

地球磁場の生成に関する実験的考察 三重水槽を用いたモデル実験を基にして Consideration about generation of the Earth's magnetic field - Based on the model experiment of three fold water tank -

佐藤 俊一^{1*}, 肥塚 遼¹, 鶴田雅人¹, 大坂宙矩¹

SATO, Shunichi^{1*}, KOEDUKA Ryou¹, TURUTA Masato¹, OSAKA Tokinori¹

¹ 東京都立日比谷高等学校

¹Tokyo Metropolitan Hibiya Senior High School

1. 目的 地球磁場は、第1次近似としては地球の中心部に1個の棒磁石が存在するとしてよいが、そのためには地球の自転方向とは逆向きに赤道に沿った円形電流が流れていなければならない。そのことを仮説に、気象学で良く知られている三重水槽の回転実験をヒントに発想の逆転で実験を行い検証してみようとする。

2. 方法 (1) 回転する三重水槽を用い、中心部に熱湯(「内核」)、その外に常温の水(流体である「外核」)、最外部に氷(マントル・地殻)を満し、電動回転台に載せ、回転(自転)させてアルミニウム粉末を蒔いた水面の様式の変化を、様々に条件を変えてどのような流れの変化や特性が現れるか観察する。

(2) 次に、水の流体部(外核)をファンデグラフ高圧静電発生装置により実際に帯電(実験の都合上、負電荷)させ、実験(1)を再度行い、三重水槽の周囲に生ずる磁場の特性を市販の磁場測定器(測定精度0.01[mT]程度)を用いて調べ、1個の磁気双極子(地球に見立てた棒磁石)が周囲につくる磁場を規準磁場として両者の特性を比較検討する。

3 結果 <実験1> 気象学とは逆発想の三重水槽モデル実験による地磁気発生時の成因を探る実験

現在の向きの磁場が発生することが確認できた！ -

アルミニウム粉末を蒔いた水面に回転台とは逆向き(時計回り)に進む蛇行する流れ(定常波のような形態)が中心の高温部(内核)に隣接する側から発生・生長する様子が確認できた。

これにより、外核はプラスの鉄(Fe)イオンの流体であることが判明しているため、したがって、赤道に沿うように外核の中心側(内核に近い側)に時計回りの蛇行する電流が流れていることになる。したがって、右ねじの法則により現在の地磁気と同じ向きの磁気双極子による磁場が生ずることが理解できる。

<実験2> 磁場の「逆転」が起きるメカニズムについての新たな知見・手掛かりを探る実験

外核(水)の内核側とマントル側との温度差 T が減少していくと磁極の逆転が起こることを発見！ -

蛇行する逆行流が、高温部側(中心の内核に接する側)から生ずるのであるが、時間経過と共に三重水槽の中心部(内核)の高温部が温度下降し最外部の氷も解け出して温度差 T が小さくなるにつれ、逆行流は弱くなり縮小していくのが確認できる。つまり、外核中では回転台の向きと同じ向きの流れと逆行流とがせめぎ合っていて、その勢力関係の大小によって一歩の側の磁場が強めあったり弱めあったりする。また、勢力が拮抗すると、磁場が消滅すると考えられる。

温度差 T がある値以下になると、遂には回転台とほぼ同じ速度で一緒の方向に運動するようになる。これは、地磁気が逆転したことを意味している。

4. 考察

(1) 「地球磁場」生成を支配する主な要因は、外核の内側(内核)と外側(マントル及び地殻)間の温度差 T と、地球自転に伴う転向力、の2つであることをモデル実験から明らかに出来た。

(2) 地磁気は現在のように、北極側に棒磁石のS極が向いている時期の方がどちらかといえば正常な時期であり基本(ベース)となっていると考えられる。

(3) 地磁気の「逆転」は何か劇的に変化することで起きるのではなく、意外にも外核の温度差 T が連続的に減少する過程で起きる現象であるが分かった(【新説】の提案)。

外核中の逆行流が温度差 T の現象と共に弱まり、回転台の向きの流れと磁力的に拮抗する時点で地球磁場が見掛け上相殺し合って消滅し、さらに温度差 T が連続的に減少していくと流れの大勢が回転台の向きになびくようになり地磁気が逆転する。

温度差 T が減少する原因については、最近の地球科学の成果である「ブルームテクトニクス理論」が明らかにしているところのマントル内の数億年周期の対流現象が大いに関係していると考えられる。すなわち、マントル対流による熱輸送循環が外核の内外層部の温度差を緩和あるいは拡大する働きをするために起きると考えれば説明がつく。