

Title	半導体製造装置メーカーの拠点立地に関する戦略の検討： 集中と分散の最適条件とは
Author(s)	小山, 裕貴; 若林, 秀樹
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 1048-1053
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19628
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

半導体製造装置メーカーの拠点立地に関する戦略の検討 ～集中と分散の最適条件とは～

○小山裕貴、若林秀樹(東京理科大 MOT)

8823224@ed.tus.ac.jp

1. はじめに

日本の産業において製造業は非常に重要だが、「貿易立国・日本」の姿はもはやないという状況である。[1]そんな中、各国・地域が経済安全保障の観点から重要な生産基盤を囲い込むため、半導体産業に異次元の支援策を実施し、各国で新規の工場建設が増加している。そのため製造装置メーカーも顧客の投資に対応した拠点立地戦略が必要となる。[2]

また製造業の拠点を構えた経緯を考えると、そこには立地選定の理由がそれぞれの産業構造や顧客との距離の重要度によって異なることが予想され、BCPの観点や製品TAT¹の短縮による顧客近傍への拠点設置、立地と地域文化や技術集積(クラスター論)など考慮が必要である。

そこで本稿では半導体製造装置メーカーのマーケットがグローバル化する中、拠点立地と収益性との相関を分析するため、重力モデルを用いて拠点立地の最適条件を検証する。

2. 先行研究

工場立地の先行研究は豊富で工場立地選定要因を分析する論文は多いが、日本国内で半導体企業の従業員数や都道府県別拠点数から、個社の立地戦略を考察するもの[3]や日系企業の海外子会社の立地選択理由を文化的、制度的、地理的、経済的要素の4つの距離を定義し、エントロピーモデルの枠組みに従い、立地選択にどの要素が影響しているか分析するもの[4]などあるが、拠点立地が企業業績にどう影響したか分析するものは少ない。

3. 拠点立地の考え方の整理と仮説

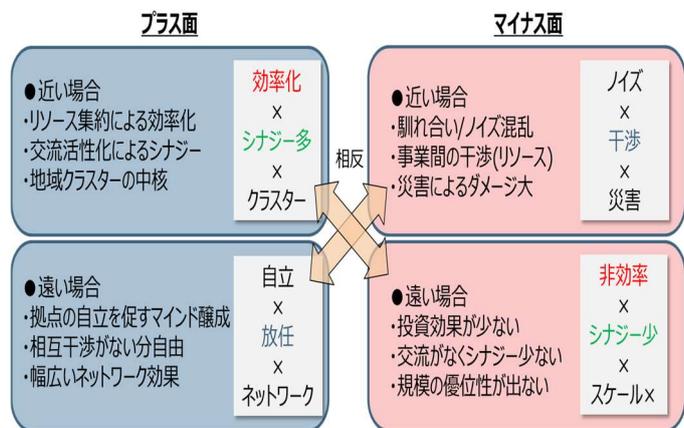
拠点立地と一概にいても、様々な要素で決定されかつ相互作用を持つ関係性が考えられる。そこで拠点立地の遠近のプラス面とマイナス面を整理することで、拠点立地に関する考え方を明確にする。

プラスの面の効果として、拠点が近い場合は効率化推進のため、集約されたリソースに集中投資が可能であり、さらに往来が容易なことから交流が活性化されることで、事業シナジーの発揮に貢献する可能性が考えられる。遠い場合は、周囲から干渉がない環境で独自性や自立性の醸成、幅広いネットワークに対応するハブ的な役割を担うことが考えられる。

反対にマイナス面としては、人的要因による

干渉やノイズ発生による弊害、災害時の影響の増大などが考えられる。遠い場合は、規模の優位性を発揮することが困難で、投資や交流の非効率性が懸念される。よってこれらの整理から、キーワードとして効率や干渉、シナジーという要素が拠点の遠近により作用することが考えられる。これらはヒトの集合体である拠点という集団を適切にコントロールし、それらを効率的に企業運営に反映させることが重要であるという示唆と捉えることができる。

そこで仮説は、様々な要因で変化する拠点間交流が、企業の活動の起点となるため、拠点立地の戦略として最適な集中と分散指標があり、それらが企業の業績に影響を与えているのではないかと考えた。



図表1 拠点立地の考え方 (出所)筆者作成

¹ TAT : Turn-Around-Time 製品を完成させるまでに要する時間

4. 工場の立地条件調査事項について

一般的な工場立地は図表2のように産業別で特徴があると考えられる。項目は工場立地法第二条の第一項及び第二項にある工場適地調査に関する調査事項を参考にした。[5]

そこで半導体工場や製造装置メーカーの立地について他産業の違いを図表3にまとめて整理すると、半導体産業の特徴として、安定した土壌や電力の安定供給など一般的な特徴もあるが、製品の国際輸送の頻度が高いことや顧客との距離を近くすることで、共同開発やニーズ把握のために拠点立地を検討することなど特殊要因も挙げられる。

立地条件調査事項	一般				半導体		半導体製造装置	
	食料品	自動車	鉄鋼	化学	前工程	後工程	前工程	後工程
①地形(面積率：生産施設/敷地面積)	中規模(65/100)	大規模で広大(65/100)	大規模で広大(40/100)	大規模で広大 周辺との隔離必要 (30/100)	大規模で広大 安定した土壌 (65/100)	中規模 安定した土壌 (65/100)	大規模 (65/100)	中規模 (65/100)
②工業用水源、排水条件等	水資源、排水設備	水資源、排水設備	水資源、排水設備	水資源、排水設備	水資源、排水設備、 空調設備	水資源、排水設備、 空調設備	排水設備、空調設備	排水設備、空調設備
③港湾、道路など交通条件	主要道路 (出高スピード)	港湾 (サプライチェーンや輸 出)	港湾 (原材料輸送)	港湾 (危険物取扱)	空港、港湾 (国際輸送+後工程 近傍)	空港、港湾 (国際輸送+顧客近 傍)	空港、港湾、 道路 (国際輸送+精密機 器+顧客近傍)	空港、港湾 (国際輸送+顧客近 傍)
④電力、その他エネルギー事情	大量の電力	膨大で安定した 電力供給	膨大な電力供給	膨大な電力供給	膨大で安定した 電力供給 (瞬時電圧低下)	安定した 電力供給 (瞬時電圧低下)	大量で安定した電力 供給	安定した 電力供給
⑤通信インフラ、産業廃棄物処理施設	高速通信 (自動化)	高速通信 (自動化)	廃棄物処理整備	高速通信 (監視システム)	高速通信 (自動化)	高速通信 (自動化)	高速通信 (顧客との会議)	高速通信 (顧客との会議)
⑥労働力	パート	エンジニア 組立ライン工	熟練エンジニア	熟練エンジニア (質+量)	高度な熟練エンジニア (電子/化学) 大学/研究所から	高度な熟練エンジニア (テスト;精密) 大学/研究所から	高度な熟練エンジニア (電気/機械) 大学/研究所から	高度な熟練エンジニア (電気/機械) 大学/研究所から
⑦市場との距離	生鮮品：近い 加工品：遠い	需要が高い国際市 場：近い	工業地帯：近い	工業地帯：近い	国際市場：近い	国際市場：近い	顧客：近い (直接納入、大型)	顧客：近い (直接納入)
⑧法令(補助金、税制優遇)	地産地消支援	税制優遇	特定地域で優遇有	環境/技術支援策	戦略的な補助金 税制優遇	戦略的な補助金 税制優遇 (完成品作成のため)	戦略的な補助金 税制優遇	戦略的な補助金 税制優遇

図表2 産業別工場立地条件の整理 (出所)経済産業省資料を元に筆者作成

項目	半導体工場	半導体製造装置
地形	振動や土壌汚染を防止すること及び地震などの影響を最小限にするため、 安定した土壌が必要	大中規模
交通条件	国際輸送のため空港利用頻度大	半導体工場と同様
電力インフラ	膨大で安定した電力需要(瞬時電圧低下などで生産ライン停止のリスクを防止する設備も必要)	大量で安定した電力供給
通信インフラ	生産自動化のため高速通信	顧客との高頻度なコミュニケーションのため 高速通信必要 (技術的擦り合わせ)
労働力	高度で専門的な知識が必要のため、大学や研究所と連携必要	半導体工場と同様
市場距離	国際市場に近いことが重要	直接納入のため顧客と隣接が有効
法令	国家規模の戦略的な補助金や税制優遇あり	半導体工場と同様

図表3 半導体関連産業特有の立地条件の整理 (出所)筆者作成

5. 分析モデルの概要

拠点立地を考える上で、拠点間のヒトの交流を考慮した分析が必要であるが、都市計画や交通施設計画など、人流を分析するには図表4に示す空間的相互作用モデルが代表的である。このモデルはいくつかのモデル族に分類され、ある地点の交流の発生量や吸収量が既知であるか、未知であるかにより使用ケースが異なる。今回の分析は拠点の交流規模(発生量/吸収量)がどちらも未知のため、無制約モデルの重力モデルにて分析を行う。しかし重力モデルには、幾つかの問題点が指摘されているが、本稿は拠点間の交流を定性的な観点で調査し分析する。

空間的相互作用モデル

$$T_{ij} = kV_i^a W_j^y f(d_{ij})$$

$\sum_{j=1}^n T_{ij} = O_{ij}$ O_{ij} : 地点iにおける発生流動量の総和
 $\sum_{i=1}^m T_{ij} = D_{ij}$ D_{ij} : 地点jにおける吸収量の総和

i: 本社
 j: ある拠点
 T_{ij} : ij間の流動量
 k: 定数(調整項)
 V_i : iの放出性
 W_j : jの吸引性
 a: 放出性のパラメータ
 y: 吸引性のパラメータ
 d_{ij} : ij間の距離(移動時間)
 $f(d_{ij})$: $1/d_{ij}$

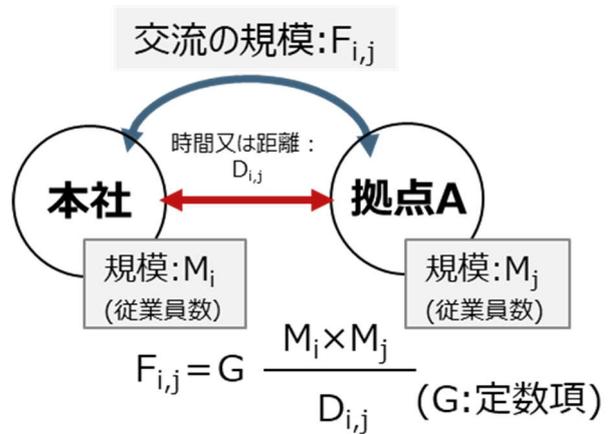
空間的相互作用モデル族	使用ケース	代表用途
発生-吸収制約モデル	発生と吸収流動量が既知の場合	通勤モデル
発生制約モデル	発生量が既知、吸収量が未知の場合	買物行動モデル
吸収制約モデル	発生量が未知、吸収量が既知の場合	居住モデル
無制約モデル	どちらも未知の場合	重力モデル

図表4 空間的相互作用モデル式とモデル族(出所)筆者作成

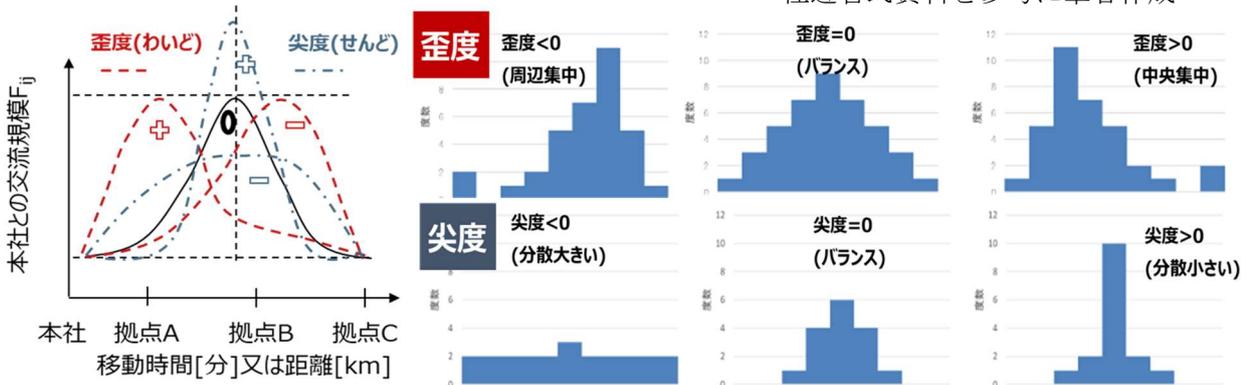
6. 分析アプローチ

拠点立地と企業業績の関係について、国内外の各拠点人数を有価証券報告書などの公開情報から調査し、図表5の重力モデル[5]を使用して、本社とその他の拠点との交流規模として算出する。縦軸は交流規模、横軸は本社からの距離又は移動時間とした。なお期間は2013年から2022年までの10年間でシリコンサイクルの山谷傾向の各2回分とした。

図表6に示す様に交流規模と距離又は移動時間は、正規分布からの歪み度合を示す歪度(わいど)、尖り度合を示す尖度(せんど)で指数化する。歪度は拠点の分布傾向の指標であり、値が大きくなると左に偏った傾向を示し、本社寄りにピークがあることを意味する。また尖度は分散傾向を示す指標であり、分散の大小を意味する。



図表5 重力モデル (出所)スーパーメガリージョン構想検討会 程近智氏資料を参考に筆者作成



図表6 歪度と尖度指標の考え方 (出所)筆者作成

拠点立地と業績は、立地分布指数(式1)と利益率の10年間平均値との関係性で分析する。(式1)は歪度と尖度がリニアに相関することから、集中及び分散傾向を均等にかつ総合的に指数化するため、今回は仮にこの計算式とした。また各企業の拠点立地戦略分析のため、立地分布指数と利益率の時間的変遷傾向を傾きとして各社比較する。このとき立地分布指数と利益率の傾きは各社の拠点傾向の時間的変化を示す指標であり、業績に対する影響の説明変数とする。

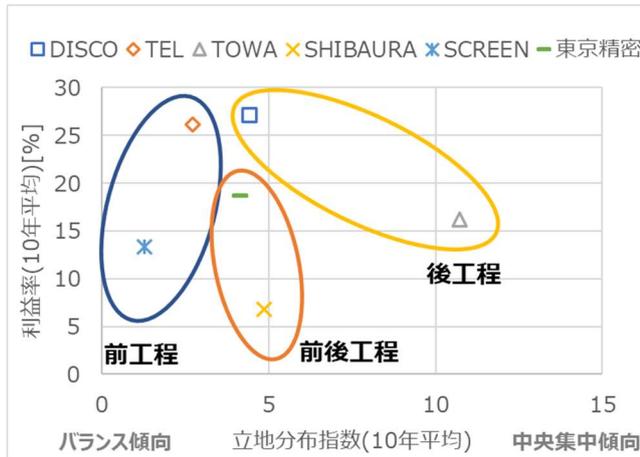
立地分布指数 = 歪度 + 尖度... (式1)

7. 分析方法と結果

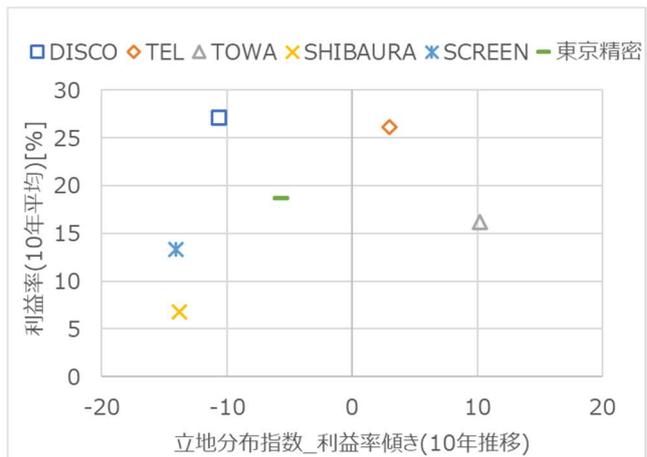
7-1. 交流規模と本社からの距離の分析

半導体製造装置メーカー国内 6 社を対象に調査し、本社からの距離は Google Map にて各拠点の住所から導出される直線距離で分析を行った。調査対象としたのは、売上規模も大きく前工程の主力製品を多数保有する東京エレクトロン(TEL)、SCREEN ホールディングス(SCREEN)、後工程専門の DISCO、TOWA、前工程と後工程で共に製品を保有する東京精密と芝浦メカトロニクス(SHIBAURA)である。

立地分布指数と利益率の関係性で全 6 社の傾向を確認すると、図表 7 の様に製品ポートフォリオや利益率の違いによる明確な傾向は確認できなかった。また図表 8 の結果において、TOWA が最も立地分布指数と利益率の傾きが大きい、図表 7 の 10 年平均利益率は 16%程度と他社と比較して特筆するほどの業績を挙げているとは言えない結果である。よって本社との距離を指標とした分析で、立地分布指数と業績との関連を検証するのは妥当ではないと考えられる。



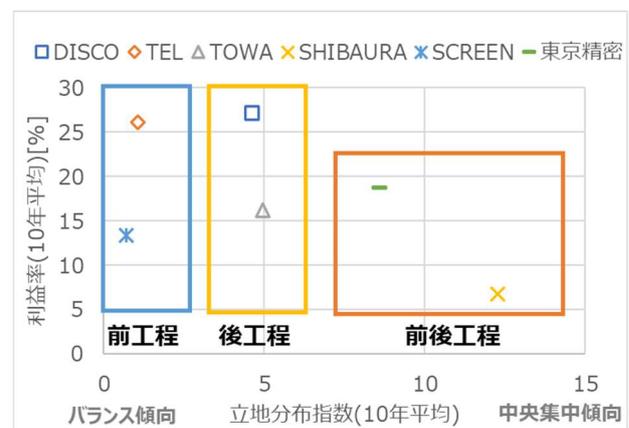
図表 7 立地分布指数と利益率の関係
(出所)有価証券報告書データなどから筆者作成



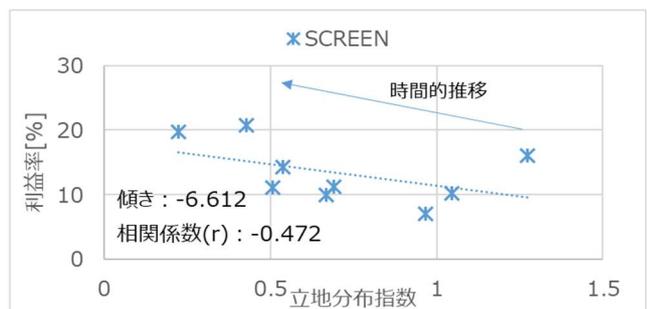
図表 8 各社 10 年推移の傾向と利益率の関係
(出所)有価証券報告書データなどから筆者作成

7-2. 交流規模と本社からの移動時間の分析

次に本社からの移動時間で前述の分析方法と同様の手法を用いて関係性を確認した。なお移動時間について国内は陸路、海外は空路でそれぞれ最速移動時間を Google Map のルート検索結果を用いて導出した。距離で交流規模を分析した結果と比べ、図表 9 の利益率との関係は、前工程、後工程、前後工程など製品ポートフォリオの違いによる区分けが明確である。また図表 10 で個社の戦略分析として、利益率との相関を確認した。前工程企業の 2 社を比較すると、TEL は正の相関、SCREEN は負の相関が確認できる。対称的な 2 社ではあるが、図表 9 の利益率の 10 年平均での差異からも拠点立地戦略の有効性は、TEL が優位と考えられる。

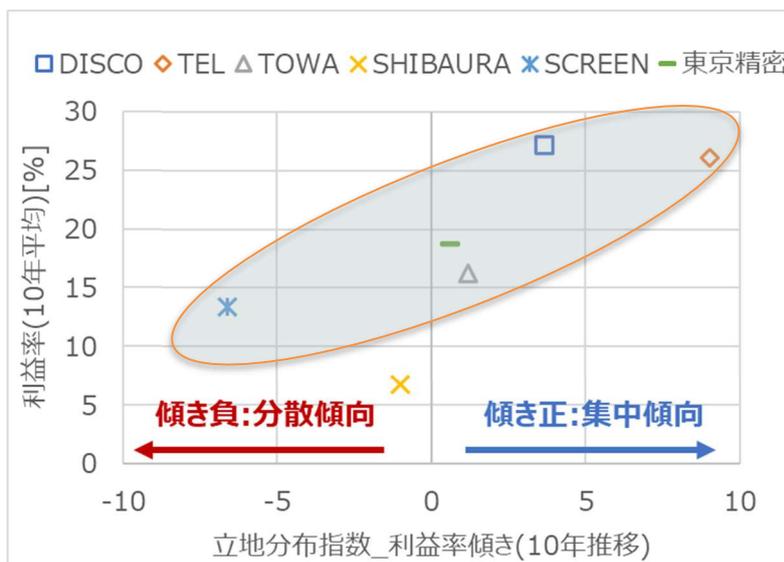


図表 9 立地分布指数と利益率の関係
(出所)有価証券報告書データなどから筆者作成



図表 10 TEL 及び SCREEN の個社傾向 (出所)有価証券報告書データなどから筆者作成

そこで各社の拠点立地戦略の分析として、図表 1 1 で立地分布指数と利益率の傾きの関係から、対象期間で拠点戦略を集中傾向にしている企業は利益率が高く、反対に分散傾向の企業の利益率が低いことが確認できる。サンプル数が少なく、定性的な分析ではあるが、集中分散傾向と利益率の関係性の示唆を得られたと判断している。



図表 1 1 各社 10 年推移の傾向と利益率の関係
(出所)有価証券報告書データなどから筆者作成

分類	企業	10年平均 歪度	10年平均 尖度	拠点傾向	10年平均 立地分布 指数	10年平均 利益率 [%]	個社分析(10年推移)		拠点立地戦略
							立地分布指数 と利益率の傾き	相関係数 (r)	
前工程	TEL	1.141	-0.087	バランス型	1.054	26.102	9.017	0.753	緩やかな中央集中傾向
	SCREEN	1.030	-0.325	バランス型	0.705	13.351	-6.612	-0.472	緩やかな分散傾向
後工程	DISCO	1.746	2.860	やや集中型	4.606	27.141	3.660	0.525	中央集中傾向
	TOWA	1.646	3.302	やや集中型	4.947	16.216	1.193	0.518	急な中央集中傾向
前後工程	東京精密	2.248	6.336	中央集中型	8.584	18.635	0.613	0.682	急な中央集中傾向
	SHIBAURA	2.895	9.376	中央集中型	12.271	6.787	-0.997	-0.100	緩やかな分散傾向

図表 1 2 各社傾向まとめ (出所)有価証券報告書データから筆者作成

8. 考察

交流規模と移動時間の分析では、立地分布指数と利益率の傾きの時間的推移を分析することにより、業績との関係性を確認することができた。前工程の製造装置メーカーは、歪度 1 前後、尖度 0 前後と正規分布に比較的近い傾向となり、これは各地域の顧客近傍で対応するため、拠点やヒトを適度に分散させることで、顧客との広域的なネットワークの構築により収益性の向上を図った結果と考えられる。

また、昨今の先端半導体の開発スピードの加速から、オープンイノベーションで顧客との共同開発が重要視され、顧客拠点に人員を派遣して密接な関係性の構築が必須となっていることも影響していると思われる。

そこで拠点戦略として、広範なネットワークからの情報を日本の開発拠点に集約すること及びオープンイノベーションの両輪をバランスよく作用させることが企業業績向上のカギとなっていると考えられる。

後工程企業は歪度 1.5 前後、尖度 3 前後でやや中央集中傾向かつ適度な分散も考慮されている。それは OSAT など後工程専門ファウンドリー拠点が、アジアに集中していることで、日本企業は地理的に近い地域に拠点を構えていることが要因と考えられる。日本の開発拠点にリソースを集中しかつアジア周辺で、顧客との距離を意識した拠点立地戦略が取られている結果と考えられる。

最後に前後両工程の製品を保有する企業は、歪度 2-3 前後、尖度はバラツキがあり 6-10 程度と強い

中央集中傾向が見られる。売上規模が小さいためリソースを集約させ、効率化を図っていると考えられる。しかし製品群が前後で分散していることもあり技術と拠点戦略のアンマッチの懸念も考えられる。

各社の10年間の立地戦略傾向と利益率の関係性から、高利益率企業は製品ポートフォリオに見合った拠点立地の選択をしながら、全体バランスを意識し、集中傾向にすることでリソースの集約を図り、収益性の向上を狙った戦略を取っていると分析できる。よって企業の拠点立地戦略として、まず製品ポートフォリオから、最適な立地分布指数のポジショニングを考慮した拠点立地と人員配置を検討し、その後全体バランスを意識しながら、立地分布指数を集中傾向へ制御することで企業業績の向上に繋げていくことが可能であると考えられる。

9. おわりに

企業にとって拠点立地は業績に影響を与える大きなパラメータである。今後半導体業界は増々グローバル化が進む産業であるため、製品や企業規模に合致した意識的な拠点立地や人員の集中と分散のバランスが半導体製造装置メーカーに求められる拠点立地戦略であると言える。今回は拠点の人数に焦点を当て分析したが、ヒトの属性も地域性による文化や教育環境で異なる。よって拠点間の交流はそれら要素が複雑に絡み合って成り立つものであると考えられる。

今後の研究課題は、拠点周辺の地域性やリモートワークなどヒトの交流の在り方の変化を考慮した総合的な分析アプローチの確立である。だが拠点立地とヒトの交流規模が企業業績に与える影響の関連性を一定程度示したことは成果であると考えている。

参考文献 URL は 2024 年 9 月 24 日アクセス

- [1] 経済産業省 製造産業局 製造業を巡る現状と課題 今後の政策の方向性 (2023年5月)
- [2] 経済産業省 商務情報政策局 半導体・デジタル産業戦略 (2023年6月)
- [3] 近藤光 日本半導体企業の工場立地に関する考察 -国内工場立地の変遷から-(2012)
- [4] 曾我寛人 海外子会社の立地選択に関するエントロピーモデル(2021)
- [5] 経済産業省 工場立地法解説
https://www.meti.go.jp/policy/local_economy/koujourittihou/hou/houkaisetsu.pdf
- [6] 程近智 世界における経済・社会の変化を踏まえた考察 スーパーメガリージョン構想検討会(2018)
<https://www.mlit.go.jp/common/001233387.pdf>