

栃木県シームレス地質図 ～新たな地質図の試み～

吉川 敏之¹⁾

1. はじめに

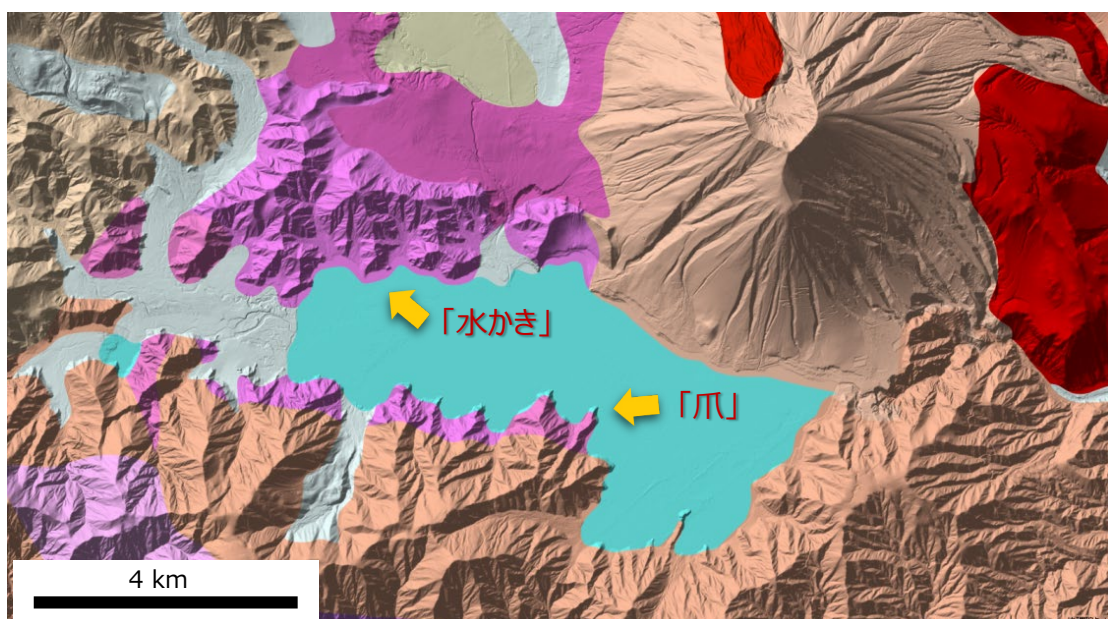
産総研地質調査総合センターでは、19世紀から日本全国の地質図を制作してきました。100年を超える長い年月を経て、さまざまな縮尺や主題の地質図が制作・利用されてきています。

これら多数の地質図のうち、インターネットの普及した今日、最も利用されているのは20万分の1日本シームレス地質図(*1)です。ベクトルデータに基づいたデジタル地質図ですので、他の地図やデータと重ね合わせたり、ある程度の拡大・縮小ができたりと、多様な用途に対応できるのが便利です。

ただし、例えば国土地理院の地理院タイル(*2)と重ね合わせて利用しようとするとうまく合いません。すなわち、地理院タイルは基盤地図情報(*3)という最も精細なデータを基に作られており、地質図のベースマップとなった20万分の1地勢図とは異なるため、拡大するにつれて地質境界線と重ね合わせる地図との不一致が目につくよう

になるのです(第1図)。また、更に拡大してゆくと地理院タイルは順次精細な地図が表示されるのに対し、20万分の1日本シームレス地質図の配信サービスでは地質図が表示されなくなってしまいます。利用者からすれば他の地図は拡大しても利用できるのに、地質図は他の地図と同様に拡大すると位置ずれが目立つのは残念でしょうし、「拡大できない残念な地図」という評価を受けるのは、制作者としては看過できない状況です。

この問題を解決する方法、それは地質図も最も精細なデータに基づいて制作することです。そもそも基盤地図情報はすべての地図の位置の基準となるために法律が制定されて整備が始まったものですので、これに準拠するのが合理的です。地理院タイルの多くは基盤地図情報を基に作られているため、これを利用して地質境界線を描き直せばよいのです(吉川, 2017)。人口の集中する平野部や、防災上重要となる火山地域などは、幸いにして地形と地質の対応が良い場合が多いので、より高精度な地形図・地形データを基に、より正確かつ精細な地質図を実現することは大



第1図 20万分の1日本シームレス地質図の表示例(日光市中禅寺湖周辺)。沈水域のように地形が複雑になると、半島の先端に「爪」のようなかたちや、入江に「水かき」のようなかたちの色が塗られていない部分が見られることがあり、地質境界線と地形との不一致がやや目立つようになります。国土地理院地理院タイル「陰影起伏図」を重ねて表示。

1) 産総研 地質情報基盤センター(兼:地質調査総合センター地質情報研究部門)

キーワード: 地質図, シームレス, 精細化, オープンデータ, GIS, 二次利用

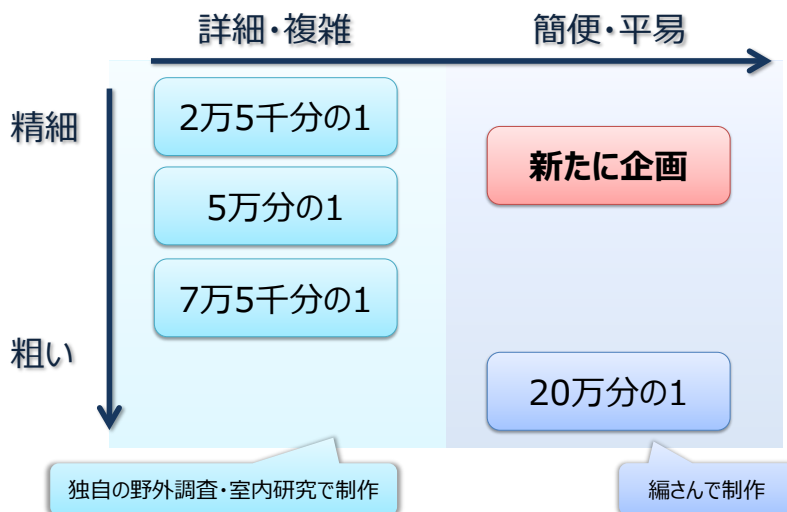
きな意義があります。また、地形と対応しない地質境界線も、既存の大縮尺の地質図をシームレス化すれば、こちらも誤差を小さくすることが可能です。こうして、好きな地図と重ね合わせ、知りたい場所をより拡大できる地質図が実現できるはずです。

このような地質図制作のアイデアは、誰しもいつかは思いつくものですが、実現するのは手間がかかります。しかし、何事も実体がなければ評価のしようがありません。そこで、モデル地域を設定して、考えを具体化してみることにしました。そのような意図のもとに作られたのが、2018年1月に公開された「特殊地質図 41 栃木県シームレス地質図（吉川，2018）」です。もともと、20万分の1日本シームレス地質図は大縮尺シームレス地質図への発展を目指していました（例えば脇田ほか，2008）。また、国内でも5万分の1地質図幅が完備している地域では、5万分の1シームレス地質図も制作されてきました（例えば脇田，2011）。栃木県シームレス地質図の制作では、これらの先例の志向した理想像を踏まえつつ、オープンデータの一般化した現状を効果的に活用して、なるべく効率よく作業することを目指しました。地質図自体は既に公開されているのでそちらをご覧ください（URLは文献欄を参照）。以下では、栃木県シームレス地質図が、どのような手順で制作され、どんな使い方を実現できるのか、そしてどんな将来を思い描いているのかを簡単にご紹介いたします。

2. 地質境界線位置の見直し

現在、20万分の1の縮尺で提供されている地質図でも、もともと20万分の1の縮尺で調査したり、20万分の1のデータだけで編さんが行われたりするわけではありません。調査にも編さんにも、20万分の1よりも大縮尺の基図や地質図が用いられるのが普通です。地質図が紙の印刷物で出版されていた時代、さまざまな制作上の都合からもとのデータより小縮尺の地質図を制作していたため、オリジナルデータの空間解像度は失われ、それを元に描く地質境界線の誤差も大きくなっていました。ただし、デジタルでしたら紙面の制約はありませんので、広範囲にわたる空間解像度のより高い地質図を制作することが可能です。換言すれば、デジタル地質図であれば、地質図が紙の印刷物で出版されていた時代の慣習は終わりにし、オリジナルデータの位置情報を生かした地質図を制作すべきとも言えます。

栃木県シームレス地質図の最大の特徴は、高精度の基図を用いて地質境界線を細密に描き直したことによる精細化です。ただし、ひとつの県のように広範囲をカバーする地質図でこれを実現する作業にかなりの手間がかかるであろうことは想像に難くありません。そこで、作業時間の短縮のため、地質境界線認定以外の地質図に必要な要素、すなわち凡例区分やレイヤー構造等は、既存のものを利用することにしました。具体的には20万分の1日本シームレス地質図のシェープファイルデータを基に加筆修正し、凡例



第2図 産総研地質調査総合センターにおける地質図制作のタイプ分け。縦軸が空間解像度、横軸が凡例構造を表します。今回制作した栃木県シームレス地質図は、今までにはなかった性格の地質図です。

区分もそのまま踏襲することにした。その結果、従来の地質図体系にはなかった「シンプルな凡例区分かつ精細な地質図」ができるようになりました(第2図)。これはそれだけ見ればメリットの乏しい地質図のようにも思えますが、一方で「位置の誤差を小さくするのが最優先」という地質図としてはやや珍しい価値観の提案でもあります。

地質境界線の再認定の手順は、以下のように2通りあります。

地形に現れる地質境界

沖積層や段丘堆積物、溶岩流など、地形に現れる地質境界は、高精度の地形データ、空中写真、主題図等を利用して地形判別を行い、地質境界線を決定します。今回利用したデータ類は国土地理院の地理院タイル、基盤地図情報、空中写真(*4)です。主として地理院タイルの陰影起伏図(2017年3月以前は色別標高図)を利用し、迷った場合は空中写真を使いました。これらの地図データは従来の2万5千分の1地形図に代わる電子国土基本図や10mメッシュ・5mメッシュ標高データ等を基にしており、たいへん精細であるとともに、すべてウェブから無料で閲覧・ダウンロードができます。

地形に現れない地質境界

地質図には地形に現れない地質境界線も多数あります。これらは長年にわたる地道な地質調査の積み重ねの結果、

確定あるいは推定されたものです。通常、地質図は先行研究の研究成果を参考に、新しい調査・研究結果を反映して描かれますので、既存の地質図のうち、最新の大縮尺地質図を参照すれば最も正確な情報を反映して細密に描き直せることになります。

幸い、栃木県では地質調査総合センター(旧地質調査所を含む)発行の5万分の1地質図幅(*5)と、国土交通省(旧国土庁を含む)発行の5万分の1表層地質図(*6)を併せれば、県内全域の5万分の1地質図類がほぼ完備されています(第3図)。今回の作業ではこれらを利用し、シームレス化することにした。また、5万分の1地質図類の制作年が古い地域では、その後に公表された代表的な地域地質研究も参考にしました(詳細は地質図に付属のドキュメントを参照)。オープンデータ・オープンアクセスの進展に伴い、これらのほとんどはウェブからラスター(画像)データを無料で閲覧・ダウンロードができるようになっています。

参照データの明記

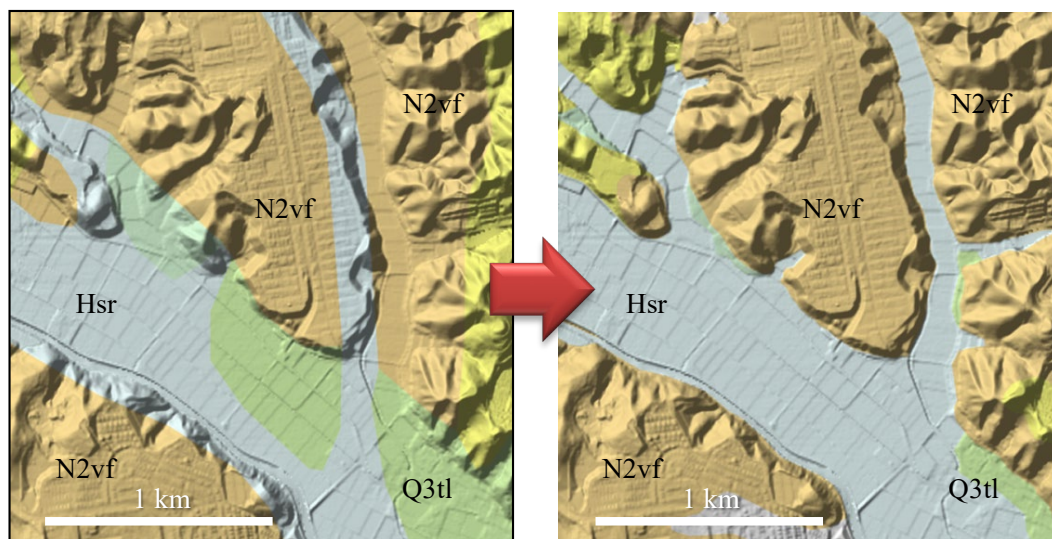
上記の作業を行うと、結果として全ての地質境界線を見直すことになります。そこで、作業の際に何を基準としたか、参照した情報を記録に残すことにしました(地質図のポリゴンデータと断層のラインデータ)。これらの出典は属性情報として参照できるようにしています(第4図)。

	糸沢	那須岳 ②	白河 ②	棚倉 ②
燧岳 ①	川治 ②	塩原 ②	大田原 ②	塙 ②
男体山 ①	日光 ②	矢板 ②	喜連川 ②	大子 ②
足尾 ①	鹿沼 ②	宇都宮 ① ②	烏山 ②	常陸大宮 ②
桐生及び足利	栃木 ① ②	壬生 ②	真岡 ②	
深谷 ②	古河 ②	小山 ②		

第3図 栃木県内における産総研5万分の1地質図幅(①)と国土交通省5万分の1表層地質図(②)の整備状況。宇都宮、栃木は①②いずれも出版済み。糸沢、桐生及び足利は①②いずれも未刊行。燧岳、男体山、足尾は①のみ。それ以外は②のみ。

KIHON_NO	CODE	LEGEND_J	Suppl_Code	Reference
3298	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/20万地質図幅「日光」による
3299	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		Miura and Tamai (1998) による
3300	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		Miura and Tamai (1998) による
3301	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「那須岳」による
3302	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」による
3303	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」による
3304	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」による
3305	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「那須岳」による
3306	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「那須岳」による
3307	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「那須岳」による
3308	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「那須岳」による
3309	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」による
3310	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」による
3311	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」および大槻・北村 (1986) による
3312	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/5万表層地質図「川治」および大槻・北村 (1986) による
3313	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/10万南会津地域地熱地質編図による
3314	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/10万南会津地域地熱地質編図による
3315	86 N3vf	後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ珔長質火山岩類		1/10万南会津地域地熱地質編図による

第4図 属性データとして含まれる参考文献の情報。オリジナルの研究・報告を示すことで、情報のトレーサビリティを確保しました。



第5図 20万分の1日本シームレス地質図と栃木県シームレス地質図の比較(宇都宮市街地北部)。記号はそれぞれ Hsr: 後期更新世 - 完新世の海成または非海成堆積岩類, Q3tl: 後期更新世の低位段丘堆積物, N2vf: 中期中新世 - 後期中新世の非アルカリ珔長質火山岩類を表します。国土地理院地理院タイル「陰影起伏図」に重ねて表示。

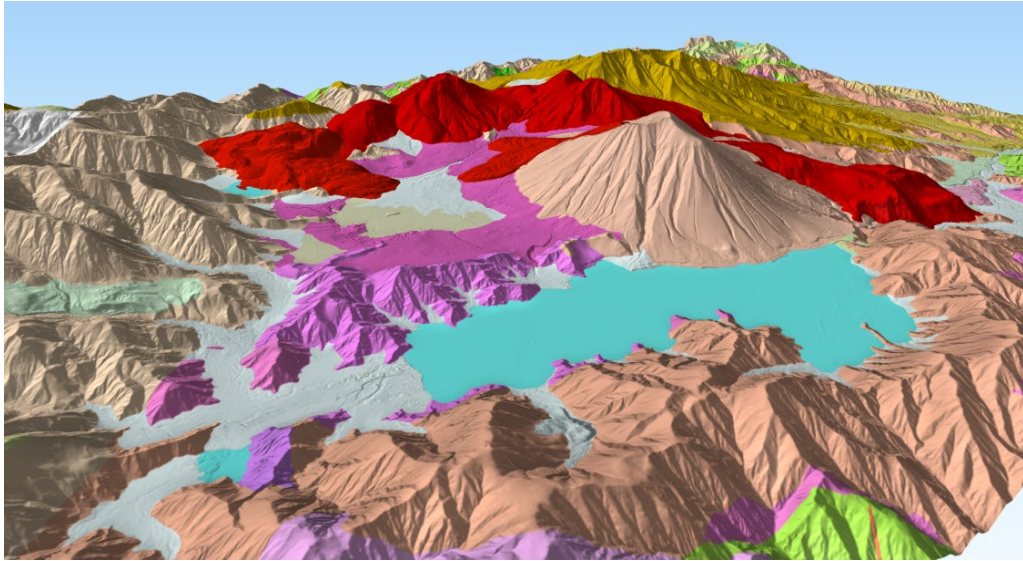
これにより、利用者がオリジナルの情報へたどり着くことを容易にし、トレーサビリティの向上に貢献しています。

3. 作業の結果と付随する効果

作業には基本的にオープンソースの GIS ソフト (QGIS *7) を用いました。現在は特別なソフトやデータを必要とせず、誰でもオリジナルの地質図を制作・公開できる時代です(吉川, 2017)。今回も、その気になれば誰でも同じ

作業ができることを示し、二次利用例の参考としていただきました。

第5図に、20万分の1日本シームレス地質図と栃木県シームレス地質図を比較した図を示します。地理空間情報として、より拡大に耐える地図になったことがわかります。したがって、数ある地図類の中から好きな地図を選んで組み合わせ、好きな場所で拡大縮小表示するという、ある意味では現代の地図としてごく当たり前の使用が可能になりました。



第6図 QGISとQGIS2THREEJSプラグインを利用した地質図の三次元表示(日光市中禅寺湖周辺)。国土地理院地理院タイル「陰影起伏図」に重ねて表示。中禅寺湖(中央の大きな湖)の最大幅は約8.5 km。

地図は現実の空間を縮小して再現することを目的としていますので、技術的に可能ならば三次元で表現されてしかるべきものです。オープンデータのうちデジタル標高モデル(DEM)を利用すれば、今や地質図は高精度の三次元表示も可能です(第6図)。このような場合も地質境界線位置の見直し結果は効果的で、特に地形と地質の良く対応する地域では、地形の成り立ちと地質の関係をより明快に理解することができるようになります。

位置情報向上の恩恵を最も受けるのはスマートフォンに代表される個人デバイスです。現在のGPSの精度はとても高く、ナビゲーションにも普通に利用されています。今までよりも拡大しての利用に対応できる地質図となったことで、例えば登山地図のオプションのひとつとして利用したり、児童の校外学習・地域学習の参考資料としたり、地質図の活用が更に広がることが期待されます。

すべての出典情報が確認できることは、その位置情報がどの程度の誤差を持つのかの判断にも有効です。例えば地形に現れない地質境界について、出典の縮尺が20万分の1であれば、その位置は5万分の1の地質図ほど正確ではありません。一方、地形のオープンデータを基に決められた地質境界であれば、利用者が改めて地形データを参照し、位置の妥当性を自ら検証することが可能です。

4. 今後の課題

今回の制作を通じて、オープンデータを利用した地質図の精細化は十分に可能であることが検証できました。ただ

し、まだやり残したことが、これからやれることも少なくないと考えています。

凡例構造の改善

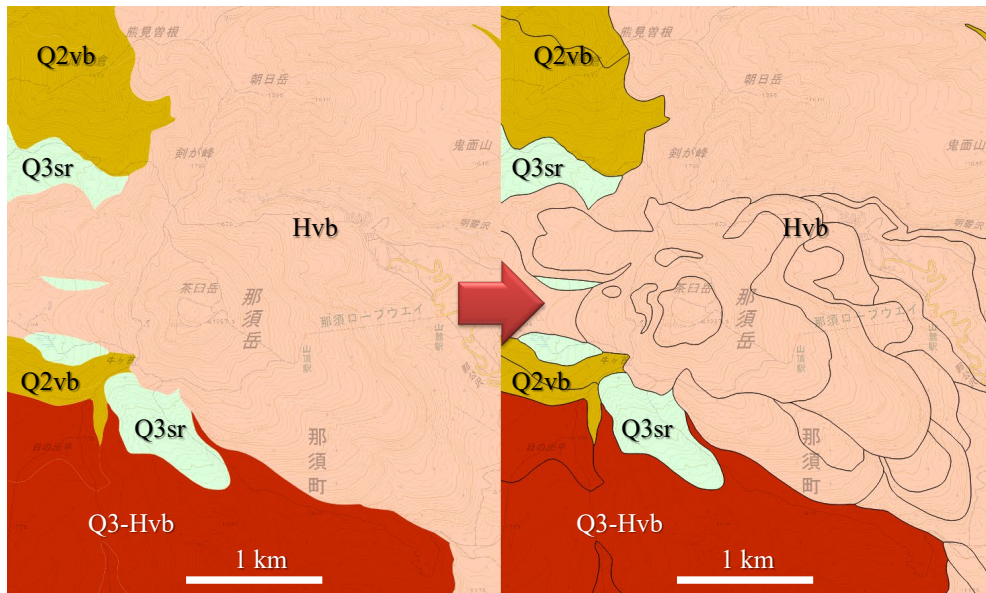
今回の作業では20万分の1日本シームレス地質図の凡例構造をそのまま引き継いでいます。このためシンプルでわかりやすいのですが、地域によっては物足りない場合も見受けられます。特に最新かつ大縮尺の地質図が公開されているような場合、それを表示しないのは制作者として歯がゆい思いがあります。

実は、栃木県シームレス地質図には予備的な地質境界線が入っています。これは、原典となった地質図の情報を反映したもので、同じ地質体が複数の区分されていることがあります(第7図)。また、そのように細分する理由となった情報のための補助的なコードも付いています。つまり、ひとつのポリゴンに複数の凡例情報を内包していることになります。

単純な記号表記にとどまらない凡例の構造化および細分は、2017年5月に公開された20万分の1日本シームレス地質図V2で実現されています(産総研プレスリリース*8)。制作時期の関係で、栃木県シームレス地質図には20万分の1日本シームレス地質図V2の凡例構造を取り入れることができませんでした。これを導入することによって、ユーザビリティをより向上させることができると期待されます。

現地調査の必要性

栃木県シームレス地質図は、完全にデスクワークのみで制作されました。今回、最も悩んだのが既存の研究で解釈



第7図 20万分の1日本シームレス地質図の凡例区分を超えて地質図を細分している例(那須火山地域)。地質図データのうち、左はポリゴンだけ、右はポリゴンに加えて地質境界線のラインを表示した様子。地質境界線を表示すると、ひとつの地質体に見えた範囲でも、それぞれ更に小さい地質体に細分されていることがわかります。記号はそれぞれ Q2vb: 中期更新世(Q2)の非アルカリの苦鉄質火山岩類, Q3sr: 後期更新世(Q3)の海成または非海成堆積岩類, Q3-Hvb: 後期更新世-完新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類, Hvb: 完新世の非アルカリ苦鉄質火山岩類を表します。国土地理院地理院タイル「標準地図」に重ねて表示。

が一致しない場合の解決策でした。このようなときは、さまざまな年代の空中写真を参照したり、古い文献に頼ったりしましたが、明確に決着できたことはなかなかありませんでした。やはり最終的には現地確認がいちばんであることは間違いありません。今回の制作手順は、あくまで現地に行けない場合や過去のデータを反映させたい場合の制作手法であることをご承知おきください。

ただ、制作が課題の発見につながったことは前向きにとらえてよいと思います。研究活動もPDCAサイクルによる改善が有効なのは他の多くの業務と同じです。地質図制作の過程で露見した課題から、次の研究成果が生まれ、地質図にフィードバックされる好循環が確立されることこそ利用者の立場あるいは社会的には最大のメリットなのです。

研究・報告の網羅

本来、地域地質には膨大な調査・研究の蓄積がありますが、今回の制作で参照した研究例は限定的です。既存の研究を可能な限り網羅することも求められるところです。地質図の拡大表示が可能になったので、研究範囲が極めて限定的な場合、例えば露頭ひとつの記載であっても正確な位置情報さえあれば、その成果を地質図の制作に利用することが十分に可能です。

追加データ・レイヤー

上述の内容とも関係しますが、過去の研究の蓄積を継承

することも大切です。特に、ルートマップや露頭情報などのオリジナルデータは、現地が開発や風化によって失われることもあるため、将来にわたって必要とされる貴重な情報です。このような価値ある情報を、できればオリジナルのまま、もしくは最低限でも資料の有無をアーカイブすることが、トレーサビリティの確保、更には将来の地質学の発展のためにもなります。地質図としては、そのような情報の位置が別途レイヤーとして示されていれば、その場所の地質図の信頼性を判断する材料としても有効になりますので、ぜひ実現させたいと考えています。

更新・改訂の重要性

地質図もいつかは必ず古くなります。地図である以上、やはり更新・改訂は必須です。これからも研究・報告は蓄積されていきますし、新たにオープンデータとして公開されるデータ・資料もあるでしょう。これらを参照した地質図の更新・改訂、できれば定期的な更新・改訂を行うことで、情報の価値を維持することができます。

5. おわりに

2012年以降に進展した日本のオープンデータ政策の結果、地質図を含む地理空間情報の利活用環境は大きく進化し、格段に使いやすくなりました。一方で、地質・地盤情

報のユーザーとして大きなシェアを占める建設業界では、国土交通省のCIM (Construction Information Modeling / Management) に代表されるように、独自の高精度化・発展を続けています。それぞれの特徴に合わせた進化の流れを受け継ぎつつも、異なる分野のデータ同士が次第に融合できることを目指し、社会全体の中で地質図を更に使いやすいものにしていくことが今の時代の地質図制作者に求められていると考えています。

栃木県シームレス地質図の制作は、そのような目標に対する試行錯誤のひとつです。異なる種類のデータを融合させる例として、今回はオープンデータと既存の地質図を利用しましたが、既に地理院地図では民間のデータを利用した改訂も実現しています(国土地理院報道発表資料*9)。価値あるデータを積極的に活用すること、あるいは活用してもらえるデータ整備を行うことが、融合のファーストステップです。地質図あるいは地質のデータもそのような観点で今後ますます価値を高め、社会の中で幅広く活用されるとともに、社会全体の利益となることを願っています。

出典

- *1 20万分の1日本シームレス地質図データベース
<https://gbank.gsj.jp/seamless/>
- *2 国土地理院 地理院タイラ
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- *3 国土地理院 基盤地図情報
<http://www.gsi.go.jp/kiban/>
- *4 国土地理院 地図・空中写真ダウンロードサービス
<https://mapps.gsi.go.jp/>
- *5 地質図カタログ
<https://www.gsj.jp/Map/>
- *6 国土交通省 国土調査
<http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html>
- *7 QGIS (Windows / Mac / Linux 用)
<https://qgis.org/ja/site/>

- *8 産総研プレスリリース「日本全国のウェブ地質図を完全リニューアル」
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170510/pr20170510.html
- *9 国土地理院報道発表資料「ビッグデータで登山道を修正した地形図をはじめて公開」
<http://www.gsi.go.jp/kihonjohochousa/tozando-bigdata20180307.html>

文献

- 脇田浩二 (2011) 5万分の1シームレス地質図 日本とフランスの場合. 地質ニュース, no. 678, 36-49.
https://www.gsj.jp/data/chishitsunews/2011_02_07.pdf
- 脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治・伏島祐一郎 (2008) シームレスな20万分の1日本地質図の作成とウェブ配信—地質図情報の利便性向上と有用性拡大を目指して—. *Synthesiology*, 1, 82-93. https://www.aist.go.jp/pdf/aist_j/synthesiology/vol01_02/vol01_02_p01_p12.pdf
- 吉川敏之 (2017) オリジナル地質図のすゝめ. GSJ 地質ニュース, 6, 158-165. https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_vol6.no5_p158-165.pdf
- 吉川敏之 (2018) 栃木県シームレス地質図 (ベクトルデータ). 特殊地質図 41, 産総研地質調査総合センター. https://www.gsj.jp/data/MISC/GSJ_MAP_MISC_041_2018_v1.1.zip (ダウンロード) <https://gbank.gsj.jp/owscontents/#misc41> (WMS / WMTS)

ウェブサイト閲覧日: いずれも2020年4月3日

YOSHIKAWA Toshiyuki (2020) Seamless digital geological map of Tochigi Prefecture: a new trial of geological maps.

(受付: 2018年4月20日)