

## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

## II. 研究開発マネジメントについて

### 1. 事業の目標

住宅やビルなどの冷暖房および家電製品、輸送機器、エネルギー貯蔵などにおける大幅な省エネ効果をもたらす画期的な断熱性能を示す（格子振動・対流・輻射のいずれの伝熱も抑える）壁材料および窓材料を実現するために、セラミックス、ポリマー、ガラスのナノテクノロジー・材料技術を駆使し、①多孔質セラミックス粒子合成技術の開発、②ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発、③透明多孔質セラミックス合成技術の開発、④複合化技術および真空セグメント化技術の開発、⑤超断熱壁材料の開発、⑥超断熱窓材料の開発を実施し、我が国の二酸化炭素削減と省エネルギーに大きく貢献することを目的とし、以下の目標を設定する。

#### 【共通基盤技術】

##### ①多孔質セラミックス粒子合成技術の開発

中間目標：気孔率が制御され、圧縮強度に優れ、低熱伝導率の多孔質セラミックス粒子を開発する。

具体的には、粉末の粒子中の気孔率を85%以上で制御し、粉末としての圧縮強度が20MPa以上、1Pa以上の雰囲気での熱伝導率（輻射伝熱の寄与を除く）が0.002W/mK以下の多孔質セラミックス粒子を開発する。

最終目標：超断熱壁材料の開発に適した低熱伝導率、高圧縮強度の多孔質セラミックス粒子を開発する。

具体的には、10Pa以上の雰囲気での熱伝導率（輻射伝熱の寄与を除く）が0.001W/mK以下、輻射伝熱低減率が70%以上（対真空比、厚み10mmの時）の多孔質セラミックス粒子複合粉末を開発する。また、低コスト化を実現するため、多孔質セラミックス粒子の連続生産プロセスの実現可能性を実証する。

目標設定値根拠：真空断熱材の従来最高値（熱伝導率0.003W/mK、0.1Pa）を上回る値を設定。

##### ②ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発

中間目標：気孔率、柱状構造、羽毛状構造が制御され、圧縮強度が優れ、高反射率のナノ構造セラミックス膜を開発する。

具体的には、

(1) 壁材料用として、気孔率が1~70%、柱状構造が0.1~10 $\mu$ m、羽毛状構造が20~200nmの範囲で制御可能とし、赤外線反射率が60%以上、面積が2500mm<sup>2</sup>以上のセラミックス膜を開発する。

(2) 窓用材料として、気孔率が1~70%、柱状構造が0.1~10 $\mu$ m、羽毛状構造が20~200nmの範囲で制御可能とし、赤外線反射率が60%以上、光（可視光）透過率が50%以上、ヘイズ率が2%以下、面積が2500mm<sup>2</sup>以上のセラミックス膜を開発する。

最終目標：超断熱壁材料および超断熱窓材料の開発に適した高反射率、高圧縮強度、透明性のナノ構造セラミックス膜を開発する。

具体的には、

(1) 壁材料用として、赤外線反射率が70%以上、面積が10000mm<sup>2</sup>以上のセラミックス膜を開発する。

(2) 窓用材料として、赤外線反射率が 70%以上、光（可視光）透過率が 65%以上、へイズ率が 1%以下、面積が 10000mm<sup>2</sup>以上のセラミックス膜を開発する。

目標設定値根拠：⑤超断熱壁材料、⑥超断熱窓材料に用いるために必要な特性値を設定。

### ③透明多孔質セラミックス合成技術の開発

中間目標：気孔率、気孔径が制御され、圧縮強度が優れ、低熱伝導率の透明多孔質セラミックスを開発する。

具体的には、気孔率が 90～95%、孔径（平均値）が 50nm 以下で制御が可能、圧縮強度が 0.5MPa 以上、1Pa 以上の雰囲気での熱伝導率が 0.004W/mK 以下（輻射の寄与を除く）、光（可視光）透過率が 50%以上、へイズ率が 2%以下、面積が 2500mm<sup>2</sup>の透明多孔質セラミックス（膜状）を開発する。

最終目標：超断熱窓材料の開発に適した低熱伝導率、高圧縮強度の膜状の透明多孔質セラミックスを開発する。

具体的には、10Pa 以上の雰囲気での熱伝導率が 0.002W/mK 以下（輻射の寄与を除く）、光（可視光）透過率が 65%以上、へイズ率が 1%以下、面積が 90000mm<sup>2</sup>の透明多孔質セラミックス（膜状）を開発する。

目標設定値根拠：⑥超断熱窓材料に用いるために必要な特性値を設定。

### ④複合化技術および真空セグメント化技術の開発

中間目標：多孔質セラミックス粒子、ナノ構造セラミックス膜、透明多孔質セラミックスを、ポリマーまたはガラスによって複合・真空化する技術を開発する。

具体的には、

(1) 真空下で効率的にナノ粒子粉体を取り扱う技術を確立して、内部が 10Pa にて真空化された面積 10000mm<sup>2</sup>、セグメント構造を有する壁用断熱材料を開発する。

(2) 各々の材料の複合化（組立て）、封止化技術および真空化技術を確立し、内部が 10Pa にて真空化された、熱貫流率 1.0W/m<sup>2</sup>K、へイズ率が 2%以下で、面積 2500mm<sup>2</sup>の窓用断熱材料を開発する。

最終目標：壁用および窓用の超断熱材料を開発するための複合化・真空化・セグメント化技術を確立する。

具体的には、

(1) 熱伝導率 0.002W/mK、熱貫流率 0.3W/m<sup>2</sup>Kで、真空部分が面積 90000mm<sup>2</sup>、セグメント構造を有する壁用断熱材料の技術開発を行い、壁用の超断熱材料開発のための複合化・真空化・セグメント化技術を確立する。

(2) 熱伝導率 0.003W/mK、熱貫流率 0.4W/m<sup>2</sup>K、へイズ率が 1%以下で、面積 90000mm<sup>2</sup>の窓用断熱材料の技術開発を行い、窓用の超断熱材料開発のための複合化・真空化技術を確立する。

目標設定値根拠：⑤超断熱壁材料、⑥超断熱窓材料に用いるために必要な特性値を設定。

## 【実用化技術】

### ⑤超断熱壁材料の開発

中間目標：超断熱壁材料に用いる粒子の連続生産プロセス技術を確立する。

最終目標：熱貫流率、圧縮強度などが優れた超断熱壁材料を開発する。

具体的には、ポリマー膜に開発素材を真空封止し、熱貫流率が  $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  以下、壁厚さ  $10\text{m}$  程度、面積が  $1\text{m}^2$  程度、構造補強部材なしに  $1\text{MPa}$  程度の圧縮強度を有する超断熱壁材料を開発する。また、多孔質セラミックス粒子複合粉体の連続生産プロセスを確立する。

目標設定根拠：

超断熱壁材料が市場に受け入れられるためには、以下の項目を満たす必要がある。

①既存の壁用断熱材に比べ、優れた断熱性能を有すること

②建材としての施工性に優れること

①に関しては最も高い断熱性が要求される地域 I（主に北海道）の外張断熱に必要な熱抵抗値（熱貫流率の逆数）が  $2.9\text{m}^2\text{K}/\text{W}$  であることから、必要な熱貫流率は  $0.34\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  となる。従って、目標値の熱貫流率が  $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  以下は目標値として十分な熱貫流率であると言える。また、 $2.9\text{m}^2\text{K}/\text{W}$  の熱抵抗値を得るために必要な各種断熱材の一般的な厚みはグラスウールが  $145\sim 155\text{mm}$ 、押出法発泡ポリスチレン（3種品）が  $85\text{mm}$  とされており、壁厚さが  $10\text{mm}$  程度は、既存の断熱材に比べ十分に薄い厚みである。壁厚さ  $10\text{mm}$  程度で熱貫流率が  $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  以下を達成するならば、既存の断熱材に比べ優れた断熱性能を有していると考えられる。

②建材としての施工性に優れるための前提として、建材サイズ（ $910\times 1820\text{mm}$ ）の断熱材が得られる可能性のあるサイズ及び強度が必要である。目標とする面積である  $1\text{m}^2$  は建材サイズの約半分のサイズであり、 $910\times 1820\text{mm}$  へのスケールアップが可能な面積であると考えられる。また、高強度といわれている押出法発泡ポリスチレンの圧縮強度が  $0.3\sim 0.4\text{MPa}$  から見て、圧縮強度  $1\text{MPa}$  は十分な値であると言える。従って、目標の面積（サイズ）及び圧縮強度が得られたならば、基本的には十分な施工性が得られると考えられる。

### ⑥超断熱窓材料の開発

最終目標：熱貫流率、光（可視光）透過率などが優れた超断熱窓材料を開発する。

具体的には、面積が  $3\text{m}^2$  程度、熱貫流率が  $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  以下、光（可視光）透過率が  $65\%$  以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が  $1\%$  以下の超断熱窓材料を開発する。

目標設定根拠：

断熱を目的とした様々なタイプの複層ガラスが市販されているが、現状でもっとも断熱性の高いものとしては、真空断熱ガラスと Low-E ガラスをアルゴン層を挟んでハイブリッド複合化したタイプのものがあり、熱貫流率として  $0.8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  という値が報告されている。従って、本開発においては、少なくとも本製品の 2 倍の性能を実現することを目標とした。なお、本開発においてコストは具体的な目標としては掲げていないが、上記のように次世代省エネルギー基準は熱貫流率が  $3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  の既存の複層ガラスで基準をクリアできる地域が多いことから、本開発品の普及にはコスト削減が不可欠となる。少なくとも現状の真空断熱複層ガラス（熱貫流率  $1.2\sim 1.5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ）以下の価格を見込めることが実用化検討に移行する際の必要条件と考えられる。

## 2. 事業の計画内容

### 2.1 研究開発の内容

#### 2.1.1 事業全体の計画内容

熱の伝導は、①格子振動②対流③輻射 の3つのメカニズムで発生する。断熱の方法論としては、

##### ①伝導の抑制

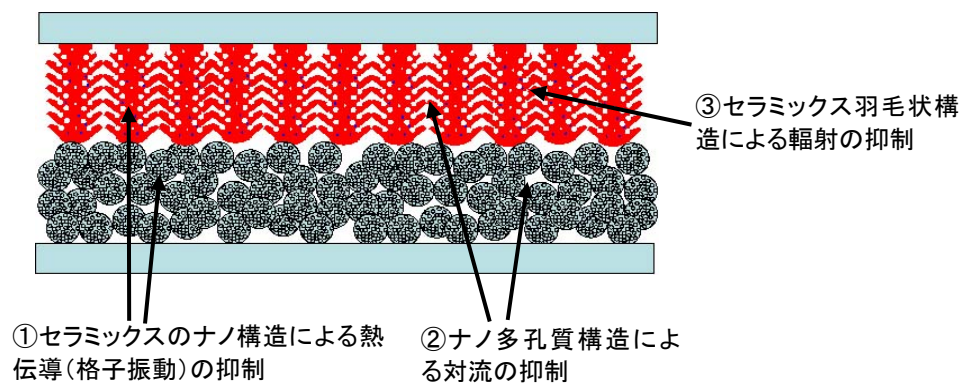
マクロ的には固体の密度が小さいほど伝導は低下する。また、ミクロ的には固体の多孔構造（孔径）が小さいほど伝導は低下する。（ナノ多孔質構造が有利）

##### ②対流の抑制

圧力が低いほど、また固体（多孔体）の空間径（孔径）が小さいほど対流が低下する。（真空およびナノ多孔質構造が有利）

##### ③輻射の抑制

固体と空間が層状となり、層状構造が細くなるほど輻射が散乱され、熱移動が抑えられる（羽毛構造あるいは層状構造が有利）



図Ⅱ.2.1-1 マルチセラミックス構造の例

上記目的を達成するために、以下の研究開発項目について、研究開発を実施する。

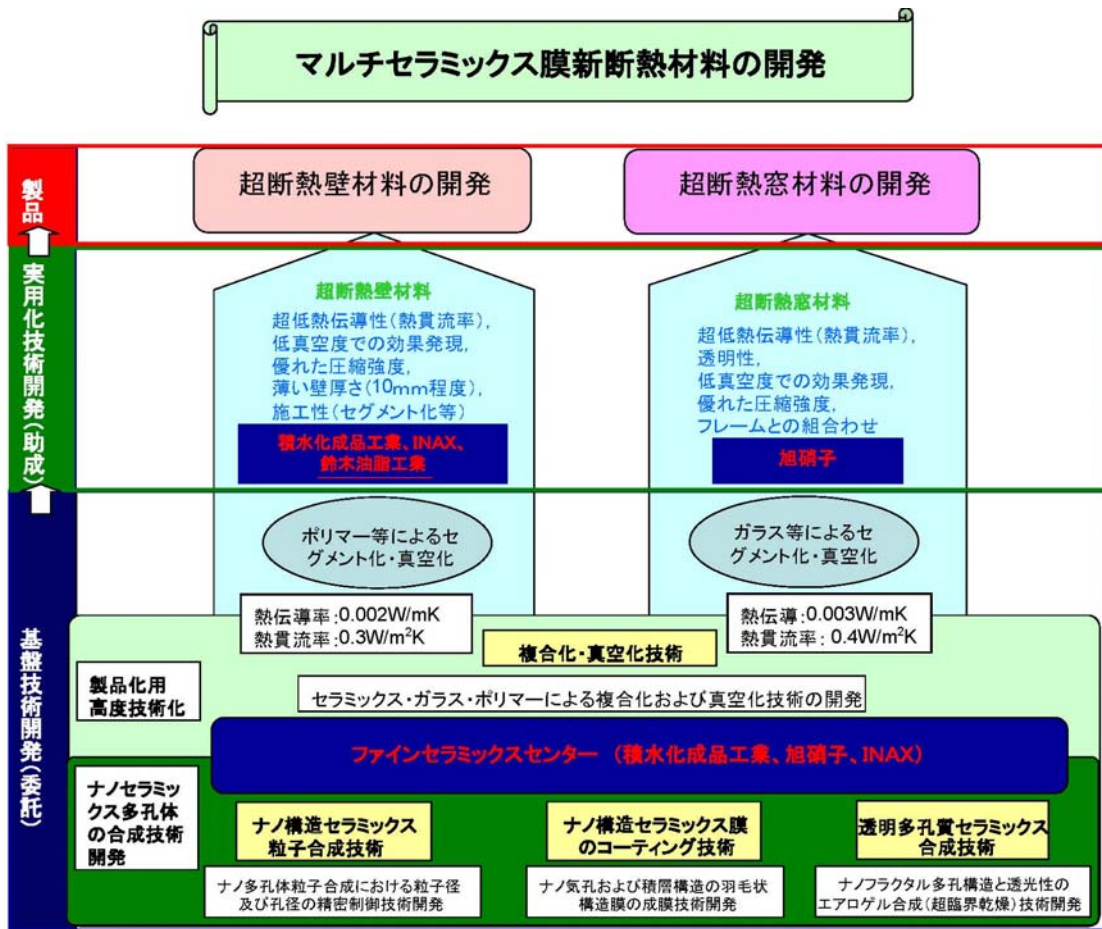
#### 【共通基盤技術】（委託事業）

- ① 多孔質セラミックス粒子合成技術の開発
- ② ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発
- ③ 透明多孔質セラミックス合成技術の開発
- ④ 複合化技術および真空セグメント化技術の開発

#### 【実用化技術】（助成事業）

- ⑤ 超断熱壁材料の開発
- ⑥ 超断熱窓材料の開発

図Ⅱ.2.1-2 に、事業の全体構造と研究テーマの相互関係を示す。

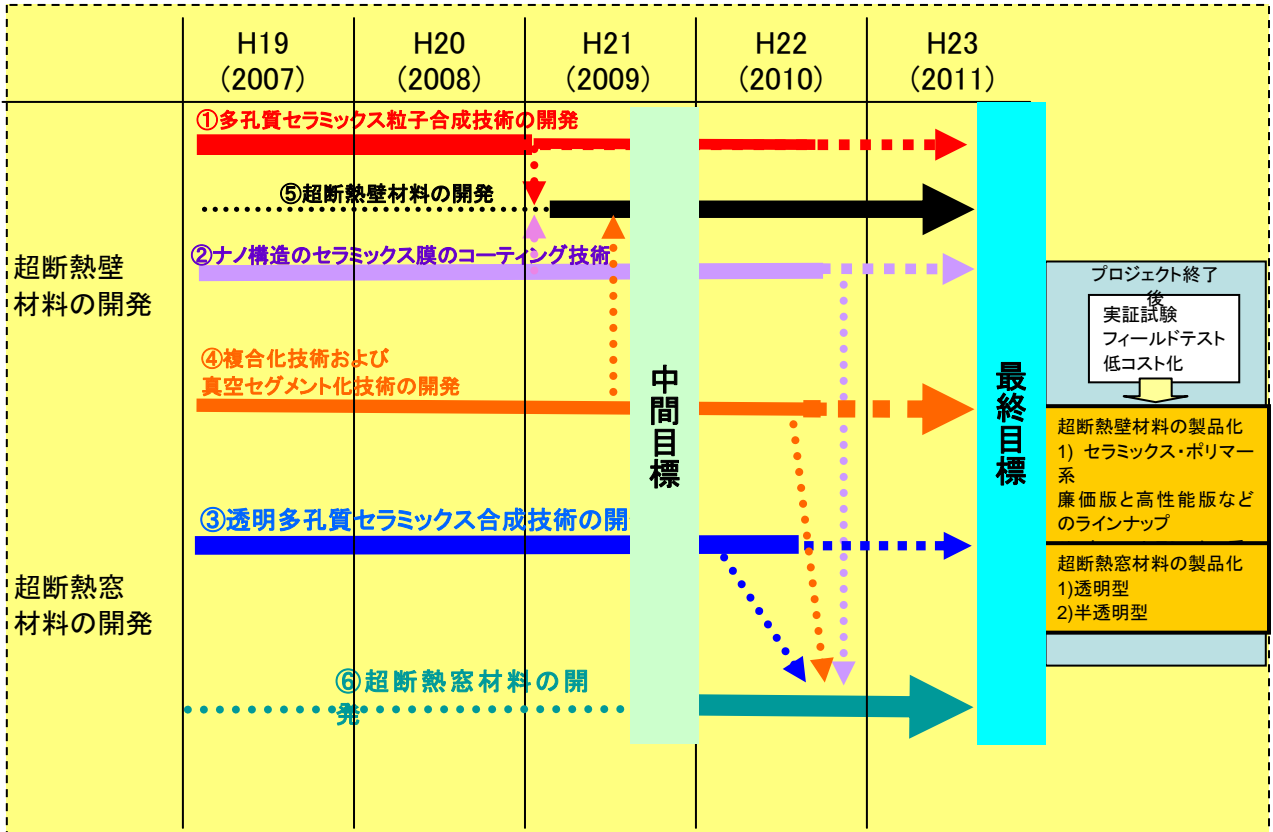


図Ⅱ.2.1-2 事業の全体構造

### 2.1.2 全体スケジュールおよび予算推移

本研究開発の期間は、平成19年度から平成23年度までの5年間とする。

図Ⅱ.2.1-3に、研究開発スケジュールを、図Ⅱ.2.1-4に研究計画と予算配分推移を記載する。



図Ⅱ.2.1-3 研究開発スケジュール

加速 補正

単位 百万円

研究開発項目	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	合計
①多孔質セラミックス粒子合成技術	120	140	40	100	60	460
	重点化					
	ナノ多孔粒子合成装置、熱伝導測定装置を導入。	多孔質特性評価装置を導入。	断熱特性評価装置を導入。	微量水分除去装置を導入。		
②ナノ構造セラミックス膜コーティング技術	41	70	40	100	150	401
	重点化					
	コーティング装置、光学特性装置の導入、セラミックス膜合成。	微小領域分析装置、雰囲気制御熱処理装置を導入。	導入済装置の改造。		ナノ複層膜評価装置を導入。	
③透明多孔質セラミックス合成技術	91	130	47	200	120	588
	重点化					
	透明多孔体合成装置を導入、透明体合成。	多孔質構造解析装置	透明化乾燥装置を導入。	透明体大型化装置を導入。	ナノ積層構造解析装置を導入。	
④複合化技術および真空セグメント化技術	65	177	70	140	169	621
	重点化					
		真空封入装置を導入。	ガラス真空複合化装置を導入。	導入済装置の改	複合断熱材特性評価装置を導入。	
⑤超断熱壁材料の開発	3	3	3	40	21	70
	重点化					
				超断熱壁材料作製装置等の導入。	超断熱窓材料の作製と評価。 モデル住宅による評価	
⑥超断熱窓材料の開発	0	0	0	20	30	50
	重点化					
				超断熱窓材料の作製と評価。		
予算合計(百万円)	320	520	200	600予	550予	2,190

図Ⅱ.2.1-4 研究計画と予算配分

### 2.1.3 研究テーマ毎の事業内位置づけ

#### 【基礎技術開発】(委託事業)

#### 研究開発項目①多孔質セラミックス粒子合成技術の開発

##### 1. 研究開発の必要性

熱伝導の三要素（格子振動、対流、輻射）のいずれも抑えるマルチセラミックス膜の開発には、まずナノ多孔体構造を有するセラミックス粒子合成技術の開発が必要である。ここで開発するナノ多孔体粒子は、その多孔性と粒子間接触点における熱抵抗により格子振動による熱伝導を抑えるだけでなく、対流空間を気体分子の平均自由行程以下にすることにより対流による熱伝導を抑える効果（より低真空下での断熱効果）が期待できる。また、ナノ多孔質粒子は断熱層として機能する他に壁材料としての応力を担う機能を有し、このことは真空断熱における熱橋（構造材を経路とする熱伝導）を低減できるという意味で応用面において極めて重要な利点を有する。さらに、ナノ多孔体粒子は原料や製造プロセスの観点から低コストであるという利点も有していると考えられる。

##### 2. 研究開発の具体的内容

水ガラスを油性溶媒および界面活性剤と共に攪拌混合してコロイド状態にした後に、沈殿、乾燥の処理によって水成分が抜けたナノ多孔体粒子を合成させる。得られた粉末の構造解析、熱伝



導率と真空度の関係曲線、圧縮特性（応力-歪み曲線）等の測定を行う。それらの粉体性状および特性評価との関係で、上記の合成条件（組成、混合、沈殿等）の精密制御と最適化を行う。ナノ多孔体による断熱（格子振動と対流）のメカニズム（ナノ多孔構造との関係など）も解明する。上記の検討は、主にシリカ粒子（石英ガラス）の組成で行うが、さらには輻射を抑える機能のためのシリカに添加物を加えた新たな組成のセラミックス粒子あるいは、ナノ多孔質粒子粉体に微量の遠赤外線高吸収ナノ粒子を添加した複合粉体でも同様の検討を行う。

## 研究開発項目②ナノ構造セラミックス膜コーティング技術の開発

### 1. 研究開発の必要性

熱伝導の三要素のいずれも抑えるマルチセラミックス膜の開発に必要な第二の材料開発は、ナノ構造を有するセラミックス膜のコーティング技術の開発である。ナノ構造セラミックス膜は、柱状かつ羽毛状といった特異なナノ多孔構造を有することから、熱伝導の三要素をすべて抑えることが期待できる。とくに羽毛状構造は、セラミックス結晶の反射板がナノオーダーで多層化された構造となっているため、輻射による伝熱を抑えるのに最も効果的な構造であることが期待できる。したがって、ナノ構造セラミックス膜は、超断熱壁および超断熱窓における輻射を抑えるために必要な材料であるといえることができる。

### 2. 研究開発の具体的内容

電子ビーム物理蒸着（PVD）法によるセラミックスコーティングは、強力な電子ビームによってセラミックスの原料（インゴット）を溶解させ、そこから蒸発した原子・分子状のセラミックスクラスターが基板の上に堆積する際に、ナノオーダーの気孔（ポア）や隙間（ギャップ）を有する構造（柱状・羽毛状）を呈するといったメカニズムによって合成される。シリカ等の酸化物系セラミックスの原料を用いて、そのようなナノ構造膜が形成される合成条件（電子ビーム出力、基材の温度や回転等）を詳細に調べる。得られたセラミックス膜の構造解析、熱伝導率と真空度の関係曲線、圧縮特性等の測定を行う。また、赤外線反射率や光（可視光）透過性などの光学的特性も検討する。

## 研究開発項目③透明多孔質セラミックス合成技術の開発

### 1. 研究開発の必要性

熱伝導の三要素を抑えるマルチセラミックス膜の開発に必要な第三の材料開発は、透明（透視性）多孔質セラミックス合成技術の開発である。透明多孔質セラミックスは、ナノオーダーの多孔質フラクタル構造を有し、透明体である（透視性を有すること）ことと、格子振動および対流による熱伝導を抑える効果の両立が期待できる。したがって超断熱窓用の材料として最適であると考えられる。

### 2. 研究開発の具体的内容

ゾルゲル法で可視光線の波長より十分細孔径の小さいシリカベースのウェットゲルを合成し、超臨界乾燥等の乾燥時の表面張力により構造破壊が発生しない方法で乾燥を行うと、収縮なしの乾燥が可能となり、ナノフラクタル多孔構造が形成される。得られた透明多孔質セラミックスの構造解析、熱伝導率と真空度の関係曲線、圧縮特性（応力-歪み曲線）、光（可視光）透過率等

の測定を行う。それらの特性評価との関係で、上記の合成条件（組成、混合等）の精密制御と最適化を行い、透明多孔質セラミックスの合成条件を明らかにする。

#### **研究開発項目④複合化技術および真空セグメント化技術の開発**

##### 1. 研究開発の必要性

（1）多孔質セラミックス粒子およびナノ構造セラミックス膜からなる材料に極めて優れた断熱性を発揮させるには、それらセラミックスをポリマー膜にて被覆（包装）し、内部を真空化する技術の開発が必要である。また、真空断熱材料の壁材料としての実用性を高めるためには、施工時に切断、穴明け等の加工が行われても優れた断熱性が維持できるように真空封止する空間をセグメント化する技術を開発する必要がある。

（2）透明多孔質セラミックスおよびナノ構造セラミックス膜からなる材料に極めて優れた断熱性を発揮させるには、それらセラミックスの両面をガラス板にて挟みこみ、透明多孔質セラミックスを封止した後、内部を真空に密閉化する必要がある。そして、高性能な窓用断熱材料を開発する基盤技術として、適正なガラス、透明多孔質セラミックス、ガラス板のスペックを設計するとともに、各々の材料の複合化（組み立て）、真空排気、封止する技術を開発する必要がある。

##### 2. 研究開発の具体的内容

（1）真空を長期間維持できるガスバリア性能および真空セグメント化するための成形性（賦形性）・接着性（融着性）の要求性能を満たす最適な構成材料を、ポリマー単層、ポリマー複層、ポリマー／無機複合層等の中から検討する。また、本研究開発の基盤技術として、多孔質セラミックス粒子をポリマー層等にて効率的に真空封止する技術、あるいは多孔質粒子粉末を柔らかい凝集体とし仮密閉したのち真空封止する技術等のプロセス技術を開発するとともに、長期間の断熱性能を維持するための真空封止材料およびその方法についても検討する。さらに得られた低熱伝導率材料の断熱性能の計測技術の開発を行い、試作した壁用断熱材料の断熱性能を評価するとともに機械的物性についても評価を行う。

（2）窓用断熱材料としての透明性、強度、生産性を考慮した設計を行う。また各々の材料の複合化（組立て）においては、生産性、取り扱い性を考慮しガラス板の上で透明多孔質セラミックスを合成した後、もう一枚のガラス板を積層する方法、あるいはガラス板の中にて透明多孔質セラミックスを合成する方法等を検討する。さらに、ガラス板／透明多孔質セラミックス／ガラス板の構成にて組み立てて、封止する際の接着材料、接着方法および内部を真空化する技術を検討する。さらに得られた低熱伝導率材料の断熱性能の計測技術の開発を行い、試作した窓用断熱材料の断熱性能を評価するとともに機械的物性についても評価を行う。

#### **【実用化技術】（助成事業）**

#### **研究開発項目⑤超断熱壁材料の開発**

##### 1. 研究開発の必要性

住宅における省エネルギーが今後ますます求められるが、現在の断熱壁材料の性能では不十分である。また、省資源の観点から、新築からリフォームへと市場転換が進められ、省施工型の住宅材料が重要となっている。そして、壁内空間へ発泡樹脂や繊維状断熱材を充填するといった

従来の内断熱工法では、壁材の他に断熱材施工をしなければならないという問題がある。真空セグメント化された超断熱壁材が開発されれば、大きな省エネルギー効果、リフォームへの普及効果の他、防水透湿膜と同時施工などの大幅な工期短縮が期待できる。本研究開発項目では、①、②、④で開発した断熱材料技術を用いて、優れた断熱性能と機械的強度を兼ね備えた超断熱壁材料を開発する。

## 2. 研究開発の具体的内容

多孔質セラミックス粒子、ナノ構造セラミックス膜等の開発材料を、真空状態に保持した状態でポリマー膜からなる表層にて被服（包装）した超断熱壁材料を作製する。その際の主要開発技術は、真空下におけるナノ粉体のハンドリング技術や真空封止セグメント化技術である。また、工業生産のための多孔質セラミックス粒子の連続生産プロセス、真空包装セグメント化プロセスもあわせて開発する。開発試作した超断熱壁材料について熱貫流率の測定等を行い、実用化に向けた課題（断熱効果、施工性等）を抽出する。また、省施工型断熱システム壁とするために、熱橋を避けるための支持材や壁構造についての要素技術開発も行う。

## 研究開発項目⑥超断熱窓材料の開発

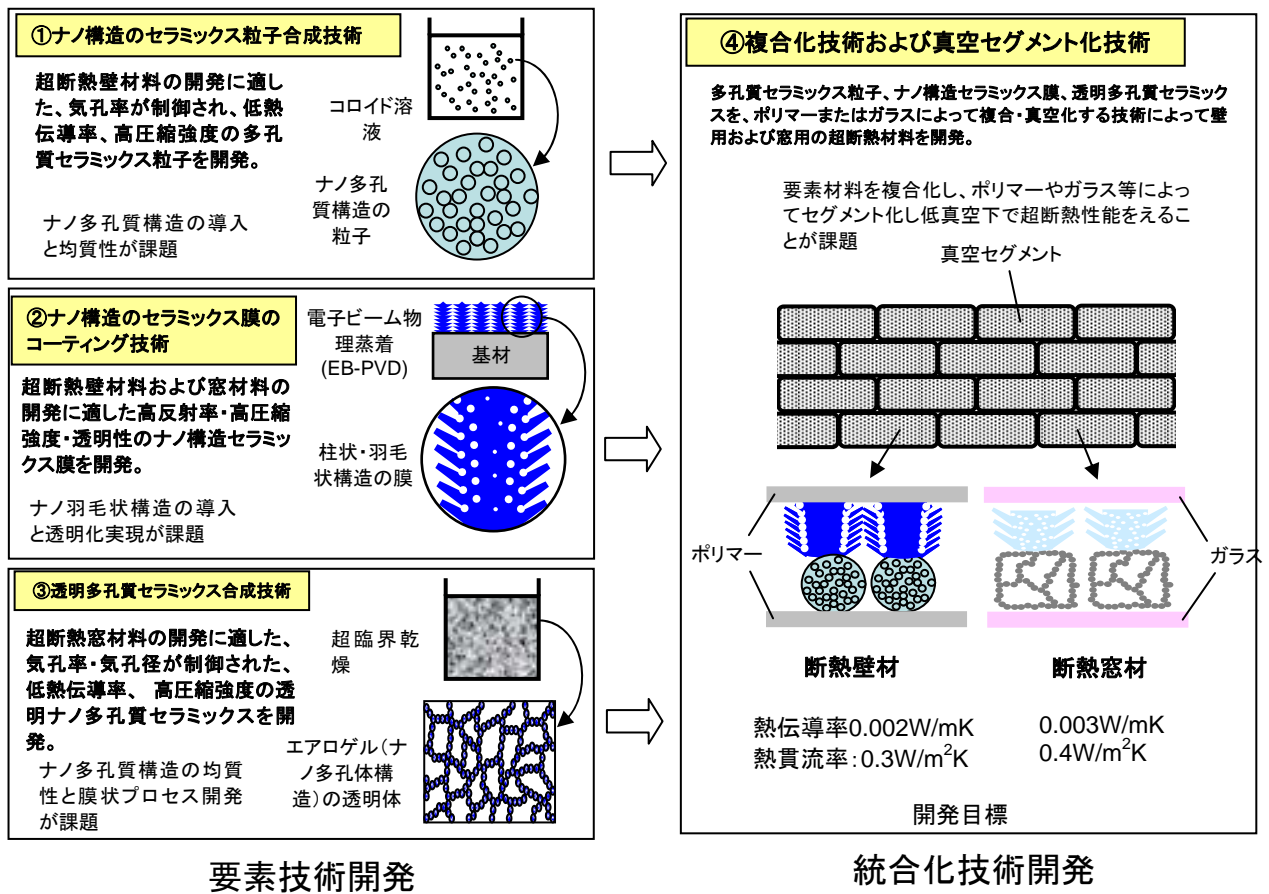
### 1. 研究開発の必要性

住宅における窓、扉などの開口部は、全面積の30%程度しか占めていないにも関わらず、熱の損失は非常に大きく、例えば冬の暖房時には約50%の熱が開口部から流出する一方で、夏の冷房時には約70%の熱が流入しており、次世代省エネルギー基準でも断熱の強化と日射の遮蔽が必須とされている。また、住宅の快適性の観点から、断熱における副次的な効果として防音効果も期待できる。本研究開発項目では、②、③、④で開発した断熱材料技術を用いて、優れた断熱性能と、窓ガラスの本質的機能である透明性を兼ね備えた断熱窓材料を開発する。

### 2. 研究開発の具体的内容

透明多孔質セラミックス、ナノ構造セラミックス膜等の開発材料を中間層として使い、2枚のガラスの間に複層化する技術および真空排気・封止するための技術を開発する。まず初めに樹脂を用いた封着を試み、光学的特性（光（可視光）透過率、ヘイズ率等）や熱貫流率の測定を行い、断熱複層ガラスとしての特性評価を実施する。次に、ガラスフリットによる封着、ガラス寸法の拡大、厚みの低減など、最終実用化に向けた技術課題を抽出するとともに、課題解決に向けた方策の検討を行う。

図Ⅱ.2.1-5 に、研究テーマ毎の内容と位置づけをまとめる。



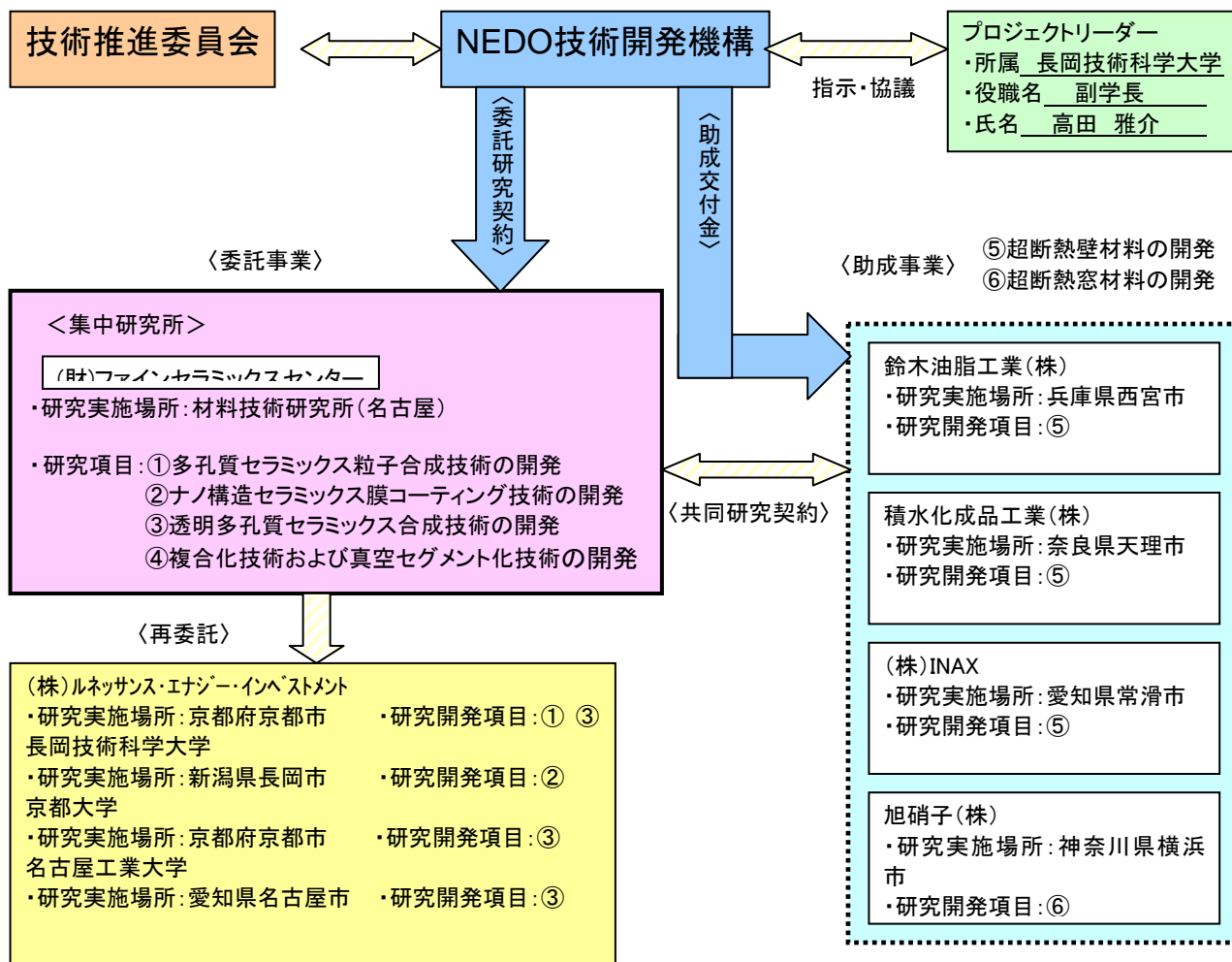
図Ⅱ.2.1-5 事業の内容

## 2.2 研究開発の実施体制

本研究開発は、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技術開発機構」という。）が、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関（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し実施している。

研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体にはNEDO技術開発機構が委託先決定後に指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として長岡技術科学大学 副学長 高田 雅介を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

本研究開発において、NEDO技術開発機構が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した①②③④の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した⑤⑥の事業は助成（助成率1/2）により実施する。図Ⅱ.2.2-1 に、研究体制組織図を示す。



図Ⅱ.2.2-1 研究体制組織図

## 2.3 研究の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省および研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的および目標、並びに、本研究開発の目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される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う。

NEDOが実施・管理を行う当該プロジェクトの、より効率的な研究開発の推進を図るため、研究開発の現場において指示・指導・調整の任にあたる研究者であり、実施者の一員として自ら研究開発に携わる他、研究開発計画原案の策定、研究成果のとりまとめ等の役割を担う研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として長岡技術科学大学の高田副学長のもと、本プロジェクトを推進している。

本プロジェクトの実施者は、委託事業①～④については財団法人ファインセラミックスセンターであり、プロジェクトリーダーのもとに以下の委託研究機関、再委託先、共同研究先と技術研究体を構成し、有機的に結合し研究を実施している。

委託研究機関：財団法人ファインセラミックスセンター

再委託先：株式会社ルネッサンス・エナジー・インベストメント、長岡技術科学大学、  
京都大学、名古屋工業大学

共同研究先：鈴木油脂工業株式会社、積水化成品工業株式会社、株式  
会社 I N A X、

旭硝子株式会社

助成事業については、平成21年度からは、研究開発項目⑤として鈴木油脂工業株式会社及び  
再委託先として株式会社ルネッサンス・エナジー・インベストメントが助成事業を開始している。

また、平成22年度からは、研究開発項目⑤として積水化成品工業株式会社と株式会社 I N A  
Xが、研究開発項目⑥として旭硝子株式会社が助成事業を開始する予定である。

### 【プロジェクトリーダーの役割】

#### 1. 組織関係

- (1) 研究体の組織構成の決定。
- (2) 研究体のワーキンググループリーダーの選任と解任。

#### 2. 研究体所属研究者関係

(1) 上記の委託研究機関、再委託先、共同研究先が提出する研究者候補リストの中からの研  
究体所属研究者の選任。

- (2) 研究体所属研究者の任期の設定および変更に関する調整。
- (3) 研究体所属研究者の担当研究項目の決定。
- (4) その他研究体所属研究者の総合的な統括。

#### 3. 予算、研究場所、研究設備および装置等

- (1) 実施時における予算の配分の調整。
- (2) 研究設備および装置等の使用範囲等の調整。

#### 4. 研究計画および報告

- (1) 年度毎概算要求案の策定。

##### ① 年間研究計画書案の策定。

##### ② 実施計画書案の策定。

- (2) 研究計画の変更

##### ① 実施計画書変更申請案の策定。

- (3) 軽微な研究計画の変更

##### ① 実施計画書変更届出書の策定。

- (4) 研究経過の報告

##### ① 成果報告書案の策定。

##### ② その他必要に応じた研究報告書案の策定。

- (5) 研究終了報告

##### ① 研究終了報告書案の策定。

#### 5. 研究評価

- (1) 研究内容の研究体内での評価。
- (2) 研究者の研究体内での評価。

## 6. 研究成果

- (1) 別途定める研究体知的財産権取扱規程の施行およびその遵守に関する指導管理。
- (2) 論文発表等による公開を、知的所有権による保護に優先させるか否かの判断。

## 7. 第三者との共同研究、研究者等の招聘

- (1) 第三者との共同研究の実施と管理。
  - ① 共同研究および共同研究契約に対する要望事項の取り纏め。
  - ② 共同研究契約書案の策定。
  - ③ 各種報告書案の策定。
- (2) 外部からの協力の調整および選任。

## 8. その他

- (1) 研究体の研究活動推進のための総合調整。
- (2) 経済産業省、NEDO、大学等に置かれた各種関係会議への対応、総括。
- (3) ワークショップ、シンポジウム等の関連事業計画の策定および実施。

また、上述したプロジェクトリーダーのミッションの一部は、以下のように実施されている。

### 【技術推進委員会】

NEDOは外部の専門家、有識者等によって構成される技術推進委員会等を設置し、1回/年度を目処に委員会を開催する。これによりプロジェクトの目標達成度を把握するとともに、プロジェクトの資源配分の判断に資することを目的とする。

技術推進委員会の開催実績を下記に示す。

#### 第1回技術推進委員会

開催日時：平成20年7月8日（火）

議題：事業概要説明

研究開発項目別進捗報告ならびに質疑応答

#### 外部有識者委員（敬称略・順不同）

氏名	所属・部署	役職
芥川 郁雄	積水ハウス株式会社 総合住宅研究所	課長
柴 慶治	清水建設株式会社 技術戦略室企画部	部長
田中 順三	東京工業大学大学院理工学研究科材料工学専攻	教授
松村 秀一	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻	教授

#### 講評

- ・全体的に順調に進んでいる。
- ・今は基礎的な技術開発のところを物質科学的な原理からきちっと詰めていく段階だとは思いますが、一方で、用途開発的な視点を入れていったほうがよい。
- ・耐久性等、本質とは離れたところでクリアしなければいけないことが幾つも出てくるので、使う側の意見が集められるような機会を設けて、いろいろ洗い出しておくほうがいい。
- ・実施者の連携が非常にうまくいって、補完しあい、予定以上のペースで進んでいる印象を受けた。

- ・いい性能が出ているならば、それがなぜ発現したかという理論の解明も今のうちにしっかりやったほうがよい。
- ・ユーザーサイドの意見も取り入れながら、最終的な製品をイメージして開発を進めるとよい。
- ・必要な装置は加速して導入する等、加速すべきところはより加速しながら進めていくことが大切。
- ・4番目が加速すると1、2、3の要素技術と5、6の連携が非常にうまくいくと思うので、ぜひ装置を早くそろえていただきたい。

#### 【その他運営管理】

- ・キックオフミーティング

開催日時：平成19年9月14日

- ・研究進捗報告ミーティング

開催日時：平成20年3月14日（金）

議題：事業概要説明

平成19年度成果報告ならびに計画審議

- ・プロジェクト内研究報告会

開催日時：平成19年7月23日、8月2日

平成20年5月21日、6月30日、10月30日

平成21年1月13日、3月3日、5月12日、5月29日、7月2日

#### 【研究計画の策定】

「技術推進委員会」を設置し、本プロジェクトの年間計画を策定している。委員長をプロジェクトリーダーとし、委員は上記の委託研究機関、再委託先、共同研究先の代表者からなる。各テーマ担当者が年間研究計画の原案を作成し、それにつき技術推進委員会で討議し、策定する。

#### 【研究の評価】

「技術推進委員会」で、各テーマ担当者が担当分野の報告を行い、研究評価を実施している。

#### 【研究管理】

①各テーマ担当者は随時研究報告会を開き、プロジェクトリーダー、各テーマ担当者が研究員と研究成果について議論し、進捗チェックと、研究の方向付けを行う。

②プロジェクトリーダーは、必要に応じ適宜、電話、e-mailにて各テーマ担当者及び研究者から情報を受け、それに対して指示する。

③プロジェクトリーダーを長とする発明審査会を適宜開催し、各テーマ担当者を通して提出されるプロジェクトからの特許の審査を実施する。

④予算作成時、事務局はプロジェクトリーダーと各テーマ担当者と相談し予算を作成する。

#### 【成果報告】

①各テーマ担当者は、「技術推進委員会」で報告し、プロジェクトリーダーがその内容をチェックする。その後、各テーマ担当者と事務局が「研究成果報告書」として纏める。

②論文、新聞発表に際しては、プロジェクトリーダーが承諾の最終判断をする。



### 3. 情勢変化への対応

#### 3.1 実施計画変更

・平成 20 年度補正予算 200 百万円増額

- ①補正予算によって断熱特性評価装置を導入し、多孔質セラミックス粒子を用いた超断熱材料の断熱特性を明らかにした。
- ②透明化乾燥装置を導入し、サイズの大きな透明体を超臨界乾燥する条件を明らかにした。
- ③ガラス真空複合化装置を導入し、透明多孔質体とコーティング膜をガラス板で複合化・真空化する技術の開発を進めた。

以上により、多孔質セラミックス粒子、透明多孔質セラミックスなどの要素材料の合成・評価技術、および要素材料を用いた複合化技術および真空セグメント化技術の開発が加速された。

#### 3.2 加速財源

プロジェクトの運営管理として、進捗状況や技術推進委員会の結果をふまえ、目覚ましい技術的成果を上げ、年度内に更なる追加配分を行い、加速的に研究を進捗させることにより、当該技術分野における国際競争上の優位性が確立できることが期待されるテーマに関して、研究加速財源の配分を行っている。

本プロジェクトは、目覚ましい成果を上げていたことから、下記表に示したように加速財源を投入した。

##### 3.2.1 1回目

1. 申請日：平成 19 年 9 月
2. 加速金額：98 百万円
3. 主な内訳：コーティング装置
4. 効果

本装置の導入により、当初計画していた、伝導・対流の抑制だけでなく、輻射の抑制効果を実証する実験までを行い、低熱伝導化の成果を加速した。

##### 3.2.2 2回目

1. 申請日：平成 19 年 10 月
2. 加速金額：50 百万円
3. 主な内訳：光学特性評価装置
4. 効果

本装置の導入により、当初計画していた、伝導・対流の抑制だけでなく、輻射の抑制効果を実証する実験までを行い、断熱壁および窓の低熱伝導化という成果の達成に向けて加速した。

##### 3.2.3 3回目

1. 申請日：平成 20 年 11 月
2. 加速金額：90 百万円
3. 主な内訳：ナノ多孔体構造観察・解析装置
4. 効果

これにより、透明性、機械的性質に優れた多孔体を安定して合成できる技術が確立され、超断熱窓材料の開発を著しく加速するとともに、新たなナノ多孔体構造観察技術が開発された。

#### 3.2.4 4回目

1. 申請日：平成 20 年 12 月
2. 加速金額：4 5 百万円
3. 主な内訳： 微小領域組成分析装置、雰囲気制御熱処理装置、温度制御・集光ユニット
4. 効果

これにより、最終目標である赤外反射率 70%以上が 21 年度に前倒しで実現可能となり、伝導・対流だけでなく輻射の抑制効果も付与でき、熱伝導の三要素の全てが抑制された材料開発が促進された。この事により、0.002W/mK という超低熱伝導化が実現され、超断熱壁・壁窓材料の開発を加速した。超断熱壁材や超断熱窓材の開発における早期の実用化国際競争上の優位性を確立できるとともに、早期の実用化が期待できる。

#### 4. 評価に関する事項

NEDO は、国の定める技術評価に係わる指針及び NEDO が定める技術評価実施要領に基づき、技術及び実用化の観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来への波及効果などについて、外部有識者による研究開発の中間評価を平成 21 年度、事後評価を平成 24 年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向、当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すこととする。