

# 中華人民共和国 住宅省エネルギー技術向上プロジェクト

## 短期専門家の活動報告書

平成 21 年 3 月  
( 2009 年 )

独立行政法人国際協力機構  
(株)市浦ハウジング&プランニング

基盤
J R
09-051



## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、「住宅省エネルギー技術向上プロジェクト」を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構が平成 19 年 6 月より 2 年間の予定で本技術協力プロジェクトを実施しております。

当機構は、平成 20 年 1 月から平成 21 年 3 月まで、(株)市浦ハウジング&プランニングの原田英昭氏他 5 名を短期専門家として数度にわたり現地に派遣いたしました。

短期専門家は、中華人民共和国政府関係者への技術移転を行い、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本プロジェクトにご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 21 年 3 月

**独立行政法人国際協力機構**

経済基盤開発部 部長 **黒柳俊之**



## 目 次

第1章、業務の背景と目的 .....	1- 1
第2章、中国の住宅省エネルギーの現状と日本の技術導入の可能性	
1. 中国—日本の住宅省エネルギーの比較	
1.1 業務対象地域と日本の気候条件の比較 .....	2- 1
1.2 寒冷地における暖房方式の違い .....	2- 4
2. 中国—日本の省エネルギー基準の比較	
2.1 省エネルギー基準の構成比較 .....	2- 6
2.2 寒冷地を対象とした省エネルギー基準値の比較 .....	2- 8
3. 中国の住宅省エネルギーに関する設計・施工の品質確保の現状と課題	
3.1 中国における設計審査や施工監理のしくみ .....	2-10
3.2 品質確保の現状と課題 .....	2-11
4. 日本の設計・施工の品質確保のシステム導入の可能性検討	
4.1 日本における省エネルギー法の位置づけと普及方策 .....	2-12
4.2 住宅の性能を担保するシステム .....	2-13
4.3 中国へのシステム導入の可能性 .....	2-16
5. 内断熱による65%省エネ基準達成の可能性検討	
5.1 内断熱と外断熱の比較 .....	2-18
5.2 日本の省エネルギー計算と中国の省エネ計算 .....	2-19
5.3 内断熱普及に向けての課題 .....	2-22
6. 計画換気システムの必要性	
6.1 換気的重要性 .....	2-23
6.2 計画換気と省エネルギー .....	2-24
6.3 日本の換気システム .....	2-27
6.4 計画換気普及に向けての課題 .....	2-28
7. 住宅省エネルギーと内装付き住宅の普及	
7.1 省エネルギーにつながる内装付き住宅 .....	2-30
7.2 内装付き住宅によるその他のメリット .....	2-31

### 第3章、技術協力成果品の作成プロセスについて

1. 設計施工ガイドラインの作成プロセス	
1.1 目次構成及び記載内容について	3- 1
1.2 中国側への主な技術指導	3- 3
2. 評価指標及び方法の作成について	
2.1 目次構成及び記載内容について	3- 5
2.2 中国側への技術指導	3- 7
2.3 測定機材の使用について	3- 9

### 第4章、技術協力成果品(1) 中国寒冷地域住宅省エネルギー設計・施工ガイドライン

表紙・目次	4- 1
1 総則	
1.1 意義	4- 5
1.2 本ガイドラインの位置づけ	4- 5
1.3 省エネルギー目標	4- 5
2 設計の要点	
2.1 建築計画と建築設計	4- 5
2.2 外皮構造設計の要点	4-12
2.3 自然採光、通風設計の要点	4-23
2.4 暖房・空調設計の要点	4-26
2.5 再生可能エネルギーの利用	4-37
2.6 機械換気設備設計の要点	4-38
2.7 建物の熱特性設計計算	4-56
3 施工の要点	
3.1 外皮構造断熱施工の要点	4-65
3.2 暖房システム施工の要点	4-84
3.3 機械換気システム施工の要点	4-88
付録	
1 代表的事例	4-90

### 第5章、技術協力成果品(2) 中国寒冷地域住宅省エネルギー評価指標及び方法

表紙・目次	5- 1
1、序論	
1.1 住宅の室内環境に対する要求	5- 5
1.2 住宅省エネルギー性能を左右する各システム	5- 6
1.3 寒冷地域住宅の省エネルギーの現状及び関連基準・規定	5- 7
1.4 住宅省エネルギー評価の意義と重要性	5- 9
1.5 現段階の住宅省エネルギー評価における現場検査の有効性	5- 9
1.6 本評価方法の位置づけ	5-10

2、住宅省エネルギー評価指標の制定	
2.1 外皮構造システム	5-11
2.2 暖房システム	5-13
2.3 その他	5-18
3、住宅省エネルギー評価指標の検証方法	
3.1 外皮構造システムの検証方法	5-30
3.2 暖房システムの検証方法	5-33
3.3 その他	5-35
4、住宅省エネルギーの評価方法	
4.1 指標法	5-45
4.2 性能法	5-54
5、住宅省エネルギー評価の実例	5-58

## 第6章、本プロジェクト成果の活用にかかる提言

1. 技術協力成果品の活用について	6-1
2. 設計施工ガイドラインの活用にかかる提言	6-1
2.1 成果品完成に向けて	6-1
2.2 成果品の活用について	6-1
3. 評価方法及び評価指標の活用にかかる提言	6-2
3.1 成果品完成に向けて	6-2
3.2 成果品の活用について	6-2
4. 住宅性能評定技術基準への反映について	6-3

## 資料編

1. 中国における省エネルギーの状況	資料編-1
2. 中国の住宅事例	資料編-33
3. 日本における省エネルギーの取り組みと経緯	資料編-46
4. 日本の寒冷地における住宅省エネルギーの状況	資料編-80
5. 省エネルギー計算の日中比較	資料編-93
6. 日本における再生可能エネルギーの取り組み状況	資料編-118
7. 日本で実施されている計測について	資料編-155
8. 活動発表セミナー資料	資料編-171





## 第 1 章 業務の背景と目的

### 1 . はじめに

この短期専門家の活動報告書は「住宅省エネルギー技術向上プロジェクト」で短期専門家としての活動（活動期間：2008 年 1 月～2009 年 3 月）をまとめたものである。

本プロジェクト全体の期間は 2009 年 5 月末までであり、この報告書の第 4 章及び第 5 章に記した技術協力成果品は 2009 年 1 月時点の未定稿のものである。

### 2 . プロジェクトの背景と目的

急速な経済成長が進む中国においては、エネルギー・資源の消費も急速に拡大しつつあり、二酸化炭素の発生による地球環境に与える影響も大きなものとなっている。また、全エネルギー消費のうち、27%は建築関係で占められている。中国の建築施工及び住宅におけるエネルギー消費は利用効率が低く、同様な気候条件の西ヨーロッパやアメリカに比べ、2~3 倍のエネルギーを消費している。これらのことから、住宅分野における省エネルギー技術の普及は、今後の二酸化炭素の発生削減に大きな意義を持っている。

中国政府は第 6 次 5 力年計画（1981～1985 年）から全国省エネルギー計画を策定し、1986 年に省エネルギー管理暫定法令を制定、1998 年に省エネルギー法が施行されている。2006 年には第 11 次 5 力年計画において、「GDP あたりのエネルギー消費量を 20%削減する」という目標を掲げている。現状では住宅・都市農村建設部にて策定した数値的な住宅省エネルギー基準はあるが実効性が上がっていない面もあるため、具体的に省エネルギー基準を適用させるためのガイドラインの策定等の技術基準システムの整備が必要となっている。

本プロジェクトは、中国政府から環境に配慮した住宅の建設技術指針と普及促進制度の整備にかかわる技術協力の要請に基づき実施するものであり、中国側カウンターパート（住宅・都市農村建設部住宅産業化促進センター、建築科学研究院、建築設計研究院）と共同し住宅省エネルギーの技術基準システム(案)を整備することを目的としている。



## 第2章 中国の住宅省エネルギーの現状と日本の技術導入の可能性

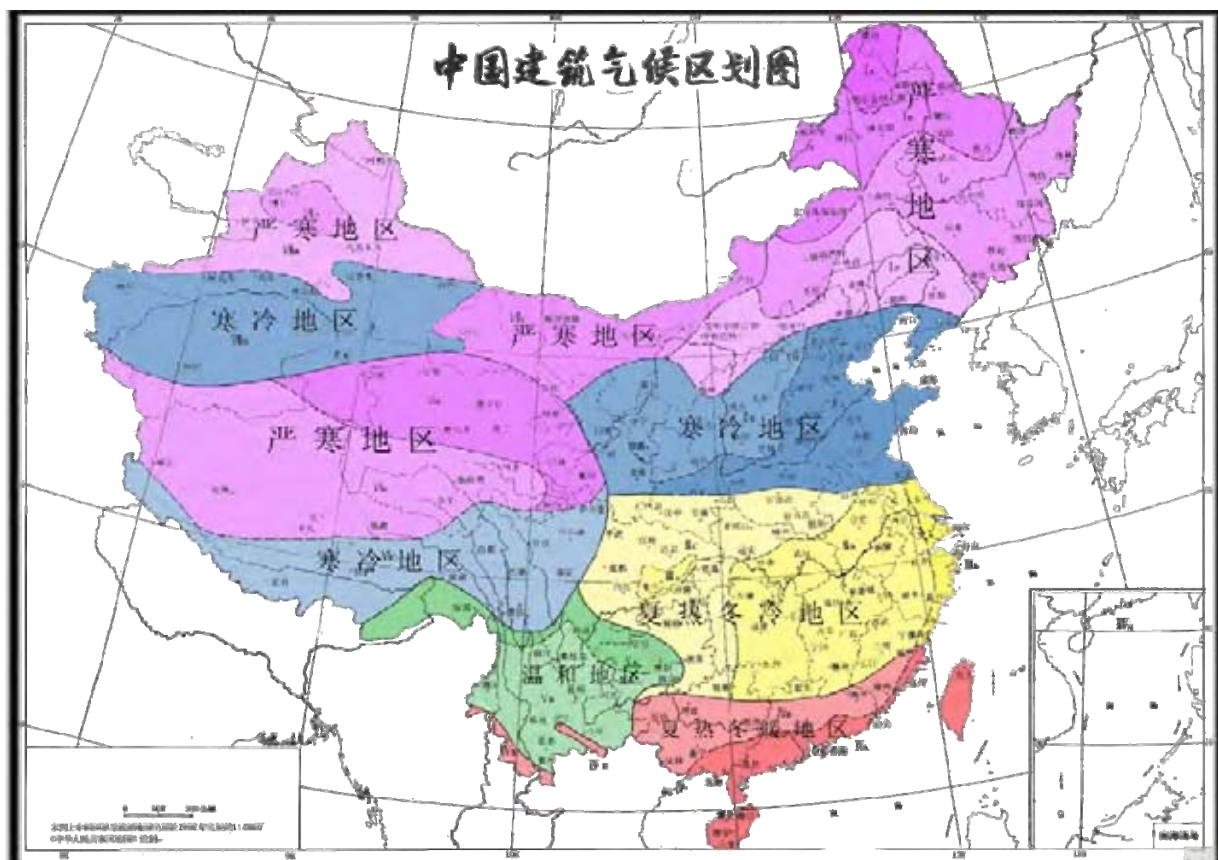
### 1. 中国 日本の住宅省エネルギーの比較

#### 1.1 業務対象地域と日本の気候条件の比較

##### 1.1.1 業務対象地域について

中国における建築気候は、「严寒地区」「寒冷地区」「夏熱冬冷地区」「夏熱冬暖地区」「温和地区」の5地域に区分されている。本業務では、このうち「寒冷地区」を対象地域として調査するものであり、北京市などを含む地域が対象である。なお、建築気候区画標準（GB50178-93）においては、～の7つの区画に分けて建築物の基本要求在定められている。5地域の区分と比較すると、区は严寒地区、区は寒冷地区、区は夏熱冬冷地区、区は夏熱冬暖地区、区は温和地区、区と区は严寒地区と寒冷地区にまたがっている。

北京市をはじめとした「寒冷地区」では、冬場の暖房が年間のエネルギー消費の中でかなり大きなボリュームを抱えていることもあり、暖房の省エネルギーが大きな課題といえる。



出典：建築気候区画標準（GB50178-93）をもとに中国側が作成

図 2-1 中国の建築気候区分図

表 2-1 建築気候区画標準 (GB50178-93) の一級区画指標

区名	主要指標	補助指標	行政区
	1月平均気温 -10 7月平均気温 25 7月平均相対湿度 50%	年降水量 200~800mm 年日平均気温 5 の日数 が145日以上	黒龍江・吉林の全域、遼寧の大部分、内モンゴル中・北部、陝西・山西・河北・北京北部の一部
	1月平均気温 -10 ~ 0 7月平均気温 18 ~ 28	年日平均気温 25 の日数 が80日未満 年日平均気温 5 の日数 が145~90日	天津・山東・寧夏の全域、北京・河北・山西・陝西の大部分、遼寧南部、甘肅中東部及び河南、安徽、江蘇北部の一部
	1月平均気温 0 ~ 10 7月平均気温 25 ~ 30	年日平均気温 25 の日数 が40~110日 年日平均気温 5 の日数 が90~0日	上海・浙江・江西・湖北・湖南の全域、江蘇・安徽・四川の大部分、陝西・河南南部、貴州東部、福建・広東・広西北部、甘肅南部の一部
	1月平均気温 > 10 7月平均気温 25 ~ 29	年日平均気温 25 の日数 が100~200日	海南、台湾全域、福建南部、広東・広西の大部分、雲南西南部と元江河谷地区
	7月平均気温 18 ~ 25 1月平均気温 0 ~ 13	年日平均気温 5 の日数 が0~90日	雲南の大部分、貴州・四川南西部、西藏南部の一部
	7月平均気温 < 18 1月平均気温 0 ~ -22	年日平均気温 5 の日数 が90~285日	青海全域、西藏の大部分、四川西部、甘肅南西部、新疆南部の一部
	7月平均気温 18 1月平均気温 -5 ~ -20 7月平均相対湿度 < 50%	年降水量 10~600mm 年日平均気温 25 の日数 が120日未満 年日平均気温 5 の日数 が110~180日	新疆の大部分、甘肅北部、内モンゴル西部

表 2-2 建築気候区画標準 (GB50178-93) の二級区画指標

区名	指 標		
	1月平均気温	凍土の性質	
A	-28	永久凍土	
B	-28 ~ -22	島状凍土	
C	-22 ~ -16	季節凍土	
D	-16 ~ -10	季節凍土	
	7月平均気温	7月平均気温日較差	
A	25	< 10	
B	< 25	10	
	最大風速	7月平均気温	
A	25m/s	26 ~ 29	
B	< 25m/s	28	
C	< 25m/s	< 28	
	最大風速		
A	25 m/s		
B	< 25 m/s		
	1月平均気温		
A	5		
B	> 5		
	7月平均気温	1月平均気温	
A	10	-10	
B	< 10	-10	
C	10	> -10	
	1月平均気温	7月平均気温	年降水量
A	-10	25	< 200 mm
B	-10	< 25	200 ~ 600 mm
C	-10	< 25	50 ~ 200 mm
D	> -10	25	10 ~ 200 mm

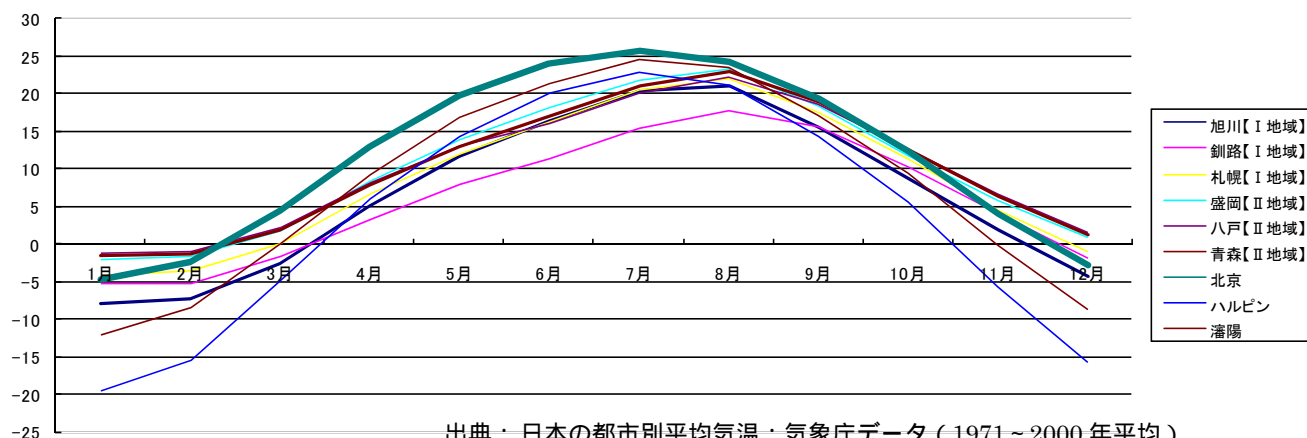
### 1.1.2 寒冷地域と日本の気候条件との比較

北京市は北緯約 40 度の位置にあり、日本の位置関係と照らし合わせると札幌が北緯 43 度、旭川が北緯 44 度である。

1月の平均気温を比較すると、北京市、札幌市ともにマイナス 5 度でほぼ同じ、旭川市はマイナス 8 度である。ただし、札幌市や旭川市の場合には降雪量が多く、降雪量が少ない北京市とは異なる点である。



図 2-2 北京市と日本との位置関係



出典：日本の都市別平均気温：気象庁データ（1971～2000年平均）  
中国の都市別平均気温：aiai CHINA ホームページ中国主要都市気温表

図 2-3 日本及び中国の寒冷地の月別平均気温

---

## 1.2 寒冷地における暖房方式の違い

### 1.2.1 中国「寒冷」地区の住宅と暖房方式

#### (1) 中国寒冷地区の住宅（都市部）

中国の都市部は集合住宅が中心になっており、中高層は鉄筋コンクリート造であるが、中低層はコンクリートとレンガの混構造やレンガ造が多い。また、四合院など中国北部の伝統的な住宅にはレンガが多く用いられている。

#### (2) 中国寒冷地区の暖房方式（都市部）

中国の厳寒地区及び寒冷地区は従来「暖房地域」と呼ばれて来たように、暖房が社会福利として考えられており、都市部を中心に地域ごとにボイラーを設置し温水により暖房を行う地域暖房システムが整備されている。ボイラーの燃料は北京市の都心部等の一部の地域を除いては石炭が用いられている。温水は敷地内に敷設された共同構内の暖房配管などを通じて、住棟内へと供給され、住戸内に放熱器が設置されているが、古いものは室内での温度コントロールができず、窓を開けて室温を調整するなど、エネルギーの浪費の一因になっている。

#### (3) 中国寒冷地区の省エネルギーの方向性

このような状況の中で、省エネルギー基準の制定・強化により建物の暖房負荷の低減を推進すると共に、各戸にメーターを設置して暖房費を使用熱量に応じて徴収する、暖房の商品化・貨幣化にむけた取り組みも行われている。

### 1.2.2 日本の寒冷地での暖房方式

#### (1) 日本の寒冷地区の住宅

日本の住宅は、集合住宅が普及する以前は木造が主流であり、長い間「夏を旨として」開放的に建てられてきた。開放的な建築様式はかなり寒冷な地域にまで浸透しており、東北地方の住宅の寒さは、最近では解消されつつあるが、以前は健康や福祉の見地からかなり問題視されていた。

日本で最も北に位置する北海道においても、本州と同様に木造住宅が主流であった。戦後、住宅の不燃化と木材資源保護のため「北海道防寒住宅建設等促進法」が制定され、住宅金融公庫の融資対象をブロック構造に制限することでブロックの利用が促進されたが、1960年代後半には断熱材の開発が進み、木造の防寒施工法が一般的になったことから、住宅金融公庫融資対象が木造住宅にも適用されることになった。この後本州メーカーなどの進出によってプレハブ工法やツーバーフォー工法など多様な住宅が供給されるようになったが、戸建住宅においては現在でも木造が主流であり、北国の気候や風土に適した性能を有する住宅として「北方型住宅」の基準が定められている。

日本の集合住宅の断熱は、全国的に見て内断熱が主流である。鉄筋コンクリート造の外断熱は、熱橋の少なさや室温の安定性などの利点があり、北海道外断熱建築協議会が1983年に設立され、産官学で外断熱の研究・普及活動が行われてきたが、耐火建築物に用いる場合には工法的制約が多く、また高コストや外装デザイン上の制約など内断熱に比べて不利な点もあり、北海道においてもまだ普及・定着には至っていない状況である。

## (2) 日本の暖房方式

日本の住宅は古来、断熱性や気密性に乏しいつくりで、冬季の暖房はこたつや火鉢による採暖が主流であった。明治初期からの開拓で人口が増加していった北海道は、開拓使が招いた外国人技術者の提言により明治時代からストーブが普及していった。ストーブの燃料は大正時代にマキから石炭に移行したが、高度成長期に入る1970年代には煤煙による公害が顕著になり、煤煙対策として地域暖房への取り組みが行われた。また、同じ頃から、暖房燃料は石油に移行し、石炭に比べて扱いやすい石油ストーブが各家庭に普及していった。

日本で地域暖冷房の取り組みが始まり「熱供給事業法」が制定された直後の1973年に第1次オイルショックが発生した。この時、欧州の主要国では省エネルギーの重点施策として地域暖冷房が普及していったのに対して、日本では、始まったばかりの地域暖冷房の省エネルギー性、環境性が実証されていなかったため、経済的理由によって海外主要国のように伸長していない。

一方で、各家庭に普及した石油ストーブは、強制給排気方式や自動点火・耐震自動消火装置が開発されるなど機能が向上し、タンクから燃焼機器に灯油を自動供給するシステムが集合住宅でも普及するなど使い勝手も向上していった。また、ガス給湯器やヒートポンプ給湯器を熱源とした暖房給湯システムが開発されるなど、住戸ごとの個別暖房方式において技術開発が進んでいる。

温水を用いた暖房は、中国の寒冷地区や北欧においては建物の躯体に蓄熱させた輻射熱による暖房が一般的であるが、日本においては乾式床暖房パネルやファンコンベクターが用いられ、躯体に蓄熱させる仕組みにはなっていない。また、深夜電力を利用した蓄熱式暖房は暖房器具に蓄熱体が内蔵されている。これは、熱容量が小さい高断熱・高气密化された木造住宅に適したシステムであるが、鉄筋コンクリート造の集合住宅にも同様の方式が用いられている。

## (3) 日本の住宅省エネルギーの方向性

暖房給湯システムの普及に伴い、住宅新築時の建設工事の中で暖房設備が設置されることも多くなってきたが、従来、暖冷房設備は居住者が入居後に購入設置することが一般的であったため、日本の住宅省エネルギーの基準は、断熱・気密・日射遮蔽などの建築的な省エネ手法が対策の中心となっている。暖冷房設備機器については、自動車や家電製品と同様に、「エネルギー消費機器の製造・輸入事業者の努力義務」として省エネルギー対策が講じられている。

## 2. 中国 日本の省エネルギー基準の比較

### 2.1 省エネルギー基準の構成比較

#### 2.1.1 中国の省エネルギー基準について

中国の省エネルギー基準は、国家基準（または地方基準）として拘束力を持っているが、各条文の中で強制条文とそうでないものが混在した形で構成されている。

寒冷地区の住宅に対する国家基準は1995年に公布された「民用建築省エネルギー設計基準（暖房居住建築部分）」（JGJ26-95）で、1980年に比べて50%削減を目標としたものである。

現在、北京市では、2004年に作成された「住居省エネルギー基準」（DBJ01-602-2004）の改正版として、主に集中暖房システムの省エネルギーにより厳しい基準を課した北京市地方基準「居住建築省エネルギー設計基準」（DBJ11-602-2006）が適用されている。これは1980年に比べて65%削減を目標としたものである。なお、「民用建築省エネルギー設計基準（暖房居住建築部分）」（JGJ26-95）は仕様規定を中心に性能基準的な基準値も示されているが、北京市地方基準「居住建築省エネルギー設計基準」（DBJ11-602-2006）には性能基準値は示されていない。

中国において省エネルギー基準の強化は、都市部から先行的に実施した上で全国的に適用するという流れになっていることから、本プロジェクトでは65%削減を目標とした北京市基準「居住建築省エネルギー設計基準」（DBJ11-602-2006）をベースに検討を行うこととなっている。

民用建築省エネルギー設計基準 （暖房居住建築部分）【JGJ26-95】	居住建築省エネ設計基準【DBJ11-602-2006】 北京市地方基準（65%基準）	
建築物エネルギー消費量指標と暖房石炭消費量指標	建築の形状や断熱性能に関する基準	
建築の形状や断熱性能に関する基準	一般規定 ・ 通風に関する配慮事項 ・ 主方位に関する配慮事項 ・ 建築物体系係数に関する配慮事項 ・ 階高に関する配慮事項	外皮の平均伝熱係数に関する規定 ・ 断熱性能に関する規定 ガラスの面積比に関する規定 ・ ガラスの方位毎の面積規定
一般規定 ・ 主方位に関する配慮事項 ・ 建築物体系係数に関する配慮事項 ・ 階段室、外廊下に関する配慮事項	暖房・空調・換気に関する基準	
外周域設計に関する規定 ・ 断熱性能に関する規定 ・ ガラスの方位毎の面積規定	一般規定 ・ 暖房熱負荷計算に関する事項 ・ 暖房通風設備の設置について ・ 空調の熱源・冷熱源に関する配慮事項 ・ 地域暖冷房の採用にあたっての配慮事項 ・ 電気熱源暖房に関する規定 ・ 空気源ヒートポンプの使用について	地域暖房配管と室内暖房に関する規定 ・ 地域暖房に関すること ・ 地域暖房配管の圧力に関すること ・ 地域暖房出入り口配管の圧力に関すること ・ 地域暖房の圧力記録に関すること ・ 室内放熱器に関すること ・ 屋外温水配管に関すること ・ 熱量計の設置に関すること
暖房・空調・換気に関する基準	熱源に関する規定 ・ 石炭ボイラーの効率に関すること ・ ガスボイラーの効率に関すること ・ 間接熱供給について ・ ガスボイラーの選択について ・ 排熱回収ボイラーに関すること	換気と暖房に関する規定 ・ 自然通風に関する配慮事項 ・ 換気量に関する配慮事項 ・ 熱交換換気システムに関すること ・ 個別空調方式に関すること ・ 室外機設置に関すること
一般規定 ・ 熱源に関する配慮事項 ・ 暖房方式について	ボイラーや熱供給システムに関する規定 ・ 流量と還り温度に関すること ・ 設置台数に関すること ・ 自動制御、監視システムに関すること ・ ガスボイラーの自動制御装置について	
暖房熱供給システムに関する規定 ・ 暖房熱負荷計算に関する事項 ・ 室内暖房設計の配慮事項 ・ 流量調整に関すること ・ 熱力ステーションに関すること ・ ガスボイラーの効率に関すること ・ 設置台数と運航効率に関すること ・ ボイラーの周辺設備に関すること ・ 循環水ポンプの選定に関すること ・ 計測に関すること ・ 動力のコントロールについて		
パイプの敷設と保温に関する規定 ・ 敷設方式について ・ 保温厚さについて		

出典：JGJ26-95、DBJ11-602-2006（市浦 H&P で図表を構成）

図 2-4 寒冷地区の省エネルギー基準の構成（50%基準と65%基準の比較）



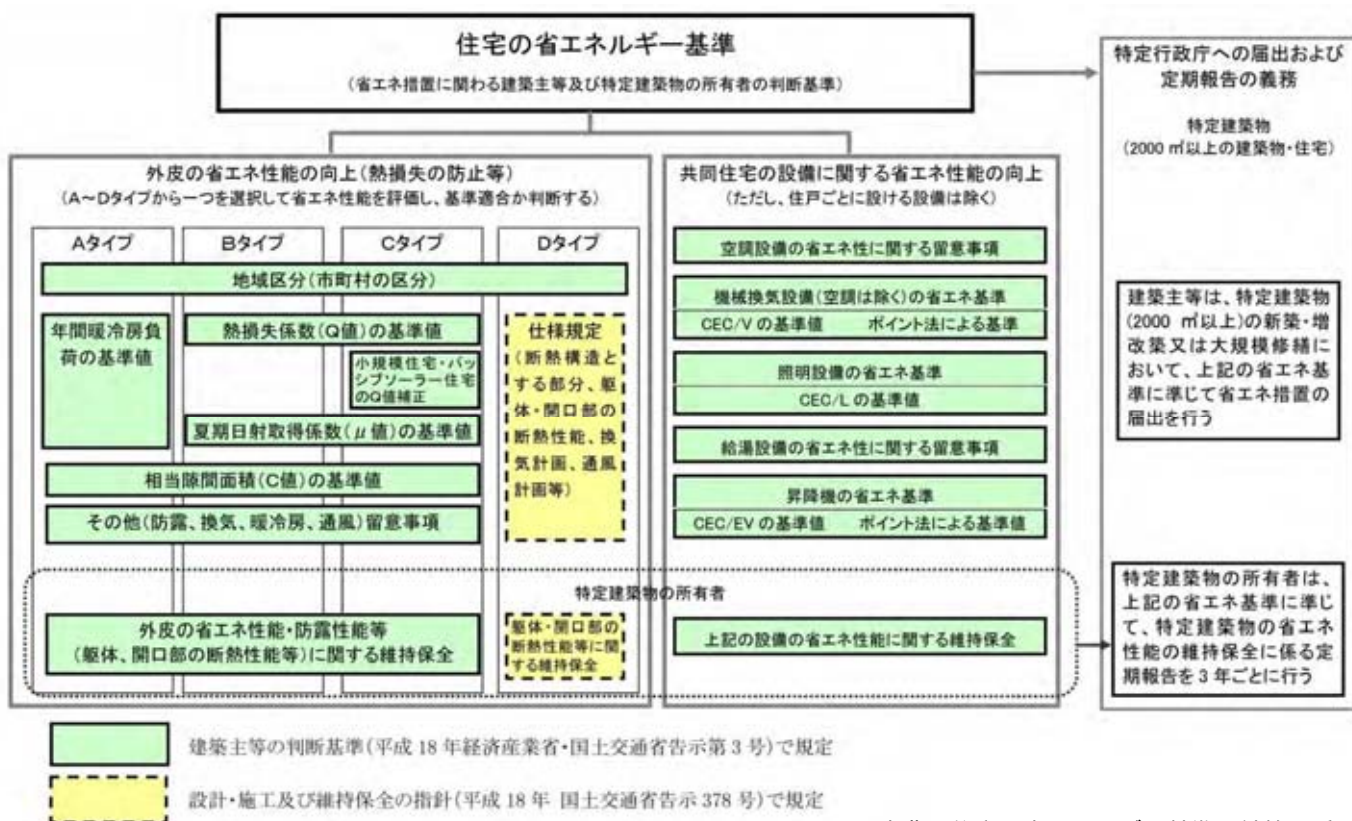
北京市基準「居住建築省エネルギー設計基準」(DBJ11-602-2006)のうち、断熱性能に関する強制条文は、部位ごとの伝熱係数(日本の熱貫流率に相当する)の規制値と窓面積比率があり、この両方を満たすことで省エネルギー設計基準を満たすと判定される。また、体系係数は強制ではないが、階数に応じた基準値が設定されている。

2.1.2 日本の省エネルギー基準について

日本では「エネルギー使用の合理化に関する法律」の体系のもとで、各分野にわたるエネルギー措置が示されているが、法の位置づけ自体が建築主や事業主等による努力義務である。ただし、現行の住宅の省エネルギー基準では、特定建築物(2000㎡以上の建築物・住宅)については特定行政庁への届出及び定期報告の義務が課されている(現在、エネルギー使用の合理化に関する法律施行令の一部改正に向けた見直し作業が行われている)。

現行の住宅の省エネルギー基準は、1999年の次世代省エネルギー基準であり、大きく分けて、住宅を建てる際に必要な性能を規定した「建築主の判断基準」と具体的な仕様を規定した「設計・施工の指針」の2本立てになっている。

住宅の省エネルギー基準は、「外皮の断熱」及び「日射遮蔽性能」が中心となった基準であり、住戸内の設備に関する基準は存在しない。共用部分の設備(換気、照明、エレベーター)のみについて2006年から基準が追加された。



出典：住宅の省エネルギー基準と計算の手引き (市浦 H&P で図表を構成)

図 2-5 日本の住宅の省エネルギー基準の構成

## 2.2 寒冷地を対象とした省エネルギー基準値の比較

中国の寒冷地域（北京市等）と同程度の緯度である日本の地域（札幌市等）において、省エネルギー基準の比較をおこなう。

### （1）部位ごとの熱貫流率の比較

仕様規定である部位ごとの熱貫流率（中国語では伝熱係数）を比較すると、内断熱の外壁を除いては、一般的に日本の基準の方が厳しい値になっている。

中国の基準において、3階以下と4階以上に分けて基準値が設定されているのは、棟単位で評価するため、容積に対して外皮の面積が大きくなる低層はより厳しい基準値になっている。棟単位で評価する中国に対して、日本は住戸単位での評価であるため、一戸建て住宅でも高層住宅でも同じ基準値が適用される。そのため、集合住宅において仕様規定を適用すると過大な断熱となり、内断熱の場合は室内空間の圧迫、外断熱の場合は納まりが難しくなる等の問題が生じるため、集合住宅では性能基準による評価が一般的になっている。

日本の基準においては、日射や放射冷却による影響をより大きく受ける屋根面が、外壁面より厳しい基準値になっているが、中国では外断熱の外壁と屋根面が同じ基準値である。

表 2-3 寒冷地における熱貫流率の比較

中国 (RC造等)					日本 (RC造等)					
熱貫流率 (W/m <sup>2</sup> ・K)					熱貫流率 (W/m <sup>2</sup> ・K)					
地域	外壁		屋根	窓	地域	外壁		屋根		窓
	外	内				外	内			
寒冷地域 (北京等)	4階以上	0.6	0.3	0.6	I地域 (札幌等)	0.49	0.39	0.32	0.27	2.33
	3階以下	0.45	採用不可	0.45						

※2 努力義務

出典：中国：北京市地方基準「居住建築省エネ設計基準」(DBJ11-602-2006)  
日本：住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計及び施工の指針  
(平成13年国交省告示第1291号)

### （2）内断熱と外断熱の基準値の差

外断熱においては日本の仕様規定の方が厳しいといえる。一方、内断熱は、中国においては3階以下は採用不可、4階以上は外断熱の基準値の半分（つまり、倍の厚さの断熱材が必要）と、かなり厳しい基準になっている。

内断熱はスラブや戸境壁部分で断熱材が連続しないため、外断熱に熱橋が多い構造である。日本では1999年に改正された基準（いわゆる次世代省エネ基準）から、熱橋部分の断熱補強が義務化された。断熱補強を行った部分は断熱補強がない場合に比べて熱損失が低減されるため、性能基準による評価時の計算にも反映される。

一方、中国の65%基準においては、強制条文ではないものの「外壁には外断熱工法を採用し、外窓にはペアガラスを使用しなければならない」という条文があり、「4階以上の建物で…内断熱を採用する場合は……熱橋部分については、信頼性のある断熱工法を選び、熱橋を断ち切る措置を取り、または湿気防止措置を効果的に取るべきである。」という記載はあるものの、具体的な仕様は規定されていない。65%基準に対応した標準図集においては、パラペットや庇周りについて外断熱で断熱補強を施した納まりが例示されているが、内断熱での標準図集は作成されていない。

このような状況で、65%基準を適用している北京等においては、事実上ほとんど内断熱は採用されなくなった。



上：中国の内断熱の施工例

右：日本（東京）の内断熱の施工例

熱橋となる床スラブの上下に断熱補強（断熱材を折り返し）を行っている。

寒冷地ではこの倍の長さの断熱補強が必要



図 2-6 内断熱の施工例

日本の地域において、内断熱でも外断熱でも性能基準に適合する断熱が実現できていることから勘案すると、中国の寒冷地においても、適切な断熱補強を行えば内断熱で65%省エネの実現は不可能ではないと考えられる。

中国においては、住戸の内装や設備は住宅購入者がしつらえるものとして最低限の内装仕上げ・設備の状態が住宅が販売されていることから、確実に断熱性能を確保するためには、ディベロッパーが施工を行い内装工事の際に撤去される恐れがない外断熱は確かに有効である。

しかし、外断熱採用の歴史が浅いことや現場の施工品質レベルから、将来のはがれや落下事故を懸念する声も聞かれる。また、住宅購入者が、販売のための最低限の仕上げや設備を撤去して内装工事を行う際の粉塵や騒音、廃棄物発生の問題から、政府は内装付住宅の普及を推進しつつある。内装付住宅であれば内断熱でも確実な施工が可能となるため、断熱補強を施した内断熱で65%省エネの達成が可能であることが確認されれば、内装付住宅の普及に伴い内断熱が選択肢の1つになると考えられる。

### 3. 中国の住宅省エネルギーに関する設計・施工の品質確保の現状と課題

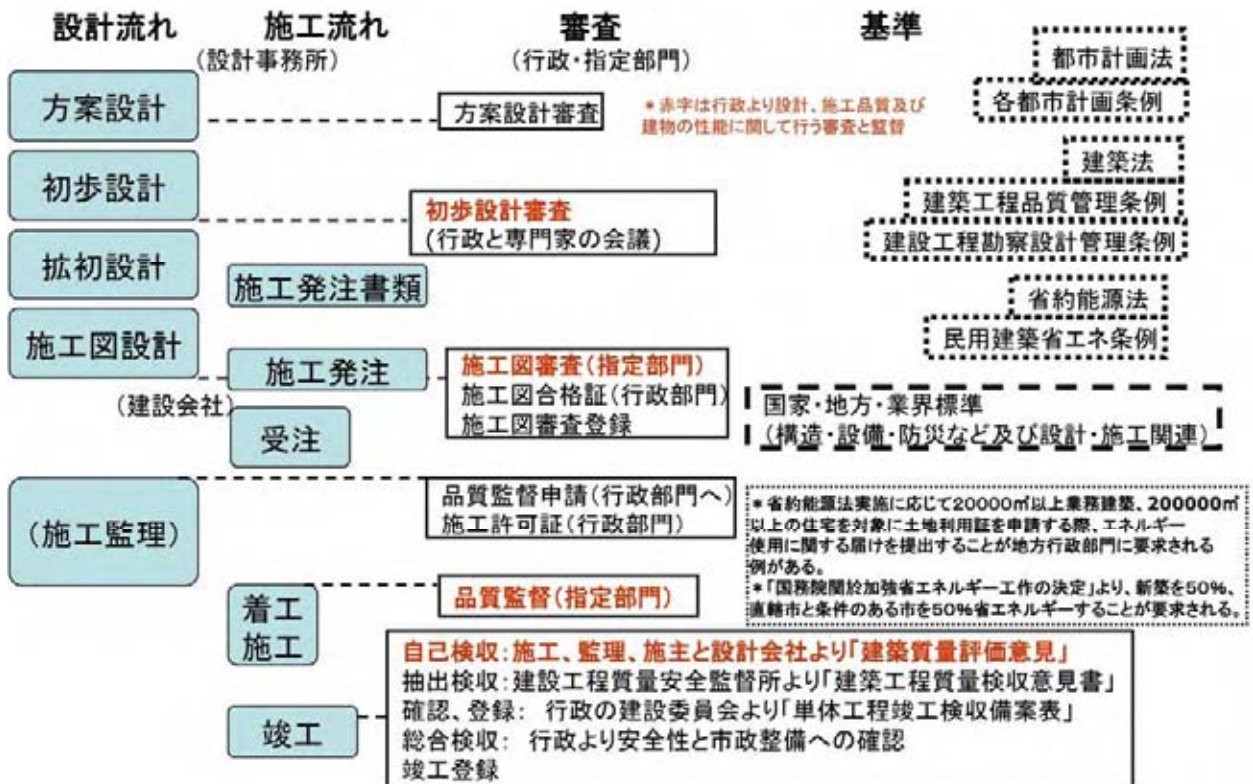
#### 3.1 中国における設計審査や施工監理のしくみ

中国の建築基準やその遵守システムは近年急速かつ大量に制定・改正されている。建築の技術基準は、工業製品や衛生・環境なども含む広範な技術基準を定めている「標準化法」の体系におかれているが、「構造躯体設計標準」「建築採光設計標準」「省エネルギー設計標準」など項目ごとに細分化されている。これらはレベルに応じて「国家標準」「部門標準」「地方標準」などに分かれており、さらに各標準の中に強制条文と推奨条文がある。

設計審査については、方案設計審査、初步設計審査、施工図審査と3段階になっており、施工図審査に合格しないと着工できない。施工図審査は、政府から認定を受けた第三者機関が行うことになっているが、実態としては認定を受けた設計会社が他社の設計物件を審査している。

竣工後の検査は、まず、建築主・監理会社・設計会社・施工会社の4者が行き、諸官庁へ完成工事申請を提出し、行政の一部門である建設工品質安全監督所が検査することとなる。ただし、監督所が行う検査は抽出ともいわれている。

日本では請負が一般的であり、マネジメントはゼネコンが行うことが多いが、中国では建築主（ディベロッパー）が材料手配を行うなど直接仕切ることが多い。中国では施工監理を行なう監理会社が独立して存在しており、建築主からの依頼を受けて施工品質の確保、進捗管理、資金調整等を行っている。なお、従来は進捗管理、資金調整が主な業務であり、施工品質の監理を行うようになったのは最近からのようである。



(JICA 長期専門家が作成)

図 2-7 中国の建築物の設計・施工と審査の流れ

### 3.2 品質確保の現状と課題

前述したように、中国の建築基準やその遵守システムは整備されているが、完成した建物が設計通りにきちんとできているかという点、どうもそうではないようである。急激な経済発展や海外からの多様な製品や技術の流入、急速な法基準やシステムの制定等により混乱しているとも考えられるが、設計図では同じ幅寸法の窓ででき上がりの幅がかなり異なっているなど、「図面通りに施工する」という意識や感覚が日本とずれているようにも思われる。省エネルギーについても、2003~2005年に建築科学研究院が行った調査によると、50%基準で設計された建物を完成後に暖房エネルギー消費量を測定したところ平均で37%しか削減されていなかったようだ。

また、サッシ等の建築部品についても、市場に流通している製品が記載してある性能を満たしているとは限らないようである。中国のスーパーマーケットで電気スタンドを購入した時に、棚に積み上げてある箱をもってレジに行こうとすると店員がその箱を開けて電球をスタンドに取り付け点灯することを確認したのには少々驚いたが、中国では、購入するものの品質は購入者が自己責任でチェックするというのが常識になっている。これはある意味まともなことではあるが、ユーザーにとっての負担は大きい。供給が需要を上回るようになりユーザーが品質の安定している信頼できるメーカーを選定するようになれば、メーカー側も信頼にこたえる努力をせざるをえなくなるが、まだそのような段階には至っていないようである。

大手のディベロッパーにヒアリングすると、技術力が信頼できる特定の施工会社に工事を依頼する、職人には施工会社の技術者がトレーニングを行っているなど確実な施工を行い、品質の確保に取り組んでいるという。しかし、一般的にはまだ、施工が信頼できない、部品や機器の性能が信頼できない、という状況のようである。

省エネルギーを含む主要な工種では「施工品質検収規範」が定められており、それに従って施工監理が行われているはずであるが、それだけでは設計通りの省エネルギー性能がある住宅を確実に建設するには不十分だと中国側は考えているようである。

本プロジェクトの成果の一つである「評価指標及び方法」でやろうとしているのは、竣工した建物の省エネルギー性能を実際に測定して評価する、というものである。実在の建物の断熱性能の測定は、外気温の変動や日射や風の影響をうけるため、多大な労力がかかる上に正確な判定は困難である。また、暖房システムを運転して効率や消費エネルギー量を測定するには季節が限定される。それを評価システムとして実用化していきこうというのは、「竣工した建物で検査しないと信頼できない」という現実によるものである。

## 4 . 日本の設計・施工の品質確保のシステム導入の可能性検討

### 4.1 日本における省エネルギー法の位置づけと普及方策

日本において省エネルギー基準は建築主の努力義務であり、強制的な基準ではない。しかし、基準に適合する住宅に対するローン金利や税制の優遇措置、省エネ設備設置に対する補助等を行うことにより、建築主が自ら基準に適合した住宅を選択するようなインセンティブを付与することによって、省エネ住宅の誘導・普及が図られている。

また、建設された住宅の省エネルギー性能は、性能表示制度において設計段階の評価と建設段階での評価（設計図とおりに建設されていることの確認）で、証明することができる。これは、JIS や BL 部品認定制度等の流通している部材や機器等の性能を担保するシステム、施工会社の品質確保の努力、設計者や第 3 者による施工監理の実施等の施工システムの上で成立している。

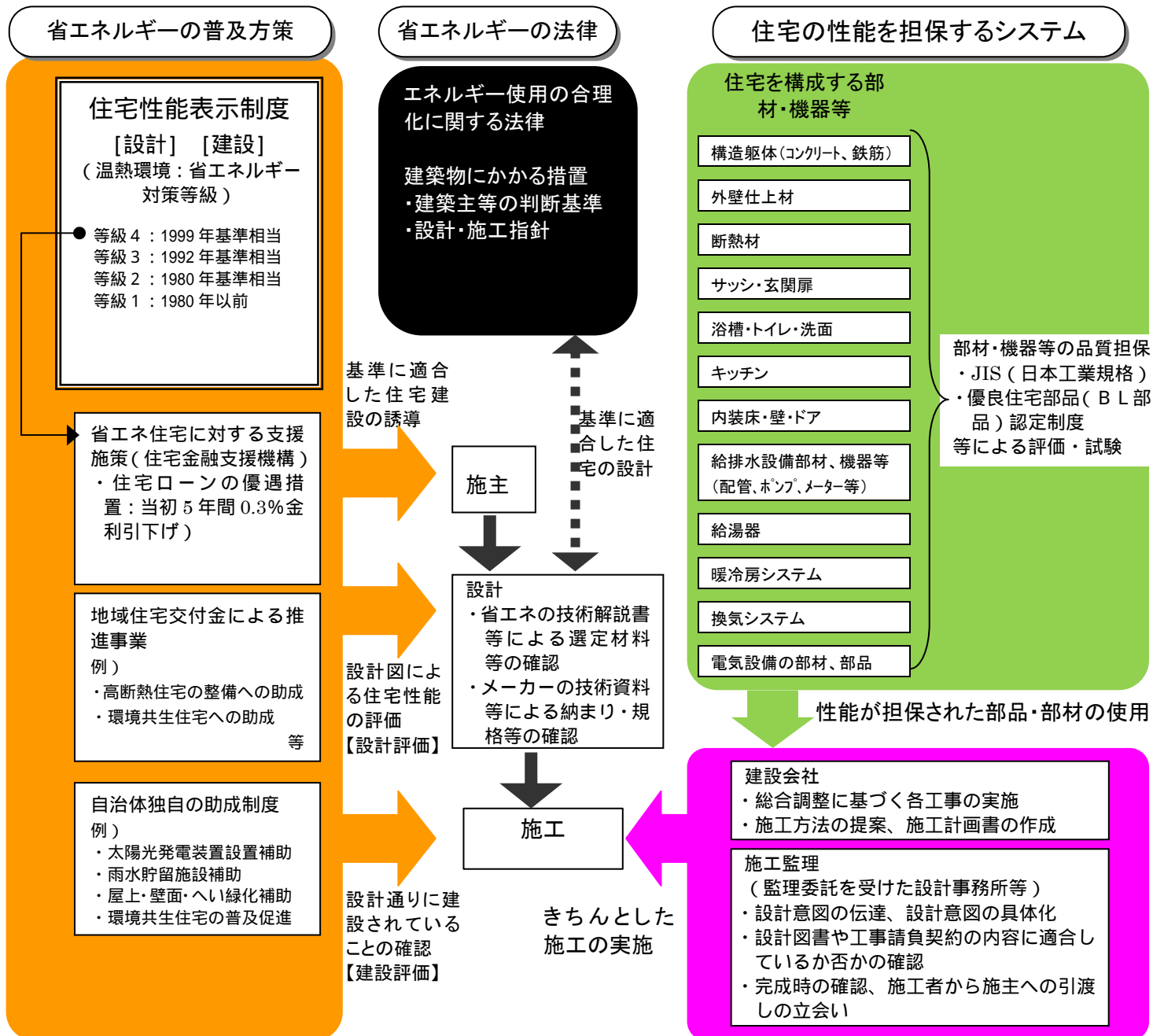


図 2-8 日本の省エネルギー法と関連施策・領域の関係 (市浦 H&P で図表を構成)

## 4.2 住宅の性能を担保するシステム

### (1) 品確法によるラベリング

日本では、次のような問題を解消するため、住宅の生産からアフターサービスまで一貫して品質が確保されるような枠組みとして、「住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)」が1999年に制定された。

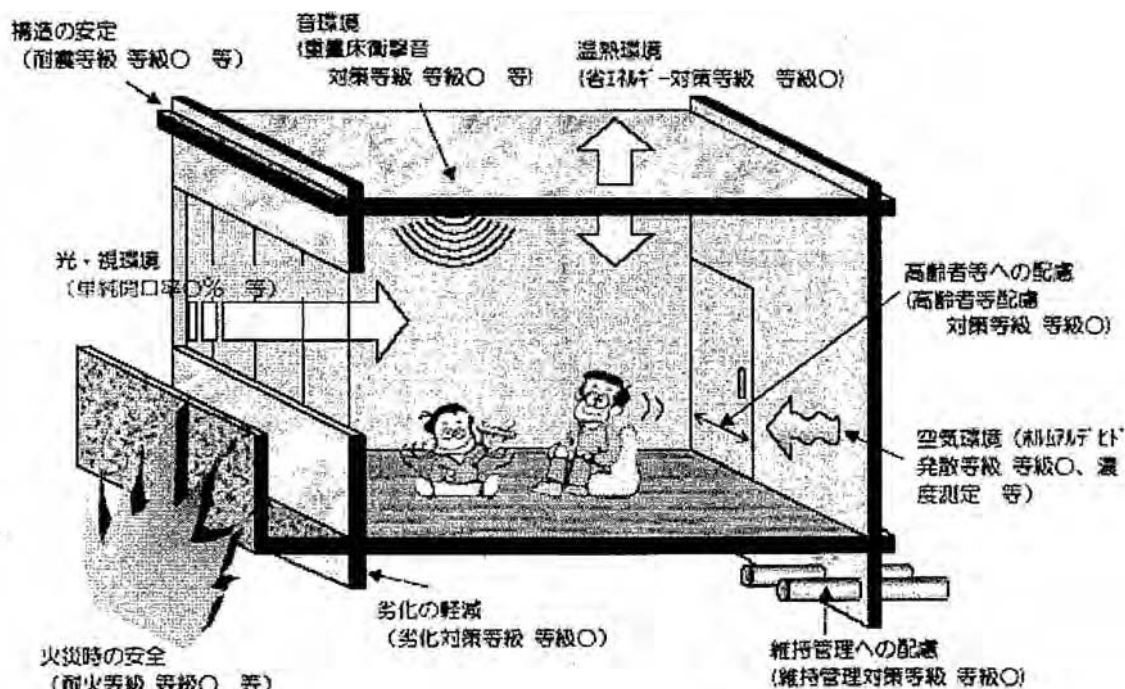
住宅取得者にとっての問題

- ・住宅の性能を表示する共通ルールがないため、相互比較することが難しい
- ・住宅の性能に関する評価の信頼性に不安がある
- ・住宅の性能に関する紛争について、専門的な処理体制がないことから、その解決に多くの労力がかかる
- ・新築住宅取得の際に、契約書において瑕疵担保期間が1～2年などとなっているため、その後に瑕疵が明らかになっても無償修繕等が出来ない

住宅供給者にとっての問題

- ・住宅の性能に関する表示のルールがなく、性能を競争するインセンティブに乏しい
- ・住宅の性能について、消費者からの正確な理解を得ることに苦慮する
- ・住宅の性能に関するクレーム対応等に多くの労力がかかる
- ・新築住宅取得の際に、10年を超える長期の保証契約(瑕疵担保期間の設定)を行うことができないとされてきた

品確法は、「住宅性能表示制度」「新築住宅に係る瑕疵担保責任の特例」「住宅に係る紛争処理体制」が3本柱となっている。住宅性能表示制度の利用は、住宅供給者や購入者等の選択によるが、利用することによる住宅購入者等のメリットをアピールすることで利用を促している。

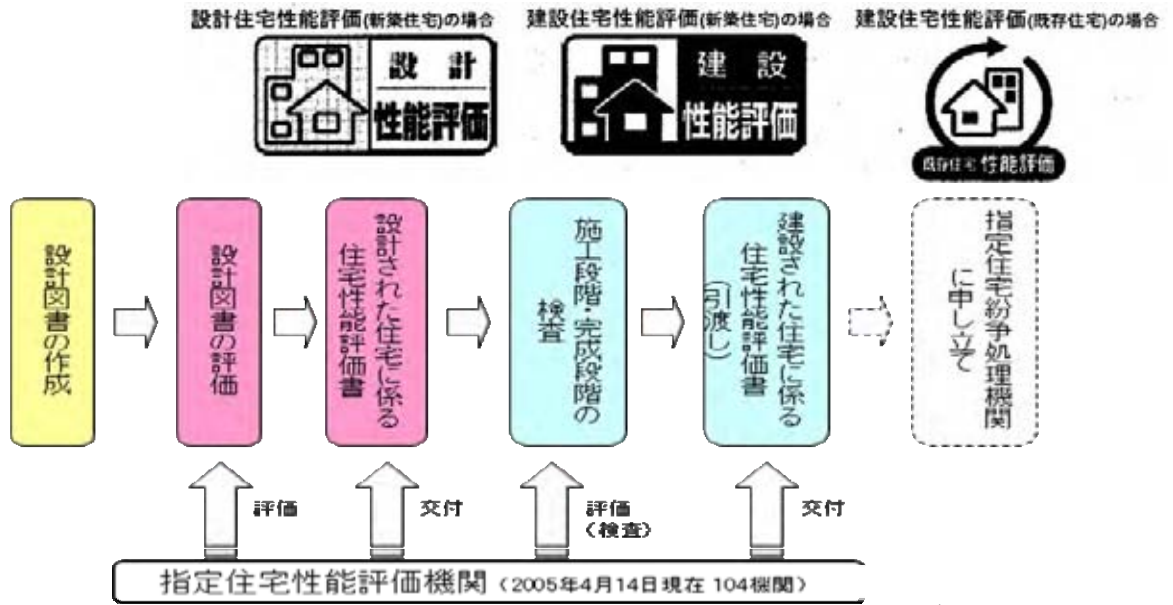


出典：住宅の品質確保の促進等に関する法律 及び日本住宅性能表示基準【(財)日本建築センター】

図 2-9 性能表示制度のイメージ

## 住宅性能表示制度

- ・ 構造耐力、遮音性、省エネルギー性などの住宅の性能を表示するための共通ルールを定め、住宅の性能を相互比較しやすくする。
- ・ 住宅の性能を客観的に行う第三者機関（登録住宅性能評価機関）を整備し、表示される住宅の性能についての信頼性を確保する。
- ・ 登録住宅性能評価機関により交付された住宅性能評価書を添付して住宅の契約を交わした場合などは、その記載内容（住宅の性能）が契約内容とみなされる。

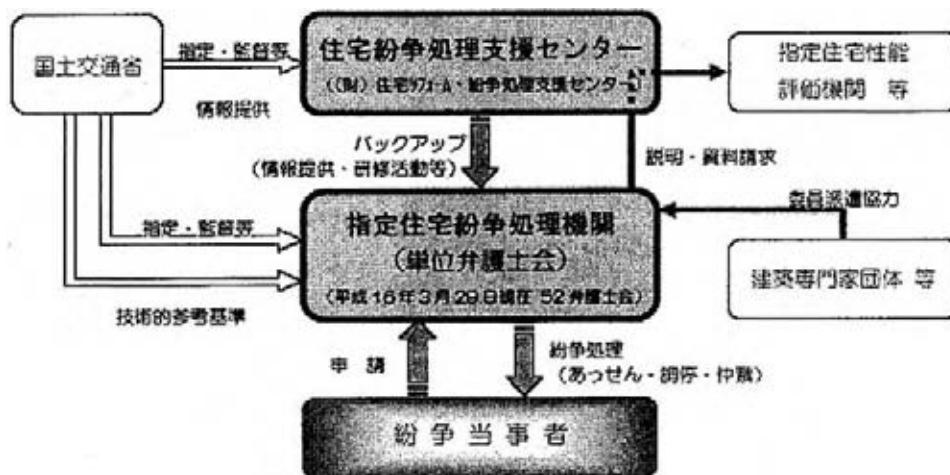


出典：住宅の品質確保の促進等に関する法律 及び日本住宅性能表示基準【(財)日本建築センター】

図 2-10 住宅性能表示制度による評価の流れと評価書に付する標章

## 住宅専門の紛争処理体制

- ・ 建設住宅評価書が交付された住宅でトラブルが発生した場合、国土交通大臣が指定する「指定住宅紛争処理機関」に紛争処理を申請することができる。（手数料は 1 件あたり 1 万円）



出典：住宅の品質確保の促進等に関する法律 及び日本住宅性能表示基準【(財)日本建築センター】

図 2-11 紛争処理体制のイメージ



### 新築住宅の瑕疵担保責任に関する特例

- ・ 新築住宅取得契約において、基本構造部分（柱や梁など住宅の構造耐力上主要な部分、雨水の侵入を防止する部分）について10年間の瑕疵担保責任が義務付けられる。
- ・ 新築住宅取得契約において、基本構造部分以外も含めた瑕疵担保責任が、特約を結べば20年まで伸長可能になる

### その他、住宅性能表示制度を活用することによるメリット

- ・ 耐震性能の等級に応じた地震保険料率の割引
- ・ 住宅ローンの金利優遇

## (2) 日本における部材・機器等の品質担保のシステム

設計段階で評価された通りの性能を持った建築物を建設するためには、建築物を構成する部材や部品、設備機器等が設計通りの性能を持ち適切に施工されている必要がある。

### 材料や部品の品質担保システム

コンクリートや鉄筋、断熱材等の汎用的な材料の品質や規格については、JIS(Japanese Industrial Standards: 日本工業規格)で定められている。建材メーカーが開発した壁材や仕上げ材が、建築基準法で規制されている耐火性能や防火性能等に適合しているかどうかは、国土交通省大臣が指定する性能評価期間が試験を行い一定基準以上の性能があると認められた製品を認定する大臣認定制度で保証されている。また、機器の性能や安全性を評価して普及を図るために独自の認証制度を実施している業界団体もある。

このような認定・認証制度で性能が確認されたものは、認定マークや認定番号が製品自体に刻印されたり、納品書に認定番号や認定書が記載・添付される。施工現場では、納入された部品の認定番号や認定書から、設計図書で求められている性能を有しているかどうかを判断する。

### 優良な部品を普及させるシステム

住宅部品に関しては、品質・性能・アフターサービス等にすぐれた住宅部品の認定を行い、その普及を図り住生活水準の向上と消費者の保護を推進することを目的とした「優良住宅部品(BL部品)認定制度」がある。認定を受けた住宅部品には、「BLマーク証紙」の貼付等により優良住宅部品(BL部品)である旨を表示することとなり、表示された部品には瑕疵保証と損害賠償の両面からBL保険がついている。

優良住宅部品認定制度は1974年からスタートし、住宅部品の機能向上に寄与してきた。2004年からは、BL部品のうち、社会的要請への対応を先導するような特長も有する住宅部品が「BL-bs部品」(BL-bs: Better Living for better society)として認定されている。



出典：(財)ベターリビングホームページ

図 2-12 BL マーク証紙及び BL-bs マーク証紙

#### 4.3 中国へのシステム導入の可能性

##### (1) システムの導入について

中国において、「住宅性能評定技術基準 GB/T 50362-2005」が2005年に公布、2006年3月に施行され、この中に省エネルギーに関する評価項目も含まれている。住宅部品認定についての取り組みも行われている。

また、施工段階の品質確保については、各工事ごとの「施工品質検収規範」があり、「建築省エネルギー施工品質規範」は2007年1月に公布、2007年10月に施行されている。これには、施工途中段階での使用材料の検査方法や工程ごとの品質検収方法が規定されている。

このように、日本で住宅の品質を確保するために有効に機能しているシステムについて、中国でも同様の枠組みはあるものの、出来てからまだ日が浅いせいか、きちんと使いこなせていないようである。つまり、これらのシステムをきちんと運用していくことが重要であり、そのためには、施主・設計者・施工者・監理者等の住宅供給者が「質が高い住宅をつくらう」と思う動機づけが必要である。

##### (2) 質の高い住宅をつくる動機づけについて

性能の高い住宅を造るためには、施主・設計者・施工者・監理者が次の項目について共通認識を持つことが重要である。

- ・住宅に求められる性能とはなにか
- ・性能を確保するためにはどのような造り方をすればよいか
- ・性能を確保することによってどのようなメリットがあるか

これらは、法基準の制定だけでは浸透させることは難しい。特に性能を確保することによるメリットは、立場によって異なり、施主であるディベロッパーにとっては住宅価値の向上＝販売価格への反映であり、設計者・施工者・監理者は価値の高い住宅をつくれるという技術力の評価だろう。

販売時に住宅購入者が省エネルギー性能も評価するようにならなければ、施工者が断熱工事や躯体の気密性、温水配管の保温等隠蔽されてしまうところまできちんと施工しようという動機づけにはならないだろう。

本プロジェクトのうち、評価指標及び方法は、竣工した建物で測定を行い省エネルギー性能を評価する、つまり、断熱材が仕上げに隠蔽された状態でも断熱材の欠損等が発見できる、暖房設備等は実際の運転状態で室温や流量バランス、輸送効率等を評価する、ということできちんとした施工をやらせる動機づけにしようというものである。

一方、住宅に求められる性能は、省エネルギーに関しては1980年に比べて65%削減するという目標がありそのための基準が定められている。しかし、実際に設計を行う場合には、断熱材の選択や施工方法の選択、換気設備等の機器の選定や配管ルートの設定など、“どのような造り方をすればよいか”が問題となってくる。「設計施工ガイドライン」は、65%省エネ基準を満たす住宅の設計施工の際の要点と典型的な設計事例を解説したもので、設計や施工の際の参考書として使用されることを期待している。

### (3) 日本の省エネルギー技術の導入について

中国において計画論や設計施工技術がまだ確立されていないが、今後の普及が望まれる省エネルギー手法として、次の2つを「設計施工ガイドライン」に盛り込んだ。

#### 1) 内断熱の導入について

外皮の断熱工法は、現在の中国寒冷地は外断熱が主流である。一方、日本では内断熱が主流であるものの外断熱に関する研究や技術開発等も行われており、施主や設計者の選択肢は多様である。

中国寒冷地で外断熱が主流となっている要因として北京市の地方基準（65%基準）があり、この基準の下で内断熱を普及させていくことは難しいかも知れないが、断熱補強をきちんと行うことにより内断熱でも1980年に比べて65%の省エネルギーを達成できるのであれば、施主や設計者の選択肢を増やすことになる。そこで、日本の省エネルギー計算の手法で熱損失を計算し、中国の基準や計算方法と比較することにより、内断熱による65%省エネルギー達成の可能性を検討した。

#### 2) 計画換気の導入について

換気は室内空気を清浄に保つために不可欠であるが、過大な換気は暖冷房負荷の増大につながる。必要な換気量の確保と省エネルギーを両立させるためには、建物の気密性を向上させ、決まった場所（給排気口）を使用して常に過不足のない適量の換気を行う「計画換気」が有効である。

日本では、シックハウス対策として、すべての部屋で常に必要換気回数を確保することが建築基準法で義務付けられている。それを実現する設備として、浴室や便所の使用時の局所換気と住宅全体の計画換気を1台の換気扇で対応できる風量切り替えが可能な換気扇が普及し、寒冷地では排気と給気の熱交換を行うことで冷気流入の不快感と熱損失を軽減できる熱交換型換気扇も使用されている。

中国においてもホルムアルデヒド等の化学物質によるシックハウスは問題視されており、居室の換気回数の規定等はあるものの、それを確実に実現するための設計手法や設備が普及していない状況である。寒冷地域で省エネルギーと必要換気量の確保を両立させるためには、計画換気が有効であり、設計手法の普及や設備機器の導入が望まれる。

中国の住宅供給は、スケルトン売りが一般的であるが、これは日本のS I住宅というスケルトンのように、躯体と内装・設備が分離されているわけではない。電気配管等は躯体打込みでスイッチやコンセント等が設置され、壁も最低限の塗り仕上げが行われている状態で販売され、それを入居者が好みに応じてしつらえるため、スイッチやコンセントの移動、壁仕上げの変更等で、モルタルやレンガ壁等のはつりが発生し、騒音や粉じん、大量の廃材が発生している。

このような状況を是正するため、中国政府によって内装付住宅の供給が促進されている。計画換気や内断熱を適切に設計・施工するためには、住棟計画から住戸の間取り検討、構造設計から内装・設備の設計までが相互調整しながら一連で行われる内装付住宅であることが望ましい。普及に向けても、まず、大手ディベロッパーなどの技術力の高い業者が内装付住宅で先導し、実例をつくることによって効果をアピールするとともに、中国の状況に適合した設計・施工のノウハウを蓄積していくことが重要である。

## 5 . 内断熱による 65%省エネ基準達成の可能性検討

### 5.1 内断熱と外断熱の比較

日本と中国の住宅生産で異なる点としては、日本は構造躯体・外皮・内装を一体で施工を行うのに対して、中国では構造躯体・外皮は住宅供給業者、内装は住宅購入者が施工を行うのが一般的ということがあげられる。

省エネルギーの基本的な手法である外壁面の断熱性を向上させる工法として、内断熱工法と外断熱工法がある。下表にそれぞれの特性を示すが、寒冷地でコンクリートやレンガ等の熱容量が大きい材料の建物では適しており、居住者が内装を行う場合の断熱性能の担保性も高い。しかし、外壁の外側に断熱材を設置しその上に外装を行う外断熱は、材料の劣化や施工不良等で剥離や落下が起こると事故につながる可能性が高い。

ここでは、日中の省エネルギー計算を比較し、内断熱で 65%省エネルギー達成の可能性を検討する。

表 2-4 断熱工法の比較（鉄筋コンクリート造の共同住宅を想定した場合の比較）

	内断熱工法	外断熱工法
室内環境	熱橋が生じやすい	熱容量が大きい構造躯体の外部に断熱を施すため、外気温変動の影響を受けにくく室内温度が安定する。 内断熱に比べて熱橋が生じにくい
施工性	施工が容易 外断熱に比べてコストが安価	内断熱に比べてコスト高（日本でコスト高になっている要因は、外壁に耐火性能が求められることが大きく影響している） 内断熱に比べて材料の耐久性や施工技術が求められる
断熱性能の担保性	居住者が施工する場合は、性能の担保が困難 住戸内を改修する際に破損や撤去される恐れがある	居住者による住戸内の改修による影響を受けない
既存住宅への対応	内装の改修時に、住戸単位での対応が可能 居住したままでの断熱改修は困難	断熱が施されていない既存住宅に居住者が住んだまま断熱改修が可能 共同住宅の場合、1棟全体での工事となるため、合意形成やまとまった費用の確保が必要

5.2 日本の省エネルギー計算と中国の省エネ計算

5.2.1 具体的な計算事例による比較

日中の省エネルギー計算の方法や考え方の違いを明確にするため、中国の高層住宅をモデルに、日中双方のやり方で省エネルギーを行った。(詳細は資料編参照)

具体的な物件は以下のような物件となる。

階数：B1、1F～18F(住戸は1F～18F)

住戸タイプ：5タイプ(E1～E2)

住戸形状：図2-1-1による

断熱方式：外断熱方式

屋根：押出法ポリスチレンボード  $t=70$

外壁：ポリスチレンボード  $t=70$

廊下に面する壁：ポリスチレンボード  $t=35$

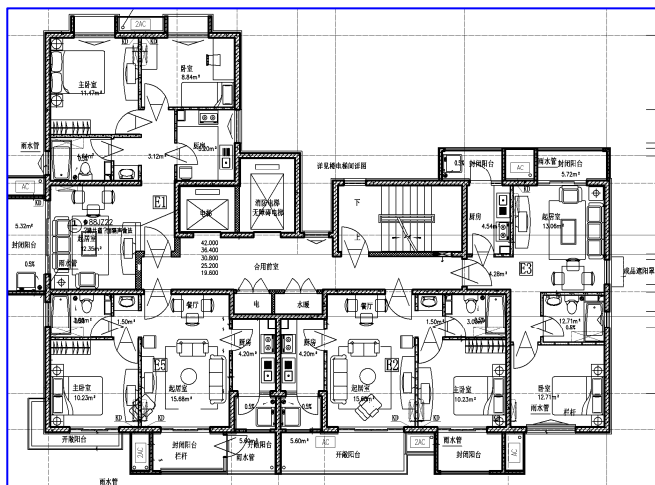


図 2-13 基準階平面図

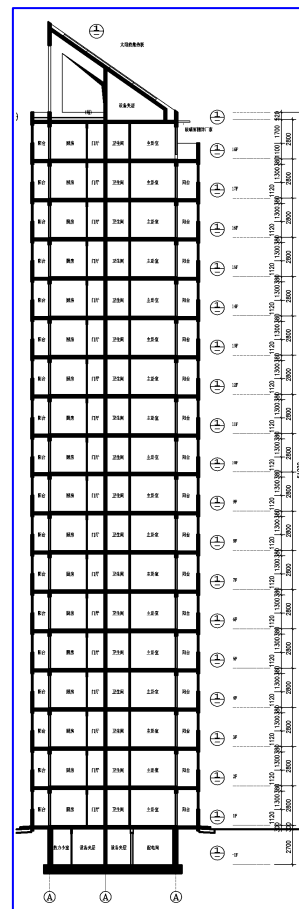


図 2-14 立面図

## 5.2.2 日本の評価方法と省エネルギー計算方法

### (1) 断熱性能の評価 (Q・μ 値計算)

日本の省エネルギー基準では、図 2-5 で示したとおり、性能基準の A～C タイプと仕様基準の D タイプの合計 4 タイプがある。

この基準は、住戸毎に評価するものであり、この 4 タイプのうち、どの方式を使っても良い。本計算では、仕様基準では熱損失量の算定が出来ないため、性能基準のうち一般的に用いられている Q・μ 値計算により住戸の省エネ性能の評価を行った。

計算の結果を以下の分類図に示す。基準値に対して、いずれの住戸もオーバーしてしまっただが、特に該当する住戸の上部に機械室がある場合には、結果が悪くなっている。これは、機械室と住戸との間に断熱が無いため、日本の省エネ計算を行うと著しく断熱性能が低いと省エネ計算上、判断されたという結果である。

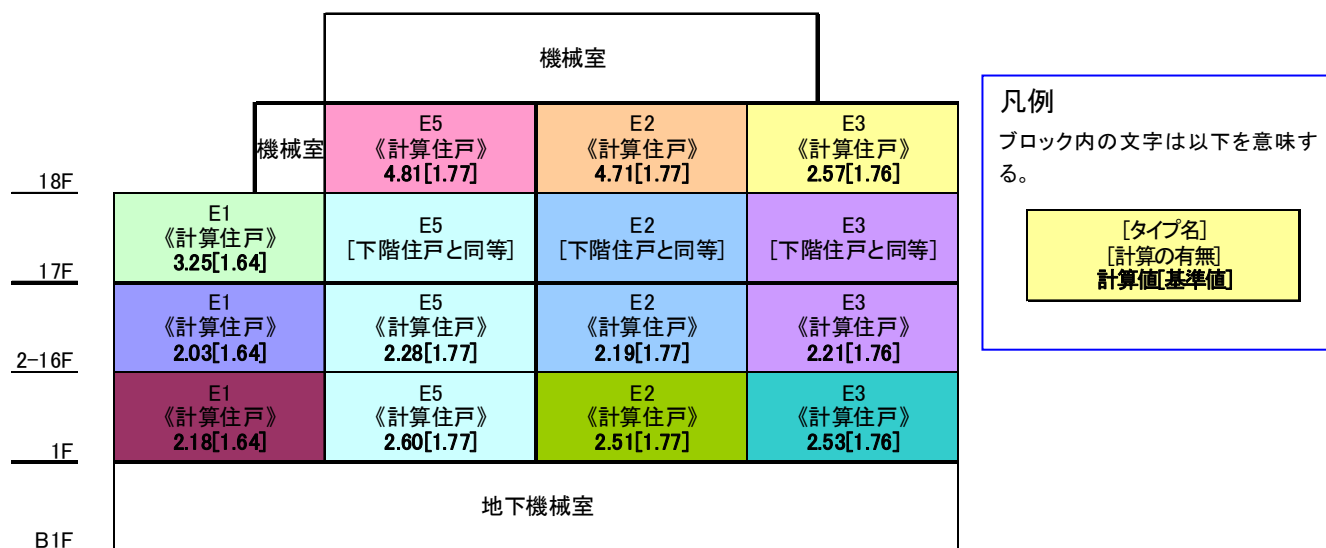


図 2-15 計算分類図

### (2) 熱橋部の処理

日本の省エネルギー法では、床スラブなどにより断熱が切れてしまう部分を熱橋と呼び、Q・μ 計算及び、結露の基準において評価する。

内断熱の外壁の熱橋は、面積に対して多い住戸では 9%程度だが、熱損失量では 20%となる場合もあり、住戸の熱損失に対して大きな影響がある。したがって、省エネルギー法のうち性能基準の計算方法では、熱橋部に対する計算方法が定められており、断熱補強を行った場合には熱橋部からの侵入熱量を一定の割合で軽減できる。(ただし、仕様基準の場合は断熱補強を計算に含めないため、内断熱のほうが 2 割程度厳しい。)

また、結露の基準では、熱橋部の室内側の表面温度が低くなるため、一定の長さや厚さの補強対策をすることが定められており、結露を発生させないように規定されている。結露は、カビなどを発生させ、健康に被害が出ることもあるため、十分な配慮が必要である。

## 5.2.3 中国の評価方法と省エネルギー計算方法

## (1) 断熱性能の評価

中国の省エネルギー評価方法は、日本の省エネルギー法の D ルートと同等で、躯体の熱貫流率を評価している。また、計算対象は、建物全体の外皮に対して評価する。(日本の省エネ法の D ルートは熱貫流率計算のほかに、断熱材の熱抵抗値でも評価できる。)

評価した結果は以下のとおり。(詳細は資料編 5-3 参照)

表 2-5 省エネ計算結果[中国側基準]

	熱貫流率 [W/m <sup>2</sup> ・K]	北京基準 [W/m <sup>2</sup> ・K]	備考
屋根面(一般屋根)	0.5536	0.6	
屋根面(傾斜屋根)	0.4941	0.6	
外壁	0.5855	0.6	

65%基準の内断熱の基準値 0.3W/m<sup>2</sup>・K に適合させるためには吹付け硬質ウレタンフォームで 80 mm 必要であるが、断熱補強を行うことによる熱橋からの熱損失の低減を評価して熱橋も含めた外壁の平均熱貫流率を計算すると 55 mm で 0.6W/m<sup>2</sup>・K (65%基準の外断熱の基準値) 以下となり、65%基準に適合した外断熱と同等の性能と言える。(外壁 RC 壁の厚さが 180mm の場合)

## (2) 熱橋部の評価

中国の省エネ計算では熱橋部に対する処理方法の基準が制定されていない。その影響と考えられるのが、外断熱と内断熱の基準値の違いである。

外断熱は比較的熱橋が少ないのに対し、内断熱は熱橋が多く存在してしまう。これにより、内断熱の基準は、外断熱より厳しいものとなっていると考えられる。具体的な外壁の基準としては、2章で示したように、外断熱の場合は 0.6[W/m<sup>2</sup>・K] であるのに対し、内断熱の場合は 0.3[W/m<sup>2</sup>・K] となっている。さらに、3階以下の建物に対しては、内断熱は使用不可となっている。

## 5.2.4 日中の省エネルギー計算と評価方法の違い

日中の省エネルギー計算の大きな違いは、中国側は建物全体に対して省エネ性能を評価する方法であるのに対し、日本側は単体の住戸に対して省エネ性能を評価する。具体的には、中国では屋上に設置されている機械室に対して、その外側を断熱するのに対し、日本では住戸と機械室の間のスラブを断熱する。これは、建物全体での省エネ性能を考えた場合には、多少の省エネ性能の差はあっても、大きく影響はしてこないと考えられる。しかし、最上階の居住者に対する温熱環境を考えた場合には、その住戸の直上スラブの表面温度が低くなることにより、室内の居住環境が悪化したり、機械室への放熱により、光熱費が増大すると考えられる。

また、そのほかにも、熱橋部の取り扱いに大きな差がある。日本の場合には熱橋部に対する基準が制定されており、その中では、結露の防止の観点から補強を行わなければならない。それにより、熱橋部からの熱侵入量が緩和されるため、内断熱、外断熱のどちらの手法でもそれほど断熱材の厚さに差が無く採用できるようになっている。一方、中国の基準では、熱橋に対する基準がないため、断熱補強の考え方を省エネルギー計算に取り入れられず、内断熱は外断熱に比べて壁体などで非常に大きな断熱性能が求められることになっている。

---

### 5.3 内断熱普及に向けての課題

#### 5.3.1 断熱補強を評価できる計算方法の普及

中国の省エネルギー計算手法では、熱橋部の評価手法が盛り込まれていないため、内断熱にて設計を行おうとすると、断熱材が非常に厚くなってしまったり、3階以下では採用できないなど、内断熱で設計することに高い障壁があるのが現状である。外断熱、内断熱ともに様々なメリット・デメリットがあり、それらを住む側のニーズに答えた形で選択できるようにしていくためには、その障壁を取り除く必要がある。そのためには、内断熱は熱橋が多いという特性を理解し、確実に断熱補強を行う必要がある。また、そのためには、熱橋部を含めた計算方法を確立するとともに、内断熱のメリットも伝えていく必要がある。

#### 5.3.2 内装住宅の普及と内断熱

計算方法の普及以外にも、内断熱の普及にはもうひとつの障壁がある。それは、現在、中国では多くの住戸がスケルトン販売を行っているということである。スケルトン売り住戸の場合には、断熱材を室内に設置しなくてはならないため、内装仕上げ材との取り合いなどが出てきてしまう。

したがって、内装が無い状態で内断熱を行うことは難しく、内装住宅が普及と内断熱の普及は切り離せない問題である。



## 6. 計画換気システムの必要性

### 6.1 換気的重要性

#### 6.1.1 換気の目的

換気とは自然または機械的に室内の空気を外気と入れ替えることであり、大きくは「室内空気の外部の新鮮空気との入れ替え」と「汚染物質の室内からの除去」がある。

換気を行うことにより、室内は常に正常な空気状態に保たれ、健やかな生活を送れることになる。

#### 6.1.2 集合住宅における換気

鉄筋コンクリート住宅は、従来より気密性の高い建物だったが、現在では、さらにサッシや玄関ドアなどの建具の性能や施工性の向上などにより、より気密性・断熱性が高い建物になってきている。しかし、住宅の気密性の向上は、逆に建物の隙間が減少させ、自然換気量の減少につながっていくと考えられる。換気量の不足は次のような弊害を生み出す。

- ・ 建築材料や内装材などからホルムアルデヒド、VOCなどの化学物質が発散されることにより、下表のような健康障害をもたらす。また、酸素の欠乏や二酸化炭素の増加により人体に影響を及ぼす。
- ・ 室内に呼吸やコンロの燃焼による二酸化炭素やタバコのヤニなどが部屋に残りやすくなる。
- ・ 室内の高湿度化、空気の滞留などによるカビ・ダニなどの発生をもたらす。

表 2-6 住宅において発生する主な化学物質とそれによる症状

化学物質	症状
ホルムアルデヒド	鼻、咽頭の刺激、流涙、くしゃみ、せき、吐き気、呼吸器障害、発がん性
トルエン	倦怠感、知覚異常、吐き気
キシレン	眼・咽頭の刺激、知覚障害、吐き気
パラクロロベンゼン	眼・鼻・のどの刺激、咽頭痛、悪心、嘔吐、肝・腎機能低下
エチルベンゼン	眼・皮膚・気道の刺激、中枢神経への影響
ステレン	眼・皮膚・気道の刺激、喘息
クロルピリホス	倦怠感、頭痛、めまい、悪心、嘔吐

出典：住宅情報ナビホームページ

表 2-7 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度の影響

濃度 (%)	濃度変化の影響など
0.03(0.04)	標準大気
0.04~0.06	市街地外気
0.1	一般的な許容濃度
0.2~0.5	相当不良
0.5	安全保障限界(米国労働衛生)
2	呼吸深さ、呼吸量30%増加
3	作業劣化、生理機能の変化、呼吸数2倍
4	通常の場合の呼気の濃度
4~5	呼吸中枢を刺激し、呼吸深さ・回数を増す。
8	10分呼吸すれば、強度の呼吸困難・顔面紅潮・頭痛を引き起こす。
18以上	致命的

出典：三菱電機 ロスナイ技術資料

### 6.1.3 必要換気量

シックハウス対策として、建材などから発生する化学物質（ホルムアルデヒド、VOC）の除去や、人間の呼気による二酸化炭素を除去するためには、ある一定以上の換気量が必要となる。建築基準法のシックハウス対策では、住戸の気積に対して 0.5 回/h 以上の換気が必要である。例えば、70 m<sup>3</sup>の住宅で平均天井高を 2.4m とした場合には、84m<sup>3</sup>/h の換気量が必要となる。

また、主に事務所ビルを対象として、日本では「建築物の衛生的環境確保に関する法律」があり、この中で二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉塵に関する許容濃度が定められている。このうち、二酸化炭素の設計基準濃度は 1000ppm となっている。この数値を満足するための換気量は 1 人当たり 20～30m<sup>3</sup>/h 程度の新鮮空気の換気が必要となる。

この 1 人当たりの必要換気量と、シックハウス対策で必要な換気量を比較すると、70 m<sup>3</sup>の住戸ではシックハウス対策では 84m<sup>3</sup>/h の換気量が必要であり、一人当たりの必要換気量と比較すると、3～4 人に対して換気を行うことが出来ることになる。これは、住戸面積に対する平均的な居住人数から考えると妥当な人数と思われ、シックハウス対策を行うことにより、二酸化炭素濃度なども適正に保たれることになると考えられる。

## 6.2 計画換気と省エネルギー

### 6.2.1 換気と熱損失

居住者の健康の維持のためにも換気は非常に重要なものではあるが、特に冬期には、冷たい外気を室内に導入することになり、室内温度を低下させるため、室内を快適な温熱環境に維持するためには、暖房システムにより室内温度を上昇させる必要がある。つまり、換気を行うことは、室内の暖房負荷を増大させることにつながる。

冬期の住戸全体の熱損失における換気による熱損失の割合を算出するため、中国の高層住宅を対象に日本の省エネルギー計算の Q 値を使って検証した。（資料編 5-1 を参照。資料編では基準値を満足していないが、検証のため断熱材の増強により基準を満足させた。）

#### 【計算条件及び結果】

評価タイプ：E5 タイプ（中間階）

換気回数：0.5 回/h

Q 値結果：1.77（基準値 1.77, 省エネ法適合）

総熱損失：67.75W/K …

換気損失：17.29W/K …

換気による熱損失の総熱損失に占める割合  
/ = 25.5%

上記の結果、換気の熱損失は総熱損失に対して全体の約 1/4 を占めている。この割合は内外温度差あたりの熱損失量の比較であるため、より基準が厳しい寒冷地域のほうが、総熱損失が少なくなるが、換気の熱損失は、一定のため、換気の比重が大きくなる。

上記の結果より、寒冷地では換気の熱損失に占める割合は非常に高いため、必要換気量を正確に計算し、機器を選定していくことが重要である。

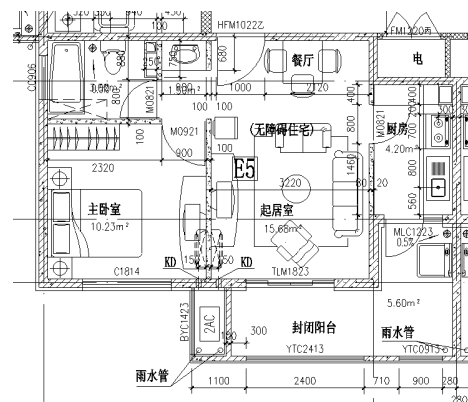


図 2-16 計算タイプ平面図 (E5)

## 6.2.2 計画換気を行うためのシステムの選定

### 6.2.2.1 「自然換気」と「機械換気」

室内の空気を清浄化させるための換気量の確保と、換気による熱損失の抑制を両立するためには、適正な換気量を導入できるシステムが必要となる。換気方式には、窓を開けたり、開閉式の自然給気口を設けるなど、主に住宅では人間が空気質の悪化を感知して行う「自然換気方式」と機械により一定の風量を換気する「機械換気方式」の2タイプがある。

「自然換気方式」は、中間期などの窓を開けて涼風を取り込む季節には、十分な外気を取り入れることにより換気を行うことが出来るが、冬期には窓を開けると外の冷たい空気が室内に大量に流入してしまい、室内の温度が急激に下がり、温熱環境が悪化してしまう。そのため、住宅の居住者は、多少空気質が悪化しても窓を開けることを躊躇してしまい、換気量不足となる可能性が高い。

一方、「機械換気方式」は、換気扇などの機械により室内の空気を一定量入れ替えるため、急激な室内の温度変化が生まれにくく、また、居住者が手を煩わせることなく換気を行うことにより、適切な空気環境を維持することが出来る。ただし、機械換気システムでは、換気システムや風量の選定や給気口の設置について十分配慮して設計する必要がある。

また、室内の化学汚染物質の除去や二酸化炭素濃度の低減を図る場合には、常に一定の風量の換気を行う24時間換気などの全般換気が必要である。

### 6.2.2.2 機械換気システムの方式

機械換気システムの方式は、給気や排気をファンにより行うか自然給気(排気)口を用いるかによって、第一種換気システムから第三種換気システムまであり、それぞれの特徴をよく把握しシステムを選定する必要がある。

#### (1) 換気システムの方式

##### 1) 第一種換気方式

給気と排気を機械により換気する方式となる。複数の部屋の給排気を行う場合、機械による換気となるため、各室への給排気量や部屋毎の圧力差をつけることなどの空気の流れの制御がしやすい方式となる。

また、換気方式としては、通常の給排気ファンによる換気のほかに熱交換器を介して換気する方式もあり、この場合は、室内の熱を外に逃がさないために熱交換器により熱を回収することが出来るため、室内への給気温度を通常の外気温度より高くすることができ、それにより冷暖房費用の軽減をすることが出来る。

##### 2) 第二種換気方式

給気ファンと自然排気口からなる方式。気密性の低い住戸では給気された室付近の外壁などの隙間から排気されてしまう危険性があり、気密性の確保が重要となる。

また、給気口からは外気が直接室内に流入するため、冬季には非常に温度が低い空気が入ってくる。給気口周辺の温熱環境が悪化するため、注意が必要である。

##### 3) 第三種換気方式

排気ファンと自然給気口からなる方式。トイレや台所などの汚染空気が発生する場所に機器を設置することにより、その場所を負圧とし、周囲に汚染空気を拡散させない効果がある。

第二種換気と同様に冬季には自然給気口から冷気が侵入するため、その周辺の温熱環境が悪化する。

給気口を設けない、または、大きさが不十分である場合には、室内が負圧となり、ドアの開閉障害が起たり、風切音がする場合もある。従前の建物であれば隙間が多いため問題となることも少なかったが、建物が高気密化するほどこれらの問題が起きてくるので注意が必要である。

### 6.2.2.3 換気設備機器の適切な選定方法

換気による室内空気の清浄化と、熱損失の抑制の両立のための換気風量を確保するための換気設備機器を選定するには、詳細な機器の選定が必要となる。

そのためには、ダクト計画より静圧計算を行い、その静圧に応じて機器を選定する必要がある。

手順 1：居室の適切な換気量の算出

室内の気積に対して、建材の化学物質の発散量に応じて 0.5 回/h 又は 0.7 回/h の換気量が必要なため、計算を行い、必要換気量を算定する。

手順 2：換気システムの機器設置位置やダクトルートの決定

設計要求事項を配慮したシステムの選定及びダクトルート、端末部材を選定する。

手順 3：ダクトやダクト端末部材により静圧を計算。

「手順 2」で求めたダクトルートや端末部材などからダクト静圧を計算する。

手順 4：機器の決定

計算した静圧と必要換気量より、機器の風量特性を示した「静圧-風量線図」を用いて適切な機器を選定する。

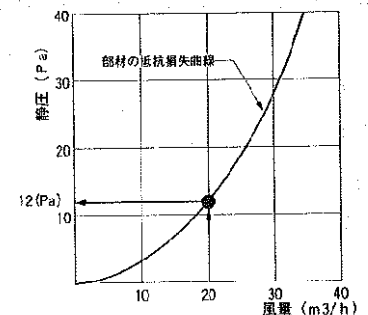


図 2-17 計算タイプ平面図(E5)

### 6.3 日本の換気システム

#### 6.3.1 住宅における日本の主な換気システム

##### (1) 全熱交換器システム

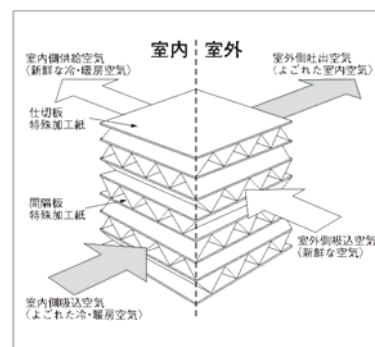
全熱交換器は、給気と排気を同時に送風機で行う第一種換気システムである。このシステムは熱交換エレメントに給排気を通過させることにより、熱交換させるシステムである。給排気を熱交換することは、冬期における外からの導入空気の色度を上昇させることが出来るため、外気負荷を減らすことができる。したがって、ランニングコストの低減にもつながる。また、室内への吹出し温度の上昇による快適性の向上も図ることが出来る。

ただし、機器の値段比較的高価であり、ダクト量も多くなるため、イニシャルコストは高価となる。また、機器やダクトの設置スペースが必要となるため、天井高が部分的に低くなる。



出典：広東松下環境システムホームページ

図 2-18 全熱交換器システム概念図



出典：三菱電機 ロスナイ技術資料

図 2-19 熱交換エレメント図

##### (2) ダクト型換気扇

このシステムは、ダクトにより各部屋の給排気を集約させることが出来るシステムである。第一種換気から第三種換気のいずれの方式でも使用することが出来る。(図 6-2-1)

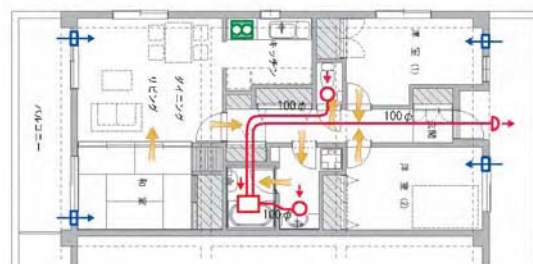
このシステムは、機器に加えダクトや制気口も必要なるため、ダクトや制気口などの設置が必要となり、部分的に天井高が低くする必要がある。

日本の住宅において、ダクト型換気扇を採用する場合には、そのシステムのうちのひとつである 3 室同時換気システム(図 2-21)が採用されることが多い。このシステムは、ファンと本体排気口が浴室に設置してあり、そのファンに接続された排気口がトイレや洗面所などにも設置されている。日本では建築基準法で 24 時間換気が求められているため、通常時は、シックハウス対策で必要な風量を排気しており、トイレや浴室を使う場合にはスイッチを押すことにより排気量が多くなるシステムである。



出典：広東松下環境システムホームページ

図 2-20 ダクト型換気扇概念図



出典：(別冊)住宅の換気設計事例集  
【(財)ベターリビング】

図 2-21 3室同時換気システム概念図

## 6.4 計画換気普及に向けての課題

### 6.4.1 換気設備の設計技術の向上

現在の中国では、住宅における冷暖房、配管、太陽エネルギーなどの設備は、設計基準が確立されてきてはいるが、住宅の換気システムは、ほとんどが人の手で窓の開閉などを行う「自然換気」が主流であり、室内空気を常に正常に保っておくための日本の機械による24時間換気システムと同等のシステムは存在しない。また、住宅の換気的设计手法や24時間換気を初めとする全般換気的设计理念については、一般の設計者に広く伝わっていないようである。

集合住宅の高気密高断熱化が進んできている中で、換気的重要性はさらに高くなってきているため、24時間換気システムの導入や、設計者が適正な換気機器の選択を行うことの重要性は非常に高くなってきている。

### 6.4.2 換気設備機器の性能と機器性能特性の開示

日本の換気機器は、設計者が選定する際には、一般的に「静圧・風量線図」を用いて行う。現地の日本メーカーのヒアリングした結果、中国での換気機器は、一般に「静圧・風量線図」などの機器特性を公表しておらず、風量のみ記載となっているようである。

省エネルギーと良質な空気環境の維持を両立させるためには、適切な換気風量を発揮できる機器を選定する必要がある。したがって、中国国内においても機器性能特性を開示し、その特性を判断して機器の選定を行うことが出来るようにするべきである。

また、機器性能特性の開示を行うには、同一タイプの機器の性能の均一化が必要であり、機器性能を均一化の仕組みづくりも重要となってくる。

### 6.4.3 建物の気密性

現在の中国では、サッシの取付け時の施工不良により、気密性能が低下する事例が多いようであり、気密性能の低下は隙間風の増加につながる。隙間風の侵入は室内の空気を入れ替える作用があるため、換気の役割は果たすが、隙間風の量はコントロールできない。したがって、計画的な換気を行うためには、気密性能を向上させ、機械による一定量の換気が必要となる。

特に中国の寒冷地では室内外の温度差が大きいいため、隙間風の侵入量は大きく、隙間風は、室内に冷たい外気を導入させ、暖房負荷を増大させるだけでなく、室内の居住環境も低下させる。

### 6.4.4 内装付住宅の普及と居住者の空気質への意識

現在、中国では集合住宅の販売時に内装を実装していないスケルトン販売の事例がほとんどである。スケルトンの状態で購入した住宅居住者は、自ら内装業者と契約し、内装を自分好みに仕上げていく。

室内の換気的重要性を把握していない住宅購入者は、トイレ、台所などの局所排気のための換気設備は設置するが、室内の24時間換気を初めとする全般換気のための換気システムは採用しない可能性が高い。

室内の全般換気的重要性は、眼には見えないだけに一般の住宅購入者に広く伝えることは難しく、また、伝わったとしてもコストや設置スペースの問題があり、現在のスケルトン販売の状態で普及させるのは難しい。

また、内装業者も24時間換気を含む全般換気システムを採用したことがほとんど無いと考えられ、居住者と同様にその重要性を理解していないと思われる。内装業者へ換気的重要性を啓発させていくには、業者の裾野が広く難しいことである。したがって、まずは、大手デベロッパーなど、技術力の高い業者が全般換気的重要性を理解し、内装付住宅で全般換気を行う住宅を先導的することが必要である。

---

## 7. 住宅省エネルギーと内装付き住宅の普及

### 7.1 省エネルギーにつながる内装付き住宅

中国では一般的にスケルトン状態で販売され、施主が自分の好みに応じて内装を設えるやり方が多いが、次項に示すようなスケルトン販売の問題解消に向けて中国政府の方針として内装付き住宅の供給が促進されており、一部の都市では2010年までに新築住宅の全てを内装付き住宅へと転換する方針が示されている。対象地域では市政府等が内装付き住宅の供給を促進し、内装付きで住宅を積極的に供給するディベロッパーも増えつつあるが、全国的には、まだ一般的に普及するレベルには至っていない。

スケルトン状態での販売では、住戸プランや設備機器・仕様、仕上げなどが決まっていないことから、住戸内全体を計画的に省エネルギーや居住環境の面からコントロールすることに限界がある。具体的には、スケルトン状態のままでは、住戸プランに応じた適切な設備システムの選択が難しく、効率的な設置位置や配管・配線システム等ができないといえる。

しかし、内装付き住宅として、あらかじめ住戸プランや採用する設備機器等が決まっていれば、以下のような住宅省エネルギーの考え方につながる。

#### 効率的な暖房システムの導入

効率的に暖房システムを計画するには、住戸プランと密接に関係して計画されることが必要であり、あらかじめ住戸プランが決まってくる内装付き住宅とすることで、放熱器の設置位置や配管ルート等の効率化が図られる。また、内装付き住宅とすることで、個別暖房方式による効率化の可能性もある。

#### 計画換気の実現

「6.計画換気システムの必要性」に示した通り、寒冷地では必要換気量を適切に換気するために、計画換気が重要である。住戸プランがあらかじめ決まっていれば、間取りに応じた適正な位置に換気システムを計画することができ(スケルトン状態のままでは換気設備の設置位置、ダクトの設計、通気口の位置などの確定ができないので、計画換気は難しい)、内装付き住宅とすることで過大な換気を防ぐことにつながる。

#### 内断熱方式の担保

スケルトン供給の場合には施主が内装を設える時に断熱材等も一緒に壊してしまうことがあり外断熱が向いている。内断熱においても熱橋部分をしっかり処理することで、外断熱と同等の効果を得られることは2-5に示した通りであり、内装付き住宅とすることで内断熱方式の可能性が広がる。

ただし、内装付き住宅で効率的な設備システムを導入していくためには、現在のスケルトン供給後に内装工事を行っている小規模業者では技術的・技能的に限界があると思われるので、先進的なモデル事業の実施などを通して、内装設計者や内装工事業者等の技術力向上を図ることが必要である。

日本のS I住宅でいうスケルトンのように、躯体と内装・設備が分離されているわけではない。電気配管等は躯体打込みでスイッチやコンセント等が設置され、壁も最低限の塗り仕上げが行われている状態。



## 7.2 内装付き住宅によるその他のメリット

現在の中国におけるスケルトン供給の問題点に対し、内装付き住宅とすることで以下のような問題解消につながる。

購入者の入居時期がほぼ同じになるので、これまで入居時期の違いによる個々の内装工事時期の長期化が解消され、入居者間のトラブルなどが解消（工事騒音・振動、生活者と工事者動線の錯綜等）される。

建材の無駄な使用 / 大量に発生するゴミ問題が解消される。

主要構造部材を傷つけるといった問題が解消される。

内装工事発注の煩わしさを感じる購入者にとって、あらかじめ内装が設置された住宅の選択ができる。

内装工事の品質が担保されるので、内装の耐久性や資源の無駄な使用がなくなる。

個別の内装工事だと内装工事に関する記録が残らないケースが多かったが、ディベロPPER等が工事当初の記録を残すことで、その後の改築や改善などがしやすくなる。

購入者の内装知識ではと住宅の必要な内装機能（住宅部品の性能、施工注意事項）を十分把握できない場合が多かったが、ディベロPPER等による監理が行われることで不良な内装工事を防ぐことができる。

これまでは配管を床や壁に埋設してしまう場合が多かったが、内装付き住宅として設備配管や配線を計画的に工事することで維持管理や修繕がしやすくなる。

また、内装付き住宅は、これら問題点の解消とともに、居住環境の向上、生産の合理化・効率化、安定した品質の確保などの以下のようなメリットが生まれる。

合理的な平面計画の検討による効率的なプランニングの実現。

（90㎡政策への対応として、住宅の小型化に伴う空間の集約化などを行う）

部品・部材等の規格化・標準化による安定した品質の確保。

新しい居住スタイルの提案。

設備システムとの連動による省エネルギー効果の向上。

供給後の点検や更新、維持管理のしやすさの向上。

供給後のアフターサービスや保証体制の充実。



## 第3章 技術協力成果品の作成プロセスについて

### 1. 設計施工ガイドラインの作成プロセス

#### 1.1 目次構成及び記載内容について

中国側は、省エネルギー基準があるにも関わらず竣工建物で実測すると省エネルギー目標を達成できている建物が少ないことの要因として次の3点を挙げている。

技術面の問題 - 設計者の理解が不十分で窓等の部品や材料の選択ミスがある

施工上の問題 - 材料や工法が適切ではない

竣工後の検査をやっていない

これらの問題に対処するために、設計段階・施工段階・検査段階での指導を徹底させる必要があり、ガイドラインは設計・施工・検査の各段階での留意点を示したものである。このような認識の下で中国側は、住宅省エネルギーの典型的な事例を示し、設計・施工・検査の各段階での要点を示す、という目次案を提示していた。日本側も基準を解説した上で設計・施工・検査の各段階の留意点を示すという目次案を想定しており、目次構成及び内容イメージをすり合わせるため、「ガイドラインは誰がどのように使うのか」という議論を行った。

この議論の中で、中国側にとって「検査」の位置づけがあいまいでありガイドラインに記載する検査とは誰が行うものかということが明確ではないことが分かってきた。議論を重ねた結果、次の理由から「検査」に関する項目は外すこととなった。

- ・施工途中及び建物引き渡し時の品質管理のための検査については「建築省エネルギー工事施工品質検収規範」がある。
- ・竣工後の検査方法については、もう一つの技術協力成果品である「評価指標及び方法」に含まれている。

また、中国側の目次案の中には寒冷地区以外の項目も含まれていたが、今回のプロジェクトの対象は「寒冷地区」の「集合住宅」に限定して実用性が高いものを作成する、ということとなった。

第1回現地業務(1月23日~1月31日)における以上の議論を踏まえて、第1回現地業務の最終会議で、成果のテーマをはっきりさせるため名称を次のように変更し、日中で役割分担をしてプロジェクトに取り組むことで合意した。

#### 住宅省エネルギー設計・施工技術ガイドライン

このプロジェクトは日本の技術を参考にして中国にあったものにしていくというやり方で行うことから、日本は技術や資料の提供を行い、中国にあったものに作り変えていく作業は中国側で行う、という役割分担で実施した。

表 3-1 業務着手時の日本及び中国の目次案と技術協力成果品の目次構成

－JICA専門家案 着手報告書－	－中国案－
<p>1. はじめに</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅省エネルギーの意義・重要性</li> <li>・本ガイドラインの位置づけ</li> </ul> <p>2. 省エネルギー基準の概要と解説</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネルギー基準の構成</li> <li>・各基準値の解説</li> </ul> <p>3. 設計の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断熱構造の設計指針(断熱に関する仕様規定)</li> <li>・暖房システムの設計指針</li> </ul> <p>4. 施工の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不適切な断熱施工の問題点</li> <li>・気密化の効果と気密性能の扱い</li> <li>・施工上の留意点(躯体構造に対応して記述)</li> </ul> <p>5. 検査の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・検査の目的と実施時期</li> <li>・図面による審査の方法</li> <li>・施工段階での検査の方法</li> <li>・竣工建物での検査の方法</li> </ul> <p>6. 省エネルギーに関連する基準と建築・設備計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅省エネルギーに関連した基準や制度</li> <li>・室内空気質と換気計画</li> <li>・再生可能エネルギーの活用</li> <li>・高効率設備機器の活用</li> <li>・通風や日射の活用</li> <li>・住まい方での留意点</li> </ul>	<p>1. 日中住宅の省エネルギーに関する状況</p> <p>1.1 日中住宅省エネルギーに関する基準、規範、技術指針</p> <p>1.1.1 設計方面</p> <p>1.1.2 施工方面</p> <p>1.1.3 検収方面</p> <p>1.2 日中住宅の省エネルギーにおける典型的なプロジェクト</p> <p>1.2.1 日本の住宅省エネルギープロジェクト</p> <p>1.2.2 中国の住宅省エネルギープロジェクト</p> <p>1.2.3 日中住宅省エネルギープロジェクトにおける比較分析</p> <p>2. 住宅省エネルギーの技術条件と技術方案</p> <p>2.1 日中住宅の省エネルギー技術条件</p> <p>2.1.1 外皮構造の断熱技術</p> <p>2.1.2 自然通風、採光技術</p> <p>2.1.3 室内温熱環境の調整技術</p> <p>2.1.4 再生可能エネルギーの利用技術</p> <p>2.1.5 省エネ家電の設備と選択</p> <p>2.2 中国に適用の住宅省エネルギー技術方案</p> <p>2.2.1 寒冷地区の住宅省エネルギー方案</p> <p>2.2.2 厳寒地区の住宅省エネルギー方案</p> <p>2.2.3 夏熱冬冷地区の住宅省エネルギー方案</p> <p>2.2.4 夏熱冬暖地区の住宅省エネルギー方案</p> <p>3. 住宅の省エネルギーにおける設計、施工、検収要点</p> <p>3.1 総則</p> <p>3.2 設計要点</p> <p>3.2.1 外皮構造の設計要点</p> <p>3.2.2 自然通風、採光設計要点</p> <p>3.2.3 空調システムの設計要点</p> <p>3.2.4 再生エネルギーの利用</p> <p>3.3 施工要点</p> <p>3.3.1 外皮構造の断熱構造の施工要点</p> <p>3.3.2 気密性における施工要点</p> <p>3.4 検収要点</p> <p>3.4.1 建物のパンプ省エネルギー性能の検収</p> <p>3.4.2 建物の運行、メンテナンス効率の検収</p> <p>3.4.3 再生可能エネルギーの利用効率の検収</p>



中国寒冷地域住宅省エネルギー設計施工ガイドライン(1月時点原稿)目次	
1 総則	3 施工要点
1.1 意義	3.1 外皮構造体の断熱構造の施工要点
1.2 本ガイドラインの位置づけ	3.2 暖房システムの施工要点
1.3 省エネルギー目標	3.3 機械換気システムの施工要点
2 設計の要点	付録
2.1 建築計画と全体の平面配置	1 代表的な案例
2.2 外皮設計の要点	
2.3 自然通気、採光設計の要点	
2.4 暖房・空調の設計要点	
2.5 再生可能エネルギーの利用	※ 大項目のみ表記、詳細は第4章参照
2.6 機械換気設備の設計要点	
2.7 建物の熱特性設計の計算	

## 1.2 中国側への主な技術指導

当初は、中国側が日本の住宅の断熱や暖房設備がどのようになっているかを研究するため、寒冷地の集合住宅の設計図や省エネ効果の評価資料、公団住宅標準詳細設計図集（橙文字）第五版の寒冷地に関する部分等について、資料の要請があった。これらについては、都市再生機構（旧住宅整備公団）は都市部を中心に住宅供給を行ってきたため標準詳細図集も 地域を前提としたものであることや、設計図は民間分譲マンションの入手が困難で主に公営住宅での資料提供となったため、中国側の満足がいくものではなかったが、7月に行われた本邦研修を通じて日本の状況がわかるとともに、日本から導入したい技術についても明確になってきた。

ガイドラインの作成に当たっては、内断熱や換気システム、配管総合技術を中心とした技術指導を行い、付録に記載するモデル事例のうち、日本のモデル事例のドラフトを日本側で担当した。以下に技術指導の概要を示す。

### （1）内断熱に関する技術指導

日本では、内断熱が主流であるものの外断熱に対する取り組みも古くから行われており、湿式外断熱の経年による湿気の滞留や材料劣化、それらに起因する剥離等の検証を踏まえて通気層がある乾式工法が開発されたが、高層住宅ではほとんど採用されていない。また、中国の寒冷地と同じような気候である北海道でも内断熱による高層分譲マンションが一般的に供給されていることから、内断熱への関心が高まってきた。

内断熱における日中の主な違いは熱橋部分の処理であり、中国では内断熱の熱橋部分からの熱損失を防止する具体的な手法が規定されていないことから、日本の断熱補強の基準や施工方法を紹介した。また、北京市の65%基準において「外壁の熱貫流率を $0.3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下にしなければならない」という厳しい基準は、熱橋部分からの熱損失を外壁で補完するためだと想定されるため、日本のQ値の計算で用いる断熱補強の形状に応じた熱損失量の低減係数を紹介し、それをを用いて計算を行った時に外断熱の場合の基準値と同等の熱貫流率を確保するために必要な断熱材厚さを算定し、施工上実現可能な厚さであることを確認した。

ただし、内断熱で断熱補強による熱損失の低減を評価した計算手法の確立や、内断熱の外壁の熱貫流率は $0.3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下という基準の見直しは本プロジェクトの中では対応できないため、ガイドラインへの記載は結露防止の観点からとなった。

### （2）換気システムに関する技術指導

中国において、換気の必要性は認識されていて必要換気回数は北京市の65%基準の中でも設定されているが、換気方法については規定されておらず窓の開閉での対応が一般的である。また、機械換気を行う場合の設計手法が確立されておらず、換気扇は設置されているが意図したように機能していない例があるようだ。

本プロジェクトでは、日本の24時間換気の設計手法（住宅内の全室を換気できる換気ルートの設定、圧力損失や静圧を考慮した機器の選定方法等）の指導を行うとともに、寒冷地であることから、全熱交換型換気システムや同時給排気型レンジフード等、換気による暖房負荷の増大を抑える機器の紹介をおこなった。

---

( 3 ) 配管総合技術に関する技術指導

換気システムの導入に伴い換気ダクトと天井の納まりが出てくることや、ガイドラインの担当である設計研究院が内装付住宅のプロジェクトを手がけていることもあり、換気ダクトや給水・給湯管、ガス管等の設計手法について指導の要請があり、各々の技術基準等の紹介を行った。

## 2. 評価指標及び方法の作成について

### 2.1 目次構成及び記載内容について

日本側が着手報告書で提案した目次案は、設計段階で断熱が省エネルギー基準に適合しているかどうか、設備は CEC 評価を想定したものである。一方、中国側は竣工した建物で検査して評価することを意図しながら、日本側の目次案を参考に次頁に示す目次を提示してきた。第 1 回現地業務の議論の中では、この認識のずれを修正できないながらも、再生可能エネルギーや照明、炊事システム等は項目からはずして完成度を上げることを目標とすること、成果のテーマをはっきりさせるために名称を「住宅省エネルギー評価マニュアル」から「住宅省エネルギーの評価指標及び評価方法」に変更し、日中で役割分担をしてプロジェクトに取り組むことで合意した。

第 2 回現地業務、第 3 回現地業務の中で、日本側は、実在の建物の断熱性能の測定は外気温の変動や日射や風の影響をうけるため、多大な労力がかかる上に正確な判定は困難であることや、暖房システムを運転して効率や消費エネルギー量を測定するには季節が限定されることから、運用上無理があると考え、日本と同様に設計段階で的確に審査し、設計図通りに施工されているかどうかを確認する方が現実的ではないか、との指摘を行ってきた。しかし、中国の現状では、建設に用いる部材や部品の品質、施工の技術や施工監理の質等、様々な面での品質確保に問題があり、「竣工した建物で検査しないと信頼できない」という現状を踏まえ、中国側の意向にそって作成することとなった。

表 3-2 技術協力成果品の目次構成

中国寒冷地域住宅省エネルギー評価指標及び方法（1月時点原稿）目次	
1、序論 1.1 住宅の室内環境に対する要求 1.2 住宅省エネ性能を左右する各システム 1.3 寒冷地域における住宅省エネルギーの現状及び関連基準・規定 1.4 住宅省エネルギー評価の意義と重要性 1.5 現段階の住宅省エネルギー評価における現場検査の有効性 1.6 本評価方法の位置づけ 2、住宅省エネルギー評価指標の制定 2.1 外皮構造体システム 2.2 暖房システム 2.3 その他	3、住宅省エネルギー評価指標の検証方法 3.1 外皮構造体システムの検証方法 3.2 暖房システムの検証方法 3.3 その他 4、住宅省エネルギーの評価方法 4.1 指標法 4.2 性能法 5、住宅省エネルギー評価の実例
※ 大項目のみ表記、詳細は第 5 章参照	

表 3-3 業務着手時の日本及び中国の目次案

—JICA専門家案 着手報告書—	—中国案—
<p>1. はじめに</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・評価の意義・重要性</li> <li>・本評価手法の位置づけ</li> </ul> <p>2. 地域区分</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域区分の設定方法</li> </ul> <p>3. 外皮の省エネルギー性能の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外皮の省エネルギー基準の構成</li> <li>・年間暖房負荷による評価</li> <li>・熱損失係数による評価</li> <li>・体形係数・伝熱係数規制値等による評価</li> </ul> <p>4. 暖房システムの省エネルギー評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱源機器の効率</li> <li>・配管の熱輸送効率</li> </ul> <p>5. その他の住棟設備の省エネルギー評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・評価対象となる設備</li> <li>・空調設備の評価</li> <li>・換気設備の評価</li> <li>・照明設備の評価</li> <li>・給湯設備の評価</li> <li>・昇降機の評価</li> </ul> <p>6. 再生可能エネルギーの評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽熱温水器</li> <li>・太陽光発電</li> <li>・風力発電</li> </ul> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">気象データ(暖房度日数)と計算プログラムが整備されていることが評価の前提となる</p>	<p>1、序論</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 寒冷地区の住宅省エネルギーの現状</li> <li>1.2 住宅省エネルギー評価の意義と重要性</li> <li>1.3 本評価方法の位置づけ</li> </ul> <p>2、住宅省エネルギー評価指標の制定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 外皮構造系統 <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 建築物外皮構造の熱特性の欠陥</li> <li>2.1.2 建築物外皮構造の熱橋部位の内表面温度</li> <li>2.1.3 建築物外皮構造の主体部位の伝熱係数</li> <li>2.1.4 建築物外窓サッシの機密性能</li> <li>2.1.6 建築物外窓の日よけ性能</li> </ul> </li> <li>2.2 暖房システム <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 建築物冬期の平均室温</li> <li>2.2.2 室外配管内の水力平衡度</li> <li>2.2.3 システムの保水率</li> <li>2.2.4 室外配管の熱輸送効率</li> <li>2.2.5 室外配管内の温度低下</li> <li>2.2.6 暖房ボイラーの運転効率</li> <li>2.2.7 暖房システムの実際の消費電力/熱輸送</li> <li>2.2.8 暖房エネルギー消費量</li> </ul> </li> <li>2.3 その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 空調システム</li> <li>2.3.2 通風換気システム</li> <li>2.3.3 再生可能エネルギーの使用</li> <li>2.3.4 給湯システム</li> <li>2.3.5 照明システム</li> <li>2.3.6 炊事システム</li> <li>2.3.7 エレベーター</li> </ul> </li> </ul> <p>3、住宅省エネルギー評価指標の検査方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 外皮構造体の検査方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 建築物外皮構造の熱特性の欠陥</li> <li>3.1.2 建築物外皮構造の熱橋部位の内表面温度</li> <li>3.1.3 建築物外皮構造の主体部位の伝熱係数</li> <li>3.1.4 建築物外窓サッシの機密性能</li> <li>3.1.6 建築物外窓の日よけ性能</li> </ul> </li> <li>3.2 暖房システムの検査方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 建築物冬期の平均室温</li> <li>3.2.2 室外配管内の水力平衡度</li> <li>3.2.3 システムの保水率</li> <li>3.2.4 室外配管の熱輸送効率</li> <li>3.2.5 室外配管内の温度低下</li> <li>3.2.6 暖房ボイラーの運転効率</li> <li>3.2.7 暖房システムの実際の消費電力/熱輸送</li> <li>3.2.8 暖房エネルギー消費量</li> </ul> </li> <li>3.3 その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1 空調システム</li> <li>3.3.2 通風換気システム</li> </ul> </li> </ul> <p>4、住宅省エネルギーの評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 評価方法の原理</li> <li>4.2 住宅省エネルギー評価方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 外皮構造体の省エネルギー評価方法</li> <li>4.2.2 暖房システムの省エネルギー評価方法</li> <li>4.2.3 その他の省エネルギー評価方法</li> <li>4.2.4 住宅省エネルギー総合評価方法</li> </ul> </li> </ul>



## 2.2 中国側への技術指導

日本の住宅で、竣工した建物で実施されている測定検査は、ホルムアルデヒド濃度測定、気密測定程度である。一方、中国側が目次案の検査方法で項目を挙げているものは、公共建築のモデルプロジェクトで実施している内容であるということで、ドラフトは全面的に中国側で行うこととなった。

日本側の役割としては、住宅に限定せずに関連する項目での日本の技術の紹介と、中国側のドラフト案に対しての見解を述べるということになった。

日本側からの技術の紹介は次のとおりである。

- ・日本の省エネルギーに関する評価方法（LCA, LCCO<sub>2</sub>、CASBEE 等の紹介）
- ・日本における再生可能エネルギーの取組状況
- ・日本における地域熱供給の例
- ・日本における住宅への熱供給一覧（料金体系の参考資料として提供）
- ・住宅の気密性能試験について
- ・業務用施設の省エネにおける計測・検証方法

日本側からの9月に提出されたドラフト案に対して行った提言は次のとおりである。

2008年11月13日の協議で提出

### 寒冷地区住宅省エネルギー評価指標及び方法（草稿）についての感想

#### 全般的な感想

- ・「1.6 本評価方法の位置づけ」に、建設が完成した実際の工事を評価対象とするということは記載してあるが、何のために評価かというのがはっきりしていない。
- ・使用や販売を許可するための評価等であれば、完成後の一定期間中に行う必要があり、「集中暖房期間中の測定（暖房システム）」や「工事が完成して12か月以降の測定（外皮の断熱性能）」が、実際に運用できるかどうか疑問である。
- ・省エネルギーの設計審査や施工品質検収を通過してきた物件の省エネルギー性能の検証・データ収集であれば運用は可能と思われるが、この場合はデータ収集後の展開を想定しておく必要がある。

実測による評価を完成建物の検査（使用や販売許可）に取り入れる

完成後に短期間で実施できる検査に限定する等の見直しが必要だろう

省エネ設計基準や施工品質検収へのフィードバック

検証の結果、不合格が多い項目は、設計～施工のいずれかに問題があるはずなので、設計基準や施工品質検収の強化や見直しに活用する

#### 個別か所に対する確認事項

##### 1.1 住宅对室内环境的要求（住宅の室内環境に対する要求）

[人体所必需的新鲜空气] 室外空气中二氧化碳的浓度为 0.02%~0.03%。

[人体が必要とする新鮮な空気] 室外空气中 2 酸化炭素濃度は 0.02% ~ 0.03% である。

IPCC では、380ppm と言われているが、本当か？

### 2.3.1.3 空调系统节能评价指标 空调机组运行能效

( 空調システム省エネ評価指標      空調ユニットの成績係数 )

空调机组是空调系统的主要耗能设备，一般来说，其能耗占整个空调系统能耗的 50%以上。

空調ユニットは、空調システムの主要なエネルギー消費設備であり、一般的にそのエネルギー消費は空調システム全体のエネルギー消費の 50%以上を占める。

公共建築の値ではないか？

### 3.2.1 建築物冬季平均室温检验 ( 建築物冬季平均室温の検証 )

房间平均室温测点应设于室内活动区域内且距楼面 700~1800mm 的范围内恰当的位置

部屋の平均室温測定点は、室内活動区域内で、且つ床表面から 700 ~ 1800 mm の範囲内にある適切な位置に設置しなければならない。

上下方向で温度差があるため、高さの設定に幅がありすぎるのではないか？

日本では床上 1200 mm が一般的

### 3.3.2.1. 换气次数 (1) 测试方法及原理 ( 換気回数 (1)測定方法と原理 )

示踪气体可采用 SF<sub>6</sub> 或 CO<sub>2</sub> 气体

トレーサーガスは SF<sub>6</sub> ( 6 フッ化硫黄 ) や CO<sub>2</sub> を使用してよい

SF<sub>6</sub> は温室効果ガスでその効果は CO<sub>2</sub> の 2 万倍なので、むやみに使用するの望ましくない

2.3 測定機材の使用について

竣工建物で行う検査項目とそれらに使用する機材の一覧、使用方法を以下に示す。

表 3-4 竣工建物で行う検査項目とそれらに使用する機材の一覧

	供与機材									その他の測定機材	
	白金測温抵抗計	恒温水槽	データロガー	電力量計	圧力計	風速計	温湿度計	Qメータ	気密測定器		
供与機材の数量	1	1	1	1	1	1	10	10	1		
外皮構造における温熱特性	1. 建築物外皮の熱特性の欠陥における検査										サーモグラフィカメラ
	2. 建築物の外皮の熱橋部位の内表面温度における検査										熱電対等温度センサー
	3. 建築物外皮の主体部分の熱伝導係数における検査										熱流計 温度センサー
	4. 建築物外窓サッシの気密性能の検査										圧力計、大気圧計 環境温度計 屋外設置式風速計
	5. 建築物外皮の断熱性能の検査										サーモグラフィカメラ
	6. 建築物外窓の日射遮蔽装置の検査										サーモグラフィカメラ
暖房システム	1. 建築物の冬季平均室温の検査										白金測温抵抗計センサー データ収録装置 データロガー
	2. 室外配管の水力平衡度における測定										超音波流量計
	3. システム保水率の検査										超音波流量計
	4. 室外配管における熱の輸送効率の検査										温熱計量器（温度計、流量計） 温度センサー
	5. 室外配管の給水温度の低下の検査										データロガー
	6. 暖房設備ボイラーの運行効率の検査										温度センサー 温熱計量器
	7. 暖房システムにおける実際の電力使用量と供給熱量の比率の期待値の検査										温熱計量器
	8. 建築物の年間暖房負荷の検査										温熱計量器
通風換気システム											温湿度計 傾斜圧力計 大気圧ボックス
空調システム											白金測温抵抗計センサー データ収録装置 超音波流量計

供与機材の使用方法

1、白金測温抵抗計 + 高温水槽 + データロガー

(1) 温度測定装置が以上の機材で構成され、温度センサーの精度を決める。

表 3-5 恒温水槽の温度範囲と精度

恒温水槽	温度範囲	水平方向の温度差限度	異なる深さにおける任意の2ヶ所の温度差限度
アルコール低温水槽	-15-0	0.01	0.02
恒温水槽	0-100	0.005	0.01

(2) 白金測温抵抗計が測定時の温度基準となる。

(3) データロガーは温度検査に必要な設備で、温度計の温度測定ブリッジの抵抗を測るものである。

(4) データ収録装置は測定したデータを自動的に収集する。

装置の稼働フローを以下に示す

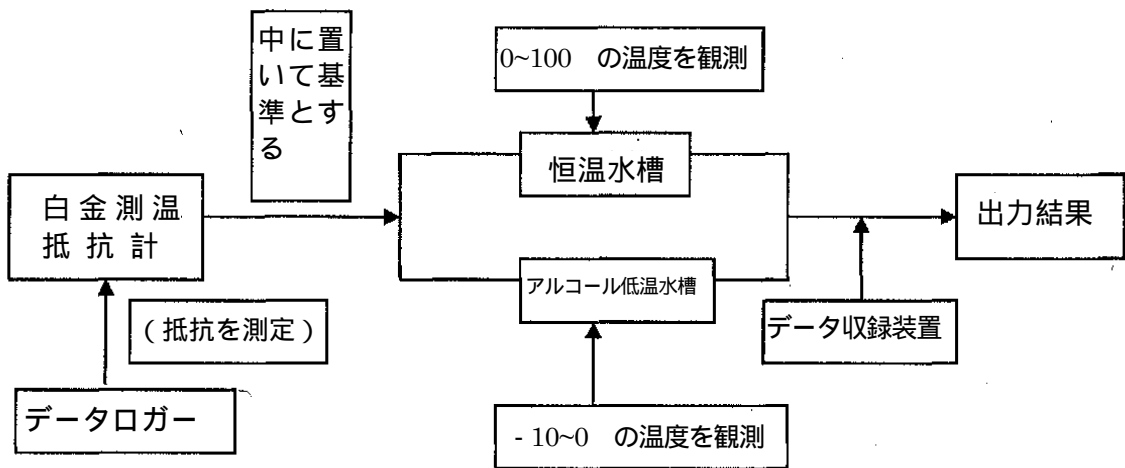


図 3-1 装置の稼働フロー



データロガー



恒温水槽

図 3-2 測定中の機材

## 2、風速計

使用場所：通風換気システム

測定対象：空調機、ダクト

測定項目：空調機またはダクトの断面における風速

## 3、電力量計

使用場所：通風換気システム

測定対象：空調機、冷水機械、ポンプなど

測定項目：システム稼動時における電流、電圧、出力及び累積電量。

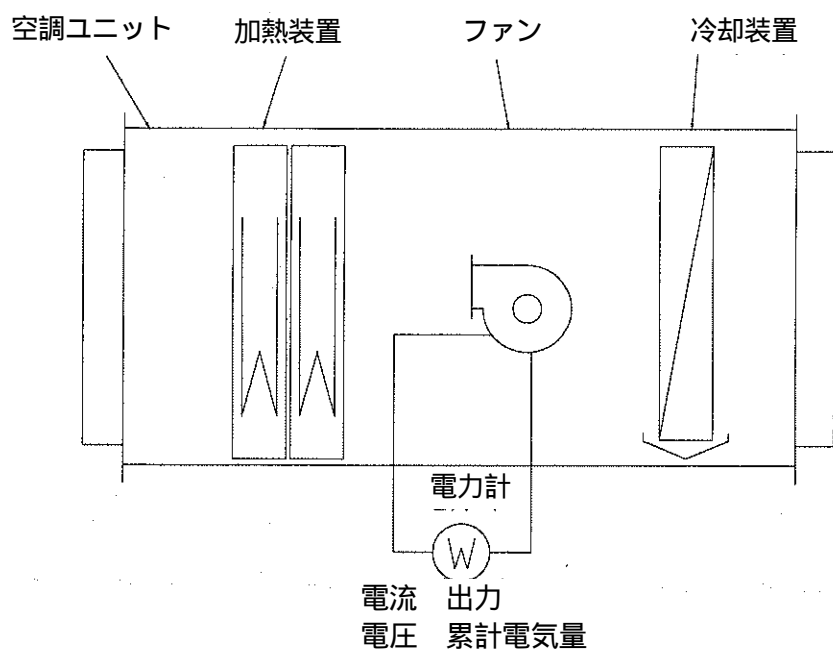
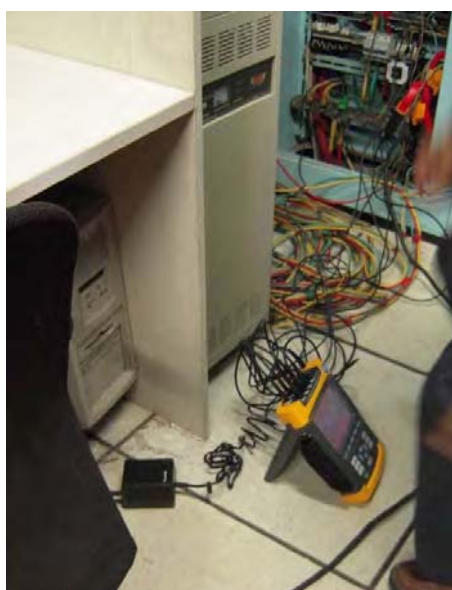
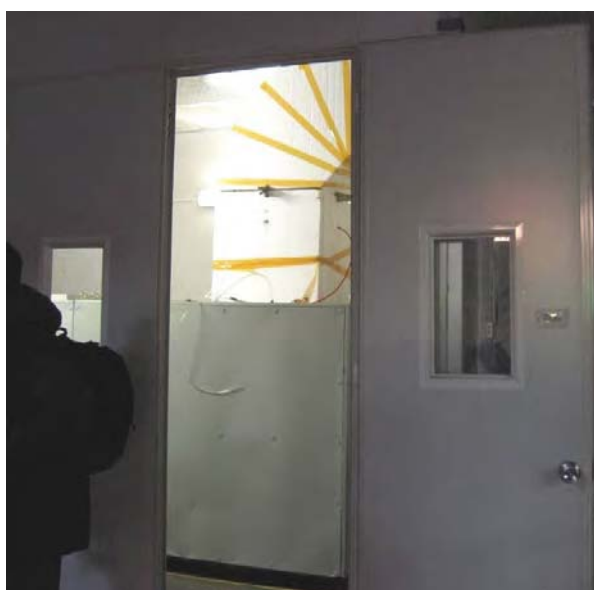


図 3-3 機材の設置状況



電力量計



測定対象のダクト

図 3-4 測定中の機材

#### 4、圧力計

圧力計は主に室内外における静圧の差を測定するに用いられ、住居の換気回数を算出する。圧力計の働きは下図に示される：

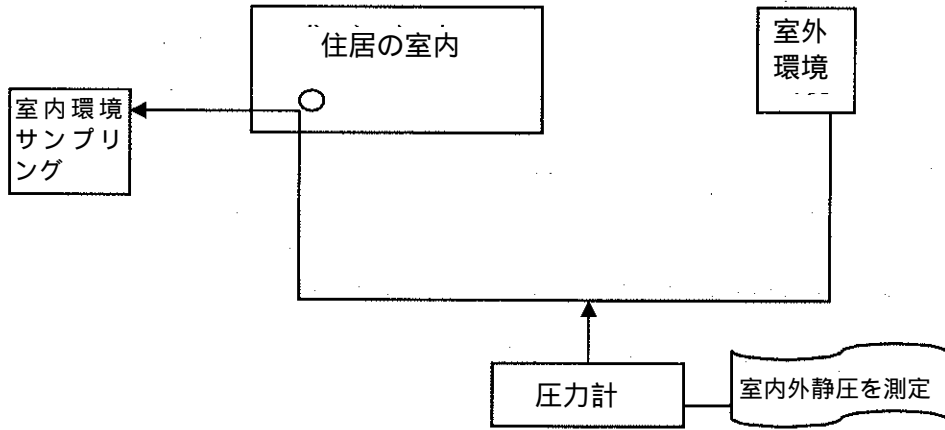


図 3-5 室内外における静圧の測定

#### 5、温湿度計

使用場所：建築物室内

測定項目：建築物の室内における温湿度

#### 6、CO<sub>2</sub>メータ

室内環境におけるCO<sub>2</sub>の濃度をリアルタイムで観測する必要があるため、CO<sub>2</sub>メータを測定環境に連続的に置くことを可とする。また、観測した結果をリアルタイムで表示計器に送り、計算モジュールによる計算で室内環境における換気回数を算出する。

CO<sub>2</sub>メータの稼動フローは下図の通りである。

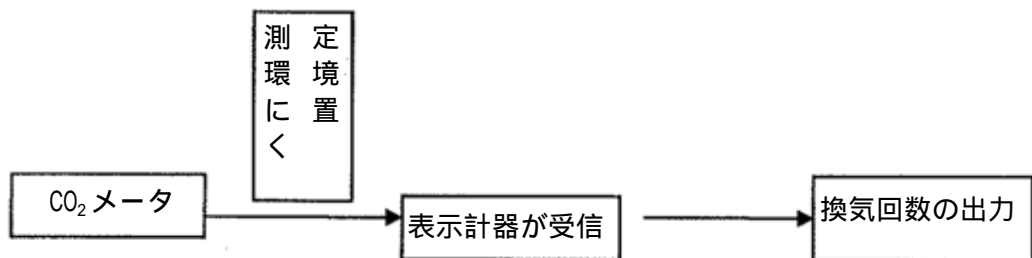


図 3-6 CO<sub>2</sub>メータの稼動フロー