

経済産業省製造産業局素材産業課 御中

令和4年度製造基盤技術実態等調査 (セメント産業海外動向調査) 最終報告書

NRI Consulting & Solutions (Thailand) Co., Ltd.

2023年2月28日



本件についての問合せ先：

NRI Consulting & Solutions (Thailand) Co., Ltd.

シニアコンサルタント 村上彰子

携帯：+66 (0) 2611 2951

Email: shoko.murakami@nri.com



目次

1. 事業内容（1）

セメント産業のCO₂排出量に係る調査

日本①セメント生産量の把握

日本②CO₂排出量の把握

米国①セメント生産量の把握

米国②CO₂排出量の把握

イギリス①セメント生産量の把握

イギリス②CO₂排出量の把握

フランス①セメント生産量の把握

フランス②CO₂排出量の把握

ドイツ①セメント生産量の把握

ドイツ②CO₂排出量の把握

イタリア①セメント生産量の把握

イタリア②CO₂排出量の把握

カナダ①セメント生産量の把握

カナダ②CO₂排出量の把握

EU①セメント生産量の把握

EU②CO₂排出量の把握

Heidelberg①セメント生産量の把握

Heidelberg②CO₂排出量の把握

HOLCIM①セメント生産量の把握

HOLCIM②CO₂排出量の把握

各国③エネルギー消費量

2. 事業内容（2）

海外セメント産業の脱炭素化に向けた 施策に関する調査

①ヒアリング

ヒアリング対象選定

日本セメント協会

ドイツセメント協会（VDZ）

タイセメント協会（TCMA）

②IEA進捗調査

日本

米国

イギリス

フランス

ドイツ

イタリア

カナダ

EU

中国

タイ

②各基金の進捗

②First Movers Coalition進捗調査

③長期戦略調査

日本

米国

イギリス

フランス

ドイツ

イタリア

カナダ

EU

中国

タイ

1. 事業内容（1）

各調査項目の数字を収集すべくデスクトップリサーチ、ヒアリングを組み合わせて調査した

事業内容（1）：セメント産業のCO₂排出量に係る調査

実施概要		NRI提供価値	
調査のアプローチ		手法/アプローチ	
①	セメント生産量の把握	✓ 各国のセメント協会が公表する統計データからセメント生産量を把握	• 緻密な調査業務
		✓ 各国から公示されていない場合には関連文献や国際的なデータベースを活用するなど複数のアプローチを行う	• 複数アプローチによる該当数字の収集
②	CO ₂ 排出量の把握	✓ ①と同様に各国セメント協会の統計データからCO ₂ 排出量を把握	• 仕様書に基づく形での調査内容のとりまとめ（図表に関してはエクセルファイルも準備）
		✓ 上記データが公示されていない場合、国際的データベースの活用やセメント生産量と排出係数を用いて試算等あらゆるアプローチを用意	
③	エネルギー消費量 （セメント生産に要する消費電力、 自家発電に要する電力）	✓ ①②と同様に各国セメント協会の公示データを優先する	
		✓ 各国の平均値等が公示されていない場合、当該国に所在する複数企業の企業レポートを確認し参照値として用いる等複数アプローチを用意	
成果物/ゴール		• 対象各国の調査項目の取りまとめ	

1. 事業内容（1）サマリー

クリンカ比率、CO₂排出量におけるプロセス、エネルギー由来比率が取得できた対象国を比較。各国の特性、対策を講じている領域に対して仮説を作成した

国	Kg CO ₂ /t-CEM	Clinker ratio	CO ₂ 排出量における プロセス由来比率	CO ₂ 排出量における エネルギー由来比率	詳細
日本	713	0.849	36%	64%	【プロセス由来】 地震国である日本は他国と比較しクリンカ比率が高く、トン当たりCO ₂ 排出量も高い
イギリス	730	0.77	39%	61%	【プロセス由来】 クリンカ比率は平均程度だがプロセス由来の排出が多い。
フランス	623	0.764	40%	60%	【プロセス由来】 EUと比較してクリンカ比率が若干高いにも関わらずプロセス由来のCO ₂ 排出量が低い
イタリア	646	0.768	37%	63%	【プロセス由来】 EUとクリンカ比率はほぼ当程度クリンカ比率が高い一方でプロセス由来のCO ₂ 排出量が低い。
ドイツ	585	0.707	40%	60%	【エネルギー由来】 プロセス由来、エネルギー由来共に他国と比較して低いがプロセス由来はクリンカ比率が低いことが理由。
EU	657	0.751	39%	61%	（欧米における平均値として他国との比較バロメーターに活用）
米国	448※	0.865	—	—	米国とカナダを比較すると米国のクリンカ比率がより高い一方でトン当たりCO ₂ 排出量は低いことからカナダのプロセス効率が米国に劣っている、またはプロセス由来で排出されるCO ₂ の吸収に米国が取り組んでいる
カナダ	510※	0.798	—	—	

出所：セメントあたりCO₂排出量 各国統計数字を引用、セメントクリンカ比（2019年）及びプロセス由来比率、エネルギー由来比率は2019年GCCALレポートを参照

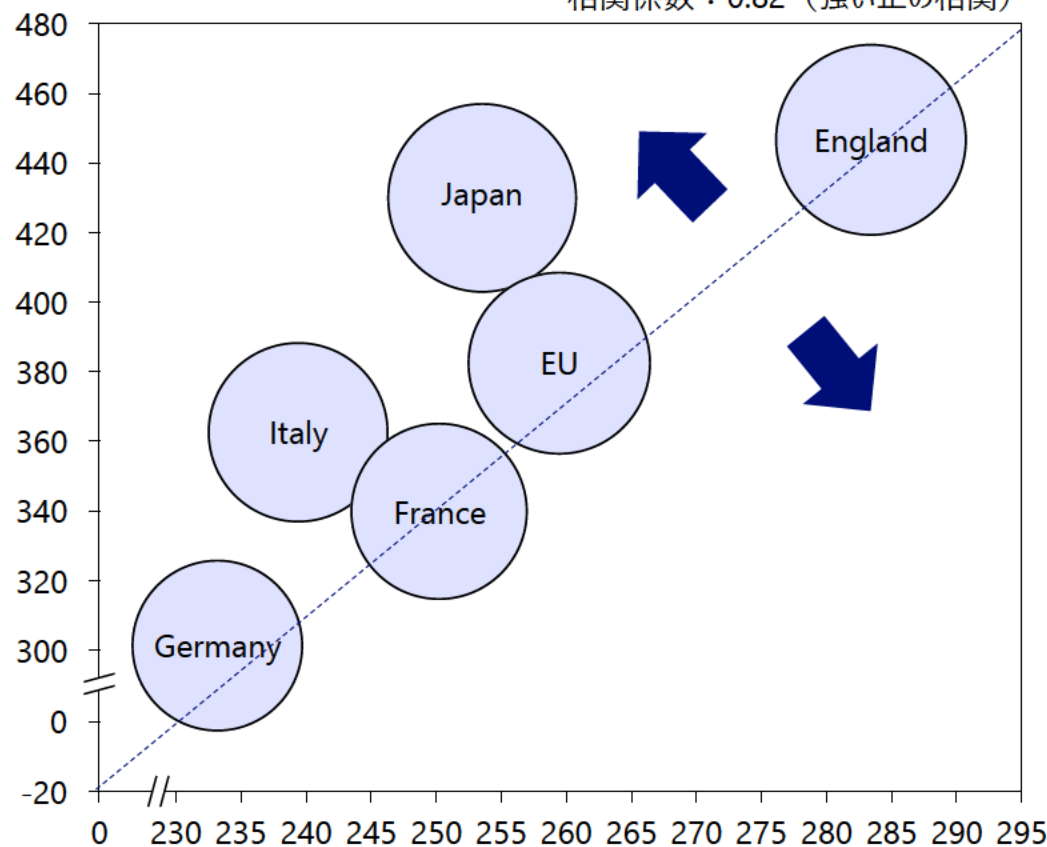
※米国、カナダはCO₂排出量のデータが不足しておりプロセス由来のKg CO₂/t-CEMのみ記載

1. 事業内容（１）サマリー

トン当たりCO₂排出量におけるエネルギー由来、プロセス由来の相関関係を見た。平均よりプロセス側に位置している場合、プロセス由来の排出量が多いことを意味する

プロセス由来kg CO₂/t-CEM

相関係数：0.82（強い正の相関）

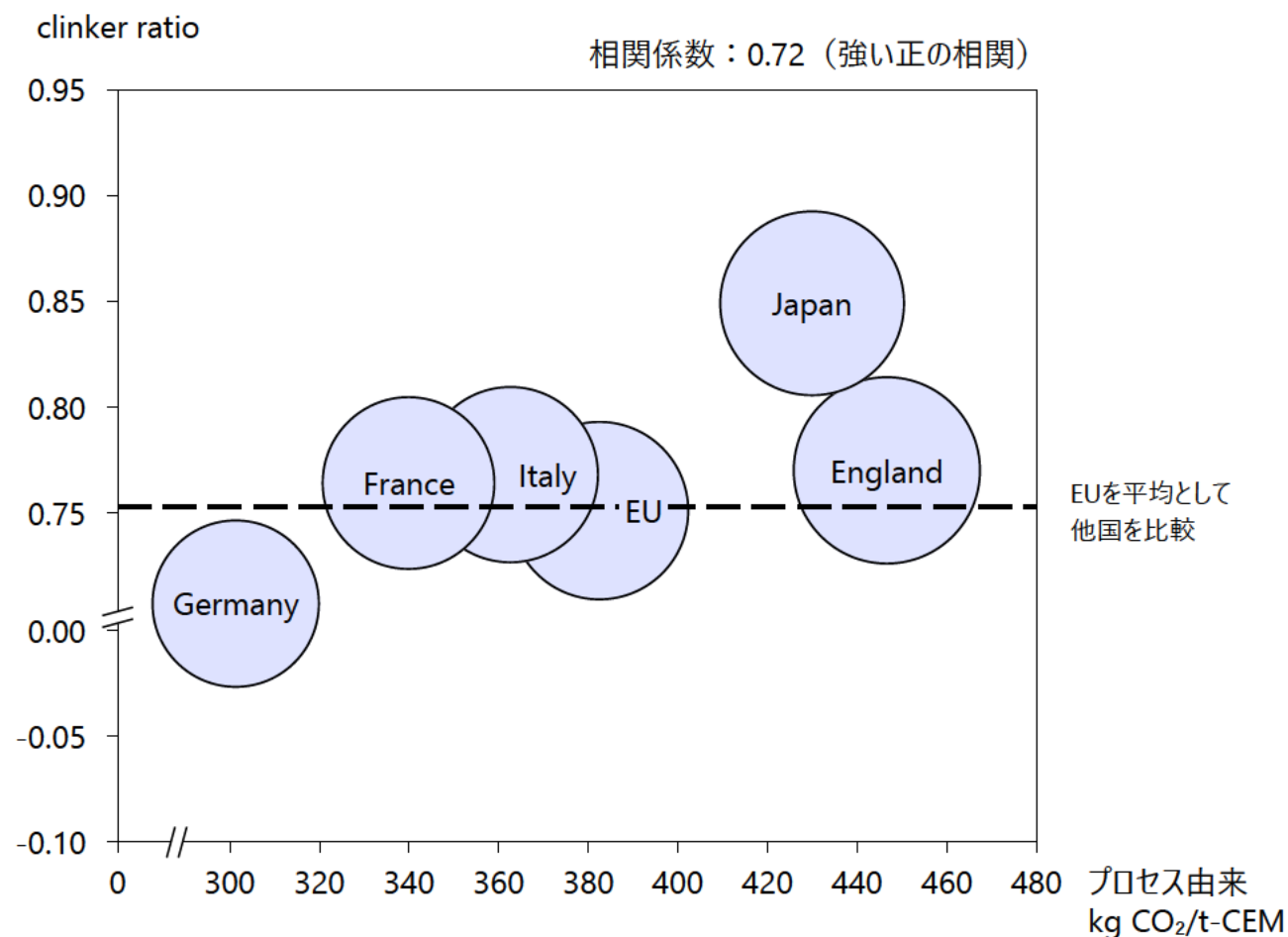


考察

- 点線はエネルギー由来：プロセス由来がほぼ40%：60%であることを意味する
- 点線よりプロセスよりに位置している場合はプロセス由来のCO₂排出量が他国より多く、エネルギー側に位置している場合はエネルギー由来のCO₂排出量が多いことを意味する。
- 右上にいくほどトン当たりのエネルギー使用量が多いことを意味し、プロットした国のなかではドイツのトン当たりCO₂排出量が低いことがわかる。

1. 事業内容（1）サマリー

トン当たりCO₂排出量におけるクリンカ比率、プロセス由来CO₂排出量の相関関係を見た。クリンカ比率に対してプロセス由来排出量が少ない場合削減努力を講じているとわかる



考察

- 地震国である日本のクリンカ比率は高い。
- イギリスはクリンカ比率が低い一方でプロセス由来CO₂が多いため混和材等の利用が少ない
- フランス、イタリアはEUと比較してクリンカ比率が高いがプロセス由来の排出量は少ない。プロセス由来での努力が読み取れる
- ドイツはクリンカ比率が低いいためプロセス由来の排出量も少ない

1. 事業内容（1）サマリー

各国セメント生産に由来するCO₂排出量を削減する努力を講じている。各国により各対策の重要度合いや投資額は異なる

セメント生産由来のCO₂排出量を減らす取り組み例

CO ₂ 排出源カテゴリ	項目
プロセス由来	クリンカ代替原料の導入
	混合セメント
	低炭素クリンカー
	投入原料の低炭素化
	CCS/CCUSの導入
エネルギー由来	バイオマス燃料の使用
	再生可能エネルギーの使用
	熱効率改善
	電気効率改善

1. 事業内容（１）①セメント生産量の把握

日本のセメント生産量は2019年以降自然災害、新型コロナウイルスの影響を受けた需要の弱まりから減少傾向が継続している



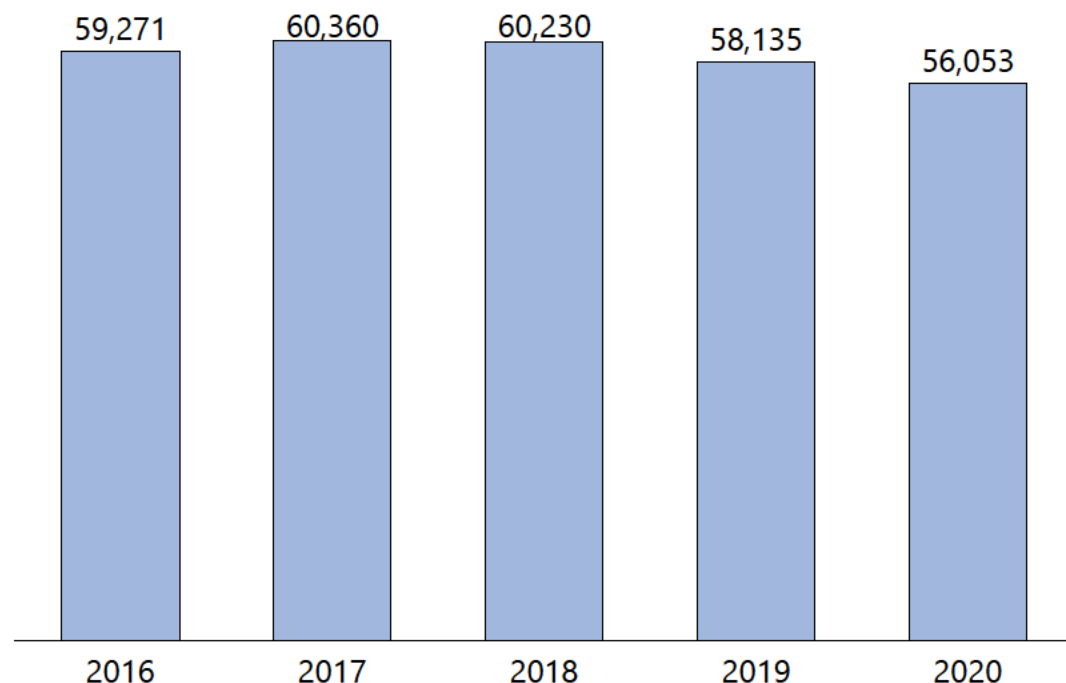
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



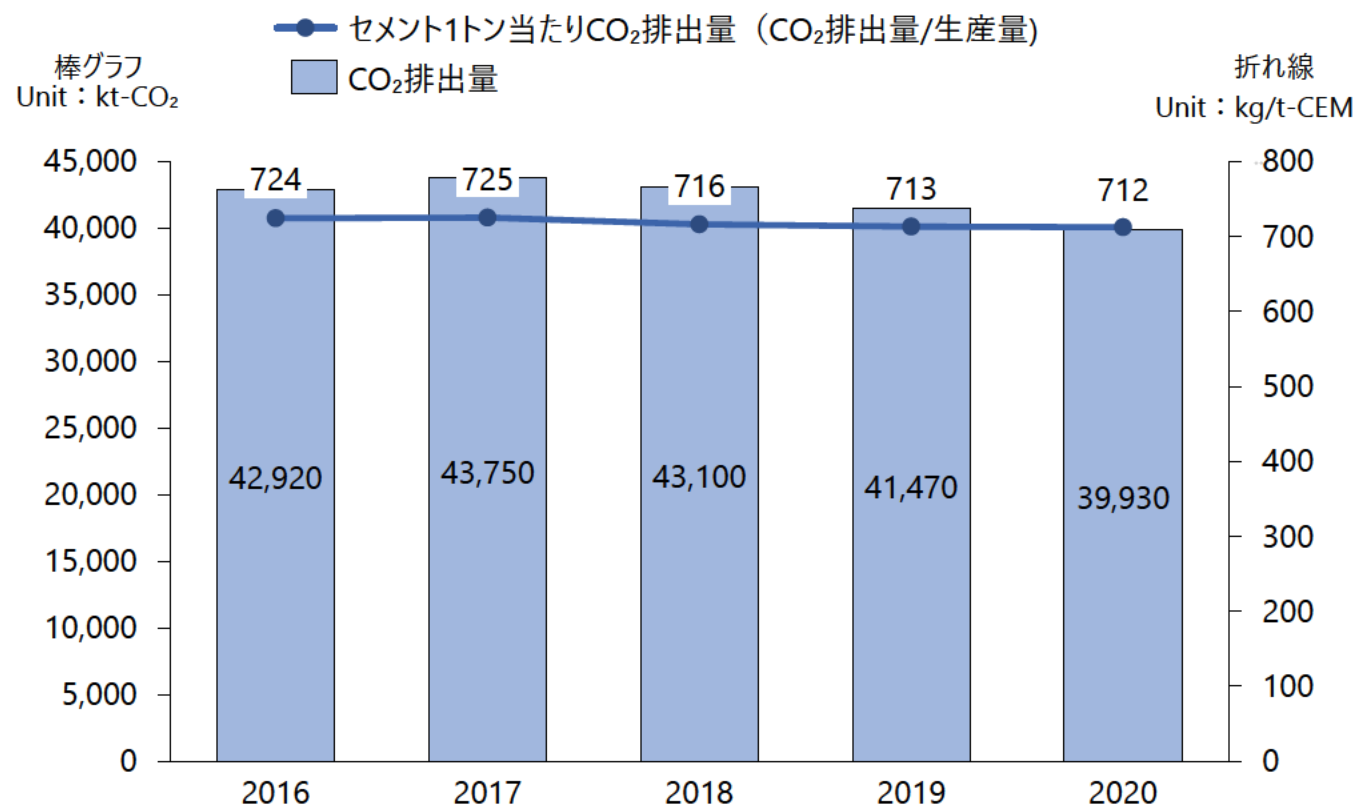
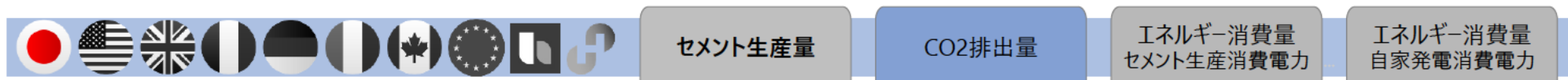
Key findings

- 日本のセメント生産は2019年以降減少傾向が継続。
- 2019年は台風15号及びオリンピック・パラリンピック特需の終了、人手不足などをを受けて減少したものの。
- 2020年以降は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受けている。

注) 会計年度数字を採用

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

日本のセメント生産量は2019年以降自然災害、消費税増税、新型コロナウイルスの影響を受けた需要の弱まりから減少傾向が継続している



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来
61%：39%
(2020年度)

考察

- CO₂排出量についてはセメント生産量と連動し、減少傾向にある。
- エネルギー由来CO₂については、経団連CN行動計画において削減の取り組みを継続して行っている
- 具体的には徹底した省エネ設備の導入・バイオマス廃棄物等の活用、水素・アンモニア・合成メタンによる化石エネルギーの削減等

注) 会計年度数字を採用

1. 事業内容（１）①セメント生産量の把握

米国のセメント生産量はコロナ禍に経済は打撃を受けつつも建設業界への影響は限定的であり大きな落ち込みがなく増加傾向が継続。



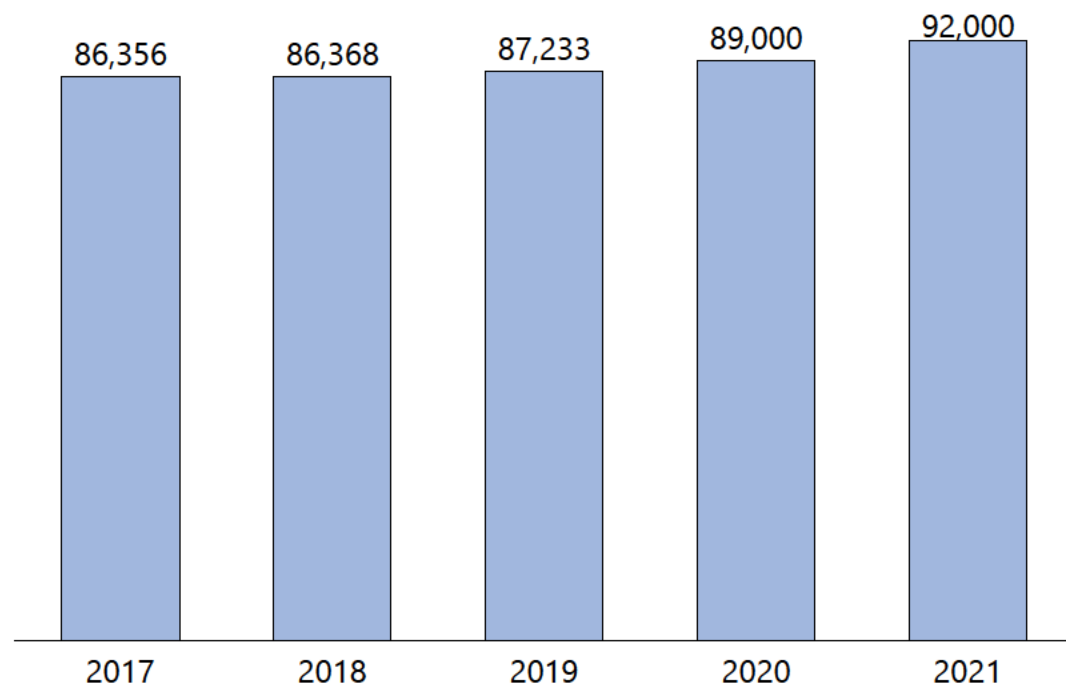
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



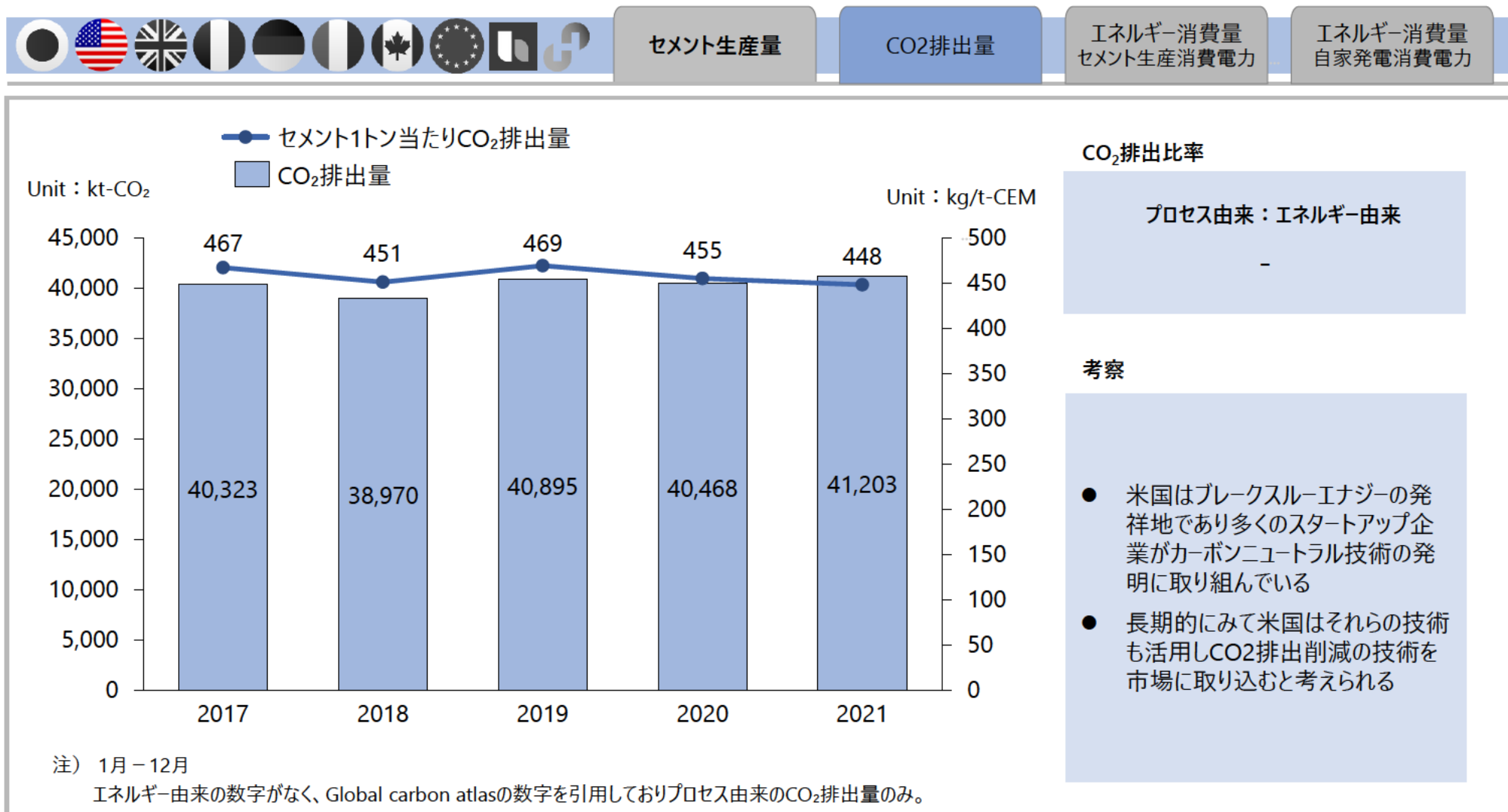
Key findings

- 2017年から2019年はほぼ横ばい。
- 2020年はパンデミックによる米国経済全体への影響があったものの建設業界においては影響は軽微。
- 非住宅建設と比較して住宅建設における需要が増加した。
- 2020年から2021年の伸びはコロナウイルスの影響を受けていた米国経済の回復によるもの。
(GDP2020→GDP2021成長率は110%)

注) 1月 - 12月

1. 事業内容（１）②CO₂排出量の把握

米国市場においてはトン当たりのCO₂排出量を削減する技術がスタートアップ企業によって開発されるなど着実に低減



1. 事業内容（1）①セメント生産量の把握

イギリスにおけるセメント生産量はパンデミックによる影響を受け2020年に落ち込んだ。足元は経済状況等の回復を受けコロナ前まで回復している



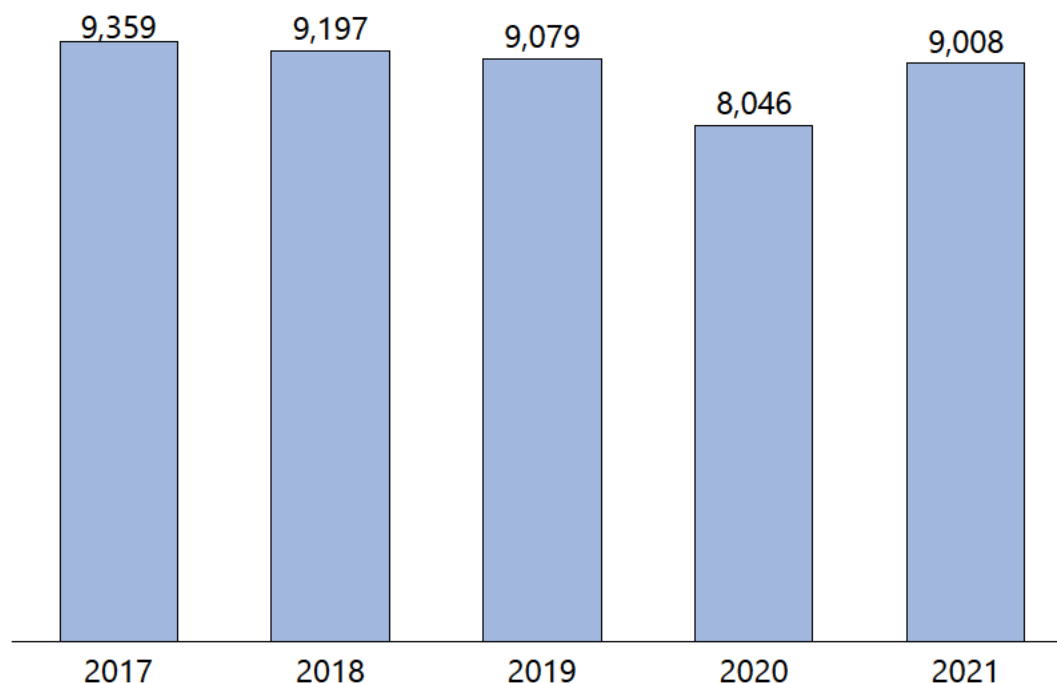
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons

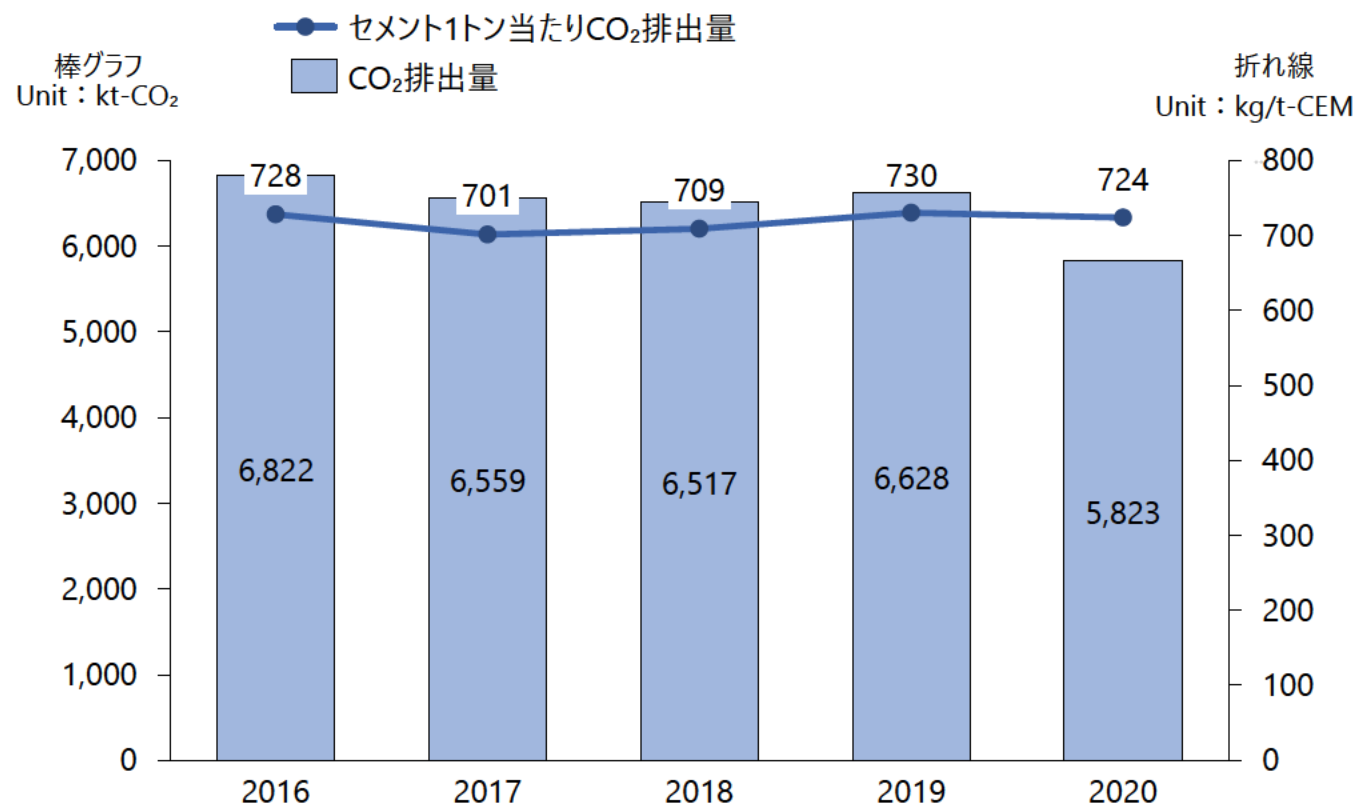
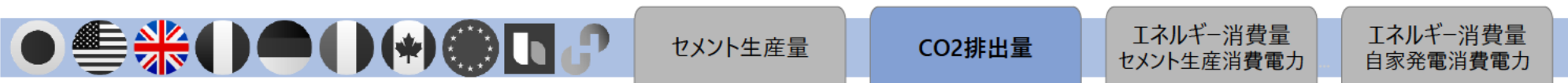


考察

- イギリスのセメント産業はパンデミックによるロックダウン、洪水や悪天候といった自然災害の影響を受け2020年に大幅に落ち込んだ。
- 2021年には経済の回復と共にセメントの主要な販売先である生コンクリートの需要が回復したことからセメント生産量も回復した。

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

イギリスのセメント業界はパンデミックによるロックダウンの影響を受け2020年に生産量、CO₂排出量共に落ち込んだ。2021年には生産量と共にCO₂排出量もコロナ以前の水準となる見通し



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来
39%：61%

考察

- 2020年のCO₂排出量の落ち込みはパンデミックによるロックダウン、企業の経済活動停滞によるもの。
- 2021年は生産量が回復しており、CO₂排出量も2019年レベルに回復する見通し。
- イギリスはCO₂排出量削減の取組として化石燃料の代替として廃棄物バイオマスの利用をしたり、クリンカ比率の低減に取り組んでいる

1. 事業内容（1）①セメント生産量の把握

フランスのセメント業界はパンデミック時にいち早く向上におけるウイルス対策を講じ建設現場への供給を維持した結果2020年においても生産量の大きな落ち込みは見られなかった



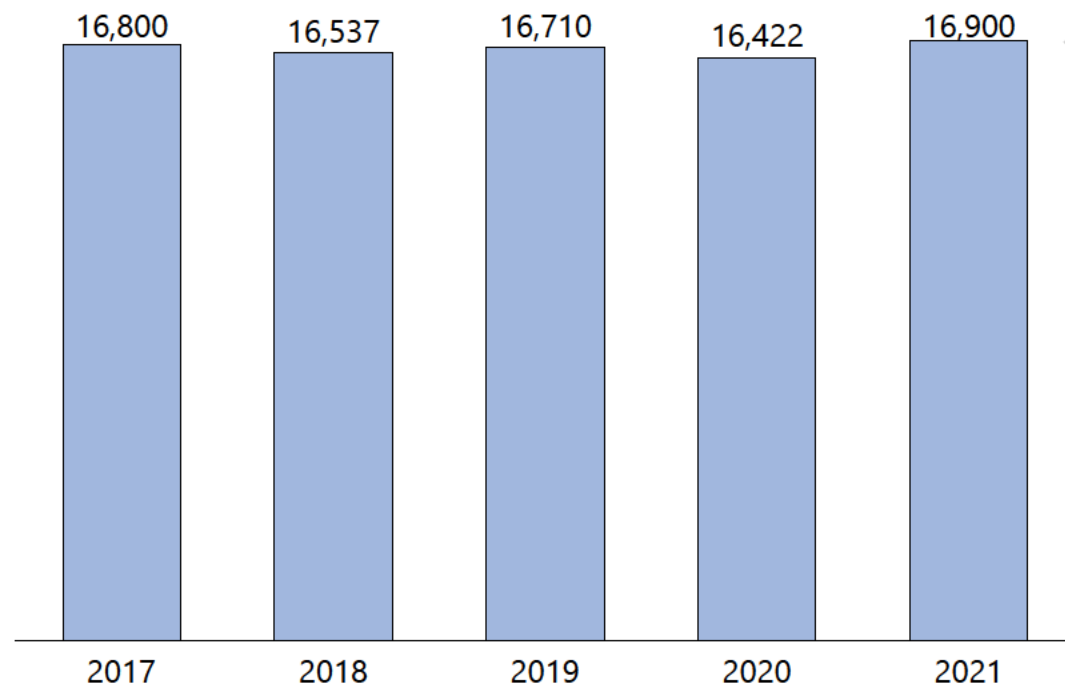
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons

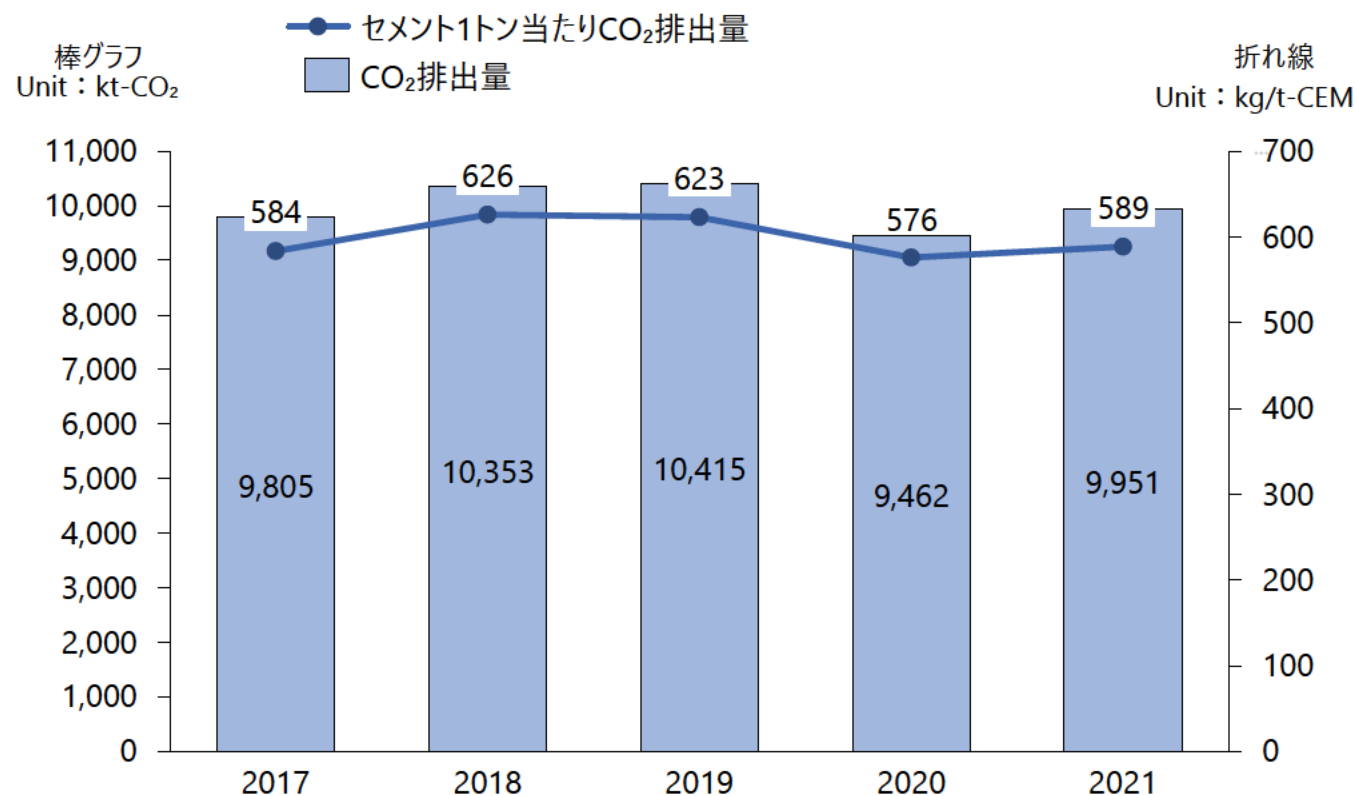
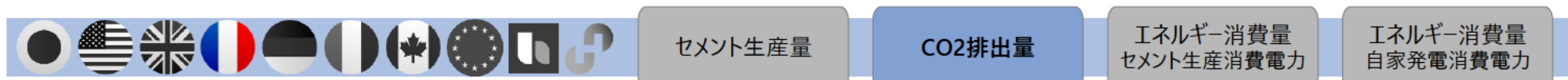


考察

- フランスにおいてパンデミックの影響は軽微であり、直近5年間堅調に推移。
- 2021年のセメント生産量はコロナ前の2019年と比較しても増加の見通しであり、これはフランスの2021年上半期国家復興計画が建設や公共事業、すなわちセメント需要を刺激したことが要因

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

パンデミック後、フランスのセメント生産は建設、公共事業の活発化の影響を受け堅調に推移。CO₂排出量も2021年にはコロナ前の水準まで戻っている。



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来
67%：33%
(2021年度)

考察

- 2021年のCEMBUREAUレポートによるとフランスの今後のセメント市場の見通しは不透明。
- 2022年1月より建築セクターに導入される省エネルギービル化などを促進する新しい環境規制が策定

※環境規制：RE2020:2050年のカーボンニュートラルに向けて建築物に対して設けられたもの

1. 事業内容（１）①セメント生産量の把握

ドイツは建設現場において従うべき明確なガイドラインが設定された。対策などを講じて建設現場の稼働を維持することでパンデミック下においても建設業界の経済活動、セメント生産量は堅調に推移



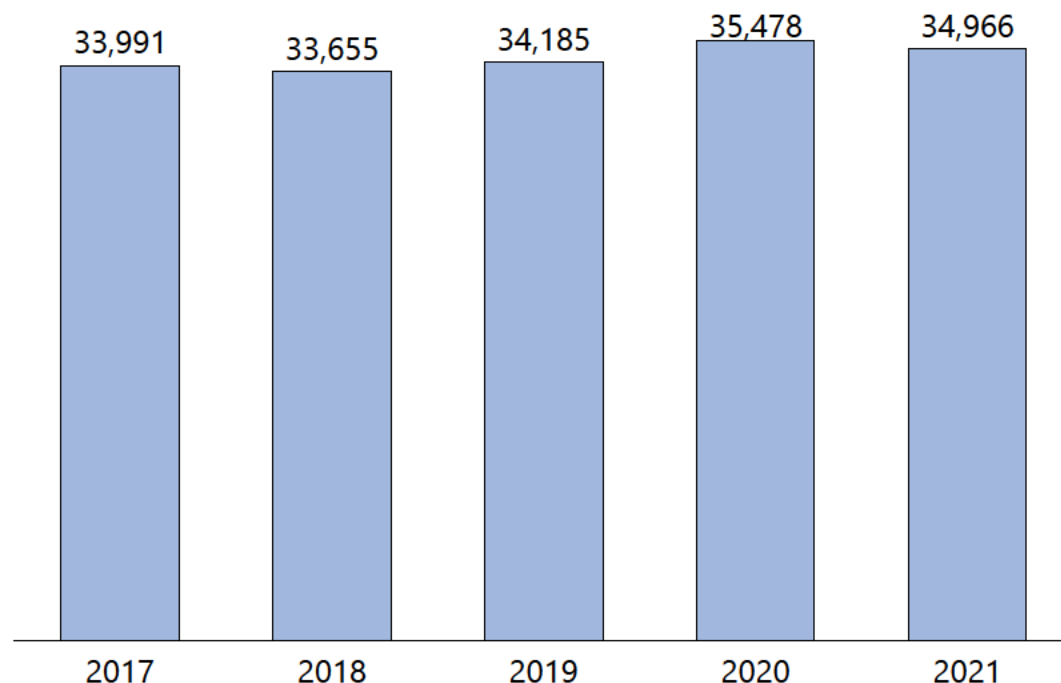
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons

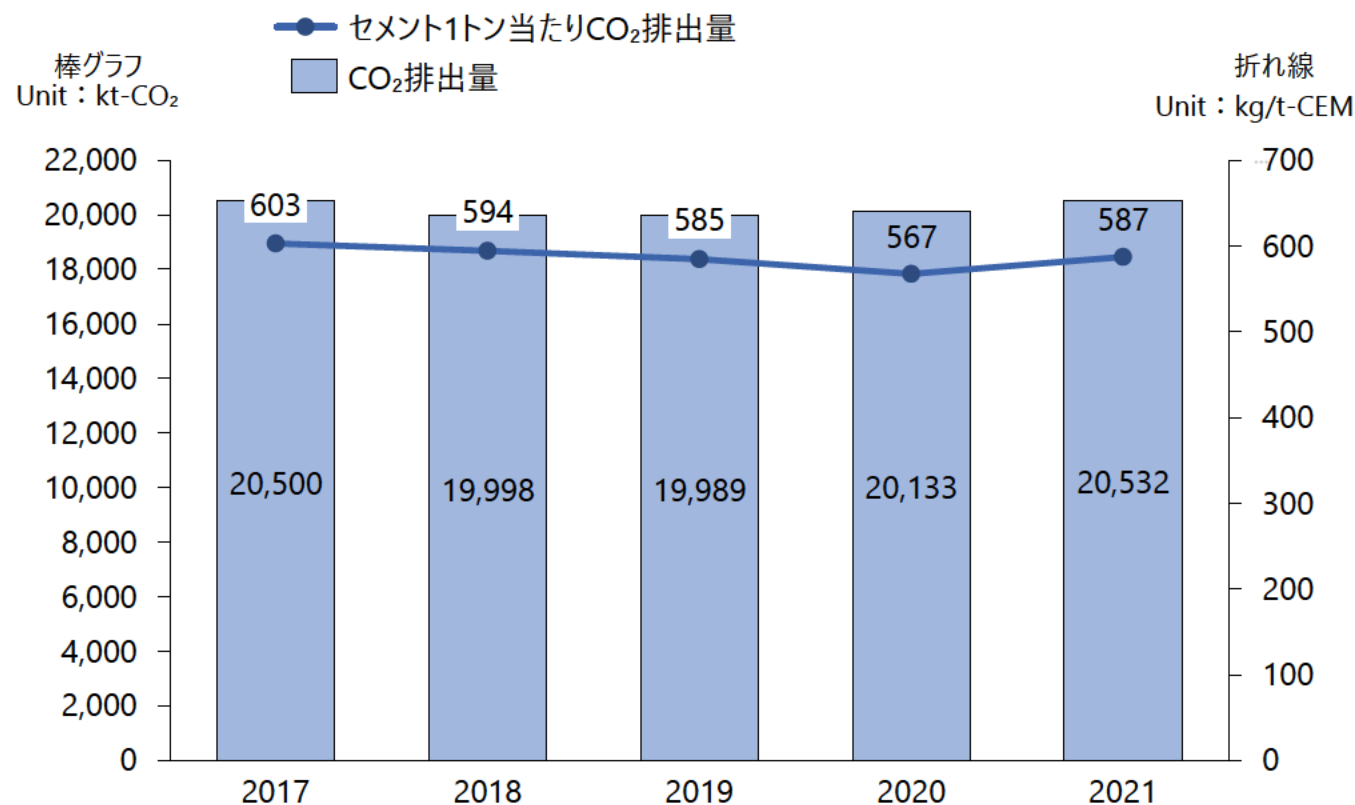
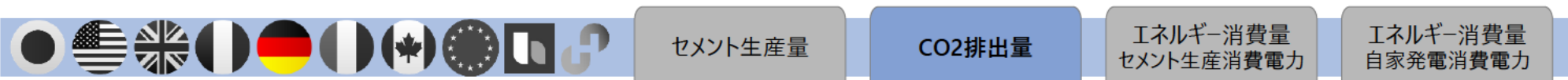


考察

- ドイツ政府はパンデミック時も「国内経済を支える本質的な柱」と宣言し、建設可能用地を解放した。
- パンデミックが終息に向かうと経済の回復に貢献する為建設工事を継続する必要があるとドイツの連邦交通デジタルインフラ大臣が述べた。
- このようなドイツの建設業界に対する考え、方針によりパンデミック下においても堅調に推移した
- 公共インフラ資金の増加等によりセメント需要は堅調に推移

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

ドイツにおけるセメント由来CO₂排出量は生産量と同様にほぼ同水準で推移している。ドイツはセメントに特化した長期戦略を立てる等積極的にセメント由来CO₂排出量の削減に取り組む姿勢を見せている



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来
60%：40%
(2021年度)

考察

- ドイツのセメント1tあたりCO₂排出量は2017年をピークにその後減少傾向にある。は2017年にピークを迎え減少傾向にある。
- セメント由来CO₂排出量全体は2021年に2020年比増加しているがこれはセメント生産量に連動したものの。
- 長期に渡り低クリンカセメントの開発導入を進め、再生エネルギーの積極的導入を図ったもの

1. 事業内容（1）①セメント生産量の把握

イタリアのセメント生産は公共事業の再開、国家復興回復計画による公共事業への財政支援により2021年は大幅に回復



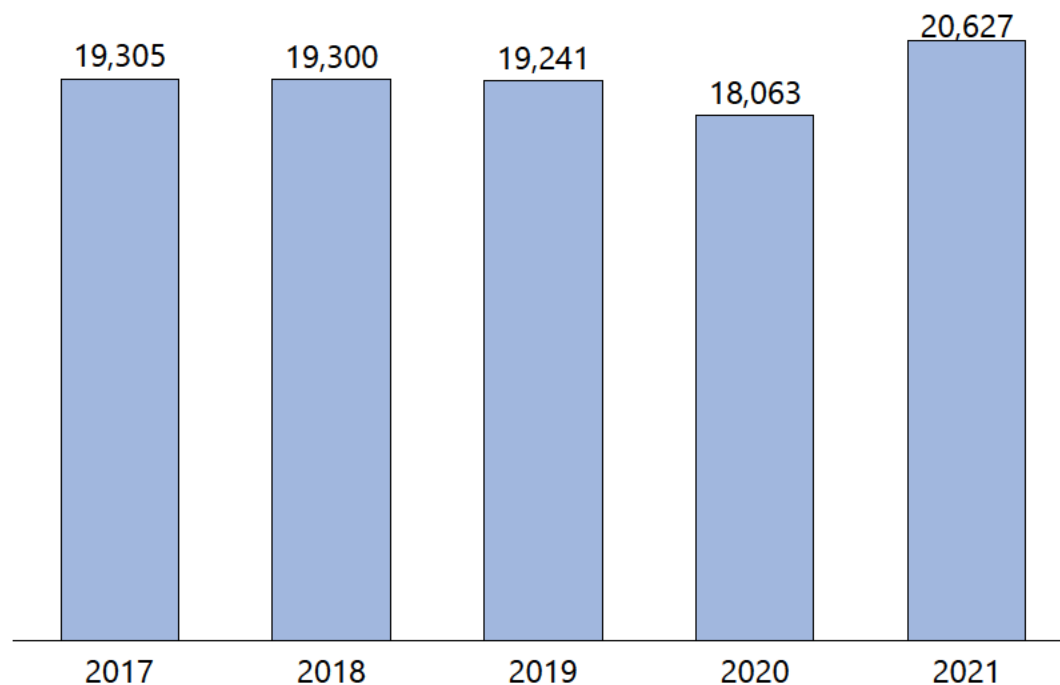
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons

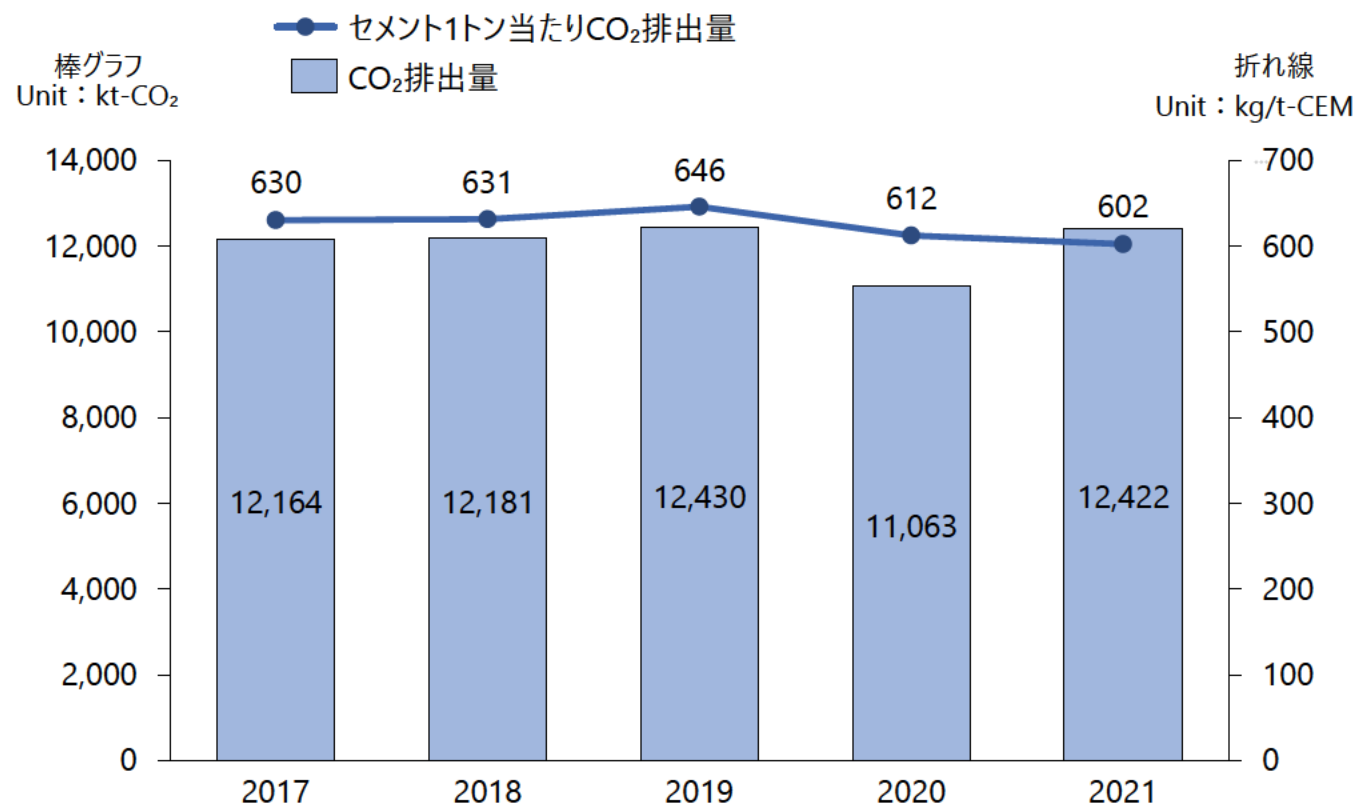
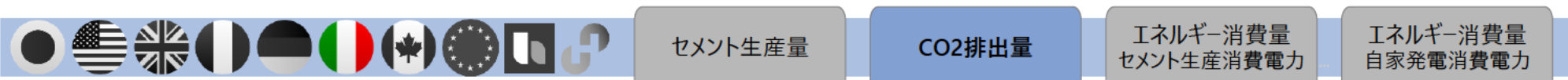


考察

- パンデミックの影響を受け2020年にセメント生産は減少。しかし2021年には公共事業の多くが再開したこと、住宅部門の好調な需要により回復。
- イタリアにおけるセメント需要の最大シェアはインフラ、公共事業が占める。
- National Recovery and Resilience Planと呼ばれる経済、社会的ダメージからの回復をサポートする公的資金が存在する。本資金がイタリアの公共事業に割り当てられたことから2021年には需要が回復

1. 事業内容（１）②CO₂排出量の把握

イタリアはパンデミックの影響を受けセメント生産量が落ち込んだ。一方トン当たりのCO₂排出量も減少傾向にありこれはバイオマスを使用した再生可能エネルギー利用の増加が背景にある



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来
65%：35%

考察

- イタリアはパンデミックの際にコロナウイルスへの厳しい措置により成長が鈍化
- トン当たりCO₂排出量の削減に成功した背景は再生可能エネルギーの利用が増加したことによる

1. 事業内容（１）①セメント生産量の把握

カナダのセメント生産量は隣国米国の堅調にも下支えられ、2016年以降増加傾向にある。パンデミックの影響を受けた落ち込みも見られたが、この点は今後回復していく見通し



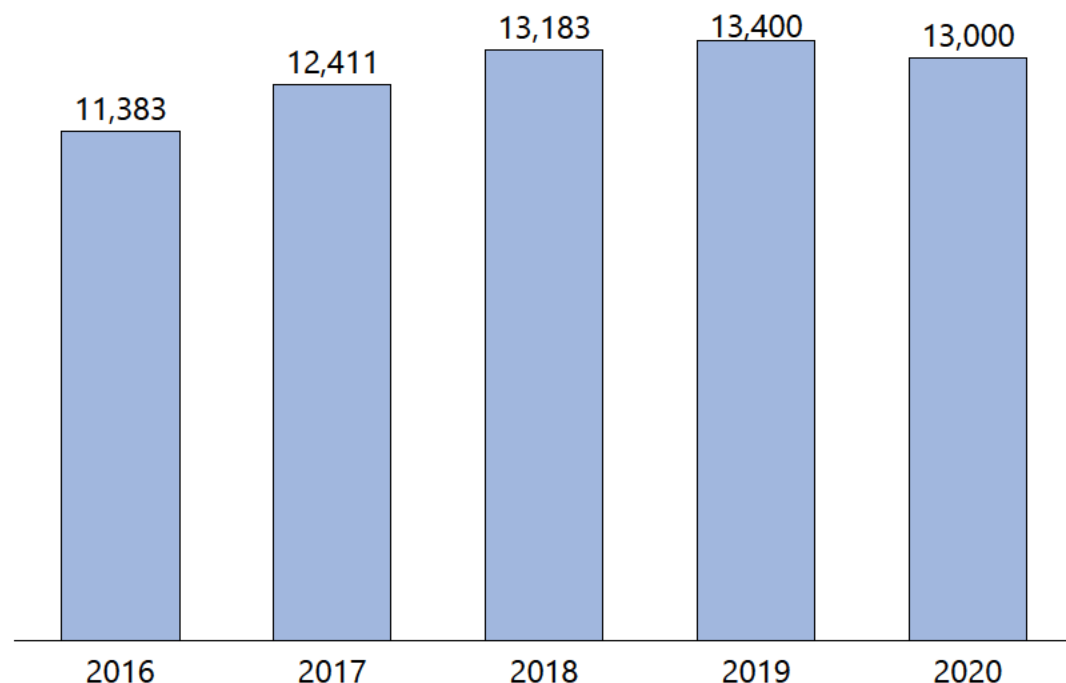
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



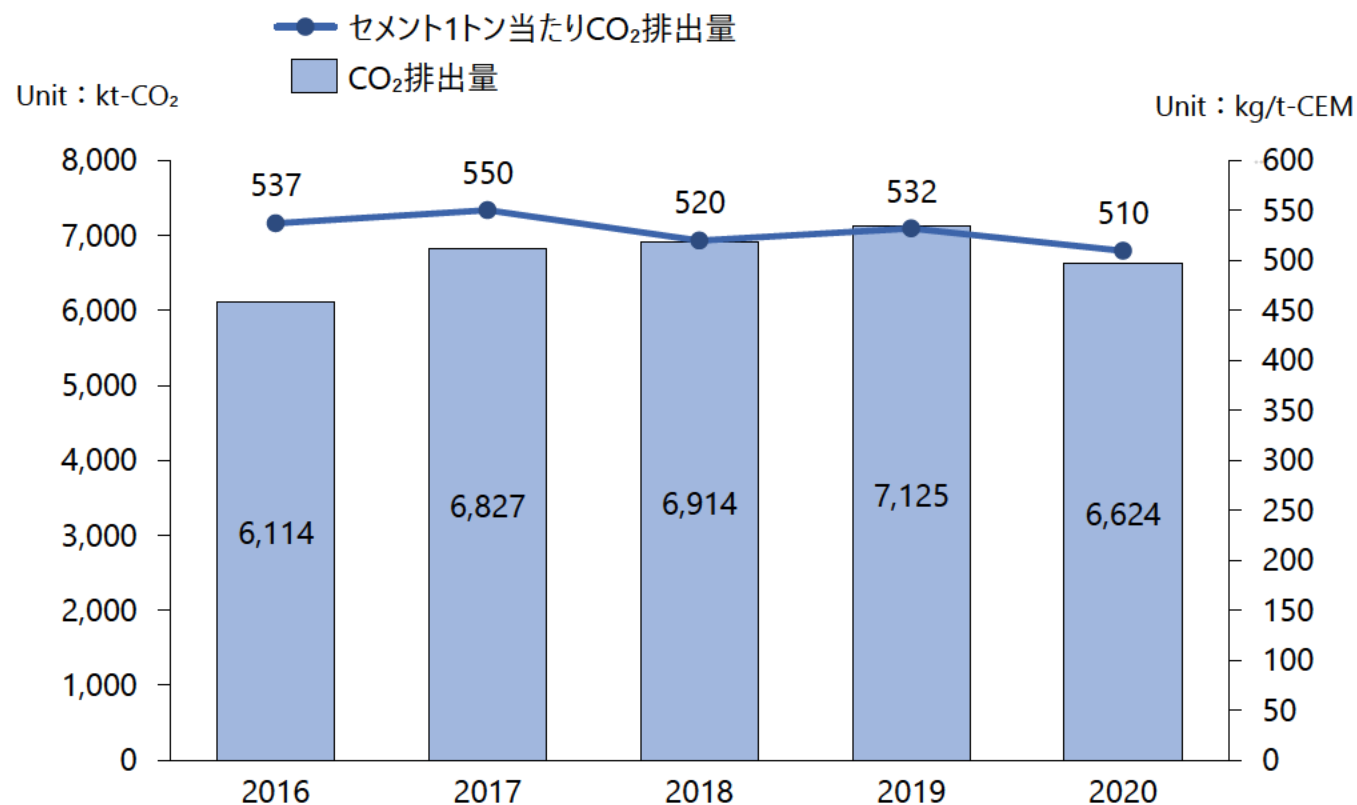
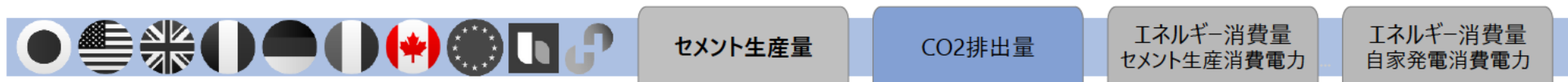
考察

- 2016年以降、カナダのセメント生産は増加傾向にあったがパンデミックの影響を受け若干落ち込んだ。
- カナダにおけるセメント企業のほとんどは欧米に本社を構えるセメント企業の支社である。
- カナダはその立地上、米国の需要の影響も受ける。近年の米国の堅調な需要にカナダの生産も支えられている状況

注) 1月 - 12月

1. 事業内容（１）②CO₂排出量の把握

政府のカーボンニュートラルに対する方針もあり、カナダのセメント業界もCO₂排出量削減に向けて再生可能エネルギーの導入をはじめとして積極的に取り組んでいる。



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来

-

考察

- カナダにおいてもプロセス由来CO₂排出量削減に向けたCCUSなどの技術導入がなされておりトン当たりのCO₂排出量は減少傾向。
- 米国からの再生可能エネルギー輸入も可能なプラントもあり、導入が進んでいる

注) 1月 - 12月

エネルギー由来の数字がなく、Global carbon atlasの数字を引用しておりプロセス由来のCO₂排出量のみ。

1. 事業内容（1）①セメント生産量の把握

EU市場はパンデミックによる都市ロックダウン等により経済成長が鈍化、セメント市場においても影響を受け、2019年から2020年にかけて生産量が落ち込んでいる



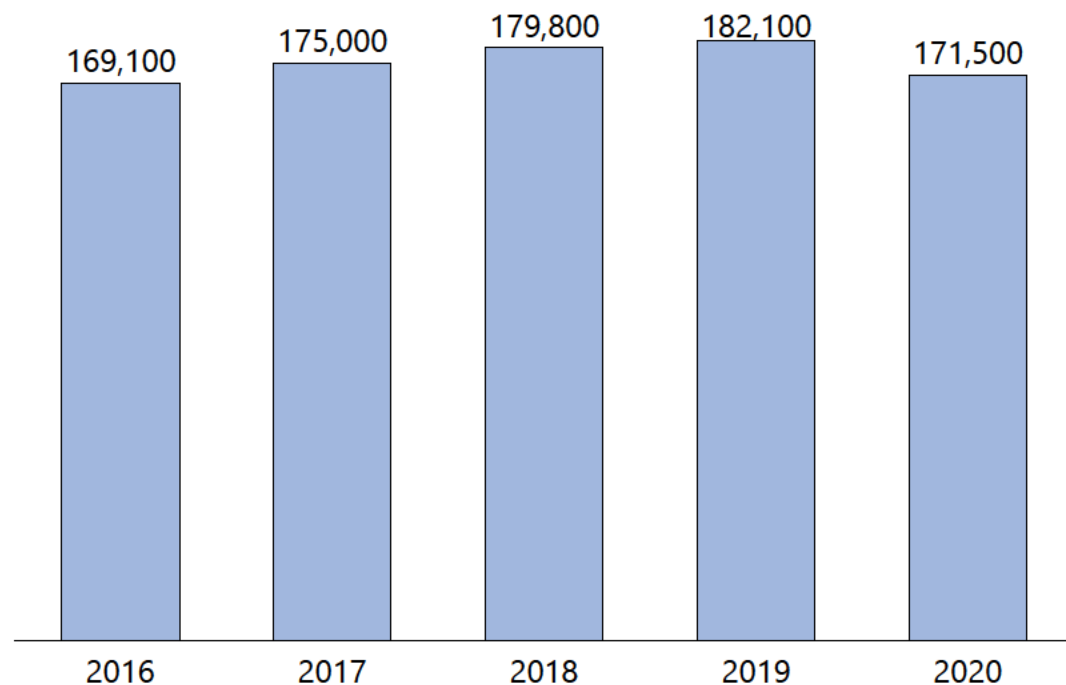
セメント生産量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



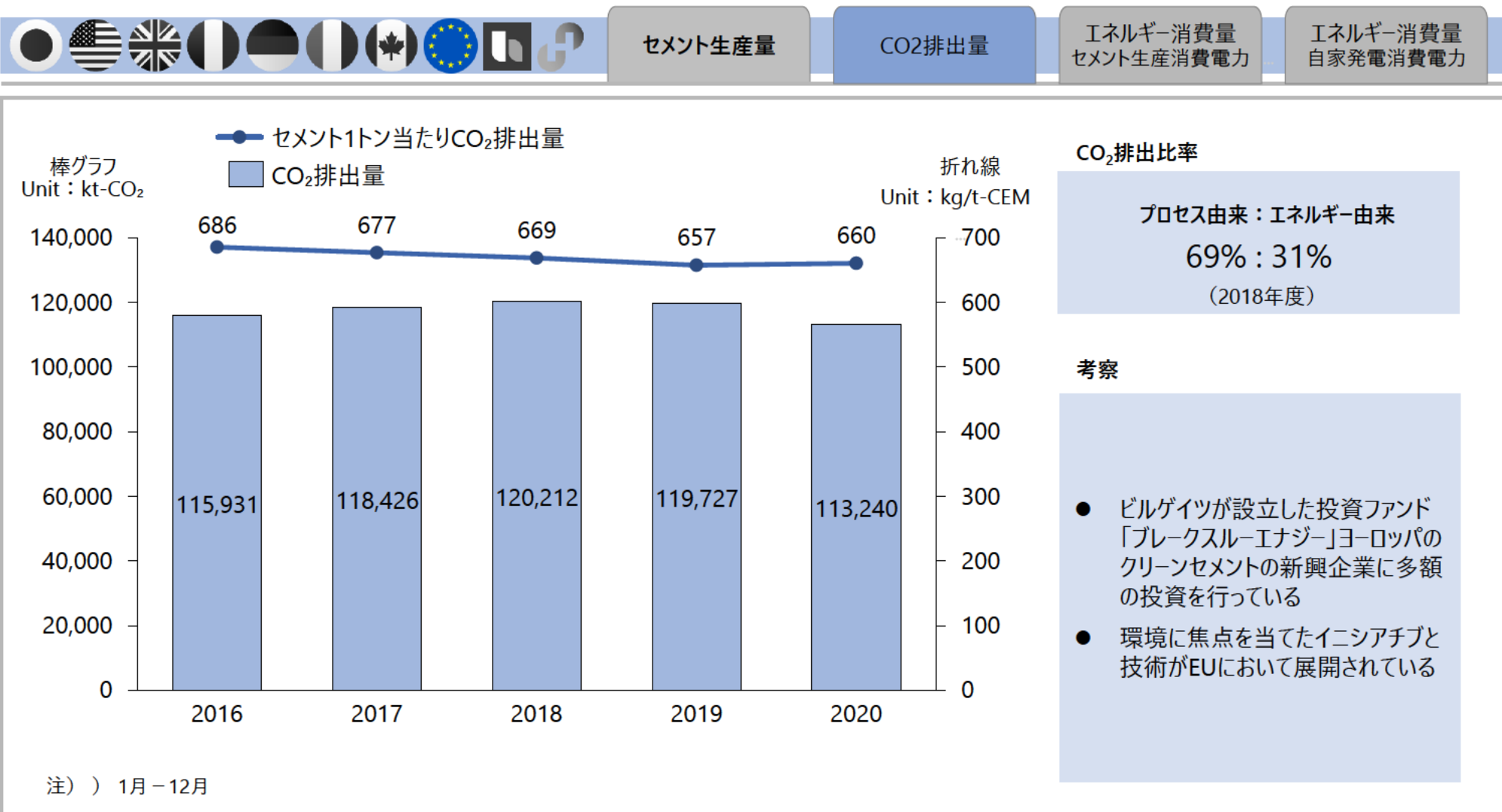
考察

- EUのセメント生産量は2016年以降堅調に推移していたが2020年にはパンデミックの影響を受け、経済と共に落ち込んだ。
- 足下のセメント市場においてはウクライナ問題の影響を受けて建設市場が落ち込むと予想されている

注)) 1月 - 12月

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

EU各国、各企業はセメント生産におけるCO₂排出量の低減、環境保護に世界的にみても積極的な姿勢を示し、行動している



出所：European Environmental Agency

Energy Process ratio: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-01-04_climate-change_02-2022_decomposition_of_co2_emissions_in_the_european_cement_sector_0.pdf

1. 事業内容（１）①セメント生産量の把握

Heidelbergは世界中にプラントを保有、EUと同水準のセメント販売量を誇る。またセメントメジャーの一角を担う同社はカーボンニュートラル目標も掲げ積極的に取り組んでいる



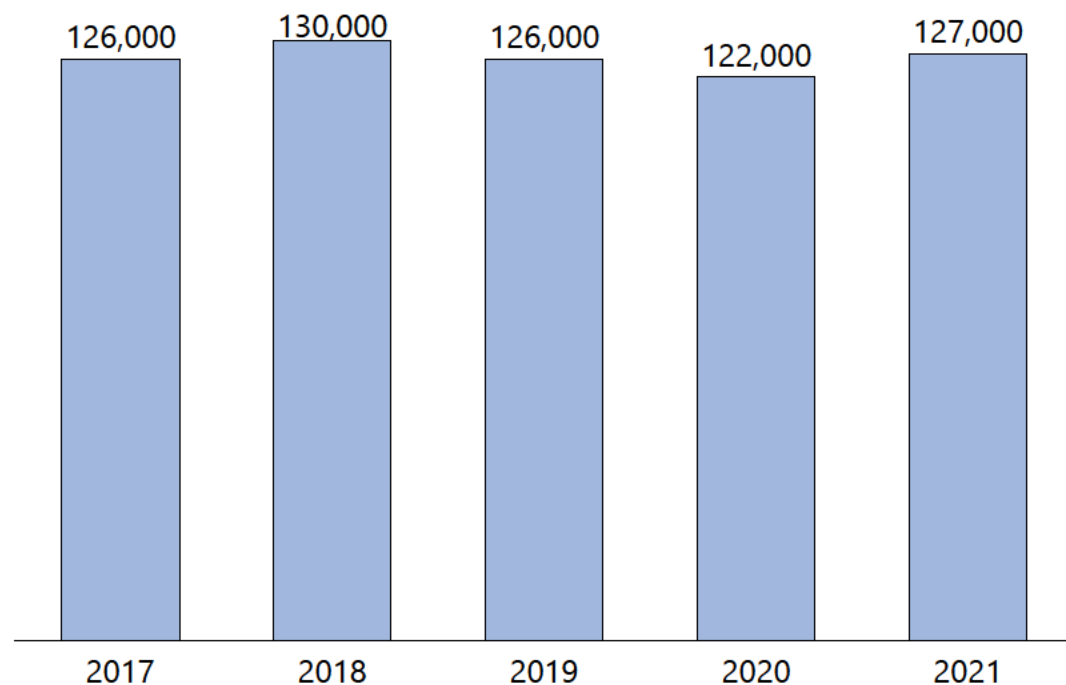
セメント販売量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



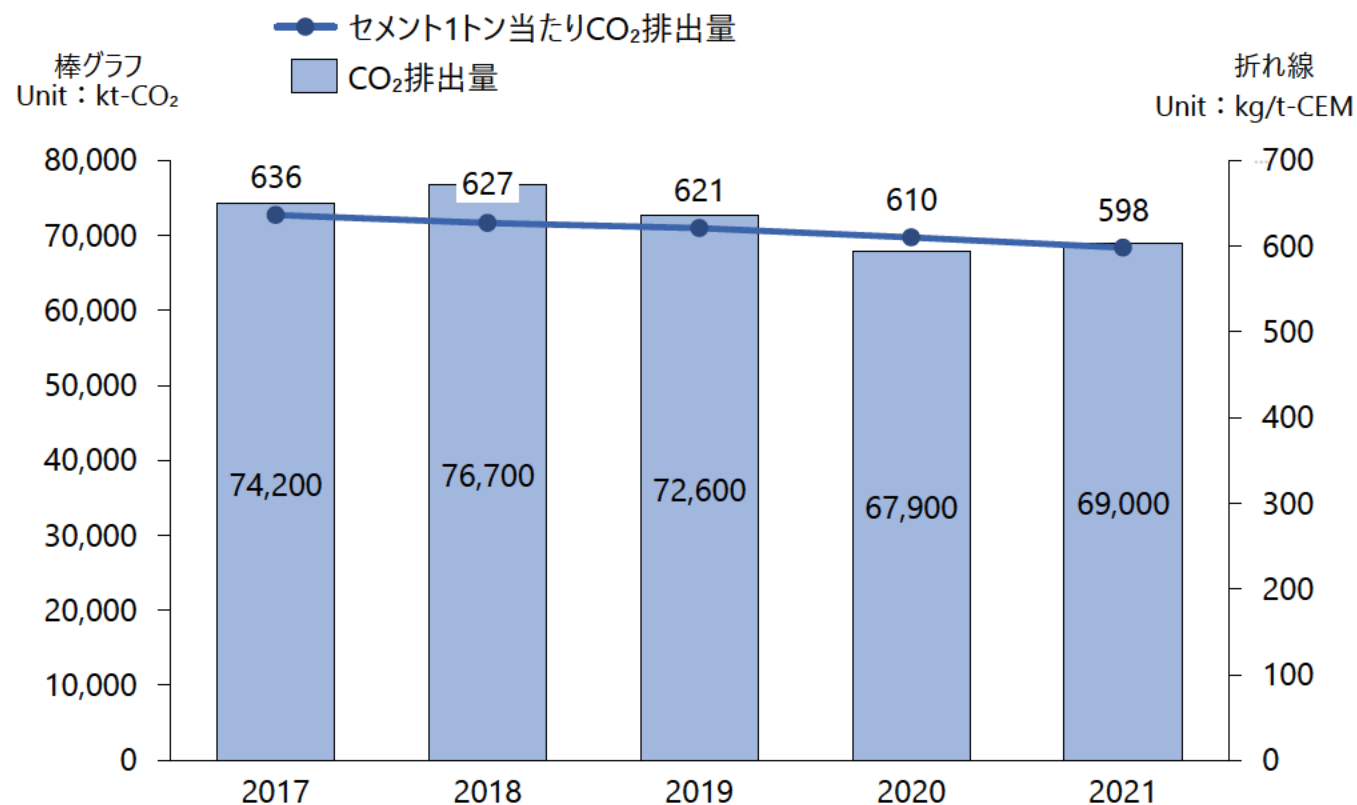
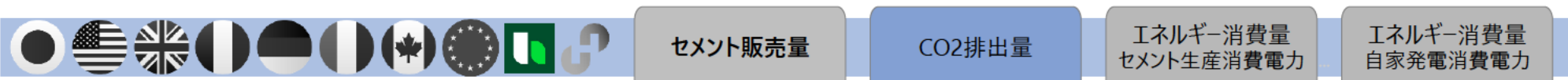
考察

- Heidelbergは世界中にプラントを保有、その生産量はEUに匹敵
- 同社は化石燃料からのCO₂排出量を削減する為にクリンカー製造時の使用燃料を積極的に再生可能エネルギーへ置き換えている

注)) 1月 - 12月

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

HeidelbergはCO₂排出量削減に向け、廃棄物利用等、積極的に対策を講じており年々セメント1トン当たりのCO₂排出量を削減することに成功している



CO₂排出比率

プロセス由来：エネルギー由来

-

考察

- 同社のエネルギーミックスにおいて廃棄物利用の割合が増加、エネルギー由来のCO₂排出量削減に成功している。
- 原料の代替に関しては現時点では強度の課題がある
- 2021年のCO₂排出量は1990年比25%減らすことに成功
(Annual report2021より)

注)) 1月 - 12月

セメント1tあたりのCO₂排出量は再生可能エネルギーを控除していないエネルギー由来、プロセス由来を加味したGross分である

1. 事業内容（1）①セメント生産量の把握

HOLCIMは世界各地にプラントを保有するセメントメジャーの一角。2020年にはパンデミックの影響を受けセメント販売量が落ち込んだがその後回復し堅調に推移



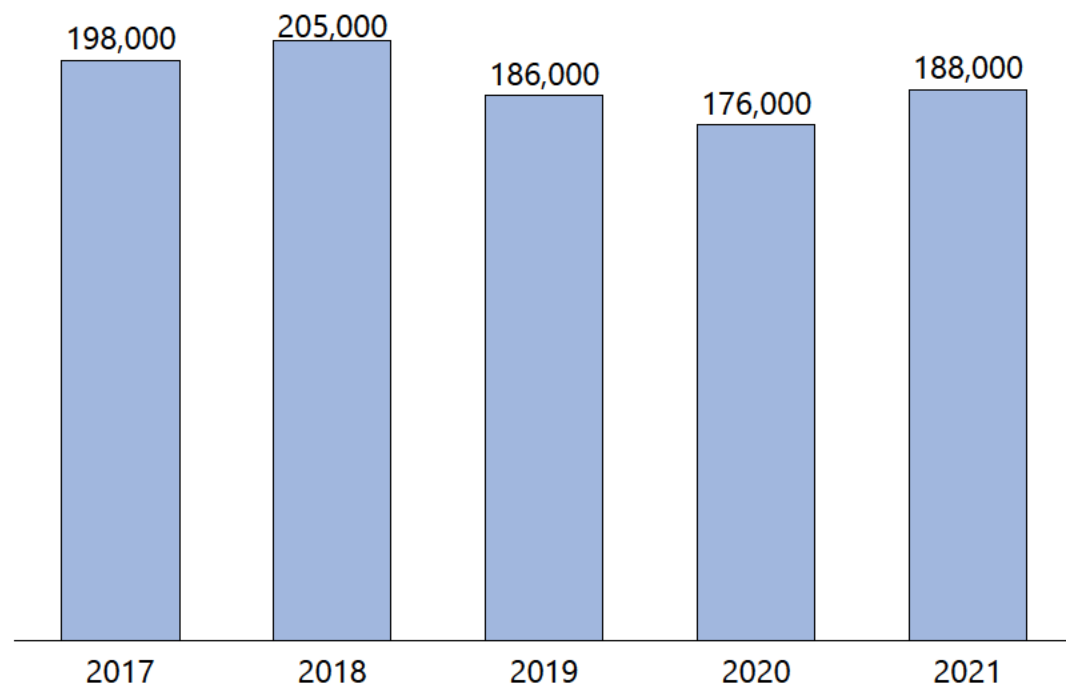
セメント販売量

CO2排出量

エネルギー消費量
セメント生産消費電力

エネルギー消費量
自家発電消費電力

Unit : thousand metric tons



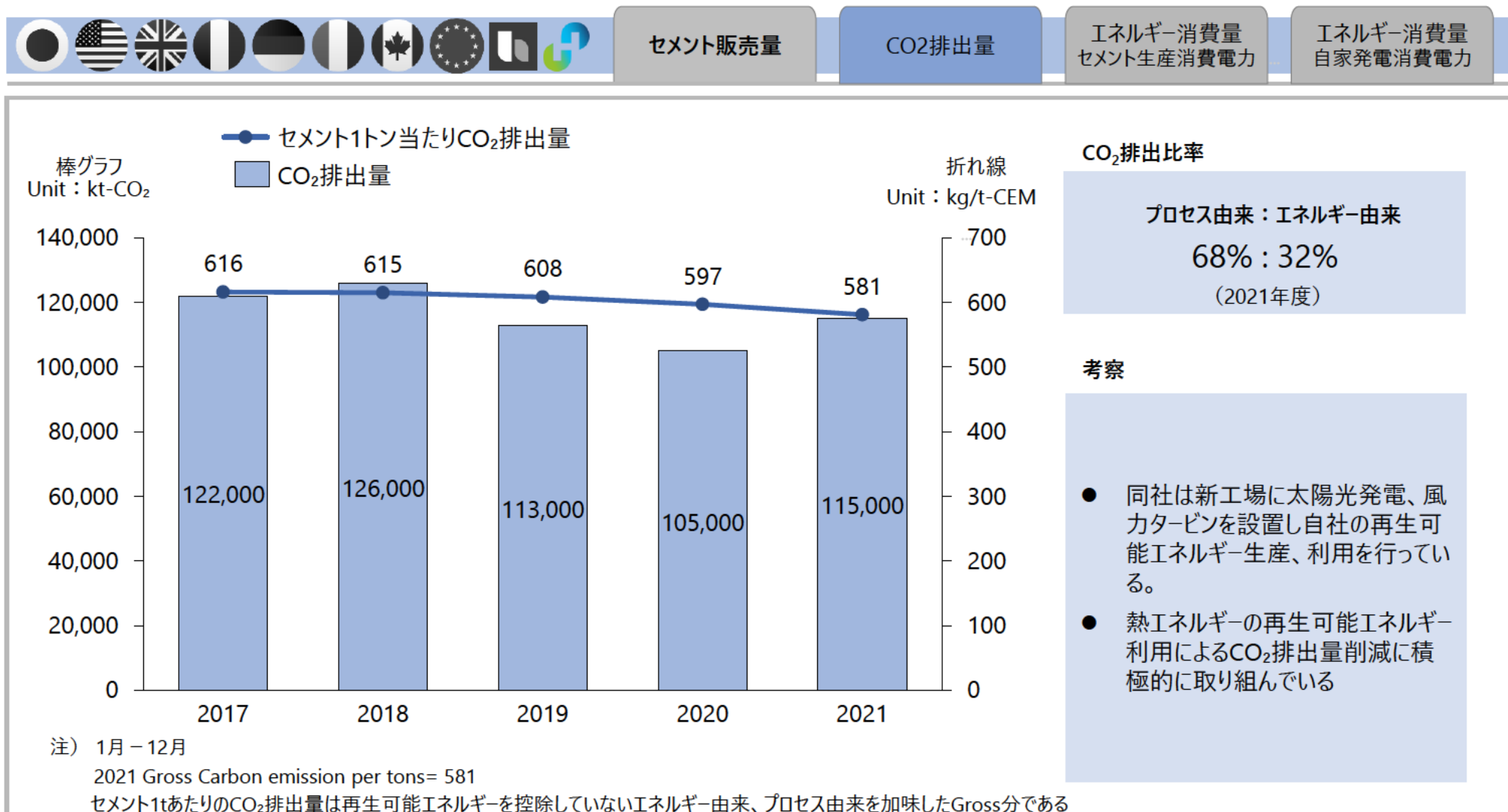
Key findings

- 2019年から2020年にかけて世界的なコロナウイルスの蔓延、パンデミックの影響を受けて同社のセメント販売量は世界各地で落ち込んだ。
- 2021年の販売量は世界経済の回復と共に増加。

注) 1月 - 12月

1. 事業内容（1）②CO₂排出量の把握

2050年にはGHG排出量をゼロにする目標を掲げている同社は積極的に排出量削減対策に取り組む



1. 事業内容（1）③エネルギー消費量の把握

エネルギー消費量に関して各国の数字定義を以下に記載する

セメント生産に要するエネルギー消費量定義

対象国/企業		③エネルギー消費量 (セメント生産に要する消費電力)	③エネルギー消費量 (自家発電に要する消費電力)	数字の定義
G7	日本	3,272MJ/t-CEM		[セメント製造用エネルギー] = [セメント製造用熱エネルギー(※)] + [自家発電用熱エネルギー(※)] + [購入電力エネルギー] (※)エネルギー代替廃棄物による熱エネルギーは含めない
	米国	4,872.1MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2018年
	イギリス	4,117.6MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2018年
	フランス	4,328.4MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2018年
	イタリア	3,910.4MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2021年
	ドイツ	3,262.04MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2021年
	カナダ	5,137MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2018年
EU連合		5,054MJ/t-CEM		(推計)化石燃料由来 + 再生可能エネルギー由来（生物由来廃棄物と非生物由来廃棄物の両方を含む） + 電気エネルギー ※2018年
欧州メーカー	HOLCIM	3,520MJ/t-CEM		Specific heat consumption of clinker production（詳細の記載なし）
	Heidelberg	3,590MJ/t-CEM		whereof clinker production（詳細の記載なし）

出所：<https://www.iea.org/articles/driving-energy-efficiency-in-heavy-industries>

https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jg1k_02.pdf

https://www.holcim.com/sites/holcim/files/2022-04/25022022-sustainability-performance_fy_2021_report-en.pdf

<https://www.heidelbergmaterials.com/sites/default/files/2022-06/220529-HC-NB-2021-EN.pdf>

<https://www.federbeton.it/Portals/0/pubdoc/pubblicazioni/Rapporti/Rapporto di Sostenibilit%C3%A0 Federbeton 2021.pdf?ver=2022-10-10-123207-383>

<https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/umweltschutz/Umweltdaten/VDZ-Umweltdaten Environmental Data 2021.pdf>

推計方法は別途エクセルファイルタブ（1）③に記載

2. 事業内容（2）

事業内容（2）では海外のセメント産業が脱炭素化に向けて行う取組、国際的な枠組みに対する対応状況等を調査した

事業内容（2）：海外セメント産業の脱炭素化に向けた施策に関する調査

実施概要	調査のアプローチ	NRI提供価値
① 各協会における統計データやCO₂削減に向けた取組状況等についてヒアリング	✓ 国のCO₂排出量に占めるセメント由来比率の高い国、日本のセメント業界に大きな影響を及ぼす国を対象国に選定 ✓ 対象国の協会とコンタクトし、調査の背景を説明した上でヒアリングの場を設ける	・ 緻密な調査業務 ・ 国際機関、各国の長期戦略構造及び内容を分かりやすい形で整理 ・ 共有可能な形での調査内容のとりまとめ（PPT、エクセルファイル）
② IEA、FMC等国際的な枠組みの進捗を調査	✓ G7に対して提言を行うIEAレポート（G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成）の内容に対する各国の進捗を調査 ✓ FMCに参画する企業がFMCの方針に対して設定した目標や動きを調査 ✓ その他関連する国際的な枠組み及び進捗の調査	手法/アプローチ ・ 各国協会、国際協会へのヒアリング（ご都合が合う場合は貴省ご担当者様にもご参加頂けるよう調整致します） ・ デスクトップ調査（公開資料ベース） ・ 貴省、セメント協会様とのディスカッション
③ 各国のGHG削減に向けた長期戦略からセメント分野での取り組み内容、政策的措置を調査	✓ 各国/地域（EU）の長期戦略及びセメント業界に特化した戦略を紐解く ✓ グリーン公共調達などの資金調達メカニズム、政策的措置についても調査	成果物/ゴール ・ 対象各国の調査項目の取りまとめ

2. 事業内容（2）①ヒアリング対象選定

調査項目には各国のセメント由来CO₂排出量削減戦略の進捗状況を基本とする。ヒアリング相手先については貴省と相談の上取り進めた

- G7やアジア主要国各国には各国個別のセメント協会が存在する。また複数国の協会や企業が加盟する国際的な協会も存在。
- 調査項目、ヒアリング項目によって問い合わせ先の協会を選定する予定（各国の協会がふさわしいか、複数国、企業がメンバーとなる協会への問い合わせがふさわしいか都度判断）

ヒアリング先



各国セメント協会



国際セメント協会



調査機関（データベース等）

調査項目/ヒアリング項目（案）

■ 統計データ

- 統計データの保有有無/データの開示可否※（1）調査にて不足しているデータ関連情報

■ 各国政策の進捗状況

- （対G7各国の協会）IEAのロードマップに対応する各国政策の有無、進捗状況。各国の長期戦略、セメントに関するCO₂排出量削減に向けた個別戦略に対する進捗状況等
- （対EU連合の協会）EU独自のロードマップに対する進捗状況等
- （対アジア主要国各国）各国の長期戦略、セメント由来CO₂排出量削減に向けた個別戦略に対する進捗状況等

※その他調査、ヒアリング項目については追って詳細設定の後、貴省に相談の上ヒアリングを開催する

2. 事業内容（2）①ヒアリング対象選定

各協会へアポイント依頼を行った。結果的に日本セメント協会様、ドイツセメント協会とのオンライン面談実施及びタイセメント協会へメールにて行った

対象国	セメント協会名組織	ヒアリング候補者/チーム	状況
ドイツ	Verein Deutscher Zementwerke e.V. (セメント協会)	- Sabine Witt - Assistant to Dr Martin Schneider	ヒアリング済み
共通	Global Cement and Concrete Association (GCCA)	GNR PMC Team	データベース閲覧に関する契約手続き中であり、同データベースの確認はできていない
日本	セメント協会様	セメント協会 生産・環境部門様	面談済み
タイ	Thai Cement Manufacturers Association (TCMA)	- Ms. Phattharawan Sukkantharak Executive Director - Mr. Sukthawat Pattavarakorn Chair of Working Group TCMA- Environment	メールにて長期戦略の詳細、進捗を確認した後に面談も設営、実施済み。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果：日本セメント協会様（2023年1月11日）

日本のセメント業界においては国の方針と同様に2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言している

時間軸及び長期戦略の位置づけ

- 現在、日本は2050年までにカーボンニュートラルを達成することを目指しており、長期ビジョン（改訂版）でも宣言している。現在のビジョンは2022年3月に公表されたもので、2020年ビジョンの改訂版。
- このビジョンは、日本セメントメーカーの合意形成が取られたものであり、現在のビジョンは実現可能であると認識する。但し具体的な行動計画は個社に委ねられており、このロードマップはメンバー企業への義務付けなどを行うものではない

目標の実施と課題

- クリンカー排出量の削減目標はセメント協会参加企業による同意は得られているものの各社へ削減幅を当てるなどの義務化は行っていない。
- 日本のセメント業界においては省エネルギー法の定めるところによりセメント生産における非化石燃料エネルギーの使用を増加する必要がある
- クリンカ比率の低減もCO₂排出量削減に向けた具体案として挙げられるがセメントは建築用基礎建材であるため、必然的に日本の建築基準も満たす必要がある。また、日本は地震大国であるためクリンカ比率の低減幅には限度がある
- 再生可能エネルギーの導入は重要な対策であるがエネルギーの転換には、国全体のエネルギーポートフォリオが関わる。日本はエネルギー輸入国であり、エネルギー供給のコストと安全性を考える必要がある。
- 日本のセメント工場では石炭自家発電が多く活用されている。国際的にも石炭火力発電からのフェードアウトが議論されているが石炭火力由来のCO₂排出量に応じた負担額を各事業者に課す方向性で議論が進んでいる

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：日本セメント協会様（2023年1月11日）

低炭素セメントやCCUSといった技術開発と並行して低炭素品の市場創出が重要である

FMCへのコミットメント	- セメント産業からはCEMEX、ハイデルベルクのようないくつかの企業が参加し、トラック部門にコミットした。これらの企業は、自社の輸送にEVトラックの比率を高め、自社の事業の輸送に伴うGHGを削減すると述べている。 - 日本のセメント企業に対してFMCへの参加を義務付けるような動きはない。 - 建築物を発注する需要家側の参加がニアゼロエミッションセメント市場の創出、拡大という観点において待たれる。
CCUSの技術開発	- CCUSの技術開発についてはグリーンイノベーション基金のサポートを活用しつつ技術開発が行われている。2030年までに実用化開始されることを目標としている。 - 実際に導入した際に掛かるランニングコストの負担は企業側となる見通しであり、商品のコストが上がる為コスト上昇分を受容するマーケットを創出しておくことが重要である。 - 低炭素セメント市場の拡大に向けたセメント・建設部門の動向は、メーカー側にとって重要視されてきた。CCS、CCR、CCUなどの新技術は導入及びランニングに費用がかかり、どれだけの人が購入するかという明確な需要見通しがなければ、実現は難しいだろう。まず、市場の買い手からの明確な需要がなければならない。
ニアゼロエミッション市場の創出	- ニアゼロエミッションセメントの市場創出には大きく2つの柱がある。1つは民間企業ベース、もう1つは公共調達である。公共調達においてニアゼロエミッション製品の活用が行われればその調達量が膨大であることからこの市場に大きな変化がもたらされる - FMCも立ち上がったばかりでありコミットメントを表明している企業の数も限定的であることから足元セメント市場において低炭素商品の市場予測は難しい。今後参画企業が増加し、低炭素製品の技術開発も進む中で市場規模の予測ができれば需給両面共に成長していくと思われるがまだ時間を要する。
IDDI	- 国際的にニアゼロエミッション製品の市場を拡大する大きな動きの1つとしてIndustrial deep decarbonization initiative (IDDI)が存在する。本イニシアチブは二酸化炭素排出量の多い製鉄とセメント業界で、政府調達で低炭素鉄鋼や低炭素セメントを積極的に購入するというもの。鉄鋼やセメントは、公共インフラプロジェクトで消費されることも多く、政府調達に占める割合が大きい。 - ドイツ、カナダ、UAE、イギリス、インドは既にコミットメントを表明済み、日本政府の動きとしては本イニシアチブに関連する議論はなされているものの、コミットメントはまだ行っていない。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告 : ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

Managing director of VDZ confirmed NRI's desktop research information and clarify background about roadmap and situation of cement industry in Germany

Topic	Detail	
Date	2023/02/07 Tuesday	
Participants (Honorifics omitted)	VDZ	Mr. Jorg Rickert Managing Director VDZ Service GmbH and Head of Cement Chemistry Department VDZ Technology
	METI	Mr. Nakano, Mr. Segawa, Ms. Sekiguchi
	NRI	Ms. Murakami, Mr. Chanon, Mr. Kasidis

1. 2050年カーボンニュートラルに向けたドイツの目標とアプローチ

- NRIは、VDZのエグゼクティブ・サマリー(セメントとコンクリートの脱炭素化:ドイツセメント産業のCO₂ロードマップ)から抜粋されたドイツの2050年カーボンニュートラル目標に関する調査データと資料を確認済み。このサマリーは、状況、数字ともに正確であると確認済み。
- ただし、VDZからは現在VDZはAmbitious Referenceシナリオ (現在の技術によるアプローチ) については現時点では議論していないとコメントあり。現在、VDZの主な焦点はClimate Neutralityシナリオであり、2020年にEU諸国間で新たに公開されたロードマップによると、2045年の新しい目標は当初の2050年から5年早く設定されている。

2. ドイツのニアゼロエミッションセメント

- 2021年、ドイツはCEM II CやCEM VIといった低クリンカセメントの欧州規格の策定に貢献したが、これらはいずれもCO₂排出量の少ない低クリンカセメントである。
- 2021年にドイツはCEM II/CおよびCEM VI、低炭素セメントに関する欧州規格EN 197 part 5を導入した。新しい低クリンカセメントを標準セメントとして提供することは、早急な市場導入に役立つ。政治的意思決定者は、グリーン公共調達を通じて低クリンカセメントの新プロジェクトを開始するよう求められている。CEM II/CおよびCEM VIという標準的な用語は、一般的な用語「ゼロエミッションに近いセメント」よりも専門家コミュニティにて受容されている。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

ドイツセメント協会様からの回答をまとめております②

2. ニアゼロエミッションセメントの導入

- ドイツのブレンドセメントの歴史は長い。過去20年間、ドイツはクリンカー量の少ない（クリンカー比45% -50%のみ）セメントを導入してきた。このように、低炭素セメントの市場確立はそう遠くない未来である。次のステップは、CEM II CとCEM VIがより手頃で安全でありことを示す基準を設定することである。

3. 技術開発の進行状況

- 当初、低クリンカーセメントに関する集中的な研究は、政府から資金援助を受けたVDZ、大学、その他多くの建築材料研究所によって15-20年前に始まった。
- しかし、ETS (Emission Trading System) の設立により、クリンカーの製造コストはEU地域の生産者にとって上昇した。そこで、ヨーロッパの生産者はCEM II CやCEM IVのようなクリンカーの低い複合セメントを開発し、採用するようになった。ドイツ産業は、初期のほとんどをこの開発段階に費やした。
- EUの場合、低炭素セメントの流通が広まる世界はそう遠くない。VDZは、低クリンカーセメントの研究開発の段階はかなり進んでおり、技術は利用可能な状態にあると考えている。セメントメーカーはすでにCEM II/CとCEM VIをポートフォリオに持っており、製品を市場に投入している。主な焦点は、公共調達への導入と、エンジニア、建築家、プランナーのためのシンポジウム、会議、セミナーの開催を通じて低炭素セメントに関する情報を共有することである。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

ドイツセメント協会様からの回答をまとめております③

3.低炭素セメントの技術開発状況 (継続)

- ドイツでは、低炭素セメントの研究はすでに最終段階にあり、残された課題は、低クリンカセメントの耐久性の研究であるが、製品はすでに完成しており、展開する準備ができています。
- この20年間、当初の低クリンカセメントの研究開発への資金提供は主に政府によって行われていたが、次第にそのシェアはセメント生産者からの民間の研究開発にシフトしていった。過去20年間、VDZは政府から約250万ユーロを受け取っている。

4.ドイツにおける通常クリンカーセメントと低クリンカーセメントの価格比較

- ドイツはCO₂取引の排出権取引制度 (ETS) の一部である。そのため、CO₂排出の問題があるため、クリンカー生産のコストは比較的高い。セメント製造業者にとって、セメントのコストとCO₂のコストを削減するために、ヨーロッパでクリンカーの含有量を下げることが必須である。

5.ドイツのセメント工場における再生可能エネルギー

- ドイツの発電量の約30%は再生可能エネルギーによるものである。クリンカー廃棄物由来の燃料の燃焼については、総エネルギー使用量の70%を占めている。このうち、約15%がバイオマスと生物起源である

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

ドイツセメント協会様からの回答をまとめております④

6. IDDI (Industrial Deep Carbonization Initiative)

- ドイツはまだ政府の政策を採用する非常に初期の段階にあり、セメント産業をカーボンニュートラルに促進する方法について国際的な助言を得たいと考えておりドイツはIDDIを誓約した。
- IDDIグリーン調達に誓約された政策と進展に関してドイツ政府が発表した正確なスケジュールはない。
- 低炭素セメントの使用義務に関する規則はない。EUの場合、ETSによってもたらされるCO₂の価格とドイツ市民の社会的責任感の高まりは、最終的に低クリンカーセメントの需要と適応につながるため低炭素セメントの使用義務化の必要もない。
- ドイツにとって、低クリンカーセメントの採用を主導しているのは民間部門である。資金なしでプロジェクトが開始された;そのため、設立には時間がかかった。VDZは、EUが標準を作成するのに10年以上かかったように、独自の国家標準を独自に作成した。彼は、政府が運動を開始するのを待つのは遅すぎると考えている。その結果、当時のEUでは、調和セメントと標準セメント、そして非調和ドイツ主導の標準セメントの両方が流通した。
- ドイツにとって、低クリンカーセメントの採用に向けて主導権を握っているのは民間部門である。多くのプロジェクトがファンディングなしで開始された。そのため、資金調達が確立するまでに長い時間がかかった。
- このイニシアチブの主な推進力は企業が低クリンカーセメントを自主的に開発することによって、セメントコストを下げることに最善を尽くしていることである。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

ドイツセメント協会様からの回答をまとめております⑤

7. 2045年のカーボンニュートラル達成に貢献する項目（CCUSを除く）

- CCUSは最も重要な要素であり続けるだろう。経済における資源節約とセメントとコンクリートの循環性についての議論がある。また、破碎した古いコンクリートにCO₂を注入したり、新しいセメント混合物にリサイクルするなどの可能性のあるVDZの間で、古いリサイクルコンクリートの使用についても議論されている。現在、リサイクルコンクリートのコストは、新たに採掘されたコンクリートの約2倍である。このため、VDZは政府の資金調達を試みている。

8. CCUSと低炭素技術の技術開発に対する資金援助

- EUイノベーションファンドはドイツでもプロジェクトを運営しており、10年間でCAPEX（設備投資）の約60%、OPEX（運営費）の約60%を支援している。現在、ドイツでは2件のプロジェクトがあり、EUではこのように2030年までにCarbon contract for difference、研究開発のための国家基金、低炭素セメントの適応を提唱するなど、1件あたり150 - 1億8000万ユーロ前後で計5件のプロジェクトがある。

9. EU諸国間での技術共有

- CCUSの技術は広く知られた技術。問題は、コスト構造やサプライチェーンが異なる個々のKlinerや企業のレイアウトである。ドイツでは、新しい技術の開発と展開を支援するために集まった民間企業のグループ（セメント生産者）がある。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：ドイツセメント協会様（2023年2月7日）

ドイツセメント協会様からの回答をまとめております⑥

10. その他

- **コンクリートにおけるCO₂吸収**
一般に、再生した破砕コンクリートにCO₂を結合させるこの方法がCO₂を取り込む有望な方法のように思われるが実際には粉砕されたコンクリート細粒には様々な使用用途がある。生産者はクリンカー製造の原料代替として、または補助セメント材料（SCM）としても利用することが可能である。
- **石炭の使用を減らすドイツとフライアッシュの減少**
現在、セメント生産における熱エネルギーの70%は代替（非化石）燃料に由来している。したがって、石炭のフェードアウトは我々にとって問題ではない。ドイツはフライアッシュを混合剤として利用している。石炭灰を介してキルンに投入されたミネラル分は代替燃料の組成によって置き換え可能でありその点も問題ない
- **より多くの種類の具体的な使用法**
現在、プランナーや建築家は通常、「汎用コンクリート」という1種類のコンクリートのみで計画を立てている。その後、コンクリートの組成はほとんどがHigh exposureクラスとなり結果的にCO₂排出量が不必要に高止まる。
- **しかし、ドイツの業界はコンクリートの効率を高めたいと考えている。そのため、建築家はCO₂排出量を削減するために、屋内や建築の露出の少ない部分にクリンカー含有量の低いセメントを利用する必要がある。VDZは、建物のさまざまな部分に異なるコンクリートを使用して建物の効率的な設計を促進し、効率を最大限に高めている。**

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

TCMAは主に7つの貢献方法を通じて2050年ネットゼロ達成を目指す

Topic	Detail	
Date	2023/02/20 Monday	
Participants (Honorifics omitted)	TCMA	Ms. Phattharawan Sukkantharak Executive Director Mr. Sukthawat Pattavarakorn Chair of Working Group TCMA-Environment
	NRI	Ms. Murakami, Mr. Kasidis

1.2050年までにネットゼロを達成する為の具体案	TCMAは、2050年までにネットゼロを達成するための7つの貢献で構成されるGCCAが設計したロードマップのテンプレートに従っている。各貢献の詳細は以下の通りである。 - 設計・施工の効率化-他の建材と組み合わせることでセメントの使用量をいかに最適に設計・使用して削減し、可能な限り効果的に建築物を建設するか - コンクリート製造の効率化-代替材を活用してセメントを製造する - セメント・バインダーの節約-セメント製造への代替バインダーの追加またはセメント製造内のクリンカー配給量の削減 - クリンカー製造の節約-バイオマスなどのクリンカー製造における代替資源の使用 - CCUS-CCUS技術の戦略と実施、しかし、TCMAは、ロードマップの一部としてCCUSを持つためにGCCAのテンプレートに従うだけであり、他の貢献により集中するため、現時点ではこの貢献に関する具体的な詳細はないと述べた - 電気の脱炭素化-電気の利用 - CO₂シンク (再炭酸) -デフォルトで削減目標が特定の数値に設定されるコンクリートのCO₂吸収能力。
----------------------------------	--

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

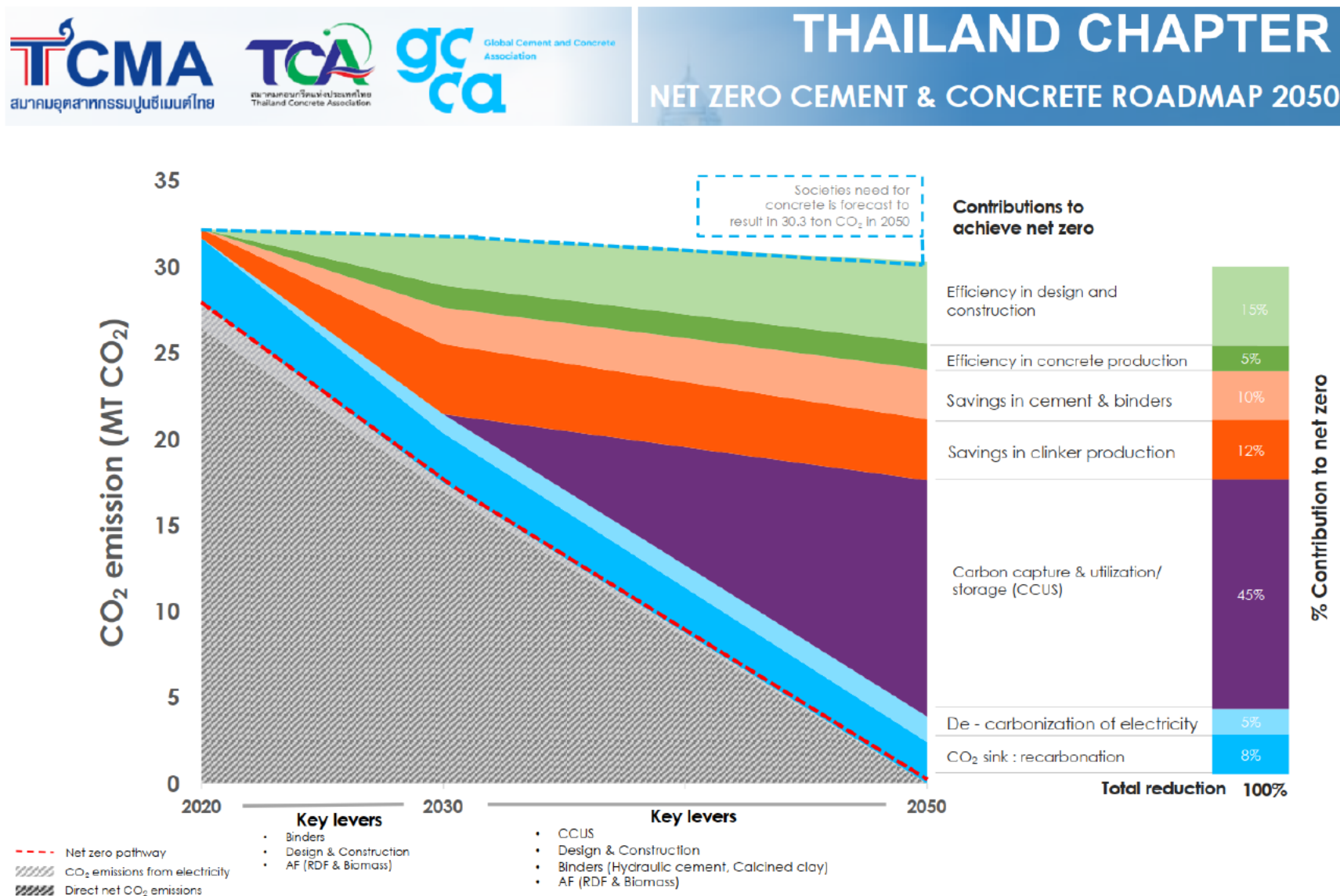
タイセメント協会様からの回答をまとめております②

2. TCMAの概要

- TCMAは、タイの全てのセメント生産者が協力し、タイのセメント生産や世界市場に関して国内外の関係者と交流することから始まった。現在のセメント産業内の気候問題と持続可能性の傾向に伴い、TCMAは方向性が一致していることを認識し、タイのセメント生産者を国際的なプラットフォームに引き込む機会を見出した。そこで、GCCAのロードマップテンプレートを適応させ、タイの生産者のデータを世界レベルに活用することで、「アクセラレータープログラム」に参加している。
- TCMAは、タイコンクリート協会 (TCA) と協力し、GCCAの監督の下、2050年までにネットゼロに向けたロードマップを策定している。このロードマップは世界的な課題として始まり、国レベル、そして産業レベルへと移行した。それに基づいており、タイの現状に合わせて適用されるため、GCCAロードマップへの7つの貢献を参照することができる。(ドイツとタイは共にGCCAに加盟しているため、両国のロードマップの方向性は一致している)
- 主に2030年までの10年間と、それ以降の2050年までの短期と長期に分かれている。最初の10年間、TCMAは今すぐできる貢献があればすぐに行動を開始し、準備が整った後の数年間は新技術開発に焦点を当てる。市場にチャンスがあるときに最初に開始する方がよく、他の人が動くのを待つよりも、市場がより競争的になったときに追いつく必要があるかもしれない

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

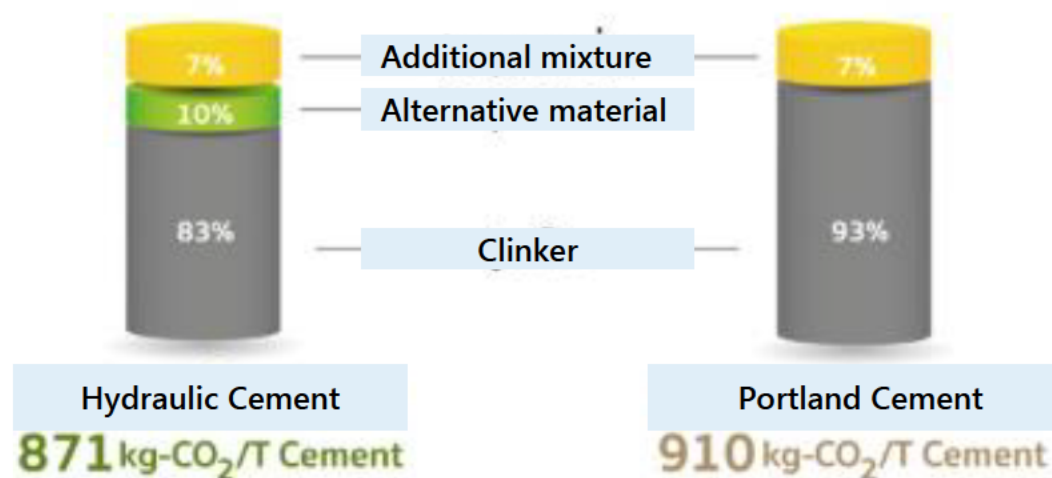
タイは水硬性セメントの導入を中心としてCO₂排出量削減へ取り組む



2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

水硬性セメントは代替材料を加えることで従来のポルトランドセメントと比較してクリンカ比を10%削減することが可能でありCO₂排出量が提言される

水硬性セメントとポルトランドセメントの成分比較



- **Additional mixture：**追加混合物
Calcium sulfate, Plasticizers, Accelerator, Retarders, Organic Surfactant
- **Alternative material：**代替材料
Calcium carbonate, Limestone, Blast furnace waste, Silica fume, Pozzolanic, Fly ash, Slag

Fresh concrete	Hydraulic cement	Portland cement (1)
Water cement ratio	Equivalent	
Slump	12-17%	Less
Slump Retention	Equivalent	
Setting time	Similar	Similar
Bleeding	Less	More
Dry concrete	Hydraulic cement	Portland cement (1)
Compression strength	Equivalent	
Carbonation	Deeper (1 mm.)	Shallower
Sulfate/Chloride resistance	Equivalent	
Shrinkage	Lower	Higher
Alkali Aggregate Reaction	Equivalent	
Abrasion resistance	Slightly higher	Slightly lower

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

TCMAは水硬性セメント製造による2023年内、100万トンのCO₂削減を目指す「ミッション2023」を発表した



- ・タイセメント工業会 (TCMA) は、2022年に政府機関、専門家部門、産業部門、および学術部門からの25のアライアンスに参加することを発表した

「ミッション2023」は、2023年に100万トンのCO₂削減を達成するために、水硬性セメントの製造を推進し、クリンカー代替策を含む工業プロセスおよび製品使用におけるカーボンニュートラルに向けて前進するために、アライアンスと協力して取り組むことを約束する。

- ・2年以内に国の計画に従って、温室効果ガスを緩和するために水硬性セメントの消費を刺激し、クリンカー代替策を含む工業プロセスおよび製品使用におけるカーボンニュートラルに向けて前進する

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

タイセメント協会様からの回答をまとめております④

3. 各貢献による削減幅

- 削減数については、TCMAは協会内のメンバーからデータを収集し、GCCAの枠組みに入力する。CO₂削減の予測結果は、ネットゼロとして2050年の3030万トンCO₂である。
 - 設計・施工効率 (15%)
 - コンクリート生産効率 (5%)
 - セメント・バインダーの節減 (10%) -> 混合剤の活用、クリンカー比率を減らす、水硬性セメントへの切り替え
 - クリンカー生産の節減 (12%) -> クリンカー生産時のエネルギー効率の改善（バイオマスの活用）
 - CCUS (45%)
 - 電気の脱炭素化 (5%)
 - リカーボナイズーション/再炭酸化 (8%)

4. Involved players

- セメント生産者だけでなく、生産者、利害関係者、政府、教育部門など、この目標に向けて協力することが重要であり、そうしないと目標は達成されない。しかし、ロードマップのどの側面に焦点を当てているかによって、主要な選手を変えることができる。政府は、今後の政策を進めるために、関係者間の円滑化や調整を行うリーダーになることは避けられない。ロードマップは国際的な課題であるため、単一の政府だけでは運動を生み出すことはできない。
- 国レベルでは、政府が運動を活性化させる重要なプレーヤーであるが、生産者などの産業レベルでは、データの協力と支援が不可欠である。個々の生産者は基本的に個々の生産に役割を果たすが、GCCAの枠組みからロードマップを適用し、より信頼性の高いタイ政府との協力と交渉を行うなど、政府部門との交渉力を生み出すために集まることができる。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

タイセメント協会様からの回答をまとめております⑤

5. Initiator はだれか

- 低炭素セメントの市場を最初に創出するために誰が開始すべきかについての民間または公共部門の事例に基づいて、TCMAは水硬性セメントの例を提供した。
- TCMAは、水硬性セメントに関する彼らの研究を紹介するために、Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP) のようないくつかの政府組織にアプローチし、協力することから始めた。これは、政府部門間の意識を拡大し、十分な時間と協力で分解できる2つの側面の共通の障壁を特定するのに役立つ方法であった。

6. 基金

- 現在の資金調達は、タイ投資委員会 (BOI) によるセメント産業用機械の輸入税の形で行われている。同国の産業関連の基本インフラとして、また将来の持続可能性に向けた明確なロードマップを持つことは、今後数年間、より多くの資金を得ることをより魅力的にする。現在の国際的な資金は、JICA、NEDO (日本)、GIZ (ドイツ) など、国が対象とする問題に応じて、多くの国の政府代表から提供されている。現在、BOI以外の国内資金はない。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

タイセメント協会様からの回答をまとめております⑥

7. タイにおけるCCUSの発展

- TCMAの観点からは、CCUSの継続的な開発はまだ行われていないため、産業レベルでの試験プラントの計画や具体的なスケジュールはまだない。しかし、個々の生産者の能力や準備状況によって状況は異なる。現在の方向性がCCUSに向かっているか、その能力があれば、社内レベルで研究を開始することも可能である。これは他のメンバーが従うべきロードマップにもなり得る。過去の経験に基づくと、TCMAの多くのメンバーは、小規模な生産者がより先進的な大規生産者に追従する傾向にある。TCMAは、つながりと知識を共有するメンバー間のコミュニケーションの架け橋になることを目指す。
- 例えば、TCMAは、SCGが現在、新日鉄とのCCUS研究・試験プラントの初期段階にあり、エネルギー省とMOUを締結したばかりである。

8. Commitment

- TCMAがGCCAと協力する本ロードマップを策定しているが、IDDIのような国際的なコミットメントは行っていない。
- 国内では政府部門との話し合いが行われているが、この問題は強制的なものではないため、コミットメントのレベルではない。現在は水硬性セメントの使用に対する意識を高めることを目指している。TCMAのメンバー企業が Ordinary Portland Cement から水硬性セメントへ切り替え使用する方針。2024年1月1日から水硬性セメントに置き換えられた OPC タイプ の生産を停止すると発表している。

2. 事業内容（2）①ヒアリング結果報告：タイセメント協会様（2023年2月20日）

タイセメント協会様からの回答をまとめております⑦

9. どのように低炭素セメントの市場創出をするか

- 第一段階は、関係者の理解を深めることである。実際、TCMAは、2013年に水硬性セメントを適切な製品として市場に販売するために、工業省の下でタイ工業規格協会 (TISI) の資格を取得し、10年間市場に向けて水硬性セメントを推進してきた。TCMAは、関連する外部の第三者に対する教育と意識の拡大に手を差し伸べてきた。
- 主に、製品が法的に登録され、資格を得た後は、水硬性セメントの民間部門へ促進を促すに際し問題はなかった。しかし、TCMAは政府プロジェクトの大規模なインフラに向けて利用促進するためにより多くの努力を必要とした。
- さらに、TCMAは、タイの技術者評議会、タイコンクリート協会 (TCA)、教育機関などのセメント産業の専門家に、より多くの支援と認識を求めた。
- 通常、政府は、ステップアップし、市場の行動を形成しようとする重要なプレーヤーである。しかし、現在進行中の気候変動や持続可能性の動向に適応しようとするのは、セメント産業の生産者側 (供給側) の動きが強い。

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

IEAが提唱する1つのフレームワークに沿ってG7各国の政策検討状況、進捗を調査

■ IEAの文書「G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成」進捗確認

- IEAの提言するフレームワークに対して各国基本的には対応する政策や規制を策定している状況だが必ずしも全項目が網羅されているわけではない。また国によって濃淡が分かれるのも実情である。
- このため「G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成」レポートに記載の報告書を中心に取り組み状況を確認した。

■ ニアゼロエミッションセメント市場の創出

- 政策フレームワーク内における「Creating a market for near zero emission production」において、G7のうち日本、イタリア、フランスを除き各国がIDDIへのコミットメント表明や公共調達におけるグリーンセメント導入を自国としてコミットする（米国、カナダ）など動きを見せている。イタリア、フランスについては個別の表明は行っていないもののEUセメント協会に加盟しており、EUはBig Buyer Initiativeを立ち上げており大口需要家の低炭素セメント調達を促す。
- 日本においては現状IDDIへのコミットメントの検討を進めている状況である。

■ 技術開発への投資

- 技術開発への投資においては米国のDOE、EUのInnovation Fundによる動きが活発である。
- 実際にセメントプラントへの投資、CCUSを中心とした脱炭素対策への投資が行われたプラント例が多々存在する。各国が長期戦略においてCCUSの導入へ期待感を滲ませる中、これらのファンドの動きが今後も引き続き重要でありセメント産業における脱炭素を達成する鍵となる。

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

G7の議長国であるドイツがIEAに依頼し「G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成」文書を作成した。同文書の進捗について各国の動きを調査した。

IEA「G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成」作成の背景

COP21

産業革命以前と比較した世界の平均気温上昇幅を摂氏2度よりさらに低く、1.5度以内に抑える努力をするという目標が決定

COP21を受けたG7の気候変動に対する方針

気温上昇を1.5度に抑えるため、この10年間に緊急かつ野心的で包括的な行動を取ることにコミット。2050年のカーボンニュートラル達成することで気温上昇を1.5度に抑えることができるという認識

G7はCN達成に向けた国際協力の必要性を言及

上記達成に向けて既存の協力体制を見直し、合理化、有効性や効率性を強化する必要がある。IEA等国际機関の協力が重要と謳う

G7がIEAに対して文書の作成を依頼

カーボンニュートラル達成に向けて具体的に各国の動きを促進する必要性がある。
政策立案者、産業界のリーダーおよびその他の意思決定者に情報を提供するために作成を要請

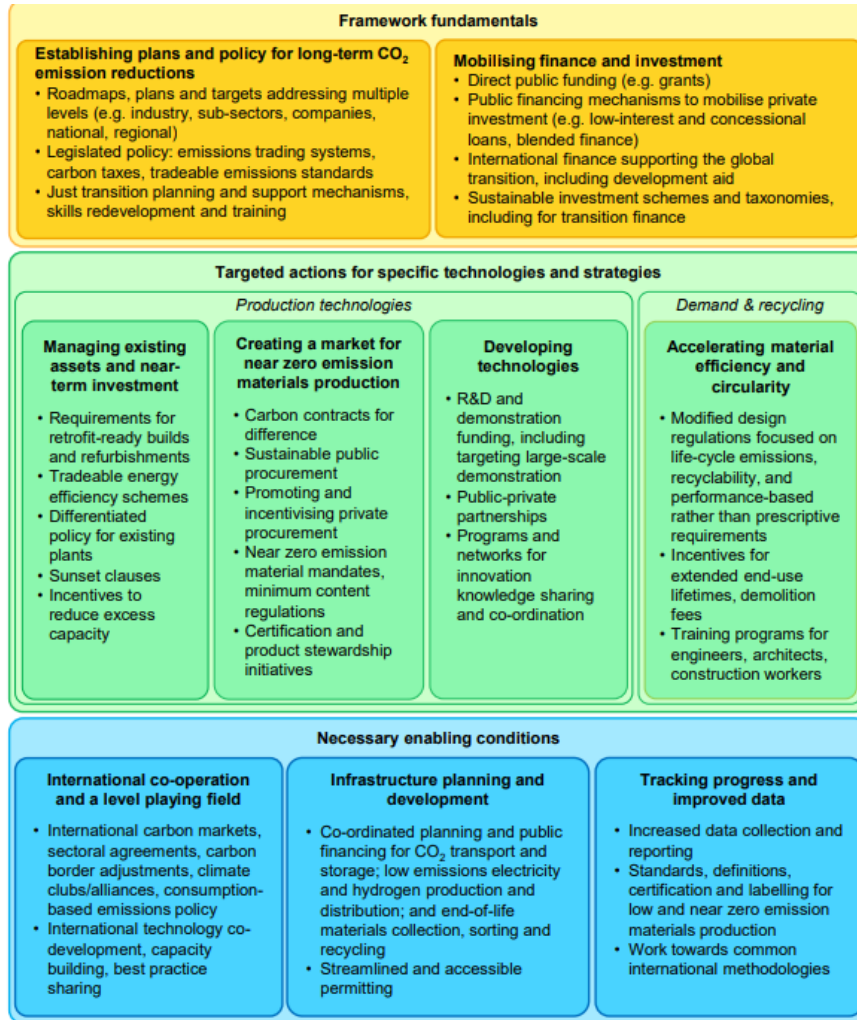


「G7メンバーにおける重工業部門の
ネット・ゼロ達成」

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

IEAレポート、G7メンバーにおける重工業部門のネット・ゼロ達成内で政策フレームワークを提言している。各項目に対する各国の政策有無、セメントにおける対応内容、進捗を調査

IEAの提唱する政策ツールボックス内容



各国における対応する政策、その概要、セメント産業に関連する進捗の確認

IEAフレームワーク	政策	概要	進捗
Establishing plans and policy for long-term CO ₂ reductions	個別の政策名を記載	政策の概要を記載	セメント分野に関連する進捗を記載
Mobilizing finance and investment			
Managing existing assets and near-term investment			
Creating a market for near zero emission production			
Developing near zero emission technologies			
Accelerating material efficiency			
Enhancing international cooperation and creating a level playing field			
Planning and developing infrastructure			
Tracking progress and improving data			

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

日本はセメント分野におけるカーボンニュートラルを宣言しており、脱炭素化に向けたトランジションファイナンスについてもセメント分野に特化したロードマップを発行、同ロードマップ内では技術開発における研究、導入段階が具体的に計画、図示されている。

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050 (2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略)	2050年カーボンニュートラルに向け、成長と変革実現のため、14の重要分野ごとに、高い目標を掲げた上で、現状の課題と今後の取組を明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる政策を盛り込んだ計画を策定。	企業の研究開発や経営方針の転換などの動きを踏まえ、政策手段や各分野の具体化、国民生活のメリットの提示など、2つの観点に軸足を置き、当該グリーン成長戦略の改定など指針の具体化を図るとともに、研究開発のプロジェクト化、金融・投資手法の活性化、国際連携などに取り組んでいる。
	トランジション・ファイナンスに関するセメント分野における技術ロードマップ	セメント分野での2050年カーボンニュートラル実現に向けて、現状利用可能な省エネ・高効率化、燃料転換等の着実な低炭素への取組に加え、将来的な革新技术についても、国内の各政策、国際的なシナリオ等を参照し、背景や時間軸とともに表す。企業がトランジション・ファイナンスを活用した気候変動対策を検討するにあたり、本ロードマップを参照することを想定。	カーボンニュートラルに向けて製造プロセスの効率化（焼成温度の低下等）、原料転換（クリンカ比率の低減）、燃料転換（バイオマス等の利用）といった具体的な技術開発の研究開発、実証がなされている状況。

出所：IEA Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 <https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf>

脱炭素化への移行に向け、トランジション・ファイナンスに関するセメント、紙・パルプ分野におけるロードマップ

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/transition/transition_finance_technology_roadmap_cement_jpn.pdf

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

トランジションファイナンスを推し進めるにあたり、セメント分野だけでなく業界を横断した基本的な考え方を占めす基本方針が設定されている。

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Mobilizing finance and investment	Basic Guidelines on Climate Transition Finance(クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本指針)	トランジション・ファイナンスと名付けて資金調達を行う際の信頼性を確保することで、特に排出削減困難なセクターにおけるトランジションへの資金調達手段として、その地位を確立し、より多くの資金の導入による我が国の2050年カーボンニュートラルの実現とパリ協定の実現への貢献を目的とする。	クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本方針を踏まえ、「トランジション・ファイナンスに関するセメント分野における技術ロードマップ」が制定され、そのロードマップも踏まえ、セメント分野におけるカーボンニュートラルに向けた取組が行われている。

出所：IEA Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本指針 <https://www.meti.go.jp/press/2021/05/20210507001/20210507001-1.pdf>

「トランジションファイナンス」に関する鉄鋼分野における技術ロードマップ <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211027002/20211027002.html>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

CCUSの開発について日本では2030年までの実用化に向けて研究が進められている

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies Developing near zero emission technologies	Green Innovation （グリーンイノベーション基金）	NEDOに2兆円の基金を造成し、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援するもの。 コンクリート・セメント分野 においては「CO2を用いたコンクリート等製造技術開発」及び「CO2の分離回収等技術開発」に資金が投入されている。	セメント原料（石灰石）燃焼時のCO2回収、回収CO2と廃棄物を原料としたセメント製造技術の確立に向けた研究開発に取り組んでいる。また機能性が拡充されたCO2固定化型コンクリートを開発・実証し、海外展開や公共調達などによる販路拡大に向けた取り組みを進めている。

出所：IEA Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

グリーンイノベーション基金 <https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-manufacturing-concrete-using-co2/>



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

（参考）ニアゼロエミッション市場の開拓としてGXリーグが挙げられているが直接的にニアゼロエミッション製品の購入を義務付けるものではない

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Managing existing assets and near-term investment	Introduction of Benchmarks under the Energy Efficiency Law in Japan（エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法））	省エネ法は産業・業務・運輸（貨物輸送事業者、荷主等）を対象に省エネ取組の規範（判断基準）を示し、一定規模以上の事業者にはエネルギーの使用の状況を報告させ、必要に応じ指導等を実施。また、家電や自動車等を対象に機器効率の目標を設定（トップランナー制度）	セメント製造業においても、中長期的な計画の作成のための指針（製造業）も踏まえて各セメント企業が省エネに取り組んでいる。
Creating a market for near zero emission production	GX League（GXリーグ）	グリーントランスフォーメーション（以下GX）に積極的に取り組む「企業群」が、官・学・金でGXに向けた挑戦を行うプレイヤーと共に、一体として経済社会システム全体の変革のための議論と新たな市場の創造のための実践を行う場として設立された	セメント産業からも複数社がGXリーグ構想に賛同済み。

出所：IEA Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法） https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/overview/index.html

GXリーグ <https://www.meti.go.jp/press/2021/02/20220201001/20220201001-1.pdf>

<https://gx-league.go.jp/member/>

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Accelerating material efficiency	Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society （第四次循環型社会形成推進基本計画）	限りある資源を効率的に利用、リサイクルなどで循環させつつ持続可能な社会を作り上げる為に必要となる基本計画	セメント産業は副産物・廃棄物をクリンカ原料や熱エネルギーの代替として有効活用している。年々廃棄物・副産物の受け入れ量を増やしており循環型社会において大きな役割を果たしている。

出所：IEA Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Course50 <https://www.course50.com/>

第四次循環型社会形成推進基本計画 <https://www.env.go.jp/content/900535437.pdf>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

米国は連邦政府の膨大な購買力を活かす公共調達におけるゼロエミッション素材導入、民間部門によるFMCへのコミットメントを活用し低炭素社会を目指している

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Managing existing assets and near-term investment	Energy star guides for industry	- 産業界のエネルギースタープログラムに参加するには、セメント工場はEPAが提供するエネルギー性能指標 (EPI) ツールを使用してエネルギー性能を評価しなければならない。EPIツールは、施設がエネルギー性能を同業の他の施設と比較してベンチマークし、改善すべき分野を特定するのに役立つ。 セメント工場は、プログラムで設定されたエネルギー効率基準を満たしていれば、セメント業界で最もエネルギー効率の高い施設の一つであることを示すエネルギースター認証を取得することができる。この認証は、施設の持続可能性とエネルギー効率へのコミットメントを示すために使用することができ、施設の評判と競争力の向上に役立つ可能性がある。	米国とカナダで50万以上の建物。1万の工業プラントと共に、現在のスキームに参加している
Creating a market for near zero emission production	First Mover Coalition	各セメント会社間のグリーン技術の採用競争は、低排出を実現するための新しい生産方法を革新することによって、業界の炭素排出量削減を促進する	セメントセクターにコミットしたメンバーは、2030年までにゼロに近い排出量のセメント/コンクリートを購入または指定することを約束する。最小の残留排出量で実質ゼロのセメント/コンクリート部門を提供するためには、画期的なセメント/コンクリート製造技術の展開が必要である。これらの技術には、CCUSの導入、クリンカーの代替などが必要とされる。
	Federal Buy Green Executive Order	- 米国は、調達されたすべての公共プロジェクト材料を2050年までに実質ゼロにするという公共調達目標を設定しており、これにより、州内の民間生産者のための低炭素セメントの市場が創出される 2045年までに公共調達で製造される建物の原料がニアゼロエミッション化され、2050年まで道路などを含む全ての公共調達で製造されるインフラの原料がニアゼロエミッション化される予定。	連邦政府は経済に害を与えることなくGHG排出量を削減するためにPCAなどと協議中

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

米国は、持続可能な産業分野における技術進歩を促進するための包括的なイニシアティブを開始した

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	AMO cost sharing	AMO費用分担イノベーション資金プログラムの目的は、革新的な産業用エネルギー効率技術とプロセスの開発と展開を奨励することである。このプログラムは、産業部門におけるエネルギー使用の削減とエネルギー効率の改善のための新しい革新的なアプローチを実証するプロジェクトに対して費用分担支援を提供し、セメント会社がより環境に優しいプラントに投資することを奨励する。	2020年以来、プログラム資金によって82億ドルがエネルギーコストで節約された。
	innovation funding under the Infrastructure Investment and Jobs Act	米国の製造業と労働者に投資することで米国の人々により公平なクリーンエネルギーの未来を提供するため、米国エネルギー省(DOE)に620億ドル以上を提供することが含まれている	2023年の予算では、クリーンエネルギーのイノベーションと国内インフラのための裁量的な資金として150億ドル以上を投資し(クリーンエネルギーのイノベーションに120億ドル、導入に30億ドル)、主要な気候とクリーンエネルギー技術の国内製造の迅速なスケールアップに投資しておりセメントプラントも含まれる
	Initiative for Interdisciplinary Industrial Decarbonization Research and Industrial Technology Innovation Advisory Committee	- 委員会は、産業部門からの温室効果ガス排出を削減するための革新的なソリューションの開発について、米国エネルギー省およびその他の関連する利害関係者に助言と勧告を提供する。 - I3 DRITIは、エネルギー効率、再生可能エネルギー、先進的製造業、持続可能な産業プロセスの分野の専門家で構成されている。委員会は、産業界、学界、政府に貴重なリソースを提供し、より持続可能なエネルギーの未来への移行を加速するのに役立つ。	2022年4月に設立され、まだ設立の初期段階である

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

米国は国際的な関税同盟 (CBAMと鉄鋼貿易) に参加する一方で、自国の先行的な生産者にインセンティブを与える国内スキームを構築している

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗（今の現状）
Enhancing international cooperation and creating a level playing field	Carbon Border Adjustment with EU	セメントのEUとの米国貿易は、当該セメントの炭素フットプリントが相手部分よりも高い場合、関税が課され、調整手数料を支払う必要がある	現在は重工業資材のみが適用されるが、EUは将来的にはこれを消費財にも拡大することを計画している
Planning and developing infrastructure	Section 45Q tax credit for CCUS	- 税額控除は、CCUS技術の導入を奨励することを目的としている - 税額控除は、産業施設などから排出される二酸化炭素の回収と保管に関連する費用を対象としている。税額控除は、二酸化炭素の回収と保管の量に基づいており、企業がCCUS技術に投資するための金銭的インセンティブを提供するように設計されている。	回収された炭素トン当たり85ドルのクレジット。当局は、この法律によりエネルギーおよび気候変動プログラムに3690億ドルの投資が行われ、2030年までに63億トンの温室効果ガスの累積排出を回避できると予想。
	hydrogen and CCUS Infrastructure funding under the Infrastructure Investment and Jobs Act	DOEは、実証プロジェクトに資金を提供し、Carbon Management技術の構築に補助金を提供する。これは、生産者が新技術の実現可能性と実用性により自信を持つのに役立つだろう	2022年から2026年の間の炭素管理技術投資のために180億円の投資が予定されている Carbon Cure Concreteプロジェクトへの投資もなされている



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

米国は、開始された多くの補助金プログラムに適合するようにGHG報告手順を調整した

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Planning and developing infrastructure	adjustments to reporting and review procedures to facilitate CCUS	今後予定されているすべてのCCUS関連プログラムの透明性を高めるための、GHGガス排出に関する情報報告のための新しい報告基準。重工業全体が対象となる。	2022年に発表されたがそれ以降更新情報はなし



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	ARPA-E	ARPA-Eは、米国の外国エネルギー源への依存を大幅に減らし、地球規模の気候変動の課題に対処する可能性のある、影響力の大きい変革的エネルギー技術に関する初期段階の研究開発(R&D)を支援している。ARPAは、新しいエネルギー技術を開発し、エネルギー科学と工学の最先端を進歩させる最先端プロジェクトに資金と支援を提供している。	ARPA-Eは、資金と新エネルギー技術の研究を提供し、実証プロジェクトを実施するために、DOEの親組織と協力している。

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

カナダは炭素削減に向けた策のいくつかを米国との協力体制にて推進している

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	Output-Based Pricing System Regulations	連邦OBPSは、産業排出者に対し温室効果ガスの排出を削減に伴う価格インセンティブを与え、競争力を保ちながらイノベーションを促進するよう設計されている	炭素の価格は当局によって毎年調整されている
	A Healthy Environment and Healthy Economy	カナダ政府は現代の持続可能な経済世界に追いつくため、セメント工場を含む重工業生産者の生産改善を支援し、奨励することを目指している	2030年までに達成する短期ビジョンと2050年にネットゼロを達成するために調整を行う経済の各部門について、脱炭素化のための国家的なマイルストーン設定されている
Managing existing assets and near-term investment	Energy star guides for industry	- 産業界のエネルギースタープログラムに参加するには、セメント工場はEPAが提供するエネルギー性能指標 (EPI) ツールを使用してエネルギー性能を評価しなければならない。EPIツールは、施設がエネルギー性能を同業の他の施設と比較してベンチマークし、改善すべき分野を特定するのに役立つ。 - セメント工場は、プログラムで設定されたエネルギー効率基準を満たしていれば、セメント業界で最もエネルギー効率の高い施設の一つであることを示すエネルギースター認証を取得することができる。この認証は、施設の持続可能性とエネルギー効率へのコミットメントを示すために使用することができ、施設への評価と競争力の向上に役立つ。	米国とカナダで50万棟以上。1万の工業プラントとともに、現在のスキームに参加している

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

カナダ政府は、持続可能な技術の開発を促進するために多くの機関を設立した

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗（今の現状）
Creating a market for near zero emission production	Member of CEM IDDI	カナダは、2030年までに国内公共事業向けの低排出セメントのみを調達するというレベル4のコミットメントをIDDIに約束した	現時点では、IDDIの詳細はまだあまり決まっていない
Developing near zero emission technologies	Strategic Innovation Fund	戦略的イノベーション基金 (SIF) の目的は、大規模プロジェクトと国のイノベーションエコシステムに資金を提供することによって、より良いカナダのためにイノベーションを促進することである。	197件、総額6.9億ドルがSIFから資金提供された
	Clean Growth Program	このプログラムは、クリーンな技術をよりよく動員するために、公的資金による研究、研究センター、州および準州の資金提供プログラムへの投資を活用することによって、ビジネスを行うための共同アプローチを実行に移した	2022年3月終了、4年間で155百万ドルを43件のプロジェクトに資金提供

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

カナダはCBAMに参加し、長期的な炭素管理と税額控除の国内政策も採用した

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Enhancing international cooperation and creating a level playing field	Carbon Border Adjustment with EU	CBAM署名国（現在のEU米国カナダ）間のセメントおよび協定に含まれる商品の取引ではカナダとEUおよび米国とのセメントの貿易では、当該セメントのカーボンフットプリントが相手部分よりも高い場合、関税が課され、調整手数料を支払う必要がある	現在、このスキームに適用されるのは重工業資材のみであるが、EUは将来的にこれを消費財にも拡大することを計画している
Planning and developing infrastructure	Carbon Management Strategy (formerly known as the Carbon Capture, Utilization and Storage Strategy)	セメント生産者は従来のCCUSを含む炭素管理システムの開発に資金提供を受ける	2021-2028年に319百万ドルの資金提供を約束
	Tax Credit for CCUS	CCUS技術への設備投資と工場の改善に税制上の優遇措置を受ける	CCUSの税額控除は2021年に議会を通過し、現在有効である
Tracking progress and improving data	Member of CEM IDDI	IDDIは、誓約国が国内で実施しなければならない温室効果ガス排出量の報告に関するいくつかのガイドラインを持っている	現時点では、IDDIの詳細はまだあまり決まっていない

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	Energy Innovation Program	エネルギー・イノベーション・プログラム (EIP) は、低炭素経済への移行を支援しつつ、カナダの気候変動目標達成を支援するクリーンエネルギー技術を前進させる。研究、開発および実証プロジェクト、およびその他の関連する科学活動に資金を提供する。	100件以上のプロジェクトが承認され、数百万ドルが投じられた
	Federal Internal Energy R&D	連邦内部エネルギー研究開発を構成するさまざまなプログラムは、連邦政府の部局および機関における関連するRD&D活動に資金を提供することによって、エネルギーRD&Dを促進および支援する。OERDは、参加者間の相乗効果に基づいて、リソースが効果的に展開されることを保証し、研究活動を調整し、連邦エネルギーRD&D投資における意思決定を改善する。	開始以来400百万ドルが承認され、次の将来に向けて約150百万ドルが計画されている

出所：<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Planning and developing infrastructure	Hydrogen strategy for Canada	短期的な活動に続いて、2025年から2030年にかけての部門の成長と多様化が続く。その後、2050年までの急速な拡大を通じて、将来のセメント工場の熱エネルギーとすべく、カナダは水素戦略のメリットを最大限に活用する方針。	開発の短期・中長期目標とともに行動計画が策定されている

出所：<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

Industrial roadmapにてセメントの脱炭素化の重要な手段としてCCUSの戦略が議論される

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	Industrial Decarbonization Strategy	CCUSの展開、水素の導入といった低炭素化の取組を導入することを促す戦略。分散した場所にあるサイトの脱炭素化の選択肢を模索する。	• CCUSは、プロセスの排出量に対処するための主要なソリューションである。いくつかのセメント工場は集積地から離れており、コスト、流通、技術的な課題がある。 • CO₂の貯蔵場所から遠く離れた場所にあるセメント工場を対象とし検討を進める(例:ラグビーセメント:ハンバーサイドから150 km) ホープセメント(例えば、ピーク地区を通る70 kmから100 km)
	Industrial Decarbonization & Energy Efficiency Roadmaps to 2050	セメント産業 がいかに競争力を維持しながら脱炭素化し、エネルギー効率を高めることができるかを調査している。	ロードマップには2つのシナリオが掛けられている ○ 脱炭素化を加速させるための特別な追加措置 がない場合 ○ この分野における脱炭素化の技術的可能性の最大値 (Max Tech)。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Industrial Decarbonization Strategy: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/970229/Industrial_Decarbonisation_Strategy_March_2021.pdf

Industrial Decarbonization & Energy Efficiency Roadmaps to 2050: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/416674/Cement_Report.pdf



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

イギリスの水素戦略はセメント産業における燃料転換に対して資金提供を行う形を取る

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Tracking progress and improving data	CEM IDDI	IDDIは、英国とインドが共同で主導している。炭素評価の標準化、野心的な公共および民間部門の調達目標の設定、低炭素製品開発および設計業界ガイドラインへの投資の奨励に取り組んでいる	3年以内に完了する補完的な取り組みの要件として、IDDIはイギリスに対して以下を要請している ○ セメント産業と政府が目標を設定するための公開データ、研究、ツールを利用できるようにする ○ 主要な持続可能なセメント製品に関する業界の定義を確立する。 ○ 組織と業界間の生産プロセスとベンチマークのベストプラクティスを改善する。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

CEM IDDI： <https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/industrial-deep-decarbonisation-initiative/>



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	UK Emissions Trading Scheme (UK ETS)	英国のEU ETSへの参加に代わり、英国排出量取引制度 (UK ETS) が導入された。温室効果ガスの排出をもたらす規制活動に適用される。	英国ETSは、エネルギー集約型産業、発電部門および航空に適用される。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

UK Emissions Trading Scheme (UK ETS): <https://www.gov.uk/government/publications/participating-in-the-uk-ets/participating-in-the-uk-ets>

参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Mobilizing finance and investment	Industrial Energy Transformation Fund (IETF)	2030年までのグリーン産業革命の一環として、エネルギー効率と低炭素技術への投資を通じて、企業がエネルギー料金と炭素排出量を削減できるよう支援する。(2018-2027年の総予算3億1500万ポンド) - IETFは英国に2億8900万ポンドを投資し、連続した申請期間を2段階に分けて投資する。	2020年6月の1回目の資金調達 (3100万ポンド) では、39件の申請が承認された。 2021年2月、2回目の資金調達で4000万ポンドの支援が発表された - 天然ガスを燃料とするボイラーと蒸気タービンに代わる電気モーターとヒートポンプの設置 - 排熱の再利用と再生可能電力の発電に熱回収技術を活用 - 天然ガスを水素に置き換える方法を研究。
	Industrial Decarbonization	- 低炭素技術とインフラの開発というミッションにおいて、英国の6大産業クラスターを支援する。(2019-2024年の総予算2億1000万ポンド) - チャレンジは3つのワークストリームに分割される - 展開プロジェクト - クラスター計画 - 産業脱炭素研究イノベーションセンター (IDRIC)	2021年に選ばれた展開9プロジェクトには、CO₂とCO₂回収/水素製造のための沖合貯蔵サイトが含まれる。これらのうち、南ウェールズ産業クラスター (SWIC) は、英国に削減された炭素セメント製品を提供する - SWICは、ネット・ゼロ・カーボン (NZC) へのアプローチを中心に計画している。5つの空間ゾーンタイプにより、SWICは2040年までに社会的ニーズ、循環経済、クリーンな成長への願望に焦点を当てたNZCに向けた即時の一步を踏み出すことができる。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Industrial Energy Transformation Fund (IETF) : <https://www.gov.uk/government/collections/industrial-energy-transformation-fund>

Industrial Decarbonization : <https://www.ukri.org/news/ukri-awards-171m-in-uk-decarbonisation-to-nine-projects/>
<https://www.ukri.org/what-we-offer/browse-our-areas-of-investment-and-support/industrial-decarbonisation/>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗
Creating a market for near zero emission production	CEM IDDI	グリーン公共調達、公共調達を通じて炭素ゼロに近いセメント・コンクリートの市場需要を創出し、セメント・コンクリートなどの重工業の世界的な脱炭素化を推進するための参加メンバーによる取り組みである。	英国はグリーン公共調達原則を採用することを約束し、2022年半ばまでに開始される2030年までに一連の目標を策定するために協力する。
Developing near zero emission technologies	Net Zero Innovation Portfolio	CCUS、バイオエネルギー、産業用燃料転換などの低炭素技術に資金を提供し、脱炭素化のコストを削減するグリーン産業革命のための10カ条計画で発表（予算10億ポンド）	- Hydrogen 4 Hansonプロジェクトは、40万ポンドの資金を得て、2023年から25年の間に初期の実現可能性調査を行うことができる - この技術は、固体酸化物電解（SOEC）と核熱および電気を統合して、原子力発電所周辺位置するセメントプラントに対して低炭素で低コストの水素を提供することを目的としている。セメントの脱炭素化とネット0の探求に向けた重要なステップとなる可能性がある。
Accelerating material efficiency	Circular Economy Package policy statement	廃棄物を削減するためのステップを特定し、建設や建築など、資源を使用し、循環の可能性が高いセクターにおける廃棄物管理とリサイクルのための野心的で信頼できる長期的なパスを確立する、法的枠組み。	2020年、英国は2035年までに都市廃棄物の65%をリサイクルするという約束を再確認し、EU循環経済パッケージ（CEP）を国内法に移行するアプローチを開始した

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

CEM IDDI : <https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/industrial-deep-decarbonisation-initiative/>

Net Zero Innovation Portfolio : <https://www.newcivilengineer.com/latest/funding-boost-for-innovative-tech-using-nuclear-for-cement-production-18-11-2022/>

Circular Economy Package policy statement : <https://www.gov.uk/government/publications/circular-economy-package-policy-statement/circular-economy-package-policy-statement>



参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Planning and developing infrastructure	UK hydrogen strategy	2000万ポンドがセメントを含む複数のセクターにわたる燃料切り替えプロセスと技術への初期投資を刺激するために、イノベーション資金を割り当てられた	- HeidelbergCementの子会社であるHanson UKのBritish Ribblesdale工場のセメントキルンは、2021年に水素技術を使用した世界初の実証の一環として、純ゼロ燃料ミックスでの運転に成功した。 - より広範な320万ポンドのプロジェクトの一部であるこの試験は、産業用燃料切り替え競争の一環として、英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) から資金提供を受けている。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

U.S.-UK Joint Statement : <https://www.commerce.gov/sites/default/files/2022-03/UK232-Joint-Statement.pdf>

UK hydrogen strategy : https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1011283/UK-Hydrogen-Strategy_web.pdf



参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	EU Emissions Trading System (EU ETS)	CO ₂ に対価を与え、発電やセメントを含むエネルギー集約型産業の中で最も費用対効果の高い方法(汚染者負担原則)で排出量を削減するインセンティブを生み出す市場メカニズム	ETSの価格は変動しており、セメント工場のCO ₂ 排出量を管理する決定に影響を与える可能性があるため、セメント製造業者のCO ₂ 排出量に影響を与える。
Accelerating material efficiency	Circular Economy Strategy (2017)	サーキュラーエコノミーの一般的枠組みと廃棄物管理とグリーン公共調達に関するイタリアの戦略的位置づけの定義	2017年の立法令により、グリーン公共調達が物資やサービスの調達に義務付けられた。最低環境基準 (CAM) を承認する製品カテゴリーには、建設資材が含まれる (Construction material)

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

EU Emissions Trading System (EU ETS) : https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

Circular Economy Strategy (2017) : https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_-_towards_a_model_eng_completo.pdf



参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Planning and developing infrastructure	Hydrogen Strategy (2020)	統合国家エネルギー・気候計画、より広範なEU環境アジェンダ、そして最近公表されたEU水素戦略に従って、国内の脱炭素化の道筋において水素が果たすことができる役割に関するイタリア政府のハイレベル・ビジョンを提示する。	2022年、イタリアのエネルギー企業であるイタルガスは、セメント生産者のブジ・ユニケムと提携し、イタルガスP2G工場でイタリア初のグリーン水素製造チェーンの技術ショーケースを開発した。 - 両社は、ブジ・ユニケムの製造施設で、電力とガスおよび炭素回収を組み合わせ、セメントとコンクリートの製造の脱炭素化を行う研究を行っている

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Hydrogen Strategy (2020) : https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_-zio-le_IIdrogeno_Linee_guida_prelimi-ri_nov20.pdf
<https://www.h2bulletin.com/italgas-and-buzzi-unicem-to-study-decarbonisation-of-cement-industry/>
<https://www.smart-energy.com/renewable-energy/italgas-decarbonises-cement-production-with-power-to-gas-and-carbon-capture/>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

セメントに特化したものと重工業分野の両方にセメントに関する戦略が含まれる

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	Cement Sector Decarbonization Roadmap	業界脱炭素ロードマップの計画に従い、セメント業界は2030年と2050年に向けた脱炭素化のロードマップ	- フランスのセメント産業は、CCUSの使用、燃料切り替え、電気エネルギー効率の向上、低クリンカセメント市場の確立により、2050年には2015年比80%に相当する-8.3 Mt CO₂ eqの削減を目指している。 - フランス政府は、いくつかの行動措置を通じて中期的なコミットメントを実施することにより、セメント産業の脱炭素化に12億ユーロの支援を行っている

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Cement Sector Decarbonization Roadmap : https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/DP-20210519-publication-feuille-route-decarbonation-filiere-Ciment.pdf?v=1621505820

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

欧州セメント協会はAccessing low carbon Transition Initiativeの評価メンバーである

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	Remark
Tracking progress and improving data	Accessing low-Carbon Transition initiative (ACT)	ACTは、組織が低炭素経済に移行する準備がどれだけ整っているかを支援し、評価する。企業、政策立案者、金融機関が世界的にACTレーティングを使用することは、低炭素世界に向けた気候行動の進展を追跡することである。 ACTセメントパートでは、評価を数値化、記号化するなど定量的な方法で企業のアプローチを評価。	この方法論では、現在の生産資産（工場）、再生可能エネルギーおよび/またはカーボンキャプチャ・ストレージCCSの展開などの生産技術の変更、低炭素技術への将来の投資など、いくつかの要因が考慮されている。 欧州セメント協会（フランス）も評価メンバーとして参加している。 実際のケースシナリオ World Benchmarking Alliance Climate&Energy BenchmarkはACT方法論を持つ450社を評価している。これらの企業のアプローチがパリ協定の目標に沿っているかどうか評価される

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Accessing low-Carbon Transition initiative (ACT) :

<https://actinitiative.org/>

https://actinitiative.org/wp-content/uploads/pdf/act_cement_methodo_2.0.pdf

https://actinitiative.org/wp-content/uploads/pdf/act_cement_summary.pdf

<https://www.cisl.cam.ac.uk/system/files/documents/lets-discuss-climate-case-study-act.pdf>

https://climateinitiativesplatform.org/index.php/ACT_Assessing_Low-Carbon_Transition

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	EU Emissions Trading System (EU ETS)	CO ₂ に対価を与え、発電やセメントを含むエネルギー集約型産業の中で最も費用対効果の高い方法（汚染者負担原則）で排出量を削減するインセンティブを生み出す市場メカニズム	ETSの価格は変動しており、セメント工場のCO ₂ 排出量を管理する決定に影響を与える可能性があるため、セメント製造業者のCO ₂ 排出量に影響を与える。
	Industry decarbonization roadmap	フランスの気候変動対策ロードマップである国家低炭素戦略（SNBC）では、2050年までにカーボンニュートラルを達成するために、経済の各部門でGHG排出量を削減する道筋を定めている。産業部門では、これが2015年比で2030年までに35%、2050年までに81%のGHG排出量削減目標に変わる。	- バイオマス熱生産支援プロジェクト、エネルギー効率向上、セメント産業を含むプロセス脱炭素化プロジェクトなど、短期的にGHG排出量を削減するための投資を加速することによる産業の脱炭素化を支援する仕組み。 2022年までに141件のプロジェクトを支援 758百万ユーロである。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

EU Emissions Trading System (EU ETS) : https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

Industry decarbonization roadmap : https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/DP-20210519-publication-feuille-route-decarbonation-filiere-Ciment.pdf?v=1621505820

参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗
Mobilizing finance and investment	France 2030 Investment	フランス2030は、環境に不利な支出をせずに、経済の脱炭素化に50%、イノベーションを誘発する新興プレーヤーに50%を支出するという二つの横断的な目標によって定義される。	産業用地の大幅な脱炭素化支援に40億ユーロセメントを含む排出ガス。低炭素産業技術の革新と展開を支援するために6億1000万ユーロ
Creating a market for near zero emission production	RE2020	新建築物環境規制（「RE 2020」）は、建築物の炭素排出量を大幅に削減することを目的としている。 • 建物のライフサイクルにおけるすべての排出量を考慮する • 新築建物におけるエネルギー性能の向上と消費量の削減を継続する • 住宅が将来の気候条件に適応することを住民に保証する	—
	Carbon contracts for difference	鉱業・冶金戦略委員会（CSF）は、フランス鉄鋼部門の国際競争力向上を目的とした行動計画を提案する。	—
Developing near zero emission technologies	The Investments for the Future Program	フランスが成長と雇用の可能性を高めることを可能にするために、領土内の革新的で有望な投資に資金を提供するために国によって設立される。	—

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

France 2030 Investment : https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2022/02/dossier_de_presse_-_france_2030_-_decarbonation_de_lindustrie_-_04.02.2022.pdf

RE2020 : <https://www.ecologie.gouv.fr/re2020-nouvelle-etape-vers-future-reglementation-environnementale-des-batiments-neufs-plus>

Carbon contracts for difference : https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/files_cni/files/csf/mines-metallurgie/plan_siderurgie_france.pdf

The Investments for the Future Program : <https://www.gouvernement.fr/le-programme-d-investissements-d-avenir>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告



Capture2Useはドイツ政府が資金提供を行うプロジェクトの1つである

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	Remark
Mobilizing finance and investment	Funding program 'Decarbonization of Industry'	ドイツ連邦経済・気候行動省 (BMWK) は、低炭素またはカーボンニュートラルな製造方法に関して、試験段階またはパイロット施設での試験段階でプロセス関連の温室効果ガス排出量の削減を達成するエネルギー集約型産業のプロジェクトに資金を提供する。	資金提供プロジェクト (Capture 2 Use) • ドイツのアミンスクラバーを用いたセメント産業でCO₂回収を工業規模で初めて使用 • 調達資金:14,964,565.29ユーロ • 期間:2022年7月~12/2024 • 所有権:Heidelberg、Linde • 結果:CO₂排出量を年間10%削減

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Funding program 'Decarbonization of Industry' : <https://www.klimaschutz-industrie.de/en/funding/>

1. 調査進捗報告 : IEA文書 基金プログラムの例

産業における脱炭素基金プログラム-Capture 2 Use (ドイツ)

- アミンスクラビングを工業規模で使用するドイツ初のCO₂分離施設は、工業規模で要求される100%の純度とセメント産業におけるアミンスクラビング技術の広範な適用性を実証することを目的としている。
- 排出量の潜在的な削減は、年間のCO₂排出量を10%削減することに相当する

プロジェクト情報

Project name	Capture2Use – New process for CO ₂ capture in cement production
Infrastructure type	Demonstration Plant
Funding	14,964,565.29 euros
Construction and procurement	Lengfurt (Bavaria) supported by The Federal Ministry of Economics
Project Started	2022-2024
Status	Ongoing
Ownership	HeidelbergCement AG, Linde GmbH



主な要因:

- アミンスクラビングは、排気流の個々の成分 (CO₂など) がスクラビング溶液に結合する化学プロセスである。スクラビング溶液を加熱することによって、吸収されたガス成分が再び放出されるため、効果的に分離して保存したり、別々に使用したりすることができる。
- セメントクリンカーキルンからの排気ガスは、アミンスクラバーに通され、分離・濃縮される。アミンスクラビングでは、有機窒素化合物、いわゆるアミンが排気ガス流からCO₂を除去する。

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告



KEIはドイツのCapture2Useの資金提供プログラムに参与している

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Creating a market for near zero emission production	CEM IDDI	ドイツ政府、セメント、産業界の企業がCCSやオキシフューエルなどの低炭素技術への移行に資金を提供するのを支援する手段としてContracts for difference (CfDs) を発表。	運用コストに部分的に資金を提供し、排出許可価格の開発に関する不確実性を軽減し、以下のプロジェクトの資金へのアクセスを計画するのに役立つ • タイプ:ブラウンフィールド • 期間:20年 • 対象:ロータリーキルン (セメント)
Developing near zero emission technologies	Competence Centre on Climate Change Mitigation in Energy-Intensive Industries (KEI)	エネルギー集約型産業における気候変動緩和に関する能力センター (KEI) は、ドイツのエネルギー集約型産業における温室効果ガス排出量の緩和のための開発を支援し、資金を提供する	主な資金調達プログラムは「産業の脱炭素化」資金調達プロジェクトは「 Capture 2 Use 」であり、ドイツのアミンスクラバーを用いたセメント産業におけるCO ₂ 回収の初めての産業規模での利用となる。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

CfDs : <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/exclusive-german-government-proposes-green-funding-tool-help-industry-cut-co2-2021-04-30/>

KEI : <https://www.klimaschutz-industrie.de/en/>

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告



Germany is a member committing as Level 4, have already pledged to adopt green procurement principles (towards 2030) to be launched by mid-2022

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Tracking progress and improving data	① CEM IDDI	IDDIは、炭素評価の標準化、野心的な公共および民間部門の調達目標の設定、低炭素製品開発および設計業界ガイドラインへの投資の奨励に取り組んでいる。ドイツはレベル4としてコミットしている加盟国である	3年以内に完了する補完的な取り組みの要件として。IDDIはドイツに以下を要求している。 - セメント産業と政府が目標を設定するための公開データ、研究を利用できるようにする。 - 主要な持続可能なセメント製品に関する業界の定義を確立する。 - 組織と業界間の生産プロセスとベンチマークのベストプラクティスを改善する。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

CEM IDDI : <https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/industrial-deep-decarbonisation-initiative/>

参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	Remark
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	EU Emissions Trading System (EU ETS)	CO ₂ に対価を与え、発電やセメントを含むエネルギー集約型産業の中で最も費用対効果の高い方法（汚染者負担原則）で排出量を削減するインセンティブを生み出す市場メカニズム	ETSの価格は変動しており、セメント工場のCO ₂ 排出量を管理する決定に影響を与える可能性があるため、セメント製造業者のCO ₂ 排出量に影響を与える。
	German climate protection policy	2021年、ドイツ連邦議会は新しい連邦気候保護法 (KSG) を可決した。この改正法により、2030年の温室効果ガス削減目標は1990年比で-65%に引き上げられる。要件には、エネルギー、工業、建築物、運輸、農業、廃棄物の各部門が含まれる。	- ドイツセメント協会 (VDZ) はセメントに特化した長期戦略（Decarbonising Cement and Concrete: A CO₂ Roadmap for the German cement industry）を発表し、2050年までに削減目標をネットゼロとした。しかし、VDZの取材に基づき、セメント協会は同目標を2045年短縮した。 - クライメート ニュートラル シナリオにより、2030年までに約 27% の CO₂削減が見込まれる。1990年比45%減

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

EU Emissions Trading System (EU ETS) : https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

German climate protection policy : <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-deutsche-klimaschutzpolitik.html>

Decarbonising Cement and Concrete: A CO₂ Roadmap for the German cement industry : https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/Executive_Summary_VDZ_Study_Decarbonising_Cement_and_Concrete_2020.pdf



参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	Remark
Mobilizing finance and investment	German sustainable finance strategy	ドイツ政府は、リスク管理、資金調達の変革、持続可能な資金調達に関する26の具体的な措置を提案することで、持続可能な金融の主導的な中心となることを目指している。	ドイツ政府は、ドイツ復興金融公庫グループの持続可能な金融戦略の実施を支援している。その結果、ドイツ復興金融公庫は連邦政府の資金プロジェクトを提供することができる。
	Green and Sustainable Finance Cluster Germany (GSFCG)	GSFCGは、国内及び国際金融市場の持続可能性を促進するための強固なアプローチを策定し、実施する。気候に悪影響を及ぼす影響の達成可能な削減を測定する方法に関する研究を行い、グリーンで持続可能な金融商品と基準(例:グリーンボンド原則)の標準化を設定する。	Example project • The Net Zero Banking Alliance Germany - • TCFD Think Tank • Financial Big Data Cluster (FBDC)

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

German sustainable finance strategy : <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/2021-05-18-deutsche-sustai-ble-finance-strategie.html>

Green and Sustainable Finance Cluster Germany (GSFCG) : <https://gsfc-germany.com/en/>

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Managing existing assets and near-term investment	Energy Efficiency Strategy 2050	3つの要素からなる建築、工業、商業、貿易、サービス部門におけるドイツのエネルギー効率化政策を強化するための長期的な道筋の設定 2030年の効率目標を定義 - 新しい国家エネルギー効率行動計画(-PE 2.0年)において目標を達成するために必要な連邦政府の様々な措置を提示し、 - エネルギー効率2050に向けたプロセスがどのように設定されているか	- ドイツ政府は、セメントを含むエネルギー集約型産業のための低炭素・省エネルギー技術を促進するため、国家脱炭素プログラムを設立する。 2022年には、気候に優しいガラス生産の分野で3つのプロジェクトがすでに承認されている
	KfW Promotional Product offer for financing energy efficiency in the German industry	ドイツ連邦共和国のPromotional bank of the Federal funding to the energy efficiency and reduction of CO₂ 4つのモジュール/プロモーションのトピック領域: - モジュール1横断的なテクノロジー - モジュール2再生可能エネルギーからのプロセス熱 - モジュール3計測制御システム、センサー技術、エネルギー管理ソフトウェア - モジュール4エネルギー関連のシステムとプロセスの最適化	ドイツ524件 - 調達資金:5億8000万ユーロ - 期間:2019年1月~2020年5月 (継続中) - 出資比率:ドイツの民間企業 - 結果:73万トンのCO₂削減 210万 mWhの省エネ

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Energy Efficiency Strategy 2050 : https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=12

KfW Promotional Product offer for financing energy efficiency in the German industry : https://energie-fr-de.eu/fr/manifestations/lecteur/conference-sur-lefficacite-energetique-dans-lindustrie-en-france-et-en-allemagne.html?file=files/ofaenr/02-conferences/2020/200929_Energieeffizienz_Industrie/Presentations/05_Betti-Dorendorf_KfW_DFBew_OFATE.pdf

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Developing near zero emission technologies	MI NZIM	ドイツは、2030年までにエネルギー集約型産業の効率的な脱炭素化のためのコスト競争力のあるソリューションを開発するというミッション目標を達成することを目的とした、オーストリアとオーストラリアが共同で主導する Net-Zero Industries Mission に従うCore Coalition Mission Innovation (MI) のメンバーとして行動する	2030年までに、ミッションは目標を追求する - エネルギー集約型産業における大規模実証事業を50件以上実施 (セメントを含む) - 低排出技術のTRL 8 (商業化前実証) への開発を早める - 低排出革新技術の設備投資を15%以上削減する。
	Federal Agency For Disruptive Innovation (SPRIND)	4 -1500万ユーロの間で新たな破壊的イノベーションを創出するプロジェクトのためのスペースと資金を提供する	—

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

MI NZIM : <http://mission-innovation.net/2021/11/09/23-governments-announce-new-missions-to-accelerate-innovation-in-clean-energy-technologies-that-can-decarbonize-sectors-responsible-for-50-of-global-emissions/>

SPRIND : <https://www.sprind.org/en/>



参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Accelerating material efficiency	Circular Economy Roadmap	ドイツのサーキュラーエコノミーへの移行に必要なステップを体系的に記述した、科学に基づいた行動の枠組み。これには、政治、産業、科学からの意思決定者にオリエンテーションを提供することを目的とした行動の推奨事項が含まれている。	- ロードマップでは、循環型経済（マテリアルリサイクル）を利用すると仮定すると、2050年に欧州の産業は通常通りのシナリオと比較して、最も排出量の多い材料（セメントを含む）の使用で最大60%の温室効果ガス削減を達成できると述べている。 - リカーボナイズーションにより、サーキュラーエコノミーを粉砕セメントの形でセメント産業に応用することができる。
Enhancing international cooperation and creating a level playing field	Joint key-issues paper	ドイツのオラフ・ショルツ財務大臣は、2021年にパリ協定の実施を国際レベルでさらに推進するために、G 7とG 20の財務大臣による国際気候クラブのための共同キーイシュー紙を発表した	- 新しい種類のセメントの研究と代替建築材料の使用に焦点を当てた、セメント部門の気候に中立な材料と製品の共同リード市場を作成する - 将来的には、セメント製品間の温室効果ガス排出量とカーボンフットプリントの測定と計算のための透明で統一された基礎を容易にするために、新しい国際的に認められた基準が必要になる可能性がある。

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

Circular Economy Roadmap : <https://www.circular-economy-initiative.de/circular-economy-in-germany#:~:text=The%20Circular%20Economy%20Roadmap%20for%20Germany%20is%20a%20scientifically%20based,from%20politics%2C%20industry%20and%20science.>

Joint key-issues paper : <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/EN/Pressemitteilungen/2021/20210825-german-government-wants-to-establish-an-international-climate-club.html>

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	Remark
Planning and developing infrastructure	The national Hydrogen Strategy	連邦政府は、水素の生成、輸送、利用のための一貫した枠組みを提供し、関連するイノベーションと投資を奨励している。 この戦略は、ドイツ経済の新たなバリューチェーンを創出し、国際レベルでのエネルギー政策協力を促進するためのドイツの気候目標に向けたステップを定めている。	- ロードマップは、長期的にセメント産業における炭素排出量を削減するためには水素が必要であると述べている。炭素の排出を捕捉し、水素と組み合わせることで有用な化学物質を生産することができる (CCU)。 - 実生活での例 多国籍建材会社のCEMEXは、2019年の試験成功後、欧州の全工場 (ドイツの2工場を含む) で水素を燃料ミックスに使用している
	Renewable Energy Sources Act	2021年、新しいドイツ再生可能エネルギー法 (EEG) が施行され、2050年以前のドイツの電力はすべて温室効果ガスに依存しないことを目指している。	—

出所：IEA: Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf>

The national Hydrogen Strategy : https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=6
<https://fuelcellsworld.com/news/cemex-successfully-deploys-hydrogen-based-ground-breaking-technology/>

Renewable Energy Sources Act : https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/G/gesetzentwurf-aenderung-erneuerbare-energien-gesetzes-und-weiterer-energierechtlicher-vorschriften.pdf?__blob=publicationFile&v=4



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

EUは、グリーン経済を促進するための措置と制度を地域経済に組み込んでいる

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	EU Emissions Trading System (EU ETS)	セメントをはじめとする発電・エネルギー集約型産業において、CO₂に対価を与え、最も費用対効果の高い方法で排出量を削減するインセンティブ（汚染者負担の原則）を生み出す市場メカニズム	ETSの価格は変動しており、セメント工場のCO ₂ 排出管理の決定に影響を与える可能性があるため、セメント製造業者のCO ₂ 排出量に影響を与える。
	European Research Area (ERA) industrial technology roadmap for low-carbon technologies	エネルギー集約型産業のための主要な新興低炭素技術と、エネルギー集約型産業における開発と取り込みを加速するための研究開発投資を活用する方法のリスト。法案は、大規模な産業施設からの産業汚染物質の排出を防止し、規制するための改正枠組みを導入している。セメントを含む	2030及び2050年のマイルストーンは、EUグリーンディールマスタープランに従って設定されている
	2050 long-term strategy	EUは2050年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする気候中立を目指している。この目標は、欧州グリーンディールの中心であり、パリ協定の下での地球規模の気候変動対策に対するEUのコミットメントに沿ったものである。	これを達成するために、前述のERAを含む多くのサブレギュレーションとロードマップが作成されている

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

EU、グリーン製造への移行にインセンティブを与える

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Mobilizing finance and Investment	EU taxonomy for sustainable activities	EUの分類法は、企業、投資家、政策立案者に、経済活動が環境的に持続可能であると考えられる適切な定義を提供する。このようにして、投資家の安全を確保し、個人投資家をグリーンウォッシング（環境配慮をしているように装いごまかすこと）から保護し、企業がより気候に優しい企業になるのを支援し、市場の分断を緩和し、投資を最も必要とされる場所にシフトするのを支援すべきである。	2020年に法律が可決され、2023年の改正でより明確になった
	Invest EU Programme	InvestEUプログラムは、2021-27年の期間に欧州における投資、イノベーション、雇用創出をさらに後押しする。これは、2015-20年の期間に5000億ユーロ以上を動員した欧州投資計画、ユンケル計画の成功モデルに基づいている。EUの予算保証を利用した投資で、3720億ユーロ以上という新しい波を引き起こすことを目的としている。	InvestEU Fundは、262億ユーロのEU予算保証を通じて、3720億ユーロ以上の官民投資を動員する。
	Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy 2022	新しいガイドラインは、公的機関が効率的かつ最小限の競争で欧州グリーンディールの目的を支援するための枠組みを提供する。	EUグリーン・ディールに応じて強制され、積極的に調整される

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

EUは加盟国の購買力を活用するプログラムを展開している

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Managing existing assets and near-term investment	revised EU ETS State aid Guidelines	ETSガイドラインは、企業が野心的でない気候政策を採用しているEU域外の国に生産拠点を移すことで、EU内の経済活動が減少し、世界的に温室効果ガスの排出を削減できなくなる「炭素漏出」のリスクを減らすことを目的としている。これらのガイドラインにより、加盟国は、EU ETSによって生み出された炭素価格シグナル（いわゆる「間接排出コスト」）による電力価格の上昇分の一部を、リスクのある部門にある企業に補償することができる一方で、過剰補償、ひいては単一市場における競争の不当な歪みを回避することができる。	気候に優しい生産慣行を採用するように強制された企業に、加盟国により多くのインセンティブと柔軟性を追加したETSシステムの見直し。
Creating a market for near zero emission production	Big Buyer for Climate and Environment	- 気候と環境のためのイニシアチブ（Big Buyers for Climate and Environment）は、持続可能な解決策のための戦略的な公共調達を実施する際の大口公共購入者間の協力を促進するための欧州委員会イニシアティブである。 - ICLEIとEUROCITIESは現在、欧州委員会、DG internal Market、Industry Entrepreneurship and SMEs (DG GROW) を代表してイニシアティブを運営している。このイニシアティブは、この分野で活動している既存のネットワークや組織と連携することを目的としている。	2022年1月、ゼロエミッション建設現場に関する作業部会の共同要求声明と循環建設に関する作業部会合意の共同意思宣言が署名された
	Carbon Contract for difference	行政と企業の間の契約。カーボン・コントラクト・フォー・ディファレンス（Carbon Contracts for Difference）は、一定期間の固定炭素価格を設定するもので、企業の投資リスクを軽減し、CO2コストを官民で分担する。これらは、低炭素ソリューションの中長期的な競争力を向上させるため、低炭素技術への投資を検討している人々にとって特に重要である。	2030年までに排出量を55%削減することを目標にしたEU Fit for 55という規格にCarbon contract for differenceが使用されるEUも将来的にCCfDsスキームをCarbon Border Adjustment対策に導入することを検討



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

EUは、カーボンニュートラルに寄与するあらゆる分野の技術の進歩を促進するための包括的な資金メカニズムを提供する

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	Innovation Fund	革新的な低炭素技術を支援し、欧州が気候とエネルギーの目標を達成するのを支援するために欧州連合によって創設された金融施策。この基金は2020年に設立され、2020年から2030年の期間に100億ユーロの予算が計上された。この基金は競争的な選定プロセスを通じて運営され、選定されたプロジェクトに対して助成金や株式、負債、保証などのその他の金融商品を提供している。基金は、プロジェクトの成熟度と関連する技術に応じて、プロジェクトの追加資本および運営コストの最大60%をカバーすることができる。	52件のプロジェクトに署名し、総額29.4億ユーロを拠出
	Horizon Europe	Horizon Europeは、Open Science, Global ChallengesおよびEuropean Industrial Competitiveness, Innovative Europeの3つの研究の柱を持つ。955億ユーロの予算がありEUの研究およびイノベーションのための主要な資金調達プログラムである。	82,543件の論文3,843件の特許と259,505件のイノベーションがこの資金提供によって生み出された
	Processes 4 Planet program	P 4 Planetは、民間企業としてのA.SPIREと欧州委員会の間で設立された欧州共同プログラム官民パートナーシップである。パートナーシップの目的は、欧州のプロセス産業を変革し、2050年までにEUレベルで循環性と全体的な気候中立性を達成するとともに、グローバルな競争力を強化することである	182件の民間パートナーが存在。26億ユーロが民間および公的機関から半分ずつコミットされている



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

各アライアンスやミッションの支援は資金提供に限定されず、研究開発を支援するために個人とリソースをつなぐファシリテーターとしても機能する

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	European Energy Research Alliance	エネルギー技術と知識の進歩を目的としたエネルギー研究に協力する欧州の研究機関のネットワークである。EERAは2008年に設立され、Horizon 2020フレームワークプログラムを通じて欧州委員会から資金提供を受けている。	このネットワークは欧州全域から250を超える研究組織を持ち、特定のエネルギー研究分野に焦点を当てた17の共同研究プログラム (JRP) をカバーしている。セムサスティンと共同で、セメント製造プロセスにおける炭素排出量の削減とエネルギー効率の向上により、持続可能なセメントおよびコンクリート材料を開発する。
	European Technology and Innovation Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants	2005年に設立され、業界、研究機関、政策立案者の間のコラボレーションである。EU ZEPの主な目的は、二酸化炭素回収、利用、貯留 (CCUS) を含む、化石燃料発電のための新しい、効率的で低炭素の技術を開発し、展開を促進することである。	EU ZEPの共同出資を受けた "CemCAP" プロジェクトは、廃熱を利用して回収プロセスを推進する、セメント産業向けの有望な炭素回収ソリューションを開発した。



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

資金調達には、無料小切手から官民共同出資まで、さまざまな形態がある。

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	European Investment Bank Innofin	- 気候変動、医療、デジタル化などの分野で新しい技術とソリューションを開発している革新的な企業に資金を提供することを目的とした融資プラットフォーム。 - EIB-Innofinを通じて、EIBは大きな成長の可能性を持つ革新的なプロジェクトに取り組んでいる企業に長期融資と株式投資を提供している。このプラットフォームは、革新的な企業、特にその発展の初期段階にしばしば存在する資金ギャップに対処することを目的としている。	2014年以降、45カ国310億ユーロの融資契約が締結された。140の革新的なプロジェクトに資金提供がなされた。



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

循環経済の達成は、EUが達成しようとする重要な経済社会の像である

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Accelerating material efficiency	Circular economy action plan	欧州におけるより持続可能で循環型の経済を促進することを目的とした一連の政策措置とイニシアティブ。この計画は2020年3月に欧州委員会で採択され、バリューチェーン全体で循環を促進し、廃棄物を削減するための一連の措置を定めている。	欧州委員会は、行動計画を支援するための立法を継続的に可決している
	EU Eco-design Directive	欧州連合で販売されるエネルギー使用製品のエネルギー効率と環境性能を改善するための一連の規制。この指令は2005年に初めて採択され、対象製品の範囲を拡大し、要件の厳格性を高めるために何度か改訂されている	欧州委員会は、追加製品を対象とし、要件の厳格性を高めるために、指令の範囲の更新と拡大に取り組んでいる



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

EUは世界的に採用されている国境を越えた炭素税CBAMの創始者である

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Enhancing international cooperation and creating a level playing field	Free allocation of allowance in EU ETS	この共同声明では、欧州連合 (EU) のETS、努力分担規制、運輸・土地利用法など、EUの気候関連法のいくつかを改正し、欧州グリーンディールの下で欧州委員会がEUの気候目標を達成する方法を実質的に定めることを提案している。	製造業は2013年に手当の80%を無料で受け取った。この割合は前年比で徐々に減少し、2020年には30%に減少する。
	Carbon Border Adjustment	セメントの国際取引にはコストに炭素排出量が含まれ、これはセメント生産のために企業がより低い排出量を追求するインセンティブとなる	現在は重工業資材のみが対象だが、将来的には消費財にも拡大する計画である。

2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Mobilizing finance and Investment	IPCEIs on hydrogen	署名国は、IPCEIを共同で設計し、調整することを約束した。再生可能で低炭素な水素の生産から、水素の貯蔵、送配電、水素の利用まで、特に産業部門における完全なクリーンな水素のバリューチェーンをカバーする。	EU 15カ国にある41のプロジェクトは、最大54億ユーロの公的資金を受け取る。これにより、さらに88億ユーロの民間投資が行われる見込みである。
Developing near zero emission technologies	Mission Innovation Net Zero International Cooperation and Innovation Mission	クリーンエネルギーをより手頃な価格で利用しやすくするために、クリーンエネルギーのイノベーションを加速する世界的な取り組みであるミッション・イノベーション・イニシアティブへの欧州連合の参加。	EUと他の参加国は、2025年までにクリーンエネルギーの研究とイノベーションへの投資を倍増することを約束した
	EU Research Fund for Coal and Steel (RFCS)	石炭と鉄鋼の分野の研究プロジェクトに資金を提供する金融商品。この基金は2002年に設立され、欧州連合における石炭と鉄鋼部門の競争力、持続可能性、環境パフォーマンスを支援することを目的としている。	RFCSの年間予算は約6000万ユーロで、基礎研究から新技術の実証まで様々なプロジェクトに資金を提供している。
	EU Clean Steel Partnership	欧州委員会と欧州鉄鋼産業の間の官民パートナーシップ (PPP)。その主な目的は、鉄鋼生産をより持続可能で環境に優しいものにするための新しい技術とプロセスを開発することであるこのパートナーシップは、EUの「Innovation Fund for Low Carbon Technologies」の一部である。	Horizon EuropeとECSC (RFCS) からの17億ユーロ予算により炭素削減実証プロジェクトが動いている。 (EU Clean Steel PartnershipはRFCSより資金が拠出されている)



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Mobilizing finance and Investment	IPCEIs on hydrogen	署名国は、IPCEIを共同で設計し、調整することを約束した。再生可能で低炭素な水素の生産から、水素の貯蔵、送配電、水素の利用まで、特に産業部門における完全なクリーンな水素のバリューチェーンをカバーする。	EU 15カ国にある41のプロジェクトは、最大54億ユーロの公的資金を受け取る。これにより、さらに88億ユーロの民間投資が行われる見込みである。
Accelerating material efficiency	EU Sustainable Product Initiative	循環型で持続可能な経済への移行を目指す広範な取り組みの一環として、2020年後半に欧州委員会によって提案された政策枠組み。このイニシアチブは、製品のライフサイクル全体にわたる環境への影響を評価し、対処するための包括的で調和のとれた枠組みを確立することによって、EUで販売される製品の持続可能性を向上させることを目的としている	2022年にPublic Consultation期間が終了した後もフィードバック期間中
	Ecodesign for sustainable products	欧州連合で販売されるエネルギー関連製品の環境性能を向上させることを目的とした政策枠組み。エコデザイン指令は、家電製品から産業機器に至るまで、幅広い製品の最低エネルギー効率やその他の環境性能要件を定めている。	作業計画2022-2024では、新規制が施行されるまでの過渡的措置として、エネルギー関連の新製品や更新プログラムを対象とし、既に規制されている製品に対する意欲を高めている
Enhancing international cooperation and creating a level playing field	JOINT US-EU STATEMENT ON TRADE IN STEEL AND ALUMINUM	声明は、米国がEUからの鉄鋼とアルミニウムの輸入に対する232条の関税を永久に撤廃し、EUは米国製品に対する報復関税も撤廃すると宣言した。共同声明は、関税導入以来続いていた米国とEUの貿易摩擦の解決に向けた重要な一歩とみなされた。	協定は2021年10月31日に署名された



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Planning and developing Infrastructure	hydrogen strategy	EU水素戦略は、2050年までに気候中立性を達成するという欧州委員会の全体的な目標の一部として、2020年7月に公表された。この戦略は、EUにおける水素技術の展開を促進することを目的としており、水素の生産、流通、需要の拡大を目標としている。	EUは2030年までにEU内に少なくとも40 GWの再生可能水素電気分解装置を導入する目標を設定し、同期間内に最大1000万トンの再生可能水素を生産することを目指している。
	The Connecting Europe Facility (CEF) Energy	より統合された欧州のエネルギー市場とインフラの開発を支援するための欧州連合 (EU) による資金提供プログラム。2014年に開始された。このプログラムは欧州委員会によって管理されており、資金は競争的な提案募集を通じて提供される。	2021-2027年の期間におけるCEFエネルギープログラムの総予算は58億ユーロである。
	EN-E regulation for energy infrastructure	欧州横断エネルギーインフラに関するガイドライン。この規制は、安全で持続可能かつ競争力のあるエネルギー市場を達成することを目的として、EU内のエネルギーインフラの開発に関するガイドラインを提供している。これは、電力、ガス、石油、二酸化炭素の輸送と貯蔵の分野におけるインフラの開発を対象としている。	2020年12月15日、欧州委員会はエネルギーのための欧州横断ネットワークに関するEU規則の改正案を採択した



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

中国は欧州連合 (EU) と同様のETS制度を採用しつつ、自国の大企業イニシアチブによる脱炭素を目指す

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Establishing plans and policy for long-term CO2 reductions	14 th 5 years plan for industrial green development and ETS expansion	- 中国の第14次5か年計画には、産業グリーン開発に焦点を当て、排出量取引システム (ETS) の利用を産業部門に拡大することが含まれている。中国はすでに電力部門など一部の地域や産業にETSを設置しており、産業部門にも拡大する計画である。その目的は、企業が炭素排出量を削減するための金銭的インセンティブを提供することによって、企業の削減を促すことである。 - 鉄鋼、セメント、石油化学など基幹産業での省エネ技術の推進も含む	中国の第14次5か年計画は、持続可能な開発を促進し、炭素排出量を削減することへの継続的なコミットメントを示しており、特に産業部門に焦点を当てている
Developing near zero emission technologies	National Technologies R&D program	国家的に重要な主要分野の研究開発を支援する中国政府の主要なイニシアチブ。このプログラムは、中国の科学技術力を強化し、同国の経済的・社会的発展を促進することを目的としている。	国家的に重要な主要分野の研究開発を支援する中国政府の主要なイニシアチブ。このプログラムは、中国の科学技術力を強化し、同国の経済的・社会的発展を促進することを目的としている。



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Managing existing assets and near-term Investment	China Top 100/1000/10000 Enterprise Program	中国における高業績企業の成長と発展を促進するための中国政府によるイニシアチブ。このプログラムは、イノベーション、技術、環境保護、社会的責任などのさまざまな分野で優れた業績を上げた企業を特定し、表彰するものである。	このプログラムは数年前から実施されており、中国の多くの企業の成長と成功に貢献している。中国経済の発展を促進し、世界市場における中国企業の競争力を確保するための重要な手段と考えられている。
Managing existing assets and near-term Investment	Capacity replacement measures to restrict the addition BFBOF and encourage scrap-EAF development	中国は、高炉塩基性酸素炉 (BF-BOF) 製鋼能力の追加を制限し、スクラップベースの電気アーク炉 (EAF) 製鋼能力の開発を促す一連の能力代替策を実施してきた。	政策の結果、中国ではEAF製鋼への移行が徐々に進み、近年はEAF生産の割合が着実に増加している。しかし、依然としてBF-BOF製鋼が同国の鉄鋼生産の大部分を占めている。



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	概要	進捗（今の現状）
Developing near zero emission technologies	China Mission Innovation Net Zero International Cooperation and Innovation Mission	中国は、クリーンエネルギー・イノベーションに関する国際協力のためのグローバル・プラットフォームであるミッション・イノベーション・イニシアティブに参加している。このイニシアティブの一環として、中国はネット・ゼロ・エミッションの達成を支援するクリーンエネルギー技術の開発と展開を加速することを目的としたネット・ゼロ国際協力・イノベーション・ミッションに参加している。	参加国は、2025年までにクリーンエネルギーの研究とイノベーションへの投資を倍増することを約束している
Accelerating material efficiency	14th Five-Year Circular economy development plan; removal of import ban on scrap metal to promote recycled production	中国の第14次5ヵ年計画（2021-2025）では、循環経済発展の推進に重点を置いており、廃棄物の削減と資材の再利用の増加が盛り込まれている。この計画の一環として、中国はリサイクル品の生産に使用できる一部の金属スクラップの輸入を解禁した。	新しい政策では、中国は新素材の生産に使用できる高級銅やアルミニウムスクラップなどの一部の金属スクラップの輸入を許可した。この政策変更は、中国におけるリサイクル材料の供給を増やし、より持続可能な経済の発展を促進するのに役立つと期待されている。



2. 事業内容（2）②IEA進捗報告

参考

IEAフレームワーク	戦略名	セメント産業における変化	進捗（今の現状）
Planning and developing infrastructure	Medium and long-term plan for the development of hydrogen energy	水素エネルギー産業の発展を促進し、中国の低炭素経済への移行を加速させることを目的として、2020年11月に発表された。水素の生産、流通、消費に関する目標を設定している。また、水素製造の効率化やコスト削減、水素貯蔵や輸送インフラの整備の必要性を強調している。	この計画では、再生可能な原料資源を利用したグリーン水素の生産を2025年までに年間10~20万トンにすることを目標としている

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

DOEによる資金拠出が行われており米国のCCUS実験施設が集約されている

Project information

Project name	Nation Carbon Capture Center
Infrastructure type	Testing Facility
Funding	DOE 348mil \$ non-DOE 94.6mil\$
Construction and procurement	DOE/NETL research partner manage by southern company
Project Started	2014
Status	Ongoing
Ownership	DOE



Key factor:

- Centralized testing facilities for **CCUS technology**
- Converted from old gas and coal power generator, so its could test both technology at the same time

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

DOEの資金が拠出されたCemex VictorvilleにおいてCarbon Capture技術の導入が行われている。

Project information

Project name	Cemex Victorville next generation carbon capture system
Infrastructure type	Research Facility
Funding	DOE 5mil \$
Construction and procurement	DOE Oakridge national laboratory, Cemex, RTI
Project Started	2021
Status	Ongoing
Ownership	Cemex



Key factor:

- front-end engineering design (FEED)
- integration of a 670,000 tonne-CO₂ per year commercial-scale carbon capture system into the manufacturing process

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

DOEの資金が拠出されたLehigh HansonのMitchell plantにおいてCCUSの導入が行われている

Project information

Project name	Lehigh Mitchell cement plant modernization with CCUS technology
Infrastructure type	Plant modernization
Funding	DOE 4.8mil\$
Construction and procurement	Mammoet, Trimetric, Sargent & Lundy, KHD, Mitsubishi
Project Started	2022
Status	Ongoing
Ownership	Lehigh(now Heidelberg)



Key factor:

- Using Mitsubishi Anime process
- Process modernization cost subsidize by DOE, while the whole plant cost 600m\$

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

DOE、Heidelberg、Illinois State Geological Survey at the University of Illinois(ISGS)資金が拠出されたHeidelberg , Mitchell plantにおいてCO₂の貯留に適した地下地質研究が行われている

Project information

Project name	Subsurface geology for suitability of carbon dioxide storage
Infrastructure type	Plant modernization
Funding	DOE 8.9mil \$ Heidelberg 1.5mil\$ ISGS 0.6mil\$
Construction and procurement	University of Illinois
Project Started	2023
Status	Ongoing
Ownership	Heidelberg



Key factor: to study the subsurface geology for suitability for the storage of CO₂

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

EU Innovative Fundの資金拠出を受けたHolcim, Lägerdorf, Germany C2B projectでは下流で炭素回収するだけでなく酸素燃料プラントである

Project information

Project name	Carbon2Business project
Infrastructure type	Oxy-fuel + carbon capture; carbon use for methanol production
Funding	EU Innovative Fund 109mil EUR, Holcim 490mil EUR
Construction and procurement	Holcim
Project Started	2023
Status	Ongoing
Ownership	Holcim



Key factor: integrated Oxy-fuel cement plant with downstream CCUS that not only capture but also utilizes Carbon in down stream industry

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

EU Innovative Fundの資金拠出を受けたHeidelbergのANRAVプラントではセメント工場から排出される炭素は回収され、黒海のオフショア貯蔵庫に輸送される

Project information

Project name	ANRAV-CCUS
Infrastructure type	Oxy-fuel + CCS
Funding	EU Innovative Fund 189mil EUR
Construction and procurement	Heidelberg Materials,
Project Started	2023
Status	Ongoing
Ownership	Devnya Cement JSC, Petroceltic Bulgaria EOD(subsidiary of Heidelberg Materials,)



Key factor: store CO2 in the depleted oilfield in Black Sea

出所：<https://www.heidelbergmaterials.com/en/pr-12-07-2022>
https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-12/if_pf_2022_anrav_en.pdf

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

EU Innovative Fundから資金拠出されたHolcimのGO4ECOPLANETはCarbon Captureプロジェクト、CCSの導入が行われている

Project information

Project name	KUJAWY Go4ECOPLANET project, Carbon Capture and Storage project in Kujawy Cement Plant in Poland
Infrastructure type	Cryocap carbon capture technology + CCS
Funding	EU Innovative Fund 228mil EUR Lafarge 4,600mil EUR
Construction and procurement	Lafarge Cement S.A
Project Started	2022
Status	Ongoing
Ownership	Lafarge Cement S.A



Key factor: fully decarbonize cement production at the Lafarge (Holcim Group member) plant in Kujawy (Poland)

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

EU Innovative Fundの資金が拠出されるCalCCプロジェクトは回収、パイプライン輸送、液化、輸送、オフショア貯留などCO₂バリューチェーン全体をカバーする

Project information

Project name	CalCC – First industrial-scale carbon capture for lime production integrated with transport of CO ₂ to coastal hub and shipping to geological storage in the North Sea
Infrastructure type	Cryocap carbon capture technology + CCS
Funding	EU Innovative Fund 125mil EUR Air Liquide France Industrie 2,800 EUR
Construction and procurement	Air Liquide France Industrie
Project Started	2023
Status	Ongoing
Ownership	Air Liquide France Industrie



Key factor: capturing and permanently storing CO₂ emitted during lime production at Lhoist Group's Réty site in France

This project covers the full CO₂ value chain: capture, pipeline transport, liquefaction, shipping, and offshore geological storage

2. 事業内容（2）②各基金の進捗

EU Innovative Fundの資金が拠出されたK6プロジェクトは業界初の機密キルンと極低温炭素回収技術の組み合わせを展開する

Project information

Project name	K6
Infrastructure type	Carbon capture and storage and Carbon capture and utilization (CO2 incorporated in concrete)
Funding	EU Innovative Fund 153mil EURO
Construction and procurement	EQIOM (FR)
Project Started	2022
Status	Ongoing
Ownership	AIR LIQUIDE (FR), AIR LIQUIDE GLOBAL E&C SOLUTIONS FRANCE (FR)



Key factor: The K6 Program aims to produce the first carbon neutral cement in Europe

The project will deploy a first-of-a-kind industrial-scale combination of an airtight kiln and cryogenic carbon capture technology

2. 事業内容（2）②FMC進捗調査

米国が世界経済フォーラムと協力して立ち上げたFirst Movers Coalitionはゼロ・エミッション素材の市場創出、脱炭素技術の開発と普及促進に繋がる重要な役割を果たす。

- 2021年秋に開催された第26回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP26）において、米国政府が世界経済フォーラムと協力して立ち上げたイニシアティブがFirst Movers Coalition（FMC）。
- 温室効果ガス（GHG）排出量実質ゼロの達成に必要な重要技術が大企業が2030年までに購入することを約束することにより、早期の市場創出、脱炭素技術の開発と普及促進を目指す。

各セクターのコミットメント状況

セクター	コミットメント
鉄鋼	鉄鋼の購入企業は、2030年までに年間調達量のうち10%以上をゼロに近い排出量の鉄鋼を購入すること
アルミニウム	アルミニウムの購入企業は、2030年までに年間調達量のうち10%以上をCO2の排出を抑制した製造方法で作られたアルミニウムを購入すること
海運	海運会社は、2030年までに深海輸送の少なくとも5%をゼロエミッション燃料で賄うこと 貨物船所有会社は、2030年までに国際貨物の10%以上を、そして2040年には100%を、ことゼロエミッション燃料を使用した船舶で輸送すること
航空	航空会社および航空輸送会社は、2030年までに、従来のジェット燃料需要の少なくとも5%を、従来のジェット燃料と比較してライフサイクルでのGHG排出量を85%以上削減したSAFに置き換える、またはゼロカーボン排出を促進する技術を活用すること
トラック輸送	トラック輸送にコミットした企業は、2030年までにゼロエミッションの車両を中型車で100%、大型車で30%となるよう購入または契約すること
セメント/コンクリート	建設、エンジニアリング：2030年までに購入するセメント/コンクリートのうち少なくとも10%をニアゼロセメント/コンクリートにする（如何なるSCMも可）、更に2035年までに化石ベースのSCMを除く。 不動産・デベロッパー・アドバイザー：2030年までに参画するプロジェクトにおいて調達するセメント/コンクリートのうち少なくとも10%をニアゼロセメント/コンクリートであることを保証、指定する（如何なるSCMも可）、更に2035年までに化石ベースのSCMを除く。
二酸化炭素除去 （Carbon Dioxide Removal）	最大の直接排出削減努力に加えて、2030年末までに達成される持続可能で拡張可能な正味の二酸化炭素除去のための契約を約束する。

2. 事業内容（2）②FMC進捗調査

FMCのセメントセクターへ複数社がコミットメントを表明済み

- 2022年2月時点での参画企業数は72社。
- 全ての企業はFMCに参加することにより技術提供が可能になっている限りに関して2030年までに（一部年数に例外あり）購入することを誓約する。またこれらの技術はプレミアムコストが発生することがある。FMCは企業が購入コミットメントを達成する為に様々な協力メカニズムを促進、支援する。

セメントセクターへのコミットメント状況

企業名	企業概要	コミットメント
Consolidated Contractors Group S.A.L.	中東/建設会社	2030年までに購入するセメント/コンクリートのうち少なくとも10%をニアゼロセメント/コンクリートにする（如何なるSCMも可）、更に2035年までに化石ベースのSCMを除く。
ETEX	建設資材・建設	
General Motors	米国/自動車	
Ørsted	デンマーク/世界最大級の再生可能エネルギー企業で、洋上風力発電に注力	
RMZ Corporation	インド/商業・オフィススペース事業を専門とする不動産開発会社	
Vattenfall	スウェーデン/国営エネルギー会社	バッテンフォールは、2030年までに、プロジェクトで調達されるセメント/コンクリートの少なくとも10%がほぼゼロ炭素のセメント/コンクリートであることを保証する。

備考：SCM：Supplementary Cementitious Materials を指す

出所：<https://www.weforum.org/first-movers-coalition/members>

https://www3.weforum.org/docs/WEF_FMC_Cement_Concrete_Commitment.pdf

2. 事業内容（2）③長期戦略調査：サマリー

各国の長期戦略を調査した結果、戦略の具体度合いに濃淡はあるものの何れの調査対象国も国の方針と同様の時間軸でセメント産業においてもカーボンニュートラルを宣言している

■セメント産業におけるカーボンニュートラル宣言

- 調査対象各国はフランスを除き何れも国家のカーボンニュートラルの時間軸と合わせた形でセメント産業におけるカーボンニュートラルを宣言済み。（一部の国はセメント及びコンクリート産業）
- セメントやコンクリートに特化した戦略を策定しており、その中でカーボンニュートラルに向けた具体的なアクションプランを言及している状況。

■カーボンニュートラルに向けたアクションプラン

- 各国共通してクリンカ比率の低減、代替原料の導入等プロセス由来の排出削減策と再生可能エネルギーの比率増加等エネルギー由来の排出削減策を記載している。
- カーボンニュートラルに向けた削減幅の大部分（40－60％程度）をCCUSの技術開発に頼る国がほとんどである。

■技術開発への投資

- 各国、CCUSを含む新技術開発への投資は主に政府主導で行われている状況。

■低炭素セメント市場の創出

- IDDI（industrial deep decarbonisation initiative）へのコミットメント検討を行っている国が複数存在。今後のニアゼロエミッションセメント市場の拡大が公共主導で進んでいくものと思われる。
- 米国は独自に2050年までに公共事業におけるグリーンセメントの調達を宣言している

■法律による規制

- セメント産業における低炭素化に対し、直接的に規制を行う法律はないが、エネルギーにおける再生可能エネルギー比率の向上や原料における低炭素化を図るGreen procurement等により間接的に影響を受けている状況

2. 事業内容（2）③長期戦略調査サマリー

クリンカ比率、CO₂排出量におけるプロセス、エネルギー由来比率が取得できた対象国を比較。各国の特性、対策を講じている領域に対して仮説を作成

国	Kg CO ₂ /t-CEM	Clinker ratio	CO ₂ 排出量における プロセス由来比率	CO ₂ 排出量における エネルギー由来比率	長期戦略調査結果
日本	713	0.849	36%	64%	クリンカ比率の低減への取組は行われるが高耐久性が求められる為その幅は限定的。 (0.85→2030年に0.825) 再生可能エネルギー比率（バイオマス混焼等）の向上やCCUSの導入による低炭素化が予定される。
アメリカ	448※	0.865	—	—	石炭火力発電比率の低減に取り組んでおり2050年までにセメントプラントに占める石炭火力発電比率を10%まで低減する予定
イギリス	730	0.77	39%	61%	プロセス由来のCO ₂ 排出量減の対策として低クリンカセメントの開発等がセメント業界側の努力目標として掲げられている。（12%寄与）但し実際の削減見込み幅としては燃料切り替え等エネルギー由来における貢献量に期待が集まる（16%寄与）
フランス	623	0.764	40%	60%	更なる低クリンカセメントの開発に意欲的。（クリンカ含有率35-50%）削減幅80%に対して20%を占める
ドイツ	585	0.707	40%	60%	CCUSの貢献に続き、低炭素セメントであるCement II /C及びCement VIの開発、導入による削減を見込む

出所：セメントあたりCO₂排出量 各国統計数字を引用、セメントクリンカ比（2019年）

プロセス由来比率、エネルギー由来比率は2019年GCCALレポートを参照

※米国、カナダはCO₂排出量のデータが不足しておりプロセス由来のKg CO₂/t-CEMのみ記載

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

クリンカ比率、CO₂排出量におけるプロセス、エネルギー由来比率が取得できた対象国を比較。各国の特性、対策を講じている領域に対して仮説を作成

国	Kg CO ₂ /t-CEM	Clinker ratio	CO ₂ 排出量における プロセス由来比率	CO ₂ 排出量における エネルギー由来比率	長期戦略調査結果
イタリア	646	0.768	37%	63%	エネルギー由来の対策として再エネ比率の向上に加えバイオマスを含む代替燃料の導入を盛り込んでいる。CCUSを除くプロセス由来での削減が3.1million tonに対しエネルギー由来での削減は4.1million tonを見込む
カナダ	510※	0.798	—	—	クリンカ比率の低減を目指しており2030年までに0.7にすることを目標として掲げる
EU	657	0.751	39%	61%	再生可能エネルギー比率を2030年までに60%、2050年までに90%（バイオマス中心）に挙げることを長期戦略に盛り込んでいる
タイ	—	—	—	—	水硬性セメントの積極的な導入によりOPCセメントと比較してクリンカ比率の低いセメントの市場投入を目指している
中国	—	—	—	—	廃棄物を中心とした燃料の低炭素化、エネルギー効率の向上などの取組を盛り込んでいる

出所：セメントあたりCO₂排出量 各国統計数字を引用、セメントクリンカ比（2019年）

プロセス由来比率、エネルギー由来比率は2019年GCCALレポートを参照

※米国、カナダはCO₂排出量のデータが不足しておりプロセス由来のKg CO₂/t-CEMのみ記載

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

G7、EU、タイ、中国の国家GHG戦略及びセメント分野に特化した戦略は以下の通り。セメント分野に特化した戦略の検討状況、進捗を調査

		調査対象	
国	国のGHG戦略	セメント分野に特化した戦略	策定年度
日本	Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050	トランジション・ファイナンスに関するセメント分野における技術ロードマップ カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン	2022年改訂
EU共通	European Research Area (ERA) industrial technology roadmap for low-carbon technologies(*1)	cembureau-2050-Cement Carbon Neutrality roadmap	2021
イギリス	Industrial Decarbonisation Strategy	UK Concrete and Cement Industry Roadmap to Beyond Net Zero	2020
フランス	France National Carbon Neutrality Strategy	Cement Decarbonization Roadmap CSF Construction Industries	2021
イタリア	Italy National Carbon Neutrality Strategy	The Decarbonization Strategy of the Cement Sector in Italy	2020
ドイツ	Federal Climate Protection Act	Decarbonising Cement and Concrete: A CO2 Roadmap for the German cement industry	2020
米国	THE LONG-TERM STRATEGY OF THE UNITED STATES -Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050-	Department of Energy Industrial De-Carbonization roadmap	2022
カナダ	A Healthy Environment and a Healthy Economy	ROADMAP TO NET-ZERO CARBON CONCRETE BY 2050	2022
タイ	Thailand National Carbon Neutrality Strategy	Thailand Net Zero Cement & Concrete Roadmap 2050	2022
中国	"1+N" policy system	toward_net_zero_decarbonization_roadmap_for_china_cement_industry	2022

出所：各国長期戦略資料よりNRI作成

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

日本、ドイツ、EUのセメントに特化した長期戦略構成要素を整理。本プロジェクトにおける対象各国の長期戦略を横並びで比較する項目を設定

	日本	ドイツ	EU
長期戦略名 (セメント)	カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン	Decarbonising Cement and Concrete: A CO2 Roadmap for the German cement industry	EU Green Deal
章立て	1. ビジョン 2. 国内の需要 3. セメント産業の役割 4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題 4.1 クリンカ比率低減 4.2 投入原料の低炭素化 4.3 省エネ推進 4.4 焼成温度低減 4.5 使用エネルギーの低炭素化 4.6 低炭素材料の開発 4.7 CCUSへの取組 4.8 コンクリートによる二酸化炭素の固定 4.9 コンクリート舗装による二酸化炭素低減 5. カーボンニュートラルの絵姿 5.1 具体的な対策	1. ネットゼロ達成に向けた課題と機会 2. セメントとコンクリートのデカーボナイズーションに向けた2050年までのシナリオ 3. 産業変革の成功の前提条件と境界条件 - ー再生可能エネルギーなど代替エネルギー導入 - ーCCUS導入 - ー競争と技術開発を生む政策フレームワーク - ー低炭素セメントの市場 - ー業界の変革に対する社会の受容性 4. 脱炭素化に適した枠組みの要件	1. カーボンニュートラルのビジョン 2. 政策と投資 3. カーボンニュートラルに向けたロードマップ 4. クリンカ 4.1 クリンカ由来のCO₂排出量削減に向けた時間軸と数値目標 4.2 代替燃料の導入によるCO₂排出量削減の時間軸と数値目標 4.3 低炭素クリンカ、セメントによるCO₂排出量削減の時間軸と数値目標 4.4 エネルギー効率による〃 4.5 CCUSによる〃 4.6 技術開発例 5. セメント(クリンカと同じ小章立て) 6. コンクリート(クリンカと同じ小章立て) 7. 建設 8. コンクリートによるCO₂回収

共通項を各国の長期戦略比較項目として選定

比較項目

①長期的なCO ₂ 排出削減の計画・方針の有無	②削減の数値目標の有無	③数値目標に対する時間軸の有無	③具体的なアクティビティの有無	④③の時間軸、数値目標の有無	⑤法律や規制に関する記載の有無	⑥技術開発に伴う資金に関する記載
------------------------------------	-------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	------------------

2. 事業内容（2）③長期戦略調査 各国比較

いずれの国もセメント由来のGHG排出削減計画を時間軸、具体的なアクティビティと共に設定済み。以降のスライドにて各国戦略詳細を説明

国	①GHG排出削減の計画・方針	②削減の数値目標	③数値目標に対する時間軸	③具体的なアクティビティ	④③の時間軸、数値目標	⑤法律や規制に関する記載	⑥技術開発に伴う資金に関する記載
日本	○	○Net Zero	○2050年	○	○	—	○グリーンイノベーション基金
米国	○	○Carbon Neutrality	○2045年	○	○ Near Mid Long - term	○(Federal Smart Procurement)	○ DOE grants
イギリス	○	○Net Zero	○2050年	○	○Long-term and beyond	○(Green Public Procurement)	○ The Industrial Decarbonization Challenge
フランス	○	○80% reduction to 2015	○2050年	○	○ Milestone trajectory 2030, 2050	○(Environmental Regulation 2020 - RE2020)	○ Green innovation funding (ADEME)
イタリア	○	○Net Zero	○2050年	○	○Objectives 2030, 2050	○(Green Public Procurement)	○National Recovery and Resilience Plan
ドイツ	○	○Net Zero	○2050年	○	○Long-term	○(Green Public Procurement)	○ Decarbonization of Industry
カナダ	○	○ Net Zero	○ 2050年	○	○Action plan 2030,2050	○(Green Procurement)	○ Green tax incentive
EU	○	○ Carbon Neutrality	○ 2050年	○	○Objective 2030, 2050	○(Green Deal)	○ Innovative Fund
タイ	○	○Net Zero	○2050年	○	○Action plan 2030,2050	-	○ BOI's Import tax for machinery
中国	○	○Net Zero	○2060年	○	○Each ten years target	○14th 5 years plan for industrial green development	○National Technologies R&D program

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

各国のセメントに特化した長期戦略の中からNRIとして注目すべきと整理した項目を横並びで比較

国	①ニアゼロエミッションセメント、低炭素排出セメント利用のコミット	②クリンカ比率現状と目標値 (目標年)	③再生可能エネルギー使用率 現状と目標値(目標年)	④セメント分野での研究資金調達 のメカニズム
日本	－	0.85→0.825 (2030)	ゼロエミ系混焼約50% (セメント協会)	・ グリーンイノベーション基金
米国	2050年までに公共事業はグリーンセメントのみ調達する	0.9 → 0.85 (2030)→0.8 (2040) → 0.75 (2050)	14%→50%	・ DOE grant for research
イギリス	IDDIに参加	Mentioned to reduce but no specific target	Mentioned to increase but no specific target	Net Zero innovation Program
フランス	Adopting a low carbon concrete procurement model (not yet committing)	0.78→0.71 (2030)→0.67 (2050)	80%(2030) 85%(2050)	decarbonization industry
イタリア	-	Mentioned to reduce but no specific target	47% (2030) 80% (2050)	-
ドイツ	IDDIに参加	シナリオ1 0.5-0.65 シナリオ2 0.35-0.5 (何れも2050)	シナリオ1 85% (biomass 35%) シナリオ2 90% (biomass 35%) (何れも2050)	・ Contract of Difference (CfDs) Finance the transition to low-carbon technologies.
カナダ	IDDIに参加	0.7 (2030)	No number provided	・ The Strategic Innovation Fund - Net Zero Accelerator (SIF-NZA), 8 billion \$
EU	－	0.77→0.65 (2050)	46%→90% (2050)	・ Green Deal Just Transition Fund
タイ	－	0.69 (2030) > 0.65 (2050)	coal 48% RDF 39% biomass 13% (2030) coal 46% RDF 40% biomass 14% (2050)	・ BOIによる機械に対して課せられる輸入税を活用
中国	－	0.85 (2050)	3%→78% (2060)	-

備考：IDDIとはindustrial deep decarbonisation initiative

出所：各種資料よりNRI作成 リンクはエクセルファイル（2）③各国比較 2に記載済み

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

IDDlにて署名している国とその誓約レベルを以下に記載する

コミット表明国	IDDl/Pledgeレベル
米国	検討中
UAE	
サウジアラビア	
カナダ	
インド	
ドイツ	
イギリス	

Pledge（誓約）

LEVEL1:遅くとも2025年までに、公的建設プロジェクトのために調達された炭素セメント/コンクリートおよび鋼の開示を要求する

LEVEL2:遅くとも2030年までに、すべての公共建設プロジェクトに対してプロジェクト全体のライフサイクルアセスメントを実施し、2050年までにすべての公共建設プロジェクトでネットゼロエミッションを達成する。

LEVEL3:遅くとも2030年までに、国の状況下で可能な限り高い野心を掲げ、公共建設プロジェクトにおいて低排出セメント/コンクリートおよび鉄鋼の調達を要求する。

LEVEL4:2030年から、署名プロジェクトのために、ほぼゼロエミッションの材料生産からのセメントおよび/または粗鋼のシェアの調達を要求する

Industry Deep-Decarbonisation Initiativeは、新たにGreen Public Procurement Pledgeを発表した。この4段階の誓約は、低炭素生産を奨励し、鉄鋼、セメント、コンクリートの使用を奨励することを目的としている。署名国は、すべての公共建設プロジェクトで使用される材料が低排出であることを要求し、「署名プロジェクト」ではほぼゼロ排出の材料を使用することを要求する開始（遅くとも2030年まで）に同意する。米国、UAE、サウジアラビアは、カナダ、インド、ドイツ、英国とともに、産業界の脱炭素化イニシアティブに参加した。

出所：https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-09/USG%20GCEAF%20FACTSHEET_final_1.pdf P.3

<https://www.industrialenergyaccelerator.org/wp-content/uploads/The-GPP-Pledge-brochure.pdf> P.3

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

各国のR&D Fundによりセメント由来CO₂排出量削減に関連する技術開発へのサポートがなされている

セメント産業におけるカーボンニュートラルの研究開発を促進する各国メカニズム

米国	民間	Energy Breakthrough fund	カーボンニュートラル技術に特化した株式非公開のファンドで、米国向けに2.3億ドル、欧州向けに100百万ユーロの基金
	政府	DOE Industrial Efficiency and Decarbonization FOA	米国エネルギー省によって設立された研究開発基金で、重工業の脱炭素化の分野で研究を行う民間および公的機関に資金を提供している。
	政府	DOT formula funding	持続可能な建設資材の使用を通じて高速道路プロジェクトのGHG排出量を削減するために64億ドル
イギリス	政府	Energy Innovation Program	エネルギーの研究開発に5億500万ポンドの基金
	政府	Net Zero innovation Program	ネット・ゼロ・テクノロジーの研究開発とイノベーションに10億ポンドを投資
フランス	政府	decarbonization industry	フランス2030計画の一環として脱炭素産業に56億ユーロ。50億ユーロは産業用地への新技術の展開に使われ、残りの6億1000万ユーロは低炭素産業のためのイノベーションと研究を支援するために使われる。

出所：Energy Breakthrough fund: <https://breakthroughenergy.org/>

DOE Industrial Efficiency: <https://www.energy.gov/eere/amo/industrial-efficiency-and-decarbonization-funding-opportunity-announcement>

DOT Formula funding: <https://www.transportation.gov/grants/dot-navigator/overview-funding-and-financing-usdot#:~:text=Form>
ula%20grant%20programs%20allocate%20funding,%2C%20Tribal%2C%20or%20agency%20discretion.

Energy Innovation Program: <https://www.gov.uk/guidance/energy-innovation>

Net Zero innovation Program: <https://www.local.gov.uk/our-support/climate-change-hub/net-zero-innovation-programme>

Decarbonization industry: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/france-to-invest-e5-6bn-to-decarbonise-industry/>

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

各国のR&D Fundによりセメント由来CO₂排出量削減に関連する技術開発へのサポートがなされている

セメント産業におけるカーボンニュートラルの研究開発を促進する各国メカニズム

カナダ	政府	The Strategic Innovation Fund - Net Zero Accelerator (SIF-NZA)	80億ドルのイニシアチブは、大規模な排出物による脱炭素プロジェクトを促進し、クリーンな環境を拡大する技術とカナダのあらゆる部門にわたる産業変革を加速させる。
	政府	The Clean Growth Hub	技術開発者のクリーン化を支援するために部門や機関を集め、ユーザーは連邦政府のプログラムをナビゲートする
	政府	Sustainable Development Technology Canada (SDTC)	カナダの企業が気候変動、きれいな空気、きれいな水、きれいな土壌に対処するクリーンテクノロジーソリューションを開発し、展開するのを支援する連邦財団。
EU連合	EU連合	Innovation Fund	イノベーション・ファンドは2020年から2030年にかけて約380億ユーロの支援を行い、欧州の脱炭素化に向けた産業ソリューションを市場に投入し、気候中立への移行を支援することを目指す。その目的は、企業がクリーンエネルギーと産業に投資して経済成長を促進し、将来性のある雇用を現地で創出し、世界規模で欧州の技術的リーダーシップを強化できるよう支援することである。

出所： The Strategic Innovation Fund - Net Zero Accelerator (SIF-NZA) : <https://ised-isde.canada.ca/site/strategic-innovation-fund/en>

The Clean Growth Hub: <https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/en>

Sustainable Development Technology Canada (SDTC): <https://www.sdtc.ca/e-bout/>

Innovation Fund: <https://www.euinnovationfund.eu/innovation-fund>

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

セメント由来CO2排出を削減する技術の開発は進み、2023年度に導入が予定されている技術も存在

#	開発中の技術名		企業名	技術開発の段階 (開発中、実証 実験中等)	概要	導入予 定の時 期	投資され ている資 金額
①	Negative Carbon cement	• Cement	• Brimestone	• Pilot Plant	石灰岩の代わりに炭素を含まないケイ酸カルシウムで炭素を含まないポルトランドセメントを作る	2023	55 million\$
②	Lowcarbon cement	• Cement	• Ecocem	• Commercializ ed	一般的なセメントと、EN 197-1認定 CEM III/A 42.5 Nセメントである50%以上の粉砕粒状高炉スラグ (GGBS)を特別に配合したブレンドする	-	22.5 million\$
③	OPUS	• Cement	• TerraCo2	• Commercializ ed	OPUS SCMはフライアッシュと同様の性質を持ち、石炭を燃やさずに製造される。	-	46millio n\$
④	Carbon Capture	• CCUS	• Verdox	• Development	• Verdoxは、CO 2を吸収すると同時に排出することを容易にする電気システムを設計した	-	80millio n\$

出所：<https://www.cnn.com/2022/04/28/carbon-free-cement-breakthrough-dcvc-put-55-million-into-brimstone.html>

<https://verdox.com/#news> <https://terraco2.com/> <https://www.ecocemglobal.com/innovation-technology/innovation>

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント分野）
CN 2050年宣言済み

米国は、政府による低炭素セメント購入による市場創出や、研究開発の加速によりセメント産業由来のCO₂排出削減を目指している



エネルギー由来

プロセス由来

その他

由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	代替燃料を使用する	従来の化石燃料をバイオマスや廃棄物由来の燃料に置き換えることで、温室効果ガス (GHG) の排出量を削減し、埋立からの脱却を目指す	2050年までに石炭を60%>10%削減
プロセス由来	<u>原材料に脱炭素材料を使用</u>	脱炭素材料を使用することで、石灰岩のような伝統的な原料を加工する際のCO ₂ 排出量を削減	2050年までに材料の10%を占める
	新規混合セメントを推進	既存の材料、さらには代替材料を使用して新しいセメントを作成することで、新しい材料の採掘による排出量を削減し、クリンカーの使用量を最適化することで、必要な生産量に見合った排出量を確保する。	2050年までに排出量を60%削減する新しいブレンド
	ポルトランド石灰石セメント (PLC) の使用増加	既存の低炭素ブレンドとして、PLCの普遍的な活用はクリンカーの消費を減らし、排出量を減少させる	2050年までにクリンカー対セメント比0.75
その他	効率化の継続	エネルギー効率の向上により、製品1トンあたりのCO ₂ 排出量を削減。	2050年までにセメント1トンあたりの熱エネルギー使用量を25%削減
	炭素回収、利用、およびストレージ (CCUS) テクノロジーの活用	製造時の排出量を吸収	具体的な数値なし

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

エネルギー省がセメント分野におけるカーボンニュートラル戦略を公表しており、CCUSによる削減幅が6割を占める

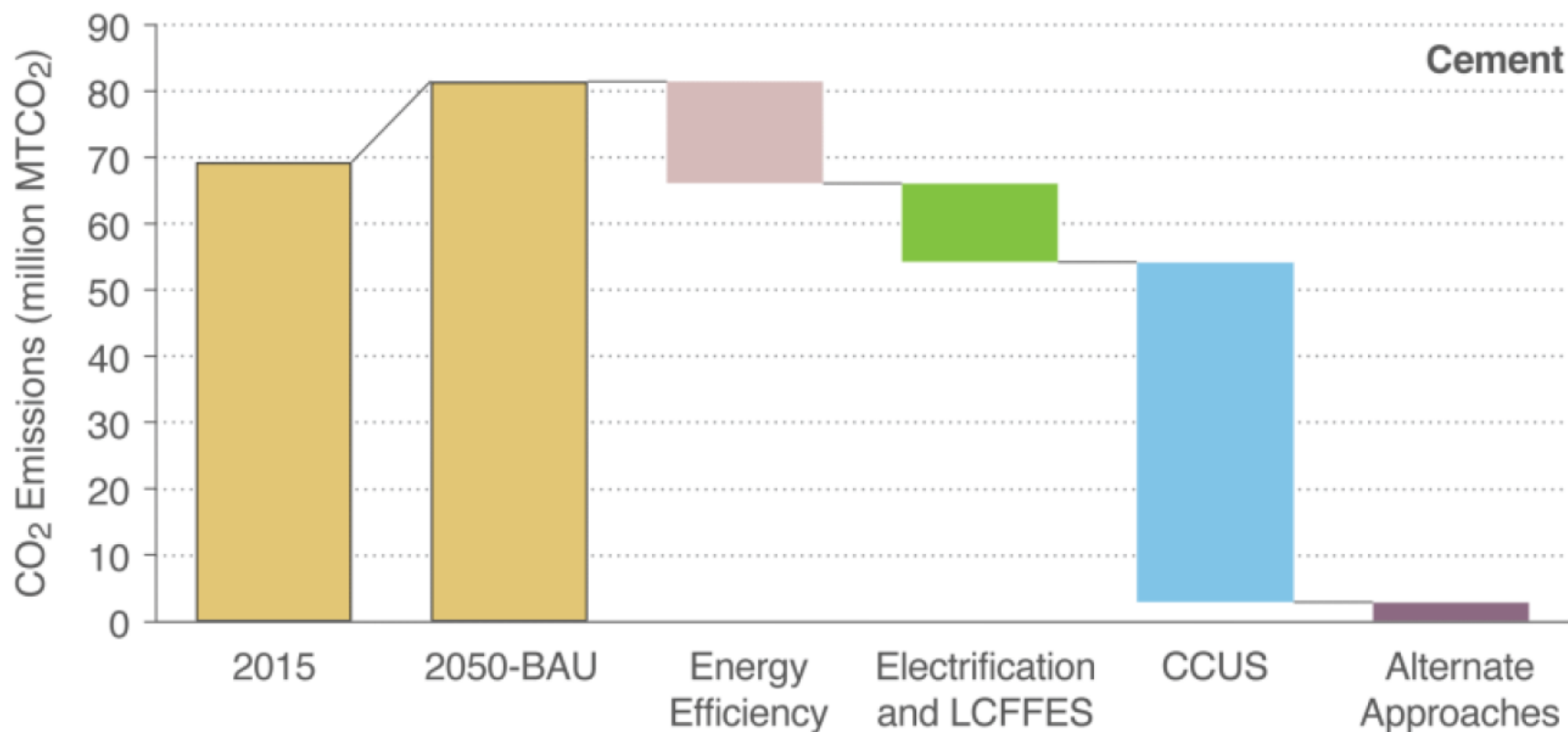


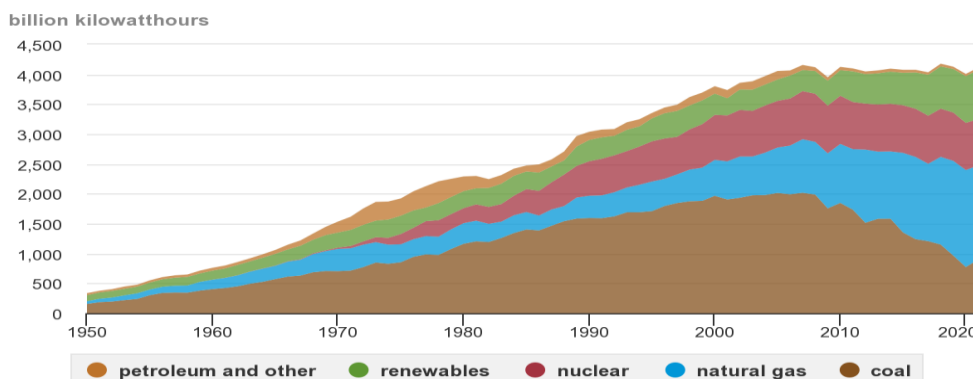
FIGURE 50. IMPACT OF THE DECARBONIZATION PILLARS ON CO₂ EMISSIONS (MILLION MT/YEAR) FOR THE U.S. CEMENT MANUFACTURING SUBSECTOR, 2015–2050.

2. 事業内容（2）③長期戦略調査 米国補足

2020年時点の米国エネルギー源における石炭火力発電比率は20%程度、セメント産業におけるエネルギー源においては40%程度、2050年に向けてこの比率を10%以下まで減らすことを宣言している

米国における発電に占める各エネルギー源割合

U.S. electricity generation by major energy source, 1950-2021

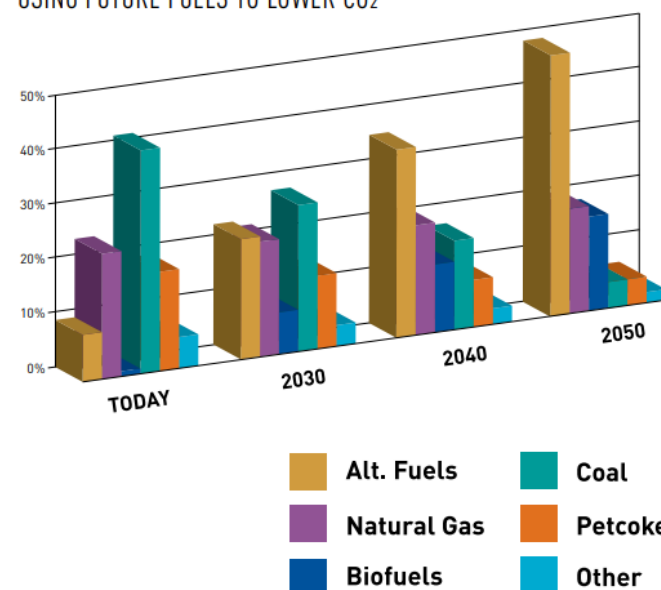


Data source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Table 7.2a, January 2022 and *Electric Power Monthly*, February 2022, preliminary data for 2021
Note: Includes generation from power plants with at least 1 megawatt electric generation capacity.

2020年時点において石炭の占める割合は20%程度

米国のセメント産業における各エネルギー源割合

USING FUTURE FUELS TO LOWER CO₂

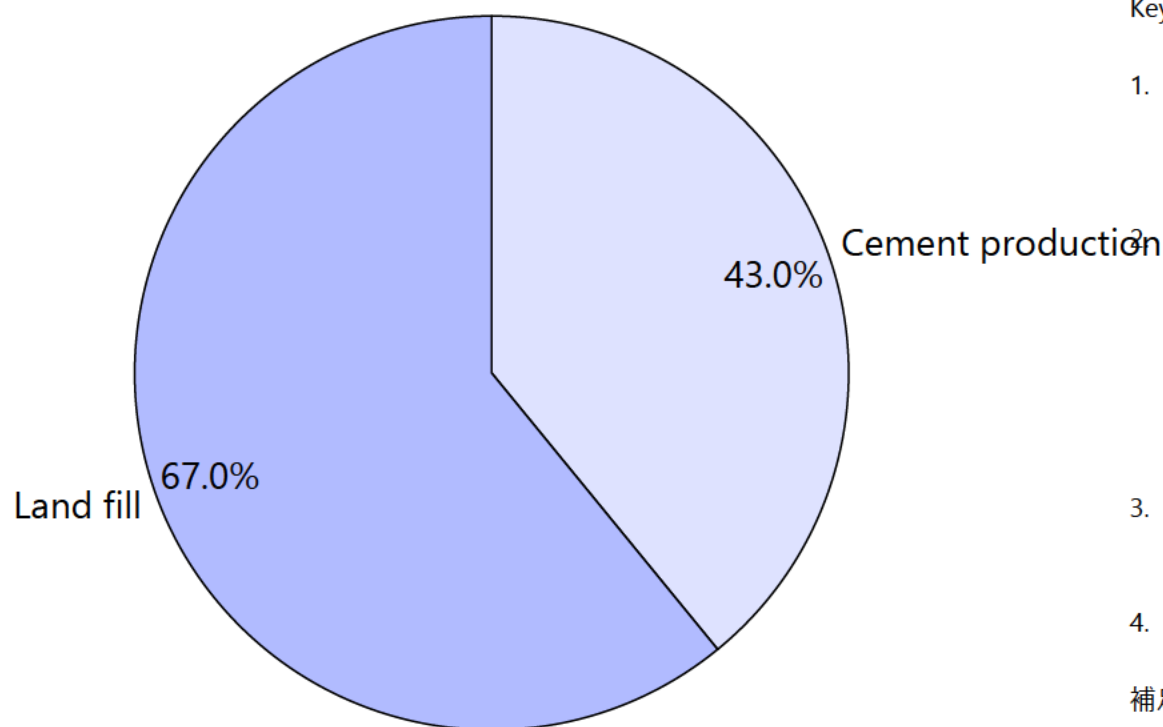


※TODAYとは2021年を指す
セメント産業に占める石炭、ペトロコークの割合は60%程度だが2050年にはこの比率を10%以下まで減らす方針

2. 事業内容（2）③長期戦略調査 米国補足

米国においてフライアッシュのうち30%がセメント生産に活用され残り70%は埋め立てられている状況であり、政府はフライアッシュの利用を推奨

米国のフライアッシュ活用状況（2022年）



米国

Key findings:

1. 25億トンのフライアッシュが現在埋め立て地にあり、これはアメリカの国内需要の150年分に相当する。これはアメリカの環境問題を引き起こしており、政府はセメント生産者に「再生フライアッシュ」をセメント生産に使用するように奨励している

RCRA（Resource Conservation and Recovery Act）の下では、フライアッシュは「非有害」廃棄物に分類されるが、EPA

（Environmental Protection Agency）はセメント生産におけるフライアッシュの安全かつ責任ある使用を確保するための規制とガイドラインを確立している。これらの規制には、フライアッシュの取り扱い、保管、廃棄に関する基準や、セメントに使用されるフライアッシュに含まれる可能性のある特定の汚染物質の量の制限が含まれている。

3. 「再生フライアッシュ」をセメント施設に輸送するには、生産に必要なとされるボリュームが多い為非常にコストがかかり使用に至らない実情がある
4. 多くの場合、米国の多くのセメント工場では、地元で調達されたフライアッシュの代替材料を入手する方が安価である

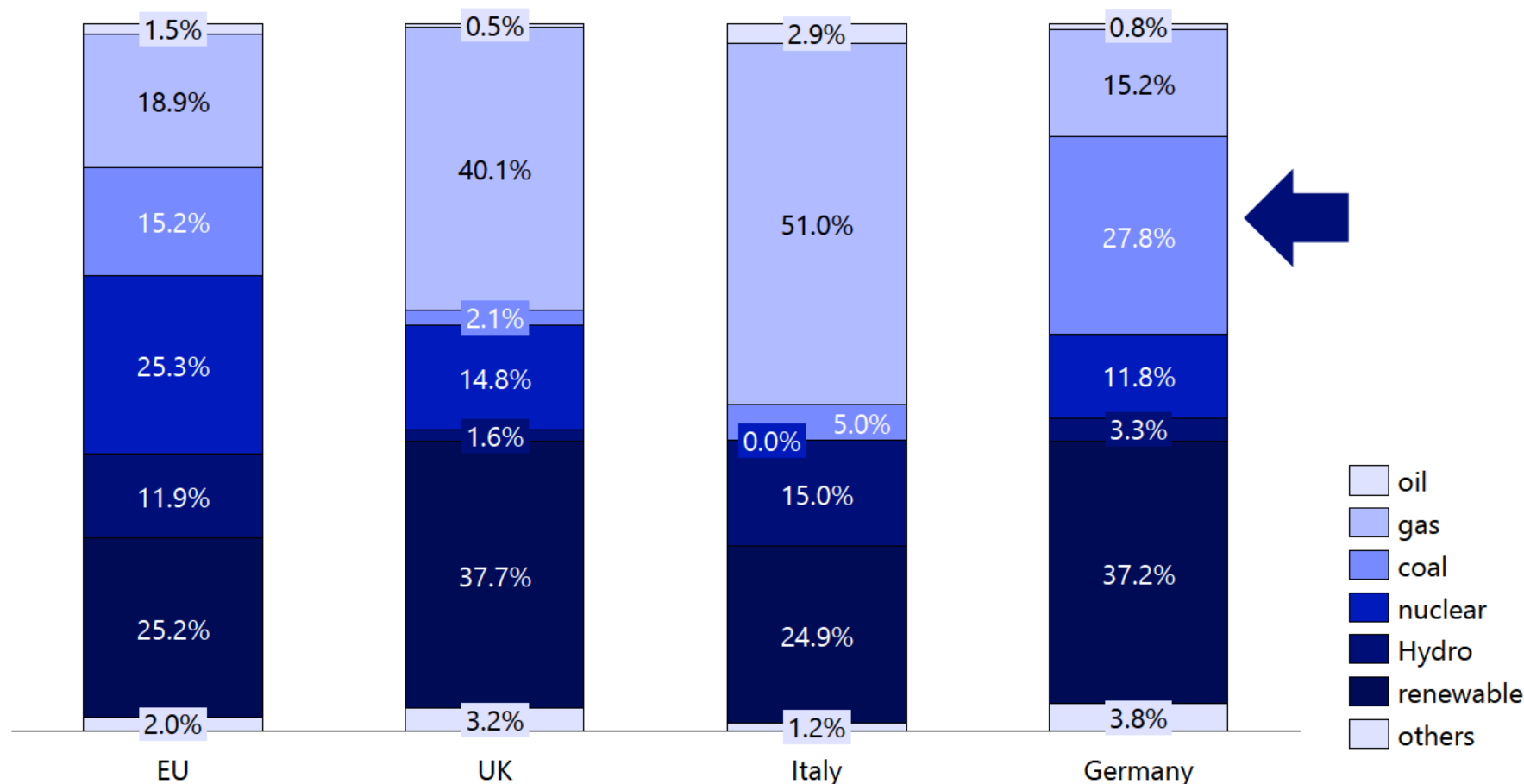
補足

・TCMA（タイセメント協会）のインタビューによると、タイではフライアッシュをセメント製造の材料として使用しないが、コンクリートの混合にSCM（substitute cementitious material）として使用される。フライアッシュの代替材料を見つけることは大きな問題ではないとも述べている。

2. 事業内容（2）③長期戦略調査 米国補足

ドイツ以外のEU各国についてはそもそも石炭火力発電の比率が低く、今後もその比率を高める予定はないため、原料への影響はないといえる

EU及びEU地域各国のエネルギー生産に占める各原料割合





2. 事業内容（2）③長期戦略調査

イギリスはGHG排出量削減に向けて7つのアクションを掲げている。うち5つを達成した場合はNet Zeroを達成し、全て達成した場合にはNet Zeroを超えると説明

Absolute 2050 CO₂ emissions reductions compared to 2018

Delivering beyond net zero is not a linear process but we forecast that seven technology levers will play an important and active part in delivering beyond net zero for concrete and cement.





2. 事業内容（2）③長期戦略調査

イギリスのセメント分野に関する長期戦略は政府とセメント業界が共に削減に向けて対策を取ることを明言している

England's government (Net zero enablers)		England's cement industry (Technology and infrastructure accelerators)	
CO ₂ カウント	国の温室効果ガス会計報告書には、コンクリートの炭酸化によって永久的に取り込まれ、貯蔵されたCO₂が含まれる	基準	低炭素セメントやコンクリートを促進するための基準の開発と利用を加速
規制	- 英国の電力システムが、脱炭素化された電力を国際的に競争力のある価格で供給するように規制 2035年までに電力システムの脱炭素化を約束 (例) 英国における再生可能エネルギーの拡大を監督するため、関連する政府部局で構成される閣僚グループを設置する 2030年までに稼働する少なくとも一つの電力CCUSプロジェクトの展開を支援する	製品開発	- 低クリンカセメント、コンクリート、その他代替セメント、セメント配合を開発する - これらの革新的な材料の使用を促進し、促進する。
ファイナンス	バイオマスや廃棄物バイオマスの利用などエネルギー集約型産業を支援するための資金的支援を行う	プロセス開発	- 脱炭素電気の用途を最適化するための製造プロセスの変更を検討 - キャプチャー技術を組み込み、低炭素燃料に切り替える。 - 化石燃料の代替として廃棄物バイオマスの利用を最適化する
インフラ	すべてのセメント生産者が利用できる公共および/または民間の英国CO₂輸送および貯蔵 (T&S) ネットワークの構築を支援する		

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント分野）
80%のCO₂削減宣言済み

フランスはセメント産業由来のGHG排出量を2030年から2050年までの期間で2015年と比較して80%削減、2050年までに排出量を8.3 Mt CO₂eq削減することを目標に掲げる



エネルギー由来

プロセス由来

その他

由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	電気エネルギー効率	- 工場での直流モーターの交流モーターへの交換 - 最新世代のコンプレッサー/ファンの搭載 - LEDライトの導入	-
		- クリンカー炉冷却器の最新クーラーへの交換 - 予熱塔・予熱器付きドライプロセスセメントの使用	0.44 Mt CO ₂
	燃料切り替え	エネルギー廃棄物等代替燃料の割合増加（現在はエネルギー消費量の41%を占める）	0.86 Mt CO ₂
		燃料に占めるバイオマスの増加	0.37 MtCO ₂
プロセス由来	炭素の回収、使用、保管 (CCUS)	CCUSなどの画期的な技術を使用	5 Mt CO ₂
	セメントの成分	クリンカ含有量35%から50%の低クリンカセメントの市場確立	1.7 MtCO ₂
その他	建設におけるカーボンフットプリント	建築システムの最適化、コンクリートの中性化（再生コンクリート骨材の中性化に関するプロジェクト「Fastcarb」）	-

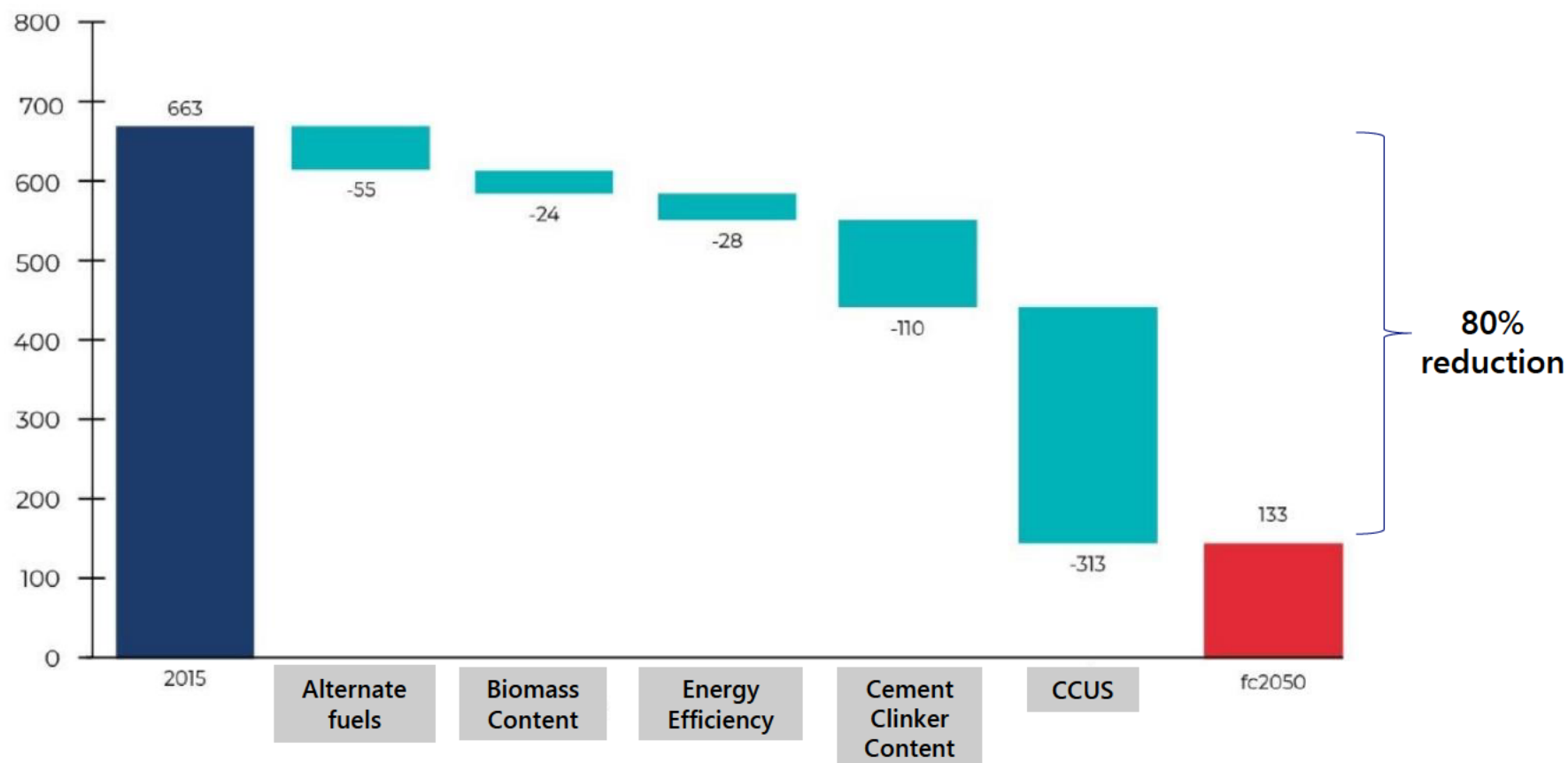
備考: FastCarb (Accelerated Carbonation of recycled concrete aggregate) は、再生コンクリート骨材 (RCA) にCO₂を貯蔵しながら、気孔を塞ぐことで品質を向上させ、最終的には構造物に含まれるコンクリート中のCO₂の影響を軽減するプロジェクトである (<https://fastcarb.fr/en/home/>)

2. 事業内容（2）③長期戦略調査



フランスはセメント由来のCO₂排出量削減の手段として大きく5つのアクションを掲げている。うちCCUSの貢献度が約6割を占める

Level of reducing carbon emission (kgCO₂/t cement)



2. 事業内容（2）③長期戦略調査

フランス政府は中期的（2030年まで）なコミット内容を設定。これらのアクションを講じる費用補助として約1,660億円（1€≒140円）を拠出することを決定している

セメント部門の脱炭素化に期待される政府支援

Action 1	援助スキームの拡張と適応	・ 脱炭素基金のための援助、脱炭素レベルのためのすべてのレベルの期間と範囲の拡張
Action 2	セメント産業廃棄物の分別・処理支援	・ エネルギー廃棄物の利用可能性を高めるため、回収計画やADEMEスキーム*を通じてプロジェクトへの支援を継続し、プラントでの物質とエネルギーの回収を増やす
Action 3	低炭素電力への競争的アクセス	・ 低炭素電力への競争的かつ予測可能なアクセスのためのツールを残業時に維持しつつ、エネルギー消費量の削減を促す
Action 4	新規低炭素セメントの支援	・ 公共調達における環境的・社会的基準の利用を通じて低炭素セメントの導入を加速し、その資源の主要なものを特定する
Action 5	EUレベルの炭素国境調整メカニズム	・ 輸出部門及び下流部門における炭素漏出を回避するための共同措置
Action 6	脱炭素技術の研究開発に対する資金援助	・ クリンカー(か焼粘土、促進炭酸化)の使用に代わる新たな代替品の開発、CCUSなどの脱炭素プロジェクトの産業規模での展開
Action 7	インフラストラクチャの導入に関する戦略的な検討	・ 輸送とストレージのインフラストラクチャ、破壊的なテクノロジーを導入するために必要な資金調達能力、およびこれらのソリューションの社会的受容性を検討する
Action 8	回避された排出量または吸収された炭素を含む考慮	・ セメントスタックからの排出に直接対処しないCO ₂ 削減プロジェクトとして、回避された排出量と吸収された炭素を増加させるためのインセンティブメカニズム

備考: French Agency for ecological transition (ADEME) is a consulting, financial, training and expert body which participates in the implementation of public policies in the fields of the environment, energy and sustainable development under the joint oversight of multiple French Ministries. Its objectives are

- Providing multiple types of financial support and promotes the implementation of regional and national projects.
- Coordinating and participating in the financing of research and innovation

(Example) The ecological component of the recovery plan focuses in particular on the decarbonization of industry (€1.2 billion)

出所：Cement Decarbonization Roadmap CSF Construction Industries (https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relande/DP-20210519-publication-feuille-route-decarbonation-filiere-Ciment.pdf?v=1621505820)

French Agency for ecological transition (ADEME) <https://www.ademe.fr/en/frontpage>

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

(セメント分野)
CN 2050年宣言済み

ドイツの2050年ネットゼロに向けたロードマップをにおいて削減全体における6割をCCUSが占める。その他
クリンカ比率が35 – 50%であるCEM VIの導入などプロセス由来による削減を予定



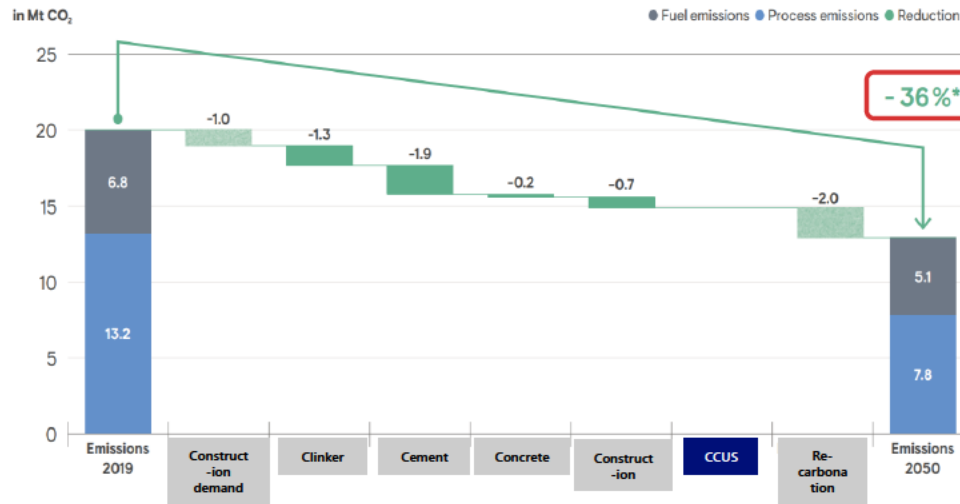
エネルギー由来	プロセス由来	その他
---------	--------	-----

由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	—	生産の効率化と革新	—
プロセス由来	<u>カーボンの回収、使用、保管 (CCUS)</u>	CCUSなどの画期的な技術を使用する	10.4 Million ton CO ₂
	セメント部品	クリンカー含有量35から50%のCEM VIセメントの市場確立	3.8 Million ton CO ₂
	燃料切り替え	バイオマスを含む廃棄物を燃料として、バイオエネルギーと炭素回収・貯留 (BECCS) を組み合わせて利用する	1.6 Million ton CO ₂
		新しいバインダーとエネルギー源としての水素の使用	—
その他	建設需要	2050年までに建設需要を微減	1 Million ton CO ₂

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

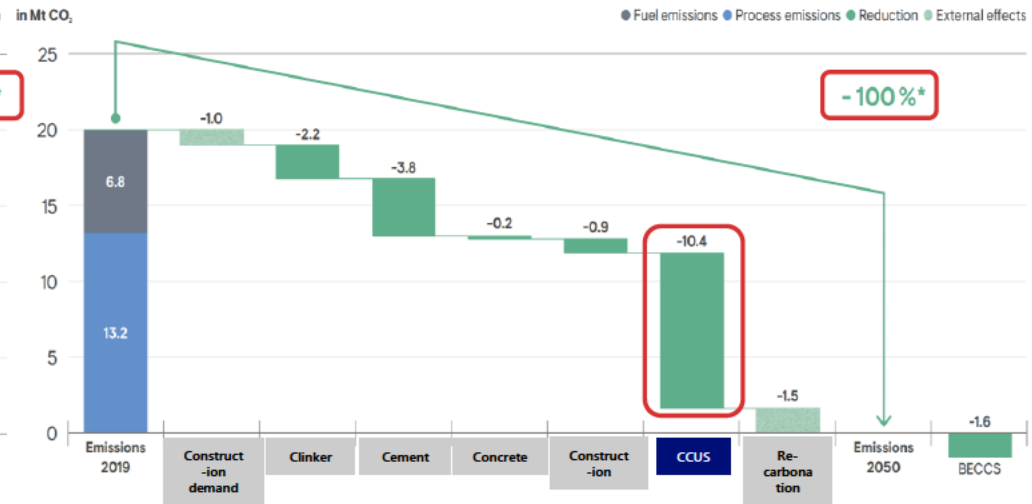
CCUSが実装化された場合はカーボンニュートラルとなるがそうでない場合36%の削減に留まる2シナリオを設定したがヒアリングにて2023年2月現在CNシナリオのみ同協会内では議論されていることを確認

Ambitious reference scenario



- 現在利用可能なCO₂削減技術の展開を強化
- CO₂排出量の低いCEM II/Cセメント (クリンカー含有量50から65%) の利用拡大
- 熱効率の大幅な向上とバイオマスを含む代替燃料の使用

Climate neutrality scenario



- CEM VIセメントの市場を確立 (クリンカー含有量35から50%)
- 新しいバインダーと水素をエネルギー源として利用
- 炭素回収とそれに続く利用と貯蔵 (CCUS) を含む。

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

CCUSの技術開発成功なしにはカーボンニュートラルの達成は難しいと明言しており、その動向により目標値が大きく変化する



Ambitious reference scenario

Climate neutrality scenario

結果

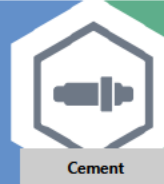
- 2019年と比較して、2030年には19%、2050年には36%のCO₂削減が見込まれている。
- CCUSのような画期的な技術がなければ、セメントやコンクリートを完全に脱炭素化することはできない

- Thermal efficiency: +13%
- Alternative fuels: 85% (of which 35% biomass)
- 15% conventional fuels
- Without CCUS



Clinker

- Focus on CEM II/C
- Clinker-cement factor 63%
- Without new binders



Cement

- Differentiated use of cement in concrete depending on requirement profile



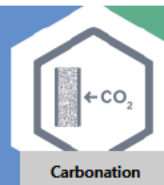
Concrete

- Advancement of concrete construction methods
- Expansion of industrialisation



Construction

- Recarbonation of 20% of process emissions



Carbonation

- Thermal efficiency: +13%
- Alternative fuels: 90% (of which 35% biomass)
- 10% hydrogen
- Use of CCUS

- Focus on CEM II/C and CEM VI
- Clinker-cement factor 53%
- 5% market share of new binders

- Differentiated use of cement in concrete depending on requirement profile

- Further material savings, e.g. new concrete construction methods (incl. carbon concrete, additive production)
- Further industrialisation

- Recarbonation of 20% of process emissions

結果

- 2019年と比較して、2030年までにCO₂排出量を27%削減し、2050年までにネット・ゼロ・エミッションを達成する見込みである。
- CCUS技術の普及により、年間約1040万トンのCO₂が削減される

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント分野）
CN 2050年宣言済み

イタリアの場合CCUSによるCO₂排出量削減が削減幅全体の43%を占める。その他輸送における化石燃料利用の削減、セメント生産時の再生可能エネルギー利用といった対策を想定



エネルギー由来

プロセス由来

その他

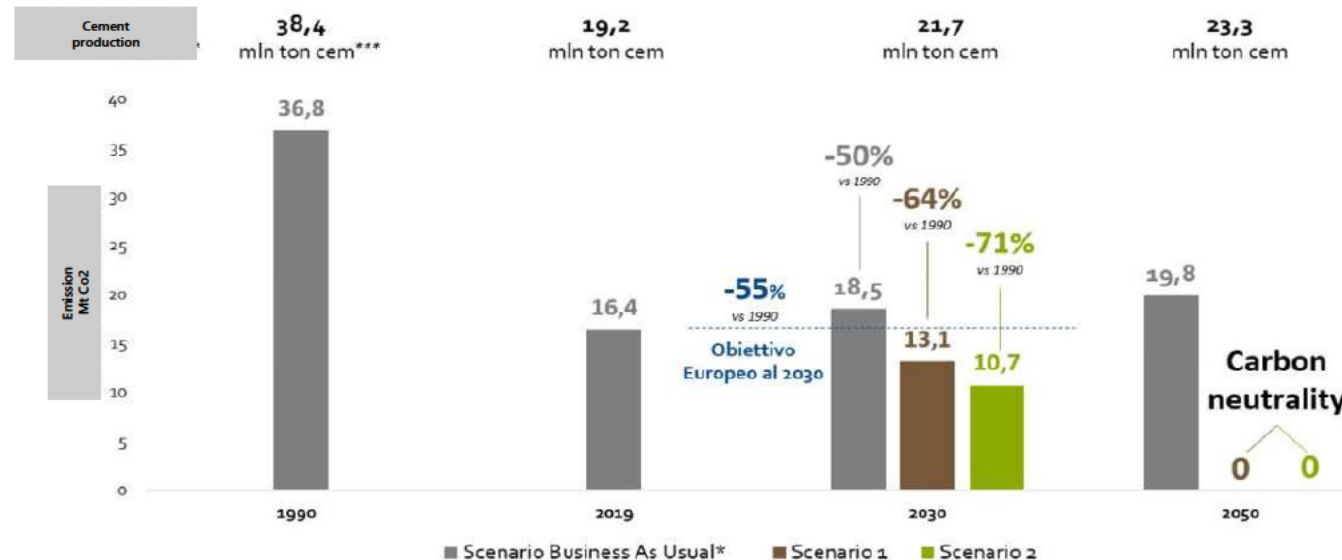
由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	再生可能で効率的なエネルギー	再生可能エネルギーによる電力の生産（および/または購入）と、燃焼段階から回収された熱を利用したエネルギー効率上昇の取り組み	1.1 million ton CO ₂
	代替燃料	バイオマスを含む廃棄物などの代替燃料による従来の化石燃料の代替	2.4 million ton CO ₂
	天然ガスと水素	従来の炭素集約型化石燃料を天然ガスに置き換え、さらに電気分解によって生成されるグリーン水素に置き換える	0.6 million ton CO ₂
プロセス由来	クリンカーセメント比	クリンカーを高炉スラッジやフライアッシュなどの添加物で部分的に代替	1.9 million ton CO ₂
	交換材料の使用	原材料の小麦粉に使用されている石灰石の一部を、廃棄物交換材料や他産業からの副産物に置き換える	1.2 million ton CO ₂
	<u>Carbon Capture Usage and Storage (CCUS)</u>	CO ₂ 排出を吸着。吸着したCOは、新製品の製造や保管に利用できる。	8.5 million ton CO ₂
その他	<u>現地調達とグリーン輸送</u>	現地で利用可能な代替燃料の購入を優先し、化石燃料の供給に要する輸送からの排出量を削減	3.1 million ton CO ₂

出所：The Decarbonization Strategy of the Cement Sector in Italy (https://www.federbeton.it/Portals/0/pubdoc/pubblicazioni/Rapporti/La_strategia_di_decarbonizzazione_del_settore_del_cemento_relazione.pdf?ver=2021-10-18-100142-197)

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

イタリアは2030年までの削減シナリオをCCUSの導入度合いによって2つ設定している

Cement production and CO2 emissions in different decarbonization scenarios



Scenario 1

- 1990年ベースラインから64%削減可能 (36.8から1310万トンのCO₂へ)
- 炉の燃料構成内で代替燃料を広く使用することで、排出量を削減し、化石燃料を輸入する必要がある。
- 天然ガスの使用量が少なく、炉で使用される全熱エネルギーの10%を賄う。
- 全国的な炭素回収設置のための1つのプラントとしてのCCUSシステムの導入量が少ない

Scenario 2

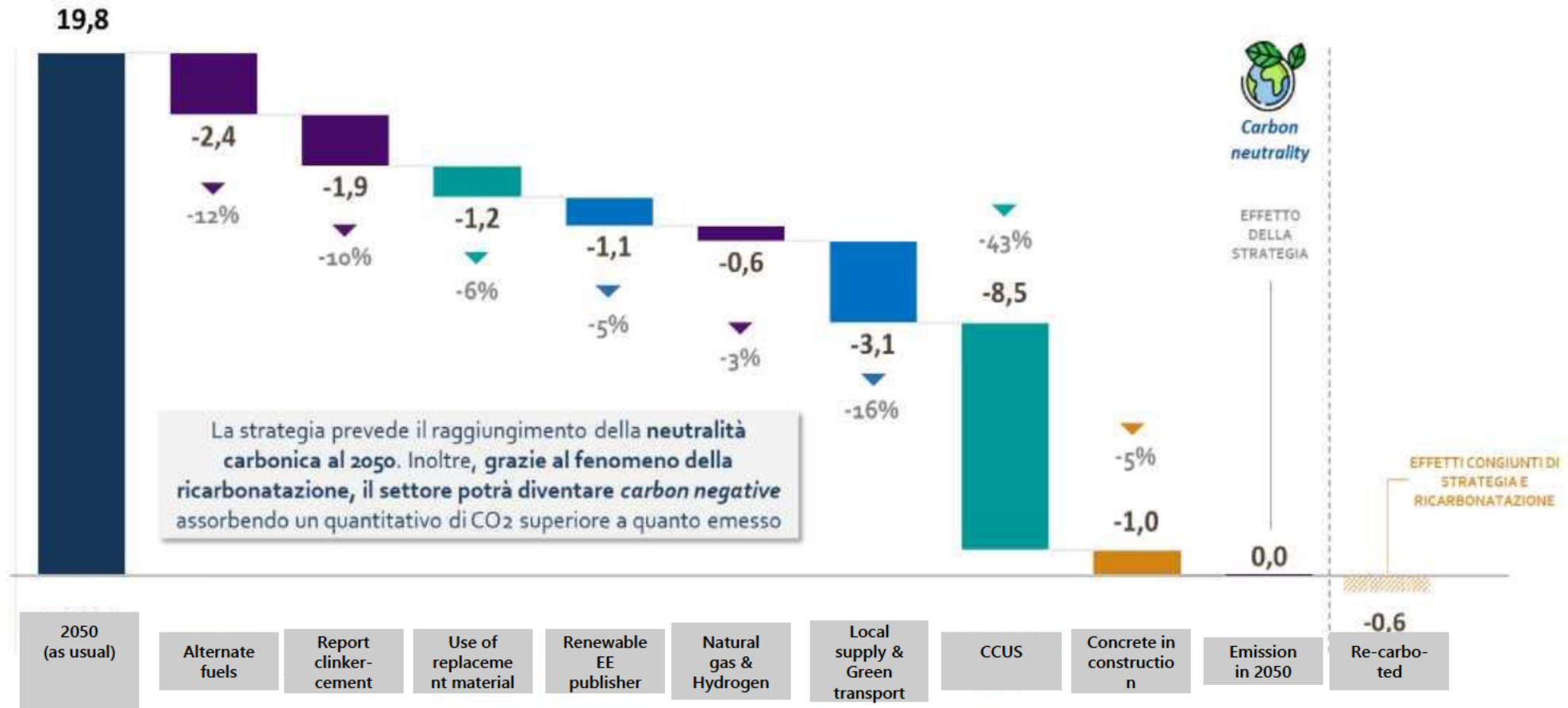
- 1990年ベースラインから71%削減可能 (36.8→1060万 t CO₂)
- 燃料ミックスへの天然ガス導入支援を強化
- 天然ガスの熱寄与率は30%に達する
- CCUSシステムは全国5工場に導入予定

2. 事業内容（2）③長期戦略調査



イタリアの2050年までのカーボンニュートラル戦略は主にCCUS、グリーン輸送、再生可能エネルギーの導入により達成を予定している

Reduction of CO2 Emission by 2050



2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント分野）
CN 2050年宣言済み

カナダの長期戦略においてはCCUSの導入により20－40%の削減を計画、その他再生可能エネルギーの活用、クリンカ比率の削減を対策として挙げている



エネルギー由来

プロセス由来

その他

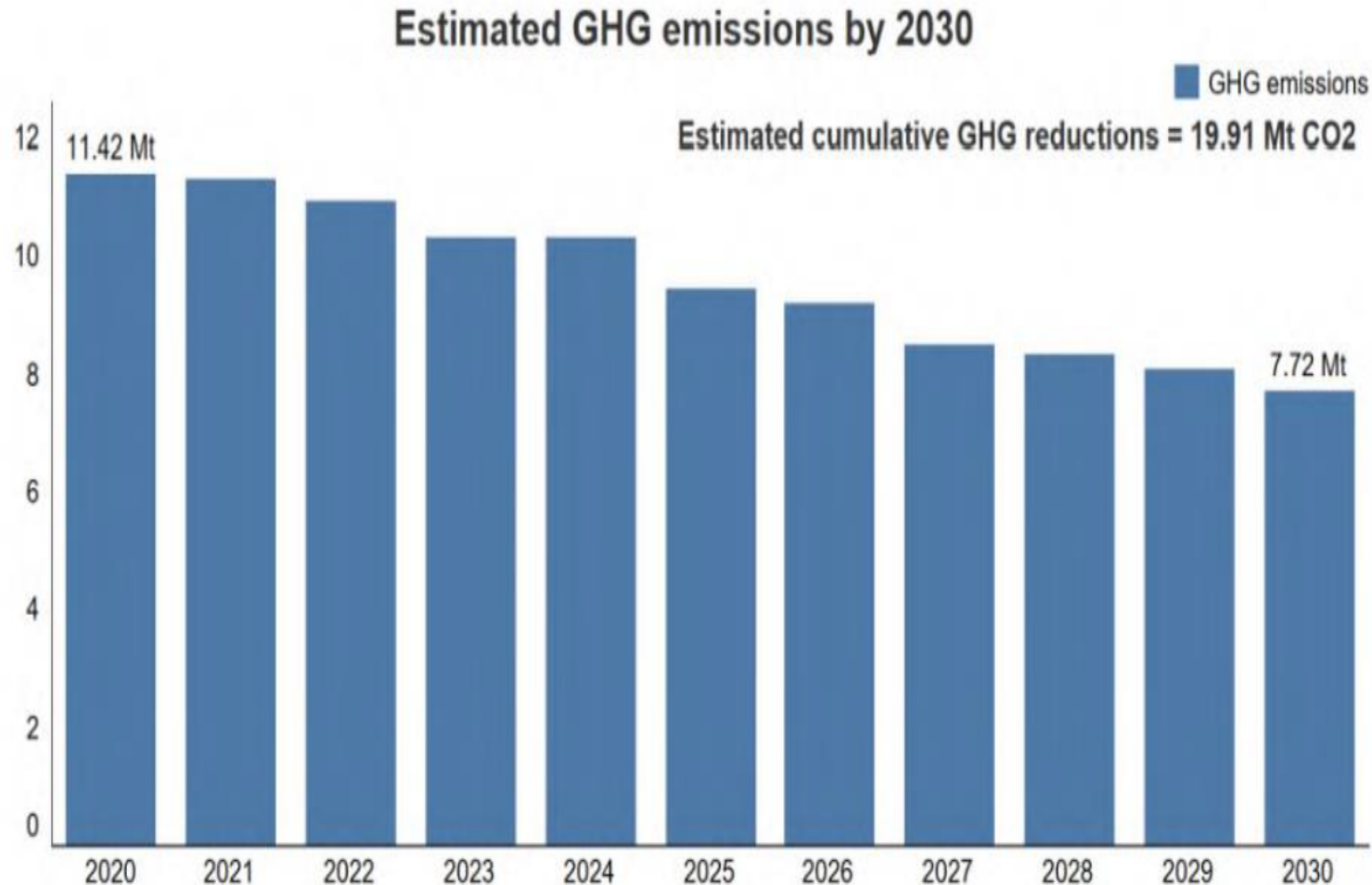
由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	代替燃料の使用増加	従来の排出量の多い化石燃料ベースのエネルギー源の代わりに低排出クリーン燃料源を使用	-
	<u>クリーンな電気の利用とエネルギー効率の向上</u>	セメント工場で考えられる効率化対策を講じる	モーターの可変周波数ドライブへのアップグレードやフライス加工作業の改善などの電気改修。
プロセス由来	<u>クリンカ量を減らす</u>	脱炭素原料利用を増やす 特に可能なものは現地調達を行い燃料の長距離輸送しない	2030年までにクリンカ代替原料の比率を30%以上つまりクリンカー比が0.70を目指す
	<u>CCUS</u>	CCUSによるCO ₂ 回収	第2世代CCUS※により20-40%削減

備考：第二世代CCUSとはカルシウムループや化学ループなどを示す

出所：roadmap-net-zero-carbon-concrete-2050

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

カナダは2050年のカーボンニュートラルを宣言しており、2030年までの中期的な目標、アクションプラン（Priority area1-3）を発表済み。2030年以降のアクションプランについてはまだ公表されていない状況





Priority 1 コンクリート市場に必要とされる商業的・規制的条件を創出することがネットゼロと循環型経済に迅速に適応するために必要とされる

Priority area #1: カナダのセメント市場の発展

Action 1	2050年までにカナダでカーボン・コンクリートのネットゼロを達成するためのイノベーション、技術、研究開発戦略と政策を支援する
Action 2	グリーン調達方針の策定に一体となって取り組む
Action 3	低炭素セメントおよびコンクリート製品の具体化された炭素データおよびライフサイクルインベントリデータを定期的に更新および開示することを含め、関連データの可用性と品質を向上させる
Action 4	規範と基準の開発サイクルを加速して、低炭素セメントとコンクリートの迅速な展開を確保し、特に性能ベースの設計の探求に重点を置く
Action 5	National Master Specification (NMS) を更新して、既存の低炭素セメントソリューションを認識し、NMS を引き続き使用して、新しい基準が承認されたときに、セメントとコンクリートのイノベーションに対する市場全体の認識と信頼を構築するのに役立てる
Action 6	公的および民間部門のバイヤー、設計者、建築業者向けに調整された専門能力開発イニシアチブを立ち上げる 建築、エンジニアリング、建設コミュニティの継続的な教育をサポートし、コード、標準、仕様の既存の規定が完全に活用され、新しい低炭素規定が十分に伝達され、理解されるようにする



Priority 2バリューチェーン全体に渡って技術革新と産業移行を推進する

Priority area #2:革新と移行の推進

Action 1	国内外の利害関係者と協力して、研究開発と展開活動を特定して支援。 学界との協力を促進して、カナダが低炭素セメントとコンクリートで世界的なリーダーシップを維持できるよう試みる
Action 2	カナダの循環型、ネットゼロセメントセクターの将来図は一部時間の経過とともに入手しにくくなる産業副産物に依存していることを考慮しそのギャップと影響を評価する
Action 3	クリンカー代替原料や混和剤の利用を含め、炭素排出を減らす新しい技術的解決策を策定、開発すること
Action 4	低リスクインフラ実証プロジェクトにおいて、実証済みの新技術の調達、利用を促進する
Action 5	建設部門にける技術開発を促進するメカニズムとして自主基準の使用を促進する



2. 事業内容（２）③長期戦略調査

Priority1

Priority2

Priority3

Priority 3 新たな輸出機会の追求、新たな政策動向に関する国際的な協力と提言を通じてカナダのコンクリート産業を低炭素の世界的リーダーとして位置づける

Priority area #3:カナダのセメント産業をグローバルリーダーの位置づけへ

Action 1 低炭素セメントおよびコンクリート製品、システムおよび技術の国際市場を優先付けする

Action 2 CCUSなどの主要技術と低炭素燃料の協調評価に取り組む

Action 3 強固で透明性のある炭素会計方法論と検証手順の整合性を確保する

Action 4 バイ・クリーン戦略の開発アプローチに関するカナダと米国の相乗効果を追求する

Action 5 CBAM対策の策定における国際協力の機会を特定する

備考：CBAM：Carbon Border Adjustment Mechanism 他国からEUにSteel, Cement, Electricity, Fertilizer, Aluminumなどを輸出する際にTaxが課せられるシステム、

カナダは低炭素製品の開発、輸出により競争力のある製品を輸出することを目論む

出所：Canada cement association https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/sites/default/files/documents/2022-11/roadmap-net-zero-carbon-concrete-2050_0.pdf

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント/コンクリート分野）
CN 2050年宣言済み

EUの中央協会としてのCEMBUREAUは加盟国に対するガイドラインを示しているが、達成の時間軸等については義務化するものではなく各国の独自の計画に委ねている



エネルギー由来

プロセス由来

その他

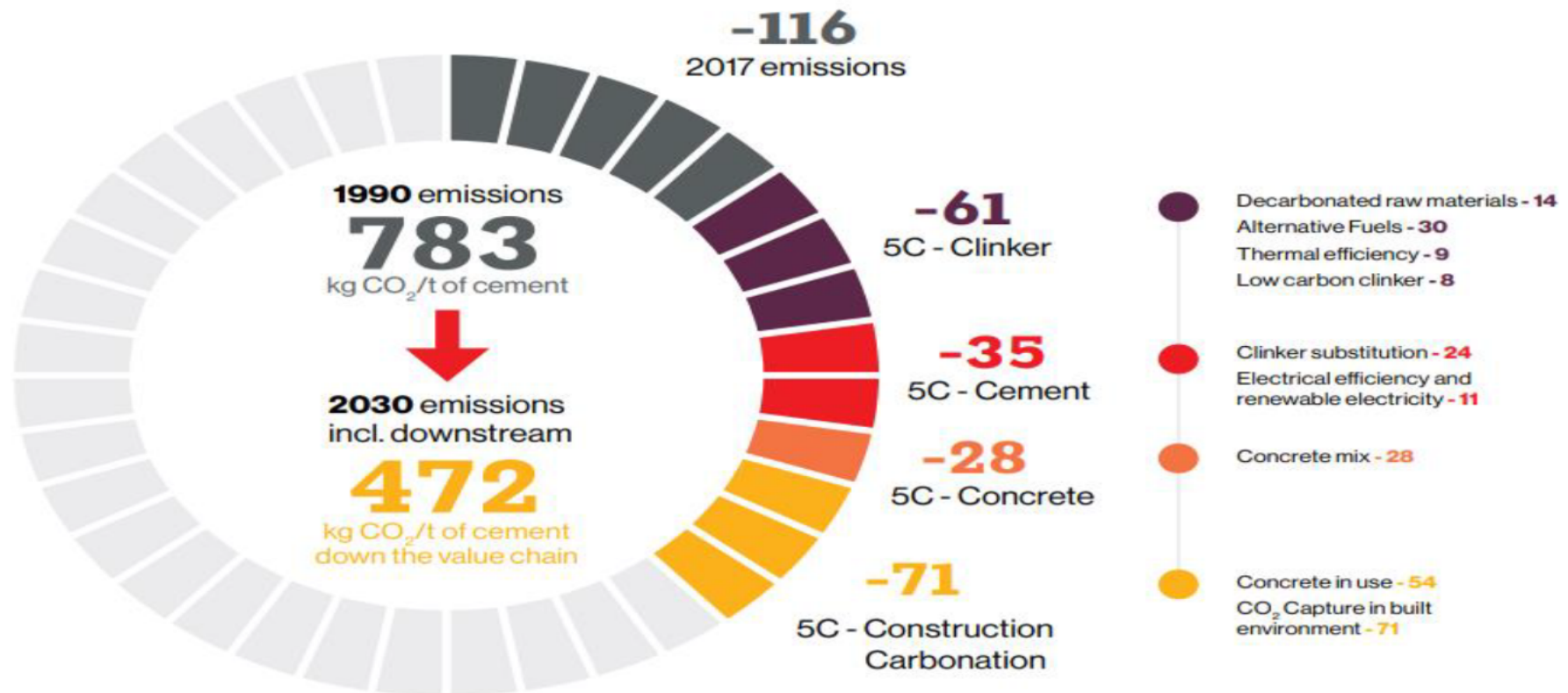
由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	燃料代替とゼロエミッション燃料の研究	材料が現地で入手可能であれば、代替燃料の使用を90%以上に増やす技術的な障害はない。実際、いくつかの工場は、適切な規制環境、国民の受け入れ、投資支援のおかげで、そのレベルを達成している。	再生可能エネルギー比率 60%（うちバイオマス30%）（2030年） 再生可能エネルギー比率 90%（うちバイオマス50%）（2050年）
	熱効率	プレヒーターおよびその他のタイプのキルンを仮焼成キルンに変換 冷却器から熱を回収し、セメント工場に必要な電力の最大20%を発生させる。	2030年までに熱効率を4%改善し、2050年には14%まで改善する
プロセス由来	代替脱炭素原料	CO ₂ 排出量を大幅に削減するためには、代替の脱炭素材料を使用することが一つの選択肢である	2030年までに脱炭素材料を用いてCO ₂ を3.5%削減する 2050年までに最大8%削減する。
	新型セメントクリンカーとミネライザーの使用	化学的に新しいタイプのセメントクリンカーが開発されている 従来のポルトランドセメントクリンカーとは異なる。	プロセス由来CO ₂ 排出量を2030年までに2%、2050年までに5%削減。
	<u>CCUS</u>	CCUSによるCO ₂ 回収	2050年までに、さまざまな二酸化炭素回収技術を総合的に使用することで、二酸化炭素排出量を42%削減する。

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

EUの2030年に向けたCO₂排出削減計画において再生可能エネルギーの利用、エネルギー効率の改善、低炭素原料の利用などが手段として挙げられている

CEMBUREAU 2030 roadmap

CO₂ reductions along the cement value chain (5Cs: clinker, cement, concrete, construction, re-carbonation)

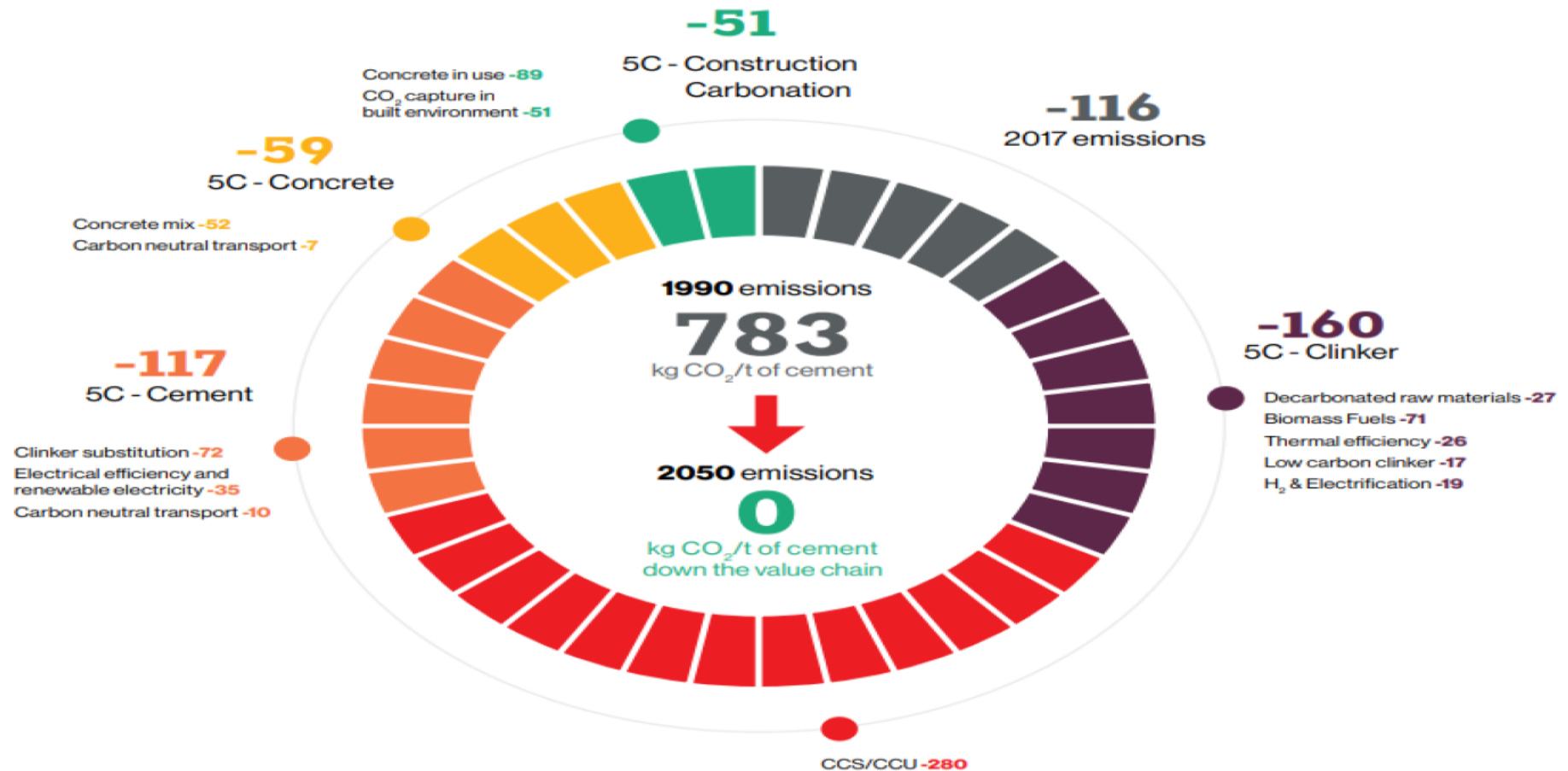


2. 事業内容（2）③長期戦略調査

EUの2050年に向けたカーボンニュートラルロードマップにおいてクリンカーの代替、Concrete in use、CO₂ 吸収などが主な対策として挙げている

CEMBUREAU 2050 roadmap

CO₂ reductions along the cement value chain (5Cs: clinker, cement, concrete, construction, re-carbonation)



2. 事業内容（2）③長期戦略調査

ロードマップは2050年までに3030万トンのCO₂を削減することを見込んでおり、2030年までは、セメント比率の低減や代替バインダーの導入を中心に取り組む方針



エネルギー由来

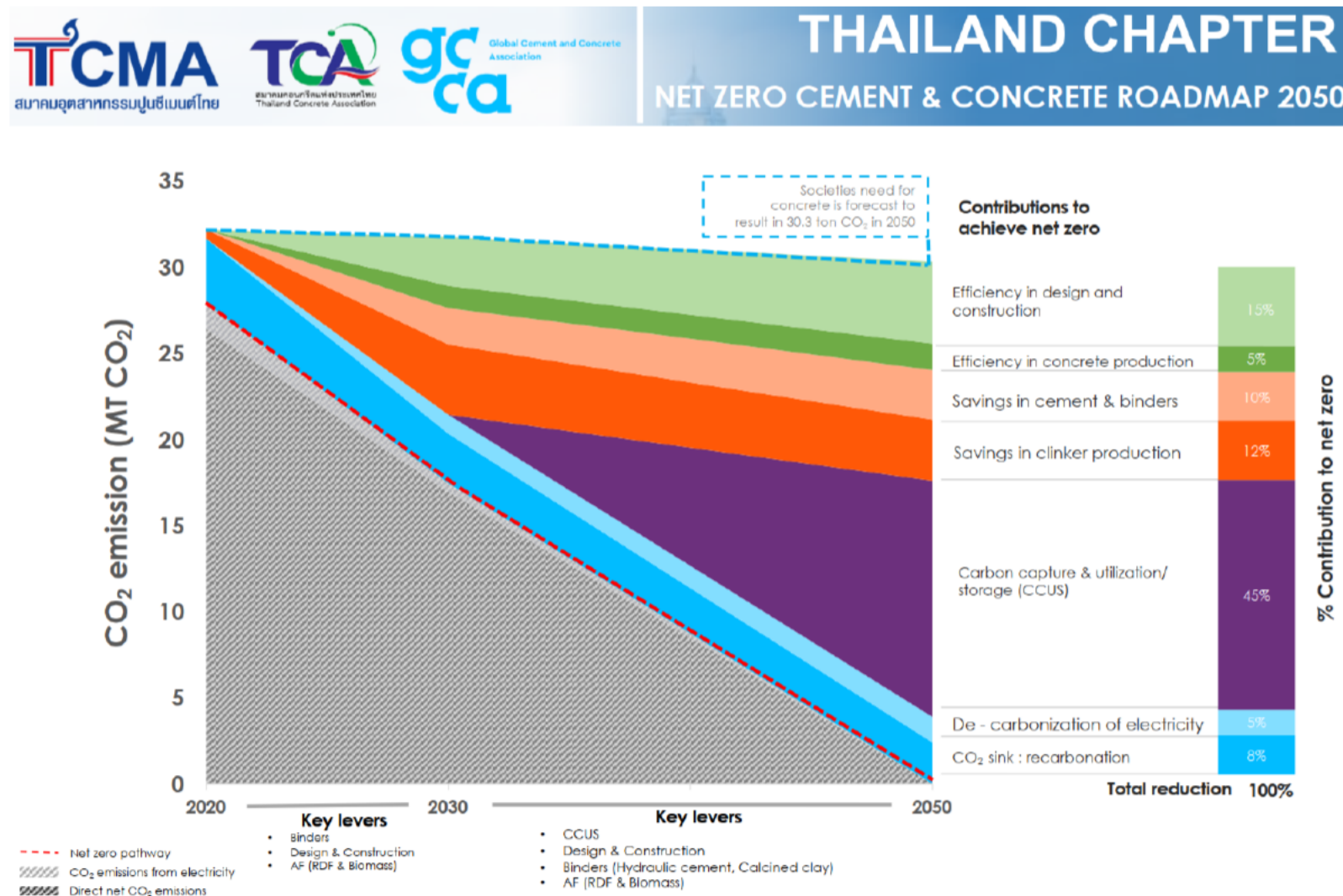
プロセス由来

その他

由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	クリンカー生産における省エネルギー	バイオマスなどのクリンカー生産における代替資源の利用	12%
	電気の脱炭素化	電気の最適利用	5%
プロセス由来	CCUS	CCUS技術の実装	45%
	セメント・バインダーの節約	セメント生産への代替バインダーの導入、セメント生産におけるクリンカー比率の低減	15%
	コンクリート生産の効率化	鉄スラグ、石灰石、高炉廃棄物、シリカヒュームなどの代替材を利用しセメントを生産する	5%
その他	設計・施工の効率化	セメントの使用量を最適に設計・削減	15%
	CO ₂ Sink (Re-carbonation)	コンクリートのCO ₂ 吸収	8%

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

ロードマップは2050年までに3030万トンのCO₂を削減することを見込んでおり、2030年までは、セメント比率の低減や代替バインダーの導入を中心に取り組む方針



2. 事業内容（2）③長期戦略調査

タイにおいて国家戦略及びNDC内にセメント由来のCO₂排出削減への言及がなされるが個別セクターの戦略に落とし込まれている

長期戦略		セメントに関する言及
ビジョン / 長期目標	① Climate Change Master Plan (2015-50)	- 適切なベースラインを用いて、より包括的な産業用GHG排出量データベースと報告システムを開発する - 廃熱回収を促進する
戦略	② Thailand Nationally Determined Contribution (NDC) Roadmap on Mitigation 2021 – 2030	- クリンカー代替材の比率を高め、水硬性セメントの利用を推進 - pozzolanic, coal ash, rice husk ash, iron slag, limestone, blast furnace waste and silica fumeなどのクリンカー代替材を使用する。
戦略	③ Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy	主にクリンカー代替と地球温暖化係数 (GWP) の高い冷媒の代替に注力する。
個別セクター戦略	④ Thailand Net Zero Cement & Concrete Roadmap 2050	2050年までにネットゼロを達成するための7つの貢献から構成される

出所 ① https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2019/07/CCMP_english.pdf

② https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2021/09/NDC_Action_Plan_IPPUInd-WW_sector.pdf

③ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Thailand%20LT-LEDS%20%28Revised%20Version%29_08Nov2022.pdf

2. 事業内容（2）③長期戦略調査

（セメント分野）
CN 2060年宣言済み

中国は国家として2060年のカーボンニュートラルを宣言、セメント産業についても同年でのCNを宣言済み



エネルギー由来

プロセス由来

その他

由来	項目(下線項目は注力分野)	詳細	具体的な数値目標（削減幅）
エネルギー由来	燃料代替	従来の排出量の多い化石燃料ベースのエネルギー源に代わり、低排出クリーン燃料源を使用	固形廃棄物45% バイオマス8% 水素25% (2060)
	<u>エネルギー効率</u>	セメント工場で考えられる効率対策を講じる	2060年までに工場の90%が焼成省エネ設備を導入する
プロセス由来	<u>クリンカの削減</u>	脱炭素原料比率の増加。特に現地で調達され、長距離輸送されないものを優先する	具体的数値の明言はなし
	原材料の代替	代替低炭素材料の使用	2060年までに15%
	低炭素セメントクリンカーを開発		2030年までに市場シェア10%とする
	<u>CCUS</u>	CCUSによるCO ₂ 回収	2050年までに30%、2060年までに90%吸収
その他	脱炭素型コンクリート	具体的な言及はなし	-
	CO ₂ の活用	具体的な言及はなし	-

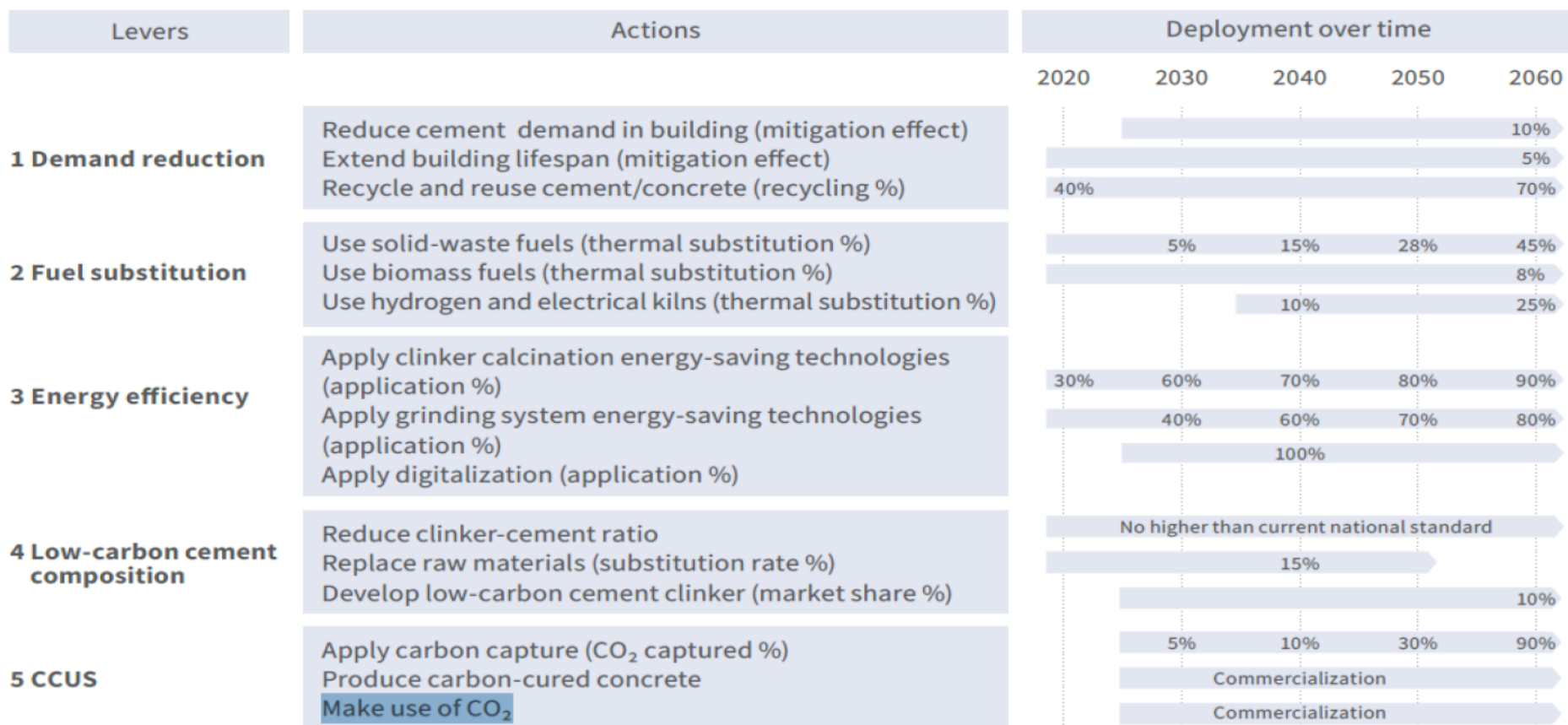


2. 事業内容（2）③長期戦略調査

中国のロードマップにおいて2060年でのカーボンニュートラルを宣言しアクション及びその削減比率を掲載しているが具体的な計画については記載がない

Exhibit 2

Deployment timeline for key levers in the cement industry's transition to net zero



The text is framed by two decorative swooshes. The top swoosh is a gradient bar transitioning from blue on the left to red on the right, arching over the text. The bottom swoosh is a solid blue bar, also arching under the text.

Share the Next Values!