

2023 年度 卒業論文

国内鉄鋼産業における合併の静学的分析

慶應義塾大学 経済学部
石橋孝次研究会 第 24 期生

大門 弘樹

はしがき

「産業の米」として日本の工業化を支えてきた鉄鋼業では、企業結合による業界再編の動きが活発であった。1970年に八幡製鐵と富士製鐵の合併により新日本製鐵が誕生して以降、2002年には川崎製鐵と日本鋼管の合併によりJFEスチールが誕生し、2012年には新日本製鐵と住友金属の合併により新日鐵住金が誕生した。その新日鐵住金は2019年には日新製鋼を完全子会社化し、日本製鐵へと社名を変更した。本論執筆中にも日本製鐵は米国の高炉・電炉一貫の鉄鋼メーカーであるU. S. Steelの買収を決定しており、シェアやシナジーを巡る合併を通じてますます競争が激化している。本論を通じて、日本の重要な基幹産業である鉄鋼産業における合併が経済厚生や合併企業にもたらす影響について明らかにしたいと考えている。

目次

序章	1
第1章 企業結合に関する現状分析	2
1.1 企業結合とは	2
1.2 企業結合の規則	2
第2章 国内鉄鋼産業の現状分析	4
2.1 鉄鋼産業の動向	4
2.2 分析対象となる合併事例の概要	8
2.2.1 川崎製鉄と日本鋼管の合併	8
2.2.2 新日本製鐵と住友金属工業の合併	8
第3章 合併の静学的分析①	11
3.1 先行研究の紹介：Pesendorfer (2003)	11
3.2 実証モデル	16
3.3 使用データ	17
3.4 推定結果	17
3.4.1 川崎製鉄と日本鋼管の合併分析	17
3.4.2 新日本製鐵と住友金属工業の合併分析	22
第4章 合併の静学的分析②	27
4.1 先行研究の紹介：大橋・中村・明城 (2010)	27
4.2 実証モデル	32
4.3 使用データ	32
4.4 推定結果	33
第5章 結論	36

参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37

あとがき・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

序章

日本のインフラ・製造業を支えてきた鉄鋼産業では、高炉・電炉メーカーともに M&A などを通じた業界再編が盛んに行われてきた。2000 年代以降だけでも 2002 年の川崎製鉄と日本鋼管の合併、2012 年の新日本製鐵と住友金属の合併、2019 年の新日鐵住金による日新製鋼の完全子会社化などといった大型の合併案件が挙げられる。本論では日本の重要な基幹産業である鉄鋼産業におけるこのような企業結合の動きが、企業の効率性や経済厚生にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的としている。第 1 章では企業結合の定義や競争に与える影響、公正取引委員会による結合規制などについて紹介する。第 2 章では国内外の鉄鋼産業の現状や、製鉄・製鋼工程などについて紹介した後、本論で分析対象とした 2002 年の川崎製鉄と日本鋼管の合併、2012 年の新日本製鐵と住友金属の合併について概要を述べる。第 3 章では合併の静学的分析の 1 つ目として、Pesendorfer (2003) に基づいて実証分析を行い、各鋼材の需要の価格弾力性や合併前後の経済厚生の変化について明らかにする。第 4 章では合併の静学的分析の 2 つ目として、大橋・中村・明城 (2010) に基づいて実証分析を行い、合併企業の限界費用の変化を明らかにする。第 5 章にて実証結果について結論を述べる。

第 1 章 企業結合に関する現状分析

本章では企業結合に関する現状分析を行う。第 1 節では企業結合について、その定義や種類、競争にもたらす影響について紹介する。第 2 節では企業結合に関する規制や公正取引委員会による合併審査について紹介する。

1.1 企業結合とは

本節では石橋（2021）に基づき、企業結合について説明する。企業結合とは合併や買収および資本参加や提携を総称するものであり、同業同士の結合である水平型、製造や流通における上流と下流の企業の結合である垂直型、異なる市場の企業同士の結合である混合型に分類される。次に、企業結合が競争にもたらす影響について述べる。一定の取引分野における競争を実質的に制限するような企業結合は独占禁止法によって禁止されているが、特に水平合併が競争政策上問題となりやすい。水平合併が競争を制限するメカニズムとして、単独効果と協調効果の 2 つが挙げられる。単独効果とは、合併に伴うシェアの変化によって合併企業の市場支配力が高まることが、価格や生産量および経済厚生に与える静学的効果を指す。これに対し協調効果とは、合併に伴う企業数の減少と費用構造の変化によって、非合併企業との間で協調行動がとられやすくなる動学的効果を指す。

1.2 企業結合の規則

本節では公正取引委員会の「企業結合審査のフローチャート」に基づき、水平合併における公正取引委員会による合併審査について概要を述べる。まず当該事例が企業結合審査の対象となるか否かの判断が、株式保有、役員の兼任、合併、分割などの行為類型ごとに検討される。このうち審査の対象となるものについては、一定の取引分野の画定が行われ、当事会社グループが行っている事業すべてについて、取引対象商品の範囲、地理的範囲等がそれぞれ画定される。次に、画定された一定の取引分野ごとに競争を実質的に制限することとなるか否かを判断する。水平型の企業結合については原則ハーフィンダール・ハーシュマン指数（HHI）を基準に判断が行われ、①HHI が 1,500 以下 ②HHI が 1,500 超 2,500 以下かつ HHI の増分が 250 以下 ③HHI が 2,500 超かつ HHI の増分が 150 以下 のいずれかに該当する場合、一定の取引分野ごとに競争を実質的に制限することとはならないと判断される。この基準に該当しない

事例については、単独行動と協調的行動の2つの観点から競争の実質的制限についての検討が行われる。例えば前者では市場シェア及びその順位や、制度上の輸入・参入障壁の程度など、後者では競争者の数等、取引条件、需要動向の状況などといった点から検討が行われる。この検討結果に問題がない場合は、直ちに一定の取引分野における競争を実質的に制限することとはならないと判断される。一方問題があると判断された場合、当該事例が排除措置の対象となるか、もしくは問題解消措置を経ること直ちに一定の取引分野における競争を実質的に制限することとはならないと判断される。

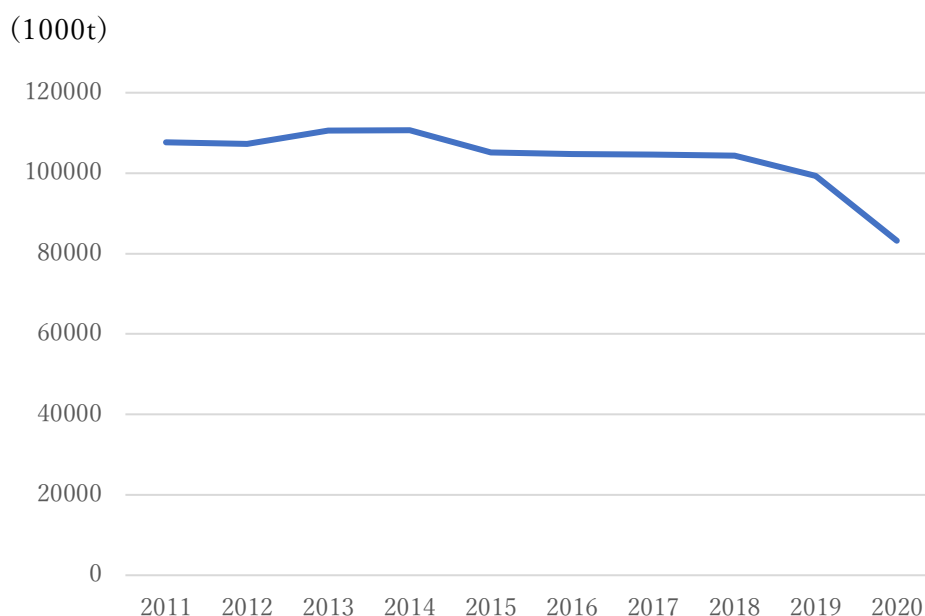
第2章 国内鉄鋼産業の現状分析

本章では国内鉄鋼産業の現状分析を行う。第1節では鉄鋼産業の動向について述べる。第2節では分析対象となる合併事例として、2002年9月の川崎製鉄と日本鋼管の合併、2012年10月の新日本製鐵と住友金属工業の合併の2つの合併事例についてその概要を紹介する。

2.1 鉄鋼産業の動向

2011年から2020年までの国内の粗鋼生産量について、以下の図1-1に記載した。日本の鉄鋼産業については2007年度に粗鋼生産量がピークを迎えたがその後、近年の粗鋼生産量は停滞の様相を呈している。2019年度に粗鋼生産量が1億トンを下回ると、2022年度まで4年連続で1億トンを下回った。また2020年は新型コロナウイルスの流行の影響を受けて粗鋼需要が減少した影響で、粗鋼生産量は前年と比較して大きく減少した。

図2-1 国内粗鋼生産量の推移



出典：世界鉄鋼協会

2022年の各国の粗鋼生産量について、上位10か国を図2-2に記載した。粗鋼生産

量では 1 位の中国が 10 億トン以上であり、圧倒的なシェアを有している。また日本の粗鋼生産量は 9000 万トン近くあり、インドに次ぐ世界 3 位の鉄鋼生産大国であると言える。

図 2-2 国別粗鋼生産量(上位 10 か国)

順位	国名	粗鋼生産量(百万トン)
1	中国	1018
2	インド	125.3
3	日本	89.2
4	アメリカ	80.5
5	ロシア	71.5
6	韓国	65.8
7	ドイツ	36.8
8	トルコ	35.1
9	ブラジル	34.1
10	イラン	30.6

出典：世界鉄鋼協会

2022 年の世界の鉄鋼各社の粗鋼生産量について、図 2-3 に記載した。粗鋼生産量上位 10 社のうち 6 社を中国の企業が占めており、中国の鉄鋼生産のシェアの高さが示されている。日本の企業では日本製鉄が 4 位に位置しており、年間 4400 万トン以上の粗鋼を生産している。粗鋼生産量が国内 2 位の JFE スチールは 2620 万トンで 14 位に位置している。

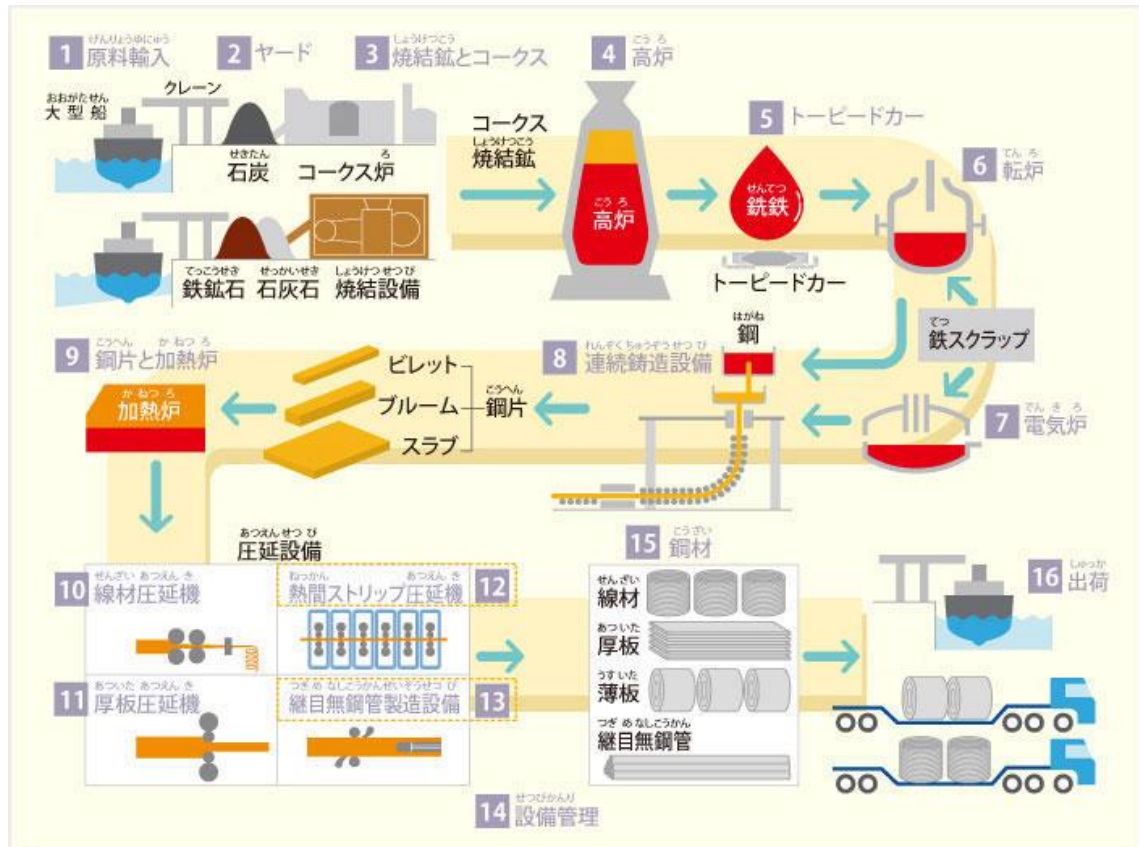
図 2-3 企業別粗鋼生産量(上位 10 社)

順位	企業名	粗鋼生産量(百万トン)
1	宝武鋼鉄集団(中国)	131.84
2	アルセロール・ミタル(ルクセンブルク)	68.89
3	鞍山鋼鉄集団(中国)	55.65
4	日本製鉄(日本)	44.37
5	江蘇沙鋼集団(中国)	41.45
6	河北鋼鉄集団(中国)	41
7	ポスコ(韓国)	38.64
8	建龍集団(中国)	36.56
9	首鋼集団(中国)	33.82
10	タタ・スチール(インド)	30.18

出典：世界鉄鋼協会

鉄鋼製品の製造工程について、図 2-4 に記載した。日本製鉄によると、鉄鋼製品の製造工程は以下のようになる。まず原料である鉄鉱石と石灰石を焼き固めた焼結鉱と、石炭を蒸し焼きにしたコークスを製造する。次に高炉の中で焼結鉱とコークスを化学反応させ、銑鉄を取り出す製銑工程を経たのち、転炉に銑鉄と鉄スクラップを装入し、そこに高圧の酸素を吹き込むことで不要な炭素分などを酸化反応させて取り除く。この後の二次精錬を通じて「鋼」を製造する工程を製鋼工程と呼ぶ。さらに最終製品の形状・重量などに応じて鋼を特定の大きさに固め、鋼片を製造する連続 casting、鋼片を圧延設備で薄く延ばし、鋼材を製造する圧延工程を経て、最終的な鋼材が生産される。

図 2-4 鉄鋼製品の製造工程



出典：日本鉄鋼連盟

本論で分析対象としている鋼材について、日本鉄鋼連盟ホームページに基づき紹介する。本論では特に形鋼、棒鋼、厚中板の中で最も生産量が多かった H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼、厚板を選択した。形鋼とは多様な使用目的にあわせ、様々な断面の形を持つ鋼材である。このうち H 形鋼は断面がアルファベットの H の形状をしており、建築や橋梁、船舶などの構造材用と、岸壁、建築物、高速道路などの基礎杭用に分けられる。次に棒鋼とは断面が円形、正方形、多角形などの棒状の鋼材で、8 割は建設現場で使われる鉄筋用である。このうち小形鉄筋用棒鋼は断面が円形の丸鋼のうち、直径が50mm 未満のものを指す。また厚中板とは最も重量感のある鋼材で、構造用鋼板、ボイラ・圧力容器用鋼板、造船用鋼板、自動車用鋼板、床用鋼板などに使われる。このうち厚板とは厚みが 6mm 以上のもので、土木・建築・橋梁・産業機械用、石油タンク、海洋構造物などの一般及び溶接構造物の鋼板をはじめ、造船用、ボイラ・圧力容器用、ラインパイプ用などに幅広く使われている。

2.2 分析対象となる合併事例の概要

2.2.1 川崎製鉄と日本鋼管の合併

ここでは2002年9月の川崎製鉄と日本鋼管の合併について、その経緯を紹介する。JFE スチール株式会社によると、2000年4月に川崎製鉄、日本鋼管両社は製鉄所運営の効率化を推進するため、物流・補修・購買関連分野について協力して検討することに合意した。同年9月には両社の製鉄所間の協力関係をより深めることで一層のコスト削減、操業の効率化等の推進を図ると同時に、対等の立場でグループ会社も含めた全面的な経営統合を行うことについて基本的に合意をした。その後2001年12月に両社は経営統合について基本的合意書を締結し、「JFE グループ」の創設を発表した。さらに2002年9月に両社が共同して株式移転により完全親会社であるJFE ホールディングス株式会社を設立した。

公正取引委員会は、両社の事業統合について独占禁止法上の考え方から以下のように記載している。「一定の取引分野」については、当事会社がともに製造販売している鋼材の品種ごとの製造販売分野に一定の取引分野が成立すると判断しており、その中でも特に統合後の販売数量シェア及び順位が高い無方向性電磁鋼板、容器用鋼板、配管用鋼管及び高抗張力鋼の取引分野について重点的に検討を行っている。検討の結果、本件統合により上記の4品種を含むいずれの取引分野においても競争を実質的に制限することとはならないと判断し、事業統合を認めるに至っている。

2.2.2 新日本製鐵と住友金属工業の合併

ここでは2012年10月の新日本製鐵と住友金属工業の合併について、その経緯を紹介する。公正取引委員会によると、2011年5月に両社の合併に関する計画の届け出があり、公正取引委員会はこれを受理し第1次審査を開始したのち、より詳細な審査が必要であると判断し、同年6月に第2次審査を開始した。合併審査においては、当事会社が競合する商品・役務について約30の取引分野を画定し審査が実施された。そのうち無方向性電磁鋼板及び高圧ガス導管エンジニアリング業務については、当事会社が公正取引委員会に申し出た問題解消措置を前提とすれば、当合併が競争を実質的に制限することはないと判断した。

まず無方向性電磁鋼板については、当合併により当事会社は約55%の市場シェアを有し、価格等がある程度自由に左右することができうることや、国内市場における事業者が3社から2社に減少し、協調的行動をとりやすくなることから、競争を実質的に制限することとなると考えられた。これに対し当事会社は図2-5に記載した問題解

消措置を公正取引委員会に申し出た結果、無方向性電磁鋼板の取引分野における競争を実質的に制限することとはならないと判断された。

図 2-5 無方向性電磁鋼板における問題解消措置

(1)	合併後 5 年間、住友商事株式会社に対し、国内ユーザー向けに住友金属が現在販売している全グレードの製品について、住友金属の直近 5 年間の国内年間販売数量の最大値を上限として、合併会社の無方向性電磁鋼板のフルコストをベースとして計算した平均生産費用に相当する価格で供給する。
(2)	住友商事に対し、住友金属の無方向性電磁鋼板に関する国内ユーザー向けの商権を譲渡する。(以下略)
(3)	合併後 5 年間、1 事業年度に 1 回、前記措置の実施状況を公正取引委員会に報告する。

出所：公正取引委員会

次に高圧ガス導管エンジニアリング業務については、当合併により当事会社は国内市場の約 60%のシェアを占め、かつ参入圧力が働いておらず、価格等のある程度自由に左右できうることや、合併後の事業者が 3 社から 2 社になり高い確度で互いの受注意欲、入札行動等を予測することができるようになると考えられることなどから、競争を実質的に制限することになると考えられた。これに対し、当事会社は図 2-6 に記載した問題解消措置を申し出、これを受けて公正取引委員会は競争を実質的に制限することとはならないと判断した。

図 2-6 高圧ガス導管エンジニアリング業務における問題解消措置

(1)	<p>UO 鋼管の安定供給</p> <p>① 当事会社は新規参入者から日本国内における高圧ガス導管エンジニアリング業務に用いる UO 鋼管の供給要請があった場合には、当該新規参入者に対し、当事会社が高圧ガス導管エンジニアリング業務を行う子会社に供給する場合と（中略）同等かつ合理的な条件により、UO 鋼管を提供する。</p> <p>② 当時会社は前記措置について、本件合併の日までに周知し、その実施状況を公正取引委員会に報告するとともに、合併後 5 年間、1 事業年度に 1 回、前記措置の実施上行を公正取引委員会に報告する。</p>
(2)	<p>自動溶接機の供給及びその取扱いに係る技術指導</p> <p>① 当事会社は、新規参入者から受注する工事に使用する目的で要請があった場合には、エンジニア業務子会社等を通じて、当該新規参入者に対し、（中略）合理的な条件により、自動溶接機の新品を譲渡し、又は中古品を譲渡若しくは貸与する。（以下略）</p> <p>② 当事会社は、新規参入者から要請があった場合には、当該新規参入者に対し、（中略）合理的な条件により、エンジニア業務子会社を通じて、当該新規参入者が自動溶接機を取り扱うことができるようにするために必要な技術指導を行う。（以下略）</p> <p>③ 当事会社は、前記各措置について、本件合併の日までに周知し、その実施状況を公正取引委員会に報告するとともに、本件合併後 5 年間、1 事業年度に 1 回、前記各措置の実施状況を公正取引委員会に報告する。</p>

出所：公正取引委員会

その他の取引分野については、いずれも当合併が競争を実質的に制限することとはならないと判断した。

このように、合併審査の結果、新日本製鐵と住友金属工業の合併では一部の鋼材について競争を実質的に制限することとなると判断され、それに対し当事会社が問題解消措置を申し出たことで、合併が認められたという経緯となった。

第3章 合併の静学的分析①

本章では、鉄鋼産業における合併の静学的実証分析を行う。アメリカの1980年代の製紙市場における静学的余剰分析を行った研究である Pesendorfer (2003) の分析手法を軸に、それを2012年の新日本製鐵と住友金属工業の合併に適用した関・関口・高杉・乗松 (2017) を参考にしつつ、実証分析を行う。2002年9月の日本鋼管と川崎製鐵の合併、2012年10月の新日本製鐵と住友金属工業の合併の2つの事例を対象として、合併により余剰がどのように変化したかについて分析する。

3.1 先行研究の紹介 Pesendorfer (2003)

本節では鉄鋼産業における合併の静学的分析に際し、参考にした先行研究である Pesendorfer (2003) を紹介する。アメリカの製紙市場では1980年代半ば頃に”merger wave”と呼ばれる合併が盛んな時期があり、特に1984年8月から1987年7月までの間に行われた合併について、各製品の生産能力と設備投資のデータを用いて余剰分析を行っている。以下にモデルの概要を記す。

企業 i は K_i 単位の生産設備を保有しており、生産設備を x_i 単位増やすのにかかる費用を $r(x_i)$ とする。生産設備が $1 - \delta \in (0,1)$ の割合で減耗すると仮定すると、企業 i の設備投資後の生産設備は $\delta K_i + x_i$ と表せる。また企業は生産設備をフルで稼働していると仮定することで、 $Q = \sum K_i$ と表すことができる。割引因子を $\beta \in (0,1)$ とすると、企業 i の利潤は(3.1)式のようになる。

$$\frac{\beta}{1-\beta} \left[(\delta K_i + x_i) P \left(\sum_{j=1}^n (\delta K_j + x_j) \right) - C_i(\delta K_i + x_i) \right] - r(x_i) \cdot 1_{\{x_i > 0\}} \quad (3.1)$$

企業 i は(3.1)式の利潤最大化条件の一階条件より、以下の等式を満たすように投資 x_i を決定する。

$$x_i \cdot \left\{ [MR_i(K, x, K_i, x_i) - c_i(\delta K_i + x_i)] \frac{\beta}{1-\beta} - r'(x_i) \cdot 1_{\{x_i > 0\}} \right\} = 0$$

したがって、 x_i の値によって限界費用は以下の(3.2),(3.3)式のように表せる。

$$c_i = MR_i(K, x, K_i, x_i) - r'(x_i) \cdot \frac{1-\beta}{\beta} \cdot 1_{\{x_i > 0\}} \text{ if } x_i \neq 0, \quad (3.2)$$

$$c_i \in \left[MR_i(K, x, K_i, x_i) - r'(x_i) \cdot \frac{1-\beta}{\beta} \cdot 1_{\{x_i > 0\}}, MR_i(K, x, K_i, x_i) \right] \text{ if } x_i = 0 \quad (3.3)$$

(3.2)、(3.3)式を用いて限界費用関数を推定するため、まず需要の価格弾力性の逆数の推定を行う。推定に際し、逆需要関数を以下の(3.4)式のように仮定する。

$$\begin{aligned} \ln(P_t) &= \alpha_0 + \alpha_1 d_t + \gamma \ln(Q_t) + u_t, \\ u_t &= \rho u_{t-1} + v_t, \quad |\rho| < 1 \end{aligned} \quad (3.4)$$

P_t は t 期の平均価格であり、 d_t は需要シフターとして t 期のGDPを用いている。また需要シフター d_t と総生産量 Q_t が相関しうるため、総生産量 Q_t の操作変数として木材価格と製紙産業の労働者賃金を用いている。

(3.4)式を用いて、1段階目において二段階最小二乗法を行い、その残差から求めた ρ を用いて2段階目において一般化最小二乗法を行うと、需要の価格弾力性 γ を推定できる。使用するデータは時系列データであるため、系列相関への対処として誤差項にAR(1)モデルを仮定している。

表 3-1 は Pesendorfer (2003) で示された製品カテゴリーごとの需要関数の推定結果である。

表 3-1 需要関数推定

Product Category								
	Packaging Paper	Groundwood Printing	Coated Papers	Uncoated Papers	Other Papers	Tissue	Boxboard	Linerboard
Constant	.072 (.12)	-.631 (.31)	.207 (.02)	.276 (.04)	.074 (.02)	-.042 (.03)	.278 (.09)	.642 (.14)
α	1.415 (.19)	.937 (.20)	1.055 (.11)	1.641 (.23)	1.596 (.27)	1.400 (.18)	1.949 (.44)	1.841 (.50)
γ	-.579 (.15)	-.081 (.19)	-.339 (.10)	-.810 (.19)	-.634 (.19)	-.536 (.16)	-.985 (.33)	-.955 (.39)
ρ	.52	.13	.81	.72	.79	.56	.62	.52
Number of observations	18.00	12.00	20.00	20.00	19.00	12.00	21.00	21.00

※括弧内は標準誤差

出所：Pesendorfer (2003)

表 3-1 より、需要の価格弾力性の逆数 γ はすべての製品カテゴリーで負となった。またその範囲は-.081 から-.985 の間にあり、絶対値が 1 を超えなかった。

次に需要の価格弾力性の逆数の推定結果を用いて限界費用を算出する。

$x_{it} \neq 0$ とすると、企業 i の t 期の限界費用は(3.2)式を書き換えたものとして、以下の(3.5)式のようになる。

$$c_{it} = \left(\hat{P}(Q_t) - \frac{\partial \hat{P}(Q_t)}{\partial Q} \cdot [\delta K_{i,t-1} + x_{it}] \right) - r'(x_i) \cdot \frac{1 - \beta}{\beta} \cdot 1_{\{x_i > 0\}} \quad (3.5)$$

(3.5)式に需要の価格弾力性の逆数 γ を代入し限界費用を算出した後、以下の(3.6)式のような関数形を仮定し、限界費用関数を推定する。

$$c_{it} = \alpha_2 + \alpha_3 K_{it} + \alpha_4 K_{it}^2 + \alpha_5 NP_{it} + \alpha_6 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

NP_{it} は各企業の工場数、 z_{it} は企業・時期ごとのダミー変数、 ε_{it} は測定誤差である。

表 3-2 は Pesendorfer (2003) における限界費用関数の推定結果である。

表 3-2 限界費用関数推定

Product Category								
	Packaging Paper	Groundwood Printing	Coated Papers	Uncoated Papers	Other Papers	Tissue	Boxboard	Linerboard
Capacity	-1.910 (.12)	.003 (.51)	-.910 (.05)	-.922 (.10)	-6.142 (1.36)	-2.504 (.20)	-4.878 (.19)	-1.543 (.05)
Capacity ²	.009 (.00)	-.009 (.00)	-.002 (.00)	.004 (.00)	-.082 (.00)	.020 (.00)	.027 (.00)	.003 (.00)
Number of Plants	-2.564 (.66)	-2.384 (5.69)	-1.996 (.75)	-5.439 (.62)	-9.203 (3.23)	-5.299 (.75)	5.564 (.62)	-0.631 (.41)
R^2	.999	.991	.996	.994	.995	.996	.998	.999
Number of observations	431.00	130.00	352.00	401.00	134.00	304.00	411.00	527.00

※括弧内は標準誤差

出所：Pesendorfer (2003)

表 3-2 より、工場数の係数は”Boxboard”を除いたすべての製品カテゴリーで負になった。また生産量の係数は”Groundwood Printing”を除いたすべての製品カテゴリーで負となり、生産量の 2 乗の係数は 5 つの製品カテゴリーで正となった。生産量の 2 乗の係数は 0 に近いと、限界費用関数が線形であるとみなすと、7 つの製品カテゴリーで生産量が増えるほど限界費用は低下するという関係にあるといえる。

最後に需要関数と、限界費用関数から得た費用関数を用いて合併効果の分析を行う。 $Q = \sum K_j$ とすると、消費者余剰と生産者余剰は以下の (3.7)、(3.8) 式のように表せる。

$$CS(Q) = \int_0^Q P(x)dx - Q \cdot P(Q), \quad (3.7)$$

$$PS(K, x) = \sum_i [K_i P(Q) - C_i(K_i) - r(x_i)1_{\{x_i > 0\}}] \quad (3.8)$$

総余剰は消費者余剰と総余剰の合計で表し、合併効果は総余剰の数値の変化で与えられる。

表 3-3 は Pesendorfer (2003) における合併前後の余剰の変化を示している。

表 3-3 合併前後の余剰の変化

Product Category								
	Packaging Paper	Groundwood Printing	Coated Papers	Uncoated Papers	Other Papers	Tissue	Boxboard	Linerboard
TS	47,636 (27,886)	5,729 (14,113)	20,199 (5,336)	69,673 (31,767)	86,899 (99,551)	321,689 (94,813)	-34,408 (178,665)	373,804 (180,893)
CS	-217,182 (218,470)	-1,592 (20,086)	-37,234 (72,315)	-173,589 (294,250)	-15,298 (255,025)	76,328 (65,627)	494,805 (1,032,992)	476,544 (1,150,344)
PS	264,818 (202,776)	7,321 (27,363)	57,433 (75,359)	243,261 (304,369)	102,197 (346,787)	245,362 (102,698)	-529,213 (1,062,749)	-102,740 (1,198,163)
合併企業 の変化	177,619 (132,885)	10,399 (11,962)	33,230 (28,612)	101,871 (108,147)	52,960 (104,846)	269,148 (88,871)	-259,671 (532,635)	43,313 (698,009)
非合併企 業の変化	87,199 (73,165)	-3,078 (17,895)	24,203 (47,565)	141,390 (203,025)	49,236 (247,581)	-23,786 (39,525)	-269,542 (564,225)	-146,053 (517,768)

括弧内は標準誤差

出所：Pesendorfer (2003)

表 3-3 における「合併企業の変化」、「非合併企業の変化」は、それぞれ合併企業、非合併企業の 1 年間の利潤の変化を表している。

表 3-3 より、合併前後の総余剰の変化は 7 つの製品カテゴリーで正となり、うち 4 つの製品カテゴリーで 1% 有意となった。消費者余剰の変化は 5 つの製品カテゴリーで負となったが、すべてのカテゴリーにおいて 1% 有意水準を満たすことはできなかった。生産者余剰の変化は 6 つの製品カテゴリーで正となったが、1 つのカテゴリーを除いてすべての製品カテゴリーで 1% 有意水準を満たすことはできなかった。

また各製品カテゴリーの総余剰、消費者余剰、生産者余剰の変化を合計した結果、“merger wave”により 1 年間で総余剰は 891.2 ドル、消費者余剰は 602.8 ドル、生産者余剰は 288.4 ドル増加したと結論付けられた。

3.2 実証モデル

本節では前述した Pesendorfer (2003) のモデルを、国内鉄鋼産業における合併分析に適用するにあたり、モデルに加えた変更点について述べる。

まず逆需要関数を以下の(3.9)式のように仮定する。

$$\begin{aligned} P_t &= \alpha_0 + \alpha_1 d_t + \gamma \ln(Q_t) + u_t, \\ u_t &= \rho u_{t-1} + v_t, \quad |\rho| < 1 \end{aligned} \quad (3.9)$$

(3.4)式では、平均価格 P_t と総生産量 Q_t の両方について対数変換を行っていたが、このうち平均価格については対数変換を行わない(3.9)式を用いた推定も行うことにした。これについては、円建ての1トンあたりの鋼材価格の数値があまり大きくなく、対数化すると値が非常に小さくなってしまうためである。需要シフター d_t には、分析対象である鋼材が公共工事等で多く使用されるものであったため、 t 期の公共機関からの受注工事合計額(1件500万円以上の工事)を用いた。また総生産量 Q_t の操作変数として、鉄鉱石の輸入価格、原料炭の輸入価格を用いた。

次に、限界費用関数の推定において、関数形を以下の(3.10)式のように仮定する。

$$c_t = \alpha_2 + \alpha_3 K_t + \alpha_4 K_t^2 + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

(3.6)式では工場数 NP を関数形に含んでいるが、本分析では関数形に含まないことにした。これについては、高炉や電炉、転炉、連続鋳造機などといった設備の基数はデータとして記載があるものの、そのうち実際の稼働率については不明瞭で、正確に限界費用関数の推定を行うことができないと考えたためである。

また各企業の設備投資額と、各企業のH形鋼の生産量についてはデータが得られなかったため、本論では産業全体の設備投資額と生産能力の増分のデータを用いて、各企業が同じ限界費用関数を持っていると仮定したうえで限界費用関数推定、余剰分析を行う。

ただし、小形鉄筋用棒鋼、厚板については各企業の生産量のデータが得られたため、 $r(x_i) = 0$ すなわち設備投資が行われなかったという仮定のもと、以下の(3.11)式のような関数形を仮定し推定を行う。

$$c_{it} = \alpha_2 + \alpha_3 K_{it} + \alpha_4 K_{it}^2 + \alpha_{i6} Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.11)$$

3.3 使用データ

本節では合併分析に使用するデータ、その参照先について述べる。

逆需要関数推定に使用する各鋼材の価格と生産量、生産量の操作変数として使用する鉄鉱石と原料炭の輸入価格、限界費用算出に使用する設備投資額のデータについては、鉄鋼年鑑各年度版から得る。需要シフターとして使用する公共機関からの受注工事合計額は、建設統計月報各四半期版から得る。また新日本製鐵と住友金属工業の合併事例における厚板の分析では、需要シフターとして鋼船竣工実績を用いており、このデータは造船造機統計調査各年度版から得る。鉄鉱石、原料炭の輸入価格を円建てに直す際に使用する米ドル円為替レートのデータは、日本銀行時系列統計データ表から得る。データは川崎製鉄と日本鋼管の合併については合併前4年、合併後4年間の計96か月の値を使用する。新日本製鐵と住友金属工業の合併についてはデータの制約上、合併前4年、合併後2年の計72か月の値を使用する。また余剰の計算に使用する生産量等のデータについては、合併前後のそれぞれの期間の平均値を使用する。

分析対象となる鋼材は、新日本製鐵と住友金属工業の合併事例において、公正取引委員会の合併審査で当事会社が競合する商品・役務として記載されていた鋼材カテゴリーのうち、データの制約上、特に形鋼、棒鋼、厚中板の中で最も生産量が多かったH形鋼、小形鉄筋用棒鋼、厚板を選択した。

3.4 推定結果

3.4.1 川崎製鉄と日本鋼管の合併分析

本節では2002年9月の川崎製鉄と日本鋼管の合併における、需要関数・限界費用関数の推定結果と余剰分析結果について述べる。

まず需要関数の推定結果については、以下の表3-4のようになった。

表 3-4 需要関数推定

	製品カテゴリー					
	H 形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
Constant	14.087244 (2544.8797)	308189.10 (43835500)	15.821714 (3525.893)	357852.60 (47441161)	6.660656 (1151.0379)	-155454.47 (256800.74)
α	0.017637 (0.0107)	0.13** (0)	0.011156 (0.011)	0.1 (0)	0.002867 (0.0086)	0.05 (0.07)
γ	-0.257290 (0.1642)	-19869.66** (8770)	-0.381798 (0.419)	-22839.5 (18459)	0.317995 (0.2109)	15945.98 (16710.99)
ρ	0.865261*** (0.052349)	0.86582*** (0.05352)	0.80454*** (0.06187)	0.80718*** (0.06269)	0.9390082*** (0.0351071)	0.93851*** (0.03526)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意

※括弧内は標準誤差

(3.4)式を用いた推定では、需要の価格弾力性の逆数 γ は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼で負となったが、有意性は認められなかった。需要の価格弾力性は H 形鋼で-3.886664、小形鉄筋用棒鋼で-2.619186 となり、価格が 1%上昇すると需要量は H 形鋼で約 3.9%、小形鉄筋用棒鋼で約 2.6%減少するという関係にあるといえる。一方厚板では正の値となり、仮定と異なる結果となった。需要シフターの係数 α については、いずれの製品カテゴリーも正となったものの、有意性は認められなかった。公共機関からの受注工事合計額が増加すると、価格が上昇するという関係にあると考えられ、仮定通りの結果となった。

(3.9)式を用いた推定では、 γ は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼で負となり、このうち H 形鋼では 5%有意となった。このことから、H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼では価格が上昇すると需要量が減少するという関係にあるといえる。一方厚板では正の値となり、仮定と異なる結果が得られた。需要シフターの係数 α については、(3.4)式を用いた推定と同様、いずれの製品カテゴリーも正となり、このうち H 形鋼では 5%有意となった。

(3.4),(3.9)式ともに厚板の γ が正の値になったことについては、日本鉄鋼連盟によると厚板が公共工事や建築に限らず、船舶・鉄道車両・海洋構造物などの構造部材とし

でも幅広く利用されていることから、需要シフターを増やす等のモデルの変更が必要であるということが原因として挙げられる。次節の新日本製鐵の合併事例ではそれらの一つとして鋼船竣工実績を厚板の需要シフターに使用しているが、JFE スチールの事例ではデータを得られず、本節では H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼と同様に公共機関からの受注工事合計額を用いているため、正確な推定にならなかったのではないかと考えた。

次に(3.10)式を用いた限界費用関数の推定結果は以下の表 3-5 のようになった。

表 3-5 限界費用関数推定

	製品カテゴリー					
	H 形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
Constant	6.914e+04*** (1.644e+03)	103500*** (2474)	1.829e+05*** (4.004e+04)	99600*** (5327)	3.319e+04*** (3.199e+02)	20660*** (881.9)
生産量	1.837e-01*** (8.351e-03)	-0.1040*** (0.01257)	1.238e-01 (9.028e-02)	-0.04490*** (0.01201)	-2.769e-01*** (8.162e-04)	0.04329*** (0.002250)
生産量^2	5.485e-08*** (1.045e-08)	0.0000*** (0.0000)	1.292e-07** (5.077e-08)	0.0000* (0.0000)	-1.095e-08*** (5.087e-10)	0.0000*** (0.0000)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意

※括弧内は標準誤差

逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では、生産量の係数は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼で正となり、このうち H 形鋼では 1%有意となった一方、厚板では負で 1%有意となった。H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼では生産量が増加すると限界費用が上昇する一方、厚板では生産量が増加すると限界費用が低下するという関係にある。各製品カテゴリーの平均費用関数は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼で単調増加、厚板で単調減少となり、厚板で規模の経済が働いているといえる。

逆需要関数で(3.9)式を用いた推定では、生産量の係数は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼において負で 1%有意となった一方、厚板では正で 1%有意となった。H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼では生産量が増加すると限界費用が低下する一方、厚板では生産量が増加すると限界費用が上昇するという関係にある。各製品カテゴリーの平均費用関数は H 形

鋼、小形鉄筋用棒鋼で単調減少、厚板で単調増加となり、H形鋼、小形鉄筋用棒鋼で規模の経済が働いているといえる。

また(3.4)式、(3.9)式を用いた推定両方において、生産量の2乗の係数はどの製品カテゴリーも0に近い値となり、(3.4)式を用いた推定においてはH形鋼と厚板で1%有意、小形鉄筋用棒鋼で5%有意となり、(3.9)式を用いた推定においてはH形鋼、厚板で1%有意、小形鉄筋用棒鋼で10%有意となった。したがって、限界費用関数はほぼ線形の関数形であるといえる。

以上の需要関数、限界費用関数の推定結果から算出された消費者余剰、生産者余剰、総余剰の結果は以下の表3-6のようになった。

表 3-6 合併前後の余剰の変化

	製品カテゴリー					
	H形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
TS	6439470138	4.973094e+14	11390902777	6.52735e+14	57552667449	2.886049e+15
CS	-803514769	-4.973245e+14	-481203795	-6.527442e+14	-4313991453	-2.886096e+15
PS	7242984907	9.946338e+14	11872106572	1.305479e+15	61866658902	5.772145e+15

表3-6より(3.4)式、(3.9)式を用いた推定の両方で、いずれの製品カテゴリーも消費者余剰は負、生産者余剰と総余剰は正となった。合併により消費者余剰は減少したが、その減少分を生産者余剰の増加分で補い、結果として総余剰も増加したという結果となった。

また、各企業の生産量のデータが得られた厚板における、(3.11)式を用いた限界費用関数推定の結果は以下の表3-7のようになった。

表 3-7 限界費用関数推定（厚板）

	厚板	
	(3.4)式	(3.9)式
Constant	5.878e+04*** (3.222e+02)	61550*** (282.5)
生産量	-6.681e-02*** (5.404e-03)	-0.05834*** (0.004738)
生産量^2	1.685e-07*** (1.359e-08)	0.0000*** (0.0000)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意

※括弧内は標準誤差

表 3-7 より、(3.4),(3.9)式両方において厚板の生産量の係数は負で 1%有意となり、生産量が増加すると限界費用が低下するという関係がみられた。平均費用関数は単調減少となり、規模の経済が働いているといえる。生産量の 2 乗の係数は(3.4),(3.9)式共にほぼ 0 とみなすことができ、限界費用関数の関数形は線形に近いといえる。

合併前後の消費者余剰、生産者余剰、総余剰の変化は以下の表 3-8 のようになった。

表 3-8 合併前後の余剰の変化（厚板）

	厚板	
	(3.4)式	(3.9)式
TS	-2.494739e+14	-1.250942e+19
CS	-2.495018e+14	-1.251137e+19
PS	27816467917	1.949126e+15

表 3-8 より、(3.4),(3.9)式ともに、生産者余剰のみ正、消費者余剰と総余剰は負の値をとった。このことから、合併によって生産者余剰が増加したものの、消費者余剰の減少分がそれを大きく上回った結果、総余剰も減少したといえる。ただし、総余剰が減少しているという結果は公正取引委員会の合併審査判断としては不適切となるはずであり、仮定と異なる結果が得られた。これについては、厚板の逆需要関数推定に

において γ が正となるなど推定が適切に行うことができなかったということや、動学的観点から合併審査判断を下している可能性があることなどが原因であると考えられるが、いずれにせよ本節の分析では合併審査の妥当性は認められなかった。

3.4.2 新日本製鐵と住友金属工業の合併分析

本節では 2012 年 10 月の新日本製鐵と住友金属工業の合併における、需要関数・限界費用関数の推定結果と余剰分析結果について述べる。

まず需要関数の推定結果は以下の表 3-9 のようになった。

表 3-9 需要関数推定

	製品カテゴリー					
	H 形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
Constant	12.51989*** (1.2796934)	393418.8** (155149.46)	20.263339** (8.535917)	-613724.2 (444802.7)	8.961629*** (1.4026148)	-121948.48 (119060.59)
α	0.00000 (0.0000011)	0.2 (0.15)	0.000003 (0.000003)	-0.4 (0.2)	0.000000 (0.0000003)	-0.02 (0.03)
γ	-0.09584 (0.1013498)	-25388.5** (12435.46)	-0.682558 (0.636381)	50632.5 (33236.9)	0.175435* (0.1022290)	15203.63* (8678.17)
ρ	0.9596233*** (0.0485092)	0.87989*** (0.06572)	0.9276139*** (0.0609320)	0.88307*** (0.06818)	0.910597*** (0.059374)	0.90748*** (0.05985)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意

※括弧内は標準誤差

逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では、需要の価格弾力性の逆数 γ は H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼で負となり、有意性も認められなかった。需要の価格弾力性は H 形鋼で-10.43405、小形鉄筋用棒鋼で-1.46507 となり、価格が 1%上昇すると需要量は H 形鋼で約 10.4%、小形鉄筋用棒鋼で約 1.5%減少するという関係にあるといえる。一方厚板では 10%有意で正となり、仮定と異なる結果が得られた。需要シフターの係数 α については、いずれも値は非常に小さく、かつ有意性は認められなかったものの、正の値をとり、H 形鋼、小形鉄筋用棒鋼では公共機関からの受注工事合計額、厚板では鋼

船竣工実績が増加すると価格も上昇するという関係にあるといえる。

逆需要関数で(3.9)式を用いた推定では、 γ はH形鋼において5%有意で負の値をとったことから、H形鋼では価格が上昇すると需要量は減少するという関係にあるといえる。一方小形鉄筋用棒鋼、厚板では正の値、このうち厚板では10%有意となり、仮定と異なる結果が得られた。需要シフターの係数 α については、H形鋼で正となり、H形鋼では公共機関からの受注工事合計額、厚板では鋼船竣工実績が増加すると価格が上昇するという関係にあるといえる。一方小形鉄筋用棒鋼、厚板では負の値をとり、仮定と異なる結果が得られた。

次に、(3.10)式を用いた限界費用関数の推定結果は以下の表3-10のようになった。

表3-10 限界費用関数推定

	製品カテゴリー					
	H形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
Constant	1.017e+05*** (5.537e+04)	148600*** (4528)	2.873e+05*** (3.073e+04)	-82720*** (18140)	5.371e+04*** (4.173e+01)	-2.348e+05 (1.654e+05)
生産量	-5.166e-02*** (3.743e-03)	-0.2469*** (0.03109)	-4.018e-01*** (8.799e-02)	0.2149*** (0.05360)	2.504e-02*** (9.036e-05)	6.945e-01* (3.582e-01)
生産量 ²	3.601e-08*** (6.244e-09)	0.0000*** (0.0000)	2.153e-07*** (6.227e-08)	0.0000*** (0.0000)	-6.166e-09*** (4.863e-11)	-3.563e-07* (1.928e-07)

※*は10%有意、**は5%有意、***は1%有意

括弧内は標準誤差

逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では、生産量の係数は厚板において正で1%有意となった一方、H形鋼、小形鉄筋用棒鋼では負で1%有意となった。厚板では生産量が増加すると限界費用が上昇する一方、H形鋼、小形鉄筋用棒鋼では生産量が増加すると限界費用が低下するという関係にある。各製品カテゴリーの平均費用関数は厚板で単調増加、H形鋼と小形鉄筋用棒鋼で単調減少となり、H形鋼、小形鉄筋用棒鋼で規模の経済が働いているといえる。

逆需要関数で(3.9)式を用いた推定では、生産量の係数はH形鋼において負で1%有意となった一方、小形鉄筋用棒鋼では正で1%有意、厚板では正で10%有意となった。

H 形鋼では生産量が増加すると限界費用が低下する一方、小形鉄筋用棒鋼、厚板では生産量が増加すると限界費用が低下するという関係にある。各製品カテゴリーの平均費用関数は H 形鋼で単調減少、小形鉄筋用棒鋼と厚板で単調増加となり、H 形鋼で規模の経済が働いているといえる。

また(3.4)式、(3.9)式を用いた推定両方において、生産量の 2 乗の係数はどの製品カテゴリーも 0 に近い値となり、(3.9)式を用いた推定における厚板を除いてどの製品カテゴリーでも 1%有意となった。したがって、限界費用関数はほぼ線形の関数形であるという結果が得られた。

以上の需要関数、限界費用関数の推定結果から算出された消費者余剰、生産者余剰、総余剰の結果は以下の表 3-11 のようになった。

表 3-11 合併前後の余剰の変化

	製品カテゴリー					
	H 形鋼		小形鉄筋用棒鋼		厚板	
	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式	(3.4)式	(3.9)式
TS	-450232076	-4.962077e+14	-2312928912	2.09335e+15	-11297123775	-1.763205e+15
CS	449488655	4.962265e+14	2320437553	-2.093387e+15	20345955079	1.763233e+15
PS	-899720732	-9.924341e+14	-4633366465	4.186737e+15	-3143078854	-3.526439e+15

逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では、すべての製品カテゴリーにおいて消費者余剰が正、生産者余剰と総余剰が負となり、仮定と異なる結果が得られた。

逆需要関数で(3.9)式を用いた推定では、小形鉄筋用棒鋼では消費者余剰が負、生産者余剰と総余剰が正となっており、消費者余剰の減少分を生産者余剰の増加分が上回り、結果的に総余剰が増加したといえる。一方で H 形鋼、厚板では消費者余剰が正、生産者余剰と総余剰が負となっており、仮定と異なる結果が得られた。

このような結果となった原因としては、(3.9)式を用いた小形鉄筋用棒鋼と、(3.4),(3.9)式を用いた厚板の逆需要関数推定において γ の値が正となり、仮定と異なる結果となったことや、実際のデータで H 形鋼や小形鉄筋用棒鋼の生産量が、合併前の平均よりも合併後の平均の方が大きく、合併により価格が上昇し生産量が減少するという仮定が成立していないということなどが挙げられる。

また、各企業の生産量のデータが得られた厚板における、限界費用関数推定の結果

は以下の表 3-12 のようになった。

表 3-12 限界費用関数推定（厚板）

	厚板	
	(3.4)式	(3.9)式
Constant	8.614e+04*** (1.664e+02)	89540*** (2057)
生産量	6.965e-03* (3.637e-03)	0.06170 (0.04494)
生産量^2	-1.948e-08** (8.246e-09)	0.0000 (0.0000)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意

※括弧内は標準誤差

表 3-12 より(3.4),(3.9)式ともに生産量の係数は正で、このうち逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では 10%有意となった。このことから、生産量が増加すると限界費用が低下するという関係が観察され、平均費用関数は単調増加となった。また生産量の 2 乗の係数は(3.4),(3.9)式共にほぼ 0 とみなすことができ、限界費用関数の関数形は線形に近いといえる。

以上の需要関数、限界費用関数の推定結果から得られた消費者余剰、生産者余剰、総余剰の結果は以下の表 3-13 のようになった。

表 3-13 合併前後の余剰の変化（厚板）

	厚板	
	(3.4)式	(3.9)式
TS	2.60633e+12	2.751979e+18
CS	2.598646e+12	2.753952e+18
PS	7684144642	-1.973361e+15

表 3-13 より逆需要関数で(3.4)式を用いた推定では生産者余剰、消費者余剰、総余剰すべてで正となった一方、(3.9)式を用いた推定では生産者余剰は負、消費者余剰と

総余剰は正となり、企業にとっては合併のインセンティブがないため、仮定とは異なる結果が得られた。これについては、前節の川崎製鉄と日本鋼管の合併と同様、厚板の逆需要関数推定において γ が正となるなど推定が適切に行うことができなかったということや、動学的観点から合併審査判断を下している可能性があることなどが原因であると考えられる。

第4章 合併の静学的分析②

本章では、合併の静学的分析として、1970年3月の八幡・富士製鐵の定量的分析を行った大橋・中村・明城（2010）のモデルを用いた逆需要関数・限界費用関数の推定を行う。逆需要関数と限界費用関数の推定に関する静学的分析手法に基づき、2012年10月の新日本製鐵と住友金属工業の合併事例を対象として、国内の粗鋼生産について逆需要関数・限界費用関数の推定を行い、合併企業の限界費用の変化を捉える。

4.1 先行研究の紹介：大橋・中村・明城（2010）

本節では合併の静学的分析に際し、先行研究として用いた大橋・中村・明城（2010）を紹介する。1970年3月の八幡・富士製鐵の合併を分析対象として、1960年から1979年の鉄鋼一貫企業上位6社の生産・投入データを用いつつ、企業の設備投資とそれに伴う生産性の向上も踏まえた動学的モデルを用いた分析を行っている。ただし1960～70年代の鉄鋼産業においては、生産能力の向上や技術革新を目的とした設備投資が非常に盛んであり、本論で分析対象としている合併の時期と設備投資の目的に違いがみられる。したがって、逆需要関数と限界費用関数の推定については大橋・中村・明城（2010）の静学的な分析手法を用い、投資額の決定については考慮しないことにした。以下にモデルの概要を示す。

ある t 期($t = 1960, 1961, \dots, 1979$)において、 N_t 社の鉄鋼企業が生産を行っているとする。八幡・富士製鐵の合併前では $N_t = 6$ 、合併後は $N_t = 5$ となる。 t 期において、すべての企業が観察可能な状態変数ベクトルを s_t とする。ただし、 s_t は需要シフターとして1960年の価値で測った公的固定資本形成 z_t と、企業 i ($i = 1, \dots, N_t$)の資本 $k_{i,t}$ を各成分にもつベクトル k_t を合わせたベクトルである。

各期期首において鉄鋼企業 i はそれぞれ状態変数 s_t を観察した下で設備投資額 $I_{i,t} \in [0, \infty)$ を決定する。投資額の決定後、各鉄鋼企業は当該期の生産性に関わる攪乱項 $\eta_{i,t}$ と市場全体への需要攪乱項 ξ_t を観測し、それらを所与として鉄鋼生産量を決定する。鉄鋼企業 i は粗鋼を $q_{i,t}$ だけ每期生産し、 $\eta_{i,t}$ と ξ_t はそれぞれ i と t に関して独立に分布していると仮定する。この仮定の下では $\eta_{i,t}$ と ξ_t は t 期の生産量には影響を与えるが、将来への生産量へは影響を及ぼさず、したがって t 期における鉄鋼企業 i の生産量 $q_{i,t}$ は静学的な分析枠組みでの市場均衡により決定される。

鉄鋼企業 i について以下のような限界費用 $mc_{i,t}$ と資本ストック $k_{i,t}$ との関係を考える。

$$mc_{i,t} = f_t(k_{i,t}; \theta^c) + \eta_{i,t} \quad (4.1)$$

θ^c は粗鋼生産にかかる限界費用に影響を与えるパラメータベクトルであり、 $mc_{i,t}$ と $k_{i,t}$ の関係は先験的に明らかでないため、関数 $f_t(k_{i,t}; \theta^c)$ を多項式で近似する。(4.1)式は投資による生産性向上に関して企業間でのスピルオーバーがないことを仮定している。

資本ストック以外の生産性に与える要因に関しては、 $\eta_{i,t}$ を用いて供給側のショックを捉える。 $\eta_{i,t}$ が企業固有の項 v_i と時間固有の項 ω_t の和として、 $\eta_{i,t} = v_i + \omega_t + u_{i,t}$ と表すことで、生産性に与えるショックを、各期の産業全体へのショックと時間に依存しない企業間の生産性の差を分離する。残差項 $u_{i,t}$ は i と t に関して独立な正規分布 $N(0, \sigma_u^2)$ に従うものと仮定し、分散パラメータ σ_u はデータから推定する。

鉄鋼企業 i は t 期において投資額 I_t を決定した後、需要ショック (z_t, ξ_t) を観察し、その際以下の(4.2)式の期間利潤を最大化するように生産量 $q_{i,t}$ を決定する。

$$\left(p_t(Q_t; z_t, \xi_t, \theta^d) - mc_{i,t}(k_{i,t}, \eta_{i,t}; \theta^c) \right) \cdot q_{i,t} \quad (4.2)$$

$\eta_{i,t}$ と ξ_t はそれぞれ i と t に関して独立に分布しているという仮定の下で、 t 期における各粗鋼メーカーの生産量 $q_{i,t}$ は現在の状態変数 s_t を所与とした静学的な均衡条件に基づいて決定される。ここで $\theta = (\theta^d, \theta^c)$ とし、各社の利潤の最大値を $\pi_{i,t}(s_t, \xi_t, \eta_{i,t}; \theta)$ と表す。利潤最大化の一階条件はクールノー競争の仮定の下で以下の(4.3)式のように表せる。

$$\frac{p_t - mc_{i,t}}{p_t} = \frac{1}{|\varepsilon_t|} \cdot \frac{q_{i,t}}{Q_t} \quad (4.3)$$

ε_t は需要の価格弾力性である。需要関数のパラメータ θ^d を推定し、その結果から ε_t の推定値が得られれば、(4.3)式より粗鋼メーカーの限界費用を導出することができる。

以下に 1960 年から 1979 年における日本の鉄鋼産業のデータを用いた逆需要関数、限界費用関数の推定結果を示す。データの開始時期を 1960 年とした理由は、神戸製鋼の高炉操業が軌道に乗り、大手 6 社すべてが鉄鋼一貫メーカーになったためである。

粗鋼の逆需要関数 $p_t(Q_t; z_t, \xi_t, \theta^d)$ の推定については、Genesove and Mullin (1998) にない、以下のような 3 種類の逆需要関数を推定することで、得られる需要の価格弾力性の頑強性を確認する。

線形関数

$$p_t = \alpha_0^L + \alpha_1^L z_t + \alpha_2^L os_t + \alpha_3^L Q_t + \xi_t^L$$

二次関数

$$p_t = \alpha_0^Q + \alpha_1^Q z_t + \alpha_2^Q os_t + \alpha_3^Q Q_t + \alpha_4^Q Q_t^2 + \xi_t^Q \quad (4.4)$$

対数線形関数

$$\ln(p_t) = \alpha_0^{LL} + \alpha_1^{LL} z_t + \alpha_2^{LL} os_t + \alpha_3^{LL} \ln(Q_t) + \xi_t^{LL}$$

$A = \{L, Q, LL\}, B = \{0, 1, 2, 3\}$ とすると、 α_B^A は Θ^d に含まれる需要パラメータであり、 ξ_t^A はそれぞれの関数形に含まれる需要の誤差項である。また粗鋼の需要に影響を与える外生的な要因として政府支出（公的固定資本形成） z_t と、第1次オイルショックが起こった1973年以降で1、それ以前で0をとる年度ダミー os_t を用いる。また p_t と Q_t の間の内生性の可能性に対処するため、操作変数を用いた2段階最小二乗法によって需要パラメータを推定した。操作変数には、鉄鉱石及び重油の価格に加え、鉄鉱石の平均海上輸送距離を用いている。

以下の表4-1は逆需要関数の推定結果である。

表4-1 逆需要関数推定

	OLS			2SLS		
独立変数	線形	2次	対数線形	線形	2次	対数線形
生産量	-3.15** (5.082)	-5.04* (1.979)	-	-3.62** (0.546)	-4.88 (2.349)	-
生産量 ²	-	1.86 (1.877)	-	-	1.26 (2.287)	-
生産量(対数)	-	-	-0.23** (0.04)	-	-	-0.25** (0.037)
政府支出	2.95** (0.199)	2.92** (0.201)	4.82** (0.314)	3.09** (0.210)	3.07** (0.216)	4.96** (0.321)
定数項	4.51** (0.200)	4.89** (0.432)	14.52** (0.613)	4.65** (0.212)	4.90** (0.499)	14.90** (0.635)
価格弾力性	3.41	3.76	4.31	2.96	3.06	3.95

※*は5%有意、**は1%有意。括弧内は標準誤差。

※生産量、生産量²の係数はそれぞれ 1.0e+05、1.0e+12 で除している。

※対数線形モデルにおける政府支出は 1.0e+05 で除している。

※線形モデル及び 2 次モデルの切片項は 1.0e+04 で除している。

※需要の価格弾力性は 1960-79 年の年平均値である。

出所：大橋・中村・明城（2010）

2SLS による推定は操作変数と内生変数との間の相関が弱い場合に、推定結果にバイアスがかかるが、2SLS の推定におけるモデル適合度について F 値を算出したところ、3 つのモデルすべてで有意となり、操作変数と内生変数の相関は弱くないことが確認できた。

2SLS で推定された 3 つのモデルの各推定値から算出された需要の価格弾力性は 2.96 から 3.95 の間にあり、粗鋼需要は価格に対して弾力的であった。大橋・中村・明城（2010）によると、このように高い需要の価格弾力性が得られた理由の 1 つとして、潜在的な競争相手として電炉メーカーが存在したことで、高炉大手各社が供給を減らして価格を引き上げようとするのを抑制するような役割を担っていたと考えられる。以下の分析では対数線形モデルによる逆需要関数を採用し、このモデルを用いて得られた分散パラメータの推定値 σ_ξ は 0.05 であった。

表 4-1 で得た需要の価格弾力性の推定値を(4.3)式に代入することで、個々の鉄鋼企業の粗鋼生産にかかる限界費用を求める。その推定値を被説明変数として(4.1)式の限界費用関数を推定する。以下の表 4-2 は限界費用関数の推定結果である。

表 4-2 限界費用関数推定

	OLS		一般化最小二乗法	
	(4-A)	(4-B)	(4-C)	(4-D)
資本ストック	-538.15** (195.88)	-1407.66*** (113.76)	-360.47 (187.36)	-516.76** (163.92)
資本ストック ²	67.47** (25.11)	151.26*** (17.93)	47.37* (24.15)	61.26** (22.03)
資本ストック ³	-3.73*** (1.01)	-7.21*** (0.83)	-2.52** (0.97)	-2.92** (1.01)
企業固有効果	固定効果	ランダム効果	固定効果	固定効果
新日本	-1878.05	-	-2498.24	-2409.20
富士	-356.63	-	-64.21	-52.31
八幡	-742.04	-	-553.37	-455.95
日本鋼管	141.41	-	470.27	464.79
川崎	252.16	-	628.52	604.31
住友	297.41	-	702.08	667.44
神戸	797.38	-	1314.95	1180.93
資本弾力性	-0.024	-0.053	-0.014	-0.018

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意。括弧内は標準誤差。

※限界費用の資本弾力性は 1960-79 年の年平均値である。

出所：大橋・中村・明城（2010）

(4-A),(4-B)では残差項 $u_{i,t}$ が i.i.d.であるとして OLS を用いて推定しており、(4-C),(4-D)では $u_{i,t}$ に異なる分散構造を仮定して、実行可能な一般化最小二乗法によって推定した結果である。(4-A)では企業効果 v_t と時間効果 ω_t を固定効果として推定しているのに対し、(4-B)では企業効果をランダム効果として推定している。Hausman-Wu 検定の結果から(4-B)のランダム効果は棄却された。

(4-C)及び(4-D)では残差項 $u_{i,t}$ が AR(1)に従う系列相関を持つとし、さらに(4-D)では $u_{i,t}$ が企業ごとに異なる分散を持つと仮定している。統計的に有意となったモデル(4-A),(4-C),(4-D)から限界費用の資本ストックに対する弾力性を算出したところ、その平均値は-0.014から-0.025の範囲に収まった。また推定された企業の固定効果から、

八幡・富士製鐵の合併によって合併企業に固有の効率性効果がみられた。八幡・富士製鐵の固定効果の平均と新日本製鐵の固定効果を比較すると、合併によって限界費用は1トン当たり1329円から2155円の範囲で低下したと言える。モデル(4-A)を用いた場合の残差項の分散パラメータ σ_u は275と推定された。

4.2 実証モデル

本節では前述した大橋・中村・明城（2010）のモデルを、国内鉄鋼産業における合併分析に適用するにあたり、モデルに加えた変更点について述べる。

逆需要関数の推定について、大橋・中村・明城（2010）では、第1次オイルショック以降における粗鋼需要の変化を捉えるため、第1次オイルショックが起こった1973年以降で1、それ以前で0をとる年度ダミー os_t を用いていたが、本論では年度ダミーは設けないことにした。

限界費用関数の推定について、大橋・中村・明城（2010）においては、(4-A),(4-B)では残差項 $u_{i,t}$ が i.i.d.であるとして OLS を用いて推定しており、このうち(4-A)では企業効果 v_t と時間効果 ω_t を固定効果として推定しているのに対し、(4-B)では企業効果をランダム効果として推定していた。また(4-C),(4-D)では $u_{i,t}$ が AR(1)に従う系列相関を持つと仮定して、実行可能な一般化最小二乗法によって推定を行っており、このうち(4-D)では $u_{i,t}$ が企業ごとに異なる分散を持つと仮定していた。

本論ではデータ数が比較的少なく、企業効果にランダム効果を仮定した推定が深刻な多重共線性の問題を抱えることや、一般化最小二乗法による推定結果が OLS 推定による推定結果と酷似しており、残差項 $u_{i,t}$ が AR(1)の自己相関に従う可能性は低いことから、大橋・中村・明城（2010）における(4-A)の推定方法と同様に、残差項 $u_{i,t}$ が i.i.d.であるとし、企業効果 v_t と時間効果 ω_t を固定効果として OLS 推定のみを行った。

4.3 使用データ

本節では合併分析に使用するデータ、その参照先について述べる。

逆需要関数の推定に用いる粗鋼生産量 Q_t と、操作変数として用いた鉄鉱石・原料炭の輸入価格については、鉄鋼年鑑各年度版から得る。また需要シフターとして使用する公的固定資本形成については、国民経済計算 2021 年度年次推計から得る。粗鋼価格 P_t については、大橋・中村・明城（2010）に従い、2012 年の合併前は新日本製鐵、合併後は新日鐵住金の製鉄セグメント販売実績を有価証券報告書から得るとともに、それを鉄鋼年鑑各年度版から得た新日本製鐵、新日鐵住金の粗鋼販売量で除すことに

よって算出している。大橋・中村・明城（2010）ではこの粗鋼価格について、様々な品種の価格を販売量でウェイト付けした加重平均と捉えることができると記載している。また限界費用関数の推定に用いる資本ストック $k_{i,t}$ については、大橋・中村・明城（2010）に基づき、本論で分析対象としている粗鋼生産企業各 6 社の有価証券報告書に記載されている有形固定資産額から、土地及び建設仮勘定を除いた額を用いる。なお粗鋼生産企業である JFE スチール、神戸製鋼、新日本製鐵、住友金属、新日鐵住金、日新製鋼の 6 社（合併後は 5 社）の選定においては、NIKKEI COMPASS を用いる。使用するデータについては、日本鋼管の有価証券報告書のデータを得られなかったことから、川崎製鉄と日本鋼管の合併による JFE スチールの設立後となる 2003 年から、日新製鋼が新日鐵住金の完全子会社となる 2019 年までの 17 年間を対象とする。

4.4 推定結果

本節では 2012 年 10 月の新日本製鐵と住友金属工業の合併について、逆需要関数の推定と需要の価格弾力性の算出結果、さらに限界費用関数の推定結果を示す。

逆需要関数の推定結果は、以下の表 4-3 のようになった。

表 4-3 逆需要関数推定

独立変数	OLS			2SLS		
	線形	2 次	対数線形	線形	2 次	対数線形
生産量	-7.930e-01 (1.554e+00)	-3.079e+01 (5.336e+01)	-	-1.220e+00 (2.155e+00)	-1.790e+02 (1.015e+02)	-
生産量^2	-	1.942e-04 (3.453e-04)	-	-	1.156e-03 (6.599e-04)	-
生産量(対数)	-	-	-4.708e-01 (1.153e+00)	-	-	-7.681e-01 (1.594e+00)
公的固定資本 形成	4.904e-01 (6.320e-01)	5.970e-01 (6.752e-01)	3.661e-06 (6.099e-06)	5.271e-01 (6.436e-01)	7.185e-01 (6.107e-01)	3.982e-06 (6.204e-06)
定数項	1.079e+05 (1.312e+05)	1.250e+06 (2.035e+06)	1.642e+01 (1.283e+01)	1.361e+05 (1.640e+05)	6.939e+06* (3.887e+06)	1.973e+01 (1.772e+01)
価格弾力性	1.8178	0.9592	2.0516	1.1816	0.2591	1.3437
対数尤度	-190.1549	-189.9505	6.204594	-190.1192	-188.3184	6.243816

※*は 10%有意。括弧内は標準誤差。

※需要の価格弾力性は 2003-2019 年の年平均値について絶対値をとった値であり、小数点以下第 5 位を四捨五入している。

表 4-3 より、逆需要関数の推定結果ではほとんどの値で有意性を得ることができなかった。これは分析対象としているデータ数が少ないことに起因すると考えられる。

線形関数モデルと 2 次関数モデルにおける生産量の係数はいずれも負であり、また 2 次関数モデルにおける生産量の 2 乗の係数は 0 に近い値ではあるものの正となった。対数関数モデルにおける生産量の係数についても、OLS 推定、2SLS 推定ともに負の値をとった。需要の価格弾力性の絶対値は線形関数モデル、対数関数モデルについては 1.1816 から 2.0516 の間の値をとり、粗鋼需要は価格に対し弾力的であった。通常は建設や機械生産などにおいて必需品である粗鋼の需要が価格の変化に対し大きく変化するとは考えにくく、この結果は仮定と異なると考えられるが、同様に粗鋼需要が価格に対し弾力的であるという結果になった大橋・中村・明城（2010）では、電炉メーカーが潜在的競合企業として、高炉メーカーが生産量を減らし価格を吊り上げることを抑制する役割を果たしていたと説明している。本論でも高炉メーカーのみを分析対象としているため、大橋・中村・明城（2010）と同様に、電炉メーカーが競合企業として高炉メーカーが価格を吊り上げることを抑制した結果、粗鋼需要が価格に対し弾力的になったと考えられる。一方 2 次関数モデルについてはどちらの推定も 1 よりも小さい値をとり、粗鋼需要価格は価格に対し非弾力的であるという結果になった。

また公的固定資本形成の係数はいずれも正の値をとり、仮定通りの結果が得られた。線形関数モデル、2 次関数モデルの結果から、公的固定資本形成の金額が 10 億円増加すると、粗鋼価格が 0.4904 円から 0.7185 円上昇するといえる。

以降の分析では大橋・中村・明城（2010）に基づき、対数尤度の値が最も高かった 2SLS による対数関数モデルを用いた需要の価格弾力性の値を(4.3)式に代入することで得られた限界費用の値を使用している。

次に、限界費用関数の推定結果を以下の表 4-4 に記載した。

表 4-4 限界費用関数推定

	OLS
資本ストック	-1073.4212 (5025.5887)
資本ストック ²	96.5801 (370.6192)
資本ストック ³	-2.7614 (7.9614)
企業固有效果	固定効果
JFE スチール	-27065.0695*** (1926.5735)
神戸製鋼	-3977.2199** (1923.2840)
新日本製鐵	-28276.7101*** (2448.9979)
住友金属	-4823.3202* (2430.2702)
新日鐵住金	-43272.8594*** (2849.9424)

※*は 10%有意、**は 5%有意、***は 1%有意。括弧内は標準誤差。

※粗鋼企業各社の定数項は日新製鋼の限界費用関数の定数項との差分を表す。

表 4-4 より、資本ストックの係数は負、資本ストックの 2 乗の係数は正、3 乗の係数は負となり、大橋・中村・明城（2010）の推定結果と一致したものの、有意性は得られなかった。

各企業の企業固有效果については、いずれも有意性を確認できた。合併後の新日鐵住金が最も低い値をとり、合併前の新日本製鐵、JFE スチールと続いたことから、概ね粗鋼生産シェアの高い企業の限界費用が低いという結果となり、仮定通りの結果が得られた。また新日鐵住金の企業固有效果は、新日本製鐵と住友金属の企業固有效果の平均と比較して、1 トンあたり約 26723 円低く、合併によって限界費用の低下が起こったという仮定通りの結果を得ることができた。

第 5 章 結論

本論では、鉄鋼産業における合併事例について静学的側面から厚生分析と合併企業の限界費用の変化の観察を行った。

第 3 章では 2002 年 9 月の川崎製鉄と日本鋼管の合併、2012 年 10 月の新日本製鐵と住友金属の合併の 2 つの事例を対象として、3 つの鋼材の逆需要関数と限界費用関数の推定、余剰分析を行った。川崎製鉄と日本鋼管の合併事例については、H 形鋼において需要の価格弾力性が負で有意となり、かつ総余剰の増加が確認されたが、小形鉄筋用棒鋼では負の値をとったものの有意性が確認されず、厚板においては正となるなど、仮定通りの結果を得ることができなかった。また新日本製鐵と住友金属の合併事例については、H 形鋼については需要の価格弾力性が負で有意となったものの、実際のデータにおいて合併後に生産量の増加がみられたため総余剰は正とならなかった。小形鉄筋用棒鋼では需要の価格弾力性が負となったものの有意性が確認されず、厚板についても価格弾力性が正となるなど、仮定通りの結果を得られなかった。

第 4 章では新日本製鐵と住友金属の合併事例を対象として、粗鋼の逆需要関数推定と需要の価格弾力性の導出、限界費用関数推定を行った。粗鋼における需要の価格弾力性は仮定通り負の値をとったものの、データ数が少なかったため有意性を確認できなかった。価格弾力性の絶対値は 1 より大きい結果と小さい結果の両方が観察された。限界費用関数推定では、いずれの企業固有効果も有意性を確認できた。合併後の新日鐵住金の企業固有効果が、合併前の新日本製鐵と住友金属の企業固有効果の平均を大きく上回り、合併による限界費用の低下が観察された。

参考文献

- 石橋孝次 (2021), 『産業組織 ―理論と実証の接合』慶應義塾大学出版会株式会社.
大橋弘, 中村豪, 明城聡 (2010), 「八幡・富士製鐵の合併 (1970) に対する定量的評価」
『RIETI Discussion Paper Series』10-J-021, pp.1-56.
- 関桃子・関口尚輝・高杉賢・乗松遥香 (2017), 「水平合併の事後評価 ～新日本製鐵
と住友金属工業の結合事例について～」, 石橋孝次研究会第 18 期三田論文
Genesove, D. and W. P. Mullin (1998), “Testing Static Oligopoly Models: Conduct and
Cost in the Sugar Industry, 1890-1914,” The RAND Journal of Economics, 29(2),
355-377.
- Joseph Farrell and Carl Shapiro (1990), “Horizontal Mergers: An Equilibrium Analysis,”
The American Economic Review, 80(1), 107-126.
- Pesendorfer, M. (2003), “Horizontal Mergers in the Paper Industry,” The RAND
Journal of Economics, 34(3), 495-515.
- 建設統計月報 各四半期版
国民経済計算 2021 年度年次推計
造船造機統計調査 各年度版
鉄鋼年鑑 各年度版
経済産業省ホームページ
<https://www.meti.go.jp/>
公正取引委員会ホームページ
<https://www.jftc.go.jp/>
世界鉄鋼協会ホームページ
<https://worldsteel.org/>
JFE スチール株式会社ホームページ
<https://www.jfe-steel.co.jp/>
内閣府ホームページ
<https://www.cao.go.jp/>
NIKKEI COMPASS ホームページ
<https://www.nikkei.com/compass>
日本銀行ホームページ

<https://www.boj.or.jp/>

日本製鉄株式会社ホームページ

<https://www.nipponsteel.com/index.html>

日本鉄鋼連盟ホームページ

<https://www.jisf.or.jp/index.html>

あとがき

大学2年のミクロ経済学初級の授業を受講していたとき、初めて経済学に面白さを感じたことが印象深い。そこからミクロ経済学を扱うゼミを探し、最初に目に入ったのが石橋孝次研究会であった。「しっかり学ぶ」・「落ち着いた」雰囲気は私の性にあっていてと感じ、第一志望に決めた。今となっては正しい選択をしたと言い切ることができ、非常に満足している（入ゼミ試験のA日程は何故か他のゼミに浮気してしまったが）。3年時には石橋先生の産業組織論aの授業を受け、中でも水平合併に興味を持ったことで、卒業論文の執筆にあたり「合併」をテーマとすることは漠然と決めていた。結局満足のいく推定にはならず、当初思い描いていたような出来とは程遠くなってしまったことは非常に残念であるが、コロナ禍で始まり不完全燃焼感も否めない大学生活の集大成として何とか書き上げることができたという経験が、今後の人生にとって少しでも糧となることを期待したい。

最後に、執筆にあたりコメントや助言をしてくれた同期や後輩、そして私の拙い質問にも丁寧に回答・助言していただいた石橋先生に謝意を表したい。