

新潟大学研究推進機構超域学術院 研究プロジェクト 研究成果報告書

(1) 研究プロジェクト名

一次元新奇超伝導物質の創製と多重極限下での物性研究

(2) 研究プロジェクト構成員・職・氏名

自然科学系（理学部）教授 山田 裕（プロジェクトリーダー）
自然科学系（理学部）教授 大野 義章
自然科学系（工学部）准教授 佐々木 進
自然科学系（理学部）助教 奥西 巧一
自然科学系（工学部）教授 合田 正毅
自然科学系（大学院自然科学研究科）助教 石川 文洋
自然科学系（超域研究機構）准教授 中山 敦子
自然科学系（超域研究機構）助教 大村 彩子
その他 学外者・学生 3人

(3) 研究成果の概要

①プロジェクトにおいて目標としたもの

本プロジェクトが目標としたものは、超伝導現象などの強相関電子系量子相転移物質の新しい物性物理分野の開拓である。特に新潟大学山田グループで新しく発見された一次元新奇超伝導物質を基として、超高压・強磁場・極低温の多重極限下での物性測定と強相関電子系の物性理論を有機的に結合させ、将来の室温超伝導物質発見につながる新しい物性概念の確立を目指している。

②目標に到達するために選択した方法・手段

目標達成に向けて大きく以下の3つについて取り組んだ。

1) 新奇超伝導物質の単結晶化及び新奇量子相転移物質の創製探査

山田グループが発見した新奇超伝導物質 Pr247 は高压酸素雰囲気中でしか合成ができず、超伝導出現条件も明確ではなかった。そこで新たな高压酸素雰囲気炉の設計開発を行い、合成条件の解明と伴に、単結晶の育成を目指した。さらに様々な熱処理条件を調べ超伝導と熱処理条件の関係を調べた。これらの試料を基に、電子輸送現象、NQR、帯磁率など諸物性を解明すると伴に結晶構造解析も行った。更に高压合成炉の導入により、近年発見された鉄系超伝導物質、に関しても合成と研究を進めた。

2) 10 GPa 級圧力セルの開発

量子相転移物質の研究には超高压・強磁場・極低温の多重極限下での物性測定が大変有効である。現在新潟大学では希釈冷凍機（10 mK）と 18 T 超伝導マグネットがそろっており国内でも数少ない設備がある。しかしながら高压下での測定は未だ完備されていない。そこで 10 GPa(10 万気圧) 下で精度良く物性測定可能でかつ小型の圧力セルの開発を行なった。

3) 新しい一次元伝導物質に関する強相関電子系物性理論の構築

理論グループである大野・奥西・合田はそれぞれ強相関電子系物理、低次元スピン系、量子相転移の第一人者である。実験データを逐次解析することにより、一次元伝導機構における強相関電子系超伝導機構の解明を目指した。

③その結果、得られた成果

1) Pr247 の超伝導特性と単結晶化

我々が発見した Pr247 (Fig.1) は高圧酸素雰囲気中でしか合成ができず、超伝導出現条件も明確ではなかった。さらに様々な熱処理条件を調べ超伝導と熱処理条件の関係を調べた。その結果酸素欠損量と超伝導遷移温度 T_c との間に明確な相関があることを明らかにした。

Fig.2 に T_c と酸素欠損量 δ の関係を示す。 δ の量が増えるに従い T_c は上昇、 $\delta = 0.54$ で最高値を示しおよそ 24K であった。

またそのときの超伝導の体積分率は Zero Field Cool 100e、5K 付近で 68% と高い値を示した。さらにそれ以上還元すると減少する、いわゆるベルカーブ的相関が見られた。

これらはすべて異なる as-sintered 試料から得た結果であることからこの相関は Pr247 酸化物超伝導体の固有の相関であることが明らかとなった。

さらに核磁気共鳴の測定により、この物質が一次元 CuO ダブルチェーン上で超伝導が起こっていること、CuO₂ 面の銅は反強磁性オーダーしており、伝導に寄与していないことが明らかになった。さらにこれら試料について圧力下での研究も行った。

作成した多結晶試料の圧力効果をピストンシリンダー型圧力セルにより測定した。

キャリア濃度が異なるとその圧力効果にも違いがあることが明らかとなった。キャリア濃度が小さいときには超伝導は圧力によって簡単に消失するのに対し、キャリア濃度が大きくなると超伝導は消失しにくくな

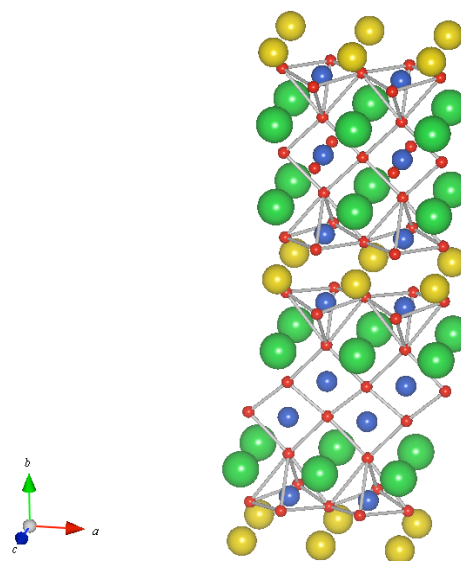


Fig.1 Pr247 の結晶構造

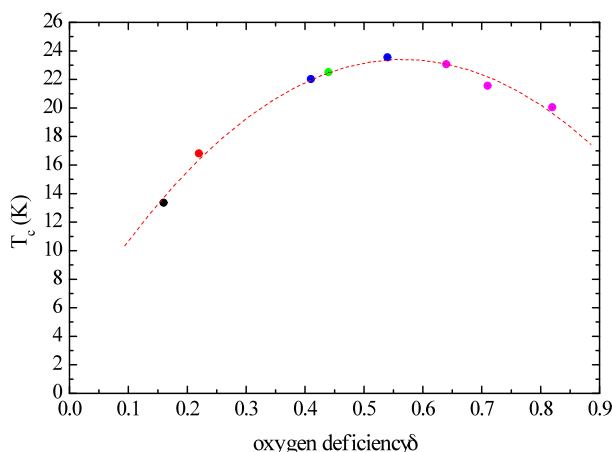


Fig.2 T_c の酸素欠損量 δ 依存性

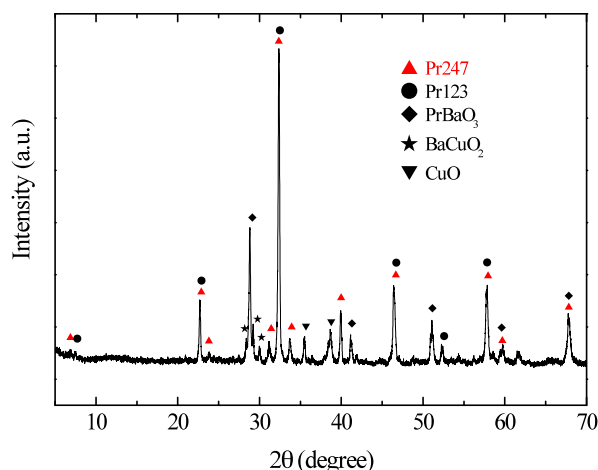


Fig.3 溶融合成した試料の X 線回折パターン

るという結果が得られた。

また本年度は Pr247 の単結晶化も試みた。高压酸素中で BaZrO₃ 坩堝を用いて自己フラックス法により合成した。るつぼ内に合成されたものを取り出し、X 線回折実験を行なったところ Fig. 3 に見られるように Pr247 が含まれていることが明らかとなった。さらにこの試料を酸素還元したところ Fig.4 に見られるように Zero Field Cool で超伝導に伴う反磁性が観測された。また多結晶と異なりピンニング効果による転移も観測され単結晶による超伝導であることが確認できた。現在この単結晶を取り出すため大型化を試みているが未だ成功していない。この点がもっとも大きな今後の課題として残っている。

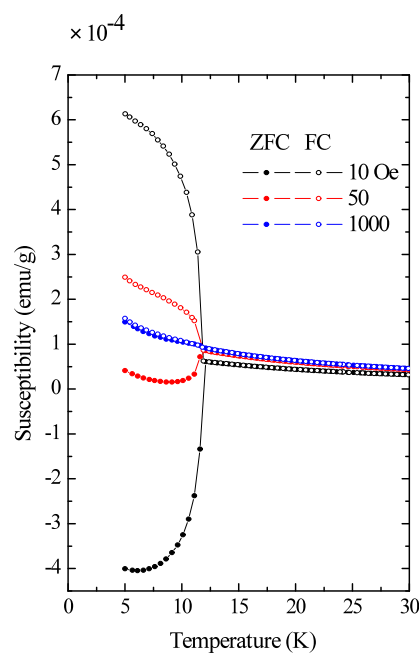
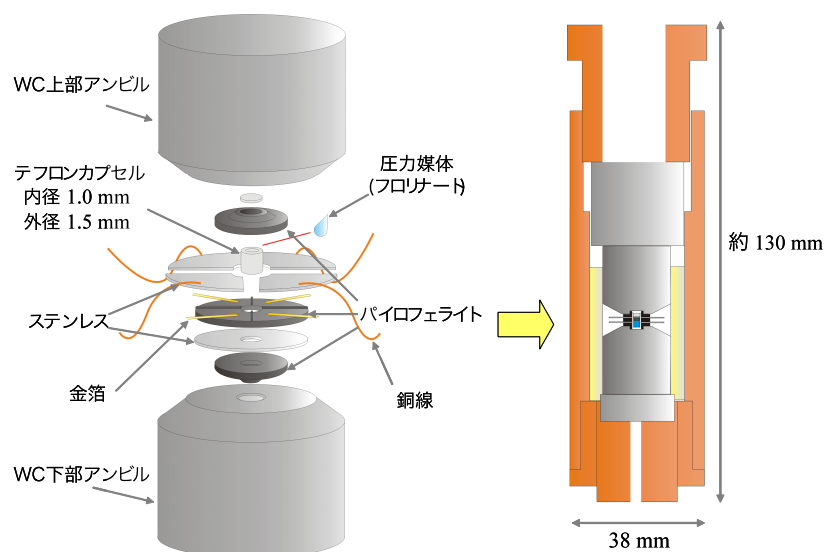


Fig. 4 Pr247 単結晶の磁化の温度依存

2) 10 GPa 級圧力セルの開発と多重極限物性測定環境の整備

超伝導など量子相転移現象の機構解明には、超高压下での物性測定が有効である。現在我々は、10 GPa (10 万気圧) 級圧力セルの開発を行っている。(下図)

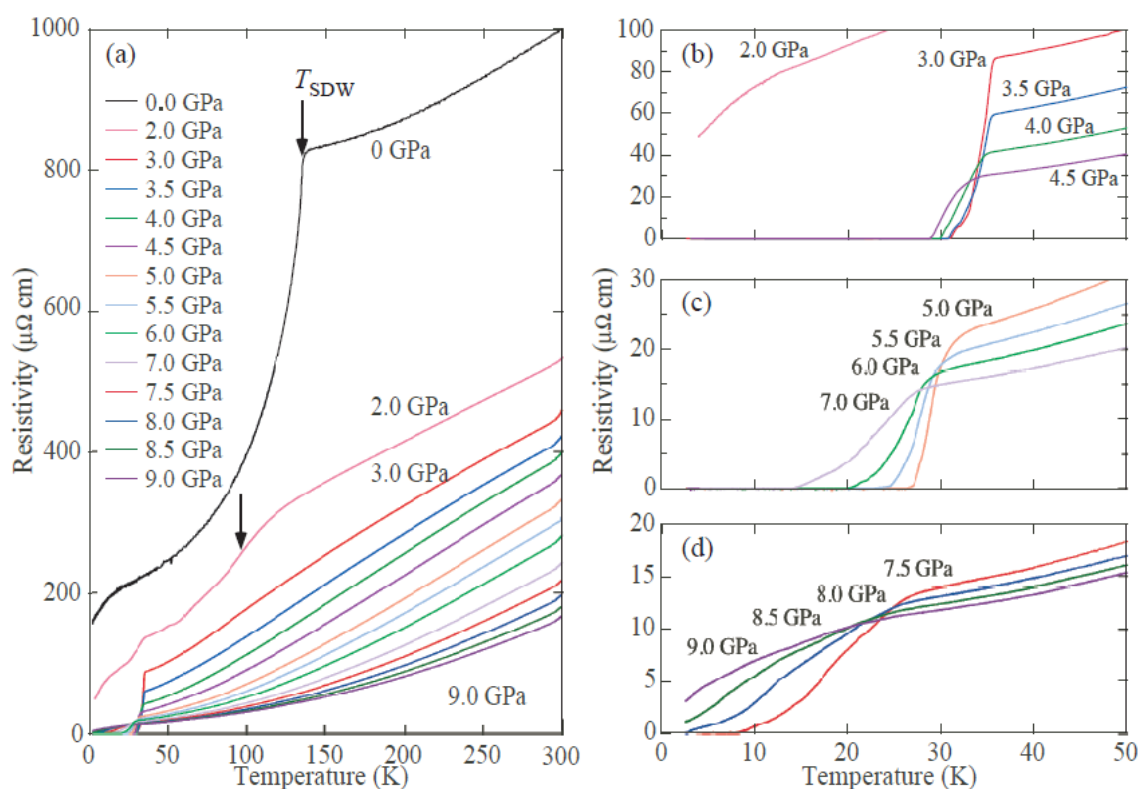
改良型ブリッジマンアンビルセル - アンビルと圧力容器の概観 -



我々は 140mm x ϕ 38mm の改良型ブリッジマンアンビルタイプの圧力セルにより 13 GPa (13 万気圧) の圧力下で比較的静水圧性も良く電気抵抗の測定が可能であることが確認できた。さらにヘリウム3冷凍機に取り付けることを目指して 100mm x ϕ 38mm のセルを作成した。これにより重さも 400 g 程度軽量化することに成功した。さらに、発生圧力も 10 GPa を超えることが確認できた。さらに既存の 8 T 超伝導マグネットに挿入可能にする準備も進めており、この装置が完成すれば超高圧 (10 GPa)・強磁場 (8 T)・極低温 (0.3 K) の多重極限下での物性測定が可能となり、世界的にも数少ないユニークな物性測定拠点が形成されることが考えられる。

今回作成した改良型ブリッジマンアンビルセルを用いて我々は極最近発見された鉄砒素系超伝導物質の母物質のひとつである BaFe₂As₂ 物質の単結晶を高圧合成技術を使い 4 GPa の固体圧力下で合成に成功し、更にその圧力依存性を調べた。

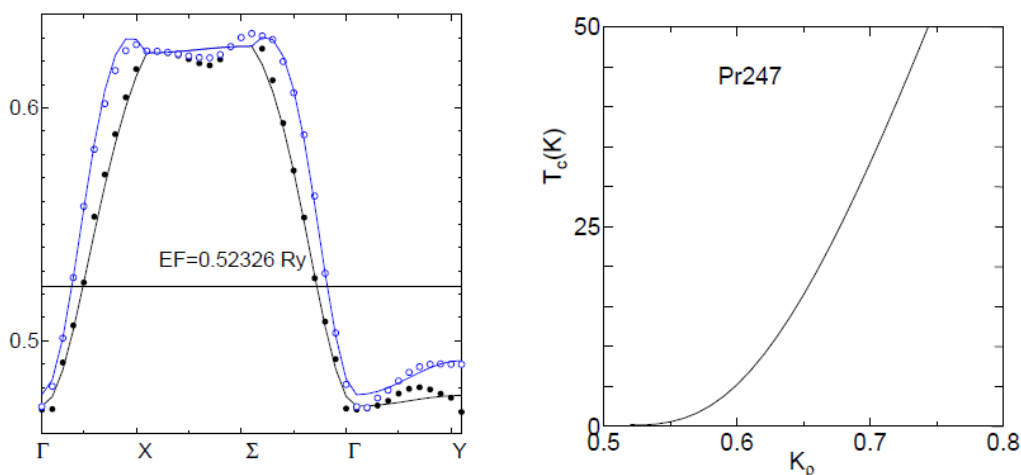
その結果を下図に示す。0 GPa では SDW (スピン密度波) を伴う金属であり超伝導は観測されないが、3 GPa 以上でゼロ抵抗を示す超伝導遷移が観測され、この物質での初めての圧力誘起超伝導を報告することが出来た。さらに高圧をかけると超伝導が消失することも明らかにし、これらの結果がこの物質の超伝導機構解明に大きな役割を果たした。



3) 新しい一次元伝導物質に関する強相関電子系物性理論の構築

理論グループでは、擬一次元系での超伝導について 2 重鎖 $d-p$ モデルを用いた朝永-Luttinger 液体論によるアプローチを試みてきた。しかしながらこれまでは同様の 2 重鎖構造を持つ Y124 に対する LDA のバンド計算に基づいた計算であった。そこで、Pr247 の X 線構造解析データに基づき、WIEN2K を用いて Pr247 のバンド計算を行い、2 重鎖間の移動積分も考慮に入れた擬 1 次元の 2

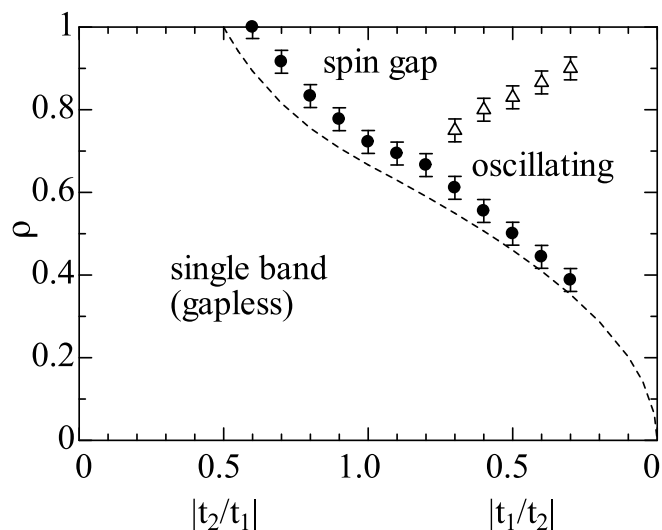
重鎖ハバード模型を用いて T_c の計算を行った。まず、この模型の鎖内、鎖間の移動積分を、それぞれ第4近接まで、バンド計算で得られた CuO_2 重鎖の d バンドを再現するように決定した (左図)。擬一次元系の T_c の表式は、Schultz らによって鎖内のパラメータ K と鎖間の移動積分の関数として得られているので、これを適用して T_c を求めた (右図)。 $K_p \sim 0.65$ であることを考慮すると、実験で得られている $T_c \sim 15\text{K}$ が説明できる。



さらにこの超伝導メカニズムを解明するには、対応する 1 次元理論モデルのスピン励起をまず明らかにする必要がある。しかし、Pr247 のモデルである、ジグザグハバード梯子模型は、典型的なフラストレーション系であり、定量的に信頼できる理論の構築が容易ではなかった。

本年度は、フラストレート系で計算精度を保てるように密度行列くりこみ群法のアルゴリズムを最適化し、高精度の低エネルギースピギャップの計算を行った。これにより、定量的なスピン励起の電子数依存性を得ることが可能になり、Pr247 化合物の超伝導特性の解明のための基礎物性が初めて明らかになった。

右図は、得られたジグザグハバード模型の相図を表しており、 $|t_1/t_2| = 0.5\text{--}0.6$ 程度が実際の Pr247 系に相当するパラメーターであることがわかった。この領域は、フラストレーションによるさまざまな秩序の競合の影響が強く出る領域であり、実際の超伝導転移温度が比較的低温であることに一致している。



④研究発表実績

同プロジェクトによる研究成果の全部又は一部を学会誌等に発表したものについては、次に記載した区分の順に所要事項を記入すること。(別紙を添付しても可。)

ア 学会誌等 (過去3年間に発表されたもの)

1) Heavy Fermion Behaviors of $\text{Tm}_2\text{Rh}_{12}\text{P}_7$

K. Tatematsu, N. Takeda, Y. Araki, K. Fukuda, Yuh Yamada, T. Nishioka, K. Kodama, K. Shimizu, T. Matsushita, N. Wada, S. Narazu, and T. Takabatake; Journal of the Physical Society of Japan 77 (2008) Supplement A, pp. 353-355

2) Electronic Structure of Superconducting and Non-superconducting $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15-6}$ Revealed by Photoemission Spectroscopy

Y. Wakisaka, K. Takubo, T. Sudayama, J.-Y. Son, T. Mizokawa, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, S. Sekiya, K. Fukuda, F. Ishikawa, and Yuh Yamada
J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 074710 (5 pages)

3) Pressure effects on the electrical resistivity of $\text{Pr}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15-6}$ oxide superconductor

Fumihiro Ishikawa, Kazunori Fukuda, Yasunori Hiura, Yusuke Onda, Atsuko Nakayama, Yuh Yamada, Akiyuki Matsushita and Tomoko Kagayama
J. Phys.: Conf. Ser. 150 Volume 150 (2009) 052079 (4pp)

4) Thermoelectric properties of B-doped SrTiO_3 single crystal

Jun Okamoto, Gen Shimizu, Shugo Kubo, Yasuji Yamada, Hiroyuki Kitagawa, Akiyuki Matsushita, Yuh Yamada and Fumihiro Ishikawa; J. Phys.: Conf. Ser. 176 (2009) 012042 (4pp)

5) Zero-resistance superconducting phase in BaFe_2As_2 under high pressure

Fumihiro Ishikawa, Naoya Eguchi, Michihiro Kodama, Koji Fujimaki, Mari Einaga, Ayako Ohmura, Atsuko Nakayama, Akihiro Mitsuda, Yuh Yamada
Physical Review B: Condensed Matter and Materials Physics (2009), 79(17), 172506/1-172506/3

6) Structural phase transition in Bi_2Te_3 under high pressure

A. Nakayama, M. Einaga, Y. Tanabe, S. Nakano, F. Ishikawa, Yuh Yamada
HIGH PRESSURE RESEARCH (2009) 29 p245-249

7) Photocatalytic activities of Ba_2RBiO_6 (R = La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy) under visible light irradiation: Takuya Hatakeyama, Shingo Takeda, Fumihiro Ishikawa, Ayako Ohmura, Atsuko Nakayama, Yuh Yamada, Akiyuki Matsushita, Jinhua Ye

JOURNAL OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN (2010) 118 pp91-95

8) New superconducting phase of Bi_2Te_3 under pressure above 11 GPa

M. Einaga, Y. Tanabe, A. Nakayama, A. Ohmura, F. Ishikawa, Yuh Yamada
J. Phys. Conf. Ser., 215, (2010) 012036(1-4)

9) Pressure dependence of superconducting-transition temperature in $\text{YbGa}_{1.1}\text{Si}_{0.9}$; A. Ohmura, K. Fujimaki, M. Einaga, F. Ishikawa, A. Nakayama, Yuh Yamada, M. Imai, N. Tsujii; J. Phys. Conf. Ser., 215, (2010) 012035(1-5)

10) Pressure-Induced Superconductivity in $\text{Eu}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Fe}_2\text{As}_2$: Wide Zero-Resistivity Region Due to Suppression of Eu Magnetic Order and Chemical Pressure; A. Mitsuda, T. Matoba, F. Ishikawa, Yuh Yamada, and H. Wada; J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 073704, (4 pages)

- 11) Weak itinerant ferromagnetism in Heusler-type $\text{Fe}_2\text{VAl}_{0.95}$,
K. Sato, T. Naka, M. Taguchi, T. Nakane, F. Ishikawa, Y. Yamada, Y. Takaesu, T. Nakama, A. de Visser, and A. Matsushita, Phys. Rev. B 82 (2010) 104408, 1-8
- 12) Cooperative Effect of Coulomb Interaction and Electron-Phonon Coupling on the Heavy Fermion State in the Two-Orbital Periodic Anderson Model, K. Mitsumoto and Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 054707/1-7.
- 13) First Order Bipolaronic Transition at Finite Temperature in the Holstein Model, T. Fuse, Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 093702/1-4.
- 14) Effect of the spin-orbit interaction and the electron phonon coupling on the electronic state in a silicon vacancy, T. Yamada, Y. Yamakawa and Y. Ono, J. Phys.: Conf. Ser. 200 (2010) 012228/1-4.
- 15) Antiferromagnetic, Charge and Orbital Order in $\text{Na}_{0.5}\text{CoO}_2$ Based on the Two Dimensional 11 Bands d-p Model, Y. Yamakawa, N. Watanabe and Y. Ono, J. Phys.: Conf. Ser. 200 (2010) 012233/1-4.
- 16) Effects of ferromagnetic fluctuations on the electric and thermal transport properties in Na_xCoO_2 , Y. Yanagi and Y. Ono, J. Phys.: Conf. Ser. 200 (2010) 012235/1-5.
- 17) Cooperative effects of Coulomb and electron-phonon interactions in the two-dimensional 16-band d-p model for iron-based superconductors, Y. Yanagi, Y. Yamakawa, N. Adachi and Y. Ono, Phys. Rev. B 82 (2010) 064518/1-10.
- 18) Two types of s-wave pairing due to magnetic and orbital fluctuations in the two-dimensional 16-band d-p model for iron-based superconductors, Y. Yanagi, Y. Yamakawa, Y. Ono, Phys. Rev. B 81 (2010) 054518/1-10.
- 19) Superconductivity in a Two-Orbital Hubbard Model with Electron and Hole Fermi Pockets: Application to Iron Oxypnictide Superconductors, Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 124706/1-5.
- 20) Effect of ferromagnetic spin fluctuations on the electronic states in Na_xCoO_2 based on two-dimensional triangular lattice 11-band d-p model, Y. Yanagi and Y. Ono, J. Phys. Chem. Sol. 69 (2008) 3317-3320.
- 21) Antiferromagnetic, Charge and Orbital Ordered States of $\text{Na}_{0.5}\text{CoO}_2$ Based on the Two-Dimensional Triangular Lattice d-p Model, Y. Yamakawa and Y. Ono, J. Phys. Chem. Sol. 69 (2008) 3349-3351.
- 22) Magnetism and Superconductivity in the Two-Dimensional 16 Band d-p Model for Iron-Based Superconductors, Y. Yanagi, Y. Yamakawa and Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 123701/1-4.
- 23) Effects of Electron Correlation and Electron-phonon Coupling on the quantum state of a Silicon Vacancy, Y. Yamakawa, K. Mitsumoto and Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) Suppl. A, 266-268.
- 24) Electronic states and pairing symmetry in the two-dimensional 16 band d-p model for iron-based superconductor, Y. Yanagi, Y. Yamakawa and Y. Ono, J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) Suppl. C, 149-150.
- 25) Dynamical mean-field study of the heavy-fermion state in the multi-orbital Anderson lattice model coupled with Jahn-Teller phonons, K. Mitsumoto and Y. Ono, Physica B 403 (2008) 859-861.
- 26) Magnetic-field gradient in nanostructures detected by nuclear spins, S. Watanabe, S. Sasaki, A. Takahashi, Y. Matsumoto, Physica E 42(2010)1004-1006.
- 27) Strains in heterostructures detected by standard NMR M. Nishimori, S. Sasaki, S. Watanabe, Y. Hirayama, Physica E 42(2010)1007-1009
- 28) Direct observation of local magnetic field generated by micromagnet Shinji Watanabe, Susumu Sasaki, Shinya Sato, Naoki Isogai, Yoshinori Matsumoto, Appl. Phys. Lett. 92, 2531161-2531163 (2008).
- 29) Raman study of carbon nano-structured materials pressurized with H_2 , A. Nakayama, Y. Tanaka, Y. Nishiyama, S. Nakano, Journal of Phys.: Conference Series, 215, 012046 (2010),1-5.

- 30) In-situ observation of structural change in MWCNTs under high pressure H_2 gas atmosphere, A. Nakayama, S. Numao, S. Nakano, S. Bandow, S. Iijima, Diamond and Related Materials 17, 548-551 (2008).
- 31) High-Pressure x-ray diffraction study on lithium borohydride using a synchrotron radiation, S. Nakano, A. Nakayama, T. Kikegawa, J. Phys.: Conference Series 121, 022021 (2008), 1-4.
- 32) Scale free property and edge state of Wilson's numerical renormalization group, Kouichi Okunishi and Tomotoshi Nishino, Phys. Rev. B 82 144409, 1-7 (2010).
- 33) Magnetic Field versus Temperature Phase Diagram of the Spin-1/2 Alternating-Bond Chain Compound F5PNN, Yasuo Yoshida, Tatsuya Kawae, Yuko Hosokoshi, Katsuya Inoue, Nobuya Maeshima, Kouichi Okunishi, Kiyomi Okamoto, and Toru Sakai, J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 074716 (5 pages) .
- 34) High-Field Magnetism of the Spin-Ladder Material $Na_2Fe_2(C_2O_4)_3(H_2O)_2$, Hironori Yamaguchi, Shojiro Kimura, Zentaro Honda, Kouichi Okunishi, Syngé Todo, Koichi Kindo, and Masayuki Hagiwara, J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 124701 (5 pages).
- 35) Wang-Landau simulation for the quasi-one-dimensional Ising model, Takayuki Tanabe and Kouichi Okunishi, J. Phys. Soc. Jpn. 78 054002 (2009), 1-6.
- 36) On calculation of vector spin chirality for zigzag spin chains, Kouichi Okunishi, J. Phys. Soc. Jpn. 77, (2008) 114004, 1-7.
- 37) Quantum phase transitions of the asymmetric three-leg spin tube, Toru Sakai, Masahiro Sato, Kouichi Okunishi, Yuichi Otsuka, Kiyomi Okamoto, Chigak Itoi, Phys. Rev. B 78, 184415 (2008), 1-11.
- 38) Novel ordering of an $S = 1/2$ quasi one-dimensional Ising-like antiferromagnet in magnetic field, S. Kimura, T. Takeuchi, K. Okunishi, M. Hagiwara, Z. He, K. Kindo, T. Taniyama, M. Itoh, Phys. Rev. Lett. 100, 057202 (2008), 1-4
- 39) Longitudinal SDW order in a quasi-1D Ising-like quantum antiferromagnet, S. Kimura, M. Matsuda, T. Masuda, S. Hondo, K. Kaneko, N. Metoki, M. Hagiwara, T. Takeuchi, K. Okunishi, Z. He, K. Kindo, T. Taniyama, M. Itoh, Phys. Rev. Lett. 101, 207201 (2008), 1-4.
- 40) Powder x-ray diffraction study of Ne up to 240 GPa K. Takemura, T. Watanuki, K. Ohwada, A. Machida, A. Ohmura, K. Aoki Journal of Physics: Conference Series 215, 012017(1-4), 2010.
- 41) High pressure Raman and visible absorption study of AlH_3 N. Shimura, T. Takeichi, T. Kume, S. Sasaki, H. Shimizu, A. Ohmura, K. Ikeda, Y. Nakamori, S. Orimo Journal of Physics: Conference Series 215, 012047(1-4), 2010.
- 42) Pressure-induced phase transition, metallization and superconductivity in boron triiodide, N. Hamaya, M. Ishizuka, S. Onoda, J. Guishan, A. Ohmura and K. Shimizu, Physical Review B 82(9), 094506(1-7), 2010.
- 43) Structure of pressure-induced amorphous form of SnI_4 at high pressure, A. Ohmura, K. Sato, N. Hamaya, M. Isshiki, Y. Ohishi, Physical Review B 80(5), 054201(1-7), 2009.

イ 口頭発表（発表者名，テーマ名，学会等名，年月日）

“New superconducting phase of Bi_2Te_3 under pressure above 11 GPa”

M. Einaga, Y. Tanabe, A. Nakayama, A. Ohmura, F. Ishikawa, Yuh Yamada

高圧力の科学と技術に関する国際会議（AIRAPT-22&HPCJ-50）（2009）

この発表で本プロジェクトの博士後期課程の学生である榮永茉莉はポスター賞（Student Poster Awards）を受賞した。

その他 国際会議及び国内会議をあわせ多数の発表あり

ウ 出版物（著者名，書名，出版社名，年月日）

なし

⑤競争的資金の応募・採択状況

プロジェクト認定期間中における競争的資金への応募・採択状況を構成員毎に記載する。ただし、学内者のみとし、プロジェクト推進経費等の学内公募の研究費は除くものとする。

(記載事項：代表者名、研究費の名称、研究期間、総額、採否の別)

以下に採択されたもののみ記載する（2010 年以前の過去 3 年間）

- 1) 科学研究費補助金、特定領域研究 H20-21
フラストレート系 CuO ジグザグチェーンにおける超伝導の研究 山田 裕 3,700（千円）
- 2) 科学研究費補助金、萌芽研究 H19-20
磁気天秤を用いた 5GPa 級高压下精密帯磁率測定装置の開発 山田 裕 3,300（千円）
- 3) 科学研究費補助金、特定領域研究 H20-21
圧力を用いた炭素 π 電子系配列ナノ空間の水素吸蔵についての研究 中山敦子 5,000（千円）
- 4) 科学研究費補助金、基盤研究C H19-21
超高感度 NME による局所磁場勾配の直接観察 佐々木進 4,420（千円）
- 5) 科学研究費補助金、特定領域研究 H20-21
高磁場の創る新奇スピン秩序状態の理論解析 奥西巧一 2,200（千円）
- 6) 科学研究費補助金、若手研究（B） H18-H20
Corner Hamiltonian のくりこみ群的解析 奥西巧一 3,010（千円）
- 7) 科学研究費補助金、若手研究（B） H20-H21
10GPa 級圧力装置によるプラセオ系銅酸化物超伝導体のホール効果測定 石川文洋 4,290（千円）
- 8) 科学技術振興機構、戦略的創造研究推進事業、領域研究「新規材料による高温超伝導基盤技術」
H22-23 鉄プニクタイト系超伝導研究と物質開拓 大野義章 4,100（千円）
- 9) ユニオンツール育英奨学会研究助成、20GPa 級改良型ブリッジマンアンビルセルの開発とシリコン
の圧力誘起金属相における超伝導特性の探索、平成 20 年度、大村彩子、1,600 千円
- 10) 内田エネルギー科学振興財団試験研究費助成、小温度差熱電素子開発を目指したホウ素ドーブ
SrTiO₃ の基礎的研究、平成 21 年度、山田 裕、450 千円
- 11) ユニオンツール育英奨学会研究助成、鉄ニクタイト系超伝導体の高圧力下における新物性の測定
平成 22 年度、石川文洋、1,150 千円
- 12) 内田エネルギー科学振興財団試験研究費助成、1K 領域の低温における物性測定を可能とする小型
高压セルの開発、平成 22 年度、石川文洋、500 千円
- 13) ユニオンツール育英奨学会研究助成、高圧力下熱電能測定装置の開発と Bi 系合金における高压下
電子状態の研究、平成 22 年度、大村彩子、1,150 千円
- 14) 佐々木環境技術振興財団、試験研究、環境浄化作用を持つ強相関電子系酸化物を用いた新規可視光
反応型光触媒の探査 平成 22 年度、山田 裕、1,000 千円

⑥研究成果による知的財産権の出願・取得状況

研究で得られた成果で知的財産権(特許権, 実用新案権等)を出願している場合(取得を含む。)はその内容を記載すること。記載する事項が無い場合は, 「該当なし」と記載すること。

特許第4788875号

発明の名称 希土類等の付活剤を添加した蛍光発光特性を有する窒化ホウ素結晶とその製造方法及び窒化ホウ素蛍光体

発明者 谷口 尚 中山 敦子 渡邊 賢司 神田 久生 2011年7月29日

⑦新聞等のメディアに掲載された事項

プロジェクトに関するもので, 学外向けのメディアに取り上げられた場合は, その内容を記載すること。

奥西巧一は、一次元スピンにおける解析で2010年領域3の**日本物理学会若手奨励賞**を受賞した。

⑧プロジェクトに対する自己評価

1) Pr247 超伝導の研究は圧力効果を中心として、その磁気状態・電子状態の研究を実験的に明らかにすると共に、理論的解析もかなり高いレベルまで検証でき多くの成果が得られたと考えられる。しかしながら単結晶の育成といった部分では未だ取り出すことの可能な大きさに成長させることが出来ず課題を残す結果となった。

2) 改良型ブリッジマンアンビルセルの開発に関しては、最大圧力として13 GPa を発生させることに成功し、この装置の全国的な普及にも貢献でき一定の成果が得られたと考えられる。

今後、更にこのセルの開発を続けることにより、電気抵抗だけでなくホール効果、交流比熱、帯磁率など様々な物性測定が可能になるよう開発を進めていくことにより、更なる発展が期待できる。本プロジェクトではその基礎となる技術は確立できたと考えられる。

更にこの装置により鉄砒素系の圧力誘起超伝導の発見は大きな成果であると考えられる。

3) 今回の研究において理論と実験の有機的結合による研究成果を出せたことは大きな意味があると考えられる。特に Pr247 超伝導について実験的に解析した結晶構造データを基に電子状態を検討し、超伝導機構を議論できたことは今後の研究の発展も考えると大きな成果であったと考えられる。