

改装プロジェクトと建物性能解析におけるBIMのメリット

はじめに

米国における総エネルギー消費量と年間の温室効果ガス排出の約半分は建物によるものです。そのため、建物の資源効率の改善が抜本的な省エネ改善施策、サステナビリティ施策、そして景気刺激策の中心になることも不思議ではありません。

膨大な数の建物が存在するため、建築士や設計者にとっては自然資源の管理において主導的役割を果たすというかつてない機会が訪れています。既存の建物を計画的、高いコスト効果で改装することで、エネルギー消費の削減から雇用促進まで、さまざまな環境的、財務的、そして社会的利益を創出できます。

膨大な数の建物によって、包括的な建物性能解析やエネルギー削減プロジェクトの実施がさらに困難になります。建物の図面の旧式化や紛失、または不完全なエネルギー消費履歴が原因で、改装プロジェクト案で将来的な性能を予測したり、エネルギー サービス会社 (ESCO) の提案を評価および比較するのが困難になります。また、関係者の支持集めや契約交渉時の法務、購買、および財務部署の見解を統一する政治的な課題も存在します。これらの課題を乗り越えるため、Federal Energy Management Program (米国連邦エネルギー管理プログラム) および Energy Services Coalition (エネルギー サービス連合) はプロセス全体を加速化して改善する手法、ツール、およびベスト プラクティスを提供しています。

従来の2D作図ツールに比べると、今までは圧倒されるような作業も新テクノロジーによって管理しやすくなりました。3D「ビルディング インフォメーション モデリング」(BIM) テクノロジーを既存の建物で利用すると、各種エネルギー性能解析の実施や下請けプロセスの支援に必要な建築ジオメトリや特性をキャプチャできます。たとえば、基本的なBIMモデルを作成してエネルギーおよび投資適格監査を支援できます。

本ホワイトペーパーでは、基本的なBIMモデルおよびBIM解析ツールを使用した建物性能の評価方法、投資の優先順位決定、そして運営コスト削減、省エネ実現、節水実現、および建物の空気質改善を実現する提案の評価方法を説明します。

建物改善の促進

建築士および設計者は、サステナブル デザインの先駆者となり、建物の性能を改善できる特別な立場にあります。建物は膨大な量のエネルギー、水、原材料、およびその他の天然資源を消費して、廃棄物や汚染を排出します。環境フットプリントが大きいと、建物および建物の管理はさまざまな施策の対象となっています。これらの施策の目的は、建物性能を改善することでエネルギー消費を最小限に抑え、上下水道インフラの需要を減らし、空気の品質を改善して全体的にカーボンフットプリントを削減することです。1970年代のエネルギー危機の時とは異なり、建物性能を改善したり、環境的・経済的費用対効果の高いプロジェクトに限られた資本投資を集中させるテクノロジーが実現されました。

まず、建物の改築と建物性能の改善を建物の運用者に促す、米国における代表的な法規、大統領命令、サステナビリティ イニシアチブ、および景気刺激策を紹介します。

- 2005年エネルギー政策法 (EPACT 2005) は連邦政府所有の建物のエネルギー効率、節水性、そして説明責任の改善に焦点をあてています。
- 2007年エネルギー自給・安全保障法 (EISA 2007) は、化石燃料利用の大幅な削減を要求し、コスト効果の高い太陽熱温水器の使用を促進し、資本改善プロジェクトのライフサイクル コスト期間を延長します。
- 大統領命令13423–Strengthening Federal Environmental, Energy, and Transportation Management (連邦政府の環境、エネルギーおよび輸送の管理強化) は、2015年までエネルギー消費の毎年3%の削減、水利用の2%の削減、そして温室効果ガスの排出削減を連邦政府機関に指示しています。
- LEED (エネルギーと環境設計におけるリーダーシップ) は、グリーン ビルディング条件を外構設計、室内環境の品質、およびエネルギー、素材、および水の効率的な利用の5つのカテゴリで評価します。

また、American Recovery and Reinvestment Act (米国再生・再投資法) 景気刺激策は、政府機関の建物の性能改善を雇用促進と長期経済成長の対策として認定しています。この景気刺激策は、連邦政府機関の75%以上を改装して、市民が負担している10億ドル単位のエネルギーコストを長期的に削減することを目的とします。連邦および自治体の景気刺激策は、予算を確保したら連邦機関の建物をすぐに特定して、工事可能な状態にしなければならぬことを強調しています。

BIMを利用した建物の近代化プログラムの作成

施策内容は明確です。しかし、大量の旧式化した政府建物を、サステナブルでエネルギー効率の優れた構造物に改装するための包括的かつ重点的に取り組む近代化計画を立案することは大変な作業です。多種多様で地理的に分散した建物の性能を解析して、経済的、環境的目標に基づいてプロジェクトや改装作業をランク付けする、実用的でコスト効果の高い方法が必要です。性能解析ツールとBIMを使用すると効果的です。

BIMによって、改装の性能とコストのシミュレーションに役立つ基本的な建築モデルをすばやく、簡単に作成できます。デジタルモデルは、マテリアル、重量、熱抵抗値、その他の物理的特性など、建物性能に影響する建築要素や特徴を表すデータコンポーネントを含みます。BIMを利用すると、個別の建物のエネルギー性能を解析して評価できます。次に、改装案の環境的、経済的影響を評価、比較、そしてランク付けします。物件ポートフォリオの相対的性能を包括的に理解できるため、総合的な建物近代化プログラムを提案して優先順位を付けることができます。最も影響が大きいプロジェクトを重点的に詳細な設計作業や建設を行えます。BIMは、単一のオフィスビル、複数の教育機関や医療機関の建物、5,000件の連邦政府機関、または世界中の防衛施設など、あらゆるものを評価できる、実用的な手法です。

基本的な建築モデルから始まり、独自の経済的または環境的基準に基づいて改装プロジェクト案の解析、比較、および監査を行えます。BIMテクノロジーと解析ツールによって、1つの建物に対する複数の改装案を比較できます。たとえば、より性能の優れた断熱材の設置と暖房システムの改修を比較した場合、コストおよびエネルギー効率のよい案を特定できます。また、BIMは複数の建物を比較することができます。たとえば、空調システムの改修効果が最も高い建物をポートフォリオから特定できます。BIMは基本的な建築情報を利用することで、根拠に基づいた判断を高いコスト効果で実施できます。

BIMは簡単に使い始めることができます。以下の5つの基本的な手順を実施して、建物のエネルギー効率と性能を改善します：

1. ポートフォリオに含まれる各建物の壁、床、屋根、および天井の寸法を含む基本的な建築情報を収集します。
2. ポートフォリオに含まれる各建物の基本的なBIMモデルを作成します。基本的な建物寸法から平面図、立面図、断面図、および3Dビューを含む包括的なBIMモデルを数時間で作成できます。
3. 建築モデルの環境的、経済的性能を評価します。さまざまなオプションを評価、シミュレートして、よりスマートでサステナブルな性能を実現できます。たとえば、日照効果を最適化するには、BIMモデルと解析ツールを使用して太陽の位置、日射、日除け、そして採光の選択肢を評価します。
4. 水や化石燃料の利用量などの節減対象、または経済的目標などを基準に投資プロジェクトや投資対象の比較と優先順位付けを行います。たとえば、MEP (機械、電気、配管) システムの改修による経済的・環境的費用対効果を評価します。
5. 優先順位の高いプロジェクトを選定して、作業を開始します。

適切な量の詳細情報

ビルディングインフォメーションモデルの作成は、手に負えない、または面倒な作業ではありません。事前の作業をほとんど行わなくても建物の形状を表す基本的なモデルを作成して、建物の改善策を解析、優先順位付けできます。実際に、約2時間で作成した比較的簡単なビルディングインフォメーションモデルでも高い予測精度で建物性能を解析できます。たとえば、図1で示すように、詳細レベルが最も低い建築モデルでも、年間エネルギー消費量を最大限に削減する方法を判断するのに必要な結果を得ることができます。

より詳細な解析や導入段階を支援するには、さらに詳細な情報やモデルの作成が必要です。

年間の電器利用料の比較

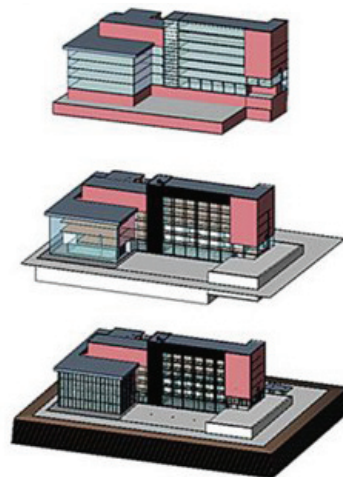
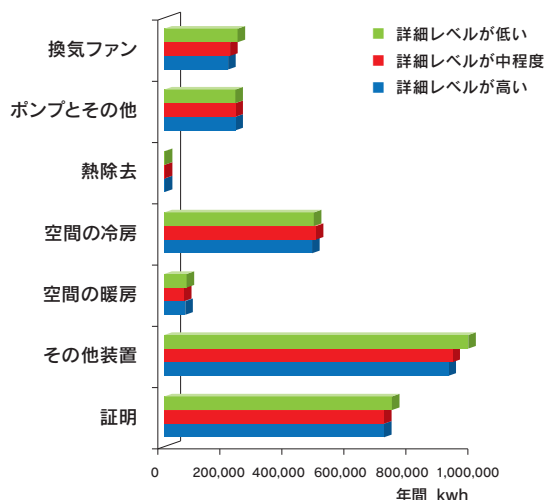
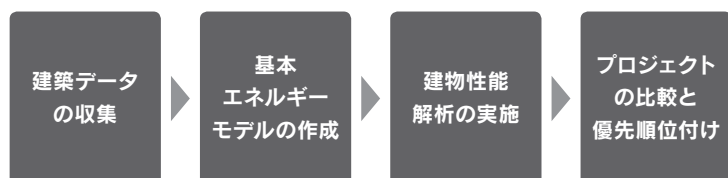


図1
異なるモデルの詳細レベルを用いた結果の比較

建物性能解析向けの基本モデルの作成と利用方法

各建物の簡単な屋根、壁、床、および開口部の寸法を使用して基本ビルディング インフォメーション モデルを作成すると、初期性能解析を行えます。この解析を基準に、代替案を比較して、ポートフォリオ全体で建物性能を改善する包括的な計画を立案できます。

このプロセスを以下の4つの手順でまとめることができます：



手順1：建築データの収集

基本モデルには、建物の数量、サイズ、形状、場所、および方向などの一般情報が必要です。情報は、窓、門戸、開口部、屋根面積とジオメトリ、内部コアのレイアウトや区分け、床スラブ、および駐車場、講堂、または吹き抜けなどの機能空間のデータ ポイントを含みます。作業を始めるには、入手できる建築データをすべて収集する必要があります。

ほとんどの政府建物には紙またはCADの建設図面や設計ファイルがありますが、古い建物は設計図書がまったく存在しない場合があります。これらの状況で基本モデルを作成する方法を紹介します。

紙の図面が存在する場合

改装が必要な建物の多くは、CADツールが登場する前に建設されました。建物の建設図面は、紙版のみが存在する可能性が高いです。AutoCAD® Raster Designは、スキャンしたラスター イメージをインテリジェントなAutoCAD®ベクトル ジオメトリに変換する作業を支援します。生成されたDWG™ファイルの基本図面としてAutodesk® Revit® Architectureで使用して、エネルギー モデルを作成できます。

CADファイルが存在する場合

建物のCADファイルが存在する場合、ファイルの精度を検証して、ファイルの利用可能性または新規作成の必要性を判断する必要があります。一般的には、保守目的で作成されたCADファイルは、建設図書のCADファイルよりも利用価値が低かったり、完全性や精度も劣る場合があります。CAD情報の古さと比例して現場での検証作業も多くなります。

対照的に、比較的新しい建物や最新のCAD図面が存在すれば、モデルのすばやい作成に必要なほとんどのデータを取得できます。モデリング アプリケーションを使用して、2D CADファイルを元に作図を行います。つまり、平面図の高さを垂直方向（Z軸）に押し出して建築3次元モデルを作成して、現場検証で寸法値を調整します。

図面が存在しない場合

図面が存在しない建物のモデルを作成する場合、従来の測量、レーザー スキャン、またはデジタル写真などの方法を利用して建築モデルの作成に必要な情報を収集できます。

まず、既存の建物のデジタル写真を撮ってプロセスを始めます。次に、Autodesk® ImageModeler™の写真測量テクノロジーを使用して、写真を3Dジオメトリに変換します。

生成されたジオメトリはDWGファイル形式でRevit ArchitectureまたはAutodesk® Revit® MEPに転送して、ジオメトリを参考に実際の建築コンポーネントをモデリングします。最後に、ビルディング インフォメーションモデルに含まれた解析データをgbXML形式でAutodesk® Green Building Studio® Webサービスに転送して、建物全体のエネルギー解析を行います。Revitのデータは、Autodesk® Ecotect®などの他のオートデスク解析ツールや、米国エネルギー省のeQuest®ソフトウェアなどの代表的な業界ツールに転送できます。

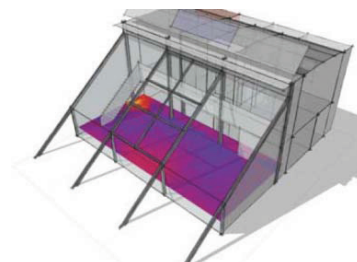
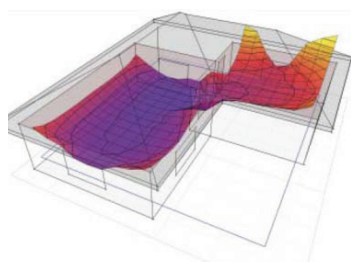
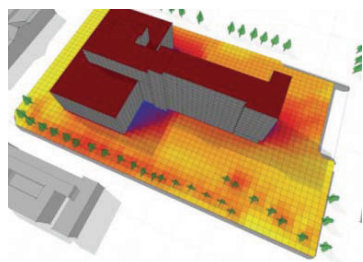
手順2：基本エネルギー モデルの作成

すべての建築データを収集したら、ポートフォリオに含まれる各建物の基本モデルを作成します。モデリング ツールとしてAutodesk Revit Architectureなどの専用ソフトウェアを使用すると、よりすばやく、高いコスト効果で基本モデルを作成できます。Revit Architectureでは、基本的な建物寸法から正確な平面図、立面図、断面図、および3Dビューを作成できます。たとえば、一般的な9,300平方メートルの長方形の政府機関建物の紙図面から数時間でモデルを作成できます。注意点は、床、屋根、壁および窓などの重要要素を重点的にモデリングして、コンポーネントの計測を正確に行うことです。モデルは初期エネルギー解析および後のレビュー／実装プロセスの詳細な性能解析の基盤となるため、初期段階の精度が重要です。

手順3：建物性能解析の実施

モデルで基本的な建物構成やシステムのエネルギー効率を解析して、よりスマートでサステナブルな性能を実現できます。Revit Architectureで作成したファイルをAutodesk® Ecotect Analysis®と組み合わせるとAutodesk Green Building Studio Webサービスで建物全体の評価を行ったり、デスクトップ ツールでより詳細な解析を行います。これらの専用性能解析ツールを使用して、シナリオやシミュレーション モデリングを実施して、材料、数量、太陽の位置、および日照効果などを効果的に評価したり、建物の性能を向上して、環境的、経済的目標を満たす方法を特定します。

Autodesk Green Building Studioは、建物全体のエネルギー、水利用、および二酸化炭素排出解析を行います。個々の建物形状やシステムを評価して、建物全体の性能の理解を深めてからエネルギー プロジェクトの重要な決定を行うことができます。また、統合された米国環境保護庁ENERGY STAR® スコアに基づいてエネルギー使用率をベンチマーク評価することもできます。地域の気候や電力網データを使用して、建物のエネルギー消費や二酸化炭素排出量を予測できます。EnergyPlusファイルをダウンロードして、Green Building Studioで詳細な快適性、自然換気、および一意的HVAC解析を行います。建築設計にメーカーの製品を組み込みまたは比較して、計画の初期段階から装置がエネルギー消費に及ぼす影響をより詳しく理解します。



Autodesk Ecotect Analysisでさらにプロジェクトの詳細な評価を実施できます。この包括的な建物概念性能解析ツールは、日射、日除け、そして採光などの日照効果を含むさまざまな条件のシミュレーションと解析に役立ちます。決定内容によって建物の性能目標達成に大きな影響を及ぼすエネルギー プロジェクトの初期段階に熱効率、照明、および気流などの環境要因に対応します。図2で示すように、Ecotectのモデリング/ビジュアライゼーション機能により、改装後の建物の運用や性能をより正確に予測できます。また、Autodesk RevitモデルをAutodesk® 3ds Max® Designに転送して、より詳細な照明/採光解析を行い、建物を制御するための最適な場所を特定しやすくします。

手順4：プロジェクトの比較と優先順位付け

性能解析が完了したら、節水率や化石燃料の消費削減率、または経済的費用対効果などの組織的な基準に基づいて投資プロジェクトや投資対象の比較と優先順位付けを行います。政府が規定した標準、または独自の目標値に従ってプロジェクトのランク付けを行います。

たとえば、複数の建物のMEP（機械、電気、配管）システムの改修による経済的・環境的費用対効果を評価します。これにより、特定の改修工事が最も効果的な建物をポートフォリオから特定できます。BIMによって、1つの建物で複数の改築案も比較できます。たとえば、窓の交換、現地の風力発電や太陽光発電の利用、または雑排水再利用システムの設置を比較した場合、コストおよびエネルギー効率のよい案を特定できます。

手順4が完了すると、性能改善に最適な投資対象の選定に役立つ信頼性、一貫性の高いデータセットが完成します。

建物性能の改善にBIMを利用するメリット

既存の政府建物の解析にBIMを適用すると、法規への準拠以外にも多くの経済的、環境的、社会的メリットが発生します。BIMモデルでの解析は、資源の消費削減、現場での再生機会の増加、見解の統一、投資適格監査の確認、市民の信用度増加、および従業員の士気向上方法を特定できます。

資源消費の低減

スマートでサステイナブルな建物改築は、最新の効率的なテクノロジー、システム、および制御方法を利用してエネルギー、水、および素材の消費を削減します。

エネルギー：BIM解析ツールを使用して、冷暖房要件の解析の支援、採光の利用機会の特定、およびエネルギー消費削減に結びつく大型建築設備の選定などを行えます。地域の気候や電力網データを使用して、建物のエネルギー消費や二酸化炭素排出量を予測できます。

水：建物を改築して、節水を実現や、再生水の利用を促進します。入居者や建物プロセス用の飲用水、非飲用水の供給方法を解析します。雨水システムの評価を行い、集水システム、調節池、および排水溝の性能をシミュレートします。

素材：改装時にリサイクル素材または再生可能な素材や仕上げ材を利用します。廃棄物を低減するリサイクル センターやその他のサステイナブルな手法の採用を検討します。

現場での再生機会の増加

気温、降雨量、および気象パターンの変化によって雨量や融雪量が変化して、給水量が年々変化する可能性があります。総合的で一貫性のあるBIMモデルは水の利用を最小限に抑え、既存の湿地帯を保護して、水の消費量を正味ゼロにするシステム設計に役立ちます。よりサステイナブルな設計を利用すると、造園作業での再生水の利用促進、下水の汚染物質の低減、そして現場での水の回収、再生、再利用の可能性調査などを行えます。これらによって、上下水道システムのコストと環境的影響を低減できます。

見解の統一

BIM解析およびビジュアライゼーション ツールを使用すると、改築案を関係者や法務、購買、および財務部署の意思決定者に効果的かつわかりやすく提案できます。また、バーチャルなウォークスルーを実施したり、改築工事を時系列的に表示できます。したがって、プロジェクトの理解が深まり、リスクの対処方法に関する見解を統一しやすくなります。たとえば、3Dモデルの外構図を使用すると、改築案の実現を妨げる周辺道路の影響が建物改築工事によって発生するかどうかをすばやく確認できます。投資家に根拠に基づいた回答を提供して、融資に関するコストを軽減し、プロジェクトの収益性を増加します。

投資適格監査の確認

ESCO（エネルギー サービス会社）は、建物または物件の詳細な解析の実施、エネルギー効率のよいソリューションの設計、そして必要な要素の導入工事を実施できます。ESPC（省エネルギー保証契約）により、政府建物のエネルギー効率を改善して、決められた資本回収期間の責務を負います。しかし、納税者を保護するには、政府機関または省庁が提案内容の精査義務を負います。ESPCを契約する前にBIMを使用してESCOの提案内容を内部的に検証して、予測内容や前提条件を確認します。たとえば、改築案のバーチャルなウォークスルーを利用したり、設計内容をエネルギー解析ツールに入力して、予測性能レベルの確実性を確認して、長期契約に関する不安要素を軽減します。

指導力に対する市民の信用度増加

建物の改築に適切に投資すると、公的資金を効果的に利用しているという市民の認識を高めることができます。BIM解析ツールを使用して、限られた資金の利用方法をよりすばやく特定して、プロセスの整合性と正当性を強化できます。たとえば、公聴会でコスト効果の高いサステイナブル デザインを提案すると、設計内容や改築プロセスの理解を得られつつ市民からの信頼も高まります。

従業員の生産性向上

BIMを使用すると、建物内部での自然光の利用や外気の取り入れ量増加の機会を特定しやすくなります。BIMでロビーの吹き抜けや換気性の向上が建物性能に及ぼす影響を可視化およびシミュレートします。また、これらの改善策が従業員の士気向上に及ぼす肯定的、無形の影響も考慮できます。たとえば、一般的に職務満足度は、生産性や定職率の向上、そして病欠率低減に関連性があります。

結論

オフィス ビル、会議場、保守施設、医療施設、倉庫、貯蔵所、または航空機格納庫など、物件ポートフォリオの内容に関係なく、建物の性能モデリングと解析を実施すると多くのメリットを得ることができます。政府機関は、詳細な予測性能を十分に提供する明確で、一貫性のある、根拠に基づいた建築解析が必要です。監査契約、RFQ/RFP、および省エネルギー保証契約でBIMの利用を要求することで、政府機関はプロジェクトの複数年にわたるライフサイクル期間中の予測パフォーマンスと関連リスクをより正確に把握できます。

基本的なBIMモデルを作成して、そして建物プロジェクト内や物件ポートフォリオ全体でのプロジェクト案のコストや利点/欠点の兼ね合いを解析するためにモデルを使用することは、建物性能解析の重要な要素です。革新的な設計製品はBIMをサポートしています。よって、建物の改築案の評価、優先順位付け、そして監査を行う手段としてBIMはコスト効果の高い方法です。

BIMについての詳細は、
<http://www.autodesk.co.jp/bim> をご覧ください。

Autodesk®

オートデスク株式会社 www.autodesk.co.jp

〒104-6024 東京都中央区晴海1-8-10 晴海アイランド トリトンスクエア オフィスタワーX 24F

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー3F

TEL:0570-064-787(オートデスク インフォメーション センター)

※Autodesk, AutoCAD, DWG, Ecotect, Green Building Studio ImageModeler, Revit, 3ds Maxは、米国および/またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

© 2010 Autodesk, Inc. All rights reserved.

GC402-1003(Z)