

公益社団法人東京地学協会 特別講演会

千葉 達朗

（アジア航測株式会社先端技術研究所千葉研究室室長・フェロー）

# AIにもわかりやすい赤色立体地図 ー地形表現の原理と最近の進化

日 時： 2026（令和 8）年 6 月 13 日（土曜日）14：30より  
場 所： アルカディア市ヶ谷（千代田区九段北4丁目2-25）

## 〈講演内容〉

地形を直感的かつ精緻に可視化することは、地形学や地質学にとって長年の課題でした。この課題に対して、私は2002年に「赤色立体地図」という手法を発明しました。

この手法は、数値標高モデルから得られる傾斜角と尾根谷度を組み合わせ、急斜面ほど赤く、尾根ほど明るく、谷ほど暗く表現した地形画像です。複雑な地形でも直感的に把握できることが大きな特徴です。

着想のきっかけは、写真測量と航空レーザ計測の根本的な違いに気づいたことでした。写真測量の等高線はそれ自体が成果です。一方、レーザ計測の等高線は、大量の点群データがつくる曲面の水平断面にすぎません。「すべての測定結果を、余すことなく表現したい」——そんな思いが、赤色立体地図を生み出す原動力になりました。

その原点となったのが、富士山麓の青木ヶ原樹海での調査です。航空レーザ計測により、樹木に覆われた溶岩地形の細かな凹凸を高密度に捉えられましたが、溶岩表面は極めて複雑で、等高線はもちろん、陰影図や段彩図でも道路すら判別できませんでした。そのため、新たな地形表現手法を模索するしかなかったのです。必要は発明の母とよく言いますが、青木ヶ原樹海こそ赤色立体地図の母だったのです。

今回の講演では、赤色立体地図の基本原理と、そこから生まれたさまざまな発展についてお話しします。発明以降、この手法はさまざまな用途に利用され、その目的に合わせて改良を重ねてきました。

特に大きな影響を与えたのは地形判読と現地調査です。これまで地形判読は、航空写真の立体視を中心に行われてきました。しかし、樹木に覆われた場所では、地表面の微細な凹凸を十分に読み取れない場合があります。航空レーザ計測で樹木下の地形を捉え、赤色立体地図として可視化することで、地形を面的に把握し、GIS画面上で直接ベクトル入力することが可能になりました。図1に、伊豆大島三原山付近の1986年噴火に関する判読図を示します。火口列、溶岩表面の微地形、流下順序などを詳細かつ正確に把握し、GISデータとして扱えるようになったことは画期的でした。この判読技術は、斜面防災には大変有効で現地調査の必携図面としても活用されています。地すべりや活断層にも有効です。

同じ特徴は、文化財調査にも応用されています。火山の溶岩地形と山城の微地形は一見異なる対象ですが、「樹木の下に隠れた微細な凹凸が極めて重要である」という点では共通しています。赤色立体地図は、従来の等高線図や陰影図では見落とされがちだった曲輪、土塁、堀切などの微地形を読み取りやすくし、山城や古墳などの判読に新しい可能性を開きました（図2）。

また、赤色立体地図から派生した可視化の考え方は、標高表現にも広がっています。その一例が干渉色段彩です。従来の高度段彩では色の変化が乏しく、局地的な高度差がわかりにくい問題がありました。これに対し、干渉色段彩では、薄膜干渉色のような周期的で滑らかな色相変化を応用し、地形面のまとまりを直感的に表現します。赤色立体地図が凹凸の形を強調する表現であるのに対し、干渉色段彩は高度の連続性や微妙な起伏の変化を読み取るための表現です。両者を組み合わせることで、地形の形状と高度構造を同時に把握しやすくなります（図3）。

赤色立体地図の応用範囲は、地球上の地形にとどまりません。月周回衛星「かぐや」のレーザ高度計データを用いれば、月面クレーターのよう惑星地形も同じ考え方で可視化できます。近年、月探査がふたたび大きな注目を集めるなかで、月面の地形を直感的に読み解く技術の重要性は高まっています（図4）。

こうした可視化の思想は、さらに都市空間にも広がっています。渋谷スクランブル交差点のCOOLMAPは、東京都のデジタルツインプロジェクトのデータをもとに作成したものです。複雑な都市構造に加え、交差点上に存在する人や車両の位置まで10cm解像度で表現しています。これは、LASデータをもとに、私が作成したツールで作成した画像です（図5）。

近年は、生成AIや大規模言語モデルの活用により、空間情報解析にも新しい可能性が生まれています。たとえば、AIに地形の判読図を作成させると、等高線図や陰影図よりも、赤色立体地図を用いた場合の方が、地形のまとまりや微細な凹凸を的確に読み取ることがあります。赤色立体地図は、人間にとってわかりやすいだけでなく、AIにとっても地形特徴を捉えやすい表現なのかもしれません。

また、いわゆるパイプコーディングにより、私のように最新のプログラミング言語に詳しくない世代でも、要件をきちんと伝えれば、短時間で対話的に解析ツールや画像作成ツールを作成できるようになりました。

赤色立体地図、干渉色段彩、COOLMAPに共通するのは、数値データを人間が直感的に読み取る視覚情報へ変換するという考え方です。これからの地形表現は、人間だけでなくAIにも読み取りやすい情報表現へと発展していくのかもしれません。現場で培われた「地形を見る目」とAIの力が結びつくことで、地形判読と空間情報解析は次の段階へ進んでいくと考えています。

2023年の特許満了と国土地理院の2025年4月からの1mA公開範囲拡大は、赤色立体地図を研究者や技術者だけのものから、一般市民も利用できる共通基盤へと変えました。全国Q地図などの取り組みにより、誰もがブラウザ上で全国の1mメッシュ赤色立体地図を閲覧できるようになりました。山城・古道・古墳・爆弾痕の探索が話題となるなど、活用の際は大きく広がりがつつあります。赤色立体地図は、「地形を見る技術」から「地形を共有する文化」へと発展しつつあります。



図1：伊豆大島1986年溶岩流の判読図

(東京都の1mDEMより作成)

赤色立体地図では、縦強調倍率や開度考慮距離を調整することで、対象とする地形スケールに応じた立体感を最適化できる。伊豆大島1986年噴火に伴う火口列、溶岩流の表面構造、緩やかな溶岩原上の微細な凹凸までを面的に把握することが可能となり、火山地形の詳細な判読に有効である。

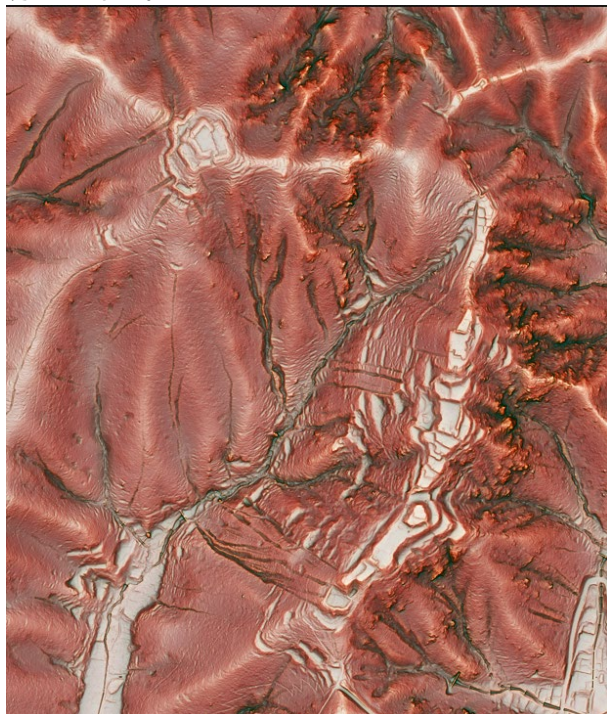


図2：山城（小谷城跡）の赤色立体地図

滋賀県が公開している高精細な50cm解像度DEMデータより作成。厚い樹木に覆われた山中でも、レーザ計測によって地表面の形状を抽出し、曲輪、土塁、堀切といった人為的な微小地形を面的かつ直感的に表現している。山城全体の構造を把握しやすくするとともに、印刷して現地に持参することで、縄張り図作成の手間を大幅に削減し、精度向上にも役立つと評価された。

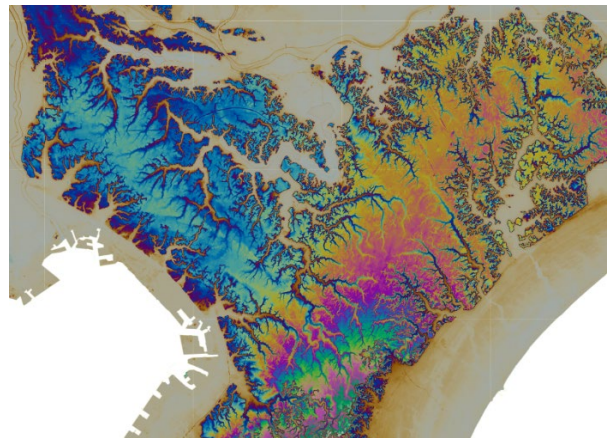


図3：房総半島の干渉色段彩と赤色立体地図

地理院地図の「自分で作る色別標高図」を応用。薄膜干渉色のような周期的なカラーマップにより、海岸段丘の高度差や地形面の連続性を表現した。赤色立体地図と組み合わせ、段丘面と微地形を同時に読み取りやすくなる。

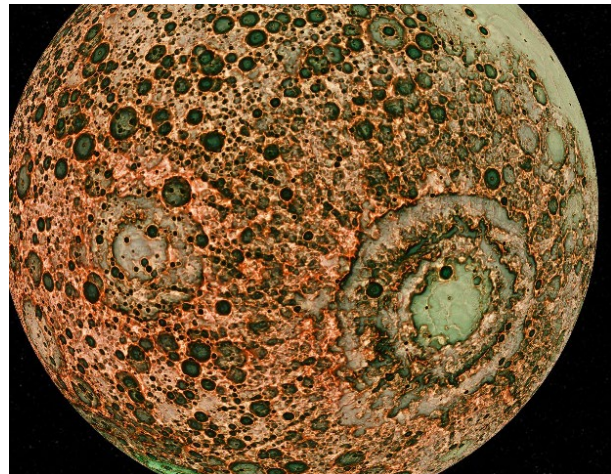


図4：月の裏側の赤色立体地図

月周回衛星「かぐや」のレーザ高度計データを用い、月の裏側に分布する巨大クレーターを可視化した。赤色立体地図が、地球以外の地形にも応用できることを示している。（国土地理院との共同研究の成果）

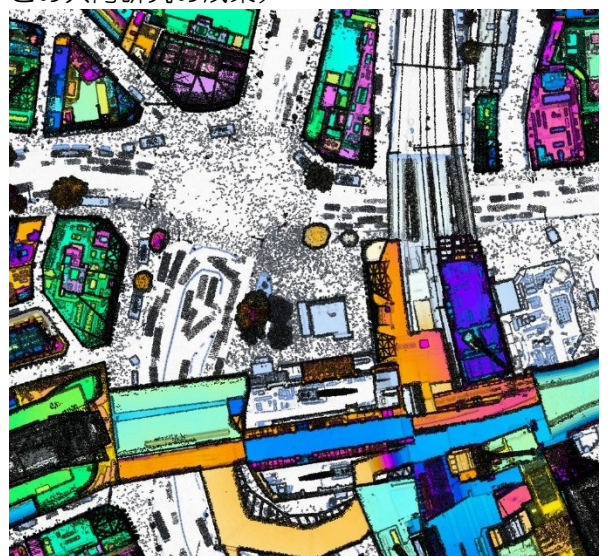


図5：渋谷スクランブル交差点のCOOL MAP

東京でもデジタルツインプロジェクトのLASデータをもとに作成。DSMとDEMの差分を干渉色段彩で表現し、DSMの斜度図を合成した。10cm解像度により、都市構造や交差点上の人・車両の分布を精密に捉えている。



公益社団法人 東京地学協会  
Tokyo Geographical Society

102-0084 東京都千代田区二番町 12-2  
<https://www.geog.or.jp/>  
電 話 : (03)3261-0809  
電子メール : [chigaku@geog.or.jp](mailto:chigaku@geog.or.jp)