

3次元でみる京都の景観と災害

3D Views of Landscapes and Hazard Risks in Kyoto

中谷 友樹 (立命館大学)

NAKAYA Tomoki (Ritsumeikan University)

Abstract: A web-based 3D map entitled "Safety and Security 3D Map of Historical City Kyoto" was created based on "Kyoto Virtual Time-Space" that is a 3D city model of Kyoto with several time dimensions. The 3D Map is a multiple and interactive risk map showing hazards and crime risks with detailed 3D images of landscapes in Kyoto. A 3D webGIS engine enables fly-through movements and interactive construction of map overlays in a 3D landscape through internet.

キーワード：文化遺産、地理情報システム、3次元都市モデル、ハザードマップ、犯罪発生マップ

Key words: Cultural heritage, Geographic Information System, 3D city model, Hazard map, Crime mapping

1 はじめに

本研究では、京都に残る数多くの歴史的遺産を中心に、京都の街並み景観を3次元GISの技術を利用してモデル化した3次元都市モデル「京都バーチャル時・空間」を基盤として、災害や犯罪発生リスク情報を3次元の地図としてインターネットで配信するシステム「歴史都市京都の安心安全3Dマップ」を開発した。このシステムは、京都の景観とともに、生活空間に潜む身近なリスクを、様々な視点から立体的に確認できる、新しい種類のリスクマップである。

以下、京都バーチャル時・空間の開発の経緯と内容を解説するとともに、安心安全3Dマップの詳細を解説し、最後にこの新しいリスクマップの意義について考えることにしたい。

2 京都バーチャル時・空間

立命館大学地理学教室を中心とするGIS研究グループでは、京都の地形および建物の詳細な形状を含む2次元・3次元的な地理情報データベースを整備するとともに、それに歴史的な時間断面を加えることで、京都の都市時・空間モデルを作成してきた。これは、京都の都市空間をめぐる膨大な地理情報データベースを時間断面ごとに持っており、連続的な3次元空間に離散的な時間次元を加えた、擬似的な4次元GIS(4次元都市モデル)となっている。また、ここで整備



図1 京都の3D都市モデル

出典：矢野ほか（2006）

された都市時・空間モデルを、インターネット端末から通常のウェブブラウザを用いてアクセス可能とする WebGIS も開発した。京都バーチャル時・空間 Kyoto Virtual Time-Space とは、これらの京都の地理情報データベースおよび開発されたアプリケーションの総称である（矢野ほか 2006 など）。

現代の3次元都市空間をモデル化するにあたって、その基礎的な情報基盤としてレーザー・プロファイラー・データ（2002年）と空中写真、および2次元デジタル地図から生成された3次元都市モデルである MAP CUBETM（インクリメントP、パスコ、キャドセンター社製）を利用した（図1）。このデータの生成にあたっては、京都盆地を取り囲む山間部の計測もあわせて行われており、京都の景観要素として不可欠な東山・北山・西山の三山も、精度の高いDEM（分解能10m）と空中写真によってモデル化されている。建物の多くは、矩形を前提とし、テクスチャのない簡易な形状によってモデル化されている。京都タワーなど参照点として利用されるような特徴的な建築物については、その形状やデザインを、CADに基づいてより忠実にモデリングしてある。これをランドマーク・モデルと呼ぶ（図2）。ランドマーク以外の建築物については、複数の擬似テクスチャを用途や階数に合わせて貼り付けたモデルを必要に応じて利用できるようにしてある。

過去の3次元都市モデルの作成にあたっては、地籍図や地形図、空中写真、発掘資料等の情報を組み合わせている。現段階では、昭和期から大正期にかけての複数の時間断面の都市空間とともに、江戸時代、平安京時代の都市空間がモデル化されている。しばしば、災害の問題においても「土地の履歴」が問題とされ、明治・大正時代に作成された旧版地形図が、災害リスクの評価に利用される。これらの旧版地形図のデジタル化もほぼ完了しており、将来的には過去の景観に関する情報を加味した、リスクマップの作成も検討している。

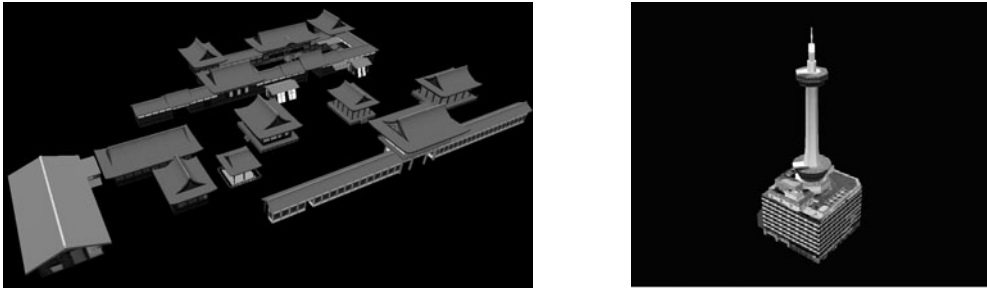


図2 ランドマーク・モデル
(左) 下鴨神社 (右) 京都タワー

3 歴史都市京都の安心安全3Dマップ

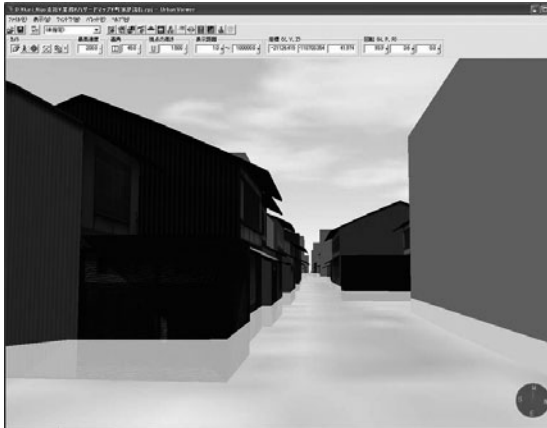
この京都バーチャル時・空間を基盤として、起こりうるハザードを、街並み景観の中で具体的な視点から確かめる景観シミュレーションが可能である。図3は、PC環境で動作する景観シミュレータ Urban ViewerTM（株式会社キャドセンター）において、京都の歴史的なまち並みに、大雨が降雨した際の浸水予想図を3次元的にオーバーレイしたものである。すなわち、予想浸水深が考慮された上で、景観に水面が重ねられている。

従来俯瞰的にしか示されなかったハザードマップは、ともすると抽象的すぎるきらいがあり、地域住民がハザード情報を具体的な地域の姿と結び付けて理解することが難しい場合もある。しかし、3次元的な災害被害の予想図を描くことで、より具体的な場所の経験に照らして、どこどのような被害が想定されているのかが、分かりやすく示される。

逆にこうした3次元的な表示の欠点は、全体を俯瞰できないことだが、近年の発達した地理情報処理に基づけば、PC内で景観の内部を自由に動き回り、高所から見下ろす鳥瞰的（俯瞰的）な視点から、地面に近い地点から眺める虫瞰的な視点まで、シームレスに移行できるようになる。

ただし、こうした3次元都市モデルのデータ量は膨大なものとなり、データの閲覧にあたって、利用するPCにデータを全て移行するのも難しい。そのため、データを配信するサーバとデータを受信するクライアントを分けて、データの閲覧ができる環境が好ましいが、近年までこうした技術には、データ送信速度の限界から、多くの制約があった。

しかし、近年のブロードバンド環境の発達と、視点近くの情報をディテールを高めて選択的に受信するストリーミング配信の仕組みを利用することで、インターネットを介した3次元都市モデルの利用が可能となった。本研究では、3D webGIS エンジンの1つである Urban ViewerTM for Web（株式会社キャドセンター）を利用して、災害リスクおよび犯罪発生の地理情報を3次元都市モデルとあわせて配信する Web アプリケーション「歴史都市京都の安心安全3Dマップ」を開発した（図4）。



(a) 町家の並びと浸水予想図



(b) 東寺周辺の浸水予想図

図3 3次元都市モデル内でのハザードマップ表示

出典：中谷ほか（2006）



大雨時の浸水予想を
街なみの中で確認

繁華街で多い非進
入盗（ひったくりな
ど）の発生密度
広域表示では建物
は非表示になる

土砂災害のリスクの
ある斜面
手前の緑色のエリアは
広域避難場所

図4 歴史都市京都の安心安全3Dマップ

出典：中谷（2007）

この「歴史都市京都の安心安全 3D マップ」は、防災マップと防犯マップを統合した、新世代のマルチリスクマップとなっており、その特徴は以下の通りである。

- (1) 京都の街並み・山並みを3次元的にモデル化したインタラクティブな地図であり、ユーザーは京都の景観の中を自由に動き回ることができる。その結果、通常の2次元の地図よりも、具体的な視点が確保でき、各地域の状況を身近に捉えることが容易になる。
- (2) 景観の上に水害・地震・土砂災害のリスクを重ねて表示でき、来るべき災害ばかりでなく、過去の水害の経験や犯罪の発生状況を確認できる。とくに水害や土砂災害では、地形と災害リスクとの関係が分かりやすく理解できるようになる。
- (3) 現在視ている場所からの距離を基にして、警察署・病院・避難所の位置を検索し、その属性（収容人数など）を調べることができる。京都に残された貴重な歴史遺産の所在地を確認することも可能である。
- (4) サーバからのストリーミング配信を利用したシステムであり、インターネットないしイントラネットが通じている環境であれば、どこでも Internet Explorer を利用して閲覧できる（歴史都市京都の安心安全 3D マップの URL http://www3.rits-coe.jp/ritsumei_kyoto）。

なお、立命館大学歴史都市防災研究センター 1F 展示室では、大型のタッチパネルを用いて本システムを閲覧できる（開館時間： 月～金 9：30 - 17：00）。

なお、本システムで利用できる地理情報の詳細については、表1をされたい。

4 おわりに

本研究では、具体的な空間の感覚をもちやすい、災害および犯罪情報の新しい配信方法として、インターネットを介した3次元のマルチリスクマップ閲覧システム「歴史都市京都の安心安全 3D マップ」を開発した。

近年、防災マップや防犯マップは、身近な生活空間の中に潜んでいるリスクを確認し、これに備えるための優れた手段として知られるようになった。とくに、地域の人々が共同作業をしながら作成する参加型リスクマップは、身近なリスクの発見と共有に、優れていると考えられている。他方で、こうした参加型リスクマップには、参加できる人の制限や、扱う地理的範囲の限界もある。より伝統的なリスクマップは、行政や研究機関が情報を集約し、全体を俯瞰する目的で作成する配信型のリスクマップである。しかし、既に述べたように、こうした配信型マップでは、しばしば情報の抽象度が高く、非専門化である地域住民の間では、具体的なリスクの共有・啓発に効果的でない場合もある。

本研究で開発した安心安全3Dマップは、配信型のリスクマップとして位置づけられるが、3次元の都市空間の中でリスクの情報を確認できるようにすることで、配信型のリスクマップの可能性を広げたものと考えられるだろう。

配信している情報の分かりやすさの評価や、コンテンツの充実、開発・維持費用の低コスト化などが今後の課題として残されている。

[付記]

本研究は、以下のメンバーとの共同研究の成果である。矢野桂司・吉越昭久・高瀬裕・河角龍典・松岡恵悟・塚本章宏・桐村喬・井上学(立命館大学)・磯田弦(立命館アジア太平洋大学)・河原大(株式会社キャドセンター)。

なお、本研究は、平成14-18年度文部科学省21世紀COEプログラム「京都アート・エンタテインメント創成研究」(研究代表者:川嶋将生)、及び平成13-17年度文部科学省オープン・リサーチ・センター整備事業「デジタル時代のメディアと映像に関する総合的研究」(研究代表者:川嶋将生)、平成17-22年度文部科学省学術フロンティア推進事業「文化遺産と芸術作品を自然災害から防御するための学理の構築」(研究代表者:土岐憲三)の研究成果の一部である。京都の3次元都市モデルに関する研究成果の詳細は以下のURLを参照されたい。

<http://www.ritsumeai.ac.jp/acd/cgt/lt/geo/coe/>

表1 歴史都市安心安全3Dマップ表示地理情報一覧

防災情報	窃盗犯 (侵入盗+乗物盗+非侵入等)
(水害)	侵入盗 (空き巣や事務所荒しなど)
大雨時の浸水想定区域	乗物盗 (車・自転車・オートバイ盗)
過去の浸水区域	非侵入盗 (ひったくりや車上ねらいなど)
昭和26年	凶悪犯 (殺人や強盗など)
昭和34年	知能犯
昭和42年	風俗犯
昭和47年	
地形から判読した浸水予想区域	ベースマップ
(土砂災害)	区名 区境界、学区名 学区境界
土砂災害の起こりうる急傾斜地	町丁目名 町丁目境界、区役所等
土石流の被害のおそれのある区域	鉄道・地下鉄駅名
(地震災害)	施設データ
花折断層地震による想定震度	広域避難場所 広域避難場所名
花折断層地震による家屋被害	避難場所 緊急輸送路
花折断層地震による火災被害	水道・ガス・電気・電話会社の施設
花折断層地震による液状化危険度	消防署
犯罪認知件数の発生密度 (平成16年度)	警察署・交番
(1km ² あたり件数)	病院、
粗暴犯 (暴行や恐喝など)	世界遺産・国宝所在地

[文献]

矢野 桂司・磯田 弦・中谷 友樹・河角 龍典・松岡 恵悟・高瀬 裕・河原 大・河原 典史・井上 学・塚本 章宏・桐村 喬 (2006) : 「歴史都市京都のバーチャル時・空間の構築」, e-Journal Geo (地理学会第二機関紙) 第1巻0号 (創刊準備号), 12-21.

中谷 友樹・矢野 桂司・磯田 弦・河角 龍典・松岡 恵悟・高瀬 裕・河原 大・河原 典史・井上 学・塚本 章宏・桐村 喬 (2006) : 「歴史都市京都の文化遺産をめぐる GIS」 学術フロンティア (歴史都市防災) 2005年度末報告書, 113-120.

中谷 友樹 (2007) : 「3次元のハザードマップ」 矢野 桂司・中谷 友樹・磯田 弦 編 『バーチャル京都』 ナカニシヤ出版, 146-149.