名古屋地学 79 号，11–19 ページ（2017 年 3 月）
Nagoya Journal of Space and Earth Sciences, no. 79, pages 11–19, 2017

３Ｄ地図（アナグリフ地図）理科教材

3D maps (anaglyph maps) for science teaching material

三宅　明
Akira MIYAKE

愛知教育大学理科教育講座地学領域（akmiyake@auecc.aichi-edu.ac.jp）

キーワード：アナグリフ地図，3D，理科教材，流水の働き，土地のつくりと変化，大地の成り立ちと変化

１．はじめに

小学校理科の単元として，「流水の働き」（5 年生）と「土地のつくりと変化」（6 年生）がある。また中学校理科第二分野には「大地の成り立ちと変化」の単元がある。これらは文字通り我々の足元にある大地およびその構成物である地層や岩石の形成過程を扱っており，「身近な自然」を学ぶ単元であるといえる。

しかし，現代日本人は普段，これらの単元の対象である大地をはたして「身近な自然」として認識しているだろうか？我々は，洞穴ではなく快適な住居の中で生活し，外出時もたいていは人工的なコンクリートやアスファルトの上を歩く。風光明媚な景勝地で自然の造形美に感動することはあっても，日常的な生活空間では，大地の造形にあまり関心がないことが普通だと思われる。路傍に咲く花の美しさに足を止めることがあっても，道路の脇の崖に地層や岩石がたとえ露出していたとしても，その存在を気にも留めないのが平均的な日本人であろう。

それにもかかわらず，大地はときに，土砂災害や洪水，火山噴火，地震災害といった自然災害を発生させる。我々は災害時には否応なく，活動している大地の上に生活していることを実感する。上に挙げた大地に関係する単元の重要な目的のひとつは，「身近な自然」である大地を観察し，その形成過程を自然災害と結びつけて理解することにある。

そのためには，小学生・中学生にとって必ずしも「身近な自然」ではない大地を観察することから始めなければならないはずであり，実際に小学校および中学校の学習指導要領（文部科学省，2015a, b）には野外観察を行うことの記述がある。しかし実際には学校の近くに河川や地層の観察に適した場所がない，などの理由からそのような野外観察は実施されていないことが多い（たとえば，三次，2008）。

このことに加えて，これらの分野では大きな空間スケールと時間スケールでの現象を扱っているため，大地が経験する現象を直感的・俯瞰的に理解することが更に難しくなる。たとえば，学習指導要領に記されている砂場等での流水実験はリアルタイムで流水の働きによる現象（侵食，運搬，堆積）を目の当たりにすることができるので，きわめて有効であるが，広い地域に分布する河川や谷で実際に起きている現象とは，空間的にも時間的にもスケールが大きく異なるため，流水実験を河川や谷での現象に直感的に結びつけるのは容易ではない。同様に水槽等で行う堆積実験から，広大な土地の下に分布する地層の形成過程と拡がりを連想することも，それほど直感的なものではない。

以上で述べた困難を克服するためのひとつの方法は，広い範囲の土地の地形を立体的に見ることのできる地図教材を提供することである。「流水のはたらき」によって侵食地形や堆積平野が形成され，また「土地のつくりと変化」や「大地の成り立ちと変化」で扱う火山噴火や地震によっても特徴的な地形が形成される。立体地図の観察によって，大きなスケールの地形を身近なものとして実感し，そこで起きている現象を視覚的・直感的に理解する手助けになることが期待できる。

著者は，これまで赤とシアンのメガネを通してみると地形が立体的に見えるアナグリフ地図を自作のソフトウエアを用いて作製してきた。この立体地図教材は，大学の講義で使っているほか，いくつかの小学校にも提供し，そこでの授業等で使っていただいたことがある。アナグリフ地図は複数のホームページで取り上げられており，最近では特に国土地理院が，地理院地図（電子国土 Web: https://maps.gsi.go.jp）で日本列島の陸域を網羅するようにアナグリフ地図を公開している。しかし，それらのアナグリフ地図と比較しても，著者の作製したアナグリフ地図は目的に応じて最適な空間解像度で作製され，適切な陰影がつけられており，またアナグリフとして見やすい色が使用されているなど，優れた表現力を有していると，自負している。

なお，2 次元平面に描かれた立体地図として，千葉達朗氏が 2002 年に発明した赤色立体地図が有名である（たとえば，千葉ほか, 2007）。赤色立体地図は，メガネ等の補助具を必要とせず，微細な地形を立体的に表現できる，たいへん優れた地図である。しかし，地図内の離れた位置での高度を比較する場合，アナグリフ地図の方が高度の違いをより明瞭に認識できる。

本論はおもに 2 つの内容から構成される。前半はアナグリフ地図の原理や作製方法について解説する。後半では，作製したアナグリフ地図から読み取ることのできる情報が，小中学校の理科の内容とどのように関連しているのか，言及する。

2. アナグリフ地図の原理と作製方法

(1) 立体視の原理

アナグリフ地図について説明する前に，紙面やスクリーン等の 2 次元平面に描かれた画像であるにもかかわらず，両眼を使うことによって立体視できる原理を簡単に述べる。詳しくは，広内（2012）などを参照されたい。

我々が 3 次元空間にある物体を，両眼で視ることによって立体的に認識できるのは，6 cm 程度離れている左眼と右眼からの物体への方向（視線方向）が異なるためである。たとえば，図 1a において，眼の近くにある点 A は左眼と右眼で視線方向は大きく異なっているが，遠くにある点 B ではその違いが小さくなる。無限遠を視る場合は両眼からの視線方向は一致する。このように距離によって両眼での視線方向の違いが変化するため，3 次元世界を視たときに我々の網膜に映る像は左眼と右眼では異なったものになる。脳はこれら 2 つの異なった像を合成し，奥行きのある 3 次元像として認識する（Hubel and Wiesel, 1970）。

したがって，3 次元世界を左眼で視た像と右眼で視た像の両方が，1 枚の 2 次元平面（紙面やスクリーン）に描かれており，更に左眼用の像は左眼のみで，右眼用の像は右眼のみで見えるようになっていれば，その紙面等を見たとき，脳はあたかも 3 次元空間内の奥行きのある世界を見ているかのように錯覚する。たとえば，図 1b において紙面に左眼用の画像（点 A_L と点 B_L）を左眼のみで，右眼用の画像（点 A_R と点 B_R）を右眼のみで視ることができれば，両眼の網膜に映る像は，3 次元空間内の点 A と点 B を視た場合（図 1a）と同じものになる。以上のことより，紙面から h の高さに点 A を視るためには（図 1c 参照），紙面の左眼用および右眼用の点（A_L および A_R）をそれぞれ右左に Δ だけずらして描かなければならない。そのずれ Δ は，両眼の間隔を w（6.5 cm 程度），紙面から眼までの距離を d（たとえば 20 cm）としたとき，簡単な幾何学より，

$$\Delta = wh / (2d - 2h) \qquad (1)$$

によって求められる。よってある点を紙面からより高い（より大きい h の）位置に視るためには，紙面上の左眼用の点と右眼用の点を大きくずらす（Δ を大きくする）必要がある。一方，紙面より下方に（h が負となる）点を視るためには，左右の像のずれを逆転させる（Δ を負にする）必要がある。更に $h = 0$ のときは $\Delta = 0$ なので，紙面上の左右の像が一致しておれば，立体視したときその点は紙面の位置に視える。ここで重要なのは，2 次元平面上に描かれた左眼用の画像と右眼用の画像を，左眼と右眼で分離して視る必要があることである。その方法には様々なものがあるが，そのひとつがアナグリフである。

色は，赤色成分，緑色成分，青色成分の 3 つの成分（光の 3 原色）を合成することによって表現できるが，アナグリフでは，左眼用の画像として赤色成分を，右眼用の画像として緑＋青色成分を使用する。これら 2 つの画像を同一紙面に印刷し，専用のメガネ（左眼を赤フィルター，右眼をシアンフィルター）を通すことによって，左眼では赤フィルターによって緑＋青成分が遮断され左眼用の赤色成分の画像のみが見える。同様に，右眼ではシアンフィルターによって赤色成分が遮断され，右眼用の緑＋青色成分の画像のみが見える。脳はこれら 2 つの像から，3 次元像を復元するとともに，左眼の赤色成分と右眼の緑＋青色成分の合成によって色復元も行う。アナグリフでは，赤フィルターやシアンフィルターによって色成分を完全に遮断できないことがあるため，視える像にしばしばゴーストが生じる。また使用する色によって（特に原色に近い色，特に赤色）は，ちらつきが生ずることがある。このようにアナグリフで見ることのできる 3 次元像は必ずしも質の高いものではないが，安価なメガネで立体視できるため，多くの人数が気軽に利用できるのが最大の長所である。

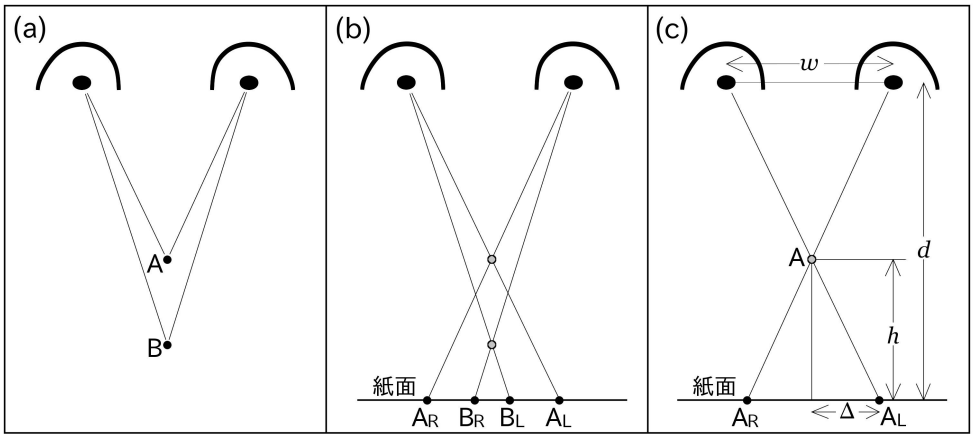


図 1　両眼視差による立体視の原理。
(a) 点 B より点 A の方が手前に見えるのは，A の方が両眼からの視線方向の違いが大きいためである。
(b) 左眼は紙面の A_L と B_L だけが見え，右眼は A_R と B_R だけが見えるなら，(a)と同様な高さに A と B が見えるはずである。
(c) A が h の高さに見えるためには，紙面には A_L と A_R がそれぞれ Δ だけ逆方向にずらした位置にある必要がある。

表 1　利用可能な数値標高モデル（DEM）。

名称	データ発行機関	メッシュ間隔（緯度，経度）	範囲
基盤地図情報（数値標高モデル）5mメッシュ標高	国土地理院	0.2秒	日本全国（陸域）部分的
基盤地図情報（数値標高モデル）10mメッシュ標高	国土地理院	0.4秒	日本全国（陸域）網羅
ASTER GDEM	経済産業省および NASA	1秒	全世界（陸域）北緯83°－南緯83°
SRTM 3	NASA	3秒	全世界（陸域）
SRTM 30_PLUS	Scripps Institution of Oceanography, University of California	30秒	全世界（陸域および海域）北緯81°－南緯81°
ETOPO 1	アメリカ海洋大気庁 (NOAA)	1分	全世界（陸域および海域）

(2) アナグリフ地図の作製

アナグリフ地図の作製に必要なのは，数値標高モデル（DEM: Digital Elevation Model）である。数値標高モデルとは，メッシュ状に等間隔に配置された標高値（もしくは海深値）のデータセットを意味し，地形の凹凸をデジタル化したものと考えることができる。

ここで，仮想的な上空の観測点から下方にある地形を眺めたとしよう。そして適当な高度基準面を考え，その基準面，地表地点および観測地点をそれぞれ図 1c の紙面，点 A および眼の高さに対応させよう。そのとき図 1c の h と d はそれぞれ，基準面からの地表地点の高度 H と観察地点の高度 D に対応する。このとき，

$$h = Hd / D \qquad (2)$$

の関係がある。式（2）は，仮想的な観察高度 D を大きくとればとるほど，h の変動は小さくなり，地表の凹凸がより緩やかに見えるアナグリフ地図が作製されることを意味する。したがって仮想観察高度 D はアナグリフ地図作製時の重要なパラメータである。

公開されている数値標高モデルの主なものを表 1 に示す。自作したソフトウエア（ggrid_relief）では，これらの数値標高モデルの中からひとつを選択し，そのデータを基礎に，緯度と経度の範囲を指定して，任意のサイズの用紙に適応するアナグリフ地図を作製する。今回示したアナグリフ地図（図 3, 4, 5）は A4 サイズであるが，A1 サイズ～B0 サイズのポスターに適応したアナグリフ地図も作製可能である。ポスターでは 1 m 程度離れたところから地図を眺めることになるので，式（1）の d を 100 cm 程度に設定してずらし量 Δ を計算する必要がある。

ggrid_relief（自作のソフトウエア）では，以下の手順でアナグリフ地図を作製する。ここでは三宅島の地図を例にして説明する（図 2）。

(i) あらかじめ，基準面の標高，仮想観察高度 D，両眼の間隔 w，紙面から眼までの距離 d を定めておく。図 2 では基準面の標高を海抜 0 m にとっている。また地表の標高に対応する色調（色相および彩度）を定めておく（図 2a）。ここで大きい彩度（鮮やかな色）は，前述したように，立体視時にちらつきの原因となるので，使わないようにする。

(ii) 数値標高モデルデータを読み取り，それらのデータの平均処理や補間処理によって，必要な空間解像度を満たす間隔での標高値を得る。それらの標高値から各地点（画素）ごとに，図 2a を参照して地表の色調を決定する。図 2b はそれらの色調で彩色した段彩図である。

(iii) 仮想的に地表を照明したときの，地点（画素）ごとの明るさ（明度）を標高データから計算し，その明度を図 2b の色調（色相および彩度）に加えて陰影段彩図を作製する（図 2c）。陰影をつける方法には様々なものがあるが，図 2c では，各地点を真上から照明したことを想定して陰影処理している。その場合，地表の傾斜が大きいほど暗い色になる。

(iv) 図 2c の各画素について，その地表地点高度 H と仮想的観察高度 D および紙面から眼までの高さ d を式（2）に代入して，紙面からの高さ h を計算する。その上で，d と h および w（両眼の幅）から式（1）によって Δ を求める。次に図 2c の画像を赤色成分と緑＋青色成分に分解し，画素ごとに赤色成分を Δ だけ右側にずらし，緑＋青色成分を左側にずらす。その結果が図 2d（赤色成分）と図 2e（緑＋青色成分）である。図 2d と 2e は色が違うだけで一見同じ画像のようにもみえるが，実際は標高によって位置がずれている。なおこの時点で，必要に応じて河川や湖沼の分布や地名等を，水平位置だけではなく高度も考慮した上で，2 つの画像に上書きする。

(v) 最終的に，ずらした赤色成分（図 2d）と緑＋青色成分（図 2e）を合成することによって，アナグリフ地図が完成する（図 2f）。

3. 理科教材としてのアナグリフ地図

本論では 3 枚のアナグリフ地図を示す（図 3, 4, 5）。いずれの地図も北を上側にして，右眼をシアン，左眼を赤のフィルターを通して立体視する。図 3 と図 4 は，国土地理院が発

行している基盤地図情報（数値標高モデル）10 m メッシュ標高を基礎に作製した。一方，図 5 は，数値標高モデルとして，陸域では NASA から発行された SRTM3 を，海域ではカリフォルニア大学 Scripps Institution of Oceanography から発行された SRTM30_PLUS を利用して作製した。

（1）愛知県周辺の地形（図 3）

日本列島のように変動の激しい地域では，平野地域と山地地域の区別が明瞭である。図 3 のアナグリフ地図を視ることによって，平坦な平野と比べて，山地は標高が高いだけではなく，きわめて凹凸に富んでいることがわかる。伊勢湾に注ぐ木曽川を下流から上流にさかのぼってゆくと，河口から犬山付近までは広大な濃尾平野をゆったり流れており，そこでは深い谷を刻んでいない。しかし犬山より上流では山地の中を流れるようになり恵那市の北方では渓谷が発達し（恵那峡），さらに上流では中央アルプスの西側で，もっと深い谷になっている（木曽谷）。山地では多くの支流が本流に合流し，さらにその支流やそのまた支流も含めると，山地では全域的に無数の谷が発達していることがわかる。このような谷地形が山地で見られる凹凸の主原因である。立体地図の観察によって，これらの谷が流水の働き（侵食）によって形成されたことは理解しやすいと思われる。そのような働き（侵食）は普段はほとんど進行しておらず，土砂災害が発生するような激しい降雨時に起きたはずである。しかし，1 度の土砂災害で地形はそれほど大きく変わるわけではない。図 3 で見られる山地の谷地形は，気が遠くなるような長い年月の間繰り返されてきた侵食作用の結果である。

長い年月をかけて山地が大きく侵食されたとすると，大量の土砂が発生したはずであり，それは河川の流れによって下流側へ運ばれ，低地に堆積されていなければならない。そのような堆積物は濃尾平野の地下に若い地層として厚く積み重なっていることがボーリング調査によって，明らかにされている（桑原，1968）。濃尾平野の上流側の山地を形成している土地の大部分は濃尾平野の地層より古い時代の地層や岩石（主に中生界）によって構成されている。そして多くの場合それらの古い地層は海成層である。このことから山地を作っている土地はかつて海底にあり，その土地全体が隆起したために山地になったと考えられる。一方，濃尾平野では大量の土砂の堆積が継続したにもかかわらず，現在も海抜 0 m 程度を保っている。これは濃尾平野が日本でも有数な沈降地域だからである。

図 3 からは地震によって形成された断層地形も観察できる。標高が急激に変化するような直線的な境界は，その段差が大きい場合，断層であることが多い。たとえば，濃尾平野の西側には養老山脈があり，その境界には活断層である養老断層が走っている。沈降している濃尾平野と隆起している養老山脈の境界に養老断層が存在するのである。地震によって養老山脈側が隆起し，濃尾平野側が沈降するような断層運動が生じたと推定される。養老山脈を構成している地質体（中生代に形成された美濃帯）と同様な地質体は，濃尾平野の西端では，約 2000 m より深い地下に分布し，それより浅い部分にはもっと若い地層がたまっている（桑原，1968）。養老山脈の標高は 1000 m 程度であり，したがって断層運動による垂直変位は 3000 m にもおよぶ。1 回の地震で発生する垂直変位はせいぜい 10 m 程度であり，このことから養老断層では 300 回以上もの地震が繰り返し発生したことがわかる。地震によって断層運動が生じると断層にそって岩石が破砕され，その部分がもろくなるため，その後も同じ場所で断層運動がおきやすくなり，繰り返し地震が起こることになる。養老断層以外にも，図 3 のアナグリフ地図をていねいに観察すれば，地震によって形成された段差のある境界（断層）がいくつも見つかるであろう。

このほか，図 3 の範囲には，直線状に谷が続く地形であるリニアメントが多く存在する。たとえば南アルプスのすぐ西側を幅の狭い谷が北北東–南南西の方向に 100 km 以上も連続するリニアメントがある。このリニアメントに沿って，日本でも有数な断層である中央構造線が走っている。断層にそって破砕された岩石が分布しているため，地表では侵食されやすくなり，断層にそって直線的な谷が形成されると考えられている。断層以外の原因で形成されるリニアメントも存在するが，図 3 を立体視した時に認められる明瞭なリニアメントの多くは，断層によるものである。

（2）富士山とそのまわりの山々（図 4）

図 4 では富士山および，その周囲の山々の地形を観察できる。

山は一般に，（i）隆起したため高くなった山と，（ii）火山噴出物が積み重なって高くなった山（いわゆる火山）の 2 種類に分類できる。富士山の西方，北方，および北東方には，それぞれ天守山地，御坂山地，丹沢山地が分布しているが，これらの山地を構成しているのは主に新第三紀の地層であり，これらの地層には海に生息していた生物の化石が含まれていたり，しばしば海底に噴出した証拠となる枕状溶岩が産する（たとえば，松田，2007）。したがって，これらの山脈は，海底にあった土地が隆起することによって形成されたと理解できる。一方，富士山，箱根山，愛鷹山は，山体が主に火山噴出物（溶岩，火山砕屑物）で構成されており，火山として形成された。

図 4 を観察すると，富士山以外の山々は，隆起して形成された山であっても火山であっても，山腹に多くの谷が発達している*。それに対して，富士山では概して谷の発達はあまり良くない。これは，富士山の噴火活動は約 10 万年前に始まったが，それ以降に噴出した新しい時代の火山噴出物によって山腹が次々に被われたせいで，ほとんど侵食されないまま現在に至ったからである。それに対して，周囲の山々は古い時代に形成されたため，現在に至るまで長い時間をかけて

＊ 箱根山はカルデラを形成しており，その外側の山腹では谷が発達しているのに対して，カルデラ内にはいくつかの中央火口丘が存在しており，そこでは谷の発達は弱い。このことはカルデラ内では溶岩や火山砕屑物の活発な噴出が比較的新しい時代まで続いたことを示す。箱根山は現在でも噴気活動が継続している。

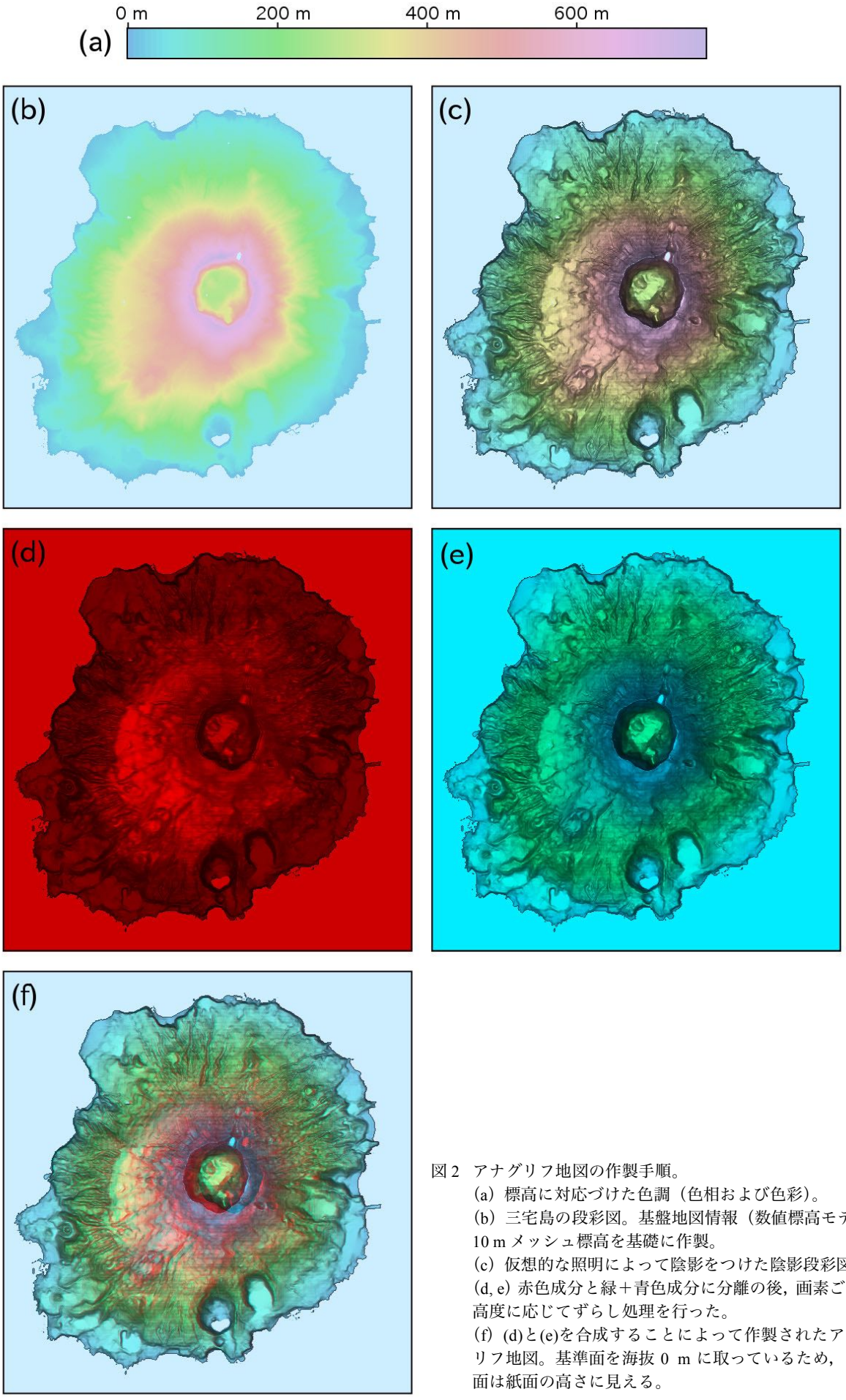


図 2　アナグリフ地図の作製手順。
(a) 標高に対応づけた色調（色相および色彩）。
(b) 三宅島の段彩図。基盤地図情報（数値標高モデル）10 m メッシュ標高を基礎に作製。
(c) 仮想的な照明によって陰影をつけた陰影段彩図。
(d, e) 赤色成分と緑＋青色成分に分離の後，画素ごとに高度に応じてずらし処理を行った。
(f) (d)と(e)を合成することによって作製されたアナグリフ地図。基準面を海抜 0 m に取っているため，海水面は紙面の高さに見える。

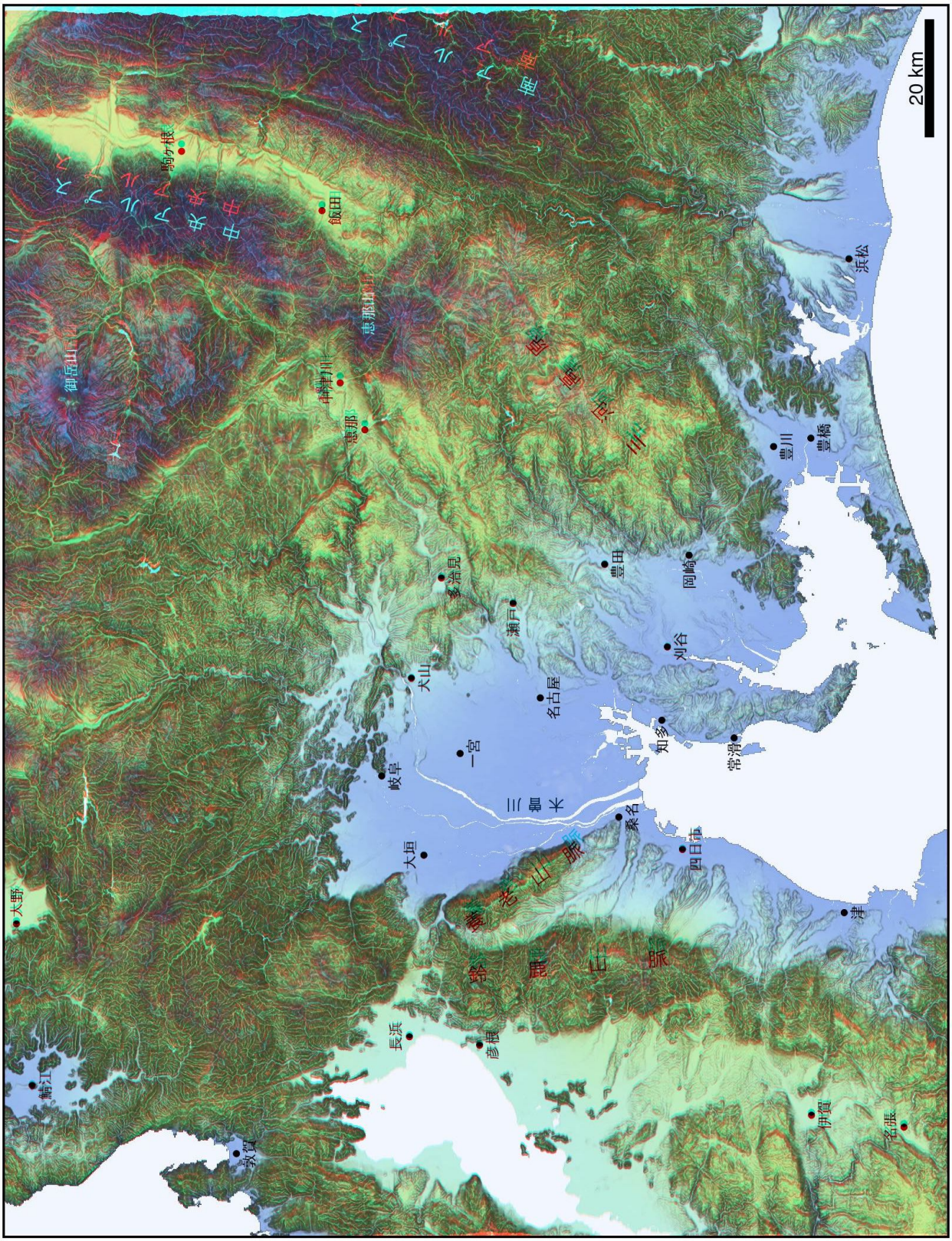


図 3　アナグリフ地図「愛知県周辺の地形」。

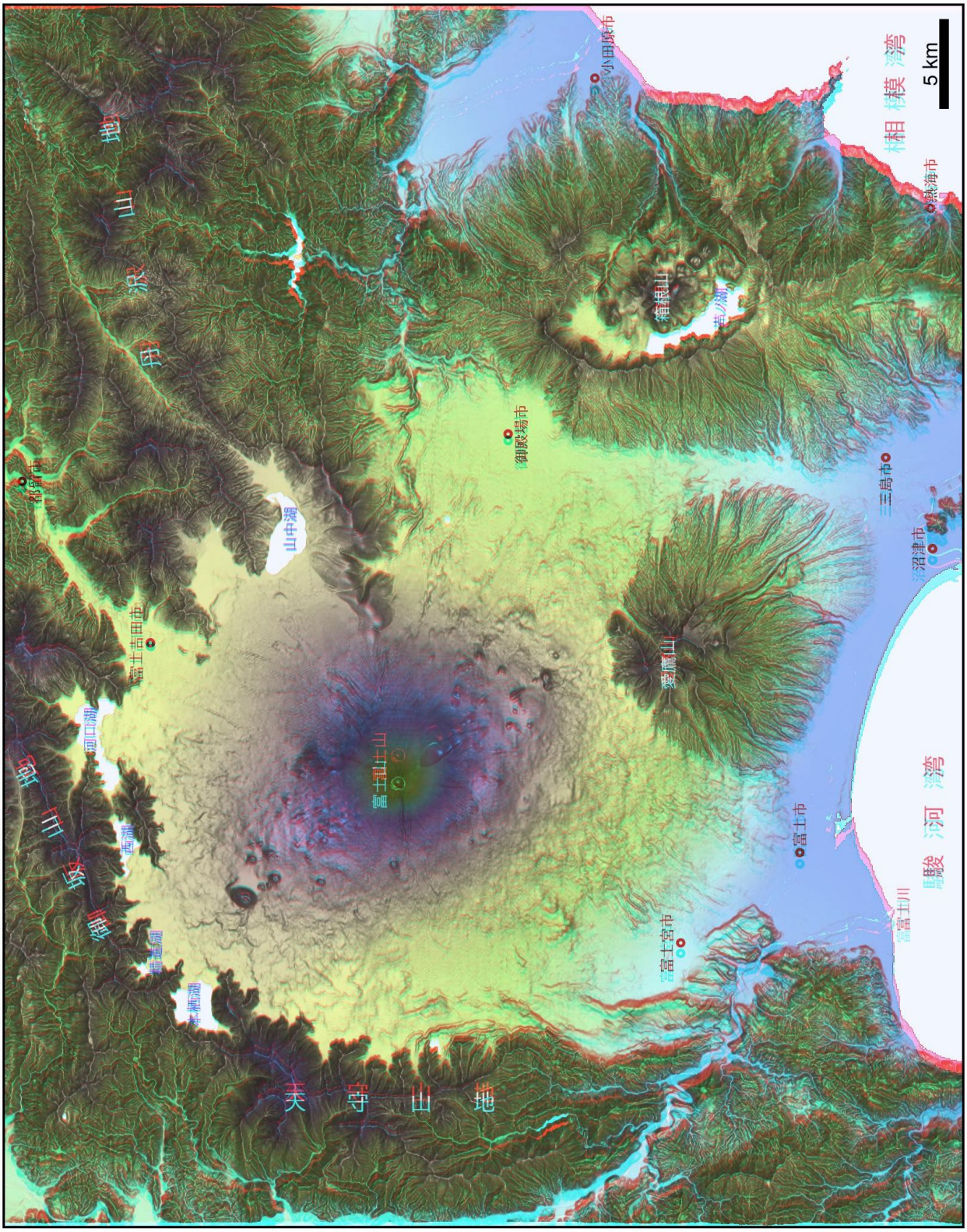


図 4　アナグリフ地図「富士山とそのまわりの山々」。

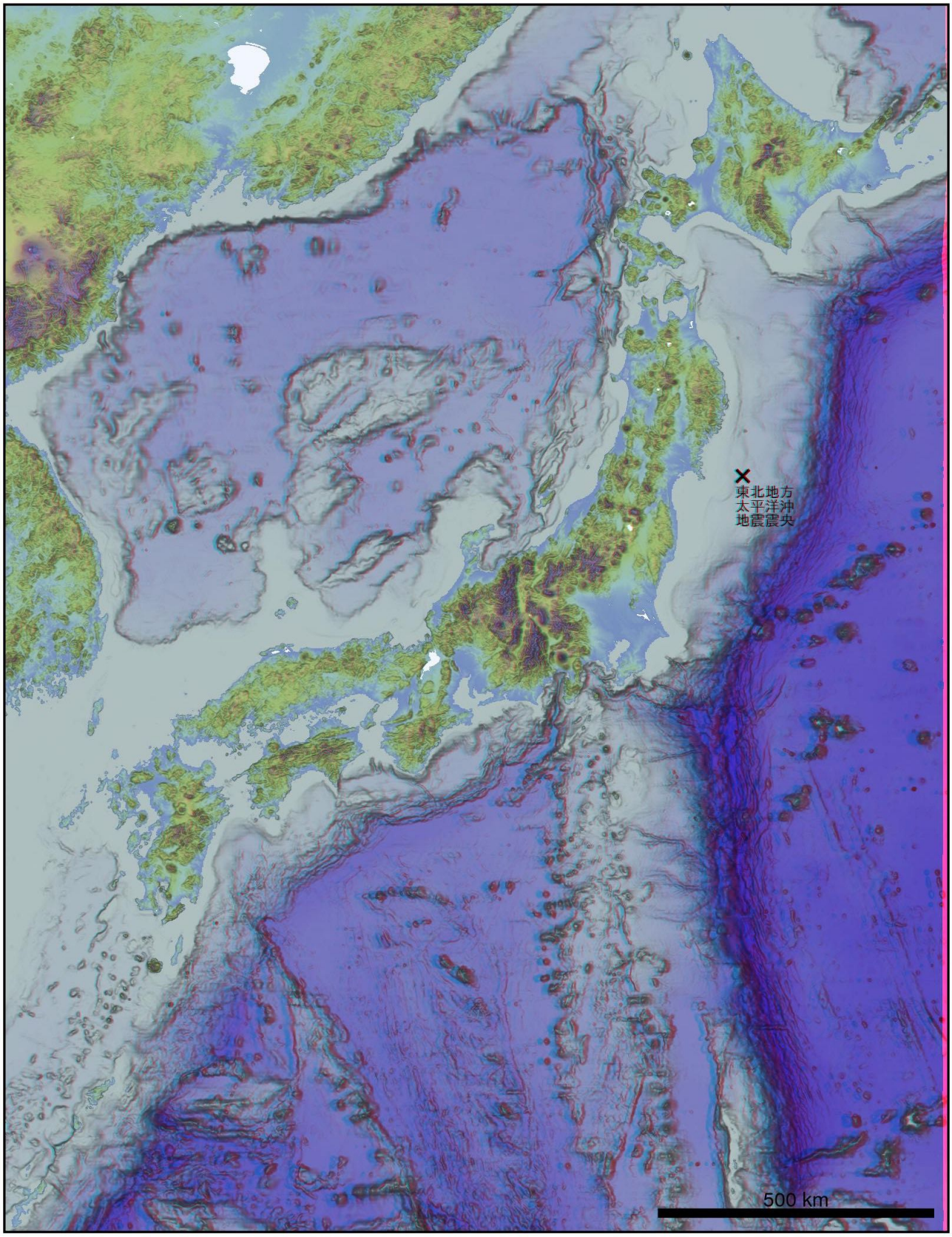


図 5　アナグリフ地図「日本列島周辺の海底の地形」。

侵食され，谷地形が発達した。

富士山では，侵食作用があまり進んでいないため，火山活動によって形成された地形がよく保存されている。富士山の山頂には直径が 700 m もある火口が存在し，ここから大量の火山噴出物を流出した。山腹にも多くの火口が存在する。その多くは割れ目噴火を起こした割れ目火口や火砕丘である。火砕丘は噴出した火砕物が火口の周囲に積もって形成される小さな円錐形の丘である。図 4 を立体視すると山頂火口の

主に北西側と南東側で多くの火砕丘を認めることができる。富士山の地質図（たとえば，高田ほか，2016）からは，様々な時期に山頂や山腹の火口から粘性の高い溶岩流が噴出して山腹を細長く垂れ下り，全体としては溶岩流が放射状にいく重にも積み重なった様子が見てとれる。それぞれの溶岩流の先端は多くの場合，山腹の裾野の途中で止まっている。このような溶岩流（特に途中で止まった先端部分）の地形は図 4 を立体視することによっても認められる。

約 2000 年前以降は山頂火口からの噴出は停止し，山腹の火口の活動のみとなった。富士山で最も新しい噴火は非常に爆発的なものであり，西暦 1707 年（江戸時代宝永年間）に発生した（宝永噴火）。図 4 を観察すると，山頂の南東側約 3 km 付近に山頂火口よりも大きな火口が認められるが，これが宝永噴火で形成された火口である。宝永噴火で生じた噴煙は成層圏にまで達し，偏西風によって東方に流され，江戸の町にも大量の火山灰が降った（宮地・小山，2007）。

（3）日本列島周辺の海底の地形（図 5）

中学校理科の「大地の成り立ちと変化」の単元では地震の原因をプレート運動と結びつけて理解することになっている。また，2011 年 3 月 11 日には海溝型地震である東北地方太平洋沖地震が発生し，甚大な被害を受けたこともあって，海溝型地震に対する国民の関心は高い。そのような意味でも，プレート境界である海溝やトラフを理解することは重要である。しかし海溝やトラフは海底にあることから，山や川をみるようには地形そのものを観察できない。したがって，海溝やトラフをアナグリフ地図で立体視することによって地形を実感することは有益であると思われる。

図 5 は，日本列島周辺の海底も含めたアナグリフ地図である。東北地方の東側には日本海溝が存在する。日本海溝は北海道の沖合で屈曲し千島海溝となる。図 5 には千島海溝の一部がみえている。一方日本海溝の南側は房総半島沖で屈曲し伊豆–小笠原海溝になる。また，日本海溝と伊豆–小笠原海溝の接合部から伊豆半島の東側のつけ根（相模湾）にかけて連続する谷状地形（海溝よりは浅い）が相模トラフであり，伊豆半島の西側のつけ根（駿河湾）から九州の東側沖合まで連続する谷状地形が南海トラフである。南海トラフは西端（九州の東側沖合）で屈曲するとともに深くなり，琉球海溝となる。千島海溝，日本海溝，伊豆–小笠原海溝の東側のプレートが太平洋プレートであり，伊豆–小笠原海溝，相模トラフ，南海トラフ，琉球海溝の南側のプレートがフィリッピン海プレートである。

東日本大震災を引き起こした東北地方太平洋沖地震は太平洋プレートが日本海溝から陸側のプレートに沈み込むことに関係して発生した。1923 年（大正時代）に関東大震災を引き起こした関東地震はフィリッピン海プレートが相模トラフからの陸側のプレートに沈み込みによって発生し，南海トラフでもフィリピン海プレートの沈みこみによって，太平洋戦争の終戦の直前（1944 年）と直後（1946 年）に，それぞれ東南海地震と南海地震が発生した。海溝型の M8 級の巨大地震は，100 年〜200 年程度の周期で繰り返し起こることが知られているが，その活動間隔はもっと短くなることもある。関東地震の発生からすでに 90 年以上が経過しており，また東南海地震と南海地震からは 70 年以上が経過している。特に南海トラフでの沈みこみによる巨大地震は近い将来必ず起こると予想されているため，家庭でも自治体でも学校でも万全の準備をしておく必要がある。

4. おわりに

今回は，3 枚のアナグリフ地図を示し，小中学校の理科の内容と結びつけて，簡単な解説を行った。表 1 に示すように，アナグリフ地図作製のために必要な数値標高モデルデータは，分解能を問題にしなければ，地球全域にわたり存在する。したがって世界のどこの地域においてもアナグリフ地図を作製できる。実際に著者はこれまで，日本の地域を中心にアナグリフ地図を数多く作成してきた。今後は，名古屋地学会のホームページ（http://www.chigaku.com/）に，作成したアナグリフ地図を，今回示したものも含めて公開してゆく予定である。アナグリフ地図はディスプレイに表示して視ると，明るく，ゴーストも少なくなり，細部まではっきり見えるため，紙面に印刷されたものよりはるかに良い。

5. 文 献

千葉達朗・鈴木雄介・平松孝晋, 2007, 地形表現手法の諸問題と赤色立体地図. 地図, **45**, 27–36.

広内哲夫, 2012, 立体視の原理と 3D 技術への応用. 情報システム学会誌, **8**, 5–16.

Hubel, D.H and Wiesel, T.N., 1970, Stereoscopic vision in macaque monkey: cells sensitive to binocular depth in area 18 of the macaque monkey cortex. *Nature*, **225**, 41–42.

桑原　徹, 1968, 濃尾盆地と傾動地塊運動. 第四紀研究, **7**, 235–247.

松田時彦, 2007, 富士山の基盤の地質と地史. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道（編），富士火山. 山梨県環境科学研究所, 45–57.

三次徳二, 2008, 小・中学校理科における地層の野外観察の実態. 地質学雑誌, **114**, 149–156.

宮地直道・小山真人, 2007, 富士火山 1707 年噴火（宝永噴火）についての最近の研究成果. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道（編），富士火山. 山梨県環境科学研究所, 339–348.

文部科学省, 2015a, 小学校学習指導要領（平成 20 年告示，平成 27 年一部改正）. 108p.

文部科学省, 2015b, 中学校学習指導要領（平成 20 年告示，平成 27 年一部改正）. 110p.

高田　亮・山元孝広・石塚吉浩・中野　俊, 2016, 富士火山地質図（第 2 版）. 特殊地質図 12, 産総研地質調査総合センター, 56p.