

I 超高压下の相転移

Phase Transition under High Pressure

赤浜裕一
Akahama, Y.

原子価結晶に圧力を加えるとその構成原子の電子準位が変化し（電子的 $s-d$ 転移と総称される）、構造・物性変化をきたす。一方、分子性結晶への圧力の適用は分子間力の制御を通して、分子配向の変化や結合の再編成を引き起こし、やがて分子性が失われ、原子価結晶へ移行させるものと考えられている。我々は放射光を用いた X 線回折・ラマン分光・赤外分光・磁化・電気伝導測定などにより、固体の結晶構造変化や分子解離の過程を調べている。現在、酸素、水素、窒素及び燐など放射光の利用が不可欠な軽元素を主な研究対象として取り上げている。更に、マルチメガバール領域の圧力発生技術とその圧力領域で簡便に利用できる圧力スケールの構築も行い、現在、世界最高圧力の更新を続けており、超高压でしか現れない特異な結晶構造などを発見している。

II 黒リンの高圧物性研究

Chemical Physics of Black Phosphorus under High Pressure

赤浜裕一
Akahama, Y.

黒リンはシリコンやゲルマニウムにつぐ最後の元素半導体として注目され、30 年程前から日本の研究グループが中心となりバルクの基礎物性が解明されてきた。特に、単層がバッカードレイヤーという特異な層構造から成ることから電子物性や光物性等に強い異方性を示し、高圧下では構造相転移を伴わない半導体—金属転移が観測されている。近年、黒リン単層膜であるフォスファレン(phosphorene) が、グラフェンと異なりエネルギーギャップを持つことから二次元半導体デバイスへの応用の観点から脚光を浴びている。我々は、黒リンやフォスファレンの基礎物性に着目し、それらの作製と物性研究を行っている。

III 非共鳴 X 線非弾性分光法による物性研究

Physical Properties by Non-resonant Inelastic X-ray Spectroscopy

福井宏之
Fukui, H.

硬 X 線はその透過力の高さゆえに極限状態下にある物質に対する効果的なプローブである。第三代放射光施設の発展により、非弾性散乱を用いた物性研究が可能になった。我々は、この技術を極限状態下へ応用するための技術開発を行うとともに、これを用いた軽元素の電子構造および原子振動に関する物性研究を推進している。

発表論文 List of Publications

- I-1 Y. Akahama, D. Ishihara, H. Yamashita, H. Fujihisa(AIST), N. Hirao(JASRI), Y. Ohishi(JASRI): Phase stability and magnetic behavior of hexagonal phase of N_2-O_2 system with kagome lattice under high pressure and low temperature. *Physical Review B* **94** (2016), 064104.
- I-2 福井宏之, 前川武雄, 杉本隼之, 赤浜裕一, 平尾直久(JASRI), 大石泰生(JASRI): 高温高压下における $NeHe_2$ の相安定性, *SPring-8/SACLA 利用研究成果集* **4**, 204 (2016).
- I-3 宮本椋介, 中野智志(NIMS), 赤浜裕一, 水素の超臨界流体相のラマン分光 II, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- I-4 高橋一規, 杉本隼之, 平尾直久(JASRI), 大石泰生(JASRI), 赤浜裕一, インジウムのリエントラント圧力誘起構造相転移, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- I-5 赤浜裕一, 藤本勇輝, 福田隆(阪大), 寺井智之(阪大), 掛下知行(阪大), 平尾直久(JASRI), 大石泰生(JASRI), Fe-Ni 合金の圧力誘起構造相転移, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- I-6 藤本真人, 福井宏之, 赤浜裕一, 平尾直久(JASRI), ZrO_2 低圧相におけるラマンモードの低波数シフト, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- II-1 T. Sasaki(NIMS), K. Kondo, Y. Akahama, S. Nakano(NIMS), and T. Taniguchi(NIMS), “Raman spectroscopy of Two-Dimensional Material under high pressure: black phosphorus ultrathin film, phosphorene”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56**, 05FB06 (2017).
- II-2 K. Akiba(Univ.Tokyo), A. Miyake(Univ.Tokyo), Y. Akahama, K. Matsubayashi(Univ.Tokyo), Y. Uwatoko(Univ.Tokyo), M. Tokunaga(Univ.Tokyo): Two-carrier analyses of the transport properties of black phosphorus under pressure. *Physical Review B* **95** (2017), 115126.
- II-3 Y. Akahama, K. Kondo, S. Nakano(NIMS), and T. Taniguchi(NIMS), Raman spectroscopy of Two-Dimensional Material under high pressure: black phosphorus ultrathin film, phosphorene, The 17th International Conference on High Pressure in Semiconductor Physics: HPSP-17(Tokyo, Japan, Aug. 7-11, 2016).
- II-4 H. Okamura(Tokushima U.), T. Iwamoto(Tokushima U.), Y. Akahama, Infrared study of black phosphorus under high pressure, The 17th International Conference on High Pressure in Semiconductor Physics: HPSP-17(Tokyo, Japan, Aug. 7-11, 2016).
- II-5 近藤憲亮, 中野智志(NIMS), 谷口尚(NIMS), 赤浜裕一, フォスフォレンの高圧ラマン分光, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- II-6 岡村英一(徳島大), 後藤貴之(徳島大), 坪内厚志(徳島大), 岩本賢尚, 赤浜裕一, 森脇太郎(JASRI), 池本夕佳(JASRI), 黒リンの高圧下における光学スペクトルと電子状態, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- II-7 町田洋(TIT), 井澤公一(TIT), Kamuran Behnia(CNRS), 秋葉和人(ISSP), 三宅厚志(ISSP), 徳永将史(ISSP), 赤浜裕一, 黒リンの熱輸送特性, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 17 日 大阪大学
- II-8 藤井拓斗, 赤浜裕一, 小山岳秀, 上田光一, 水戸毅, 黒リンの半導体・半金属状態における $31P$ -NMR 測定, 日本物理学会第 72 回年次大会, 2017 年 3 月 18 日 大阪大学
- III-1 H. Fukui, N. Hiraoka(NSRRC, Taiwan), N. Hirao(JASRI), K. Aoki(U Tokyo), Y. Akahama: Suppression of X-ray-induced dissociation of H_2O molecules in dense ice under pressure. *Scientific Reports* **6**, 26641 (2016).
- III-2 N. Hiraoka (NSRRC, Taiwan), H. Fukui, T. Okuchi(Okayama U): EXAFS studies under high pressure by X-ray Raman scattering. *High Pressure Research: An International Journal* **36**, 250-261 (2016).

- III-3 H. Fukui, A. Yoneda(Okayama U), A. Nakatsuka(Yamaguchi U), N. Tsujino(Okayama U), S. Kamada(Tohoku U), E. Ohtani(Tohoku U), A. Shatskiy(RAS, Russia), N. Hirao(JASRI), S. Tsutsui(JASRI), H. Uchiyama(JASRI), A.Q.R. Baron(RIKEN): Effect of cation substitution on bridgmanite elasticity: A key to interpret seismic anomalies in the lower mantle. *Scientific Reports* **6**, 33337 (2016).
- III-4 和田正弘, 福井宏之, 平岡 望(NSRRC, 台湾), 赤浜裕一, 入船徹男(愛媛大), X 線ラマン散乱による固体酸素高压相の電子状態研究, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- III-5 藤原佑気, 福井宏之, 竹内晃久(JASRI), 高压 X 線イメージングに向けた CT・CL データ補完法 3 次元への拡張, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)
- III-6 福井宏之, 米田 明(岡山大), 中塚晃彦(山口大), 鎌田誠司(東北大), XIE Longjian(岡山大), 芳野 極(岡山大), BARON Alfred. Q. R.(理研), X 線非弾性散乱による高压下でのブリッジマナイト結晶弾性率測定, 第 57 回高压討論会 (筑波大学大学会館 2016 年 10 月)

大学院物質理学研究科

博士前期課程

近藤 憲亮: フォスフォレンの高压ラマン分光

高橋 一規: インジウムのリエントラント圧力誘起構造相転移

宮本 椋介: 超臨界流体水素のラマン分光