

2023年10月26日

重工業研究会との定例懇談会
セメント産業の循環型社会実現への貢献とカーボンニュートラルに向けた取組み
－ 補足資料 －

(一社)セメント協会
生産・環境委員会

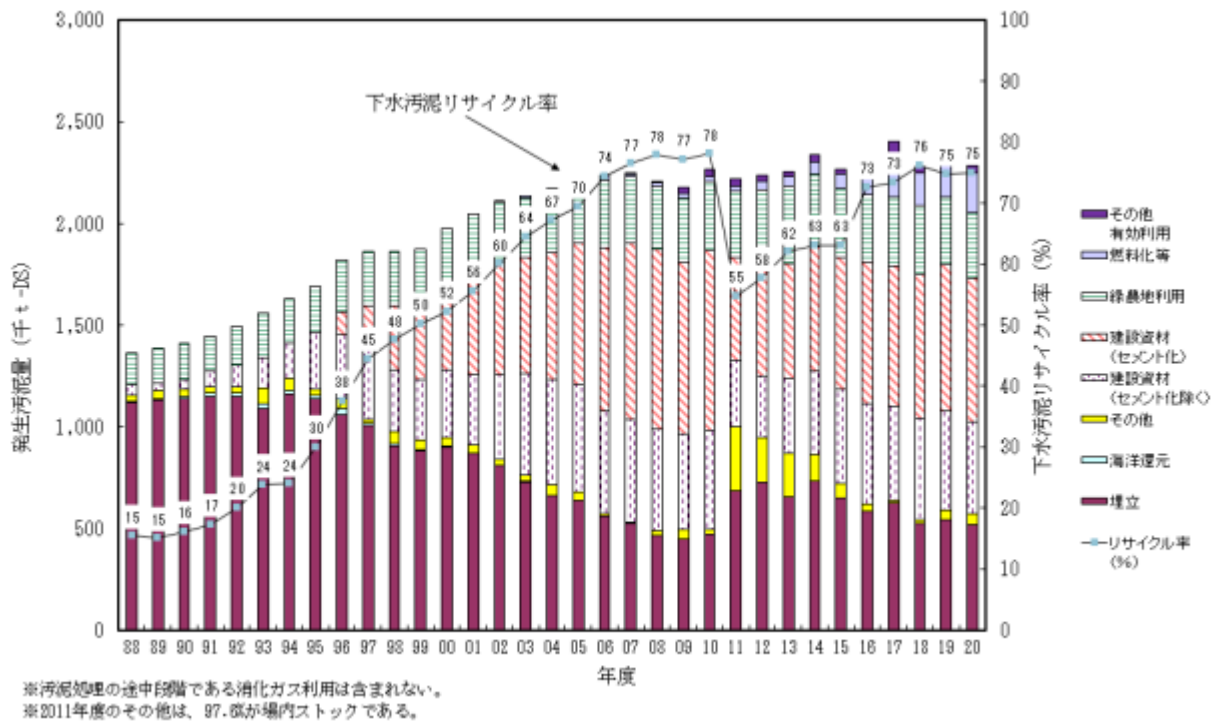
本資料はPPT資料「セメント産業の循環型社会構築への貢献とカーボンニュートラルに向けた取組み」の各ページに記載した内容に関する補足資料です。

- 【P. 3】「セメント産業の廃棄物受入れ処理が果たす役割」
 - 【P. 4】「(1)循環型社会実現に向けて：セメント産業の廃棄物・副産物利用」
 - 【P. 5】「(1)循環型社会実現に向けて：わが国の物質フローと廃棄物のセメント資源化」
 - 【P. 6】「(1)循環型社会実現に向けて：エネルギー代替廃棄物の利用拡大」
 - 【P. 7】「(2)循環型社会実現に向けて：災害廃棄物の処理支援」
 - 【P. 9】「セメント産業からの二酸化炭素排出の現状」
 - 【P. 10】「(3)CN行動計画の進捗：エネルギー原単位と総CO₂排出量の削減」
 - 【P. 11】「(3)CN行動計画の進捗：エネルギー代替廃棄物の利用拡大⇒省エネ法改正による非化石エネルギーの利用拡大」
 - 【P. 12】「(3)CN行動計画の進捗：エネルギー原単位と総CO₂排出量の削減」
 - 【P. 13】「(3)CN行動計画の進捗：革新的技術-省エネ型セメントの技術開発」
 - 【P. 15、16】「(4)CNに向けた取組み：GI基金事業における進捗状況」
-

【P. 3】「セメント産業の廃棄物受入れ処理が果たす役割」

＜下水汚泥の受け入れ＞

下水道における資源・エネルギー利用



〔出所〕 国土交通省HP

https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html

＜清掃工場で発生する生活ごみ焼却灰の受け入れ＞

全国にある清掃工場で生活ごみを焼却した後に残る灰の約1割をセメント工場で受け入れ、資源化している。

— 都市ごみ焼却灰のセメント資源化率計算方法 —

- 焼却残渣最終処分量 (A)
- 焼却灰・飛灰のセメント資源化量 (B)
- 溶融スラグ化量 (C)
- 飛灰の山元還元量 (D)
- $(B) \div (A+B+C+D)$

(例) 令和3年度(2021年度) 環境省発表「ごみ処理状況」

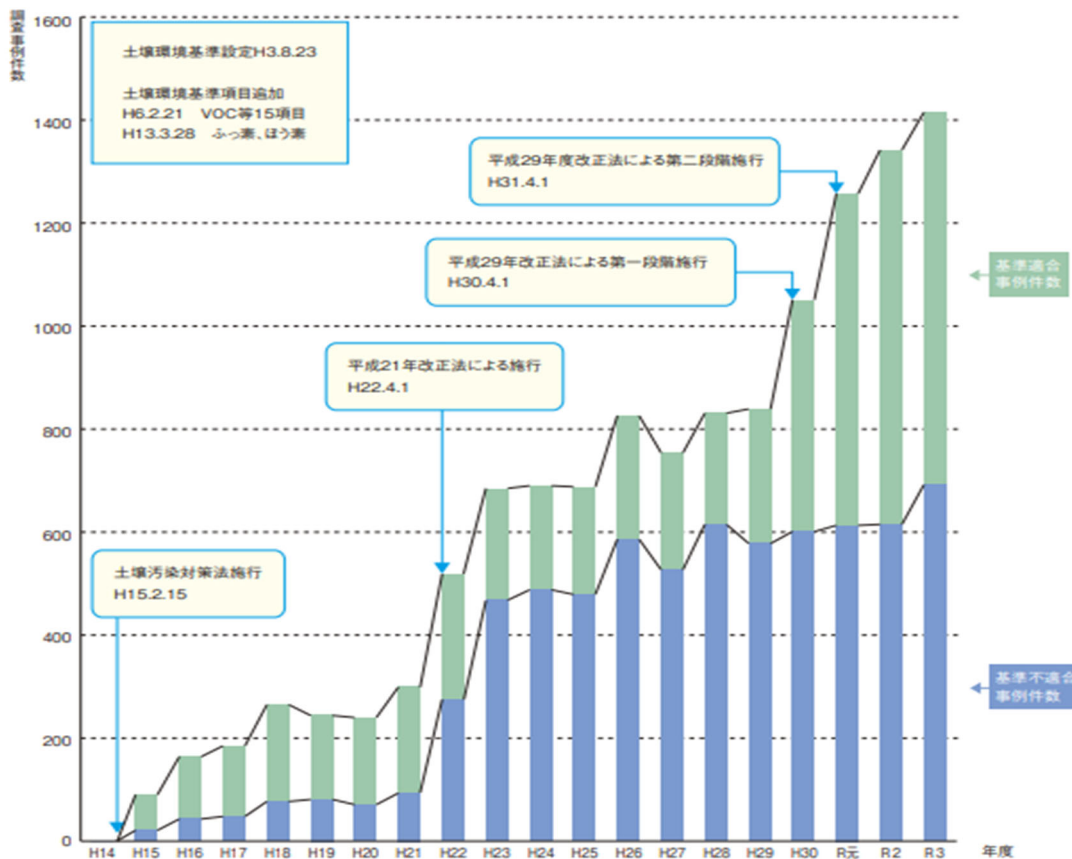
- 焼却残渣最終処分量 (A) : 2,673,367 t
- 焼却灰・飛灰のセメント資源化量 (B) : 478,815 t
- 溶融スラグ化量 (C) : 518,747 t
- 飛灰の山元還元量 (D) : 43,428 t
- $(B) \div (A+B+C+D) = 12.9\%$

<汚染土壌の受入処理（セメント資源化）>

都道府県等が把握した土壌汚染の調査件数は年々増えており、土壌汚染が見つかる件数も増えています。（<https://www.env.go.jp/content/000147627.pdf>）

セメント業界では、土壌汚染対策法に基づき、自治体より処理施設の許可を取得したセメント工場において、汚染土壌を受け入れ、クリンカ原料として資源化に努めています。

年度別の土壌汚染判明事例件数（土壌汚染対策法の対象となったもの）



〔出典〕「令和3年度土壌汚染対策法の施行状況及び土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果」

2021年度実施状況

法対象土壌：242.9万 t

セメント工場で受入処理した法対象土壌；30.7万 t

セメント業界の受入割合：12.6%

<参考>

法対象外土壌：367万 t

セメント工場で受入処理した法対象外土壌；85万 t

セメント業界の受入割合：23.2%

【P. 4】「(1)循環型社会実現に向けて：セメント産業の廃棄物・副産物利用」
 <セメント産業の廃棄物・副産物の使用量の推移>

(単位:千t)

種類	主な用途	1990年度	2000年度	2010年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
石炭灰	原料、混合材	2,031	5,145	6,631	7,600	7,597	7,750	7,681	7,593	7,286	7,450	6,893
高炉スラグ	原料、混合材	12,213	12,162	7,408	7,301	7,434	7,398	7,852	7,430	6,981	6,939	6,519
汚泥、スラッジ	原料	341	1,906	2,627	2,933	3,052	3,255	3,267	3,091	2,950	2,904	2,864
副産石こう	原料(添加材)	2,300	2,643	2,037	2,225	2,149	2,179	2,229	2,091	2,032	2,098	2,000
燃えがら(石炭灰は除く、 ばいじん、ダスト)	原料	468	734	1,307	1,442	1,534	1,524	1,530	1,554	1,482	1,471	1,534
建設発生土	原料	—	—	1,934	2,278	1,850	1,823	1,531	1,214	1,241	1,159	946
廃プラスチック	熱エネルギー	0	102	445	576	623	643	718	746	746	774	784
非鉄鉱滓等	原料	1,559	1,500	682	722	757	795	811	740	725	708	612
製鋼スラグ	原料	779	795	400	395	405	374	387	441	364	439	388
木くず	熱エネルギー	7	2	574	705	642	543	517	450	437	400	379
鋳物砂	原料	169	477	517	429	409	446	455	407	336	379	365
廃油	熱エネルギー	90	120	275	293	324	314	335	322	245	302	273
廃白土	原料、熱エネルギー	40	106	238	311	287	287	264	260	260	267	272
再生油	熱エネルギー	51	239	195	179	195	209	223	236	282	236	256
ガラスくず等	原料	0	151	111	129	141	130	152	165	154	151	142
廃タイヤ	原料、熱エネルギー	101	323	89	57	69	63	70	65	69	68	80
肉骨粉	原料、熱エネルギー	0	0	68	57	57	59	60	63	71	71	68
RDF、RPF	熱エネルギー	0	27	48	37	35	37	40	46	46	34	39
ボタ	原料、熱エネルギー	1,600	675	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	—	14	253	408	382	438	502	459	506	447	445	462
合計	—	21,763	27,359	25,995	28,053	27,997	28,332	28,583	27,422	26,155	26,294	24,878
セメント生産高		86,849	82,373	55,903	59,074	59,114	60,202	60,074	57,978	55,894	55,588	51,339
セメント1t当たりの使用量(kg/t)		251	332	465	475	474	471	476	473	468	473	485

(注)1.「建設発生土」は2002年度以降調査を開始 2.「汚泥・スラッジ」は下水汚泥を含む
 3.「石炭灰」は電力業界以外の石炭灰を含む 4.「その他のセメント」用は含まれていない

【出典】セメントハンドブック2023年度版 p. 6

<セメント工場における廃棄物・副産物等受入れ処理による産業廃棄物処分場の延命効果>

【試算】

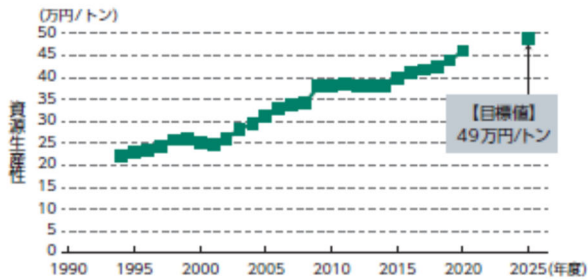
(A)	産業廃棄物最終処分場残余容量(2022年4月1日現在)	171,085 (千m ³)
(B)	産業廃棄物最終処分場残余年数(2022年4月1日現在)	19.7 (年)
(C)	2022年度以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 [(A)/(B)]	8,685 (千m ³)
(D)	セメント工場が1年間に受入れている廃棄物・副産物等の容積換算試算値(2021年度実績)	18,973 (千m ³)
(E)	セメント工場が受入処理しなかった場合の最終処分場の残余年数試算値 [(A)/(C)+(D)]	6.2 (年)
(F)	セメント工場が廃棄物等を受入処理することによる最終処分場の延命効果試算値 [(B)-(E)]	13.5 (年)

(A) (B) の出所：環境省

【P. 5】「(1)循環型社会実現に向けて：わが国の物質フローと廃棄物のセメント資源化」

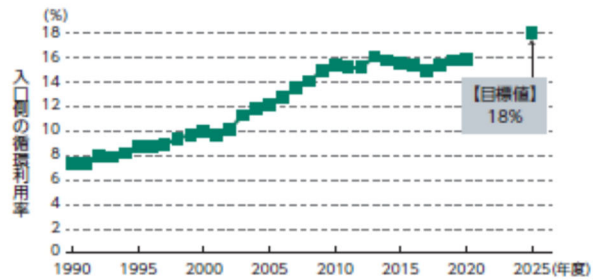
環境省が公表している「環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」において「循環型社会の形成」の章で「我が国の物質フロー」を掲載している（最新の令和5年度版ではp. 146の図3-1-1）。「第四次循環基本計画」では物質フローの「入口」、「循環」、「出口」に関する指標について目標が設定されており、その進捗は以下の通り。本文でも述べたように、セメント産業ではわが国の循環利用量の約11%を資源化しており、最終処分量の低減に寄与していることが分かる。

図3-1-2 資源生産性の推移



資料：環境省

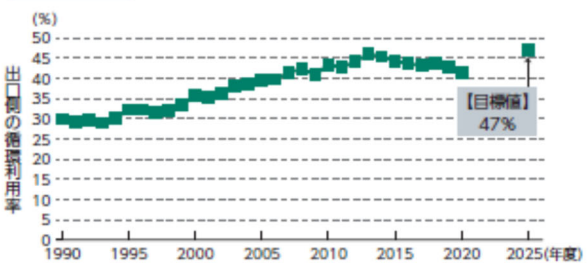
図3-1-3 入口側の循環利用率の推移



※：推計方法の見直しを行ったため、2016年度以降の数値は2015年度以前の推計方法と異なる。

資料：環境省

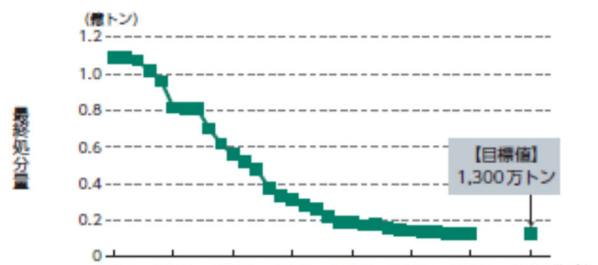
図3-1-4 出口側の循環利用率の推移



※：推計方法の見直しを行ったため、2016年度以降の数値は2015年度以前の推計方法と異なる。

資料：環境省

図3-1-5 最終処分量の推移

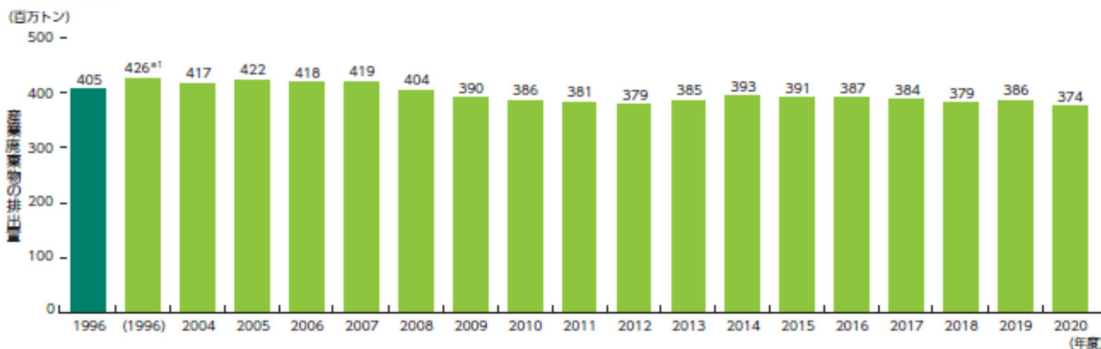


資料：環境省

〔出典〕 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（令和5年版）p. 147

なお、産業廃棄物の排出量は年間約4億トン前後で推移しており、大きな変動は見られない。
 <産業廃棄物の排出量の推移>

図3-1-9 産業廃棄物の排出量の推移



※1：ダイオキシン対策基本方針（ダイオキシン対策関係閣僚会議決定）に基づき、政府が2010年度を目標年度として設定した「廃棄物の減量化の目標量」（1999年9月設定）における1996年度の排出量を示す。

注1：1996年度から排出量の推計方法を一部変更している。
 2：1997年度以降の排出量は※1において排出量を算出した際と同じ前提条件を用いて算出している。

資料：環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」

〔出典〕 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（令和5年版）p. 150

【P. 6】「(1)循環型社会実現に向けて：エネルギー代替廃棄物の利用拡大」

＜廃プラスチックの受入処理＞

セメント業界では、1998年度より、廃棄物となったプラスチックごみの受入処理を開始し現在に至っている。

今日に至るまで設備投資を進めてきたことにより、1998年度では2万tの受入処理量が2022年度においては、39倍の78万tの受入処理を行なうに至っている。

〔廃プラスチックの排出量、有効利用量および最終処分量の推移(参考)〕

単位：万t

年度	排出量	有効利用量				未利用量			
		マテリアル リサイクル	ケミカル リサイクル	サーマル リサイクル	計	単純 焼却	埋立	計	有効利 用率
2000	997	139	10	312	461	238	298	536	46%
2005	1,006	185	29	368	582	164	260	424	58%
2010	945	217	42	465	724	97	125	222	77%
2012	929	204	38	502	744	96	89	185	80%
2013	940	203	30	535	767	98	74	172	82%
2014	926	199	34	534	768	91	67	158	83%
2015	879	173	30	498	701	86	93	178	80%
2016	860	174	29	492	695	78	87	166	81%
2017	863	177	27	506	710	74	79	152	82%
2018	861	188	26	507	720	71	70	141	84%
2019	850	186	27	513	726	70	54	125	85%
2020	822	173	27	509	710	66	47	113	86%
2021	824	177	29	510	717	63	45	107	87%

〔出所〕(一社)プラスチック循環利用協会 <https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf2.pdf>

「セメント工場で受け入れている廃プラスチックの由来例」

＜家庭ごみ＞

1995年に公布された容器包装リサイクル法では、家庭ごみを分別・収集し、リサイクル(再商品化)することにより省資源社会の構築を目指している。

プラスチック製容器包装廃棄物については、材料リサイクルによって発生するプラスチック類残渣の処理について、2018年度より、原則、埋立処分が禁止され、2020年度からは単純焼却も禁止され、資源として有効利用が図れる処理方法を採用することとされた。

また、ケミカルリサイクル(高炉還元剤、油化等)によって発生するプラスチック類残渣も2020年度より埋立処分が禁止されている。

セメント業界では、材料リサイクルの段階で、材料リサイクルに不向きな残渣廃プラスチックを多く受け入れている。

詳細：日本容器包装リサイクル協会HPに掲載

<https://www.jcpra.or.jp/recycle/recycling/tabid/434/index.php>

＜自動車破砕くず＞

自動車リサイクル法では、自動車メーカーは、シュレッダーダストを再商品化する義務を背負っており、再資源化体制について大臣認定を受けなければならない。

セメント工場は再資源化施設として選定され、ASRを受け入れ、セメント製造用のエネルギー並び

に原料として有効利用している。

2022年度ASR総引取重量：484,198 t (A)

2022年度にセメント工場で受け入れたシュレッダーダスト：88,949t (B)

(B) / (A) = 18.4% (国内で発生するシュレッダーダストの18%をセメント工場で受け入れ資源化している)

[ASR総引取重量出所：]自動車破碎残さリサイクル促進チームHP

<https://www.asrrt.jp/service/results/2021/index.html>

豊通りサイクル(株)ASR再資源化事業THチームHP

<http://www.toyotsurecycle.co.jp/asr/results.html>

自動車シュレッダーダスト (ASR) : Automobile Shredder Residueの略で、使用済み自動車を破碎し、鉄やその他の金属を回収した後に残る残渣。主な成分は、廃プラスチック、樹脂、発砲ウレタン、繊維、ゴム、金属くずなど。従来はその多くが埋立処分。

<建設現場>

建設現場にて解体工事などで発生した混合廃棄物などは中間処理施設に運ばれ、金属くず、紙くず、木くず等に選別、破碎、再資源化される。廃プラスチックは圧縮され、ビニールに梱包されてセメント工場に持ち込まれる。

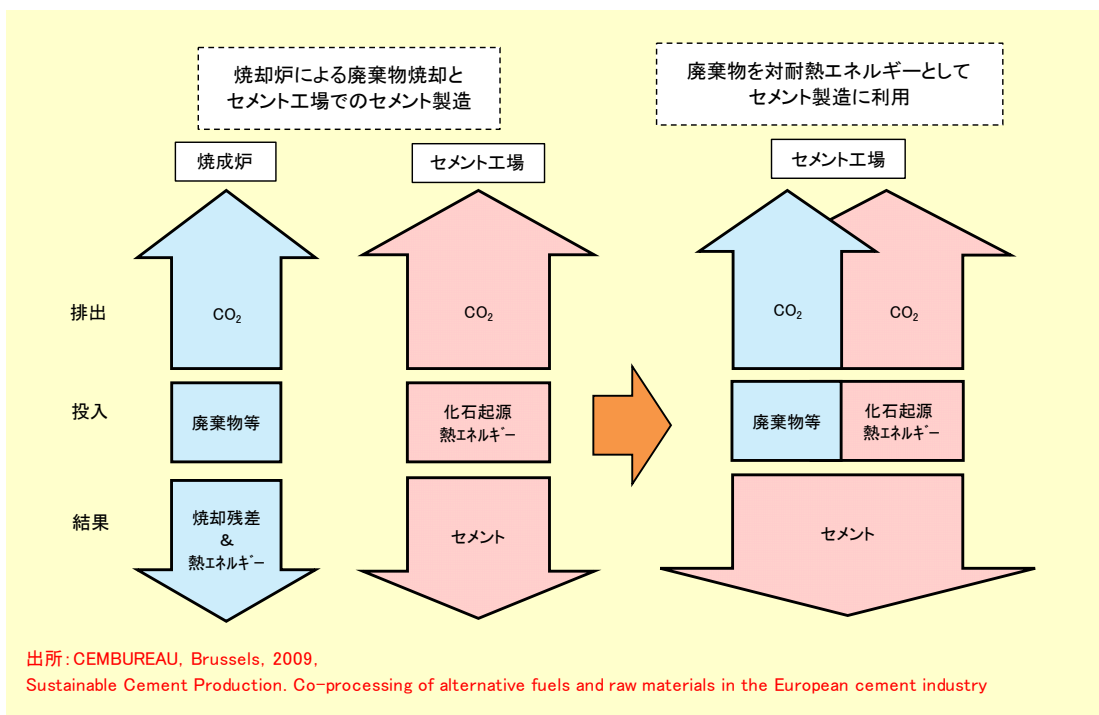
<農業>

農業用に使用されたフィルムは、その多くはマテリアルリサイクルされていますが、それでも、セメント工場等に持ち込まれエネルギー回収されています、

参照：農業用フィルムリサイクル促進協会

<http://www.noubi-rc.jp/>

<セメント産業で廃プラスチックをエネルギー回収することによる温室効果ガスの低減>



「セメントの常識」より

【P. 7】「(2)循環型社会実現に向けて：災害廃棄物の処理支援」

＜自治体との協定（セメント協会調査）＞

太平洋セメント(株)

- ・三重県ならびに三重県いなべ市との「循環型社会の形成の推進に関する協定」
(2015年8月28日)
- ・大分県ならびに大分県津久見市との「循環型社会の形成の推進に関する協定」
(2016年12月2日)
- ・岩手県ならびに岩手県大船渡市との「循環型地域社会の形成に関する協定」(2017年10月19日)
- ・宮城県との「包括連携協定」(2019年6月4日)
- ・北海道ならびに北海道北斗市との「循環型社会形成の形成に関する協定」(2020年12月24日)
- ・埼玉県ならびに埼玉県熊谷市との「循環型社会の形成の推進及び災害廃棄物の処理に関する協定」(2021年1月21日)
- ・埼玉県ならびに埼玉県日高市との「循環型社会の形成の推進及び災害廃棄物の処理に関する協定」(2023年7月13日)

住友大阪セメント(株)

- ・高知県および高知県須崎市との「災害廃棄物の処理に関する協定」(2019年10月31日)
- ・千葉県船橋市との「災害廃棄物等の処理に関する基本協定」(2020年3月12日)
- ・宮城県との「包括連携協定」(2020年10月30日)
- ・栃木県との「包括連携協定」(2020年12月2日)
- ・兵庫県赤穂市との「包括連携協定」(2021年7月13日)
- ・千葉県柏市との「災害廃棄物の処理に関する協定」(2021年8月25日)
- ・兵庫県との「包括連携協定」(2021年11月25日)
- ・八戸セメント、青森県八戸市との「包括連携協定」(2022年3月22日)
- ・栃木県佐野市との「包括連携協定」(2022年6月30日)
- ・八戸セメント、青森県との「包括連携協定」(2022年12月26日)

(株)トクヤマ

- ・周南市と災害時の緊急避難場所に関する協定 (2021年3月29日)

＜災害廃棄物以外の自治体への協力＞

八戸セメント(株)

- ・重油が付着した海岸漂着物の受入開始 (2021年9月9日) <https://www.soc.co.jp/news/62522/>

住友大坂セメント(株)

- ・愛知県豊川市の災害廃棄物の受入開始 (2023年7月27日) <https://www.soc.co.jp/news/70760/>

【P. 9】「セメント産業からの二酸化炭素排出の現状」

＜CO₂排出の低減に向けて：石灰石代替となるクリンカ原料用産業廃棄物の組成＞

セメント業界が受け入れている廃棄物には天然原料と組成に近いものがある。廃棄物原料を使用することは国内資源循環、天然資源の保護に繋がっている。

また、セメントの主原料である石灰石と置き換えることは、プロセス起源の温室効果ガスの排出量削減にもなり、国において毎年取りまとめられている「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」では、石灰石代替の廃棄物を控除し温室効果ガスの排出量を算出する方法が定められている。

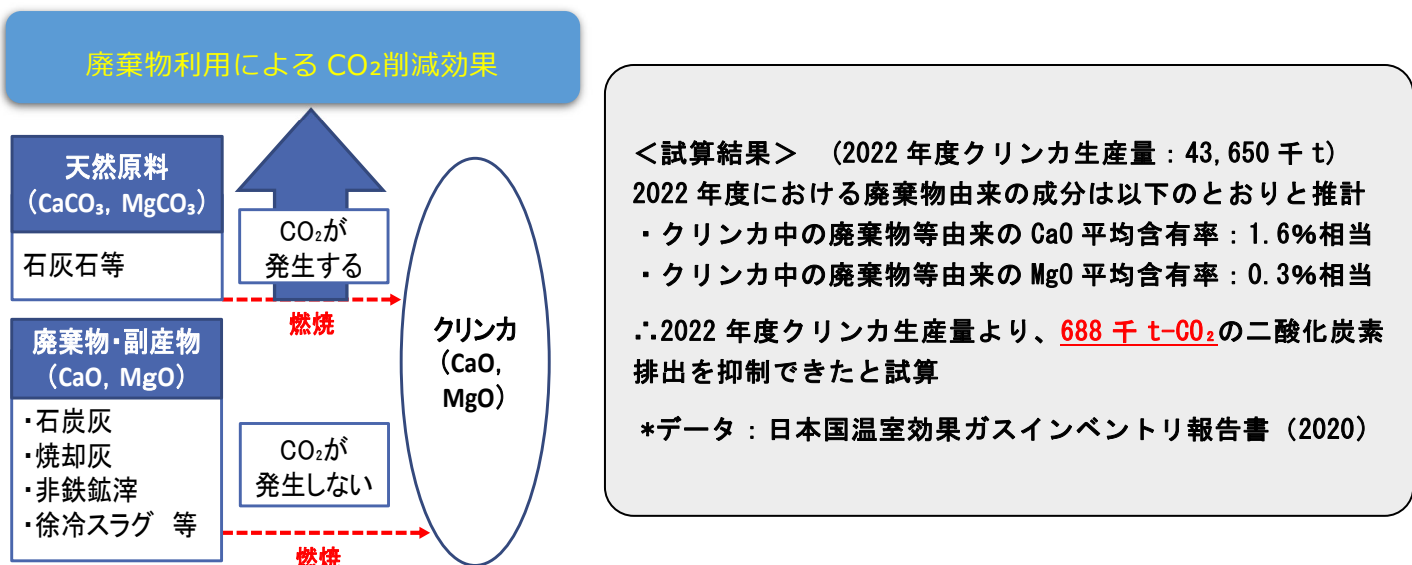
表 4-4 廃棄物等由来原料の組成

大分類	種類	含水率	CaO 含有率	MgO 含有率
燃え殻（焼却残渣）	石炭灰	7.2～15.3%	5.0～5.8%	1.0～1.1%
	下水汚泥焼却灰 ¹⁾	10.9～17.4%	7.4～12.5%	3.5～3.8%
	一般ごみ焼却灰 ¹⁾	15.6～24.6%	10.0～26.5%	2.6～2.8%
ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず	ガラスくず・陶磁器くず ¹⁾	12.1～32.7%	17.5～31.1%	1.0～2.5%
	コンクリートくず ¹⁾	0～37.2%	6.4～43.9%	1.0～1.1%
鉱さい	高炉スラグ（水砕）	5.0～16.9%	40.0～42.4%	4.7～5.8%
	高炉スラグ（徐冷）	5.5～11.2%	40.8～41.5%	6.1～6.5%
	製鋼スラグ	7.7～14.1%	34.8～40.5%	2.0～3.0%
	非鉄鉱さい	3.8～8.4%	6.4～10.0%	1.1～1.5%
	鋳物砂 ¹⁾	9.6～14.0%	6.5%	1.3～1.6%
ばいじん類（集塵機捕集ダスト）	ばいじん、ダスト	8.9～14.3%	9.0～13.4%	1.2～1.5%
	石炭灰（流動床灰） ¹⁾	0.1～3.2%	14.5～20.7%	0.7～0.9%
	石炭灰	1.0～3.9%	4.1～5.0%	1.0～1.1%

1) 2009 年度よりの新規追加分

出展：日本国温室効果ガスインベントリ報告書2023年度4月版

<https://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html#>



【P. 10、12】「(3)CN行動計画の進捗：エネルギー原単位と総CO2排出量の削減」

毎年、省エネ設備の導入に向けた投資が継続的に行われている。

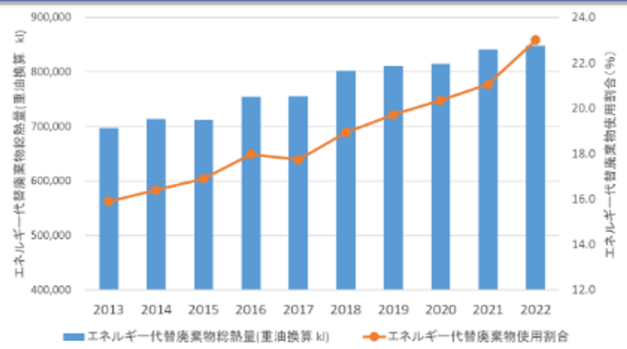
**セメント製造用エネルギー原単位並びに総CO₂排出量の削減要因
(1) 省エネ設備の導入**

主要な省エネ設備名 (設備の概要)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022～2030 の 導入予定基数	2022年度の普 及率(%) ^(※3)
堅型原料ミル											2	47
堅型石炭ミル		1										77
高効率クリンカーラ (熱回収効率が高いクリンカー冷却機)	2	2			1	1	3			1	16	72
仕上げミル(予備粉砕) (仕上げミル前に設置する予備粉砕機)												41
高効率セパレータ (分離性能の高いセメント製造用分級機)												91
堅型スラグミル				1							1	82
廃熱発電 (廃成炉からの廃熱利用による発電設備)			1				1				2	71
省エネ設備への投資額 (百万円)^{(※1)(※2)}	2,356	3,634	8,744	3,469	889	2,975	10,156	3,515	4,728	12,460		投資額累計 52,936

備考：※1 省エネ設備への投資額は、設備の補修、保安（リーク防止等）も含む。
 ※2 投資額が導入年度と必ずしも一致しない場合がある。
 ※3 普及率はすべての生産高に対して、省エネ設備を有する設備によって生産された割合によって示す。
 よって、生産量変動により普及率は多少前後する。

**セメント製造用エネルギー原単位並びに総CO₂排出量の削減要因
(2) エネルギー代替廃棄物の使用拡大**

セメント製造用エネルギー代替廃棄物総熱量及び使用割合の推移



国内の廃プラスチックの排出量とセメント業界が受け入れて有効利用している割合の推移



・廃プラ総排出量は、一般社団法人プラスチック循環利用協会の調査結果を引用
panfi.pdf.jp/wmi.or.jp/

セメント製造用エネルギー代替廃棄物使用量の推移

	単位	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
廃プラスチック	千t	518	595	576	624	644	718	746	746	774	784
木くず	千t	658	696	705	641	543	517	450	437	400	379
廃タイヤ	千t	65	58	57	69	63	70	65	69	68	80
廃油	千t	273	264	293	324	314	335	322	245	302	273
再生油	千t	186	171	179	195	208	223	236	282	236	256
廃棄物総熱量(重油換算)	万kl	69.7	71.4	71.2	75.5	75.5	80.2	81.1	81.4	84.1	84.8
全熱量に占める割合	%	15.9	16.4	16.9	18.0	17.7	18.9	19.7	20.3	21.1	23.0

【P. 11】「(3)CN行動計画の進捗：エネルギー代替廃棄物の利用拡大⇒省エネ法改正による非化石エネルギーの利用拡大」

(3)-1 改正省エネ法の概要

昨年度「エネルギーの使用の合理化 **及び非化石エネルギーへの転換等**に関する法律」に名称が変更された。

これまでの省エネ法の「エネルギー定義」を拡大し、非化石エネルギーを含む全てのエネルギーの使用の合理化が求められる。

1. 非化石エネルギーへの転換に関する措置

- 大規模需要家に対し、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中期計画及び非化石エネルギー使用状況等の定期報告を求める

国は、主要5業種に対して、2030年度の定量目標について業種毎の目安を示す

2. 電気の需要の最適化に関する措置

- 大規模需要家に対し、電気の需要状況に応じた「上げDR」・「下げDR」の実績報告を義務化し、再エネ出力抑制時への需要シフトや需要逼迫時の需要減少を促す。
- 電気消費機器(トッパーランナー機器)への電気需要最適化に係る性能の向上の努力義務(原稿の需要平準化に資する性能の向上の見直し)

第38回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会配布資料より

非化石転換の定量目標の目安(産業分野)

		燃料の非化石転換	電気の非化石転換
セメント製造業		焼成工程(キルン等)における燃料の非化石率 28%	—
鉄鋼	高炉	粗鋼トンあたり石炭使用量原単位の削減率(2013年度比) ▲2%	—
	電炉普通鋼	—	59%*
	電炉特殊鋼	—	
化学	石油化学 ソーダ	【石炭ボイラーを有する場合】 石炭使用量の削減率 (2013年度比) ▲30%	59%*
製紙	洋紙 板紙		
自動車製造業		—	—

*電気の目安が主である業種(自動車製造業・普通電炉鋼・電炉特殊鋼)については、使用電気全体に占める非化石電気の割合を 59%とする。
電気の目安が主でない業種(化学工業・製紙業)については、外部調達電気に占める非化石電気の割合を 59%とする。

総合資源エネルギー調査会/省エネルギー・新エネルギー分科会/省エネルギー小委員会(第38回) 配布資料より
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene/shinene/sho_energy/pdf/038_01_00.pdf

非化石転換の定量目標の目安（セメント製造業）

定量目標の目安

- **2030年度における、焼成工程（キルン等）における燃料※の非化石比率を28%とする。**
※焼成工程で利用される石炭や廃プラ等は、燃焼させ発生させた熱をセメントの製造に利用するため省エネ法上「燃料」と整理されるが、原料としての利用と不可分である。

考え方

- ✓ **セメント製造業では、焼成工程（キルン等）において、最もエネルギーが消費されるため、当該工程でいかにエネルギーを非化石化するかがセメント製造業全体の非化石転換にあたって重要。**さらに、**技術革新等によって非化石転換の余地が大きい**ため、当該工程に焦点を当てた定量目標の目安を掲げる。

- ✓ **数値は現状の業界各社の「平均+標準偏差σ」※に相当する野心的な目標。**
※「平均+標準偏差σ」は、偏差値60に相当する上位約10~約20%の値であり、他の省エネ法規制（ベンチマーク）での基準を決める際にも活用されている。

定性目標の目安

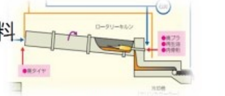
（1）燃料に関する事項

- 焼成工程において、バイオマス、廃棄物、水素及びアンモニア等の非化石燃料の使用割合を向上すること。
- 利用が困難である廃棄物等の非化石燃料の利用技術の開発・導入を進めること。
- 製造工程において発生する二酸化炭素を活用した合成メタンの使用を目指し、研究開発及び実証実験を進めること。

【出典】11/22 第3回工場WG資料（一部加工）

<キルンとは>

- セメントの製造において、**キルンと呼ばれる業界特有の回転窯が使用されており、キルン等を用いた焼成の工程でセメント製造工程全体の90%を占めるエネルギーが使用されている。**
- キルン等において、従来より**廃プラスチック等の非化石燃料が活用されてきた。**
- **現状、キルン等での非化石燃料割合は業界平均で約21%**となっている。



【キルン】セメント業界HPより

<目安数値の定め方>

- 焼成工程における非化石燃料割合で上位を占めるのは、生産量の少ない社。（上位2社はそれぞれ業界に占める生産量が3%、1%）
- そこで、**業界各社の非化石割合を、クリンカ生産量比率で重みづけをした上で、その平均値に標準偏差σを足した値として算出。**



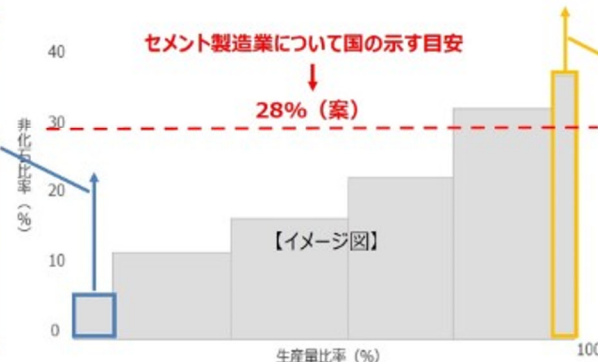
出典：令和4年度第4回工場等判断基準WG配布資料
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/038_s02_00.pdf

国の示す目安と事業者の設定する目標について

- **国は、主要5業種の非化石エネルギー転換に向けて、2030年度の定量目標についての業種毎の目安を示す。**
- **各事業者は、目安を踏まえた目標を自らの責任において設定※し、それに向けた毎年の進捗を報告する。**
※ 目安の数値を目標として設定することが期待されるが、既に達成している場合、あるいは達成が極めて困難と客観的に判断できる事情がある場合には、目安と異なる数値を目標として設定することも考えられる。
- **各業界団体は、目安に向けた業界全体の取組を、業界内での情報共有などを通じ支援することが期待される。**
- **国は、目安も基準としながら総合的に事業者の取組を評価し、非化石エネルギー転換の状況が著しく不十分であると認められる場合、関連する技術の水準や非化石エネルギーの供給の状況等を勘案した上で、勧告や公表を行う。**

【セメント製造業での例】

（例）工場設備や立地特性上、バイオマスや廃プラ等の確保が極めて困難な場合、**目安の28%より小さい値を設定。**技術開発を行いながら非化石エネルギーの活用を増やすなど企業努力の結果、自社で設定した目標を達成しており、十分に評価できると言える。



（例）既に目安の28%を達成はしているが、**供給状況の変化の中であっても目安以上の非化石エネルギー確保を目指し、個社の目標として目安より高い値を設定。**

出典：令和4年度第4回工場等判断基準WG配布資料
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/038_s02_00.pdf

【P. 13】「(3)CN行動計画の進捗：革新的技術-省エネ型セメントの技術開発」

JISセメントの種類

セメントの種類		混合材（質量%）	少量混合成分 ⁽¹⁾ （質量%）
ポルトランドセメント 〔JIS R 5210〕	普通	—	5以下
	早強	—	
	超早強	—	
	中庸熱	—	—
	低熱	—	—
	耐硫酸塩	—	—
高炉セメント 〔JIS R 5211〕	A種	5を超え30以下	クリンカ、せっこう及び少量混合成分の含量に対し、質量で5以下 ⁽²⁾
	B種	30を超え60以下	
	C種	60を超え70以下	
シリカセメント 〔JIS R 5212〕	A種	5を超え10以下	
	B種	10を超え20以下	
	C種	20を超え30以下	
フライアッシュセメント 〔JIS R 5213〕	A種	5を超え10以下	
	B種	10を超え20以下	
	C種	20を超え30以下	
エコセメント 〔JIS R 5214〕	普通	—	5以下 ⁽³⁾
	速硬	—	—

（注）1. 高炉スラグ、シリカ質混合材、フライアッシュ、石灰石

2. 混合セメントの場合は主混合材（例えば、高炉セメントでは高炉スラグ）を除く

3. 石灰石に限定

2022年度の生産実数

種類	ポルトランドセメント			混合セメント			その他のセメント	輸出用クリンカ
	普通	早強	左記以外	高炉	フライアッシュ	左記以外		
生産量 (千t)	32,850	2,915	1,055	9,518	33	786	143	4,182
比率(%)	63.8	5.7	2.0	18.5	0.1	1.5	0.3	8.1

・総合計：51,482(千t)

省エネ型セメントの対象は最も汎用的に用いられている普通ポルトランドセメントで、国内生産量の64%を占める。

【P. 15、16】「(4)CNに向けた取り組み：GI基金事業における進捗状況」

2022年3月24日改訂 (旧：脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン)



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(概要)

1. 本ビジョンの狙い－ わが国の目指すカーボンニュートラルの実現に貢献するため、現時点において、2050年に向けての目指す対策と絵姿をビジョンとして示した。

2. 広義の国内需要量－ 2050年における広義の国内需要量(セメントの官需、民需、セメント系固化材)は3,400万t～4,200万t程度と予測されるが、生産量は、輸出と輸入が加わるため、更に幅をもって捉えるべきである。

3. セメント産業の果たすべき役割－ 当産業は将来的にも次のような役割を果たしていく。
[基礎素材の供給者]、[循環型社会形成への貢献]、[地域経済への貢献]、[災害廃棄物処理への貢献]

4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題－ 目指すべき対策の多くは、克服すべき困難な課題を抱えており、その実現には「非連続なイノベーション」が不可欠であり、建設業界をはじめとしたステークホルダーの理解と協力も必要。
・ クリンカ/セメント比の低減 ・ 投入原料の低炭素化 ・ 省エネルギーの推進 ・ 鉱化剤使用等による焼成温度低減
・ 使用エネルギーの低炭素化 ・ 低炭素型新材料の開発 ・ 二酸化炭素回収・利用・貯留(CCUS)への取り組み
・ セメントカーボネーション(セメント水和物の二酸化炭素の固定)
・ コンクリート舗装の推進による重量車の燃費向上に伴う二酸化炭素低減

5.1 2050年に向けて目指す対策

(1) プロセス起源二酸化炭素

・ 普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量により、クリンカ/セメント比が0.85から0.825に低減することを目指す。
・ セメントカーボネーションにより固定する二酸化炭素量(強制的に固定化させるものは含めない)は相当量あることが報告されているが、国際的に合意された算定方法が確立していないため、セメント産業が係る貢献として、絵姿に示す。

(2) エネルギー起源二酸化炭素

・ 省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大を進め、また、クリンカ/セメント比の低減分のエネルギー使用量削減が可能。
・ 焼成用エネルギーは、バイオマスを含む代替廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼などにより、ゼロエミッション系の混焼を少なくとも50%までに増やすことを目指す。
・ 自家発電は、バイオマス燃料を始めとした各種ゼロエミッション系燃料への転換によるゼロエミッションを目指す。

(3) プロセス起源、エネルギー起源両方に向けた二酸化炭素の回収・利用・貯留

・ 国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の回収・利用・貯留の技術によって削減を目指す。

(4) その他の想定

・ ユーザーの低炭素化への意識向上から、将来的にはクリンカの比率がより低減することが想定され、2030年に0.825を目指したクリンカ/セメント比が、2050年には0.8にまで低減することを想定する。

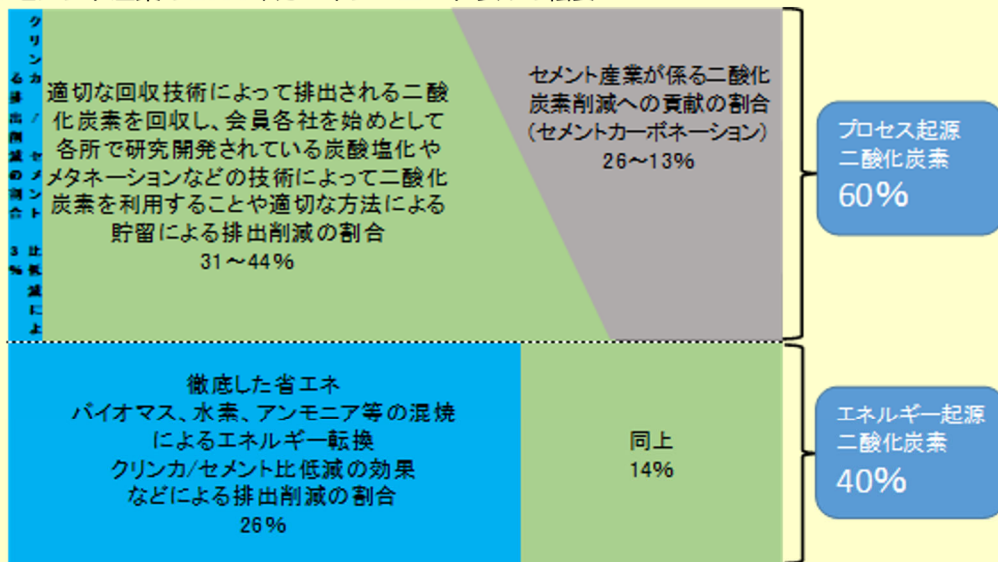
1

2022年3月24日改訂 (旧：脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン)



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(概要)

5.2 セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿



■ セメント産業からの排出削減の割合
■ 二酸化炭素の回収・貯留・利用によるセメント産業からの排出削減の割合
■ セメント産業が係る二酸化炭素削減への貢献の割合(強制的に吸収させる二酸化炭素は除く)

2

注：セメントカーボネーションによる貢献の割合は推計方法により差異があるため、削減割合に応じてプロセス起源二酸化炭素の回収・貯留・利用の割合も変わる。

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

URL : https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html

わが国は、2020年10月に2050年カーボンニュートラルを目指すことを宣言し、その実現には、並大抵の努力では実現できず、エネルギー・産業部門の構造転換、大胆な投資によるイノベーションの創出といった取組を、大きく加速することが必要とのことから、経済産業省が中心となり、関係省庁と連携して「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定された。

成長が期待される14分野について戦略が策定され、セメント分野に関しては、「カーボンリサイクル・マテリアル産業」の取り組みとして、「セメント製造工場でのCO2回収技術の開発」、「回収CO2の炭酸塩化による原料・燃料化プロセスの開発」が取り上げられている。

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」におけるカーボンリサイクル・マテリアル産業（カーボンリサイクル）の成長戦略「工程表」におけるセメント分野の取り組み（抜粋）¹⁾

※代表事例を記載	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
●セメント 国内キルン全機導入	セメント製造工場でのCO ₂ 回収技術の開発 回収CO ₂ の炭酸塩化による原料・燃料化プロセスの開発					大規模設備でのCO ₂ 回収と炭酸塩化技術実証	設備導入コスト低減・補助金等による導入支援 国内メーカー、アジアメーカーへの技術展開 海外企業へのライセンスビジネスの展開	

1) 経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（概略資料）、p.78

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_gaiyou.pdf

この実現に向け、具体的には、グリーンイノベーション基金事業において「CO2回収型セメント製造プロセスの開発」として、“製造プロセスにおけるCO2回収技術の設計・実証”及び“多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立”の研究開発が会員会社において進められている。

「グリーンイノベーション基金」

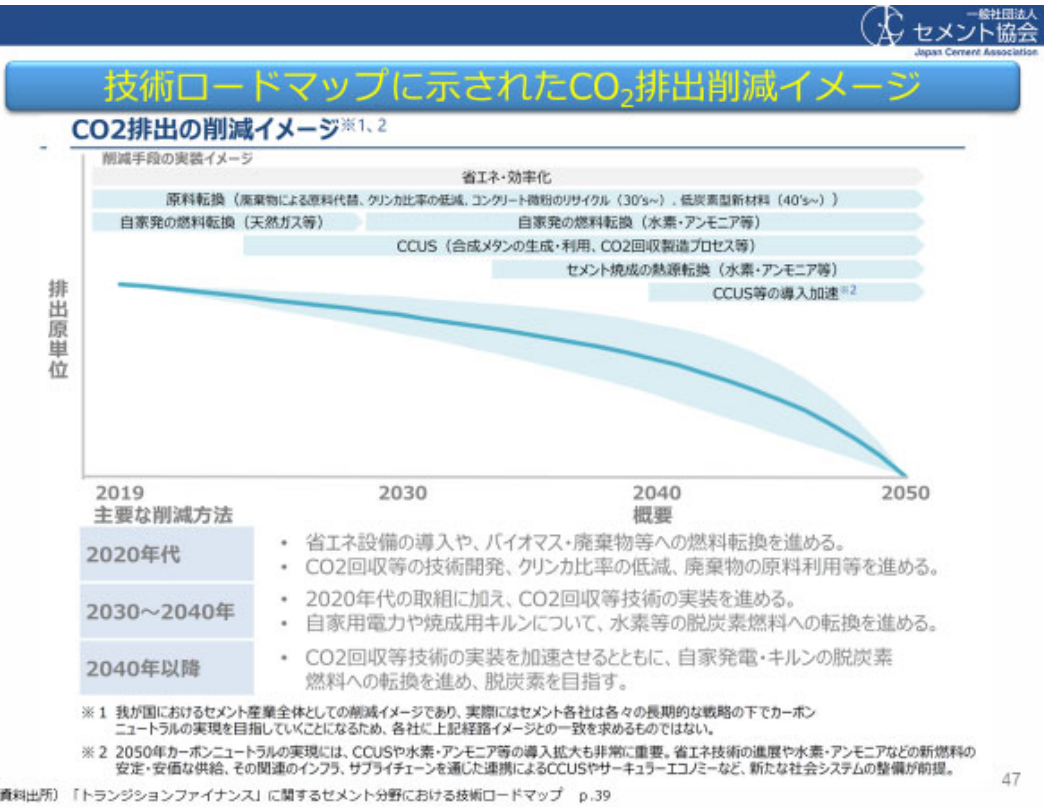
URL : https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/gifund/index.html

NEDO/グリーンイノベーション基金事業 <https://green-innovation.nedo.go.jp/>

同「CO2を用いたコンクリート等製造技術開発」

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-manufacturing-concrete-using-co2/>

「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」
 経済産業省は、トランジション・ファイナンスの推進を目指し、脱炭素への移行に向けた分野別の技術ロードマップを策定、セメント分野についてもとりまとめた。(2022年3月24日公表)
<https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220324002/20220324002.html>



CNに向けた各社の取組み：太平洋セメント(株)

CNに向けた取組み：CNモデル工場構想

太平洋セメント(株)は、2050年のCN実現に向けて、グループ会社である(株)デイ・シイ川崎工場をモデルとした「CNモデル工場」の検討に着手することを発表(2023年8月)。



CNモデル工場構想のイメージ図

「CNモデル工場」としての検討項目

- 1) GI基金事業/CO₂回収型セメント製造設備(C2SPキルン[®])の実機実証試験
- 2) JOGMEC公募事業/先進的CCS事業の実施に係る調査
- 3) CO₂回収、CO₂利用(炭酸塩化、メタネーションなど)、CO₂貯留を実機レベルで導入したCNモデル工場構想の検討

出所：<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/230807.pdf>

CNに向けた各社の取組み：デンカ(株)、(株)トクヤマ

[各種Ca源等を利用したCO₂固定型混和材の開発] デンカ(株)、(株)トクヤマ
未利用カルシウム(Ca)等廃棄物を利用したCO₂固定型混和材の開発および既存セメントプラントを活用し、CO₂固定型混和材の製造技術の開発を進めている。本開発は、NEDO(※)の委託事業で、GI基金事業のプロジェクト「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発/CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発/革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工および利用技術の開発」として進めている。
・2023年9月：国内の未利用カルシウム(Ca)の調査を実施した。



CNに向けた各社の取り組み：UBE三菱セメント(株)

MUCCの2050カーボンニュートラルへ向けた方向性

目指す姿

強み

- 大型港湾を有する西日本臨海部に主力拠点が集中
- 出身母体である複合素材メーカーの中でセメント事業を継続することで蓄積してきた技術・サプライチェーン

先端技術を確認し早期に社会実装とセメントメーカー独自の事業性のある脱炭素スキームの実現により、
2030年:CO₂排出量40%削減(対2013年比) 2050年:カーボンニュートラル

事業戦略

I. エネルギー転換の早期実現

- 焼成用熱エネルギー転換
 廃棄物代替:50%(~2030年)
 カーボンフリーエネルギー:50%(~2050年)
 【アンモニア(NH₃)・水素(H₂)・合成メタン(CH₄)等]
- 電力用エネルギーの非化石化
 (~2030年排出削減、~2050年完全非化石化)

II. CCU※の早期事業化

- セメント製造プロセスから回収できる、
 低コスト・高濃度のCO₂を有用な資源と認識
- 回収CO₂の利活用可能なビジネスモデルを確立
 (~2030年)

※CCU:Carbon dioxide Capture and Utilization
 (CO₂分離回収と有効利用)

1

CNに向けた各社の取り組み：UBE三菱セメント(株)

重要施策

I. エネルギー転換の早期実現

- 非化石エネルギー調達強化
 広域収集センター等のインフラ整備
- 高効率設備導入推進
- カーボンフリーエネルギー焼成技術確立(アンモニア)
- 非化石電力化
 自家発電所のエネルギー転換や外部調達等の組み合わせ

II. CCUの早期事業化

- CO₂回収技術導入
- 回収CO₂利活用スキーム確立(~2030年)
- 回収CO₂の利活用拡大(~2050年)



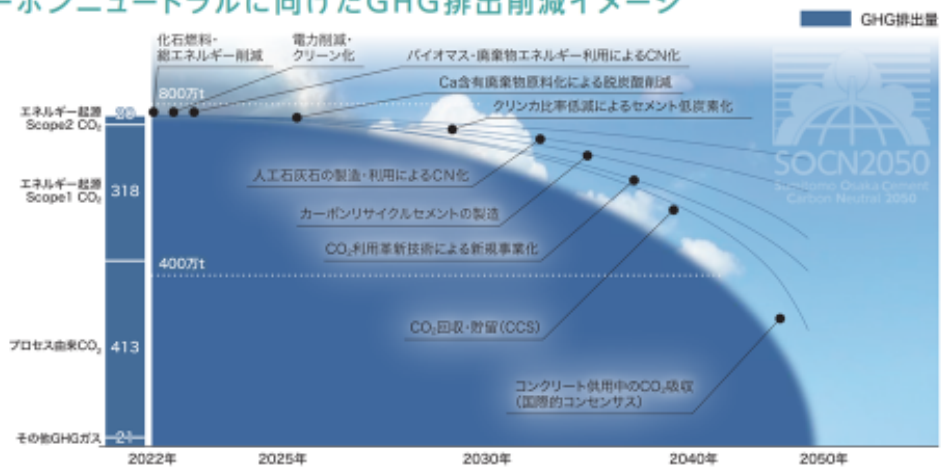
2

CNに向けた各社の取り組み：住友大阪セメント(株)

2050年カーボンニュートラルへのロードマップ

当社グループは、2050年までにカーボンニュートラルを実現する為、エネルギー起源CO₂の削減だけでなく、研究開発への投資による技術革新にも取り組み、主原料の石灰石によるプロセス由来CO₂も含めて以下の施策で削減していきます

カーボンニュートラルに向けたGHG排出削減イメージ



https://www.soc.co.jp/sys/wp-content/themes/soc/assets/pdf/ir/document/document04/soc_InR_2023.pdf?lang=ja

<2030年以降のCO2削減に向けた会員企業の取り組み>

開始年度	社名	事業
2015	三菱社	経済産業省「二酸化炭素削減技術実証試験事業」
		苫小牧における CCS 大規模実証試験事業
2016	三菱社	環境省「環境配慮型 CCS 実証事業」
		海底下への CO ₂ 貯留の評価検討
2017	三菱社	環境省「CO ₂ 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」
		藻類バイオマスの効率生産と高性能プラスチック素材化による協同低炭素化技術開発
2018	太平洋社	環境省「環境配慮型 CCS 実証事業」
		セメントキルン排ガスを対象とした CO ₂ 分離・回収試験
2020	太平洋社	「二酸化炭素の炭酸塩固定技術開発」
		鉄鋼スラグ、廃コンクリート等から湿式でアルカリ土類金属を抽出し、これらを活用した二酸化炭素の炭酸塩固定技術および炭酸塩の有効利用技術の開発
2020	太平洋社	NEDO「炭素循環型セメント製造プロセス技術開発」
2020	トクヤマ社	NEDO「化石燃料排ガスからの CO ₂ 回収、及び、CO ₂ 原料炭酸塩生成技術開発」
2020	宇部社	NEDO「廃コンクリートなど産業廃棄物中のカルシウム等を用いた加速炭酸塩化プロセス技術開発」
2020	住友大阪社	NEDO「カルシウム含有廃棄物からの Ca 抽出及び CO ₂ 鉱物固定化技術開発」
2020	三菱社	固体吸収剤利用によるキルン排ガス CO ₂ 回収並びに水素利用によるメタンガス生成、熱エネルギー利用
2021	太平洋社	CO ₂ を原料とする完全リサイクル可能なカーボンニュートラルコンクリートの基礎的製造技術の開発
2022	太平洋社	NEDO「CO ₂ 回収型セメント製造プロセスの開発」
2022	太平洋社	セメント CO ₂ 由来の合成メタンの都市ガス導管による供給も見据えたメタネーション事業の実現可能性調査
2022	住友大阪社 UBE三菱社	NEDO「多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立」
2022	トクヤマ社	セメント製造における CO ₂ 回収実証試験
2022	東ソー社	NEDO「革新的 CO ₂ 分離膜モジュールによる効率的 CO ₂ 分離回収プロセス研究開発」
2022	デンカ社 太平洋社 トクヤマ社 日鉄高炉社 日鉄社	NEDO「革新的カーボンネガティブコンクリート の材料・施工技術及び品質評価技術の開発」
2022	太平洋社	CO ₂ 吸収・硬化セメント系材料「カーボフィクス®セメント」の開発

以上