

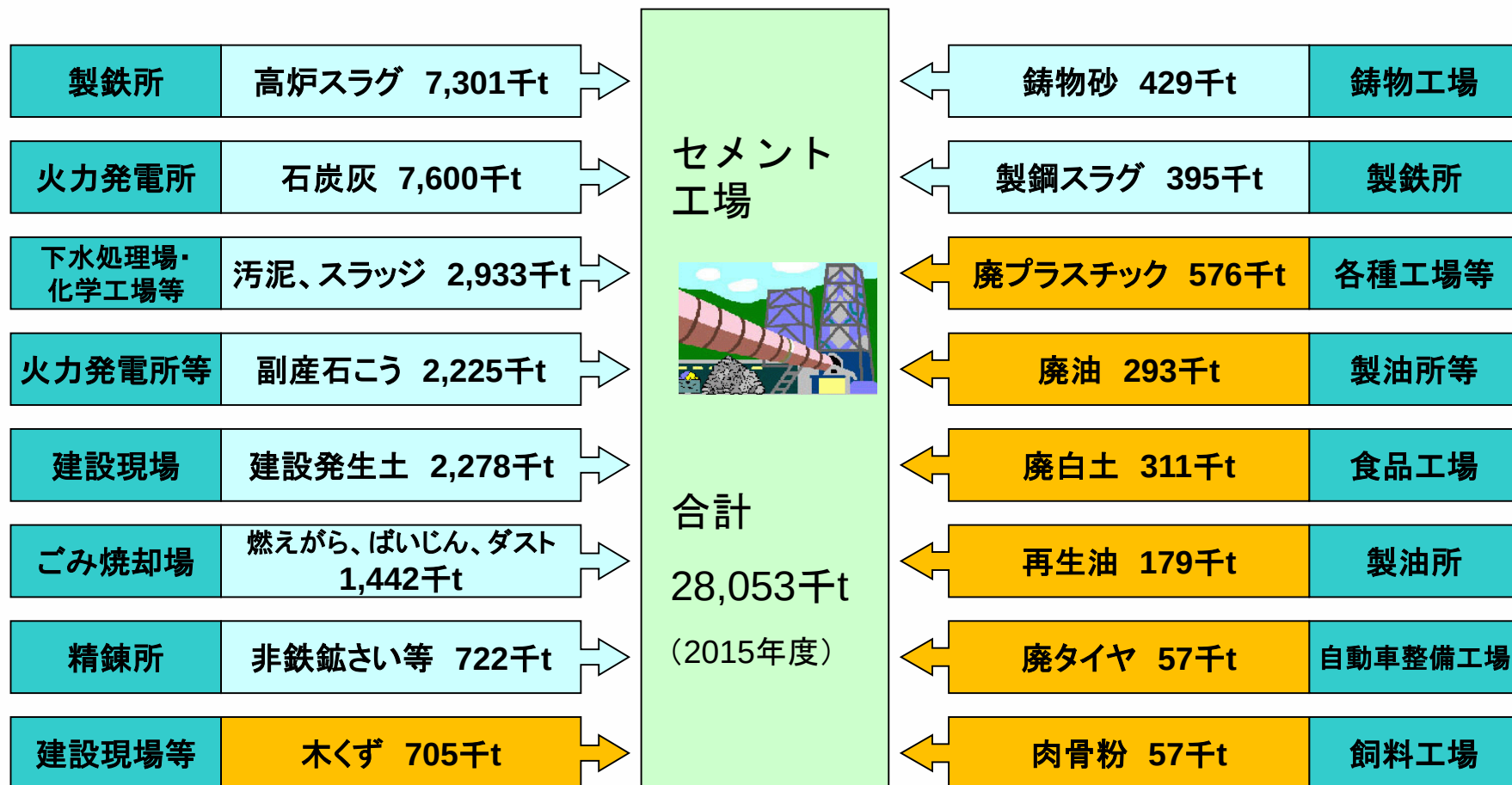
## セメント産業における 廃棄物・副産物の有効利用について

2016年10月27日

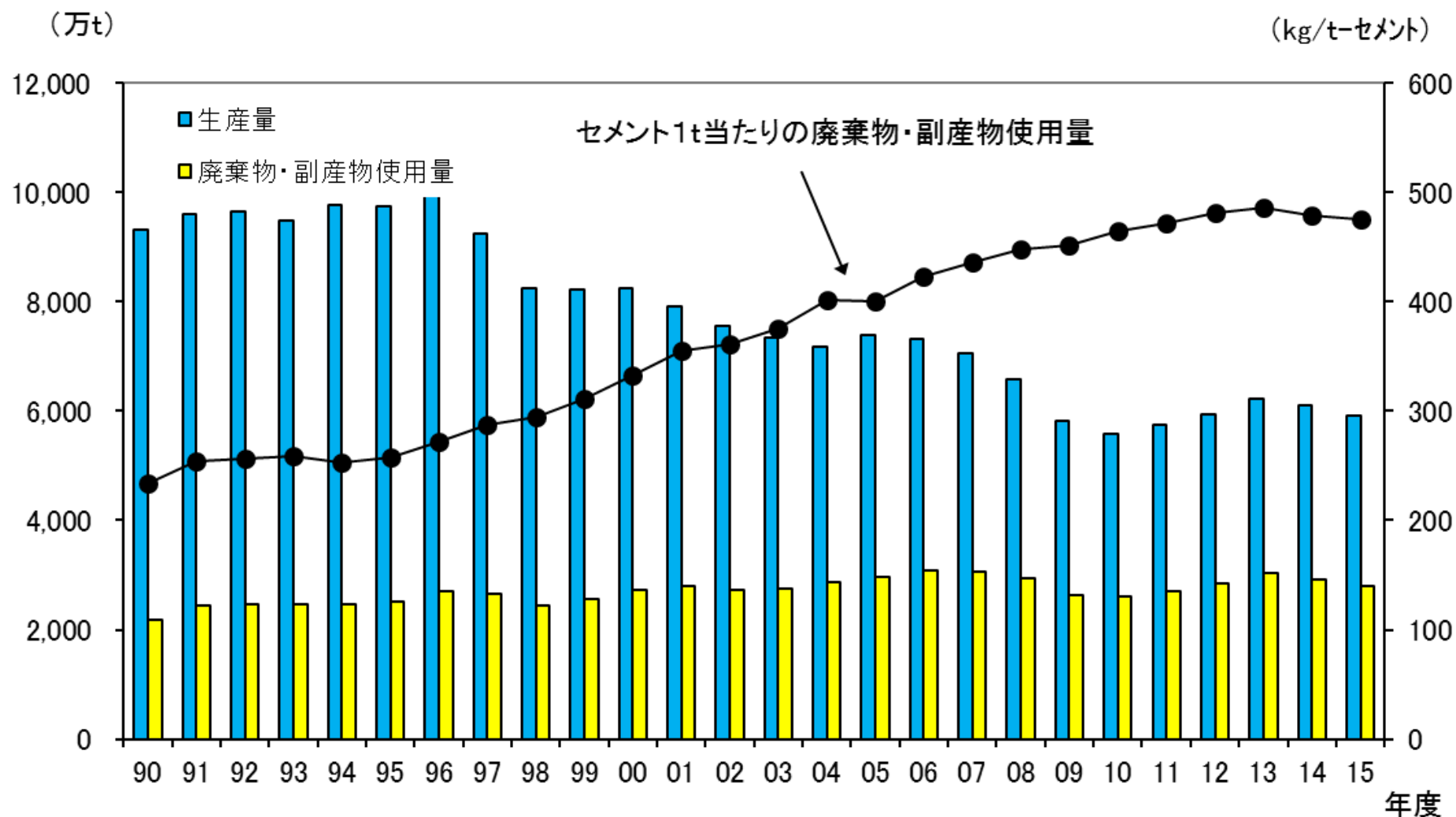
一般社団法人 セメント協会  
生産・環境委員会 委員長 竹内 章

## 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。



## セメント産業の廃棄物・副産物使用量の推移



## 近年における廃棄物・副産物の有効利用の動向

- ・セメント1 t 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。
- ・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。

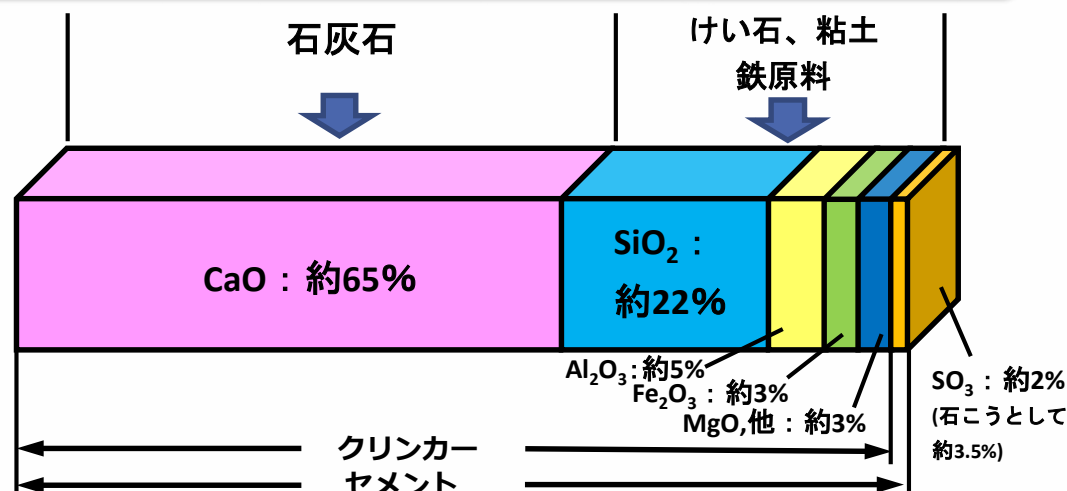
**セメント産業は、他産業では処理が困難な廃棄物の有効活用に向けて、取組みを強化しており、循環型社会の維持に不可欠であることに変わりはない。**

⇒処理が困難であるがゆえのエネルギー使用量増加の問題

# おさらい なぜ廃棄物・副産物を原料として有効利用できるのか

【クリンカーの組成と原料の関係】  
所定の化学組成のクリンカーとなるように、適切に原料を調合して焼成している。

これまで所定の化学組成を得るために天然原料が用いられてきたが、必要な化学成分を同じように有する材料を替わりの原料として用いる技術が開発され、規格の改正も相まって代替原料の利用が進められた。



|         | クリンカー原料 | 酸化カルシウム(CaO) | 二酸化けい素(SiO <sub>2</sub> ) | 酸化アルミニウム(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 酸化鉄(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) |
|---------|---------|--------------|---------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| 【天然】    | 粘土      | ～5%          | 40～80%                    | 10～30%                                    | 3～10%                                |
|         | 石炭灰     | 5～20%        | 40～65%                    | 10～30%                                    | 3～10%                                |
| 【産業廃棄物】 | 焼却灰     | 20～30%       | 20～30%                    | 10～20%                                    | ～10%                                 |
|         | 下水汚泥    | 5～30%        | 20～30%                    | 20～50%                                    | 5～10%                                |

産業廃棄物の化学組成が天然の粘土の化学組成に近く、  
クリンカー原料として使用する粘土類のほとんどを廃棄物に置き換えることが出来ている。

# セメント産業の廃棄物有効利用による循環型社会構築

## 循環型社会形成のための役割

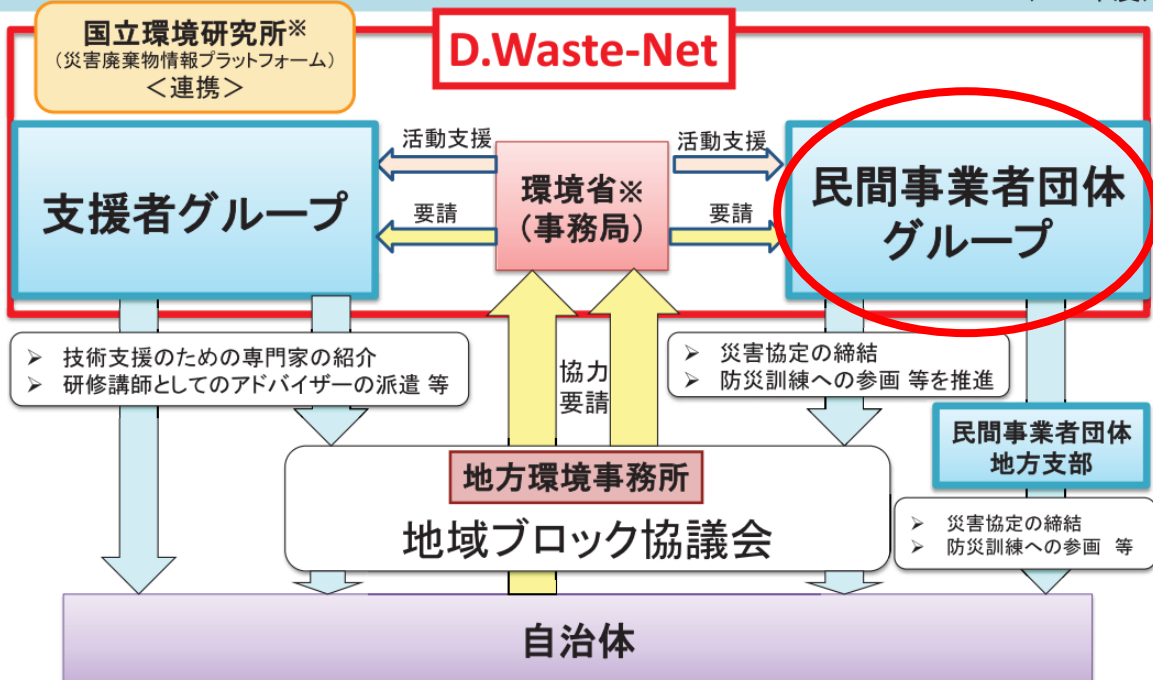
- ・ 火力発電所、上下水処理施設、ゴミ焼却場等、生活を支えるインフラから定常的に発生する廃棄物を受け入れ、社会インフラの円滑な運営を支えている。
- ・ 廃タイヤ、肉骨粉、建設発生土、自動車シュレッダーダスト等、廃棄物処理法に基づく処理、個別リサイクル関連法による回収物の処理など、法制度や3R政策の円滑な運用を進めている。
- ・ 不法投棄された産業廃棄物のうち、クリンカ原料として使用可能なものを受入れ、現状回復に協力した。
- ・ セメント産業が多くの廃棄物を有効利用することによって、産業廃棄物処理場は約9.3年延命化が図れていると試算。

## 災害復旧・復興への貢献

- ・ 一方、先の東日本大震災での事例として、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。
- ・ 今後のセメント産業のあり方として、循環型社会構築の一要素となる災害廃棄物処理を含めた災害復旧・復興への貢献が必要になってくる。

# 災害廃棄物処理におけるセメント産業の役割-D.Waste-Net

## D.Waste-Netの支援の仕組み【平時の備え】(H27年度)



※ H27年度は、事務局は本省廃棄物対策課としつつ、H28年度からは国立環境研究所に支援者グループの事務局機能を移管予定。あわせて地方環境事務所の機能について、今後検討、強化を進める。

3

## 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

- ① 過去の災害における取組、ノウハウの整理
- 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
- 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

## 災害発生時における役割

- 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

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」

今後とも、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。

## 熊本地震への対応-D.Waste-Netの活用

昨年、「災害廃棄物処理支援ネットワーク(D.Waste-Net)」が発足。システム整備の始まり。

不幸にも熊本地震発災。発足後の最初の大規模震災対応。セメント協会に、適正・迅速な災害廃棄物処理に関する要請あり。

協会内の対応委員会で協議し、まずは、処理フロー(案)と対応可能な社の窓口を回答。



熊本県災害廃棄物処理実施計画(第一版、平成28年6月21日公表)

- ・ 災害廃棄物の発生量推計: 約195万トン(平成28年6月1日時点)
- ・ 処理期間: 発災後、2年以内の処理終了を目標。

(ただし、損壊家屋の解体・撤去の進捗等を踏まえ適宜見直す。)

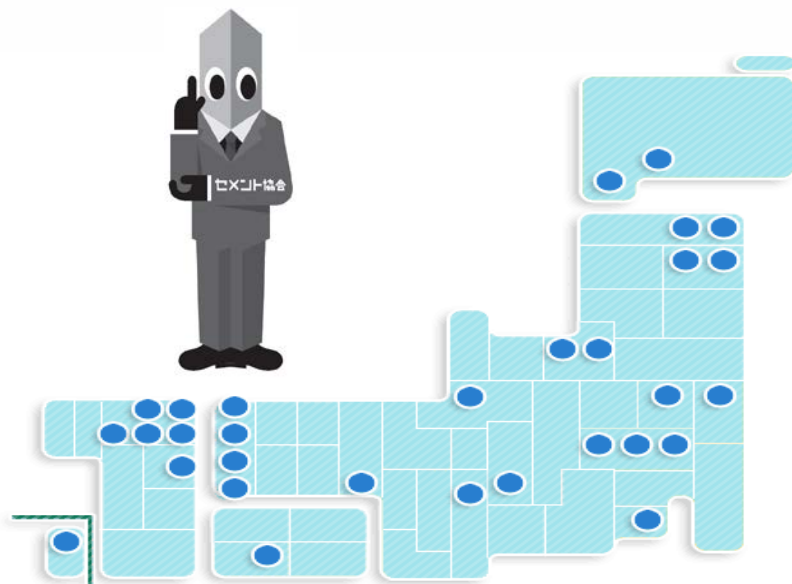
9月末の時点で、判明している当業界の受入量(一部、処理済みを含む)

- ・ 可燃系廃棄物: 約6000t ・ 不燃物: 約600t
- ・ 被災家屋等の解体が進んでいないため、これらの数字は今後増える見込みと共に、現在、受入れの準備を進めている工場もある。

折しも熊本地震に際し、被害にあわれた方には心よりお見舞い申し上げますとともにセメント産業の廃棄物処理技術がお役に立てるよう、積極的に取り組んでまいり所存です。

## 新たな災害廃棄物処理要請

- ・ 8月末、東北、北海道に豪雨をもたらした台風10号
- ・ 9月8日付、環境省よりD.Waste-Netを通して、「台風10号により被災した北海道における災害廃棄物の適正かつ迅速な処理について(協力依頼)」として支援要請があった。
- ・ 対象は南富良野町地域の木くずや廃プラを含む土砂
- ・ 9月9日付で、対応可能社のリスト提出済み。



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。

また、セメント工場は北海道から沖縄までに点在しており、災害廃棄物処理にも積極的に貢献していきたいと考えております。

# 資料 1－補足

2016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. 2－3】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 | 2000年度 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 2014年度 | 2015年度 |
|-----------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 高炉スラグ                 | 原料、混合材    | 12,213 | 12,162 | 7,408  | 8,082  | 8,485  | 8,995  | 8,065  | 7,301  |
| 石炭灰                   | 原料、混合材    | 2,031  | 5,145  | 6,631  | 6,703  | 6,870  | 7,332  | 7,407  | 7,600  |
| 汚泥、スラッジ               | 原料        | 341    | 1,906  | 2,627  | 2,673  | 2,987  | 3,206  | 2,970  | 2,933  |
| 建設発生土                 | 原料        | —      | —      | 1,934  | 1,946  | 2,011  | 2,407  | 2,598  | 2,278  |
| 副産石こう                 | 原料(添加材)   | 2,300  | 2,643  | 2,037  | 2,158  | 2,286  | 2,401  | 2,320  | 2,225  |
| 燃えがら(石炭灰は除く)、ばいじん、ダスト | 原料        | 468    | 734    | 1,307  | 1,394  | 1,505  | 1,405  | 1,441  | 1,442  |
| 非鉄鉱滓等                 | 原料        | 1,559  | 1,500  | 682    | 675    | 724    | 770    | 723    | 722    |
| 木くず                   | 熱エネルギー    | 7      | 2      | 574    | 586    | 633    | 657    | 696    | 705    |
| 廃プラスチック               | 熱エネルギー    | 0      | 102    | 445    | 469    | 479    | 518    | 595    | 576    |
| 鋳物砂                   | 原料        | 169    | 477    | 517    | 526    | 492    | 461    | 454    | 429    |
| 製鋼スラグ                 | 原料        | 779    | 795    | 400    | 446    | 410    | 423    | 421    | 395    |
| 廃白土                   | 原料、熱エネルギー | 40     | 106    | 238    | 246    | 253    | 273    | 275    | 311    |
| 廃油                    | 熱エネルギー    | 90     | 120    | 275    | 264    | 273    | 273    | 264    | 293    |
| 再生油                   | 熱エネルギー    | 51     | 239    | 195    | 192    | 189    | 186    | 171    | 179    |
| ガラスくず等                | 原料        | 0      | 151    | 111    | 149    | 143    | 148    | 157    | 129    |
| 廃タイヤ                  | 原料、熱エネルギー | 101    | 323    | 89     | 73     | 71     | 65     | 58     | 57     |
| 肉骨粉                   | 原料、熱エネルギー | 0      | 0      | 68     | 64     | 65     | 63     | 58     | 57     |
| RDF、RPF               | 熱エネルギー    | 0      | 27     | 48     | 51     | 50     | 55     | 54     | 37     |
| ボタ                    | 原料、熱エネルギー | 1,600  | 675    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| その他                   | —         | 14     | 253    | 408    | 376    | 595    | 626    | 485    | 382    |
| 合計                    | —         | 21,763 | 27,359 | 25,995 | 27,073 | 28,523 | 30,265 | 29,212 | 28,053 |
| セメント生産高               |           | 86,849 | 82,373 | 55,903 | 57,426 | 59,310 | 62,241 | 60,956 | 59,074 |
| セメント1t当たりの使用量(kg/t)   |           | 251    | 332    | 465    | 471    | 481    | 486    | 479    | 475    |

[出典] セメントハンドブック 2016 年度版

2015 年度は 2805 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。

# 【P. 4】近年における廃棄物・副産物の有効利用の動向

〔主なエネルギー代替廃棄物の使用量の推移〕

単位：千 t

|         | 2003年度 | 2005年度 | 2010年度 | 2013年度 | 2014年度 | 2015年度 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 木くず     | 272    | 340    | 574    | 657    | 696    | 705    |
| 廃プラスチック | 255    | 302    | 445    | 518    | 595    | 576    |
| 廃油      | 173    | 219    | 275    | 273    | 264    | 293    |
| 廃白土     | 97     | 173    | 238    | 273    | 275    | 311    |
| 再生油     | 238    | 228    | 195    | 186    | 171    | 179    |
| 廃タイヤ    | 230    | 194    | 89     | 65     | 58     | 57     |
| RPF     | 5      | 8      | 15     | 16     | 17     | 14     |
| RDF     | 39     | 41     | 33     | 39     | 37     | 23     |
| ASR     | 0      | 0      | 28     | 58     | 105    | 78     |

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。

〔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<br>(万t) | 最終処分量<br>(万t) | 再資源化率<br>(%) | セメント用<br>(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

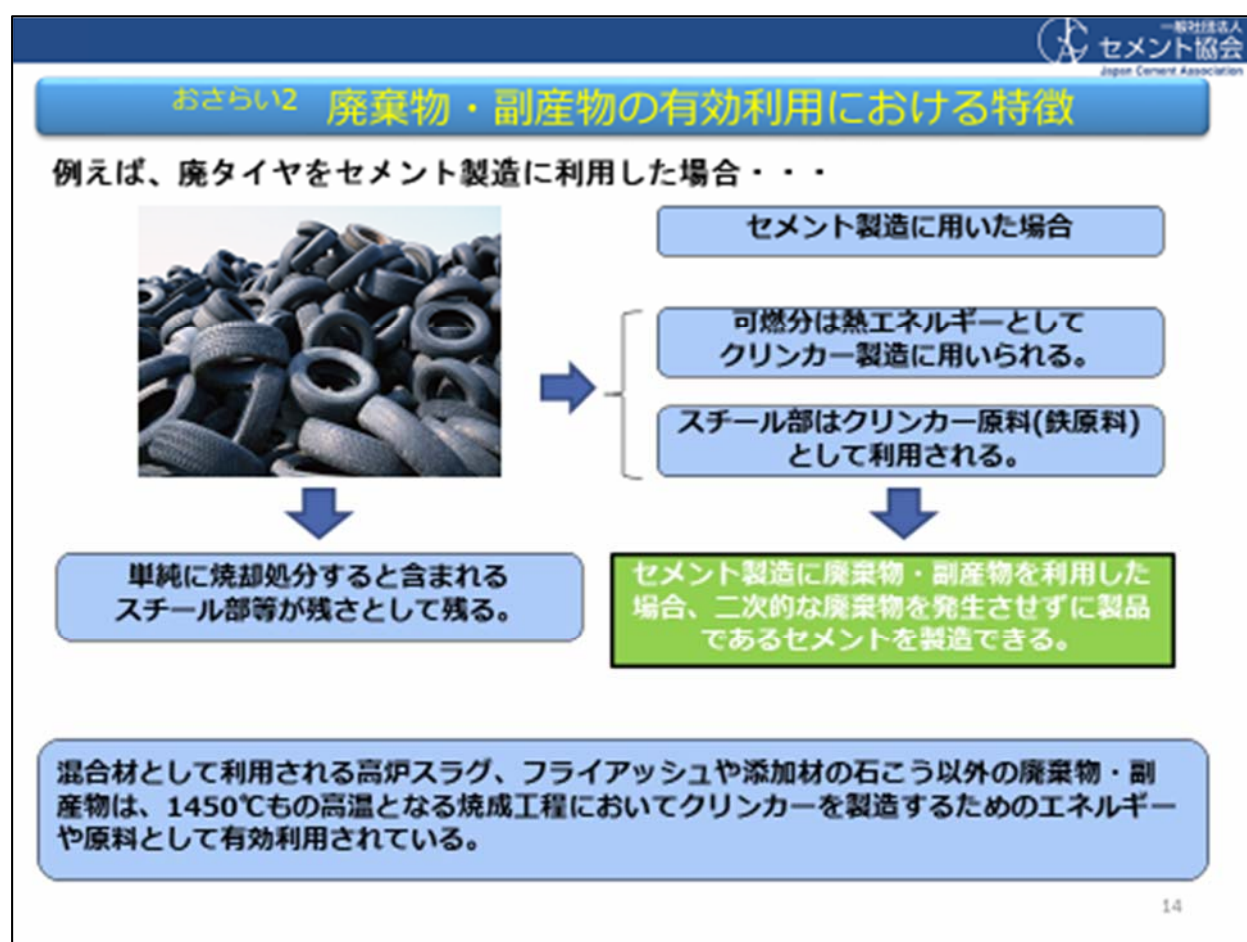
〔廃プラスチックの排出量、有効利用量および最終処分量の推移(参考)〕

単位：万 t

| 年度   | 排出量   | 有効利用量          |               |               |     | 未利用量     |     |     |           |
|------|-------|----------------|---------------|---------------|-----|----------|-----|-----|-----------|
|      |       | マテリアルリ<br>サイクル | ケミカル<br>リサイクル | サーマル<br>リサイクル | 計   | 単純<br>焼却 | 埋立  | 計   | 有効利<br>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%       |

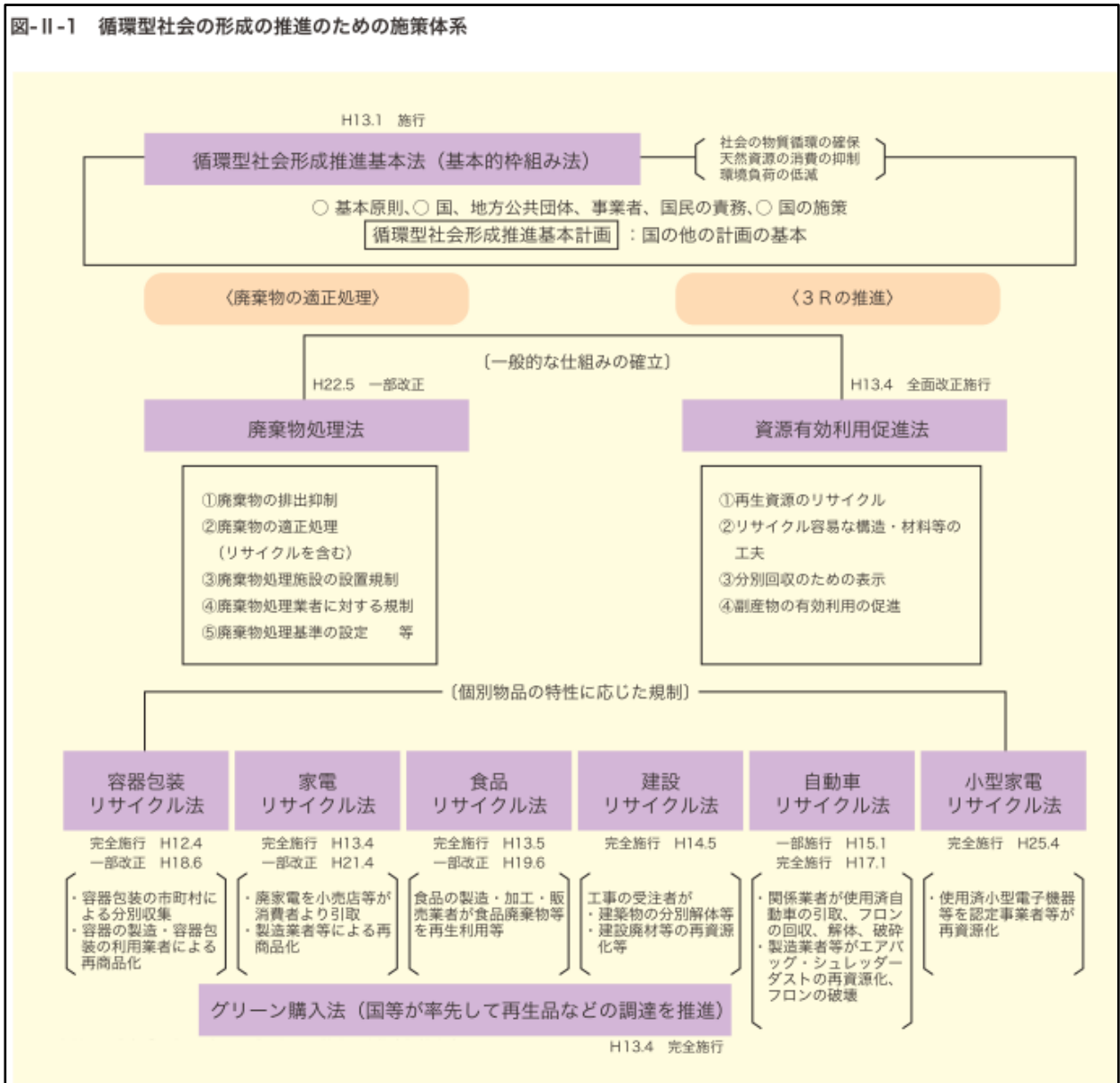
出所：(一社) プラスチック循環利用協会

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。



## 【P. 6】セメント産業の廃棄物有効利用による循環型社会構築

### －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2015」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 $\text{m}^3$ )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（2014年4月1日現在）                     | 171,810千 $\text{m}^3$ |
| (B) | 産業廃棄物最終処分場残余年数（2013年度）                          | 14.7年                 |
| (C) | 2014年度以降の産業廃棄物の年間最終処分量試算値 $C=A/B$               | 11,688 千 $\text{m}^3$ |
| (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              | 20,202 千 $\text{m}^3$ |
| (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<br>$E=A/(C+D)$ | 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 $F=B-E$    | 9.3年                  |

(備考) (A)と(B)の値は環境省の公表値

### －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

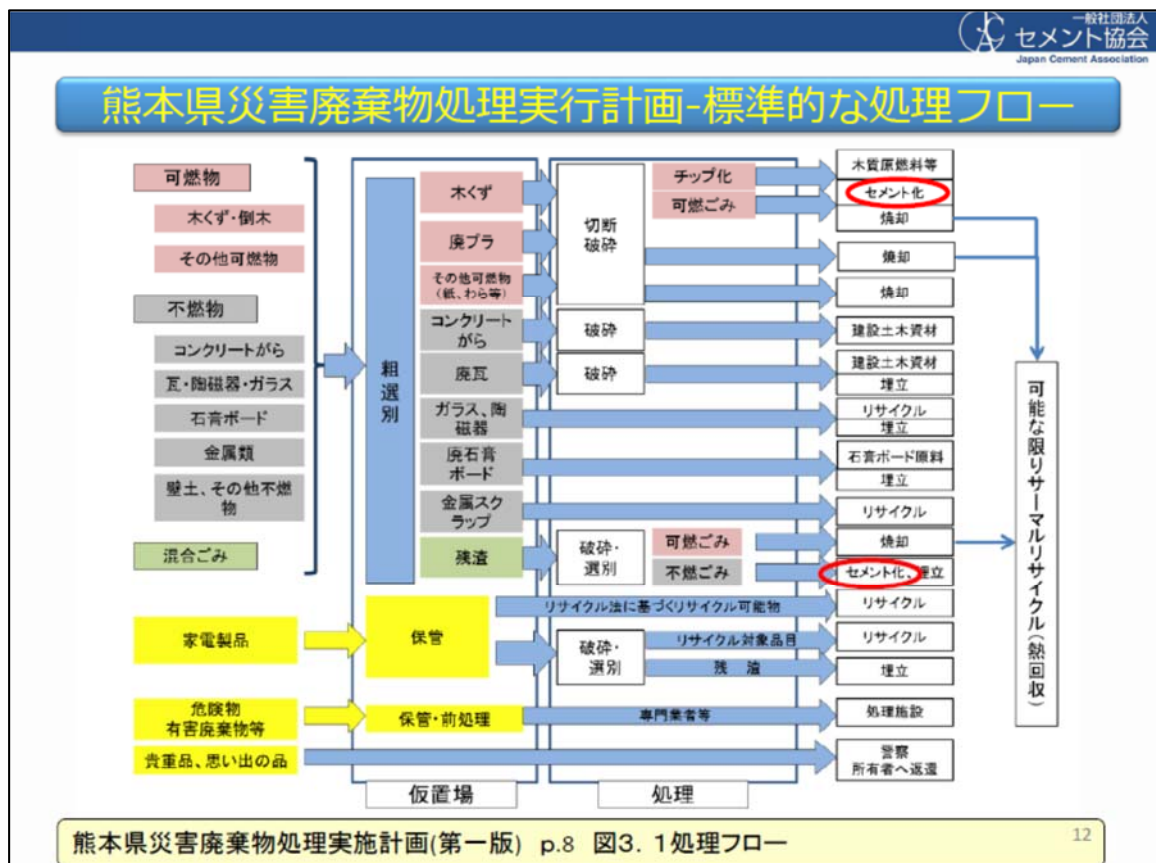
（内セメント資源化 239,965 t ←全撤去量の約20%）

| 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</li> <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> <li>(2) 建設業関連事業団体</li> <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> <li>(3) 個別処理工程関連業界団体</li> <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> <li>(4) 輸送関連事業団体</li> <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>                                                 | 2          |
| (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               | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 過去の災害における取組の整理・分析 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 災害対応事例の教訓等の集約</li> <li>・ 課題の抽出、分析、研究・開発</li> <li>・ データベースの運営</li> <li>・ 国内外への情報発信</li> </ul> </li> <li>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 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境省の検討会やWGとの連携</li> <li>・ 環境研究総合推進費を用いた研究、技術開発</li> <li>・ 学会等での情報共有</li> </ul> </li> <li>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</li> <li>④ 上記を踏まえた更なる課題、現場からの要望の整理 等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 過去の災害における取組、ノウハウの整理 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 災害対応事例の教訓等の集約</li> </ul> </li> <li>② 災害発生時での処理を支援するための備え <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 例) 資機材の確保、事業継続計画(BCP)の作成</li> <li>・ 緊急随意契約を行うための要件、手順の検討</li> </ul> </li> <li>※ 環境省が各団体の役割、機能確定の調整を行う。</li> <li>③ 連携・協力体制の構築 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自治体との災害協定等</li> <li>・ 防災訓練等に参画し、体制を強化</li> <li>・ 災害対応の在り方についての検討 等</li> </ul> </li> </ul> |            |
| 災害発生時            | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 被災状況の把握</li> <li>② 現地での処理業務への支援 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公衆衛生の確保のための助言</li> <li>・ 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)</li> </ul> </li> <li>③ 処理実行計画等の策定支援 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 推計の精緻化</li> <li>・ 処理可能量の試算</li> <li>・ 処理フローの作成 等</li> </ul> </li> </ul>                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 被災状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関係する施設、資機材等の被災状況の把握</li> </ul> </li> <li>② 現地支援 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人材と資機材等の確保</li> <li>・ 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</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                            | 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

## ー災害復旧・復興への貢献ー

各所でセメント(産業)が災害廃棄物処理のための基盤の一つとなってきた。



ただし、処理に向けては技術的な問題もあり、今後は分別や粉碎等が必要であることならびにそのスペックを理解頂くことにより、より迅速な処理に貢献できると思われる。

