

# 地域防災力の向上に資する演習教材の作成と実践

## 地域の立体視と透明プラスチック容器蓋を用いた立体地形模型作成

### Preparation and practice of exercise materials for the regional prevention disaster education using Stereopsis and 3D terrain model by transparent plastic container

坪井 壱太郎<sup>1</sup>  
Sotaro TSUBOI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構 人と防災未来センター  
Disaster Reduction and Human Renovation Institution

The purpose of this study, the shape of the area, the method of making the work of the disaster prevention education, and the method of making the work of the disaster prevention education. In creating the teaching materials, we showed how to comply with the guidelines for teaching and to use open data and free GIS software. In this approach, it is a method for three-dimensionally creating the topography using the lid of the transparent plastic container and it has features that can be practiced inexpensively and safely

**Keywords** : Education for Disaster prevention, Terrain, Contour, Topography, 3-Dimensional model  
Open-data, Geographic Information System

#### 1. はじめに

官（自治体）・学（学校）の連携による地域防災力向上のための「防災教育」の取組みは、消火訓練、避難訓練、防災講話会、防災ワークショップ、まち歩き、危険場所マップづくりなどが挙げられ、これまでも数多くの実践事例がある。わが国では、2005年に中央防災会議の中に「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する専門調査会」が設置されて以降、2010年に策定された「地域連携型防災活動育成促進モデル事業」において「地域で一体的に取り組む防災活動」の推進が行われてきた。また、2011年3月11日の東日本大震災を受け、翌年には、災害対策基本法の一部改正が行われ、この中に「防災教育」実施の重要性が明記されるなど、現在では、地域に属するひとりひとりの防災意識の向上を図り、地域内の主体間での連携促進が求められている。

地域防災力とは災害を未然に防止し、災害が発生した場合には被害の拡大を防ぎ、さらに災害の復旧を図る力を指し、この強化に向けては、官・学を挙げた取組みの重要度がより一層増してきている。同法改正の中ではその理念として、地域の災害履歴や防災に関する「知識」、協力して災害に立ち向かう「態度」、安全な避難や的確な救急救命を実践できる「技能」を平時から育成していくことの重要性が掲げられている。しかし、官・学双方にとって課題となっているのは、1) 事業内容や素材の技術・コストの限界、2) 参加者の常態化・年中行事化、3) 投入コストや労力に見合った効果の見えにくさ等が挙げられている。特に、初等中等教育課程にある児童・生徒にとって、発災後に実際に行動に移すための「知識・技術・動機」を普及・啓発していくためには、従来の取組みに加え、簡便な操作・作業での導入が可能な「新たな技術」により、取組み事例を蓄積していくことが重要であると考えられる。そこで、本稿では、地図と地形から考える地域の形状理解と防災取組みを基盤として、「地域の高低を体感する」ための防災教材の作成技法を示す

ことを目的とする。教材作成に当たっては、教育現場への導入や展開を考慮し、無償 GIS とオープンデータを用いてできる点を重視した。

本防災教育の主対象は「学」における初等・中等課程の児童・生徒であるが、地図製作のための取組みや事前準備において、「官」（自治体危機管理部局職員）および学校教職員に対しても実施した。これは官学の連携強化と同時に、市町村合併以降の地域面積拡大等により居住者においても、共通の地域理解の困難さが課題となっており、本実践を通して地域に対する「気づき」を幅広く促す効果もそのねらいとしたことがその背景にある。

#### 2. 3D立体眼鏡による地域の立体視

##### (1) クロマディプス技術

立体視とは、同一の対象物を異なる位置から撮影した左右一対のステレオ写真や画像を、両眼を使って立体的にみる手法である。主として空中写真からの地形判読などにおいて用いられてきた立体視の方法には、平行法、交差法、余色法などが知られており、国土地理院によるウェブサービスでも利用が可能になっているが、この方法には若干の練習と慣れを要することが課題として挙げられる。そこで、本取組みでは、こうした負荷を軽減し、平易に地形の立体視が可能な「クロマディプス」技術による 3D メガネを用い、教材作成を行った。これは、専用のクロマディプスメガネ（写真 1）をかけて見ることにより、対象物の「色相の変化」を「奥行きの変化」としてとらえることを可能にした立体視技術である。具体的には、背景が黒の場合、青系の部分はより奥に、赤系の部分は手前に飛び出して立体的に見えるものである。

一般に知られている立体視技術は左眼用と右眼用の互いに視差を有する 2 つの画像（ステレオペア）を必要とし、それらを立体視画像として統合（エンコード）したり、左右の絵に分離（デコード）したりする方法によってそれぞれ偏光式、シャッター式、カラーフィルター式

(アナグリフ)などに分類される。そのため、3D映画などで用いられるアナグリフの場合は視差の異なる左右2枚の画像(映像)が合成して作成されるため、3D立体メガネがない場合では左右の絵が二重に見える特徴を持っている。これに対してクロマディプスの場合は一枚の画像からメガネによって左右の画像を分離するため、3D立体メガネがない場合でも対象の画像が二重に見えるのではなく、対象の「色相(クロマ)の違い」によって「奥行き(デプス)の違い」が感知される技術である(図1)。そのため、印刷画像は普通のグラフィックスとして見ることができるため、印刷物・配布物としての利用目的を併せ持つ「地図」などについては、技術的な親和性や汎用性が高いと考えられる。

本技術を援用した地図作成の主な利点は、実際の地図表現で用いられる高標高の彩色(赤色系統)から低標高の彩色(青色系統)がそのまま利用できることにあり、GIS上で行う等高断彩において、簡便に自動化できることが挙げられる。

## (2) 基盤地図情報を用いたGISによる標高地図の作成

クロマディプスを利用するために地形を「赤」から「青」でグラデーション彩色表現を行う地図作成に際し、まず、国土地理院・基盤地図情報より公開されている数値標高モデル(10mメッシュ)を入手する。本データは、全国版がウェブ上で無償公開されており、任意の場所についてこれ入手・ダウンロードした後、無償のGISデータビューワソフト(カシミール)等からも地図作成が可能である(図2)。手順を以下に示す。

- ① 基盤地図情報 HP ダウンロードサービス内の「10メートルメッシュ」をクリック。
  - ② 任意の都道府県を選択し「次へ」
  - ③ ダウンロードを希望する範囲をクリックで選択し、データをダウンロードし解凍・保存
  - ④ カシミールを起動し③データをドラッグ&ドロップ
  - ⑤ 標高に応じて赤色系から青色系へ色相の指定を行う
- ※ 必要に応じて河川、建物形状等を挿入する。



図1 クロマディプスの仕組みと色相



図2 六甲山付近の標高地形図(兵庫県神戸市)

## (3) 自治体危機管理部局職員向け防災普及啓発研修

本取組みでは、学校教育現場「学」における防災教育にとどまらず、これを包括し地域を管轄する自治体(官)と一体化させた展開を試みた。この背景には、防災教育の重要性は官・学ともに高い理解はある反面、従来までの取組みでは官(防災部局)と学(教育部局)という組織構造上、実質的には個別に行われることで、コンテンツが固定化している点が挙げられる。これについては、官・学とも近年では高い危機感を持っており、地域を伝え、学ぶための新たな方法論が求められている。そこで本取組みではこれまで導入実績が少ない、「官」を対象とした災害対応人材育成研修において地図の作成技術や演習および効果測定を試み、地図の立体視体験を通して地域を体感的に学ぶための講義を行った。「官」向けの研修事業は、公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構「人と防災未来センター」が主催する全国の自治体危機管理部局職員向けの災害対応専門研修の中に設置されたエキスパートBコース内の講義「防災・減災の普及啓発」(75分)において筆者が講師としてこれを実施した。

地図の立体視は、自治体での展示・導入方法を勘案した上で、壁面やスクリーンに映写して立体視を行うもの(写真2)と、床面に敷いた大判印刷地形図の上から立体視を行うもの(写真3)を提示し、本地図を用いて地域の災害リスクを伝えるための方法について、受講生相互でのピアラーニングを組み込んで演習・議論を行った。

本講義終了後の受講者アンケート調査においては、「地図を立体的に見るという発想が新しく、児童・生徒にはもちろん、市民に対しても幅広く地域を伝えることができると思う」(30代・大阪府岸和田市危機管理課)、「地域の見える化は、ある程度取り組んできたつもりであるが、子供たちの目線で伝えることの重要性を学ぶことができた」(30代・奈良県危機管理課)、「予算や技術的にも、独自に取り組むことが可能であると感じた」(30代・長野県飯田市危機管理課)、「地図の重要性は理解していたが、使い方において新たな発見ができ、自治体内の小学校の防災出前講座などでも地図を作成して出展しようと考えている」(40代・和歌山県橋本市・危機管理課)、「地図が立体的に見えることはとてもインパクトがあり、子供にも地域の高さを実感として学ぶ機会になると思う」(30代・大阪府四條畷市・消防局)などの評価が得られた。



写真1 クロマディプスメガネ(株式会社TEXNAI)



写真2(左) スクリーンに映写した地形図の立体視

写真3(右) 床面に敷いた大判印刷地形図の立体視

### 3. 立体地形模型の作成と教育実践

#### (1) 等高線地図の作成

地形図において一般的に土地の高低は等高線で示されるが、その基礎的な学習は小学校 4 年生の社会科課程において行われる。一般に高さの概念は、野外学習と併せて体感的に学ぶことでその効果が得られることが知られているが、その領域は比較的「狭域」に限定されるという課題を持つ。また、地理学における認知地図に関する既往研究においては、低学齢の児童・生徒の場合、その日常行動圏に限られることから、地域の認識に一定の限界があることが知られている。しかし、本研究ではこれを「広域」に学び、体感を図る観点から、透明プラスチック容器を用いた立体地形模型作成を行うための方法を示す。

地域の標高を再現する手法のひとつに、段ボール等の厚紙やスチレンボード等を等高線に沿って切り抜き、これを積層させる方法が挙げられる。これらは、建築模型の作成等にも応用される手法であり、精巧な表現が可能である一方、低学年の児童においては難度が高く、導入が困難であることが課題として挙げられる。そこで、本取り組みでは、透明プラスチック容器蓋を用いて、「等高線を描画」することで、立体的に地形模型の作成を行った。等高線作成に際しては、前掲の基盤地図情報 10m メッシュデータと、無償 GIS 地理情報分析支援ソフト MANDARA を用い、以下の手順で等高線取得を行った。

- ① 基盤地図情報 (10m メッシュ) から任意の地域のデータ範囲をダウンロードし取得する (図 3)
- ② MANDARA を起動し、「マップエディタ」→「地図データ取得」→「標高データ等高線取得」→「等高線取得」で操作画面を開く
- ③ ①で取得したデータの格納フォルダおよび取得範囲を指定した後、任意の間隔 (1メートル単位で指定可能) で等高線の取得を行う (図 4)。

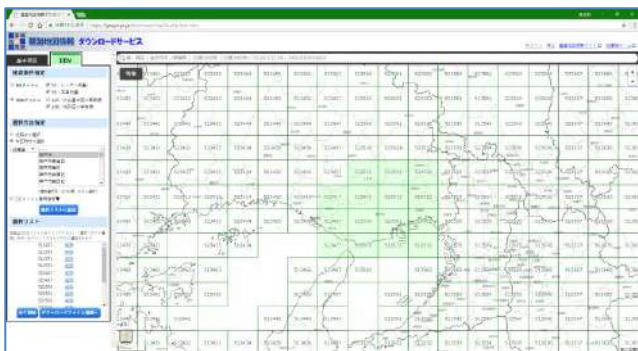


図 3 基盤地図情報 (10m メッシュ) 取得用画面

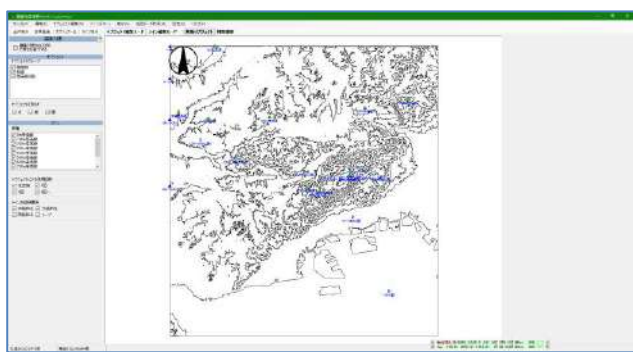


図 4 GIS/MANDARA による等高線取得画面

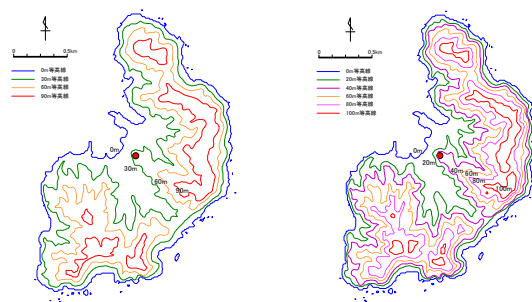


図 5 取得等高線間隔の違いによる地図 (沼島)

立体地形模型の作成に際しては、作成者 (演習受講者) の学齢に応じてその作業負担を考慮する必要があり、実践に当たっては、等高線取得に際し、図 5 に示す通り、低学年用には 30m 間隔を、高学年用には 20m 間隔でその間隔を変更する工夫を行った。

#### (2) 作成手順

立体地形模型の作成に当たっては、あらかじめ、図 6 に示す透明プラスチック容器蓋 (食品トレー) を、当該地域の等高線数分 (10 枚程度) を用意する。また講義・演習時間等に応じて等高線の仕組み等の概説を行ったのち、等高線のラインに対し、標高の低い方から高い方に向かって色鉛筆で等高線彩を行い、地域の形状理解を図る試みを行った。立体地形模型の作成手順を以下に示す。

- ① 透明プラスチック容器蓋を積層させるときの方向を一定にするために、容器蓋の右端に、印をつける。
- ② 透明プラスチック容器蓋の上に、等高線地図を乗せ、さらにこの上に、蓋を 1 枚重ねて、等高線の低い方から順に、同じ等高線に対して蓋 1 枚分の等高線を油性マジックでトレースする (写真 4・左)。
- ③ 前作業でトレースしたプラスチック蓋を標高の低い方から順に積み重ねる (写真 4・右、写真 5)。



写真 4 立体地形模型作成演習 (兵庫県沼島小学校)

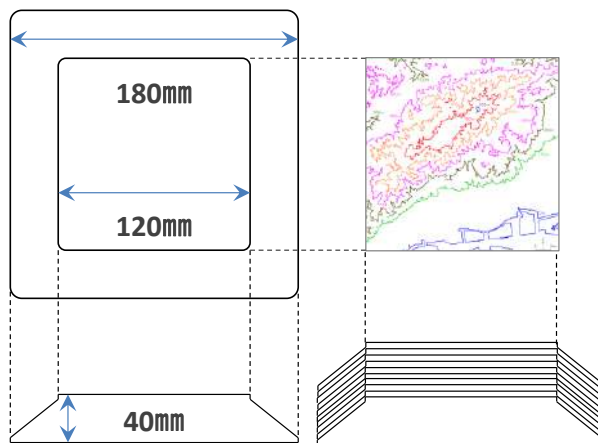


図 6 透明プラスチック容器平面図・立面図



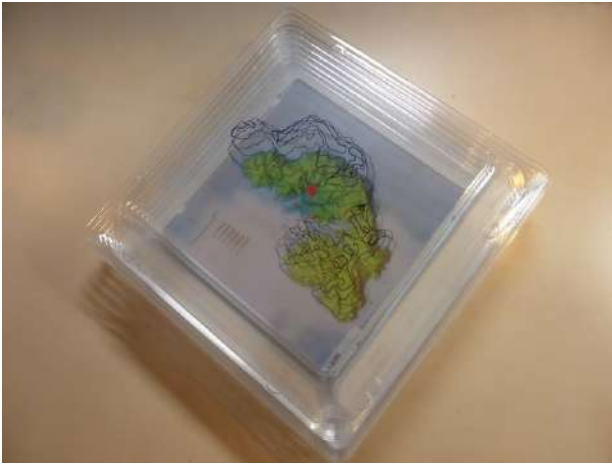


写真5 立体地形模型（兵庫県南あわじ市・沼島）

### (3) 演習用教材・地図の工夫

本演習では作業を通じて地形を立体的に把握することを重視しながらこれを「作業のみ」にとどめず、当該地域の地形を通して、災害の危険性を伝え、学ぶための工夫として、断面図（図7）の作成や旧版地形図、地質図（図8）など複数の地図を準備し、適宜、受講者からの発表を組み合わせることで、相互に理解を図る工夫を行った。また、対象地域で過去に発生した災害に関するニュース映像などの動画を準備したほか、本講義で対象とした六甲山の場合においては、地質に関して花崗岩の実物の提示を行った。講義後のアンケート自由記述においては、「六甲山の土砂災害の怖さを学ぶことが出来た」（小学校5年生）、「神戸は地震の被害だけだと思っていたけれど、土砂災害の危険性があることに気づいた」（小学校4年生）、「神戸には大きな川がないので雨が降るとすぐに水位が上がることに驚いた。今後、気を付けようと思う」（小学校6年生）等の回答が得られた。

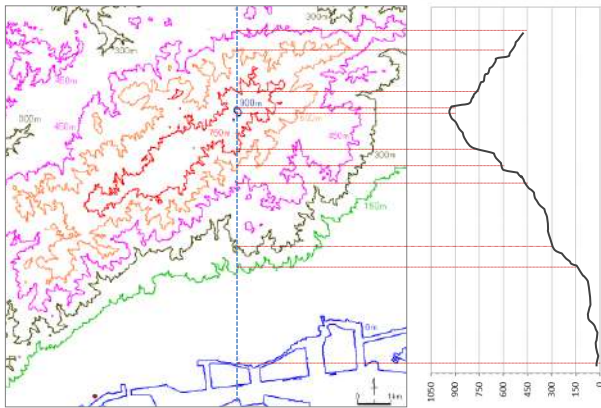


図7 等高線と地形断面図の作成（神戸市六甲山）

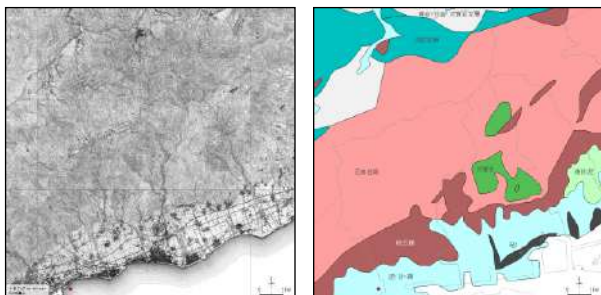


図8 1892年の旧版地形図と地質図（神戸市六甲山）



写真6 中国四川省防災教育フォーラムでの演習・実演

本技法は、米国NASAの衛星測量による公開データを用いることで全世界を対象に作成できることから、中国四川省で行われた防災教育フォーラム（2017年3月開催）において、筆者が講師を担当し、これによる実習・実演を行った（写真6）。

## 4. まとめと課題

わが国においては、災害の多発性を背景に「防災教育」の重要性は広く認知されており、教育を担当する教師・講師自身による実践的研究も蓄積されてきている。一連の取り組みでは、受講する児童・生徒（子ども）が、「我がこと」として「自主的」な学びの場とすることが重要であり、この点において、本取り組みでは上述の点を踏まえながら、更に、1) 地形模型の作成作業のみに終始せず、完成した模型から相互に発見した事項や災害時の留意点を話し合う相互学習方式を取り入れた点や、2) 完成模型を知識と共に、自宅へ「持ち帰り」、家族とともに話し合うという場を提供することで、大人世代への波及効果を持つという点に特徴を持つ。

また、本取り組みでは、身近な部材（透明プラスチック容器蓋・食品トレイ）を用い、簡便かつ低コストで居住地域を「立体的」に作り、見ることで、特に徒歩圏内が主な生活認知領域である児童・生徒に対し、地域を広域的かつ俯瞰的にみるための「自主・体感・相互学習型」の特徴を持つ。さらに、この取組では、児童・生徒だけでなく、官（自治体危機管理部局職員）や学校教職員向けにも本講義を展開することで、技術や防災教育手法の水平展開を試みた。

演習用の等高線地形図の作成については、紙地図からの手書きによる作成も可能ではあるが、本取り組みでは、オープンデータ（基盤地図情報 10m メッシュ標高データ）のほか、フリーの GIS 地理情報分析支援システムソフトを用いることで、多額のコストを要することなく、全国を対象に作成が可能である点においても利点を持つ。

本内容は学習指導要領に準拠して作成を行うことで、教育展開における新たな負荷を可能な限り軽減できる工夫を図った。今後においては、作成技法の簡便化を図ると同時に、開発教育を含めた海外における防災教育等も視野に入れた展開を図っていくことが課題である。

## 参考文献

- 1) 文部科学省（2017）：小学校学習指導要領・中学校学習指導要領，[www.mext.go.jp](http://www.mext.go.jp)
- 2) 宮下 治（2008）：理科自然体験学習の類型化と学習支援の必要性，理科教育学研究，49，97-103.
- 3) 山口一裕・斉藤亜沙実（2017）：空間認識能力を養うための地学教材の作成と活用法，日本地学教育学会講演論文集，117-118.
- 4) 地理情報分析支援ソフトMANDARA（Free Software）  
[ktgis.net/mandara/](http://ktgis.net/mandara/)