

2010年 修士論文

中国の環境配慮型住宅における省エネルギー技術の適用に関する研究

Research on the suitability of Energy-Saving Technology in Environmentally Friendly Housing in China

趙 雨

ZHAO YU

東京大学大学院新領域創成研究科  
社会文化環境学専攻



## 目次

<b>1章 序章</b> .....	<b>3</b>
1-1 研究背景と目的	
1-2 研究対象	
1-3 研究方法	
1-4 本論の構成	
1-5 既往研究	
1-6 用語定義	
<b>2章 環境配慮型住宅における省エネルギー技術・法制度の整理</b> .....	<b>15</b>
2-1 地域における省エネルギー技術の考察	
2-2 環境配慮型住宅に関する法制度・設計基準・評価制度	
2-3 小結	
<b>3章 文献調査による環境配慮型住宅モデルプロジェクト及び認定事例の統計・分析</b> .....	<b>43</b>
3-1 文献調査の手順と範囲	
3-2 調査対象プロジェクト及び認定制度の概要	
3-3 全国における環境配慮型住宅の事例の統計及び分析	
3-4 上海・大連における環境配慮型住宅の統計・省エネルギー技術の導入傾向	
3-5 調査事例の概要	
3-6 小結	
<b>4章 事例調査の結果及び比較分析</b> .....	<b>65</b>
4-1 事例調査の結果	
4-2 上海・大連における省エネルギー技術の適用手法の比較分析	
4-3 農村・都市における省エネルギー技術の適用手法の比較分析	
4-4 小結	
<b>5章 最終章</b> .....	<b>97</b>
・おわりに	
・参考文献リスト	
・謝辞	
<b>資料編</b> .....	<b>105</b>
・緑色建築評価標準 (住宅建築部分)	
・住宅性能評定指標 (経済性能指標部分)	
・大連理工大学意見交換会 記事録	



**1章 序章 . . . . . 3**

1-1 研究背景と目的

1-2 研究対象

1-3 研究方法

1-4 本論の構成

1-5 既往研究

1-6 用語定義



## 1-1 研究背景と目的

### 1-1-1 研究背景

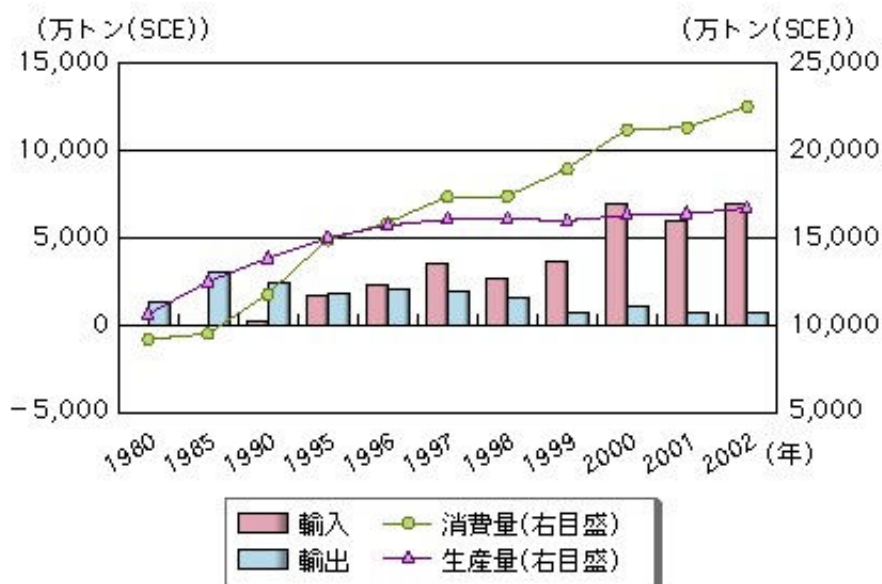
昨今の世界的流れ、地球環境配慮のひとつの方策として住宅における省エネルギー化に取り組むことが世界的な流れになってきている。しかし、中国では経済成長が著しく、その中で快適性を獲得しながら省エネルギーにも配慮することが求められているという難しい課題に直面している。また、地域間の気候環境、経済環境などの差によって、省エネルギー技術またその応用手法が異なり、それぞれの地域に適合する省エネルギー技術の適用手法を検討する必要がある。

以下より、マクロとミクロの両方の視点から、研究背景を述べる。

#### 1) 社会全体のエネルギー・環境事情

##### ① エネルギーの消費量の急増

中国は1995年からエネルギーの輸出国家から輸入国に転じ、エネルギー消費大国となった。経済発展に伴い、資源・エネルギーの消費量は年々増えつつであり、外国からのエネルギーの依存率も増加する一方である。資源・エネルギーの外国依存度を抑制するためには、消費のあり方について中長期的展望にたった対策が求められている。(図1-1-1)



(備考) SCE (Standard Coal Equivalent) は石炭換算量。  
(資料) 中国国家统计局「中国能源統計年鑑」から作成。

図1-1-1 中国におけるエネルギーの生産量と消費量

②環境負荷が大きい

経済発展の途中である中国に対しては、二酸化炭素の排出量が大きいという国際社会から批判の声が上がっている。それは、確かなことである。(図 1-1-3) しかし、人当たりの二酸化炭素の排出量を見ると、中国はアメリカの1/4、日本の1/であり、先進国に比べるとまだ低い水準であることが分かる。(図 1-1-4)

ここで仮説を立てた。「中国は発展し続けて、人当たりの二酸化炭素の排出量は日本と並んだ。」簡単な計算をすると、中国における二酸化炭素排出量は現在の2倍となる。即ち、そのまま放任すると環境汚染はさらに悪い方向にむかう恐れがある。地球環境保全の観点から、環境問題は重要な課題の一つとして取る組むことが求められている。

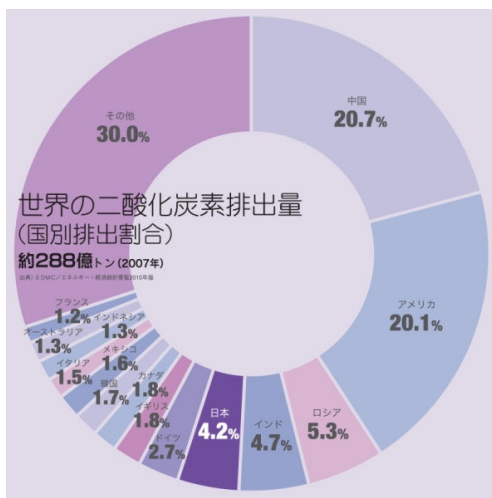


図 1-1-3 世界の二酸化炭素の排出量

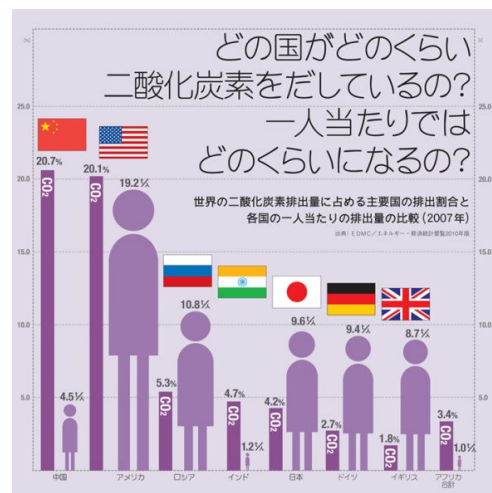


図 1-1-4 各個人当たり二酸化炭素排出量

③エネルギー構造

中国におけるエネルギー消費量の7割以上を占める。(図 1-1-5) しかし、石炭の熱交換率が悪いので、GDP 当たりのエネルギー消費量が大きい。その分、温室ガスの排出も大きいのである。(図 1-1-6) 地球環境保全の観点から、エネルギー構造の変換が求められている。その手法として、自然・未利用エネルギーを活用するなどが考えられる。

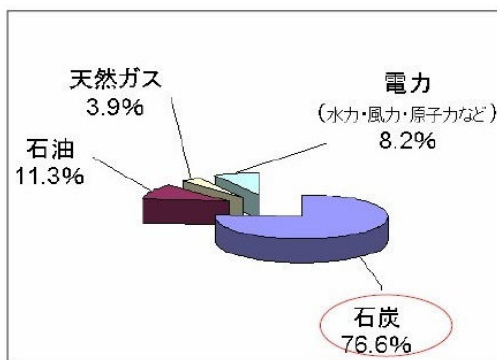


図 1-1-5 中国のエネルギー構造

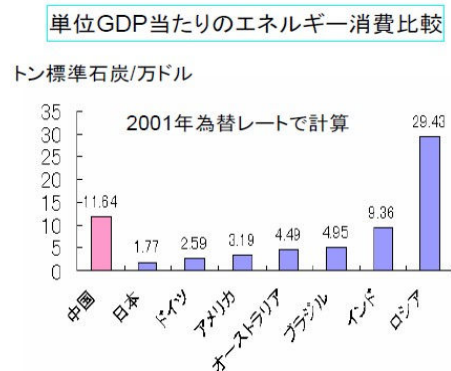


図 1-1-6 各国 GDP 当たりエネルギー消費量



## 2) 建築におけるエネルギー消費

## ① 建築分野における社会全体エネルギー消費の割合

1996年～2008年、建築におけるエネルギー消費量は2.59億トン石炭(tce)から6.55tceまでに増加、1.5倍となった。社会全体エネルギー消費量の23%を占める。(図1-1-7)

建築エネルギー消費量の増加原因は、主に2つある。

## ② 室内環境の改善によるエネルギー消費量の増加

建築におけるエネルギーを消費する設備機器の導入が増え、建築面積当たりのエネルギー消費量が増加した。北部都市地域は、省エネルギー政策の推進によりエネルギーの消費量が減少する傾向が見られるが、他の建築におけるエネルギー消費量は増加している。全体で見れば、面積当たりのエネルギー消費量は $10.5\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ から $15.2\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ まで増えた。(図1-1-6)

## ③ 新築面積の増加

経済成長のもと、都市化の発展が加速し、都市部の新築面積は年々増えている。1996～2008年までの13年間、都市住宅だけで新築面積は3.7倍が増加した。(図1-1-8)

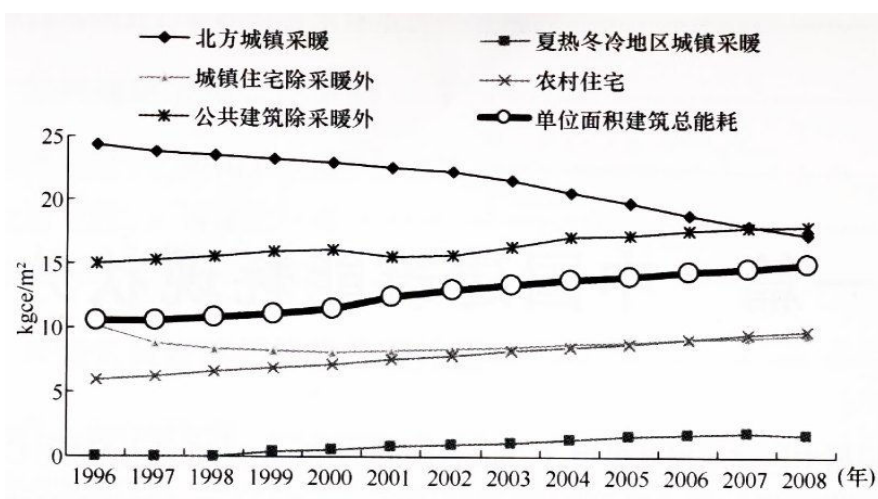


図1-1-6 建築別面積当たりエネルギー消費の推移

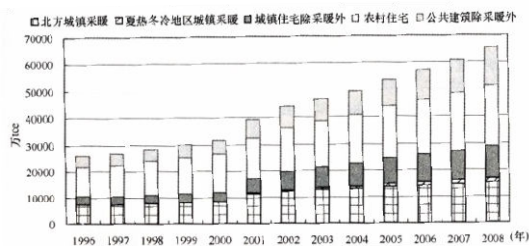


図1-1-7 建築部門におけるエネルギー消費量

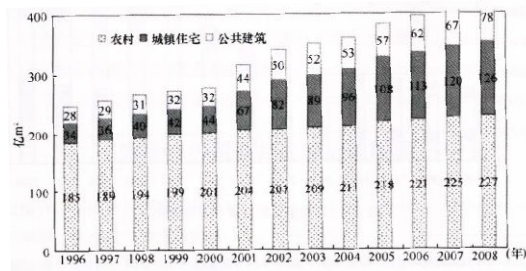


図1-1-8 1996-2008 建築面積の推移

### 3) 住宅の発展現状と前景

生活水準が向上するとともに、住宅面積が拡大し、家電機器が普及することで住宅におけるエネルギーの消費量は大幅に増大しており、なかでも暖房や冷房などに掛かるエネルギー消費の増加が大きい。(図1-1-9)

しかし、面積当たり、または人当たりのエネルギー使用量は世界的な水準から見れば、まだ低いレベルであり、2020 までに住宅におけるエネルギー消費量が 2000 年より倍量する予測が出されている。(図1-1-10)

このエネルギー消費の拡大を防ぎながら、快適な住環境を獲得するためには、各種の省エネルギー対策を施して環境配慮型住まい環境を形成していく必要がある。そのために、政策による省エネルギーの推進が不可欠であるが、省エネルギー技術の適用も重要である。

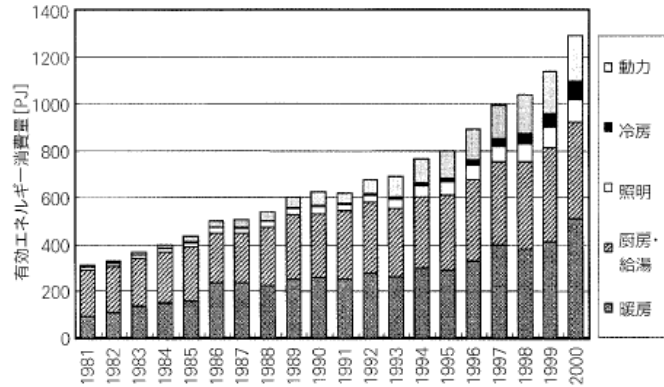


図1-1-9 中国の都市部家庭部門における有効エネルギー消費量

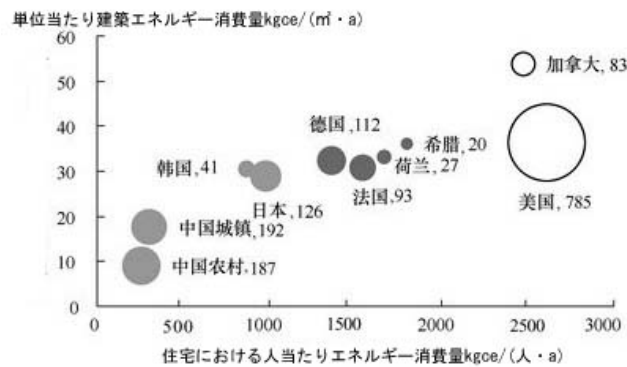


図1-1-10 2005年各国建築エネルギー消費

#### 1-1-2 研究目的

近年、政府による省エネルギーに関する法制度の整備、環境配慮型住宅の推進プロジェクトが立ちあげられているようであるが、その実態は不明である。

本研究では、住宅における省エネルギー技術の適用手法に着目し、中国における環境配慮型住宅の現状を把握したうえ、技術に対して分析を行い、問題の発見及び今後の課題を提示することを目的とする。

## 1-2 研究対象

中国は国土面積が広く、南と北の気候環境が異なる。また、沿地域と内陸地域の気候環境も異なる。省エネルギー技術の適用手法を検討する際に、地域ごとに考える必要がある。なお、中国で建築における熱設計は「民用建築熱工設計規範」に基づき、厳寒地区、寒冷地区、夏暑冬寒地区、夏暑冬暖地区、温和地区、5つの地域に区分されている。

そのうち、寒冷地区と夏暑冬寒地区は最も人口密度の高い地域であり、夏暑冬寒地区だけで5.5億（全国人口の42%）の人口がある。エネルギー消費量が大きく、省エネルギーの必要性は最も高い地区だと考えられる。

一方、寒冷地区は集中採暖地域に対し、夏暑冬寒地区は個別採暖地域であるため、両地域における省エネルギー技術の適用は相違する部分があると考えられる。

なお、それぞれの地域における省エネルギー技術の適用手法の現状を把握するため、寒冷地区の大連市、夏暑冬寒地区の上海市に現地調査を行った。

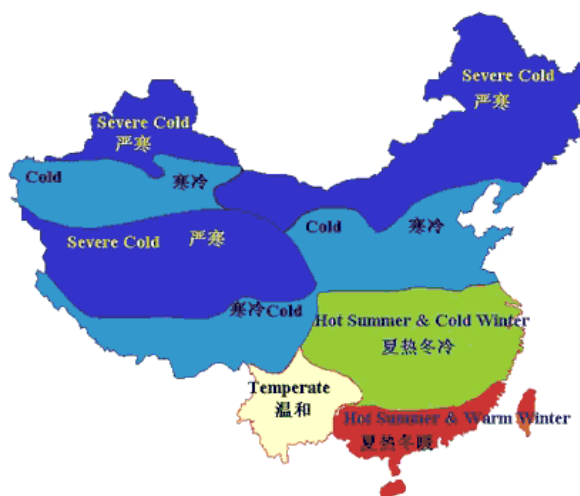


図 1-2-1 建築熱設計地区区分図

また、省エネルギー技術の適用手法を検討する際に、地域における気候環境を考慮するだけでなく、経済環境・生活環境への配慮も十分に検討する必要がある。そのため、本研究では、寒冷地区の大連市と夏暑冬寒地区の上海市のほかに、都市部と異なる経済発展をしてきた農村地域の事例の視野に入れ、1事例を調査した。

### 1-3 研究方法

研究の方法としては文献調査と事例調査の二つに大別できる。

#### 1) 文献調査

##### ①地域における省エネルギー技術

- ・「自立循環型住宅への設計ガイドライン」を参考したうえ、省エネルギー技術を整理した。
- ・そのうえ、省エネルギー技術と地域環境の関係を考察し、本研究で中心的に取り上げる地域性ある省エネルギー技術を抽出した。

##### ②環境配慮型住宅に関する法制度・設計基準・評価制度

- ・省エネルギーに関する国の方針・方策  
→中国国務院、建設部のホームページで検索した。
- ・建築における省エネルギーに関する法制度・設計基準  
→建設部のホームページ、「建築省エネルギー設計規範集」から情報収集した。
- ・環境配慮型住宅に関する評価システム  
→建設部のホームページで検索した。

##### ③環境配慮型住宅の事例収集

- ・中国建築部のホームページで、「緑色建築」、「生態住宅」、「節能」、「再生可能エネルギー」などのキーワードを入力、検索する。
- ・政府による推進するモデルプロジェクト、テストプロジェクト、環境配慮型住宅の認定制度を割り出す。
- ・各プロジェクト、認定制度の公式ホームページから情報を収集する。

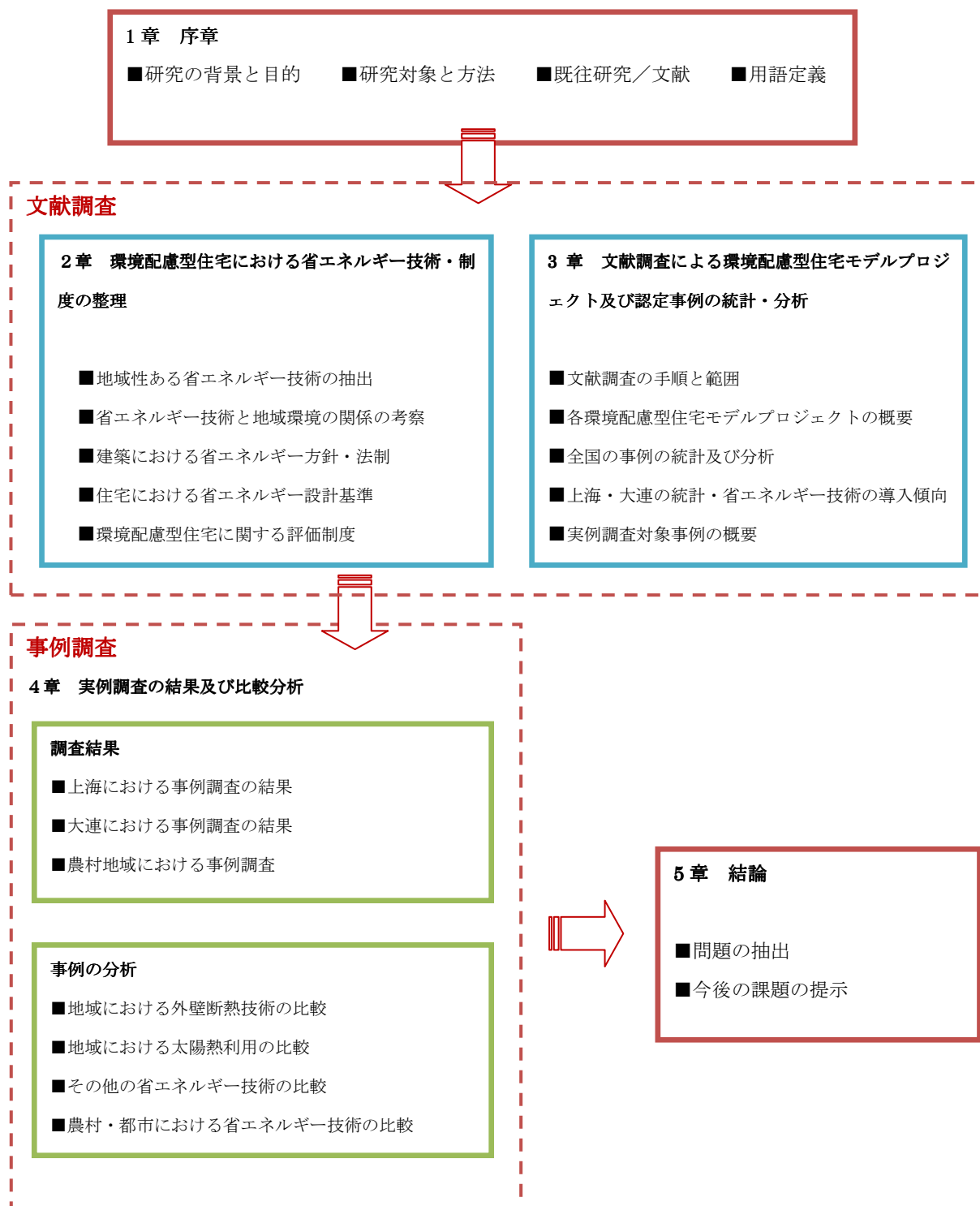
##### ④事例における省エネルギー技術の情報

- ・中国におけるインターネットデータベースから、事例に関する既往研究及び事例を紹介する記事を検索する。

#### 2) 事例調査

- ・まず、事例調査の地域における大学関係者、研究機構の方々に研究協力を依頼。
- ・そして、研究協力の方に見学したい事例リスト及び質問シートを送付。
- ・また、研究協力者のお勧めの事例も調査する。
- ・最後に、追加の質問に関しては、帰国後メールで送り、回答を求めた。

## 1-4 本論の構成



## 1-5 既往研究

主に中国における環境配慮型住宅や、住宅における省エネルギー技術の適用手法などの既往研究を行った。

### ■日本語の文献

- 1) 劉俊、于靚、渡辺俊行： 集合住宅のエネルギー消費に関する日中比較研究、日本建築学会九州支部研究報告 第48号 2009年3月
- 2) 姜中天、吉野博、渡辺俊行、于靚、李振海、劉京、李念平：上海、長沙、ハルビンの年住宅におけるエネルギー消費と温熱環境の実測調査、日本建築学会東北支部研究報告会 2008年6月
- 3) 鄭超、羽山広分、絵内正道、菊田広輝、張晴原：中国都市における集合住宅の暖房負荷特性、日本建築学会大会学術講演梗概集
- 4) 外岡 豊：中国住宅におけるエネルギー消費実態調査と気候変動防止対策の提案
- 5) 張晴原、吉野博：中国の住宅省エネルギー基準の熱工学的考察と日中の省エネルギー基準の比較研究、日本建築学会環境論文集 第618号 2007年8月
- 6) 于靚、渡辺俊行、吉野博、高偉俊：中国における都市部集合住宅のエネルギー消費に関する調査研究、日本建築学会環境軽論文集 2008年2月

日本語文献調査結果：

中国住宅におけるエネルギー消費に関する環境工学的な研究は複数あったが、環境配慮型住宅における建築計画的な研究はなかった。

### ■中国語の文献

中国語文献データベース「Cnki」で、「生態住宅」というキーワードで検索したところ、数多くの関連文献があった。文献の内容から分類すると、主に以下のようなものがある。

- 1) 生態住宅の意義・考え方に関する研究
- 2) 生態建築における評価方法に関する研究
- 3) 生態建築の将来性に関する研究
- 4) 一つの地域における生態建築の研究
- 5) 生態建築における一つの技術に関する研究
- 6) 一つの事例について調査を行い、事例に関する分析

中国語文献調査結果：環境配慮型住宅の考え方・評価方法・将来性といった理論的な研究を除いて、環境配慮型住宅関連では、1地域や個々の事例ごとにとどまっており、横断的な研究があまり行われていないことがわかった。

## 1-6 用語定義

本研究で使用する用語について定義する。

### 緑色建築

語源は中国語。意味は環境配慮型建築、グリーンビルディング。

中国語で環境配慮型建築の言い方は「環保建築」、「低炭建築」、「生態建築」などいろいろある。言い方によって、環境配慮のコンセプトも若干異なる。

「緑色建築」は「緑色建築評価システム」という中国における環境配慮型建築の評価システムの名前の一部であるため、固有名詞として扱いし、直訳する。

### 生態住宅

語源は中国語。環境配慮型住宅という意味である。類語は緑色住宅などがある。本論では、住宅における環境評価システムの名前の一部として頻繁に出る。その際に、固有名詞として扱いし、直訳する場合がある。

### 環境配慮型住宅

環境に配慮した住宅のことを指す。環境共生住宅、自立循環型住宅、自然循環型住宅、省エネルギー住宅、長寿命住宅など、これら以外にも細かい分類があるが、それぞれが環境配慮について独自のコンセプトを持っていて意義付けられているが、本研究ではこれらをまとめて「環境配慮型住宅」と呼ぶ。





**2章 環境配慮型住宅における省エネルギー  
技術・法制度の整理**  
..... 15

2-1 地域における省エネルギー技術の考察

2-2 環境配慮型住宅に関する法制度・設計基準・評価  
制度

2-3 小結



1章のはじめに、中国における環境・資源・エネルギーの事情及び建築におけるエネルギー消費の現状について述べた。1章の研究背景にふまえ、2章では、省エネルギー技術と省エネルギー関連制度、二つの部分に分かれて整理していく。

2-1では、環境配慮型住宅に適用する省エネルギー技術を整理したうえ、技術と地域の関係性について検討する。

2-2では、中国における省エネルギーに関する方針・法制度・評価システムを整理し、本研究において、中心として検討する省エネルギー技術を抽出する。

## 2-1 地域における省エネルギー技術の考察

### 2-1-1 地域性ある省エネルギー技術の抽出

なお、本論における省エネルギー技術と地域の関係性を検討する際に、日本の国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所が編集した「自立循環型住宅の設計ガイドライン」を参考する。

自立循環型住宅開発プロジェクトは、日本の国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所により、平成13年度から4カ年にわたり、進められてきた環境配慮型住宅の研究・開発プロジェクトである。大学研究者や民間企業の研究者・技術者などと共同して、居住時のエネルギー消費に起因する二酸化炭素排出量を半減させることの可能な住宅・設備機器技術を開発し、それを実務者に分かりやすい形にまとめてきたのが「自立循環型住宅の設計ガイドライン」である（以下単に「ガイドライン」という）。

「ガイドライン」の中では、自立循環型住宅を次のように定義する。

「自立循環型住宅とは、気候や敷地特性などの住宅の立地条件および住まい方に応じて極力自然エネルギーを活用した上で、建築と設備機器の設計や選択に注意を払うことによって、住居性や便利性の水準を向上させつつも、居住時のエネルギー消費量（二酸化炭素排出量）を2000年頃の基準的な住宅と比較して50%にまで削減可能な、2010年時点までに十分実用化できる住宅である。」

「ガイドライン」のなかで、取り上げている省エネルギー技術は13種、3つの要素に分類している。「自然エネルギー活用技術」に該当する5種類、「建築外皮の熱遮断技術」に該当する2種類、「省エネルギー設備技術」に該当する6種類である。（表2-1-1）

	熱環境分野	空気環境分野	光環境分野	その他
自然エネルギー活用技術	日射熱の利用	自然風の利用	昼光利用	
	太陽熱給湯		太陽光発電	
建物外皮の熱遮断技術	断熱外皮計画			
	日射遮断手法			
省エネルギー設備機器	冷暖房設備計画	換気設備計画	照明設備計画	高効率家電機器の導入
	給湯設備計画			水と生ゴミの処理と効率的利用

また、「ガイドライン」のなかで、技術の優先順位を検討する際に、以下のように述べている。

「自立循環型住宅は、その敷地がもっている自然のポテンシャルが最大限生かされることが前提であり、自然エネルギー活用技術と建物外皮の熱遮断技術をまず優先して検討し、次いで省エネルギー設備技術の検討を行うことが推奨されます。」

太陽エネルギーの利用、自然風の利用といった自然エネルギー活用技術と断熱外皮設計、日射遮断といった建築外皮の熱遮断技術は、地域の卓越風、日射量、気温などの気候条件によって、適用される技術が異なる場合があるし、設計上の工夫が必要となる。一方、冷暖房、照明、給湯といった省エネルギー設備技術は、自然エネルギー活用技術または建築外皮の熱遮断技術で解決できなかった問題を処理する技術であり、地域と関係性が薄いと考えられる。

本研究においては、省エネルギー技術における地域適合応用手法に注目するため、地域性で見られる省エネルギー技術を研究対象とする。省エネルギー設備技術は地域との関係性が薄いため、研究対象から除外する。以下より、自然エネルギー活用技術と建築外皮の熱遮断技術を研究対象技術とする。

## 2-1-2 省エネルギー技術と地域環境の関係の考察

### 1) 自然エネルギー活用技術

設備機器だけを依存するのではなく、自然の力である太陽、風などのエネルギーを活かし、四季の移ろいを感じる住宅をつくるには、自然エネルギー利用するための技術が不可欠である。「ガイドライン」のなか、自然エネルギー活用技術は、日射熱の利用、太陽熱利用、自然風の利用、太陽光発電、昼光利用、5つの要素技術に分類されている。以下、技術別の現状と地域との関係について述べる。

#### ①日射熱の利用

日射の利用は、冬期における暖房エネルギー消費の削減に有効な技術である。日射熱の取得・利用は、取得熱量を増やす、取得熱の損失を抑える、取得熱を有効に利用し室温の低下を防ぐ、3つの手法がある。

日射熱を取得する重要な部位は開口部である。取得熱を増やすためには、開口部を南向きとするなど、方位や大きさに配慮した平面・開口部計画とすることが必要である。一方、ガラス窓は大きな熱損失部位でもあり、取得熱増やすために集熱窓面積を増やせば、熱損失も増えるという問題が生じる。問題を解決するには、日射収透過率が大きく、かつ断熱性が高い技術が求められる。

また、冬期においては、熱の取得の多くが日射のある日中に集中し、熱の損失は終日続く。日中の熱損失を上まわる熱取得を行って、夜間へ持ち越す蓄熱技術が必要とされる。一方、夏期の日射遮断対策による冷房エネルギーの削減も同時に考える必要があるので、日射の取得と遮断を両立できるように開口部まわりを計画することも重要である。

具体的な技術：

- ・日射量の少ない気候では、開口部において断熱性能の高いガラス、サッシを用いること。
- ・日射量の多い気候では、開口部の面積を増やし、開口部が大きくなること。
- ・コンクリート、石膏ボードなど蓄熱（蓄冷）が大きい建材を用い、室温を安定して保つ技術。

日射熱の利用技術と地域環境の関係：

- ・日射熱利用技術は冬期に寒い地域に有効な技術である。
- ・しかし、夏期の暑い地域においては日射遮断も同時に考える必要がある。
- ・地域の気候特性や立地条件などに応じて、日射遮断技術と上手に組み合わせて用い、熱収支バランスをはかり室温の変動を小さくすることが大切である。

②太陽熱利用

自然エネルギーである太陽熱を利用した給湯システムは、従来の給湯システムと比べて設備のコストが高いが、それをランニングコストの低減によってまかなうことは十分可能であると共に、省エネルギー効果を十分に高めることができる技術である。主な補助熱源はガス、電力である。補助熱源によっては、省エネルギーの量、ランニングコストの低減が異なる。

具体的な技術：

太陽熱給湯手法には、大きく分けてソーラーシステムと太陽熱温水器の2つの種類がある。

(図2-1-1、図2-1-2)

また、水の循環システムで考えると、直接加熱式と間接加熱式があり、熱の循環システムで考えると、自然循環型と強制循環型があり、集熱の方式とお湯の分配方式で考えると、集中型と分散型がある。以上、それぞれの方式を組み合わせると、さらに細かいカテゴリができる。

それぞれも長所と短所があるので、使用状況やコストなどの条件により最もふさわしい方式を選定する必要がある。

なお、どんなソーラーシステムであっても、システムの構成機器は、たいてい同じである。主な構成機器は、集熱器、補助熱源機器、蓄熱槽、凍結防止装置などがある。集熱器の種類には、大きく大分け平板式と真空管式がある。( ) 真空管式は、真空のガラス管できており、ガラス管の中に集熱部に不凍液などの熱媒を通し、高温集熱に有利である。一方、平板式は、金属の集熱板の上に透明な強化ガラス板で覆われていて、下部は熱が逃がさないように、断熱材を引いている。低温の集熱が有利である。

太陽熱利用技術と地域環境の関係：

- ・地域の日射量、日照時間の長短、周辺環境によって、集熱効率が異なるため、導入を検討する際に、地域における太陽光資源の環境を確認する必要がある。
- ・また、自然環境や周辺環境に合わせて、太陽熱集熱器の設置場所、設置角度を検討する必要がある。

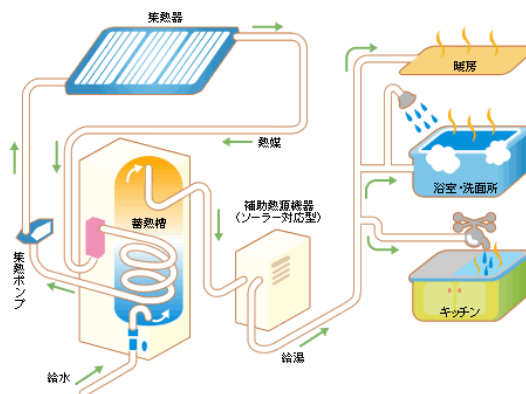


図2-1-1 ソーラーシステムの仕組み (一種)

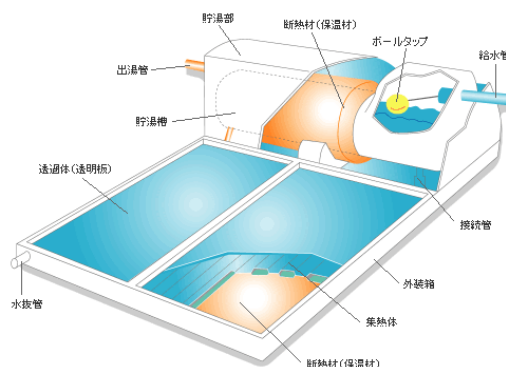


図2-1-2 太陽熱温水器の仕組み

(出典：ソーラーシステム振興協会 HP)

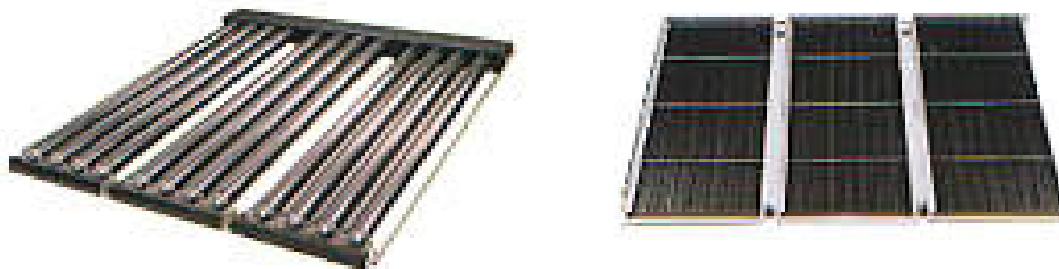


図 2-1-3 集熱器の種類 (左:真空管式 右:平板式)

(出典:ソーラーシステム振興協会 HP)

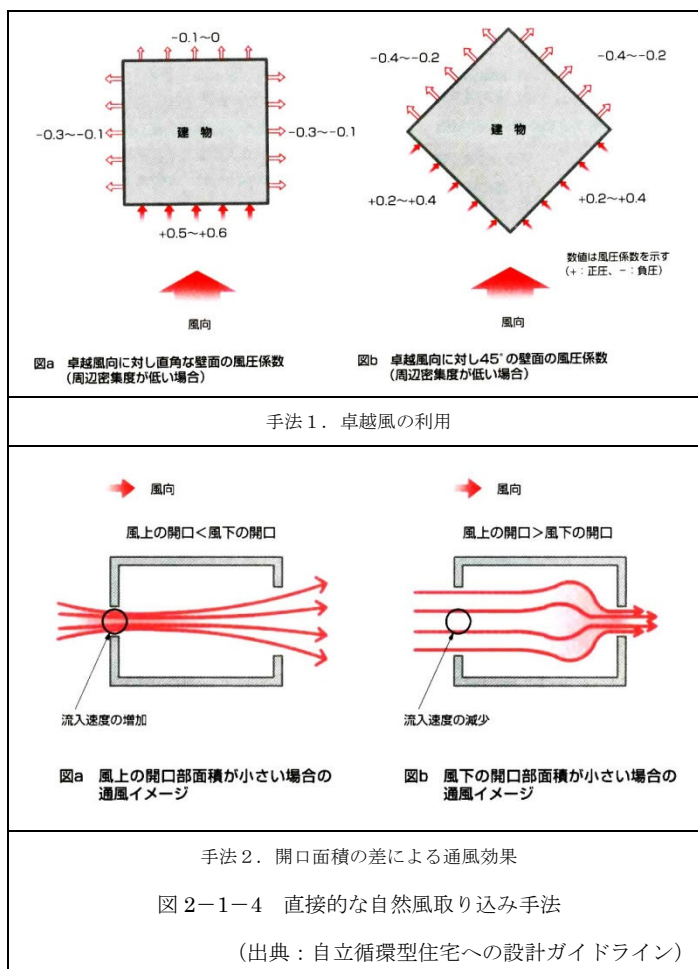
### ③自然風の利用

自然風利用は、夏期（主に夜間）または中間期において積極的に外気を取り入れ、空調に依存せずに寒的な室内環境を実現し、冷暖房エネルギー消費を削減することを目的とした技術である。

自然風利用技術は、建物の形状やプラン、外構計画を工夫する方法と、開口部の位置、形状、開閉操作を工夫方法がある。技術は、住まい手が開口部を適切に解放することを前提としている。

そのため、開口部の開閉を促すしくみも併せて考えなければならない。

自然風利用による冷房エネルギー削減率は10%～30%と言われている。住宅の立地条件と採用する自然風利用手法の組み合わせにより達成することができる。建設する住宅の風の利用可能性は変わるし、それによって省エネルギーに有効な手法は異なってくる。住宅密度の高くない地域



では、通常の窓のみでも十分自然風利用が可能である場合がある。一方、住宅密度の高い地域では、卓越風の直接的な利用がほとんど不可能な場合があり、手法を工夫して採用する必要が生じる。

具体的な手法：

- ①直接的な自然風取り込み手法      ②間接的な自然風取り込み手法
- ③屋根面を利用した自然風取り込み手法      ④温度差換気の手法
- ⑤室内通風性能向上手法

自然風の利用技術と地域環境の関係：

- ・地域や周辺環境に対し、ある期間を通じて頻繁に吹く卓越風（地域風）を取り込むことを重視するため、利用を想定している夏期及び中間期の卓越風（地域風）の方向を確認することが重要である。

#### ④太陽光発電

太陽電池を屋根面などに設置し、太陽の光から回収した直流電気がパワーコンディショナを通して、交流電気に変換する技術である。太陽電池の耐久年数は、表面が強化ガラスで保護されているので、寿命が20年以上とされている。他の設備機器と比較すると長期間に使用できると言える。

しかし、発電量は日射量の影響を受ける。また、日影が太陽光発電パネルに落ちると発電が出来なくなり、日照時間が短くなる敷地では年間発電量が小さくなる可能性がある。そして、太陽光発電パネルを設置する方法と傾斜によっても、太陽光の利用効率は異なる。方位については、真南に向かって設置した場合の利用効率を100%とすると、一般的な4寸ほどの屋根の勾配の場合、東西は80%、北は50%程度となる。


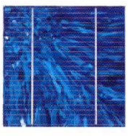


分類	外形例	主な特徴
結晶系シリコン系	<p>単結晶</p> 	最も歴史があります。厚さが200～300μmのシリコンの単結晶の板(基板)に太陽電池を作ります。変換効率や信頼性は高いのですが、値段が高いのが難点です。
	<p>多結晶</p> 	比較的小さな結晶が集まった多結晶で作っている基板に太陽電池を作ったもので、単結晶より安価で、作りやすいことから現在の主流となっています。変換効率は、やや単結晶に劣ります。
		アモルファス(非晶質)シリコンや結晶シリコンをガラスなどの基板の上に1μm内外の非常に薄い膜を形成させて作った太陽電池です。大面積で量産ができるという特長がありますが、結晶シリコンと比較して性能面に課題があります。
その他	<p>CIS系</p> 	CIS系は化合物半導体の一種で、銅・インジウム・セレン等を原料とした薄膜太陽電池です。製造工程が簡単で高性能が期待できます。その他の化合物系としては、ガリウム・ヒ素などがあります。これは超効率(変換効率30～40%)ですが、コストが高いため、現在は宇宙開発などの特殊用途に限られています。

図2-1-5 太陽電池の種類と特徴

(出典：NEDO HP)



傾斜角については、水平より 30% の場合が最も効率が高くなり、このとき 100% とすると、20° で 98%、水平面で 88% 程度になり、方位の違いほどの大きな差はない。

#### ・太陽電池

単結晶シリコンはもっとも昔から使われている太陽電池であり、変換効率が最も高く、20% 前後を達成している。しかし、シリコンの使用量が多いため価格も高いである。近年では多結晶や薄膜型が主流になってきている。

#### ・システムの構成

一般的な太陽電池のシステム構成は、図 2-1-6 のように、太陽電池、接続箱、架台、パワーコンディショナなどから構成されている。

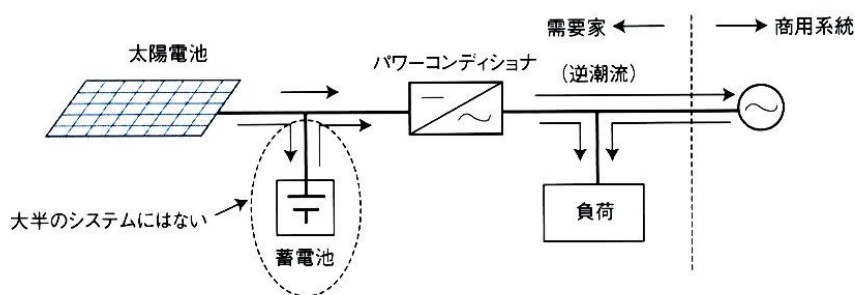


図 2-1-6 一般的な太陽電池のシステム構成

(出典：太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン 基礎編)

太陽電池：太陽の光エネルギーを直接電気に変換する装置。

接続箱：太陽電池からの直流配線を一本にまとめ、パワーコンディショナに送るための装置。

パワーコンディショナ：太陽電池で発電した直流電力を交流電力に変換するための装置。

架台：太陽電池を屋根・屋上や壁などに固定するものである。

太陽光発電技術と地域環境の関係：

- ・地域の日射量は発電量に影響する。
- ・日照時間の短い敷地では、発電時間も短くなるため、年間発電量が少なくなる可能性がある。

#### ⑤昼光利用

昼光の利用は、昼間の明るさを市内に取り入れることで人工照明による無駄の点灯を少なくし、人工照明エネルギー消費を削減することを主な目的とした技術である。建設する住宅への太陽光の入射を妨げる建物であるかどうかなど、敷地周辺の状況により、太陽光の利用可能性は変わる。

それによって省エネルギーに有効な手法は異なってくる。

具体的な手法：

- ①開口部の位置・形状の計画により、壁面・天井採光しているのは採光手法である。
- ②吹き抜け、欄間等、光井戸・光庭などの空間構成の工夫により導光しているのは導光手法である。

昼光利用技術と地域環境の関係：

- ・敷地条件・日照条件によって、太陽光を利用する可能性も変わるので、周辺建造物の影はどのように落ちるか地域の日影図で検討する必要がある。

## 2) 建築外皮の熱遮断技術

室内環境をコントロールし、安定する室内環境を保つための「建築的な手法」である。また、自然エネルギー活用技術の能力を十分に発揮させる上で不可欠な技術でもある。大きく分けて、断熱外皮設計と日射遮蔽、2つの手法に分類できる。

### ⑥断熱外皮設計

断熱外皮設計は、住宅の室内と室外との境界における熱の出入りの抑制を目的としている。断熱が行われた住宅は、断熱していない住宅に比べ、少ないエネルギーで快適な室内環境が実現できる。住宅内のエネルギーは、日中の日射によるエネルギーや、日常生活で発生するエネルギーなどがある。断熱にされていなければ短時間のうちに外に逃げてしまうが、断熱化をはかることによって、室温が安定して保つことができる。

断熱部位と技術：

- ・床

床の断熱性能の強化により、床表面の温度を上げ、室内の上下温度差または温度むらを小さくすることができる。

- ・屋根、天井

屋根・天井に断熱が行うことで、屋根が受けた日射熱が室内に入ることを防ぎ、最上階の部屋の暑さを和らげることができる。

- ・開口部

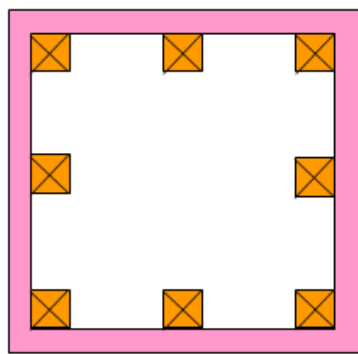
サッシ、ドアなどの開口部には、室内外をつなげる機能と同時に、建物外皮の一部としての断熱性も要求され、外皮の中で弱点となりやすい部位である。断熱性能高いサッシ材は、アルミ製や樹脂製、木製、及びその複合のものがあり、ガラスには複層ガラス、低放射複層ガラス、真空ガラスなど比較的断熱性能高いものがある。

・外壁

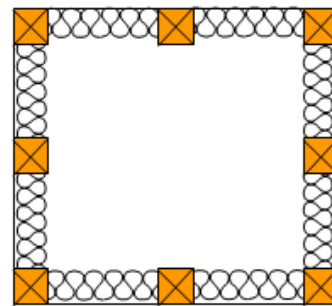
外壁の断熱は、構造体によって施工工法も異なる。

木造住宅の場合は、大きく分けて充填断熱と外張断熱と分類される。木造建築の外張工法は構造部材の外側から発泡プラスチック系断熱材を専用ビスで留付け、目地部分をテープ処理する簡単な施工的に工法である。一方、充填工法は柱等構造部材の間に断熱材をはめ込んでいくもので、主に繊維系断熱材が使われる。

鉄筋コンクリート造集合住宅の場合は、大きく分けて内断熱と外断熱と分類される。木造系と違って発泡プラスチック系断熱材が主流になっている。

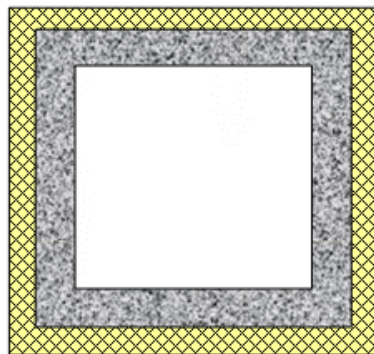


外張断熱工法

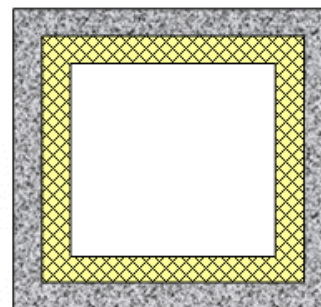


繊維系充填断熱工法

1. 木造建築の断熱



外断熱工法



内断熱工法

2. 鉄筋コンクリート造建築の断熱

図 2-1-8 木造と鉄筋コンクリート造の断熱工法

(出典：発泡プラスチック外張断熱協会 HP)

断熱材の種類：

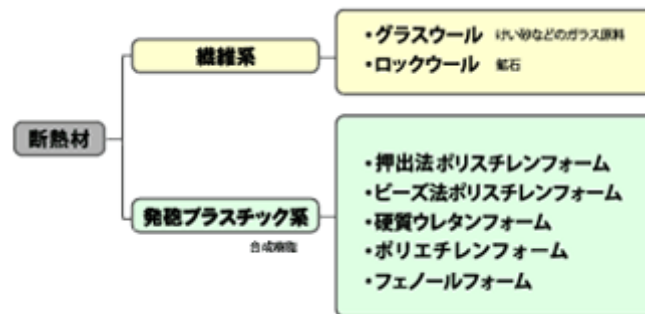


図 2-1-7 断熱材の種類

断熱外皮設計と地域環境の関係：

- ・設計・施工にあたっては、建設地域、日射量、日照時間、方位、断熱性能等のバランス、コストなどを考慮して検討する必要がある。
- ・外壁断熱は構造体によって、施工工法または断熱材が異なる。
- ・地域によっては、断熱材の厚みや施工工法が異なる。

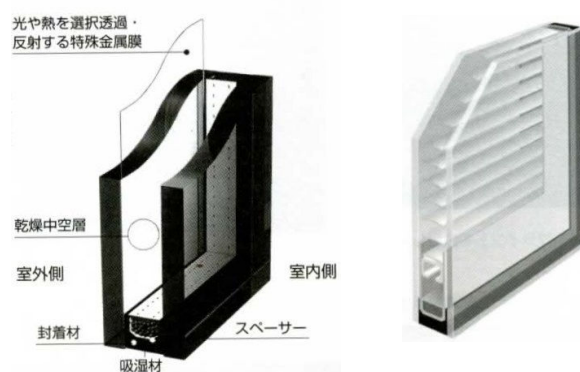
### ⑧日射遮蔽手法

日射遮断の目的は、室内に流入する日射熱を低減させ、冷房エネルギーを削減することにある。しかし、昼光の利用や冬期の日射利用などを考慮したうえの計画・設計が求められる。太陽高度の高い夏期における日射量は、屋根などの水平面で極めて大きくなり、垂直面である壁については、東西面が大きく南面の方が小さくなる。また、窓のような透明部位と、屋根・外壁などの不透明部位とを比べると、透明部位からの日射量ははるかに大きくなるので、十分な日射遮蔽が必要となる。

日射遮蔽部位と技術：

- ・窓自体

窓自体により日射遮蔽の場合は、ガラスとサッシの選択が日射遮蔽効果に大きく影響する。ガラスは、断熱型低放射複層ガラス、遮熱型低放射ガラス、ブラインド内臓複層ガラスが有効される。一方、サッシは、金属製熱遮断構造サッシ、金属・樹脂(木)複合サッシ、金属や樹脂を被覆した木製サッシなどが有効とされる。(図 2-1-8)



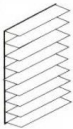


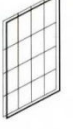




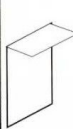



左：断熱型低放射複層ガラス 右：ブラインド内臓複層ガラス

図 2-1-8 窓自体により日射遮蔽

(出典：自立循環型住宅への設計ガイドライン)

・日射遮蔽部材

日射遮蔽部材により日射遮蔽は、ルーバー、ブラインド、スクリーンなどの手法である。(2-1-9) 季節・時間・気候の変化に応じて、可動性のある部材を用いることはより効果的である。また、内付けより外付けの方が遮蔽効果大きいであるが、風による被害や騒音を生じるやすいため、地域の環境に応じて、適切な技術を選択する必要がある。

 <p><b>水平ルーバー</b>                      方角・季節・時刻 南東～南～南西、太陽高度が高いときに適する                      眺望 羽の間隔、角度によって見え方が変わる                      直射光の拡散性 あまりない                      備考 目的に応じた羽の設定が重要。羽の上面で反射した直射日光が天井へ入射し、室内が明るくなる</p>	 <p><b>水平ブラインド</b>                      方角・季節・時刻 全方角に対応可能                      眺望 羽の間隔、角度によって見え方が変わる                      直射光の拡散性 羽角によっては少しある                      備考 屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽角の調整、巻き上げなどの調整が容易</p>
 <p><b>水平ブラインド</b>                      方角・季節・時刻 全方角に対応可能                      眺望 羽の間隔、角度によって見え方が変わる                      直射光の拡散性 羽角によっては少しある                      備考 屋外の状況や目的に応じて適切に調整することが重要。羽からの反射光を天井に導くこともできる</p>	 <p><b>障子</b>                      方角・季節・時刻 太陽高度が低いときに適する                      眺望 よくない                      直射光の拡散性 素材によって若干異なるがかなりある                      備考 視線制御には効果的だが、外部環境が把握しにくい。やわらかい光環境をつくることができる</p>
 <p><b>簾(すだれ)</b>                      方角・季節・時刻 東西面、太陽高度が低いときに適する                      眺望 あまりよくない                      直射光の拡散性 ある                      備考 安価で設置が容易。自然素材の視覚的効果が期待できる</p>	 <p><b>ロールスクリーン</b>                      方角・季節・時刻 東西面、太陽高度が低いときに適する                      眺望 素材によって異なるがあまりよくない                      直射光の拡散性 素材によって異なるがかなりある                      備考 外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する。巻き上げによる調節が容易</p>
 <p><b>ロールスクリーン</b>                      方角・季節・時刻 東西面、太陽高度が低いときに適する                      眺望 素材によって異なるがあまり良くない                      直射光の拡散性 素材によって異なるがかなりある                      備考 外部からの視線制御には効果的。やわらかな光環境をつくるのに適する</p>	 <p><b>レースカーテン</b>                      方角・季節・時刻 太陽高度が低いときに適する                      眺望 素材によって異なる                      直射光の拡散性 素材によって異なる                      備考 眺望優先かまぶしさ抑制優先かなど、目的に応じた素材選択が重要</p>
 <p><b>庇</b>                      方角・季節・時刻 南、太陽高度が高いときに適する                      眺望 よい                      直射光の拡散性 ない                      備考 太陽高度が低い場合には直射日光が入射しやすいので、西日などの遮蔽には不向き</p>	 <p><b>垂直ブラインド</b>                      方角・季節・時刻 全方角に対応可能                      眺望 羽の間隔、角度によって見え方が変わる                      直射光の拡散性 羽角によっては少しある                      備考 直射日光が窓面に対し角度を持って入射する場合に適している</p>
 <p><b>オーニング</b>                      方角・季節・時刻 北面以外に適する                      眺望 よい                      直射光の拡散性 素材によって異なるがあまりない                      備考 固定の庇より太陽高度の低い場合にも対応可能。素材によっては直射日光の拡散透過がある</p>	 <p><b>なし</b>                      方角・季節・時刻                      眺望 よい                      直射光の拡散性 ない                      備考</p>

左：室外設置 右：室内設置

図 2-1-9 日射遮蔽部材により日射遮蔽

(出典：自立循環型住宅への設計ガイドライン)

・庇

庇を利用した開口部の日射遮蔽は、取り付け方位や出寸法によって日射遮蔽効果が変わるので、方位に応じて適切に設計を行うことが重要である。東側と西側では、庇による日射遮蔽の効果は高くないが、南側の開口部では太陽高度が高いため、十分に効果が期待できる。

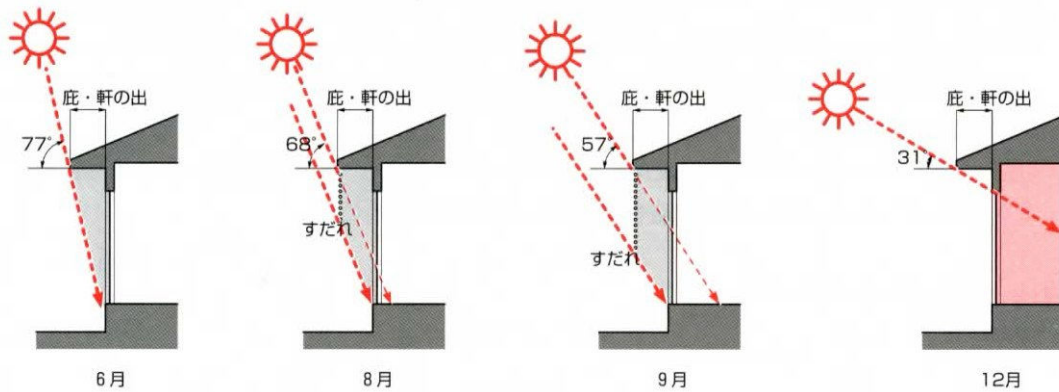


図 2-1-10 庇等による日射遮蔽のイメージ

(出典：自立循環型住宅への設計ガイドライン)

日射遮蔽手法と地域環境の関係：

- ・ 地域の方角による日射量が異なるので、日射遮蔽を検討する際に、確認する必要がある。

## 2-2 環境配慮型住宅に関する法制度・設計基準・評価制度

### 2-2-1 建築における省エネルギー方針・法制度

#### 1) 省エネルギー関連方針・方策

##### ①中長期科学技術発展計画

中国政府は、「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006～2020年）」（以下より、「綱要」と表示する。）の中で、「科学的発展観」を通じて経済・社会のさまざまな矛盾への対処を検討しながら持続可能な発展をめざすという方針を示した。中長期計画では11の重点分野が設定されており、この中で68件の優先テーマがリストアップされている。このうち、社会基盤に関するものとして「交通運輸業」、「都市化・都市発展」、「公共安全」が含まれている。

「都市化・都市発展」については、都市と農村の合理的な配置と科学的な発展を促進するとしたほか、地域における資源・環境に関する受容力との調和をはかる方向性を示した。そのうえで、省エネや節水を主要な手段として、資源節約型の都市建設を目指す考えを明らかにした。具体的な優先テーマを以下に示す。

- ・都市計画と動的なモニタリング
- ・都市機能の向上と空間の有効利用
- ・建物省エネとグリーン建築
- ・都市の生態的居住環境の品質保障
- ・都市の情報プラットフォーム

##### ②建設事業『第11次5ヵ年』計画

建設部は、2006年3月に都市発展の要となる「建設事業『第11次5ヵ年』計画」が公布した。その目標は以下のようなになる。

<b>全体目標</b>
省エネ、省スペース型の建築技術を発展させ、土地の有効利用、省エネ、節水、資材の節約等を進めることによって、低コストで資材消費量が少なく環境負荷の小さい高効率の都市モデルの確立をめざす。
<b>建築省エネの推進とエネルギー利用効率の向上</b>
第11次5ヵ年期間中に標準炭換算で約1億トンの省エネを行い、省エネ建築面積21億5000万m <sup>2</sup> をめざす。新築建築物については、省エネ50%の設計基準を厳格に適用する。既存建築物については、大都市で建築面積の25%、中都市で15%、小都市で10%を省エネ改造する。
<b>住宅用建築</b>
省資源で環境汚染の少ない住宅産業の発展をめざす。具体的な数値目標として、2010年までに新築住宅の建築省エネ率60%以上、節水率20%向上、化石エネルギー消費量10%削減をめざす。

同年12月に「第11次5ヵ年」期間中（2006～2010年）における建設技術の推進・強化を目的として、建設事業への新しい科学技術の積極的な取り込みをはかるため、「建設事業『第11次5ヵ年』重点推進技術分野」を制定した。（表2-2-1）

そのなか、技術分野の一つとして、建築省エネルギーと新エネルギー開発利用が挙げられ、外壁の断熱技術や、太陽エネルギー利用技術など具体的な技術が推進されている。

表2-2-1 建築部重点推進技術分野

分野	適用技術
建築省エネルギーと新エネルギー開発利用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>★建築外壁保護構造保温隔熱技術と新型省エネ建築体系</li> <li>・熱供給暖房と空調冷房の省エネ技術</li> <li>★太陽エネルギー、地熱などの再生可能エネルギーの応用技術</li> <li>・都市と建築グリーン照明の省エネ技術</li> <li>・建築省エネ設計管理、エネルギー効率測定評価とラベリング</li> <li>・既存建築の省エネ改造技術</li> </ul>
省スペースと地下空間の開発利用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建築設計における土地節約技術</li> <li>・地下空間の開発・利用技術</li> <li>・地下工事施工技術</li> <li>・都市立体駐車技術</li> </ul>
節水と水資源開発利用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市給水の節水技術</li> <li>・生活水の節水技術</li> <li>・雨水と海水の利用技術</li> <li>・汚水の再利用技術</li> </ul>
資材節約と材料資源の合理的な利用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グリーン建材と新型建材</li> <li>・コンクリート工事資材の節約技術</li> <li>・鉄筋工事資材の節約技術</li> <li>・化学建材技術</li> <li>・建築廃棄物と工業廃棄物の回収・再利用技術</li> </ul>
都市の環境友好技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市外観環境技術</li> <li>・家庭ゴミと糞尿処理技術</li> <li>・汚水と汚泥処理技術</li> <li>・室内環境技術</li> </ul>
新農村建設の先進適用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インフラ施設の計画・建設技術</li> <li>・再生可能エネルギーと新エネルギーの利用</li> <li>・農村建築技術・建築省エネ技術</li> </ul>
新型建築構造、施工技術と施工・品質安全技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グリーンで新型の建築構造技術</li> <li>・重大工事施工技術</li> <li>・既存建築の強化改造技術</li> <li>・新型板、手すり技術</li> <li>・建設工事施工、品質、建築防火安全技術</li> </ul>
情報化応用技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地理空間情報技術</li> <li>・知能化技術</li> </ul>
都市公共交通技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共交通計画建設技術</li> <li>・公共交通運営管理技術</li> <li>・公共交通車両・設備技術</li> </ul>



## 2) 省エネルギー関連法律

一層有効に「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006～2020年）」を実行するため、政府は関連法律、法規の制定を共にした。

### ①中華人民共和国再生可能エネルギー法

2006年1月1日から実施した『中華人民共和国再生可能エネルギー法』は、再生可能エネルギーの利用を促進するための法律である。再生可能エネルギーの開発利用を通し、国内のエネルギー構造の改善、エネルギー自給率の向上を目的とする。

第4章「推進と応用」のなかには、個人また住宅地開発者による建築における太陽熱温水利用システム、太陽熱利用冷暖房システム、太陽光発電などの技術の応用を推奨する条文がある。

また、農村地域における太陽エネルギー、バイオマス、風量などの利用を推奨し、地方政府はそういった地域に対し、金銭的な支援を行うべきとされた。

### ②中華人民共和国省エネルギー法

2008年4月から実施した『中華人民共和国省エネルギー法』は、省エネルギーを推進するための基本法である。省エネルギー管理、分野別の省エネルギー実施、省エネルギー技術の推進、奨励方策、法的責任、5つの面から基本方針を定めた。

建築における省エネルギーの条文は、第3章の3節に納められている。新築また既存建築の改修の際に、省エネルギー建材の使用及び太陽エネルギーなどの再生可能エネルギーの利用が推奨されている。

省エネルギー技術の推進に関する章のなか、農村地域は、太陽エネルギー、バイオマス、風力等再生可能エネルギーの利用及び省エネルギー型住宅の推進を推奨するとされた。

### ③民用建築省エネルギー条例

政府は「綱要」のなか、都市発展の一環として建築分野の省エネルギーに力点を置いているが、思惑通りには進んでいない。そのため、国務院は2008年8月1日、「民用建築省エネ条例」を公布（同10月1日施行）し、建築における省エネルギーの強化に乗り出した。

民用建築とは住宅建築、政府機関のオフィスビルや商業、サービス業、教育、衛生などその他の公共建築を指す。そのため、「条例」は工業建築が適用されない。

「条例」の公布によって、省エネルギー基準の適用範囲が明確になり、既設建築物の省エネルギー改修の原則や要求も盛り込まれた。国として推奨する省エネルギーに関係した新技術や新材料・設備、新工法について明記したほか、使用を制限あるいは禁止する技術や材料等も明らかにした。

## 2-2-2 住宅における省エネルギー設計基準

### 1) 民用建築熱工設計規範

1993年に規制された「民用建築熱工設計規範」は国家基準である。対象地域が全国とし、工業建築以外の全ての建造物は対象建築である。(中国では、工業建築以外の建物は民用建築に分類され、民用建築はさらに居住建築と公共建築に分類される。居住建築には住宅とその他の居住建築が含まれている。)

「規範」なかの省エネルギー指標は、後に規制された地域別省エネルギー基準に追い越しされたものの、建築熱環境設計の地区区分を明確したことは意義が大きいである。「規範」は、後に規定された地域別省エネルギー基準の基礎となっている。

最も寒い月の平均気温、または最も暑い月の平均気温を地区区分の主な指標とし、日平均気温が5℃以下の日数、または25℃以上の日数を補助的な指標としている。

主な指標と補助的な指標は「AND」の関係にある。この指標によれば、中国全土を五つの地域に分類される。北から厳寒地区、寒冷地区、夏暑冬寒地区と夏暑冬暖地区、温和地区の順になっている。

(表 2-2-1、図 2-2-1)

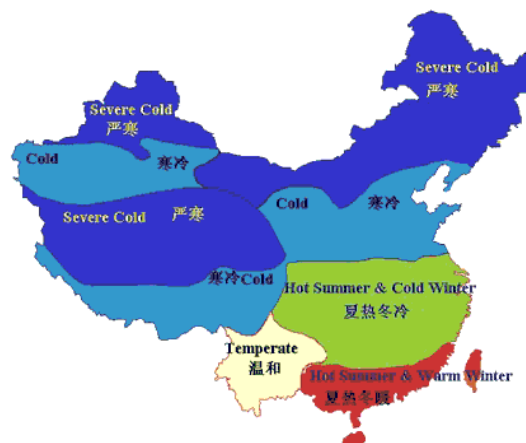


図 2-2-1 「規範」による建築熱環境設計地区区分図

表 2-2-1 「規範」による建築熱環境設計地区区分の概要

地区	主要指標	補助指標
厳寒地区	最も寒い月の平均気温 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	日平均気温が $5^{\circ}\text{C}$ 以下の日数 $\geq 145$ 日
寒冷地区	最も寒い月の平均気温 $= -10^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$	日平均気温が $5^{\circ}\text{C}$ 以下の日数 $= 0 \sim 145$ 日
夏暑冬寒地区	最も寒い月の平均気温 $= 0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 最も暑い月の平均気温 $= 25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$	日平均気温が $5^{\circ}\text{C}$ 以下の日数 $= 0 \sim 90$ 日 日平均気温が $25^{\circ}\text{C}$ 以上の日数 $= 40 \sim 110$ 日
夏暑冬暖地区	最も寒い月の平均気温 $> 10^{\circ}\text{C}$ 最も暑い月の平均気温 $= 25^{\circ}\text{C} = 29^{\circ}\text{C}$	日平均気温が $25^{\circ}\text{C}$ 以上の日数 $= 100 \sim 200$ 日
温和地区	最も寒い月の平均気温は $0^{\circ}\text{C} \sim 13^{\circ}\text{C}$ 最も暑い月の平均気温 $= 18^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$	日平均気温が $5^{\circ}\text{C}$ 以下の日数 $= 0 \sim 90$ 日

## 2) 地域別省エネルギー基準

### ①地区における地域別省エネルギー基準の適用

厳寒地区と寒冷地区は基本的に集中暖房システムを設置する地区であるため、合わせて「採暖地区」といわれている。地域別省エネルギー基準として採暖地区には、「民用建築省エネルギー設計基準（採暖居住建築部分）」（以下「採暖地区基準」と称する）が適応されている。夏暑冬寒地区には、「夏暑冬寒地区居住建築省エネルギー設計基準」（以下「夏暑冬寒地区基準」と称する）、夏暑冬暖地区には、「夏暑冬暖地区居住建築省エネルギー設計基準」（以下「夏暑冬暖地区基準」と称する）が適応されている。温和地区には基本的に冷暖房の必要がないと考えられ、適応する基準はない。（表 2-2-2）

表 2-2-2 地域別省エネルギー基準及び対象地区

地区	実施年	省エネルギー基準	略称
厳寒地区・寒冷地区	1995	「民用建築省エネルギー設計基準（採暖居住建築部分）」	「採暖地区基準」
夏暑冬寒地区	2001	「夏暑冬寒地区居住建築省エネルギー設計基準」	「夏暑冬寒地区基準」
夏暑冬暖地区	2003	「夏暑冬暖地区居住建築省エネルギー設計基準」	「夏暑冬暖地区基準」
温和地区		なし	

### ②地域別省エネルギー基準の概要

現行の地域別省エネルギー基準は、断熱材なしの 6 階建 24 世帯 RC 集合住宅をベースとしている。地域の環境によって、地域別省エネルギー基準は暖房エネルギー削減 50%~65%を目標とし、指標を規定した。

#### ・採暖地区基準

1986 年から施行された「採暖地区基準」は、1995 年に改定されたが、2010 年 8 月に施行された新基準「厳寒と寒冷地区居住建築省エネルギー設計基準」（以下「厳寒と寒冷地区基準」と称する）に代わられたため、現在は廃止となっている。しかし、既存住宅の省エネルギーの設計は、「採暖地区基準」を準じたものが多いため、ここでは、「採暖地区基準」とメインに説明する。

「採暖地区基準」は省エネルギー50%を推奨するに対して、2010 年 8 月 1 日から実施した「厳寒と寒冷地区居住建築省エネルギー設計基準」は、省エネルギー65%を推奨している。

#### ・夏暑冬寒地区基準

「夏暑冬寒地区基準」が適応される地区の建築熱環境の特徴は、冷暖房負荷がともに存在し、冷暖房設備がともに必要であることが挙げられる。また、採暖地区でないため、原則として集中暖房システムは設置しない。2001 年「夏暑冬寒地区基準」の施行による省エネルギー50%が義務化された。

#### ・夏暑冬暖地区基準

夏暑冬暖地区は、南区と北区に分かれ、南区では冷房システムのみ必要であるに対して、北区

では暖房、冷房システムが共に必要とされている。「夏暑冬暖地区基準」では省エネルギー50%を推奨している。

### ③中国の省エネルギー基準と日本の次世代省エネルギー基準の比較

日本の次世代省エネルギー基準と比較することによって、中国の省エネルギー基準の現状を理解することを目的である。

中国の省エネルギー基準は気温によって、5つの地域に区分したことに対して、日本の世代省エネルギー基準は、ディグリーデーによって6つの地域に分けている。(表 2-2-4) また、中国の省エネルギー基準は集合住宅をモデルにして規制されたが、日本の省エネルギー基準は戸建住宅をモデルにして規制されている。日中における省エネルギー基準の規制背景が異なる部分あることが分かる。

なお、張ら<sup>\*1</sup>は日中省エネルギー基準の基準値に関する比較研究をした。以下より、研究の結果を要約して、引用する。(表 2-2-3)

#### ■年間暖房負荷

中国の基準では、同じ地域でも場所によって基準値が異なるが、次世代基準では、同一地域で1つの基準値になっている。HDD<sub>18</sub> 基づいて言えば、日本の各における暖房負荷は中国のより大きくなっている。ただし、採暖地区と夏暑冬寒地区における暖房負荷が16℃で、日平均外気温が5℃以下になる期間中の負荷であり、次世代基準では、室温18℃、平均外気温1.5℃以下の期間中における積算負荷である。夏暑冬暖地区は、熱損失係数が算出不可のため、比較できない。

#### ■熱損失係数

次世代における熱損失係数は、採暖地区及び夏暑冬寒地区のそれよりやや大きくなっている。なお、暑冬暖地区は、熱損失係数が算出不可のため、比較できない。

#### ■部位別の熱貫流率

年間冷暖房負荷と熱損失係数についていずれも次世代基準が緩い数値を示しているが、部位別の熱貫流率については次世代基準が最も厳しい結果になっている。その原因は二つが考えられる。1つ目は、中国の省エネルギー基準では、建築の形状を制約する体形係数を制限している。2つ目は、中国の省エネルギー基準は集合住宅をモデルにして規制されたが、日本の省エネルギー基準は戸建住宅をモデルにして規制されているため、戸建住宅は基準値を満たすことが難しい。

以上、研究の結果から見ると、中国の省エネルギー基準における年間暖房負荷と熱損失係数が厳しい一方、日本の次世代省エネルギー基準は部位別の熱貫流率が厳しいである。両基準の背景が異なるため、どちらの基準が厳しいとは言えない。

しかし、この研究を通して、中国における省エネルギー基準は、先進国と同じレベルになってきていることが確認できた。

\*1 張晴原、吉野博：中国の住宅省エネルギー基準の熱工学的考察と日中の省エネルギー基準の比較研究、日本建築学会環境論文集 第618号 2007年8月

表 2-2-3 日中住宅省エネルギー基準の基準値と関連値

		採暖地区基準	夏暑冬寒地区基準	夏暑冬暖地区基準	(日本)次世代基準
対象		集中暖房を採用した新築・増築居住建築	新築・増改築居住建築	新築・増改築居住建築	新築・増改築の住宅
施行開始時期		1996年7月1日	2001年10月1日	2003年10月1日	1999年3月30日告示
負荷計算法		定常	非定常	非定常	非定常
使用するプログラム		なし	DOE-2	DOE-2	SMASH
熱貫流率 (W/m <sup>2</sup> K)	屋根	体形係数 $\leq 0.3$ 0.4-0.8 体形係数 $> 0.3$ 0.25-0.6	0.8-1.0	0.5-1.0	0.27-0.37(RC造内断熱) 0.32-0.43(RC造外断熱) 0.17-0.24(RC造以外)
	外壁	体形係数 $\leq 0.3$ 0.52-1.4 体形係数 $> 0.3$ 0.4-1.1	1.0-1.5	0.7-2.0	0.39-1.59(RC造内断熱) 0.49-1.76(RC造外断熱) 0.35-0.53(RC造以外)
	窓	2.0-4.7	2.5-4.7	2.0-6.5	2.33-6.51
暖冷房用エネルギー消費量		暖房用石炭消費量が対象地域の暖房期平均外気温に基づいて与えられる	暖冷房用電力消費量が対象地域の HDD <sub>18</sub> と CDD <sub>26</sub> に応じて与えられる	式(8)と式(9)に示す「対比評定法」で評価する	地域ごとに与えられる(290-460MJ/m <sup>2</sup> )
熱損失係数(W/m <sup>2</sup> K)		0.87-1.63(式(4)で算出)	1.99-2.13(式(4)で算出)	算出不能	1.6-3.7
室温度		16℃	16℃-18℃(暖房) 26℃-28℃(冷房)	16℃(北区暖房) 26℃(冷房)	18℃以上(暖房) 27℃、60%以下(冷房)
標準住宅モデル		集合住宅(6階建24住戸)	集合住宅(6階建24住戸)	集合住宅(6階建24住戸)	戸建住宅(126m <sup>2</sup> ) 集合住宅(81m <sup>2</sup> )
窓壁面積比		$\leq 0.35$ (南面) $\leq 0.30$ (東・西面) $\leq 0.25$ (北面)	$\leq 0.25-0.50$ (南面) $\leq 0.25-0.30$ (東西面遮熱あり) $\leq 0.25-0.50$ (東西面遮熱なし) $\leq 0.25-0.35$ (北面)	$\leq 0.50$ (南面) $\leq 0.30$ (東・西面) $\leq 0.45$ (北面)	なし
体形係数		$\leq 0.30$	$\leq 0.35$ (階段室型または型廊下型) $\leq 0.40$ (コア型)	北区 $\leq 0.35$ (階段室型または片廊下型) $\leq 0.40$ (コア型)	なし
日射遮蔽		なし	なし	遮蔽係数(表3)	夏季の日射熱取得率 $\leq 0.06-0.08$
換気回数		0.5回/h	1.0回/h	1.0回/h	0.5回/h
暖房設備のエネルギー効率		ボイラの効率 $\geq 72\%-82\%$	1.9	1.5	なし
冷房設備のエネルギー効率		なし	2.3	2.7	
照明負荷		3.8W/m <sup>2</sup>	14.1Wh/日・m <sup>2</sup>	考慮せず	顕熱 16.7kJ/m <sup>2</sup> h 潜熱 4.6kJ/m <sup>2</sup> h(冷房時)
器具負荷と人体			4.3W/m <sup>2</sup>		

### 3) 上海・大連及び農村地域における省エネルギー設計実施の現状

#### ①「大連市居住建築省エネルギー（省エネ 65%）規定」

大連市は寒冷地区に位置する。地域別省エネルギー基準は、1995年から実施された「採暖地区基準」が適応され、省エネルギー50%を推奨されていた。2010年10月から、施行した新基準、「厳寒と寒冷地区居住建築省エネルギー設計基準」は、省エネルギー65%を推奨する。

一方、大連市は、既に2006年7月から自主的に「大連市居住建築省エネルギー（省エネ 65%）規定」を実施しているので、厳寒・寒冷地区の中でリードして、省エネルギー65%が義務化した都市だと考えられる。

#### ②上海市「居住建築省エネルギー設計基準」

上海市は夏暑冬寒地区に位置する。地域別省エネルギー基準は、2001年から実施された「夏暑冬寒地区基準」が適応され、省エネルギー50%は義務化されている。

しかし、上海市は建設部の「夏暑冬寒地区基準」より早く、2000年から上海政府によって制定された「住宅建築省エネルギー設計基準」を公布し、省エネルギー50%の設計基準を施行していた。また、2009年7月1日から、新たな省エネルギー基準「居住建築省エネルギー設計基準」が施行され、省エネルギー50%から65%まで引き上げた。

ちなみに、本論における調査対象の事例は、すべて2000年から2008年の間に竣工した住宅地であるため、省エネルギー50%を実施していると考えられる。

#### ③農村地域における省エネルギーの現状


現在、農村地域における居住建築の省エネルギー基準はない。

「採暖地区基準」のなか、集中採暖でない住宅は、外皮の断熱設計が基準に従うべきと述べている。農村住宅の場合、集中採暖が行われていないのは現状であるので、以上の条文に該当すると考えられる。

### 2-2-3 環境配慮型住宅に関する評価制度

#### 1) A級住宅性能認定制度

住宅性能認定制度は、1999年4月建設部が公布した「商品住宅性能認定管理方法」（建住房[1999]114号分件）に基づき、同年7月1日から実施しはじめた住宅の性能を評価する制度である。2005年に、それまでの研究成果として「住宅性能評定技術基準」を発表した。

性能認定制度に認定された住宅はA級住宅と称する。標識はある。英文字Aの変形でもあり、形状も家に似る。中の点は部屋内の設備などを象徴する。色が緑とすることはA級住宅が健康、省エネ、エコを象徴する。性能によって、1A、2A、3Aに分かれ、1Aは経済適用型住宅、2Aは快適型住宅、3Aはとても快適型住宅とされる。

なお、本制度は、適用性、環境性、経済性、安全性、耐久性、5つの視点から住宅の性能を評価する。（表2-2-4）2008年まで、全国は既に500余りの住宅地、約10000万棟の住宅が設計段階の審査を通過した。そのうち、200あまりの小区、4310棟の住宅は最終審査を通した。

#### A級住宅の評価方法

A級住宅：★と☆を付いている項目がすべて得点である。且つ適用性の得点は180点又は180点以上、安全性の得点は120点又は120点以上、耐久性の得点は60点又は60点以上、環境性の得点は150点又は150点以上、経済性の得点は90点又は90点以上、これらの条件を満たす場合はA級住宅と評価する。五つ性能の得点重要程度が60%又は60%以上且つ72%以下は1A級とする。72%又は72%以上且つ85%以下は2A級とする。85%以上は3A級とする。

#### A級住宅の意義

性能認定制度を実施することにより、沢山のメリットを持たされた。消費者に対して、より良い品質の住宅を提供することができる；開発業者に対して、科学的な標準に基づき、市場需要に適合する住宅が提供できることだけではなく、これにより消費者と社会の信頼性が高まる；社会に対して、住宅の生産は科学化、標準化、情報化になることにより、住宅産業にも現代化に推進される。

#### 住宅性能認定制度関連法案

住宅建設[1999]14号「商品住宅性能認定管理方法」

国家発展[2003]18号文件「住宅市場の継続・健康的な発展を促進する国务院の通知」

建築品質[2004]18号「住宅工程質量管理に関する意見」

建築技術[2004]72号「(建築事業技術政策概要) 伝達に関する通知」

表 2-2-4 評価項目リスト

性能	評価項目
適用性	一層面積、住宅構造、建築裝修、防音性能、設備、無障害施設 6部分
安全性	構造安全、火災防止、ガス及び電気設備の安全、日常安全防止対策、室内汚染物 5部分
耐久性	構造工程、裝修工程、防水工程、配管工程、設備、ドア・窓 6部分
環境性	用地と企画、建築造型と色、緑地と活動場所、室外騒音と空気汚染、水と排水系統、公衆サービス施設、自動化システム 7部分
経済性	省エネ、省水、省地、省材料 4部分

## 2) 緑色建築評価システム

緑色建築評価標識は、「緑色建築評価基準」、「緑色建築評価技術細則（試行）」、「緑色建築評価標識管理方法（試行）」に基づき、環境配慮型建築のレベルを確認する評価活動である。標識は証書と掛けメタル?の2種類がある。

評価対象は住宅建築と公共建築とする。評価システムはプロジェクトの進行段階によって、「緑色建築設計評価標識」と「緑色建築評価標識」と分かれる。

「緑色建築設計評価標識」は、施工設計図の審査を通した住宅建築及び公共建築に対して評価するものである。一方、「緑色建築評価標識」は竣工及び使用してから1年以上の住宅建築及び公共建築に対して評価するものである。

緑色建築評価標識システムは、6つの評価指標がある。

- ① 土地の節約と室外環境
- ② エネルギーの節約とエネルギー利用
- ③ 水資源の節約と水資源の利用
- ④ 建材の節約と材料資源の利用
- ⑤ 室内環境の管理
- ⑥ 運営管理

指標の選択項目は、必要選択、一般選択、優先選択がある。

住宅建築の場合は、必要選択、一般選択、優先選択に合わせて、計76項目がある。

そのうち、必要選択27項、一般選択40項、優先選択9項である。

一般選択、優先選択の達成率によって、星のレベルを決める。

一般的には、必要選択を除いて、18項目を満たすと一星、27個も区を満たす（その内、優先選択3つ以上）と2星、35項目を満たす（その内、優先選択5つ以上）と3星になる。



レベル	一般選択						優先選択 (9項目)
	節地と 室外環境 (8項目)	省エネとエネ ルギー利用 (6項目)	節水と 水資源の利用 (6項目)	省建材と材料 資源利用 (7項目)	室内環境品質 (6項目)	運営管理 (7項目)	
★	4	2	3	3	2	4	—
★★	5	3	4	4	3	5	3
★★★	6	4	5	5	4	6	5

・ 緑色建築評価システム関連規範・設計基準

- 2006年04月 「緑色建築評価基準」 GB/T 50378-2006
- 2007年08月 「緑色建築評価標識管理方法（試行）」（建科[2007]206号）
- 2007年08月 「緑色建築評価技術細則（試行）」（建科[2007]205号）
- 2008年04月 緑色建築評価標識管理事務局 設立及び認定開始
- 2008年10月 「緑色建築評価標識実施細則（試行）」
- 2008年10月 「緑色建築評価標識使用規定（試行）」
- 「緑色建築評価技術細則補充説明（計画設計部分）」
- 「緑色建築評価技術細則補充説明（運行使用部分）」
- 2008年11月 「緑色建築評価標識専門家委員会業務規程（試行）」
- 2009年06月 「推進一、二星級緑色建築評価標識業務の通知」（建科[2009]109号）
- 2009年06月 「一、二星級緑色建築評価標識管理方法（試行）」

### 3) 中国生態住宅技術評価マニュアル

2001年に全国工商聯住宅産業商会在編著した「中国生態住宅技術評価マニュアル」は、中国初の環境配慮型住宅に関する評価システムである。住宅の評価側にとっては評価基準であり、生産側にとっては設計基準でもある。

「中国生態住宅技術評価マニュアル」は、住宅地環境計画設計、エネルギーと環境、室内環境品質、住宅地水環境、材料と資源、5つの評価指標がある。各指標のうち、必要条件と選択条件があり、重要度に応じて得点が変わる施策を取っている。また、計画設計と運用管理二つの段階に分かれ、段階ごとに評価している。

その後、2005年に、2006年に「緑色建築評価基準」が実施された。現在、環境配慮型住宅を評価する際に、「緑色建築評価基準」はよく使われている。また、「住宅性能評定技術基準」は環境配慮型住宅を評価する基準の一つとして、「緑色建築評価基準」と併用する場合が多い。

### 2-3 小結

#### ●省エネルギー技術

「ガイドライン」のなかで、省エネルギー技術は「自然エネルギー活用技術」、「建築外皮の熱遮断技術」、「省エネルギー設備技術」、3つの要素に分類されている。本研究では、地域における省エネルギー技術の適用手法に注目するため、地域との関係性が薄い「省エネルギー設備技術」は研究対象から除外した。また、「自然エネルギー活用技術」と「建築外皮の熱遮断技術」のうち、政府による普及促進政策が採られている太陽熱利用、断熱技術を中心に検討する。

#### ●省エネルギー方針・法制度

2006年に規制された国家中長期発展計画に基づき、省エネルギー関連法制度が整備された。また、建築部門では、建築における省エネルギーの方針、具体策が規定された。省エネルギー関連方針対策及び法制度の実施年から、中国における省エネルギーの取り組みの開始時期が読める。

多数な先進国では、70年代から既に省エネルギーを取る組みしはじめたことに対して、30年間程遅れたスタートになる。

#### ●省エネルギー基準

地域の気候環境に応じてそれぞれの省エネルギー基準が規制されている。省エネルギー対策が行われない住宅をベースにして、省エネルギー50%–65%の基準値が規定されているが、義務化がされていない。上海、大連のような大中都市では、自主的に実行している。

また、省エネルギーの基準値に関しては、既往研究によれば、日本のような先進国と同じぐらいのレベルになってきていることが分かった。

#### ●評価システム

- ・住宅全体の品質を評価するシステムとして、「A級住宅性能認定制度」がある。
- ・環境配慮型住宅を評価するシステムとして、「緑色建築評価システム」がある。

## ● 上海市・大連市に関する情報

3章、4章の基礎データとして、上海市と大連市に関する省エネルギー基準、省エネルギー技術に関連する地理、気候の情報を表にして、まとめる。

項目	上海	大連
気候区分地域	夏暑冬寒地区	寒冷気候地区
地域別省エネルギー基準	夏暑冬寒地区基準	採暖地区基準
基準による省エネ率（国）	2001～ 50% 義務	1995～2010.7 50% 推奨 2010.8～ 65% 推奨
基準による省エネ率（地方）	2000～2009.6 50% 義務 2009.7～ 65% 義務	2006.7 ～ 65% 義務
地理位置	N31'12" E121'26"	N38'54" E121'38"
年間平均外気温（℃）	17.0	11.0
年最高気温	35.3	37.4
年最低気温	-18.8	-5.8
年間降水量	950mm	1829mm
年間日照時間	2800 時間	1060 時間
年平均湿度	68%	70%



**3章 文献調査による環境配慮型住宅モデル  
プロジェクト及び認定事例の統計・分析  
..... 43**

3-1 文献調査の手順と範囲

3-2 調査対象プロジェクト及び認定制度の概要

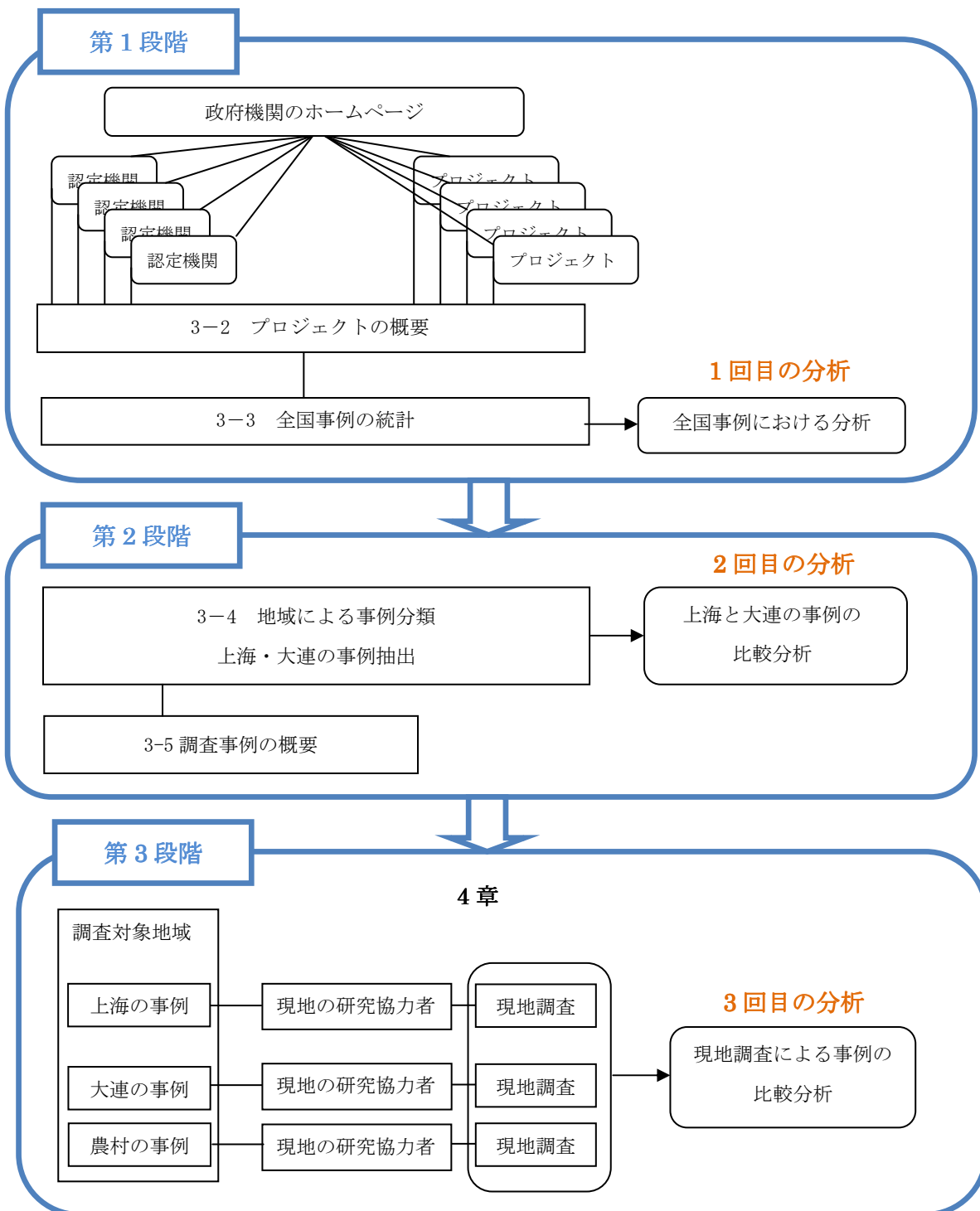
3-3 全国における環境配慮型住宅の事例の統計及び  
分析

3-4 上海・大連における環境配慮型住宅の統計・省  
エネルギー技術の導入傾向



本章は、文献調査による全国における環境配慮型住宅の現状を把握すること、上海・大連における環境配慮型住宅の省エネルギー技術の導入傾向を分析することを目的とする。

文献調査から事例調査までのフロー図



### 3-1 文献調査の手順と範囲

一般参考文献から事例調査する場合、事例の信憑性を確認するのは難しいということを考慮し、今回の文献調査の対象は、政府が推進するモデルプロジェクトまた環境配慮型住宅に認定された事例だけに絞った。

#### 【調査手順】

- ① 中国建設部、環境保護部を運営するサイト内で、「住宅」、「省エネルギー」、「グリーン建築」などのキーワードを入力、関連する機関の情報を検索した。

その検索結果は、以下のようになる。

- 建設部のサイトからは、建築省エネルギーセンター、中国住宅センター、住宅産業化促進センター、中国人居環境委員会、科学技術発展促進センターの機関の名前があがった。
- 環境保護部のサイトからは、全国工商联住宅商会という機関の名前があがった。

- ② 各機関が運営するサイト内で、「モデルプロジェクト」、「テストプロジェクト」、「認定制度」などのキーワードで検索し、具体的なプロジェクトの名称を割りだした。

#### 【調査結果】

表 3-1-1. 環境配慮型住宅プロジェクト・認定制度

機関名	プロジェクト・認定制度	略称
建築省エネルギーセンター	再生可能エネルギー建築応用モデルプロジェクト	再生可能
中国住宅センター	健康住宅テストプロジェクト	健康住宅
住宅産業化促進センター	康居モデルプロジェクト	康居
中国人居環境委員会	金牌モデルプロジェクト	金牌
全国工商联住宅商会	全国緑色生態住宅モデルプロジェクト	生態住宅
緑色建築評価認識管理事務局	緑色建築評価標識制度	緑評
住宅産業化促進センター	A級住宅性能認定制度	A級認定

注：以下より略称で表示場合がある。

以下、表 3-1-1 を示した 5 つのプロジェクトと 2 つの認定制度を文献

調査の範囲とし、事例の統計及び分析を行う。



### 3-2 調査対象プロジェクト及び認定制度の概要

環境配慮型住宅に関する 5 つのプロジェクトと 2 つの認定制度は政府により推進するものであるが、それぞれの管理・運営する部門が異なるため、コンセプト、趣旨も多少に異なる。3-2 では、各プロジェクト、認定制度の概要について述べる。

#### 3-2-1 プロジェクトの概要

##### ・康居モデルプロジェクト

1999 年から、建設部住宅産業化促進センターが実行するプロジェクトである。新しい建築技術、新型建材、部品及び設備などの新技術の推進を通して、社会全体の住宅品質の向上、性能の改善を目指す。2006 年から、さらに土地節約・省エネルギー環境型住宅の推進に力を入れている。現在、構造体の軽量化に図る省資源技術、省エネルギー・新エネルギー技術、水回りの技術、配線技術、その他環境技術、インテリジェント技術に重点を置いている。

##### ・中国人居環境金牌テストプロジェクト

中国人居環境委員会の全称は「中国不動産及び住宅研究会中国人居環境委員会」である。建設部が管理する人居環境科学研究及び事業を推進する社団組織である。中国人居環境委員会が推進する中国人居環境金牌テストプロジェクトの趣旨は、主に以下の 3 項目である。

- ① 新科学技術の運用をリードする同時に、設計理念、方法及び造形の創造を推進する。
- ② 環境意識を高め、資源の無駄遣いをやめ、合理的に資源・エネルギーを利用する。地域、そして、都市と農村の全体バランスを取り、良好的に発展するのを目指す。
- ③ 将来的には、科学と芸術を融合させ、住宅地に一層の文化的要素を注入し、全面的な品質を昇格させる。

##### ・健康住宅モデルプロジェクト

テスト事業を推進することで、住宅において健康に影響する要素の枠組、評価指標、評価方法を検討する。居住環境と社会環境が健康に与える影響については、住宅地環境、住宅空間、空気環境、熱環境、水環境、光環境、福祉環境、コミュニティ環境などを研究している。

##### ・再生可能エネルギー建築応用モデルプロジェクト

建築における自然環境に適合する単項または組化した再生エネルギー技術の研究開発及び応用推進。関連法律制度の作成の促進。主な対象とする技術は、太陽エネルギー利用（太陽

熱給湯、太陽熱温暖房、太陽光発電）、地熱回収利用技術（地表熱源利用、土壌熱源利用、地下水熱源利用）。

・緑色生態住宅モデルプロジェクト

緑色生態住宅モデルプロジェクトを運営管理する全国商工聯不動産商会は、全国商工聯に属する非営利社会が組織である。

申告する際に、全国商工業連合会住宅産業商会、清華大学、建設省科学技術促進発展センターが編集した「中国生態住宅技術評価マニュアル」を評価基準し、地域環境及び発展前景を考慮し、実行可能性報告、計画書、実施方案を制定する。

緑色生態住宅モデルプロジェクトに選抜された事例は、先端な技術の導入をリードし、省エネルギー、環境保全、快適な環境、周囲生態環境との相融共生を原則とする。

### 3-2-2 認定制度の概要

・A級住宅性能認定制度

住宅性能認定制度は国家が発布した住宅性能評価方法と統一の手順に従い、委員会の審査を通し、認定を受ける制度である。主に、適用性、環境性、経済性、安全性、耐久性、5つの視点から住宅の性能を評価している。性能レベルによって、1A、2A、3Aとランク付け、総称A級住宅。1Aは経済適用型住宅、2Aは快適型住宅、3Aは最もランクが高く、とても快適型住宅である。

1999年4月に、建設省は「商品住宅性能管理方法」を配布し、7月1日に、全国で試行された。2008年まで、全国にはすでに500の住宅地、10000棟あまりの住宅が性能認定の初期審査を通過した。そのうち、200の住宅地、4310棟の住宅は性能認定の最終審査を通過した。長年の経験を踏まえ、「住宅性能評定技術標準」を編集がし、2005年に頒布した。

・緑色建築評価標識制度

2008年4月に、建設部科技発展促進センターと緑色建築専門委員会が共同に設立した緑色建築評価認識管理事務局は、緑色建築評価標識制度の運営管理を行っている。

2006年から実施した「緑色建築評価基準」を準じる認定制度である。住宅に対する評価は、3段階に分け、★、★★、★★★と表示する。最も性能高いのは★★★である。

2009年6月から、一部の地域において、★、★★の認定審査は地方政府が引き継いだ。

図3-2-1は、申請から認定されるまでの流れを表すものである。

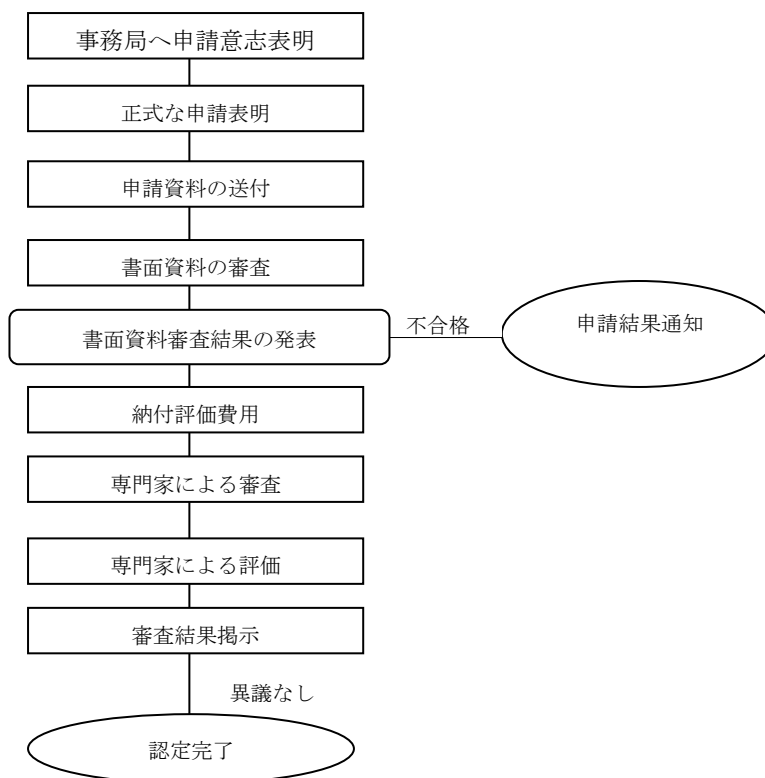
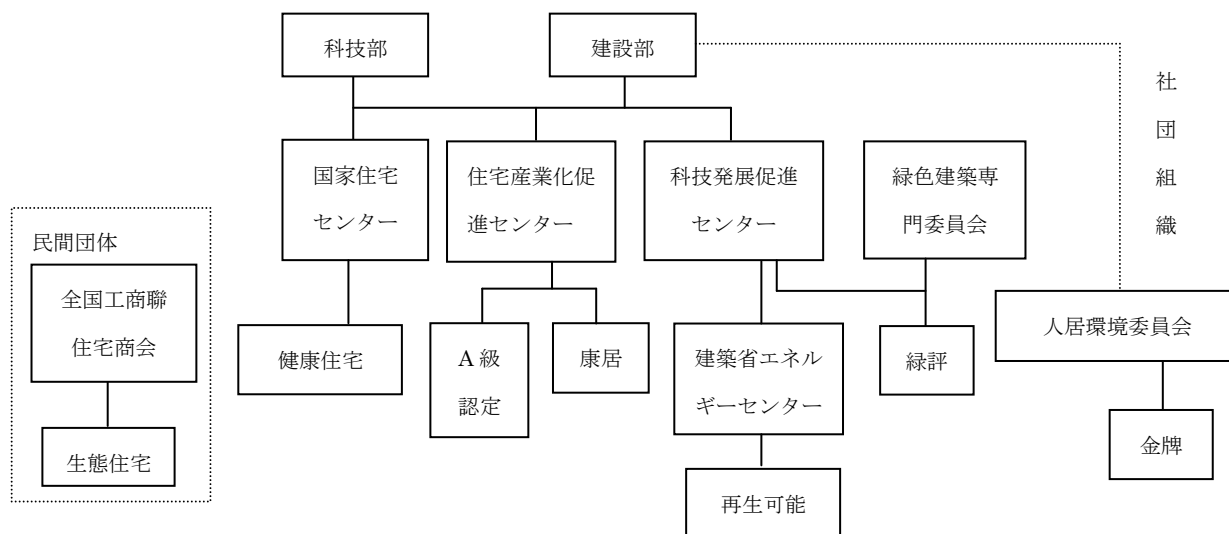


図 3 - 2 - 1 緑色建築評価標識制度の認定の流れ

なお、各部門及びプロジェクトの関係は、以下ようになる。



## 3-3 全国における環境配慮型住宅の事例の統計及び分析

表3-3-1を示したように、5つのプロジェクトと2つの認定から集計した事例は、合計542件がある。そのうち、A級住宅認定制度220件、全事例の40%を占め、最も影響力あることが分かる。その次は、康居モデルプロジェクト144件、全事例の26%を占める。A級住宅認定制度、康居モデルプロジェクトとも建設部に属する住宅産業化促進センターが推進するプロジェクトである。住宅産業化促進センターは、環境配慮型住宅の推進に重要な役割を果たしていることが分かる。一方、緑色建築に認定された住宅の事例は僅か11件だけ、最も少ないのである。その原因として、審査の厳しさや、制度開始してからこれまでの時間が短かったなどが考えられる。

表3-3-1 全事例の統計

プロジェクト	件数
緑色建築認定事例（住宅）	11
A級住宅性能認定事例	220
中国人居環境金牌テストプロジェクト	20
健康住宅モデルプロジェクト	45
再生可能エネルギー建築応用モデルプロジェクト	69
康居モデルプロジェクト	144
緑色生態住宅モデルプロジェクト	33
<b>合計</b>	<b>542</b>

注：複数認定を含む件数

なお、地域別件数で見ると、江蘇省70件、浙江省54件、山東省46件、広東省36件、遼寧省31件という順になっている。いずれも沿海地域である。また、北京、上海のような大都市では、事例が多くなる。（図3-3-1）つまり、環境配慮型住宅の推進は、沿海地域や大都市に集中する傾向が見られる。その原因として、沿海地域に比べて、内陸地域の経済発展が遅れていることや、住宅開発事業者または消費者の認識不足などが考えられる。

また、542件の事例のうち、農村地域の事例は僅か1件である。農村地域は都市地域に比べて住宅の密度が低く、太陽エネルギーなどの自然エネルギー利用推進が容易であるとの一面がある。しかし、環境配慮型住宅における省エネルギー技術の初期投資は高く、農村地域の経済環境に釣り合わない。環境配慮型住宅を検討する際には、地域間の気候環境を配慮した技術の選択をするだけでなく、経済環境にも十分配慮する必要がある。

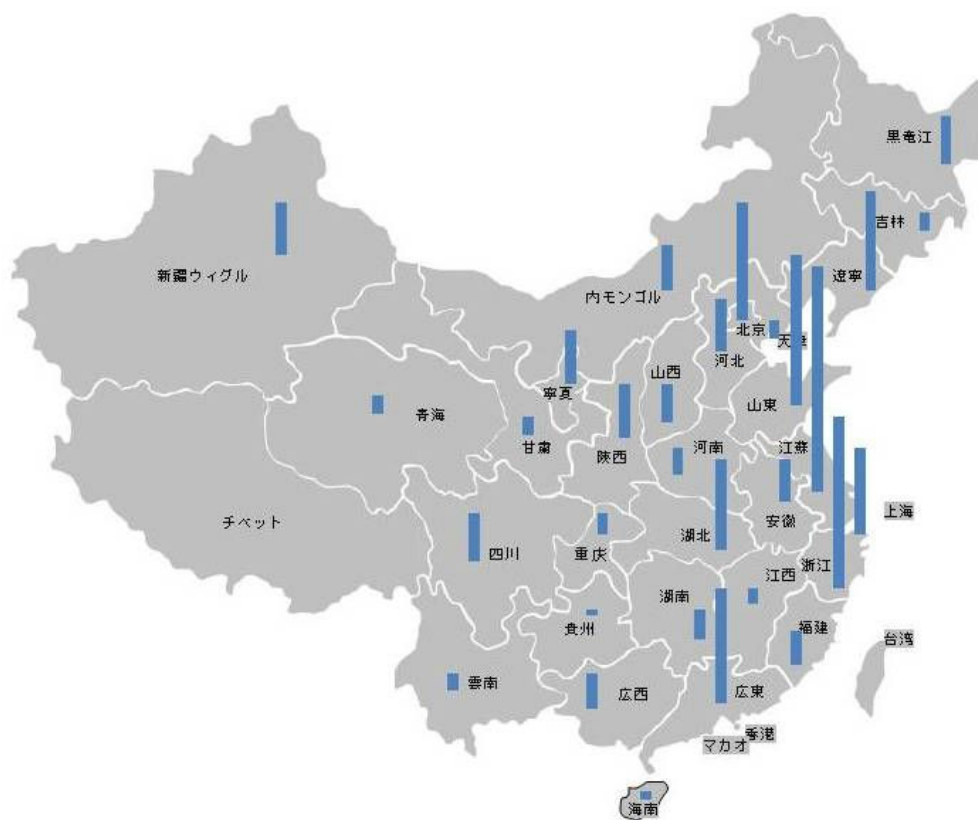
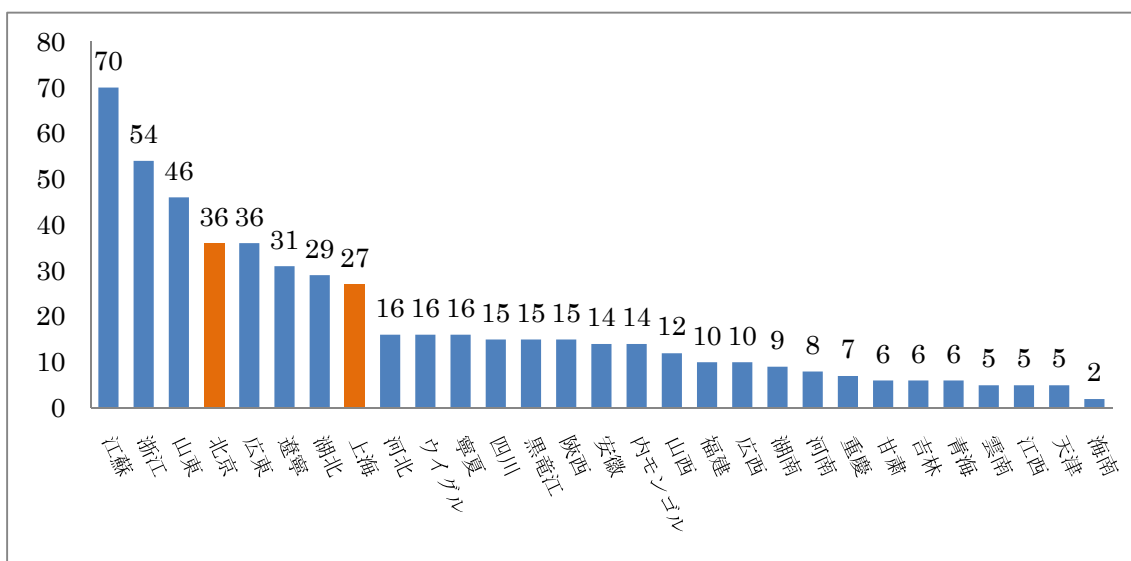


図 3-3-1 地域別事例の分布

### 3-4 上海・大連における環境配慮型住宅の統計・省エネルギー技術の導入傾向

#### 3-4-1 上海・大連における環境配慮型住宅の統計

全国の事例の中から、上海と大連の事例を統計した。その結果は、表 3-4-1 にまとめた。上海市の事例は 21 件、大連を属する遼寧省の事例は 31 件、そのうち大連市の事例は 9 件。件数だけ見ると、大連市は上海市の半分以下であることがわかる。

表 3-4-1 上海・大連事例の統計

	上海	大連
緑色建築	2	0
A 級住宅	11	6
金牌	0	0
健康住宅	1	2
康居	11	3
生態住宅	1	0
再生可能	1	0
地域別件数	27	11
合計(複数除き)	21	9

両地域における推進進度の差の原因について考えてみた。大連市は中国国内で中型規模の都市である一方、上海市は国際的に公認された大都市である。大連市の年間 GDP は 343 億ドルに対し、上海市の年間 GDP は 1373 である。両地域における経済環境は、断然に異なることがわかる。両地域における都市規模の差や、経済の発達状況の差などは、環境配慮型住宅の推進進度に影響していると考えられる。

また、全国範囲で影響力大きい A 級住宅、康居モデルプロジェクトは、上海、大連でも件数が多い。緑色建築と認定された事例は上海が 2 件あったに対し、大連にはまだないようだ。

### 3-4-2 文献調査による省エネルギー技術の導入傾向

統計した上海市と大連市の事例における省エネルギー技術の導入傾向について、文献による調査を行った。

#### 【調査対象技術】

調査対象にした省エネルギー技術は、日射熱利用、太陽熱利用、自然風利用、昼光利用、太陽光発電、断熱外皮設計、日射遮断、計7つである。

#### 【文献調査の方法】

中国語文献データベース「知网」(英文: HOWNET)を通し、「中国定期刊行全文データベース」、「中国学術定期刊行ネット出版データベース」、「中国定期刊行全文データベース」など複数のデータベースに横断検索を行い、情報収集した。

#### 【文献検索の原則】

- ①日射利用、自然風利用、昼光利用、この3つの技術に関しては、具体的な技術及び手法まで記載する文献が少ないため、「南北通風」、「日当たり良い」、「日射・通風のシュミレーションを行った」などの言葉が含まれた場合は、○を付ける。
- ②一つの事例に対して、2つ以上の文献を調査する。文献から事例に関する情報が十分に得られなかった場合は、その事例が調査対象から外す。

上海における21件の事例のうち、6件は十分な情報が得られなかったため、文献調査の対象から外した。その結果、上海15事例、大連9事例を対象に文献調査をした。文献調査の結果は、まとめて表にすると以下の通り。

表3-4-2で示したように、一つの事例では、複数の省エネルギー技術が導入されていることが分かる。また、すべての事例は外皮の断熱技術が使われている。そして、太陽光発電技術の利用率も高いが、その大半は街灯や、芝生の照明などである。

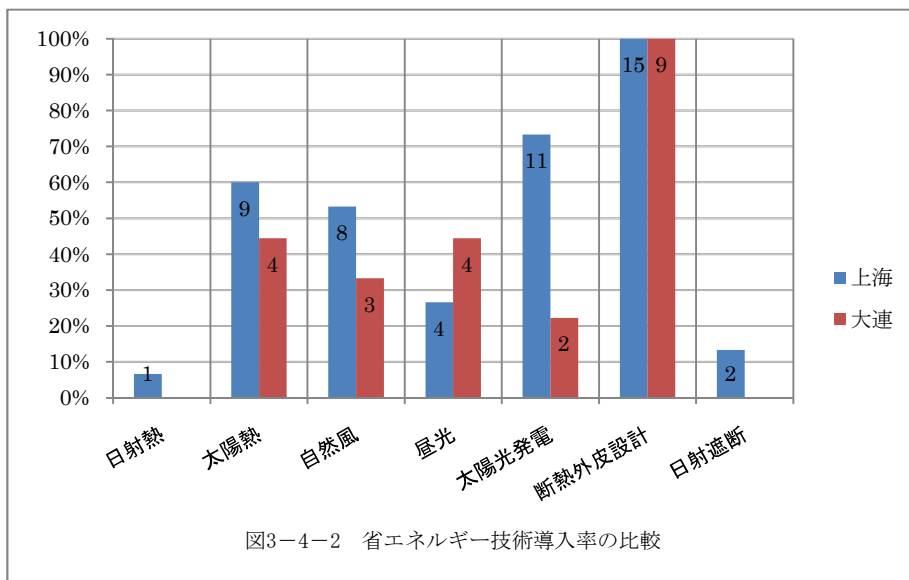
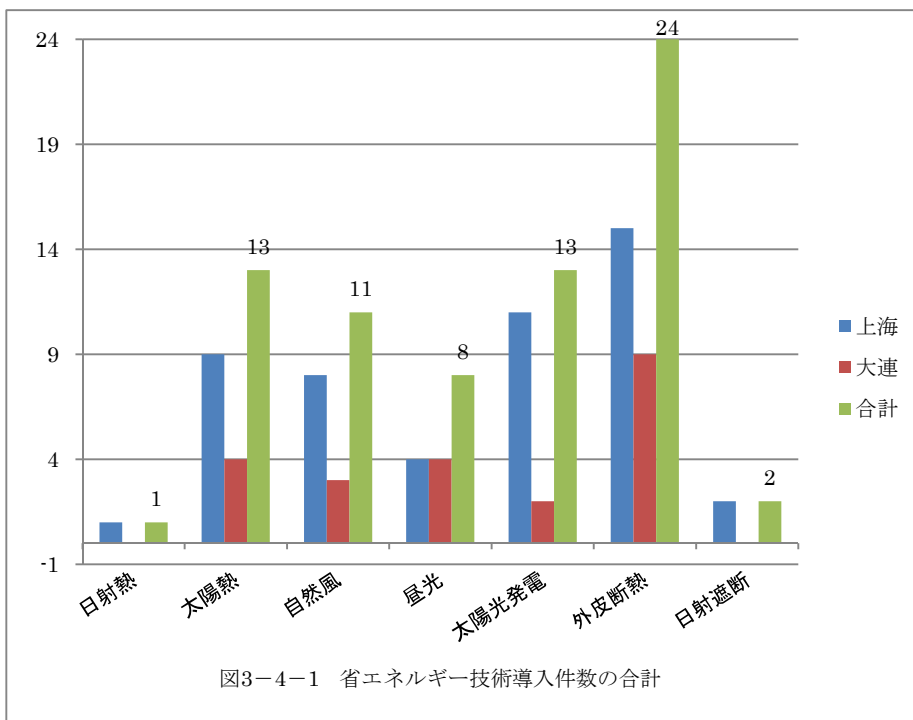
両地域合わせて計24事例、省エネルギー技術の導入率の高い順から並ぶと、外皮断熱技術24件、太陽エネルギー利用13件(太陽光、太陽熱)、自然通風11件、昼光8件という順になる。建設部による推進する外壁の断熱や、太陽エネルギー利用の導入率は高い傾向が見られる。(図3-4-1)

一方、地域別で見ると、外皮断熱技術は両地域とも導入率100%である。その他の技術を見ると、昼光利用を除いて、全て上海の方が上である。(図3-4-2)

表 3-4-2 上海・大連文献調査事例一覧

NO.	都市	プロジェクト/認定	日射熱	太陽熱	自然風	昼光	太陽光発電	外皮の断熱	日射遮断
1	上海	緑色		○	○		○街燈	○	○
2	上海	緑色			○	○		○	
3	上海	A級、康居					○街燈	○	○
4	上海	A級			○			○	
5	上海	A級、康居		○	○		○街燈	○	
6	上海	A級					○街燈	○	
7	上海	A級、康居					○	○	
8	上海	A級、康居		○空気式	○		○街燈	○	
9	上海	健康	○		○	○		○	
10	上海	康居		○	○	○	○街燈	○	
11	上海	康居		○	○	○	○街燈	○	
12	上海	康居					○	○	
13	上海	康居		○			○	○	
14	上海	康居		○			○街燈	○	
15	上海	康居		○				○	
		<b>合計</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>2</b>
1	大連	A級、健康、康居		○	○	○		○	
2	大連	A級						○	
3	大連	A級、康居						○	
4	大連	A級			○	○		○	
5	大連	A級		○				○	
6	大連	A級			○	○		○	
7	大連	健康				○		○	
8	大連	康居		○			○街燈	○	
9	大連	康居		○			○街燈	○	
		<b>合計</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0</b>





### 3-5 調査事例の概要

#### 1) 上海事例 S

##### ■プロジェクト

再生可能エネルギー及び建築集成モデル  
プロジェクト  
国家健康居住モデルプロジェクト



##### ■基本データ

所在地：上海广富林路  
竣工：不明

住宅形態：集合住宅

戸数：756 内装済

敷地面積：不明

建築面積：不明

設計：中国建筑科学院 上海分院



##### ■省エネルギー技術

- ・外壁断熱
- ・ダブルスキン (LOW-E ガラス採用)
- ・太陽熱利用給湯システム  
(パルコニ設置 新築高層集合住宅初採用)
- ・中水利用

##### ■平面プラン



## 2) 上海事例 B

### ■プロジェクト

上海の研究協力者のお勧め事例  
上海市の優秀住宅

### ■基本データ

竣工：2006 (現在Ⅲ期建設中)  
住宅形態：集合住宅(小高層、多層)  
戸数：756 内装済  
敷地面積：万㎡  
建築面積：万㎡  
容積率：1.6  
緑化率：48%



### ■省エネルギー技術

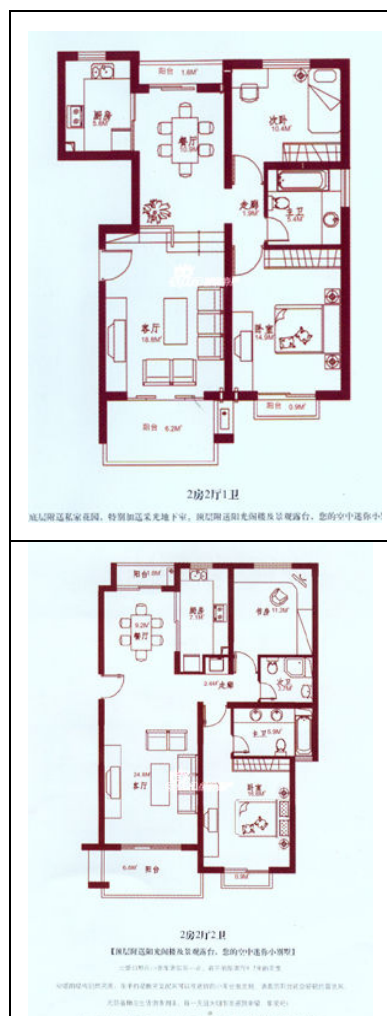
- ・外壁の断熱
- ・ダブルスキーン
- ・日射調整
- ・太陽熱利用

### ■他の技術

- ・セキュリティ&知能システム

- ①監視カメラ
- ②赤外線通報システム
- ③電子夜回り
- ④TV付きインターフォン
- ⑤室内に緊急通報装置
- ⑥入居者間内線通信可能
  - ・設備&配管
- ①機械室レス型エレベーター
- ②上水道 PPR 配管
- ③下水道 UPVC 配管
- ④スチール製盗難防止玄関ドア
  - ABC 盗難防止錠

### ■平面プラン(一例)



3) 上海事例 W

緑建築評価ツール ★★☆☆

■基本データ

竣工：2003年

住宅形態：集合住宅 8棟 地上5階と8-11階

戸数：1090 内装済

敷地面積：9.6万m<sup>2</sup>

建築面積：12万m<sup>2</sup>

緑化率：40%

コンサル：中国建築科学院 上海分院



■省エネルギー技術

- ・外壁の断熱 (EPS 発泡断熱材)
- ・ダブルスキン (LOW-E 中空ガラス)
- ・太陽光街燈
- ・太陽熱温水システム
- ・換気システム (フランス ALDES 換気システム)
- ・雨水回収利用
- ・中水利用
- ・高効率空調システム
- ・リユース建材使用



■平面プラン (一例)

■その他の技術

- ・ゴミ分類回収処理システム。
- ・透水性舗道 80%
- ・広場 1.3 万 m<sup>2</sup>、親水公園約 4600m<sup>2</sup>
- ・屋上緑化、立体緑化、壁面緑化、ビオトープ



4) 大連の事例 X

■プロジェクト

A級住宅認定 (2A)

国家康居プロジェクト

■基本データ

敷地面積：70万㎡

延べ面積：150万㎡

施工：5期に分かれている

竣工：1期2003年～5期2009年

\*5期は日本人建築家山本理顕氏による設計



(出典：新浪 HP)

■省エネルギー技術

- ・自然通風
- ・太陽熱温水システム
- ・断熱技術

■その他の技術

- ・機械換気システム



計画図

■平面プラン (一例)

(出典：正源房産 HP)



(出典：新浪 HP)

5) 大連の事例 J

■プロジェクト

A級住宅認定 (2A)  
 国家康居プロジェクト

■基本データ

敷地面積：16.79 万m<sup>2</sup>  
 延べ面積：17.7 万m<sup>2</sup>  
 容積率：1.2  
 緑化率：42%  
 竣工：2008 年



(出典：購房者 HP)

■省エネルギー技術

- ・自然通風
- ・太陽熱温水システム
- ・断熱技術
- ・太陽光発電街燈

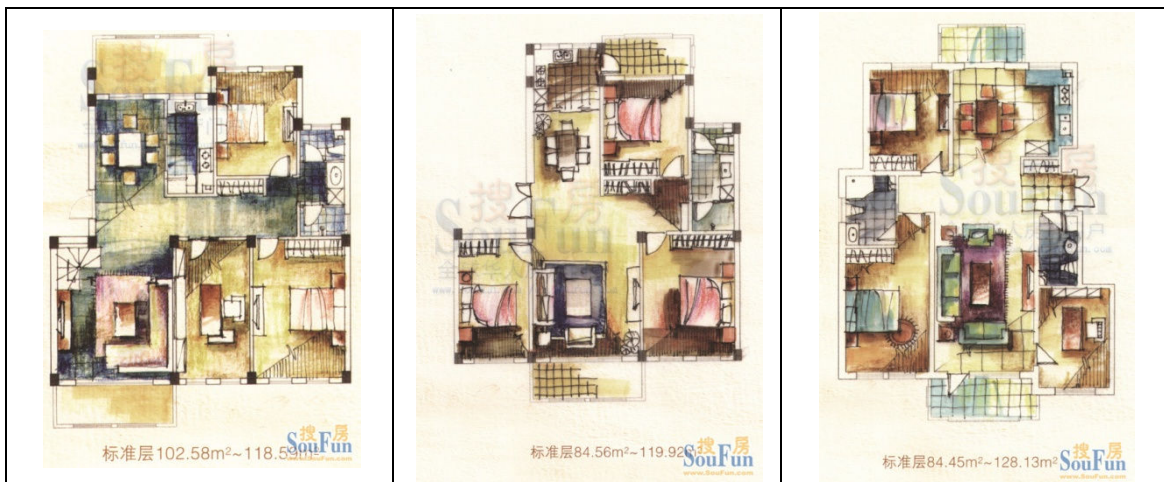
■その他の省エネルギー技術

- ・風力発電
- ・地熱利用 (低層住宅)
- ・節水技術
- ・ゴミ分類



(出典：搜房 HP)

■平面プラン (一例)



(出典：搜房 HP)

6) 大連の事例 D

■プロジェクト

国家「環境友好プロジェクト」のうち、住宅部門における唯一のプロジェクトである。

■基本データ

敷地面積 23.7 万坪。南向き、東 15 度。

計 40 棟。その内、高層 8 棟、公共建築 5 棟（幼稚園 1 棟を含む）。

敷地面積のうち、公共建築面積 20.73%、住宅面積 62.26%、緑地面積 12%、道路面積 5.01%。

コンセプト：省エネ&環境保全（节能环保）

■環境配慮型技術

中水利用技術（污水再利用循环利用水资源）

地表の残土が緑化に再利用（收集存储表土重置绿化用地）

ゴミ分類処理システム（垃圾分类处理洁净居住空间）

健康的な建材の利用（杜绝室内污染建造成品住宅）

太陽熱利用給湯システム（100%太阳能供热水系统，一年 300 天免费热水供应）

外断熱技術（节能 50%外墙外保温系统）

地域暖房システム（集中供热）

内装完了（菜单式服务，省时、省事、省心、省钱）

パルコニと屋上に緑化スペース（阳台花园。空中花园、每户大约有 30--40 m<sup>2</sup>）



(出典：搜房 HP)



(出典：搜房 HP)

工業化された内装手法と従来の内装手法の比較：

	工業化の内装方式	従来の内装方式
工事期間	15-20 日	30-60 日
生産方式	集約型・工場生産	現場
生産手法	機械による規格化生産	大工道具による手作業
内装標準	統一された施工図・施工規範	施工標準・施工規範なし
汚染状況	周辺住民への影響少ない 環境に優しい	周辺住民への影響大きい 環境への負荷大きい
コスト	60-80%	基準値 100%

7) 農村事例

■プロジェクト

- ・再生可能エネルギー建築応用

■基本データ

所在地：北京市近郊平谷区

村の概況：平谷区の北部に位置し、

総面積 1.2 k m<sup>2</sup>、288 世帯

竣工：1期 2006、2期 2007年

新築：1期 69 世帯（平屋）、2期 12 世帯  
（2階建）

■省エネルギー技術

- ・太陽熱利用温水・暖房システム
- ・太陽光発電街燈
- ・新型構造材
- ・外壁断熱技術



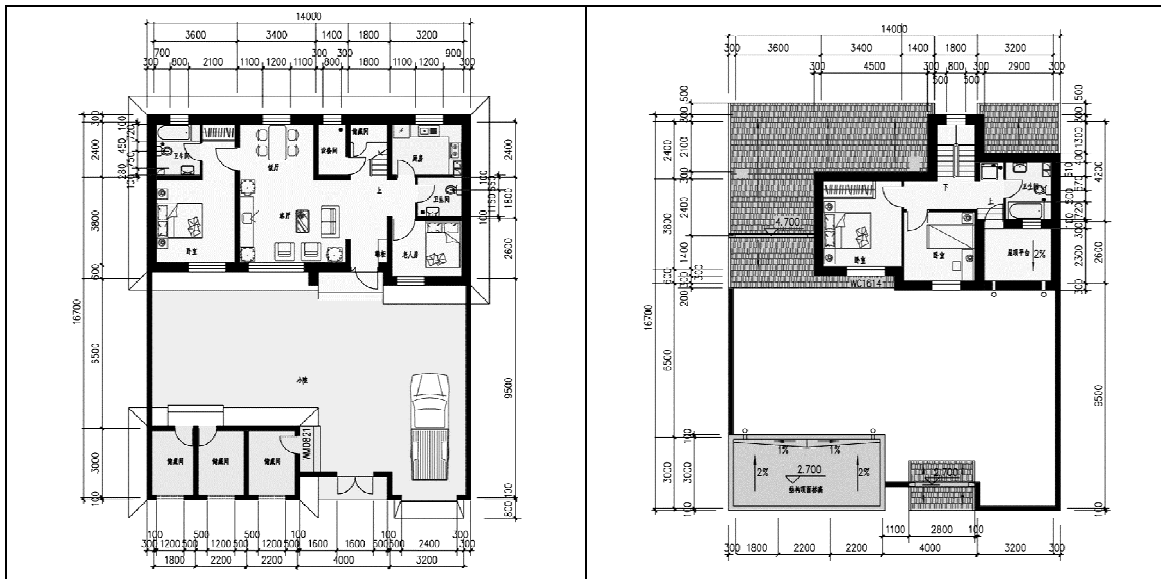
(出典：平谷区 HP)



村計画図

(出典：平谷区 HP)

■平面プラン



二階建住宅のプランニングの一例（左：1階平面図、右：2階平面図）

(出典：平谷区 HP)



### 3-6 小結

- 5つのプロジェクトと2つの認定から集計した542件の事例は、地域別の件数で見ると、沿海地域や大都市に集中する傾向が見られる。その原因として、沿海地域に比べて、内陸地域の経済発展が遅れていることや、住宅開発事業者または消費者の認識不足などが考えられる。
- 上海と大連の事例を統計した結果は上海市が21件、大連が9件、大連市は上海市の半分以上である。両地域における都市規模の差や、経済の発達状況の差などは、環境配慮型住宅の推進速度が影響したと考えられる。
- 上海と大連の事例を合わせて24件ある。省エネルギー技術の導入率の高い順から並ぶと、外皮断熱技術24件、太陽エネルギー利用13件（太陽光、太陽熱）、自然通風11件、昼光8件という順になる。建設部が推進する外壁の断熱や、太陽エネルギー利用の導入率が高い傾向が見られる。一方、地域別で見ると、外皮断熱技術は両地域とも導入率100%である。その他の技術を見ると、昼光利用を除いて、全て上海の方が上である。
- 各事例の概要を簡単にまとめて表にすると以下の通り。

表3-6-1 対象事例概要一覧

		都市				農村				
寒冷気候	事例D	事例J		事例X		事例P				
										
	大連	2004	大連	—	大連	2007	北京	2006		
	集合住宅	1500戸	集合住宅	—	集合住宅	946戸	戸建住宅	288		
	敷15.7万㎡	建18万㎡	敷16.8万㎡	建17.6万㎡	敷7.45万㎡	建13万㎡	敷1.2万㎡	—		
断熱、太陽熱、中水、雨水、ゴミ分類		断熱、太陽熱、太陽光、中水、雨水、ゴミ分類、地熱		断熱、太陽熱、ゴミ分類、換気		断熱、太陽光、太陽熱				
夏暑冬暖気候	事例W	事例S		事例B						
										
	上海	2003	上海	2008	上海	未				
	集合住宅	1019戸	集合住宅	756戸	集合住宅	2169				
	敷9.6万㎡	建12万㎡	—	建52万㎡	—	建25万㎡				
断熱、太陽熱、太陽光、中水、ゴミ分類、地熱、換気、屋上緑化		断熱、太陽熱、中水		断熱、太陽熱、遮熱、						



<b>4 章</b>	<b>事例調査の結果及び比較分析</b>	<b>65</b>
	.....	
4-1	事例調査の結果	
4-2	上海・大連における省エネルギー技術の適用手法の比較分析	
4-3	農村・都市における省エネルギー技術の適用手法の比較分析	
4-4	小結	



## 4-1 事例調査の結果

### 4-1-1 上海の事例 (事例S、事例B、事例W)

#### 1) 事例S

##### ① 事例の概要

敷地面積 25.9 万㎡、建築面積 52 万㎡。容積率 1.65。地上面積 42.735 万㎡、建築密度 16.3%、緑化率 40.8%。完成後の入居人口は、約 1 万人前後である。

住宅地の開発は、5 期に分けて実施されている。住宅部分は 4 期に分かれている。3 期は 2008 年に竣工し、既に入居済。4 期の一部も完了し、住民に引き渡していたが、まだ個人による内装工事を行っているものが多い。



図 4-1-1 事例Sの前景

3 期は 868 世帯、4 期は 756 世帯、計 1624 世帯がある。中国初の新築高層集合住宅における太陽熱利用技術を導入した事例である。2007 年に、再生可能エネルギー建築応用モデルプロジェクトのコンペに入選した。建物全体の省エネルギー率は 50%が達成している。

##### ② 建築外皮の熱遮断技術

窓の断熱には、断熱アルミサッシ、Low-E 複層ガラスが使用されている。外壁の断熱は、EPS を使用した外断熱工法を施されている。断熱材の厚みは、建物の向きによって、異なる。

##### ③ 太陽熱利用温水システム

全住居は、太陽熱利用温水システムを導入している。太陽熱温水システムは、力諾瑞特の製品を使用している。(力諾瑞特はドイツの「Paradigma」と中国の力諾集団、共同出資の合弁会社である。) (図 4-1-2)

##### ・太陽熱利用システム

集熱器と蓄熱槽の間を熱媒が循環する回路と、利用する給湯回路を熱交換器で分



図 4-1-2 事例S 太陽熱温水システム

類している間接加熱方式太陽熱温水システムを利用している。上海の冬期の最低気温はマイナス5℃～7になるので、凍結を防止するため、集熱器と蓄熱槽の間を循環する熱媒は不凍液を入れている。また、不凍液の循環方式は、循環ポンプを用いた強制循環型である。

##### ・集熱器

真空管式集熱器を使用している。集熱器の面積は、2DK以上の世帯が2.82㎡、蓄熱槽の容量150L。1DKの世帯が2.4㎡、蓄熱槽の容量100L。真空管の後ろ側に反射板を設置し、集熱効率を向上している。

集熱器は3期、4期ともバルコニーに設置しているが、4期は3期の経験を踏まえたうえ、設置方法を改良した。3期の集熱器の角度は90°であるが、夏期の太陽高度が大きいので、集熱効率が下がるため、4期では集熱器の角度が78°に変更された。集熱器を乗せる部分は、受け皿のような形をしていて、幅約450mmである。これ以上傾斜をつけると、外観および下階の日照に影響する可能性があり、太陽光の反射によって周辺環境へ悪影響を与える恐れもある。

また、3期では集熱器がバルコニーに嵌めこみように設計されているが、施工誤差によって、嵌め込めないトラブルが発生した。4期は施工誤差を考慮し、大きめの設置場所を予め用意した。

そして、1階の日照時間が短くなるので、集熱効果を維持するため、パネルは欄干への設置ではなく、支柱を用いて外側に70°の角度をつけて設置している。かえって上層よりも高い集熱効果を得ていると言われている。



図4-1-3 事例S

(左上：3期の集熱器 右上：4期の集熱器 左下：一階の集熱器 右下：システム全景)



④ その他の省エネルギー技術

- ・住宅地内に太陽電池の街灯、芝生ライトを使用している。(4-1-6)



図 4-1-6 太陽電池の芝生ライト



## 2) 事例B

### ① 事例の概要

事例Bは、文献調査に含まれておらず、研究協力者がお勧めする上海の優秀事例である。

敷地面積 14 万 $\text{m}^2$ 、建築面積 23 万 $\text{m}^2$ 。容積率 1.6。住宅地の開発は、4 期に分けて実施されている。1 期は建築面積 5.6 万 $\text{m}^2$ 、2004 年 10 月に竣工し、当時の上海の省エネルギー基準 50%を達した。2 期の工事は 2004 年 6 月に開始し、上海初であるフランスの専門家指導による省エネルギー66%の建築設計を試みた。



図 4-1-7 事例Bの外観

2005 年、1 期は第 4 回「上海市優秀住宅」の総合銀賞を獲得した。

2006 年、2 期は「2006 年双節双優杯優秀住宅方案コンペ特別大賞」を獲得した。

2008 年、3 期は上海市建築省エネルギー優秀プロジェクトに選ばれた。

### ② 建築外皮の熱遮断技術

1 期では、30 mmのEPS断熱パネルが使用され、外壁の熱伝達係数  $0.82\text{W} (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。2 期、3 期では、省エネルギー66%を目指したため、50 mmのXPS断熱パネルが使用された。

また、窓は樹脂サッシに真空複層ガラスを採用した。熱伝達係数は  $2.7\text{W} (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。屋上の断熱は、35 mmのXPS断熱パネルを使用し、熱伝達係数  $0.72\text{W} (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。以上の外皮の熱遮断技術を採用したことによって、得られた効果は、以下のようになる。

- ・低層住宅：51.3KW h/m (標準 60.7) ・中層住宅：33.9 KW h/m (基準 37.7)
- ・高層住宅：38.0 KW h/m (基準 41.6)

非耐力壁、開口部の下の腰壁は、軽量化されたコンクリートブロックを用いている。(図 4-1-8) 原材料の一部は火力発電などで発生した石炭灰を使用しているため、省資源を図る技術と言える。また、ブロックの中に気泡が含まれているため、ある程度の断熱効果も得られるとされている。



図 4-1-8 事例B 開口部の下の腰壁

③ 太陽熱利用温水システム

2期は単身者向けマンション、低層住宅、コミュニティーセンターの傾斜屋根で太陽熱利用温水システムを設置した。集熱器の総面積は539㎡、2期におけるエネルギー消費量の5%を占める。

3期は6棟の高層マンションの集団であるが、現在、建築工事が行われているのは、そのうちの4棟である。太陽熱温水器を設置する予定があるのは各棟の最上層6世帯のみである。

④ その他の省エネルギー技術

- ・2期では、南の窓の外側にオーニング、バルコニーに通じるガラスドアの外側にロールスクリーンが設置された。3期では、南の窓の外側に手動式水平ブラインドが設置された。(図4-1-9)



図4-1-9 事例B 日射遮断技術

- ・住宅地の計画は、東側に4-8層の集合住宅、西側に低層住宅、中部及び北側に8-13階の高層集合住宅になっている。全体的に南東向き27°に配置され、冬期における日照の利用、夏期における自然風の利用を配慮した住宅地の計画だと考えられる。
- ・雨水を利用して敷地内の緑地に散水している。

### 3) 事例 W

#### ① 事例の概要

2006年に竣工、敷地面積約9.6万㎡、建築面積約13万㎡である。住居建築は32棟があり、最大入居可能な世帯数は約1019世帯である。建築形態は、5階建の集合住宅がメインであるが、8-9階の高層集合住宅もある。

住宅のプランは、2DKから3DKがメインであるが、50㎡～60㎡の単身者向けの住宅もある。建築意匠は、日本の多摩地方、幕張地方の住宅を参考した日本風の住宅地である。



図4-1-10 事例Wの外観

建築容積率1.22、緑化率約40%、建築密度23.4%。集合住宅地の中で、わりと低密度、自然環境の良い物件とは言える。

緑色建築評価標識に★★の住宅として、認定された。

#### ② 建築外皮の熱遮断技術

上海市が実施する省エネルギー50%の基準をクリアしている。外壁には、25mmのXPS断熱パネルによる外断熱、サッシの周辺は断熱を実施していない。窓には、断熱アルミサッシ、真空ペアLOW-Eガラスが使用されている。屋上の断熱には、外壁と同じ25mmのXPS断熱パネルが採用されている。また、一部の屋上、西側壁が緑化をされているので、より一層断熱効果が期待できる。

#### ③ 太陽熱利用温水システム

単身者向けの住居、コミュニティーセンターは、太陽熱利用温水システムを導入している。真空管式の集熱器を採用している。集熱器蓄熱槽も屋上に設置されている。集中集熱、集中加熱、各世帯に分配する方式を採用している。(図4-1-11)



図4-1-11 太陽熱利用温水システム

#### ④ その他の省エネルギー技術

- ・屋上、地表の雨水を回収し、処理した後、人工湖の補助水源として使われる。
- ・住宅内の芝生ライト、時計、住宅地の看板の照明などは、太陽光発電を使っている。

- ・ 単身者向けの集合住宅の生活廃水は、毎日 96t を回収している。中水処理をした後、人工湖の補助水源として使われる。
- ・ 瓦をリユースした舗道。(図 4-1-12)
- ・ 住宅地中は、生ゴミの処理、機械による換気など省エネルギー以外の環境配慮型技術も多数使われている。(図 4-1-13)



図 4-1-12 瓦舗道



図 4-1-13 生ゴミ処理機

## 4-1-2 大連の事例 (事例X、事例J、事例D)

## 1) 事例X

## ① 事例の概要

事例Xにおける住宅地の開発は、5期に分けて実施されている。総敷地面積は70万 $\text{m}^2$ 、建築面積は約150万 $\text{m}^2$ 。

そのうち、5期の敷地面積は24万 $\text{m}^2$ 、建築面積が42万 $\text{m}^2$ である。総敷地面積の約35%を占める。5期の敷地は、さらに8区域に分割されている。1、2区は商住一体区域、3～8区は住宅区域として計画されている。3、6区は2007年の9月に竣工し、既に入居済である。4、5、7、8区は2009年に竣工した。



図4-1-14 事例Xの外観

6-11階の高層集合住宅と14-28階の超高層集合住宅に合わせて、計34棟である。面積は45 $\text{m}^2$ -285 $\text{m}^2$ まで、多様なプランが用意されていて、個人の生活スタイルに合わせて選択可能である。

4期、5期とも、大連市の省エネルギー65%基準に達している。そのうち、5期の8区のうち3号棟だけは75%の省エネルギーを目指した。

事例Xの4期は、健康住宅モデルプロジェクトコンペに入選。5期は、国家康居モデルに選ばれた。

## ② 建築外皮の熱遮断技術

4期における外壁の断熱は、60mmのEPS断熱パネルによる外断熱である。EPS断熱パネルの密度は20~22 $\text{KG}/\text{m}^2$ のものを採用している。(図4-1-15)一方、5期の外壁断熱は、8区の3号棟だけが60mmのPUを使用し、その他の建物は70mmのEPSを使用している。また、外壁の充填材として軽量コンクリートブロックが使われているので、外壁の構造体自身も断熱効果がある。

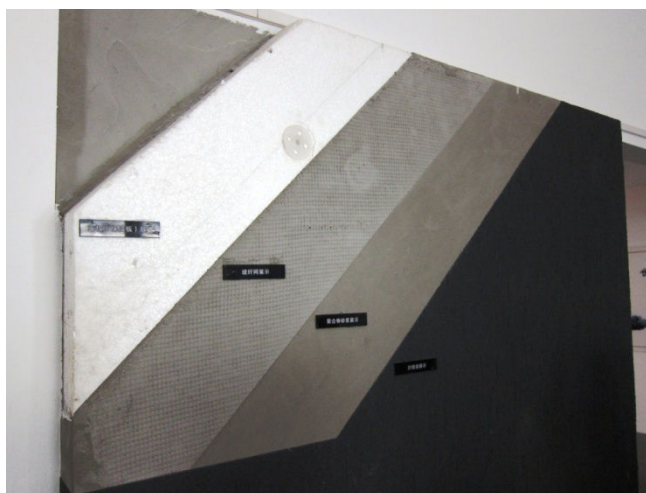


図4-1-15 4期の断熱

屋上と窓の断熱は4期、5期とも同じである。屋上の場合、40mmの生コンクリートの保護層の上に80mmのXPS断熱パネル、その上にさらに20mmのセメントモルタル、

最後にコンクリートの板材をのせる。窓の断熱はYKKの樹脂サッシ、3層ダブル真空ガラスを使用している。

#### ③ 太陽熱利用温水システム

5期は、ハイアール(Haier)の集中集熱、分散供給式太陽熱利用温水システムを採用している。このシステムの特徴は、世帯の間に熱が共有できる仕組みである。

集熱器は平板式を採用、屋上に設置している。(図4-1-17)集熱器の角度は目視で約45°前後である。一方、蓄熱槽は各住居の室内に設置している。集熱器と蓄熱槽の間に熱媒を循環する回路を通して、熱を運搬し、蓄熱槽の使用水と熱交換によって、お湯が得られる。室内にある蓄熱槽は、住居の水道に繋がり、使ったお湯の量だけを補充する。(図4-1-16)大連の冬期の気温はマイナス10℃以下の場合もあるので、凍結を防止するため、集熱器と蓄熱槽の間に循環する熱媒は不凍液が使用されている。また、不凍液の循環方式は、循環ポンプを用いた強制循環型である。(図4-1-19)



図4-1-16 蓄熱槽



図4-1-17 集熱器の設置位置

屋上に設置した集熱器は、一部破損が見られた。調査では、破損の原因が判明できなかった。(図4-1-18)

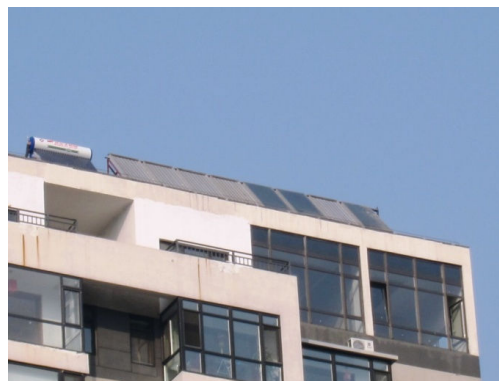


図4-1-18 集熱器の破損

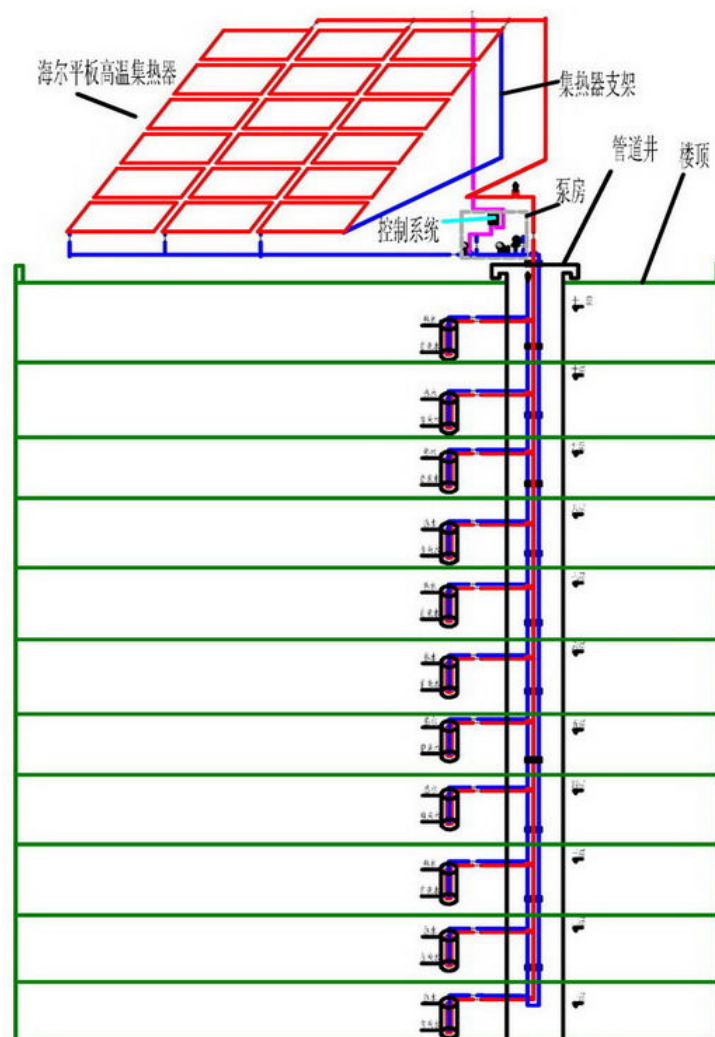


図 4-1-19 事例 X 太陽熱温水システム図

## ④ その他の省エネルギー技術

住宅地全体の計画は、正面に対して全体的に 45 度回転させ、ラインを直線ではなく曲線上に配置することで、自然通風、日照を向上し、省エネルギー効果を図っている。

室内空気質を確保するため、全世帯は 24 時間換気システムが装備されている。住宅の面積によって、換気システムを採用している。(図 4-1-20)

110 m<sup>2</sup>以下の住宅：居室に設けた給気口から自然に空気を導入し、ダーティゾーンを中心としたところから排気ファンで排気する換気システム。(第 3 種換気設備)

110 m<sup>2</sup>～160 m<sup>2</sup>の住宅：送風機で室内に外気を供給し、排気は排気口から自然排気で押出して行う換気設備。(第 2 種換気設備)

160 以上の住宅：交換型換気システムや給気と排気のための換気機械を組み合わせ、同時給排を行う換気設備。(第 1 種換気設備)



図 4-1-20 換気設備



## 2) 事例 J

### ① 事例の概要

2008年に竣工、敷地面積 16.79 万 m<sup>2</sup>、建築面積 17.7 m<sup>2</sup>である。容積率は 1.2、低密度の住宅地である。住宅地内には、低層から高層まで、多様な集合形態が共存している。個人の生活スタイルにあわせて、居住の形態が選択できる。

国家康居モデルプロジェクトに選ばれ、大連市の省エネルギー率 65%に達している。



図 4-1-21 事例 J の外観

### ② 建築外皮の熱遮断技術

外壁の断熱は、50mm の XPS 断熱パネルを用いる外断熱である。窓は、北側に 3 層ダブル真空ガラスを使用し、南側に真空ペアガラスを使用している。屋上の断熱も XPS が使用されている。

### ③ 太陽熱利用温水システム

全世帯に太陽熱利用温水システムを導入している。集熱器は真空管式が採用され、バルコニーか、窓の欄干に取り付け、設置されている。(図 4-1-22)

集熱器と蓄熱槽の間を熱媒が循環する回路と、利用する給湯回路を熱交換器で分類している間接加熱方式太陽熱温水システムを利用している。また、熱媒として使われている不凍液は、循環ポンプによって強制循環されている。蓄熱槽はバルコニーに設置されていて、容量は 150L である。

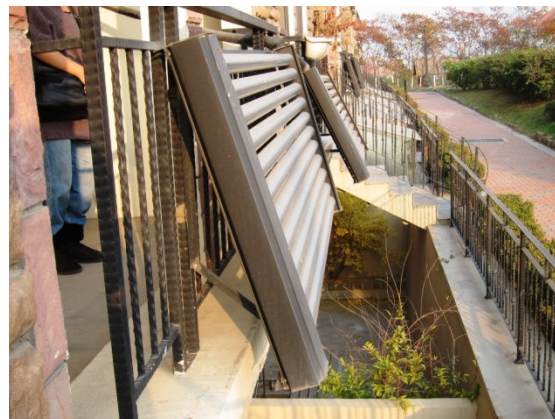
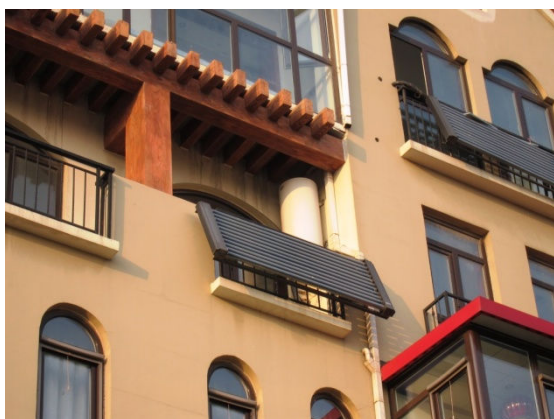


図 4-1-22 集熱器の設置

・問題

中国では、個人によるサンルームの後工事が多い。その際に、事例Jでは集熱器を外す必要がある。それによって、システムの故障、外観のバラつきを発生した。(図4-1-23)



図4-1-23 移動された後の集熱器の外観

④ その他の省エネルギー技術

- 低層住宅においては、地熱を利用した空調システムが使用されている。
- 太陽光、風量による照明システムが使用されている。
- 雨水、中水回収利用システムが利用されている。

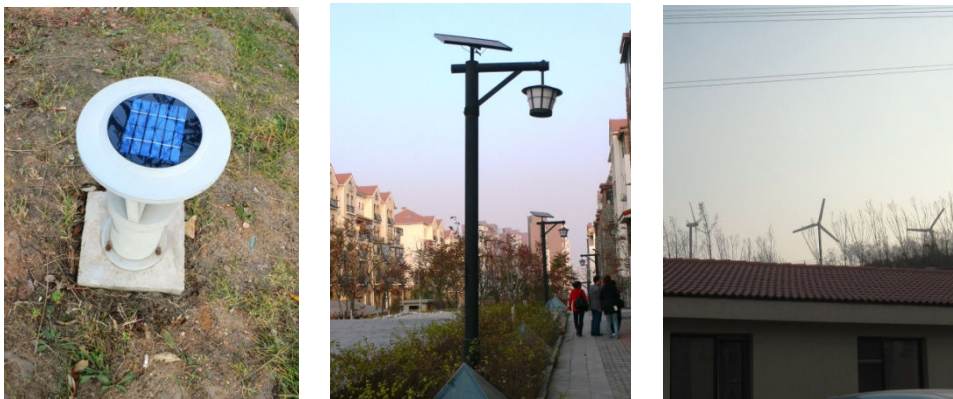


図4-1-24 その他の省エネルギー技術

また、省エネルギー技術の他に生ゴミ分類処理技術も採用されている。

### 3) 事例D

#### ① 事例の概要

住宅地の開発は 2001 年頃から開始し、2 期に分かれて実施されている。1 期は 2005 年に竣工し、敷地面積 16.57 万㎡、延べ面積 22.52 万㎡。計 1260 戸、約 4000 人が入居可能である。

2 期は 2009 年に竣工、敷地面積 8.88 万㎡、延べ面積 16.73 万㎡。敷地全体は、傾斜地である。東南が低く、西北が高い。2 期は山頂に位置する。

2001 年 7 月、国家康居モデルプロジェクトに入選、2005 年に建設部科学技術モデルプロジェクトに選ばれた。その後、2006 年に国家環境友好プロジェクトに受賞した。



図 4-1-25 事例Dの外観

#### ② 建築外皮の熱遮断技術

1 期の外壁は厚さ 50mm の XPS 断熱材を用いた外断熱が採用されている。また、断熱材だけではなく、構造材も断熱効果ある新型建材が使用されている。そして、隣の住居に熱を逃がさないように、住居間の内壁も断熱が行われている。窓、エントランスのドア、玄関ドアも断熱性能の高い製品が使われている。

1 期の省エネルギー基準率が 68% に対し、2 期の省エネルギー基準は 75% まで引き上げられたため、2 期に使われた断熱技術は、1 期に比べより高いと考えられる。

#### ③ 太陽熱利用温水システム

1 期と 2 期のシステムは異なるため、以下より、それぞれのシステムについて述べる。

1 期の住宅は全部 7 階以下であるため、屋根の面積だけで全住居の太陽熱利用温水設備を設置することができる。そこで、一般的な太陽熱温水器が適用された。(図 4-1-25)



図 4-1-25 事例D1期 集熱器の外観

一方、2期は9階～10階の高層集合住宅であるので、屋根の面積だけでは、全世界帯分の太陽熱利用温水設備を設置するのが難しい。ここでは、壁面も有効に活用することによって、全世界帯分の設備設置を実現した。具体的に手法は二通りである。(図4-1-26)

・その1

低層部(6階以下)は、1期と同じように従来の太陽熱温水器を採用し、設備は屋上に設置する。一方、高層部(6階以上)は、世帯が各自の太陽熱温水システムを持ち、集熱器も蓄熱槽も外壁の外側に設置する方式を採用している。

・その2

高層部の処理方法は、パターン1と同じ。低層部の場合は、蓄熱槽が各世帯を持つ一方、熱を共有する集中集熱式を採用している。



図4-1-26 事例D 2期 集熱器の設置 (左:その1 右:その2)

#### ④ その他の省エネルギー技術

- ・中水人口循環システム、地表水半循環システム、地下水循環システムなど節水の技術が使われている。
- ・中国では、内装なしの状態引き渡すのが一般的であるが、事例Dの場合は、日本と同じように内装完了した状態の引き渡しとなる。居住者は、用意がされたいくつかのプランから内装や設備のデザインが選ばれるが、工場生産の規格材を使うことや、正式な内装業者による工事を行うことによって、省資源化・省エネルギーを図る。
- ・生ごみ分類処理システムを採用している。

## 4-1-3 農村事例（事例 T）

## 1) 事例 T

## ①事例の概要

平谷区は、「全国生態モデル区試行地区」と認定された 528 地域うちの一つである。北京市の東北部に位置し、全区面積 1,075km<sup>2</sup>、人口 40 万人で、行政地区内に 273 村がある。これまでは既に 8 村の約 600 世帯が省エネ技術を導入している。

今回調査した太平庄村はそのうちの一つであり、平谷区の北部に位置し、総面積 1.2k m<sup>2</sup>、288 世帯のモデルの地区である。「新民居建設奨励補助政策補助金制度」による工事は 2006 年から 2007 年の間にⅠ期とⅡ期に分け、それぞれ 69 世帯と 12 世帯を新築し、省エネ技術を導入した。Ⅰ期プロジェクトは全て平屋であり、Ⅱ期の方は全住宅 2 階建である。



図 4-1-27 事例 T の外観



図 4-1-28 集熱器

## ② 建築外皮の熱遮断技術

全住宅では、北京市が勧奨する省エネ建材が使用された。一例として、厚み 40 センチの小型中空コンクリートブロックが挙げられる。(図 4-1-29) 原材料は従来のコンクリートと同じであるが、高断熱効果もありながら、重さは僅か煉瓦の 3 分の 1 であり、構造材と断熱材を一体化した新型建材として注目されている。



図 4-1-29 外壁の断熱

③ 太陽熱利用温水システム

太陽熱利用給湯・暖房システムは低温熱供給技術を採用している。集熱パネルはⅠ期、Ⅱ期とも平板式を採用し、パネルの面積は14.4㎡で、表面には4センチの強化ガラスで保護する加工を施している。

集熱パネルから収集した熱は、機械室にある蓄熱槽まで送られ、給湯と暖房システムの熱源として使用される。お湯を貯めるタンクは2重構造になっており、外側のお湯は暖房システム用に回され、内側のお湯は給湯用に使われる。

機械室に熱の測定装置を設置している。集熱パネルの温度がタンクにあるお湯の温度より10度高くなると熱がタンクの方へ供給しはじめ、タンクにあるお湯の温度より5度低くなると熱の供給が停止する。(図4-1-31)

太陽熱から十分な熱源が確保できない時を補うため、機械室に小型ボイラを設置している。燃料は主に練炭、農産業廃棄物、木果樹の枝が使われている。

暖房は全ての床下に温水パイプを埋め込み、床暖房システムを採用している。Ⅰ期工程には床暖房システムだけではなく、太陽熱利用温風機も設置されている。(図4-1-30)



図4-1-30 太陽熱利用システム 左上：補助熱機器 右上：蓄熱槽 下：送風機

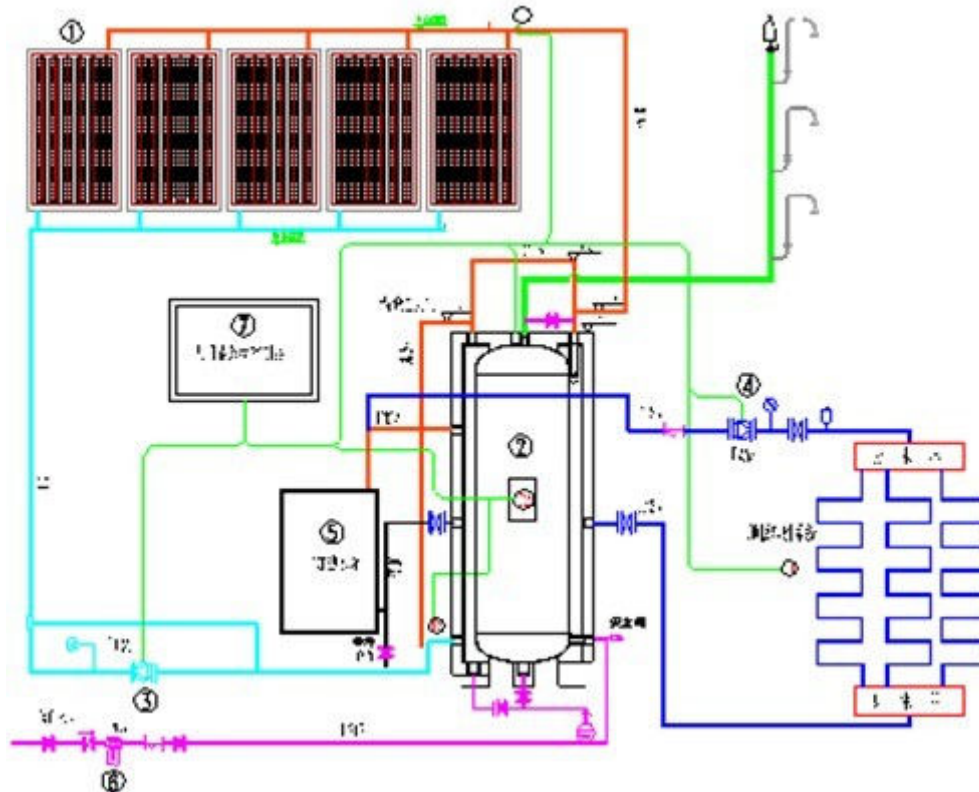


図 4-1-31 事例 T の太陽熱利用設備システム図

## ④ その他の省エネルギー技術

太陽熱温水・暖房システムのほかに、太陽光電池を利用した街燈も設置している。(図 4-1-32)



図 4-1-32 太陽電池街燈

⑤ 事例 T に適用された奨励補助金制度

事例 T の所在地区は住環境を改善するため、「新民居建設奨励補助政策補助金制度」を制定しており、そのガイドラインには省エネに関する内容が含まれている。表 1 は「新民居建設奨励補助政策」細則の一部をまとめたものである。事例 T はガイドラインに沿って計画プランを立てていたため、1 世帯当たり 5 万元の補助金が支給された。そのほか、「北京市農村住宅建築省エネ壁改革模範プロジェクト」\*3 が勧奨する高断熱の新型建材を使用したため、建材の補助費用として 2 万元が支給された。

表 1. 新民居建設奨励補助政策の細則

奨励補助の対象	①長期に村に在住、建設費用の 85%以上を負担する能力があるものとする。
	②住宅用地の申請手続きを完了し、近隣に反対意見がないことが原則である。
	③市及び区が勧奨する建材、新型間取り構成及び太陽熱利用給湯・暖房システムを採用する。
奨励内容	①新型間取り構成の施工図と新民居建設のガイドラインを無償に提供する。
	②区政府から 3 万元の補助金を支給する。
	③鎮郷政府から最低 1 万元の補助金を支給する。



## 4-2 上海・大連における省エネルギー技術の適用及び分析

## 4-2-1 断熱技術の適用現状及び分析

事例調査は、6事例を対象に行われ、その同時に研究機関、メーカーのヒアリング調査も行った。調査結果を整理する際に、一部文献資料で補った。その結果、表4-2-1にまとめた。

表4-2-1 調査事例の概要（断熱技術）

所在	項目	窓の断熱		屋上の断熱	外壁の断熱			
		ガラス	サッシ	断熱材	断熱技術	断熱材	厚み	省エネ率
上海	事例S	複層真空 LOW-E	アルミ	XPS	外断熱	EPS	—	50%
上海	事例B	複層真空	樹脂	EPS	外断熱	EPS	50mm	1,2期50%、3期65%
上海	事例W	複層真空 LOW-E	アルミ	屋上緑化 XPS25mm	外断熱	XPS	25mm	50%
大連	事例X	3層真空 LOW-E	樹脂	EPS 80mm	外断熱	EPS	70mm	65% 5期8区3号棟75%
大連	事例J	北側3層 南側複層真空	樹脂	XPS	外断熱	XPS	50mm	65%
大連	事例D	3層真空	樹脂	XPS	外断熱	XPS	50mm	69%、75%

## 1) 共通点

上海市では2007年から、夏暑冬寒地区における「夏暑冬寒地区基準」の省エネルギー基準率50%が実施され、2009年7月から、さらに省エネルギー率が50%から65%まで引き上げた。一方、大連市では2006年7月から、寒冷地域における「採暖地区基準」の省エネルギー50%の基準より厳しい省エネルギー65%の基準が規定、実施された。両地域における省エネルギー設計基準の適用は、以下のような共通点が見られる。

- 国家省エネルギー基準は、省エネルギーを推奨していることに対し、両地域における省エネルギー基準は義務化されている。
- 現行する国家省エネルギー基準より、高い基準が制定されている。

一方、調査事例から見ると、地域よる強制性の省エネルギー基準が実施される前の事例もあったが、いずれも国家の省エネルギー基準の省エネルギー率に基づき、自主的な省エネルギー設計を行った。そこは、環境配慮型住宅のモデルプロジェクトの事例としてリーダーシップを発揮したところと見られる。

### 2) 部位別の断熱技術

断熱に関しては、両地域における省エネルギー基準値が異なるため、技術の適用手法では相違点が見られた。両地域における断熱技術の適用手法の特徴は、部位別にまとめると、以下のようになる。

#### 【窓の断熱】

上海では、真空ペアガラスがよく使われることに対して、大連では、ダブル真空の3枚ガラスがよく使われている。ガラスの種類は、両地域とも断熱性能高いLOW-Eガラスが使用されているケース多い。また、上海ではアルミ断熱サッシがよく使われている一方、大連ではアルミ樹脂サッシが多く使われている。

#### 【屋上の断熱】

上海の事例も大連の事例も、屋上断熱が実施されている。断熱材はEPSかXPSを使用されている。断熱材の厚み等に関する情報が不十分なため、両地域における相違点は、判明しなかった。

#### 【外壁の断熱】

事例調査では、外壁の断熱が主に外断熱であり、大連は上海に比べ、より厚い断熱材が使用される傾向が見られるものの、両地域における外壁断熱技術の適用の相違を説明するには至らなかった。そのため、上海では設計会社、大連では、大学の研究者、メーカーの方にヒアリング調査を行った。ヒアリング調査により、以下の実態が明らかになった。

集合住宅の断熱は主に外断熱が採用されている。断熱材は、主にEPS（ビーズ法発泡スチロール）、XPS（押出ポリスチレン）、PU（ポリウレタン）といったプラスチック系のものである。上海ではEPS50mm、大連ではEPS70～80mm、XPS50mmが一般的に使われている。

また、最も多く使われているESP断熱の施工現場、生産工場により、施工方法及び技術の特徴が明らかになった。図4-2-2にしてまとめる。

表4-2-2 EPS断熱技術の特徴

断熱現場 1	断熱現場 2
	
湿式工法	湿式工法
<p>外壁面に断熱材を接着剤+アンカーピン+ネットを利用して張り付け、ポリマーセメントモルタル左官材で押さえて仕上げる。</p>	<p>工場で断熱材にアンカーピンを打ちこむ。現場でRC型枠の内側に設置してから、コンクリートを流し込む。</p>
<p>複雑な形状の外壁も対応できる 現場での工事が多く、手間がかかる。</p>	<p>パネル式になっているため、複雑な造形は対応できない。 プレハブ化を図る工法である。現場での工事が少ない。 外壁と接着性がよく。</p>
<p>・両工法とも施工の不備によって、ひび割れが発生しやすい。</p>	
	
<p>事例 S</p>	

## 4-2-2 太陽熱利用技術の適用現状及び分析

事例調査は、6事例を対象に行われ、その同時に研究機関、メーカーのヒアリング調査も行った。調査結果を整理する際に、一部文献資料で補った。その結果、表4-2-3にまとめた。

表4-2-3 調査事例の概要（太陽熱利用技術）

太陽熱利用システム										
所在地	事例	集熱供給方式	集熱器	設置場所	設置方式	設置角度	容量(L)	補助熱源	用途	対象
上海	事例S	独立型	真空管	バルコニー	一体型	90° 78° 60°	150 100	電力	給湯	全世帯
上海	事例B	独立型	真空管	屋上	架台	—	—	電力	給湯	最上階
上海	事例W	集中集熱供給型	真空管	屋上	架台	—	—	電力	給湯	単身棟
大連	事例X	集中集熱分散供給型	平板式	屋上	架台	約45°	100	電力	給湯	全世帯
大連	事例J	独立型	真空管	バルコニー	一体型	約80°	150	電力	給湯	全世帯
大連	事例D	混合型	真空管	屋上 壁面	架台 一体型	55°、 90°	140	電力	給湯	全世帯

真空管式の集熱器は主流であり、補助熱源は主に電力で賄うなどの共通点がある。両地域の6事例では、集熱器の設置位置または角度を配慮するなど、地域に適合する技術の応用手法が見られなかった。一方、都市部の住宅は高層化が進んでおり、太陽熱利用に不利な環境のなか、全世帯対象に太陽熱温水システムを導入する事例が多かった。

調査事例は、水・熱循環システムによる分けると、集中集熱集中供給型（事例W）、集中集熱分散供給型（事例X）、独立型（事例S,J）、混合型（事例D）に分類できる。

## 【事例B】

事例Bは、屋上に太陽熱温水器を設置、最上階の住宅だけを太陽熱利用温水を提供する方法、を採用している。太陽熱利用機器は、一般市販のものであり、設置方式も個人的な設置と同様である。

**【事例 W】**

集中集熱供熱式の太陽熱利用温水システムが導入されている。集熱器も蓄熱槽も屋上設置しているので、居住者にとっては設備のメンテナンスなどの負担がない。熱を共有することもできるので、熱損失が低減できる。しかし、補助熱源の費用、水道代の計算は、使用量によって発生する費用が異なるので、効果では難しい。

**【事例 X】**

事例 X は、事例 W と同様に集中集熱方式と採用しているが、異なるのは事例 X の蓄熱槽が各世帯の室内に設置するため、水道、補助熱の集金方法が明確である。しかし、使用順序によって、熱の分配で不公平が起こりやすい。

また、高層集合住宅にして、集熱器の設置は屋上だけを利用している。世帯当たりの集熱面積が少ないため、太陽熱の依存率も低くなる。したがって、補助熱源による加熱が増え、経済な負担が大きくなる。

**【事例 S、事例 J】**

事例 S、事例 J では、各世帯に独立型の太陽熱利用温水システムが導入されている。集熱器は、バルコニー、窓の欄干に設置されている。しかし、設置角度が集熱に不利であるうえ、低層部における日照時間が短い。そのため、低層部における集熱効率が低くなる可能性は高い。

**【事例 D】**

事例 D は、技術の組み合わせによって、集熱効率及び集熱量の向上を図る。上層部では、各世帯が独立型太陽熱利用温水システムを持ち、集熱器が外壁に設置した。一方、低層部では、事例 X のような集中集熱式を採用、屋上に集熱器を設置した。

集中集熱型の事例 W、事例 X は、熱を共有することによって、熱損失の低減を図るものの、使用順序によって、熱の分配で不公平が起こりやすい。一方、独立型の事例 S、事例 J は、集熱器がバルコニーに設置することによって、全世帯における太陽熱温水システムの導入が実現したものの、設置角度が集熱に不利であるうえ、低層部における日照時間が短いため、集熱率が低いと考えられる。

また、事例 X では、蓄熱槽の設置位置が生活スタイルに合わず、住まい手によって移動されたケースがある。事例 J ではサンルーム工事によって、集熱器の位置の移動、集熱の故障が見られた。(図 4-2-2) 事例 S では、落下物による集熱器の破損が見られた。(図 4-2-1)



図 4-2-1 事例 S

図 4-2-2 事例 J

## 4-2-3 その他の省エネルギー技術の適用及び分析

国では、住宅地における節水が推奨されているので、上海・大連とも中水利用、雨水利用などの技術が多く見られた。事例Dでは、中水をしたトイレ洗浄システムが導入され、事例B、W、X、Jでは、中水または雨水を利用した緑化の散水システムが導入された。

また、地域別で見ると、上海は緯度が低く、夏の日射量が多いため、事例Bでは、オーニング、ロールスクリーンなどの日射遮断技術が適用された。(図4-2-3)

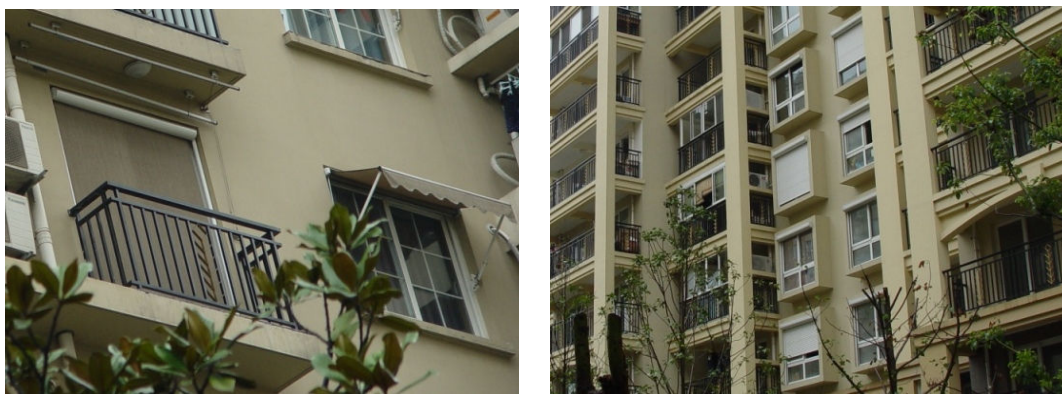


図4-2-3 事例Bに適用された日射遮断技術

一方、大連は山が多く、海に近いので、自然風の利用が有利である。事例D、事例Xでは、卓越風を取り組むことを重視する敷地計画が行われた。事例Jでは、風力発電技術が適用された。(図4-2-3)

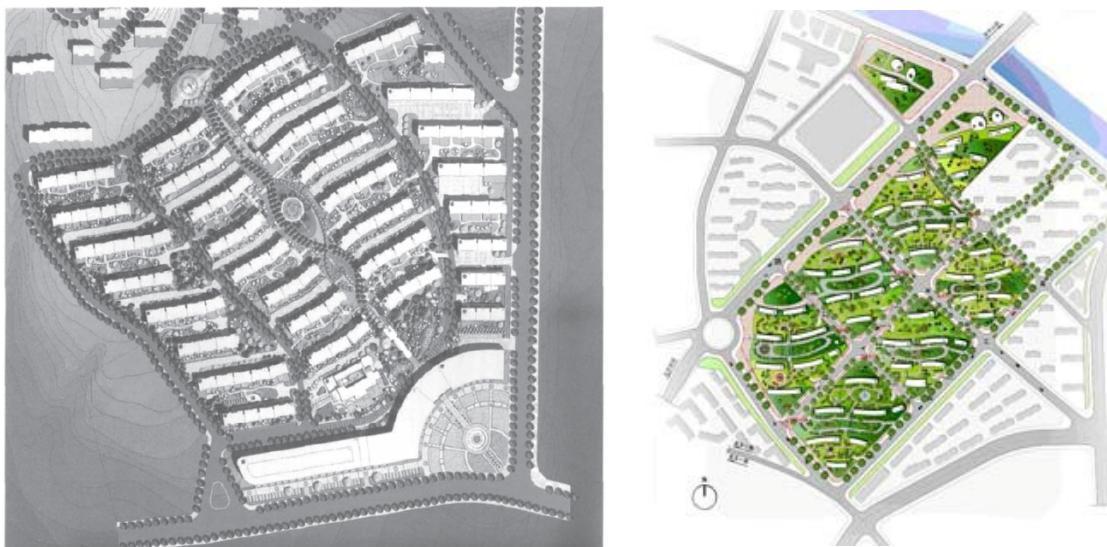


図4-2-3 左：事例D 右：事例X

### 4-3 農村・都市における省エネルギー技術の適用手法の比較分析

#### 1) 太陽熱利用技術の適用

農村地域では地域暖房システムが普及されていないのが現状である。一方、住宅密度は都市部に比べて低く、日射環境がよい。建築形態は主に戸建住宅であるため、屋根の面積が大きい。太陽熱技術利用するには有利である。

事例Tでは、太陽熱温水システムだけではなく、太陽熱暖房システムも同時に導入された。都市部では、補助熱源として電力が使われているが、事例Tでは、石炭や、農産業廃棄物が利用できる高効率ボイラが採用された。いずれも農村地域の環境を配慮した技術の適用手法である。

#### 2) 断熱技術の適用

夏暑冬寒地区が推進する省エネルギー率は65%である。しかし、地域暖房を導入した住宅を対象している。事例Tの省エネルギー率は40%である。外壁では、EPS断熱材一体化型軽量コンクリートブロックが使用されている。(図4-3-1) 窓の断熱は、2重窓が採用されている。いずれも都市部の断熱技術との相違点が見られる。

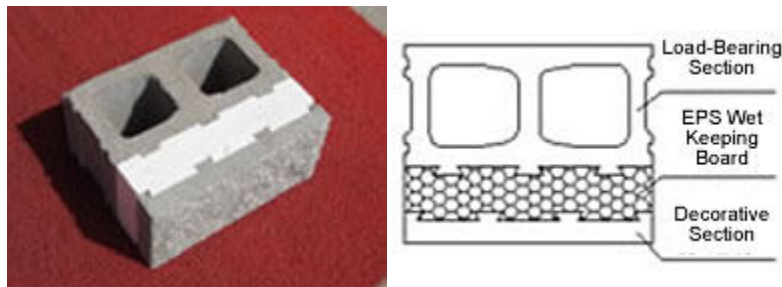


図4-3-1 断熱材

出典：北京金陽新建材 HP

事例Tと事例X、J、Dとも寒冷地区に属する。しかし、農村地域は都市部のように地域暖房システムが普及していないのが現状である。そのため、事例Tでは、太陽熱温水利用システムだけではなく、暖房システムも同時に導入した。また、都市部では、太陽熱利用システムの補助熱源は主に電力が使われていることに対し、事例Tでは、石炭や、農産業廃棄物が利用できる高効率小型ボイラが適用され、農村地域の自然環境、経済環境を配慮した技術の適用手法である。しかし、事例Tは、政府に補助制度が適用されているため、コストの約50%は政府が負担している。補助金なしでは実現するのにまだ難しい環境である。



#### 4-4 小結

断熱技術の適用に関しては、両地域とも地方の省エネルギー基準に従って、設計を行ったため、技術の適用手法について相違点が見られる。一方、施工方法については、まだ改善する余地がある。

太陽熱利用に関しては、全世帯対象に太陽熱温水システムを導入する事例が多かったが、いずれも技術的な欠点が見られる。また、住人に対して安全対策における配慮が欠けている部分がある。

その他の省エネルギー技術に関しては、両地域とも、中水利用技術、雨水利用技術といった節水対策の省エネルギー技術が使われた事例が多いです。また、太陽電池による街燈、芝生照明などの太陽光利用技術も多く見られた。地域別からみると、上海は夏の日射量が多いため、日射遮断技術が適用された事例が多く見られた。一方、大連は地形によって、自然風の利用が有利であるため、卓越風を取り組むことを重視した敷地計画や、風力発電技術が適用された事例が多く見られた。

事例Tでは、農村地域の自然環境、経済環境に配慮した都市部と異なる省エネルギー技術の適用手法が見られた。一方、このプロジェクトは補助制度が適用されたため、費用の50%が政府によって負担された。同様な事例は、補助金なしの場合、また実現するのが難しいと考えられる。



**5 章 最終章 . . . . . 97**

- ・ おわりに
- ・ 参考文献リスト
- ・ 謝辞



## 5章 おわりに

本研究では、中国の環境配慮型住宅における省エネルギー技術の適用現状を把握したうえで、具体的な技術に対して分析を行い、問題発見または今後の課題の提示を目的とする。以上の研究目的に基づき、環境配慮型住宅における省エネルギー技術の適用実態、またはそれに関係する省エネルギーに関する法制度、環境配慮型住宅の推進現状について、調査を行った。文献または事例調査を通して、以下のような現状及び問題点を明らかにした。

### ・法制度

2006年から実行した国家の長期発展計画の中で、資源節約型の都市建設を目指す考えを明らかにした。その後、建設における断熱、太陽エネルギー利用といった具体策に関する方針も制定された。また、一層有効に国家の長期発展計画を実行するため、「再生可能エネルギー法」、「省エネルギー法」などの関連法律、法規の制定を共にした。しかし、多くの先進国では、70年代から既に省エネルギーの取り組みを始めていたに対して、20年間程遅れたスタートである。

一方、地域別省エネルギー基準の各基準値は、既に日本のような先進国と同程度のレベルになってきている。しかし、現状ではいずれも義務化されていない。一方、上海、大連のような大都市では、国の地域別省エネルギー基準より厳しい地方の省エネルギー基準が実行されていて、全国における省エネルギー基準の実行はバラつきが見られる。

### ・環境配慮型住宅の推進

政府が推進するモデルプロジェクト及び環境配慮型住宅の認定事例のデータから、環境配慮型住宅の推進は、沿岸地域や大都市に集中する傾向が見られ、農村の事例が最も少ない。

### ・省エネルギー技術

断熱技術の適用に関しては、両地域とも地方の省エネルギー基準に従って、設計を行ったため、技術の適用手法について相違点が見られる。一方、施工方法については、まだ改善する余地がある。太陽熱利用に関しては、全世帯対象に太陽熱温水システムを導入する事例が多かったが、いずれも技術的な欠点が見られる。また、安全面の対策、住まい手への配慮が欠けている部分がある。

### 【今後の課題】

今後、省エネルギー基準の強制力をパワーアップすると同時に、環境配慮型住宅の推進は内陸地域や、農村地域にも力を入れる必要がある。また、断熱技術、太陽熱利用技術といった省エネルギー技術に関しては、技術性能的な向上と共に、安全面への配慮、住まい手の生活習慣への配慮にも十分検討する必要がある。

### ■参考 UR

発泡スチロール協会	<a href="http://www.jepsa.jp/">http://www.jepsa.jp/</a>
国土交通省	<a href="http://www.mlit.go.jp/">http://www.mlit.go.jp/</a>
NEDO	<a href="http://www.nedo.go.jp/">http://www.nedo.go.jp/</a>
中国住宅産業網	<a href="http://www.chinahouse.gov.cn/">http://www.chinahouse.gov.cn/</a>
建設部建築節能中心	<a href="http://www.chinaeeb.gov.cn/root/index.aspx">http://www.chinaeeb.gov.cn/root/index.aspx</a>
健康住宅	<a href="http://www.house-china.net/hh/WebSite/index.aspx">http://www.house-china.net/hh/WebSite/index.aspx</a>
人居環境委員会	<a href="http://www.cchs.org.cn/index.asp">http://www.cchs.org.cn/index.asp</a>
綠色建築評価標識網	<a href="http://www.cngb.org.cn/lsjzxm.aspx">http://www.cngb.org.cn/lsjzxm.aspx</a>
中国建設部	<a href="http://www.mohurd.gov.cn/">http://www.mohurd.gov.cn/</a>

### ■参考文献

1. 「中国建築節能年度發展研究報告 2010」 中国建築工業出版社 仇保興 2010/3
2. 「太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン—未来をになう太陽光発電」 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2008/3/19
3. 「資源・エネルギーと建築」 彰国社 後藤 武 2004/11/10
4. 「環境共生住宅—環境共生住宅地の計画から建築まで」 ケイブ出版 鈴木真正等 1994/9/10
5. 「次世代省エネルギー基準」 建築技術 南雄三 2009/11/13
6. 「綠色建築評価技術指南」 中国建築工業出版社 楊榕等 2010/3
7. 「建築保温隔熱材料と応用」 中国建築工業出版社 徐峰 2008/11
8. 「民用建築太陽能熱水系統工程技術手冊」 化学工業出版社 鄭瑞澄 2005/10
9. 「環境共生住宅」 (株) ビオシテイ 杉田博樹 2009/3/25
10. 「建築節能標準規範減編」 中国建築工業出版社 本社編 2008/9
11. 「太陽光発電の効果的な導入のために」 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2010/3/19
12. 「自立循環型住宅への設計ガイドライン」 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2005/6/7

## ■事例の文献調査リスト

1. 「以奥林匹克精神打造康居工程」 上海奥林匹克公園 草家
2. 「从上海奥林匹克花園項目探討新型壁体材料的發展」 董祥,田启星
3. 「康居示范工程鑄就上海奥林匹克花園」 住宅産業 王欣
4. 「上海奥林匹克花園二期七号楼混凝土空心砌塊多層住宅設計簡介」 中国建築科学研究院,北京 100013 雷宝乾
5. 「三湘四季花城太陽能建築設計」 上海三湘股份有限公司 肖強
6. 「淺淡三湘四季花城太陽能熱水系統」 山東力諾瑞特新能源有限公司,山東 250103 段立增
7. 「仁恒滨江園小区建築保温節能措施」 科技資訊 張海軍
8. 「國際化居住社区」 尋微,鮑拯奇
9. 「文化佳園住宅小区」 建築學報 姚敏,黃巍松
10. 「文化佳園小区設計介紹」 上海建築科技 劉声惠, 姚敏,浦雨斌
11. 「碧海金沙·嘉苑 詮錚健康会所理念」 李明哲,葉榮
12. 「碧林灣節能全攻略」 上海万兆家園房地產公司 徐毓麟
13. 「碧林灣苑成首個中外合作節能項目」 唐艷明
14. 「碧林灣小区節能住宅」 上海現代設計 王岫,袁靜
15. 「万兆碧林灣小区建築節能」 住宅科技 徐毓麟
16. 「万科·朗潤園」 住宅科技 上海万科房地產有限公司工程管理部
17. 「加大科技進步,全面提升住宅小区的品質」 上海万科·朗潤園科技工作介紹
18. 「科技与生態的完美結合」 上海瀛江山水花園
19. 「技術創新提升住宅品質」 節能科技 桂国
20. 「東方城市花園一期工程設計」 現代設計集團華東建築設計研究院 沈婷婷,傅曉平
21. 「国家康居工程---愛建園」 住宅科技 秦宝榮
22. 「領秀·愛建園 回歸自然的人居精品」 住宅科技
23. 「愛建園企画設計」 上海愛建園建築設計院
24. 「上海領秀·愛建園」 上海愛建園建築設計院
25. 「大有二期：続写和諧人居」 住宅産業 王美玲
26. 「大連大有恬園」 住宅産業
27. 「大連大有恬園住宅小区太陽能供熱水工程的設計」 工程設計 楊レイ・徐永軍
28. 「用環境友好型住宅打動市場」 住宅産業 孫圭心
29. 「城市辺縁居住区發展研究--大有恬園居住区建築企画分析」 鞠偉・馬蘭





## 謝辞

本研究を行うにあたり、多くの方々からご協力を頂きました。

指導教員の清家先生には、研究のご指導や、論文に関して貴重なご意見を多数頂きました。厚く御礼を申し上げます。松村研の研究生として在籍していた頃から、先輩と仲がよくさせて頂き、また、大阪のNEXT21にも見学に行くことができました。修士学生として入学してから、日本全国各地のみならず、中国、マレーシアに調査に行く機会を与えてくださり、多くの面で勉強になりました。入学当時、環境配慮型建築に関して知識を持っていなかった私が修士論文を無事にまとめることができたのも先生のご指導あってのことだと思います。本当にありがとうございます。

また、研究室の先輩の金さんとは一緒に調査に行く機会が多く、論文に関して様々な相談にのってくださり、大変お世話になりました。

研究室以外でも、大連理工大学の先生方や、上海市建築科学研究院の皆様に、ご協力を頂きました。厚くお礼を申し上げます。

また、資料の翻訳を手伝って下さった王さん、日本語をチェックして頂いた能登さん、調査資料を整理して頂いた後輩の吉森君、論文の編集に手伝ったキュウさん・・・などなど、ここには、書ききれない沢山の方々からご協力頂きました。ここで深く御礼を申し上げます。これからも末永く宜しくお願い致します。

趙雨

2011. 1. 23



**資料編 . . . . . 105**

- ・ 綠色建築評價標準 （住宅建築部分）
- ・ 住宅性能評定指標 （經濟性能指標部分）
- ・ 大連理工大学意見交換会 記事録
- ・ 上海市建築科學研究院（有）意見交換会 記事録



## 4 住宅建築

### 4.1 省土地と室外環境

#### 厳守項目

4.1.1 建築場所については、その場所の文化財、自然水系、地質、農業、森林とその他の環境施設などに悪影響を与えないことである。

4.1.2 洪水災害、土砂崩れ及びラドンを含む土地などの危険性がない場所、且つ安全範囲内で無電磁放射及び火災、爆物、有毒物質などの危険源がない場所を建築地として選択してください。

4.1.3 一人当たり用地標準：少階層最大 43m<sup>2</sup>、多階層最大 28 m<sup>2</sup>、中高層最大 24 m<sup>2</sup>、高層最大 15 m<sup>2</sup>。

4.1.4 住宅区の設計は現行の国家規格「城市居住区规划设计规范」GB50180 の日照標準規格に基づき、室内外の日照環境や風通りなどを設計しなければなりません。

4.1.5 その地域気候や土地条件に適応する植物を植えなければなりません。メンテナンスが少ない、気候に強い、虫害が少ない、人にやさしい植物を選択してください。

4.1.6 住宅区の緑化率最小 30%、一人当たり公共緑化面積最小 1 m<sup>2</sup>。

4.1.7 住宅区内には標準汚染値を超える排出汚染源があってはいけません。

4.1.8 施工により、空気汚染、土汚染、水汚染、光汚染、騒音及び周辺区域などの悪影響を防ぐために、環境保護対策を施工中に作成し、実施してください。

#### 選択項目

4.1.9 住宅区内のサービス施設は企画の通り配置し、その合理性や地域との共用性を配慮する。

4.1.10 古い建物の再利用を積極的に実施する。

4.1.11 騒音関係は現行の国家規格「城市区域环境噪声标准」GB3096 の規定に従わなければなりません。

4.1.12 室外平均温度最高 1.5℃。

4.1.13 住宅の風環境は住宅建設により、冬のウォーキングや夏の風通りなどへの悪影響を配慮しなければなりません。

4.1.14 地域の気候条件と自然植物の配布特徴により、多種類、高・中・低多層化の植物を育成することが大事です。高い植物と緑地の関係は 3 本/100m<sup>2</sup> 以上しなければなりません。

4.1.15 公共交通ネットを利用できる場所を建築地として選択し、住宅区の入出口設計は便利でなければなりません。その入出口から交通駅などまでの歩き距離は 500m 以下でなければなりません。

4.1.16 住宅区内の歩道、地上駐車場及びその他の地面は透水性が良い設計をし、森などを利用して太陽光を遮断する。室外の透水地面面積は 45% 以上にする。

#### オプション項目

- 4.1.17 地下空間を合理的に開発し、利用する。
- 4.1.18 廃棄場所を合理的に利用し、建設する。汚染された破棄地については、規格標準に基づき、処理して合格後、利用しなければなりません。

### 4.2 省エネとエネルギー資源利用

#### 厳守項目

- 4.2.1 住宅の熱工程設計とエアコンシステム設計は国家規格や住宅省エネ基準に準じる。
- 4.2.2 大型空調システムを採用する場合、冷却水ユニット或いはユニット式空調の性能係数、効率比は現行の国家規格「公共建筑节能设计标准」GB50189の規定値に準じる。
- 4.2.3 スチーム暖房式や空調システム式の住宅には室温調節装置と熱を測定する設備を設置する。

#### 選択項目

- 4.2.4 住宅により良い日照や風通りなどを取得するために、周辺の自然条件を利用し、合理的に建物の形、向き、距離、窓面積などを設計する。需要により遮光施設を設ける。
- 4.2.5 高効率な設備やシステムを採用する。現行の国家規格「公共建筑节能设计标准」GB50189の規定を選択基準とする。
- 4.2.6 大型空調システムを採用する場合、その性能係数や効率比などは現行の国家規格「公共建筑节能设计标准」GB50189の規定値より一つ等級を高いこととする。
- 4.2.7 公衆場所の照明設備は高効率、省エネの照明機器を採用する。省エネ対策を積極的に採用し、室外の照明場所は照明時間帯の設定や光強度のコントロールなどの技術を利用する。
- 4.2.8 スチーム暖房式や空調システム式の住宅にはエネルギーの回収システムや装置などを設置する。
- 4.2.9 建設地の気候と自然資源条件により、太陽光・地熱などの再生可能なエネルギーを十分に利用する。再生可能なエネルギーの使用率は5%以上とする。

#### オプション項目

- 4.2.10 エネルギーの消費率は国家規格の標準値の80%より高いことをしてはいけません。
- 4.2.11 再生可能なエネルギーの使用率は10%以上とする。

### 4.3 水の節約と水資源の利用

#### 厳守項目

- 4.3.1 水利用システム案などを計画し、総合的に水資源を利用する。
- 4.3.2 配管の漏れ防止対策を実施する。

4.3.3 水節約機器や設備などを採用し、節約率は8%以上とする。

4.3.4 景観用水は自然水のみを利用する。水道水や地下水などを使用してはいけません。

4.3.5 自然水でない水源を利用する場合、水の安全保障対策を実施し、人の健康と周辺環境に悪影響になってはいけません。

#### 選択項目

4.3.6 地面と屋根の雨水流れを合理的に設計し、地面流れを減少する。雨水の地下浸透性が高まるため、いろいろな浸透対策を採用する。

4.3.7 緑化用水、洗車用水など非飲用水は再生水、雨水などを使用する。

4.3.8 緑化給水方法は自動噴射式、微量灌水など高効率且つ省水の方式とする。

4.3.9 非飲用水は再生水を使用する時、周辺再生水施設から優先的に使用する。再生水施設がない場合は技術や経済などを配慮した上、他再生水源と処理技術を合理的に選択する。

4.3.10 降水量が多い地域では、技術や経済などを配慮した上、雨水の貯留対策を実施する。

4.3.11 非飲用水源の利用率は10%以上とする。

#### オプション項目

4.3.12 非飲用水源の利用率は30%以上とする。

## 4.4 材料の節約と材料資源の利用

### 厳守項目

4.4.1 建築材料の含有量は現行の国家標準 GB18580-GB18588 と「建築材料放射性核素限量」GB6566 の規定に準じる。

4.4.2 建築造型はコンパクト化にする。装飾性の部材は大量に使用しないこととする。

### 選択項目

4.4.3 建築材料総重量の70%以上の材料は施工現場から500km距離内で生産する。

4.4.4

4.4.5 建築構造材は高性能のコンクリートと高強度の鋼材を使用する。

4.4.6 旧建築廃棄材と建築地の整理時の固体ゴミを分類処理する。その中の再利用可能な材料を再リサイクルする。

4.4.7 再利用可能な建築材料を選択し、使用する。安全と環境汚染が保証できる場合、再利用可能な材料の使用率は10%以上とする。

4.4.8 土地建設と内部リフォームをセットして、施工する。旧建物と設備はそのままとする。

4.4.9 性能を保証する場合、廃棄物を原料としての建築材料を使用する。使用率は30%以上とする。

#### オプション項目

- 4.4.10 省資源と環境に影響が少ない建築構造を採用する。
- 4.4.11 再利用可能な材料の使用率は5%以上とする。

### 4.5 室外の環境

#### 厳守項目

- 4.5.1 少なくとも1ルームの日照は規定日照に満たす。寝室は四つ以上の場合、その中少なくとも2部屋の日照は規定日照に満たす。
- 4.5.2 寝室、リビング、学習室、台所に窓を設置する。部屋の採光係数は現行の国家規格「建築採光設計標準」GB/T50033の規定より高い。
- 4.5.3 音の吸収や騒音防止対策を実施する。寝室、リビングの騒音レベルは窓を閉じた場合、昼が45dB(A)以下とし、夜が35dB(A)以下とする。ビル壁の吸音力は45dB以上。
- 4.5.4 住宅空間の風通りが良い、風通りの開口面積は夏熱冬暖かいと夏熱冬寒い地域の場合、部屋面積の8%以上；その他地域の場合、5%以上とする。
- 4.5.5 室内の甲醛、ベンゼン、アンモニア、ラドンとTVOCなどの有害物の含有量は現行の国家標準「民用建筑室内环境污染控制规范」GB50325の規定に準じる。

#### 選択項目

- 4.5.6 住宅空間の窓からの視野が良い、建物間に視線を干渉することがない。2個以上のトイレがある場合、1個以上のトイレに窓を設ける。
- 4.5.7 内壁、床、外壁には内外温度差により、露点現象がない。
- 4.5.8 自然風通りの条件において、部屋内の屋根と東壁、西壁の最高温度は現行の国家標準「民用建筑热工设计规范」GB50176の規定に準じる。
- 4.5.9 空調システム設備などを設置する住宅は、温度調整機能を設ける。
- 4.5.10 調節可能な太陽光を遮断する装置を設置し、夏の時直接部屋に輻射することを防止する。
- 4.5.11 換気装置や室内空気レベル検出装置を設置する。

#### オプション項目

- 4.5.12 寝室、リビングには蓄能、湿度調節や空気レベル改善の材料を使用する。

### 4.6 運営管理

#### 厳守項目

- 4.6.1 省エネ、水節約、省材料と緑化の管理制度を計画し、実施する。



4.6.2 住宅の水、電気、ガスなどの費用は分類計算する。

4.6.3 ゴミ管理制度を計画し、ゴミの分類回収、物流などをコントロールすることにより、ゴミの無秩序投棄と二次汚染を防止する。

4.6.4 ゴミ回収物は密封のものを使用する。清潔対策を実施する。

#### 選択項目

4.6.5 ゴミ回収センターには水洗いと排水施設を設置する。環境汚染がないため、早めに処理する。

4.6.6 先進な技術や設備、自動電子コントロールシステムなどを配置する。

4.6.7 無公衆災害の害虫防止技術を採用する。殺虫剤、除草剤、化学肥料、農薬など化学薬物の使用を規定し、管理する。土や地下水の汚染になってはいけません。

4.6.8 植物の植えと移植の成功率は90%以上、成長状態は良好である。

4.6.9 物業管理部門はISO14001環境管理システムの認定に合格する。

4.6.10 ゴミ分類回収率は90%以上とする。

4.6.11 メンテナンス、改造や交換などをしやすい設備、配管設計にする。

#### オプション項目

4.6.12 生物の分解可能なゴミに対して、独自回収し、処理工場を設置する。工場内には換気装置、清浄装置や排水装置を装備し、処理工程中に二次汚染になってはいけません。

## 住宅経済性評価指標

表 C.0.1 住宅経済性評価指標 (200 点)

評価項目 点数	項目 点数	番号	定性定量指標		点数	
省エネ (100)	建築設計 (35)	C01	住宅は南向きとする		5	
		C02	建築物 体形係数	現行建築省エネ設計標準の体形係 数規定値に適應する	6	
		C03	厳寒地域 階段と外 回廊暖房 設計	暖房使用時平均温度 $0\sim-6.0^{\circ}$ の地 域,階段と外回廊は暖房不使用の場 合,壁やドアなど保温対策を実施す る	4	
				暖房使用時平均温度 $-6.0^{\circ}$ 以下の地 域,階段と外回廊は暖房使用の場合, 入口風除け室やその他の風除け対 策を実施する		
		C04	現行建築省エネ設計標準の窓と壁の面積比規定 値に適應する		6	
		C05	外窓遮光	夏熱冬寒の地域,南向きと西向きの 外窓は調節式遮光設備を設置	8	
				夏熱冬寒の地 域		II 南向きと西向きの外 窓は遮光設備があり,遮 光係数 $SW \leq 0.90Q$
				I 南向きと西向きの外 窓は遮光設備があり,遮 光係数 $Sw \leq Q$	(6)	
		C06	再生エネ ルギー利 用	太陽能 利用	II 建築と一体化	6
				I 用量大、集熱器整理、 ただ建物と不一体化	(4)	
地熱、風等の新型エネルギーを利用	(6)					

評価項目 点数	項目 点数	番号	定性定量指標		点数
省エネ (100)	外装構造 (35) (注 1)	C07	外窓とベランダの密封性	Ⅱ 5 級	5
				Ⅱ 4 級	(3)
		C08	厳寒地域と夏熱冬寒地域 外壁の平均伝熱係数	Ⅲ $K \leq 0.70Q/65\%$ 以上	10
				Ⅱ $K \leq 0.85Q$	(8)
				☆ I $K \leq Q$	(7)
		C09	厳寒地域と夏熱冬寒地域 外窓の平均伝熱係数	Ⅲ $K \leq 0.90Q$	10
				Ⅱ $K \leq 0.95Q$	(8)
				☆ I $K \leq Q$	(7)
		C10	厳寒地域と夏熱冬寒地域 夏熱冬暖地域屋根の平均 伝熱係数	Ⅲ $K \leq 0.85Q/65\%$ 以上	10
				Ⅱ $K \leq 0.90Q$	(8)
				☆ I $K \leq Q$	(7)
		総合省エネ 要求 (70) (注 2)	C11	北方エネルギー消費指標	Ⅲ $q_H \leq 0.80Q/65\%$ 以上
	Ⅱ $q_H \leq 0.90Q$				(57)
	☆ I $q_H \leq Q$				(49)
	中・南部エネルギー消費 指標			Ⅲ $E_h + E_c \leq 0.80Q$	70
				Ⅱ $E_h + E_c \leq 0.90Q$	(57)
				☆ I $E_h + E_c \leq Q$	(49)
	暖房空調シ ステム (20)	C12	エネルギー利用分け装置		5
		C13	大型空調システム、水システムの水圧調整対策を 採用		2
		C14	気流の流れをよくするた め、エアコン位置は合理 的に配置する。	Ⅲ 室内の気流をよく する	4
				Ⅱ 生活や仕事場には 3/4 以上風通りが良い	(3)
Ⅰ 生活や仕事場には 3/4 以上 1/2 以下風通 りが良い				(2)	
C15	エアコン種類	Ⅲ 国家空調規格等級 2 級	4		

評価項目 点数	項目 点数	番号	定性定量指標		点数
省エネ (100)	暖房空調システム (20)	C15	エアコン種類	II 国家空調規格等級 3 級	(3)
				I 国家空調規格等級 4 級	(2)
		C16	室温コントロール状況	部屋温度調節可	3
		C17	エアコン室外ユニット	II 風通り良い, 太陽光 が当たらない	2
	I 風通り良い			(1)	
	照明システム (10)	C18	合理的な照明方式		3
		C19	省エネ、高効率な照明装置（光源、灯）を採用		2
		C20	省エネ制御型スイッチを設置		3
		C21	照明仕事率（LPD）は規格に満たす		2
	省水 (40)	中水利用 (12)	C22	建築面積 5 万 m <sup>2</sup> 以上の場合, 中水施設、バック水 再利用施設を設置し ; 5 万以下の場合, 水量は 5 0 m <sup>3</sup> /d の場合, 中水設備を設計し、配置する。	
雨水利用 (6)		C23	雨水染み込み装置を採用する		3
		C24	雨水回収装置を採用する		3
省水機器 及び管材 (12)		C25	トイレ水量は 6L 以上のものを使用する		3
		C26	トイレ水タンクは水量調節構造とする		3
		C27	省水蛇口を使用する		3
		C28	給水配管及び部材は漏れ難い材料を採用する		3
公衆場所 省水対策 (6)		C29	公用施設の洗面所、お風呂、トイレ便器などの用 水設備はセンサー付き式とする		3
		C30	緑地、森、盆栽などは省水設備を採用する		3
景観用水 (4)		C31	景観用水は家庭用水道を使用しない		4

評価項目 点数	項目 点数	番号	定性定量指標		点数
省地 (40)	地下駐車場 比例(8)	C32	地下や半地下 駐車場の比例	Ⅲ ≥ 80%	8
				Ⅱ ≥ 70%	(7)
				Ⅰ ≥ 60%	(6)
	容積率 (5)	C33	土地資源を合理的に利用,容積率は規格条件を満たす		5
	建築設計 (5)	C34	住宅使用面積係数,高層 ≥ 72%,多層 ≥ 78%		5
		C35	幅は面積の 1/10 の以下		2
	新型壁材料 (8)	C36	瓦材料の代わり新型壁材料を使用する		8
	省地対策 (5)	C37	新設備、新材料により土地面積を減少する公衆設備を採用する		5
地下建物 (5)	C38	公衆建物は地下を利用する		5	
土地利用 (2)	C39	坂地や農業ない土地を利用する		2	
省材料 (20)	再生可能材 料の利用 (3)	C40	可再生材料を利用する		3
	建築設計施 工新技術 (10)	C41	高強高性能コンク リート、鉄筋コン クリート技術、鉄 筋接続技術、基礎 技術、鋼構造技術、 PC 技術、管理技術	Ⅲ 5～6 項の技術を採用	10
				Ⅱ 3～4 項の技術を採用	(8)
				Ⅰ 1～2 項の技術を採用	(6)
	省材料新対 策(2)	C42	省材料の新工芸、新技術を採用する		2
	建築材料回 収率(5)	C43	一定的な再生可能 のガラス、コンク リート、木材など を使用する	Ⅲ 回収材は 3 割使用	5
Ⅱ 回収材は 2 割使用				(4)	
Ⅰ 回収材は 1 割使用				(3)	

注：1 夏熱冬暖地域の住宅外壁平均伝熱係数と外窓の伝熱係数は建築省エネ設計標準規定値を満たさなければなりません。点数はⅠランク7点で採点する。

2 建築設計と保護構造の要求を満たす場合、総合省エネ要求の検査と評価をしなくても良い。満たせない場合、検査と評価をしないといけない、点数が同じ時、一つだけにする。

■大連理工大学意見交換会

日時:2010/11/04

場所:大連理工大学 建築与芸術学院 会議室

参加者:(中国)故教授、李さん(正源地産)、範教授、索副教授、郭講師  
(日本)清家剛准教授、金研究員、蔡(D2)、趙(M2)、吉森(M1)



大連理工大学 建築与芸術学院



意見交換会の様子

<前半 77 分間 行政関係者への質問>

Q. (清家先生)我々は東アジア全体で環境によい建築をそれぞれの地域でどういう風に作っていくかということに興味があります。日本も中国もいろいろな気候を持っていますが、気候に合わせるだけではなくて、それぞれの国の産業に合わせたような、適切な設計が必要だと思っています。ぜひ大連での環境配慮の住宅を作るための技術や設計の考え方を教えていただきたいと思います。

A. (胡先生)中国の環境配慮型住宅に関しては、国家が定めた標準があります。「綠色建築評価標準」これは 05,06 年に制定されたものです。住宅に関しては「住宅性能認定評価標準」というのがあります。これは 05 年。大連地区に関しては、「環境友好型建設師範標準」が 07 年に発行されています。これは私が編成に携わったものです。大連はこの標準の下で毎年 100 万㎡の「環境配慮型住宅」を目標としており、07 年から現在に至るまで、環境配慮型住宅と呼ばれるものは既に 300 万㎡を達成しています。

Q. 大連の環境友好型建設師範標準は国家の標準と比べてどうところが違うのですか？

A. 中国には5つの気候があり中国は寒冷地区に分類されています。両者とも基本的には四節一環保(省エネ、土地節約、節水、省資源、環境保護)という大枠の体系を持っていますが、国のものと比較して大連のものは、特にこのような大連の気候に合わせた大連の特徴を評価するシステムになっています。

Q. 大連は 2011 年に大連独自の綠色評価標準を作る予定と聞きましたが？

A. 現段階ではまだ進められていません。「環境友好型建設師範標準」は、国の「綠色評価システム」と大きな違いはありません。一方で「住宅性能認定評価標準」は点数によって評価しているので、より詳細だといえます。大連のものは☆や点数ではなく、もっと大枠の評価になっています。(具体的な内容はネット上にあり)

Q. 大連として力を入れていること、あるいは大連に向いていることなどの特徴はありますか？

A. 「省エネ」「未利用エネルギー」「土地節約」「節水」「省資源」これらは全て考慮しなければなりません。省資源という観点からは、内装工事一環型の住宅販売を推奨しています。

省エネに関しては、「住宅は 65%の省エネ」「公共建築は 50%の省エネ」という遼寧省の定めている地方標準に従っています。これらの数字は元々 1980 年に国によって制定された、強制力を持った指針に従っています。この数字を達成するためには、外壁はもちろん、建築を取り囲む全ての外皮(壁、屋根、扉窓、床、等々)を総合的に考慮する必要があります。

太陽エネルギーの利用は、現在はやはり太陽熱温水器に集中しています。新エネルギー利用というの

も、主に太陽熱温水器がメインになります。

Q. 大連は、各技術の施工に関して、技術・施工の指針、指導はありますか？

A. 地方のものというよりも、国家の全体のガイドラインに従って工事を実施しています。

Q. 環境配慮型住宅に関連した奨励政策などはありますか？

A. 大連は現在取得に向けて努力をしていますが、政府は各案件に対して比較的個別対応で、ネット上で公開しているような明文化された一律の規定はありません。宣伝する必要があると政府が判断した場合に、奨励金をあげるといった形です。

Q. 国家の緑色評価基準で☆☆☆を取得した場合に奨励策がある等はないですか？

A. そもそも、大連にはまだ☆☆☆の建築はまだありません。住宅性能評価システムで評価を受けている住宅はたくさんあります。また、「国家の健居師範プロジェクト」に認定されているものもあります(ex.大有恬園)

Q. 大連の友好型——で考慮している大連の特徴とは？

A. 大連の気候は寒冷地区に属します。従って、建築外皮の構造、熱伝達係数、開口率において特徴があります。これには規定が設けられています。また、大連は水資源が豊富ではないため、中水利用も力を入れています。また太陽熱温水器を奨励している点、大連の平坦でない地形を活かしたランドスケープや団地の計画も評価基準として特徴的です。

Q. 外壁の断熱の材料や、窓ガラス、サッシなどは、大連あるいは大連の近郊に作る工場があるのですか？

A. 9割以上は大連周辺で調達しています。

Q. 遼寧省は広いので、地方や農村に行くと断熱材やいいガラスが手に入らなく遼寧省の目標達成は難しいのではないですか？

A. 設計事務所に依頼して図面で設計されたような建築に関しては、65%の省エネという数字は強制力を持っていますが、地方の農家が自分で建てたような家では達成されていない可能性があります。



Q. 大連の断熱について

A. ほぼ外断熱。EPS、XPS。厚みは 70～90mm が多いです。RC の外壁に付けるならば厚め、軽量・発泡素材の外側に貼る場合には薄めに、といった具合に貼り付けた全体の性能を計算して厚みを決定しています。

XPS は壁面の断熱に使われますが、EPS は壁面に付けるのが難しくとれやすいので、床面や屋根面の断熱に使います。

PU はコストが少し高いが厚みを薄めにできます。

Q. 大連の農村地区では環境配慮型住宅に関する具体的な取り組み事例はありますか？

A. 農村部はおそらく90年代からパッシブソーラー型の小学校や農舎がいくつか設計されています。近年でも農舎などでの事例はあります。これらの小学校に関しては数年前に調査に行ったことがありますが、竣工後1～3年までは比較的効果が現れていましたが、その後は施工が比較的粗雑であったために現在ではあまりうまく維持されていません。

Q. それは国のパッシブの設計基準に従っているのか、大連の方でもう少し工夫したパッシブの基準があるのですか？

A. そこまで大連地域の特長を生かした技術というわけではありません。当時は農村の小学校などのようにとても簡素な方法で設計されたものは地域暖房もできないので、独立してパッシブソーラーを用いて空気を加熱することで、暖房を代替したかったのだと思います。

Q. 現在、国は農村部の住宅で新エネルギー利用を普及推進しているようですが——90年代当時は例えばバイオガス利用を推し進めていましたが、農家が豚を飼育していないと維持ができないなどの理由によって失敗に終わったため、現在では管理面などで住民への負担が比較的少ない太陽エネルギー利用の推進にシフトしたのかと思います。そこで大連地区ではこういった次世代の省エネルギーについて農村部で推進されていることは何かあるでしょうか？

A. 現在、大連市長は「全地域都市化」をスローガンとして掲げていて、急速な都市化のために多くの農村部では集合住宅の形式をとった設計方法へとシフトしており、農村部では庭付きの戸建住宅のような形式では建築されず、住宅をすべて集合住宅化していくことが今後の動きになっています。

Q. 集合住宅では地域暖房をやっているという話ですが、そのシステムとか、どういう風に設計されるのか、その実態を教えてください。

A. 大連には東西南北に4カ所ほど熱電場があります。

Q. 大連での地域暖房の全体の普及率はどの程度か？

A. 基本的にすべて問題ないと思います。市内の場合は東西南北4カ所の熱電場の拠点から熱が供給・分配されていますが、市外の方へ行くと物件ごとに自分の熱供給システムを持つことになります。例えば、明日行く予定の大有恬園の場合は、自分で熱供給システムを持っています。

農村部は都市化に従って地域暖房を普及させていっていますが、現状としてはまだ完全には普及していません。

Q. 4カ所から供給されている地域暖房は集合住宅だけが対象になっているのか、それともオフィスビルなども入っているのでしょうか？ また、エネルギー源は何ですか？

A. 全ての建築が対象として含まれています。エネルギーは全て石炭を使っているはずです。

Q. 住戸毎に地域暖房を開閉制御出来るシステムは？

A. 何年も前からシステムを作ろうとはしていて、大連のいくつかの団地では試験的に導入されています。ただし従量制などの集金方法が、まだ政府の方で整備されていません。

Q. つまり、現段階では使用しているかどうか、人がいるかどうかにかかわらず料金を支払わなければ行けないのですか？

A. ワンシーズンずっと使用しない場合には元栓を閉めてもらうことで料金を払わないことは出来ます。試験導入している場所ではメーターを設置して使用量を把握して料金徴収しています。

Q. 床暖房は？

A. 地域暖房と同じ熱源を使っています。ただし、流れている水温は少し低くなります。

Q. 床暖房の場合は面積が大きくなる分、通常の暖房と比べて使用する熱量も大きくなるのでは？

A. 床暖房は温水の水温が低く済むので、省エネの技術として認識されています。

Q. 太陽エネルギー利用の話題に戻ります。太陽熱温水の現状に関する全体的な概況を教えてくださいませんか？たとえば使用率や・・・あるいはPVなども。

A. 現在の大連の太陽熱温水器は、主に二つのタイプが使用されています。屋上設置型の集中集熱方式と、個別に集熱設備を設置する方式があります。個別設置の場合は、あらかじめ建設時に一括して取り付けてしまいます。取り付けた場合には住民の方は皆さんとも運用段階で光熱費節約になるということで望んで使用されています。曇り、雨、雪など極端な天気の場合には電熱器で加熱する必要がありますが、全体を通して見ると節電が達成されていて、節電されるということはお金の節約、省エネにもなる、というような状況です。

Q. 集中型では一つの大きなタンクを設置するのかわかと思いますが、その際の熱の分配は大変ではないのか？

A. (李さん)いえ。私が採用している太陽熱温水の状況を簡単に説明しますと、私のところでは地下室や車庫を合わせた 13 万㎡の面積に 776 戸の住戸が入っていて、全ての住戸で集中型の太陽熱温水器を採用しています。ここでは、集熱パネルは屋上に設置してありますが、高層であるためにタンクも屋上に設置しようとしても住戸が多すぎて置ききれないかと思っています。ここでは Haier の技術を採用していて、集熱パネルのみを屋上に設置し、配管を通じて熱媒を循環させています。各世帯には 100 リットルのタンクがあり、それぞれ各自で水道水をタンクに満たして熱媒と熱交換を行う方式になっているので、屋上のタンクは必要ありません。こうすることによって、熱媒の分配を気にする必要はなく、各世帯はタンクに入れた水道水代を各自で負担すればよいこととなります。つまり、集熱器で暖めた熱媒は共有のものなので、熱は使用した人が得をするという形になります。

Q. 天気が悪いときの補助熱源はどのようになっているか？

A. タンクに付属している電熱器で加熱することになるので、電気代を各世帯で負担する形になります。タンク内のお湯が一定温度に満たない場合に自動的に起動します。

Q. 太陽熱利用とは違う話になるが、13 万㎡に 776 戸では「節地」の基準を満たさないのでは？

A. (李さん)776 戸のうち 70%は 90 ㎡以下ですが、残りの 30%は 90 平米以上の大きな住戸になっています。

(胡先生)現在、大連だけではなく中国全体では以下のようになっています。つまり、90 ㎡以下という基準は総合的に考慮することが出来るのです。一つの団地・エリアに対して制限されているのではなく、ディベロッパーに与えられている開発面積全体の中の割合に対して 90 ㎡以下という接地の基準が定められています。たとえば、土地の状況に合わせて、ある団地では面積の小さい住戸を集中して作り、別の場所では大きい住戸の団地を作るなどが行われています。

Q. 大連地区で普及している太陽熱利用温水器は面積でいうと具体的な数字はどうなっていますか？

A. 具体的な統計データとしてはなんともいえません。とにかく、現在は強制的な規定はないので、いくつかのディベロッパーが各自で太陽熱利用を取り組んでいるという状況です。あるいはディベロッパーが取り組んでいない場合には各世帯が各自で取り付けられている場合もあります。

Q. 上海では規定により7階建て以下の建物には必ず太陽熱利用温水器を取り付ける義務があったが――

A. 大連にもあります。以前に「太陽能設計建築与太陽能建築設計比划設計道則」というものが作成されました。これは中低層の住宅には向いていましたが、現在は市内のあらゆる住宅が既に現在 100m を超える高層建築になっているので、屋上の面積の問題から実施されている例はあまりありません。

Q. つまり強制的なものではないということですか？

A. 施行された当時は(中低層の建築が主流だったので)全て従うように要求されていました。しかし現在では中低層の建築はほとんどなくなりました。

Q. それでは、このような施行方法の下では、やはり屋上に設置する方法が大連では主流であるといえるのでしょうか。

A. 大連の太陽熱温水にはおもに3つの方式があります。ひとつは先ほど説明した、屋上に集熱器のみを集中させたもの、もう一つはベランダの欄干に個別に集熱器を取り付けたもの(見学する加州洋房もこの方式)、3つめは中低層の建物などで、集熱器とタンクの両方を屋上に設置する方式です。

Q. 次に、換気システムについて伺います。日本では住宅の 24 時間換気が法律によって強制的に定められていますが、中国では？

A. 住宅性能認定やその他様々な標準の中には全て選択肢として定められています。換気を行えば点数が付き、行わなければ点数が減るという仕組みです。大連では最近実施されている団地もありますが、多くの団地ではまだ実施されていません。幸福 e 家などは実施しています。

Q. ここで言っている換気システムというのは、機械的換気のことでしょうか

A. 負圧式、双方向式、熱交換式の3種類があります。明日幸福 e 家で見ることが出来ます。これらは強

制のものではありませんが、奨励はされています。

Q. この法律が日本で施行されたのは——アメリカでもそうですが、気密・断熱性を高めることによって発生するシックハウス問題が背景にあります。中国ではこれに類したことが問題になっていないのでしょうか？

A. その問題はあります。現在中国では、キッチンとトイレに関してのみ、排気口の確保が以前から義務化されています。ただし今後は生活の快適性を優先するという観点から、多くの団地では今まさに換気に関して検討・実施しているところです。

Q. 換気技術に関しては、国内の技術があるのか、あるいは海外の技術を用いることが多いのでしょうか？ 上海の調査に行った際にもドイツ製のシステムが使用されていましたが、やはり現在の中国では海外の技術を用いていることが多いのですか？

A. (李さん)国内外ともに用いています。私のところで採用しているのは、先ほど胡先生がおっしゃっていた3種類で、熱交換式以外は日本の松下製のものを用いています。熱交換式はインターネット経由でドイツから輸入したもので、これは排気から50%程度の熱を回収することが出来ます。

Q. 上海では緯度が低いためか日射遮蔽技術が多く使用されていたが、大連地区では、特に住宅においてこのような日射遮蔽技術はありますか？

A. 大連では西側の窓をのぞいて、日射遮蔽の例は非常に少ないです。大連はそこまで暑くはなく、かえって日射が入ることを望んでいるので。

Q. 最後ですが、先ほどいった太陽熱利用や日射遮蔽、地域暖房などの技術は全国各地で運用されている省エネ技術なので、大連に特色のある技術はありますか？ インターネット上で海水熱利用ヒートポンプを見つけましたが、やはり住宅ではなく公共建築などが多いのでしょうか？

A. 小平島の方にある事例に関して言いますと、場所は海に面しており、海水熱利用ヒートポンプはコミュニティセンターに使用されています。センターは中に銭湯やプール、レストラン、オフィスなどが入った複合型の公共建築になっています。住宅にはまだ使用していません。

それから地熱利用ヒートポンプもいくつかの団地には利用されていますが、これも用いられているのは幼稚園であり、住宅にはまだ用いられていません。ただし大連の庄河市には団地全体で地熱利用ヒートポンプを採用しているところがあります。

<休憩 10 分間>

<後半 71 分間:設計者への質問、および中国側の質問>

Q. 環境配慮技術を用いる上でディベロッパーと設計会社のどちらの方がより主導的立場にありますか

A. どちらもあると思います。これは国の政策によってきます。国が強制的な要求をした場合にはディベロッパーはそれに従わなければなりません。ディベロッパー側の視点からみると、省エネ基準を満たした住宅を建てることで、会社の評価や宣伝という意味でもメリットがあるので、ディベロッパー側にも比較的積極性があるといえます。

(胡先生)補足しますと——「意識」はどちらにもあると思いますが、最終決定を起こしているのはやはりディベロッパー側だと思います。なぜなら、ディベロッパー側はコストを投入しなければならないからです。

Q. それでは、具体的な技術に関しては誰が指導的な立場にあるのですか？ ディベロッパーにも技術者がいくらかいるのでしょうか？

——このように言いますのは、環境配慮技術などは設計会社にとってもある種新しいものなので、たとえば、設計者は建物そのものの設計に比較的長けていているかもしれませんが、こういった新しい技術の運用に関しては専門家がいるとは限らず、一方でディベロッパー側はもしこういった技術に注目しているならばそれに見合った人材を集めている場合が多いのではないかと考えているからです。

A. そうです。

Q. そうすると、具体的な技術スタッフの場合、ディベロッパー側、あるいは設計者側のどちらにあるかは会社ごとに状況が異なるということでしょうか？

A. 省エネに関していえば、大連の「65%省エネ」のように既に強制的な要求になっていますので、設計者の技術も非常に高くなっています。しかし、太陽熱温水器や換気システムなどの主導権はやはりディベロッパー側にあります。なぜなら彼らは入札や実地調査、技術者の雇用などを通して、新技術に対する研究が進んでいると考えられるからです。

6'17''??

Q. では、大連市には環境配慮技術の諮問・指導(コンサルティング)を専門に提供する機関などがありますか？

A. たとえば我が社では 75%の省エネを達成している団地がありますが、これは国の技術研究センター、大連理工大学などと一緒に取り組んだ事例になっています。

Q. そのようなコンサルティングの仕組みは専門機関や大学の研究者のような学術的な専門家による研究が比較的多いですが、そうではなくて民間でのコンサルティング会社などは比較的少ないのではないのでしょうか？

A. 構造面であったりコスト面であったり、そういった伝統的な部門でのコンサルティング会社はあります。しかし環境技術専門の会社は、まだこれから出来てくる部分でしょう。もし環境配慮に取り組んでいない団地があると、会社の存続に影響が出てくるからです。今のところ、建設とセットになった専門会社はあります。たとえば、太陽熱温水器の専門会社や、中水の専門会社などといった専門の設計会社があります。いずれにしろ、施工をする際にこのような会社が介入してくる形になります。

Q. 3つ目の質問ですが——「緑評」や国の「A 級住宅」などの標準はある種、住宅の性能を認定する標準だといえると思いますが、これは施工の際にどのような役割を果たしているのでしょうか？ 強制力はないとは思いますが、全体の計画の段階の中のどの部分で「緑評」などを考慮するのでしょうか？

A. 全ての過程において考慮しています。「緑評」や「住宅性能認定」はどちらも参考資料です。強制的なものではありません。そして設計の段階で設計書類を専門家の手によって一度評価を行います。合致すればそのまま継続し、合致しなければアドバイスをもらって設計を修正します。つまり設計段階での評価が行われます。次に施工の工程において、つまり建設の工程において、もう一度専門家による評価を行います。ここでは、様々な方面で計画・設計通りに行われているかどうか、その上で施工に何か問題はないかを見ます。そして最後に、管理・運用上の問題があるので、竣工して1年以上使用された後に再び専門家の手によって最終的な評価が行われます。この最後の評価を通過して初めて認定書が発行されます。現在、大有恬園はこれを通過していますが、李さんのところは、最後の評価がまだ行われていません。

Q. 次に設計・施工段階についての質問ですが、先ほども触れましたが環境配慮型住宅の設計に関してはディベロッパー側が中に関しては主導的な立場にあるかと思います。日本における環境配慮型住宅には、たとえば省エネや、自然環境の改善、住民参加型の共同設計といったように様々な形態があります。では中国では、あるいは大連では、なにかそのような設計理念などはありますか？「省エネ」だけでは曖昧なので、なにか具体的なものは？この点に関して、中国ではまだ不十分な部分ではないかと感じています

A. 設計理念はやはり「緑評」「性能認定」の要求に従うことや「住民本位」などがそうです。日本のように一点集中して注力するような理念はあまり見られません。

Q. では、全体の設計の工程の中で、環境配慮型の住宅と一般の団地との間になにか明確な差異は？環境配慮型の場合は特に気を配るはずですが、気を配るとしたら主にどういった部分に対してですか？

A. 状況は団地ごとに皆異なっています。気を配るのは最初の計画・設計の段階からです。

Q. (蔡さん) 環境配慮型建築の施工時の建設費と一般の建設費にどのような違いがありますか？

A. 環境配慮技術をどの程度採用しているかによっても異なります。一般的な 65%省エネ断熱だけの場合もあれば中水利用や太陽熱利用などを採用している場合もあります。太陽熱利用の場合はインシヤルコストが高くなるはずですが。

Q. (環境配慮技術の導入によって) 建設費が増えれば、おそらく販売価格にも影響が出ますよね？

A. 確かに価格は高くなります。ただ、周辺の購買者としての意欲も決め手になるので、具体的な影響は何とも言い難いです。

Q. 買う側の住民はこのような省エネ技術とか環境配慮型技術などをいいと思っているのか、あるいはただのオプションとして思っているのでしょうか？ 要するに「省エネ住宅の方が絶対にいい」という気持ちがあるのでしょうか？ 環境配慮型住宅を購入できるのはどのような層の人ですか？

A. 知識・教養のレベルが高めの人だと思います。加えて、その人の収入も関係があります。

Q. 国の web ページで見たことがあるのですが、壁の断熱は既に一般的に普及していますが、太陽熱利用や中水利用などの技術は、価格に 20~30%程の幅がある様に思われましたし、また都市によっても価格に開きがありました。通常 10,000 元の住宅は(環境配慮技術を導入していると)13,000~16,000 元などで売られているように思いますし、変動率もとても大きいです。

A. 外からは見られない、ディベロッパーの内部に向けた帳簿があるのかと思います。

Q. 設備の技術のみに関して言えば、数年で償却することができますが、一般の市民からすれば、住宅の販売価格が上乗せされていると、この元を取るのには数年の問題ではないのではないかと思います。

A. 中国の住宅価格の変化が早すぎるのです。大有恬園は 03 年に買ったもので、価格もそれほど高くはありませんが、ここ数年で価格が急激に高騰しているのです。去年買った家と今年買った家で価格が違ってきます。従って、どういった技術を導入しているかはそれほど大きな問題ではありません。今の問題は「どの年に家を買ったか」ということです。Q. 日本の住宅の販売価格はどうですか？

A. (清家先生) 一般の住宅に関しては、それほど上がっていません。日本も結局、省エネや環境配慮



型住宅を作っても、必ずしも皆に広がるわけではなく、中国と同様にある程度収入に余裕のある人でないとそういうものに反応してくれない、という悩みがあります。

Q. (趙さん) 続いての質問ですが、環境配慮型設備の施工の際、メーカー側から設計・施工者へ何か技術指導などのコンタクトはあるのでしょうか？ 聞いたところ、断熱材施工会社というものがあるみたいですが、メーカーとはまた別のものなのでしょうか？

A. 現在、材料の買い付けから施工までを単体でやる会社はあります。ただし設計に関しては基本的に設計会社が行っています。また、材料を買い付けて施工する会社もあれば、自社で材料の生産も同時に行っている会社もあります。

Q. 太陽熱利用の様な比較的先進的な技術の場合には、メーカーが直接技術指導を行っているのではないですか？

A. そうです。太陽熱利用に関しては、たとえば私のところで利用している Haier の場合は、彼らが設計から生産・施工までを全て請け負っています。

Q. (清家先生) 高層の集合住宅の場合、外断熱にすると、断熱材の外側の仕上げをどうするかが結構難しいと思うのですが、それらの留め方などは、外装メーカーがまたいるのか、あるいは設計者がそこはやらなければならないのですか？

A. 設計に関しては比較的あいまいです。設計会社は一般的に断熱材の厚みをどうするか、要求性能を決めています。外装塗料やどのように施工するかは施工会社を中心にやっています。塗料にするか、あるいは具体的どの塗料にするかなどはディベロッパーが決められていると思います。

Q. ということは、外壁の最終的な仕上がりや施工に関しては断熱材会社ではなくて別の会社が専門で施工しているということですか？

A. 仕上げを単独で施工する会社もあれば、断熱材と一緒に施工する会社もあります。

Q. (金さん) 仕上げは何で仕上げられていますか？

A. 塗料、タイル等です。

Q. すでに入居している住居の中から、環境配慮型住宅などで今後の設計施工において改善の参考となるようなフィードバックとしてなにか得られましたか？

A. 断熱に関しては、みなさんから比較的评价されていると思います。なぜなら地域暖房を導入しているところでは、外断熱を実施しているか否かで冬の温度は確実に違って来るからです。

それ以外の太陽熱利用のシステムなどの運用に関しては、いくつか意見を頂いたりしています。太陽熱利用そのものは良いものですが、設計の過程では貯湯タンクが場所を取るために設置場所などが問題となるので、使用の段階で不要なので取り外したいという人もいます。しかし、太陽熱利用は全体で連結したシステムになっているので、一人が取り外すとすると他のシステムにも影響が出てしまいます。

また、使用はするが場所を移動したい(浴室からベランダへ等)という人もいますが、配管を延長することになるので、元々設計していたポンプでは足りなくなる可能性もあるので、建物全体の効果に影響が出る可能性もあります。

ここから得た経験としては、換気システムなどもそうですが、何かシステムを使いたいときは影響が少なく適切な設置場所について、設計の段階であらかじめ調査・留意しておく必要があるということです。設置場所や配管スペースの確保など。

Q. (清家先生)断熱以外のものは、集中型でやるのは使い方が多少違ったりして結構難しいところがあります。何をやればお得かというのは、たとえば「太陽の出ている日にお湯を使うと良い」というのは、みんな分かっているのでしょうか？ 太陽熱温水器の使い方のような部分に関して。

A. 「常識」はあると思います。なぜなら各世帯の電気代、つまりお金と関係があるからです。一方でシステムの保護・維持に関しては、徐々に分かってくる部分ではないかと思います。たとえば大連で最も気温が低くなる次期には、太陽熱温水器を毎日少しずつでも使用しなければなりません。仮に氷点下の日が続いていて、温水器を何日も使用していないと、凍り付いてしまうおそれがあります。従ってそのような常識は必ず持ってなければなりません。

(清家先生)日本ではいま色々な高度な設備を入れて使い方が結構難しくなっていて、常識的なところだけではうまくいかないなので、結構機械の方で学習機能や自動制御などをたくさん入れ始めていて、良い省エネ技術ではあるが難しいのでコンピュータに頼らざるを得ない状況になってきています。

Q. (趙さん)設備の維持管理は各世帯が自分でやるのですか？

A. 私有部分に関しては各自で責任を持って維持管理を行います。共有部分に関しては不動産会社が管理しています。

Q. 不動産会社が管理する範囲は共有部分だけですか？ たとえば各世帯の中にある貯湯タンクが故障した場合には？

A. 設備には保証期間があります。保証期間内ではメーカーが責任を負います。保証期間外のおいても、直接メーカーに連絡を取って補修してもらいますが、その場合は各世帯が費用を負担します。

Q. (金さん)貯湯タンクをベランダなどの屋外スペースに置くのは法律的に問題ないですか？

A. 屋外に設置することに関して現在は問題ないかと思います。集熱器をベランダの欄干に設置する場合は、貯湯タンクをベランダの中に置くことになるかと思います。他にも、タンクと集熱器が一体化したものを屋上に置く方式もあります。

Q. 中国は最近屋上に派手なものをデザインしたりしていますが、一方で省エネのためにベランダにタンクをおいてしまうと、デザイン的に外から見たときに余り良くないのではないかと思います。この辺りに関して、設計者としてはどう考えていますか？

A. タンクは壁により掛かっていて、ベランダでも一部隠れているので、そこまで目立たないかと思います。実際に見学に行けば分かるかと思います。

Q. (清家先生)現場の話を2点聞きたいのですが、大連の施工現場の職人の質がいいのかどうかと、外断熱をやろうと思うと今までの普通の作り方と少し違う新しい技術を覚えてもらわないと出来ないはずなので、そういった職人の技術は現場では大丈夫なのでしょう？

A. 外断熱は大連で既にかかなりの施工実績があり、専門業者も少なくありません。しかも大連には国による外断熱の技術規定があり、既にたくさんの要求が行われています。現場施工の過程の中では、働く人の質にもよりますが、規定通りにやっているか否か、監督による監査が厳格に行われていることも重要です。

Q. (清家先生)大連で働いている職人さん達はだいたいどの辺りから来ていますか？

A. 様々なところから来ています。基本的には出稼ぎの人が多く、地元大連の人は比較的少ないです。大連の人は施工管理などを担当していることが多いです。

Q. 出稼ぎの人たちの為の住宅は大連にあるのですか？現場に住みながら工事しているのでしょうか？

A. 現場で共同生活している人がほとんどです。

<以下、中国側からの質問>

Q. (李さん) 日本の住宅において、比較的普及している新エネルギー利用について(太陽熱利用、地熱利用ヒートポンプ、冬期の暖房事情、一般住宅におけるPV等)。

A. (清家先生) 日本は今、断熱を省エネ法というもので決めているが、義務化ではない。いま推奨基準に留まっている断熱を、ここ10年以内に全ての建築(住宅もオフィスも)に対してある程度義務化しようという方向に向かっているところです。

それから、日本では冷暖房に関しては、エアコンの効率がものすごく上がっていて、かつ中国と比べて電気代がものすごく安いので、北海道と沖縄を除くと、構成のエアコンを買うことが一番空調的には効率がいいということになります。

沖縄は冷房しかありませんが、北海道や東北の北方の地域では暖房負荷が一年中大きいので、大連と同じようにきっちりと断熱をしてしっかり暖房をしているという状況です。地域で暖房することはないが、北海道などになるとエアコンだけでは無理なので、住棟全体を石油やガスのボイラーなどで暖房している例などがあります。

日本は、他の国に比べてお湯につかるので給湯のエネルギーをものすごく使いますが、この給湯のために効率の良いガスの給湯が出ています(潜熱回収型)。それからヒートポンプを使った電気の給湯器があつて、だいたい1日に普通の家族だと200リットル以上お湯を使うので、それを電気・ガス共に非常に効率の良い給湯器でお湯を作ろうというのが今の日本の省エネ住宅の動きです。

あと、ここ数年は太陽電池を自宅の上に乗せるのに関しては補助金も出ているので、新築の戸建て住宅のおそらく2割ぐらいは太陽光発電を乗せているというぐらい流行っています。

太陽熱利用を中国のようにもっとやったほうが日本ではお得なんです。安いですし。太陽熱集熱器の方が安くて、太陽光発電の方が高い。ところが太陽光発電を作っているメーカーが日本のメーカーなので補助金がたくさん出て、価格が高いが太陽光発電の方がたくさん売れています。

地熱の利用は研究レベルではたくさんあるが、実用化しているものは(特に住宅向けには)ないです。

以上

■上海市建築科学研究院(有)意見交換会

日時:2010/10/03

場所:上海市建築科学研究院 会議室

参加者:(中国)安宇氏、張蓓紅氏、方舟氏、学生数名

(日本)清家剛准教授、金研究員、蔡(D1)、趙(M2)、吉森(M1)



上海市建築科学研究院



意見交換会の様子

<約 110 分>

清家先生：

日本の環境建築の最新の情報を申しますと——今一番話題になっていることとして、「省エネ措置の義務化」をここ 10 年以内に全ての建築物に行わなければならなくなりました。今までは「断熱」あるいは「省エネ」というのは義務ではなくて推奨でしたが、10 年後には全ての建築を義務化することになりました。理由は、今年の 4 月 16 日に国土交通大臣が義務化することを宣言したからです。日本においては義務化されるとなると小さな戸建てまでを義務化しなければならないので大変な作業になります。政府と研究者は、それをどうやってうまくやるかを今考えている最中です。

しかし私たちの研究室の興味は、日本だけではなくアジア全体が環境に優しい建築になることです。ですから今の中国の実態と今後の方向性を教えていただけるとありがたいです。このようなスタンスで色々と質問してもよろしいでしょうか。

安宇氏：

ではまず、上海の生態緑色建築に関する概況をご紹介します。中国全体では 2001 年より、正式に省エネ建築の応用が始まります。当時政府は中国環境配慮型住宅地区の評価ガイドラインを作成しました。これは 2005 年に一度改訂されています。すでに全国範囲で数十件に及ぶプロジェクトでガイドラインの試用と応用が行われてきました。上海地区では、03 年より環境配慮型住宅に対する独自の評価システムを持っていました。当時、上海の地方自治体にある住宅管理部門が生態住宅地区の評価システムを提出しました。このシステムは約 3 年間の間、15～16 件の事例で評価が行われました。

皆さんが今いらっしゃる建物は 04 年 9 月に竣工したものです。この建築は上海地区では最初の環境配慮型建築のオフィスビルであり、中国全体で見ても、一種の手本となる建築となっています。

06 年、政府は国家レベルでの緑色建築評価標準を発表します。これは住宅と公共建築物の 2 種類に分かれています。我々上海の研究院は公共建築を担当していました。この新標準が発表されて以降は、生態住宅地区の評価などを含む以前の評価はすべて新しい評価標準によって評価され、この新標準によって認可されたものだけを「緑色建築」と呼び、(以前の評価も引き続き使用されるかもしれませんが)基本的には我々が策定した新標準によって認可されたものが最も正統の「環境配慮型建築」であると言えます。

06 年から現在までの 4 年間に、認定を受けた事例は全国で 40 件余りあり、最も評価の高い★★★から、★まで、3 段階に分かれています。皆さまが万博でご覧になった万博センター、文化センター、等々は全て★★★の事例になります。

この他にもう一つ、緑色建築と並行して我々が進めているものとして AAA という住宅の性能に特化した性能認定があり、こちらは省エネだけではなく、安全性、使用性、経済性、など住宅のあ

らゆる性能について評価をしています。この制度を作るにあたっては、当時の日本の関連制度を参考にしています。今のところ、上海の住宅に関しては、例年 10 から 20 余りの認定が行われています。

中国の現在の緑色建築に関する評価方法は、CASBEE あるいは LEED のいずれとも異なる部分があります。CASBEE は点数付けで評価を行っていますが、中国では「優先」「一般」「抑制」などのような優先度を設定しています。また、現在は上海の地方の緑色建築の評価基準を編成しているところです。浙江省、江蘇省、福建省などを含め、周辺の各地域では既に各地方の評価基準を持っています。上海もここ数年の発展を通じて、より上海の地域に即した独自の評価基準を編成すべきであると考えました。

清家先生：

それは、さきほどの全国版の緑色建築評価システムの変更版なのか、あるいはそれと別に追加するのか、それとも全く別物なのでしょうか。

安宇氏：

これは大変良い質問です。実は昨日もこの問題について検討していたところです。つまり、★★★の評価は国によって評価が行われ、★及び★★の評価は地方側で行っているからです。従って我々が焦点を当てているのは上海地区内の★及び★★の評価ということになります。

またもう一つの情報として、現在建設中で中国一の高さを持つ上海センタービルは、超高層建築において省エネをいかに達成するかというテスト事例として現在検討されております。

そこで二つ伺いたいのですが、一つは日本の CASBEE は、依頼から実際に評価を行うまでどういった流れで行われているのか。二つ目は、日本では超高層建築の省エネに関する何か考え方はないか、です。

清家先生：

日本の CASBEE の使われ方で今よく使われる物としては、二つほど方向があると思います。

一つは普通に、環境によい建築を作った場合、設計者が施主に説明する側に CASBEE で評価して、★の数でもって良い建築であることをアピールするということです。

もう一つの大きな流れは、地方自治体、横浜市や愛知県というレベルで CASBEE を推奨したり義務化したりしていて、特に義務化の場合は有る規模以上の建築は全て CASBEE を提出しなければならない、などのようになっています。義務化しているのは名古屋や大阪などいくつかありますが「点が悪くてもいいから提出しなさい」という風になっています。そうすると、たとえば「名古屋の中で自分たちの設計したものが去年は何番目だったか」が分かるんです。義務化して提出されたものを名古屋が名前を伏せた上でオープンにするので、自分の点数は分かっているので、自分の点数が名古屋で出されたものの中で上の方なのか下の方なのか真ん中なのかが分か

ります。

自治体が義務化として使う場合には、あくまで評価システムなので、「何点以上」ということはないです。

最後の使い方は、国や地方自治体の補助金で、環境に優しい建築に補助をあげるといときには、CASBEE の★4つ以上とか、あるいは CASBEE の結果を提出しなさいなど、いろいろ CASBEE の中身を見て良いものであれば補助金が出るという風に一部の補助金では使われています。

CASBEE というのは環境に良い建築も悪い建築も全部評価できるのですが、実際に使われるときは、補助金とか、良い建築が出来たから施主にほめてほしいからなど、良い建築の方が使われる場面が多くなっています。しかし本来は（名古屋が義務化していたように）、悪い建築も良い建築も全て点数が付くように使うのが、CASBEE の元々の広いスタンスです。

今我々はアメリカの LEED と比べられています、LEED は良いものしか評価しないです。良いものを競争に使うんですけど、日本はどうしても CASBEE を全部広く評価するようになっているので、良いものの評価が弱いとよく言われるのですが、それはそういう「作り方」「ねらい」がワイドレンジなのでしょうがないと思っています。

逆に緑色建築評価システムというものは、環境に優しい建築を評価するのか、あるいは全ての建築を評価するものなのか、どちらなのでしょう？

安宇氏：

現在、緑色建築の評価については、品質の良い住宅を評価するのがいまの現状ですが、今後は低所得者向けの住宅も範囲に含めていこうという動きがあります。

24:00

清家先生：

CASBEE の良い点があるとすると、新しい建築物は今の新しい評価システムで色々評価できるのですが、古い建築は（昔は断熱をやっていないので）出来が悪い、それも CASBEE はだめならだめで悪い点が付くんです。それによって「改修する」というインセンティブを与えるために既存版（Existing Building）の方の評価も出来るというのが CASBEE の「善を評価する」ということの重要な点になっています。

安宇氏：

質問があるのですが、現在 CASBEE の評価の全体の流れはどうなっているのでしょうか？つまり、誰に申請して、誰が許可して、誰が認定するのか。

清家先生：

CASBEE は、産官学、産は設計事務所やゼネコン、官は国土交通省、学は我々学者があつて、そこで JSBC（Japan Sustainable Building Consortia）が認めて、評価システムを作って、公開



して、という形を取っています。

この間まで村上修三先生がトップだったのですが、この6月に吉野先生に理事長が代わりまして、今 JSBC のトップは吉野先生です。

やっぱり大事なことは、学者だけで作ると難しいシステム、ややこしいシステムになって、民間だけで作るといい加減なものになってしまうので、国土交通省が学者と民間とのバランスを取って作っているというところなんです。実は日建設計や竹中工務店のような大きな会社ではみんな自分の評価システムを持っているのですが、自分の評価システムだと施主が信用してくれないから、やはり学者と国土交通省も入っている CASBEE の方を使うということが多くなっています。

我々も自治体版というのがあって、愛知県や横浜市などのところが CASBEE の中身を少しだけ変えた「CASBEE 横浜」、「CASBEE 柏」のようなものがあります。ただ、我々 CASBEE を作った側から見ると、もっと地方らしい地域の特性を出しても良いと思うんですけど、まだ、CASBEE 少しだけ変えたものしか出てきていないのが実態です。

そういう意味では、緑色建築評価システムの、「最高レベルは全国どこでも同じだが、次のレベルは色々な地方の評価が入っていて良い」という評価はすごく良いと思います。

安宇氏：

質問があるのですが、いま日本での CO2 の排出量削減に関する研究の動向を教えてください。といいますのも中国では今年、温家宝首相が全国規模で二酸化炭素の排出量の削減を宣言し、現在その下で様々な動きが見られていますが、今のところ具体的にどういった対策をするかはみんな模索中であるように思われるからです。

清家先生：

さっき義務化が大変だと言ったのと同じように、最新のトップクラスの建築は省エネをすごく意識しているのですが、全国的に見るとまだまだばらつきがあります。

特に住宅における単純な傾向として、東京より北の、日本の中でも寒い地方では一生懸命断熱をして暖房エネルギーを減らすことで、本人も快適だしお金も得になるので、北の方では省エネ化が進んでいます。一方で、京都・大阪より南になりますと、それこそ上海と同じで冬は寒いときもありますがだいたい暖かくて、あんまりまじめに省エネルギーのことを考えていません。そういう傾向があります。

張蓓紅さん

名刺には社会文化環境学と書いてあるのですが、これはどういった内容の研究が含まれているか教えていただけますか？

清家先生：

全部は話せないので端折ると、僕は建築を作る Building Construction の研究をしていたんで

すけど、環境学、社会文化環境学というところに移ったので、「解体」とか「リサイクル」、あるいは「建築を作るときのCO2排出量」を主に研究しています。

張蓓紅さん：

先ほどおっしゃっていた、日本がこの先10年で全ての建築に省エネ措置を義務化していくというものには、CASBEEを行政の立場から義務化していくことも含まれているのでしょうか。また、日本ではいつ頃からCASBEEを推進していて、主に新築に用いられているかと思いますが——あるいは既存建築の改修も含まれているのか——だいたいどの位の比率でこの評価システムが使用されているのでしょうか。

清家先生：

CASBEEには2種類あって、建築用と住宅の戸建て用があって、建築用というのは去年までは2000㎡以上の建築物、それは用途色々、学校だろうが、病院だろうがオフィスだろうが。去年省エネ法が変わったので、今年の7月から300㎡以上が評価対象になりました。住宅の方は戸建て住宅しか作られていません。集合住宅は住棟全体の評価はできるんですけど、一戸一戸の住戸内の細かい評価が出来るようにはなっていません。

先ほど見せていただいた上海の建築について少し伺いたいのですが、あれは上海の中ではモデルプロジェクトだと思うんですが、なにか補助金とかそういうものは出ているのでしょうか？

安宇氏：

三湘四季花城のことでしょうか。三湘四季花城は二つのプロジェクトに入っていて、国家健康住居モデルプロジェクトには補助金という制度はありませんが、再生可能エネルギーモデルプロジェクトでは、設備投資額の全体の50%が補助されます。また、国の補助金が支給されるには、必ず建築が竣工されてから、我々のような専門の検査機関による第三者の認定を受ける必要があります。

清家先生：

それが、厚さ50mmぐらいの断熱材が入って、断熱サッシで複層ガラスという仕様で非常に良く断熱がしっかりされていましたが、他の一般の集合住宅は、特に断熱に関して、あのレベルなののでしょうか？あるいはあのレベルより低いのでしょうか？

方舟さん：

彼らが作っているのはある種性能的に高レベルの住宅要求だといえますが、現行の国の省エネ設計基準でも外壁、屋根の全てにおいて断熱が求められていて、かつ窓には真空ガラスを使用するよう定めています。ただし今回の例では断熱層を厚めにしたり、窓ガラスに関しては中空層の多めのものを用いて断熱アルミサッシを用いたりと技術面で向上されている可能性はありますが、

いずれにしろ国はこの辺りに関しては既に義務化しています。

清家先生：

もうひとつ午前中の例だと、太陽光集熱パネルがバルコニーに付いていましたが、北京や大連ではどの集合住宅でも見るのですが、上海ではあまりみられません。あれでは非常に積極的に付けていましたけれども、他のプロジェクトでも太陽熱は積極的に利用しようとしているのでしょうか？

張蓓紅さん

上海でも政府による太陽熱利用温水器の推進は比較的大きいと思います。実施事例は非常に多いです。加えて今年から上海では「6階建以下の全ての住宅への太陽熱温水器の設置」が義務化されています。

清家先生：

その「6階以下」というのは、高くなると屋根に対して下の住戸が多すぎて足りなくなるからだと思うのですが、6階以下を義務化したということは、もっと積極的に太陽熱利用をこれから取り付けて行こうという方針なののでしょうか？

方舟さん：

その通りです。

清家先生：

高層ビルに太陽熱温水器を付ける一つの解答が今日のバルコニー設置だったと思います。しかし一方で、バルコニー設置は結構難しいといえば難しいと思うのですが、他になにかアイデアはありますか？

安宇氏：

バルコニー以外のアイデアは今のところ難しいです。本来は効率の面で見ても屋上設置が望ましいといえます。バルコニー設置の場合は設置に少し角度を付けることで効率を上げています。

清家先生：

今日の集熱パネルは反射を利用していたり熱媒をまわしたりするような先進的なものでしたが、上海ではこの位のレベルのものが普及しているのでしょうか、あるいはもっと単純なものが普及しているのでしょうか？

安宇氏：

このバルコニー一体型の技術は山東省のメーカーが特権を持った製品です。上海での太陽熱利用への取り組みはまだそれほど長くないので、普及している製品は基本的に新しいものだと思います。上海においては最近まで省エネに対する考慮は行われてなく、10年前からようやく外断熱などに取り組み始めました。太陽熱温水器に関しても2005年から始まったものなので、今まさに発展している途中の技術だといえます。

私が把握している範囲では、山東省と江蘇省が太陽熱温水器の生産拠点としては有名です。

清家先生：

2005年以降に太陽熱温水器が普及し始めたということですが、やはり新しい基準が出来る前に作ったもの、既存建築をどうするかというのが悩みで、それらの改修、つまり太陽熱を後から設置したり、断熱改修することなどについては何か動向はありますか？

張蓓紅さん

特に既存住宅の省エネ改修に関していえば、主要なのは陸屋根から傾斜屋根への改修、あとは窓や扉などの開口部を断熱性能の高いものに交換するなどです。太陽熱給湯器の設置の様に建築内部へ向かって工事を行う事例は比較的少ないように思われます。太陽熱給湯器を設置する場合には内部の配管なども工事をする必要があるということと、上海は古い集合住宅が多く、加えて都市部の密集地域も多いので改修という面では条件はそれほど良くないように思います。

清家先生：

陸屋根を傾斜屋根にするというのは、景観だけですか、それとも屋根の遮熱も含めてですか？

張蓓紅さん

どちらの意味もあると思います。第一に、断熱性能という観点からいえば確実に良くなると思います。陸屋根の場合、最上階が暑くなってしまいます。80年代の古い建築ですと、屋根の断熱があまり良くないので最上階は大変に暑くなります。傾斜を作ればそれ自体で空気層を作ることができ、傾斜屋根を現在の要求に沿って作ることで熱性能の観点から改善されると思われま。もうひとつは、景観改善の要求に合っているということが挙げられます。特に今は上海万博があるので、屋根面全体がひとつのランドスケープのようになっています。

清家先生：

屋根や外壁や窓を改修するのは、どういう風にやっているのでしょうか？ 誰かの補助金が出るのか、それとも命令なのでしょう。日本では既存建築の改修が進まなくて困っているのですが、中国上海ではどういうやり方なのでしょう？

張蓓紅さん

住宅の改修は政府がお金を出しているはずですが。政府側で毎年、各地区ごとに何㎡改修するかの計画を立てていて、付いている予算を計算した上でその通りに改修を行っています。

清家先生：

そういった政府の出資は、公共的な住宅や公共建築以外の、一般の住宅も含んでいるんですか？

張蓓紅さん

新しい住宅、特に 2000 年以降の住宅に関してはそれほど改修が行われていないはずですが。我々の住居建築の省エネ基準そのものは 2001 年に既に始まっているので。既に個人所有されている古い住宅に関しても、政府が出資をして改修を行っています。住宅の財産権と政府の改修との間に特に関係性はあまりないので、住民側には実質的な不利益はなく、利益しかないといえます。

清家先生：

そういう改修するときの断熱材や断熱する技術と、新築するときの技術と、違うことはありますか？ 窓はおそらく一緒だと思いますが、壁の断熱を後から変えるというのは、新築と同じ技術でやるのは難しいと思うのですが。

方舟さん：

断熱には全て外断熱を使用しているので、基本的には改修と新築との間で違いはそれほど大きくありません。上海の主要な既存建築は外壁の仕上げが塗料なので、平らに削った後に、粘着層、断熱層（EPS あるいは XPS）、表面処理と塗装仕上げを行うのが一般的な流れになっています。あるいは、外から発泡ポリウレタンの断熱材を吹き付ける場合もあります。こちらは同じ程度のコストで施工が容易になっています。

清家先生：

それは厚みがあるものですか？

方舟さん：

断熱性能の高い素材を吹き付けるので、それほど厚いものにはなりません。多少の凹凸が発生する可能性があります、経験のある職人の方がなるべく平らになるように吹き付けています。

張蓓紅さん：

日本において既存建築への断熱改修はどのように行っているのですか？

清家先生：

外断熱はほとんどしないので、やるとしたら内側に発泡ポリウレタンを現場で 5～10cm 吹き付け

るのが普通です。ビルや集合住宅でそうかと思います。

方舟さん：

中国では、施工期間中に住民の生活に影響を与えるという点と、ポリウレタンから刺激性のある物質や臭いが発生するという点が問題となるため、内断熱はほとんど行われていません。日本ではなぜ外断熱ではなくて内断熱を行っているのでしょうか？

清家先生：

日本における断熱が内断熱を基本としているからです。場合によってはEPSをはったりグラスウールを張ったりしますが、いずれにしても内断熱が基本です。北海道の中低層の建物では外断熱をしたりしますが、それ以外ではほとんど外断熱はやりません。一番難しいのは（外断熱の方が断熱には良いと分かっているんですが）、外断熱の耐久性が心配だからです。断熱材の外側にどのような保護をするか、仕上げが台風にも地震にも火災にも耐えるというのが非常に難しいと考えています。

もちろん、性能の話や改修するときの断熱は外断熱の方が簡単で優れているということは分かっているのですが、どうしても日本は最後の「耐久性」という事が心配で、多くのプロジェクトでは内断熱でやっています。

学生：

日本において、省エネ改修を行う前後での効果の比較検証はどのように行っているのでしょうか？ 電力使用量を見るのか、あるいはシミュレーションによって計算するのか、計算を行う場合には、なにか統一的なシステム、あるいは標準があるのでしょうか？

清家先生：

その標準がなくて我々も困っているんですが——断熱改修した前と後で、断熱性能がこれだけあがったと「思う」というしかないです。きちんと設計することはあまりないです。「断熱性能が少し上がりました」とか「窓を変えたので断熱性能が上がっています」というので、設計し直すことはあまりされていないのが実際です。

大きなビルの場合はある程度設計するのですが、それもあくまで「予想」で、本当は計測しなければ行けないのですが、「こう改修したのでこういう性能になったはずです」ということで、「前より何%省エネになります」ということだけを、簡単な熱負荷計算で出しています。普通の規模の小さい事例だとそういうことは行われません。

方舟さん：

先ほど、CASBEE を用いて改修前後の評価を行うという話がありましたが、それは主に政府に補助金を申請するなどに行った状況に限って、行われているのでしょうか？

清家先生：

必ずしもそこまで正確なものではないので、そのために使うのではなく、「改修したらこのぐらいいよくなるはずです」ということでCASBEEを使うことが多いです。定性的(Quality)な評価はCASBEEで簡単にできるんですが、定量的(Quantity)な評価はCASBEEの中でうまくいっているとはまだ言えないです。

エネルギー使用量で前に使っていた量と改修した後の量とで比べようと思っても、改修すると使い方も代わるので、必ずしもそれで正しく評価できないんです。

学生：

先ほど、改修後は予測で評価しているという話でしたが、改修前の評価にも、相当する予測モデルがあるのでしょうか、それとも実測を行うのでしょうか。

清家先生：

それは我々の悩みで、最近のものであれば図面で判断できますが、古いもの場合は壁を剥がすなどの「診断」をしなければなりません。この診断という行為は、正確にやろうとすると非常にお金がかかる行為です。でも、そこにお金をかけるぐらいだったら改修した方がよいということになります。診断はいい加減でも良くて、だめだったら改修しましょう、という方が正しいので、診断をまじめにするインセンティブはないのです。

学生：

CASBEEは、建物だけを評価しているのでしょうか、それとも、周辺の環境も含めて評価しているのでしょうか？

清家先生：

CASBEEは「敷地内」の仮想閉空間（自分の敷地の建物の少し上と建物の地下室が入る位までの空間）を評価します。だから「敷地内の緑化」が点数に入ることがポイントになっています。インフラ、道路までは手を出せないんですが、「緑化をなさい」ということまで地方自治体が言えるようなツールになっています。

学生：

戸建住宅はそうなのですが、集合住宅の場合は団地の敷地全体を評価するのでしょうか、あるいは個別の住宅だけ評価できるのでしょうか？

清家先生：

基本的には1棟の住宅で、敷地を自分で、隣との境界線を決めて評価を行います。これは評価者

が決めるしかありません。とにかく「建物の評価だけ敷地内も入っている」というのが CASBEE の大事なところで、そこで緑化をするんですけど、広いエリアの中でいくつもあるときは、そこを分割してやるしかありません。

学生：

もしエリアの幅が広い場合は、たとえばその区域の中に建物だけではなくて、水辺や地下の駐車場などは、評価の対象に入りますか。

清家先生：

それは CASBEE 街区・街づくりというものがありまして、それは広いエリアで評価できます。それで街区の評価と建物それぞれの評価を足し算していくというやり方をします。これは2年ぐらい前に出来ました。

それから、今やろうとしているのは「CASBEE 都市」というのを考えています。これが出来ればもっと広いですが、とりあえず上海が今やっているような開発に関して言うと、「CASBEE 街区」というもので街区を評価して、住棟を「CASBEE 新築」というので評価するということになります。

学生：

もう一つ質問です。日本で LCA に関する事について伺いたいのですが、以前に内の研究室でもやっていたのですが、建物を使う期間から最後まで、データがたくさん必要になりますが、どこからどうやって整理を行うのでしょうか？

清家先生：

色々なやり方があります。まじめにやろうと思うと全部のデータを取らないと行けないので大変なことになります。日本で一番標準なツールには、学会の LCA ツールというのがあります。それに対して CASBEE はさらに簡単にするために、木造と RC 造と S 造のデータをあらかじめ作っておいて、「だいたい合っているけどこんな風になる」という計算が簡単に出来るようにしていますが、これはすごくアバウトです。自分でデータを積み上げて放り込んでいくと学会のツールで計算できる、というのが日本で一番標準なものです。

色々やり方がありますが、学会のツールがやっているのは、普通に使う部品のデータが全て作ってあるんです。どうやって作るかと言いますと（これは日本しかできないんですが）、「産業連関表」というものがあって、日本のあらゆる取引が統計的に出ているんです。日本で使った総エネルギーは分かっているんですね。石油・石炭をいくら使ったかなど、全部分かっているんです。この総エネルギーを日本の経済活動の中に当てはめるんです。そうすると、建設部門のこの部門のこれにかかっているこのエネルギーはいくらかということが分かるので、それをデータにしています。統計データから細かく切っていくという作り方をしています。これが今日本の標準で、そんな統計を作っている国は、先進国にもどこにもありません。日本しかやっていない統計なの



で、日本にしかできない方法です。

ヨーロッパでは、各国にアンケートをして「私の国では窓ガラス1枚にはいくらエネルギー・CO2がかかります」というデータを、学会レベルか国レベルで作っています。

今後、中国ではLCAをどうするつもりですか？

学生：

いま会社でこのようなシステムを作りたいのですが、データ量がすごく大きいので、収集や統計が大変です。これはうちの会社だけの仕事ではなくて、中国全体でそのようなデータの交換が必要だとは思っているのですが

清家先生：

日本では、産業連関表から作るという方法もあるのですが、経済産業省が全業界に呼びかけて、「鉄は、ガラスはどれぐらいエネルギー使っているか出さない」「東京で使うとこれぐらい、九州で使うとこれぐらいかもしれないけど日本平均はこれぐらいです」というデータをそれぞれつくりなさいという風にみなさんをお願いして、嫌々出してもらって、それをまたオープンにするということをやっています。

ただ難しいのは、A社のデータとB社のデータが分かると、どちらが優れているか分かってしまうので、それを分からないようにデータを作ってもらわないといけないことです。従ってLCAデータを作ってオープンにするということは、競争的なグループの中では必ずしもうまくいかないことが多いです。

趙さん：

修士論文に関する質問ですが、中国における環境配慮型住宅は、たとえば今日見たような事例では、完成するまでどういった流れになっているのでしょうか？たとえば、ディベロッパー側主導で環境配慮に対する明確な意識があった上で進められているのか、あるいは設計会社側からの提案で進められるのか、いま中国では具体的にどういった状況なのでしょう。

安宇氏：

簡単に言いますと、以下のようないくつかのタイプがあります。1つは先ほど言っていたように、ディベロッパーが自発的に行っている場合です。たとえば三湘四季花城は、ある種の考え方を必ず持っています。一般の住宅と比べたら高品質のもので、再生可能エネルギーや環境配慮技術に関して真剣に取り組んでいるはず。

今日見た事例は「三湘」によるものでしたが、上海を含めて全国で最も環境配慮型技術面で進んでいるのは「万科」の方です。万科は今後新たに進める全てのプロジェクトで、緑色建築の条件を満足するという内容を、建設部に宣言しています。また現在のところ2つある★★★級の住宅の事例として深圳城、また深圳に万科センター（万科中心）があります。公共建築で大変きれ

いな建物です。これらが1つ目の、ディベロッパーが自発的に行うタイプです。

2つ目のタイプは（あまり望ましくはないかもしれませんが）、政府の認可、認定ラベルをもらうことで販売の促進を行うことが目的の場合です。こういうタイプは市場の中でも大きな割合を占めているのではないのでしょうか。なぜなら、同業同士でも競争しなければなりませんし、一般の人に認められるためには政府の認可を受けた環境配慮型建築を持っていることが企業にとって品質をアピールする上で重要になってくるからです。

3つ目のタイプは、ディベロッパー側が迷っている場合です。ディベロッパーの気力が十分ではなく、あるいは十分な能力がないかもしれないと考えている場合、純粋に★による評価を手に入れることだけが目的になっています。

趙さん：

緑色建築評価システムに関する国の補助金などはありますか？

安宇氏：

今のところは、国からの補助金などはありません。精神的な側面での作用しかありません。

趙さん：

もうひとつ、国家健康住居プロジェクトはどのような申請の流れになっているのでしょうか。

安宇氏：

国家健康住居プロジェクトは——私の記憶では比較的早くに遂行されたように思います。建設部は2003年には既に取り組んでいました。健康住居プロジェクトも、認定マークをラベリングする制度になっています。この場合は、建設部から専門家が現場へ行き、評価を行う流れになっています。

現在、上海の全地区で比較的事例が多いのはAAA級住宅評価システムではないかと思います。緑色建築評価システムを含めたこの二つの評価システムは——（？）

趙さん：

今中国では様々な評価システムやプロジェクトがありますが、それぞれの間でどのような位置付けなのでしょう。

安宇氏：

現在、緑色建築評価システムが登場して以降、建築物では主に緑色評価システムが用いられています。住宅に関しては、AAA級住宅評価システムも現在用いられています。緑色評価システムは環境配慮などを評価しているのに対し、AAA住宅では環境配慮に加えて、安全面や消防に関してなど、従来からあるような項目についても評価しています。

趙さん：

緑色評価、AAA住宅のどちらのシステムの中にも環境配慮への評価が含まれているのであれば、その部分に関して、二つのシステムの間ではどのような違いがあるのでしょうか（評価の厳しさなど）

安宇氏：

技術的内容に関して言えば基本的に二種類の標準は大枠では同じですが、具体的な詳細の内容では重点が異なっているはずで。技術的な難度に関しては、AAA住宅の方では環境配慮は必須の要求ではないのですが、緑色評価システムでは環境配慮の性能は必ず満足していなければならないという点が異なっています。

趙さん：

もうひとつ、たとえば三湘のように実験的なプロジェクトでもあるいは認定されたプロジェクトでも、あるレベルの性能標準を達成する為に、国は単なる技術的な評価をするだけでなく、政府の側からセットになった技術を薦めたり、特定の有名なメーカーの製品の仕様を推奨したりした上で、それらを用いている場合に評価がもらえるなどの仕組みはありますか？

安宇氏：

たとえば先ほど言った再生可能エネルギーのプロジェクトのような場合では、住民が入居してシステムの運用を行った後、太陽熱利用システムなどの検査を行い、設計段階の目標を満足していることを確認した後に評価されます。具体的なメーカーの製品などをあらかじめ推奨したりするようなことはありません。

趙さん：

あと、環境配慮型技術を実際に運用していく過程の中で、想定外の事態や故障などが発生したりしたことはありませんか？

安宇氏：

我々がいるこの建物も省エネや日射遮蔽、通風など新技术をたくさん導入していますが、こういった先進技術は運用段階で常に様々な問題が発生したりします。従って通常の運用管理ではより高い要求がされています。たとえばこの建物に導入した太陽熱空調システムは、大学の中で研究開発されたものを実験的に導入しているのですが、3～4年運用してみた結果、このシステムでは効果が安定しないことがわかりました。（？）先進技術と従来のものを組み合わせるときはしばしば問題が発生します。

趙さん：

もうひとつ、太陽熱温水器がバルコニーに取り付けてあるような場合、補修管理などは誰がやっているのでしょうか？

安宇氏：

このような補修は間違いなく不動産会社が行っているはずです。

趙さん：

上海地区では、省エネに関して積極的な開発企業に関して独自に資金の支援などを行っていたりはしないでしょうか？ 財政などに関して。

安宇氏：

上海政府は省エネモデルプロジェクト（節能師範工程）で優秀な事例、たとえば公共建築で60%以上の省エネを達成しているなどの場合、平米あたり50元、最高500万元の補助金を支給するなど、建築の省エネ性能がより高いものを奨励しています。

趙さん：

早い事例の場合はすでに入居が始まってから7～8年経っている事例もあると思いますが、住民の世帯ごとの満足度や、事後の検証などは行ってないのでしょうか？

安宇氏：

満足度の調査は、我々はやっていませんが万科はやっていると思います。企業では行っているのではないのでしょうか。

趙さん：

もうひとつ、こういった省エネ建築を建設する際には一般の建築に比べてイニシャルコストが高くなるので、購入する側の負担が大きくなる可能性があります。現在ディベロッパー側で積極的に省エネを進めていく場合に彼らにとってのメリットは何があるのでしょうか。あるいは何かデメリットはあるのでしょうか。日本の場合はコスト面での課題があるように感じますが。

安宇氏：

現在上海の住宅価格が年々上昇しているので、そちらのインパクトの方が大きいと思います。この価格の上昇の中にイニシャルコストの増加分も環境面の付加価値として含まれていると考えられることも出来ます。

金さん：

午前見て来た二つの事例と当研究所とは、どのような関わりがあるのでしょうか。単にコンサルティングを行っているのか、指導・監督など、どのような役割なのでしょうか？

安宇氏：

三湘四季花城は主に太陽熱温水器のシステムのアドバイスと検査を行っています。

方舟さん：

碧林湾（3期）は緑色評価システムの★★級ですが、この緑色評価を我々がしています。その前に1期・2期とも協力していて、全部で3つのタイプの住宅があるのですが、ひとつは今日に行っていないのですが断熱を行っていない例（南園）、それから50%の省エネ住宅（1期）、60%の省エネ住宅（2期）になっているので、この3つのタイプに分類した後4つの世帯を選び、1年間の室内環境及びエネルギー使用量を監視測定し、分析を行いました。

以上

【見学】 断熱施工現場 1

所在：大連市金州区

建築面積：約 13 万㎡

訪問日：2010 年 11 月 4 日

3 階建 21 棟、6 階建 6 棟、9～11 階建 9 棟  
計 749 戸



断熱

EPS 外断熱

密度 20kg/m<sup>3</sup>

厚み 80mm 65%の省エネ 全3期 見学したのは1期です



主な断熱材は EPS（ビーズ法ポリスチレンフォーム）、窓サッシとの接点は、厚みを抑えて接合性を高めるため XPS(押出ポリスチレンフォーム)が用いられている。XPSの方が高価である。



EPSは、断熱と同時に外壁の造形を兼ねた装飾性の高い部材も工場生産されたものが用いられている。



施工例





#### ■ヒアリングより

- 窓工事と断熱工事の順序に一定の決まりはない。ただし、窓を先に施工すると断熱工事によりキズを付けるおそれがあり、逆に断熱を先に行うと施工精度の問題から窓サッシがうまく入らないために断熱工事をやり直す必要が出てくる場合がある。
- 外断熱は中国国内でもここ 10 年ほどで普及した技術である。
- 寿命は最低限でも 25 年以上と定められているが、これは欧州における 35 年という基準を取り入れた上で、国内での施工水準を加味して計算されている。
- 現時点で建築と同寿命の事例がないため、将来的な改修などの施工実績はいまだにない。
- 自社で推計した寿命は 50 年。ただしこれは断熱材そのものの物理的な寿命を指しており、性能を含めた断熱システム全体の寿命ではない。

**【見学】 断熱施工現場 2**

前関村経済适用房（大模内側置保温）

断熱施工現場の見学

所在：大連市甘井子区大連湾街道前関村

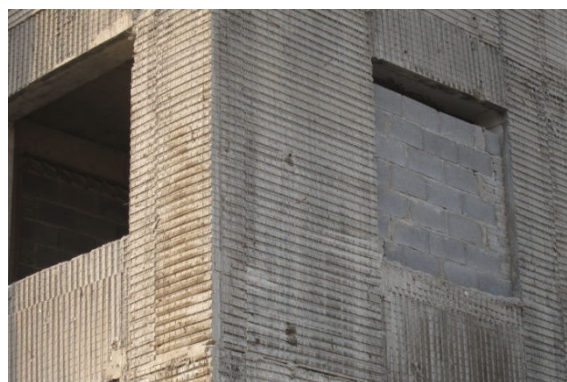
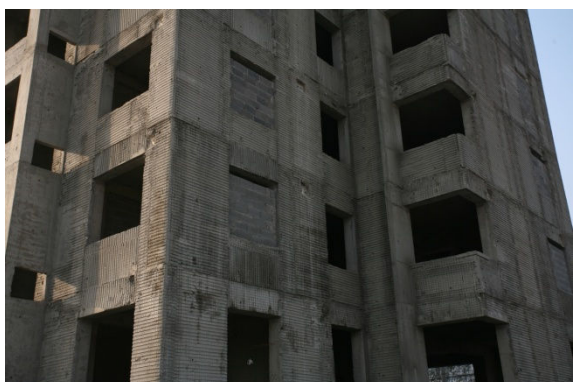
訪問日：2010年11月5日



使用している EPS 外断熱ユニット



断面



外断熱工事が完了した外壁面



## 【見学】 外断熱ユニットの製造工場

所在：大連市金州区

訪問日：2010年11月4日

外断熱ユニットの製造から施工（下請）までを一貫して請け負っている業者である  
EPS、XPSのユニットをそれぞれ製造している。



### ■ EPSユニット



材料となる EPS ブロックは、同じ金州区にある自社工場から製造運搬。数週間乾燥養生を行う。



始めに10cm程度の厚みに切断するが、その際、片面に凹凸を付加する。



凹凸面側に金属の格子を取り付け、針金を打ち込んで固定する。



施工の簡略化を図っている。

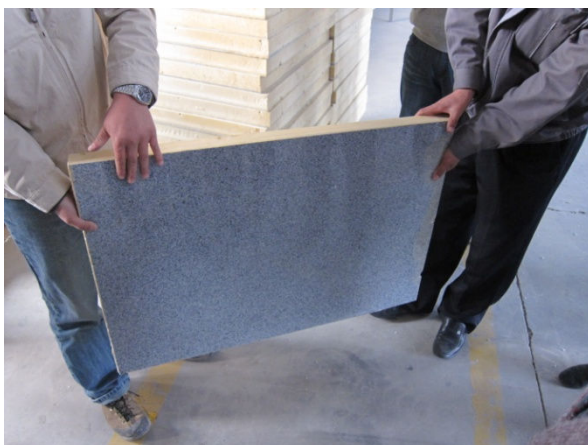
【EPS ユニットを用いた施工の断面サンプル】

突き出た針金は躯体側、格子は下地のモルタルと、それぞれ接着させる役割を担っている。



■ PU ユニット

仕上げ一体型の XPS 外断熱ユニットの開発を行っていた。



PU の表面に薄く削り出した石（6～8mm）を接着したもの。日本で外壁用の石板は 25mm が一般的である。6・8mm は内装用の厚さである。壁面の接合工法は枠組ではなく、粘着（聚合物砂漿）プラス打ち込みの工法を採用する。目地の部分は、発泡プラスチック棒で伏せたいえ、（耐候剤）という粘着剤で仕上げする。

モルタル一体化のパネルの施工事例は一例ある。大理石仕上げの施工に関しては、まだ弊社がないです。他社はありませんが、やはり問題が多かったようです。中国では2年前からであるが、弊社で扱いになったのは、今年の初め頃から。

- ・この技術の問題はパネル自体ではなく、壁面との接合である。中国の建築施工技術は、まだそれほど高くないため、壁面のモルタル仕上げは凸凹感が残る。本来の枠組工法は、それを修正することができますが、張る工法を採用すると、凸凹感の修正ができませんので、仕上がが悪くなる。この工法を広く推進するためには、建築施工技術の向上がより一層求められている。
- ・また、壁面と断熱材の間に、気候変化より発生した水蒸気、雨水の排除のため、排気口を予め作ることも重要である。

