

日本における正確な温室効果ガス排出量算定と利用について

Accurate estimation and application of GHGs emissions in Japan

外岡 豊 *

Tonooka Yutaka

To promote GHGs emissions reduction options, for the evidence based policy making, reliable emissions inventory data and energy consumption data are important. Therefore, in this paper, I discuss on the key points of the reliable emissions inventory and energy consumption data analysis. Iron steel production process, commercial building sector, and residential houses are examined.

Keywords : Energy-Consumption, CO₂-Emission, Emission Inventory, Climate-Change,

1. はじめに

日本の温室効果ガス排出削減政策の検討において正確な排出量データと誤解がない利用が望まれる。FCCC 事務局提出用インベントリ報告書は独特の区分になっており国内政策検討には使いにくい部分もあり、また基礎になるエネルギー統計の需給部門区分の定義がわかりにくかったりする。データを使いこなせない人でも間違いなく利用できるよう、わかりやすいデータの整備と利用上の注意点について検討する。

2. 鉄鋼業 CO₂ 排出量：総合エネルギー統計の問題点

総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）の詳細表には鉄鋼業が 15 の工程または業種別に詳細に区分されてエネルギー消費量（固有単位表）、エネルギー単位表（高発熱量換算）、炭素単位表（C 換算）が用意されている。この炭素単位表を 12 分の 44 倍して CO₂ 排出量表を追加作成して用いている。他に非エネルギー起源排出があるが、多くの将来シナリオ研究でもセメント等の非エネルギー排出を分析の対象から外した研究も多く研究者の間でも非エネルギー起源排出を無視したり忘れていることも多い。CO₂ 以外の温室効果ガスについてはその存在は知られているが日本では寄与は低く、対策対象として積極的に考えられていないこともあり分析作業では重視されておらず CO₂ 排出量だけを分析することが多い。

非エネルギー起源排出量については日本国温室効果ガスインベントリ報告書の日本語版から第 4 章 工業プロセス及び製品の使用分野に 4.4.1 鉄鋼製造という部分があり、そこに記述されている。この報告書は FCCC 事務局に日本政

府の公式値として英語版を提出するための作業報告の日本語版である。この Data はエクセル表としても公開されており 1990 年度から現時点では最新 2018 年度までの排出量 Data が得られる。

エネルギー転換部門については第 3 章エネルギー分野の 1. A. 1 エネルギー産業のところに記述がある。

一般の方は研究者や NPO 活動家であっても日本国温室効果ガスインベントリ報告書を読み込む人は少ないだろう。環境省からの国内一般向け公表値は報道発表資料として公開され、この分析では 2018 年度の温室効果ガス排出量（確報値）を用いる。最近 2019 年度の速報値が出されたが、総合エネルギー統計も 2019 年度簡易表が既に公開されている。我が国の温室効果ガス排出量（2018 年度確定版）では CO₂ 排出量について（電気・熱配分前）表と（電気・熱配分後）表がある。ここには非エネルギー起源表が付されているが工業プロセス及び製品の使用の内訳はないので鉄鋼業の石灰石起源分は得られない。

この（電気・熱配分後）表では配分後にもエネルギー転換部門があり、内訳として「製油所、発電所等」と「電気熱配分統計誤差」があるが、その注は次のように書いている。

『エネルギー転換部門の「精油所・発電所等」は、製油所・発電所等における機器の予熱・試運転等に伴うエネルギー消費、エネルギーの製造過程や送配電での損失を表し、「電気配分統計誤差」は、発電及び熱発生に伴う排出量を最終部門に配分する前後の差を表す。電気配分統計誤差が負の値をとるのは、統計誤差を除いた最終部門等へ配分する排出量の積み上げが発電及び熱発生に伴う排出量の総量を上回る場合である。』

この注記は適切とは考えにくい。冒頭にある機器の予熱・試運転等の寄与が大きいとは考えにくい。送配電での損失

*埼玉大学名誉教授 早稲田大学招聘研究員
〒251-0027 神奈川県藤沢市鶴沼桜が岡 1-6-11
E-mail : environ2@gmail.com

とあって、揚水発電の損失を含むと書いてないが、揚水発電の損失は無視できない大きさを占めている。また石炭製品の製造、詳しくはコークス製造と副生ガス発生回収が含まれるが『石炭製品』という記述がないのでそれが含まれていることを読者は想起しにくい。この内訳で、いわゆる所内消費も主要な損失部分であるが、『所内消費』が含まれると明記されていない。

鉄鋼業のエネルギー消費量と CO₂ 排出量について国の公表値をそのまま用いると実態とかなり違った値になる。その算定に際しての集計方法や項目の定義など附属すべき報告書がないので、Data 利用者はこの Data から間違っただけの実態を正しい値として受け止め誤解を招く恐れが大きい。

鉄鋼業からはエネルギー起源の他に石灰石と電気炉の電極から CO₂ 排出があるが、総合エネルギー統計には、他にそのような排出があるとは書いていないので、この表の値がすべてだと思いきむ人が多いだろう。

表 1 は総合エネルギー統計の鉄鋼部門のうち高炉転炉鋼相当分を抽出し、それを鉄鋼生産量当 CO₂ 排出量原単位として解析してその数値の妥当性を検討したものである。真値を知るための比較検証素材として JFE 社と日本製鉄の環境報告書から得られた数値を用いた。そのため電炉鋼を含む鉄鋼業全体ではなく高炉転炉鋼だけに該当する数値を作成して比較した。総合エネルギー統計の燃料電力合計を求め、これを高炉転炉鋼生産量当たり換算すると 1.84tCO₂/t-s になったが、両社の実績値は JFE2.03、日鉄 2.02 であり、総合エネルギー統計は過少である。この理由はコークスと原料炭および副生ガスからなる石炭製品分がエネルギー転換部門として計上され、鉄鋼部門に算入されている値がかなり小さいからである。これを国別報告書のエネルギー転換部門、「石炭製品」を全て鉄鋼業に計上することで補正すると 2.06 tCO₂/t-s になった。鉄鋼業向け以外のコークス及び石炭系副生ガスはあるが、その割合は小さいと仮定した補足推計値である。また上述の「電気・熱配分後」であっても転換損失分は鉄鋼業には計上されていないため環境報告書より、その分低めになっている。この分を国別報告書の電気配分後・事業用発電排出量 42,770ktCO₂ を最終消費需要家向け電力供給量の構成比で

転炉鋼生産用電力分に配分して加算すると 2.09 tCO₂/t-s になった。2.06 tCO₂/t-s、2.09 tCO₂/t-s とともに両社の実績値よりやや大き目であるのは妥当な水準であろう。これに非エネルギー分を加算すると国別報告書値は 2.16 tCO₂/t-s になったが、日鉄社では石灰石起源分の CO₂ 排出量に関する記述がなく、推計がある JFE 社は 2.13 tCO₂/t-s であり、妥当な値と判定される。なお神戸製鋼の環境報告書ではこの比較に利用できる数値が得られなかったため、2 社との比較になったが、表 1 の生産量との比較から神戸製鋼を含む 3 社以外の転炉鋼生産量は 263 万トンになった。これは特殊鋼等の生産であろう。高炉転炉鋼生産量と両者の鉄鋼生産量合計を比べると 88%に相当し原単位推計比較に耐える十分な精度が得られていると考える。この比較からわかったことは、総合エネルギー統計の該当項目値は非エネルギー分を含む真値の 85%相当であり、15%も低め値を真値と誤解する可能性があるという事を確認した。

3. 業務建物と業務その他部門

かねてからエネルギーバランス表の『業務他(第三次産業)部門』(以下、前者)は純粋に民生部門における業務建物のエネルギー消費量、CO₂ 排出量よりかなり大きい値になっていることを指摘して来た。この傾向はエネルギー経済研究所の EDMC エネルギー・経済統計要覧(以下、後者)における業務部門についても同様、前者ほどではないが過大な傾向がある。EDMC とは The Energy Data and Modeling Center、日本語組織名、計量分析ユニットの略称である。このエネルギー需要部門名は『業務部門』となっているが、その数値は業務・その他部門に相当するものである。なお、この要覧には業務部門の内訳になる建物用途区分が示されているが、データ作成方法の説明は一切ない。

2018 年度値について比較すると前者の『業務他(第三次産業)部門』エネルギー消費量合計は 2,058PJ である。後者は 10¹⁰kcal 単位で表示されているが換算すると 1,663PJ になる。

筆者は独自に業務建物の建物用途別・エネルギー用途別・エネルギー種類別エネルギー消費量とその CO₂ 排出量を推計して来たが、近年推計に使う基礎統計が廃止、簡略化されたため元来の手法での推計はできなくなっている。使える統計を組み合わせ、やや古い年次からの延長推計も織り交ぜて推計した結果 1,444PJ となった。この業務建物だけを対象にした推計と前者の『業務他』部門とは定義が異なると考えた方がよい。前者は産業用等、業種を特定できなかった消費が、この部門に計上されており、業務建物のエネルギー消費ではないものがかかなり多く含まれている。そ

表 1 高炉転炉鋼生産トン当 CO₂ 排出量 2018 年度

	国別報告 転炉鋼	JFE社	日本製鉄
鉄鋼生産量 1000t-s/年度 万t-s/年度	7,685	2,631	4,100
燃料電力 tCO ₂ /t-s tCO ₂ /t-s	1.84		
石炭製品加算 tCO ₂ /t-s	2.06		
さらに電力転換分加算 tCO ₂ /t-s	2.09	2.03	2.02
さらに石灰石分加算 tCO ₂ /t-s	2.16	2.13	

れ故、業務建物のエネルギー消費量を100%とした相対比を計算するとエネルギー合計で143%、燃料合計では245%に相当する大きな値になっている。その他部分がかんりの割合を占めているが、これを業務ビル分と誤解する人が多いだろう。

燃料種類別に検討すると電力に関してはどのような手法で正確な推計ができるのか信頼できる基礎統計がないに等しいのではないか。最近都区部等で新築される大型業務建物は特別高圧契約で産業用大工場と区別できない。また電力の自由化により旧来の十電力以外の電力供給会社の供給流も大きくなっており、電気事業者からの購入の他にコージェネレーションによる自家発電もあり熱供給、熱の自家消費との按分計算が必要になり、その計上は複雑で、総合エネルギー統計詳細表でも陽表的扱いはされていない。都市ガスに関してガス事業統計で販売量が得られるが、その商業用とその他用販売量より総合エネルギー統計の業務他部門の値は大きい。これは工業用が一部、この業務他部門に計上されていると解釈できれば整合的ではあるが、明確な解析はできない。LPGについては家庭用も業務用も正確な販売量がわからないが総合エネルギー統計の業務用は18.1Jと都市ガスに比べてかなり小さい。

後者は都市ガスとLPGの合計をガス消費量として計上しているが、377PJとなっており、都市ガスとLPGの内訳はわからない。都市ガスに関しては3次産業を含め販売量を業種別集計した統計表が業界内部には存在するらしいが、それを公開すべきである。その際にコージェネレーションや地域暖冷房等、単純でない消費を伴う販売先に関して詳しい集計がほしい。LPGは販売業者を通じた情報収集を行うことが望まれる。LPGは現状では統計がないに等しい。

さらにわからないのが重油、灯油消費である。最近ヒートポンプが寒冷地でも普及してきているので石油ボイラで暖房給湯を行う建物は少なく、その消費量はかなり少なくなっているものと予想するが根拠となる基礎統計はないに等しい。総合エネルギー統計ではその他相当の石油製品が大量に計上されているため、これを業務建物の消費と誤解する人が多いだろうと懸念される。石炭消費についても業務建物での石炭消費はほとんどゼロに近いと想像されるが後者では26PJもの石炭が計上されており明らかに過

表2 業務他部門と業務建物のエネルギー消費量 Data 比較 2018年度

	総合エネルギー統計 業務他 (第3次産業)	総合エネルギー統計 業務 (第3次産業)	エネルギー・ 経済統計要覧 業務部門	個別統計 ガス事業 商業+他	独自推計 業務建物
エネルギー計	2,058	1,632	1,663		1,444
電気	1,069	995	1,047		995
ガス	384	354	377		369
都市ガス	383	336		306	306
LPG	18	18			63
重油 [?] 灯油	602	213	188		81
A重油	121	111			64
C重油	349	63			0
灯油	132	102			17
石炭	0.60	0.60	26		0
熱	3	3	26		0
燃料(軽油他除)計	896	571	590		449
軽油	156	33			0
他石油製品	50	0			0
燃料(軽油含)計	1,103	604	616		449

*a:水道業、廃棄物処理業、自動車修理業、機械等修理業、分類不能・内訳推計誤差を除外後

表3 業務他部門と業務建物のエネルギー消費量相対比業務建物=100%

	総合エネルギー統計 業務他 (第3次産業)	総合エネルギー統計 業務*a (第3次産業)	エネルギー・ 経済統計要覧 業務部門	個別統計 ガス事業統計 商業+他	独自推計 業務建物
エネルギー計	143%	113%	115%		100%
電気	107%	100%	105%		100%
ガス	104%	96%	102%		100%
都市ガス	125%	110%		100%	100%
LPG	29%	29%			100%
重油 [?] 灯油	747%	265%	233%		100%
A重油	189%	174%			100%
C重油					
灯油	801%	617%			100%
石炭					
熱					
燃料(軽油他除)計	199%	127%	131%		100%
軽油					
他石油製品					
燃料(軽油含)計	245%	134%	137%		100%

*a:水道業、廃棄物処理業、自動車修理業、機械等修理業、分類不能・内訳推計誤差を除外後

大推計であろう。

こうして業務建物に関してはどのエネルギー種類においても消費実態を知る上で信頼できる基礎統計がないに等しく、さらに定義が異なる、「その他部門」の混入もあるので実際より過大な値が業務建築の対策検討の基礎の使われている懸念がある。しかし多くの業務建物ではいわゆるビルマルチと呼ばれる電動圧縮機の小型冷凍機による分散空調が行われており、中小業務建物での省エネルギーは新しい高効率型に更新することで容易に実現される。対策検討に際して特定の自治体や街区でエネルギー消費実態調査を行うとする提案もなされるが、業務建物は地域、建物それぞれで特異性は乏しく、手間暇かけてアンケート調査の配布や集計をしなくても対策は実施できる。

問題はマクロな全体量を正確に推計したい場合に利用できる既存統計がどれも信頼性が低いことである。業務建物のエネルギー消費量は電力が多いので電気事業者が供給先に対してデータ利用について承認承諾を得ておき、ビッグ

表4 総合エネルギー統計 業務他(3次産業)のエネルギー種類 2018年度

エネルギー種類	CO2	CO2	CO2	エネルギー	エネルギー	エネルギー
	業務他(第三次産業) GgCO2/年度	除外分 GgCO2/年度	業務-除外分 GgCO2/年度	業務他(第三次産業) PJ/年度	除外分 PJ/年度	業務-除外分 PJ/年度
石炭+		53	0	53	599	0
石油製品+	35,377	17,094	18,283	509,208	244,275	264,933
石油製品・LPG除	34,290	17,084	17,206	491,073	244,105	246,968
燃料油	30,587	13,381	17,206	441,013	194,045	246,968
ジェット燃料油	1,808	1,808	0	26,501	26,501	0
灯油	9,076	2,085	6,991	132,327	30,397	101,930
軽油	10,779	8,513	2,265	156,438	123,558	32,880
重油+	8,924	975	7,949	125,746	13,588	112,159
A重油	8,575	689	7,887	121,035	9,722	111,313
C重油+	349	286	63	4,711	3,866	845
他石油製品+	4,790	3,713	1,077	68,195	50,230	17,964
他石油製品-LPG	3,703	3,703	0	50,060	50,060	0
潤滑油	1,654	1,654	0	22,684	22,684	0
他重質石油製品	2,048	2,048	0	27,375	27,375	0
LPG	1,088	10	1,077	18,135	171	17,964
都市ガス+	19,687	2,495	17,192	384,367	48,547	335,820
一般ガス	19,618	2,427	17,192	383,219	47,399	335,820
簡易ガス	69	69	0	1,148	1,148	0
Σ燃料計	55,118	19,589	35,528	893,025	292,823	601,351
再生可能エネルギー(水力を除く)	0	0	0	4,628	0	4,628
うち太陽熱	0	0	0	847	0	847
うちバイオマス	0	0	0	3,781	0	3,781
電力寄与+	141,069	18,634	122,434	1,140,565	146,246	994,319
事業用電力	130,975	11,796	119,180	1,068,672	96,247	972,426
自家用電力	10,093	6,839	3,255	71,892	49,999	21,893
自家用蒸気	1,768	3	1,765	42,466	5,823	36,643
熱供給	1,146	0	1,146	3,016	0	3,016
Σエネルギー計	197,332	39,370	157,962	2,041,235	439,069	1,603,314
総合計エネルギー利用	195,848	36,114	159,734	2,057,551	425,171	1,632,380
非化石-利用	3,703	3,703	0	50,060	50,060	0
総合計/帰属排出	199,551	39,816	159,734	2,107,611	475,231	1,632,380

除外分：水道業、廃棄物処理業、自動車修理業、機械等修理業、分類不能・内訳推計誤差

データ時代に個別実態を社会的に活用できるように自動的にデータが取れるシステムを構築すべきである。

4. 家庭と住宅

住宅のエネルギー用途構成は暖房、冷房、給湯、厨房、家電機器、照明に区分することが多いが、用途の定義があいまいで、その内訳が説明されないことが多い。EDMCでは「動力他」という区分があって、ここに照明が含まれているが、用途区分名称を「照明動力」とは書いていない。厨房の定義がまちまち、あいまいで、研究により異なる場合があるが、その定義の説明がなくては正しく解析できないし、対策効果分析に応用しにくい。環境省の家庭CO2統計調査では厨房用は「台所コンロ用」という区分で調理コンロだけが計上され、他は厨房用家電一切が「照明・家電機器等」に含まれる。冷蔵庫が照明と一緒に区分に入れられていて分離できないので冷蔵庫を買い換えたらどのくらい省エネ、CO2排出削減になるか、等の対策検討ができない。炊飯器、電子レンジ、トースター、最近では食洗器もあり、ガス炊き台所給湯器が設置されている場合も多いが、それらは用途として厨房用に使われるのであるから、それらを含んだ厨房用区分が望ましい。かつては毎年出る「電力需給の概要」(俗称青本)に家電機器別の電力需要構成比が示されていたが、単なる想定であって実態ではない等と言われて掲載されなくなってしまい、用途

別分解に参考にできる資料を得にくくなってしまった。電気はどの用途にも使われるが、多くが照明・動力に計上されているのは使いにくい。機器別の効率向上や稼働時間の変化等、エネルギー消費量とCO2排出量の削減効果を定量検討する上で使える用途区分ができる現況データがほしい。給湯用に関しては風呂、シャワーだけなのか、台所給湯機もそこに含まれるのか、用途区分の定義を明示してほしい。環境省家庭CO2統計については調査票を再検討して、冷蔵庫を独立させるなり、家電機器の構成に関して対策評価を行いやすい基礎データにしてほしい。

家庭と住宅の使い分けは、これも用語があいまいであるが、自家用車の燃料を家庭用を含む場合と含まない場合がある

のは、混乱を招くものになる。「住宅用」と表記して自家用車燃料を含むことは考えにくい、プラグイン電気自動車の蓄電池を家庭用にも併用する等、家庭の電源と自家用車が不可分な形態が新たな混乱要因となる恐れがある。

5. エネルギー消費量の1次エネルギー評価について

私はエネルギー消費とCO2排出量の分析において2次エネルギーで評価してきた。1次エネルギーには様々な理由において問題がありどの要素においても2次エネルギーの方が望ましいと考えている。

1次エネルギー評価の問題点は以下の通り。

A: 全ての電源が火力発電を想定しており、実態とずれた値である。

B: 経年動向分析に際して火力発電効率の変遷が影響するため、年次により1次エネルギー換算値が異なる。それによる変化は需要者側の省エネ努力と無関係に経年変化するので解析の邪魔になる。2次エネルギーなら毎年3.6MJ/kWhでよい。

C: 1次エネには2つの値が併用、混在、分析上混乱を招く。9.97MJ/kWhは国土交通省系の業務建築エネルギー消費調査DECの値であるが、これは送配電損失を含む値である。エネルギーバランス表では1次エネルギーとして2018年度、8.52MJ/kWhを用いているこれは発電効率42.3%、送配

表5 家庭CO₂計調査のエネルギー用途区分 エネルギー消費量 2018年度

	電気	都市ガス	LPガス	灯油	再生エネ	全エネルギー計	%
暖房	2.32	1.16	0.44	6.15	0.08	10.14	26%
冷房	0.99	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00	3%
給湯	2.42	5.86	2.33	1.89	0.08	12.59	33%
厨房(台所コンロ)	0.56	0.64	0.54	0.00	0.03	1.76	5%
照明家電他	12.72	0.00	0.00	0.00	0.09	12.81	33%
用途計	19.02	7.66	3.31	8.04	0.28	38.30	100%
%	50%	20%	9%	21%	1%	100%	100%

表6 家庭CO₂統計調査のエネルギー用途区分 CO₂排出量 2018年度

用途	電気 tCO ₂ /世帯年	都市ガス tCO ₂ /世帯年	LPガス tCO ₂ /世帯年	灯油 tCO ₂ /世帯年	4エネ小計 tCO ₂ /世帯年	%
暖房	0.30	0.06	0.03	0.42	0.81	22%
冷房	0.13	0.00	0.00	0.00	0.13	4%
給湯	0.31	0.30	0.14	0.13	0.89	25%
厨房	0.07	0.03	0.03	0.00	0.14	4%
照明家電他	1.64	0.00	0.00	0.00	1.64	46%
用途計	2.50	0.37	0.20	0.54	3.60	100%
%	69%	10%	6%	15%	100%	100%

環境省家庭CO₂量統計調査 全国平均 北海道等寒冷地での暖房用灯油消費が大きく全国平均にしてもかなり大きい

電損失を含まない値である。9.97と8.52の違いは14.5%もの損失があることになるが日本の送電技術でこれほどの送電損失があるはずはなく、大気汚染防止装置等の発電所内消費もあるが、実は揚水発電に伴う損失が大きいので、9.97MJ/kWhもの大きな値になっている。

D: DECの床面積当エネルギー消費原単位では燃料を含めたエネルギー消費量のうち電力1次エネルギーが占める割合が大きく、燃料の省エネ効果が小さめに評価される。

E: 分析の目的が省エネルギーである場合に1次エネルギーで評価すると燃料から電力にエネルギー転換すると見かけの増エネルギーが起きる。

旧建設省以来、建築省エネルギー基準を1次エネルギー評価しているが、以上の理由から扱いにくい基準である。DEC調査結果に関しても2次エネ換算した値も併記していただけるとよい。

6. 産業連関表と物量表

産業連関表の問題点は以前から繰り返し主張してきた。物量表の物量は生産者価格統一のため実量と異なる独自の歪みを持った投入産出量から逆算した二次指標であり、実態とかけ離れた値であることがある。石灰石の例を再掲する。石灰石はセメント用と鉄鋼用で品質が異なり価格が違う。これを均一価格にすることで物量に歪みが発生し物量表は実態と全く異なった消費量になる。不均一実態価格と正確な値の物量表を産業連関表の附帯表として用意すべきである。

表7 石灰石投入量 物量表の極端なゆがみの事例

石灰石投入先	投入額 産連表	投入量		構成比		均一単価 物量表	逆算単価 石灰石 鉱業協会
		物量表	石灰石 鉱業協会	物量表	石灰石 鉱業協会		
	100万円	100万t	100万t	%	%	円/t	円/t
セメント原料用	25,225	36.1	83.6	27%	45%	605	302
骨材用	25,909	42.7	33.4	32%	18%	605	776
鉄鋼用	23,424	38.6	29.6	29%	16%	605	791
その他用	8,757	14.4	38.9	11%	21%	605	225
骨材用+その他用	34,666	57.1	72.3	43%	39%	605	479
石灰石国内消費計	83,315	131.8	185.5	100%	100%	605	449

産業連関表は2011暦年、石灰石鉱業協会は年度

文献

1) 温室効果ガスインベントリオフィス (GIO): 日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 2020.

4. 14, http://www-gio.nies.go.jp/about_ghg/nir/2020/NIR-JPN-2020-v3.0_J_GIO_web.pdf

2) 経済産業省資源エネルギー庁: 総合エネルギー統計 (エネルギーバランス表)

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html

3) JFE スチール CSR 報告書

2020, 2019 <https://www.jfe-holdi>

[ngs.co.jp/csr/pdf/csr_2020_j.pdf](https://www.jfe-holdings.co.jp/csr/pdf/csr_2020_j.pdf)

4) 日本製鉄サステナビリティレポート

2020, 2019 https://www.nipponsteel.com/common/secure/csr/report/nsc/pdf/report2020_p.pdf

5) 環境省: 2019年度の温室効果ガス排出量 (速報値)

<http://www.env.go.jp/press/108734.html>

6) 環境省: 2018年度の温室効果ガス排出量 (確報値)

<http://www.env.go.jp/press/107914.html>

7) 外岡豊, 山崎政人: 業務建築のエネルギー需要量とCO₂排出量の推計-その2 統計調査を用いた推計手法の検討, エネルギー2020.1

8) 平成30年度 家庭部門のCO₂排出実態統計調査

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html>

9) 総務省: 産業連関表 https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/ichiran.htm

10) 外岡豊, 小林謙介: 環境産業連関表の作成-基本表を用いた2011, 2015年CO₂排出量推計, 第39回エネルギー・資源学会研究発表会, 2020.7.28-29