

Session Poster | T8 [Topic Session] Nuclear Energy and Geological Sciences

📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-1]

Data Collection and Predictive Analysis of River Denudation (follow-up report)

*Makoto KAWAMURA¹, Nariaki NISHIYAMA¹, Hua JIA², Taiki ISHIKAWA², Yukiko KOIZUMI² (1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Mitsubishi Materials Techno Corp.)

[T8-P-2]

Literature reviews: how do we know patterns and amounts of vertical crustal movements with a timescale of 10,000 to 100, 000 years in shelves?

*Tetsuya KOMATSU¹ (1. JAEA)

[T8-P-3]

Attempt to develop a method for estimating the activity history of Quaternary volcanoes through topographic analysis

*Nariaki Nishiyama¹, Yuri Kato¹, Makoto Kawamura¹, Koji Umeda² (1. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, 2. Hirosaki University)

[T8-P-4]

Groundwater-level changes due to seismic shakings in confined Neogene mudstone formations, Horonobe, Japan: Implications for delineating active flow conduits in deep underground

*Kazuya MIYAKAWA¹, Hirokazu OHNO¹, Eiichi ISHII¹ (1. Japan Atomic Energy Agency)

[T8-P-5]

Remaking a universal stage: verification from orientation measurement of fluid inclusion planes

*Koji SHIMADA¹, Takashi OHE², Toru TAKESHITA³ (1. Japan Atomic Energy Agency, 2. KYOSAI TECHNOS CO.,LTD., 3. PACIFIC CONSULTANTS CO., LTD.)

📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏠
T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-1] Data Collection and Predictive Analysis of River Denudation (follow-up report)

*Makoto KAWAMURA¹, Nariaki NISHIYAMA¹, Hua JIA², Taiki ISHIKAWA², Yukiko KOIZUMI² (1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Mitsubishi Materials Techno Corp.)

Keywords : Geological Disposal、Uplift and Denudation、River Denudation、Topographic Change Simulation、Topographical Analysis

【背景・目的】

隆起・侵食に伴う河川下刻は、将来の地表地形に変化を与え、地下水流動など地下地質環境に影響を与える。高レベル放射性廃棄物等の地層処分の安全評価のためには、その影響について定量的な調査・評価技術を開発する必要がある。特に、地表付近では河川下刻による地表地形の変化により表層や地下水の流動場の変化を与え、それらを介して生活圏にも影響を及ぼす。そのため、地形変化を考慮した性能評価モデルの考慮が必要である。地形変化を考慮した性能評価モデルとしては、過去にはMiyahara et al. (2011)、近年においては山口ほか(2020)による検討がなされている。

このような検討には、両河岸の尾根間の距離、河川幅、下刻深さ、河岸法面の傾斜角など河川の横断面形状の情報が必要になるが、隆起速度に関する研究対象となることが多い河川縦断面形に比べ参考になる情報が少ない。そこで我々は我が国の河川と地形・処分場深度変遷解析ツール(山口ほか, 2020)で作成した仮想地形上の仮想河川を対象にGISによる地形解析を実施し、河川を中心とした横断面形状データを収集してきた。本検討は令和4年度より着手しており、定性的ではあるが概ね横断面上の比高とその地域の隆起速度の間に相関性があることを見出している(西山ほか, 2024)。

一方で、地形・処分場深度変遷解析ツール(山口ほか, 2020)で作成した地形は、実地形よりも比高が小さくなる傾向が認められている。しかしながら、インプットデータである隆起速度に応じて比高が増大する傾向は認められ、実地形で認められた隆起速度と比高との間の相関関係があることと矛盾しない結果を得ている(西山ほか, 2024)。

ここではこれまでに引き続き実河川及び仮想河川のデータの拡充状況と比較検討結果について報告する。

【実施内容】

実河川としては、天塩川(北海道; 幹川流路長256 km)、荒川(山形県~新潟県; 同73 km)、黒部川(富山県; 同85 km)、安倍川(静岡県; 同51 km)、大井川(静岡県; 168 km)、庄内川(岐阜県~愛知県; 同96 km)、熊野川(奈良県~和歌山県・三重県; 同183 km)、吉井川(岡山県; 同133 km)、黒瀬川(広島県; 同51 km)、四万十川(高知県; 同196 km)、小丸川(宮崎県; 同75 km)、一ツ瀬川(宮崎県; 同88 km)、及び住用川(鹿児島県、奄美大島; 同15.5 km)の13河川である。また、仮想地形の作成には、山口ほか(2020)によるツールを用い、隆起速度が0~0.6 mm/yの傾動と0.3 mm/yの全体隆起の2ケースからそれぞれ最長の河川を抽出し2河川とした。なお、実河川は10 mDEM、仮想地形は100 mDEMと解像度に差異がある。

上述した実河川13+仮想河川2の15河川に対し、河川の直交方向に断面線を設定し、横断面線の長さを処分場のサイズを考慮し片側2ないし5 km(全長4ないし10 km)に設定し、

DEMの解像度に合わせ実河川は10 m、仮想河川は100 m間隔で横断線上の標高データを取得した。横断線間隔は流路長を考慮し、河口を基点として河川沿いに1.5、3、5 km間隔に設定した。また、実河川については横断線沿いの地質データ（シームレス地質図V2）も収集した。

【結果】

実河川の比較では、河床の主な地質、例えば堆積岩（天塩川）、付加体（大井川など）、花崗岩（庄内川など）の違いによる比高差に大きな差異はなく、隆起速度に依存する傾向がみられ、西山ほか(2024)の検討を補強する結果となった。

仮想河川と実河川の比較では、仮想河川と実河川の解像度に差があるものの、ピーク比高に関するデータは隆起速度に応じて高くなる傾向が認められ、また、0.3 mm/yの全体隆起ケースにおける河川縦断形においても実河川同様に河床勾配の急変点が見いだされ、実河川の傾向と矛盾しない。但し、比高が実際の地形と比較して小さくなる傾向が認められ、仮想地形と実際の地形との間のギャップも確認された。

【今後の展開】

今後は、定性的な検討に止まっている実際の地形および仮想地形の横断面形状と隆起速度との相関性についてデータ解析を実施し、定量的な評価をできるよう検討する。

【参考文献】

Miyahara et al., (2011): Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY.

山口ほか(2020): 原子力バックエンド研究, Vol. 27, pp.72-82.西山ほか(2024): 日本地質学会第131年学術大会, T5-P-2.

【謝辞】

本報告には経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に係る技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-2] Literature reviews: how do we know patterns and amounts of vertical crustal movements with a timescale of 10,000 to 100,000 years in shelves?

*Tetsuya KOMATSU¹ (1. JAEA)

Keywords : Shelf、Clinoform、Uplift and subsidence、Quaternary

資源エネルギー庁によって示された「文献調査段階の評価の考え方」¹⁾を読むと、陸棚において過去10万年程度の期間の隆起量の確認が必要であることがわかる。では、陸棚において何に注目すれば、そのような確認ができるのであろうか？そもそも、隆起に限らず、陸棚における1万-10万年オーダーでの地殻変動の傾向・量は、どのようにして確認すればよいのか？本研究では、これらの問いへの回答を文献に基づいて検討した。その要点は以下である。

1. 地殻変動の傾向

陸棚における10万年オーダーでの地殻変動（隆起・沈降・傾動・安定）の傾向を推定する方法には、陸棚の地質構造、特に活構造を詳細に明らかにする方法以外にも陸棚外縁クリノフォームの累重様式の違いに着目する方法がある²⁻⁴⁾。陸棚外縁クリノフォームとは、クリノフォームと呼ばれる緩やかに傾斜した堆積面が前進することにより形成される堆積体のうち、起伏が100-500 m、形成に要する時間が1万-100万年オーダーのものである⁷⁾。非活動大陸縁辺においては陸棚外縁として認識される地形的な遷急部を形成する⁷⁾。

陸棚外縁クリノフォームの累重様式に基づいて陸棚の地殻変動の傾向を推定した主題図には、四国沖を事例としたもの²⁾がある。公開されている音波探査記録の地質解釈断面図に対して陸棚外縁クリノフォームの累重様式に着目した見方を適用することで、それと同様の主題図を作成できるかもしれない。

2. 隆起・沈降量

陸棚の隆起・沈降量については、氷期の最低位海面期における旧汀線の位置を推定し、その水深と氷期の最低位海面期の海水準との差分をとることで求められる。このとき、氷期の最低位海面期の海水準については、あらかじめ文献等から求めておく必要がある。氷期の最低位海面期における旧汀線の位置については、(1) 最低位海面期の陸上デルタ・クリノフォーム⁶⁻⁸⁾、(2) 海退期堆積体上面の侵食面の下限⁹⁾、(3) 最低位海面期の水中デルタ・クリノフォーム¹⁰⁻¹²⁾、(4) 最低位海面期の海底海食崖¹³⁾、から推定されている。陸上デルタ・クリノフォーム（汀線クリノフォーム）とは、デルタや浜堤列平野がつくるクリノフォームのことであり、水中デルタ・クリノフォームとは、内側陸棚から外側陸棚に形成されるクリノフォームであり¹⁴⁾、しばしばシグモイドな形状の段丘地形として認識され、海底堆積段丘と呼ばれることもある¹⁵⁾堆積体である。これらの地形・地層のうち、沈降量の推定に使えるのは、(1)、(2)、(3)であり、隆起量の推定に使えるのは、(1)、(3)、(4)である。推定できる隆起・沈降量の時間スケールについては、沈降量が氷期の再来間隔である約10万年単位であるのに対して、隆起量は最終氷期の最低位海面期以降、つまり2万年程度となる。このこと

は、現在のところ陸棚において10万年間程度の隆起量を直接的に求める方法が無いことを意味する。また、現在のところ国内の陸棚において1万-10万年オーダーの隆起・沈降量を推定した事例は無い。

【謝辞】本研究には、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30-31年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」（PJ007597）の成果の一部を使用している。

【引用文献】1) 資源エネルギー庁, 2023, 文献調査段階の評価の考え方. 2) 岡村, 1990, 地質学雑誌, 96, 223-237. 3) Choi et al., 2019, Geo-Marine Letters, 39, 493-511. 4) 佐藤 2022, 月刊地球号外, 73, 79-86. 5) Patruno et al., 2015, Earth Sci Rev, 142, 79-119. 6) Rabineau et al., 2006, EPSL, 252, 119-137. 7) Castillo et al., 2018, GSAB, 131, 21-42. 8) Williams et al., 2018, Deep-Sea Research Part II, 150, 132-145. 9) Maselli et al., 2010, JGR, 115, B12106. 10) Chiocci & Orlando, 1996, Geology, 134, 127-143. 11) Fraccascia et al., 2013, Geology, 41, 375-378. 12) Pepe et al., 2014, Quat Int, 332, 85-98. 13) Chaytor et al., 2006, GSAB, 120, 1053-1071. 14) Patruno & Helland-Hansen, 2018, Earth Sci Rev, 185, 202-233. 15) Casalbore et al., 2017, Quat Int, 439, 169-180.

📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
 T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-3] Attempt to develop a method for estimating the activity history of Quaternary volcanoes through topographic analysis

*Nariaki Nishiyama¹, Yuri Kato¹, Makoto Kawamura¹, Koji Umeda² (1. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, 2. Hirosaki University)

Keywords : Quaternary volcano、Topographic analysis、GIS、Eruptive volume、Center of volcanic activity

地層処分システムに著しい影響を与える現象の一つとしてマグマの処分場への貫入や地表への噴出による物理的隔離機能の喪失が挙げられる。このことから第四紀火山の活動中心から半径15 kmの範囲はサイト選定において好ましくない範囲とされている（資源エネルギー庁, 2017 [1]; 原子力規制委員会, 2022 [2]）。しかし、第四紀に活動したとされる火山の中には火山の活動中心が不確かなものなど、火山活動の時期や変遷が明らかになっていない火山も含まれており、個別の火山に対する客観的な指標による精査が必要となる。

火山の山体の地形は、火山活動によるマグマの貫入範囲を概ね反映していると考えられている（Nakamura, 1977 [3]; 高橋, 1994 [4] など）。西山ほか（2023）[5] は、この特徴を利用したGISを用いた地形解析により、火山の山体下に分布する岩脈の方位トレンドや長期的な火道位置の安定性を評価する手法を構築している。一方で、火山の活動中心や火山活動の規模に関する議論はされておらず、また地形解析が適用可能な条件を提示するまでには至っていない。

本研究では、火山の噴出量の規模を火山の山体の体積、火山の活動中心を山体の重心であるとそれぞれ仮定して、QGIS上で解析手法の構築を試みた。山体の体積の算出には、10 m DEMのデータの他に、火山岩の分布域を示した地質分布のポリゴンデータを用いて火山の山体下の基盤上面を仮定したDEM（以降、山体底面のDEM）を作成し、双方のDEMデータを使用して山体の体積を算出した。山体底面のDEMは、火山岩分布域の境界部分の標高を10 m DEMから取得し、火山岩分布域内については補間処理により標高分布を算出することで、DEMを作成した。10 m DEMおよび山体底面のDEMのデータから体積の算出をする際には、QGISのツールを用いて双方のDEMの差分を計算することにより導き出すことが可能である。山体の重心は、山体を囲う等高線の領域（等高線ポリゴン）の重心データに基づき算出した。等高線ポリゴンの重心の算出は、西山ほか（2023）[5] において既に構築されている手法を用いて算出することとした。なお、等高線ポリゴンの重心は、どのような形状の等高線についても算出することが可能であるため、火山の活動中心を反映すると考えられる重心を抽出する必要がある。火山を対象とした地形解析を行う場合、活動当時の地形が残存していることが重要となるため、削剥などにより活動当時の地形が残っていないものを対象に解析を行った場合、その解析結果の信頼度は低いと考えられる。このような考えの基、本検討では活動当時の地形の残存度合いを表す指標の算出を試み、この指標を基にした信頼度と合わせて等高線の重心データを抽出することにより、火山の活動中心を導出する手法の構築を試みる。

本発表では、実際の第四紀火山を対象に以上で述べた手法による地形解析を実施し、火山の山体地形から読み取ることが可能な火山活動に関する情報を抽出、整理を行った結果を報告する。また、本地形解析手法を用いる際の適用限界についても議論する。

【参考文献】 [1] 資源エネルギー庁 (2017). 科学的特性マップ. [2] 原子力規制委員会 (2022). 地層処分において安全確保上少なくとも考慮されるべき事項. [3] Nakamura (1977). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2, 1-16. [4] 高橋 (1994). 火山, 39, 191-206. [5] 西山ほか (2023). 応用地質, 64(3), 98-111.

【謝辞】 本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部を使用している。

📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-4] Groundwater-level changes due to seismic shakings in confined Neogene mudstone formations, Horonobe, Japan: Implications for delineating active flow conduits in deep underground

*Kazuya MIYAKAWA¹, Hirokazu OHNO¹, Eiichi ISHII¹ (1. Japan Atomic Energy Agency)

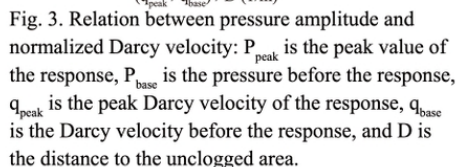
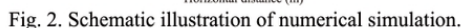
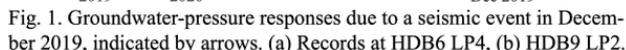
Keywords : Earthquake、Groundwater pressure response、Geological disposal

はじめに 地下水圧が地震動に対して応答するように増減することは古くから世界中で報告されている。応答のメカニズムは、静的弾性ひずみに対する応答、新たに生じた水みちへの流体移動、亀裂の発生による透水性の変化などが報告されており、特に遠方で生じた地震に対しては、コロイドなどの再配置による一時的な透水性の増加が指摘されている (e.g., Hosono et al., Nature Commun., 2020)。本研究では、新第三紀堆積泥岩である声問層と稚内層において2004年5月～2023年8月の期間に揺れが観測された地震に対して、地下水圧応答の有無と水みち構造の特徴との関係性を調べた。地震動による水みちの透水性増加メカニズムに着目し、水圧応答の有無を特徴づける水みちの水理的要因を明らかにするために、数値解析を実施した。

地下水圧観測結果と水理地質構造 地上から掘削された10本のボーリング孔における93箇所の地下水圧観測地点から得られた観測結果のうち、2019年12月に道北地方で発生した地震 (Mw 4.2, 震源距離約10 km, 幌延町において震度4を観測) に対する水圧応答例として稚内層浅部における観測結果をFig. 1に示す。地震の発生後、徐々に水圧が増加し、数日～1ヶ月後に最大値を示した後に元の水圧に向かって低下する様子が分かる。稚内層浅部は、割れ目の水理的連結性が高い (Ishii et al., Hydrogeol. J., 2025)。Fig. 1aに示されるHDB6のLP4は、深度291 m～301 mに設置され、近傍に位置する幌延深地層研究センターの地下施設の建設に伴い、長期的に地下水圧が低下していることから、地下施設へ連結した割れ目を有し、比較的大きな動水勾配の下で地下水の流れが生じていることが分かる。Fig. 1bに示されるHDB9のLP2は、深度62 m～68 mに設置され、割れ目と基質部の地下水の酸素水素同位体比から、連結した割れ目を通した地表水の移流浸透が指摘されている箇所である

(Mochizuki and Ishii, Hydrogeol. J., 2022)。観測期間を通して地震動に対する有意な水圧応答が見られた全ての箇所は、割れ目の水理的連結性が高く、比較的大きな動水勾配により地下水の流れが比較的大きいことが推察される箇所であった。また、割れ目の水理的連結性が低く、地下水の流れがほとんど無いことが推察される箇所においては、水圧応答は見られなかった。

数値解析 地下水の流動する連結した割れ目中の上流部の透水性が地震動により一時的に増加する様子を模擬した数値解析を実施した。境界条件やパラメータの設定をFig. 2に示す。割れ目部 (幅1 mm) の初期透水係数(K)は 1×10^{-2} (m/s)もしくは 1×10^{-3} (m/s)の二通り設定し、比貯留係数(S_s)を用いて水頭拡散率(K/S_s)を10または0.1に調整した。地震後はFig. 2に茶色で示される割れ目部の透水係数が24時間かけて1桁増加し、その後、3ヶ月かけて元の透水係数に戻る条件を設定した。地震動による透水係数の変化時には、比貯留係数は変化させず一定とした。基質部の透水係数と比貯留係数はそれぞれ 1×10^{-11} (m/s)と 1×10^{-5} (1/m)で固定とした。境界条件やパラメータを変えながら、合計で16ケースの解析を実施した。



📅 Mon. Sep 15, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Mon. Sep 15, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T8_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[2poster29-33] T8. Nuclear Energy and Geological Sciences

[T8-P-5] Remaking a universal stage: verification from orientation measurement of fluid inclusion planes

*Koji SHIMADA¹, Takashi OHE², Toru TAKESHITA³ (1. Japan Atomic Energy Agency, 2. KYOSAI TECHNOS CO.,LTD., 3. PACIFIC CONSULTANTS CO., LTD.)

Keywords : remaking a universal stage

ユニバーサルステージ（Uステージ、自在回転台）は、偏光顕微鏡に取り付け、薄片を傾斜・回転させながら観察し、鉱物の光学的弾性軸方位や光軸角、へき開面・双晶面、マイクロクラックなどの方位を測定する装置であり、鉱物学・岩石学・構造岩石学の主要な装置である (Turner and Weiss, 1963等)。Uステージは鏡下で薄片観察しながら直接的にマイクロクラックなどの三次元方位を測定できる唯一の装置だが、西暦2000年前後に生産終了となった (Kile, 2009)。岩盤中の割れ目の密度や方位、断層沿いの流体移動等の情報は、高レベル放射性廃棄物の地層処分をはじめとする地下利用に係る地質情報として、概要調査段階以降の長い事業期間にわたり重要と考えられる。例えば、割れ目形成と流体の浸透後に母晶が癒合し形成される流体包有物配列面 (Fluid inclusion planes, FIPs) の方位密度分布からは、主応力方位、応力比および主応力と間隙水圧の比を求めることができ (Jolly and Sanderson, 1997)、古応力場と地殻内流体移動が関与するような割れ目の発達や断層運動の評価が可能である。しかし、FIPsやオープンマイクロクラック、他の鉱物で埋められているシールドマイクロクラック等の方位測定・検証手段は、既存のUステージの損耗で失われてしまう。そこで、広く使われていたLeitz製およびNikon製Uステージを参考に、4軸Uステージを再製作した (TCK製Uステージと呼ぶ)。

Uステージの最も重要な構成部品は、薄片を傾けた時にも観察できるようにするための半球ガラス (薄片を上下から挟み込む) であり、ガラス同士の間浸液を入れて機能させる。通常の偏光顕微鏡で観察する時に、空気中で薄片を傾けると、薄片に立てた垂線と光路のなす角が約41度 (空気/ガラス間の臨界角; 空気の屈折率を1, ガラスの屈折率を1.517とした場合) を超えると、光は全反射して観察不可能になる。そこで、上下の半球ガラスにより、光路と半球ガラス表面の角度を直角に保つ。そして、ガラス半球とスライドガラス、カバーガラスなどの間の浸液 (屈折率1.518の市販油浸オイルなど) によって全反射を防ぎ40-50°までの傾動可能範囲を確保する。TCK製Uステージの上半球と下半球には平凸レンズの既製品を用いた。Uステージと組み合わせて用いる対物レンズは、焦点距離が長い必要があり、使用可能な対物レンズの種類を増やせる利点を重視して、上半球ガラスの直径は10 mm、曲率半径は5 mmの製品とした。また、金属躯体部はステンレス製とし、角度目盛のつけ方は、都城・久城 (1972) の図6.3に倣った。偏光顕微鏡は鏡柱 (アーム) 部を切断し、樹脂及び金属製のスペーサーを組み込み、Uステージを取り付け可能な空間を確保した。

Takeshita (1995)で検討に供された薄片のうち1枚を用い、既存のLeitz製UステージとTCK製Uステージにより、石英中の175枚のFIPを比較測定した (図)。図はFIPの極を下半球等積投影図に白丸 (Leitz製Uステージ使用) と黒点 (TCK製Uステージ使用) でプロットしたもの (図a)、Kamb法によるコンターダイアグラム (図b: Leitz製使用, 図c: TCK製使用)、両者の等密度線を重ね書きしたもの (図d)である。この比較から、FIPsの方位を計測し統計的に扱う限りにおいて、TCK製UステージはLeitz製Uステージと同等の実用性を有する、すなわち

ユニバーサルステージが復刻できたと考えられる。会場では、測定傾斜角の補正に関する検討結果等とともに、可能な限り実機を展示することを予定している。

ステレオ投影図作成にはRichard W. AllmendingerによるStereonet v.11.3.0を使用した。本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「令和6年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（JPJ007597）（地質環境長期安定性総合評価技術開発）」の成果の一部である。

[引用文献]

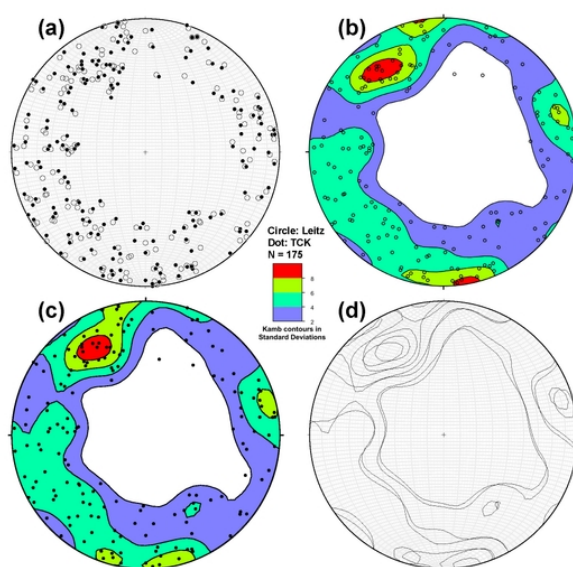
Jolly, R. J. H. and Sanderson, D. J., 1997, *J. Struct. Geol.*, 19, 887-892.

Kile, D. E., 2009, *Geochemical News* #140.

都城秋穂・久城育夫, 1972, 岩石学Ⅰ, 共立全書.

Takeshita, T., 1995, *Tectonophysics*, 245, 277-297.

Turner, F. J. and Weiss, L. E., 1963, *Structural analysis of metamorphic tectonites*, McGraw-Hill.



図（説明は本文参照）