

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K18203

研究課題名（和文）ゼロ・エネルギー住宅を対象とした輸出住宅モデルの立案と展開可能性の検討

研究課題名（英文）Examination of planning and development of an overseas zero-energy home model

研究代表者

田島 翔太 (TAJIMA, SHOTA)

千葉大学・大学院工学研究院・特任助教

研究者番号：20765234

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、ゼロ・エネルギー住宅（ZEH）を対象として、建物の省エネルギー性能、輸送技術、コミュニケーション戦略の視点から、将来的な輸出品目としてのZEHプロトタイプのプロトタイプ提案および実用可能性の検証を目的とした。本研究の成果として、災害時に活用でき、世界中に運搬可能なZEHプロトタイプを考案し、フィージビリティスタディを実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、各国の研究機関が性能や技術を競うZEHの国際大会「ソーラー・デカスロン」の実験住宅の知見を生かし、新たな視点でZEHのあり方を横断的かつ統合的に検討するものである。本研究で考案されたZEHプロトタイプは、国内外の住宅市場への展開だけでなく、災害時の応急仮設住宅への応用が期待される。今後、プロトタイプが実用化されることによって、エネルギーの地産地消だけでなく、地震、風水害などの自然災害に対する地域のレジリエンスの向上に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to design and examine an overseas zero-energy home model from the viewpoint of energy saving performance, transportation technology, and communication strategy.

As a result of this research, I proposed a mobile ZEH prototype that can be used in the event of a disaster and can be carried around the world.

研究分野：建築計画、地方創生

キーワード：ゼロ・エネルギー住宅 ZEH ソーラー・デカスロン 省エネルギー性能 輸送技術 コミュニケーション戦略 応急仮設住宅 トレーラーハウス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化への関心の高まりから、住宅内のエネルギー消費を実質ゼロとする、ゼロ・エネルギー住宅 (ZEH) が普及し始めている。学術的には環境・設備分野を中心に省エネルギー性能を高める研究が進められてきたが、建築計画分野が対象とすべき課題も多く、環境・設備、建築計画等の分野を横断的かつ統合的に扱う必要がある。また、国外における実証実験の知見を取り入れ、わが国の ZEH に付加価値を付けることで、今後良質な住宅需要が見込まれる東南アジア諸国への将来的な市場展開が見込める。

研究代表者はこれまで、ZEH の性能や技術を総合的に審査・計測する国際大会「ソーラー・デカスロン」に参加をしてきた。わが国の住宅市場が人口減少により縮小してゆくなかで、これまで蓄積した知見を発展させ、国外でも通用する新たな ZEH プロトタイプの可能性を検証する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、ZEH を対象として、建物の省エネルギー性能、輸送技術、コミュニケーション戦略を横断的かつ包括的に検討し、将来的な輸出品目としての展開を目指した ZEH プロトタイプの考案と実用可能性の検証を目的とする。

3. 研究の方法

基礎的な研究 1~3 を横断的に実施し、それらを統合的に扱う研究 4 を段階的に実施した (図 1)。

(研究 1) 省エネルギー性能：ZEH の革新的な技術、工夫、留意点等の検討。

(研究 2) 輸送技術：輸送に最適な ZEH の形状、構造、規制等の検討。

(研究 3) コミュニケーション戦略：革新的技術や工夫を分かりやすくユーザーに伝える手法の検討。

(研究 4) 輸出住宅モデルの提案：研究 1~3 の成果を踏まえた輸出品目としての ZEH プロトタイプの考案および実用可能性の検討。

研究方法は、文献調査による基礎的な検討のほか、アメリカ・コロラド州デンバーで開催された Solar Decathlon 2017、UAE・ドバイで開催された Solar Decathlon Middle East 2018、イギリスの BRE Innovation Centre での現地調査とした。また、国内外の先進事例に対するヒアリング調査、一般ユーザーを含めたステークホルダーへのグループインタビューをおこなった。

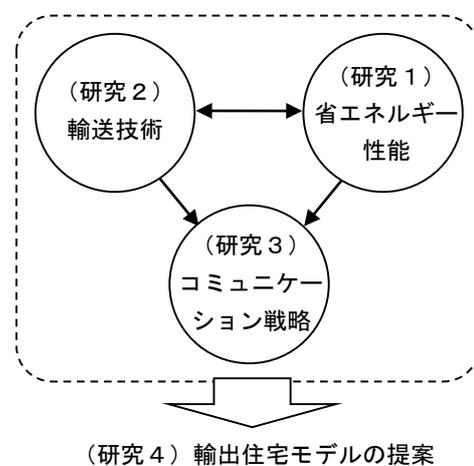


図 1 研究の枠組み

4. 研究成果

ソーラー・デカスロンはアメリカ・エネルギー省が 2002 年に始めた ZEH の国際大会である。世界から 20 の大学が参加をし、産学連携で開発した ZEH を一カ所に集めて実際に建設し、技術、性能、エネルギー、デザイン等 10 項目を総合的に評価する。北米、欧州、中国、南米、中東など世界各地で毎年開催されている。北米では 20 万人の来場者がある。研究代表者はこれまでわが国の代表校として 2 度参加をし、主催者や各国の研究者らと交流を続けている。

(研究 1) 省エネルギー性能

実験住宅におけるテーマ設定、断熱性能、太陽光利用、太陽熱利用、建物の構造を比較検討した。ソーラー・デカスロンでは、公開された実測データに基づく室内環境の居住性能評価を比較した。ゼロ・エネルギーを実現するための建物の高断熱・高气密化の手法、パッシブエネルギーを最大限に活用するための設計手法が見られた。また、環境共生を考慮したリサイクル材料の積極的な使用、間仕切りや可動床による居室空間の可変性の提案、3D プリンタを用いたシェーディングデザインなど、実験住宅による新しい試みがみられた。建築デザインと環境・設備計画の融合を図り、来場者とのコミュニケーションを促す手法として、建設地の伝統的な模様をデザインとして取り入れた建材一体型 PV の開発がみられた (図 2)。その他に、電気自動車との創蓄連携、中水利用など、実質的なゼロ・エネルギー化に留まらず、現実的なオフグリッド住宅の実証がおこなわれていた。

(研究 2) 輸送技術

プレファブ化されたユニット構造は建設の省力化だけでなく、気密性を高め、省エネルギー化に貢献した。一方、空間デザイン、パッシブ戦略、快適性が画一化される傾向が見られた。空間デザインと輸送・建設の効率化を両立させる例として、設備、電気、家具等を組み込んだユニット構造を組み合わせ、半屋外型の外皮で囲うデザイン手法も見られた (図 3)。また、国内外で実現または提案されているモバイル建築 (移設、移動可能な建築) に関する文献調査をおこない、車両型、コンテナ型、ユニット型、フラットパック型に分類し、それぞれの種別、輸送形態、積



図2 建材一体型 PV の事例



図3 半屋外型の外皮の事例

荷形態、基礎、法規制等について比較検討した。メーカーや研究機関等に対するヒアリングを実施し、用途、構法、材料調達、製造、生産体制等について、国内外6団体から回答を得た。モバイル建築に関する調査の結果、産業として成り立っている事例、高気密・高断熱で省エネルギー性能の高い事例が見られたものの、ゼロ・エネルギー化を主眼とした事例は少ないことが明らかになった。

エネルギー性能と輸送技術の複合的な検証のため、過去のソーラー・デカスロンで収集したデータから輸送に適した ZEH の形状とエネルギー効率の相関を検証した。図面、測定値、実地調査から、実験住宅をパネル構造とユニット構造に分類し、面積、体積などから aspect ratio、compactness ratio、building shape factor とエネルギー効率の実測値を比較した。パネル構造は輸送効率が良く、ユニット構造と比べて建築デザインの自由度が高い利点がある一方で、居室空間に制限のあるユニット構造が相対的にエネルギー消費量を抑えていることが明らかになった。

(研究 3)

実地調査において、実験住宅に加えてパネル、インフォグラフィック、配布物などから、革新的な技術、性能をユーザーに分かりやすく伝える事例を収集した。ローカルの伝統・文化を尊重しつつ、IoT の活用、未来を感じさせる外観、バッファゾーンとの融合、開放感の演出、素材の使い方など、ユーザーの興味を掻き立てる工夫が随所に取り込まれていた。また、研究 1 の建材一体型 PV に見られたデザインとアクティブ技術の融合はコミュニケーション手法の一つであると考えられた。ローカルとグローバル、テクノロジーとローテクの融合は、研究 4 で検証するグローバル展開型の ZEH プロトタイプのコアコンセプトの参考とされた。また、ユーザーとのコミュニケーション手法の一つとして、次世代を担う子どもたちへの教育が考えられたことから、過去に小学校で実施した ZEH に関する出張授業の成果と課題を検証し、教育と社会意識の醸成の両面からアプローチする重要性を明らかにした。

(研究 4)

研究 1~3 の成果をもとに、研究 4 となる ZEH プロトタイプの基本設計に着手していたところ、世界各地で自然災害が多発し、研究代表者が活動する千葉県においても大規模な電力喪失に見舞われた。被害に遭った自治体や企業とのディスカッションで、本研究の ZEH プロトタイプのお考え方が被災地での復興・復旧や、レジリエンスの向上に貢献できる可能性が考えられた。そこで、研究 4 のアウトプットとして、災害時にエネルギーを供給することでコミュニティの拠点となり、世界各地への移動も可能な ZEH プロトタイプを考案することとした (図 4)。プロトタイプは高断熱・高気密化でエネルギー消費を削減し、太陽光発電、蓄電池、創蓄連携によるエネルギー創出とマネジメントをおこなう計画とした。基本設計において発電量、エネルギー使用量の基礎的な試算をおこない、トイレ、エアコンなどコミュニティ維持に必要なユーティリティの稼働を検証した。平常時は個人のセカンドハウスや企業の宿泊施設、公共的な集会所などとしての使用を想定した (図 5)。研究 1、2 で検討した省エネルギー性能、輸送技術に関する考察は、国内外のあらゆる地域で災害後の一時的なインフラとコミュニティ維持の役割を担うと考えられた。また、研究 3 のコミュニケーション戦略の事例収集をもとに、平常時の地域での日常的な防



図4 ZEH プロトタイプの被災地での活用イメージ



図5 平常時の活用イメージ

災・減災への気づきを与える公共的な役割を担うための戦略を立案した。陸、船での運搬が可能で、世界各地に運ぶことができることから、本研究の開始当初の目的であった将来的な輸出品目としての実用可能性が考えられた。考案されたプロトタイプについて、地場工務店、建築士、建材商社、一般ユーザーなどへのグループインタビューをおこない、実現における課題を検証した。
(研究のまとめ)

本研究は、ZEHの省エネルギー性能、輸送技術、コミュニケーション戦略を横断的かつ統合的に検討し、将来的な輸出品目としての展開を目指した新たなプロトタイプの提案を目的とし、最終的な成果として災害時に世界各地でインフラ供給とコミュニティ維持を担うZEHプロトタイプを考案した。本研究の実施期間中、度重なる自然災害に加え、人口減少と地方の衰退、新型コロナウイルスによる働き方や暮らし方の見直しなど、社会が大きく変容した。本研究によって考案されたプロトタイプには実現に向けた課題が残されているが、今後研究を発展させていくことで、将来的にさまざまな社会課題の解決策の一つになり得る可能性があると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Tajima, S., &Nasu, S.
2. 発表標題 Consideration on form and energy efficiency of net zero energy house suitable for transportation
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nasu, S., Tajima, S. &Sugai, Y.
2. 発表標題 Estimation of maximum simultaneous electric energy consumption for energy efficient solar powered house
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tajima, S., Nasu, S., &Fujikawa, D.
2. 発表標題 Consideration of communication methods with the next generation for sustainable living through the case study of a visiting lecture.
3. 学会等名 Proceedings of EcoDesign 2019: The 11th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tajima, S., &Nasu, S.
2. 発表標題 Proposal for an Off-Grid Mobile Architecture Prototype for Disaster Relief
3. 学会等名 The 51h Environmental Design Research Association Conference (EDRA51) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----