

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22360248

研究課題名（和文） 建築の持続的活用のための履歴データの解析手法に関する研究

研究課題名（英文） Research on the method of the holistic analysis of operation data for the sustainable use of buildings

研究代表者

野城 智也（YASHIRO TOMONARI）

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：30239743

研究成果の概要（和文）：

建築の履歴データを収集したうえで、これらのデータから、建築部材・部品の保全計画用知識、省エネルギー対策を計画するための知識を抽出するケーススタディを踏まえ、建築履歴データの解析手法に関する知見を整理し、建築物の持続的活用のために建築履歴データを利活用する手法の構築を試みた。

研究成果の概要（英文）：

The operational data of buildings are significant sources for sustainable use of building. However, a little research had focused on the method of the holistic analysis of building related operation data. From the collected real record data of existing buildings, the research tried to develop the method by trying to extract the knowledge on rational planning of;

- the maintenance and conservation of building components and equipment
- the improvement of operational energy use of buildings

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2011年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2012年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
年度			
総計	13,300,000	3,990,000	17,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、都市計画・建築計画

キーワード：履歴データ・ライフサイクルマネジメント・住宅履歴書・サステナビリティ・モニタリング

### 1. 研究開始当初の背景

筆者らの一連の研究の成果、及び社会実装努力により、建築物がどのように作られ、使われ、変更され、そして、どのような性能、機能が発揮されてきたのかという資料・記録類である建築履歴データが、住宅履歴書（いえるて）などとして普及しはじめた。しかし

ながら、次のような学術的課題が存在した。  
(1)ライフサイクル・マネジメントの各局面において、どのような知識が必要とされるのか、いままで学術的に整理され体系化されていない。

(2)それらの知識を引き出していくには、そもそもどのような内容の情報が、どのような形

式のデータとして収集され、どのように整理されていけば、これらの知識要求に応じることができるのかについても十分には明らかにされていない。

そのため、建築履歴データをどのように収集し、解析して、建築物のライフサイクルの各局面に必要な知識を抽出し利活用していくのか、その手法は必ずしも体系立てられてこなかった。

## 2. 研究の目的

本研究は、建築履歴データの解析手法を構築することにより、建築物の持続的活用のために履歴データを利活用する手法を体系立てていくための知見を得ることを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、建築の履歴データを収集したうえで、これらのデータから

(1) 建築部材・部品の保全計画用知識

(2) 省エネルギー対策を計画するための知識を抽出するケーススタディを行った。これらのケーススタディにおいては、以下の2点について検討した。

(1) どのような知識が必要とされるのか

(2) それらの知識を引き出していくには、どのような内容の情報が、どのような形式のデータとして収集され、どのように整理されていけばよいのか。

なお、省エネルギー対策計画知識に関するケーススタディにおいては、建築物の各所にセンサーを配することによりエネルギー使用履歴データを収集し分析した。

ケーススタディ結果をふまえ、知識抽出のためのプロセス整理し、意味情報としての指標の設定について検討を加えたうえで、建築履歴データの解析手法にかかわる知見を整理した。

## 4. 研究成果

(1) ケーススタディ1：建築構成材・部品の保全計画用知識の抽出

収集した建築履歴データを整理したうえで、ブレンストーミングなどを経て、建築構成材・部品の保全計画用に必要な知識を抽出したうえで、これらの知識を、以下の2グループに分類した。

- 建築の部材・部品構成に関する知識
- 使用部材・部品の劣化・陳腐化・寿命に関する知識

① 建築の部材・部品構成に関する知識抽出

実際に履歴データを集めてみると、建築構成材・部品の再現できる完全データが揃っているケースはまれであり、欠損データの推定・補完が重要になることがわかった。本研究では、写真、図面、計算書など入手しうる資料を組み合わせ相互に比較することによって欠損データを補完する方法を整理した。

また、データ欠損を補完する手段として三次元スキャンの活用可能性について検討

することとし、実際に三次元スキャンを用いて建築の形状情報を取得し、残存している図面との比較などを行った。その結果、三次元スキャンが、部材・部品などの納まり・構成を推定する方法として有効であることを確認した。

② 使用部材・部品の劣化・陳腐化・寿命に関する知識

部材・部品の過去の交換履歴は必ずしも系統的悉皆的には保存されておらず、データも欠損している。本研究においては、欠損データのある履歴データをもとに、部品・部材の劣化・寿命にかかわる確率密度を推定する手法を整理した。

以上の知見をもとに、建築構成材・部品の保全計画用の知識をより多く抽出し、建築のライフサイクルサイクルマネジメントに活用させるためには、どのような内容の情報が、どのような形式のデータとして収集され、どのように整理されていけばよいのかを整理した。

(2) ケーススタディ2：省エネルギー対策を計画するための知識の抽出

収集したエネルギー使用履歴データを整理したうえで、ブレンストーミングなどを経て、省エネルギー対策を計画するための知識に必要な知識を抽出し、これらの知識を次のように分類した。

- 建築における使用エネルギー需要を予測するための知識

- 建築における使用エネルギー削減のための運用方法改善に関する知識

① 使用エネルギー需要を予測するための知識抽出

収集したエネルギー使用履歴データをもとに、建築のエネルギー需要を各種の変数の組み合わせにより説明するためのモデルをヒューリスティックな方法でブラッシュアップしていく手法を整理した。その概要を図1に示す。

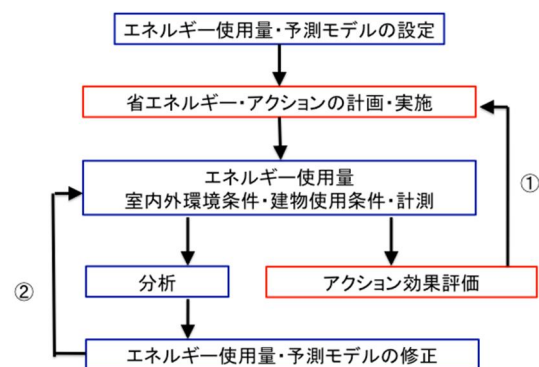


図1 建築のエネルギー使用量にかかわるヒューリスティック分析のプロセス概要

この手法を、長崎県佐世保市で建設中の実験住宅を含め、複数の実建築物に適用し、その有効性を検証した。

## ②使用エネルギー削減のための運用方法改善に関する知識抽出

エネルギー使用履歴データを収集した建物において、使用をエネルギー削減対策を試行し、その実施前後における使用エネルギーを比較することにより、建築物の運用方法を改善するための知識の抽出を試みた。

以上の知見をもとに、省エネルギー対策を計画するための知識をより多く抽出し、建築の日常運用を含むライフサイクルマネジメントにおいて活用するためには、どのような内容の情報が、どのような形式のデータとして収集され、どのように整理されているか整理した。

### (3)知識抽出のためのプロセス整理

以上のケーススタディの結果を踏まえて、建築履歴データをどのように整理し、解析すれば、ライフサイクルマネジメントに資する知識を抽出することができるのかを以下の観点から整理した。

- ① 建築履歴データからどのような意味情報を読み取ることによって、建築物のライフサイクルマネジメントにおける意志決定を支援することができるのか。
- ② その意味情報を導くためには、データ欠損のある建築履歴データに如何なる推論を加えて解析・推論すればよいのか。
- ③ 意味情報の一形態として、各種の指標はどのように、ライフサイクルにおける意志決定に役立てることができるのか。
- ④ 逆に、どのような形式の建築履歴データをどのように収集し整理しておけば、意味情報を解析・推論しやすいのか。

### (4)意味情報としての指標の設定

各種指標は、建築履歴データから読みとりうる意味情報の一形態である。建築のライフサイクルマネジメントに関与する各主体がもつ関心は異なることから、各種指標は、それぞれの主体の関心にあわせて設定されることになる。従って、ひとくちに指標といっても、供給者側に属する関係者にとって意味をもつ指標と、ユーザー側の関係者にとって意味をもつ指標とは必ずしも同一ではない。

そこで本研究では、前記のケーススタディの結果などを踏まえて、供給者側、ユーザー側それぞれに属する関係者にとって意味をもつと思われる、ライフサイクルマネジメント指標を分類し、そのそれぞれの指標が、ライフサイクルマネジメントにおける意志決定をどのように支援することができるか、を整理した。

その結果、供給者側に属する関係者が用いる指標については技術的基準・標準によって定められ整備されているのに対して、ユーザー

側に属する関係者にとって用いる既往の指標類が少ないことがわかった。また、概念上は意志決定を支援できる可能性があるにもかかわらず、指標を測定する時間粒度、空間粒度が粗すぎて、もしくは、集計範囲が整合しないことによって、意志決定を支援できる可能性が制約してしまうことも明らかになった。

### (5)カーボン・メトリックに関する考察

建築物からどれだけの地球温暖化ガスが排出されているかをあらわす指標がカーボン・メトリック(Carbon Metric of building)である。これはユーザー側に属する関係者が、建築の使用法を変更したり、維持保全改修あるいは購買譲渡といった社会経済行為を実行する際に意味をもってくる指標である。

筆者も参加してカーボンメトリックにかかわる国際規格化作業が進められていることから、国際規格化作業における議論の内容を参考にして、以下の2点を整理した。

- ① 建築履歴データをどのように収集し整理すればよいのか、
- ② 建築履歴データをどのように開示したうえでカーボン・メトリックにかかわる報告を作成すればよいのか、

これにより、関係者にとって一定の意味を有するカーボン・メトリックとするための、建築履歴データの収集方法、整理方法及び解析方法について知見を得ることができた。

### (6)まとめ

以上の分析考察に基づき、本研究は、建築部材・部品の保全計画及び省エネルギー対策計画など建築物のライフサイクルマネジメントの各局面での意志決定を支援するための知見を得ることができた。これらの知見は以下の3種に分類できる。

- ① 各種指標類を含め、どのような知識を抽出する必要があるのか
- ② その知識を抽出するためには、どのような解析方法が必要であるのか
- ③ その解析を可能ならしめるためには、どのような内容の情報が、どのような形式のデータとして収集され、どのように整理されている必要があるのか。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計11件)

①野城智也、住宅履歴情報の整備に関する取組と今後の方向性、日本不動産学会、vol.26 no.2 pp96-105、2012、査読無

②森下有、野城智也、住宅運用時における機能適応のための情報構成手法に関する一考察 住宅履歴情報サービスとエネルギーモニタリングサービスの事例より、日本建築学会建築生産シンポジウム論文集、vol.28、pp229-234、2012、査読有

③馬郡文平、野城智也、藤井逸人、複数施設における統合エネルギーマネジメントに関

する研究~横浜市金沢区温暖化対策事業における統合エネルギーマネジメント及び最適化制御に関するケーススタディー、日本建築学会建築生産シンポジウム論文集 vol.28 pp217-222、2012、査読有

④迫博司、馬郡文平、野城智也、森下有、エネルギー・モニタリングを活用した高気密・高断熱住宅におけるエネルギーマネジメントに関する研究、建築生産シンポジウム論文集 vol.28、pp223-228、2012、査読有

⑤信太洋行、野城智也、関ナホン、横山茂紀、既存建築物の改修工事における3次元スキャニングの活用に関する研究ー設備改修を対象としてー日本建築学会情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、vol.35、pp219-222、2012、査読有

⑥森下有、野城智也、建築情報のユーザーインターフェイスに関する理論的考察ー住まい手が住宅の多主体サービスプロバイダーと情報共有を行う為の仕組みー日本建築学会情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、vol.35、pp37-42、2012、査読有

⑦野城智也、住宅の流通と住宅履歴情報の整備、都市住宅学、no.73、pp43-48、2011、査読無

⑧西本賢二、野城智也、住宅履歴情報管理システムの住生活関連産業との連携活用の可能性について、日本建築学会建築生産シンポジウム論文集、vol.27、pp271-276、2011、査読有

⑨森下有、池田紘史、馬郡文平、野城智也、居住者の住生活経験情報に関する一考察 北海道大樹町わがやの省エネコンテストの調査事例より、日本建築学会建築生産シンポジウム論文集、vol.27、pp277-282、2011、査読有

⑩Tomonari Yashiro, Information database for the usage of existing buildings, Journal of Asian urbanism, no.4, pp.28-31, 2011, 査読無

⑪米澤昭、野城智也、西本賢二、住宅履歴情報の蓄積に係るシステム化と諸課題についての考察(その2)、日本建築学会建築生産シンポジウム論文集、vol.26、pp277-284、2010、査読有

[学会発表] (計9件)

①Tomonari Yashiro, How the CCM is being formulated at ISO?, presentation at UNEP-SBCI Fall Symposium on Sustainable Buildings held in Singapore, <http://www.csb.sg/wp-content/uploads/2012/11/How-the-CCM-is-being-formulated-at-ISO.pdf>, Singapore, 9 October 2012

②安田大樹、野城智也、大岡龍三、馬郡文平、迫博司、信太洋行、樋山恭助、李榮玲、稲垣敬子、小林昭彦、大学キャンパスにおけるゼロ・エネルギー・ビルディングの取り組み(そ

の7) 省エネルギーに資するユーザー支援システムに関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp.1187-1188、2012.9.12、名古屋大学

③西本賢二、深尾精一、齋藤茂樹、野城智也、鈴木昌治、住生活サービスとの連携による住宅履歴情報の価値向上について、日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 ROMBUNNO.8171、2012.9.12、名古屋大学

④Yu Morishita, Hirofumi Ikeda, Bumpei Magori, Tomonari Yashiro, Hayato Fujii, Mikio Nunome, Hiroshi Higasa, Kenji Yamagata, A study on operational information hierarchy through an energy efficiency contest Case in Taiki-cho "My Home" Energy Efficiency Contest 2010-2011, Proceedings of SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference, on line resource, Finland, 19 October 2011

⑤Tomonari Yashiro, Ryoza Ooka, Zero Energy Building project in the University of Tokyo, Proceedings of SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference, on line resource, Finland, 18 October 2011

⑥Hiroshi Sako, Tomonari Yashiro, Bumpei Magori, Hayato Fujii, Minkyu Son, Heuristic energy use optimization methodology by energy use monitoring system. Case study on large-scale complex building operation, Proceedings of SB11 Helsinki World Sustainable Building Conference, online resource, Finland, 18 October 2011

⑦森下有、池田紘史、馬郡文平、野城智也、住生活情報ヒエラルキーに関する一考察:わがやの省エネコンテストの調査より、日本建築学会学術講演梗概集. A-2, 防火, 海洋, 情報システム技術、pp473-474、2011.8.25、早稲田大学

⑧Tomonari Yashiro, The need for effective reporting on sustainable buildings: translating to policy, presentation at UNEP-SBCI Symposium on Sustainable Buildings at Leverkusen, Germany, 24 May 2011

⑨Tomonari Yashiro, Information embedded buildings network for better energy/resource efficiency, Keynote speech for the 14th East Asia Round Table Meeting (EA-RTM) Symposium on Engineering Technologies in the Circular Economy at Xian, China, 13 October 2010

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

野城 智也 (YASHIRO TOMONARI)  
東京大学・生産技術研究所・教授  
研究者番号: 30239743