

GIS を用いた阪神・淡路大震災を伝える地理教育手法の開発

研究代表者 坪井 塑太郎

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」

共同研究者 南埜 猛 兵庫教育大学

共同研究者 瀧本 家康 神戸大学附属中等教育学校

概要： 阪神・淡路大震災の記録や記憶の継承の方法は、これまで「被災者」が「未災者」に経験や教訓を伝える取組みが数多く行われてきた。しかし、阪神・淡路大震災の発生から 20 年以上を経るなかで、徐々に伝え方についての変革も求められるようになってきている。本研究では、この「伝え方」の手法として GIS を用いた地理教育手法を主眼とするが、従来のそれは、難解な操作性や、導入コストなどの点から、一部の研究者の使用に限られていたことが課題として挙げられる。しかし、近年では低価格化・無償化されたソフトウェアが幅広く使用されるようになってきており、「地域を伝える技術」としての利用が模索されている。阪神・淡路大震災での経験は、地震災害対応や事前の備え等において数多くの教訓を現在に伝えている。一方、災害後の地域の変化についてはこれまで「復興」の言葉のもと、震災後の街に新たに立つ建築物などの様子を「写真」や「映像」で伝えるものが中心であったが、本研究ではこれを「地図」として伝え、学ぶ場を創造するために、災害前後で地域がどのように変化・変動するのかといった視点や、その要因を考え、対処方法を議論するための「気づき」に結び付ける防災教育・地理教育の検討を行う。

地域を可視化（見える化）することを通し、「教訓」のみに依存しない、新たな防災教育の在り方を検討すると同時に、防災以外の地域統計情報を活用し、社会構造の検討に結び付けることで、より汎用性の高い地域教材の作成と実践を行った。研究成果については、人と防災未来センターでの展示としても公開されたほか、GIS の技法を用いて、「伝える」から「備える」ための防災教育への展開を図り、地域を視覚的・立体的にとらえ、理解するための取組みも併せて行った。現在、文部科学省において、次期学習指導要領の改訂（小学校：2020 年、中学校：2021 年、高等学校：2022 年実施予定）に向け、高等学校課程の社会科においてこれまで、選択科目であった「地理」を「地理総合」として必修化が決定されている。この科目の支柱には、「防災」「GIS（地理情報システム）」「ESD（持続可能な開発のための教育）」が掲げられており、従来まで、「産地・地名の暗記科目」とされてきた地理教育を脱し、基幹教育を担うための重要な責務を持つものとして位置づけられる。本研究の技法、成果をもとに、さらに具体的な教育コンテンツとして拡充、展開していくことが今後の課題である。

1. はじめに

1995 年の阪神・淡路大震災での経験は、これまでに様々な研究、検証調査、報道、被災者自身の発信等により、その後の災害対応や事前の備え等において数多くの教訓が現在に伝えられている。しかし、発災から 20 年以上を経る中で、徐々にその「伝え方」についての再考も求められるようになってきている。防災教育の観点からは、2011 年の東日本大震災を契機に、翌年行われた災害対策基本法の一部改正において、「防災教育」実施の努力義務がはじめて明記されたほか、学習指導要領の改訂により、2022 年からの高等教育課程の社会では、「防災・GIS（地理情報システム）・ESD（持続可能な開発のための教育）」を支柱とする「地理総合」が必修化されるなど、これまで以上に防災に関する教育のあり方に関する方法論の検討が求められている。本研究実践では、地図を主体的に用いることで、従来までの「見る」ことで学ぶ方法から、GIS を援用し、自ら「作る」（可視化・地図化する）ことで学ぶ技法を検討し、「教訓」のみに依存しない、新たな防災教育のあり方を試行する。取組みに当たっては、防災以外の地域統計情報も積極的に活用し、被災後の社会構造の変化の検討に結節させることで、より汎用性の高い地域教育の教材作成を志向するものである。従来、高額な導入コストや難解な操作性等から、一部の研究者の使用に限られていた GIS は、近年では低価格化・無償化されたソフトウェアが幅広く使用されるようになってきており、「地域を伝える技術」としての利用が模索されている。本取組みでは、教育現場への導入や展開を考慮し、オープンデータと無償 GIS を用いた教育方法の開発を通して、「阪神・淡路大震災」の新たな伝え方・教育手法の提示を行う。

2. 演習用教材の作成

2.1 BASE MAP の作成

本実践取組みでは、GIS ソフトの導入コストやデータハンドリング操作の簡便性を考慮し、無償の地理情報分析支援ソフト MANDARA を用いて行いて行った。同ソフトは、谷謙二氏により開発された Windows 上で作動するフリーの GIS ソフトウェアであり、Excel との親和性が高い点や Shape ファイルや、XML ファイル等の利用が可能である点から、既に地理学研究者や民間において高い利用実績を有する。演習の対象地域と素材（データ）は、被災後の地域変化を検討する点から国勢調査小地域統計の人口データを用いたほか、公示価格等に関する時系列でのデータ収集を行った。小地域統計データ区分は、町丁目単位に相当することから、e-STAT「政府統計の総合窓口」より、神戸市区部（9 区）の境界データを取得した上で、BASEMAP の作成を行った。分析の対象とした 1990 年から 2010 年までの 6 時期（5 年間隔）において、震災後の再開発や、新規の土地区画整備事業等により町丁目名称の変更や新設などが含まれるため、本研究では、最新の町丁目に合わせたうえで、オブジェクト間の時空間対応を行い、全 2,828 町丁目の設定を行った（図 1）。

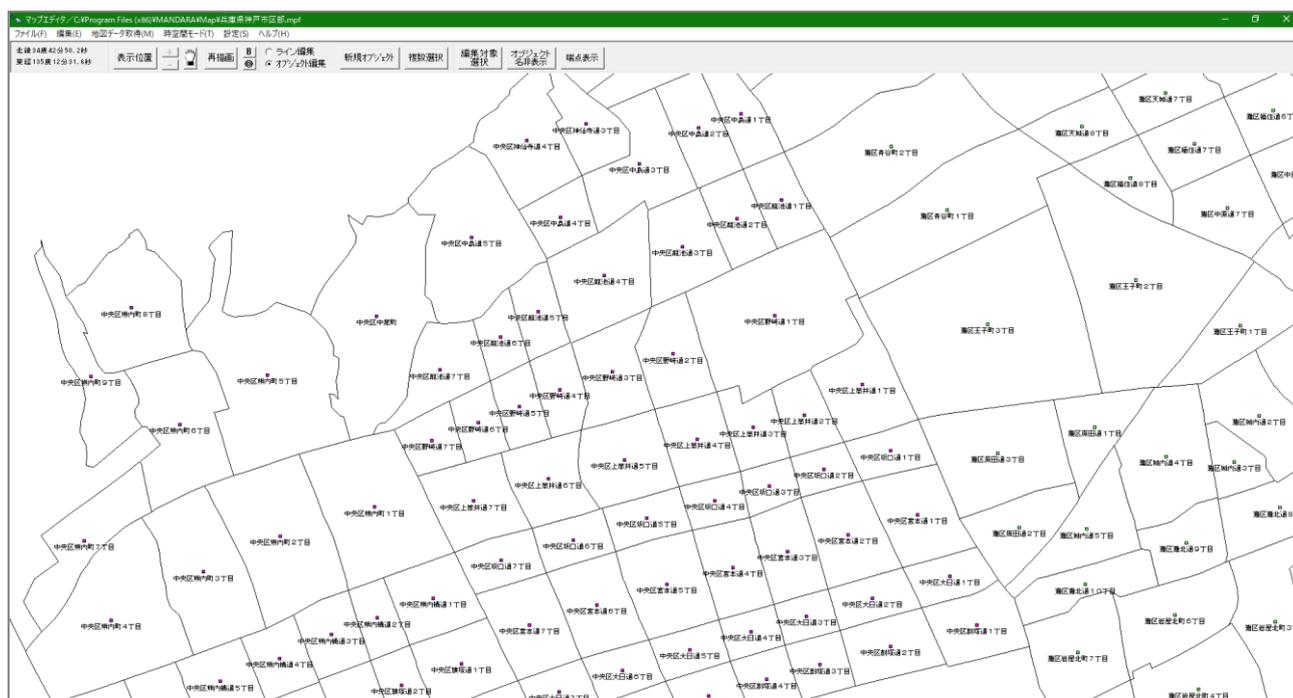


図 1 神戸市区部の BASEMAP（部分）

2.2 DATA BASE の作成

前掲の方法で作成した BASE MAP をもとに、エクセル上で「列」に町丁目名を、「行」に各年の人口を配した地理行列を作成し、必要に応じて、人口増減数、人口増減率等を算出した（図 2）。MANDARA では、このエクセルシートに、特定の TAG を指定することで直接 GIS にデータを読み込むことが可能であり、具体的には、1 行目の「MAP」タグで BASEMAP 名を、2 行目の「TITLE」タグで項目名を、3 行目の「UNIT」タグで単位を指定する。本 DATABASE から地図化をする際には、1) タグを含む全データ範囲を選択・コピー、2) スタートボタンから MANDARA を立ち上げ、3) 読み込まれたデータを操作画面の「描画開始」をクリックする 3 工程で、BASEMAP と DATABASE が自動結合され、地図が作成される（図 3）。

MAP	兵庫県神戸市東部											
TITLE	Population(95)Populati Aging rate (増減数(19 Population(95)Populati Aging rat											
UNIT	person	person	%	person	person	%	person	person	person	%		
MISSING	OFF											
5	須磨区衣掛町1丁目	27	5	18.5	1	0	0	-26				
6	須磨区衣掛町2丁目	367	59	16.1	236	39	16.5	-131	275	62	22	
7	須磨区衣掛町3丁目	292	30	10.3	167	20	12	-125	165	38	20	
8	須磨区衣掛町4丁目	351	55	15.7	427	70	16.4	76	366	63	17	
9	須磨区衣掛町5丁目	224	27	12.1	160	0	0	-64	156	27	17	
10	須磨区鞆町1丁目	70	13	18.6	70	5	7.1	0	78	11	14	
11	須磨区鞆町2丁目	307	38	12.7	181	26	14.4	-126	228	40	17	
12	須磨区鞆町3丁目	115	28	25.2	96	15	15.6	-19	137	20	14	
13	須磨区鞆町4丁目	227	74	32.6	124	39	31.5	-103	162	50	30	
14	須磨区鞆町5丁目	195	43	22.1	125	25	20	-70	254	33	1	
15	須磨区鞆町6丁目	308	32	9.8	211	15	7.1	-115	257	52	20	
16	須磨区一谷町1丁目	800	66	8.3	782	106	13.6	-18	793	139	17	
17	須磨区一谷町2丁目	630	87	13.8	462	79	17.1	-168	483	99	20	
18	須磨区一谷町3丁目	275	81	29.5	264	98	37.1	-11	234	110	4	
19	須磨区一谷町4丁目	278	39	14	184	0	0	-94	213	50	23	
20	須磨区一谷町5丁目				4	0	0	-4	16	5	31	

図2 エクセルで作成した地理行列

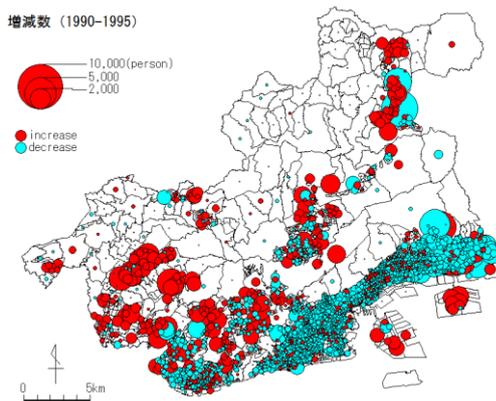


図3 MANDARA 操作画面

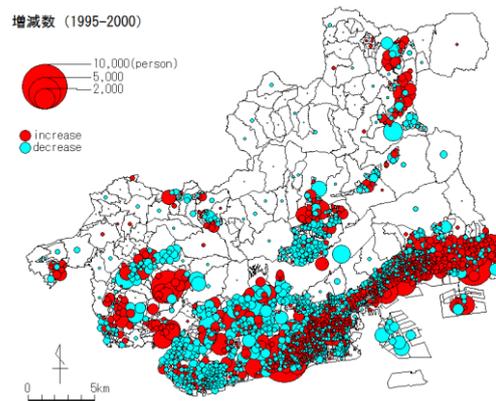
3. 地図作成・災害後の地域変化

3.1 人口増減の特徴

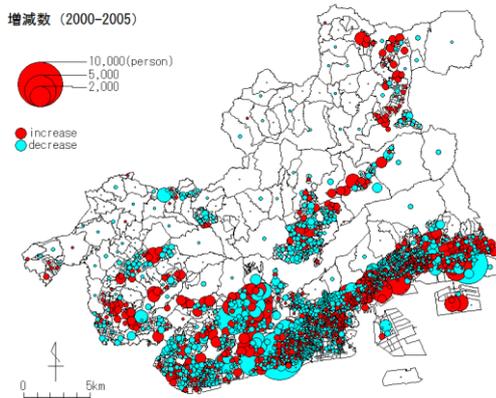
1990年と1995年の国勢調査データを比較し、発災前から、発災後にかけて人口変化を見ると、沿岸市街地のほとんどで人口減少がみられる一方、市西部および北区、西区において人口が増加している。



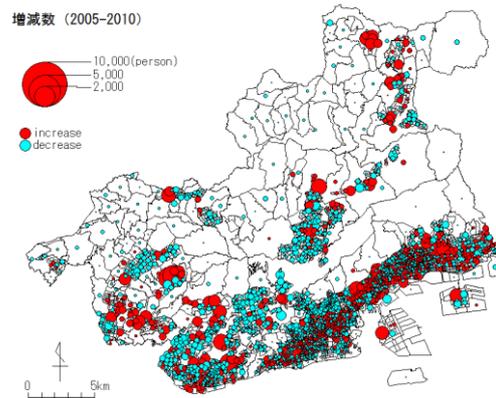
増減数 (1990年-1995年)



増減数 (1995年-2000年)



増減数 (2000年-2005年)



増減数 (2005年-2010年)

図4 兵庫県神戸市における町丁目単位の人口増減数

注) 国勢調査統計データによる同一町丁目の5年間における増減数

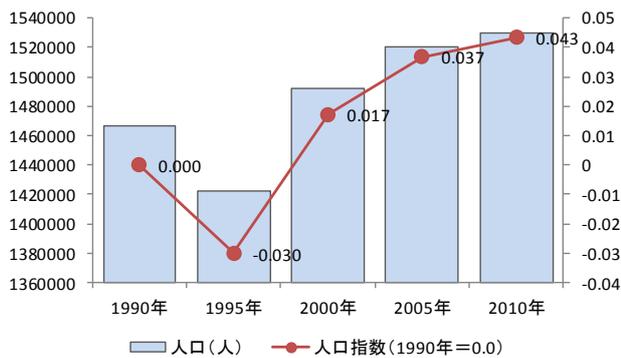


図5 神戸市の人口と人口指数の変動

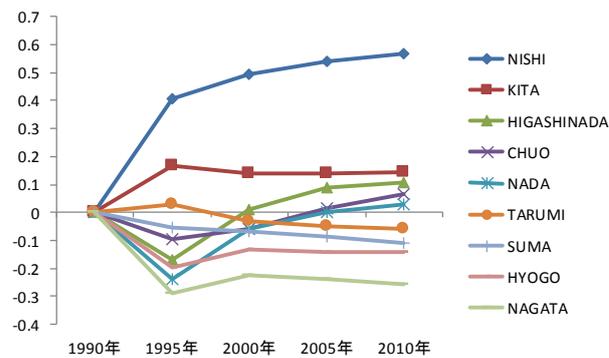


図6 区別の人口指数変動 (1990年=0)

る地域がみられる。これは、同時期に建設された大規模な仮設住宅入居者によるもののほか、新規宅地の開発による増加であり、その後、1995年から2000年にかけては、市域全体で人口が回復していることが看取できる(図4・図5)。しかし、発災前の1990年を基準年として区別の人口変動(増減率)を見ると、震災後に人口が減少した6区のうち、西部に位置する須磨区、兵庫区および長田区においては、2010年までにおいて人口の回復が依然見られないことが明示された(図6・図7)。

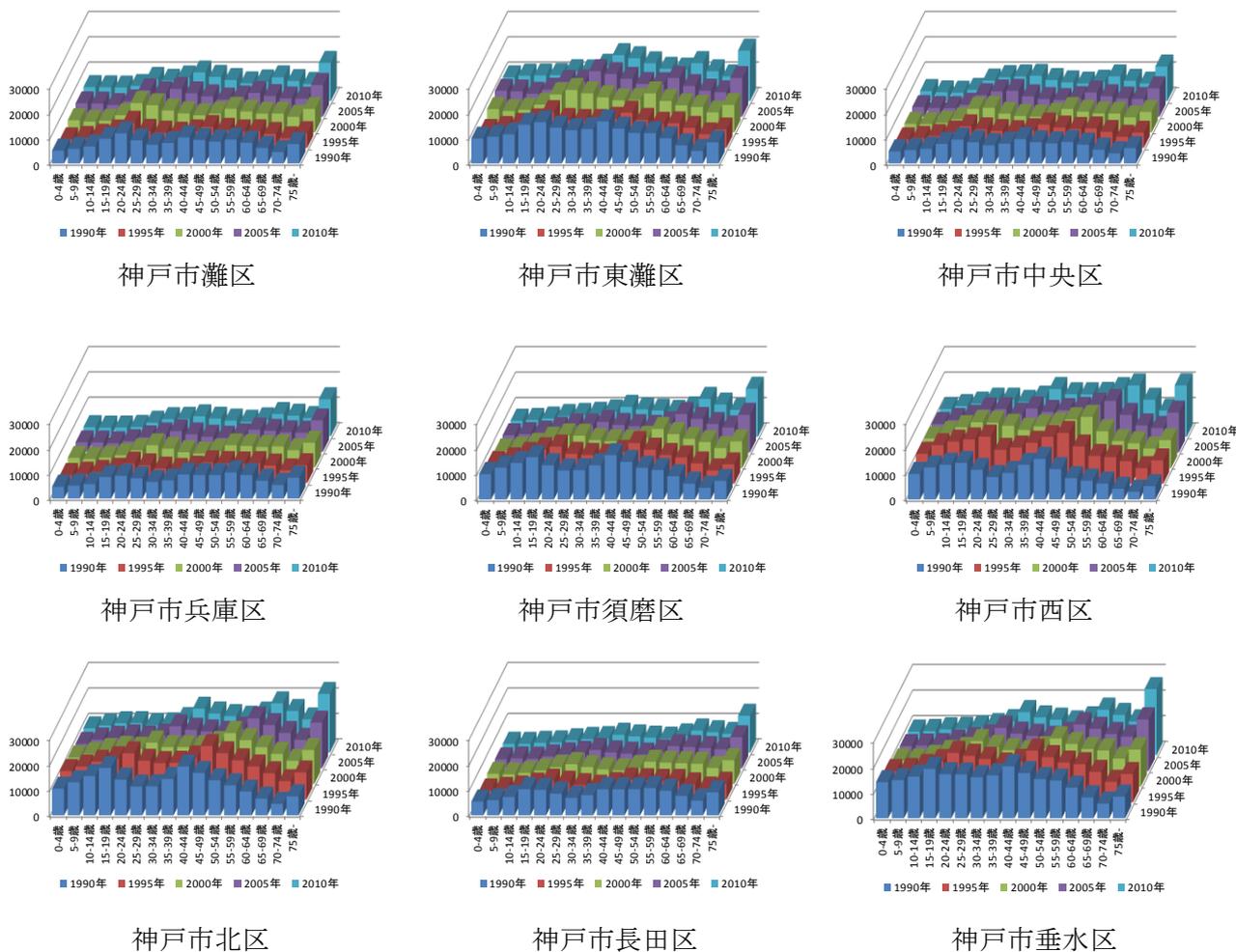


図7 神戸市区別の人口構成変動

3.2 高齢化率・地図作成上の学習留意点

当該町丁目の全体人口に占める 65 歳以上人口の割合をエクセル上で算出した結果を 1990 年から 2010 年の比較において示す (図 8)。本図より、全域において高齢化率が進行していることが地図上で可視化でき、被災地における長期支援対応の必要性が示唆された。本教材は、GIS の初学者においても比較的簡便にデータのハンドリングと、作図した地図からの理解・考察を可能にするため、人口量データを用いて作成しており、演習にあたっては、エクセルでの加減乗除の四則計算の方法も併せて学ぶことができるようあらかじめ教材の作成を行った。また、GIS を用いて地図を作図する際の留意点として、絶対量と相対量の表現方法についても理解の促進を図る取り組みを行った。地図による境界領域 (ポリゴン) は、地理上の面積を持つ範囲であることから、絶対量をコロプレスマップ (階

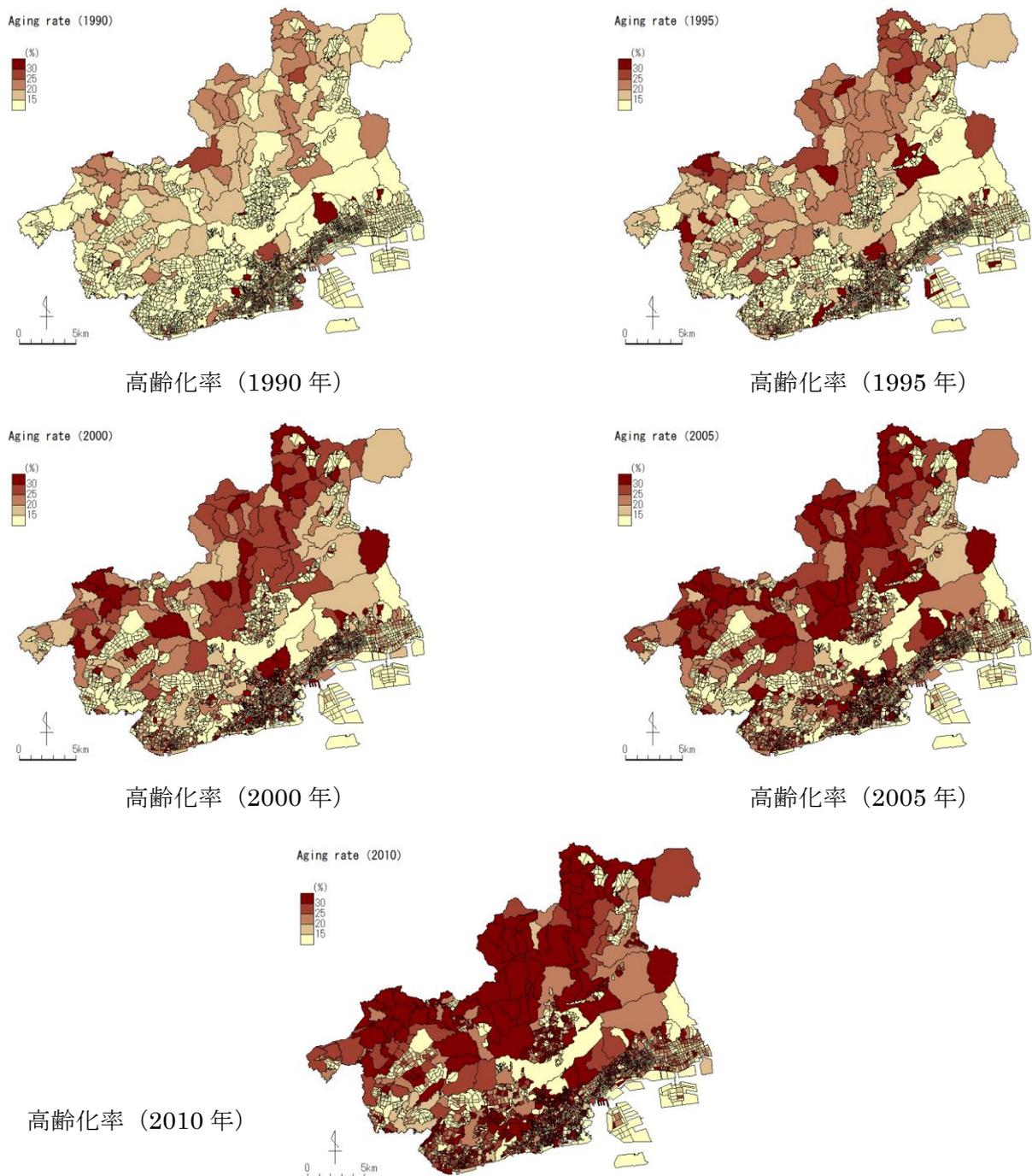
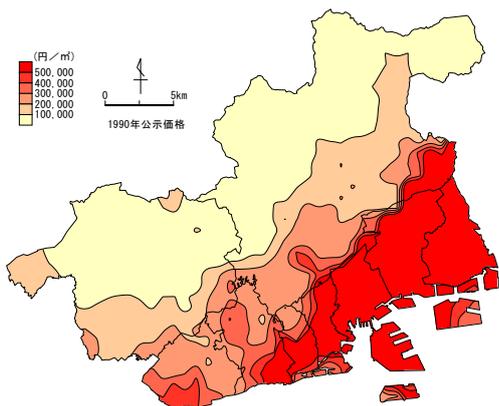
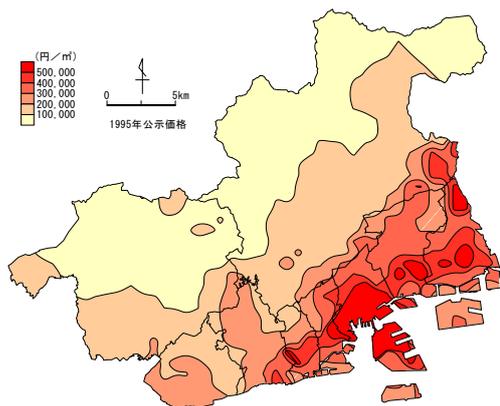


図 8 神戸市区部の高齢化変動

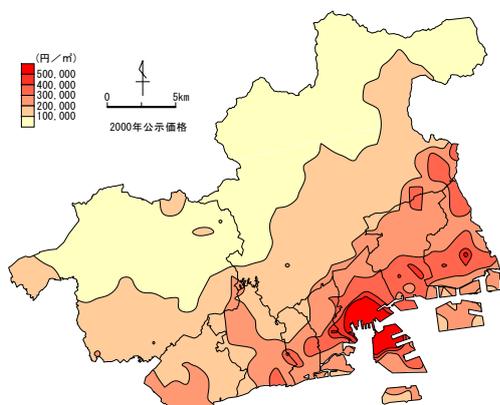
級地図) の色調で表現を行うと、領域の大小により視覚的誤認を生じる。そのため、量データについては円積等の記号の大きさで示す必要がある。一方、人口密度や高齢化率等の相対量の表現については、領域の塗り分けによる地図表現が適している。演習時には、相対量データと絶対量データの特徴を説明したうえで、GIS機能のひとつである「重ね合わせ」表現に関する操作演習を行ったほか、作成した地図を基に、受講者間で相互に議論と発表を行った。本研究で用いた無償GISソフトMANDARAは、「都道府県」および、「市区町村」境界のBASE MAPがあらかじめ同梱されており、後者においては合併時期を日付で指定することで領域の自動変更が可能である。演習時には、可能な限り操作の煩雑さを排除し、事前にエクセルで演習ファイルと解答ファイルを作成して受講生に配信し、事後においても独習できる取組みを行った。



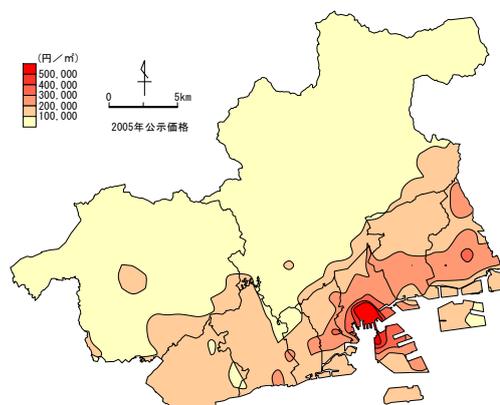
公示地価 (1990年)



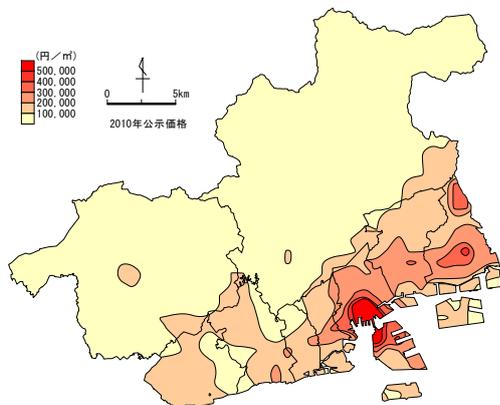
公示地価 (1995年)



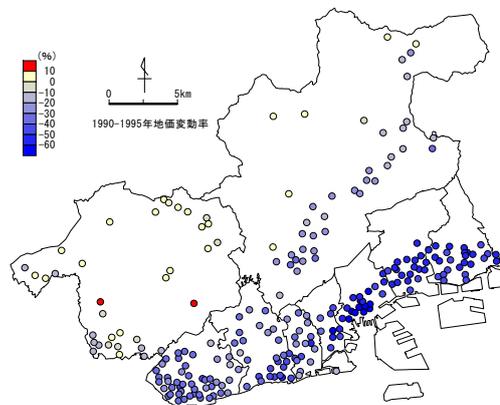
公示地価 (2000年)



公示地価 (2005年)



公示地価 (2010年)



地価変動率 (1990年～1995年)

図9 神戸市区部の公示地価変動 (1990年～2010年)

3.3 公示地価の変化の可視化・応用地図表現

GISを用いる利点のひとつに、位置情報を持つデータの可視化が挙げられ、施設配置等の検討において有用性を発揮する。本研究では、POINT データとして国土数値情報において公開されている公示地価データを用いて、神戸市での地価の変動を可視化する教材の作成と演習も併せて行った。公示地価は国交省により定められた地点における1平方メートル当たりの価格で示され、作図にあたってはこのポイント間を内挿する等値線で表現を行うことで、変動領域を可視化が可能である(図9)。本図より、地価の下落は震災影響のみではなく、同時期におけるバブル経済の破綻による影響も想定されるが、地価変動率や復興事業による要因の検討に向けた学習展開が可能である。

4. 教育実践と受講者評価

本研究では、作成した教材をもとに実際に、高校生、大学生および中・高等学校教員を対象に演習方式で実践し(写真1)、講義終了時に自由記述方式での受講評価シートを回収し課題の検討を行った。その結果、生徒・学生からは「自分で地図を作ることで初めて阪神・淡路大震災による地域の変化を理解することができた」(大学生)、「はじめは難しそうだったけど、案外簡単に作図ができて驚いた」(高校生)、「自分の住んでいる地域についても調べてみようと思う」(高校生)などの回答が得られたほか、教員からは「授業教材の作成ツールとして利用したい」(中学校社会科)、「導入コストがかからず、情報講義等で活用したい」(高等学校社会科)等の回答が得られた。



写真1 GIS演習の様子(学校職員向け・兵庫教育大学)

5. 小括

本研究で試行、実践したGIS利用の意義は、コンピュータの操作・技能習熟にとどまらず、「地理的見方・考え方」を習得させるための効果的な教材開発に資する点にある。被災地においては、発災後の時間経過により、その伝え方によっては経験が「風化」し、重要ではあるものの半ば定番化した「教訓」のみが残ることで、現代や将来を生きる世代に対する訴求力が低下することが想定される。今後においては、当該地域における社会・経済統計データの拡充による教材整備のほか、他の被災地域における教材の事例蓄積と教育展開を行っていくことが課題である。

6. 人と防災未来センター 企画展「減災インフォグラフィクス」展

ある事象の全体像を把握、理解できるよう「見える化」するための取組みの重要性は広く認知されている。本研究で行った阪神・淡路大震災以降の神戸市における社会・地域構造の時系列変化を、2018年3月6日から同年7月18日において、人と防災未来センターでの企画展「減災インフォグラフィ

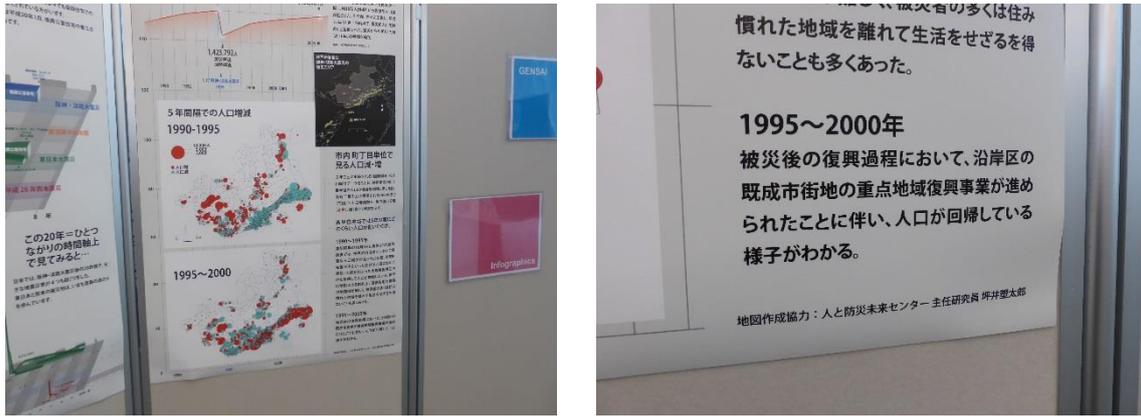


写真2 減災インフォグラフィクス展（人と防災未来センター）での展示

クス」において地図展示を行った（写真2）。

インフォグラフィクス（Infographics）とは、インフォメーション（情報）と、グラフィクス（図表・地図）を融合した造語であり、情報やデータを直感的に把握することが可能な伝達・教育・展示手法のひとつである。

7. オープンデータと GIS を用いた防災・減災教育のための教材作成と展開

本研究では、阪神・淡路大震災を「伝える」ためのツール・技術としての GIS での展開をその主眼としているが、次の災害に対して「備える」ための技法として、「地域を伝える地図化の技術」および「地図と地形で学ぶ地域のかたちと防災」をテーマに、オープンデータを用いて地域を「立体的」に伝える取り組みを行った。

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」の取り組みは、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・学を挙げた取り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实践できる「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、従来の取り組みに加え、簡便な操作・作業での導入が可能な「新たな技術」により、取り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り組みを基盤として、「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り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。

7.1 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、本取り組みでは、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3）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。



写真3 クロマディプス眼鏡
(株式会社 TEXNAI)

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ことはなく、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10）。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、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。

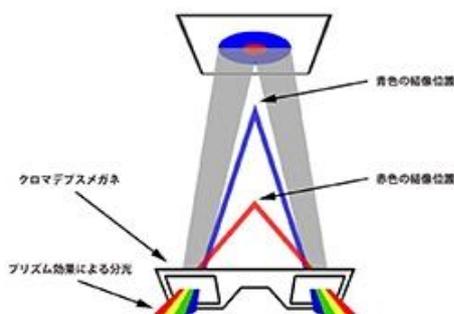


図10 クロマディプスの仕組みと色相

7.2 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を入手・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。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、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。

7.3 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 4）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 5）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



写真 4 スクリーンに映写した地形図の立体視

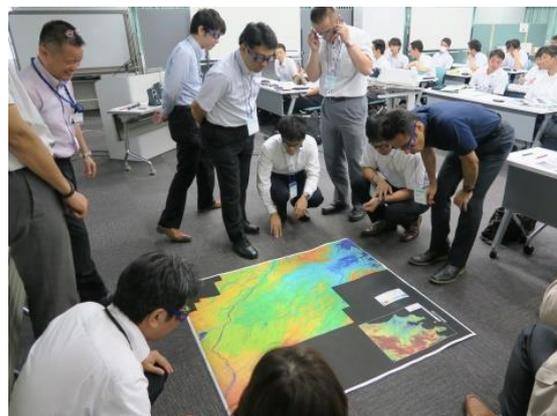


写真 5 床面に敷いた大判印刷地形図の立体視

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・大阪府四条畷市・消防局)などの評価が得られた。

8. 立体地形模型の作成と教育実践

8.1 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,その日常行動圏が限られることから,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11)
- 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12)。

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13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。



図11 基盤地図情報(10mメッシュ)取得用画面



図12 GIS/MANDARAによる等高線取得画面

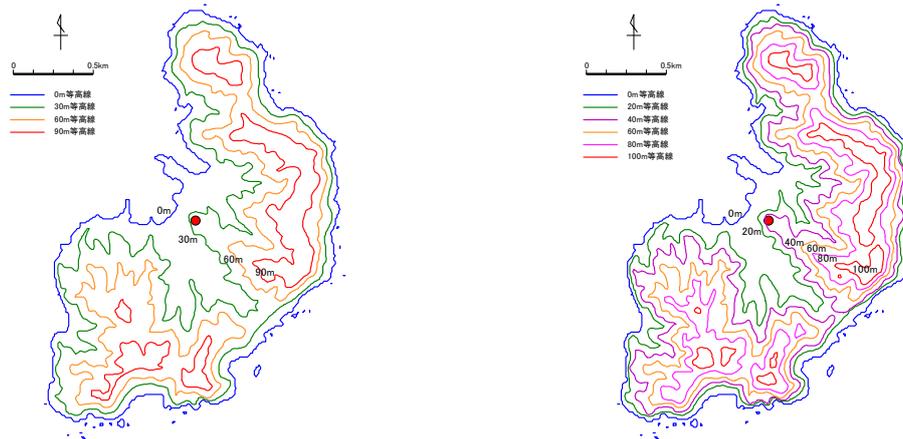


図 13 取得等高線間隔の違いによる地図（沼島） （左：低学年用，右：高学年用）

8.2 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 14 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段彩を行い、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 6・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 6・右，写真 7）。



写真 6 立体地形模型作成演習（兵庫県南あわじ市立沼島小学校）

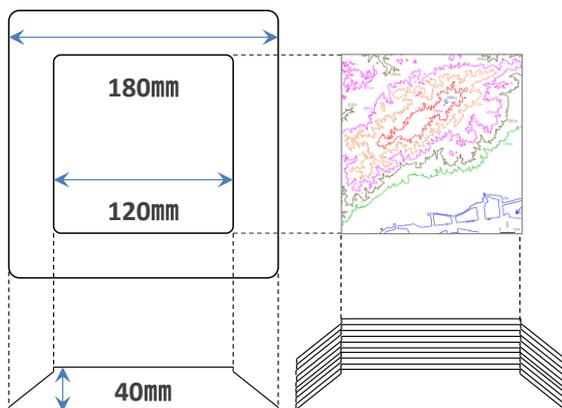


図 14 透明プラスチック容器平面図・立面図



写真 7 立体地形模型

8.3 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 15）の作成や旧版地形図、地質図（図 16）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、本手法において、他の事例として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。

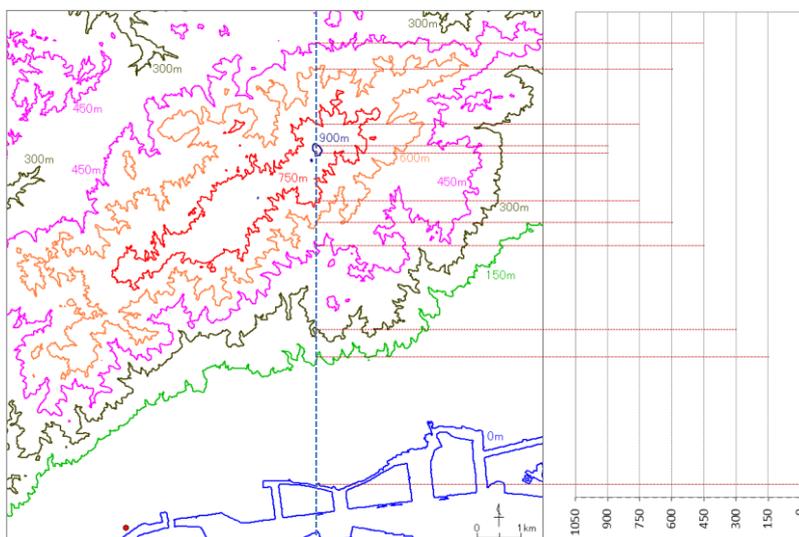


図 15 等高線と地形断面図の作成演習用資料
(兵庫県神戸市・六甲山)

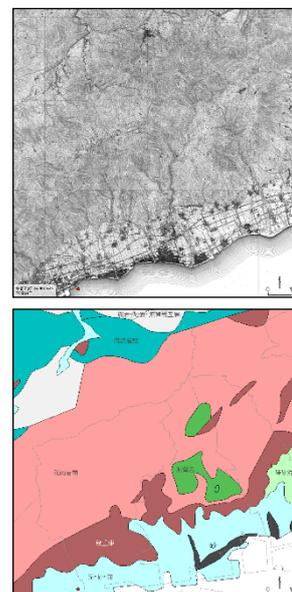


図 16 1892 年の旧版地形図と地質図
(兵庫県神戸市・六甲山)

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 8）。



写真 8 中国四川省防災教育フォーラムでの演習・実演

9. 小括

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・食品トレー）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。

10. 学校防災－離島・床面大判地図・立体視・展示－

兵庫県の淡路島南端、紀伊水道北西部にうかぶ離島「沼島(ぬしま)」は、面積 2.71km²、周囲 9.53km、最高地点は 117.2m、瀬戸内海国立公園の一部を成し、人口 473 人（2017 年 4 月末現在）が居住する南あわじ市に属する島嶼である。同島は、その立地上、近い将来の発生が想定されている南海トラフ巨大地震の発災時には、兵庫県下で最も早い津波の襲来が想定されている。島には、小学校と中学校

が 1 校ずつあるが、それぞれ全校生徒 10 名であり、複合学級方式で運営されている。

本取り組みでは、基盤地図データ（5メートルメッシュ標高）を用い、上述の手法を援用して、1 辺 2.5m の大判の標高地形図を作成して床敷を行い、さらに、これに厚手の透明ビニールシートを上掛けすることで、「地図の上に乗って地図を見る」ことができる取り組みを行った（図 17）。同地図は、学校玄関入り口の床面に設置することで、生徒自身にはもちろん、学校来訪者へも地域を伝え、学ぶ機会を提供すると同時に、地域の高低を平時からまなぶための契機とすることに留意した（写真 9）。

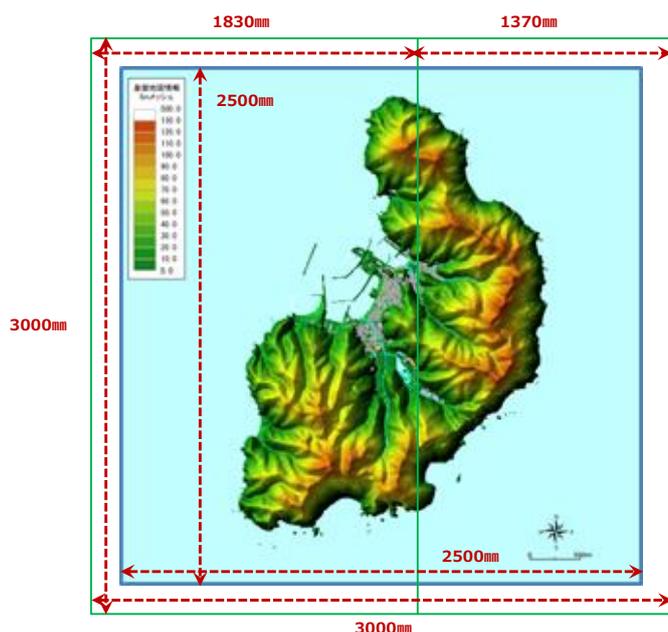


図 17 兵庫県南あわじ市・沼島の床面大判地図



写真9 兵庫県南あわじ市沼島小学校における床面大判地図の設置の様子

11. 結論と課題

本研究では、阪神・淡路大震災を事例として、GISを用いて「伝える」ための地理教育手法の開発と実践を行うと同時に、今後発災が想定される災害に対して「備える」ための教育方法として、立体的に地図を体感する手法の検討を行った。今後においては、実践の蓄積を図ると同時に、手法のマニュアル公開を含め、広く展開を図り、地域防災力の向上に寄与することができるものとしていくことが課題である。