

避難所の配置に関する一考察  
—新科目「地理総合」を視野に—  
山本 靖

**A study on placement of shelters**

— having a new subject "integrated geography" in sight —

**Yasushi Yamamoto**

**Abstract:** In the next course of study, "integrated geography" is going to be introduced. In this paper, a model of teaching the new subject is shown. Although some teaching practices including GIS are found here and there all over Japan, none in Niigata Prefecture. GIS is useful as a thinking tool or as a decision-making tool. Also, even though a lot of hazard maps are made in municipalities, few discussions about placement of shelters have been held. Considering the status quo, an analysis was made about placement of shelters with the use of a model. Hopefully, this paper will dedicate to skill improvement on teaching "integrated geography" or solving local problems.

**Keywords:** 地理総合 (integrated geography), 論理的思考 (logical thinking)、地域課題 (regional problems), GIS (Geographic information system)

1. はじめに

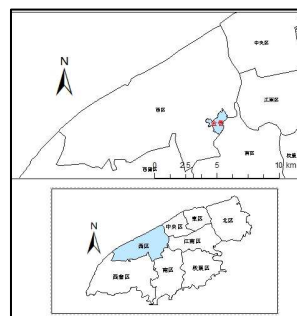
次期学習指導要領で新科目「地理総合（仮称）」が必修化される それに伴い GIS の実践が求められる。さらにアクティブ・ラーニング等生徒の能動的な学修が主軸に据えられている。そこで本稿では地理総合の授業のモデルを提示したものである。新潟県内の高校では現在まで GIS を援用しての授業実践は未だない。授業での GIS の取り組みや援用した研究について一手法を提示できればよいと思う。さらに高校での GIS の普及、空間情報科学の取り組みに寄与できることを願う。高校生が地域が抱える課題について身近に捉え、解決手法や考察力の深化、ひいては地域を支える人材育成の一助となれば幸いに思う。

山本 靖 〒950-1112 新潟県新潟市西区金巻 1657

新潟翠江高等学校 Phone: 025-377-5744

E-mail: spjoho@gmail.com

2. 新潟市西区金巻について



新潟市の西区の南東部に位置(図 1)し、人口 1,867 人(平成 28 年 4 月末)。面積は約 1.53km<sup>2</sup> で信濃川と中之口川の合流点付近に立地し、古くから洪水に悩まされてきた。全国的にも有名な黒埼茶豆の産地で、コシヒカリも栽培され、越後平野の農業の一端を担う地域でもある。本校は単位制の定時制・通信制が設置され、創立 13 年目である。

図 1 金巻の位置

3. 研究の方法

とにかく使用させようを重点に GIS についての簡略な説明やデータの入手先を紹介する。次に避難弱者の視点より施設配置のモデルを援用して必要とされる避難所の位置を推定する。その際、関連するフィーチャーの解析手法を紹介して可視化するとともに、アクティブ・ラーニングを取り入れ考察に重点を置き、意思決定のツールでもあるこ

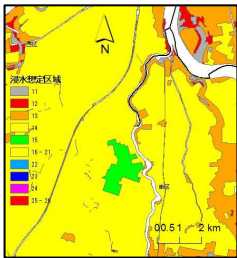
とを例示する。さらに学校が立地する近隣地域のハザードマップをGISにより作成し、避難所の配置モデルを作成する。最後に今後の課題を抽出して次の研究に活かす。

#### 4. 授業展開

##### 4.1 GISの説明（1時間）

GIS（地理情報システム）について簡略に説明をする。GISとは位置や空間に関する様々な情報をコンピュータを用いて重ね合わせ、情報の分析・解析を行ったり、視覚的に表示させるシステムのことで地理情報科学へと進化している。応用される領域としては都市計画、防災、教育、エリアマーケティング、施設管理、医療等様々な分野での活躍が期待されている。使用するソフトとしてはArcMap、QGIS、Mandara、Google Earth等がある。データの入手先としては政府統計の窓口、国土交通省の国土数値情報等があり、無償データが整備されてきていることを述べる。

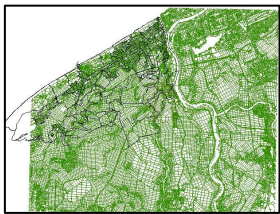
##### 4.2 国土数値情報の浸水想定区域（1時間）



ダウンロードしたデータの活用例として国土数値情報の浸水想定区域ポリゴン（図2）をプロットさせる。大部分がコード14の2.0～5.0m未満、一部13で1.0～2.0m未満であることを確認させる。ここで

図2 浸水想定区域 測地系の説明を簡略にする。緯度経度系、平面直角座標系、新旧日本測地系等である。さらに最初にプロットした座標系となることに留意させ、後で変更も可能であることを伝える。

##### 4.3 ベースマップの作成（3時間）



新潟市西区の町丁ポリゴン、道路データ（図3）をプロットさせる。ここで、選択とエクスポートの手順を示し学校周辺を選択させエクスポートさせる。その後は用意したデータを使用し、ネットワークデータセットの処理は省く。次に国勢調査の人口データよりフィー

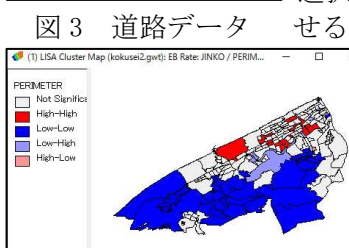


図4 空間的自己相関

人口密度を算出させさらに空間的自己相関（図4）を検出させ、西区の概要を視覚化する。学校周辺はLow-Lowであることが確認できる。次に地形の特徴を明らかにするために陰影起伏、傾斜方向、コンターを作成さ

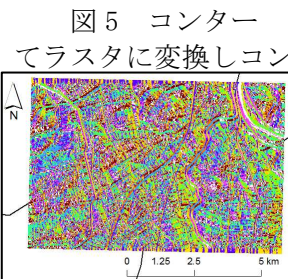
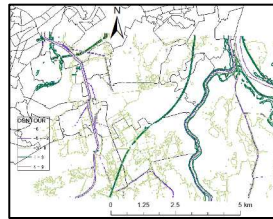


図6 傾斜方向

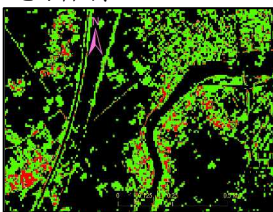


図7 両時期宅地

せる。学校周辺は4つのDEMが交差する場所なので時間短縮のため1つのDEMのみ描画させる。Mergeは方法だけ伝え、用意したDEMの一部を描画させ解析に使用する。これを内挿してラスタに変換しコンター（図5）を作成させる。そうすると、平坦な田園地帯で稲作等にはよいが、災害時には避難できる丘陵もないことが認識される。次にDEMより傾斜方向（図6）を算出させる。さらにラスタ演算で南向き斜面、 $157.5^{\circ} \sim 202.5^{\circ}$ を計算させる。その結果、117970個の内15788個で13.4%で一番（一覧を示す）を占め農業に適していることを確認させる。地形解析で農業条件との関連やGISの懐の深さ、面白さを実感させられる。授業では扱わないが2時期の空中写真を使いラスタ解析をして、宅地の増減（図7）や面積の算出等土地利用の変容の様子等（国土数値情報の土地利用細分メッシュでも可）を探ることも可能である。

##### 4.4 現状の解析（2時間）

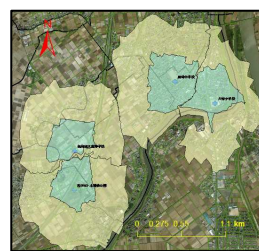


図8 到達圏

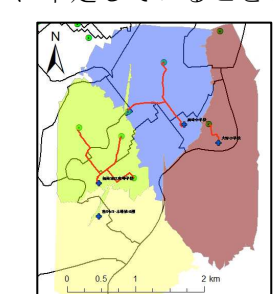


図9 ボロノイ図

##### 4.5 避難所の配置（7時間）

高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

学校周辺の4つの避難所をGIS上にプロットさせ、これらから500m、1000mの到達圏を算出させる（図8）。1kmでも空白域が見受けられ、500mでは近隣をカバーできていない様子が確認でき、避難所の数が絶対的に不足していることを認識させる。次に先の西区の町丁ポリゴンより重心を求めさせ、これより最近隣の避難所までの距離を測定させ、配置のネットワークボロノイ図（図9）と比較させ妥当か否か検証させる。遠い所もあるがボロノイ図（説明が必要）からは適切であることが確認できる。

学校の近隣の4つの避難所をGIS上にプロットさせ、これらから500m、1000mの到達圏を算出させる（図8）。1kmでも空白域が見受けられ、500mでは近隣をカバーできていない様子が確認でき、避難所の数が絶対的に不足していることを認識させる。次に先の西区の町丁ポリゴンより重心を求めさせ、これより最近隣の避難所までの距離を測定させ、配置のネットワークボロノイ図（図9）と比較させ妥当か否か検証させる。遠い所もあるがボロノイ図（説明が必要）からは適切であることが確認できる。

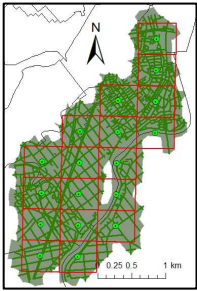
高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

高齢者等避難弱者の視点より避難所の配置を考えさせる。このケースでの避難所の配置を考える場

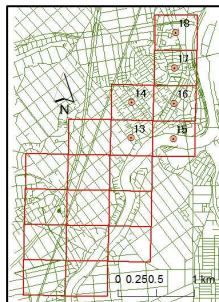


合、何を目安にするかを考えさせる。ここでアクティブ・ラーニングを導入し、ホワイトボードを各グループに配布して討議させる。その際、高齢者が徒歩で避難できる距離やそれを基に解析する手法を問う。距離は500m、500m区画で測定という案を

導出させたい。最後に500mメッシュを被せるという案を提示し、メッシュの重心を算出させ500mの到達圏を調べカバーされる領域をみる(図10)。当然18個の避難所でカバーできるがコスト面で難しいと理解できる。次に施設配置のモデルを紹介し、避難所の配置への有効性を考察させる。まず、Mandaraで距離行列を作成させ、P-median問題、P-center問題、最大カバー問題(図11)の

図11 最大カバー問題

の算出方法を説明する。テーブルを開き選択されたメッシュ番号をエクスポートさせGIS上にプロットさせる。



P-center問題で距離のみで6個(任意)を算出(図12)、次に距離に人口を乗じ6個を算出(図13)人口

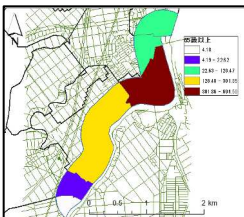
図12 P-center①

図13 P-center②



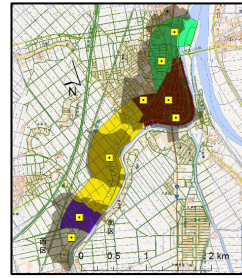
口に左右されることを認識させる。次にP-median問題で距離に人口を乗じ6個を算出した。さらに最大カバー問題で供給範囲を500mにし、10個が検出された。これに人口を乗じ6個を算出(図14)した。施設配置のモデルは一つの場合であり、現実にはエディタでポイントを微調整したりといった作業も必要となることを伝える。次に

図14 最大カバー



中之口川が氾濫し、川から500mまでの区域まで浸水するという想定のもとでの避難所の配置を考えさせる。先の4つの避難所と、さらに中之口川をプロットさせ、中之口

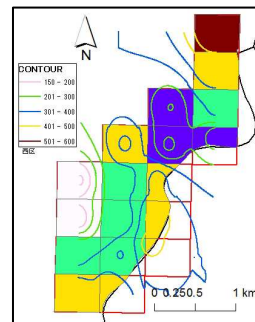
図15 高齢者人口



川を西区と木場の境界でエディタで切断して、500mバッファを発生させ、中之口川の左岸のみを対象とするので、西区の町丁ポリゴンでクリップする。このポリゴンで高齢者の人口データのあるポリゴンをインター

セクトし、フィールド演算で面積按分させ、町丁フィールドでディゾルブし高齢者の人口を算出(図15)する。合計は1,275人。遠い2施設を除き既存の2施設を生かしつつどう配置させるかグループで考察させる。キーワードは重心、到達圏でこれまでの実践より6つの町丁ポリゴンの重心への配置という案を出させたい。確認のため、既存の2避難所と6つの町丁ポリゴンの重心より500mの到達圏(図16)を作成させる。中央部に空白域が見られるが、居住が見られないので妥当であると認識できると思われる。

5. 避難弱者指数 (0.5時間)



各メッシュの避難弱者指数を最近隣の避難所までの距離(0.4)と高齢者の人口(0.6)に重み付けをして算出させる。さらにコンターを作成(図17)したもの、

図17 避難弱者指数 更等主題図の作成も試みるべきで応用が期待できる。この避難困難指数を



google earthへプロット(図18)させる。よりリアルに地域を捉えることができるものと思われる。また、先のメッシュを立ち上げ

図18 googleへplot



たり、基盤地図情報を用いて学校周辺の様子を3D(図19)にすることで興味・関心の喚起に繋がられる。GISは可視化してその魅力を発揮す

図19 周辺の3D化

るものである。

#### 6. 新潟市西区役所への聞き取り調査

新潟市西区役所の総務課への聞き取り調査からは、西区の319の自治会の内、240の自治会が連合も含めて防災組織を作っている。学校の耐震化もほぼ終了し、次は避難所の運営方法、役割分担等のノウハウなどソフトな面の整備が急務であるという。新聞社のビルなど、自治会独自で一時避難所としての契約を結んでいるところもあり、指定されている避難所以外の避難所へ避難したいという声もあることが明らかとなった。今後は自治会への啓発活動として、現在行っているワークショップを今後も拡充していく予定だという。また、自治会により温度差があり、対応に苦慮している面も窺えた。

#### 7. 習得させたいGISのスキル

トータル15時間の設計で本研究で援用した手法は地形解析であれば、陰影起伏や傾斜方向の算出を援用した。ラスタ演算は様々な場面で援用できるが、地形解析で利用した。バッファは浸水域の作成やネットワークバッファに用いた。また、レイヤの操作においてはClip、Intersect、Dissolveはそれぞれ浸水域の作成、人口密度の算出、高齢者の人口の集計に用いた。MergeはDEMや道路データの結合に使用した。ジオメトリ変換はポリゴンの重心の算出に使用した。Contourは地形解析、避難弱者指数の算出に使用した。以上列挙した手法は最低限指導したいものである。様々な手法を指導することにより次の展開がイメージできるようになり、考察も深まるものと思われる。

#### 8. まとめとして

総花的になった感も否めないが、GISのスキルの指導のみでは無意味だが多めに使用させることが考察へと繋がる。空間的自己相関等、パート・パートで抽出して例えば地域分析等に特化させる使用法も可能であり、場面によりGeoDa等の使用も有益である。また、メッシュ法や解析モデルも併せて指導すれば生徒の理解も進むであろう。下準

備が大変で当然手直しも想定されるので、2時間連続の授業であるとベターだと言えよう。さらにフィールドワークを導入し、住民の生の声を聴取したり、行政の施策を学んだりすることも必要であり、こうすることで地域の課題をより実感できるものと思われる。解析や考察という地理情報科学としての視点が大切であり、残念ながら生徒は未だに地名物産的な地理観しか持ち合わせていない。しかし、「地理総合」の授業のモデルを提示できた点は意義が大きいと思われる。課題としてであるが、削るのは簡便だがプラスするのは困難を極める。どこを割愛するか工夫が必要で限られた時間をどう生かすかが最優先課題であると思われる。教員自身のスキルの向上が不可欠だが、かなりの労力を要することもまた事実であり、教員の関心を高めることが一番だと思われる。さらに避難経路の検証や避難所での生活について考えさせることが防災・減災教育に繋がるものと思われる。地理総合は1年次に配置し、地域が抱える課題に対して解決のスキルや思考力の向上を図り、さらに学ばせるには学校設定科目での対応も求められる。一番大きな課題は評価方法の検討である。どのスキルや考察が関心や意欲に該当し、それをどう評価するのか検討が必須である。最後にICT教育が先行しており、タブレット等の活用やプログラミング教育まで取り沙汰されている現況に鑑み、GISはICTの一部であるという位置づけが必要だと思われ、取り残されることを危惧する。来年度、実施してその結果を報告したいと思う。

謝辞

新潟市西区役所の総務課様にはお忙しい中、聞き取り調査へのご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

参考文献

杉浦芳夫(2003):地理空間分析,朝倉書店

山本靖(2012):高校における空間情報科学の確立に関する考察—これまでの実践を踏まえて—「地理情報システム学会講演論文集」, Vol. 21