機関である。国立清華大学、国立陽明交通大学、台湾半導体研究所（TSRI）、財団法人工業技術研究院（ITRI）、など、科学技術の研究開発を支える人材や機関が整備され、パークに優秀な人材を提供するだけでなく職業訓練及び研究などの資源も充実している<sup>(7)</sup>。その中でも国立陽明交通大学が半導体サプライチェーンの中核にあり、国立陽明交通大学がイノベーションの起点になっており国立陽明交通大学を介した国際産学共創（協業）によりバイオ・エレクトロニクス分野のベンチャー企業がものすごい勢いで輩出されている。大学が起点となったイノベーションと産学共創<sup>(8)</sup>がサプライチェーンの基盤であり、それに基づいた人材育



図5 新竹サイエンスパーク概念図

成教育プログラムは世界に例を見ない高度で充実したものとなっている。その結果、欧米インド及び東南アジアを中心に世界中から国立陽明交通大学の大学院に学生が送り込まれてきている。(英語コースもかなり充実している<sup>(9)</sup>。)その中に、TSMCやMediaTekなどの企業が指定するプログラムも存在している。これらの状況は新竹サイエンスパークが人材育成から半導体技術開発にわたって世界をリードしていることを示すものである。人材育成に関しては、是非国立陽明交通大学の教育プログラムに日本の大学からも学生を派遣して頂くとともに、現在進みつつある国際的半導体教育連携プログラムにも参画していくべきである。

以上、新竹サイエンスパークについて述べてきたが、日本におけるサイエンスパークと言われるところと状況を比較して頂ければ、その考え方の違いは明らかであると思う<sup>(10)</sup>。

## 5. まとめと提言

本稿は新竹サイエンスパークの中でその中心にある大学において活動する過程で台湾における半導体ビジネスモデルについて理解できたことをまとめた。時間がかかることではあるが、人材育成に基づく長期的な技術蓄積と戦略的なビジネスモデルの構築の重要性を感じずにはいられない。日本が本気で「半導体立国日本再び」を実現するためには、大学が中核となった人材育成及び供給から技術蓄積及び産学共創によるイノベーションの実現を長期的視点に立ってデザインするの必要に迫られている。戦略物資に関して国家主導で国家戦略を練るのは良いことだが、新竹サイエンスパーク立ち上げ時の台湾政府のアプローチのように、1973年のオイルショックを

機会に付加価値が高いハイテク産業を興すべく7年以上の時間をかけてプランを作り現在に至るランドデザインを産官学一体となって描いていたということは忘れてはならない。従来から多くの方が新竹サイエンスパークを視察に来ているが、日本の大学も企業もまずは新竹サイエンスパークにおける産学共創の中に入って頂き、意識を改革して頂きたいと切に願う。それとともに、日本において28nm世代の工場を立ち上げていくTSMCや力晶積成電子製造(PSMC: Powerchip Semiconductor Manufacturing Corporation)の半導体サプライチェーンや人材供給に関しては短期的にどのようにしていくかも国全体として考えていく必要がある。課題は山積しているが、半導体立国日本再びを実現する最後のチャンスとして国全体としてのしっかりした短期的及び長期的なランドデザイン(半導体ビジネスモデル)を策定してスピーディに進めていく必要がある。台湾は「半導体立国日本再び」のお手伝いをしてくれると思う。

## 文 献

- (1) 大下淳一, 「28 nm プロセスの量産体制は整った」, 中国 SMIC が微細化でのキャッチアップを訴求, 日経 XTECH, Dec. 2013.  
<https://xtech.nikkei.com/dm/article/EVENT/20131204/320426/>
- (2) A. Varas, R. Varadarajan, J. Goodrich, and F. Yinug, "Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era," Semiconductor Industry Association and Boston Consulting Group (SIA/BCG), April 2021.  
[https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf)
- (3) 日本台湾交流協会, 「5+2」イノベーション政策, 及び「将来を見据えたインフラ計画」に関連した産業分野における日台ビジネス協力の可能性調査~日本の中小企業のための台湾とのビジネス協力可能性~, 公益財団法人日本台湾交流協会平成 29 年度委託調査, Feb. 2018.



<https://www.koryu.or.jp/Portals/0/keizai/2017chosa/H29FYchosa-shosai.pdf>

- (4) 吉野貴宣, “台湾半導体産業も一日にして成らず, その歴史に学ぶ,” 公益財団法人横浜企業経営支援財団, April 2023.  
<https://www.idec.or.jp/topics/article.html?id=2834>
- (5) 日本貿易振興機構海外調査部, “台湾における半導体産業について=台湾の関連政策と主要企業のサプライチェーン調査=,” 日本貿易振興機構, May 2022.  
[https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/\\_Reports/01/c1353759e5d86029/20220008\\_ver3.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/c1353759e5d86029/20220008_ver3.pdf)
- (6) 段婉婷, “EV 産業特集・第3回, EV 産業育成のゴールは完成車? 「台湾 EV サプライチェーンの形成と今後の動き」,” ワイズコンサルティンググループ, March 2023.  
<https://www.ys-consulting.com.tw/research/108047.html>
- (7) “3つのサイエンスパーク, 2022年の営業額は過去最多の4兆2,664億台湾元,” Taiwan Today, March 2023.  
<https://jp.taiwantoday.tw/news.php?unit=148,149,150,151,152&post=233971>
- (8) “NYCU Center of Industry Accelerator and Patent Strategy,” National Yang Ming Chiao Tung University.

<https://iaps.ord.nycu.edu.tw/>

- (9) Office of International Affairs, “NYCU inbound internship program,” National Yang Ming Chiao Tung University.  
<https://oia.nycu.edu.tw/>
- (10) 藤末健三, “日本のサイエンスパークに欠けているもの,” 日経XTECH, Nov. 2009.  
<https://xtech.nikkei.com/dm/article/COLUMN/20091102/177223/>

(2023年12月1日受付)

さむかわ せいじ  
寒川 誠二

1981 慶大・工・計測卒, 同年日本電気株式会社入社 (半導体事業部). 1992 工博取得 (慶大), 同年 NEC 筑波研究所に移籍 (1994 マイクロエレクトロニクス研究所研究専門課長). 2000 東北大・教授 (流体科学研究所・AIMR). 2022 国立陽明交通大学講座教授及び東北大学特任教授 (流体科学研究所). 2008 市村学術賞 (功績賞), 2009 文部科学大臣表彰・科学技術賞各受賞. 2009 米国真空学会 Fellow 就任, 2010 米国真空学会 Plasma Prize, 2018 IEEE Fellow 就任.

