

研究課題名

サステナブル住宅の BIM ベース設計プロセスモデル

概要

テーマ：サステナブル住宅建築の初期設計段階における BIM ベースの設計プロセスモデルの提案 ～エネルギー性能分析結果を活かしたデザイン発想法の考察を通して～

1. 概要

本研究は、中小設計事務所がエネルギー消費と環境負荷を低減させるサステナブル住宅を設計する際に、現在世界で導入が進められている新しい建築手法である Building Information Modeling (BIM) を用いて設計するプロセスを、1 枚のフローチャートにまとめ、その有効性を検証する。BIM とは、「コンピュータ上に作成した 3 次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築すること」(国土交通省)である。本研究が提案する設計プロセスには、BIM ベースのエネルギー性能分析ツールによる解析結果を住宅デザインに活かす方法も含める。

中小設計事務所の現場ニーズに基づき、設計業務で実用できる BIM ベースの新しい住宅設計プロセスモデルの提案を行う点が、本研究の新規性・独創性である。中小設計事務所は本プロセスモデルの使用することで、BIM ベース設計を合理的かつ効率的にできるようになる。その結果、サステナブル住宅の初期設計から実施設計までの生産性も向上する。また、BIM モデルに維持管理用のデータも追加することで、顧客は竣工後の維持管理にも活用でき、設計の品質・価値も向上する。提案モデルは、このように設計事務所としての差別化、競争力向上に資するものである。

2. 背景

今日、環境問題が社会の重要課題として認識されている中で、サステナブル建築の需要が高まっている。近年、そうした環境にやさしい建築物を設計・建設するための手法として、BIM を使用するケースが世界で増えている。BIM は企画設計から維持管理段階までの建物の全ライフサイクルに関わる情報を効率的に管理・統合し、様々な業務分野で共有して活用できるツールである。BIM を使用することで、建物の消費エネルギー量を測定することができる。そのため BIM を建築設計段階から積極的に活用することで、省エネ設計が可能となる。しかし、サステナブル住宅建築の初期設計段階における BIM ベースの設計プロセスについては中小規模の設計事務所の実務で必要とされているにも関わらず、筆者が調査した範囲では先行研究が見つからなかった。

3. 本研究の目的・目標

上述の研究背景を踏まえ、研究目的は、「建築家がサステナブル住宅を BIM ベースで設計する際にその初期段階で活用することができる合理的かつ効率的な設計プロセスモデルを提案すること」とする。具体的には、エネルギー性能の解析やシミュレーションの結果をデザイン発想に活かす方法を考察し、これを設計プロセスのモデル化につなげる。サステナブル建築物の中でも住宅を対象とするのは、中小規模の設計事務所が実際に活用できる設計プロセスモデルを提案したいためである。

研究目標は、中小規模の設計事務所が提案モデルを実務で合理的かつ効率的に活用できることを、実務者へのインタビュー及び仮想プロジェクトでのシミュレーションを通じて検証することとする。

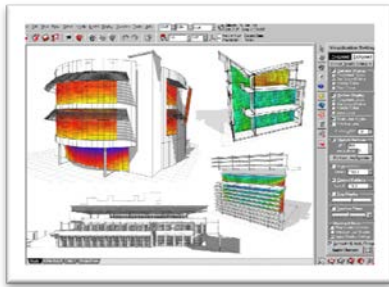
4. 研究の進行状況

本研究は「建築家がサステナブル住宅を BIM ベースで設計する際にその初期段階で活用することができる合理的かつ効率的な設計プロセスモデルを提案すること」である。それによる研究方法は、大きく BIM ベースのエネルギー/環境性能分析ツールの比較分析と分析のプロセスに関する研究（1次研究）、BIM ベースの設計プロセスモデルの開発研究（第2研究）に区分することができる。

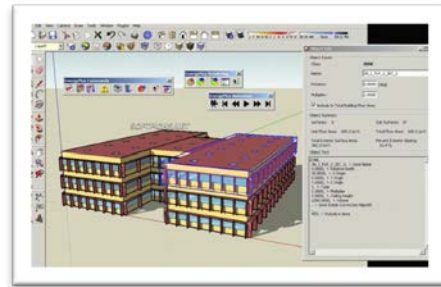
BIM ベースのエネルギー/環境性能分析ツールの比較分析と分析プロセスの研究を通じて、設計の初期段階でのエネルギー分析パフォーマンス分析ツールの適用可能性を把握して、実際に適用案を把握である。なぜなら、各ツールが目指しているものが異なり、またそのためツールにより解析・シミュレーション結果のデザインへの役立ち方も異なるためである。例えば Ecotect Analysis では、屋根と床は別な要素として扱わなくてはならないため、屋根から床まで一体になったチューブ型の建築は想定外とされている。

4-1. エネルギー/環境性能分析ツールの特徴

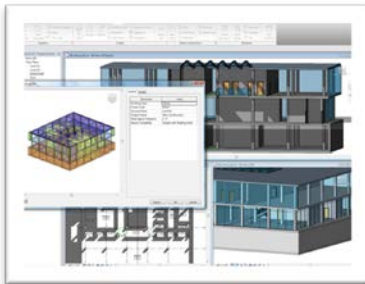
BIM ベースのエネルギー性能分析ツールは、基本的には、建物に負荷されるエネルギーに基づいて対流、伝導、輻射による熱取得と熱損失量とそれに伴う冷暖房負荷を計算し、これを検証する。したがって、エネルギーパフォーマンス分析の設計段階適用時の建物全体のエネルギー性能を中心に統合的な観点からのエネルギー低減対策を用意することが重要である。



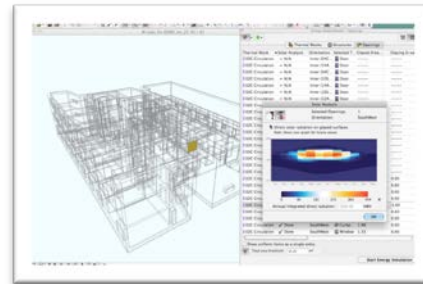
Ecotect Analysis



Energy Plus



Green Building Studio



ECO Designer

(出典) <http://emuarchitetti.com/2013/01/30/graphisoft-presenta-ecodesigner-star/>
http://www.exmicro.mistral.co.uk/ACUE_www/workshops/ecotect_one-day.html
http://www.greenbuildingcommunity.com/print_article.php?cpfeatureid=33653
<http://www.softpicks.net/software/Business/Miscellaneous/EnergyPlus-214924.htm>

(図 1) エネルギー性能分析ツールの代表的な操作画面イメージ

現在使わ BIM ベースのエネルギー性能分析ツールでは、Energy Plus、Ecotect、Eco Designer、Green Building Studio、IES / VE、Design Builder、Riuska などがある。それぞれのプログラムは、特化された機能と利点を持っている。その中で Ecotect は、数値データを含む 3 次元的な形状と空間のさまざまなパフォーマンス分析をすることができ、シミュレーション結果の可視化が可能のため、エネルギーの専門的な知識がなくても簡単に結果を認知することができ、設計の初期段階での効果的な意思決定ツールとして知られている。

それぞれのエネルギー性能分析ツールの特徴は、表 1 のとおりである。

ツール	プライマリデータの互換性	特長
Ecotect	gbXML / IFC	設計の初期段階のためのエネルギー性能分析をサポートしており、使いやすいインタフェースと視覚結果をサポートします。
Eco Designer	ArchiCad	設計の初期段階から建物のエネルギー性能を簡易かつ迅速に分析可能である。
Green Building Studio	gbXML	Web ベースのエネルギー分析ツールとして、建物のエネルギー使用量と炭素排出分析が可能である。
Energy Plus	IDF	高度な環境性能分析が可能である。
IES / VE	gbXML	複数のアプリケーションの活用で多様な環境分析が可能である。
Design Builder	gbXML	

(表 1) エネルギー性能分析ツールの特徴

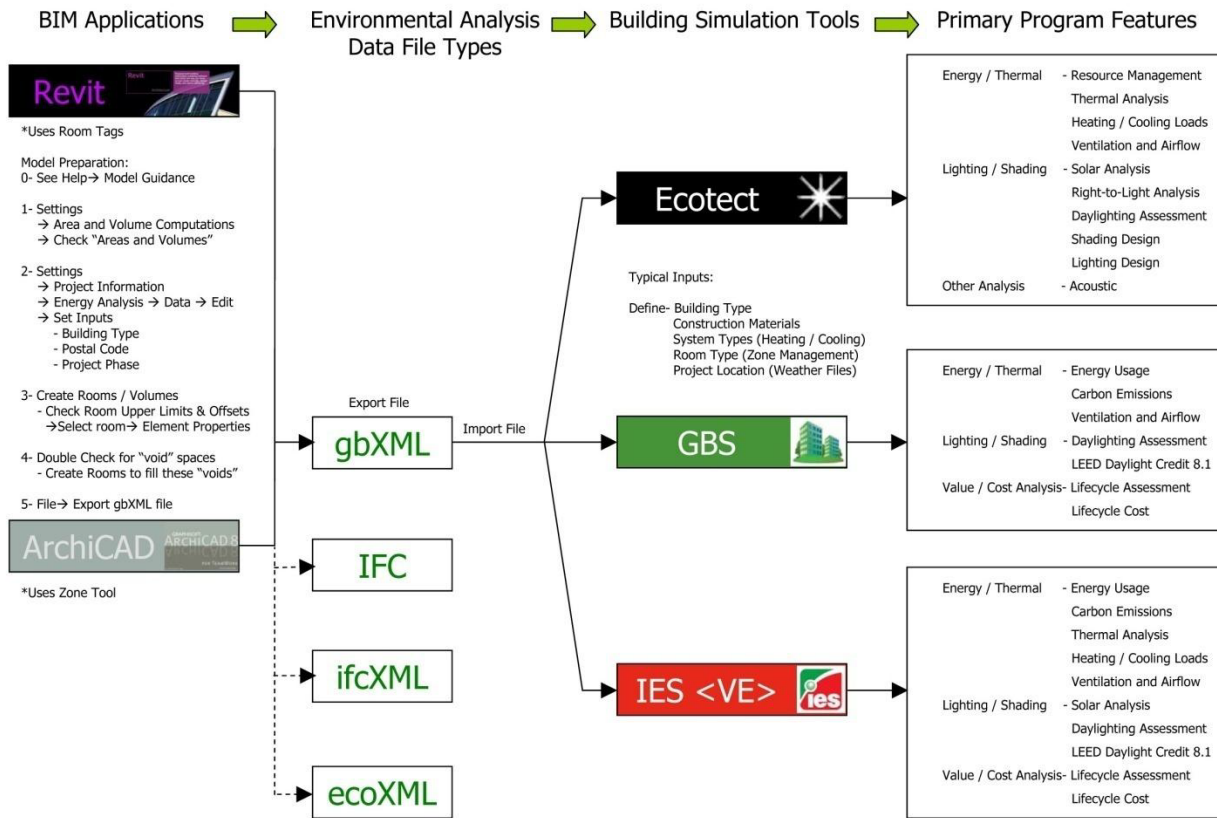
4-2. エネルギーパフォーマンス分析のプロセス

BIM ベースのエネルギー性能の分析プロセスは大幅に BIM ツールを利用したパフォーマンス分析のためのモデリングのプロセスと互換性のあるデータモジュールへの Export / Import のコース、そしてこれを通じたエネルギー分析のプロセスに分けることができている。各ステップでは、ユーザーは、分析時に要求される項目を明確に把握して、各段階で必要とされる最小限のデータだけを要求して、効率的に分析プロセスを進行しなければならない。これは、設計プロセスの観点から継続的なフィードバックを可能にしてくれる。

エネルギー性能の分析をサポートする BIM ベースのモデリングツールでは、Revit Architecture、Revit MEP、ArchiCAD、Microstation、Digital Project などいくつかの種類がある。ユーザーは、BIM ツールを利用したモデリング時の分析に必要なパラメータの値を正確に入力しなければならない。

分析のためのモデリング後は、それぞれの分析ツールが必要とするパラメータの値を完全に転送することが重要である。また、分析ツールに応じて、データの互換性モジュールが異なりますので、それに合わせてモジュールに従うことを必要とし、これにユーザーは分析に必要な各互換性のあるモジュールの要件を認知しなければならない。

現在普及しているとして使われる国際的なデータ互換プロトコルは、IFC、gbXML、DXF などがある。このうち、エネルギーパフォーマンスの分析には、gbXML ファイル形式が最も有効であることが知られている。gbXML (Greenbuilding XML schema) は、環境に優しい建物の拡張マークアップ言語として、現在ほとんどのエネルギー性能分析ツールがこれをサポートしている。



(出典) Salman Azhar and Justin Brown, op.cit., p.4

(図 2) BIM ベースのエネルギー性能の分析のプロセス

エネルギー分析段階では、モデリングした BIM モデルファイルを Import した後、分析目的に応じて順次エネルギー性能分析を実施して総合的にこれを検討する。前述したように、エネルギー性能の分析は、BIM モデルが持っている具体的なオブジェクトの情報をもとに、エネルギーを分析する。

しかし、現在の BIM モデルとエネルギー性能解析プログラム間のシームレスな相互データの互換性は限界がある。したがって、エネルギー分析ツール上で Export / Import 過程で生じた各オブジェクト情報の損失有無を確認し、データの損失に応じてこれを再入力する作業が必要とされている。各エネルギー性能解析プログラムは、自主的に環境性能に影響を与えるオブジェクトの属性情報の値（密度、熱伝導率、比熱など）の入力をサポートしている。これらのデータの互換性の問題は、データ互換プロトコルの継続的な補完とアドオン方式などのパフォーマンス分析インターフェイスの改善に技術的な問題を徐々に解決する段階にある。

5. 関連文献リスト

1. SangHyunLee. BIM ベースの持続可能な設計のための海外におけるサステナブル建築物認証基準の比較に関する研究：教育施設のエネルギー分野を中心として. Architectural Institute of Korea, 2009.
2. 植田大介. 建築物のサステイナブル・デザインプロセスに関する研究 その 3 建築物の環境性能向上に寄与する設計プロセスインサイトの収集. 日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）, 2011.
3. KiimKim. 効率的な BIM 適用による変化の要素：建築設備分野の BIM 適用事例. Architectural Institute of Korea, 2010, 2010.
4. JangWon-Jun. A Basic Study on a BIM-based Design Process for Sustainable Architecture. Korea Interior Management Association (KICA) Journal No.26, 2009.
5. AIA. The Future of the Profession (BIM and Integrated Practice). 2006.
6. 日経アーキテクチュア. 試行錯誤する設計事務所情報断絶のなか、メリットを探る. 日経 BP 社, 2012 年 9 月 25 日.
7. 清水将矢. 気流解消のフィードバックによる空間計画手法の研究. 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文, 2012 年度.
8. Salman Azhar and Justin Brown. BIM-based Sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software