

自立循環型住宅の研究プロジェクトの総括 と今後の展望

澤地 孝男

省エネルギー機構・自立循環プロジェクト 幹事長
(国研)建築研究所 理事

1

目次

1. 自立循環型住宅技術の出発点（2001-2004 国交省総プロ）
2. 設計ガイドラインの特徴（尺度を一次Eに）と展開（地域性）
3. 公的基準類における評価尺度としての展開
4. 非住宅分野
5. より高性能な建築物への応用
6. 今後の展望（方向性）
 - 1) 設備に関する科学的研究（設備学の高度化）
 - 2) 科学的設計手法(設計規格)の継続的整備
 - 3) 設備機器試験規格類（JIS、ISO等）の継続的整備
7. おわりに

2

1. 自立循環型住宅技術の出発点（2001年開始の国交省総プロ）

国土交通省総合技術開発プロジェクト

「エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発」（2001-2004年）

1980年 昭和55年基準

1992年 平成4年基準

1999年 平成11年基準

（次世代省エネ基準）

はいずれも外皮のみの基準だった。

1998-2000年 次世代省エネ基準と地域性（ミニ総プロ）

2001年ー 総プロ

一次エネルギー消費量を基本とした住宅設計法の開発



国土交通省国土技術政策総合研究所 住宅研究部
建築環境研究室
 2015年4月の組織改正により、「住環境計画研究室」は「建築環境研究室」になりました

[建築環境研究室トップページ](#) > 「エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発」（平成13-17年度）報告書

「エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発」（平成13-17年度）報告書

最終更新日：2016/12/09

自立循環型住宅関連の設計ガイドラインや住宅の一次エネルギー消費量計算方法開発の基礎となった初期の研究成果の報告書を以下に掲載します。

上巻

表紙	71KB
まえがき	89KB
目次	218KB
本文	
第I編 研究概要	
第1章 研究概要	827KB
第II編 自立循環型住宅のための要素技術開発	
第2章 断熱外皮に関する調査・研究	22,087KB
第3章 高効率暖冷房・給湯システム	2,842KB
第4章 換気・通風システム	8,002KB
第5章 緑光利用・照明システム	14,304KB
第6章 開口部・日射遮蔽計画	7,922KB
第7章 資源循環システム	8,867KB
委員名簿	225KB
全文	57,860KB

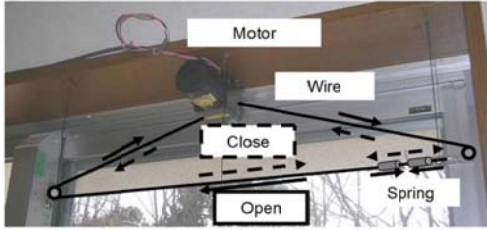
国土交通省総合技術開発プロジェクト
 「エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発」（2001-2004年）最終報告書

<http://www.nilim.go.jp/lab/icg/jiritsu.htm>

下巻

表紙	71KB
まえがき	89KB
目次	248KB
本文	
第III編 省エネルギー性能に関する実証実験	
第8章 自立循環型住宅システムの計画・実証実験手法の開発と実施	11,880KB
第9章 エネルギー・資源消費実態データベース	4,013KB
第IV編 自立循環型住宅の設計建設支援システム開発	
第10章 設計支援システム	3,587KB
第11章 LCA評価手法開発	2,833KB
第12章 教育・情報提供システム	4,385KB
第V編 自立循環型住宅の普及推進	
第13章 ストック改修戦略	11,475KB
第14章 地域住宅生産主体との連携	4,841KB
第15章 自立循環型住宅の普及推進するために望まれる基礎	15,573KB
第16章 モデル事業実施	4,643KB
委員名簿	225KB
全文	50,705KB

Copyright © 2015 National Institute for Land and Infrastructure Management All Rights Reserved.



窓開閉を在室状況、温湿度、外部風速、雨量等により決定し制御



湯の使用量、使用時間を制御



人間及び調理による模擬発熱と発湿、家電製品等の模擬発熱を制御

リモコンの赤外線信号受信部



制御信号を赤外線に変換して発信

設備機器類制御盤

計測制御用PCの画面

室内環境計測盤

エネルギー消費量計測盤



計測制御用PC



標準的な住戸

省エネ対策を加えた住戸

省エネ住宅技術の実効性を評価するための研究用住宅(集合住宅様建物の9区画のうちの4区画を使用)

省エネ効果を評価とした要素技術とポイント

1. 外皮の断熱、日射遮蔽性能、高効率ヒートポンプエアコン及び温水床暖房システム(注)、設定温度の影響
2. 自然通風による排熱、内部発熱抑制による省エネ効果
3. 熱交換型換気装置、高効率換気ファン
4. 高効率給湯機（ガス・石油潜熱回収型、ヒートポンプ式）、太陽熱給湯、省エネ浴槽、節湯型配管



高効率エアコン
暖冷房平均エネルギー効率=6.00



窓及び室間ドアの自動開閉による通風行為の再現と、通風の冷房エネルギー削減効果の評価



温水床暖房用
高効率給湯機

(注)その他の暖房方式については他の実験施設（人工気候室内実験住宅）で実証実験を実施し省エネ性能を評価している。

省エネ効果を評価とした要素技術とポイント

5. 高効率照明機器、昼光利用手法、設定照度の影響
6. 高効率家電（特に待機電力削減と、テレビ、冷蔵庫、温水暖房便座）
7. 調理器具（IH，高効率ガスコンロ）
8. 燃料電池、ガスエンジンによるコージェネレーション
9. 太陽電池



太陽熱給湯機（左：強制循環式、右：自然循環）



ヒートポンプ式
電気給湯機

潜熱回収型ガス・
石油給湯機



燃料電池（固体
高分子型）



直流モーター高
効率換気ファン

ガイドラインにおける
一次エネルギー消費量算
定方法の枠組み

建物の概要、生活条件を
固定した下での算定法
(右表は温暖地用)

表17 エネルギー用途別・要素技術ごとのエネルギー消費率

用途	エネルギー 基準値	要素技術	エネルギー消費率 (基準値を1.0とした場合)				
			レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	
暖房	12.8GJ (43.2GJ)	断熱外皮計画	部分間欠暖房	0.8	0.65	0.55	0.45
			全館連続暖房	0.6	0.5	0.4	0.3
		日射熱の利用 (断熱外皮計画 のレベル3以上を前提)		0.95	0.9	0.8	0.6
		暖冷房設備計画 (暖房)	エアコン	0.8	0.7	0.6	
			床暖+エアコン セントラル	0.85	0.8	0.75	
冷房	2.4GJ (5.3GJ)	自然風の利用		0.9	0.8	0.7	
		日射遮蔽手法	南向き	0.85	0.7	0.55	
			南東・南西向き	0.8	0.75	0.65	
			東・西向き	0.8	0.75	0.65	
		暖冷房設備計画 (冷房)	エアコン	0.8	0.7	0.6	
セントラル	0.85		0.8				
換気	4.7GJ	換気設備計画		0.7	0.6	0.4	
給湯	24.5GJ	太陽熱給湯・給湯設備計画		0.9	0.8	0.7	0.5
照明	10.7GJ	昼光利用		0.97~0.98	0.95	0.9	
		照明設備計画		0.7	0.6	0.5	
家電	23.7GJ	高効率家電機器の導入		0.8	0.6		
その他 (調理)	4.4GJ	—					
合計	83.2GJ (116.5GJ)	—					
電力		太陽光発電		29.3GJ 削減	39.1GJ 削減		

2. 設計ガイドラインの特徴（尺度を一次Eに）と展開（地域性）



温暖地版（2005年）

蒸暑地版（2010年）

既存住宅改修版（2010年）

準寒冷地版（2012年）

温暖地版

改修版

図1 2012年9月時点までに出版された自立循環型住宅関係のガイドライン表紙



相当数の実務者向けの講習会の実施（これまでに約22000人が受講）

全体										
年度	開催回数 (入門編)	開催回数 (温暖地)	開催回数 (温暖詳細)	開催回数 (蒸気地)	開催回数 (標準冷地)	開催回数 (既存)	開催回数 (改修)	開催回数 (改修詳細)	開催回数 (合計)	受講者数
平成17年度	16								16	1,547
平成18年度	36								36	1,959
平成19年度	20								20	1,298
平成20年度	29								29	1,764
平成21年度	34					0			34	2,273
平成22年度	21			4		4			29	2,229
平成23年度	15			6		0			21	1,489
平成24年度	23			6	15	0			44	3,102
平成25年度	13			5	6	0			24	1,234
平成26年度	19	2		2	4	0			27	1,029
平成27年度	1	10		0	1	0			12	783
平成28年度	4	26	3	0	0	0			33	1,687
平成29年度	1	7	3	0	0	2	1		14	541
平成30年度	0	8	3.5	0	0.5	0	18	1	3	1,186
平成31年度	0	2	0	0	0	0	2	0	4	0
合計	232	55	10	23	27	6	21	1	374	22,121

H30年度は1186名の受講者数
これに加え機械換気ブックレット講習が64名

自立循環型住宅への省エネルギー効果の推計プログラム

<https://house.app.ji-design.org/>

- 4地域の戸建住宅
- 家族人数が可変
- 光熱費計算可能



3. 公的基準類における評価尺度としての展開

2009年における省エネ法の改正概要

	対象	告示名	
建築物	建築主及び 特定建築物の所有者	建築物に係るエネルギー使用の合理化に関する 建築主及び特定建築物の所有者 の判断の基準	1980年制定 2009年最新(改正)
住宅	建築主及び 特定建築物の所有者	住宅に係るエネルギー使用の合理化に関する 建築主及び特定建築物の所有者 の判断の基準 (以下、「住宅建築主等の判断の基準」)	1980年制定 2009年最新(改正)
		住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計、施工及び維持保全の 指針 (以下、「設計・施工の指針」)	1980年制定 2009年最新(改正)
	住宅事業建築主 (建売事業者)	住宅事業建築主の新築する特定住宅の外壁、壁等を通しての熱の損失の防止及び住宅に設ける空気調和設備等に係るエネルギーの効率的利用のために特定住宅に必要とされる性能の向上に関する住宅事業建築主の判断の基準 (以下、「住宅事業建築主の判断の基準」)	2009年制定 一次エネルギー消費量を尺度とした基準の最初の導入

省エネルギー基準における最初のウェブプログラムの採用 ⇒ 計算法の改良の反映を円滑化

- この時点で、暖房、冷房、換気、照明、給湯、家電、太陽光発電、コージェネの評価が可能に。
- ゼロエネルギー住宅の設計、計算も可能に。
- エアコン、エコキュート、燃料電池等機器規格との連携

2013年（平成25年）省エネルギー基準

住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報
 省エネルギー基準（平成25年1月公布）及び低炭素建築物の認定基準（平成24年12月公布）の告示に沿った計算方法（プログラム等）
 独立行政法人建築研究所（協力：国土交通省国土技術政策総合研究所）

掲載内容一覧

1. はじめに
2. 更新履歴
3. 計算支援プログラム及び補助ツール
 - 3.1 一次エネルギー消費量算定プログラム
 - 3.2 住宅・住戸の外皮性能計算プログラム
4. 計算支援プログラムの解説
 - 4.1 一次エネルギー消費量算定プログラムの解説 [住宅編](#) [建築物編](#)
5. 基準の解説及び参考資料（補遺等を含む）
 - 5.1 住宅・建築物共通事項
 - 5.2 住宅に関する事項
 - 5.3 建築物に関する事項
6. 参考情報
 - 6.1 [リンク](#)
 - 6.2 [サポート](#)

一次エネルギー消費量計算プログラム

外皮性能（断熱＋日射遮蔽・取得）

様々な解説資料

1. はじめに

平成25年1月に公布された住宅・建築物の省エネルギー基準、及び、平成24年12月に公布された低炭素建築物の認定基準では、住宅・建築物ともに外皮性能と一次エネルギー消費量を指標として、建物全体の省エネルギー性能を評価することになりました。建築物における外皮性能は、従来の省エネルギー基準（H11年基準）に引き続き、年間熱負荷係数（PAL）を指標として評価されます。

平成25年 省エネルギー基準に準拠した 算定・判断の方法及び解説

II 住宅

監修
国土交通省国土技術政策総合研究所
独立行政法人 建築研究所

編集
平成25年住宅・建築物の省エネルギー基準解説書編集委員会

緑本（当初）の表紙
 その後はHPに最新の算定ロジックをアップロード
 (<https://www.kenken.go.jp/becc/house.html>) 15

4. 非住宅分野

実建物や設備を用いた実証実験を住宅と同じように行うことは、当時不可能だった
 ⇒ 現場実測調査を実施して空調、給湯、照明の各設備の実働性能を調査

2009-2010年調査
 基準整備促進事業
 No.22

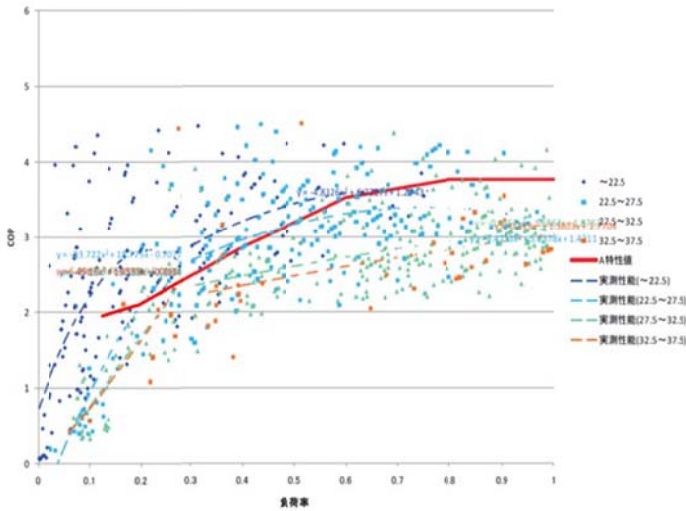
<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/176/index.html>



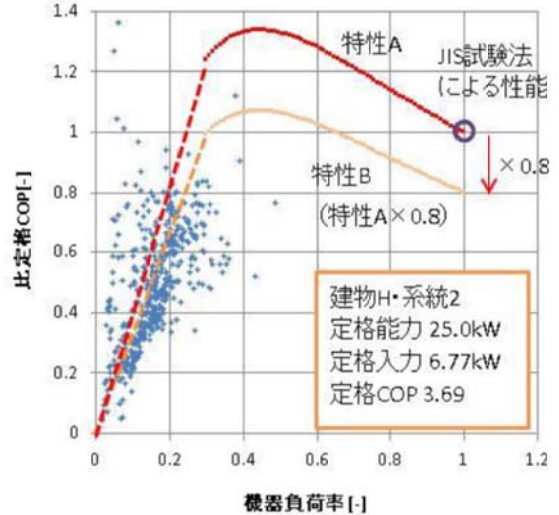
2011-2012年調査
 基準整備促進事業
 No.36

<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/177/index.html>





空気熱源ヒートポンプチャラーの部分負荷特性の例
(冷房時)



ビルマルチエアコンの部分負荷特性の例 (暖房時)

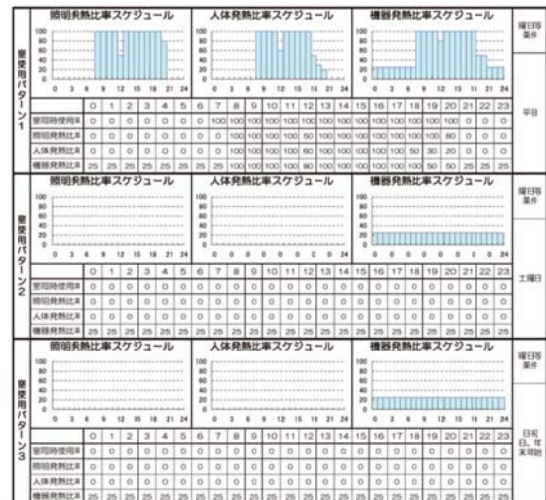
欧州諸国は、HPの試験規格EN14511及びSEER/SCOP等季節効率算出規格EN14825を偏重し、低負荷域の効率評価に課題を抱える。そもそも、設備の実働効率にはさほど踏み込んでいない。

各種の建物用途について代表的な室用途の室使用条件をヒアリング及び実測調査に基づき決定

- 201室用途について標準室使用条件を設定
- 各室用途について3種類の日スケジュールの年間構成
- 各日スケジュールについて
 - 空調時間
 - 照明時間
 - 照明発熱スケジュール
 - 在室密度スケジュール
 - 機器発熱スケジュール
 - 外気導入量条件
 - 作業面照度条件
 - 在室者当たり給湯量

ISO 18523-1:2016 Energy Performance of Buildings – Schedule and condition of buildings, zone and space usage for energy calculation – Part 1 Non-residential buildings としてその後ISO化

用途		室名/事務所									
共通	空調	空調以外の熱負荷				照明				給湯	
カレンダパターン	空調時間	照明時間	照明発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱	機器発熱
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
使用用パターン	3374	120	0.1	120	5.0	0	00	3133	163	750	0.69
1	241	1	7	21	14	1	1	8	21	11	11
2	51	2	-	0	0	2	-	0	0	0	0
3	73	3	-	0	119	3.0	3	3	-	0	0



基礎値	空調	照明	照明	照明	照明
基礎値	1115	498	0	16	498

事務所ビル・事務室の例

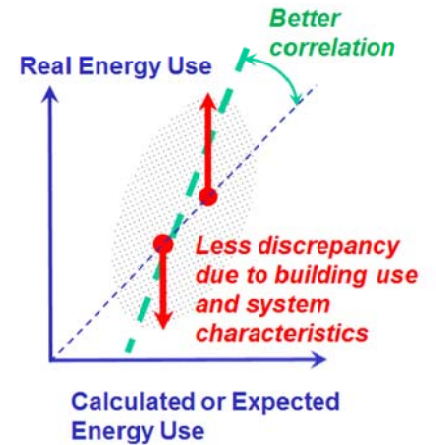
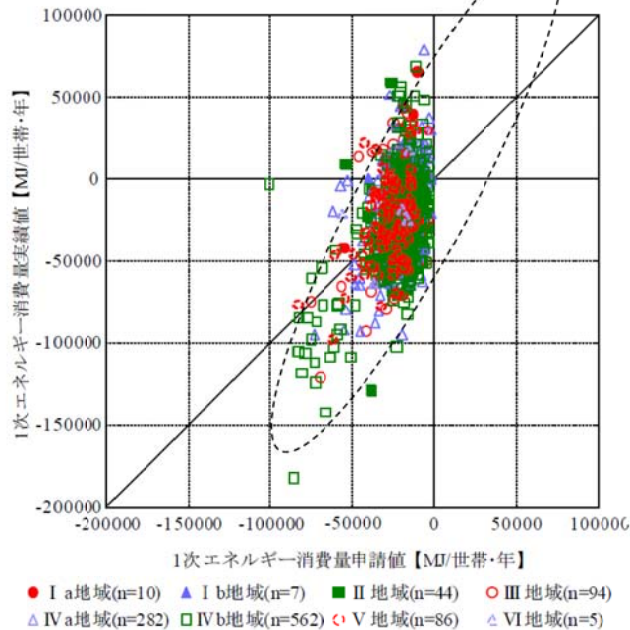
5. より高性能な建築物への応用

一次エネルギー消費量の実績値（縦軸）と計算値（横軸）を比較

出典：（一社）環境共生住宅推進協議会「ゼロ・エネルギー化推進事業」

1090棟のうち14.4%が、実績値でゼロエネルギーを達成できていなかったが、85.6%は達成していた。

非住宅のゼロエネ補助制度における実証はこれらから。



19

6. 今後の展望（方向性）

1) 建築設備に関する科学的研究（設備学の高度化）

● 建築設備のエネルギー効率の最大の要因： 部分負荷

- － 容量設計の限界＝ある程度の余裕度は不可欠（予測不可能な建物使用）
- － とは言っても余裕度の合理的な把握は、統合的設計の一丁目一番地（現状はどうか？）

● 定格効率よりも重要な部分負荷効率

- － 熱源の情報が不足（台数制御方法も含めて）
- － 送風機及びポンプの制御方法（特に送風機のエネルギー消費は膨大な場合がある）

20

6. 今後の展望 (方向性)

2) 科学的設計手法(設計規格)の継続的整備

単独では機能しない製品
組み合わせ方、複数製品の制
御方法、即ち設計法がシス
テムとしての性能の決め手
となる。
設計規格整備が急務。

Independent product



Dependent product



中央式空調システムの実証実験 (2015-)

- 合計400㎡程度の6室を対象とした一般的な中央式空調システム
- 空調機から各室に空気搬送する送風機の省エネルギー制御のための手法 (変风量制御、VAV) が主対象
- 現状の省エネ基準プログラムでは、基本的な制御方法 (吐出圧一定制御) のみ評価可能。
- ポイントは各制御手法の定義 (設計規格)
- いわゆる「要求风量制御」について設計規格と評価方法を検討中



整備取組中の設計規格の例（いずれも非住宅対象）

- VAV制御
- VWV制御
- CO₂濃度制御（換気量のデマンド制御）
- 自然換気
- 中央式給湯（太陽熱利用を含む）
- 外皮熱性能（温度等分布、設備効率干渉、熱橋を考慮）

以下は未着手

- 冷却塔制御（台数、冷却水流量）

6. 今後の展望（方向性）

3) 設備機器（部品レベル）試験規格類（JIS、ISO等）の継続的整備

- ヒートポンプ空調機の低負荷領域の実働効率評価のための試験方法規格
- ヒートポンプ給湯機の高効率機種を主対象とした新試験・評価規格
- 中央式空調システム構成要素の部品規格
 - －空調機（JRA規格は既に存在するも、風量測定機能等）
 - －VAVユニット
 - －インバーター（効率評価方法）
 - －自然換気部材（有効開口面積試験規格）

省エネルギー建築設計ガイドラインの完成と講習の実施



表1 省エネルギー建築のための設計ガイドライン目次

第1章 非住宅建築物の省エネルギー技術が置かれた状況

- 1.1 省エネルギー基準改正の背景と動向
- 1.2 新制度の特徴
- 1.3 設計一次エネルギー消費量計算の方法
- 1.4 省エネルギー基準の主旨とガイドラインの必要性

第2章 設計プロセスと要素技術の検討

- 2.1 敷地・立地の確認
- 2.2 建築用途・規模・その他設計と条件の整理
- 2.3 エネルギー消費量削減目標の設定
- 2.4 省エネルギーのための要素技術の選択及び削減量、削減率の算出
- 2.5 イニシャルコスト増加分の把握
- 2.6 費用対効果の算出
- 2.7 設計内容の評価

第3章 エネルギー消費の決定要因

- 3.1 空調設備
- 3.2 給湯設備
- 3.3 照明設備
- 3.4 その他の設備
- 3.5 地域冷暖房

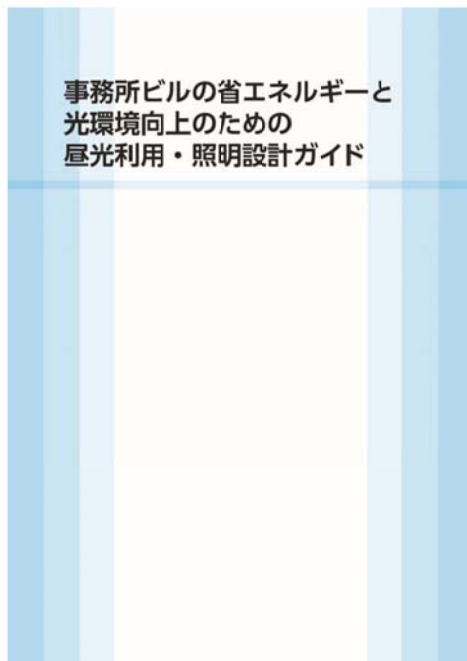
第4章 省エネルギー設計手法

- 4.1 空調エネルギー消費
 - (1) 外皮の断熱性及び日射遮蔽性能の確保／(2) 外皮の気密性能の確保／(3) 室温調節のための自然換気機能／(4) 最大負荷の計算と部分負荷への対応／(5) 空調設備における省エネルギー設計
- 4.2 給湯エネルギー消費
 - (1) システムの一般的な設計手法の概要／(2) 節湯器具の活用／(3) 太陽熱利用／(4) 配管・貯湯槽などの断熱その他の対策／(5) 熱源／(6) 高効率のポンプ設計／(7) 制御
- 4.3 照明エネルギー消費
 - (1) 照明設計の要件／(2) 採光・導光手法／(3) 内装仕上げの反射率／(4) タスクアンビエント照明手法の採用の検討／(5) 照明器具の選定及び台数の確定／(6) 照明制御手法の選択

第5章 建築物の一次エネルギー消費量計算法と設計への応用

- 5.1 ウェブプログラムの特徴
- 5.2 ウェブプログラムの使用方法
- 5.3 計算条件
- 5.4 空調設備等の容量設定
- 5.5 計算結果
- 5.6 考察

付録





住宅・建築分野の省エネ・省CO2・環境技術体系確立を目指す研究開発プロジェクト
 一 自立循環プロジェクトフェーズ6一
 参加企業 一覧

- 旭化成ホームズ株式会社
- 株式会社インテラル
- H.R.D. SINGAPORE PTE LTD
- AGC株式会社
- OMIグループ株式会社
- 大阪ガス株式会社
- 関西電力株式会社
- 株式会社コロナ
- 西部ガス株式会社
- 三機工業株式会社
- 三協立山株式会社 三協アルミ社
- 新菱商事工業株式会社
- 住友林業株式会社
- 積水化学工業株式会社
- 積水ハウス株式会社
- ダイキン工業株式会社
- 大建工業株式会社
- ダイダイン株式会社
- 高砂熱学工業株式会社
- 中部電力株式会社
- 株式会社長府製作所
- DIC株式会社
- 東京ガス株式会社
- 東京電力エナジーパートナー株式会社
- 東プレ株式会社
- 東邦ガス株式会社
- 東洋熱工業株式会社
- トヨタホーム株式会社
- 株式会社日建設総合研究所
- 株式会社日本アア
- 株式会社ノリツ
- パナソニック株式会社
- 文化シヤッター株式会社
- ミサワホーム株式会社
- 三菱電機株式会社
- リンナイ株式会社
- YKKAP株式会社

合計 37社

おわりに

- 一次エネルギー消費量に基づく省エネルギー設計法の開発に取り組んでできているところ。
- 住宅については実消費量との相関による検証が始まっており、改良の必要なロジックに重点的に当たるべき。
- 非住宅については設計規格の整備、構成要素の部品試験規格等の整備が急務。並行してロジックの改善に当たる必要がある。（2021年4月以降の新プログラムに向けて）
- 住宅、非住宅ともに実務者への情報提供の継続が必要。
- 自立循環プロジェクトとしても、産学官の密な連携を推進するべき。