

## 研究課題名 強磁場の物質・材料研究への応用と展開

研究代表者名  
東京大学・物性研究所・金道浩一

共同研究対応者名  
東北大学・金属材料研究所・小林典男

### 1. はじめに

強磁場環境は、超伝導材料はもとより、広範な物質科学・材料科学研究に必要な不可欠なものとなっており、金研でも強磁場センターを中心に活発な研究が行われている。研究体制としては、金研、東大、阪大、物材機構の4拠点を核として研究が進められているが、平成20年度から進められている大学共同利用体制の見直しなどもあり、今後の国内における共同・連携体制をどのように進めていくべきか、検討が必要な時期に来ている。このような現状を踏まえて、わが国と諸外国の置ける強磁場の物質・材料研究への応用と発展に関して広く現状報告と意見交換を行い、学術的な到達点と今後発展方向を見定めるために表記のワークショップを金研で開催した。

また、最近の研究の展開により従来の共同利用・共同研究の枠に当てはまらない部分も出てきている。たとえば、放射光、中性子等の量子ビームと強磁場を組み合わせた研究は、これまでの共同利用体制の外にあり、それぞれのコミュニティーが連携して進めていく必要がある。本研究会では、こういった狭い意味での強磁場分野以外の研究者も広く集めて忌憚のない議論を行なった。

### 2. 研究経過

強磁場研究の分野に関して、わが国では「強磁場フォーラム」がコミュニティーの中心となって共同利用体制や連携のあり方について議論を重ねてきた。また、強磁場環境下における具体的な研究については特定領域研究「100テスラ領域の強磁場スピン科学」(代表者：野尻浩之)が進められている。そこで、本研究会では、純粋に強磁場研究の成果を議論する部分と共同利用・連携体制を議論する部分とを独立して討論するために2部構成とした。また、上記特定領域研究の国際シンポジウムと連携することで海外の強磁場設備を有する施設からの著名研究者を招待し、国内における研究成果の報告と合わせる事によって、内外の研究動向が把握できるように企画した。

本ワークショップが特定領域研究と本所共同利用ワークショップの共催であることを明確にするため、ワークショップの英語名を” Joint IMR International Symposium: High Magnetic Field Spin Science in 100T VI, Application of High Magnetic Field for Condensed Matter and Material Science”とした。

本ワークショップ経費からは、強磁場フォーラム関係者および国内若手研究者を中心に選択し、26名分の旅費を支給した。

### 3. 研究成果

ワークショップは2009年12月7日から9日の3日間にかけて東北大学片平さくらホールで開催した。参加者は学生を含めて135名、内7名は海外からの参加者であった。ワークショップでは37件の口頭発表と41件のポスター発表が行なわれた。以下に、プログラムを掲載する。

**Mon, Dec 7**

Chair Person : I. Harada

10:30-10:50 Welcome

10:50-11:15 X-ray and Neutron Experiments in High Magnetic Fields

H. Nojiri

H. Nojiri



ワークショップ風景

11:15-11:40	X-ray Spectroscopy on Valence Fluctuating States in High Magnetic Fields	Y. H. Matsuda
11:40-12:05	Theory of High-Magnetic-Field XMCD and RIXS Spectra at Yb L and M Edges of YbInCu <sub>4</sub>	A. Kotani
12:05-12:30	Unusual Transport and Magnetic Properties of a Topological Insulator Bi-Sb	Y. Ando
12:30-13:40	Lunch	
Chair Person : N. Kobayashi		
13:40-14:20	Extremely Large Upper Critical Field and the Field-Induced Quantum Critical Point in Ferromagnetic Superconductors (Invited)	D. Aoki
14:20-14:45	Generic First Order Orientation Transition of Vortex Lattices in Type II Superconductors	K. Machida
14:45-15:10	Sign-Reversing s-Wave Superconductivity Probed by High-Field STM	T. Hanaguri
15:10-15:35	Magnetic-Field Effects on the Local Electronic States of Pb-Substituted Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> CuO <sub>6</sub> +d Studied by the Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy	K. Kudo
15:35-15:55	Break	
Chair Person : S. Takeyama		
15:55-16:35	Research at the new Dresden High Magnetic Field Laboratory (Invited)	J. Wosnitza
16:35-17:00	High Field Magnetoresistance in (Ba,K)Fe <sub>2</sub> As <sub>2</sub>	M. Tokunaga
17:00-17:25	Effects of Pressure on Incommensurate-Commensurate Magnetic Phase Transitions of the 5f-Electron System UPd <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>	H. Amitsuka
17:25-17:50	Anisotropic Collapse of the Energy Gap in Kondo Semiconductor Yb <sub>1-x</sub> Lu <sub>x</sub> B <sub>12</sub> by using a Pulse Magnetic Field up to 68 T	F. Iga
17:50-18:30	Time-resolve ESR under Adiabatic Changes with Sweeping Fields(Invited)	S. Miyashita
<b>Tue, Dec 8</b>		
Chair Person : M. Tokunaga		
9:00-9:40	Understanding the Multiferroic Behavior of RMnO <sub>3</sub> and BiFeO <sub>3</sub> (Invited)	J.-G. Park
9:40-10:05	Spin-state Transition and Phase Separation in Correlated Electron Systems	S. Ishihara
10:05-10:30	Dielectric Polarization Study of MnWO <sub>4</sub> in Pulsed High Magnetic Fields	H. Mitamura
10:30-10:50	Break	
Chair Person : K. Kumagai		
10:50-11:30	High-field NMR as a Powerful Tool to Study Plateaus, BEC and other "Exotic" Phases in Quantum Spin Systems(Invited)	M. Horvatic
11:30-11:55	NMR Study on Transition-Metal-Oxide and Fe-Pnictide Superconductors under Static and Pulsed High Magnetic-Fields	G. -q. Zheng
11:55-12:20	Effect of Fermi Surface Topology on Inter-Layer Magnetoresistance in Layered Multiband Systems: Application to Iron Pnictides	T. Tohyama
12:20-13:40	Lunch	
13:40-14:40	High Magnetic Field Forum- Present and Future of High Magnetic Field Community	
14:40-16:10	Poster	



懇親会において



ポスターセッション

Chair Person : T. Takamasu		
16:10-16:50	High-Field Electronic Properties of Graphene (Invited)	U. Zeitler
16:50-17:15	High Field NIR Absorption Study of Exciton States in Single-Walled Carbon Nanotubes to 100 T	H. Yokoi
17:15-17:40	Intra-band Magnetic Breakdown Phenomena under Strong Magnetic Fields	T. Osada
17:40-18:05	Imaging of Local Filling Factor near $\nu=1$ Quantum Hall State by Scanning Kerr Microscope in High Magnetic Fields	K. Oto
18:05-18:30	Successive bi-Stable Quantum Phases in HMTSF-TCNQ Induced by Field-Sweep in High Magnetic Field	K. Murata

### Wed, Dec 9

Chair Person : Y. H. Matsuda		
9:00-9:40	Optical Spectroscopy of Magnetic Semiconductors and Carbon Nanotubes in Pulsed Magnetic Fields to 89 Tesla (Invited)	S. A. Crooker
9:40-10:05	Investigation of Yb Trap States in GaAs/AlAs:Yb in High Magnetic Fields	T. Takamasu
10:05-10:30	Universal Magnetic Structure of the Half-Magnetization Phase in Cr-based Spinel	M. Matsuda
10:30-10:55	ESR Measurements on the Chromium Spinel Compound $\text{HgCr}_2\text{O}_4$ in High Magnetic Fields	S. Kimura
10:55-11:15	Break	

Chair Person : K. Kindo

11:15-11:55	Towards the 100T Non-destructive Magnetic Fields (Invited)	L. Li
11:55-12:20	The Electro-Magnetic Flux Compression for the Solid State Science up to 600 T	S. Takeyama
12:20-12:45	Soft X-ray MCD Measurement in Pulsed High Magnetic Fields	Y. Narumi
12:45-14:00	Lunch	

Chair Person : H. Nojiri

14:00-14:25	Irreversible Magnetic Properties of Fe-Pnictides and Fe-Chalcogenides	T. Tamegai
14:25-14:50	Development of Scanning Tunneling Microscope for Cryogen-free Superconducting Magnet and Hybrid Magnet	T. Nishizaki
14:50-15:15	Magnetic Resonance Investigation for Competed Antiferromagnetic Phases in Quasi-One-dimensional Organic Conductors, $(\text{TMTTF})_2\text{X}$	T. Nakamura
15:15-15:40	High-Field Multi-Frequency ESR in the $S=5/2$ Jarosite Compound $\text{KFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$	M. Hagiwara
15:40-16:05	Experimental Study on the Long Pulse Magnet for Non-destructive 100 T Field	K. Kindo
16:05-16:30	Closing	H. Nojiri

### Poster Session (Dec, 8)

- 1 Transport Properties of Iron-based Superconductors  $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$  in High Magnetic Fields  
T. Kida
- 2 Field-Induced Ferroelectricity in the Frustrated Antiferromagnet  $\text{CuFe}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_2$  ( $x=0\sim 0.02$ ) in Pulsed High Magnetic Fields  
T. Kotetsu
- 3 High-Field and Multi-Frequency ESR in the Quasi Two-Dimensional Triangular-Lattice Antiferromagnet  $\text{CuCrO}_2$   
H. Yamaguchi
- 4 Development of a Sensitive High-Field ESR Technique using a Microcantilever  
E. Ohmichi
- 5 NMR Study of Magnetic and Superconducting Order of  $\text{CeCoIn}_5$  in a High Field and Low Temperature Phase  
K. Kumagai
- 6  $^{11}\text{B}$ -NMR study on Shastry-Sutherland system  $\text{TbB}_4$   
K. Kobayashi
- 7 High Field Magnetism of  $\text{Sr}_{0.78}\text{Y}_{0.22}\text{CoO}_{3-6}$  under High Pressure  
T. Matsunaga
- 8 Thermal Conductivity in the Bose-Einstein Condensed State of Triplons in the Bond-Alternating Spin-Chain System  $\text{Pb}_2\text{V}_3\text{O}_9$   
M. Sato
- 9 Resonant Magnetic X-ray Diffraction Study on the Successive Metamagnetic Transitions of  $\text{TbB}_4$   
T. Inami
- 10 Fermi Surface of La doped  $\text{CeIn}_3$   
T. Ebihara
- 11 Spin transport, Magnetic Field and Surface Effects  
K. Akabli
- 12 Thermal Conductivity of the Quasi One-Dimensional Spin System  $\text{Sr}_2\text{V}_3\text{O}_9$   
M. Uesaka
- 13 Magnetization Process of the  $S=1/2$  Distorted Diamond Spin Chain  
T. Sakai
- 14 Theoretical Study of XMCD Spectra for Field-Induced Valence Transition in Eu Compounds  
M. Oko

15	Cu/Si-NMR Study on S=1/2 Low-Dimensional Antiferromagnet Dioptase	K. Hagiwara
16	NMR Study on Field-Induced Magnetic order in Quantum Spin Ladder System $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_3\text{Cu}(\text{Cl}_x\text{Br}_{1-x})_3$	S. Nakajima
17	Magnetic-Field effects on the Local Electronic States of Pb-Substituted $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_{6+d}$ Studied by the Scanning Tunneling Microscopy/Spectroscopy	K. Kudo
18	High-Field Magnetization of a Distorted Kagome Spin Frustration System $\text{Ni}_5(\text{TeO}_3)_4\text{X}_2$ (X = Br and Cl)	J. L. Her
19	High-Field Magnetization of Ferrimagnetism in Na-K Clusters Incorporated into Low-Silica X Zeolite	T. Nakano
20	Terahertz Wave Transmission for II-VI Quantum Hall Systems at High Magnetic Field	Y. Imanaka
21	Quantum Spin Systems Studied by Multi-Extreme High-Field ESR	H. Ohta
22	Effect of Charge Controlled Quantum Dots on 2DES in the Quantum Hall Regime	K. Takehana
23	11B & 195Pt NMR Study of the Superconductor $\text{Li}_2(\text{Pd}_{1-x}\text{Pt}_x)_3\text{B}$ without Inversion Symmetry	S. Harada
24	Full Magnetization Process of $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$ Observed by Faraday Rotation Measurements up to 580 T	A. Miyata
25	Development of the Neutron Diffraction Technique with a Compact Pulsed Magnetic System - a Complementary Use of Reactors and J-PARC -	K. Ohoyama
26	Investigation of exchange and Quadrupole Interaction Effects on Metamagnetism in DyCu	M. Yasui
27	Compact Portable Pulsed Magnetic Field System for Neutron Diffraction	S. Yoshii
28	Generating Long Pulse Magnetic Fields by using the Flywheel Generator	A. Matsuo
29	Quantum Chaos of a Hydrogen-Like Atom in Solid-State Environment: an Anisotropic Diamagnetic Kepler Problem	Z. Chen
30	A High Field/High Frequency EPR Study of Photo System II	H. Matsuoka
31	Magneto-Absorption Spectra of PFO-Single-Walled Carbon Nanotubes in High Magnetic Fields	H. Suzuki
32	Kerr Rotation Spectra of 2D Electrons in GaAs/AlGaAs Quantum Well	H. Ito
33	Magneto-transport near Dirac Point in Monolayer Graphene	T. Yoshida
34	Development for Magnetization Measurements in Ultra-High Magnetic Fields over 100 T with a Vertical Single-Turn Coil System	R. Sakakura
35	The Magnetic Properties of an Organic One-Dimensional Compound BIP-V2	M. Tada
36	Spin-Flop Phase Diagram of the Quasi-One-Dimensional Classical XXZ Model	K. Okunishi
37	Studies of High-Field Magnetization and Inelastic Neutron Scattering in the Clathrate Compounds $\text{R}_3\text{Pd}_{20}\text{Si}_6$ (R = Ce and Pr)	H. Kitazawa
38	High-Field NMR with a Newly Designed Hybrid Magnet	K. Hashi
39	Neutron Diffraction in Pulsed Magnetic Field at J-PARC	K. Okada
40	Observation of Spin Splitting Effect in Monolayer Graphene under High Magnetic Fields	D. Nakahara
41	High Field ESR Measurements of Highly Frustrated Systems: S=1/2 Kagome Antiferromagnets	S. Okubo

初日午前は、X線・中性子の実験で野尻、松田、小谷各氏が強磁場中のX線・中性子実験の現状と課題に関して報告し、引き続き安藤氏からトポロジカル絶縁体の輸送現象が報告された。午後のセッションでは、強磁性超伝導体に関する青木氏の招待講演に続き、町田、花栗、工藤各氏が超伝導体の対称性や磁場効果に関する講演を行った。ブレイクの後は、DresdenのWosnitza氏による強磁場施設の紹介とナノチューブの磁場中輸送現象の報告、徳永、網塚、伊賀各氏による、鉄系超伝導、U系の相転移、近藤絶縁体に関する講演が行われ、最後に宮下氏から巨大スピン状態の応答に関する理論の立場からの招待講演が行われた。

2日目の午前前半は、SuwonのPark氏によって磁氣的基底状態とマルチフェロイック挙動との関係が紹介され、石原氏から遷移金属酸化物における電子状態の安定性に関する理論、三田村氏によるパルス磁場中の $\text{MnWO}_4$ の相転移に関する報告が行なわれた。後半には、GrenobleのHorvatic氏の強磁場NMRについての招待講演の後、鄭氏の鉄系および銅酸化物超伝導体のNMR、遠山氏による磁気抵抗に対するフェルミ面の形状効果に関する講演が行なわれた。午後には強磁場フォーラムの総会が開催され、萩原委員長から国内強磁場施設の現状について紹介があった後、海外の4施設の紹介がそれぞれの関係者から行なわれた。その後ポスター発表が行なわれた。午後後半には、NijmegenのZeitler氏からグラフェンにおける強磁場輸送現象に関する招待講演があり、その後、横井、長田、音、村田各氏が低次元物質における輸送現象やスピントラッキングの講演を行った。

3日目午前前半のセッションは、Los AlamosのCrooker氏による89テスラ多段パルスマグネットとそこで行なわれた物性測定の紹介に始まり、高増氏の希土類添加半導体中のルミネッセンスの研究、松田、木村氏によるスピネル化合物の磁気構造に関する研究の紹介が行われた。午前後半にはWuhanのLi氏から

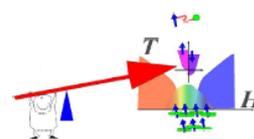
中国における100テスラ多段パルスマグネット計画の紹介があり、引き続いて嶽山氏から磁場濃縮法による730テスラの発生、鳴海氏による強磁場中X線MCDに関する現状について報告があった。午後には、鉄系超伝導体の磁氣的性質のイメージング、ハイブリッドマグネット中のSTM装置開発、低次元有機導体の磁気共鳴、K-Fe-Jarosite化合物のESRの報告が、それぞれ為ヶ井、西寄、中村、萩原各氏からあり、最後にフライホイールを使った長時間パルスマグネットによる100テスラ多段パルスマグネットの開発に関する現状報告が金道氏によって行なわれた。

#### 4. まとめ

強磁場科学の研究推進において、最近の研究に関する情報交換と討論が行なわれ、これにより諸外国と国内の最新の動向を知ることができた。また、量子ビームと強磁場あるいは強磁場中イメージングなど学際的な研究交流が推進され、今後の展開が期待される。さらに、研究の展望を踏まえて共同利用体制のあり方や拠点間の連携のあり方が議論され、大型プロジェクトなどの研究推進に役立つことが期待される。

講演の発表内容はアブストラクト集として出版され、Web上(<http://spin100.imr.tohoku.ac.jp/>)で公開されている。

Joint IMR International Symposium  
High Magnetic Field Spin Science in 100T VI  
Application of High Magnetic Field for Condensed  
Matter and Material Sciences  
December 7 - 9, 2009, Katahira Sakura Hall, Tohoku Univ., Sendai



強磁場スピン通信  
High Magnetic Field Spin Science News No.11  
科学研究費補助金特定領域研究  
100テスラ領域の強磁場スピン科学  
Research Project, Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas  
High Magnetic Field Spin Science in 100 Tesla

アブストラクト集表紙