

# 「石炭灰混合材料のリサイクル事業」

## 一 石炭灰再生土木資材を市場に 一



粒状固化材(リグラッシュ)



ソマッシュによる防潮堤盛土

平成27年12月22日

相馬環境サービス(株) 熊谷祐一、管野栄  
(株)シンコー 小笠原陽

# 目 次

- I. 相馬環境サービス(株)の会社概要
- II. 粒状固化材（リグラッシュ）の開発概要
- III. 事業化構想
- IV. 事業化実現への課題
- .

# I. 相馬環境サービス(株)の会社概要

## 1. 会社概要

- 所在地：相馬市原釜字南戸崎 2 3 番地
- 設立：平成 5 年 6 月 3 日・・・本年 2 1 周年
- 資本金：3 千万円（株）大林組全額出資）
- 主な業務：石炭灰に特化
  - ①石炭灰運搬業務（相馬共同火力発電株）
  - ②石炭灰埋立処分業務（相馬市最終処分場）
  - ③石炭灰再生資源材製造業
- 許可取得
  - 産業廃棄物収集運搬業
  - 運送業
  - 建設業
  - 建設コンサルタント登録
  - 中間処理業（申請中）



## 1-2. (株)シンコー会社概要

- ・所在地：仙台営業所 仙台市宮城野区東仙台2-17
- ・設立：昭和28年1月・・・本年70周年
- ・資本金：4千万円
- ・主な業務：専門土木工事、建築資材販売
  - ①建設汚泥、浚渫土固化処理工事
  - ②流動化処理土製造、打設工事
  - ③各種スラグ・石炭灰混合処理物製造、施工
- ・許可取得
- 建設業

## 2. 事業経歴

- H5年10月:相馬共同火力より運搬と埋立処分を受託
- H13年4月:石炭灰再利用技術開発をスタート
- H17年6月:相馬市より埋立処分業務を受託
- H19年10月:酸洗浄処理実証試験(福島県補助金)
- H23年3月:東日本大震災発生、復旧工事に専念
- H24年1月:通常業務再開(運搬、埋立て)
- H24年4月:石炭灰リサイクルセンター建設
- H24年7月:酸洗浄プラント完成、稼働
- H24年4月:相馬市より5年間複数年契約締結
- H24年12月:粒状固化材の製造技術開発を開始
- H25年5月:ショット材製造装置設置完了(福島県補助金)

# 3. 石炭灰活用再生資源材の紹介

## 商品メニュー

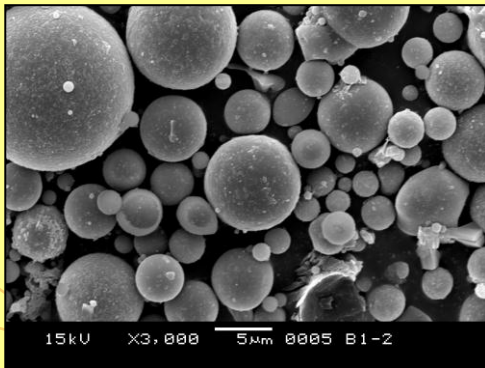
- 1) 洗浄灰(リバッシュ)
  - ・・・流動性向上混和材
- 2) ショットピーニング材(FAショット)
  - ・・・金属表面処理材
- 3) 粒状固化材(リグラッシュ)
  - ・・・埋戻し材、碎石相当品
- 4) 石炭灰改良盛土材(ソマッシュ)
  - ・・・不溶化盛土材(NETIS登録)



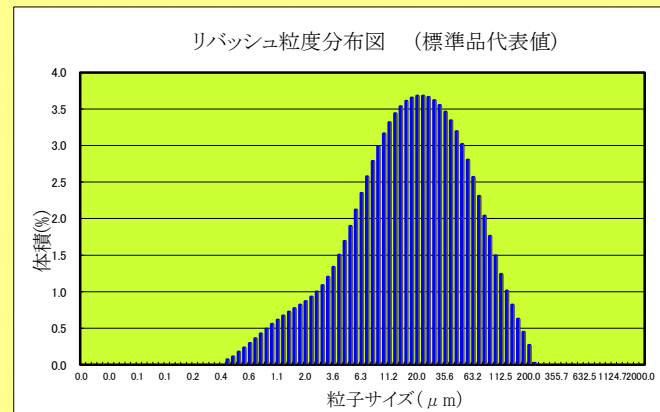
# 1) 洗浄灰(リバッシュ)・・・流動性向上混和材

: 酸洗浄で重金属を除去し無害な粉体

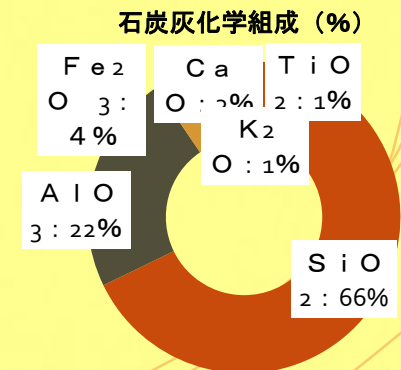
- (特徴) ① 土壤汚染対策法の土壤環境基準を満足する  
 ② 物理特性: 球形、軽量、微小、中硬度、無機質  
 ③ 化学特性: 中性～弱酸性pH=6～8  
 ④ 化学組成: シリカSiO<sub>2</sub>(66%)、アルミAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(22%)が主



石炭灰粒子写真



粒度分布0.4~200μm(平均28μm)



石炭灰化学組成

## (使用実績)

- ・ 建築工事土留め壁 (ECW工法) に使用
- ・ 阪神地区高速道路高架橋基礎工事の土留め壁に使用
- ・ 南相馬市埋設水道管充填工事に使用
- ・ H27年度以降某排水路隧道閉塞工事に使用予定



リサイクルプラント全景



プラント内部: 洗浄設備(右)、分級設備(左)



- (活用先) ①ビル建築時の土留め壁の添加材  
(ソイルセメント柱列壁工法:ECW工法、SMW工法)
- ②排水路等のトンネル閉塞工事の充填材
- ③床下空洞充填工
- ④トンネル裏込め工



ソイルセメント柱列壁土留め工



排水路トンネル閉塞工



床下空洞充填工



インパイプ中込め工



トンネル裏込め工



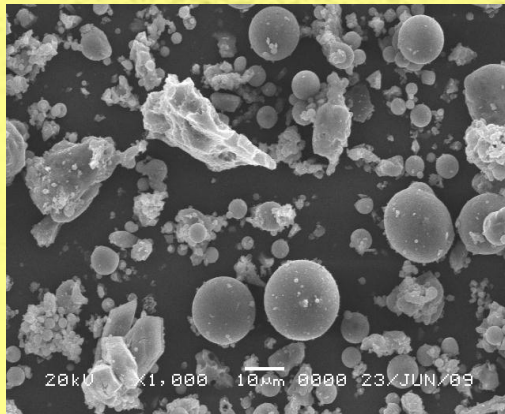
残置管閉塞工



## 2) ショットピーニング材 (FAショット)

・・・金属表面処理材 (ショット用研磨材)

：福島県ハイテクプラザと共同開発 (H22年度～25年度)



石炭灰粒子写真



ショットピーニング中

- ① 100μm以下の微粒子、球形と角張った粒子が混在
- ② 球は叩く、角は削ることの同時処理
- ③ 水に混ぜればアルカリ性を示す

### 商品メニュー

- ① FA010 : 10μm以下
- ② FA1025 : 10μm～25μm
- ③ FA2575 : 25μm～75μm
- ④ FA075 : 75μm以下



## Ⅱ．粒状固化材の開発概要

### 1．開発グループと開発経緯

#### 1) 開発グループ: 3社

相馬環境サービス(株)

(株)シンコー

住友大阪セメント(株)

#### 2) 開発経緯

- H24年12月: 開発スタート

洗浄プラントからの廃液脱水汚泥の再利用

ショットピーニング材製造時の残石炭灰の再利用

- H25年～H27年: 室内試験を実施

- H27年9月～H28年3月: 福島県ハイテクプラザ支援事業に採択され、共同研究中

## 2. 室内試験

テスト用攪拌機による試験製造の写真を下記に示す。



二軸式混練リミキサー(100L)



粒状固化材





各材料をバケツでミキサーに投入、攪伴混合



28日養生後、道路の路盤材として敷均し転圧



### 3. 粒状固化材の特徴

試験項目	試験結果	特徴
<物理特性> 土粒子の密度試験	土粒子の密度 $\rho_s = 2.326\text{g/cm}^3$	土粒子の密度は小さく、砂礫・砂質土(2.65～2.75) に比べて軽量である。
<物理特性> 土の含水比試験	含水比 $W_n = 44.4\%$	一般的な土の含水比区分上「砂質土(30～40%)」に相当する
<粒度組成> 土の粒度試験	処理土の粒度別含有割合 = 礫分64.5%/シルト分24.4% /粘土分9.6%/砂分1.5%	地盤材料の分類名としては 「細粒分質礫(粗粒分>50%/細粒分 $\geq$ 15%/砂分<5%)」に区分される
<締固め特性> 土の締固め試験	突固めた土の締固め度(自然含水比 $n=44.4\%$ ) = 98%	自然含水比より含水比が5%程度増加した場合でも締固め度90%以上を確保できる良質な材料である
<修正CBR> 修正CBR試験	修正CBR(90%締固め時) = 66.9%	強度特性は切り込み砕石に近く、東・中・西日本高速道路株では、下層路盤や路床に使用可能な試験値である

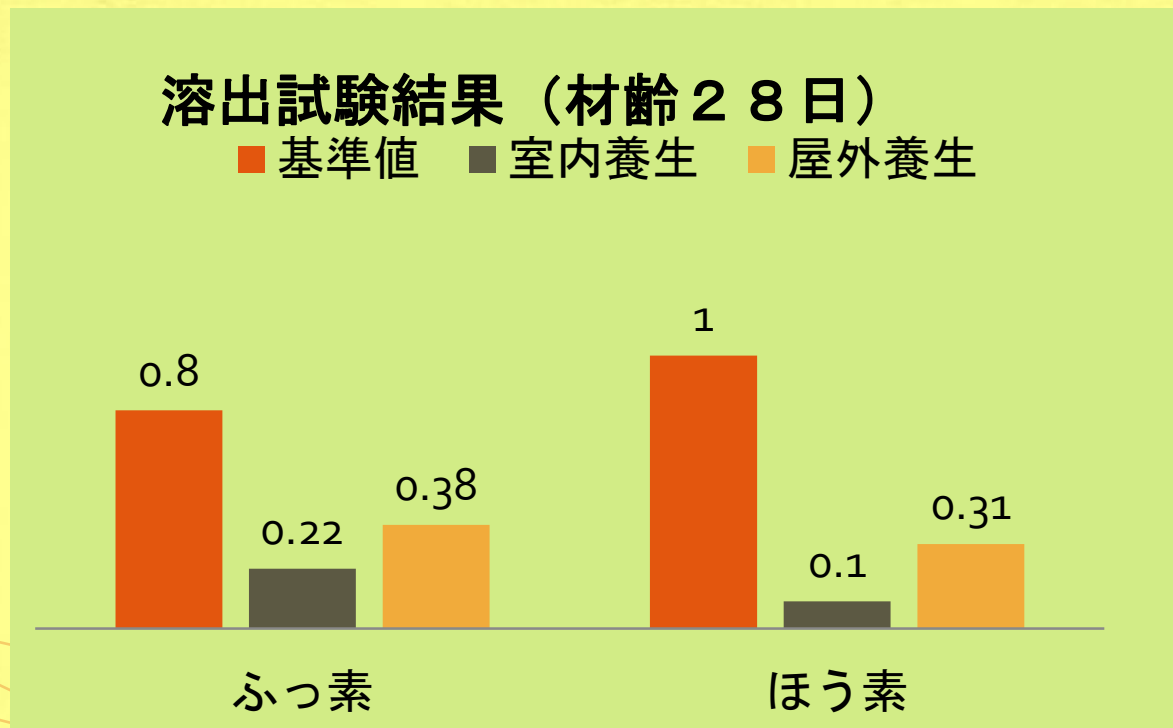
## 4. 粒状固化材の用途

リグラシュは、砕石に近い強度特性があり密度は砕石より軽く締固め特性も良好なことから、**工作物の埋戻し・土木構造物の裏込め**などを中心に幅広い用途に利用できます。



## 5. 環境安全性

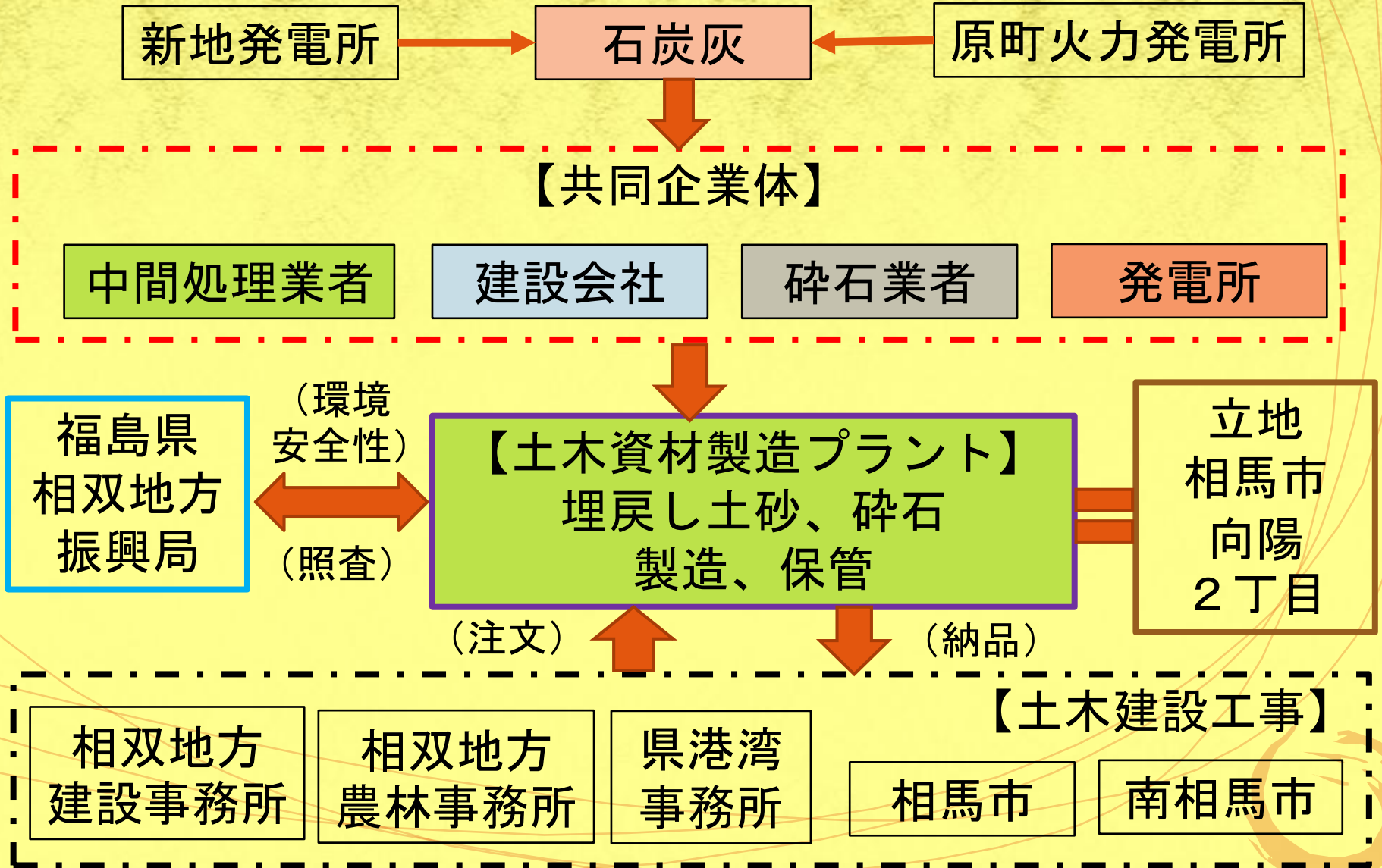
一般に粒状固化工法では、主として造粒効果をもたらす**高分子凝集剤**と、強度発現を目的とした**固化材**の2種類の添加剤を用いられることが多いのですが、石炭灰が主材となる処理物は、土壤環境基準に定められる基準を上回る可能性もあることから、本処理材では環境安全性の確保のため**不溶化材**を用いています。





# Ⅲ. 事業化構想

## 1. 事業フロー図



## 2. 相馬地区拠点化の理由

### 1. 石炭灰発生量の現状

#### 1) 相馬共同火力新地発電所と原町火力発電所

##### ① 新地発電所：新地町

- ・石炭灰(フライアッシュ)発生量：約50万トン/年
- ・相馬市処分場へ約20万トン/年を埋立処分
- ・残り30万トン/年はセメント会社へ処理委託

##### ② 原町火力発電所：南相馬市

- ・石炭灰(フライアッシュ)発生量：約50万トン/年
- ・ほぼ50万トン/年をセメント会社へ処理委託

⇒新地発電所の埋立量20万トンの内、10万トンを資源化し  
10万トンを埋立に振り分ける。



## 2. 交通、土地、人材、需要等の可能性

### 1) 交通の面

#### ①常磐道(高速道路)の開通

- ・「新地」インターチェンジから10分で東地区工業団地へ

#### ②国道6号線

- ・国道6号線のバイパスが東地区工業団地内を通過

#### ③相馬港湾(重要港湾)

- ・コンテナ船が着棧可能
- ・背後地は、廃車、土砂、岩等仮置きスペース(輸出)

#### ④県道115号線の切り替え新設道路を建設中

- ・相馬市から福島市を經由して米沢市まで一本化ルート

#### ⑤JR東日本常磐線

- ・平成28年頃:仙台駅～原町駅間開通予定

⇒相馬市は、**道路、港湾、鉄道の交通の要所**に当たっている

## 2) 土地の面

### ① 相馬中核工業団地東地区

- ・国道6号線バイパスに面して相馬市所有の土地あり
- ・9.4haの平坦な土地の3面が道路に面する





### 3. ニーズとシーズ

1) 津波対策としての海岸堤防等に**大量の盛土材**が必要

①防潮堤(港湾系) ②防災緑地(建設系)

③海岸原生林(農林系) ④道路(建設系)

2) 浜通りに**4カ所の石炭火力発電所**が既に立地済み

- ・発電所から発生する石炭灰は1年間で200万トン、その内40万トンが埋立処分されており、環境負荷低減・コスト削減のために、**石炭灰の有効活用が必須**

3) **石炭灰から**盛土材、中詰材などの**土木資材を製造**し提供

- ・資源の地産地消
- ・最終処分場の延命化
- ・採掘による山地消滅の防止、環境保全の一助

4) 石炭灰混合材料の製造技術は多数確立

- ・需要に応じて、商品メニューをそろえ、市場へ提供可能

## 4. 石炭灰混合材料リサイクル技術実施例

1. 相馬環境サービス(株):相馬市
  - ①粒状固化材(リグラッシュ):(株)シンコー他共同開発
  - ②石炭灰改良盛土材(ソマッシュ):(株)大林組共同開発
2. 相馬共同火力発電(株)新地発電所:新地町
  - ③アッシュクリートType II:(株)安藤・ハザマに委託
3. 東北電力(株)原町火力発電所:南相馬市
  - ④輝砂(きずな):日本国土開発(株)の頑丈土を委託
4. 酒田FRC有限責任事業組合:山形県酒田市
  - ⑤FRC碎石(道路用碎石) ②埋戻し材 ③裏込め材
5. 中国電力(株):広島県広島市
  - ⑥Hiビーズ(ハイビーズ)



# ①粒状固化材（リグラッシュ）

：石炭灰、汚泥から造粒した土木資材

- （活用先）
- ①道路下層路盤材
  - ②埋設管周りの埋戻し材
  - ③建物周り埋戻し材
  - ④盛土材



製造後、気中養生中



道路路盤材として試験施工

## ②石炭灰改良盛土材(ソマツシュ)

- ・・・相馬共同火力新地発電所構内に実規模防潮堤を築造  
：(株)大林組、相馬環境サービスの共同開発
- ・平成24年4月：約2千トンを使用し実証試験を実施
- ・新地発電所外周防潮堤盛土L=40m、h=3.5mを構築
- ・平成24年5月～平成27年9月：モニタリング調査実施



実証試験のプラント全景



防潮堤盛土の完成





ブルドーザによる撒出し施工



タイヤローラによる撒出し施工



実証試験の見学会



実証試験の見学会

### ③アッシュクリートType II : (株)安藤・ハザマの開発盛土材

- ・平成26年12月～平成27年4月:約2万トン
- ・福島県新地町埴浜の県の防災緑地盛土に使用
- ・平成27年5月～平成28年3月:破碎材にして道路に使用  
:約5万トン(予定)



製造プラント全景(新地発電所構内)



新地町埴浜防災緑地の盛土施工



## ④東北電力原町火力発電所の有効利用

### ①輝砂(きずな):日本国土開発(株)開発の「頑丈土破碎材」

- ・原町火力発電所構内の防潮堤盛土(新設)に使用
- ・平成27年度～:南相馬市の道路の路盤材に使用予定





## ⑤酒田FRC有限責任事業組合：「FRC碎石」

1) FRC碎石：酒田共同火力の埋立灰を活用した破砕材

(活用先) ①道路の路床、路体(粒調碎石)

②運動公園施設の基盤材

③構造物の埋戻し、裏込め材(FRCドリームストーン)



FRC碎石



FRCドリームストーン



## ⑥中国電力(株)の再生資源材:「Hiビーズ」

1) Hiビーズ: 新小野田発電所の石炭灰を活用した造粒材

(活用先) ①底泥への覆砂工法により海底環境改善

②浸透溝や浸透柱等による河川浄化

③漁礁の材料



Hiビーズの敷設作業(覆砂)



海底に敷設されたHiビーズ覆砂状況

## 5. 事業化推進工程（案）

【第1ステップ】： H28年6月～11月・・・福島県補助金事業

◆粒状固化材（リグラッシュ）の小規模実証試験

：(株)シンコー、住友大阪セメント(株)、ハイテクプラザ  
と共同開発

：製造システムの確立、保管方法と環境安全性の検証

【第2ステップ】： H29年4月～H30年3月

◆共同企業体のメンバー会社確保

◆生産規模決定、製造工法決定、立地場所選定

◆資金計画、補助金申請（国、県）、銀行融資交渉

【第3ステップ】： H30年4月～

◆準備事務所：主要社員出向、土地、設備機械計画立案

◆共同企業体設立：運転員募集、プラント建設



# IV. 事業化実現への課題

## 1. 産官学連携によるリサイクル産業研究会

- 1) 排出事業者、リサイクル業者、地方自治体、大学、学会とが連携した研究会を発足
  - ①スマート・エコパーク構想の受け皿作り
  - ②相馬市、南相馬市の復興事業構想との関係
  - ③政府要請の地方自治体による創生事業との係り

## 2. 石炭灰混合材料の環境安全性を確保

- 1) 実施されているリサイクル材の長期保管後の環境安全性
  - ・従来「環告46号法」では28日養生後に溶出試験を実施
  - ・現実には、長期間野積保管の場合、溶出試験はOUT。
  - ・現在、解決策を福島県ハイテクプラザと共同研究中

### 3. 石炭灰混合材料製造事業の許認可

- 1) 中間処理業の県知事許可を取得
- 2) 立地場所の周辺住民の同意:「事業計画書」
- 3) 環境アセスメント:「事前協議書」

### 4. 経済産業省、福島県からの支援

- 1) 補助金支援の金額、期間
- 2) リサイクル材料を土木工事仕様書に含める行政支援

### 5. 石炭灰活用技術開発企業(ゼネコン等)の協力は

- ① 大林組
- ② 安藤・ハザマ
- ③ 日本国土開発

### 6. 石炭灰混合材料の製造、販売単価と経営安定

- ① 製造工法と規模
- ② 立地場所(購入、借地)
- ③ 製造原価
- ④ 処理費と販売収入
- ⑤ 資金繰り

御清聴ありがとうございました。

