

# 論文審査の結果の要旨

氏名 石橋 高

本論文はイントロダクション、3つの章、要約からなる。イントロダクションでは、衝突による炭酸塩岩の分解が二酸化炭素を放出することで地球表層環境変動に重要な役割を果たしうること、従来の研究においては分解の起こる条件について十分な検討がなされていないことが指摘され、本研究の目的が述べられている。

第1章は、本研究に用いたレーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置の概要と、その使用における最大の問題点である温度測定に関して述べられている。本論文ではその原因が、波長による焦点の違いによる色収差であることが指摘されている。本研究においてはその問題解決のために、レーザービームの最強の波長は黒体輻射に従い、より長波長（低温）がそこからのずれを示すことをみいだした。高温の理想的な黒体輻射からのずれを補正することで、正確な収差のない正確な温度決定をする方法を提唱した。その結果、従来大きな誤差を含んでいた温度測定が高精度で可能となったことが示されている。この補正法の発見は、地球惑星科学の最先端研究分野の一つである、地球内部の物性を対象とする超高压実験に多大な影響を与えるものである。

第2章は、実際に決定された炭酸カルシウムの相図について述べられている。レーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置を用いた高压・高温実験を、炭酸カルシウムについておこない、その分解条件を決定した。炭酸カルシウムが分解した証拠として、ラマン分光による二酸化炭素が検出されたことが示されている。ただし、CaOは観察されず、周囲の融解したCaCO<sub>3</sub>中にとけ込んでいる可能性が論じられている。また、本実験が熱平衡に達しているかどうかを、逆反応が成立することで確認した。いったん分解したと推定される試料をふたたび低温に置くと、融解していると考えられる丸い領域が消滅し、回収試料はもとは異なる組織を示すことにより、逆反応の成立が示されている。温度に関し2000K – 5000K、圧力に関し1 GPa – 10 GPaの範囲で分解が起こるか否かの検討をおこない、それらの結果、分解曲線は2300K, 1GPaあたりから5000K, 10GPaあたりをとる曲線であることを示した。すなわち、高温領域に向け、液相領域が大きく広がっているという、従来のモデル計算による狭い液相領域

とはまったく異なる結果を与えている。この結果は、より定圧において実験的に決定された分解曲線の延長線上に位置し、その妥当性が示されている。これは世界で初めて、広い温度圧力条件において炭酸カルシウムの正確な相図を与えたと言う点において、きわめて高い価値をもつ。

第3章では、得られた結果を用い、衝突脱ガスのおこる条件を推定し、きわめて高温にならないとユゴニオ曲線にぶつからないため、衝突脱ガスがおこりにくいことが論じられている。従来炭酸カルシウムの衝突脱ガスは、高ユゴニオ曲線が分解曲線に交差することで進行すると考えられてきたが、本研究の結果は、広い条件において液相領域を通過することが示された。すなわち、発生する二酸化炭素量は圧倒的に少なくなることになる。その結果を白亜紀—暁新世境界でおきた巨大衝突に適用すると、生成される二酸化炭素量が従来の推定よりはるかに少なく、環境に与える効果が小さいことが指摘されている。また、最近その地域の地質試料中から発見され始めた熔融炭酸カルシウムの存在は、この仮説の正しさを支持している。天体の大規模衝突により発生する二酸化炭素は地球と生命の進化に重要な影響を与えると考えられてきたが、本研究によりその効果が従来考えられてきたよりはるかに小さい可能性が指示されたことになり、地球史の立場からみてもその学術的価値はきわめて高い。

なお、本論文第1章は八木健彦・岡田卓・松井孝典との、第2章と3章は八木健彦・松井孝典との共同研究であるが、すべて論文提出者が主体となって実験、検証、考察をおこなったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。