

2022年3月3日

2019年時点のエネルギー原単位の推計 (鉄鋼部門-スクラップ電炉鋼)

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)
システム研究グループ

TEL: 0774-75-2304 E-mail: sysinfo@rite.or.jp

秋田大学大学院国際資源学研究科
小田潤一郎

TEL: 018-889-3277 E-mail: oda@gipc.akita-u.ac.jp

背景

- ✓ 早期かつ実効性のあるGHG排出削減を進めるためには、世界の地域別GHG削減ポテンシャル、その基礎となるエネルギー原単位の把握が必要である
- ✓ 既に提示した一貫製鉄所のエネルギー原単位の推計結果に加え、今回提示する電炉鋼の結果を用いることにより、鉄鋼業全体でのGHG削減ポテンシャルを算定することが可能となる
- ✓ カーボンニュートラルへの言及が増えつつあるが、その前にこのような基礎情報を広く共有することが重要である

目的

- ✓ 電炉鋼の比較可能なエネルギー原単位の推計値(2019年)を主要製鉄国別に示し、温暖化対策の議論に資すること

分析の枠組み

- ✓ エネルギー原単位は、粗鋼生産量当たりの一次エネルギー消費量(単位: GJ/t粗鋼)とする
 - 電力は全地域で $1\text{MWh}=3.6\text{GJ}\div 0.333=10.8\text{GJ}$ にて一次エネルギーへ換算
- ✓ スクラップを鉄源とし、普通鋼の鉄鋼製品を製造する場合を想定(次の【】内が評価対象)

スクラップ収集・運搬→事前処理→炉前に配送→【予熱→電炉→二次精錬→CC→加熱炉→熱延】→仕上・最終加工→鉄鋼製品出荷
- ✓ 以下の手法を組み合わせることにより、地域別のエネルギー原単位を推定する

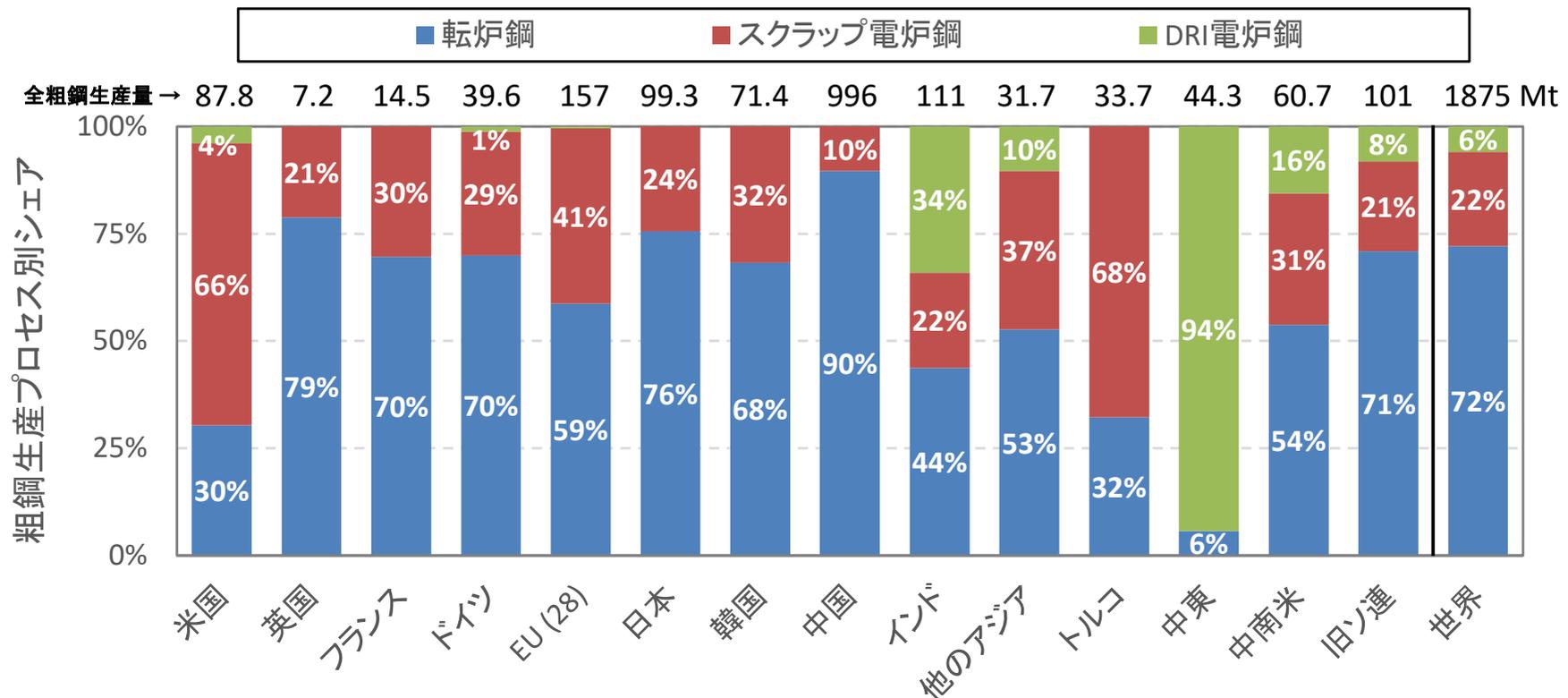
	A: エネルギー原単位の絶対値を参照	B: 2015年比のエネルギー原単位変化率を参照*
1. 米国Association for Iron and Steel Technology (AIST)発刊の「2020 EAF Roundup」を参照	手法A1	手法B1
2. 各地域の個別統計を参照	手法A2	手法B2
3. IEA統計(エネルギーバランス表)を参照	手法A3	手法B3
4. 2015年以降の電炉新設比率を参照		手法B4

※ 2015年時点のエネルギー原単位は、RITE既存推計(https://www.rite.or.jp/system/global-warming-ouyou/download-data/Comparison_EnergyEfficiency2015steelEAF.pdf)を参照

鉄鋼生産方式の集約・整理

- ✓ 電炉の鉄源として、スクラップのみならず直接還元鉄DRIや銑鉄も広く利用されている
- ✓ 本分析では、鉄鋼生産方式を 1)転炉鋼、2)スクラップ電炉鋼、3)DRI電炉鋼、に集約・整理した
- ✓ 本分析は、鉄源の100%がスクラップであると定義した「2)スクラップ電炉鋼」に着目する

鉄鋼生産プロセス別シェア(2019年)



Roundup data is based on information submitted in the third quarter of 2019.

Company and location	No. furnaces	Start-up year	Original furnace manufacturer	Furnace type	Tap-to-tap time (min.)	Avg. heat size (metric tons)	Equipped with			Charge materials (% of charge)		Power (kWh/metric ton)	Consumptions	
							Sidewall: refractory, panel, spray	Roof: refractory, panel, spray	Oxy-fuel burners	Scrap	Alternative iron		Oxygen (Nm ³ /metric ton)	Natural gas (Nm ³ /metric ton)

Argentina

Aceros Zapla SA Palpala, Jujuy	2	—	SMS Siemag	—	150	24	—	—	No	—	—	—	—	—
-----------------------------------	---	---	------------	---	-----	----	---	---	----	---	---	---	---	---

出典) AISTの公開版サンプルなどを一部抜粋

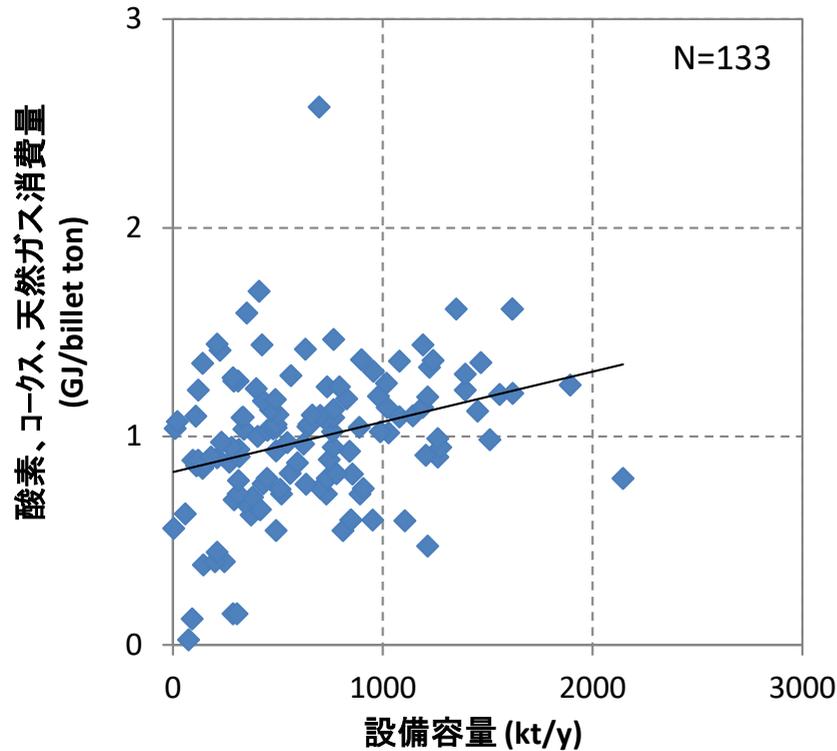
- ✓ 本AIST資料は、北米、南米などのAIST参加企業が報告した電炉データに基づく
- ✓ 生産容量、鉄源比率、電力原単位(kWh/t)、天然ガス原単位(Nm³/t)などが、電炉ごとに記載されており、有力な情報源の一つ
- ✓ ただし、一部、N/A項(表中では「—」と表記)も散見される

AIST「2020 EAF Roundup」のカバレッジ

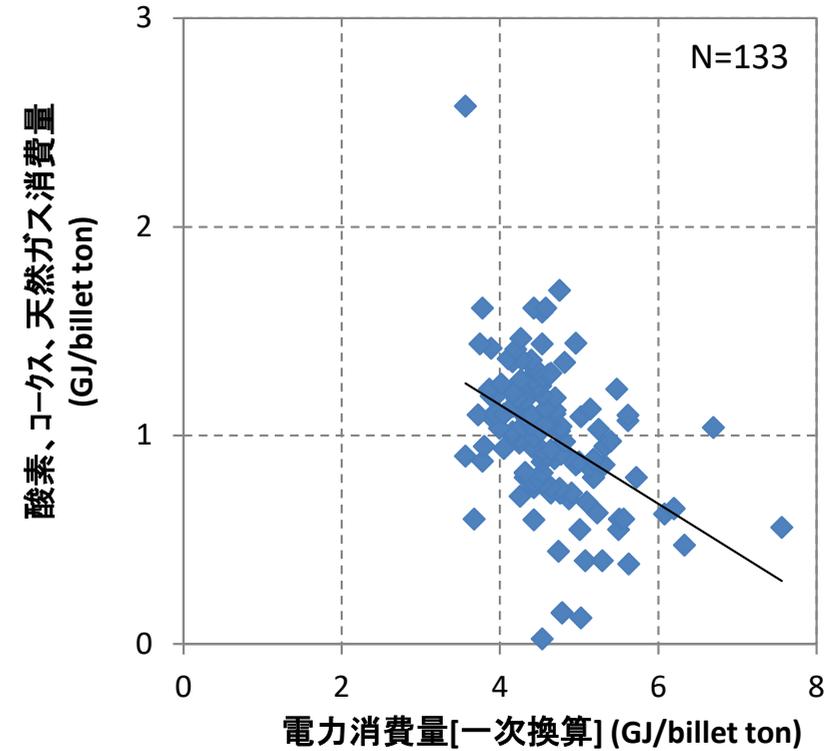
	AISTに記載されている電炉基数	AISTカバー率(電炉鋼生産量ベース・概算)	AISTに記載されている電炉のN/A項の比率(概算)
カナダ	19	100%	10%
米国	131	100%	20%
メキシコ	17	75%	25%
ブラジル	12	44%	5%
コロンビア	7	100%	15%
エクアドル	3	100%	75%
ペルー	2	46%	30%
チリ	3	100%	0%
アルゼンチン	8	100%	31%
ウルグアイ	1	100%	0%
ドイツ	1	10%	0%
イタリア	11	57%	5%
オーストラリア	3	100%	0%
計	218	78%	18%

補足)2019年の電炉鋼生産量に基づく概算値

設備容量と酸素・コークス・天然ガス
原単位の関係



電力消費原単位と酸素・コークス・天然ガス
原単位の関係

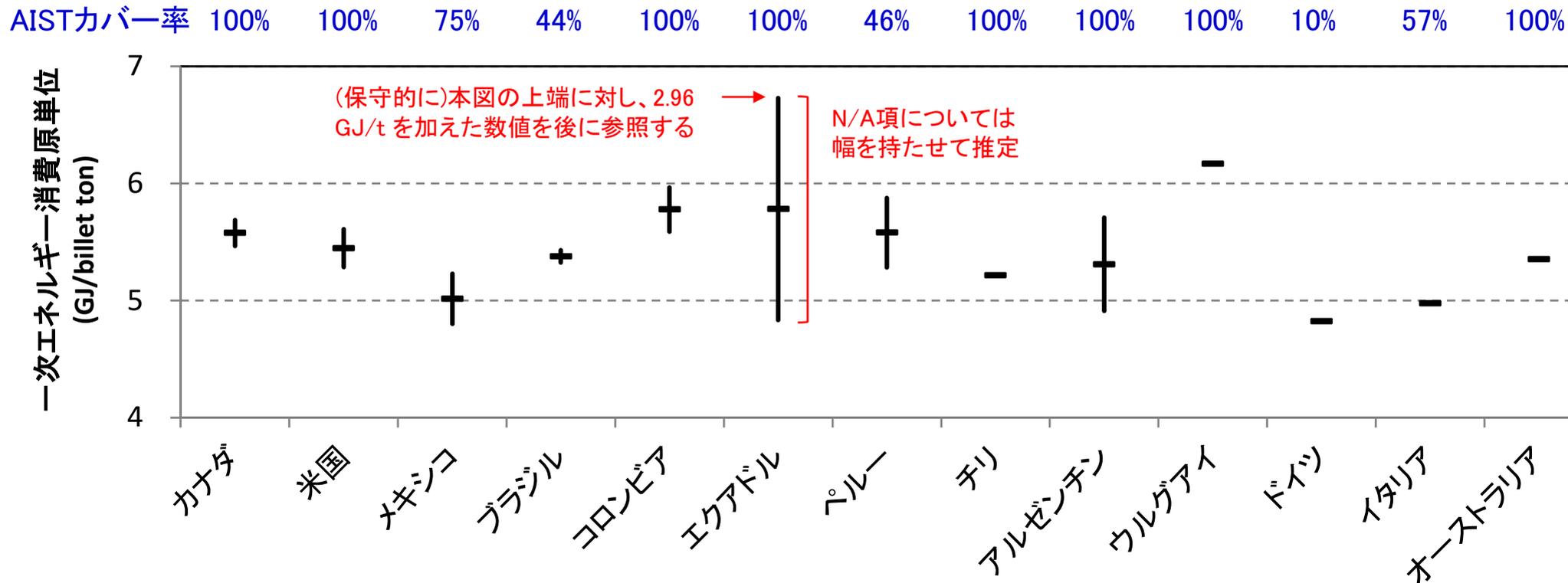


✓ 以上の関係に基づきN/A
項をさらに補間した

補足1) 酸素は $6.48\text{MJ}/\text{Nm}^3\text{-O}_2$ にて一次エネルギー換算した
補足2) 本AIST資料にコークス消費量の記載はない。本分析では、一般に酸化精錬の後に還元精錬を行うことを背景とし、酸素投入量に比例してコークスを投入すると仮定した(Toulouevski and Zinurov, 2010)。

AIST「2020 EAF Roundup」に基づく推定結果

電炉の一次エネルギー原単位の推定値
 (鉄源の100%がスクラップである場合に補正済み)



- ✓ 上図のエネルギー消費は電炉のみカバーしている
- ✓ 上図の上端に対し、二次精錬、連続鋳造、加熱炉、熱延設備などのエネルギー消費分 2.96GJ/t を加えた上で、後に参照する (2.96GJ/tを加えることにより、統合的なバウンダリーとなり、他の推計値と比較可能となる)

各地域の個別統計を参照する手法

欧州

- ✓ 欧州については Eurostat [下図のEnergy Balances (2022 edition)] を参照し推計を行った
→ 例えば、ドイツについて次の推定値が得られた A2: 8.4 GJ/t B2: 8.6 GJ/t

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances>

The screenshot shows the Eurostat website interface. At the top, there is a navigation bar with the Eurostat logo, a search bar, and links for 'Sign In | Register', 'Cookies | Privacy policy | Legal notice | My alerts | Contact', and a language selector set to 'English' with a 'Translate' button. Below the navigation bar is a main menu with 'News', 'Data', 'Publications', 'About Eurostat', and 'Help'. The breadcrumb trail reads 'European Commission > Eurostat > Energy > Data > Energy balances'. The main content area is divided into two columns. The left column has a sidebar with 'ENERGY' and 'ENERGY BALANCES' sections. Under 'ENERGY BALANCES', there are links for 'Overview', 'Data', 'Main tables', 'Database', 'ENERGY BALANCES' (highlighted in red), 'SHARES (Renewables)', and 'Energy flow diagrams'. The right column contains text explaining that energy commodities (fuels) are mainly bought for their heat-raising properties and can be converted into different products (derived fuels). It states that the energy balance allows to see the relative importance of the different fuels in their contribution to the economy. Below this text are two links: 'Energy Balances in the MS Excel file format (2022 edition)' and 'Energy Balances in the MS Excel file format (2021 edition)'.

日本

- ✓ 総合エネルギー統計(詳細表)に示されている「電気炉」を参照し整理を行った
- ✓ さらに、石油等消費動態統計を参照し、電炉のエネルギー原単位の推計を行った
→ 以上により、次の推定値を得た A2: 7.5 GJ/t B2: 8.3 GJ/t

実施内容

- ✓ エネルギーバランス表に基づき鉄鋼業で使用した正味の一次エネルギー消費量を算定した
- ✓ 典型的な転炉鋼・電炉鋼のエネルギー原単位により、電炉製鉄所で消費したと考えられる一次エネルギーを分離した
- ✓ 特にスクラップ電炉鋼の比率が高い地域において、本手法は参考となる(ただし、エネルギー原単位の絶対値を参照するA3は、本分析バウンダリー外の特殊鋼製造に要するエネルギーも内包することに留意が必要である)

結果(2019年推定値)

単位: GJ/t粗鋼	A: 絶対値を参照 (A3)	B: 2015年比の 変化率を参照 (B3)	【参考】全粗鋼に対する スクラップ電炉比率
米国	11.5	8.5	65.9%
ドイツ	10.6	8.5	28.8%
イタリア	11.3	8.8	82.1%
スペイン・ポルトガル	12.0	8.5	72.9%
トルコ	11.0	9.0	67.8%

2015年以降の電炉新設比率に基づく手法

実施内容

- ✓ 以上のA1～B3の手法をもってしてもなお、十分な情報が得られない地域もある
- ✓ 他方、中国、インド、トルコ、中東のように、2015年以降、電炉新設が相次ぐ地域もある
- ✓ そこで、2015年～2019年に新設された電炉、及びそのエネルギー原単位(想定)により、2019年時点のエネルギー原単位を算定した

OECD諸国: 7.90 GJ/t
 Non-OECD諸国: 8.05 GJ/t (インド除く)
 インド: 8.40 GJ/t

結果(2019年推定値)

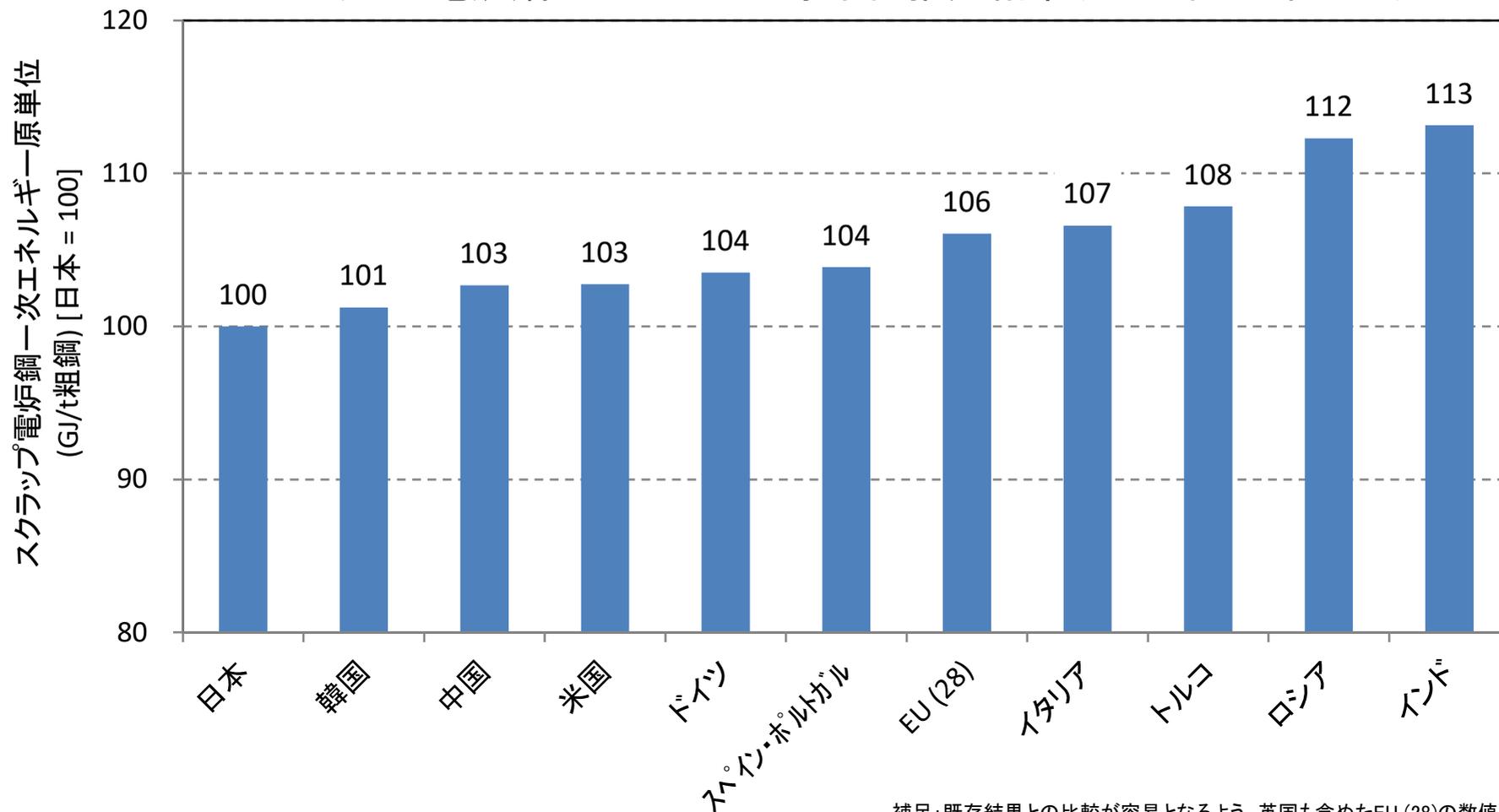
	2015年比の 変化率を参照 (B4)	【参考】2019年時点に おける新設比率
中国	8.4 GJ/t粗鋼	44%
インド	9.1 GJ/t粗鋼	27%
トルコ	8.6 GJ/t粗鋼	24%
中東	8.0 GJ/t粗鋼	42%

補足)2015年～2019年に稼働開始した電炉を「新設」と定義

2019年実績の推計結果(日本=100)

- ✓ 以上の手法A1～B4により得られた推計値を加重平均することにより、次の最終推定結果を得た

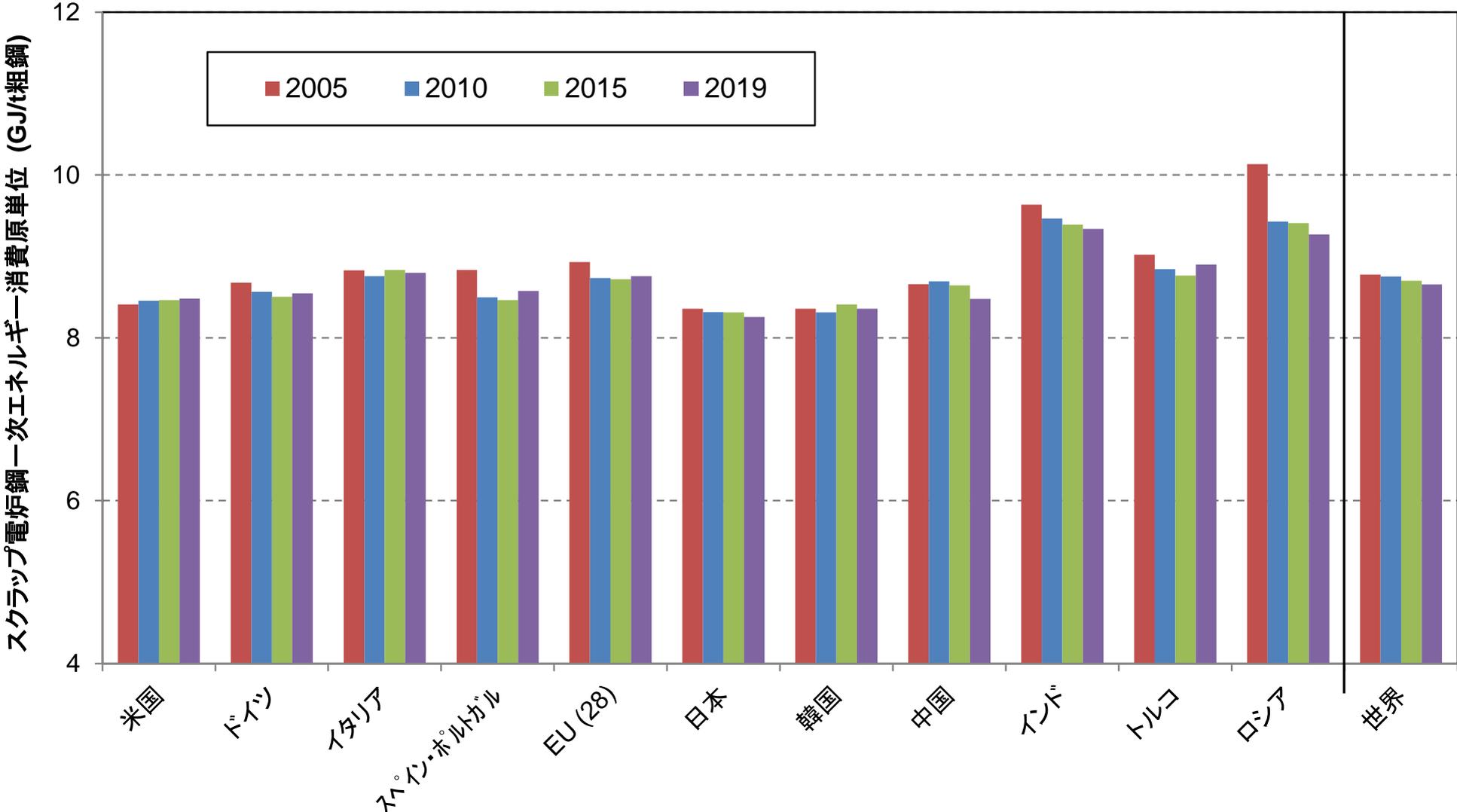
スクラップ電炉鋼のエネルギー原単位推定結果(2019年・日本=100)



補足: 既存結果との比較が容易となるよう、英国も含めたEU (28)の数値を図示する

推定結果 (2005-2019年実績)

スクラップ電炉鋼のエネルギー原単位推定結果



補足: 既存結果との比較が容易となるよう、英国も含めたEU (28)の数値を図示する

まとめ

- ✓ 2019時点において、日本鉄鋼業(スクラップ電炉鋼)は、鉄鋼主要国の中で最も優れたエネルギー原単位を維持している
- ✓ ネットゼロやカーボンニュートラルへの言及が広くなされるようになってきているが、早期にCO₂排出削減を進めるには、国内対策のみならず、世界全体で鉄鋼業における省エネ設備普及(さらには電力の低炭素化)を進めることが重要である

今後の予定

- ✓ 鉄鋼業全体で見たCO₂削減ポテンシャルの評価を行う予定である