

## 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 5月 24日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560602

研究課題名（和文）

ゲームエンジンを用いたクールシティ中枢街区の協調デザインツールの開発と適用

研究課題名（英文）

Cooperative design tool for cool-city design guideline using Game Engine

研究代表者

沈 振江 (SHEN, Zhenjiang)

金沢大学・環境デザイン学系・教授

研究者番号：70294543

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は、都市建築関係の法令に基づいて建築可能空間の検証を行い、クールシティ中枢街区の方策などを計画目標とした新しい都市デザインのあり方を整理した。ゲームエンジンを用いて建築可能空間を自動的に計算し、壁面、屋上などでは、太陽光発電パネルの設置と屋上緑化の可能性、環境にやさしい材料を利用したデザインガイドラインを反映した街並み、車の流量や騒音の発生を3次元でシミュレーションすることを可能とした。

## 研究成果の概要（英文）：

In this research work, four kinds of on-line e-learning tool using game engines have been developed for stakeholders to study planning regulations and planning measures for saving energy consumption such as green design, solar panel in Cool City Model District Area in Japan. Firstly, for visualizing building form, the build form can be automatically generated according to planning regulations by using the developed tool in this work. Meanwhile, a function of this tool is developed to study the capacity of solar energy, green design in generated building roof and wall. Numbers and sizes of solar panel, orientation, and power capacity are inputted to calculate the capacity of solar energy. Green design is also considered in this work for the capacity of green area in a buildable space based on the automatically generated building form. As a result, it is possible to use the developed tool for generating automatically the building form and capacity of solar energy, green design according to all parameters in planning regulations and design guideline of environmental design. In the future, we like to develop an integrated visualization tool for representing a virtual smart city in order to simulate capacity of solar architecture in an entire city.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

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：屋上緑化，太陽光発電ゲームエンジン，建築規制，デザインコラボレーション，デザインガイドライン

## 1. 研究開始当初の背景

クールシティ中枢街区的実現には、民間建築物の所有者と利用者の賛同と参加がなければ成立しないので、利害関係者がクールシティ中枢街区的の仕組みへの理解と計画案への参加は重要である。

計画代替案の視覚化は、住民参加の計画デザインにとって重要な課題となっている。1980年代、Tony Hall 教授の提唱により、イギリスの国会で始めてコンピュータのシミュレーションを計画案の評価に用いられた。当時の議論は、コンピュータによる表現の正確性、すなわちどの程度現実を再現できるかということに集中していた。その後、90年代の Windows95 発売以降、アメリカマイアミ大学の R. Langendorf 教授、イリノイ大学の M.J. Shiffer 教授、カリフォルニア大学の W.H.Jepson 教授、イギリスのバス大学の Day 教授により、マルチメディア (GIS, VR, 写真等) が都市地域計画の計画支援に用いられ、その価値が世界に認知されるようになった。市民参加の都市計画では、コンピュータシミュレーションに関しては、データの正確性を極端に追求するのではなく、参加者が、将来イメージを共有し、非専門家でも合意形成がしやすくなったことが指摘された。90年代以降、イギリスの M. Batty 教授のグループも、デジタルロンドンを構築し、さらに近年、Secondlife を用いた3次元仮想空間におけるエージェントベースの避難シミュレーションも行った。そして、オーストリアの Bishop 教授が環境管理の分野でランドスケープの視覚化の研究を進め、森林や緑地などの計画支援を行った。

これまで、本研究グループでは、インターネットにおける住民参加型の街区公園デザインツール、まちづくりの町並みデザインガイドラインの支援ツール、マルチユーザ環境を用いたネットベースの遠隔デザイン審査ツールを開発してきた。本研究は、これまで市民参加のために開発されてきたマルチユーザ環境の VR 技術を、新たに低炭素都市づくりの学習やコラボレーションデザインに適用したいと考える。マルチユーザ環境の開発キットはこれまでドイツの Blaxxun を利用していたが、本研究では、Unity3D, Google

Earth や 3DVIA サーバーを利用することにした。

## 2. 研究の目的

低炭素都市づくりは、地球温暖化を防ぐための重要な都市政策である。二酸化炭素排出抑制には、クールシティ中枢街区的の形成は都市デザインの新しい課題であるが、その内容と仕組みについて、たとえば、緑化、省エネルギーなどの対策、様々なモデル街区的の取り込みが多様であるだけでなく、複雑な都市計画規制も関わっており、非常にわかりにくいものである。そして、事業街区的において、対策を検討するには、都市計画規制により、建築可能な建物モデルは、敷地の条件により、異なるので、緑化、太陽光発電パネルの可能性も一様ではない。一方、情報技術の発達により、地域・都市計画の分野において、多くの計画デザインツールが開発されるようになってきている。本研究では、ゲームエンジンである Unity3D, 3DVIA, そして Google Earth の開発キットを用いて、E-learning ができるマルチユーザ環境を構築する。さらに、ユーザがクールシティ中枢街区的を仮想空間として共有し、低炭素都市づくりのあり方を学習し、クールシティのコラボレーションデザインをネットで検討できるようにする。

## 3. 研究の方法

研究事項1 クールシティ中枢街区的のモデル事業街区的の調査

大都市圏において、東京、名古屋、大阪などの関連街区的の現地調査を実施した。そして、関連省庁、地方都市の WEB サイトから、資料収集とヒアリングを実施した。これの作業により、クールシティ中枢街区的に関する関連施策、緑化 (屋上緑化、壁面緑化)、そして省エネルギーとの関連で、スマートグレードシステムの関連デザインガイドラインの資料も整理して、国際会議で1編の論文 (To and SHEN, 2013. 2) を公表した。

研究事項2 仮想空間における低炭素都市づくりに関する施策の再現

研究事項1で調べた関連施策と建築基準法で定められた建物の関連規制を仮想のモデ

ル地区にすべて取り込み、仮想地区における建築物群を構築した。中心市街地にあるエコネットワークや公園の計画デザインの協調デザインツール (Shen, Kawakami and Kishimoto, 2012; Shen, Zhou, Kawakami, and Imai, 2012) を開発し、建築規制に基づいて、屋上緑化 (Han and Shen, 2013)、太陽光発電の技術対策を導入した場合建築可能空間を検証した (沈, 陳, 川上と杉原, 2012)。

そして、総合的なデザインガイドラインについて、Google Earth を用いた表現可能性も検証した (Shen, Lei, Li and Sugihara, Inpress)。その結果、Google Earth を用いた場合、世界の都市デザインを参考することができ、まだ周り地形や都市状況も確認できるので、Unity3D, 3DVIA に比べると、情報の量が多いことから、総合的な計画支援システムへ発展する可能性があり、まだデータの作成も Google Sketchup を用いることで、かなり作業の難易度も改善されることがわかった。

### 研究事項3 クールシティ中枢街区の実現のためのデザインコラボレーションツールの構築

仮想空間に取り込んでいる関連施策を解説するため、マルチユーザのシステム環境を構築する。それぞれのユーザは、システムにあるエージェントを通して、仮想空間の中で、シナリオ通りに解説を掲示板や音声で計画の説明を聞くことができる (Shen, Kawakami, Tsunekawa and Nishimoto, 2012)。

コラボレーションデザインを行うには、本研究では、研究事項2で構築した仮想のモデル地区を用いることで、ゲームエンジン Unity3D, 3DVIA, Google Earth そして VR-Cloud の利用により、異なるシステムを構築してみた。

Unity3D を用いた (沈, 陳, 川上と杉原, 2012) 場合、様々なコラボレーションデザインの機能を構築できるが、本格的なゲームエンジンであるので、マルチユーザ環境の構築には、労力がかかることがわかった。3DVIA を用いた場合 (沈, 川上, 水上, 山本と雷, 岸本, 2012; Shen, Lei, Sugihara, Mizukami, Yamamoto and Ma, 2013), 3D データのみ作成し、システムに導入すれば、簡単にマルチユーザ環境を構築できるが、コラボレーションデザインの機能を開発できない問題点もある。VR-Cloud を用いた場合 (金大都市研, 2011), コラボレーションデザインの機能、マルチユーザ環境も構築しやすいが、コミュニケーションの機能が無いので、ほかのコミュニケーションツールを利用するひつようがあることがわかった。Google Earth を用いた場合 (Shen, Lei, Li and Sugihara, in press), デザイン案の切り替えなどは、

簡単に行えるが、コミュニケーションが可能なマルチユーザ環境の構築がかなり難しいことがわかった。

いずれのシステムにしても、仮想空間に取り込んでいる関連施策を解説するため、シナリオ通りに解説を掲示板や音声で行うことができ、デザイン案を3次元で提示することも可能である。引き続き、研究事項4に用いられる事例地区にし、学習ゲームを構築し、地元の住民や学生によるシステムの評価を行った。

### 研究事項4 事例地区におけるデザインコラボレーションの実験について、代替案シナリオの作成とシミュレーションの実行を行う。

関連地区の調査やオンラインツールの開発、実験などを予定として立てた。地区レベルのエコネットワーク、公園などの空間要素に関して、協調デザインのツールを開発し、実験を行い、研究成果を発表した。なお、建物に関して、建築規制や環境を取り入れたデザインガイドライン、たとえば、屋上緑化、クラインとサーバーモデルを構築し、太陽光発電を導入した建築可能空間のシミュレーションツールを開発し、研究結果のまとめや論文文化を行った。

## 4. 研究成果

本研究では、ゲームエンジンの開発キットを用いて、E-learning ができるマルチユーザ環境を構築してきた。代表的な成果として、ゲームエンジンである Unity3d を用いて建築基準法の法令に基づいて建築可能空間を自動的に計算し、建設可能な建築物を3次元で提示したうえ、壁面、屋上などでは、太陽光発電パネルの設置の可能性と屋上緑化の可能性を3次元でシミュレーションすることを可能とした (沈, 陳, 川上と杉原, 2012)。また、VRCloud を用いて、VR サーバーを構築し、環境にやさしい材料を利用するデザインガイドラインを反映した街並みを3次元で提示し、まだクールシティ中枢街区において車の流量や騒音の発生などを反映できるツールを開発した (金大都市研, 2011)。

このように、ユーザが理想的なクールシティ中枢街区を仮想空間として共有し、太陽光発電エネルギー利用、緑化、そして新しい建築材料を取り入れた低炭素都市づくりのあり方を学習し、クールシティのコラボレーションデザインをネットで検討できるようにする。

研究業績に関して、研究期間全体では、査読の英語論文5編、日本語査読論文1編、査読なし報告1編、国際会議ワークショップ論文7編が公表された。そして、開発されたシステムとして、ホームページで公開したのは、

2件がある。

## 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5件)

1. Zhenjiang Shen, Zhenhan Lei, Xuefei Li and Kenichi Sugihara. Design Coordination Regarding Urban Design Guidelines Using Google Earth, International Review for Spatial Planning and Sustainable Development, in press, 査読有
2. Zhenjiang Shen, Mitsuhiro Kawakami, and Kazuko Kishimoto, Web-Based Multimedia and Public Participation for Green Corridor Design of an Urban Ecological Network, Vol. Geospatial Techniques in Urban Planning, Advances in Geographic Information Science, 2012, 185-204, 査読有
3. Zhenjiang Shen, Mitsuhiro Kawakami, Masayasu Tsunekawa and Eiichi Nishimoto, Online Learning Tool for Repair of Traditional Merchant Houses: Machiya, Vol. Geospatial Techniques in Urban Planning, Advances in Geographic Information Science, 2012, 225-239, 査読有
4. Zhenjiang Shen, Dingyou Zhou, Mitsuhiro Kawakami, Kazuko Kishimoto and Seitaro Imai, Online Cooperative Design for the Proposal of Layouts of Street Furniture in a Street Park, Vol. Geospatial Techniques in Urban Planning, Advances in Geographic Information Science, 2012, 205-224, 査読有
5. 沈 振江, 陳 哲源, 川上 光彦, 杉原 健一 (2012). 建築形態規制に基づく建築物モデルと屋上の太陽光発電ポテンシャルの学習支援ツールの開発, , 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, 73-78, 査読有

[学会発表] (計8件)

1. Zhenjiang Shen, Zhenhan Lei, Kenichi Sugihara, Yasuha Mizukami, Sayaka YAMAMOTO and Yan Ma. (2013. 7) Planning Learning for Stakeholders to Consider

Residential Environment Improvement in Densely Built-up Area using 3DVIR, Proc. of the 13th Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management Conference, in CD-ROM, (CUPUM2013, Utrech, the Netherlands)

2. Phuong Thanh To and Zhenjiang SHEN (2013. 2). Design guidelines review on Smart Grid system in urban district in North American and European countries, Proceedings of Workshop on Urban Planning and Management Low Carbon City in Chinese Cities”, 156-170, (WUPM2013, Kanazawa)
3. Miaomiao HAN and Zhenjiang SHEN (2013. 2). Green design and build able space in Japan, Proceedings of Workshop on Urban Planning and Management Low Carbon City in Chinese Cities”, 171-184, (WUPM2013, Kanazawa)
4. Zhenjiang Shen and M. Kawakami . Visualizing design guidelines for historic landscape restoration using virtual globe, ICA-ISPRS Joint Workshops 2011, Simon Fraser University, Vancouver, Canada, 2012. 8. 10-12
5. 沈 振江・川上 光彦・水上 寧葉・山本 紗耶加・雷 震漢・岸本 和子. 密集市街地における居住環境整備支援学習システムの開発 - 3DVIR を用いた寺町台地区における事例研究- 都市計画報告集, Vol. 11, pp. 50-54, 2012. 8
6. ZJ. Shen, ZH. Lei, K. Sugihara, Y. Ma and M. Kawakami. (2011. 6), Design Coordination Regarding Urban Design Guideline Using Google Earth, Proc. of Geoinformatics 2011, 6 pages, (Geoinformatics, Shanghai, China)
7. Kenichi SUGIHARA, Zhenjiang SHEN (2010. 9): "Automatic Generation of 3-D Ancient Building Models by GIS and CG Integration", Proceedings of Region 4th UIA 2010 International Symposium on the Conservation of Architectural Heritage, pp. 218-223
8. ZJ. Shen and M. Kawakami. (2010. 9), Historic landscape restoration using

Google Sketchup and Google Earth for gaining consensus of design guidelines in Kanazawa traditional temple area, 2010 International Symposium on the Conservation of Architectural Heritage, UIA, 13 pages, (ISCAH, Xi' an, China)

[その他]

ホームページ等

1. 金大都市研 :

<http://www.forum8.co.jp/topic/BIMVR95.htm>, 2011

2. 金大都市研 :

<http://www.3dvia.com/my/scenes/39A22B2F01132537/5-2>, 2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

沈 振江 (教授)

金沢大学・環境デザイン学系

研究者番号 : 70294543

(2) 研究分担者

川上 光彦 (教授)

金沢大学・環境デザイン学系

研究者番号 : 40110605

(3) 連携研究者

該当なし