

(様式2)

議事録番号

提出 2020年1月16日

会合議事録

研究会名：第50回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ「室温超伝導への道筋と SPring-8 での水素化物研究」

日時：2019年12月24日9時30分～12時30分

場所：JASRI 中央管理棟1階 上坪記念講堂

出席者：飯高 敏晃 (理化学研究所), 池田 隆司 (量研), 石井 賢司 (量研), 石河 孝洋 (NIMS), 石川 哲也 (理化学研究所), 石松 直樹 (広島大学), 磯部 繁人 (北海道大学), 井端 治廣 (兵庫県立大学), 内海 伶那 (兵庫県立大学), 柴永 茉莉 (大阪大学), 大石 泰生 (JASRI), 大端 通 (JASRI), 岡田 行彦 (JASRI), 尾崎 典雅 (大阪大学), 小澤 芳樹 (兵庫県立大学), 片山 芳則 (量研), 河口 沙織 (JASRI), 河口 彰吾 (JASRI), 河村 直己 (JASRI), 北野 祥平 (株式会社カネカ), 木下 豊彦 (JASRI), 木村 滋 (JASRI), 小林 圭史 (トーカロ株式会社), 小林 慎太郎 (JASRI), 齋藤 寛之 (量研), 坂田 雅文 (大阪大学), 坂根 仁 (住重アテックス株式会社), 櫻井 吉晴 (JASRI), 雀部 距正 (JASRI), 清水 克哉 (大阪大学), 進藤 美知子 (愛知工業大学), 杉山 僚 (量研), 鈴木 基寛 (JASRI), 丹下 慶範 (JASRI), 寺西 信一 (兵庫県立大学), 豊川 秀訓 (JASRI), 中本 有紀 (大阪大学), 新田 蒼真 (大阪大学), 野牛 政伸 (兵庫県立大学), 肥後 祐司 (JASRI), 平尾 直久 (JASRI), 廣瀬 敬 (東京大学), 福井 宏之 (兵庫県立大学), 前田 拓也 (兵庫県立大学), 町田 晃彦 (量研), 松尾 元彰 (関西学院大学), 水牧 仁一朗 (JASRI), 宮松 誠 (JASRI), 村上 心 (兵庫県立大学), 矢橋 牧名 (理化学研究所)

計50名

議題：

- (1) 高压下における水素化物超伝導研究の現状と課題
- (2) 固体物性、地球惑星科学での水素化物研究の現状と課題
- (3) 総合討論

議事内容：

1. 水素と水素化物への期待：室温超伝導は実現するのか（基調講演） 清水克哉氏（大阪大学）

H₃S から LaH₁₀ までの 200K 以上の超伝導転移温度を持つ高濃度水素物試料の最新動向について紹介された。これらの水素化物の発見を契機に、超伝導転移物質と転移温度の理論予測が進み、それを実験で確認する理論先行のトレンドが報告された。AH_x の二元系と ABH_x の三元系での超伝導探索が進められている。一方で、新奇超伝導探索の方向性はまだ混沌としており、どの行程を進むのが正解かの判断が難しいとの重要なコメントがなされた。

2. 高圧下での水素化物創生と構造解析 榮永茉莉氏（大阪大学）

超伝導物質の転移温度の探索および X 線回折実験による結晶構造解析について報告があった。特に氏の代表的な結果である H₃S の結晶構造解析について講演された。最近の方針として、加圧実験の成功率増加を目的に阪大での液体水素の充填方法に加えて、つくば物材機構でのガス充填装置も併用して DAC への水素充填も試みていることが報告された。圧力誘起の超伝導分野について国際的な competitive な状況にあるドイツとロシア、アメリカでの研究状況も報告され、海外での多数のサンプリング数と加圧成功率の高さが指摘された。

3. 水素化物超伝導への計算科学的アプローチ 石河孝洋氏（NIMS）

水素科学超伝導への機械学習と進化的アルゴリズムを用いた超伝導転移物質と理論予測の現状について議論された。組成と結晶構造を同時に探索する氏の計算法の適用例として、C-H 系での結果が紹介された。その結果、ランダムな状態から開始して数世代でメタンなどがエネルギー的に安定な化合物として出現することが示され、この方法が効率の良い探索方法であることが示された。また、三元系への適用についても詳細がなされた。

4. SPring-8 での高圧水素化物の磁性研究 石松直樹氏（広島大学）

遷移金属-希土類金属化合物における高圧下での高濃度水素化による磁気構造について報告された。高濃度水素化により遷移金属-希土類金属の磁気カップリングが反転することを、X 線円二色性によって検出できることが報告された。ただ、磁気転移に伴う結晶構造、水素濃度、水素の占有位置は不明であるため、今後はこれらの解明が必要であることが示された。

5. 金属-水素系における高圧構造物性研究と水素関係材料への展開 町田晃彦

氏 (QST)

BL22XU の X 線回折計を用いた金属水素化物の高圧構造物性研究とその応用研究が紹介された。YH₃ で加圧に伴って Y 金属格子が hcp から fcc へ約 10GPa の幅をもって変化するが、その過程は hcp 型と fcc 型の 2 つの積層が周期的に配列した長周期構造であり、その積層シーケンスが逐次的に変化することが紹介された。また、最近の展開として 1MPa までの水素ガス圧下での PDF やコヒーレント X 線小角散乱による研究について報告された。

6. 地球コアの水素から地球の起源を語る 廣瀬敬 氏 (東京大学)

Fe が主成分の地球核における水素の含有量について講演が行われた。地球集積時にすでに大量の水が存在しており、地球進化の過程でその酸素と水素が地球核にも構成元素と含まれることを示し、地震波で観測された密度と純鉄の密度との差を説明できることを示した。水素が地球進化における重要元素のひとつであることが分かりやすく説明された。

7. 高密度水素研究に必要な BL 高性能化・実験環境整備 河口沙織氏 (JASRI)

高圧 X 線回折ビームライン BL10XU での整備状況と水素化物研究のアクティビティーが紹介された。海外の高圧 XRD ビームラインとの比較から、BL10XU での水素化物研究のスループットを上げるための方策が提言された。具体的には、BL の高性能化 (2 次元検出器の更新, BG の低減 (放射型スリットの導入), 高エネルギー X 線の活用) が提案された。また、オフラインの実験環境整備として、水素の充填可能なガス充填装置の導入によるスループットとロス の低減が提案された。

8. 総合討論

ワークショップ冒頭での JASRI 大石泰生氏からの趣旨説明で、激しさを増す高圧下室温超伝導探索研究で世界と渡り合い、SPring-8 発の室温超伝導を目指すための BL 高度化と実験環境整備の必要性が説明されたが、それを踏まえた議論がなされた。特に JASRI 河口氏の提案に対して優先度等が議論された。大石氏からは水素化物で室温超伝導を目指すというサイエンスベースでの切り口で高度化、環境整備の計画を進めたいという考えが示された。