

# プロセス産業における能力構築と アーキテクチャ選択

## 日韓鉄鋼産業の事例から

藤本 隆宏

東京大学大学院経済学研究科

[E-mail: fujimoto@e.u-tokyo.ac.jp](mailto:fujimoto@e.u-tokyo.ac.jp)

要約：日韓鉄鋼企業の技術移転に関する事例研究を通じて、企業が創発的な戦略形成により、特定の「ものづくり組織能力」と「製品・工程アーキテクチャ」を選択するプロセス、およびその結果として発現する「微細な産業内貿易」を実証的に分析する。その際、設計立地の比較優位説（国ごとに偏在する組織能力とアーキテクチャの間の適合関係が当該製品の国際競争力に影響するとの仮説）に依拠しつつも、この分析枠組の動態化を試みる。

キーワード：鉄鋼産業、設計の比較優位、ものづくり組織能力

### 1 はじめに：鉄鋼産業における微細な産業内貿易

本稿では、企業が創発的な戦略形成を通じて、あるタイプの組織能力およびアーキテクチャを選び取っていく動態的な過程を分析することにする。実証分析の対象となるのは、主として日本および韓国の鉄鋼企業である。ここでは、特定タイプの組織能力と製品・工程アーキテクチャの間のフィットが当該製品の国際競争力に影響を与えるという、いわば

「組織能力とアーキテクチャの比較優位論」を援用する。

この分析枠組においては、「企業・産業・現場が蓄積してきた組織能力を所与とするならば、それと相性の良いアーキテクチャを持つ製品を作るべきだ」というのが、企業に対する短期的な処方箋である。しかし、より長期で見ると、企業は、日々の意思決定の積み重ねによって、ある組織能力を蓄積し続けているといえる。つまり、アーキテクチャのみならず、能力構築もまた、企業の主体的な選択に左右される。その意味で、我々が産業競争力の長期分析に用いるアーキテクチャ論の枠組は、決して静態的な技術決定論であってはならない。産業や現場の競争力は、組織能力とアーキテクチャの動的な相互作用の結果として顕現化するものであり、その経路は、能力構築と設計選択に関する企業の主体的な意思決定によって変わりうるのである。

ただし、企業の組織能力は、多くの場合、きわめて複雑なシステムであり、組織能力と競争優位の間には因果関係は、事前には必ずしも明白でない。したがって、企業は能力構築に関し、常に事前合理的な意思決定ができるわけではない。むしろ、選択の後に顕在化する意図せざる結果、例えば思わぬ失敗、思わぬ成功（ひょうたんから駒）、思わぬ失敗による思わぬ成功（怪我の功名）などは常態である。このように、事前合理性を前提にせずに事後的に合理的なシステムの生成を説明するロジックを、一般に「方法論的な進化論」という（藤本, 1997, 2003; Fujimoto, 1999）。要するに、能力構築過程の分析は、進化論的な枠組みを必要とする。

以上の考察を踏まえて、本稿では、主に日韓の鉄鋼産業を対象として、企業のアーキテクチャ選択と能力構築について考察を加える。第一に、鉄鋼産業の概要を記述する。とりわけ、東アジアにおける日本の鉄鋼産業の競争優位の実態を示し、そこに「微細な産業内貿易」と呼べそうな、品目別に入りくんだ輸出入構造が形成されていることを確認する。

第二に、そうした中で日本企業が安定的な競争優位を保っている自動車用表面処理鋼板（溶融亜鉛めっき鋼板など）の製造工程および要求機能を分析し、それが「インテグラル型の工程アーキテクチャ」を特徴とする人工物であることを確認する。こうした「インテグラル型」のプロセス製品で安定的な比較優位を経営している現場を、我々は「日本型プロセス産業」と呼ぶのである。

第三に、ものづくり組織能力形成の事例として、日本の鉄鋼企業から韓国 POSCO（浦項製鉄所）への技術移転のプロセスを立ち上げて検討する。技術移転は、受け入れ企業の側からすれば、組織能力を注入する機会でもある。このケースでは、当初は日本企業の「統

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

合型ものづくりの組織能力」を韓国企業に移植する努力が行われたが、POSCO はその後、この能力構築経路から転換し、むしろ「分業型組織能力」(社会的分業を利用して既存の生産資源を活用する能力)へと傾斜していく。これは、組織能力とアーキテクチャの「相性」(フィット)に関する判断ミスであったともいえ、実際 POSCO は、インテグラル型の高級鋼における国際競争力では長期にわたって日本の後塵を拝することになる。

ところが POSCO は、その後、自らが持つ「分業型組織能力」と適合するモジュラー型工程アーキテクチャ寄りの汎用鋼を戦略製品と認定し、そこに集中することにより、規模の経済による低コスト戦略を追求し、結果的には日本企業を上回る財務業績を達成する。本稿の進化論的な枠組みから見ると、これは一種の、創発的な「怪我の功名」効果であると見ることも出来よう。

本稿ではこのように、日本および韓国の鉄鋼産業における能力構築とアーキテクチャ選択を通じて、組織能力とアーキテクチャの創発的な選択が、微細な産業内貿易という、伝統的な比較優位論も雁行形態論も説明しきれない現象を生み出していることを明らかにしようとする。

## 2 東アジア鉄鋼産業と日本企業の競争力

### 世界の鉄鋼産業と日本の産業競争力

まず、世界および日本の鉄鋼業の産業競争力について概観しておこう。世界の鉄鋼生産量は、1980-90年代を通じて7億トン台で推移し、「停滞の20年」といわれていたが、21世紀に入ると、中国の旺盛な鉄鋼消費などに牽引されて世界生産量の拡大が始まり、2006年には約12億トン台に達した。<sup>1</sup> うち約半分は東アジア(日本、中国、韓国、台湾)である。この時点で、中国はすでに4億トンを生産し、世界の鉄鋼生産国であるが、生産の大半は建設用の棒鋼など汎用品である。

こうした中で、日本の鉄鋼需要量は1990年代以来、7000万トン前後で推移しているが、その内訳を見ると、1990年ごろには建設用(主に汎用品)が60%だったのが、2006年には逆に製造業用途(主に特殊品・高級鋼)が60%を超えた。<sup>2</sup> さらに、輸出を含めた日本

<sup>1</sup> 世界の鉄鋼生産の上限は15億トンぐらいではないかとJFEホールディングス専務の林田英治氏のみる。中国はその3分の1の5億トンの生産が可能だが、その成長を制約するのは、中国の水資源不足であろうと林田氏は予想する(林田, 2007)。

<sup>2</sup> 製造業用途が約4500万トンで、うち自動車用が約2000万トン、対する建設用は約2500万トンとなった。

の鉄鋼生産量は、1970年代以来、1億トン前後で推移しているが、輸出鋼種も高級鋼が中心である。つまり、日本の鉄鋼生産量・需要量は、量的には横ばいながら、内容的には製造業用途の高級鋼へとシフトしてきたのである。その結果、日本の鉄鋼貿易は、2006年においても輸出が3500万トン（320億ドル）、輸入が800万トン（70億ドル）で、全体として、日本が比較優位を維持している。<sup>3</sup> 輸出は1970年代の約4000万トンをピークに、円高などにより1990年には約2000万トンにまで減少したが、その後反転した。これは、雁行形態論が予想する、先進国の成熟産業における単調な輸出減少とは異なる、複雑なパターンである。<sup>4</sup>

近年における日本の鉄鋼輸出は、アジア向けが80%を超える。これを鋼種別に見ると、川端（2005）も指摘するように、半製品、熱延鋼板、冷延鋼板、亜鉛めっき鋼板が4大輸出品種だが、そのうち、近年輸出力が目立って拡大しているのは、高級鋼である亜鉛めっき鋼板と、川下に対し母材となる熱延鋼板・半製品である点が興味深い。<sup>5</sup> 母材輸出は、アジアにおける川下工程の能力拡大に対応する動きであるが、高級材輸出の増大は、日本製品の非価格競争力が維持されていることの証左である。とりわけ、自動車用の表面処理鋼板、家電用の電磁鋼板、シームレスパイプなどで強いといわれる。

日本の鉄鋼業では、高炉をもつ一貫企業が全生産量の70%以上を占めるが、設備の面では、従来、国際競争力のある大型一貫製鉄所を持つ一方、歴史的な経緯から古い小型製鉄所群も抱えていた。つまり、設備の規模（一部の小規模製鉄所の残存）と稼働率の低さが、従来は日本鉄鋼産業のひとつの弱点だったのだが（平沼，1995）、この弱点は徐々にではあるが修正されつつある。例えば日本の高炉の数は、1970年代の72基から2005年の28基へと削減され、1基あたりの生産量の拡大によって、日本の鉄鋼業も、ようやく規模の経済をある程度享受する段階に来ている（林田，2007）。

### 主要鉄鋼メーカーの現状

次に、主要な鉄鋼メーカーの動向を見ると、2002年においてはルクセンブルグのアルセ

<sup>3</sup> 日本鉄鋼連盟の輸出入統計参照。

<sup>4</sup> 東アジアの鉄鋼貿易の長期趨勢については、川端（2005）の分析が体系的である。また、田中（2008）は、東アジア主要鉄鋼国の貿易構造を鋼種別に分析し、日本の鉄鋼輸出1位の品種（2005年）が、中国に対しては亜鉛めっき鋼板（最終鋼材）、韓国に対しては熱延鋼板（母材）、台湾に対しては鋼塊・半製品など複雑であり、全体として、全加工段階で高級材を生産する能力が日本の特徴であることを指摘している。

<sup>5</sup> 工程の流れに沿って、上流から「半製品 熱延鋼板 冷延鋼板 亜鉛めっき鋼板」の順に流れる。上流鋼種は下流鋼種に対する母材となる。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

ロール（ユジノールら欧州 3 社が 2002 年に合併）が生産量約 4400 万トンで世界一だったが、その後、買収により急成長してきたインド系のミッタル社がアルセロールをも買収し、2006 年には約 1 億 2000 万トンの巨大企業となった。しかし同社でも、世界市場でのシェアは 10%程度である（表 1）。

これに続くのは、日本の新日本製鐵、JFE スチール（NKK と川崎製鐵が合併）、および韓国の POSCO で、いずれも 2006 年には約 3000 万トンでほぼ並んでいる。次いで、2000 万トン前後の第三グループに、上海宝鋼集団（宝山、中国）、US スチール（米国）、ニューコア（米国）、唐山鋼鉄（中国）、コーラス（英国）などが続いている。

この中で、韓国の POSCO は、収益力という点では際立っている。同社は年産 1000 万トンを超える臨海一貫製鉄所二つ（浦項、光陽）をフル稼働させ、得意な汎用品を集中生産する、というシンプルだが有効な戦略を実行してきた。本社の経営力もしっかりしており、情報システムへの投資やプロセス改善手法の導入にも積極的である。熱延鋼板や冷延鋼板などの汎用製品の生産では、その売上純利益率が日本メーカーの 2 倍にも達する。しかし、後述のように、一部高級鋼の開発・生産において日本企業に非価格競争力の面で追いついておらず、同社の数少ない弱点のひとつとなっている。

他方、中国には百を超える群小鉄鋼メーカーが存在し、総計 4 億トン超（2006 年）を生

表 1 鉄鋼生産量の国別・企業別ランキング（2006 年）

a) 国別粗鋼生産量と順位（2006年）

	地域	生産量 (100 万トン)	世界シェア (%)
1	中国	422.7	34.0
2	EU15	173.2	13.9
3	日本	116.2	9.3
4	US	98.6	7.9
5	ロシア	70.6	5.7
6	韓国	48.5	3.9
7	ドイツ	47.2	3.8
8	インド	44.0	3.5
9	ウクライナ	40.8	3.3
10	ブラジル	30.9	2.5

b) 主要鉄鋼メーカーの粗鋼生産量（2006年）

順位	企業名	粗鋼生産量 (100 万トン)
1	アルセロール・ミッタル	117.2
2	新日本製鐵	32.7
3	JFE スチール	32.0
4	POSCO	30.1
5	上海宝鋼集団	22.5
6	US スチール	21.2
7	ニューコア	20.3
8	唐山鋼鉄	19.1
9	コーラス・グループ	18.3
10	リバ	18.2

出所) 左表 IISI 資料から作成、右表 日刊産業新聞。藤本・葛・呉 (2008) より。

産している。その頂点にある上海宝鋼などは、日本などから技術を導入し、すでに 2000 万トン以上の生産能力（2006 年）を持つが、技術や品質にはまだ課題が多く、とりわけ自動車用などの高級鋼の世界では、上海宝鋼のような大手でも、品質の面で国際競争力を持っていない（後述）。

### 日本はなぜ高級鋼で競争力を維持できたのか

このように、アジアには韓国、中国など強い鉄鋼生産国があり、技術力の日本、企業力の韓国、成長力の中国、というように、それぞれ異なる側面で強みを持っている。さらに、インド系のミッタルが世界最大の鉄鋼メーカーを形成しており、まさに、アジアは世界の鉄鋼製造の中心地であるといつて過言ではない（藤本、葛、呉、2008；川端、2005）。そうした中で鋼種別の動向を見ると、全体として、韓国企業、中国企業ともに、汎用鋼から高級鋼へと製品ミックスを高度化する傾向がある。一般に、これは雁行形態論として知られるキャッチアップ現象である（Akamatsu, 1962）。

しかし実際には、汎用鋼では急速に韓国・中国のキャッチアップが進んだ反面、ある種の高級鋼では、技術移転のペースが遅く、結果として、日本企業の日本拠点で、国際的な競争優位性をしぶとく維持している製品も少なくない。前述のように、日本からの鉄鋼輸出がここ 20 年ほど底堅い、という点でも、例えば国際競争力を大部分失った繊維産業とは様相が大きく異なる。これはなぜだろうか。日本の鉄鋼産業が競争力を保っているのは、どのようなタイプの製品なのだろうか。

単純に、「日本の鉄鋼産業は技術集約（ハイテク）製品、高付加価値製品に特化している」といったありきたりの記述のみで、この現象を説明することは難しい。技術集約製品はいずれ標準品・汎用品化し、それとともに先発国から相対的低賃金国に生産の中心が移る、というのが雁行形態論やプロダクトサイクル説（Vernon, 1966）の予想であるが、このロジックだけでは、なぜある種の鉄鋼製品は、他の製品に比べ、日本が競争優位をより長期にわたって維持できているのかがうまく説明できない。我々は、雁行形態論やプロダクトサイクル説を補完する説明ロジックを必要としているのだ。

一方、「日本の企業・産業は、技術資源が豊富なので、技術集約製品に強い」といった、従来の比較優位論の延長線上にある通説的な説明も、なぜ近年の日本が、鉄鋼製品以上にハイテクと見られた半導体、デジタル情報機器などで次々と国際競争力を失っていく中で、一部の鉄鋼製品でしぶとく国際競争優位を保っているのかが、うまく説明できない。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

要するに、「ハイテク製品なら日本は勝てる」という技術立国幻想が近年崩れていく中で、我々は、固有技術力一辺倒のロジックでない、産業競争力の説明論理を必要としている。そのひとつの試みが、我々が本稿で展開してきた、設計論・人工物論をベースにした「アーキテクチャの比較優位論」である（藤本, 2001, 2004, 2007）。この説は、ものづくり組織能力（＝設計情報の流れの統御力）と製品・工程アーキテクチャ（＝設計要素の連結形式）の間の適合関係（相性）が、比較優位のひとつの源泉となりうると主張する。

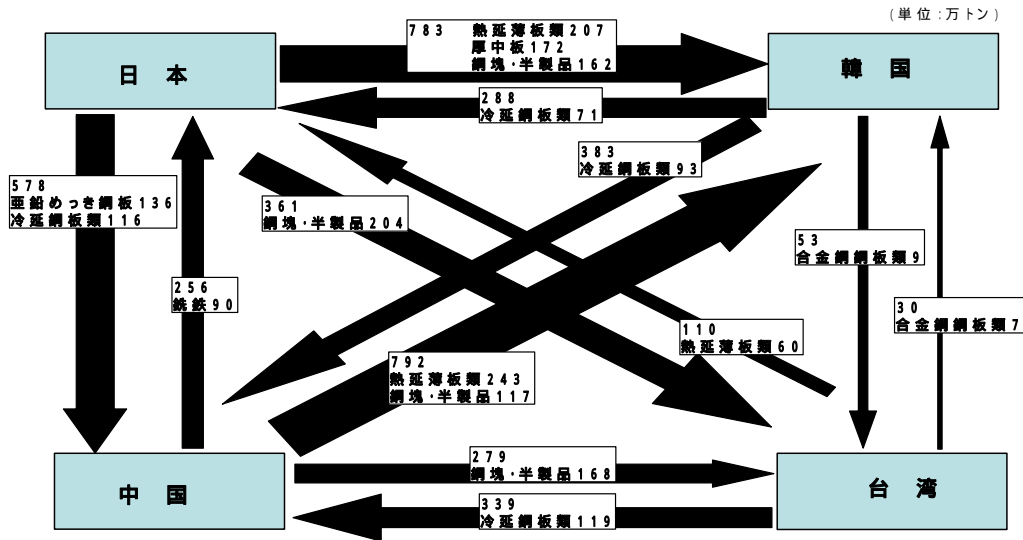
以上の問題意識と枠組みを踏まえ、本稿では、世界、とりわけアジアにおける、日本の鉄鋼業の産業競争力を「工程アーキテクチャ」の観点から再解釈してみることにする。繰り返すなら、本稿で検討したいのは、日本の鉄鋼業が1990年代以来、急速に特化しつつある、製造業用途（とりわけ自動車用途）の鉄鋼製品は、基本的には「擦り合わせ型」工程アーキテクチャを持つ製品、すなわち「日本型のプロセス製品」ではないか、という仮説である。「設備の寄せ集め」勝負になると強みを発揮できない日本企業が、「工程間の擦り合わせ」の勝負になると強い、という仮説を吟味することがその主眼である。

### 自動車用鋼板における日本企業の競争力：幾つかの傍証

「擦り合わせ型工程アーキテクチャ」を持つと筆者が予想し、それゆえ本稿でとりわけ注目するのは、日本の鉄鋼産業が国際競争力を持つことが知られる一部の自動車用鋼板である。このタイプの製品における日本企業の競争力を示唆する傍証を幾つか示そう。

**日韓間の自動車用鋼板の貿易**：2001年12月、筆者は韓国・現代自動車の最新の輸出拠点である牙山（アサン）工場で実態調査を行ったが、調査の当日、プレス工場にあった外板用の薄板コイルは、当時のNKK（現JFE）福山製鉄所のものであった。また、2004年春、現代自動車の購買担当者にインタビューしたところ、日本の全ての大手鉄鋼メーカーからボディ外板用の表面処理鋼板（その多くは溶融亜鉛メッキ鋼板）を輸入しているとのことであった。一方、同時期、自動車用ボディ内板（通常の冷延鋼板）のように、外板ほど厳しい表面処理精度を要しない製品の場合、日本の一部の自動車メーカー（例えば三菱自動車）はすでに、韓国のPOSCOから鋼板を輸入していた。このように、同じ自動車用鋼板でも、部位によって日韓企業の国際競争力は微妙に異なるのである。後述のように、POSCOは初期において日本の新日鐵と基本的に同じ設備一式を導入した企業であるだけに、いわば「微細なレベルでの産業内貿易」ともいえる、部位によるこうした貿易パターンの違いは、

図1 東アジアの鉄鋼貿易構造（輸出）



出所) 田中 (2008) より作成。

極めて興味深い現象である。<sup>6</sup> (図1)

**中国・宝鋼集団と新日鐵の技術提携**：それでは、自動車外板における中国企業の競争力はどうか。中国で最大・最強とされる上海宝山鋼鉄（宝鋼集団）において、2003年、興味深い動きが見られた。<sup>7</sup> 上海宝鋼集団と新日鐵が合併で、主に外資系自動車メーカーの中国生産拠点向けの自動車用外板（溶融亜鉛メッキ鋼板）を生産する工場を上海で立ち上げる、という発表である。その母材は新日鐵から輸出される。<sup>8</sup>

上海宝山製鉄所も、かつての POSCO（浦項製鉄所）と同様、上流には新日鐵の製鉄・製鋼設備を導入したが、その一方で、下流の圧延工程には西独 SNS 社の技術を入れたため、双方の制御技術がかみ合わず、品質などに関する問題が多発したといわれる（劉, 2003; 田

<sup>6</sup> 2006年における日本の韓国への鉄鋼製品輸出は約900万トン、輸入は約200万トン。また、中国向け輸出は約600万トン、輸入は70万トン。両国とも近年、日本からの輸出が減り日本の輸入が増えるという傾向は見られない。

<sup>7</sup> 上海宝山鋼鉄は、単に中国最大、世界5位の鉄鋼メーカー（2005年）であるだけでなく、中国国内の自動車用冷延鋼板市場の約半分を占めるなど、中国の製鉄企業としては最も技術力があるとされる（田中, 2008）。また、先進外資企業からの技術吸収力や組織能力構築のペースにおいても、中国では群を抜いた存在であると評価される（劉, 2008）。

<sup>8</sup> 交渉の経緯、とりわけ中国側のそれについては、劉（2008）に詳しい記述がある。



## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

中, 2008)。結局のところ、先端的設備をばらばらに導入しただけでは、日本企業製の自動車用外板の品質競争力を再現できないことを悟った上海宝山が、あらためて新日鐵の「擦り合わせ型」高級鋼に関する技術支援を要請してきた、と当時の日本企業側は見ていた。<sup>9</sup> これに対して、新日鐵が資本参加を条件に、技術供与に応じたわけである。

この段階では、中国にある外資系の乗用車メーカー（上海 GM、東風・シトロエンなど）の外板は基本的に日本製か韓国製で、中国メーカー製の鋼板はほとんどの場合、表面品質を重視しない内板に使われている。2002 年における筆者らの現地調査によれば、中国民族系の自動車メーカーである吉利も韓国 POSCO の鋼板を外板に使用していた。そもそも中国の自動車用鋼板は単純な冷延鋼板であり、連続焼鈍や溶解亜鉛メッキ工程を経た表面処理鋼板を生産する技術力は、宝山も含め、持っていなかったのである。<sup>10</sup>

**日本の鉄鋼メーカーが持つ統合型ものづくりの組織能力**：このように、自動車用鋼板、とりわけ外板用の高級鋼においては、日本企業が長期にわたって競争優位を維持してきた。それは、高級鋼の輸出という直接的な形か、川下技術移転プラス母材輸出という間接的な形をとりうるが、いずれにしても、より高級な鋼種で後発国のキャッチアップが続々と達成される、という「雁行形態論」の予想する経路とは異なったパターンだったのである。<sup>11</sup>

それでは、日本の鉄鋼一貫企業の、高級鋼における競争優位を支える、統合型ものづくりの組織能力の内実とは、どのようなものであろうか。<sup>12</sup> 一般に統合型のものづくり組織能力とは、長期雇用・長期取引を背景に、多能工のチームワーク（連携）により、製品や工程の設計パラメータや制御パラメータを相互調整する組織力のことを指す（藤本, 2007）。

戦後、多くの日本企業は、こうした統合型ものづくりの組織能力を蓄積してきた（藤本, 2003, 2004）。とりわけ自動車など貿易財の企業は、高度成長期において、労働力や部品など生産資源が慢性的に不足する中、多能工の少数精鋭チームが知恵を絞り、品質・生産性・柔軟性・迅速性を同時に高め、能力構築競争に対応してきた。そしてその結果、統合型の

<sup>9</sup> 新日鐵本社における筆者のインタビュー（中間管理職、2003 年）による。

<sup>10</sup> 田中（2008）は、この段階において、中国・宝山鋼鉄は、同じく日本からの技術導入から出発した韓国 POSCO に比べ、日本企業からの技術吸収が十分でなかったと指摘している。

<sup>11</sup> 雁行形態論が予想する順次のキャッチアップと、現実の東アジア鉄鋼貿易の間のずれに関しては、川端（2005）も明確に指摘している。

<sup>12</sup> 田中（2008）は、「高炉に基づく鉄鋼一貫生産」により「統合的な多品種大量生産」を行う日本の鉄鋼一貫企業の現場・企業・産業システムを「日本モデル」と呼び、これが 20 世紀後半の世界鉄鋼におけるデファクトスタンダードであったと評価する。その特徴は、臨海立地の鉄鋼一貫製鉄所、協調的労使関係、競争的・協調的寡占だとする。このモデルは、生産システムの面において、筆者の考える「統合型ものづくりの組織能力」と親和的である。

組織能力が蓄積される傾向があった。日本の鉄鋼一貫企業も例外ではない。

例えば夏目 (2005) は、日本の鉄鋼産業の特徴として、一貫工程管理・一貫技術管理を強調し、その源流のひとつを、1958年に発足した八幡製鐵所戸畑製造所の近代的管理方式に求める。例えば、戸畑製作所の書記の組織体制を見ると、技術部の中に、個別工程担当〔例えば圧延技術課熱延技術掛〕と並んで、工程間の連絡調整を行う技術調整課があり、それは「品質設計および工程にまたがる課題の統合的な解決を図る一貫管理セクション」となっている (夏目, 2005, p. 39)。同様に、工程管理を行う工程部にも工程調整課がある。また、スタッフ間の連絡・調整が強調され、技術スタッフにも「視野の広い一貫管理の意識」を徹底させることが求められた (夏目, 2005, p. 43)。この点で、工程別の専門管理が強調されがちな欧米の製鉄所とは異なる傾向が見られる。さらに、コンピュータシステムが、こうした工程間の一貫管理に威力を発揮したと同書は指摘する。また、日本の製鉄所で、多能工の体系的な育成が図られていたことは、例えば日本労働研究機構の実態調査 (日本労働研究機構, 1997) でも明らかである。

こうした「一貫工程管理・一貫技術管理」という考え方は、新日鐵君津製鐵所 (1967年新設)の総合情報システムにも反映している。そして、この君津製鐵所こそが、韓国 POSCO への技術移転において中核的な役割を演じるが、この点は後述する。

戦後日本の鉄鋼一貫企業が、統合型ものづくりの組織能力を、他国に比べより多く蓄積していたことは、こうした先行研究からも明らかであろう。したがって、組織能力とアーキテクチャの比較優位という枠組が予想するのは、そうした統合型能力が偏在する日本の鉄鋼産業は、これと相性の良い「擦り合わせ型工程アーキテクチャ」の高級鋼を得意とする傾向があるのではないか、ということである。

そこで次に、実際にどのような鉄鋼製品が、どのような理由で「擦り合わせ型工程アーキテクチャ」だといえるのか、日本企業はいかなる意味においてそれを得意技としているのか、といった点を具体的に見ていくことにする。<sup>13</sup> ここでの分析の主たる対象は自動車用的高级鋼である表面処理鋼板、とりわけ日本車の外板に使われる溶融亜鉛メッキ鋼板や BH 鋼板である。

<sup>13</sup> 以下の記述は、2003年7月10日に筆者らが行なった、山崎一正・新日本製鐵株式会社・技術開発本部・技術開発企画部長に対するインタビュー調査を、公開可能な範囲で整理したものである。

### 3 自動車用鋼板の製造工程とそのアーキテクチャ

#### 自動車用表面処理鋼板の生産工程

まず、日本の先進的な鉄鋼一貫企業における、自動車用表面処理鋼板の生産プロセスを概略説明しよう。<sup>14</sup>

**製銑（高炉）**：鉄鉱石（酸化鉄）とコークスその他を高炉に投入して溶解する。この過程でコークスの炭素で還元された「銑鉄」が出来るが、これは炭素の含有量が多すぎるため硬くてろく、実用にはならない。また、一度に大量の銑鉄を作るので、この段階では需要家（例えば自動車メーカー）のニーズは考慮されていない。基本的に1種類の銑鉄の連続生産である。

**製鋼（転炉）**：酸素を吹き込みながら精錬し、炭素を一酸化炭素として除去し、粘りのある鋼を作る。250トンぐらいを1バッチとして処理する。ここで大まかな成分調整は終わるので、製鋼段階からはユーザーのニーズに合わせた処理を行なう。つまり、いわゆる「一貫品質管理」（工程擦り合わせ）はこの工程から始まる。最終需要は、自動車用のコイルにして1巻き20トン単位だが、実際には1トン単位で特殊なスペックに応じる。したがって製鋼段階では、同一の製鋼処理が可能なロットを集め、不足分は、条件が余り厳しくない汎用部材用の鉄で埋め合わせて250トン1バッチを確保する。

**二次精錬（真空脱ガス処理）**：1970年代の後半、自動車用鋼板の純度要求が厳しくなり、炭素が数十ppmといったレベルの成分調整（IF鋼）が必要となった時点で、この工程が追加された。真空によって溶鋼を引き上げる。ここでは炭素の除去（脱炭）に加えて、アルミを加えて過剰な酸素をアルミナ（酸化アルミニウム）として除去する（脱酸）。この段階までで、顧客の要求に合わせた成分調整は基本的に完了する。

**連続鋳造**：鋼をいったん冷やすことなく、溶けた状態でそのまま連続鋳造設備の上から投入する。徐々に冷えて固まる溶鋼を上から下へと落下させ、水冷された銅のロールの間を通し、長さ10m、厚さ250ミリほどの板状のスラブにして直接取り出す。ここで、銅のローラーに溶鋼が固着するのを防ぐため、モールドパウダーを添加する。

**熱間圧延**：スラブを加熱炉で再び1400度ぐらいに熱してロール列を通し、厚さ2-6ミ

<sup>14</sup> 自動車用表面処理鋼板など高級鋼の製造工程およびそのアーキテクチャに関しては、前述の新日鐵山崎氏に対する聞き取り調査に加えて、JFE花澤氏に対する聞き取り調査（花澤利健, 2004, 「自動車用鋼板の製造と性能の進化」JFE社資料）、佐藤、岡田、加藤、橋本、花澤、垣川（1991）、高橋（2003）、筆者自身の工場現地調査（新日鐵君津、同大分、JFE福山、POSCOウルサン、他）などを参考にしている。

りの熱延鋼板（ホットコイル）としてロール巻きにする。トラック用のフレームなどは、ホットコイルをそのまま出荷することもある。

**酸洗**：熱延鋼板の表面を酸で洗浄して表面の酸化物の層を落とす。用途によってはこの段階で出荷する場合もある。

**冷間圧延**：常温でロールにかけ、厚さ 1 ミリ以下の冷延鋼板（コールドコイル）を作る。しかし、加工硬化の影響を受けるため、そのままの冷延鋼板は、硬くてプレスなどのための加工性が不足しがちである。

**連続焼鈍**：熱処理によって冷延鋼板を焼鈍し、加工性を向上させる。かつてはコイルごと 3 日かけて焼鈍するバッチ式だったが、1970 年ごろ「連続焼鈍」、つまりコールドコイルをいったんほどいて洗浄・焼鈍・調質圧延を連続処理で 5-10 分で行なうようになった。自動車用にこの技術を使ったのは日本企業がはじめてである。

**溶解亜鉛メッキ**：連続焼鈍とは別系統で、「焼鈍 亜鉛メッキ 化成処理」を一度に行なう工程である。溶けた亜鉛の槽に冷延鋼板を浸け、合金化処理することで、防錆性に優れた亜鉛・鉄合金の層を鋼板の表面に作る。欧米の溶融亜鉛メッキ鋼板は合金化していない単なる亜鉛メッキである。これに対して、合金を伴う溶融亜鉛メッキ鋼板は日本メーカー独特で、より防錆性が高く、また塗装工程の前処理で行なうリン酸化塩の乗りも良い。なお、この工程を電気亜鉛メッキで代替する場合もある。

こうして出来た溶融亜鉛メッキ鋼板は、日本製自動車の多くが外板に使っている。

以上のように、自動車用鋼板の製造工程は、前工程で発生した不純物を後工程で処理したり、トレードオフ関係にある複数の要求機能を同時に成立させるために前工程と後工程が連携するなど、上流・下流工程間のきめ細かい連携調整を必要とする場合が多い。つまり、擦り合わせ型の工程アーキテクチャを特徴としているのである。

### 自動車用外板への要求機能と対策

それでは、実際に、どのような要求機能が、工程間の擦り合わせを必要としているのだろうか。一般に、顧客（自動車メーカー）からの要求機能の中には、単独の工程で達成可能なものと、複数工程の連携を必要とするものがある。

例えば、鋼板の「板厚の寸法精度」や「形状の良さ」などは、冷延設備が優れていれば、他の工程に関わらず顧客の要求レベルを達成可能だといわれる。逆のいい方をすれば、冷延工程は「板厚の寸法精度」という機能に関しては機能完結的である。つまり、板厚や形

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

状の要求水準がうるさいだけの鋼板であれば、良い冷延設備とその運転技術さえあれば一流のものが出来るだろう。それは、モジュラー型工程アーキテクチャの特徴といえる。

これに対して、工程間のきめ細かい相互調整を要する製品機能もある。例えば、「プレス成形性」(プレス工程で板が破れたり割れたりしわがよったりしないこと;プレス成形後の形状が斉一であること)、「塗装焼付け硬化性」(プレス成形時には柔らかく加工性が良いが、塗装の際の焼付け工程で硬化し剛性が出るという便利な性質)、「表面品質」(鋼板に表面瑕がないこと)、「化成処理性」(塗装前処理のリン酸化塩の乗りの良さ)、「接着剤との相性」などがその例である。したがって、こうした諸機能に関して要求の厳しい鋼板では当然、工程間の緊密な連携調整が必要になる。つまり、擦り合わせ型の工程アーキテクチャになりやすい。実例を示そう。

**表面瑕への対策**：鋼板の表面瑕には、スリバー(表面に露出するブツブツ)、フクレ(内部の不純物が表面を押し)、ヘゲ(ささくれだった表面瑕)などがある。

製鋼・二次精錬・連続鋳造といった工程での成分調整などに伴って投入される、あるいはそこで発生する「介在物」が、このような表面瑕の問題を起こす主因となっている。例えば、製鋼工程・連続鋳造工程でリンや硫黄を除去する過程で発生する「スラグ」、酸素除去の結果として二次精錬で出来る「アルミナ」、連続鋳造でローラーへの溶鋼固着を防ぐために投入される「モールドパウダー」などが残っていると表面瑕の原因となる。これらの介在物は、上流工程と連携することで発生量そのものを抑えるか、溶鋼に巻き込まないようにするか、あるいは浮かせて除去するか、いずれかの方法で除去するのが定石といわれるが、多くの場合、複数工程の連携プレーを必要とし、技術的には簡単ではない。

例えば、上流の製鋼段階で溶鋼中の酸素量を低減し、そもそも脱酸のためのアルミナの発生量を減らすのがひとつの源流対策だが、実際には上流での脱酸はそう簡単ではない。

また、例えば連続鋳造で、ある工程パラメータの値が高い場合、アルミナは減少するがモールドパウダーの巻き込みは増えるなど、厄介なトレードオフ関係が発生するため、非常に微妙な最適制御が必要になる。同時に、巻き込まれにくいモールドパウダーの開発なども行なう必要がある。

さらに、後工程で、例えば搬送時のコイル材の向きを横向きで一定にするなど、地道な対策も、表面瑕の防止には役立つ。表面瑕の検出や分析のための試験設備の開発も行なう。

全体に、表面瑕の対策は上流の製鋼工程から連続鋳造、圧延、焼鈍、さらに下流の物流に至るまで、あらゆる段階でのきめ細かい工程パラメータ調整の連携プレーだといえる。

**プレス加工性と焼付け硬化性**：これは、プレス成形時には柔らかく加工性が良いが、塗装の後のオープンの熱で硬化し強度が増す、という便利な特性だが、それを実現するためには、製鋼・二次精錬工程と焼鈍工程の連係調整が必要である。まず、二次精錬で溶鋼中の炭素の含有量を 10 ppm 単位で制御し、かつ炭素を無害化する。さらに、連続焼鈍工程でのきめ細かい処理によって、ねらった性能を出す。こうした処理を経た「焼付硬化型鋼板 (BH 鋼板)」は、日本企業の得意製品といえる。

プレス加工性と表面硬度を両立させる製品としては、「高張力鋼板」が知られている。前述の合金化溶融亜鉛メッキ鋼板との組み合わせで、加工性・防錆性を高レベルで両立させることができる。これも、典型的な「擦り合わせ型の鉄」で、日本メーカーの独壇場といわれる。

以上のように、鉄鋼製品に要求される機能の中には、単独工程の性能で決まる「モジュラー的」なもの (例えば寸法精度) と、工程間の連携を要求する「擦り合わせ」的なもの (例えば加工性、表面品質、防錆性) があり、後者に関する要求が厳しい鋼種 (溶融亜鉛メッキ鋼板、焼付硬化型鋼板、高張力鋼板など) の場合に、その製品の工程アーキテクチャが「擦り合わせ型」になりやすいのである。そして、そうした「擦り合わせ型の鉄」が、日本の鉄鋼産業の競争力を支える「得意技」となっているのである。

### 自動車用鋼板の工程アーキテクチャ: 実例

以上の議論をベースに、自動車用高級鋼、例えば BH 鋼板や溶融亜鉛めっき鋼板における工程アーキテクチャを、機能・工程マトリックスにまとめてみよう (詳細は藤本, 葛, 呉, 2008 参照)。

**BH 鋼板**：この場合、耐デント性 (凹みにくさ) と成形性という、相反する機能要求を満たすためには、固溶炭素 (C) の含有量を最適化する必要がある。そのためには、相互調整されたパラメータ最適値を各工程に配分する必要がある。例えば、上流の二次精錬 (真空脱ガス) 工程で炭素含有量はかなりコントロールできるが、それでは不十分であり、焼鈍前の上流工程で添加剤 (ニオブウム) を加え炭素原子と反応させる必要があるが、その際、炭化ニオブ比率、熱間圧延温度、焼鈍温度、冷却スピードを最適にコントロールしなければならない。つまり、工程間でのパラメータの相互調整を要する (図 2)。それだけ、BH 鋼の工程アーキテクチャはインテグラル型 (擦り合わせ型) 寄りだといえよう。

その結果、発明からすでに 20 年が経つにもかかわらず、BH 鋼板では日本企業が、歩留

図2 BH鋼板の工程アーキテクチャ

工程・機能	外観	耐食性	耐デント性	成形性	溶接性	塗装性	寸法精度	剛性
製鉄(高炉)								
製鋼(転炉)								
二次精錬								
連続鋳造								
熱間圧延								
冷間圧延								
連続焼鈍								

出所) JFE 社でのヒアリング。藤本・葛・呉 (2008) より。

図3 合金化溶融亜鉛めっき(GA)鋼板の工程アーキテクチャ

	外観	耐食性	耐デント性	成形性	溶接性	塗装性	寸法精度	剛性
製鉄(高炉)								
製鋼(転炉)								
二次精錬								
連続鋳造								
熱間圧延								
冷間圧延								
連続焼鈍								
連続溶融亜鉛めっき								

出所) JFE 社でのヒアリング。藤本・葛・呉 (2008) より。

まりや時効硬化の少なさにおいて、国際競争優位を維持しているのである。

**合金化溶融亜鉛めっき(GA)鋼板**：BH効果を持つ合金化溶融亜鉛めっき鋼板(BH-GA鋼)の場合、亜鉛めっき工程で再加熱処理する際に、精密な温度制御を行い、固溶炭素をニオブウムや鉄と反応させない必要がある(佐藤 他, 1991)。とりわけ自動車外板用途の場合、外観のよさといった感性品質も要求される。この結果、合金化溶融亜鉛めっき(GA)鋼板の工程アーキテクチャは、複数の機能要求の達成のために複数の工程間の緊密な相互調整を要するインテグラル型寄りの工程アーキテクチャだといえる(図3)。

これに対し、機能要求がより緩やかな自動車内板用の冷延鋼板の場合は、以上のケースで見られたような、外観、防錆性、加工性、耐デント性などの間のトレードオフが外板ほど厳しくないため、結果としての工程アーキテクチャは、前2者に比べれば、マトリックスにおける相互作用の数が少なく、したがって、モジュラー・アーキテクチャ寄りである。

以上の事例から推測されるのは、少なくとも世界の先進自動車メーカーの外板に使われ

図4 自動車用内板（冷延鋼板）の工程アーキテクチャ

機能 工程	外観	耐食性	耐デント性	成形性	溶接性	塗装性	寸法 精度	剛性
製鉄（高炉）								
製鋼（転炉）								
二次精錬								
連続鋳造								
熱間圧延								
酸洗								
冷間圧延								
連続焼鈍								
連続溶融亜鉛めっき								

出所) JFE 社でのヒアリング。藤本・葛・呉 (2008) より。

る表面処理鋼板は、先進的な鉄鋼企業（例えば新日鐵）の設備を寄せ集め、工程ごとの部分最適制御を行っただけでは、必要な機能を実現できない、ということである。つまり、工程アーキテクチャ的には「インテグラル型」の鉄鋼製品（あるいはその母材）である可能性が大きいのである。

#### 4 韓国鉄鋼業への技術移転と組織能力構築: POSCO の事例

##### 日韓鉄鋼一貫企業の組織能力と技術移転

それでは、日本の鉄鋼企業は、「インテグラル（擦り合わせ）型工程アーキテクチャ」の鉄鋼製品、例えば自動車用の溶融亜鉛めっき鋼板や BH 鋼板、あるいは家電用電磁鋼板において、なぜ長期にわたって競争力を保つことが出来たのだろうか。組織能力とアーキテクチャの比較優位説に立つならば、この設問は、「なぜ日本の鉄鋼産業には統合型のものづくり組織能力が偏在し続けたのだろうか」「何故日本を追う後発国に統合型の組織能力が十分に伝播していないのだろうか」という問題設定につながる。ここで重要なポイントのひとつは、後発国の産業発展初期における、海外からの技術移転である。

一般に、産業初期における海外技術の導入は、ものづくり現場における組織能力構築を一気に加速するチャンスである。このときに、先発国企業から後発国企業へ、どのような組織能力が移植されたのか、あるいはされなかったのかを知ることは、その後の比較優位



## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

構造、あるいは産業内貿易の長期趨勢を知る上で、重要な手がかりとなる。また、自動車産業の研究でも明らかなように（たとえば 安保, 板垣, 上山, 河村, 公文, 1991）、そうした技術移転の態様を研究することによって、移転元の企業自身が持っているものづくり能力（例えば日本企業の統合型ものづくり能力あるいは日本型生産システム）の内実も明らかになってくるのである。

鉄鋼産業の場合、この問題を考える上でひとつのヒントをもたらすのは、日本から韓国への技術移転のプロセスである。とりわけ、1960-70 年代に、日韓国交正常化のひとつの象徴として、日本の鉄鋼一貫企業（当時の新日鐵と日本鋼管）からの包括的な技術移転を受けて成立した浦項製鉄所（後の POSCO）は、その後急速に競争力を高め、規模において日本のトップ企業（新日鐵など）に比肩し、財務実績では凌駕するほどに成長した。韓国鉄鋼業はいうまでもなく、日本に対して急速なキャッチアップに成功した当事者であり、まさに雁行形態論の仮説を体現するようなケースといえる。

ところが、いまや国際競争力という点で日本企業の最大のライバルと考えられている韓国 POSCO も、後述のように、特定分野の高級鋼、いい換えればインテグラル型工程アーキテクチャの鉄鋼製品では、長期にわたり、日本企業に追いつき追い越すことが出来なかった。それはなぜなのだろうか。そもそも、現状における日本の高炉一貫企業のものづくり組織能力と、POSCO の組織能力との違いはどこから来たのだろうか。

この違いについて発生論的にアプローチするのであれば（藤本, 1997）、そもそも日本からの当初の技術移転、そして組織能力の移転が、どのような経緯で行われたかについて、立ち入って検討する必要がある。

### 韓国 POSCO の現状

以上の問題意識を踏まえて、本項では、日本の鉄鋼企業から韓国 POSCO への初期の技術移転がどのように行われたかを検討する。一般に、装置産業においては技術が資本に体化しているので、技術移転が効率的に進み、技術の受け手側（POSCO）にとっては有利だといわれてきたが、実際には、順調にキャッチアップを果たした鋼種の場合と、そうならず、日本企業が競争力を維持している一部の高級鋼（例えば自動車外板用鋼板）とでは、かなり異なる結果となっている。そしてその背後には、「技術の出し手企業・受け手企業が当該製品のアーキテクチャをどう考えているか」、「能力構築に関して両者はどのような構想を持っていたか」といった、基本的な戦略論的課題がありそうだ。

まず、POSCO について、現状を概略説明しよう (藤本, 葛, 呉, 2008 参照)。すでに述べたように韓国を代表する鉄鋼一貫企業である同社は、規模においては、約 3000 万トンで、日本の 2 大メーカー (新日本製鐵、JFE) に比肩する。さらに財務成績では、近年は日本企業を凌駕し、世界最高レベルの収益力を誇ってきた。汎用鋼を中心とした戦略商品への集中、巨大な一貫製鉄所による規模の経済、新鋭設備への積極投資、高い設備稼働率の維持など、日本メーカーの差別化戦略 (自動車など大口ユーザー向け中心の多品種・小ロット・高級鋼指向) とは明確に異なるコスト・リーダーシップ戦略により高収益を実現してきたのである。<sup>15</sup>

その POSCO が、自動車外板用の表面処理鋼板など特定の鋼種では、なぜ簡単に日本企業に追いつくことができなかったのか。鉄鋼の技術移転は、一般に受け手にとっては効率的な「資本体化型技術の移転」であるといわれているだけに、この現象は興味深い。<sup>16</sup> このパラドックスを考えるためには、POSCO 形成期の日本からの技術移転の歴史を詳細に見ておく必要がある。初期において暗黙のうちに行なわれた、組織能力構築、およびアーキテクチャ選択の判断が、その後の製品ごとの競争力に長期的な影響を与えていると推定されるからである。

そこで、以下において、1970 年代における日本企業から POSCO への技術移転と、POSCO 側のアーキテクチャ観を分析してみる。これに関しては、三菱総合研究所の報告書 (三菱総合研究所, 1981) に詳細な分析があるので、以下、これを紹介することにしよう。<sup>17</sup>

### 初期における浦項総合製鉄への技術移転の特徴

1970 年代、日本から韓国・国営浦項製鉄所 (POSCO) への技術移転は、素材系装置産業における国際技術移転の代表例と考えることが出来るが、それはまた、導入側企業による能力構築およびアーキテクチャ選択のプロセスとみなすこともできる。しかしそれは、すべて計画通りとはいかず、むしろ予期せぬ成功や失敗への対応を伴う創発的な戦略形成プ

<sup>15</sup> 「戦略商品の比率を 80% に」が POSCO のキャッチフレーズだという (林田, 2007)。収益率の高い戦略商品に絞って、生産を集中することで、稼働率を上げるという POSCO の戦略がここによく現れている。

<sup>16</sup> 近年における POSCO の鋼種別の最終製品生産比率 (2005 年) は、POSCO の 2006 *Fact Book* によれば、線材 (wire rods) 7%、厚板 (plates) 11%、熱延鋼板 (hot rolled steel) 33%、冷延鋼板 (cold rolled steel) 37%、電磁鋼板 (electrical steel) 3%、継目無鋼管 (STS) 6% で、鋼板類が多いという意味では高級鋼中心の製品構成だが、アーキテクチャ的な特性による分類とはなっていない。

<sup>17</sup> 三菱総合研究所 (1981) における韓国鉄鋼産業、とりわけ浦項製鉄所の調査は、1980 年秋に行われ、1981 年に発刊された。調査・執筆担当は、著者自身であった。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

ロセス (Mintzberg & Waters, 1985) であることが多い。そこで、こうした創発的戦略の可能性も視野に入れつつ、POSCO に対する初期の技術移転プロセスを分析してみることにしよう。

浦項製鉄所へ技術移転の全体的な特徴は、概略、以下の通りであった。<sup>18</sup>

**(1) 技術の出し手は日本の鉄鋼一貫企業**：浦項製鉄所への技術移転は、日本の製鉄メーカーが中心となって行なった。当初、技術の出し手と考えられていた欧米メーカーの連合体 (KISA) が手を引いたあと、新日本製鐵と日本鋼管を中心とする日本の製鉄メーカー・チーム (ジャパン・グループ、通称 JG) が新たに POSCO と技術援助契約その他を結び、総合エンジニアリングや操業指導を担当した。また、製鉄所の設備を供給する機械メーカー (石川島、三菱重工その他) も、プラント輸出を通じて技術移転を行なった。1980 年当時の POSCO 中堅幹部以上はほぼ全員、日本語が話せたが、これは発足当初における日本企業の関わりの深さを物語っている。

**(2) 包括的なワンセット技術移転**：浦項製鉄所は韓国で初めて一貫製鉄所であったために、これに対する技術移転も包括的なものとなった。技術移転の範囲は、製鉄所全体の基本計画から個別プラントの設計、建設、操業の一部にまで及び、日本の製鉄所技術をワンセットまるごと移植するような形になった。また、技術移転の対象は生産部門のみならず経営管理部門にも及んだ。初期の段階では、組織機構や管理規定、事務手続きに至るまで日本の方式が導入されたといわれている。この結果、少なくとも設備面では、浦項製鉄所は日本の新鋭製鉄所 (具体的には新日鐵君津製鐵所) のコピーという色彩が強かったのである。

製鉄所の設備メーカー選定のプロセスにも日本方式がそのまま導入された。日本国内での製鉄所建設に参加する常連のプラント・メーカーが、浦項の建設にもそのまま顔をそろえていたのである。<sup>19</sup> 製鉄メーカーと重機械メーカーは、互いに大口顧客であるという意味で典型的な相互取引の関係にあったため、日本国内での製鉄所建設にあたっては、製鉄メーカーは主な機械メーカーすべてにバランスよく機器を発注する傾向があった。こうした、ある意味で「協調的」な発注方式が、浦項製鉄所にもそのまま持ち込まれたのである。

**(3) 契約におけるアンバンドル方式**：以上のように、浦項への技術移転の内容はワンセ

<sup>18</sup> 製鉄業における国際技術移転に関する詳細なケース・スタディとしては、インドのポカロ製鉄所へのソ連の技術移転を中心に扱った国連の報告書があり、韓国との比較が可能である。Dastur (1978) 参照。

<sup>19</sup> 主要重機械メーカーでは、日立だけが進出していない。

ト的色彩の強いものであったが、技術移転の契約形式はそうではなかった。つまり、製鉄所に関する技術移転一切をひとつの請負契約にまとめて発注するのではなく、これを内容別に分割して発注していた。すなわち、浦項関連の技術移転契約は、総合エンジニアリング計画の契約、個別プラントごとのプラント輸出契約、操業指導契約、ソフトウェア輸出契約、新鋼種開発契約等々の諸契約の束となっていた。

このように技術を「バラ買い」するのは、韓国鉄鋼産業および政府の「技術自立化」指向の表れともいえる。つまり、この段階ですでに、分業型組織能力とモジュラー型工程アーキテクチャを選択するという、その後の展開の伏線が垣間見られるのである。

このように、浦項総合製鉄への技術移転は、内容的には日本の製鉄技術パッケージのまるごと移植でありながら、契約形式の面では脱パッケージ化（バラ買い方式）を指向したものであったことが大きな特徴であり、このことが、POSCOのその後の能力構築の経路に少なからぬ影響を与えていくのである。

**段階別の技術移転の実態：モジュラー工程アーキテクチャへ**

浦項製鉄所は、第一期工事（1973年完工）から最終の第四期工事（1981年完工）へと一本ずつ高炉を増やしつつ徐々に生産能力を拡張し、この間に設計、建設、操業などあらゆる

**表 2 浦項製鉄所における技術役務の分担システム**

工 期		第 1 期 (1970~1973年)	第 2 期 (1973~1976年)	第 3 期 (1976~1978年)	第 4 期 (1979~1981年)
役 務		第 1 期 (1970~1973年)	第 2 期 (1973~1976年)	第 3 期 (1976~1978年)	第 4 期 (1979~1981年)
工場全体の基本計画 (マスター・エンジニアリング・プラン)		ジャパン・グループ(J.G.) (技術援助契約による)	ジャパン・グループ(J.G.) (技術援助契約による)	ジャパン・グループ(J.G.) (技術援助契約による)	ジャパン・グループ(J.G.) (技術援助契約による)
個別 ブ ラ ン ト の 建 設	基本設計(購入スペック)	J.G作成	POSCO作成, JGチェック	POSCO作成, JGチェック	POSCO作成, JGチェック
	機器発注・契約	J.Gのアドバイスをもとに POSCOが国際入札で決定 C&F契約(建設指導 +性能保証つき)	POSCOが国際入札で決定 FOB契約 (建設指導+ 性能保証つき)	POSCOが国際入札で決定 FOB契約 (建設指導+ 性能保証つき)	POSCOが国際入札で決定 FOB契約 (建設指導+性能保証 +インナー・コンサルタント の操業指導)
	詳細設計	プラント・サプライヤーが作成	プラント・サプライヤーが作成	プラント・サプライヤーが作成	プラント・サプライヤーが作成
	機器製造	プラント単位の受注は、ほとんどが日本メーカー 国産化率 12.5% (建設コミ)	ヨーロッパ・メーカーの増加 国産化率 15.5%	簡単なプラントを韓国メーカーが担当 国産化率 22.6%	簡単なプラントを韓国メーカーが担当 国産化率 35.1%
	土木エンジニアリング	日本企業 (設計会社, ゼネコン)	日本企業中心 (詳細エンジニアリングの一部を韓国)	基本データ……日本企業 基本エンジニアリング ……日本企業 詳細エンジニアリング ……韓国企業	基本データ……日本企業 基本エンジニアリング ……韓国企業 詳細エンジニアリング ……韓国企業
	建設作業	韓国企業(ゼネコン)	韓国企業(ゼネコン)	韓国企業(ゼネコン)	韓国企業(ゼネコン)
建指 設導	土木・建築	日本企業(ゼネコン)	n-a	n-a	韓国企業(ゼネコン)
	機器据付	プラント・サプライヤー, J.G	プラント・サプライヤー, J.G	プラント・サプライヤー	プラント・サプライヤー
操 業 指 導		J.G(技術援助契約による) 指導の成果は保証せず	J.G(技術援助契約による) 指導の成果は保証せず	J.G(技術援助契約による) 指導の成果は保証せず	J.G(FOB契約に組み込まれたインナー・コンサルタントとして) 指導の成果は保証せず

出所) 三菱総合研究所 (1981)

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

る局面で技術移転が生じた。それとともに、「設備や技術用役の国産化」と「技術導入の脱パッケージ化」が段階的にもたらされた。これはある程度、浦項製鉄所の技術的自立化を反映した流れである。そしてその過程で、POSCO による、分業型組織能力への傾斜、および製鉄工程技術の「モジュラー化」が進行したと筆者は見る。

以下、製鉄所建設・操業の各段階ごとに、技術移転のプロセスを具体的に見ていくことにしよう（表 2）。

### (1) マスター・エンジニアリング・プラン(総合技術計画書)

コンビナート全体に関して容量、スペース、プラント配置、マテリアル・バランス、予算案などの基本的数値を設定するのが「マスター・エンジニアリング・プラン」である。これは、第一期から第四期まで「ジャパン・グループ」（主に新日鐵）が POSCO との技術援助契約に基づいて作成し、POSCO の検収を受けてから納入している。

### (2) 特許ライセンス取得

特許ライセンス契約は、同じ装置産業系でも、例えば石油化学の場合ほどには重要性を持たない。ひとつには、鉄鋼（とりわけインテグラル型の高級鋼）の技術体系が、ひとつの画期的な技術革新に頼るというよりは、多くの技術の積み重ねという性格が強いということもある。例えば LD 転炉製鋼法に関しては特許を保有する BOT 社との間にライセンス契約（15 年間）があったが、これは純粋な特許実施権許諾の契約であり、BOT 社からの実質的な技術ノウハウの移転は全く無かった。石油化学の場合に特許保有会社が基本設計を行うことが多いのとは対照的である。

### (3) プラント輸入契約: ワンセット買いからバラ買いへ

浦項の第一期の場合、製鉄（高炉）、製鋼（転炉）、圧延、ユーティリティなど 23 個の別プラントごとに分割発注された。主な契約者は表 3 の通りで、日本では商社とプラント機械メーカーのチーム、また欧州では機械メーカー単独であった。また、この下には多数の下請けメーカーがついた。<sup>20</sup>

契約方式は、第一期から売買契約（C&F 方式）で、前述のように、形式的には「脱パッ

<sup>20</sup> 通常日本では、プラント輸出入に関する業務は総合商社が担当する。総合商社がメイン・コントラクター（主契約者）となることが多く、プラント・メーカーは商社と随意契約を結んでサブコントラクター（下請け）となる。

表3 浦項製鉄所の設備調達状況

工期	第一期		第二期		第三期		第四期	
	コントラクター	メーカー	コントラクター	メーカー	コントラクター	メーカー	コントラクター	メーカー
港湾設備	丸紅	日立 住友重機	丸紅 三井物産	住友重機 三井造船	丸紅	住友重機	丸紅	住友重機
原料処理設備	三井物産	三井三池 日本コンベア	丸紅	住友重機	丸紅	住友重機	トーマン	三井三池 日本コンベア
焼結工場	三菱商事	三菱重工	Voest(オーストリア)		Voest(オーストリア)		Voest(オーストリア)	
コークス工場	トーマン	日本オットー 川崎重工	Otto(西ドイツ)		Otto(西ドイツ)		Otto(西ドイツ)	
高炉	三井物産	石川島	三井物産	石川島	三井物産	石川島	三井物産	石川島
鋳物鋳工場	三菱商事	三菱重工						
製鋼工場	伊藤忠	川崎重工	伊藤忠	川崎重工	伊藤忠	川崎重工	伊藤忠	川崎重工
連鑄工場			Voest(オーストリア)				Voest(オーストリア)	
酸素工場	三井物産	日本酸素	三井物産	日本酸素	Air Products(イギリス)		Air Products(イギリス)	
石炭焼成工場	トーマン	川崎重工	Voest(オーストリア)		Voest(オーストリア)		伊藤忠	宇部興産
分塊工場	三菱商事	三菱重工 三菱電機	三菱商事	三菱重工 三菱電機	SECIM(フランス)		SECIM(フランス)	
鋼片工場	三菱商事	神戸製鋼			伊藤忠	神戸製鋼		
線材工場					Ashlow(イギリス)			
圧板工場	Voest(オーストリア)				三菱商事 三井物産	三菱重工 石川島	同左(拡張)	
熱延工場	三菱商事	三菱重工 三菱電機	同左		三菱商事 伊藤忠	三菱電機 宇部興産	三菱商事 No. 2	三菱重工、三菱 電機、石川島、 新日鉄宇部
冷延工場			Voest(オーストリア)				Voest(オーストリア)	
受配電設備	トーマン	富士電機	トーマン	富士電機	トーマン	富士電機	暁星産業(韓国) +富士電機(日本)	
発電設備	トーマン	富士電機	トーマン	富士電機	トーマン	東芝	トーマン	東芝
蒸気設備	トーマン	川崎重工	三菱商事	三菱重工	トーマン	川崎重工	韓国メーカー	
構内輸送	三菱商事 三井物産	n.a.	三菱商事、三 井物産、丸紅	n.a.	Sybeta(ベルギー)		三井物産	新日鐵
鉄道設備	丸紅	日本軌道	丸紅	日本軌道				
ガス、重油設備	トーマン	日揮	トーマン	日揮	トーマン	日揮	トーマン	日揮
給排水設備	三井物産	荏原	三井物産	荏原	トーマン	栗田	トーマン	栗田

出所)三菱総合研究所(1981)

ケージ化」していた。第二期、第三期、第四期では、これが、FOB方式の売買契約に切り換わった。

しかし、その中味を見ると、「脱パッケージ化」は、契約の外見ほどには進んでおらず、実態は「ターンキー契約」に近い性格のものであった。例えば第一期では、土木・建築用役以外はすべて日本側に依存していたし、その後においても、建設指導や操業指導を含む契約となっていた。つまり、純粋な売買契約によるプラント輸入ではなかったのである。

プラント輸入契約の相手は、国際入札によって決める。発注先の決定権は、無論施主であるPOSCOにある。

しかし、第一期の段階では、発注先決定にあった「ジャパン・グループ(JG)」

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

の影響力は非常に強かった。例えば「最低限、高炉と転炉と主要圧延設備は日本のメーカーから買ってくれないと、JG としては全体の操業に関する保障ができない」というような言い方で、JG は操業指導の立場から、自分が日本で使い慣れている日本製設備の購入を POSCO に勧めた。その結果、第一期のプラント輸入契約は、ほとんど日本メーカーで独占されることになったのである。<sup>21</sup>

しかし、第二工期以降は、Voest、Otto など、欧州メーカーの受注が増え、日本企業一辺倒の極端なワンセット進出ではなくなった。つまり、「先端技術を寄せ集める」という、モジュラー型工程アーキテクチャへの指向が強まったのである。<sup>22</sup>

こうした路線転換の要因は主に次の点にあったと考えられる。(i) 韓国の対日貿易赤字を圧縮しようとの当時の韓国政府の意志 ;(ii) POSCO 自体のプラント(技術)選択能力の向上 ;(iii) 当時の日韓関係悪化への政治的配慮 ;(iv) 韓国側による借款導入先分散の試み ;(v) 対欧米鉄鋼製品輸出への布石(つまり日本製品に対する優位性確保のねらい)。

つまり、POSCO が早期に自立化し、輸出競争力において日本企業へのキャッチアップを早期に実現させるには、日本の技術のワンセット導入ではなく、世界中の先端設備をバラ買いすること、すなわち「モジュラー型工程アーキテクチャ」への移行が近道だと、当時の韓国鉄鋼産業の関係者は考えたのではないかと、当時の韓国側の資料から筆者は推測する。それは暗黙のうちに、日本企業が持つような「統合型組織能力」から、外部の既存生産資源の迅速・正確な選択・導入・組み合わせを持ち味とする「分業型組織能力」への重点シフトを意味したのだが、当時の韓国側当事者が、そのようなアーキテクチャ意識を明確に持って「バラ買い」路線へ移行した形跡はない。

### (4) 借款契約

当時の POSCO は国営企業であり、外国の経営資本参加(直接投資、合併)はなかった。したがって外国資金の導入は、すべて、借款契約を通じて行なわれている。日本からの借款は、輸出入銀行の商業借款と請求権資金<sup>23</sup> によるものが主体であった。

<sup>21</sup> 唯一の例外である Voest 社は、別途に、厚板工場の輸出契約をすでに結んでいたもので、これをそっくり浦項に移した、という特殊事情による。

<sup>22</sup> 先端的技術の寄せ集めの導入を技術導入国側が指向する、というこの傾向は、同じく日本企業から当初技術導入した中国の上海宝山鋼鉄の場合にも見られた(第一期・二期の製鉄・製鋼設備は日本の新日鐵から、第二期の熱延設備は西独 SNS から導入)と劉(2003) および田中(2008) は指摘する。

<sup>23</sup> 1965 年日韓国交回復時に、無償 3 億ドル、有償 2 億ドルで 10 年間にわたり供与されることになった資金のこと。浦項の第一期だけで、有償 3000 万ドル、無償 4000 万ドル強、つまり全資金の

借款契約の形式は、原則的には輸出延べ払い金融であった。つまり、借款契約とプラント輸出契約とが、いわば「抱き合わせ」になっていたのである。したがって、資金を日本ばかりに依存することから脱却するために、借款導入先を分散しようとするれば、必然的にプラント（技術）の導入先を分散させることになる。プラント輸入分散化の一因は、こうした借款確保・分散化の要請だったと推定される。一方、受注者側から見れば、有利な約款条件の提示は落札の必須条件であるといつてよい。政府の借款承認をとりつけることは、主契約者たる商社の重要な役割のひとつであった。

第一期～第四期を通じた浦項製鉄所の建設所要資金は約 37 億ドルで、このうち半分以上の約 20 億ドルは外資であった。しかしその後、外資依存比率は次第に低下していく。

### (5)設備の設計

設備の設計作業は「基本設計」と「詳細設計」とに分かれる。石油化学プラントの場合は、基本設計は石油化学メーカー（特許保有メーカー）、詳細設計はエンジニアリング企業、さらに詳細な製作機械図面（shop drawing）は設備機器メーカー、といった具合に設計機能の分業体制が敷かれることが多い。しかし鉄鋼プラントの場合は、基本設計は鉄鋼メーカー主体、詳細設計は設備機器製造メーカー主体で行うことが多く、専門エンジニアリング会社の参入の余地は小さい。また、機器設置のための図面（installation drawing）もプラント・メーカーが作る。

こうした設計プロセスの機能分担の違いは、鉄鋼と石油化学の技術特性の違いによるところが大きい。すなわち、石油化学の場合はプロセス・エンジニアリングが決定的に重要であるが、鉄鋼の場合には、全体のマテリアル・バランスさえ決まれば、あとはメカニカル・エンジニアリングの方が重要である。<sup>24</sup> メカニカル・エンジニアリングは、当然機器メーカーの得意分野ということになる。

設備設計の国産化状況は表 4 の通りである。設計の国産化は、比較的簡単な詳細設計から順次進んでいる。しかし、第四期で計画されたような設計の 100% 国産化は達成できていなかった。韓国の製鉄メーカーやプラント・メーカーの水準から見ると、少なくとも 1980 年当時は、製鉄工場全体の総合エンジニアリングや主要プラント（高炉、転炉、熱延工場

---

15%が使われた。初期の日韓経済協力における浦項の比重の大きさがわかる。なお第一期の商業借款は、5000 万ドル強であったといわれる。

<sup>24</sup> エンジニアリング機能は、技術分野別に、プロセス・エンジニアリング（化学プロセスの決定など）、メカニカル・エンジニアリング（機械装置など）、シビル・エンジニアリング（土木工事など）、エレクトリカル・エンジニアリング（電気・計装など）に分けることができる。



表 4 浦項製鉄所の設計・設備国産化状況

工 期	計画・設計		設備	
	国産化率	同対外支出額	国産化率	同国内調達額
第一期 1973 年	0%	650 万ドル	12.5%	94 億ウォン
第二期 1976 年	n.a.	588 万ドル	15.5%	250 億ウォン
第三期 1978 年	n.a.	170 万ドル	22.6%	950 億ウォン
第四期 1981 年 (計画)	100%	0	35.1%	1464 億ウォン

出所) 三菱総合研究所 (1981)

など) の単独エンジニアリングの国産化は困難な状況であった。

設計機能の国産化は韓国企業単独で行なわれる場合もあるが、日韓の企業間協力によって設計技術の移転が行なわれることもある。その一例は、高炉建設における三星重工業 (SHI) である。SHI は、日本の石川島播磨重工業 (IHI) と韓国の三星グループとの合併企業であった。IHI と SHI とは設計機能を分担し、IHI から SHI へ一種の企業内技術移転を行っていたのである。<sup>25</sup>

#### (6) 設備の製造

鉄鋼プラントの場合、前述のような技術特性もあって、設備機器の設計と製造とが一体不可分になる傾向があるのがひとつの特徴である。設備機器の国産化 (建設を含む) は、第一期の 10% 台から第四期の 30% 台へと着実に上昇したが、それは比較的簡単な周辺機器から始まったといわれる。

設計と同様、設備製造の国産化は、韓国企業 (合併も含む) の単独受注の場合と、外国企業からの下請受注の場合とがあった。

単独受注としては、第四期工事で湾岸荷役設備、鉄道・重機、給排水、蒸気設備、受配電設備、原鉱石処理設備など、6 プラントの国産化を政府が指示している。このうち前五者は大宇、現代、三星 (合併) など韓国系メーカーからの応札があったが、原鉱石処理設備や給排水設備は国内応札がないことなどにより、結局日本メーカーに発注している。いずれにしても、これらの国産化設備はユーティリティ関連の周辺プラントである。高炉、転炉など主要機器の韓国企業単独受注は、(改修工事以外は) 1980 年当時は困難とみられていた。

<sup>25</sup> 実際には、IHI の副作業長クラス以下十数人が、SHI に約 1 年前後出向して設計活動にあたった。また、その指導は、IHI の設計課長クラスがやはり SHI に出向して行なったといわれる。

下請受注としては、前期の三星重工業が浦項の第四期高炉建設において、IHI の指導の下で炉頂装入設備、集塵機、熱風炉など 15 の付帯設備を国産化した例がある。<sup>26</sup> 三星重工業は第二熱延工場でも、発電用スチームコンデンサー、脱気機、ローラー・コンベアなどを生産している。しかしこの場合も、中心設備の国産化には至っていなかったのである。

### (7) コンピュータ・ソフトウェアの移転

高炉、転炉、熱延工場など、浦項の主要プラントは、1970 年代当時もプロセス・コンピュータで制御されていたが、その基本プログラムおよびデータは、日本の製鉄メーカーから導入している。例えば第一熱延工場には新日鐵（室蘭システム）から、また第二製鋼工場には日本鋼管（福山システム）から、別々の契約により導入されている。

当時、プロセス・コンピュータのプログラム作りには、専門家がかかりきりで 1、2 年かかっていた。プログラムを輸入すれば、こうした手間が省けるわけである。

しかしながら、統合型組織能力とインテグラル型アーキテクチャへの指向の強い日本の鉄鋼生産システムを支えるプログラムやデータは、個々のプラントの特殊条件に合わせて微調整される必要があり、単に既存のプログラムを浦項に移転しただけでは済まなかった。結局のところ、突発事故にも有効に対応できるような優秀なプログラムは、実際の操業経験からのフィードバックによってしか作ることはできないのである。

したがって、基本プログラムを提供したあとも、微調整のための技術指導が続くことになった。このように、プロセス制御のソフトウェアは、「擦り合わせ型」の鉄鋼製品を成立させる上では中核的な経営資源だといっても過言ではない。

### (8) 建設・土木工事(シビル・エンジニアリング)

工場敷地造成は、前述の KISA（欧州グループ）との計画にもとづいて、政府工事として 1968 年から始まっていた。プラントの建設は、1970 年から開始されている。建設工事は、大きく、土木工事と機器据付（築炉）に分かれるが、第一期の例では、工事期間は各プラント 1 年半から 2 年で、計画を 1-2 ヶ月短縮している例が多い。これは、資材・設備納期の正確さ、韓国建設企業の突貫工事体制、適切な工期管理などによるものであろう。<sup>27</sup>

<sup>26</sup> 一部は単独受注。

<sup>27</sup> 例えば、インドのボカロ製鉄所では、コンピュータと PERT、CPM 法を使ったプロジェクト管理が導入されたが、ソ連からの技術資料や設備の納入の遅れ、労使間のトラブル、国産設備製造の困難などの理由によって、工事は数年ほど遅れることになった（Dastur, 1978）。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

しかし、工期短縮を優先するあまり、工事品質（測量や据付の精度、溶接、防水など）が悪化する傾向もあった。とはいえ、建設工事の安全成績は比較的良好であった。

建設用役の提供は、第一期から一貫して現代建設、極東建設、東亜建設、大林産業などの韓国企業ゼネコンが、プラント単位で工事契約を結んで行ってきた。これらゼネコンの下に、土木、機械、配管、電気などの下請業者がつくのが通常のパターンであった。

土木・建設工事の指導は、第一期では、大成建設など日本企業が担当していたが、第四期では、韓国の建設企業が行うようになってきている。この分野では、韓国の自立化が目立っていた。

一方、プラント据付設置の技術指導は、プラント製造メーカー（第一期、二期では、JGC）が担当した。<sup>28</sup> 据付図面（installation drawing）は、プラント・メーカーが作成した。この面では、当時は外国企業への依存度が高かった。

土木エンジニアリングは、当初は日本の設計会社を中心だったが、その後、韓国のゼネコンに移った。韓国側は、日本の「東京コンサルタント」からの技術移転により、韓国のコンサルタント会社（SMEC）を作っている。

### (9) 能力保証運転(コミッショニング)

設計仕様能力に見合うだけの能力保証を行うのは、プラントを納入する設備機器メーカーである<sup>29</sup>。一方、ジャパン・グループ（JG、日本の鉄鋼メーカー）は、能力保証までは行なわない（no obligation）とされている。

能力保証の内容は、生産量、生産規格、成分レンジなどの生産緒元によって設定される。生産量の保証は、原材料の性質やプロダクト・ミックスをあらかじめ指定した上で、条件付で行なわれる。設計どおりの能力が出れば、プラント輸出契約は完了し、支払いが行なわれる。

もしも保証能力が出ない場合、その原因としては次のようなものが考えられる：(i) プラントの設計ミスはまたは製造ミス（プラント輸出メーカーの責任）；(ii) 操作方法上のミス（POSCO の責任。JG は責任なし）；(iii) 原材料の欠陥（上流工程のプラント輸出工業の責任）。したがって、保証能力未達成の責任をめぐって上記の諸企業が対立することが

<sup>28</sup> この他に、KIST（韓国科学技術研究所）も建設指導を行なったが、実際の派遣員は、JG の人間であった。

<sup>29</sup> 能力保証テストは、PAT（Preliminary Acceptance Test）すなわち、機器自体の性能保証（無負荷テスト）と FAT（Final Acceptance Test）すなわち、プラントとして操業した場合の生産能力保証の二段階で行なわれる。

ある。その調整は、一期では JG、その後は POSCO が行なっていた。

一旦能力保証が確認され、契約が完了すれば、欧米メーカーの場合は後の責任は一切負わない。しかし、日本のプラント・メーカーはしばしば、契約上は義務のない「アフターサービス」をすることがあった。

#### (10) 操業指導<sup>30</sup>

操業指導は、製鉄メーカー（JG）とプラント製造メーカーの両方が行なった。その分担は必ずしも明確ではないが、大雑把にいて無負荷テスト（PAT）まではプラント・メーカー、その後は JG であった。

一般に、操業技術の移転方法としては、以下の三つがある。

(i) **操業マニュアル**：機械単体の基本的操作は、プラント・メーカーの作るオペレーション・マニュアルによる。また、実際の操業に必要な技術については、JG が、作業標準書などの形でつけ加える。トラブルに対する対処の仕方などもマニュアル化されている。

(ii) **技術指導員 (supervisor)**：操業指導員は各プラント・メーカーと JG の合計で、ピーク時には 300 人以上いたが、1980 年までにはほとんどが帰国していた。<sup>31</sup> 指導員の滞在期間は、平均半年ぐらいであった。操業指導チームのリーダーは課長クラスであることが多く、その下に係長・作業長クラスのベテラン技術者がついて指導チームを構成していた。

(iii) **技術者の日本への受入**：プラントのオペレーター、およびコンピュータ関係が多い。訓練期間は、第一期工事では、平均 3 ヶ月以上、日本語研修もあわせて、1 年をこえることもあったが、第四期になると 1-2 ヶ月ほどになった。<sup>32</sup> 受け入れ先は製鉄メーカー（JG）が主であるが、プラント・メーカーのケースもあった。<sup>33</sup>

しかし、例えば、スイッチ切換えのタイミングなど、マニュアルや実施指導でも移転できないノウハウがある。こうした「コツ」は、結局、実際の操業を通じて、いわばラーニング・バイ・ドゥーイングで自力で習得するしかない。

<sup>30</sup> プラント・メーカーが行う機器単体の運転指導は、操業指導とは呼ばないこともあるが、ここでは広義に解釈した。

<sup>31</sup> 第四期のあるプラントでは、10 人程度が平均 3 ヶ月間派遣されている。

<sup>32</sup> ただし、コンピュータ関連は半年近くになる。

<sup>33</sup> 第一期での受入人数は、第一期の JG だけで 400 人以上（全従業者の 10 分の 1）平均 3 ヶ月以上に達する。また、第四期にあるプラント・メーカーが約 30 人、平均 1 ヶ月半ほど受け入れている。

(11)本操業

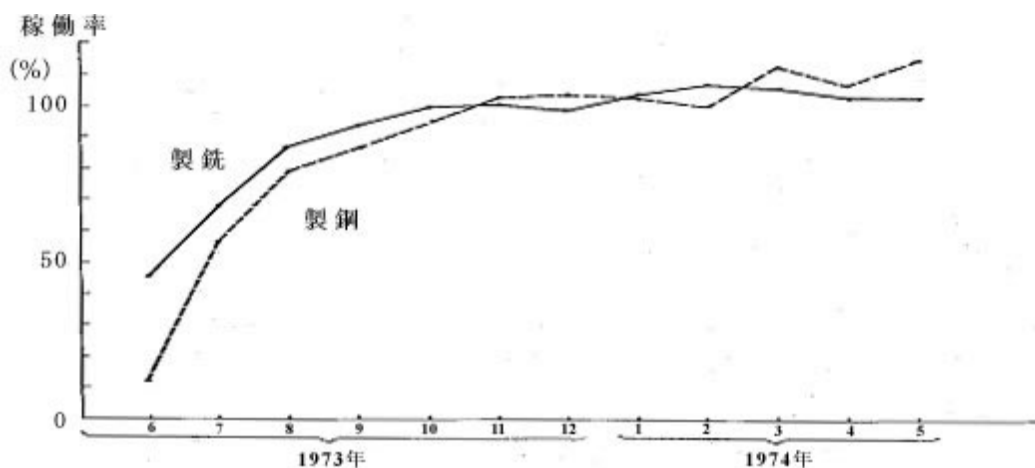
浦項製鉄所の本操業は 1973 年 7 月から始まった。本操業に先立って、生産管理体制の確立と要員の採用が行なわれた。

(i) **生産計画と生産管理**：生産計画は、生産実績と注文書をベースとして、生産会議の積み重ねによって、月ごとに作成された。個々の注文に対する生産管理は製作明細書、出鋼指示書、圧延指示書、各工程の実績表などの書類フローを通じて、全工程一貫管理体制で行なわれる。こうした生産計画・管理システムは、技術協力をした JG 製鉄メーカーのシステムをそっくり導入したものといわれる。

(ii) **要員の確保**：操業要員は、事前に半年程度の社内研修を受けた後に、現場に配置された。熟練工の絶対数が不足していたため、民間製鉄企業や機械メーカー、それに軍から経験工を採用している。操業当時は従業員の 7 割が 30 歳以下であり、若さと経験不足が目立った。

立ち上がり操業の実績は、図 5 の通りである。生産開始後半年足らずでフル稼働状態に入っている。この面での韓国の技術水準が高いことを示している。<sup>34</sup> 本操業の開始後 2 ヶ月ほどは、日本の操業指導員が残っていたが、あとは自力で操業に入っている。

図 5 初期の稼働率（第一期）



出所) 三菱総合研究所 (1981)

<sup>34</sup> 当初の予定では、フル操業には生産開始後 1 年がかかるとみられていた。

## (12)設備の維持管理

設備のメンテナンスは、原則としては POSCO が自力で行なっていた。メンテナンス（機械整備と電気整備）は各工場の整備課が行った。整備スケジュールは生産管理部が作成した。<sup>35</sup>

プラント輸出をした機械メーカーは、契約上はプラント納入時に「整備マニュアル」を提出するだけでよい。あとは注文に応じてスペアパーツを納入するだけである。しかし実際には、日本のプラント・メーカーの場合はアフター・サービスとしてメンテナンスに協力することもあった。

## (13)新鋼種の導入

既存のプラントを前提条件として特定の鋼種を導入開発することを目的とした契約は、1977 年ごろから登場するようになった。対象となる鋼種は POSCO として自主開発の難しいもの、例えば、高炭素鋼、電磁鋼板、深絞り用冷延鋼板、石油パイプ、圧力容器用鋼材などであった。契約により提供される役務の内容は、技術標準（資料）の提供、補完設備の追加設置、技術研修、共同試験生産などで、期間は通常 1-2 年となっていた。

POSCO に限らず、モジュラー的な工程アーキテクチャでも競争力を付けることができる汎用品の世界から「擦り合わせ」型の製品へと鋼種の多様化・高級化を目指すのであれば、この種の品種別技術移転契約が必要である。しかし結果から見ると、その後の POSCO は、汎用鋼では急速に力をつけ、財務業績的には世界をリードする存在になったものの、自動車用外板など一部の高級鋼におけるキャッチアップには時間がかかった。

この「なぜ普通鋼では急速な対日キャッチアップができたのに、高級鋼ではそのペースが遅いのか」という問題は、1980 年当時、すでに韓国の鉄鋼業界や研究機関では認識されており、このテーマに対する大部の調査報告書も作成されていたのである（三菱総合研究所, 1981）。

## 1980 年代における POSCO の国際競争力

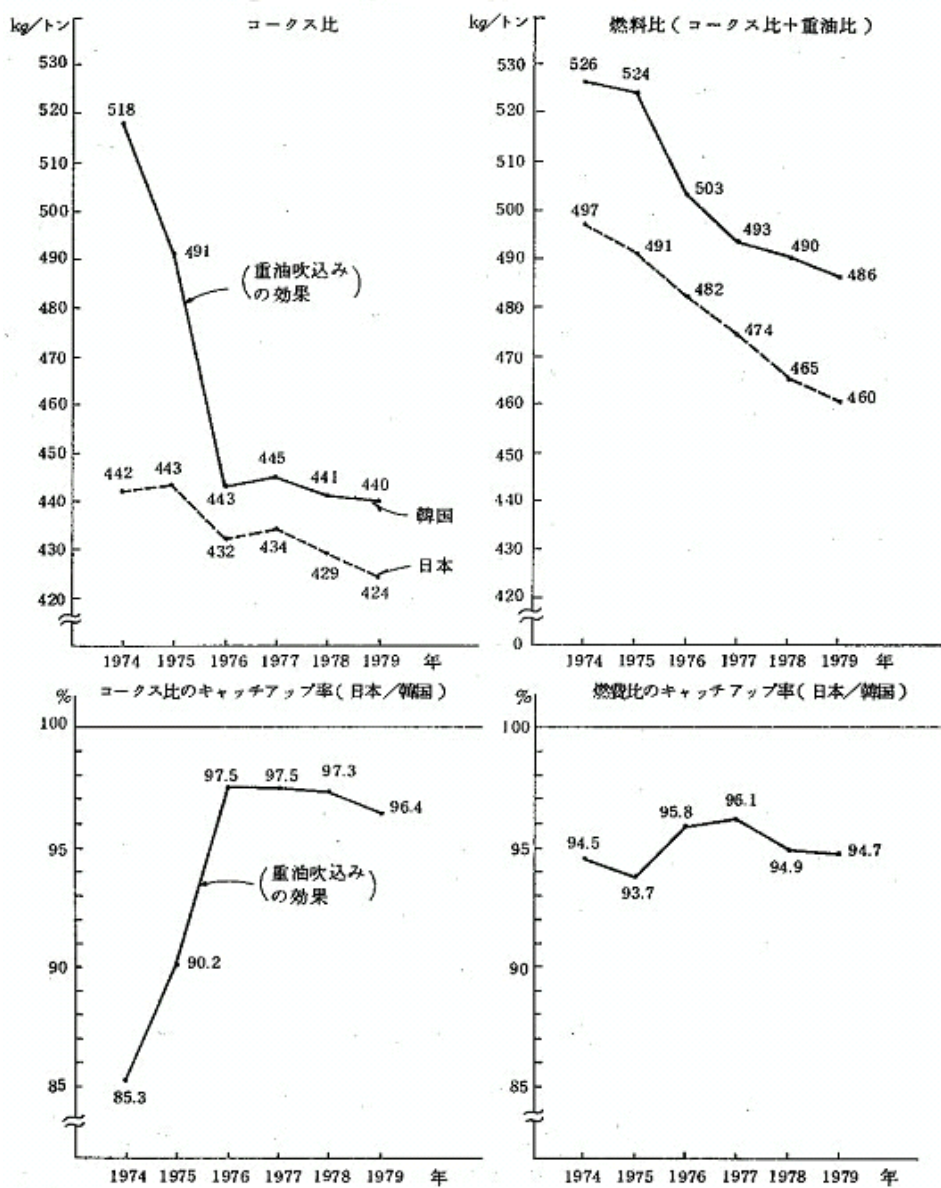
次に、こうした日本企業からの技術移転が、1980 年代初めにおける POSCO の国際競争力にどのような影響を与えたかを、簡単に検討しておこう。

<sup>35</sup> 整備は 10 日に 1 回。年に 1 回定期大修理が行われる。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

**生産性におけるキャッチアップ**：鉄鋼業の生産性の面では、日本企業は、当時も現在も世界最高の水準にある。その日本を主要な技術移転パートナーに選んだこと（しかも最新鋭設備の導入に成功したことは、韓国鉄鋼業（POSCO）の国際競争力の向上に決定的な影響を与えたといえる。実際、1980年の時点で、韓国企業の生産性指標の水準はすでに欧米を上回り、日本の水準に近かったのである。POSCOに限っていえば、すでに当時から日

図6 日韓の高炉燃料原単位比較



出所) 三菱総合研究所 (1981)

本の製鉄所に次ぐ高生産性レベルにあったといえる。日本以外の国を主要パートナーとした場合にこうしたレベルの達成が困難であったことはいうまでもない。

石油化学とは違って鉄鋼の場合、1970年代当時の韓国は他の鉄鋼先進国に比べて生産要素コスト（資本、原料、労働力）の面で決定的に不利なファクターはなかった。したがってトン当たり製造原価で見ても、1980年前後の段階で、韓国は欧米より有利で日本の水準に近かった。さらに、韓国経済危機（1997年）以後のウォン安、および設備の規模と稼働率の高さによって、コスト的には日本企業に比べ、非常に有利になったといえる。

鉄鋼の場合最も重要な原材料生産性の代表的指標として、当時のコークス比、燃料比、製品歩留まりについて見よう（図6）。コークス比は重油吹き込み率の影響を受けるので、これを含めた燃料比の方に注目してみよう。POSCOにおける燃料比は、操業翌年の1974年には、すでに日本の95%程度の水準に達していた。これは、装置産業独特の「最新鋭設備の一括導入による不連続的なキャッチアップ」の結果だといえよう。POSCOの燃料比の実績は、その後も順調に改善していった。もっとも、日本側の省エネ技術の進歩も急速であったため、1970年代においては日韓の格差はなかなか縮まらなかったようである（韓国側が2-3年遅れていた）。

**プロダクト・ミックスにおけるキャッチアップ**：品種開発の問題は、品種をどの程度細かいレベルで定義するかによって結論が違ってくる。ここでは、規格レベルでの新品种の開発能力、すなわち「規格競争力」を検討してみよう。

鉄鋼の製品規格は国際的に標準化しているので、品種数のキャッチアップの対象は国際規格の品種数である。JIS、API、LRの3規格で見た当時のPOSCOの品種開発の目標は、約10年で先進国の国際規格品種数（約300種）に追いつく、というものであった。

一般に、こうした品種の多様化は、汎用品から高級鋼へと移行する形で進む傾向がある。しかしPOSCOにおける高級鋼の開発は、韓国側の当初の目標ほどに順調には進まなかった。その一因は、後述の「工程アーキテクチャのモジュラー（寄せ集め）化」であったと考えられる。

その結果、各地域市場での韓国製品のシェア上昇に示される日本製品と韓国製品の競合は、汎用品分野ではすぐ顕在化したが、1980年代以降も、高級鋼にはなかなか及ばなかったのである。前述した自動車用の表面処理鋼板は、その典型例だったといえよう。

参考までに、1980年の段階における、日韓の鉄鋼製品の非価格競争力（納期および品質）を比較したのは表5である（三菱総合研究所, 1981）。POSCO初期のこの段階では、建設用



プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

表5 韓国鉄鋼材の日本製品に対する非価格競争力

(○：問題なし、●：問題あり)

品種・用途	代表的規格	納期	品			質		非価格競争力のポイント
			寸法・形状	仕上げ・外観	加工性	溶接性	強度・耐久性	
タギ・ワイヤー用線材 コンタリート・パー		○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	仕上げ、外観に差はあるものの、問題にはならない。 日本、韓国、台湾、中東などの間で品質の差は全くない。 規格通りなら問題なし 品質にうるさくなく、東南アジア市場では価格面で韓国材優勢 スケジュール生産なので納期がうるさい。サイズも不ぞろい。 赤留まり向上のため、マイナス・レンジの誤差を要求される。 ウェーピングの解消、深絞りの耐性にも問題あり。 深絞りの耐性。ウェーピング、表面の層の長さで差が出る。因みに現代自動車の冷延鋼板国産化率は約60%。 流れ作業のため、納期も重要。
形鋼	A-36, SS41	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	
建設用厚板		○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	
造船用厚板		●	○	○	○	●	○	
密接鋼管用熱延コイル		●	●	○	●	○	●	
自動車用冷延コイル		●	○	●	●	○	○	

出所) 三菱総合研究所 (1981)

の線材、棒鋼、形鋼、厚板、クギなどでは、すでに日本製に比べ遜色がないが、造船用厚板、鋼管用熱延鋼板、自動車用冷延鋼板などでは、韓国材は納期、形状、外観、加工性、溶接性、強度などにおいて一部問題があった。現在は、これらの鋼材では、少なくともPOSCOと日本企業の差はないとみられるが、一部の高級鋼で、日韓製品の品質差がまだ顧客によって認識されていることは、すでに見てきた通りである。

### 5 考察:POSCOのアーキテクチャ選択と創発的戦略形成

#### 契約の脱パッケージ化と高級鋼開発の停滞

すでに見たように、技術取引契約の面から見たPOSCOの大きな特徴は、当初から契約の脱パッケージ化が進んでいたことである。プラントの輸入は、「ターンキー方式」ではなく「バラ買い方式」(C&F、FOB 売買契約)で行われたし、また個別プラントごとの分割発注により契約相手は分散化された。

このような契約脱パッケージ化は、技術選択に関する意思決定の自立化を促進し、また有利な契約額・借款条件の追求により、外貨節約に貢献したといわれている。<sup>36</sup> その限りでは、脱パッケージ化は韓国側にとって有利な選択であったといえる。しかしその一方で、

<sup>36</sup> ただし、POSCO側の技術パッケージ化コスト(エンジニアへの人件費など)も考えると、企業ベースでは、必ずしも安上がりでないとの意見もある。

契約の脱パッケージ化は、「契約の形式と実態の乖離」と「一貫操業指導の困難」という副作用を伴った。

**契約形式と移転実態の乖離**：プラント輸入は、契約形式上は売買契約であったが、内容的にはスーパーヴァイジング（現地工事監督）と性能保証を伴うもので、ターンキーに近い性格をもっていた。さらに第四期では、操業指導も売買契約に組み込まれるに至っている（インナー・コンサルティング）。タテマエ上の契約脱パッケージ化をあまりに急ぐと、こうしたタテマエとホンネの乖離が生じることになる。

つまり、実態としては「擦り合わせ型工程アーキテクチャ」を前提にした包括的な技術移転の枠組であったにもかかわらず、契約形態は、設備ごとにバラバラに買って寄せ集める「モジュラー型工程アーキテクチャ」を前提にしたものだったのである。ここに、アーキテクチャに関する当時の日韓当事者の認識の違いが表れているとも解釈できる。

すなわち、少なくとも自動車用の外板のような高級鋼に関しては一貫品質管理を必須とする「擦り合わせ型アーキテクチャ」を想定し、その前提となる「統合型組織能力」の一括移転を構想していた日本側に対して、韓国側は、「最新鋭設備を寄せ集めたモジュラー型工程は、擦り合わせ済みの古い一貫工程に競争力で勝る」という、いわばモジュラー的な発想で技術移転の契約構造を組んだようである。この認識のずれが、韓国鉄鋼業のその後の戦略選択と競争力の構造に、長期的な影響を与えていくことになる。

**一貫操業指導は困難に**：プラント調達先を日本企業一辺倒から次第にヨーロッパ企業に分散させたことは、対日貿易赤字の軽減や有利な借款条件の獲得といった意図で行われたことであるが、結果的には、高炉から圧延までの統合的な一貫操業指導も困難になる、という副作用を伴った。操業指導を担当するジャパン・グループは自分が使ったことのないヨーロッパ製プラントの操業指導はできなかったので、この部分はヨーロッパ・メーカー自身が操業指導を行ったのである。その意図せざる結果として、POSCOの初期の製鉄所建設において「工程アーキテクチャのモジュラー化」が進んだのである。<sup>37</sup>

このように個別プラント単位で別々に操業指導を行うやり方でも、規格通りの汎用品を

<sup>37</sup> 田中（2008）は、こうした技術の「寄せ集め導入」が、むしろ POSCO の「まとめ能力」の構築を促進したという能力構築の側面（藤本，1997）を重視する。いい換えれば、「インテグラル型高級鋼」という製品特性に、統合型という組織能力を合わせようとする企業努力を強調する。本稿では逆に、「統合型組織能力の不足」という現場の特性に合った「モジュラー型アーキテクチャの製品」を戦略的に選択したこと、つまり組織能力に製品特性を合わせるという逆のロジックを強調した。組織能力と製品特性の動的な相互作用を重視する立場からすれば、以上二つの流れは同時に起こっていたと考えるのが自然であろう。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

生産する限りでは特に支障がないといわれる。しかし、個々のユーザーの用途に応じた細かい仕様を要求される特殊製品の場合には、製鉄や製鋼（特に後者）段階からのきめ細かい一貫品質管理が必須となる。自動車用の表面処理鋼板はその典型例である。

かくして、契約の脱パッケージ化による、日本企業による一貫操業指導の困難化は、結果的に、汎用品から高級品へ移行する段階で、さらなる技術吸収の障害となった。当時の韓国側の資料を見ても、韓国側に「高級鋼も最新設備の寄せ集めでいける」というアーキテクチャ上の「認識のずれ」が当初あったことは明らかである。

むしろ、その後の POSCO の躍進を見て、いわゆる「ブーメラン効果」を恐れた日本の鉄鋼メーカーが、POSCO への「インテグラル型」鉄鋼技術の移転に慎重になったということもある。しかし、普通鋼と高級鋼で、対日キャッチアップのスピードに大きな差が出たことは、まさに POSCO 自身が、自立化と競争力強化を目指して行った工程アーキテクチャの選択、およびその背後にある組織能力構築に関する暗黙の選択がもたらした、いわば「意図せざる結果」でもあったと筆者は考える（藤本, 1997; Mintzberg & Waters, 1985）。

そもそも 1970 年代、「ジャパン・グループ」による POSCO への操業指導は、設計や機器製造とは違って、契約上の保証条項のない「無保証契約」（non-obligation）であった。技術指導は客先の技術レベルによって成果が大きく違ってくるので、技術供与側としても成果保証によるリスク負担には応じられないわけである。<sup>38</sup>

このような「無保証契約」による技術移転の場合、技術移転の成果は、POSCO 自身の技術水準によって大きく左右される。つまり、POSCO が自分の必要とする操業技術を明確に定義し、その伝授をジャパン・グループに正確な形で要求することができる場合にのみ、技術移転の成果が上がるのである。

その点で、POSCO は規格通りの製品を作る技術を識別し、その移転を要求する能力はすでに備わっており、したがって、モジュラー・アーキテクチャの工程で生産できる汎用タイプの規格品の操業技術移転は問題がなかったといえる。しかし、規格を超える特殊品技術の識別能力は、少なくとも当時は不十分であった。<sup>39</sup> したがって、特殊品の場合は POSCO が、ジャパン・グループの「擦り合わせノウハウ」を、十分に引き出せなかった可能性が高い。操業技術の移転が不十分となり、これが高級鋼でのボトルネックになった。つまり「無

<sup>38</sup> 操業指導の契約は、職種・職能別に指導員派遣や訓練生受入の延べ日数（例えば人・月で表示）を規定する形で行われる。

<sup>39</sup> 例えば、顧客の要求精度が産業別、企業別にどう違って来るか、特定の用途にとって必要な品質の条件は何か。その品質を出すための「コツ」はどこにあるか、といった問題に関する知識。

保証契約」による操業技術の移転は、とくに「工程擦り合わせ」による特殊品の技術吸収にとって、ひとつの制約となったと推測される。

### 創発的戦略形成と POSCO の成功

以上のような技術移転プロセスを経て、POSCO は、日本型の統合型組織能力の全面的移転という選択をせず、むしろ早期の自立化を目指し、「先端的設備のバラ買い」という、よりモジュラー指向の能力構築経路を選択した。その後、POSCO が世界有数の規模と収益性を誇る鉄鋼メーカーに育っていったことを見れば、この戦略選択は結果として間違っていないと見るのが妥当だろう。

しかしそれは、当初 POSCO が構想していた「高級鋼でのスムーズなキャッチアップ」という経路ではなく、むしろ「事後的に得意なことが分った普通鋼系の戦略商品への集中特化」という経路を経てのものであった。この間の POSCO 側の意志決定プロセスの詳細はいまだ明らかではなく、さらに精密な実証研究・歴史研究を要するが、さまざまな傍証を総合判断することによって、筆者は、POSCO におけるこうした戦略形成は、事前合理的な判断に基づく「周到な戦略」(deliberate strategy) というよりは、むしろ、意図せざる結果への事後的対応を伴う「創発的な戦略」(emergent strategy) に近かったのではないかと推測する (Mintzberg & Waters, 1985)。

つまり、「高級鋼のアーキテクチャ特性を見誤った」という POSCO の初期の判断ミスは、結果として「怪我の功名」効果をもたらした (藤本, 1997; Fujimoto, 1999)。その結果として、POSCO に蓄積された「分業型の組織能力」と適合的な「モジュラー型アーキテクチャ寄りの製品」に集中特化することにより、財務的には日本企業を上回る成果を上げたと推定されるのである。

### 汎用鋼と高級鋼: 韓国企業における競争力の二重構造

しかし、その反面、POSCO は前述のように、インテグラル型の高級鋼では、長期にわたり、対日キャッチアップに手間取ることになる。

一般に、一貫製鉄所の技術移転は資本体化技術を中心として行われる。<sup>40</sup> POSCO に、設立当初から優秀な経営人材・技術人材や資金力が集中していたことも間違いない。つまり、

<sup>40</sup> 適当な定量データはないが、参考までに浦項第一期から第三期における設備の対外支出額は約 11 億ドルであるのに対して、設計・計画の対外支出は 1400 万ドルであり、後者は前者の 1.3% にすぎない。このことから、資本体化技術への依存の高さが推測できる。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

技術の吸収能力は高かった。したがって、他の産業に比べれば、技術移転効率は優れていたと見て間違いない。ところが、対日キャッチアップのスピードは、建設用鋼材のような汎用鋼の場合と、自動車用外板など高級鋼の場合とで、大きく異なったわけである。そして、その背後には、能力構築とアーキテクチャに関する企業の選択がある、というのが本稿の仮説であった。そして、本稿で取り上げた韓国 POSCO への技術移転の事例は、おおむねこの仮説と整合的であったと筆者は考える。

ひとつの傍証として、主要な圧延設備の性能を日韓で比較したのが表 6 である。表で明らかのように、個別の設備そのものの性能という点では、韓国と日本の技術の差はほとんどなかった。したがって、個々の設備能力がものをいう汎用鋼の生産では、POSCO と日本の主要製鉄所の技術力の差はほとんどないと見れば、汎用鋼における急速なキャッチアップの説明がつく。要するに、汎用鋼はモジュラー的（設備寄せ集めの）な工程アーキテクチャにもとづく製品だ、ということである。

表 6 浦項製鉄所と日本の製鉄所の主要圧延機比較

A 厚板圧延機						
	浦 項 (1厚板)	浦 項 (2厚板)	N S C 君 津	N K K 福 山	川 鉄 水 島	鉄 島
厚板最大幅	3.1 m	4.5 m	4.5 m	4.5 m	4.0 m	
最大スラブ単重	15トン	27トン	24.5トン	26トン	22.6トン	
Workロール	900φ×3350 L	1050φ×4724 L	1000φ×4724 L	1020φ×4700 L	1020φ×4100 L	
Back-upロール	1550φ×3250 L	2000φ×4597 L	2000φ×4577 L	1980φ×4600 L	1900φ×4000 L	
電動機出力	n.a	5500kW×2	5000kW×2	4500kW×2	3750kW×2	
圧 延 力	3600トン	7000トン	7000トン	4500トン	3750トン	

B 熱間薄板圧延機								
	浦 項 (1熱延)	浦 項 (2熱延)	N S C 室 蘭	住 金 和歌山	N S C 君 津	川 鉄 水 島	N S C 大 分	神 鋼 加 古 川
胴 長 (m/m)	1422	2,000	1,330	1,880	2,286	2,300	2,250	2,186
型 式	半連続	連続 <sup>(3/4)</sup>	半連続	半連続	連続	連続	連続 <sup>(3/4)</sup>	連続 <sup>(3/4)</sup>
粗 圧 延 機 数	1	4	1	1	6	5	4	4
仕 圧 基 礎 数	6	7	6	6	7	7	7	6
電動機総容量(kW)	21,500	56,000	23,300	29,500	70,200	46,800	75,800	34,500
最 高 速 度 (mpm)	940	1,350	900	720	1,400	1,345	1,627	1,185

C 冷間薄板圧延機					
	Stand 数	最高圧延速 度 (mpm)	最大Coil (t)	油 圧 圧 下	制御系 SCR化
浦 項 製 鉄	5	1850	28	0	0
川 鉄 水 島	5	1500	50	0	0
神 鋼 加 古 川	5	1680	50	0	0
住 金 鹿 島	5	1810	45	0	0
N.K.K. 福 山	5	1830	32	0	0
N.S.C. 名 古 屋	6	2300	25	0	0
N.S.C. 君 津	6	2500	45	0	0

出所) 三菱総合研究所 (1981)

しかし、前述の溶融亜鉛めっき鋼板や BH 鋼のような高級鋼の場合は、こうした寄せ集めだけでは競争力の再現は難しい。高級鋼の開発は、既存の資本設備を前提としつつ、これに、人・書類・ソフトウェアなどに体化した「設備の使いこなし技術」のノウハウが付け加わる。特に、人に体化したカン・コツ・経験が競争力に与える影響が大きくなる。その分、個々の設備機器に内蔵された「資本体化技術」の比重は低下し、それだけ、技術移転の速度は落ちるのである。しかもこうしたタイプの高級鋼の場合、設備単体の使いこなしノウハウというだけでなく、複数の工程や設備を連携調整し、相互に最適化させる統合的なノウハウが必要とされることが多い。すでに自動車用鋼板について分析したとおりだが、要するにそれは、「擦り合わせ」工程アーキテクチャであり、「設備の寄せ集め」では顧客が納得する製品を供給することが難しいのである。

以上二つの理由、すなわち第一に、高級鋼では技術（設計情報）が体化しているメディアの構成が、資本よりも人やソフトの方により多く依存していること、第二に、設計情報そのもののアーキテクチャが擦り合わせ的であり、微妙な連携調整のノウハウを伴うことが、高級鋼における技術移転のペースが汎用鋼よりもずっと遅くなった主たる理由だと考えられる。

### 顧客の製品評価能力がアーキテクチャを左右する

汎用鋼では強いが一部の高級鋼で意外にてこずる、という POSCO の競争力のパターンの背後には、顧客の製品評価能力というものがある。顧客が製品特性の細かい差を識別し評価できる場合、メーカーの側も、よりきめ細かい工程のコントロールが必要になり、それだけ、擦り合わせ型の工程アーキテクチャに傾きやすいといえる。

その点、1970 年代当時の韓国の鉄鋼製品ユーザーの製品識別能力は、たいていの場合、「規格品」を指定して購買するレベルであった。また、韓国財の輸出市場である東南アジア市場や日本の「店売り」販売ルートの場合も、「規格品」指定、あるいはそれ以下の大雑把なユーザーがほとんどであった。日本の自動車メーカーのように、規格の品番指定ではなく、もっと細かいレベルの特注オーダーを出してくる「超規格級」のうるさいユーザーも当時は少なかった。<sup>41</sup> こうした段階では、純粹技術的にはともかく、商業ベースでの高級鋼開発は促進されにくかったのである。

また、川下の急成長の続く 1980 年当時の韓国の国内市場は少なくとも典型的な「売り手

<sup>41</sup> 日韓の鉄鋼ユーザーの製品識別能力の差は、注文書の記載量の違いに歴然とあらわれるといわれる。

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

市場」であり、<sup>42</sup> スケールメリットのない特殊製品の生産を敢えて行う必要はなかった。POSCO の側にも、量の少ない特殊な注文は断ることによって、生産量を極大化しようとする「稼働率第一主義」が、生産部門を中心に根強かった。収益性のことを考えれば、汎用鋼だけで稼働率が確保できるのであれば、それは経済合理的な選択だったといっていだらう。顧客の特殊な要求に対応する「技術サービス部門」も、POSCO では 1980 年によく創設された。このように、高級鋼への多様化を促進する市場条件は、当時の韓国では十分に準備されていなかったのである。

### 小括：韓国企業のキャッチアップと工程アーキテクチャ

以上のように、日本企業からの技術移転を受けた 1970-80 年代の韓国の鉄鋼業は、汎用品では急速にキャッチアップが進み、日本製品との競争が激化した。設備に技術が体化し、しかも個々の設備の寄せ集めでねらった製品機能が出やすい「モジュラー型」の工程アーキテクチャであったことが、汎用品での速いキャッチアップをもたらしたといえる。その後の、DRAM 半導体などにおける韓国企業の躍進と同様の、「資本集約・モジュラー型製品」における急速なキャッチアップという韓国企業得意のパターン（藤本, 2004）が、すでにこの時代の鉄鋼製品においては顕在化していたのである。

むしろ、そうした汎用鋼を中心とした製品構成でもって、大型製鉄所二つで高い稼働率を維持できるのであれば、企業経営としては合理的だったわけであり、実際、前述のように、POSCO の収益力は際立って高かった。POSCO が汎用鋼に傾斜してきたひとつの理由がここにある。

これに対して、特殊鋼・高級鋼の分野では、対日キャッチアップの速度ははるかに遅かった。その結果、技術移転から四半世紀以上たった 21 世紀初頭の段階でも、自動車外板用の表面処理鋼板など一部の高級鋼においては、日本企業の競争優位が続いている。それは、冒頭、自動車用外板のケースで示したとおりである。

## 6 まとめ：プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

### 雁行形態論・比較優位論と「微細な産業内貿易」

最後に、本稿の考察結果をまとめておこう。

<sup>42</sup> 1980 年には鉄鋼製品の内需は前年比マイナスとなり、この傾向はやや弱まった。

本稿でも指摘してきたように、東アジアにおける鉄鋼貿易構造は、一方において、日本に対する韓国、台湾、中国の順次キャッチアップという、雁行形態論が想定してきたようなパターンを見せてきたが、他方においては、日本が一部の特殊グレード品目で競争優位を維持するなど、単純なキャッチアップ仮説では説明しにくい現象も見られた。かくして出現した、東アジア鉄鋼業における「微細な産業内貿易」という構図は、部分的には、既存の比較優位説や雁行形態論 (Akamatsu, 1962)、あるいはプロダクトサイクル説 (Vernon, 1966) などで説明できるが、例えば、自動車外板用の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は日本から韓国へ輸出される一方、自動車内板用の冷延鋼板の一部は韓国から日本に輸出される、といった現象は、これらの既成理論だけでは説明しきれないと筆者は考えた。

なぜ、ある種の鋼種では後進国が急速に力をつける反面、他の鋼種ではその速度が遅く、結果として2国間で、輸入品目と輸出品目が細かいレベルで分かれる「微細な産業内貿易」が観察されるのか。

このような「微細な現象」を説明するためには、分析の単位もより微細なレベルに設定する必要がある。そこで、分析単位を産業一般ではなく、それを構成する生産・開発拠点、すなわち「現場」のレベルにまで降ろし、製品に関しても、細かい品目ごとの設計形式、すなわちアーキテクチャの違いに着目したのである。こうした、現場レベルの組織能力論と設計論の導入によって、これまで説明しにくかった東アジア鉄鋼貿易の構造が、より明確に理解できるのではないかと考えたわけである。

このようなねらいから本稿で採用したのが、「組織能力と工程アーキテクチャによる比較優位分析」である (藤本, 2001, 2003, 2004)。すなわち、企業が選択し構築する「ものづくり現場の組織能力」と、同じく企業が選択する生產品目の持つ設計論的な形式すなわち「製品・工程アーキテクチャ」の間には、ある種の適合 (フィット) 関係があり、その適合度が高い製品が比較優位を持つ傾向がある、という仮説である。

### 浦項製鉄所への技術移転と能力構築の経路

韓国・浦項製鉄所に対する日本からの技術移転に関する本稿の実証分析の結果は、おおむね、能力構築とアーキテクチャ選択に関するこうした分析枠組みや仮説と整合的であった。すなわち、1970年代に操業した浦項製鉄所は、当初〔第一期〕は日本の企業連合 (ジャパン・グループ、主に新日本製鐵と日本鋼管) とのターンキー契約のもとで建設され、機械設備も日本メーカー (とりわけ新日鐵君津製鉄所) と同型で、当時の最新式であり、



## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

その操業手法〔レシピ〕の詳細も、暗黙知も含め現場レベルに移転されていた。つまり、インテグラル型工程アーキテクチャを前提とした、パッケージとしての包括的な技術移転の試みだったのである。

しかし興味深いことに、POSCO はその後、日本に急速にキャッチアップするには、日本からの設備とレシピのパッケージ導入では限界があり、むしろ最新鋭の設備を世界中から集めたほうが良いとの考えに転じた。つまり、高級鋼も含め日本にキャッチアップするには工程をモジュラー型（最新鋭設備の寄せ集め）にしたほうが良いと判断したのである。かくして、浦項製鉄所の第二期以降、および2番目に建設された光陽製鉄所では、日本や欧州から最先端設備を導入していく。そして、ここで暗黙のうちに指向されたのは、競争力のある新鋭設備を的確に選択し、バラ買的に迅速に導入し、その稼働率を高める力、つまり「分業型組織能力」だった。日本からの「統合型組織能力」の移転という当初の路線は、事実上、放棄されたのである。

しかしながら、前述のように一部の高級鋼は実際にはインテグラル型の色彩が強かったため、POSCO はその後 20 年以上にわたって、自動車用の一部高級鋼の非価格競争力で日本製品に追いつけない、という問題に直面することになる。POSCO が選んだ分業型組織能力と、これら高級鋼のインテグラル・アーキテクチャとの間の不適合が、その根本的な原因であったと、我々は考える。

一方、このアーキテクチャ仮説は、POSCO のその後の躍進をもある程度説明できる。すなわち、POSCO は、みずから選んだ分業型の組織能力と相性の良い、つまり比較的工程モジュラー性の高い品目、例えば造船や建設業向けの汎用品に当面は傾斜し、これらに集中することにより設備の稼働率を高めていったのである。

こうした汎用品の場合、前述のような自動車外板用の高級鋼に求められるような、厳しく複合的な機能要求はあまりなかった。個々の設備ごとの作業標準書（マニュアル）に沿って行えば、要求機能の達成はおおむね可能であった。つまり、設備間のパラメータの微妙な相互調整はさほど必要とされなかったのである。

また、汎用品の場合、その機能・品質の向上は、個々の製造設備の制御精度を向上させることで可能であった。例えば、最新鋭の真空脱ガス装置を導入すれば、鋼材の炭素含有量が 20 ppm 以下という高度に精製された製品を作ることができる。また最新式の圧延技術を採用すれば、厳しい顧客が要求する寸法精度を達成することもできる。さらに、機器ごとのデジタル制御技術も発展している。このように、個別工程ごとにパラメータを部分

最適化することによって製品の機能が向上するのは、モジュラー型工程アーキテクチャの特徴といえよう。

以上見てきたように、POSCO は自社が構築してきた「分業型組織能力」と適合的な「モジュラー型工程アーキテクチャ」の製品群を集中的に選択し、規模の経済を重視することによって、国際的に見ても優れた生産性と費用効率、さらには収益性を達成していった。その間、彼らは自動車用途においても、機能要求がそれほど厳密でなく、経済性が最優先される品目、例えば車体部品に用いる鋼板の生産は活発に行っているが、その反面、前述のように、輸出向け自動車の外板などに用いられる高機能鋼板では、日本製へのキャッチアップはなかなか進まなかったのである。

### 創発的能力構築、アーキテクチャ選択、そして比較優位

本稿では、「組織能力と工程アーキテクチャによる産業競争力分析」という枠組みに沿って、東アジア鉄鋼産業における「微細な産業内貿易」の実証分析を試みた。

まず、日本の鉄鋼メーカーが強い輸出競争力を持っている自動車用高級鋼に関して、それに要求される製品機能と、その実現に必要なとされる工程パラメータについて分析し、これら高級鋼が、概して擦り合わせ型工程アーキテクチャという特徴を持つことを確認した。BH 鋼板や表面処理鋼板といった高級鋼の工程分析を通じて、日本企業がそうした製品の持つインテグラル型の工程アーキテクチャの要求に見合う統合型の組織能力を構築してきたことを確認した。

次に、日本の製鉄一貫企業から韓国 POSCO (浦項製鉄所) への初期の技術移転を分析することを通じて、日本企業が得意とする鉄鋼製品の特徴を明らかにし、さらに、技術の受け手によるキャッチアップが迅速に進むといわれる装置産業における「資本体化技術の移転」であるにもかかわらず、韓国 POSCO がある種の高級鋼において日本企業に対する技術的キャッチアップが遅れたのはなぜか、という問題を、創発的戦略論、組織能力構築論、およびアーキテクチャ論の観点から分析した。

その結果、東アジアにおける鉄鋼産業の国際分業関係は、二つの動的な要因が絡み合い、複雑な様相を呈していることが明らかになった。すなわち、一方においては、各国企業がそれぞれ先端的な技術の導入を目指すという雁行形態論的なキャッチアップの論理によって、あるいは、市場である自動車産業が存在するところで自動車用鉄鋼生産が行われる、という消費立地の論理によって、東アジアにおける自動車用鋼板の製品構造 (プロダ

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

クトミックス)は、キャッチアップにより相互に収斂化する傾向がある程度見られた。実際、POSCOや中国メーカーは、近年高機能製品分野に参入する動きを見せている。

しかしその一方、統合型の組織能力は、少なくとも近年においては日本に偏在する傾向があるようであった(藤本, 2003, 2004, 2007; 藤本, 武石, 青島, 2001)。その表れとして、統合型組織能力と適合的(相性が良い)と論理的に予想される、擦り合わせ型(インテグラル型)の工程アーキテクチャを持つ高級鋼において、日本企業の比較優位が根強く残る傾向が観察されたのである。こうした「アーキテクチャの比較優位」というロジックが貫徹する限り、東アジア各国の自動車用鋼板のプロダクト・ミックスが完全に収斂化することは、長期にわたってないかもしれない。

戦後日本では、自動車や家電など、機械系の加工組立製品が国際競争力を発揮する傾向が顕著であり、プロセス産業はあまり得意でない、という印象が一般的には強かった。実際、石油化学汎用品のように、日本企業が長年苦戦してきた分野に、大型汎用設備を並べて運転するタイプの装置産業があったことも事実である。きわだって技術集約的(ハイテク)とはいえない資本集約産業である鉄鋼業でも、東アジア諸国のキャッチアップと日本の衰退が一方的に進むだろう、という予想は、雁行形態論が想定する長期趨勢でもあったのである。

しかし、一見そうした「弱いプロセス産業」の仲間入りをしそうな日本の鉄鋼業は、企業経営としての戦略構築力や収益力には問題が少なくなかったものの、貿易統計などに表れる輸出競争力においては、1990年代も崩れそうで崩れず、むしろ鉄鋼輸出は、1990年以降、増勢に転じたのである。石油危機、貿易摩擦、円高、バブル崩壊、韓国企業の台頭、中国産業の急膨張など、多くの逆境的要因がその間にも次々と顕在化してきたことを考えれば、この産業で、1億トンの生産量、3000万トン以上の輸出を達成してきたことは、雁行形態論が想定していなかった「粘り」ともいえる。

その本質的な理由を考える場合、むしろキーワードは、「装置産業」とか「資本集約産業」といった既成概念ではなく、設計論を応用した「アーキテクチャ」概念、あるいは現場管理論に立ち返った「ものづくり組織能力」の概念だ、というのが本稿の主張である。とりわけ、自動車という擦り合わせ製品の競争力を支えつつ、自らも擦り合わせの工程アーキテクチャで勝負する自動車用的高级鋼は、ある意味で、日本の鉄鋼業の「しぶとさ」を象徴する製品だったといえよう。

こうしたダイナミックな能力構築やキャッチアップ、アーキテクチャ選択の結果、アジ

ア地域において、日韓中の鉄鋼企業は、その間の雁行形態的な技術移転とキャッチアップにもかかわらず、それぞれ異なるタイプの組織能力を構築し、またそれと適合的な工程アーキテクチャを持つ製品において、比較優位を発揮する傾向が見られた。

このように、雁行形態的キャッチアップの結果、分業の単位は微細化するが、他方、能力構築の創発的な特性ゆえに、「組織能力の偏在」という状況は、グローバル競争下の世界においても続く可能性が高い。その結果、自動車用鋼板という狭い産業分類の中で、「微細な産業内貿易」が長期にわたり安定的に観察されたわけである。そして、この構図は、こうした組織能力とアーキテクチャのダイナミズムが続く限り、今後もある程度維持されると、筆者は考える。

## 参考文献

- 安保哲夫, 板垣博, 上山邦雄, 河村哲二, 公文溥 (1991) 『アメリカに生きる日本的生産システム』東洋経済新報社.
- Akamatsu, K. (1962). A historical pattern of economic growth in developing countries. *The Developing Economies*, (Preliminary Issue, No. 1), 3–25.
- Dastur, M. N. (1978). *Case studies in transfer of technology in the iron and steel sector: The case of Bokaro, India*. UNCTAD.
- 藤本隆宏 (1997) 『生産システムの進化論』有斐閣.
- Fujimoto, T. (1999). *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York: Oxford University Press.
- 藤本隆宏 (2001) 「アーキテクチャの産業論」『ビジネス・アーキテクチャ / 製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣.
- 藤本隆宏 (2003) 『能力構築競争』中央公論新社.
- 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社.
- 藤本隆宏 (2007) 「設計立地の比較優位：開かれたものづくりの観点から」『一橋ビジネスレビュー』55(1), 22–37.
- 藤本隆宏, 葛東昇, 呉在烜 (2008) 「東アジアの産業内貿易と工程アーキテクチャ 自動車用鋼板の事例」『アジア経営研究』14, 19–36.
- 藤本隆宏, 武石彰, 青島矢一 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣.

## プロセス産業における能力構築とアーキテクチャ選択

---

- 林田英治 (2007) 日本鉄鋼業の競争力」『マネジメントトレンド』12(2), 85–96.
- 平沼亮 (1995) 「鉄鋼高炉業界の『経営革命』」『財界観測』10月号, 2–41.
- 川端望 (2005) 『東アジア鉄鋼業の構造とダイナミズム』ミネルヴァ書房.
- Mintzberg, H., & Waters, J. A. (1985). Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic Management Journal*, 6(3), 257–272.
- 三菱総合研究所 (1981) 『1980年代における日韓国際分業の動向に関するケース・スタディ 鉄鋼・石油化学・繊維の3業種を中心として』(総合研究開発機構助成研究 NRF-79-3).
- 夏目大介 (2005) 『鉄鋼業における生産管理の展開』同文館出版.
- 日本労働研究機構 (1997) 『鉄鋼業の労使関係と人材育成』日本労働研究機構.
- 劉志宏 (2003) 「宝山製鉄所の技術導入をめぐる政策決定」『アジア研究』49(2), 3–25.
- 劉志宏 (2008) 「市場経済化と企業成長 宝山鋼鉄の事例」工藤章, 伊原基 編『企業分析と現代資本主義』(pp. 232–269). ミネルヴァ書房.
- 佐藤進, 岡田進, 加藤俊之, 橋本修, 花澤利健, 恒川裕志 (1991) 「自動車外板用焼付硬化型高強度冷延鋼板の開発(前)」『川崎製鉄技報』23(4), 29–35.
- 新日本製鉄(株) 編 (2004) 『鉄と鉄鋼がわかる本』日本実業出版社.
- 高橋学 (2003) 「自動車用高強度鋼板の開発」『新日鉄技報』378, 2–6.
- 田中彰 (2008) 「鉄鋼:日本モデルの波及と拡散」塩地洋 編著『東アジア優位産業の競争力』(pp. 15–49). ミネルヴァ書房.
- Vernon, R. (1966) International investment and international trade in the product cycle. *Quarterly Journal of Economics*, 80(2), 190–207.



**赤門マネジメント・レビュー編集委員会**

編集長 新宅 純二郎

副編集長 天野 倫文

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

**赤門マネジメント・レビュー 7巻7号** 2008年7月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 高橋 伸夫

東京都千代田区丸の内

<http://www.gbrc.jp>