埼玉学園大学・川口短期大学　機関リポジトリ

鉄鋼業の環境効率と財務効果に関する一考察：「JFEスチール」の事例研究を中心に

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-11 キーワード (Ja): キーワード (En): Porter Hypothesis, The Steel Industry, Eco-efficiency, Financial Effect, Improvement of industry waste 作成者: 劉, 博, LIU, Bo メールアドレス: 所属:
URL	https://saigaku.repo.nii.ac.jp/records/1201

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

鉄鋼業の環境効率と財務効果に関する一考察
――「JFE スチール」の事例研究を中心に――

劉　　博

キーワード：ポーター仮説，鉄鋼業，環境効率，財務効果，産業廃棄物対策

1. はじめに

今日，経済成長と人口増加に伴い，世界規模の廃棄物処理問題が深刻化している。持続可能な社会の実現のためには，産業界が先頭に立ち，廃棄物処理問題に積極的に対応する必要がある。

日本の 2015 年度の産業廃棄物排出量は約 3.91 億トンである。前年度と比較し約 200 万トン減少した。しかし，同年度の産業廃棄物処理施設の新規許可件数が 22 件にとどまり，前年比約 21％減少した。焼却炉や最終処分場など処理施設の確保の困難さが浮き彫りになった(1)。

日本の 2015 年度産業廃棄物排出のうち，鉄鋼業からの排出は 2975.7 万トンで，全体の約 7.6％を占めている(2)。

鉄鋼業は，鉄鉱石や石炭など大量の天然資源を消費して生産を行う。製造工程で大量の副生物が生み出されるため，社会から廃棄物問題への積極的な対応が求められている。同時に，近年の資源価格の乱高下や国際競争の激化のなか，産業廃棄物対策による資源生産性とコスト競争力の向上が急務である。

このような状況下で，本稿は，JFE スチール株式会社（以下，「JFE スチール」と称す）を研究対象に，副産物・産業廃棄物の環境効率および環境負荷集約度の経年変化を分析し，産業廃棄物対策と副産物資源化のための設備投資額・費用額と関連づけ，その財務効果を試算する。

本稿の構成は以下のとおりである。「2. 先行研究」では，「環境効率」の概念，環境効率と企業の競争力との関係にかかわる先行研究をサーベイし，本研究の仮説を提示する。「3. 分析の対象と手法」では，分析対象企業の特性，分析で使用する環境効率・環境負荷集約度指標の概念とデータの対象範囲・期間について述べる。「4.「JFE スチール」の産業廃棄物対策の分析」では，同社 2011～2015 年度の 5 年間の産業廃棄物対策の特徴を考察し，副産物と産業廃棄物の環境効率・環境負荷集約度の経年変化およびその財務効果を実証分析する。「5. おわりに」では，本稿の考察と今後の課題について述べる。

2. 先行研究

2.1 環境効率と環境負荷集約度

環境効率は，事業活動における「環境負荷の最小化と価値の最大化」を測る指標である[3]。1992 年に WBCSD（World Business Council for Sustainable Development）によって提案され，経済と環境の両立度を測定する指標として公表された。

環境効率は，企業の環境パフォーマンスと財務パフォーマンスを表示する 2 つの独立した変数から構成される。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{財務パフォーマンスを測定する財務変数（財務項目）}}{\text{環境パフォーマンスを測定する環境変数（環境項目）}}$$

環境省『環境会計ガイドライン（2005 年版）』は，環境効率関連の指標を公表している。産業廃棄物対策などの効率性を測定する指標として，「環境負荷集約度」と呼ばれている。環境負荷集約度は，事業活動 1 単位あたりの環境負荷量のことで，環境への配慮と経済の成長との両立を測る指標である[4]。その計算式は次のとおりである。

環境負荷集約度＝環境負荷／事業活動量

環境省は，上記の環境負荷量の具体例として，廃棄物排出量や化学物質排出量などを挙げている。また，事業活動量の具体例として，付加価値[5] と販売額を例示している[6]。

しかし，鉄鋼会社の事例研究の場合，鉄鋼製品の価格変動が大きく景気全体の影響を受けやすいことから，本稿は，環境負荷集約度の分母 —— 事業活動 —— の指標として，「付加価値」の代わりに「粗鋼生産量」を使用することとする[7]。

具体的に，「副産物」に関する環境負荷集約度のことを「粗鋼 1 トンあたりの副産物発生量」，「産業廃棄物」に関する環境負荷集約度のことを「粗鋼 1 トンあたりの産業廃棄物最終処分量」と表す。

2.2 ポーター仮説

環境対策と企業の競争力との関係について，マイケル・E・ポーター教授は，「適切に設計された環境規制は，そのためのコストの一部あるいは全額以上を相殺するイノベーション・オフセット[8] を引き起こす」[9] と考え，さらに「多くの場合，イノベーション・オフセットによる環境汚染の改善は，必ず資源生産性の向上に伴って生ずることが広く認められるだろう」[10] と指摘

している。すなわち動学モデルにおいて，環境対策の投資および費用支出が時間の経過とともに環境効率を高める技術革新を引き起こし，初期投資コストを相殺できる費用削減効果をもたらす，ということである。この考え方は，一般に，「ポーター仮説」と呼ばれている[11]。

筆者は，業種間における環境制約とそれにかかわる対策に差異が存在することから，分析対象の業種および環境対策の具体的な分野を限定した事例研究が必要不可欠と考える。したがって，本稿は，「鉄鋼会社の産業廃棄物対策は，副産物および産業廃棄物の環境負荷集約度を改善し，産業廃棄物最終処分等にかかわるエンドオブパイプ[12] 型の環境対策費用負担の軽減を通じて，会社財務パフォーマンスへプラスの効果をもたらす」という仮説を提示し，「JFE スチール」を研究対象に実証分析を試みる。

3. 分析の対象と手法

3.1　分析対象企業の基本特性

鉄鋼業は，鉄鉱石や石炭などの天然資源を大量に投入し生産活動を行い，大量かつ多種の副産物を発生させるという特性を持つ。「JFE スチール」は日本鉄鋼業の代表的企業のひとつとして，2011 ～2015 年度の 5 年間の粗鋼生産量が延 1 億 3,940 万トン，副産物発生量が延 7,480 万トン，産業廃棄物最終処分量が延 15.3 万トンである。その生産規模と環境負荷が非常に大きいため，社会から積極的な環境対策が求められている。

3.2　環境効率の分析指標

本稿は，環境省公表の環境効率を表す「環境負荷集約度」指標を中心に分析をすすめる。鉄鋼会社の産業廃棄物対策で，副産物の資源化量と産業廃棄物最終処分量と緊密に関連していることから，分析に使用する環境負荷集約度の分子 ── 環境負荷 ── の指標として，「副産物」と「産業廃棄物」の 2 つを使用する。

また，前述のとおり，鉄鋼製品の価格変動幅が大きいことから，本稿では，環境負荷集約度の分母 ── 事業活動 ── の指標として，「付加価値」の代わりに「粗鋼生産量」を使用することとする。

具体的に，以下のとおりである。

⑴　副産物の環境負荷集約度＝粗鋼 1 トンあたりの副産物発生量（副産物発生量／粗鋼生産量）

⑵　産業廃棄物の環境負荷集約度＝粗鋼 1 トンあたりの産業廃棄物最終処分量（産業廃棄物最終処分量／粗鋼生産量）

3.3 財務分析指標

本稿は，環境効率にかかわる財務分析の指標として，主に「産業廃棄物 1 トンあたりの対策費用・設備投資額」を使用する。関連する金額等の情報は，同社の CSR 報告書およびアニュアルレポートなどの環境会計情報より収集する。また，産業廃棄物対策の財務効果の試算では，産業廃棄物処理費用・設備投資額の変化を分析し，環境対策費用負担の軽減が確認できるかを確める。

3.4 分析データ

本稿で取り扱うデータは，主に物量データと財務データの 2 種類である。

主な物量データは，以下のとおりである。

a. 粗鋼生産量（単位：万トン），b. 廃棄物最終処分量（単位：万トン），c. 副産物発生量（単位：万トン）

主な財務データは，以下のとおりである。

a. 産業廃棄物対策費用額（単位：億円），b. 産業廃棄物処理設備投資額（単位：億円）

粗鋼生産量との対応関係を明確にするために，本稿で取り扱うすべてのデータは「JFE スチール」単体のものを用いる。分析データの集計対象期間は，2011～2015 年度の 5 年間である。集計範囲は，以下のとおりである。

a.「有価証券報告書」(2011～2015 年度)，b.「アニュアルレポート」(2011～2015 年度)，c.「CSR 報告書」(2011～2015 年度)

4.「JFE スチール」の産業廃棄物対策の分析

4.1 産業廃棄物対策の概要

鉄鋼業は，鉄鉱石と石炭など大量の物質を投入し生産を行い，鉄鋼スラグや汚泥など大量かつ多種な副産物を発生させるという特性を持っている。たとえば，「JFE スチール」は，粗鋼 1 トンを製造するのに約 500 kg の副産物を生みだす[13]。鉄鋼の生産工程で発生する副産物のほとんどは鉄鋼スラグ[14]，ダスト[15] とスラッジ[16] であるため，製造プロセスの原料や原燃料の代替材として利活用することが，資源投入量の抑制と廃棄物の削減の両方につながる。このように，副産物の資源化を通じて産業廃棄物最終処分量を抑制する取組みは，「JFE スチール」の産業廃棄物対策の主な取組みである[17]。

4.2 「JFE スチール」の産業廃棄物最終処分量の分析

図表 4.2.1 は，「JFE スチール」の廃棄物最終処分量，粗鋼 1 トンあたりの廃棄物最終処分量および対 2011 年度比の経年変化を示している。

図表 4.2.1 「JFE スチール」廃棄物最終処分量と粗鋼生産量の推移

指標 / 年度	2011	2012	2013	2014	2015
A：廃棄物最終処分量（万トン）	3.8	2.3	2.1	2.9	4.2
B：粗鋼生産量（万トン）	2,690	2,800	2,870	2,840	2,740
C：粗鋼 1 トンあたりの廃棄物最終処分量（kg）= A/B	1.41	0.82	0.73	1.02	1.53
D：対 2011 年度比（%）	100	58	52	72	134

出所：「JFE スチール」『CSR 報告書』2011 ～2015 年度版のデータに基づいて作成

図表 4.2.1 から，以下の特徴が見られる。

まず，「JFE スチール」の廃棄物最終処分量は，2011 年度の 3.8 万トンから 2013 年度の 2.1 万トンに減少し改善したのち，2015 年度に 4.2 万トンに増加し逆戻りしたことが分かった。

次に，粗鋼生産量の経年変化を考慮した環境負荷集約度の指標である「粗鋼 1 トンあたりの産業廃棄物最終処分量」は，2011 年度の 1.41 kg から 2013 年度の 0.73 kg までに減少し改善したのち，2015 年度に 1.53 kg まで再び増加したことがわかった。

これは，産業廃棄物の環境負荷集約度が大幅に改善したのち，再び悪化したことを意味するが，その背景に，「JFE スチール」では，2014 年度より，老朽化が進行した高炉設備を中心に補修工事や更新が進められる[18] なか，廃棄物最終処分量および資源化率の一時的悪化が生じたと考える。

この環境負荷集約度の悪化は一時的な事象であるかどうかについて，「JFE スチール」の産業廃棄物の環境負荷集約度の変化の背景を考察すると同時に，生産過程で大量に発生する副産物の資源化量の経年変化を分析し，その特徴を考える必要がある。したがって，次では，「JFE スチール」における副産物の発生状況を分析する。

4.3 「JFE スチール」の副産物発生量・副産物事業所内資源化率の分析

図表 4.3.1 は，「JFE スチール」における副産物発生量，粗鋼 1 トンあたりの副産物発生量および対 2011 年度比の推移を示している。

図表 4.3.1 「JFE スチール」副生物発生量と粗鋼生産量の推移

指標 / 年度	2011	2012	2013	2014	2015
A：副生物発生量（万トン）	1,500	1,500	1,500	1,520	1,460
B：粗鋼生産量（万トン）	2,690	2,800	2,870	2,840	2,740
C：粗鋼 1 トンあたりの副生物発生量（kg）= A/B	558	536	553	535	533
D：対 2011 年度比（%）	100	96	99	96	95

出所：「JFE スチール」『CSR 報告書』2011 ～2015 年度版のデータに基づいて作成

図表 4.3.1 から，以下の特徴が見られる。

まず，「JFE スチール」の副産物発生量が，分析対象期間の 5 年間ではほぼ横ばいしているが，特に，2015 年度に大きく減少した。粗鋼生産量の経年変化を考慮した環境負荷集約度の指標である「粗鋼 1 トンあたりの副産物発生量」は，2011 年度の 558 kg から 2015 年度の 533 kg までに減少し改善した。このことから，副産物の環境負荷集約度が 5% 以上の改善が実現したことがわかる。

次の図表 4.3.2 が示したように，同期間の「JFE スチール」の副産物資源化率が 99% 台の高い水準に維持されている。このことから，2015 年度の最終処分量の増加と最終処分率の上昇は，やはり補修工事や設備更新による一時的悪化であると検証できる。

図表 4.3.2 「JFE スチール」副生物再資源化率と最終処分率の推移

指標 / 年度	2011	2012	2013	2014	2015
副生物再資源化率（%）	99.7	99.8	99.9	99.8	99.7
最終処分量（万トン）	3.8	2.3	2.1	2.9	4.2
最終処分率（%）	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3

出所：「JFE スチール」『CSR 報告書』2011 ～2015 年度版のデータに基づいて作成

続いて，「JFE スチール」の産業廃棄物処理にかかわる設備投資額・費用額の経年変化とその財務効果を分析する。

4.4 「JFE スチール」の産業廃棄物処理コスト・財務効果の分析

図表 4.4.1 は，「JFE スチール」の資源循環関連の対策投資と費用額[19]，粗鋼生産 1 トンあたりの対策費用額，産業廃棄物最終処分 1 トンあたりの対策費用額および対 2011 年度比の経年変化を示している。

図表 4.4.1 「JFE スチール」資源循環関連対策投資・費用額の推移

指標 / 年度	2011	2012	2013	2014	2015
A：資源循環関連対策投資額（億円）	3	3	1	0.1	0.4
B：資源循環関連対策費用額（億円）	44	47	45	54	52
C：粗鋼生産量（万トン）= A/B	2,690	2,800	2,870	2,840	2,740
D：粗鋼 1 トンあたりの対策費用額（円）	16.4	16.8	15.7	19.0	19.0
E：産業廃棄物最終処分量（万トン）	3.8	2.3	2.1	2.9	4.2
F：産業廃棄物最終処分量 1 トンあたりの対策費用額（円）	11,579	20,435	21,428	18,620	12,381

出所：「JFE スチール」『CSR 報告書』2011 ～ 2015 年度版のデータに基づいて作成

図表 4.4.1 から，以下の特徴が見られる。

まず，「JFE スチール」の産業廃棄物処理費用額が，2011 年度の 44 億円から 2015 年度の 52 億円に，約 8 億円増加したことが分かった。

粗鋼生産量の経年変化を考慮した「粗鋼生産 1 トンあたりの対策費用額」が，2011 年度の 16.4 円から 2015 年度の 19.0 円に約 16% 高騰した。また，廃棄物最終処分量の経年変化を考慮した「廃棄物 1 トンあたりの対策費用額」が，2011 年度の 11,579 円から 2015 年度の 12,381 円に増加し，約 7% 高騰したことがわかった。

ここから，2014 年度から始まった高炉設備改修・更新の影響を例外として，2011 ～ 2013 年度の分析を踏まえ，「JFE スチール」の産業廃棄物対策による産業廃棄物最終処分量の削減は，それにかかわる処分費用の節約にプラスの働きがあるかどうかと考える。

このような産業廃棄物対策の財務効果を考察するにあたり，本稿は，「JFE スチール」の産業廃棄物の環境負荷集約度が 2011 年度水準（粗鋼 1 トンあたりの産業廃棄物最終処分量が約 1.41 kg）に停滞していると仮定した場合の対策費用の増加額を試算した。2011～2015 年度の産業廃棄物対策費用の増加額は，2012 年度約 32 億円[20]，2013 年度約 42 億円，2014 年度約 20 億円，2015 年度約 −5 億円，4 年間の合計が約 89 億円増の試算であった。つまり，この 89 億円増の試算額を産業廃棄物対策費用の節約とみなす場合は，対象期間の産業廃棄物にかかわる設備投資額の合計額 7.5 億円[21] よりも約 81.5 億円多いと計算できる。すなわち，「JFE スチール」の産業廃棄物対策は，副産物および産業廃棄物の環境負荷集約度を改善し，産業廃棄物最終処分にかかわるエンドオブパイプ型の環境対策費用負担の軽減を通じて，4 年間で会社財務へ約 81.5 億円のプラスの効果をもたらしたといえる。

5. おわりに

近年，日本の鉄鋼業では，社会から廃棄物問題への積極的な対応が求められると同時に，鉄鉱石と石炭など主原燃料価格が乱高下するなか，産業廃棄物対策による資源生産性とコスト競争力の向上が急務となっている。

本稿は，「JFE スチール」を研究対象に，2011 ～2015 年度の産業廃棄物対策の特徴を考察し，副産物と産業廃棄物にかかわる環境負荷集約度の経年変化とその財務効果を分析した。その結果，同期間の環境負荷集約度の改善による産業廃棄物対策費用の削減額が約 81.9 億円にのぼると試算できた。

したがって，本稿で示した「鉄鋼会社の産業廃棄物対策は，副産物および産業廃棄物の環境負荷集約度を改善し，産業廃棄物最終処分等にかかわるエンドオブパイプ型の環境対策費用負担の軽減を通じて，会社財務パフォーマンスへプラスの効果をもたらす」の仮説は，「JFE スチール」を対象とした事例分析で実証できたのである。

近年，中国・インドなどの新興国との国際競争激化に直面している日本鉄鋼業にとって，副産物資源化・産業廃棄物最終処分の効率化による資源生産性の向上は，大幅なコスト削減と競争力強化の可能性が潜んでいるといえる。

一方，中国など新興国では鉄鋼生産力の集積が進み，産業廃棄物問題をはじめとする環境問題が深刻化するなか，本稿が，鉄鋼業の環境効率と財務効果の実証研究として，新興国における鉄鋼業の環境負荷集約度改善の必要性の認識を高める契機となれば幸いである。

《注》

（1） 環境省『平成 30 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書』第 2 部　各分野の施策等に関する報告，第 3 章　循環型社会の形成，pp. 159-195

（2） 前掲書，p. 162

（3） 環境省『平成 18 年版 環境白書』環境効率の定義について（http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h18/27083.html，2018 年 9 月 28 日アクセス）

（4） 環境省『環境会計ガイドライン』2005 年版，p. 41

（5） 付加価値の値としては、環境省『環境報告ガイドライン（2012 年版）』では、「売上高－原材料費等（外部からの購入費用）」もしくは「営業利益＋人件費＋減価償却費」で計算される。

（6） 環境省『環境報告ガイドライン（2012 年版）』p. 41

（7） 劉博「環境保全と会社財務 ── 鉄鋼業における環境効率と財務効果に関する研究 ──」『政策科学学会年報』第 3 号，2013 年 3 月，政策科学学会，p. 89

（8） イノベーション・オフセットとは，技術革新によるコストの相殺のことである。

（9） Michale E.Porter; Claas van der Linder（1995）“Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, The Journal of Economic Perspectives, Vol. 9, No. 4. p. 98.,

American Economic Association.

(10) 前掲稿，p. 98

(11) 劉博「環境保全と会社財務 ── 鉄鋼業における環境効率と財務効果に関する研究 ──」『政策科学学会年報』第 3 号，2013 年 3 月，政策科学学会，p. 89

(12) 工場内または事業場内で発生した有害物質を最終的に外部に排出しない方法を指す。

(13) 「JFE スチール」の粗鋼生産量と副産物発生量を基づいて試算した結果である。

(14) 高炉や鋼製造工程で発生する副産物のことで，「高炉スラグ」と「製鋼スラグ」の 2 種類に分かれる。高炉スラグとは，高炉で溶融した鉄以外の成分である。製鋼スラグとは，鋼製造工程で鋼以外の成分である。

(15) 製造工程で集塵機に捕集される微粉類のことである。

(16) 水処理時に発生する汚泥やメッキ液処理の残さのことである。

(17) 劉博「環境保全と会社財務 ── 鉄鋼業における環境効率と財務効果に関する研究 ──」『政策科学学会年報』第 3 号，2013 年 3 月，政策科学学会，p. 90

(18) JFE ホールディング株式会社「JFE グループ TODAY 2015」，JFE スチール，国内製造基盤の整備，p. 32

(19) 産業廃棄物の埋立，焼却，外部委託処理に要する費用のことである。環境省『環境会計ガイドライン（2005 年版）』では，「すでに発生した環境負荷に事後的に対応するためのコスト」の性格をもつとされている。

(20) 廃棄物処理コスト増加額の試算方法は以下のとおりである。

粗鋼 1 トンあたりの産業廃棄物最終処分量（2011 年度値）×粗鋼生産量（2012 年度値）×産業廃棄物 1 トンあたりの対策費用（2012 年度値）－産業廃棄物処理コスト総額（2011 年度値）

2012 年度の廃棄物対策費用の増加額の試算例：1.41 kg × 2,800 万トン × 20,435 円－47 億円≒ 32 億円

(21) 「JFE スチール」の 2011～2015 年度の産業廃棄物処理関連の設備投資額はそれぞれ，2011 年度 3 億円，2012 年度 3 億円，2013 年度 1 億円，2014 年度 0.1 億円，2015 年度 0.4 億円であった。

参考文献（順不同）

(1) 勝山進 著［2004］『環境会計の理論と実態』中央経済社

(2) カナダ勅許会計士協会 著，グリーンリポーティング・フォーラム 訳著［1997］『環境パフォーマンス報告』中央経済社

(3) 環境省［2002］「事業者の環境パフォーマンス指標ガイドライン ── 2002 年度版 ──」

(4) 環境省［2005］「環境会計ガイドライン 2005 年版」

(5) 環境省［2012］「環境報告ガイドライン 2012 年版」」

(6) 金原達夫・金子慎治 著［2005］『環境経営の分析』白桃書房

(7) 国部克彦・伊坪徳宏・水口剛 著［2007］『環境経営・会計』有斐閣

(8) 坂智香 著［2001］『環境会計論』東京経済出版社

(9) JFE ホールディングス株式会社『有価証券報告書』2011～2015 年度版

(10) JFE ホールディングス株式会社『JFE グループ TODAY』（アニュアルレポート）2011～2015 年度版

(11) JFE ホールディングス株式会社『CSR 報告書』2011～2015 年度版

(12) 三橋規宏 監修［2008］『よい環境規制は企業を強くする ── ポーター教授の仮設を検証する ──』海象社

(13) 箕輪徳二 著『戦後日本の株式会社財務論』泉文堂 1997 年

(14) Michale E.Porter; Claas van der Linder［1995］“Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4. American

Economic Association.

(15) Runar Brannlund and Tommy Lundgren [2009] "Environmental Policy Without Costs? A Review of the Porter Hypothesis", *International Review of Environmental and Resource Economics*, Vol. 3, No 2.

（提出日　2018 年 9 月 28 日）