

## BIM 推進のための設計体制と設備設計図・環境シミュレーションへの展開

In-company organization for BIM promotion, and deployment to a Equipment design figure and an environment simulation

株式会社 日建設計 設備設計部門 環境・設備技術部  
NIKKEN SEKKEI LTD  
M&E Technical Section M&E Engineering Department  
永瀬 修  
Osamu NAGASE

キーワード：BIM (Building Information Modeling), 設備設計図 (Equipment design drawing)  
環境シミュレーション (Environmental simulation)

### 1. はじめに

建築業界では、従来の 2 次元および 3 次元の CAD から発展し、BIM (Building Information Modeling) の活用が注目され始めている。一般には BIM は効率化のための道具として考えられているが、弊社では設計を高品質そして高精度に進めるために BIM の推進を行っている。2011 年は 5% のプロジェクトで実施した。ここでは、弊社における環境・設備設計としての BIM の取り組みについて紹介する。

### 2. 社内体制

2011 年までは、デジタルデザインセンターという名称で試行していたが、2012 年からデジタルデザイン室として正式に位置づけられた。全社の BIM 作業をサポートするため、デジタルデザイン室は大きく以下の 3 つのチームで構成されている。(図 1)

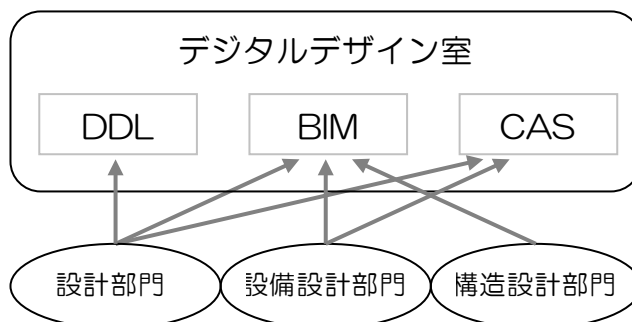


図 1 デジタルデザイン室イメージ

#### 2-1. BIM チーム (Building Information Model team)

意匠設計の 3 次元データを構造図や設備図などに反映させ図面の整合性を高め将来的には、意匠、構造、設備、総合図、竣工図までの BIM 実践を目指し、社内サポートを行う。

使用ソフトやデータ形式などについて調査・検討を行い、必要に応じてベンダー各社との調整を行い作業効率の向上を目指す。特に設備用 3 次元 CAD と意匠用 3 次元 CAD とのデータ連携、3 次元で配置された配管・ダクトを見やすく図面化 (2 次元化) する手間などが直近の課題である。

#### 2-2. CAS チーム (Computer Aided Simulation team)

これまで社内で行っていた環境シミュレーションを、より広範囲に迅速に行う。設計の初期段階で検討を行うことで、フィードバックに擁する時間が短縮でき、作業効率が大幅に上がる。風・熱・光・音環境を「みえる化」により、施主との共通理解のもとサスティナブル建築の普及にも貢献していると考えられる。

3 次元 CAD データと解析ソフトのデータ連携が長年の課題となっていたが、業界内の BIM 意識の高まりから、データ連携がスムーズに行えるようになってきている。更なる向上を目指して、必要に応じてベンダー各社と頻りに情報交換や設計側の要望を伝えている。

### 2-3. DDL チーム (Digital Design Lab team)

デジタルデザインラボは先進的デジタルデザインを行うため、最新の設計手法を研究・試行する。

最近では、複雑な幾何学形態を扱う建築や、簡単なアルゴリズムを用いてデザインすることが多くなっている。そのような作業はコンピュータを用いることで飛躍的に作業時間の削減になり、新たな設計ツールとして期待される。

## 3. 設備設計図の取り組み

設備 BIM ソフトは、急激なスピードで BIM 対応を進めている。一方、作図部分は着実に成果をあげはじめているが、効率的に BIM ソフトを活用するための機能や手法の本格的な確立はこれからといえる。

デジタルデザイン室のサポートを得て、2012 年からは多くのプロジェクトでの利用が予定されている。ここでは、設備設計部門の取り組みについて紹介する。

### 3-1. BIM の適用範囲

業務を遂行するにあたり、BIM を推進することによる費用対効果についての検討が重要である。限られた設計期間で、建物すべての箇所で、意匠・構造・設備の 3 次元データを作成するのは現状難しい。そのため、多くのプロジェクトでは主に納まりの厳しい箇所(たとえば熱源機械室)や建築との干渉確認を行う為に必要な情報を中心に、3 次元と 2 次元を併用する BIM 実践を普及促進している。

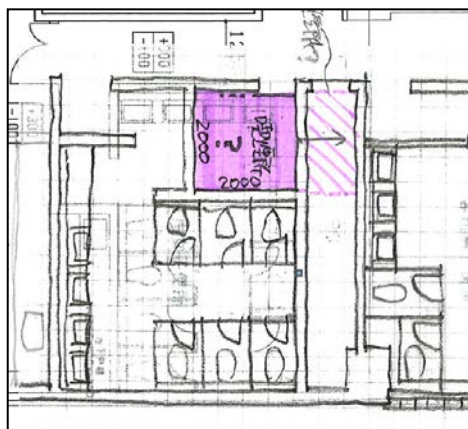
また、設計で作成した BIM 情報を施工者へ引き継ぐことも想定し、ルール策定や使用ソフト等に関する事前確認を行いながら実績を増やしている。

### 3-2. エキスパートの育成

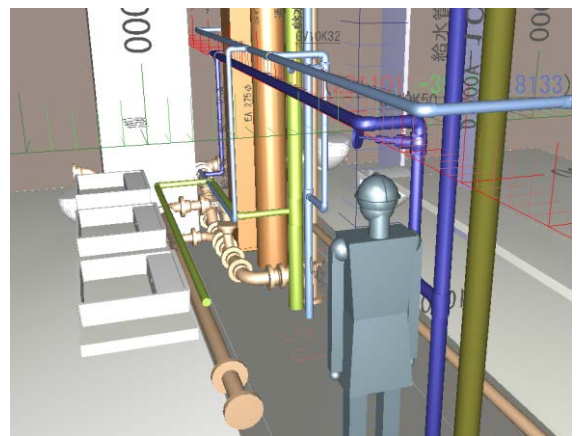
BIM で 3 次元設計を行う為には、当然 BIM ソフトの習熟が不可欠となる。この取り組みとして、まずは BIM ソフトの操作研修を新人・若手設計者を中心に行っている。また、技術者の教育と共に作業環境や効率を向上するための仕組み作りも大事である。「設備部品」や「標準納まり図」のデータベース蓄積をデジタルデザイン室指導の下、ソフト習得の一環として先述した研修参加者が作成している。

### 3-3. 提出図面の作成

現段階では、確認申請や発注図として 2 次元図面による提出が原則であることや、設備設計図面はシステムをよりわかりやすく表現する必要があるため、3 次元データを 2 次元データに効率よく 2 次元図面に展開する必要がある。BIM ソフトの機能で単線化して図面にする機能もあるが、縮尺によっては図形が重なり非常に見えにくいものになるなどの問題がある。この問題が解決されると図面作成にかかるワーク量を相当に減らすことが期待できる為、BIM ソフトベンダーによる今後の機能改良に期待したい。



a) PS 平面図 (手書き)



b) 3 次元表示

図2 PS納まり調整



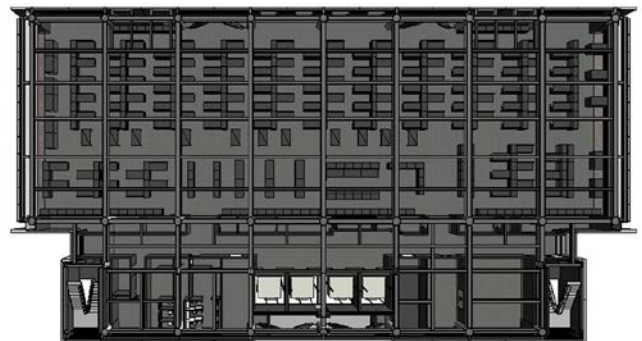
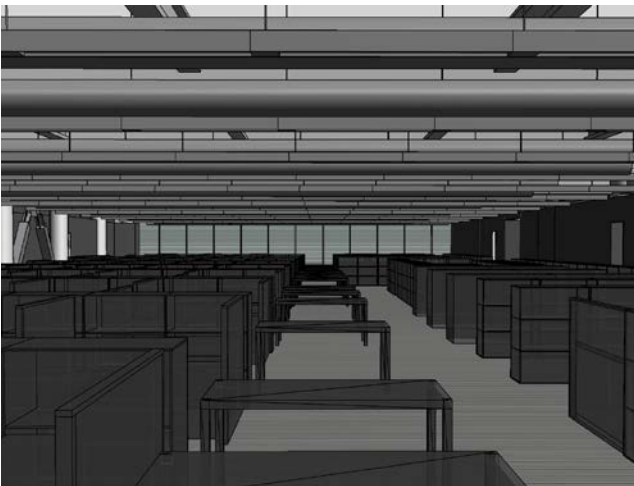
## 4. 環境シミュレーションの取り組み

弊社では、20年以上前から視環境、風・温熱環境、音環境などのシミュレーションを行っている。ここでは BIM データを用いた取り組みについて紹介する。

### 4-1. データ連携

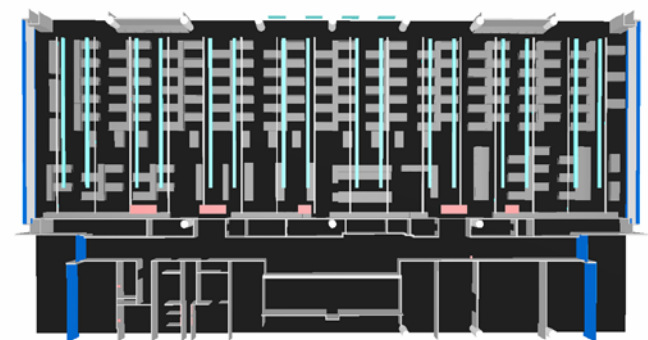
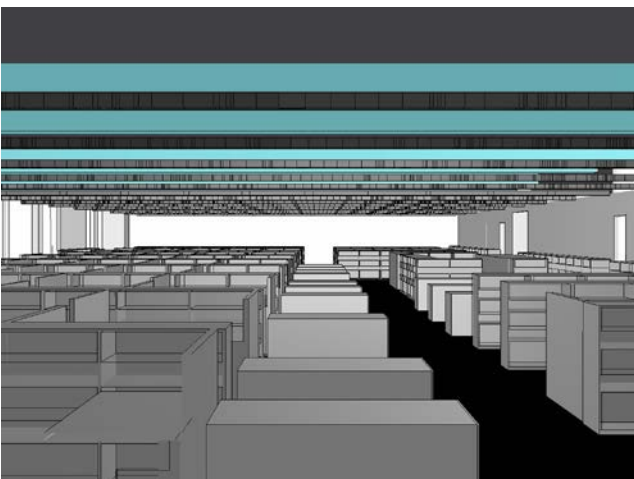
Revit Architecture、ArchiCAD、Google SketchUp をはじめ、たくさんの 3 次元モデルを作成できるソフトが市場に氾濫している。弊社では使用ソフトを 1 つに統一することはしないで、設計部毎、プロジェクト毎に適宜使用するソフトを選択している。常に使い勝手の良い最適なソフトを選択したいということが理由であるが、ベンダー各社の開発に期待しているという意味でもある。BIM データを環境シミュレーションに利用するには、多くの課題がある。その課題の解決をただ待っているのではなく、積極的にユーザーとしての意見を伝えてきた。ベンダーの努力により最近では形状認識に関しては、ある程度 BIM データは連携できるようになってきている。

事務所ビル基準階を対象に、BIM データを利用した検討事例を図 6～図 10 に示す。今回使用した BIM ソフトは、3 次元 CAD は Revit Architecture、CFD ソフトは STREAM、光解析ソフトは INSPIRER で形状データのみ連携している。データ連携が可能なソフトは他にもあり、特に最近ではバージョンアップの度に劇的に BIM 対応されるソフトが増えているため、定期的に調査を行っている。



平面図

図 6 BIM データの 3 次元 CAD 画面



平面図

図 7 CFD ソフトによる BIM データ読み込み画面



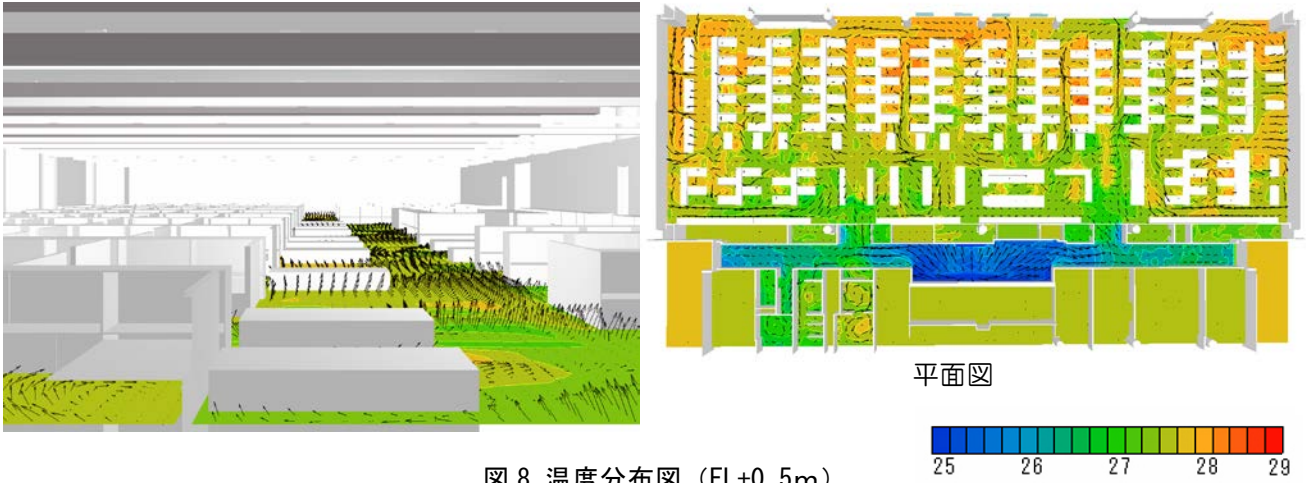


図 8 温度分布図 (FL+0.5m)

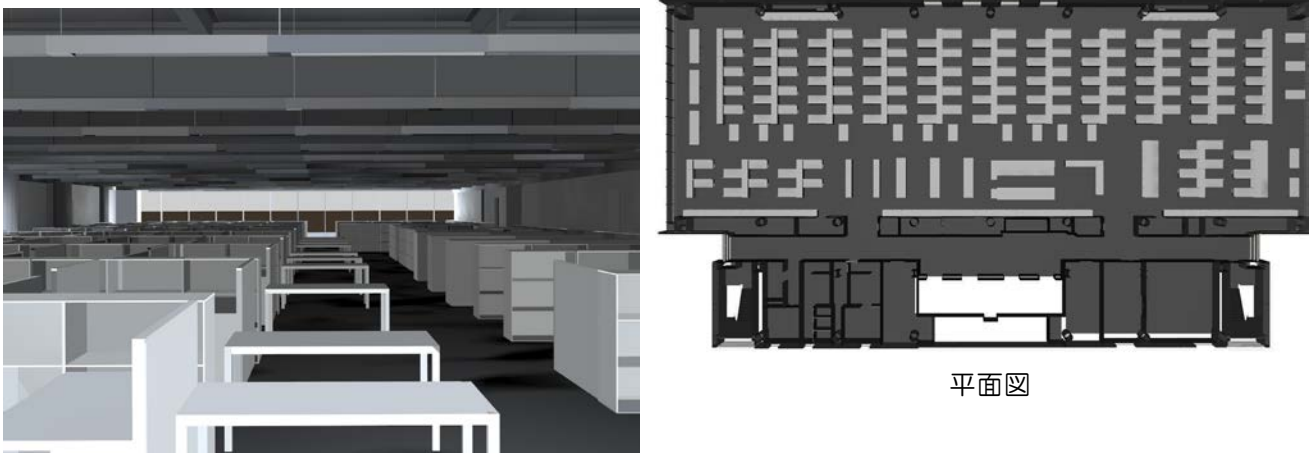


図 9 光解析ソフトによる BIM データ読み込み画面

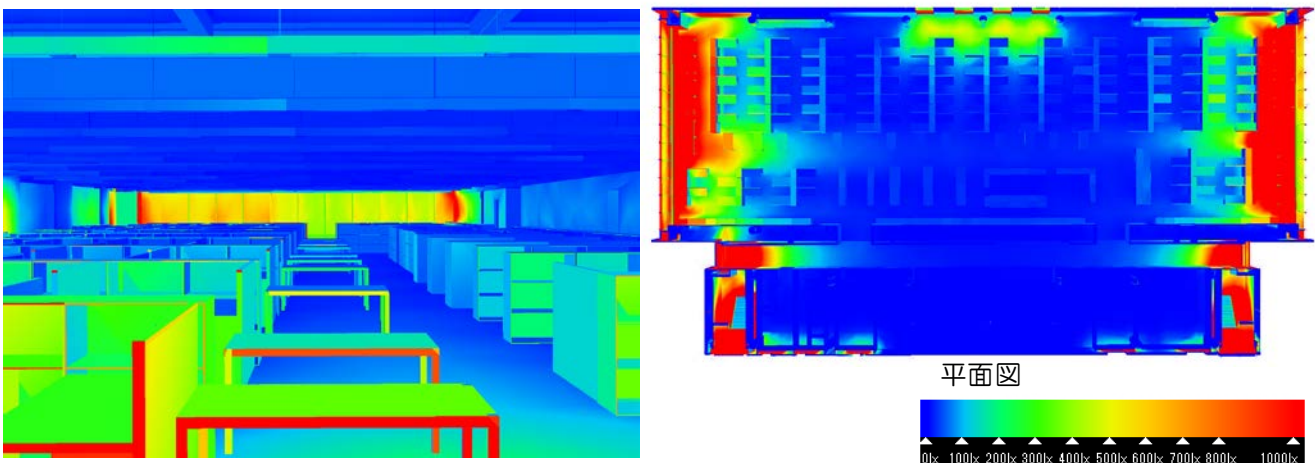


図 10 照度分布図 (自然光のみ)

#### 4-2. BIM データ作成ガイドライン

これまでの経験上、前項に示した検討を行うには、BIM データ作成にある程度のルールが必要であることが痛感される。そこで、環境シミュレーションを行うための BIM データ作成ガイドラインを独自で作成している。解析の目的、ソフトのバージョンによってガイドラインを更新することにはなるが、効率良く BIM データを活用するには、現状では必要な作業と考える。将来的には形状認識だけでなく、建築材料の仕様、物性値、機器特性などの情報が付加できれば、情報共有、時間短縮、入力ミスの回避などが期

待できる。

環境シミュレーションの積極的な社内展開を考えると解析ソフトの操作にも作成ガイドラインが必要となる。検討目的により境界条件の与え方が異なるなど統一するのは難しいが、最低限のルール設定は必要である。解析結果の綺麗なアウトプットを見ると、それが正しい結果だと信じてしまう。クライアントだけでなく設計者も経験が少ないと判断できないこともある。解析結果が事前予測や既往文献などと大きく異なっていないか、パラメータを変えた複数の結果比較など、できる範囲の検証作業も忘れてはならない。

### 4-3. データベースの作成

複数のプロジェクトで同様の環境シミュレーションを行うことは効率的とはいえない。設計初期段階の大きな方針を決定するような段階では、精緻な検討よりも傾向が分かれば良いことが意外と多い。そこで、これまでのシミュレーション結果のデータベース化をすすめている。社内公開することで現象の傾向把握だけでなく、他の設計者がどのような検討を行っているかということも垣間見ることができ、設計のヒントにも繋がる可能性もある。

### 4-4. 事例

(1) 風環境シミュレーション事例として高層ビルによる自然換気を図 11 に示す。周辺建物を再現し、卓越風による低層基準階と高層基準階の換気量や風環境の検討を行った。上層階に比べ下層階は、周辺建物で風が遮られるため、自然換気量は少ない。

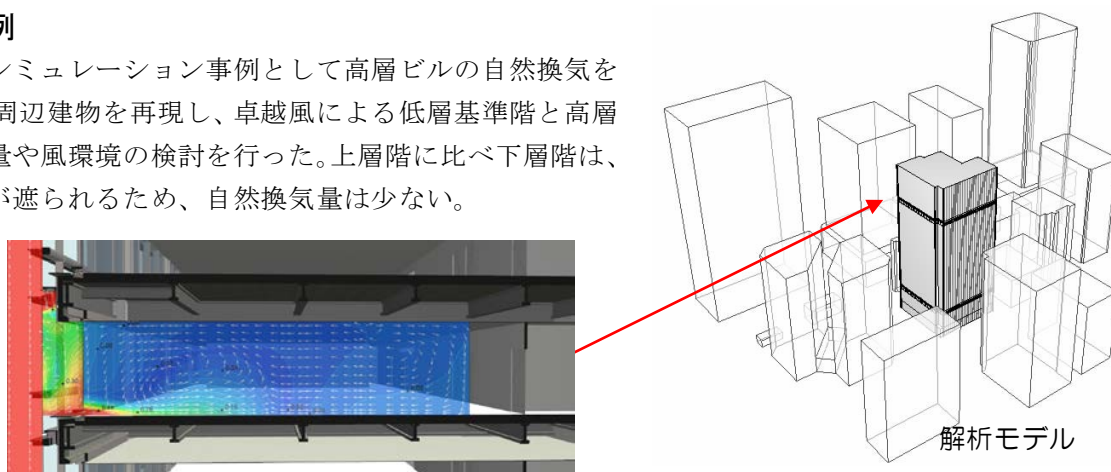


図 11 自然換気による高層階の風速分布

(2) 屋外熱環境シミュレーション事例として街区における再開発の従前・従後を図 12 に示す<sup>※3)</sup>。夏期における日射や都市発熱によって高温となる都市の表面温度を解析し、数値流体解析を連成させることで緑化や素材の違いによる屋外温熱環境予測を行っている。

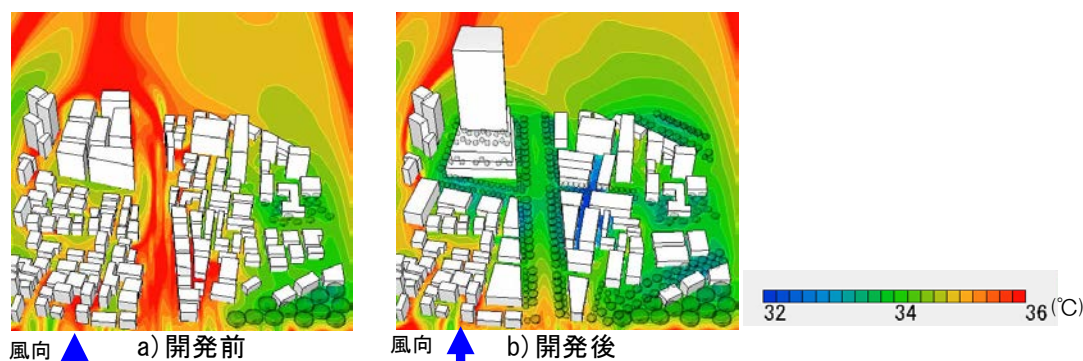


図 12 再開発における屋外温度分布 (GL+1.5m)

(3) 光環境シミュレーション事例として自然光を利用したオフィスビルを図 13 に示す。窓際では自然光により 1000Lux 以上の照度が確保されているが、室内にいくほど照度が下がる。自然光の取り入れ方を工夫することで照明を必要としない時間を長くしたり、その空間を広くすることも可能である。



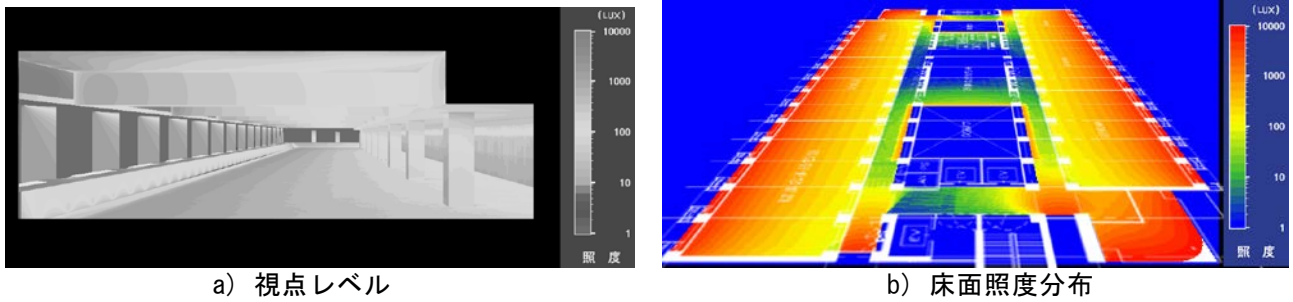


図 13 自然光による照度分布

(4) 音環境シミュレーション事例として、音楽ホールの室内音線シミュレーションを図 14 に示す。天井・正面反射板の形状を入力することで、2次元音線シミュレーションを行っている（BIM 連携なし）。

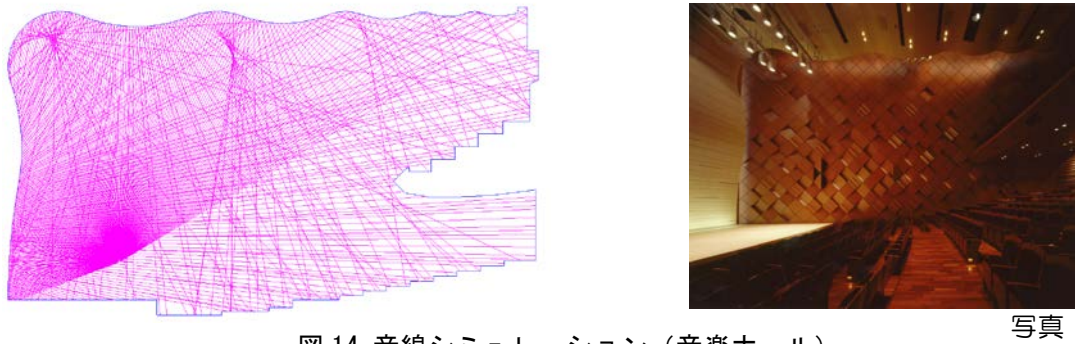


図 14 音線シミュレーション（音楽ホール）

写真

(5) 避難シミュレーション事例として、4-1 に紹介した事務所ビルを図 15 に示す。避難時間を考慮した家具配置の提案を行う事もできる。竣工後も在席人数の変更に伴う家具レイアウト検討に、ファシリテイマネジメントとして BIM を継続的に活用できるシミュレーションツールである。

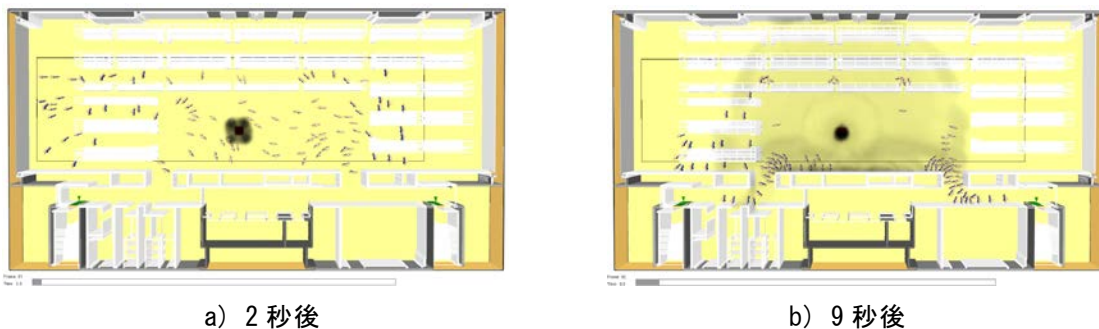


図 15 避難シミュレーション（事務所基準階）

## 5. 今後の課題

設計段階での BIM 活用の期待は大きく、設備システムの検討を行うためのモデルと技術計算の連携や、シミュレーションソフトとの連携、BIM モデルを正確に図面化する為の機能など、建築・設備ソフト間のデータ互換や BIM 部品の充実という課題がある。

将来的には、BIM ソフトは単なる作図ツールではなく設備設計を行う為の必須ツールとなる可能性を秘めている。そして、設計のみならず、クライアントにメリットとなる BIM の推進が必要と考えている。

### <参考文献>

- (1) 『BIM Japan ビム・ジャパン VOL.1』-建設技術革新の現在形-がんばれニッポンの建築, pp48-53(2009)
- (2) 空気調和・衛生工学会：“シンポジウム「換気設計のための CFD 活用と BIM の連携」”第二部 BIM と熱負荷計算・CFD の連携“, 配布資料 pp33-44(2011)
- (3) 永瀬 修、山村真司、浅輪貴史：省CO<sub>2</sub>と屋外熱環境改善に配慮した街区開発手法の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp925-926 (2009)