

## 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 1 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560625

研究課題名（和文） スケーラブルな時空間情報を用いた都市デザインの情報モデリング

研究課題名（英文） Scalable Spatio-temporal Data Models for Urban Design

## 研究代表者

篠崎 道彦（SHINOZAKI MICHIIHIKO）

芝浦工業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：60241014

## 研究成果の概要（和文）：

都市の時間・空間を記述する情報のデータセットを用いて、目的に応じたスケーラブルな量的、質的变化の機能を持たせることで、景観シミュレーション、熱や風環境の解析、デザインのアクティビティに対応するシナリオを有するゲーム作成などの用途で多面的に活用できる都市デザインの情報モデリングの概念を構築し、環境やアクティビティを重視する都市デザインプロセスでの利用可能性を示した。

## 研究成果の概要（英文）：

The scalable spatio-temporal data model is designed for use in various urban design scenes. The 3D graphics, environmental analysis, VR and gaming software are tested to apply in the urban design process with a high regard for urban environment and urban activities. The same data package is successfully shared both in the urban landscape design and in the wind analysis.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：工学（都市デザイン学）

科研費の分科・細目：建築学，都市計画・建築計画

キーワード：都市デザイン，景観，情報モデリング，FOSS

## 1. 研究開始当初の背景

2005年6月に景観法が全面施行され各地で景観形成の取り組みが進められている。景観法に先立つ「美しい国づくり政策大綱」では、その15の施策のひとつに技術開発をあげ、「GISを活用した3次元景観シミュレーションなど景観の対比・変遷を分析する」技術が取り上げられている。空間情報の取得やその可視化などの技術は個々に高度な発達を

遂げつつあり、都市スケールでの3次元情報の閲覧は一般ユーザがインターネットを通して容易に行うことも可能となっている。また、建築分野ではビルディング・インフォメーション・モデリング（BIM）の技術が近年急速に発達し、意匠、構造、環境デザイン、さらには施工段階とも一体化した情報モデリングが普及しつつある。しかしながら、都市デザインの分野、とりわけ住民が主体とし

て加わる景観まちづくりなどのプロセスでは、これら空間情報技術の活用実績は薄い。大学と地域の連携によって、大学研究室が景観まちづくりに関わり、積極的に IT 活用を図っている事例もあるが、一般に都市の時間・空間を記述する時空間情報のデータセットは膨大な要素を含み、その取得やハンドリングに必要な技術的コストがまちづくりの予算規模とマッチしない場合が多い。したがって、時空間情報のデータセットを多目的に活用するための技術研究と、そのためのプラットフォームをフリー・オープンソース・ソフトウェア (FOSS) を中心に構成することは、都市デザインにおける空間情報技術の有効利用と普及に有意義である。

## 2. 研究の目的

都市の時間・空間を記述する情報のデータセットを用いて、目的に応じたスケーラブルな量的、質的变化の機能を持たせることで、景観シミュレーション、熱や風環境の解析、デザインのアクティビティに対応するシナリオを有するゲーム作成などの用途で多面的に活用できる都市デザインの情報モデリングの概念を構築し、実験を通してデザインプロセスでの有効性を検証することを目的とする。具体的にはスケーラブルな時空間情報のパッケージを生成、各用途に対して適切な情報の量と質を設定し、データ構造の変換とスケーリングを行い実装する。モデルによる空間情報技術面での検証を経た後、景観まちづくり等の住民を主体とする都市デザインプロセスでの利用可能性を検討する。空間情報技術、時空間データセットの利用の幅を広げ、フリー・オープンソース型のモデリングや解析ツールをベースとしたプラットフォーム構成によるコストの分散、低減とともに、デザインプロセス自体の充実につながることも期待できる。

## 3. 研究の方法

### (1) 時空間情報モデリングの概念設計とアプリケーション群の評価

#### ① アプリケーション群の評価

行動モデル、空間の質、空間のマッピング等についての既往研究をレビューした上で、都市デザインのプロセスに対応させながら時空間情報パッケージのプラットフォームを構成するアプリケーション群を選定、評価する。

#### ② 環境解析への時空間情報の適用

都市デザイン分野では未だ研究蓄積の薄い流体解析 (CFD) 用ソフトウェアについて評価を行い、データ構造、パフォーマンス、共有可能な時空間情報パッケージの適用方法について検討する。

### (2) 時空間情報パッケージによるモデリングの実験

環境やアクティビティを重視した都市デザインプロセスと対応する時空間情報の活用を念頭において都市デザインの情報モデリングの概念を設計し、プラットフォームを構成する。さらに、景観シミュレーションや、熱や風環境の解析、都市デザインのプロセスに対応するゲーム作成などの用途に対し、表現の質やパフォーマンスのバランスを図りながらそれぞれのアプリケーションに対して最適な時空間情報の量 (情報密度) と質を設定する方法について検討する。プロトタイプを作成し、スケーラブルな時空間情報パッケージの試用実験を通してデザインプロセスでの有効性、技術コストを踏まえた実効性を検証する。

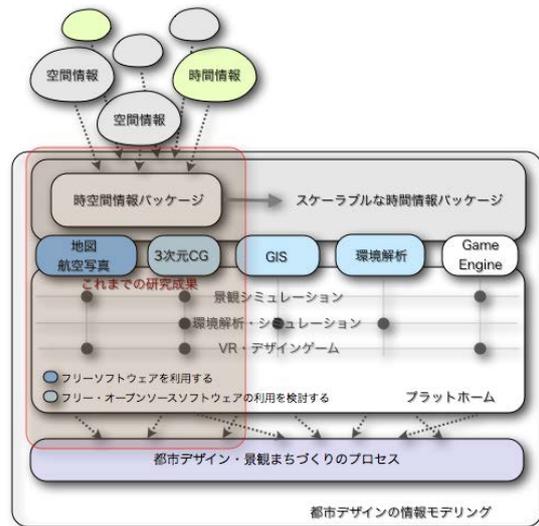


図1. 都市デザインの情報モデリング概念図

## 4. 研究成果

### (1) アプリケーション群の評価

時空間情報パッケージのプラットフォームを構成するアプリケーション群の評価として、個々のアプリケーションの機能、性能を精査するとともに、汎用プラットフォームの候補となりうるアプリケーションについて比較検討した。また、時空間情報パッケージを環境解析へ適用するための実験を行った。パフォーマンスの評価は、シャレット、ワークショップ等での利用を想定し、ラップトップ PC の性能を前提とした。

#### ① 3次元CG, VR, ゲームエンジン

3次元コンピュータグラフィックス (CG) およびモデリング用アプリケーションとして、フリーオープンソース (FOSS) の Blender を、また商用アプリケーションとして、3DSMax Design (Autodesk), Rhinoceros (McNeel) を評価した。ヴァーチャルリアリ

ティ (VR) アプリケーションとして VirTools (Dassault Systems), ゲームエンジンとして Unity 3D (Unity Technologies) を試用した。複数街区のデータサイズでは obj, FBX 等のファイル形式による互換性はテクスチャマッピングを含めて良好であった。時空間情報のパッケージから適切な情報の量 (情報密度) へと変換する方法について, Blender 上のスクリプトでスケーリングを行うべく検討を行った。各用途に対して一方向のデータ構造の変換とデータ量の低減については一定の成果を得たが, 時空間情報の可逆的なスケーリングについて課題が残った。一方で, PC の性能向上により, 実験に用いた街区スケールにおいてはスケーリングを意識する必要性は認められなかった。

## ② 環境解析

評価対象として, FOSS のひとつで GNU GPL により提供される CFD ソルバーの Open FOAM, Mainz 大学の Michael Bruse らによって開発されたフリーウェア ENVI-met, Autodesk 社が Technology Preview として提供する Vasari を選定した。まず, Blender, Grass GIS, Open FOAM が動作する環境を PC の OS 上で構築し, Open FOAM を用いて日本建築学会が提供している市街地モデルによる風環境分析を試験, Paraview による可視化実験を行った。課題は CFD 解析にあたってのデータのスケールとメッシュ作成のプロセスにあり, Open FOAM に付属するメッシュ生成ツールでは期待する性能が得られなかった。名古屋大学情報基盤センターがサービスを提供するメッシュジェネレータ ANSYS ICEM を用いるなど, この過程のみを FOSS を中心としたプラットフォーム外部に置く方法も検討したが, 操作性を含め, 実用的なデザインプロセスの構築には至らなかった。ENVI-met は微気候シミュレーションを目的とするソフトウェアであり, 海外の環境工学分野研究において多くの利用実績がある。後述の住宅地を対象とした熱環境シミュレーションに適用し, GIS を中心とした情報モデルを構築した。計算時間とのバランスを踏まえたメッシュサイズの設定 (粗さ), 建物の細かな様相の表現については問題が指摘され, 可視化のプロセスを別途構築する必要がある。Vasari は操作性に加えて Blender 等の 3D モデリングソフトの連携, 環境解析の前提条件となる対象地のロケーション情報, 気象情報との連携が良好であり, インターフェースが良く整理されている。これらの評価を通して, 時空間情報活用の取得から景観や環境の分析と可視化を行う都市デザインの情報モデリングプラットフォームとして, 個別プロセスの動作を確認することができた。

## (2) 都市空間の情報モデリングの実験

アクティビティと環境を重視した都市デザインプロセスへの活用を目指した都市空間の情報モデリングの検討結果を以下に記す。

### ① 行動単位の空間分割

VirTools を用いたエージェントシミュレーションにおける空間分割の手法を検討した。空間内のエージェントの行動を規定するために, 視界に収まる壁との距離を認識しながら空間を L 型, U 型のタイプ毎に分割し, これを行動範囲の単位とするアルゴリズムを作成したものである。但し, 評価は建築スケールの空間における単純な行動モデルに留まっている。開放環境であり, またアクティビティが多様な都市スケールで応用するためには, 仮想閉空間の設定, エージェント間の関係に基づく検討を要する。シナリオ作成とゲーム技術の応用に関してはゲーミフィケーションの事例を調査した。

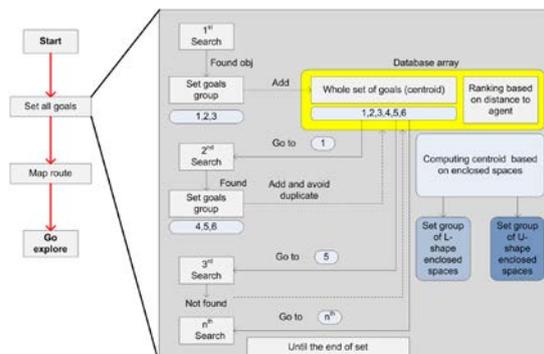


図 2. 空間分割のフレーム

(出典: 既発表 [雑誌論文] ①)

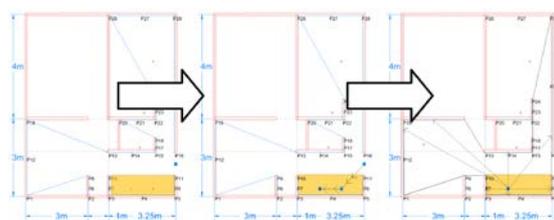


図 3. 空間分割のステップ

(出典: 既発表 [雑誌論文] ①)

### ② 熱環境を考慮した住宅地デザインの検討

計画調査に記した複数の対象地区候補の中からマレーシア・ジョホールバル市の新規開発住宅地を対象として選定し, 熱環境改善効果の高い住宅地デザインに向けた配置計画, および緑化計画の検討を行った。熱環境のシミュレーションには ENVI-met を使い, 結果の数値を GIS に格納した上で, 他の空間モデルのレイヤと組み合わせた解析・図化の方法を確認した。建築物の屋根形状等の再現に課題は残るが, 外部空間の物理的な環境性能の解析方法を都市デザインプロセスへ組み込み, 環境解析における大気のプロファイル

設定、補間方法等の理解という目的に対して一定の成果が得られた。

### ③ 景観と風環境シミュレーションの連動

比較的小規模な街区スケールの都市モデルを対象に、商用のBIMツールを用いて景観、環境、風環境解析の検討を一体的に行うための実験を行った。FOSSを中心としたプラットフォームを用いる場合とのデータ互換性や煩雑さ、およびアプリケーションの操作性、拡張性についても確認した。図2はテキストチャマッピングを加えた景観検討用の出力例である。これを COLLADA → skp ファイルフォーマットを介し、途中テキストを外した上で Vasari に import した。図4,5が景観検討と連動した風環境の解析結果である。本研究期間中に建築用BIMソフトウェアは急速に発展し、機能の多様化と低価格化が進みつつある。操作性とインターフェースについても商用ソフトウェアに有意性がある。但し、解析精度についての比較と検証が必要である

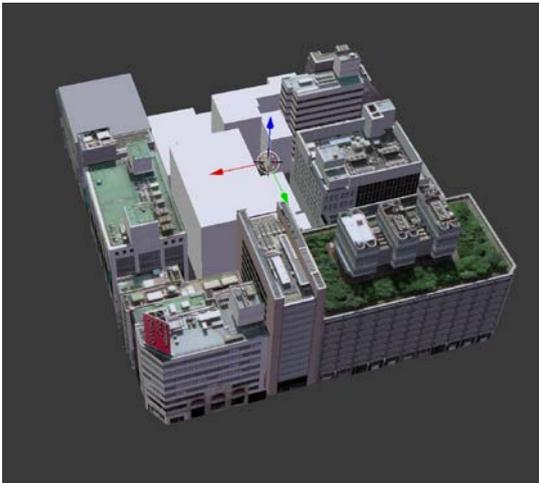


図4. 景観シミュレーションへのモデル展開

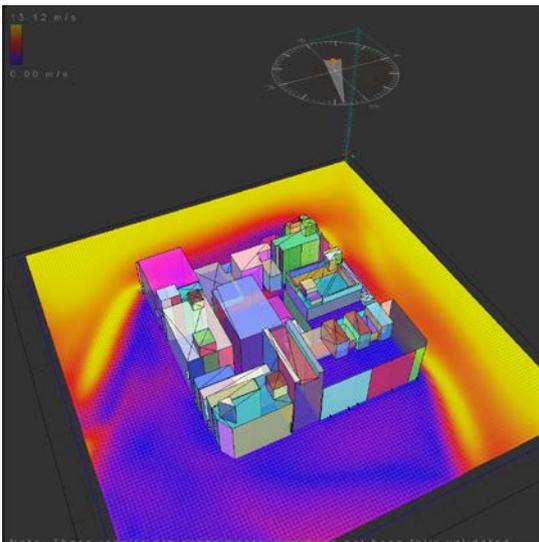


図5. 風環境解析へのモデル展開

### (3) 研究成果のまとめ

ビジュアルに捉えやすい景観をまちづくりの動機づけとして取り組む事例が増加している一方で、多様な価値観を持つ主体に対し、「見え方」だけではなく、環境や安全などに関する都市の様々な現況や時間的変化を提示していくことの重要性も再認識されている。本研究では、都市の時空間情報をハンドリングするための FOSS, フリーウェア, 商用アプリケーションを評価し、環境やアクティビティを重視した都市デザインプロセスと対応する都市デザインの情報モデリングの概念を構築し、プラットフォームの構成について検討した。データの拡張、互換について知見を整理した上で、景観や環境の可視化、解析を複数のアプリケーション群を用いて多面的に共有・活用するための手順を複数示すことが出来た。また、都心商業地区の街区スケールの時空間情報を生成してケーススタディにつなげた。一方、具体の都市デザインプロセスでの有効性と技術コストの適正化の検証には至らなかった。今後東南アジア歴史都市のデザインプロセスにおいてこれらの実証を行う。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Aswin Indraprastha, Michihiko Shinozaki: “Approximate Enclosed Space Using Virtual Agent” Design Computing and Cognition’10., Springer, 査読有, 2011, 285-303  
DOI: 10.1007/978-94-007-0510-4\_16

[学会発表] (計1件)

- ① Kei Saito, Owen Yeo, Ismail Said and Michihiko Shinozaki: “Quantitative Study on Green Coverage Ratio And Cooling Effects in the Surrounding Terraced-Houses, Malaysia” The 9th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia, 査読有, October 24, 2012, Gwang-ju, Korea

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

篠崎 道彦 (SHINOZAKI MICHIHIKO)  
芝浦工業大学・デザイン工学部・教授  
研究者番号: 60241014