

大型加速器建設における赤色立体地図の利活用検討 STUDYING THE UTILIZATION OF RED RELIEF IMAGE MAP (RRIM), IN THE CONSTRUCTION OF A LARGE ACCELERATOR

寺澤弘陽^{#, A)}, 高野裕司^{A)}, 沖田潤一郎^{B)}, 大平尚^{C)}, 成田晋也^{D)}, 吉岡正和^{D)}

Hiroaki Terasawa^{#, A)}, Yuji Takano^{A)}, Junichiro Okita^{B)}, Hisahi Odaira^{C)}, Shinya Narita^{D)}, Masakazu Yoshioka^{D)}

^{A)} PPP/PFI Promotion office, Social Infrastructure Management Division, ASIA AIR SURVEY CO., LTD.

^{B)} Office of ILC Promotion, Department of Policy and Regional Affairs, Iwate Prefectural Government

^{C)} Chair, Iwate Prefectural Government

^{D)} Iwate University

Abstract

Currently in Japan, the introduction of an International Linear Collider is being studied. In the initial stage of the construction, it is necessary to study not only the accelerator unit but also detailed locations of related ground facilities, in the light of constraints such as the topology. In particular, to efficiently extract the optimal area, and to promptly proceed to the design stage, it is essential to have a basement map that allows the user to finely and visually grasp the topology. Therefore, in this case example, the effectiveness of RRIM, which is one of the topology visualization techniques, and the method of utilizing it are studied. RRIM provides simulated color images that are synthesized by converting a digital elevation model that is acquired through airborne laser measurement etc. and enables the user to visually grasp fine topological images based on a representation method that is different from conventional hill shading or birds-eye view forming. It is widely used mainly as a basement map for slope disaster prevention management and forest management. This report is a product of joint research by Iwate University and ASIA AIR SURVEY.

1. はじめに

国際リニアコライダー (ILC) は、全長 20 km におよぶ地下トンネルに建設される大規模研究施設であり、世界最高、最先端の電子・陽電子衝突型加速器である。現在、我が国では宮城県北部から岩手県南部にかかる北上山地を候補地として、その学術的意義や地域への波及効果を鑑み、誘致が検討されている。

国際リニアコライダーの建設にあたっては、加速器本体の建設だけでなく、メインキャンパス、アクセス道路、アクセストンネルの坑口等の関連地上施設の整備が伴う。これらの周辺施設整備の初期段階では、安全かつ安定した立地の検討や施設配置計画を早期に立案するため、詳細かつ視覚的に地形を把握できる基盤地図が必須となる。

本報告では、基盤地図の候補として、地形可視化技術の一種である赤色立体地図とその特徴を紹介するとともに、今後の利活用方法を検討する。なお、本報告は岩手県の協力の元、岩手大学とアジア航測株式会社が実施する共同研究の内容の一部をとりまとめたものである。

2. グリーン ILC の実現と地域の活性化

ILC は運転に係る総消費電力が年間 7 億 kWh 程度と試算されており、候補地域に大電力負荷施設を建設する計画といえる。水戸谷・吉岡は、ILC の電力供給圏内の人々の日常生活に、排熱、騒音、景観などで影響を与えることは最小限にとどめなければならず、その解決のためには、「グリーン ILC」の考え方を実現することが望ましいと提唱している[1]。また、具体的な取り組みと

して、①加速器構成設備の徹底的な省エネと高効率化、②再生可能エネルギーの利用、③排熱エネルギーの回収と地域産業への活用について、先端加速器科学技術推進協議会 (AAA) が中心となり検討を進めている (武内 *et al.* 2018 [2])。

Figure 1 はグリーン ILC のコンセプトに従い、地域の様々な施設を有効活用した「グリーン ILC シティ」のイメージである。これを実現するにあたり、エネルギー関連施設、農業関連施設、工業団地や各々を結ぶネットワークの整備が必要となる。本報告で取り扱う基盤地図を利活用し、これらの周辺施設整備を推進することは、グリーン ILC の実現に向けた一歩となり、さらには地域の活性化につながるものと考えられる。



Figure 1: Image of Green ILC City.
(提供: NTTファシリティーズ)

[#] hrk.terasawa@ajiko.co.jp

3. 赤色立体地図の特徴と利活用方法

3.1 赤色立体地図の特徴

赤色立体地図は、航空レーザー計測等により得られるデジタル標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を変換・合成した疑似カラー画像の一種である。従来の陰影図や鳥瞰図とは異なる表現方法により、精細な地形イメージを視覚的に把握することができる (Figure 2)。

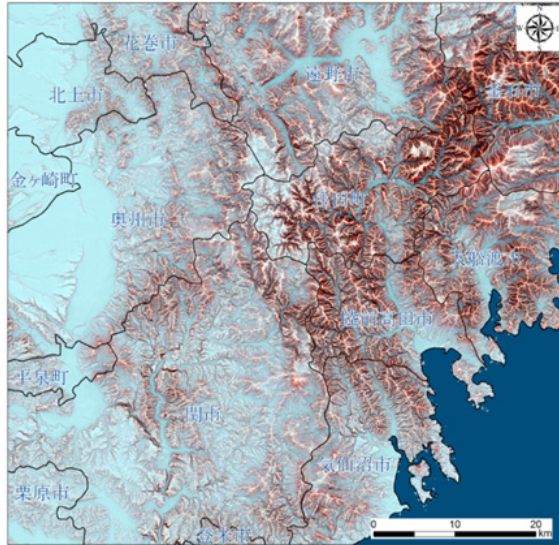


Figure 2: Red Relief Image MAP of ILC candidate site. (国土地理院の基盤地図情報で公開されている 5mDEM を使用[3])

一般的な地形表現手法である陰影図は、太陽光という特定方向からの平行光線を設定することから、方向依存性のある画像が生成されるという課題があった。この課題に対して、千葉・鈴木らは、デジタル標高モデルを基に作成した尾根谷度の画像と斜度を彩度に比例させた画像を合成し、通常の地形図と完全に整合する1枚の画像でありながら、方向依存性のない精細な立体感が得られる赤色立体地図を開発した[4]。また、赤色立体地図は裸眼立体視が困難な場合でも、特殊な機器や眼鏡なしで立体認識が可能である。Figure 3 は従来の陰影段鮮図、地形図と赤色立体地図を比較したものであるが、赤色立体地図では河口付近の凹凸や山麓の起伏がより鮮明に把握できる。

また、航空レーザー計測は樹木に触れずに地表面に届いたレーザーデータを用いて地盤の地形情報をとりまとめることができる。このため、航空レーザー計測により得られた DEM を基に赤色立体地図を作成することで、樹木に隠れた地形を鮮明に表現することができる。Figure 4 は、洞爺湖の湖畔の空中写真と赤色立体地図を比較したものであるが、地形の凹凸のほか、樹木に隠れた火口列が赤色立体地図では鮮明に把握することができる。

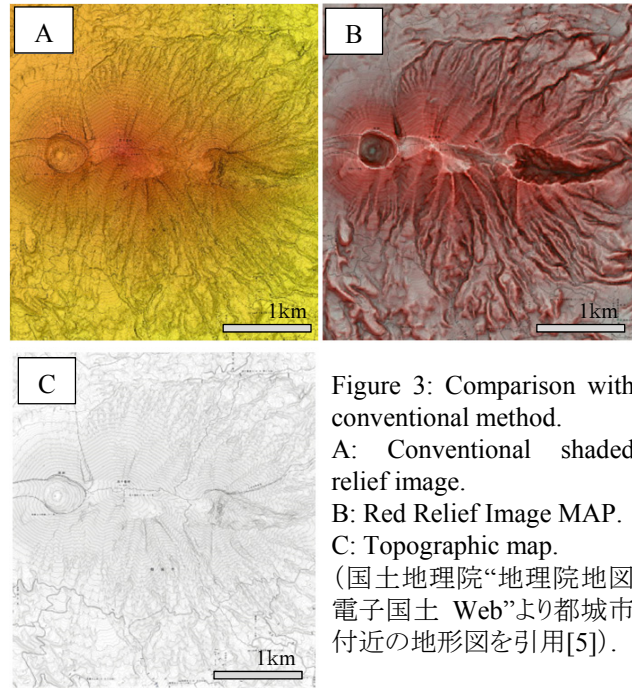


Figure 3: Comparison with conventional method.
 A: Conventional shaded relief image.
 B: Red Relief Image MAP.
 C: Topographic map.
 (国土地理院“地理院地図電子国土 Web”より都城市付近の地形図を引用[5])

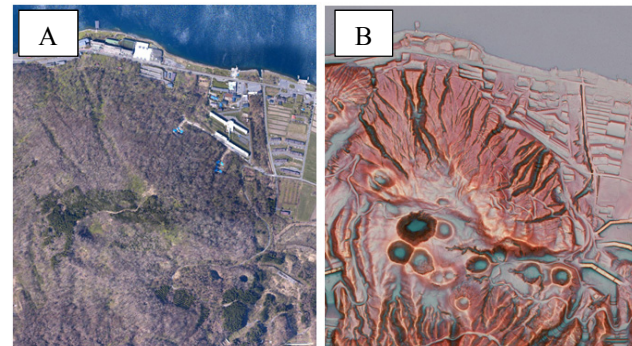


Figure 4: Comparison with aerial photograph. A: Aerial Photograph image, B: Red Relief Image MAP (Asia Air Survey Co., Ltd.)

3.2 赤色立体地図の精度

赤色立体地図の精度は元となる DEM データの精度による。国土地理院では全国の 5mDEM を公開しており、これを使用することで広域の地形を把握することができる。しかしながら、一般に施設整備等の地形情報として使用する場合は、施設の規模にもよるが 5mDEM では画像が粗く、航空レーザー計測により 1m 以上の精度で DEM を取得することが多い。特に ILC の周辺施設整備のうち規模が小さい施設的设计段階では、1/1,000 もしくは 1/500 の精度の地形図が必要になると想定され、これを満たすためには 1m 以上の精度で DEM を取得する必要がある。Figure 5 は 5mDEM と 1mDEM から作成した赤色立体地図を比較したものである。1mDEM の赤色立体地図では、谷や平地の段差、尾根や斜面の起伏が鮮明である。

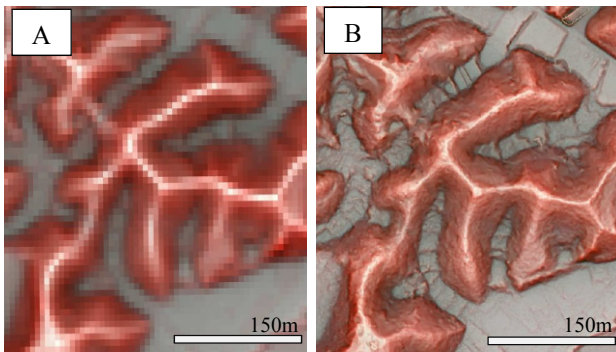


Figure 5: Different quality of DEM. A: 5mDEM, B: 1mDEM. (国土地理院の基盤地図情報で公開されているDEMを使用)

3.3 赤色立体地図の利活用方法

詳細な地形の特徴を視覚的に把握できることから、赤色立体地図は地形判読に有効であり、今日では斜面防災管理、河川・海岸管理、森林管理、開発事業の基盤地図、登山用地図として幅広く利用されている。

ILC の関連地上施設の整備においては、安全かつ安定した立地を選定することが求められる。赤色立体地図は、最適な立地を視覚的に把握できることから、施設整備の初期段階で整備の迅速化・効率化に有効かつ効果的であると考えられる。また、航空レーザー計測の成果である地形図と合わせて使用することで、適地選定後の基本設計等の作業に速やかに移行することができると考えられる。

4. 今後の取り組み

4.1 UAVレーザー計測による赤色立体地図の作成

広域の地形情報を取得する際は航空機を用いたレーザー計測が効率的だが、ILC の地上関連施設は小規模なものも多いと想定される。このため、小規模範囲の計測に適した UAV を用いたレーザー計測を検討している。また、得られた地形データがどのように活用できるか検討・整理し、その効果や課題についてとりまとめる予定である。なお、この取り組みは岩手県の協力により実施する可能性を検討している。



Figure 6: UAV lidar system (Asia Air Survey Co., Ltd.).

4.2 岩手県内の森林資源の利活用、林産業の活性化

レーザー計測では樹頂点と地盤のデータを取得できることから、これらのデータの位置情報や高さ情報の差分を用いて、樹種、樹高、樹頂点の抽出、材積の推定等を行うことが可能である。Figure 7 は「平成 29 年度森林・林業白書(林野庁)」に掲載された森林資源解析の手法であるが、航空レーザー計測によるデータ取得、赤色立体地図、林相図を組み合わせた解析手法が紹介されている[6]。

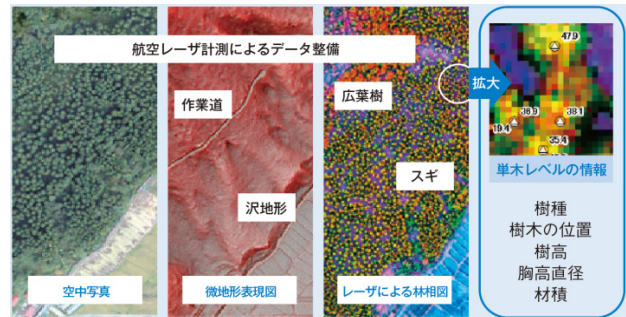


Figure 7: Image of forest resource analysis. (平成 29 年度森林・林業白書(林野庁)より引用)

このような森林資源解析のデータを利用しながら、ILC を契機とした県内の地域資源の活用、林産業の活性化につながる持続的なスキームの構築に向けて、今後、本研究では実証実験等を通じて検討を進める。

謝辞

本報告にあたっては、NTT ファシリティーズ(株)の平井貞義氏にデータをご提供いただきました。また、アジア航測(株)の千葉達郎氏、橋本貴之氏、北村啓太郎氏に助言を賜りました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] G. Mitoya, M. Yoshioka, Proceedings of the 14th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan. August 1-3, 2017, Sapporo, Japan.
- [2] K. Takeuchi *et al.*, Proceedings of the 15th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan. August 7-10, 2018, Nagaoka, Japan.
- [3] 国土地理院, “基盤地図情報サイト・基盤地図情報のダウンロード”, <https://www.gsi.go.jp/kiban/>
- [4] T.Chiba, Y. Suzuki, T. Hiramastu, Digital terrain representation methods and Red Relief Image Map, a new visualization approach, “MAP”, Journal of the Japan Cartographic Association 45-1 2007.
- [5] 国土地理院, “地理院地図(電子国土 Web)”, <https://maps.gsi.go.jp/>
- [6] 林野庁, “平成 29 年度森林・林業白書” 2017; <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/29hakusyo/zenbun.html>