

Title	人口減少に貢献する半導体デジタル産業：自治体消滅を食い止める
Author(s)	若林, 秀樹
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 774-779
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19482
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

2D01

人口減少に貢献する半導体デジタル産業～自治体消滅を食い止める

○若林秀樹(東京理科大 MOT)
wakabayashi.hideki@rs.tus.ac.jp

1. はじめに

半導体デジタル産業について、国際競争力、国家安全保障、技術開発論などの視点から語られることが多いが、日本にとって喫緊の課題である少子高齢化の中で自治体消滅や過疎化の視点から、半導体やデータセンター(以下、DC とする)誘致の影響について考察した。半導体については TSMC 誘致の九州や、TEL 九州のケース、DC については、近年の生成系 AI の発展でビジネスモデルが大きく変わっていることを踏まえ、さくらインターネット¹等のケースから雇用創出効果が大きいことを紹介する。過去、日本列島改造論 [1] では交通網によるモノの経済を前提にしたため、「ストロー効果」²により却って都市への集中が進んだが、デジタル列島改造では、地方活性化が期待される。

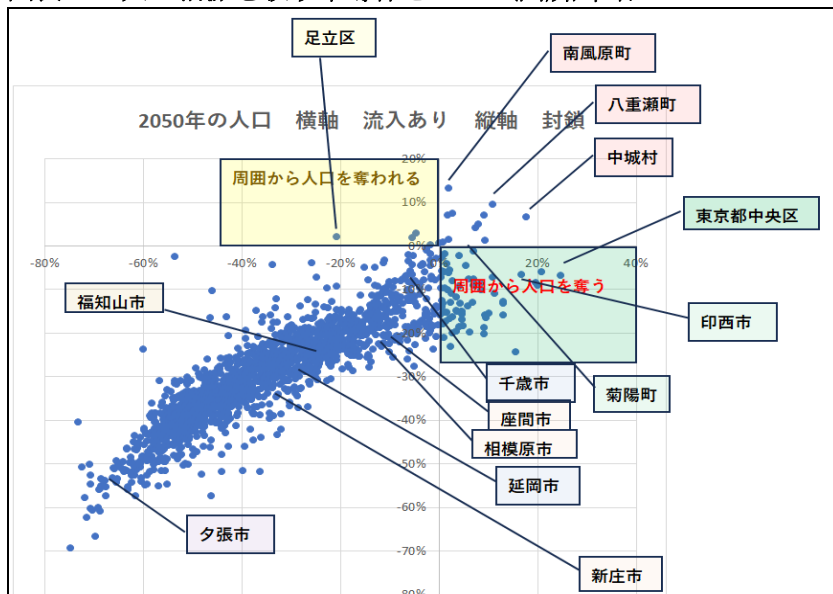
2. 人口減少と自治体消滅

人口戦略会議 2024 年 1 月公表の「人口ビジョン 2100」[2] は大きな衝撃だった。報告書では、全国 1729 自治体地域を 4 分類、A「自立持続可能性自治体」、B「ブラックホール型自治体」という出生率が低く他地域からの人口流入に依存するもの、C「消滅可能性自治体」、D「その他の自治体」である。日本全体で、A 分類は 65 自治体、B 分類は都市部など 25、C は 744、D が 895 である。

A 分類には、DC 拠点の印西市や近隣の流山市、TSMC 誘致の菊陽町や近隣の合志市が入っている。興味深いのは、九州に A 分類が多いことである。熊本県は、A 分類が 45 自治体中、7 自治体、福岡県は A 分類が、180 自治体中 9 自治体、沖縄では、A 分類は 41 自治体中 17 自治体である。半導体や DC 誘致が、人口減をくい止める可能性を示唆している。消滅可能性の C 分類は、函館、青森、弘前、日光、宮津、萩、等の他、日立製作所の発祥の地の日立市、パナソニックの門真が含まれていることに驚く。

下図は、縦軸に人口流出が無い場合の 2050 年に向けての人口増減、横軸には人口流入を前提としての人口増減をとった場合の日本の人口増減地図である。右上の第一象限は、沖縄など縦軸でも横軸の場合でも人口が増加する。左上の第二象限は、流出がなければ人口増の自治体である。左下の第三象限は縦軸横軸いずれの場合も人口減がある自治体で大半が属する。右下の第四象限は周囲から人口流入で人口が増える自治体であり、都心部や半導体や DC 誘致など、魅力的な町づくりの自治体が多い。

図表 1 人口消滅を救う半導体と DC (出所)筆者



1 [IR ニュース | IR 情報 | さくらインターネット \(sakura.ad.jp\)](https://www.sakura.ad.jp/)

2 新幹線や高速道路等の交通網整備により逆に地方都市の人口や産業が大都市に吸い取られる現象

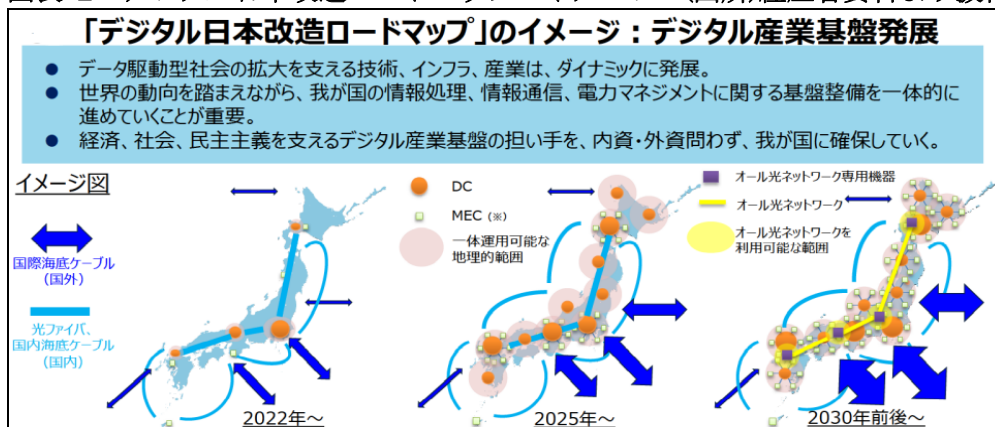
3. 半導体・DC 産業の乗数効果と雇用創出効果

地方自治体消滅や人口減少抑制に貢献するという視点から、半導体・DC 産業の乗数効果や雇用創出効果について考察する。半導体産業は、SIA によると半導体産業の雇用創出効果は 6.7、ソフト産業を上回る³⁴。半導体は裾野が広い上、分野によっては高度な学位を必要としない職種も多く広範な労働者にプラスであるからだ。これに対しソフトは通常、専門的スキルや高等教育を必要とする職種が多く、高度な教育を受けた労働者に依存する上、生産性は向上するが、雇用数が減る場合も多いだろう。

DC は、雇用創出効果が無いとの見方もあったが、マッキンゼーによれば、乗数効果は 2-2.3 といい、実際は 24 時間監視体制や、サーバー入替等で雇用創出効果が大きいだろう⁵。

それゆえ、半導体や DC を誘致、新たなデジタルの街づくりをすることで、消滅都市を減らすことが可能ではないか。半導体産業はじめ製造業の乗数効果や雇用創出効果について地方自治体の誘致促進もあるが、DC についても政府は「デジタル日本改造ロードマップ」の中で地政学リスクやレジリエンスだけでなく、地方活性化効果も謳われているところである [3]。また、台湾有事など、アジアにおける地政学リスクの高まりから、地理的な優位性や有志国という安全性からもはや中国や台湾、香港、朝鮮半島などに DC を設置することは難しく、GAFAM など海外から DC を日本に置く動きも急である。

図表 2 デジタル日本改造ロードマップのイメージ (出所)経産省資料より抜粋



近年の生成系 AI の進歩により、DC の消費電力増大が懸念されているが、生成系 AI の特徴を生かし、学習と推論を分け、学習はクラウドで、推論は分散型エッジ DC でユーザーの近くで行うことで、遅延を減らすだけでなく、再生可能エネルギーを使える等のメリットが大きい。これまでの東京大阪中心から北海道や九州へ、47 都道府県に一つ、更に、全市町村に一つ、置くべきとの見解も出ている。これにより、地方自治体の業務を AI-DC が担い、産業面では、DC が AI ファクトリー⁶ となって地域社会にも貢献することが指摘されている。

図表 3 データセンター整備のイメージ (出所)総務省経産省資料を参考に筆者作成

		2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年
情勢		米中対立 デジタル日本列島 改造論、 半導体デジタル戦略	デジタル田園 都市構想、 選挙	デジタル全総 DC中間取組め2.0	DC中間取組め 3.0総選挙 (世界中選挙)	大阪万博		東アジア 有事?			
技術動向			5G 低遅延、 同時多点			6G開発					6G実用
						自動運転レベル4					自動運転
DC	新規大拠点 第1期 2カ所 北海道、九州		G-DC 候補地決定	生成AI 土地造成、電力、通信網など整備	光電融合		DC建設				
	新規大拠点 第2期 数カ所 その他				候補地決定	土地造成、電力、通信網など整備	DC建設				
	その他 整備拠点		公募など				データ需要により随時 整備	建設			
	エッジ/推論型分散 47都道府県 全市町村数万									5G動向、自動運転など需要みながら整備	

³ [Robust Federal Incentives for Domestic Chip Manufacturing Would Create an Average of Nearly 200,000 American Jobs Annually as Fabs are Built, Add Nearly \\$25 Billion Annually to U.S. Economy - Semiconductor Industry Association \(semiconductors.org\)](#)

⁴ [Job Creation and Economic Growth: The Impact of the CHIPS Act in America - NSTXL](#)

⁵ [Why invest in the data center economy | McKinsey](#)

⁶ ここでは、AI による新たな価値を生む意味も含めているが、NVIDIA が唱えている

4. 先行研究

産業誘致の効果については過去から多くの先行研究が存在する。ここ数年の半導体政策の中で熊本の TSMC 誘致についても近年既に多くの優れた先行研究がある。

EY「先端半導体の生産施設整備施策の効果検証等に関する委託調査事業」(2023年)[4]はEBPM重視、産業連関分析やCGEモデルを使い、半導体メーカーへの支援などをシナリオ別に分析、2022～2034年のGDP影響を3.1～4.2兆円、雇用は延べ12.4～46.3万人としているが、シリコンサイクルの影響などが不明である。また乗数効果は明示されず、同じ支援を他産業にした場合の比較がない。

DBJと価値総合研による「九州における半導体産業とその未来」(2023年)[5]は、熊本県を中心に九州全域も含め半導体産業を取引構造からグループを分け、TSMC進出前後の変化や雇用動向についても分析、有益な結果が多い。しかしながら産業連関分析では半導体製造装置は業務用機械に分類され、中間投入ではなく(産業連関表では中間投入0%)、資本減耗に入り、資本減耗の内訳(半導体が入る電子部品は20%以上)がなく関係が不明である。学歴や職種に関するものは過去の研究と継続性がない。

河村、岡野による「九州における半導体関連設備投資による経済波及効果の推計」(2024年)[6]はEYと同様のアプローチだが、熊本県外にもスコープを広げ、九州各県の影響を分析している。

伊東維年による「九州のIC産業および半導体製造装置産業の雇用動向」(熊本学園大学経済論集2005年)[6]はアンケートや統計を駆使、半導体だけでなく装置産業の雇用実態を職種学歴も含め分析した力作である。ただし、国内半導体産業が再編後や近年のブームについてはフォローされていない。

鹿嶋による「大分県における半導体産業集積地域の形成過程と企業間連関の空間構造」(2015年)[7]は東芝大分工場をケースとしクラスター論から地域の外注や労働力の詳細なケーススタディである。

以上、まとめると、近年の熊本 TSMC 誘致の効果について、マクロ経済学的アプローチはあるが、産業連関表の資本減耗の内訳が無いことが影響を過小評価している可能性がある。産業連関分析では、資本減耗(ほぼ Dep)は平均10%前後、エレクトロニクスと通信では20%を超え、電子デバイスでは25%近い。中間投入全体で多いのは電子デバイスと電子部品で20%ずつ、ウェハーを含む他窯業土石が10%であり、これら中間投入を大きく上回るが内訳が無い。実態は25%の大半が半導体製造装置であるが、この連関を考えた場合に産業連関の実態は異なるだろう。サプライチェーンの複雑化、特にファブレス/ファンドリモデルやOSATやEMSの影響が不明でありマイクロなアプローチが望まれる。

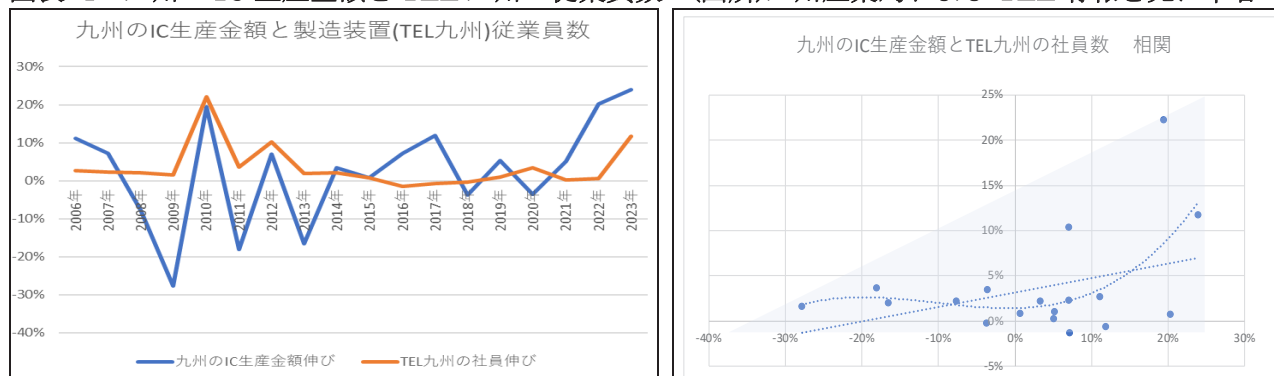
DCについては比較的新しい産業である上、産業連関表の中でも小分類でもカテゴリーが無く、また、不動産系、通信キャリア系、SIer系、独立ソフト系など多様な業種から参入、ビジネスモデルも多様化しているが、これまでは、サーバー設置のスペース貸しサービス中心のビジネスモデルが前提であったため雇用創出効果が少ないというのが常識だったこともあり、雇用創出効果や乗数効果についての先行研究は見当たらない。さらに近年の生成系AIの影響、推論エッジ型DCについて雇用創出効果を分析した先行研究は存在しない。

そこで半導体については九州を中心に産業連関表を使ったアプローチとTEL九州のケーススタディを行う。DCについては、生成系AIの影響でビジネスモデルがどう変わるか雇用創出を念頭に考察、ガバメントクラウド業者としてGAFAに次いで選定されたさくらインターネットのケースも踏まえ、考察する。半導体とDC両者に関して、菊陽町や印西の人口動向についても考察する。

5. 半導体と雇用創出効果～九州熊本のケーススタディ

九州のIC生産金額と製造装置メーカーについて、世界有数のTELの拠点であるTEL九州につき、関係を調べた。過去においては、シリコンサイクルと連動して、生産が伸びる前後に雇用も増えている。

図表4 九州のIC生産金額とTEL九州の従業員数 (出所)九州産業局およびTEL有報を元に筆者



また、今回は TSMC 誘致に合わせ、増員だけでなく、拠点も整備されている。ただ有価証券報告書は 2023 年度版が最新であり、TSMC 誘致の本格効果は、織り込まれていない。また、TEL 九州は多くの外注先を抱え、そのプラス効果も大きいであろう。雇用創出効果については、先行研究を参考に産業連関表から 2014 年と 2020 年の雇用動向を調べた。興味深いのは学歴が上がっていることであるが、学歴がデバイスメーカーより装置メーカーが高く、前工程より後工程、装置メーカーが高い傾向にある。

図表 5 半導体産業の従事者の学歴職種の動向 (出所)伊東の先行研究および産業連関表を元に筆者

プロセス/SPE	2005年 社内			2020年 入職		2014年 入職	
	SPE	前工程	後工程	SPE含む	半導体含む	SPE含む	半導体含む
学歴							
大卒以上	24%	8%	12%	29%	44%	25%	27%
高専短卒	13%	3%	5%	4%	7%	8%	8%
高校以下	63%	89%	83%	67%	49%	67%	65%
職種							
技術研究	20%	19%	12%				
生産	58%	65%	66%				
管理	9%	3%	9%				
他(事務、営業)	13%	13%	13%				
雇用形態							
常用	78%	86%					
臨時パート	8%	5%					
派遣	14%	10%					

6. DC のケーススタディ～生成系 AI の影響とさくらインターネットのケース

生成 AI の影響で推論型 DC が増えており、そのビジネスモデルも不動産型からソリューション型に変化しており、その中で、さくらインターネットのようにエンジニアの増加増やす経過もある。

図表 6 DC 事業者のビジネスモデルは多様 (出所)筆者

DC事業者のビジネスモデル		プレイヤー		大和ハウス	NTT系など	さくらインター ネット、GAF A など
		提供サービス		水平分業的 ↔		垂直統合的
DC事業者	ユーザー	アプリケーション				ユーザー
		ソリューション/クラウドサービス				ユーザー
		ハード(サーバー、ストレージ等)				ユーザー
		セキュリティ(監視等)				ユーザー
		ネットワークインフラ				ユーザー
		ユーティリティ(電力、空調) *IXや海底ケーブルは公的整備 *高圧線などは公的整備も	ハウジング /コロケーション	ホスティング	ASP	ユーザー 自前DC (オンプレ)
		不動産 *公的整備も			不動産型 DC	ソリューション &クラウド サービス型 DC

DC は、新しい産業であり産業連関分析では通信の中ではあるが不明である。DC の雇用創出効果は低いとされたが、ビジネスモデルにより、ハウジング/コロケーション等のスペース貸しから、ホスティング、ASP にシフトする中で異なるだろう。さくらインターネットでは高く技術者を増やす方針であり、DC の業界団体である JDCC⁷でも多くの人材を必要としているようだ。NTT データの石巻の事例や、GAF A の DC でも同様だ。「DC 運用管理者として必要なスキルセットとこれに基づく賃金体系、就業基準等が業界で確立されていないため人材が集まり難しくなっています。このような課題を解決すべく発足した」という。DC 誘致がもたらす最も重要なメリットの一つが「地域の雇用創出であり DC は多くの技術者・管理職・セキュリティ専門家、関連業種の労働者など多岐にわたる職種の人材を必要」という。

7. 半導体と DC の効果

半導体と DC の乗数効果と雇用創出効果について下記に示す。「ハコモノ」と異なり、建設後も最新の機器導入が 2～3 年毎にある上、メンテが 24 時間体制である。生成系 AI 推論型ではユーザーを取り込む場合や、デジタルツイン生成のため点群データ取込み作業なども想定される。ICT 投資の乗数効果は通常の 2 倍⁸であり、また、半導体を含むエレクトロニクスも自動車に次いで乗数効果は高い⁹。

⁷ JDCC 日本データセンター協会 - Japan Data Center Council

⁸ 総務省 | 平成 26 年版 情報通信白書 | ICT 投資・利活用が持つポテンシャル (soumu.go.jp)

図表 7 半導体と DC の乗数効果と雇用創出効果 (出所)筆者

項目	初期		建築後				サイクル	乗数効果 通常投資に比べICT投資は2倍 by情報通信白書	雇用創出
	事前	建築中	建築直後	その後					
電力線他	—	—	—	—	—	—	修繕は20年	小さい	
半導体工場	○関連作業	○工事	製造装置 搬入 工事作業	24時間	増設		数年毎に増築	大きい	5.7倍
DC	○関連作業	○工事	サーバー等 搬入 作業	24時間	増設	点群データ	数年毎に増築	中→大きい グーグルDCは6.6倍	2-5倍 FBは5倍

DC を AI ファクトリーと考えるならば、いわば、DC 業者は AI 基盤のファウンドリであり、最先端の技術開発を必要とする意味では、TSMC と同様の存在である。

図表 8 新たな DC ビジネスモデルはファウンドリに類似点がある (出所)筆者

	ファウンドリ	DC (さくらインターネット) 垂直統合型	DC一般 不動産型
設備投資	重い(最先端プロセス) Dep20-25%	やや重い(AI基盤) Dep15-30%	やや重い10%
R & D	最先端微細化 R&D 10%	AI開発? R&D数%	軽い
人員	エンジニア重要だが 労務費は低い	今後、エンジニア重要、 労務費15%	低い
他コスト	電力、水など	電力消費4%、通信費7%、 修繕4%	電力消費20%、 通信10%等
パートナー	ファブレスとの関係	ユーザーとの関係、 再生可能エネルギー	再生可能エネルギー

実際、DC の印西エリア(流山も含む)、半導体では、九州での熊本県につき、TSMC 誘致の前後で、菊陽町等など人口の変化を県庁所在地と比較した。なお、千歳のラピダス効果や石狩での DC 効果はこれからだろう。サンプルは不十分だが、明らかな差異がある。

図表 9 印西地域、熊本地域の人口変化の差異

	2000年	2005年	2010年	2015年	2024年	2010-2024年	2015-2024年
札幌市	1801327	1856442	1891494	1936016	1956928		
		3.1%	1.9%	2.4%	8.6%	3.5%	1.1%
石狩市	55103	56278	61109	59362	57645		
		2.1%	8.6%	-2.9%	4.6%	-5.7%	-2.9%
千歳市	88126	90507	93117	95532	97999		
		2.7%	2.9%	2.6%	11.2%	5.2%	2.6%
千葉市	867289	899438	932421	962376	978899		
		3.7%	3.7%	3.2%	12.9%	5.0%	1.7%
印西市	61399	60898	87957	93722	111274		
		-0.8%	44.4%	6.6%	81.2%	26.5%	18.7%
流山市	149287	150910	161258	172659	210733		
		1.1%	6.9%	7.1%	41.2%	30.7%	22.1%
熊本市	647008	657699	723707	734917	657699		
		1.7%	10.0%	1.5%	1.7%	-9.1%	-10.5%
大津町	27984	29028	31158	33766	36013		
		3.7%	7.3%	8.4%	28.7%	15.6%	6.7%
菊陽町	28058	31459	36389	39856	43915		
		12.1%	15.7%	9.5%	56.5%	20.7%	10.2%
合志市	22094	22699	54944	58873	64751		
		2.7%	142.1%	7.2%	193.1%	17.8%	10.0%

	なし	あり
札幌市	3.5%	
石狩市	-5.7%	
千歳市	5.2%	
千葉	5.0%	
印西市		26.5%
流山市		30.7%
熊本市	-9.1%	
大津町		17.8%
菊陽町		20.7%
合志市		15.6%

	変数 1	変数 2
平均	-0.0022049	0.222606
分散	0.0044845	0.003888
観測数	5	5
仮説平均との差異	0	
自由度	8	
t	-5.4939189	
P(T<=t) 片側	0.0002889	
t 境界値 片側	1.859548	
P(T<=t) 両側	0.0005779	
t 境界値 両側	2.3060041	

8. 考察

50 年前の日本列島改造論による新幹線や高速道路などの交通網整備では、ある時期は、県民所得格差や三大都市圏への転入超過数の推移や三大都市圏と地方圏の製造業のシェアにつき、一定の効果があつたが、その後は、「ストロー効果」で反って東京に集中した。日本列島改造論当時は、情報化が進展、集積効果がモノ経済からコト経済で高まり、シェアリングでは、インフラの効果より、アメニティ効果が重要になり、マッチングや学習におけるスピルオーバー効果が重要になった背景が大きい。

しかし、令和のデジタル日本列島改造といえる半導体や DC による情報通信網整備では、マッチング効果は、東京と地方は同等か地方が有利、学習では同等になることが期待できる。

9 GTAP をベースにした NRI の分析では自動車は 3 近く、エレクトロニクスは 2 近く他産業を上回る。

それゆえ、地域活性化や人口増が期待される。ただ、情報通信網と交通網のネットワーク科学的差異や DC のアーキテクチャについては更なる検証が必要であろう。

図表 10 デジタル日本列島改造による期待 (出所)筆者

デジタル日本列島改造論による期待

			R&D、ソフト 知識産業	東京	情通網による変化	地方
①共有(シェアリング)	インフラ	港湾・道路	△	東京	—	地方
		エネルギー	△		—	
	アメニティ	◎	東京	>>⇒=	地方	
②マッチング	雇用と労働@労働市場		◎	東京	>⇒<	地方
	生産と消費@市場		◎		>⇒<	
③学習(スピルオーバー、粘着性)			◎	東京	>⇒=	地方

*上記で①と②はプラットフォームの要素であり、ネットワーク効果、スイッチングコストがある

9. おわりに

1兆^{ドル}時代を迎える半導体とそのユーザーでもある DC は課題先進国である日本を再生するインフラである。政府が重視し、国費を投じている半導体と DC について、雇用創出効果が高いことを、マクロ、ミクロ両面から示した。これまでは、DC の雇用創出効果は少ないとされてきたが、ビジネスモデル次第で変えることを指摘した。生成系 AI の登場で DC は企業や自治体の課題解決の「AI ファクトリー」でもあり、その誘致は人口減をくい止める可能性が高い。また、DC 事業者はファウンドリという指摘をし、ビジネスモデルを比較分析した。

反面、部分的なケーススタディに過ぎず課題は多い。特に産業連関分析では、半導体製造装置が過小評価されている可能性(中間投入は 0 であり、資本減耗に相当するが、内訳が無い)。内外サプライチェーン構築変化や、DC など新しい産業では分析が難しいのではないか。それゆえ、ミクロなケーススタディ等も含めた多様なアプローチによる検証が必要だろう。また、「デジタル日本列島改造」では、ストロー効果が本当に無いのかどうか、ネットワーク分析はじめ検証は必要である。さらに、雇用創出効果も世界のトップ人材との交流もあり、量だけでなく、質の向上もあるだろう。大学も今は東京に集中だが、江戸時代には各藩校があり、旧制高校ナンバースクールも二高は仙台、四高は金沢、五高は熊本、六高は岡山、七高は鹿児島と分散しており、地域に優れた知性が集積していた。半導体 DC 誘致によりバランスの取れた知性の集積が進むことで、多様なイノベーションも生まれるのではないか。

参考文献 URL は 2024 年 9 月 14 日アクセス

- [1] 田中角栄「日本列島改造論」(日刊工業新聞社 1972)
- [2] 人口戦略会議「人口ビジョン 2100」 <https://www.hit-north.or.jp/information/2024/01/09/1927/>
- [3] デジタルインフラ (DC 等) 整備に関する有識者会合の中間とりまとめ 2.0 (METI/経済産業省)
- [4] https://www.meti.go.jp/policy/policy_management/EBPM_kensyo/202308_Semicon_kensyo.pdf
- [5] 「九州における半導体産業とその未来」調査レポート (dbj.jp)
- [6] 熊本県における半導体産業集積の発展と企業間連関 | CiNii Research
- [7] 九州の IC 産業および半導体製造装置産業の雇用動向 | CiNii Research
- [8] <2015-8-2-4.pdf> (jags.ne.jp)
- [9] 産業連関表、各社有報、人口動態統計 など [総務省 \(soumu.go.jp\)](https://www.soumu.go.jp)