

(様式 2)

議事録番号

提出 2019 年 10 月 11 日

会合議事録

研究会名：地球惑星科学研究会・高圧物質科学研究会合同研究会

日 時：2019 年 8 月 29 日 13 時～8 月 30 日 11 時 30 分

場 所：岡山大学津島キャンパス 一般教育棟 D 棟 1 階 D11 室

出席者：(議事録記載者に下線)

東 正樹 (東京工業大学)、飯高 敏晃 (理化学研究所)、石松 直樹 (広島大学)、
上相 真之 (JASRI)、榮永 茉利 (大阪大学)、大石 泰生 (JASRI)、太田 健二 (東京工業大学)、岡 健太 (東京大学)、片山 芳則 (量研)、河口 沙織 (JASRI)、
川添 貴章 (広島大学)、河村 直己 (JASRI)、河野 義生 (愛媛大学)、久保 友
明 (九州大学)、齋藤 寛之 (量研)、坂田 雅文 (大阪大学)、清水 克哉 (大阪
大学)、鈴木 宏輔 (群馬大学)、瀬戸 雄介 (神戸大学)、丹下 慶範 (JASRI)、
辻野 典秀 (岡山大学)、戸田 裕之 (九州大学)、西 真之 (愛媛大学)、西原 遊
(愛媛大学)、肥後 祐司 (JASRI)、平尾 直久 (JASRI)、町田 晃彦 (量研)、森
嘉久 (岡山理科大学)、山崎 大輔 (岡山大学)、遊佐 斉 (物質・材料研究機構)、
芳野 極 (岡山大学)、米田 明 (岡山大学)、米村 光治 (日本製鉄)、Steeve Greaux
(愛媛大学)

計 34 名

議題：

- (1) 研究開発成果の展開 -最近のトピックから
- (2) 新分野、新領域に関する研究開発ニーズの収集
- (3) 施設報告
- (4) 総合討論

議事内容：

1. 水素化物の高圧力下での高温超伝導について 坂田雅文氏 (大阪大学)

まず、高い超伝導転移温度を持つ高濃度水素材料のこれまでの動向について紹介された。最近の成果の一つとして高密度金属水素化物 $\text{Li}_5\text{MoH}_{11}$ が 100 GPa 以上の圧力下で金属化し、最高 $T_{\text{conset}} = 6.5 \text{ K}$ (160 GPa) の超伝導体となることが

示された。また、高濃度水素材料における超伝導の発現機構として、フェルミエネルギー近傍で水素の結合が重要であることが説明された。高濃度水素化物の超伝導発現は最近の高圧物質科学の重要トレンドであることから、参加者との活発な議論が行われ意義深い講演であった。

2. 市販 Li イオン電池における Li イオン分布のオペランド測定について 鈴木宏輔氏（群馬大学）

群馬大の鈴木氏に本研究会に初めて参加していただき、氏の専門であるコンプトン散乱による物性研究の最前線について講演をしていただいた。軽元素の場合、コンプトンプロファイルが重元素と比較して特徴的な運動量プロファイルを与えることが説明され、軽元素の状態分布を捉える良いプローブとなることが示された。また、その代表的な応用例として、動作下での電池材料での Li イオン分布解析が紹介された。質疑応答では、コンプトン散乱の高圧下への適応について議論が行われた。

3. Sound Velocities of CaSiO_3 Perovskite and some Implications for the Deep Mantle Mineralogy について Steeve Greaux 氏（愛媛大学）

地球惑星科学の分野から、愛媛大のグレオ氏が高温高圧下における弾性波速度測定から得られた最新の成果を講演した。高圧ビームライン BL04B1 において、マルチアンビル装置内で合成したマントル深部の重要な構成鉱物である CaSiO_3 ペロフスカイトの縦波、横波速度を超音波法と放射光 X 線複合測定とを組み合わせ決定し、地球の下部マントル上部付近における非常に不均質な物質分布を示唆していることを提唱し、活発な議論が行われた。

4. 放射光を用いた地球外物質の非破壊総合観察環境の開発について 上相真之氏（JASRI）

地球惑星科学の分野では、隕石や現在進行中の「はやぶさ 2」のようなサンプルリターンの持ち帰ることが期待される希少な微小試料に対して非破壊の組織観察が求められ、高分解能の 3 次元 X 線 CT の撮像技術開発が進められている。本講演では上相氏が開発しているイメージングビームライン BL20XU のスペックおよび測定の現状および成果について講演していただいた。X 線回折や位相コントラスト CT と組み合わせることにより、希少試料内部の鉱物の空間分布の同定した例などが紹介された。

5. 鉄鋼材料の時間分解 X 線回折と応力場への展開について 米村光治氏（日本製鉄株式会社）

日本製鉄の米村氏に本研究会に初めて参加していただき、SACLA を用いた時間分解 X 線回折実験による鉄鋼材料の構造解析の最前線について講演をしていた。鉄鋼材料の材料特性には結晶構造と炭素濃度と分布、転位密度とそのひずみが複雑に絡み合っていることが示され、特に転位の分布を X 線回折のプロファイルから定量解析ができることが説明された。また最近、氏が着手した一軸圧縮応力下での鉄鋼材料の変形実験についても簡潔な紹介があった。ひずみ解析は高压の重要トピックであることから、活発な議論が行われた。

6. マイクロ・ナノトモグラフィーによる構造材料の変形・破壊挙動の評について 戸田裕之氏（九州大学）

今後、高压下における流動破壊その場観察を進めていくことが期待されているが、常圧下で変形破壊挙動の時分割観察ですでに成果を上げている九大の戸田氏に講演をしていただいた。SPring-8 の高分解能イメージングビームライン (BL20XU) で得られる $1\mu\text{m}$ 、ないしそれ以下の空間分解能の 3D 画像を連続取得し、構造材料の変形・破壊挙動を評価する手法、およびその実例について紹介していただいた。特に、多結晶を呈する金属材料の結晶組織可視化、塑性歪みのマッピングによる各種応用解析、ミクロ組織の追跡による評価など、様々な 3D イメージベース解析技術、近年実現した高エネルギーの結像型 CT の応用例についても紹介された。

7. 放射光を利用した高压下水素化反応のその場観察と新規水素化物合成について 齋藤寛之氏（量子科学技術研究開発機構）

エネルギー貯蔵材料の一つとして現在、水素貯蔵材料が注目されている。量研の齋藤氏は BL14B1 に設置されている高温高压プレス装置を利用した放射光 X 線回折その場観察による Al-3d 遷移金属系の新規水素化物探索を実施しており、その成果について講演された。Ti から Cu まで Ni を除く 3d 遷移金属で Al との合金水素化物の合成に成功しており、一部合金ではこれまでにない特異な構造の水素化物が得られたことや、典型的な水素貯蔵合金である LaNi_5 系に匹敵する重量水素密度の合金も得られたことが紹介された。また、水素化セルを改良することで、これまで困難であった 1 GPa 程度の圧力での水素封止を実現したことも紹介された。圧縮ガスと高压プレス装置での測定圧力のギャップを狭めることで低压から高压まで連続的な理解が可能になることが期待されるが、質

疑ではセルの高度化について関心が寄せられた。

8. SR-XRD 解析ソフトウェアの開発と将来展望について 瀬戸雄介氏（神戸大学）

近年、集光光学系の導入や検出器の高感度化によって SP8 でデータ取得は大幅に時間短縮されている一方でデータは膨大な量となりつつあり、データ処理・解析作業が実験全体のスループットを律速する過程となっている。本講演では、複雑な惑星物質の高温高压相関係や圧縮状態あるいは結晶方位分布などを迅速に解析するソフトウェアの開発、SACLA-XFEL によるレーザー衝撃波伝播中の試料のその場 XRD 解析手法の開発について紹介した。ビッグデータを用いた機械学習や迅速なデータ解析に関しての今後の展望についても議論された。

9. 施設報告（BL04B1、BL10XU）

施設報告として BL04B1 を JASRI の肥後氏、BL10XU は JASRI の平尾氏に説明いただいた。新たにインストールした設備や装置の改良、課題の採択率、論文数などの報告があった。BL04B1 では、3 月の SPRUC 研究会総会で SPring8-II に向けて高压大容量プレスビームラインを BL04B2 に移設する施設側の方針が報告された。また、パートナーユーザーである愛媛大学の地球深部ダイナミクスセンターの支援体制について報告があった。BL22XU に設置されたマルチアンビルプレスの移設に伴って使用予定のなくなったプレスステージの BL04B1 への移設が報告され、今後、高エネルギーアンジュレーターテストビームライン BL05XU の高压実験テストに使用する方針である。

10. 総合討論

・測定自動化、解析まで

機械学習の分野の発展に伴い、各ビームラインで取得されたビッグデータを用いたデータ解析の有効性が提唱されており、この分野をリードするためにはユーザー間でデータを共有することへの理解と協力が必要であることが議論された。

・新規検出器の導入に関して

BL10XU の施設報告で導入が紹介された高エネルギー CdTe 2 次元検出器は SPring-8 全体で共有される方向で使用されることが確認された。

- ・高エネルギー光源、ピンクビーム

3月のSPRUC研究会総会で出た指針に基づき、SPring8-IIに向けてビームラインのビルド・アンド・スワップなどの方針に向けて、あらたに挑戦的な光源・光学系を有するビームラインの建設の計画が進んでおり、この大きな変革時の潮流に乗るためには研究会として常に準備が必要であるとの認識を確認した。同じく高エネルギー光源を必要とするコンプトン BL (BL08W) の動向についても、意見交換があった。

- ・BL10XU の重要性について

代表的な高圧装置の一つであるダイヤモンドアンビルセル (DAC) は多くのユーザーに使用され、現在、SPring-8 では回折、散乱、分光、X 線イメージングの様々な BL で活用されている。SPring-8 では高圧 X 線回折 BL の BL10XU が主要な拠点となって DAC の技術開発が進められた経緯があるため、今後も BL10XU を高圧プラットフォームとしてその機能を維持すべきとの議論があった。

- ・第5期の体制

第4期最後の SPRUC 研究会であったことから、地球惑星科学研究会・高圧物質研究会それぞれについて第5期体制について話し合われた。地球惑星科学研究会代表の芳野氏から今期を持って、代表を退任したい意向表明があり、次期代表に現副代表の東京工業大学の太田氏、副代表に新たに愛媛大学の河野氏が推薦され承認された。高圧物質研究会は来季も現体制を維持することが現代表の石松直樹氏から提案され承認された。