

論文審査の結果の要旨

氏名 大野 遼

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、本研究で対象としているユークライト隕石の先行研究をレビューした上で、本研究の目的とアプローチが述べられている。先行研究のレビューでは、ユークライト隕石が小惑星ベスタを母天体とする可能性が高いこと、岩石学・化学的特徴から集積岩ユークライトと非集積岩ユークライトに分類され、それぞれが母天体の地殻浅部と深部で形成されたと考えられること、ユークライト隕石中の輝石組成から地殻の熱史が推定されてきたことを中心に紹介している。その上で、輝石組成が反映するのは主に高温過程であるため、低温領域の熱史についての知見が欠如していたことを問題点として指摘し、幅広い温度領域の過程の記録媒体としてシリカ多形が優れていることを、その物性に基づいて示している。本章最後では研究目的として、ユークライト隕石のシリカ多形を調べ、さらに高温結晶化実験からシリカ鉱物の相転移条件を明らかにすることにより、ベスタ地殻の熱史を制約することが述べられている。

第2章では、本研究で用いた研究手法について述べられている。本章前半部では、ユークライト隕石中のシリカ多形の分析に用いた、走査型電子顕微鏡、電子線後方散乱回折法、電子線マイクロアナライザ、ラマン分光法の分析条件が記載されている。本章後半部では、二通りの高温結晶化実験—冷却実験および等温加熱実験—に用いた加熱装置や温度・雰囲気条件について記載されている。

第3章では、本研究で対象とした3つの集積岩ユークライトと9つの非集積岩ユークライト隕石について、先行研究で報告されている各隕石のアルゴン-アルゴン年代、サマリウム-ネオジム年代、鉛-鉛同位体年代を紹介している。

第4章は結果についてであり、3節から構成されている。第1節および第2節では、それぞれ集積岩および非集積岩ユークライトの薄片観察、シリカ多形の同定および組織観察、ケイ酸塩鉱物の化学分析結果が記載されている。これらの結果は、3つの集積岩ユークライト全てに単斜晶系トリディマイトが存在するのに対し、9つの非集積岩ユークライトでは一つの試料を除いて全てに石英が存在していること、また、集積岩・非集積岩ユークライトの殆どの試料において複数のシリカ多形を含み、その組み合わせは輝石から推定される変成温度条件と概ね相関していることを示している。第3節では、高温結晶化実験の結果が記載されている。冷却実験の結果から、 $1\text{ }^{\circ}\text{C/hr}$ で冷却した場合には、クリストバライトがシリカ鉱物として存在するのに対し、 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C/hr}$ で冷却した場合には、クリストバライトと石英の集合体が存在すること、また等温加熱実験の結果から、 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ で168時間加熱した場合には単斜晶系トリディマイトのみが存在するのに対し、 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$

で96時間加熱した場合には単斜晶系トリディマイトと石英が存在することを明らかにしている。

第5章は、ディスカッションであり、6節から構成されている。第1節および第2節では、集積岩ユークライトに見られたシリカ多形と、等温加熱実験の結果に基づき、集積岩ユークライトの熱史が母天体上のインパクトの影響を強く受けたこと、さらに衝撃変成作用の結果トリディマイトから石英への相転移が進んだことを明らかにしている。第3節では、非集積岩ユークライトに見られたシリカ多形と冷却実験の結果に基づき、ユークライトがマグマから結晶化した際にはクリストバライトが晶出していたこと、冷却率が0.1 °C/hr程度であった試料については一部が石英に相転移したことを示している。第4節および第5節では、母天体における角礫化や熱変成作用のシリカ多形への影響について議論しており、シリカ多形がポリミクト角礫岩かどうかの判別に利用しうること、さらに熱変成の温度・冷却率の推定に利用できる可能性があることを示している。第6節では、輝石組成から推定される高温領域での熱史と、シリカ多形から新たに得られたより幅広い温度範囲での熱史を組み合わせることにより、ベスタ地殻における熱変成作用のメカニズムについて考察している。特に、ベスタ地殻の比較的深部においては、マグマの貫入によって周囲地殻岩石の熱変成が進んだというモデルを提唱している。

第6章は最終章として、今後の研究の展望とともに、研究全体がまとめられている。

なお、本研究の集積岩ユークライトについての部分は、三河内岳、山口亮、竹之内惇志博士との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析や検証、議論をおこなったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。

試験の結果の要旨

氏名 大野 遼

成績 合格

本委員会は、論文提出者に対し令和 2年1月17日、学位論文の内容及び関連事項について、口頭試験を行った。

その結果、論文提出者は、地球惑星科学、特に地球化学について博士（理学）の学位を受けるにふさわしい十分な学識をもつものと認め、審査委員全員により合格と判定した。