

# LCCM住宅に関する研究開発と普及

## - 低炭素社会に向けた動向と先進的省エネルギー住宅 -



環境研究グループ  
 上席研究員  
 桑沢 保夫

## I 研究の背景

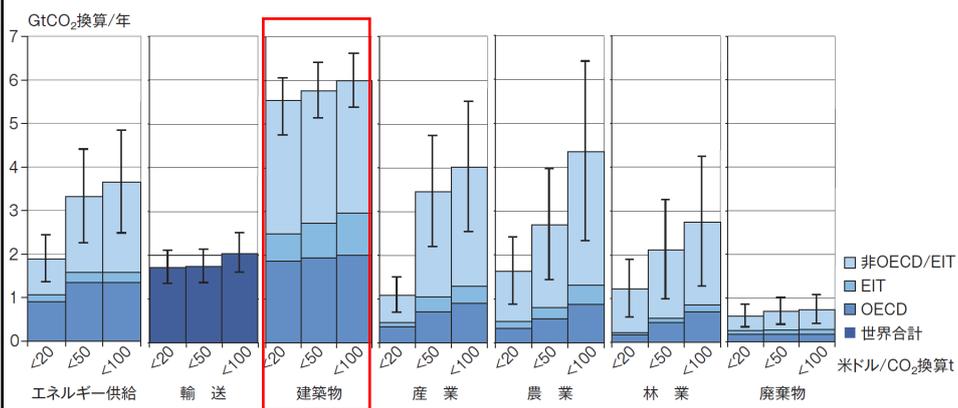


図 1 ボトムアップ研究による

2030年の世界の緩和における部門別の経済的ポテンシャルの推計値  
 (各部門の評価で仮定されたそれぞれのベースラインと比較した値)  
 IPCC第4次評価報告書第3作業部会報告書より

## I 研究の背景

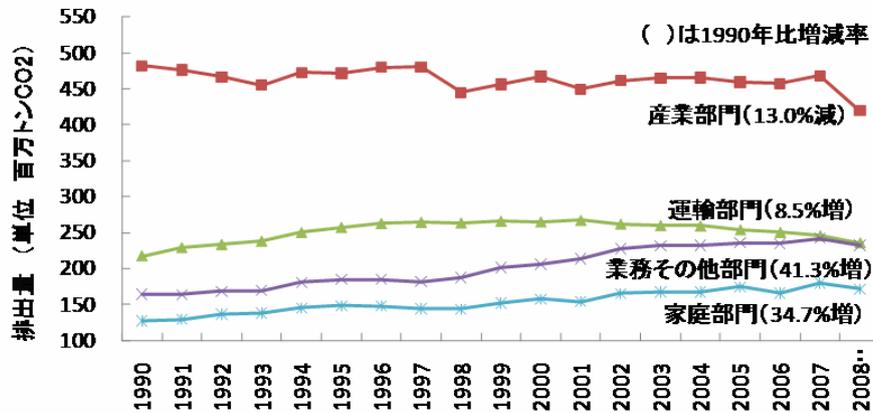


図2 部門別の二酸化炭素排出量の推移  
国立環境研究所HPより

3

## I 研究の背景

2008年のCO2排出量：  
住宅や業務用建築1990年比で30～40%の増加

**政府：**

2020年に温室効果ガスを1990年比で25%削減  
「新成長戦略」(平成22年6月18日閣議決定)の長期目標

**国土交通省：**

省エネ基準への適合義務づけの必要性、その検討開始  
→新築の住宅・建築物の100%省エネ化を目指す。

**建築研究所：**

先導的なモデルとなりうる

「LCCM住宅」の研究開発に着手  
(自立循環型住宅の研究などで培ってきた知見を活用)

4

## II 住宅の省エネルギー技術

### これまでの住宅の省エネ基準

- 住宅の断熱・気密性を高めることで暖冷房負荷を減らしてきた。

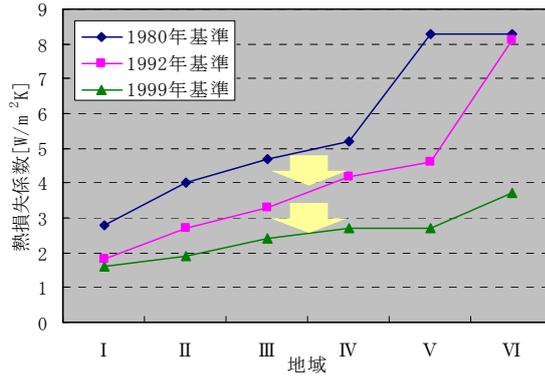


図3 熱損失係数基準値

## II 住宅の省エネルギー技術

### 日本の住宅におけるエネルギー消費の実態

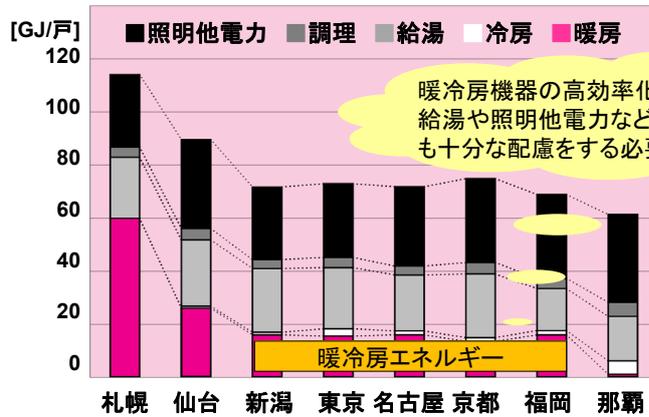
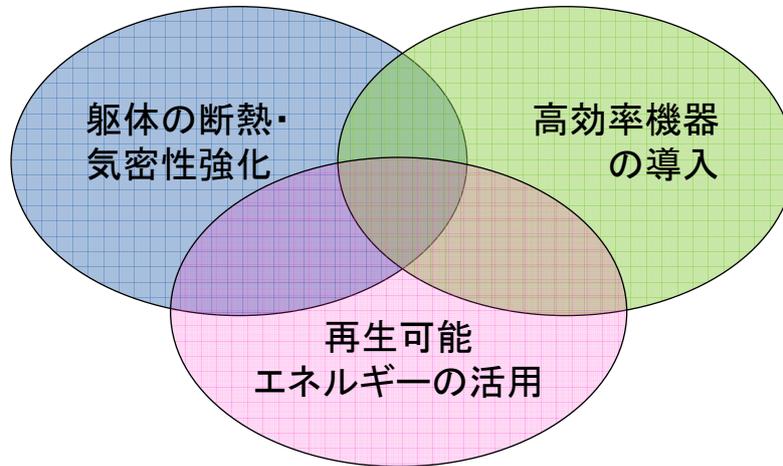


図4 住宅におけるエネルギー消費の現状  
—8都市域の戸建て住宅に関する比較—

### Ⅲ 先進的省エネルギー住宅



7

### Ⅲ 先進的省エネルギー住宅

- 躯体の断熱・気密性強化 → 暖冷房負荷の削減  
(気候条件、ライフスタイルとの適合)
- 高効率機器の導入 → エネルギー効率の向上
- 再生可能エネルギーの活用 → **建築的活用**  
太陽熱・太陽光・風 etc
- **設備的活用**  
太陽光発電  
太陽熱給湯 etc

8

### Ⅲ 先進的省エネルギー住宅

気候条件やライフスタイルに応じた  
適切な断熱・気密性能・設備の見極め

個別の住宅への建築的な方法による  
再生可能エネルギーの活用

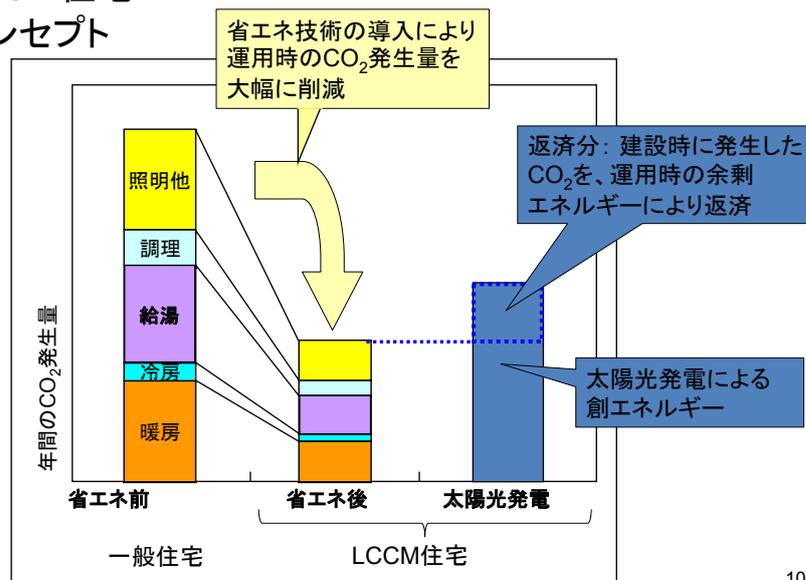
実験住宅としての建設は容易

課題

いかにして一般的な住宅として普及させるか

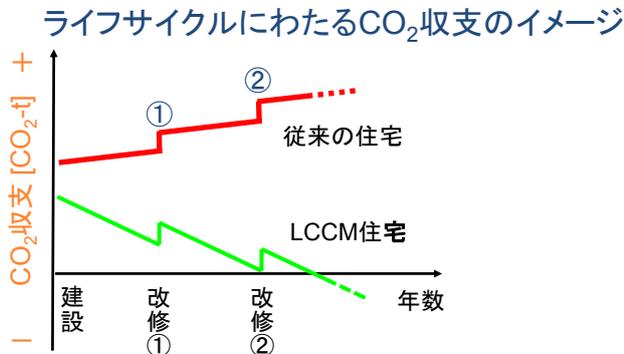
### Ⅳ LCCM住宅

#### 1) コンセプト



## IV LCCM住宅

### 1) コンセプト



- ⇒ 建設段階で生じるCO<sub>2</sub>債務をなるべく早く返済し、運用段階のカーボンマイナスにより、生涯累積のCO<sub>2</sub>収支を黒字にする
- ⇒ 開発と同時に普及を主なる課題とし、優良住宅資産を蓄積

11

## IV LCCM住宅

### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 暖冷房

暖冷房にかかるCO<sub>2</sub>排出量の低減

#### ◆暖冷房負荷の低減

- 断熱・気密性能(気候条件やライフスタイルに対応)
- 通風などによる排熱性能(中間期・夏期)
- 庇などによる遮熱性能(中間期・夏期)

#### ◆効率的な暖冷房機器の選択

- 高効率ヒートポンプ(負荷に対応した能力の選択)

LCCM住宅では超低負荷

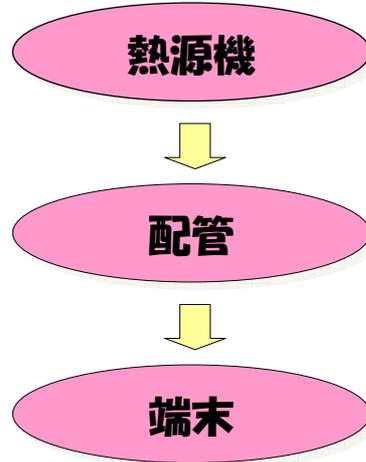
12

## IV LCCM住宅

### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 給湯

- 熱源機
  - エコキュート
  - 燃料電池
  - 太陽熱温水器  
気候条件、地域のエネルギー供給体制による有利・不利を勘案する
- 配管
  - 配管の短縮・小口径化
- 端末(水栓・浴槽)
  - 節水型シャワー・水栓
  - 高断熱浴槽・浴室



13

## IV LCCM住宅

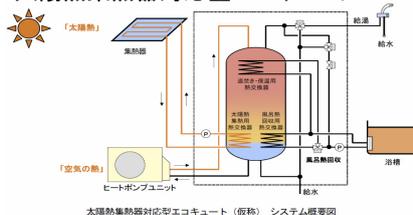
### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 給湯

- 熱源機
  - エコキュート
  - 燃料電池
  - 太陽熱温水器  
気候条件、地域のエネルギー供給体制による有利・不利を勘案する



#### 太陽熱集熱器対応型エコキュート



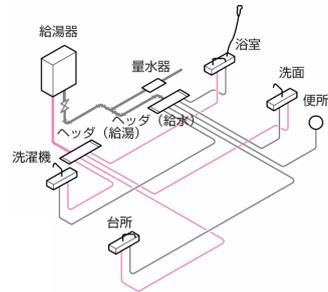
太陽熱集熱器対応型エコキュート (仮称) システム概要図

#### 燃料電池



14

- 節湯型機器
  - 手元止水機能・小流量吐水
- 高断熱浴槽・浴室
- 配管方式
  - 経路の短縮・小口径化が有効



サヤ管ヘッダー方式



節湯型機器の例

ずっとあたたかいヒミツは二重断熱構造

断熱ふろふた  
(断熱材 厚さ24mm)

浴槽

浴槽断熱材  
(断熱材 厚さ25mm)

断熱防水床パン  
(断熱材 厚さ60mm)

基礎換気口から入ってくる外気から守ります。

断熱断熱バスエプロン  
(断熱材 厚さ40mm)

高断熱浴槽・浴室の例



15

## IV LCCM住宅

### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 照明

- 光源の種類とCO<sub>2</sub>排出量(製造、運用時、廃棄)

発光効率(運用時エネルギー消費量)

白熱電球 >> LED電球 > 電球形蛍光ランプ

1時間当りに換算したCO<sub>2</sub>排出量(ライフタイムトータル)

白熱電球 >> 電球形蛍光ランプ > LED電球

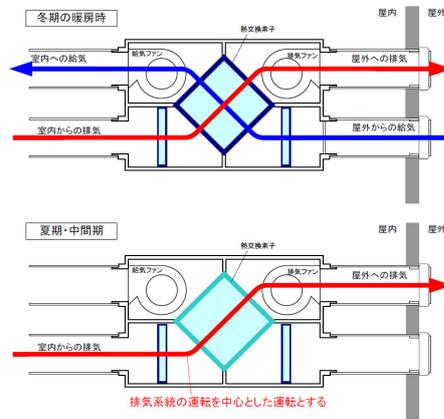
16

## IV LCCM住宅

### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 換気

- 熱交換型第一種換気設備  
→ 換気動力は増えるが熱交換により暖房負荷を低減できる。良好な温熱・空気環境を提供できる。
- DCブラシレスモーター  
→ エネルギー消費量削減
- 排気のみ片側運転  
→ 外気冷房(負荷の削減)  
+省電力



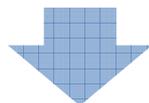
17

## IV LCCM住宅

### 2) 運用時のエネルギー消費に関する検討

#### イ. 換気

- 省エネルギーに注目した別のアプローチ  
ハイブリッド換気システム  
温度差・外部風による自然換気システム +  
機械換気システム

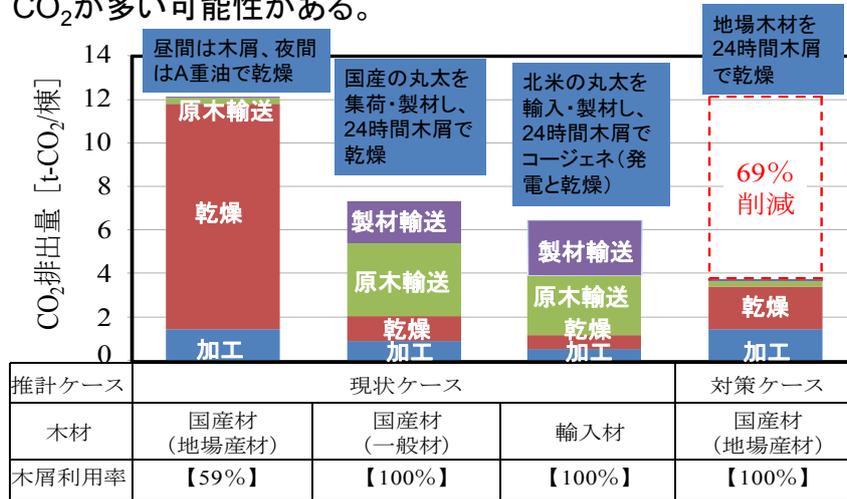


自然換気システムが活用できる場合には  
できるだけこれを生かして、不足分を機械換気で補う

18

### IV LCCM住宅 3) イニシャルCO<sub>2</sub>に関する検討

地場木材であっても24時間木屑乾燥でないと、輸入木材よりもCO<sub>2</sub>が多い可能性がある。

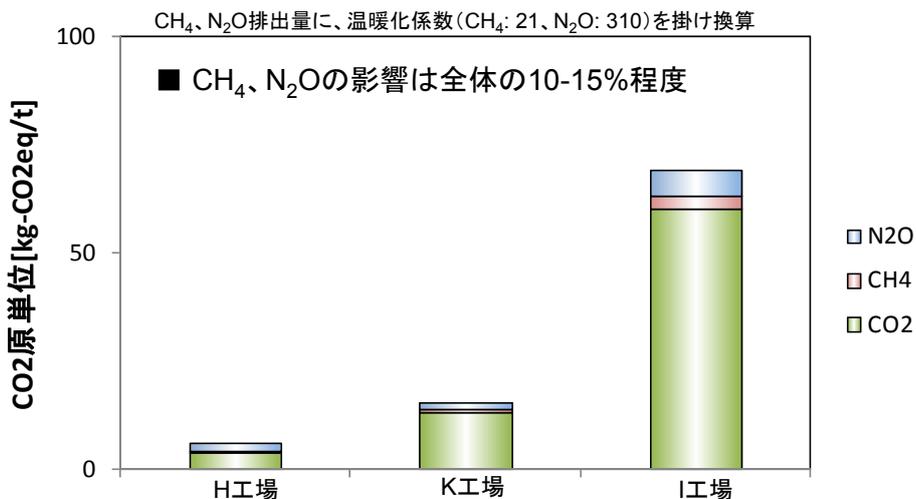


Ikaga Lab., Keio University

19

### IV LCCM住宅 3) イニシャルCO<sub>2</sub>に関する検討

木屑でもCO<sub>2</sub>以外の温室効果ガスを考慮する必要あり



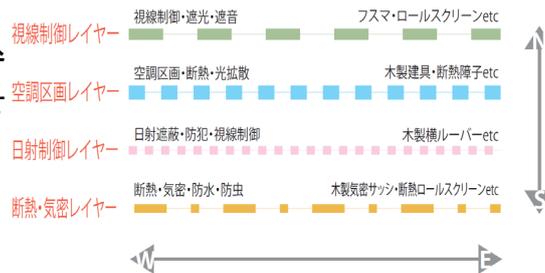
Ikaga Lab., Keio University

20

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (1)多層レイヤー

日射遮蔽、断熱、視線制御、防犯等の役割を担う  
 様々なレイヤーを組み込み、それらの組み合わせによって、環境制御を行い、様々なアクティビティへの適応を行う。

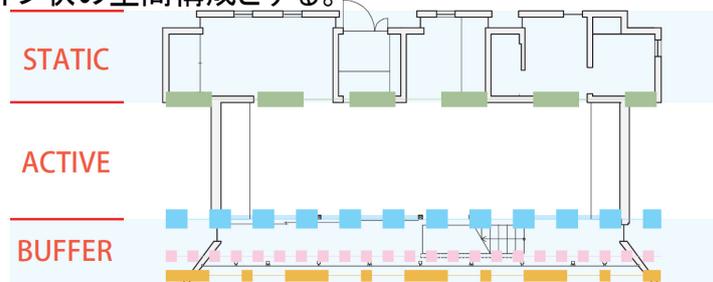


首都大学東京 小泉雅生教授 21

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (2)ストライプ状の平面構成

熱や風を和らげて取り込む緩衝領域、動的なアクティビティに対応した天井の高い空間、静的なアクティビティに対応した小空間などを確保し、多層レイヤーによるストライプ状の空間構成とする。

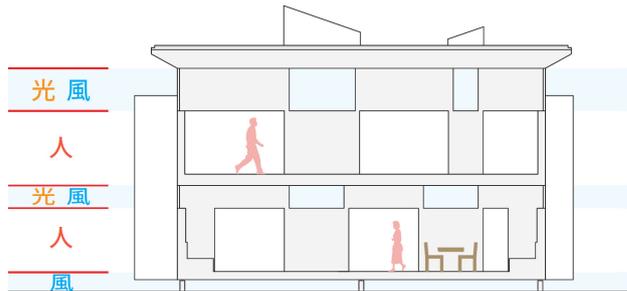


首都大学東京 小泉雅生教授 22

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (3)積層された断面構成

人が出入りするレベル、光と空気が出入りするレベルを、高さ方向に積層し、断面的にもレイヤーが積み重ねられた断面構成とする。



首都大学東京 小泉雅生教授 23

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (4)モード

住宅の衣替え

レイヤーの開閉により、夏・冬、昼・夜間といった季節や時間に対応したモード、不在時や就寝時といった生活に対応したモードなど、様々なモードを実現する。



夏モード(冷房時)

冬モード(暖房時)

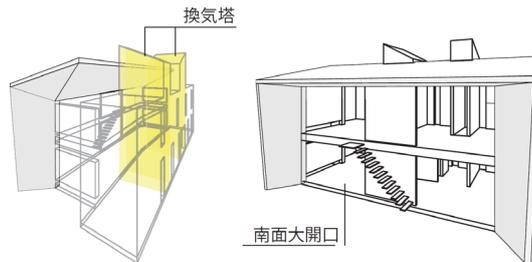
就寝/不在時モード

首都大学東京 小泉雅生教授 24

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (5)自然エネルギー利用

太陽光発電パネルを一体化した屋根形状、風を取り込み空気の流れを作り出す通風塔、熱や風を取り込むパラボラ状の緩衝領域形状など、自然エネルギーの利用を図る建物形状とする。

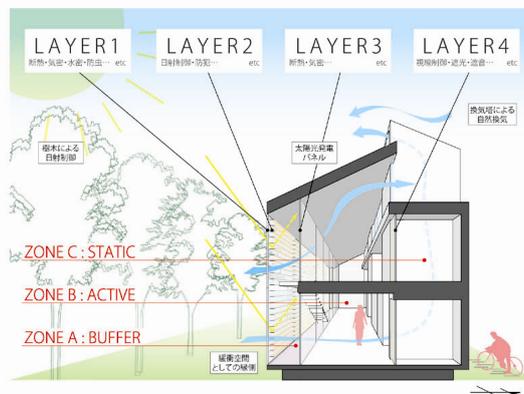


首都大学東京 小泉雅生教授 25

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ① デザインコンセプト (6)アクティビティに応じた空間構成

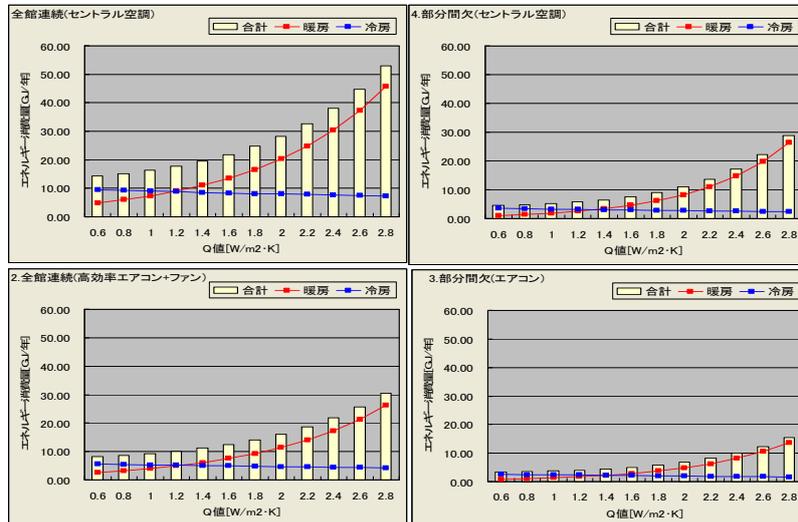
熱的緩衝領域を滞在時間の短い動線空間とし、身体感覚の延長としてとらえられる気積の小さい空間を滞在時間の長い就寝空間とするなど、アクティビティと温熱環境との重ね合わせを考慮する。



首都大学東京 小泉雅生教授 26

## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ② 環境設備から見た検討 イ. 暖冷房



27

## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ② 環境設備から見た検討 イ. 暖冷房

1階平面図 ※()内は空間容積



2階平面図



ふすま(熱貫流率:  
3.75W/m<sup>2</sup>·K)を設置

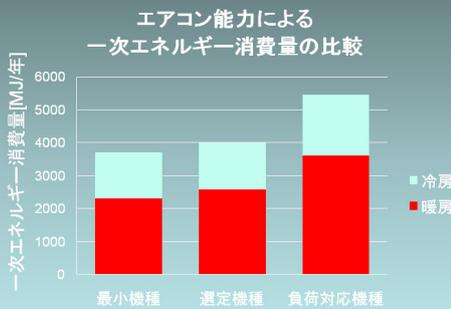
エアコンを設置

窓ガラスを設置

28

## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ② 環境設備から見た検討 イ. 暖冷房



熱負荷に対応したエアコンの選定  
設定温度に達しない時間率

機種		リビング	個室1	個室2
最小機種	暖房	0%	0%	0%
	冷房	31%	0%	12%
選定機種	暖房	0%	0%	0%
	冷房	20%	0%	12%
負荷対応機種	暖房	0%	0%	0%
	冷房	4%	0%	2%

エアコン定格冷房能力の設定条件

	最小機種	選定機種	負荷対応機種
リビング	2.2kW	2.8kW	5.0kW
個室1	2.2kW	2.2kW	2.2kW
個室2	2.2kW	2.2kW	4.0kW

窓面積率は南面の70%、窓面のハニカム断熱あり、蓄熱あり  
II 地域次世代基準の断熱性、緩衝空間外側はLow-e複層、内側は単板ガラス

タイマー運転により立ち上げ時刻を早めたり、着衣による調節を行うなどの生活スタイルで許容すればエネルギー消費量の面からは有利

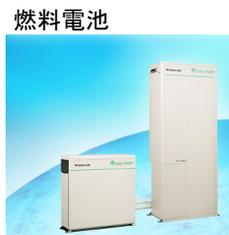
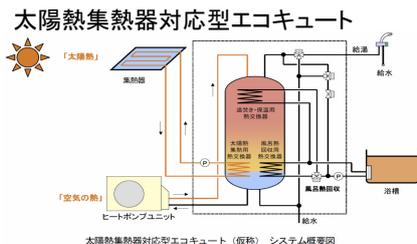
29

## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ② 環境設備から見た検討 ロ. 給湯

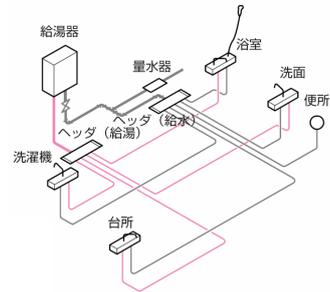
- 熱源機
  - エコキュート
  - 燃料電池
  - 太陽熱温水器  
気候条件、地域のエネルギー供給体制による有利・不利を勘案する

**熱源機**



30

- ・ 節湯型機器
  - － 手元止水機能・小流量吐水
- ・ 高断熱浴槽・浴室
- ・ 配管方式
  - － 経路の短縮・小口径化が有効



サヤ管ヘッダー方式



節湯型機器の例

ずっとあたたかいヒミツは二重断熱構造

断熱ふろふた  
(断熱材 厚さ24mm)

浴槽

浴槽断熱材  
(断熱材 厚さ25mm)

断熱防水床パン  
(断熱材 厚さ60mm)

基礎換気口から入ってくる外気から守ります。

断熱断熱バスエプロン  
(断熱材 厚さ40mm)

高断熱浴槽・浴室の例



31

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ② 環境設備から見た検討 ハ. 照明・光環境

- ・ 照明の光源には  
LEDランプを採用
- ・ 南面のグレア防止、
- ・ 高効率照明器具(LED)  
の多灯分散配置  
(昼光、人工照明)

シミュレーション

開口配置、配灯計画



図 21 内観リアルアピランス画像

32



## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ③ LCCO<sub>2</sub>からみた検討

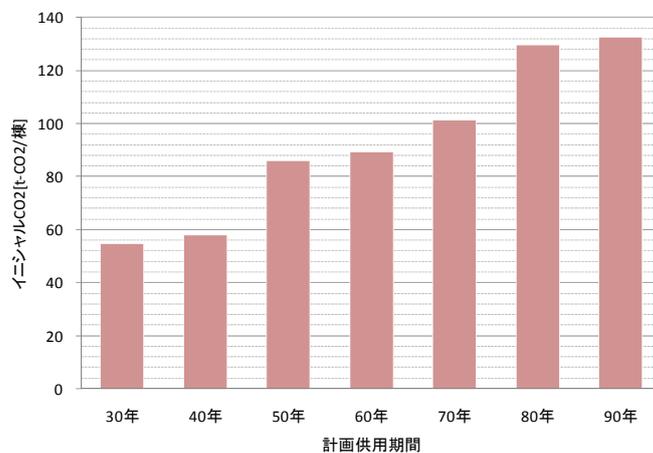
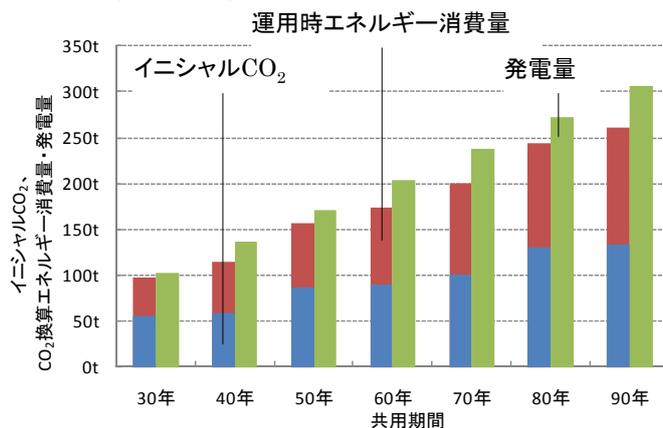


図 23 共用期間とイニシャルCO<sub>2</sub>の関係

東京大学大学院 清家剛准教授 35

## IV LCCM住宅 4) つくばデモンストレーション住宅

### ④ LCCMの実現性に関する検討



電力のCO<sub>2</sub>排出量原単位による影響が大きいので、注意の必要

図 25 CO<sub>2</sub>排出量・発電量の推移

太陽熱エコキュート利用、  
全電源平均(0.418kg-CO<sub>2</sub>/kWh)とした場合

36

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ⑤ 住宅の概要

#### 建築概要

- ・延床面積 : 143㎡(2階建て)
- ・工法 : 木造在来工法
- ・基礎 : 布基礎、高炉セメント
- ・軸組 : 国産材
- ・断熱 : 次世代省エネ基準(H11)Ⅱ 地域相当
- ・開口部 : 木製気密サッシ＋一部樹脂サッシ、  
木製日射遮蔽ルーバー、断熱スクリーン
- ・ガラス : 真空ガラス
- ・屋根 : 金属板葺き
- ・外壁 : サイディング・金属パネル・木羽目板
- ・床 : 無垢板フローリング

37

## IV LCCM住宅 4)つくばデモンストレーション住宅

### ⑤ 住宅の概要

#### 設備概要

- ・太陽光発電パネル : 8kw
- ・ヒートポンプ式エアコン(2.2kw × 2+2.8kw × 1)
- ・太陽熱集熱器対応エコキュート
- ・家庭用燃料電池
- ・LED照明(多灯分散)
- ・コンロ(IH＋ガス)
- ・HEMS(HOME ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)

38

## V 将来の展望

### ■ LCCMデモンストレーション住宅(つくば)

イニシャルCO<sub>2</sub>:  
建設時の廃棄物等も勘案して正確に求める。  
運用時エネルギー消費量:  
模擬居住実験で検証する。



### ■ LCCM住宅評価ツールの作成

日本の様々な気候やライフスタイルに対応



### ■ 普及促進を目指すLCCM住宅の認証に活用

39

Thankyou

40