

# 「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」

## 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 省エネルギー部
-----	------------------------------------

## —目次—

### 概要

### プロジェクト用語集

#### 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……………5
  - 1.1 NEDOが関与することの意義……………5
  - 1.2 実施の効果(費用対効果)……………5
- 2. 事業の背景・目的・位置づけ……………5

#### II. 研究開発マネジメントについて

- 1. 事業の目標……………6
- 2. 事業の計画内容……………6
  - 2.1 研究開発の内容……………6
  - 2.2 研究開発の実施体制……………10
  - 2.3 研究の運営管理……………10
  - 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……………10
- 3. 情勢変化への対応……………12
- 4. 中間評価結果への対応……………12
- 5. 評価に関する事項……………12

#### III. 研究開発成果について

- 1. 事業全体の成果……………14
- 2. 研究開発項目毎の成果……………15

#### IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

(実用化の見通しについて)

- 1. 実用化・事業化の見通しについて……………17

(添付資料)

- 1. 事前評価関連資料
  - ・新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価報告書
  - ・事前評価書、パブリックコメント
- 2. プロジェクト基本計画
- 3. 住宅産業・窯業関連分野の政策課題解決に向けた技術開発動向調査
- 4. 省エネルギー技術戦略2011(抜粋)

概要

最終更新日

平成25年5月27日

プログラム（又は施策）名	エネルギーイノベーションプログラム						
プロジェクト名	太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発	プロジェクト番号	P11005				
担当推進部/担当者	省エネルギー部 担当者氏名 中江 浩史（H25年1月現在） 省エネルギー部 担当者氏名 石原 寿和（H25年1月現在） 省エネルギー部 担当者氏名 鈴木 信也（H23年9月～H24年9月） 省エネルギー部 担当者氏名 中瀆 良美（H22年9月～H24年4月） エネルギー対策推進部 担当者氏名 田口 俊明（H23年4月～H23年8月） エネルギー対策推進部 担当者氏名 本多 一賀（H22年9月～H23年3月）						
0. 事業の概要	(1) 概要：本事業では、我が国における住宅の省エネルギーを推進するため、そのエネルギー消費の約1/2を占める空調・給湯に着目し、そのエネルギー消費の削減を目指す。具体的には、日本の住宅に適した断熱材、蓄熱建材等の開発を行うと共に、空調や給湯に「太陽熱エネルギー」を効果的に利用するための戸建住宅用太陽熱活用システムを開発する。 (2) 事業規模：総事業費（国費分）11億円予定（助成率2/3以内） (3) 事業期間：平成23年度～27年度（5年間）						
事業の位置付け・必要性について	(1) 事業の位置付け・必要性 家庭部門でのCO2排出量は、日本の温室効果ガス総排出量の約14%を占める（2008年度）。1990年比で産業部門の温室効果ガス排出量が約13%減少した一方、家庭部門は約34%増加（2008年度）しており、2020年に温室効果ガスを1990年比で25%削減するという中期目標を達成するためには、家庭部門における温室効果ガス排出削減、すなわち省エネルギー（家庭部門の温室効果ガス排出は全てエネルギー起源であるため。）のより一層の強化が必要である。また、省エネ住宅・ビルは「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」の中でも重要技術と位置づけられ、また、新成長戦略（2010年6月閣議決定）等の種々の政策の中でその重要性・必要性について言及されている。こうした状況下、家庭部門で活用できる主な自然エネルギーの中で太陽光発電、高効率ヒートポンプ等については、官民共同による技術開発や政府による導入支援策等により、導入量が拡大している。他方、太陽熱利用については、技術開発、導入ともに十分に進んでいるとは言えない状況にある。このため、住宅の更なる省エネルギーに繋がる断熱材、蓄熱材、システム等の太陽熱利用技術に関する研究も推進していく必要がある。また、本事業の開発対象である先進的な部材、システムについては、民間企業の自発的な取組のみでは研究開発の進展が十分に見込まれず、民生分野の抜本的な省エネルギーが進まない恐れがある。よって、当該研究開発を効率的に進めるためには、NEDOが積極的に関与し、企業や専門家と有機的に連携しながら研究開発を進めることが有効である。						
研究開発マネジメントについて							
事業の目標	【最終目標（平成27年度末）】 実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。 【中間目標（平成25年12月末）】 高性能断熱材の開発 現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね1/2（平均熱伝導率 0.01W/m・K）かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度（単位厚みあたり）であり、かつ長期の耐久性（30年相当）のある製品の商品化に目処をつける。 高機能パッシブ蓄熱建材の開発 蓄熱性能を有した状態を長期（30年相当）維持可能な蓄熱建材の製造技術を確認（厚さ 15mm）し、モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを20%程度削減する。 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発 住宅の現行省エネ基準（平成11年度基準）に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発する。						
事業の計画内容	主な実施事項	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
	高性能断熱材の開発	実施	実施	実施			
	高機能パッシブ蓄熱建材の開発	実施	実施	実施			
	戸建住宅用太陽熱活用システムの開発	実施	実施	実施			

	実証				実施	実施	
	会計・勘定	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
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)  契約種類: をつける (委託( )助成( )共同研究(負担率( )))	一般会計						
	特別会計(需給)	111	503	200	300	110	1224
	加速予算(成果普及費を含む)						
	総予算額	111	503	200	300	110	1224
	(委託)						
	(助成) :助成率2/3 (共同研究) :負担率 /						
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	なし					
	助成先	高性能断熱材の開発 旭有機材工業(株) (株)LIXIL 住設・建材カンパニー (平成24年度~平成25年度) 高機能パッシブ蓄熱建材の開発 大建工業(株) 三木理研工業(株) 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発 OMSolar(株) (株)システック環境研究所 丸七ホーム(株) (株)GF技研(平成23年度~平成24年度) (株)ミサワホーム総合研究所 (株)LIXIL 電器設備カンパニー (株)アースクリーン東北 三井ホーム(株)(平成23年度~平成24年度) 特記のないものは平成23年度~平成25年度実施					
情勢変化への対応	なし						
中間評価結果への対応	(中間評価を実施した事業のみ)						
評価に関する事項	事前評価	平成22年度実施	METI 担当課 製造産業局住宅産業窯業建材課 NEDO 担当部 エネルギー対策推進部				
	中間評価	平成25年度 中間評価実施					
	事後評価	平成28年度 事後評価実施予定					
研究開発成果について	本事業により、平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性がある。また、本研究開発成果が実用化され、太陽熱エネルギー活用型住宅の普及が拡大されると、2030年におけるCO2削減効果は約26.5トン/年となる。また、市場創成効果は累積で約170億円/年規模が期待される。						
	投稿論文	「査読付き」5件、「その他」0件					
	特許	「出願済」5件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0件)					

	その他の外部発表 (プレス発表等)	2件
・実用化・事業化の見通しについて	<p>これまでも、断熱材や蓄熱材の開発は行われており、高い性能を実現した技術もあるが、建築現場での施工性や価格、寿命等の課題があり、一部の普及に留まっている。本研究開発は、こうした課題を解決することを目指した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムの開発であり、その実用化は研究開発終了後できるだけ速やかに行なわれ、太陽熱活用システムの実住宅での評価と連動して事業化が促進される見込みである。</p>	
・基本計画に関する事項	作成時期	平成23年8月 作成
	変更履歴	なし

## プロジェクト用語集

### ・太陽熱エネルギー活用型住宅

既存住宅・新築住宅を問わず太陽熱エネルギーの有効活用に寄与することのできる材料と戸建住宅用太陽熱活用システムを装備した住宅

### ・高性能断熱材

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね $1/2$ (平均熱伝導率 $\leq 0.01\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度(単位厚みあたり)であり、かつ長期の耐久性(30年相当)のある製品

### ・高機能パッシブ蓄熱建材

蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材(厚さ $\leq 15\text{mm}$ )であり、モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを20%程度削減できる製品

## 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

本事業は、近年、エネルギー消費の増加傾向が続いている家庭部門において、我が国で活用が進んでいない太陽熱エネルギー等を利用し省エネ及び CO2 排出削減を達成することを目的とした技術開発であり、省エネ及び地球温暖化対策という国家的要請に的確に対応するものである。また、住宅は一般的な工業製品と比較し長期の使用が見込まれることから、性能の長期耐久性等を技術開発目標に据える等、民間事業者のみで負うにはリスクの高い技術開発事業となっており、民間企業の自発的な取り組みだけでは十分に研究開発が進展しないおそれがある。よって、国が積極的に関与することが重要である。

#### 1.2 実施の効果(費用対効果)

家庭部門における省エネ及び CO2 排出削減が可能となるだけではなく室温平準化による電力のピークカット効果等も期待できることや、システム化した製品としてだけではなく部材(断熱材等)毎での製品化も可能であることから汎用性もあり、投入コスト以上の効果が期待できると判断する。また、本事業は、NEDO がプロジェクト管理を行うことにより、事業の効率性の最大化を図ることが可能なスキームとなっている。

### 2. 事業の背景・目的・位置づけ

家庭部門での CO2 排出量は、日本の温室効果ガス総排出量の約 14%を占め、1990 年比で産業部門の CO2 排出量が約 13%減少した一方、家庭部門の CO2 排出量は約 34%増加している状況(2008 年度)。このため、2020 年に温室効果ガスを 1990 年比で 25%削減するという中期目標を達成するためには、家庭部門における CO2 排出削減のより一層の強化が必要。これまでの家庭部門の省エネ化に向けた研究開発としては、機器・設備の省エネ化が中心として取り組まれており、ここ最近では、家庭部門で活用できる主な再生可能エネルギーのうち「太陽光発電」について、官民共同による研究開発が活発化している。また、政府による導入支援策等により、導入量も拡大している。他方、「太陽熱利用機器」については、「太陽光発電」同様、導入の拡大が進んでいるドイツとは対照的に、我が国の導入量は横ばいないしは減少傾向となっている。世界全体で見ても「太陽熱利用機器」の導入量が増加傾向にある中、新成長戦略に掲げる「環境・エネルギー大国」を目指す我が国がその流れに取り残されている状況。このため、我が国の家庭部門の省エネ化に向け太陽熱エネルギーを活用することは非常に有効な手段の一つとなるが、太陽熱エネルギーは場所的・時間的に偏在することから、現状有効活用が図られていない。よって、本事業では熱エネルギーのコントロール(住宅内に効率的に取り込み、蓄熱し、暖房等に有効活用)を可能とする部材等及びこれらを効果的に用いた住宅の研究開発を行うことで、我が国の住宅における太陽熱利用への訴求力を高め、導入を促進することで、家庭部門における CO2 排出削減を図る。

## II. 研究開発マネジメントについて

### 1. 事業の目標

#### (i) 目標

これまで、断熱材や蓄熱建材の開発は行われており、高い性能を実現した技術もあるが、建築現場での施工性や価格、寿命や品質保証等の課題があり、一部の普及にとどまっている。本研究開発では、こうした課題を解決することで、既存住宅・新築住宅を問わず太陽熱エネルギーの有効活用に寄与することのできる材料と住宅システムとして統合するための技術を開発することを目標とする。

#### 【最終目標】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

#### 【中間目標】

平成25年度12月末に、以下の目標を達成する。

#### (1) 高性能断熱材の開発

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね1/2(平均熱伝導率 $\leq 0.01\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度(単位厚みあたり)であり、かつ長期の耐久性(30年相当)のある製品の商品化に目処をつける。

#### (2) 高機能パッシブ蓄熱建材の開発

蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立(厚さ $\leq 15\text{mm}$ )し、モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを20%程度削減する。

#### (3) 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発

住宅の現行省エネ基準(平成11年度基準)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発する。

### 2. 事業の計画内容

#### 2.1 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、下記の研究開発を実施する。

- ① 高性能断熱材の開発
- ② 高機能パッシブ蓄熱建材の開発
- ③ 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発
- ④ 太陽熱活用システムの実住宅での評価

#### 研究開発項目①「高性能断熱材の開発」

##### 1. 研究開発の必要性

既築住宅は、柱の厚さ(断熱材等を収納する部分)等に制約があり、現行の断熱材では、将来的に断熱性能に係る住宅の現行省エネ基準(平成11年度基準)が引き上げられた場合、基準達成が困難となる可能性が高い。また、新築住宅についても、居住空間の確保等が優先され、現行基準は満足



しても、将来的に十分な断熱性能を確保できなくなることも想定されうる。新成長戦略に掲げる「良質な住宅ストックの形成」を図る観点からも、住宅の年代を問わず、時代に則した断熱性能を確保可能な部材が求められている。

## 2. 研究開発の具体的内容

### (1) 長寿命・高性能断熱材の開発

以下の性能を有する断熱材の開発を行う。

- ・高断熱性能(既存の住宅用断熱材の熱伝導率:最大0.02W/m・K程度を概ね1/2に低減)
- ・長期断熱性能(30年相当)

### (2) 製造技術の開発

住宅用建材として普及する価格を実現するための技術開発等を行う。

## 3. 達成目標

### 【中間目標】

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね1/2(平均熱伝導率 $\leq 0.01\text{W/m}\cdot\text{K}$ )かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度(単位厚みあたり)であり、かつ長期の耐久性(30年相当)のある製品の商品化に目処をつける。

### 【最終目標(研究開発項目④において実施)】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

## 研究開発項目②「高機能パッシブ蓄熱建材の開発」

### 1. 研究開発の必要性

暖房等の空調エネルギーを効果的に削減するためには、例えば、太陽熱エネルギーを日の当たる時間帯にできるだけ蓄熱し、日の当たらない時間帯に適切な温度でできるだけ長時間放熱する必要があり、そのための高機能パッシブ蓄熱建材が求められている。

### 2. 研究開発の具体的内容

太陽熱を直接住宅に取り込み活用するためには、基本的な蓄熱性能はもとより、既存住宅を含めて、住宅部材として幅広く適用できることが重要である。

そこで本技術開発では、目標とする省エネルギー効果を考慮した上で、蓄熱性能を有した状態を長期に維持可能でかつ、施工し易い厚さとなるような蓄熱建材の製造技術の確立を行う。

### 3. 達成目標

### 【中間目標】

(1)蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立(厚さ $\leq 15$  mm)

(2)モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを一次エネルギー換算で20%程度削減する。

### 【最終目標(研究開発項目④において実施)】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

### 研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」

#### 1. 研究開発の必要性

太陽熱エネルギーを窓から直接取り込み活用するパッシブ型の太陽熱利用でも空調・給湯エネルギーの削減が期待できるが、集熱装置等で太陽熱エネルギーをより積極的に取り入れ、空調・給湯に活用することで、空調・給湯エネルギーの更なる削減の可能性がある。また、今後の住宅においては限られた屋根面積の中で、太陽光発電システムとも効果的に融合できることが重要となる。本技術開発ではこのような視点から太陽熱エネルギーをより積極的に取り入れて、空調・給湯に活用するためシステムの開発を行う。

#### 2. 研究開発の具体的内容

例えば以下の技術開発を組み合わせることで戸建住宅用太陽熱活用システムを実現するための開発を行う。

##### (1)太陽光発電装置と効果的に融合させた太陽熱集熱モジュールの開発

太陽光発電と併設した場合でも太陽熱エネルギーをより効果的に集熱し、屋内に取り込むための技術開発を行う。

##### (2)太陽熱利用空調・給湯システムの開発

太陽熱を直接的に使う暖房に加えて、太陽熱をデシカントの再生熱源として活用するシステムや、冷房システム、更には、夜間や雨天時を想定して、蓄熱やヒートポンプシステムを効果的に組み合わせることで空調・給湯を行うシステムを開発する。

##### (3)熱輸送効率・蓄熱効率の向上技術の開発

屋根で集熱を行い、建物内に送る際に放熱によるロスが発生する。また、輸送された熱を蓄熱建材に蓄熱する際にもロスが発生する。これらのロスを軽減させるための技術開発を行う。

#### 3. 達成目標

### 【中間目標】

住宅の現行省エネ基準(平成11年度)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発する。

### 【最終目標(研究開発項目④において実施)】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

### 研究開発項目④「太陽熱活用システムの実住宅での評価」

#### 1. 研究開発の必要性

開発する高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを幅広く実用化していくためには、実際の住宅に組み込み、各要素技術を効果的に融合させ、省エネルギー効果を検証する必要がある。

#### 2. 研究開発の具体的内容

開発する高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを効果的に組み込むための実験住宅を設計し、シミュレーション等により効果を検証した上で、適切な設計変更を加える。その後、実験住宅を建築し、各要素技術の省エネルギー効果と住宅全体での省エネルギー効果を測定し、経済性も含め評価・検証するとともに、多様な住まいと住まい方の提案等も行うものとする。

#### 3. 達成目標

##### 【最終目標】

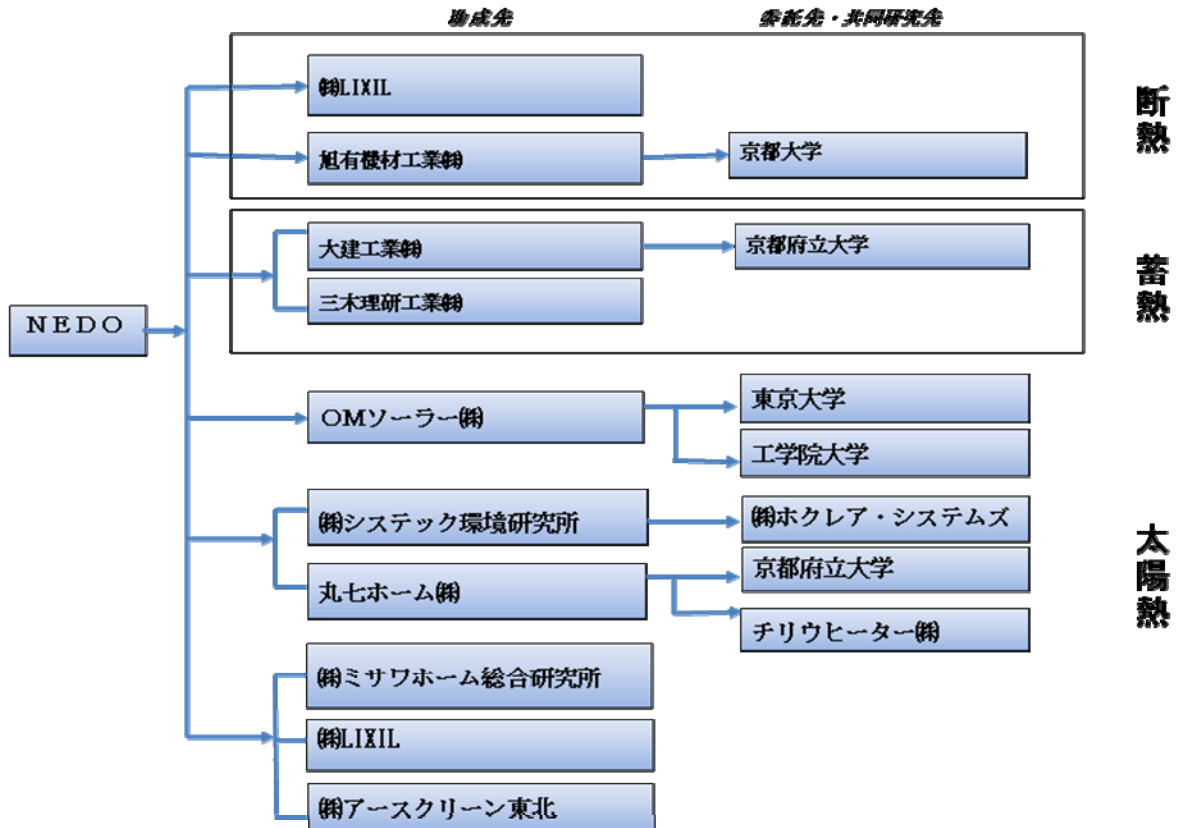
平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

## 2.2 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが、原則本邦の企業、大学等の研究機関(原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等(大学、研究機関を含む)の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。)から、公募によって研究開発実施者を選定し助成(助成率2/3以内)により実施する。

平成23年度と平成24年度に公募を実施し、研究開発実施者を選定した。

平成25年度の研究開発実施体制は以下の通りである。



## 2.3 研究開発の運営管理

本研究開発においては、NEDOが経済産業省及び研究開発実施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する。具体的には、公募を行い、研究開発目標達成に向けた最適な実施体制を構築する。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、必要に応じてアドバイザーを置き、効果的な研究開発を実施する。更に、この分野の外部有識者の意見を運営に反映させ、各研究テーマの研究進捗把握、テーマ間の情報共有、技術連携等のマネジメントを行う。また、事業実施中または終了後、適切なタイミングで成果報告会等を行ない、太陽熱エネルギー活用型住宅の実用化、普及の促進に努める。

研究開発のマネジメントに関して以下を実施した

#### ・研究開発体制の変更

平成23年8月 公募開始、10月採択決定、11月研究開発に着手

平成24年4月 実施体制を強化するため断熱と蓄熱の事業を追加公募

6月断熱材について1テーマを採択決定・研究開発に着手

平成25年2月 事業の中間評価のためステージゲート審査を実施し、中間目標の達成度等の観点での審査により8テーマのうち2テーマを中止

平成25年6月 プロジェクトとしての中間評価

#### ・技術委員会による事業者への助言

NEDO 主催の「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」技術委員会開催

(平成24年1月、2月、5月、9月)

外部有識者の意見をプロジェクト運営管理に反映

委員長 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所 部長 鈴木 大隆

委員 東海大学 名誉教授 田中 俊六

委員 熊本大学 教授 富村 寿夫

委員 工学院大学 教授 建築家 中村 勉 (中村勉総合計画事務所 所長)

委員 住環境計画研究所 最高顧問研究員 村越 千春

反映内容 (1)技術開発内容の変更等

(2)技術開発成果の導入シナリオへの助言

#### ・事業者間の情報交換会

プロジェクト実施者間の情報交換を促進し、技術開発を加速(平成25年6月)

#### ・事業としての評価実施(ステージゲート審査)

NEDO 主催の個別テーマを評価する「評価委員会」開催(平成25年2月)

外部有識者

前記技術委員会の委員5名に以下の2名の NEDO 技術委員を加えて構成した。

三菱総合研究所 主席研究員 北田 貴義

建材試験センター 中央試験所長 常務理事 黒木 勝一

反映内容

審査基準を技術水準(技術の独自性・優位性)、研究開発マネジメント、研究開発成果、今後の研究開発の計画の妥当性、実用化・事業化の見通しについて審議した結果、

8テーマから6テーマを選抜。

## 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

#### ・調査事業の実施と報告書の公開

太陽熱活用型住宅の技術開発に係る市場動向や技術の有効活用に関する検討を委託事業で実

施し、研究開発成果の実用化・事業化に向けた情報提供とした。

平成23年度

太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発に係る開発動向及び市場動向に関する検討

平成24年度

太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発に係る技術の有効活用に関する検討

3. 情勢変化への対応

なし

4. 中間評価結果への対応

なし

## 5. 評価に関する事項

### 【事前評価】

#### ①評価の実施時期

実施年度 平成 22 年度(平成 22 年 7 月)

#### ②評価手法

第三者評価

#### ③評価事務局

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課

#### ④評価項目・基準

評価項目 事業目的政策的位置づけの妥当性

基準 経済産業省技術評価指針

#### ⑤評価委員

田辺新一 早稲田大学 理工学術院創造理工学部建築学科 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

村上周三 独立行政法人建築研究所 理事長

渡部俊也 東京大学 先端科学技術開発センター 資源環境エネルギー政策 教授

### Ⅲ. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

目 標	研究開発成果	達成度
<p>①高性能断熱材の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高断熱性能(既存の住宅用断熱材の熱伝導率:最大0.02W/m・K程度を概ね1/2に低減)</li> <li>・長期断熱性能(30年相当)</li> </ul>	<p>高断熱性能(既存の住宅用断熱材の熱伝導率:最大0.02W/m・K程度を概ね1/2に低減)</p> <p>長期断熱性能(30年相当)</p>	<p>平成 25 年度達成見込み</p> <p>平成 25 年度末達成見込み</p>
<p>②高機能パッシブ蓄熱建材の開発</p> <p>(1)蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立(厚さ≤15mm)</p> <p>(2)モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを一次エネルギー換算で20%程度削減する。</p>	<p>蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立(厚さ≤15mm)</p> <p>モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを一次エネルギー換算で20%程度削減する。</p>	<p>平成 25 年度末達成見込み</p> <p>平成 25 年度末達成見込み</p>
<p>③戸建住宅用太陽熱活用システムの開発</p> <p>住宅の現行省エネ基準(平成11年度)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる。</p>	<p>住宅の現行省エネ基準(平成11年度)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減</p>	<p>平成 25 年度末達成見込み</p>
<p>④太陽熱活用システムの実住宅での評価</p>	<p>平成 26 年度以降に実施</p>	

本研究開発成果が実用化され、太陽熱エネルギー活用型住宅の普及が拡大されると、2030年におけるCO2削減効果は約26.5トン/年となる。また、市場創成効果は累積で約170億円/年規模が期待される。



## 2.研究開発項目毎の成果

### 研究開発項目①「高性能断熱材の開発」

#### (a)VIP複合断熱パネルに関する研究開発

真空断熱材を用いた複合断熱パネルの実物大試作を行い、断熱性に関する中間目標値達成に目処をつけた。また、断熱性能の寿命予測に活用可能な熱伝導解析モデルのプロトタイプを作成した。

#### (b)高耐久超断熱材に関する研究開発

平成24年度からプロジェクトに参画し、ナノ多孔体セラミックス粒子をコア材とする真空断熱材の革新的連続生産プロセス確立のため、粒子封入等の各種要素技術について検討を行い、一部のプロセスについて試作装置の設計と製作を行った。また、使用環境を想定した長期耐久性の検証方法を考案し、耐久性促進試験や想定条件確認のためのシミュレーションを実施し、封止フィルムのガス透過メカニズムなどの評価・検討を行った。

### 研究開発項目②「高機能パッシブ蓄熱建材の開発」

#### (a)潜熱蓄熱建材に関する研究開発

潜熱蓄熱材のマイクロカプセルについては、熱耐久性の高い組成を確立した。また、連続生産プロセスによるスケールアップ実験を実施し、前記組成での連続生産が可能なことを確認した。

潜熱蓄熱建材については、暖房負荷削減効果について、次世代省エネ基準の環境で20%という中間目標を数値計算で確認するとともに、12mm厚さの建材を実物大で試作し、実験棟においても確認した。また製造時の歩留まり及びVOC放散量についても今年度までの計画目標を達成した。

### 研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」

#### (a)太陽熱フル活用型暖房・冷房・給湯・マネジメントシステムに関する研究開発

集熱部、除湿冷却部の基礎実験を重ねることで開発仕様を検討し、冬季朝室温の改善等の仕様案を開発した。実験棟3棟を準備し、それぞれの断熱気密性能が同じことを実測で確認した上で、各棟に集熱システム等を取り付け、現行仕様と開発仕様について冬期のシステム評価を行った。

集熱温度、冬季朝室温、冷房能力等を確認し、今年度までの計画目標を達成した。

#### (b)全館空調方式戸建住宅の太陽熱利用に関する研究開発

実証住宅へのパッシブ・アクティブソーラーシステムの導入検討(集熱部位、蓄熱部位、制御)を行い、建設に着手した。

シミュレーションにより、平成11年度次世代省エネ基準の住宅に比べてLow-eガラス仕様のモデルで約62%の暖房負荷削減結果を得た。同時に、設計法及び設計ツールの開発、試作を行い、全館空調方式パッシブ・アクティブソーラーシステムにより、今年度までの計画目標を達成した。

#### (c)太陽光電熱出力フル利用による給湯・空調効果に関する研究開発

500リットル大容量蓄熱槽の試作及び発電・給湯暖房システムを試作し、モデルハウスでの実証試験を行って、冬期の省エネ率として約50%を確認した。水蒸発利用冷却器及び冷房機を試作し、7度の冷却効果を確認した。

#### (d)住宅における太陽エネルギー利用拡大技術に関する研究開発

試作した各システム(カスケードソーラーシステム・デシカントシステム・蓄冷ユニット)の個別での評価を行うとともに、実験棟を建設して、そこへ設置した。試作システムの通年実測を開始し、シミュ

レーションとの差異を評価した。

これらにより、今年度までの計画目標を達成した。

(e)「潜熱蓄熱材利用ダブルスキン・パッシブ換気システムによる太陽熱搬送システムに関する技術開発

給湯利用・空調利用潜熱蓄熱壁試作システム及びパッシブ換気システムを実験棟に設置し、各要素技術検証のための測定を実施した。測定データの解析結果を基にシミュレーションによる効果予測を行い、エネルギー消費量削減の今年度までの計画目標を達成した。

## IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

### 1. 実用化・事業化に向けての見通し

これまでも、断熱材や蓄熱材の開発は行われており、高い性能を実現した技術もあるが、建築現場での施工性や価格、寿命等の課題があり、一部の普及に留まっている。本研究開発は、こうした課題を解決することを目指した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムの開発であり、その実用化は研究開発終了後できるだけ速やかに行なわれ、太陽熱活用システムの実住宅での評価と連動して事業化が促進される見込みである。

本事業における「実用化」と「事業化」の定義

「実用化」とは、本プロジェクトの目標性能を達成し、当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されること。

「事業化」とは、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること。

#### 研究開発項目①「高性能断熱材の開発」

住宅及びビル向けの内装リフォーム用断熱材として実用化・事業化が展開できる見通しである。

#### 研究開発項目②「高機能パッシブ蓄熱建材の開発」

住宅用途の建材として内装仕上材及び内装下地材として商品化を進める他、産業用としても用途展開を進める見通しである。

#### 研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」

##### (a) 太陽熱フル活用型暖房・冷房・給湯・マネジメントシステムに関する研究開発

現行の空気式集熱システムをベースにして、太陽熱をフル活用する新技術を総合して、暖房・冷房・給湯エネルギー75%削減を目指す商品として事業化できる見通しである。

##### (b) 全館空調方式戸建住宅の太陽熱利用に関する研究開発

太陽光発電より効率の良い太陽熱温水を利用し、給湯費用を1/2以下、さらに暖房に温水を利用し暖房費用の削減を図るシステムとして事業化できる見通しである。

##### (c) 住宅における太陽エネルギー利用拡大技術に関する研究開発

「太陽熱利用涼空間住宅」として、販売できる見通しである。

### 2. 実用化・事業化に向けての取り組み

#### 研究開発項目①「高性能断熱材の開発」

自社商品および設備機器製造メーカーに対してのサンプル提供等に取り組む計画である。

**研究開発項目②「高機能パッシブ蓄熱建材の開発」**

住宅メーカー等に対してのサンプル提供等に取り組む計画である。

**研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」**

(a)太陽熱フル活用型暖房・冷房・給湯・マネジメントシステムに関する研究開発  
既存の販売店ネットワークを生かして販売する取り組みを進める。

(b)全館空調方式戸建住宅の太陽熱利用に関する研究開発  
FHA(全国の工務店ネットワーク)を通じた、設計施工技術の共有化や、FHA による、全国のモデルハウスへの導入、及び普及・展開等に取り組んでいく。

(c)住宅における太陽エネルギー利用拡大技術に関する研究開発  
当初ミサワホームにおいての試行販売期間の後、正式販売に取り組んでいく。ミサワホームでの販売の他に、一般向けの販売として、カスケードソーラーシステム、太陽熱利用デシカントシステムの販売にも取り組んでいく。

## 添付資料

1. 事前評価関連資料
  - ・新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価報告書
  - ・事前評価書、パブリックコメント
2. プロジェクト基本計画
3. 住宅産業・窯業関連分野の政策課題解決に向けた技術開発動向調査
4. 省エネルギー技術戦略2011(抜粋)

新規研究開発事業  
「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」  
に関する事前評価報告書

平成22年7月  
産業構造審議会産業技術分科会  
評価小委員会

## はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日、内閣総理大臣決定)等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」(平成21年3月31日改正)を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

今回の評価は、「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」の事前評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる、新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価検討会委員が事前評価を実施した。

今般、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会(小委員長:平澤 冷 東京大学名誉教授)に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成22年7月  
産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

## 目 次

はじめに .....	1
産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会委員名簿 .....	3
新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」 に関する事前評価検討会委員名 .....	4
新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」 に関する事前評価審議経過 .....	5
事前評価報告書概要 .....	6
第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業 「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」の概要 .....	7
第2章 評価結果 .....	12
第3章 評価小委員会委員からのコメント .....	15



産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会  
委員名簿

委員長	平 澤 冷	東京大学名誉教授
	池 村 淑 道	長浜バイオ大学バイオサイエンス学部教授
	大 島 ま り	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太 田 健一郎	横浜国立大学大学院工学研究院教授
	菊 池 純 一	青山学院大学法学部長・大学院法学研究科長
	小 林 直 人	早稲田大学研究戦略センター教授
	鈴 木 潤	政策研究大学院大学教授
	富 田 房 男	北海道大学名誉教授
	中小路 久美代	株式会社S R A先端技術研究所 リサーチディレクター
	森 俊 介	東京理科大学理工学部経営工学科教授
	吉 本 陽 子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部主任研究員

(委員敬称略、委員長除き五十音順)

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価  
委員名簿

田辺 新一	早稲田大学 理工学術院創造理工学部建築学科 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
村上 周三	独立行政法人建築研究所 理事長
渡部 俊也	東京大学 先端科学技術研究センター 資源環境工材研 <sup>*</sup> -政策 教授

(敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課

## 新規研究開発事業「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価 審議経過

事前評価に関する説明を個々に実施（平成22年5月26日～6月1日）

- ・評価の方法等について
- ・技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要並びに創設の妥当性について
- ・評価の進め方について

事前評価検討会委員を個別訪問し、上記3つの項目について説明を行った後、ヒアリング及びメールレビューにて評価報告書(案)の審議を実施。

第32回産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成22年7月7日）

- ・事前評価報告書(案)について（包括審議）

## 事前評価報告書概要

新規研究開発事業	太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発
技術に関する施策名	
事業推進課	製造産業局住宅産業窯業建材課
<p><u>技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要</u></p> <p>我が国の温室効果ガス排出削減目標である2020年に1990年比25%削減を達成するためには、家庭部門における温室効果ガス排出量を削減ことが必要不可欠。この目標の達成のため、今後、新築住宅の省エネ基準の適合義務化に関する検討が行われる予定であり、将来的には省エネ基準の引き上げもあり得る。</p> <p>また、既築住宅についても、2020年に向けて断熱改修を強力に推進することが必要。これらを推進するため、更なる省エネを可能とする新たな部材・システムの開発が必要であり、本事業では、次の技術開発を行う。</p> <p style="padding-left: 2em;">グラスウールの2倍程度の断熱性を有する高性能断熱材          自律的調光機能を有する窓ガラス（サーモクロミックガラス）          吸放熱速度が最適で、かつ、高い流動性を有する高性能蓄熱材          これらを効果的に組み合わせた、住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用するシステム</p>	
<p><u>評価概要</u></p> <p><u>1．事業の目的・政策的位置付け（新規研究開発事業の創設）の妥当性</u></p> <p>住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用する視点は重要である。</p> <p>個別要素でみると、高性能断熱材については、市場投入されれば家庭部門の省エネの促進に資すると同時に、より広がりのある居住空間の確保も可能となるのではないかと。自律的調光機能を有する窓ガラスについては、住宅全体に占める開口部の熱エネルギーの出入りの割合が大きいことを考えれば、冷暖房負荷の軽減に繋がるのではないかと。ただし、サーモクロミック技術を導入することが、市場ニーズとマッチングしているかどうか精査する必要がある。</p> <p><u>2．今後の新規研究開発事業の実施に向けての提言</u></p> <p>事業実施に向けて、以下の要素についても考慮すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1．技術開発内容が、既築住宅にも適用できる技術であるかどうか。</li> <li>2．技術開発内容が、技術開発後の製品化そして普及まで視野に入っているものであるかどうか。</li> <li>3．技術開発内容が、耐久性、施工性、メンテナンス性に優れているかどうか。</li> <li>4．技術開発内容が、オーバーヒート対策、結露対策、人体への影響が考慮されているかどうか。</li> </ol>	

# 第1章 技術に関する施策及び新規研究開発事業 「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」の概要

## 1. 技術に関する施策の概要

地球環境を守るための温暖化対策は喫緊の課題であり、また、我が国における重要課題の1つでもある。「民生部門」は、我が国のエネルギー消費量の約1/3を占め、産業部門及び運輸部門と比較して高い伸び率(1990年度 2008年度:約1.3倍の伸び率)を呈しており、我が国が温室効果ガス削減に関する中期目標を達成するためには、民生部門における抜本的な省エネルギー対策が必要である。また、このような地球温暖化対策や環境制約の高まりに対し、我が国の住宅・建材関連産業が着実に対応し、併せて国民生活に必要な不可欠な良好な住環境を形成・提供することが求められる。

民生部門の更なる省エネルギー対策の推進のためには、家電等の機器の省エネルギー性能の向上や住宅・建築物全体でのエネルギー最適利用のほか、断熱性能の向上や太陽熱等の自然エネルギーの有効活用による、住宅全体での省エネ性と快適性を向上させる取組が必要である。

本施策では、先進的な「省エネ」に資する部材等に関する研究開発を推進することにより実用化を加速し、2020年に温室効果ガスの25%削減の目指す我が国の中期目標の達成に貢献するとともに、長期に安全な住環境の提供に貢献するものである。

## 2. 新規研究開発事業の概要

グラスウールの2倍程度の断熱性を有する高性能断熱材、自律的調光機能を有する窓ガラス(サーモクロミックガラス)、吸放熱速度が最適で、かつ、流動性の高い高性能蓄熱材を開発し、それらを効果的に組み合わせ、住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用するシステムの開発。

## 3. 事業の目的・政策的位置付け(新規研究開発事業の創設)の妥当性

- ・当省としては、昭和55年度開始のプロジェクト「ハウス55」以降、住宅産業及び建材分野における研究開発事業を推進してきたところである。これは、安価で優良な住宅の普及を目指し、住宅不足の解消、国民生活の質の向上等の目的に関し、国として技術開発等の事業を推進してきたものである。
- ・その結果、住環境の整備は一定の成果を収めているが、地球温暖化対策への対応に関し、我が国の民生分野は今後の一層の対策を強化が求められるセクターであり、産学官一体となって取り組む課題である。
- ・また、我が国は温暖化対策に関する中期目標として「2020年度における温室効果ガス排出量を1990年度から25%削減」を掲げたところであり、今後、目標達成のため、住宅等の省エネ基準の適合義務化に関する検討が行われる予定である。こうした状

況下、住宅・建築物の更なる省エネ・低炭素化に繋がる部材・システムに関する研究をあわせて推進していく必要がある。

- ・本事業の開発対象である先進的な部材・システムについては、民間企業の自発的な取り組みのみでは研究開発の進展が十分に見込まれず、民生分野の抜本的な省エネ及び低炭素化が進まないおそれがある。また、短期間で一定の成果を得るためには、多額の研究開発資金が必要であり、市場機能の活用のみでは十分な研究開発及び普及を図ることは困難である。
- ・よって、当該研究開発を効率的に進めるためには、国が本施策に積極的に関与し、当該技術に関連する企業や専門家と有機的に連携しながら研究開発を進めることが有効である。そして、これら研究開発の成果を産業界に広く展開し、民生分野における抜本的な省エネ及び低炭素化に対する施策を図ることが最も効果的である。
- ・なお、建材・部材（建築材料）の改善・調整等に関する事務の所掌は経済産業省の専管となっており、当該分野に関する技術開発は経済産業省が実施すべき事業である。また、省内の他課室で実施中の事業内容と比較し、今回の新規要求事業と重複が無いことを確認している。
- ・一方、「建材や住宅等の省エネ・低炭素化対策に関する研究等にも適用可能」という広い観点で類似する事業を挙げると、他省庁事業も含め、以下の事業を確認している。

#### 経済産業省

##### マルチセラミック膜新断熱材料の開発

住宅及びビル等の大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁及び窓材料を開発する。概要は下表のとおり。

セラミックのナノ多孔体構造やポリマー複合体化構造等からなるマルチセラミック膜アセンブリ技術により、住宅やビル等の冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱材料を開発する。
--

N E D O 事業
------------

研究開発期間：2007年度～2011年度
----------------------

#### 国土交通省

##### 住宅・建築関連先導技術開発助成事業

環境問題等の急務の課題に対応するため、住宅・建築に関する先導的技術の開発と実用化に対する支援事業。概要は下表のとおり。

住宅及び建築物に関して緊急に対応すべき政策課題を対象に公募を行い、先導的技術の開発と実用化を行う民間事業者等に対して国が支援する。公募対象テーマの1つに「住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発」が掲げられている。
--

事業開始年度：2005年度
---------------

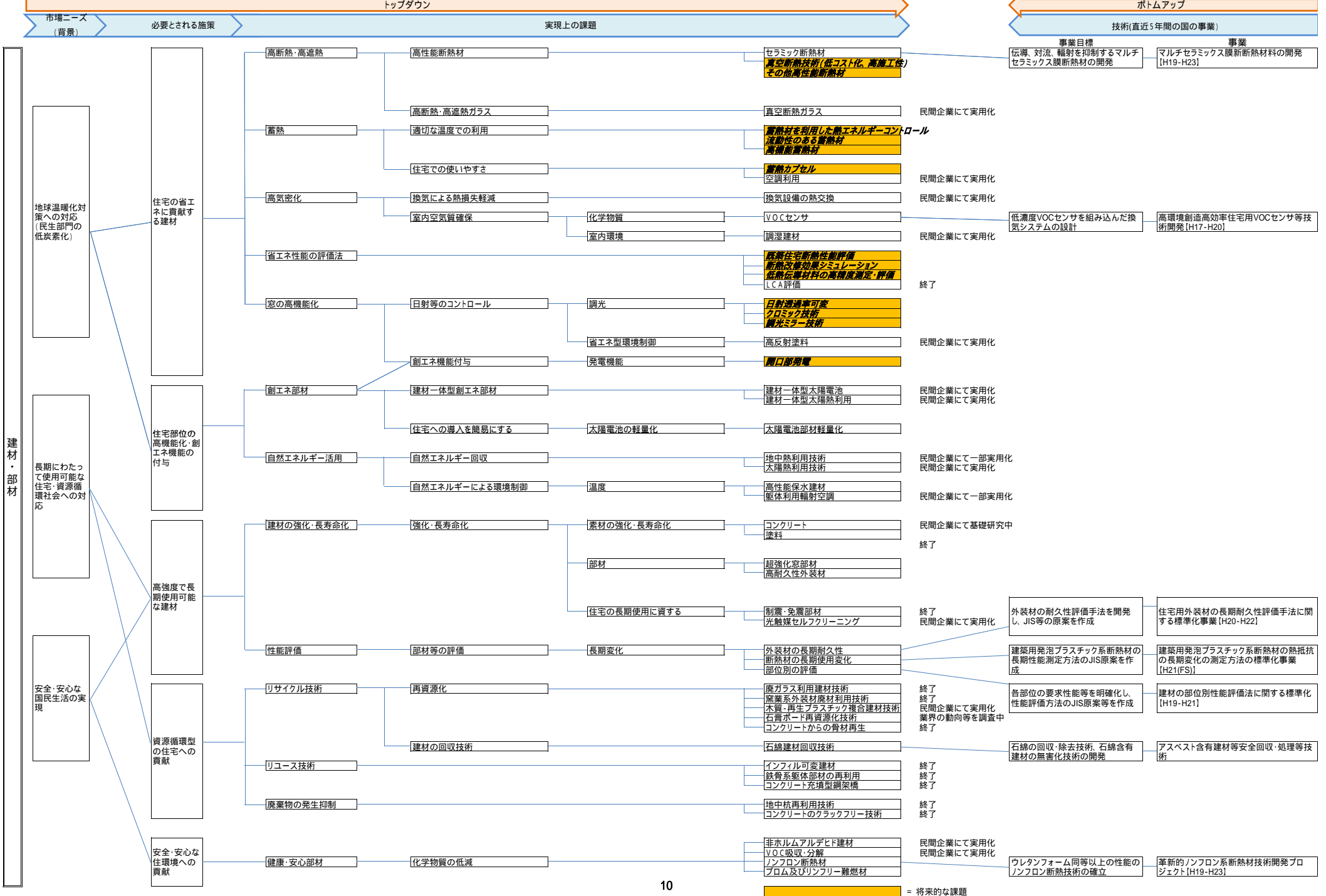
補助率：1/2以内
-----------

補助金額：1.8億円/年・件以内
------------------

技術開発期間：最長3年間
--------------

- 4 . 新規研究開発事業を位置付けた技術施策体系図  
技術施策体系図（ロジックツリー、ロジックモデル）を参照。

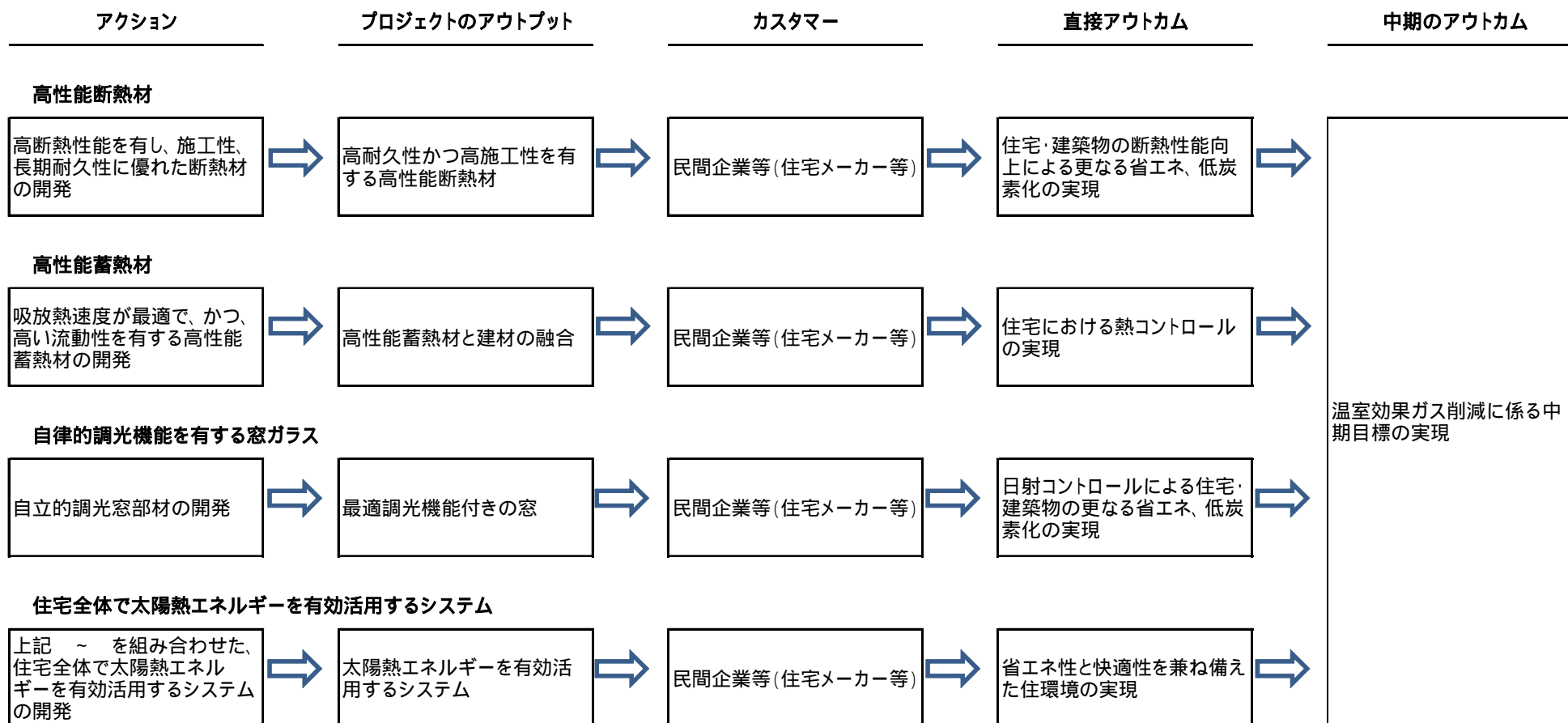
建材・部材関連施策の構造(ロジックツリー)





## 建材・部材関連施策(ロジックモデル)

### 太陽熱エネルギー活用型住宅システムの開発



## 第2章 評価結果

### (1) 事業の目的・政策的位置付け(新規研究開発事業の創設)の妥当性

#### (総括)

住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用する視点は重要である。

個別要素で見ると、高性能断熱材については、市場投入されれば家庭部門の省エネの促進に資すると同時に、より広がりのある居住空間の確保も可能となるのではないかと考えられる。自律的調光機能を有する窓ガラスについては、住宅全体に占める開口部の熱エネルギーの出入りの割合が大きいことを考えれば、冷暖房負荷の軽減に繋がるのではないかと考えられる。ただし、サーモクロミック技術を導入することが、市場ニーズとマッチングしているかどうか精査する必要がある。

#### 【肯定的意見】

##### 断熱材について

普及している断熱材よりも断熱性能の高い断熱材の技術開発に取り組むことは、家庭部門における省エネを促進する上で重要。民間企業による技術開発やその普及を強化するために、国が積極的に関与し民間企業や研究者等の連携を図りながら取り組んでいくべき課題であると考えられる。

また、このような断熱材が市場投入されれば、住宅の断熱部分を薄くすることが可能となり、より広がりのある居住空間を確保できる。このような取組は、国の技術開発の対象として進めていくべきものと考えられる。特に都市部においては、この空間確保を金銭に見積もれば、かなり大きな金額になると考えられる。

##### 窓について

太陽光による熱を夏季には遮蔽し冬季には取得することを窓自体が自律的に行う技術が確立することができれば、冷暖房負荷の軽減に繋がるとともに住み手にとっての快適性が確保できるのではないかと考えられる。このような一定の相転移温度によって日射取得を変化できる技術シーズを例えば塗料技術にも活かすことができれば、将来的には我が国から海外に展開できる技術として、産業政策上、育成する価値のあるものになる可能性を有しているものと考えられる。

##### 太陽熱利用について

住宅における太陽熱エネルギー利用は重要な視点であり、蓄熱材や蓄熱システムの技術開発を進めるとともに、給湯システムとの組合せ等による太陽熱エネルギーの利用技術を高める必要があると考えられる。

全体について

住宅分野の技術開発の成果を普及させるためには、その成果を使った建材等が基準にきちんと盛り込まれることが必要。

新技術を住宅分野で普及させるためには、汎用品に勝るパフォーマンスを得られることが必要になるが、そのための技術開発として本プロジェクトは価値があると考ええる。

#### 【問題点・改善すべき点】

窓について

自律的に調光し省エネ化するという考えもあるかもしれないが、居住者自らが調光し省エネに貢献するという考え方もある。市場ニーズがあれば別だが、もう少し別のやり方との比較も必要ではないか。

全体について

太陽熱利用については、従来から取り組んでいる技術課題。本プロジェクトの成果は、暖房エネルギーの削減に活用することを念頭に置いていると理解するが、給湯エネルギーの削減のためにも活用する観点から、給湯システムとの組み合わせ等を考えてはどうか。

#### (2) 今後の新規研究開発事業の実施に向けての提言

(総括)

事業実施に向けて、以下の要素についても考慮すること。

1. 技術開発内容が、既築住宅にも適用できる技術であるかどうか。
2. 技術開発内容が、技術開発後の製品化そして普及まで視野に入っているものであるかどうか。
3. 技術開発内容が、耐久性、施工性、メンテナンス性に優れているかどうか。
4. 技術開発内容が、オーバーヒート対策、結露対策、人体への影響が考慮されているかどうか。

#### 【各委員の提言】

断熱や遮熱性能も重要だが、住宅は長期間に渡り使用されるものであるため、耐久性についても考慮することが必要。また、高性能な部材も施工者の技術力次第で得られる性能に大きな差が出ることから施工性・メンテナンス性についても考慮することが必要。更に、要素毎にみると、蓄熱材(剤)を入れた断熱材は結露対策、太陽熱の利用に際してはオーバーヒート対策、サーモクロミックガラスはバナジウムによる人体への影響を考慮することが必要。

家庭部門における日本全体のCO<sub>2</sub>を削減することを考えるなら、ストック対策が重要。よって、既築住宅にも適用できる技術であるかという点を考慮することが必要。

当然のことながら、技術開発の成果は製品化し普及しないと意味がない。技術開発で終わりとするのではなく、その後の製品化そして普及まで視野に入れて考え、事業を実施することが重要。

素材から開発するとなると10年単位の時間を要することが多い。5年程度で実用化レベルまでもっていくということであれば、少なくとも素材の目星はつけておかなければならないことに注意が必要。

### 第3章 評価小委員会委員からのコメント

評価小委員会委員から本研究開発事業に対して頂いたコメントは以下のとおり。

- ・ 太陽熱エネルギーの活用は家庭部門の省エネルギーで重要な位置づけとなる。しかしこれまで、断熱材の普及も必ずしも進んでいるとは言いづらい。また家庭用エネルギー消費は地域と家族構成に依存するところが大きいので、これらとの関連が必要である。たとえば、関西以西では暖房よりも冷房需要の削減が期待されるが、技術の普及のためには技術だけでなく制度的導入との一体化が必要である。またデシカントなど除湿も地域によっては有用であろう。
- ・ 住宅の断熱は最も省エネルギーに効果がありそうである。
- ・ 産業振興策に基づく申請助成型の省庁プロジェクトとして編成するのがよいと考える。
- ・ 家庭部門における温室効果ガス排出量削減は低炭素社会に向けた重要課題であり、住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用する施策は意義が大きい。また、本件は家庭でのエネルギー活用に関する施策であり、公的な資金を離れて早期の実用化に向けたスケジュールや措置について検討を加えることが望まれる。
- ・ グリーンイノベーションの一環としてのプロジェクトとして位置づけられるが、住宅は家電や自動車よりもライフサイクルが長く、革新的技術が導入されても、普及速度が遅いために既存技術への代替に時間がかかり、省エネ効果も限られるのではないかと懸念する。また、世界的に住宅事情は各国固有のものがあり、輸出競争力のある産業でもないことから、優先順位は他プロジェクトよりも劣るのではないかと懸念する。

# 事前評価書

		作成日	平成23年4月4日
1. 事業名称 (コード番号)	太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発		
2. 推進部署名	エネルギー対策推進部		
3. 事業概要	<p>(1) 概要：本事業では、我が国における住宅の省エネルギーを推進するため、そのエネルギー消費の約1/2を占める空調・給湯に着目し、そのエネルギー消費の削減を目指す。具体的には、日本の住宅に適した断熱材、蓄熱建材等の開発を行うと共に、空調や給湯に「太陽熱エネルギー」を効果的に利用するための戸建住宅用太陽熱活用システムを開発する。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費（国費分）11億円予定（助成率2/3以内）</p> <p>(3) 事業期間：平成23年度～27年度（5年間）</p>		
4. 評価の検討状況	<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>家庭部門でのCO<sub>2</sub>排出量は、日本の温室効果ガス総排出量の約14%を占める（2008年度）。1990年比で産業部門の温室効果ガス排出量が約13%減少した一方、家庭部門は約34%増加（2008年度）しており、2020年に温室効果ガスを1990年比で25%削減するという中期目標を達成するためには、家庭部門における温室効果ガス排出削減、すなわち省エネルギー（家庭部門の温室効果ガス排出は全てエネルギー起源であるため。）のより一層の強化が必要である。また、省エネ住宅・ビルは「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」の中でも重要技術と位置づけられ、また、新成長戦略（2010年6月閣議決定）等の種々の政策の中でその重要性・必要性について言及されている。</p> <p>こうした状況下、家庭部門で活用できる主な自然エネルギーの中で太陽光発電、高効率ヒートポンプ等については、官民共同による技術開発や政府による導入支援策等により、導入量が拡大している。他方、太陽熱利用については、技術開発、導入ともに十分に進んでいるとは言えない状況にある。このため、住宅の更なる省エネルギーに繋がる断熱材、蓄熱材、システム等の太陽熱利用技術に関する研究も推進していく必要がある。また、本事業の開発対象である先進的な部材、システムについては、民間企業の自発的な取組のみでは研究開発の進展が十分に見込まれず、民生分野の抜本的な省エネルギーが進まない恐れがある。よって、当該研究開発を効率的に進めるためには、NEDOが積極的に関与し、企業や専門家と有機的に連携しながら研究開発を進めることが有効である。</p> <p>(2) 研究開発目標の妥当性</p> <p>研究開発目標は以下の通り。</p> <p><b>【最終目標（平成27年度末）】</b></p> <p>実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。</p>		

【中間目標（平成25年12月末）】

①高性能断熱材の開発

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね1/2(平均熱伝導率 $\leq 0.01$  W/m・K)かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度(単位厚みあたり)であり、かつ長期の耐久性(30年相当)のある製品の商品化に目処をつける。

高機能パッシブ蓄熱建材の開発

蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確認(厚さ $\leq 15$  mm)し、モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを20%程度削減する。

戸建住宅用太陽熱活用システムの開発

住宅の現行省エネ基準(平成11年度基準)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発する。

本研究開発目標は、要素技術の開発のみならず、実住宅において、それらを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証するとしており、意欲的な高い目標設定であり妥当である。

(3) 研究開発マネジメント

本研究開発においては、NEDOが経済産業省及び研究開発実施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する。具体的には、公募を行い、研究開発目標達成に向けた最適な実施体制を構築する。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、必要に応じてアドバイザーを置き、効果的な研究開発を実施する。更に、この分野の外部有識者の意見を運営に反映させ、各研究テーマの研究進捗把握、テーマ間の情報共有、技術連携等のマネジメントを行う。

また、事業実施中または終了後、適切なタイミングで成果報告会等を行ない、太陽熱エネルギー活用型住宅の実用化、普及の促進に努める。

(4) 研究開発成果

本事業により、平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性がある。また、本研究開発成果が実用化され、太陽熱エネルギー活用型住宅の普及が拡大されると、2030年におけるCO<sub>2</sub>削減効果は約26.5トン/年となる。また、市場創成効果は累積で約170億円/年規模が期待される。

(5) 実用化・事業化の見通し

これまでも、断熱材や蓄熱材の開発は行われており、高い性能を実現した技術もあるが、建築現場での施工性や価格、寿命等の課題があり、一部の普及に留まっている。本研究開発は、こうした課題を解決することを目指した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムの開発であり、その実用化は研究開発終了後できるだけ速やかに行なわれ、太陽熱活用システムの実住宅での評価と連動して事業化が促進される見込みである。

(6) その他特記事項

特になし。

## 5. 総合評価

我が国における住宅の省エネルギーを推進すべく、そのエネルギー消費の約1/2を占める空調・給湯に着目し、全体としてのエネルギー消費の削減を目指すため、その一方策として、太陽熱エネルギーを活用した住宅の技術開発を行う本事業は重要である。また、本事業の開発対象である先進的な部材、システムについては、民間企業の自発的な取組のみでは研究開発の進展が十分に見込まれず、民生分野の抜本的な省エネルギーが進まない恐れがある。よって、当該研究開発を効率的に進めるためには、NEDOが積極的に関与し、企業や専門家と有機的に連携しながら研究開発を進めることが有効であると考えられ、NEDOが実施する事業として適切であると判断する。また、市場化に向けては、コスト低減が最大の鍵となると考えられ、住宅全体としての性能検証及び低コスト化につながる目標を掲げている点は評価できる。



「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発（案）」に対するパブリックコメント募集の結果について

平成 23 年 8 月 2 日  
NEDO エネルギー対策推進部

NEDO POST 3 において標記基本計画（案）に対するパブリックコメントの募集を行いました結果をご報告いたします。

みなさまからのご協力を頂き、ありがとうございました。

1. パブリックコメント募集期間

平成 23 年 4 月 12 日～平成 23 年 4 月 25 日

2. パブリックコメント投稿数＜有効のもの＞

計 1 件

3. パブリックコメントの内容とそれに対する考え方

ご意見の概要	ご意見に対する考え方	基本計画・技術開発課題への反映
全体について		
<p>[意見 1] (1 件)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本計画(案)中に太陽光による照明効果が無いため追加してほしい。</li> <li>・また、案中ではパッシブソーラーがメインとなっているが、低コストヘリオスタットアレイ等によるアクティブ型も範疇に有るべきである。</li> <li>・低コスト小規模ヘリオスタットアレイにて、太陽の位置に因らない固定点からの電気照明と変わらない快適な照明効果が得られる。</li> <li>また、ヘリオスタットアレイは、基本構造が完成済みであり、パッシブ型ソーラーとコストが変わりないレベルで、設置においても壁面、屋上、屋内、庭等自由度も高い物になっている。</li> </ul>	<p>[考え方と対応]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光による照明効果に関する技術開発の追加について 本事業では、太陽熱を利用した空調や給湯技術の開発を対象としており、太陽光による照明に関する技術開発については、直接的には対象にしておりません。</li> <li>・アクティブソーラー型の技術開発の追加について アクティブソーラーについては、研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」において、集熱装置等で太陽熱エネルギーをより積極的に取り入れて、空調・給湯に活用するためのシステム開発を行うこととしております。</li> </ul>	<p>[反映の有無と反映内容]</p> <p>特になし。</p>

以上

(エネルギーイノベーションプログラム)  
「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」基本計画

省エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

(i) 政策的な重要性

本事業は「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。なお、本プログラムに加え、「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」の中で、省エネ住宅・ビルは2050年に世界のCO<sub>2</sub>排出量を半減する上での重要技術と位置づけられ、また、新成長戦略（2010年6月閣議決定）等の種々の政策の中でその重要性・必要性について言及されている。

(ii) 我が国の状況

家庭部門でのCO<sub>2</sub>排出量は、日本の温室効果ガス総排出量の約14%を占める（2008年度）。1990年比で産業部門の温室効果ガス排出量が約13%減少した一方、家庭部門は約34%増加（2008年度）しており、2020年に温室効果ガスを1990年比で25%削減するという中期目標を達成するためには、家庭部門における温室効果ガス排出削減、すなわち省エネルギー（家庭部門の温室効果ガス排出は全てエネルギー起源であるため。）のより一層の強化が必要である。

こうした状況を踏まえ、太陽光発電、高効率ヒートポンプ等の機器開発、普及について様々な施策が推進されているが、太陽熱や地中熱等の熱エネルギーの有効活用については進んでいない。

(iii) 世界の取り組み状況

ゼロカーボン住宅やネットゼロエネルギー住宅の取り組みは、米国や欧州においても国家レベルで推進されている。

英国では3つのステップでゼロカーボン住宅を目指すこととしているが、その第1段階では、住宅の断熱性能向上、住宅設備の省エネ性能向上等、エネルギー効率の向上を図ることとし、続く第2段階でのオンサイト（敷地内）での再生可能エネルギー導入や地域熱供給の活用よりも優先して取り組むこととしている。

米国でも、エネルギー省が2020年までに市場で競争力を有するゼロエネルギー住宅、2025年までにゼロエネルギービルの技術開発を目指した「ビルディング技術プログラム」を推進する等の住宅、建築物のネットゼロエネルギー化の推進の取り組みが始まっている。

いずれも昼間の日照を屋内に取り入れて照明電力の消費を低減したり、太陽熱や地中熱を活用したりといった受動的な自然エネルギー利用を第一としている。

(iv) 本事業のねらい

本事業では、我が国における住宅の省エネルギーを推進するため、そのエネルギー消費の

約1/2を占める空調・給湯に着目し、そのエネルギー消費の削減を目指す。具体的には、「太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発」に関する事前評価検討会において、「住宅全体で太陽熱エネルギーを有効活用する視点は重要である」、特に、「高性能断熱材については、市場投入されれば家庭部門の省エネの促進に資すると同時に、より広がりのある居住空間の確保も可能となるのではないか」、また、「蓄熱建材や蓄熱システムの技術開発を進めると共に、給湯システムとの組合せ等による太陽熱エネルギーの利用技術を高める必要があると考える。」等のコメントが得られており、要素技術として日本の住宅に適した断熱材、蓄熱建材等の開発を行うと共に、空調や給湯に「太陽熱エネルギー」を効果的に利用するための戸建住宅用太陽熱活用システムを開発する。

## (2) 研究開発の目標

### (i) アウトプット目標

これまでも、断熱材や蓄熱建材の開発は行われており、高い性能を実現した技術もあるが、建築現場での施工性や価格、寿命や品質保証等の課題があり、一部の普及にとどまっている。本研究開発では、こうした課題を解決することで、既存住宅・新築住宅を問わず太陽熱エネルギーの有効活用に寄与することのできる材料と住宅システムとして統合するための技術を開発することを目標とする。

### 【最終目標】

研究開発項目④の実施により、以下の目標を達成する。

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

### 【中間目標】

研究開発項目①～③の実施により、平成25年度12月末に、以下の目標を達成する。

#### (1) 高性能断熱材の開発

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね1/2(平均熱伝導率 $\leq 0.01\text{W/m}\cdot\text{K}$ )かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度(単位厚みあたり)であり、かつ長期の耐久性(30年相当)のある製品の商品化に目処をつける。

#### (2) 高機能パッシブ蓄熱建材の開発

蓄熱性能を有した状態を長期(30年相当)維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立(厚さ $\leq 15\text{mm}$ )し、モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを20%程度削減する。

#### (3) 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発

住宅の現行省エネ基準(平成11年度基準)に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発す

る。

(ii) アウトカム目標達成に向けての取り組み

なお、本事業とは別に、断熱材及び蓄熱建材に係る国際標準化や規制見直しに資する調査等を行う。

(iii) アウトカム目標

これらの取り組みにより、太陽熱エネルギー活用型住宅の普及が拡大されると、2030年におけるCO<sub>2</sub>削減効果は約26.5万トン/年\*<sup>1</sup>となる。また、市場創成効果は累積で約170億円/年規模\*<sup>2</sup>が期待される。

\*1：普及戸数を約40万戸、当該技術により暖房用途のエネルギー消費量が半減されると仮定した場合のCO<sub>2</sub>削減効果。

\*2：普及戸数を約40万戸、当該技術による付加価値額を暖房用途のエネルギー関連支出の半分程度と仮定した場合の市場規模。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[助成事業（助成率：2／3以内）]

- ① 高性能断熱材の開発
- ② 高機能パッシブ蓄熱建材の開発
- ③ 戸建住宅用太陽熱活用システムの開発
- ④ 太陽熱活用システムの実住宅での評価

なお、委託により、これらの研究開発に係る開発動向、市場動向等の調査を必要に応じ実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが、原則本邦の企業、大学等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。）から、公募によって研究開発実施者を選定し助成（助成率2／3以内）により実施する。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成23年度から平成27年度までの5年間とする。ただし、研究開発項目①～③については平成23年度から平成25年度まで、研究開発項目④については平成26年度から平成27年度まで実施する。

#### 4. 評価に関する事項

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、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成25年度、事後評価を平成28年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。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、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

#### 5. その他の重要事項

##### (1) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

##### (2) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第3号及び第十号に基づき実施する。

#### 6. 基本計画の改訂履歴

##### (1) 平成23年8月10日、制定。

## 研究開発項目①「高性能断熱材の開発」

### 1. 研究開発の必要性

既築住宅は、柱の厚さ（断熱材等を収納する部分）等に制約があり、現行の断熱材では、将来的に断熱性能に係る住宅の現行省エネ基準（平成11年度基準）が引き上げられた場合、基準達成が困難となる可能性が高い。

また、新築住宅についても、居住空間の確保等が優先され、現行基準は満足しても、将来的に十分な断熱性能を確保できなくなることも想定されうる。

新成長戦略に掲げる「良質な住宅ストックの形成」を図る観点からも、住宅の年代を問わず、時代に則した断熱性能を確保可能な部材が求められている。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 長寿命・高性能断熱材の開発

以下の性能を有する断熱材の開発を行う。

- ・高断熱性能（既存の住宅用断熱材の熱伝導率：最大 $0.02\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 程度を概ね $1/2$ に低減）
- ・長期断熱性能（30年相当）

#### (2) 製造技術の開発

住宅用建材として普及する価格を実現するための技術開発等を行う。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】

現行普及品最高性能に対して熱伝導率が概ね $1/2$ （平均熱伝導率 $\leq 0.01\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ）かつ量産時の製造価格が現行品と同等程度（単位厚みあたり）であり、かつ長期の耐久性（30年相当）のある製品の商品化に目処をつける。

#### 【最終目標（研究開発項目④において実施）】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

## 研究開発項目②「高機能パッシブ蓄熱建材の開発」

### 1. 研究開発の必要性

暖房等の空調エネルギーを効果的に削減するためには、例えば、太陽熱エネルギーを日の当たる時間帯にできるだけ蓄熱し、日の当たらない時間帯に適切な温度でできるだけ長時間放熱する必要があり、そのための高機能パッシブ蓄熱建材が求められている。

### 2. 研究開発の具体的内容

太陽熱を直接住宅に取り込み活用するためには、基本的な蓄熱性能はもとより、既存住宅を含めて、住宅部材として幅広く適用できることが重要である。

そこで本技術開発では、目標とする省エネルギー効果を考慮した上で、蓄熱性能を有した状態を長期に維持可能でかつ、施工し易い厚さとなるような蓄熱建材の製造技術の確立を行う。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】

- (1) 蓄熱性能を有した状態を長期（30年相当）維持可能な蓄熱建材の製造技術を確立（厚さ $\leq 15$  mm）
- (2) モデル環境等において暖房等の空調エネルギーを一次エネルギー換算で20%程度削減する。

#### 【最終目標（研究開発項目④において実施）】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

## 研究開発項目③「戸建住宅用太陽熱活用システムの開発」

### 1. 研究開発の必要性

太陽熱エネルギーを窓から直接取り込み活用するパッシブ型の太陽熱利用でも空調・給湯エネルギーの削減が期待できるが、集熱装置等で太陽熱エネルギーをより積極的に取り入れ、空調・給湯に活用することで、空調・給湯エネルギーの更なる削減の可能性がある。

また、今後の住宅においては限られた屋根面積の中で、太陽光発電システムとも効果的に融合できることが重要となる。

本技術開発ではこのような視点から太陽熱エネルギーをより積極的に取り入れて、空調・給湯に活用するためシステムの開発を行う。

### 2. 研究開発の具体的内容

例えば以下の技術開発を組み合わせることで戸建住宅用太陽熱活用システムを実現するための開発を行う。

#### (1) 太陽光発電装置と効果的に融合させた太陽熱集熱モジュールの開発

太陽光発電と併設した場合でも太陽熱エネルギーをより効果的に集熱し、屋内に取り込むための技術開発を行う。

#### (2) 太陽熱利用空調・給湯システムの開発

太陽熱を直接的に使う暖房に加えて、太陽熱をデシカントの再生熱源として活用するシステムや、冷房システム、更には、夜間や雨天時を想定して、蓄熱やヒートポンプシステムを効果的に組み合わせることで空調・給湯を行うシステムを開発する。

#### (3) 熱輸送効率・蓄熱効率の向上技術の開発

屋根で集熱を行い、建物内に送る際に放熱によるロスが発生する。また、輸送された熱を蓄熱建材に蓄熱する際にもロスが発生する。これらのロスを軽減させるための技術開発を行う。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】

住宅の現行省エネ基準（平成11年度）に適合した40坪程度の住宅において、空調・給湯エネルギーを一次エネルギー換算で半減させる太陽熱活用システムを開発する。

#### 【最終目標（研究開発項目④において実施）】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性のあることを実証する。



## 研究開発項目④「太陽熱活用システムの実住宅での評価」

### 1. 研究開発の必要性

開発する高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを幅広く実用化していくためには、実際の住宅に組み込み、各要素技術を効果的に融合させ、省エネルギー効果を検証する必要がある。

### 2. 研究開発の具体的内容

開発する高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを効果的に組み込むための実験住宅を設計し、シミュレーション等により効果を検証した上で、適切な設計変更を加える。その後、実験住宅を建築し、各要素技術の省エネルギー効果と住宅全体での省エネルギー効果を測定し、経済性も含め評価・検証するとともに、多様な住まいと住まい方の提案等も行うものとする。

### 3. 達成目標

#### 【最終目標】

平成27年度末に、実住宅において、開発した高性能断熱材、高機能パッシブ蓄熱建材、戸建住宅用太陽熱活用システムを実装し、条件を明確にした上で空調・給湯エネルギーが一次エネルギー換算で半減される可能性があることを実証する。

平成 21 年度成果報告書

住宅産業・窯業関連分野の政策課題解決に向けた  
技術開発動向調査

平成 22 年 3 月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

(委託先) 株式会社野村総合研究所

## 目次

1. 調査概要	3
1. 1 背景と目的	3
1. 2 調査内容及び実施方法	4
2. 家庭部門のエネルギー消費量・CO <sub>2</sub> 排出量の推移と我が国におけるCO <sub>2</sub> 削減目標	5
2. 1 部門別エネルギー消費量・CO <sub>2</sub> 排出量の推移	5
2. 2 家庭部門におけるエネルギー消費量・CO <sub>2</sub> 排出量の内訳	7
2. 3 家庭部門におけるエネルギー消費量の国際比較	9
2. 4 我が国における温室効果ガス排出量削減目標	10
3. 住宅市場・住宅産業の動向	14
3. 1 新築住宅市場の動向	14
3. 2 住宅リフォーム市場の動向	17
3. 3 住宅産業を取り巻くプレイヤー	23
4. 低炭素住宅を巡る国内外の動向	26
4. 1 国内における施策及び技術開発の動向	26
4. 2 海外における施策及び技術開発の動向	37
5. 住宅におけるCO <sub>2</sub> 排出量削減に向けた技術シーズ	50
5. 1 技術シーズの探索	50
5. 2 低炭素住宅のイメージ	52
5. 3 重要技術の抽出	53
6. 研究課題と技術開発ロードマップ	55
6. 1 意見交換会及び技術シーズ報告会の概要	55
6. 2 各重要技術の研究開発課題と技術開発ロードマップ	55
7. ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた方向性	76
7. 1 類似の研究開発プロジェクト	76
7. 2 ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた課題と方向性	79
8. ニューガラス分野の技術ロードマップ	84
8. 1 検討概要	84
8. 2 導入シナリオ	85
8. 3 技術マップ	87
8. 4 技術ロードマップ	88

# 1. 調査概要

## 1. 1 背景と目的

(背景)

家庭部門の CO<sub>2</sub> 排出量は我が国全体の約 15%を占め、年々増加傾向にあることから、「2020 年までに 1990 年比 25%削減」という我が国の政策目標を実現するためには、家庭部門における大幅削減が必要であり、これに資する革新的な技術開発が強く求められている。また、住宅は人生の大半（約 6 割）を過ごす生活の基盤であり、近年、耐震対策、VOC 対策、バリアフリー対策など、安心・安全社会や健康社会を実現する上で重要な位置づけを担っている。

住宅産業・窯業関連分野においては、従来、住宅関連部材メーカーからの視点を中心に技術開発が行なわれてきた。一方、住宅は数千種類にも及ぶ部材・部品の組み合わせにより建てられていることから、技術の早期実用化や普及促進に向けては、組み合わせを担う住宅メーカーの視点も極めて重要である。また、当然ながら、住まい手である消費者の視点も不可欠である。

(目的)

以上のことから、本調査では、住宅メーカー、住宅関連部材メーカー、消費者等の視点から、住宅産業関連業界全体への波及効果が期待される研究開発課題の発掘を行う。発掘に際しては、特に緊急性の高い政策課題として、住宅分野における低炭素化やリフォームの推進に着目する。

さらに、国内外の政策や技術開発等の動向を踏まえて、研究開発における課題解決に向けた技術開発ロードマップの作成を行い、NEDO が取り組むべき事項について提言する。

## 1. 2 調査内容及び実施方法

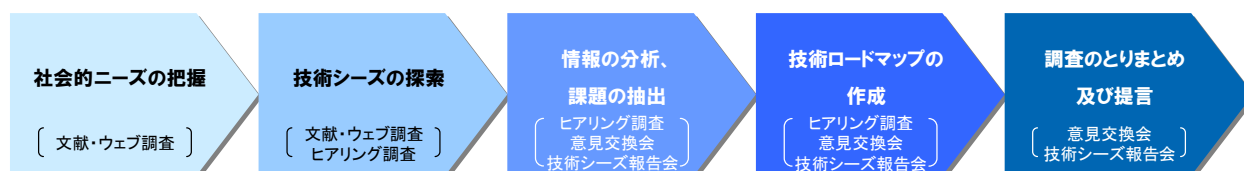
本調査の内容と実施方法を図表 1-1 に、調査フローを図表 1-2 に示す。

はじめに社会的ニーズの把握と技術シーズの探索を行い、それらの成果を踏まえて情報の分析及び課題の抽出を行う。その上で、有識者・実務者等からのアドバイス等に基づき技術ロードマップを作成する。最後に、調査内容全般を踏まえて、調査のとりまとめ及び提言を行う。

図表 1-1 調査内容及び実施方法

調査内容	実施方法
社会的ニーズの把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献・ウェブ調査</li> </ul>
技術シーズの探索	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献・ウェブ調査</li> <li>ヒアリング調査(メーカー、有識者)</li> </ul>
情報の分析、課題の抽出	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒアリング調査(メーカー、有識者)</li> <li>意見交換会</li> <li>技術シーズ報告会</li> </ul>
技術ロードマップの作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒアリング調査(メーカー、有識者)</li> <li>意見交換会</li> <li>技術シーズ報告会</li> </ul>
上記内容を踏まえて、調査のとりまとめ及び提言	<ul style="list-style-type: none"> <li>意見交換会</li> <li>技術シーズ報告会</li> </ul>

図表 1-2 調査フロー



## 2. 家庭部門のエネルギー消費量・CO<sub>2</sub>排出量の推移と

### 我が国におけるCO<sub>2</sub>削減目標

#### (2章の要点)

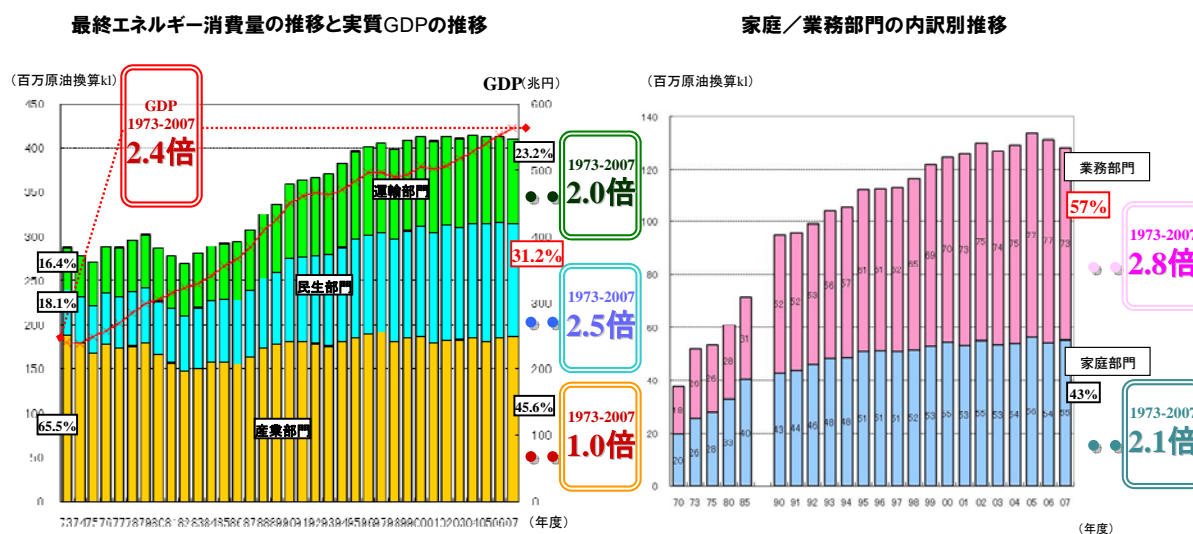
- 住宅分野（家庭部門）のエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量は我が国全体の約15%を占め、業務部門と並び他の分野（産業、運輸等）と比べて伸びが顕著である。
- 我が国は、政策目標として、「2020年までに温室効果ガス排出量を1990年比25%削減」という、諸外国と比べても厳しい目標を掲げており、これを実現するためには、住宅分野の大幅削減が不可欠である。言い換えれば、住宅分野はCO<sub>2</sub>排出量削減に対する社会的ニーズが極めて大きい分野といえる。
- 住宅建材・部材の研究開発という観点からCO<sub>2</sub>削減に貢献できるのは、主として暖冷房に関するCO<sub>2</sub>排出量であり、これは住宅におけるCO<sub>2</sub>排出量全体の約25%を占める。

### 2. 1 部門別エネルギー消費量・CO<sub>2</sub>排出量の推移

#### 1) 最終エネルギー消費量の推移

民生部門のエネルギー消費量は、最終エネルギー消費量の3割以上を占めており、産業、運輸部門に比べて、過去からの増加が顕著である。家庭部門のエネルギー消費量は、民生部門のエネルギー消費量の半分弱を占めており、30年程度の間には2倍以上に増加し、近年も増加傾向にある。

図表 2-1 我が国における最終エネルギー消費の推移



注釈) 総合エネルギー統計の集計手法が改訂されたことにより、1990年度以降の数値は、それ以前の数値とは異なることに留意する必要がある。

出所) 総合エネルギー統計、国民経済計算年報

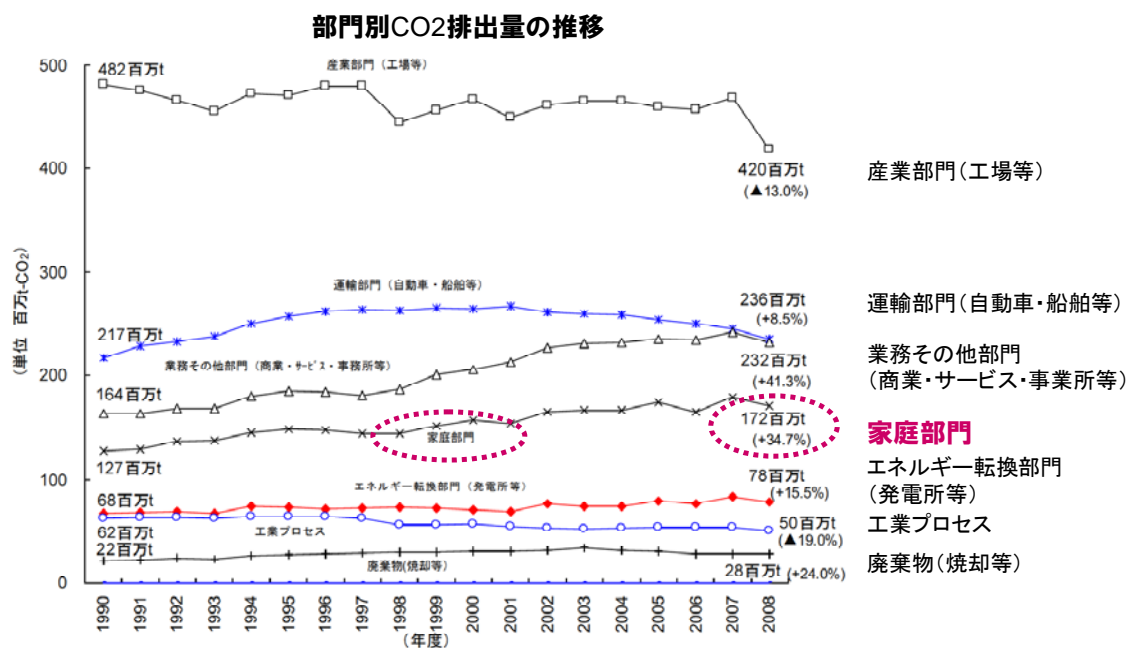
## 2) CO<sub>2</sub> 排出量の推移

2008年度の温室効果ガス(京都議定書の対象ガス(6種類))の総排出量は、12億8,600万トン(二酸化炭素換算)であり、京都議定書の基準年である1990年度の総排出量(12億6,100万トン)を1.9%上回った。前年度比では6.2%(8,520万トン)の減少である。

また、2008年度のCO<sub>2</sub>排出量は12億1,600万トンであり、1990年度と比べると6.3%(7,210万トン)増加している。前年度と比べると、主に深刻な景気悪化の影響により産業部門を中心にエネルギー起源CO<sub>2</sub>が大幅に減少し、6.5%(8,450万トン)減少となった。

このうち、家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量(2008年度)は1億7,200万トン(温室効果ガス排出量全体の約13.4%)で、1990年度比34.7%(4,420万トン)増加、前年度と比較すると4.6%(830万トン)減少している。家庭部門におけるCO<sub>2</sub>排出量の1990年度からの増加要因としては、①家庭用機器のエネルギー消費量が機器の大型化・多様化等により増加していること、②世帯数が増加していること等が指摘されている。また、前年度からの減少要因として、冬季の高温(昨年度との比較)による暖房需要の減少等が挙げられる。

図表 2-2 我が国における CO<sub>2</sub> 排出量の推移



注釈) 括弧内の数字は各部門の 2008 年度排出量の基準年 (1990 年度) からの変化率  
 出所) 環境省「2008 年度 (平成 20 年度) の温室効果ガス排出量 (速報値) について」

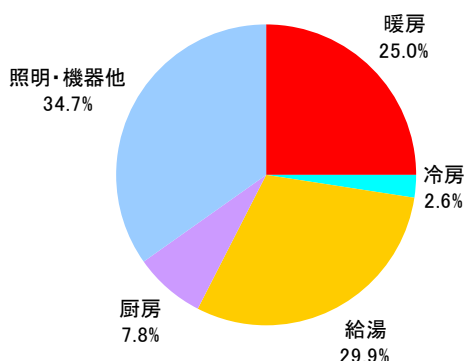
## 2. 2 家庭部門におけるエネルギー消費量・CO<sub>2</sub> 排出量の内訳

### 1) エネルギー消費量の内訳・地域比較

家庭部門におけるエネルギー消費量の内訳 (図表 2-3) を見ると、暖房 25%、冷房 3%、給湯 30%、厨房 8%、照明・機器他 35%となっている。地域別に見ると (図表 2-4)、寒冷地域の方がエネルギー消費量が多い。これは、暖房用エネルギー消費量が格段に多いことに起因している。



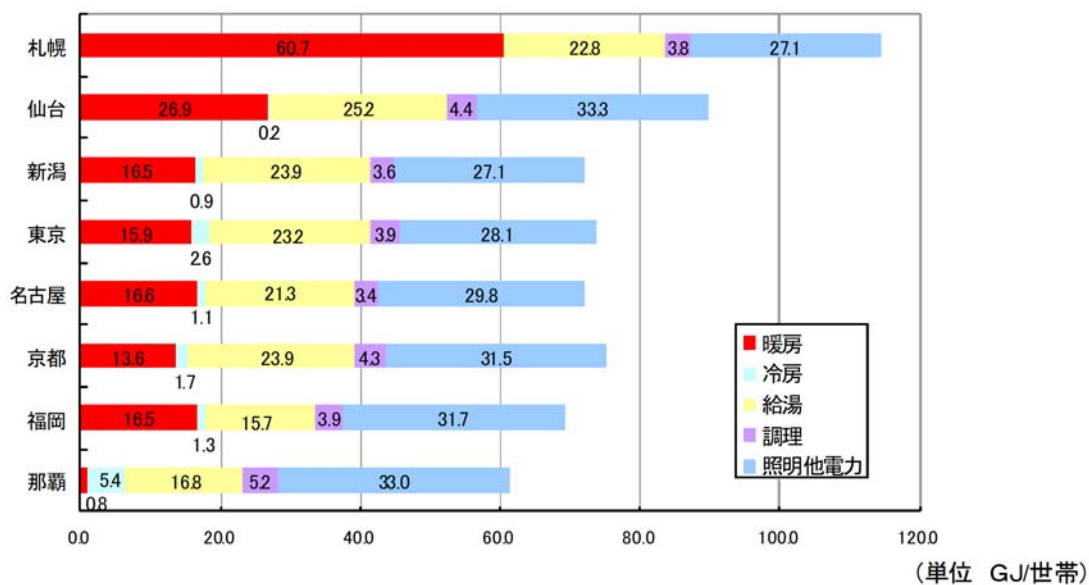
図表 2-3 家庭部門におけるエネルギー消費量の内訳



注釈) 2007 年度データ

出所) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

図表 2-4 家庭部門におけるエネルギー消費量の地域比較 (8 都市域)

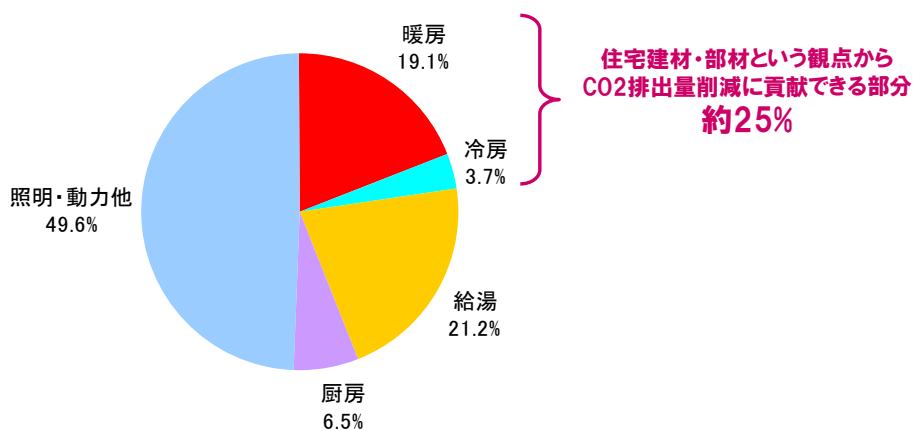


出所) 財団法人建築環境・省エネルギー機構「自立循環型住宅への設計ガイドライン」

## 2) CO<sub>2</sub> 排出量の内訳

家庭部門における世帯あたり CO<sub>2</sub> 排出量 (2007 年) の平均値は、約 3,500kg-CO<sub>2</sub>/世帯である。図表 2-5 に示すように、用途別の内訳は暖房 20%、冷房 4%、給湯 20%、厨房 7%、照明・動力他 50%となっている。このうち、住宅建材・部材という観点から住宅の CO<sub>2</sub> 排出量削減に貢献できるのは主として暖冷房に係る CO<sub>2</sub> 排出量であり、住宅の CO<sub>2</sub> 排出量全体の約 25%を占める。

図表 2-5 家庭部門における CO<sub>2</sub> 排出量の内訳



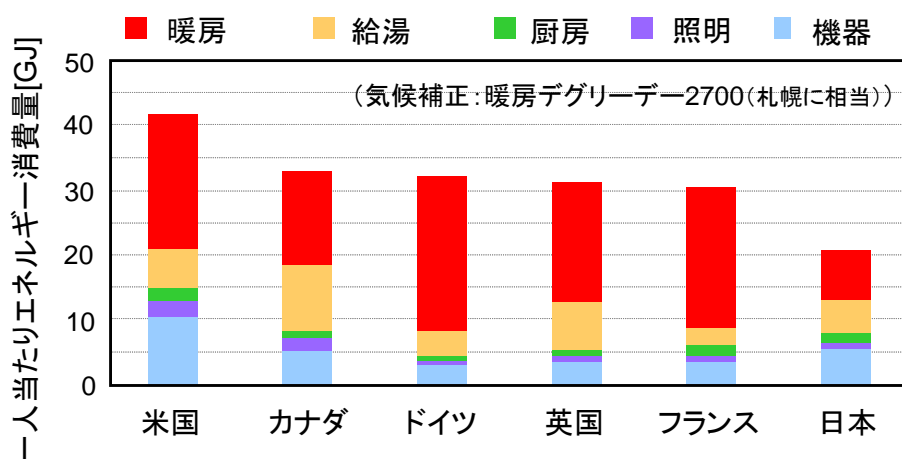
注釈) 2007 年データ

出所) 温室効果ガスインベントリオフィスデータより NRI 作成

## 2. 3 家庭部門におけるエネルギー消費量の国際比較

図表 2-6 に家庭部門におけるエネルギー消費量の国際比較を示す。我が国の家庭部門における一人あたりエネルギー消費量は、欧米の半分以下となっている。これは、特に暖房用エネルギー消費量が少ないことに起因しており、我が国の暖房用エネルギー消費量は欧米諸国の 3 分の 1 程度である。

図表 2-6 家庭部門におけるエネルギー消費量の国際比較（一人あたり）



出所) IEA, Energy Use in the New Millennium, 2007

## 2. 4 我が国における温室効果ガス排出量削減目標

### 1) 中長期目標

2010年3月に閣議決定された地球温暖化対策基本法案において、我が国は、すべての主要国による公平かつ実効性のある国際的な枠組みの構築及び意欲的な合意を前提として、中期的には温室効果ガス排出量を2020年までに1990年比25%、長期的には2050年までに1990年比80%削減する目標を掲げている。政治、社会、経済、産業、文化等の背景の違いはあるものの、我が国の削減目標は欧米に比べても野心的な目標といえる(図表2-7)。

図表 2-7 温室効果ガス排出量の中期目標の国際比較

国・地域	中期目標	1990年比 換算目標	2005年比 換算目標
日本	1990年比▲25%	▲25%	▲30%
欧州	1990年比 ▲20%～▲30%	▲20%～▲30%	▲14%～▲25%
米国	2005年比▲17%	▲3%	▲17%

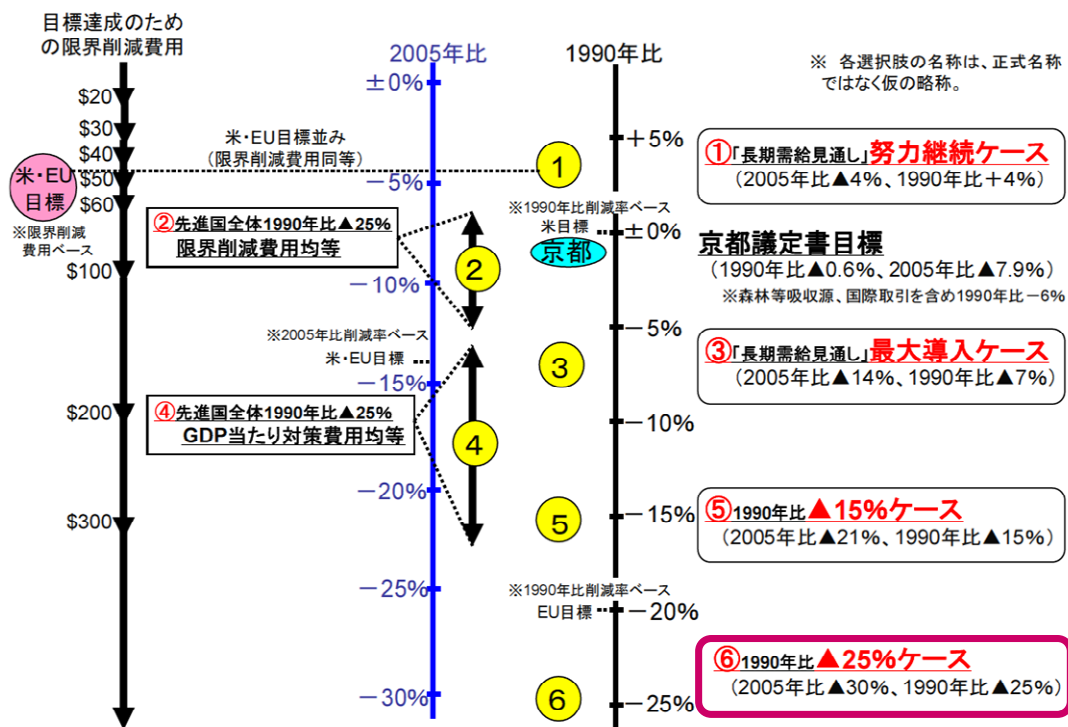
注釈) 各国・地域の目標には、CDM(クリーン開発メカニズム)によるクレジットの調達など、真水以外の削減量も含む。

出所) 財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)

(参考) 中期目標検討委員会における「中期目標の6つの選択肢」

- 政府は、ポスト京都を巡る国際交渉を念頭に、我が国における温室効果ガス排出量の中期目標の検討を目的として、2008年11月に、「地球温暖化問題に関する懇談会」傘下の分科会として「中期目標検討委員会」を設置した。
- 中期目標検討委員会では、中期目標の選択肢として以下の6つの案を提示。我が国の中期目標である「1990年比25%削減」は、6つの選択肢のうち、最も厳しいケースである。

図表 2-8 中期目標検討委員会における「中期目標の6つの選択肢」

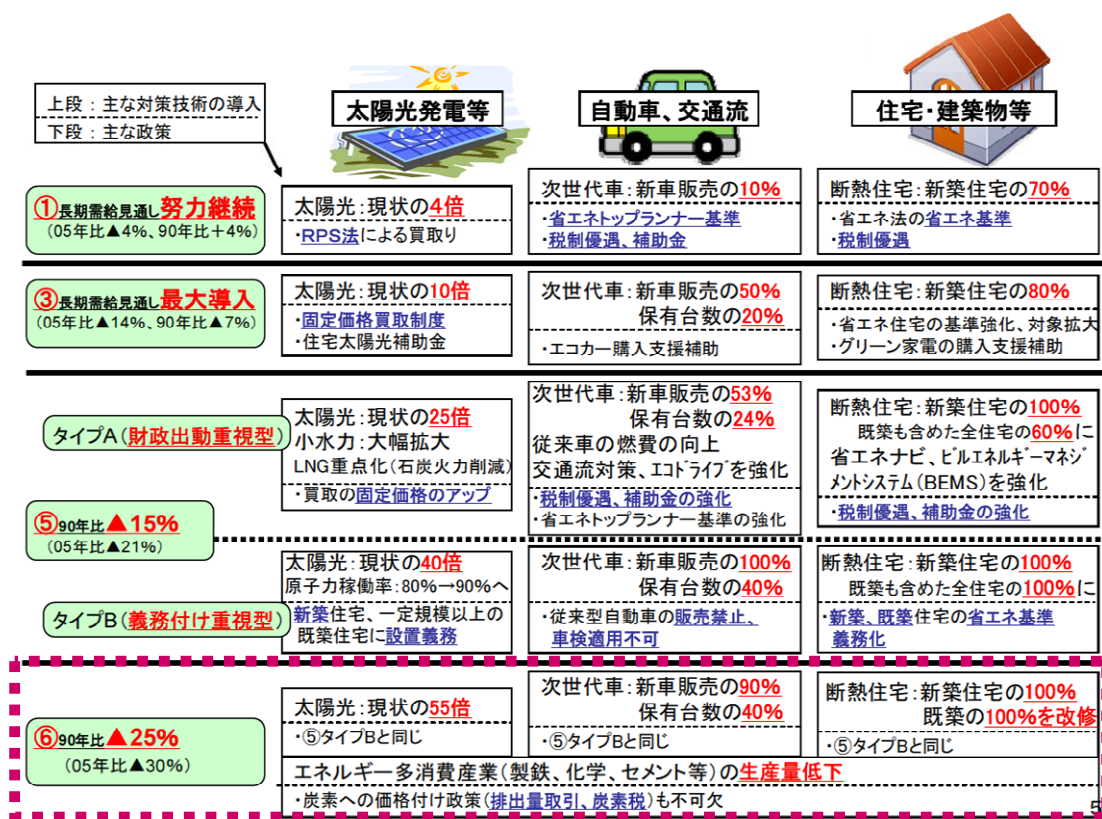


出所) 中期目標検討委員会

## 2) 中期目標の実現に必要な住宅分野の対策

「地球温暖化問題に関する懇談会」傘下の「中期目標検討委員会」は、前述の「1990年比25%削減シナリオ」において、温室効果ガス排出量25%削減を実現するために住宅分野に求められる対策として、新築住宅に関しては100%が次世代（平成11年）省エネ基準以上（30%は、次世代省エネ基準よりもさらに厳しい基準）、既存住宅に関しても100%が新（平成4年）省エネ基準以上を満たす必要があることを提言している（図表2-9）。

図表 2-9 中期目標の実現に必要な対策・政策



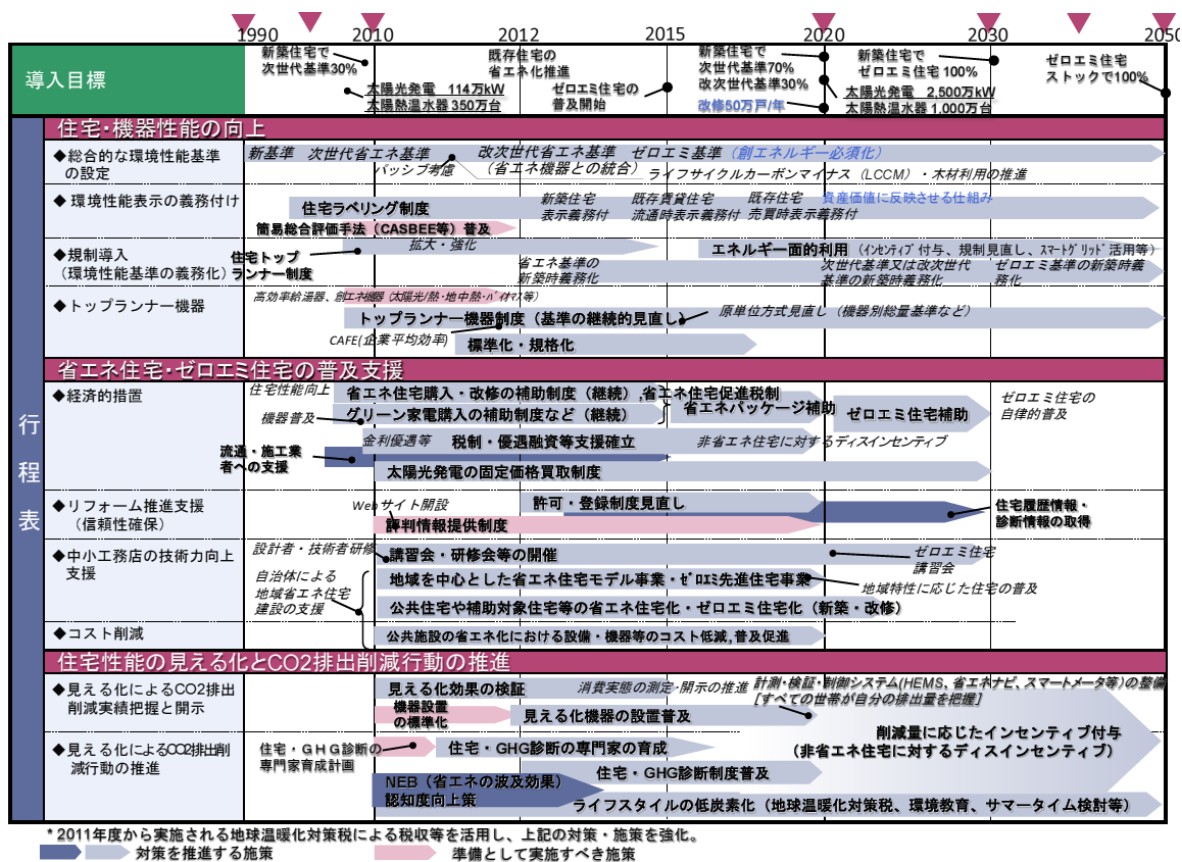
出所) 中期目標検討委員会

### 3) 住宅分野の中長期ロードマップ

2010年1月に環境省は温室効果ガス排出量削減の中長期目標の達成に向けたロードマップの策定を目的として、「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会」(座長:西岡秀三 国立環境研究所特別客員研究員)を設立し、住宅・建築分野については「住宅・建築物ワーキンググループ」(座長:村上周三 建築研究所理事長)で検討が進められている。

同検討会が2010年3月に発表した「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ(議論のたたき台)(案)」では、住宅・機器性能の向上や省エネ住宅・ゼロエミッション住宅の普及支援、住宅性能の見える化とCO<sub>2</sub>排出削減行動の推進に関するロードマップが提示された(図表2-10参照)。具体的な施策としては、住宅の省エネ基準の強化及び義務化、ゼロエミッション住宅基準の策定、住宅の環境性能表示制度の導入、省エネ住宅購入・改修の補助・税制・優遇融資の導入などが挙げられている。

図表 2-10 中長期目標の実現に向けた住宅分野のロードマップ



出所) 環境省地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ (議論のたたき台) (案)」

### 3. 住宅市場・住宅産業の動向

#### (3章の要点)

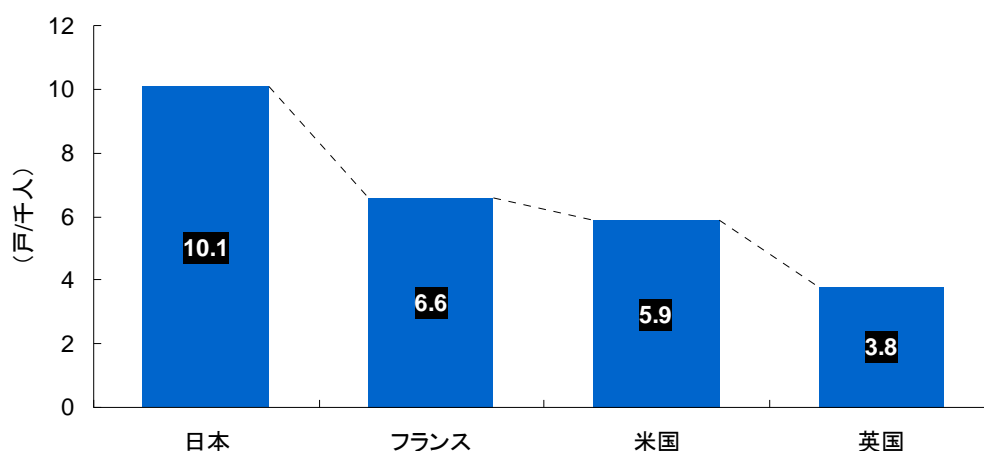
- 我が国の新築住宅市場は、近年の経済状況の影響等により、大変厳しい環境下にある。また、人口・世帯数の減少、家族類型の変化等により、将来的にも縮小傾向にある。
- 既存住宅（中古住宅）に関しては、諸外国に比べて流通市場が十分に整備されているとは言い難い。住宅リフォーム市場は、5兆円前後で推移している。近年、住宅リフォーム市場の成長が期待されてきたが、現時点においては数字の面において市場規模の拡大には至っていない。
- 特に、省エネを目的とするリフォーム需要は全体の20%程度であり、構造・設備等の老朽化・劣化、間取りや水回り等の使い勝手の改善等に比べてリフォームの動機づけが弱い。
- 政府は、新成長戦略（基本方針）において、ストック重視の住宅政策への転換を明示している。消費者においても新築志向は根強いものの、中古住宅に対する許容度も高いことから、今後は、中古住宅流通市場、リフォーム市場の活性化が期待される。

#### 3. 1 新築住宅市場の動向

##### 1) 新築住宅市場の国際比較

図表 3.1 に人口千人あたりの新設住宅着工戸数の国際比較を示す。人口千人あたりの新設住宅着工戸数は欧米諸国の1.5～3倍となっており、我が国は人口の規模の割に新築住宅の市場規模が非常に大きい。

図表 3-1 人口千人あたりの新設住宅着工戸数の国際比較



注釈) 2006 年データ

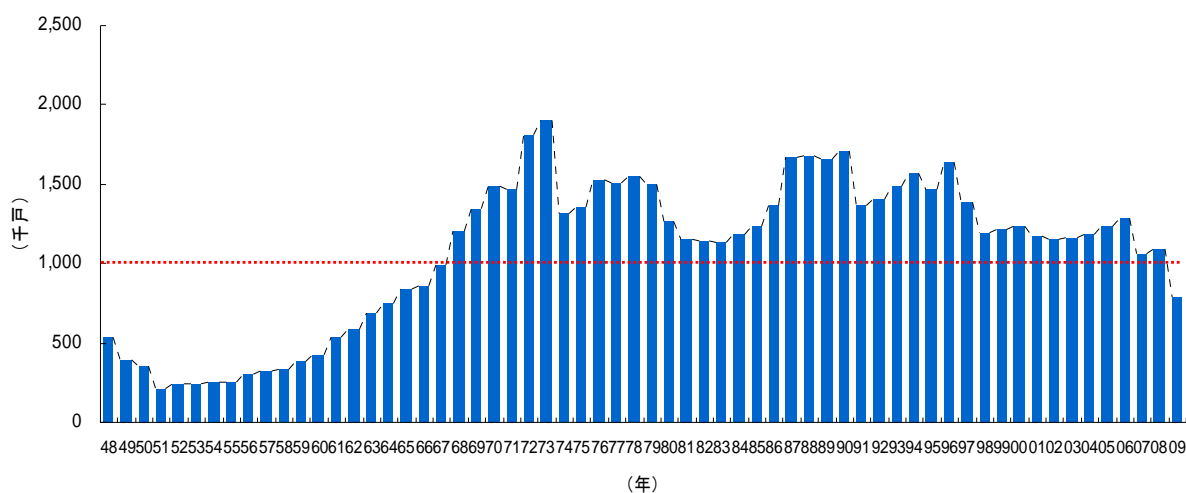
出所) 「海外 DATA-NOW2006」(住宅金融公庫)

## 2) 新設住宅着工戸数の推移

国内の新設住宅着工戸数は、バブル期に年間 160 万戸程度で推移していたが、バブル崩壊後に急減した。1996 年に消費税引き上げ前の駆け込み需要による増加があったものの、その後は 120 万戸前後で推移し、建築基準法改正や経済状況の悪化に伴い、2009 年の新設住宅着工戸数は 45 年ぶりに 80 万戸をも下回り、1996 年の新設住宅着工戸数(約 164 万戸)の半分以下となった。



図表 3-2 国内新設住宅着工戸数の推移



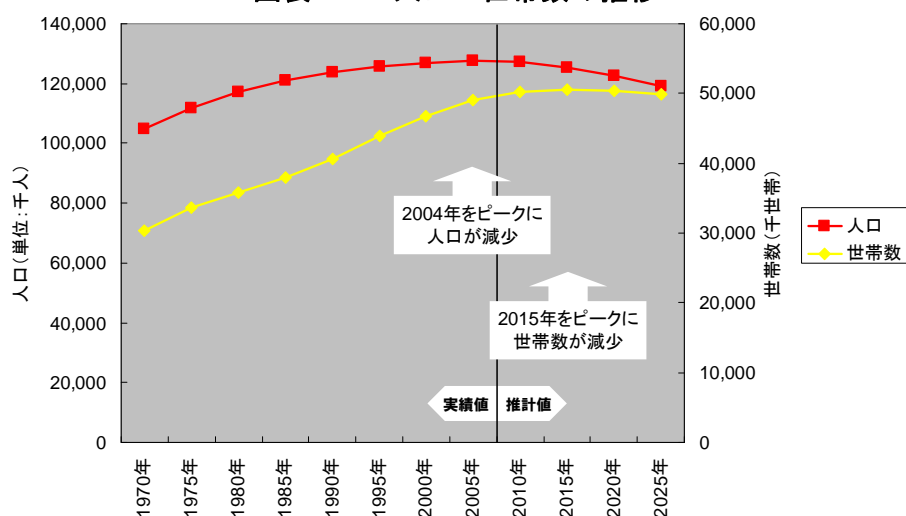
注釈) 1950年以前の戸数は工事戸数。1951年以降については新設戸数であるが、1951年から1955年までの年計には補正が算入してある。1973年から沖縄県分を含む。

出所) 国土交通省「住宅着工統計」(平成21年計分)

### 3) 人口・世帯数の変化

日本の人口は、2004年にピーク（1億2,873万人）を迎えて以降、一貫して減少傾向にある。また、世帯数も2015年をピークに減少局面に入ると予測されている。新設住宅着工戸数は、世帯数と高い相関が見られることから、世帯数の減少に伴い、今後国内の新築住宅市場の縮小に拍車がかかると考えられる。

図表 3-3 人口・世帯数の推移



注釈) 2005年まで実績値、2010年以降は予測値

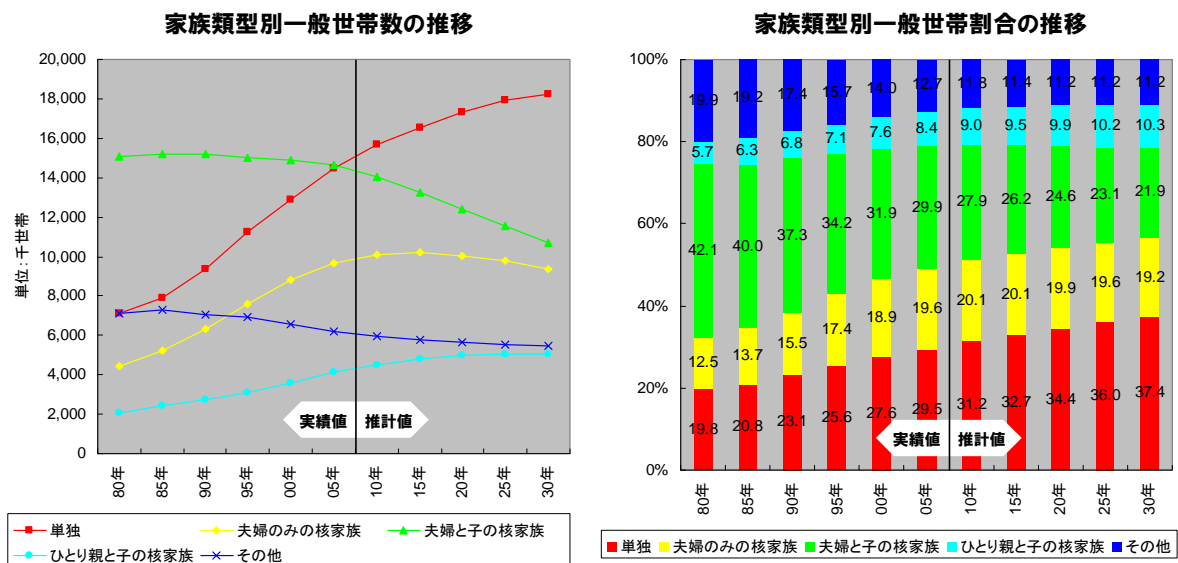
出所) 国立社会保障・人口問題研究所

#### 4) 家族類型の変化

家族類型にも大きな変化が見られる(図表 3-4)。2005 年時点において、家族類型の中で最も多いのはいわゆる「ファミリー世帯」と呼ばれる「夫婦と子の核家族」世帯であった。しかし、近年、未婚化や晩婚化、熟年離婚、死別等により単独世帯が急激に増加しており、2010 年には単独世帯が夫婦と子の核家族世帯を上回ると予測されている。

これらの家族類型の変化は、住宅の種類(戸建て・集合)や広さ、仕様、資産性など、住宅に求める要件を大きく左右すると考えられる。

図表 3-4 家族類型の変化



注釈) 2005 年まで実績値、2010 年以降は予測値

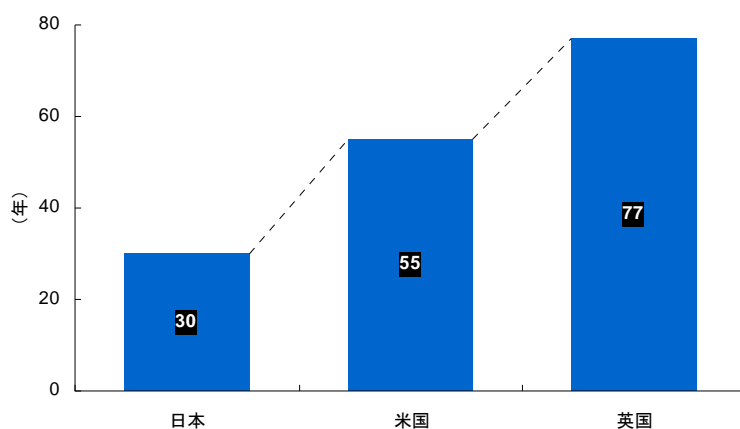
出所) 国立社会保障・人口問題研究所

### 3. 2 住宅リフォーム市場の動向

#### 1) 滅失住宅の平均築後経過年数

日本の住宅の平均寿命は、欧米諸国に比べて大変短い。我が国の滅失住宅の平均築後経過年数は30年であるのに対して、米国は55年、英国は77年となっている(図表 3-5)。この要因として、地形、地質、気象等の国土・自然条件や地震の発生頻度等の地理的な条件などがあるが、それら以外にも、国民の新築志向が強かったことや、生活水準の向上に伴い、住宅に対するニーズが高度化し、それに対応できない住宅は取り壊し、新しい住宅を新築してきたこと等が挙げられる。

図表 3-5 減失住宅の平均築後経過年数の国際比較



出所) 日本：総務省「住宅・土地統計調査（平成 10 年、平成 15 年）」

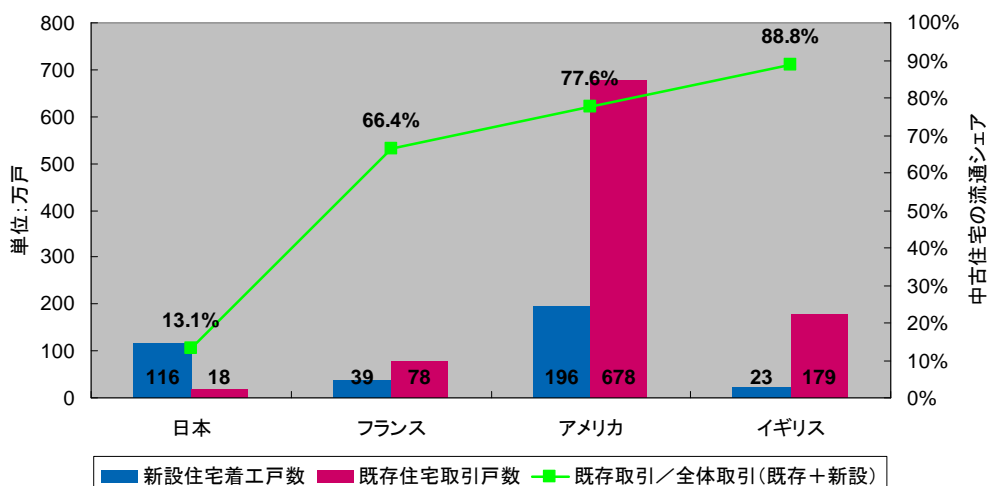
米国：「American Housing Survey（2001 年、2005 年）」

英国：English Housing Conditions Survey（1996 年、2001 年）」より国土交通省推計

## 2) 既存住宅取引市場の国際比較

我が国の既存住宅（中古住宅）の流通市場は欧米諸国に比べて非常に小さい。住宅取引全体に占める既存住宅取引の割合は、日本の 13.1%に対して、欧米諸国は 65%以上と、日本の約 5 倍の中古住宅市場を持つ。

図表 3-6 既存住宅取引市場の国際比較



出所) 日本：総務省「住宅・土地統計調査」、国土交通省「住宅着工統計」

フランス：「Annuaire Statistique de la France edition 2004」、運輸・設備・観光・海洋省 HP

アメリカ：「American Housing Survey 2003, Statistical Abstract of the U.S. 2006」

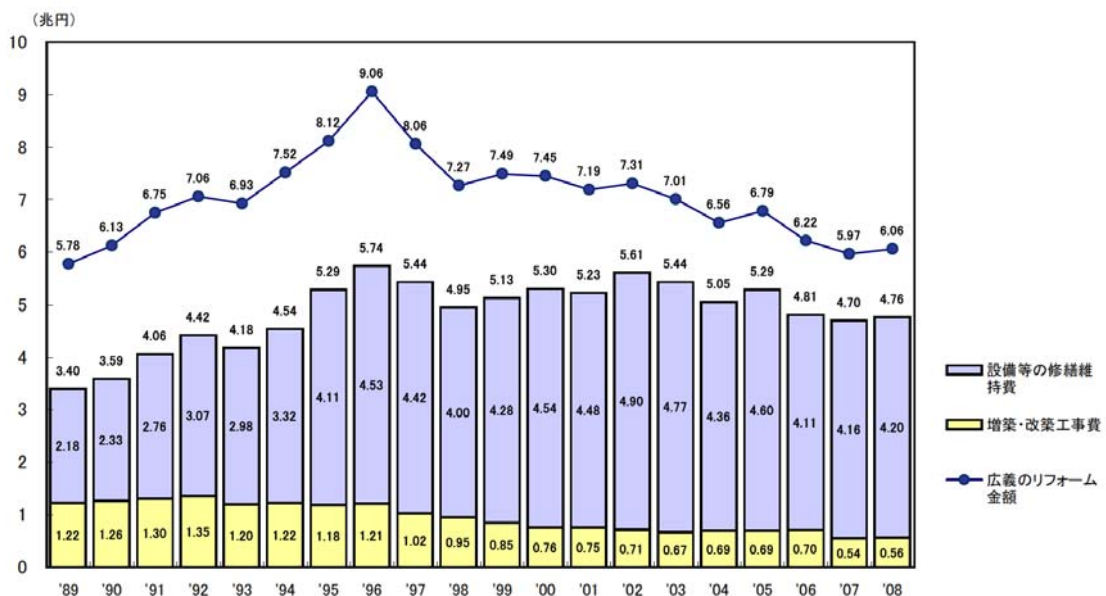
イギリス：地域・地方政府省 HP（既存住宅流通戸数は、イングランドおよびウェールズのみ）

### 3) 住宅リフォーム市場の規模

我が国の住宅リフォーム市場の規模は、1995年以降、5兆円前後で推移している。増築改築工事に比べて、設備等の修繕維持に係るリフォームの市場規模が大きい(図表3-7)。

近年、住宅リフォーム市場の成長が期待されてきたが、現時点においては数字の面において市場規模の拡大には至っていない。団塊世代の退職が住宅リフォーム市場の活性化につながるという期待が強いが、実際に活性化されるかどうかは未だ不透明な状況にある。

図表3-7 住宅リフォーム市場の規模



- 注釈) ①「広義のリフォーム市場規模」とは、住宅着工統計上「新設住宅」に計上される増築・改築工事と、エアコンや家具等のリフォームに関連する耐久消費財、インテリア商品等の購入費を含めた金額を言う。
- ②推計した市場規模には、分譲マンションの大規模修繕等、共用部分のリフォーム、賃貸住宅所有者による賃貸住宅のリフォーム、外構等のエクステリア工事は含まれていない。
- ③本市場規模は、「建築着工統計年報」(国土交通省)、「家計調査年報」(総務省)、「全国人口・世帯数・人口動態表」(総務省)等により、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センターが推計したものである。

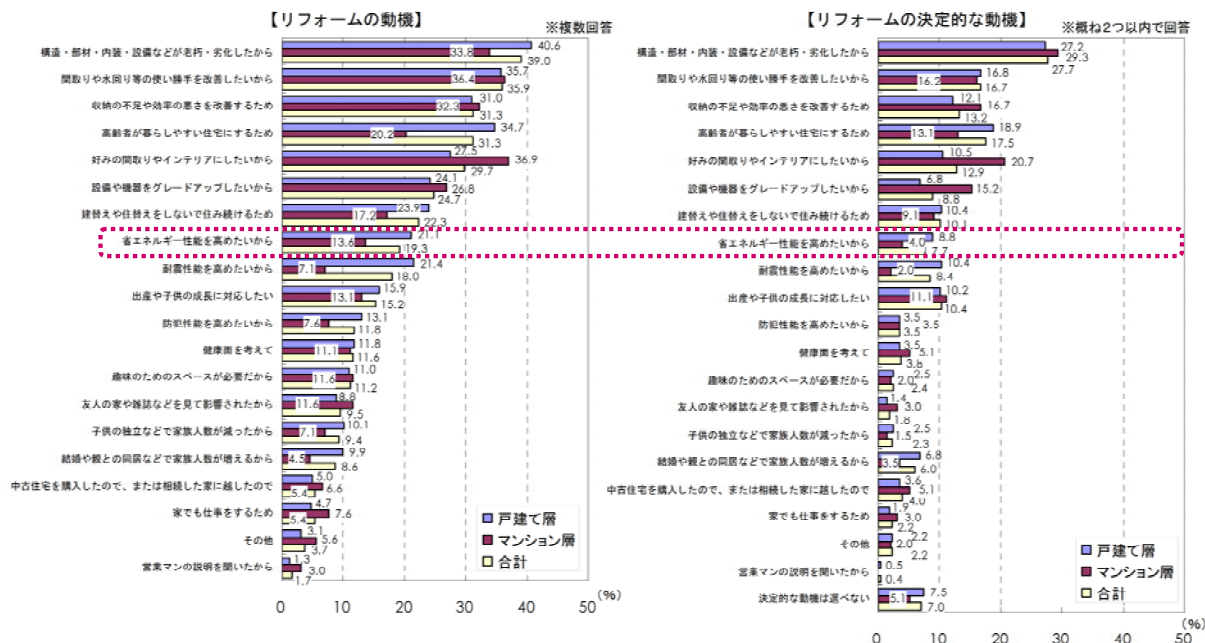
出所) 財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センター

### 4) リフォームの動機

図表3-8にリフォームの動機を示す。戸建て住宅、マンションともに、「構造・部材・内装・設備などが老朽・劣化したから」という理由が最も多い。次いで、「間取りや水回り等の使い勝手を改善したい」、「収納の不足や効率の悪さを改善するため」と続く。「省エネルギー性能を高めたいから」という理由は、全体の20%程度(複数回答の場合)

にすぎないのが実状である。

図表 3-8 リフォームの動機

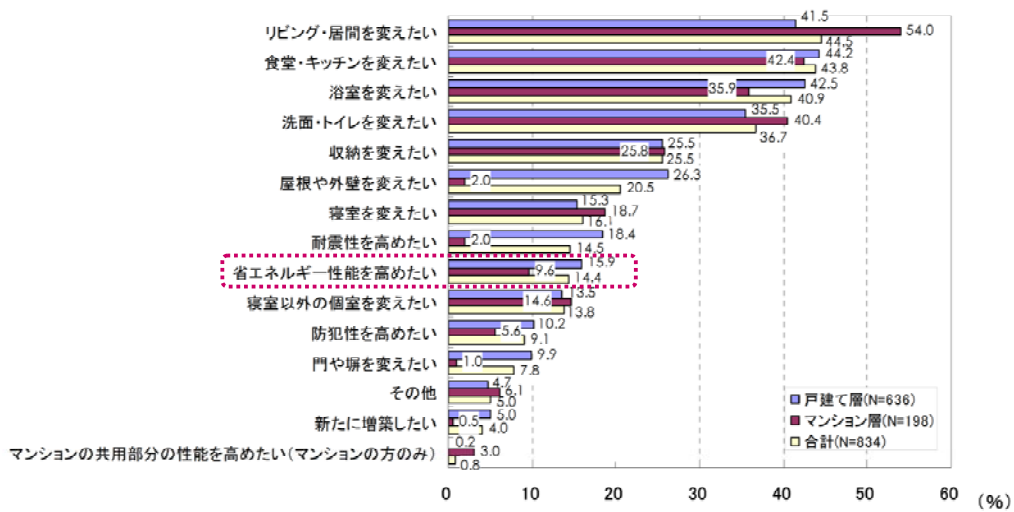


出所) 住宅リフォーム推進協議会「平成 20 年度 インターネットによる住宅リフォーム潜在需要者の意識と行動に関する調査」(2009 年 1 月)

### 5) リフォームの内容

リフォームの内容としては、「リビング・居間」の他、「食堂・キッチン」、「浴室」、「洗面・トイレ」などの水回りのリフォームに対するニーズが高い。省エネルギー性能を高めたいというニーズは、全体の 15%程度に留まる。

図表 3-9 リフォームの内容

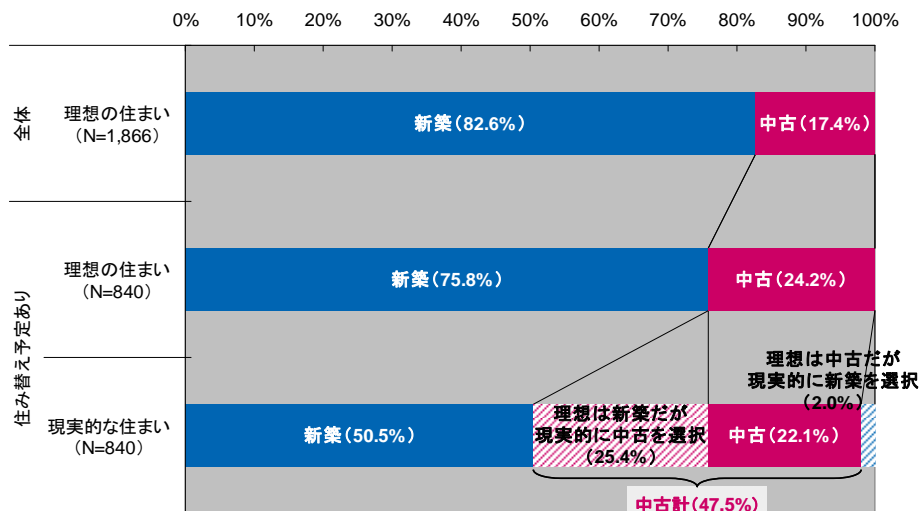


出所) 住宅リフォーム推進協議会「平成 20 年度 インターネットによる住宅リフォーム潜在需要者の意識と行動に関する調査」(2009 年 1 月)

## 6) 中古住宅に対する消費者ニーズ

図表 3-10 に中古住宅を選択する可能性に関するアンケート調査結果を示す。理想の住まいとして、「新築」を理想と考える「新築派」は全体の 8 割程度を占め、日本人の新築志向は依然として根強い。一方、「新築派」の 3 人に 1 人は、現実的には中古住宅を選択すると考えており、今後 5 年以内に住み替え予定のある人の半数近くが、現実的には中古住宅を選択すると考えている。

図表 3-10 中古住宅を選択する可能性

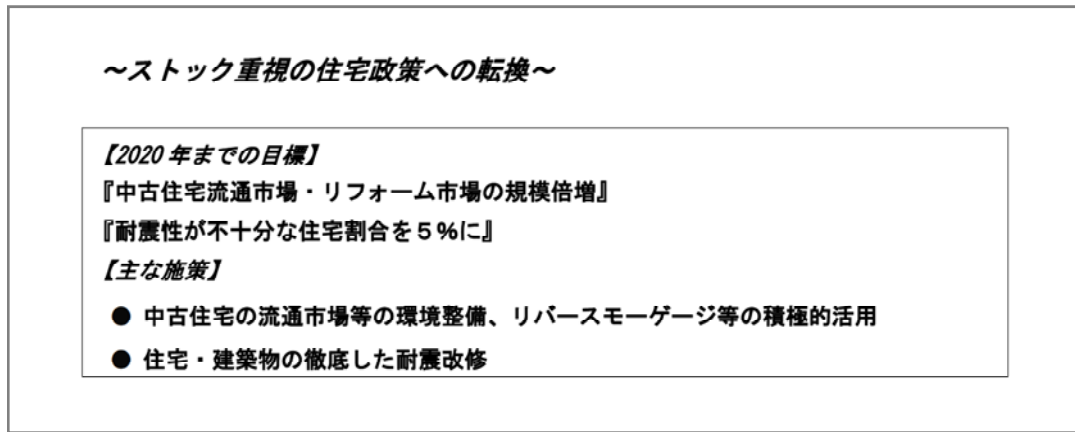


出所) NRI「住宅選択に関するアンケート調査」(2009 年 6 月)

## 7) 政府の新成長戦略（基本方針）

2009年12月に閣議決定された、政府の「新成長戦略（基本方針）～輝きのある日本へ～」において、住宅分野に関しては、「ストック重視の住宅政策への転換」を掲げ、2020年までに中古住宅流通市場・リフォーム市場の規模倍増という目標を提示している。前述のとおり、新築住宅市場は将来的にも縮退傾向にあることから、住宅産業の成長に向けては住宅流通市場やリフォーム市場の活性化が不可欠といえる。

図表 3-11 政府の「新成長戦略（基本方針）」



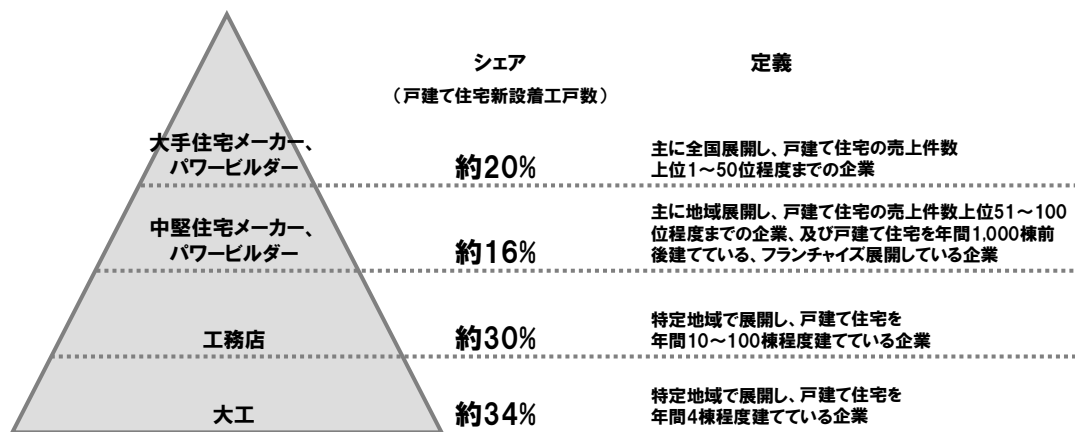
出所 「新成長戦略（基本方針）」（2009年12月）より一部抜粋

### 3. 3 住宅産業を取り巻くプレーヤー

#### 1) 住宅の供給構造

住宅の主たる供給者として、大工、工務店、住宅メーカー、パワービルダー<sup>1</sup>、ゼネコン、マンション事業者、不動産事業者（デベロッパー、建売業者）などがある。このうち、戸建て住宅を中心に供給しているのが、大工、工務店、住宅メーカー、パワービルダーである。戸建て住宅の供給構造に関しては、大手住宅メーカー、パワービルダーのシェアが全体の2割程度で、戸建て住宅全体の半分以上は大工、工務店により供給されている。

図表 3-12 戸建て住宅の供給構造（イメージ）



出所)「住宅産業白書」(矢野経済研究所)、「事業所統計」(総務省)、「住宅着工統計」(国土交通省)  
に基づき NRI 算出

#### 2) 住宅メーカーとパワービルダー

大手住宅メーカーの戸建て住宅完工棟数は、2001 年度以降ほぼ横ばいの状況が続いている。一方、自らは工場を保有しないファブレス経営で、大量一括仕入れによって、部材コストを大幅に削減したパワービルダーが急成長している。

#### 3) 建材・住宅設備メーカー

大工や工務店、住宅メーカー、パワービルダーなどは、住宅を構成する材料や設備機器類を製造する建材メーカー、住宅設備メーカーから必要な部材を調達し、住宅を建

<sup>1</sup> パワービルダーとは、一般的には比較的廉価な戸建て住宅を低価格で大量に供給している建築会社を指す。



設・販売していることから、これらのメーカーとは不可分の関係にある。

建材・住宅設備を供給するメーカーには、パナソニック電工や住生活グループのように、あらゆるラインナップを揃える総合メーカーや、大建工業、TOTO などの各分野の専門メーカーがいる。

また、近年、新設住宅着工戸数の減少による市場競争の激化などを背景として、経営統合による事業の効率化や異分野との連携による総合力の強化を狙った業界再編が進んでいる。

図表 3-13 建材・住宅設備の種類と供給者

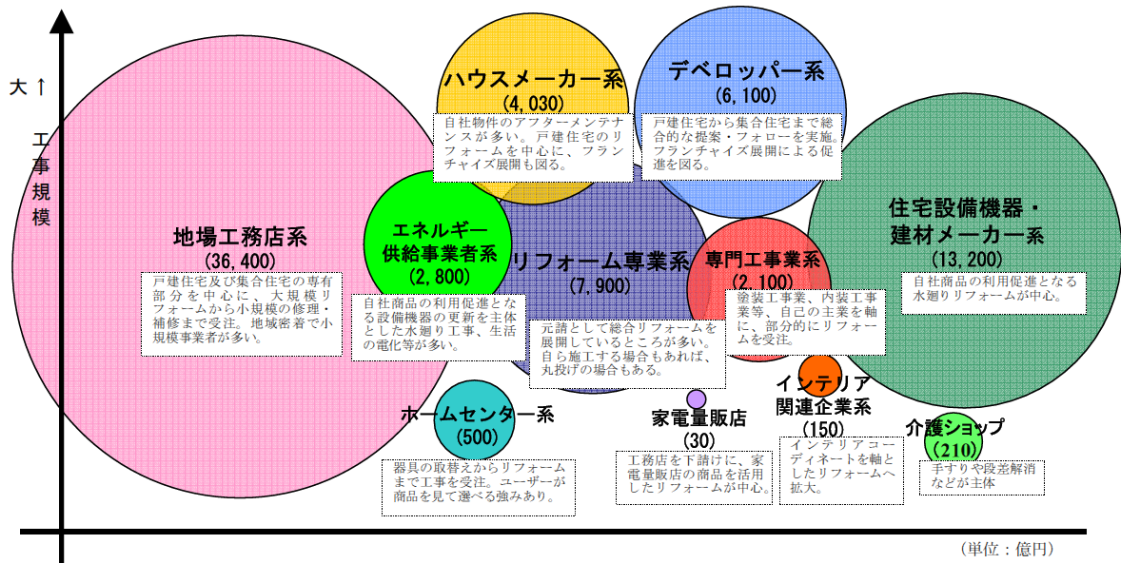
種類	製品の概要	主な供給者
木質建材	材木、合板、集成材、木質ボード、フローリング、木製ドア	材木商、合板メーカー、木質建材メーカー
窯業系建材	コンクリート、石膏ボード、タイル、ガラス	セメントメーカー、石膏ボードメーカー、タイルメーカー、ガラスメーカー
金属系建材	鋼材、アルミ建材	鉄鋼メーカー、アルミサッシメーカー
ファブリックス	カーテン、窓装飾材、カーペット、壁紙	織物メーカー、ブラインドメーカー、壁紙メーカー
キッチン	システムキッチン、周辺機器	システムキッチンメーカー
バス・トイレ	システムバス、浴槽、トイレタリー、洗面化粧台	水回り設備メーカー、衛生陶器メーカー
給湯機器	ガス給湯器、電気式給湯器	ガス機器メーカー
冷暖房機器	エアコン、床暖房	家電メーカー、ガス会社、ガス機器メーカー
照明器具	照明器具	家電メーカー

出所) 各種資料より NRI 作成

#### 4) リフォーム業者

新設住宅着工戸数の減少と住宅ストック市場の拡大を見越して、住宅リフォームの分野においては、様々な業種からの参入が行われている。主要なリフォーム業者としては、住宅メーカー・工務店系、建材・住宅設備メーカー系、マンション、不動産系、リフォーム専業などがある。近年では、ホームセンターや家電量販店等においても、リフォーム事業を展開している。

図表 3-14 リフォーム業者のタイプと規模



出所) 国土交通省 既存住宅・リフォーム部会資料

## 4. 低炭素住宅を巡る国内外の動向

### (4章の要点)

- 国内外において、近年、住宅分野の低炭素化に向けた施策・技術開発が活発化している。
- 我が国においては、2008年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律（通称、省エネ法）」の抜本的改正を行い、罰則の厳格化や規制対象範囲の拡大などが2009年4月より施行されている。一方、住宅の省エネ基準は10年以上改定されておらず（英国、米国などは3年程度ごとに強化）、基準値は気候条件を考慮しても欧米諸国に比べて低い水準にある。
- 世界的に家庭部門の低炭素化対策が急務となっている中、近年、「ZEH（ゼロエネルギー住宅、ゼロエミッション住宅）<sup>2</sup>」という概念が注目を集めつつある。欧米では、ZEHの実現において、躯体の断熱化や設備の高効率化を対策の第一優先事項として重視している。欧米諸国では、費用対効果の観点からも、暖冷房CO<sub>2</sub>排出量削減に貢献する部材開発は大変重要であると認識されている。
- さらに、英国や米国では、さまざまな低炭素技術を駆使したモデル住宅を実際に建設し、実証しており、住宅分野の低炭素化に向けた技術の開発や普及に貢献している。

### 4. 1 国内における施策及び技術開発の動向

#### 1) 国内における主要施策

国内における住宅分野の主な低炭素関連施策を示す(図表4-1参照)。本報告書では、これらのうち特に最近策定または改定されたものについて概要を整理する。

---

<sup>2</sup> ZEHとは、住宅におけるCO<sub>2</sub>排出量または化石エネルギー消費量を、躯体・設備の省エネルギー性能向上、オンサイト（敷地内）での再生可能エネルギー利用等により削減し、年間でのCO<sub>2</sub>排出量または化石エネルギー消費量が正味（ネット）でゼロまたは概ねゼロになる住宅のこと。

図表 4-1 国内における住宅分野の主な低炭素関連施策

国／自治体	所管	施策
国	内閣府	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球温暖化対策推進大綱</li> <li>京都議定書目標達成計画</li> <li>環境エネルギー技術革新計画</li> <li>低炭素社会づくり行動計画</li> <li>環境モデル都市 等</li> </ul>
	環境省／経済産業省	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球温暖化対策推進報</li> </ul>
	経済産業省／経済産業省	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネルギー法                             <ul style="list-style-type: none"> <li>住宅の省エネルギー基準</li> <li>(家電等)トップランナー基準</li> <li>省エネルギーラベリング制度</li> <li>住宅トップランナー基準 等</li> </ul> </li> </ul>
	国土交通省／経済産業省／環境省	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅エコポイント</li> </ul>
	環境省／経済産業省／総務省	<ul style="list-style-type: none"> <li>家電エコポイント</li> </ul>
	国土交通省	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境行動計画2008</li> <li>住宅性能表示制度</li> <li>建築物の総合環境性能評価手法(CASBEE)</li> <li>超長期優良住宅先導的モデル事業</li> <li>住宅・建築物省CO2推進モデル事業 等</li> </ul>
	経済産業省	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cool Earth－エネルギー革新技術計画</li> <li>太陽光発電余剰電力買取制度</li> <li>住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 等</li> </ul>
	環境省	<ul style="list-style-type: none"> <li>クールビズ・ウォームビズ</li> <li>エコリフォーム・コンソーシアム</li> <li>21世紀環境共生型住宅のモデル整備による建設促進事業 等</li> </ul>
自治体	東京都	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物環境計画書制度・マンション環境性能表示制度 等</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>自治体版CASBEE 等</li> </ul>

注釈) 2010年3月時点

出所) 各種資料より作成

### (1) 省エネルギー法(経済産業省・国土交通省)

1970年代の石油危機(オイルショック)を契機として、石油消費量の削減を目的として1979年に制定された。正式名称は、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(通称、省エネ法)。

省エネ法の中で住宅分野に関しては、住宅の省エネルギー基準を規定している他、家電や住宅のトップランナー基準、省エネルギーラベリング制度等を定めている。1979年の制定以降、幾度かの改正が行われてきたが、低炭素化対策推進に対する社会的要請の高まりを受けて2008年に大幅改正が行われ、規制の範囲・内容の拡大、強化が図られた。

図表 4-2 改正省エネ法の主なポイント（住宅分野）

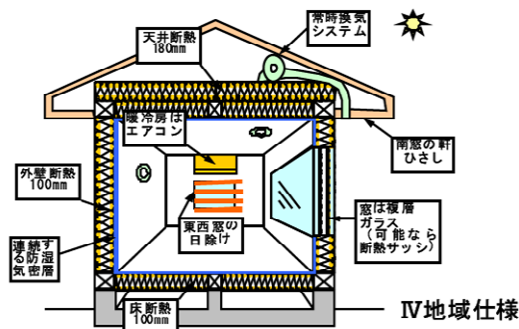
- 罰則の厳格化(2009年4月以降)
  - 省エネ措置が著しく不十分な場合の命令・罰則の導入
- 規制対象範囲の拡大(2010年4月以降)
  - 省エネ措置の届出対象を、延床面積2,000㎡以上から300㎡以上に
- 住宅トップランナー制度の導入(2009年4月以降)
  - 建売戸建住宅の事業者に、トップランナー方式での省エネ判断基準を導入

○ 住宅の省エネ基準

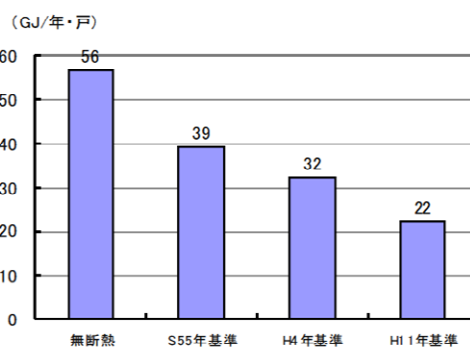
- 正式名称は、「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」
- 1980（昭和 55）年に制定、1992（平成 4）年、1999（平成 11）年に強化
- 全国を 6 つの地域に区分し、地域ごとに断熱性、気密性、日射遮蔽性等に関する基準を規定

図表 4-3 住宅の省エネ基準の概要

● 木造戸建住宅の断熱化のイメージ



● 年間暖冷房エネルギー消費量※の試算



● 基準ごとの断熱仕様等の比較

項目	S55年以前	S55年基準	H4年基準	H11年基準(現行基準)
性能基準	熱損失係数	—	5.2 W/(㎡K) 以下	4.2 W/(㎡K) 以下
	相当隙間面積	—	—	5.0 cm <sup>2</sup> /㎡以下
仕様基準	断熱材(外壁)	なし	グラスウール30mm	グラスウール100mm
	断熱材(天井)	なし	グラスウール40mm	グラスウール180mm
	開口部(窓)	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板
年間暖冷房費※	約 13万3千円/年	約9万2千円/年	約7万5千円/年	約5万2千円/年
年間暖冷房エネルギー消費量※	約56GJ	約39GJ	約32GJ	約22GJ

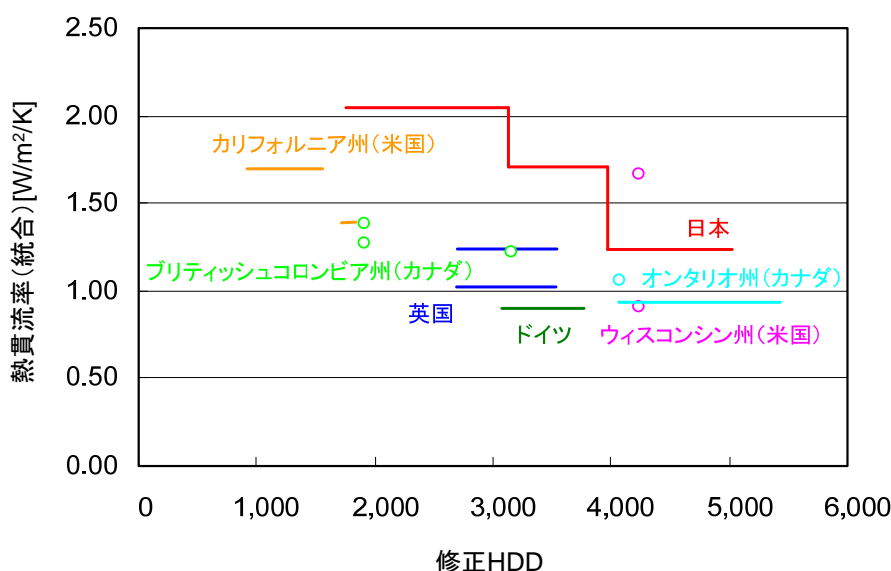
※ 一定の仮定において、国土交通省において試算。

出所) 国土交通省住宅局資料

○ 住宅の省エネ基準（熱貫流率）の国際比較

- 我が国の住宅の省エネ基準における熱貫流率基準値は、欧米諸国に比べて値が大きく、つまり、省エネ性能が低い
- 部位別に見ると、特に窓（開口部）の熱貫流率の基準値が高い（省エネ性能が低い）

図表 4-4 住宅の省エネ基準（熱貫流率）の国際比較



注釈) ①熱貫流率（統合）＝熱貫流率（天井）＋熱貫流率（外壁）＋熱貫流率（床）＋熱貫流率（窓）×0.2

②修正 HDD＝HDD（暖房デGREEデー）＋CDD（冷房デGREEデー）×0.5

③ドイツの値は熱貫流率（窓）の値を0と仮定して算出

④日本の数値は木造を対象とした基準に基づく

出所) Jens LAUSTSEN(IEA), 2007

○ 住宅トップランナー制度

- 1998年にスタートした家電等を対象としたトップランナー制度の枠組みを対象にして、住宅に適用した制度
- 正式名称は、「住宅事業建築主の判断の基準」
- 年間150戸以上販売する建売戸建住宅の事業者を対象として、販売する住宅に対してトップランナー方式による省エネ判断基準を導入
- 基準に適合している場合、その旨を示すラベル（図表 4-5）を表示
- 省エネ判断基準は、従来の住宅の省エネ基準に採用されていた断熱・気密性に加えて、暖冷房、給湯、照明のエネルギー消費効率を踏まえた、年間の一次エネルギー消費量を採用
- また、省エネ判断基準は、5年毎に段階的に強化

図表 4-5 住宅省エネラベル

① 登録建築物調査機関の評価を受けた上で表示する場合（第三者評価）



② 建築主等が自ら性能を評価して表示する場合（自己評価）



出所) 国土交通省住宅局資料

## (2) 住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業（国土交通省）

住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業は、家庭部門、業務部門の CO<sub>2</sub> 排出量が増加傾向にある中、省 CO<sub>2</sub> の実現性に優れたリーディングプロジェクトとなる住宅・建築物プロジェクトを、国が公募によって募り、予算の範囲内において整備費等の一部（1/2 以内）を補助する事業である。

対象事業の種類として、以下の4つが定められている。

- 住宅・建築物の新築
- 既存の住宅・建築物の改修
- 省 CO<sub>2</sub> のマネジメントシステムの整備
- 省 CO<sub>2</sub> に関する技術の検証（社会実験・展示等）

平成 20 年度、21 年度の応募総数は延べ 253 件で、そのうち住宅が 181 件（約 72%）、また採用総数は計 57 件で、そのうち住宅は 21 件（約 37%）であった（図表 4-6）。

国土交通省では、住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業以外にも住宅の省エネ改修や長期優良住宅に対する補助事業を実施している。

図表 4-6 住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業の応募・採用の状況

		応募数	(うち住宅)	採用数	(うち住宅)
平成20年度	第1回公募	120件	105件	10件	4件
	第2回公募	35件	23件	11件	4件
平成21年度	第1回公募	46件	22件	16件	3件
	第2回公募	52件	31件	20件	10件
合計		253件	181件	57件	21件

出所) 建築研究所資料

### (3) 住宅エコポイント制度(経済産業省・国土交通省・環境省)

平成21年度第二次補正予算により、経済産業省、国土交通省、環境省の三省合同事業(1,000億円)として住宅エコポイント制度が創設された。住宅エコポイント制度の基準を満たしたエコリフォーム、エコ住宅の新築が対象となり、様々な商品・サービスと交換可能なエコポイントを取得することができる。

図表 4-7 住宅エコポイント制度の概要

**■ ポイントの発行対象**  
平成22年1月28日以降に、原則として、工事が完了した住宅が対象

① エコ住宅の新築(平成21年12月8日～平成22年12月31日に建築着工したもの)  
・ 省エネ法のトップランナー基準(省エネ基準+α(高効率給湯器等))相当の住宅  
・ 省エネ基準(平成11年基準)を満たす木造住宅

② エコリフォーム(平成22年1月1日～平成22年12月31日に工事着手したもの)  
・ 窓の断熱改修(内窓設置(二重サッシ化)、ガラス交換(複層ガラス化))  
・ 外壁・屋根・天井又は床の断熱改修  
※ これらに併せて、バリアフリー改修を行う場合、ポイントを加算

**■ 発行ポイント数**


① エコ住宅の新築:1戸あたり300,000ポイント

② エコリフォーム(1戸あたり300,000ポイントを限度とする。)

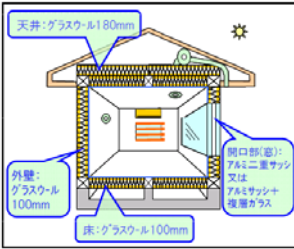
内窓設置・外窓交換	大(2.8㎡～)	中(1.6㎡～2.8㎡)	小(0.2㎡～1.6㎡)
	18,000ポイント	12,000ポイント	7,000ポイント
ガラス交換(ガラスごと)	大(1.4㎡～)	中(0.8㎡～1.4㎡)	小(0.1㎡～0.8㎡)
	7,000ポイント	4,000ポイント	2,000ポイント
外壁・屋根・天井、床の断熱改修	外壁	屋根・天井	床
	100,000ポイント	30,000ポイント	50,000ポイント
バリアフリー改修(50,000ポイントを限度とする。)	手すりの設置	段差解消	廊下幅等の拡張
	5,000ポイント	5,000ポイント	25,000ポイント

**■ ポイントの交換対象**

・ 省エネ・環境配慮商品等 ・ 地域産品  
・ 商品券・プリペイドカード ・ 環境寄付  
・ エコ住宅の新築又はエコリフォームを行う工事施工者が追加的に実施する工事 など



二重サッシ      複層ガラス



天井:グラスウール180mm  
外壁:グラスウール100mm  
床:グラスウール100mm  
開口部(窓):ダブル二重サッシ又はガラスサッシ+複層ガラス

省エネ基準を満たす住宅のイメージ  
(戸建木造住宅・東京の例)

**■ ポイントの申請期限等**

○ポイント発行の申請期限  
エコ住宅の新築:H23.6.30(一戸建て)  
:H23.12.31(共同住宅等\*)  
エコリフォーム:H23.3.31  
\*ただし、層数が11以上の共同住宅等についてはH24.12.31まで

○ポイントの交換申請期限  
H25.3.31まで  
(エコ住宅の新築、エコリフォーム問わず)

出所) 経済産業省、国土交通省、環境省資料



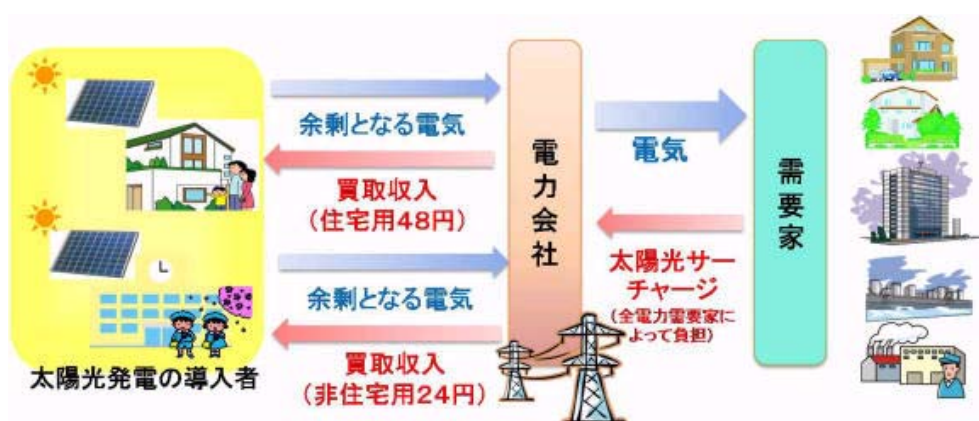
#### (4) 太陽光発電余剰電力買取制度（経済産業省）

経済産業省は、2009年11月から、太陽電池を使って作られた電力のうち自宅で使わずに余った電力（余剰電力）を、1kWhあたり48円で10年間電力会社に売ることができる、太陽光発電の余剰電力買取制度を開始した。非住宅建築物の場合には、余剰電力を1kWhあたり24円で売ることができる。

電力会社は買い取りにかかる費用を太陽光サーチャージ（加算金）として、太陽光発電システムの設置有無に関わらず、すべての電気使用者から徴収することができる。電気使用者が負担する金額としては、初年度で月30円程度の値上げが見込まれており、10年後に月100円程度の値上げになると想定されている。

経済産業省では、余剰電力だけでなく、太陽電池を使って作られた電力の全量を売ることができる「太陽光発電全量買取制度」の検討も2009年11月より開始している。

図表 4-8 太陽光発電余剰電力買取制度の仕組み



出所) 経済産業省資源エネルギー庁「太陽光発電の新たな買取制度ポータルサイト」

## 2) 国内における技術開発

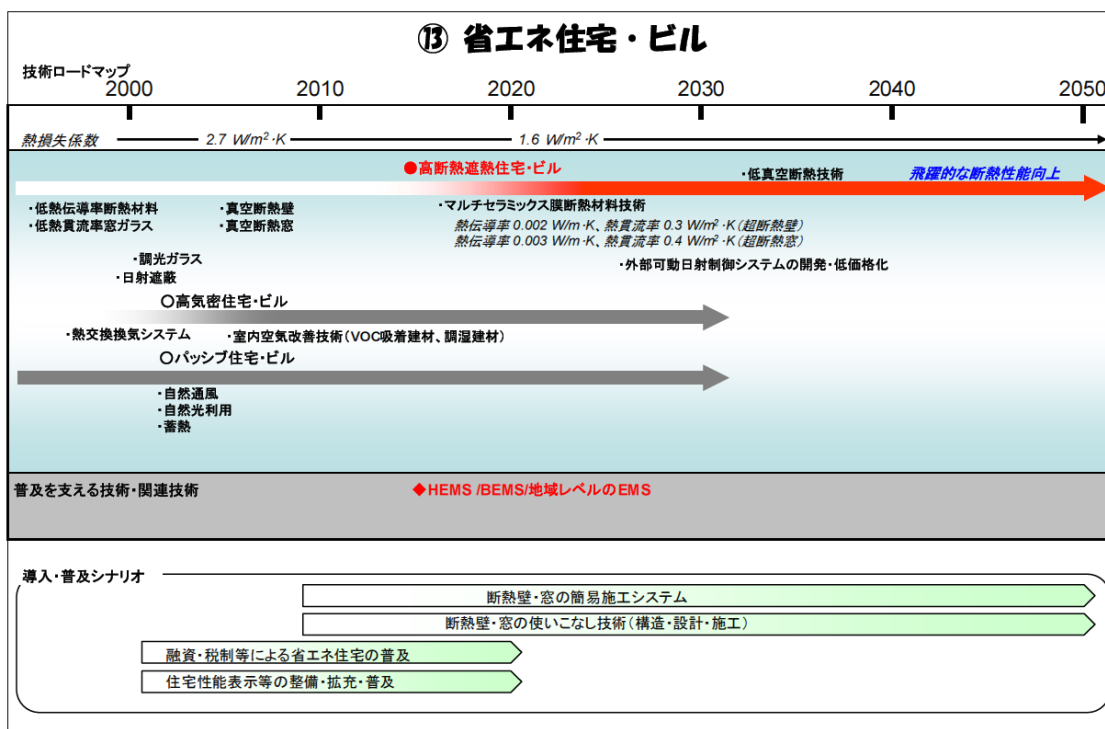
### (1) Cool Earth—エネルギー革新技術計画（経済産業省）

経済産業省は、2007年5月に発表された「美しい星50（クールアース50）」における「世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減する」という長期目標の提案を受けて、これを実現するための革新的技術を特定し、各技術のロードマップを策定することを目的として、2008年3月に「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」を公表した。

「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」では、民生部門において国が重点的に取り組むべき技術として以下の6つの技術が挙げられている。

- 省エネ住宅・ビル
- 次世代高効率照明
- 定置用燃料電池
- 超高効率ヒートポンプ
- 省エネ型情報機器・システム
- HEMS/BEMS/地域レベル EMS

図表 4-9 省エネ住宅・ビルの技術開発ロードマップ



出所) 経済産業省「Cool Earth—エネルギー革新技術計画」

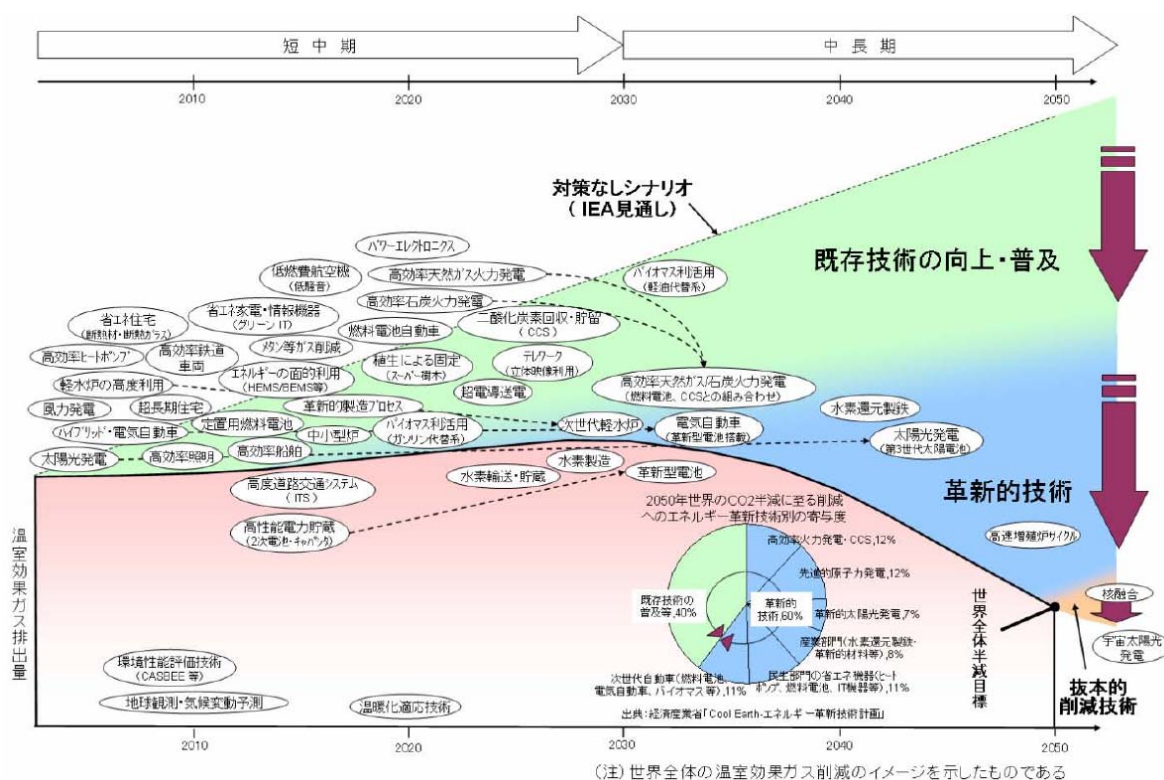
## (2) 環境エネルギー技術革新計画 (内閣府総合科学技術会議)

環境エネルギー技術革新計画は、2008年5月に政府の総合科学技術会議が策定した、2050年に世界全体での温室効果ガス排出量を半減することを目指すための計画である。我が国の環境エネルギー分野の技術力を一層強化し、世界の温室効果ガス排出量の削減を先導することを目的としている。

民生部門については、短期的な対策として、省エネ住宅、HEMS/BEMS、CASBEE (建築物の総合環境性能評価システム)、エネルギーの面的利用 (地域レベル EMS、エネルギーのカスケード利用) が挙げられている。また、中長期的対策としては、創エネルギー住宅に係る技術開発の推進を指摘している。

その他、社会への普及策と必要な制度改革として、住宅・建築物におけるエネルギー消費量や温室効果ガス排出量の評価手法の確立、実際の使用時のエネルギー効率を可視化するための環境性能の表示・認証制度の整備、省エネ法等の法令順守をより高めるための措置の導入、省エネ機器や新エネ機器の設置に対する奨励・義務付けなどを提示している。

図表 4-10 環境エネルギー技術の開発と普及に関するロードマップ



出所) 内閣府総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」

### (3) 技術戦略マップ

経済産業省の技術戦略マップにおいては、エネルギー分野において、総合エネルギー効率の向上-省エネ住宅・ビル（高断熱・遮熱住宅・ビル、高気密住宅・ビル、パッシブ住宅・ビル）に位置づけられている。

図表 4-11 技術戦略マップ上の位置づけ（エネルギー分野）

No.	エネルギー技術 個別技術	2010	2015	2020	2025	2030～
3562F	56.蓄熱  蓄熱システム	室内温熱供給向けMgCo(OH)系利用 CaCl <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O系利用実証試験 MgCo(OH)系利用実証試験				
		潜熱蓄熱材(PCM) 潜熱回収材 空調利用技術 高密度・高温化 圧力制御蓄熱 躯体化	季節間利用実証 低損失化技術	効率向上 低コスト化		
1301A	30.省エネ住宅・ビル  高断熱・遮熱住宅・ビル	熱損失係数 2.7 W/m <sup>2</sup> ・K(IV地区) <span style="float:right">1.6 W/m<sup>2</sup>・K(欧米並)</span> 住宅性能表示制度等の整備・拡充・普及				
		低熱伝導率断熱材料(真空断熱材、セラミック膜等) マルチセラミック膜断熱材料技術 低真空断熱技術 低熱貫流率窓ガラス 調光ガラス 外部可動日射制御システムの開発 断熱工法、外断熱 断熱壁・窓の簡易施工システム 断熱壁・窓の使いこなし技術(構造・設計・施工) 建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)				
1302A	30.省エネ住宅・ビル  高气密住宅・ビル	相当隙間面積(C値) 2-5 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>				
		室内空気質改善技術 揮発性有機化合物(VOC)吸着建材・センサ 熱交換換気システム 調湿建材 建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)				
1303A	30.省エネ住宅・ビル  パッシブ住宅・ビル	空調エネルギー 40 kWh/m <sup>2</sup> ・年 15 kWh/m <sup>2</sup> ・年 10 kWh/m <sup>2</sup> ・年				
		自然光利用 自動協調換気制御 蓄熱 潜熱・顕熱分離空調(デンカント空調) 躯体利用高効率輻射空調 温熱・気流・光シミュレーション技術 設計・評価技術 建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)				

出所) 経済産業省「技術戦略マップ 2009」

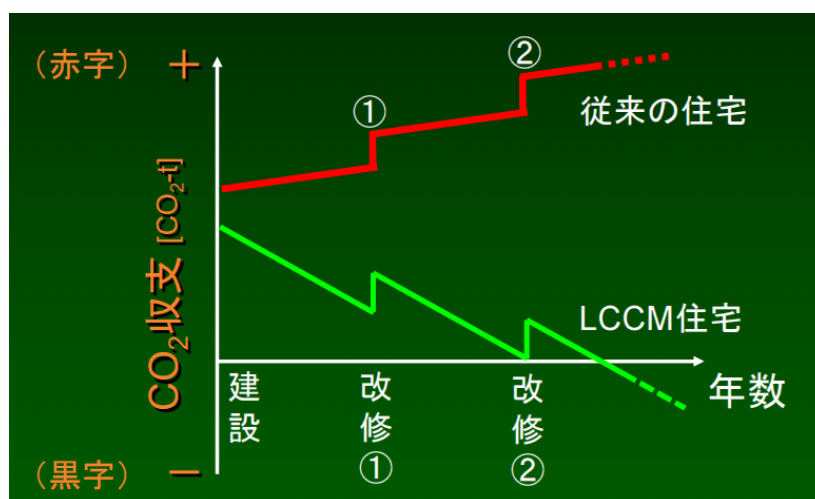
#### (4) ライフサイクルカーボンマイナス住宅の開発・普及（国土交通省）

国土交通省は、2009年9月に、社会資本整備審議会建築分科会建築環境部会の下に、「LCCO<sub>2</sub>配慮建築物小委員会」(委員長:村上周三 建築研究所理事長)を設置し、設計・建設段階で生じるCO<sub>2</sub>排出量を運用段階のカーボンマイナス分(再生可能エネルギー利用等によりネット・ゼロをさらに上回る分)によりなるべく早く相殺し、CO<sub>2</sub>排出量の収支を黒字にする、「ライフサイクルカーボンマイナス住宅(LCCM住宅)」の開発・普及に向けた検討を進めている。運用段階だけでなく、設計、建設、改修、解体にも着目している点が特徴である。

上記小委員会においては、住宅設計や技術開発の視点だけでなく、地場の大工・工務店も含めて広く普及させることを念頭に、モデルハウスの建設による実証と啓発、

評価技術の開発、設計マニュアルの整備、技術のデータベース化等も含めた研究開発を実施することとしている。

図表 4-12 LCCM 住宅の基本的考え方  
(ライフサイクルにわたる CO<sub>2</sub> 収支のイメージ)



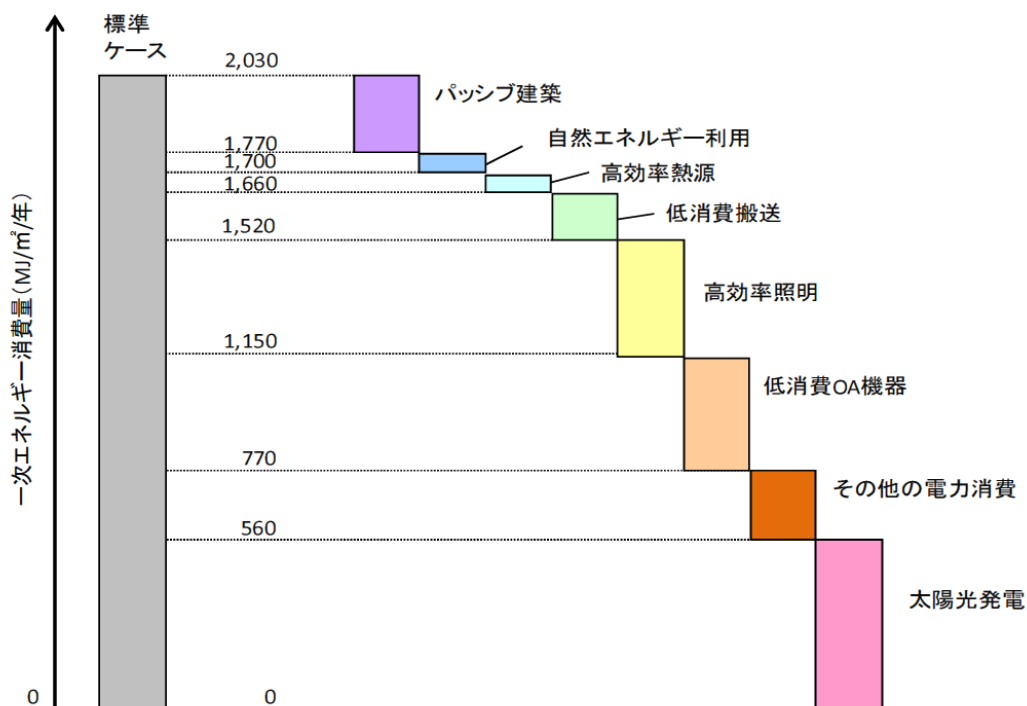
出所) 村上周三・清家剛「LCCM 住宅の開発/普及の推進」(2009 年 9 月)

#### (5) ZEB の実現と展開に関する研究会 (経済産業省)

我が国においては、2009 年 5 月に、資源エネルギー庁が「ZEB の実現と展開に関する研究会 (委員長: 坂本雄三 東京大学教授)」を設立した。その検討の成果として、同年 11 月に、我が国の建築物の ZEB 化に向けた新たなビジョンの提案や、課題とその対応策としての提言をとりまとめた報告書を公表した。

報告書では、ZEB の実現可能性について、2030 年頃までの技術進歩を鑑みると、1 フロアの床面積が約 5,000 m<sup>2</sup> のオフィスビルの場合、①3 階建て以下の低層ビルでは完全な ZEB、②10 階建て程度のビルでも現状の一次エネルギー消費量の 2 割程度に削減可能と試算している。さらに、ZEB 化に向けた新たなビジョンとして、「2030 年までに新築建築物全体での ZEB の実現」という野心的な目標を提示し、ビジョンの実現に向けて、省エネ基準の引き上げ、税制上のインセンティブや予算上の支援の抜本的な強化、省エネラベリング制度の整備などを提言している。

図表 4-13 我が国における ZEB の実現可能性



出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」

## 4. 2 海外における施策及び技術開発の動向

### 1) 海外における主要施策

海外における住宅分野の主な低炭素関連施策を図表 4-14 に示す。

図表 4-14 海外における住宅分野の主な低炭素関連施策

国/地域	施策
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)</li> <li>改正EPBD (エネルギー性能証書制度、ゼロエネルギー住宅・建築物の法制化等) 等</li> </ul>
英国	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築基準法による住宅の省エネ規制・基準</li> <li>住宅の省エネ性能評価制度・省エネ性能表示制度</li> <li>ゼロカーボン住宅・建築物の法制化 等</li> </ul>
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅の省エネ規制・基準</li> <li>ENERGY STAR (省エネラベリング制度)</li> <li>ASHRAE のエネルギー性能ラベル</li> <li>住宅のエネルギー消費データベース (RECS: Residential Energy Consumption Survey)</li> <li>ゼロエネルギー住宅・建築物 (政策目標)</li> <li>ソーラー・デカトロン (モデルプロジェクト) 等</li> </ul>

注釈) 2010年3月時点

出所) 各種資料により NRI 作成

### (1) 欧州：EPBD（建築物のエネルギー性能に関する欧州指令）

EUでは、建築物のエネルギー性能向上を目的として、欧州委員会より2004年1月に「建築物のエネルギー性能に係る欧州指令（Energy Performance of Buildings Directive、以下EPBD）」が施行された。

EPBDは大きく5つの要件から構成されており、要件によって対象が異なる（図表4-15）。各国は、2006年1月までに履行のための国内法の施行や制度の整備が義務づけられていたが、③エネルギー性能証書（図表4-16）、④ボイラー・空調システムの検査については、専門家の不足を理由に実行期限を3年間延長することが認められている。

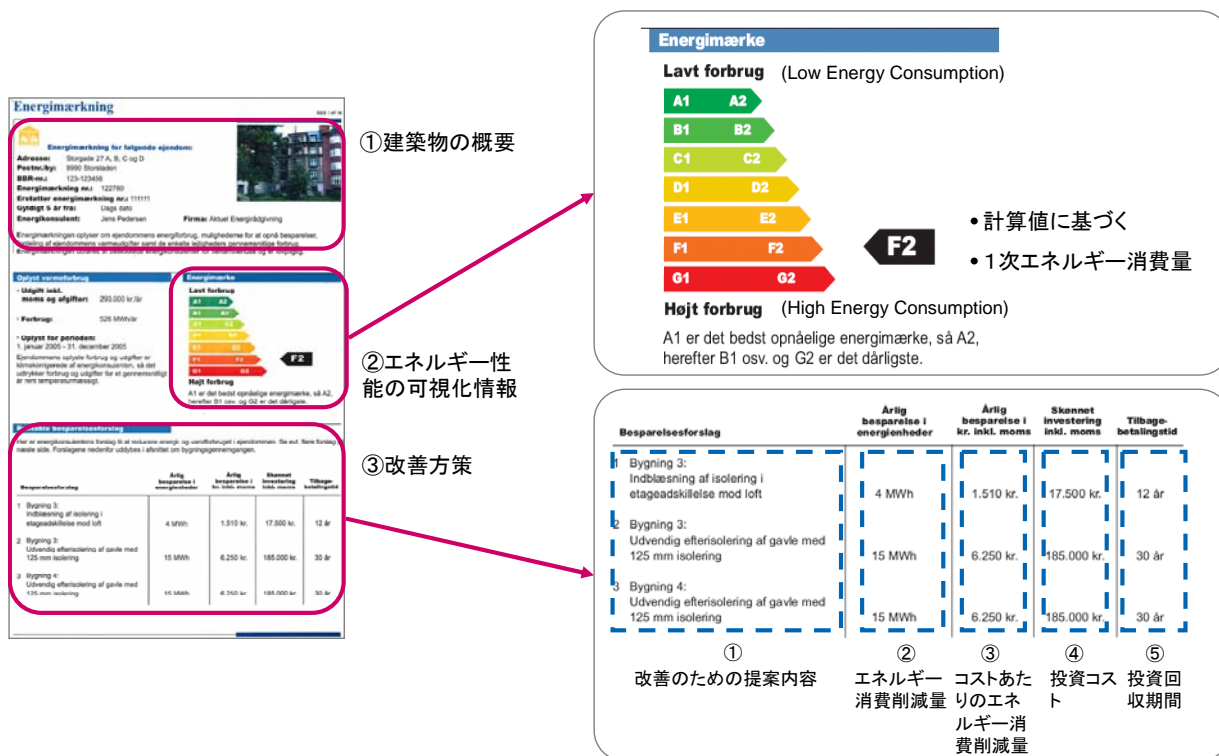
なお、現在EPBDの改正作業が進められており、改正案では床面積1,000㎡という制限を撤廃し、新築及び既存の大規模改修すべてについて、エネルギー性能要求事項の最低基準の遵守を義務付けるとともに、2020年末までにすべての新築住宅・建築物をゼロエネルギー化する方針である。

図表 4-15 EPBD の要件

要件	内容	対象
①計算方法 (第3条)	・ 建築物のエネルギー性能を統合的に評価できる計算方法を開発	すべての建築物（新築・既存）
②エネルギー性能 要求事項 (第4～6条)	・ 新築および大規模改修時に、エネルギー性能要求事項の最低基準の適用を義務化	新築: すべて 既存: 大規模改修される 1,000㎡超の既存建築物
③エネルギー性能 証書 (第7条)	・ 建築物のエネルギー性能の評価・認証制度を構築 ・ 建設、売買、賃貸借などの建築物の取引時にエネルギー性能証書の取得および取引先への提示を義務化 ・ 公共建築物においてはエネルギー性能の表示を義務化	評価・認証: すべての建築物 (新築・既存) 表示: 1,000㎡超の公共建築物、 公共サービスを提供する建築物
④ボイラー・空調 システムの検査 (第8, 9条)	・ ボイラーと空調システムの定期的な検査の実施を義務化	実効出力20kW超のボイラー 実効出力12kW超の空調システム
⑤専門家制度 (第10条)	・ 建築物のエネルギー性能の評価・認証、ボイラー・空調システムの検査を実施できる独立した専門家を養成	－

出所) EPBD 原文より NRI 作成

図表 4-16 デンマークのエネルギー性能証書（サンプル）



出所) DEA (Danish Energy Agency)

## (2) 英国

### ア. 建築基準法による省エネ規制・基準

英国では、建築基準法 (Building Regulation) の Part L (燃料と電力の省エネルギー) において、新築及び増改築時における住宅・建築物の省エネ基準を義務化している。Part L の技術的な承認文書 (Approved Document: AD) は、住宅/非住宅、新築/既築の別の 4 つのパートで構成されている。

2002 年基準は、①部位別熱貫流率基準、②外皮の平均熱貫流率基準、③炭素指標基準 (単位床面積あたりの CO<sub>2</sub> 排出量) の 3 つから選択可能であったが、2006 年の改訂により省エネ基準は炭素指標基準に統一された。

省エネ基準は定期的に強化が図られており、2002 年の部位別熱貫流率基準に基づき、一般的な住宅や標準的な気象データ、使用パターン等を想定して算出した暖房用エネルギー消費量は、1990 年基準に比べて 50%強化されている。また、2002 年と 2006 年の炭素指標基準を比較すると、2006 年基準に基づく一般的な住宅を想定した場合の CO<sub>2</sub> 排出量 (暖冷房、換気、給湯、照明) は 2002 年基準と比較して 20%強化された。



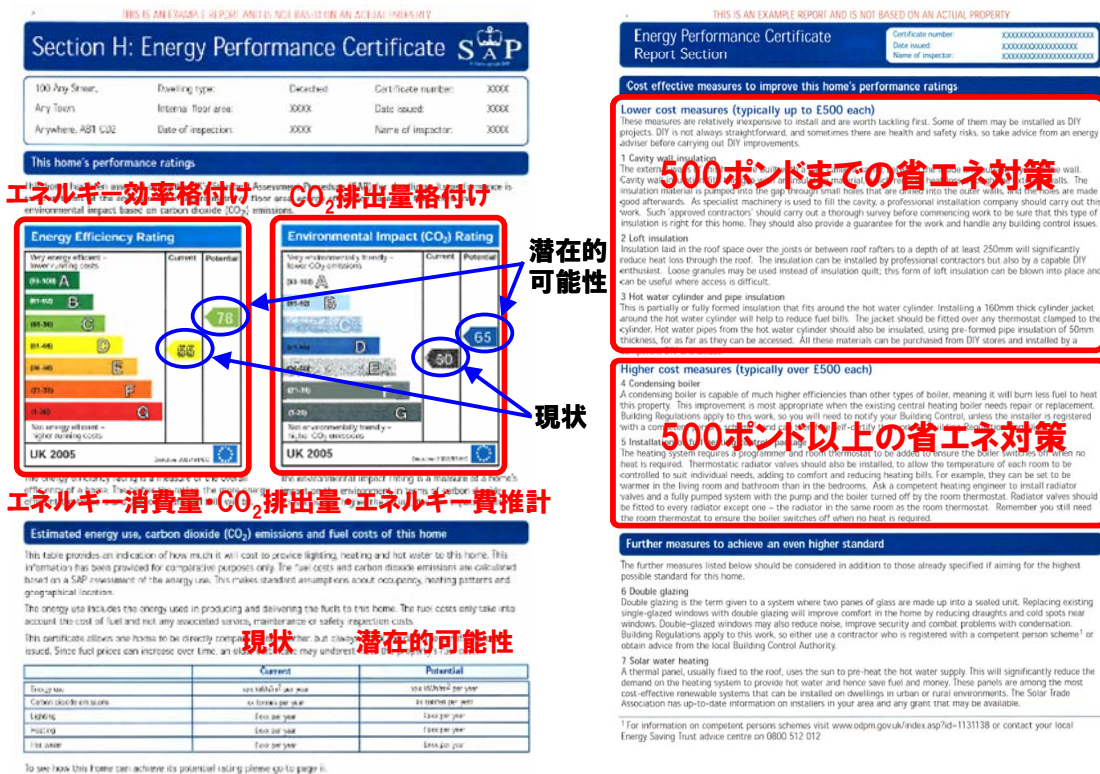
## イ. 省エネ性能評価制度・省エネ性能表示制度

住宅・建築物の省エネ性能評価制度（EPC: Energy Performance Certificate）は、前述の EU 指令（EPBD）を履行するための制度であり、新築、売買、賃貸借時に建物オーナーに対して、省エネ性能評価書の取得と取引相手への提示を義務づけている。英国では、住宅に関しては 2006 年から施行されている。

図表 4-17 に英国のエネルギー性能証書の例を示す。当該建築物のエネルギー性能を設計段階による予測値に基づき評価し、A~G の 7 段階で格付けする他、CO<sub>2</sub> 排出量の格付け結果も掲示される。また、エネルギー性能改善に関するアドバイスは、500 ポンド未満の対策と 500 ポンド以上の対策とに分けて提示される。

なお、英国の場合には、ただし、EPC で対象としている CO<sub>2</sub> 排出は、省エネ基準で規定している暖冷房、換気、給湯、照明による CO<sub>2</sub> 排出のみで、厨房や家電製品等は含まれない。

図表 4-17 英国のエネルギー性能証書（サンプル）



出所) BRE (英国建築研究所)

## ウ. ゼロカーボン住宅に関する取組み

(ゼロカーボン住宅の法制化)

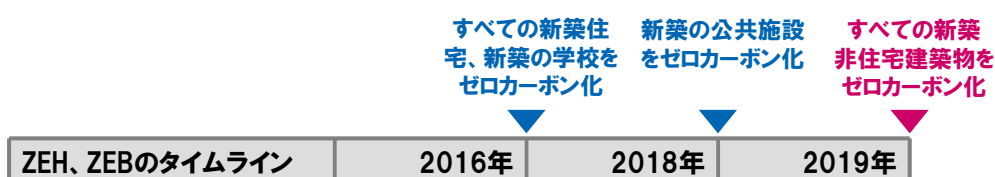
2006 年 12 月、英国政府は、建築分野における抜本的な低炭素化対策の第一歩とし

て、「2016年までにすべての新築住宅をゼロカーボン化する」との目標について、パブリック・コンサルテーションを開始した。また、2008年3月、財務大臣は、非住宅建築物についても、

- 2016年までに新築の学校をゼロカーボン化
- 2018年までに新築の公共施設をゼロカーボン化
- 2019年までにすべての新築非住宅建築物をゼロカーボン化

するという目標を発表した。

図表 4-18 ゼロカーボン住宅・建築物のタイムライン



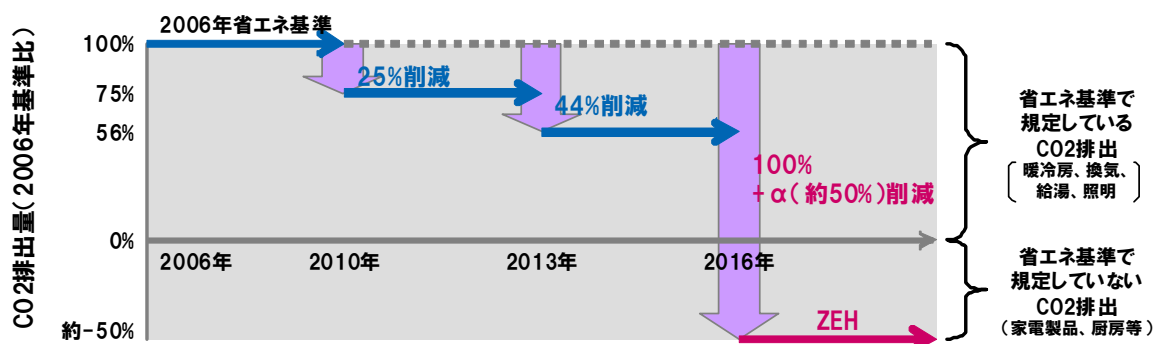
出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」

(ゼロカーボン住宅実現に向けた段階的な省エネ基準の強化)

英国政府はゼロカーボン住宅の達成に向け、2006年の省エネ基準に比べて、省エネ基準で規定しているCO<sub>2</sub>排出量(暖冷房、換気、給湯、照明)を2010年以降は25%、2013年以降は44%削減となるよう基準強化を図り、2016年以降は省エネ基準で規定していないCO<sub>2</sub>排出量(家電製品、厨房等)も含めてネット・ゼロとなるよう基準を強化する方針を示している。

ゼロカーボン住宅の実現には、省エネ基準で規定しているCO<sub>2</sub>排出だけでなく、家電製品など省エネ基準で規定していないCO<sub>2</sub>排出の削減が課題となっている。

図表 4-19 ゼロカーボン住宅の実現に向けた段階的な省エネ基準の強化



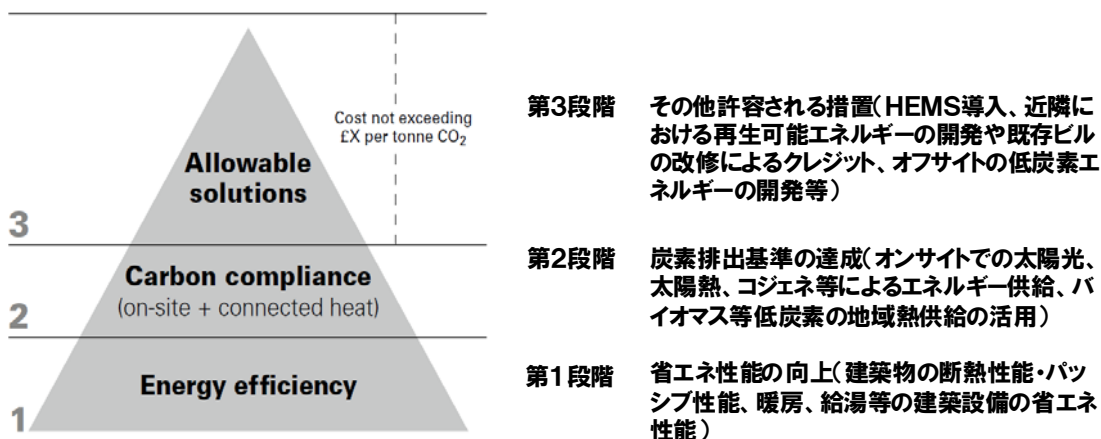
出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」

(対策の優先順位)

英国では、ヒエラルキー・アプローチにより、3つのステップについて、次のプライオリティーでゼロカーボン住宅を目指すこととしている。

ヒエラルキー・アプローチの第1段階では、住宅の断熱性能向上、住宅設備の省エネ性能向上等、エネルギー効率の向上を図る。続く第2段階では、オンサイト（敷地内）での再生可能エネルギー導入や地域熱供給の活用によりCO<sub>2</sub>排出量の削減を目指す。さらに、こうしたオンサイトでの対策だけではゼロカーボン住宅の実現が困難である場合には、第3段階として、敷地外での低炭素エネルギー開発への投資や既存ストック住宅の改修といった、オフサイト（敷地外）の措置等（Allowable Solutions）も許容される。

図表 4-20 ゼロカーボン住宅の実現に向けた対策の優先順位



出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」、原出典は DCLG (英国地域・地方政府省) 資料

(ゼロカーボン住宅の実現に向けた指針作り)

2006年12月、地域・地方政府省は、「Code for Sustainable Homes」(以下CSH)を公表し、省エネ性能に関し6段階の評価軸を設定した。CSHは、法的規制の将来の方向性を示すシグナルとしての位置づけであり、評価軸は2010年、2013年、2016年の基準強化と対応している。

図表 4-21 CSH と基準強化の対応

CSHの評価軸	2006年省エネ基準との比較	基準強化年
1(★)	10%削減	
2(★★)	18%削減	
3(★★★)	25%削減	2010年～
4(★★★★)	44 %削減	2013年～
5(★★★★★)	100 %削減	
6(★★★★★★)	ゼロカーボン住宅	2016年～

出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」、

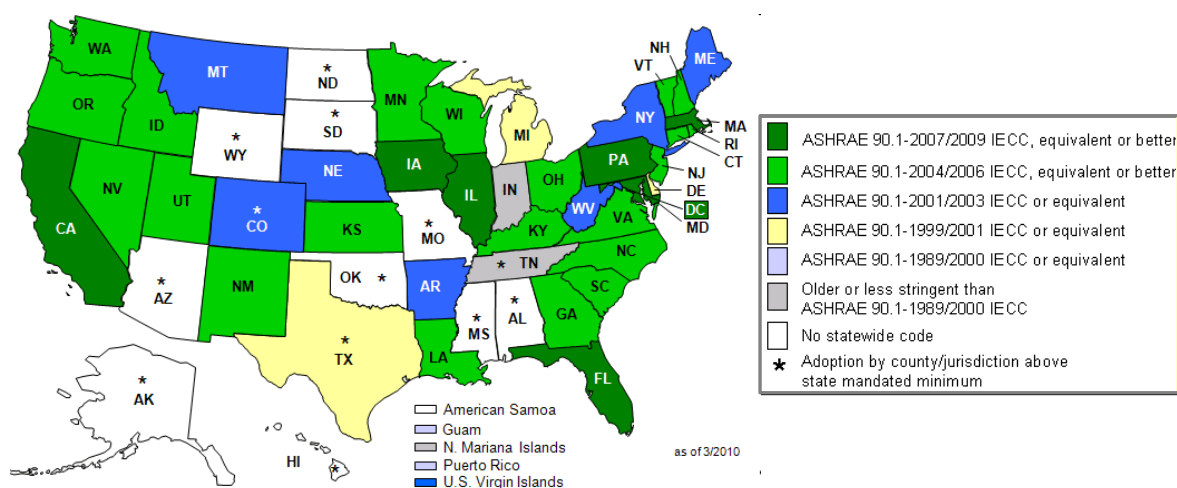
原出典は DCLG (英国地域・地方政府省) 資料

### (3) 米国

#### ア. 住宅の省エネ規制・基準

米国では連邦政府が規範となる省エネ基準を策定し、州レベルで義務化している。各州が採用している住宅の省エネ基準は、米国エネルギー省 (DOE) と米国環境保護庁 (EPA) の主導により策定された IECC (International Energy Conservation Code、国際省エネルギー基準) が基本となっている。基準は概ね 3 年程度毎 (最近では、2000 年、2001 年、2003 年、2006 年に改訂) に改訂されており、最新版は 2009 年に策定された IECC2009 となっている。

図表 4-22 各州で採用している省エネ基準



注釈) 2010 年 3 月時点

出所) DOE ウェブサイト

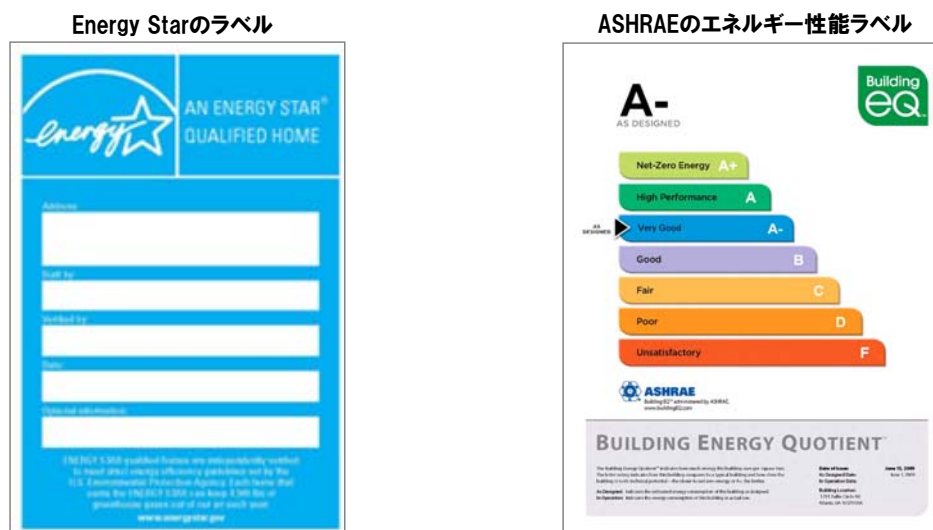
## イ. 省エネラベリング制度

米国における住宅・建築物の省エネ性能ラベリング制度として、Energy Star がある。また、米国暖房冷凍空調工学会（ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, INC）が新しい省エネ性能ラベリング制度の開発を進めている。

ENERGY STAR は、環境保護庁（EPA）と DOE が共同で開発した、製品、機器、住宅、業務用ビルを対象とする任意の省エネ性能ラベリング制度であり、適合製品にはラベルが貼付され、消費者が製品を選ぶ際の判断基準として活用されている。住宅用として、「ENERGY STAR HOME」がある。

ASHRAE（米国暖房冷凍空調工学会）は、新しい建築物のエネルギー性能ラベルとして「Building Energy Quotient Program」を開発している。設計段階における性能値に基づく評価と運用段階における実態値に基づく評価の2種類があり、新築・既存ともに評価・格付けが可能となる。表示形式が欧州のエネルギー性能評価書に類似している。

図表 4-23 英国の省エネラベリング制度



出所) Energy Star 及び ASHRAE ウェブサイト

## ウ. 住宅のエネルギー消費データベース：RECS

米国では、DOE のプログラムとして、住宅及び業務用ビルのエネルギー消費データを定期的に収集し、データベース化している。データ収集及びデータベースの構築は、EIA (U. S. Energy Information Administration) が実施している。

住宅のエネルギー消費データベースとして、RECS (Residential Energy Consumption Survey) がある。1978 年からデータの収集を行っており、4 年程度毎に更新している。

データベースは、ウェブサイト上で一般に公開されている。

最新のデータベースは 2005 年版で、全米約 4,000 の既存住宅を対象にデータ収集を実施している。2010 年 2 月より、2009 年版データの収集を開始している。

## エ. ゼロエネルギー住宅に関する取組み

DOE は、2020 年までに市場で競争力を有するゼロエネルギー住宅、2025 年までにゼロエネルギービルの技術開発を目指した「ビルディング技術プログラム」を推進している。また、カリフォルニア州では、連邦政府と同様に 2020 年までにすべての住宅をゼロエネルギー住宅とし、2030 年までにすべてのビルをゼロエネルギービルとする方針を法律 (AB1103) の中で掲げている。

## オ. ソーラー・デカトロン

太陽光発電装置の住宅設計への普及を目的として、DOE の省エネルギー・再生エネルギー局 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy) がメインスポンサーとなり、Solar Decathlon (ソーラー・デカトロン、Decathlon は十種競技という意味) と呼ばれる太陽光発電装置を用いた住宅設計競技を開催しており、これまでに、2002 年、2005 年、2007 年、2009 年の計 4 回実施された。

ソーラー・デカトロンには、世界中 (米国以外に、ドイツ、スペイン、プエルトリコ等を含む) から 20 の大学が参加 (予審あり) し、CO<sub>2</sub> 削減や室内環境など計 10 の項目に基づき住宅設計を競い合う。また、ワシントン DC・キャピトルヒル前に実際に住宅を建築し、審査を行う。対象は大学生であるが、民間企業・団体より、資金や機器の提供を受けて、研究開発、設計・建設、輸送等を行っている。2007 年、2009 年の大会では、ドイツ・ダルムシュタット工科大学が連続優勝を果たしている。

図表 4-24 ソーラー・デカトロンの概要



出所) DOE Solar Decathlon ウェブサイト

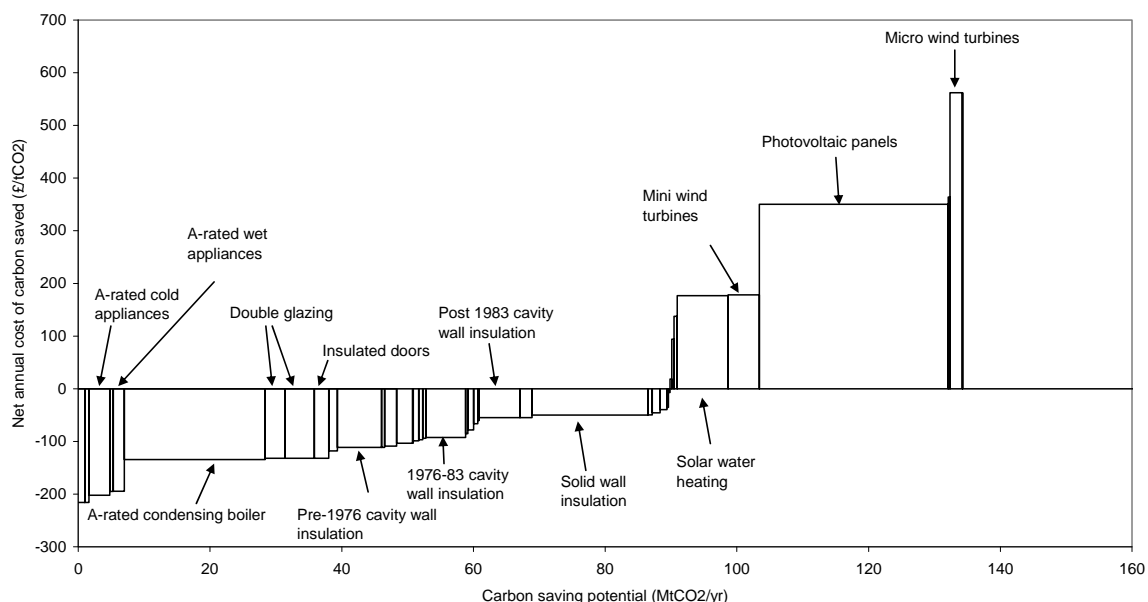
## 2) 海外における技術開発

### (1) 英国

英国では、気候条件やエネルギー消費特性から、設備・機器の効率改善や制御の高度化よりも、まずは設計の工夫により負荷を如何に減らすかという点に注力している。

図表 4-25 に英国における建築分野の CO<sub>2</sub> 削減技術の費用対効果の分析結果を示す。英国では、暖房用エネルギー消費が大きいことから、断熱化など負荷削減技術の費用対効果が大きい。

図表 4-25 英国における建築分野の CO<sub>2</sub> 削減技術の費用対効果



出所) BRE (英国建築研究所)

また、英国では、BRE (英国建築研究所) の敷地内に、最先端の省エネ技術を駆使した住宅のモデル展示場を開設し、技術の実証を行っている。

#### (BRE・Innovation Park の概要)

- 2005 年に開業した、BRE (英国建築研究所) 敷地内にある、最先端省エネ技術のモデルハウス展示場
- 住宅事業者は 2 年間のリース契約でモデルハウスを建築し、自社商品を積極的に PR
- 現在、全 9 棟建設されており、そのうち 1 棟はチャールズ皇太子が寄贈
- GSH レベル 6 (ゼロカーボン住宅) を取得した住宅も 2 棟展示公開

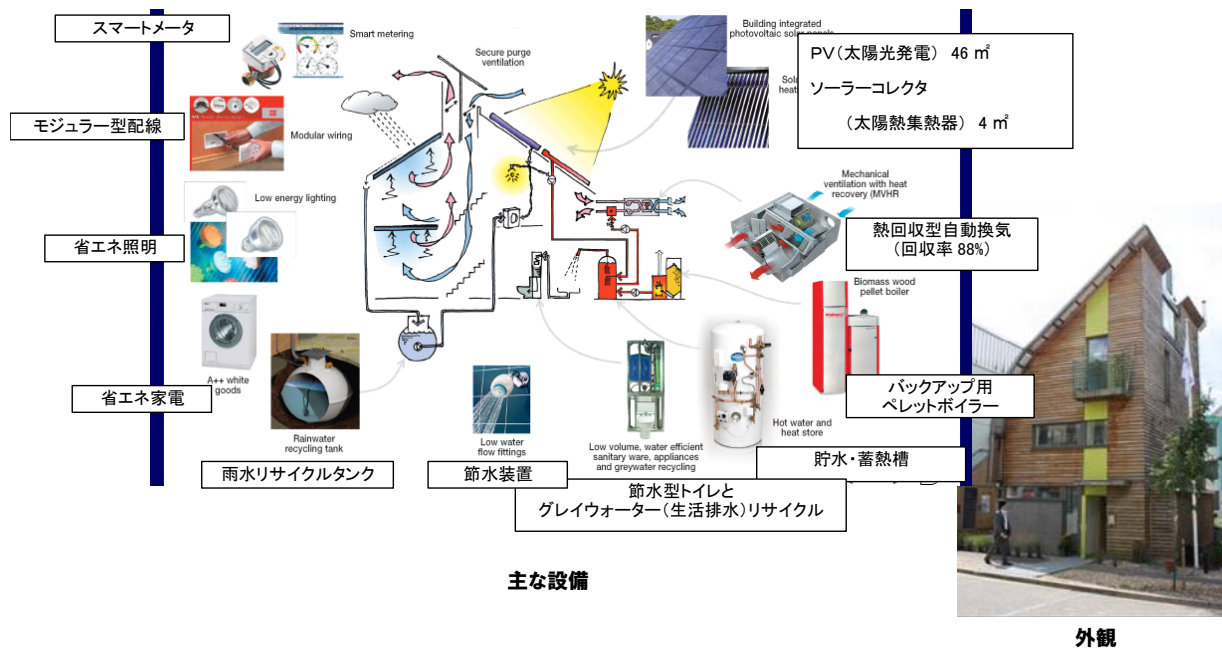
- 見学は有料（57.5 ユーロ/人）で、概要説明を受けた後、各自 IC レコーダーを持って自由に見学できる
- 国内外から多くの見学者が訪れ、ゼロカーボン住宅の PR に貢献

図表 4-26 BRE・Innovation Park



出所) 早稲田大学・田辺教授プレゼン資料

図表 4-27 ゼロカーボン住宅のモデルハウス : Kingspan Lighthouse



出所) 早稲田大学・田辺教授プレゼン資料



図表 4-28 ゼロカーボン住宅のモデルハウス : Barrat Green House



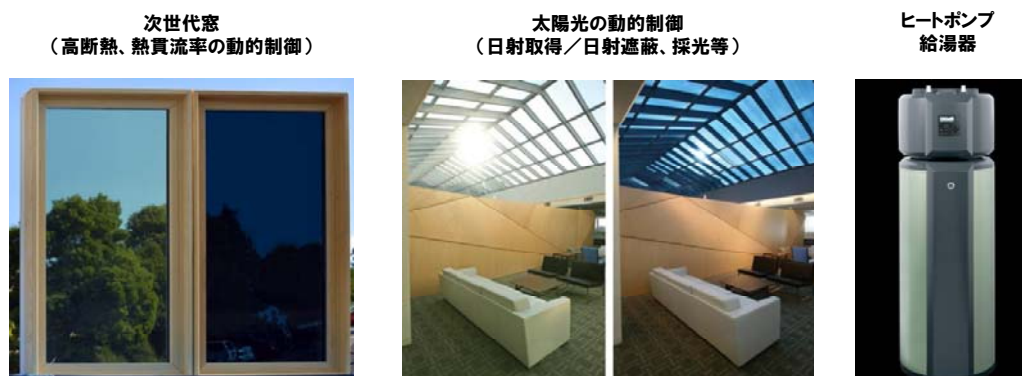
出所) 早稲田大学・田辺教授プレゼン資料

## (2) 米国

DOE のビルディング技術プログラムでは、特に以下の研究開発に注力している。

- 照明 (固体素子照明)
- 外皮・躯体 (窓、断熱材)
- HVAC システム、給湯器
- 総合設計・統合制御

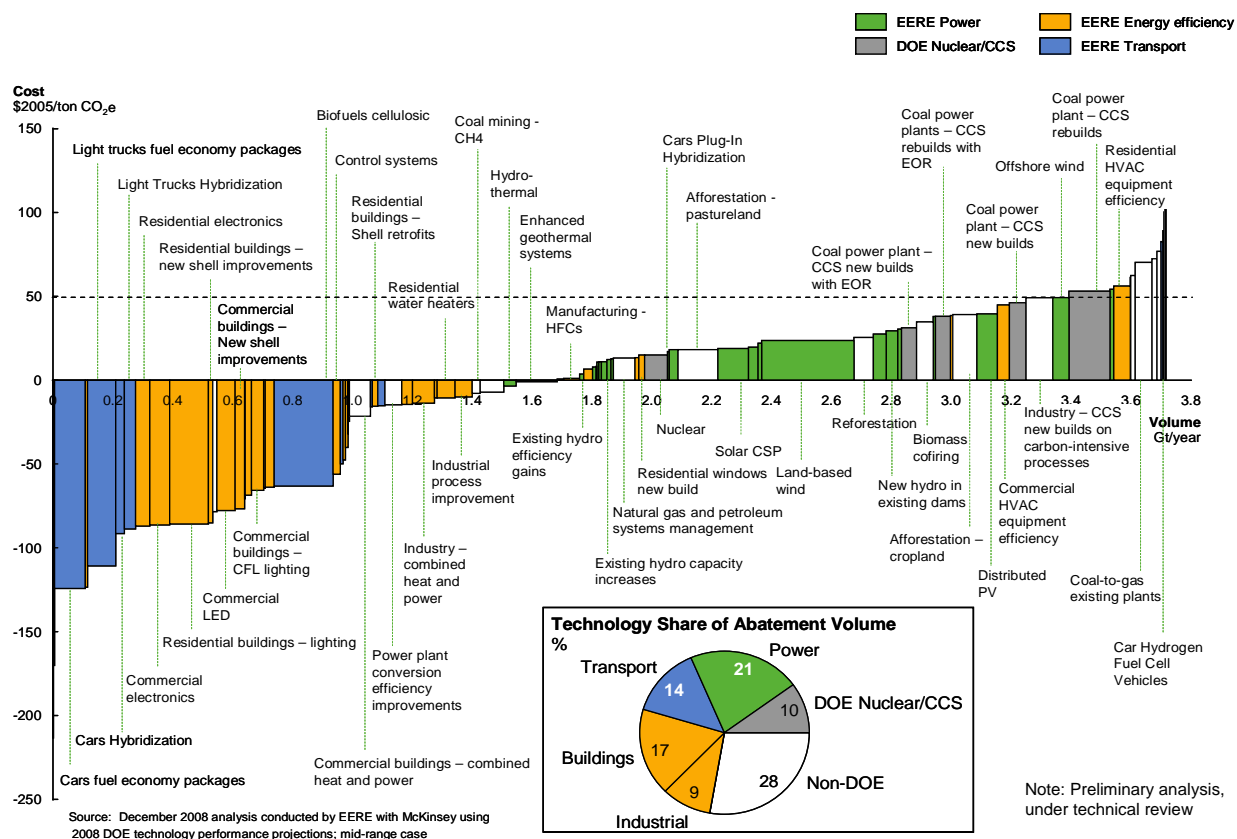
図表 4-29 米国の研究開発の重点テーマ



出所) 経済産業省資源エネルギー庁「ZEBの実現と展開に関する研究会」、原出典はDOE資料

図表 4-30 に米国における各部門の CO<sub>2</sub> 削減技術の費用対効果の分析結果を示す。建築分野の対策（図中オレンジの部分）の費用対効果は他部門に比べて大きく、中でも断熱化など負荷削減技術の費用対効果が大きい。

図表 4-30 米国における各部門の CO<sub>2</sub> 削減対策の費用対効果



出所) DOE 資料

## 5. 住宅における CO<sub>2</sub> 排出量削減に向けた技術シーズ

### (5章の要点)

- 住宅分野において、既存技術の普及のみで、2020年までに温室効果ガス排出量 25%削減（1990年比）という中期目標の達成に貢献することは極めて困難な状況にある。
- また、優良な住宅ストックの蓄積という視点から、太陽光発電等の再生可能エネルギーに CO<sub>2</sub> 排出削減量の多くを頼るのではなく、躯体や設備の省エネ性能を高めた低炭素住宅の開発・普及が望まれる。
- 以上より、低炭素住宅の開発・普及に向けては、部材や設備に関する既存技術の改良と新技術の開発が不可欠である。
- 本調査では、事業者ヒアリング、有識者ヒアリング等により、住宅分野の低炭素化に資する技術シーズを探索し、それらの中から、部材開発で貢献できる技術で、NEDO 等の他事業で研究開発が行われていない技術シーズに着目し、重点研究開発テーマとして抽出した。

### 5. 1 技術シーズの探索

#### 1) 住宅分野の低炭素化に向けた技術開発の必要性

住宅分野の低炭素化に向けた技術開発の必要性について、「既存技術の普及のみで、2020年までに温室効果ガス排出量 25%削減（1990年比）を実現できるか」、「躯体・設備の省エネ技術の開発・普及より、太陽光発電システムなどの新エネ機器の導入を優先すべきか」の2つの視点から整理する。

- 論点①：既存技術の普及のみで、2020年までに温室効果ガス排出量 25%削減（1990年比）を実現できるか
  - ここでは、現時点での新築住宅に採用されている省エネ技術を「既存技術」と定義し、既存技術の普及による中期目標の実現可能性について簡易に試算する。
  - 我が国の住宅市場においては、新築住宅（フロー）は年間 100 万戸程度で

あるのに対して、既存住宅（ストック）は約 4,500 万戸ある。

- 国内対策のみで、温室効果ガス排出量 25%削減を実現しようとした場合、前述の中期目標検討委員会の試算によると、新築住宅に関しては 100%が次世代（平成 11 年）省エネ基準以上（30%は次世代省エネ基準よりさらに厳しい基準）を満たし、既存住宅に関しても 100%が新（平成 4 年）省エネ基準以上を満たす必要があることを提示している。
  - 既存住宅の 100%が新（平成 4 年）省エネ基準以上を満たすためには、現時点における既存住宅の 75%程度を今後 10 年間で断熱リフォームする必要がある。つまり、10 年間で約 3,400 万戸、年平均 340 万戸の断熱リフォームを実施しなければならない。これは、新築住宅着工戸数の 3~4 倍に相当し、また現状において省エネ目的のリフォームは 1~2 割程度に留まっていることから、既存技術を前提として 2020 年までに既存住宅の 100%が新（平成 4 年）省エネ基準以上を満たすことは極めて難しい状況にある。
  - したがって、2020 年までに住宅分野における温室効果ガス排出量 25%削減を実現するためには、新築住宅のさらなる高性能化（低炭素化、ゼロエミッション化）が求められ、そのためには新技術の開発が不可欠と考えられる。当然ながら、既存住宅の低炭素化に向けた、断熱リフォーム向けの技術開発も重要となる。
- 論点②：躯体・設備の省エネ技術の開発・普及より、太陽光発電システムなどの新エネ機器の導入を優先すべきか
- 低炭素住宅（ゼロエネルギー住宅、ゼロエミッション住宅）の開発にあたっては、これを実現するための手法として、大きく以下の 2 つのアプローチが考えられる。
    - ① 住宅の躯体や設備の省エネルギー性能の向上
    - ② オンサイト（敷地内）での再生可能エネルギー利用（新エネ機器の導入）
  - 英国や米国では、ゼロエネルギー住宅やゼロエミッション住宅（以下、ZEH）の実現において、まずは躯体や設備の省エネを可能な限り進め、その上で足らざる部分に関して敷地内での再生可能エネルギー利用を進めるとする対策の優先順位を提示している。
  - 我が国においても、基本的に英国や米国と同様の優先順位により、ZEH を目指すべきである。断熱水準が十分でなく、設備の省エネルギー性能も低いエネルギー多消費型の住宅であっても、太陽光発電等の再生可能エネルギーを大量に導入すれば ZEH を実現することは可能と考えられるが、それでは優良な建築資産の蓄積にはつながらない。
  - 2010 年 3 月末時点において、一部の大手ハウスメーカーでは、すでに ZEH

や ZEH に近い住宅を商品化し、販売している。これらの住宅では、外壁や開口部の高断熱化や暖冷房、給湯、照明等の高効率化により、従来の住宅よりも CO<sub>2</sub> 排出量の削減を図っているものの、大部分を太陽光発電や燃料電池などの再生可能エネルギー利用に頼っているのが実状である。

- 低炭素住宅の開発・普及に向けては、部材や設備に関する既存技術の改良及び新技術の開発により、躯体・設備の省エネ性能向上に資する技術の確立が強く求められる。

## 2) 技術シーズ探索に係るヒアリングの概要

住宅分野の低炭素化に資する技術シーズの探索を行うため、事業者ヒアリング及び有識者ヒアリングを実施した。その概要を以下に示す。

### ○ 期間

- 2009 年 10 月～2010 年 2 月

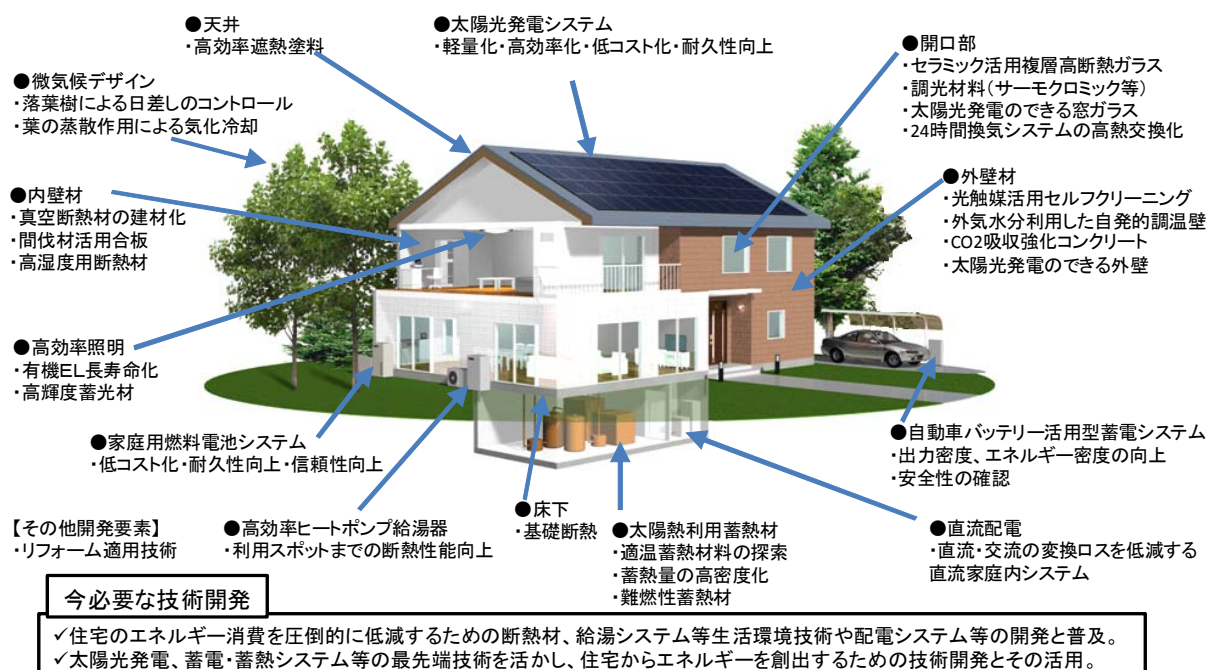
### ○ ヒアリング対象

- 事業者（計 25 社）
  - ・ 住宅メーカー 4 社
  - ・ 内装外装メーカー 13 社
  - ・ ガラスメーカー 3 社
  - ・ リフォーム等 3 社
  - ・ 化学品メーカー 2 社
- 有識者
  - ・ 慶應義塾大学 伊香賀俊治教授
  - ・ 近畿大学 岩前篤教授
  - ・ 東京大学 清家剛准教授
  - ・ 早稲田大学 田辺新一教授

## 5. 2 低炭素住宅のイメージ

事業者ヒアリングや有識者ヒアリングの結果より、住宅分野の低炭素化に向けて、図表 5-1 に示す技術開発が重要と考えられる。本調査では、このうち、材料開発で貢献でき、かつ NEDO 等の他事業で実施していない技術シーズに着目する。

図表 5-1 低炭素住宅に必要な技術開発要素



出所) 経済産業省基本問題小委員会資料 (H22. 3. 11) より抜粋加工

### 5. 3 重要技術の抽出

本調査では、事業者ヒアリング等を踏まえて、重点研究開発テーマとして、図表 5-2 に示す 9 つのテーマを抽出した。また、研究開発の優先度等を踏まえて、意見交換会、技術シーズ報告会を実施した。優先度の考え方を以下に示す。

- 「真空断熱材の建材化研究開発」及び「蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発」の 2 テーマに関しては、躯体の省エネ性能向上が期待され、かつ既往研究開発の蓄積も多いことから、優先度を高く設定した。
- 「希少金属フリー蓄光材料の開発」に関しては、事業者ヒアリングにおいて重要技術として挙げられたが、現時点において住宅における有望な用途が見当たらないことから優先度を落とした。
- 「不燃性樹脂サッシの開発」、「非破壊評価システム／熱量損失評価手法の確立」に関しては、CO<sub>2</sub>削減効果の観点から優先度を落とした。

図表 5-2 低炭素住宅の開発に向けた重点研究開発テーマ

分類	研究開発テーマ	優先度	備考
躯体 (壁・床等)	真空断熱材の建材化研究開発	○	意見交換会
	雨水活用型調湿システムの実証	△	技術シーズ報告会
	高強度・高耐久性コンクリートの建材化研究開発	△	技術シーズ報告会
躯体 (開口部)	サーモクロミック窓材料の研究開発	△	技術シーズ報告会
	シースルー薄板ガラス太陽電池の研究開発	△	技術シーズ報告会
	不燃性樹脂サッシの開発	△	
システム (床等)	蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発	○	意見交換会
照明	希少金属フリー蓄光材料の開発	×	
評価手法	非破壊評価システム／熱量損失評価手法の確立	△	

## 6. 研究課題と技術開発ロードマップ

### (6章の要点)

- 重点研究開発テーマのうち6つのテーマについて、有識者を交えた意見交換会、技術シーズ報告会を実施した。
- 各研究開発テーマについて、技術の現状、研究開発の課題、技術開発の目標、ロードマップを整理した。

### 6. 1 意見交換会及び技術シーズ報告会の概要

本調査では、「真空断熱材の建材化研究開発」及び「蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発」について、有識者、事業者を交えた意見交換会を実施した（2010年2月25日及び3月2日開催）。また、住宅分野の低炭素化に資する重要技術について、事業者や有識者による情報提供を目的とした技術シーズ報告会（2010年3月10日開催）を実施した。

### 6. 2 各重要技術の研究開発課題と技術開発ロードマップ

事業者ヒアリング、意見交換会及び技術シーズ報告会を踏まえて、以下の6つの技術について、技術の現状、研究開発課題、技術開発ロードマップを整理する。

- 1) 真空断熱材の建材化研究開発
- 2) 蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発
- 3) 雨水活用型調湿システムの実証
- 4) シースルー薄板ガラス太陽電池（発電窓）の研究開発
- 5) サーモクロミック窓材料の研究開発
- 6) 高強度・高耐久性コンクリートの建材化研究開発



## 1) 真空断熱材の建材化研究開発

### (1) 技術の現状

断熱材は、大きく繊維系断熱材と発泡プラスチック系断熱材とに分類される。繊維系断熱材は、グラスウール、ロックウールなどであり、安価であることから最も普及している。住宅用断熱材の約8割を占める。発泡プラスチック系断熱材は、硬質ウレタンフォーム、押出法ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム、フェノールフォームの4種類がある。一般的に熱伝導率は繊維系断熱材よりも優れるが、価格面では高くなる。住宅用断熱材の2割程度を占める。

高性能断熱材としては、繊維系断熱材、発泡プラスチック系断熱材について技術改良が進められている他、近年注目されている高性能断熱材としてエアロジェルと真空断熱材がある。以下に、エアロジェルと真空断熱材の概要を整理する。

#### ○ エアロジェル

- ナノメートルオーダーの空孔を有する脆弱な多孔質体で構成される。
- 熱伝導率は発泡プラスチック系断熱材よりも優れる。
- 原材料・製造装置が高価であり、価格が非常に高い。国内では、研究開発段階にあり、ほとんど普及していない。

#### ○ 真空断熱材 (VIP: Vacuumed Insulated Panel)

- 多孔質の芯材をフィルムで包み、内部を1~200Paまで減圧したもの(1気圧: 101,325Pa)。
- 熱伝導率は他の断熱材よりも優れているが、非常に高価。熱橋や施工性にも課題がある。
- 住宅建材用としてはほとんど普及しておらず、冷蔵庫、電気保温ポット、自動販売機等で採用されている。

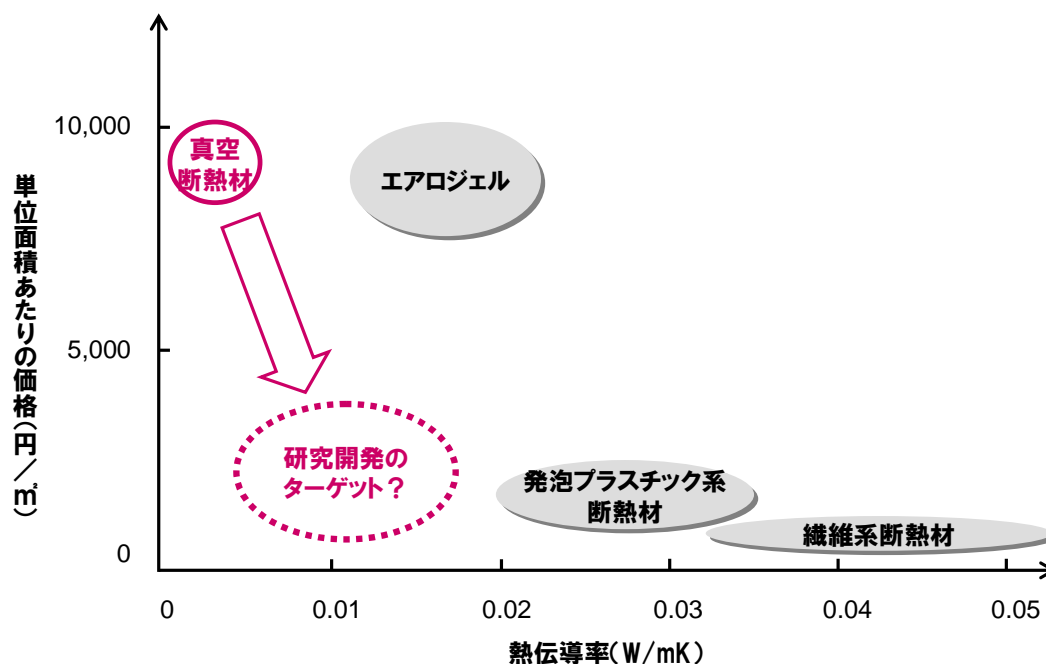
図表 6-1 同じ熱抵抗の繊維系断熱材 (左) と真空断熱材 (右)



出所) IEA Annex39 ウェブサイト

各種断熱材の熱伝導率と価格の関係を図表 6-2 に示す。真空断熱材は熱伝導率が低く、断熱性能に優れているが、一般に普及している繊維系断熱材や発泡プラスチック系断熱材に比べて非常に高価であり、住宅建材として普及させるには経済的障壁が大きい。

図表 6-2 各種断熱材の熱伝導率と価格の関係

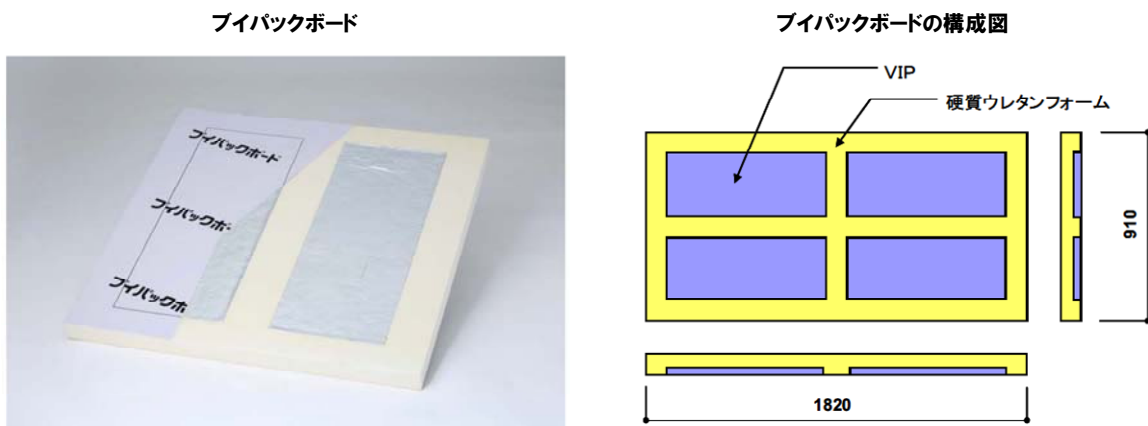


出所) 旭ファイバーグラス・井上氏資料等に基づき NRI 作成

以下に、真空断熱材の実用化の事例を整理する。

- ハイブリッド型 (真空断熱材+硬質ウレタンフォーム)
  - 開発者：アキレス (製品名「ブイパックボード」) (※NEDO 事業を活用)
  - 真空断熱材と硬質ウレタンフォームを複合一体化して、施工性を向上。硬質ウレタンフォームのみに比べて断熱性能が 25%向上。同厚の硬質ウレタンフォームを採用した住宅と比較して、年間の暖房による CO<sub>2</sub> 排出量を約 11%削減。
  - 北海道洞爺湖サミットで展示された「ゼロエミッションハウス」で採用。
  - 2009 年 3 月より販売開始。現在は、自動販売機用途が中心。

図表 6-3 ブイバックボードの概要



出所) アキレス・ニュースリリース資料 (2009年3月11日)

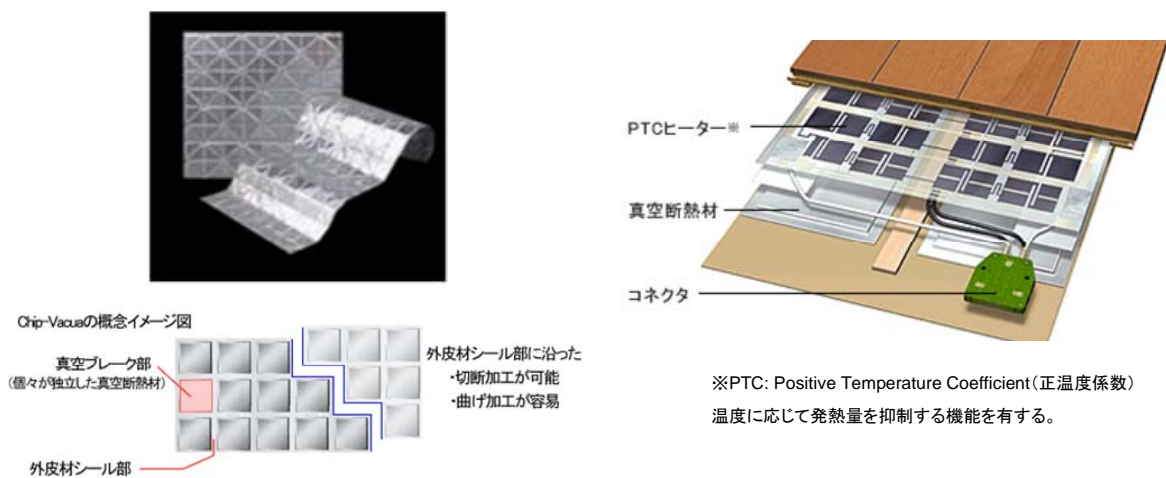
○ Chip 製造技術を用いた真空断熱材

- 開発者：パナソニック (※NEDO 事業を活用)
- 真空断熱材をチップ状の独立した集合体 (Chip: Composition of Heat Insulation Pattern) で構成しており、フレキシブル性を有し、形状適用度が高い。そのため、任意の断熱形状を実現したり、後加工が可能となる等の特徴を有しており、これまでの真空断熱材では困難であった種々の用途への展開が可能。
- パナソニック電工は、床暖房システムに採用し、床下への放熱損失を 20% から 10%に半減。

図表 6-4 Chip 製造技術を用いた真空断熱材の概要

Chip製造技術を用いた真空断熱材

真空断熱材を採用した床暖房システム

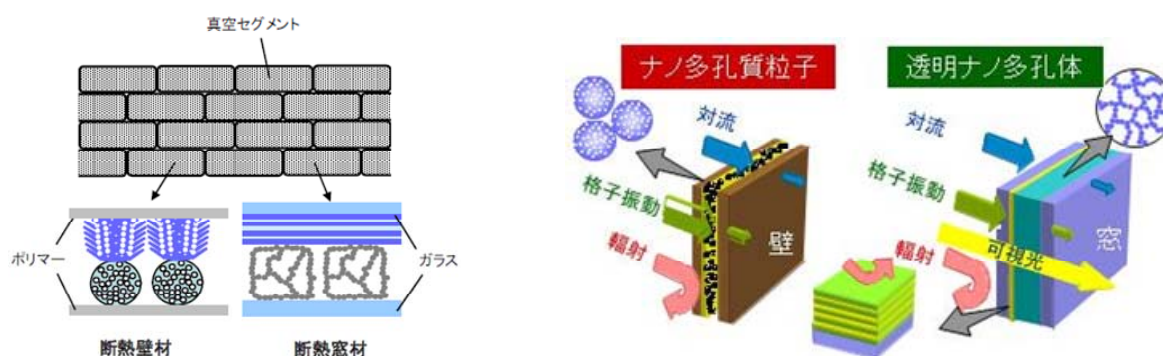


出所) 左：パナソニック・ウェブサイト、右：パナソニック電工・ウェブサイト

また、NEDO では、以下の 2 つの断熱材関連プロジェクトを実施中である。

- マルチセラミックス膜新断熱材の開発（H19～H23 年度）
  - 多孔質セラミックス粒子を活用し、10Pa という低い真空度で熱伝導率  $\lambda \leq 0.002\text{W/m}\cdot\text{K}$  を目標とする。
  - 壁材のみならず、窓ガラス代替も検討中。

図表 6-5 マルチセラミックス膜新断熱材開発の概要



出所) NEDO 資料

- 革新的ノンフロン系断熱材技術開発（H19～H23 年度）
  - 硬質ウレタンフォームに使用されている発泡剤を、温室効果ガスの高い代替フロン（HFC）からノンフロン系に変更。
  - 熱伝導率は現状のウレタンフォーム（ $\lambda \leq 0.024\text{W/m}\cdot\text{K}$ ）を開発目標とする。

図表 6-6 革新的ノンフロン系断熱材技術開発



出所) NEDO 資料

## （2）研究開発課題

事業者ヒアリング、有識者ヒアリング、意見交換会での議論等を踏まえて、真空断熱材の建材化研究開発に向けた課題を以下に整理する。

- 連続生産化
  - 現状においては、真空断熱材はバッチ式で1枚ずつフィルムで密閉した上で減圧しており、時間とコストを要する。低コスト化を実現するためには連続生産を可能とする技術の開発が必要。真空度を下げる（低真空状態にする）ことで生産性向上の可能性がある（低圧環境でのライン化、被覆蒸着工程との一体化等）。
- フィルム技術の開発
  - 現状では、真空断熱材の密閉にアルミ箔を使用している。密閉性が高いというメリットがある一方、熱を伝えてしまう（熱橋）というデメリットもある。密閉性が高く、かつ熱伝導の小さいフィルム技術が必要。
- 長期性能の確保
  - 住宅においては、30～50年にわたる耐久性が求められる。真空断熱材は、経年的に真空度が落ちることによる性能劣化が指摘されていることから、長期性能の確保と検証が求められる。また、破損や性能劣化の見極め（確認）とその対応方法も必要となる。
- 施工性の向上とリフォームへの適用
  - 真空断熱材の場合、釘を打ってしまうと通常の断熱材と同性能になってしまう。現場での取り扱いが困難であることが大きな課題。アキレスは、硬質ウレタンフォームの中に真空断熱材をはめ込んだ断熱材を開発・実用化している（自動販売機用途が中心）。
  - 真空断熱材は厚みが薄くても高い断熱性能を発揮できることから、壁厚が限られる既存住宅のリフォームでの採用ニーズが高いと考えられる。既存住宅のリフォームへの適用方法や施工方法に関する検討も必要。
- 評価技術・評価手法の確立
  - 現在のJISでは、熱伝導率が0.02W/mK以下は一括りになっていることから、それよりも熱伝導率が低い断熱材は断熱性能の観点からはすべて同じ扱いとなる。
  - 真空断熱材の建材化とともに、評価技術・評価手法の整理も必要。

図表 6-7 断熱材関連の主な JIS

JISA9511	発泡プラスチック保温材
JISA9521	住宅用人造鉱物繊維断熱材
JISA9523	吹込み用繊維質断熱材
JISA9526	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム

### (3) 技術開発ロードマップ

まずは、真空断熱材の低コスト化に向けた連続生産技術の開発が求められる。同時に、高い断熱性能や長期性能を確保するための技術開発が重要となる。その上で、施工性の向上や評価技術・評価手法の確立に向けた検討も進める。

## 2) 蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発

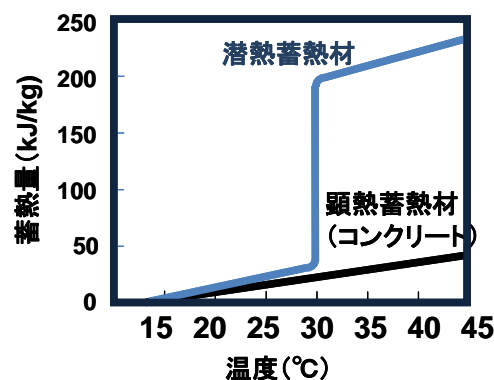
### (1) 技術の現状

蓄熱材及び蓄熱材料を用いた住宅適用システムに関する技術の現状を以下に整理する。

潜熱蓄熱材の代表的な種類としてパラフィンや硫酸ナトリウム 10 水塩がある。それぞれの物性値を図表 6-8 に示す。コンクリートと比較すると、25~30°C付近で蓄熱量が大きくなる。

図表 6-8 潜熱蓄熱材の種類と物性値

パラフィン	
融解温度	32 °C~
比熱	2.5 kJ/kgK
潜熱	172 kJ/kg
蓄熱量(融解温度±5°C)	197 kJ/kg
硫酸ナトリウム・10水塩	
融解温度	23°C~
比熱	3.3 kJ/kgK
潜熱	82kJ/kg~
蓄熱量(融解温度±5°C)	82kJ/kg~
(参考)コンクリート	
融解温度	-
比熱	1.0 kJ/kgK
潜熱	-
蓄熱量(基準温度±5°C)	10 kJ/kg

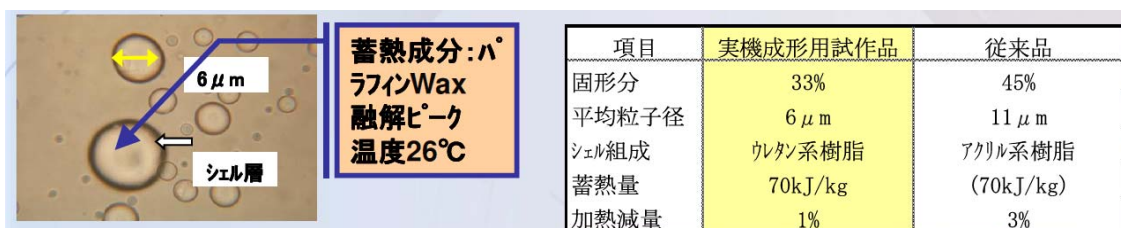


出所) ミサワホーム総合研究所プレゼン資料

実用化の事例として、潜熱蓄熱材を用いた石膏ボード、蓄熱床暖房、太陽熱集熱暖房(カスケードソーラー暖房)の事例を紹介する。

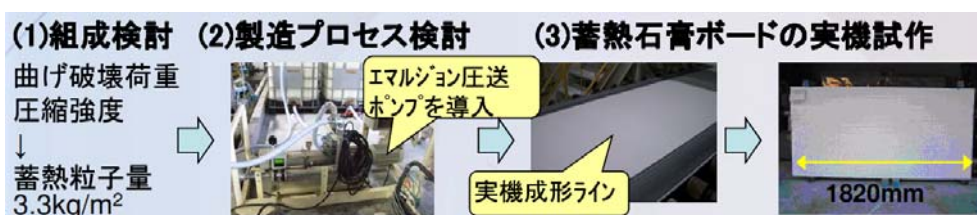
- 潜熱蓄熱粒子を用いた石膏ボード
  - 開発者：積水化学工業、吉野石膏
  - 国土交通省「住宅・建築関連先導技術開発助成事業」により開発（2005年～2007年）。実機試作を完了し、実大試験と省エネシミュレーションを実施。シミュレーションの結果、暖冷房負荷を約10%削減。
  - コスト、臭い、燃焼性、リサイクルなどの課題があり、市販には至っていない。

図表 6-9 潜熱蓄熱粒子技術の概要



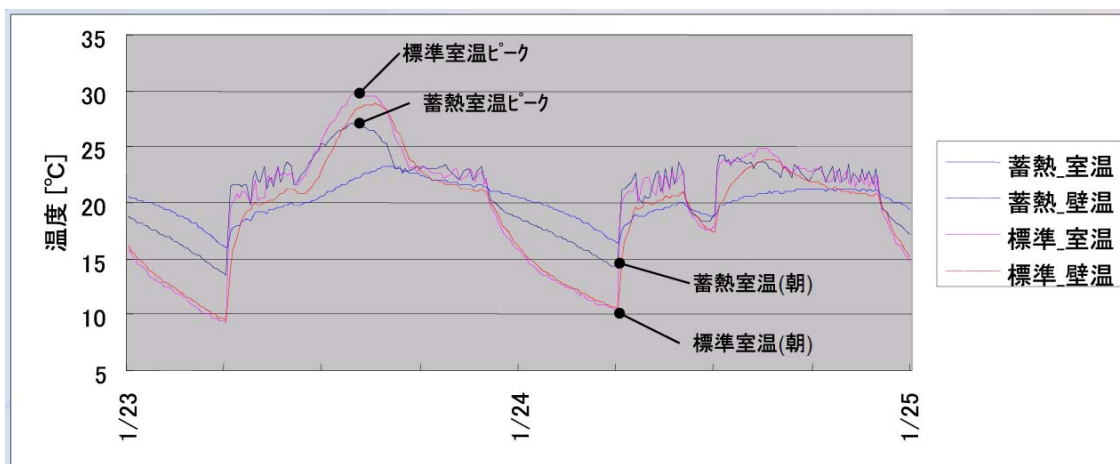
出所) 積水化学工業プレゼン資料

図表 6-10 潜熱蓄熱粒子を用いた石膏ボードの製造

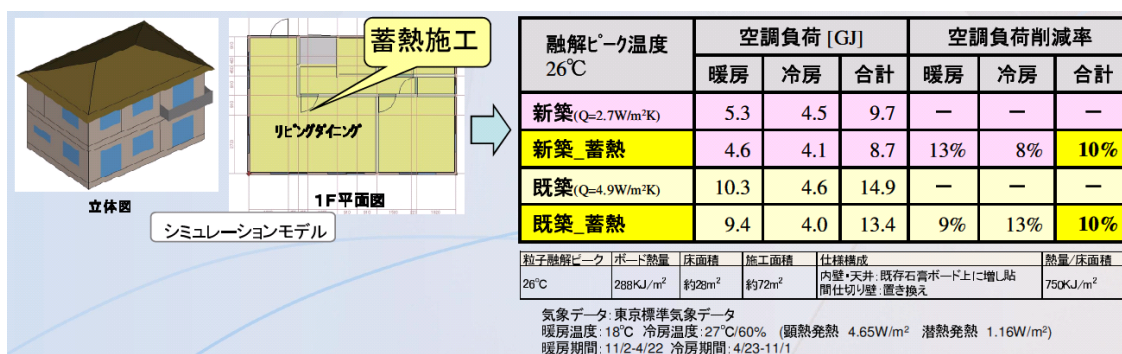


出所) 積水化学工業プレゼン資料

図表 6-11 潜熱蓄熱粒子を用いた石膏ボードの住宅適用による効果  
(モデル住宅での実測結果)



(シミュレーション結果)



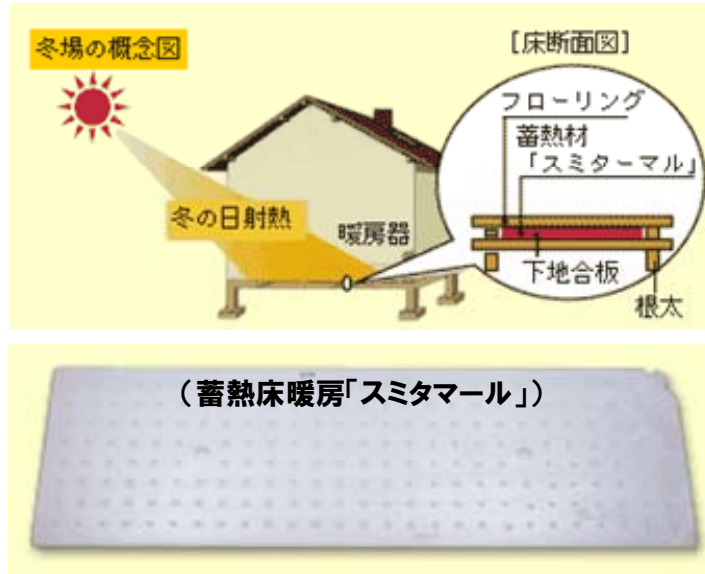
出所) 積水化学工業プレゼン資料

○ 蓄熱床暖房

- 開発者: 住化プラスチック、ミサワホーム
- 住化プラスチックは、硫酸ナトリウム 10 水塩の蓄熱材をポリプロピレン製の容器に充填した蓄熱材を用いた床暖房システムを開発。蓄熱材はコンクリートの 5.5 倍以上の蓄熱量を有する。住友林業などが住宅に採用。
- ミサワホームでは、面状発熱体 (ヒータ) を潜熱蓄熱材で挟み込んだ、類似の蓄熱床暖房を開発。

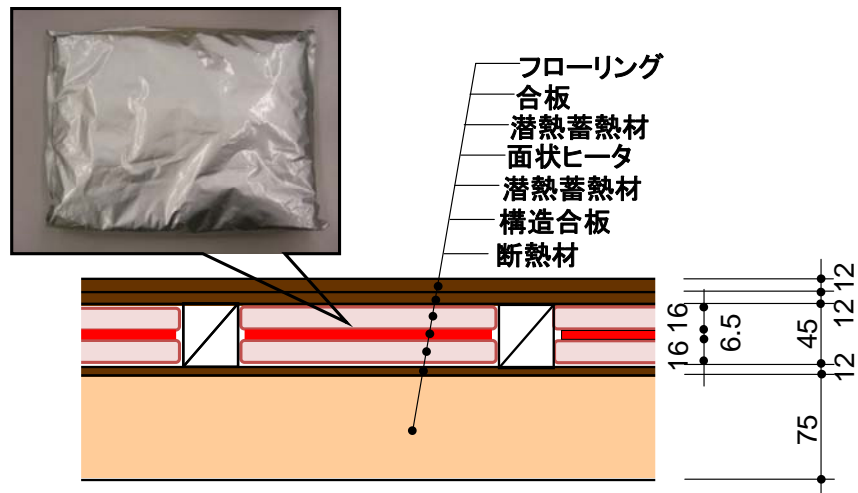


図表 6-12 住化プラスチックの蓄熱床暖房の仕組み



出所) 住化プラスチック・ウェブサイト

図表 6-13 ミサワホームの蓄熱床暖房の仕組み



出所) ミサワホーム総合研究所プレゼン資料

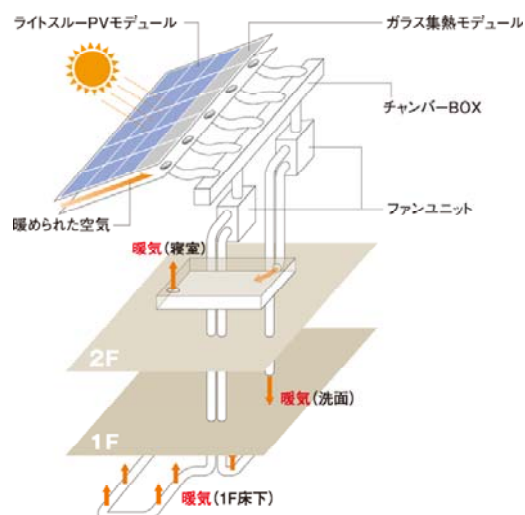
- 太陽熱集熱暖房（カスケードソーラー集熱暖房）
  - 開発者：ミサワホーム
  - 亀山にあるゼロエネルギー住宅の技術試行棟において、硫酸ナトリウム 10 水塩を使用した蓄熱材を床下に採用。
  - 集熱した温風を、ファンを使って床下に蓄える仕組みになっている。太陽光発電モジュール（PV）に透過性のあるガラスを採用して太陽熱集熱機能を設け、モジュールの裏面の温まった空気をファンによって床下に搬送・蓄熱することで自然な床暖房を実現。
  - 集熱量は、この住宅の暖房負荷を賄う量に匹敵。

図表 6-14 太陽熱集熱暖房の概要

亀山・ゼロエネルギー住宅技術試行棟



カスケードソーラー集熱暖房の仕組み



出所) ミサワホーム総合研究所プレゼン資料

また、NEDO では、蓄熱材関連プロジェクトとして、水和物スラリーを用いた蓄冷空調システム開発の実績を有する。

- 水和物スラリーを用いた蓄冷空調システム
  - 開発者：JFE エンジニアリング（商品名「ネオホワイト蓄冷空調システム」）  
（※NEDO 事業を活用）
  - 水の 2 倍以上の冷熱を蓄える能力を持つ水和物スラリーを活用した蓄冷空調システム。
  - 2004～2009 年において、大規模商業ビルを中心に国内外で 9 件採用。

図表 6-15 ネオホワイト蓄冷空調システムの概要



大幅な省エネとCO<sub>2</sub>削減を実現  
**ネオホワイト蓄冷空調システム**

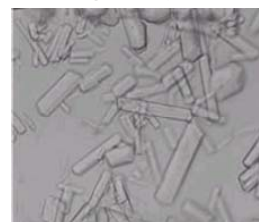
**POINT**

- 水の2倍の蓄冷能力で省エネとCO<sub>2</sub>削減を実現
- 地下街、商業ビルなど幅広い分野に導入可能
- 空調のCO<sub>2</sub>発生量40%削減達成  
(川崎地下街アゼリア)

ネオホワイトは、空調の蓄冷剤として一般的に使われている水に比べて、2倍以上の冷熱を蓄える能力を持つ水和物スラリーを使用する蓄冷空調システムです。2005年度にオフィスビルに導入して以来、地下街や大規模商業ビル、工場など幅広い蓄冷空調分野への導入実績を有しています。

**URL** [http://www.jfe-eng.co.jp/product/environment\\_energy/environment\\_energy1211.html](http://www.jfe-eng.co.jp/product/environment_energy/environment_energy1211.html)

水和物の微粒子



ネオホワイト



出所) JFE エンジニアリング・ウェブサイト

## (2) 研究開発課題

事業者ヒアリング、有識者ヒアリング、意見交換会での議論等を踏まえて、蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発に向けた課題を、製品開発と住宅への適用の2つの視点から整理する。

(製品開発における課題)

- コスト低減
  - 積水化学工業らが開発した潜熱蓄熱粒子を用いた石膏ボードを市販した場合、価格は1㎡あたり1,000円程度。通常の石膏ボードの価格が1㎡あたり100円であることから、価格は10倍になる。
  - 一方で、一般的な断熱材の価格は1㎡あたり1,000円程度であることから、断熱材とは価格競争が十分に可能。
  - 生産量が増えれば、量産効果により単価は下げることが可能と予想される。
- VOC放散の防止
  - 現状では、蓄熱成分(n-ヘプタデカン、n-オクタデカン)の放散が認められる(ただし、規制値はない)。残留分であり、シェル層から透過しているものではないと想定される。
  - 検証が必要であるとともに、ベイクアウトにより残留分を除去するなどの対策が必要。また、シェル層を透過している場合には、新たな材料開発が必要。

- 燃焼性の抑制
  - 通常の石膏ボードに比べて、燃焼性に劣る（総発熱量は 10 倍強）。総発熱量は木質材料と同程度。
- リサイクル手法の確立
  - 現状、石膏ボードの回収・再利用が難しい状況にある。
- 耐久性の検証
  - 住宅の寿命（30～50 年）に耐えるかどうかの検証が必要。
- 新たな建材との一体化
  - 潜熱蓄熱粒子を用いる建材としては、石膏ボードに限られるものではない。
  - 断熱性に優れる高性能断熱材（高性能フェノールフォーム等）に一体化させることも考えられる。
- 液体－気体で相変化する蓄熱材料の開発
  - 現在は、固体－液体で相変化する蓄熱材料しかないが、液体－気体で相変化する蓄熱材料があれば、住宅内での熱搬送が効率化できる。

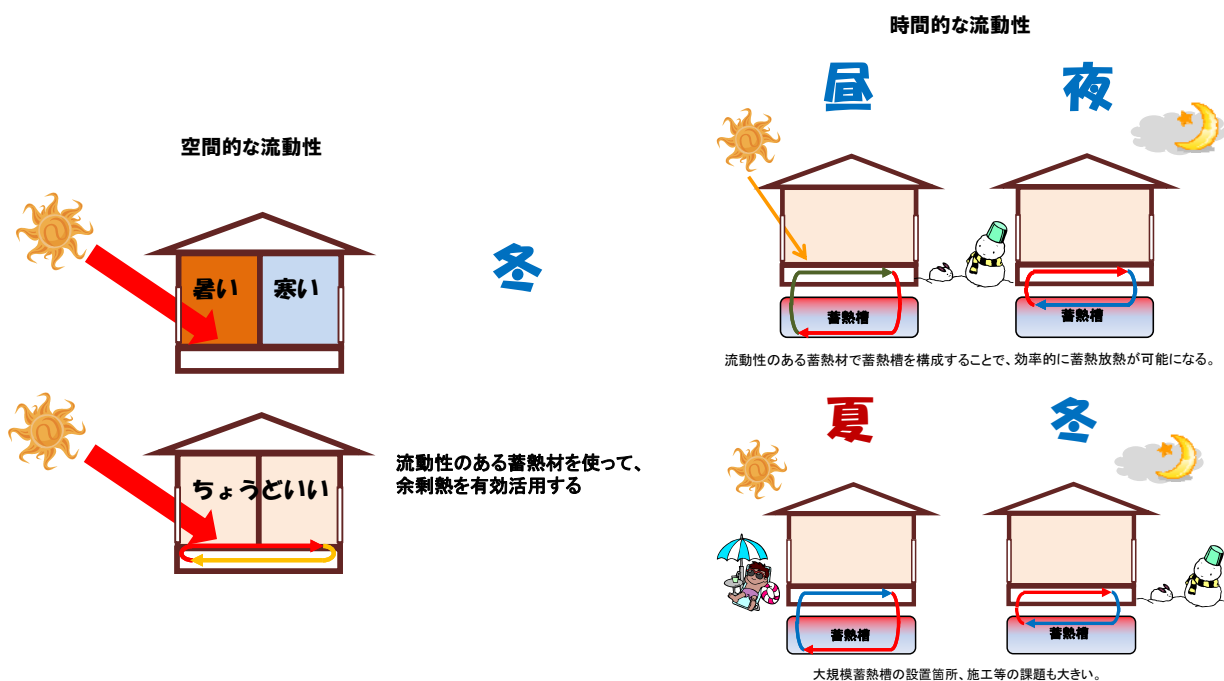
（住宅への適用における課題）

- 住宅の高断熱化
  - 断熱性能の低い住宅において蓄熱材を用いても、時間当たりの発熱量が小さいことから、熱が室外に流出してしまい、温熱環境改善効果や省エネ効果がほとんどなくなってしまう。
  - 蓄熱材を採用する場合には、高断熱住宅であることが条件となる。
- 適材適所による利用
  - 住宅設計においては、壁の厚みが限られることから、蓄熱材と断熱材のどちらを採用するかという判断が必要な場面も想定される。
  - 蓄熱材と断熱材のどちらが省エネ効果が高いかは、ケース・バイ・ケースである。日当たりのよい南面の外壁には蓄熱材を採用し、北面の外壁には断熱材を厚くするような、適材適所での利用が必要。
- 給湯への応用
  - 既存技術においては、基本的には暖冷房用途として蓄熱システムが採用されているが、蓄熱粒子の温度の高いものを用いれば、給湯用途にも応用可能である。
  - 住宅の CO<sub>2</sub> 排出量のうち、暖冷房が約 25%、給湯が約 20%を占めることから、両方をまかなうことができれば、住宅における CO<sub>2</sub> 排出量をほぼ半減することが可能となる。
- リフォームへの応用
  - 新築住宅の着工数が減少傾向にあるとともに、リフォームへのニーズが高

まりつつある。

- 新築住宅向けだけでなく、既存住宅のリフォームにも応用できる技術開発が必要となる。特に、後付けできることや、施工期間が短いことが重要となる。
- 空間的・時間的な流動性のある蓄熱システムの開発
  - 北面と南面での室内温度差を緩和するような、空間的な流動性のある蓄熱システムが必要。
  - また、昼と夜、夏と冬での室内温度差を緩和するような、時間的な流動性のある蓄熱システムの開発も必要。

図表 6-16 空間的・時間的な流動性のある蓄熱システムの開発（イメージ）



出所) ミサワホーム総合研究所プレゼン資料

### (3) 技術開発ロードマップ

まずは、コスト低減やVOC放散の防止、燃焼性の抑制など、蓄熱材そのものに関する技術開発が求められる。その上で、給湯用途への拡大やリフォームへの応用に向けた住宅適用システムの開発、空間的・時間的な流動性のある蓄熱システムの開発に向けた検討を進める。

### 3) 雨水活用型調湿システムの実証

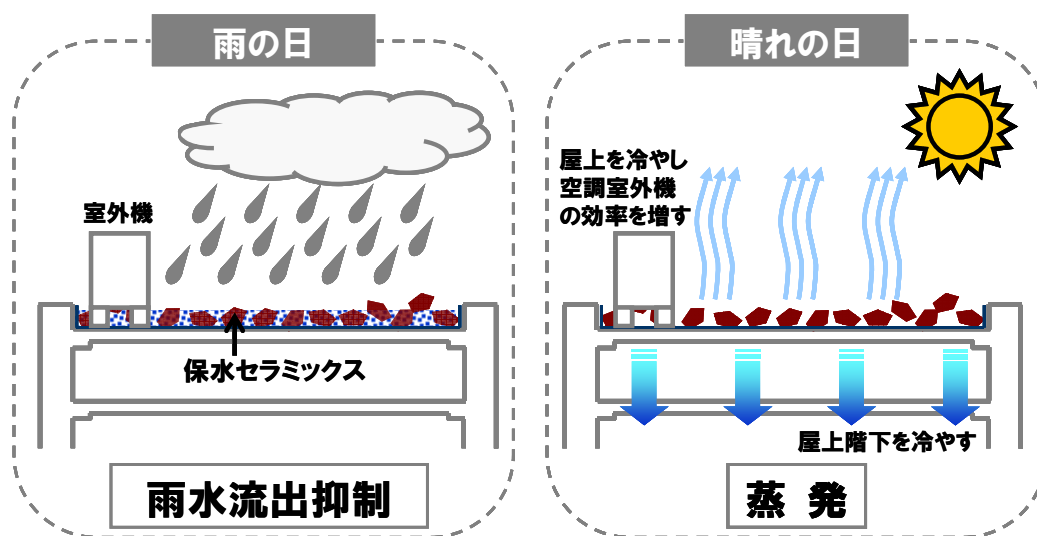
#### (1) 技術の現状

雨水活用型調湿システムに係る技術の現状として、INAX の保水セラミックスの概要を整理する。

##### ○ INAX「保水セラミックス」

- 耐久性・耐候性に優れ、高い保水性能と蒸発性能を持つ新素材。保水率 60% 以上という性能により、ゲリラ豪雨による雨水を一時的に貯留し、雨水流出抑制効果を有する。
- 晴天時には、貯留した雨水の蒸発冷却作用によって建物や周囲の温度上昇を抑え、ヒートアイランドの緩和に寄与。また、蒸発冷却効果によって、屋上階下や空調室外機周辺を冷却し、空調効率を向上させることでビル等の省エネ効果が期待される。屋上だけでなく、壁面への採用による省エネ効果も期待される。
- 雨水の保水蒸発により、コンクリートスラブ下温度を下げ、最大 19℃の温度低減効果を確認。

図表 6-17 保水セラミックスの作用



出所) INAX プレゼン資料

#### (2) 研究開発課題

事業者ヒアリング、有識者ヒアリング、技術シーズ報告会での事業者からの情報提

供等を踏まえて、雨水活用型調湿システムの実証に向けた課題を整理する。

- 省エネ効果の評価・検証
  - 年間を通した、住宅での省エネ効果の検証が必要。
  - また、雨水流出抑制効果、ヒートアイランド緩和効果、都市レベルでの水管理・活用技術としての実効性など、都市レベルでの有効性の評価も求められる。
- 評価技術の確立
  - 材料の適正かつ客観的な評価方法の開発と検証が必要。
  - 併せて、評価方法の標準化も求められる。

### **(3) 技術開発ロードマップ**

すでに要素技術はあることから、省エネ効果の評価・検証を進めるとともに、評価技術の確立や標準化を併せて進めていく。

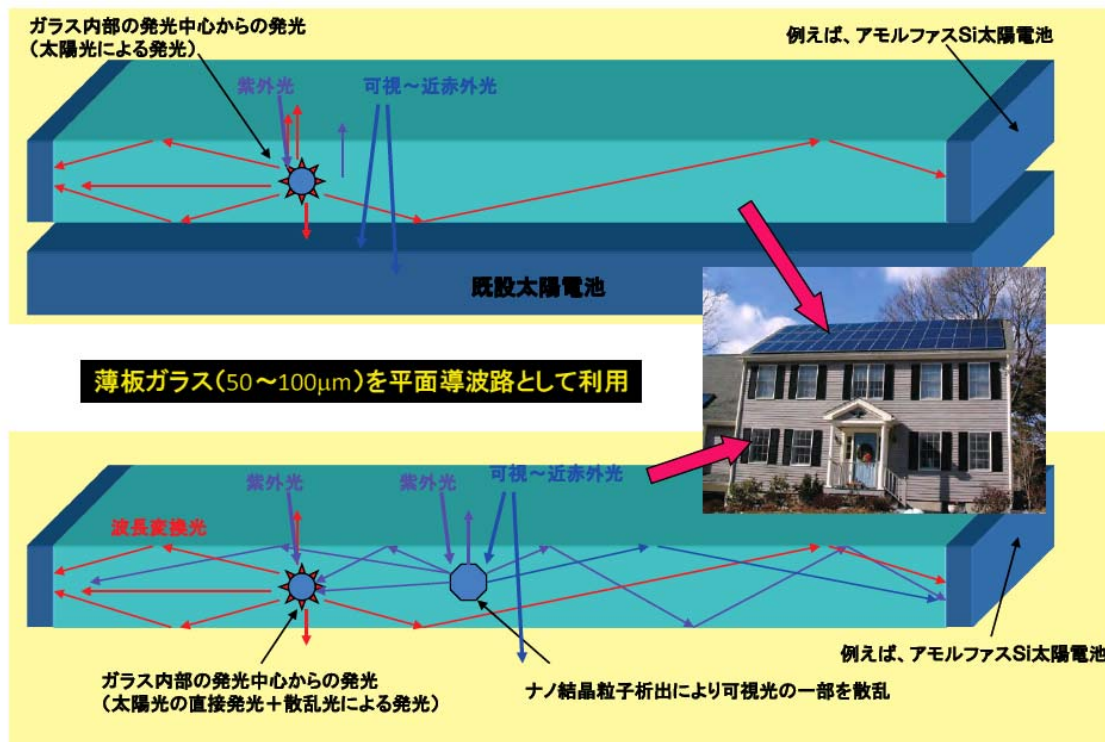
## **4) シースルー薄板ガラス太陽電池（発電窓）の研究開発**

### **(1) 技術の現状**

シースルー薄板ガラス太陽電池（発電窓）に係る技術の現状として、京都大学の研究を整理する。

- 京都大学「シースルー薄板ガラス太陽電池」
  - 太陽光（または太陽光により励起された光）を発光ガラスや発光層に閉じ込めてエッジの太陽電池まで伝搬させることにより、可視域の透光性を保持したシースルー太陽電池窓を研究開発。
  - 紫外域（280～380nm）及び可視域（380～750nm）の半分を利用した場合、市販の太陽電池パネル（効率 10%）で 1 m<sup>2</sup>あたり 100W の発電が可能とすると、シースルー太陽電池窓では 1 m<sup>2</sup>あたり 64W 発電可能。
  - 住宅用窓としての活用や、既設太陽電池パネルへの追加設置などが考えられる。

図表 6-18 シースルー薄板ガラス太陽電池の活用イメージ



出所) 京都大学プレゼン資料

## (2) 研究開発課題

有識者ヒアリング、技術シーズ報告会での情報提供等を踏まえて、シースルー薄板ガラス太陽電池の研究開発に向けた課題を整理する。

- シースルー薄板ガラス太陽電池の効率向上
  - 新規可視光透過ガラスの波長効率改善検討、発光、散乱、回折を利用した高効率光閉じ込め方法の最適化検討、板状ガラス端部への太陽電池形成などが必要。
- 住宅への適用のための建材化
  - サッシも含めた、住宅への適用方法に関する検討が求められる。
  - また、住宅用建材として利用するためには、防火などの基準を満たす必要がある。
- 発電量の評価・検証
  - 実際に住宅に採用した場合の年間を通しての発電力の評価と検証が必要。
  - 併せて、評価技術・評価手法の確立も求められる。



### (3) 技術開発ロードマップ

シースルー薄板ガラス太陽電池の効率向上に関する研究開発を進めた上で、住宅への適用のための建材化研究開発及び実住宅を想定した発電量の評価・検証を進める。

## 5) サーモクロミック窓材料の研究開発

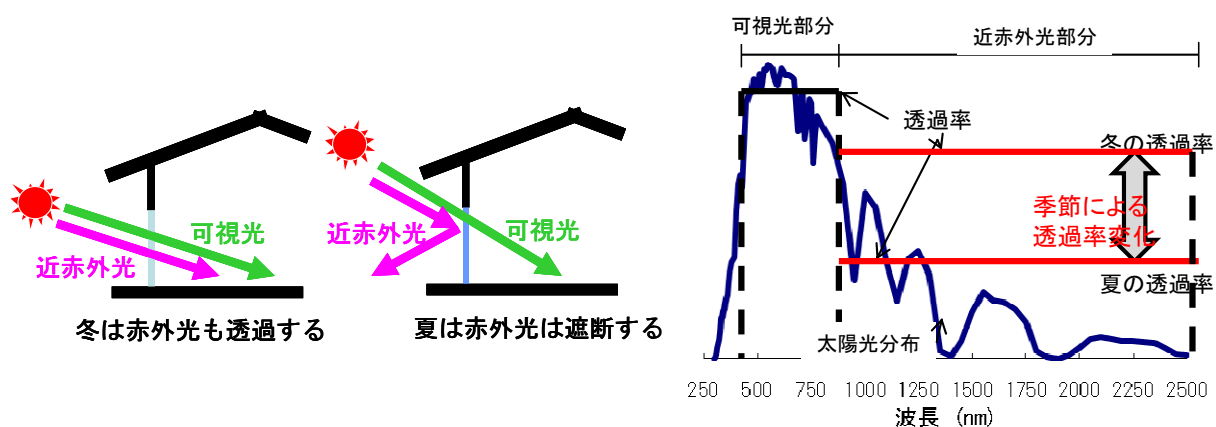
### (1) 技術の現状

サーモクロミック窓材料に係る技術の現状として、産業技術総合研究所の研究を整理する。

#### ○ 産業技術総合研究所「サーモクロミック窓材料」

- 可視光の透過率は維持したまま、近赤外光透過率だけを温度によって調整するサーモクロミック材料を用いた窓ガラスを研究開発。性能や色のバリエーションも有する。
- サーモクロミック材料には、二酸化バナジウム薄膜を利用。相転移温度は68℃。金属原子の添加により0℃程度まで制御可能。
- 冬季は赤外光も透過させ日射取得し、夏季は赤外光を遮断して日射遮蔽することで、高性能断熱ガラスと同等の省エネ効果を発揮する。

図表 6-19 サーモクロミック窓材料の仕組み



出所) 産業技術総合研究所プレゼン資料

### (2) 研究開発課題

有識者ヒアリング、技術シーズ報告会での情報提供等を踏まえて、サーモクロミック窓材料の研究開発に向けた課題を整理する。

- 色合いの改善
  - 現状においては、無色透明のサーモクロミックガラスは技術的に困難な状況にある。
  - ガラスの色が変わってしまうと、室内が暗くなってしまうため、普及の阻害要因となっている。
- コスト低減
  - 窓ガラスとして普及するためには、コスト低減が必要。
- 省エネ効果の評価・検証
  - 実際の住宅への適用を想定した、省エネ効果の評価・検証が必要。
  - 併せて、評価技術・評価手法の確立も求められる。
- リフォームへの適用
  - 既存住宅のリフォーム向けとして、既存の窓ガラスに塗布する塗料や、窓用フィルムの用の粉体材料の開発も進められている。これらの技術の確立及び実証が必要。

### (3) 技術開発ロードマップ

色合いの改善、コスト低減など、現状の課題を解決した上で、実住宅を想定した年間を通しての省エネ効果の評価・検証、リフォームへの適用の検討を進める。

## 6) 高強度・高耐久性コンクリートの建材化研究開発

### (1) 技術の現状

高強度・高耐久性コンクリートの建材化に係る技術の現状として、電気化学工業の成果を以下に整理する。

- 電気化学工業
  - 物質遮断性、耐溶脱性に優れたプレキャスト用コンクリートを開発（商品名「E1EN」、鹿島建設、石川島建材工業との共同研究開発）
  - 現在、一般建造物の埋設型枠、塩害を受ける海洋建造物、放射性廃棄物処理場などで採用されている。
  - CO<sub>2</sub>で固まるセメント（ $\gamma$ -C2S）が炭酸化反応により普通セメントと同等以上にCO<sub>2</sub>を吸収することに着目。製造段階において約470kg-CO<sub>2</sub>/トンのCO<sub>2</sub>を吸収。さらに、消石灰を使用することで、製造段階でのCO<sub>2</sub>排出量を普通セメントに比べて約80%削減。

- 寿命 1 万年と推定されることから、住宅の長寿命化に貢献し、改修や建替えに伴う CO<sub>2</sub> 排出量を削減することが可能。

図表 6-20 高強度・高耐久性コンクリートの採用事例と製造段階の CO<sub>2</sub> 排出量削減効果

土木構造物分野での採用事例



埋設型枠

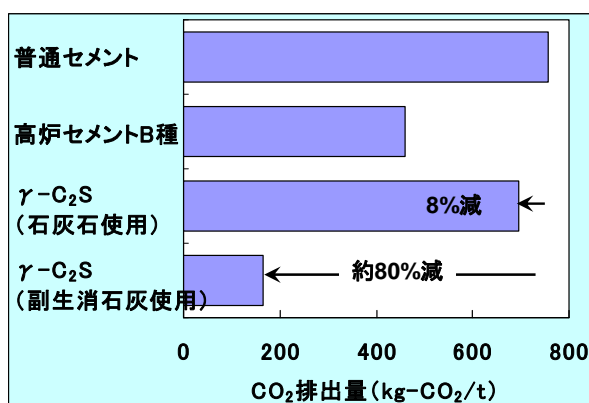


栈橋下面埋設型枠としての利用



栈橋上面保護層としての利用

製造段階のCO<sub>2</sub>排出量の比較



出所) 電気化学工業プレゼン資料

(2) 研究開発課題

事業者ヒアリング、有識者ヒアリング、技術シーズ報告会での事業者からの情報提供等を踏まえて、高強度・高耐久性コンクリートの建材化研究開発に向けた課題を整理する。

○ 住宅への適用方法の検討・実証

- 高強度・高耐久性コンクリートは、普通のセメントよりも色が白いことから意匠性にも優れている。
- これを建材化することで、住宅の内外装など、さまざまな部位の建材・部材として活用が期待される。

- 長寿命化及びそれによる CO<sub>2</sub> 削減効果の評価・検証
  - 住宅での実用途を想定した上で、高強度・高耐久性コンクリートの製品寿命（耐用年数）の評価・検証が必要。
  - 併せて、評価技術・評価手法の確立も求められる。

図表 6-21 高強度・高耐久性コンクリートの住宅分野での適用アイデア（例）



出所) 電気化学工業プレゼン資料

### (3) 技術開発ロードマップ

住宅への適用方法の検討及びモデル住宅での実証を行いつつ、長寿命化及びそれによる CO<sub>2</sub> 削減効果の評価・検証を進める。

## 7. ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた方向性

### 7. 1 類似の研究開発プロジェクト

住宅分野における類似の研究開発プロジェクトについて、以下に整理する。

#### 1) 経済産業省ナショナルプロジェクト

1976年度に始まった「ハウス55プロジェクト」では、住宅の質の向上とローコスト化を目指し、100㎡の住宅の当時の価格水準の半値程度の500万円程度で供給することを目的として技術開発が行われた。これを皮切りに、新住宅開発プロジェクト、生活価値創造住宅開発プロジェクト、資源循環型住宅技術開発プロジェクトなど、その時々の政策課題によって目的を変化させつつ、技術開発が行われてきた。

図表 7-1 これまでの経済産業省ナショナルプロジェクト

プロジェクト年	プロジェクト名	目的	開発テーマ
1976～ 1979年	ハウス55プロジェクト	低廉かつ良質な戸建住宅の供給	延床面積100㎡の住宅を500万円台(昭和55年価格)で昭和55年度から供給
1979～ 1985年	新住宅開発プロジェクト	戸建住宅の質的向上	高齢者・身体障害者ケアシステム技術の開発 可変住空間システム技術の開発 地下室利用システム技術の開発 自然エネルギー利用住宅システム技術の開発 住宅躯体材料の耐久性向上技術の研究開発
1984～ 1990年	21世紀マンション計画 (集合住宅用新材料・機器システム開発プロジェクト)	良質な都市型集合住宅の開発	耐久性向上技術の研究開発 居住性向上技術の研究開発 廃棄物・排水利用機器システムの研究 エネルギー自給度向上技術の研究開発
1989～ 1995年	21世紀住宅開発プロジェクト (新工業化住宅産業技術・システム開発プロジェクト)	工業化住宅の生産技術・システムの抜本的改善	住まい手参加型住空間設計・性能シミュレーションシステムの開発 高機能建材・住宅設備及びその革新的な工場生産技術の開発 住宅用エネルギー総合利用システムの開発
1994～ 2000年	ハウスジャパンプロジェクト (生活価値創造住宅開発プロジェクト)	快適で低コストで長持ちする住宅の提示	住宅ストックとしての価値の向上・創出のための研究開発 新たなライフスタイルへの対応技術に関する研究開発 地球環境との調和技術に関する研究開発
2000～ 2004年	資源循環型創造住宅開発プロジェクト	資源循環型住宅の構築	3R(Reduce, Remove, Recycle)対応住宅システムの開発 住宅の評価管理技術の開発 住宅用高効率エネルギーシステム統合化開発

出所) 経済産業省資料より NRI 作成

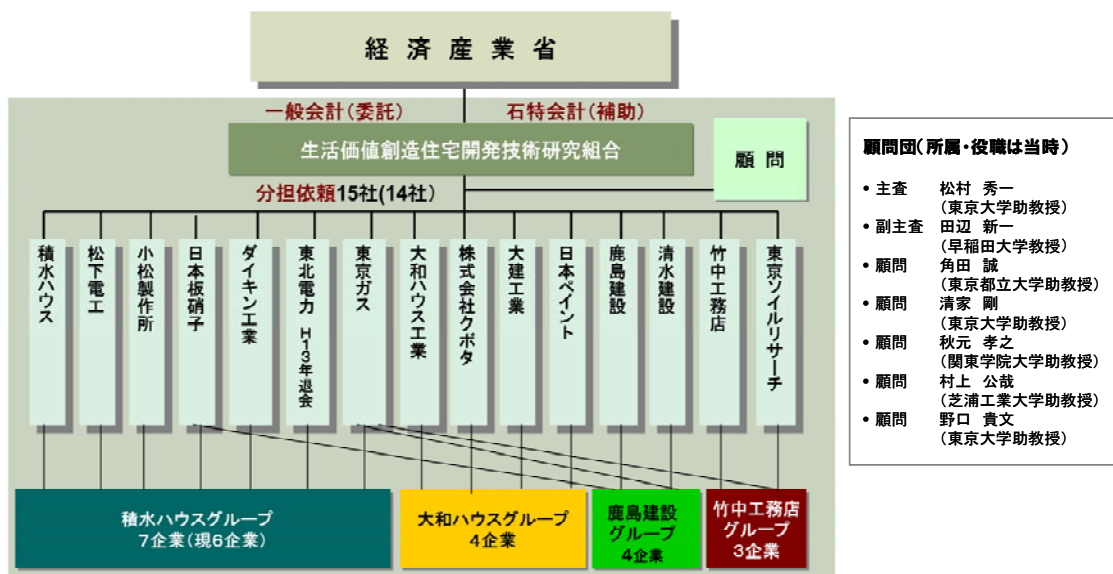
経済産業省ナショナルプロジェクトのうち、一番最近(2000～2004年)に実施された資源循環型住宅技術開発プロジェクトの研究開発グループと研究テーマを図表 7-2 に、研究開発実施体制を図表 7-3 に示す。公募によって選ばれた4グループが都心から田園地域に至る広範囲に展開する住宅を対象に、それぞれが描く「資源循環型住宅」の技術研究開発を実施した。

図表 7-2 資源循環型住宅技術開発プロジェクトの研究開発グループと研究テーマ

戸建住宅		集合住宅	
積水ハウスグループ	大和ハウスグループ	鹿島建設グループ	竹中工務店グループ
環境負荷低減型住宅システムの開発	資源循環型鉄骨系プレハブ住宅システムを実現するための技術開発	資源循環型SI集合住宅システムの開発	資源循環型ハイブリッドRC集合住宅の開発
<p>(個別要素技術テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>低層住宅の解体分別、取り外し技術の研究開発</li> <li>廃ガラスの多孔質軽量建材への転換技術の開発</li> <li>長期耐用住宅の在り方研究とシステム開発</li> <li>主要部材の耐久性評価方法及びメンテナンス工法の確立</li> <li>建設廃棄物のリサイクル指標研究</li> <li>住宅履歴情報管理システムの研究</li> <li>外断熱工法による住宅の高耐久長寿命化のための技術開発</li> <li>燃料電池コージェネレーションと二次側機器との最適組合せの研究</li> <li>地下水利用型地熱回収冷暖房・給湯システムの研究開発</li> </ul>	<p>(個別要素技術テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資源循環型鉄骨系プレハブ住宅の基礎・躯体構造システム開発</li> <li>外装廃材を主原料にした耐火野地板材の開発</li> <li>資源循環型高耐久塗料、塗装システムの開発</li> <li>資源循環型鉄骨系プレハブ住宅の内装システムの開発</li> <li>吸放湿機能などの多機能を有する、リサイクル可能な内装下地材の開発</li> <li>高断熱性能を有する木質繊維板系断熱材の研究開発</li> </ul>	<p>(個別要素技術テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SI集合住宅における高耐久サポートを實現するRC技術の開発</li> <li>SI集合住宅におけるインフィル・リースシステムの開発</li> <li>リサイクル建材の性能評価手法と利用技術の研究開発</li> <li>住宅のLCA予測・評価手法の研究開発</li> <li>燃料電池コージェネレーション排熱有効利用システムの研究</li> </ul>	<p>(個別要素技術テーマ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資源循環型構造架構・生産システムの開発</li> <li>杭の再利用促進技術の開発</li> <li>100パーセント資源循環型の長寿命コンクリート技術の開発</li> <li>住宅のLCR評価システムの開発</li> <li>エネルギー有効利用型冷暖房換気・給湯システムの研究開発</li> </ul>

出所) 経済産業省資料より NRI 作成

図表 7-3 資源循環型住宅技術開発プロジェクトの研究開発実施体制



出所) 経済産業省資料

## 2) 住宅・建築関連先導技術開発助成事業(国土交通省)

国土交通省は、住宅・建築関連先導技術開発助成事業を実施しており、住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発の支援を行っている。

- 住宅・建築関連先導技術開発助成事業の概要
  - 平成 22 年度予算：1.8 億円以下/年・件
  - 1/2 補助
  - 期間：3 年以内
  - 対象
    - ・ 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発
    - ・ 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発
    - ・ 住宅等の安全性の向上に資する技術開発

### 3) 住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業（国土交通省）

国土交通省は、住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業を実施しており、家庭部門、業務部門の省 CO<sub>2</sub> の実現性に優れたリーディングプロジェクトとなる住宅・建築物プロジェクトを募り、整備費等の一部を補助している。

- 住宅・建築物省 CO<sub>2</sub> 推進モデル事業の概要
  - 1/2 補助
  - 対象
    - ・ 住宅・建築物の新築
    - ・ 既存の住宅・建築物の改修
    - ・ 省 CO<sub>2</sub> のマネジメントシステムの整備
    - ・ 省 CO<sub>2</sub> に関する技術の検証（社会実験・展示等）

### 4) 地球温暖化対策技術開発事業（環境省）

環境省は、地球温暖化対策技術開発事業を実施しており、ゼロエミッション住宅の普及実証研究や住宅を含む民生部門の省エネ対策技術の実用化の支援を実施している。

- 地球温暖化対策技術開発事業の概要
  - 平成 22 年度予算：2,000 万円～5 億円程度/年・件
  - 委託、補助
  - 期間：3 年以内
  - 対象
    - ・ 再生可能エネルギー地域実証研究分野
    - ・ 次世代自動車普及モデル実証研究分野

- ・ ゼロエミッション住宅・オフィス普及実証研究分野
- ・ 民生部門省エネ対策技術実用化開発分野
- ・ 再生可能エネルギー導入技術実用化開発分野
- ・ 都市再生環境モデル技術開発分野
- ・ 循環資源由来エネルギー利用技術実用化開発分野
- ・ 製品化技術開発分野

## 7. 2 ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた課題と方向性

### 1) ナショナルプロジェクトの方向性

ここでは、有識者・事業者ヒアリング、技術シーズに関する意見交換会、報告会等を踏まえて、低炭素住宅の開発・普及に向けたナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた課題と方向性を整理する。

#### (1) 住宅全体を俯瞰的・包括的に捉えたプロジェクト

住宅分野における低炭素化を推進するためには、まずは部材・設備レベルでの技術開発が不可欠。さらに、これらの技術の組合せの視点が大変重要である。

また、住宅は個々の要素技術の組み合わせにより成り立っている製品であり、個別の要素技術を開発しても、それを住宅に適用しようとするとうまくいかないことが多々ある。住宅全体を俯瞰するプロジェクトの方が、将来的な普及という観点からも効果的と考えられる。

プロジェクトとしては、米国のソーラー・デカトロン（モデル事業）や英国のゼロカーボン住宅展示場（英国建築研究所）などの事例が参考になる。また、洞爺湖サミットで建設した「ゼロエミッションハウス」の知見・ノウハウなど、これまでの成果も活用することが重要である。

#### (2) 業界横断的な取組みの必要性

プロジェクトの実施にあたっては、建材メーカー、住宅設備メーカーに加えて、住宅メーカー、パワービルダーなども巻き込んだ体制作りが必要である。資源循環型住宅技術開発プロジェクトのように、複数グループ単位での技術開発も有効と考えられる。

#### (3) モデル住宅の建設のインパクト

英国や米国の事例に見るように、実際にモデル住宅を建てることによる波及効果は極めて大きい。住宅として普及させるためには、単純にCO<sub>2</sub>排出量を削減するだけで



なく、住み心地や健康の視点も重要であり、実際にモデル住宅を建設し、効果を実証することが求められる。

#### **(4) リフォームへの応用**

今後の住宅市場の方向性を鑑みると、既存住宅の対策が大きな課題であり、リフォームへの応用の視点が極めて重要である。新築住宅に対して母数が圧倒的に多いことから、既存住宅の省エネリフォームへの展開により、CO<sub>2</sub> 排出量の大幅削減が期待される。

## **2) ナショナルプロジェクトのイメージ**

上記のナショナルプロジェクトの方向性を踏まえて、有識者ヒアリング等を踏まえて、プロジェクトのイメージを以下に整理する。

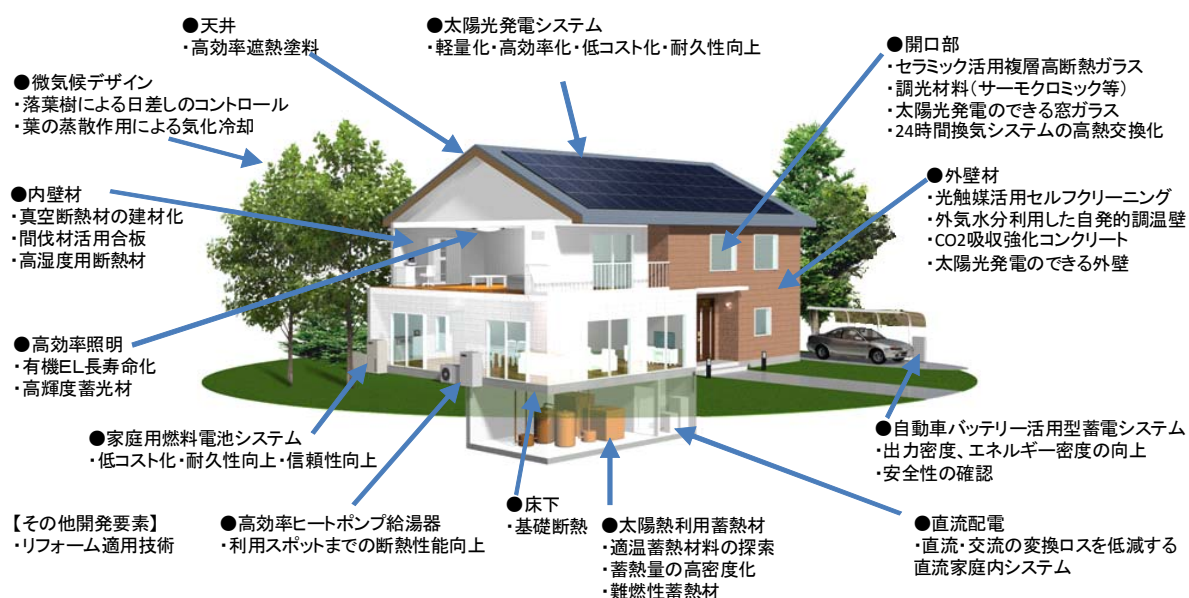
### **(1) 提案公募型プロジェクト**

低炭素住宅の開発・普及に向けた部材開発やシステム開発等により、現状コストを維持しながら、温室効果ガス排出量削減中期目標（2020 年までに温室効果ガス排出量を 1990 年比 25%削減）の達成に貢献する技術開発を行う。

低炭素住宅の実現には、住宅におけるエネルギー利用の最適化を図ることが重要となる。さらには、スマートグリッド等により、コミュニティレベルでのエネルギー利用最適化も重要である。

その中で、部材開発やシステム開発等の視点からは、①施工性、耐久性に優れる断熱材、②太陽熱等を利用する蓄熱システム、③開口部に関する技術開発（サーモクロミック、サッシの完全樹脂化）、④その他（雨水活用型調温材料等）の技術開発等を行う。さらに、省エネ・CO<sub>2</sub> 削減効果の実証及び技術の普及促進を図ること等を目的として、住宅メーカーが5年後にモデルハウスに採用することを条件とする。最終的には「照明」、「給湯」等の取り組みを総合的に組み合わせることにより、太陽光発電等の新エネ機器に頼らず、新築住宅の省エネ性能向上及び既存住宅の省エネリフォーム等により、2020 年までに住宅分野からの CO<sub>2</sub> 排出量を 1990 年比 50%削減可能な住宅建材・部材の供給を目標とする。

図表 7-4 ナショナルプロジェクトのイメージ



<p>公募条件（案）</p>	<p>○実際にモデルハウスに導入すること                  ○NEDO が指定する材料開発テーマを1つ以上満たすこと                  【材料開発テーマ（例）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真空断熱材の建材化研究開発</li> <li>・蓄熱材及び蓄熱材料の住宅適用システムの開発</li> <li>・雨水活用型調湿システムの実証</li> <li>・サーモクロミック調光ガラスの研究開発</li> <li>・高強度高耐久性コンクリート技術の開発</li> <li>・サッシの完全樹脂化・不燃化研究 等</li> </ul> <p>○自社独自の基準や仕様のみに対応する技術の開発は行わないこと                  ○給湯、照明等を含め、2015年に住宅全体のCO2排出量を1990年比50%削減することを目標とすること                  ○研究成果の発信として自主的に最先端ハウス技術展示場を開設すること</p>
<p>体制</p>	<p>○有識者（学識経験者）をプロジェクトリーダーとする                  ○住宅メーカーをグループリーダーとし、複数の建材・部材メーカーを交えた研究開発グループを複数（3～4グループ程度）構成する</p>
<p>スケジュール</p>	<p>○当初3年間（平成23～25年度を想定）：材料開発                  ○その後2年間（平成26～27年度を想定）：優秀グループのみ、モデルハウス建設・実証</p>
<p>将来的に取り込める照明・給湯等のNEDO技術開発の動き</p>	<p>○有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発（H19～21年度）                  ○固体酸化物形燃料電池実証研究（H19～22年度）                  ○次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業（H22～23年度）等</p>

## **(2) 太陽熱活用型住宅システム開発プロジェクト**

現在の住宅は、従来の住宅に比べ、一般的に熱容量が小さくなっている。そのため外気温度と室内温度の連動性が大きい。最近では、建材を工場で大量生産し、現場で短期に組立てるといった工法が主流であり、建材は低コスト化・軽量化・量産性・施工容易性・メンテナンス性向上を目標として開発されてきており、暖冷房設備設置を前提として住宅が設計販売されている。

一方、敷地に降り注ぐ太陽エネルギーはおよそ 3.4kWh/m<sup>2</sup>/日、50 m<sup>2</sup>の建屋面積であれば年間に 62,050kWh/年である。住宅の年間 2 次エネルギー消費量をまかなうためには、このうち約 20%のエネルギーを取得すればよいが、これらは有効に利用されていない（東京、拡張アメダス標準年データに基づく。また、本システムは太陽光発電システムとの併用も可能）。したがって、住宅の暖冷房に要する CO<sub>2</sub> 排出量削減のためには、太陽熱の高度利用と断熱性能向上を全面に出した住宅・建材・システム開発を実現する必要がある。

太陽熱活用型住宅システムの開発及び高度化のコンセプトとして、まず、住宅の高断熱・高气密化を実現し、その断熱閉鎖系に潜熱蓄熱材を積極的に導入し熱容量を増やし、そこに未利用の太陽熱を高度利用することで、生活熱・排熱と併せて屋内温度の最大・最低温度を快適ゾーンに近くする。その際、構成する要素技術としては、太陽熱の集熱、熱の搬送、熱の蓄熱、熱の放出、高断熱性、高气密性、太陽熱を雨期、夏期に利用する技術、風の創出と設計などが考えられ、これらの要素技術をシステムとして構築することが重要となる。

太陽熱活用型住宅の目標としては、住宅の熱容量・熱コントロールを設計し、暖冷房に必要なエネルギーを節減（例えば 50%）するとともに、室内を快適に維持する（例えば、冬期の居室室温 18℃以上（居室以外は 15℃））こととする。

## **3) 今後の課題**

ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けた今後の課題を以下に整理する。

### **(1) 各研究開発テーマにおける CO<sub>2</sub> 削減効果の試算及び検証**

今年度調査においては、住宅分野の低炭素化において、材料開発の視点から研究開発テーマを抽出し、技術の現状と課題を整理した。各研究開発により期待される効果を定量的に示すためには、材料開発による住宅分野の CO<sub>2</sub> 削減効果を試算し、検証することが求められる。

### **(2) 研究開発テーマの精査と学識経験者等によるオーソライズ**

今年度調査においては、事業者ヒアリングを中心として、住宅分野の低炭素化を推

進する上での重要技術及び研究開発テーマの探索を行った。次年度以降の課題として、学識経験者等を交えた検討会の設置等により、これらの研究開発テーマの精査や評価（優先順位等）を行うことが求められる。

検討会においては、研究開発テーマの精査とともに、低炭素住宅（エコ住宅、ゼロエネルギー住宅）の定義やビジョン（政策目標など）に関しても助言をいただき、ナショナルプロジェクトの位置づけを明確にすることも重要となる。低炭素住宅の定義やビジョンの検討に際しては、その普及を促すための規制やラベリング制度、規格・標準化（JIS等）の議論も必要となる。

### **（３）ナショナルプロジェクトの具体化**

ナショナルプロジェクトの設立・実施に向けて、上述の有識者による検討会等を活用しつつプロジェクトの内容を具体化していくことが求められる。具体的には、指定する材料開発テーマやCO<sub>2</sub>削減目標などを明確にする必要がある。また、事業者の公募要件（能力、体制など）の整理や、プロジェクト実施における運用体制（プロジェクトの進捗状況や結果の評価機関の設置など）の検討も必要となる。

### **（４）普及開発方策の検討**

部材開発やシステム開発に際しては、ナショナルプロジェクト実施時からある程度普及促進を念頭に置いた検討が求められる。そのためには、住宅省エネ基準の強化や住宅エコポイントのような助成制度等とセットで、ナショナルプロジェクトのあり方を考えることが望ましい。

## 8. ニューガラス分野の技術ロードマップ

### 8. 1 検討概要

ニューガラス分野のロードマップ作成にあたっては、ガラスに関する幅広い分野の知見が必要不可欠であり、短期間で効率的かつ有益なロードマップとするため、有識者(19名)からなる「ニューガラス分野ロードマップ作成のための委員会」を設置し、電子メール等を活用したバーチャルな形式で、ロードマップの作成を素案作成の段階から数回にわたって行い、最終的なロードマップとしてとりまとめた。

#### ○ 検討内容

- 技術課題および研究テーマの抽出、整理
- 重要な開発課題・テーマの選定
- 技術に関する概要、キーワード等の整理
- 重要技術に関するロードマップの作成

#### ○ 検討委員

氏名	所属・役職
安井 至	製品評価技術基盤機構 理事長
井上 博之	東京大学 生産技術研究所 教授
西井 準治	北海道大学 電子科学研究所 電子機能素子研究部門 教授
平尾 一之	京都大学 工学研究科 教授
三浦 清貴	京都大学 工学研究科 准教授
伊藤 節郎	旭硝子(株) 中央研究所 特別研究員
荒谷 眞一	セントラル硝子(株) 知的財産部 部長
西村 啓道	岡本硝子(株) 常勤監査役
松村 茂	(株)マグ 製造部 次長
小林 正明	日本電気硝子(株) 電気硝子技術情報センター 担当部長
新井 敦	岡本硝子(株) 商品開発センター 主幹研究員
谷上 嘉規	日本山村硝子(株) 専務取締役
蜂谷 洋一	HOYA(株) オプティクス事業部技術開発部材料開発課 マネージャー
新藤 和義	日本電気硝子(株) 技術部 担当部長
坂口 浩一	日本板硝子(株) コーポレート企画室 技術戦略担当 グループリーダー
木戸 一博	(株)ニコン コアテクノロジーセンター研究開発本部材料 要素技術研究所 所長
桑原 一也	住友電気工業(株) 光通信研究所 光材料機能応用研究部 主席
上杉 勝之	(社)ニューガラスフォーラム 専務理事
外池 正清	(社)ニューガラスフォーラム 研究開発部長

## 8. 2 導入シナリオ

### 1) ニューガラス分野の目標とその特長、将来実現する社会像

ガラスは硝子びん、レンズ、窓硝子、電球、ブラウン管、光ファイバー等の発明を通して、人間の生活そのものに変革をもたらしてきた材料であり、現在においても住宅・建築や情報通信の製品の多くに関わる重要な材料である。また、ガラスはリサイクル性にも優れており、環境調和性の高い材料でもある。

ガラスは大きく分けて板ガラスと機能性ガラスに大別される。板ガラス産業は典型的な装置産業であり、限られた企業により事業が展開されている。国内では3社(旭硝子、日本板硝子及びセントラル硝子)、国際的にも我が国企業を含め主要5社で世界市場(中国を除く)の6~7割を占める供給体制となっている。近年、太陽電池関連部材や住宅ビル等の冷暖房負荷を低減させるガラス等の開発や供給が進展しつつある。

機能性ガラスには、液晶ディスプレイ(Liquid Crystal Display、LCD)やプラズマディスプレイ(Plasma Display Panel、PDP)用の基板ガラス、パソコンなどのハードディスクドライブ用ガラス基板、光学機器用のレンズなどがあり、それぞれの分野に関する企業がその技術力を活かして、顧客から求められる素材の開発・生産を行っている。

我が国板ガラス産業は、技術・品質管理能力の面で世界最高水準にある。特に、平滑性に富んだもの、軽量化に対応した薄板ガラスなどの分野では高い競争力を有している。機能性ガラス産業も、我が国企業が高い技術力に支えられた優位性を背景に高いシェアを有する製品を保持している。

本分野では高い機能を持つガラス材料とその加工技術を開発することで、我が国の産業競争力強化を図る。またこれらの部材を用いた高機能な太陽電池等各種製品によって、資源やエネルギーの制約に対応するとともに、安心・安全な社会の実現を目指す。

### 2) 研究開発の取り組み

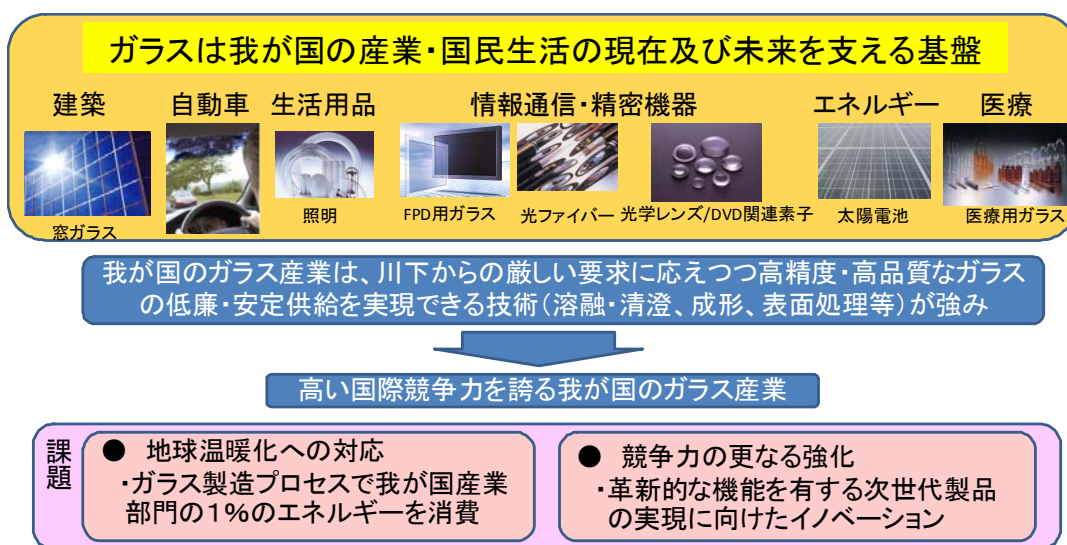
我が国板ガラス産業は、技術・品質管理能力の面で世界最高水準にある。特に、平滑性に富んだもの、軽量化に対応した薄板ガラスなどの分野では高い競争力を有している。機能性ガラス産業も、我が国企業が高い技術力に支えられた優位性を背景に高いシェアを有する製品を保持している。

板ガラス産業は、品質向上や高機能化のため、次々と新商品を生み出し市場を発展させてきた。今後の市場を展望すると、国内需要は建築需要の減少により低調に推移していくものの、BRICs やアジア地域など新興国では需要の拡大が見込まれている。また、地球環境問題やエネルギー問題に対する市場意識の高まりから、太陽電池用ガラスや複層ガラスの需要の伸びが見込まれる。さらに、安全・安心に対する市場意識の高まりから、防犯ガラス、防災ガラスの需要の伸びが見込まれている。

機能性ガラスのうち特にディスプレイ関連については、今後の需要の増加が見込まれる。その他の機能性ガラスについても、需要の変動はあるものの、すう勢としては着実に需要が拡大していくものと予想される。

これらの需要に応えるための研究開発の方向性としては、ガラス生産プロセスの改良、特に省エネルギー化と生産性向上、強度、軽量化、靱性の向上、導電性や太陽電池用高機能ガラス、冷暖房負荷を低減させるガラスに必要な光に関する諸機能の付与、ナノ加工技術、リサイクル性の向上などを上げることができる。

図表 8-1 ガラス産業の現状と課題



### 3) 関連施策の取り組み

今後、我が国板ガラス産業が競争力を維持するためには、市場ニーズを先取りした高機能・高付加価値製品の提供を進めるとともに、これを可能とする一段と高度な技術開発力・生産技術力を確保することが重要である。国内のみならず国際的な連携を含め研究開発の取組を一層強化し、ガラスの組成設計技術、表面処理技術、複合化技術、精密加工技術などで優位性を確保していくことが期待される。

ガラス分野に関連する施策としては、住宅の窓の断熱改修（ガラス交換、内窓設置、外窓設置）等を促進するために、住宅エコポイント制度の導入を行っている。また、省エネ・CO<sub>2</sub>削減に寄与する製造プロセスの研究開発支援を行っている。

#### 4) 海外での取り組み

米国では GMIC (Glass Manufacturing Industry Council) とリーハイ (Lehigh) 大学、ペンシルベニア州立 (Penn State) 大学を中心に NSF (National Science Foundation) の援助により 2004 年に設立された IMI-NFG (International Materials Institute for New Functionality in Glass) が、将来のテクノロジーから人材育成まで、ガラス産業界の将来を見据えた幅広い活動を行っている。IMI-NFG では、世界 32 カ国にわたるガラスのグローバルネットワークも構築しており国際交流も盛んである。

また、米国カリフォルニア州では、州内で販売される新車に対し、太陽光線の熱線を反射・吸収する窓ガラスの使用を義務づける規制を採択しており、今後、ガラス製造に際してさまざまな新技術が導入されるものと予想されている。

欧州では、各国の主要なガラス関連企業と研究機関により運営されている EFONGA (European Forum on New Glass Applications) が、ICG (International Commission on Glass) の EU グループと連携して次世代ガラス産業に必要な技術開発 (ナノ構造材料や標準化) に取り組んでいる。

### 8. 3 技術マップ

#### 1) 技術マップ

ガラス関連分野の研究開発の方向性として、以下の区分ごとに整理し、技術課題、必要な基礎研究、代表的な出口製品等について示した。

- 次世代プロセス技術・生産性向上
- 新材料・新機能・新商品
- 環境

#### 2) 重要技術の考え方

各技術項目について、「(A) 2015 年までに実現する必要がある、企業が早急に取り上げるべき課題群」、「(B) 2020 年までに実現する必要がある、産学官の総力を挙げて早急に取り上げるべき課題群」、「(C) 長期的見地から必要であり直ちに基礎的な研究から開始すべき課題群」の観点からの評価を行い、今後の技術開発において重要な研究課題となる項目を重要技術として選定した。

※技術マップは、METI/NEDO の技術戦略マップ関連のウェブサイト参照。



## 8. 4 技術ロードマップ

技術ロードマップについては、前述の技術マップから重要技術として選定されたものについて、各重要技術の年次展開を、目標とすべきマイルストーンと共に時間軸上に表示している。

※技術ロードマップは、METI/NEDOの技術戦略マップ関連のウェブサイト参照。

## ZEB・ZEHサブシート（高断熱・高気密技術、パッシブ技術）

### 技術概要

「受動的空調技術」とも呼ばれており、より少ないエネルギーで空調を行うことができる。冬季の高断熱・高気密、パッシブ利用や、夏季の遮蔽、自動調光により、冷暖房負荷を低減させる。

家庭及び業務のエネルギー消費量の3割近くは冷暖房のエネルギー消費量であり、高効率化によるポテンシャルは大きい。

#### ①高断熱・高気密

特に住宅での高断熱技術の普及が遅れており、住宅へのインパクトは大きい。すべての住宅・建築物が対象となり市場が大きい。

#### ②パッシブ

冬季昼間の太陽光を居室に取り入れ暖房に有効に活用することや、躯体を蓄熱体として利用した輻射熱暖房を行うなど、自然光を利用し、エネルギー消費が殆ど伴わない空調方式である。また、照明に関するエネルギー削減効果により、空調負荷の低減にもつながる。

### 技術開発動向

#### ①高断熱・高気密

現在、国家プロジェクトによりマルチセラミックス膜とノンフロン系断熱材の材料研究がおこなわれている。

民間では、住宅メーカー、ゼネコン、建材メーカー、素材メーカーで研究開発が行われている。

高断熱化のための真空断熱材、セラミック膜といった技術や、遮光のための自動調光ガラス、これらに伴う施工技術などが主な技術課題である。

#### ②パッシブ

住宅メーカー、ゼネコン、設計会社にて研究開発が行われている。

高機能蓄熱技術や、自動協調換気制御、躯体利用輻射空調、自然光を取り入れるための設計技術などが技術課題となっている。

### 技術開発の進め方

2013年～

- ・実用化に近い開発は民間主導の開発に移行。
- ・実証研究などでは国が支援
- ・長期的な開発は製品化に向けた研究開発を継続して国が支援

2018年～

- ・比較的長期的な開発が民間主導の開発に移行。
- ・実証研究などでは国が支援

### 波及効果

住宅や建築物の設計思想に影響することや、躯体の建材そのものが技術であることなどから、新築時や大規模リフォーム時の導入が現実的であるため、市場が大きい。市場全体が入れ替わるまでには相応の時間を要する。

ただし、この「高断熱・高気密・パッシブ技術」に関しては、設計、施工、運用やこれらに関わる物流など、技術に関わるステークホルダーが多く、一定の雇用が確保できる。

また、すでに一部の住宅メーカーやゼネコンなどは海外に目を向けたマーケティングを検討しているように、海外での適用も充分可能である。