

○仲井隆一、渡辺千仞（東工大社会理工学）

1. 序論

新世紀の幕開けとともに、我が国産業において、技術立国が叫ばれている。グローバル経済化の本格化や我が国の製造業に対する中国・韓国・台湾といったアジア諸国のキャッチアップに直面し、更に高度な技術の付加価値を求める動きが表面化してきている。このような流れを受けて航空宇宙産業に対する期待が高まっている。航空宇宙産業の特徴として、知識集約産業であり付加価値の高い産業であること、つまり素材、加工機械、電子機械、機能部品など航空宇宙産業の裾野を形成する広い産業分野の発展のうえに成り立つ総合産業である事が挙げられる。また他の産業分野への高い技術のスピルオーバー効果があげられる。具体例を挙げれば建物や車両に広く使われるアルミ合金や釣竿やゴルフのシャフトに使われている炭素繊維強化プラスチックなどはもともと航空機用に開発されたものであり、高性能小型コンピュータなど電子機械の多くも航空宇宙技術及び産業向けの厳しい要求を満たすことから発展したものが多し。

このように大きな期待をされている我が国の航空宇宙産業であるが、現在の国内生産規模は1兆3000億円台に過ぎない。世界的にみてもその優れた技術力を認められている我が国において、その技術力を最も発揮しやすいと考えられる航空宇宙産業が主力産業足りえていない。この理由として、GHQ（連合軍司令部）の命令による戦後7年間の航空禁止が挙げられる。これにより我が国の航空宇宙産業を担ってきた人材が電車や自動車に代表される他の産業に流出し産業基盤が崩壊してしまった。その後の航空宇宙産業は、他国の先端技術をキャッチアップする場としての役割を果たしてきた。しかし現在

進行しているグローバル化やIT化は、国際市場の一体化を加速させアジア諸国の企業の追い上げを許している。この進展に伴う企業間競争の激化の中、航空宇宙産業の最先端技術と高度な部品・素材を結合による高い付加価値、またその技術の他産業への高いスピルオーバー効果は着目に値する。特に航空宇宙産業の技術のスピルオーバー効果は、現在我が国産業の根幹を担っている自動車産業と比較しても極めて高い（表1）。この表においては、特定産業の波及効果を産業波及効果と技術波及効果に大別している。産業波及効果とは、当該産業の産業活動が多産業の産業活動を誘発する効果であり、通常産業連関表から算出される生産誘発額（係数）で表される。技術波及効果とは当該産業で生み出された技術が他産業に移転され新製品の創成や生産活動の効率向上など他産業の活性化を誘発する効果である。また、航空機需要も世界の民間ジェット機の運行数が10年後には54.8%増、20年後には2.3倍と予想されている（日本航空機開発協会）。このような航空宇宙産業において、世界と我が国とのインスティテューションを分析する。

2. 分析

2.1 本論文の目的

序論で示したように、グローバル化やIT化が進行しアジア諸国の猛烈な追い上げを受ける中で、航空宇宙産業が我が国産業において果たすべき役割は非常に大きい。本研究は世界における我が国の航空宇宙産業とインスティテューションなどの関係についてできるだけその構造を明らかにすることを目的としている。その為にまずインスティテューションについて言及する必要がある。

表1 航空機産業の技術スピルオーバー効果

| | 当該産業の生産高 | 技術波及効果 | 産業波及効果 | 波及効果合計 |
|-------|----------|----------|--------|--------|
| 航空機産業 | 11兆円 | 103兆円 | 12兆円 | 115兆円 |
| 自動車産業 | 320兆円 | 34兆円 | 872兆円 | 906兆円 |
| 比較 | | 3.40% 3倍 | 1.40% | 12.70% |

（出典）三菱総合研究所による推計結果（平成12年3月、日本航空宇宙工業会委託調査）

2.1 インスティテューションの定義

技術経営システムの認識においてインスティテューションは、社会経済体質とも称すべきイノベーションを生み出す土壌として掌握されており、図1で表現される3軸（「国家戦略・社会制度」、「企業レベルでの組織文化」、「時代背景」）で構成される。今回は航空宇宙産業における各国のインスティテューションを検証する（Watanabe,2004）。

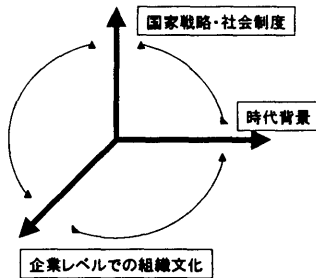


図1. インスティテューションの3軸。

2.3 技術のスピルオーバー量

航空宇宙産業における技術のスピルオーバー量を計測するにあたって、今回の分析ではデータ上の制約から輸送機械産業を対象とした。我が国製造業14業種において、まず各産業と輸送機械産業との技術距離を計測し、これを用いて技術のスピルオーバー量を計測した。

P_i : 輸送機械産業と i 産業間の技術距離

T_i : 輸送機械産業から得る技術のスピルオーバー量

$$T_{si}' = \sum P_{ij} \cdot T_j \quad (i \neq j)$$

$$P_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \left(\frac{T_{ik}}{T_i} \right) \left(\frac{T_{jk}}{T_j} \right)}{\left\{ \sum_{k=1}^n \left(\frac{T_{ik}}{T_i} \right)^2 \cdot \sum_{k=1}^n \left(\frac{T_{jk}}{T_j} \right)^2 \right\}^{1/2}}$$

T_j : i 産業のテクノストックの合計
 T_j : i 産業が j 産業分野に持つテクノストック

2.4 インスティテューションの分析

今回航空宇宙産業におけるインスティテューションを分析するにあたって、世界の主要な8カ国について分析対象とした。国内総生産、航空宇宙産業の売上、国防支出費、輸出額、輸入額、製造業従業員数、航空宇宙産業従業員数、売上シェア、従業員シェア、国防支出費シェアに対し主成分分析を行う。

表3 主成分分析の結果

| | 固有値 | 寄与率 | 累積寄与率 |
|---------|-------|-------|-------|
| 主成分No.1 | 7.032 | 0.703 | 0.703 |
| 主成分No.2 | 1.898 | 0.190 | 0.893 |
| 主成分No.3 | 0.716 | 0.072 | 0.965 |
| 主成分No.4 | 0.327 | 0.033 | 0.997 |

表4 主成分負荷量

| | 主成分No.1 | 主成分No.2 | 主成分No.3 |
|--------------|---------|---------|---------|
| 国内総生産(名目GDP) | 0.941 | -0.277 | -0.056 |
| 航空宇宙工業の売上高 | 0.992 | 0.034 | 0.091 |
| 国防支出費 | 0.976 | -0.119 | 0.133 |
| 輸出額 | 0.770 | -0.126 | -0.522 |
| 輸入額 | 0.990 | -0.051 | -0.074 |
| 製造業従業員数 | 0.850 | -0.487 | -0.146 |
| 航空宇宙工業従業員数 | 0.987 | 0.048 | 0.103 |
| 売上シェア | 0.387 | 0.904 | -0.173 |
| 従業員シェア | 0.501 | 0.848 | -0.067 |
| 国防支出費シェア | 0.736 | 0.111 | 0.585 |

この結果を用いてクラスター分析を行う。距離はユークリッド平方距離、クラスターの合併法はウォード法を用いた。更に、世界の主要な航空宇宙産業企業12社について回帰分析を行う。

2.5 データソース

分析に用いるデータとして、技術のスピルオーバー量の計測には、科学技術研究調査報告を用いた。インスティテューションの分析には、航空宇宙産業データベース（日本航空宇宙工業会）を用いた。航空宇宙工業の性格上、データの入手が困難な国が極めて多く、今回の分析では公表している2003年度における7カ国での分析となった。企業間分析については各企業の財務指標に有価証券報告書を用い、通

貨換算に際して IMF の「International Financial Statistics 各年版」を用いた。データの平準化の為に 2000 年から 2003 年の平均値を用いた。

表 5 通貨換算率

| | 米国ドル | EUユーロ | カナダドル |
|------|--------|---------|--------|
| 2000 | 107.7 | 99.291 | 72.568 |
| 2001 | 121.53 | 108.752 | 78.467 |
| 2002 | 115.93 | 118.003 | 79.902 |
| 2003 | 115.93 | 130.935 | 82.713 |

3. 分析結果

3.1 技術のスピルオーバー量

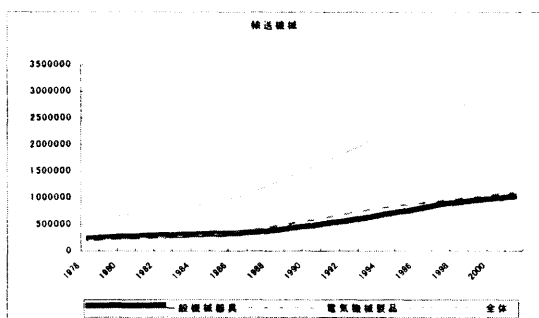
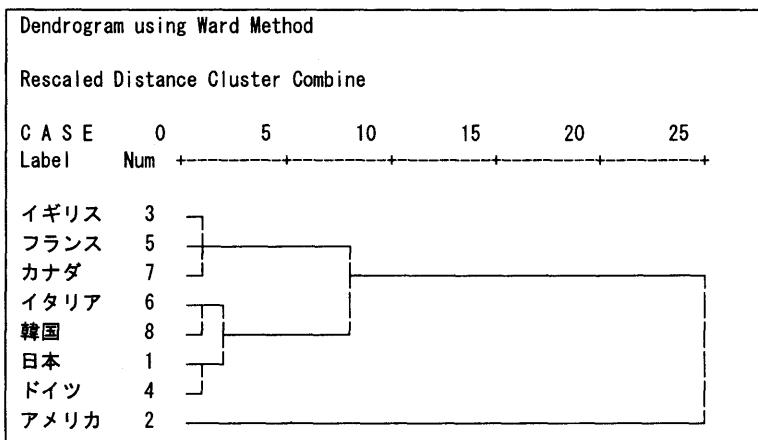


図 2. 輸送機械産業への技術のスピルオーバー量.

計測結果は図 2 に代表されるように、輸送機械産業への技術のスピルオーバー量は、主に一般機械産業と電気機械産業から受けている。逆に輸送機械産業か

表 6 クラスター分析の結果



ら他産業への技術のスピルオーバーは、一般機械産業や金属産業において顕著に見られた。これは、上記の産業が輸送機械産業から技術的に大きく影響を受けていることを示している。

3.2 インスティテューションの分析

2 章で述べた指標を用いて主成分分析を行い、この結果を用いてクラスター分析を行った。結果は表 6 に示されている。同分析を基に、先の主成分分析の結果を示したものが図 3 である。

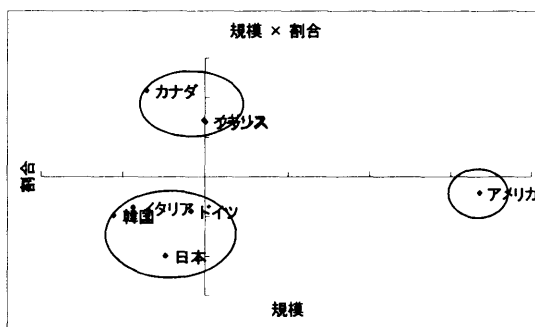


図 3. 主成分分析結果.

主成分分析の結果から第 1 成分は売上等の規模、第 2 成分は売上に対する割合を表していることが分かる。また、クラスター分析の結果、世界の国々の航空宇宙産業を 3 つのクラスターに分類することができた。この結果から、航空宇宙産業においては規模だけでなくその割合も重要な指標である事が抽出できた。この抽出した指標である割合が利益に与える影響を分析する為に、2 章で述べた通り、世界の主要な航空宇宙産業 12 社に対して回帰分析を行う。この分析に際し以下のモデル式を使用する。

$$AOI = \alpha + \beta \ln AS/S$$

AOI: 航空宇宙産業分野の営業利益
 S: 全体の売上高
 AS: 航空宇宙産業分野の売上高
 AS/S: 航空宇宙産分野の割合

この分析の結果は表 7 のようになった。これにより最近の航空宇宙産業企業においては、全体の売上高に対する航空宇宙産業分野の売上高の割合 (AS/S) が航空宇宙産業分野の利益 (AOI) に非常に大きな影響を与えていることがわかる。さらにこの分析結果の散布図は図 4 となり、これを見ると我が国の航空宇宙産業企業と他国の航空宇宙産業企業との違いも表れていることが分かる。

表 7 企業間分析の結果

| α | β | $adj. R^2$ |
|----------|---------|------------|
| -0.301 | 2.216 | 0.816 |
| (1.61) | (6.73) | |

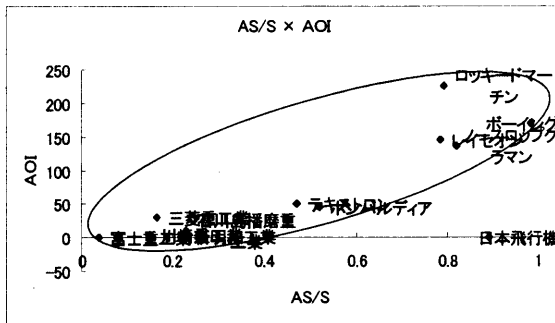


図 4. 企業間分析散布図.

4 結論

以上の分析から、航空宇宙産業の極めて高い技術のスピルオーバーが確認された。また、世界の国々における航空宇宙産業の主成分分析により航空宇宙産業においては規模だけでなく割合も重要な指標である事が確認された。また、上記の 2 つの指標を用いたクラスター分析を行うことで、世界各国の航空宇宙産業を 3 つのクラスターに分類することができた。さらに、この結果を反映した企業間の分析を行う事により、企業が航空宇宙産業部門での利益 (AOI) を上げる為には、企業全体の売上高 (S) に対する航空宇宙産業部門の売上高 (AS) の割合 (AS/S) を大きくすることが必要であることがわかった。

航空宇宙産業部門の利益に影響を与える要素は他にも多く存在すると考えられ、以上の研究のみで

全て説明できるものではない。また、今回の分析においても確認されたように、航空宇宙産業部門が有する高い技術のスピルオーバー効果という特性から、たとえ航空宇宙産業部門で利益がでていなくても、この部門で研究開発された技術が他の部門の利益へインパクトを与えている可能性も考慮する必要がありこの計測も今後の課題である。

また、航空宇宙産業はその性質上データを公開していない国も多く、今回分析対象とならなかった国も含め更なるデータ収集が望まれる。今後時系列のデータ扱う事で、我が国航空宇宙産業の構造の変遷を分析する事も有意義であると考えられる。更に、研究開発投資等の技術的な側面に着目して他国、特に米国とのボーイングの共同開発やヨーロッパにおけるエアバスに代表される国際間の共同開発と分業による co-evolution の分析も行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 日本航空宇宙工業会、『航空宇宙産業データベース』(2005)。
- [2] 日本航空宇宙工業会、『日本の航空機工業(資料編)』(2004)。
- [3] 防衛庁、『防衛白書』(2005)。
- [4] 防衛庁、『中期防衛整備計画』(2000)。
- [5] 日本航空機開発協会『航空機産業の現状』(2005)。
- [6] 日本航空機開発協会『民間航空機の需要動向予測』(2005)。
- [7] 日本航空機開発協会『主要航空宇宙防衛企業の概要』(2005)。
- [8] 渡辺千仞、宮崎久美子、勝本雅和、『技術経済論』日科技連(1998)。
- [9] 渡辺千仞『技術革新の計量分析』(2001)。
- [10] 森山幸司、渡辺千仞『インスティトゥーションとアントレプレナーシップの関係の分析』(2005)。
- [11] IMF『international Financial Statistics』(各年版)。
- [12] A.Goto and K. Suzuki, "Diversification of R&D and Effects of Technology Spillover" (2004)。
- [13] Christopher Langton, "The Military Balance" (各年版)。
- [14] ビジュアル版日本の技術 100 年、『航空機、自動車』筑摩書房(1987)。