

Title	中国上海宝山製鉄所における技術選択
Sub Title	The Choice of Technology of Baochan Iron-Steel Complex in Shanghai, China
Author	孟, 若燕(Meng, Ryu-yan)
Publisher	
Publication year	1994
Jtitle	三田商学研究 (Mita business review). Vol.36, No.6 (1994. 2) ,p.67- 78
JaLC DOI	
Abstract	上海宝山一貫製鉄所は「四つの近代化」政策の下で,中国が最も先進的な技術を移植するための最初で最大の試みであった。本研究では,経済発展理論における技術選択評価のモデルを用いて,上海宝山製鉄所の技術選択の実態,さらに選択の適応性について分析した。
Notes	
Genre	Journal Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234698-19940225-04083998">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234698-19940225-04083998</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

## 研究ノート

## 中国上海宝山製鉄所における技術選択

孟 若 燕

## &lt;要 約&gt;

上海宝山一貫製鉄所は、「四つの近代化」政策の下で、中国が最も先進的な技術を移植するための最初で最大の試みであった。本研究では、経済発展理論における技術選択評価のモデルを用いて、上海宝山製鉄所の技術選択の実態、さらに選択の適応性について分析した。

## &lt;キーワード&gt;

中国鉄鋼業、経済発展、鉄鋼技術、要素集約度基準、資本係数基準、資本収益率、内部収益率、技術選択、プロジェクト評価。

## I. はじめに

中国最大の臨海一貫製鉄所——上海宝山製鉄所（現在600万トン体制）は1978年に立案され、1985年に第1期工事竣工、1991年第2期工事が竣工した。1985年、第1号高炉が火入れして以来、安定して生産量が拡大していることとともに、高い労働生産性、低い原燃料消費率、先進国並みの環境対策、および日本の生産管理体制を中心とする管理運営方式、などの成果を上げ、国内外の注目を浴びている<sup>1)</sup>。しかし、こうした

高い労働生産性、低い原燃料比率などの成果をもたらした主要な原因はきわめて高い資本集約的技術を選択したためではないかという疑問を抱かざるをえない<sup>2)</sup>。もしそうであれば、上海宝山製鉄所の技術選択（the choice of technique）についてどのような評価を与えるべきか、また、中国鉄鋼業の近代化の今後の発展方向に対してどのような示唆を与えるか、という問題が生じる。本稿は、この問題を視野におき、経済発展理論における技術選択に対する基本的な考え方にに基づき、産業発展の歴史から中国宝山製鉄所の技術選択の問題に論及し、実証研究の予備的考察としたい。

まず次節では、中国鉄鋼業の1950～1970年代における技術の実態を考察し、1970年代後半、つまり中国が近代化政策の中で鉄鋼業の近代化に本格的取り組んだ時期において、どのような特徴或いは選択の可能性が存在したのかを明らかにしたい。第Ⅲ節では、経済発

1) 1990年製鉄と製鋼部門の労働生産性を見ると、製鉄部門8,160トン、製鋼部門1,910トン、全国平均値の746トン、169トンより10倍以上高く、重点企业47社の平均値1,579トン、788トンに比べてもはるかに高い。原燃料投入量からみて、製鉄部門では燃料（石炭）対銑鉄比が494kg/トン、コークス対銑鉄比が430kg/トン、鉄鉱石対銑鉄比が1,648kg/トンで、製鋼部門では銑鉄対粗鋼比が871kg/トン、鉄合金対粗鋼比が8.5kg/トンであり、重点企业それぞれの平均値の571kg/トン、525kg/トン、1,799kg/トン、1,002kg/トン、14.4kg/トンのいずれもより低くなっている。『中国統計年鑑（1991年）』

2) 1970年代末頃中国国内で宝山製鉄所の技術導入の方式に関して大きな論争が起きた。その後、調整政策を背景にして、宝山プロジェクトの工事期間は大きく伸ばされていた。周伝典「關於冶金工業近代化の若干認識和提案」『人民日報』1980年3月21日付。陳惠琴「必須轉換技術導入的方向」『經濟管理』1984年4月号。

展理論における技術選択の問題に関する基本的見解、基本モデルを提示し、その意味を理論的に明らかにしたい。第Ⅳ節では、1978年に立案された宝山製鉄所の技術選択の実態、さらに選択の適応性について分析したい。分析は2つに分け、1つは理論モデルに基づく分析であり、もう1つは歴史的な条件からの分析である。最後の節で、まとめとして結論を出したい。

## Ⅱ. 中国鉄鋼業の技術選択

### 1. 鉄鋼業先進技術の発展

戦後、世界の鉄鋼生産における技術進歩は多方面にわたって絶えず行われてきた。最も大きな進歩は以下の点にある。

(1) 高炉の大型化・超大型化と製鉄技術の向上。鉄鋼生産のシンボルとされている高炉は、容積を大きくすることにより規模の利益を享受できる。1960年頃、高炉容積の平均は100~300<sup>3)</sup>m<sup>3</sup>であった。1970年代になると、先進国においては平均的に1000<sup>3)</sup>m<sup>3</sup>以上になり、4000<sup>3)</sup>m<sup>3</sup>の高炉も少なくない。とくに後発製鉄国としての日本および一部の新興製鉄国において導入されたケースが多く、これらの地域において高炉の大型化が最も進んでいる。

(2) 製鋼の転炉化。1940年代に、酸素製造技術の発展、酸素価格の低下を背景として純酸素上吹転炉(LD転炉)技術が開発され、1952年オーストラリアではじめて30トンLD転炉が建設された。LD転炉の誕生は、製鋼技術史上の革命的な進歩とみなされ、1970年代以降、LD転炉による産出量は世界粗鋼産出量の過半を占めるようになった。平炉、電炉製鋼に比べ、転炉製鋼は原料として100%熔銑を使うため、鉄屑が少ない国ではとくに多く利用されている。1970年代後半からは、さらに底吹転炉技術に進展している。

(3) 製鋼の連続化。戦後の製鋼生産において、もう1つ大きな技術革新がある。それは連続鑄造設備の登場である。従来の分塊ミルにとってかわる粗鋼から鋼片までの連続化、いわゆる連続鑄造鋼片技術は歩留り向上によるコスト低減および省エネルギーに大きな特色を有している。こうしたメリットがあるため、1970年には先進国での連続化比率(連続生産/粗鋼生産)は平均的にわずか5%にすぎなかったが、1980年代に

おいて平均40%以上にまで発展し、なかでも日本が最も高く、1983年が86.3%となった。<sup>4)</sup>

(4) 圧延設備の大型化、高速化、連続化。圧延設備は大規模化、高速化と同時に連鑄一熱延直接プロセスの導入が進み、最近では半凝固加工プロセスや高性能表面処理などの最新技術が注目されつつある。

(5) オートメーション技術の発展。先進国において生産効率上昇を目指しているのは当然であるが、同時に産業社会のニーズの多様化・高級化に対応する必要がある。このために、生産工程にプロセス・コンピュータを導入し、高炉・転炉・加熱炉操業のAI(人工知能)化、鋼材精製ヤードの自動運転、コンピュータ・システム故障診断、材料の成分設計および生産計画支援などを実現が可能となった。最近、さらに高度なオートメーションのために生産プロセスのFMS化(flexible manufacturing system)即ち高度なシステム化、ネットワーク化等が進められている。

(6) 一貫製鉄所の発展。高炉の大型化とともに一貫製鉄所も大きく発展した。フォワード・インテグレーション方式(forward integration)といわれる一貫製鉄所は、製銑設備の規模に応じて体系化された製鋼、圧延設備、最終製品製造設備を、製銑から圧延まで一貫させて設置するもので、規模の経済が大きいといわれる。後発・新興製鉄国においては、激しい国際競争の中で国家主導による鉄鋼一貫への転換が最も進んでいる。

(7) 臨海一貫製鉄所の発展。先進国では生産方法の革新によりエネルギーや原料に対する量的な依存度が相対的に低くなり、製鉄所の立地上では質のよい海外原燃料に依存する臨海地帯一貫製鉄所が発展している。臨海製鉄所産出量の比率が大きいのは、オランダ(85.7)、日本(82.2)、イギリス(64.5)、フランス(44.2)である。<sup>5)</sup>

(8) 環境問題の重視。環境問題が大きな社会問題として一般的に認識されたのは、世界各国も20年前であり、そう遠い過去ではない。諸統計データによる実態の把握が開始されたのも約10年前からである。鉄鋼業の場合、環境問題は主に大気汚染、水質汚濁および騒

3) 中国科学院地理研究所(主編)『世界鋼鉄工業地理』冶金出版社、1989年、pp.48~9

4) 丸山伸郎『中国の工業化と産業技術進歩』アジア経済研究所、1988年、p.136

5) 戸田弘元『現代世界鉄鋼業論』文真堂、昭和59年、p.32

音の問題であり、対策が必要とされる。先進国とくに日本の場合、国が厳しい規制を設けており、環境対策のための設備・技術開発は世界の先端に位置している。

## 2. 50～70年代中国鉄鋼業技術の実態

1950年代以前の中国は、製鉄所が鞍山と重慶（元漢陽製鉄所）2ヶ所、製鋼所が上海、唐山、天津、海南島など7ヶ所にすぎず、規模も小さかった。1949年の粗綱産出量は15.8万トンであった。<sup>6)</sup>1950年代、中華人民共和国の成立後、第1次5ヶ年計画期にソ連から全面的に技術を導入し、大規模な建設を始めた。鞍山、重慶の修復とともに武漢、太原、包頭など8ヶ所に大型・中型一貫製鉄所が新設された。1959年の粗綱産出量は1,387万トンと1949年より87倍に増加した。<sup>7)</sup>1960年代に入り、中ソ間におけるイデオロギー上の論争のため、技術協力関係も崩壊した。冷戦状態の中、西側から技術導入もほとんど不可能な状態で、中国は「自力更生」の時期に入った。ソ連の技術・設備を最大限に消化・改善し、その上、自力で新しい技術の開発にも力を入れた。1979年において粗綱産出量は3,448万トンとなり、1950年代の設備のままでこのような増産を実現したのは、(旧設備に対して)十分な操業技術を持っていたためと考えられる。次に、世界先進技術に照らして中国鉄鋼生産技術の実態を述べよう。

(1) 高炉の小規模性。1980年、中国の鉄鋼企業は、高炉を833基を有し、総容積は86,331m<sup>3</sup>であり、平均容積は104m<sup>3</sup>と先進国の60年代の水準にすぎなかった。<sup>9)</sup>重点企業(47社)をみると、平均容積は705m<sup>3</sup>で、なかでは粗綱年産600万トン以上の鞍山と武漢の高炉平均容積はそれぞれ1,200m<sup>3</sup>、1,737m<sup>3</sup>と最も大きい<sup>10)</sup>が、それでも先進国の1970年代の平均レベルにすぎなかった。しかし、1970年代において中国では大型高炉の研究開発に力を入れ、例えば鞍山第7号(容積2,580m<sup>3</sup>)高炉を自力で完成し、一定の高炉建設の技術を蓄積したとみられる。

(2) 平炉・電炉中心の製鋼技術。1979年粗綱生産3,448万トンのうち平炉による生産が32.8%、電炉が21.2%、転炉が45.8%であり、明らかに平炉・電炉中

心のパターンであった。<sup>11)</sup>転炉の自主研究開発は1950年代後期から始まった。1964年首都製鉄所(元石景山製鉄所)にはじめての30トンのLD転炉工場が建設された。その後、鞍山などほかの製鉄所で150～180トンのLD転炉が開発され、75年頃オーストラリアから輸入した50トン体制のLD転炉工場も操業しはじめた。しかし、総じていえば、規模も小さければ操業技術も低いレベルであった。

(3) 低い連铸率。中国では、連続铸造技術の研究開発は1950年代初頭に始まった。その後、不断の改善を加え自国の工場の条件や製品の要求に合わせて連铸設備が開発された。1970年代後半、西側から連铸設備を導入し、粗綱生産に対する連铸比率は上昇した。しかし、先進国と比べるとなお低く、このことが鋼材歩留り率が低い一因をなしている。

(4) 軍事産業に向けての圧延技術・設備。1960年代における圧延技術発展の最大の特徴は、1950年代の設備での軍事産業向けの多種類鋼材の生産およびその加工技術の開発である。1974年頃、西ドイツ・日本から1,700mm熱延、1,700mm冷延工場を導入し、はじめて国内民用産業に適応する鋼材生産が拡大した。

(5) 低いオートメーションの普及率。1950年代、ソ連の技術協力のもとで電力ドライビングや熱エネルギーコントロールなどの技術を導入した後、自主的開発も試みられつつあった。またプロセスコンピューターの利用も始まった。しかしいずれもレベルが低く、とくにコンピューター利用の基礎を作ることが重要課題だとされた。

(6) 主流は内陸部立地。中国鉄鋼業の立地に関しては、経済見地から、基本的に自主鉱山と自主石炭を利用するという方針であった。しかし、鉱山技術の立ち遅れ、とくに中国独特の貧鉱山、共生鉱山に適応する開発技術、原料の事前処理技術の立ち遅れのため、鉄鋼生産に影響を与えている。

## 3. 中国鉄鋼業技術面の特徴

以上述べたように50年代から70年代にかけて発展してきた中国の製鉄・製鋼技術は、先進国との間に大きな距離をおいていた。このような技術発展の過程と実態は、経済的な観点から以下の特徴を持っているといえる。

第1に、70年代後期に至るまでの技術・設備は総じ

6) 『中国鋼鉄統計(1990年)』, p.47

7) 前掲統計, p.47

8) 前掲統計, p.47

9) 前掲統計, p.321

10) 前掲統計, p.322

11) 前掲統計, p.54

て先進国の戦後第1世代即ち50年代のそれに相当する。小規模かつ自動化比率が低い<sup>12)</sup>ため資本集約度が低い。製鉄・製鋼の中心設備はもちろん、周辺技術・設備においても、例えば運搬、操縦などで労働集約度はさらに高い。生産量の確保を前提としており、労働力よりもエネルギーの方が相対的に希少だとみられるため、比較的省エネルギー技術が重要視されていた。

第2に、資本投入を増加せずに生産効率を上昇させようとする方針が強調されて、このために資本投入増加をできる限り抑え、操業および設備改良の面においていろいろと工夫が加えられていた。

第3に、技術開発は常に世界の先進レベルを目指していたが、それは国内技術の空白を埋めることが目的であり、実際の生産段階まで移転することに関心を持っていなかったことである。もし、技術を生かせるような研究開発体制が整備されれば、これまで、蓄積してきた研究開発力による外国の先進技術の消化・吸収およびその上での改良を実現することは相当程度可能である。

### Ⅲ. 経済発展理論における技術選択の問題

#### 1. 技術の定義

ここではまず、「技術」とは生産活動で利用される知識(ノウハウ)のストックであるという定義を援用したい。<sup>12)</sup>この場合、技術は機会設備に含まれるハード面の知識から、経営方法などソフト面の知識までをカバーする広範囲なノウハウのストックを意味する。技術が企業家や生産者によって選ばれ採用されることを「技術選択」と理解する。また、その技術が国際間で伝播されるとき「技術の移転」と呼ぶ。さらにある技術の選択の後、完全にその経済で利用されるようになり、生産力の上昇が達成された段階に至ると、「技術の定着」が実現したと考えられる。

#### 2. 基本問題——要素集約度に基づく方法論をめぐる二つの見解

第2次大戦後、資本主義が早くから発達していた先進国において、めざましい技術進歩が絶えず展開され、先進国が世界経済をリードした。一方、多数の発展途上国が独立し、自立的な経済発展を目指して努力

していた。発展途上国においては市場の著しい不完全性および要素供給の基本的な不均衡が存在するため、政府主導の工業開発計画が理論的にも正当化され、実践的にも強力に推進されている。このような背景のもとで、発展途上国は開発計画を作成するにあたって、いかなる技術を選択すべきかが問題となっていた。

産業の選択と同じように、経済発展理論上、いかなる技術を選択すべきかという課題は、ほとんど要素賦存比率或いは要素供給状態——ヘクシャー＝オリーンの定理から展開されている。すなわち、理論上労働豊富な発展途上国は自国の比較優位に一致する労働集約技術を選択すべきであるという考え方である。この考え方の本質は、(a)計画にあたって単位費用の最小化或いはアウトプットの最大化、(b)雇用拡大の実現を目的としている。この考え方に従えば、今日よくみられる先進国から発展途上国への技術移転において、先進国の技術も何も修正せずにそのまま移転することは不適切だと認識される。その技術は先進国において希少要素である労働の使用を節約するために開発されたものだからである。他方、現実に先進国からの技術移転が活発化しているにも関わらず、多くの途上国が満足すべき成果を達成していないという状況がある。こうしたことから、自国にとって適正技術とはなにかを考えた姿勢が生まれてきた。なかでも、シューマッハー(Shumacher, E.F.)の中間技術論、OECD開発センターの適正技術論、UNIDOによる適正工業技術論と開発方針および「もう一つの技術」の考え方が注目されていた。シューマッハーの主張する中間技術とは、先端的な近代技術よりも、資本および労働の生産性は低い<sup>13)</sup>が伝統技術の生産性よりは高く、短時間に多くの雇用を創出し、途上国に住む企業家や労働者が現存の技術水準のもとで容易に受け入れられる技術を意味する。その場合、現存する土着の伝統技術を可能なかぎり改良・修正し、近代的な技術水準へ接近させていこうとする努力が緊要である。<sup>13)</sup>中間技術普及運動のなかで、OECD開発センターは社会的文化的な観点から適正技術の概念を提示しており、その内容は技術を使用しようとする地域の社会的文化的風土や価値体系に適合的な技術ということである。OECDと並んで、UNIDOも適正技術について、先進的技術を採用すると同時に、地方分散型工業に適合するように伝統技

12) Ernst, D. & O'Connor, D., *Technology and Global Competition*, OECD, 1989, p.70

13) Schumacher, E. F., *Small is Beautiful*, Blond & Briggs, 1974, pp.159~77

術を改良し創造することも肝要であると主張した。「もう一つの技術」という考え方は環境問題を出発点とし、環境破壊を発生させることのない技術体系はどうあるべきかという観点から提起されてきた見解である。

逆に、以上のような考えに反対する見解も登場した。その主な反論は、以下の5点である。(1)比較優位の議論はまったく静態的な考えである。この見解を持っているドップ (Dobb, M.) は以下のように指摘した。すなわち「経済発展政策を論ずる場合の決定的に重要な論点は、一国の資本財産の変化ならびに急速にこの資本財産を変化すべき方法なのである」<sup>14)</sup>。(2)発展途上国はそれまでの方法から脱却し、もっと科学的基礎を持った新技術を始めるべきである。この学派はしばしばガーシェンクロン (Gerschenkron, A.) の見解を引用する。ガーシェンクロンは19世紀後半にヨーロッパ諸国が工業化を開始した際、その国が後進的であればあるほど、工場と企業の双方に対する大規模化への要請はそれだけ強かったことを見出した<sup>15)</sup>。(3)資本集約的技術は投資率のより急速な上昇を可能にする。ガレンソン (Galenson, W.) とライベンスタイン (Leibenstein, H.) 両氏の見解によれば、こうした方法は、より労働集約的な方法と比べ、多くの所得を労働に分配する必要がないからである<sup>16)</sup>。(4)伝統的技術の使用は、最新技術を使用している国との競争において、自ら不利益を招くことになる。(5)より近代的技術のもとで「経験を通ずる学習効果」が求められる。しかし、発展途上国がもともと持っていた伝統技術と近代技術との格差が大きすぎる場合、「学習効果」は生じにくいのではないかという悲観的な反論もある。

3. 基本モデル——要素集約度基準と資本係数基準  
これまで経済発展理論上の技術選択の問題における二つの主要な見解を整理してきたが、問題の中心は資

本・労働比率の大小が問題である。この考え方に基づいて開発されたプロジェクト評価基準の基本モデルは、資本収益率仮説である<sup>17)</sup>。基本収益率とは、投下される資本ストックに対してどれだけの利潤が獲得されるかを示す割合のことである。資本収益率  $r = (Y - wL) / K$  と定義され (ただし、 $Y$ : 産出量,  $K$ : 資本ストック,  $L$ : 雇用労働量,  $w$ : 賃金率,  $y$ : 労働生産性,  $k$ : 資本・労働比率), さらに次のように変形できる。

$$r = (Y - wL) / K = (Y/L - w) / K/L = (y - w) / k$$

最後の等符号で示したようにこの仮説では、賃金水準が低く労働過剰の発展途上国においては資本・労働比率が小さい生産方法が選択された時に利潤率は極大化すると考えている。

資本収益率の場合は、存在する資本ストックに対するある年の収益率が問題とされるが、プロジェクトの全期間を通してどれだけの収益率が達成されたかを問題とするのは期待収益率分析である。期待収益率を数量的に計測するための1つの接近方法として、内部収益率分析が採用される<sup>18)</sup>。内部収益率は、プロジェクトの流入 (収入) と流出 (支出) の差である純流入の現在価値をゼロとする割引率の値である。すなわち、次の式の  $R$  で表される。

$$\sum_{i=1}^n \frac{I_i - O_i}{(1+R)^i} = 0$$

ただし、 $I$ : 流入,  $O$ : 流出, である。内部収益率が資本の機会費用 (例えば、長期金利) より高ければ、プロジェクトを実施する妥当性は高いと判断される。

このような収益率の考えを中心とした要素集約度基準の技術選択に対して、他方、現代経済成長論の分析モデルに基づく技術選択の評価基準も発展してきた。もっとも代表的な基準は、ハロッド・ドーマー型の経済成長モデルから発展した資本・産出比率基準と限界資本係数基準である<sup>19)</sup>。ハロッド・ドーマー型の成長モデルにおいては、経済成長率は貯蓄率と資本係数  $K/L$

14) Dobb, M., *Some Aspects of Economic Development—Three Lecture*, 1955, 小野一郎訳『後進国の経済発展と経済機構』有斐閣, 1956年, 第2講を参照。

15) Gerschenkron, A., *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Praeger, 1965.

16) Galenson, W., and Leibenstein, H., 'Investment Criteria, productivity and economic development', *Q. J. of Economics*, Vol.69, no.3, pp.343~71

17) 大塚勝夫著『経済発展と技術選択——日本の経験と発展途上国』文真堂, 1990年, pp.32~6

18) 大塚勝夫前掲著, pp.101~6

19) Jones, H., *An Introduction to Modern Theories of Economic Growth*, Thomas Nelson and Sons Ltd. 1975, pp.59~65

Y (或いは限界資本係数  $I/\Delta Y$ ) の大きさによって説明される。もし貯蓄率を一定とすれば資本係数が小さいほど経済成長率が大きくなる。この方法は、基本的に生産要素の中で資本だけが希少であると想定している。チェネリー (Chenery, H. B) は資本・産出比率基準の非現実的な仮定を修正して、資本以外 (外貨、熟練労働など) の要素の希少性およびその直接・間接効果などを考慮し、社会的限界生産力基準 (SMP, social marginal productivity 基準) を提唱した。このほか、前に触れたライベンシュタインとセン (Sen, A. K.) は、SMP 基準は静学的であるとして批判し、資本が唯一の希少資源であると仮定して、長期的発展の基準は資本 1 単位当たりの再投資率を最大化することであると、再投資率基準を主張した。また、発展途上国では外貨の価格 (為替レート) のディストーション (現実の価格が均衡価格からかい離すること) がもっとも大きいと考えられて、外貨のシャドウ・プライスの決定の問題も集中的に研究されてきた。

#### 4. モデル解釈

ここでは、発展途上国において、ある静態局面で同一産業に 2 つの技術が存在し、伝統技術はより労働集約的であり、近代技術はより資本集約的であると仮定する。図 1 は、2 つの部門が資本収益率が一致するケース 1、およびそれぞれ異なる資本収益率を持つケース 2 を描いたものである。<sup>20)</sup>

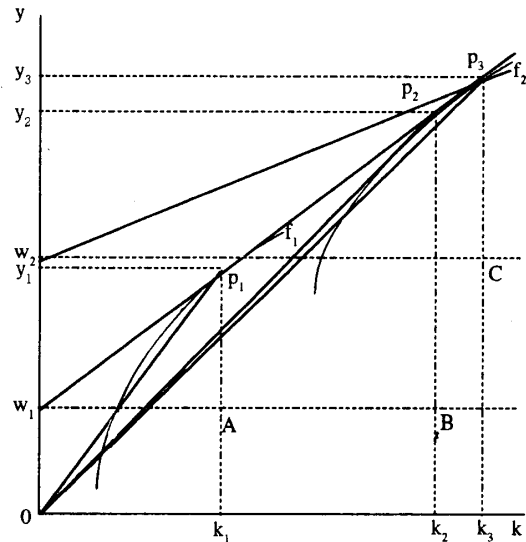
図の横軸は価値資本・労働比率で、縦軸は価値労働生産性である。伝統技術に基づく伝統部門の生産性関数を  $f_1$ 、近代技術に基づく近代部門の生産性関数を  $f_2$  とする。また仮定として、(1) 生産物市場、生産要素市場のすべて完全競争であり、(2) 生産関数が 1 次同次、とする。いま一定の技術の下で資本・労働比率が外生的に与えられたとする。<sup>21)</sup> 生産者がコブ=ダグラス型生産関数或いは労働生産性関数

$$Y = f(K, L)$$

$$Y/L = f(K/L)$$

を用いて、自己利潤を最大化とするものと考え、利潤の最大化の下で労働の限界生産力は賃金率に、資本

図 1 労働生産性と資本・労働比率



の価値限界生産力は資本の収益率に等しい水準である (限界生産力命題)。まずケース 1 の場合、伝統部門では伝統的技術のもとで資本・労働比率  $k_1$  が与えられ、限界生産力命題から賃金率  $w_1$  が決定され、この時の生産点は点  $P_1$  である。近代部門では資本・労働比率は  $k_2$  と伝統部門のそれより大きいので労働限界生産力が高いものの、賃金率を  $w_1$  の水準のままに維持し、より多くの労働力を雇うことを図った。近代部門の生産点は点  $P_2$  である。資本収益率それぞれ角  $P_1 w_1 A$ 、角  $P_2 w_1 B$  であり、同じ値である。資本係数はそれぞれ  $C_1 = 1/\text{角} P_1 0 k_1$ 、 $C_2 = 1/\text{角} P_2 0 k_2$  であって、近代部門の資本係数の方が大きくなっている。

ケース 2 において近代部門ではケース 1 と比べるとより資本集約的技術  $k_3$  が採用され、賃金率も伝統部門より高くなって生産点は  $P_3$  となった。この場合、ケース 1 に比べ、近代部門では資本係数  $C_3 = 1/\text{角} P_3 0 k_3$  がさらに大きくなっているだけでなく、資本収益率は角  $P_3 w_2 C$  と小さくなっている。

ここまでは、この 2 種類の基本モデル、すなわち要素集約基準と資本・産出比率 (基本係数) 基準とが整合性を持つことがわかった。つまり、資本係数が大きくなるにつれ、賃金率が変化すれば資本収益率が小さくなる。以下では、ケース 1 の場合を適応技術と呼び、ケース 2 の場合を不適応技術と呼ぶ。

図 1 をもとに、われわれが実証的分析を行うことは有効であろう。しかし、資本収益率の考え方において大きな仮定があり、社会主義市場経済をとっている中

20) この節の分析の視点は、多くを、大塚氏の前掲書によっている。

21) 同じモデルに関して、大塚氏は賃金率を外生変数にして、ここでは資本、労働比率を外生的に与えられることにする。なぜなら投入係数が固定されているからである。大塚前掲書、p.34を参照。

国のケースに当てはめるにあたっては、以下の2点を加筆したい。

第1に、資本収益率または内部収益率は、いずれも投資主体がその技術を用いて得られる利潤（投下資本に対する収益）の動向によって判断するミクロ的な基準である。中国では1979年以前、指令的計画経済体制のもとで、生産物とくに資本財・投資財の量的な拡大を大きな経済運営上の目標として挙げていた。経済効率の弱さという面を考えれば、技術選択またはプロジェクト評価のものさしとして資本収益率や内部収益率は適正を欠く。しかし、1978年以降、政府の方針は「計画を主とし市場を従とする」（1978年中国共産党11回3中全会）体制や「計画的商品経済」（1984年12回3中全会）から、さらに「社会主義市場経済」（1992年14回大会）へと徐々に変化してきている。「利改税」や「生産請負制」から証券や株式市場まで自主経営を促進する措置によって、企業は過去の単に一定の生産量を完成する「生産単位」から収益を追及する経済主体に変身しつつある。当面、政府は改革の最重要な課題である大、中型の国有企業の改革を急ぎ、株式制度の導入、また国有企業の改革によって生じる余剰人員の受け皿として第三次産業の促進など企業経営メカニズムの転換措置を進めている。こうした変化を考慮にいれば、収益率基準の現実性はますます大きくなっていると同時に、適当なミクロ的あるいはマクロ的評価基準の採用或いは開発は課題になっている。<sup>22)</sup>

第2に、以上のような投資評価基準は、完全競争市場において完全な情報が存在し、外部経済効果と価格ディスティーションが存在しない場合にのみ応用が可能である。しかし、これらの条件が満たされない国にあてはめるときには、プロジェクト評価の方法論も修正の必要がある。議論の中心は、分析に用いられるべき財・サービスの価格の概念とその処理方法に関するものと、評価方法の意義に関するものである。前者はシャドウ・プライスの導出方法とそれに関わる消費と投資の評価の検討を中心として展開されており（例え

ば、OECD方式では消費者余剰を、UNIDO方式では社会的余剰を用いて、収益の割引価値にしている）、後者は経済評価（economic criteria）と財務評価（financial criteria）との関連ないし違いの認識の問題である。経済評価と財務評価との関連に関して、財務評価は事業或いは実業の採算性に重大な関心を持つものに対して、経済評価は一国全体の観点から計り、プロジェクトの純収益が他の限界投資機会から得られるものと同じであるかどうかを判定する基準であると考えられている。<sup>23)</sup>

#### Ⅳ. 宝山一貫製鉄所の技術選択

##### 1. 宝山一貫製鉄所プロジェクトと技術選択の実態

1976年、中国は近代化の問題に本格的に取り組み、鉄鋼・食料生産の拡大を中心として、120の大型工業・社会資本に関するプロジェクトを包括する「国民経済発展10年計画綱要（1976～1985）」を策定した。鉄鋼業に関して、国は、当時の粗綱年産3,000万トン体制を1985年までに倍増し、6,000万トン体制を実現することと決定し、新しい近代的な製鉄所——上海宝山一貫製鉄所（以下「宝鋼」）建設計画を、「四つの近代化」（農業、工業、科学技術、国防）のための最優先プロジェクトと位置付けた。

1977年末、中国政府は日本の新日本製鉄（以下「新日鉄」）に対し、臨海近代的な一貫製鉄所早期建設の意向を提示し、1年間の技術・商務協議を経て1978年末に中国技術進口総会社と新日鉄とが契約を結びスタートした。図2で示したように、このプロジェクトは長江下流沿岸の上海に立地し、高炉（4,063m<sup>3</sup>）2基、転炉（300トン）3基、熱延（2,050m/m幅、400万トン）、冷延、シームレースの3圧延設備および鉄鉱石の中継基地、発電所などの付帯設備を持つ年産600万トンのグリーンフィールド一貫製鉄所で、最終的には1,000万トン体制にまで拡張する超大型一貫製鉄所である。

宝鋼は、「四つの近代化」の政策の下で、中国政府が最も先進的な技術を移植するための最初で最大の試みであった。この計画では、工場立地から、製鉄、製鋼、圧延、生産管理体制、公害対策まで世界最高のレベルにある日本新日鉄の各製鉄所をモデルとしている。

22) 内部収益率基準自身にも問題がある。例えば、いくつかのプロジェクトの内部収益率をそれぞれ計算し、中には一番低い内部収益率を割引率（機会費用）としてプロジェクトを評価するとき誤った結果を生む可能性があり、また唯一な解を決められない場合もある。Harberger, A. C., *Project Evaluation*, The Macmillan Press Ltd., 1972, pp.27～31

23) 山本鎌造『国際経済開発』学文社、1987年、pp.139～72





新日鉄は設備供給のほか、計画作成から操業指導にわたる技術協力を行い、当プロジェクトは第1期工事と第2期工事とに分けて実施されたが、第1期と第2期の大きな相違点は、第1期工事(300万トン体制)が設備・工場本体のほぼ全量を外国から導入したのに対して、第2期工事(600万トン体制)は設備群の国産化が強力に推進されたことである。1期工事は、短期間に一気に完成に最新鋭の製鉄所を建設方針であった。2期段階では、生産効率と建設期間を多少犠牲にしても、中国の機械・電子工業の生産製品・プラントのレベルの向上、自給力の向上、輸入外貨節約、製品プラント輸出による外貨獲得を目指すという国家の方針に沿って「分工、合作」が大いに進められた。最終的には、設備の重量比で連鑄・熱延・冷延が60%、第2高炉・焼結・コークスが80~90%の国産化比率となった。<sup>24)</sup>

第1期工事が基本的に完了した1985年以降の8年間、宝鋼は高炉1基体制の下で、シームレスパイプとスラブ、ブルーム、ビレット等の半製品を生産していたのである。1基体制の下で、導入された設備群が、70年代後半から80年代前半の先進的かつ大型で自動化水準の高いものであり、さらに内容積4,063m<sup>3</sup>の大型高炉とはいえ、高炉1基のみのいわゆる片肺体制は過去において例がなく、安定した操業を継続しうるか否かかなり危惧するむきもあった。しかし、宝鋼は第1高炉を安定操業し、粗鋼生産量は1986年248万トンから90年387万トンへ、第2高炉が稼働した1991年には470万トン、92年には620万トン以上へと順調に発展している。

## 2 理論モデルからみた宝鋼技術の適応性

次に宝鋼の技術選択の適応性に関して、以上の諸事実を踏まえ、図1のモデルに基づき考察を加えたい。

第II節で述べたように、1970年代後半において、中国すでに600万トン体制の製鉄所2ヶ所、100~500万

トン体制の製鉄所5ヶ所、しかも多数の地方中小製鉄所・製鋼所を有していた。さらに中国は2,000m<sup>3</sup>高炉、150~180トン転炉、連鑄設備など、先進国の最高レベルよりは効率が低いものの、自国の70年代よりは効果が高い設備の操作・建設能力があった。鉄鋼業のこうした実態の下で、鉄鋼生産能力をさらに増大させるためには、実際には選択の余地がかなり存在していた。まず、既存製鉄所の増設の増設・拡張と新設との選択が可能である。次に新設する場合にも、必ずしも全部を先進国から導入しないという議論もあった。設備のすべてを先進国から導入し新設するケースは、既存製鉄所の増設・拡張或いは新設だが、一部を国産化するケースに比べ先進国の技術に依存する程度が国民経済全体的からみても大きいことは明白である。

図1に戻って考えたい。点P<sub>1</sub>は1970年代後半頃の生産点である。その後、生産能力を拡大する時、生産点をP<sub>2</sub>にするかP<sub>3</sub>にするかという選択に直面した。

P<sub>2</sub>点は、国内要素価格比を考慮しつつ、先進国技術と国内在来技術の間のいわゆる中間技術を代表し、在来技術と先進技術の結合によって実現可能となる。中国では、70年代後半から80年代前半にかけて、鉄鋼業の技術選択をめぐる先進国技術に頼り新しい製鉄所を建設すべきか、もしくは既存製鉄所を改造して先進国の技術を部分的選択的導入すべきかという議論が盛んになっていた。さらに新設においても既存製鉄所の改造においても、最終製品の方から建設あるいは拡充して、徐々に製鉄・製鋼設備に向かって充実していくいわゆるバックワード・インテグレーション方式にすべきかまたは製鉄→製鋼→圧延→最終製品というフォアワード・インテグレーションにすべきかという選択もある。具体的に中国鉄鋼業の全体像をみると、旧ソ連鉄鋼業の50年代の技術の影響を受けて、鉄鉱石部門と圧延・最終製品部門がもっとも立ち遅れており、それと比べると製鉄部門及び平炉中心の製鋼部門が進んでいる。いわゆる「なつめの種」の形の生産体制の下で、弱い点から建設・拡充すべきではないかという見解も少なくなかった。中国は50年代から70年代までの間に重工業優先発展の政策の下で、鉄鋼業においてすでに3,500万トン体制ができており、したがっ

24) 第1期関連分として4,063m<sup>3</sup>の高炉1基、300トン転炉3基、分塊工場、ユーティリティと輸送関係、年産約50万トンのシームレス工場などが含まれている。第2期工事分は主として第2高炉・同コークス工場第2焼結、スラブ連鑄、熱延および冷延工場を含んでいる。小田川圭甫「日中合作の金字塔——上海宝山製鉄所第1高炉に待望の火入れ成る」『鉄鋼界』昭和60年11号。

25) 三田地教一「上海宝山製鉄所建設とその後の経過」『鉄鋼界』平成4年9月号。

26) この方面の議論について、以下の文書を参照。汪雨生「走少花錢見効快的路子」『人民日報』1983年12月1日付。趙紫陽「談發展我國鋼鐵工業的道路問題」『人民日報』1984年8月25日付。

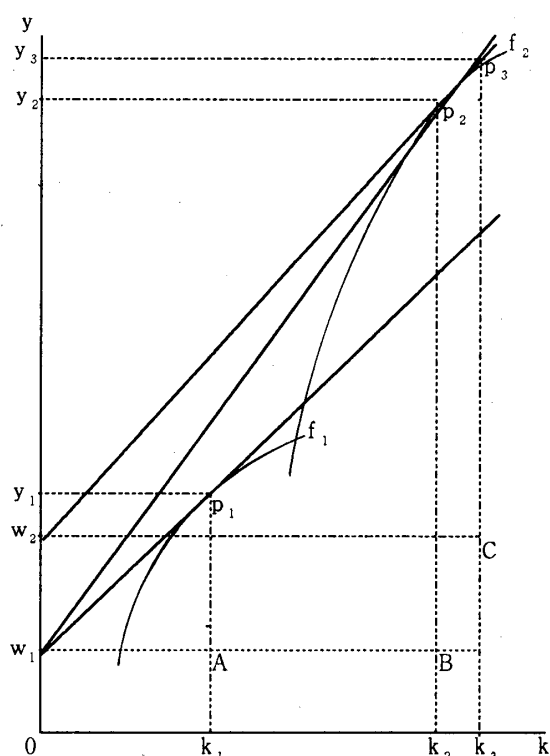
て操業経験や技術開発能力も蓄積してきた。70年代後半新たな経済発展を求めると、設備・技術の老朽化が深刻の問題になってきた。設備の一部を新しいものに置き換える必要性が生じた。その場合、既存製鉄所において中国の技術・設備に基づき建設する方法あるいは先進国から一層効率のよい設備・先進技術を導入する方法、いずれも考えられる案である。ただし、設備の一部分を更新する場合に、技術面からみてよくいわれる3,500立方メートルの容積以上の高炉数基、年産600万トン以上という最適生産規模に到達しないかもしれないおそれが充分にある<sup>27)</sup>。この両者が、国内在来技術と組み合わせるといふ観点からすれば中間技術の性格を有する。

$P_3$ 点は先進国の技術を示しているが、要素集約度選択基準または資本係数基準の観点からすると、①過度に資本集約的で、膨大な資金を調達する能力があるのか、②大規模設備には技術上、組織上、操作上の特性があるので、導入国の技術水準で駆使しうるのか、③点 $P_2$ に比べ、資本収益率の小さい点 $P_3$ を選択することの妥当性、という疑問が生じる。中間技術論の観点からは、点 $P_3$ の選択は不適応技術であると思われるかも知れない。

宝鋼は新規建設であり、しかも第1期工事はほぼ設備のすべてを先進国から導入したことを考えると、より資本集約度の高い技術を選択したのであり、生産性曲線上の点 $P_3$ を選んだことを意味している。その適応性について、まず、モデルを再度考えたい。

(1) 点 $P_2$ を選択することは、まだ試みたことがない選択であり、失敗の危険がある。また、実用的ではないおそれもある。例えば、上に述べたような既存製鉄所を改造する場合は、もとの工場の上にとくに場所、インフラ、鉱山等の面において制限がありどの程度まで拡充できるか、外国技術を導入する場合は先進技術と在来技術とをいっしょに効率よく運用できるかというおそれがある。逆に、点 $P_3$ は実行可能であることが

図3 規模の経済下の労働生産性と資本・労働比率



分かっている。従って、点 $P_3$ の基本収益率は小さいにも関わらず、てっとり早く、かつ危険性のない生産方法として選択され得るのである。

(2) 規模の経済が相当程度存在する場合（仮定2が非現実の場合）、つまり $k$ が少し上昇しても $y$ がそれ以上急速に上昇すれば（生産性曲線の勾配が1より大きい場合）、近代部門の生産性曲線を示すと図3のようになる。この場合、点 $P_3$ の資本収益率は点 $P_2$ のそれより小さいが、点 $P_1$ よりは大きくなっている。従って、点 $P_1$ から点 $P_2$ へではなく点 $P_3$ に移行し得るのである。なぜなら、危険性がなく、しかも収益率が高くなるからである。高炉は規模の経済が当てはまるものとしてよく例示されるが、それは溶鉱炉の容積が表面積より急速に増大するからである。

### 3. 歴史的条件下からみた宝鋼技術の適応性

中国は低開発途上国である。豊富な労働力と資

27) 戸田弘元前掲書、p.207

28) 中国冶金経済発展研究センターは第6、7次5ヶ年計画期において鉄鋼上位13社の投資収益率（利税総額/同期投資総額）を算出した。宝鋼に関しては、「六五」期間中（1981~85）0.013（第13位）、「七五」期間中（1986~90）0.174（第12位）と低い投資収益率を示されている。冶金経済発展中心「鋼鉄工業固定試算投資効益剖析」『经济管理』1993年2月号

29) 小野旭「鉄鋼業における輸入技術——ブラジル、インド、日本の比較分析」大川一司（編）『日本と発展途上国』頸草書房、1986年、第7章。

本不足といった資源の賦存状態にも関わらず、以上で見てきたように宝鋼という新しい製鉄所を立案した際、高度に資本集約的な計画を立てた。これは、発展途上国であり、しかも社会主義体制である国としての特殊な理由も重要である。社会主義国として、国家目標の基準が優先され、先進国に早くキャッチアップし、技術的従属を回避したいという政治的な価値判断がつねに働く。しかし、ここでは経済的な理由に限定して考えたい。

第1に、先進技術コンプレックス。中国の技術は先進国と比べ約30年間のギャップが存在している。長期間にわたって資本・労働比率を極端に抑えたため生産能力の拡大、とくに生産効率の向上に悩んでいる。また、先進国の資本・労働比率の高い技術が最良だという認識がある。従って自国を支配している要素価格にあわせて調整する余地があると分かっているにもかかわらず先進技術の導入に対する要求がかなり大きい。

第2に、学習効果への期待。中国の鉄鋼需要の見込みはかなり大きいと思われる。今後、生産能力を高めるためには、既存製鉄所の増設・拡張または生産効率の向上が不可欠である。近代的技術の導入によって、ほかの製鉄所、さらに他産業への学習効果が期待されている。宝鋼の第2期工事では、すでに自給率は60～80%を達成しており、かなりの学習効果が現れていると思われる。操業技術が向上し研究開発体制の整備が進行すれば、社会的吸収力が大きいことが期待され得る。

第3に、経営管理体制改革への期待。宝鋼の技術導入における1つの大きな特徴は、生産管理体制を中心とした管理運営方式、さらに思考方法の移転まで図っていることである。多数のプロセスコンピューターを駆使したハード面の自動化よりはソフト的な管理体制の方がもっと重要視されているようである。現在、宝鋼では従業員が生産と技術に専念できる体制を整えた<sup>30)</sup>ほか、指揮命令体系の一本化という近代的な組織管理方式を採り入れ、労働生産性の向上を目標とする要員の合理化に努力している。経営管理体制の改革を急務とする現実のもと、生産効率上昇の波及効果が非常に

期待されている。

第4に、省エネルギー技術。発展途上国の鉄鋼業にとって、資本が第一に希少資源であり、エネルギーは第二の希少資源であると考えなければならない。そのために、世界一流である日本の新技術に対して期待が大きい。

第5に、環境問題への対策。環境対策は先進国に比べかなりの落差がある。酸素製鋼作業に伴う赤や紫色の煙の発生は深刻な問題であり、鞍山製鉄所の構内におちる総浮遊粒子物（じんあいなど）の排出量は1km<sup>2</sup>当たり80トンに達し、日本の30年代後半のレベルにあると考えられる<sup>31)</sup>。宝鋼プロジェクト計画において日本の環境対策技術の導入を強く要請していた。その結果、現在では、美しい緑のなかの製鉄所とも言い得る状態となっている。

歴史的な条件からは、要素集約度基準と資本係数比率基準のみを基準とするのでは不完全だと言わざるをえない。従って、宝鋼の技術選択は「不適応」だと断定はできない。今後、モデルを修正したうえで、さらに実証分析を試みたいと思っている。

## V. 結 び

第Ⅲ節で考察したように、理論上において労働力の豊富な発展途上国では資本集約度が高い技術を選択すれば資本収益率が低くなり、成功する可能性は少ない。しかし、現実において、中国だけではなく、新興製鉄国であるほど先進国の高い技術、規模の大きい製鉄所の導入・建設のケースが多い。問題となっているのは、判断の物差しとしての資本収益率基準をどう評価すべきかということである。

要素賦存条件に関して第Ⅳ節第2項で考察したように、発展途上国が先進国から技術を導入している現実を考えると、資本収益率仮説に完全に従った技術選択はありえないという側面がある。先進国は、自国の技術水準に応じた生産様式を形成している。とくに装置産業の場合、発展途上国自らの要素相対価格比にあわせた、いわゆる「中間技術」の導入はほとんど不可能である。また部分的に導入する場合は、伝統技術と先進技術とをうまく結合できるかという問題を生じ、と

30) 具体的には中国の第3次産業全体的に立ち遅れている状況の中で、「企業開発総公司」を設立し、従来現場の管理者・技術者層に重くのしかかっていた后勤業務（職員の生活支援、医療、住居、食事、子女就業）の肩代わりを行った。

31) 日本鉄鋼連盟海外調査部「中国鉄鋼業の実状とエネルギー事情——第2回日中鉄鋼定期交流報告から」『鉄鋼界』平成3年2月号。

くに先進国の生産管理体制を導入する場合には、さらに困難となる。また産業によって生産関数のかたちは異なり、規模の経済性が高い産業においては標準が違ってくる。

さらに、発展途上国には、先進国が過去に蓄積した発展の経験や技術を十分に吸収したいという、市場以外の期待要素が存在している。例えば、第Ⅳ節第3項で見たように、近代的生産管理体制に緊密につながっているオートメーション化、環境問題への積極的対応などがそれである。市場が小さい或いは市場が不健全な発展途上国の産業発展において、このような外部的要因がかなり大きくなる。むしろ、ミクロ的にだけでなくマクロ的にも、資本生産性を如何に高めるかに関して、いままでの先進国の貴重な経験を学べきである。<sup>32)</sup>

マクロ的に資本生産性を高めることは1つの道と考えられる。つまり、先進的技術・設備を持つ近代製鉄所と、在来技術・設備を持つ既存製鉄所の存在によって、先進技術が1つの製鉄所に止まらず、より多くの工場にまで普及し、全産業の技術レベルがアップされ、平均的に資本生産性のアップが期待される。こうした考えの下で、例えば、上海地域のような教育・技術レベルが高く、即ち資本集約的技術に対する技術吸収力が高い地域に近代的製鉄所の設立は重要な一環であると言えるかも知れない。

[大学院商学研究科後期博士課程]

32) 戦後日本では資本生産性を高める措置として、例えば労働集約的産業と同時に発展させることや、下請け制、多替制等があった。大川一司、ヘンリー・ロソフスキー『日本の経済成長——20世紀における趨勢加速——』東洋経済新報社、1973年、pp.52~3