

【短報】

高等学校地理防災分野における簡易な GIS 教材の作成

西澤 彩子（神奈川県立鶴見総合高等学校教員）・太平 晃久（国際文化講座教員）

私たちの日常生活の中ではスマートフォンの地図やカーナビゲーションシステムの利用によって GIS（Geographic Information System，地理情報システム）は身近なものになっている。また地理教育においては GIS の活用によって地理情報を視覚的にとらえるだけでなく、空間的な法則性や地域的特性を発見することが期待されている。2009 年の高等学校学習指導要領においては、地理 A・地理 B とともに「内容の取扱い」として「地図や統計などの地理情報の収集・分析には、情報通信ネットワークや地理情報システムなどの活用を工夫すること」という記述があるほか、随所に GIS の活用が盛り込まれている¹⁾。この流れは次期学習指導要領で必修科目として新設される「地理基礎」においてさらに強まることになっている²⁾。

防災もまた近年の地理教育、特に地理 A において重視されている分野である。学習指導要領地理 A の「内容の取扱い」においては、作業的、体験的な学習を取り入れ、自分が住んでいる身近な地域に起こりうる災害に関して理解を深め、地理的技能の育成や防災意識を高めることが求められており³⁾、GIS の活用はそれに適うものであるといえよう。

以下、本稿では、高等学校の地理 A・地理 B の防災関連の授業を想定し、導入の容易な GIS 教材を例示したい。『いとちり式 地理の授業に GIS』の著者、伊藤智章の表現⁴⁾にならえば「低予算（ほぼゼロ）・50 分完結・教科書準拠」がここで筆者たちが目指す教材である。生徒が個人、あるいはグループで作業する事例だけでなく、（インターネットの回線速度やソフトの購入代の問題から）教員が授業中にパソコンを操作して電子黒板やプロジェクターで提示するものも含めている。また、地理の防災分野の授業に有用なウェブサイトは多数あるが⁵⁾、ここでは一般的・総合的なウェブサイトに絞って取り上げた。なお、事例はすべて長崎県内で作成したが、被害想定を行っているわけではなく、あくまでソフトやウェブサイトの教材としての使用例であることをお断りしておく。

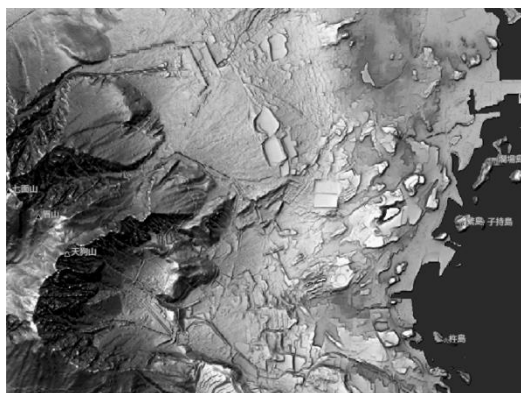


図1 「カシ米尔 3D」で表示した流れ山
島原市街南部

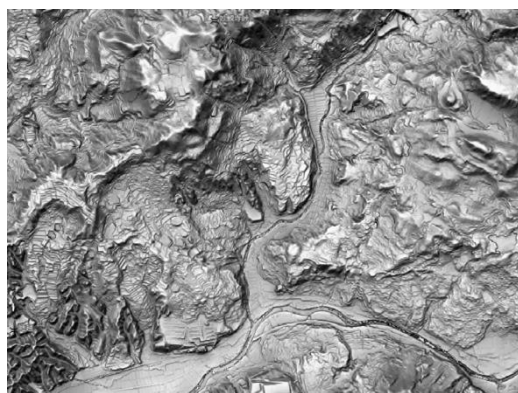


図2 「カシ米尔 3D」で表示した地すべり跡
佐世保市皆瀬町付近

① 地形の 3D 画像（「カシミール 3D」など）・新旧空中写真の比較（「カシミール 3D」など） 最も単純な GIS の利用として、空中写真や地形図ではとらえにくい地形を 3D 画像で示すことがあげられる。高低差の小さい自然堤防や砂州では 3D 画像でも十分に地形をとらえにくいことが多いが、図 1・2 に示した流れ山や地すべり跡などは、「カシミール 3D」の「スーパー地形セット」を利用すれば、植生や建物のない状態で地形を極めて精細に観察し、災害の痕跡を確認することができる。

また、ある狭い地域の変化をとらえるためには、新旧地形図を比較できるウェブサイト「今昔マップ」の利用が有効であるが、残念ながら長崎県域は対象になっていない。それに代わるものとしては、新旧の空中写真を切り替えながら表示できる「カシミール 3D」や「地理院地図 globe」（後述）の利用が考えられる。旧河道や埋立地を読み取ることで、地震の際に地盤の液状化が起きやすく、建物被害が出やすい地点はどこか理解することができる。

② 洪水・津波シミュレーション（「カシミール 3D」、「google earth」） 長崎県は毎年、梅雨時期の大雨や台風の被害を受けている。中でも 1982 年に起きた長崎大水害は非常に大きな被害となった。また、太平洋側に比べれば想定波高は低いものの、長崎県でも津波は常に備えなければならない災害の一つである。これら洪水や津波について、簡易なシミュレーション教材を作成した⁶⁾。

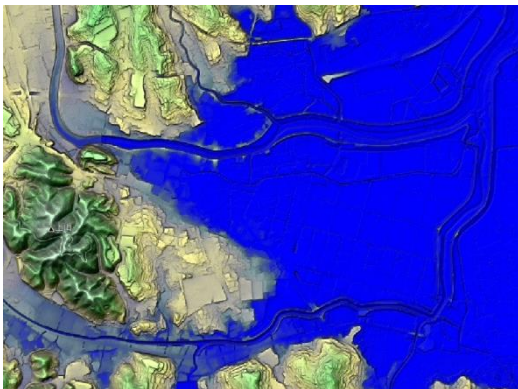


図 3 「カシミール 3D」表示例

諫早市中心部



図 4 「カシミール 3D」鳥瞰図の表示例

諫早市中心部

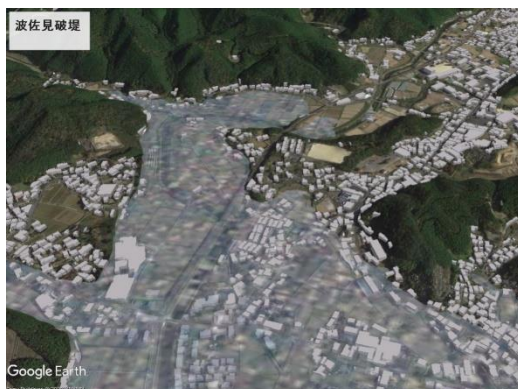


図 5 「google earth」表示例

波佐見町中心部



図 6 「google earth」表示例

長崎市茂木港

「カシミール 3D」には立体的に表示した地表面を標高別に塗り分けられる機能があり、これを使うことで大規模な洪水や津波・高潮による浸水を容易にシミュレートすることができる。図 3 は諫早市中心部の水面が 5m 上昇した場合を示したものであり、地形図では十分にわからない台地と低地の境界や自然堤防の存在がクリアになっている。また図 4 は、同じ「カシミール 3D」の「カシバード」という機能を使って 5m の水位になったものとして作成した、諫早駅付近から南東方向をみた鳥瞰図である。ただし、この「カシバード」の鳥瞰図作成には（通常の回線速度では）やや時間がかかるため、生徒に作成させたり教卓で教員が操作してその場で作成したりという利用法は難しいだろう。

「カシミール 3D」は小縮尺で表示した場合に特に内陸の河川など内水面の標高がおかしく表示されることが多く、その場合はこのシミュレーションはうまくいかない。それを解決してくれるのが「google earth」である⁷⁾。「google earth」には任意の画像を任意の範囲にオーバーレイして表示する機能があり、水面の画像を標高を指定して重ねることで洪水や津波のシミュレーション画像を簡単に作成することができる。図 5 は内陸の波佐見での洪水（標高 55m まで湛水）、図 6 は茂木の高さ 15m の津波を想定したものである。

③ 火山災害と人口分布（「MANDARA」） 雲仙普賢岳は活火山であり、噴火警戒レベル 1 ではあるが、過去に噴火し大きな被害を出しているため、長崎県の地理においては力を入れて考えさせたい。この雲仙普賢岳を題材に、周辺の人口分布、特に高齢者の分布から、避難の問題を考えさせるために「MANDARA」を用いて教材を作成した⁸⁾。

「MANDARA」には国勢調査の小地域（町丁）別結果を地図化する機能があり、平成 22 年国勢調査の島原半島 3 市（島原市、雲仙市、南島原市）のデータを読み込ませて地図化した。もしも雲仙普賢岳の火山活動が活発化し、避難をしなければならぬ状況に陥った場合、避難の手助けが必要な高齢者に対して人手は不足していないか、あるいは、消防署から遠くに住む高齢者はどのくらいいるのかといった問題が考えられる。データを地図化することで、想定される問題点を考察し対策や改善点などを考えることができる。また、火山の被害が想定される類似した環境の地域と比較して、その地域で行われている避難対策などと合わせて考察することができるだろう。

図 7 は 3 市の小地域別 65 歳以上人口の分布と雲仙普賢岳山頂から半径 5 km と 7.5 km の円を描いたものであり、それぞれの範囲に中心点が含まれる小地域の人口についてバッファ機能を用いて集計した（表 1）。同様に、島原市北部を流れる中尾川流域に土石流が発生したことを想定して⁹⁾、中尾川中下流域の川の中心線から 0.5 km のバッファを設定した分析結果も表 1 に示した。3 市全体の 65 歳以上人口率 30.2% に比べるとこれらの地域の 65 歳以上人口率はむしろ低いことがわかるが、距離を変えてさらに集計することによって課題や特徴を見出すことができるかもしれない。このほか、図 8 に示したように、災害発生時の救助活動を想定し、3 市の消防署から一定距離のバッファをかけて人口や高齢化率を分析することもできる。

表 1 「MANDARA」のバッファ機能を用いた集計例

バッファ	総人口	65 歳以上人口	65 歳以上人口率
雲仙普賢岳山頂から 5 km	4,270 人	1,225 人	28.7%
雲仙普賢岳山頂から 7.5 km	40,222 人	11,346 人	28.2%
中尾川中下流両岸 0.5 km	2,545 人	675 人	26.5%

平成 22 年国勢調査による。

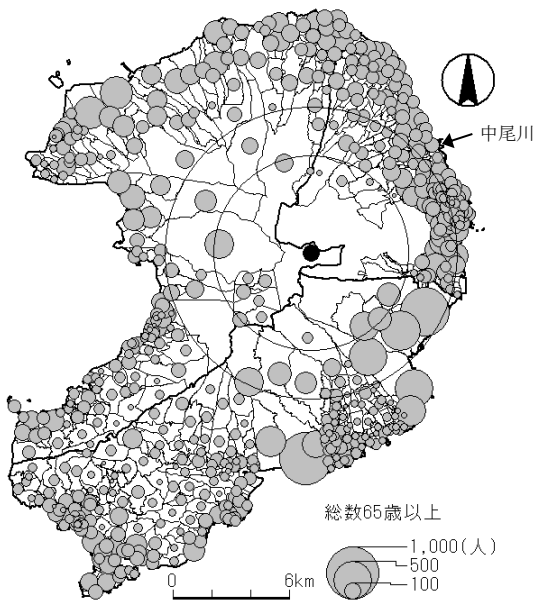


図7 「MANDARA」表示例(1)

●は雲仙普賢岳山頂

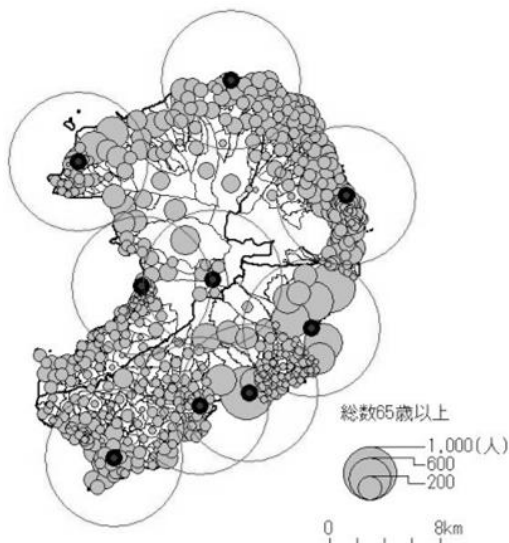


図8 「MANDARA」表示例(2)

消防署 (分署などを含む) 中心に半径 5 kmの円を表示

④ 大規模地形改変の読み取り (「地理院地図 globe」) 都市郊外の山地や丘陵地を大規模に造成して開発された住宅地や工業団地においては、もともとの地面を削った切土部と、谷などを埋めた盛土部が複雑に入り混じっている。そして地震の際には切土部では被害が小さいのに対し、盛土部では地盤の崩落や沈下、建物の大きな損壊がみられるなど、切土部と盛土部を見分けることは防災を考える上で重要である。

切土部と盛土部の分布は特別な設備がなくても地形図から等高線を読み取ることによって推定可能ではあるが、決して簡単な作業ではない。むしろ、「カシミール 3D」や「google earth」で現在の地表を立体表示させることで、大規模地形改変が行われた住宅団地などを推測するのは容易だが、それ以上のどこが盛土でどこが切土かを簡単に見分ける方法は、少なくとも高校の授業を想定すると見当たらなかった。

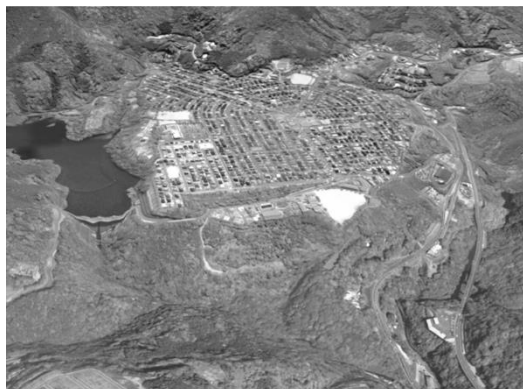


図9 「地理院地図 globe」による新旧空中写真の表示例

長崎市鳴見台

それが「地理院地図 globe」の公開によって一変するかもしれない。「地理院地図 globe」は従来の「地理院地図」に加えて空中写真など他のデータを表示したり、3D 化したりできるウェブサイトであるが、注目したいのは過去の空中写真を過去の地形で立体化できる点であり、これは「カシミール 3D」などにはない新機能である。

図 9 は長崎市鳴見台の新旧空中写真を表示したものであり、中央の谷が完全に埋められていること（＝盛土部）、右手の山塊が削平されていること（＝切土部）が容易に読み取れる。2016 年 11 月現在、「地理院地図 globe」は試験公開の段階で、表示できる空中写真の年次も限られるが、今後、教育や研究の分野でさまざまに活用が期待される。

ここまで提示してきた教材はいずれも導入の容易なものであり、まったく華々しいものではない。それでも、現実の教室を考えると導入はそう容易ではないだろう。手軽なソフトであっても授業で使うにはある程度の習熟が必要であること、回線の遅さやパソコン、ソフトの管理といった設備の問題、大学受験対策との折り合いなど、様々な理由に思い当たる。

しかし、それでも筆者らは GIS を教材として有効であると考え、導入を進めたいと考えている。GIS を導入することで受け身型の講義ではない発見型・体験型の作業が可能になること、「産物地理」ではない新しさ・魅力を発信できること、情報を地図化し地図で考えるという地理的思考を鍛えられることがその理由である。重要なツールとして GIS を当たり前前に授業で使えるような環境が整うことを願うとともに、実践を重ねていきたい。

〔追記〕 本稿は、西澤が 2016 年 1 月に長崎大学教育学部に提出した卒業論文の一部を、大平が加筆修正したものである。

注

- 1) 文部科学省『高等学校学習指導要領解説 地理歴史編』教育出版、2010。
- 2) 碓井照子「地理空間情報社会における地図学習の意義と課題—日本学術会議の提言と「地理総合」（仮称）必修化をふまえて」地理 61-11, 2016, 18-25 頁, 「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ（素案）のポイント 参考資料」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/08/02/1375316_2_1.pdf（2016 年 11 月 15 日検索） など。
- 3) 前掲 1)。
- 4) 伊藤智章『いとちり式 地理の授業に GIS』古今書院、2010。
- 5) 「地点別浸水シミュレーション検索システム（浸水ナビ）」<http://suiboumap.gsi.go.jp/ShinsuiMap/Map/>（2016 年 11 月 15 日検索）。「長崎県総合防災 GIS」<http://www.pref.nagasaki.jp/sb/gis/>（2016 年 11 月 15 日検索）。
- 6) 森泰三『GIS で楽しい地理授業』古今書院、2014 に紹介された教材を参考にした。
- 7) 「津波シミュレーション」http://tagarchi.net/tagachi/TAGBlog/entori/2012/11/18_GoogleEarthde_jian_yi_jin_boshimyureshon.html（2016 年 11 月 15 日検索）で紹介された方法を簡略化してアレンジした。「google earth」で建物の 3D 表示が現実に近いレベルになっている地域だと、ヴァーチャル・リアリティに近い画像を得ることができる。
- 8) 前掲 6) で紹介された「ArcGIS」を使う教材を「MANDARA」でアレンジした。
- 9) 過去により大きな被害を出した水無川（島原市・南島原市境）で作成しようとする、水無川南岸の南島原市の統計区域が極めて大きいので残念ながら意味のある分析ができない。