

# 現代中国鉄鋼業の生産システム

## —その独自性と存立根拠—

川 端 望  
銀 迪

本稿は、現代中国鉄鋼業における多様な生産システムの独自の編成と存立根拠を解明しようとするものである。まず中国鉄鋼業における生産設備の特徴を把握し、その特徴を生み出した技術選択がどのような理由によってなされたかを明らかにした。続いて主要な生産システムの編成を明らかにし、各システムがどのような技術に立脚し、どのような需要にどの程度の統合度の工程によって対応しているかを類型化した。さらに、マテリアル・フロー分析によって各生産システム類型が中国鉄鋼業全体の生産構造に占める位置と比重を示した。中国鉄鋼業の技術選択は、鉄源としての銑鉄の優位性と、小ロット、低価格志向の需要の広範な存在という二つの条件に対応したものであった。この技術選択を基礎に、大型高炉一貫生産、中小型高炉一貫生産、電炉生産、誘導炉生産、圧延・加工生産という多様な生産システムが編成されていた。その編成の特徴は、高級品を統合度の強い工程で製造する大型高炉一貫生産システムが全体に占める生産比率が必ずしも高くなく、最大の生産比率を占めていたのは中低級品をより小ロットで製造する中小型高炉一貫生産システムであった。また電炉システムの比率が小さく、それを上回る比率で低級品を小ロットで製造する誘導炉システムが存在していたのである。中小型システムの優位は、必ずしも低く評価されるべきではない。それは原料供給と製品需要に対応したという意味で、合理的な編成だったからである。

## 1 はじめに

### 1.1 背景・先行研究・課題

中国は1996年以降世界最大の鉄鋼生産国となっているが、そこには様々な技術・製品・企業形態を持つ企業が存在している。その多様性を分析する際の着眼点として、生産技術の選択と生産規模において多様な企業が、多様な鉄鋼製品を生産していること、国有企業と民間企業が併存していることが指摘されて来た。

まず技術と生産規模の多様性である。中国では高炉一貫企業の数が非常に多く、しかも生産規模によっていくつもの類型に分けられるような階層性を伴って存在している

(川端, 2005; 李彦, 2008; 川端・趙, 2014)。そして規模の大きな部分には, 現代的な鉄鋼技術を体現した高炉一貫企業が存在しており, 自動車用高級鋼板の国産化を行うなど, 先進国鉄鋼業に近い生産活動を行っている (Kawabata, 2012)。他方, 時期によって変化はあるものの, 小型高炉による銑鉄生産や小型高炉一貫企業による条鋼類の生産が盛んに行われている (杉本, 2000; 氏川, 2001; 張, 2005; 川端, 2005, 川原, 2006)。規模の経済性が強く作用すると言われる高炉技術を用いながら, 地域経済に密着した中小型企业が存在しているのである (氏川, 2001; 川端, 2005; 李捷生 2008; 氏川・堀井, 2009)。さらに, 誘導炉による非常に小規模な企業が多数存在することも判明している。中国全体を分析した場合でも, 大規模企業への生産集中は徐々に進んでいるが, 上位企業への生産集中は進んでいない (川端・趙, 2014)。少数の大規模企業による現代的生産という姿と, 多数の中小規模企業による地域的な生産という姿があり, 片方によって中国鉄鋼業を代表させることができないのである。

次に企業形態の上では, 国有企業と民営企業のいずれが優位に立ち, いずれが発展しているかについて見解が分かれている。最大規模の国有企業である中国宝武集団, とくにその前身である宝鋼集団が, もっとも高度な生産システムを備えていることが指摘されている (Kawabata, 2012)。宝鋼が, 技術移転とその後の設備投資, 経営改革で現代的企業として成長した過程は, 多くの研究が指摘している (王, 1996, 2002 a, 2002 b; 李捷生, 2001; 劉, 2003, 2008)。他方, 大型の国有企業の中にはゾンビ企業化し, 補助金によって操業を続けているものがあることも指摘されている (渡邊, 2019; Watanabe, 2020)。

一方, 民営企業は労働生産性において国有企業に対して優位に立っていることが指摘されている (丸川, 2018)。また, 国有企業に制覇されていない市場で製品を差別化したり (中屋, 2008), あえて大型ではなく中型高炉を選択し, 投資コストを節約しつつ生産に柔軟性を持たせたりするなど (丸川, 2018), 独自の競争戦略を採っていることも研究されている。他方では, 小規模民営企業における小型設備での銑鉄生産が, 環境汚染と資源濫費をもたらすことも指摘されているのである (氏川, 2001; 張, 2005; 川端, 2005, 川原, 2006)。

中国鉄鋼業の独特の技術選択や製鉄所配置は, 1990年代までは, 計画経済時代における政策思想や政治・軍事的な要因に規定されたものと説明することもできた (田島, 1990; 星野, 1993)。しかし, 中国企業の経営は「改革・開放」の進展とともに改革され, 技術や製品の選択のあり方は, 企業経営の必要性を反映したものに变化したことが

確認されている（葉，2000；葉，2003）。市場経済と企業としての経営を前提とした上で、独特な技術選択や生産方式を説明しなければならない。

先行研究は、中国における鉄鋼生産の特徴を様々に解明している。しかし、いずれの特徴も、中国鉄鋼業を代表しているとは言えない。個々に指摘されている特徴は大きく異なり、互いに矛盾さえするからである。最大級の国有企業の技術水準が高いことも、民営企業の経営効率が高いことも事実であり、国有企業の一部がゾンビ化していることも、地域の中小民営鉄鋼企業が環境汚染源であることも、いずれも事実と考えられる。これらの多様性を統一して中国鉄鋼業を理解することは、未達成の課題となっているのである。

多様な特徴が生じるのは、鉄鋼生産のあり方そのものが多様だからであり、中国には、他の諸国よりも多様な鉄鋼生産が存立しうる根拠があるからだと考えるのが自然である。そして、多様性と言っても無限に広がるものではなく、おおむね使用する技術と生産の方式（システム）ごとに一定の生産数量を持っており、類型化が可能である。したがって、鉄鋼生産のあり方を類型化し、それぞれがどのような技術的・経済的合理性を持って存立していたかを明らかにすることが、この多様性の根拠を探るための接近法として有効である。と同時に、多様な鉄鋼生産のそれぞれが、中国鉄鋼業全体の中でどのような位置を占め、全体としての生産の構造を形作っているかを解明する必要がある。そのようにして初めて、中国における鉄鋼生産の特徴を捉えうるのである。

以上の問題意識と研究状況の認識のもとに、本稿の課題を設定する。本稿は、中国鉄鋼業における多様な生産システムについて、その独自の編成と存立根拠を明らかにしようとするものである。

## 1.2 分析視角

### 1.2.1 企業・産業分析の基礎としての生産システム分析

産業における生産活動を類型化するには、技術、生産システム、製品、企業形態などの切り口がありうるが、鉄鋼業では「高炉企業」「電炉企業」「一貫企業」「単圧企業」などという呼称が示すように、企業が選択した主要な技術種別と、それを軸とした生産システムの編成の仕方によって生産活動が類型化される。技術および生産システムの種別によって企業の種別が規定される側面が強いのである。したがって、生産活動の多様性を分析する際の最初のステップとして、生産システムの類型に注目することが妥当と考えられる。

本稿は、採用する鉄鋼技術と工程のあり方によって生産システムを区分し、その生産システムによって企業を類型化し、さらに企業の構造を基礎に産業の構造を把握する理論的枠組みを採用する。生産システム分析、企業分析、産業分析を積み重ねる方法であり、鉄鋼業研究で多数の実績が積み重ねられて来た方法である<sup>1)</sup>。この方法により、生産システムを基準に企業の類型を把握し、さらに諸企業を産業の複雑な連鎖の中に位置づけなおすことによって、産業組織のあり方を具体的に解明すること、異質な生産構造を持つ企業群の相互の位置および補完・対抗関係を確定することができる。主要な生産システム類型が複数存在し、それらに由来して様々な特徴が生じている中国鉄鋼業を分析するには、この方法が最適と思われるのである。

ただし、本稿の課題は生産システム論に限定される。企業・産業分析は別稿の課題として改めて論じたい。そのため本稿では、生産技術、生産規模、製品の多様性については取り上げるが、企業形態については取り上げない。

また、本稿は生産システム分析に一つの領域を追加する。生産システム論においても、多様な鉄鋼生産システムを個々に分析してその性質を明らかにすることにとどまらず、一社会におけるその相対的位置および補完関係を確定しようと試みるのである。この作業は、産業論においては企業間の競争・協調関係の分析を通して行われるが、生産システム論の次元ではマテリアル・フロー分析によって可能になると思われる。様々な生産システムは、マテリアル・フローの中で連関を保ち、一社会の鉄鋼生産の実物的な構造を形成しているからである。この、様々な生産システムを構成要素とし、マテリアル・フローによって連結された社会レベルでの生産の実物的な構造を生産構造と呼ぼう。本稿は、一社会の生産構造分析によって生産システム分析を豊富化しようとするものである<sup>2)</sup>。

「生産システム」という用語は、研究分野に依存して様々な意味を持っているが、ここではやや広く捉え、「生産諸要素が、生産目的に導かれつつ工程に即して結合する様式」と定義する (Kawabata, 2012)。この定義は、生産技術と生産管理を包含するものである。鉄鋼業の場合は、採用する主要な生産技術のあり方と、工程の垂直的な統合度が生産システム類型を決定する (岡本, 1984)。生産技術とは高炉・転炉法、電炉法、圧延技術等であり、工程の垂直的統合性とは製鉄、製鋼、圧延、加工という諸工程が同一の製鉄所において機能的に統合されていることである。機能的統合を要する諸工程では、製品の様々な性質を実現するために複数の工程が関わっているため、工程間の最適調整が必要である。これは、経営学的には工程アーキテクチャに一定の統合度 (インテ

グナル度)が求められるということである(藤本・葛・呉, 2008; 田中, 2008; 藤本, 2009 b; Kawabata, 2012)<sup>3)</sup>。

生産システムは、市場の条件に適合するとともに、効率的な生産を実現しなければならない(岡本, 1984, 1995)<sup>4)</sup>。この二つの基準を満たしているかどうかを評価するために、鉄鋼生産システムのどういった角度から分析すべきであろうか。本稿は、技術選択・生産システム編成の存立を左右する以下の2点を重視する<sup>5)</sup>。

第一に、原材料側の条件に対応した技術選択・生産システム編成である。とくに鉄鋼業では生産システムの核をなす生産設備の種類によって、原料の種類も異なっていることに注意すべきである。高炉・転炉法は鉄鉱石を原料とし、銑鉄を主要な鉄源としているが、電炉法は鉄スクラップを主要な原料とし、鉄源としている<sup>6)</sup>。これらの供給条件の相違が技術選択に影響を与え、したがってそれを軸として生産システム編成にも影響を与えるだろう。

第二に、製品側の需要条件に対応した技術選択・生産システム編成である。ここではより具体的に二つの条件に留意する。

一つは、需要ロットと生産ロットの対応関係である。大規模資本設備を備え、絶え間のない連続操業によって効率が保たれるような生産システムでは、製品を総量として大量生産することでコスト上の優位性が発揮できる。鉄鋼業では、鋼成分が決まる製鋼工程以後の工程において、製品の区分に応じたロット生産がなされる。そこでは、大ロット生産がコスト上の優位につながる。これは、経済発展とともに受注が多品種・小ロット化した場合でも同様である。もちろん、一方ではフレキシブル生産、つまり生産ラインの多機能化や効率的な段取り替えによる切り替え生産も追求される。しかし、同時に企業はできる限り類似の受注をまとめ、大ロットで生産してコスト低減を追求する努力もなされる。そして、高炉一貫企業は後者に重点を置かざるを得ない(岡本, 1995, pp.223-226)。大ロット生産に適した生産システムは、大ロットで繰り返して頻繁に生じる需要を必要とするのである。逆に、小ロット生産に適した生産システムは、小ロットで個別的、散発的に生じる需要に適合し、生産量や生産品種を柔軟に調整するのである。

もう一つは、製品グレードと工程アーキテクチャの対応関係である。鉄鋼業では、高度な技術や多くの工数を投入する必要がある高級鋼材は、工程間でパラメーターを調整して最適化するような技術と管理が必要とされてきた。日本の鉄鋼業界で「一貫管理」と呼ばれてきたものであり、経営学的には工程アーキテクチャがインテグラル型だとい

うことである（藤本・葛・呉，2008；藤本，2009b；田中，2008；Kawabata，2012）。現代の高炉・転炉法や電炉法が確立して以降，鉄鋼業ではモジュラー型のプロセスへの大規模なアーキテクチャ転換が生じる機会がなかった。そのため，高級品になるほど一貫管理を精緻にし，統合度を強めた工程を持つ生産システムが必要という対応関係が成り立って来たのである。

### 1.2.2 技術選択・生産システム編成・生産構造

以上の分類基準と評価基準を用いながら，本稿では生産システムを次の順序で分析する。

まず，統計的に確認できる設備・技術指標を用いながら，他の主要製鉄国との比較において中国鉄鋼業の技術選択に見られる特徴を抽出する。そして，これを規定する要因を明らかにする。これによって，生産システムの中核をなす生産設備について，その存立根拠が明らかになる。続いて，それらの生産設備を用いて，生産システムの各類型がどのように編成されており，どのような意味で効率的生産と市場適応を行っているかを明らかにする。最後に，マテリアル・フロー分析を行うことで，中国鉄鋼業全体の生産構造において主要な生産システム類型がどのような位置を占め，どのような相互連関を形成しているかを明らかにする。

## 1.3 分析方法

### 1.3.1 研究対象と使用データ

本稿の分析の時点は2015年とする。中国鉄鋼業では2016年からの第十三次五カ年規制によって過剰能力削減・産業高度化政策が実施され，構造変化に向けた取り組みが行われている。本稿ではその直前に分析時点を定めることで，21世紀初めの急成長によって形成された中国鉄鋼業の構造を明らかにしておこうというのである。その後は，この構造が持っていた問題を解決するための再編成の時期として別途取り扱われるべきである。

本稿では，事実関係の統計的把握について，工業和信息化部が管轄する業界団体である中国鋼鉄工業協会（中鋼協）の公式統計を用いる。とくに2015年の数値が記載されている中鋼協（2016a）と《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会（《年鑑》編輯委員会）編（2016）を多用する。この他，公刊されている資料，論文，記事から事実関係を読み解いていく。本稿では，数値の年次が記載されていない場合は，すべて2015年時点であ

る。

中鋼協（2016 a）と《年鑑》編輯委員会編（2016）は中国鉄鋼業に関する業界団体の公式統計である。生産、需要、設備、貿易等についての基本情報を得ることができる。例えば本稿で使用する主要指標である、全国の銑鉄、粗鋼、鋼材の生産量、鋼材の品種別需要、設備の種類別設置基数と能力、品種別輸出入の数量と金額などが掲載されている。後述するように様々な補正が必要であるとはいえ、公式発表の数値は考察の出発点となる。

ただし、中鋼協の統計には独自の特徴と問題点がある。それは、中鋼協会員企業と非会員企業の間で、統計の精粗に大きな差があることである。会員企業は相対的に大規模な企業であり、中鋼協（2016 a）には会員の中でも重点統計鉄鋼企業（以下、重点企業と略）として128社が掲載されていた<sup>7)</sup>。国家統計局（2016）によれば、2015年に規模以上の鉄鋼企業は9540社存在したので、重点企業は企業数から見ればごく少数に過ぎなかった。しかし、その生産高は全国粗鋼生産の84.3%に及んでいたのである（中鋼協、2016 a, pp.2-3）。

中鋼協（2016 a）では重点企業については銑鉄、粗鋼、鋼材の他に鋼材品種別の生産量が記載されている。このため、企業レベルで、どのような生産システムが中核となっているかについてはある程度判明する。ただし事業所（製鉄所）レベルの統計はないため、厳密さを欠く。例えば、企業レベルでは生産量が大きくても、それが少数の大型製鉄所から構成されているのか、多数の小型製鉄所から構成されているかはわからない。そして非会員企業については、全体としての銑鉄、粗鋼、鋼材の生産高しか掲載されておらず、事業所はもちろん企業レベルの数値も得ることができない。非会員企業の品種別生産量も記載されておらず、全国生産高と重点企業生産高の差分から推定するしかない。そのため生産システムのあり方について推定できる範囲は限られている。さらに、中鋼協（2016 a）と《年鑑》編輯委員会編（2016）に掲載されている設備能力の数値も、重点企業に限られたものである。

本稿は、これらの制約条件の下で可能な限り生産システムの構成を解説していく。

### 1.3.2 以下の構成

以下、まず2節では中国鉄鋼業の生産システムの中核をなす生産設備の特徴を把握し、その技術選択の根拠を探る。3節では主要な生産システムの類型別分析を行い、その内的編成を明らかにする。4節では中国全体の生産構造を分析し、マテリアル・フ

ローの中でそれぞれの生産システムの位置と相互関連を探る。5節では結論と残された課題を述べる。

## 2 中国鉄鋼業の技術選択

### 2.1 中国における鉄鋼生産設備の特徴

現代鉄鋼業における標準的な鉄鋼製造過程は、製鉄、製鋼、圧延・加工の3段階に分かれている。製鉄工程では鉄鉄が、製鋼工程では粗鋼・半製品が、圧延・加工では鋼材が製造される。粗鋼の主要な製造方法は高炉・転炉法<sup>8)</sup>と電気炉（電炉）法<sup>9)</sup>によるものであり、高炉・転炉法の方が大型設備による大量生産に適合的な技術である。圧延・加工機械には作り出すべき鋼材の形状や表面処理性状に応じて多様な種類があり、また圧延・加工工程は多段階で構成される。条鋼類は熱間圧延により最終鋼材となる。鋼板類は熱間圧延により完成するものもあるが、さらに冷間圧延や表面処理が加えられるものもある。銅管類の製造は製管と呼ばれるが、圧延に準じた位置にある。

世界最大の製鉄国である中国の鉄鋼業も、このような現代的製造方法に依拠している。しかし、その生産設備は21世紀初めの成長期に、いくつかの点で他の主要製鉄国と異なる特徴を持っていた。中国鉄鋼業は独特の技術選択を行っていたのである。

第一に、高炉・転炉法で生産される粗鋼の比率が高く、電炉法のそれが低かったことである。粗鋼生産に占める高炉・転炉法の割合は、製鋼法別粗鋼生産に占める転炉製鋼比率によって代表される。2015年の世界鉄鋼業全体では、転炉による製鋼比率が74.3%、電炉による製鋼比率が25.2%であった（World Steel Association, 2017, p.16）。しかし中国では、転炉94.1%、電炉5.9%と転炉製鋼比率がはるかに高かった<sup>10)</sup>。

第二に、高炉の設備規模が必ずしも大型のものに集中しておらず、多様だったということである。表1は2015年における中鋼協重点企業の製鉄・製鋼設備の規模別基数・能力分布を示している。高炉692基のうち2000m<sup>3</sup>以上の大型高炉は113基に過ぎず、高炉能力全体に占める大型高炉のシェアは36.4%に過ぎなかった。高炉の平均生産能力は109万3000トンに過ぎなかった。これを数値が得られる2012年の日本と比較すると、日本の高炉の平均生産能力は329万3000トンであったから（日本鉄鋼連盟, 2013）、中国では、とくに高炉において中小型の割合が高かったことがわかる。しかも表1は重点企業しか表示していない。非会員企業が保有する高炉は中小型の比率がいっそう高かったと推定される。



表1 中鋼協重点統計企業が保有する製鉄・製鋼設備の基数と能力

高炉				転炉				電炉			
	基数	能力	シェア		基数	能力	シェア		基数	能力	シェア
5000 m <sup>3</sup> 以上	4	1,759	2.3%	300 t 以上	13	3,354	4.2%	100 t 以上	26	2771	41.7%
2000-4999 m <sup>3</sup>	109	25,744	34.0%	200-299 t	41	8,185	10.4%	50-99 t	64	3277	49.3%
1000-1999 m <sup>3</sup>	238	27,434	36.3%	100-199 t	312	43,022	54.5%	11-49 t	39	551	8.3%
999 m <sup>3</sup> 以下	341	20,716	27.4%	99 t 以下	299	24,375	30.9%	10 t 以下	34	51	0.8%
総能力(万 t)	692	75,652	100.0%	総能力(万 t)	665	78,935	100.0%	総能力(万 t)	163	6,650	100.0%
平均能力(万 t)		109.3		平均能力(万 t)		118.7		平均能力(万 t)		40.8	

出所)《年鑑》編輯委員会編(2016, pp.355-356)より作成。

第三に、電炉製鋼において、銑鉄が高い比率で原料として用いられていたことである。多くの製鉄国では電炉の主原料は鉄スクラップであるが、中国では異なっていた。2015年に重点企業の電炉は、1トンの粗鋼を生産するために1130.61キロの金属原料を消費した。うち55.1%にあたる623.14キロは銑鉄であり、スクラップは31.1%にあたる351.68キロに過ぎなかった。残余部分は合金であった(中鋼協, 2016 a, p.116)。また重点企業に関する別の資料によれば、消費される銑鉄のうち9割以上が溶銑であった(中鋼協, 2016 b, p.238)。つまり、中国では、電炉の相当部分は高炉に隣接していたと推定できる。電炉で溶銑を用いることは、加熱のための電力を節約する効果と、不純物を少なく保ち品質を向上させる効果を発揮したと考えられる。

第四に、インフォーマル生産として誘導炉製鋼が広範に存在していたことである。誘導炉とは、電磁誘導によってスクラップ中に渦電流を流すことによって加熱を行う電炉であり、鉄鋼業では通常は小ロット品の生産に用いられる副次的な設備である。しかし中国ではその規模は2010年代半ばに1.4億トンに達していた(中鋼協, 2019)。企業は多くの場合、小型の誘導炉と簡単な鑄造設備のみを保有して、ペンシルインゴットと呼ばれる小サイズの条鋼用銅塊を製造した。大規模なものは連続鑄造機を併設してビレットを生産した。誘導炉のサイズは小型のもので1トン/回、もっとも大型で30トン/回程度と思われる<sup>11)</sup>。表1と比べると、誘導炉が転炉やアーク電炉よりもいっそう小ロットで粗鋼生産を行っていたことがわかる。誘導炉システムによる生産は「地条鋼」と呼ばれて違法操業とされ、2017年以後、行政によって強制閉鎖された。

第五に、熱延帯鋼類の圧延が、他の製鉄国のようにワイド・ホット・ストリップ・ミル(熱延広幅帯鋼圧延機)に集中していなかったことである<sup>12)</sup>。表2は、重点企業が保有していた主要な圧延・製管機の基数と能力を示している。注目すべきは、熱延帯鋼類を生産する圧延機について、板幅による分類が3種類存在したことである。まず、熱延

表 2 中鋼協重点統計企業が保有する主要な圧延・製管機の基数と能力

圧延・製管設備	軌条	大形形鋼	普通中形形鋼	普通棒鋼圧延機	H形鋼	普通線材	高速線材	広幅厚板鋼板	中幅厚鋼板	熱延広幅帯鋼
基数	5	46	83	192	11	31	226	23	45	42
総能力(万 t)	525	3,018	5,064	13,854	1,155	1,226	14,730	3,385	5,941	13,791
平均能力(万 t)	105.0	65.6	61.0	72.2	105.0	39.5	65.2	147.2	132.0	328.4

熱延中広幅帯鋼	薄スラブ連続鋳造	熱延狭幅帯鋼	冷延広幅帯鋼	冷延中広幅帯鋼	冷延狭幅帯鋼	熱延継目無鋼管	冷延鋼管	溶接鋼管
44	12	50	100	34	6	62	90	45
8,646	2,181	3,937	6,885	950	21	1,530	45	433
196.5	181.8	78.7	68.9	27.9	3.5	24.7	0.5	9.6

注：出所では「普通中小形鋼圧延機」となっている項目を「普通棒鋼圧延機」とした。理由は注 21 を参照。  
出所：《年鑑》編輯委員会編（2016）より著者作成。

広幅帯鋼圧延機（ワイド・ホット・ストリップ・ミル）の平均能力は 328.4 万トンと最大であった。しかし、この他により板幅の狭い熱延中広幅帯鋼圧延機があり、その平均能力は 196.5 万トンとワイド・ホット・ストリップより小さかった。さらに熱延狭幅帯鋼圧延機では平均能力は 78.7 万トンと条鋼圧延機並みであり、もはや鋼板類に独特の大量生産を実現しているとは言えなかった<sup>13)</sup>。

以上のような技術選択が何に由来するかを考察し、中国鉄鋼業の生産システム編成とその存立根拠を明らかにしていかなければならない。

## 2.2 技術選択の諸要因：銑鉄の優位と多様な中低級品の小ロット需要

中国における鉄鋼生産設備の 5 つの特徴は、二つの要因から説明することが可能である。

第一に、鉄源（製鋼原料）としての銑鉄のスクラップに対する優位性である。これにより、高炉・転炉法が電炉法に対して圧倒的優位に立っていたこと、電炉の少なくない部分が溶銑を鉄源として使用していたこと、スクラップが誘導炉によるインフォーマル生産で用いられていたことが説明できる。

李・王・潘（2018）による製鋼コストの比較によれば、銑鉄単価 1948 元/トン、スクラップ単価 2400 元/トンという中国の条件の下での粗鋼生産コストは、転炉鋼が 2216.96 元/トンともっとも安く、スクラップを 70%、銑鉄を 30% 使用した電炉鋼が 2819.3 元/トンでこれに続き、スクラップを 100% 使用した電炉鋼が 3049.84 元/トンともっとも高かった。Hao（2018）の生産システム別異形棒鋼（鉄筋用棒鋼）生産コストの比較結果も同様の順位を示した。中国においては、銑鉄に鉄源としてのコスト優位が

存在したのである。その理由は二つ考えられる。まず、国内で鉄鉱石と原料炭という高炉の原料を産出することがあげられる。実際、1990年代から2000年代初頭に山西省において銑鉄生産が躍進した際には、地域内で採掘される鉄鉱石と石炭の安さが小型高炉企業の低コストに貢献していた（川端、2005、pp.237-240）。また2000年代に入ってから河北省の銑鉄生産の飛躍は、輸入鉄鉱石とともに同省内での鉄鉱石の増産に支えられていた（杉本、2008、pp.142-144）。次に、中国では小型高炉の設計技術が1950年代から定着しており、短い納期と安価な費用での建設が可能だったことである<sup>14)</sup>。2000年代の事例では、大型高炉の工期は2年、小型高炉の工期は1年程度であった（川端、趙、2014、pp.104）。

鉄源として銑鉄の優位性が高く、スクラップの優位性が低かったことは、中小型システムの技術選択に影響した。他国では電炉鋼が採用される建設用条鋼類の分野において、中小型の高炉・転炉が広範に採用されることになった。また、アーク電炉鋼から建設用条鋼類や各種特殊鋼を製造する場合も、電炉は高炉に併設され、鉄源にはスクラップよりも溶銑が使用された。一方、スクラップはより小ロット、低価格志向の誘導炉によって使用されたのである。

第二に、多様な中低級品に対する小ロットの需要の存在である。これにより、大型のみならず中小型の高炉一貫システムが存在していたこと、熱延薄板類の圧延がワイド・ホット・ストリップ・ミルだけでなく、より小幅・小規模な圧延機によっても行われていたこと、製鋼工程しか持たない誘導炉が広範に存在したことが説明できる。

中国の鉄鋼需要は規模において他のあらゆる国を凌いでいるが、その発生源は建設分野を中心としている。2015年の中国における産業別鋼材消費のうち、用途が判明するものは6.64億トンであったが、そのうち建設業（建築、鉄道、公道、鉱山、都市インフラ建設）およびエネルギーと軌条建設を含めた建設分野が59.7%を占めていた。製造業は31.1%であった（冶金工業規劃研究院、2016）。同年度に日本の普通鋼材需要部門別消費量は、建設業43.7%、製造業56.3%であった（日本鉄鋼連盟、2017、p.99）。特殊鋼ではより製造業向けの比率が高かったであろう。同一基準で国際比較できる統計はほとんどないが、日本鉄鋼連盟の調査した結果では、2018年において建設業による消費が中国では52.8%、アメリカ42%、EU35.8%、韓国31.2%となっていた（日本鉄鋼連盟輸出市場調査委員会、2019）。

建設業向けの鋼材需要は中低級品を中心としており、また全体量は巨大であっても、小ロットの集積となる。なぜなら需要が物件ごとに単発で、また多くは全国に分散した

建設サイトにおいて発生するからである。そのため中小型の生産システムによる小ロット生産に存続の余地がある。これは用途と技術に由来する一般的な性質と見てよいが、中国では低価格品を求める市場志向により、さらに極端であった。その極端さの表れが、誘導炉製の低品質ペンシルインゴットやビレットの受容である。鉄筋用棒鋼や小形形鋼の圧延工場がこれらを受け入れていたからこそ、誘導炉は存在しえたのである。

さらに、中国では小ロット、低価格の需要の存在は熱延帯鋼類にも及んでいた。しかも、建設向けのみならず製造業の分野においても、小ロット・中低級品の熱延帯鋼類需要が存在していた。具体的には、農用車の荷台<sup>15)</sup>、窓枠、ガードレールの母材などが、熱延中幅帯鋼の需要に結びついていたのである（楊，2017）。また、溶鍛接鋼管の40%は熱延狭幅帯鋼を母材として製造されていた（楊，2017, p.29）。こうした分野では、ワイド・ホット・ストリップ・ミルよりも中広幅帯鋼圧延機や狭幅帯鋼圧延機による生産が選択されていたのだと思われる。

以上のように、鉄源としての銑鉄の優位と、小ロット、低価格の中低級品に対する多様な需要が、中国鉄鋼業における独特の技術選択を規定したのである。

### 3 中国鉄鋼業の生産システム編成

本節の課題は、中国鉄鋼業の生産システムの編成を類型別に明らかにすることである。分類の基本視点は、1.2で述べたように、採用する主要な生産技術のあり方と、工程の垂直的な統合度である。現代の鉄鋼生産システムには、高炉による銑鋼一貫システム、電炉による製鋼圧延システム、単純圧延システムの3つの主要なタイプがあるとされる（岡本，1984；川端，2005）。本稿ではこの観点を継承しながらも、2節での技術選択の考察を踏まえ、中国における主要なタイプとその変形、そして独自のタイプについてその特徴を分析する。

#### 3.1 大型高炉による銑鋼一貫システム：大口ロット・高級品の統合型生産

第一のタイプは大型高炉による銑鋼一貫システムである。銑鋼一貫システムとは、高炉・転炉法に基づき製銑・製鋼・圧延を製鉄所内で垂直統合した生産を行う方式のことである。以後、本稿では技術の種別を明確にするために高炉一貫生産システム、高炉一貫システムなどと呼ぶ。高炉一貫生産では、高炉・転炉・連続鑄造機が同一立地の製鉄所で機能的に統合されている。高炉と転炉はともに容量拡大が設備生産性の向上につな

がる装置型の設備であり、また高炉・転炉・連続铸造機は近接立地と一体管理によって熱経済性を発揮できる<sup>16)</sup>。したがって、製鉄・製鋼工程を能力バランスを取りながら巨大化させ、同一の製鉄所の構成部分として同一企業の管理下で運用することで効率的な大量生産が可能になる。大型の高炉一貫システムにおける圧延機は様々であるが、その中心的位置にあるのはワイド・ホット・ストリップ・ミルである（岡本，1984，pp.56-57）。注12で示したように、ワイド・ホット・ストリップ・ミルは薄板類の圧延機の中でもっとも大型化する必然性があり、表2が示す通り1基当たり平均能力は各種圧延機の中でもっとも大きかった。

このように、大型高炉一貫システムは〈大型高炉－転炉－連続铸造機－ワイド・ホット・ストリップ・ミル中心の圧延・加工ライン〉という設備構成を中核にし、大型化することで規模の経済性と熱経済的な効率性を発揮する、大量生産に適合的な生産システムなのである（岡本，1984，pp.56-57）。粗鋼年産300-400万トン前後が大型高炉一貫システムの能力の下限と考えられる<sup>17)</sup>。

高炉は技術的に24時間の連続操業を必要としており、生産量調整の柔軟性が低い。このため、大型高炉一貫システムは、大型になればなるほど鉄鋼市場において顧客との安定した継続的な取引を志向する。しかし現代では、安定した取引先である製造業企業の品質要求が高度化していく傾向がある。大型高炉一貫システムはその品質要求にも応じなければならない。高級鋼材の中で相対的に大ロット生産されるものこそ、大型高炉一貫システムに適合的な分野である<sup>18)</sup>。

高級品の大量生産のためには、統合度の高い工程もまた求められる。鋼材の化学成分は製鋼工程で、機械的特性は圧延工程で決定される。しかし、高級品が備えるべき外観、耐食性、耐アメント性、成形性、溶接性などの品質は、製鋼工程から熱延、冷延、表面処理工程の間で相互に調整を行い、適切に作り込まねばならない（藤本・葛・呉，2008；辺，2018）。このため、大型高炉一貫システムの工程アーキテクチャはインテグラル型である<sup>19)</sup>。

具体的な製品分野を見よう。条鋼類において高級品で大量生産される品種は鉄道用材とりわけ重軌条、また大形鋼とりわけH形鋼である。表2によれば、軌条圧延機とH形鋼の平均生産能力はいずれも105万トンであり、ホット・ストリップ・ミルと厚中板圧延機に次ぐ規模である。中国において、重軌条に対しては、高速鉄道や重積載鉄道の発展とともに断面、鋼種、清浄度、強靱化、外観真直度や表面品質、寸法精度などに、より厳格な要求が課せられるようになっている（張ほか，2011，p.58）。H形鋼

は高層ビルや大型の橋梁に使われているために、高度な品質管理が要求される。

鋼板類においては、ワイド・ホット・ストリップ・ミルで製造される熱延薄広幅帯鋼と中厚広幅帯鋼が、大ロット生産にもっとも適的な品種である。そして、これらの熱延広幅帯鋼類を母材に生産される冷延薄板・帯鋼類や表面処理鋼板類には、高級品が含まれている。その代表は自動車車体用鋼板や家電製品の筐体用鋼板である。2015年に重点企業によって生産された冷延薄広幅帯鋼の24.8%、めっき鋼板の25.7%は自動車用であった。同じく冷延薄広幅帯鋼の12.4%、めっき鋼板の31.0%は軽工業家電用であった(中鋼協, 2016a, pp.6-7)。またモーターコアや発電機に使用される電磁鋼板は全体として高級品であった。これらは大型高炉一貫システムの得意領域であった。例えば宝鋼股份有限公司は2015年に自動車用冷延鋼板について50%、無方向性電磁鋼板について17.0%、2013年に家電用重点用途鋼板について26.9%の国内市場シェアを占めた(宝山鋼鉄股份有限公司, 2014, p.20, 2016, p.18)。

中国においては、大型高炉一貫システムを目的意識的に構築した製鉄所は、改革・開放の実施以来、長らく宝山鋼鉄廠(現:中国宝武集団宝山鋼鉄股份有限公司宝山製鉄所)のみであった。宝鋼のみが突出して高度な生産システムを保有していた(田中, 2008; Kawabata, 2012)。しかし、2000年代以降、鞍鋼集団営口製鉄所、首都京唐鋼鉄曹妃甸製鉄所、宝武集団宝鋼湛江鋼鉄湛江製鉄所、日照鋼鉄集団日照基地などの臨海新規立地の大型一貫製鉄所が建設されたことにより、ワイド・ホット・ストリップ・ミルを保有し高級鋼板類を製造する大型高炉一貫システムは広がりを見せている。

### 3.2 中小型高炉による銑鋼一貫システム:小ロットの中低級品生産

第二のタイプは、中小型高炉による銑鋼一貫システムである。中小型高炉一貫システムは、高炉・転炉法を基礎とする一貫生産システムであることは大型高炉一貫システムと同じである。しかし、大きな違いが二つある。

一つは、高炉の設備規模である。中国では大量生産に適的なシステムを持つ高炉一貫製鉄所の他に、相対的に小規模な高炉一貫製鉄所も存在していた。すなわち、このシステムは表1に記載されている1999 m<sup>3</sup>以下の中型高炉、999 m<sup>3</sup>以下の小型高炉を装備していた。その生産規模は300-400万トン以下と考えられる。もう一つは、圧延工程とその製品である。中小型高炉一貫システムは、ワイド・ホット・ストリップ・ミルを擁して鋼板分野での大量・大ロット生産で優位を享受することは難しかった。そのため、ある程度は規模の経済性を生かしながらも、相対的により小ロットの分野で生産を行っ

ていた。

まず、この類型の中でも相対的に小型の一貫システムは、建設用条鋼類の生産に集中していた。川端（2005）第6章や川原（2006）で取り上げられた山西安泰集団、李捷生（2008）における華西鋼鉄有限公司、石油ガス・金属鉱物資源機構（2018）における創業初期の河北敬業集団などはこれにあたる。条鋼類中で、建設用途であり、小ロットの生産に向いているのは小形形鋼、鉄筋用棒鋼、線材である。表2によれば、棒鋼の平均生産能力は72.2万トン、普通線材のそれは39.5万トンである<sup>20</sup>。

中型の一貫システムになると、条鋼類に加えて小サイズの鋼板類の生産を手掛けるようになる。2.2で述べたように、農用車の荷台、窓枠、ガードレール、溶接鋼管の母材などに用いられる、板幅が狭く、品質要求が厳しくない鋼板である。中小型高炉一貫システムは、これらの鋼板を、平均生産能力196.5万トンの熱延中広幅帯鋼圧延機や平均能力78.7万トンの熱延狭幅帯鋼圧延機で小ロット生産していたのである。これらの圧延機がコスト的に優位を維持できた理由はなお検討を要するが、最終用途で必要とされる板幅が狭い場合、中広幅・狭幅帯鋼圧延機で圧延すればそのまま製品になるのに対して、ワイド・ホット・ストリップ・ミルで製造するとその後スリット工程が必要になるため、圧延機の広幅化・大型化が必ずしもコスト的に有利にならないことが作用していたと考えられる。このようなシステムは、中小型企業の事業所として存在することも、より大型企業が持つ複数の事業所のうちの一つとして存在することもあったと思われる。

いずれにせよ、中小型高炉一貫システムの設備構成は、〈中小型高炉－転炉－連続鑄造機－中幅・狭幅帯鋼圧延機や条鋼圧延機〉というものであった。製品の品質要求が高くないために、工程の統合度は大型システムほど強く要求されなかった。そして、中国ではこのシステムが独自の存在基盤を持っていた。一方では、鉄源としての銑鉄の優位を活用して、建設用条鋼類の生産において電炉システムよりも優位に立っていた。また他方では、小サイズの鋼板類を、小ロットかつ低価格で求める需要の存在故に、大型高炉一貫システムに淘汰されずに存続していたのである。

### 3.3 電炉システム：小ロットの条鋼類・特殊鋼生産

第三のタイプは電炉システムである。これは、電炉法を利用して製鋼を行う生産システムのことである。電炉にも規模の経済性は作用するが、高炉や転炉ほどではない。実際、表1によれば重点企業保有の電炉1基当たり平均生産能力は40.8万トンであり、

高炉，転炉よりもはるかに小さかった。

日本やアメリカを含む多くの国では，電炉は，通常は鉄スクラップを主原料としたアーク電炉による製鋼と連続 casting，圧延から構成される半一貫生産システムを構成する。ここではこれをスクラップ・電炉システムと呼ぼう。その最小効率規模は，普通鋼では経験的に30万トン程度，特殊鋼ではより小規模と言われている（川端，2005，p.28；佐藤，2009，p.328）。このため，普通鋼では建設用条鋼類に，特殊鋼では様々な形状の小ロット生産に適用される。生産量では普通鋼の方が多。

しかし，中国では2節で述べたように，銑鉄が鉄源として優位であったため，会員企業を中心に多くの電炉が高炉から溶銑供給を受けていた。その設備構成は〈高炉－電炉－連続 casting機－条鋼圧延機〉であった。ただし，特殊鋼生産では圧延機はより多様であったと推測できる。このシステムを高炉・電炉システムと呼ぼう。しかし，このシステムは他のシステムから独立して存在していたとは考えにくい。電炉の規模が高炉よりはるかに小さいことを考えると，電炉のために高炉を併設していたとは考え難い。むしろ，高炉一貫製鉄所の内部に，転炉とともに電炉が設置され，条鋼類や特殊鋼の生産に活用されていたと考えるのが合理的である。つまり高炉・電炉システムは独立に存在するのではなく，高炉一貫システムに付属していたと考えられる。これに対して非会員の中小企業では，他国と同様に〈電炉－連続 casting機－条鋼圧延機〉の設備を備えていたものがより多かったと思われる。これら電炉システムにおける工程統合度は，普通鋼条鋼類の生産においては強くは要求されず，特殊鋼の生産においては必要とされたと考えられる。

普通鋼の電炉システムは，鉄源に溶銑を用いても設備規模は小さく，製品分野は条鋼類であった。このため高炉・電炉システムは，条鋼類の生産において前述の中小型高炉一貫システムと競合した。そして優位に立てず製鋼シェアは小さいままにとどまったのである。

#### 3.4 誘導炉システム：インフォーマル極小ロット生産

第四のタイプは誘導炉システムである。電炉システムの鉄源として優位性を持てなかった鉄スクラップは，誘導炉に流れた。誘導炉システムはごく小規模なものは〈誘導炉－鋼塊 casting炉〉という設備体系でペンシルインゴットを，相対的に大規模なものは〈誘導炉－連続 casting機〉という設備体系でビレットを生産していた。これにより，中小型高炉一貫システムの製鋼工場や電炉システムの製鋼工場よりも小サイズ，低価格，低品質



のビレットを圧延・加工システムに極小ロットで提供することで、工場が所在する地域の建設需要にんでいた<sup>21)</sup>。

誘導炉製鋼は、本来は小ロットで特殊な製品を製造するために用いられるものである。しかし、設備投資コストが低く参入障壁が低いため、中国では大量の機会主義的参入をもたらした。多くの小規模企業がスクラップの選別や脱硫、脱燐などの成分調整、品質管理、スラグ処理、排ガス回収を伴わない、単純にスクラップを溶解して铸造するだけの問題ある操業を行い、低価格・低品質の鋼塊を供給していたのである<sup>22)</sup>。工程の統合度は問題になり得なかった。2015年頃までは1.4億トン存在していたとされる誘導炉は、2016年からの第13次五カ年規制により強制閉鎖された（中鋼協，2019）。

### 3.5 圧延・加工システム：多様な小ロット生産

第五のタイプが圧延・加工システムである。これは製鉄、製鋼設備を持たず、圧延・製管機や、それよりも川下での加工設備のみを保有し、圧延、製管、めっき、塗装などを行う生産システムである。圧延には熱間圧延と冷間圧延の区分があり、製管、めっき、塗装にも様々な種類があって、鋼材の種類によって一つまたは複数の工程を経る。

圧延・加工システムは〈圧延機または製管機〉、〈めっきまたは塗装ライン〉、あるいはこの両者が結合した小規模な設備体系を持ち、多様な鋼材を生産していた。このシステムは、中国の多様な鋼材市場に密着して、供給を最終的に実現する担い手でもあった。この単純なシステムを持つのは、主に独立した圧延・加工企業であるが、高炉一貫企業が、その主要な製鉄所と別に圧延・加工事業所を持つこともあったと考えられる。母材となる半製品や鋼材が他のシステムから供給されなければ稼働できないという意味で、システムの自律性は弱かった。工程が短く、品質要求も高くないことが多いので、工程の統合度は強く要求されなかった。

例外はあった。外資企業との合併により、国内の高炉一貫製鉄所と別立地で建設された圧延・加工システムが、輸入された母材を圧延・加工して自動車用鋼板や缶用ブリキ鋼板を生産する場合である。広州 JFE 鋼板 (GJSS)、鞍鋼蒂森克虜伯汽車鋼 (TAGAL)、広州太平洋馬口鉄 (PATIN) などがこれにあたる (Kawabata, 2017, pp.25-28)。これらの企業の圧延・加工システムでは、海外の母材供給元と圧延・加工システムにまたがる工程の高い統合度が要求された。しかし、これらは圧延・加工システムのごく一部を占めるに過ぎなかった<sup>23)</sup>。

圧延・加工システムのほとんどは、高炉一貫システムや電炉システムがカバーし切れ

ない、分散的、間欠的な小ロットの注文に応じて中低級品を供給するものであった。このあり方は現代鉄鋼業に一般的なものであった。ただし、中国の場合、使用する半製品の中に誘導炉システムから供給されるものが含まれていた。その分だけ、圧延・加工システムでの鋼材生産において、小サイズ、低品質、低価格、小ロットの建設用条鋼の比率が大きくなったと考えられる。

### 3.6 小括

本節の分析に基づき、2015年の中国鉄鋼業における生産システムの諸類型の特質を総括すると、表3のようになる。中国では、世界の主要製鉄国と同様に大型高炉一貫システム、電炉システム、圧延・加工システムが存在した。しかし、それらとともに中小型高炉一貫システム、誘導炉システムが無視できない比重をもって存在していたのである。それでは、生産システムの諸類型は、中国の鉄鋼生産全体においてどのような比重と位置を占めていたであろうか。これが次の課題となる。

表3 中国鉄鋼業の生産システム諸類型の特質

生産システム 類型	典型的設備構成	指向する ロットサイズ	高級品生産のため の工程の統合度	優位性ある品種
大型高炉一貫	大型高炉－転炉－連続鑄造機－ワイド・ホット・ストリップ・ミル中心の圧延・加工ライン	大ロット	強	鉄道用材、大形形鋼、広幅帯鋼類。とくにそれらに含まれる高級品
中小型高炉一貫	中小型高炉－転炉－連続鑄造機－熱延中幅・狭幅帯鋼圧延機、条鋼圧延機	小ロット	弱	小形形鋼、鉄筋・棒鋼、線材、小サイズ・低価格の中・狭幅鋼板類
電炉	(高炉)－電炉－連続鑄造機－条鋼圧延機。特殊鋼の場合はより多様な圧延機	小ロット	弱(特殊鋼の場合のみ強)	小形形鋼、鉄筋・棒鋼、線材、特殊鋼
誘導炉	誘導炉－小型の鑄造設備	極小ロット	無	半製品
圧延・加工	多様な圧延・製管機－(めっき、塗装ライン)	小ロット	弱	一貫生産の残余部分の中低級品全般。

出所：著者作成。

## 4 中国における鉄鋼生産構造

### 4.1 マテリアル・フローの分析方法

本節では、中国鉄鋼業の生産構造の全体を可能な限り推定し、その中での各生産システムの位置を明らかにする。そのためには、生産システムの類型別生産高を銑鉄、粗鋼、鋼材の別に明らかにしつつ、工程間のマテリアル・フローを描くことによって生産

システム間の相互連関を明らかにしなければならない。

しかし、可能な範囲は限られている。中国の公表統計では、転炉生産と電炉生産の区別を用いて高炉一貫生産と電炉生産の区別をすることは可能である。しかし、個々の製鉄所が持つ設備・工程についての情報を欠いているので、大型高炉一貫システムと中小型高炉一貫システムの区分は厳密には困難であり、設備統計から近似的に行うしかない。また、生産システム別の生産高についても、産業・企業レベルの生産高から可能な限り推定するしかない部分がある。さらに、冷延・表面処理・溶鍛接製管工程については、重複計算を排除する適切な方法がなく、数量的な推定ができない。

これらの制約を踏まえて、ここでは生産システム主要タイプの製鉄、製鋼、熱間圧延工程に限っての生産量推計を行う。圧延・加工システムのうち冷間圧延工程やめっき工程のみを持つシステムは対象外とする。

#### 4.2 製鉄・製鋼・熱延工程における生産システム別生産高の推定

まず製鉄工程と鉄源供給についてである。2015年に中国全体で6億9141万トンの鉄鉄が生産された。うち重点企業の生産が6億6538万トンであり、96.2%を占めた。輸出入はほとんどなかった（中鋼協、2016 a, pp.138, 148）。20世紀末の小型高炉ブームの時とは異なり、ほとんどは一貫システムで製造されたと考えられる<sup>24)</sup>。

大型高炉一貫システムと中小型高炉一貫システムの区分は、厳密には困難であるため、大型高炉と中小型高炉の設備能力の構成比がそのまま生産の構成比であったと仮定する。また、高炉・電炉システムは独自に高炉を保有していたのではなく、高炉一貫システムから鉄鉄供給を受けていたと想定する。表1によると、重点企業の保有する高炉のうち2000 m<sup>3</sup>以上の大型高炉の割合は36.4%であった。どの高炉も稼働率が等しいと仮定し、重点企業の鉄鉄生産の36.4%が大型高炉によるものであったと推定する。すると大型高炉一貫システムの鉄鉄生産高は2億4190万トン<sup>25)</sup>、全国生産の35.0%となる。非会員企業に大型高炉は存在しないとみてよいので、全国生産高の残り4億4951万トン、全国生産の65.0%が中小型高炉一貫システムによる鉄鉄生産となる。

生産された鉄鉄のうち、2309万トンをいくらか上回る量が鑄造用や合金鉄用に用いられ、6億6832万トンをいくらか下回る量が製鋼用に用いられた（中鋼協、2016 a, p.3)<sup>26)</sup>。製鋼用鉄鉄のほとんどは一貫システム内で転炉と電炉に投入されたと推定できる。一方、鉄スクラップは、転炉に4932万トン、電炉に3398万トンが投入された。また、誘導炉には9642万トンが投入されたと推計されている<sup>27)</sup>。製鋼原料の比率は重点

企業についてしか判明しないが、転炉では銑鉄 92.6%、スクラップ 5.4%、電炉では銑鉄 51.1%、スクラップ 31.1% であった（中鋼協，2016 a, pp.115-116）。非会員企業電炉ではスクラップ比率がより高く、誘導炉においては、ほとんどスクラップが用いられたと考えられる。

次に製鋼工程について。2.1 で述べたように World Steel Association (2017) において転炉・電炉製鋼比率は得られるが、この比率や、その計算の基礎になる粗鋼生産の数値 8 億 383 万トンには誘導炉による生産が含まれていない。誘導炉を含めた場合の粗鋼生産については公式のものがないが、中国工程院と中国廢鋼鉄応用協會の資料によれば、2015 年の公式統計外で誘導炉による地条鋼 8764 万トンが生産され、実際の粗鋼生産総量は 8 億 9147 万トンであった<sup>28)</sup>。ただ、この資料では、転炉鋼、電炉鋼の生産高が、世界鉄鋼協會に報告された数値と異なっているという問題がある。いずれがより正確か判定しがたいので、転炉鋼 7 億 4521 万 - 7 億 5630 万トン、電炉鋼 4750-5862 万トンと幅を持たせて推定する。前者が高炉一貫システムによる粗鋼生産高、後者が電炉システムによる粗鋼生産高である。そして、転炉製鋼における大型高炉一貫システムと中小型高炉一貫システムの割合は、高炉における銑鉄生産の割合と同じであるとする。すると、転炉鋼生産高は大型高炉一貫システムが 2 億 6072 万 - 2 億 6460 万トン、中小型高炉一貫システムが 4 億 8449 万 - 4 億 9170 万トンとなる。修正された製鋼比率は転炉 83.6-84.8%、電炉 5.3-6.6%、誘導炉 9.8% となる。

最後に熱延工程について。ここでは、圧延・加工企業が持つ圧延・加工システムの生産に限って推計する。高炉一貫企業や電炉企業の企業内に圧延・加工事業所が含まれている場合については、判別できる資料を入手できないからである。

まず全国熱延鋼材生産高は、公式統計では《年鑑》編輯委員会 (2016) より 8 億 4949 万トンと計算できる。実際の生産高はこれよりもいくらか大きかったであろう。誘導炉で製造された半製品が他企業に販売されて熱延鋼材になった場合、公式統計では粗鋼としては計上されず、熱延鋼材ではある程度計上されたであろうが<sup>29)</sup>、計上されなかったものもあると考えられる。

この熱延鋼材生産高推計値を使って圧延・加工システムのシェアを考える。企業レベルの統計を用いると、中鋼協重点企業の圧延・加工企業による生産高は中鋼協 (2016 a, pp.18-30) より個別に判明する。また非会員企業については、熱延鋼材生産高は《年鑑》編輯委員会 (2016) を用いれば、全国計と会員企業計の差分より計算可能である。そして、熱延鋼材生産高が粗鋼生産高より多いので、その差分は非会員の熱延企業が半

製品を購入して製造したものだと一応は考えられる。この会員・非会員企業の推計可能な部分を合計すると、製鉄・製鋼工程を持たない圧延・加工システムによって少なくとも1億5905万トンの熱延鋼材が生産されたことになる。これは全国熱延鋼材生産高の18.7%に相当する。半製品は誘導炉から最大で8764万トンが供給された。それ以外の7141万トン以上がフォーマルな製鋼工程から供給されたと考えられる。

### 4.3 生産構造と生産システム

以上の推計により2015年における中国鉄鋼業全体の生産構造は図1のようになる。マテリアル・フローは矢印で示してあり、その太さが大まかな規模の大小を表す。高炉一貫システムでは銑鉄を生産し、そのほとんどを製鋼用に供給していた。高炉一貫システムと電炉システムにおける製鋼工程の鉄源は主に銑鉄であり副次的にスクラップであった。誘導炉の鉄源はスクラップであった。高炉一貫システムと電炉システムは、粗鋼の90.2%を生産していた。そして、その大半は同一システム内に統合された熱間圧延工程に供給された<sup>30)</sup>。ただし、一部分は独立した圧延・加工システムに供給された。また誘導炉においても粗鋼の9.8%が生産され、そこから半製品が圧延・加工システムに供給された。このようにして、中国鉄鋼業の多様な生産システムは、特徴を異にする生産を行いながらも、マテリアル・フローにおいて連関を持っており、一つの全体としての中国鉄鋼業を構成していたのである。

個々の生産システムの特徴は、それを中国鉄鋼業全体の生産構造の中に置いたとき、いっそう明白になる。2015年に中国には大型高炉一貫システムが粗鋼生産約2億6000万トンの規模で存在していたが、それは全国粗鋼生産の29.2-29.7%を占めるに過ぎなかった。むしろ中小型高炉一貫システムの方が54.3-55.2%とより高い比率を占めていた。電炉システムの比率は5.3-6.6%に過ぎず、むしろ誘導炉の方が9.8%と高い比率を占めていた。スクラップは転炉・電炉によるフォーマル生産で8330万トンが消費されたが、インフォーマル生産である誘導炉は9642万トンと、より多くを消費した。熱延鋼材の81.3%は一貫システムによって生産されていたが、18.7%は圧延・加工システムによって熱延・製管されていた。そして、その母材のうち、最大で55%程度が地条鋼から供給されていた。

図1 中国の鉄鋼生産構造における生産システム諸類型の位置

システム種別	銑鉄生産高 (シエア)	粗鋼生産高 (シエア)	熟延鋼材生産高 (シエア)
大型高炉一貫システム	24,190 (35.0%)	26,072~26,460 (29.2-29.7%)	69,043 - $\alpha$ (81.3% - $\alpha$ )
中小型高炉一貫システム	44,951 (65.0%)	48,449~49,170 (54.3-55.2%)	
電炉システム		4,750~5,862 (5.3-6.6%)	
誘導炉	スクラップ 転炉へ 4,932 電炉へ 3,398 誘導炉へ 9,642	8,764 (9.8%)	7,141 以上
圧延・加工システム			8,764 以下
合計	69,141	89,147 (誘導炉込み)	15,905 + $\alpha$ (18.7% + $\alpha$ )

2,309 +  $\alpha$  は製鋼用以外へ

注：単位は万トン。各製鋼炉の数値を足しても合計とわずかにずれるのは、その他の炉による製鋼が最大2万5000トン存在するため。製鋼工程には銑鉄、スクラップの他に合金鉄が投入されるが、その量は推計できない。

## 5 結論と残された課題

### 5.1 本研究の結論

2015年において、世界最大の生産規模を持つ中国鉄鋼業の最も高度な部分を代表していたのは、大型高炉による銑鋼一貫システムであった。このシステムは大量生産にもっとも適格的であった。その得意分野は大ロット生産を指向する高級品であり、大型で、統合度の高いインテグラル型のアーキテクチャを持つ工程がその生産を支えていた。この生産システムが優位性を持つ品種は大ロットで生産される高級品であり、その中核はホット・ストリップ・ミルによって熱間圧延される広幅帯鋼類であった。その他、鉄道用材、大形形鋼に優位性を持っていた。

しかし、中国鉄鋼業には大型高炉一貫システムに支配されない分野が広範に存在しており、そこには別の生産システムが存立基盤を確保していた。この独自性を規定したのは、鉄源としての銑鉄の優位と、小サイズ、小ロットの中低級品需要の広範な存在であった。これにより、中小型高炉一貫システムが発達し、銑鉄・粗鋼生産における最大の生産比率を占めていた。それは一方において、小サイズの鋼板類を小ロット生産することにより大型高炉一貫システムと対抗することができた。他方において小形形鋼、棒

鋼、線材といった建設用条鋼類の分野で電炉システムを圧倒した。一方、条鋼類と特殊鋼を生産する電炉システムは劣位に立たされ、高炉一貫システム内部に組み込まれていた。フォーマル生産において劣位に立ったスクラップは、インフォーマル生産としての誘導炉に活用された。誘導炉システムの粗鋼生産は電炉システムを上回っていた。誘導炉システムは、高炉一貫システムや電炉システムよりもさらに小ロットで、小サイズ・低品質の半製品を生産した。圧延・加工システムは一貫システムの残余部分としての小ロットの鋼材圧延全般を担っていたが、その母材として、高炉一貫システムや電炉システムによって製造された半製品とともに、誘導炉製の半製品をも用いていた。大型高炉一貫システムに比べると、他のいずれの生産システムにおいても工程の統合度は低かった。

21世紀初めの15年間、中国鉄鋼業は世界最大の生産規模を持っていた。しかし、生産システムにおいて支配的なのは大型高炉一貫システムではなかった。粗鋼において最大の生産比率を持っていたのは、中小型高炉一貫システムであった。また、フォーマルな電炉システムよりもインフォーマルな誘導炉システムの比率が大きかった。この独自の技術選択と生産システム編成は、原料供給面における鉄源としての銑鉄の優位性、製品市場面における中低級品の小ロットでの需要に対応したものであった。中小型システムの優位は、必ずしも低く評価されるべきではない。それは原料供給と製品需要に対応したという意味で、合理的な編成だったからである。これが本稿の結論である。

## 5.2 本研究の貢献と残された課題

以上のように、本稿は21世紀初めの中国における鉄鋼業の生産システムを、多様性を持った全体として分析した。まず生産システムの中核をなす技術の選択根拠を明らかにし、それを基礎に様々な生産システムの内的編成を明らかにした。さらに、多様な生産システムを中国鉄鋼業全体の生産構造の中に位置づけた。これらは独自の貢献である。

ただし、本稿の分析は、あくまで生産システムの次元でのものである。生産システムが合理的であることと、企業や産業が競争を通して経營業績をあげることは、前者が後者の基礎になるという形で関連はしているが、別のことである。2015年は中国鉄鋼業における過剰設備、稼働率の低下、業績悪化が表面化した年でもあった。技術と生産システムの選択が合理的であることは、企業の利潤を自動的に保証するものではないし、産業組織の性質を一義的に決定するものではない。本稿で明らかにした生産システム

を、企業が、利潤と蓄積のためにどのように自らの生産基盤として編成し、戦略的に活用していたか、異質な企業群の行動が全体としてどのような産業組織を形成していたかは、企業論・産業論として独自の分析が必要である。すなわち、生産システム論の基礎の上に企業分析、産業分析を行っていくことが本稿に続く課題である。

また、生産システム研究の範囲内でも本稿の範囲が及んでいない領域がある。一つは産業立地である。中国鉄鋼業の立地は、計画経済から改革・開放へと移り変わることで変化が見られる。原料供給源や需要産業が地理的にどのように配置されて来たかに注意する必要がある。

もう一つは、環境汚染との関係である。本稿で明らかにした生産システム編成は、原料供給と製品需要に対応したという点で合理的であったが、同時に、先行研究が指摘して来たように環境に高い負荷をかけてきたのである。汚染物質の排出と温室効果ガスの排出において、鉄鋼業が今後国際的にも国内的にも厳しい制約を課せられることは確実である。現に中国においても、2016年以後、汚染物質排出規制は厳格化される傾向にあり、またCO<sub>2</sub>排出量削減の観点から、生産システムを高炉一貫システムから電炉システムへ、鉄源を銑鉄から鉄スクラップへと誘導する政策が見られるのである。環境汚染という評価軸をより明示的に加えた上で、問題点と今後の展望を考察することが必要である。

さらに理論的には、本稿の分析方法の有効範囲を検討する必要がある。本稿は一国の特定産業の生産システムについて、生産技術のあり方と工程の機能的統合度と言う分類基準を示し、供給側および需要側の条件への適応に着眼する評価基準、とくに後者については需要ロットと生産ロットの対応関係、および製品グレードと工程アーキテクチャの対応関係に着眼する評価基準を示した。また、分析手順として、技術選択を基礎に生産システムの編成を明らかにし、さらに生産システムの諸類型を生産構造内に位置づける方法を示した。これが、少なくとも現代中国鉄鋼業にふさわしい視角・方法であることは確認された。しかし、この視角・方法の有効性は、一定の技術特性に対応したものであるとも考えられる。今後は、他の特性を持つ他の産業における有効性、条件が異なる場合の手法の変更について検討し、生産システムの分析視角・方法をより豊かにすることが必要である。

※本稿は同志社大学人文科学研究所第20期第11研究会「サプライチェーンの設計と運営をめぐる産業間・国際比較研究」、JSPS 科研費（基盤研究 C。課題番号 20K01905、基盤研究



C. 課題番号 20K01926) の研究成果の一部である。

#### 注

- 1) 19世紀末から20世紀初頭のアメリカについて溝田(1982)、1970-80年代の日本について岡本(1984)、第二次世界大戦以前の日本について長島(1987)、1990-2000年代の東アジアについて川端(2005)を参照。なお岡本は、岡本(1984)では生産単位の構造を「事業所の構造」という用語で論じていたが、岡本(1995)以後の著作では「生産システム」を用いている。本稿の鉄鋼業分析の方法は岡本(1984)に負うところが多いが、そこでの生産単位・事業所論を生産システム論と読み替えている。
- 2) 産業論において生産工程の概説が重要であるように、マテリアル・フロー把握も重要な役割を果たしている。鉄鋼業研究において、例えば佐藤編(2008)に収録されている諸論文や川端(2015)では、マテリアル・フローが提示されることによって様々な生産システムとこれを持つ企業の位置がわかるようになってきている。しかし、産業論におけるマテリアル・フローの理論的性格が論じられたことはほとんどなく、ここでは一つの試論を提示している。なお、マテリアル・フロー分析は資源リサイクル研究において重要なツールとなっている。鉄鋼業を対象にした例として松八重ほか(2009)等を参照。
- 3) ここでは岡本(1984)が鉄鋼事業所を分析する際に用いた「統合」論を、それとはまったく独立に行われた藤本・葛・呉(2008)や藤本(2009a)の工程アーキテクチャ論が、結果として別の角度から洗練させたとみなしている。岡本(1984, pp.13-14)が堀江(1979, p.96)に依拠しつつ述べた事業所レベルの統合とは、継起的な生産段階を担う異種工場が「技術的に融合してもはや分離できない生産単位になっていること」であった。統合事業所を構成する部分工場を、それだけで単純に存立することはほとんど不可能とするようなものであった。そして岡本(1984, p.22)が自説をWilliamson(1975)の取引費用論と区別して述べたように、この統合は、企業レベルにおける所有の垂直統合ではなく、生産機能の統合であった。藤本・葛・呉(2008)や藤本(2009a)の工程アーキテクチャ論は、製品の構造または機能要素と工程要素の対応関係に注目し、両者が1対1対応に近いものを「モジュラー型」、両者が錯綜しているものを「インテグラル型」としたのである。生産機能の「統合」をより分析的に言えば、工程の設計思想が「インテグラル型」であり、「モジュラー型」ではないということである。以下、本稿では日本語としてなじみやすい「統合度」というタームを用いるが、これは「インテグラル度」と同義である。
- 4) 岡本(1984)の分析においては、大量生産に適合的な事業所とそれを持つ企業だけが産業の独占的構造の基礎になるという軸と、需要構造に規定されて小ロット生産に適合的な事業所とそれを持つ企業が存立しているという軸の二つが貫かれている。また岡本(1995)は生産・販売統合システムを、生産技術と当該市場が位置する市場の性格に規定されるものとして分析している。
- 5) 本稿で技術選択・生産システム編成を研究する際は、ある一時点で技術・生産システム

が供給・需要条件と適合し、効率的な生産ができているかどうかを問題にする。市場に適応しようとし、技術を選択して導入する企業の意思決定や行動の時系列プロセスを明らかにするものではない。つまり、藤本（1997, pp.151-155）の言う機能論的な「存続の論理」を採求するものであり、時系列に沿った「発生の論理」を求めているのではないことをお断りしておく。

- 6) 鉄源と言うのは製鋼工程の主原料のことである。
- 7) 中鋼協に加入できるのは普通鋼の場合 100 万トン以上を生産しており、かつ設備や環境保全の面で国家の産業政策に適合している企業である。特殊鋼企業や圧延企業の場合も一定の生産規模を持ち、産業政策に適合する企業とされている「中国鋼鉄工業協会吸収新会員の基本条件」2011 年 4 月 30 日付、中鋼協ウェブサイト (<http://www.chinaisa.org.cn/gxportal/xfgl/portal/index.html>)。
- 8) 高炉・転炉法とは、鉄鉱石を主要原料とし、高炉法による製鉄技術と転炉法による製鋼技術を利用して粗鋼生産を行う製造方法である。高炉では高温の炉内で鉄鉱石をコークスや微粉炭で還元することにより溶銑（熔融状態の銑鉄）が製造される。転炉は原料として溶銑を必要とする。溶銑が熱源となり、溶銑に純酸素を吹き付けることによって脱炭反応を生じさせて精錬を行うからである。したがって、高炉と転炉は隣接すべき技術的必然性があり、多くの場合は同一製鉄所内に立地する。
- 9) ここでいう電炉（電気炉）とはアーク電炉のことである。電極間の電位差によってアーク放電を起こし、その放電熱によってスクラップを溶解して製鋼を行うものである。原料が材質的には鋼なので製鉄工程を必要としない。また熱源は電炉が供給するので、スクラップは常温の固体でも操業できる。
- 10) 後述するように、インフォーマル生産を含めると数値が修正されるが、評価には変更を要しない。
- 11) 中国では未見であるが、中国製誘導炉が用いられていたベトナムの誘導炉企業における工場見学と聞き取りより判断。2015 年 8 月。坂田（2017）も参照。
- 12) 鋼板類は形状により薄板（切り板）と帯鋼（コイル）に分かれ、また圧延・加工段階により熱延鋼板類、冷延鋼板類、表面処理鋼板類に分かれる。熱延帯鋼類は、それ自体が製品であるとともに冷延鋼板類、表面処理鋼板類の母材でもある。このため熱延帯鋼は相対的に大量生産が可能な位置にあるため、その圧延機であるワイド・ホット・ストリップ・ミルも大型化する傾向にある。
- 13) なお、製品分類では、広幅帯鋼が幅 600 ミリ以上、狭幅帯鋼が幅 600 ミリ未満と定められているものの、圧延機の広幅・中幅・狭幅の 3 段階区分の場合の具体的サイズは不明である。
- 14) 内容積 3-100 m<sup>3</sup> 程度の小型高炉の設計技術は、大躍進の後半期 1950 年代末には定着したと思われる（石川編, 1966, pp.222-225）。1990 年代には国産の 100 m<sup>3</sup> 高炉が山西省を中心に建設され、2000 年代には 450 m<sup>3</sup>（川端, 2005, 第 6 章）、続いて 1080 m<sup>3</sup> 高炉が多数建設された。発展途上国では高炉の設計・製造技術が定着している国は少なく、こ

れはきわめて重要な中国の特徴なのである。

- 15) 農用車とは農用運輸車の略称であり、ディーゼルエンジンを動力装置とし、農村の道路で貨物輸送にあたる低速の機動車のことである。四輪と三輪があるが三輪の方が多く、農村部で広く普及している（田島，2002；沈・伊藤・李，2002）。
- 16) 高炉・転炉の近接については注8）を参照。転炉から出鋼された熔融状態の鋼（溶鋼）が連続鋳造機で鋳造されて半製品となる。よって連続鋳造機も高炉・転炉と近接していないなければならない。
- 17) 2000 m<sup>3</sup> の高炉を2基備え、365日稼働したとみなし、技術係数（出銑比）と転炉における銑鉄使用率を2015年の重点企業実績により2.51、92.6%とする（中鋼協，2016 a, p.115）。そうすると中国の操業条件では、製鋼工場での粗鋼生産量は $2000 \times 2 \times 2.51 \times 365 \times 100 / 92.6 = 395.7$ 万トンとなる。一方、先進諸国の操業条件では経験則的に技術係数を2.0、銑鉄使用率を90%とみなせるので、粗鋼生産量は324.4万トンとなる。
- 18) 現実には、製造業企業の要求は高級化とともにセグメント化していくため、高炉一貫企業、特に先進国のそれは多品種・小ロットの受注と大量生産を両立させる技術・生産システムの開発を余儀なくされている（岡本，1995；Okamoto，2003；川端，1995；井上，1998；Kawabata，2012）。しかし、それでも大型高炉一貫システムの優位性が大ロット生産の分野において発揮されることには変わりはないのである。
- 19) 企業分析においては詳細な差異の分析がなされ、中国鉄鋼企業のアーキテクチャが相対的にモジュラー寄りと言われることはあるし（藤本・葛・呉，2008）、製造可能な高級鋼材の範囲が制約されることについて指摘されることもある（Kawabata，2012；田中，2008；田中・磯村，2019）。しかし、これらはインテグラル型という類型内の差異というべきであろう。
- 20) 《年鑑》編輯委員会（2016）は表2の出所となる箇所「普通小形鋼圧延機」に Ordinary bar mill という英訳を付記しており、後者は「普通棒鋼圧延機」の意味なので中国語表記と一致しない。2015年前後の重点統計企業の中小形鋼生産高は1000万トン未満であるのに対して、棒鋼・鉄筋の合計生産高は1億トンを超えていることからみて（中鋼協，2019, pp.186）、「普通棒鋼圧延機」と理解するのが正しいと思われる。
- 21) ここでは、誘導炉工場に圧延工場が隣接していた場合についても、誘導炉がインフォーマル生産であったことを考慮して両者を性質を異にするものとし、圧延工場は圧延・加工システムに含めて取り扱う。
- 22) 誘導炉の実態を示す資料は少ないが、例えば「頓利潤超千元産能達到1億噸：中国鋼材市場被“地条鋼”攪乱了」中華商務網（来源：澎湃新聞），2016年11月15日（[http://wap.chinacem.com/23/20161115/2302\\_3771136.shtml](http://wap.chinacem.com/23/20161115/2302_3771136.shtml)）、「中頻炉≠地条鋼，您應該知道的秘密」鋼材價格網，2016年12月5日（<https://www.zh818.com/html/2016/12/5/11699547.html>）（2020年2月7日最終閲覧）がある。
- 23) 21世紀に入って中国国内での高級品生産が可能となったため、外資合弁企業の圧延・加工工程であっても高炉一貫製鉄所内に置かれ、隣接する川上の工程から母材供給を受け

- るものも現れた。宝鋼日鉄汽車板（BNA）などがこの例である（Kawabata, 2012, p.35）。
- 24) 20世紀末から2000年前後までは山西省に内容積100m<sup>3</sup>以下のミニ高炉が多数建設され、銑鉄のみを製造していた（杉本, 2000；氏川, 2001；川端, 2005, 川原, 2006）。当時山西省では銑鉄生産が粗鋼生産を大きく上回っていたが、2015年にはその状態は解消されていた（中鋼協, 2016 a, p.10）。
- 25) より正確に記すと、ここでは重点企業銑鉄生産高×重点企業大型高炉能力／重点企業高炉総能力で計算している。計算式は665382569×27503/75652である。
- 26) 鑄造・合金鉄用に用いられた銑鉄の量に関する数値は、会員重点企業についてしか得られないので、このような表現にせざるを得ない。
- 27) 転炉、電炉については《年鑑》編輯委員会編（2019, pp.100）、誘導炉については中国工程院と中国廢鋼鉄応用協會の資料を『日刊産業新聞』2018年12月5日より引用。
- 28) 『日刊産業新聞』2018年12月5日、2020年1月27日。
- 29) この計算法がありうることは、中鋼協も認めている（石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 2018, p.64）。
- 30) ただしこれは、高炉一貫企業や電炉企業が企業内に持つ圧延・加工工場への供給を含んでいる。

#### 参考文献

- 宝山鋼鉄股份公司（2014, 2016）『公司実録』。
- 辺成祐（2018）「鉄鋼産業における工程間調整に関する考察」『商経学叢』64(3), pp.391-405。
- 藤本隆宏（1997）『生産システムの進化論』有斐閣。
- 藤本隆宏（2009 a）「もの造り分析・アーキテクチャ分析のフレームワーク」藤本隆宏・桑嶋健一編（2009）『日本型プロセス産業』有斐閣, pp.20-66。
- 藤本隆宏（2009 b）「日韓鉄鋼産業」藤本隆宏・桑嶋健一編（2009）『日本型プロセス産業』有斐閣, pp.135-178。
- 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」『アジア経営研究』14, pp.19-36。
- 国家統計局（2016）『中国統計年鑑 2016』中国統計出版社。
- 堀江英一（1979）「繊維工場の構造分析」『名城商学』28(2, 3, 4), pp.85-104。
- 星野芳郎（1993）『技術と政治』日本評論社。
- 井上義祐（1998）『生産経営管理と情報システム：日本鉄鋼業における展開』同文館。
- 石川滋編（1966）『中国経済の長期展望Ⅱ』アジア経済研究所。
- 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。
- Kawabata, N. (2012) "A comparative analysis of integrated iron and steel companies in East Asia," *The Keizai Gaku, Annual Report of the Economic Society*, Vol.73, No.1/2, pp.23-42.
- 川端望（2015）「市場経済移行下のベトナム鉄鋼業」『赤門マネジメント・レビュー』14

- (9), pp.451-494。
- 川端望・趙洋 (2014)「中国鉄鋼業における省エネルギーと CO2 排出削減対策」『アジア経済』55(1), アジア経済研究所, pp.97-127。
- 川原業三 (2006)「中国山西省での技術指導から」国際シンポジウム『中国における環境技術の普及に向けた国際協力』仙台, 4月13日。
- 李捷生 (2001)「宝山製鉄所の管理機構と労使関係」『季刊経済研究』23(4), pp.103-125。
- 李捷生 (2008)「中国鉄鋼業における重層的構造と企業類型」『季刊経済研究』31(1), pp.15-29。
- 李晶・王新江・潘宏涛 (2018)「鋼鉄工業長流程和短流程的比較分析」『世界金属導報』12月25日。
- 李彦 (2008)「中国鉄鋼企業の生産構造」『立命館経営学』46(6), pp.251-285。
- 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), pp.3-25。
- 劉志宏 (2008)「市場化と企業成長」工藤章・井原基編 (2008)『企業分析と現代資本主義』ミネルヴァ書房, pp.232-269。
- 松八重一代・中島謙一・中村慎一郎・長坂徹也 (2009)「社会基盤素材を介したサブスタンスフロー」『廃棄物資源循環学会誌』20(5), pp.227-236。
- 丸川知雄 (2018)「中国の鉄鋼超大国化と輸出競争力の源泉」末廣昭・田島俊雄・丸川知雄編 (2018)『中国・新興国ネクサス』東京大学出版会, pp.245-279。
- 溝田誠吾 (1982)『アメリカ鉄鋼独占成立史』御茶の水書房。
- 長島修 (1987)『戦前日本鉄鋼業の構造分析』ミネルヴァ書房。
- 中屋信彦 (2008)「鉄鋼業の高度化」今井健一・丁可編 (2008)『中国 産業高度化の潮流』アジア経済研究所, pp.77-116。
- 日本鉄鋼連盟 (2013, 2017)『鉄鋼統計要覧』。
- 日本鉄鋼連盟輸出市場調査委員会 (2019)『主要国・地域の2019年鉄鋼市場動向に関するアンケート調査結果 (2018年10月～12月実施)』。
- 岡本博公 (1984)『現代鉄鋼企業の類型分析』ミネルヴァ書房。
- 岡本博公 (1995)『現代企業の生・販統合』新評論。
- Okamoto, H. (2003) "Flexibility in Japanese manufacturing industries: Synchronization of production, sales and purchase," *Asian Business and Management*, Vol.2, No.3, pp.323-346.
- Hao, P. (2018) "The hidden factors impacting the iron ore market," Freight Investor Services, May 3. Retrieved from <https://freightinvestorservices.com/blog/the-hidden-factors-impacting-the-iron-ore-market/>, March 16, 2020.
- 坂田正三 (2017)『ベトナムの「専業村」』アジア経済研究所。
- 佐藤創編 (2008)『アジア諸国の鉄鋼業』アジア経済研究所。
- 佐藤創 (2009)「アジア地域の鉄鋼業における構造変化と技術選択」『研究 技術 計画』24(4), pp.327-337。
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (2018)『平成29年度海外炭開発高度化等調査 中国の石

- 炭及び鉄鋼産業の過剰生産能力解消政策が原料炭需給に及ぼす影響等調査』。
- 沈中元・伊藤浩吉・李志東（2002）「中国のモータリゼーションとエネルギー消費の展望」『エネルギー経済』28(2), pp.71-84。
- South East Asia Iron and Steel Institute (various years) *Steel statistical yearbook*.
- 杉本孝（2000）「鉄鋼業：規模の経済と諸侯経済のせめぎ合い」丸川知雄編（2000）『移行期中国の産業政策』アジア経済研究所, pp.247-291。
- 杉本孝（2008）「中国の鉄鋼業」佐藤創編（2008）『アジア諸国の鉄鋼業』アジア経済研究所, pp.113-158。
- 田島俊雄（1990）「中国鉄鋼業の展開と産業組織」山内一男・菊池道樹編（1990）『中国経済の新局面－改革の軌跡と展望』法政大学出版局, pp.99-137。
- 田島俊雄（2002）「農用車市場の展開と北汽福田の M&A 戦略」丸川知雄編（2002）『中国企業の所有と経営』アジア経済研究所, pp.285-332。
- 田中彰（2008）「鉄鋼：日本モデルの波及と拡散」塩地洋編著（2008）『東アジア優位産業の競争力』ミネルヴァ書房, pp.15-49。
- 田中彰・磯村昌彦（2019）「日本モデルの成熟化と海外展開」『経済論叢』193(4), pp.19-40。
- 氏川恵次（2001）「中国山西省の環境問題と農村における『私営』鉄鋼業」研究年報『経済学』62(4), pp.753-771。
- 氏川恵次・堀井伸浩（2009）「中国鉄鋼業における産業政策の再検証：進展する市場形成の下での淘汰政策の評価」『アジア経済』50(11), pp.32-63。
- 楊佳直（2017）「国内熱延中寛鋼帯生産線発展歷程及市場分析」『鋼鉄規劃研究』6, pp.25-30。
- 葉剛（2000）『中国鉄鋼業発展の構造変動』四谷ラウンド。
- 葉剛（2003）「中国鉄鋼業の設備投資に関する分析」『国際文化研究科論集』11, pp.49-67。
- 王建鋼（1996）「中国鉄鋼業における宝山鋼鉄総廠建設の意義と限界」『三田学会雑誌』89(3), pp.469-485。
- 王建鋼（2002 a）「宝山製鉄所研究の課題」『萩国際大学論集』3(2), pp.39-49。
- 王建鋼（2002 b）「宝鋼が中国鉄鋼業に与えた影響」『萩国際大学論集』4(1), pp.31-47。
- 渡邊真理子（2019）「中国の市場経済の類型化と通商ルール」『フィナンシャル・レビュー』138, pp.169-184, 8月。
- Watanabe, Mariko (2020) "Competitive neutrality of state-owned enterprises in China's steel industry: A causal inference on the impacts of subsidies.", SSRN (<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3538075>).
- Williamson, Oliver E. (1975) *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications*, New York: Free Press. 浅沼萬里・岩崎晃訳（1980）『市場と企業組織』日本評論社。
- World Steel Association (various years) *Steel statistical yearbook*.
- 冶金工業規劃研究院（2016）『2016 中国鋼材市場分析与預測』。
- 張講和（2005）『CDM による環境改善と温暖化抑制』創風社。
- 張玉柱・胡長慶・李建新（2011）『鋼鉄産業節能減排技術路線図』冶金工業出版社。

- 《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編（2016, 2019）『中国鋼鉄工業年鑑』。  
中国鋼鉄工業協会（2016 a）『中国鋼鉄統計 2016』。  
中国鋼鉄工業協会（2016 b）『中国鋼鉄工業發展報告 2016』。  
中国鋼鉄工業協会（2019）『鋼鉄行業“十三五”煤控中期評估与后期展望』。

※インターネット・リソースは、とくに注記したもの以外は2020年11月28日に所在を確認した。