

Google Earthを利用した地震ハザードマップの開発

Development of Earthquake Hazard Map Based on Google Earth

栗田 哲史
Tetsushi KURITA

東電設計株式会社 社会基盤推進部 防災グループ
Disaster Reduction Engineering Group, Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

Google Earth in which the fundamental map consists of aerial photos is an available mapping software for general public to brows map information all around the world. The conventional earthquake hazard maps are often superposed on blank maps. We provide alternative earthquake hazard maps which are superposed on aerial photographic maps. It is easy for general users to understand the information on natural hazards and disaster risks associate with neighborhood information (e.g. residences, facilities, alleys, etc.). In addition, Google Earth has an advantage on user-friendliness compare to ordinary GIS. In this study, we develop the earthquake hazard maps by using Google Earth. Then, we identify the features and issues in the developed hazard maps.

Keywords: Google Earth, earthquake hazard map, aerial photomap, information sharing, easy to understand information

1. はじめに

Google Earthは世界中の衛星・航空写真を表示する地図ソフトウェアであり、利用者は容易に地図情報を閲覧する事ができる。一方、従来の地震ハザードマップは白地図上に表示されるものが多かった。その為、実際の場所のイメージが掴み難く、地図に不慣れな人々などにとっては理解するのに困難を伴うものであった。しかし、航空写真上に地震ハザード情報を重ね表示する事により、更に理解し易い防災情報を提供する事ができる。また、インターネットに接続された環境であればどこでも利用可能であり、一般のGIS等と比較して操作性が容易である点も有利である。更に、Google Earth APIを利用することによって、情報提供者の準備した任意のWebページ内にGoogle Earthを埋め込むことも可能である。

最近、Google Earthを地震学分野^{1,2)}や地盤工学分野³⁾で活用した事例が発表されている。また、防災活動の為に利用する方法についての提案もなされている⁴⁾。このように、Google Earthは防災分野での有効活用が期待できる。

そこで、本研究ではGoogle Earthを利用した地震ハザードマップを開発し、その特性について検討した。

2. Google Earth版ハザードマップの考え方

著者等は、想定地震によるハザード情報（震度、液状化危険度など）とリスク情報（建物等の被害）を面的に推定する「地震被害シミュレーション・システム」^{5,6)}を開発している。本研究では、4次メッシュ（約500m×500m）情報で得られるこの出力結果をGoogle Earth上でオブジェクトを構成する為のKML（KMZ）ファイルに変換して、Google Earthに読み込む事によって、ハザードマップを提供すること

を試みた。ここで、KMZはKMLファイルをZIP圧縮してサイズを小さくしたものであり、内容的には同じものである。KMLの仕様は、Open Geospatial Consortiumで規定されている⁷⁾為、これに従った。ハザードおよびリスク情報の作成から表示までの、一連の処理の流れを図-1に示す。

地震被害シミュレーション・システムから出力された各メッシュの情報は、Google Earth上ではポリゴンで表すこととした。また、ハザードやリスクの程度を示す数量は、一般の利用者に分かり易くする為、区分化して色分け表示する。なお、ポリゴンの色は半透明にして、背景の航空写真地図が視認できるようにしている。また、ポリゴンには属性情報を持たせる事ができる為、区分化によってカテゴリ化（情報の簡略化）された元情報の実数を与えている。属性情報は、対象のポリゴンをマウスでクリックする事により、ポップアップ・バルーンで表示される。

3. ハザードマップの事例

中央防災会議で想定している「東京湾北部地震（M7.3）」に相当する震源（矩形断層）を考へて、先の地震被害シミュレーション・システムで解析した防災情報（ハザード及びリスクの情報）をGoogle Earth上に表示させた結果を図-2～図-6に示す。なお、解析の対象とした領域は東京都の区部である。図-2は、地表における最大加速度の分布を示している。下町の低地部よりも、山の手の武蔵野台地で最大加速度が大きくなる傾向が見られる。図-3では、震度分布図と共に道路、公共施設（役所、学校、病院、警察署、消防署など）を重ね表示している。図-4は液状化危険度の分布図を示している。属性情報として、PL値、液状化層厚、SI値、地表最大加速度を保持させ

ている。対象領域内でポリゴンが表示されていない領域は、砂および礫の地盤でないため液状化判定の対象外となっている地域である。図-5では、Google Earthの「目印」で示された拠点位置と周辺域の木造焼失棟数分布との関係を表している。図-6は木造全壊棟数の分布図であり、各メッシュのポリゴンに持たせた属性情報（メッシュ内の木造建物総数、全壊率、全壊棟数などの数値）をポップアップ・バルーンによって表示させている。

図-7には、震度分布図をほぼ1メッシュ分の大きさにまで拡大した様子を示す。図中の白線はメッシュの境界を表している。塗りつぶされたポリゴンを透過して、建物や道路などの航空写真地図を確認できることが分かる。この時の塗りつぶしの透過度は67%である。

図-8も同様に震度分布図であるが、建物を立体表示させた場合である。防災情報のポリゴンは地表位置に設置している為、このように建物を立体表示させた場合でも、十分に判別することができる。

4. Google Earth版ハザードマップの特長と課題

先に示したハザードマップの事例を用いて、その利用性について検討した結果を以下にまとめる。

(1) 特長

本研究で開発したGoogle Earth版のハザードマップの特長は以下のようにまとめられる。

- 基本地図として航空写真を用いているため、ランドマークとなる構造物などが容易に視認でき、ユーザにとって場所を把握し易い。従って、防災情報との関係が理解し易くなり、ハザードマップの有効活用が促進されるものと期待できる。
- 視点を任意の方向に設定することができるため、必要に応じた方向から地図を俯瞰することができる。
- 背景の航空写真地図は、随時更新されているため、ユーザ側で更新する負担が生じない。
- KML(KMZ)ファイルをサーバ上に置くことによって、多くの人から閲覧が可能となり、情報共有が容易である。また、電子メールなどで、KML(KMZ)ファイルを配付することにより情報伝達が行える。
- 別に準備された情報がKML(KMZ)ファイル化されれば、Google Earth上で重ね合わせて表示することができ、情報の統合が可能である。
- KMLファイルは、タブ形式のテキスト・ファイルである為、特別な編集用ソフトやコンパイラを必要とせず、修正・変更などが行い易い。
- 危険度などに応じて区分化された各種防災情報のポリゴンは、その区分毎にレイヤ化（フォルダ管理）されている為、表示・非表示の切り替え操作が容易である。

(2) 課題

Google Earth版ハザードマップの問題点は、以下の通りである。

- 4次メッシュの面的な情報を、1メッシュ=1ポリゴンで構成して表示する場合、あまり広域のデータを表

示しようとする大規模なメモリーが必要となる（但し、使用するPCに搭載されたメモリー・サイズに依存する）。今回検討した結果では、1つの県程度の領域を対象とするのが操作性を確保する上での限界であった。但し、これに関しては、ある程度以上の広域を表示した場合には地図が縮小されている為、背景地図が航空写真である事の利点が失われる為、実用上は大きな問題となり得ないと考えられる。

- ポリゴンの塗りつぶしを透過色で行っているため、透過度を小さくする（色を薄くする）と背景地図の色と干渉して、色の判別が難しくなる。一方、透過度を大きく設定する（色を濃くする）と、背景地図が視認し難くなる。また、背景地図が緑の多い山間部の場合とビル群で埋め尽くされた都会の場合とでは、ポリゴンに同じ色を用いても印象が異なるなどの現象が現れる。以上のように、ポリゴンを塗りつぶす色および透過度の設定方法に注意が必要である。
- 航空写真地図の精度に関する情報が公開されていないため、Google Earthがどの程度の精度を有した地図情報であるかが不明である。

5. おわりに

本研究ではGoogle Earthを利用した地震ハザードマップを開発し、その特長や課題などについて検討した。

Google Earthを用いたハザードマップは、分かり易さや情報共有の容易さなど多くの利点を有しているが、幾つかの課題も存在していることが分かった。今後は、国土地理院などから出版されている航空写真との比較を行うなどして、地図の精度に関する検討などを行ってゆく予定である。

参考文献

- 1) USGS: USGS Real-time Earthquakes, <http://earthquake.usgs.gov/>.
- 2) Agnew, D. C. : Upside-down Quakes: Displaying 3D Seismicity with Google Earth, *Seismological Research Letters*, Seismological Society of America, Vol.80, No.3, pp.499-505, May/June 2009.
- 3) 村上・鈴木・安原・小峯: Google Earthを用いた地盤情報の広域可視化, *地盤工学会*, 第44回地盤工学研究発表会概要集, pp.167-168, 2009年8月.
- 4) 福和・倉田・飛田・護: 減災行動誘導のための地震ハザード・リスク情報の説明力向上に関する研究(その1) Google Earthを用いたハザード・リスク情報の相互運用, *日本建築学会*, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.209-210, 2009年8月.
- 5) Kurita, T. and Suehiro, T.: Development of earthquake disaster simulation system, *Case Histories of Urban Geo-informatics*, Edition 2004, Asian Regional Technical Committee No.10 "Urban Geo-informatics" of the International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, pp.150-159, 2004.
- 6) 栗田・末広: 地震被害シミュレーション・システムの開発, *地盤工学会*, 第40回地盤工学研究発表会講演集, pp.41-42, 2005年6月.
- 7) Wilson, T. ed.: KML 2.2 - An OGC Best Practice, Open Geospatial Consortium Inc., OGC project document -OGC 07-113r1, http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=23689, September 2007.



図-1 処理の流れ

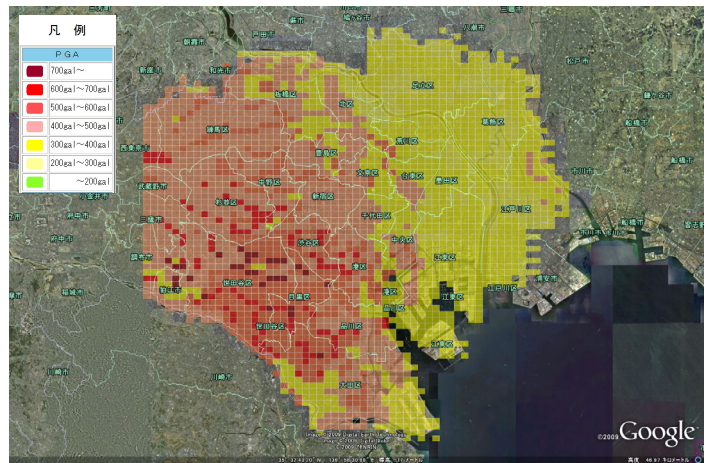


図-2 東京都区部の最大加速度分布図

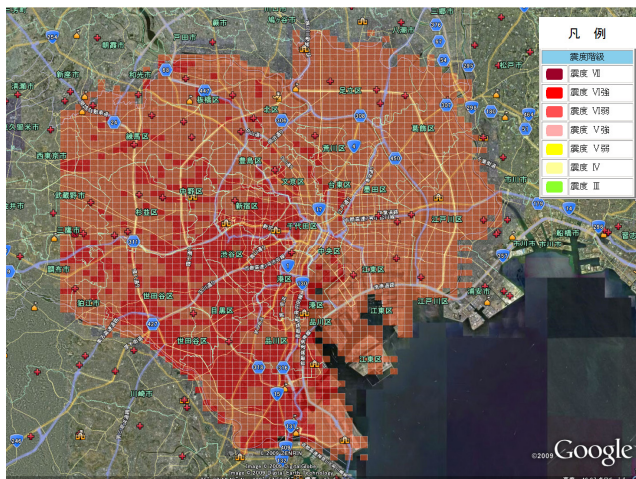


図-3 東京都区部の震度分布図

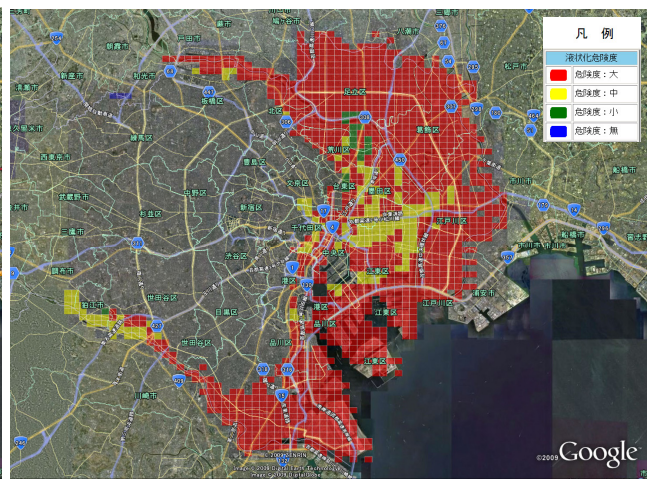


図-4 東京都区部の液状化危険度分布図

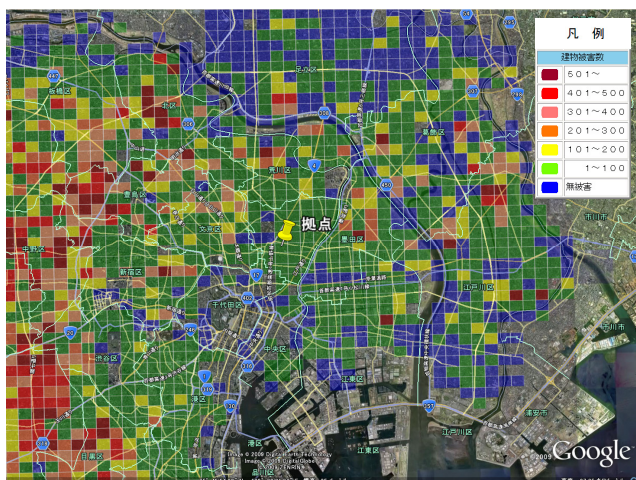


図-5 東京都区部の木造焼失棟数分布図

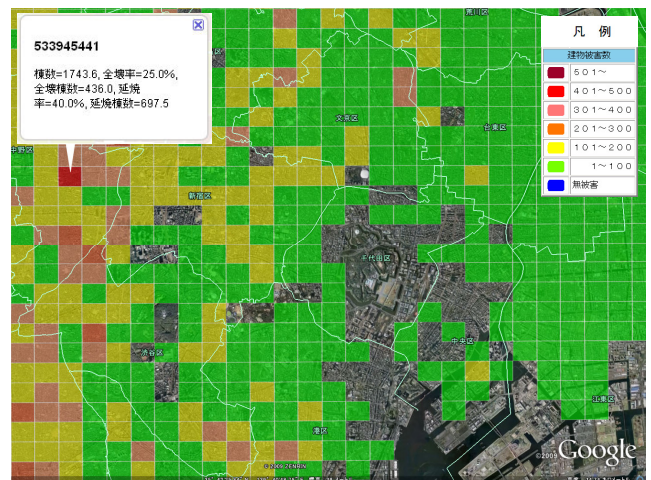
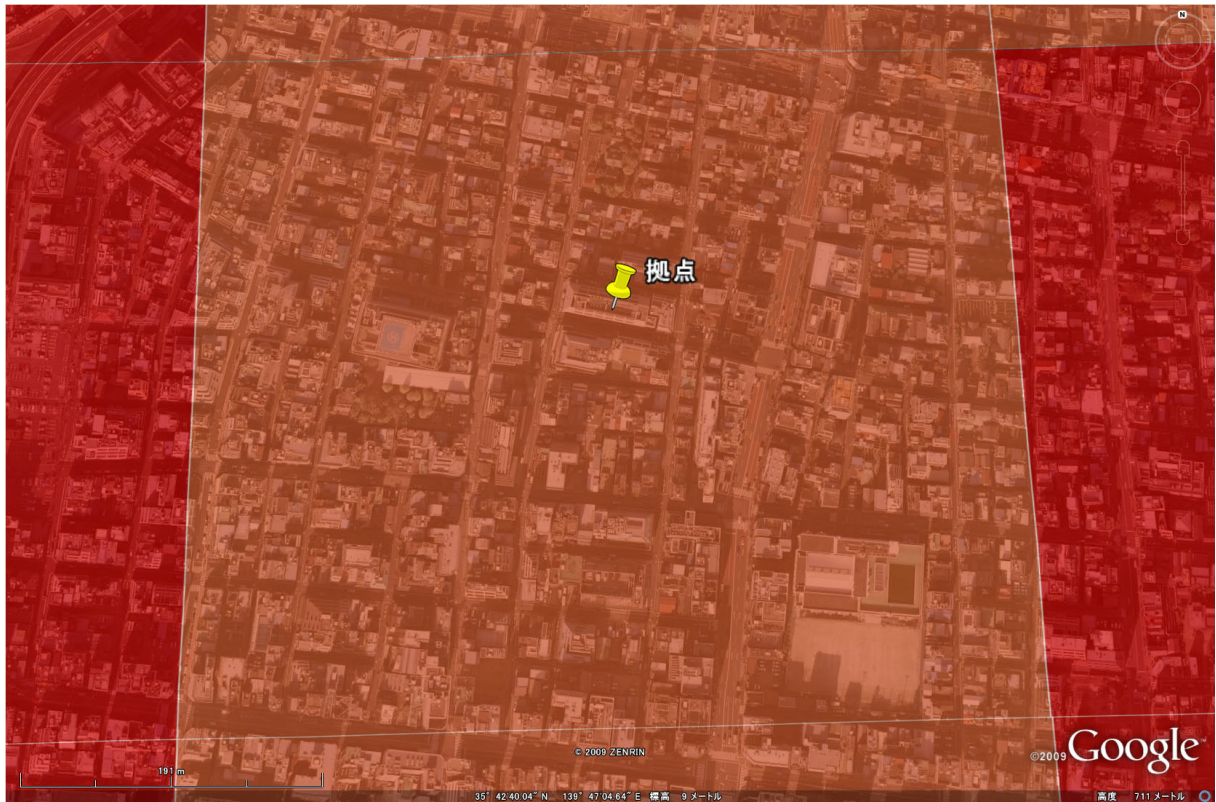
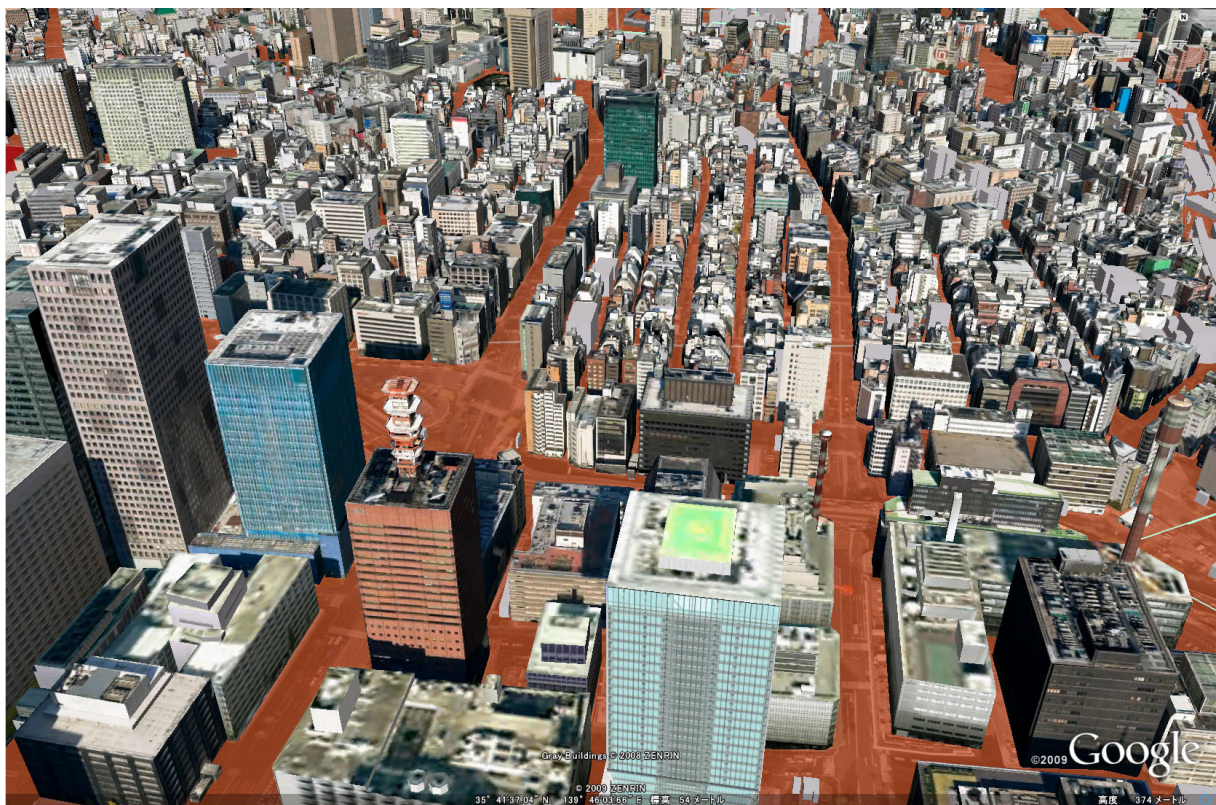


図-6 東京都区部の木造全壊棟数分布図



図一 7 震度分布拡大図



図一 8 建物を立体表示した時の震度分布図