

## 「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」

5.1 アスベストを含む建材等の回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術

### 5.1.1

## 遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発 (公開)

平成22年12月9日

大成建設株式会社

## プロジェクトの位置付け

公開

### 平成19～21年度 アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発

#### 1) アスベスト建材等の飛散、暴露を最小化する回収・除去技術

遠隔操作による革新的アスベスト除去 ロボットの開発	平成 18 ～21年度	大成建設
高性能アスベスト剥離・回収・梱包 クローズ型処理ロボットの開発	平成 18 ～20年度	竹中工務店

#### 2) アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術

オンサイト・移動式アスベスト無害化・ 資源化装置の開発	平成 18 ～21年度	北陸電力
低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・ 資源化装置の開発	平成 19 ～21年度	戸田建設・大旺新洋
マイクロ波加熱によるアスベスト建材 無害化装置の開発	平成 19 ～20年度	ケイミュー
アスベスト低温溶融無害化・再資源化 処理システム開発	平成 21年度	ストリートデザイン

※18年度は、緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発として実施。

# 開発背景

公開

健康被害をもたらす吹付けアスベストの除去、および回収を安全、効率的にできる技術の開発が急務！

乾式系吹付け  
アスベスト対象



高圧水噴射ノズル  
(乾式系除去)

湿式系吹付け  
アスベスト対象



TVモニターによる  
遠隔操作



平成18年度  
開発成果

乾式系吹付けアスベスト  
除去ロボット

平成19～21年度

遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットおよび  
アスベスト回収システムの開発

3/26

# 開発目標

公開

○湿式系吹付けアスベスト除去ロボットの除去性能

【フロア対応】

従来の作業員の手作業に比べ、**5倍以上**

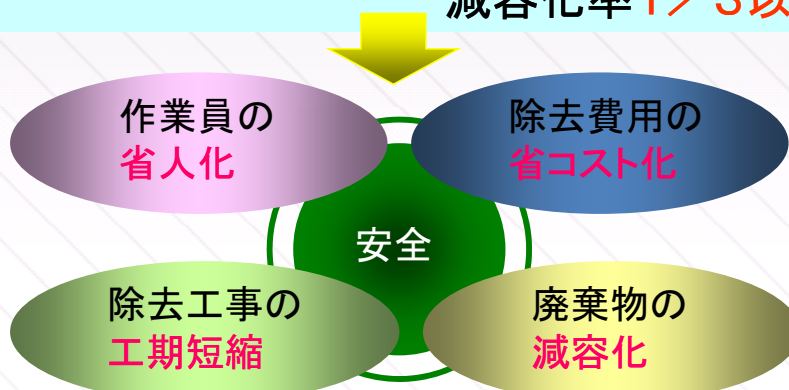
遠隔操作システムの高度化

【エレベータシャフト対応】

従来の作業員の手作業に比べ、**6倍以上**

○湿式系吹付けアスベスト回収システムの回収性能

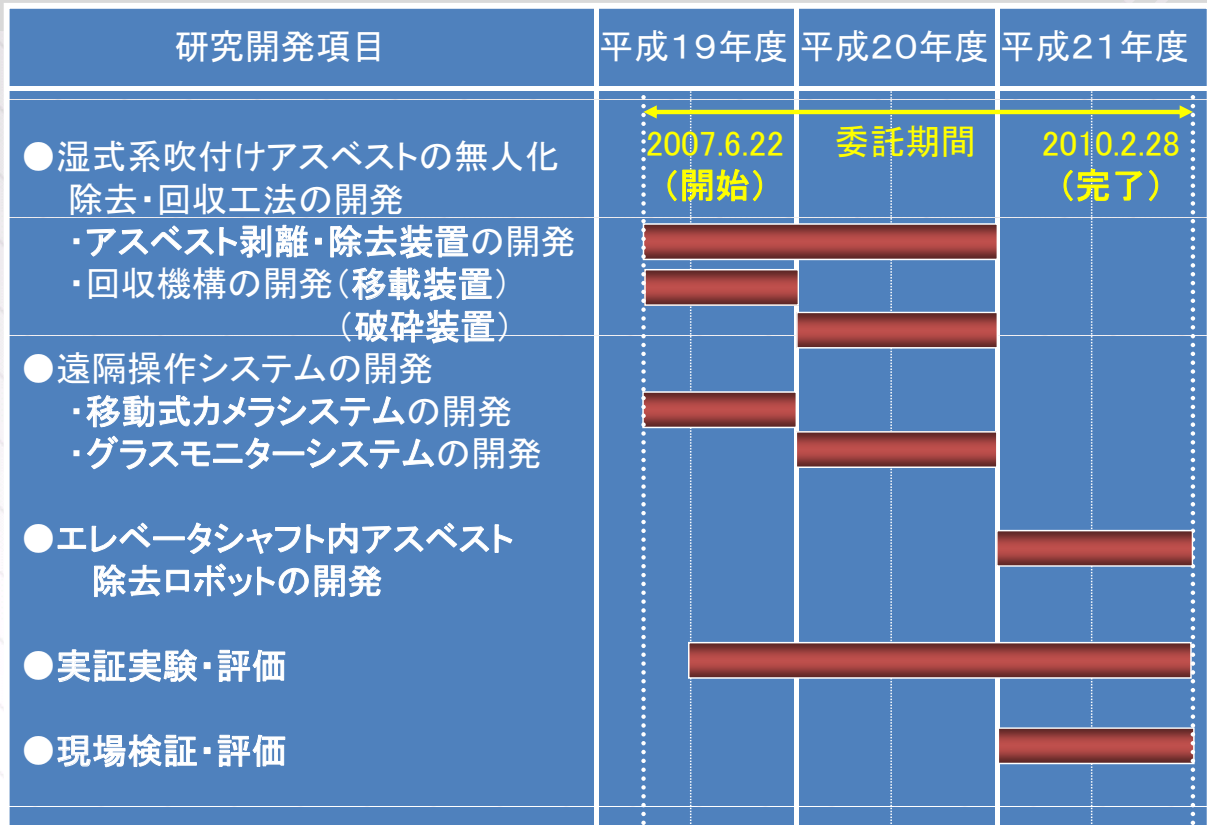
減容化率**1/3以上**



4/26

# 開発工程

公開



5/26

# 開発成果の達成度

公開

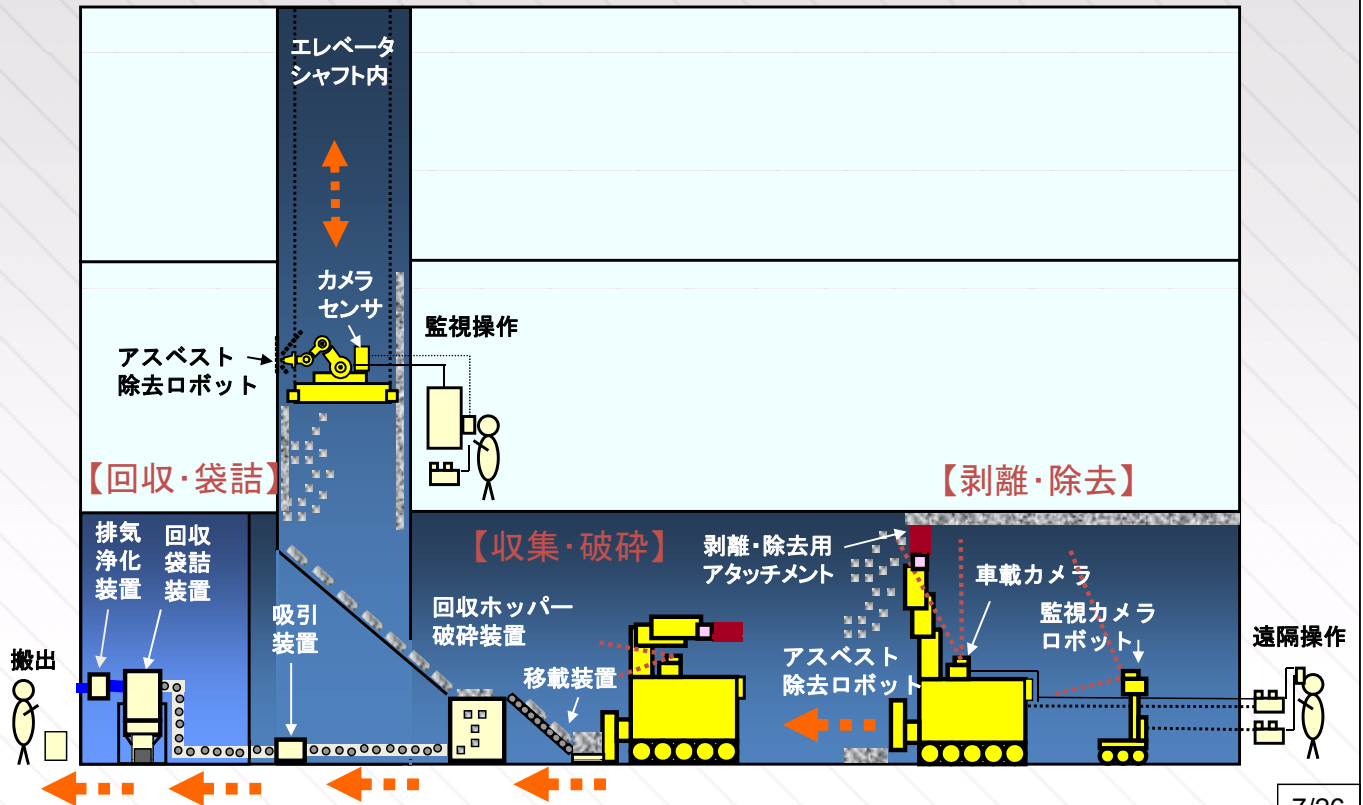
研究開発目標	開発目標に対する達成度	最終目標に対する達成度
●湿式系吹付けアスベストの無人化 除去・回収工法の開発 ・アスベスト除去速度(手作業の5倍以上) ・回収機構の開発(移載装置) (破碎装置)(減容化:1/3以上)	○ ◎	●省人化 ○
●遠隔操作システムの開発 ・移動式カメラシステムの開発 ・グラスモニターシステムの開発 (遠隔操作の高度化)	○	●廃棄物減容化 ◎
●エレベータシャフト内アスベスト除去ロボットの開発 ・アスベスト除去速度(手作業の6倍以上)	△~○	●省コスト化 △ ~ ○
●実証実験・評価 ●現場検証・評価	○	●工期短縮 △ ~ ○

6/26



# 開発システムの基本構成

公開



事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

7/26

## 開発成果: アスベスト剥離・除去装置 アスベスト除去ロボット(フロア用)

公開

ロボットアーム先端部に装着した剥離装置によって、フロア大空間の壁・天井・柱・梁等に吹付けられたアスベストの剥離・除去を行います。落下したアスベストはブレードで掻き寄せて、所定の場所に集積します。ロボット制御は無線式監視カメラロボットを併用しながら、専用のコントローラで遠隔操作します。

### ●剥離方式



円筒形状

### ●剥離刃形状



剥離装置の最適化検討

粗取り・仕上げ一体型



剥離装置



剥離装置

監視カメラ

ロボットベースマシン (Brokk社製)



遠隔操作

8/26

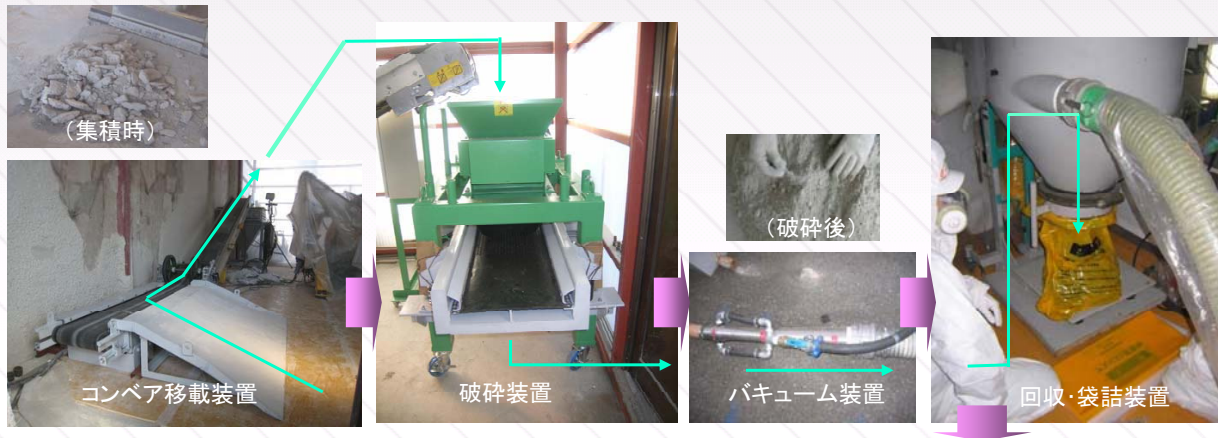
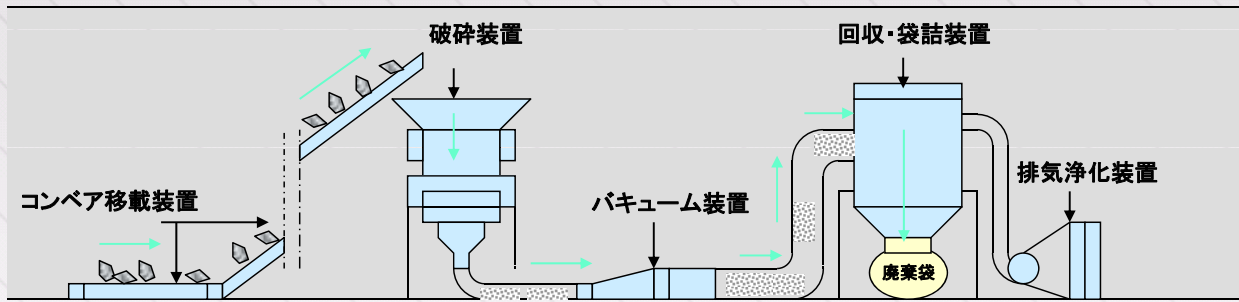
事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

# 開発成果: アスベスト回収機構

## アスベスト回収システム

公開



9/26

事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

# 開発成果: 遠隔操作システム

公開

## 無線式監視カメラロボット(フロア用)



本体外観



## グラスモニターシステム



解像度: 640 × 480  
仮想サイズ: 62inch (2.7m)



没入型HMDの使用状況

10/26

事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

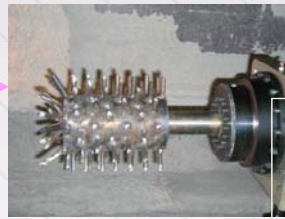
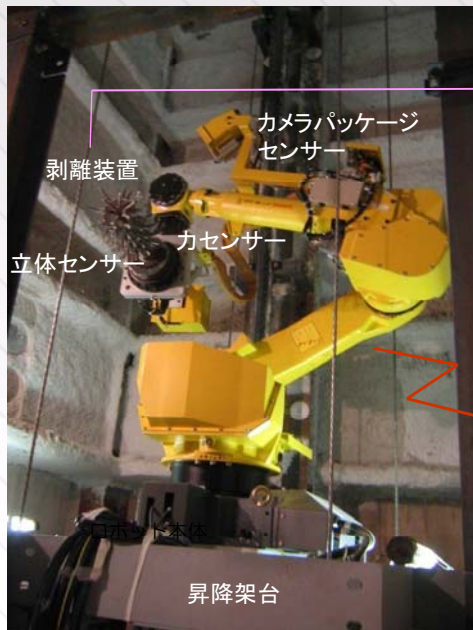


# 開発成果: エレベータシャフト内ロボット

## アスベスト除去ロボット(ELVシャフト用)

公開

ロボットアーム先端部に装着した剥離装置によって、エレベータシャフト内の梁・壁・柱などに吹付けられたアスベストの除去を行います。除去したアスベストは最下階にて回収します。また、ロボット制御は、図面情報や現地調査結果をもとにして、予め動作プログラムを教え込ませ、自動運転により行ないます。



6軸多関節型の知能ロボットを採用  
(FANUC社製)

知能ロボットに自己認識させて監視操作

11/26

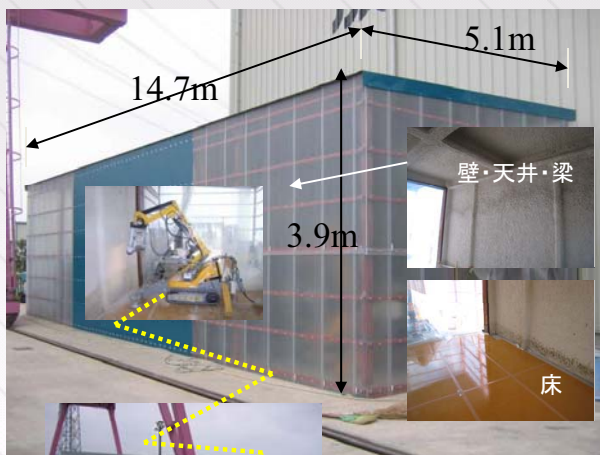
事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

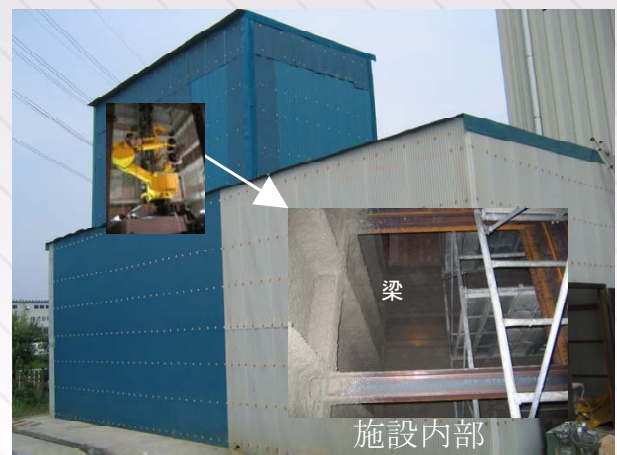
# 実証実験: 実証実験施設

公開

模擬フロア用



模擬エレベータシャフト用



アスベスト除去実験室



遠隔操作室

12/26

事業原簿 Ⅲ-2-1-1

TAISEI CORPORATION

# 実証実験：フロア用ロボットの除去性能

公開

## 【湿式系模擬吹付けアスベスト除去性能】

試行回数	除去面積 (縦×横) <sup>*1</sup>	所要時間	換算除去速度 <sup>*2</sup>	推定除去速度 <sup>*3</sup>
(回)	(m <sup>2</sup> )	(秒)	(m <sup>2</sup> /h)	(m <sup>2</sup> /h)
1	0.25(0.5×0.5)	25	36.0	18.0
2	0.72(1.2×0.6)	75	34.6	17.3
3	0.60(1.5×0.4)	75	28.8	14.4
4	0.40(1.0×0.4)	40	36.0	18.0
	平均		33.9	17.0



\* 1: 壁面(模擬アスベスト厚み:25mm)の場合

\* 2: 除去部位のロボット移動等に要する時間は含んでいない

\* 3: 除去に要する時間にロボットの移動等の時間(同所要時間と仮定)を考慮した場合



\* アスベスト除去速度: 約15m<sup>2</sup>/hを確保できることが判明(粗取り時)  
(移動時間等を考慮した推定値)

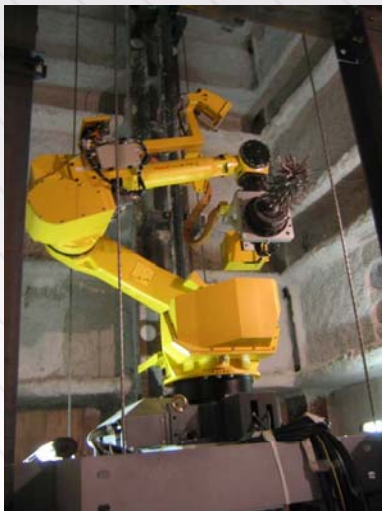
13/26

# 実証実験：エレベータ用ロボットの除去性能

公開

## 【湿式系模擬吹付けアスベスト除去性能】

動画



ワイヤ4本吊り時



模擬エレベータシャフト内(自動除去運転)

6.6m<sup>2</sup>/13min(厚20mm×3回 繰返し運転時)

\* アスベスト除去速度: 約10m<sup>2</sup>/hを確保(粗取り時)

14/26



# 実証実験: アスベスト回収システムの減容化

公開

## 湿式系模擬吹付けアスベスト減容化率

試行回数 (回)	Before crushing 破砕前	After crushing 破砕後	Capacity rate 減容化率 (換算値)
	同一容器内での重量(g)	同一容器内での重量(g)	
1	1466.5	3864.8	0.38
2	1406.2	4157.3	0.34
Ave.	1436.4	4011.1	0.36
測定状況			

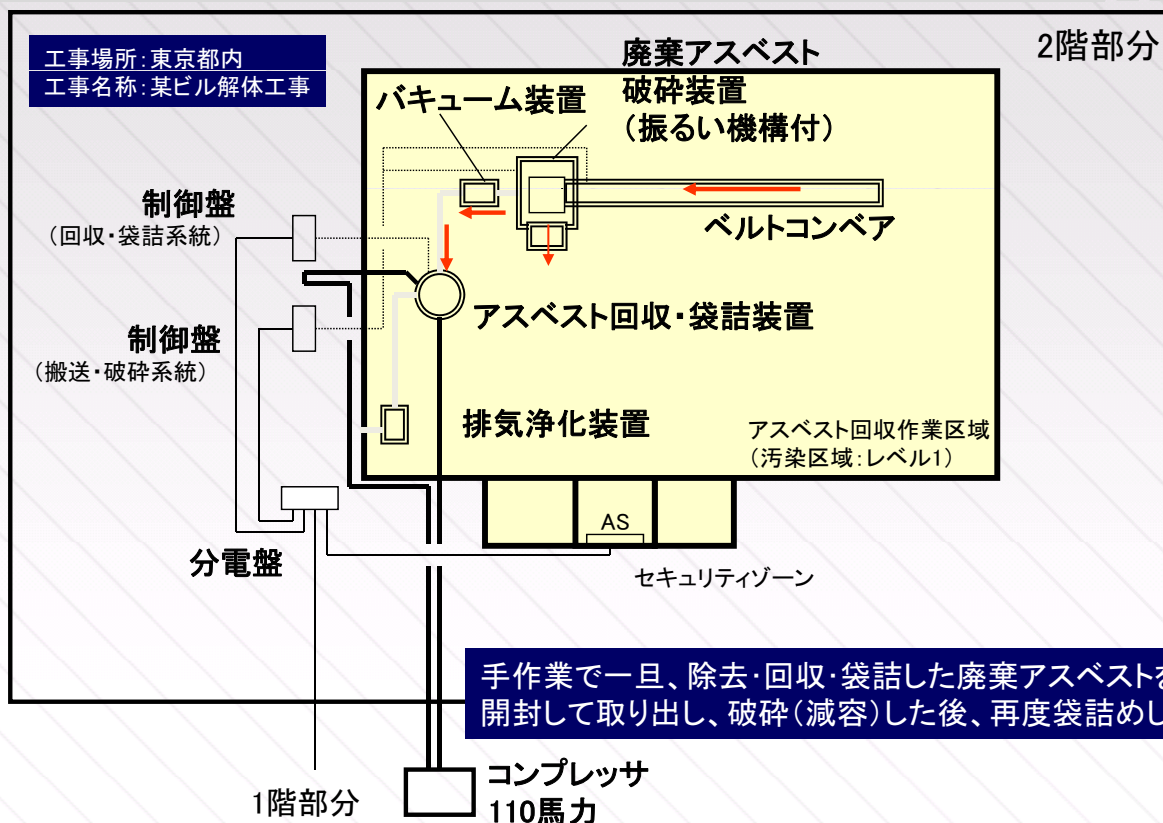
\* 同一容器内での水重量(測定値): 6136g

\* 除去したアスベストを約1/3に減容化できることを確認

15/26

## 現場検証: アスベスト回収システム-1

公開



16/26



# 現場検証: アスベスト回収システム-2

公開



破碎装置(ラス網裁断可能)

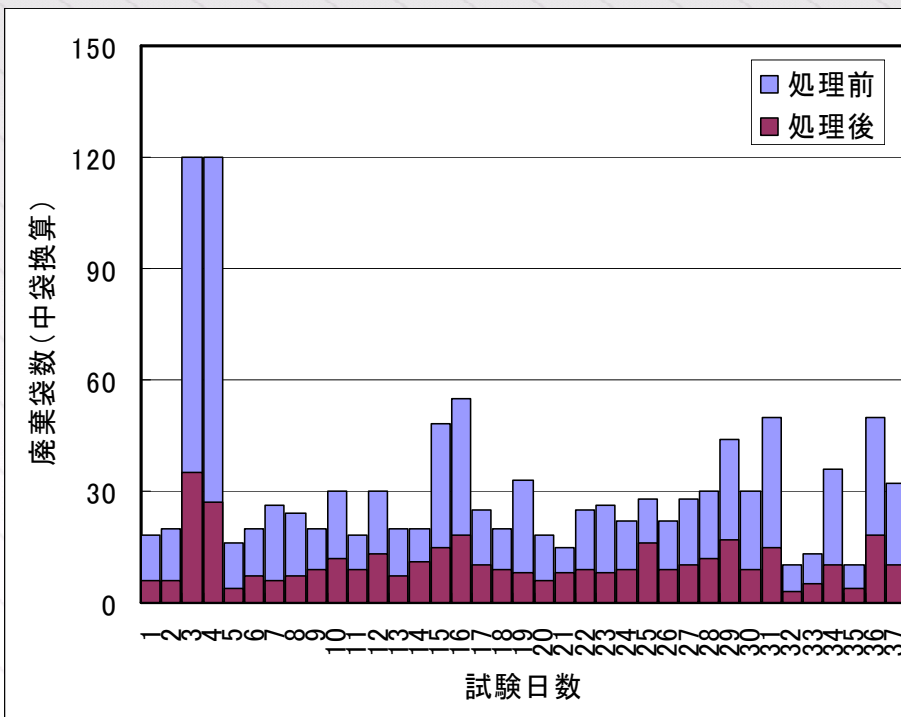
回収・袋詰装置

17/26

# 現場検証: アスベスト回収システム-3

公開

## ■現場実証試験結果(アスベスト廃棄物の減容化率)



ラス網廃棄物の場合  
 ・処理前  
 1172体(中袋換算)  
 ↓  
 ・処理後  
 397体(中袋換算)  
 \* 減容率 63.8%  
 (約1/3の減容化を実証)



18/26

## 【フロア用アスベスト除去ロボットの開発】

- ロボットベースマシンは、**遠隔操作の標準装備**された、信頼性の高いロボットを採用  
(原子力分野での解体実績を考慮)
- ロボットアーム先端部に、**粗取り／仕上げ一体型**の剥離装置を装備
- アスベスト除去速度は、**人力の約5倍**をクリア

## 【エレベータシャフト用アスベスト除去ロボットの開発】

- ロボットベースマシンは、高度な制御技術を駆使した**知能ロボット**を採用  
(連続的・規則的な建物内シャフト形状を考慮)
- 予め、エレベータシャフト内のアスベスト除去部位における動作データをプログラミングにより教え込ませ、**ロボットの自己認識制御により自動運転**でアスベストを除去
- アスベスト除去速度は、**人力の約5倍**まで達成

## 【アスベスト回収・減容システムの開発・実証】

- ラス網等の金属物も裁断可能な破砕装置を装備
- 実際のアスベスト廃棄物(ラス網等含む)を**約1／3に減容化**できることを現場検証。

19/26

# 開発成果の情報発信-1

## 【平成19～21年度集計】

- (1) 研究発表・講演
  - 学会・シンポジウム・セミナー・フォーラム発表 **11件**
- (2) 特許出願等
  - 特許出願 **2件**
- (3) その他特記事項
  - 新聞発表 **23件**
  - TVラジオメディア発表 **2件**
  - 論文投稿 **10件**
  - 雑誌・書籍投稿 **13件**
  - 展示会等 **3件**

## 【平成22年度(経過報告)】

- 第12回建設ロボットシンポジウム発表 (2010年9月7日)
- 日本建築学会大会学術講演会での論文発表 (2010年9月10日)
- アスベスト対策環境展'10 (2010年10月6-8日)
- 日刊工業新聞 掲載 (2010年10月11日)
- 雑誌「建設の施工と企画」8月号
- 雑誌「建築設備と配管工事」11月号
- 雑誌「ロボット」198号(2011年1月号)(予定)

20/26



# 開発成果の情報発信-2

公開

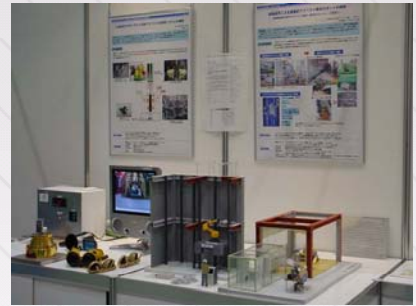
(平成21～22年度)



報道機関の見学



社内見学会(会議場)



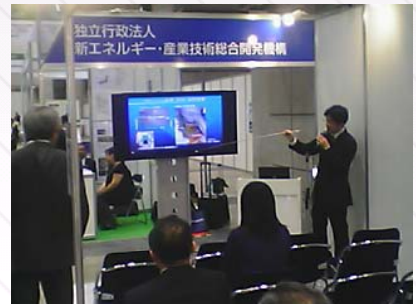
展示会:09アスベスト展にて



社内見学会(実験場)



展示会:09エコプロダクツ展にて



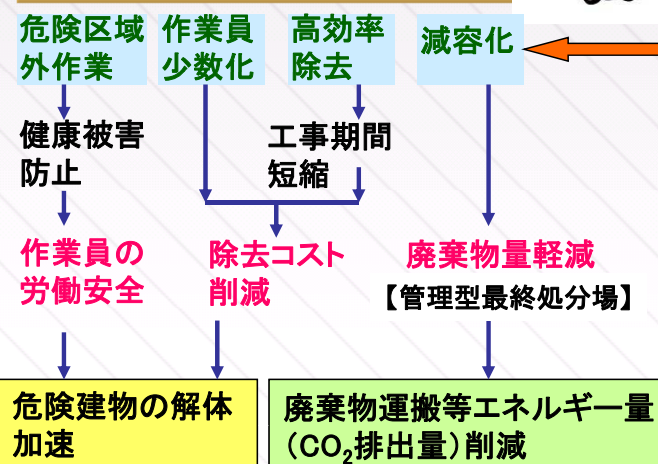
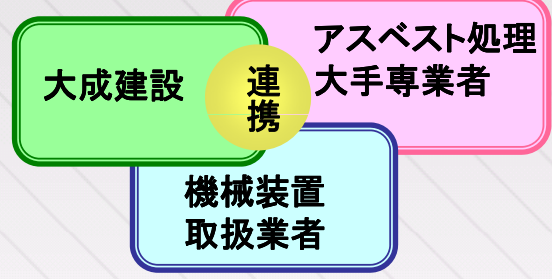
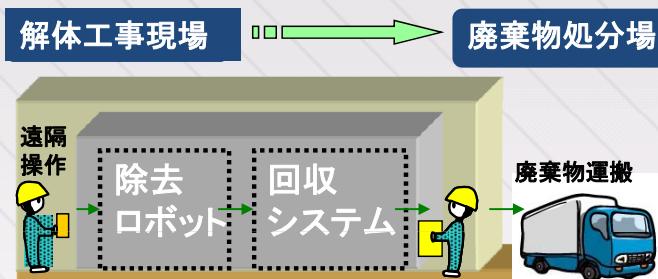
展示会:10アスベスト展にて

# 実用化・事業化の見通し-1

公開

## 開発技術の導入による波及効果

## 実施体制

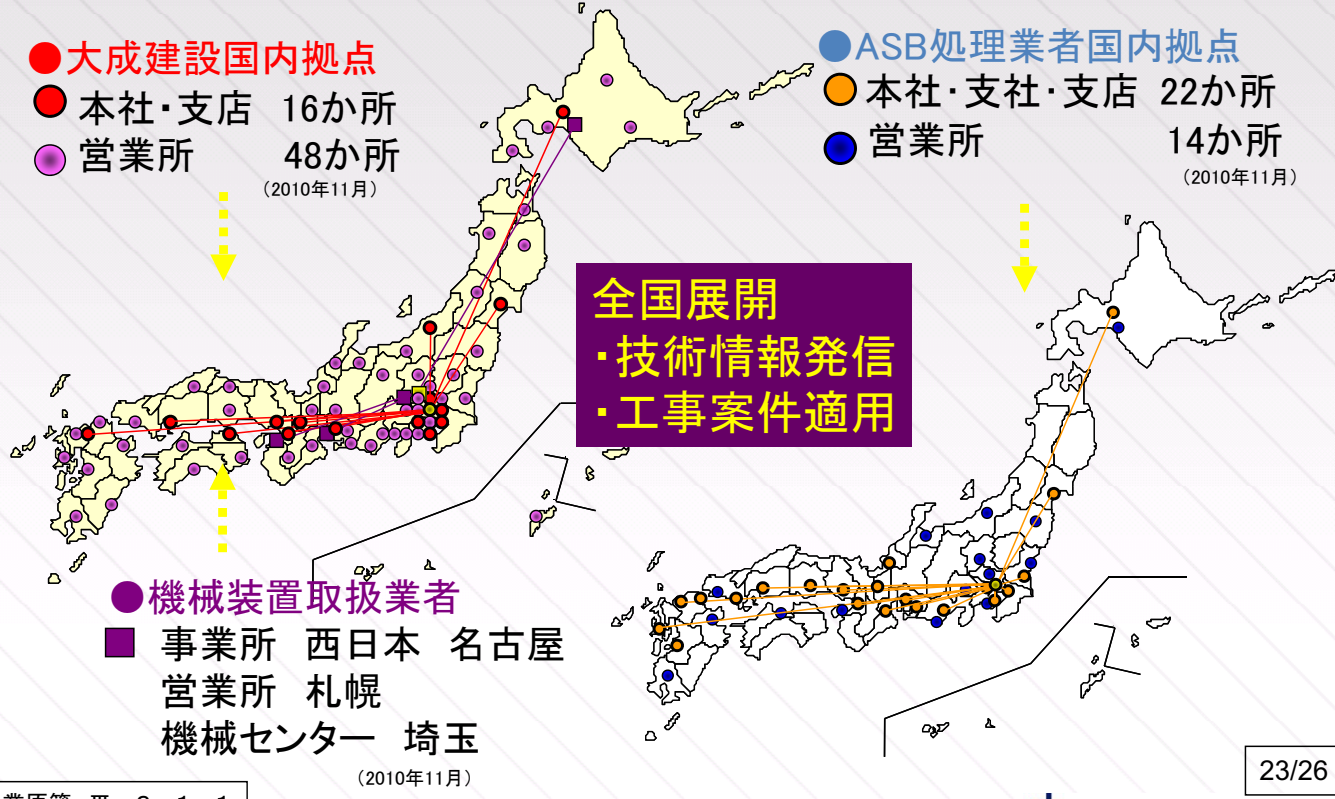


非アスベスト化システムとの融合(検討中)

# 実用化・事業化の見通し-2

公開

## ●実用化展開に向けた技術情報の発信

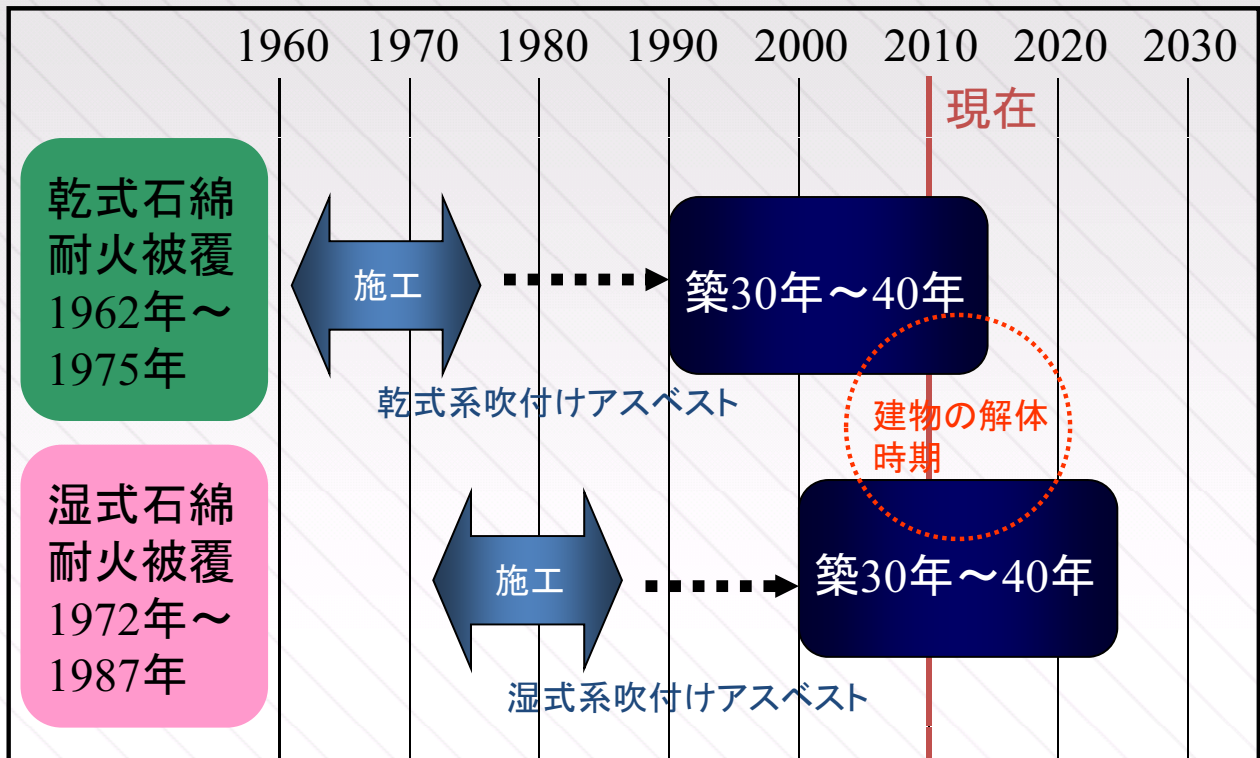


23/26

# 実用化・事業化の見通し-3

公開

## アスベスト施工時期と建物解体時期の見通し



24/26



## 実用化スケジュール(予定)

	平成22年度	平成23年度	平成24年度
フロア用 アスベスト除去 ロボット	<p>実証 予定</p>	<p>NEDO継続研究</p> <p>現場実証・性能改善</p>	<p>拡大展開検討</p>
エレベータ シャフト用 アスベスト除去 ロボット		<p>NEDO継続研究</p> <p>現場実証・性能改善</p>	<p>拡大展開検討</p>
アスベスト 回収・減容 システム	<p>計画 検討中</p>	<p>NEDO継続研究</p> <p>現場実証・性能改善</p>	<p>拡大展開検討</p>

25/26

## おわりに

平成22～23年度にかけて、現場での実証試験、機械装置類の性能改善、並びにビジネスモデルの具現化に取り組み、その後、ロボット除去・回収工法の本格的な実用化を目指してまいります。

**NEDO継続研究 実施中**  
(2010年6月～2012年3月)

ご清聴有難うございました。

26/26