

## 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カ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 ナノカーボン物質の研究

### Physical Chemistry of Nanocarbon Materials

小林本忠  
Kobayashi, M.

$C_{60}$ 、 $C_{70}$  や  $C_{84}$  などのフラーレン、単層あるいは多層のカーボンナノチューブ、単層グラファイトであるグラフェンは共にナノスケールのカーボンとして興味を集めている。最近ではフラーレンを内包した単層カーボンナノチューブ(peapods)や、層間に  $C_{60}$  を収容したグラファイト層間化合物あるいはグラフェン上やグラフェン間への原子・分子の添加が報告され、これらはナノカーボン材料として幅広く研究されている。我々は新奇な物性を示す物質の開発をめざして、フラーレンを主としたナノカーボン、グラファイト、グラファイトの類縁物質である窒化硼素やピセン等縮合多環系炭化水素を取り上げ、これらに様々な元素・化合物を添加してアクセプター型あるいはドナー型のドーピング化合物・層間化合物を作製し、構造、磁性、超伝導等の物性探索研究を行っている。

## 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。第三世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 T Sugimoto, Y Akahama, T Ichikawa, H Fujihisa(AIST), N Hirao(JASRI), and Y Ohishi(JASRI): Bcc-fcc structure transition of Te, *J. Phys. Cond.: Conf. Series* **500**, 192018(2014).
- I-2 Y Akahama, T Maekawa, T Sugimoto, H Fujihisa, N Hirao, and Y Ohishi: High-pressure phase diagram of O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> binary system: formation of kagome-lattice of O<sub>2</sub>, *J. Phys. Cond.: Conf. Series* **500**,182001(2014).
- I-3 K. Nishiyama, T. Mito, G. Pristas, Y. Hara, T. Koyama, K. Ueda, T. Kohara, Y. Akahama, S. Gabani, M. Reiffers, K. Flachbart, H. Fukazawa(千葉大), Y. Kohori(千葉大), N. Takeshita(AIST), and N. Shitsevalova: Pressure-Induced Localization of 4f Electrons in the Intermediate Valence Compound SmB<sub>6</sub>, *J. Phys. Soc. Jpn.* **82**, 123707 (2013).
- I-4 赤浜裕一・前川武雄・杉本隼之・藤久裕司(AIST)・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：酸素-窒素二元系の高圧相図：酸素分子のカゴメ格子構造，日本物理学会 2013 年秋季大会（2013，徳島大）
- I-5 杉本隼之・市川知裕・福井宏之・赤浜裕一・今西和也・藤久裕司(AIST)・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：超高压放射光 X 線回折実験によるテルルの構造相転移の研究，日本物理学会 2013 年秋季大会（2013，徳島大）
- I-6 石原大輔・赤浜裕一・杉本隼之・山下寛倫・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：酸素-窒素二元系の低温高圧相図の研究，日本物理学会 2013 年秋季大会（2013，徳島大）
- I-7 山下寛倫・赤浜裕一・杉本隼之・石原大輔・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：高圧低温下の酸素-窒素二元系の磁化測定，日本物理学会 2013 年秋季大会（2013，徳島大）
- I-8 杉本隼之・市川知裕・福井宏之・赤浜裕一・今西和也・藤久裕司(AIST)・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：テルルの 330GPa までの X 線回折実験：bcc-fcc 相転移、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- I-9 赤浜裕一・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：バナジウムの超高压高温 X 線回折実験、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- I-10 水木悠斗・福井宏之・赤浜裕一・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)・中野智志(NIMS)：超高压下での固体水素 III 相の X 線回折とラマン散乱実験、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- I-11 山下寛倫・杉本隼之・石原大輔・赤浜裕一：酸素-窒素二元系の高圧低温磁化測定、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- I-12 石原大輔・赤浜裕一・杉本隼之・山下寛倫・平尾直久(JASRI)・大石泰生(JASRI)：酸素-窒素二元系の低温高圧相図の研究、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- II-1 M. Kobayashi, T. Satoh, Y. Kataoka, S. Heguri (Tohoku Univ.): Synthesis and Physical Properties of Calcium-intercalated Hexagonal Boron Nitride, International Symposium on Intercalation Compounds XVII (Sendai Japan, 2013)
- II-2 M. Kobayashi, Y. Fujiwara, S. Heguri (Tohoku Univ.): K concentration dependence of X-ray diffraction and magnetic susceptibility for K<sub>x</sub>picene, Workshop on Superconductivity and Magnetism associated with Geometry and Dimensionality from Organics to Inorganics (Sendai Japan, 2013)

- II-3 佐藤貴彦・平郡諭（東北大 WPI-AIMR）・小林本忠：カルシウム窒化ホウ素層間化合物の作成と物性、日本物理学会 2013 年秋季大会（徳島大、2013）
- II-4 小林本忠・藤原佑樹・平郡諭（東北大 WPI-AIMR）谷垣勝己（東北大院理）：カリウム金属添加ピセン化合物  $K_x\text{picene}$  の磁化率、日本物理学会 2013 年秋季大会（徳島大、2013）
- II-5 小林本忠・平郡諭（東北大 WPI-AIMR）： $K_x\text{picene}$  の磁化率の組成・反応時間依存性、日本物理学会 2014 年春第 69 回年次大会（東海大、2014）
- II-6 平郡諭（東北大 WPI-AIMR）・河出直哉・藤沢拓実・山口明・住山昭彦・谷垣勝己（東北大院理）・小林本忠：Ba 黒鉛層間化合物の作成と超伝導、日本物理学会 2014 年春第 69 回年次大会（東海大、2014）
- III-1 H. Fukui, M. Simon (KIT), V. Nazmov (KIT), J. Mohr (KIT), K. Evans-Lutterodt (BNL), A. Stein (BNL) and A.Q.R. Baron (RIKEN): Large aperture refractive lenses for momentum resolved spectroscopy with hard X-rays, *Journal of Synchrotron Radiation* **20**, 591-595 (2013)
- III-2 N. Hiraoka (NSRRC), H. Fukui, H. Tanida (JASRI), H. Toyokawa (JASRI), Y. Cai (BNL) and K.-D. Tsuei (NSRRC): An X-ray Raman spectrometer for EXAFS studies on minerals: Bent Laue spectrometer with 20 keV X-rays, *Journal of Synchrotron Radiation* **20**, 266-271 (2013).
- III-3 S. Kamada (Tohoku Uni.), E. Ohtani (Tohoku Univ.), H. Fukui, T. Sakai (Ehime Univ.), H. Terasaki (Osaka Univ.), S. Takahashi (Tohoku Univ.), Y. Shibazaki (Tohoku Univ.), S. Tsutsui (JASRI), A.Q.R. Baron (RIKEN), N. Hirao (JASRI), and Y. Ohishi (JASRI): The sound velocity measurements of  $\text{Fe}_3\text{S}$ , *American Mineral*. **99**, 99-101 (2014).
- III-4 A. Yoneda (Okayama Univ.), H. Fukui, F. Xu (Okayama Univ.), A. Nakatsuka (Yamaguchi Univ.), A. Yoshiasa (Kumamoto Univ.), Y. Seto (Kobe Univ.), K. Ono (Toyama Univ.), S. Tsutsui (JASRI), H. Uchiyama (JASRI), and A.Q.R. Baron (RIKEN): Elastic anisotropy of experiment analogues of perovskite and post perovskite help to interpret D" diversity, *Nature Comm.* **5**, 3453 (2014).
- III-5 福井宏之・米田 明（岡山地球研）・渡邊 了（富山大理）・Alfred Baron（理研）：X 線非弾性散乱法による苦鉄ケイ酸塩ペロブスカイト単結晶の弾性定数決定、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- III-6 福井宏之・浜根大輔（東大物性研）・佐藤友子（広島大理）・船守展正（東大理）：高圧科学におけるコヒーレント X 線回折イメージングの可能性、第 54 回高圧討論会（2013 年、新潟市）
- III-7 福井宏之：X 線非弾性散乱、未来を拓く高圧力科学技術セミナーシリーズ（39）「高圧力と分光測定技術」（2014 年、世田谷区）

## 科学研究費補助金等

日本学術振興会科学研究費補助金（平成 25～27 年度）基盤（C） 課題番号 25400381

研究課題 固体水素 III 相の X 線構造研究

研究代表者 赤浜裕一