

中学校理科における「20万分の1日本シームレス地質図」を活用した学習

*川村 寿郎 ・ **高橋 知美

Utilization of the Seamless digital geological map of Japan for the science study
of junior-high school.

KAWAMURA Toshio and TAKAHASHI Tomomi

Abstract

The Seamless digital geological map of Japan 1: 200,000 (SDGM) is released on the internet as one of national land information by the Geological Survey of Japan, AIST. We utilize SDGM as the teaching material for the science of junior-high school. SDGM is effective for students to know uneven or regular distributions of geological units, relationship between topography and geology in regional and local scale, Quaternary volcanoes related with lithology, geographical lineaments with active faults, and ground characteristics of alluvial coastal plane at the earthquake time. In addition to those basic learnings, SDGM is useful to compare the geology of different area in an extensive learning. Practically, after comparisons and correlations between individual constitution of the local geological units in Sendai and Hirosaki using SDGM, the students can understand the historical formation of each local ground by means of arrangements of geological units along the time scale.

Key words : study of geology (地学学習)
geological map (地質図)
geological information (地質情報)
formation of ground (大地の成り立ち)
school science material (理科教材)

1. はじめに

学校教育では、ある主題や対象に沿った地図である主題図が、特に社会や理科の学習の中で多く取り扱われている。近年、国土地理院をはじめとする各省庁や研究機関からは、日本全体の様々な主題図がホームページ上で情報公開されるようになった。学校教育現場での情報機器の整備にともない、目的とする主題図を閲覧することによって、これまでの印刷された図より

りもはるかに情報量が多く、しかも容易に、学習内容として利用することが可能となった。理科の学習の中で取り扱われる主題図の例として地質図があり、高等学校「地学」の中で取り扱われている。日本全体の地質図は、各教科書や副読本にカラーで掲載されており、それによって日本列島における地質分布の概要を知ることができる。また、ある地域の細部の地質についてはこれまで、国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センターから発行されている20万分の

* 理科教育講座

** 附属中学校

1あるいは5万分の1の地質図（地質図幅）を見て知ることになる。しかしながら、地質図の見方や使い方は、高等学校地学の学習内容以上の基礎知識が必要であり（小玉ほか、2004；脇田・井上編、2006）、かなり専門性が高い。そのため、中学校理科では、地質図を理解できる教師が地域地質の教材資料として扱う例はあるものの、一般的に取り扱われることはほとんどなかった。

地質調査総合センターでは、2006年から「20万分の1日本シームレス地質図」（以下、図脚注を含めて、シームレス地質図と記す）をWEB公開している。これは日本全土を統一的区分の地質単元で色分けされ、かつ各地質単元の内容がすぐに表示されるので、対象地域の地質を容易に知ることができる。表示される地質単元の内容も、中学校理科第2分野の学習内容でも理解できることから、十分利用する価値があるとみられる。

本研究では、中学校理科ではまだあまり利用されていないシームレス地質図を使った学習展開を実践的に検討する。宮城教育大学附属中学校での授業実践をふまえて、シームレス地質図の特徴をいかしたさまざまな活用方法について、東北地方を例にして企図してみる。

2. シームレス地質図について

シームレス地質図は、20万分の1縮尺で作成された各区域の地質図の間で必ずしも合致しない地質境界や地質構造をつなげ、日本全土で共通した地質区分単元の凡例で塗色される。地質図はズームして見ることができ、精度として基本版と詳細版のいずれかを選択する。2015年時点で公開されているシームレス地質図（<https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>）では、背景地図として国土地理院の標準地図、航空写真、陰影図などを選択し、地質図の透明度を調整して重ね合わせて表示できる。地質単元は年代と岩石種をもとにして区分されており、地質図上ではカーソルの位置（緯度・経度表示）の地質単元について、地質時代と岩質・岩相（例えば、後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ苦鉄質火山岩類）と併記して、さらに分かり易い数値年代と地層・岩石（例えば、約700万年前～170万年前に噴火した火山の

岩石（安山岩・玄武岩類）の情報が表記される。地質単元は対象ごとに選択して表示でき、第四紀火山と活断層については地質図上に重ねて表示もできる。表示された地質図画像は、そのまま保存が可能である。

シームレス地質図は年々改良が加えられ、2015年時点では、仮想3D表示も一部可能となっている。また、シームレス地質図と合わせて、地質調査総合センターから公開されている「地質図Navi」（<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>）によってさらに詳しい地質情報を得ることができる。「地質図Navi」では、シームレス地質図の上に、これまで刊行された地質図幅やさまざまな主題の地質図を重ね合わせて表示できる。

3. 学習項目に則した活用

中学校学習指導要領（文部科学省、2008）理科第2分野「（2）大地の成り立ちと変化」（以下、学習指導要領と記す）の学習内容として含まれる事項に則して、シームレス地質図の活用を検討する。ここでは、仙台地域に見られる地質事象に基づいた展開方法を考える。

1) 火山の形と岩石の種類

学習指導要領の中の「ア 火山と地震（ア）火山活動と火成岩」の項では、火山について、形とマグマの

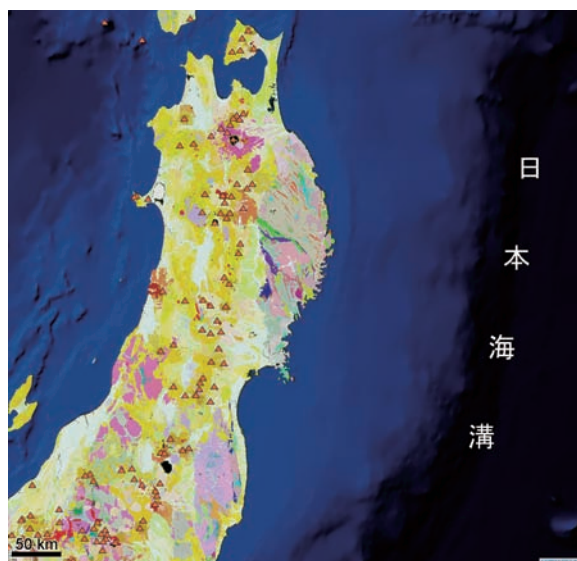


図1 東北地方のシームレス地質図

詳細版、不透明度80%、第四紀火山（△印）表示。背景地図は航空写真（Open Aerial Tiles）。

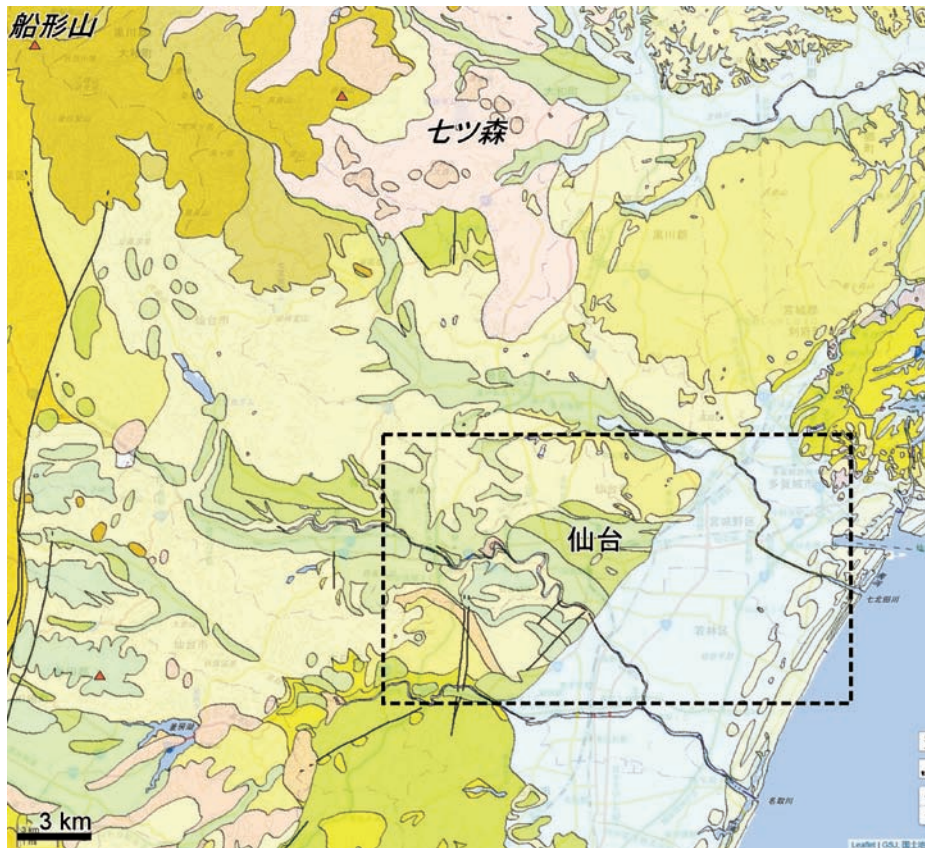


図2 仙台周辺地域のシームレス地質図
詳細版、不透明度80%、第四紀火山(△)表示。背景地図は標準地図(国土地理院)。破線枠は図3の範囲。

粘性、および岩石種を取り扱うことになっている。仙台周辺では、第四紀火山として、比較的なだらかな形の船形山が北西方に、ドーム型の形の七ツ森が北方にそれぞれ眺めることができる(図4)。これらの2つの火山の景観を見た後、両火山の岩石がどのような岩石種であるか、シームレス地質図(図2)を使って調べる。シームレス地質図では、泉ヶ岳を含む船形山連

山は「#1020 約170万年前～70万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類)」、一方の七ツ森は「#825 約700万年前～170万年前に噴火した火山の岩石(デイサイト・流紋岩類)」とそれぞれ内容が表示される。これによって、形と岩石種の違いを知ることができる。



図3 仙台市街地域のシームレス地質図
詳細版、不透明度80%、活断層(赤い線)表示。背景地図は標準地図(国土地理院)。断層境界線と凡例番号を表示。



図4 仙台市内から見た船形山・セツ森の景観 2015年2月に宮城県庁18階より北西方面を撮影。

2) 台地の形成

学習指導要領の中の「イ 地層の重なりと過去の様子」の項では、小学校理科で学習した水の働きなどをふまえて、地層観察を行い地層の成り方を考えることとなっている。仙台市街地周辺では、広瀬川流域で河岸段丘がよく発達しており、空中写真や陰影図を利用することで地域全体の段丘地形の概観を知ることができる。ここでは段丘面がどのようにしてできたのか、シームレス地質図(図3)を使って調べる。シームレス地質図では、仙台市街地には、高位から「#24 川沿いのかなり高い所に分布している約70万年前～15万年前に形成された段丘層」、「#23 川沿いのやや高い所に分布している約15万年前～7万年前に形成された段丘層」、「#22 川沿いの低地に分布している約7万年前～1万8000年前に形成された段丘層」と表示される。これによって、高位の段丘ほど古くに形成されたことを知ることができる。

3) 平野の地盤

学習指導要領の中の「ア 火山と地震 (イ) 地震の伝わり方と地球内部の働き」の項に関連して、地震の体

験や記録資料を基に、揺れの大きさの規則性に気付くこととなっている。地震の揺れの大きさは震源からの距離ばかりでなく、土地の地盤の強度にもよることを、シームレス地質図(図3)を使って知る。仙台地域では、北西部の丘陵台地よりも南東部の宮城野平野の方が揺れが大きいことは、これまでの地震記録や体験からわかっている。シームレス地質図では、平野部は「#10 約1万8000年前～現在までに形成された最も新しい時代の地層」と表示される沖積層であることから、年代の新しい地層の方が揺れが大きいものと理解できる。さらに学習指導要領では、地震にともなう土地の変化について取り扱うこととされており、それに関連して液状化が全ての教科書で取り上げられている。これまでの震災資料などと照合すれば、液状化のほとんどが平野部の地層で発生していることも知ることができる。

4. 基礎資料としての活用

シームレス地質図では、日本全土から局所地域ま

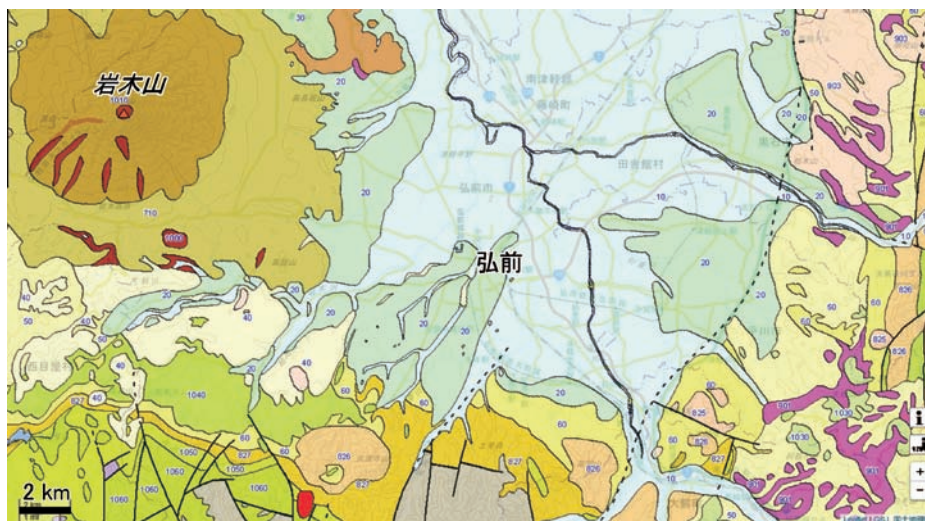


図5 弘前地域のシームレス地質図

詳細版、不透明度80%、第四紀火山(△)表示。背景地図は標準地図(国土地理院)。断層境界線と凡例番号を表示。

での地質・地形をズームで見ることができる。そうした特性を活かして、さまざまな地質事象を読み取って理解する学習の展開方法を考える。ここでは中学校理科の学習内容をふまえた発展的な学習とする。

1) 火山の帯状分布

シームレス地質図（背景地図として航空写真）に表示される第四紀火山の分布が東北地方では南北に線状に並ぶ（火山前線）ことに気付かせ（図1）、大地形としての火山と日本海溝の平行な配列を理解する。これは学習指導要領で取り扱う地下でのプレートの動きと関連づけられる。

2) 地質分布の偏り

シームレス地質図で東北地方の地質を概観すると、太平洋側の地域（おもに北上・阿武隈両山地）と奥羽山脈～日本海側の地域では、塗色される地質単位が大きく異なることがすぐわかる（図2）。説明表示でそれぞれの年代や岩石の違いを知ること、地質の地域性と分布の偏りを理解する。また、山地（～丘陵）の地域と平野（～盆地）の地域の地質（特に年代）の違いを理解する。

3) 中地形と地質との関係

シームレス地質図では、背景地図として空中写真や陰影図でさまざまな数10 km～数kmの中～小地形を見ることができる。そうした中から、直線の高まりや円状凹地を抽出して、地質との関係を知る。宮城県内では、前者の例として、阿武隈山地東縁から岩沼市

周辺まで南北に直線的に続く高まりと活断層（双葉断層）の存在と周囲と大きく異なる地質単位（変成岩や花崗閃緑岩）の分布、仙台地域における台地－平野部での北東－南西方向の直線的起伏の違いと活断層（長町－利府線断層）の存在、などがあげられる。また後者の例では、鬼首・鳴子・赤倉などのカルデラと第四紀火山の存在や、北上山地千厩周辺の楕円状の起伏と白亜紀花崗岩の分布などがあげられる。いずれもシームレス地質図上で背景地質と不透明度を上げた地質図の設定操作で表示され、火山や活断層についてはデータベースのサイトからさらに詳細な情報も得られる。

上述のほかに、内陸盆地の縁辺における断層（多くは活断層）の存在、褶曲によってわん曲した地層の分布、横ずれ断層による地質単位の変位などを知ることとも可能である。

5. 大地の成り立ちを考える活用

学習指導要領では、火山や地震の活動および地層・岩石・地質構造・地形などの事象を理解し、それらのでき方や過去の様子を考察して、大地の成り立ちと変化について認識を深めることがねらいとされる。シームレス地質図では、地質単位や火山・活断層などの平面的な分布は表示されるが、断面図は示されないため、各地質単位どうしの立体的な分布や配置について直接知ることはできない。そこで各地質単位について

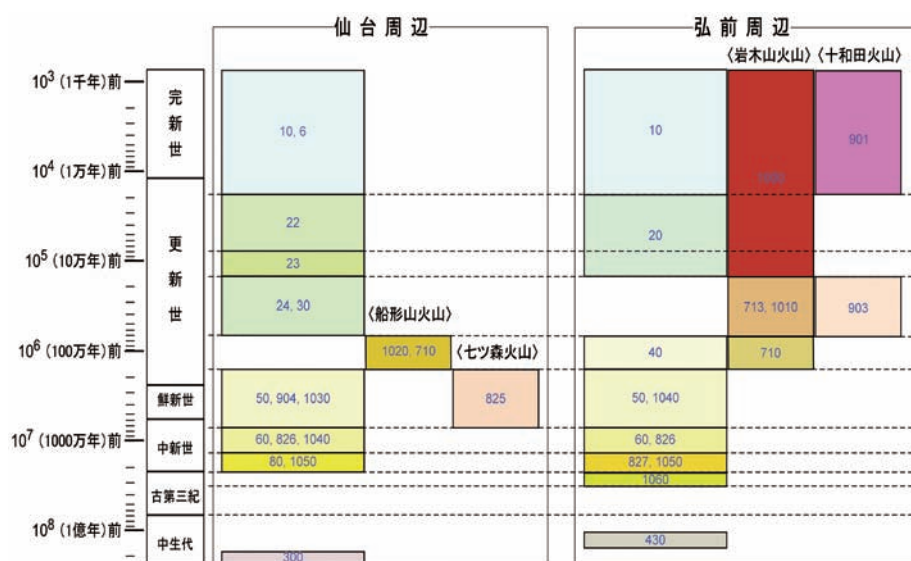


図6 仙台仙台周辺地域と弘前周辺地域の地質構成の比較

図2と図5に表示される地質単位（一部除外）を年代区分に基づいて序列した。地質単位の数字はシームレス地質図の凡例番号。

て、表示される地質年代に基づき過去の地質時代からの現世まで時系列に並べることによって、新旧を一目で把握でき、そこから地域地質の成り立ちを考えるようにする。ここでは、仙台地域を例にとり、さらに弘前地域を並列して比較してみる。

仙台地域では、丘陵には主に中新世～鮮新世（約2200万年前～170万年前）の地層・岩石、台地には更新世～完新世（約70万年前～現在）の地層、平野には後期更新世～完新世（約1万8000年前～現在）の地層が分布し、周辺に前期更新世（約170万年前～70万年前）の船形山火山と後期中新世～鮮新世の七ツ森火山、および多賀城周辺に三畳紀（約2億5100万年前～約2億2900万年）の地層が存在する（図2）。これらの地質単元を地質時代に沿って縦に並べることで、地域の地質の形成順序を認識することができる。一方、弘前地域では、南方の丘陵には主に中新世～鮮新世（約2200万年前～170万年前）の地層・岩石、市街地のある台地には後期更新世（約15万年前～1万8000年前）の地層、平野には後期更新世～完新世（約1万8000年前～現在）の地層が分布し、周辺に前期更新世～完新世（約15万年前～現在）の岩木山火山と完新世の十和田火山噴出物、および南方にジュラ紀（約2億年前～1億4600万年前）の付加体が分布する（図5）。両地域の地質単元の配列順序（図6）を比較すると、全体的に新第三紀～第四紀の地質を主とし、丘陵地に中新世～鮮新世の地層や岩石、台地に更新世の地層、平野に完新世の地層が分布することが共通するが、周辺の火山の形成年代は異なっている。

6. 授業実践

シームレス地質図の活用を前提として、上述のように企図した学習内容の一部について、平成26年度宮城教育大学附属中学校第1学年理科地学領域の学習単元の授業で実践した。実践内容の概要は、すでに高橋ほか（2015）で報告されている。

授業では、学習単元の基本的事項を前半に学習した後、仙台地域の地質の成り立ちを考えることをねらいとした発展的内容の学習で後半を進めた。生徒がタブレットPCを用いてシームレス地質図を閲覧するとともに、印刷された東北地方の地質図を床に拡げて、東北地方全体の地質を随時見られるようにした。ま

た、各地質単元に関連する標本、3Dプリンター出力の地形模型、文献や画像の資料なども提示した。後半では、テレビ会議システムによる弘前大学附属中学校との交流学习を2回行った。

シームレス地質図は、仙台周辺の火山の形と岩石種および平野の地盤を確認することや、東北地方の火山や地質分布の特徴、仙台地域と弘前地域の地質の違いを把握することに主に利用された。シームレス地質図の見方や機能を特に修得しなくとも、生徒は閲覧画面の説明を見ながら対象地域の地質について難なく調べることができた。最後のまとめとして、仙台・弘前両地域の地質単元を記したカラー付箋を貼った年代表を作成し、それを基にして、両地域の地質の類似性と地質の成り立ちを理解することができた。

7. おわりに

授業実践の結果、シームレス地質図は、特に高等学校地学の学習段階に至らなくとも、十分に地域や広域の地質を学習する手段として有効であることがわかった。シームレス地質図は現在、スマートフォンなどで全国どこでも閲覧することができる。今回の実践結果をふまえて、野外観察での活用を次の段階として目指したい。それによって、閲覧で入手する地質情報と野外観察で見る実際の地層や岩石とを照合して確認することができ、学習指導要領でも勧められている野外観察活動がより充実した学習内容で展開できると考えられる。

謝 辞

弘前大学附属中学校の相馬恵子教諭には交流学习でご協力いただいた。宮城教育大学附属中学校の齊隆副校長、西川洋平教諭、千葉 卓教諭、大学院修士課程の大波 茜さんには授業の準備と進行でご協力いただいた。名古屋大学の高橋裕平教授、産業技術総合研究所地質調査総合センターの内野隆之主任研究員には、シームレス地質図の活用で有益な助言をいただいた。記して感謝する。

文献

小玉喜三郎・湯浅真人・磯部一洋（2004）見方・使い方 地質図、135p. オーム社.

文部科学省（2008）中学校学習指導要領解説 理科編、149 p.

高橋裕平・高橋知美・川村寿郎・齊 隆（2015）シームレス地質図を用いた地学学習、宮城教育大学附属中学校の例、GSJ地質ニュース、v. 4、no. 6、173-175.

脇田浩二・井上誠（編）（2006）実務に役立つ地質図の知識、234p. オーム社.

（平成27年 9 月30日受理）