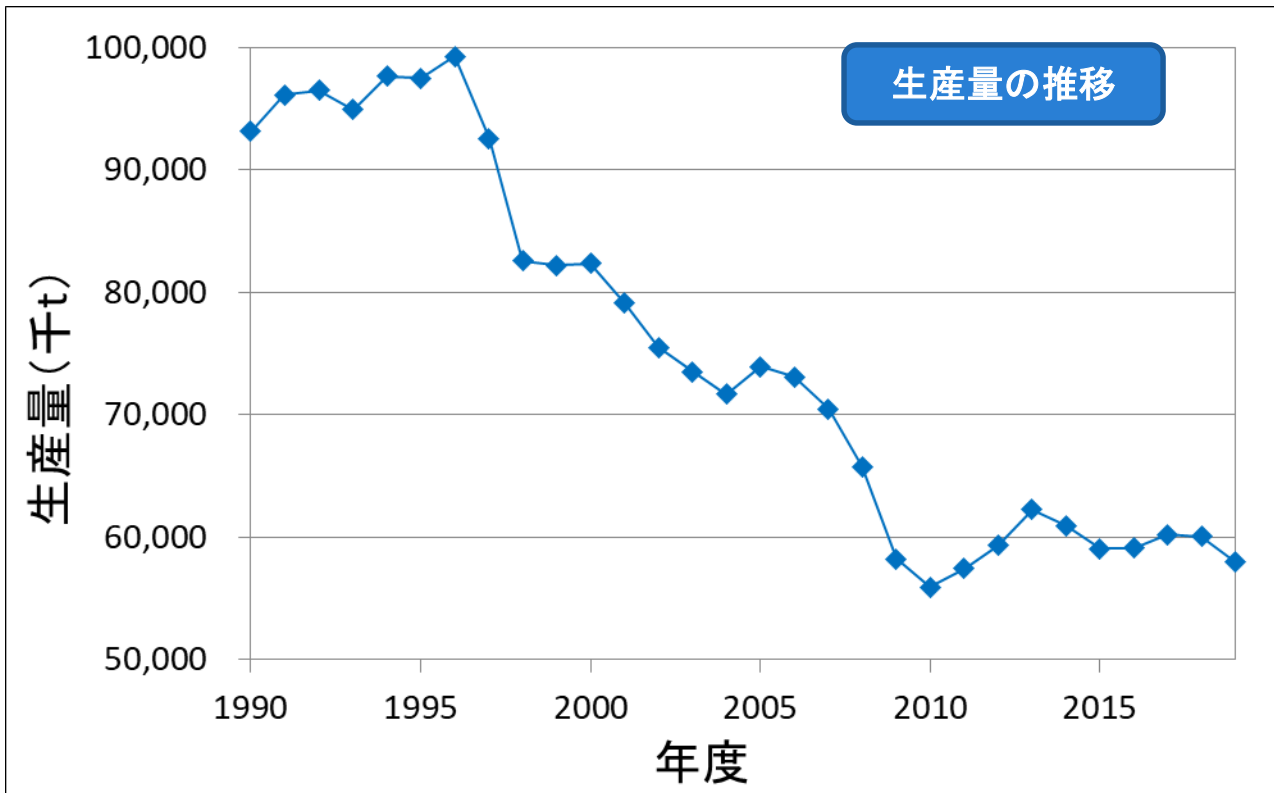


# セメント業界における地球温暖化 対策の取組

## ～低炭素社会実行計画 2019年度実績報告～

令和2年12月16日  
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  
※ 2019年度の生産割合：99.7%
- 市場規模:5,708億円(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、2014-2015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2年連続して前年度を下回った。
- 2016-2017年度は輸出好調により対前年度プラス、2018年度はほぼ前年度の横ばいだったが、2019年度は国内需要マイナスの影響から前年度を下回った。

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

# 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CO<sub>2</sub>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)

→ **鉱化剤の使用などによるクリンカの低温焼成技術**

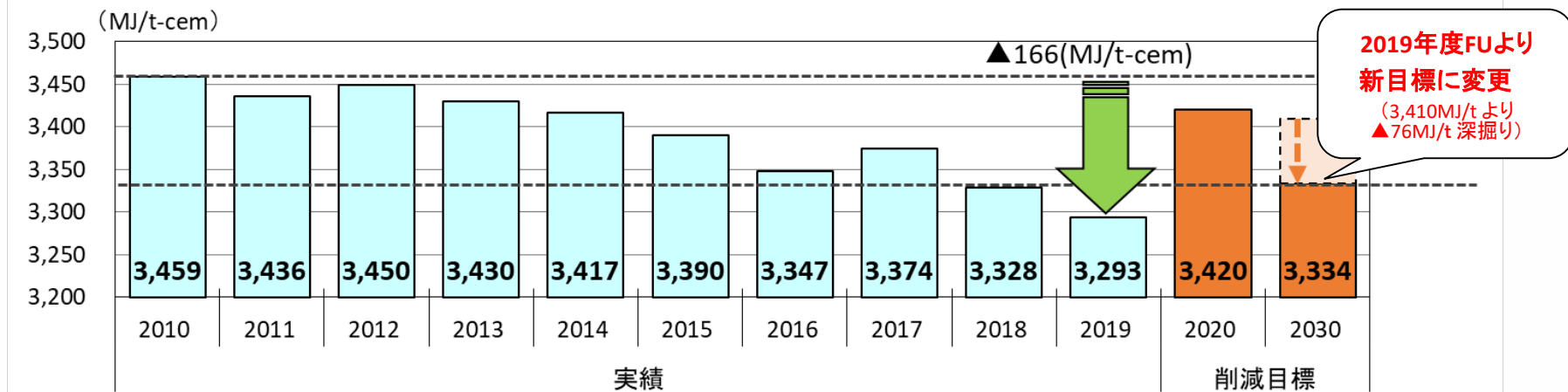
→ **想定している環境や条件が整えば、可能な工場において実機で本技術の適用の検討を進める。**

# 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**125MJ/t-cem**低減した3,334MJ/t-cemとする。

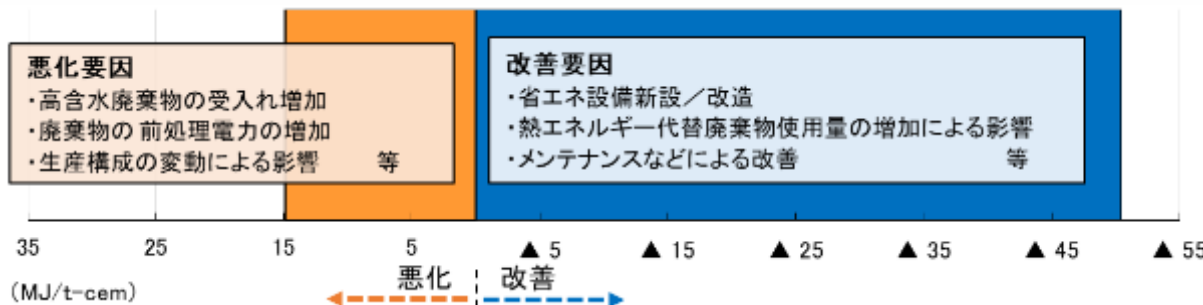
<主な対策> ① 省エネ設備の導入 ② エネルギー代替廃棄物の使用拡大

<2019年度実績>  
3,293MJ/t-cem (2010年度実績より、166MJ/t-cem 削減)



## 対前年度の主な増減要因\*

※下記要因は会員各社に調査を行い、主要増減要因について整理した結果である。



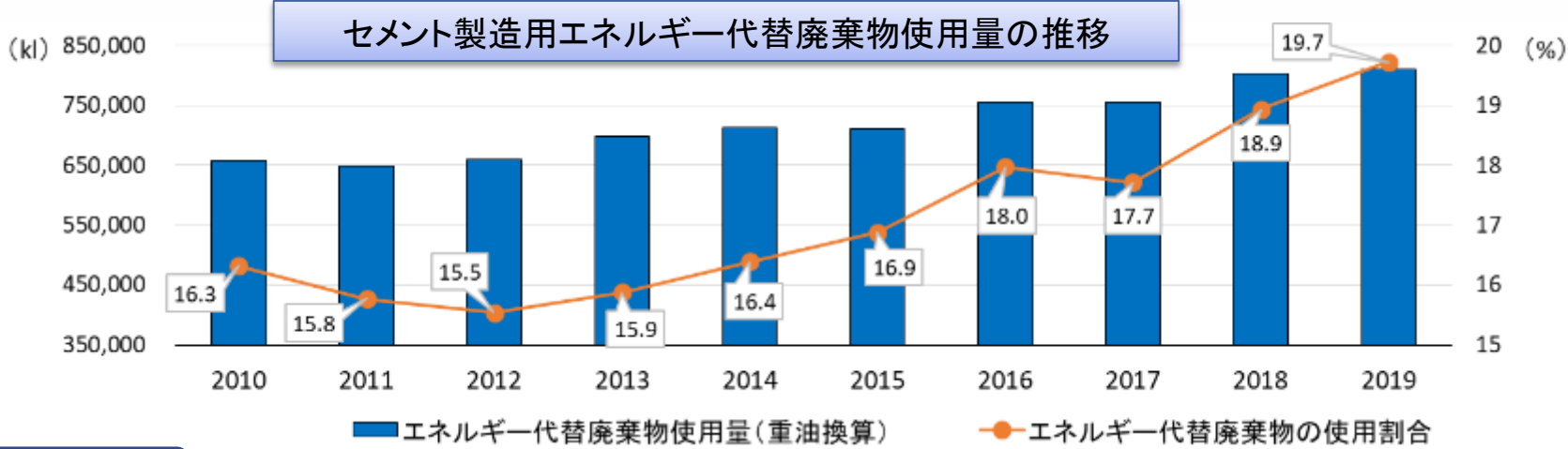
2019年度は、  
① 継続的な省エネ設備投資  
② エネルギー代替廃棄物使用拡大に向けた設備投資によるエネルギー代替廃棄物の使用量の増加により改善した。

# 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	2018	2019	2020~ 2030の 導入予 定基数	2019年 度の普 及率 (%) <sup>(※3)</sup>
豎型原料ミル												44
豎型石炭ミル					1							77
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	1	2	2			1	1	3	2	67
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)												42
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)												90
豎型スラグミル							1					77
廃熱発電 (焼成炉からの排熱利用による発電設備)		2				1				1	1	65
省エネ設備への投資額 (百万円) <sup>(※1)(※2)</sup>	5,144	749	1,807	2,356	3,634	8,744	3,469	889	2,975	11,256	投資額累計	41,023

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低減に関する要因 エネルギー代替廃棄物の使用拡大



## 主な増加要因

### ① エネルギー代替廃棄物使用拡大に向けた設備投資



各社の継続した設備投資の結果、今までセメント利用が難しかった廃棄物についても受け入れられるようになってきている。

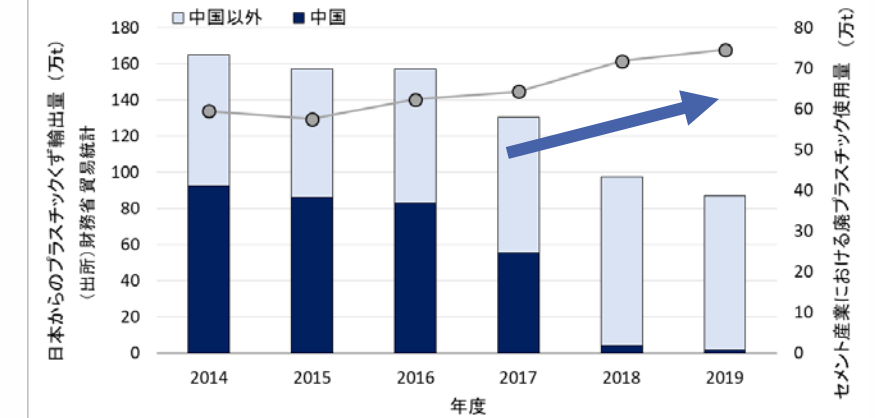
↑太平洋セメント(株) 大分工場廃プラ粉碎機 (CSRレポート2019 p.47)

### ＜エネルギー代替廃棄物使用拡大に向けた設備投資状況＞ (百万円)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
988	2,596	531	2,486	1,488	1,375	528	3,573	3,779	3,018

### ② アジア諸国における廃プラスチックの輸入規制の影響

中国をはじめとした廃プラスチックの輸入規制により国内循環量が増加したため、セメント工場において廃プラスチックが入手しやすい状況が続いている。



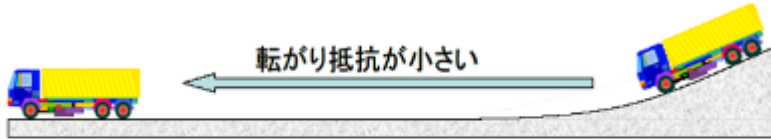


## 2. 主体間連携の強化-他部門での貢献

### コンクリート舗装

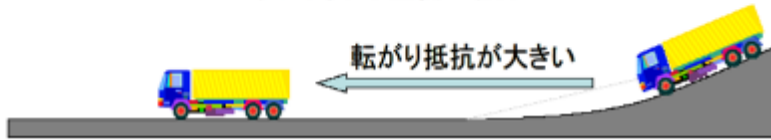
コンクリート舗装の場合

転がり抵抗が小さい



アスファルト舗装の場合

転がり抵抗が大きい



2019年度は57件施工（施工面積約25,067m<sup>2</sup>）

### 重量車の燃費向上によるCO<sub>2</sub>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）>

コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べて、大型車の燃費が

**0.8~4.8%** 良い。

少量のCO<sub>2</sub>削減の積上げが期待できる

<削減試算例> 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100km走行した場合

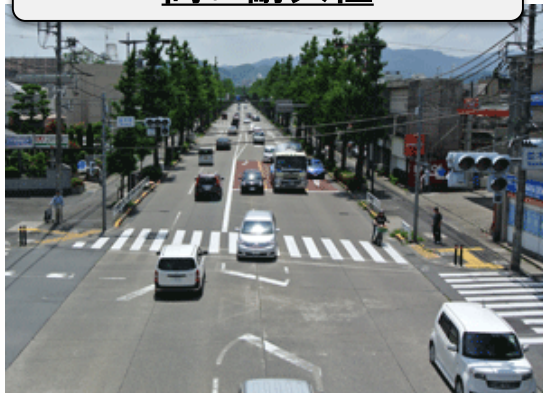
アスファルトと比較して、0.44~2.66L軽油の使用量が削減された。

⇒ **CO<sub>2</sub>排出量の削減量: 1.14~6.87 kg に相当** ※

※ コンクリート舗装による削減貢献量は使用段階のみを評価したものである。

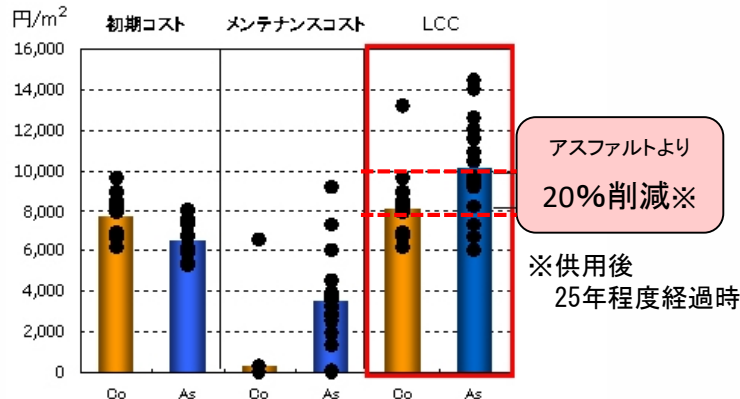
### ●その他の主な長所

#### 高い耐久性



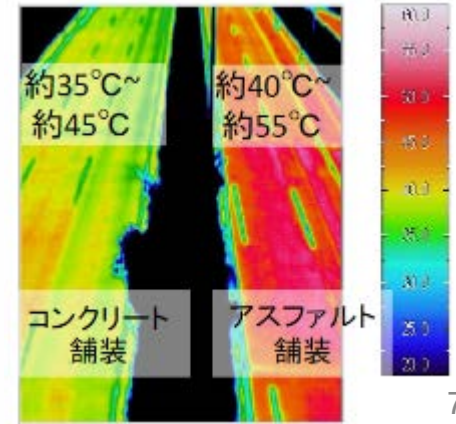
約50年間 大規模補修無しで供用している国道20号のコンクリート舗装区間（東京・八王子）

#### ライフサイクルコスト削減



コンクリート舗装とアスファルト舗装のLCCの比較

#### 路面温度の低減



## 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。2019年度は1tのセメントを作るのに473kgの廃棄物・副産物を使用した。

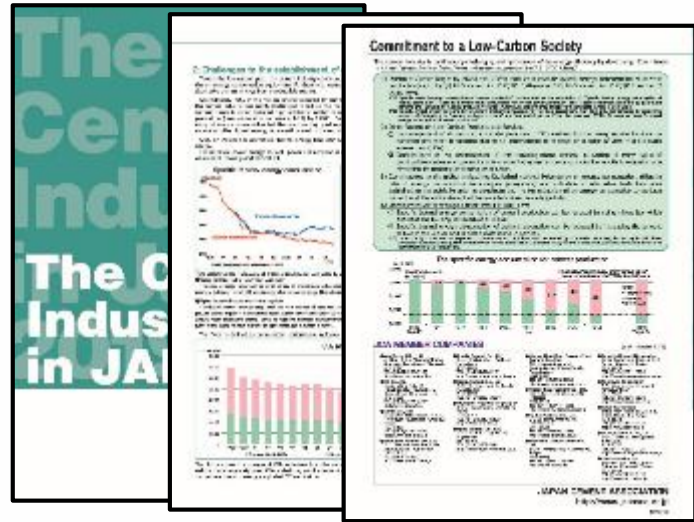




# 3. 国際貢献の推進-日本のセメント産業に関する情報発信



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と導入状況 ([http://www.jcassoc.or.jp/cement/2eng/e\\_01b.html](http://www.jcassoc.or.jp/cement/2eng/e_01b.html)) や、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て低NOx操業、脱硝効率向上にかかわる技術指導を実施。
- ・ 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、省エネ診断や設備の導入など技術的サポートを実施。
- ・ 海外の自社工場においても、国内と同様に省エネ設備の導入、エネルギー代替廃棄物の利用を実施。

## 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
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)

- (1) 【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。
- (2) 【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(3CaO・Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)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。

	技術・サービス	2019	2020	2025	2030	2050
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 ※	実用化に向けた検討 ・実機試験による検証 →2020年度下期に商品化予定				

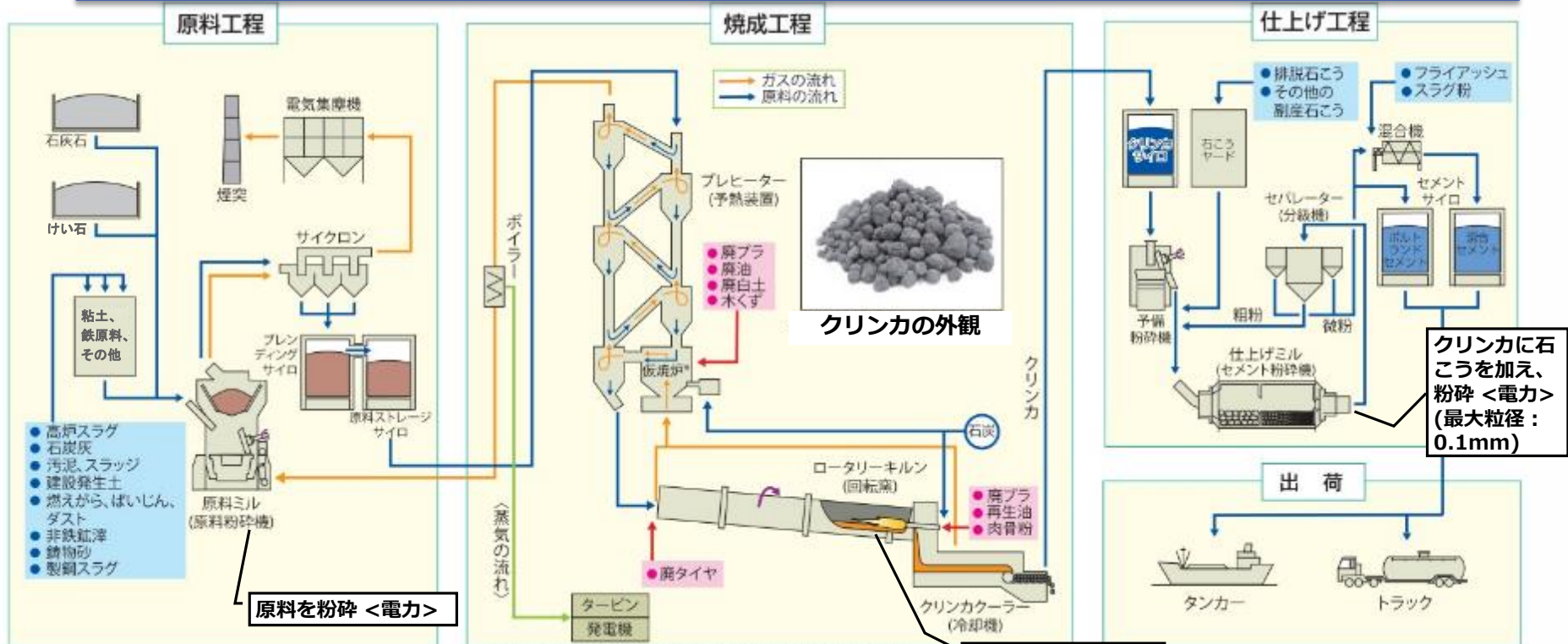
※ 高ダスト濃度環境下のロータリーキルン内の温度を高精度で計測し、過度な熱エネルギーの使用を軽減することにより、省エネルギー効果を高めるシステム

# 参考資料

# 【参考①】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。



\*プレヒーターに仮焼炉があるものをNSP方式、無いものをSP方式という。

約1450℃でクリンカを焼成 <熱>

<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%

## 【参考②】コンクリート舗装普及によるCO<sub>2</sub>削減効果の試算

コンクリート舗装が普及することによるCO<sub>2</sub>削減効果（※高速自動車国道における試算値）

### ● 算定の基礎

積載量11tの大型車が100km走行時のCO <sub>2</sub> 排出量の削減量 出所:前スライドより	<u>1.14~6.87(kg)</u>
コンクリート舗装道路の延伸距離 (2012年4月~2018年4月) 出所:「国土交通省道路統計年報」より(※1 右表参照)	(667.9-488.2)= <u>179.7(km)</u>
大型車の24時間走行キロ(交通量) 出所:平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 (2017年6月6日記者発表)	<u>82,629(千台キロ)</u> ※2

※1 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
2018	645.5	8,149.6
2019	667.9	8,255.0

注:データは基本的に年報発行年度の前年4月現在

※2 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（対象期間:2012年4月から2018年4月の間）

延伸分は $179.7 / (667.9 + 8255.0) =$ 直近(2018年4月時点)の高速自動車国道の2.01%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CO<sub>2</sub>削減効果と推定すると、

$$\therefore 82,629 \times 1000 (\text{台キロ/日}) \times 0.5 \times 365 \text{日} \times 0.0201 \times 1.14 \sim 6.87 \text{kg}/100 \text{km}$$

高速自動車国道は2012年4月から2018年4月の間に179.7kmセメント系舗装道が増加し、

**3,462~20,864 (t-CO<sub>2</sub>)** の削減効果が増えたと推定される。



## 【参考③】 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。

### 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(2018年4月時点)	159,255 (千m <sup>3</sup> )
(B)	産業廃棄物最終処分場残余年数(2018年4月時点)	16.4 (年)
(C)	2018年以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 [(A)/(B)]	9,711 (千m <sup>3</sup> )
(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	20,494 (千m <sup>3</sup> )
(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)]	5.3(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)]	11.1 (年)

<試算結果>

**16.4年**

(環境省発表、2018年度)

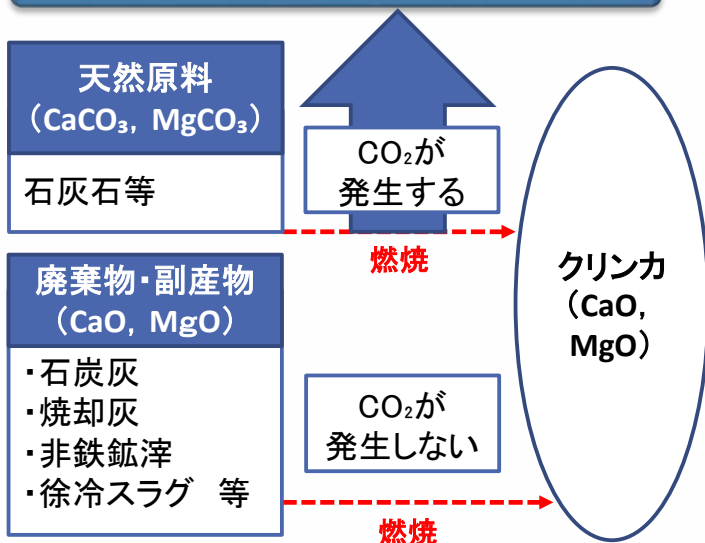


セメント工場が受け入れ  
処理をしなかった場合

**5.3年**

(セメント協会試算値)

### 廃棄物利用によるCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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> (2019年度クリンカ生産量：49,293千t)  
2019年度における廃棄物由来の成分は以下のとおりと推計

- ・クリンカ中の廃棄物等由来のCaO平均含有率：1.8%相当
- ・クリンカ中の廃棄物等由来のMgO平均含有率：0.3%相当

∴2019年度クリンカ生産量より、**848(千t-CO<sub>2</sub>)**の二酸化炭素排出を抑制できたと試算

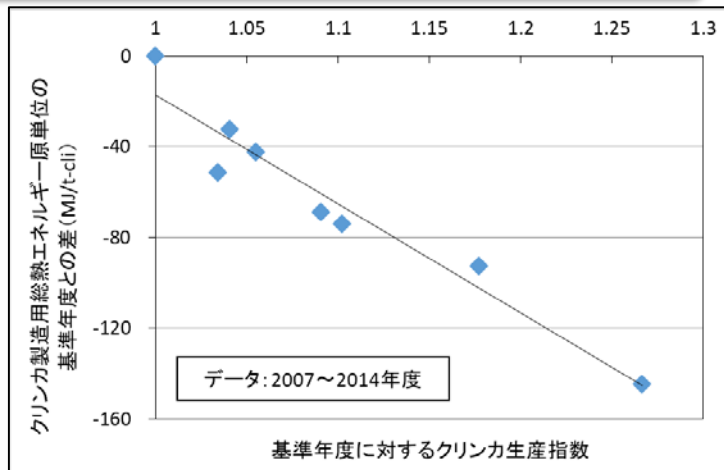
\*データ：日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2019)



# 【参考④】セメント製造用エネルギー原単位の補正について

下記補正により、基準年度水準のセメント製造用エネルギー原単位を算出し、削減努力を評価している。

## Step1 セメント生産量の変動による補正



クリンカ焼成は定常稼働のキルンで行われているが、需要動向により生産量の変動するため、投入する原料及びエネルギーは増減する。キルンの容量に変動がないため、生産能力内であれば、生産量が多い方が効率的にエネルギーが利用され、エネルギー原単位は向上する。

\* 過去の実績の直線回帰式より、下記関係が得られている。

クリンカ生産量が100万t減少する

⇒クリンカ焼成用熱エネルギー原単位は10MJ/t-cli悪化する

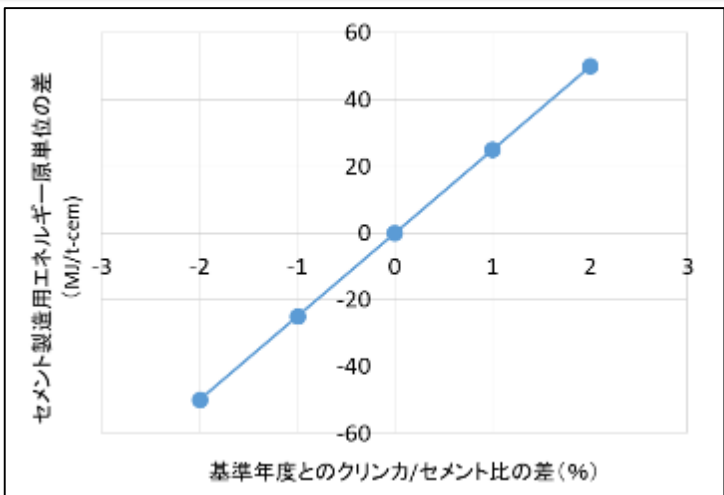
クリンカ生産量が100万t増加する

⇒クリンカ焼成用熱エネルギー原単位は10MJ/t-cli改善する

	2010年度 (基準年度)	2019年度
クリンカ生産量(万t)	4,728	4,930

⇒基準年度より200万t増加したため、約20MJ/t-cemの改善分をプラス補正

## Step2 クリンカ/セメント比の変動による補正



クリンカ/セメント比は需要により決まるが、セメント中に占めるクリンカの量が増えると、その分の熱エネルギー使用量が増える。

\* 過去の実績より左のグラフを作成

	2010年度 (基準年度)	2019年度
クリンカ/セメント比	84.6%	85.0%

⇒基準年度より0.4%増加したため、約13MJ/t-cemマイナス補正