

鉄鋼部門における CO₂ 削減ポテンシャル推計（転炉鋼）

平成 24 年 12 月 18 日

RITE システム研究グループ

RITE は、平成 24 年 9 月 25 日に「2010 年時点のエネルギー原単位の推計（鉄鋼部門-転炉鋼）」のレポートを web (http://www.rite.or.jp/Japanese/lab0/sysken/about-global-warming/download-data/Comparison_EnergyEfficiency2010steel.pdf) にて掲載した[1]。この中で、2000 年以降、日本を含めた各国のエネルギー原単位がどのような推移をしてきたかを示した。また 2010 年時点で各国のエネルギー原単位に差異がある諸要因についても考察を行った。

本レポートは、この 2010 年時点のエネルギー原単位推計値を基に、鉄鋼部門（転炉鋼）において現在利用可能な最優良技術（BAT）が理想的に普及した場合の CO₂ 削減ポテンシャルを算定したものである。世界を広く見ると、鉄鋼生産規模、エネルギー原単位など多様であり、このような中での BAT 普及による CO₂ 削減ポテンシャル推計は、世界全体で実効性のある CO₂ 削減策を検討し実行していく上でも重要な基礎データである。

IEA は従来から省エネポテンシャル、CO₂ 削減ポテンシャルを示しているが、その算定根拠は十分明らかにされていないとは言えない。また欧州地域は一地域に集約し提示しているため、例えばドイツのポテンシャルを参照することはできない ([2]-[4])。RITE の分析は、CO₂ 削減ポテンシャルの算定方法を明示し[5]、かつエネルギー原単位と整合的であり、欧州地域内の国（例えばドイツ）との比較も可能となっている。

1. CO₂ 削減ポテンシャルの推計方法の概要

CO₂ 削減ポテンシャルの推計にあたって、主に次のような前提を置いた。

転炉鋼生産量と BAT レベル

- ・ 転炉鋼生産量は 2010 年値[6]とした。これにより、将来の生産規模が変化した場合の CO₂ 削減ポテンシャルも容易に計算できる。
- ・ BAT レベルを 21.2GJ/t 粗鋼とした。これは 2010 年エネルギー原単位推計時にも用いた [1]。21.2GJ/t 粗鋼という数値は事実上かなり高いレベルであり、コークス乾式消火設備（CDQ）、高炉炉頂圧発電（TRT）の乾式タイプ、転炉ガス（LDG）回収装置などの BAT が 100% 普及した場合に初めて到達できるレベルである。BAT として約 20 種（ほぼ全ての省エネ技術）を想定したが、その詳細については小田・秋元[7]を参照のこと。

各国の燃料消費構成と系統電力 CO₂ 原単位

- ・ 鉄鋼部門における各国の燃料構成をそれぞれ参照する（燃料構成は IEA エネルギーバランス表[8]に基づき算定）。石炭が主であるが、米国、ロシアなどは天然ガス比率も高い（図 1 参照）。
- ・ 各国の系統電力 CO₂ 原単位（kgCO₂/kWh）をそれぞれ参照する（同じく IEA エネルギーバランス表[8]に基づき算定）。

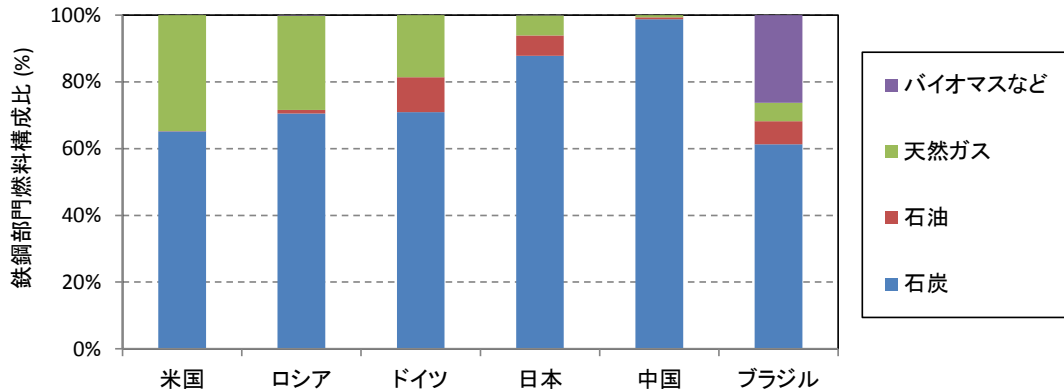


図 1 主要国の鉄鋼部門燃料構成比 (熱量換算, %) [2010 年]

出典) IEA[8]を基に RITE 算定

銑鋼比補正などについての扱い

- ・ 銑鋼比（本分析では「銑鉄生産量／転炉鋼生産量」と定義）が基準の 1.025 を下回る地域はその銑鋼比をそのまま利用する。一方、銑鋼比が RITE 設定基準値 1.025 (=2005 年世界平均値) を上回る地域は 1.025 に補正し CO₂ 削減ポテンシャルを算定する（表 1 にて太字で示したエネ原単位をそれぞれ参照する）。
- ・ この想定を行うことにより、銑鋼比が小さい地域でも域内製鉄所での対策に応じた CO₂ 削減ポテンシャルを提示でき、同時に、銑鋼比が大きい地域でも粗鋼生産当たりのエネルギー原単位に見合った CO₂ 削減ポテンシャルを提示できる。

表 1 鉄鋼主要国のデータ (2010 年)

	世界	中国	ウクライナ	インド	ブラジル	ロシア	米国	EU(27)	ドイツ	韓国	日本
エネ原単位 ^(注1)	27.0	27.3	29.8	37.5	31.8	30.3	26.1	24.9	23.1	23.8	21.7
(GJ/t 粗鋼)	27.1	26.8	33.2	28.3	28.3	31.1	30.3	27.2	25.7	23.8	22.9
銑鋼比(%)	1.02	1.04	0.86	1.43	1.23	0.98	0.86	0.94	0.93	1.03	0.96
銑鉄(Mt)	1026	590	27	39	31	48	27	95	29	35	82
転炉鋼(Mt)	1007	565	32	27	25	49	31	100	31	34	86
全粗鋼(Mt)	1417	627	33	68	33	67	80	173	44	58	110

注1) エネルギー原単位の上段=銑鋼比などの補正なし、下段=銑鋼比などの補正あり（文献

[1]を参照)、太字とした方を CO₂削減ポテンシャル算定のため参照 (EU(27)及び世界平均のエネルギー原単位は直接参照しないため、太字としていない)

注2) 各生産量は worldsteel 統計[6]による

2. CO₂削減ポテンシャルの推計結果

以上の想定の下、CO₂削減ポテンシャルの推計を行った (図 2)。図 2 を考察すると次の通りである。

- ・ エネルギー原単位は世界的に見て改善の傾向があるが、それでもなお世界的に見ると世界の様々な地域に CO₂削減ポテンシャルが広く存在する。
- ・ 世界合計の CO₂削減ポテンシャルは 4.2 億 tCO₂である (図 2 左軸)。量的に見ると、世界の転炉鋼生産の 56%を占める中国が 2.8 億 tCO₂の削減ポテンシャルを持つ。
- ・ 転炉鋼当たりの削減ポテンシャル原単位 (右軸) を見ると、自明ながらエネルギー原単位に劣る地域の削減ポテンシャル原単位が大きい。中でも、石炭使用比率、及び系統電力の CO₂原単位が共に高い中国、インドは削減ポテンシャル原単位が大きい。
- ・ 一方、銑鋼比が小さく天然ガスも併用する米国は、削減ポテンシャル原単位が比較的小さい。ブラジルはバイオマスも 2010 年時点で併用しており (図 1 参照)、削減ポテンシャル原単位が比較的小さい。
- ・ ドイツ、韓国、日本を比較すると、CO₂削減ポテンシャル原単位が大きい順に、韓国、ドイツ、日本となる。韓国の方がドイツより銑鋼比が大きく石炭主体の燃料構成のため CO₂削減ポテンシャルが大きい。日本は BAT 普及による CO₂削減余地がかなり小さく、本推計では転炉鋼生産による全 CO₂排出の 1%程度に留まる。

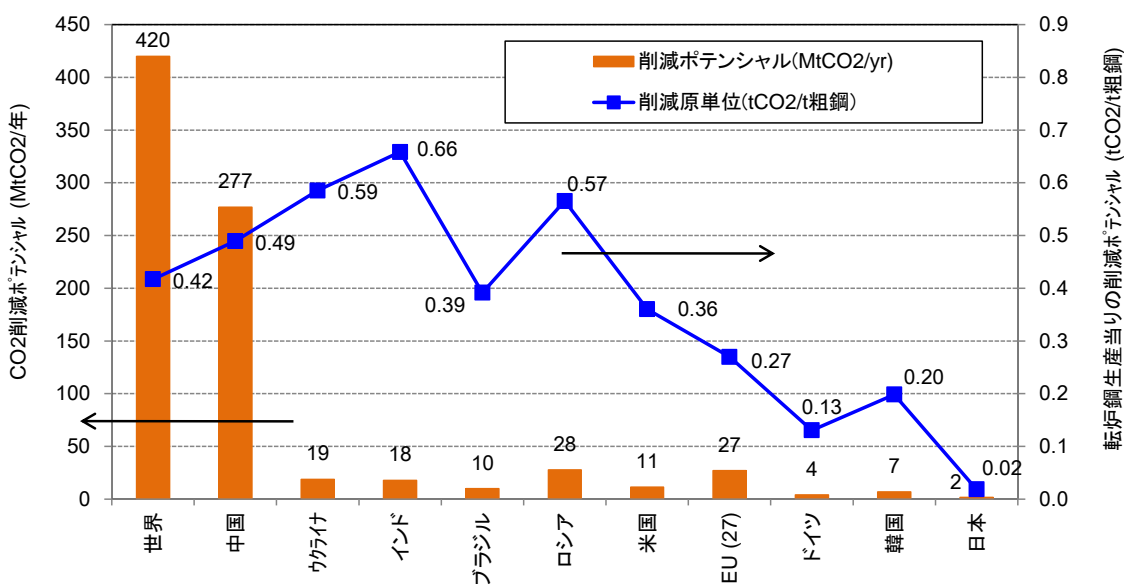


図 2 CO₂削減ポテンシャル RITE 推計値 (2010 年)

- 注1) 参照した転炉鋼生産量とエネルギー原単位は共に 2010 年値
 注2) EU(27)の削減ポテンシャル 27(MtCO₂/年)には、ドイツ分も含む

3. IEA 分析と RITE 推定の比較

IEA は CO₂ 削減ポテンシャルについて ETP 2008[2]に、省エネポテンシャルについて ETP 2010[3]や ETP2012[4]に提示している。ここでは比較のため ETP 2008[2]、ETP 2012[4]を図 3、図 4 にそれぞれ示す。また以上説明した RITE 推計結果について図 5 に 2005 年時点、図 6 に 2010 年時点のものを示した (図 5、図 6 は共通の推定方法による)。

Figure 16.8 ▶ CO₂ emission reduction potentials in 2005, based on best available technology

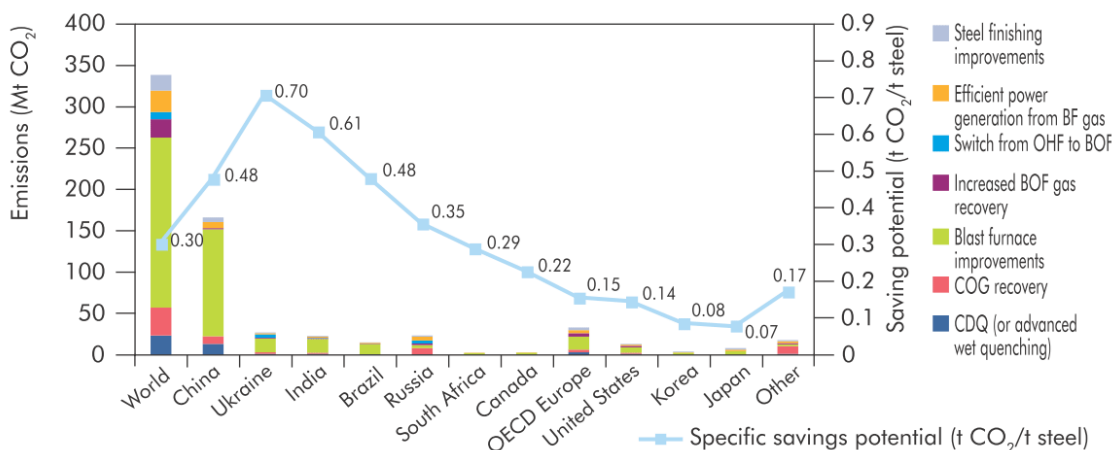


図 3 IEA ETP2008[2]に示された CO₂ 削減ポテンシャル (2005 年時点の評価)

注) 右軸の CO₂ 削減ポテンシャル原単位は「全粗鋼当たり」である点に注意が必要

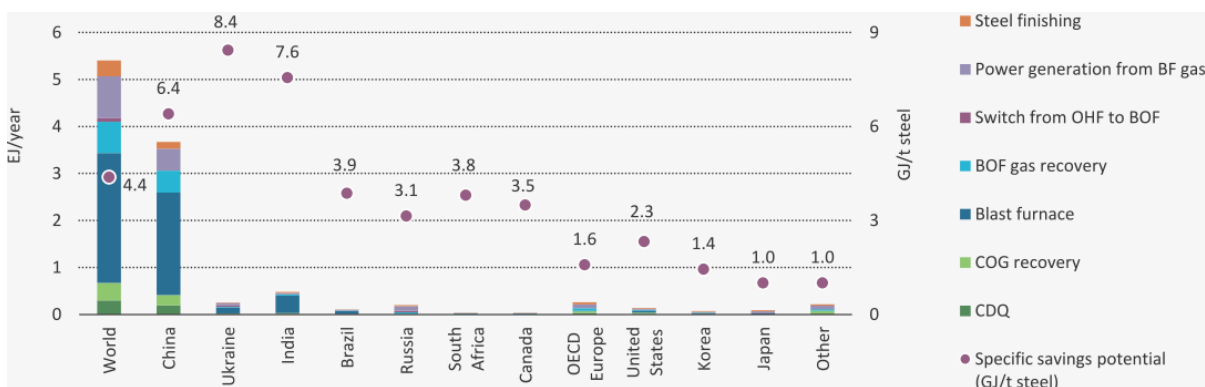


図 4 IEA ETP2012 [4]の Fig 12.7 に示された省エネポテンシャル (2009 年時点の評価)

注1) 右軸の省エネポテンシャル原単位は「全粗鋼当たり」である点に注意が必要

注2) 「2 割の削減ポテンシャル」と本文中に明記されていることから推測すると、本図は「最終エネルギー削減ポテンシャル」ではなく「一次エネルギー削減ポテンシャル」である。

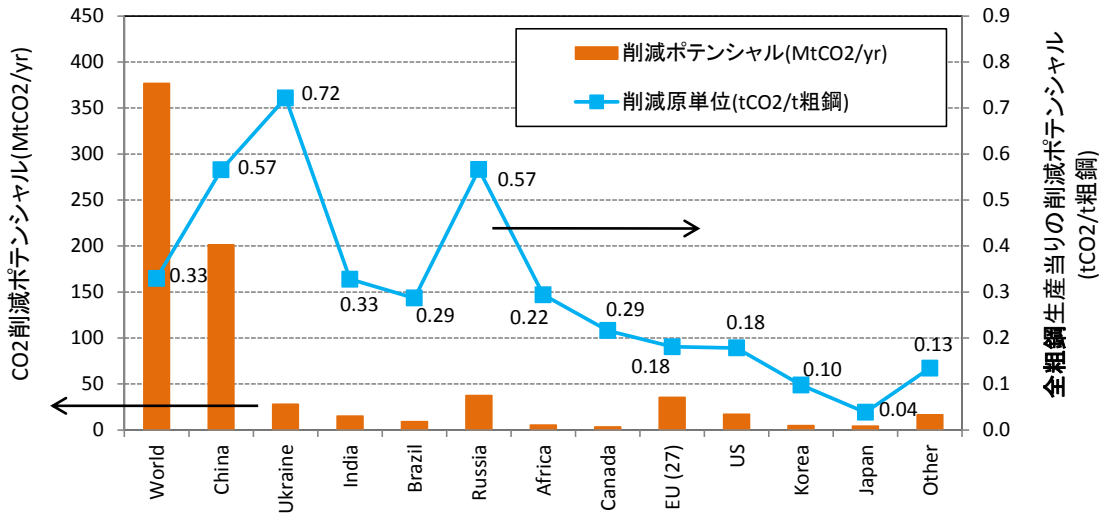


図5 CO₂削減ポテンシャル RITE 推計値 (2005年時点の評価、参考図)

- 注1) IEA 分析との比較のため、IEA 分析と同様に CO₂ 削減ポテンシャル原単位 (右軸) を「全粗鋼あたり」で表示した (ただし RITE 分析では電炉でのエネルギー効率改善は考慮していない点に注意が必要)
- 注2) 粗鋼生産量、エネルギー原単位は 2005 年値

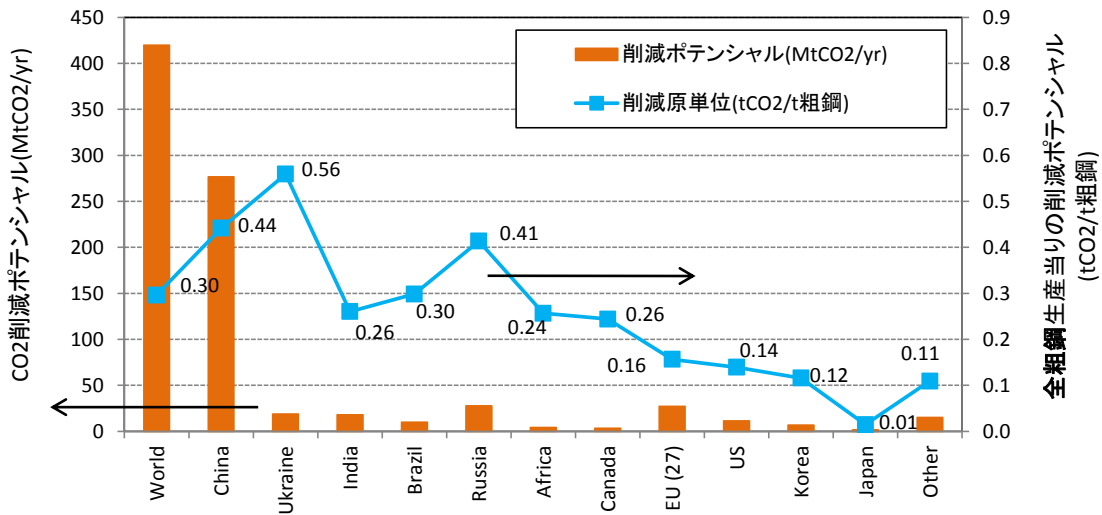


図6 CO₂削減ポテンシャル RITE 推計値 (2010年時点の評価、参考図)

- 注1) 本図は図2と同じデータを用いつつ、右軸を「全粗鋼当たり」で示した
- 注2) 粗鋼生産量、エネルギー原単位は 2010 年値

世界合計のポテンシャルの比較

図3 (ETP 2008[2], 2005年時点評価) による世界計のCO₂削減ポテンシャルは3.4億tCO₂である。一方、2005年時点RITE推計によるCO₂削減ポテンシャルは3.8億tCO₂である(図5)。地域別に見ると、RITE推計と比較しIEA ETP 2008[2]の方が中国、ロシアでのCO₂削減ポテンシャルが小さい。RITE推計では後付対策のみならず既存設備も全てリプレースされ、各BATが理想的に省エネ性能を発揮する場合を想定している(つまり地域に差異を設けず一律に21.2GJ/t粗鋼を適用)。IEA分析では、中国やロシアの既存設備の残存を前提としている可能性が示唆される。とりわけ2005年時点では中国の小型高炉比率が高く[9]、この扱いについてRITE推計とIEA分析の間に差異があるものと考察される。

2009年及び2010年時点の結果について比較する。図4 (ETP 2012[4], 2009年時点評価) による世界計の省エネポテンシャルは5.4EJである。5.4EJがどの程度のCO₂削減量に相当するか明記されていないが、EPT2012[4]の本文中に「400MtCO₂より多くのCO₂排出が回避されうる」との記載がある。そのため世界計に関して、IEA ETP 2012[4]はRITE推定の4.2億tCO₂(図6)とほぼ同じ水準の削減ポテンシャルを示していると言える。

また中国についても、図4と図6の間で比較的近い水準を示している。

地域別のポテンシャルの比較

- ・ IEA分析の方がインドの削減ポテンシャルを大きく見込んでいる。RITE推計ではインドの鉄鋼比を1.025へ補正し評価しているが、この補正による影響が大きいと考察される。
- ・ IEA分析の方がロシアの削減ポテンシャルを小さく見込んでいる。これは2005年時点のみならず2009年及び2010年時点の分析においてもそうである。上述の通りRITE推計では後付のみならず既存設備も全てリプレースされる場合を想定しているためと考察される。
- ・ 上記中国、インド、ロシアを除くと、IEA分析とRITE推計の間での地域差異は、比較的小さい。

以上をまとめると、IEA分析とRITE推計は元となる諸前提に差があると考えられるため、細かい点では差異がある。その一方、世界全体のCO₂削減ポテンシャルは、近いレベルの水準を互いに示している。個別の地域について見てみると、インド、ロシアで差異があるがその一定程度は前提の差異で説明されうる。

IEAは分析の諸前提を明らかにしていないが、RITE推計と比較することでIEA分析が持つ意味についても考察が可能となる。このように各国の鉄鋼部門の現状やBAT普及による効果を定量的に示した基礎データの厚みを増すことは、データの信頼性を確認し説得力を増すためにも重要である。

4. まとめ

本レポートでは、2010年時点の地域別転炉鋼エネルギー原単位[1]に基づき、BAT普及によるCO₂削減ポテンシャルを推計した。世界のCO₂削減ポテンシャルは2010年時点の転炉鋼生産量を前提に4.2億tCO₂と推計された。削減ポテンシャル原単位は、世界に広く分布している。2010年時点では既に生産規模が大きい中国の削減ポテンシャルが目立つが、今後、鋼材需要の増加が見込まれる東南アジア、南アジア（例えばインド）など含め、省エネ技術普及を加速することがとりわけ重要である。

日本についてはBAT普及により2百万tCO₂程度（鉄鋼部門CO₂排出の1%程度）の削減ポテンシャルにとどまった。本分析では省エネ技術のみをBATとして扱っており、廃プラ利用などCO₂削減に特徴を持つ技術は扱っていない。より高い削減を目指す場合は、廃プラ利用のさらなる拡大といった対策も求められる。

以上のRITE推定はIEA分析とおおよそ整合的な結果と言える。IEAは分析の諸前提や欧州内の国別データを提示していないが、RITE推定はこれらを提示しているという差異がある。このような厚みのある基礎データを基に、BAT普及によるCO₂削減を世界全体で検討し実行していくことが重要である。

参考文献

- [1] RITE, 「2010年時点のエネルギー原単位の推計（鉄鋼部門-転炉鋼）」, 平成24年9月25日. http://www.rite.or.jp/Japanese/lab/sysken/about-global-warming/download-data/Comparison_EnergyEfficiency2010steel.pdf
- [2] IEA, Energy Technology Perspectives 2008, 2008.
- [3] IEA, Energy Technology Perspectives 2010, 2010.
- [4] IEA, Energy Technology Perspectives 2012, 2012.
- [5] Junichiro Oda, Keigo Akimoto, Toshimasa Tomoda, Miyuki Nagashima, Kenichi Wada, Fuminori Sano, International comparisons of energy efficiency in power, steel, and cement industries, Energy Policy, 44, pp.118-129, 2012.
- [6] worldsteel, Steel Statistical Yearbook, 2006-2011.
- [7] 小田潤一郎, 秋元圭吾, 「鉄鋼部門の地域別エネルギー効率の評価」, Short Paper, 日本エネルギー学会誌, 88(11), pp.1009-1016, 2009.
- [8] IEA, Energy Balances of OECD/Non-OECD Countries 2012, CD-ROM, 2012.
- [9] 小田潤一郎, 秋元圭吾, 和田謙一, 長島美由紀, 佐野史典, 「中国における中小規模製鉄所の存続理由の考察」, 第31回エネルギー・資源学会研究発表会, 11-5, (2012)