様式１６－３

平成25年度共同利用実施報告書（研究実績報告書）
（一般共同研究）

１．課題番号または共同利用コード　　２０１３－G－ 12

２．研究課題名（データーベース化のため英訳を加えてください。）

和文：高温高圧条件下における揮発性成分を含む鉱物の電気伝導度の測定

英文：Electrical conductivity measurements of minerals including volatile components

３．研究代表者所属・氏名　小野　重明

（地震研究所担当教員名）　三部　賢治

４．参加者の詳細（研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること）

氏名	所属・職名	参加内容
小野重明	（独）海洋研究開発機構・主任研究員	実験を行い、データとまとめる
三部賢治	地震研究所・助教	実験を行う

５．研究計画の概要（申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

水や二酸化炭素などの揮発性物質は、地球内部を構成する鉱物に溶け込む場合、いろいろな物性を大きく変えると予想される。例えば、粘性、拡散、電気伝導度、溶融温度など、地球マントルのダイナミクスを理解する上で基礎となる物性の変化である。そこで、本研究では、沈み込むスラブによって運ばれる水や二酸化炭素に注目して、スラブ内に存在しうる含水鉱物と炭酸塩鉱物の電気伝導度を測定することを目的とする。実験条件は、上部マントルに相当する圧力で、温度は平均的なマントルの地温勾配よりは、やや低めの温度で行う。なぜならば、沈み込むスラブ内では、周囲のマントルより低温であるからである。昨年までの研究により、合成鉱物の測定に成功しているので、今回は、天然の鉱物をターゲットとして、化学組成の変化の効果を評価する。特に、鉄が固溶している鉱物を実験出発物質として用いる。鉄元素が含まれることにより、電気伝導度が大きく変化することが予想されるからである。そして、沈み込むスラブが存在すると思われる場所での電気伝導度の観測結果と、本研究で求められる含水鉱物と炭酸塩鉱物の電気伝導度を比較することにより、沈み込む水や二酸化炭素量を見積もるための重要な制約条件を示すことができる。研究に使用するマルチアンビル型高圧発生装置は、すでに地震研究所に設置されていて、本研究目的に極めて適している。２号館地下に設置されている高圧発生装置（マルチアンビル型）と、それに組み合わせて使うことができる電気伝導度測定装置（インピーダンスアラナイザー）を使用する予定である。この二つの装置を組み合わせて使用することにより、地球内部に相当する高温高圧条件下で、極めて高い抵抗値を持つ鉱物の電気伝導度の測定が可能となる。また、回収試料の観察のため、電子顕微鏡を使用する予定がある。

６．研究成果の概要（図を含めて１頁で記入してください。）

キーワード（3~5 程度）： 電気伝導度、高温高圧実験、沈み込み帯

昨年度まで行った研究では、揮発成分を含んだ鉱物として二酸化炭素を含んだ炭酸塩鉱物に注目して、沈み込むスラブの温度圧力条件に対応する高温高圧場での電気抵抗の測定を行ってきた。その際に、使用した試料は、試薬から合成した炭酸塩鉱物である。鉱物中の電気抵抗特性を知るうえで、炭酸塩鉱物の端成分の化学組成での測定を、最初に行った。測定した鉱物はマグネサイト（$MgCO_3$）、アラゴナイト（$CaCO_3$）、ドロマイト（$MgCaC_2O_6$）の３種類である。測定インピーダンスの一例は、Figure 1 に示したように、非常に良い単純な円弧の形を確認し、このデータから試料の電気伝導度を精密に決定することに成功した。また、Figure 2 に、これまで測定した炭酸塩鉱物のデータを図示している。

Figure 1

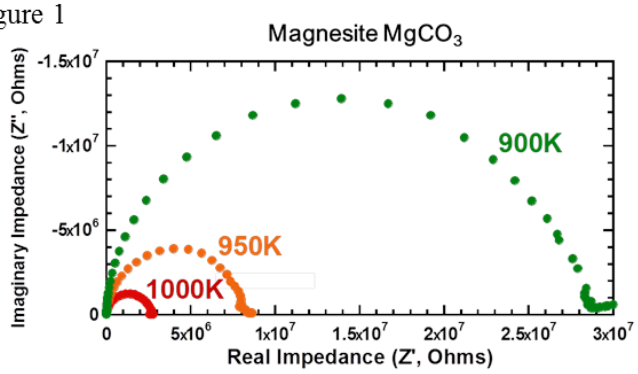
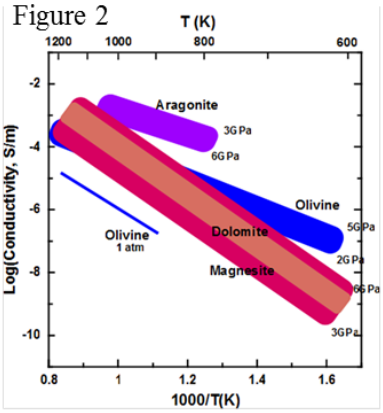


Figure 2



これらのデータから、化学組成が異なるマグネサイトとドロマイトでは、大きな電気伝導度の違いが確認されなかった。一方、結晶構造が異なるアラゴナイトでは、マグネサイトやドロマイトとは大きな違いがみられた。電気伝導度の絶対値の違いのみならず、その温度依存性の違いも注目すべき点である。これまでの結果から、化学組成の違いは、電気伝導度に対して大きな影響を与えないという事を示唆しているが、天然の岩石中の炭酸塩鉱物では、鉄成分が少量溶け込んでいることが知られている。他の鉱物に関する研究では、しばしば、鉄成分は、電気伝導度に対して大きな影響を与えるため、我々の研究結果を実際の沈み込むスラブ中の岩石に適応するためには、鉄の影響を見極めることが重要であると考えられる。そこで、本年度は、鉄を含んだ天然ドロマイトを実験の試料として用い、実験を行った。

Figure 3

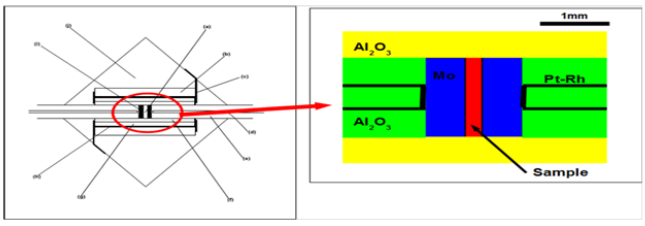


Figure 3 には、電気伝導度測定セルの模式図を示した。試料は、アルミナで絶縁された状態である。そのため、アルミナよりも高抵抗の物質にはこのセルは適応できない。これまで行った炭酸塩鉱物測定の場合、高温条件では問題がないが、室温付近では、試料とアルミナの抵抗値がほぼ同じ値を示すため、低温条件では良いデータを取得できなかった。しかしながら、沈み込むスラブに対応する高温条件では、問題なく良いデータが得られた。鉄を含んだ天然ドロマイトの測定結果は、合成ドロマイトと合成アラゴナイトの中間の電気伝導度を示すようである。しかし、回収試料の電子顕微鏡観察から、岩石組織が複雑な構造を示し、単純な化学組成の効果だけでなく、岩石組織の影響も受けていることが考えられた。そのため、来年度以降も、研究を継続し、鉄成分の影響を統合的に評価することを予定している。

７．研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）

査読付き国際誌への投稿を準備中。