

## 研究概要書

国土交通省総合技術開発プロジェクト 平成13年度～16年度

## エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発

国土技術政策総合研究所

独立行政法人建築研究所

## 1. 研究の意義・目的

日本の総二酸化炭素排出量のうち36%が建築物の建設や運用によって生じていると推定され、そのうちの半分以上が住宅に関わるものであると考えられている(1990年産業連関表等に基づく日本建築学会による推定)。住宅居住時に係る二酸化炭素発生量のみでもわが国全体の12.5%に及び、自動車交通と並んで増加傾向が著しく、抑制策が喫緊の課題である。その一方に於いて国民の豊かな生活の基盤とも言える住宅環境は、他の先進諸国に比して明らかに見劣りしており、より一層の質的向上を目指さねばならない。

本研究は、これらの課題の解決に取り組むものであり、4年間の研究期間において、省エネルギー率50%以上を達成することのできる普及型の住宅システム(住宅部品、設備、設計手法、普及手法等より成るパッケージ)の構成を、実証実験、理論計算、実態調査、モデル事業や行政施策の検討によって明らかにし開発整備することを目的とする。

## 2. 研究の背景

住宅分野での省エネルギー対策を大別すると、断熱気密性や通風性能等に代表される「躯体性能向上」と、エアコンや太陽電池等の「設備効率向上」という2つのアプローチで構成される。

前者の「躯体性能向上」に関しては、1980年に発効した断熱基準(省エネルギー法に基づく)が、1992年、1999年と強化改正されるとともに、断熱化された住宅が普及しつつあるものの、本格的な普及のためには、戸建住宅の大半を占める木造住宅(戸建の7割程度と推定され、中小規模の建設業者によるものが多い)に適用できる実用的な設計施工方法(改修手法を含む)及び評価技術の確立が課題となっている。大規模な住宅メーカーは各社で規格化した工法を用いるため、自社開発で対応可能な部分もあるが、エネルギー消費の大半を占める木造住宅については特に公的研究開発機関を中心とする支援が不可欠である。また、冷房エネルギー消費に深く係わる、通風性能及び日射遮蔽性能等の自然エネルギー利用技術については、民間企業の規模を問わず、公的評価基準の整備を必要としている。

もう一方の省エネルギー対策である「設備効率向上」については、1970年代以降のいわゆる省エネルギー住宅開発を顧みると、建設主体が高度な技術を持ちあわせ、所有者による維持管理体制の整った大規模建築とは正反対の条件下にある住宅等小規模建築では、複雑な設計施工や維持管理を必要とするような過重設備は、たとえ理論的効率が優れていても普及の軌道に乗せることの困難であることが浮き彫りとなった。また、近年の経済状況下ではたとえ高性能であっても高価格の設備の普及は容易でなく、

今後の公的補助についても実際の居住条件下における省エネ効果の裏付けを確認しつつ効率的に適用せざるを得ないであろう。市場では、暖冷房設備システム、給湯設備システム、照明設備、冷蔵庫等の家電、太陽光発電・太陽熱温水器・燃料電池など実に様々な設備に関して省エネ性向上の取り組みがなされているものと考えられている。課題は、気象や立地条件、住宅性能や規模、生活スタイルや意識を加味して、いかに設備を選択し、適切に設計設置するのか、という点であると同時に、「躯体性能向上」と合わせて、どのような設備の組み合わせによって、どの程度の実質的な省エネルギーが達成できるかを明らかにする点である。

住宅のエネルギー消費構造は、地域や住宅形式により異なるが、例えば東京の戸建住宅では、暖房（22%）、冷房（4%）、給湯（31%）、調理（5%）、照明他電力消費（38%）、集合住宅では順に、10%、5%、37%、7%、42%である。本研究では、これらのエネルギー消費を少なくとも5割以上削減することを目標とし、より完全な自立循環型の住宅システムを目指す。

### 3. 研究の概要

研究全体を〔A〕〔B〕〔C〕〔D〕の4つの課題群と、それらに含まれる19の具体的課題によって構成する。

下線を引いた課題は平成13年度より実験等を開始し、他は13年度は準備で14年度に開始。

#### 〔A〕自立循環型住宅のための要素技術開発

〔A1〕断熱外皮のための新技術開発 鈴木大隆（寒地研）、大澤元毅（国総研）、鈴木憲太郎（森林総研）ほか

主として住宅断熱化が遅れている温暖地を対象として、官民連帯共同研究「地域性に配慮した省エネ住宅技術開発」（平成10～12年度）の研究内容を継承しながら

断熱性能、湿気性状、躯体耐久性、長期性能保持等を勘案した壁体評価システムの確立と基礎情報の整備を行う。具体的には、空気移動を考慮した壁体内の熱・湿気性状解析手法、木材耐久性に着目した壁体評価手法、及び住宅技術者に向けた簡易予測・評価手法の確立を目指す。実験、実地的な試行などの評価検証を通じて、新断熱技術の提案、断熱分野の技術的選択肢の拡大を目指す。

温暖地の生活様式、暖冷房パターンに配慮するため、自然温度に着目した断熱性能等の新たな評価指標の開発を行う。

地域の住宅技術者に向けた明解で分かり易い技術情報の整備を行う。

を目的とする。成果は積極的に、次世代基準、品確法評価方法基準、公庫建設基準・仕様書等の改定等に反映させる。

〔A2〕高効率暖冷房・給湯システムに関する技術開発 鎌田元康（東大）ほか

建物躯体性能が向上された場合であっても、暖冷房設備の必要性がなくなることは考えにくい。そのため暖冷房システムの省エネルギー設計が必要となるが、新しい機種が頻繁に開発され、方式も極めて多様であり、さらに質の評価に係る温熱環境の空間分布・時間変化は設備の使用方法や躯体性能に依存

しており、そのために系統的・網羅的に省エネルギー暖冷房システム計画が整備されにくい状況にある。そこで、

空気暖房方式、輻射暖房方式及び採暖器具（電気コタツ、小型ストーブ等）に分類し、代表的な暖冷房システムを対象として温熱環境質及びエネルギー効率に関する評価データを実験及びシミュレーションによって作成する。

各々の暖冷房方式毎にエネルギー効率に関する評価方法を作成し、同時にエネルギー効率向上のためのチェックリストを実務家向けに作成する。

給湯については、そのためのエネルギー消費は漸増傾向にあり全体に占める割合は極めて大きくなってきている。このため、配管や貯湯槽の断熱、熱源の高効率化、湯の有効利用による省エネルギー給湯システムに関する評価方法及び設計方法の整備が待たれている。こうした現状を踏まえて、

太陽熱温水器＋潜熱回収型ガス給湯器、燃料電池＋潜熱回収型ガス給湯器又はCO<sub>2</sub>熱媒ヒートポンプ、の各省エネ給湯システムの省エネ性能評価を行う。

太陽熱温水器＋夜間電力利用CO<sub>2</sub>熱媒ヒートポンプ又は夜間電力利用電気温水器による省エネ給湯システムの省エネ性能評価を行う。

### **（A3）換気・通風システム** 福島 明（寒地研）、澤地孝男（建研）ほか

躯体性能の向上し、施工水準の向上が予想される今後の自立循環型住宅においては、機械換気であれ自然換気であれ、換気を計画的に行うことが不可欠となる。しかも、建設に要した資源の面からは長寿命の住宅とすることが要請されるため、それに見合うように長期に渡って安定した換気性能を発揮・維持されなければならない。このような観点から、住宅の換気計画に関する種々の技術課題に取り組むとともに、信頼性の高い設計・施工及び維持管理を着実に履行できるための換気計画技術の開発に主として取り組む。

また、特に温暖地域において必要とされる通風性能に関しては、性能評価及び設計のための通風量予測技術の開発、通風による居住性能向上効果に関する知見の収集に取り組む。

### **（A4）熱源システム** 柏木孝夫（東京農工大）ほか

住宅に適用が考えられる燃料電池、高性能ヒートポンプ、太陽電池、太陽熱温水器、各種温水器等について、性能評価項目、関連規格、性能評価データ等の情報を収集する。収集情報を活用して、実証実験（B2）の対象にふさわしい普及型のシステムを提案する。また、実験結果を活用して各種熱源の性能評価データの整備を進める。

### **（A5）昼光利用・照明システム** 上谷芳昭（京大）、三木保弘（国総研）ほか

住宅のための昼光利用・人工照明との併用手法を開発する。そのために、

昼光利用技術、人工照明の省エネ技術（高効率ランプ、発停制御等）、人工照明併用技術等の要素技術・設計手法に関する情報収集を行う。

昼光利用効果および人工照明併用効果の予測・評価のためのシミュレーション手法を開発する。その精度検証を建築研究所の人工空実験施設等において行う。

居室（実験室含む）において昼光利用及び人工照明を併用時における照度・輝度・色温度等の分布測定を行い、質的・量的両側面からの住宅居室照明環境についての評価方法を作成する。

開口部設計や昼光利用計画等、実際の設計手法を重視し、熱環境などの他の環境要因との関連や総合評価について検討する。

#### **〔A6〕開口部日射遮蔽計画** 赤坂 裕（鹿児島大） 倉山千春（国総研）ほか

現状では日射遮蔽部材やガラス等の遮熱性能の評価においては誤差や判断不可能な部分がすくなく含まれている。そこで、開口部の遮熱性能評価法を確立することを目的とし、最終的には開口部の熱性能総合評価法を開発する。

開口部を対象とした実験室における日射熱取得率測定法を作成する。

日射熱取得率計算法を確立し、計算に用いる物性値（日射吸収率等）の整備を行う。

#### **〔A7〕省エネ家電評価情報** 宇梶正明（宇梶環境研） 村越千春（住環境研）ほか

家庭用エネルギー消費のうちで、冷蔵庫、テレビ、洗濯機、電気調理器具など家電製品のための電力消費が占める割合は漸増する傾向にある。このことから自立循環型住宅の能力を発揮して実質的に省エネルギーを達成するためには、居住者にエネルギー効率の高い家電製品を選択してもらうこと、あるいは自立循環型住宅に適した高効率家電の要件を明らかにして居住者に提示することなど、家電製品の使用に関しての方略を検討する必要がある。そのため、各種の家電製品に関する機能とエネルギー消費量に関する情報を収集整備し、自立循環型住宅の実現に向けての家電関連の課題の検討を行う。

#### **〔A8〕制御・維持管理システム**

自立循環型住宅においては、新たなエネルギー源や熱源が使用されることも考えられ、設備等との連携制御が必要になったり、居住者への設備等の運転状況や気象条件、エネルギー消費量等に関する情報提供を行うことによって、居住者の意識を喚起し、住宅の自立循環性を高める効果が期待されている。この効果を実現するための最小限度の機能を持った極力単純で実用性のある、機器等の制御及び維持管理・情報提供用のシステムの開発と性能検証を行う。

#### **〔A9〕資源循環システム** 山海敏弘（国総研） ほか

住宅を中心として構成される市街地においては、生活によって生ずる廃棄物のリデュース、リユース、リサイクルによる環境負荷低減が求められている。また水資源に関しては、地下浸透、大気への蒸散等の水の総合的循環によるヒートアイランド現象の緩和等を含めた総合的な環境負荷低減が求められている。これらの発生量に関する情報を整理した上で、環境負荷量を評価し、環境負荷低減のために必要となる生活廃棄物低減、再利用および処理に関する技術的課題と、水の総合的な循環に関わる透水（保湿、蒸散性能を含む）、緑化、雨水利用、排水再利用、汚水処理等の技術的課題を整理し、市街地密度とこれら環境負荷低減技術による低減効果との関係を明らかにする。

#### **〔B〕省エネルギー性能に関する実証実験**

住宅は他の工業製品に比べてその利用形態及び使用環境が極めて多様であるという事ができ、供給業者もあえて追跡調査的に性能を検証することは困難である。そのため、明確な欠陥でもないかぎり一般に性能評価が顕在化しにくい。しかも、住宅は一般的には25年～50年と使用期間が長いので、早期に住宅分野での自立循環性の向上を図るためには、客観的中立な立場から実際の居住条件を配慮しつつ実

証的に有望な技術を評価することが不可欠である。民間企業においてもいわゆる「実験住宅」は多々建設されているものの、それらの大半はショールーム又はモデルハウスとしての役割も期待され、必ずしも科学的・工学的な評価データを得ようとする目的を持ったものが多いとは言い得ない。

そこで課題〔B〕では、現在又は近い将来に市場で購入する事のできる有望な自立循環型技術を調査した上で、民間技術者と協力して自立循環型住宅システムとして複数案を設計する。これらを独立行政法人建築研究所内に建設した実験住宅（床面積約75m<sup>2</sup>の住戸9戸から構成される集合住宅様の構造体のうち二区画）に組み込み、家電製品や照明、暖冷房、給湯、調理などに関係する人間行動をモデル化し機械的に再現して、エネルギー消費量及び室内環境条件に関する評価を行う。同一地点において複数のシステムを同時に評価するため、明確な比較検証が可能になる。

#### **〔B1〕自立循環住宅システムの計画** 澤地孝男（建研）、山海敏弘、桑澤保夫、三木保弘（国総研）ほか

第一段階として、家庭用設備機器の種類毎のエネルギー消費性状に関する資料収集を行う。このために、各設備機器の使用時間を仮定し、標準的な家庭（東京郊外、世帯主40才程度の4人家族）におけるエネルギー消費量を、エネルギー消費調査統計と比較上で積み上げ推定を行う。また、家庭用設備機器のエネルギー消費効率向上技術に関する情報収集を行い、設備機器の省エネ化を図った場合のエネルギー削減量を推定する。

第二段階として、躯体性能向上による暖冷房エネルギー消費量の削減効果の推定をシミュレーションにより行う。気象条件は東京近郊（温暖地の代表として）とする。

第三段階として実験において検証の対象とする省エネ住宅システムの設計計画を行う（目標50%以上）。

#### **〔B2〕実証実験手法の開発と実施** 桑澤保夫（国総研）、瀬戸裕直（建研）ほか

実験住宅として、平成12年度に建研・国総研内に建設したRC造構造体2区画（最上階妻側）を使用する。同建物の概要は、1区画床面積75m<sup>2</sup>程度、南面配置、断熱仕様は次世代省エネ基準（開口部は交換可能）、内装未着手、給排水管及びガス管、配線は敷設済み、屋根のみ外断熱で屋上は設備や屋上植栽設置可能。

2区画（西と東）に2通りの住宅・設備システムを設置することができる。春・夏・秋・冬、最短でも10日間程度の欠損のないデータを収集する。研究の初期段階（2年間程度）は、各季節を通じて、生活行動の機械的な再現手法の調整、省エネ手法の最適化調整のため試行錯誤することはある程度避けられないと推測される。

四季のデータを合成して年間の省エネ効果を推定する。最終的には年間を通して連続した検証データの取得が必要となる。

#### **〔B3〕エネルギー・資源消費実態データベース** 坊垣和明・澤地孝男・堀祐治（建研）ほか

住宅の自立循環性能の向上、推移を定期的に確認するためのエネルギー及び水の消費量実態調査手法について検討を行う。

## **〔C〕自立循環型住宅の設計建設支援システム開発**

### **（C1）設計支援システム** 坂本雄三（東大） 砂川雅彦（山内設計室）ほか

熱・空気・光環境を総合的に予測評価可能なシミュレーションプログラムを開発するとともに、設計過程への適用を試みる。

### **（C2）LCA評価手法の開発** 小玉祐一郎（神戸芸工大） 岡建雄（宇都宮大）ほか

住宅・建築の建設・運用・改修・解体を通じて発生するエネルギー消費や二酸化炭素発生等の環境負荷発生を定量的に評価可能なプログラムの改良を行う。

### **（C3）教育・情報提供システム** 三井所清典（芝浦工大）・高橋元（ひと・環境計画）ほか

自立循環型住宅技術を実務家が円滑に適用できるように、設計施工技術の普及のための教育手法あるいは技術情報伝達のための教材類を開発する。

## **〔D〕自立循環型住宅の普及推進**

### **（D1）ストック改修戦略** 岩村和夫（武蔵工業大学）ほか

わが国の住宅ストックは 5000 万戸を超えており、年間百数十万戸の新築住宅の自立循環型住宅化が図れたと仮定してもすべての住宅の自立循環性を高めるまでに単純に考えても 30 年以上の年月を要することとなる。その点からも、改修による自立循環性の向上を推進するための取り組みが必要とされていよう。省エネ改修をはじめとして自立循環性を高めるための改修施工の普及に向けての取り組みが開始されてはいるものの、残存性能に関する診断技術、機能性能向上の予測技術、改修を円滑に低コストで行うための施工システム、などの点において課題が残されており、普及には結びついていない。

わが国における住宅分野における地球温暖化効果ガス排出抑制を進める上で、新築の自立循環住宅化とともに必要となると考えられる改修の対象となる既存住宅の母集団について調査を行い、建て替えざるを得ないもの、改修には適すが大規模な改修を要するものから小規模な改修で済むもの、躯体に比して寿命の短い設備や家電の更新によるものといった、類型毎の比率を把握し、ストック改修の数的戦略を立てるとともに、改修技術に関する技術的及び社会システムの（法規や助成制度等）課題を明らかにしつつ、解決策を見出すことを目的とする。

### **（D2）地域住宅生産主体との連携** 澤地孝男（建研） 鈴木大隆（寒研）ほか

本州・四国・九州の大半の地域は比較的温暖な気候を有しており、それらの気候風土を加味した断熱・省エネ技術（特に木造住宅のための技術）の検討を、省エネ基準の策定主体の研究及び行政組織と地域の実務家との共同作業によって行う。また、地域的特色を有す住宅及びライフスタイルに適した、省エネ及び居住性向上のための技術を見出し普及させることによって、居住者のニーズに応え、地域性豊かな住宅の存続可能性を高める。体制としては、自治体を窓口として、地域の設計者、工務店技術者、建築技術者と、省エネ及び環境技術分野（例えば断熱、通風、換気など）の研究者、関係する行政担当者が協力して取り組む。具体的には、地域の実務家を中心として、徳島県、独立行政法人建築研究所、財団法人建築環境省エネルギー機構、住宅金融公庫などから専門家が参加する。次のような点に関する検

討を行う。

- 省エネ・環境技術と地域的な住宅及びライフスタイルに関する情報交換
- 地域的特色を有する住宅に関する室内環境やエネルギー消費量に関する実態把握
- 真壁造等の構造、各部の構法などに適った断熱工法についての検討
- モデル住宅の設計や建設に関する共同作業による検討会

### (D3) 基準・規格・制度体系

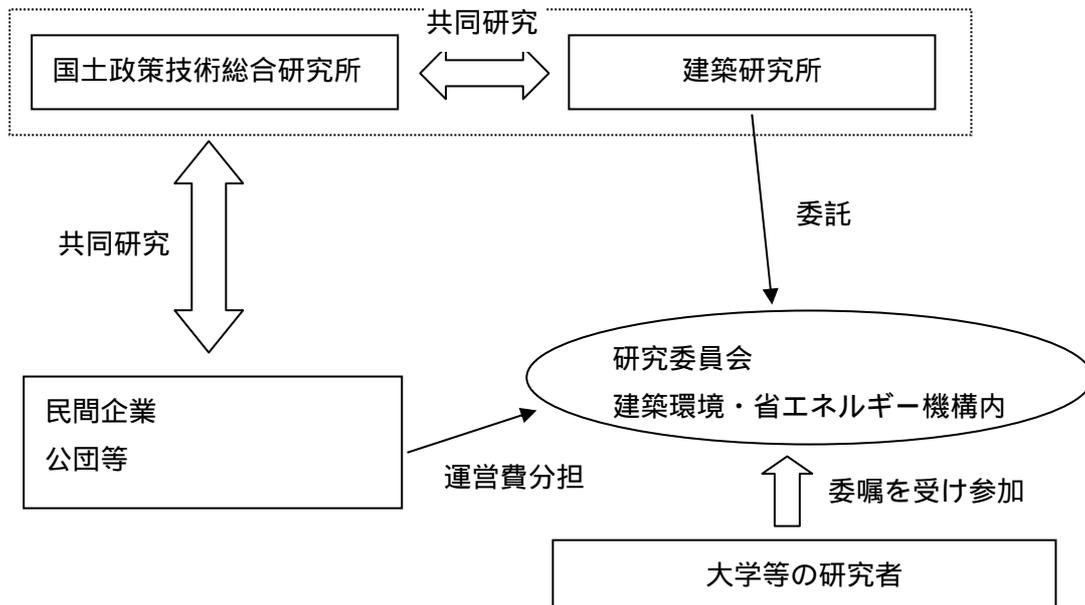
現行の自立循環型住宅に係る基準・規格類、助成補助制度の構成を整理する。今後の総合的な自立循環型住宅技術の開発が進むことを前提とした場合に必要となる基準・規格・制度体系について検討し、普及に向けてのそれらの整備に関する要件を整理する。

### (D4) モデル事業実施 岩田司(国総研)・澤地孝男(建研) ほか

ITの活用による維持管理システム等各種技術や省エネルギー、エネルギー・資源自立手法を組み込んだモデル住宅による実証研究を実際の公営住宅等を対象として実施し、効果の検証と改善を図るとともに、普及促進のための手法を検討する。

## 4. 研究計画(案)

### (1). 組織構成図



## 〔 2 〕. 民間企業等の共同研究参加の要件

研究活動への参加形態

ご関心のある研究テーマの中から、具体的にテーマを絞り、そのテーマの研究に参加することができます。また、研究成果の発表についての支援が受けられます。

研究組織運営のための事務局経費負担

700,000円(消費税別・年間)

## 〔 3 〕. 研究投入予算の概略

### ( 1 ) 共同研究組織の運営経費

独立行政法人建築研究所及び国土技術政策総合研究所

平成13年度～16年度

1500万円/年

共同研究参加民間企業

2800万円(40社)程度

### ( 2 ) 実験等の研究費

独立行政法人建築研究所及び国土技術政策総合研究所

平成13年度～16年度

約8000万円/年

共同研究参加民間企業

任意(個別の研究課題によるため)

以上