2.A.4.a その他プロセスでの炭酸塩の使用（セラミックス製品）（Other Process Uses of Carbonates－Ceramics）（CO_2）

1．排出・吸収源の概要

1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

セラミックス製品には、レンガや瓦、陶管、耐火物、膨張粘土製品、壁・床面用タイル、テーブル・装飾品（家庭用品）、衛生陶器、工業用セラミックス及び無機系研磨材等が含まれる。セメント及び石灰製造と同様に、原料（特に粘土、頁岩、石灰石、ドロマイト等）や添加剤として使用される石灰石中に含まれる炭酸塩が窯で焼成される際に CO_2 が発生する。ここでは原料・添加剤として主に使用される石灰石・ドロマイトの焼成に伴う CO_2 排出量を扱う（下式参照）。

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$
$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

セラミックス製品製造に伴う CO_2 排出量は、2000 年代初頭まで多少増減はあるものの、おおむね横ばいで推移していた。2002～2004 年度にかけて減少したが、2000 年代後半以降は増加傾向となり、2013 年度には 1990 年代初頭と同水準の排出量となっている。2014 年度以降は再び減少傾向となり、2000 年代半ば頃と同程度にまで減少している。新規住宅着工件数の減少に伴い、瓦やタイルといった建材関連の主要セラミックス製品は長期的には減少傾向にあると見られるが、2013 年度まではセラミックス製品全体の排出量は増加傾向にあり、消費税率引上げ前の駆け込み需要や住宅リフォームの需要増加等が影響した可能性がある。2014 年度以降は活動量の減少に伴い、排出量は減少傾向となったが、2020 年度以降は排出量が増加傾向に転じた。2023 年度は再び減少に転じたが、2024 年度はわずかに増加した。

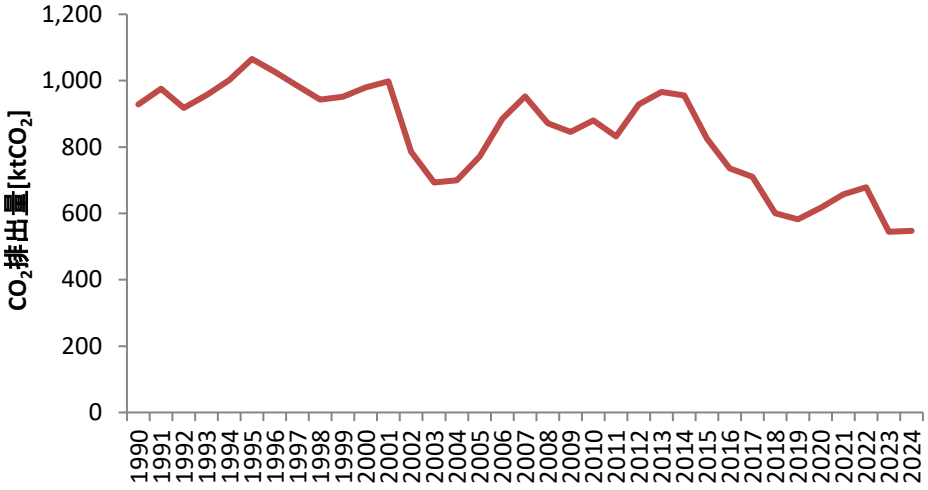


図 1　セラミックス製品製造からの CO_2 排出量の推移

2．排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

セラミックス製品製造用の石灰石・ドロマイト消費量（乾重量）に、我が国独自の石灰石・ドロマイト消費量当たりの排出係数を各々乗じて CO_2 排出量を算定している。

$$E = E_{\mathrm{L}} + E_{\mathrm{D}}$$

E ：セラミックス製品における石灰石・ドロマイト消費に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
E_{L} ：セラミックス製品製造における石灰石消費に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
E_{D} ：セラミックス製品製造におけるドロマイト消費に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］

$$E_{\mathrm{L}} = AD_{\mathrm{L}} * EF_{\mathrm{L}}$$

E_{L} ：セラミックス製品製造における石灰石消費に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
AD_{L} ：セラミックス製品製造における石灰石消費量（乾重量）［t-原料］
EF_{L} ：石灰石消費量（乾重量）当たりの排出係数［t-CO_2/t-原料］

$$E_{\mathrm{D}} = AD_{\mathrm{D}} * EF_{\mathrm{D}}$$

E_{D} ：セラミックス製品製造におけるドロマイト消費に伴う CO_2 排出量［t-CO_2］
AD_{D} ：セラミックス製品製造におけるドロマイト消費量（乾重量）［t-原料］
EF_{D} ：ドロマイト消費量（乾重量）当たりの排出係数［tCO_2/t-原料］

2.2 排出係数

石灰石の排出係数は、化学反応式における CO_2 と $CaCO_3$ の分子量比に石灰石から取り出せる酸化カルシウム（CaO）の割合（55.4%：「石灰石の話（石灰石鉱業協会）」に示された割合「54.8～56.0%」の中間値）から求めた $CaCO_3$ の含有率を乗じた値と、CO_2 と $MgCO_3$ の分子量比に石灰石から取り出せる酸化マグネシウム（MgO）の割合（0.5%：「石灰石の話」に示された割合「0.0～1.0%」の中間値）から求めた $MgCO_3$ の含有率を乗じた値を加えて算出する。

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

・石灰石から取り出せる CaO の割合：55.4%
（54.8～56.0%の中間値：「石灰石の話」）
・石灰石から取り出せる MgO の割合：0.5%
（0.0～1.0%の中間値：「石灰石の話」）
・$CaCO_3$（石灰石の主成分）の分子量：100.0869[a]
・$MgCO_3$ の分子量：84.3139[a]
・CaO の分子量：56.0774[a]
・MgO の分子量：40.3044[a]
・CO_2 の分子量：44.0095[a]
・$CaCO_3$ の含有率　＝ 石灰石から取り出せる CaO の割合 × $CaCO_3$ の分子量/CaO の分子量
＝ 55.4% × 100.0869/56.0774 ＝ 98.88%
・$MgCO_3$ の含有率　＝ 石灰石から取り出せる MgO の割合 × $MgCO_3$ の分子量/MgO の分子量
＝ 0.5% × 84.3139/40.3044 ＝ 1.05%

○ 排出係数　＝ CO_2 の分子量/$CaCO_3$ の分子量 × $CaCO_3$ の含有率
＋ CO_2 の分子量/$MgCO_3$ の分子量 × $MgCO_3$ の含有率
＝ 44.0095/100.0869× 0.9888 + 44.0095/84.3139 × 0.0105
＝ 0.4348 ＋ 0.0055 ＝ 0.4402［t-CO_2/t］
＝ 440［kg-CO_2/t］

（出典）
a. IUPAC “Atomic Weights of the Elements 1999”
（http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/AtWt99.html）

ドロマイトの排出係数は、化学反応式における CO_2 と $CaCO_3$ の分子量比にドロマイトから取り出せる CaO の割合（34.5%：33.1～35.85%の中間値。「石灰石の話」）から求めた $CaCO_3$ の含有率を乗じた値と、CO_2 と $MgCO_3$ の分子量比にドロマイトから取り出せる MgO の割合（18.3%：17.2～19.5%の中間値。「石灰石の話」）から求めた $MgCO_3$ の含有率を乗じた値を加え排出係数を算定する。

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$

・ドロマイトから取り出せる CaO の割合：34.5%
（33.1～35.85%の中間値：「石灰石の話」）
・ドロマイトから取り出せる MgO の割合：18.3%
（17.2～19.5%の中間値：「石灰石の話」）
・$CaCO_3$（ドロマイトの主成分）の分子量：100.0869
・$MgCO_3$（ドロマイトの主成分）の分子量：84.3142
・CaO の分子量：56.0774
・MgO の分子量：40.3044
・CO_2 の分子量：44.0098

・$CaCO_3$ の含有率 ＝ ドロマイトから取り出せる CaO の割合 × $CaCO_3$ の分子量 / CaO の分子量
＝ 34.5% × 100.0869/56.0774
＝ 61.53%
・$MgCO_3$ の含有率 ＝ ドロマイトから取り出せる MgO の割合
× $MgCO_3$ の分子量 / MgO の分子量
＝ 18.3% × 84.3142/40.3044
＝ 38.39%

○ 排出係数 ＝ CO_2 の分子量/$CaCO_3$ の分子量 × $CaCO_3$ の含有率
＋ CO_2 の分子量/$MgCO_3$ の分子量 × $MgCO_3$ の含有率
＝ 44.0098/100.0869 × 0.6153 ＋ 44.0098/84.3142 × 0.3839
＝ 0.2706 ＋ 0.2004
＝ 0.4709［t-CO_2/t］
＝ 471［kg-CO_2/t］

2.3 活動量

「不均一価格物量表（経済産業研究所）」[1]におけるセラミックス製品関連部門に計上された石灰石及びドロマイト消費量のうち、排出用途に分類される全部門の石灰石及びドロマイト消費量を本サブカテゴリ下に計上する。なお、活動量はセメント用の石灰石の含水率を使用して乾重量ベースに換算されたものである。本用途分類に対応する「不均一価格物量表」の部門については以下のとおりであり、$CaCO_3$ を主成分とする石灰石と $MgCO_3$ を主成分とするドロマイトでは、対応するセラミックス製品（用途）が異なる。

表 1　不均一価格物量表の該当部門

	不均一価格物量表の該当部門	
	石灰石	ドロマイト
セラミックス製品	－	063 鉱業非金属鉱物
	2531-01 窯業土石製品陶磁器	2531-01 窯業土石製品陶磁器
	2591-01 窯業土石製品耐火物	2591-01 窯業土石製品耐火物 2599-01 窯業土石製品炭素黒鉛製品
	－	2599-09 窯業土石製品他窯業土石製品
		2811-01 金属製品建設用金属製品 ～2899-09 金属他金属製品
		6741-09 対個人サービス他娯楽

※部門名に付されている番号は、不均一価格物量表内の分類番号。

表 2　活動量（セラミックス製品製造用途の石灰石・ドロマイト消費量）の推移

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
石灰石消費量(湿重量)	千t	454	613	713	808	989	1,145	1,179	1,119	1,084	1,064
水分含有率	%	3.4%	3.3%	3.2%	3.3%	3.2%	3.3%	3.2%	3.2%	3.2%	3.1%
石灰石消費量(乾重量)	千t	438	593	690	781	957	1,107	1,142	1,083	1,049	1,031

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
石灰石消費量(湿重量)	千t	1,171	1,323	732	398	343	477	609	676	587	423
水分含有率	%	3.1%	3.0%	3.1%	3.1%	3.1%	3.0%	3.1%	3.2%	3.2%	3.3%
石灰石消費量(乾重量)	千t	1,135	1,283	710	386	332	463	591	654	568	409

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
石灰石消費量(湿重量)	千t	378	379	470	650	761	746	694	718	654	629
水分含有率	%	3.3%	3.3%	3.2%	3.1%	3.2%	3.3%	3.2%	3.2%	3.3%	3.1%
石灰石消費量(乾重量)	千t	365	367	455	630	737	722	672	695	633	610

		2020	2021	2022	2023	2024
石灰石消費量(湿重量)	千t	710	771	922	717	767
水分含有率	%	3.3%	3.4%	3.5%	3.5%	3.5%
石灰石消費量(乾重量)	千t	686	744	890	692	741

（出典）石灰石消費量（湿重量）：不均一価格物量表（経済産業研究所）
水分含有率：石灰石含水率（セメント協会）
石灰石消費量（乾重量）：石灰石消費量（湿重量）、水分含有率を基に算出。

1 戒能一成「産業連関表･鉱工業統計を用いた石灰石起源 CO_2 排出などの評価･検証」2010 年 4 月 <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/10j026.pdf>　（2015 年 5 月 20 日参照）

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
ドロマイト消費量(湿重量)	千t	1,616	1,569	1,346	1,345	1,273	1,268	1,150	1,113	1,055	1,090
水分含有率	%	3.4%	3.3%	3.2%	3.3%	3.2%	3.3%	3.2%	3.2%	3.2%	3.1%
ドロマイト消費量(乾重量)	千t	1,561	1,517	1,303	1,301	1,232	1,227	1,113	1,077	1,022	1,056

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ドロマイト消費量(湿重量)	千t	1,052	949	1,037	1,147	1,213	1,241	1,370	1,458	1,363	1,461
水分含有率	%	3.1%	3.0%	3.1%	3.1%	3.1%	3.0%	3.1%	3.2%	3.2%	3.3%
ドロマイト消費量(乾重量)	千t	1,020	920	1,004	1,111	1,176	1,204	1,328	1,411	1,320	1,413

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ドロマイト消費量(湿重量)	千t	1,579	1,472	1,596	1,509	1,383	1,113	966	887	707	688
水分含有率	%	3.3%	3.3%	3.2%	3.1%	3.2%	3.3%	3.2%	3.2%	3.3%	3.1%
ドロマイト消費量(乾重量)	千t	1,527	1,424	1,545	1,462	1,339	1,077	935	858	684	667

		2020	2021	2022	2023	2024
ドロマイト消費量(湿重量)	千t	690	725	632	529	488
水分含有率	%	3.3%	3.4%	3.5%	3.5%	3.5%
ドロマイト消費量(乾重量)	千t	668	700	609	510	470

（出典）ドロマイト消費量（湿重量）：不均一価格物量表（経済産業研究所）
水分含有率：石灰石含水率（セメント協会）
ドロマイト消費量（乾重量）：ドロマイト消費量（湿重量）、水分含有率を基に算出。

3．算定方法の時系列変更・改善経緯

表 3　初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	初期割当量報告書（2006 年提出）	2011 年提出	2015 年提出
排出・吸収量算定式	未計上	新規に排出量を計上。	計上区分を「2.A.3 石灰石及びドロマイトの使用」から「2.A.4. その他プロセスでの炭酸塩の使用」の「2.A.4.a セラミックス製品」へと変更。
排出係数	未計上	－	－
活動量	未計上	－	－

（1）初期割当量報告書における算定方法

本排出源は、初期割当量報告時点においては、「セラミックス製品」として独立したカテゴリーが設定されておらず、排出量は未計上であった。

（2）2011 年提出インベントリにおける算定方法

セメント製造や鉄鋼業における石灰製造等、石灰石関連産業における各排出源間の二重計上及び計上漏れを解消するため、該当排出源における活動量の全面改訂が行われ、「2.A.1 セメント製造」以外[2]の石灰石起源 CO_2 排出量については、「不均一価格物量表」の部門別石灰石・ドロマイ

[2] 「2.A.1 セメント製造」の排出量算定においては、IPCC ガイドライン上で石灰石ではなく中間生産物であるクリンカを活動量とすることがより精度の高い算定方法とされており、引き続きセメント協会が提供するクリンカ生産量を活動量とすることになった。

ト消費量を活動量とすることになった。

なお、セラミックス製品製造に伴う CO_2 排出については、それまで未計上となっていたが、活動量の改訂に伴い、「2.A.3 石灰石及びドロマイトの使用」において、新たに排出量を計上することとなった。

1）排出・吸収量算定式

現行の算定式と同様。

2）排出係数

現行の排出係数と同様。

3）活動量

現行の活動量と同様。

（3）2015 年提出インベントリにおける算定方法

算定方法の変更はないが、新たに 2006 年 IPCC ガイドラインに基づくカテゴリー区分が適用されたことにより、計上区分が「2.A.3 石灰石及びドロマイトの使用」から「2.A.4. その他プロセスでの炭酸塩の使用」の「2.A.4.a セラミックス製品」へと変更となった。

1）排出・吸収量算定式

2011 年提出インベントリにおける算定式と同様（現行の算定式と同様。）。

2）排出係数

2011 年提出インベントリにおける排出係数と同様（現行の排出係数と同様。）。

3）活動量

2011 年提出インベントリにおける活動量と同様（現行の活動量と同様。）。