JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	国家安全保障サプライチェーン変革の中での半導体政策の評価 ： 第二報
Author(s)	若林，秀樹
Citation	年次学術大会講演要旨集，37: 799-804
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18681
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｄ１９　国家安全保障サプライチェーン変革の中での半導体政策の評価～第二報

○若林秀樹(東京理科大学経営学研究科技術経営専攻)
wakabayashi.hideki@rs.tus.ac.jp

1. はじめに

半導体政策は、米中摩擦、国家安全保障、サプライチェーン改革の中、政府関与について関心が高まっている。米でもチップス法が成立、日本では、TSMC の熊本誘致に続き、日米連携による次世代半導体技術基盤強化が決まった。米政府とも連携、民間企業と協力し、2025～29 年度のできるだけ早い時期に次世代半導体の製造拠点を国内に整備する方針を固めた。人財対策も強化されている。

昨年、「新時代の半導体政策の評価～サプライチェーン改革の中で」[1]において、「半導体・デジタル産業戦略」[2]の政策評価を試みた。今回、第 2 報として、その後の進展も踏まえ、現時点での評価や課題を指摘、提言も試みたい。筆者は公共政策の専門家ではないが、半導体・電機産業企業のアナリストとしてだけでなく、SIRIJ[3]諮問委員としても、長年、分析提言を行ってきた。現在、経産省の半導体デジタル産業戦略検討会議のメンバー、JEITA 半導体部会政策提言 TF 座長であるが[4]、本稿は、個人の立場からの見解である。

2. 先行研究

第 1 報で紹介した先行研究の時点では、TSMC の誘致の実現性や中身も不明でもあり、政策に対し、多くの反論もあった。特に対象となる技術が最先端ノードでなかったことへの批判、実現に関する疑義、その経済効果への疑問も多かった。業界や経産省の OB からも厳しい指摘があった[5][6][7]。

しかし、現実に、TSMC 誘致が成功、足元の不足対処のため、自動車や産機向けの 10-28nm 級の Fin-FET が中心だが、最先端のビオンド 2nm については IBM の Albany 研究参画が判明すると、ポジティブな見解も増えてきた[8]。

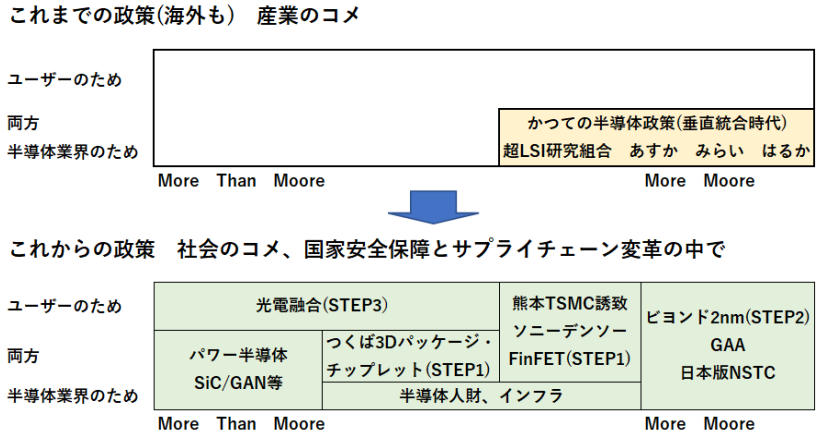
政策評価に関する研究は、EBPM 評価も含め、RIETI 等の報告[9][10]はあるが、成果が出るのは、2025～2030 年以降であり、現時点での検証は難しい。そえゆえ、現状の実績や進捗状況や、過去に成功した政策との共通点などからの評価になる。

一部、アンケート調査[11]もあるが、定量的なものではなく感想や意見をまとめたものである。筆者は、2022 年 2 月 9 日に電機連合(ハイブリッド)[12]向け講演、4 月 19 日に東大工学部 4 年生(対面)向け授業において、半導体政策を紹介した上で、意見を聞いたことがある。楽観的な見方は、多く無かったが期待はあった。電機連合では、評価する声も多かった。マスコミとの会話では、誤解も判明することが多かったが、過去の単純な業界強化政策ではないため、分かり難い面もあったのだろう。

3. 二軸の政策視点、More Moore か More than Moore か、業界かユーザーか

今回の半導体政策が一部誤解されたのは、これまでの政策が、業界支援かつ More Moore という微細化だけであったため、今回もそのように認識されたことが大きい。今回の政策を理解する上では、半導体業界のためか、ユーザーのためか、という軸と、もう一つ、技術の方向性として、More Moore か、More than Moore か、という軸の 2 軸で捉えられなければならない。

図表 1　二軸での政策評価、業界もユーザーも、More　Moore も More　than　Moore も



(出所)若林秀樹

技術の軸として、新たに、More than Moore の軸、チップレットに代表されるパッケージ後工程など多様な技術や、パワー半導体の技術もある。また、半導体が産業のコメから社会のコメ、国家安全保障の上でも重要な存在になる中で、業界のためだけでなく、ユーザーや社会のためになる。

今回も TSMC 誘致はユーザーのためという側面もあり、ビオンド 2nm においても、その意味合いが一層濃く、国民の生命を守るインフラのためである。また、つくばの 3D パッケージは、More than Moore であり、半導体でもデバイスというよりは材料や OSAT 系が主体である。

さらに、業界かユーザーか、More Moore か More than Moore か、といった二項対立の見方があるが、両方をバランスよくダイナミックに追い求めるべきだろう。それらは、やがて融合していくからである。

4. 論点と評価軸

こうした切り口のもと、今回は、政策の進捗状況を示し、過去との政策との比較を試み、その上で、課題や提言を行いたい。海外企業誘致の中でのクラスターや、日本版 NSTC の在り方に関して論じる。

まず進捗状況だが、経産省の半導体政策は、Step1 から Step3 まであり、Step1 から Step2 へ移るところである。Step1 では、TSMC の熊本/つくばへの誘致だけでなく、NEDO でパワー半導体のプロジェクトも始まった。Step2 は、Albany への訪問や日米合意を踏まえ、着々と進行中である。また、新たに半導体人財強化も始まった。Step3 は、まだ、これからである。

図表 2　半導体政策の Step1、Step2、Step3　進捗状況

		Step1	Step2	Step3
昨年時点	計画	2020年　IoT用半導体生産基盤の緊急強化（TSMC熊本誘致）	2025年　日米連携による次世代半導体技術基盤（ビオンド2nm）	2030年　グローバル連携による将来技術基盤（光電融合）
今年	実績	2021年　誘致	2022年　日米合意	?
		TSMCつくば誘致	日NSTC、新会社？	?
	他　実績	パワー半導体NEDO	半導体人財強化	?
評価		◎	○?	ー
課題など		EDA、チップレット、実装、パワー半導体		

(出所)若林秀樹

なお、まだ足りないテーマとしては、EDA 対応やチップレットなど実装後工程の強化、GaN や SiC 等パワー半導体のサプライチェーン強化もあるだろう。また、需給対応と調達、インフレ、円安の中で、諸コスト面でのイコールフィッテングも重要である。議論すべきは、日本版 NSTC の在り方やビオンド 2nm のファウンドリと JASM との関係であろう。そもそもビオンド 2nm での微細化とチップレットの技術面、産業構造面などから、俯瞰的客観的な比較も必要だ。

5. TSMC 熊本誘致の効果を地域開発視点から考察する

TSMC 熊本誘致のメリットは、①輸入分(2021 年では 4000 億円程度)が国内生産になり、2030 年には 1 兆円分が GDP 貢献の可能性、②装置材料等を通し乗数効果は大きい上、値上げや調達リスク等、数千億円の機会損失を防げる、③製造ノウハウはブラックボックスでも、装置購入リスト、CR 運用、財務データ、水電力などファシリティ技術と無形の価値は多く、何よりもファウンドリビジネスについて理解が深まる、④国内の大学や研究機関、人材交流、等がある。

地域発展効果も重要だ。外資誘致は、1950－60 年代の松下のフィリップス、JRC のレイセオンの技術導入以来の事例となる。この 50 年間、日米摩擦の中、お付き合い程度で地域開発効果は少なかった。

図表 3　外資半導体事例

外資系の国内事例

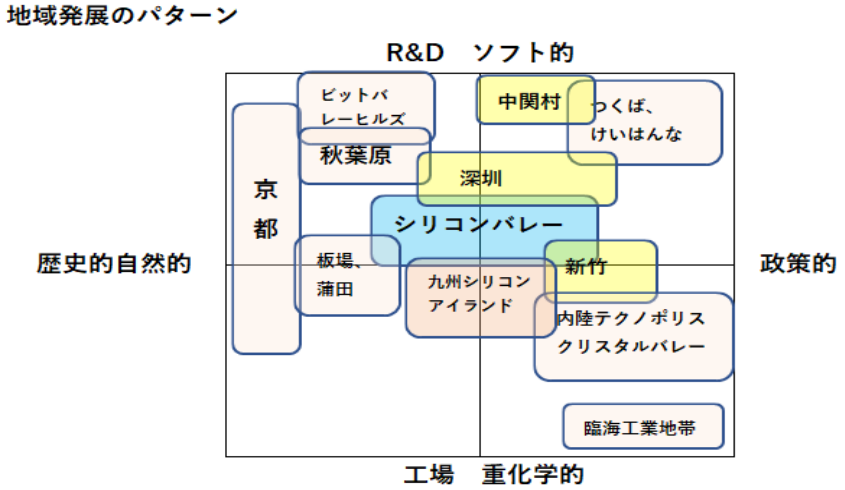
年代	背景	企業と場所
1950年代	技術導入	フィリップス(松下)等
1960年代	技術導入	レイセオン(JRC)
1960－70年代	日本進出(国内は反対)	TI(日出、美浦)
1980－90年代	提携、摩擦回避等	モトローラ等
2000年以降	出資	UMC(館山、三重、他)、MU(広島)、インテル/タワー(富山)、鴻海(シャープ)
2020年以降	誘致(技術導入も)	TSMC(熊本、つくば)

(出所)若林秀樹

2000 年以降は、日本企業が撤退や業績不振の中、外資が出資するパターンが多く、もともと、工場はあったわけで、工場が閉鎖、リストラが無いという意味ではプラスだが、新たなインパクトは小さい。その意味では、TSMC 誘致は、これまでにない全く新しい地域開発にもなりうることを指摘したい。

そこで、地域開発発展のパターンを考えると、横軸に自然発生的歴史的か、政策的か、縦軸に研究開発(R&D)的あるいはソフト中心から軽工業、重化学工業的か、をとって考えると分かり易い[13]。

図表 4　ハイテクによる地域発展のパターン



(出所)若林秀樹

ここで、政策的かつ R&D やソフト中心の第一象限は、日本では、つくば学園都市や、けいはんな、中国のシリコンバレーといわれる中関村などだ。大学や公的研究機関が中心になり、広い敷地と公園を擁しているが、量産工場はなく、生活の場としては、人工的であり、永住するというイメージでもない。このため人口の発展には限りがある。ベンチャーも少ない。第二象限は、IT バブル期に有名だった澁谷のビットバレーや六本木ヒルズ等、ソフトや金融業が多い。浮き沈みが激しく、ソフトが中心ゆえに、多様な働き手がいるわけでもなく、地域密着性も低い。秋葉原は、電子街もあり、ハードも含め、開発や試作も多いし、システムハウスなどの多くのベンチャーを創出した。最近は、アニメなどの拠点になっている。第二象限から三象限へ、歴史が古く、モノづくりが増えてくると、京都のようになる。大学も大企業も中小企業や老舗、ベンチャーもあり、工場もあるという多様性が広がり、人口面でも、定住者が増える。東京では、戦前は軍の工場があり、戦後は、精密関係が多い板橋や、金型など町工場で有名な蒲田などが相当する。第四象限は、内陸のテクノポリスや、高度成長の太平洋ベルト地帯、臨界工業地域だ。ここは、産業誘致により、設備投資的で、人口増もあり、規模も大きいが、問題は、業種に特化するため、景気変動を受け、産業が衰退すると街全体が厳しくなることである。こうしてみると、シリコンバレーは、丁度、真ん中であり、歴史性もあり、工場もあり、研究開発機関や大学、ベンチャーもあり、バランスが取れている。台湾の新竹や中国深圳も、もとは、政策的であったが、歴史を経て、街としての発展を遂げている。菊陽町が属する九州シリコンアイランドは、シリコンバレーの少し下に位置し、いろんな発展が可能だろうが、その中で、どの方向に発展すべきかを考えるべきだろう。理想はシリコンバレーだとすると、上方向になるが、それには、大学やベンチャーが必要である。五高の歴史もある熊本大学などを、どう生かし、どういう種類のベンチャーを持ってくるのかが鍵となる。

シリコンバレーの成立条件は、初期では、前提として、地域の風土や文化、生活レベルが重要であり、研究開発機関や大学もいる。それが成長期では、ベンチャーや、金融や法律など支援体制、そして、人を集める話題作り、そのクラスターの VISION やナラティブもいる。人口増加も含め、街としての永続発展を狙うなら、猥雑性や地域密着性がいり、ある時期からは政策は少し距離を置くもことも重要だ。

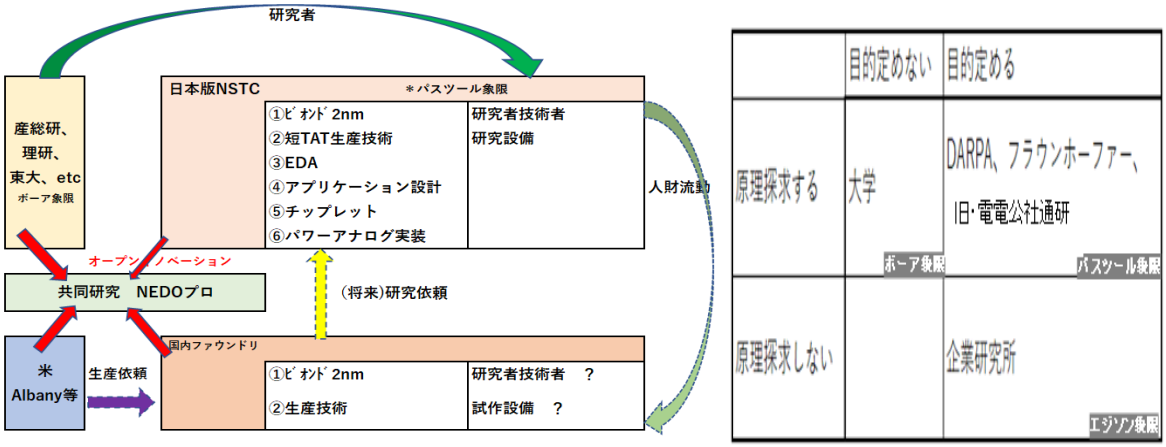
菊陽町がシリコンバレー的な地域として成功すれば、半導体地域興しのモデルケースとして、全国横展開すべきだろう。東北・中国・中部との連携も重要だ。そこでは、他の半導体関連企業も含め、TSMC と同等の競争条件(税制、電力や水、建屋での消防法や建築基準法緩和、産学関係、知財等)を担保できる、5 年か 10 年の期限付き特区として、誘致する政策を検討すべきだろう。その代わり、その期限に於いては、「国内向けの供給を優先、値上げをしない」等の条件はあっていいだろう。そういうユースケースを蓄積して、それがプラットフォームの上で、発展できれば、それ自体がイノベーションの地域クラスターの実験になり、さらに、東アジアのハブにもなりえよう。

6. あるべき日本版 NSTC はパスツール象限

TSMC の熊本誘致の Step1 では、生産ライン誘致であり、TSMC、ソニー、デンソーが出資、ファウンドリ会社の JASM が誕生した。Step2 では、ファウンドリ会社に加え、Albany を中心としたビオンド 2nm の次世代半導体製造の R&D を担う日本版 NSTC があり、これらの在り方が重要になる。

報道や経産省資料によると[14]、産総研や理研、東大等が関与するが、この日本版 NSTC は、基礎研究を行うのではなく、あくまで、ビオンド 2nm 製造技術確立が主目的である。その意味では、ストークスの 4 象限では、パスツール象限として位置づけだろう。当初は、NEDO プロジェクトも利用し、産総研や理研、米 Albany エコシステム、日本版 NSTC、国内ファウンドリ会社が、オープンイノベーションを行うことになる。当初は、技術陣も産総研等から日本版 NSTC に所属、研究設備も持つが、徐々に技術陣は国内ファウンドリに異動し技術移転を行い、また、技術が飽和すれば、研究設備も移管し、生産設備として実装されるべきだろう。体力がつけば、ファウンドリ会社から、日本版 NSTC に研究依頼、共同研究に参加した米 IT やファブレスがファウンドリ会社に生産委託する形になろう。

図表 5　日本版 NSTC の位置づけエコシステムとパスツール象限　(出所)若林秀樹



重要なのは、日本版 NSTC が巨大な「中央研究所」とならないことである。かつて半導体では、日立は、中央研究所が基礎研究に偏り、事業部側にセンタ(DECE)を組織化して、そこで先端半導体の開発を行った[15]。その意味で、日本版 NSTC は、「DECE であるべきで、中研ではない」のだ。また殆どの米半導体メーカーは、「中研」はない。東芝は「中研」はあるが(RDC)、生産技術研究所や、事業部に属するワークスラボに特色があり、研究者の人事異動で技術移転を成功させていた。

日本版 NSTC が「中研」化しないためには、R と D の峻別を意識した組織運営が必須だ。これが混同され失敗した R&D も多い。R たる研究所のミッションは知識の探索と蓄積であり、研究室等の内部組織は専門分野毎である。評価は論文や特許、人事異動周期は長く、異分野の知識交流が重要で、組織の巨大化は難しい。これに対し、D たる開発センターは、新技術や新製品の実用化が目的である。

そこで、提案する人事組織制度は、①ビオンド 2nm 等の開発室を複数設け、競わせる(海外ではスマホ開発等で導入)、②開発室メンバーの専門は異分野多様性重視、③報酬は実用化等成果次第で大きく差をつけ、④異動は 2－3 年、等である。これを早期に決めれば、「中研」化を回避できよう。

図表 6　あるべき D 型組織の人事制度　(出所)若林秀樹

R型組織　ボーア象限（例、大学、特に理学部、企業基礎研）
異分野の知識交流が重要ゆえ、規模限界あり

内部組織	メンバー(固定的)	インセンティブ	任期
電子研究室	電子	論文、特許等、報酬は安定だが少なめ	3－5年(一部10年)
機械研究室	機械		
化学研究室	化学		
有機材料研究室	有機		
無機材料研究室	無機		
金属研究室	金属		
計測研究室	計測		
生産技術研究室	生産技術		
数学研究室	数学		
ソフトウェア研究室	ソフト		
計測試作支援室	･･･検査、工作	内部から評価、安定	長期
管理サポート	･･･知財	全体業績	

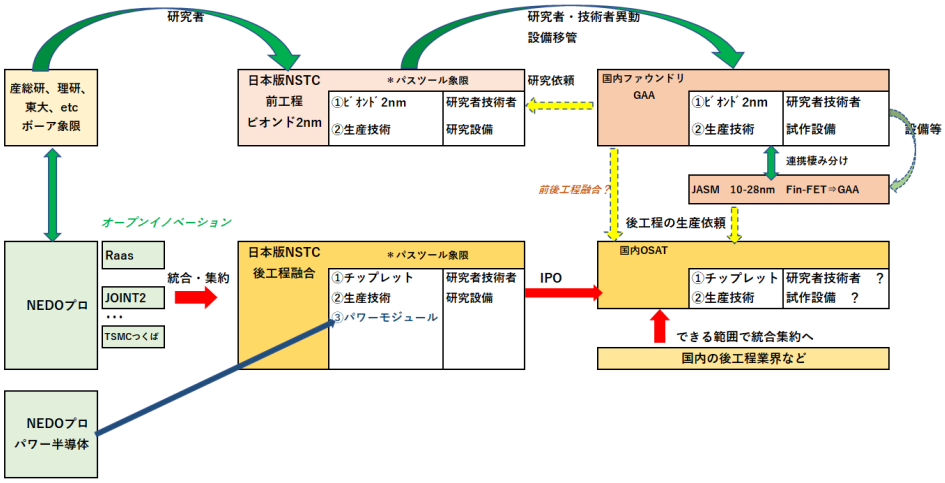
⇔

D型組織　パスツール象限(例、DARPA、海外企業等)
複数チームで競わせれる分、規模大きい

内部組織	メンバー(同じテーマを複数チームで競わせる)	インセンティブ	任期	異動先
ビオンド2nm開発室A	･･･電子、化学、物理、etc	実用化、報酬は結果次第、大目	2－3年	ファウンドリ会社 or大学等
ビオンド2nm開発室B	･･･電子、化学、物理、etc			
ビオンド2nm開発室C	･･･電子、化学、物理、etc			
短TAT開発室A	･･･電子、ソフト、機械、経営工学、AI、etc			
短TAT開発室B	･･･電子、ソフト、機械、経営工学、AI、etc			
チップレット開発室	･･･生産技術、有機、無機、電子、ソフト			
EDA開発室	･･･電子、AI、ソフト、機械、流体、管理工学			
アプリケーション開発室	･･･電子、AI、マーケティング、管理工学			
ビオンド1nm開発室A	･･･電子、化学、物理、etc		3－5年	
ビオンド1nm開発室B	･･･電子、化学、物理、etc			
計測試作支援室	･･･検査、工作	内部からの評価、安定	長期	
企画＆サポート	･･･MOT、知財、等	全体業績	5年程度	ファウンドリ会社

なお、図表 5 は、半導体関連の技術開発を、全て一つの日本版 NSTC で行うケースであるが、図表 7 のように、テーマに応じ分けるケースもある。NEDO プロジェクトである実装後工程、パワー半導体は、ロードマップの時間軸や、金額規模も、関連する業界も異なるからである。この場合は、プロジェクトを、統合集約し、後工程版の日本版 NSTC とし、これを母体として日本版 OSAT として上場するということも可能であろう。そうなれば、前工程後工程を国内で賄える。TSMC は日本の産総研に相当するともいえる ITRI が母体であり、巨額な研究費用を投じた NEDO プロジェクトや産総研から上場会社が生まれ、それが国庫に還流されれば、財政負担も減る。

図表 7　他のプロジェクトとの関係　実装後工程の NSTC は上場も検討

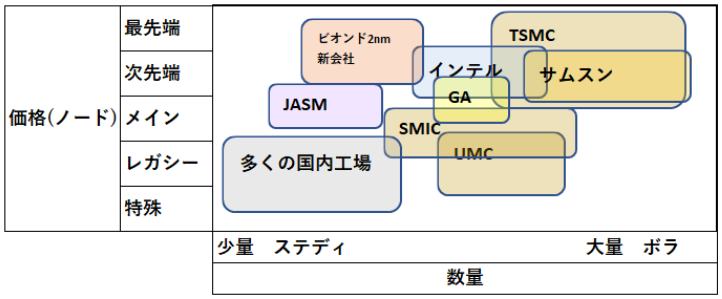


(出所)若林秀樹

7. 産業政策で過当競争を防ぎ、半導体のモノとヒトの需給政策も必要

考慮しなければならないのは、ビオンド 2nm 会社と JASM の関係位置づけである。ビオンド 2nm を先行後、その装置や技術を JASM が継承されるべきだが、Albany と TSMC との関係もある。

図表 8　あるべき国内ファウンドリエコシステム



(出所)若林秀樹

回避しなければならないのは、JASM が独自にビオンド 2nm 投資をすることであり、その場合は、似たような市場を巡って国内ファウンドリ同士が競合することになる。巨額の国費も投じており、ここからは、産業政策として、お互いが WIN-WIN になるエコシステムを築くべきだ。その際に、今後のファウンドリと OSAT や EMS との関係も重要になる。OSAT、EMS のバージョンアップが必要だ。

図表 9 ファウンドリだけでなく、OSAT、EMS も 1.0 から 2.0 へバージョンアップ

ファウンドリ(台湾　高収益)			OSAT(台湾、米、中)			EMS(台湾、中)		
ファウンドリ1.0	TSMC 7兆円	先端投資、大量生産 前工程での微細化 スマホ、PC等	OSAT1.0	ASE 2兆円	大量生産、低コスト 封止、テスト スマホ、PC等	EMS1.0	鴻海 25兆円	大量生産、低コスト プリント基板中心 スマホ、PC等
ファウンドリ2.0	ビオンド2nm社、 JSAM(これから)	短TAT、少量多品種 クルマ、産機	OSAT2.0	JOINT2等 (これから)	短TAT、装置材料融合 他？	EMS2.0	OKIなど (実績)	変種変量　ハイエンド 宇宙、医療
ファウンドリ3.0	？	光や化合物も含めチップレット で後工程融合　IoTインフラ	OSAT3.0	？	チップレット対応	EMS3.0	？	チップレットOSAT 取込み　光関連も
統合融合？？？								

(出所)若林秀樹

近年の資本主義では、「護送船団方式」は否定され競争的になったが、他方で、各社が、短期志向、個別最適の中、無駄な需給ギャップが発生した。それがシリコンサイクルのダイナミズムとなり、イノベーションを生んだ面もあるが、最近はマイナス面が大きい。新しい資本主義の中、長期、全体最適を考え、半導体のモノだけでなく、人財も含め、需給問題を真剣に考察すべきだ。業界、ユーザー側、国家や社会にとって正しいか否かを、再考すべき時である。

その意味では、政策に需給視点を入れるべきだ。TSMC 誘致や人財強化などは、まさに長期での供給不足対応だ。逆に供給過剰の場合にも、半導体のモノ、半導体のヒト・人財でも、政策に考慮すべきだ。データセンタや 5G 等デジタルインフラ官公需において、定期的調達ではなく、供給過剰で下落した時に集中調達するのである。在庫は増え、入替は不定期になるが、安く調達でき、需給バランスにはプラスである。人財も供給過剰でリストラにならないよう、国も企業も人口ピラミッドを十分に考慮し採用すべきだ。理工系離れ問題もスプートニクショック後の理工系採用ブームによる供給過剰が要因だ[16]。

8. おわりに

これまでの政策は、業界支援が中心という視座がビジョンも不明であった。今回の政策が優れているのは、新しい資本主義というビジョンのもと、政策の横グシと継続性である。それが広く世界中のステークホルダにロックオンされることで担保されていることになる。中期の政策はすぐに効果が出るわけでなく、政権が変わろうとも、その維持継続が重要である。

図表 10　視座が高い、半導体デジタル産業政策　　(出所)若林秀樹

	これまでの半導体政策	今回の半導体政策	過去　日本列島改造論	提案　（デジタル列島進化論）
大枠	国内企業、業界強化	大きなビジョン(デジタル田園都市構想等、デジタル戦略のもと、ユーザーや社会を意識）＋国家安全保障＋足元のサプライチェーン対策	地域格差解消など社会課題を交通網と内陸工業団地で解決	新しい資本主義(安心安全安定安保＋協創)のもと、デジタルで改革、①デジタルインフラ投資、②デジタル利活用、③プラットフォーマ戦略で輸出の3段階
中身	技術プロジェクト	デジタル産業、デジタルインフラを支える位置づけの中で、海外誘致で半導体強化、３ステップ	交通網と内陸工業団地で改造、ビジョン明快、省庁連携あり	デジタルインフラ(情報通信網)で改造
総括	超LSI研究組合を除き厳しい結果	1ステップは成功	1985年までは一定の成功も、他方、マイナス作用も多い	
理由	応用軽視、デバイス中心、日の丸拘り、資金小、等	応用考慮、装置・材料も重視、海外連携重視、政策横グシあり、資金中	政治情勢、情報化見えず、政策ベクトルの不一致など	

こうしたデジタル列島改造は、政権交替もあり頓挫した日本列島改造論と比較されるべきものであり、議論が深まることを期待したい[17]。今後、グローバルで、各国の政策競争力が問われる、視座の高さとビジョン、政策ベクトルの一致、一気通貫等が、成功の鍵であり、戦略の本質と同様である[18]。

参考文献(URL アクセスは何れも 2022 年 8 月 31 日)

[1] 新時代の半導体政策の評価 ： サプライチェーン改革の中で ｜ CiNii Research
[2] 経産省、半導体・デジタル産業戦略、2021 年 6 月
[3] JEITA 半導体部会、国際競争力強化を実現するための半導体戦略、2022 年 5 月 JEITA 半導体部会
[4] 一般社団法人 半導体産業研究所 1994 発足、2015 年解散のシンクタンク 半導体産業研究所 - SIRIJ
[5] 再びの半導体支援「うまくいかない」　元エルピーダ社長坂本さん：朝日新聞デジタル（asahi.com)
[6] 最先端の半導体の開発競争で"背伸び"をする日本が今、やるべきこと（週プレ NEWS）- Yahoo!ニュース
[7] 「経済安全保障で日の丸半導体復活」の欺瞞 ～ 本当に力を入れるべき先端産業とは – SAKISIRU
[8] 日本の半導体産業、ここへきて「大きく復活」する可能性が浮上してきた…！（現代ビジネス）
[9] RIETI - 2030 半導体の地政学 戦略物資を支配するのは誰か？
[10]RIETI - 経済産業政策の新機軸ー新しい産業政策の考え方についてー
[11]矢田わか子参議院議員 20211220213046.pdf (yatawaka.com)
[12]電機連合　navi81.pdf (jeiu.or.jp)
[13]世界最大の半導体ファウンドリ TSMC が菊陽町にやってくる ｜ CiNii Research
[14] IBM・インテルも来るか　「TSMC の次」の半導体戦略: 日本経済新聞（nikkei.com)
[15]日立が 1975 年設立の「デバイス開発センタ」（通称：デセ)、コンピュータ向けの半導体開発を担った
[16]「スプートニクの落とし子たち」今野浩　毎日新聞社(2010 年
[17]「デジタル列島進化論」若林秀樹・日経 BP 総研　日経新聞 2022 年
[18]「戦略の本質」野中郁次郎　日経 2008