

「アスベスト含有建材等安全回収・
処理等技術開発プロジェクト」
(事後評価)第1回分科会
資料5

「アスベスト含有建材等安全回収・処理等 技術開発プロジェクト」

事業原簿(公開)

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオテクノロジー・医療技術開発部 平成18年8月1日より環境技術開発部 平成22年7月1日より環境部
-----	--

—目次—

概要.....	A-1
プロジェクト用語集.....	B-1
I. 事業の位置付け・必要性について	
1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性.....	I-1
1.1 NEDOが関与することの意義.....	I-1
1.2 実施の効果(費用対効果).....	I-5
2. 事業の背景・目的・位置づけ.....	I-6
II. 研究開発マネジメントについて	
1. 事業の目標.....	II-1
2. 事業の計画内容.....	II-2
2.1 研究開発の内容.....	II-2
2.2 研究開発の実施体制.....	II-7
2.3 研究の運営管理.....	II-8
2.4 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性.....	II-10
3. 情勢変化への対応.....	II-10
4. 評価に関する事項.....	II-11
III. 研究開発成果について	
1. 事業全体の成果.....	III-1-1
2. 研究開発項目毎の成果	
2.1 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	
2.1.1 遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発.....	III-2-1-1-1
2.1.2 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.....	III-2-1-2-1
2.2 アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術	
2.2.1 オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発.....	III-2-2-1-1
2.2.2 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.....	III-2-2-2-1
2.2.3 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.....	III-2-2-3-1
2.2.4 アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発.....	III-2-2-4-1
IV. 実用化、事業化の見通しについて	
1. 実用化、事業化の見通し.....	IV-1

(添付資料)

- ・環境安心イノベーションプログラム基本計画 ……………添付資料1
(2009年度イノベーションプログラム基本計画から一部抜粋)
- ・化学物質総合評価管理分野技術戦略マップ ……………添付資料2
(2009年度技術戦略マップから抜粋)
- ・プロジェクト基本計画 ……………添付資料3
- ・事前評価関連資料 ……………添付資料4
 - ・NEDO POST 2
 - ・パブリックコメント募集の結果
 - ・事前評価書
- ・特許、論文等リスト ……………添付資料5
- ・関連省庁アスベスト対策等関連資料 ……………添付資料6
 - ・内閣府(アスベスト問題に関する関係閣僚による会合)
 - ・経済産業省(アスベスト含有建材データベースの公表について)
 - ・環境省(パンフレット 私たちの環境とアスベスト)
 - ・厚生労働省(パンフレット 建築物の解体等の作業における石綿対策)
 - ・国土交通省(パンフレット 建築物のアスベスト対策)

概要

作成日 平成22年11月1日

プログラム（又は施策）名	環境安心イノベーションプログラム				
プロジェクト名	アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発	プロジェクト番号	P07025		
担当推進部/担当者	バイオテクノロジー・医療技術開発部 平成20年8月1日：環境技術開発部 （平成22年7月1日：環境部） 山下主任研究員、浅子主査、新原主査、井出本主査、弘田主査、畠山主査、新井主査、吉田主査				
0. 事業の概要	国内に存在するアスベスト含有建材等による健康被害のリスクを低減するために、(1)迅速で簡便、高精度なアスベストの検出技術、(2)アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散および暴露を最小化し、回収・除去の安全性および信頼性を確保する技術、(3)アスベスト含有廃棄物の無害化処理または再資源化段階における安全性、効率性にすぐれた技術を開発する。 (2)のアスベストを含む建材等の回収・除去については、昭和50年に原則禁止、平成2年に規制強化されるまで使用されていた吹付けアスベスト等の除去・回収を安全・効率的に処理する技術として、ロボットシステムの開発を行った。 (3)のアスベスト含有廃棄物の無害化処理については、従来の飛散防止（セメント固化、二重梱包等）を施した上での埋立て又は1500℃以上の熔融による無害化によらない処理法として、平成18年に環境省により制定された無害化認定制度に対応した無害化処理技術の開発を実施した。 なお、(1)に関しては、プロジェクト期間内に実施の目処が立たなかったため、平成21年7月に基本計画を改定し開発目標から削除した。				
I. 事業の位置付け・必要性について	国内に存在する4,000万t以上にも達すると言われるアスベスト含有製品が、今後100万t以上/年排出される。アスベストによる健康被害リスクを回避・削減するため、(1)大量の対象物質の効率的な分析技術、(2)安全性の高い回収/除去技術、(3)処理場の逼迫を回避し、スムーズに最終処分を進めるための低コストで安全な無害化/再資源化技術が、緊急に必要とされる。 それぞれの技術の開発が緊急に確立される必要があることから、本事業は、実用化を強く志向する位置づけとする。 なお、前項に記載した状況のため、(1)分析技術開発の部分は実施していない。				
II. 研究開発マネジメントについて					
事業の計画内容	（単位：千円）				
	主な実施事項	H19fy	H20fy	H21fy	合計
	遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発	32,000	32,000	27,998	91,998
	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	31,994	31,762	-	63,756
	オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発	42,000	61,998	33,999	137,997
	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	41,997	41,190	43,895	127,083
	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	39,988	36,170	-	76,159
	アスベスト低温熔融無害化・再資源化処理システムの開発	-	-	39,999	39,999

開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H19fy	H20fy	H21fy		総額
	一般会計	188	203	152		543
	特別会計 (電多・高度化・石油の別)	-	-	-		-
	総予算額	188	203	152		543
開発体制	経産省担当原課	製造産業局住宅産業窯業建材課				
	プロジェクトリーダー	大成建設 常務執行役員 河村 壮一 (事後評価時 参与 家田 高好) 竹中工務店 常務取締役 最上 公彦 (事後評価時 部長 林田 英俊) 北陸電力 常務執行役員 綿貫 攝 (平成 21 年 8 月に交代 常務取締役 荒井 行雄) (事後評価時 研究所長 堂谷 芳範) 戸田建設 執行役員 千葉 脩 (事後評価時 大旺新洋 技師長 金澤 正登) クボタ松下電工外装 常務取締役 富山 英雄 (事後評価時 取締役執行役員 金守 一郎) ストリートデザイン 代表取締役 坂本 佳次郎 ※個別研究開発項目毎に実施者からプロジェクトリーダーを選定の上、NEDO が全体のマネジメントを行った				
	委託先 (* 委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	大成建設(株)、竹中工務店(株)、北陸電力(株)、大旺建設(株)*1)及び戸田建設(株)、クボタ松下電工外装(株)*2)、(株)ストリートデザイン *1)大旺新洋(株)、*2)ケイミュー(株)へ社名変更				
情勢変化への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・H20 年 2 月に、厚生労働省 基安化発第 0206003 号により、アスベストとして従来のクロシドライト、アモサイト、クリソタイトの 3 種に、アンソフィライト、トレモライト、アクチノライトを加えた 6 種を対象とする石綿障害予防規則の徹底化が通達されたことを受け、本プロジェクトでもアスベストとして、上記 6 種を対象とすることとした。 ・H20 年 6 月建材中のアスベストの分析手法を定めた JIS A1481:2006 が JIS A1481:2008 に改訂されたことを受け、本プロジェクトにおける建材中のアスベストの分析については、改訂後のプロトコルに従うこととした。 ・平成 21 年度に公募を実施し、アスベストの分析に関する提案があるも採択不可との判定になり、追加公募しても見込みがないと判断したため、分析技術の開発に関する項目を平成 21 年 7 月に基本計画から削除した。 ・平成 21 年度に入り、各プロジェクトの技術開発が進み、特許等による知財保護にも目処が立ち情報交換等が可能になったため、同年度の調査事業にて NEDO プロジェクトをモデルケースとした事業化の課題検討を実施し、実用化の促進を図った。 ・H21 年 12 月に環境対発第 091225001 により石綿含有一般廃棄物等の無害化等処理に係る石綿の測定方法及び無害化処理生成物等に係る電子顕微鏡を用いた石綿の測定方法が環境省から示されたため、本プロジェクトにおける無害化の判定には同方法を考慮することを、直ちに委託先に指示した。 					

<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>(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</p> <p>(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 ビル等の解体工事時の使用を想定した、フロア一面（天井、壁）の除去作業用の自走機能付き遠隔操作ロボットとエレベータシャフト内の作業に対応したティーチングロボットによる除去システムを開発した。ロボット稼働時に、作業員は現場に入る必要がなく、人体の暴露リスクを大幅に低減できる。 模擬アスベストによる試験によりフロア一面での除去性能が人手の3～5倍、エレベータシャフト内でも人手の5倍程度を達成した。また、解体現場での実証試験にて廃棄アスベストの1/3への減容化を達成した。複雑な構造等でロボットによる除去には適さない部分もあるが剥離残りは20%以下である。今後、解体現場での除去工事の実証試験を積み重ね実用化を目指していく。</p> <p>(1)-②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 リニューアル工事への適用を想定し、遠隔操作式の台車に載せたロボットが、事前に作成したJOBに基づいて自動で剥離を行い、自動化に適さない部分に関しては、ジョイスティック式の遠隔操作も可能な除去システムを開発した。 現場での実証試験により、目標とする人手の4倍程度の除去性能に相当する能力を確認した。また、アスベストは回転ブラシにより粉体化すると同時に吸引され、サイクロンで集めて梱包することにより1/3への減容化も図れた。 ロボット導入による効果を試算し、実用化時は効率を考慮しジョイスティックによる除去ではなく10～20%は人手による仕上げを行うこととし、工期半減とコスト2割減を見込んでいる。今後、現場実証試験を積み重ね実用化を目指していく。</p> <p>(2) アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術</p> <p>(2)-①オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発 発電所、製鉄所、化学プラント等では、飛散性のアスベスト含有保温材が用いられており、今後の解体やリニューアルに伴い大量の廃棄物が発生する。そのような大規模工場での使用を想定し、誘導加熱方式の熔融（アルカリ融剤添加で1050℃以上）による移動可能なトレーラ積載の無害化装置を開発した。実証試験により、アスベストの無害化と安全性を確認し、平成22年10月14日に環境省の無害化認定処理に係わる大臣認定を取得した。</p> <p>(2)-②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 残存するアスベスト含有製品の9割以上を占める非飛散性の建材類を対象に、破碎等の前処理なしに、過熱蒸気を用いた950℃という比較的低温での無害化処理技術を開発した。セミバッチの半連続式パイロット装置により実証試験を行い、無害化の検証及び実用時の想定処理量の1/10以上の5トン/日の能力を確認した。 また、無害化後の処理物をセメントと混合し、性能に問題ないことを確認した。 環境省の無害化認定制度を取得し、事業化することを目指して、検討推進中である。</p> <p>(2)-③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 非飛散性の建材類を対象に、破碎等の前処理なしに、マイクロ波を活用した内部加熱によりアスベストの結晶構造を破壊する無害化処理設備を開発した。炉内温度が850℃程度という比較的低温で無害化処理できることを検証した。 また、無害化処理物が建材の原料として同社でリサイクル可能なことを確認した。 環境省の無害化認定制度を取得し、事業化することを目指して、検討推進中である。</p> <p>(2)-④アスベスト低温熔融無害化・再資源化処理システムの開発 解体現場等にて発生するアスベスト系廃棄物には、多量のプラスチック類（養生シート、保護具、袋等）も含まれており、処理費の増大を招いている。この廃棄物にアルカリ系の助剤を加えてキルン内で700～800℃にて熱処理することにより、アスベストを無害化し、同時にプラスチック類を熱分解し燃料（ガス、油）として回収する技術を開発した。パイロット設備での実証試験を行い、処理物の無害化の確認と回収した燃料及び排気ガス中にアスベストが含まれていないことを確認した。 環境省の無害化認定制度を取得し、事業化することを目指して、検討推進中である。</p>
----------------------	--

	投稿論文	論文30件、発表・講演33件、新聞雑誌掲載90件
	特許	「出願済」15件
IV. 実用化、事業化の見直しについて	(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	
	(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 現場での実証試験を積み上げ最適化を図るとともに、アスベスト処理業者及び機械装置リース業者との連携による実施体制を構築し、平成24年前後に実用化予定。但し、実証試験は施主等の理解が無くでは進まないため、調整を進めている。	
	(1)-②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 現場での実証試験を積み上げ最適化を図るとともに、アスベスト剥離工事業者（下請け含む）及びロボットリース会社等からなる協会的な枠組みを構築し、平成24年頃に実用化予定。(1)-①同様に、現場実証試験の調整を進めている。	
	(2)アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術	
	(2)-①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22年10月14日に環境省の無害化認定処理に係わる大臣認定を取得し、同事業者の3ヶ所の発電所にて処理を実施予定。現状は、処理場所毎に環境アセスメント等が必要なため、同事業者での実績を踏まえて他社等への展開を目指す。	
	(2)-②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 事業化に必要な無害化処理の大臣認定を取得すべく、申請の準備中。当該プロジェクトの実施者3社による事業化を計画しており、認定を取得の上、平成24年度内の事業化を目指している。	
	(2)-③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 事業化に必要な無害化処理の大臣認定を取得すべく、処理技術に関して環境省に説明し、委員会での技術ヒアリングを受けている。並行して、建材等の収集ルートを検討中であり、平成23年度内に認定を申請して、平成24～25年度の事業開始を目指している。	
	(2)-④アスベスト低温熔融無害化・再資源化処理システムの開発 事業化に必要な無害化処理の大臣認定を取得すべく、処理技術に関して環境省に説明中。並行して、事業の実施体制を構築中であり、平成23年度に認定を取得して、事業化を目指している。	
V. 評価に関する事項	事前評価	平成18年度実施 担当部 バイテクノロジー・医療技術開発部
	中間評価以降	中間評価なし 平成22年度 事後評価実施
VI. 基本計画に関する事項	作成時期	平成19年3月 作成
	変更履歴	平成20年7月 変更（イノベーションプログラム基本計画制定に伴い、研究開発の目的の記載を改訂） 平成20年8月 変更（バイテクノロジー・医療技術開発部から環境技術開発部移管により改訂） 平成21年7月 変更（研究開発項目の一部を削除改訂）

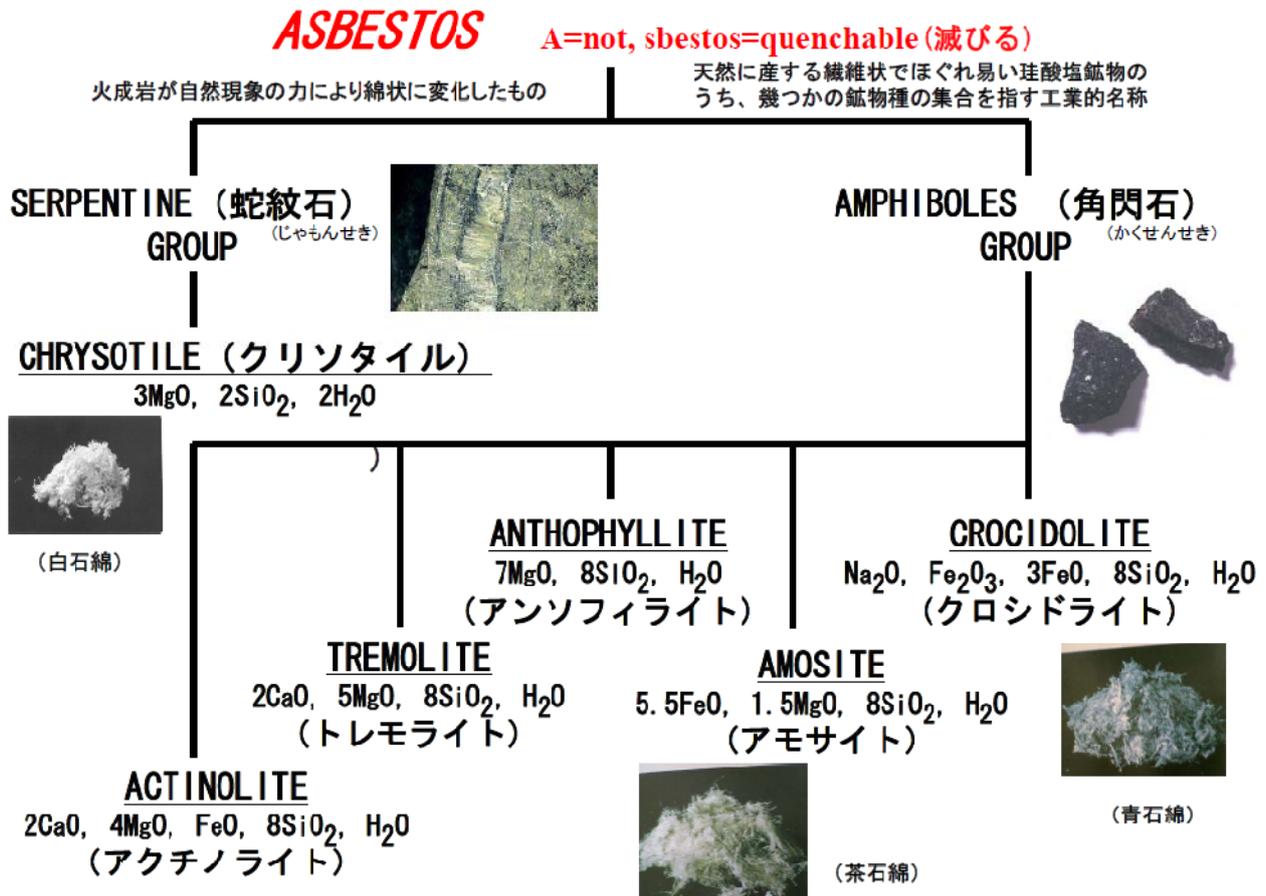
プロジェクト用語集

1. アスベスト(ASBESTOS)

石綿(いしわた、せきめん、英: Asbestos(アスベストス)、 蘭: Asbest(アスベスト))は、蛇紋石や角閃石が繊維状に変形した天然の鉱物のこと。蛇紋石系(クリソタイル)と角閃石系(クロシドライト、アモサイトなど)に大別される。オランダ語からアスベスト (*asbest*) と呼ばれる。英語ではアスベストス (*asbestos*) と呼ばれ、ギリシア語の *ἀσβεστος* (「しない(ない)」という意味の「a」と、「消化できる」という意味の「sbestos」) から来ている。

石綿の繊維 1 本の細さは大体髪の毛の 5,000 分の 1 程度の細さである。耐久性、耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性などの特性に非常に優れ安価であるため、日本では「奇跡の鉱物」などと重宝され、建設資材、電気製品、自動車、家庭用品等、様々な用途に広く使用されてきた。しかし、空中に飛散した石綿繊維を肺に吸入すると約 20 年から 40 年の潜伏期間を経た後に肺癌や中皮腫の病気を引き起こす確率が高いため、2010 年現在では「静かな時限爆弾」などと世間からおそれられている。(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

以下の6種がアスベストとして規制の対象となっている。



2. アスベスト問題

アスベスト問題は、石綿(アスベスト)による塵肺、肺線維症、肺癌、悪性中皮腫(ちゅうひしゅ)などの人体への健康被害問題のことを指す。

アスベストは、耐熱性、電気絶縁性、保温性に優れ、断熱材、電気絶縁材、ブレーキライニング材などに用いられてきた。しかし、高濃度長期間暴露による健康被害リスクが明らかになり、アスベスト含有製品生産や建設作業(アスベストの吹きつけ)に携わっていた従事作業者の健康被害が問題となった。

日本においては、アスベスト含有製品生産や建設作業に携わっていた作業者の健康被害に対する補償が行われてきたが、2005年にアスベスト含有製品を過去に生産していた工場近辺における住民の健康被害が、それに対する救済措置の不備とともに問題として報道された。それに対応する形でアスベストによる健康被害に対する医療費等の支給など救済措置のための法律が制定されることになった。

また、吹きつけアスベスト、アスベストを含む断熱材などが用いられた建設物から、解体時にアスベストが発生することについても問題とされることがある。

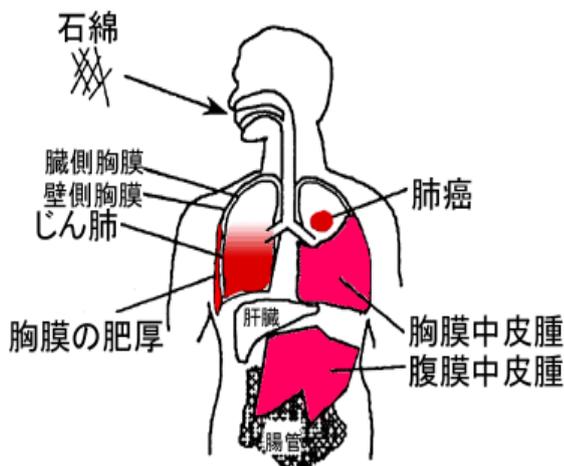
空気中の石綿(アスベスト)は微量であれば問題ではない。微量のアスベストは世界中の空気中に存在し人類は毎日アスベストを吸って生活しているともいえる。しかし、作業や工事など高濃度のアスベストが飛び散ることによって、長期にわたって特定の作業員や住民が大量のアスベストを吸い込むことが問題となる。

2005年にはアスベスト原料やアスベストを使用した資材を製造していたニチアス、クボタで製造に携わっていた従業員やその家族など多くの人間が死亡していたことが報道された。クボタについては工場周辺の住民も被害を受けているとの報道もあった。(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

参考: アスベストによる健康被害

石綿粉塵を吸入することにより、次のような健康被害が発生する恐れがある。

これらの疾病については、石綿粉じんばく露から発症までの期間が相当長いことがある。



- ①胸膜、腹膜等の中皮腫 (がんの一種)
肺を取り囲む胸膜等にできる悪性の腫瘍。
- ②肺がん
肺にできる悪性の腫瘍。
- ③石綿肺 (じん肺の一種)
肺が線維化するもので、せき等の症状を認め、重症化すると呼吸機能が低下することがある。

アスベストはWHOの附属機関により発癌性がある(Group1)と勧告されている。

3. アスベストの分類等

(1) 飛散性(レベル1, 2)、非飛散性(レベル3)

・飛散性アスベスト

一般的には発塵性の著しく高い吹付けアスベスト等をレベル1、アスベスト保温材、耐火被覆材等の発塵性の高いものをレベル2とし、容易に大気中に飛散するおそれのある飛散性アスベストとして扱う。

・非飛散性アスベスト

飛散性アスベストに該当しないもので、アスベスト成形板等、そのままでは発塵性が比較的低いと考えられるものが非飛散性アスベスト(レベル3)と称される。

(2) 廃石綿、廃石綿等

廃棄物処理法において特別管理産業廃棄物である「廃石綿等」の定義は以下の通り
(令第2条の4第5号へ、規則第1条の2第7項)

廃石綿等とは、廃石綿及び石綿が含まれ、若しくは付着している産業廃棄物のうち、飛散するおそれがあるものとして次に掲げる事業等により発生したものをいう。

[1]石綿建材除去事業(建築物その他の工作物に用いられる材料であって石綿を吹き付けられ、又は含むものの除去を行う事業をいう。)により生じたもの

- ・吹付け石綿、・石綿保温材、・けいそう土保温材、・パーライト保温材
- ・人の接触、気流及び振動等により石綿が飛散するおそれのある保温材、断熱材及び耐火被覆材
- ・石綿建材除去事業において用いられ、廃棄されたプラスチックシート、防じんマスク、作業衣その他の用具又は器具であって、石綿が付着しているおそれのあるもの

[2]大気汚染防止法に規定する特定粉じん発生施設が設置されている事業場において生じた石綿及び当該事業場において用いられ、廃棄された防じんマスク、集じんフィルターその他の用具又は器具であって、石綿が付着しているおそれのあるもの

[3]輸入されたもの(事業活動に伴って生じたものに限る)

また、廃石綿等の処理基準としては以下が定められている

- ・中間処理：廃石綿等の処分又は再生の方法は、廃石綿等を溶融設備を用いて石綿が検出されないよう溶融する方法又は無害化処理(法第15条の4の4第1項の認定を受けた者が当該認定に係る処分を行う場合に限る。)としている。

・埋立処分基準

[1]溶融又は無害化処理した場合：通常の産業廃棄物の処分基準が適用される。

[2]廃石綿等を直接埋立処分する場合：大気中に飛散しないように、あらかじめ、耐水性の材料で二重に梱包するか又は固型化し、産業廃棄物処理施設である最終処分場のうちの一定の場所において、かつ、当該廃石綿等が分散しないように埋立処分する。

4. 最終処分場(遮断型、管理型、安定型)

最終処分場は、大きく3種に分かれる。すなわち、安定化に長期間を要する有害廃棄物を封ずるための**遮断型処分場**、既に安定しているか、または埋立後すぐ安定する無害な廃棄物を片づけるための**安定型処分場**、および、どちらにも該当せず埋立終了後も維持管理を要する**管理型処分場**である。

ただし、実際にはこの区分が曖昧なまま運営されているケースが少なくない。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

5. 無害化処理技術

(1)誘導加熱

誘導加熱(ゆうどうかねつ)は電磁誘導の原理を利用して加熱すること。英語表記の Induction Heating を略してIHともいう。電子レンジの原理であるマイクロ波加熱などの誘電加熱は、誘電体である不導体を加熱するもので、これとは原理が異なる。誘電加熱、誘導加熱のどちらも電磁(波)加熱である。電波を使う電磁波加熱を電波加熱、高周波を使うものを高周波加熱という。誘導加熱は新しい調理器具の加熱方式として家庭の中でも普及しつつあり、これを利用した調理器具をIH調理器(電磁調理器)という。

導線に交流電流を流すと、その周りに向き、強度の変化する磁力線が発生する。その近くに電気を通す物質(通常は金属)を置くとこの変化する磁力線の影響を受けて、金属の中に渦電流が流れる。金属には通常電気抵抗があるため、金属に電流が流れると $\text{電力} = \text{電流}^2 \times \text{抵抗}$ 分のジュール熱が発生して金属が加熱される。この現象を誘導加熱という。変圧器や磁気ヘッドのコアに生ずる誘導加熱は損失だが、熱を積極的に利用すれば調理器具等に利用することができる。効率を上げるため、導線をコイル状にするのが一般的である。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

本事業では、オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発において、アスベスト含有保温材等を溶融無害化する際の炉の加熱方式として用い、高効率でコンパクトな処理設備を実現した。

(2)過熱蒸気

ボイラー内で発生した蒸気をさらに加熱した熱量の高い蒸気。圧力一定のもとで液体を加熱すると温度が上昇し、一定温度に達すると蒸発し始める。この場合、加熱を続けても、全部の液体が蒸発するまで温度は一定である。液体と蒸気とが共存しているときは湿り飽和蒸気といい、全部蒸気になったものを乾き飽和蒸気という。乾き飽和蒸気をさらに加熱し蒸気の温度を高くしたものが過熱蒸気である。

(以上、yahoo 百科事典より一部抜粋)

本事業では、低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発において、アスベスト含有建材等を無害化する際に用い、伝熱効果、触媒効果、電磁波効果によりアスベストが効率的に無害化された。

(3)マイクロ波

マイクロ波(英: Microwave)は、電波の周波数による分類の一つである。「マイクロ」は、電波の中で最も短い波長域であることを意味する。一般的には波長100マイクロメートル - 1メートル、周波数300メガヘルツ - 3テラヘルツの電波(電磁波)を指し、この範囲には、デシメートル波(UHF)、センチメートル波(SHF)、ミリメートル波(EHF)、サブミリ波が含まれる。マイクロ波の発振には、マグネトロン、クライストロン、進行波管(TWT)、ジャイロトロン、ガンダイオードを用いた回路などが用いられる。

マイクロ波加熱(マイクロはかねつ)とは、マイクロ波と物質の相互作用による、物質の加熱。誘電加熱の一種で、特にマイクロ波を使うものを指す。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

本事業では、低温過熱蒸気によるアスベスト無害化・資源化装置の開発において、アスベスト含有建材等を無害化する際に用い、伝熱効果、触媒効果、電磁波効果によりアスベストが効率的に処理された。

6. アスベスト分析関連

(1) 建材製品中のアスベスト含有率測定方法 (JIS A1481)

(2006/03/25 制定、2008/06/20 改正)

まず、X線回折分析方法及び位相差・分散顕微鏡(2006年版は偏光顕微鏡であった)による定性分析を行い、X線回折ではアスベストの回折ピークの有無を、顕微鏡では繊維状粒子の数を確認する。回折ピークがなく、繊維状粒子が4未満の場合はアスベスト含有なしと判定される。それ以外の場合はアスベスト含有として、測定する場合は必要な補正を実施した上でX線回折による定量分析を行う。

参考

・位相差顕微鏡

位相差顕微鏡とは、光線の位相差をコントラストに変換して観察できる光学顕微鏡のことである。標本を無染色・非侵襲的に観察することができるため、特に生物細胞を観察する場合や臨床検査に多く用いられる。また、石綿の検出にも使用される。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

・X線回折

X線回折(X-ray diffraction, XRD)は、X線が結晶格子で回折を示す現象である。X線は波長の短い電磁波であることを明らかにした。回折現象を利用して物質の結晶構造を調べることが可能である。このようにX線の回折の結果を解析して結晶内部で原子がどのように配列しているかを決定する手法をX線結晶構造解析あるいはX線回折法という。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

(2) 石綿含有一般廃棄物等の無害化処理に係る石綿の検定方法

(2010/12/25 環廃対発第 091225001 号、環廃産発第 091225001 号 別紙 2 より一部抜粋)

本測定方法は、石綿含有一般廃棄物、廃石綿等又は石綿含有産業廃棄物(以下「石綿含有一般廃棄物等」という。)の無害化処理又は溶融処理に伴い生じる物のうち固体の物及び集じん物に含まれる石綿繊維及び繊維状物質について、電子顕微鏡を用いて測定する方法である。なお、本測定方法で用いる電子顕微鏡は、透過型電子顕微鏡(以下「TEM」という。)とする。

無害化処理生成物から適当な量の資料を採取し、前処理を行った上でフィルターで吸引濾過し、フィルターから切り取った小片をTEMグリッドに載せ、フィルターを除去して観察試料を作製し、TEMで観察する。繊維状物質を形態的特徴、電子線回折パターン、エネルギー分散型X線分析により、繊維状物質について、石綿と判定・石綿が疑われる・石綿ではないものに分類し、石綿と判定・石綿が疑われるものについては、繊維幅、繊維長を記載する。それにより繊維数濃度を求め、石綿については定めた式により重量濃度を算出する。

無害化処理生成物の判定基準は $2Mf/g$ (200 万繊維/グラム)

繊維状物質がアスベストか否かの判断の流れを次頁に示す。

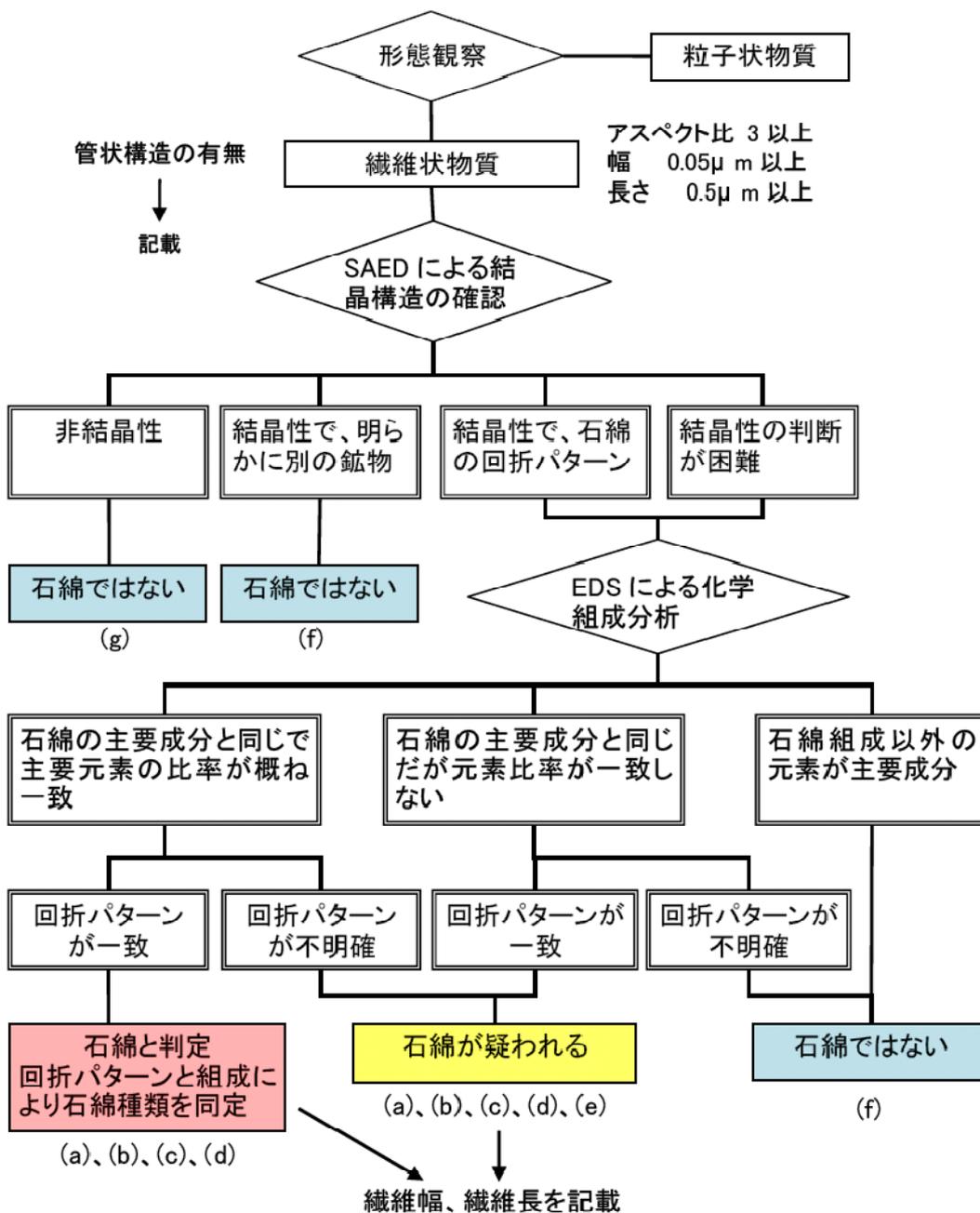


図8 繊維状物質の分類手順

参考

・TEM(透過型電子顕微鏡)

透過型電子顕微鏡(Transmission Electron Microscope; TEM)とは、電子顕微鏡の一種である。観察対象に電子線をあて、それを透過してきた電子が作り出す干渉像を拡大して観察するタイプの電子顕微鏡のこと。物理学、化学、工学、生物学、医学などで幅広く用いられている。

観察対象に電子を当てて、透かして観察することになるため、対象をできるだけ薄く(厚さ 100nm以下)切ったり、電子を透過するフィルムの上に薄く塗りつけたりして観察する。対象の構造や構成成分の違いにより、どのぐらい電子線を透過させるかが異なるので、場所により透過してきた電子の密度が変わり、これが顕微鏡像となる。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

・EDS(エネルギー分散型 X 線分析)

電子ビーム等で物体を走査した際に発生する特性X線を検出し、X線から得られるエネルギーの分布から物体の構成物質を調べる分析手法またはその装置。機器そのものはEDSまたはEDX(Energy Dispersive X-ray spectroscopy)と略され、手法はEnergy dispersive X-ray spectrometryの略である。

分析元素範囲はB(ホウ素)～U(ウラン)。特性面では数百～数um程度の表面範囲また数umの表面深度と比較的広範囲な部分の検出に有効である。

(以上、ウィキペディアより一部抜粋)

TEM 観察試料の微小領域から発生する特性 X 線を、X 線エネルギーに比例した電気信号を発生する検出器を用いてエネルギー選別して分析する。

・SAED(制限視野電子線回折)

入射電子線を平行にして試料に照射し、点状の斑点からなる回折図形を得て、結晶構造の定性的な解析をする手法。対物レンズの像面に制限視野絞りを入れることにより回折図形を得る試料の場所(直径 数100nm)を選ぶことができる。この方法により、特定の場所の格子定数、格子型、結晶方位を知ることができる。

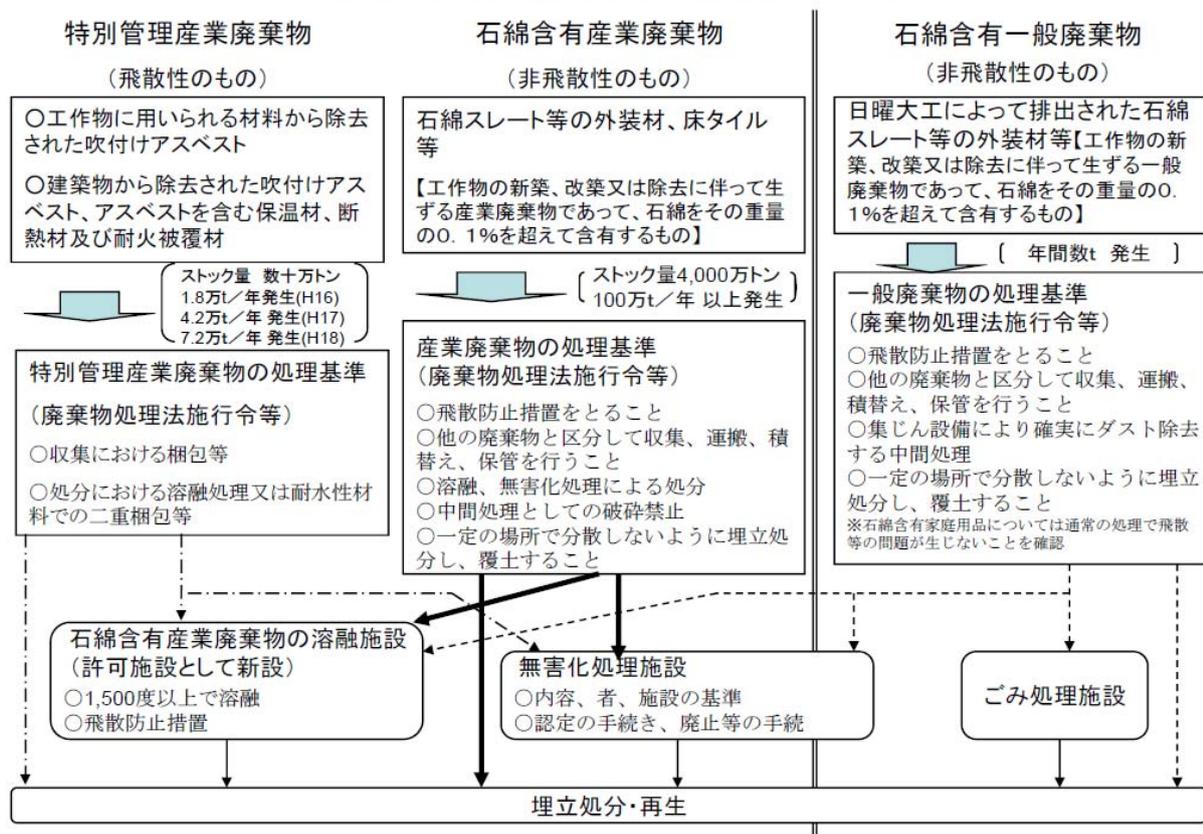
(以上、JOEL ホームページより)

TEM 観察試料の微小領域の結晶構造を調べるための電子顕微鏡による分析手法。

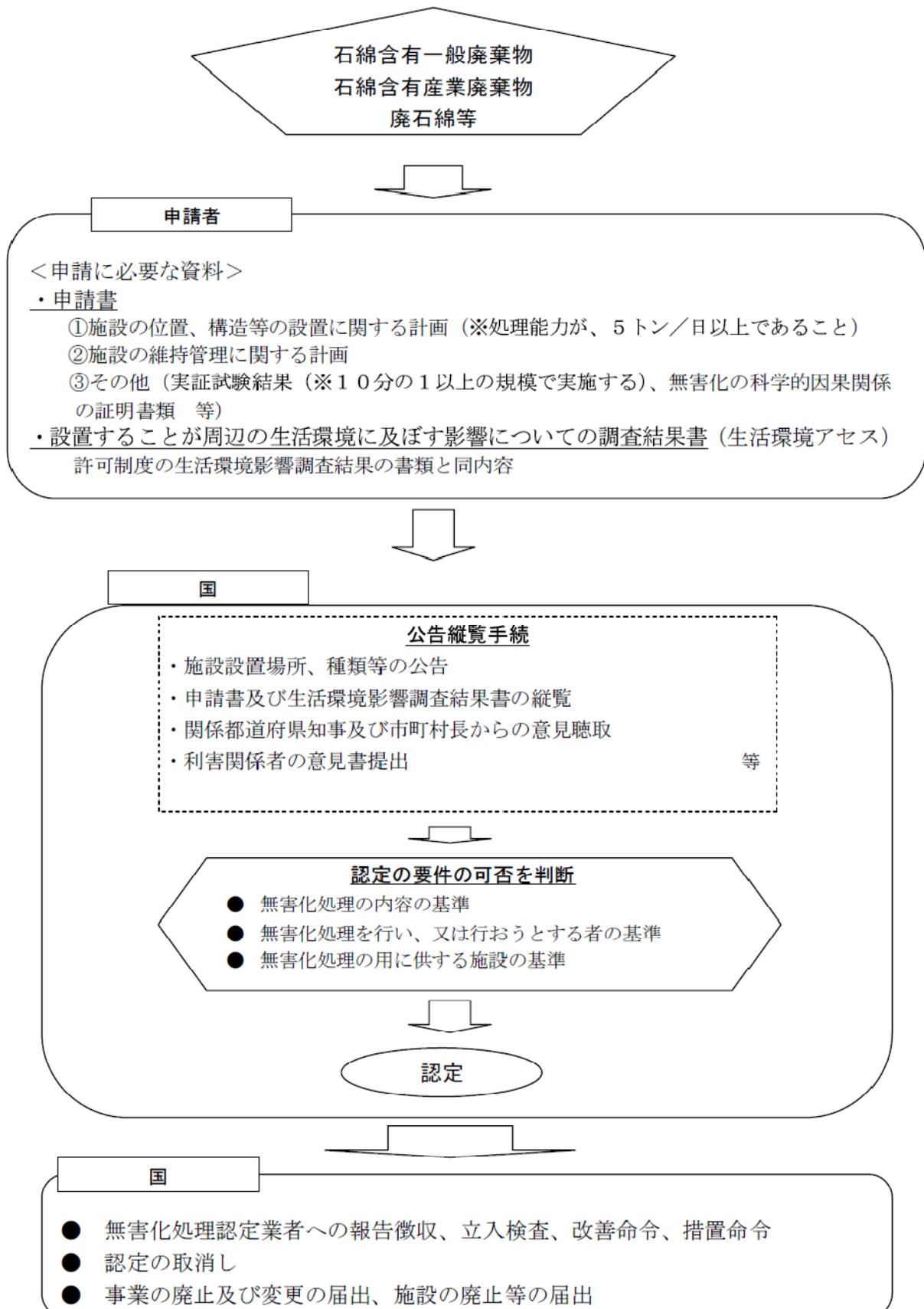
(参考) アスベストを含む廃棄物の規制の現状及び無害化処理認定手続き

- ・関連する環境省の資料を以下に示す。
- ・無害化処理の認定には、無害化処理内容に加え処理を行う者及び施設の基準を満たすことが必要となる。

石綿を含む廃棄物の規制の現状



無害化処理認定手続のフロー



I. 事業の位置付け・必要性について

1. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

1.1 NEDO が関与することの意義

(1) 本事業の概要

アスベストは、天然に産する繊維状結晶鉱物(白石綿、茶石綿、青石綿等)の総称で、耐熱性、耐酸性、耐摩耗性に優れることから、建築物の吹付け材、壁天井等の建材、発電所、化学プラントの配管シール材、自動車等のブレーキパッド等の工業製品として使用され、これまでの推計蓄積量は約1000万トンに上る。

昭和47年のWHO(世界保健機構)によるアスベストに関する癌原性の公表もあって規制が強化され、国内では、昭和50年に吹付け作業の禁止、平成16年には建材、接着剤、ブレーキパッドなどの製造、使用等が禁止となった。更に平成18年からは、一部のシール材を除いて製造、使用等が全面的に禁止されている。

しかしながら、アスベストを含む建材や工業製品は膨大な量(アスベスト含有製品の基準を1wt%とした場合約4000万トン、現行の0.1wt%基準では1億トン以上と推定)が残存しており、アスベスト含有廃棄物として適切に処理しなければ、今後も健康被害が継続的に発生するおそれが指摘されている。

このため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)では、平成18年度に「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」として、検出・分析技術、代替製品製造技術、剥離・回収技術、無害化・再資源化技術の開発を実施した。

平成19年度から開始した「アスベスト含有建材等安全回収・処理等技術開発」(以下、「本事業」という。)においては、代替製品製造技術については、ガスケット・パッキンの製造技術に係る基盤技術開発を終え、実用化を推進すべく助成を実施していることから、他の3領域に絞って実施することとした。

本事業の具体的な研究開発目標は以下の通りである。

※アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時において、簡易に探知・計測できる技術

(開発目標: オンサイト式で検出感度0.1wt%超レベル)

①アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及び暴露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術

②アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術

(開発目標: 処理量5トン/日以上)

なお、※に関しては、平成19年度及び21年度の公募にて採択に至らなかったため、平成21年7月に基本計画から削除した。

(2) 本事業に関連する国家政策

①アスベスト問題に係わる総合対策

平成17年に、アスベストの製造を行っていた企業から、従業員のみならず周辺住民へも健康被害が出ていることが明らかにされた。国として対策を強化すべく、同年7月29日を皮切りに平成18年9月8日まで「アスベスト問題に関する関係閣僚による会合」が計6回開催された。

第1回の会合で、アスベスト問題への当面の対応として、「被害の拡大防止」、「国民の不安への対応」、「過去の被害への対応」、「過去の対応への検証」、「実態把握の強化」の方針及び【各府省の緊密な連携、スピード感を持った対策、国民への情報提供】が確認され、以降それに基づいて対策等が推進されてきたが、第5回の会合(平成17年12月27日開催)にて「アスベスト問題に係る総合対策」の概要が定められた。

その概要を次頁に示すが、その中の「アスベスト廃棄物の適正処理」の項にアスベスト廃棄物の無害化処理推進が掲げられている(資料1)。

「アスベスト問題に係る総合対策」の概要 (12月27日)

1 隙間のない健康被害者の救済 17年度補正予算案額：388億円 18年度予算案額：93億円

救済新法の制定

- 「**石綿による健康被害の救済に関する法律案**」(仮称)を18年通常国会冒頭に提出

労災制度の周知徹底等

- 労災認定基準の改正
- 労災制度の周知徹底

研究の推進等

- 中皮腫抗がん剤「ペトレキセド」の早期承認等

2 今後の被害を未然に防止するための対応 17年度補正予算案額：1,417億円 18年度予算案額：29億円

既存施設での除去等

- 地方自治体の取組への支援
(**地方財政法改正**※)
- 国の建築物等について除去等実施
- 民間建築物における取組への支援
(助成措置の新設+中小企業等を対象とした低利融資制度の創設)
- 吹付けアスベスト等の使用規制
(**建築基準法改正**※)

解体時等の飛散・ばく露防止

- 飛散防止のための規制の拡充
(**大気汚染防止法改正**※)
- 石綿障害予防規則等の周知・指導

アスベスト廃棄物の適正処理

- アスベスト廃棄物の無害化処理推進
(**廃棄物処理法改正**※+税制上の措置の新設)
- 廃アスベスト適正処理の規制強化

アスベスト早期全面禁止

- 代替化を促進し18年度中に全面禁止措置

3 国民の有する不安への対応 18年度予算案額：4億円

実態把握・国民への情報提供

- 解体現場周辺の大気中濃度測定
- 室内アスベスト濃度指標設定に資する調査研究
- 健康被害者の実態調査

健康相談等の対応

- 国民の健康相談への対応
- 健康管理手帳の交付要件等の見直し
- アスベスト関連の作業に従事した退職者への健康診断の実施
- 一般住民の健康管理の促進

(注1) ※は一括法(「**石綿による健康等に係る被害の防止のための関係法律の整備に関する法律案**」(仮称))として18年通常国会冒頭に提出。

(注2) 18年度予算案額は、関係閣僚会合を構成する関係省庁による対策に係る金額。

(注3) 18年度予算案額においては、施設整備等経費の交付金等(約1.4兆円)の内数となっているものについては含まれていない。

②本事業に関連する経済産業政策

経済産業省が実施している研究開発プロジェクトは7つの政策目標のもとにまとめられ、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)と一体となった施策パッケージである[イノベーションプログラム](平成20年4月1日制定)として推進されている。

平成19年度開始の本プロジェクトは、当初[化学物質総合評価管理プログラム]による研究開発として始まり、平成20年度の上記イノベーションプログラム制定に伴い[5. 環境安心イノベーションプログラム]の[IV. 化学物質総合評価管理]にて [IV-2. 化学物質リスク削減技術開発]として位置付けられた。

なお、[環境安心イノベーションプログラム基本計画]は添付資料1として添付するが、その目的及び[IV-2. 化学物質リスク削減技術開発]の研究開発内容を抜粋して以下に示す。

○[環境安心イノベーションプログラム基本計画]の目的

資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するため、革新的な技術開発や低炭素社会の構築等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制(リデュース)、製品や部品の再使用(リユース)、原材料としての再利用(リサイクル)推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進する。

○[IV-2. 化学物質リスク削減技術開発]の研究開発内容

アスベスト含有建材等回収・処理等技術開発事業(運営費交付金)

①概要

今後、大量の排出が予測されるアスベスト含有建材等の廃棄物を対象として、そのアスベスト含有状況について簡易かつ確実な探知・分析を可能とし、安全性、信頼性の高い回収・処理を実現する関連機器・システムの技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時においてオンサイト方式で検出感度0.1wt%超レベルに検出できる計測技術を確立し、アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及びばく露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術を確立する。また、アスベスト含有廃棄物の無害化処理における安全性、効率性に優れた技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2009年度

参考までに[イノベーションプログラムの概要]及び[5. 環境安心イノベーションプログラム]を次頁に示す。

イノベーションプログラムの概要

1. 「イノベーションプログラム」の中での体系的推進 (Inside Management & Accountability)
 - 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。
 - 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。
2. 「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (Outside Communication & Networking)
 - 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。
 - 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。

イノベーションプログラム(IPG)の21年度予算額 (総額: 1,966億円※1)

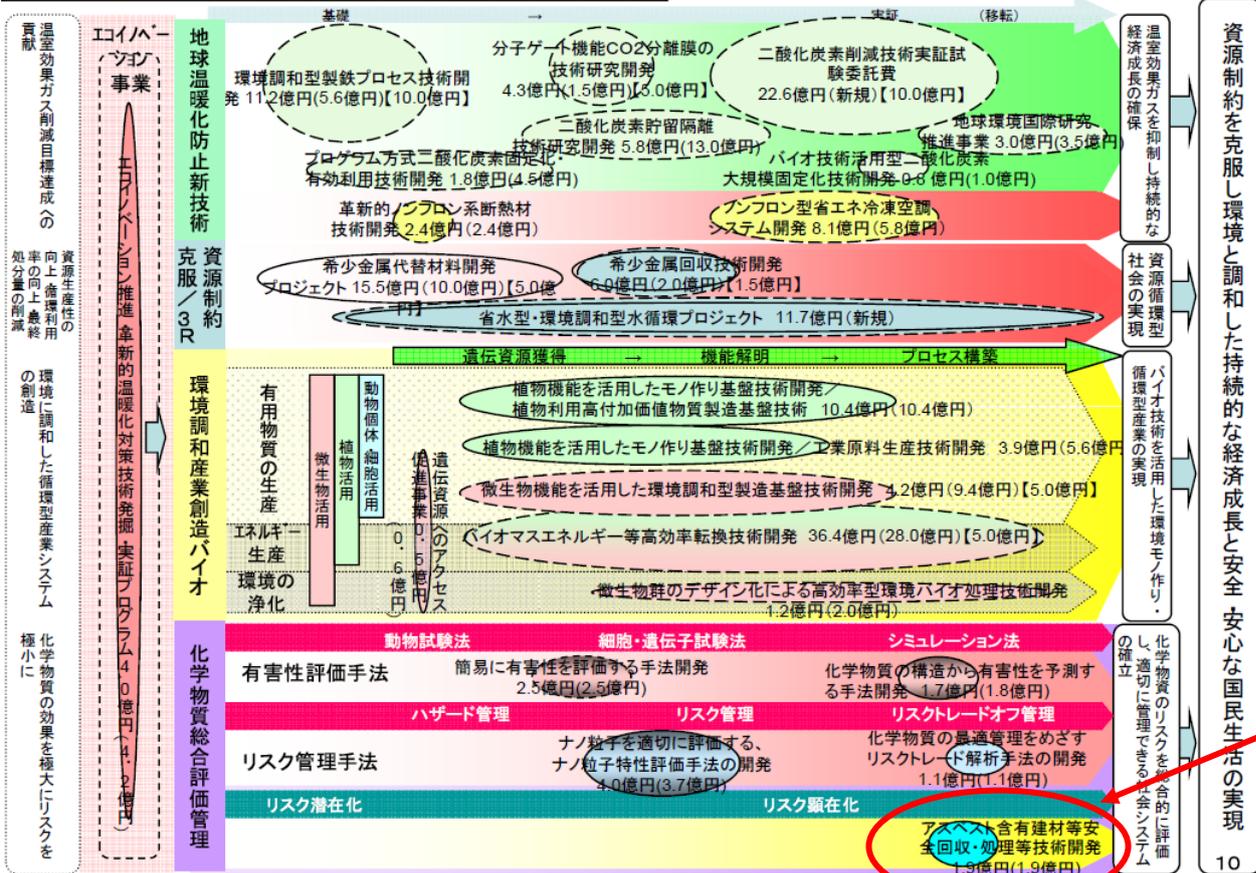
IT IPG ①ITコア技術の革新 94億円 ②省エネ革新 42億円 ③情報爆発への対応 44億円 ④情報システムの安全性等 63億円 21年度予算 244億円	ナノテク・部材 IPG ①ナノテク加速化領域 36億円 ②情報通信領域 28億円 ③ライフサイエンス・健康・医療領域 16億円 ④エネルギー・資源・環境領域 78億円 ⑤材料・部材領域 27億円 ⑥共通領域 4億円 21年度予算案 188億円	ロボット・新機械 IPG ①ロボット関連技術開発 38億円 ②MEMS関連技術開発 12億円 21年度予算 50億円	健康安心 IPG ①創薬・診断技術開発 102億円 ②診断・治療機器・再生医療等の技術開発 28億円 21年度予算 130億円
エネルギー IPG ①総合エネルギー効率の向上 707億円 ②運輸部門の燃料多様化 278億円 ③新エネルギー等の開発・導入促進 369億円 ④原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保 268億円 ⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用 479億円 21年度予算 1,281億円※2	環境安心 IPG ①地球温暖化防止新技術 60億円 ②3R 33億円 ③環境調和産業バイオ 57億円 ④化学物質総合評価 11億円 ⑤共通領域 4億円 21年度予算案 165億円	航空機・宇宙産業 IPG ①航空機産業の基盤技術力の維持・向上 233億円 ②宇宙産業の国際競争力強化 87億円 21年度予算案 320億円	

※1 各イノベーションプログラムにおけるプロジェクトの重複を排除した額 ※2 各サブプログラムで重複があるため小計と一致しない

5. 環境安心イノベーションプログラム

【平成21年度予算額: 165億円】

※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)(20年度補正予算)



(3)NEDO が関与することの意義

アスベスト問題は、いわば負の遺産の処理であり、「アスベスト」という言葉に対する国民の拒否感・抵抗感も想定され、開発する企業にとっては風評被害の恐れもあるため簡単には取り組み難い。

また、アスベストに関する法規制等の強化が進んでいる状況下では、その変化に応じて技術開発を適切な方向へ誘導する必要があり、NEDO が関与することにより、関係する各省庁等及び外部有識者との連携を図り、国としてアスベスト対策を進めるという方針の下で、本事業を実施することが重要である。

更に、無害化処理技術の開発においては、環境省の無害化認定制度の取得により従来の1500℃以上での溶融に対して省エネルギーな無害化処理技術の実用化を目指しているが、同制度による認定例が無いため、投資に対する技術的リスクは高いと考えられる。

その一方で、現状のアスベスト処理の主流となっている埋立てについては、NEDO の調査からも近い将来に処分場の逼迫が予想されるため、埋立てに代わる適切な処理方法を早期に確立する必要がある。

従って、NEDO が関与することにより、本事業をこのタイミングで実施することが重要である。

1.2 実施の効果(費用対効果)

(1)定性的効果

アスベストの除去工事は、従来人手により行われており、密閉された作業空間内にて暴露を防ぐために作業員は防護服・保護マスク等を着用しているが、特に夏場等は非常に暑く過酷な作業環境となる。また、保護具等に付着したアスベストへも細心の注意を払う必要がある。本事業により、除去ロボットを導入し人手による作業を廃止又は大幅に削減することは、人体への暴露リスクの低減とともに作業の効率化も期待できる。

また、無害化に関しては、平成18年度に環境省の無害化認定制度が創設されたが、認定どころか申請にすら至らない状況が続いていた。平成21年度に入り、申請が受理され始めたが、最初の2件は1500℃以上の溶融及び1400℃程度での溶融によるもので、アスベストの処理に係わる種々の対策は施してはいるものの従来の1500℃以上の溶融無害化に対する省エネルギー化等の効果は少ないと思われる。本事業により、省エネルギーかつ処理物の再利用を図ることは、多量に排出されるアスベスト含有廃棄物の処理促進に寄与するものと考えられる。

(2)事業費と市場効果見込み

事業費の推移を以下に示す。

(単位:百万円)

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	事業総額
予 算	188	203	152	543
回収・除去	64	64	28	156
無害化・資源化	124	139	118	381
調 査			6	6
実績計	188	203	152	543

全て委託事業で、3年間で計5.4億円を投じている。

市場としては、事業立ち上げ時並びに潜在的市場として以下の規模を見込んでいる。

回収・除去に係わるものとしては、本事業で想定している比較的大規模の吹き付けアスベストの除去現場(1000㎡以上)での工事費は1～3万円/㎡程度である。事業開始時には、2万円/㎡×2万㎡/年として年間4億円程度の工事費になるものとする。また、潜在的市場としては、本事業の対象となりうるものは2～4千万㎡程度と推定され、数千億円規模と考えられる。

無害化・資源化に係わるものとしては、量の多い非飛散性(レベル3)の建材を想定すると、現状で年間数十万トン～百万トン程度が排出されており、その殆どは埋立てに供されている。事業開始時に、数十トン/日の設備を2系列程度立ち上げるとすると、処理費用5万円/トン×2～3万トン/年で、年間12億円程度の事業規模となる。また、市場全体の規模としては、1wt%基準の4千万トンを対象としても、2兆円という莫大なものとなる。

アスベスト廃棄物の種類によって、現状の主たる処分方法も異なっており、それぞれのコストターゲット及び市場規模も異なるが、飛散性のレベル1, 2に対しても数千億円規模の市場が見込まれる。

廃棄物レベル	現状処分法	現状処理コスト	推定残存量
レベル1	溶融後埋立て又は スラグ再生利用	10～20万円/トン	数十万トン～
	遮断型又は管理型 処分場埋立て	5～10万円/トン	
レベル2	遮断型又は管理型 処分場埋立て	5～10万円/トン	
レベル3	管理型又は安定型 処分場埋立て	1～5万円/トン	約4000万トン (1wt%基準)

2. 事業の背景・目的・位置付け

アスベストは、先に述べた通りの優れた特性から幅広く工業製品として使用され、昭和50年頃から平成2年頃にかけての年間35万トン程度をピークに合計で約1000万トンが輸入された。これらのアスベストを使用した吹き付け材及び建材等は、建物の耐用年数を迎えることにより、今後数十年間に渡って解体等によりアスベスト含有廃棄物として排出されることとなる。

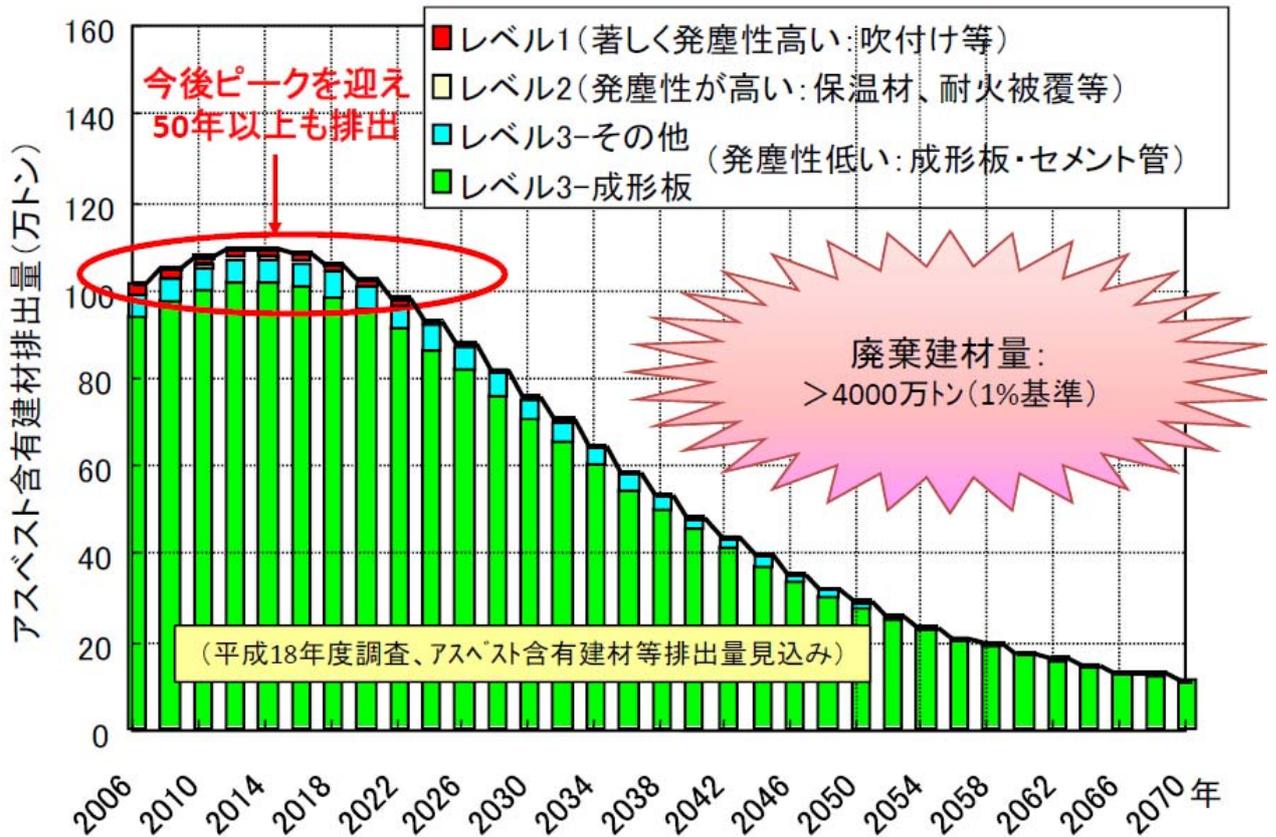
本事業の目的は、これら排出されるアスベスト含有廃棄物について、その除去・回収作業時の飛散及び暴露リスクを低減し安全に除去を行うこと、及び廃棄物の無害化・資源化処理を安全且つ効率的に行うことである。

一方で、開発した技術を実用化して実際にアスベストの処理を進めるためにはコスト面も重要であり、そのため本事業では省エネルギー及びコスト低減を意識した技術開発を行っている。

多量に発生するアスベスト含有廃棄物は、飛散性の特別管理産業廃棄物のごく一部が溶融処理されている以外は殆ど埋立てで処理されている。しかし、従来の溶融処理は多量のエネルギーを消費し、また埋立てではアスベストは無害化されておらず、更に処分場の逼迫も懸念される。

海外においても、アスベストは主に埋立て又はセメント固化等で処理されているが、EUでも、埋立て処分場の状況により、無害化処理プロセスについての関心、ニーズが高まっている国もあり、溶融処理、ガラス固化、酸による分解などの研究開発が行われてきた。現在、EUにてBAT(最適利用可能技術評価)に合致したと認定されているものは、フランスでの Inertam 社のプラズマ溶融炉と米国 ARI 社で開発された熱化学変換法があるが、所要エネルギーも大きく、コスト面からも我が国で広く採用することは難しいと考えられる。

本事業によって、経済性のあるアスベストの除去・回収及び無害化・資源化技術を確立することにより、アスベスト含有廃棄物が適切に処理される社会環境の整備に繋がることが期待される。



II. 研究開発マネージメントについて

1. 事業の目標(プロジェクト基本計画より)

(1)研究開発の目的

アスベストは、天然に産する繊維状結晶鉱物(白石綿、茶石綿、青石綿等)の総称で、耐熱性、耐酸性、耐摩耗性に優れることから、建築物の吹付け材、壁天井等の建材、発電所、化学プラントの配管シール材、自動車等のブレーキパッド等の工業製品として使用されてきた。アスベストは、戦前から利用されていたが、昭和 25 年ごろからカナダ、ブラジルなどから大量に輸入されるようになり、昭和 50 年頃から平成 2 年頃にかけて年間 35 万トン程度のピークを迎え、これまでに推計蓄積量 970 万トンが輸入されてきた。しかし、昭和 47 年に ILO(国際労働機関)、WHO(世界保健機構)がアスベストに関する癌原性を公表したことから、国内では、昭和 50 年には吹付け作業の禁止、平成 16 年には建材、接着剤、ブレーキパッドなどの製造、使用等が禁止となった。さらに、現在では、既設工場における使用環境の厳しい一部のシール材を除いて製造、使用等が全面的に禁止されている。

一方、平成 18 年 9 月のアスベストに関する規制の見直しに伴い、アスベスト含有製品の定義が含有率 1wt%から 0.1wt%に引き下げられたことから、これまで以上に対処すべき製品の量や種類が格段に増大することになった。具体的には、これまでの 1wt%含有アスベスト製品の処理推定量が 4 千万トン程度であったものが、0.1wt%に引き下げられたことにより、今後アスベスト含有廃棄物として適切に処理しなければならないアスベスト含有建材等は、膨大な量にのぼると推計されている。アスベストは多様な建材や工業製品に使用されてきたことから、今後も廃材や廃棄物からの飛散による健康被害が継続的に発生するおそれが指摘されている。このような状況を踏まえ、関係省庁、各自治体では、急速に対策が進められているところであるが、住宅やビル、学校、事業所の建屋、工場などにおいてアスベストがどこに、どれだけの量や割合で使用されているのかが明確に判断しにくく、解体廃棄の際にアスベスト含有製品として適切な処理をすべき対象物の判別ができず、また、大量のアスベスト含有廃棄物について、不法投棄などの問題の発生が懸念されている。さらに、スレート板やサイディング、乾式の吹き付け等、比較的容易に回収が可能なアスベスト含有製品に比べ、高強度で施工された湿式吹き付けについても、人手によらない、安全性・効率性の高い剥離・回収技術の開発が求められている。

このため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)では、極低濃度アスベスト製品、大量のアスベスト含有廃棄物を適正処理に対応するために必要な革新的技術として、安全性を確保しつつ作業効率性を高めた回収・除去技術、さらに、例えば高温の燃焼炉やマイクロ波等を活用し、アスベストの結晶構造を破壊する技術を開発することを目的とする。

本技術開発により安全性、信頼性の高い無害化・再資源化技術を開発することで、広くアスベストを利用している産業分野における効率的な削減に係る共通基盤技術として大きな寄与が期待できる。

(2)研究開発の目標

本研究開発では、これまでのアスベスト対策技術に比べて、革新的な技術であり大きな波及効果が見込まれる技術を開発する。具体的な研究開発目標は下記の通り。

【研究開発最終目標】

※アスベスト含有製品の簡易探知・計測技術

・アスベスト含有製品の使用時、解体・回収・廃棄時において、簡易に探知・計測できる技術

(開発目標: オンサイト式で検出感度 0.1wt%超レベル)

・アスベストを含む製品(特に微量な混合物系、浮遊状態)使用時、解体・回収・廃棄時における作業現場で、簡易に高精度探知・計測を可能とする技術(破壊方式、非破壊方式、比色技術、光技術等)

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

・アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及び暴露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術
・大量の廃棄が見込まれるアスベスト含有建材のうち、例えば回収が困難な施工法である強固な湿式吹き付け等について、これまでの手作業による作業を減らした、安全性・効率性が高い回収・除去技術(機械化、高速分離・剥離、構造破壊、簡易溶融、固化等)

②アスベスト含有廃棄物の無害化・再資源化技術

・アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化段階における安全性、効率性に優れた技術

(開発目標: 処理量 5 トン/日以上)

・大量に発生すると予測されるアスベスト含有廃棄物の適切な処理を確実にを行うため、例えば高温の燃焼炉やマイクロ波を活用するなどにより、アスベストの結晶構造を破壊し、低コストで安全に、大量処理が可能な、無害化・再資源化技術

これら開発の実施により、アスベスト含有廃棄物の種類及び処理工程に対して、主要な部分をカバーすることを目指した。

なお、※アスベスト含有製品の簡易探知・計測技術に関しては、平成19年度及び21年度の公募にて採択に至らなかったため、平成21年7月に基本計画から削除した。

2. 事業の計画内容

2.1 研究開発の内容

上記目標①、②を達成するために、平成19年度及び平成21年度に公募を実施し、以下の事業者を委託先として本事業を実施した。

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		
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	平成 19～21 年度	大成建設
②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 19～20 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		
①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 19～21 年度	北陸電力
②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
③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	クボタ松下 電工外装
④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

各個別テーマの研究開発目標とその根拠を以下に示す。

研究開発項目 (個別テーマ)	研究開発目標	根 拠
(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	主に解体工事対象の除去ロボットの実用化 除去性能 フロア一部人手の 5 倍 エレベータシャフト部人手の 6 倍	人手のみによる除去工事と 比較し、低コスト・短工期化 の達成
(1)-②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	主にリニューアル工事対象の除去ロボットの 実用化 除去性能 人手の 4 倍	人手のみによる除去工事と 比較し、同等以下のコスト・ 工期の達成
(2)-①オンサイト・移動式 アスベスト無害化・資 源化装置の開発	主にレベル2の保温材対象とした実用化 1100℃程度での溶融無害化システムの 確立、処理能力5トン／日以上	環境省の無害化認定制度 の基準は 5 トン／日以上
(2)-②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	主にレベル3の建材を対象とした実用化 900℃程度での無害化処理技術の確立と 処理物の資源化の検討、パイロット装置に よる処理能力5トン／日以上の達成	処理量 30～50 トン／日での 事業開始を目指しており、 その 1/10 以上での実証 試験が必要
(2)-③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	主にレベル3の建材を対象とした実用化 850℃程度での無害化処理技術と処理物の リサイクル技術の確立、パイロット装置に よる処理能力5トン／日以上の達成	処理量 30～50 トン／日での 事業開始を目指しており、 その 1/10 以上での実証 試験が必要
(2)-④アスベスト低温溶 融無害化・再資源化 処理システムの開発	主にレベル1の廃棄物を対象とした実用化 700℃台での無害化処理技術の確立と プラスチックからの燃料回収、パイロット 装置による処理能力1トン／日以上の達成	処理量 10 トン／日程度での 事業開始を目指しており、 その 1/10 以上での実証 試験が必要

研究開発スケジュールを以下に示す。

研究開発項目(個別テーマ)	平成19年度	平成20年度	平成21年度
(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			
(1)-②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			継続研究
(2)-①オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発			
(2)-②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			
(2)-③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			継続研究
(2)-④アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発			

個別テーマ毎の具体的な開発内容等について以下に記す。

(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

a)開発概要

建物解体時において、湿式吹付けアスベスト含有建材の除去、回収を安全、効率的に処理できる革新的な無人化ロボットシステムを開発する。除去性能は、従来の作業員の手作業による工法の5倍以上を目指す。また、エレベータシャフト内アスベスト除去のための昇降式除去ユニットを開発し、除去性能は手作業の6倍以上を目指す。

b)具体的な開発内容

- ・耐久性や耐磨耗性等に優れた、ロボットアーム先端部に装着する剥離用アタッチメント装置を開発する。
- ・剥離・除去後の床面に散乱しているアスベストを回収用ホッパーに投入するための移載装置を開発する。
- ・ロボットの操作性向上のため遠隔移動カメラシステムを開発する。
- ・エレベータシャフト内のアスベストを、位置や形状を自動的に認識することのできる制御機器により、無人化で除去することのできる昇降式除去ユニットを開発する。
- ・開発したアスベスト除去ロボットを、実験設備(模擬アスベスト)及び現場での試験により性能向上を図る。
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

(1)-②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

a)開発概要

ビル等のリニューアル工事に対応して、多自由度マニピュレータにより湿式吹付けアスベストを効率よく安全に剥離して、圧縮・梱包できるクローズ型処理装置を開発する。一連の作業を閉鎖されたクローズ型の装置内で行うことにより、外部にアスベストが飛散せず安全性が高いシステムとする。目標は、単位時間あたりの作業面積が従来の人手作業の4倍以上とする。

b)具体的な開発内容

- ・多自由度マニピュレータの力制御プログラム及び操作性の良好な遠隔操作制御システムを開発し、試作システムでの性能確認によりシステムの改善と操作性の向上を図り、実用化に資するシステムを完成させる。
- ・湿式吹付けアスベストに適した打撃・衝撃、回転切削等の各種剥離方式について比較検討し、マニピュレータの先端に取り付ける剥離装置を開発する。
- ・剥離したアスベストを圧縮し、減容後外部に飛散させることなく袋詰め可能な圧縮・梱包装置を開発する。
- ・開発したシステムによる剥離実証実験を行い、性能確認及び生じた課題への解決を図る。
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

(2)-①オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発

a)開発概要

平成18年度の「緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発」にて開発した150kW誘導加熱装置でアルカリ融剤の併用によりアスベストが1,100℃で溶融・無害化されることを確認したが、溶融処理の効率向上及び粉塵等防止を図る飛散抑制ユニットを開発して誘導加熱装置と一体化させ、トレーラーに搭載したオンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置を開発する。

b)具体的な開発内容

- ・飛散抑制ユニットの構成要素である破碎、予備乾燥、放熱抑制、攪拌、熱回収及び前置型集塵の各ユニットについて、小型誘導加熱装置での予備試験により最適な機能・構造を決定し150kW誘導加熱装置に対応した実用化飛散抑制ユニットを開発、製作する。
- ・製作した装置をトレーラーに搭載し、火力発電所構内でのアスベスト含有保温材の無害化・資源化処理の連続運転を行い、作業安全、運転操作、機器保守等に係る課題抽出とその解決を図り、更には処理能力の確認及び環境測定により環境省の無害化認定の取得を目指す。
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

(2)-②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

a)開発概要

アスベスト含有廃棄物の処理において、900℃程度の過熱蒸気を用いて無害化する装置を開発し、発生した無害化処理物のセメント原料等への再利用を検討する。また、処理物は、位相差顕微鏡、X線回折、電子顕微鏡での無害化の確認に加えて、動物試験を中心とした有害性評価システムを用いて無害性を評価する。

b)具体的な開発内容

- ・基礎試験装置(500kg/日)により、広く市販、利用されているアスベスト含有建材を、過熱蒸気により無害化処理できる最適な処理温度、処理時間、過熱蒸気量を決定する。
- ・基礎試験装置で得られた結果から、パイロット規模装置(5t/日)を設計・製作し、試験運転により無害化の確認及び処理能力の検証を行い、装置の改善へ反映させる。
- ・無害化処理物のセメント原材料として使用可能性を、組成分析及びセメントへの混合試験により検証する。
- ・無害化処理物の安全性について、物理化学的特性試験、試験管内試験、気管内注入試験等により総合的に評価する。
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

(2)-③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

a)開発概要

アスベスト含有建材に含まれるセメント中のカルシウム成分がマイクロ波を吸収し自己発熱する原理をアスベストの無害化に利用できることを核融合科学研究所とともに確認したが、この原理を用いて、アスベスト含有建材にマイクロ波を照射し建材中のアスベストを850℃程度で無害化し、建材を再資源化する実用化技術を開発する。

b)具体的な開発内容

- ・マイクロ波加熱小型試験装置により、高速、安価に無害化できる最適な処理条件に関するデータを収集し、高効率化のための設計仕様を決定する。
- ・得られた設計仕様を基に、小型試験装置を実用化装置に改良し、スケールアップに伴う最適運転条件の抽出、連続運転による再現性の確認等実証確認を行う。
- ・無害化処理した住宅用化粧スレート瓦などを、建材製品(屋根材、外壁材)の強度アップ等の機能性フィラ一化を狙い、製品の試作による確認も含めて再資源化する技術を開発する。
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

2)-④アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発

a)開発概要

アスベスト含有特別管理産業廃棄物に対し、融解剤を用いた700℃程度での処理によるアスベスト無害化技術、廃棄物中のプラスチック成分からの燃料成分回収技術、回収した炭化水素油や炭化水素ガス分及び排ガス中へのアスベストやPCB等の混入を防止する技術、及び無害化処理物の再資源化技術を開発する。

b)具体的な開発内容

- ・多量のプラスチック分を含むアスベスト含有特別管理産業廃棄物に、融解剤を加えロータリーキルン内で無害化する試験装置を製作し、先ず確実に無害化を達成できる運転条件を確立した上で、効率の向上を図る。
- ・アスベストの無害化を確保した上で、効率的に炭化水素油や炭化水素ガスを回収できる運転条件を確認し、また回収物へアスベストを混入させないための対策を検討する。
- ・回収した炭化水素ガス及び無害化処理物(残渣)の性状を確認し、燃料への利用及び残渣の有効活用法を検討する
- ・実用化に資する導入シナリオとビジネスモデルの策定を行う。

2.2 研究開発の実施体制

(1)実施者の選定

本研究開発は、NEDO が、原則本邦の企業、研究組合、公益法人、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること、ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。）から公募によって研究開発実施者を選定後、委託して実施する。

平成19年度の公募では、26件の応募があり、外部有識者からなる採択審査委員会を経て5事業を採択した。また、平成21年度の公募では11件の応募があり、同様の審査により1事業を採択した。

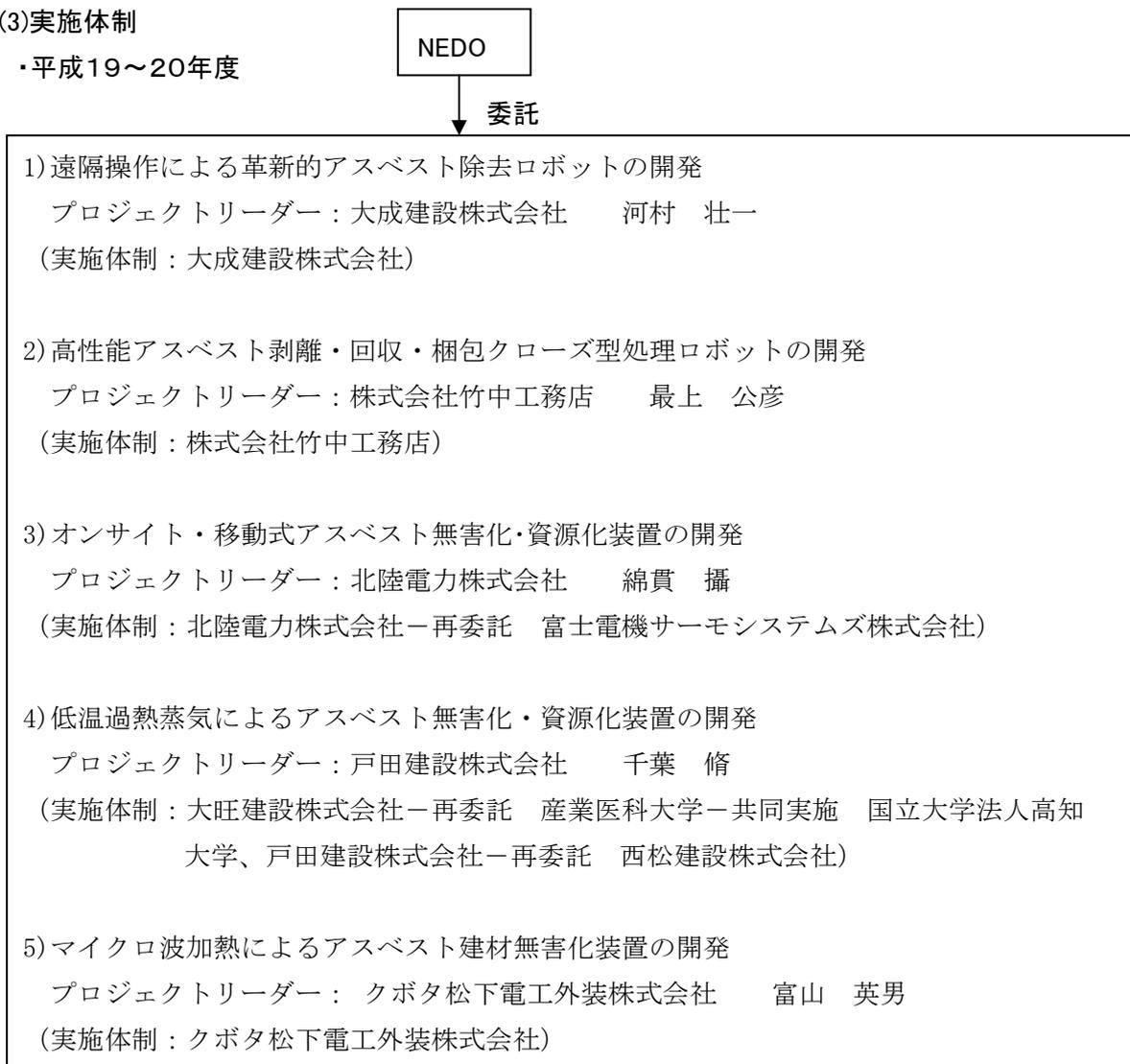
(2)プロジェクトリーダー

本研究開発を実施する各研究開発者の有する研究開発ポテンシャルを最大限に引き出すことにより効率的な研究開発の実施を図る観点から、NEDO が指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を置き、研究開発を実施する。

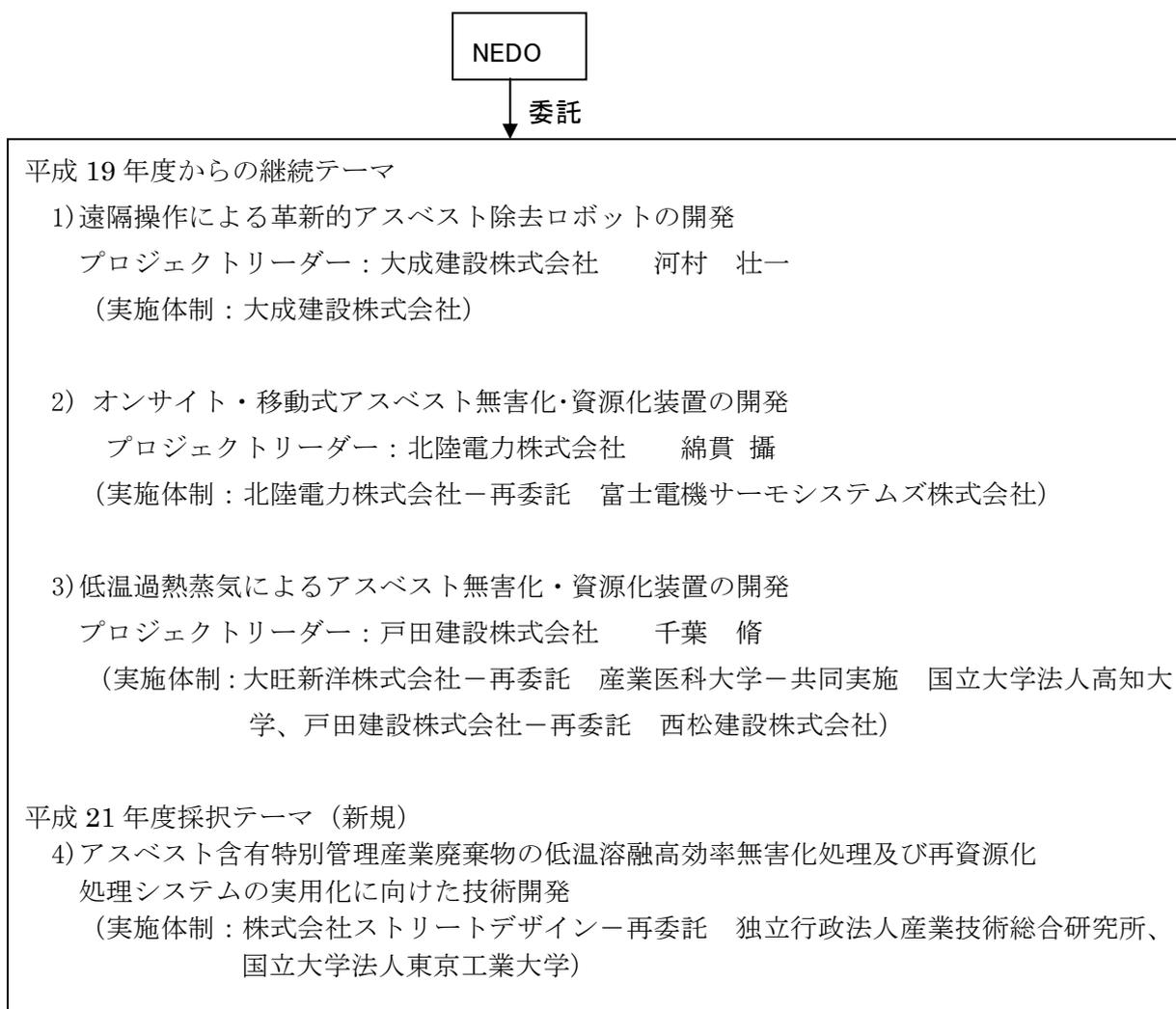
本事業は、広くアスベストを利用している産業分野における効率的な削減に係わる共通基盤技術として大きな寄与が期待できるものであるが、事業開始当初は先ず各々の事業者による基本技術確立が先決のため、個々の研究開発項目（個別テーマ）に対して個別にプロジェクトリーダーを置いて、きめ細やかな研究開発の管理を行える体制とし、その上で、NEDOがプロジェクト全体のマネージメントを行った。

(3)実施体制

・平成19～20年度



・平成21年度



2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして、適切な運営管理を実施した。具体的には、技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じて、プロジェクトの進捗について報告を受けること等を行った。

(1)技術検討委員会(NEDO 主催)

・委員リスト(平成19年度～平成20年度)

中杉 修身	委員長、上智大学 教授
藤澤 敏治	名古屋大学 教授
清家 剛	東京大学 准教授
今西 信之	神製リサーチ 特別研究員
幾原 雄一	東京大学 教授
森田 一樹	東京大学 教授
沼口 徹	日本ポール 事業所長

・委員リスト(平成21年度)

神山 宣彦	委員長、東洋大学 教授
藤澤 敏治	名古屋大学 教授
清家 剛	東京大学 准教授
今西 信之	神製リサーチ 特別研究員
名古屋 俊士	早稲田大学 教授
小暮 幸雄	AMCアスベスト処理推進協議会 理事長

- ・平成 19～20 年度は、主に基盤技術開発上の課題を中心に委員会で議論し開発へ反映させた。
- ・平成 21 年度は、事業化上の課題をより多角的に議論すべく、一部委員を追加し開発へ反映した。

(技術検討委員会開催履歴)

<平成19年度>

2007/10/10 第1回 場所:NEDO 川崎本部

参加法人:METI、NEDO、大成建設、竹中工務店、北陸電力、大旺建設・戸田建設、クボタ松下電工外装

2008/02/01 第2回 場所:NEDO 日比谷オフィス

参加法人:METI、NEDO、大成建設、竹中工務店、北陸電力、大旺建設・戸田建設、クボタ松下電工外装

<平成20年度>

2008/07/23(サイト委員会) 場所:大成建設技術センター行田分室

参加法人:NEDO、大成建設

2008/08/07 第1回 場所:NEDO 日比谷オフィス

参加法人:METI、NEDO、大成建設、竹中工務店、北陸電力、大旺建設・戸田建設、クボタ松下電工外装

2008/12/18(サイト委員会) 場所:竹中工務店技術研究所 No.5 会議室

参加法人:NEDO、竹中工務店

2009/02/04 第2回 場所:発明会館 7F 会議室

参加法人:METI、NEDO、大成建設、竹中工務店、北陸電力、大旺建設・戸田建設、クボタ松下電工外装

<平成21年度>

2009/09/14(サイト委員会) 場所:大旺新洋株式会社環境エンジニアリング本部

参加法人:NEDO、大旺新洋、戸田建設、西松建設、高知大学

2009/10/08 第1回 場所:NEDO 川崎本部

参加法人:NEDO、大成建設、北陸電力、大旺新洋・戸田建設、ストリートデザイン

2010/03/03 第2回 場所:NEDO 日比谷オフィス

参加法人:METI、NEDO、大成建設、北陸電力、大旺新洋・戸田建設、ストリートデザイン

(2)委託先による外部有識者からの指導等

各事業者とも外部の有識者等を招聘し、技術指導やビジネス化の課題検討等を行った。各社の実施内容の概略を以下に示す。

- ・大成建設:ワーキンググループとして3名の外部有識者を交え、安全面、技術面、事業化に関する打合せを年3回程度実施し、開発及び事業化検討に反映した。

- ・竹中工務店:3名の外部専門家を招聘し、安全面、ロボット制御等に関する指導を受け、開発に反映した。
- ・北陸電力:ユーザー候補等を交えた7名の外部有識者を交えたビジネスモデル委員会を開催し、事業化の検討に反映した。
- ・大旺新洋・戸田建設:学識経験者等を年1回数名現地に招き、技術指導等を開発に反映した。
- ・クボタ松下電工外装:マイクロ波に関する有識者から無害化技術に関する指導を受け、開発に反映した。
- ・ストリートデザイン:無害化に用いるキルンに関する有識者から技術指導を受け、開発に反映した。

2.4 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

平成20年度までは、一部競合する技術開発に関して、各委託先の知財保護の観点から、プロジェクトの事業者間の情報交換は限定されたものに止め、技術検討委員会や個別の進捗状況確認等により NEDO が全体のマネジメントを行っていた。

平成21年度には、各委託先による技術開発に目処が立ち、また特許出願等も進んだことから、実用化、事業化に向けてプロジェクト全体で取り組むことが可能になり、調査事業と相まって検討を進めた。

具体的には、調査事業の中で、アスベスト対策技術のビジネス化をテーマとして取り上げ、本事業の委託先を調査委員会のオブザーバーとして事業化上の課題等について各社報告し共有化するとともに、同じくオブザーバーとして出席頂いた関係省庁(環境省、国交省、厚労省、経産省)及び委員である学識者と業界団体((社)日本石綿協会、(社)全国解体工事業団体連合会)の方との意見交換を実施した。

また、調査委員会や展示会等においても、各事業者間の交流を促し、廃棄アスベストの収集・処理ルートについて連携する動きにつながった。

なお、この調査事業では本事業をモデルケースとして、実際にアスベストの処理を進めるための課題等も整理して報告書にまとめている。

3. 情勢変化への対応

- ・外部要因 法令等の改訂という情勢変化に以下の対応を行った。

情 勢	対 応
<ul style="list-style-type: none"> ・H19 年度に、トレモライト等の3種類のアスベストが新たに規制対象として追加された。(注1) ・H20 年度に建材中のアスベストの分析方法が改訂された。(注2) ・H21 年度に無害化処理生成物に係わる電子顕微鏡を用いた石綿の測定方法が示された。(注3) 	<ul style="list-style-type: none"> ・追加の3種含めたアスベスト全6種への対応をプロジェクトの対象とした ・改定後のプロトコルに従って評価することとした ・無害化の判定には、従来法に加えて同方法で確認することを指示

注1:厚生労働省 基安化発第 0206003

注2:JIS A1481:2008

注3:環境省 環廃対発第 091225001

プロジェクト期間中も分析法の改正等が相次ぎ、特に期間終了間近での無害化判定方法の提示は大きな影響もあったが、速やかに対処することができた。

・内部要因 成果の上がっているプロジェクトに対して、実用化の加速等を目指し加速財源を投入した。

時 期	件 名	金 額 (百万円)	目 的	成 果
平成 20年 12月	高含水率の処理物対応のための予備乾燥ユニットの能力向上	20	処理物の予備乾燥能力を強化することにより運転安定化を図る	<u>高温溶融物の廃熱とシースヒータを用いて予備乾燥ユニットの乾燥能力を向上させることにより、炉の運転安定化を実現した。</u>
平成 21年 9月	地震・停電時のアスベスト飛散防止の緊急対応システムの構築	13	無害化認定に不可欠な安全対策として、緊急時もアスベストを飛散させないシステムを構築する	<u>地震及び停電時にも、アスベストを飛散させることなく設備を安定に維持できるシステムを構築し、安全性が向上した。</u>
平成 21年 9月	過熱蒸気循環装置の設置等による熱効率向上対策及び無害化確認分析の追加	14	排気工程での熱損失の抑制等による熱効率向上の効果を検証し、実用化時の設計へ反映。また、新たな無害化判定基準となる電子顕微鏡での分析を実施	<u>検証した効果は実用化時の設計へ反映される見込み。電子顕微鏡の分析結果を無害化処理条件の確認・見直しに反映させた。</u>
平成 21年 9月	エレベータシャフト内アスベスト除去ロボットの自律制御化	8	当初遠隔操作を想定したロボットに立体センサー及び力センサーを追加して自律制御化し除去効率向上を図る	<u>自律制御化により人手の5倍の除去能力は目処、目標の6倍達成に向け検討継続中。</u>

4. 評価に関する事項

本事業に関しては、平成18年度に当時のバイオテクノロジー・医療技術開発部にて、事前評価を実施し、NEDOの実施する事業として適切であると判断した。

また、NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義及び将来の産業への波及効果について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成22年度に実施する。

Ⅲ. 研究開発の成果について

1. 事業全体の成果

(1) 目標の達成度

アスベストの安全回収・除去並びにアスベストの無害化・資源化の技術開発については、何れも基本技術は確立できた。回収・除去技術に関しては、ロボットによる除去・回収の基本技術を確認し、現場実証試験による実用化推進に取り組んでいる。また、無害化・資源化技術に関しては、パイロット設備等での無害化処理の実証試験を行い、問題の無いことが確認できている。

開発テーマ毎の達成状況について、以下に記す。

開発テーマ	目標	達成状況	達成度
アスベストの安全回収・除去技術開発	アスベストを含む建材等の回収・除去現場におけるアスベストの飛散及び暴露を最小化し、回収・除去の安全性及び信頼性等を確保する技術を確認	<ul style="list-style-type: none"> ・2つの委託先ともロボットによる除去・回収の基本技術を確認 ・複雑な形状部等の除去について、技術的には一部対応も可能であるが、コスト面から10～20%程度の未除去部を残すこととした ・現場実証試験は、施主の了解を得ることに苦労しており、当初想定ほど進んでいないが、数ヶ所で実施の目処 	達成
アスベストの無害化・資源化技術開発	アスベスト含有廃棄物の無害化処理又は再資源化における安全性、効率性に優れた技術を確認(開発目標:処理量5トン/日以上)	<ul style="list-style-type: none"> ・4つの各委託先何れも無害化処理の実証試験を実施し、周辺環境への影響含めて問題ないことを確認 ・特に北陸電力は本年10月に環境省の大臣認定を受けた ・その他の委託先は昨年12月に示された新たな無害化判定基準に対して運転条件の最適化を検討しており、無害化の大臣認定取得を目指している 	達成

各開発テーマにおける個別開発項目毎の達成状況の達成状況について、以下に記す。

個別開発項目	目標	達成状況	達成度
遠隔操作による革新的アスベスト除去ロボットの開発	主に解体工事対象とした除去ロボットの实用化 除去性能 フロア一部 人手の5倍 エレベータ部 人手の6倍 (H21年度追加項目)	<ul style="list-style-type: none"> ・模擬試験でフロア一部、エレベータ部共に除去性能人手の5倍を達成 ・現場試験で減容化1/3確認 ・現場実証を積み重ね実用化を目指す 	達成
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	主にリニューアル工事対象とした除去ロボットの实用化 除去性能 人手の4倍	<ul style="list-style-type: none"> ・現場実証試験で除去性能人手の4倍相当を確認 ・減容化1/3達成 ・現場実証を積み重ね実用化を目指す 	達成

個別開発項目	目標	達成状況	達成度
オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発	主にレベル2の保温材対象とした実用化、1100℃程度での溶融無害化システムの確立、処理能力5トン／日以上	・処理システムを確立し環境大臣の無害化認定を受け、自社の発電所内で処理開始へ ・実績を積んだ上で、自社以外への展開を図る	達成
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	主にレベル3の建材を対象とした実用化、900℃程度での無害化処理技術の確立と処理物の資源化の検討、パイロット装置による処理能力5トン／日以上での達成	・新たな無害化判定基準に対する安全率を考慮し、950℃での無害化処理条件を確立 ・処理物のセメント原料化確認 ・事業化に向け検討推進中	達成
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	主にレベル3の建材を対象とした実用化、850℃程度での無害化処理技術と処理物のリサイクル技術の確立、パイロット装置による処理能力5トン／日以上での達成	・850℃での無害化処理条件確立済み、コスト最適化検討中 ・自社建材への再利用確認 ・事業化に向け検討推進中	達成
アスベスト低温溶融無害化・再資源化処理システムの開発	主にレベル1の廃棄物を対象とした実用化、700℃台での無害化処理技術の確立とプラスチック分からの燃料回収、パイロット装置による処理能力1トン／日以上での達成	・実証設備にて750℃での無害化を検証 ・プラスチック分のガス化、回収確認 ・事業体制構築含め事業化検討推進中	達成

(2)成果の意義

○アスベストの安全回収・除去技術開発

- ・人手に比べて4～6倍の除去能力を達成、計算上は工事コスト低減が可能
- ・除去物も1／3への減容化が図れ、輸送及び埋立てコスト低減へ寄与
- ・コスト面も考慮し、10～20%程度は人手による作業との併用を想定し、現場実証試験による調整を進め、早期事業化を目指している

※エレベータシャフト内のアスベスト除去ロボットは、平成22年12月にアスベスト処理を行う予定。

○アスベストの無害化・資源化技術開発

- ・環境省の無害化認定制度適用による1500℃以下(700～1100℃)での処理に技術的な目処がつき、従来の溶融処理に比べて、ランニングコスト・設備コストが大幅に抑制される見込み
- ・無害化認定取得の上で、平成23～24年度頃からの事業開始を目指している

※オンサイト・移動式アスベスト無害化・資源化装置の開発において、北陸電力は平成22年10月14日に環境省の無害化認定制度による大臣認定を受け(3件目)、自社発電所内にて実際にアスベストの処理を開始している。

(3)知的財産権の取得、(4)成果の普及

各委託先とも、特許出願及び論文投稿等の外部発表にも積極的に実施している

区分 年度	特許出願	論文	研究発表・ 講演等	雑誌・新聞 等掲載	展示会出展
平成19年度	2	5	8	28	4
平成20年度	5	10	15	21	5
平成21年度	8	10	13	33	7

NEDOとしても、エコケミカルシンポジウム(平成19年、平成21年)を開催し、アスベスト問題に対する啓蒙活動を行い、また国内随一のアスベストに関する展示会(アスベスト対策環境展:平成19、20、21年及びアスベスト&環境リスク対策展:平成22年)に出展し、情報発信と成果の普及に努めた。