

ISSP ワークショップ

高圧セミナー “最近の話題から”

日 程：2022 年 3 月 5 日(土) 10:50 - 18:25

場 所：東京大学物性研究所オンライン(ZOOM)開催

提案者：物性研究所物質設計評価施設：上床 美也・廣井 善二

日本大学文理学部：高橋 博樹

名古屋大学大学院工学研究科：長谷川 正

高圧力は物性研究において極めて重要な基礎物理パラメータであり、物性の制御から物質合成まで幅広く活用され、近年、多くの分野で導入され益々重要性が増している。特に最近発見された高圧下で実現する水素化物超伝導では、その転移温度が室温にまで届こうとしている事実や圧力で誘起される新奇量子現象の出現は、高圧力が重要な物理現象を実現出来るツールのひとつである事を示す一例である。この様な状況を踏まえ、様々な研究分野における高圧力をキーワードとした実験的研究に注目し、最近の高圧下物性研究の現状を概観するとともに今後の研究展望を議論することを目的として、ISSP ワークショップを開催した。

ワークショップは、10 時 50 分に廣井所員の“はじめに”の挨拶で始まり、高圧合成、装置開発、超伝導、分子物質および臨界現象の各セッションにおいて 14 名(女性 2 名)の講師による講演が行われた。最後に森所長の“所長挨拶”および高橋教授の“終わりに”の挨拶で締めくくられ、予定を少し過ぎた 18 時 30 分に終了した。

高圧合成セッションでは、マルチアンビル型、ベルト型およびダイヤモンドアンビル圧力装置を用いた物質開発の最近のトピックスおよび常圧回収された新物質の物性が紹介された。各講演では蒸気圧の高い物質を含む化合物や高圧下のみでしか合成されない物質の合成技術開発のみならずそれらの特異な各種新奇物性が議論された。装置開発セッションでは、物性研究所で開発されてきた圧力装置とその研究成果および共同利用の現状、物材研究機構で新しく開発されたダイヤモンドアンビルと微細加工を組み合わせた高圧下での物性測定技術の開発状況とその成果、さらに NMR や磁化測定が 10GPa 程度の圧力下で可能となっている現状とその成果が紹介された。より高い圧力下で様々な物性測定が常圧下と同等の精度で行われる現状について多くの議論がなされた。超伝導セッションでは、最近話題となっている水素化物圧力誘起超伝導のこれまでの研究成果と現状についての紹介、梯子型鉄系圧力誘起超伝導、

励起子絶縁体候補物質の圧力誘起超伝導現象の研究成果が紹介され、各物質の超伝導状態の起源について議論された。また、最近話題となっているトポロジカル超伝導物質として注目されている層状化合物 PdTe₂ の圧力効果の研究成果が紹介されトポロジーを反映した超伝導状態の特異性について議論がなされた。分子物質セッションでは、古くから研究されている氷について、今なお高圧環境下における新しい構造の発見がなされている現状および最近の研究成果が紹介され、そのメカニズムについて議論された。臨界現象セッションでは、幾何学的フラストレーションを持つ物質系における圧力誘起量体化現象および Eu 化合物の圧力誘起価数転移について最近の研究成果とそれぞれの特徴が紹介されるとともに各臨界現象についての議論がなされた。

本ワークショップは Zoom によるオンライン開催となった。183 名(女性 22 名、39 歳以下 77 名)の方々事前に事前参加登録いただいた。内 40 歳未満が全体の 4 割となり、若手に注目されたワークショップであったことが改めて認識された。講演は常に 100 名を超える方々が聴講されている状態で行われ、それぞれ講演ではいづれも活発な意見交換がなされた。多くの研究者(学生)に高圧力下での物性研究に高い関心が持たれている現状を感じる事が出来た。

プログラムと各講演の概要および講演終了後の Zoom 集合写真を示すので参照いただきたい。本ワークショップを通して、高圧力を物理パラメータとした各種物性研究の将来性とその発展性が強く感じられた。

最後に、本ワークショップの開催にあたって多大なご協力を頂いた秘書の菱沼様、長崎様に感謝いたします。



「プログラム」

10:50-11:00	はじめに：廣井 善二（物性研究所）	
高圧合成（座長：廣井 善二（物性研究所））		
11:00-11:25	関根 ちひろ（室蘭工業大学）	「高圧合成法による機能性材料開発」
	高圧合成法は S, P, As など蒸気圧の高い元素と遷移金属などを密封空間で組成比を変えずに反応させることができ、イオンの圧縮率の違いを用いて、1 気圧では合成できない試料の合成も可能な強力な試料合成技術である。講演では光学材料、熱電変換材料などの機能性材料への応用を目指した希土類金属プニクタイト、希土類硫化物の高圧合成の現状について紹介する。	
11:25-11:50	宮川 仁（物質材料研究機構）	「ベルト型高圧装置を用いた新規タングステン複酸化物の合成」
	圧力・温度・組成をパラメータに物質探索を行い見出した結晶と、その高温での電気伝導度などについて発表する。	
11:50-12:15	丹羽 健（名古屋大学）	「超高圧下における新規無機化合物の創製と物質科学」
	超伝導水素化物の研究からも明らかのように、最近の超高圧物質科学の進展は目覚ましい。こうした超高圧実験技術を用いれば、さらなる新物質の創製と機能開拓が期待される。本講演ではダイヤモンドアンビルセルとレーザー加熱を組み合わせた手法により超高圧合成された、新規な無機化合物の研究成果について紹介する。	
12:15-13:00（昼休憩）		
装置開発（座長：長谷川 正（名古屋大学））		
13:00-13:25	上床 美也（物性研究所）	「圧力誘起相転移現象と装置開発」
	これまで、圧力で誘起される相転移で出現する量子臨界現象の研究を行ってきた。希釈冷凍機を用いた物性測定をより高圧下で行う為、クランプタイプのマルチアンビル圧力発生装置を開発し、最近、20 GPa 超える領域での測定が可能となりつつある。これまでの装置開発状況とその研究成果について紹介する。	
13:25-13:50	松本 凌（物質材料研究機構）	「高温高圧合成およびその場物性測定機能を持つ DAC の開発」
	ホウ素ドーパダイヤモンド薄膜から成る電極、ヒーターおよび温度計をダイヤモンドアンビル上に微細加工することで、高温高圧合成およびその場物性測定機能を持つ DAC を開発したため、この装置の紹介および測定例について発表する。	
13:50-14:15	北川 健太郎（東京大学）	「10GPa 前後までの精密なマクロとマイクロ(NMR)磁気測定」
	高圧力はクリーンな物性制御手段であるため、強相関電子系の磁性と超伝導の競合・共存、スピン液体等の量子磁性を探索するには理想的であるが、それに必要な常磁性レベルの精密磁性測定手段は概ね数 GPa に限られてきた。我々が近年開発した NMR・磁化測定技術とその実験例を紹介し、当該分野の発展性を議論したい。	
14:15-14:25 休憩		
超伝導（座長：高橋 博樹（日本大学））		
14:25-14:50	榮永 茉利（大阪大学）	「高圧下で実現する水素化合物の高温超伝導」

	近年、超高压下で 200 K を超える超伝導転移温度 T_c を示す水素化合物が発見された。最近では、より高い T_c やより低い圧力での超伝導の発見を目指した研究が進められている。本講演ではこれまでの高压下の水素化合物の研究について紹介する。	
14:50-15:15	青山 拓也 (東北大学)	「梯子型鉄系化合物における圧力誘起超伝導」
	はしご型鉄系化合物の基底状態は、擬一次元的な結晶構造に起因した強い電子相関効果によって反強磁性絶縁体となる。なかでも $BaFe_2S_3$ および $BaFe_2Se_3$ は圧力誘起超伝導性を示すことから、多軌道強相関電子系における超伝導性を研究する格好の舞台である。講演では $BaFe_2(S_{1-x}Se_x)_3$ における圧力誘起超伝導に関する最近の研究を紹介する。	
15:15-15:40	大村 彩子 (新潟大学)	「層状 Pd 系超伝導体における圧力効果」
	層状化合物 $PdTe_2$ は常圧で超伝導 ($T_c \sim 1.7$ K) を示し、且つトポロジカルに保護された表面状態を有する物質として知られている。圧力下では、 T_c は 1 GPa 付近で極大を示した後に減少する。本発表では、この振舞いについて輸送特性と格子の体積変化をもとに考察した結果を紹介する。	
15:40-15:50 休憩		
15:50-16:15	松林 和幸 (電気通信大学)	「層状構造を有するナローギャップ半導体における圧力誘起超伝導」
	本講演では層状構造を有するナローギャップ半導体である BiS_2 系超伝導体の類縁化合物 $LaOPbBiS_3$ や励起子絶縁体の候補物質である Ta_2NiSe_5 における圧力誘起超伝導に関する研究成果について紹介する。	
分子物質 (座長: 長谷川 正 (名古屋大学))		
16:15-16:40	小松 一生 (東京大学)	「高压中性子回折実験から見る氷 VII, VIII, X 相の構造とダイナミクス」
	氷には少なくとも 20 種類もの多形が存在することが知られている。この構造多様性の要因として、水素結合ネットワークの柔軟性と水分子の配向による秩序-無秩序相転移の存在の 2 つを挙げることができる。温度・圧力に敏感に変化する水素結合・水分子配向の様子をとらえるために、近年、発表者らは、通称「Mito system」と呼ばれている低温高压中性子回折実験装置をはじめ、高压その場中性子回折実験のための様々な技術開発を行ってきた。これらの装置群を用いて、広い温度圧力で安定な氷 VII, VIII 相について高压中性子回折実験を行うことにより、これまで知られていなかった新奇な構造とダイナミクスを見出した。また、60 GPa 以上で安定に存在し、水素結合が対称化しているとされている氷 X 相について、世界で初めて中性子回折実験による結晶構造解析を行った。本発表では、これら氷 VII, VIII, X 相についての最新の結果を報告したい。	
16:40-17:05	山根 峻 (東北大学)	「誘電率測定を用いた高压氷の未解決問題への取り組み」
	氷は水分子の電気双極子モーメントに由来する誘電性を示す。この点に着目してこれまで、氷の秩序化や 10 GPa における種々の測定アノマリーに関する未解決問題に誘電率をプローブとして取り組んできた。その中で、圧力領域に応じた誘電率測定の技術開発も行っており誘電率によって高压氷の研究にどのような進展があったのかを報告する。	
17:05-17:15 休憩		
臨界現象 (座長: 上床 美也 (物性研究所))		
17:15-17:40	片山 尚幸 (名古屋大学)	「幾何学的フラストレーション系物質における量体化と短距離秩序の発達」



