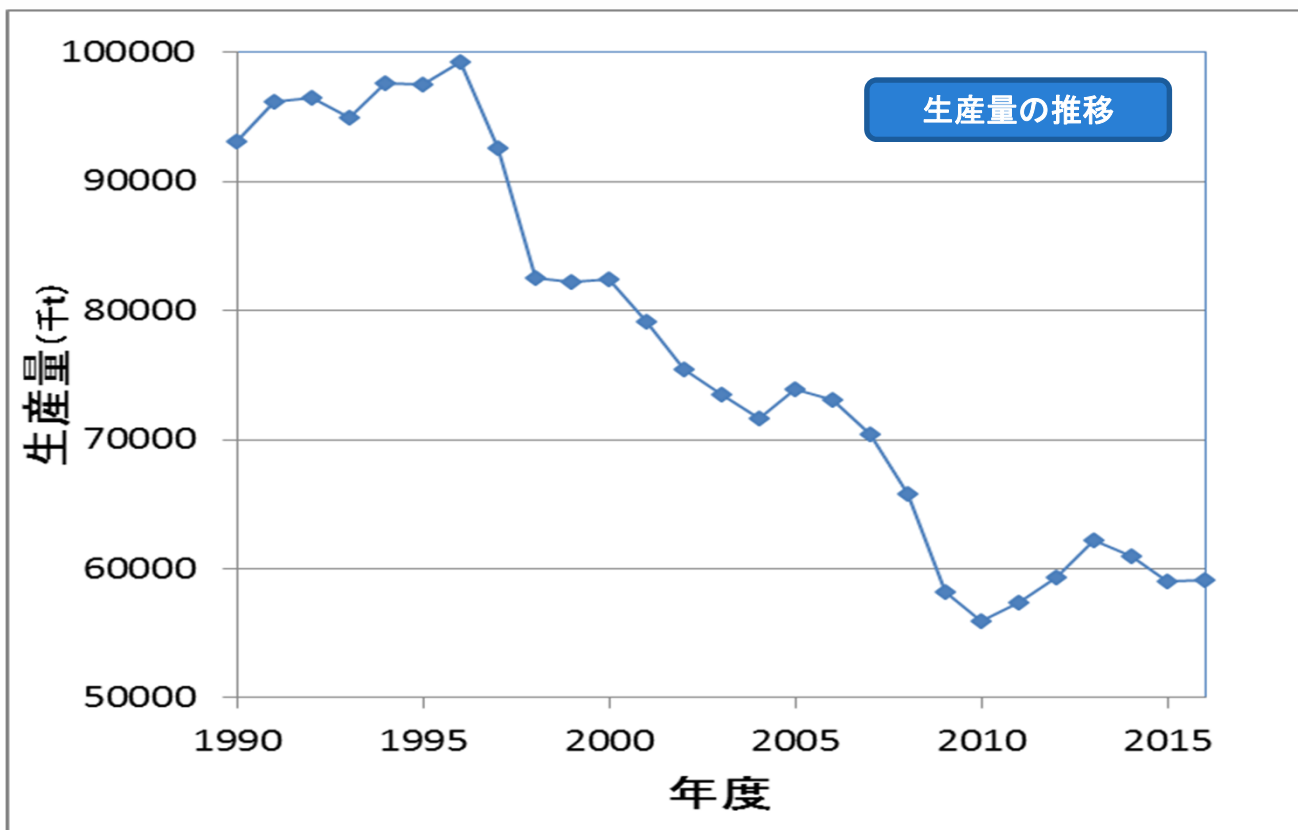


セメント業界における地球温暖化 対策の取組

～低炭素社会実行計画 2016年度実績報告～

平成30年1月
一般社団法人 セメント協会

セメント産業の現状



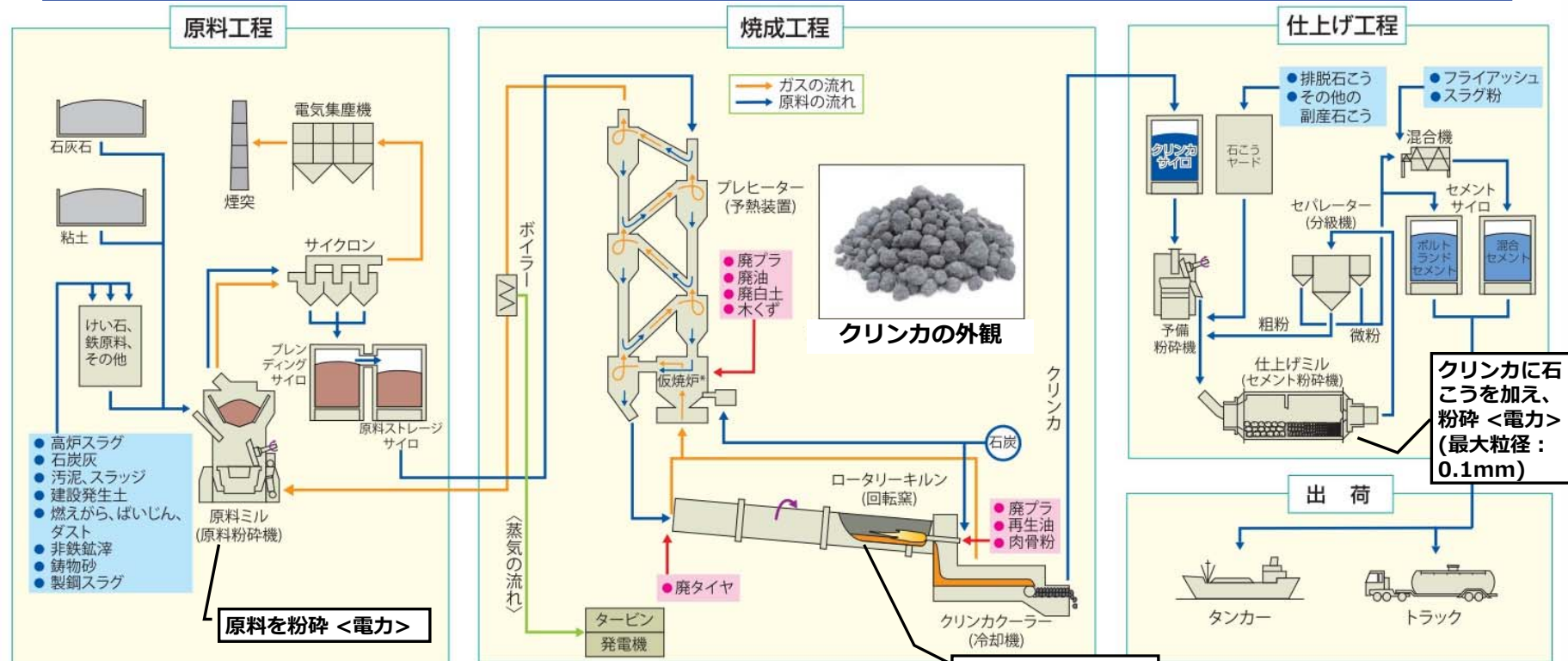
- ・セメント製造会社(エコセメントを除く)：17社
※ 2016年度の生産割合：99.7%
- ・市場規模:5,226億円(セメント部門売上高)
- ・生産量は1996年度の99,267(千t)をピークに減少し、2010年度は55,901(千t)と最盛期の6割を下回る生産量となっている。
- ・2010年度以降、3年連続で生産量が前年度を上回ったが、2014-15年度は建設労働者の人手不足、資材費の上昇、建築工法の変化などの影響により二年連続して前年度を下回った。
- ・2016年度については、生産量は前年比100.1%と微増したものの、国内需要は前年比97.9%となり3年連続で前年を下回った。

セメント協会会員会社		
八戸セメント株式会社	琉球セメント株式会社	デンカ株式会社
日鉄住金高炉セメント株式会社	荻田セメント株式会社	麻生セメント株式会社
日鉄住金セメント株式会社	太平洋セメント株式会社	明星セメント株式会社
東ソー株式会社	敦賀セメント株式会社	三菱マテリアル株式会社
株式会社トクヤマ	宇部興産株式会社	日立セメント株式会社
	株式会社デイ・シー	住友大阪セメント株式会社

【参考】セメントの製造工程

セメントの製造は次の三つの工程からなっており、熱と電気のエネルギーを使用する。

1. <原料工程> 原料を乾燥・粉砕・調合する。
2. <焼成工程> 原料から中間製品のクリンカを焼成する。
3. <仕上げ工程> クリンカに石こうを加え、粉砕してセメントに仕上げる。



<各工程で使用するエネルギーの割合の一例>

	原料工程	焼成工程	仕上げ工程
熱	< 0.5 %	> 99 %	< 0.5 %
電力	30 %	33 %	37 %

低炭素社会実行計画の概要

1. 国内の事業活動における削減目標

→ **セメント製造用エネルギー原単位の低減**

備考: エネルギー原単位は、「評価年度の実測セメント製造用エネルギー原単位」を基準年度からの「セメント生産量」と「クリンカ/セメント比」の変動に対して補正したもの

2. 主体間の連携の強化-低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

→ **「コンクリート舗装における重量車の燃費の向上」によるCO₂削減効果**

→ **循環型社会構築への貢献**

3. 国際貢献の推進

→ **日本のセメント製造用エネルギーの使用状況、省エネ技術(設備)の導入状況、エネルギー代替廃棄物の使用状況などの情報発信**

4. 革新的技術開発 (2020年以降の活動のみ)

→ **鉍化剤の使用などによるクリンカの低温焼成技術**

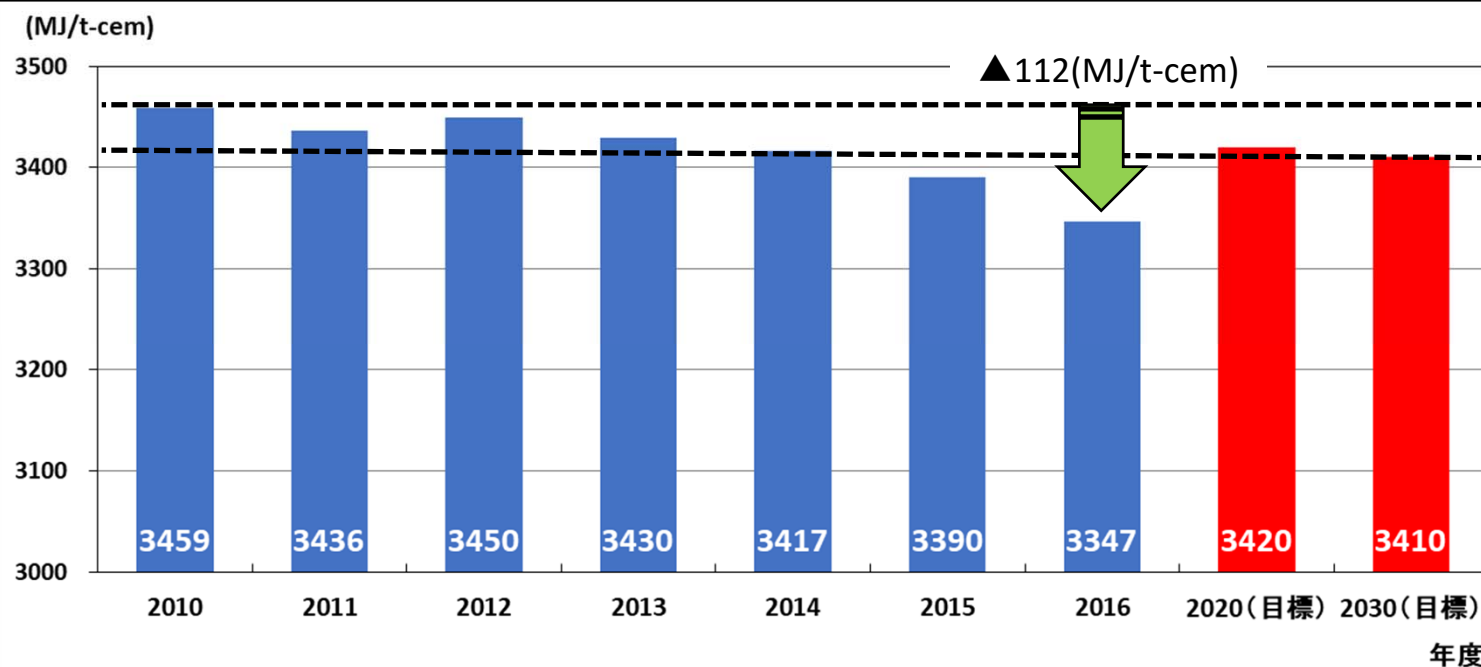
→ **想定している環境や条件が整えば、可能な工場において実機で本技術の適用の検討を進める。**

1.国内の事業活動における削減目標 セメント製造用エネルギー原単位の低減

＜目標＞セメント製造用エネルギー原単位を、2010年度実績から2020年度において39MJ/t-cem低減した3,420MJ/t-cem、2030年度において49MJ/t-cem低減した3,410MJ/t-cemとする。

＜主な対策＞ ①省エネ設備の導入 ②エネルギー代替廃棄物の使用拡大

＜2016年度実績＞
3347MJ/t-cem（2010年度実績より112MJ/t-cem削減）



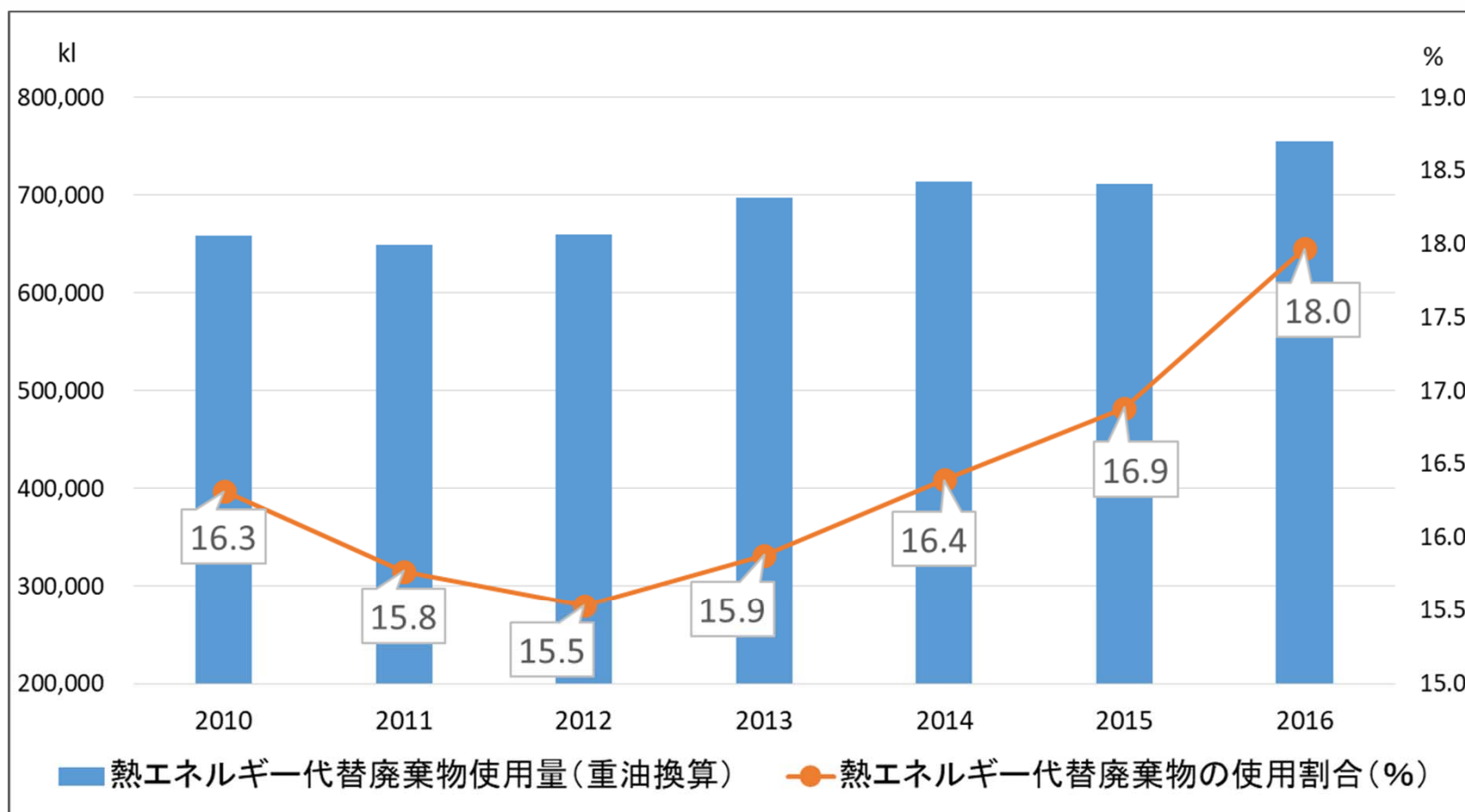
セメント製造用エネルギー原単位低減に関する要因 省エネ設備の導入状況と普及率

省エネ設備名 (設備の概要)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017～ 2030の導 入予定基 数(※3)	2016年度 の普及率 (%)
縦型原料ミル									42.7
縦型石炭ミル					1			4	76.7
高効率クリンカクーラ (熱回収効率が高いクリンカ冷却機)			1	2	2			7	64.1
仕上げミル(予備粉碎) (仕上げミル前に設置する予備粉碎機)									40.0
高効率セパレータ (分級性能の高いセメント製造用分級機)									88.0
縦型スラグミル							1	1	70.2
排熱発電 (焼成炉からの排熱利用による発電設備)		2				1		1	68.4
省エネ設備への投資額 (百万円)(※1)(※2)	5,144	749	1,807	2,356	3,634	8,744	3,469	投資額累計 25,903	

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 「2017～2030の導入予定基数」は2012年度調査結果

セメント製造用エネルギー原単位低減に関する要因 熱エネルギー代替廃棄物の使用拡大

セメント製造用熱エネルギー代替廃棄物使用量の推移



今後の見通しへの懸念材料 セメントの国内需要と廃棄物を取り巻く状況

懸念材料 その1

国内需要の弱含み:

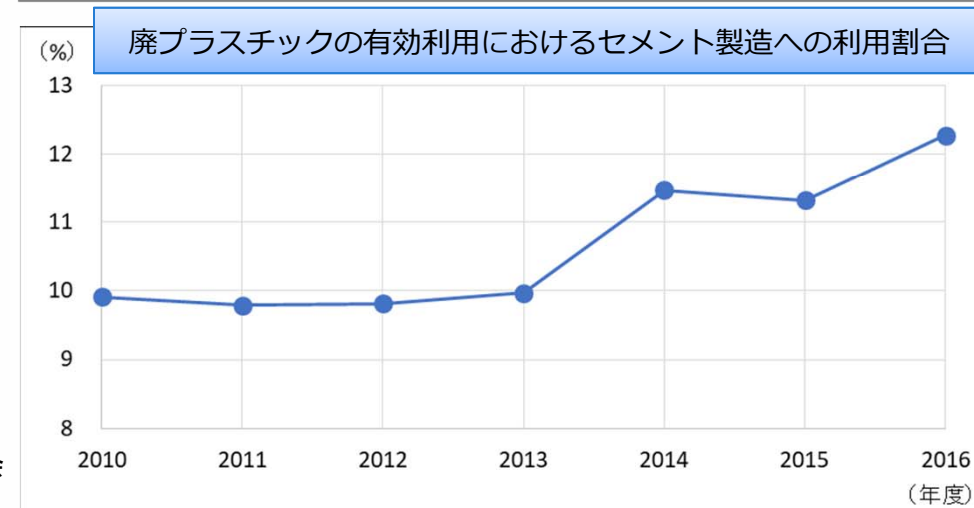
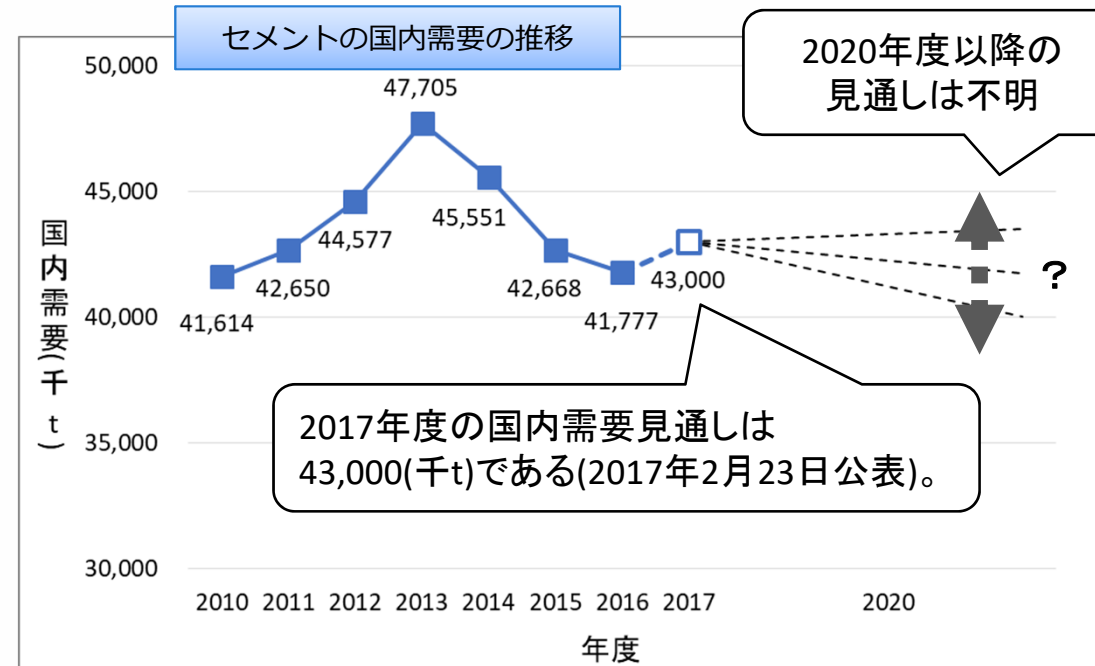
オリンピックまでは堅調と思われたが、建築工法の変化や人手不足等で2014年度以降3年度連続で前年度比マイナスとなった。

2020年度以降の需要動向に基づく設備投資計画への影響が考えられる。

懸念材料 その2

可燃性廃棄物の市場性の不透明さ:

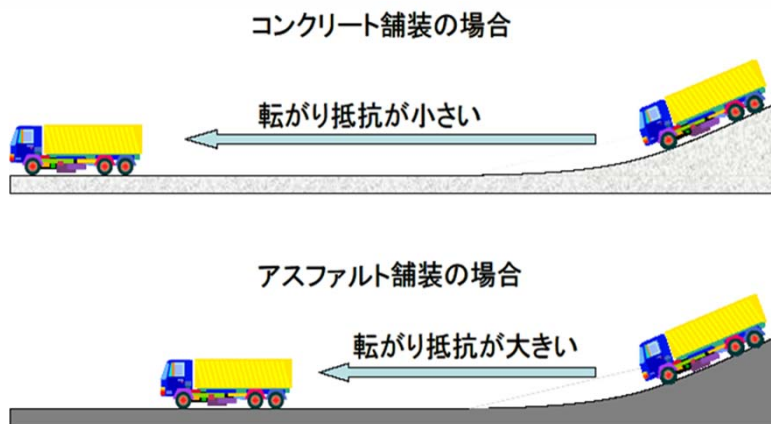
良質な熱エネルギー代替廃棄物については多くの業種と競合状態にある。一方、中国の輸入規制強化やエネルギー市況の変動などの外因も影響する。



2. 主体間連携の強化-他部門での貢献

コンクリート舗装における重量車の
燃費の向上によるCO₂の削減効果

【 転がり抵抗の差による同一距離走行時の燃料消費量 】 (セメント協会調べ)
アスファルト舗装を100とした場合、コンクリート舗装では**95.2~99.2**



— 削減量試算例 —
積載量を11t(車両総重量が道路運送車両法の最大値25tの状態)
とした大型車がアスファルト舗装道を100km走行した場合
軽油の使用量 : 55.44 L CO₂排出量 : 143.1 kg
(出典 : 平成18年3月29日 経済産業省告示第66号)
同一車両にてコンクリート舗装道走行した結果、アスファルト
と比較して軽油の使用量が削減された
⇒ 軽油の削減量 : 0.44 ~ 2.66 L
∴ CO₂排出量の削減量 : **1.14 ~ 6.87 kg**

コンクリート舗装推進の実績

コンクリート
舗装の普及

重量車の燃費が
改善される

少量のCO₂削減の
積上げが期待できる

<国や地方自治体におけるこれまでの対応の事例>

- 国土交通省では「平成24年度道路関係予算概要(2012年1月)」の中で、道路構造物の長寿命化対策として、耐久性に優れるコンクリート舗装の積極的な活用が策として初めて明記された。
- 地方自治体として山口県では新たな地産地消開拓戦略として「コンクリート舗装の利活用促進」が明記され、県内でのコンクリート舗装の活用が推進されている。

<具体的事例>

- 「1DAY PAVE」(早期交通開放型コンクリート舗装)が注目されており、2016年度の実績では施工件数34件、施工面積約11,357m²と、コンクリート舗装の推進の一助となっている。

コンクリート舗装普及によるCO₂削減効果試算

コンクリート舗装が普及することによるCO₂削減効果について、高速自動車国道を例にとって試算した。

- ・【算定の基礎】 国土交通省の次の調査結果を基に試算した。

大型車の交通量:「平成27年度全国道路・街路交通情報調査(2017年6月6日記者発表)」の表4(A)「交通量整理表」(p.85)の都道府県合計における道路種別「高速自動車国道」の大型車の24時間走行キロ(千台キロ): **82,629**
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/index.html>

道路距離:「国土交通省道路統計年報」の表3「道路実延長内訳の総括表」の路面別内訳「舗装道」のデータを参照(右表)

<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/index.html>

- ・【排出係数】:積載量11tの大型車が100km走行時のCO₂排出量の削減量:1.14~6.87 kg (前スライド参照)

注:積算量11tとは、削減効果測定時の対象車両の総重量が道路運送車両法の最大値25tの状態(満載)のこと。

道路実延長内訳/路面別内訳 単位:km

年報年度	高速自動車国道	
	舗装道	
	セメント系	アスファルト系
2013	488.2	7,562.1
2014	507.4	7,850.9
2015	590.5	7,837.2
2016	611.6	8,040.6
2017	644.8	8,130.9

注:データは基本的に年報発行年度の前年4月現在

- ・【大型車の仮定】大型車交通量のうち、その半分が最大積載可能量付近の車両(排出係数の対象)と仮定した。
- ・【試算手順】

高速自動車国道は2012年4月から2016年4月の間に、

$(644.8 - 488.2) = 156.6\text{km}$ のセメント系舗装道の延伸があった。

延伸分は $156.6 / (644.8 + 8130.9) =$ 直近(2016年4月時点)の高速自動車国道の1.78%にあたる。

この延伸分による効果が2012年4月時点と比較して増えたCO₂削減効果と推定。

∴ $82,629 \times 1000 (\text{台キロ/日}) \times 0.5 \times 365 \text{日} \times 0.0178 \times 1.14 \sim 6.87 \text{kg}/100\text{km}$ ➡

高速自動車国道において、
156.6kmセメント系舗装道が増加し、
3,059~18,440 (t-CO₂)
の削減効果が増えたと推定

- ・今後、コンクリート舗装が普及することによって、その延伸分の占有率が増加し、削減効果の増加も期待される。

2. 主体間連携の強化-他部門での貢献

持続可能社会実現に向けた
循環型社会構築への貢献

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、代替エネルギーとして有効に活用。2016年度は1tのセメントを作るのに474kgの廃棄物・副産物を使用した。



廃棄物の有効利用による低炭素社会への貢献

セメント産業が廃棄物・副産物をセメント製造に有効利用することによって、次のような効果があると考えている。

2016年度の最終処分場の延命効果(試算値)

(A)	産業廃棄物最終処分場残余容量(2015年4月1日現在)	166,045 (千m ³)
(B)	産業廃棄物最終処分場残余年数(2015年度)	16.0 (年)
(C)	2015年以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 [(A)/(B)]	10,378 (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	20,116 (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)]	5.4 (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)]	10.6 (年)

<試算結果>

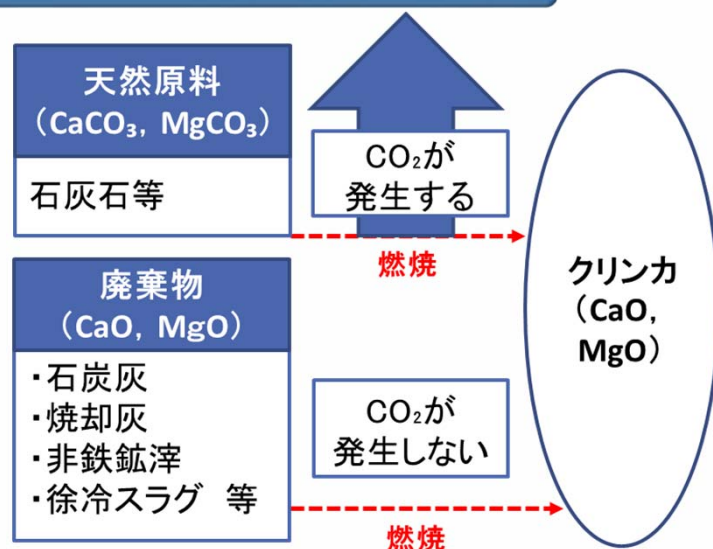
16.0 年
(環境省発表、2015年度)



セメント工場が受け入れ
処理をしなかった場合

5.4 年
(セメント協会試算値)

廃棄物利用によるCO₂削減効果



廃棄物中には脱炭酸を終了してるカルシウム・マグネシウムが含まれている。天然原料の一部を廃棄物に置き換えることによりプロセス起源のCO₂を削減することができる(※)。

※気候変動枠組み条約事務局へ提出する「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」で算定方法として認められている。

<試算結果> (2016年度クリンカ生産量：50,436千t)

・クリンカ中の廃棄物等由来のCaO平均含有率：1.7%

⇒0.017 × (44.01/56.08) × 50,436 (千t) = 673 (千t)

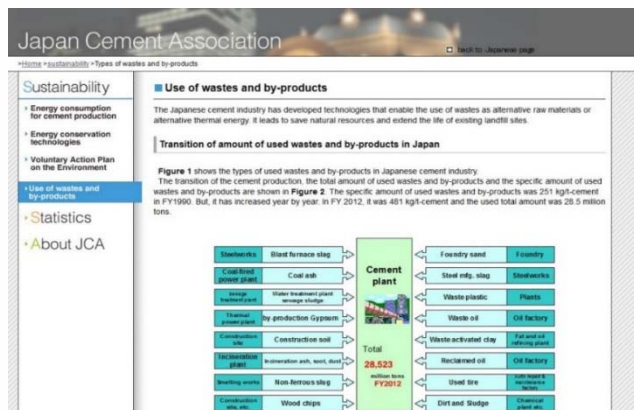
・クリンカ中の廃棄物等由来のMgO平均含有率：0.3%

⇒0.003 × (44.01/40.304) × 50,436 (千t) = 165 (千t)

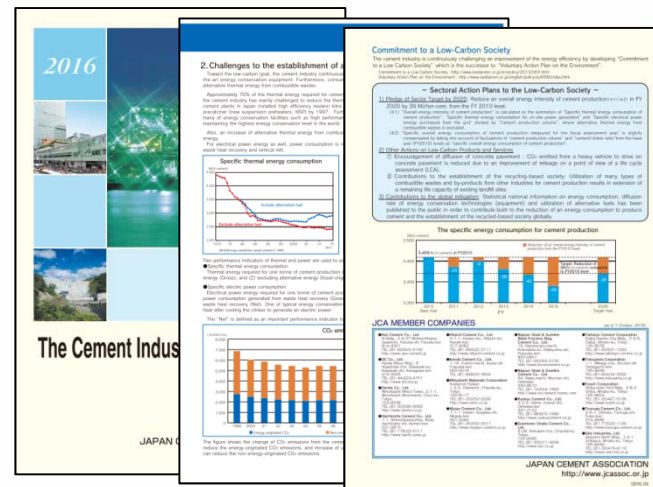
∴ **838 (千t-CO₂)** の二酸化炭素排出を抑制できたと言える。

*データ：日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (2017)

3. 国際貢献の推進-日本のセメント産業に関する情報発信



ホームページの一画面



パンフレット: The Cement Industry in Japan

・ 英文のホームページやパンフレットを作成し、日本のセメント産業における省エネ設備導入状況、廃棄物・副産物の利用状況等を紹介している。

会員企業の国際貢献の実績事例

- ・ 中国のセメント工場においてキルン・クーラ排気のバックフィルター化を行い大気汚染防止に努めた。
- ・ 中国の鉱山において、緑化復元の推進及び鉱山道路整備による発じん防止に努めた。
- ・ 中国セメント企業に対する省エネ・環境エンジニアリング事業を進めており、省エネ診断の実施や脱硝設備導入など技術的サポートを実施した。
- ・ 中国のセメント工場（自社出資先）にて、低NOx操業、脱硝効率向上に関わる技術指導を実施。また、省エネルギー対策（熱エネルギー・電力エネルギー原単位削減）に関わる技術指導を実施した。
- ・ JICAの研修においてセメント分野の省エネの講義を実施し、省エネ・省資源技術の紹介に努めた。

4.革新的な技術開発・導入

	革新的技術	導入時期	削減見込量
1	革新的セメント製造プロセス	2030 年度に実用化・普及を目指す	約 15 万 kl (原油換算)

(技術の概要・算定根拠)

- 【焼成温度低減による省エネ】鉱化剤の使用によってクリンカの焼成温度を低下させることにより、クリンカ製造用熱エネルギー原単位の低減を図る。
- 【省エネ型セメント】クリンカの鉱物の一つであるアルミン酸三カルシウム($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)量を増やし、現状より混合材の使用量を増やすことにより、セメント製造用エネルギー原単位の低減を図る。

	革新的技術	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
1	焼成温度低減による省エネ	実用化に向けた予備検討 ・フッ素原料の調達可能性調査 ・高フッ素含有セメントの適用性調査 ・製造・普及上の課題解決に向けた調査					予備検討および 2021 年以降の需給状況（見通し）を踏まえて、製造条件、製品の適応性、経済合理性等の確認	
2	省エネ型セメント	実用化に向けた予備検討 ・水和熱問題解決の可能性調査 ・製造・普及上の課題解決に向けた調査						
	1、2 の開発に向けた主要要素の高精度温度計測システムの実用化	NEDO 助成事業	実用化に向けた検討 ・実機試験による検証					

※高精度温度計測システム: 高ダスト濃度環境下のロータリーキルン内の温度を高精度で計測し、過度な熱エネルギーの使用を軽減することにより、省エネルギー効果を高めるシステム。