

CUCO®舗装ブロックの開発と屋外大型イベント広場での 実検証および施工後の追跡調査

2026年9月14日

100年をつくる会社



次世代の環境配慮型コンクリート

CO₂-SUICOM®

自己紹介

2

田邊 陽(たなべ はる)

2023年 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 卒業

同年 鹿島建設㈱入社

本社技術研究所 土木材料グループ

兼 GI基金CNコンクリートプロジェクトチーム

(低炭素型コンクリート:CCUS技術, 環境負荷低減技術の研究)



ご説明内容

- CCUS／カーボンリサイクルにおけるCO₂-SUICOMの位置づけ
- カーボンネガティブコンクリートCO₂-SUICOMとは
- コンクリートが多量のCO₂を排出する要因
- CO₂-SUICOMのCO₂固定能力について
- GI基金事業におけるカーボンネガティブコンクリートの開発
- 2025年国際博覧会(大阪・関西万博)での実証

CCUS／カーボンリサイクルにおける CO₂-SUICOMの位置づけ

次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

カーボンニュートラル

- ・2020年10月、菅首相が所信表明演説で『2050年までに、カーボンニュートラル社会の実現を目指す』と表明

5

※経済産業省作成

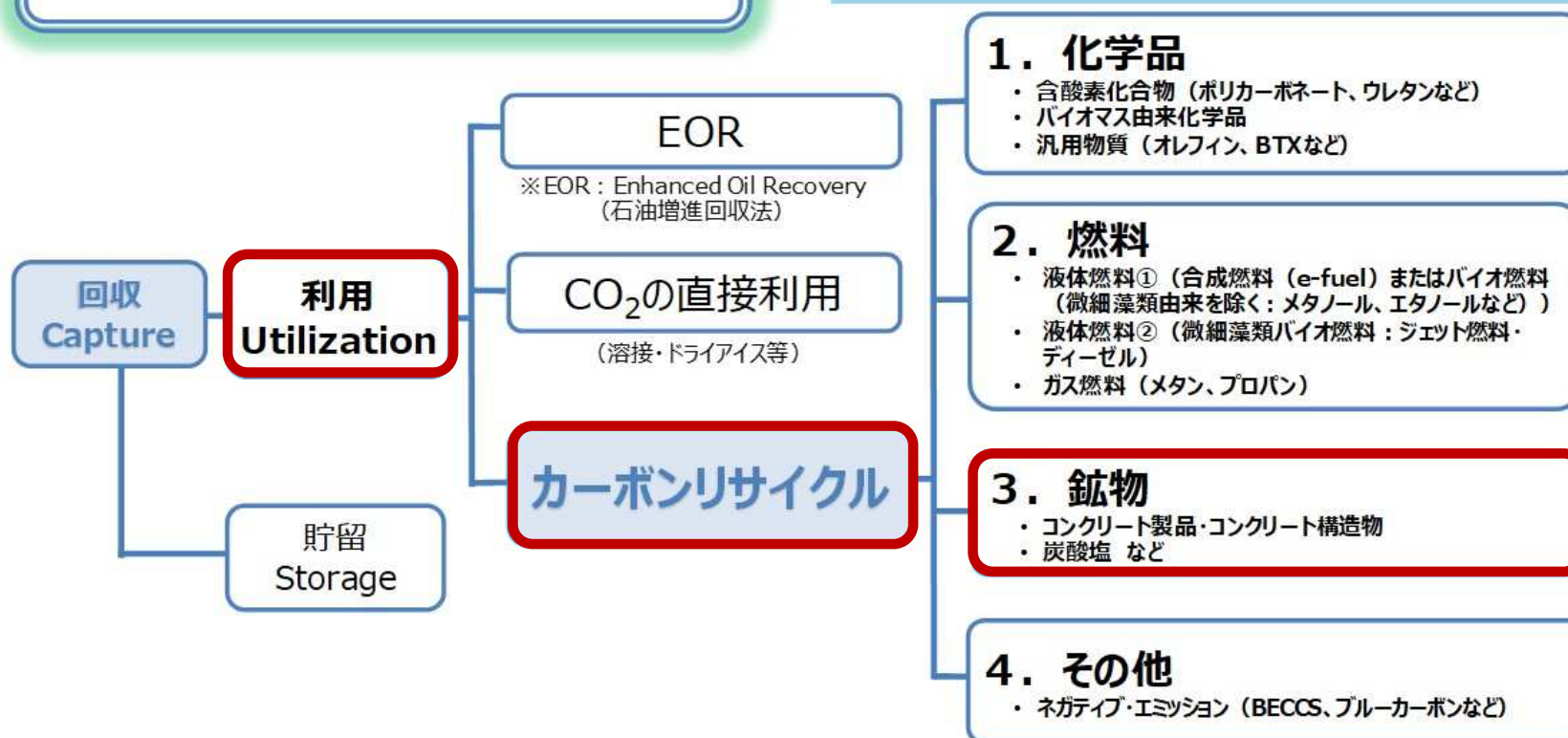


CO₂を吸収(ネガティブに)するモノが必須
⇒「カーボンリサイクル」という考え方

CCUS (Carbon Dioxide Capture(回収), Utilization(有効利用) and Storage(貯留)) / カーボンリサイクル 6

CCUS/カーボンリサイクル

- カーボンリサイクル：CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく。
- カーボンリサイクルは、CO₂の利用（Utilization）について、世界の産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進める取り組み。
- 省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともにカーボンリサイクルは鍵となる取り組みの一つ。



コンクリートに含まれるCaとCO₂の反応によってCaCO₃ (炭酸塩) を生成
↓
コンクリートにCO₂を固定
CO₂-SUICOM

コンクリートにCO₂を吸い込み、固定化する唯一の技術

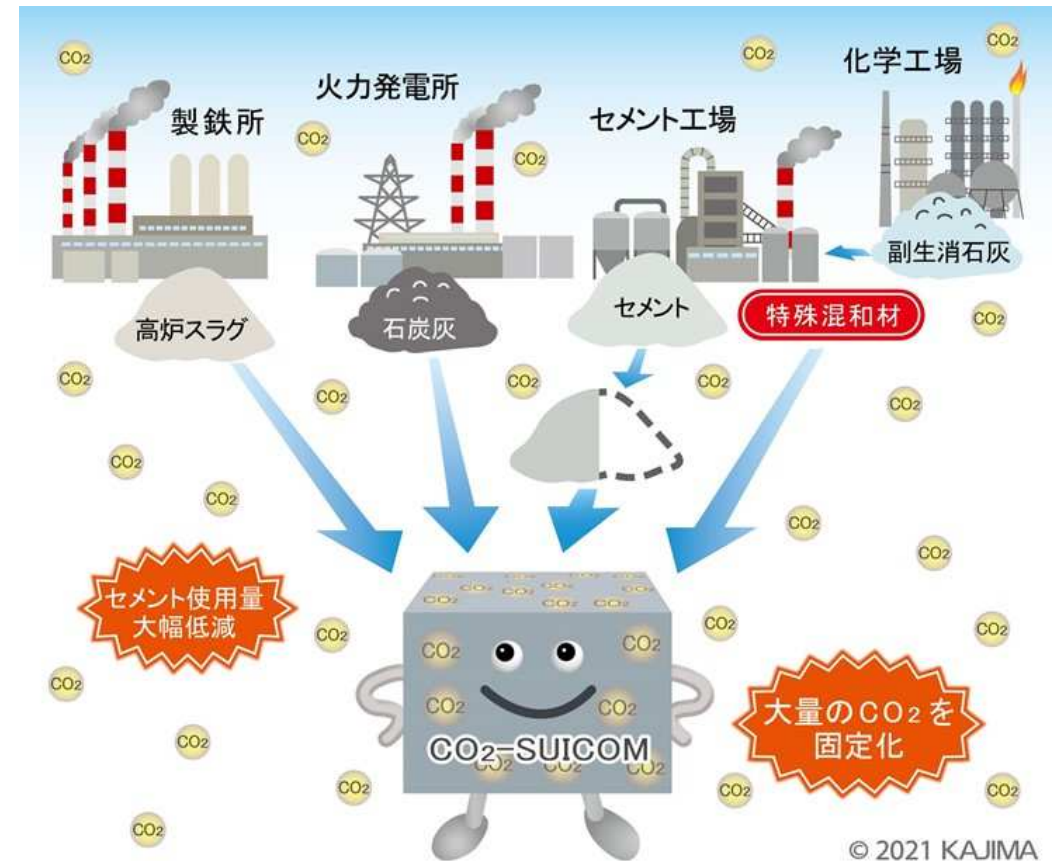
カーボンネガティブコンクリート CO₂-SUICOMとは？

次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM[®]

CO₂-SUICOM (Storage Utilization Infrastructure by COncrete Materials) 8

コンクリート製造過程における
CO₂排出量がゼロ以下になる
コンクリート

- 2008年から、鹿島・中国電力・
デンカ・ランデスの4社で開発
- すでに商品化済
(日本で開発した世界初の技術)



CO₂-SUICOMの実績

9

- コンクリートブロック、コンクリート型枠、プレキャストコンクリートパネル等のコンクリート製品
- 2011年から工事に適用



境界ブロック



舗装コンクリートブロック



コンクリート型枠

当日投影のみとさせていただきます

天井プレキャストパネル

なぜ、コンクリートは、
多量のCO₂を排出するのか？

次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

コンクリート中のセメントだけが、CO₂を排出

11

コンクリートは、4つの材料で構成

セメント



製造過程の
CO₂排出量

288 kg/m³

砂利(粗骨材)



ほぼ 0kg/m³

砂(細骨材)



ほぼ 0kg/m³

水



ほぼ 0kg/m³

コンクリート

CO₂排出量: **288 kg/m³**



セメントのCO₂排出量
≒
コンクリートのCO₂排出量

セメントは、製造過程で多量のCO₂が排出される

12

セメントの製造過程



廃タイヤなどを燃料に使用

① セメント低減型コンクリート

セメント製造時に多量のCO₂が排出されることを鑑み、セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等に置き換えることで、計算上のCO₂排出量を低減したコンクリート

② CO₂固定型コンクリート

CO₂と反応する材料を配合して、CO₂を接触させる『炭酸化養生』を行うことで、実際にコンクリート中にCaCO₃としてCO₂を固定化することができるコンクリート

③ CCUS材料活用型コンクリート

廃コンクリート等の廃棄物由来のCa分にあらかじめCO₂を反応させて、CaCO₃の粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂を固定化したコンクリート

CCU : *Carbon Capture Utilization and Storage*

① セメント低減型コンクリート 別の材料に置換えセメント使用量を減らす⇒混和材（従来技術）

セメント製造時に多量のCO₂が排出されることを鑑み、セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等に置き換えることで、計算上のCO₂排出量を低減したコンクリート

② CO₂固定型コンクリート

CO₂と反応する材料を配合して、CO₂を接触させる『炭酸化養生』を行うことで、実際にコンクリート中にCaCO₃としてCO₂を固定化することができるコンクリート

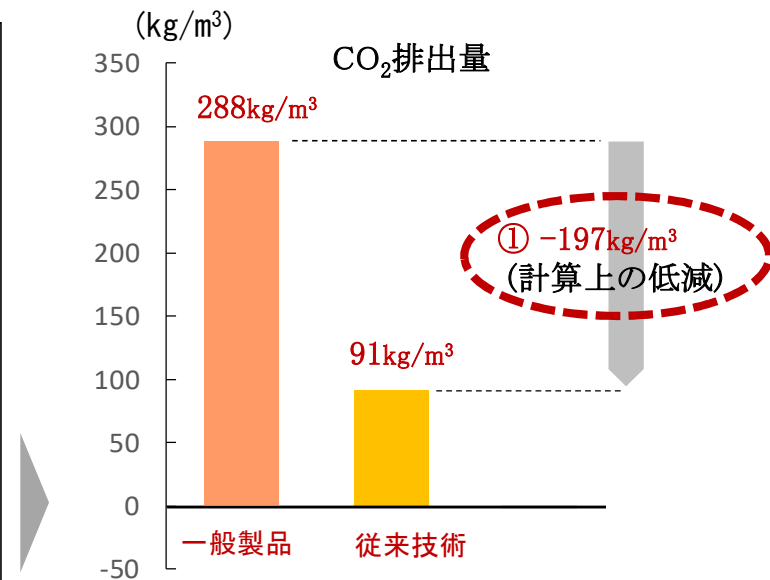
③ CCUS材料活用型コンクリート

廃コンクリート等の廃棄物由来のCa分にあらかじめCO₂を反応させて、CaCO₃の粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂を固定化したコンクリート

CCU : *Carbon Capture Utilization and Storage*

従来技術：セメントを他の材料に置き換えてCO₂低減

15



従来技術では、
カーボンネガティブにならない

カーボンネガティブには、コン
クリートへのCO₂固定が必須

① セメント低減型コンクリート (ECM)

セメント製造時に多量のCO₂が排出されることを鑑み、セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等に置き換えることで、計算上のCO₂排出量を低減したコンクリート

② CO₂固定型コンクリート

CO₂と反応する材料を配合して、CO₂を接触させる『炭酸化養生』を行うことで、実際にコンクリート中にCaCO₃としてCO₂を固定化することができるコンクリート

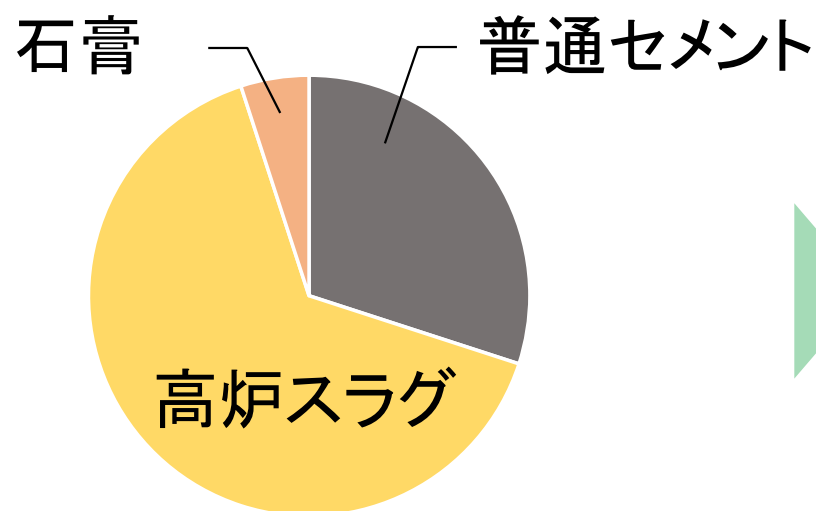
③ CCUS材料活用型コンクリート

廃コンクリート等の廃棄物由来のCa分にあらかじめCO₂を反応させて、CaCO₃の粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂を固定化したコンクリート

CCU : *Carbon Capture Utilization and Storage*

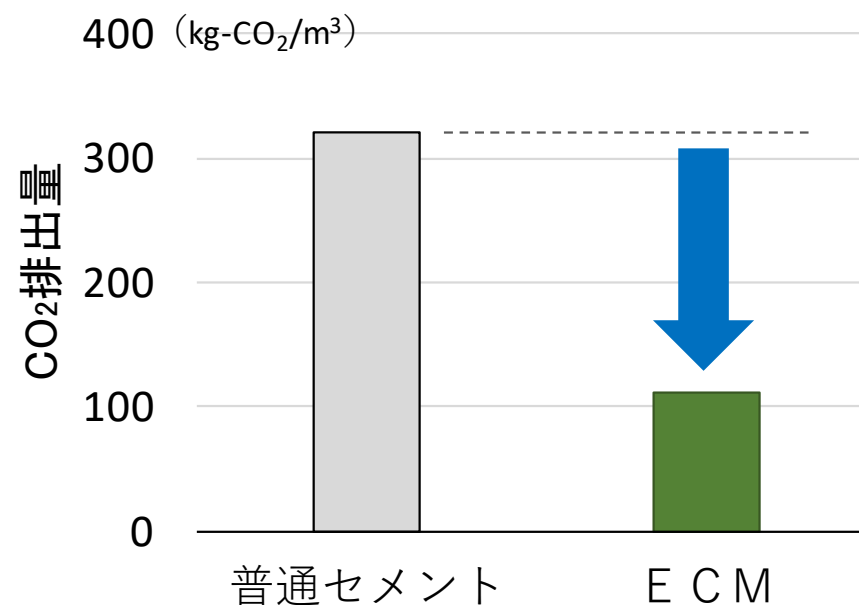
ECM 【鹿島建設・竹中工務店、デイ・シー、日鉄住金セメントなどで共同開発】 17

- 普通セメントが30%～35%まで低減
- 高炉スラグを約60～70%混合



セメント成分の割合例

CO₂排出量を65%削減



CO₂-SUICOMのCO₂固定能力について

次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

CO₂-SUICOM: 特殊混和材 γ C₂S(ガンマシーツーエス)とは

19

基本的にはセメントと同じ成分

セメント

(石灰石より生成)



水と反応して硬化する

CO₂排出量: **288** kg/m³

γ C₂S

(副生消石灰より生成)



水と反応せず、
CO₂と反応して硬化する

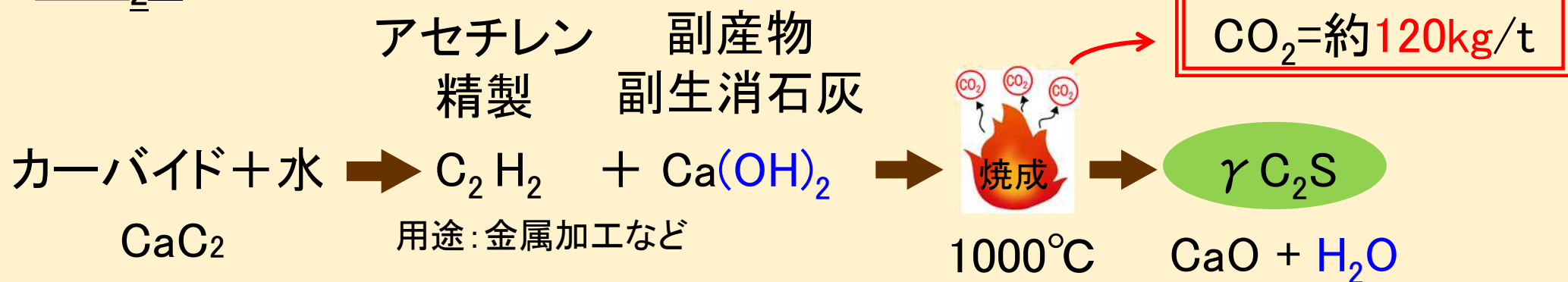
CO₂排出量: **▲109** kg/m³

CO₂を吸い込み固定化

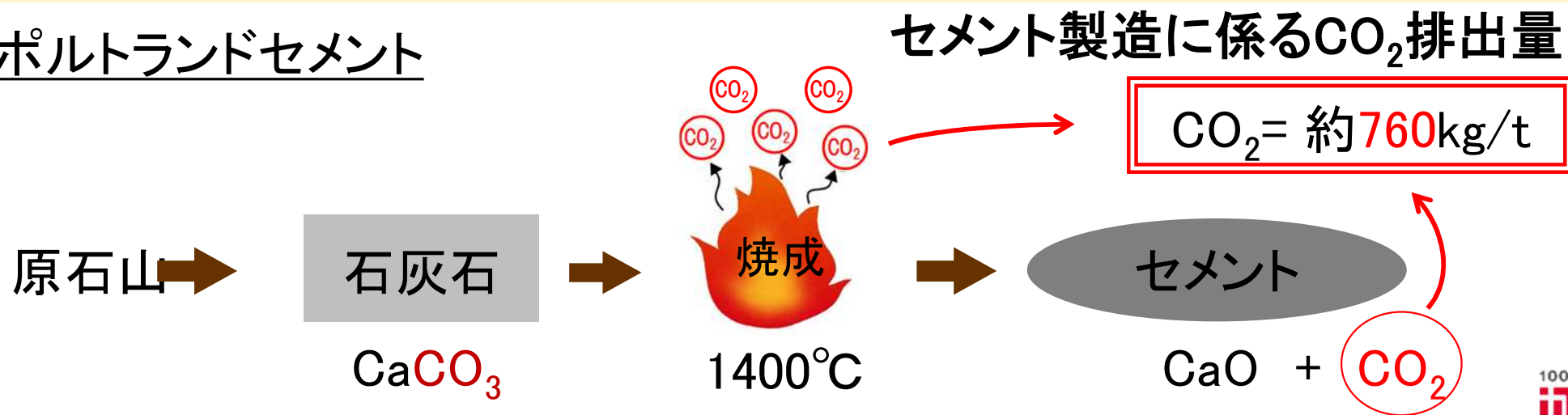
γ C₂Sとセメントの製造過程の比較

20

γ C₂S



普通ポルトランドセメント



CO₂-SUICOMのCO₂排出量

21

セメント量低減に加え、CO₂を吸収固定する特殊混和材(γ C₂S)を使用

セメント量を低減

セメント



高炉スラグ
(鉄鋼副産物)



フライアッシュ
(火力発電石炭灰)



+

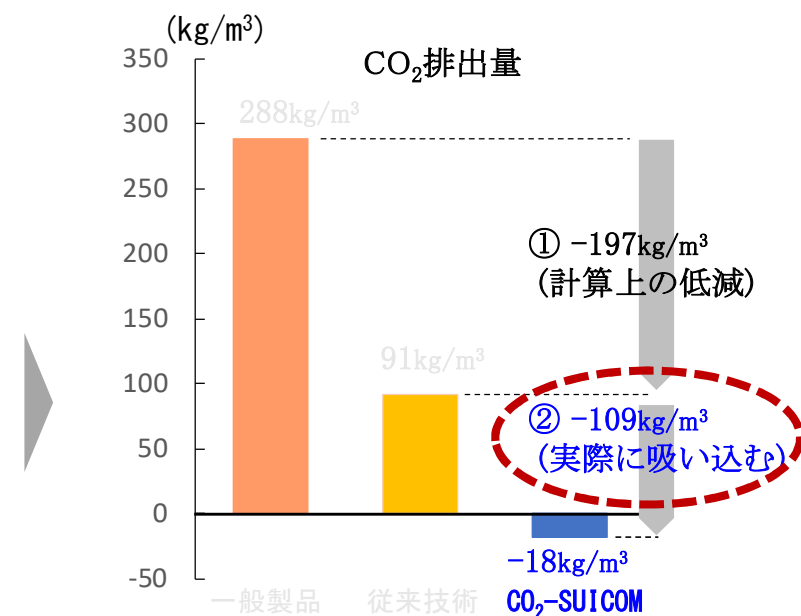
開発した特殊混和材

γ C₂S(副生消石灰より生成)

基本的にはセメントと同じ成分



CO₂吸収固定量
-109kg/m³



コンクリートのCO₂排出量

ゼロ以下を実現
(カーボンネガティブ)

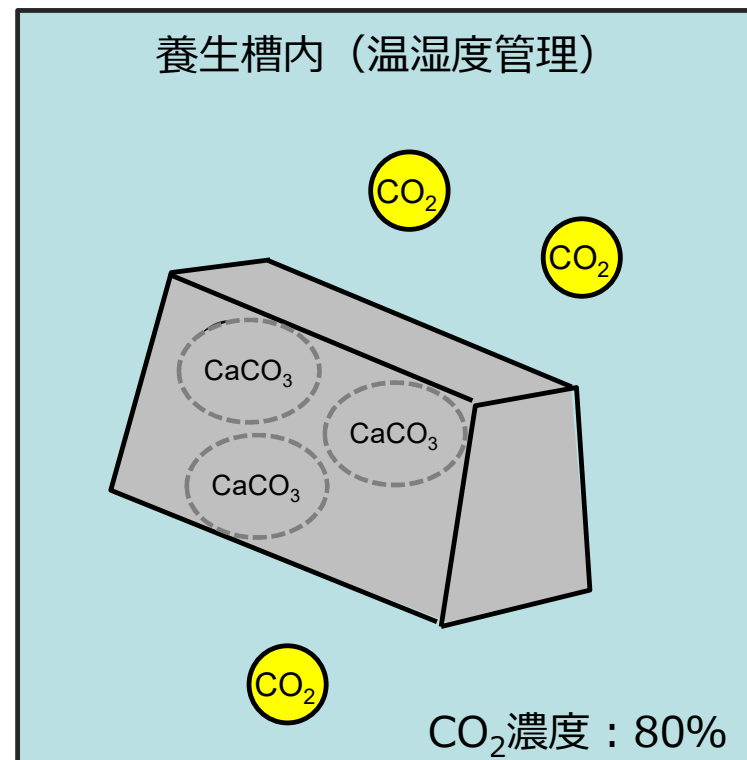
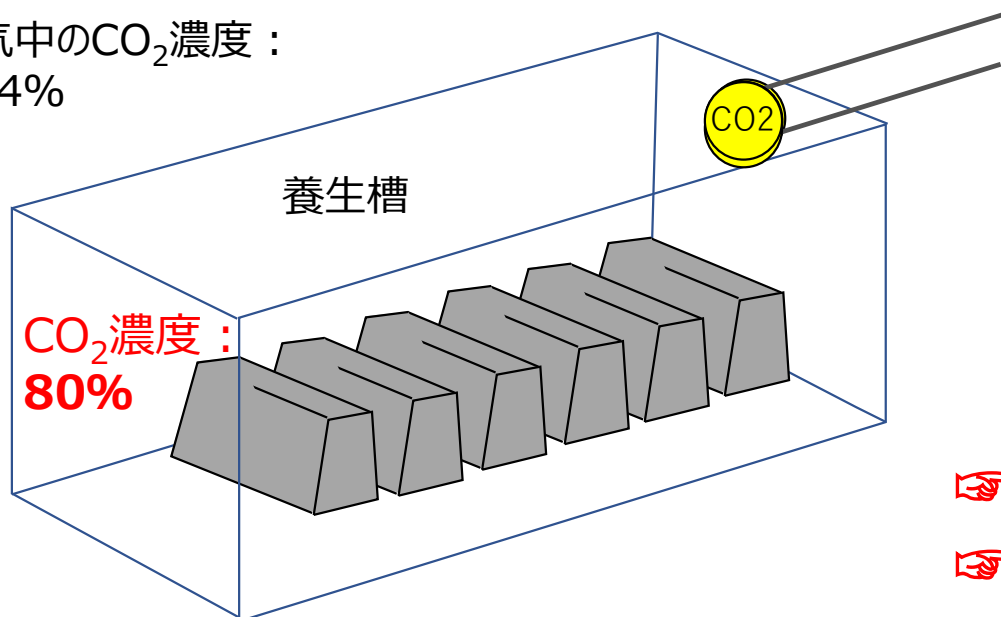
CO₂の吸収固定方法(炭酸化養生の概要)

22

技術の核：炭酸化方法

コンクリートの強度発現や養生槽内の
温度・湿度をコントロールすることで
短期間での炭酸化を実現

大気中のCO₂濃度：
0.04%



- ☞ 製造過程でCO₂を吸いこませる
- ☞ 炭酸化養生槽が必要

CO₂の吸収固定方法(現状)

23

ポンベを購入し, プレキャスト製品工場にてCO₂供給
(世の中に流通しているポンベのCO₂はすべて排気ガス起因)



当日投影のみとさせていただきます

CO₂の吸収固定方法(将来)

24

- 様々な産業のCO₂は可能な限り分離・回収
- DAC (Direct Air Capture) 技術の進展により, CO₂を大気から回収
⇒ CO₂の行き先が無くなる … コンクリートが『受け皿』に

当日投影のみとさせていただきます

製鉄所のCO₂分離回収装置
ESCAP商業1号機
(COURSE50ホームページより)

当日投影のみとさせていただきます

セメント工場のCO₂回収システム案
(NEDO グリーンイノベーション基金事業ホームページより)

当日投影のみとさせていただきます

スイスのスタートアップが開発したDAC設備
(環境ビジネスオンラインホームページより)

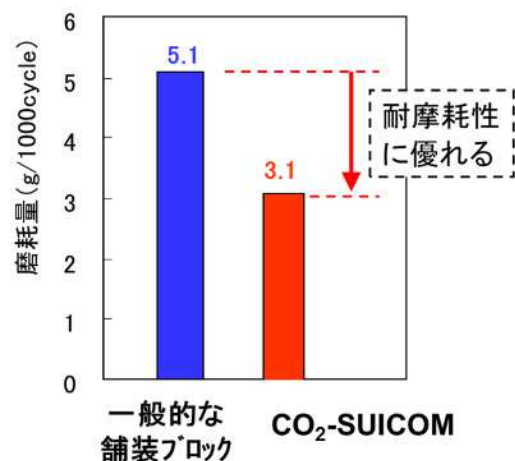
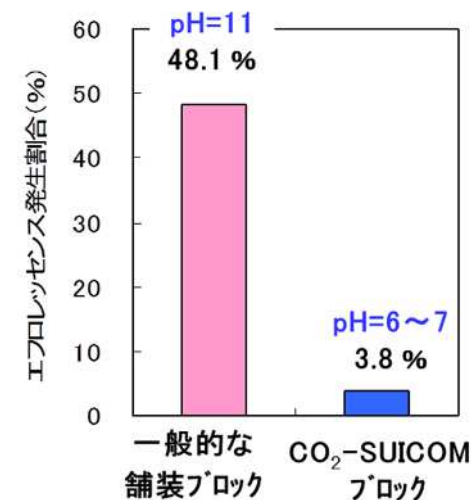
CO₂-SUICOMの品質

25

- 圧縮強度は普通コンと同等
- 乾燥収縮量が少ない(ほぼゼロ)
- エフロレッセンスの発生を抑制
- 低アルカリで環境(生物・植物)に優しい
- 耐摩耗性に優れる
- Caなどの溶出がない



一般製品



植物生育能力への影響

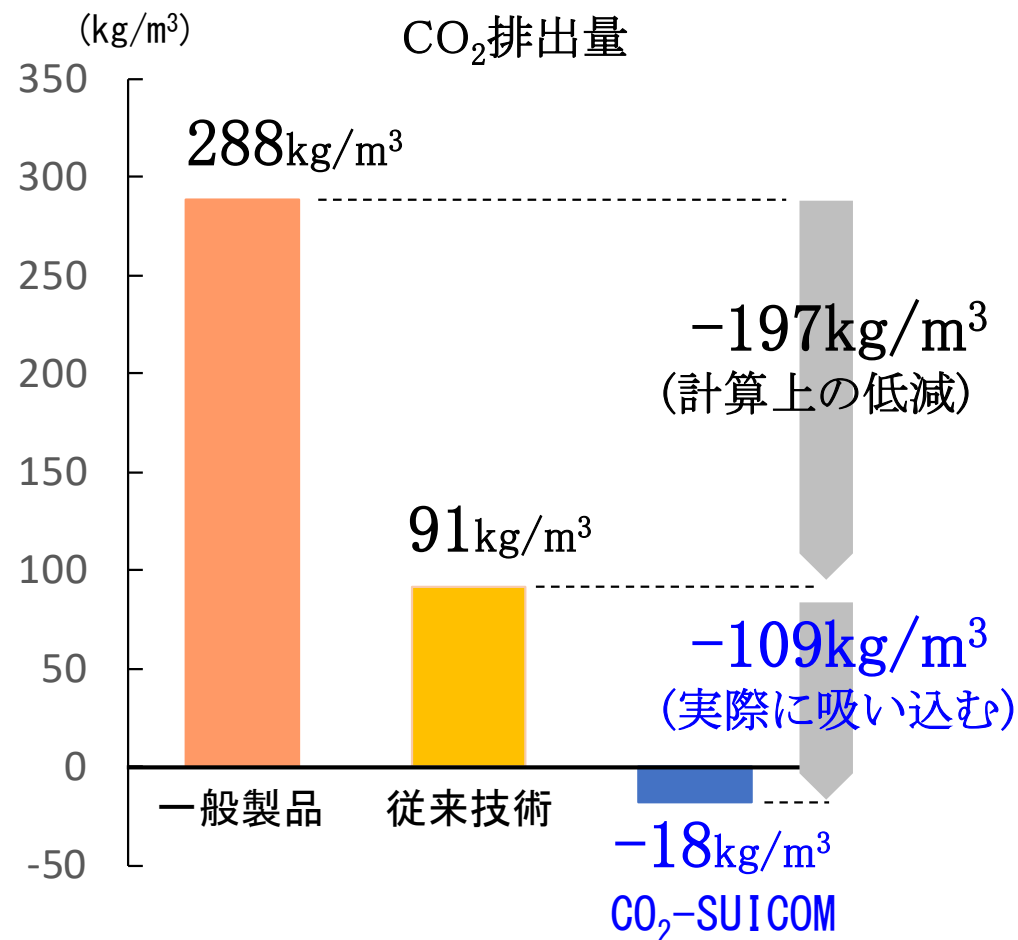
CO₂-SUICOM製造時のCO₂排出量

26

●CO₂-SUICOMの技術(世界唯一)

日本で開発した粉末状の特殊混和材
(γ C₂S)によりCO₂を吸収固定

土木学会環境賞を受賞する等、学会でも評価



GI基金事業におけるカーボンネガティブコンクリートの開発



次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM[®]

CUCOコンソーシアムの体制

➤ 鹿島を代表会社とし、**55の企業・大学・機関**で構成

鹿島

Denka

想いをかたちに 未来へつなぐ
TAKENAKA

● ゼネコン

鹿島建設株式会社
鹿島道路株式会社
株式会社竹中工務店
株式会社竹中土木
鉄建建設株式会社
東急建設株式会社
株式会社不動テトラ

● CCU材料関連メーカ

コトブキ技研工業株式会社
中国高圧コンクリート工業株式会社
日本コンクリート工業株式会社
日本メサライト工業株式会社

● 生コン工場

株式会社磯上商事
三和石産株式会社
株式会社長岡生コンクリート

● 大学・研究機関

学校法人金沢工業大学
国立大学法人九州大学
学校法人芝浦工業大学
国立大学法人島根大学
国立大学法人東京大学
学校法人東京理科大学
学校法人東海大学
国立大学法人東北大学
学校法人東洋大学
学校法人早稲田大学
国立研究開発法人産業技術総合研究所

● プレキャスト製造メーカ

川岸工業株式会社
ジオスター株式会社
株式会社スパンクリートコーポレーション
住友金属鉱山シボレックス株式会社
株式会社ダイワ
高橋カーテンウォール工業株式会社
タカムラ建設株式会社
鶴見コンクリート株式会社
日本コンクリート株式会社
株式会社ノザワ
株式会社ホクエツ
ランデス株式会社

● プラントメーカ

株式会社北川鉄工所
株式会社セイア
株式会社タイガーチヨダ
日工株式会社

● 計測・システムメーカ

株式会社島津製作所

● 商社

三菱商事株式会社

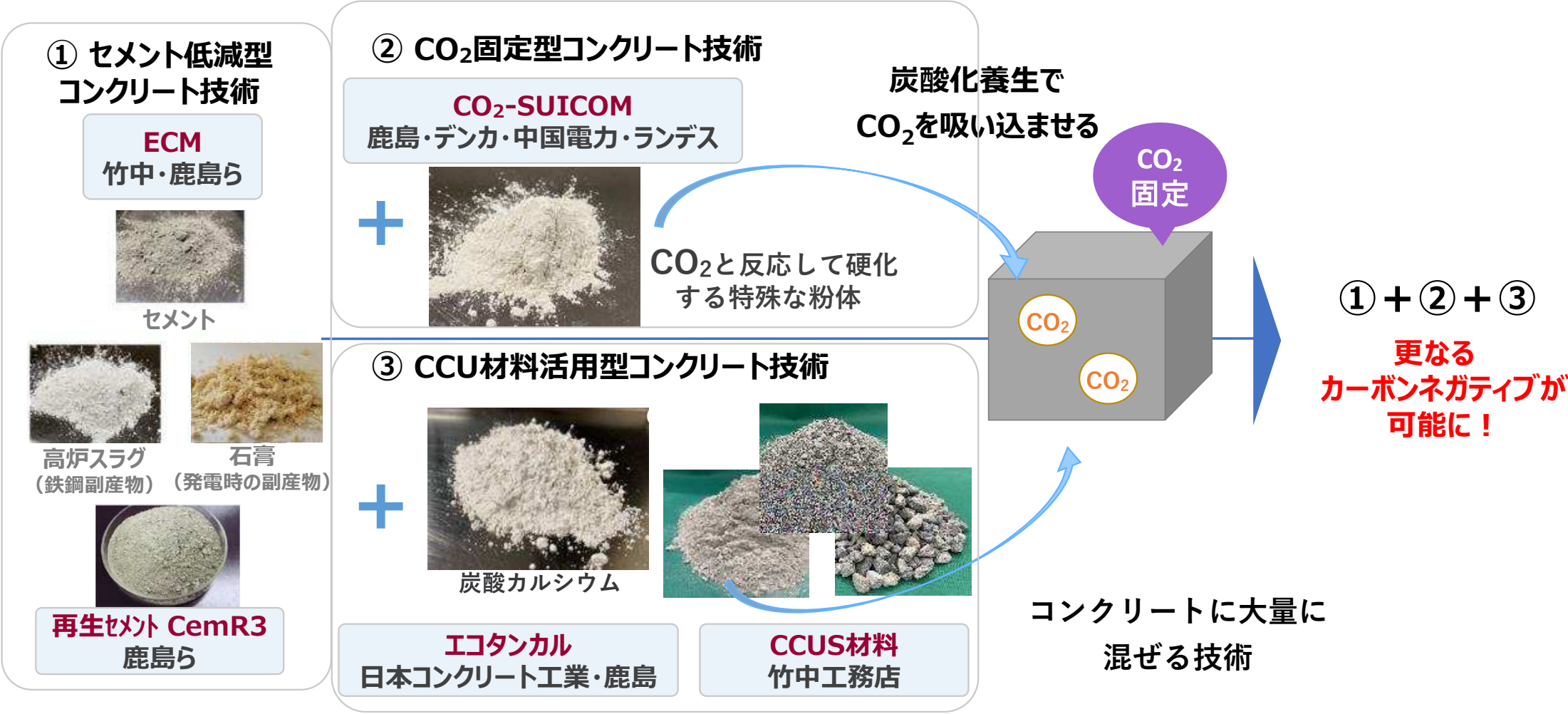


**CO₂削減量・固定量を
最大化したコンクリート
の開発・社会実装**

Confidential

研究開発全体の方向性

① + ② + ③の技術を融合・高度化・低コスト化することで、CO₂削減・固定量310~350kg/m³，うちCO₂固定量120~200kg/m³となるコンクリートを開発



【研究開発目標 I -①】

CO₂排出削減・固定量を最大化できる使用材料の選定に関する研究開発

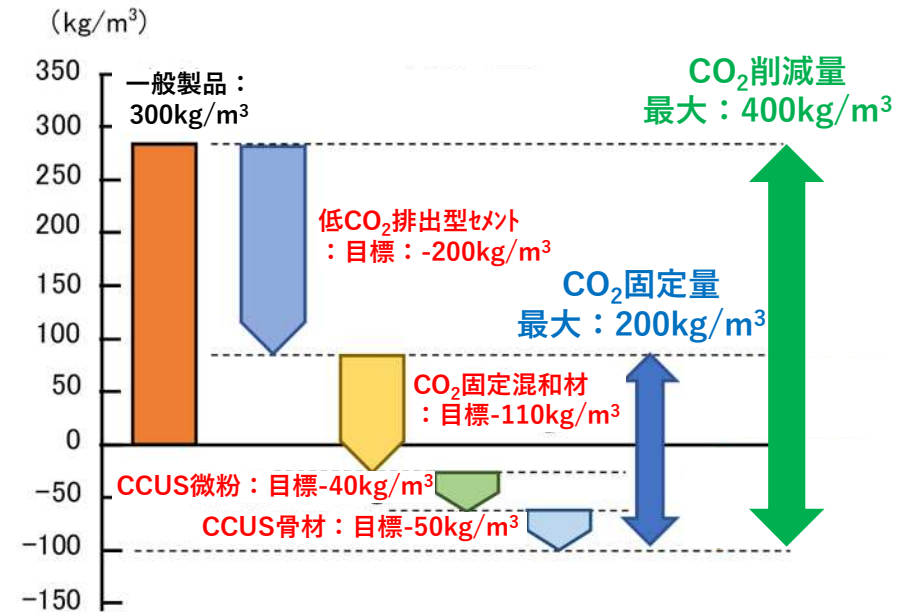
(1)各種Ca源を利用したCO₂固定型混和材の開発（デンカ）

(2)CCU骨材・微粉等の製造技術開発（鹿島、竹中）

(3)低CO₂排出型セメントと各種CO₂固定技術の組合せによる革新的カーボンネガティブコンクリートの開発

☞地域性・材料特性を考慮しつつ，CO₂排出量最小となる配合・材料設計手法の確立（鹿島、竹中、デンカ）

	水	セメント・混和材	細骨材	粗骨材
一般				
本研究		 CO ₂ 固定型混和材	 CCUS骨材（改質再生材）	
		 低CO ₂ 排出型セメント	 CCUS微粉	 CCUS骨材（副産物造粒）



各技術の組合せによる最大CO₂削減・固定量

【研究開発目標 I -②】

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発

(1) 大型プレキャストコンクリートの革新的CO₂固定技術および適用技術の開発

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

CO₂排出量を評価でき、エネルギー最小となるコンクリート製造プラントの試験構築と実証

各PCa製品に応じたコンクリートの製造～養生（CO₂固定）プロセス開発と、製品としての品質性能評価

(2) 対象構造物に応じた現場打設コンクリートの革新的CO₂固定・適用技術開発

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

構造物に適したCO₂固定方法の開発、および製造性・施工性の実証

(3) 事業性評価及び海外展開を含めた社会実装検討

【研究開発目標Ⅱ】

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質管理・固定量評価手法に関する技術開発

- (1) CO₂固定量の評価手法の開発（デンカ）
- (2) CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステム開発（鹿島）
- (3) フィールド検証等によるコンクリートの品質とCO₂削減・固定量の評価（鹿島）

(1)
各種CO₂分析機器を用いた
CO₂固定量評価・分析手法
の最適化と検証

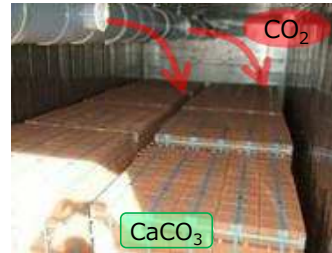
当日投影のみとさ
せていただきます

TOC(全有機体炭素計)

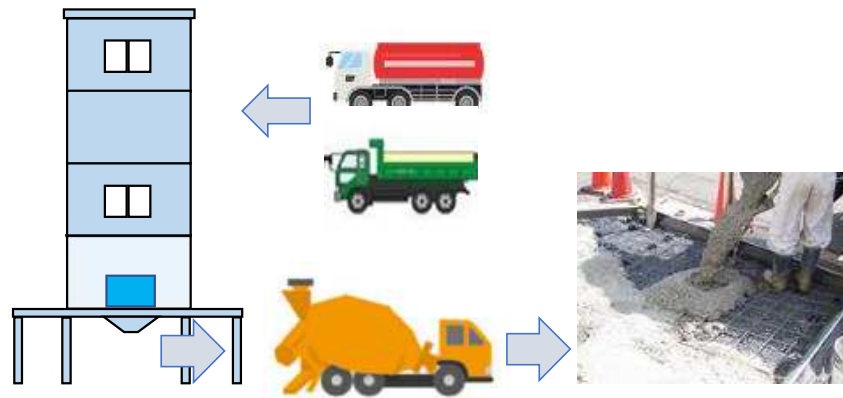
当日投影のみとさ
せていただきます

無機炭素分析

(2)-1.
コンクリートへのCO₂ 固定に
よる槽内CO₂消費 モニタリ
ングシステムの開発と検証



(2)-2. 材料～製造～施工の一連の建设工程を踏まえた
LCCO₂評価システムの開発と検証



(3)
開発したコンクリートのフィールド暴
露によるコンクリートの耐久性等の評
価とCO₂削減・固定量の評価及び検証

当日投影のみとさせていただきます

2025年国際博覧会(大阪・関西万博)での実証

①CUCO舗装ブロックの概要



次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

CUCO-舗装ブロック

34

当日
投影のみとさせていただきます

CUCO-舗装ブロックについて

- ・インターロッキングブロック
厚さ80mm
× 幅100mm × 長さ200mm
- ・ 全11配合

適用箇所

- ①EXPOアリーナ“Matsuri”
:3,273.8m²
- ②サステナドーム入口:38.6m²

合計：3,312.4m²（敷設完了）

当日投影のみとさせていただきます

当日
投影のみとさせていただきます

CUCO-舗装ブロック

35

- 野外イベント広場（EXPOアリーナ“Matsuri”）の舗装ブロックとして3,273.8m²に適用
- 使用する材料や配合量を変えて、CO₂固定量、サーキュラーエコミー、舗装ブロックとしての耐久性等について検討

当日投影のみとさせていただきます

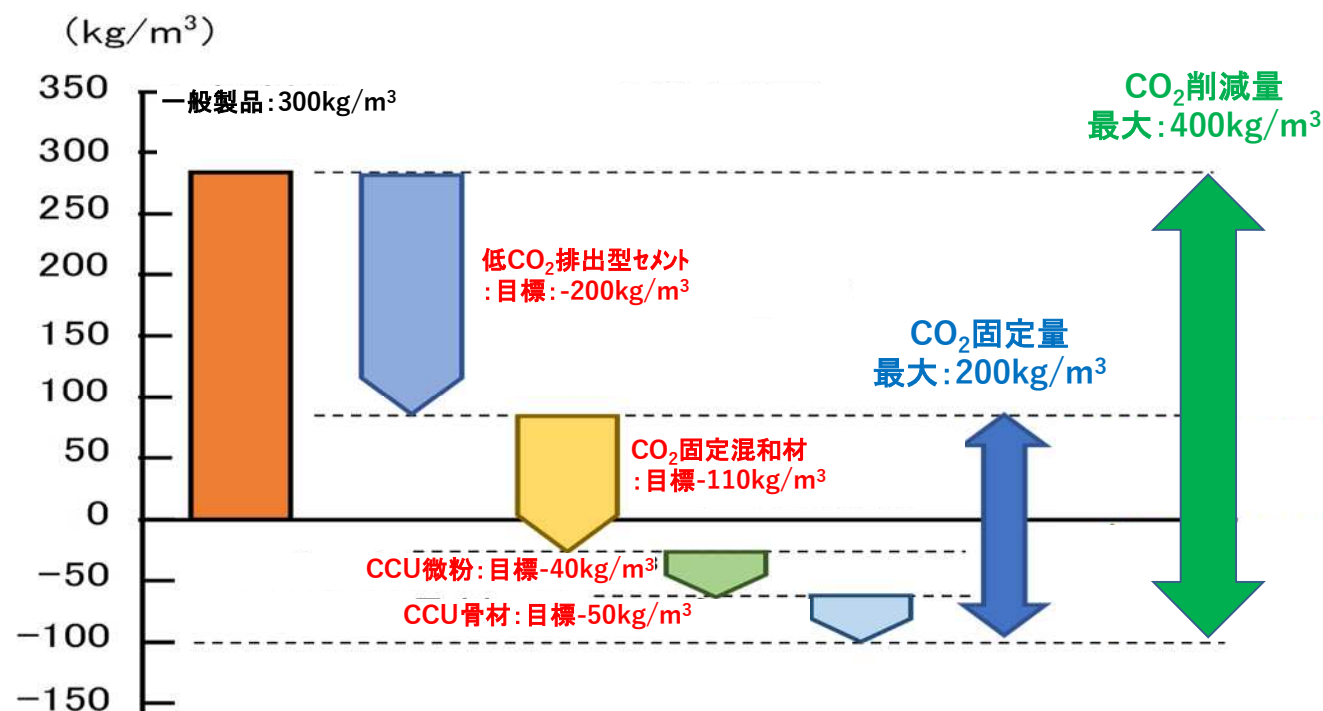
CUCO-舗装ブロック

36

【試験概要】

使用材料, CO₂排出削減レベルの異なるCNインターロッキングブロックの,
長期暴露による耐久性・CO₂固定量評価(本コンソーシアムの最大目標:CO₂削減量400kg/m³)

使用材料	CO ₂ 排出原単位 (kg/t)
普通ポルトランドセメント	766.6
高炉スラグ微粉末	26.5
Cem R ³ (スラッジ再生セメント)	100.0
LEAF (CO ₂ 固定材)	159.3
エコタンカル (CCU材料)	-390
細骨材	3.7
粗骨材	2.9
ガラスカレット (太陽光パネル廃棄物)	0.0



各技術の組合せによる最大CO₂削減・固定量

36

CUCO-舗装ブロック

37

【試験の詳細】

●CNインターロッキングブロックの製造試験

- ・使用材料の異なる舗装ブロックを製造し、その製造性を確認
- ・使用材料および配合は以下の11種類



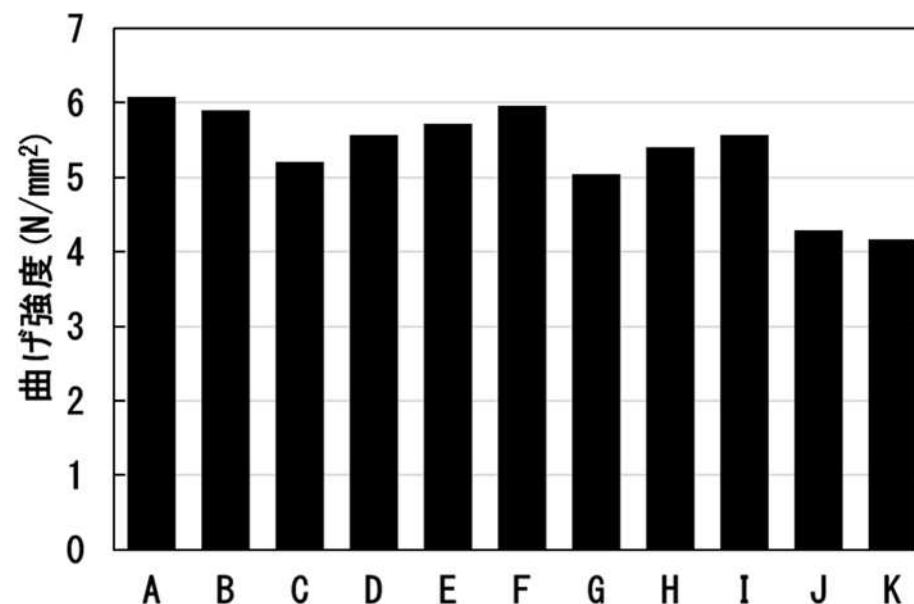
No.	使用材料	養生	目的
A	普通セメント	気中	リファレンス
B	ECM（高炉スラグ高含有セメント）	気中	セメント変更でCO ₂ 削減
C	Cem R ³ （スラッジ再生セメント）	気中	セメント変更でCO ₂ 削減
D	ECM + 炭酸化	炭酸化	炭酸化養生でCO ₂ 吸収させ、CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
E	ECM + CO ₂ 固定材①（ γ -C ₂ S）	炭酸化	No.B + 既存CO ₂ 固定材：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
F	普通セメント + CO ₂ 固定材①（ γ -C ₂ S）	炭酸化	No.A + 既存CO ₂ 固定材：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
G	ECM + CCU材料（エコタンカル）	炭酸化	No.B + 既存CCU材：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
H	普通セメント + CO ₂ 固定材②（ 新型 γ-C₂S ）	炭酸化	No.A + 新規開発品（デンカ）：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
I	ECM + ガラスカレット	炭酸化	No.B + 骨材の工夫（資源循環）：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
J	ECM + CCU材料 + ガラスカレット	炭酸化	No.G + 骨材の工夫（資源循環）：CO ₂ 削減+CO ₂ 固定
K	ECM + CO ₂ 固定材①+CCU材料 + ガラスカレット	炭酸化	技術総動員でCO ₂ 削減+CO ₂ 固定 + 資源循環

CUCO-舗装ブロック

38
製造結果 曲げ強度

製造パラメータ

配合	使用材料	炭酸化
A	普通セメント	無
B	ECM	
C	Cem-R ³	
D	ECM	有
E	ECM + γ -C ₂ S	
F	普通セメント + γ -C ₂ S	
G	ECM + エコタンカル	
H	普通セメント + 新型 γ -C ₂ S	
I	ECM + ガラスカレット	
J	ECM + エコタンカル + ガラスカレット	
K	ECM + γ -C ₂ S + エコタンカル + ガラスカレット	



全ての配合で歩道用曲げ強度 (3 N/mm²) 規格値を満足
うち9配合では車道用曲げ強度 (5 N/mm²) 規格値を満足

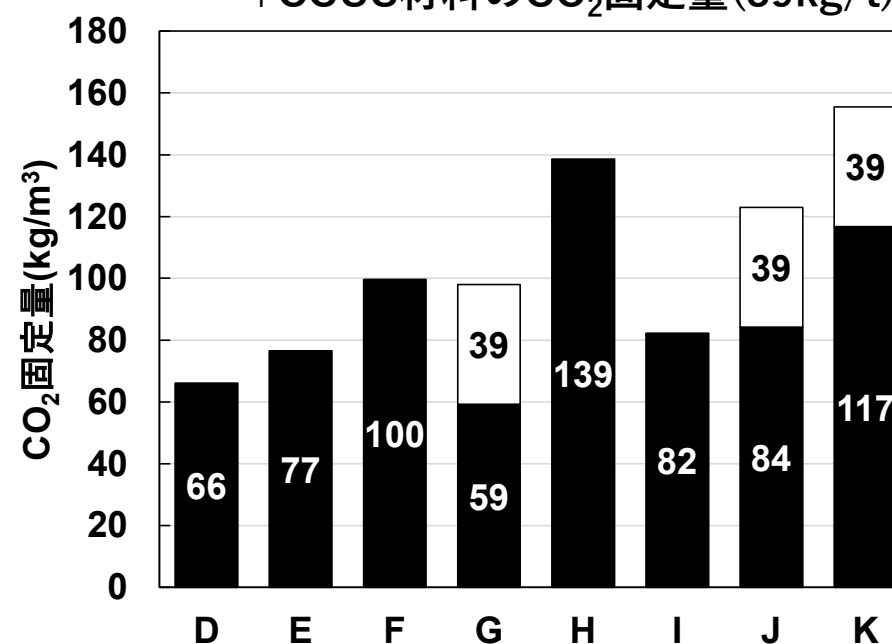
CUCO-舗装ブロック

製造結果 CO₂固定量 39

製造パラメータ

配合	使用材料	炭酸化
A	普通セメント	無
B	ECM	
C	Cem-R ³	
D	ECM	有
E	ECM + γ -C ₂ S	
F	普通セメント + γ -C ₂ S	
G	ECM + エコタンカル	
H	普通セメント + 新型 γ -C ₂ S	
I	ECM + ガラスカレット	
J	ECM + エコタンカル + ガラスカレット	
K	ECM + γ -C ₂ S + エコタンカル + ガラスカレット	

炭酸化養生によるCO₂固定量
+CCUS材料のCO₂固定量(39kg/t)



万博への適用によるCO₂収支

	一般的なブロック	CUCO-ILB
CO ₂ 排出量(t)	91	26
CO ₂ 固定量(t)	-	9.7

2025年国際博覧会(大阪・関西万博)での実証 ②会期中における舗装ブロック



次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

CUCO-舗装ブロック

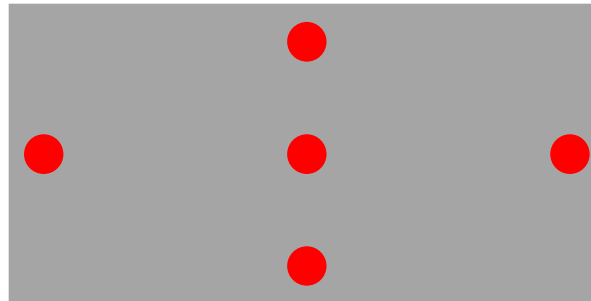
【試験方法_反発度測定とは】

当日投影のみとさせていただきます

- 測定内容：コンクリートの反発度(硬度)
⇒反発度⁽¹⁾より日本材料学会の推定式⁽²⁾に則り，圧縮強度を推定
- 測定位置選定：部材端部より50mm以上離れ，厚み100mm以上
⇒ブロックの厚みは80mmであるため，試験結果は参考値とし，
供用開始時の試験値との比較を実施

○1箇所の測点：5点

測定点 反発度



$$R = R_g / 9 \cdots (1)$$

R ：反発度

R_g ：有効な5点の測定値の合計

$$F_c = 18.0 + 1.27R \cdots (2)$$

F_c ：圧縮強度

シュミットハンマー_Proceq社製
【シュミットLive】

CUCO-舗装ブロック

【試験方法_現場透水試験とは】

- 測定内容：ブロックの透水量(sec/300ml)
⇒300mlの水を透水するのに要する時間を測定

- 測定方法

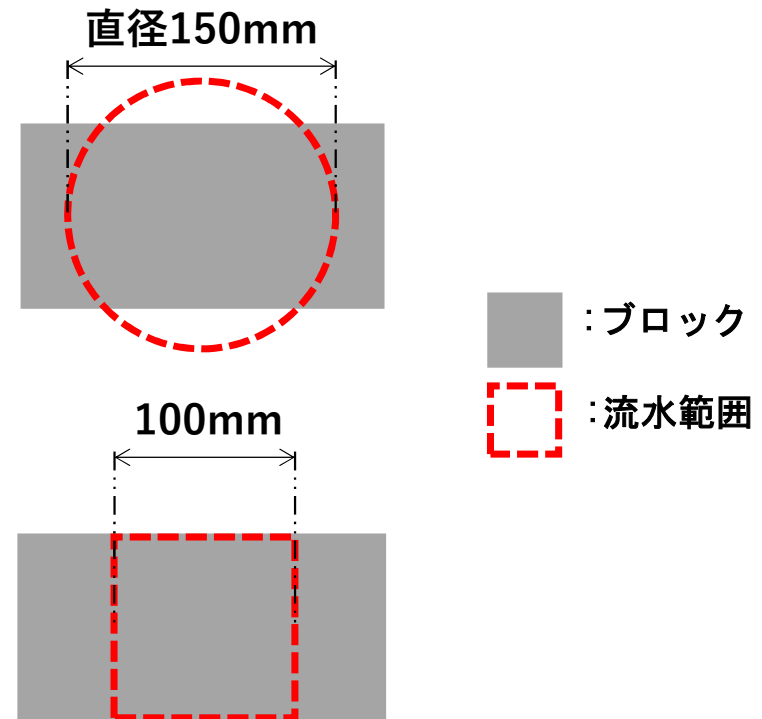
現場透水試験器の径150mmでは、舗装ブロックよりも大きく、
ブロック単体での透水量の評価が困難

当日投影のみとさせていただきます

現場透水試験器

当日投影のみとさせていただきます

流水範囲を100mm角に限定し
ブロック単体での透水量を評価



CUCO-舗装ブロック

【試験方法_色差計とは】

当日投影のみとさせていただきます

○測定内容：L*a*b* 色空間

⇒最も一般的な表色系。測定位置の明度をL*，色相と彩度をa*およびb*で表現測定箇所を色調を数値化し，供用による変色を確認

○1箇所の測定に要す時間：0.7秒（測定間隔1.5秒）

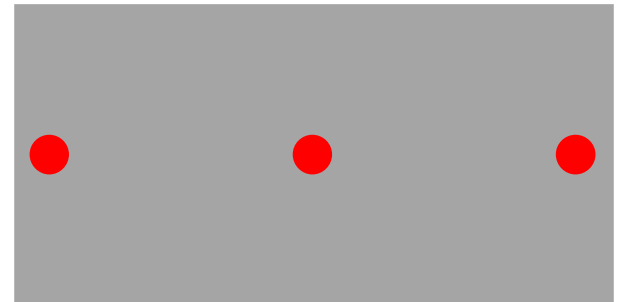
⇒ 1 ブロック当たり 3 点とし10秒程度

当日投影のみとさせていただきます

当日
投影のみとさせていただきます

測定点 色調検査

例：分光測色計_コミカ ミノルタ製
CM-17d/CM-16d



CUCO-舗装ブロック

当日投影のみとさせていただきます

当日投影のみとさせていただきます

会期前のCUCO舗装ブロック（2025年4月）

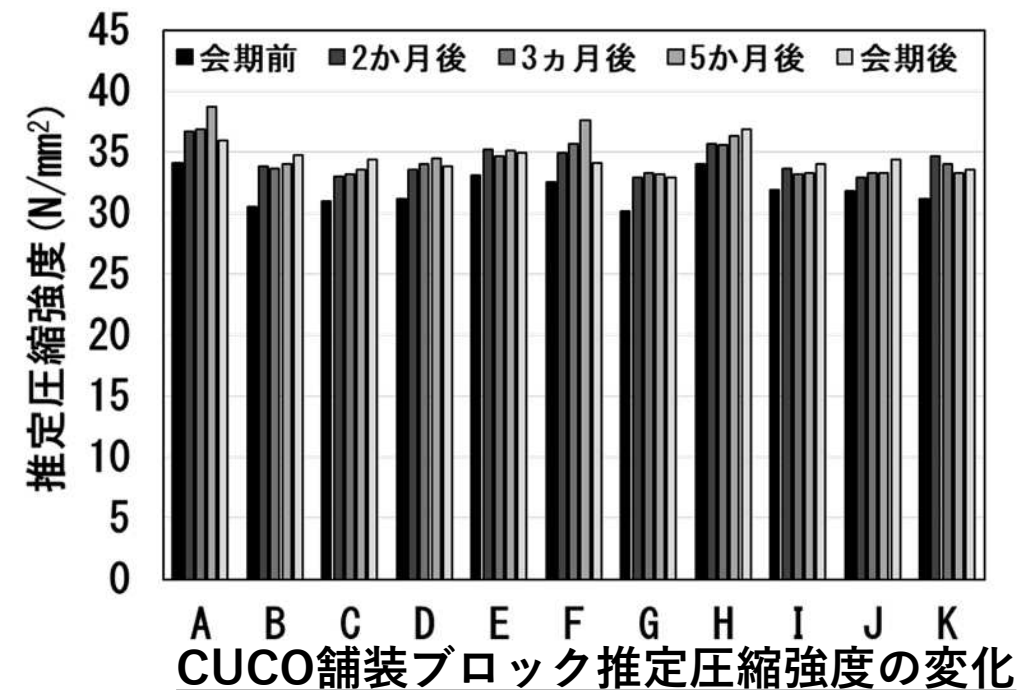
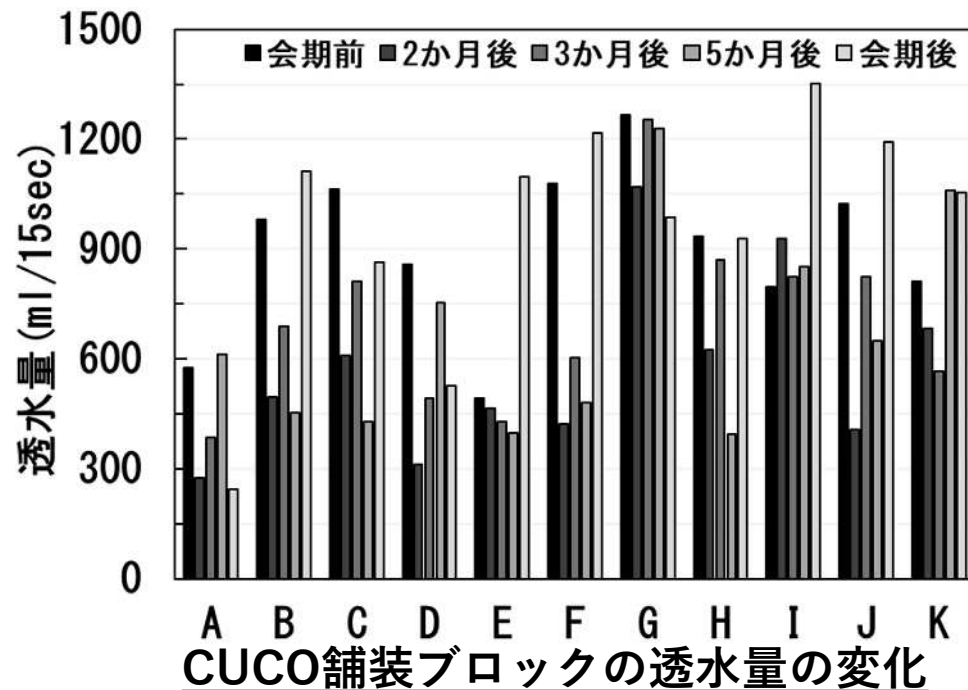
会期後のCUCO舗装ブロック（2025年10月）

会期を通じて・・・

野外イベント会場として様々なイベントの舞台に
→ 6か月間の短い暴露期間ながら高い使用頻度

CUCO-舗装ブロック

【モニタリング試験結果】



供用期間の経過による物性の変化

透水量

時間経過による明確な傾向はなく、
透水量の増減が繰返された

反発度より推定される圧縮強度

時間経過により推定圧縮強度は増加傾向

CUCO-舗装ブロック

産業廃棄物（ガラスカレット）やCCUS材料等を併用し，炭酸化養生によってCO₂を固定したことで一般的なブロックと比較して約65tのCO₂を削減し，うち約9.7tのCO₂をブロックに固定

⇒産業廃棄物等の各種材料を有効活用した場合においても，
供用期間を通じて透水性舗装ブロックとしての性能を確保

会期終了後，CUCO舗装ブロックの一部を回収し，暴露試験の継続または別の場所に移設しリユースを実施

⇒CO₂削減・固定量の最大化を目標とした検討を進め，
各種データを蓄積することでコンクリート製品としての各種品質について更なる改良・改善を図る



次世代の環境配慮型コンクリート
CO₂-SUICOM®

ご清聴ありがとうございました