



CCU分野における 排出・吸収量の算定方法について

CCU分科会



今年度検討を行った課題



- 今年度検討を行った課題は下表のとおり。
- 2026年提出インベントリで算定方法の改訂を行う課題（●, ▲）の詳細は次ページ以降のとおり。

2025年度のCCU分野の課題検討方針

カテゴリー	課題	検討結果
1.A. 燃料の燃焼 2. 工業プロセス及び製品の使用	環境配慮型コンクリートによるCO ₂ 削減効果の定量化	●、○

- : 改訂・新規算定
- ▲ : 部分改訂
- : 繙続検討

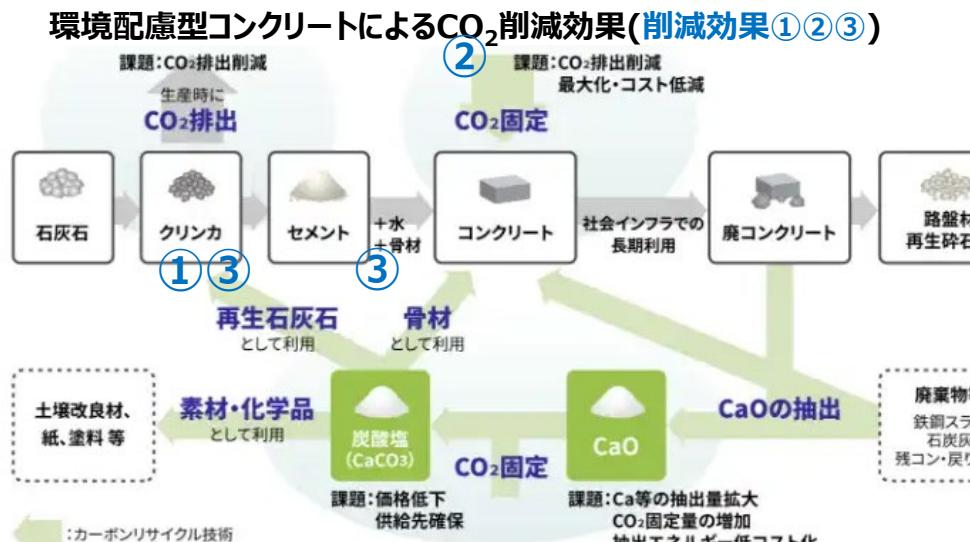
1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化（1.A.、2. 全体（CO₂））

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (1/9)

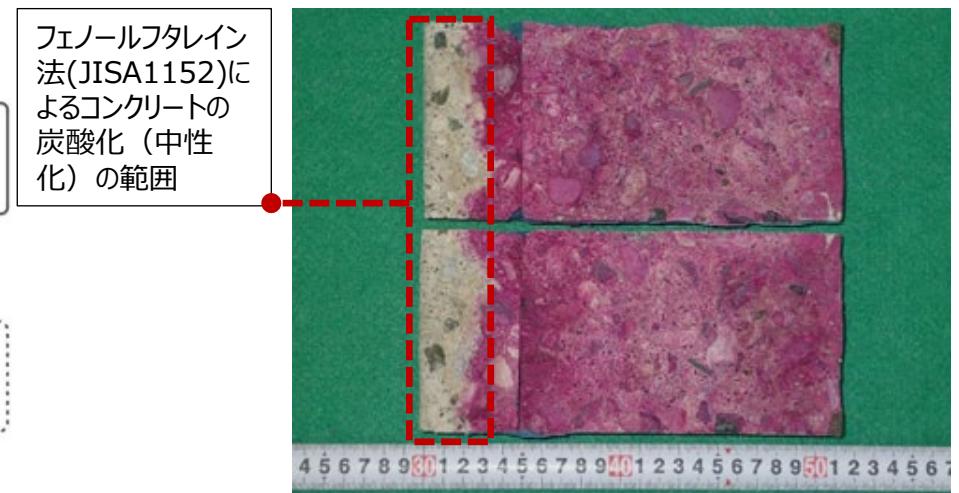
環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果について

現在開発が進められている各種環境配慮型コンクリートや、一般的なコンクリートにおける主なCO₂削減効果の原理は下記のとおり。本分科会では昨年度より、②を「製造時CO₂固定型コンクリート」、③を「CO₂由来材料使用型コンクリート」と分類し、各該当製品を検討対象してきた。今年度は新たにデータの得られた「製造時CO₂固定型コンクリート」の2製品について検討を行う。

- ① **石灰石代替原料利用による石灰石の焼成に伴うCO₂削減** ⇒すでにインベントリに反映されているため検討対象外
特殊な混和材や高炉スラグ等を使用して、セメントの原料となる石灰石消費量を削減し、セメント製造時のCO₂を削減（混合セメント等）。
- ② **コンクリート製造時にCO₂を固定することによるCO₂削減（「製造時CO₂固定型コンクリート」）** ⇒検討対象
製造時のコンクリートに直接CO₂を接触させることで、炭酸カルシウムとしてコンクリート内部にCO₂を固定。CO₂と反応する特殊な混和材を使用し、養生時にCO₂を与えるものと、普通のコンクリートの練混ぜ中にCO₂を吹き込むものがある（CO₂-SUICOM、Carbon Cure等）。
- ③ **CO₂固定した炭酸塩原料の利用によるCO₂削減（「CO₂由来材料使用型コンクリート」）** ⇒検討対象
工場の排気ガスなどから回収したCO₂を基に製造した炭酸カルシウムをセメント・コンクリートの骨材や混和材として用いることでコンクリート内部にCO₂を固定（T-e Concrete/Carbon-Recycle等）。
- ④ **炭酸化反応により大気中のCO₂を固定することによるCO₂削減** ⇒IPCCガイドラインにて計上が見送られていることから検討対象外
一般的なコンクリート構造物において、供用中や解体・再利用時に炭酸化反応により、大気中のCO₂を固定（コンクリート全般）。



一般的なコンクリートによるCO₂削減効果(削減効果④)



1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (2/9)



環境配慮型コンクリートの例

- 環境配慮型コンクリートに該当する製品として、現在実用化されている主な製品は以下のとおり。
- 今年度の検討対象はカーボifikスセメントの追加品種とカーボキヤッチ。

分類	製品名	開発元	検討状況	概要
製造時CO ₂ 固定型	CO ₂ -SUICOM	中国電力、鹿島建設、デンカ、ランデス	インベントリに反映済み	セメント代替として石炭灰、産業副産物、特殊混和材γ-C2Sを利用することによりセメント使用量を大幅削減すると共に、養生時にCO ₂ を接触させることでコンクリート中にCO ₂ を固定。
	カーボifikスセメント	太平洋セメント	インベントリに反映済み 今年度追加検討	ポルトランドセメントの構成鉱物の一つであるβ-C2Sを主要鉱物として、アルミニネート相を含む材料であり、硬化時にCO ₂ 固定を固定可能。一般的なセメントよりも低温で焼成するためエネルギー消費も少なく、多量の廃棄物減量の利用が可能であることから廃棄物問題の解決にも寄与する。
CO ₂ 由来材料使用型	T-eConcrete/ Carbon-Recycle	大成建設株式会社	インベントリに反映済み	工場の排ガスから回収したCO ₂ から製造される炭酸カルシウムを、製鉄副産物である高炉スラグ主体の結合材により固化させることで、コンクリート内部にCO ₂ を固定する。
	クリーンクリートN	株式会社大林組	インベントリに反映済み	セメントの混合割合を大幅に低減し、高炉スラグ微粉末などの産業副産物で多量に置き換えた「クリーンクリート」に、CO ₂ を吸収し固定化した炭酸カルシウムを主成分とする粉体を混ぜ合わせることでCO ₂ の排出量削減と同時に廃棄物の削減も実現する。
	カーボキヤッチ	太平洋セメント	今年度検討	セメントと水を混ぜてスラリー状にしたセメントスラリー中でCO ₂ を攪拌させ、生コンクリート中に炭酸カルシウムとして固定する。従来の吹き込むだけの手法では固定されるCO ₂ の割合が20%程度であったところ、本技術では90%以上が固定可能とされる。
その他	バイオ炭コンクリート	清水建設株式会社	インベントリに反映済み	バイオマスを炭化した「バイオ炭」をコンクリートに混和することにより、コンクリート内部に炭素を貯留する。低炭素セメントを併用することで、コンクリートとしてカーボンネガティブまで実現可能とされる。
	チップクリート	株式会社大林組	来年度以降、吸收源分科会にて検討予定	伐採材チップをセメントミルクでコーティング、固結することで、チップが難分解性となり炭素が固定される。本製品を造成することで、緑化が困難な斜面でも植生が永続可能とされる。

(出典) 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構「海外カーボンリサイクル技術 実現可能性調査 (2020年8月25日)
<https://www.jogmec.go.jp/content/300368454.pdf>、メーカー公表資料等を基に作成。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (3/9)

カーボキヤッチの概要

- カーボキヤッチは、フレッシュコンクリートに、CO₂を固定化させる技術であり、セメントを含む溶液（セメントスラリー）にCO₂を吸収させ、炭酸カルシウムを生成、そのスラリーをコンクリートの材料として使用することでコンクリート内にCO₂を固定。

1.セメント工場排ガスから得られる回収CO₂を炭酸塩化可能。

→直接排出CO₂の低減

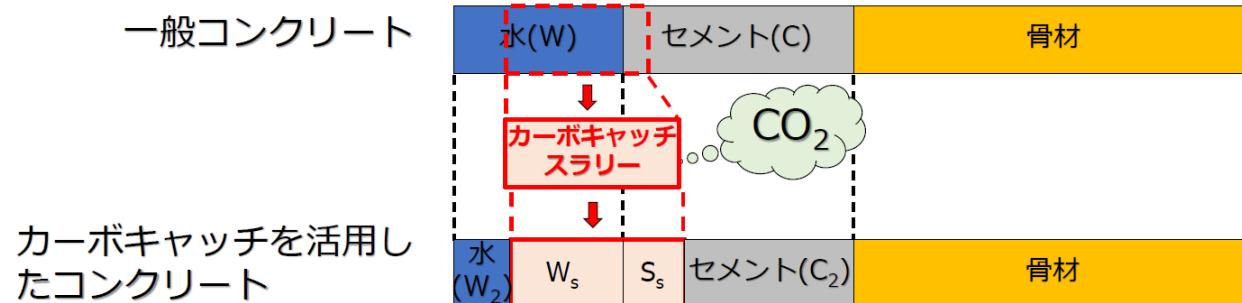
2.コンクリート製造や地盤改良でのセメント使用量を低減可能。

→材料由来CO₂排出の低減

3.生コンスラッジを原料にCO₂を炭酸塩化可能。

→廃棄物量の低減

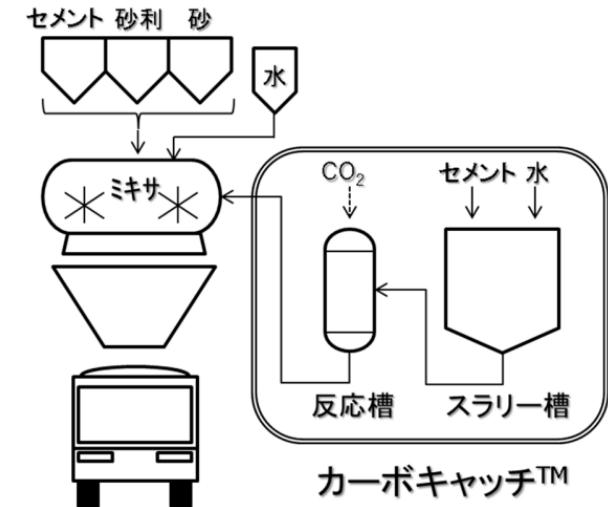
- セメントスラリーに供給した CO₂の 90%以上（セメントスラリー中のセメント1t当たり330kg以上）を固体状の微細な炭酸カルシウムとして効率よく固定化可能。



※CO₂吸収によりスラリー中の固体分増加

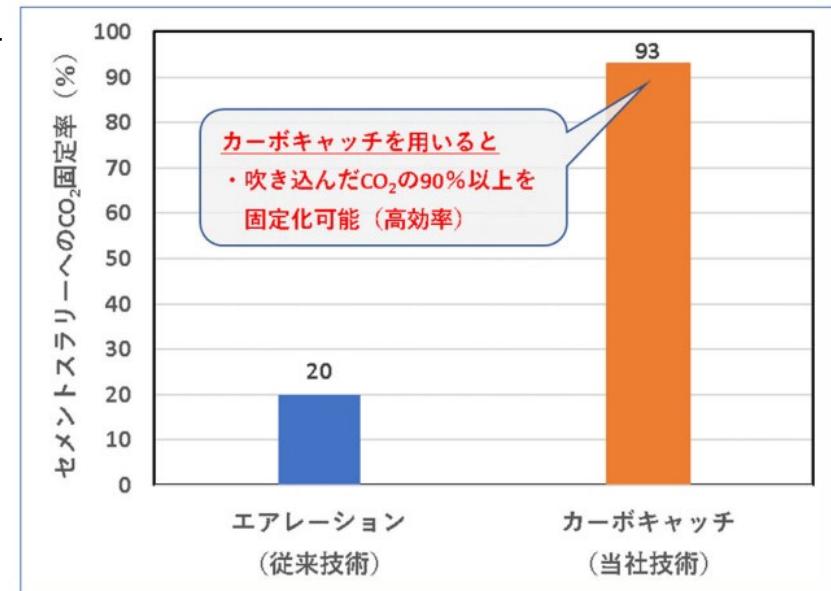
→固体分比率 (W_s/S_s) を測定し、所定の液固比となるよう配合調整

(出典) 太平洋セメント提供資料「カーボキヤッチの概要」(2025年)



カーボキヤッチ™

(上下図出典) CO₂をフレッシュコンクリートに固定化する製造システム「カーボキヤッチ TM」の開発に成功 (2023年3月15日)
https://www.taiheijo-cement.co.jp/news/news/pdf/230315_1.pdf



✓ CO₂を固定させたセメントスラリーをコンクリート製造に使用することから、CO₂由来材料使用型に該当すると整理。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (4/9)



CO₂由来材料使用型コンクリートにおけるCO₂固定量の算定方法

【基本方針】

■ 算定式

- ✓ CO₂由来材料により固定されるCO₂固定量の算定式は、把握可能なデータに応じて、①CO₂由来材料使用量を活動量とする場合と、②コンクリート生産量を活動量とする場合の2種類を設定する。

【①CO₂由来材料使用量を活動量とする場合】

- ✓ CO₂由来材料使用型コンクリート製造におけるCO₂由来材料使用量にCO₂由来材料の平均的なCO₂固定係数を乗じてCO₂固定量を算定する。
- ✓ CO₂固定量は、使用されるCO₂由来材料の種類や配合（調合）によって変化することから、同一のCO₂由来材料原料及び配合比率を用いている製品种別にCO₂固定量を算定する。
- ✓ CO₂由来材料使用量が把握できず、コンクリート生産量当たりのCO₂由来材料使用量が把握可能な場合は、コンクリート生産量当たりCO₂由来材料使用量を乗じて、CO₂由来材料使用量を推計する（下右式）。

$$F_{CO_2} = \sum_k (m_k \times F_k)$$

F_{CO_2} : CO₂由来材料使用型コンクリートによるCO₂固定量[t-CO₂]
 m_k : CO₂由来材料kの使用量[t]
 F_k : CO₂由来材料kの単位重量当たりのCO₂固定量[t-CO₂/t]
※kはCO₂由来材料の種類を表す。

$$m_k = \sum_{i,j} (V_{i,j} \times f_{i,j,k})$$

$V_{i,j}$: CO₂由来材料使用型コンクリートi、品種jの生産量[m³]
 $f_{i,j,k}$: コンクリートi、品種jの単位体積当たりCO₂由来材料kの使用量[t/m³]
※iはCO₂固定型コンクリートの種類、jはコンクリート製品の種類を表す。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (5/9)



CO₂由来材料使用型コンクリートにおけるCO₂固定量の算定方法

【基本方針】

【②コンクリート生産量を活動量とする場合】

- ✓ CO₂由来材料使用型コンクリートの生産量に、コンクリート生産量当たりのCO₂固定係数を乗じてCO₂固定量を算定する。
- ✓ なお、CO₂固定量は、使用されるCO₂由来材料の種類や配合（調合）によって変化することから、**使用されている炭酸塩の種類や配合比率を確認し、同一のCO₂由来材料原料及び配合比率を用いている製品種別にCO₂固定量を算定**する。

$$F_{CO_2} = \sum_{i,j} (V_{i,j} \times F_{i,j})$$

F_{CO₂} : CO₂由来材料使用型コンクリートによるCO₂固定量[t-CO₂]

V_{i,j} : CO₂由来材料使用型コンクリートi、品種jの生産量[m³]

F_{i,j} : CO₂由来材料使用型コンクリートi、品種jの単位体積当たりのCO₂固定量[t-CO₂/m³]

※iはCO₂固定型コンクリートの種類、jは製品種類を表す。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (6/9)



カーボキヤッチ

■ 算定対象

- ✓ **これまで適用された舗装コンクリート2件と護岸ブロック1件を算定対象とする。** 製造にはセメント工場で回収されたCO₂を使用。

■ 活動量

- ✓ **これまで適用された舗装コンクリート2件と護岸ブロック1件におけるセメントスラリー使用量をCO₂由来材料使用量みなして活動量とする。**

■ 固定係数（インターロッキングブロック）

- ✓ 開発メーカーにおける**セメントスラリーのサンプル測定結果（熱重量示差熱分析（TG-DTA）により測定）**に基づき、**平均CO₂固定量を固定係数として設定する。**

■ CO₂固定量算定結果

- ✓ 今回提供を受けたカーボキヤッチの製造実績に基づく2025年度のCO₂固定量は、データ提供時点で0.204tCO₂となっている。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (7/9)

カーボフィックスセメントの概要

- カーボフィックスセメントは、以下の3つの性質により、一般的なポルトランドセメントに対し約60%の大幅なCO₂削減が可能とされる。

1.石灰石焼成時のエネルギー消費量削減

一般的なポルトランドセメントよりもCaO含有率が低く、より低温でクリンカを焼成するため、製造時のエネルギー起源CO₂を削減。

2.産業副産物利用による原料削減

一般的なポルトランドセメントを大きく上回る大量の廃棄物をリサイクル原料として利用することで原料由来のCO₂を削減。

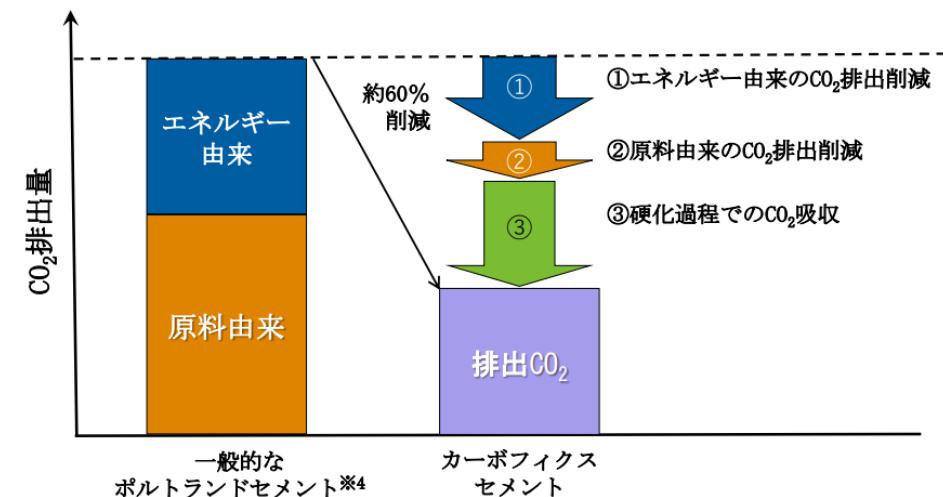
3.硬化過程でのCO₂固定

ポルトランドセメントの構成鉱物の一つであるβ-C₂S を主要鉱物として、アルミニネート相を含む材料により、硬化時にCO₂を吸収・固定。

- NEDO事業において、カーボフィックスセメントを使用したインターロッキングブロックを実工場で製造、サンプル提供を開始。



(出典) 太平洋セメント提供資料「CO₂排吸収・硬化セメント「カーボフィックスセメント」」(2023年)



(出典) CO₂吸収・硬化セメント系材料「カーボフィックス®セメント」の開発に成功 (2022年9月20日) <<https://www.taiheiyocement.co.jp/news/news/pdf/220920.pdf>>

	ポルトランドセメント	CARBOFIX CEMENT	CO ₂ -SUI COM
材料	クリンカ 石膏	β-C ₂ Sを主要相とし アルミニネート相を含むクリンカ	γ型-C ₂ S 高炉スラグ微粉末 ポルトランドセメント
引込 原料	石灰石 廃棄物	石灰石(ポルトよりも少) 廃棄物(ポルトよりも多)	副生水酸化カルシウム (数量・入手地域限定)
性質	水と反応して硬化	CO ₂ と反応して硬化	CO ₂ と反応して硬化
養生 設備	不要	炭酸化養生装置	炭酸化養生装置

※C₂S : Ca₂SiO₄ (ダイカルシウムシリケート)

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (8/9)



製造時CO₂固定型コンクリートにおけるCO₂固定量の算定方法

【基本方針】

■ 算定式

- ✓ 供用中のコンクリート製品へのCO₂固定量は、一般的に、CO₂を固定することで中性化した体積に、中性化により固定されたCO₂量を乗じて算定される。中性化したコンクリートの体積は、コンクリートの表面積に中性化深さを乗じて算定される。
- ✓ 本検討で対象とする製品製造時における強制的なCO₂固定においては、**製造時CO₂固定型コンクリートの生産量に、実測値に基づく製品全体の平均的なCO₂固定係数を乗じてCO₂固定量を算定する。**
- ✓ CO₂固定量は、CO₂を固定するコンクリートの製品の表面積、空隙等の構造の他、配合比率、製造方法（温度、ばく露濃度）等によって変化することから、**製品種や配合比率、製造方法を確認し、異なる固定係数を設定することが妥当であることが確認された場合には、その区分ごとにCO₂固定量を算定**する。
- ✓ ただし、製品種別や配合比率、製造方法等が異なっても、固定係数に大きな差異が生じないものと考えられ、同一の固定係数が設定可能と判断される場合には、活動量データの把握が複雑にならないよう、適宜まとめて算定する方針も検討する。

$$F_{CO_2} = \sum_{i,j} (V_{i,j} \times f_{i,j})$$

F_{CO_2} : CO₂固定型コンクリートによるCO₂固定量[t-CO₂]

$V_{i,j}$: CO₂固定型コンクリートi、品種jの生産量[m³]

$f_{i,j}$: CO₂固定型コンクリートi、品種jの単位体積当たりのCO₂固定量[t-CO₂/m³]

※iはCO₂固定型コンクリートの種類 (CO₂-SUICOM、カーボifikスセメント等)、
jは製品・配合・製法別を表す。

1. 環境配慮型コンクリートによるCO₂削減効果の定量化 (1.A.、2. 全体 (CO₂)) (9/9)



カーボフィックスセメント

■ 算定対象

- ✓ カーボフィックスセメントについては、昨年度インターロッキングブロック 2 種（普通ブロック・透水性ブロック）を算定対象として検討を行った。今回、新たに**SPブロックや地先境界ブロック、S型インターロッキングブロック、U字型溝、生物共生ブロックが製造されたことから算定対象として追加検討を行う。**
- ✓ なお、製造にはいざれもセメント工場で回収されたをCO₂を使用。

■ 活動量

- ✓ 今回新たに確認された、**SPブロックや地先境界ブロック、S型インターロッキングブロック、U字溝、生物共生ブロックの製造量**を活動量とする。

■ 固定係数（インターロッキングブロック）

- ✓ 開発メーカーにおける**各製品のサンプル測定結果に基づき、CO₂固定量を固定係数として設定**する。

■ CO₂固定量算定結果

- ✓ 今回提供を受けたカーボフィックスセメントの製造実績に基づく2024年度のCO₂固定量は昨年度検討済みの製品も含め、0.941tCO₂となっている。