

地殻の電気伝導度は H₂O-NaCl 流体で説明できるか？ Is H₂O-NaCl fluid enough to explain high electrical conductivity in the earth's crust?

佐久間 博^{1*}; 市來 雅啓²

SAKUMA, Hiroshi^{1*}; ICHIKI, Masahiro²

¹ 物質・材料研究機構, ² 東北大学

¹National Institute for Materials Science, ²Tohoku University

古い大陸地殻では深さ 20 から 30 km に高電気伝導層が観測されている [1]。水流体 (aqueous fluid) の存在が、この高電気伝導層を説明するのではという仮説があり [2]、その仮説を検証するためには、高温高压条件における水流体の電気伝導度を知らなければいけない。地殻内の水流体は液体から超臨界状態に相当し、これらの状態での電気伝導度を知る必要がある。

実験的には電気伝導度の測定結果は、NaCl 水溶液の場合、圧力 (P) < 400 MPa, 温度 (T) < 1073 K, 塩濃度 (c) < 0.6 wt% の低温低圧低塩濃度に限られている [3]。我々は古典分子動力学 (MD) 法を用いて、超臨界状態にある H₂O-NaCl 流体の電気伝導度を計算した。

超臨界状態の水を取り扱うため、我々が開発した H₂O 分子モデル (FIPC) [4] を使用した。計算の詳細は文献 [4] と同様である。本計算では塩濃度が 10 wt% 以下の H₂O-NaCl 流体について計算した。

電気伝導度の等温線を見ると、圧力の増加とともに電気伝導度も増加し、高压で飽和することが分かった。また温度の増加とともに電導度が減少することも分かった。これらの挙動は、温度圧力変化に伴う密度、イオンの動きやすさ、水の誘電率の変化で説明できる。

地殻のある圧力温度分布のモデルに沿って、電気伝導度の変化を計算すると、電磁気観測で見られる電気伝導度の変化のうち、H₂O-NaCl 流体で電気伝導度の一桁の変化を説明できることがわかった。しかし観測で見られる 2 桁程度の電気伝導度の変化を説明するためには、流体の連結度や CO₂ の影響等を考量する必要があるようである。

References

- [1] T. J. Shankland and M. E. Ander (1983) *J. Geophys. Res.* **88** 9475-9484.
- [2] B. E. Nesbitt (1993) *J. Geophys. Res.* **98** 4301-4310.
- [3] A. S. Quist, and W. L. Marshall, (1968) *J. Phys. Chem.* **72** 684-703.
- [4] H. Sakuma, M. Ichiki, K. Kawamura and K. Fuji-ta (2013) *J. Chem. Phys.* **138** 134506.

キーワード: 塩水, 電気比抵抗, 超臨界流体, 分子動力学計算, 誘電率

Keywords: salt water, electrical resistivity, supercritical fluid, molecular dynamics, static dielectric constant