氏名	高村　悠介
学位の種類	博　士（理学）
学位記番号	博　甲　第　9441　号
学位授与年月日	令和2年3月25日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	Petrology, Zircon U-Pb Geochronology, and REE Geochemistry of Granulites from the Lützow-Holm Complex, East Antarctica: Implications for the *P-T-t* Evolution of Gondwana Collisional Orogens（東南極リュツォ・ホルム岩体のグラニュライトの岩石学的研究とジルコン年代及び希土類元素組成からみたゴンドワナ大陸衝突地域の温度−圧力−時間経路）

主査	筑波大学教授	博士（理学）	角替　敏昭
副査	筑波大学教授	理学博士	荒川　洋二
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	黒澤　正紀
副査	筑波大学准教授（連携大学院）	博士（理学）	堤　之恭

論　文　の　要　旨

本審査論文で著者は、ゴンドワナ超大陸形成時の大陸衝突によって下部地殻で形成された高度変成岩の詳細な岩石学的・年代学的解析を行い、造山運動の形成過程を解明するとともに、そのプロセスの広域的な比較を行っている。研究対象地域は東南極のリュツォ・ホルム湾およびプリンスオラフ海岸に分布するリュツォ・ホルム岩体であり、堆積岩および火成岩を原岩とする様々な高度変成岩が露出している。先行研究では、この岩体は北東部の角閃岩相から南西部のグラニュライト相に至るまで変成度が連続的に増加するとされているが、その上昇過程については未だ明らかにされていない。著者は当該岩体のうち、比較的低変成地域である「天文台岩」と、高変成地域である「すだれ岩」の岩石についての研究を行った。特に著者が注目した点は、岩石中に含まれるジルコンを用いたウラン-鉛年代と岩石組織の関係である。ウラン-鉛年代測定法は岩石に記録された火成作用や変成作用の年代の決定に広く応用されており、特にSIMSやLA-ICP-MSのような局所同位体分析装置の発達により、１粒のジルコンに記録された複雑なテクトニクスの解明が可能となっている。そこで本論文では、ジルコンの希土類元素組成がザクロ石などの共生鉱物によって異なる性質を利用し、岩石組織とウラン-鉛年代の分析結果をもとに、プレート収束境界における造山帯の上昇プロセスの解明を試みている。

著者が分析のために使用した岩石は苦鉄質変成岩であり、特徴的にザクロ石を含む。ザクロ石は斜方輝石+斜長石からなる集合体に囲まれており（シンプレクタイト組織）、これはザクロ石+石英→斜方輝石+斜長石という反応の進行を示唆している。一般的にこの反応は岩石の上昇（減圧）過程において形成されることから、シンプレクタイト組織の形成時期を明らかにすることにより、岩体の上昇時の年代を考察することができる。そこで著者は、まず上記２地域の温度圧力条件を鉱物平衡モデリング法などにより決定し、天文台岩から約 850-900°C・7.5-8.5 kbar、すだれ岩から約 850-900°C・8-10 kbar という結果を得た。またこれら岩石に含まれるジルコンについて LA-ICP-MS を用いたウラン-鉛年代測定を行った結果、ともに約 7-8 億年前の火成年代と約 6.5-5.0 億年前の変成年代が得られた。また、変成作用時に形成されたジルコンの希土類元素組成分析を行った結果、天文台岩では約 5.2-5.1 億年前に Lu_N/Gd_N 比（HREE のパターンの傾き）の増加および Eu/Eu*比（$=Eu_N/(Sm_N \times Gd_N)^{1/2}$；Eu の異常性の正負と強度）の減少が見られた。一方、すだれ岩では約 5.6-5.5 億年前に Lu_N/Gd_N 比の増加がみられた。著者は、このような希土類元素組成の変化は、シンプ

レクタイト組織形成に伴うザクロ石の分解と斜長石の成長によって説明が可能であると指摘している。つまり、Lu_N/Gd_N 比の増加と Eu/Eu*比の減少は減圧によるザクロ石の分解とシンプレクタイト組織の形成を示唆することから、この年代は岩体の上昇時期に対応していると考察した。つまり、リュツォ・ホルム岩体南西部のすだれ岩は約 5.6-5.5 億年前、北東部の天文台岩では約 5.2-5.1 億年前にそれぞれ上昇を経験したと考えられ、リュツォ・ホルム岩体内部において地域により上昇時期が異なることを明らかにしている。また、リュツォ・ホルム岩体と類似した岩石が産出するスリランカのハイランド岩体との比較を行い、これら２地域がゴンドワナ大陸の形成後に、ほぼ同時期に上昇を開始したことを明らかにし、そのメカニズムはチャネル流動モデルによって説明できることを考察した。

審　査　の　要　旨

本論文は、東南極・リュツォ・ホルム岩体の２地域にみられる苦鉄質変成岩について、岩石薄片の作成および岩石組織の観察、鉱物化学分析、温度圧力条件の計算、鉱物平衡モデリング、ジルコンのウラン−鉛同位体および希土類元素分析などの様々な手法を駆使して、当該地域の変成作用についての温度−圧力−時間経路を構築し、テクトニクスの解明を試みたものである。特にジルコンの年代分析と希土類元素の結果から、リュツォ・ホルム岩体の上昇プロセスは一様ではなく、変成温度の高い岩体南西部が最初に上昇を開始し、北東部はやや遅れて上昇したこと初めて明らかにした。リュツォ・ホルム岩体の変成岩について、このような詳細な変成作用の温度−圧力−時間経路の解析を行った研究は、著者によるものが初めてである。

令和２年１月２０日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。