

セメント産業の特徴と自家発電 設備の役割

2020年9月18日
一般社団法人セメント協会

ご説明内容

1. セメント産業について

- 1) セメントの製造プロセス
- 2) 省エネに向けた取り組み
- 3) リサイクル資源の活用による社会貢献
- 4) 災害廃棄物処理支援

2. セメント産業における自家発電設備

- 1) 製造プロセスにおける自家発電の役割
- 2) 自家発電設備の現状
- 3) 非効率石炭火力発電フェードアウトへの検討課題
- 4) 自家発電設備の重要性について

3. まとめと要望事項

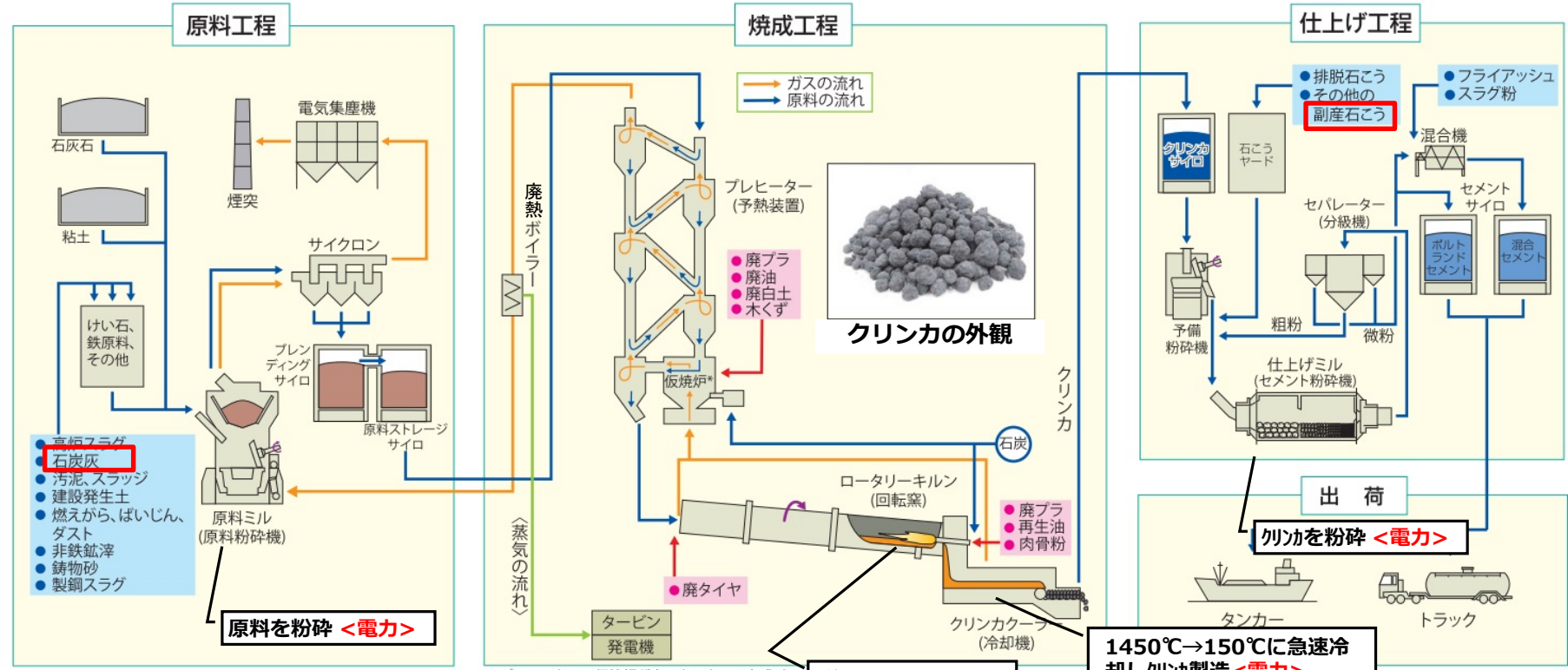
1. セメント産業について

1) セメントの製造プロセス

セメントの製造プロセス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> 調合原料を1450℃で焼成、急速冷却し中間製品のクリンカを製造。
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。

2019年度セメント製造電力原単位：121kWh/t-セメント



<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	< 1 %	> 79 %	0 %
電力	6 %	7 %	7 %

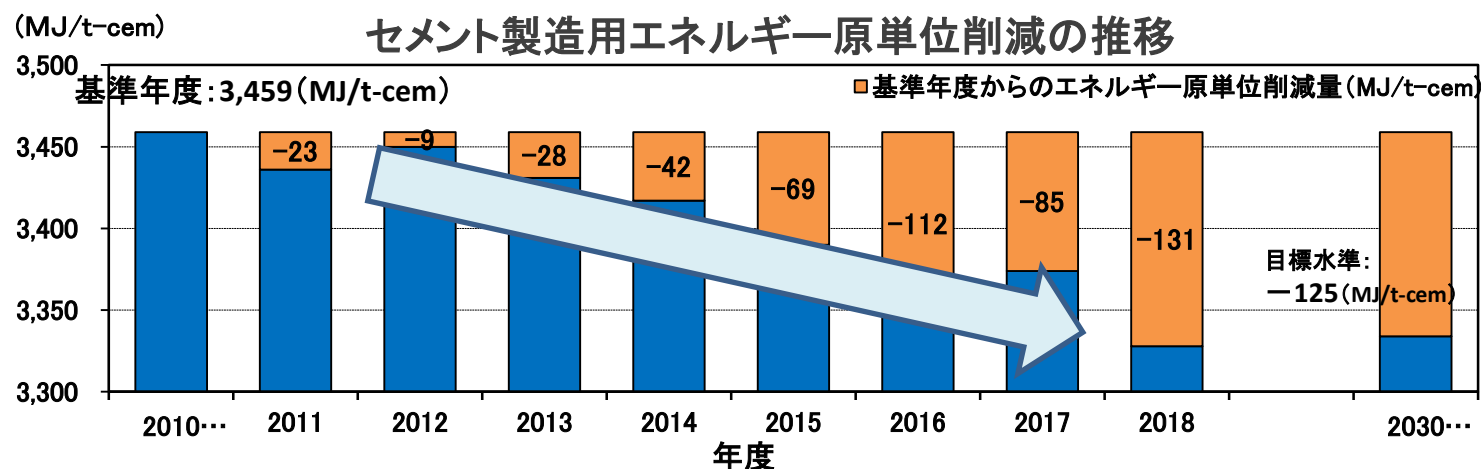
1450℃→150℃に急速冷却しクリンカ製造<電力>

セメント焼成炉(ロータリーキルン)は、1,450℃以上の高温で焼成しダイオキシン類を分解、重金属類を固定化できる為、あらゆる産業廃棄物、震災/災害廃棄物の処理が可能。

1. セメント産業について

2) 省エネに向けた取り組み

セメント業界は、低炭素社会実行計画を策定し、省エネ設備の導入、廃棄物使用による化石エネルギーの削減、廃熱利用など、製造プロセス全体で省エネ推進に取り組んでいる。



省エネ設備への投資状況

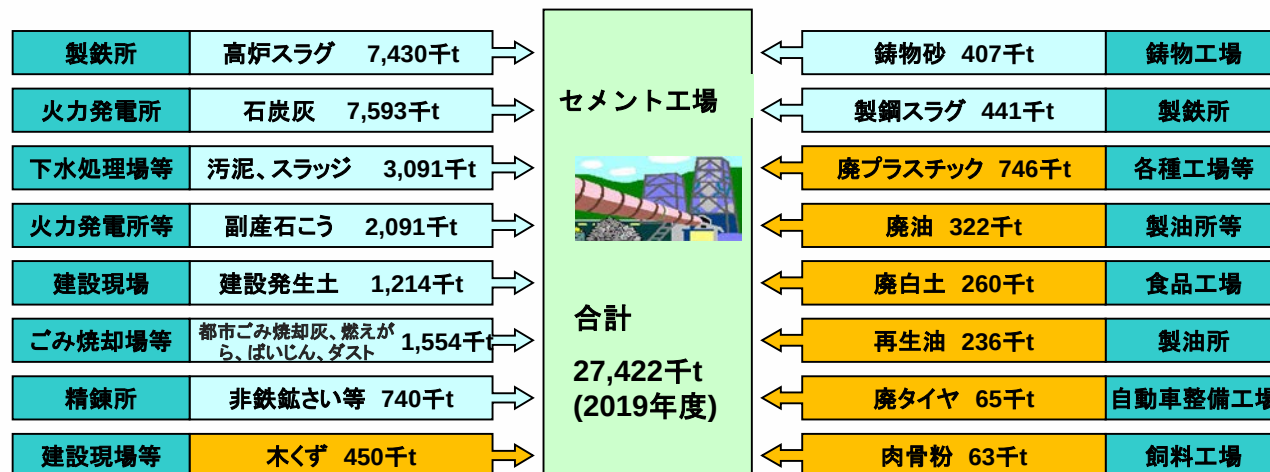
(単位: 百万円)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	計 (2010~2019)
省エネ設備の普及 促進	5,144	749	1,807	2,356	3,634	8,744	3,469	889	2,975	11,256	41,023
エネルギー代替廃 棄物使用拡大	988	2,596	531	2,486	1,488	1,375	528	3,573	3,779	3,018	20,361
その他	1,621	1,127	3,762	1,003	1,456	1,194	357	657	413	188	11,778
合計	7,753	4,471	6,100	5,845	6,578	11,313	4,354	5,118	7,167	14,462	73,162

1. セメント産業について

3) リサイクル資源の活用による社会貢献

セメント工場では、日本の廃棄物総量の5%（循環利用の10%）を処理し、循環型社会形成に大きく貢献している。

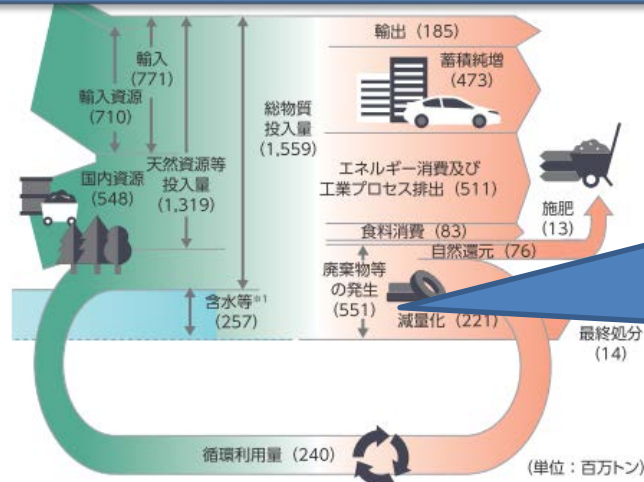


■ 熱エネルギー代替として使用
■ 原料代替として使用

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使用している。

セメント1tあたり473kg

我が国の物質フローと廃棄物のセメント資源化(2016年度)



国内では年間551百万tの廃棄物などが発生。
セメント工場では27百万トンを経済化（全体の約5%：循環利用量の約10%に相当）＊

＊工場によっては、自治体から発生する都市ごみの全量をセメント工場で資源化している。

最終処分場の延命効果

セメント産業が廃棄物・副産物を受入処理している現状での産業廃棄物の最終処分場の残余年数

17.0年

（環境省発表、2017年4月1日現在）



仮に、セメント産業が全ての廃棄物・副産物の受入をやめた場合、その残余年数は

5.5年

<セメント協会試算値>

4) 災害廃棄物処理支援

セメント工場では、下記の災害において発生した廃棄物の受入れを行っており、D.Waste-Net（災害廃棄物処理支援ネットワーク）発足後は、その一員として参画し、より一層、復旧・復興への協力に努めている。

2004年10月	中越地震
2007年3月	能登半島地震
2007年7月	中越沖地震
2011年3月	東日本大震災
2014年8月	広島県土砂災害
2015年9月	関東・東北豪雨（常総市）
2015年9月	D.Waste-Net に加入
2016年4月	熊本地震
2016年12月	糸魚川大火
2017年7月	九州北部豪雨
2018年7月	西日本豪雨



2004年以降の災害廃棄物の受入処理量の合計

152万 t

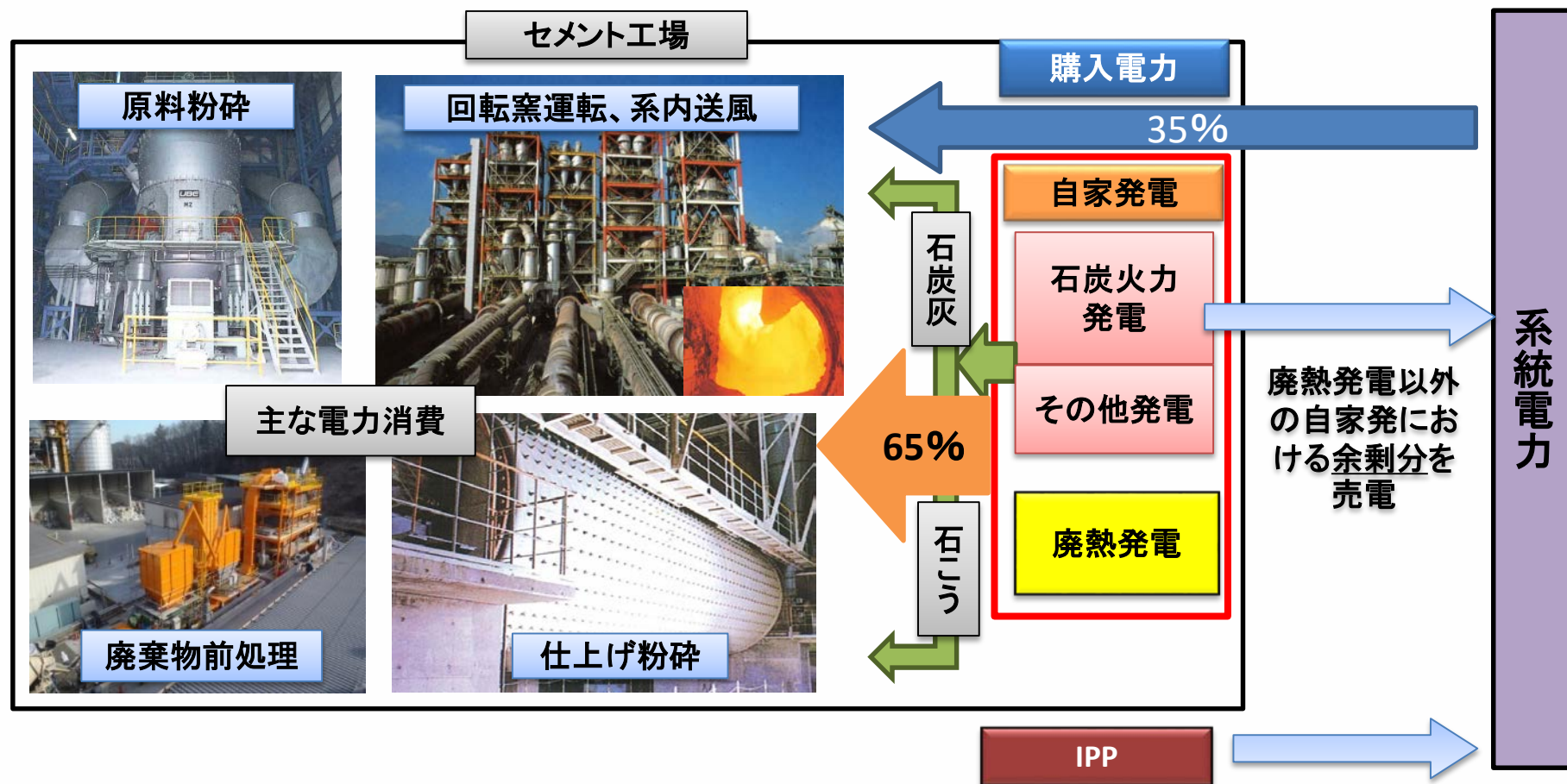
現在も、令和元年東日本台風で発生した災害廃棄物の処理に協力中。
災害廃棄物処理については、地元自治体と協定を結んでいる工場もある。

2. セメント産業における自家発電設備

1) 製造プロセスにおける自家発電の役割

- ・自家発電設備は、安定的なセメント生産のために極めて重要な設備であり、廃熱利用・原料確保等の観点から、製造プロセスに組み込まれている。
- ・セメント製造に要する電力のうち約65%を自家発電設備から得ている。

自家発電：購入電力 = 65%：35%（セメント協会全社平均）



1) 製造プロセスにおける自家発電の役割

石炭火力自家発電について

・石炭灰・排脱石こうは貴重なセメント原料

セメントは、 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の4成分を最適調合し、 1450°C で焼成し生産される。

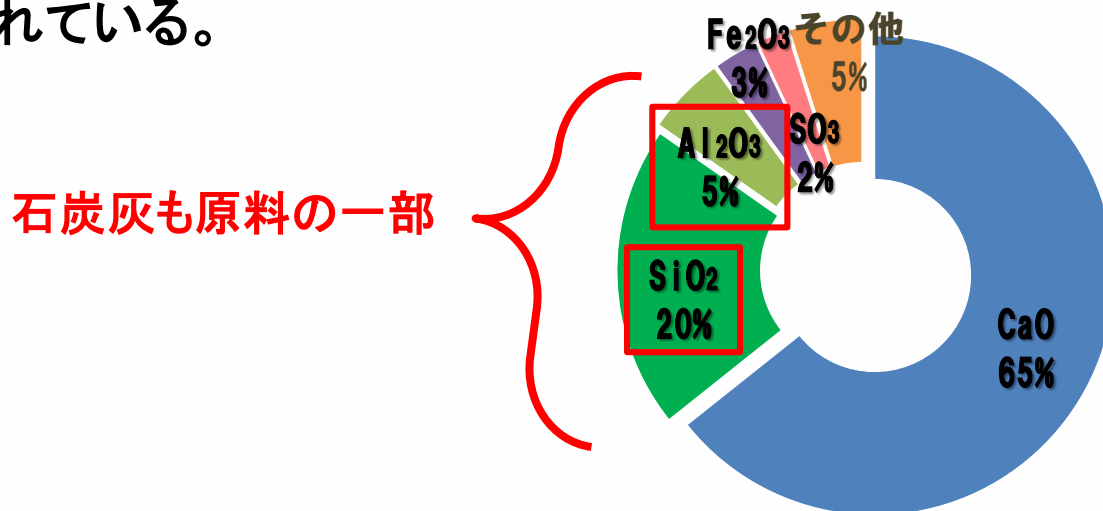
石炭火力発電所から発生する**石炭灰**は、この SiO_2 、 Al_2O_3 の**貴重な原料**。

また、石炭火力排ガス脱硫により発生する石こうは、仕上工程でクリンカと混合される原料として用いられる。

・セメント製造インフラの共用

セメント製造用として石炭を使用しており、調達・保管等のインフラもセメント製造と発電で共用できる。

即ち、セメント製造プロセスに**合理的な電力・原料供給源の一つ**として組み込まれている。



セメント原料構成の一例

2) 自家発電設備の現状

セメント産業の省エネの基本は焼成工程に投入する多量の熱エネルギーを効率よく回収することにより、多くの工場で廃熱回収による廃熱発電が設置されている。(自律運転機能はない)

	種類	基数	出力計 [kW]
廃熱回収	廃熱発電*	31	189,050
火力発電	石炭火力(バイオマス混焼)	4	275,000
	石炭火力	4	180,870
	可燃性天然ガス及び都市ガス	3	23,400
	石油その他の燃料	6	30,000
自家発電 合計		48	698,320

上記データは、日化協から報告している社を除く。

但し廃熱発電設備については、クリンカ製造設備に付帯していることから、全社計となっている。

* 廃熱発電設備とは？

焼成工程で余剰となった熱で発電し、その電力を製造設備内で循環利用するシステム。工場のスペースや原料の含水比により、設置が可能かどうかは工場により異なるが、現在、クリンカ焼成炉50基中31基に設置されている。

2) 自家発電設備の現状

- ・石炭火力自家発電設備は、セメント製造に石炭を使用していることもあり、調達・保管等のインフラに至るまでセメント製造と共有できるため、多く採用されており、全体の自家発電量の**約7割**を占めている。
- ・基本は、【発電供給能力÷自家消費】であるが、セメント製造負荷に合わせて発電出力を抑制すると、効率が落ちる為、定格(出力100%)で運転し**余剰分を売却**している。

専焼/混焼	基数	発電方式	用途	設置時期	出力計[kW]	効率
石炭火力	4	亜臨界圧 (Sub-C)	自家消費のみ:2基 自家消費+売電:2基	1991～2007年	180,870	29.5～35.6
石炭火力 (バイオマス混焼)	4		自家消費+売電:4基	1996～2005年	275,000	39.3～61.7

石炭火力 石炭火力検討WG(第1回)資料5に掲載している保有数

【IPP(共同出資)】

専焼/混焼	基数	発電方式	用途	設置時期	出力計[kW]
石炭火力	2	亜臨界圧 (Sub-C)	売電	2001～2005年	316,000

3) 非効率石炭火力発電フェードアウトへの検討課題

石炭火力自家発の見直しは膨大な費用を要し、また燃料確保の困難性を有するなど、工場ごとに慎重な判断を要する。また、政策的な外的要因など、業界においては、エネルギー投資への予見不透明性が大きなハードルと認識している。

現時点で設備部分変更による高効率化は不可能(特に小規模設備)

セメント製造自家発電設備は、**11万kW以下**

既存技術を活用した高効率化

↓ 既設改造

バイオマス燃料
混焼改造

↓ リプレイス

燃料転換

バイオマス

LNG

全量購入
切替

安定性(自律運転)	○	○	○	×
経済性	△	×	×	×
原料利用	△	△	×	×
インフラ共有	△	△	×	—
主な懸案事項	・バイオマス燃料競合による燃料費高騰 ・燃焼方式によっては、混焼改造が困難な設備もある	・膨大な初期投資 ・LNGカロリー単価高 ・バイオマス燃料競合による燃料費高騰		・購入電力(基本料金)単価高 ・送配電設備の増強への投資(受電/系統側)

バイオマスによる自家発電設備にリプレイスする場合、250億円/基(75,000kW)と仮定した場合、6基分(約1500億円)の設備投資が必要となる試算(=**セメント部門の年間売上高の3割に相当**)。

4) 自家発電設備の重要性について

(1) 安定電源確保【停電リスク回避】

セメント製造プロセスは、1450℃で原料焼成した熱量を徹底的に有効利用するために原料系～焼成系まで巨大な熱貫流システムになっている。その熱流は、各所に設けられた送風機で系内を負圧に保って貫流されており、電源喪失により以下のようなリスクを有する。

①【人的リスク】

突然の電源消失・電圧降下は、送風機停止を誘発し、**高温(場合によって1000℃超)の原料粉/ガスが噴出するリスク**がある。

②【設備故障リスク】

停電による頻繁なキルンの立上げ/立下げは、ロータリーキルン内壁の耐火れんがに想定以上の熱衝撃を与え、**「れんが脱落」による長期のキルン停止を余儀なくされるリスク**がある。

落雷等による電圧低下のリスクとして、現在でも系統電力から**工場を切離(解列)し、単独運転**する状況は、季節/地域により頻発しており、その回避のため、安定電源として自家発電設備を有している(関東平野の地形上雷雲が頻発する地域の工場では、**過去一カ月に12回の単独運転を実施した事例**がある)。

【参考】大規模災害時における停電回避事例

- ・北海道胆振東部地震(2018年9月6日)における系統停電中の操業継続および電力不足への貢献
- ・先日の台風10号襲来時、自家発電単独運転による操業継続(系統側:瞬時電圧低下頻発した)

4) 自家発電設備の重要性について

(2) 経済面・社会面

①【事業継続並びに社会インフラ機能への影響】

仮に安定電源確保を目的とする自家発電から
購入電力に切り替えた場合、**大幅なコストUPにより
事業継続に影響が出ると共に廃棄物処理・災害
廃棄物処理等が滞る。**

②【地域経済への影響】

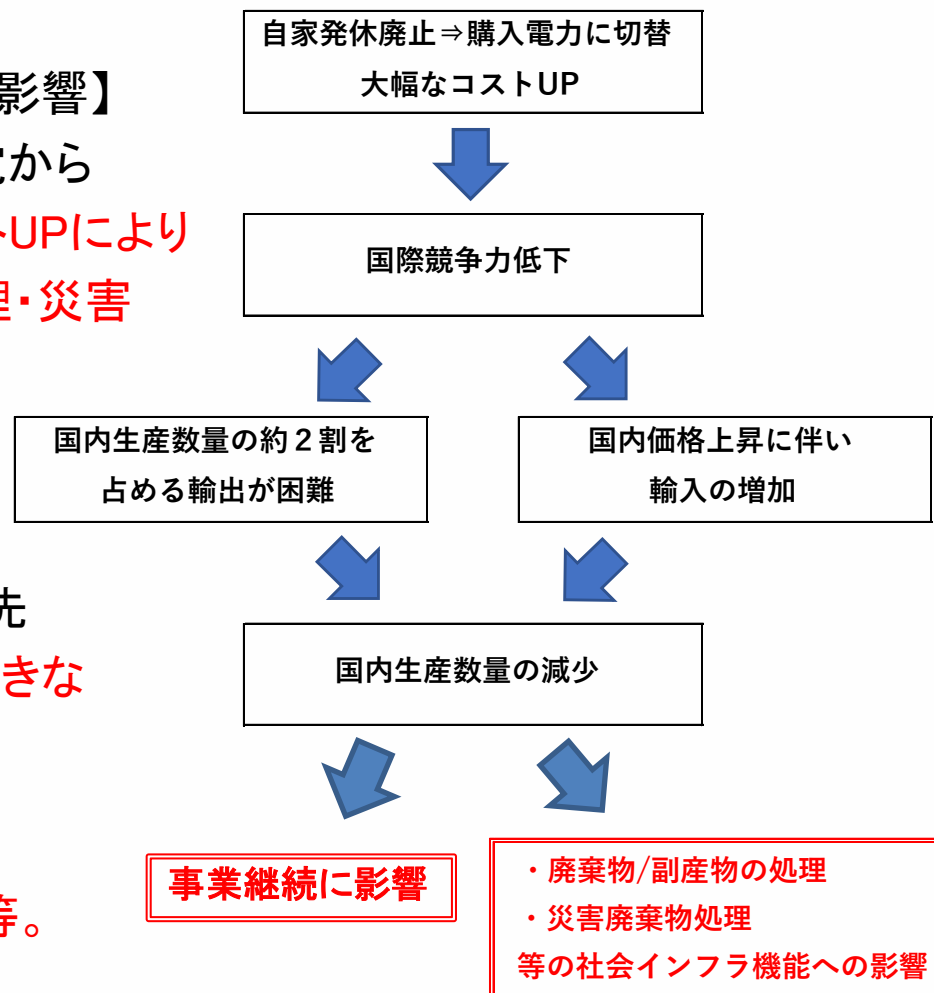
林地残材の混焼を行っている発電
設備が廃止になった場合は、受け入れ先
がなくなるため**地域経済・林地保全に大きな
影響**が生じる。

③【地域雇用への影響】

地元設備メンテナンス業者の**収益喪失等。**

(3) その他

余剰売電の停止は、経営の安定化や、それを通じた雇用の確保、新たな研究開発や
環境配慮等の対応が困難となる可能性がある。



3. まとめと要望事項

まとめ

セメント産業における石炭火力自家発電設備は、製造プロセスにおいて重要な役割を担っており、合理的な電力・原料供給源の一つとして組み込まれている。
仮に、休廃止を余儀なくされる場合は、下記のリスクが存在する。

① 安定電源喪失のリスク(p12参照)

高温の原料粉/ガスが噴出する事故(人的リスク)や、「れんが脱落」による長期キルンの停止(設備的リスク)等が発生するリスク。

② 経済面・社会面でのリスク(p13参照)

コストアップによる事業継続や、それに伴う廃棄物(災害廃棄物)処理、地域経済や地域雇用、および経営の安定化や新たな研究開発等に及ぼすリスク。

要望事項

- ① 安定的なセメント製造のために電力供給・原料供給を担う石炭火力自家発電については、2030年のフェードアウトの対象外としていただきたい。
- ② 仮に対象となった場合には、効率基準の達成が可能な既設改造や高効率自家発電への更新に対して、財政的インセンティブや、時間的猶予をいただきたい。

フェードアウト基準設定については、引き続き議論に参加させていただきたい。