



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ローエネルギーハウスに関する研究の全体計画とハウスの概要
Author(s)	長野, 克則; 中村, 真人; 濱田, 靖弘 他
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 計画・展望 . 1-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 25-30
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7698">https://hdl.handle.net/2115/7698</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-1-6_p25-30.pdf



## 1-6 ローエネルギーハウスに関する研究の 全体計画とハウスの概要

○長野 克則 (北海道大学)      中村真人 (北海道大学)      濱田靖弘 (北海道大学)  
横山真太郎 (北海道大学)      絵内正道 (北海道大学)      嶋倉一實 (北海道大学)  
落藤 澄 (北海道大学)      持田 徹 (北海道大学)      荒谷 登 (北海道大学)  
佐々木博明 (北海学園大学)      谷口 博 (北海学園大学)

### 1. はじめに

本研究は、科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業における「環境低負荷型の社会システム」研究領域(研究総括 茅 陽一)の公募研究プロジェクト「自立型都市を目指した都市代謝システムの開発」(研究代表者 柏木孝夫)に参加して行っているものである。本研究グループは、上記の11名で構成され、北海道大学の落藤 澄がグループリーダーとなっており、都市代謝システムの要素技術と評価に関連した「自然エネルギーの利用」と「蓄熱技術」並びに「都市における自立型エネルギーシステムの評価」の一部を担当している。研究は平成8年度から4年間にわたって行なわれる。

### 2. 研究の目的と研究計画

研究の目的は、住宅、建物および地域で消費するエネルギーをできるだけ少なくするために、自然エネルギーや未利用エネルギーを活用した環境低負荷型の住宅および民生用エネルギーシステムのあり方を検討することである。環境低負荷型の民生用エネルギーシステムの未来像には2つのアプローチがあると考えられる。1つは、徹底した個別分散自立の方向であり、他は、集住化あるいは広域化における自立の方向である。両者の自立化へのシステムのあり方は全く異なるものであるが、共通していることは、「自然エネルギー・未利用エネルギーの活用」と「蓄熱サイクルの活用」であると考えられる。ここに蓄熱サイクルとは、蓄熱を年間あるいは1日単位で周期的に行うことであり、季時別の自然エネルギーの賦存量と暖冷房・給湯の需要量の差を解消するために必要不可欠なものである。研究上のコンセプトは自然・未利用エネルギーの利用と蓄熱を2本柱として、研究を個別分散型、集住型、広域型の3領域に分けているのが特徴である。全体の研究は、下記の3つの課題に分けて、4年間の年次計画で行う。

(1) ローエネルギーハウスの建設と評価：平成8～11年度

(2) 長中期蓄熱システムの開発：平成9年度～11年度

(3) 蓄熱サイクルを考慮した複合型エネルギーシステムの構築と評価：平成10,11年度

(1)は、「太陽」,「大気」,「大地」の3つの自然エネルギーを組み合わせ、自然界の「蓄熱」サイクルを考慮した総合的なローエネルギーハウスを建設し、その可能性を評価しようとするものである。我々が考えているローエネルギーハウスとは、自然エネルギーを活用した徹底した個別分散化の自立型住宅を目指したものであり、本研究では、それぞれの分野で開発されている個々の要素技術をいかに統合化・総合化させたらよいかについて焦点を当てている。本報告では、ローエネルギーハウスの建設と評価について、積雪寒冷地において実証するために北海道大学工学部内に建設されたローエネルギーハウスの全体計画の概要と建築計画を述べる。

### 3. ローエネルギーハウスの全体計画の概要

研究の直接の目的は、太陽と大気と大地の自然エネルギーをどの様に利用すればよいか、また、蓄熱サイクルをどの様に導入したらよいかを実験によって明らかにすることである。ローエネルギーに関する様々な手法や工夫、装置が数多く設けられており、いろいろな組み合わせの実験が行えるようになっており、最も適した未来のローエネルギーハウスを建てるのではなく、あくまでもローエネルギーを目指した実験のための住宅である。

ローエネルギー住宅建設の計画は、(A) 建築計画、(B) 設備計画、(C) 運転・制御・計測、(D) 省エネルギー性、環境保全性の評価、(E) 室内環境評価、(F) 全国への適用と展開に大別できる。

具体的には、以下に示す1. から7. の要素を取り入れた年間サイクルの蓄熱を考慮した太陽エネルギーによるローエネルギーハウスを計画し、具体的に住宅を建設し、数年間にわたって評価を行う。

1. 省資源型工法による高断熱・高気密化住宅の建設
2. 太陽熱のパッシブ利用を取り入れることによる機械設備の小型化
3. 太陽光発電、太陽熱コレクター、風力発電による電力・温水のエネルギー高自給率
4. 地盤を利用した年サイクルの蓄熱と土壤熱源ヒートポンプによる暖冷房
5. ヒートポンプを利用した低温度差暖冷房方式による居住環境の評価と設計法
6. 新しい換気システムの導入と室内空気質の評価
7. 日本全国におけるローエネルギー住宅の評価

まず、第1番目はわが国の気候風土に適し、省資源・省エネルギー型でかつ工期が短く低コストの、高断熱・高気密住宅の建設を行い、この工法を評価することである。

第2番目は、南面に許容できうる最大の窓をとり、かつ室内の熱容量を大きくすることである。また、直接利用型の潜熱蓄熱材も取り入れ、暖房必要エネルギーをできる限りパッシブ手法で減少させる。また、夏期には冬の冷熱を利用した冷房を考える。

第3番目は、必要な電力エネルギーと給湯をできるだけ賄うため、アクティブ的な手法である太陽電池と太陽熱集熱器、さらには風力発電も活用する。

第4番目は日変動を吸収する屋内の熱容量に加え、季節間にわたる変動を吸収するために地盤を考える。

第5番目は、蓄熱温度が低いいため、ヒートポンプ利用を考える。このとき、ローエネルギー住宅に相応しいヒートポンプ利用暖房の提案と設計法をまとめる。

第6番目は、パッシブ型を重視した、エネルギー自給型住宅にふさわしい新しい換気システムの提案と実証実験、さらには、室内空気質について評価を行う。

第7番目は、気候風土の異なる日本全国の地域におけるローエネルギー住宅の導入を検討するためのシミュレーターを開発する。また、これを用いて地域の気象条件を積極的に活かしたローエネルギーハウスの提案とその評価を行う。

### 4. ローエネルギー実験ハウスの具体的な建築計画の概要

全体計画を踏まえ、ローエネルギーハウスのスペックを以下のように策定した。

1. 建物の延べ床面積は全国の戸建て注文住宅の平均である約40坪(建築面積20坪, 総2階建て)程度とし, 工法は省資源・省エネルギー工法である断熱パネル方式とする。
2. 建物熱性能は国内外の省エネルギー基準以上であり, 太陽熱のパッシブ手法をできるだけ取り入れ, 暖房エネルギーの低減を図り, 現在の札幌の住宅における暖房エネルギー消費量の3分の1以下とする(具体的には, 札幌において現在の戸建て住宅の暖房用灯油消費量である約1500ℓを500ℓ以下とする)。
3. 暖冷房方式は床, 天井, パネル方式の組み合わせを考える。ただし, できるだけ日射の利用(暖房時)や自然の冷熱(冷房時)を活用する。
4. 季節間の蓄熱効果を高めるため, 建物は総地下方式とし, 地下部は箱形でRC造とする。また, 暖冷房の補助熱源として, 季節間蓄熱型の垂直埋設管方式による土壌熱源ヒートポンプシステムを導入する。
5. 太陽電池・太陽温水パネルといった太陽エネルギーのアクティブ利用に加え, 風力発電も導入し, 電力, 給湯に関してできるだけエネルギー自立をはかる。

これを満たすように設計した, 実験住宅の立面図を図1に, 矩計図を図2に, 平面図を図3に示す。また, 写真1, 2に建設中と完成後の建物外観を示す。

#### 4. 1 住宅の面積・工法および熱性能

基準階の大きさは幅10.0m×奥行6.4m, 建築面積は64.0m<sup>2</sup>である。総2階建てで, 同じ面積の地下室を持つ。1, 2階合計の床面積は128m<sup>2</sup>(38.3坪), 地下室を入れた延べ床面積は192.0m<sup>2</sup>となる。また, 住宅右側には観測室(約5.0m<sup>2</sup>)を持つ。

発泡ポリスチレン板をOSB板で挟んだ断熱パネル工法を採用した。特徴はその構造上から省資源性・省コスト性に優れた工法であり, また, 板状断熱材の使用により経年変化が少なく, 気密の確保が容易で省エネルギーに優れていることが挙げられる。コストダウンにより, 今後より広くかつ急速に受け入れられる工法といえる。

南面の窓は, 約21m<sup>2</sup>設けた。使用した窓はLow-Eペアガラス(アルゴンガス封入)であり, 熱貫流率は1.36[W/(m<sup>2</sup>・°C)]である。外壁面の窓の上部には日除けオーニングを設けた。また, 室内には自動制御可能な電動カーテンが設置されている。東西北面の窓は通風及び明かり取りに必要な最小な大きさに限定した。

今回の実験住宅では壁, 屋根に使用した断熱パネル内の断熱材の厚さは全て236mm(10インチ)である。これは, 国内生産設備の最大限の厚さであるが, パネルの厚さと輸送性は相反するものであり, 今後より高性能な断熱材の使用による厚さの低減が望まれる。窓と壁の熱性能, 換気量(150m<sup>3</sup>/h)から, 住宅の熱損失係数(K値)を計算すると, 地下室への熱損失が小さいとした場合には, K値は0.97[W/(m<sup>2</sup>・°C)]である。

#### 4. 2 住宅の平面プランと住設

住宅は1, 2階とも大きく分けて, 居室部(実験室)とユーティリティー部に分けることができる。居室部は中央から仕切った場合に左右対称になるように設計されている。これは, 同じ気象条件において同時に異なる暖冷房方式, 暖冷房条件のもとでのエネルギー性と温熱感の実験を可能としている。ユーティリティー各部と居室の間には室内ドアを設

け、必要に応じ気密性を確保できるようにしてある。実際に被験者が生活できるように台所、便所、洗面所、風呂の設備を有している。

#### 4. 3 住宅直下埋設水平埋設管と地下室の構造

住宅の地下室床面から深さ約0.9mの位置に季節間蓄熱用の水平埋設管を設置した（内径20mm，長さ100m×3系統）。夏期及び中間期に太陽熱集熱器の余剰熱を地下室下の土壌に蓄えておき，冬季の給気予熱に用いようとするものである。地下室周囲の壁は厚さ100mmの外断熱を施しているが，地上部から出ているGL1.0mまで部分は厚さ150mmの発泡ポリスチレン板で外断熱を施した。

#### 4. 4 換気方法および熱回収

換気の方法は，本年度の施設では，温度差によるスタック換気と厨房，便所，風呂からの強制排気を併用した方式である。これは夏期の熱気排除と動力をできるだけ使わない換気システムとしたためである。換気経路は次のとおりである。まず，外界の新鮮空気を住宅周囲の地下約2mに埋設された2系統のアースチューブ（内径200mmφ）で予熱（または予冷）してから地下室内に給気する。地下室床面から季節間蓄熱された熱を自然に受けて，ユーティリティー部のL字型階段の中央部に設けられた通気塔に誘引される。室内へはこの通気塔から小さなファンにより必要換気量だけ給気される。住宅北面上部には排気塔が設置されている。ここには，自然換気の排気口，および厨房，便所，風呂からの強制換気の排気筒が設けられている。図面では示されていないが，これらと外部のガラリとの間に平板状の冷媒直膨型熱交換器が設置され，排気熱をヒートポンプで回収し2階に設置された貯湯タンク内の水を加温するようになっている。

#### 4. 5 暖冷房設備

1，2階とも床上に床暖房用のパイピング（内径13mmφ架橋ポリエチレンパイプ）を敷設した。1階は厚さ100mmのシンダーモルタルを施した。2階は，パイピング上部に20～21℃に融点をもつ潜熱蓄熱材を敷設密度が10kg/m<sup>3</sup>となるように敷設し（口径26mmφ，長さ2mの銅パイプ中に蓄熱材を充填したものを2階居室部の45.5m<sup>2</sup>に400本敷設），厚さ60mmのシンダーモルタルを施した（銅管上部のモルタル被り約10mm）。

1，2階とも窓下に幅7cmの放熱器をコの字状に設置した。地下室およびユーティリティー部は放熱器を持たない。住宅の南側には口径100mmφ，長さ30mの蓄熱井戸を掘削した。これらは，冬季にはヒートポンプ暖房の熱源に利用し，夏期には不凍液を直接，居室の床に循環して冷房に用いる。

#### 4. 6 太陽光発電，太陽熱集熱器，風力発電

南面の屋根勾配は，住宅の平面レイアウトとパネル最大長さが6mであること，屋根滑雪，傾斜面日射量を考慮して約31°とした。大きさは幅11.0m，奥行き6.0m，面積は約66m<sup>2</sup>で，亜鉛メッキ鋼板葺きである。屋根面には左から単結晶太陽光電池（約24m<sup>2</sup>，架台設置），不凍液循環型太陽熱集熱器（約8m<sup>2</sup>，架台設置），アモルファス太陽光電池（約24m<sup>2</sup>，屋根材一体型）が設置されている。屋根中央上部には点検のために天窗を設置した。住宅の西側に高さ約11mのコンクリート製電柱を建て，頂部の高さ約1m架台に直径2.2mの風車を設置した。発電機の定格出力（風速10m/s時）は600Wである。

## 5. 今後の実験予定について

着工は1996年10月中旬であり、1997年3月中旬に竣工した。現在、試運転・調整、性能試験の後、住宅環境データ、気象データのほか太陽光発電等のデータの収集を始めたところである。実験は、まず太陽熱による給湯と地下蓄熱から始め、夏期にはパッシブ冷房および換気に関する実験を行う予定である。

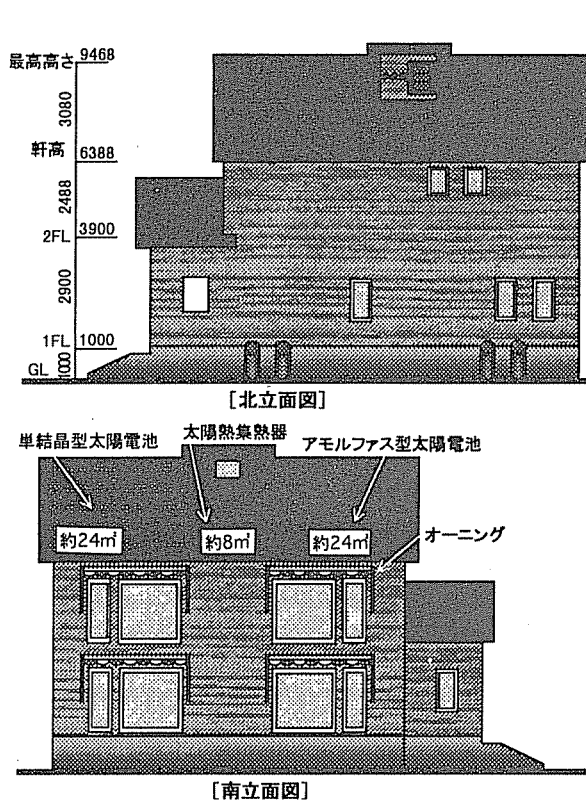


図1 ローエネルギーハウス立面図

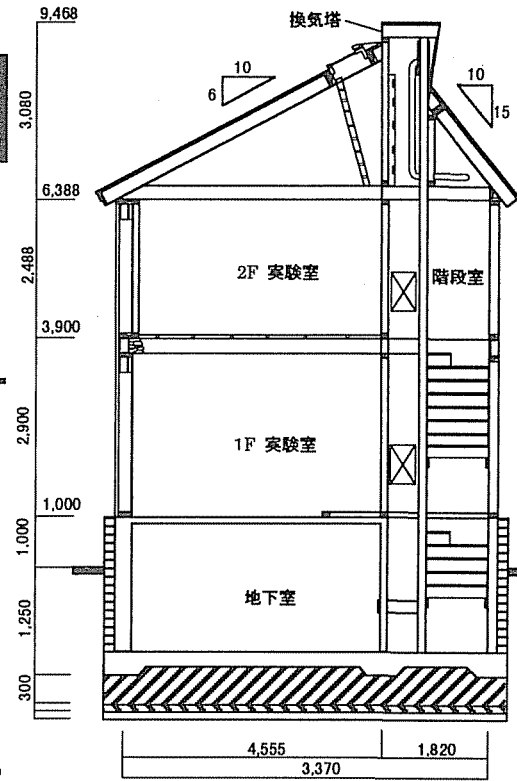


図2 ローエネルギーハウス矩計図

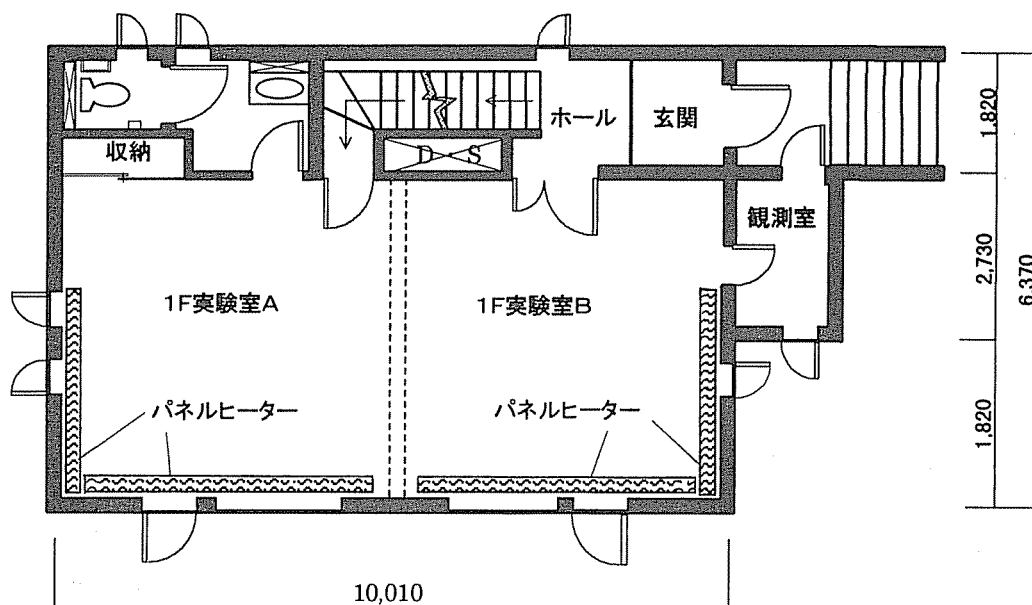


図3 ローエネルギーハウス1階平面図

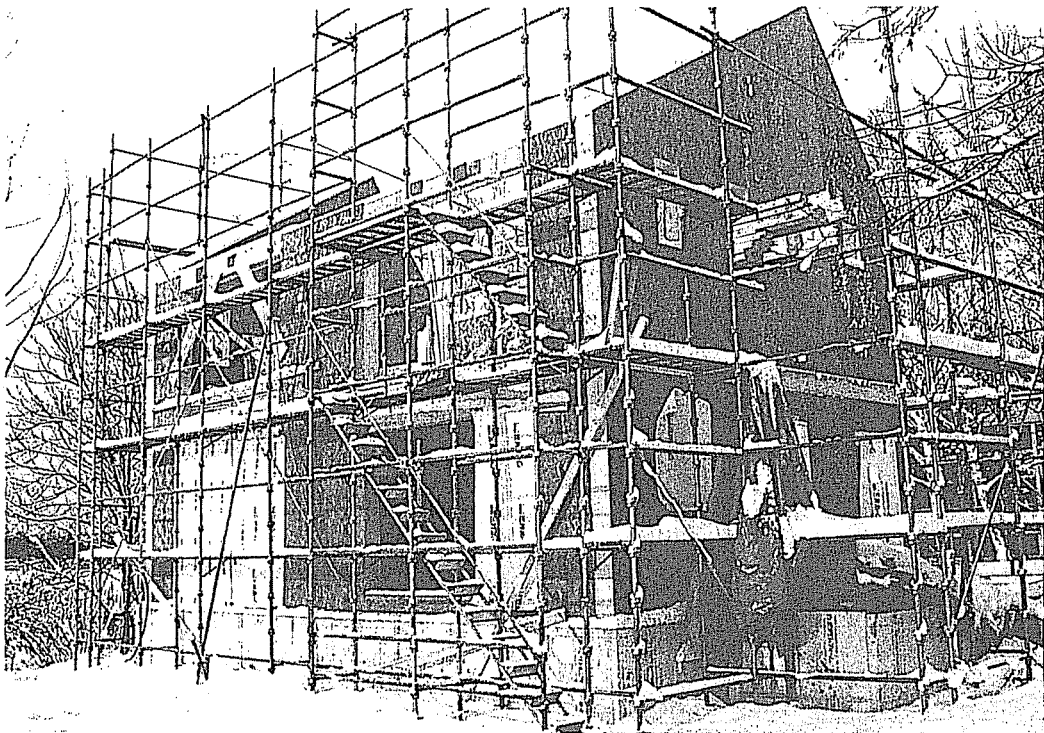


写真1 建物外観（建設中）

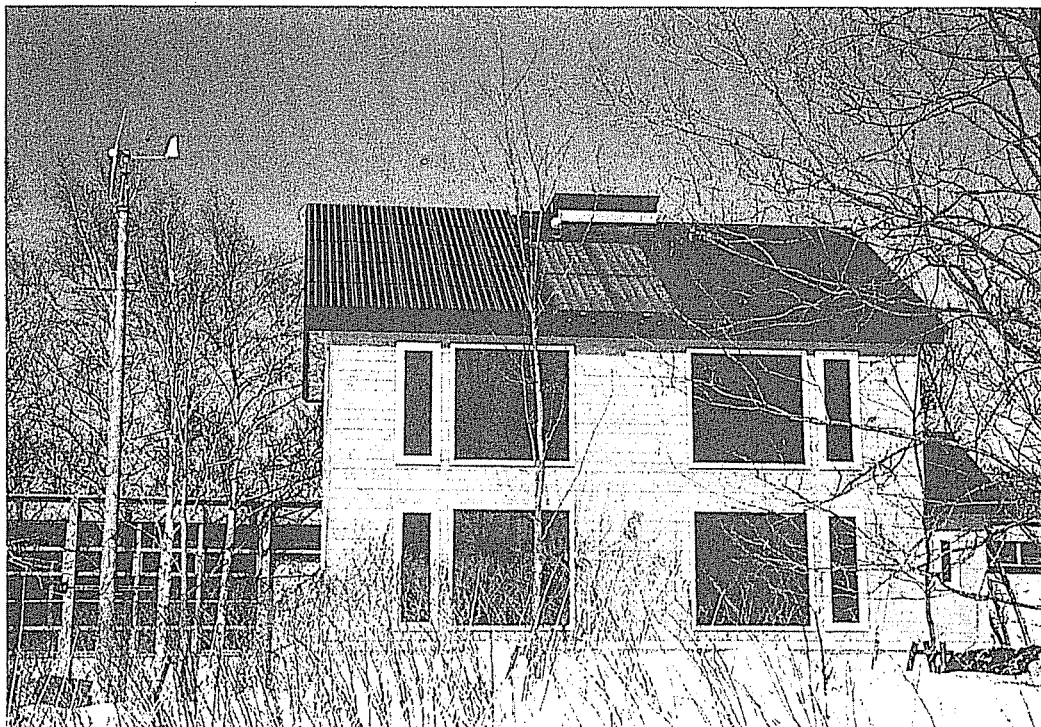


写真2 建物外観（完成後）

本研究は、科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業における「環境低負荷型の社会システム」研究領域（茅陽一研究総括）の公募研究「自立型都市を目指した都市代謝システムの開発」（東京農工大 柏木孝夫研究代表）の課題として行っているものである。研究の遂行に当たり、藤原環境科学研究所の藤原陽三氏、清水建設の中村卓司氏に協力をいただいた。また、施工に当たり、三井ホーム株式会社、竹中工務店北海道支店にはご尽力をいただいた。さらに、システムの導入に関し多くの会社にご協力をいただいた。これらに対しまして、深く感謝いたします。