

|         |                                                                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名     | 水 渡 嘉 一<br>すい と か いち                                                                                         |
| 学位の種類   | 理 学 博 士                                                                                                      |
| 学位記番号   | 論 理 博 第 588 号                                                                                                |
| 学位授与の日付 | 昭 和 52 年 11 月 24 日                                                                                           |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当                                                                                      |
| 学位論文題目  | <b>Phase relations of pure <math>Mg_2SiO_4</math> up to 200 kilobars</b><br>(200キロバールまでの $Mg_2SiO_4$ の相平衡関係) |

論文調査委員 (主査) 教授 三木晴男 教授 小沢泉夫 教授 一戸時雄 教授 大杉治郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

申請論文は、olivine の end member である forsterite について圧力約200kilobars, 温度600°~1200°C の条件で高温高压実験を行い, olivine 構造をもつ  $\alpha$  相と変形 spinel 構造をもつ  $\beta$  相, さらに spinel 構造の  $\gamma$  相の相平衡関係を明らかにしたものである。

研究に際して次の諸問題の解決が必要であった。

- (1) 高温高压装置及び技術の開発
- (2) 圧力媒体の改良
- (3) 圧力スケールの決定
- (4) 高温での圧力補正

1972年, 水渡は 6-8 型分割球体を用いて 1200°C, 圧力200 kb までの相平衡の実験を行なったが, その後も装置の改良を重ね, 油槽式から一軸式とすることにより実験の操作性を良くした。高い圧力を発生するだけなら, ダイヤモンドアルビルやスライデングアンビルなどの装置があるが, どれも温度測定が不正確であり, 温度と圧力の正確な測定が必要な相平衡の研究に向いていない。現在のところ, 申請者が改良を加えた装置が最もすぐれている。

圧力媒体の問題は, 高温での圧力補正の問題とも関係し, 相平衡の実験のように, 温度と圧力を正確に測定する必要がある場合には特に大切である。これまでパイロフィライトが用いられてきたが, 低温では熱膨張の影響が大きく高温では相変化と shear strength の変化があり, 圧力媒体として適当でないことが, 最近, 指摘されだした。申請者は初めて半焼結 MgO を圧力媒体として用いることによりこの問題を解決した。

多面体アンビル装置では, 圧力定点は相変化の際の電気抵抗変化を用いて決められる。100—200 kb で相変化の圧力は, 以前はかなり変動したが, 最近ではほぼ定まり, 10—20%以下の誤差と思える。申請者はこの圧力定点を用いて彼が改良した装置の圧力スケールを定めた。

高温での圧力補正は、装置による違い、固体圧力媒体の shear strength の変化、試料と圧力媒体の熱膨脹、試料と圧力媒体の相変化および化学変化があるために必要である。申請者は coesite-stishovite の転移を 100kb 付近で彼の実験での高温圧力補正に用いた。さらに、150kb 付近では 1000°C で実験を行い、 $\text{SnO}_2$  I—II 転移を圧力補正に採用している。

申請者は高压下での  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  の相変化を研究するに当って必要な上述の基礎的実験的諸問題を解決して、olivine-distorted spinel の転移曲線を求めた。1000°C で 143kb であった。この圧力は従来のものより大きい。使用した装置、圧力媒体、圧力スケールの違いにもよるだろうが、最も大きな原因は、これまでの実験が reactive forsterite を starting material としていたのに対し申請者は合成 forsterite を用いた点にある。

distorted spinel-spinel の転移は 1972 年に申請者によって、初めて、見出されたものである。だが単一相は合成できなかった。その後、協同研究者と共に単一相を合成しその X 線データを発表した。さらに独自に半焼結  $\text{MgO}$  を圧力媒体として spinel 相を合成した。申請論文ではその phase boundary が求められている。

### 論文審査の結果の要旨

地球マントルを構成する主な鉱物は olivine ( $\text{Mg, Fe}$ ) $_2\text{SiO}_4$  と考えられている。従って、高温高压下でのその物理的性質についての知識は、地球内部構造論にとって、大切である。

歴史的には、1936 年に Bernal が地球深部では olivine が spinel 構造に転移するのではないかと予言して以来、地震波速度や密度の地球内部での分布と関連して、olivine の相関係はいつも注目されてきた。然し、高圧力を発生さす技術上の問題が壁となって、実証的にこの課題が論じられるようになったのはここ 10 年以内のことである。

olivine は forsterite ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ) と fayalite ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ) の固溶体であるが、申請者の研究はその end member である forsterite に関するものである。この試料に関する最近の研究の動向は、より高い圧力を発生させて新物質を合成しようとする流れと、新物質の相関係を正確に決めようとする流れの 2 つに大別できる。申請者の研究は後者に属する。

申請者は次の技術的課題を克服した。

(1) 温度測定の精度を高めて相平衡の研究ができるように、分割球体の高压発生方式を油槽式から一軸式に改良した。

(2) 圧力媒体として従来から用いられてきたパイロフィライトの欠点を克服するため、申請者は半焼結  $\text{MgO}$  を初めて使用した。従ってその評価は実験的にはまだ定まっていないが、圧力発生効率はよいし高温では十分に使用に耐えるものと思われる。

(3) ルビースケールで決められた圧力定点を用い、相変化の際の電気抵抗変化を利用して、圧力スケールを決めた。

(4) 申請者は  $\alpha$ -quartz を starting material として、圧力媒体として半焼結  $\text{MgO}$  を用い、coesite-stishovite の phase boundary を決め、高温高压下の X 線実験で決められた転移と比較し、100kb

付近では、高温での圧力補正は 0 としてよいとの結論に達した。

以上の技術的課題を克服して、申請者は合成 forsterite を starting material とし、また  $\beta$  phase からの逆反応も行い、 $\alpha$ — $\beta$  の転移曲線を求めた。これまでは reactive forsterite を starting material としパイロフィライトを圧力媒体としており、申請者の如く、完全な olivine の single phase を用いたのは初めてである。得られた転移圧はこれまでのものより約 10kb 高い。この結果は過去の研究に見直しを迫るものである。

$\gamma$  phase は申請者が1972年に最初に合成したものであるが、その時には、single phase ではなかった。その後、協同研究者とともに単一相を合成しX線データを発表した。このように  $\gamma$  相の存在を確認した上で、申請論文では  $\beta$ — $\gamma$  境界を求めるところまで進んでいる。

参考論文は主論文の先駆をなすもので、その一部分はそれ自身として学界で高い評価を与えられている。

以上要するに、申請論文は地球内部構造論に実験的な側面から大きな寄与をしている。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。