

日本鑄造協会におけるエネルギー使用量調査結果(第2報)
-2021年度概況報告(非鉄合金)-

1. はじめに

2021年度より鑄造業界におけるカーボンニュートラルの実現に向け、カーボンニュートラル特別委員会が、(公社)日本鑄造工学会の協力のもと、省エネ施策について検討を進めている。2022年には(公社)日本鑄造工学会にカーボンニュートラル研究部会も設立された。カーボンニュートラルに取り組むにあたり、エネルギー排出量の把握、目標設定や課題抽出に取り組んでいる。当協会では会員企業の省エネ活動を推進する目的で、会員企業を対象に2008年度よりエネルギー使用量のアンケート調査を実施し、エネルギー使用量やCO₂排出量を調査してきた。本稿では、2021年度の調査結果の第2報として軽合金、銅合金について報告する。

2. 調査方法および回答状況

調査対象:日本鑄造協会の会員企業、および(公社)日本鑄造工学会所属の会員企業

*) (一社)日本ダイカスト協会からのデータ提供あり

調査方法:アンケート票を、会員企業へメールで送付し、回収。

調査期間:2022年7月1日～2022年10月31日

回答状況:

表1に2016(平成27)年以降の有効回答数を示す。本年度は弊協会内へのカーボンニュートラル特別委員会の活動の浸透もあって、例年より多くの企業から回答を頂けたこと、そして(公社)鑄造工学会にもご協力を頂いたことから、昨年より多い203事業所から回答が得られた。そのうち、鑄造以外の企業を除いた198事業所のデータを使って、以下のデータ分析を行った。(一社)日本ダイカスト協会からも63社のデータを提供頂き、弊協会の調査結果との比較も行った。非鉄系(銅合金および軽合金)の事業所からの回答も今年はさらに増えたが、依然全鑄造メーカーの半数に満たない。本調査は来年度も引き続き実施するが、鑄造業界全体をより正確にとらえるために、2022年度の調査では更なるご協力を頂ければ幸いである。

表1 有効回答事業所数

調査年度	年度	H28	H29	H30	令和元年 (R1)	令和2年 (R2)	令和3年 (R3)	
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
総回答事業所数	件	(59)	(59)	(59)	(57)	(148)	(203)	
内訳	鑄鉄	件	45	49	46	49	86	121
	鑄鋼	件	5	5	4	5	10	17
	軽合金	件	4	3	2	3	23	32
	銅合金	件	8	3	3	3	12	20
	精密鑄造	件	1	3	2	3	4	8
	鑄造以外 (中子・加工)	件	—	—	—	—	12	5
軽合金 (ダイカスト協会提供)	社	—	—	—	—	—	63	

※複数材質選択

3. 調査項目およびCO₂排出量計算方法

主な調査項目は、溶解重量と鑄造品出荷重量(すなわち生産重量)、そして鑄造品生産のために使用した電気使用量、ガス(LPG等)の使用量と、溶解、鑄型造型などの設備と生産方法であり、データの各種分析も行っている。

CO₂ 排出量は、電気使用量、LPG ガス使用量などを元に、毎年改定される電気事業者ごとの二酸化炭素(CO₂)の実排出係数、LPG など燃料毎の CO₂ 排出係数(詳細は参考資料を参照)を使って、CO₂ 排出量を計算した。その計算値を溶解重量あるいは製品の生産重量で除して、それぞれの原単位を計算した。さらに、今年度はエネルギー使用量が最も多い溶解工程に注目した調査も行った(前月報告の内容を再掲)。

表 2 に本調査のデータ補足率を示す。データ補足率は、回答頂いた生産重量の合計を経済産業省の生産動態統計の値で除して求めた。鋳鉄、鋳鋼で生産動態統計値の 50%以上を占めるのに対し、本稿の銅合金、軽合金は 20~35%にとどまった。

表 2 本調査のデータ捕捉率

	回答事業所数	溶解重量合計 (千 t)	生産重量合計 (千 t)【A】	経産省生産動態統計 値(千 t)【B】	捕捉率 (%)【A/B】
鋳鉄(全体)	121	3,032	1,666	3,200	52.1
内、誘導炉	(98)	(1,800)	(982)	-	-
内、キューボラ	(23)	(1,232)	(675)	-	-
鋳鋼	17	230.7	129.1	148.3	87.0
銅合金	20	35.5	21.0	59.6	35.3
軽合金(全体)	32	412.3	258.0	-	-
軽合金鋳物 ¹⁾	18 ²⁾	(119.6)	(80.7)	374.0	19.6
Al ダイカスト ²⁾	18 ²⁾	(292.6)	(177.4)	904.4	21.6
(日本ダイカスト協会調査結果)	63	-	(539.1)	同上	59.6

注 1) 軽合金鋳物は、砂型、重力鋳造、低圧鋳造(G・LP)の合計である。

注 2) 同一事業所で Al ダイカストと G・LP の両工法で生産する事業所があったため、それぞれ半分に分割した。

4. 生産品目間の比較

図 1 に、各材料の総 CO₂ 排出量を示す。軽合金(アルミダイカスト、G・LP を含む)は鋳鉄の約 1/2 である。2021 年度の省エネルギー庁のデータが未公開のため、2019 年度の産業分野の CO₂ 排出量(2.8 億トン(t))と比較した。アルミダイカストと砂型・G・LP を合算した軽合金(全体)の総 CO₂ 排出量は、産業分野の 0.55%(157 万 t)であり、鋳造品の中で最も多い鋳鉄約 1.1%(301 万 t)の約 1/2 である。銅合金鋳物は 11.8 万 t であり、0.1%にも満たない。

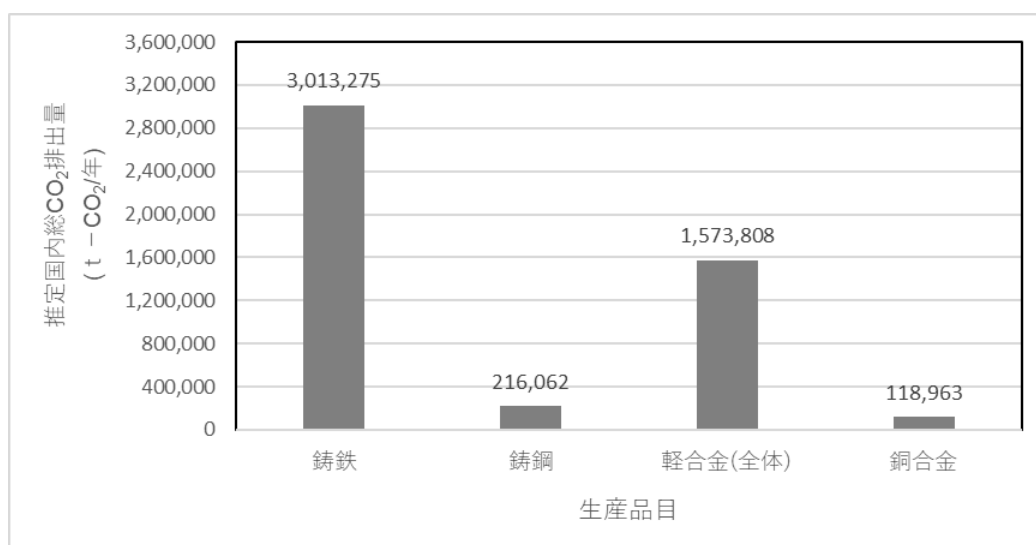


図 1 生産品目毎の推定国内総 CO₂ 排出量 (前報¹⁾の再掲)

注) 軽合金鋳物(全体)は、アルミダイカストと砂型・G・LP の合計を示す。

図2、図3に、溶解重量あるいは製品重量1t当たりのエネルギー使用量と総CO₂排出量の平均値を生産品目ごとに示す。軽合金については、生産方法によっても異なるデータとなるが、ここでは、ダイカストと砂型・G・LPを合算した「軽合金(全体)」での平均値を示した。エネルギー使用量原単位で見ると、軽合金(全体)は、鋳鉄に次いで2番目に小さい値を示し、鋳鋼ほぼ同じ値であり、銅合金は最も大きい値であった。また、生産重量で割った原単位では、鋳鉄、軽合金(全体)、鋳鋼、銅合金の順に大きい値を示した。

鋳鋼と軽合金(全体)の順番が逆転するが、これは、軽合金(全体)の方が、鋳鋼より鋳造歩留まりが高いためである。また、軽合金の工法による違いについては5章にて後述する。

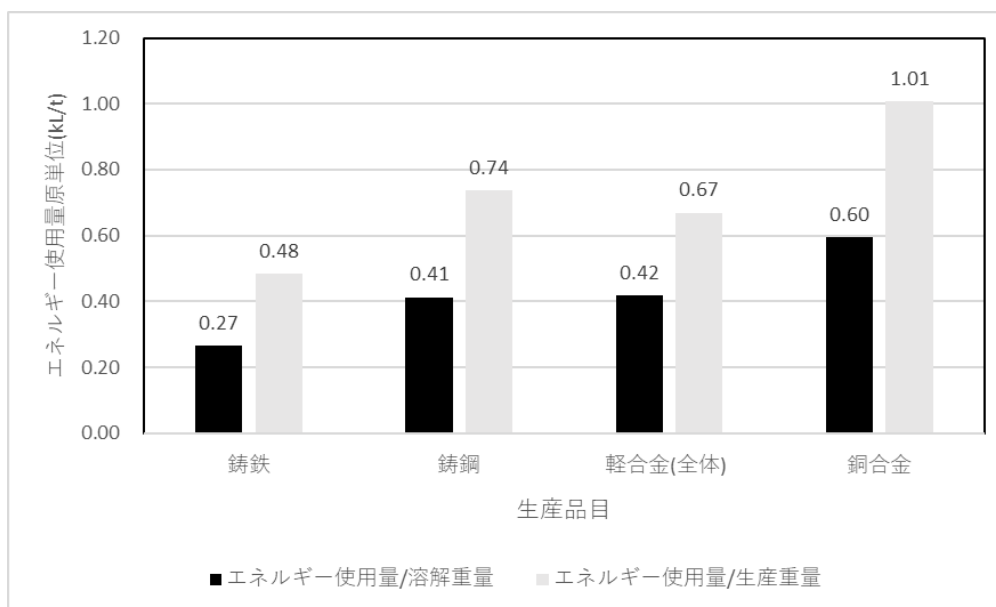


図2 生産品目間のエネルギー使用量原単位 (前報¹⁾の再掲)

注) 軽合金(全体)は、アルミダイカストと砂型・G・LP全体の平均を示す。

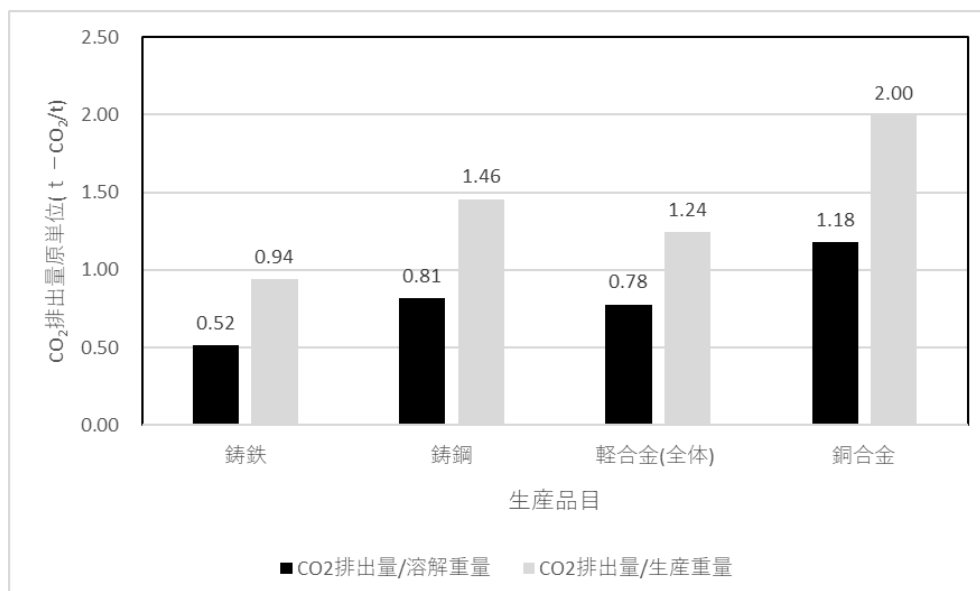


図3 生産品目間のCO₂排出量原単位 (前報¹⁾の再掲)

注) 軽合金(全体)は、ダイカストと砂型・G・LP全体の平均を示す。

軽合金(アルミ)は鋳鉄、鋳鋼、銅合金などの汎用材料よりも密度が小さく、鋳物の生産技術も確立されているため、特に自動車分野で軽量化素材として注目されている。軽量化の視点から見て、同じ体積で比較すべきであると考え、溶湯もしくは製品の重量ではなく、体積あたりのエネルギー使用量およびCO₂排出量の原単位を計算して

比較してみた。図4、図5には、溶解重量、生産重量を、密度を考慮してそれぞれの体積に換算した原単位を比較した結果を示す。エネルギー使用量およびCO₂排出量の原単位は、密度の小さい軽合金が最も小さく、鋳鉄の60%程度になる。このように原単位計算の基準を体積にすると、軽合金が最もCO₂排出量が少ないと評価できる。

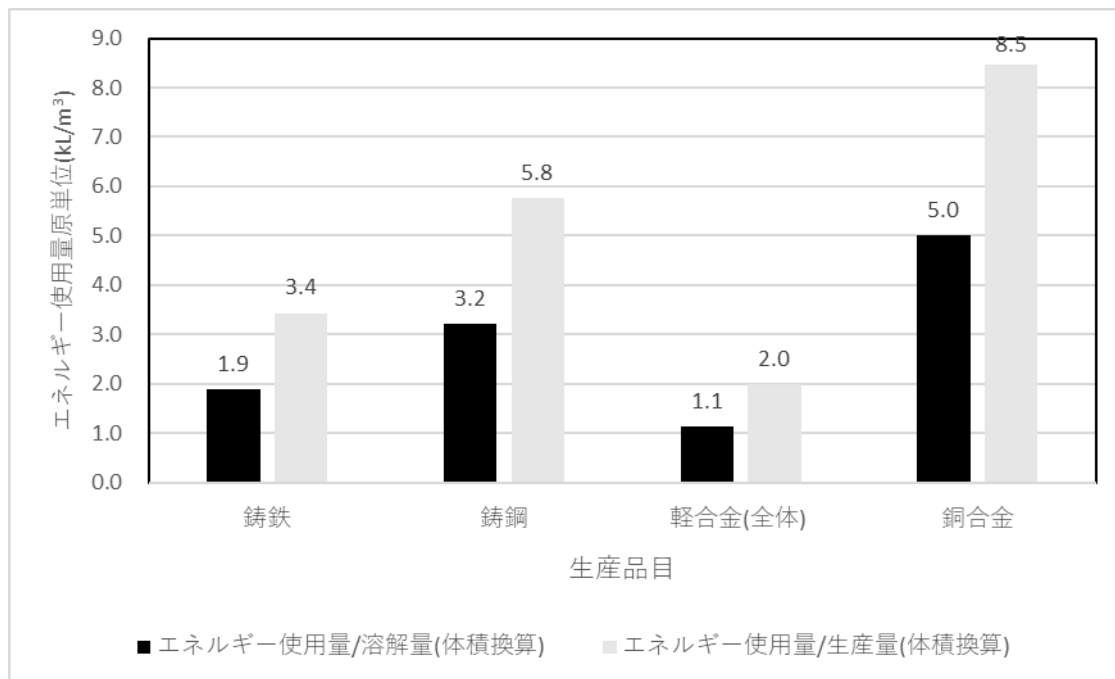


図4 生産品目間のエネルギー使用量原単位

注1) 軽合金(全体)は、ダイカストと砂型・G・LP全体の平均を示す。

注2) 原単位は、図3の値に密度をかけた値である。

密度(単位:g/cm³)は、鋳鉄7.1、鋳鋼7.8、軽合金(全体)2.7、銅合金は8.4(黄銅)で試算

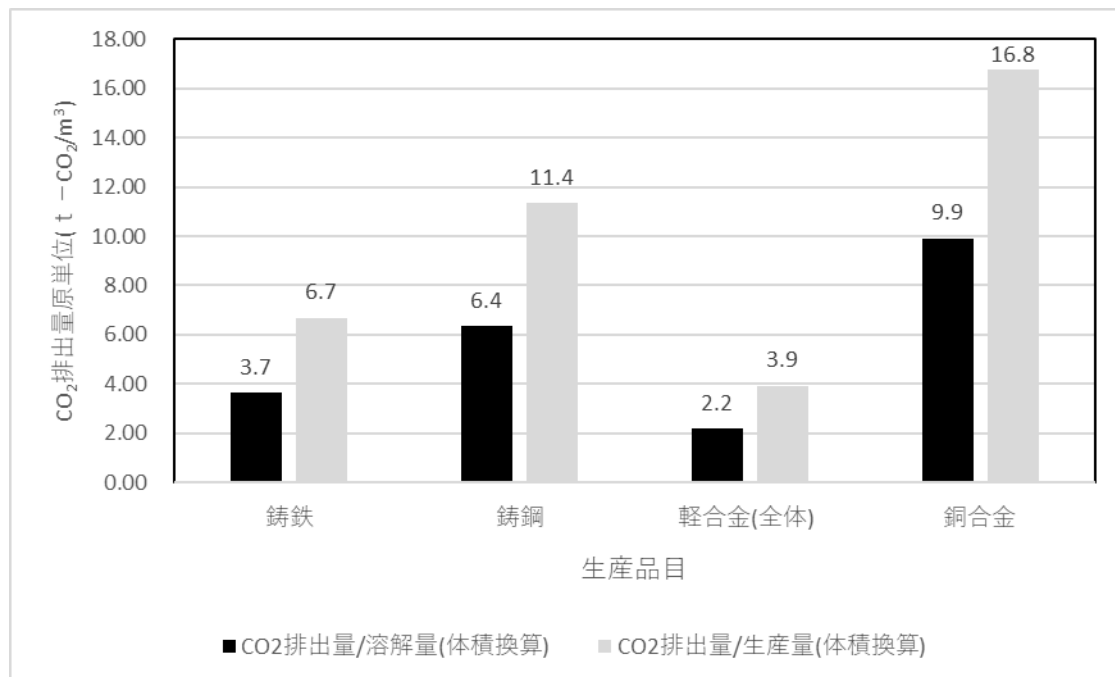


図5 生産品目間の総CO₂排出量原単位

注1) 軽合金(全体)は、ダイカストと砂型・G・LP全体の平均を示す。

注2) 原単位は、図4の値に密度をかけた値である。

密度(単位:g/cm³)は、鋳鉄7.1、鋳鋼7.8、軽合金(全体)2.7、銅合金は8.4(黄銅)で試算

5. 軽合金

5.1 工法による違い

図 6、図 7 に、工法別のエネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位を示す。なお、図 6 では、調査方法の違いにより日本ダイカスト協会の溶解重量当たりのデータは示されていない。溶解重量ベース(図 6)で見ると、エネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位ともに、ダイカストが最も小さい。LP/GDC と砂型鑄造はエネルギー使用量原単位ではほぼ同じ値を示すが、CO₂ 排出量原単位は砂型鑄造の方がやや大きい値を示す。生産重量ベース(図 7)で見ると、ダイカストが最も小さいのはエネルギー使用量原単位と同じであるが、LP/GDC、砂型鑄造の順にエネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位が大きい結果となった。

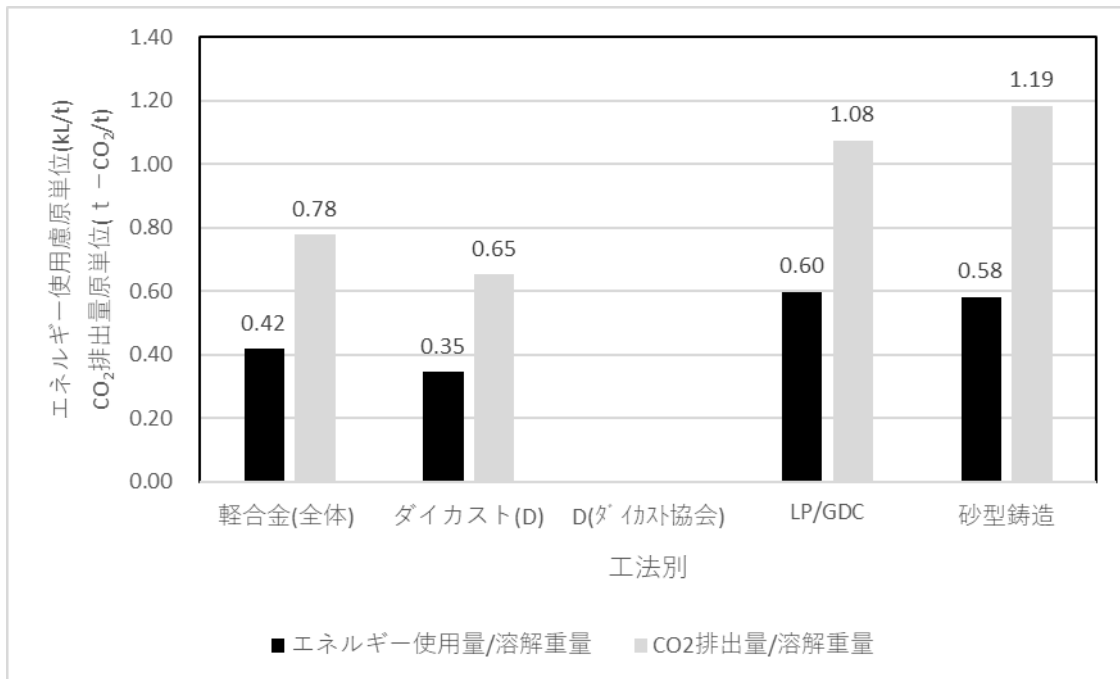


図 6 工法別のエネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位(溶解重量ベース)

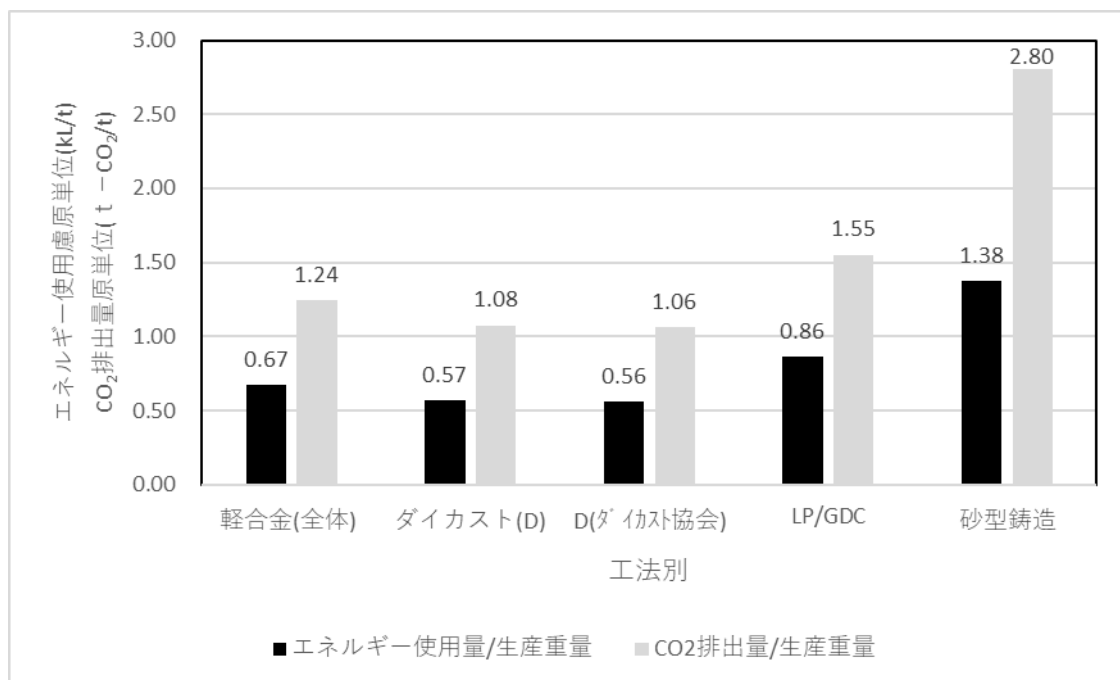


図 7 工法別のエネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位(生産重量ベース)

各工法では、使用する鑄型(ダイカスト、LP/GDC は主に金型、砂型鑄造は砂型)の違い、鑄造設備の違い等が異なることが考えられり。また、工法によって、鑄造方案も異なり、重量歩留まりも異なることが知られている。そこで、各社の回答の溶解重量と生産重量から、(式1)によって工法別の重量歩留まりを算出し、表 3 に示した。LP/GDC

が最も大きな値(69.3%)に対して、最も小さい値が砂型鋳造(42.3%)である。この差が溶解重量ベースと生産重量ベースで整理した結果が異なる原因と考えた。

$$\text{重量歩留まり(\%)} = \text{各工法の全事業所の生産重量の合計(t)} / \text{溶解重量の合計(t)} \dots (\text{式 1})$$

表 3 工法別の重量歩留まり

	軽合金(全体)	ダイカスト	LP/GDC	砂型鋳造
重量歩留まり(\%) 【生産重量/溶解重量】	62.6%	60.6%	69.3%	42.3%

そこで、図 8 に CO₂ 排出量原単位について、溶解重量ベースと生産重量ベースの値を比較した結果を示した。図 8 において、溶解重量ベースと生産重量ベースの CO₂ 排出量原単位の差が小さいほど重量歩留まりは高いことを示している。ダイカストでは生産重量ベースの原単位は溶解重量ベースのそれの約 1.7 倍であり、重量歩留まりを反映した値である。その他にも、重量歩留まりの最も高い LP/GDC では両者の差が小さく、砂型で最も差が大きいことも示されている。

なお、今回の調査結果は標本数の多いダイカスト協会のデータ(生産重量ベースのみ)とほぼ同じ値であった。当協会の調査における少ないデータ捕捉率(約 20%)でも、それなりのデータが得られることが示された。

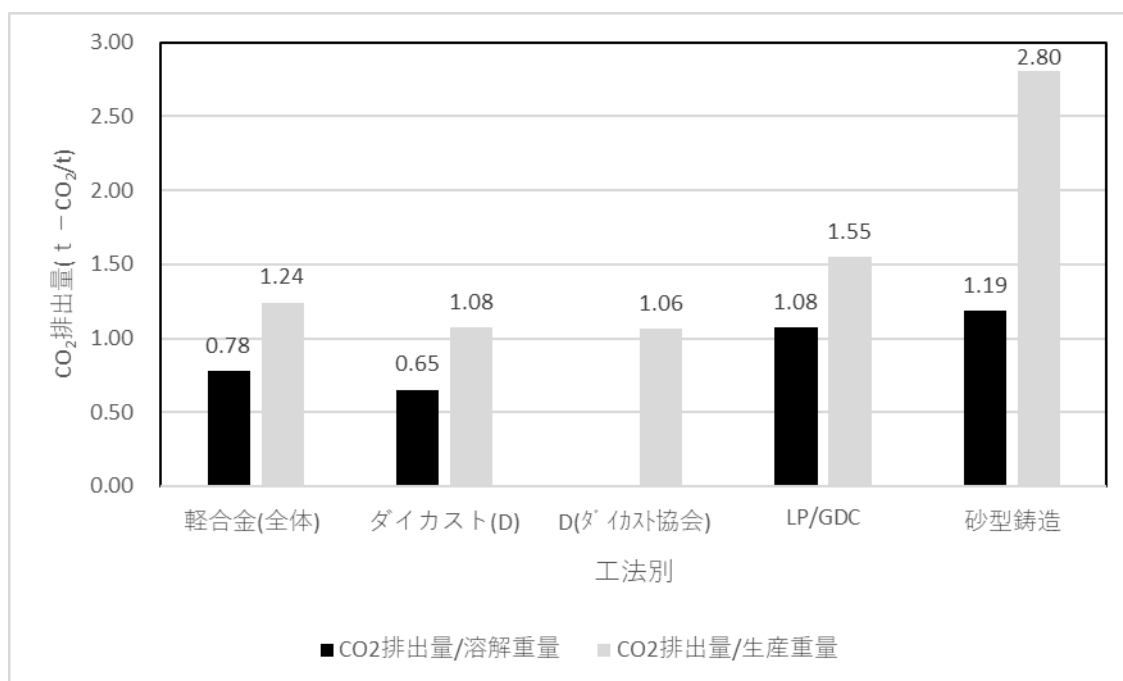


図 8 溶解重量と生産重量ベースにおける工法別の CO₂ 排出量原単位

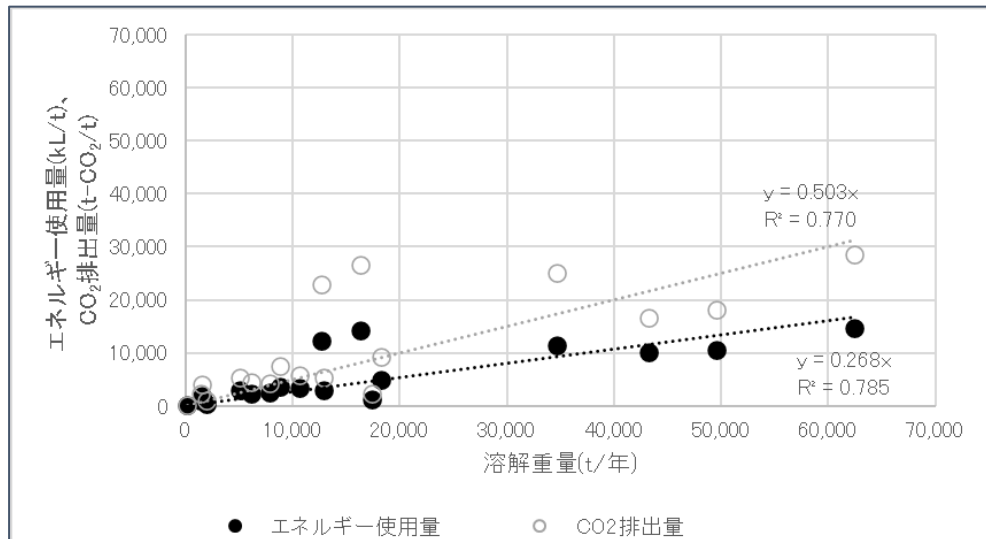
5.2 各工法のデータのばらつき

ここからは、各工法におけるデータのばらつきを示す。図 9 は、各工法の溶解重量とエネルギー使用量および CO₂ 排出量の関係を示す。ここで、砂型鋳造の溶解重量は他工法に比べて少ないため、横軸と縦軸も異なる。ダイカストでは、溶解重量とエネルギー排出量および CO₂ 排出量とは概ね比例しているが、その相関係数 R² は、0.77、0.785 となった。前報の鋳鉄や鋳鋼の相関係数は概ね 0.9 より大きかったのと比べると、ダイカストではばらつきが大きくなっている。LP、GDC でも比例関係は読み取れる、他から大きく外れたデータも見られた。その結果、相関係数は 0.62、0.66 まで下がった。さらに、砂型鋳造ではさらに溶解重量とエネルギー使用量および CO₂ 排出量との相関係数は 0.56、0.57 まで下がり、データのばらつきが大きくなった。紙面の関係で本報では省略したが、生産重量ベースで見ても、溶解重量ベースとほぼ同じ相関係数であり、ダイカスト、LP と GDC、そして砂型鋳造の順にばらつきが大きかった。

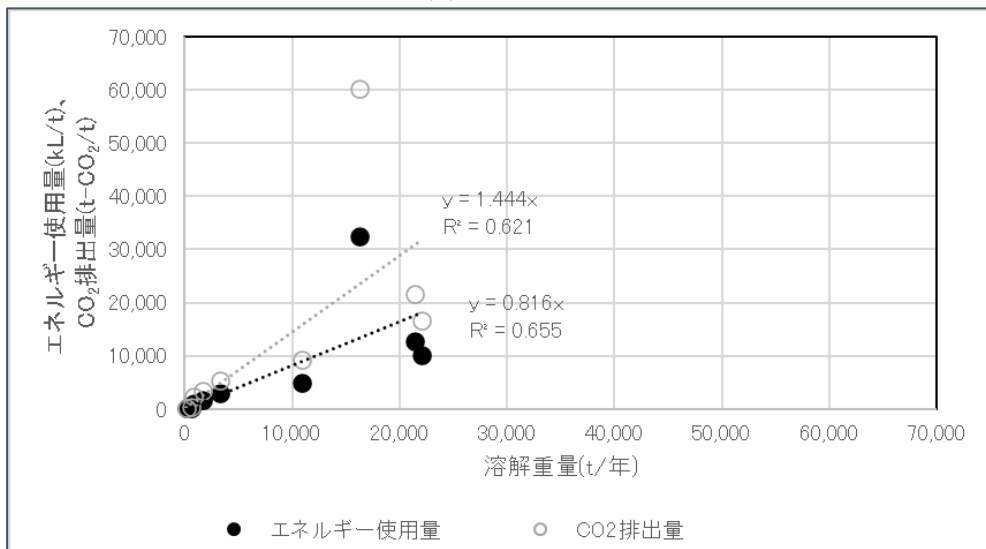
図 10 には、溶解重量とエネルギー排出量および CO₂ 排出量の原単位を示す。図 9 同様、砂型鑄造の溶解重量は他工法に比べて少ないため、横軸と縦軸も異なる。ダイカストでは、溶解重量が多いほどエネルギー使用量および CO₂ 排出量の原単位は大きくなっている。昨年の報告では溶解重量が少なくなるに従い、反比例に近い曲線を描くようにそれぞれの原単位が大きくなっていたが、本年のデータでは、“反比例”というまでの大幅な増加ではなかった。LP と GDC、砂型鑄造も、ダイカスト同様に溶解重量が少ない方がエネルギー使用量および CO₂ 排出量の原単位は大きくなっていた。

上記の結果になった理由を下記に推定する。

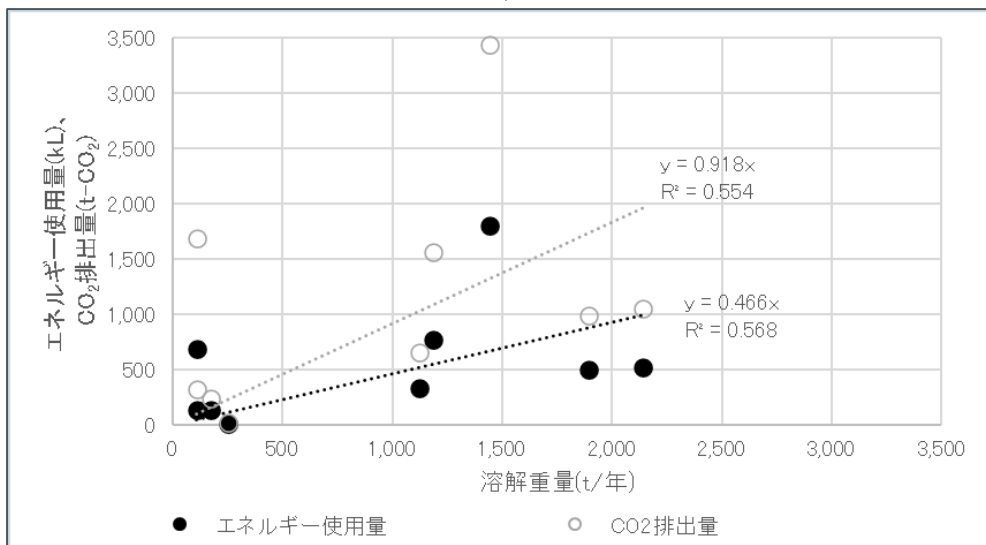
- (1) ダイカスト: 大量生産を考えて仕上げまでをセル型などの設備レイアウトで効率の良い生産をしている。また、最近では断熱性の良い省エネ型設備が開発され、採用が進んでいる。例えば、溶解炉も集中溶解から個別溶解型となり、ランナーやビスケットを溶けた溶湯中に溶かし込み(溶け落ちは早い)、省エネを推進している事業者も増えてきたと思われる。
- (2) LP、GDC: ダイカスト同様、自動車用鑄物などの大量生産に用いられることが多いため、生産効率は比較的良いと考えられる。しかし、溶解炉以外に鑄造機に保持炉を持っており、溶湯保持のためのエネルギーが必要となる。製品によってサイクルタイムの長短、鑄込み重量の多少等があり、原単位も変化する。
- (3) 砂型鑄造: 軽合金鑄物の場合、大手鑄造メーカーのような大量生産では金型を選択することが多く、砂型鑄造は中小事業者が多い。また、小ロット多品種生産の事業者が多いことが特徴である。溶解設備が他工法より小さく、造型を人手に頼る事業者も多い。そのため、溶湯を必要以上に長時間保持することもあり、事業所によっては余分なエネルギーを消費していると思われる。



(a) ダイカスト

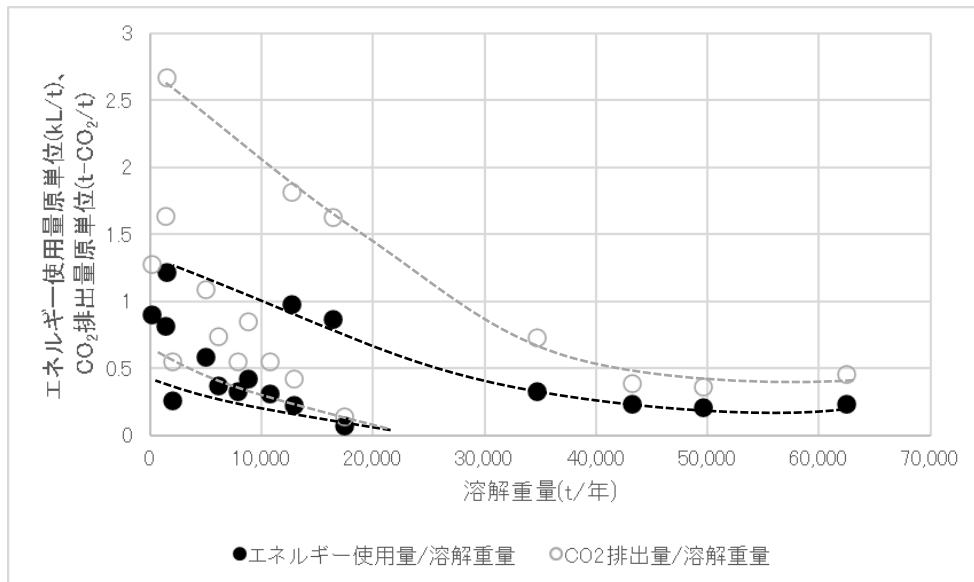


(b) LP、GDC

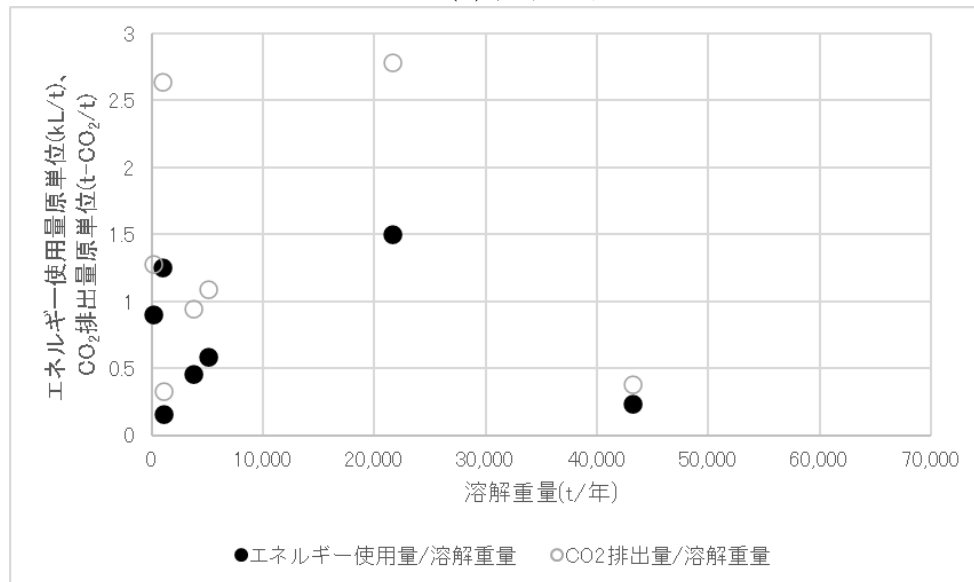


(c) 砂型鋳造

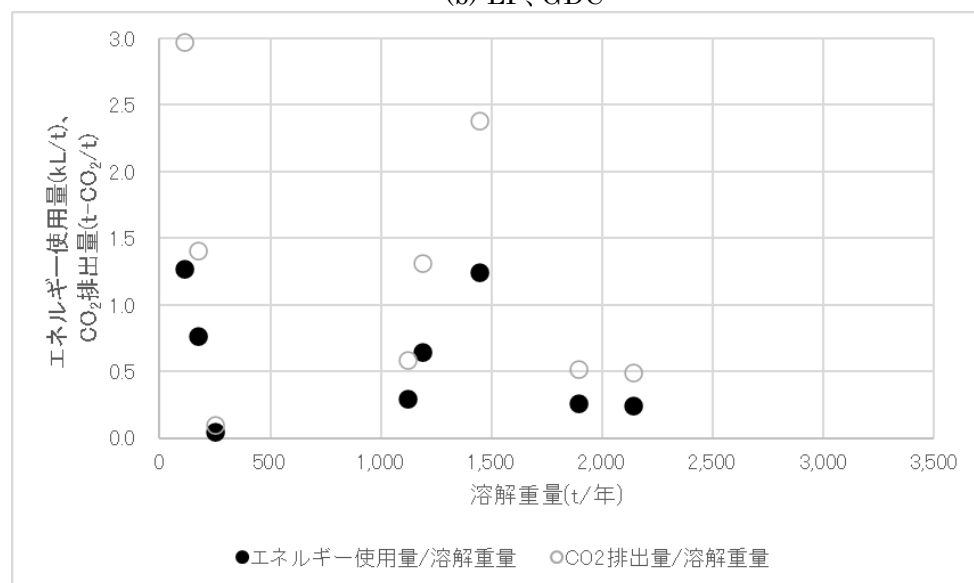
図9 軽合金の各工法の溶解重量とエネルギー使用量、CO₂排出量の関係



(a) ダイカスト



(b) LP、GDC



(c) 砂型 casting

図 10 軽合金の各工法の溶解重量とエネルギー使用量原単位および CO₂ 排出量原単位の関係

5.3 溶解工程の CO₂ 排出量原単位の調査

軽合金鋳物についても、溶解工程の CO₂ 排出量原単位を調査した。軽合金鋳物、ここではアルミになるが、溶解に都市ガス、あるいは重油、LPG などの液化燃料を燃焼して、直接インゴットを溶解したり、黒鉛るつぼ内のインゴットを溶解したり、量産工場(例えば、1t/h 以上の出湯量)では、急速溶解炉も使用される。そこで、使用している燃料と、その使用量から溶解エネルギーを計算し、CO₂ 排出量に換算した。なお、都市ガス、重油、LPG などの燃料は熱処理炉でも使用される場合が多く、今回ご協力頂いた中でも、ダイカスト、LP、GDC で製造している事業所では熱処理炉(砂焼きの用途も含む)を有している。このような事業所では溶解工程の他に鋳造工程(塗型や金型予熱など)、熱処理工程分までを計算している事例があると推定されるが、それを含んだのデータとして見ていただきたい。

図 11 に、各工法の溶解重量と溶解工程での CO₂ 排出量原単位との関係を示す。CO₂ 排出量原単位が 1.0 t-CO₂/t を超える事業所が、それぞれの工法で 1~2 事業所見られるが、本報ではこれらは異常値として評価の対象から除外した。グレーで着色した部分が多くデータの分布している範囲を示す。ダイカスト、LP、GDC では、0.14~0.75(t-CO₂/t)、砂型鋳造では 0.17~0.52(t-CO₂/t)の範囲に分布している。砂型鋳造で CO₂ 排出量原単位が小さかったが、データ数が少ないこともあり、現段階ではその理由は示すことは難しい。

ここで、軽合金鋳物用材料であるアルミの溶解に必要な熱量から CO₂ 発生量を計算してみた。軽合金鋳物は Al-Si 系合金(Si 含有量 7~10%)、もしくは Al-Si(同 7~12%)-Cu 系合金が多く使用されており、その溶解温度は 700℃前後である。表 4 に異なる溶解燃料で CO₂ 排出量を試算した結果を示す。

例えば、Al-7%Si(AC4CH)を室温(20℃)から溶解し、700℃まで昇温するのに必要なエネルギーは 1.03 MJ/kg(GJ/t)である。これを A 重油、LPG、LNG の炭素排出量、溶解炉の熱効率として従来型のアルミ溶解炉(例えば 1t/h 程度のタワー型反射炉)のように低い場合(20%)²⁾、最新の省エネ型アルミ溶解炉(ヒータを併用したハイブリッド溶解炉や、断熱性能を向上した溶解炉など)のように 50%前後まで改善した場合を考えると、実際のアルミの溶解に伴う CO₂ 排出量は、従来型のアルミ溶解炉は 0.25~0.36 t-CO₂/t、最新の省エネ型アルミ溶解炉では 0.10~0.14 t-CO₂/t と試算される。

表 4 アルミの溶解に必要なエネルギーを、燃料の種類、熱効率を考慮した CO₂ 排出量への換算
(溶解温度 700℃の場合)

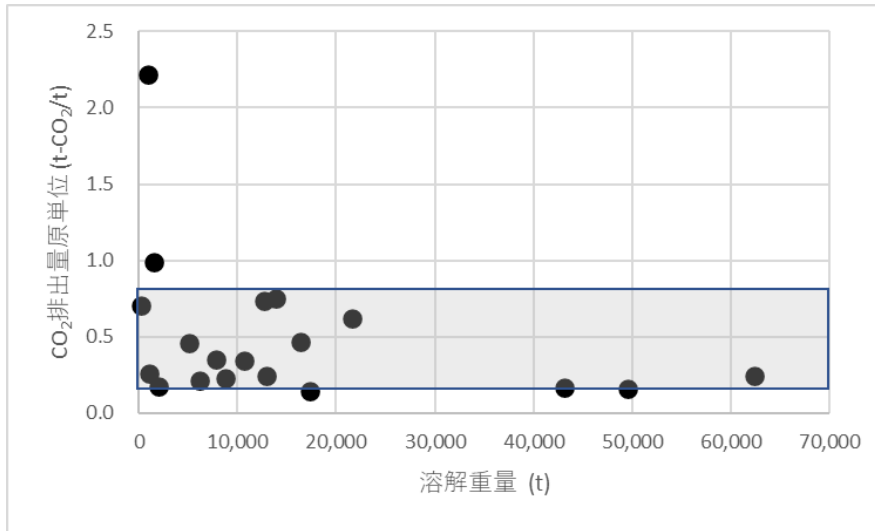
燃料の種類	必要なエネルギー (20℃ → 700℃)[A] (MJ/kg) *2)	炭素排出量[B] (t-C/GJ)	熱効率[C]*1) (%)	CO ₂ 排出量 [A]x[B]x3.67/[C] (t-CO ₂ /t)
A 重油	1.03	0.0189	20	0.357
			50	0.143
LPG	1.03	0.0161	20	0.304
			50	0.122
LNG	1.03	0.0136	20	0.255
			50	0.102

*1) 従来型のアルミ溶解炉を 20%²⁾、最新の省エネ型アルミ溶解炉を 50%^{2)~4)}として試算。

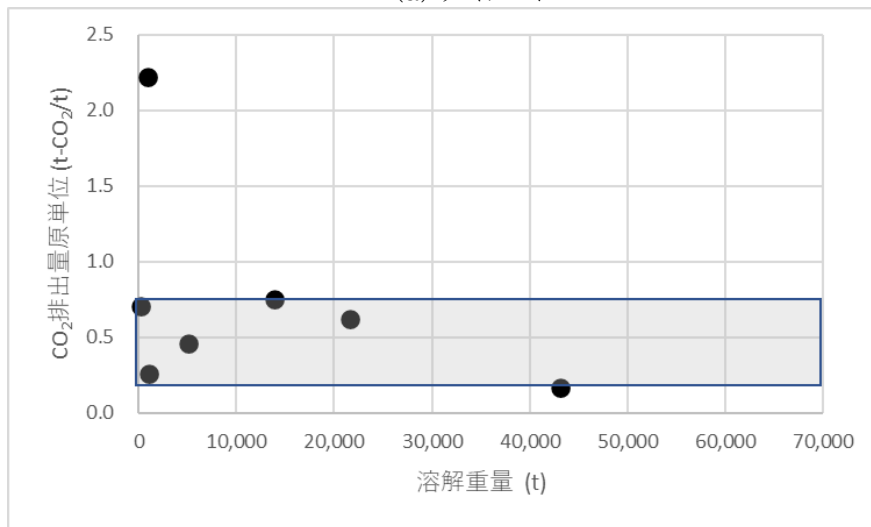
*2) エネルギーの単位の変換について 1 MJ/kg = 1x10⁻³GJ/1x10⁻³t = 1 GJ/t

改めて図 11 を見ると、いずれの工法とも最低値が 0.14 ないし 0.17t-CO₂/t であり、上述の最新の省エネ型アルミ溶解炉の試算値に近い値である。また、従来型のアルミ溶解炉の熱効率で試算した 0.25~0.36 t-CO₂/t より大きな値を示すものも多い。今回のアンケートから得られたデータには、溶解以外の工程、たとえば、鋳造機の金型予熱、熱処理などで使用している燃料は分離して計算していないため、試算値よりは大きくなりうると思う。溶解工程の真の値を調査するためには、溶解で使用している正味のガス使用量と、溶解以外の工程でのガス使用量を定量的に把握することが必要になる。

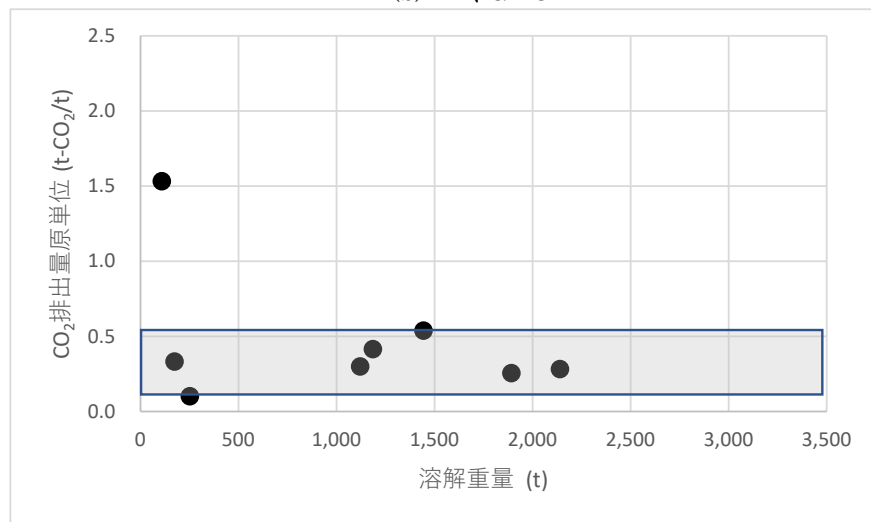
最後に、前報¹⁾の鋳鉄の溶解工程のエネルギー使用量と比較した。鋳鉄の誘導炉溶解における平均の CO₂ 排出量原単位は 0.35t-CO₂/t、キュポラ溶解では 0.412t-CO₂/t であり、アルミの溶解における CO₂ 排出量原単位のデータ分布範囲にあり、有意差は見られなかった。



(a) ダイカスト



(b) LP、GDC



(c) 砂型鑄造

図 11 軽合金鑄造の各工法における溶解工程の CO₂ 排出量原単位の関係

6. 銅合金

最後に、銅合金の調査結果について示す。図 12、図 13 に溶解重量とエネルギー使用量および CO₂ 排出量、および生産重量とエネルギー使用量および CO₂ 排出量との関係を示す。また、銅合金のほぼすべての事業所の回答によると高周波溶解炉で溶解しているとのことから、誘導炉で溶解した鑄鉄(以下、「鑄鉄(誘導炉)」)の平均値と比較した。

まず、溶解重量および生産重量は、鑄鉄(それぞれ最大で 13 万 t および 6.3 万 t)と比較すると 1/10 に満たないことがわかる。また、銅合金のエネルギー使用量および CO₂ 排出量は、鑄鉄(誘導炉)の平均値よりも多く、またデータのばらつきも大きい。図中のグレーで着色した部分が鑄鉄の CO₂ 排出量の 2.5 倍までの範囲を示す。銅合金の半数程度がこの範囲に入るが、それ以上(最大で 5 倍以上)の事業所も複数見られる。昨年の報告でも同様である。その理由について銅合金の事業所にヒアリングすると、事業規模や生産形態の違いなどが挙げられたが、明確に説明できるものはなかった。

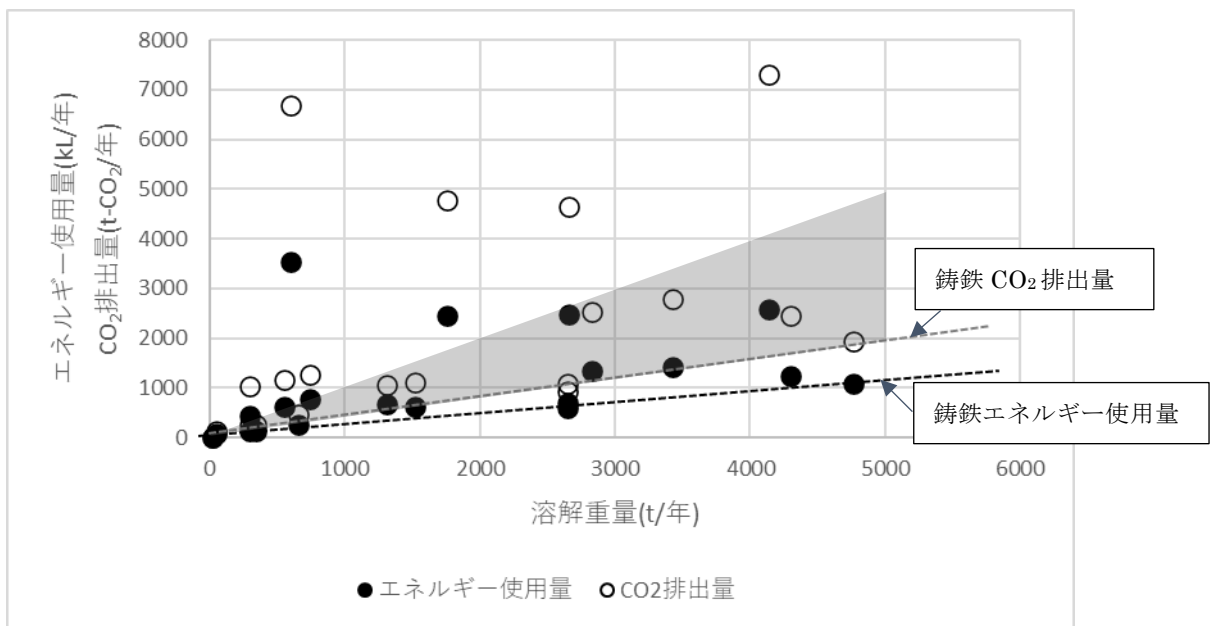


図 12 銅合金鑄造における溶解重量とエネルギー使用量と CO₂ 排出量の関係

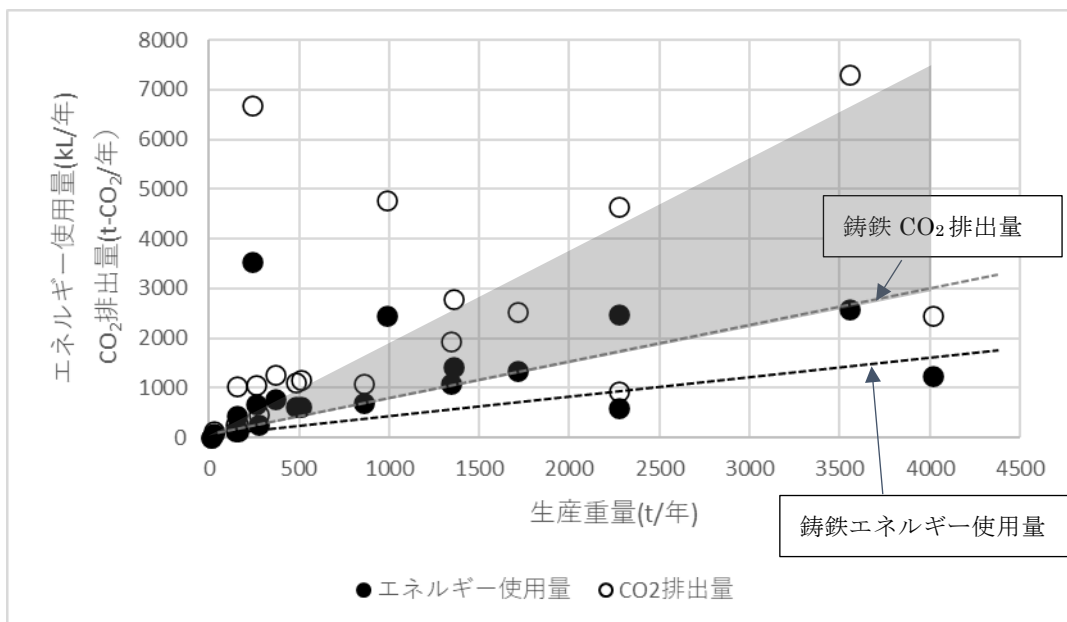


図 13 銅合金鑄造における生産重量とエネルギー使用量と CO₂ 排出量の関係

図 14 にエネルギー使用量原単位、図 15 に CO₂ 排出量原単位と溶解重量および生産重量との関係を示す。鑄鉄(誘導炉)の平均値も比較として示した。原単位で見ても、鑄鉄(誘導炉)より多いことがわかる。また溶解重量もしくは生産重量が少なくなっても、原単位が増えない事業所もあれば、最も少ないところの 7~8 倍までそれぞれの原単位が大きくなる事業所も見られた。これらの傾向は昨年(2020 年度分)の調査と大きな変化は見られない。これらの結果より、原単位は事業規模が小さいから増えるのではなく、事業規模に関わらず生産効率をいかに意識した作業を行っているかの違いが現れていると考えられる。

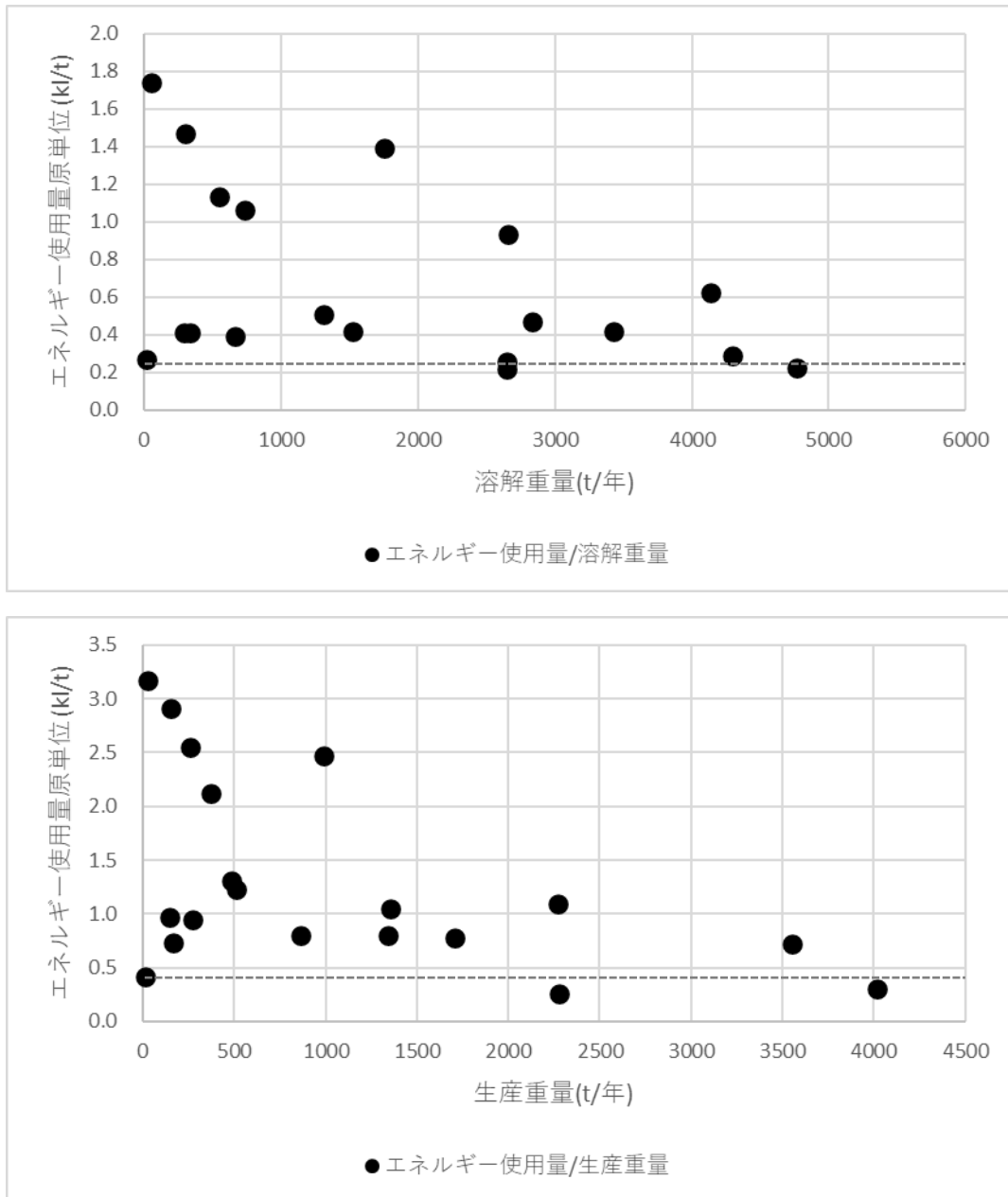


図 14 銅合金鑄造における溶解重量とエネルギー使用量原単位の関係
 図中の点線は、鑄鉄(誘導炉)の平均値

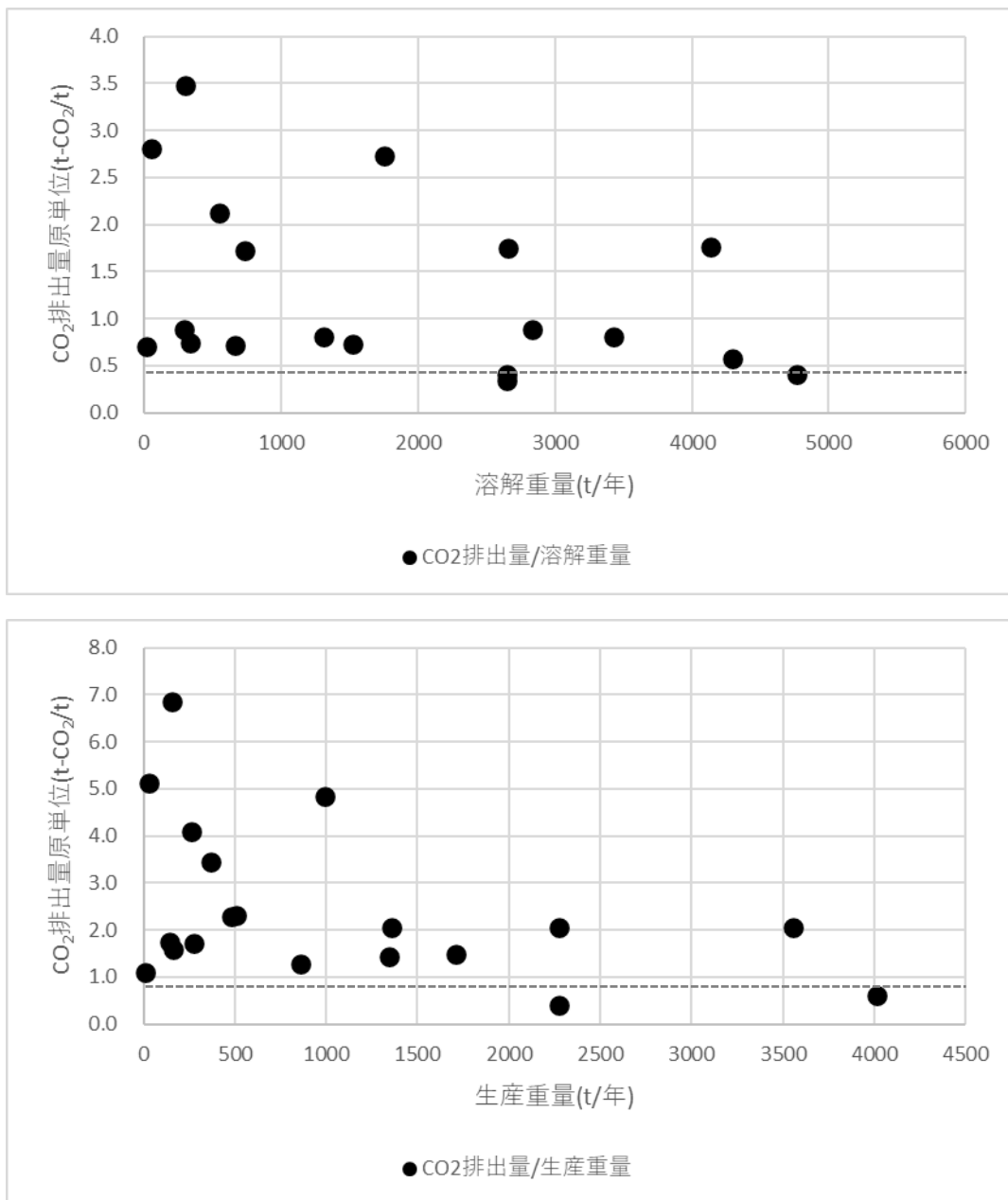


図 15 銅合金鑄造における溶解重量と CO₂ 排出量原単位の関係
 図中の点線は、鑄鉄(誘導炉)の平均値

以上示したように、銅合金では、同じ誘導炉で溶解する鑄鉄と比べてエネルギー使用量、CO₂ 排出量が多く、それらの原単位も大きかった。

5.4 溶解工程におけるエネルギー使用量と CO₂ 排出量

銅合金においても、一般に最も多くのエネルギーを使用する溶解工程で消費されているエネルギーを調査した。誘導炉の電力消費量の規格値(kWh)と稼働時間、誘導炉稼働に必要な周辺設備の使用電力量を調査したが、有効回答が少なかった。事業所全体の電力使用量のどの程度が溶解電力であるかが明確でないため、本報では、事業所全体の電力使用量の溶解重量 1t 当たりの原単位をその代用値として算出し、図 16 に示した。

銅合金の一つである青銅(溶解温度 1,000℃)を溶解する場合、理論上 179kWh/t の電力となる。実際には設備ロスもあるので、その値以上にはなる。図 16 を見ると、多くの事業所が 500~2,000kWh/t の範囲であった。溶解工程の真の電力使用量が分かれば、設備ロスあるいは操業ロスが明確になり、省エネ推進のための課題も明確になるので、当委員会でも引き続き調査方法を含めて検討していきたい。

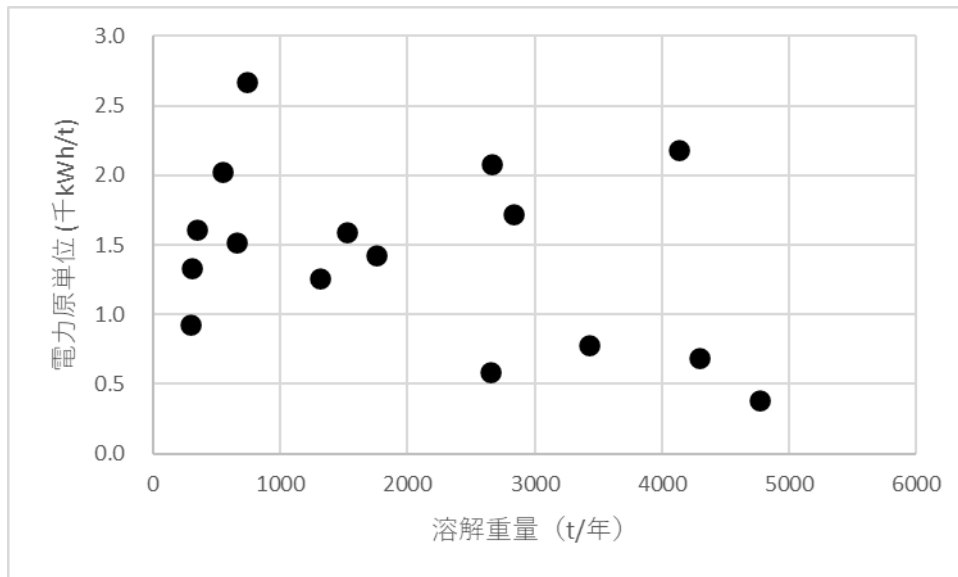


図 16 銅合金における溶解電力原単位(各事業所の電力使用量原単位)

6. まとめ

軽合金(アルミ)については、本年の調査により、工法による違いが明確になってきた。また、製品体積で評価すれば鋳鉄よりもエネルギー使用量および CO₂ 排出量の原単位が少なくなることも明らかになった。課題としては、溶解工程のエネルギー使用状況の把握が不十分な点である。今後、軽合金での省エネ、さらに CN に向けては燃料が事業所全体だけでなく、どの工程で使用されているかなど、細かいデータ把握と、そのデータに基づく改善活動が進むことが求められる。

銅合金については、2020 年度と大きな変化は見られなかった。2021 年度分の調査では、ほとんどの事業所が溶解工程で高周波溶解炉を採用しているが、鋳鉄で調査した時のように溶解電力原単位を算出するためのデータが不足していた。銅合金鋳物は鋳鉄、軽合金鋳物に比べて生産量が少なく、配管機器など CN の議論が進む自動車以外の業界でも多く使用されており、顧客からの省エネ、CN への取組みの要請が厳しくないという背景もあるようだ。しかし CN への関心は自動車以外でも高まると予想されるため、当協会としてもカーボンニュートラル特別委員会、エネルギー削減委員会等を通じて、必要な調査への協力依頼と、情報の提供を実施してゆく所存である。

7. 最後に

例年回答率の少ない軽合金、銅合金においても、会員各位のご協力で、本年度はデータ捕捉率がそれぞれ約 20%、35%まで増えました。お忙しい中、回答頂いた事業所には改めて御礼申し上げます。2023 年度も、(公社)日本鋳造工学会、(一社)日本ダイカスト協会のご協力もいただきながら、本調査を継続します。溶解工程の電力原単位などが少しでも明らかになるように、これまで以上に多くの事業所からご協力をお願いいたします。

参考文献

- 1) エネルギー削減委員会他：鋳造ジャーナル Vol.19 No.2(2023),p18-31
- 2) 益田、佐野、楊、梶谷：工業加熱 Vol.58(2021) No.3,p1
- 3) 波多野、肥後、西川、浜田、鈴木：デンソーテクニカルレビュー Vol.19(2009),p114
- 4) 熊野、松浦、漆谷；JTECT ENGINEERING JOURNAL No.1015(2017),p63

【参考情報】

1)電力使用量からの総エネルギー消費量、CO₂排出量の換算

総エネルギー消費量は、電力使用量(kWh)を 0.261(9.97(GJ/kwh)／38.2GJ/kL):GJ は発熱量を示す)を、また CO₂ 排出量は電力使用量(kWh)に参考表 1 に示した基礎排出係数を掛けることで計算ができる。参考表 1 は今回のアンケートに回答のあった企業が利用している電力会社名とその基礎排出量を示す。毎年公表される最新の数値を使用している。

参考表 1 2021 年度の各電力会社の基礎排出係数(会員企業利用会社)

電力会社	基礎排出係数
	kg-CO ₂ /kWh
北海道電力(株)	0.601
東北電力(株)	0.476
東京電力パワーグリッド(株)	0.433
東京電力エナジーパートナーズ(株)	0.475
中部電力ミライズ(株)	0.406
北陸電力(株)	0.469
関西電力(株)	0.362
中国電力(株)	0.531
四国電力(株)	0.550
九州電力(株)	0.365
イーレックス(株)	0.470
エネサーブ(株)	0.347
ダイヤモンドパワー(株)	0.364
丸紅新電力(株)	0.379
(株) エネット	0.373
(株) アイ・グリッド・ソリューションズ	0.475
テプコカスタマーサービス(株)	0.460
九電みらいエナジー(株)	0.484
ENEOS(株)(旧:JXTG エネルギー(株))	0.461
東京ガス(株)	0.369
代替値	0.453

*) 出典:資源エネルギー庁:温対法に基づく事業者別排出係数の算出および公表について-電気事業者別排出係数-

2)電力以外の燃料又は熱源からの総エネルギー消費量、CO₂排出量の換算

各燃料又は熱源の発熱量(GJ)を合計し、その値に 0.0258 を掛けることにより、原油使用量(kl)に換算した。

参考表 2 電力以外の燃料又は熱源の単位発熱量、排出係数と基礎排出係数

燃料又は熱源	単位	単位発熱量	排出係数	基礎排出係数
		GJ/ton	tC/GJ	t-CO ₂ /単位
天然ガス(LNGを除く)	千m ³	43.5	2.217	0.0139
灯油	1kL	36.7	2.489	0.0185
A重油	1kL	39.1	2.710	0.0189
液化石油ガス(LPG)	1t	50.8	2.999	0.0161
液化天然ガス(LNG)	1t	54.6	2.703	0.0135
都市ガス13A	千m ³	45.0	2.244	0.0136
産業用蒸気	GJ	1.02	0.0601	—
産業以外の蒸気、温水、冷水	GJ	1.36	0.0568	—