

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560718

研究課題名(和文)住宅のライフサイクル環境負荷予測・評価ツールの開発

研究課題名(英文)Development of life cycle assessment tool program of residential buildings for green gas emission and energy consumption

研究代表者

林 徹夫(HAYASHI, Tetsuo)

九州大学・総合理工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40150502

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：建築(住宅)の分野では建物運用時の地球温暖化ガス(エネルギー消費量)を差し引きゼロとするゼロエミッションハウス(ゼロエネルギーハウス)が提案されている。しかし、住宅のライフサイクル(資材製造、建設、運用、補修、解体・廃棄)において、「運用」はその一部に過ぎず、住宅の二酸化炭素排出量(エネルギー消費量)はライフサイクル全期間での積分値として評価すべきである。この観点から申請者はゼロエミッションハウスで使用される要素技術を含む、ライフサイクル環境負荷評価ツールの開発を行った。

研究成果の概要(英文)：In the field of building construction, zero emission house or zero energy house, which balanced emission and consumption of CO₂ or energy during operational stage of buildings. However 'operation' is the one of stages of building life cycle, such as manufacturing, construction, operation, refurbish and demolition. Therefore CO₂ emission or energy consumption should be evaluated through life cycle. From this point of view, applicants developed 'life cycle assessment tool program of residential buildings for green gas emission and energy consumption' to evaluate life cycle budget of CO₂ and energy of buildings.

研究分野：建築環境・設備

キーワード：住宅 ライフサイクルアセスメント 省エネルギー 室温変動・熱負荷計算 CFD

1. 研究開始当初の背景

2007年、安倍首相は「Cool Earth 50」を提案、世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減という長期目標を提案した。同様に、福田首相は2008年に14%削減、麻生首相は2009年に15%削減、鳩山首相は2009年に25%、菅首相は2010年に25%削減、等の目標を提案した。そこに、3・11の大震災とそれに影響された原発の停止である。将来の電力供給の半量を原子力に頼ろうとした日本のエネルギー政策は大幅な見直しを迫られている。二酸化炭素排出の主因は化石燃料の燃焼であり、二酸化炭素排出量削減は即ちエネルギー問題である。

日本のエネルギー消費を産業、民生、運輸の各部門に分類すれば、民生部門は全体の約1/3を占め、その約半分は住宅用である。ところが、この統計に含まれる住宅用とは冷暖房、調理給湯、照明および機器(家電)でのエネルギー消費、つまり、建物運用時のエネルギー消費であり、住宅建設時の資材、住設機器の製造に要するエネルギー消費は含まれていない。住宅の今後の省エネルギー・二酸化炭素排出量削減には、資材製造、建設、運用、補修、解体廃棄にわたる、ライフサイクルでの評価が不可欠である。

2. 研究の目的

建築(住宅)の分野では「徹底した省エネルギー」と「新 or 再生可能エネルギー」の利用により、建物運用時の二酸化炭素排出量(エネルギー消費量)を差し引きゼロとするゼロエミッションハウス(ゼロエネルギーハウス)が提案されている。しかし、住宅のライフサイクル(資材製造、建設、運用、補修、解体・廃棄)において、「運用」はその一部に過ぎず、住宅の二酸化炭素排出量(エネルギー消費量)はライフサイクル全期間での積分値として評価すべきである。この観点から申請者はゼロエミッションハウスで使われる要素技術を包含する、ライフサイクル環境負荷評価ツールを開発する。

3. 研究の方法

本研究は3カ年にて実施する。本研究のコアとなるLCA(ライフ・サイクル・アセスメント)統合シミュレータの整備は、研究グループが有機的に連携するオブジェクト指向的な研究開発体制を構築する。1年目にCFD解析との連成手法を確立し、予測精度の比較的上を図る。ライフサイクル評価に必要な住宅の建設資材、住設機器、耐久財、消耗品の環境負荷原単位調査は3年間継続し、常時、データを更新する。初年度および2年度に実在の省エネルギー住宅・ゼロエミッション住宅の環境負荷調査を行い、調査結果を環境負荷原データベース、要素技術シミュレータにフィードバックするとともにLCA統合シミュレータの検証に使用する。3年目にはソフトウェアならびに解析データ、低炭素化シ

ナリオを提示し、その有効性を検証する。

4. 研究成果

申請書の年次計画に従い、得られた成果を列記する。

「既往関連研究の調査」では、購入した各種統計資料の内容を検討し、最新のデータベース構築資料とした。

「CFD(計算流体力学)解析と熱換気回路網による多数室の動的連成解析」では、当初、1時間毎の連成を検討したが、計算精度に難点があり、15分の計算時間間隔に変更した。それに伴い、気象データの整備方法、対流熱伝達率の受け渡し方法を改良した。計算プログラムの根幹に関わる変更であったが大幅な計算精度の向上が認められた。

「CFD連成のためのカップリングコントローラの開発」では、床下吹出空調を有するアリーナを対象とした検討を行った。15分間隔の熱換気回路網計算結果をCFDに入力してアリーナ内の気流分布を計算し、実測値と良好な一致をみることができた。しかし、CFDの計算時間に不満(長時間)が残る結果であった(論文、学会)。

「トータルエネルギーシミュレータのライフサイクル評価対応」では平成25年の省エネ基準の改正に伴い住宅の断熱のみならずエネルギー使用機器の評価項目が追加された。この法改正に伴う評価項目の追加作業を行った。改正省エネルギー法では設備機器の省エネ性能評価が重視されており、本研究の重要度が増したと認識している。また、全熱交換機、太陽光発電、太陽熱温水器の省エネルギー量算定ルーチンを追加すると共に、体感温度の計算も可能とした。

「建設資材、エネルギー機器、耐久財、消耗品の環境負荷原単位調査」ではTES(トータル・エネルギー・シミュレーター)に太陽光発電および太陽熱温水器の計算ルーチンを追加し、その効果の試算を行った(学会)。

「実在住宅の環境負荷調査」では中国南京市の実在住宅11戸のデータを入手し、トータルエネルギーシミュレータによる解析を行った。さらに、中国山東省の実在住宅について、TESによる解析をおこない、今後の住まい方や住宅プランに関する提案を行った(論文、学会)。

また、福島県に建設された省エネ住宅の実験データを1年間収録し、計測結果を各種要素技術のシミュレーターモジュールにフィードバックすると共に、多数室動的シミュレータの温熱環境予測精度を確認した。その結果、通気工法住宅の省エネ性能を定量的に確認した(論文、学会)。

更に、某研修施設に採用された地下ピットと全熱交換器の併用による外気負荷削減効果について1年分の計測データを入手し、計測データと計算結果の照合を行い良好な一致をみた。その結果、本施設では地下ピットと全熱交換器の併用により、夏期の外気顕熱

負荷をほぼ零、夏期の外気¹全熱負荷を6割、冬期の外気顕熱負荷を1.5割程度まで削減できると評価した(論文、学会)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 8件)

近藤加代子、林徹夫、岡田知子、包清博之、井上朝雄、倉富久宣、中国農村の住居とライフスタイルにおける低炭素要因に関する予備的調査研究 山東省農村部を研究対象として、日本建築学会計画系論文集、査読有、Vol.80 No.707、2015、pp.75-84

SHIINOKI Eriko、MITSUYAMA Teppei、HAYASHI Tetsuo、FUKUSHIMA Itsunari、NOMURA Kouji、Evaluation of Environmentally Conscious Technology Installed in Kyudenko Academy Part 1 Outline of Facility and Evaluation Radiant Panel Cooling & Heating、Proc. of YSRIM 2014、査読有、2014、pp.289-297

MITSUYAMA Teppei、SHIINOKI Eriko、HAYASHI Tetsuo、FUKUSHIMA Itsunari、NOMURA Kouji、Evaluation of Environmentally Conscious Technology Installed in Kyudenko Academy Part 2 Heat Load Reduction of Fresh Air with Cool & Heat Trench and Heat Recovery Ventilator、Proc. of YSRIM 2014、査読有、2014、pp.298-309

WANG Ruize、HAYASHI Tetsuo、FUKUSHIMA Itsunari、Evaluation of Environmentally Conscious Technology Installed in Kyudenko Academy Part 3 Computational Fluid Dynamics Analysis on the Efficiency of Under-Floor and Wall-Jet Air-Conditioning for Gymnasium、Proc. of YSRIM 2014、査読有、2014、pp.310-314

UENO Takahito、HAYASHI Tetsuo、NOMURA Kouji、Evaluation and Prediction of Thermal Performance on Ventilated Wall House Part 3 Prediction of Thermal performance on Two Experimental Houses、Proc. of YSRIM 2014、査読有、2014、pp.315-326

CHEN Yanan、HAYASHI Tetsuo、KONDOU Kayoko、NOMURA Kouji、Energy use of Residential Buildings in China, Part 2 Nanjin City、Proc. of YSRIM 2013、2013、pp.174-179

MITSUYAMA Teppei、HAYASHI Tetsuo、UENO Takahito、NOMURA Kouji、Evaluation and Prediction of Thermal Performance on

Ventilated Wall House Part 1: Measurement on Two Experimental Houses、Proc. of YSRIM 2013、査読有、2013、pp.199-204、26

UENO Takahito、HAYASHI Tetsuo、MITSUYAMA Teppei、NOMURA Kouji、Evaluation and Prediction of Thermal Performance on Ventilated Wall House Part 2 Prediction of Thermal performance on Two Experimental Houses; Proc. YSRIM 2013、査読有、2013、pp.191-198

[学会発表](計 14件)

林徹夫、椎木英理子、野村幸司、藤重俊徳、長孝良、福島逸成、佐藤孝輔、館景士郎、研修施設における環境配慮技術の計画と実証評価(第4報)クールヒートトレンチと全熱交換器による外気負荷の削減効果、空気調和・衛生工学会大会、2014

野村幸司、林徹夫、トータルエネルギーシミュレータの開発 その9 太陽光発電装置および太陽熱温水器の導入、日本建築学会研究報告九州支部 第53号 環境系、2014

王瑞澤、林徹夫、藤重俊徳、長孝良、福島逸成、佐藤孝輔、館景士郎、研修施設における環境配慮技術の計画と実証評価 第3報アリーナにおける床下吹出空調の有効性に関するCFD解析、空気調和・衛生工学会大会、2013

光山哲平、上野嵩仁、林徹夫、野村幸司、通気工法住宅の温熱・省エネルギー性能に関する研究 その1 実験家屋による比較とデータ収集、日本建築学会研究報告九州支部 第52号 環境系、2013、pp.265-268

上野嵩仁、林徹夫、野村幸司、光山哲平、通気工法住宅の温熱・省エネルギー性能に関する研究 その2 Trpによる温熱環境シミュレーションプログラムによる研究;・、日本建築学会研究報告九州支部 第52号 環境系、2013、pp.269-272

陳胤安、林徹夫、近藤加代子、野村幸司、アジア低炭素発展と気候風土適用型ライフスタイルに関する研究 その5 中国南京市における住宅消費エネルギー調査、日本建築学会研究報告九州支部 第52号 環境系、2013、pp.273-276

[図書](計 0件)

[産業財産権]
出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：

種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

研究代表者、定年退官のため該当なし。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林徹夫 (HAYASHI, Tetsuo)

九州大学・大学院総合理工学研究院・教授

研究者番号：40150502

(2) 研究分担者

伊藤一秀 (ITO, Kazuhide)

九州大学・大学院総合理工学研究院・准教

授

研究者番号：20329220

野村幸司 (NOMURA, Kouji)

九州大学・大学院総合理工学研究院・助教

研究者番号：20311855

(3) 連携研究者

なし