



第55回日化協技術賞受賞講演会 環境技術賞受賞

Denka

Possibility
of
chemistry

CO₂吸収・固定型コンクリートの実現に資する 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化

2023年7月13日

デンカ株式会社

青海工場 青海サステナビリティ推進部

森 泰一郎

1. 会社概要
2. 開発背景
3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化
4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート
5. 主な業績
6. 今後の取り組み
7. 謝辞

デンカ株式会社

設 立



1915年

(創立**107**年)

従業員数



6,358 名

(2022年3月末)

資本金



369億円

(2022年3月末)

売上高



3,848億円

(2022年3月末)

コーポレートメッセージ: 世界に誇れる、化学を。

エラストマー・インフラソリューション部門▶



クロロプレンゴムを使用した
自動車部品



トンネル吹付け工事向け急結剤

コンクリート向け
特殊混和材

◀ポリマーソリューション部門

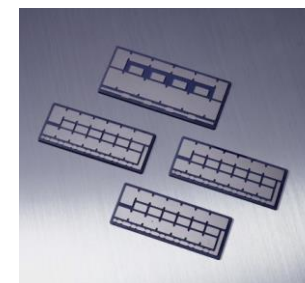


ウィッグ用合成繊維

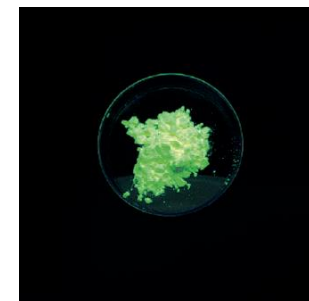


食品容器

電子・先端プロダクツ部門▶



高熱電導性セラミックス基板



サイアロン蛍光体

◀ライフイノベーション部門



インフルエンザHAワクチン



ウイルス検査試薬

1. 会社概要

2. 開発背景

3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化

4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート

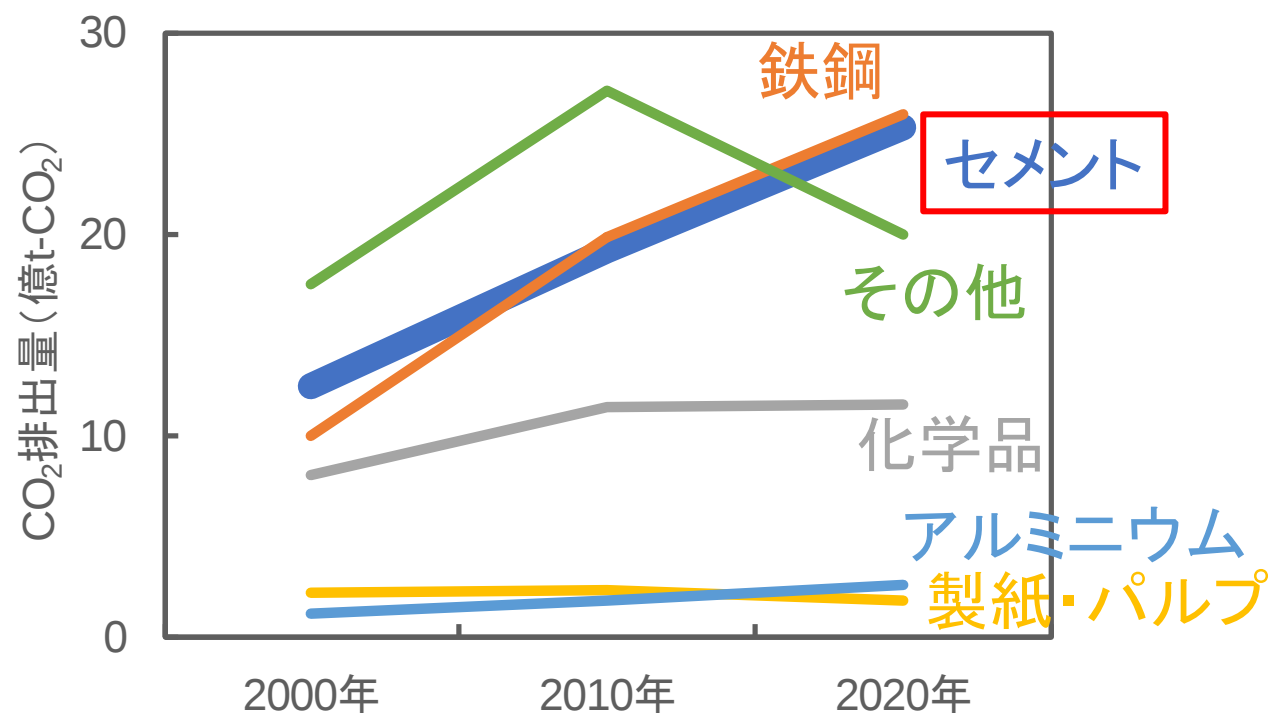
5. 主な業績

6. 今後の取り組み

7. 謝辞

セメント産業 ⇒ 過去20年間で2倍に増加

産業別のCO₂直接排出量（2000年、2010年、2020年）



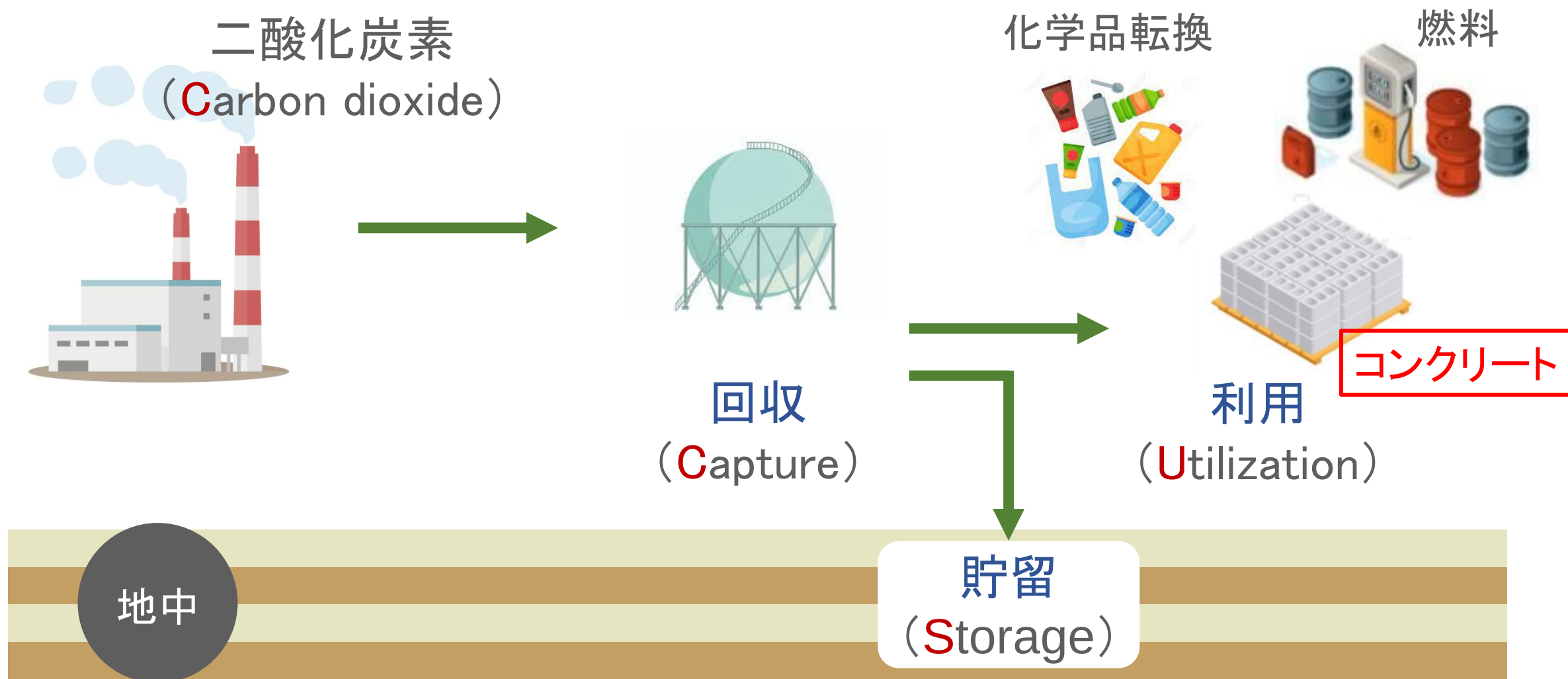
(参考) 日本のセメント産業でのCO₂直接排出量
0.17億t-CO₂(2010年度)⇒0.16億t-CO₂(2019年度)

コンクリートの主な構成材料の1m³あたりのCO₂排出量

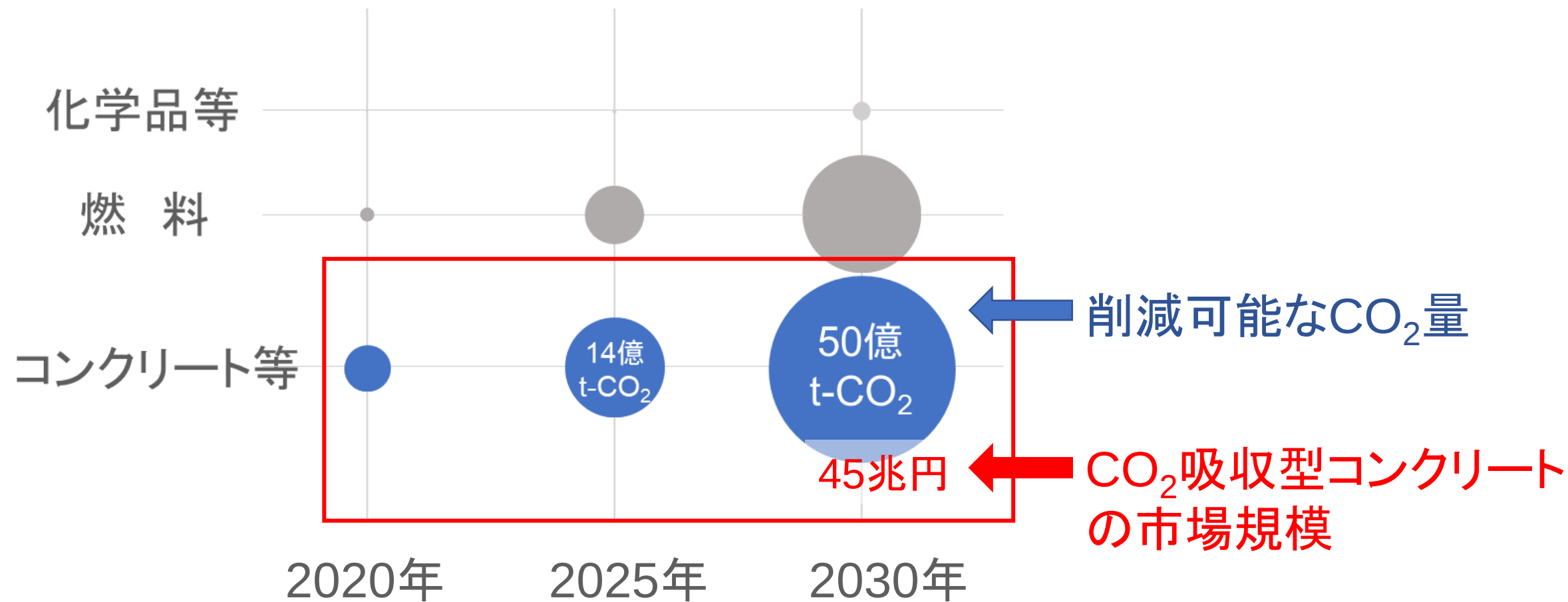
セメント	砂利(粗骨材)	砂(細骨材)	水
			
288 kg	ほぼ0 kg	ほぼ0 kg	ほぼ0 kg



コンクリートのCO₂排出量 ≒ セメントのCO₂排出量
(=エネルギー由来+石灰石由来)



二酸化炭素回収・有効利用・貯留(CCUS)が必須



世界的に見た現状：先行している欧米では社会実装がスタート

日本：CO₂-SUICOMが先行し社会実装

今後の市場拡大を見据え、世界に通用する日本発信の技術提案が必要

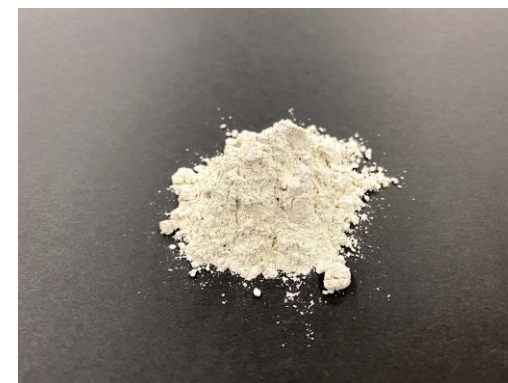
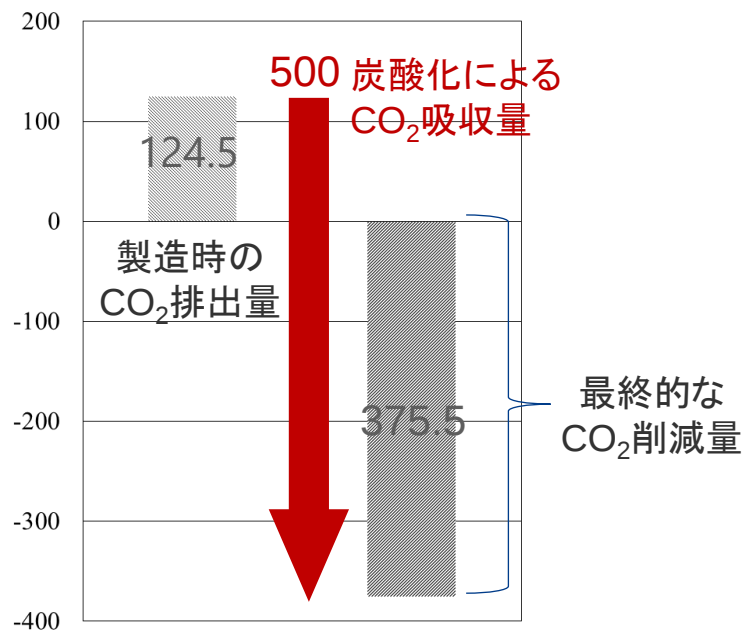
1. 会社概要
2. 開発背景
3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化
4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート
5. 主な業績
6. 今後の取り組み
7. 謝辞

当社が開発した炭酸化混和材「LEAF」*とは

*Long-life, Environment, Add, Functionsの略称

- 水と反応せず、 CO_2 と積極的に反応する γ 型 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ($\gamma\text{-C}_2\text{S}$)を主成分とするセメント・コンクリート用混和材
- 原料として、工場プロセスで発生する副生物(CO_2 排出量 $0\text{kg-CO}_2/\text{t}$ と見なす)を使用
- 理論上の CO_2 吸収量:「LEAF」 $1,000\text{kg}$ あたり約 500kg (=重量の約半分)

「LEAF」 $1,000\text{kg}$ あたりの CO_2 排出・削減量(kg)

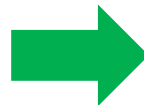


炭酸化混和材「LEAF」

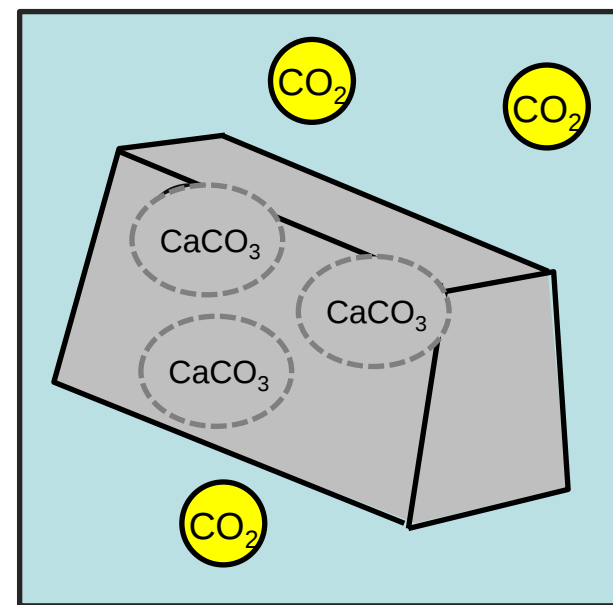
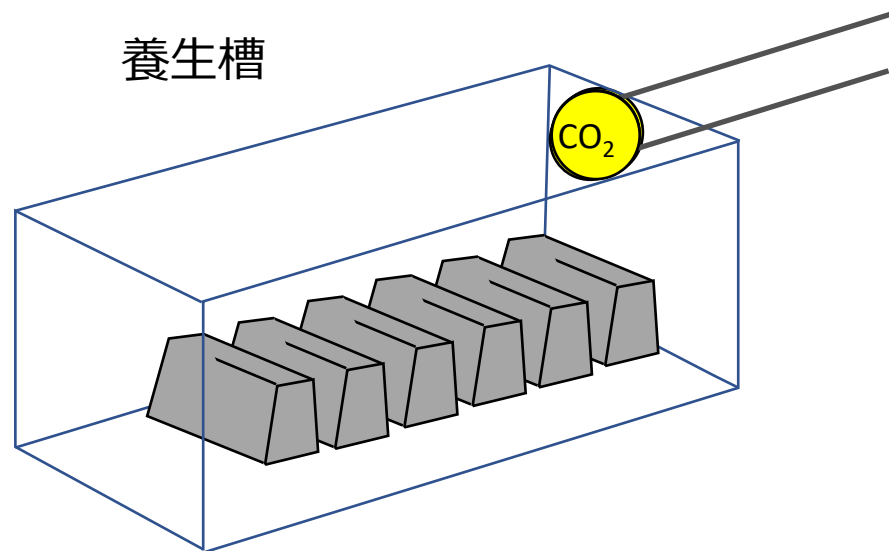
$\gamma\text{-C}_2\text{S}$ の炭酸化反応により、 CO_2 を吸収・固定するとともにコンクリートを高強度・高耐久化

技術の核: 強制炭酸化

- ・コンクリートの強度発現の管理
- ・養生槽内の温度・湿度の制御



短期間での炭酸化を実現

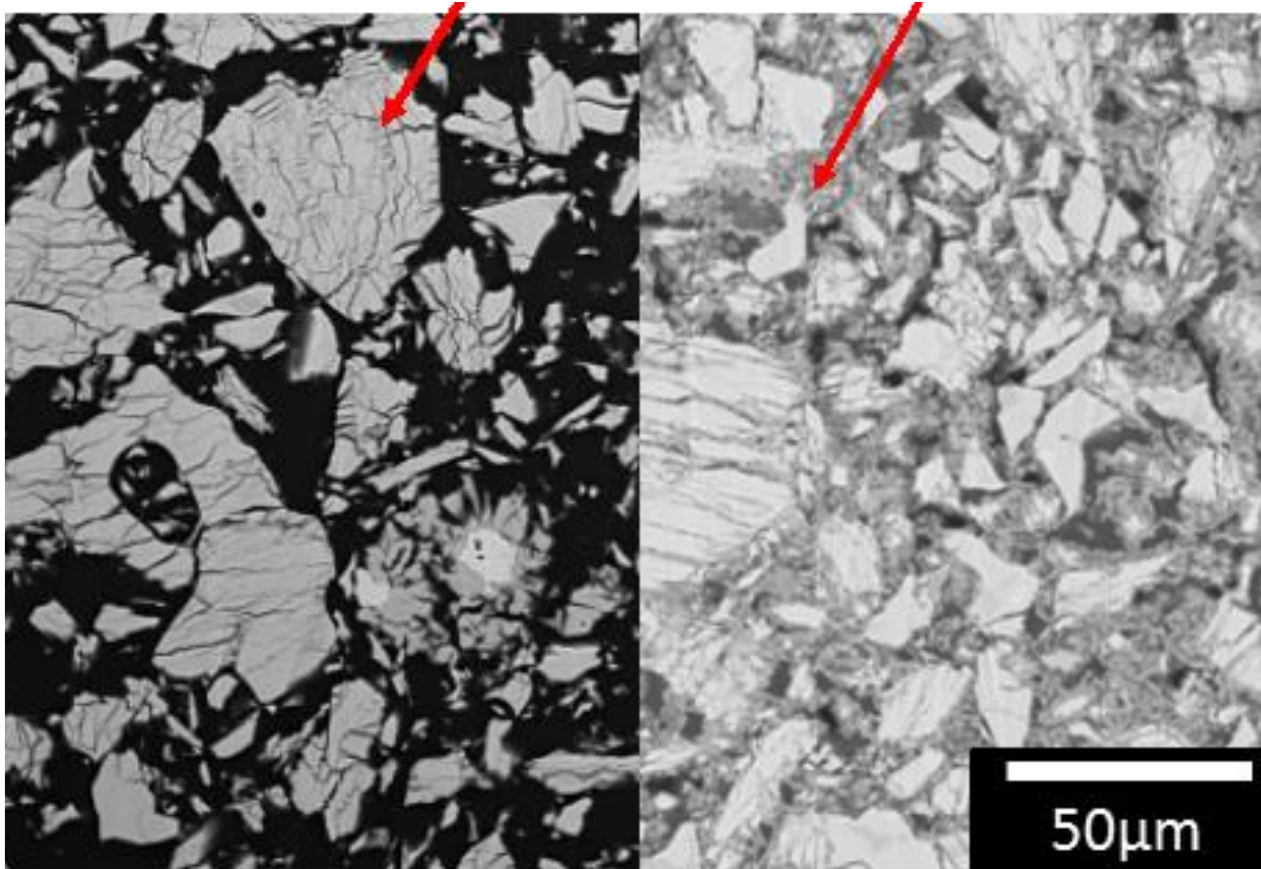


- ・製造過程でCO₂を固定
- ・炭酸化養生槽が必要

強制炭酸化後は反応前の空隙部分を炭酸カルシウムなどが充てん

γ -2CaO $\cdot$ SiO₂

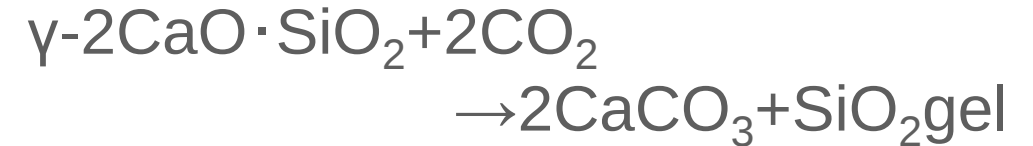
CaCO₃、SiO₂ゲル



強制炭酸化前

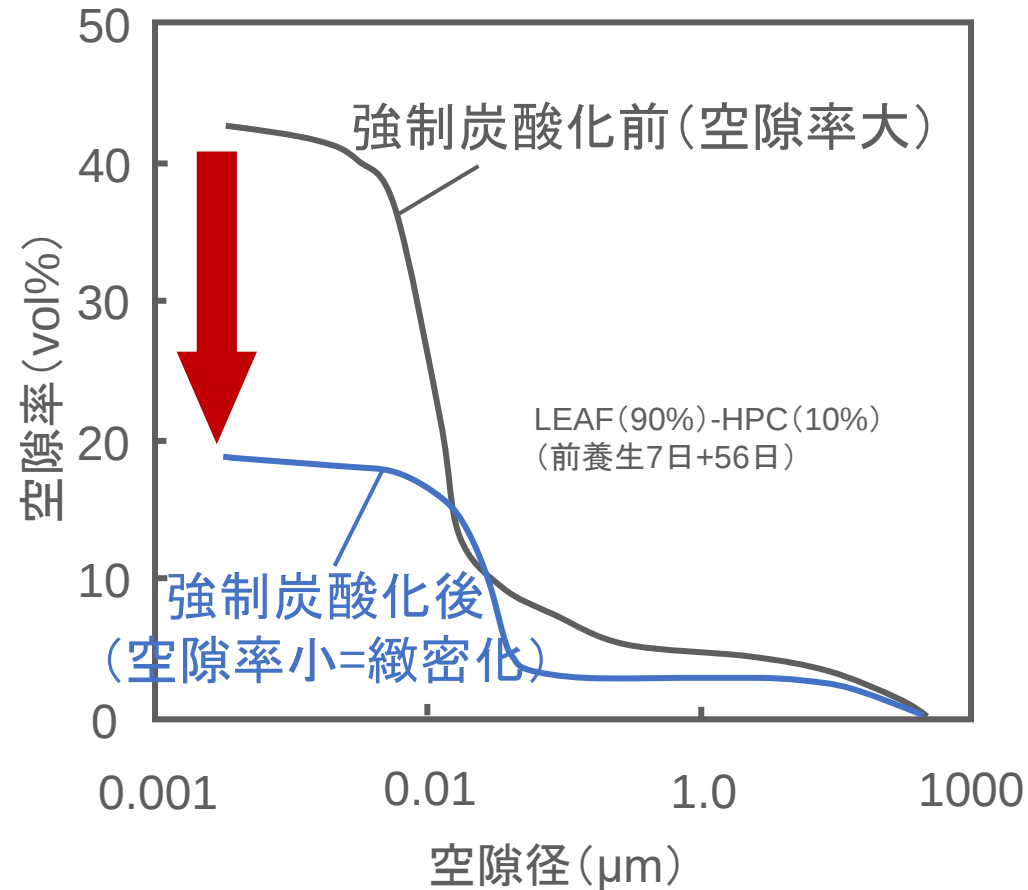
強制炭酸化後

γ -C₂Sの炭酸化反応式(理論式):

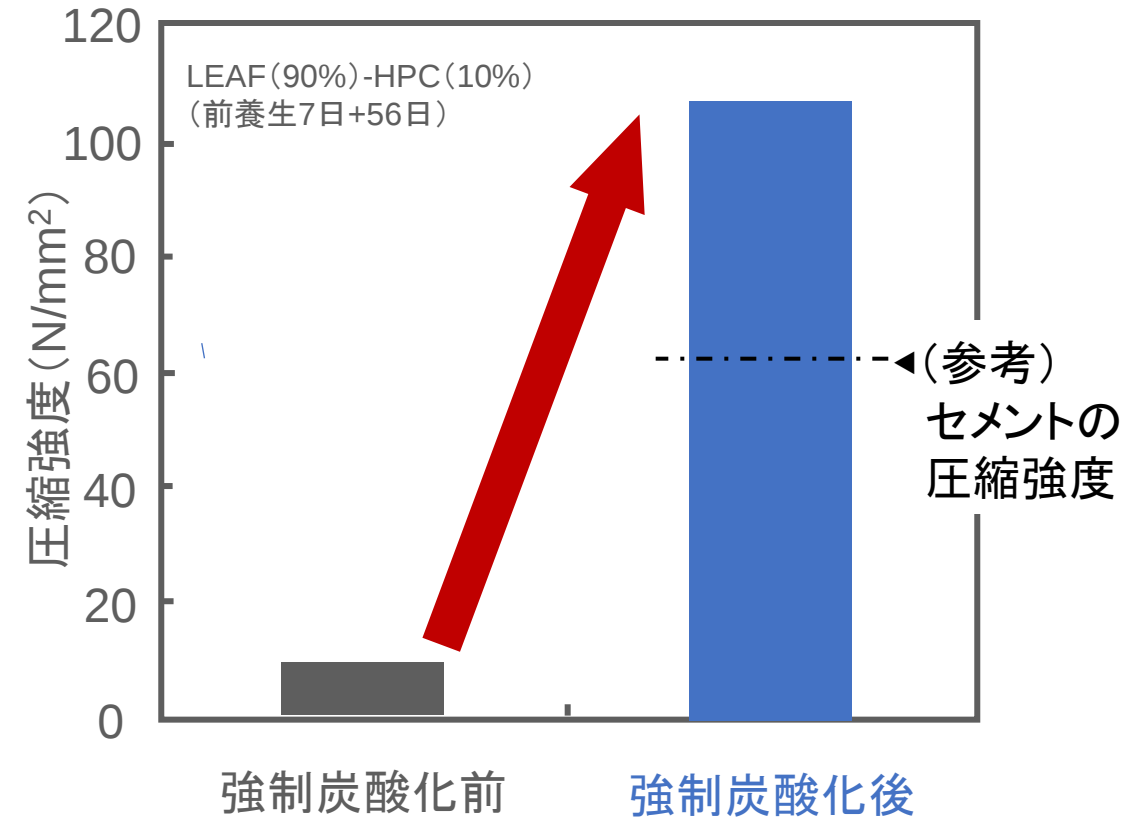


強制炭酸化によって空隙率は減少し、緻密化により圧縮強度は向上する。

強制炭酸化前後の空隙率



強制炭酸化前後の圧縮強度



力学的性能向上

- ・・・空隙の充填による緻密化

物質遮断性

- ・・・各種劣化因子(Cl⁻等)の浸透に対する抵抗性向上

溶解抵抗性

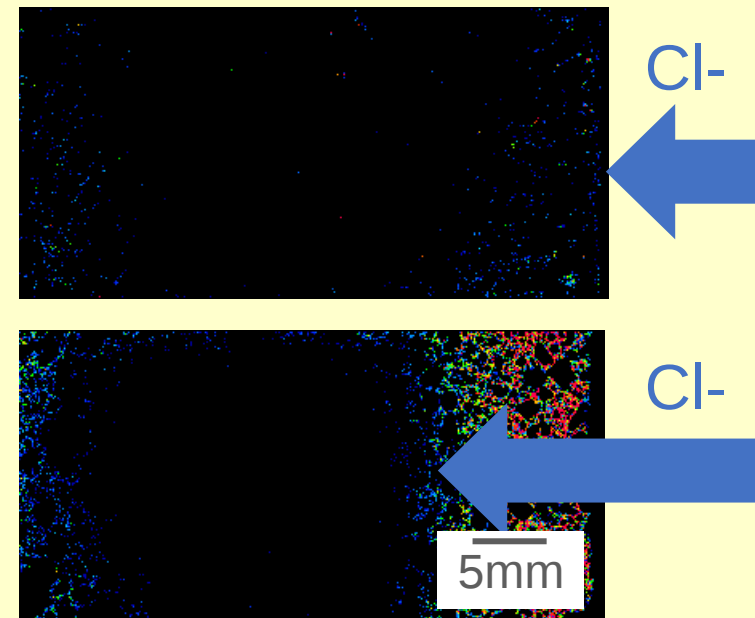
- ・・・溶脱、化学的侵食に対する抵抗性向上

低pH

- ・・・優れた環境親和性

LEAF
配合

普通セメント
配合

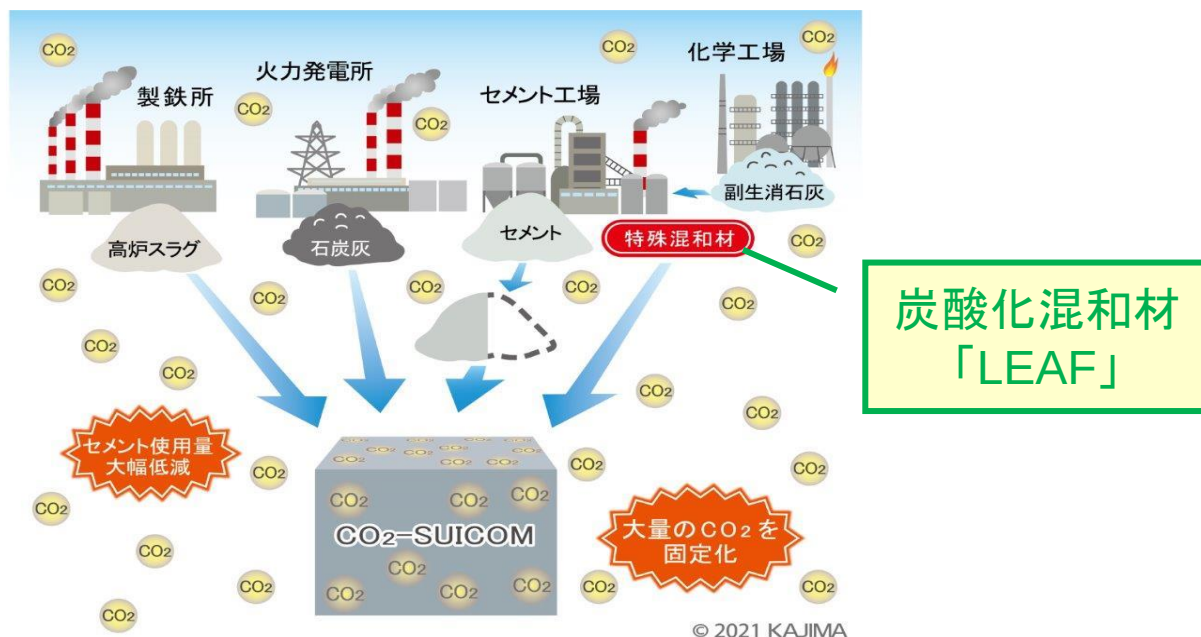


1. 会社概要
2. 開発背景
3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化
4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート
5. 主な業績
6. 今後の取り組み
7. 謝辞

CO₂-SUICOM*(シーオーツスイコム)とは

*CO₂-Storage and Utilization for Infrastructure by COncrete Materialsの略称

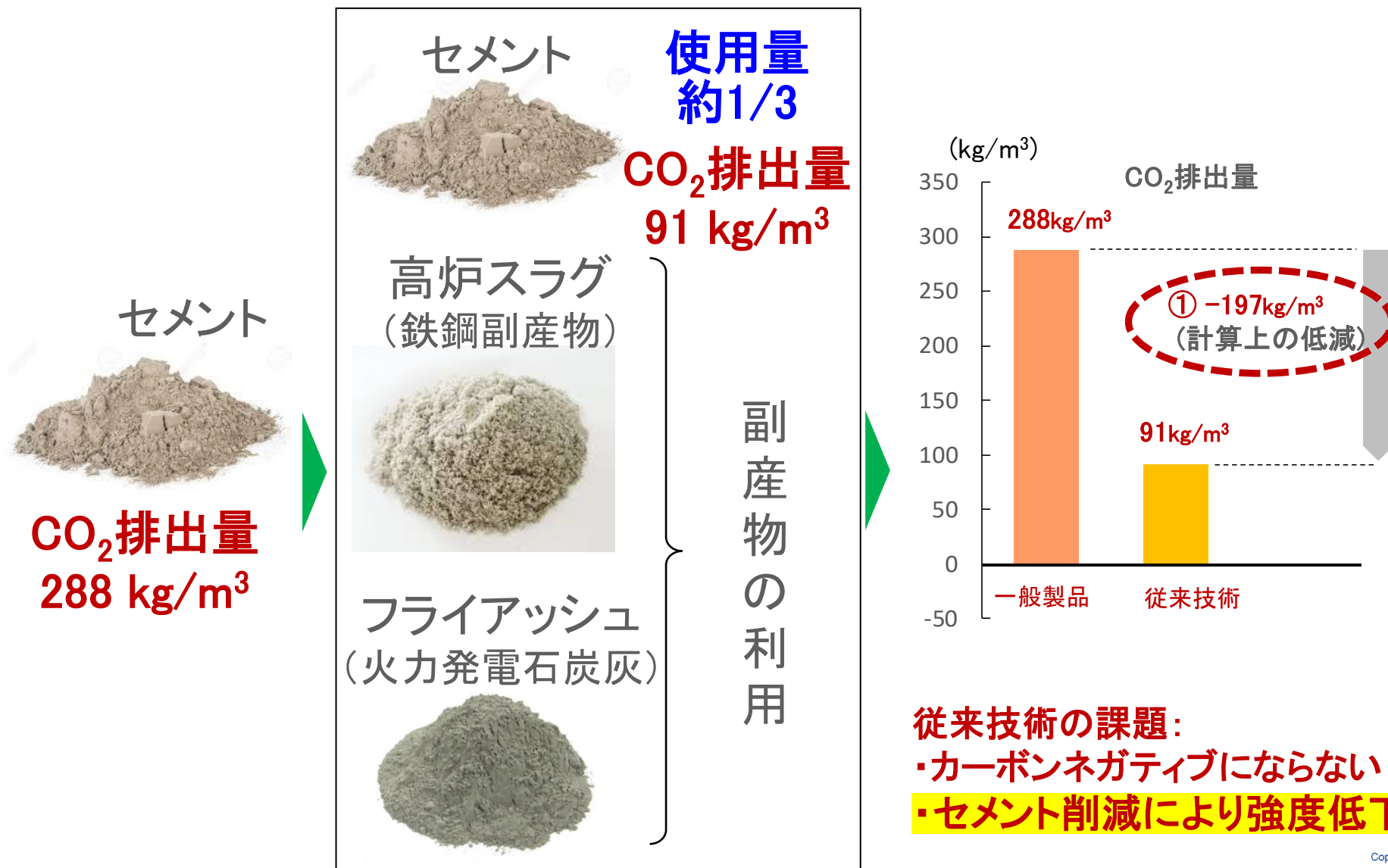
製造時のCO₂排出量よりも吸収・固定量の方が多いコンクリート
(鹿島建設, 中国電力, ランデス, デンカの4社で共同開発)



世界で唯一実用化されたカーボンネガティブコンクリート

デンカはキーマテリアルとなる炭酸化混和材「LEAF」の供給で貢献

セメントの一部を他の材料に置換 ⇒ CO₂排出量低減



セメント量低減＋炭酸化混和材「LEAF」＋炭酸化養生



+

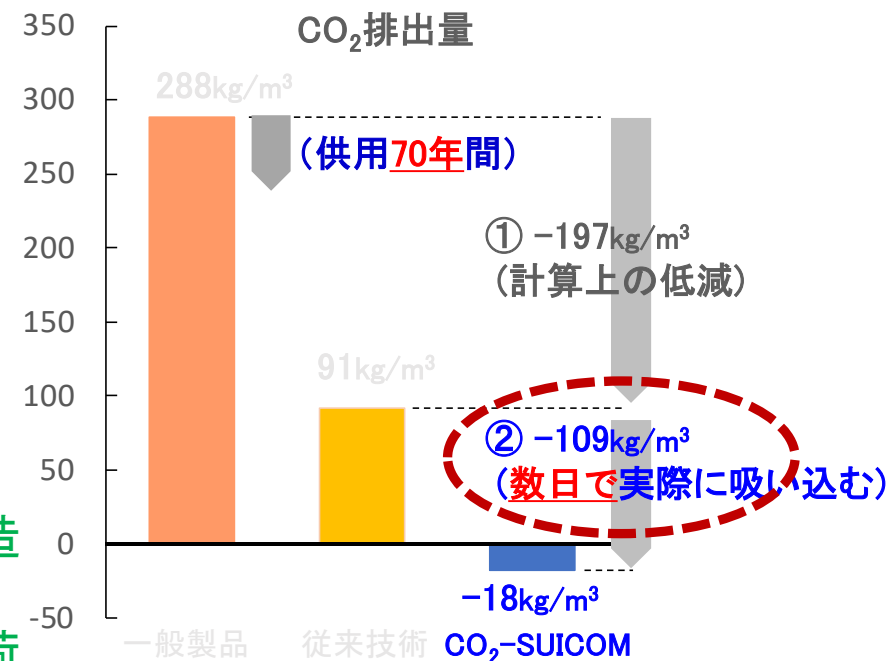
・炭酸化混和材
「LEAF」
主成分 γ -C₂S

〔 副生消石灰を
用いて合成 〕



炭酸化養生

製造
・
出荷



・カーボンネガティブを実現！

・炭酸化により強度低下を抑制

火力発電所からの排ガスの利用



1. 会社概要
2. 開発背景
3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化
4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート
5. 主な業績
6. 今後の取り組み
7. 謝辞



歩車道境界ブロック



舗装ブロック



コンクリート型枠



天井プレキャストパネル

経済産業省が策定した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」にて、CO₂-SUICOMの名が取り上げられる

⑪カーボンリサイクル・マテリアル産業（カーボンリサイクル）

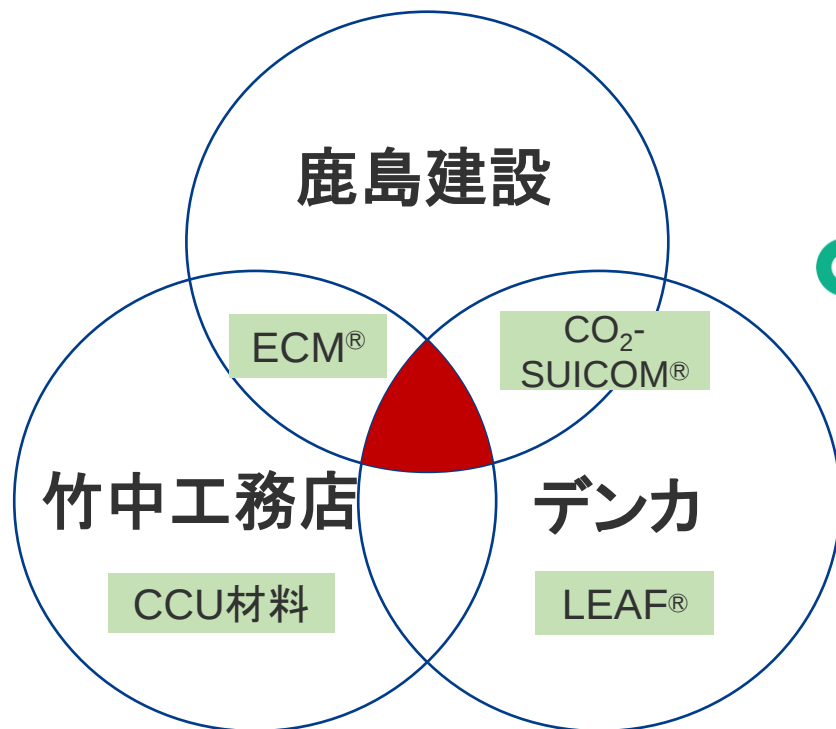
◆ カーボンリサイクルは、CO₂を資源として有効活用する技術でカーボンニュートラル社会実現に重要。日本に競争力があり、コスト低減、社会実装を進め、グローバル展開を目指す。（IEAは、2070年のCCUSによるCO₂削減量は世界で約69億トン/年と予測。）

	現状と課題	今後の取組
コンクリート・セメント	CO₂を吸収して造るコンクリートは実用化済だが、市場が限定的 - 現状のCO₂-SUICOMはコスト高。 （＝既存コンクリートの約3倍の100円/kg） - CO₂吸収量が限定的、コンクリートの中の鉄骨が錆やすいため（CO₂吸収により酸化しやすくなるため）、用途限定。	公共調達を活用し販路拡大・コスト低減 - コスト目標として、2030年に、需要拡大を通じて<u>既存コンクリートと同価格（＝30円/kg）</u>を目指す。2050年に、防錆性能を持つ新製品を建築用途にも使用可能とする。 - 市場規模は、<u>2030年時点</u>で、世界で約<u>15～40兆円</u>を見込む。 ①公共調達による販路拡大 - 新技術に関する<u>国交省データベース（NETIS）</u>にCO₂吸収型コンクリートを登録。国・地方自治体による<u>公共調達を拡大</u>。<u>2025年日本国際博覧会でも導入を検討</u>。さらに、<u>国際標準化</u>を通じ、<u>アジアへの販路も拡大</u>。 ②更なる販路拡大 <u>防錆性能を持つ新製品を開発</u>。建築物やコンクリートブロックに<u>用途拡大</u>。<u>標準化等導入に向けた支援</u>による民間部門での需要拡大を検討。 - CO₂吸収量の増大と低コスト化を両立させた新技術・製品の開発と知財戦略を通じたライセンス事業形態の活用によるシェア獲得・拡大。

1. 会社概要
2. 開発背景
3. 炭酸化混和材「LEAF」の開発と製品化
4. 適用事例としてのCO₂吸収・固定型コンクリート
5. 主な業績
6. 今後の取り組み
7. 謝辞

当社・鹿島建設・竹中工務店はじめ55の企業・大学・研究機関による共同研究※を開始
※NEDO、グリーンイノベーション基金事業で採択

建設分野におけるCO₂排出量の削減に向けて、3社の技術を融合



3社の技術の融合

↓
より高いレベル & 汎用性

↓
次世代LEAF、
次世代コンクリートの開発

↓
脱炭素から、CO₂を活かす「活炭素」へ

カーボンネガティブコンクリートのさらなる普及を目指し、
地球的課題であるカーボンニュートラルへ貢献

炭酸化混和材の開発と製品化に際し、これまでデンカ(株)の**山本賢司氏、樋口隆行 博士、盛岡実 博士**はじめ、多くの関係諸氏が従事してきた。全ての開発従事者にこの場を借りて感謝の意を表します。

また、炭酸化混和材を配合したCO₂吸収・固定型コンクリートは、**中国電力(株)、鹿島建設(株)、ランデス(株)**と共同開発したものである。ここに謝意を表します。

ご清聴ありがとうございました

Possibility of chemistry

Denka