

TERG

Discussion Paper No.425

現代中国鉄鋼業における生産システムの多様性
—技術選択と市場適応—

川端望・銀迪

2020年6月

TOHOKU ECONOMICS RESEARCH GROUP
Discussion Paper

GRADUATE SCHOOL OF ECONOMICS AND
MANAGEMENT TOHOKU UNIVERSITY
27-1 KAWAUCHI, AOBA-KU, SENDAI,
980-8576 JAPAN

現代中国鉄鋼業における生産システムの多様性

—技術選択と市場適応—

Diversity of the Production Systems of Contemporary Chinese Iron and Steel Industry

川端望・銀迪

本稿は、現代中国鉄鋼業における生産システムの多様性を、技術選択と市場適応の論理によって解明しようとするものである。分析に際しての理論的な着眼点は二つある。第一に、需要ロットと生産ロットの対応関係であり、第二に、製品グレードと工程アーキテクチャの対応関係である。分析の順序としては、生産システムをまず工程の類型に即して分析する。次いで、需要の特性に対応した生産システムの末端部分のあり方を製品種別に分析する。分析の結果、大型高炉一貫生産、中小型高炉一貫生産、電炉、誘導炉、圧延・加工という多様な生産システムの特徴、構成、相互関係が明らかにされた。中国鉄鋼業の多様な生産システムのそれぞれは、需要のあり方に対応した特性を持って存立していた。多様性の基礎にあったのは、技術面では鉄源としての銑鉄の優位性であり、市場面では小ロット、低価格志向の需要の存在であった。次の課題は、生産システム分析を踏まえて企業分析、産業分析を行うことである。また、本稿の生産システム分析の視角は中国鉄鋼業には有効であったが、その妥当する範囲についても検証が必要である。

キーワード：中国鉄鋼業，生産システム，技術選択，市場適応，工程アーキテクチャ

JEL : L11, L61, M11 014,

This study clarifies the diversity of production systems in the contemporary Chinese iron and steel industry through the logic of technology selection and market adaptation. There are two theoretical viewpoints in the analysis. The first is the interrelationship between demand lot and production lot, and the second is that between product grade and process architecture. First, this study analyzes the production system according to the type of processes. Next, it analyzes the demand and the end part of the production system, which reflects demand, according to product classification. The analysis clarified features, composition, and interrelation of various production systems such as integrated production with large blast furnace, integrated production with medium and small blast furnace, electric furnace production, induction furnace production, rolling and processing. Each of the various production systems subsisted with characteristics corresponding to the features of demand. The basis of this diversity was the superiority of pig iron as a ferrous raw material in the technical aspect, and the existence of small lot and low price-oriented demand in the market. Further analysis is needed at the enterprise and industry levels based on the production system. It is also necessary to verify the validity of the analytical perspective of this study, which was effective for the Chinese iron and steel industry.

I はじめに

1 背景と先行研究

中国の鉄鋼業は 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。それは、国有企業と民間企業が併存するというだけのことではない。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のである。

このことは従来から様々な研究によって指摘されて来た。まず技術と生産規模の面である。鉄鋼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もって存在している(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鉄鋼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おこなわれている(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、学術研究の対象となっていないが、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が進んでいない(川端・趙, 2014)。そのため、寡占企業が市場を支配しているとは言えない一方で、分散的生産が続いていると決めつけることも難しい。つまり、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。

また企業形態の上では、最大規模の国有企業である宝武集団、とくにその前身の片方である宝鋼集団が、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)。宝鋼集団の中核である宝山製鉄所が、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, 2002a, 2002b; 李捷生, 2001; 劉, 2003, 2008)。

民間企業についての指摘は二つに分かれる。一方で労働生産性においては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)、独自の競争戦略をとっていることも研究されている。他方では、小規模民間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来た(氏川, 2001; 張, 2005; 川端,

2005, 川原, 2006)。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と見るべきかについても、直ちに明らかではないのである。

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在り方は、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)。現在の特徴を計画経済時代の残滓として説明する余地はなく、近年はそのように主張する研究もない。市場経済と企業としての経営を前提としたうえで、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、中小規模の民営企業が地方経済に貢献していることも、地域の中小鉄鋼企業が環境汚染源であることも、いずれもが事実と考えられる。これらの多様性をどのように統一して中国鉄鋼業を理解すべきなのかは、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、鉄鋼生産の在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、鉄鋼生産の在り方を類型化し、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。様々な技術による様々な生産のそれぞれが行われる根拠とともに、両者が併存する構造を全体として把握しなければならない。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の存立根拠を、技術選択と市場適応の論理によって分析する。そして、多様な生産システムが相互に関連しながら併存する、中国の鉄鋼生産の全体構造を明らかにしようとするものである。

2 分析視角：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」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・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。

著者は、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。いわば、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いる方法である¹。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、多様な鉄鋼生産システムを分析し、その性質を明らかにするところまでである。生産システムの複数の類型について分析を行うのは、それ自体がまとまりをもった、紙数を必要とする作業だからである。生産システム分析の上に立った企業・産業分析は続稿に委ねたい。

「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、ここではやや広くとらえ、「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(川端, 1995; 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。特に鉄鋼業の場合は、採用する主要な生産技術の在り方と、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、圧延技術であり、工程の垂直的統合性とは製銑、製鋼、圧延、加工という諸工程が同一の製鉄所において連続した一貫作業として管理されていることである。一貫作業には、技術の性質や製造する製品の性質に応じて最適調整の必要性が生じる。これは、経営学的には工

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)、2010年代のベトナムについて川端(2015)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。

程アーキテクチャに一定の統合度（インテグラル度）が求められるということである（藤本，葛，呉，2008；田中，2008；藤本，2009b；Kawabata，2012）²。

生産システムは、二つの基準によって評価しなければならない（岡本，1984，1995）³。一つは、現代的な技術によって効率的な生産を実現できているかどうかである。すなわち、生産システムが大規模資本設備を備え、規模の経済性を活かすことで製品を総量として大量に生産し、製品単位当たりコストを低下させるものか、より中小規模であってコスト上の優位は発揮しながらいが、生産量や生産品種を柔軟に調整しながら生産を行うものかということが問題となる。もう一つは、需要の性質への適合性である。生産システムは市場によって評価され、市場で存続しなければならない。企業は市場に適応するために、需要に対応した一定の性質を持った生産システムを編成して、生産を行わねばならない。上記で述べた生産システムの性質と製品に対する需要の対応関係が問われるのである。鉄鋼生産システムは、技術選択を軸に組み立てられたシステムの性質と、その市場への適応性の二つの基準から評価されるのである⁴。

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の側面に注目すべきであろうか。本稿は、以下の2点であると考えます。

第一に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。たとえば高炉における生産される銑鉄は製品の区分と無関係な等質なものであり、より大型の高炉での大量生産かつ連続生産によって規模の経済性を生かすことができる。しかし、鉄鋼業でも製鋼工程以後の工程では、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

² 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、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、結果としてより分析的に洗練させたこととみなしている。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。つまり、生産機能の「統合」をより分析的に言えば、工程が「インテグラル型」だということである。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。

³ 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。

⁴ なお、この技術選択と市場適応は、ある時点で生産システムが存立している根拠を明らかにするものであり、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味決定過程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」を探求するものであり、「発生の論理」を求めているのではない。

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ざるを得ない。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せざるを得ないのである。この両者は矛盾した要求であり、どちらが重視されるかは技術と市場の性質による。そして、鉄鋼一貫企業が後者に重点を置かざるを得ないことは、岡本(1995, pp. 223-226)が示した。したがって、大ロット生産に適合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、小ロット生産に適合的な生産システムは、小ロットで個別的、散発的に生じる需要に適合するのである。

第二に、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; 田中, 2008; 藤本, 2009b; 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も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。

3 分析方法：工程と製品からの生産システム分析

(1) 工程・製品分析の必要性

以上の評価尺度を用いるとして、生産システムをどの側面に即して分析すべきだろうか。

生産システムは技術と管理の在り方によって規定されるものであるから、生産システム分析の基本方法は、産業の工程の性質に沿った分析である。鉄鋼業研究の先行者はこの方法をとっており(溝田, 1982; 岡本, 1984; 川端, 2005)、本稿もこれを継承する。しかし、この方法では市場適応について十分明らかにすることが困難である。とくに鉄鋼業は川上から川下に進むにしたがって分岐していく工程を持つ。そのため、製鉄・製鋼工程がより大ロット生産、圧延・加工工程がより小ロット生産となり、圧延・加工工程の中でも熱延、冷延、表面処理と川下に進めば進むほど多様な製品を小ロットで作り分けることになる。つまり、工程の末端ほど生産システムが需要構造に規定されやすい(岡本, 1984, p. 42)。多様な需要の在り方に生産システムが適応している論理を明らかにするには、品種別に製品

のあり方と、それを直接に製造している工程の末端部分の分析を行わねばならない⁵。つまりは、工程全体にわたる分析を、製品別の最終工程分析によって補う必要がある。

そこで本稿では、生産システムをまず工程全体に即して分析し、次いで製品の品種別に、生産システムの末端部分のあり方を分析する。この工程別、製品別の両面からの分析によって、鉄鋼業の生産システムを十全に把握できると考える。

(2) 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計画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世紀の前半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、主として工業和信息化部が管轄する業界団体である中国鋼鉄協会(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、記事から定性的な側面を含む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(2016a)と《中国鋼鉄工業年鑑》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。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、かつ設備は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⁶。いずれにせよ、相対的に大規模な企業であり、中鋼協(2016a)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。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

⁵ 高度成長前半期の日本を対象として製品別の詳細な分析を行った先行研究として隅谷編(1967)がある。ただ、同書の総論に当たる隅谷(1967)は、「このような各種鋼材市場の分析成果の上に立って、もう一度企業の行動様式が分析されねばならない」としていた。これに自覚的に挑戦したのが岡本(1984)であったが、岡本は製品別分析が行わなかった。本稿は両者の視角を継承しつつ、対象を生産システムに限った上で、工程別分析と製品別分析を同時に行うことで、研究方法の豊富化に貢献しようとするものである。

⁶ 「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>) (2020年3月17日閲覧)。

点企業は企業数からみ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%に及んでおり、生産量としては多数を占めていたのである。

中鋼協(2016a)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、企業レベルでは、どのような生産システムを基礎とする企業であるか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、企業レベルの数值はまったく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在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(2016a)と《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016)に掲載されている設備能力の数值も重点企業に限られたものである。

要するに、もともと公式統計から得られるデータが限られているうえに、生産システムと強く対応する事業所レベルのデータがなく、会員重点企業と非会員企業では得られるデータの精粗に大きな差がある。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。

(3) 以下の構成

以下、まず2節において中国の鋼材市場における需給関係を概観し、国産化の到達点を確認する。中国鉄鋼業の生産システムが全体として中国の鋼材需要に込んでいることを確認するためである⁷。3節では、生産技術を指標として鉄鋼業の生産システムを類型化し、分析する。4節では製品品種別に、市場の需要とこれに対応した生産システムの末端部分の分析を行う。5節ではここまでの分析を踏まえて、中国における鉄鋼生産システムの全体像をとらえる。6節は結論である。

II 中国における鋼材国産化の到達点

鉄鋼業の需給関係を見る際には、生産、輸出、輸入の関係を観察するのが通例である。生産から輸出を差し引き、輸入を加えた数値を見掛け消費と呼ぶ。見掛け消費は、在庫の増減を捨象した、簡便な国内需要の指標である。

⁷ この確認が重要なのは、輸入依存度が高い品種があった場合、その需要には国内の鉄鋼生産システムは対応していないからである。例えば、2010年代半ばまでのベトナム鉄鋼業は熱延鋼板類の生産を全く行っておらず、その国内需要にこたえていなかった(川端, 2015)。

三者の関係を見る際に、まず全国鋼材生産統計自体に大きな誤差が含まれていることに注意しなければならない。これは中鋼協自身が認めていることであり、2015年の全国鋼材生産は11億2349万6000トンであったが、実際には7億7907万トン程度であったというのである(中鋼協, 2016a, p. 71)。誤差が発生する背景は、「拡散型」と呼ばれる鉄鋼業の工程の性質にある。鉄鋼業の工程は後に3節で詳しく見るように製銑、製鋼、圧延・加工の段階に分かれている。製品となるのは圧延・加工の段階である。ところが、この段階の内部がまた熱間圧延、冷間圧延、表面処理、製管など多段階にわたっている。しかも、各段階の製品の一部は最終製品となり、一部は次工程用の母材となる。このため、いったん製品として計上された鋼材が社内で次工程に送られたり、次工程を持つ企業に外販されたりして、次工程でまた製品として数えられるという重複計算が生じやすいのである。日本を含め、重複計算を排除するように統計が整備されている国もあるが、中国では整備されていない。そして、中鋼協がどのようにして重複を推計しているのかは公表されていない。そこで、本稿では独自に、公表資料から可能な限りでの合理的な推定を試みる。

すべての鋼材は、半製品を熱間圧延するところから製造される。したがって、冷間圧延、表面処理鋼材が熱間圧延鋼材と重複しているとみなし、熱延鋼材のみを計上すれば、重複を排除できる可能性がある。世界鉄鋼協会も鋼材生産高の指標には熱延鋼材の合計を用いている(worldsteel, various years)。そこで熱延鋼材のみで鋼材生産高を計算すると8億4948万5000トンとなる。中鋼協の推定より5000万トン程度多いが、これを本稿での推定値としたい⁸。

2015年の推定生産高が8億4948万5000トンに対して、輸出は1億1239万9000トン、輸入は1278万3000トンであった⁹。見掛け消費は7億4986万トンと推定できる。中国鉄鋼業は全体として国産化を達成しており、輸出超過に至っていたのである。

次に品種別に需給を見よう。この場合は、同一品種の生産、輸出、輸入を比較するので、重複計算の問題はない。中国の鉄鋼統計では、鋼材は23品種に分類されている。これらの品種ごとの性質は後に4節で分析するとして、いまは需給関係のみを確認しよう。統計上のエラーが生じていると思われる棒鋼と鉄筋を統合し¹⁰、多数の品種を含む「その他の鋼材」を除いた21品種についてみると、重量ベースで17品種、金額ベースで15品種が輸出

⁸ ここでは鉄道用材、大型型鋼、中小型型鋼、棒鋼、鉄筋、線材、特厚板、厚鋼板、中板、熱延薄板、中厚広幅帯鋼、熱延薄広幅帯鋼、熱延狭幅帯鋼、継目無鋼管を熱延鋼材とみなして合計した。これは、worldsteel (2019, p. 8)における熱延鋼材生産高の数値とも一致する。それぞれの品種の性質については、次項での分析を参照してほしい。

⁹ 輸出入には直接の重複はないので、熱延鋼材生産から最終鋼材輸出を差し引き、最終鋼材輸入を加えることで見掛け消費が計算できる。これは東南アジア鉄鋼協会が採用している手法である(South East Asia Iron and Steel Institute, various years)。

¹⁰ 国際統計の分類においては鉄筋は棒鋼の一種とされている。2015年当時の中国においては、わずかな合金を加えることで、明らかに鉄筋であるものを合金鋼棒鋼として記録する行為が横行していた(Kawabata, 2017, p.23)。このため、棒鋼と鉄筋の区別が不正確になっているため、本稿では棒鋼と鉄筋を一括して棒鋼・鉄筋として扱う。

超過に達している¹¹。重量ベースで輸入超過の4品種も、生産の見掛け消費に対する比率で見た国産化率はすべて99%以上に達している。また、輸入の見掛け消費に対する比率で見た輸入依存度は、統計上の問題から過大表示される塗装鋼板を除くとめっき鋼板が最高であるが¹²、6.9%に過ぎない。つまり、ほとんどの品種で国産化を実現しているのである¹³。

品種の内部においても、国内生産品で需要産業の要求を満たせないものはごく一部の高級鋼材に限られている。輸入依存が残る高級品としては、高圧ボイラー用超厚板、LNG船用低熱膨張合金鋼板、高級自動車車体用冷延帯鋼、薄物ブリキ原板、特殊めっき鋼板などがあるに過ぎない(冶金工業規画研究院, 2016, pp. 69, 73, 75)。

2015年までに、中国鉄鋼業は国内の鋼材需要に対応した供給を、ごく一部の高級品を除き、全品種にわたって行えるようになっていた。したがって、その生産システムは中国市場の需要全体に対応していた。その上で、どのような生産システムがどのような市場の需要に対応して、どのような特徴を持った供給を行っていたかを分析するのが、III節およびIV節の課題である。

III 生産システムの類型分析

1 分類の基本視点

中国では2015年に6億9141万トンの銑鉄、8億383万トンの粗鋼、8億4949万トンの熱延鋼材が生産された¹⁴。いずれも世界第1位であり、世界の生産に占める割合は銑鉄が59.6%、粗鋼が49.6%であった(worldsteel, 2019, p. 2, 28)。本稿では、これらの生産を担う生産システムの主要類型を分析する。

分類の基本視点は、I節2項で述べたように、採用する主要な生産技術の在り方と、工程の垂直的な統合度である。具体的には、現代の鉄鋼生産システムには、通常、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。それ以外のタイプも技術的には可能である(岡本, 1984; 川端, 2005)。本

¹¹ 品種ごとの需給関係は、中鋼協(2016a, pp. 129-146)、《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016, pp. 326-328)より計算した。

¹² 塗装鋼板は鉄鋼業だけでなく、二次加工業でも製造されるが、ここでの生産高には鉄鋼業で生産されたもののみが含まれる一方、輸入には二次加工業で製造されたものが含まれる。このため、輸入依存率が過大に表示されていると考えられる。

¹³ 2015年には、むしろ中国からの低価格輸出が貿易摩擦問題を引き起こしていた(Kawabata, 2017)。しかし、これは本稿で取り扱う範囲を超える。

¹⁴ 中鋼協(2016a, p. 2)。ただし実際の粗鋼生産高はさらに大きいことはV節で見る。熱延鋼材はII節での推計による。

稿ではこの観点を継承し、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。

2 大型高炉による銑鋼一貫システム：大ロット・高級品指向の統合型生産

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。これは、高炉法による製銑技術と転炉法による製鋼技術を利用して一貫生産、すなわち製銑・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、本稿では高炉一貫生産システム、高炉一貫システムなどと呼ぶ¹⁵。高炉一貫システムは鉄鉱石を主要原料としている。製銑工程では鉄鉱石や、事前に焼結鉱などの形に事前処理したそれを高炉内に投入して熔融し、コークスや微粉炭で還元して製銑を製造する。銑鉄は硬くてもろいため、そのままでは鋳造品にしか用いることができない。そこで製鋼工程では、熔融状態の銑鉄(溶銑)を転炉に装入し、純酸素を吹き付けることによって脱炭・精錬を行う。品質を高めるために、転炉では脱炭のみを行い、他の炉で脱燐や真空脱ガス処理、二次精錬を行うこともある。これによって粗鋼が生産される。熔融状態の粗鋼(溶鋼)を連続鋳造機によって鋳造することで様々な形状の半製品(ビレット、ブルーム、ビームブランク、スラブ)ができる。高炉一貫生産では、高炉による製銑と転炉・連続鋳造機による製鋼が同一立地の製鉄所で統合されている。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る。また、熔融状態の銑鉄(溶銑)を転炉に装入することで転炉に独自の燃料を不要にするし、連続鋳造機は熔融状態の粗鋼(溶鋼)を装入することで機能する。つまり高炉・転炉・連続鋳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。したがって、製銑・製鋼工程は能力バランスを取りながら巨大化し、同一の製鉄所の構成部分をなして同一企業の管理下で運用される傾向がある。実際、表 1 によれば、2015 年における重点企業の高炉能力は 8 億 104 万トン、転炉能力は 8 億 1029 万トンであり、おおむね均衡がとれていた。また、内容積 2000 立方メートル以上の高炉は大型高炉と呼ばれるが、2015 年には中国に 113 基存在した。1 タップ 200 トン以上の大型転炉も 54 基存在した (中鋼協, 2016a, p. 109)。

大型の高炉一貫システムにおける圧延機はさまざまであるが、その中心的位置にあるのはホット・ストリップ・ミル、すなわち熱延広幅帯鋼圧延機である(岡本, 1984, pp. 56-59)。ホット・ストリップ・ミルは連続鋳造機の次に来る熱延工程の圧延機であるが、各種圧延機の中でもっとも設備当たりの能力が大きく、規模の経済性を発揮できる設備である。実際、表 2 によれば重点企業が保有する圧延機のうちで 1 基当たり生産能力が大きいのは、ホット・ストリップ・ミルに該当する熱延広幅帯鋼圧延機、熱延中幅帯鋼圧延機、薄スラ

¹⁵ 日本語では「銑鋼一貫システム」と言えば、高炉・転炉によるものを指す。英語で *integrated mill* という場合もそうである。しかし後にⅢ節 3 項で述べるように、中国では高炉と電炉による銑鋼一貫システムも存在している。このため本稿では、紛らわしくないように「高炉一貫システム」「電炉一貫システム」などと呼称する。

表 1 中鋼協重点統計鉄鋼企業製銑・製鋼設備の基数と能力

高炉		転炉		電炉	
総基数	692	総基数	665	総基数	163
5000m ³ 以上	4	300t以上	13	100t以上	26
2000-4999m ³	109	200-299t	41	50-99t	64
1000-1999m ³	238	100-199t	312	11-49t	39
999m ³ 以下	341	99t未満	299	10t未満	34
総能力(万トン)	80,104	総能力(万トン)	81,029	総能力(万トン)	6,086
平均能力	115.8	平均能力	121.8	平均能力	37.3

出所)《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016, pp.355-356)より作成。

表 2 中鋼協重点統計企業が保有する主要な圧延・造管機の基数と能力

圧延・造管設備	軌条	大型形鋼	普通中型形鋼	普通小型形鋼	H形鋼	普通線材	高速線材	広幅厚板鋼板	中幅厚鋼板	熱延広幅帯鋼圧延機
基数	5	46	83	192	11	31	226	23	45	42
総能力(万トン)	525	3,018	5,064	13,854	1,155	1,226	14,730	3,385	5,941	13,791
平均能力	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	薄スラブ連続鑄造設備	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	溶鍛接鋼管
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

出所)《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016)より著者作成。

ブ連続铸造圧延ラインの3種の圧延機である。中でも大型の高炉一貫システムに適合するのは板幅1000ミリ以上の熱延広幅帯鋼圧延機（ワイド・ホット・ストリップ・ミル）であり、1基当たり平均328万3600トンと全圧延機種中最大の能力を持っている。ストリップ・ミルは、スラブと呼ばれる半製品を一気に3ミリ以下の薄さに圧延するために、複数の圧延スタンドを配列して連続的に圧延を行うことにより、そして、最終製品としての熱延広幅帯鋼だけでなく、その後に冷延や表面処理されるための母材を含めて、すべての広幅帯鋼類を最初に圧延できる設備であることにより、大型化するのである。

つまり、大型高炉一貫システムは〈大型高炉—大型転炉—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。ここで大量生産とは、企業単位で大量の生産を行うことのほか、連続的に絶え間なく生産する指向性をもつこと、製鋼工程以後において大ロットで生産することを含意している。経験則的には、最小効率規模が1製鉄所当たり300万トン以上に達すると言われている（川端, 2005; p. 26, 佐藤, 2009, pp. 328-329）。また、中国の操業方法では、大型高炉2基を装備した一貫製鉄所がフル稼働した場合の粗鋼生産量の下限は400万トン程度と考えられる¹⁶。つまり、大型高炉一貫システムの生産能力の下限は300-400万トン程度と考えられる。

高炉は一度吹き止めすると再火入れに時間とコストがかかるという制約を抱えており、24時間連続操業する必要がある。したがって製鉄工程を効率よく稼働させるためには製鋼、圧延工程も絶え間なく操業して製品を生産しなければならない。それに見合った市場での販売を行わねばならない。このため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製造業企業との安定した継続的な取引を志向する。例えば自動車企業向けの鋼板類の取引である。

製造業企業との安定した継続的な取引を保つためには、高度化し、細分化していくその品質要求に応じていかねばならない。つまり、大型高炉による製鋼一貫システムには、大ロット生産とともに製品高度化が求められる。そのために、統合度の高い工程もまた求められる。鋼材の化学的特性は製鋼工程で作分けられ、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、対デント性、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）¹⁷。このため、高炉一貫システムはホット・ストリッ

¹⁶ 2000立方メートルの高炉を2基備え、365日稼働したとみなし、技術係数（出鉄比）と転炉における鉄使用率を2015年実績により2.51、92.6%とする（中鋼協, 2016a, p. 115）。 $2000 \times 2 \times 2.51 \times 365 \times 100 / 92.6 = 395.7$ 万となる。

¹⁷ 高級品を製造する大型高炉一貫システムは全般的に工程の統合度が高く（岡本, 1984）、工程間調整能力が必要とされる（辺, 2018）。すなわち工程アーキテクチャは基本的にインテグラル型である。その上で、より詳細に見ると、国や企業によって工程がインテグラル寄りかモジュラー寄り

ブ・ミルに続いて冷延工程のコールド・ストリップ・ミル、表面処理工程の連続めっきラインなどを保有し、長大な工程の一貫管理によって高級品を製造しているのである¹⁸。その際、鉄鉱石を原料として不純物の少ない製品をつくれることは好条件として作用する。

したがって、大ロットで大量生産される製品の中で相対的に高度な鋼材、あるいは高級鋼材の中で相対的に大ロット・大量生産される鋼材こそ、高炉による銑鋼一貫システムに適合的な分野である。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。

3 中小型高炉による銑鋼一貫システム：中・小ロット生産

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、高炉や転炉の設備規模である。中国では大量生産に適合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。あらためて表 1 を見ると、大型高炉が多数存在する一方で、内容積 1000–1999 立方メートルの中型高炉も 238 基、999 立方メートル以下の小型高炉も 341 基存在した。また大型転炉が存在する一方で 1 タップ 99 トン以下の小型転炉も 299 基存在した。高炉の平均生産能力は 115 万 8000 トン、転炉の平均生産能力は 121.8 万トンにすぎなかった。日本の 2012 年の高炉の平均生産能力は 329 万 3000 トン、転炉のそれは 139 万 9000 トンであったから(日本鉄鋼連盟, 2013)、中国では、とくに中小型の高炉が多かったことがわかる。これらの高炉・転炉は中小型高炉一貫システムを形成している。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、熱延薄広幅帯鋼圧延機(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い。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う。

か(藤本, 葛, 呉, 2008), どのグレードまでの高級品を製造できるかについて(Kawabata, 2012; 田中, 2008; 田中・磯村, 2019), 差異もあると言うべきだろう。

¹⁸ 例えば田中(2008)や Kawabata (2012)で取り上げられた宝鋼集団はこれに該当する。

Kawabata(2012)では宝鋼のみが突出して高度な生産システムを保有していることを強調しているが、鞍鋼集団營口製鉄所、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大型の臨海製鉄所が次々に整備され、ここで示している条件、すなわちホット・ストリップ・ミルを保有し高級鋼板類を製造することに該当する大型高炉一貫システムは広がっている。これを企業レベルで分析するのは続稿の課題となる。

まず、この類型の中でも相対的に小型の一貫システムは、条鋼類の生産に集中していた¹⁹。条鋼類の圧延機は品種、サイズによって多様であり、さらに多様な仕様を作り出すために頻繁なロール交換が必要である。そのため規模の経済性のメリットが発揮されにくく、小ロットの生産に向いている品種がある。その代表は小型形鋼、鉄筋用棒鋼、線材である。鉄筋用棒鋼圧延機の規模についてはデータがないが、表 2 によれば小型形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。なお、鉄筋用棒鋼圧延機が小型形鋼や線材の圧延機を兼ねることがあるので、実際にはより小ロットでの作り分けが行われていると考えられる。

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やすくなる。前述の自動車の車体用鋼板のように大ロットの高級品はワイド・ホット・ストリップ・ミルを擁する大型高炉一貫システムによって製造されねばならないが、中国にはより小さいロットで、品質要求が厳しくない、より低価格志向の鋼板需要も広範に存在した。例えば農用車の荷台²⁰、窓枠、ガードレール、溶接鋼管の母材などである(楊, 2017)。このような需要にこたえるために、中小型一貫システムでは狭幅帯鋼圧延機や、ホット・ストリップ・ミルの中でも設備規模が小さく板幅の狭い熱延中幅帯鋼圧延機を導入した。熱延狭幅帯鋼圧延機の平均生産能力は 78.7 万トンと条鋼並み、熱延中幅帯鋼圧延機のそれは 196.5 万トンであり、条鋼類に比べると大きく、しかし、熱延広幅帯鋼圧延機の 328.4 万トンよりはるかに小さい。サイズの小さい鋼板類を中・小ロット生産していたのである²¹。

中小型高炉一貫システムは、<中小型高炉—中小型転炉—連続鋳造機—中幅・狭幅帯鋼圧延機や条鋼圧延機>という設備構成を持つ。そして、大型システムよりは小ロットで低価格の領域に製品を供給してきたのである。

¹⁹ 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。

²⁰ 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。中国では自動車を指す「汽車」とは別の範疇として扱われている。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)。

²¹ やや特殊な位置にあるのは薄スラブ連続鋳造ラインである。このラインは、通常よりもスラブを薄く鋳造する連続鋳造機と、通常よりもコンパクトなホット・ストリップ・ミルを直結することにより、通常のホット・ストリップ・ミルよりも小規模で低コスト生産を実現しようとする生産ラインである。国際的には電炉企業による熱延広幅帯鋼の生産を実現するイノベーションとして導入されたが、中国では中型の高炉一貫製鉄所で工程バランスの調整と投資コスト節約のために用いられている。薄スラブ連続鋳造ラインは板幅についてはワイド・ホット・ストリップ・ミルに近いが、表 2 の示す平均設備能力は 181.8 万トンと熱延中幅帯鋼圧延機に近い。大型一貫システムと中小型一貫システムの双方で、個別の条件に応じて採用されていると思われる。

4 電炉による銑鋼一貫システム：小ロット生産

第三のタイプは電気炉(電炉)による生産システム(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。ここでいう電炉とはアーク電炉のことであり、電極間の電位差によってアーク放電を起し、その放電熱によってスクラップを溶解して成功を行うものである。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 37 万トンであり、高炉、転炉よりもはるかに小さかった。電炉の 1 タップ当たり生産量も転炉より全体として小型であり、100 トン/タップ以上の電炉は 26 基しか存在しなかった(中鋼協, 2016a, p. 109)。

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気炉による製鋼と連続鋳造、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。スクラップ・電炉システムによる生産には、量と質のトレード・オフがある。一方では効率よく量産を行おうとすると、鉄スクラップを原料とするために品質高級化に限度がある。この場合、工程に必要とされる統合度も高くない。他方では、品質の高い特殊鋼を製造することも可能であるが、この場合は工程や管理は複雑化し、統合度は高くなるが、規模の経済性を生かすことはいっそう難しくなる。このため、半一貫生産は中・低級品の普通鋼を小ロットで量産する場合と、高級品の特殊鋼を少量生産する場合に分かれる。普通鋼生産では、最小効率規模は経験的に 30 万トン程度と言われている(川端, 2005, p.28; 佐藤, 2009, p. 328), ホット・ストリップ・ミルを用いた広幅帯鋼類の生産よりも、建設用条鋼類の小ロット生産に適用されることが多い。その典型的な設備構成は<電炉一連続鋳造機一条鋼圧延機>である。特殊鋼生産では圧延機はより多様になる。

しかし中国では、電炉システムの相当部分は、高炉に隣接する<高炉一電炉一連続鋳造機一条鋼圧延機>という設備構成を持つ変則的な銑鋼一貫システムとなっていた。ここではこれを電炉一貫システムと呼ぶ。2015 年に中鋼協重点企業の電炉は、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, 2016a, p.116)。また重点企業に関する別の資料では、消費される銑鉄のうち 9 割以上が溶銑、つまり近接する高炉から出銑された熔融状態の銑鉄であった(中鋼協, 2016b, p. 238)。

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。これは、中国では電炉システムの主要鉄源として使われるほど、銑鉄(溶銑)にスクラップに対するコスト的優位性があったことを意味している。

ただし、鉄源に溶銑を用いても電炉一貫システムの規模や製品分野は変わっていない。このため電炉一貫システムは、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。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、次に述べる誘導炉に流れた。誘導炉での生産も電炉一貫システムと競合することになった。特殊鋼を生産するシステムは、他のシステムとは競合しなかったが量的には小さい割合しか締めなかった。そして、V節で詳述するが、中国では2015年までは、電炉システムは生産において大きなシェアを獲得できなかった。

5 誘導炉システム：インフォーマル小ロット生産

第四のタイプは誘導炉システムである。誘導炉とは、電極間にアークを飛ばすことではなく誘導電流によって加熱を行う電炉である。誘導炉の生産方式は非常に単純であり、企業は多くの場合、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鋼塊を製造する。大規模なものはビレットを生産する。つまり＜誘導炉一ビレットまたはペンシルインゴット鑄造設備＞という設備構成を取る。そしてそれらを自ら圧延するか、圧延企業に販売するのである。すなわち、誘導炉システムは条鋼類の圧延・加工システムの存在を支えるものである。誘導炉の1基当たり生産能力については統計がないが、ベトナムで用いられている中国製誘導炉についてのデータから考えて、小型のもので1トン/タップ、もっとも大型で30トン/タップ程度と思われる²²。表1によると、重点企業が持つアーク電炉でもっと数が多いのは50-99トン/タップのものであるから、誘導炉製鋼は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のである。

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、脱磷などの成分調整、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鑄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²³。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1.4億トンの能力が強制閉鎖された(中鋼協, 2019)。逆に言えばそれまで統計外で1.4億トン程度の設備が存在していたのである。

²² ベトナムの誘導炉企業における工場見学と聞き取り。2015年8月。坂田(2017)も参照。

²³ 中国における誘導炉の実態を示す資料は極度に不足している。比較的詳しい報道として、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.chinaccm.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>) (いずれも2020年2月7日最終閲覧)がある。

6 圧延・加工システム：多様な小ロット生産

第五のタイプは、圧延・加工システムである。これは製銑、製鋼設備を持たず、圧延・造管機や、それよりも川下での加工設備のみを保有し、圧延、造管、めっき、塗装などを行う生産システムである。これを行う企業を圧延・加工企業という。中国でも日本でもこの四つの工程までが鋼材生産の範囲内とされており、これより先の加工は二次・三次加工として扱われる。産業としても金属産業の範疇に入る。

圧延・加工システムには、半製品を購入して熱間圧延のみを行う方法、熱延鋼板類を購入して冷間圧延のみを行う方法、表面処理のみを行う方法、これらの工程の二つ以上を行う方法などがある。したがって設備構成も多様であるが、基本的には<圧延(または造管)機>、<めっきまたは塗装ライン>、あるいはこれが結合したものである。圧延は細かく見ると<熱間圧延機>と<冷間圧延機>に分かれ、この両者が結合している場合もある。保有する工程が限られていること、鉄鋼業の工程は川下に行くほど細分化され、生産設備は専用化されるので、その設備当たり生産規模は相対的に小規模となる。そのため、圧延・加工企業には相対的に小規模なものが多く、様々な規模で全体としては小ロットの生産を行っている。ただし、より川下の金属加工や機械製造の工程を垂直統合したりすることによって、他の産業にまたがって大規模システムを形成することはありうる。

圧延・加工システムでは、一般的に小ロット生産に適した鋼材が製造される。その詳細はIV節で明らかにされる²⁴。

7 小括

以上の分析により、中国における鉄鋼生産システムの諸類型とその特徴を明らかにした。

中国鉄鋼業においては、大型高炉一貫システムが発達している。大型高炉一貫システムは大ロット生産に適合的なインテグラル型のアーキテクチャを持つ生産システムであり、大ロットの高級品生産において優位に立つシステムである。とくにホット・ストリップ・ミルを起点として製造される広幅帯鋼分野において優位性を発揮する。

その一方で、それ以外の生産システムも発達している。総じて、大型高炉一貫システムに比べると、度合いはさまざまである相対的に小ロットの生産に適しており、特殊鋼電炉を除けば工程の統合度が低いシステムである。まず、中小型の高炉一貫システムが広範に存在している。大型高炉一貫システムと比べると中・小ロットで、低価格の鋼板類や条鋼類の生産を担っている。これに対して、電炉システムはさらに小ロットの生産に適合的で

²⁴ なお、同一の、あるいは提携した企業ないし企業集団内にあつて、高炉一貫システムから母材の安定供給を受けられる場合は、大ロット生産も可能である。しかし、いまのところそうしたシステムの存在を判別できない。

ある。国際的には主要な生産システム類型であるが、中国では生産シェアが低かった。そして多くは電炉一貫システムとして存在していた。2015年まで、電炉一貫システムは、一方では小ロットの条鋼類生産で中小型高炉一貫生産に劣位にあり、他方ではきわめて小ロットの粗鋼生産において誘導炉システムに劣位にあった。誘導炉システムはきわめて小さなロットの生産に適合的であったが、中国ではインフォーマル生産とみなされていた。圧延・加工システムは全体として小ロットの生産に対応しており、その構成はきわめて多様である。その具体的な性質は製品とともに分析する必要がある。

生産システムの多様性を規定した要因は二つであった。第一に、鉄源としての銑鉄のスクラップに対するコスト上の優位性である。Hao(2018)の異形棒鋼（鉄筋用棒鋼）生産コストの比較、および李・王・潘(2018)による製鋼コストの比較によれば、いずれも高炉一貫システムが最も安く、続いて溶銑を一定割合用いた電炉一貫システム、そしてスクラップ・電炉システムという順であった²⁵。

中国において銑鉄に鉄源としてのコスト優位があった理由は、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、小型高炉の設計が標準化されており、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。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が中小型システムの技術選択に影響した。中小型高炉一貫システムが広範に存在し、アーク電炉システムも高炉を併設して溶銑を使用した。スクラップは、より小ロット、低価格志向の誘導炉システムによって使用された。誘導炉製の低価格・低品質の半製品が条鋼圧延システムの母材の一部に使用された。

もう一つは、小ロット・中低級品の需要の存在であった。銑鉄の優位は高炉一貫システムの優位をもたらした。そのうち、大ロット・高級品の生産は、インテグラル型の工程を持つ大型高炉一貫システムによって担われた。しかし、中国には小ロット・中低級の鋼材需要も広範に存在した。そうした需要には、大型高炉一貫システムだけでなく、中小型一貫システムや電炉システム、そして誘導炉システムも適合していたのである。

²⁵ 限られたデータしか得られないが、Hao (2018)には異形棒鋼（鉄筋用棒鋼）の2016-2018年生産コストが図示されており、李・王・潘(2018)では2017-2018年の生産コストの比較分析が行われている。いずれも本文で述べた結果を示している。

IV 鉄鋼製品と圧延・加工方法の分析

1 分類の基本視点

本節では鉄鋼製品の各々に対する需要と、各々を直接に作り出す最終工程である圧延・加工の特徴について分析を行う。圧延鋼材の分類は、組成、形状、サイズ、加工技術の4つの主要な基準に拠って行われる。ここでは組成による分類、具体的には合金鋼やステンレス鋼という分類については用いず、形状とサイズおよび加工技術による分類を用いる。

第一に、最終形状に応じて、圧延鋼材は条鋼類、鋼板類、鋼管類の3つの主要なグループに大分類される。次に、各主要グループの内部で、鋼材は圧延・造管方法、形状、サイズ、機能に応じてより詳細に分類される。生産統計では23品種に再分類されている。本稿では注10で述べた理由から棒鋼と鉄筋は統合して分析し、また雑多な品種を含む「その他の鋼材」は分析対象から外す。

表3 中国における熱間圧延鋼材生産高とその割合

鋼材大分類	鋼材品種	全国生産高(万トン)	生産割合
条鋼類	鉄道用鋼	483.8	0.6%
	大型形鋼	1,435.7	1.7%
	中小型形鋼	5,660.4	6.7%
	棒鋼	7,131.0	8.4%
	鉄筋	20,430.6	24.1%
	線材	14,723.3	17.3%
鋼板類	特厚板	770.5	0.9%
	厚鋼板	2,542.5	3.0%
	中板	4,019.9	4.7%
	熱延薄板	777.6	0.9%
	中厚広幅帯鋼	12,334.8	14.5%
	熱延薄広幅帯鋼	5,417.5	6.4%
	熱延狭幅帯鋼	6,363.2	7.5%
鋼管類	継目無鋼管	2,857.7	3.4%

注)中厚広幅帯鋼は定義上、熱延品と冷延品を含むが、輸出統計において冷延品が0.8%しかないことから、ほとんどは熱延品とみられる。

出所)《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016)より著者作成。

圧延・加工方法の観点からは、熱延鋼材とそれに冷延、表面処理、造管加工などを加えた最終鋼材に分類される。熱延鋼材はそのまま最終鋼材にもなりうるし、さらに圧延・加工されて最終鋼材にもなりうる。

前述のように、2015年に中国では11億2350万トンの鋼材、重複を取り除くと8億4949万トンの熱延鋼材が生産された。熱延鋼材生産高については生産高と品種別シェアを、冷延・表面処理鋼板と溶鍛接鋼管、その他の鋼材については生産高のみを、それぞれ一覧したものが表3と表4である。このように整理すると、熱延鋼材のレベルでは条鋼類が58.7%、鋼板類が37.9%、鋼管類が3.4%である。生産割合が最も大きいのは鉄筋であり、24.1%を占めている。棒鋼と鉄筋を合計すると32.4%に達する。続いて大きいのは17.3%を占める線材、そして14.5%の中厚広幅帯鋼である。

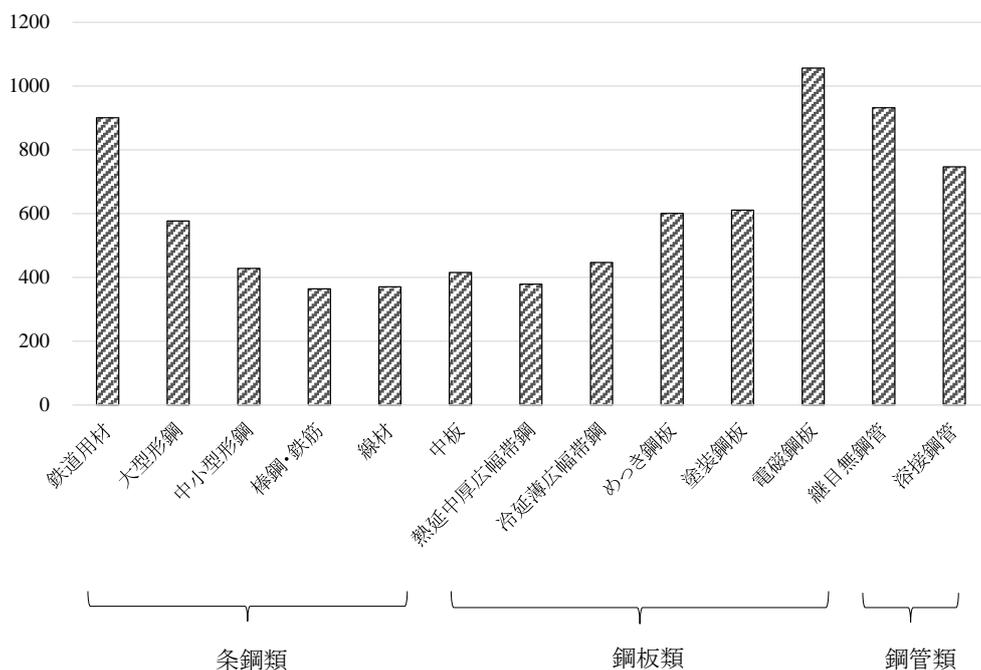
各品種の性質を評価するうえで重要となるのは付加価値であるが、これを測定することは困難であるために単価で代替する。2015年の輸出鋼材のうち一定量のあった品種から、価格体系や用途が全く異なるステンレス鋼を除いて平均輸出価格を算出したものを図1に示しておく。

圧延鋼材は品種ごとに専用化された圧延機や加工設備を要する。このため、品種ごとに需要と製品の性質を明らかにするとともに、その独自の圧延・加工方法を明らかにする必要がある。したがって、2015年における主要な圧延・造管機の設備数と生産能力、および1基当たり平均生産能力を示した前掲表2は、本節の分析でも重要となる。

表4 中国における熱延鋼材以外の鋼材生産高

鋼材大分類	鋼材品種	全国生産高 (万トン)
鋼板類	冷延薄板	3,820.8
	冷延薄広幅帯鋼	4,560.8
	冷延狭幅帯鋼	1,350.7
	電磁鋼板	880.9
	めっき鋼板	5,210.1
	塗装鋼板	809.9
鋼管類	溶鍛接鋼管	6,969.5
その他	その他鋼材	3,798.4

出所)《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会(2016)より著者作成。



注)単位はトン当たりドル。年間 30 万トン以上の輸出が記録された品種について、品種と用途の関係や価格体系が異なるステンレスを除いた上で算定した。
出所)中国鋼鉄工業協会(2016, pp.139-146)より計算して著者作成。

図 1 中国における鋼材品種別輸出単価

2 条鋼類

条鋼類は、形状とサイズに応じて、鉄道用鋼、棒鋼・鉄筋、線材、大型形鋼および中小型形鋼に分類される。すべて熱延鋼材である。鉄道用鋼だけは用途を基準とした分類である。

鉄道用鋼と大型形鋼は条鋼類の中で相対的に大ロット生産に向けた高級品である。その主要部分は重軌条と H 形鋼である。中鋼協重点企業に限ってであるが、2015 年における鉄道用鋼材生産高の 91.5%が重軌条、大型形鋼生産高の 70.4%が H 形鋼であった(中鋼協, 2016a, p. 4)。高速鉄道や重積載鉄道の発展とともに、重軌条に対しては断面、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きている(張ほか, 2011, p. 58)。H 形鋼は建設業に使われているが、曲がり、ねじれを生じにくい特性を生かして建築物の柱や梁、橋梁などに用いられるものである。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。これらのことを反映して鉄道用材と大型形鋼は、図 1 が示す通り他の条鋼類より単価が高い。

重軌条とH形鋼は、他の条鋼類よりも製品サイズが大きく、ブルームまたはビームブランクという、棒鋼や線材よりも大型の半製品から製造され、圧延機の物理的サイズも大きくなる。その1基当たり能力も高い。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。

これに対して、小型形鋼、棒鋼・鉄筋は小ロット生産に向けた中低級品の建設用鋼材である。小型形鋼はほぼすべてが建設用であり、棒鋼は一部が機械構造用であるが、多くは建設用鉄筋である。中国における建物の建築はコンクリート構造が多く、形鋼よりも鉄筋用棒鋼が多く使われている。2015年における中国における棒鋼・鉄筋の消費量は形鋼の12.6倍であり、日本の1.45倍をはるかに上回る(中鋼協, 2016a, p.72, 75)。

線材の用途は多様であり、ワイヤーロープ、鎖、ねじ、釘、金網、ボルト、ナットなどに二次加工されて使用される。そのため小ロット生産されるが、棒鋼よりは製造業向けの割合が高く、一部は品質要求も厳しい。例えばタイヤに用いられるスチールコードなどである。しかし、最終的には建設業で用いられる割合が高い。

中小型形鋼、鉄筋用棒鋼、中低級線材の需要は建設プロジェクトに対応して、タイミングとしては間欠的に、立地的には分散して、ロットとしては小ロットの集積として発生する。品質要求は厳しくない代わりに、様々なサイズの製品が要求される。しかも、図1が示すように単価も低い。こうした製品需要に応えるには、連続的大量生産では困難であり、小規模設備での柔軟な、地域市場に対応した分散的な生産が求められる。表2によれば中型形鋼圧延機と小型形鋼圧延機の平均生産能力はそれぞれ61万トンと72.6万トンであり、ホット・ストリップ・ミルはもちろん、H形鋼圧延機より小規模である。また多様な生産に対応できるように、棒鋼と形鋼、または棒鋼と線材の兼用圧延機となっていることも多い。鉄鋼企業は、圧延ロールの組み替えによる柔軟生産で市場の要求に対応する。

3 鋼板類

(1) 鋼板類の分類

鋼板類は、厚さ、幅、加工技術によって分類される。まず、第1次の分類が5種類ある。3mmを超える厚さの板状の製品は厚中板と呼ばれる。厚さが3mmから20mmで、幅が600mmを超える幅のコイル状の製品は中厚広幅帯鋼と呼ばれる。中厚広幅帯鋼は熱延の場合と冷延の場合があるが、表3の注に記したようにほとんどは熱延品である。他の製品は、すべて厚さ3mm以下の薄板・帯鋼類である。薄板・帯鋼類は、最終的に用いられた圧延・加工方法により熱延薄板・帯鋼類、冷延薄板・帯鋼類、表面処理鋼板類に分類される。工程が垂直的に連続しているため、ある工程での製品は、そのまま最終製品になることもあるし、川下の工程の母材として使用されることもある。熱延薄板・帯鋼類は

冷延薄板・帯鋼類の母材となるし、熱延薄板・帯鋼類や冷延薄板・帯鋼類は表面処理鋼板類の母材となることがある。

第2次の分類では、厚中板が特厚板、厚板、中板の3つに、板厚によって細分化される。熱延薄板・帯鋼類と冷延薄板・帯鋼類は、切り板状の製品である薄板と、コイル状の製品である帯鋼に分かれる。帯鋼は幅600mmを境界として広幅帯鋼(厚さが3mm未満)と狭幅帯鋼に分類される。したがって、この二つの分類により、熱延薄板、冷延薄板、熱延薄広幅帯鋼、冷延薄広幅帯鋼、熱延狭幅帯鋼、冷延狭幅帯鋼に分けられる。また、電磁鋼板と呼ばれる、合金化と焼鈍による特殊な処理を加えた冷延製品があり、これは独自のカテゴリとなっている。そして、表面処理鋼板類は、最後に施された表面処理技術に従ってめっき鋼板と塗装鋼板に分類される。ここまでの分類をまとめると表5のようになる。

鋼板類のうち、厚中板は熱延鋼材であるが、薄板・帯鋼類には熱延鋼材、冷延鋼材、表面処理鋼材がある。製造工程は、圧延・加工工程内部でも多段階となっている。工程を重ねるにつれて付加価値は追加され、図1が示すように熱延鋼材より冷延鋼材、冷延鋼材より表面処理鋼材の単価が高くなる。一方、工程は進むにつれて枝分かれするので、ロットサイズは小さくなる。よって、大ロットの高級品とそれ以外の製品を区分する作業は込み入ったものになる。まず圧延・加工工程別に、次に製品別に分析しよう。

表5 中国における鋼板類の分類概念図

形状	切り板			帯鋼(コイル)			すべて	
	板厚	熱延	冷延	板幅・板厚	熱延	冷延	めっき	塗装
サイズ・機能	≥50	特厚板					めっき鋼板	塗装鋼板
	20-50	厚鋼板						
	3-20	中板		板幅: ≥600 板厚: 3-20	中厚広幅帯鋼 (ほとんど熱延)			
	<3	熱延薄板	冷延薄板	板幅: ≥600 板厚: <3	熱延薄広幅帯鋼	冷延薄広幅帯鋼		
				板幅: <600 板厚: <3	熱延狭幅帯鋼	冷延狭幅帯鋼		
				特殊機能		電磁鋼板		

出所)中鋼協(2003)より著者作成。

(2) 圧延・加工工程分析

鋼板類はすべてスラブと呼ばれる半製品から圧延される。その圧延方法は三つに分かれ、さらに表面処理工程で一部合流する。

第一に、特厚板、厚板、中板を含む厚中板類の系列である。これらはいずれも大型のロールとスタンドを持つ逆転式圧延機で製造される。圧延機ごとに圧延可能な板厚の範囲は定まっている。表 2 によると、平均生産能力は広幅厚板圧延機が 147.2 万トン、中幅厚板圧延機が 132 万トンと、ホット・ストリップ・ミルほどではないが条鋼圧延機よりは大きめであり、大ロット生産を指向する工程である。

第二に、広幅帯鋼の系列である。熱延薄広幅帯鋼、中厚広幅帯鋼は、ホット・ストリップ・ミルによって圧延される。表 2 においてホット・ストリップ・ミルの範疇に含まれるのは熱延薄広幅帯鋼圧延機（ワイド・ホット・ストリップ・ミル）、熱延中幅帯鋼圧延機、薄スラブ連続鋳造圧延設備であるが、いずれも圧延スタンドを材料の進行方向に沿って複数配列して連続的に圧延するタンデム式の設備である。3 節 1 項で見たように、その 1 基当たり平均能力は、他の種類の圧延機を引き離している。ワイド・ホット・ストリップ・ミルで圧延される品種は、大型高炉一貫システムの一部をなすことが合理的であり、したがって大ロット生産を指向するし、また高級品生産を一貫管理による品質のつくり込みによって支えることが可能である。ただし熱延中幅帯鋼圧延機で圧延される板幅の狭い品種は、これより一段階規模の小さな中小型高炉一貫システムにも適合している。

中厚広幅帯鋼や熱延薄広幅帯鋼をコールド・ストリップ・ミルで圧延することによって、冷延薄広幅帯鋼が製造される。コールド・ストリップ・ミルは、ホット・ストリップ・ミルに似たタンデム式のものと、材料を往復させることにより単一の圧延スタンドで圧延する逆転式のものがある。タンデム式は生産能力が高く大ロット生産に向いており、逆転式は生産能力が小さく、小ロット生産に向いている。表 2 によれば、重点企業保有のコールド・ストリップ・ミルは冷延広幅帯鋼圧延機と冷延中幅帯鋼圧延機に分けられており、平均能力はそれぞれ 68.9 万トンと 27.9 万トンである。前者にタンデム式、後者に逆転式が多く含まれていると推定できる。冷延広幅帯鋼から電磁鋼板を製造する際には、特殊な合金化処理とめっき処理を加えて製造するラインを追加する必要がある²⁶。

第三に、狭幅帯鋼の系列である。熱延狭幅帯鋼や冷延狭幅帯鋼を大型のホット・ストリップ・ミルやタンデム式のコールド・ストリップ・ミルで圧延するのは非効率であり、特殊な場合のみ行われると思われる。熱延狭幅帯鋼は、ホット・ストリップ・ミルの中では相対的に狭幅用で小型の熱延中幅帯鋼圧延機か、専用の熱延狭幅帯鋼圧延機で圧延される。表 2 によれば、熱延狭幅帯鋼圧延機の平均生産能力は 78.7 万トンとホット・ストリップ・

²⁶ 熱延薄板、冷延薄板の製造方法を確認できる資料は発見できていない。ホット・ストリップ・ミルやコールド・ストリップ・ミルで製造したものを切り板にしている可能性と、狭幅帯鋼のように小型圧延機で圧延している可能性がある。

ミルよりはるかに小さい。冷延狭幅帯鋼は、冷延狭幅帯鋼圧延機で圧延されるが、その生産能力は 3.5 万トンでコールド・ストリップ・ミルより小さい。狭幅帯鋼類は、広幅帯鋼類よりは小型設備で小ロット生産されるものである。

上記第二、第三のいずれの系列も表面処理工程につながる。めっき鋼板は、多くは冷延鋼板類、一部は熱延鋼板類に亜鉛や亜鉛・アルミ合金、亜鉛・鉄合金などによるめっきを施したものである。塗装鋼板は、冷延鋼板類やめっき鋼板にカラー塗装を施したものである。母材が広幅帯鋼であるか、狭幅帯鋼であるか、切り板であるかは区分されない。めっきラインに関するデータをとることはできないが、その設備規模は顧客の性質によって全く異なり、大小さまざまである。高炉一貫システムに組み込まれた自動車用亜鉛めっき鋼板製造ラインのように年産 30-50 万トンに達するものもあれば²⁷、わずか数千トンのラインもある。

(3) 品種別分析

厚中板の用途は多様であるが、高級品のまとまった需要があるのは機械工業と造船工業である。とりわけ継続的な需要があるのは造船工業と思われる。2015 年に重点企業が生産した厚中板 3 品種の生産のうち、造船用は 17.5%を占めていた。他に、ボイラー・燃焼室用 1.8%、橋梁用 2.6%、高圧容器用 1.6%などの高度な用途が把握されている(中鋼協, 2016a, p. 5)。また鋼鉄規制研究院では高級厚中板の需要は今後 630 万トンにのぼるだろうと展望している。このうちもっとも量が多いのは天然ガス輸送パイプ用鋼板の 240 万トンである(張, 2017, p. 26)。

熱延薄板類も用途は非常に多様であり、**図 1**の輸出単価に表現されているように、それ自体の付加価値はそれほど高くない。特に中国では、先に紹介したように低価格を志向する多様な需要が熱延薄板類に存在しているからである。例えば農用車の分野で価格が低い熱延狭幅帯鋼が求められているために、スリットされた熱延広幅帯鋼がこれに取って代わるには相当な時間がかかるだろうという分析がある(楊, 2017, p. 29)。

しかし、熱延薄板類を母材とした冷延薄板類や表面処理鋼板類には相当程度の高級品が含まれる。その代表的なものは自動車車体用鋼板や家電製品の筐体用鋼板である。例えば、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 31.0%は軽工業家電用であった(中鋼協, 2016a, pp. 6-7)。これらは、大量生産とともに大量消費が定着した中国社会に不可欠の、相対的に大ロットの高級鋼材である。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り、**図 1**においても単価が全品種中最高である。

²⁷ 例えば Kawabata(2012)における宝鋼新日鐵自動車鋼板有限公司(現・宝鋼日鉄自動車鋼板有限公司=BNA)の溶融亜鉛めっきラインがこれにあたる。

一方、冷延薄板類や表面処理鋼板類でありながら中低級品であるものも存在する。冷延薄板類では、数量は少ないが鋼管材料となる冷延狭幅帯鋼がこれにあたる。また表面処理鋼板類では、屋根・壁用のめっき鋼板、塗装鋼板が中低級品である。2015年に重点企業によって生産されためっき鋼板のうち、用途が特定されていない37.8%は建設用だったと考えられる。また、塗装鋼板のうち82.7%は建築用と判明している(中鋼協, 2016a, p. 7)。めっき鋼板は高級品と中低級品がともに含まれており、塗装鋼板はおおむね中低級品だったとみて良いと思われる。

4 鋼管類

最後に鋼管類は、造管技術によって継目無鋼管と溶鍛接鋼管に分類される。継目無鋼管と溶鍛接鋼管は造管方法が異なっている。継目無鋼管は熱延鋼材に準じた位置にあり、円筒形の半製品であるビレットの中軸を専用造管機でくりぬくことによって製造される。溶鍛接鋼管の多くは電気抵抗溶接管であり、主要には熱延鋼板類、一部は冷延鋼板類を湾曲させ、端部を溶接することによって製造される。溶鍛接鋼管の40%は熱延狭幅帯鋼、20%は冷延狭幅帯鋼から製造される(楊, 2017, p.29)。熱延帯鋼をらせん状に巻いてアーク溶接するスパイラル鋼管、端部を鍛接する鍛接鋼管もある。表 2によれば造管設備の平均能力は、熱延継目無鋼管製造機が24.7万トン、溶鍛接鋼管製造機が9.6万トンと極めて小規模である。小ロット生産される品種と言える。

鋼管類はいずれも形状、口径、厚さ、二次加工方法が多様であり、グレードも多様である。用途と図 1の示す輸出単価から判断して、平均的には継目無鋼管の方が高級用途が多いものと考えられる。2015年に重点企業が製造した継目無鋼管の28.8%が石油ケーシング管用、12.9%が高圧輸送用、8.6%が石油管用、4.0%が高圧ボイラー用であった(中鋼協, 2016a, pp. 7-8)。溶鍛接鋼管の中にも、前述した天然ガス輸送パイプ用のように高級厚板から製造される高級品も存在する。しかし、全体としてはいずれの鋼管も建物やインフラストラクチャの配管用鋼管が最大の用途であり、建設用条鋼と同様に、小ロットで間欠的に需要が発生する低級品が多いと考えられる。

5 小括

以上のように、中国の鉄鋼製品は、品種ごとに異なる圧延方法で製造されており、異なる性質の市場に対応している。総じていえば、高級品を多く含み、大ロット生産に適合しているのが鉄道用材、大型形鋼、厚中板、広幅帯鋼類である。これらの製品群については、大型高炉一貫システムによる製造が優位に立ちやすい。ただし、広幅帯鋼類は熱延、冷延、表面処理と工程を進むにしたがって高級化する一方、小ロット指向になるという特徴を持

っている。このため、大ロット・高級品は大型高炉一貫システムによる生産に適合する一方、冷延鋼板類や表面処理鋼板類の小ロット・中低級品、とくにめっき鋼板の一部や塗装鋼板全般については、圧延・加工システムによっても供給されている。それ以外の小型形鋼、棒鋼・鉄筋、線材、狭幅帯鋼類、鋼管類については、相対的に小ロットの需要に対応する必要があるため、大型高炉一貫システム以外の、多様な生産システムによる製造が存立できる可能性が高くなる。

以上は全般的な傾向であり、個別の場合での生産システムと製品の対応関係は、企業の選択と行動、産業政策等にも左右されることは言うまでもない。

V 鉄鋼生産システムの全体像

ここまでの分析に基づいて、中国鉄鋼業において各生産システムが担う生産の全体構造を、可能な限り生産量を含めて推定しておきたい。本来は、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、また鋼材については、品種別に明らかにすることが望ましい。しかし、事業所（製鉄所）レベルの統計が欠落していることにより、可能な範囲は大きく制限されている。本節では、可能な限りで最大限の分析を試みる。

1 生産工程の全体像

まず生産工程に即した全体像である。これは、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することを意味する。そのためには、工程ごとの生産量を確定し、工程間のマテリアル・フローを描くことができればよい。これにより、多様な生産システムがそれぞれ独立して存在しているのか、一定の連関を持っているかが判明するであろう。

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を区分することができない。また、生産システム別の生産高についても、不正確さを承知の上で、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。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。

よってここでは、大型と中小型を含む高炉一貫システム、電炉システム、誘導炉システム、圧延・加工システムの製銑、製鋼、熱間圧延工程に限った生産量推計を行う。

まず製銑工程と鉄源供給について。中国全体で 6 億 9141 万トンの銑鉄が生産された。そのうち 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²⁸。輸出入はほとんどなかった(中鋼協, 2016a, 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²⁹。高炉一貫システムと電炉一貫システムの区分については、推定が困難である。これらの製鋼用銑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。製鋼原料における銑鉄の比率についてのまとまった数値は重点企業についてしかないが、転炉では銑鉄 93.1%であった。電炉では3節3項で紹介した通り銑鉄 51.1%であり、非会員企業を含むといくらか低かったと思われる。(中鋼協, 2016a)。誘導炉については、ほとんど鉄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。高炉一貫システムと電炉システム(スクラップ・電炉システムと電炉一貫システムを含む)の割合は、製鋼を転炉で行う比率と電炉で行う比率においておおむね代表される³⁰。世界鉄鋼協会の統計によれば、世界では2015年当時、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(worldsteel, 2017, p. 16)。

中国についてこの比率を求めるためには二つの問題を解決した推計が必要である。まず、粗鋼生産の公式統計数値8億383万トンには誘導炉による生産が含まれていないことである。誘導炉を考慮した場合の粗鋼生産については公式のものがなく、推計値も断片的なものしか入手できない。その中で比較的まとまったものは、中国工程院と中国廢鋼鉄応用協会の資料であり、それらによると、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³¹。次に、転炉鋼、電炉鋼の生産高について、世界鉄鋼協会に報告された数値と、上記の資料での数値が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。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。2015年までの中国の粗鋼生産においては高炉一貫システムが支配的であったこと、また誘導炉が電炉より優勢であったことがわかる。

高炉による銑鋼一貫システムの優位は、転炉と電炉の差というよりは、3節3項で見た鉄源としての銑鉄とスクラップの差に起因したと考えられる。大型高炉一貫システムのみならず中小型高炉一貫システムにも優位性が生じた。電炉システムも高炉を併設して電炉一貫システムという形をとったものの、劣位に甘んじざるを得なかった。これらのフォー

²⁸ 中鋼協(2016a, p. 3)。 casting・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。

²⁹ 20世紀末から2000年前後までは山西省に内容積100立方メートル以下のミニ高炉が多数建設され、銑鉄のみを製造する単純製銑システムとして稼働していた(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, 2016a, p. 10)。

³⁰ 転炉は溶銑の熱をエネルギー源として利用するので、高炉に近接していない限り合理的に操業できない。そのため、特殊な事情がある場合を除いて、転炉は銑鋼一貫製鉄所に設置されている。

³¹ 『日刊産業新聞』2018年12月5日、2020年1月27日。

マルなシステムで溶銑が選好された結果、スクラップはインフォーマル生産である誘導炉システムに流れ、そこで小ロット、低級品の原料として用いられた。2015年の誘導炉による生産量はアーク電炉による生産量を上回っていた。

最後に熱延工程について。ここでは、圧延・加工のみを行う企業が持つ熱間圧延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・加工のみを行う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。

全国熱延鋼材生産高は、2節で推計した通り8億4948万5000トンとする。この生産高は、フォーマルな生産高に誘導炉の推計値を加えた8億9147万トンという粗鋼生産高と両立する³²。誘導炉で製造された半製品が熱延鋼材となり、公式統計には粗鋼は計上されず、熱延鋼材だけがフォーマルな統計にある程度計上されたと考えられる³³。

この熱延鋼材生産高推計値を使って熱延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個別に判明する。また非会員企業については、全体としての熱延鋼材の生産高は計算可能である。そして、熱延鋼材生産高が粗鋼生産高より多いので、その差の部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³⁴。この会員・非会員企業の推計可能な部分を合計すると、製銑・製鋼工程を持たない熱延システムによって少なくとも1億6097万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18.9%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7333万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。

以上の推計により2015年における中国鉄鋼業の生産システムの構成をまとめると、表6のようになる。高炉一貫システムと電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利用していた。製鋼用銑鉄とスクラップが一貫システムの鉄源であった。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一貫システムおよびスクラップ・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³⁵。ただし、一部分は熱延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、そこから半製品が熱延システムに供給された。

³² 粗鋼生産高が熱延鋼材生産高より多いのは、歩留り損失や、粗鋼の一部が鑄鍛鋼品に用いられることによって説明がつく。

³³ こうした計上がありうることは、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)。

³⁴ この計算は過小評価になっている。非会員企業製鋼企業から非会員の熱延企業が分離していて、後者が前者から半製品を購入して熱延した場合の鋼材生産高は含まれないからである。

³⁵ 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しまっている。

表 6 中国の粗鋼および圧延鋼材生産における鉄鋼生産システム諸類型の位置

システム種別	銑鉄生産高	粗鋼生産高 (シェア)	熱延鋼材生産高 (シェア)
大型高炉一貫システム	69,141	74,521~75,630 (83.6-84.8%)	68,851 - α (81.0% - α)
中小型高炉一貫システム (一貫およびスクラップ) 電炉システム	2,309 + α は製鋼用以外へ	4,750~5,862 (5.3-6.6%)	7,333 以上
誘導炉		8,764 (9.8%)	不明
圧延・加工システム	—	8,764 以下	16,097 + α (18.9% + α)
合計	69,141	89,147 (誘導炉込み)	84,949

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存在するため。
出所)本文に記述した推計により著者作成。

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・フローにおいて合流し、枝分かれしながら連関を持っており、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。多様な生産システムはそれぞれに存立基盤を持っているが、その一部が変動する際には、他の部分にも影響が及ぶと考えるべきである。

2 高炉一貫生産システムと製造品種の対応関係

続いて行うべきは、生産システム類型別に品種別鋼材生産量を推計することである。これにより、生産システム特性と製品の特性の対応関係を具体的に示すことができる。

しかし、ここでも可能な範囲は制約される。とくに、中鋼協の企業別統計では、生産システムと製品を直接対応させることが不可能である。しかも企業別情報も会員の重点企業に限られている。そのため、生産システム分析としては変則的であるが、企業レベルの類型から生産システム類型を推定するという方法を取らざるを得ない。

この方法で推計がある程度可能なのは、高炉一貫システムによる製品別生産高である。会員企業の中から、高炉一貫システムに基づく高炉一貫企業を同定することは可能であるし、会員の高炉一貫企業が高炉一貫システムの主要部分と推定できるからである。

まず、中鋼協(2016a)において、銑鉄、粗鋼、鋼材生産高が均衡している企業、具体的には最小値のものが最大値の3分の1を超える企業を高炉一貫企業とみなすことができる。厳密には、高炉一貫企業が副次的生産システムとして電炉システムや圧延・加工システムを保有していることが考えられるが、これを特定する方法がないために捨象せざるを得ない。このようにしてみると、生産量が掲載されている重点企業157社から親会社と子・孫会社の重複を除いた103社のうち、84社が高炉一貫システムに主要に立脚した高炉一貫企業だと考えられる。その粗鋼生産高は6億3874万トンであり、表6と照合すると全国粗鋼生産の71.7%、全国の高炉一貫システムによる転炉鋼生産の84.5-85.7%を占めており、おおむね全国動向を代表できると考えられる。ただし、高炉一貫企業が依拠する生産システムが大型高炉一貫システムであるか中小型一貫システムであるかを判別できる資料はない。

他のシステムについては、残念ながら企業レベルの統計を通して生産システムの製品別生産高を推定することは困難である。会員重点企業の電炉企業や圧延・加工企業は判別できるものの、それらには全国動向を代表するほどの生産シェアがないからである。

よって、ここで可能なのは、会員の重点高炉一貫企業が生産する鋼材を、高炉一貫システムによる鋼材生産に近似したものとみなして、その規模と構成を推計することに限られる。この推計方法は、非会員企業を含まないことによって生産高を実際より過小評価するバイアスを伴う一方で、高炉一貫企業内に保有される電炉システムや圧延・加工システムによる生産を含んでしまうことによって生産高を過大評価するバイアスを伴っている。しかし、高炉一貫システムがどのような品種の市場を占拠しているかについては一定の目安となろう。

以上の作業により、重点高炉一貫企業の鋼材生産高、生産シェアを記し、さらにこれを5節で分析した鋼材品種別の特徴と対応させると表7および表8のようになる。これらから読み取れるのは以下のことである。

まず、重点高炉一貫企業に代表される高炉一貫システムは、生産ロットが大きいかまたは高級品比率の高い品種において生産シェアが高いということである。具体的には鉄道用材(72.5%)、大型形鋼(77.0%)、特厚板(84.9%)、厚鋼板(86.6%)、中板(79.0%)、中厚広幅帯鋼(89.1%)、熱延薄広幅帯鋼(79.8%)、冷延薄広幅帯鋼(85.9%)、電磁鋼板(82.9%)である。逆に、生産ロットが小さく中低級品が多い品種については、高炉一貫システム以外で生産されているとみなすことができる。

ただし、重点高炉一貫企業が、生産ロットが小さく中低級品を主力とする棒鋼・鉄筋製品についても、64.2%のシェアを持っていることが注目される。これは、中小型高炉による銑鋼一貫システムによる生産であろうと推定される。

表 7 中国の熱延鋼材生産における中鋼協重点統計高炉一貫企業のシェア

鋼材大分類	鋼材品目	重点高炉一貫企業生産高 (万トン)	重点高炉一貫企業 シェア	ロットサイズ傾向	高級品比率
条鋼類	鉄道用鋼	350.5	72.5%	大	高
	大型形鋼	1,105.9	77.0%	大	高
	中小型形鋼	666.5	11.8%	小	低
	棒鋼・鉄筋	17,707.2	64.2%	小	低
	線材	8,256.8	56.1%	小	低
鋼板類	特厚板	654.2	84.9%	大	高
	厚鋼板	2,201.9	86.6%	大	高
	中板	3,176.7	79.0%	大	高
	熱延薄板	8.9	1.1%	小	不明
	中厚広幅帯鋼	10,988.6	89.1%	大	中
	熱延薄広幅帯鋼	4,320.6	79.8%	大	中
	熱延狭幅帯鋼	3,031.0	47.6%	小	低
鋼管類	継目無鋼管	984.0	34.4%	小	低
合計	熱延鋼材計	53,452.7	62.9%		

注) 重点高炉一貫企業シェアは、50%を超えるものを太字にしている。
出所) 中鋼協(2016a), 《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016)より計算し, 作成。

表 8 中国の熱延以外の鋼材生産における中鋼協重点統計高炉一貫企業のシェア

鋼材大分類	鋼材品目	重点高炉一貫企業生産高(万トン)	重点高炉一貫企業 シェア	ロットサイズ傾向	高級品比率
鋼板類	冷延薄板	463.4	12.1%	小	不明
	冷延薄広幅帯鋼	3,916.8	85.9%	小～大	高
	冷延狭幅帯鋼	28.8	2.1%	小	低
	電磁鋼板	730.0	82.9%	大	高
	めっき鋼板	2,022.2	38.8%	小～大	中
	塗装鋼板	122.9	15.2%	小	低
鋼管類	溶鍛接鋼管	83.9	1.2%	小	低
その他	その他鋼材	287.9	7.6%	不明	不明

注) 重点高炉一貫企業シェアは、50%を超えるものを太字にしている。
出所) 中鋼協(2016a), 《中国鋼鉄工業年鑑》編輯委員会編(2016)より計算し, 作成。

鉄源として銑鉄が優位に立つ中国では、広い範囲の鋼材が高炉一貫システムによって製造されている。高炉一貫システムは他のシステムに比べると大ロット・高級品の生産を担っている。しかし、大ロットで高級な鋼材を大型高炉一貫システムが生産しているだけでなく、中・小ロット、中低級品を中小型高炉一貫システムが生産しており、両者があいまって広い範囲の生産を高炉一貫システムがカバーしているのである。このことはすでに2節で確認していたが、本節において改めて数量の裏付けをもって示すことができた。そして、高炉一貫システムに適合しない品種は、電炉システムや誘導炉システム、圧延・加工システムの領域となっているのである。

VI 結論と展望

1 本研究の結論

3節での工程に即した分析、4節の製品に即した分析により、21世紀初頭における国の鉄鋼生産システム類型の特性を整理すると、表9のようになる。

鉄鋼生産システムの中核をなす生産システムは大型高炉・転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最も適合的であり、世界最大規模である中国鉄鋼業の生産力の先端部分を代表していた。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独占的な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、大型形鋼、厚中板に優位性を持っていた。

他の様々な生産システム類型は、大型高炉一貫システムに排除されない分野において存立基盤を確保していた。中小型高炉一貫システムは、中・小ロットの低級品の分野、具体的には小サイズ・低価格の鋼板類と、小型形鋼、棒鋼、線材といった条鋼類において、電炉システムは条鋼類と特殊鋼において、誘導炉システムは小ロットの低品質な粗鋼・半製品生産において、圧延・加工システムは一貫システムの残余である小ロット、低級品の分野全般で、存立基盤を確保していた。いずれの生産システムにおいても、その工程の統合度は大型高炉一貫システムよりは低かった。

表 9 21 世紀初頭における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	優位性ある品種
大型高炉一貫生産	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, 大型形鋼, 厚 中板, 広幅帯鋼類。とく にそれらに含まれる高 級品
中小型高炉一貫生産	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	中・小ロット	弱	小型形鋼, 鉄筋・棒鋼, 線材, 小サイズ・低価格 の鋼板類,
電炉(一貫)生産	(高炉)—電炉—連 続鑄造機—条鋼圧 延機	小ロット	弱(特殊鋼 の場合のみ強)	小型形鋼, 鉄筋・棒鋼, 線材, 特殊鋼
誘導炉	誘導炉—中小の鑄 造設備	小ロット	無	粗鋼のみ。条鋼類を生産 していた可能性もある
圧延・加工	多様な圧延・造管 機—(めっき, 塗装 ライン)	小ロット	無	一貫生産の残余部分の 中低級品全般。

出所)著者作成。

以上のように中国鉄鋼業の多様な生産システムは、それぞれが需要のあり方に対応した特性を持って存立していたと言える。一方においては、大量生産が実現しており、自動車用車体など的高级鋼板を大ロット生産するシステムが稼働していた。他方においては、様々な程度の中・小ロット生産によって低級品分野に供給する生産システムも存在していた。いずれも需要に対応した生産を行うための技術を中核に備えていた。この意味で、中国鉄鋼業の技術選択と市場適応は一定の合理性を備えていたのである。これが本稿の第一の結論である。

先進国鉄鋼業では大型高炉銑鋼一貫システム、スクラップ・電炉システム、圧延・加工システムが主要類型であるのに対して、中国では中小型高炉一貫システムや誘導炉システムが電炉システムに対して優位にあり、電炉システムは電炉一貫システムとして存在して

いた。この独自の構成の根拠は、技術面と市場面の双方にあった。まず技術面では、鉄源としての銑鉄の優位によるものであった。そして銑鉄の優位の背景には、国内での鉄鉱石と原料炭の豊富な算出とともに、高炉技術の標準化と普及があった。こうして、広範なシステムが銑鋼一貫方式をとることになった。他方、市場面においては、小ロット、低価格の鋼材の広範な需要が中小型システムの存立根拠となった。中小型高炉一貫システムはホット・ストリップ・ミルでは適合しにくい、小ロット、低価格の鋼板類に対する需要の広範な存在に適合していた。また誘導炉システムによる粗鋼生産は、インフォーマル生産でありながら、小ロット、低価格の建設用条鋼とその半製品に対する需要の広範な存在に適合していた。

このように、中国における鉄鋼生産システムの多様性は、技術面では鉄源としての銑鉄の優位性、市場面では小ロット、低価格志向の需要に基礎を持っていた。これが本稿の第二の結論である。

2 本研究の貢献と残された課題

以上のように、本稿は21世紀初頭における中国鉄鋼業の生産システムを、多様性をもった全体として分析した。そして、各々の生産システムの特徴を生産類型別分析と製品別分析を総合することで把握し、その多様性は合理的な技術選択と市場適応の帰結であることを明らかにした。これは本稿の独自の貢献である。

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営業績を上げることは、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るか、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るかは、企業論・産業論として独自の分析が必要である。生産システムを基礎にしてどのような企業群が存在し、それらが鉄鋼市場においてどのような企業間競争を繰り広げているかが問われる。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時代から改革・開放へと移り変わることで変化がみられる。本稿では単に需要が集中するか分散しているかのみを問題にしたが、多様な生産システムと需要産業の立地が、具体的にどのように集中や分散を示しているか、

大都市圏とそれ以外、臨海部と内陸部はどのような関係にあるかを踏まえた分析がさらに必要である。

もう一つは、環境汚染という外部不経済との関係である。先行研究が明らかにしてきたように、中国鉄鋼業の環境負荷は高い。個別企業にとって合理的な生産システムの選択は、その一部において外部不経済を発生させながら存立して来たのである。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。とくに二酸化炭素排出原単位の高い高炉法による銑鉄生産は、根本的なイノベーションか、あるいは鉄スクラップの多用という鉄源選択の調整を迫られるであろう。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する傾向にあり、またCO₂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みられるのである。これらの新条件の下で、鉄鋼生産システムにおける技術選択と市場適応のあり方が変化を迫られる可能性とその方向、程度についても研究が必要である。

より理論的に言えば、本稿は一国の特定産業の生産システムについて、効率性と市場適応という二つの軸を設定し、具体的には需要ロットと生産ロットの対応関係と、製品グレードと工程アーキテクチャの対応関係という二点に着眼する分析視角を提起した。そして工程に即した分析を製品に即した分析で補う分析手法を採用した。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・方法は、対象が装置型・プロセス型産業で、分散型工程を持ち、工程アーキテクチャが安定しており、市場規模が巨大で、需要のほぼすべてに対応した生産システムを備えているという条件に対応した有効性であるとも考えられる。今後は、他の条件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JSPS 科研費（基盤研究B。課題番号17H02226）の研究成果の一部である。

引用文献

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), 391-405。

Retrieved from <http://id.nii.ac.jp/1391/00019586/>

藤本隆宏(1997)『生産システムの進化論：トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス』有斐閣。

藤本隆宏(2009a)「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『日本型プロセス産業：ものづくり経営学による競争力分析』20-66, 有斐閣。

- 藤本隆宏(2009b)「日韓鉄鋼産業：競争・協調を通じたアーキテクチャ分化」藤本隆宏，桑嶋健一編『日本型プロセス産業：ものづくり経営学による競争力分析』135-178，有斐閣。
- 藤本隆宏，葛東昇，呉在炬(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。DOI: 10.20784/jamsjsaam.14.0_19
- 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)，85-104。
- 星野芳郎(1993)『技術と政治 ー日中技術近代化の対照ー』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。
- 川端望(1995)「日本高炉メーカーにおける製品開発：競争・生産システムとのかかわりで」明石芳彦，植田浩史編『日本企業の研究開発システム』113-145，東京大学出版会。
- 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*, 73(1/2), 23-42.
Retrieved from
<http://www2.econ.tohoku.ac.jp/~kawabata/paper/Acomparativeanalysis2012E.pdf>
- Kawabata, N. (2017). Where is the excess capacity in the world iron and steel industry?: A focus on East Asia and China, *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-026, 1-36, Research Institute of Economy and Trade, and Industry. Retrieved from
<https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/17e026.pdf>
- 川端望(2015)「市場経済移行下のベトナム鉄鋼業：その達成と課題」『赤門マネジメント・レビュー』 **14**(9)，451-494。DOI: 10.14955/amr.140901
- 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)，97-127，アジア経済研究所。Retrieved from
<http://hdl.handle.net/2344/00006928>
- 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。
Retrieved from
<http://www2.econ.tohoku.ac.jp/~kawabata/Omurapro/omuraCDM/finalsymp/finalsymp.html>
- 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)，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)，15-29。Retrieved from
https://dlisv03.media.osaka-cu.ac.jp/il/meta_pub/G0000438repository_KJ00005664659
- 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：鉄鋼一貫企業 53 社を中心に」『立命館経営学』
46(6), 251-285。DOI: 10.34382/00000821
- 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。DOI:
 10.11479/asianstudies.49.2_3
- 劉志宏(2008)「市場化と企業成長：宝山鋼鉄の事例」工藤章，井原基編『企業分析と現
 代資本主義』232-269，ミネルヴァ書房。
- 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『中国・新興国ネクサス：新たな世界経済循環』245-279，東京大学出版会。
- 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：その飛躍的成長と産業再編」今井健一，丁可編『中
 国 産業高度化の潮流』77-116，アジア経済研究所。Retrieved from
<http://hdl.handle.net/2344/00017040>
- 日本鉄鋼連盟(2013)『鉄鋼統計要覧 2013』。
- 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：自動車・鉄鋼・半導体企業』新評論。
- Okamoto, H. (2003). Flexibility in Japanese manufacturing industries: Synchronization of
 production, sales and purchase, *Asian Business and Management*, 2(3), 323-346. DOI:
 10.1057/palgrave.abm.9200058
- 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「専門村」：経済発展と農村工業化のダイナミズム』アジア
 経済研究所。Retrieved from
<https://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Books/Sousho/628.html>
- 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), 327-337。DOI: 10.20801/jsrpim.24.4_327
- 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』。
 Retrieved from <http://coal.jogmec.go.jp/content/300354306.pdf>
- 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), 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『移行期中国
 の産業政策』247-291，アジア経済研究所。
 Retrieved from <http://hdl.handle.net/2344/00012470>

- 杉本孝(2008)「中国の鉄鋼業：爆発的拡大の諸側面」佐藤創編『アジア諸国の鉄鋼業：発展と変容』113-158, アジア経済研究所。
Retrieved from <http://hdl.handle.net/2344/00011660>
- 隅谷三喜男(1967)「分析視角」(隅谷編, 1967, 1-20)。
隅谷三喜男編(1967)『鉄鋼業の経済理論』日本評論社。
- 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『中国経済の新局面—改革の軌跡と展望』99-137, 法政大学出版社。
- 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『中国企業の所有と経営』285-332, アジア経済研究所。
- 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』15-49, ミネルヴァ書房。
- 田中彰, 磯村昌彦(2019)「日本モデルの成熟化と海外展開——技術経済パラダイムとの関連で」『経済論叢』193(4), 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), 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), 32-63, アジア経済研究所。
Retrieved from <http://hdl.handle.net/2344/00007133>
- 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, 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：産業の内部経済をめぐって」『国際文化研究科論集』11, 49-67。Retrieved from <http://hdl.handle.net/10097/34528>
- 王建綱(1996)「中国鉄鋼業における宝山鋼鉄総廠建設の意義と限界—技術導入を中心として」『三田学会雑誌』89(3), 469-485。
- 王建綱(2002a)「宝山製鉄所研究の課題」『荻国際大学論集』3(2), 39-49。
- 王建綱(2002b)「宝钢が中国鉄鋼業に与えた影響」『荻国際大学論集』4(1), 31-47。
- Williamson, Oliver E. (1975). *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications*, New York: Free Press. ウィリアムソン, O. E.著, 浅沼万里・岩崎晃訳(1980)『市場と企業組織』日本評論社。
- World Steel Association (worldsteel) (various years). *Steel statistical yearbook*. Retrieved from <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook.html>
- 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：中国山西省を事例として』創風社。
- 張璋璋(2017)「我国中厚板行業面臨的挑戰与機遇浅析」『鋼鉄規劃研究』5, 24-49, 冶金工業規劃研究院。
- 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)『中国鋼鉄工業年鑑 2016』。
中国鋼鉄工業協会 (2003)『中国鋼鉄工業生産統計指標体系 :指標目録』冶金工業出版社。
中国鋼鉄工業協会(2016a)『中国鋼鉄統計 2016』。
中国鋼鉄工業協会(2016b)『中国鋼鉄工業発展報告 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、特に注記したもの以外は2020年3月28日に所在を確認した。

著者連絡先

川端望 (Nozomu Kawabata)

東北大学大学院経済学研究科教授

nozomu.kawabata.b1@tohoku.ac.jp

銀迪 (Di Yin)

東北大学大学院経済学研究科博士課程後期3年の課程在学

ideayin1993@gmail.com