

## セメント産業における 廃棄物・副産物の有効利用について

2015年10月22日

一般社団法人 セメント協会  
生産・環境委員会 委員長 福田修二

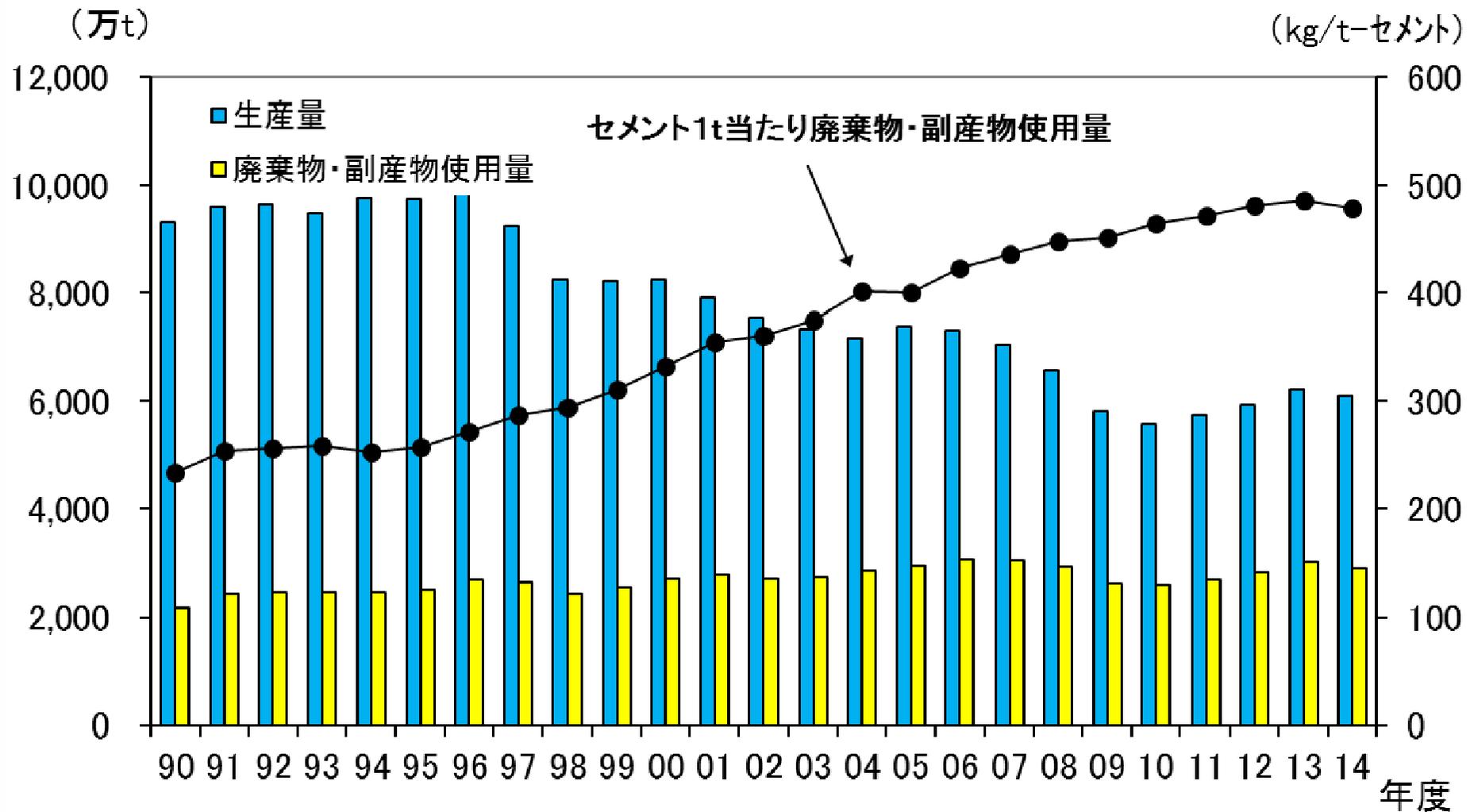
# セメント産業が有効利用している廃棄物・副産物

様々な産業や自治体から排出される廃棄物・副産物をセメント原料(クリンカ原料)、熱エネルギーとして有効に活用している。



受入量の出典:セメントハンドブック(2015年度版)

## セメント産業の廃棄物・副産物使用量の推移



## 近年の廃棄物・副産物の使用動向

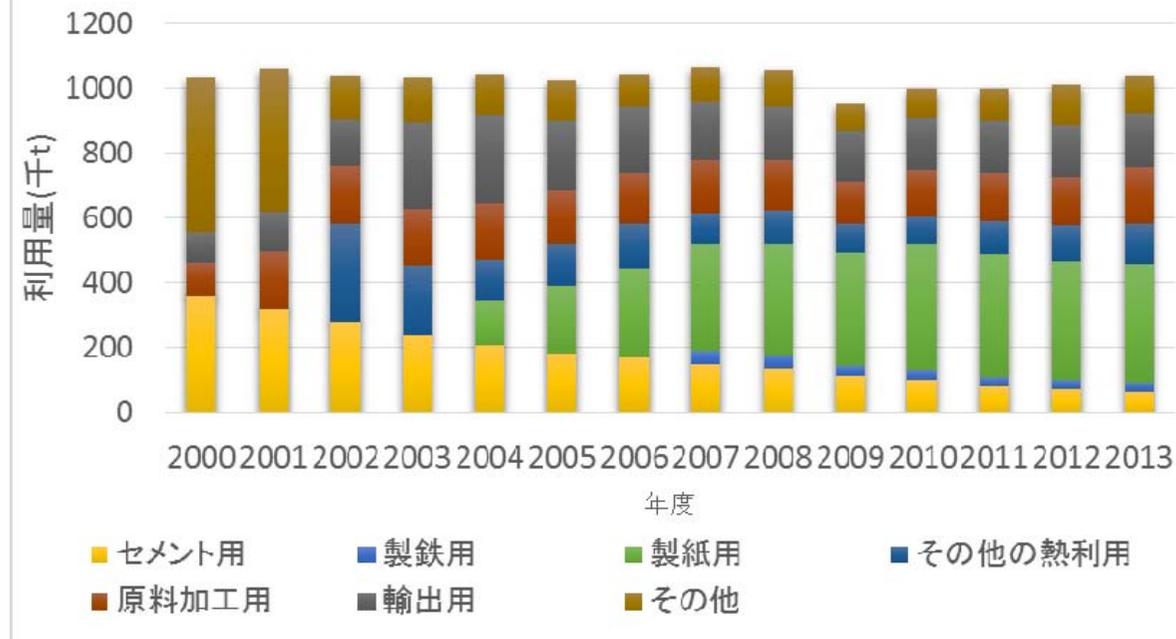
・セメント1t当たりの廃棄物・副産物の使用量の伸びが横ばいになってきた。

⇒熱エネルギー代替として用いている廃棄物・副産物の利用率が横ばいとなってきた。  
セメント産業はこれらの廃棄物・副産物を受け入れる余力が十分にあるものの、多くの産業が廃棄物・副産物の利用に着目してきているため、良質な熱エネルギー代替物は競合状態にある。さらには、電力固定買い取り制度の影響も加わり、市場原理が色濃く出ている。

⇒クリンカ原料として、主に天然粘土の代替に廃棄物・副産物を有効利用しているが、使用量の伸びが横ばいの傾向が見られる。

# エネルギー代替廃棄物を取り巻く環境

## 廃タイヤの利用量の推移



出展：(一社)日本自動車タイヤ協会公表データを用いて推移表とした。

## 建設発生木材の発生量と再資源化率

年度	発生量(万t)	最終処分量(万t)	再資源化率(%)	セメント用(万t)
1995	630	390	37.2	—
2000	480	80	38.0	0.2
2005	470	40	61.6	34
2008	410	44	80.3	40
2012	500	28	89.2	63

出所：建設副産物リサイクル広報推進会議

## 災害廃棄物処理支援ネットワークの発足

環境省は、総合的な災害廃棄物対策の検討において、かかる知見・技術を有効に活用し、国、自治体、事業者の連携により災害対応力向上につなげることを目的とする「災害廃棄物処理支援ネットワーク(D.Waste-Net)」の構築を進め、9月16日に発足式を催した。



# 災害廃棄物処理におけるセメント産業の役割



出典：環境省/大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会(第3回)  
資料3「D.Waste-Net(災害廃棄物処理支援ネットワーク)の発足について」

## 民間事業者団体グループ

セメント協会は廃棄物処理事業団体(3団体)、建設業関連事業団体(2団体)、個別処理工程関連業界団体(セ協他1団体)、輸送関連事業団体(3団体)とともに民間事業者団体グループに参画。

### 平時における役割

- 過去の災害における取組、ノウハウの整理
- 災害発生時での処理を支援するための備え
  - ・例)資機材の確保、事業継続計画(BCP)の作成
  - ・緊急随意契約を行うための要件、手順の検討
- 連携・協力体制の構築
  - ・自治体との災害協定等
  - ・防災訓練等に参画し、体制を強化
  - ・災害対応の在り方についての検討等

### 災害発生時における役割

- 被災状況の把握
  - ・関係する施設、資機材等の被災状況の把握
- 現地支援
  - ・人材と資機材等の確保
  - ・事前に策定した各団体の役割に応じた支援とその状況報告等

今後、起こりうる大規模災害発生時においても、セメント産業の特徴を生かし、災害廃棄物処理に貢献ができるようネットワークには積極的に参加して参る所存です。

## セメント産業の廃棄物有効利用がもたらすもの

### 社会インフラの円滑な運営

生活を支えるインフラから定常的に発生する廃棄物を受け入れ、インフラの円滑な運営を支えている。

### 循環型社会形成のための役割

廃棄物処理法に基づく処理、個別リサイクル関連法による回収物の処理など、循環型社会形成の法制度や3R政策の円滑な運用を進めている。

### 最終処分場の延命化

セメント産業が多くの廃棄物を有効利用することによって、産業廃棄物処理場は約9.3年延命化が図れていると試算。

### 不法投棄や汚染土壌処理

不法投棄された産業廃棄物のうち、クリンカ原料として使用可能なものを受入れ、現状回復に協力した。

### 災害復旧・復興への貢献

先の東日本大震災では、セメント工場が被災する中、早期に復旧に努め、東北に所在する工場を中心に約100万tの災害廃棄物をセメント原料として処理し、復旧・復興事業に協力した。今後も災害廃棄物処理に貢献する。

先日のICEFで、“GHG reduction in cement industry and the contribution to social infrastructure”として日本のセメント産業の取り組みを紹介した。

## 第2回 Innovation for Cool Earth Forum

10月7、8日に第2回Innovation for cool earth forumが開催され、セメントの分科会が行われました。



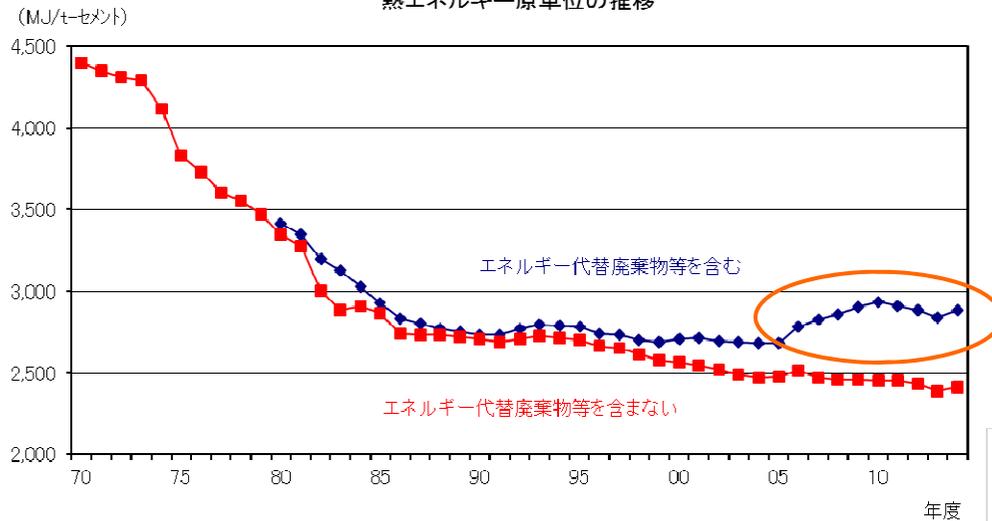
登壇者	主な講演ポイント
Session Chair: <b>Vincent Mages</b> (Vice President, Lafarge Holcim)	本セッションの目的紹介と進行
<b>Philippe Fonta</b> (Managing Director, WBCSD CSI)	WBCSD/CSI の取り組みの紹介
<b>S.K. Handoo</b> (Advisor (Technical), CMA, India)	インドの CO <sub>2</sub> 排出量削減に向けたロードマップの紹介
<b>Diane Thomas</b> (Professor, The University of Mons)	セメント産業への二酸化炭素回収-再利用技術(CCU)の利用に関する展望
<b>Eric Masanet</b> (Head of Energy Demand Technology Unit, IEA)	ETP2015 の紹介
<b>Kenji Ogawa</b> 太平洋セメント(株) 取締役 専務執行役員 セメント協会 生産・環境委員会委員長代行	日本の省エネの取り組み、循環型社会に向けた廃棄物の有効利用、災害廃棄物の有効利用の紹介

※ 登壇者は講演順、右写真の左からの着席順に一致。

## 廃棄物・副産物の有効利用における課題

- ・廃棄物・副産物をセメント製造用に利用しても二次的な廃棄物が発生しない。
- ・良質なエネルギー代替廃棄物以外でも、他産業では受け入れが難しい状態の廃棄物も受け入れることができる。⇒ 一方、高含水品を始めとして前処理にエネルギーを要するものが増加。

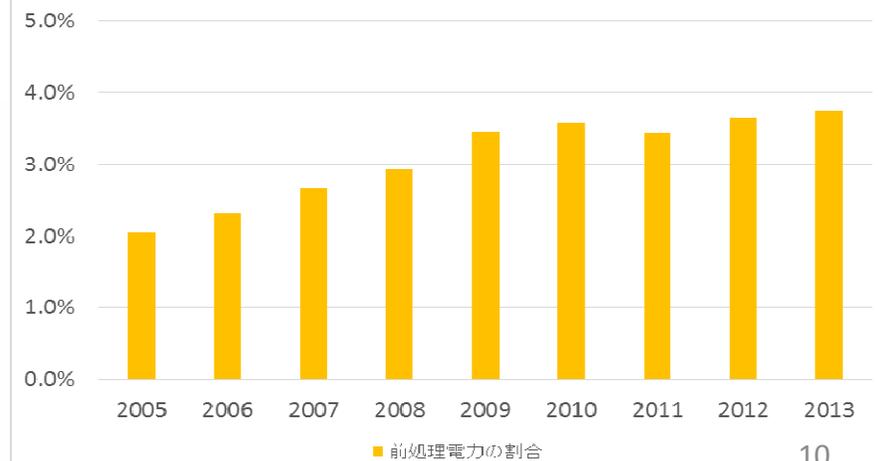
熱エネルギー原単位の推移



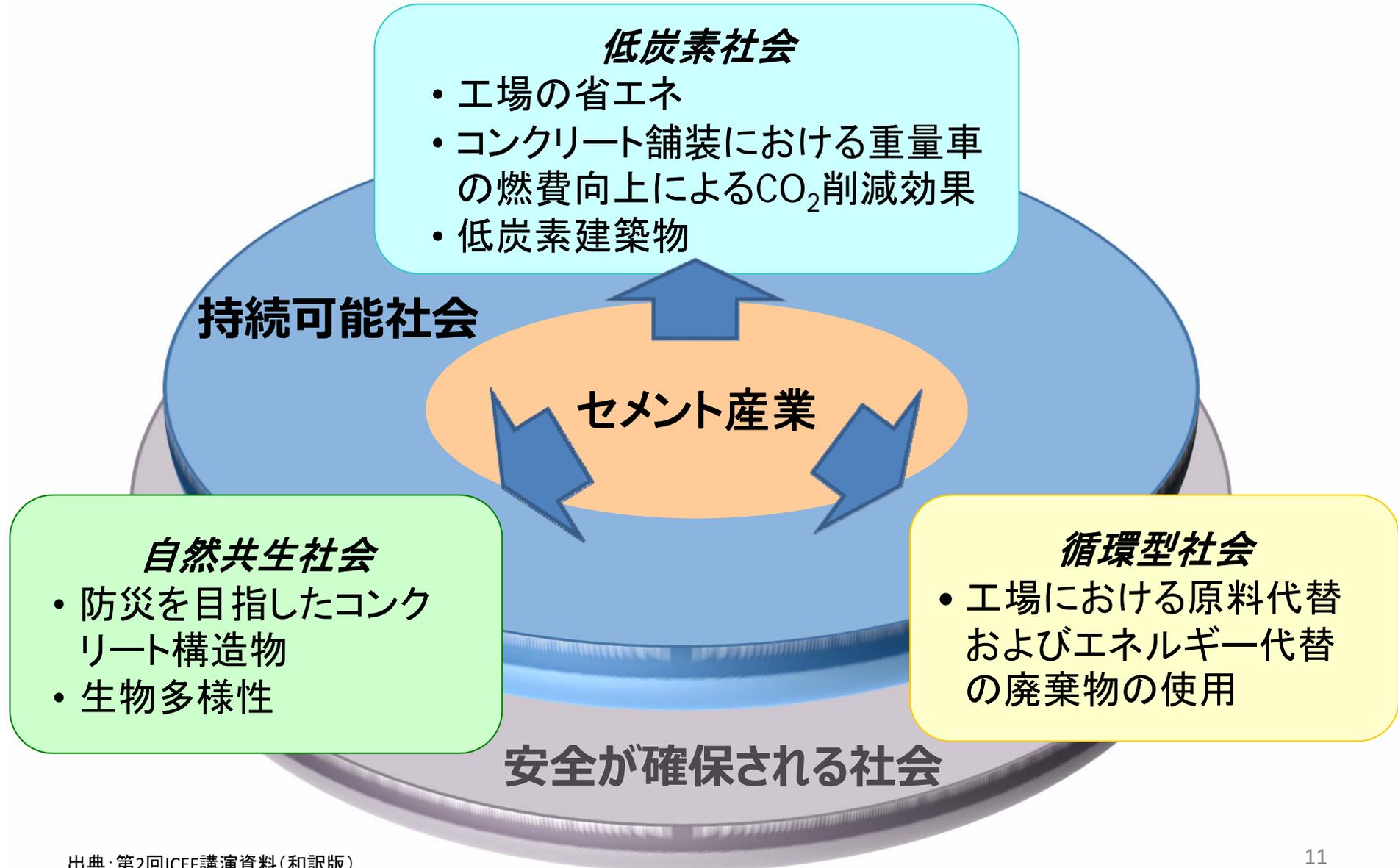
注) エネルギー代替廃棄物等使用量の調査は1980年度に開始

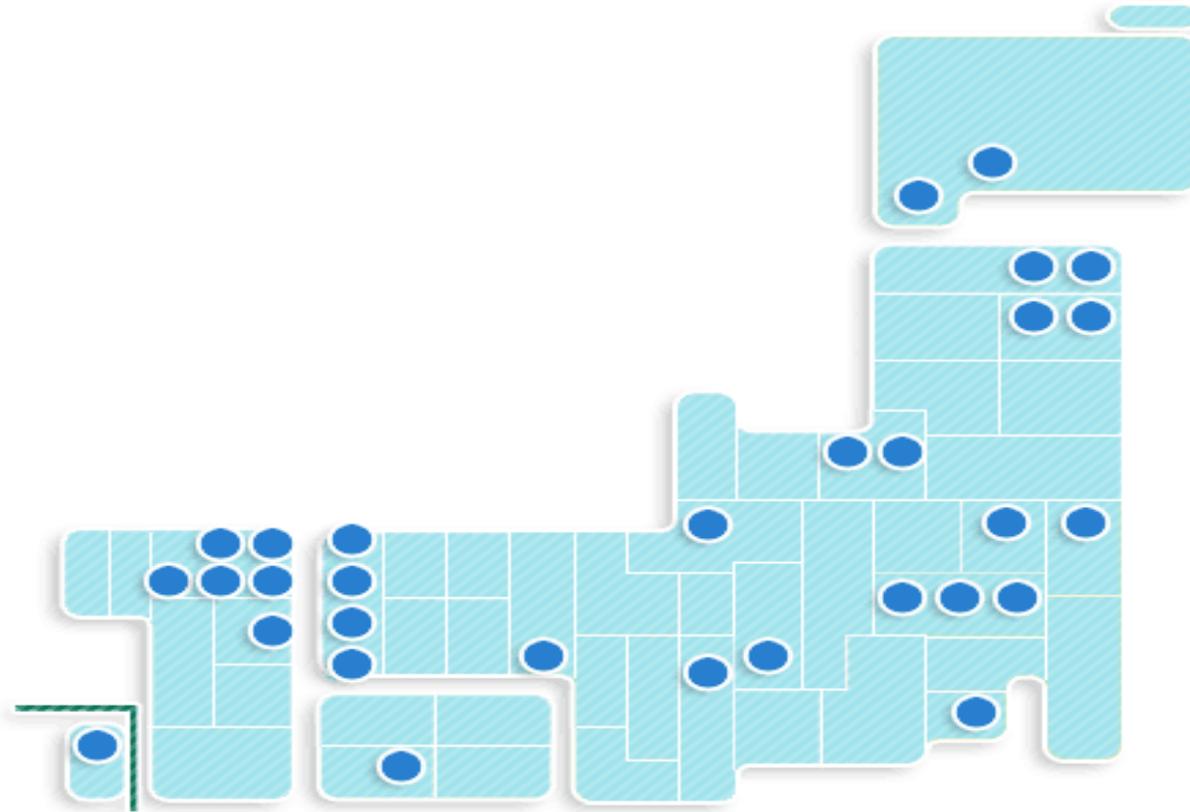


電力エネルギー原単位に占める廃棄物の前処理電力の割合



# 社会インフラへの貢献とは・・・





国内のセメント工場(30工場)は全て廃棄物をセメント製造に有効に活用しています。

# 資料 1-補足

2015年10月

## 重工業研究会との定例懇談会 セメント産業における廃棄物・副産物の有効利用について － 補足資料 －

セメント協会  
生産・環境委員会

### 【P. 2-4】セメント産業が有効利用している廃棄物・副産物

(単位千 t)

種 類	主な用途	1990年度	1995年度	2000年度	2005年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
高炉スラグ	原料、混合材	12,213	12,486	12,162	9,214	7,408	8,082	8,485	8,995	8,065
石炭灰	原料、混合材	2,031	3,108	5,145	7,185	6,631	6,703	6,870	7,332	7,407
汚泥、スラッジ	原料	341	940	1,906	2,526	2,627	2,673	2,987	3,206	2,970
建設発生土	原料				2,097	1,934	1,946	2,011	2,407	2,598
副産石こう	原料(添加材)	2,300	2,502	2,643	2,707	2,037	2,158	2,286	2,401	2,320
燃えがら(石炭灰は除く、 ばいじん、ダスト)	原料、熱エネルギー	468	487	734	1,189	1,307	1,394	1,505	1,405	1,441
非鉄鉱滓等	原料	1,559	1,396	1,500	1,318	682	675	724	770	723
木くず	原料、熱エネルギー	7	41	2	340	574	586	633	657	696
廃プラスチック	熱エネルギー	0	9	102	302	445	469	479	518	595
鋳物砂	原料	169	399	477	601	517	526	492	461	454
製鋼スラグ	原料	779	1,238	795	467	400	446	410	423	421
廃白土	原料、熱エネルギー	40	94	106	173	238	246	253	273	275
廃油	熱エネルギー	90	107	120	219	275	264	273	273	264
再生油	熱エネルギー	51	126	239	228	195	192	189	186	171
ガラスくず等	原料	0	1	151	105	111	149	143	148	157
廃タイヤ	原料、熱エネルギー	101	266	323	194	89	73	71	65	58
肉骨粉	原料、熱エネルギー	0	0	0	85	68	64	65	63	58
RDF,RPF	熱エネルギー	0	0	27	49	48	51	50	55	54
ポタ	原料、熱エネルギー	1,600	1,666	675	280	0	0	0	0	0
その他	－	14	233	253	314	408	376	595	626	485
合計	－	21,763	25,098	27,359	29,593	25,995	27,073	28,523	30,265	29,212
セメント生産高		86,849	97,496	82,373	73,931	55,903	57,426	59,310	62,241	60,956
セメント1t当たりの使用量(kg/t)		251	257	332	400	465	471	481	486	479

[出典] セメントハンドブック 2015 年度版

2014 年度は 2921 万 t の廃棄物・副産物を受け入れ、セメント原料(クリンカ原料)やエネルギー代替として利用した。

なお、「セメント 1 t 当たりの廃棄物・副産物使用量」は、2014 年度では前年比マイナス 7kg/t-セメントとなり、90 年代前半より概ね右肩上がりが増えてきたが、伸びが横ばいの傾向が見られた。

【P. 5】エネルギー代替廃棄物を取り巻く環境について

主なエネルギー代替廃棄物の使用量の推移を示す。

単位：千 t

	2003年度	2005年度	2010年度	2013年度	2014年度
木くず	272	340	574	657	696
廃プラスチック	255	302	445	518	595
廃油	173	219	275	273	264
廃白土	97	173	238	273	275
再生油	238	228	195	186	171
廃タイヤ	230	194	89	65	58
RPF	5	8	15	16	17
RDF	39	41	33	39	37
ASR	0	0	28	58	105

廃タイヤ、再生油は年々減少しているが、木くず、廃プラスチック、ASRの使用量は増えてきている。

一方、発生(排出)量の伸びが鈍くなったり、再利用率が少しずつ100に近づいてきたりする廃棄物も見られるようになった。

①建設発生木材の発生量と最終処分量の推移(参考)

年度	発生量 (万t)	最終処分量 (万t)	再資源化率 (%)	セメント用 (万t)
1995	630	390	37.2	—
2000	480	80	38.0	0.2
2005	470	40	61.6	34
2008	410	44	80.3	40
2012	500	28	89.2	63

出所：建設副産物リサイクル広報推進会議

②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

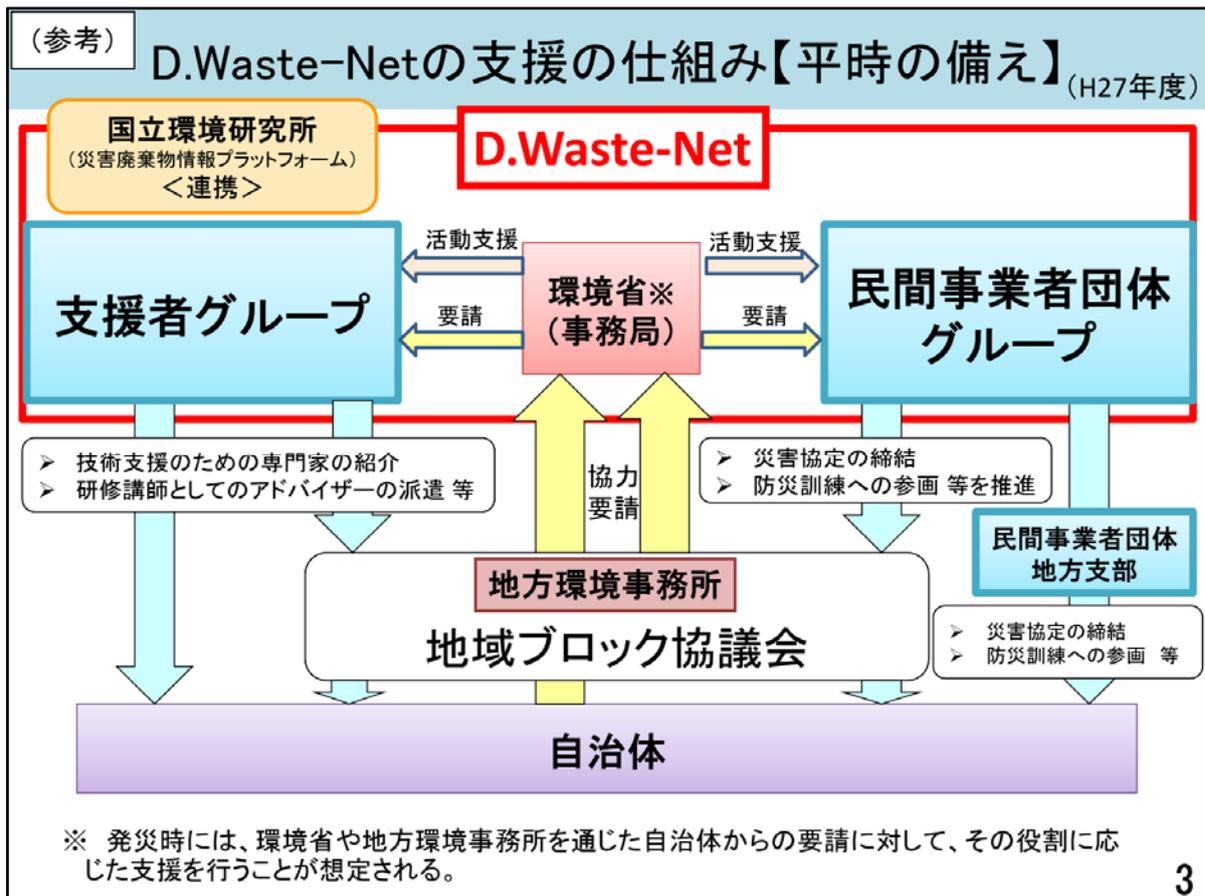
年度	排出量	有効利用量				未利用量			
		マテリアル リサイクル	ケミカル リサイクル	サーマル リサイクル	計	単純 焼却	埋立	計	有効利 用率
2000	997	139	10	312	461	238	298	536	46%
2005	1,006	185	29	368	582	164	260	424	58%
2010	945	217	42	465	724	97	125	222	77%
2012	929	204	38	502	744	96	89	185	80%
2013	940	203	30	535	767	98	74	172	82%

出所：(一社)プラスチック循環利用協会

なお、廃棄物の発生量や有効利用量に対して、上述の使用量を一律に比較することは、バウンダリーが違う可能性があるためできない。

D.Waste-Net（災害廃棄物処理支援ネットワーク） の発足について	資料3 (H27年度)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国が集約する知見・技術を有効に活用し、各地における災害対応力向上につなげるため、その中心となる関係者による人的な支援ネットワークを構築。</li> <li>● 主な構成メンバーは、有識者、地方自治体関係者、関係機関の技術者、関係業界団体等。</li> <li>● 環境省が中心となって一般廃棄物処理業や産業廃棄物処理業に加え、幅広い関連業界も含めた民間事業者団体のそれぞれの役割分担等について整理し、連携・協力体制を整備。</li> <li>● 平時の機能として、災害廃棄物処理に係る最新の科学的・技術的知見や過去の経験を集積・分析し、災害廃棄物対策の充実・強化を進める。さらに、地方自治体による事前の備え（災害廃棄物処理計画の策定や人材育成、防災訓練等）を支援する。</li> <li>● 発災後には、災害情報及び被害情報の収集・分析を行い、自治体等による適正かつ円滑・迅速な災害廃棄物の処理を実施するための支援を行う。</li> <li>● 環境省は、D. Waste-Netの機能を維持するため、国立環境研究所や廃棄物資源循環学会等と連携し、必要な人材確保・人材育成を行う。</li> <li>● 発足時の構成メンバーは、「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」の委員（有識者）に加え、東日本大震災で貢献頂いた民間事業者等の関係団体を予定。</li> <li>● 9月16日に発足式を行い、構成メンバーには大臣名で任命証書を発行。</li> </ul>	1

D.Waste-Netのメンバー		(H27年9月時点)
支援者グループ	民間事業者団体グループ	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 国立研究開発法人 国立環境研究所</li> <li>○ 公益社団法人 全国都市清掃会議</li> <li>○ 公益社団法人 地盤工学会</li> <li>○ 一般財団法人 日本環境衛生センター</li> <li>○ 一般社団法人 日本廃棄物コンサルタント協会</li> <li>○ 一般社団法人 廃棄物資源循環学会</li> <li>○ 公益財団法人 廃棄物・3R研究財団</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 廃棄物処理事業団体                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一般社団法人 環境衛生施設維持管理業協会</li> <li>○ 公益社団法人 全国産業廃棄物連合会</li> <li>○ 一般社団法人 日本環境衛生施設工業会</li> </ul> </li> <li>(2) 建設業関連事業団体                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 公益社団法人 全国解体工事業団体連合会</li> <li>○ 一般社団法人 日本建設業連合会</li> </ul> </li> <li>(3) 個別処理工程関連業界団体                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一般社団法人 セメント協会</li> <li>○ 一般社団法人 泥土リサイクル協会</li> </ul> </li> <li>(4) 輸送関連事業団体                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 日本貨物鉄道株式会社</li> <li>○ 日本内航海運組合総連合会</li> <li>○ リサイクルポート推進協議会</li> </ul> </li> </ul>	



3

(参考) **D.Waste-Netの構成とグループ別の役割** (H27年度)

	支援者グループ	民間事業者団体グループ
平時	① 過去の災害における取組の整理・分析 ・ 災害対応事例の教訓等の集約 ・ 課題の抽出、分析、研究・開発 ・ データベースの運営 ・ 国内外への情報発信 ② 災害廃棄物処理に係る最新の科学的、技術的知見の整理 ・ 環境省の検討会やWGとの連携 ・ 環境研究総合推進費を用いた研究、技術開発 ・ 学会等での情報共有 ③ 自治体による事前の備え(災害廃棄物処理計画や人材育成等)の支援 ④ 上記を踏まえた更なる課題、現場からの要望の整理等	① 過去の災害における取組、ノウハウの整理 ・ 災害対応事例の教訓等の集約 ② 災害発生時での処理を支援するための備え ・ 例)資機材の確保、事業継続計画(BCP)の作成 ・ 緊急随意契約を行うための要件、手順の検討 ※ 環境省が各団体の役割、機能確定の調整を行う。 ③ 連携・協力体制の構築 ・ 自治体との災害協定等 ・ 防災訓練等に参画し、体制を強化 ・ 災害対応の在り方についての検討等
災害発生時	① 被災状況の把握 ② 現地での処理業務への支援 ・ 公衆衛生の確保のための助言 ・ 有害物質や危険物質を含んだ廃棄物、処理困難物の適正かつ円滑・迅速な対処方法及び処理方法の助言(マニュアル作成および周知) ③ 処理実行計画等の策定支援 ・ 推計の精緻化 ・ 処理可能量の試算 ・ 処理フローの作成等	① 被災状況の把握 ・ 関係する施設、資機材等の被災状況の把握 ② 現地支援 ・ 人材と資機材等の確保 ・ 事前に策定した各団体の役割に応じた支援とその状況報告等

4

出典：環境省/大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会(第3回 9/11開催)資料3

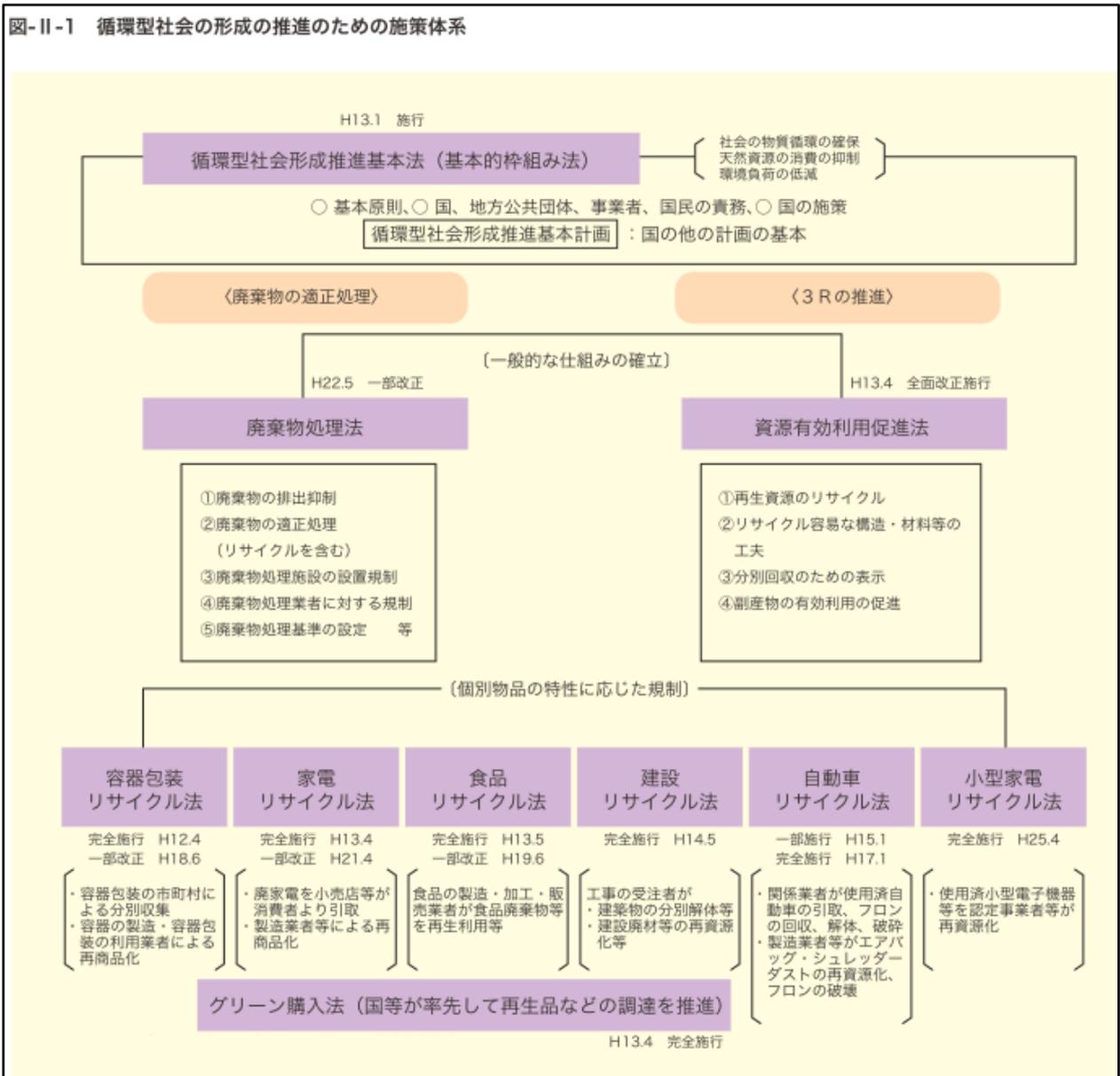
【P. 8】セメント産業の廃棄物の有効利用がもたらすもの

－社会インフラの円滑な運営－

生活に直結するインフラからの廃棄物を定常的に受け入れている。

- ・石炭火力発電所から発生する石炭灰
- ・下水処理場から発生する下水汚泥
- ・浄水場から発生する浄水汚泥
- ・ごみ焼却場から発生する焼却灰

－循環型社会形成のための役割－



出典：経済産業省「資源循環ハンドブック2014」p. 10

具体的には、

- ・廃棄物処理法に基づく廃タイヤ、廃プラスチック、廃肉骨粉等の処理
- ・個別のリサイクル関連法によって回収されたものをリサイクルする。  
⇒容器リサイクル法(紙製容器包装)

- 家電リサイクル法(廃プラスチック類)
- 食品リサイクル法(食品廃棄物、廃油等)
- 自動車リサイクル法(ASR等)
- 建設リサイクル法(分別解体により発生する建設汚泥や建設発生土の処理)
- ・ 土壌汚染対策法に基づく汚染土壌処理 等がある。

－セメント業界の最終処分場の延命効果の試算－

セメント工場が1年間に受け入れている廃棄物・副産物等を容積に換算すると、東京ドーム容積16杯分(東京ドーム容積：1,240千m<sup>3</sup>)となる。この容積の試算値を用いると、延命効果は次のように試算される。

(A)	産業廃棄物最終処分場残余容量(2012年3月31日現在)	186,064千m <sup>3</sup>
(B)	産業廃棄物最終処分場残余年数(2012年3月31日現在)	14.9年
(C)	2011年度以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 C=A/B	12,488千m <sup>3</sup>
(D)	セメント工場が1年間に受け入れている廃棄物・副産物等の容積換算試算値	20,932千m <sup>3</sup>
(E)	セメント工場が受入処理しなかった場合、最終処分場の残余年数試算値 E=A/(C+D)	5.6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 F=B-E	9.3年

(備考) (A)と(B)の値は環境省の公表値

－汚染土壌処理－

- ・ 2015年10月現在：18工場が法に基づく汚染土壌処理業の許可を取得
- ・ 2014年度における18工場の法に基づく汚染土壌処理量：約378千t

－不法投棄(原状回復事業への貢献)－

- ・ 平成25年度発生状況(件数：159件 投棄量：2.9万t)
- ・ 平成25年度末時点不法投棄の残存量：約1700万t
- ・ 自治体の不法投棄の原状回復事業に協力。

(例) 青森・岩手県境産廃：東北のセメント工場にて不法投棄現場より搬出された産業廃棄物等を受け入れ、セメント資源化を実施。

岩手県側：平成26年度末最終撤去量 358,131 t  
(内セメント資源化 272,089 t ←最終撤去量の約75%)

青森県側：平成25年度末撤去量 1,146,163 t  
(内セメント資源化 239,965 t ←全撤去量の約20%)

－災害復旧・復興への貢献－

- ・ 岩手県：県内処理量584万t中、1008千t(岩手県内2工場、岩手県外5工場)をセメント資源化(約17%)

【P. 9、11】 Innovation for Cool Earth Forum

10月7、8日、ホテル椿山荘東京において第2回 ICEF が開催され、7日の分科会セッションにおいて、セメントセクターの分科会が開催された。

参加者：登壇者6名、海外からの参加者4名、国内セメント関連：20名、プレス他：5名

セッション概要

オープニング：Session Chair: : **Vincent Mages** (Co-Chair of WBCSD CSI TF1, Vice President, Climate Change Initiatives, Lafarge Holcim)

本セッションの目的は、セメント産業の「現状把握－ロードマップの検討－将来の施策実施」についてレビューし、議論することと紹介。

講演

1. <b>Philippe Fonta</b> (Managing Director, WBCSD CSI) “State and barriers for CO2 emissions reductions in cement sector”	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WBCSD/CSI の取り組みの紹介(GNR、ロードマップ等)</li> <li>・LCTPi を通じて、2030年にCO<sub>2</sub>排出削減量を20-25%にする野心の紹介</li> </ul>
2. <b>S.K. Handoo</b> (Advisor (Technical), Cement Manufacturers’ Association (CMA), India) “Low-Carbon Technology for Indian Cement Industry - A Roadmap”	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インドのセメント産業の紹介とCO<sub>2</sub>排出量削減に向けたロードマップの紹介</li> <li>・気候変動に向けた国家的アクションプランとしてのエネルギー多消費産業に対する「エネルギー取引制度 (PAT スキーム)」の紹介</li> </ul>
3. <b>Diane Thomas</b> (Professor, The University of Mons) “Cement Research Academy (ECRA) Academic Chair at the University of Mons on CO2 capture and reuse applied in the cement industry”	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セメント産業への二酸化炭素回収・貯留・再利用技術(CCS&amp;CCU)の利用に関する展望</li> <li>・種々の CCS&amp;CCU の技術について紹介</li> </ul>
4. <b>Eric Masanet</b> (Head of Energy Demand Technology Unit, IEA) “IEA Energy Technology Perspectives for the Cement Industry”	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CO<sub>2</sub> 排出量について、IPCC の温度上昇シナリオを目指した場合の必要施策推定結果の紹介。</li> <li>・ETP2015 の結果を紹介しながら、将来的に革新的技術が必要であることをアピール</li> </ul>
5. <b>Kenji Ogawa</b> (Director, Senior Executive Officer, Taiheiyo Cement Corporation) “GHG reduction in cement industry and the contribution to social infrastructure”	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の低炭素社会に向けた省エネの取り組み、循環型社会に向けた廃棄物の有効利用の紹介</li> <li>・災害廃棄物の有効利用の紹介</li> <li>・単純に低炭素化だけでなく、持続可能な社会構築に向けた役割の評価も必要</li> </ul>

パネルディスカッション：5件の質問・意見があり、全登壇者より各種見解があった。

Chair’s Summary

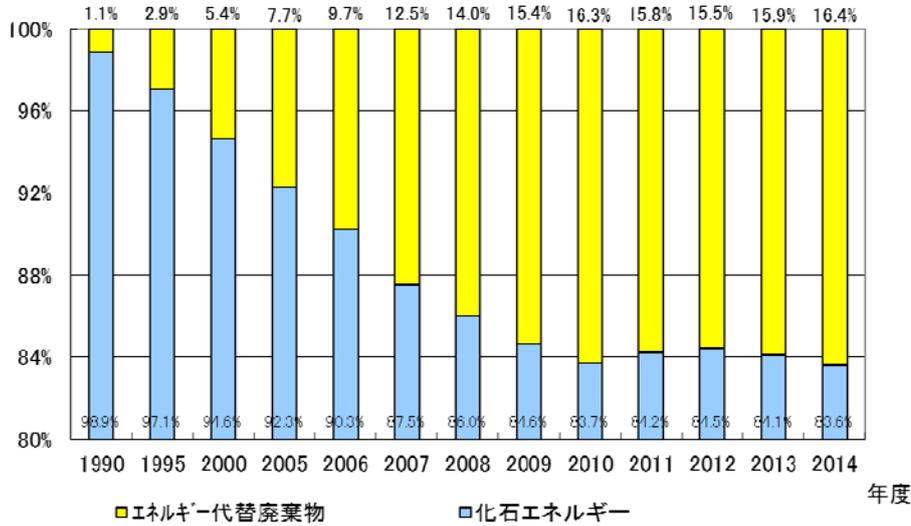
- ・セメントセクターにおける低炭素化の手法は世界共通(省エネ、エネルギー代替廃棄物、混合材活用)であるが、これだけでは限界があり、革新的技術 (CCS 等) が必要である。
- ・ロードマップに基づくアクションプラン実行の重要性が示されたが、国・地域による事情があり、国・地域別のロードマップで検討するのが望ましい。

ICEFの講演資料は次のサイトをご参照のこと

[http://www.icef-forum.org/annual\\_2015/speakers/october7/cs1/c/index.html](http://www.icef-forum.org/annual_2015/speakers/october7/cs1/c/index.html)

【P. 10】 廃棄物・副産物の有効利用における課題

良質なエネルギー代替廃棄物の動向には市場原理が働いており、下図のセメント製造用のエネルギー代替廃棄物の使用率の推移をみると、近年は横ばい傾向にある。



セメント産業は「廃棄物・副産物を受け入れて、セメント製造用の原料ならびにエネルギーの代替として利用し、二次的な廃棄物を発生させることなく製品に転換できるという特徴」があり、高含水の廃棄物などの品位の低い廃棄物を受け入れることができる数少ない産業である。

その一方で、高含水な廃棄物の受け入れは、その処理に要するエネルギーが発生し、エネルギー効率の観点からは悪化するという悩ましい問題も発生している。下図のようにセメント製造用熱エネルギー原単位において、廃棄物を含む指標は近年、悪化しており、高含水な廃棄物の受け入れの影響が数値に表れている。

