

高圧下における SiO₂ メルトへの希ガスの溶解度

Solubility of noble gas in silica melt under high pressure

丹羽 健 [1]; 八木 健彦 [2]; 宮川 千絵 [3]; 松田 准一 [4]

Ken Niwa[1]; Takehiko Yagi[2]; Chie Miyakawa[3]; Jun-ichi Matsuda[4]

[1] 東大物性研; [2] 東大・物性研; [3] 阪大・理・宇宙地球; [4] 阪大・理・宇宙地球

[1] ISSP; [2] Inst. Solid State Phys, Univ. Tokyo; [3] Earth and Space Sci., Osaka Univ; [4] Earth and Space Sci., Osaka Univ.

<http://yagi.issp.u-tokyo.ac.jp/>

[はじめに]

地球深部に対応するような温度・圧力下において希ガス - 鉱物の反応 (メルトへの溶解度、同位体比) を理解する事は、地球進化を議論する上で非常に重要であり、特にメルトへの希ガス溶解度の測定は、初期地球の脱ガスによる大気生成を議論する上で重要となるため研究されてきた。高圧実験に関しても現在までに 10GPa 程度までの圧力領域で様々な種類の珪酸塩メルトへの希ガスの溶解度測定が報告され、その圧力・温度・組成依存性が調べられてきた。しかし、溶解度が圧力と共に上昇し、ある圧力値で飽和してその後一定であるというマルチアンビル (MA) の報告と、ある圧力値まで上昇その後急激な溶解度の減少が起こると言うダイヤモンドアンビルセル (DAC) の実験報告のように矛盾する報告も少なくない。また MA 実験に比べ DAC 実験は報告例も少ない事から、その結果の信頼度等について不明な点が多い。

そこで本研究では、レーザー加熱式 DAC を用い、基本的な地球構成鉱物である SiO₂ への希ガス (今回は Ar) 溶解度の圧力依存性を調べたので報告する。

[実験概要]

高温高圧実験には DAC と CO₂ レーザー加熱を用いた。出発試料には 30 ~ 40 μm 角に砕いた無水単結晶 SiO₂ を用いた。1500 気圧に圧縮した Ar を SiO₂ と共に封入し目的圧まで昇圧後、徐々にレーザーパワーを上げていき、目視により SiO₂ が Ar 中で完全なメルト球になったらシャッターを閉じ室温に急冷した。メルト状態での保持時間は 1 秒程度で温度は測定しなかった。圧力はルビースケールにより決定し、加熱前後の値を測定した。実験は 1.5GPa から 15GPa 程度の範囲で行った。この範囲内では SiO₂ の方が Ar より高融点な為、SiO₂ メルトと Ar liquid の反応を観察している事になる。反応生成物がガラスになったかどうか調べるため、レーザー加熱後と常温常圧に回収した試料のラマン散乱測定を行った。回収試料の組織観察・溶解度測定には SEM(EPMA) と質量分析計を用いた。

[結果と考察]

回収試料のラマン散乱測定から、実験条件によって試料が一部分結晶化する時と、全体が均一なガラスになる場合のあることが明らかになった。また SiO₂ ガラスのスペクトルが回収圧力によって変化していることも明らかになった。このスペクトルは Si-O-Si の結合角・結合距離の情報を有しており、加熱時の圧力が高いほど SiO₂ ガラスが密な構造をとる傾向があると示唆される。また溶解度測定に関しても、EPMA による予備的なものではあるが、Ar が回収試料の内部に均一に分布し、溶解度も圧力に伴い増加してある圧力値で飽和している傾向が観察された。これらの結果は過去の DAC による実験とは大きく異なっている。現在、質量分析計による Ar 絶対量の測定も平行して行っており、当日はその結果も踏まえ、メルトと結晶の溶解度の違いやメルトの構造変化による溶解度変化、同位体比の圧力依存性等も議論する。