

【3-1702】 廃石膏ボードリサイクルの 品質管理の在り方と社会実装

【研究代表者】

国立研究開発法人国立環境研究所
遠藤和人

【実施期間】

平成29～30年度（2カ年）

【累積予算額】

59,719千円（間接経費込み）

45,938千円（直接研究費）

廃石膏ボード再生利用における背景

平成18年環境省
部長通知「紙を取り除
いたとしても廃石膏を
安定型には埋め立てて
はいけない」

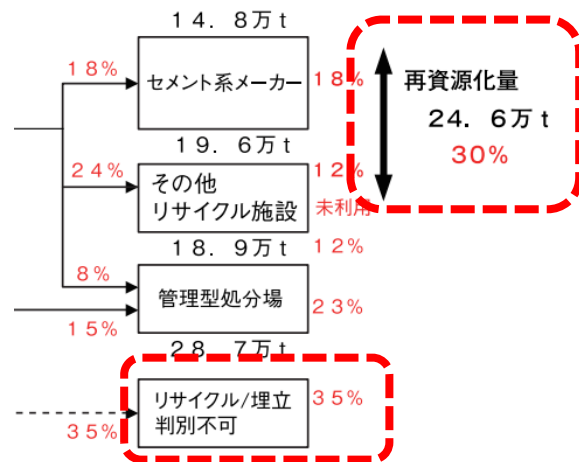
平成20年社整審・中環審
「廃石膏ボードは特定資材以外で
突出した排出量だが、解体系ボー
ドの**資源化技術とマテフロが不明
確なので、まずは解体の適正化**」

平成24年国交省
「平成22、23年に検討会を開
催し、**“廃石膏ボード現場分別
解体マニュアル”**を発出」
発注側のコスト負担も視野

紙を除去する意味が無く
なったが、紙を製紙会社に、
石膏を有効利用する方向へ

原材料由来のフッ素、硫化水素ガスが課
題となり、地盤利用が極めて困難な状況
なので、多くがセメント業界へ搬出

解体系フロー



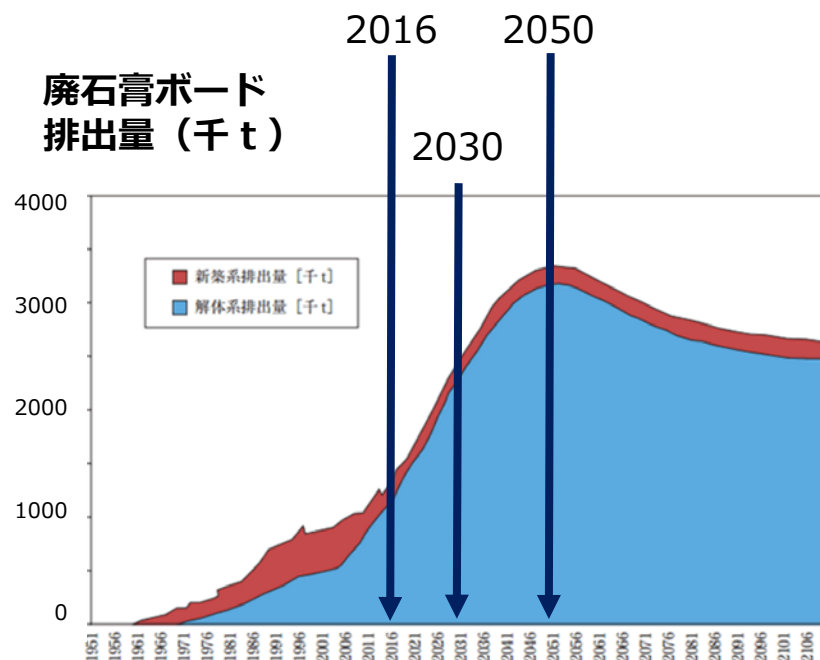
北海道地区リサイクル研究会
石膏再生共同組合（関東）
石膏ボードリサイクル推進ネットワーク（関西）
広島県石膏ボード資源化共同組合
ふくおか石膏ボードリサイクル研究会

平成26年
**全国石膏ボー
ドリサイクル
協議会を設立**

- 中間処理業者は全国に400近くあるが、中小企業がほとんど。
- **廃石膏のリサイクルとは、紙を除去して石膏粉を作る事。**ただし、処理技術のレベルは様々な状況。
- どの業者も新築系と解体系ボードを受け入れており、出荷先によって再生石膏粉の配合を変えている。
- 流通しない再生石膏はストックされているケースもある。**ただし、現在は何とか循環できている。**

廃石膏ボードの排出量 と 石膏ボードの生産量

排出量の予測



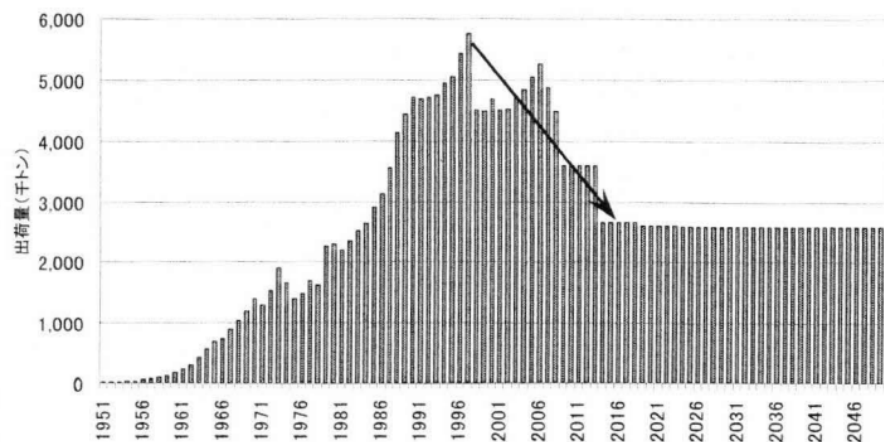
年間排出量が

100万トンを超えたのは 2012年
150万トンを超えるのは 2023年
200万トンを超えるのは 2032年
300万トンを超えるのは 2047年
(時期は本推計よりも遅れる可能性あり)

新築系の排出量は変化無し。
解体系が増加する。

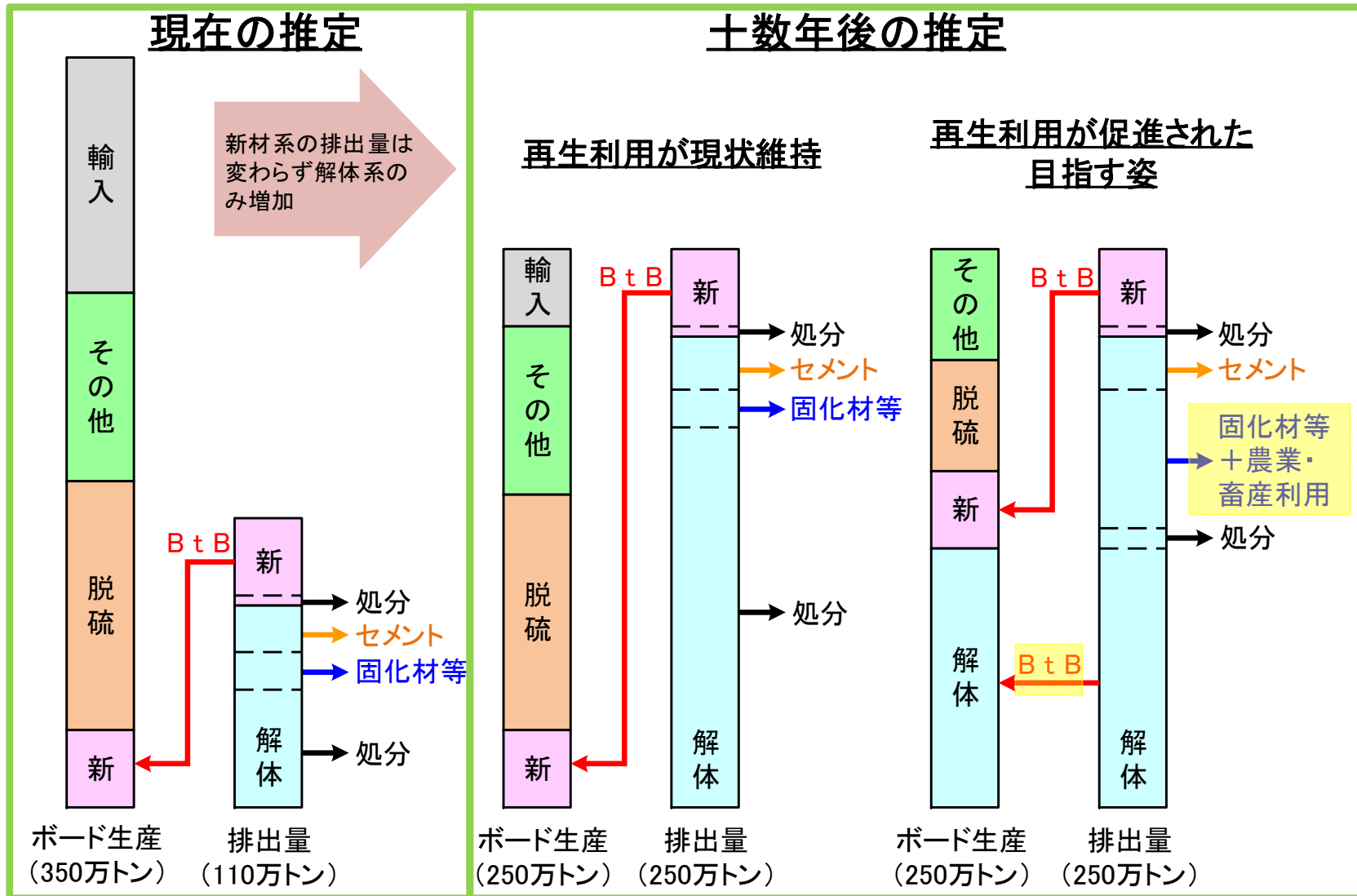
十数年後には200万トンを超える。

生産量の予測



90年代には500万トンであったが、徐々に減少して**将来的には250万トン程度(80年代と同等)になるのではないか**、という試算を一例として考え、将来のマテリアルバランスを考える。
(実際はこれよりも出荷量がやや多い)

排出量と生産量の将来像



再生利用を促進するためには品質管理のガイドラインが必要

研究の全体像

再生石膏粉の品質管理 (ガイドライン化)

- ・ BtBリサイクル
- ・ 二水・半水・無水品質
- ・ 紙や不純物の除去率

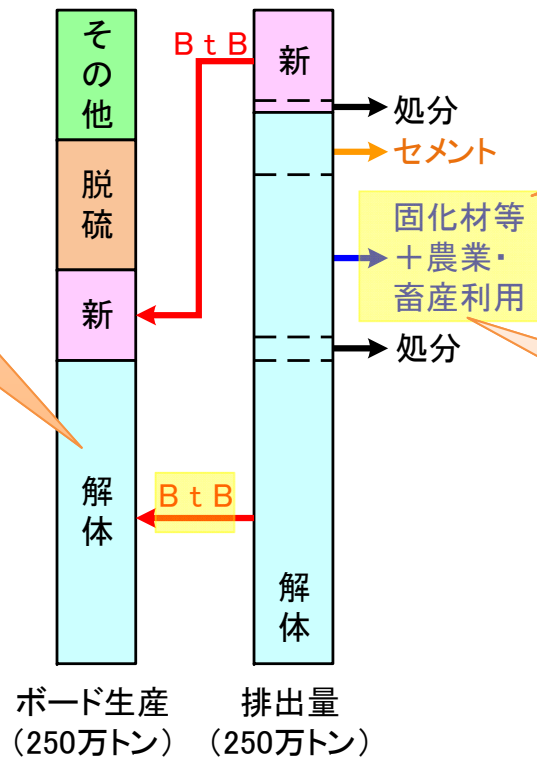
サブ3：再生石膏粉品質

「廃石膏ボードはリサイクルできる！」というアピールも大切

- ガイドライン策定検討会の開催
- 自治体・建設業界への啓発活動
- 全国協議会への社会実装

サブ5：GL検討会・啓発

再生利用が促進された 目指す姿



固化材利用に向けた環境 安全性評価方法の提示 (ガイドライン化)

- ・ 硫化水素ガス
- ・ 地盤改良体の評価

サブ1：地盤利用安全性 サブ2：地盤利用工学

農業・畜産利用の市場 可能性調査

- ・ 土壌改質材の市場規模
 - ・ 畜産系利用の可能性
- ### 廃石膏マテリアルフ ロー情報の更新

サブ4：マテフロ・需要

研究体制

	サブテーマ内容	担当研究者
サブ 1	地盤利用時の環境安全性評価	遠藤和人（国環研） 肴倉宏史（国環研）
サブ 2	地盤利用時の工学的ベネフィット	佐藤研一（福岡大） 藤川拓朗（福岡大）
サブ 3	再生石膏粉の品質管理手法	中村吉男（愛工大） ※小島淳一（アイコ）
サブ 4	マテリアルフローと需要調査	松橋宏明（能率協会）
サブ 5	ガイドライン検討会と社会啓発	西川美穂（泥土協会） 野口真一（泥土協会）

※は研究協力者

全 6 機関、合計 9 名
（協力者含む）

サブテーマ間の連携は、ガイドライン作成によって実施

サブ1：地盤利用の環境安全性

フッ素含有量	基準あり（ただし、超過事例無し） （告示19号：4000 mg/kg以下）
フッ素溶出量	基準あり （告示46号：0.8 mg/L以下）
硫化水素ガス発生	基準なし （処分場と不法投棄現場での発生事例あり。石こう系地盤改良では報告なし。pH=9.5以上、DOC=10mg/L以下、ローム混合のいずれかで発生せず。）

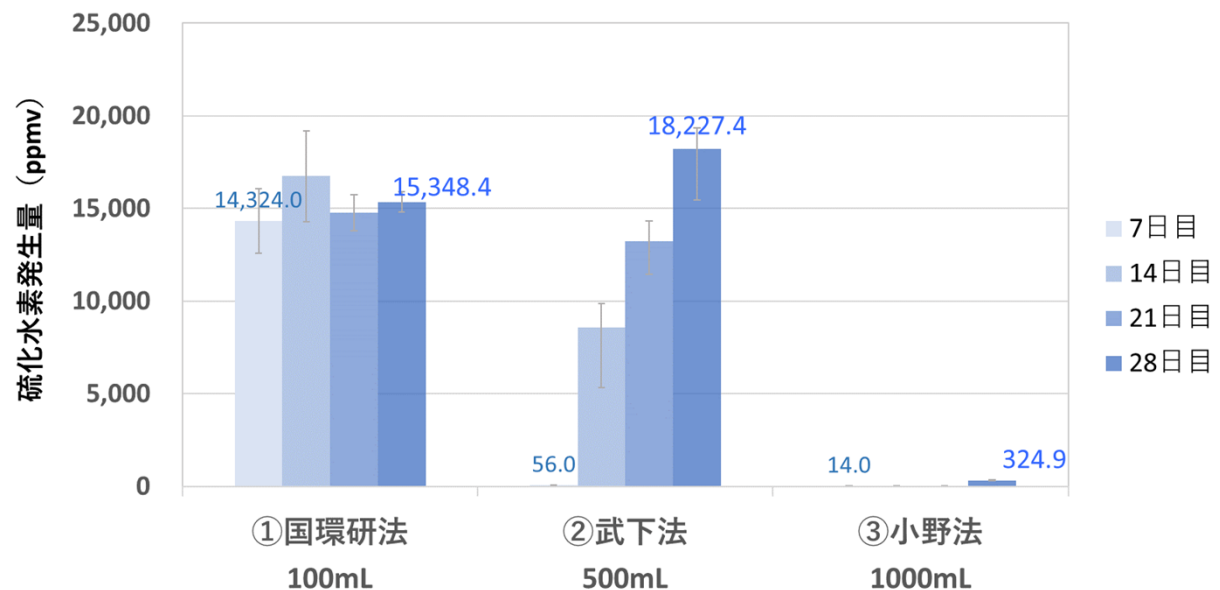


国環研法



武下法

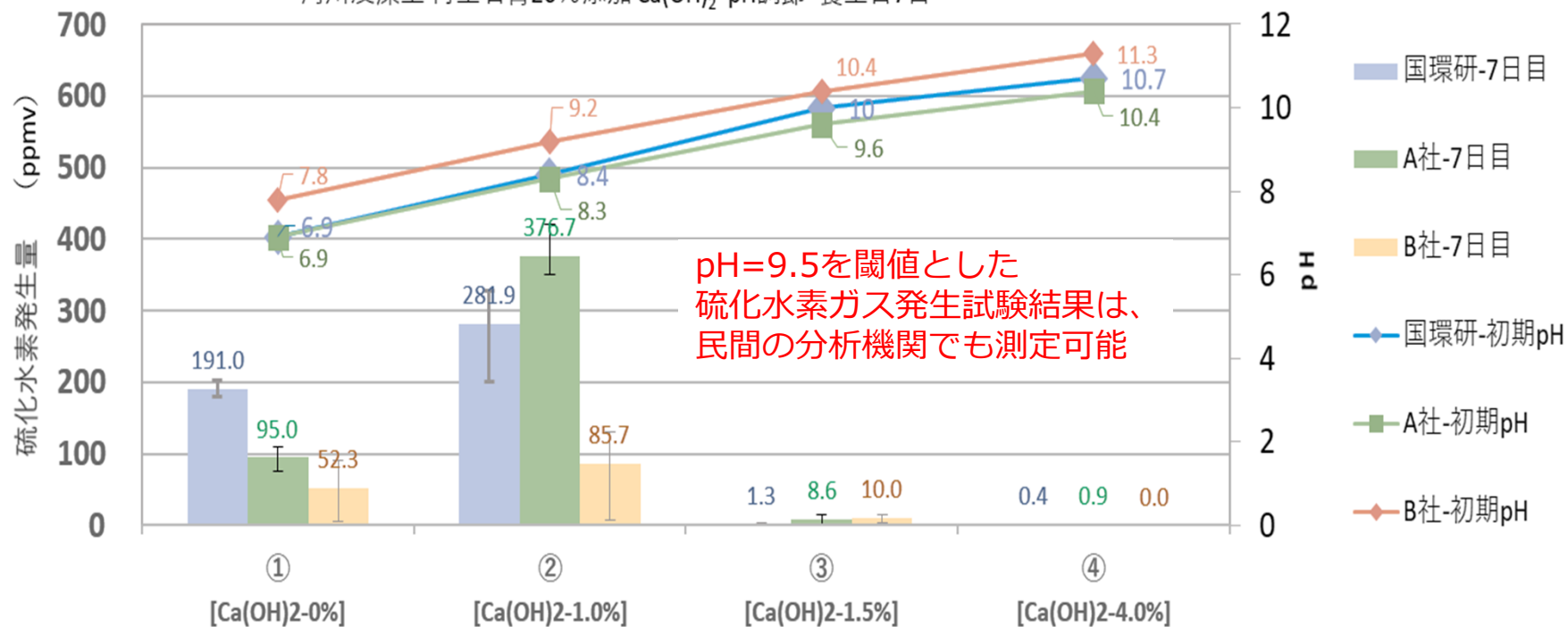
小野法



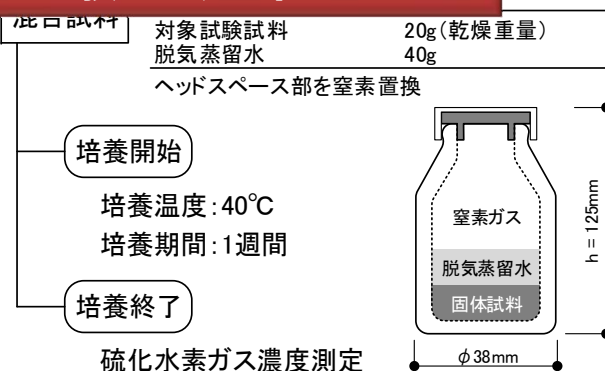
ポテンシャル試験としては国環研法が良い（7日判定可）
気相が60 ccのため容器破損時の作業員の安全にも有利

サブ1：硫化水素ガス発生ポテンシャル試験（一斉）

河川浚渫土 再生石膏20%添加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pH調節 養生日7目



試験法はガイドラインへ



利用施設の構造

浴槽湯面から上位
10cmの位置の濃度

浴室床面から上位
70cmの位置の濃度

換気構造(換気口または換気装置)の
開口部を2カ所以上設ける。そのうち
1カ所は浴室床面と同じ水準に設ける

20 ppmv

10 ppmv

サブ2：地盤利用の工学的ベネフィット

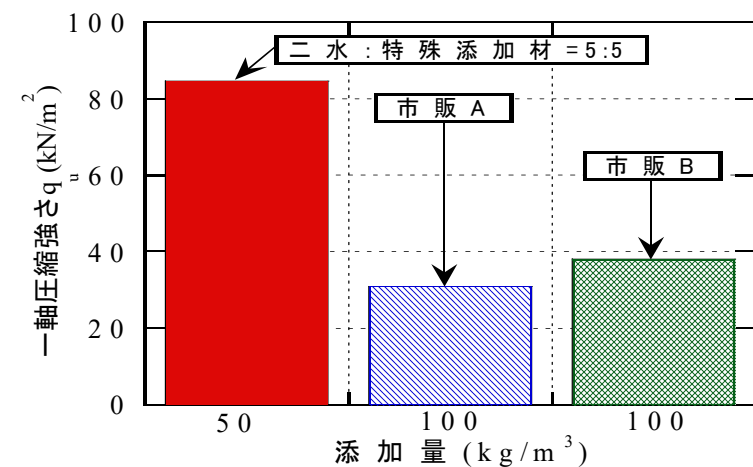
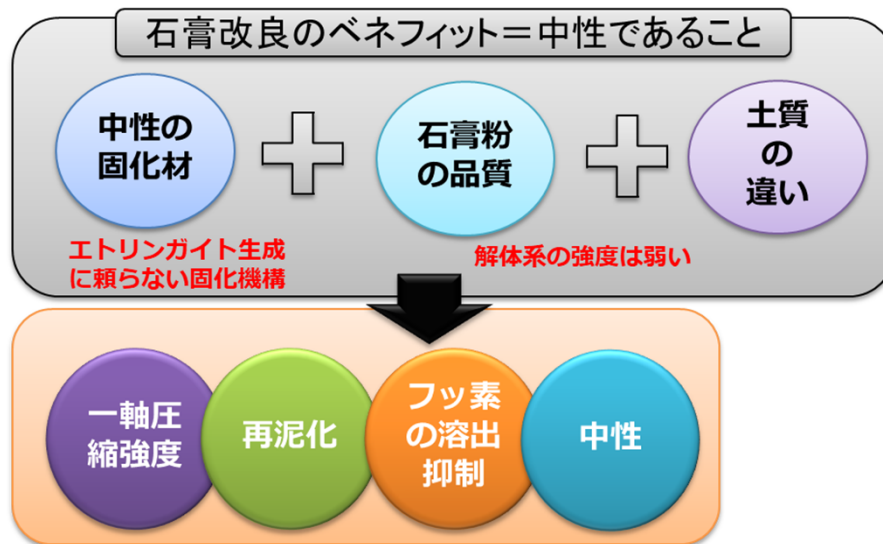
再生石膏を用いた中性固化材の開発

- ・強度発現を確保する
- ・処理土の盛土に植生を持たせる
- ・泥状物質を有用物として再利用する

環境に優しい固化材

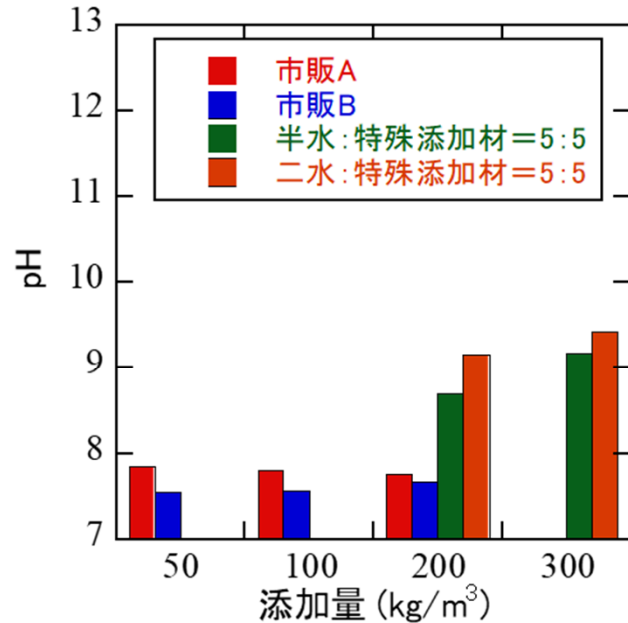


近年環境意識の高まりなどの観点から、**中性固化材**が注目されている。

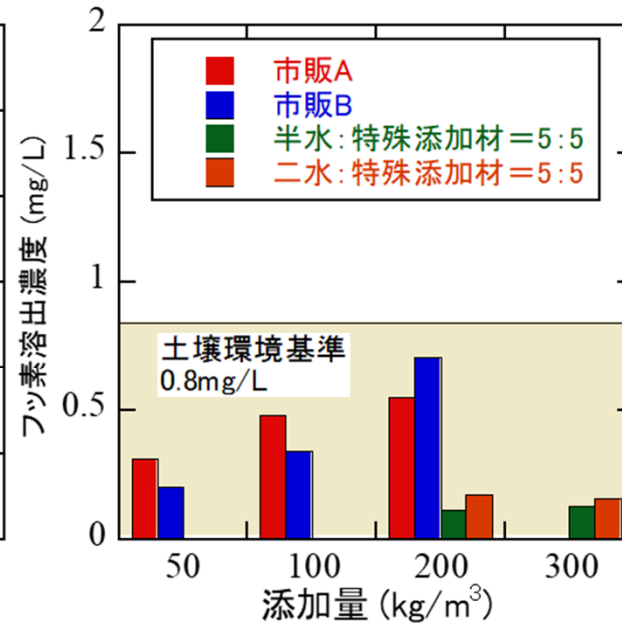


少量の添加量で市販品よりも強度大
ただし、pHがやや高い (pH=9~10)

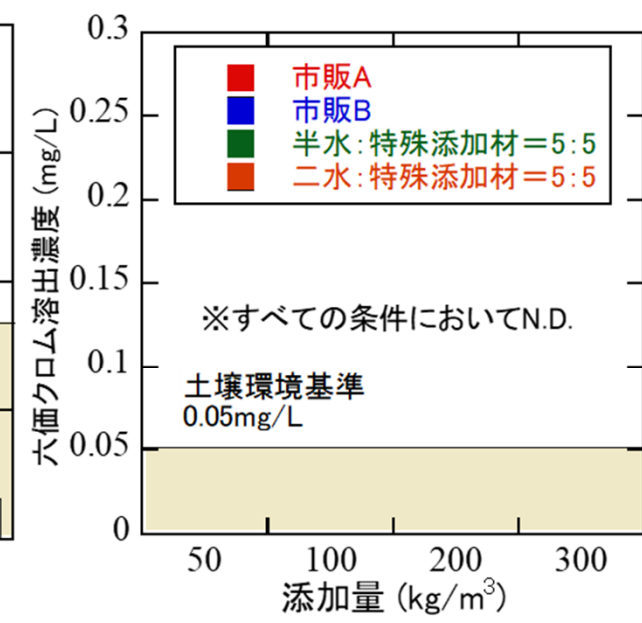
サブ2：地盤利用の工学的ベネフィット



pH測定結果



フッ素溶出結果



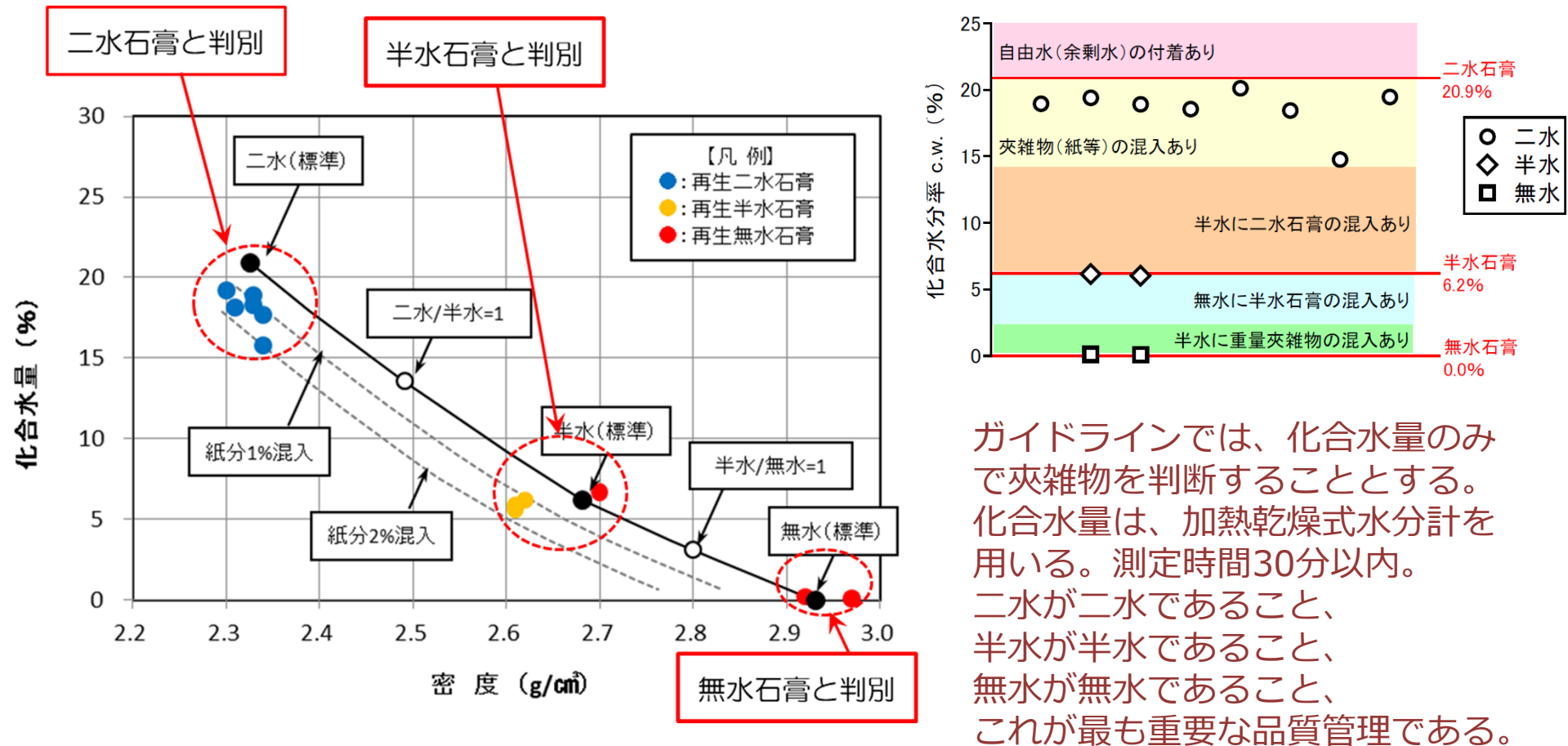
六価クロム溶出結果

中性固化材の要求性能と本研究成果

- 中性
 - 強度増加
 - フッ素溶出抑制
- 弱アルカリ域(検討課題)
→ 十分な強度発現を有する
→ 土壤環境基準値以下まで抑制できる

環境に優しい新しい固化材として、
土木分野における地盤改良材としての活用が期待が持てる。

サブ3：再生石膏粉の品質管理

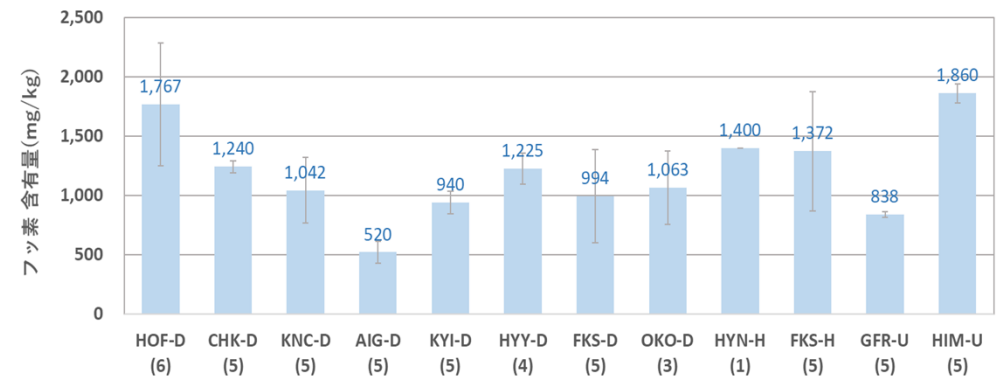


- ・ 化合水量ならびに密度（比重）が分かれば、品質管理が可能
- ・ 実験値は、理論値よりも化合水量，密度ともに概して小さい傾向
 → 紙分のような密度の異なる夾雑物の影響

サブ3：再生石膏粉の品質管理

表： 全含有量（底調法）の結果（n=54）

	フッ素	カドミウム	鉛	ヒ素	セレン	六価クロム	ホウ素	水銀
平均	1,187	3未満	50未満	2.6	0.1	0.1	131	0.1
最大値	2,900	3未満	50未満	23	2.0	1.8	320	0.5
最小値	390	3未満	50未満	2未満	1未満	0.5未満	0.0	0.1未満



石膏粉は土壌、農地利用の他に、
ボード利用、セメント利用もある。
そのため、土壌環境基準は関係ないため、
全含有量（底調法）によって品質管理する。
環境影響ではなく、品質管理のための測定

再生石膏粉の品質管理票

発行日:平成 年 月 日

1. 石膏の種類:	二水 ・ 半水 ・ 無水
2. 製造業者名:	
3. 製造場所:	
4. 製造年月日(製造期間):	
5. 製造管理番号(製造ロット番号, 略号等):	

品質管理検査結果

日常検査結果		定期検査結果	
検査項目	検査結果	検査項目	検査結果
夾雑物の混入状況 (種類, 量等の観察)		夾雑物の量	wt%
水分量 自由水量 (乾燥温度: 40±2℃)	%	二水石膏	wt%
化合水量 (加熱温度: 240~260℃)	mm	半水石膏	wt%
最大粒径	mm	無水石膏	wt%
水素イオン指数(pH)		測定方法: X線回折・化合水量と密度の関係 (化合水量 %) (密度 g/cm³)	
		水素イオン指数(pH)	
		カドミウム	mg/kg
		鉛	mg/kg
		六価クロム	mg/kg
		砒素	mg/kg
		総水銀	mg/kg
		セレン	mg/kg
		ふっ素	mg/kg
		ほう素	mg/kg

検査実施日	年 月 日	検査実施日	年 月 日
検査実施者		検査実施者	

【特記事項】

※) 保管期限: 発行日より5年

サブ4：マテリアルフローと需要調査

マテフロの更新

郵送アンケート方式の手順

調査対象：産廃業者（中間処理・最終処分）

ガラス陶磁器くず、がれき類等の処理業

自治体HPから抽出
全国で約6,500事業者

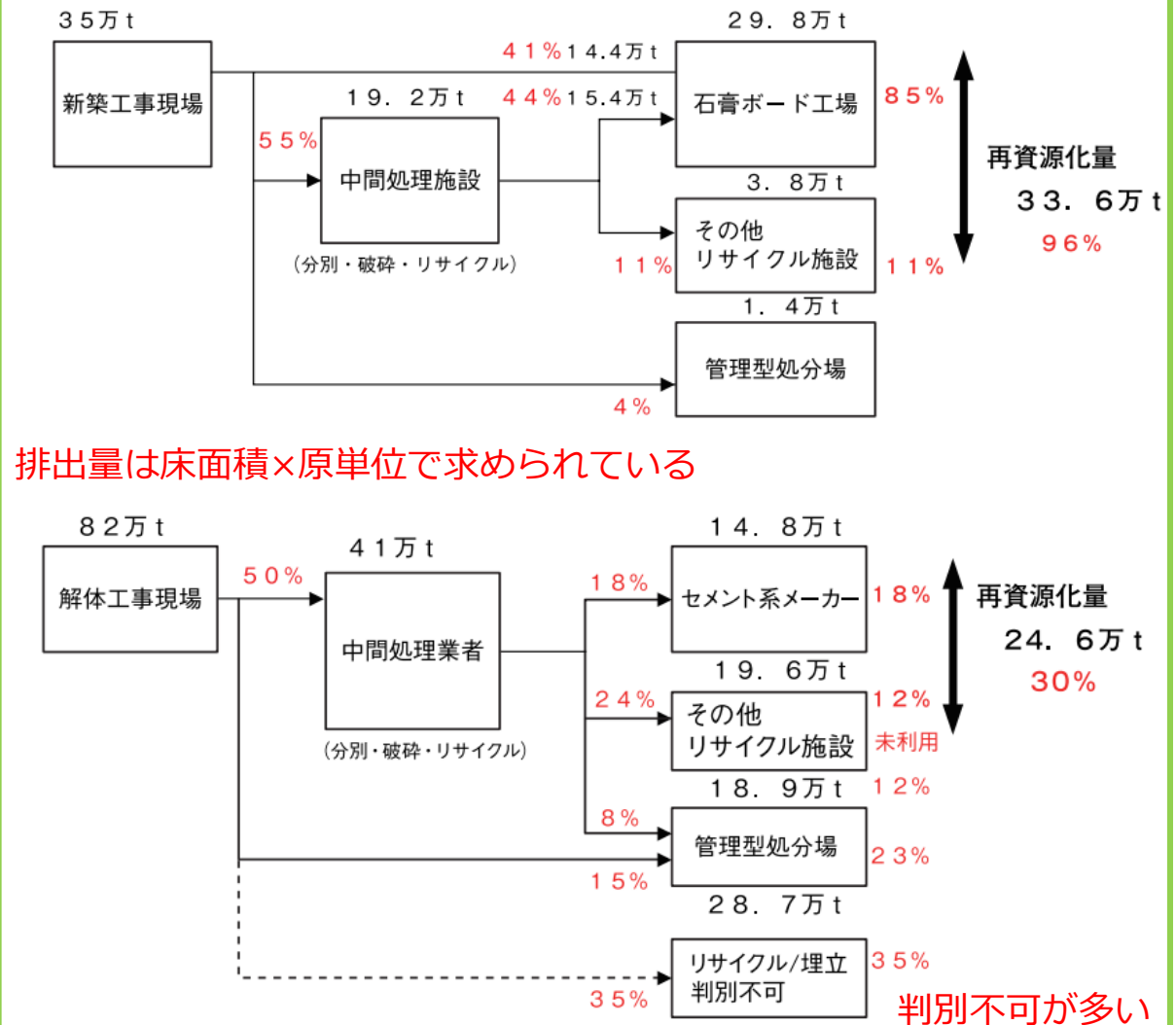
実際、廃石膏ボードの取り扱い
は400程度

回答業者数
中間処理業：348事業者
最終処分業：46事業者

想定400事業者（中間処理）
なので、約87%程度
から回収できた

平成18年調査結果

更新する



サブ4：マテリアルフローと需要調査

	統計による排出量	アンケート - ①	アンケート - ②	アンケート - ③
新築系	約33万 t	約54万 t	約33万 t	約54万 t
解体系	約87万 t	約58万 t	約79万 t	約66万 t
合計	約120万 t	約112万 t	約112万 t	約120万 t

21万 t

8万 t

統計による排出量： 新築、解体床面積から原単位を掛けて求めたもの

アンケート - ①： アンケートの集計結果のまま（中間処理と最終処分量）

アンケート - ②： 新築系に解体系が混入していて、統計値が正しいとした場合

アンケート - ③： 新築系に解体系が混入していたとしても、処理量としては正しいので、そのままの値を利用し、解体系の中間処理として認識されていない建設系混合廃棄物混入量を上乗せした場合

混廃の中間処理業者の篩下残渣中の石膏成分を調査

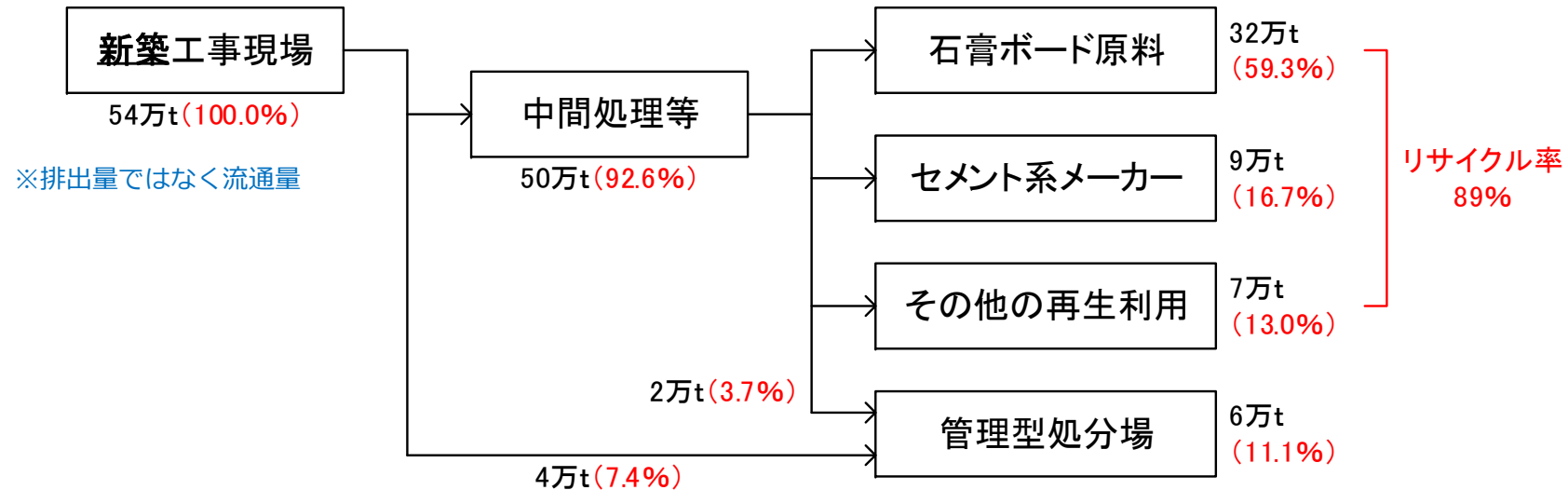
（仮定：・ボード解体時にビス部分等を破壊して床面に落ちると想定

・SO₄溶出量が全て廃石膏ボード由来）

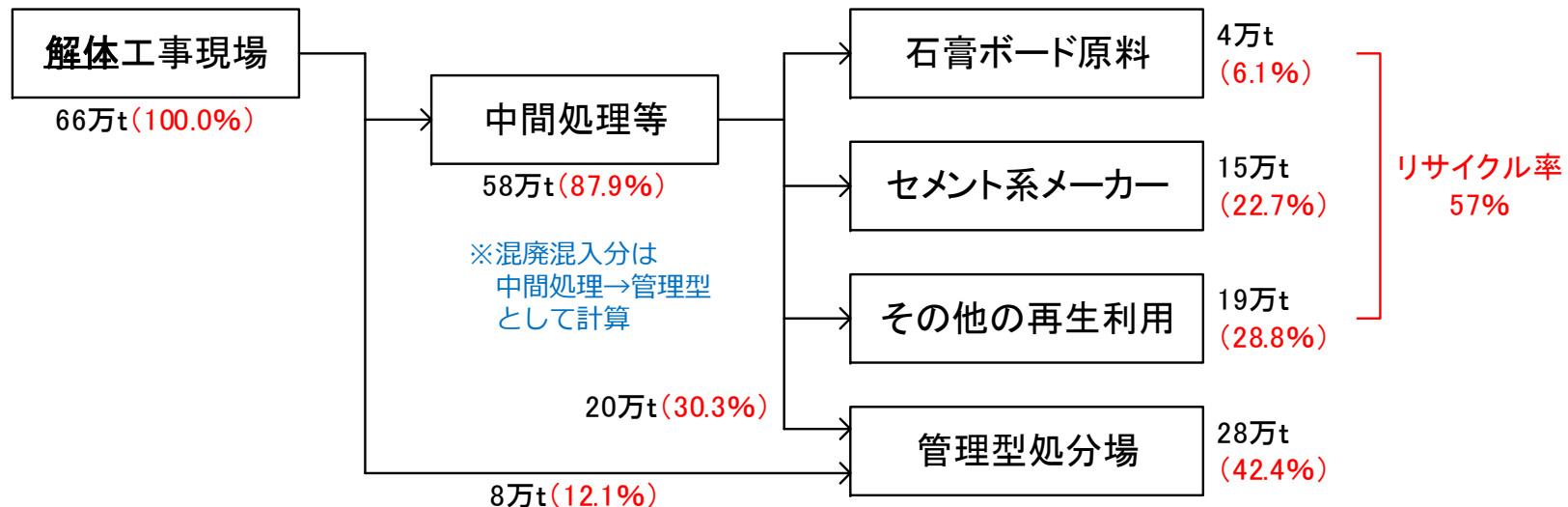
→ 篩下残渣中の廃石膏ボード粉重量比 = 平均16%（関東・関西地方）

→ 解体系混廃発生量（統計値）49万 t × 16% = 8万 t

サブ４：本研究で得られたマテリアルフロー（H28）



全体では 71%がリサイクルされ、29%が埋立処分されている



サブ5：ガイドライン策定と社会啓発

ガイドライン策定委員会・作業部会の運営

【ガイドライン策定委員会 4回】

平成29年7月31日	第1回 委員会
平成30年2月27日	第2回 委員会
平成30年11月9日	第3回 委員会
平成31年2月27日	第4回 委員会

大学：4名、国研：4名
ゼネコン：3名
コンサル：2名
省庁：3名、団体6名

【ガイドライン作業部会（WG含む） 7回】

平成29年6月1日	準備作業部会
平成29年9月21日	第1回 作業部会
平成29年12月22日	第2回 作業部会
平成30年2月14日	第3回 作業部会
平成30年5月11日	WG
平成30年10月12日	第4回 作業部会
平成31年2月15日	第5回 作業部会

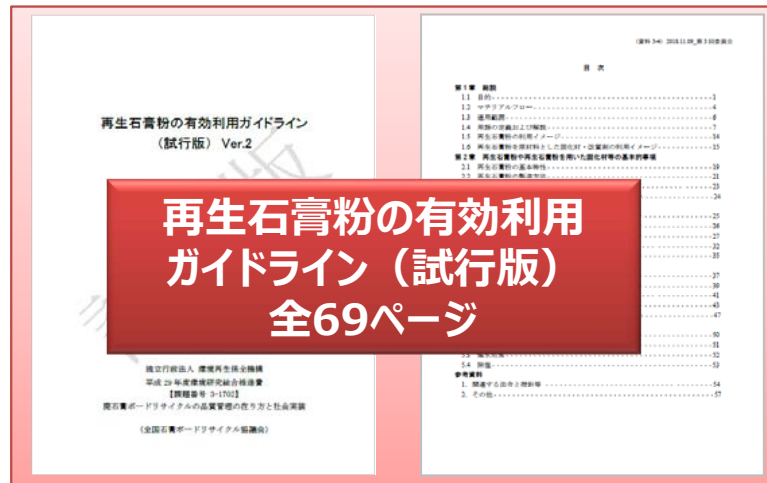
大学：5名、国研：3名
ゼネコン：2名、コンサル：3名
分析会社：2名、メーカー：2名



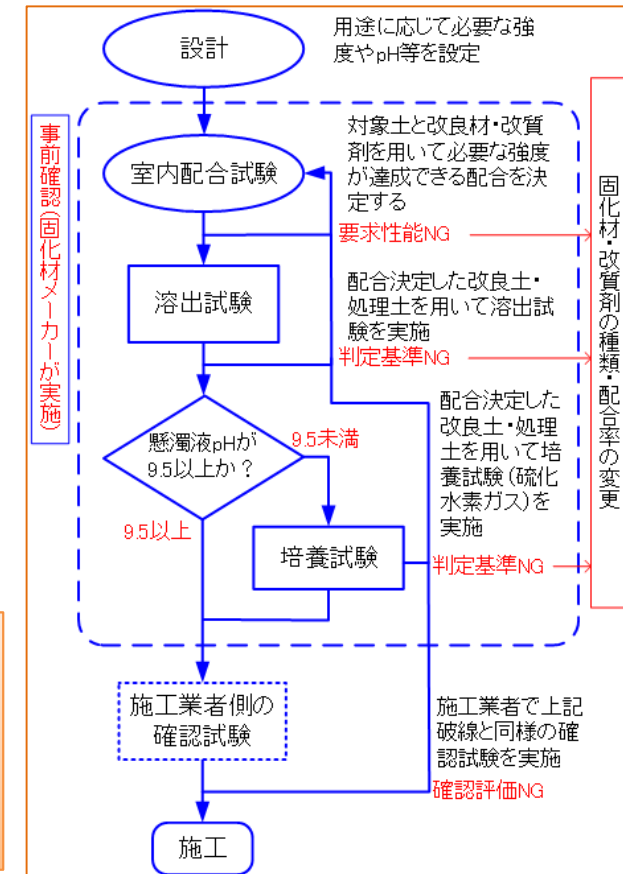
第3回 委員会



第4回 作業部会



全国石膏ボードリサイクル協議会でガイドラインを適用
（社会実装）



サブ5：啓発活動①（国民との対話）

勉強会

平成29年10月20日	第6回Fクレスト会（主催：Fクレスト会事務局）
平成30年1月18日	やまぐちブランド技術研究会・廃棄物分科会（主催：地方独立行政法人山口県産業技術センター）
平成30年2月5日	産業廃棄物リサイクル推進セミナー（主催：（一財）鹿児島県産業廃棄物協会）
平成30年2月9日	廃石膏ボード再資源化シンポジウム（主催：石膏再生協同組合 西日本支部）
平成30年5月19日	海上の杜技術士会技術研修会（主催：海上の杜技術士会）
平成30年8月8日	廃石膏ボードリサイクルセミナー（主催：（一社）泥土リサイクル協会）
平成30年8月30日	泥土リサイクル協会スキルアップ勉強会（主催：（一社）泥土リサイクル協会）
平成30年10月31日	建設副産物ならびに循環資源の有効利活用公開講座（主催：（一社）泥土リサイクル協会、資源循環コンソーシアム、宮城県建設発生土リサイクル協同組合）



イベント出展

平成29年5月23日～26日	2017NEW環境展（主催：日報ビジネス） 東京ビックサイト
平成29年6月7日～8日	EE東北'17（主催：EE東北実行委員会） 夢メッセみやぎ
平成29年10月18日～19日	建設技術フェア2017in中部（主催：国土交通省中部地方整備局） 吹上ホール
平成29年11月1日～2日	けんせつフェア北陸in新潟（主催：国土交通省北陸地方整備局） 新潟産業振興センター
平成30年5月22日～25日	2018NEW環境展（主催：日報ビジネス） 東京ビックサイト
平成30年6月6日～7日	EE東北'18（主催：EE東北実行委員会） 夢メッセみやぎ
平成30年10月17日～18日	建設技術フェア2018in中部（主催：国土交通省中部地方整備局） 吹上ホール
平成31年3月12日～15日	2019NEW環境展（主催：日報ビジネス） 東京ビックサイト



サブ5：啓発活動②（国民との対話）

メディアによる情報発信

ガイドライン策定委員会、作業部会開催時 → 毎回取材を依頼し、新聞に掲載

3年連続で新年号の特集記事として掲載（循環経済新聞）



2017年1月（全面）



2018年1月（全面）



2019年1月（全面×2）

勉強会	8回	建設業、廃棄物処理業、セメント業、自治体
イベント展示	8回	NEW環境展、建設フェア等
新聞記事	9回	ガイドライン策定作業部会、委員会、協議会の開催記事
新聞特集記事	3回	新年号の特集記事として全面特集

研究期間終了後の展開

本推進費で実施した研究成果ならびに一斉試験結果を盛り込んだ「**ガイドライン**」は4/12の全国石膏ボードリサイクル協議会を経て最終版として発行する

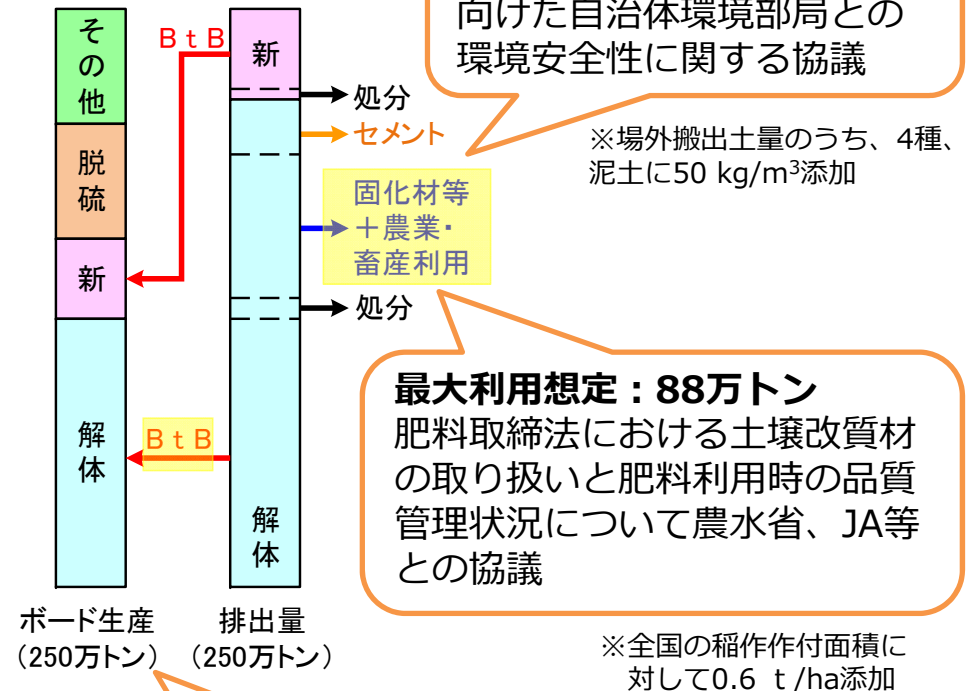
ガイドラインの普及・改訂

- ・国交省、経産省、農水省への説明
- ・協議会業者の自治体へ説明
- ・全環研メンバーへの説明
- ・日建連等の建設業界への説明
- ・全産連等の廃棄物処理業への説明

再生利用に向けた取り組み

- ・建り法の特定資材化に向けた活動
- ・国交省の石膏ボード現場分別解体マニュアルへの協力
- ・地盤利用の実績作り
- ・農地利用、畜産利用の実績作り
- ・ゼネコン技研等への研究協力

再生利用が促進された
目指す姿



※最大4割を想定