

# 2024年度岡山大学 惑星物質研究所 共同利用・共同研究 成果報告書

提出日： 2025 年 5 月 30 日

共同利用研究の種類： ☐国際共同研究 ☒一般共同研究 ☐設備共同利用 ☐ワークショップ

課題名：GHz-DAC 音速測定法によるブリッジマナイト等ケイ酸塩試料の高圧下での音速測定

共同研究員氏名：石田遼真

所属・職名：大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻

分担者氏名：下記リスト参照

分担者所属・職名：下記リスト参照

研究報告・ワークショップ実施報告：

研究者リスト

|   | 氏名  |               | 所属機関                                                  | 職名または学年 | E-mail                                                                                   |
|---|-----|---------------|-------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 日本語 | 石田 遼真         | 大阪大学理学部物理学科                                           | B 4     | <a href="mailto:ishidaryoma@ess.sci.osaka-u.ac.jp">ishidaryoma@ess.sci.osaka-u.ac.jp</a> |
|   | Eng | Ryoma Ishida  | Department of Physics, School of Science              |         |                                                                                          |
| 2 | 日本語 | 米田 明          | 大阪大学理学研究科                                             | 招聘研究員   | <a href="mailto:yoneda@ess.sci.osaka-u.ac.jp">yoneda@ess.sci.osaka-u.ac.jp</a>           |
|   | Eng | Akira Yoneda  | Graduate School of Science, Osaka University          |         |                                                                                          |
| 3 | 日本語 | 増野 いづみ        | 岡山大学惑星物質研究所                                           | 助教      | <a href="mailto:Izumi.mashino@okayama-u.ac.jp">Izumi.mashino@okayama-u.ac.jp</a>         |
|   | Eng | Izumi Mashino | Institute for Planetary Materials, Okayama University |         |                                                                                          |

|   |     |               |                                              |    |                                                                                    |
|---|-----|---------------|----------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 日本語 | 近藤 忠          | 大阪大学理学研究科                                    | 教授 | <a href="mailto:tdskondo@ess.sci.osaka-u.ac.jp">tdskondo@ess.sci.osaka-u.ac.jp</a> |
|   | Eng | Tadashi Kondo | Graduate School of Science, Osaka University |    |                                                                                    |

## 研究報告

### 1、研究目的

地球内部の構造推定において地震波の観測からのモデルを用いて現在まで説明されている。一方で、地球深部の特定の領域では音速に関する異常が見られており、それらを説明するため地球深部の圧力温度条件下での弾性波速度測定が行われている。いくつか手法があるなかで、我々は超音波法の GHz-DAC 音速測定法での測定を目指している。本手法は P 波、S 波を両方測定可能、光学的不透明性に依存しない、大型放射光施設の高エネルギー X 線を必要としない、といった特徴を持つ手法である。地球深部環境での地震波異常を調べるうえで、Fe などを含む有色試料の  $v_p$ ,  $v_s$  を実験室内で測定できるというのは非常に強みであると考えている。

### 2、手法概要

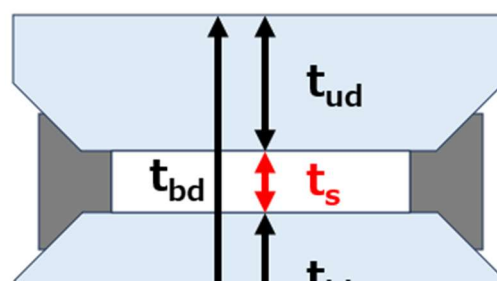
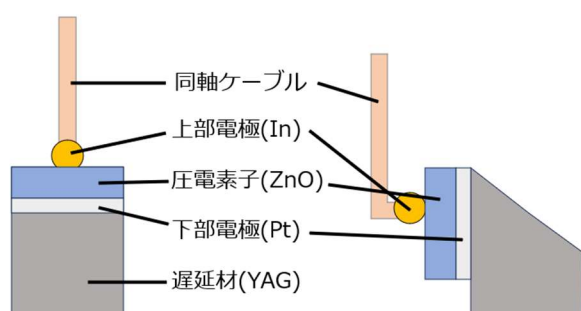
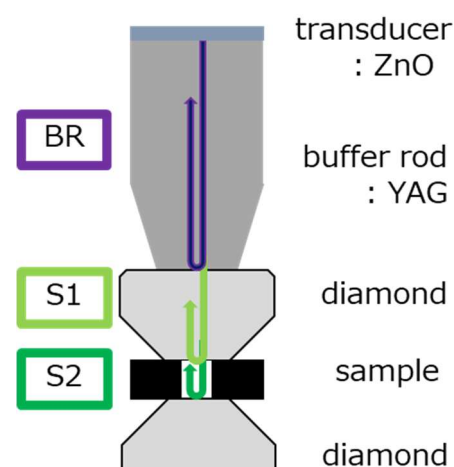
本手法では、試料の上面と下面で反射した弾性波の時間差(トラベルタイム)の測定と弾性波が通過した試料の経路長(試料長)の測定の2つから音速を決定している。

右図はトラベルタイム測定の様式図である。

電極ではさんだ圧電素子で電気信号を実際の弾性波に変換し、試料境界面で反射してきた弾性波を再び圧電素子で電気信号に変換し、オシロスコープで観測するという方法である。

左下図は圧電素子部分の詳細図で左が P 波用、右が S 波用である。我々グループでは測定装置を自分たちで作成しており、今期、御研究所では装置の作成および作成に関わる作業を行った。詳細は 3、実施内容で報告する。

また、試料長の測定には右下図の概念で決定することを今期試みた。ここでは手法の詳細は省略する。



### 3、実施内容

3月に御研究所を利用し以下の作業を行った。

①S波用 YAG 結晶先端の再研磨

②YAG 結晶再研磨用の治具作成

③S波用 YAG 結晶の下部電極(Pt)および圧電素子(ZnO)のスパッタリング

それぞれの詳細は以下に記載する。

また、今期は8月にも来所を予定していたが、諸事情により断念する結果となったため計1回の来所となった。

#### 3—①S波用 YAG 結晶先端の再研磨

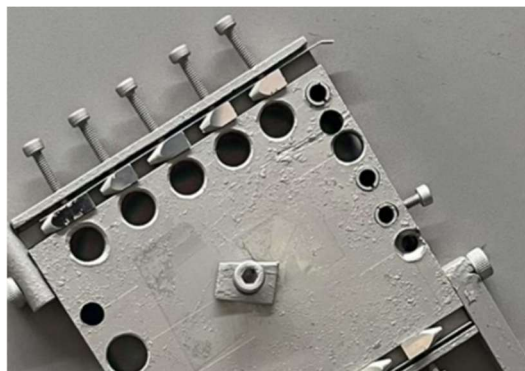
先端部分が欠けているまたは汚れているといった状態の YAG 結晶計 10 個を大阪大学から持参し、使用できるよう処理を施した。固定用の治具に YAG 結晶をワックスで固定した後、先端部分をグラインダーで研磨した。YAG 結晶の治具への固定は第2研究棟1F加工室のプレートで先端研磨は第1研究棟薄庁室右奥のグラインダーをそれぞれ使用した。

#### 3—②YAG 結晶再研磨用の治具作成

①で YAG 結晶を固定するための治具を作成した。大阪大学で作成したものを持参したが、実際研磨を行うと不備が発見されたため、第2研究棟2Fのワイヤーカット放電加工機を用いてのステンレスの加工を行った。

#### 3—③S波用 YAG 結晶の下部電極(Pt)および圧電素子(ZnO)のスパッタリング

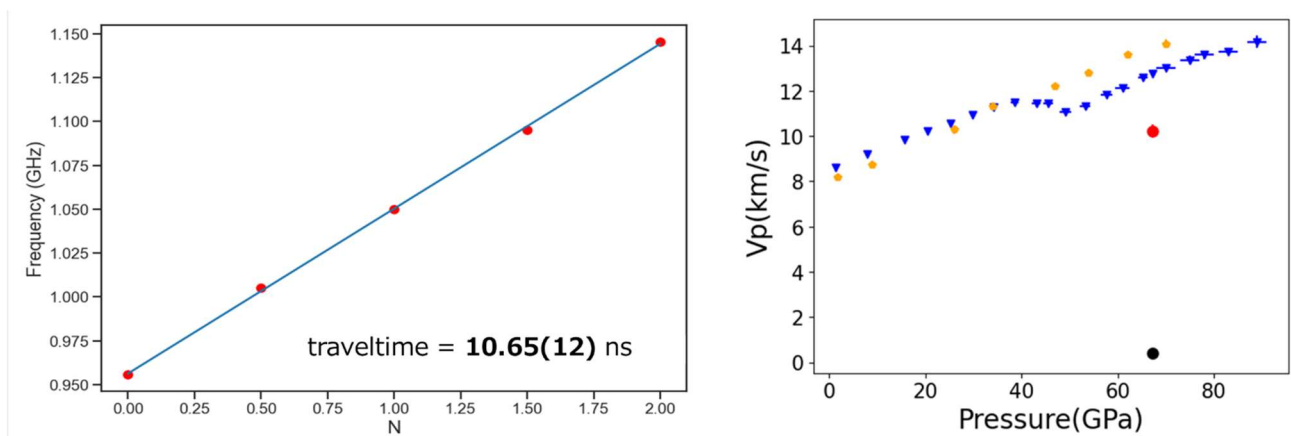
①で再研磨した S 波用 YAG 結晶 10 個にスパッタリング処理を施した。処理の前段階として1F薬品調整室で YAG 結晶に対して王水処理を行った。その後、2F スパッタ室で Ti(接着用)、Pt(下部電極)、ZnO(圧電素子)のスパッタリングを行った。それぞれ時間は2分、5分、75分×2である。以下の写真は左が処理前、右が処理後である。



#### 4、研究成果

今期は、下部マントルの主要鉱物であるフェロペリクレースの音速測定を試みた。本 DAC 試料は 2023 年度御研究所で増野いづみ助教ご協力のもと合成した  $(\text{Mg}_{0.83}\text{Fe}_{0.17})\text{O}$  である。大阪大学でのトラベルタイムおよび試料長の測定から P 波速度を測定することができた。左下図は周波数変化から決定したトラベルタイム結果、右下図は別途測定した試料長の結果と合わせて決定された音速値と先行研究の結果との比較である。赤が GHz 法による測定結果、青、オレンジは先行研究の結果である。(オレンジ: Antonangeli et al. (2011), 青: Yang et al. (2015))

先行研究と比べて低い値となり、さらなる改良が必要であることが分かった。



また、S 波速度に関して大阪大学にある S 波用 BR の不調により測定ができていない状態であった。3 月の来訪で S 波用 YAG 結晶の再研磨およびスパッタリング処理が完了したため S 波用装置の作成の後、測定を再開する予定である。