

## 日本の非鉄金属工業に見るパラダイム転換期の技術革新戦略における組織の慣性と事業間スピルオーバー

○中川正広（住友電工），渡辺千仞（東工大社会理工学）

### 1. 背景：日本の非鉄金属工業の興亡

#### 1.1. 非鉄金属工業の技術開発努力

1970年以降、日本の非鉄金属工業は強力な技術開発努力によって事業領域の拡大に邁進してきた。図1に示されるように非鉄金属工業の研究開発強度は鉄鋼業、金属加工業と比較しても大きい値を示している。

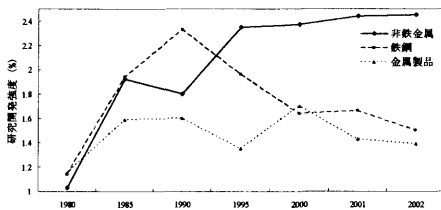


図1. 日本の鉄鋼、非鉄金属、金属加工工業の研究開発強度の推移 (1980-2002)

また、図2に示すように非鉄金属工業の代表的な6社のテクノストックは一貫して増加しており、業界全体として技術開発に力が注がれたことを示している。

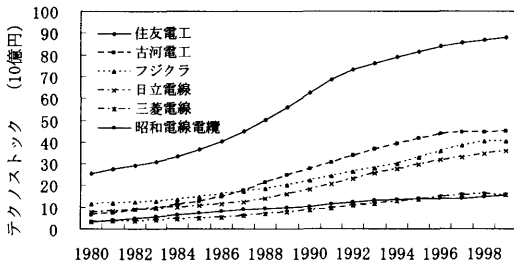


図2. 日本の非鉄金属工業6社のテクノストックの推移 (1980-1999) -10億円, 1995年基準値実質化

#### 1.2. 非鉄金属工業の営業利益率の低下

ところが、図3に示されるように非鉄金属工業6社の売上高営業利益率は1991年を境に急減している。

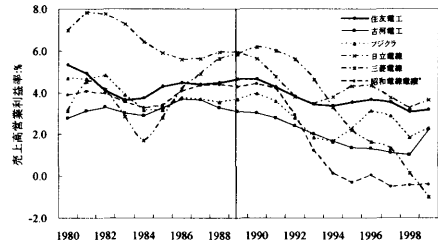


図3. 日本の非鉄金属工業6社の売上高営業利益率の推移 (1980-1999) -%

この興味深い現象は、日本の社会が情報化社会へパラダイムを転換させる中での技術戦略、なかでも組織の慣性と技術スピルオーバーが大きな影響を与えていると考えられる。以下に、非鉄金属工業の技術戦略を振り返り、営業利益率を低下させた要因を検討する。

#### 1.3. 非鉄金属工業の興亡

戦後の日本の非鉄金属工業は興亡を繰り返して来たが1970年以降を技術戦略の変遷の視点から概観すると、表1のように考えられる。

表1 日本の非鉄金属工業の興亡

i 多角化期	資源の決定的不足を克服するための技術開発努力(1970年代中期-80年代)
ii 生産性低下期	技術開発が伝統的的事业に固執し、技術の限界生産性が低下(組織の慣性)。これに伴って売上高営業利益率も低下(1980年代中期-90年代初期)
iii パラダイム転換期	伝統的的事业から新規事業への転換が進み、伝統的的事业から新規事業への技術スピルオーバーもあり技術の限界生産性の低下が止まる。(1990年代中期)
iv 停滞期	伝統的的事业から新規事業への技術同化が溜滞、伝統的的事业から新規事業への技術スピルオーバーが限界(1990年代後期)
v オープンハーツ期	広範に多くの産業からの技術スピルオーバーによる回復に期待(2000年代初期)

## 2. 非鉄金属工業の技術の限界生産性

### 2.1. 技術の限界生産性(MPT)の低下

テクノストックが増加するにも係わらず営業利益率が低下する要因を検討するため、技術の生産性の推移を分析する。技術の限界生産性(MPT)は、売上高  $S$  がテクノストック  $T$  の生産関数として  $\ln S = A + B \ln T$

と表されるとき、 $MPT = \frac{\partial \ln S}{\partial \ln T} = \frac{S}{T}$  で表される。図4.

に示すように非鉄金属工業6社の技術の限界生産性は1980年代半ばから低下している。

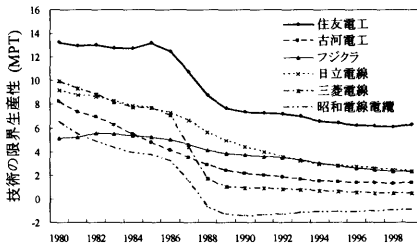


図4. 非鉄金属工業のMPTの推移(1980-1999)

### 2.2. OISに与えるMPTの効果

表2は、非鉄金属工業6社についてMPTとOISの関係を示したものである。ここで、

$$\ln OIS = A + B \ln S + C \ln MPT_{-n} + D_0 + D_j$$

$$*OIS = A + BS + CMPT_{-n} + D_0 + D_j$$

$D_0 = 1/(1 + e^{-(a+b)})$  はダミー係数で、1987年で  $t = 0, a = 0.98, b = 0.00$  のロジステック

関数。  $D_j$  は各社ごとの定数ダミーで、マクロ経済および各社の経営上のイベントに対応して決定した。技術の限界生産性MPTの下付数字  $-n$  はMPTの変化がOISに先行する年数を示す。ここに示されるように、技術の限界生産性は、分析した6社において0-5年先行して変化している。このことは、MPTの低下がOIS低下要因となっていることを示している

表2 非鉄金属工業6社のMPTとOISの相関

	n	A	B	C	$D_0$	$D_j$	Adj. R <sup>2</sup>	DW
住友電工	3	-0.47 (-8.14)	0.60 (9.09)	0.84 (14.61)	0	0.09 (4.08)	0.944	2.14
古河電工	3	-15.59 (-7.76)	2.41 (7.80)	1.38 (13.36)	1.80 (1.80)	0.78 (7.27)	0.952	1.01
フジタ	5	-1.09 (-3.58)	0	1.39 (6.98)	0	0.36 (3.98)	0.773	1.83
日立電線	0	0.85 (17.96)	0	0.93 (18.53)	0	-0.18 (-5.87)	0.952	1.85
三菱電線*	4	-67.77 (-8.55)	5.82 (8.63)	0.99 (10.72)	11.72 (15.66)	-1.01 (-4.78)	0.891	2.22
昭和電線電纜*	5	-11.90 (-12.73)	0.000 (13.83)	0.83 (34.59)	0	-0.72 (-5.97)	0.990	1.98

### 3. 技術の限界生産性低下の要因

次に技術の限界生産性の低下の要因を分析する。非鉄金属工業の特色である技術革新による多角化に着目し、企業内の事業分野分析する。分析対象として、非鉄金属工業の代表的企業である住友電工を選択した。

#### 3.1. 住友電工の事業分野別のテクノストック

事業分野ごとのMPTを推計するために、まず事業分野ごとのテクノストックを推計する。

住友電工の技術ジャーナル「SEIテクニカルレビュー(住友電気)」に発表された技術論文について事業分野ごとに集計した。事業分野  $j$  の技術論文数  $P_j$  を研究開発費  $R_j$  およびテクノストック  $T_j$  の生産関数とすると、コブ・ダグラス型の生産関数を仮定して

$$P_j = AR_j^\alpha T_j^\beta \approx A'R_j^{(\alpha+\beta)} \quad (1)$$

となる。分析対象とする1980年から1999年までの住友電工の事業分野は、伝統的産業である電線ケーブル事業分野、特殊線事業分野、粉末合金事業分野の3分野と新規事業分野に大別される。ここで  $j$  は以下の事業を示す。

$j=0$ : 住友電工全体

$j=1$ : 電線ケーブル事業分野

- ≠2: 特殊線事業分野
- ≠3: 粉末合金事業分野
- ≠4: 新規事業分野

住友電工では事業分野ごとに研究開発のマネジメントが大きく変わらないことから(1)がすべての  $j$  について成立すると判断できる。そこで、会社全体の研究開発費  $R_0$  と SEI テクニカルレビューの掲載論文数  $P_0$  の関係

$$\ln P_0 = -0.66 + 0.47 \ln R_0 + 0.18 D_p \quad \text{adj. } R_2 0.874, DW 1.49 \text{ がどの}$$

(-3.93) (10.31) (1.49)

$j$  についても成立することから、 $R_p$   $T_j$  が導かれる。図 5 は、1980 年代半ばから新規事業のテクノストックが急増していることを示している。

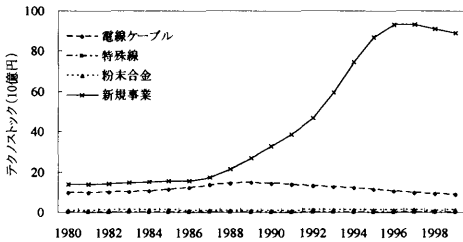


図 5. 住友電工の事業分野毎のテクノストック推移の推計 (1980-1999) -10 億円、1995 年基準実質値

### 3.2. 事業部門別の技術の限界生産性

技術の限界生産性 MPT を、伝統的的事业と新規事業で比較する。MPT は事業分野ごとの売上高とテクノストックから導かれる。

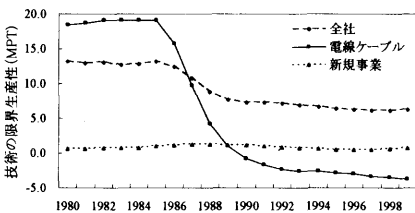


図 6. 住友電工の伝統的的事业と新規事業の MPT の推移 (1980-1999)

図 6 は、伝統的的事业を代表する電線ケーブル事業と新規事業、および全社の MPT の推移を比較したもので

ある。これは新規事業の MPT の低下が全社の MPT の低下の要因となっていること、および新規事業の MPT が伝統的的事业の MPT 低下を緩和していることを示している。

## 4. パラダイム転換期の技術戦略

### 4.1. 組織の慣性

図 7 に電線ケーブル事業と新規事業のテクノストックの相関を示す。1980 年から 1989 年の期間、伝統的的事业と新規事業のテクノストックはともに増加し、両者は補完関係にあった。1990 年から 1999 年までの間は伝統的的事业のテクノストックが低下し、新規事業のテクノストックが増加している。この期間、新規事業が伝統的的事业に代替している。すなわち、1989 年までの期間は、組織の慣性によって新規事業への代替が行われなかったが、1990 年になって技術戦略の転換が図られたことを示している。

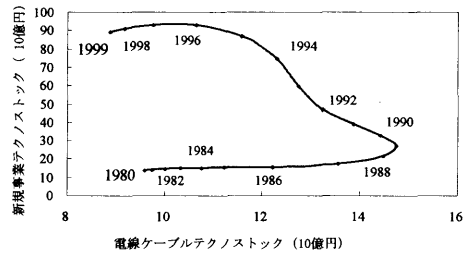


図 7. 住友電工のテクノストックの電線ケーブルから新規事業への推移 (1980-1999)-10 億円、1995 年基準実質値

### 4.2. 事業分野間の技術スピルオーバー

#### (1) 技術同化能力の推移

テクノストックの新規事業への転換の要因を分析するために、伝統的的事业から新規事業への技術の同化能力の推移を図 8 に示す。これは、伝統的的事业から新規事業への技術同化が、新規事業の技術の限界生産性向上の要因となっていることを示している。

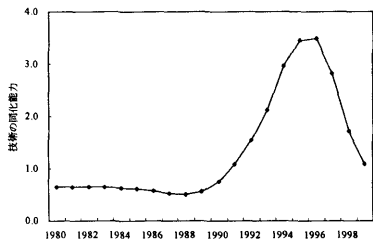


図 8. 電線ケーブルから新規事業への技術同化能力の推移(1980-1999)

また、伝統的的事业から新規事業への技術スピルオーバーは、超硬工具の cBN の開発経験がダイヤモンドの開発に活かされた事例などが挙げられる。表 3 は、新規事業のテクノストック T4 と売上高 S4 の関係を伝統的的事业からの技術スピルオーバーを考慮した場合と考慮しない場合について回帰分析を行った結果である。スピルオーバーを考慮した場合のほうがよくフィッティングしている。

$$\ln S_4 = a + b \ln T_4 + c D \ln T_4 + d D_x$$

$$D = 1 / (1 + e^{-(a-t-b)})$$

$$a = 0.98, b = 0.00, t = 0 \text{ at } 1987.$$

$D_x$ : 定数ダミー変数

表 3 新規事業のテクノストックと売上高

	a	b	c	d	adj.R <sup>2</sup>	DW	AIC
スピルオーバーなしの場合	9.99 (20.03)	0.15 (2.78)	0.08 (9.34)	0.20 (5.16)	0.979	0.98	111.57
スピルオーバーを考慮した場合	9.27 (20.62)	0.21 (4.66)	0.07 (9.58)	0.22 (6.81)	0.987	1.39	107.88

## (2) 技術同化能力の限界

一方で、図 8 に示される 1996 年以降の技術同化能力の低下は、伝統的的事业から新規事業への技術スピルオーバーが涸渇したことを示す。

## 5. 結論

### 5.1. 事業分野間スピルオーバーの効果と限界

以上に見てきたように、伝統的的事业はパラダイム転換期において組織の慣性と技術スピルオーバー源としての相反する役割を果たす。しかも、伝統的的事业の技術

スピルオーバー源としての役割には限界があることがわかる。

### 5.2. ポスト社会での生存戦略への示唆

非鉄金属工業のように、技術革新によって発展してきた製造業にとって、経済のサービス化が進行する中では、従来の伝統的的事业を技術スピルオーバー源とした多角化には限界があり、業界の外の技術、あるいは製造業の外からのスピルオーバー源を見出すことが肝要である。

## 参考文献

- [1] 昭和電線電纜 (株)、「有価証券報告書」1978-2001.
- [2] 住友電気工業 (株)、「有価証券報告書」1978-2001.
- [3] 住友電気工業 (株)、「住友電気」1978-1997. (113)-(149)
- [4] 住友電気工業 (株)「住友電工百年史」1999
- [5] 住友電気工業 (株)、「SEI テクニカルレビュー」1997-2001. (150)-(159)
- [6] 日立電線 (株)、「有価証券報告書」1978-2001.
- [7] 広田俊郎「企業内ベンチャーによる新規事業創造 —住友電工化合物半導体の事例—」関西大学商学論集 1995.(40 : 4-5),589-610.
- [8] フジクラ、「有価証券報告書」1978-2001.
- [9] 古河電気工業 (株)、「有価証券報告書」1978-2001.
- [10] 三菱電線工業 (株)、「有価証券報告書」1978-2001.
- [11] Osawa, Y. (2003) 'How Well did the New Sumitomo Electric Project Ranking Method Predict Performance?', *R&D Management*, 33:3, 343-350.
- [12] Watanabe, C. (1999) 'Systems Option for Sustainable Development', *Research Policy*, 28:7, 719-749.
- [13] Watanabe, C., Takayama, M., Nagamatsu, A., and Tagami, T. (2002) 'Technology Spillover as a Complement for High-level R&D Intensity in the Pharmaceutical Industry', *Technovation*, 22:4, 245-258.