

物理教室年次報告書
平成19年度

2008年3月
九州大学大学院理学研究院物理学部門

目次

はじめに	1
19年度の研究テーマと成果	
粒子宇宙論 I	2
粒子宇宙論 II	13
粒子宇宙論 III	37
粒子物理学	52
多体系基礎論 I	74
多体系基礎論 II	77
多体系基礎論 III	85
凝縮系基礎論 I	96
凝縮系基礎論 II	112
複雑系科学 I	118
複雑系科学 II	138
複雑系科学 III	143
量子物性科学 I	157
量子物性科学 II	164
量子物性科学 III	170
客員教授	173
教職員一覧	174
物理学部門各種委員	175
物理学教室談話会	176
物性理論セミナー	177
九大原子核セミナー	178
非常勤講師	180
外国人研究者等受入	181
教育課程委員会	182
物理学教室ファカルティー・デベロップメント (FD)	183
入学者数と卒業者数	184
就職・進学状況	185
体験入学	186
社会貢献	188

はじめに

2007年度の物理教室年次報告書をお届けいたします。今年度は平成20年度からの大学院講座再編を目指してその前年度の年とすることで多くの実質的な変革がなされた年でした。まず、理学府の構成が大きく変わりました。生物科学専攻が「システム生命科学府」と合流したため、理学府は物理学専攻、化学専攻、地球惑星科学専攻の3専攻体制となりました。更に物理学関連ではこれまでの基礎粒子系科学専攻(3大講座)と凝縮系科学専攻(物理系、3大講座)と別れていたものが物理学専攻で統一され、2大講座(基礎粒子系物理、物性物理)と4中講座及び14の研究分野で構成されることになりました。このような大学院の改組に伴い、大学院入試のあり方が長い時間をかけて議論されました。関係者の方々には研究・教育以外の事で多くの時間を費やささせていただきました。部門長として厚く御礼申し上げます。平成20年度からの大学院改組と云うことでしたが19年の大学院入試は20年度の新体制の元で行うこととなり、6月頃理学部は大学院の募集要項を書き換えることが要求され、上を下への大騒ぎをした次第で、募集要項の発行が大幅にずれこむこととなりました。また6月上旬には主に他大学の学生を対象にした大学院修士課程入試説明会が開催されました。

教員の業績評価も今年度から始まりました。18、19年度は試行として単年度の評価を行い、その実績を基に20年度からの本格実施をすることになっております。従って18年度の評価に関しては理学研究院各部門で独立に基準作りがなされ、それを基に評価を行いました。物理部門では評価部会を中心として上記の作業を進めました。評価結果は他部門に比べて厳しいものとなりました。その意味でどのような評価基準を作るかは今後の課題として理学研究院で議論して頂きたいと思っております。

教員の任期制についても約半年をかけて将来計画委員会を中心として検討を重ね、物理教室としての案が今後研究院教授会へ提出され、議論される運びとなっております。次に教員の異動について述べておきます。平成19年4月1日付で多体系基礎論の大橋助手が金沢大学工学部へ准教授として異動、その後任として中野氏が早稲田大学より11月16日付けで着任されました。また粒子宇宙論講座の吉岡助教が5月1日付で京都大学理学部へ異動されました。活力ある研究活動の維持等のためには教員の流動性は欠かせません。これらの人々の今後の活躍を祈念したいと思っております。

このように大変あわただしい1年ではありましたが各教員の方々には海外の長期滞在者を含めて研究・教育・社会貢献に努め、いつも以上の多くの業績を残しました。本冊子はこのような物理学教室の活動のうち主に研究面に関するものを総まとめとして報告したものです。その他の面における活動及び物理教室の現状、最新の情報等については当教室のホームページ、<http://www.phys.kyushu-u.ac.jp/> をご覧下さい。

2008年3月

平成19年度物理部門長 巨海玄道

粒子宇宙論I (素粒子論研究室)

研究室構成員

井上 研三 教授

原田 恒司 准教授

吉岡 興一 (H.19.5.1 京都大学へ転出) 助教

《 博士研究員 》

澤中 英之 (九州大学学術研究員) 久保 博史 渡邊 篤史 (H.20.1.22 まで)

《 大学院 博士課程 》

一色 弘 小島 健太郎 石原 雅文 長瀬 智信

二宮 温

《 大学院 修士課程 》

遠矢 昂 中尾 陽一 服部 望 山津 直樹

岩下 裕一 山本 圭介

《 訪問研究者 》

Jihn E. Kim 教授：ソウル国立大学・教授 (韓国)

招聘研究者 (H20.3.18 ~ H20.3.22)

受け入れ教員：物理学部門 教授・井上 研三

財源：講座校費

担当授業

井上 研三

「量子力学 II」(2 年後期), 「量子力学 III」(3 年前期),

「素粒子物理学」(4 年前期), 「場の量子論」(大学院前期),

「M1ゼミナール」(大学院修士1 年通年)

原田 恒司

「解析力学・同演習」(2 年前期), 「一般相対性理論」(3 年後期),

「物理学特別研究」(4 年通年), 「素粒子物理学特論」(大学院後期)

吉岡 興一

「物理学特別研究」(4 年)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

井上 研三

[研究] 素粒子の世代の起源について、さらに深めた研究を進める。

[教育] 大学院の場の量子論について、留学生への教育効果を高めるために、英文の講義ノートを作成し供与する。

原田 恒司

[研究] Wilson 流繰り込み群を、パイオンを含む原子核有効場理論に応用し、その次数勘定を決定する。

[教育] 大学院講義「素粒子物理学特論」の内容を検討する。

吉岡 興一

[研究] 超対称性、高次元理論などの可能性をもとに、前年度までに得られた結果を踏まえつつ、ヒッグス、フレーバー構造、CP 対称性の破れ、暗黒物質などに代表される様々な観測情報を用いることにより、ニュートリノが自然界において果たす役割の解明に向けた取り組みを進めてゆく。

[教育] 教育に関しては、ゼミナールや日常的な議論を通じて、大学院生や学部学生の積極的な指導に取り組む。

《 今年度の成果 》

井上 研三

[研究] ノンコンパクト世代対称群 $SU(1, 1)$ に基づく超対称統一理論の研究を進め、荷電レプトンとダウタイプ・クォークの質量の階層性の違いが、大統一エネルギースケールにおけるヒッグスセクターの構造について、少なくとも二重構造を要求していることを示し、観測結果を再現する階層構造を導いた。また、この理論における強い相互作用の Strong CP 問題の考察を進めた。

[教育] 学部科目の量子力学 II および量子力学 III について、演習問題集の一層の充実を図った。さらに、大学院の場の量子論について、受講留学生への教育効果を高めるために、英文の講義ノートを作成し供与した。

原田 恒司

[研究] パイオンも含めた核子系有効場理論におけるウィルソン流繰り込み群の解析のために必要な研究を行なった。特に相対論的なパイオンと、非相対論的な核子を同じ枠組みで議論するための Heavy Baryon Formalism での繰り込み群の定式化と、カイラ

ル対称性を破らない運動量切断の問題を解決した。また、関連する研究として、 $V_{low k}$ という低エネルギーでの有効的核力ポテンシャルが満足する繰り込み群方程式を研究し、今まで与えられていた導出には誤りがあることを指摘した。

[教育]「解析力学・同演習」および「素粒子物理学特論」という、2つの新しい講義を行なった。特に「解析力学・同演習」では新しい演習形式を導入し、学生の理解の徹底を図った。

澤中英之

標準的な三世代ニュートリノモデルを拡張し新しい種類(世代)のニュートリノとの相互作用を考えることで、大きなフレーバー間混合を示すニュートリノ振動実験結果を非常に良く説明する tribimaximal 混合の導出を検討した。また、宇宙の暗黒エネルギーとの相互作用を考える模型に関して非常に厳しい制限が得られた。

久保 博史

カイラル対称性を持つ理論における繰り込み群の解析を行うために必要なことを調べた。繰り込み群の解析では対称性を保つことは非常に重要である。我々の研究グループは、カイラル対称性を保つ正則化を用いた場合でも、一見対称性を壊していると思われるような寄与があることを(再)発見し、このような寄与の起源、取り扱いを理解するための研究を行った。

渡邊 篤史

前年度に引き続き、余剰次元空間の境界条件による世代の対称性の破れとその帰結についての研究を、特にクォークの世代構造の理解を目標として行った。

一色 弘

ゲージ理論におけるソリトン、特にインスタントンは Yang-Mills 理論の真空構造や 4次元多様体の分類等、物理と数学の双方に大きな発展を与え続けている。その中でも理論が超対称性を持つ場合にはボソンとフェルミオンの間で量子効果の相殺が生じるため、理論の真空構造にとって本質的なのはインスタントンのモジュライ空間の積分の寄与のみとなる。それでも大きなインスタントン数をもつ配位の効果を取り入れるにはインスタントンの ADHM 構成法から生じる変数間の条件式のために複雑な積分を実行しなければならず、計算は困難であった。近年 Nekrasov が $N = 2$ 超対称ゲージ理論においてこの積分を局所化公式を用いて単純化し、多重インスタントンの寄与を計算したことをきっかけに、超対称性を持つ理論の非摂動論的側面が一層明らかになってきている。このような、インスタントンによる超対称性理論の非摂動論的側面についての研究を行った。

小島 健太郎

[高次元ゲージ・ヒッグス統一理論におけるヒッグス質量スペクトルの解明] (共同研究者: 竹永和典(東北大), 山下敏史(大阪大)): 当研究では標準物理に内在するヒッグス粒

子が、余剰次元方向のゲージ場に起源を持つ可能性に着目し、高次元理論から予言される低エネルギーヒッグス粒子質量スペクトルの定量的解析を行った。またその解析により、ヒッグス粒子質量が量子補正の効果によって本質的に決定されることが明らかになった。

[最小シーソー機構の探求] (共同研究者: 吉岡興一): 当研究では、実験と無矛盾なニュートリノ質量構造を実現しうる、最小自由度のシーソー機構を探求した。これまでの解析により、右巻きニュートリノが2世代の自由度のみを持つ場合、非常に重いマヨラナ型質量行列とディラック型質量行列に、合わせて3つまでのゼロ成分が許されることが明らかになった。また、質量行列中のゼロ成分の位置によっては、バリオン非対称性の生成を通じ、右巻きニュートリノの質量スケールと低エネルギーのレプトン稀崩壊の分岐比に強い相関が現れることが明らかになった。

石原雅文

ゲージ理論の有限温度、有限密度領域をゲージ/重力対応を用いて調べた。その結果、クォーク数密度ゼロでも化学ポテンシャルは存在し、その最大値はクォークの有効質量に等しいことが分かった。また、D5 ブレーンを用いたバリオンのモデルを構築し、その構造を調べた。

長瀬 智信

[準安定な真空中で超対称性を破る模型と現象論への応用]: 超対称性はこれまで非常に限られた模型でしか破れないことが知れていたが、近年 Seiberg らによって準安定な真空中で超対称性を破る模型が提案された。彼らが提案した模型を用いて超対称性標準理論が持つ超対称性の破れに関するパラメータに理論的制限を与えることについて研究を行った。

二宮 温

2 核子系の有効場理論において、パイオンを導入し、Wilson 流くりこみ群による解析方法を模索した。(原田氏、久保氏、山本氏、服部氏との共同研究) 相対論的な理論を構成するために、heavy baryon formalism を導入し、パイオンを含めたラグランジアンを導出した。次に運動量カットオフによるくりこみ変換を定義するために、各粒子の伝播関数になめらかなカットオフ関数を課した。そしてパイオンを含まない場合のくりこみ群方程式の計算を行い、固定点でのスケーリング次元などが以前の結果(非相対論的な理論)と一致することを確かめた。

山津直樹

素粒子標準理論のクォーク・レプトンの質量構造を $SU(1,1)$ ホリゾンタル対称性を持つ模型について解析し、クォーク・レプトンの質量を再現することのできる拡張を行った。また、その拡張の過程で $SU(1,1)$ 模型が持ついくつかの性質に関する理解を深めることができた。

《 来年度の目標 》

井上 研三

[研究] 素粒子の世代の起源について、さらに深めた研究を進める。特に、 $SU(1,1)$ 世代対称理論における強い相互作用の Strong CP 問題の解析を通して、基本的な世代構造を究明する。

[教育] 大学院講義科目「場の量子論」について、昨年度に作成した英文の講義ノートをさらに改善し、ホームページに掲載する。また、「ゲージ理論」の講義ノートを、素粒子分野だけでなく、他の分野の大学院生にも対応できる内容で作成する。

原田 恒司

[研究] 昨年度の研究で明らかになったことを順次論文にまとめ、また、実際にパイオンを含む系の繰り込み群の解析を実行する。

[教育] 昨年度の問題点を整理し、「解析力学・同演習」および「素粒子物理学特論」の内容の充実を図る。

澤中英之

将来の精密実験などから観測が期待される tribimaximal 混合からの微小なずれが与える効果について解析を進めたい。

久保 博史

平成 19 年度の問題を解決し、pionful NEFT の繰り込み群を解析することによりパワーカウンティングを決定する。

小島 健太郎

レプトンの世代構造と低エネルギーのレプトン稀崩壊現象の相関を明らかにし、フレーバーの起源に対する示唆を得る。

石原雅文

ゲージ/重力対応を用いて、ゲージ理論の非摂動的性質についてさらに詳しく調べる。また、この対応を様々な物理現象の解明に応用していく。

長瀬 智信

今年度に引き続き超対称性の破れに関するパラメータに理論的制限を与えることと超対称性の破る模型構築を目指して研究を行うつもりである。

二宮 温

来年度は引き続きパイオンを含めた理論の解析を続ける。

山津直樹

今年度に引き続き $SU(1,1)$ ホリゾンタル対称性に基づく模型の解析を進める。

発表論文

《原著論文》

- K. Inoue, K. Kojima, and K. Yoshioka,
Probing flavor structure in Unified theory with scalar spectroscopy,
JHEP 0707 (2007) 027, [hep-ph/0703253]
- Kenzo Inoue and Naoki Yamatsu,
Charged lepton and down-type quark masses in SU(1,1) model and the structure of higgs sector,
Progress of Theoretical Physics Vol. 119, No. 5 (2008年5月号掲載決定)
e-Print:arXiv: 0712.2938[hep-ph]
- Koji Harada,
Problems in the derivations of renormalization group equation for the low momentum nucleon interaction ,
e-Print: arXiv:0803.4371 [nucl-th]
- K. Kojima, K. Takenaga, and T. Yamashita,
Multi-Higgs Mass Spectrum in Gauge-Higgs Unification,
Phys. Rev. D 77 (2008) 075004, [arXiv:0801.2803 [hep-ph]]
- Kazuo Ghoroku and Masafumi Ishihara,
Baryons with D5 Brane Vertex and k-Quarks,
arXiv:0801.4216[hep-th] to be appeared in Physical Review D
- Kazuo Ghoroku, Masafumi Ishihara and Akihiro Nakamura
D3/D7 holographic Gauge theory and Chemical potential
arXiv:0708.3706[hep-th] Physical Review D76 124006

講演

《海外での講演》

- Koji Harada,
Wilsonian RG approach to Nuclear EFT,
National Tsing Hua University (Taiwan) 2007/08/09

- Koji Harada,
Wilsonian RG approach to Nuclear EFT,
National Center for Theoretical Science (North) at National Taiwan University (Taiwan) 2007/08/24

《 国内での講演 》

- 山津直樹, 井上研三,
SU(1,1) 対称性に基づくクォーク・レプトンの質量とヒッグス・セクターの構造,
日本物理学会 第 62 回年次大会, 北海道大学札幌キャンパス, (2007 年 9 月 24 日)
- 原田恒司,
 $V_{low k}$ に対するくりこみ群方程式の導出の問題点,
日本物理学会九州支部会 at 大分大学 2007/12/01
- 原田恒司,
 $V_{low k}$ が満足する繰り込み群方程式の導出の問題点,
福岡工業大学・情報工学部・物理教室及び KHK (北九州ハドロン物理研究会) 共催 at 福岡工業大学 2007/02/07
- 澤中英之, 高橋亮 (新潟大),
ダークエネルギーとニュートリノ質量,
日本物理学会第 62 回年次大会, 北海道大学 (2007 年 9 月 24 日)
- 澤中英之, 高橋亮 (新潟大),
Tribimaximal 混合とステライルニュートリノ,
日本物理学会第 63 回年次大会, 近畿大学 (2008 年 3 月 24 日)
- 澤中英之,
tri-bimaximal mixing from neutrino dark energy,
第 12 回新潟・山形合宿, 山形県 海浜青年の家 (2007 年 10 月 28 日)
- 久保 博史,
Wilson 流繰り込み群による pionful NEFT の解析,
日本物理学会第 63 回年次大会, 近畿大学大学本部キャンパス (2008 年 3 月 22 日 ~ 26 日)

- Kentaro Kojima,
Probing flavor structure in Unified theory with scalar spectroscopy,
Conference on Supersymmetry 2010's,
Conference Hall, Hokkaido University, Sapporo, Jun. 20-22 2007,
(Organizers: Grand-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas:
"Discoveries of Higgs Particles and Supersymmetry to Pioneer the Particle
Physics in the 21st Century", et. al.)
- Kentaro Kojima,
Mass spectrum in multi-higgs models and non-flat direction of the potential,
Higher Dimensional Gauge Theory and the Unification of Forces,
Kobe University, Nov. 29-30 2007,
(Organizers: C.S. Lim, et. al.)
- Kentaro Kojima,
Scalar non-degeneracy and flavor unification,
International Workshop on Grand Unified Theories: Current Status and
Future Prospects,
Ritsumeikan University, Dec. 17-19 2007,
(Organizers: Takeshi Fukuyama, et. al.)
- 小島健太郎, 竹永和典, 山下敏史,
ゲージ・ヒッグス統一理論におけるポテンシャルの非平坦方向とヒッグス粒
子スペクトル,
日本物理学会 第62回年次大会, 北海道大学, 2007年9月21日, 主催: 日本物
理学会
- 小島健太郎,
Supercaparticles as a probe into matter unification,
東北大学素粒子論研究室, 2007年7月19日
- 小島健太郎,
Low-energy variety of bottom-tau Yukawa unification,
大阪大学素粒子論研究室, 2008年1月22日
- 小島健太郎,
Probing unified flavor structure with sfermion non-degeneracy,
新潟大学素粒子論研究室, 2008年2月28日

- 石原雅文, 郷六一生, 中村昭洋 ,
D3/D7 holographic Gauge theory and Chemical potential,
Progress of String Theory and Quantum Field Theory
大阪市立大学 12月9日
- 石原雅文, 郷六一生, 中村昭洋 ,
Flavor quarks in AdS4 and gauge/gravity correspondence,
日本物理学会 第62回年次大会
北海道大学 2007年9月22日
- 石原雅文, 郷六一生, 中村昭洋 ,
D3/D7 holographic gauge theory and chemical potential,
日本物理学会 第63回年次大会
近畿大学本部キャンパス 2008年3月24日
- 石原雅文 ,
Flavor quarks in AdS4 and gauge/gravity correspondence,
基研研究会 弦理論と場の理論-量子と時空の最前線
近畿大学本部キャンパス 2007年8月8日
- 石原雅文 ,
Flavor quarks in AdS4 and gauge/gravity correspondence,
2007年度原子核三者若手夏の学校
長野県 パノラマランド木島平 2007年8月21日
- 石原雅文 ,
D3/D7 holographic gauge theory and chemical potential,
お茶の水女子大学素粒子論研究室 セミナー
お茶の水女子大学 2007年10月15日
- 山津直樹 ,
The charged lepton and down-type quark masses in SU(1,1) model and the
structure of higgs sector ,
2007年度 KEK 理論研究会「素粒子物理の新時代に向けて」(KEKPH0712)
KEK , (2007年12月12日)
- 山津直樹 ,
Supersymmetric Standard Model with SU(1,1) horizontal symmetry,
原子核三者若手夏の学校, パノラマランド木島平 , (2007年8月21日)

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

- 特定領域研究 (B) 「ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く 21 世紀の素粒子物理学」 (領域代表者: 東京大学大学院理学系研究科 駒宮幸男)
計画研究 C03 「時空構造と統一理論」: 研究代表者 井上 研三、研究分担者 吉岡 興一
- 若手研究 (B) 「ニュートリノ物理と結合定数の微調整問題」: 研究代表者 吉岡 興一

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

石原雅文: H20.4.1 より日本学術振興会特別研究員 (DC2)

学部 4 年生卒業研究

榮田達也, 浜川如人 (前期・後期),

八嶋恵介, 荒岡信隆, 岩尾賢一, 佐田國修 (前期のみ)

- 「例題形式で学ぶ現代素粒子物理学」 (川村嘉春著、サイエンス社),
の輪講 (指導教員、原田 恒司)

[卒業論文]: 「大統一理論概要」 (榮田達也)

修士論文

- 遠矢 昂: (指導教員: 井上研三):
Loop Quantum Gravity における重力の量子化とその応用
- 中尾 陽一: (指導教員、原田 恒司):
Hard Wall 模型による Holographic QCD の解析
- 服部 望: (指導教員、原田 恒司):
カイラル摂動論におけるカイラル対称性を保つ運動量切断
- 山津直樹: (指導教員: 井上研三):
SU(1,1) ホリゾンタル対称性に基づくクォーク・レプトンの質量とヒッグスセクターの構造

博士論文

- 小島健太郎 : (指導教員、井上 研三):
Unified flavor structure and superparticles

学外での学会活動

日本物理学会代議員 (井上 研三)

粒子宇宙論II (原子核理論研究室)

研究室構成員

八尋 正信 教授

清水 良文 准教授

緒方 一介 助教

《 大学院 博士課程 》

橋本 慎太郎 (日本原子力研究開発機構 特別研究生) 江上 智晃 (日本学術振興会
特別研究員 [DC1]) 小路 拓也 柏 浩司

河野 賢治 浜田 政智

《 大学院 修士課程 》

鬼塚 徹 角 剛典 村瀬 貴博 境 祐二

田上 真伍 花田 真也

《 学部 卒業研究生 》

有田 瑞希 小野 寿哉 松本 健史 蓑茂 工将

山下 芳史

担当授業

量子力学 (清水良文)、量子力学演習 (清水良文・緒方一介)、物理学基礎演習 (緒方一介)、現代の物理学 (八尋正信)、特殊相対論と電気力学 (八尋正信)、核物理学II (八尋正信)、物理数学II (八尋正信)、計算物理学 (清水良文)、コアセミナー (清水良文)、物理学特別講義I (物理学最前線) (緒方一介 (3回分担当))、物理学特別研究I (八尋正信・清水良文・緒方一介)、物理学特別研究II (八尋正信・清水良文・緒方一介)、基礎粒子系科学特別研究I (八尋正信・清水良文)、基礎粒子系科学特別研究II (八尋正信・清水良文)、基礎粒子系科学講究I (八尋正信・清水良文)、基礎粒子系科学講究II (八尋正信・清水良文)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大]、柏浩司 (D1)、浜田政智 (D1)、村瀬貴博 (M2)、境祐二 (M1))

QCD 相図の解明は最新 RHIC の実験と密接に関わっており、QCD 物理の中心課題である。また、その解明はハドロン・原子核物理だけでなく、素粒子物理、宇宙・天体物理にも大きな影響を及ぼす重大な課題である。この解明の方法として、格子ゲージ理論と有効理論を用いる。まず、格子 QCD 計算によりクォークのプロパゲータを計算し、ポール質量の温度依存性を調べ、閉じ込め相転移を調べる。次に、有効理論として Schwinger-Dyson 方程式、Nambu-Jona-Lasinio (NJL) 模型、Polyakov-loop extended Nambu-Jona-Lasinio (PNJL) 模型に着目する。これらの方法を用いて、純虚数化学ポテンシャル領域の相図を調べ、格子 QCD 計算の結果と比較し、模型の妥当性を検討する。また、PNJL 模型を用いて、8 点相互作用、ベクター型相互作用の実数化学ポテンシャル領域における役割を解明する。

不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明 (緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

軽い不安定核である ${}^8\text{B}$ の分解反応を、標的核を変化させながら解析し、核力とクーロン力による分解の様子を分析する。本年度は、前年度得られた知見、すなわち、核力による分解断面積の $A^{1/3}$ スケーリング則 (A は標的核の質量数) の破れと、核力とクーロン力の干渉が最前方で消えるメカニズムについて分析を深め、研究成果を纏めることを目的とする。

複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述 (緒方一介、八尋正信、清水良文、河野賢治 (D1))

前年度までの研究により、核子-原子核間の畳み込みポテンシャルを求める際に標準的に用いられている近似法の有効適用範囲が明らかになった。今年度は、この手法が有効に機能するエネルギー領域において、核子と Ni の同位体 (質量数 58-88) の光学ポテンシャルを理論的に計算し、陽子-Ni および重陽子-Ni の反応を分析することを目標とする。

加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究 (緒方一介、渡辺幸信 [九州大学総合理工学研究院准教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程 2 年])

現在、核融合炉用材料照射試験のための大強度加速器中性子源の開発計画 (International Fusion Material Irradiation Facility: IFMIF 計画) が、国際協力の下で推進されている。この中性子源として注目されているのが ${}^{6,7}\text{Li}(d, nx)$ 反応である。本研究は、重陽子の分解反応を正確に記述する手法として定評のある離散化チャネル結合法 (CDCC)

を用いてこれらの反応の断面積を計算し、核データの完備に資することを目的としている。

今年度は、 ${}^7\text{Li}(d, np)$ 反応の断面積を CDCC によって求め、既存のデータとの比較を行う。

連続状態離散化チャンネル結合法 (CDCC 法) による原子核反応解析コードの開発 (八尋正信、緒方一介、井芹康統 [千葉経済短大教授]、櫻木弘之 [大阪市立大学教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

九大グループが 1981 年に提唱した離散化チャンネル結合法 (CDCC 法) は、不安定核等の弱く結合した複合粒子が原子核に入射し、分解する (仮想的な分解も含む) 反応過程を最も正確に記述する反応模型として世界的に認知されている。我々は、不安定核の研究が世界的規模で精力的に展開されている現状に鑑み、CDCC 法の実用的な計算プログラムを九州大学の情報基盤センターにライブラリとして登録、公開するプロジェクトを展開している。

今年度は、 S 行列から物理量を計算するプログラムを整備し、九州大学情報基盤センターライブラリに登録することを目的とする。

離散的 4 体分解断面積の連続化 (八尋正信、緒方一介、江上智晃 (D3)、松本琢磨 [理化学研究所基礎科学特別研究員]、井芹康統 [千葉経済短大教授]、上村正康 [理化学研究所研究嘱託])

離散化チャンネル結合法によって得られる分解反応断面積は、離散化された連続的励起状態へと遷移する断面積である。一方、実験で測定される断面積は、励起エネルギーに関して連続的なものであるため、理論計算と実験データを比較する為には、計算によって得られる離散的断面積を連続化する必要がある。この離散化の手法には入射粒子の連続状態の波動関数が必要であるが、3 体系の連続状態を得ることは極めて困難である。昨年度までに、新しい連続化の手法を提案し、2 体系入射の場合に適用し有効であることを確認した。今年度は実際に 3 体系入射に対しこの手法を適用し、連続的物理量を得ることを試みる。

半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述 (緒方一介、橋本慎太郎 (D3) [日本原子力研究開発機構特別研究生を兼務]、河合光路 [九州大学名誉教授]、河野通郎 [九州歯科大学教授])

Ξ ハイペロンが原子核から受ける一体場ポテンシャルの決定は、バリオン間相互作用を理解するための重要な鍵となるものであり、現在のストレンジネス物理の中心課題である。 Ξ 生成 ${}^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ 反応は、2008 年より稼働する J-PARC において実験計画

が進められている。我々はそれを見据えた研究として、詳細な (K^- , K^+) の反応機構の解明を目指してきた。本年度は、先行研究で用いられた反応解析モデルの検証や重原子核を標的とした反応の解析を行う。

歪曲波に対する局所半古典近似を用いた ($p, 2p$) 反応の DWIA 解析 (緒方一介、角剛典 (M2))

光学ポテンシャルおよび2核子間有効相互作用の中心力部分のみを取り入れて三重微分断面積を計算するコードを完成させた後、光学ポテンシャルおよび2核子間有効相互作用スピン軌道力部分および2核子間有効相互作用のテンソル力部分を組み込み、($p, 2p$) 反応の微分断面積およびスピン偏極量の実験データを解析する。

超変形回転バンドの生成・崩壊 (清水良文、松尾正之 [新潟大学]、G.Benzoni, S.Leoni 他 [ミラノ大学])

超変形状態の生成と崩壊を統一的に記述する理論的モデル (Yoshida-Matsuo-Shimizu, 2001) を用いて、ミラノ大学の実験グループによる EUROBALL 実験データを分析する共同研究を2年前から行っている。今年度は特に、今のところうまく実験データを説明できない ^{151}Tb を中心に分析を進める。

Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述 (清水良文、小路拓也 (D2))

昨年度は、「クランキング平均場上の乱雑位相近似」の方法で、Woods-Saxon ポテンシャルを用いた計算結果が Nilsson ポテンシャルを用いた計算結果より優位であることを確かめたが、今年度は、まず、質量数が160付近の原子核に対して、非軸対称変形原子核に特有のウォプリング回転運動の系統的解析を行う。また、比較的重い原子核で系統的に観測されている低励起四重極振動である、 β -、 γ -振動に対して、有限角速度の効果を検討した解析を行い、その理論的枠組みが有効かどうか確認する。

ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用 (清水良文、鬼塚徹 (M2))

ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用についての研究をここ数年行なっている。その拡張として、昨年度より Hartree-Fock-Bogoliubov 計算により対相関の効果を取り入れることにより、最近不安定核物理で注目を集めている、中重核領域でのダイニュートロン相関について調べる。

準粒子表示のダイソン型ボゾン射影法による中重核の集団状態の記述 (清水良文、安本誠一 [国際医療福祉大学]、高田健次郎 [九州大学名誉教授])

高田・安本によって、粒子・空孔表示でのダイソン型ボゾン射影法の一般的な計算ブ

プログラムが開発されたが、中重核のようなより自由度の大きい原子核の集団励起状態の記述においては、対相関を考慮した準粒子表示を用いることが重要である。本研究では準粒子表示のダイソン型ボゾン射影法の一般的な計算プログラムを開発し、それを応用して中重核での四重極集団振動運動の記述を目指す。

原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源 (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])

原子核の変形状態としてプロレート変形が圧倒的に多い理由を調べることを目的として2年前から研究を始めているが、多くの原子核で系統的計算を行うためには、Woods-Saxon ポテンシャルを用い連続状態の効果を正しく取り入れた計算方法を確立することが重要であることがわかり、今年度はそれに集中的に取り組む。

不安定核における回転運動 (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

中性子スキンの発達した不安定核における対相関には連続状態が重要な役割を果たすと考えられているが、他方、変形核における最も典型的な集団運動である集団的回転運動に対して、対相関が大きな影響を与えることが良く知られている。昨年度より、不安定核における回転運動の研究を行っており、ドリップライン近傍核での対相関のユニークな特徴を明らかにすることを試みる。

原子核におけるエキゾチック変形の研究 (清水良文、田上真伍 (M1)、J. Dudek [Strasbourg 大学])

近年の理論計算によって、エキゾチックな変形状態の存在が示唆されている。その中でも特に興味深いのは四面体型の変形であり、多数の原子核の安定な変形として実現するのではないかと予想されているが、その確かな証拠は見つかっていない。本研究では、四面体変形をした原子核の存在を探るため、原子核のエネルギースペクトルや電磁遷移確率等の物理量を量子数射影法や生成座標法といった理論手法により計算し、それと実際の実験値と比較することを試みる。その第一段階として、本年度は角運動量射影法の計算プログラムの開発を行う。

《 今年度の成果 》

格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大]、柏浩司 (D1)、浜田政智 (D1)、村瀬貴博 (M2)、境祐二 (M1))

・ Nambu–Jona-Lasinio (NJL) 模型を用いたカラー超伝導の研究 (担当：柏)

NJL 模型で無視されているベクター型相互作用とクォーク 8 点相互作用の性質を調べた。前者が相転移を弱め、後者がカイラル対称性の破れた相とカラー超伝導相の共存相を広げる役割があることを解明した。Physics Letters B に掲載。

・ Polyakov-loop extended Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) 模型による実化学ポテンシャル領域の相構造の研究 (担当：柏)

クォーク 8 点相互作用が臨界点 (一次相転移の端点) を高温低密度側に移動させ、ベクター型相互作用がその逆に働く事を解明した。Physics Letters B に掲載予定。

・ 有限温度におけるクォークプロパゲータの格子 QCD 計算 (担当：浜田)

クォークの閉じ込めのオーダーパラメータと言われているポリヤコフループで定められた相転移温度の前後で、クォークプロパゲータを計算した。相転移前後で、プロパゲータの運動量依存性やポール質量の位置に違いが見られた。

・ Schwinger-Dyson 方程式による純虚数化学ポテンシャル領域の解析 (担当：村瀬)

純虚数化学ポテンシャル領域の高温領域で、Schwinger-Dyson 方程式法が格子 QCD 計算を定性的に再現することに示した。低温領域での再現はこの方法の将来の課題である。

・ Polyakov-loop extended Nambu–Jona-Lasinio (PNJL) 模型による純虚数化学ポテンシャル領域の解析 (担当：境)

純虚数化学ポテンシャル領域で、PNJL 模型が格子 QCD 計算を定性的に再現することに示した。格子 QCD の結果と異なり、PNJL 模型ではカイラル転移と閉じ込め・非閉じ込め転移の転移温度に差異が生じた。この問題は、クォーク 8 点作用を考慮することによって修正することができた。Physical Review D に掲載。

不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明 (緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

分析の結果、核力による分解断面積の $A^{1/3}$ スケーリング則が破れる原因は、分解反応が起きている核表面付近における透過係数の値が、標的核によって変化するためであることが明らかになった。また、核力とクーロン力の干渉が消失する理由が、それぞれの分解過程に対応する ${}^8\text{B}$ の終状態が異なるためであることを解明した。この研究成果を纏め、Physical Review C に投稿した (arXiv:0804.1186v1)。本研究は緒方助教を中心に推進された。

複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述 (緒方一介、八尋正信、清水良文、河野賢治 (D1))

陽子-Ni 同位体の弾性散乱を、微視的に求めた光学ポテンシャルを用いて分析した。

Ni 同位体の密度は、有限レンジ Gogny D1S を用いた Hartree-Fock-Bogoliubov 計算によって求めた。分析の結果、弾性散乱の角分布が、Ni 同位体の密度の拡がり確かに反映することを確かめた。次に、この方法で求めた陽子-Ni および中性子-Ni 間の光学ポテンシャルを用いて、重陽子と Ni 同位体の反応を離散化チャンネル結合法によって解析した。その結果、重陽子-Ni の弾性散乱は、陽子-Ni のそれと比較して、有意の付加情報を与えることができない一方で、重陽子が陽子と中性子に分解した状態(それらの放出方向が揃っている状態)を観測・解析することによって、Ni 同位体中の陽子と中性子の密度分布の差を引き出し得ることが明らかになった。本研究は緒方助教を中心に推進された。

加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究(緒方一介、渡辺幸信[九州大学総合理工学研究院准教授]、叶涛[九州大学総合理工学研究院博士後期課程2年])
40MeV 入射の ${}^7\text{Li}(d, np)$ 反応の包括的測定データ(中性子のみを測定したデータ)を CDCC 解析したところ、実験データのエネルギー分布の形は良く再現する一方、断面積の絶対値は $1/4$ – $1/5$ 程度しか説明できないことがわかった。これは、CDCC 計算に取り入れられていない、非弾性分解反応の寄与が非常に大きいことを意味していると考えられる。本研究は叶氏を中心に推進された。

連続状態離散化チャンネル結合法(CDCC法)による原子核反応解析コードの開発(八尋正信、緒方一介、井芹康統[千葉経済短大教授]、櫻木弘之[大阪市立大学教授]、上村正康[理化学研究所研究嘱託])

チャンネル結合方程式を解いて得られる散乱の S 行列から物理量を計算するプログラム「散乱断面積・偏極量の算出」を整備し、九州大学情報基盤センターライブラリに登録申請を行った。本研究は井芹氏、上村氏を中心に推進された。

離散的4体分解断面積の連続化(八尋正信、緒方一介、江上智晃(D3)、松本琢磨[理化学研究所基礎科学特別研究員]、井芹康統[千葉経済短大教授]、上村正康[理化学研究所研究嘱託])

離散的断面積(S 行列)の連続化に必要なのは、真の連続状態とハミルトニアン
の対角化によって得られる擬状態とのオーバーラップ(連続化係数)である。この係数を離散的 S 行列に掛け、全ての擬状態について和をとると、連続的な S 行列を得ることができる。重要な点は、最終的に計算する物理量(断面積等)に寄与する空間は有限であり、その有限の空間内で S 行列の正解が用意できれば良いということである。連続化に必要なのは連続化係数である為、擬状態が広がる空間内で正解と見なせる3体の連続状態が用意できれば良い。我々はこの考え方に基づき、Lippmann-Schwinger 方

程式を利用し、連続化係数を直接求める方法を開発した。離散的に得られる ${}^6\text{He}$ の電気的雙極遷移強度分布 $B(E1)$ に対して、この方法による連続化を行ったところ、励起エネルギーに関して滑らかな分布を得ることに成功した。本研究は江上氏を中心に推進された。

半古典歪曲波模型によるハイペロン生成反応の記述 (緒方一介、橋本慎太郎 (D3)[日本原子力研究開発機構特別研究生を兼務]、河合光路 [九州大学名誉教授]、河野通郎 [九州歯科大学教授])

半古典歪曲波模型 (SCDW) を用いて、過去に ${}^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ の反応解析に用いられた核内カスケード模型とグリーン関数法で導入されている近似の検証を行った。入射運動量 $1.65 \text{ GeV}/c$ における ${}^{12}\text{C}(K^-, K^+)$ 反応の計算結果を比較することにより、核内カスケード模型で無視されていた「粒子の歪曲ポテンシャルの影響」によって反応スペクトルのピークが数 10MeV 変化すること、また、グリーン関数法で考慮されていなかった「核内における素過程の運動学の変化」が、スペクトルが持つ放出角度依存性に強い影響を与えることを明らかにした。特に後者は、スペクトルの強度を大きく左右するため、J-PARC での実験結果を解析する際には考慮すべき重要な点である。また、 ${}^{12}\text{C}$ より重い原子核である ${}^{27}\text{Al}$ と ${}^{63}\text{Cu}$ を標的とした反応の解析を行い、SCDW 計算は ${}^{12}\text{C}$ と同様に、実験データと比べると過小評価の傾向があること、反応スペクトルには強い放出角度依存性があることを示した。本研究は橋本氏の学位論文としてまとめられた他、雑誌 *Progress of Theoretical Physics* に論文掲載が決まっている。

歪曲波に対する局所半古典近似を用いた $(p, 2p)$ 反応の DWIA 解析 (緒方一介、角剛典 (M2))

光学ポテンシャルおよび 2 核子間有効相互作用の中心力部分のみを取り入れ三重微分断面積の数値計算コードを完成させ、 392MeV 陽子入射 ${}^{12}\text{C}$ 標的 $(p, 2p)$ 反応の三重微分断面積の計算に適用したところ、実験値の絶対値を約 5 分の 1 しか説明することができなかった。そこで、2 核子間有効相互作用のスピンの軌道結合力およびテンソル力を数値計算コードに組み込み、三重微分断面積の計算を実行すると、実験値と整合することが見出された。これは、2 核子間有効相互作用のスピンの依存力が極めて重要な役割を果たしていることを示している。次に、三重微分断面積の実験データを詳細に分析したところ、実験データに見られるふたつのピークの非対称性が、2 核子間核力のオフシェル性を反映していることを明らかにした。この知見を論文にまとめ、学術雑誌に投稿した (arXiv:0803.2134v1)。

超変形回転バンドの生成・崩壊 (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授]、G.Benzoni, S.Leoni

他 [ミラノ大学])

EURBALL を用いたミラノ大学の原子核実験グループによる実験により、 ^{151}Tb 、 ^{196}Pb 核における、数多くの超変形回転バンドからの準連続 γ 線が観測された。実験的に引き出された超変形励起回転バンドの数を理論的予測と比較すると、 ^{196}Pb 核ではほぼほぼ実験データの傾向を再現できそうであるが、 ^{151}Tb 核ではかなり大きくずれる。計算においては、ガンマ線遷移の統計的シミュレーションが必要であり、S.Leoni らミラノ大学のグループがこのシミュレーションコードを拡張して新たな分析を行い、かなり改善することがわかったが、特に角運動量の大きなところ ($I > 50\hbar$) で ^{151}Tb 核のデータに合わない傾向は依然として残っている。

Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述 (清水良文、小路拓也 (D2))

本年度は、質量数が 160 付近の原子核である Lu, Hf 原子核に対してウォブリング回転運動の解析を行った。Strutinsky 計算から与えられる平均場の変形パラメータを用いると、ウォブリング回転運動が低励起状態に存在するという計算結果が得られた。これにより、ウォブリング回転運動が観測されている Lu 原子核だけでなく、隣の偶々核である Hf 原子核にも観測されることが期待される。また、Lu 原子核の観測データを再現するには、Strutinsky 計算の結果から非軸対称変形度をかなり大きく変えねばならず、理論的な問題があることがわかった。また、Er, Dy 原子核に対して、低励起四重極振動のバンド間 $B(E2)$ の角速度依存性を計算し、昨年度に得た $B(E2)$ の絶対値の 1.5 倍の過大評価を補正すると、実験データをよく再現し、この理論的枠組が低スピンの現象に対し有効であることがわかった。本研究は小路氏を中心に推進している。

ガウス基底関数展開法の平均場計算への応用 (清水良文、鬼塚徹 (M2))

ガウス基底関数展開法を用いた計算方法の長所を生かし、有限レンジの Gogny 型有効核力に対して、一般的に Hartree-Fock-Bogoliubov 計算が可能になったのが大きな成果である。これを用いて、最近 BEC(ボーズ・アインシュタイン凝縮)-BCS クロスオーバー現象との関連で、注目を集めているダイニュートロン相関を調べた。これまでのゼロレンジ有効核力を用いた分析では発達した相関が得られているが、どのようなゼロレンジ力を用いるかで結果が変わることが問題である。今回 Gogny 力を用いた計算でも、よく発達したダイニュートロン相関が出現すること、また、密度依存性が混合型または表面型のゼロレンジ力の結果に近い 2 中性子相関が得られることが分かった。この研究は鬼塚氏の修士論文としてまとめられた。

準粒子表示のダイソン型ボゾン射影法による中重核の集団状態の記述 (清水良文、安本誠一 [国際医療福祉大学]、高田健次郎 [九州大学名誉教授])

Woods-Saxon ポテンシャルを用いて一粒子平均場状態を作り、BCS 近似によって準粒子状態を構成し、それを元にしてダイソン型ボゾン射影法を行って、ボゾン計算するプログラムを完成した。特に、粒子・空孔表示の場合と比べて、6 次のボゾン項が現れ計算時間を非常に増大させるが、この取扱いを高速化することに成功した。このプログラムを用いて、Pd, Cd 核領域での非調和四重極振動状態の分析を行った。高田・安本によって提案された、非集団的自由度を取り入れることが実験データとの一致の為に重要であることが確かめられた。

原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源 (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])

連続状態のある現実的ポテンシャルを用いて Strutinsky 計算を行うと、殻エネルギーが模型空間の取り方に大きく依存するという問題が古くから知られており、昨年度は自由粒子の効果を引き去る Kruppa の方法でこの問題が解決できること、および、対相関に対しても同様の方法が適用できることを確認したが、Strutinsky 法の自己無撞着性を保証する殻エネルギーのプラトー条件が満たされないことが問題であった。今年はこの問題に中心的に取り組んだ。Strutinsky 法で中心的役割を果たす準位密度のフーリエ変換を取ることににより、Woods-Saxon ポテンシャルの様な有限ポテンシャルでは連続状態の効果が高周期成分に強く現れ、調和振動子ポテンシャルの場合と違って厳密なプラトー条件が満たされることは期待できないことがわかり、少しでもプラトーに近づける方法 (reference density Strutinsky 法) を開発した。これによって、連続状態の効果を正しく取り入れた Strutinsky 計算が可能になる。

不安定核における回転運動 (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

昨年度より、変形核において、Hartree-Fock-Bogoliubov 法を正確に解き、対相関に対する連続状態の効果を正しく取り入れた変形平均場状態を基礎に、Belyaev のクランキング公式を用いて慣性能率の計算を行ってきたが、その結果は対相関の詳細に敏感である。特に、密度依存ゼロレンジ対相関力を用いると、中性子数を増加させたときに陽子の対相関がゼロになるという不自然な結果が得られる。この結果はより現実的な Gogny 力の結果とは大きく異なっており、その原因はアイソスカラー型密度を用いていることで、中性子スキンの効果が大きく陽子の対相関に影響してしまう。今年度は、ゼロレンジの有効対相関力として、アイソスカラーとアイソベクトルの両方の密度依存性を仮定して、どのような対相関力がより現実的であるかを調べた。結果としては、中性子(陽子)の対相関には中性子(陽子)の密度のみが寄与するという単純な形が最も自然で、かつ、より現実的であることがわかった。

原子核におけるエキゾチック変形の研究 (清水良文、田上真伍 (M1)、J. Dudek [Strasbourg 大学])

本年度は計算の準備を行うと共に、角運動量射影法を行うための計算プログラムを作成し、変形核の回転スペクトルを得ることが可能となった。現在、このプログラムが現実の原子核の回転スペクトルをどの程度再現できるか、一般的な四重極変形核で確かめている段階である。本研究は田上氏を中心に推進している。

《 来年度の目標 》

格子ゲージ理論と有効理論による QCD 相図の解明 (八尋正信、松崎昌之 [福岡教育大学]、河野宏明 [佐賀大]、柏浩司 (D1)、浜田政智 (D1)、村瀬貴博 (M2)、境祐二 (M1))

・カイラル相転移と閉じ込め相転移の相関や秩序変数の関係を、模型非依存な方法を用いて調べる。(担当：柏)

・第一原理計算が可能な純虚数化学ポテンシャル領域において PNJL 模型をより信頼できる形へ拡張し、実化学ポテンシャルの相構造を探索する。(担当：柏、境)

・格子 QCD 計算をもとに、クォークの閉じ込めが起こる本質的な原因を調べる。また、クォークの閉じ込めとカイラル対称性の破れの関係を解明する。(担当：浜田)

不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性の解明 (緒方一介、八尋正信、井芹康統 [千葉経済短大教授]、松本琢磨 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

3 体系をなす代表的な不安定核である ${}^6\text{He}$ を入射する場合について同様の分析を行い、 ${}^8\text{B}$ の場合との違いを明らかにする。

複素型 2 核子有効相互作用を用いた核間相互作用の統一的記述 (緒方一介、八尋正信、清水良文)

微視的光学ポテンシャルを用いた CDCC 計算によって重陽子と Ni 同位体の反応をより詳細に分析し、研究成果を纏める。

加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究 (緒方一介、渡辺幸信 [九州大学総合理工学研究院准教授]、叶涛 [九州大学総合理工学研究院博士後期課程 2 年])

包括的反應過程を簡便に記述する Glauber 模型を用いて ${}^7\text{Li}(d, np)$ 反応の解析を行い、実験データとの比較を行う。また同時に、弾性分解反応の断面積を Glauber 模型と CDCC で計算し、両者を比較することにより、Glauber 模型の有効性を定量的に評

価する。

組み替えチャンネル結合法を用いた3粒子入射反応の記述(緒方一介、上村正康[理化学研究所研究嘱託])

3つの α 粒子によって ^{12}C が形成される、いわゆる 3α 反応の実体は、連続するふたつの2体共鳴反応であるというのが常識的な理解であり、標準的な燃焼温度($\sim 2 \times 10^8$ K)や粒子数密度においてはその描像が崩れることはないと思われる。しかし温度が低い場合や密度が非常に大きい場合など、極端な環境下では、非共鳴の 3α 反応が ^{12}C の形成に有意の寄与を持つ可能性がある。これまで非共鳴の反応率は、共鳴モデルを仮定して評価されてきた。これは、2粒子だけで反応が閉じている場合にはある程度信頼できるが、第3の粒子が存在する場合には、モデルに伴う不定性が大きいと考えられる。そこで本研究では、共鳴状態と非共鳴状態を統一的に記述する、離散化組み替えチャンネル結合法を用いて 3α 反応を記述し、反応率の正確な評価を行う。その上で、従来の共鳴モデルに基づいて計算された反応率との違いを、温度・密度の関数として定量的に評価することが研究の目的である。来年度は、計算の枠組みを整備し、チャンネルを制限した簡単な場合についての計算に着手することを目標とする。

離散的4体分解断面積の連続化(八尋正信、緒方一介、江上智晃(D3)、松本琢磨[理化学研究所基礎科学特別研究員]、井芹康統[千葉経済短大教授]、上村正康[理化学研究所研究嘱託])

連続化した $B(E1)$ の収束性をチェックし、収束した結果を出す。更に、4体系入射の分解反応に対し、離散化チャンネル結合法を用い解析を行う。得られる離散的なS行列を連続化し5重微分断面積を求め、分解反応断面積や角度相関、エネルギー相関などの実験との比較を行う。

重陽子分解融合反応の純量子力学的記述(緒方一介、八尋正信、橋本慎太郎(D3)[日本原子力研究開発機構博士研究員]、千葉敏[日本原子力研究開発機構主任研究員])

原子核の融合過程は、学術的にも、また応用の観点から見ても、極めて重要な現象である。しかし融合過程を純量子力学的に記述する試みは未だ完成していない。特に、入射原子核の一部が分解し、その一部が標的核と融合する過程、いわゆる不完全融合過程を量子力学的に記述する手法は、非常に簡単なものを除き、全く確立していないと言って良い。本研究は、入射粒子の分解過程を定量的に記述することができる離散化チャンネル結合法によって反応系の波動関数を計算し、上述の不完全融合過程を正しく求める方法を提唱するものである。来年度は、重陽子入射反応に焦点を絞り、1. 重陽子が全て標的核に吸収される過程、2. 重陽子の中の陽子のみが吸収される過程、3.

中性子のみが吸収される過程をそれぞれ計算し、分析を行うことを目標とする。

歪曲波に対する局所半古典近似を用いた $(p,2p)$ 反応の DWIA 解析 (緒方一介、角剛典 (M2))

スピン偏極量の計算を行うコードを完成させるために、偏極分解能計算において重要な役割を果たすことが知られている、光学ポテンシャルのスピン-軌道結合力部分を計算に組み込む。この数値計算コードを用いて $(p,2p)$ 反応の全ての実験量、すなわち三重微分断面積、偏極分解能および5種類の偏極移行係数の計算を実行する。特に、既存の DWIA 計算では再現することができない、偏極分解能の分析に力点を置き、 $(p,2p)$ 反応解析において核内2核子散乱の運動学を正確に取り扱うことの重要性を明らかにする。また、偏極移行係数を含む全てのスピン偏極量を解析し、2核子間有効相互作用のオフシェル要素の寄与を評価する。

超変形回転バンドの生成・崩壊 (清水良文、松尾正之 [新潟大学教授]、G.Benzoni, S.Leoni 他 [ミラノ大学])

理論的分析はかなり進み、あとはミラノグループの最終的な解析待ちであるが、特に、 ^{151}Tb での理論値との不一致の問題を調べるためには、超変形状態から通常変形状態へのトンネル確率の新たな計算が必要になるかもしれない。その場合にはプログラムの改良を行う。

Woods-Saxon ポテンシャルを用いた低励起集団運動の記述 (清水良文、小路拓也 (D2))

本年度の結果により、低スピンから高スピンの低励起集団振動の記述に Woods-Saxon 平均場を用いた理論的方法が大変有効であることがわかったので、その他の実験的に観測されている集団モード、シザーズ運動、プリセッション回転運動、低励起八重極振動にも現在の方法を適用する。乱雑位相近似の方法自身は、低励起振動だけでなく、高励起振動運動である巨大共鳴の記述にも適用可能であり、昨年度は取り組めなかった変形核での巨大共鳴の分析も行ないたい。

準粒子表示のダイソン型ボゾン射影法による中重核の集団状態の記述 (清水良文、安本誠一 [国際医療福祉大学]、高田健次郎 [九州大学名誉教授])

計算プログラムが完成したので、Pd, Cd 領域核の分析を終了し、この研究の結果をまとめる予定である。

原子核基底状態のプロレート変形優勢の起源 (清水良文、田嶋直樹 [福井大学]、高原哲士 [杏林大学])

不安定核にも適用可能な Strutinsky 計算の方法を開発できたので、引き続きこの方法を用いて、広範囲の原子核の変形状態を調べ、本題である、原子核におけるプロレート変形優勢の起源の分析に進む予定である。

不安定核における回転運動 (清水良文、山上雅之 [理化学研究所基礎科学特別研究員])

今年度の分析で得られた有効対相互作用を用いて、変形不安定核での慣性率を調べ、不安定核での対相関が集団的回転運動にどのような影響をもたらすのかの結論を得、それをまとめる。

原子核におけるエキゾチック変形の研究 (清水良文、田上真伍 (M1)、J. Dudek [Strasbourg 大学])

本年度作成した計算プログラムにパリティ射影を組み込み、四面体変形した原子核の回転スペクトルの計算を行い、実験データとの比較を試みる。その後、多くの原子核で重要な対相関を考慮できる計算プログラムを作成し、より広い領域の核で解析を行う。

発表論文

《 原著論文 》

Effects of a multi-quark interaction on color superconducting phase transition in an extended NJL model:

Kouji Kashiwa, Masayuki Matsuzaki, Hiroaki Kouno and Masanobu Yahiro,
Phys. Lett. **B657**(2007), 143-147.

Polyakov loop extended NJL model with imaginary chemical potential:

Yuji Sakai, Kouji Kashiwa, Hiroaki Kouno and Masanobu Yahiro,
Phys. Rev. **D77**(2008), 051901.

Meson loop effect on high density chiral phase transition:

T. Sakaguchi, K. Kashiwa, M. Matsuzaki, H. Kouno and M. Yahiro:
Central European Journal of Physics, **6(1)** (2008), 116-121.

Quenching of the analyzing power for inclusive quasielastic (\vec{p}, p') scattering,;

K. Ogata, G.C. Hillhouse and B.I.S. van der Ventel,
Phys. Rev. **C76**, 021602(R) (2006).

Parametrizations of triaxial deformation and E2 transitions of the wobbling band:
Yoshifumi R. Shimizu, Takuya Shoji, and Masayuki Matsuzaki,
Physical Review **C77** (2008), 024319.

《 その他の論文 》

核内 2 核子散乱の運動学を考慮した ($p, 2p$) 反応の DWIA 解析:
角剛典, 緒方一介,
原子核研究, 52 巻増刊号 4, p55–p58 (2008).

Chiral phase transition and color superconductivity in an extended NJL model with
higher-order multi-quark interactions,
K. Kashiwa, H. Kouno, T. Sakaguchi, M. Matsuzaki, M. Yahiro,
原子核研究, Vol.51 Suppl.1, 2007 年, 35-39.

相転移に対して Nambu–Jona-Lasinio 模型における高次相互作用が及ぼす影響,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
原子核研究, Vol.52 Suppl.4, 2008 年, 59-62.

講演

《 国内での講演 》

(ポスター)

The behavior of the quark propagator near the T_c :
Masatoshi Hamada, Hiroaki Kouno, Atsushi Nakamura, Takuya Saito and Masanobu
Yahiro,
INPC2007, June 3 – 8, 2007, Tokyo, Japan.

Effects of higher-order multi-quark interactions in NJL model on the chiral and color-
superconducting phase transition: K. Kashiwa, H. Kouno, M. Matsuzaki, M. Yahiro.
International nuclear physics conference (INPC2007),

Tokyo International Forum, Tokyo, June 3 – 8, 2007.

The method of CDCC for four-body breakup reactions:

Takuma Matsumoto, T. Egami, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura and M. Yahiro,
The International Nuclear Physics Conference (INPC2007), Tokyo International Fo-
rum, Tokyo, June 3 – 8, 2007.

A new method of analyzing four-body breakup reaction (${}^6\text{He}$, ${}^4\text{He} n n$):

T. Egami, T. Matsumoto, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura, M. Yahiro,
The International Nuclear Physics Conference (INPC2007), Tokyo International Fo-
rum, Tokyo, June 3 – 8, 2007.

Microscopic study of the wobbling and low-lying quadrupole motions(posters):

Takuya Shoji, Yoshifumi R. Shimizu

International Nuclear Physics Conference 2007. 2007年6月3日～6月8日, 東京国際
フォーラム.

Treatment of continuum states in Woods-Saxon Strutinsky method(posters):

S. Takahara, Y. R. Shimizu, N. Tajima

International Nuclear Physics Conference 2007. 2007年6月3日～6月8日, 東京国際
フォーラム.

Rotational motion in nuclei with di-neutron superfluidity(posters):

M. Yamagami, Y. R. Shimizu

International Nuclear Physics Conference 2007. 2007年6月3日～6月8日, 東京国際
フォーラム.

Systematic study of wobbling motion in the Hf, Lu region(posters):

Takuya Shoji, and Yoshifumi R. Shimizu

Nuclear Structure : New Pictures in the extended Isospin Space, 2007年6月11日～6
月14日, 京都大学.

(口頭)

Effects of higher-order multi-quark interactions in the two-flavor Nambu–Jona–Lasinio
model,

K. Kashiwa, H. Kouno, M. Matsuzaki, Y. Sakai and M. Yahiro,
Nagoya Mini-Workshop “Chiral Symmetry in hot and/or dense matter”, 25 June, 2007, Nagoya University.

相転移に対して Nambu–Jona-Lasinio 模型における高次相互作用が及ぼす影響,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 坂口智彦, 八尋正信,
原子核三者若手夏の学校, 2007 年 8 月 21 日, パノラマランド木島平.

Nambu–Jona–Lasinio 模型における高次相互作用が相転移に及ぼす影響,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2007 年 9 月 5 日, 京都大学.

Polyakov-loop extended Nambu–Jona–Lasinio 模型におけるベクター型と高次相互作用の効果,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21 日, 北海道大学.

Critical endpoint in the PNJL model,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
原子核・ハドロン物理横断研究会, 2007 年 11 月 21 日, 高エネルギー加速器研究機構.

Polyakov-loop extended Nambu–Jona–Lasinio 模型を用いた QCD 相図の研究,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 境祐二, 八尋正信,
第 113 回日本物理学会九州支部例会, 2007 年 12 月 1 日, 大分大学.

Phase structure in the Polyakov-loop extended Nambu–Jona–Lasinio model,
柏浩司, 河野宏明, 松崎昌之, 八尋正信,
日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 26 日, 近畿大学.

クォークプロパゲータと閉じ込め・非閉じ込めの関係,
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,
原子核三者若手夏の学校, 2007 年 8 月 21 日, 長野県パノラマランド木島平.

クォークプロパゲータで探る有限温度中におけるクォークの閉じ込めと非閉じ込め,
浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,

基研研究会「熱場の量子論とその応用」, 2007年9月7日, 京都大学基礎物理学研究所.

有限温度におけるクォークの質量,

浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,

日本物理学会第62回年次大会, 2007年9月21日, 北海道大学.

閉じ込め相と非閉じ込め相におけるクォークの違い,

浜田政智, 斎藤卓也, 河野宏明, 中村純, 八尋正信,

日本物理学会第63回年次大会, 2008年3月26日, 近畿大学.

Polyakov-loop extended Nambu–Jona–Lasinio model with imaginary chemical potential,

境祐二, 柏浩司, 河野宏明, 八尋正信,

日本物理学会第63回年次大会, 2008年3月26日, 近畿大学.

The method of CDCC for four-body breakup reactions:

Takuma Matsumoto, T. Egami, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura and M. Yahiro,

The 5th international workshop on Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2007),
RIKEN Wako Campus, May 30 – June 2, 2007.

A new procedure of analyzing four-body breakup reaction of the Borromean halo nucleus ${}^6\text{He}$:

T. Egami, T. Matsumoto, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura, M. Yahiro,

The 5th international workshop on Direct Reactions with Exotic Beams (DREB2007),
RIKEN Wako Campus, May 30 – June 2, 2007.

Analysis of (K^-, K^+) inclusive spectrum with semiclassical distorted wave model:

S. Hashimoto, M. Kohno, K. Ogata, and M. Kawai,

Nuclear Physics at J-PARC, Tokai, Ibaraki, June 1st–2nd, 2007.

Full coupled-channel description of three-body and four-body breakup reactions:

Kazuyuki Ogata, T. Matsumoto, T. Egami, K. Ogata, Y. Iseri, M. Kamimura and M. Yahiro,

Invited Talk at the International Nuclear Physics Conference (INPC2007), Tokyo International Forum, Tokyo, June 3 – 8, 2007.

核内 2 核子散乱の運動学を考慮した $(p,2p)$ 反応の DWIA 解析:

角剛典, 緒方一介,

原子核三者若手夏の学校原子核パート研究会, 2007 年 8 月 21 日, パノラマランド木島平

半古典歪曲波模型を用いた重原子核標的における (K^-, K^+) 反応解析:

橋本慎太郎, 河野通郎, 緒方一介, 河合光路,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21 日, 北海道大学札幌キャンパス

離散化チャンネル結合法による ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ 分解反応解析:

松本琢磨, 江上智晃, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 22 日, 北海道大学札幌キャンパス

不安定核の核力/クーロン分解比の標的核依存性 2:

緒方一介, 松本琢磨, 井芹康統, 八尋正信,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 22 日, 北海道大学札幌キャンパス

離散化チャンネル結合法に基づく ${}^6\text{He}$ 分解反応断面積の連続化:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 22 日, 北海道大学札幌キャンパス

不安定核反応・天体核反応の定量的解析の現状と展望:

緒方一介, 松本琢磨, 江上智晃, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

KEK 主催「原子核・ハドロン物理：横断研究会」, 2007 年 11 月 19 日, KEK

CDCC による ${}^6\text{He}$ の 4 体分解反応断面積の記述:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

第 113 回日本物理学会九州支部会, 2007 年 12 月 2 日, 大分大学

$(p,2p)$ 反応における屈折及び有効相互作用のオフシェル行列要素の役割:

角剛典, 緒方一介,

第 113 回日本物理学会九州支部会, 2007 年 12 月 2 日, 大分大学

Scattering of Ni isotopes by proton and deuteron targets to study proton/neutron

distribution:

K. Ogata, Y.R. Shimizu, M. Yahiro,

RIBF mini workshop on Nucleon density distribution and G-matrix method, December 14, 2007, RIKEN Nishina Center

Lippmann-Schwinger 方程式に基づく ${}^6\text{He}$ の 3 体分解状態の記述:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

FR シンポジウム「原子核研究における少数系物理」, 2008 年 3 月 9 日, 九州大学.

$(p,2p)$ 反応に対する 2 核子間有効相互作用の off-shell 行列要素の寄与:

角剛典, 緒方一介, 野呂哲夫.

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 23 日, 近畿大学

${}^6\text{He}$ の電気遷移強度分布の平滑化:

江上智晃, 松本琢磨, 緒方一介, 井芹康統, 上村正康, 八尋正信,

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 23 日, 近畿大学

Analysis of deuteron elastic scattering from lithium-6 and 7:

叶涛, 渡辺幸信, 緒方一介,

日本原子力学会 2007 年春の大会, 2007 年 3 月 27 日, 名古屋大学

Analysis of the direct processes in ${}^{6,7}\text{Li}(d, xn)$ reaction for energies up to 50 MeV:

叶涛, 渡辺幸信, 緒方一介,

日本原子力学会 2008 年春の大会, 2008 年 3 月 26 日, 大阪大学吹田キャンパス

準粒子表示における Dyson boson mapping I:

安本誠一, 田崎茂, 清水良文, 高田健次郎,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 21 日, 北海道大学

変形した中性子過剰核における対相関と回転運動:

山上雅之, 清水良文,

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 9 月 22 日, 北海道大学

Woods-Saxon Struinsky 法における連続状態の取扱い:

高原哲士, 田嶋直樹, 清水良文,

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 23 日、北海道大学

回転する Woods-Saxon 平均場を用いた四十極振動の解析:

小路拓也, 清水良文,

第 113 回 日本物理学会 九州支部例会, 2007 年 12 月 2 日, 大分大学.

有限レンジ有効核力を用いた Hartree-Fock-Bogoliubov 計算による中重核の不安定核におけるダイニュートロン相関:

鬼塚徹, 清水良文,

第 113 回 日本物理学会 九州支部例会, 2007 年 12 月 2 日, 大分大学.

Di-neutron correlations studied by the finite-range pairing interaction:

T. Onitsuka and Y. R. Shimizu,

理研ミニワークショップ「2 核子相関と不安定原子核」、2007 年 12 月 25 日-26 日、理化学研究所仁科センター

有限レンジ有効核力を用いた不安定核でのダイニュートロン相関の研究:

鬼塚徹, 清水良文,

日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス

中性子スキンの陽子対相関への影響と対相関有効相互作用の拡張:

山上雅之, 清水良文,

日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス

Woods-Saxon Struinsky 法における連続状態の取扱い II:

高原哲士, 田嶋直樹, 清水良文,

日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 3 月 26 日、近畿大学本部キャンパス

Continuum and pairing effects for rotational excitations in neutron rich nuclei:

Masayuki Yamagami, Yoshifumi R. Shimizu,

CNS-RIKEN Joint International Symposium on “Frontier of gamma-ray spectroscopy and Perspectives for Nuclear Structure Studies (Gamma08)”, April 3–5, 2008, CNS and RIKEN, Wako, Saitama, Japan.

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

科学研究費補助金、基盤研究 (C)

5次元重力理論によるハドロン物理の新記述

研究代表者：八尋正信

科学研究費補助金、若手研究 (B)

統一的に記述した原子核間相互作用を用いた不安定核反応の系統的解析手法の構築

研究代表者：緒方一介

科学研究費補助金、特定領域研究 (公募研究)

ハイペロン生成過程の動的記述に基づくバリオン間相互作用の決定

研究代表者：緒方一介

科学研究費補助金、基盤研究 (C),

加速器中性子源設計に関連した重陽子入射反応核データの研究

研究代表者：渡辺幸信

研究分担者：緒方一介

科学研究費補助金、特別研究員奨励費

研究代表者：江上智晃

新しい核反応論による太陽内部でのホウ素の生成率の決定 (継続)

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

江上智晃 「新しい核反応論による太陽内部でのホウ素の生成率の決定」学術振興会特別研究員 (DC1)

Eric. D. Johnson (フロリダ州立大学大学院生)

米国 DOE による JUSTIPEN プロジェクトにより短期派遣 (2008年3月3日から14日まで滞在)

受入教員：緒方

他大学での研究と教育

緒方一介: 理化学研究所仁科加速器研究センター客員研究員。

学部4年生卒業研究

【前期】有田 瑞希, 小野 寿哉, 松本 健史, 蓑茂 工将, 山下 芳史, 八木浩輔著「原子核物理学」の輪講, 担当: 緒方

【後期】有田 瑞希, 小野 寿哉, 松本 健史, 蓑茂 工将, 山下 芳史, 「原子核・ハドロン物理学」, 担当: 八尋、清水、緒方

修士論文

鬼塚徹: (指導教員、清水良文): 有限レンジの有効核力を用いた HFB 理論による不安定核のダイニュートロン関連の研究

角剛典: (指導教員、緒方一介、八尋正信): 陽子ノックアウト反応におけるオフシェル核内 2 核子散乱の役割

村瀬貴博: (指導教員、八尋正信): Schwinger-Dyson 方程式によるカイラル凝縮の純虚数化学ポテンシャル依存性の研究

博士論文

江上智晃: (指導教員、八尋正信): Extension of the Continuum-Discretized Coupled-Channel Method to Three- and Four-Body Breakup Processes Induced by Coulomb Interaction (クーロン相互作用によって起る 3 体及び 4 体分解過程への離散化チャネル結合法の拡張)

橋本慎太郎: (指導教員、八尋正信、緒方一介): Analysis of inclusive (K^- , K^+) reaction with semi-classical distorted wave model (半古典歪曲波模型を用いた包括的 (K^- , K^+) 反応の解析)

学外での学会活動

八尋正信: 日本物理学会九州支部委員長: 2007 年 8 月 31 日まで

清水良文、緒方一介: 日本物理学会九州支部委員: 2007年8月31日まで

その他の活動と成果

八尋正信: 国際会議 (INPC2007) プログラム委員

八尋正信: 国際ワークショップ (DREB2007) 組織委員長

八尋正信: 核理論委員会委員

清水良文: 高エネルギー加速器研究機構短寿命核分離加速実験装置共同利用実験審査委員会委員

緒方一介: 国際ワークショップ (DREB2007) 組織委員

緒方一介: 独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター, 理論研究推進会議委員

緒方一介: 独立行政法人理化学研究所仁科加速器研究センター, RIBF-UEC (Users Executive Committee) 委員

粒子宇宙論III (宇宙物理学)

研究室構成員

橋本正章 教授

山岡 均 助教

《 博士研究員 》

中村理央

《 大学院 博士課程 》

野田常雄 西村信哉 高妻真次郎

《 大学院 修士課程 》

中島直哉 小野勝臣 安藤拓哉 猿渡元彬

吉原 彰 E. P. Berni Ann Thushari 島田雅史 三股祥平

《 学部 卒業研究生 》

後藤昇 阿南徹 坂根悠介 辻本英之

松尾康秀

担当授業

1. 橋本正章

箱崎地区: 宇宙物理学 (前期)、最先端物理学

六本松地区: 力学基礎・同演習 (前期)、電磁気学基礎 (前期)、物理学 II (後期)

2. 山岡均

箱崎地区: 最先端物理学 (前期)

六本松地区: 自然科学総合実験 (前期、夏期集中)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

時間変化する宇宙項による宇宙進化への影響と観測からの制限 (中村理央, 橋本正章)

本研究では、光子に影響を与えるモデルが宇宙論的な観測、特に宇宙背景放射の角度パワースペクトルに与える影響を調べた。前年度までに、宇宙論的摂動理論に基づいて、宇宙項の寄与がある場合の光子のボルツマン方程式を定式化し、角度パワース

ペクトルが著しく変化することを示した。また、WMAP 衛星による観測データを用いて統計解析を行い、可変宇宙項モデルにおける宇宙論パラメータを決定した。

今年度はそれを学外の共同研究者と議論し、論文として発表する予定である。

中性子星からクォーク星への相転移と熱的進化 (野田常雄、橋本正章)

中性子星は主に中性子によって構成される非常に高密度な天体であるが、さらなる高密度状態となるクォーク星の存在が議論されている。しかし、中性子星とクォーク星の特性は非常に似ており、通常の観測で区別することは難しいと考えられている。この両者を見分ける上で最も有力と考えられているものが星の冷却過程であり、クォーク星の冷却についての計算を行い、その差異を調べる。また、中性子星からクォーク星へ進化途中で相転移するシナリオも考慮し、今まで説明の難しかった観測結果を説明できるモデルを構築する。

さらに、共同研究者とともに、中性子星からクォーク星に相転移する際に生じる比較的軽微な衝撃波を利用して、表層の物質を星間空間に放出するシナリオを考慮し、どの程度の物質放出があるか見積もる。

大質量星の進化における重元素合成 (西村信哉、橋本正章)

大質量星は、その進化の最後に重力崩壊型の超新星爆発を引き起こし、進化の過程で生成された重元素を宇宙空間に放出するということもあり、さまざまな点で重要な天体である。我々は、これら超新星爆発に至る恒星について、その進化過程から詳細なシミュレーションにより、元素組成の進化を計算し、最終的な放出量を見積もり、我々の宇宙を構成する元素の起源を明らかにしていくことを目標にしている。今年度は、特に *s*-process と呼ばれる遅い中性子捕獲過程に着目する。この過程は、恒星進化の長い時間スケールでゆっくりと進行していく過程であり、天体現象としては、恒星の内部でしか起こり得ない。我々は、この過程に着目し、それらが最終的な爆発によってどのように宇宙空間に放出されていくかをみていく。

Collapsar model による磁気駆動ジェットと元素合成 (小野勝臣、橋本正章)

高エネルギー天体現象であるガンマ線バーストの中心エンジンとして現在のところ有力だと考えられているのが、Collapsar model である。これは大質量星の重力崩壊の後に形成される、ブラックホールと降着円盤の系から放出されるジェットがガンマ線バーストの引き金になるとするものであるが、近年の観測報告により、少なくともある種のガンマ線バーストは超新星と同一の天体が起源である可能性が高まってきている。このことから、Collapsar からのジェットは超新星として観測される可能性がある。超新星が輝やくための主なエネルギー源は爆発的元素合成によって形成される放射性元素 ^{56}Ni が崩壊するときのガンマ線である。そこで、まず Collapsar model によるジェット形成の 2 次元磁気流体シミュレーションを行い、更にジェット内部での元素合成計算も行う。これによって、ジェットによって ^{56}Ni やその他の元素がどれだけ放出される

かを見積もり、Collapsar model によるジェットと超新星の関連を調べる。

重力崩壊型超新星爆発とニュートリノ Leakage scheme を用いたシミュレーション (猿渡元彬, 橋本正章)

超新星爆発は元素合成や重力波等多くの方野に関わる重要な天体現象でこれまで多くの研究がなされてきたが、その詳しいメカニズムは未だ明らかになっておらず、多くのシミュレーションで超新星爆発が再現されるという結果は得られていない。近年この問題を解決するためにニュートリノの影響が注目されている。ニュートリノによって持ち出されるエネルギーは爆発エネルギーの100倍程度といわれており、ニュートリノと物質の相互作用によって爆発に至るのではないかと考えられる。しかし、Boltzmann 方程式を用いた1次元球対称のシミュレーションでは爆発に至らなかった。そこで、Leakage scheme と呼ばれる近似的な方法を用いてニュートリノを扱い、Boltzmann 方程式では扱いの難しい2次元でのシミュレーションを行い、その結果を調べる。

First star のコア形成に対する H_2 cooling の影響 (吉原彰, 橋本正章)

First star とは宇宙の晴れ上がり後に最初にできた星である。First star は太陽の数百倍の質量をもつ超大質量星であると考えられている。現在の星形成環境とは異なり、炭素より重い元素(重元素)はこの段階では存在しない。主な cooling 過程は H_2 分子の輝線による cooling である。しかし、この cooling 過程と星形成の関係は必ずしも解明されていない。そこで、原子分子反応ネットワークを組み込んだ流体力学計算コードを用いて、原始ガス雲が収縮し、First star が形成される過程についての数値シミュレーションを行う。また、 H_2 分子の形成において重要な役割を果たす3体反応の反応率の不定性が大きいことが指摘されているので、このことがFirst star 形成に与える影響も調べる。

突発天体現象のフォローアップ観測 (山岡均、高妻真次郎)

短いタイムスケールで光度変動する「突発天体」の研究を進めている。昨年度までに引き続き、本年度も、矮新星・新星・超新星・ガンマ線バーストなどについて、発見直後の分光や測光、位置精測を通じて、その性質の解明を目指す。講演や表彰を通じて、突発天体の発見やフォローアップ観測の重要性を訴え、分野を活性化していく。本年度の目標としては、10個程度の突発天体に関してフォローアップ観測を行なうとともに、新たな観測者との連携を模索する。

アーカイブ天文学の構築 (山岡均、高妻真次郎、島田雅史)

デジタル化技術やコンピュータネットワークの発展により、サーベイ観測などで作成された天体データベースや画像を用いた天体研究 = データベース天文学が、近年可能になり脚光を浴びている。われわれはこれに加え、断片的な資料も用いた「アーカイブ天文学」を提案し実践する。今年度の目標は、アーカイブ天文学の実践である。

《 今年度の成果 》

宇宙初期における非一様元素合成 (中村理央、三股祥平、橋本正章)

本研究では、初期宇宙におけるバリオンの分布が非一様な状況下での元素合成計算を行っている。今年度は、手始めに簡略化のためバリオン分布が高密度・低密度に別れる Two-zone モデルでの、軽元素合成計算を行った。

陽子・中性子の拡散の効果を考えることで、低密度領域が中性子過剰な状態になり、生成される元素の組成に差が出ることがわかった。

中性子星からクォーク星への相転移と熱的進化 (野田常雄、橋本正章)

今年度は、クォーク星の冷却について調査を行った。クォーク物質が存在する場合、通常の核物質と比較し非常に強力な冷却を示すことが知られており、実際の計算でも観測結果と比較し冷えすぎてしまう結果となった。しかし、クォーク星の密度-温度領域では、物質はカラー超伝導状態になるという議論もあり、カラー超伝導を考慮すると、観測結果と十分比較できる程度の冷え方となった。また、進化の途中で相転移するシナリオについても計算を行い、カラー超伝導を考慮すると主要な観測結果を説明できる領域を通ることがわかった。しかし、相転移に伴うエネルギー解放については考えておらず、今後はそれも含めて計算を行う必要がある。また、共同研究者との調査では、パラメータに依存するところが大きいのが、星表面の物質を放出できる可能性があることがわかった。今後は、より正確な見積もりを行い、元素比率への影響なども見ていきたい。

大質量星の進化における重元素合成 (西村信哉、橋本正章)

今年度は、主に大質量星に分類される太陽の 13 から 25 倍の質量をもつ星の進化過程における重元素合成、s 過程、p 過程元素合成に着目して研究を行った。恒星進化モデルの違いによる生成物への影響から、核反応率の不定性の議論等を行った。これらの生成物が爆発の際に宇宙空間に放出され、現在の宇宙の物質分布を形成するはずである。この議論を行うためにも、今後、爆発を考慮した議論を行う必要がある。

Collapsar からの磁気駆動ジェットによる ^{56}Ni 生成 (小野勝臣、橋本正章)

Collapsar model に基づいて、星の磁場と回転によるジェット形成メカニズム (MHD process) に着目した 2 次元の磁気流体 (MHD) シミュレーションを行った。このとき、星が重力崩壊前に持っていた磁場と角速度の分布を、考えられる比較的広い範囲でインプットパラメータを用いて初期条件として与えて計算を行った。その結果、形成されたジェットによる質量、エネルギーの放出率を見積もったところ、共に 2 桁の幅の違いがあることが分かった。また、比較的中間の速さの回転の場合に、最大の質量放出率が見込めることが分かった。更に、ジェット内部での元素合成計算の結果、概ねジェット質量の 1 割から 6 割が ^{56}Ni として放出されることが分かった。ジェットが、見積もった平均の質量放出率で、典型的なガンマ線バーストの継続時間だけ続くと仮定した場合、最大で極超新星 (hypernova) と呼ばれる特異な超新星に必要な ^{56}Ni の放出量に相当することが分かった。しかしながら、現段階では、この仮定の根拠が乏しいため、今後更なる計算・解析が必要である。

超新星爆発とニュートリノ Leakage scheme を用いたシミュレーション (猿渡元彬、橋本正章)

Leakage scheme を用いて超新星爆発のシミュレーションを行った。Leakage scheme はニュートリノに関する近似的な取扱いであるが、Boltzmann 方程式を用いた先行研究と定性的には同じ結果が得られ、1次元のシミュレーションでは爆発には至らなかった。そこで Leakage scheme を用いて2次元に拡張して計算を行った。2次元でのシミュレーションでは、バウンスによって生じた衝撃波に回転則によって大きな違いを見ることができ、その一部は1次元計算のものより長く伝播したが、いずれのモデルにおいても爆発に至ることはなかった。今後は回転の他に磁場の影響を見ながら、元素合成の研究に取り組みたい。

First star のコア形成に対する H_2 cooling の影響 (吉原彰、橋本正章)

原始ガス雲が収縮し、First star が形成される過程についての数値シミュレーションを原子分子反応ネットワークを組み込んだ流体力学計算コードを用いて行った。また、3体反応の反応率の不定性が First star 形成へ及ぼす影響を調べた。その結果、重力崩壊後に形成される静水圧平衡にあるコアは反応率の違いにより、質量に約20%の差が生じることが分かった。今後、このコアの違いが First star の最終質量に与える影響について、原始雲に関する初期モデルの不定性と共に研究する必要がある。

突発天体現象のフォローアップ観測 (山岡均、高妻真次郎、島田雅史、坂根悠介、阿南徹)

突発天体のフォローアップ・発見確認・アーカイブとの照合を多数行なった。2年前も増光を示した超新星 2006jc について、Nature 誌に発表した共著論文を基に記者発表を行なった。また、観測実習中に出現が報じられた超新星 2007sr の分光タイプを決定した。新天体に特化した講演、日本天文学会天体発見賞・天体発見功労賞によって、突発天体について周知啓発を行なった。山岡は、IAU の第6委員会 (天文電報) の officer として、新天体情報の取り扱いを継続している。

アーカイブ天文学の構築 (山岡均、高妻真次郎、島田雅史)

アーカイブ天文学の実践としては、赤外線全天サーベイプロジェクトである 2MASS カタログと、X線の全天カタログである ROSAT カタログとの比較により、クエーサーの新たな検出方法を模索した (高妻、山岡)。多数の超新星について、出現前のようすをアーカイブ画像を用いて調査した (島田、高妻、山岡)。

《 来年度の目標 》

宇宙初期における非一様元素合成 (三股祥平、中村理央、橋本正章)

今年度までに、初期宇宙が高密度と低密度に二分される状況下での軽元素合成を行い、それぞれの領域での軽元素生成過程を計算した。来年度は、パラメータ依存性を調べるなど、より詳細な解析を行う。

またこれまでの共同研究から、高密度な領域においてリチウムよりも重い元素が生

成され得ることが示されていることから、さらに重たい元素まで含めた核反応ネットワークを用いての元素合成計算を行う。

中性子星からクォーク星への相転移と熱的進化 (野田常雄、橋本正章)

前年度行った計算では、非常にシンプルな状態方程式を用いていた。また、相転移時の取り扱いも不十分であった。今年度は、状態方程式を再考し、相転移に Mixed-Phase を取り込み、クォーク星の冷却計算を行う。また、相転移に伴うエネルギー解放も考慮することで、単純な冷却のみであった熱的進化に変化を生じさせることができると考えられる。

さらに、今年度は、伴星からのガスの降着がある系で、X線バーストを起こしながら質量を増し、クォーク星に相転移するシナリオについても調査を行う。

大質量星の進化、超新星爆発における元素合成 (西村信哉、橋本正章)

進化の過程で生成された元素が、さらに爆発の影響を受けながら、どのように放出されるのかを調べる。超新星爆発に関しては、様々な不定性があるが、特に強磁場と回転を考慮した、MHD 的ジェット爆発モデルについてその影響をみる。特に、今年度に行った、s 過程、p 過程計算を詳細に検討し、爆発によって放出される元素の量を見積もり、観測値との比較をし、進化モデル側からの超新星爆発モデルに関する制限等を考える。これは、宇宙の化学進化に対するアプローチとして、重要なものになる可能性がある。

Collapsar からの磁気駆動ジェットと大質量星の進化における元素合成 (小野勝臣、橋本正章)

今年度行った、Collapsar model に基づく、磁気流体シミュレーションとジェット内部の元素合成計算により、行った計算モデルでの範囲で極超新星に必要とされる ^{56}Ni の放出量が見込める可能性がある。しかしながら、実際に計算で追えた範囲では根拠に乏しいため、更なる長時間計算が必要である。また、これに関連して、大質量星の重力崩壊前の化学組成が最終的なジェットの組成に少なからず影響する可能性がある。そこで今後、これまでより現実的な対流の効果と、より多くの核種を考慮した恒星進化段階での元素合成計算を行い、その影響を調べる予定である。

Leakage scheme を用いた超新星爆発シミュレーション (猿渡元彬、橋本正章)

今年度は Leakage scheme を用いて 1 次元、2 次元での超新星爆発のシミュレーションを行った。その結果は 1 次元、2 次元ともに爆発する結果は得られなかったが、今後磁場の効果を見ることで爆発への影響を調べる必要があると考えている。磁場の影響によって爆発させることができれば、さらにその時の元素合成について調べる予定である。

突発天体現象のフォローアップ観測 (山岡均、高妻真次郎、坂根悠介)

次年度の目標としては、これまでと同様 10 個程度の突発天体に関してフォローアップ観測を行なうとともに、新たな観測者との連携を模索する。西はりま天文台の「なゆた望遠鏡」は超新星発見の実績もでき、今後の連携をより確固たるものにしていきたい。

アーカイブ天文学の発展 (山岡均、高妻真次郎、島田雅史)

アーカイブ天文学の実践に努める。これまで利用してきたもの以外のデータベースを取り扱う研究を模索する。超新星爆発の直前相について、知見をまとめる。

発表論文

《原著論文》

1. Cosmic microwave background constraints on a decaying cosmological term related to the thermal evolution
R. Nakamura, M. Hashimoto, K. Ichiki,
Accepted to Physical Reivew D, arXiv:0801.0290v1 [astro-ph]
2. Effects of QCD phase transition on the gravitational radiation from the magneto-rotational core collapse of massive stars
N. Yasutake, K. Kotake, M. Hashimoto, and S. Yamada
Physical Review D 75, 084012, (2007)
3. Ejected elements from the envelope of compact stars by QCD Phase transition
N. Yasutake, T. Noda, S. Yamada, M. Hashimoto, and K. Kotake
World Scientific Publishing Co, December (2007). Accepted and in press
4. Effects of QCD Phase Transition on Ejected Elements from the Envelopes of Compact Stars
N. Yasutake, T. Noda, S. Yamada, M. Hashimoto, and K. Kotake
World Scientific Publishing Co, December (2008). Accepted and in press
5. Effects of the transition from neutron stars to quark stars on the cooling
T. Noda, N. Yasutake, M. Hashimoto, and M. Fujimoto
World Scientific Publishing Co, (2007). Accepted and in press
6. Heavy element nucleosynthesis in a Collapsar
S. Fujimoto, M. Hashimoto, K. Kotoke, S. Yamada
2007, The Astrophysical Journal, 656, 382–392
7. Reply to 'Comments on 'Heavy element production in inhomogeneous big bang nucleosynthesis''
S. Matsuura, S. Fujimoto, S. Nishimura, M. Hashimoto, and K. Sato
2007, Physical Review D, Vol. , 123505-1–123505-6
8. A giant outburst two years before the core-collapse of a massive star
A. Pastorello, S. J. Smartt, S. Mattila, J. J. Eldridge, D. Young, K. Itagaki, H. Yamaoka, H. Navasardyan, S. Valenti, F. Patat, I. Agnoletto, T. Augusteijn, S. Benetti, E. Cappellaro, T. Boles, J.-M. Bonnet-Bidaud, M. T. Botticella, F. Bufano, C. Cao, J. Deng, M. Dennefeld, N. Elias-Rosa, A. Harutyunyan, F. P. Keenan, T. Iijima, V. Lorenzi, P. A. Mazzali, X. Meng, S. Nakano, T. B. Nielsen, J. V. Smoker, V. Stanishev, M. Turatto, D. Xu, and L. Zampieri
2007, Nature, **447** pp. 829 – 832.

《Proceedings》

1. Amateur-Professional Collaboration in Japan
Hitoshi Yamaoka
7th East-Asian Meeting on Astronomy (2007), in press
2. The Galactic Bulge Structure Detected by "2MASS Variables"
Shinjirou Kouzuma and Hitoshi Yamaoka
7th East-Asian Meeting on Astronomy (2007), in press
3. Search for the progenitor of SN 2007gr using HST archival images
Masafumi Shimada, Hitoshi Yamaoka, Shinjirou Kouzuma, and Koji S. Kawabata
7th East-Asian Meeting on Astronomy (2007), in press

《 その他の論文 》

1. Supernova 2007an in NGC 4017: H. Yamaoka, H. Kaneda, and K. Itagaki: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 896, 2007.
2. Apparent Nova in Ophiuchus: H. Yamaoka, and Y. Nakamura *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 900, 2007.
3. V2615 Ophiuchi = Nova Ophiuchi 2007: S. Nakano, H. Nishimura, K. Kadota, K. Itagaki, H. Yamaoka, Y. Nakamura, and A. Tago: *IAU Circular*, No. 8824, 2007.
4. Supernova 2007ax in NGC 2577: H. Yamaoka, and K. Itagaki: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 904, 2007.
5. Apparent New Nova in Sagittarius: H. Yamaoka, and K. Haseda: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 931, 2007.
6. V5558 Sagittarii = Nova Sagittarii 2007: H. Yamaoka, K. Haseda, and Y. Nakamura: *IAU Circular*, No. 8832, 2007.
7. V5558 Sagittarii: H. Nairo, K. Matsuda, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 934, 2007.
8. Nova Normae 2007: H. Yamaoka, and K. Haseda: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 982, 2007.
9. V390 Normae = Nova Normae 2007: W. Liller, G. Bolt, R. Santallo, L. A. G. Monard, K. Haseda, H. Yamaoka, J. G. de S, Aguiar, A. Amorim, and A. Pearce: *IAU Circular*, No. 8850, 2007.
10. Supernova 2007gi in NGC 4036: S. Nakano, K. Itagaki, V. Nevski, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1017, 2007.
11. Nova Vulpeculae 2007: Y. Nakamura, H. Yamaoka, W. G. Dillon, E. Guido, G. Sostero, H. Abe, S. Nakano, and C. Labordena: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1029, 2007.
12. Supernova 2007gw in NGC 4161: H. Yamaoka, and K. Itagaki: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1042, 2007.
13. Supernovae 2007bm, 2007bk, and 2007gr: K. Itagaki, S. Nakano, H. Noguchi, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1051, 2007.

14. Supernova 2007le in NGC 7721: L. A. G. Monard, H. Yamaoka, and K. Itagaki: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1100, 2007.
15. New cataclysmic variable in Pisces: K. Itagaki, H. Yamaoka, K. Kinugasa, K. Ayani, and N. Murakami: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1126, 2007.
16. Variable Star in Serpens: E. O. Waagen, H. Yamaoka, K. Kinugasa, and O. Hashimoto: *IAU Circular*, No. 8903, 2007.
17. Supernova 2007ss in NGC 4617: K. Ayani, N. Murakami, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1179, 2007.
18. V459 Vulpeculae = Nova Vulpeculae 2007 No. 2: H. Yamaoka, K. Ayani, N. Murakami, K. Kinugasa, M. Fujii, and H. Naito: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1181, 2007.
19. V459 Vulpeculae = Nova Vulpeculae 2007 No. 2: S. Nakano, H. Kaneda, A. Tago, K. Itagaki, K. Kadota, H. Yamaoka, U. Munari, and A. Pereira: *IAU Circular*, No. 8907, 2008.
20. Supernova 2008C in UGC 3611: K. Ayani, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1197, 2008.
21. Supernova 2008B in NGC 5829: K. Ayani, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1201, 2008.
22. Supernova 2008L in NGC 1259: H. Yamaoka, and Y. Fujita: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1212, 2008.
23. Dwarf Nova in Canis Minoris: H. Yamaoka, K. Itagaki, H. Naito, and S. Narusawa: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1216, 2008.
24. Possible Dwarf Nova in Hydra: H. Yamaoka, K. Itagaki, H. Maehara, and A. Henden: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1225, 2008.
25. Supernova 2008Q in NGC 524: P. Corelli, H. Yamaoka, and K. Itagaki: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1228, 2008.
26. Dwarf Nova in Hydra: S. Honda, K. Kinugasa, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1229, 2008.
27. Nova Cygni 2008: H. Yamaoka, Y. Nakamura, M. Yamamoto, K. Haseda, and T. Kudo: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1291, 2008.
28. 超新星の見つけ方、教えます: 協力:板垣公一, 中野主一, 高梨直紘, 山岡均: 「Newton」2007年5月号 (Vol. 27, No. 5), 54 – 59.
29. 二度死んだ星: 山岡均: 「小さな天文学者の会会報」No. 33(2007年7月28日), 4 – 5.
30. 2種類の爆発を見せた重い星: 協力: 山岡均: 「Newton」2007年9月号 (Vol. 27, No. 9), 11 – 11.
31. 広がる東アジアの天文学連携 国際会議 EAMA7「East Asian Network of Astronomy: Research, Education and Popularization」を開催: 海部宣男, 山岡均: 「天文月報」2008年2月号 (Vol. 101, No. 2), 99 – 101.

32. Supernova 2006jc: Explosion of the massive star surrounded by dense circumstellar medium: M. Shimada, T. Takaki, H. Yamaoka, S. Kouzuma, and H. Naito: *Annu. Rep. Nishi-Harima Astron. Obs.*, 17, 31-40 (2007)
33. Supernova 2007sr in NGC 4038: M. Shimada, and H. Yamaoka: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1180, 2007
34. H. Naito, Y. Sakane, T. Anan, S. Kouzuma, and H. Yamaoka: Supernova 2007sr in NGC 4038: *Central Bureau Electronic Telegrams*, No. 1173, 2007.
35. 内藤博之、阿南徹、坂根悠介: from 西はりま... 触角銀河に超新星出現!: 宇宙 now, No. 215 (2008).

著書

1. 一家に1枚宇宙図、「一家に1枚宇宙図」制作委員会(山岡均ほか)制作、科学技術振興財団、A1ポスター、2007年3月26日.
2. 完全図解 時間と空間を軸にえがいた新宇宙図、監修:山岡均ほか、ニュートン別冊、ニュートンプレス、144頁、2007年9月20日.
3. 「静かなる誕生」から「激動の死」へ 太陽と恒星、協力:山岡均ほか、ニュートンムック、ニュートンプレス、160頁、2008年1月15日.
4. 日本の天文学の百年、日本天文学会百年史編纂委員会編、委員・執筆:山岡均ほか、恒星社厚生閣、388頁、2008年3月25日.

講演

《 海外での講演 》

1. Ejected elements from the envelope of compact stars by QCD phase transition
N. Yasutake, T. Noda, S. Yamada, M. Hashimoto and K. Kotake
International Symposium on Exotic States of Nuclear Matter (EXOCT 2007),
University of Catania, Catania, Italy, 2007年6月11 – 15日
2. Effects of the transition from neutron stars to quark stars on the transition
T. Noda, N. Yasutake, M. Hashimoto and M. Fujimoto
International Symposium on Exotic States of Nuclear Matter (EXOCT 2007),
University of Catania, Catania, Italy, 2007年6月11 – 15日
3. Heavy Element Nucleosynthesis in Stellar Evolution
N. Nishimura, M. Hashimoto and S. Fujimoto,
Unsolved Problems in Stellar Physics, University of Cambridge, Cambridge, UK,
2007年7月2 – 6日

4. Astrophysical research of variable objects using archive data as a new research method
Shinjiro Kouzuma, Masafumi Shimada and Hitoshi Yamaoka The 3rd PKNU-KU Joint Symposium on Sciences, Pukyong National University, Busan, Korea, 2007年11月30日

《国内での講演》

1. WMAP constraint on thermal evolution with a decaying cosmological constant
中村理央、橋本正章、市来淨與
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
2. Inhomogeneous big bang nucleosynthesis in a two-zone model
中村理央、橋本正章、藤本信一郎、佐藤勝彦
2008年日本天文学会春季年会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2008年3月24日-27日
3. Effects of QCD Phase Transition on Ejected Elements from Envelopes of Compact Stars
安武伸俊、野田常雄、山田章一、橋本正章、固武慶
COE project, International Symposium of Self-organizing Systems、早稲田大学、2007年9月
4. 中性子星からクォーク星への相転移及びそれに伴う元素放出
安武伸俊、野田常雄、橋本正章、固武慶、山田章一
日本物理学会第62回年次大会、北海道大学、2007年9月21-24日
5. QCD相転移が中性子星の冷却過程に及ぼす影響
野田常雄、安武伸俊、橋本正章、藤本正行
日本物理学会第62回年次大会、北海道大学、2007年9月21-24日
6. 中性子星からクォーク星への相転移と冷却過程
野田常雄、橋本正章、安武伸俊、藤本正行
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
7. QCD相転移に伴う元素放出
安武伸俊、野田常雄、山田章一、橋本正章、固武慶
理論懇シンポジウム「宇宙物理学の未解決問題」、京都大学、2007年12月25-27日
8. 中性子星からクォーク星への相転移とCooling過程
野田常雄、橋本正章、安武伸俊、藤本正行
理論懇シンポジウム「宇宙物理学の未解決問題」、京都大学、2007年12月25-27日
9. 中性子星等の高密度天体の観測と理論
野田常雄
高分散分光ゼミ(国立天文台主催)、九州大学よりTV会議、2008年1月10日
10. 中性子星からクォーク星への相転移と冷却過程 - X線バーストへの応用まで -
野田常雄
京都大学の原子核グループ主催インフォーマルミーティング、京都大学、2008年1月12-13日

11. 中性子星からクォーク星への相転移と熱的進化
野田常雄、安武伸俊、橋本正章、藤本正行
2008年日本天文学会春季年会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2008年3月24日-27日
12. 大質量星の進化と爆発における p 過程、s 過程元素合成
西村信哉、橋本正章、藤本信一郎
日本物理学会第62回年次大会、北海道大学、2007年9月21日-24日
13. 大質量星の進化における重元素合成
西村信哉、橋本正章、藤本信一郎
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
14. 大質量星の進化における重元素合成: weak s-process による生成物
西村信哉、橋本正章、藤本信一郎
日本物理学会第63回年次大会、近畿大学、2008年3月22日-26日
15. 大質量星の非対称重力崩壊に伴う ^{56}Ni の放出と極超新星の起源
小野勝臣、橋本正章、藤本信一郎、固武慶、山田章一
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
16. Collapsar model における初期の磁場と回転がジェットに与える影響
小野勝臣、橋本正章、藤本信一郎、固武慶、山田章一
2008年日本天文学会春季年会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2008年3月24日-27日
17. 超新星爆発とニュートリノ
猿渡元彬、橋本正章、固武慶、山田章一
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
18. First Star の形成過程
吉原彰、橋本正章
日本物理学会九州支部例会、大分大学、2007年12月1日
19. Outstanding activity of Japanese Amateur Astronomer (Invited)
H. Yamaoka
GHOU2007, NAOJ Mitaka, Tokyo, Japan, 2007年7月14日
20. 美しい星空を守るために
山岡均
広島市こども文化科学館、広島市、2007年8月11日
21. Amateur-Professional Collaboration in Japan
Hitoshi Yamaoka
The 7th East-Asian Meeting on Astronomy, Fukuoka, 2007年10月12日
22. 天体発見が拓く天文学
山岡均
九州工業大学現代 GP 講演会、九州工業大学、2007年10月20日
23. 天文教育普及における九州の特性
山岡均
天文教育研究会九州支部会、佐賀県立宇宙科学館、2007年11月3日

24. 太陽系と宇宙図と—ちょっと欲張りな宇宙の話—
山岡均
福岡市立玄洋小学校、福岡市、2008年2月19日
25. 天文愛好家と天文研究者の100年
山岡均
日本天文学会公開講演会～学会創立百周年を記念して～天文学、これまでの百年、
これからの百年、有楽町朝日ホール、東京都、2008年3月29日
26. 2MASS 公開画像から得た変光天体の分布にみられる銀河系バルジの構造
高妻真次郎、山岡均
2007年度天文・天体物理若手の会夏の学校、2007年7月30日-8月2日
27. 地域的特性を活かしたサイエンスパブの開催
高妻真次郎、山岡均、島田雅史
日本天文学会2007年秋季年会、岐阜大学、2007年9月26日-28日
28. The Galactic Bulge Structure Detected by "2MASS Variables"
Shinjiro Kuzuma and Hitoshi Yamaoka
The 7th East-Asian Meeting on Astronomy, Fukuoka, 2007年10月8日-12日
29. 2MASS、ROSAT 点源カタログを利用した赤外・X線で見える天体の検出
高妻真次郎、山岡均
日本天文学会2008年春季年会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2008
年3月24日-27日
30. HST アーカイブ画像を用いた超新星2007grの親星探索
島田雅史、山岡均、高妻真次郎、新井彰、植村誠、川端弘治、かなた望遠鏡チーム、
内藤博之
日本天文学会2007年秋季年会、岐阜大学、2007年9月26日-28日
31. Search for the progenitor of SN 2007gr using HST archival images
Masafumi Shimada, Hitoshi Yamaoka, Shinjiro Kuzuma, and Koji S. Kawabata
The 7th East-Asian Meeting on Astronomy, Fukuoka, 2007年10月8日-12日
32. HST アーカイブ画像から探る超新星2007grの親星の形態
島田雅史、山岡均、高妻真次郎
日本天文学会2008年春季年会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2008
年3月24日-27日

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

1. 基盤研究(C)
「超新星の磁気回転爆発に伴う中性子星形成と元素合成」 (H18-H20)
研究代表者: 橋本正章
2. 基盤研究(S)
「超新星の爆発機構とガンバ線バースト源エンジンの統一的解明」(H19-H23)
研究分担者: 橋本正章

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

他大学での研究と教育

1. 山岡均：福岡大学にて「宇宙天体物理学」の集中講義を行った。
2. 九大・熊大合同セミナー：九州地区九重共同研修所において、大学院生主催で研究発表会を行った。2007年8月9–11日
3. 高妻真次郎：九州産業大学工学部基礎教育サポートセンターに非常勤講師として勤務し、物理・数学の個別指導を行った。
4. 高妻真次郎：福岡国際医療福祉学院にて「数学」の講義を行った。

学部4年生卒業研究

1. 辻本秀之（指導教員：橋本正章）：大質量星における対流理論
2. 松尾康秀（指導教員：橋本正章）：中性子星の質量と半径
3. 阿南徹（指導教員：山岡均）：超新星 2007_{sr} の分光観測
4. 坂根悠介（指導教員：山岡均）：超新星 2007_{sr} の撮像観測

修士論文

1. 小野勝臣（指導教員、橋本正章）：磁気駆動ジェットによる非対称な超新星爆発とコラプサーモデル、2008年2月
2. 猿渡元彬（指導教員、橋本正章）：超新星爆発とニュートリノ Leakage scheme を用いたシミュレーション、2008年2月
3. 中島直哉（指導教員、橋本正章）：大質量星の超新星爆発における ^{56}Ni 生成と光度曲線、2008年2月
4. 吉原彰（指導教員、橋本正章）：First star のコア形成に対する H_2 cooling の影響、2008年2月

学外での学会活動

1. 山岡均：日本天文学会天体発見賞選考委員長、同百年史編纂委員、秋季年会座長（高密度星セッション）、IAU commission 6 officer

受託研究・民間との共同研究

その他の活動と成果

1. 文部科学省科学技術週間に寄せて、「一家に1枚 宇宙図」を制作した(山岡)。文部科学広報(平成19年3月27日)で取り上げられた。
2. 福岡市内にて、「一家に1枚 宇宙図」を題材にサイエンスパブを4回(4月、9月、11月、2月)開催した(実施委員:山岡、高妻、島田)。朝日新聞(西部版)2007年9月9日付、西日本新聞2007年11月28日付で取り上げられた。
3. 九州大学広報室を通じて、超新星2006jcに関する記者発表を行った(山岡、2007年6月13日)。報道解禁となった2007年6月14日付で、朝日新聞、西日本新聞、毎日新聞、読売新聞、NHKニュース(全国版)に、また後に「Kyudai News」2007年8月号(第21号)、TOKYO MX ガリレオチャンネル(2007年11月25日)等で報じられた。
4. そのほか新聞報道として、山岡が行った九州工業大学での講演の紹介(読売新聞(西部版)2007年10月21日付)、2008年度に山岡が講師を行う「星空案内人養成講座」の紹介(西日本新聞2008年2月18日付)など。
5. 第7回東アジア天文学会議(EAMA7)を、2007年10月8~12日に開催した(8~11日:福岡国際会議場、12日:福岡県青少年科学館)。山岡がLOC chair、高妻・島田は実質的な世話人を担った。
6. 九州内の高校を訪問し、出前授業を行った(橋本:宮崎大宮高校(7月7日)、山岡:延岡高校:9月11日)。
7. 輝翔館中等教育学校の大学訪問対応を行った(山岡、10月24日)

粒子物理学講座(原子核実験グループ)

研究室構成員

野呂哲夫 教授 相良建至 教授
若狭智嗣 准教授 寺西高 准教授
森川恒安 助教 前田幸重 助教
古賀義博 技術職員 前田豊和 技術職員

《 大学院 博士課程 》

工藤隆 堂園昌伯 山田由希子

《 大学院 修士課程 》

赤間脩治 伊原エマ 黒坂翔 佐藤友哉
杉本崇光 田邊英規 谷口雅彦 谷本寿人
藤田一洋 皆本洋 五百木崇博 今村拓己
島本昌樹 下田広己 末田雄大 福田毅

《 学部 卒業研究生 》

上地健一 江口祐一郎 草田宏輝 後藤昂
中野桂樹 八嶋恵介

担当授業

力学基礎・同演習(若狭智嗣、野呂哲夫)、数値計算法概論(若狭智嗣)、基礎物理実験学・同実験(若狭智嗣)、物理学ゼミナール(寺西高)、核物理学I(野呂哲夫)、力学(野呂哲夫)、物理実験学II(寺西高)、電磁気学I(相良建至)、電磁気学演習(相良建至)、量子論入門(相良建至)、実験核物理学(相良建至)、物理学実験(前田幸重、森川恒安、寺西高)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

3核子力の探索及び3核子系におけるstar異常の研究(相良建至、前田幸重、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、末田雄大、(4年生：江口祐一郎、八嶋恵介))

200MeVでのpd capture A_{zz} を確定して、 A_{xx} 異常と A_{zz} 異常が示唆する新3核子力の効果を追求する。13MeV pd breakup 断面積を、off-plane star 条件で系統的に測定し、ケルン大のデータで見られた異常を確認する。九大タンデムでpd breakup 実験をしつつ、RCNPでの同じcmエネルギーでのpd breakup 実験をも計画し、star anomalyの原因を追究する。

スピン完全セットによるスピン双極子共鳴の研究(堂園昌伯、若狭智嗣)

$^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(g.s.; 1^+)$ 反応のスピン完全セットから、 ^{12}N 原子核のスピン双極子共鳴状態のスピン構造を解明することを目指し、スピン完全セットの解析と学生の指導を研究・教育目標とした。

偏極ヘリウム3の大量生成と偏極度向上(伊原エマ、若狭智嗣)

準安定交換法により生成した偏極ヘリウム3の生成量を飛躍的に高める事と、偏極度を世界レベルにまで引き上げることを目指し、生成システムの最適化と学生の指導を研究・教育目標とした。

LAS スペクトロメータ測定系の性能向上(田邊英規、野呂哲夫)

昨年度の開発結果に基き、現実的な設定範囲内での最高分解能実現を目指す。具体的には、実用的開口部での真空膜の薄膜化と粒子位置検出器の移動機構設置とによって、実験に応じた設定を可能にする。

天体ヘリウム - 炭素核融合反応速度の測定(相良建至、寺西高、前田豊和、谷本寿人、赤間脩治、谷口雅彦、五百木隆博、(4年生：中野桂樹、後藤昇))

ヘリウム - 炭素核融合反応断面積の測定を、 $E_{cm} = 2.4\text{MeV}$ で完成させた後、世界最低エネルギーである1.5MeVと1.2 MeVでの測定に挑む。年度末に、C+ 実験に関するミニ国際会議を開く。最終目標の0.7MeV 測定のバックグラウンド(BG)低減法を考案する。理研での不安定核反応実験を推進する。

低エネルギー不安定核ビームによる不安定核の共鳴状態の研究(寺西高)

これまでの実験データのまとめと成果発表をしつつ、より安定線から離れた核種の2次ビームを用いて未知の非束縛核や非束縛励起状態を探索する新たな計画をたてる。

加速器質量分析(AMS)系の開発(森川恒安、野呂哲夫、佐藤友哉、藤田一洋、皆本洋、

島本昌樹、福田毅)

AMS システムの更なる高精度化・安定化を進め、試料交換に伴うバラツキを含めての 1% 以内での測定の実現を目指す。また、グラファイト試料の作成に着手する。

高スピン原子核構造の研究 (森川恒安)

質量数 30~40 領域の中性子過剰核について、系統的な研究を進め、安定核領域から中性子魔法数 20 の消失する Island of Inversion にかけての高スピン殻構造に関する新たな知見の獲得を目指す。また、質量数 100 領域核に予言されている、超変形核の探査実験を新たに共同研究として開始する。また、昨年度に引き続き原子力研究開発機構に於ける共同研究を継続し、核異性体の探査等による核構造の研究を進める。

新キャンパスでの加速器施設建設 (全教員)

加速器・ビーム応用科学センター発足に伴う規則等の体制整備、建物等のハードウェア整備、加速器移設の実施などを行う。

《 今年度の成果 》

3 核子力の探索及び 3 核子系における star 異常の研究 (相良建至、前田幸重、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、末田雄大、(4 年生：江口祐一郎、八嶋恵介))

1) H18 年 12 月に阪大グループと共同で実験した 200 MeV pd capture のデータはバックグラウンドが多く、データ解析法を改良して H19 年度に最終値を得た。同時に、過去に我々が測定した 200MeV, 140 MeV のデータも再解析した。その結果、3 つの実験において A_{xx} が理論計算と大きく食い違うこと (A_{xx} anomaly) を再確認した。Anomaly がないオランダ KVI の測定結果は間違いであると判明し、6 年越しの問題が決着した。

2) 我々が過去に測定した 250MeV pd breakup 実験データも、上記のデータ解析方法を取り入れて再解析した。その結果、最終データはエネルギー分布におけるばたつきが少なくなり、絶対値も多少変化したが、断面積と A_y における理論との大きな不一致と、不一致の角度依存性は再確認できた。この実験も、5 年越しで信頼できる最終データが得られた。

3) 新任の前田幸重助教が参入して、九大タンデムで $E_p=13\text{MeV}$ および 9.5MeV での star anomaly の系統的測定を本格的に開始した。3 核子 star 正 3 角形がビーム軸から傾く角度 θ を 15 度ずつ変化させて、pd 分解反応断面積を測定した。購入した Si(Li) 検出器に立ち上り時間のばらつきがあることを見つけ、以後、注意深く時間差測定をし

た結果、信頼できるデータが得られた。測定は70%程度終えた。さらに、阪大RCNPで $E_d=26\text{MeV}$ ($E_p=13\text{MeV}$ 相当) での実験を行う準備として、購入したSi(Li) 検出器のテストと保管装置製作、ビーム損傷に強い回転標的の開発等を行った。

1) 2) 3) いずれも予定以上の進展があった。

スピン完全セットによるスピン双極子共鳴の研究 (堂園昌伯、若狭智嗣)

原子核のアイソベクトル型スピン双極子共鳴は、スピン・アイソスピンの計4つの内部自由度を持つ原子核に固有な励起モードである。この励起モードは、有限量子多体系である原子核のダイナミクスの理解に極めて重要な役割を果たす。質量数12の ^{12}N に対しては多くの実験的研究がなされているが、パイ中間子と同じ量子数を持つ励起モードが観測されない事が長年の大きな問題であった。我々は、高分解能中性子偏極度計 (NPOL3) を開発し、それにより世界で始めてパイ中間子と同じ量子数を持つ励起モードの観測に成功した。測定結果から、テンソル力がスピン双極子共鳴の分散に大きな役割を果たしているとの知見を得た。

偏極ヘリウム3の大量生成と偏極度向上 (伊原エマ、若狭智嗣)

原子核は陽子と中性子を構成要素とする量子多体系であるが、各々スピンという内部自由度を持ち、他の系には無い多様なモードを有する。その理解には、偏極した陽子及び中性子が有効であるが、中性子は不安定であるため、単独の偏極中性子は実用的ではない。そこで我々は、偏極ヘリウム3を偏極中性子の代用として用いる事を目指している。準安定状態により偏極ヘリウム3を生成し、その生成速度や偏極度の最適化を行った。その結果、生成速度として 4×10^{19} atoms/s、偏極度として約60%という値が得られた。

LAS スペクトロメータ測定系の性能向上 (田邊英規、野呂哲夫)

焦点面真空フランジの膜厚を薄くし、位置検出器をフランジに近接させることで、140MeV 陽子に対する測定分解能を80–120keV(焦点面上位置に依存) 程度に向上させた。また、スペクトロメータのイオン光学的性質を、加速ビームを用いて実測した。その結果、スペクトロメータ自身の分解能は設計値より20%程度よい値(30-40keV/140MeV) になっており、薄膜化した真空膜を使用した場合でも、その膜での多重散乱が分解能低下の大きな要因となっていることが分かった。

天体ヘリウム - 炭素核融合反応速度の測定 (相良建至、寺西高、前田豊和、谷本寿人、赤間脩治、谷口雅彦、五百木隆博、(4年生：中野桂樹、後藤昇))

九大での天体核反応実験に7年携わってきた大庭弘君が4月に就職(D学位取得)し

てグループから離れたことは実験遂行に影響した。残るメンバーでビーム輸送・パルス化のテスト、BG 削除スリットの挿入、ビーム位置・形状の確認の後、システムチェックを兼ねて $E_{cm} = 2.4 \text{ MeV}$ での測定を試みたが、新たな BG が発生し BG 原因を突き止めるのに3度のテスト実験を要した。 $E_{cm} = 1.5 \text{ MeV}$ での測定準備も並行して進めたが実行には至らなかった。

九大独自の吹込み型膜なし気体標的の厚さの最終目標値 $25 \text{ Torr} \times 3 \text{ cm}$ を、真空ポンプ強化により達成した。これまで液体窒素冷却を試みたので回り道をしたが、標的の方法論はこれで完成した。この成功により、開発の困難なポストストリッパーは不要となった。大きな副産物である。ビームパルス化のための電源はスピーカーによる安定制御をしているが、長時間テストで、要求変動幅の $1/10$ 以下に制御できることが判明した。

我々より実験を先行させているドイツ・ルール大学の Rolfs 教授を H20 年 2 月に約 1 週間招聘し、ヘリウム - 炭素核融合測定の過去と今後を議論した。Rolfs 教授の定年でルール大学の実験は停滞しており、この 40 年世界競争の実験を完成するのは九大が先であろうと予期した。国際会議開催には至らなかったがそれと同様の価値があった。

低エネルギー不安定核ビームによる不安定核の共鳴状態の研究 (寺西高)

不安定核と陽子等の共鳴散乱の測定を低エネルギー不安定核ビームを用いて行い、未知の共鳴準位の研究を行う。これにより不安定核の構造や不安定核の共鳴が関与する天体核反応についての知見を得る。今年度は非束縛核 ^{18}Na ($^{17}\text{Ne} + p$ 共鳴) と ^{11}Li のハロー・アナログ状態 ($^9\text{Li} + d$ 共鳴) の探索計画を具体的に策定し、それぞれ使用する 2 次ビーム施設 (CRIB と TRIAC) でのテスト・マシンタイムを取得した。核子あたり約 5 MeV の ^{17}Ne ビームの生成実験の第 1 回目を行い、実験に必要な最低限のビーム強度 1 k 個/秒は達成できることを確認した。

加速器質量分析 (AMS) 系の開発 (森川恒安、野呂哲夫、佐藤友哉、藤田一洋、皆本洋、島本昌樹、福田毅)

高速逐次入射法の確立、 ^{12}C 入射時のメッシュ挿入によるタンデム負荷の低減等の改善を行い、精度 1% での ^{14}C 含有量測定に成功した。これを受け、実際の現代種子試料での測定を開始、Bonb 効果を考慮した予想と一致する測定結果を得た。試料の前処理を含め、実用レベルに達することができたと判断している。

また、更に重い元素の AMS を目指したイオンチェンバーの試作・テストや、試料交換の自動化を目指したイオン源部の改造にも着手した。

高スピン原子核構造の研究 (森川恒安)

原研での共同研究に於いて実験を実施し、 ^{33}P , ^{38}Cl 等についての高スピン状態を新たに同定した。これらは、この領域で高スピン状態が明らかになった最も中性子過剰な同位体である。殻模型による理論計算との比較により、これらの準位の殻構造を明らかにした。この結果、まだ確定的ではないが、二重魔法核 ^{40}Ca 近傍と比較して、これらの核における中性子数 20 のシェルギャップの減少が示唆される結果が得られた。また核異性探査等の実験を実施し ^{175}Ta に於いて新たに核異性体を見いだした。東北大に於ける共同研究で質量数 100 近傍領域核の超変形状態の探査実験を実施した。解析の結果、 ^{109}In 核に於いて、超変形状態の候補の可能性の示唆される、回転バンドを形成するガンマ線カスケードが発見された。

新キャンパスでの加速器施設建設 (全教員)

4月より加速器・ビーム応用科学センターが発足した。また、FFAG 加速器移設事業の1年目として、建物を建築、年度末には加速器を KEK より九大に移送した。また、センターには箱崎分室が設けられ、タンデム加速器の共同利用化を推進していく枠組ができた。

《 来年度の目標 》

3核子力の探索及び3核子系における star 異常の研究 (相良建至、前田幸重、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、末田雄大、(4年生：江口祐一郎、八嶋恵介)) 実験データが確定した pd capture A_{xx} 異常, pd breakup 断面積と A_y の異常について、異常と未発見の短距離型3核子力との関連を議論し、結果を国際会議で発表し、かつ出版公表する。pd capture A_{xx} 異常についてはこれ以上の実験を企画しないが、pd breakup 断面積と A_y の異常については系統的实验を企画し、その1つの実験を RCNP に申し込む。全体で数年かかる実験計画になる。

九大タンデムで、 $E_p=13\text{MeV}$ および 9.5MeV での star anomaly の 依存性の測定を完成する。同時に、RCNP で $E_d=26\text{MeV}$ での star anomaly の 依存性の実験も行う。

原子核のスピン双極子モードの統一的理解 (堂園昌伯、若狭智嗣)

$^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}$ 反応のスピン完全セットから、 ^{12}N 原子核のスピン双極子共鳴状態のスピン構造を統一的理解することを目標とする。

媒質効果と核構造解明のための (p, pn) 反応測定 (山田由希子、今村拓己、野呂哲夫)

これまでに行ってきた $(p, 2p)$ 反応を用いた研究を進展させ、 (p, pn) 反応の測定を行う。まずは早期にテスト実験を行い、必要な開発事項を明確にした上で、年度内には実際のデータの一部を取得するところまでもっていきたい。

天体ヘリウム - 炭素核融合反応速度の測定 (相良建至、寺西高、前田豊和、谷本寿人、赤間脩治、谷口雅彦、五百木隆博、(4年生：中野桂樹、後藤昇))

最終的な気体標的とガス循環装置を設計・製作した後、ヘリウム - 炭素核融合反応断面積の測定を $E_{cm} = 2.4 \text{ MeV}$ で再測定する。その後 1.5 MeV での測定を行い、さらに 1.15 MeV での測定に進む。新任の藤田訓宏助教を加えてスタッフが3人に増えた。科研費Bが採択されあと3年間の実験費が確保できた。人的体制を整え、最終目標の 0.7 MeV での測定を3年で終わられるよう計画を進める。

B. 低エネルギー不安定核ビームによる不安定核の共鳴状態の研究 (寺西高)

不安定核ビームを用いた共鳴状態の研究をさらに進め、実験、データ解析、成果発表、学生の指導を行う。

加速器質量分析 (AMS) 系の開発 (森川恒安、野呂哲夫、佐藤友哉、藤田一洋、皆本洋)

AMS システムの更なる高精度化・安定化を進め、試料交換に伴うバラツキを含めての1%以内での測定の実現を目指す。また、今年度行うことの出来なかったグラフアイト試料の作成に着手する。

高スピン原子核構造の研究 (森川恒安)

原研での研究を継続し、質量数 $30 \sim 40$ 領域の中性子過剰核についてその高スピン殻構造の系統的な研究を進める。また、これまでに見いだされた ^{110}In の高スピン状態について、さらに詳細な実験を行い、超変形状態として確定することを目指す。もし確定できれば国内初の超変形状態の発見となる。

加速器質量分析 (AMS) 系の開発 (森川恒安、野呂哲夫、佐藤友哉、藤田一洋、皆本洋、島本昌樹、福田毅)

今年度の1%精度での現代種子測定成功を受け、系統的な種子測定を行う。また、システムの実用的使用を目指し、自動化等に向けた開発も行う。

新キャンパスでの加速器施設建設 (全教員)

移設事業の2年目であり、工学研究院と協力して年度内の加速器組み上げとビームテ

ストの実施を目指す。また、経常的な運営のための環境整備に努力する。

発表論文

《原著論文》

Complete set of polarization transfer observables for the $^{12}\text{C}(p, n)$ reaction at 296 MeV and 0°

M. Dozono, T. Wakasa, E. Ihara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu1, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada

J. Phys. Soc. Japan **77** (2008) 014201–014205.

Complete Set of Polarization Transfer Observables for the $^{12}\text{C}(p, n)$ Reaction at 296 MeV and 0 degrees:

M. Dozono, T. Wakasa, E. Ihara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada

J. Phys. Soc. Jpn. **77**, 014201 (2008).

Measurement of the $B(E2, 0_1^+ \rightarrow 2_1^+)$ in the $N = 16$ nucleus ^{26}Ne :

J. Gibelin, D. Beaumel, T. Motobayashi, N. Aoi, H. Baba, Y. Blumenfeld, Zs. Dombradi, Z. Elekes, S. Fortier, N. Frascaria, N. Fukuda, T. Gomi, K. Ishikawa, Y. Kondo, T. Kubo, V. Lima, T. Nakamura, A. Saito, Y. Satou, E. Takeshita, S. Takeuchi, T. Teranishi, Y. Togano, A.M. Vinodkumar, Y. Yanagisawa, K. Yoshida, Phys. Rev. C **75** (2007) 057306-1–4.

Investigation of structure in ^{23}Al via resonant proton scattering of $^{22}\text{Mg}+p$ and the $^{22}\text{Mg}(p, \gamma)^{23}\text{Al}$ astrophysical reaction rate:

J.J. He, S. Kubono, T. Teranishi, M. Notani, H. Baba, S. Nishimura, J.Y. Moon, M. Nishimura, H. Iwasaki, Y. Yanagisawa, N. Hokoïwa, M. Kibe, J.H. Lee, S. Kato, Y. Gono, C.S. Lee

Phys. Rev. C **76** (2007) 055802-1–11.

High Rate Production of Polarized ^3He with Meta-Stability Exchange Method:
E. Ihara, T. Wakasa, M. Dozono, and Y. Sakemi
J. Phys. Soc. Jpn. **77**, 025002 (2008).

Analyzing powers A_{yy} , A_{xx} , A_{xz} and A_y in the $dd \rightarrow ^3\text{He}n$ reaction at 270 MeV:
M. Janek, T. Saito, V. P. Ladygin, T. Uesaka, M. Hatano, A. Yu. Isupov, H. Kato,
N. B. Ladygina, Y. Maeda, A. I. Malakhov, J. Nishikawa, T. Ohnishi, H. Okamura, S.
G. Reznikov, H. Sakai, S. Sakoda, N. Sakamoto, Y. Satou, K. Sekiguchi, K. Suda, A.
Tamii, N. Uchigashima, T. A. Vasiliev and K. Yako
Eur. Phys. J., **33** (2007) 39-46.

Study of energy dependence of pion production by proton on copper target near 350 MeV:
E. V. Karpechev, A. B. Kurepin, A. I. Reshetin, T. L. Karavicheva, K. Fujita,
K. Hatanaka, J. Kamiya, Y. Sakemi, T. Wakasa, H. P. Yoshida, Y. Shimizu, T. Fukuda,
P. K. Saha, K. Tamura, and T. Ishida
Phys. Atomic Nuclei **71**, 1 (2008).

Differential cross section and analyzing power measurements for $\bar{n}d$ elastic scattering at 248 MeV:
Y. Maeda, H. Sakai, K. Fujita, M.B. Greenfield, K. Hatanaka, M. Hatano, J. Kamiya,
T. Kawabata, H. Kuboki, H. Okamura, J. Rapaport, T. Saito, Y. Sakemi, M. Sasano,
K. Sekiguchi, Y. Shimizu, K. Suda, Y. Tameshige, A. Tamii, T. Wakasa, K. Yako, J.
Blomgren, P. Mermod, A. Öhrn, M. Österlund, H. Witala, A. Deltuva, A.C. Fonseca,
P.U. Sauer, W. Glöckle, J. Golak, H. Kamada, A. Nogga, and R. Skibiński,
Phys. Rev. C, **76** (2007) 014004

Precision measurement of vector and tensor analyzing powers in elastic deuteron-proton scattering:
H. Mardanpour, H. R. Amir-Ahmadi, A. Deltuva, K. Itoh, N. Kalantar-Nayestanaki,
T. Kawabata, H. Kuboki, Y. Maeda, J. G. Messchendorp, S. Sakaguchi, H. Sakai, N.
Sakamoto, Y. Sasamoto, M. Sasano, K. Sekiguchi, K. Suda, Y. Takahashi, T. Uesaka,
H. Witala, and K. Yako: Eur. Phys. J. A **31** (2007) pp. 383-391

Wolfenstein parameters for $s_{1/2}$ proton knockout ($p, 2p$) reactions

T. Noro, M. Kawabata, G. C. Hillhouse, S. Akimune, H. Akiyoshi I. Daito, K. Hatanaka, M. Itoh, Y. Maeda, N. Matsuoka, S. Morinobu, M. Nakamura, A. Okihana, H. Sagara, H. Sakaguchi, K. Takahisa, H. Takeda, A. Tamii, K. Tamura, H. Toyokawa, H. Yamazaki, H. P. Yoshida, and M. Yosoi
Phys. Rev. C **77** (2008) 044604.

Projectile fragmentation reactions and production of nuclei near the neutron drip line: M. Notani, H. Sakurai, N. Aoi, H. Iwasaki, N. Fukuda, Z. Liu, K. Yoneda, H. Ogawa, T. Teranishi, T. Nakamura, H. Okuno, A. Yoshida, Y.X. Watanabe, S. Momota, N. Inabe, T. Kubo, S. Ito, A. Ozawa, T. Suzuki, I. Tanihata, and M. Ishihara,
Phys. Rev. C **76** (2007) 044605-1–15.

Spin correlation parameter C_{yy} of $p + {}^3\text{He}$ elastic backward scattering: Y. Shimizu, K. Hatanaka, Y. Tameshige, T. Adachi, K. Fujita, H. Matsubara, H. Okamura, A. Tamii, A. P. Kobushkin, T. Kawabata, Y. Sasamoto, K. Suda, T. Uesaka, K. Itoh, Y. Sakemi, T. Wakui, M. Uchida, T. Kudoh, K. Sagara, T. Wakasa, H. P. Yoshida, Y. Shimbara, E. A. Stokovskiy, S. Ishikawa, and M. Tanifuji
Phys. Rev. C **76**, 044003 (2007).

Lifetime of the isomeric 0_2^+ state in ${}^{12}\text{Be}$: S. Shimoura, S. Ota, K. Demichi, N. Aoi, H. Baba, Z. Elekes, T. Fukuchi, T. Gomi, K. Hasegawa, E. Ideguchi, M. Ishihara, N. Iwasa, H. Iwasaki, S. Kanno, S. Kubono, K. Kurita, M. Kurokawa, Y.U. Matsuyama, S. Michimasa, K. Miller, T. Minemura, T. Motobayashi, T. Murakami, M. Notani, A. Odahara, A. Saito, H. Sakurai, E. Takeshita, S. Takeuchi, M. Tamaki, T. Teranishi, K. Yamada, Y. Yanagisawa, I. Hamamoto,
Phys. Lett. B **654** (2007) 87–91.

Evidence for a $K^\pi = 1/2^+$ isomer in neutron-rich ${}^{185}\text{Ta}$: T. Shizuma, T. Ishii, H. Makii, T. Hayakawa, S. Shigematsu, M. Matsuda, E. Ideguchi, Y. Zheng, M. Liu, T. Morikawa,
Eur. Phys. J. A **34**, 1 (2007).

Absolute calibration of the deuteron beam polarization at intermediate energies via the ${}^{12}\text{C}(\vec{d}, \alpha){}^{10}\text{B}^*[2^+]$ reaction:

K. Suda, H. Okamura, T. Uesaka, J. Nishikawa, H. Kumasaka, R. Suzuki, H. Sakai, A. Tamii, T. Ohnishi, K. Sekiguchi, K. Yako, S. Sakoda, H. Kato, M. Hatano, Y. Maeda, T. Saito, T. Ishida, N. Sakamoto, Y. Satou, K. Hatanaka, T. Wakasa, and J. Kamiya

Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **572**, 745 (2007).

Single-particle resonance levels in ^{14}O examined by $^{13}\text{N} + p$ elastic resonance scattering: T. Teranishi, S. Kubono, H. Yamaguchi, J.J. He, A. Saito, H. Fujikawa, G. Amadio, M. Niikura, S. Shimoura, Y. Wakabayashi, S. Nishimura, M. Nishimura, J.Y. Moon, C.S. Lee, A. Odahara, D. Sohler, L.H. Khiem, Z.H. Li, G. Lian, W.P. Liu, Phys. Lett. B **650** (2007) 129–134.

Proton elastic scattering from tin isotopes at 295 MeV and systematic change of neutron density distributions

S. Terashima, H. Sakaguchi, H. Takeda, T. Ishikawa, M. Itoh, T. Kawabata, T. Murakami, M. Uchida, Y. Yasuda, M. Yosoi, J. Zenihiro, H. P. Ysoshida, T. Noro, T. Ishida, S. Asaji, and T. Yonemura

Phys. Rev. C **77** (2008) 024317-1–10.

Study of nuclear correlation effects via $^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(\text{g.s.}, 1^+)$ at 296 MeV

T. Wakasa, M. Dozono, E. Ehara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, M. Ichimura, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada

Phys. Lett. B **656** (2007) 38–44.

Study of nuclear correlation effects via $^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(\text{g.s.}, 1^+)$ at 296 MeV:

T. Wakasa, M. Dozono, E. Ihara, S. Asaji, K. Fujita, K. Hatanaka, M. Ichimura, T. Ishida, T. Kaneda, H. Matsubara, Y. Nagasue, T. Noro, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. Takeda, Y. Tameshige, A. Tamii, and Y. Yamada

Phys. Lett. B **656**, 38 (2007).

New candidate for an alpha cluster condensed state in $^{16}\text{O}(\alpha, \alpha')$ at 400 MeV:

T. Wakasa, E. Ihara, K. Fujita, Y. Funaki, K. Hatanaka, H. Horiuchi, M. Itoh, J. Kamiya, G. Ropke, H. Sakaguchi, N. Sakamoto, Y. Sakemi, P. Schuck, Y. Shimizu, M. Takashina, S. Terashima, A. Tohsaki, M. Uchida, H. P. Yoshida, and M. Yosoi

Phys. Lett. B **653**, 173 (2007).

Isovector effective NN interaction in $^{28}\text{Si}(\vec{p}, \vec{n})^{28}\text{P}(6^-)$ at 198 MeV

T. Wakasa, Y. Hagihara, T. Noro, T., Ishida, S. Asaji, Y. Nagasue, K. Hatanaka, Y. Sakemi, A. Tamii, Y. Shimizu, K., Fujita, Y. Tameshige, H. Sakai, H. Kuboki, M. Sasano, M. Ichimura, H. Kamada, and M. Yamaguchi
Phys Let. B **645** (2007) 402–407.

⟨⟨Proceedings⟩⟩

Isoscalar compressional strengths in ^{14}O :

H. Baba, S. Shimoura, T. Minemura, Y.U. Matsuyama, A. Saito, H. Ryuto, N. Aoi, T. Gomi, Y. Higurashi, K. Ieki, N. Imai, N. Iwasa, H. Iwasaki, S. Kanno, S. Kubono, M. Kunibu, S. Michimasa, T. Motobayashi, T. Nakamura, H. Sakurai, M. Serata, E. Takeshita, S. Takeuchi, T. Teranishi, K. Ue, K. Yamada, Y. Yanagisawa,
Nucl. Phys. A 788 (2007) 188c–193c.

Search for low lying dipole strength in the neutron rich nucleus ^{26}Ne :

J. Gibelin, D. Beaumel, T. Motobayashi, N. Aoi, H. Baba, Y. Blumenfeld, Z. Elekes, S. Fortier, N. Frascaria, N. Fukuda, T. Gomi, K. Ishikawa, Y. Kondo, T. Kubo, V. Lima, T. Nakamura, A. Saito, Y. Satou, E. Takeshita, S. Takeuchi, T. Teranishi, Y. Togano, A.M. Vinodkumar, Y. Yanagisawa, K. Yoshida
Nucl. Phys. A 788 (2007) 153c–158c.

Measurements of the $\vec{n}d$ scattering at 250MeV and three-nucleon forces:

Y. Maeda, H. Sakai, K. Fujita, M. Hatano, J. Kamiya, T. Kawabata, H. Kuboki, K. Hatanaka, H. Okamura, T. Saito, Y. Sakemi, M. Sasano, K. Sekiguchi, Y. Shimizu, K. Suda, Y. Tameshige, A. Tamii, T. Wakasa, K. Yako, M.B. Greenfield, H. Kamada, and H. Witala,
Nucl. Phys. A, **790** (2007) 430c-433c.

Measurement of A_y for the pd Breakup Reaction at 250 MeV:

Y. Maeda, T. Uesaka, T. Kawabata, K. Suda, Y. Sasamoto, S. Sakaguchi, H. Sakai, K. Yako, M. Sasano, S. Noji, K. Hatanaka, A. Tamii Y. Shimizu, M. Takechi, Y. Tameshige, H. Matsubara, K. Sagara, T. Wakasa, M. Dozono, E. Ihara,

and K. Sekiguchi,

Proceedings of the 17th International Spin Physics Symposium, AIP Conference Proceedings **915** (2007) 781-784.

Discrepancy in pd breakup reaction at $E_p=13$ MeV

K. Sagara, M. Tomiyama, S. Shimomoto, T. Ishida, T. Kudoh, S. Kuroita, T. Morikawa, M. Shiota, H. Ohira, H. Kamada, and H. Witala,

Proceedings of XVIII Int. Conf. on Few Body Problems in Physics, Nucl. Phys. **A790** (2007) 348c-351c

Tensor analyzing powers of pd radiative capture at $E_d = 137$ MeV

Y. Tameshige, K. Sagara, T. Kudoh, M. Shiota, S. Shimomoto, T. Wakasa, K. Hatanaka, A. Tamii, Y. Sakemi, Y. Shimizu, H. P. Yoshida, H. Kamada, and H. Witala,

Proceedings of XVIII Int. Conf. on Few Body Problems in Physics, Nucl. Phys. **A790** (2007) 446c-449c

九州大学タンデム加速器の現状

森川恒安, 相良建至, 野呂哲夫, 若狭智嗣, 寺西高, 前田幸重, 前田豊和, 古賀義博

第 20 回「タンデム加速器及びその周辺技術の研究会」報告集, JAEA-Conf 2008-005, 30 (2008).

《 その他の論文 》

講演

《 海外での講演 》

Study of $^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})^{12}\text{N}(\text{g.s.}, 1^+)$ at 296 MeV and nuclear correlation effects

M. Dozono

The 10th Asia Pacific Physics Conference, August 2007, Pohang, Korea

Inclusive cross section of pd-breakup at low and intermediate energy

S. Kuroita, K. sagara, T. Kudoh, S. Nozoe, M. Shiota, T. Sugimoto, T. Noro, T. Ishida, K. Hatanaka, Y. Sakemi, T. Wakasa, H. Yoshida, J. Kamiya, Y. Shimizu, and A. Tamii

20th European Conference on Few-Body Problems in Physics, 10-14 Sept. 2007, Pisa,

Italy

Systematic measurement of $D(p,pp)n$ cross section at KUTL

K. Sagara, T. Sugimoto, S. Kuroita, Y. Maeda, T. Sueta, and H. Shimoda
20th European Conference on Few-Body Problems in Physics, 10-14 Sept. 2007, Pisa,
Italy

Measurement of A_{zz} of pd radiative capture at $E_d = 197$ MeV

Y. Tameshige, K. Sagara, K. Hatanaka, M. Dozono, K. Fujita, E. Ihara, T. Kaneda,
M. Kato, T. Kawabata, S. Kuroita, Y. Maeda, H. Matsubara, H. Okamura, Y. Sakemi,
K. Sekiguchi, Y. Shimizu, T. Sugimoto, A. Tamii, and T. Wakasa
20th European Conference on Few-Body Problems in Physics, 10-14 Sept. 2007, Pisa,
Italy

Study of single particle properties of nuclei by using $(p, 2p)$ reactions

T. Noro,
TORIJIN-ERES-NSCL joint workshop on Future Prospects for Spectroscopy and Di-
rect Reactions, Feb. 2008, East Lansing, USA

Low-energy resonance scattering and reactions on light unstable nuclei:

T. Teranishi,
The 3rd Japanese-German EFES(JSPS)-DFG/GSI workshop on Nuclear Structure and
Astrophysics, Sept. 29–Oct. 2, 2007, Fraunhofer, Germany

《 国内での講演 》

Recent resonance scattering experiments with low-energy RI beams at CNS:

T. Teranishi,
The Fifth International Workshop on Direct Reactions With Exotic Beams, May 30-
June 2, 2007, Wako.

Search for discrepancy in pd breakup cross section:

S. Kuroita, K. sagara, T. Sugimoto, H. Shimoda, T. Sueta, Y. Yamada, and T.
Morikawa,
International Nuclear Physics Conference (INPC07), Jun. 3–8, 2007, Tokyo.

Direct measurement of ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ reaction cross section at $E_{\text{cm}} = 2.4$ MeV at KUTL:

H. Oba, K. Sagara, T. Teranishi, S. Kamibeppu, S. Akama, M. Taniguchi, S. Tanimoto, M. Kouzuma, K. Nishida, T. Maeda, K. Tsuruta, K. Tamura, H. Ishikawa, N. Ikeda and S. Morinobu,

International Nuclear Physics Conference (INPC07), Jun. 3–8, 2007, Tokyo.

Spectroscopy of resonance levels in ${}^{14}\text{O}$ by ${}^{13}\text{N}+p$ elastic resonance scattering:

T. Teranish,

International Nuclear Physics Conference (INPC07), Jun. 3–8, 2007, Tokyo.

Isovector effective NN Interaction in ${}^{28}\text{Si}(\vec{p}, \vec{n}){}^{28}\text{P}(6^-)$ at 198 MeV:

T. Wakasa

International Nuclear Physics Conference (INPC07), Jun. 3–8, 2007, Tokyo.

Spectroscopy of ${}^{33}\text{P}$ and high-spin study of neutron-rich nuclei via fusion evaporation reactions:

T. Morikawa, M. Nakamura, T. Sugimitsu, H. Kusakari, S. Mitarai, M. Ohsima, Y. Toh, Y. Hatsukawa, J. Katakura, M. Koizumi, A. Osa, A. Kimura, J. Goto, E. Ideguchi, M. Liu, Y. Zheng, M. Sugawara

International Nuclear Physics Conference (INPC07), Jun. 3–8, 2007, Tokyo.

Measurements of inclusive pd breakup cross section at low and intermediate energies:

S. Kuroita, K. Sagara, T. Kudoh, T. Sueta, H. Shimoda, T. Sugimoto, Y. Yamada, T. Wakasa, T. Noro, Y. Tameshige, A. Tamii, K. Hatanaka

International Symposium on New Facet of Three Nucleon Force - 50 years of Fujita-Miyazawa Three Nucleon Force - (FM50) Oct. 29–31, 2007, Tokyo.

Measurements of the ${}^2\text{H}(\vec{p}, 2p)n$ breakup reaction at 250 MeV:

Y. Maeda, M. Dozono, K. Hatanaka, E. Ihara, T. Kawabata, T. Matsubara, S. Noji, T. Sagara, S. Sakaguchi, H. Sakai, Y. Sasamoto, M. Sasano, K. Sekiguchi, Y. Shimizu, K. Suda, M. Takechi, Y. Tameshige, A. Tamii, T. Uesaka, T. Wakasa, and K. Yako,

International Symposium on New Facet of Three Nucleon Force - 50 years of Fujita-Miyazawa Three Nucleon Force - (FM50) Oct. 29–31, 2007, Tokyo.

Remaining problems in low-energy pd breakup reaction:

K. Sagara, T. Sueta, T. Sugimoto, H. Shimoda, S. Kuroita, and Y. Maeda

International Symposium on New Facet of Three Nucleon Force - 50 years of Fujita-Miyazawa Three Nucleon Force - (FM50) Oct. 29-31, 2007, Tokyo.

$E_p = 13 \text{ MeV}$ での $D(p,pp)n$ 反応 off-plane star anomaly 測定:

末田雄大、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、江口祐一郎、八嶋恵介、前田幸重、相良建至
日本物理学会 2008 年春季大会 2008 年 3 月 24 日

${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ 天体核実験用の厚い窓なし気体標的と生成粒子荷電割合:

五百木崇博、赤間脩治、谷口雅彦、谷本寿人、寺西高、相良建至
日本物理学会 2008 年春季大会 2008 年 3 月 26 日

ガモフ・テラー型反応:

${}^{12}\text{C}(\bar{p}, \bar{n}){}^{12}\text{N}(\text{g.s.}, 1^+)$ における核内中間子相関の研究 II:

堂園昌伯

日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 2 月 22-26 日、近畿大学

アイソベクトル型反応で見る原子核中のパイオンの役割:

若狭智嗣

日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 2 月 22-26 日、近畿大学

質量数 110 領域での超変形状態の探索:

吉田晃、井手口栄治、小池武志、白鳥昂太郎、太田晋輔、大谷友和、岸田隆、佐藤美佐子、鈴木智和、田村裕和、細見健二、馬越、三森雅弘、三輪浩司、村上哲也、森川恒安、山本剛史
日本物理学会第 63 回年次大会、2008 年 2 月 22-26 日、近畿大学

$E_p=13\text{MeV}$ での $D(p,pp)n$ 反応 off-plane star anomaly 探索実験:

末田雄大、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、江口祐一郎、前田幸重、相良建至
日本物理学会九州支部例会 2007 年 12 月 1 日 大分大学

$H(d,pp)n$ 反応の off-plane star anomaly とその検証計画:

下田広巳、前田幸重、黒板翔、杉本崇光、末田雄大、江口祐一郎、相良建至
日本物理学会九州支部例会 2007 年 12 月 1 日 大分大学

天体核実験のための大強度炭素ビーム加速テスト:

五百木崇博、赤間脩治、谷口雅彦、谷本寿人、寺西高、相良建至
日本物理学会九州支部例会 2007年12月1日 大分大学

天体核実験のための厚い膜無し気体標的と精製粒子荷電割合:

赤間 脩治, 谷本寿人, 谷口雅彦, 五百木崇博, 寺西高, 相良建至
日本物理学会九州支部例会 2007年12月1日 大分大学

KUTL におけるパルスビーム安定制御システム $^{12}\text{C}+^4\text{He}$ 天体核実験:

谷本寿人、赤間脩治、谷口雅彦、五百木崇博、前田豊和、寺西高、相良建至、二宮重史
日本物理学会九州支部例会 2007年12月1日 大分大学

$^3\text{He}(p, n)$ の全偏極移行量測定による 核子 3 体系の研究:

伊原エマ

第 113 回日本物理学会九州支部例会、2007年12月1日、大分大学

大口径スペクトログラフ系のイオン光学的解析と分解能測定:

田邊英規

第 113 回日本物理学会九州支部例会、2007年12月1日、大分大学

^{12}N のスピン双極子共鳴におけるスピン・パリティの決定:

堂園昌伯

第 113 回日本物理学会九州支部例会、2007年12月1日、大分大学

九州大学タンデムを用いた加速器質量分析 1:

島本昌樹, 佐藤友哉, 藤田一洋, 皆本洋, 福田毅, 前田豊和, 森川恒安, 野呂哲夫

第 113 回日本物理学会九州支部例会、2007年12月6日、大分大学

九州大学タンデムを用いた加速器質量分析 2:

福田毅, 佐藤友哉, 藤田一洋, 皆本洋, 島本昌樹, 前田豊和, 森川恒安, 野呂哲夫

第 113 回日本物理学会九州支部例会、2007年12月1日、大分大学

$^3\text{He}(p, n)$ 反応における 0 度の全偏極移行量測定:

伊原エマ

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

$^{12}\text{C}(\vec{p}, \vec{n})$ 反応による ^{12}N のスピン双極子共鳴の研究:

堂園昌伯

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

$^{18}\text{O} + ^{24}\text{Mg}$ 反応による質量数 30 領域の高スピン状態の研究:

井手口栄治, Liu Minliang, 森川恒安, 藤暢輔, 小泉光生, 大島真澄, 木村敦, 古高和禎,
初川雄一, Bo Cederwall, ZHENG Yong, 草刈英榮, 菅原昌彦, 御手洗志郎

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

^{38}Cl の高スピン核分光:

森川恒安, 井手口栄治, LIU Minliang, ZHENG Yong, 藤暢輔, 小泉光生, 木村敦,
大島真澄, 古高和禎, 初川雄一, 菅原昌彦, 草刈英榮, 御手洗志郎

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

pd 分解反応における異常探索実験:

黒板翔

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

反跳 ^{16}O 検出による天体核反応 $^{12}\text{C} + ^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O} + \gamma$ 断面積測定の様状:

相良建至、大場弘、谷本寿人、赤間脩治、五百木崇博、前田豊和、谷口雅彦、寺西高、
二宮重史

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

250MeV $\text{D}(p, pp)$ 分解反応測定による三体力の研究:

前田幸重, 上坂友洋, 川畑貴裕, 清水陽平, 笹本良子, 坂口聡志, 酒井英行, 矢向謙太郎,
笹野匡紀, 野地俊平, 畑中吉治, 民井淳, 須田健嗣, 為重雄司, 松原礼明, 関口仁子, 武智
麻耶, 若狭智嗣, 堂園昌伯, 伊原エマ

日本物理学会第 62 回年次大会、2007 年 9 月 21–24 日、北海道大学

不安定核の低エネルギー共鳴散乱・反応による核分光:

寺西高

第 4 回「停止・低速不安定核ビームを用いた核分光」研究会 2007 年 12 月 20–21 日、仙
台、東北大学

250 MeV における FSI 近傍での pd 分解反応測定:

前田幸重

九州大学院生企画シンポジウム「原子核研究における少数系物理」2008年3月8-9日、福岡

$E_p = 250, 13$ MeV における pd 分解反応の inclusive 測定:

黒板翔, 相良建至、他 11 名

九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月8日

250MeV における FSI 近傍での pd 分解反応測定:

前田幸重、他 20 名

九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月8日

$E_p = 13, 9.5$ MeV での $2H(p,pp)n$ 反応 off-plane star anomaly 探索実験:

末田雄大、黒板翔、杉本崇光、下田広巳、江口祐一郎、八嶋恵介、前田幸重、相良建至
九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月9日

$H(d,pp)n$ 反応の off-plane star anomaly とその検証計画:

下田広巳、前田幸重、黒板翔、末田雄大、江口祐一郎、八嶋恵介、相良建至

九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月9日

${}^3He(p,n)$ 反応の偏極以降量の完全測定による愛想スピン $T=3/2$ の 3 核子共鳴状態の探索:

伊原エマ、若狭智嗣、他 18 名

九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月9日

FB20(2012) までの課題:

相良建至

九州大学理学府院生企画シンポジウム 九州大学 2008年3月9日

九州大学タンデム加速器の現状:

森川恒安, 相良建至, 野呂哲夫, 若狭智嗣, 寺西高, 前田幸重, 前田豊和, 古賀義博,
第 20 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会, 日本原子力研究開発機構, 東海, 2007
年 7 月.

HEPNet-J 九州大学原子核実験グループの報告:

鈴木聡, 森川恒安,

HEPnet-J ユーザ会, 高エネルギー加速器研究機構, 高エネルギー加速器研究機構, つくば, 2008年1月.

Present status of $^{12}\text{C}+^4\text{He}$ $^{16}\text{O}+$ experiment at KUTL:

相良建至

国立天文台研究会 「rプロセス元素合成の統合的理解 - 量子ビームでさぐる宇宙進化の理解を目指して - 」, 2008年3月13-14日

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

基盤研究 (S) 「天体核融合反応断面積の直接測定」 (研究代表者:相良建至) H15-H19

若手研究 (B) 「低エネルギー RI ビームによる高アイソスピン共鳴状態の研究」 (研究代表者:寺西高) H17-19

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

高エネルギー加速器研究機構大学等連携支援事業

「九大タンデム加速器における高強度パルスビームシステム開発」 (事業責任者:相良建至) H17-19

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

東大原子核科学研究センターとの共同研究「低エネルギー 2 次ビームを使った不安定核構造と天体核反応の研究」 (寺西高)

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターに於ける共同研究: 森川

「質量数 40, 110 領域での超変形状態の探索」 東北大, 東京大, 九州大, 大阪大, 理研

日本原子力研究開発機構に於ける共同研究: 森川

「質量数 30 領域核の巨大変形状態と高スピン殻構造の研究」 原研, 東京大, 九州大, 理研

研

日本原子力研究開発機構に於ける共同研究: 森川

「クーロン励起と寿命測定による原子核変形の研究」原研, 千葉工大, 九州大, 広島大

学部4年生卒業研究

- (1) 江口祐一郎:(指導教員、相良建至)
D(p,pp)n 微分断面積測定 (データ収集・データ解析)
- (2) 草田宏輝:(指導教員、野呂哲夫、森川恒安):
放射性炭素年代測定の原理・測定技術の理解と演習。
- (3) 後藤昇:(指導教員、相良建至)
天体 ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ 反応測定のためのビーム制御
- (4) 中野桂樹:(指導教員、相良建至)
天体 ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ 反応測定のためのガス標的開発
- (5) 八嶋恵介:(指導教員、相良建至)
D(p,pp)n 微分断面積測定 (検出器・データ収集)

修士論文

- (1) 赤間脩治:(指導教員、相良建至):
天体核反応実験のための厚い膜なし気体標的と検出粒子荷電割合
- (2) 伊原エマ:(指導教員、若狭智嗣):
核子3体系のスピン自由度に関する研究
- (3) 黒坂翔:(指導教員、相良建至):
3核子分解反応の包括的測定による核力の研究
- (4) 佐藤友哉:(指導教員、野呂哲夫、森川恒安):
加速器質量分析のための粒子弁別型イオン源検出器の開発
- (5) 杉本崇光:(指導教員、相良建至):
3核子分解反応における off-plane star anomaly の検証
- (6) 田邊英規:(指導教員、野呂哲夫):
大口径スペクトログラフ系のイオン光学的解析と分解能測定
- (7) 谷口雅彦:(指導教員、相良建至):
天体エネルギー近くでの ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ 反応断面積の直接測定

- (8) 谷本寿人：(指導教員、相良建至)：
天体核反応測定のための高周波高電圧システムとその安定制御
- (9) 藤田一洋：(指導教員、野呂哲夫、森川恒安)：
AMS 測定に向けたマルチカソードイオン源の開発
- (10) 皆本洋：(指導教員、野呂哲夫、森川恒安)：
九大タンデム加速器質量分析系の開発と現代種子の年代測定

博士論文

大庭弘：(指導教員、相良建至)：
Direct measurement of ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ reaction cross section near stellar temperature
(天体温度近くでの ${}^4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O})\gamma$ 反応断面積の直接測定)

石田孝司：(指導教員、野呂哲夫)：
Experimental study of a relativistic effect through the ${}^{208}\text{Pb}(p, 2p){}^{207}\text{Tl}$ reaction at 392 MeV
(392MeV での ${}^{208}\text{Pb}(p, 2p){}^{207}\text{Tl}$ による相対論的効果の実験的研究)

学外での学会活動

(1) 日露科学技術協力プロジェクト「原子核内部相関および核内ハドロンの研究」(日本側代表者：野呂哲夫)

(2) 各種委員

野呂哲夫：核物理委員会委員、大阪大学核物理研究センター運営委員会委員、
日本原子力研究開発機構タンデム専門部会委員、
理化学研究所プログラム運営委員会外部委員

寺西高：日本物理学会九州支部委員

若狭智嗣：大阪大学核物理研究センター研究計画検討委員会委員

その他の活動と成果

中・高生のための公開講座「原子核の世界」2007年8月25日(寺西高)

体験入学・実験「物質を透過する粒子線」2008年3月27-29日(寺西高)

体験入学・実験「身の回りの放射能体験」2008年3月27-29日(森川恒安)

多体系基礎論I

研究室構成員

成清 修 准教授

《 大学院 修士課程 》

中川 元喜 山下 達朗 齋藤 士郎

《 学部 卒業研究生 》

肖 作君 西尾 朋晃

担当授業

力学基礎・同演習 (成清 修)、力学基礎・同演習 A(成清 修)、理系コア物理学 I(成清 修)、物性物理学特論 (成清 修)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

タンパク質立体構造の進化的に保存する場の理論 (成清 修)

研究成果を出版することを目標とする。

遺伝暗号コードの起源と進化 (成清 修)

研究成果を出版し、修士論文としてまとめることを目標とする。

発生のエピジェネティックランドスケープ (成清 修)

研究成果を出版し、修士論文としてまとめることを目標とする。

免疫系における遺伝子型と表現型の共進化 (成清 修)

修士院生の研究・教育として軌道に乗せることを目標とする。

半導体表面のダイナミクス (成清 修)

平成 17 年度から 20 年度にわたる科学研究費における共同研究として研究計画を遂行することを目標とする。

《 今年度の成果 》

タンパク質立体構造の進化的に保存する場の理論 (成清 修)
現在、論文を投稿中である。

遺伝暗号コードの起源と進化 (成清 修)
修士論文としてまとめた。

発生のエピジェネティックランドスケープ (成清 修)
修士論文としてまとめた。

免疫系における遺伝子型と表現型の共進化 (成清 修)
修士論文に向けて研究・教育を実行中である。

半導体表面のダイナミクス (成清 修)
現在、論文を投稿中および準備中であり進展している。

《 来年度の目標 》

遺伝暗号コードの起源と進化 (成清 修)
学会発表および研究成果の出版を目標とする。

発生のエピジェネティックランドスケープ (成清 修)
学会発表および研究成果の出版を目標とする。

免疫系における遺伝子型と表現型の共進化 (成清 修)
修士論文としてまとめることを目標とする。

複雑適応系における情報処理能力の共進化 (成清 修)
修士院生の研究・教育として軌道に乗せることを目標とする。

半導体表面のダイナミクス (成清 修)
平成 17 年度から 20 年度にわたる科学研究費における共同研究として研究計画を遂行することを目標とする。

発表論文

《原著論文》

Structural phase transition between $c(4\times 2)$ and $p(2\times 2)$ structures on Si(001) surface under observation by scanning tunneling microscopy:

H. Kawai, O. Narikiyo, K. Matsufuji

Journal of the Physical Society of Japan, **76** (2007) 034602

《その他の論文》

Note on the exponent puzzle of the Anderson-Mott transition:

O. Narikiyo: arXiv:cond-mat/0703823

Note on the inelastic neutron scattering spectrum in cuprate superconductors :

O. Narikiyo: arXiv:0705.0255

外部資金

《文部省科学研究費補助金》

文部省科学研究費補助金、基盤 C(一般)

フェルミオン-ボゾン相互作用を通じた量子コヒーレント過程による固体表面構造操作
研究分担者：成清 修

学部4年生卒業研究

肖 作君：(指導教員、成清 修)：(前期) 輪講「生命と複雑系」田中 博 (培風館)

西尾 朋晃：(指導教員、成清 修)：(前期) 輪講「生命と複雑系」田中 博 (培風館)
(後期) 論文考究、コンピュータシミュレーション実習。(卒業論文)「コミュニケーションによる複雑適応系の共進化」

修士論文

中川 元喜：(指導教員、成清 修)：「発生過程のエピジェネティックランドスケープ」

山下 達朗：(指導教員、成清 修)：「遺伝暗号進化の物理モデル」

多体系基礎論講座II (極限電子物性)

研究室構成員

巨海玄道 教授

中野智仁 (11月16日着任) 助教

《 大学院 博士課程 》

宮川英典

《 大学院 修士課程 》

岩井貞憲 大村美央 酒井久美子 弥生達彦

《 学部 卒業研究生 》

黒木拓哉

担当授業

力学基礎・同演習 (ニクラス、巨海玄道)、物理学 I(理系コア科目、巨海玄道)、物理学総合実験 (中野智仁)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

複合極限環境下における強相関電子系化合物の電子物性 (巨海玄道)

d 電子や f 電子を含む強相関系物質は各種相互作用が拮抗し、多彩な物性が観測される。これらの相互作用を圧力、温度、磁場の各種パラメータを制御し、新奇な物性の発現やその機構解明等を目指した。対象としては Ce を含む強相関化合物 (CeAu_2Si_2) や磁気秩序をもつ遷移金属合金 ($\text{Pd}_{1-x}\text{Ni}_x, \text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x$ 合金等) を選んだ。

強相関電子系における圧力誘起量子臨界現象の探索 (中野智仁)

磁気秩序を示す強相関電子系化合物は、圧力によってその磁気秩序が抑制され、非 BCS 的超伝導や、非フェルミ液体と言った特殊な現象を示す場合がある事が知られている。これらの現象は磁気秩序温度の $1/10$ 以下のスケールで観測される事が多く、極低温下での実験が必要である。 $T_N = 2 \text{ K}$ 程度の f 電子を一つ持った Ce を含む化合物に着目し、 1 K 以下の極低温-圧力下における量子臨界現象を行った。

《 今年度の成果 》

複合極限環境下における強相関電子系化合物の電子物性 (巨海玄道, 中野智仁)

チョクラルスキー法によって純良な単結晶 CeAu_2Si_2 の作製に成功し、静水圧力下における詳細な電気抵抗および X 線回折測定を行った。 CeAu_2Si_2 は $T_N = 8 \text{ K}$ 程度の反強磁性秩序を示し、圧力によって反強磁性は単純に抑制される事がこれまで報告されていた。しかし、我々はこの物質が持つ格子定数や、元素の置換効果等から得られる結果は、必ずしもそうはならないと予測した。静水圧力下における測定により、 T_N の圧力依存性が単調ではない事を発見した。つまり我々の予測が的中したといえる。これは、 CeAu_2Si_2 の持つ磁気秩序を安定化させる RKKY 相互作用と磁気秩序を遮蔽しようとする近藤効果の拮抗状況が圧力に対して著しく敏感である事を示している。一方、 $\text{Pd}_{1-x}\text{Ni}_x, \text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x$ 合金も圧力下において磁気秩序消失圧力近傍で、通常のフェルミ液体とは異なった現象を示す事を発見した。

ナノスケール磁性体における巨大磁気抵抗の圧力効果 (巨海玄道)

Fe/Cr 人工格子を試料として $4.2 \text{ K} \sim 300 \text{ K}$ の広い温度範囲において電気抵抗で磁気抵抗を高圧下で測定した。特にいわゆる 2nd ピークに属する Fe/Cr 人工格子を集中して研究した。その結果、高圧下で巨大磁気抵抗が大きくなる現象が全温度範囲で観測された。さらに 1st ピークの試料に対してタンデム加速器を使用してイオン照射実験を行い、巨大磁気抵抗の大きさの影響を調べた。

強相関電子系における圧力誘起量子臨界現象の探索 (中野智仁)

$T_N = 2 \text{ K}$ 程度の強相関電子系 CePtSi_2 の希釈冷凍機を用いた圧力が電気抵抗測定を行った。 T_N は圧力増加にともなって線形的に減少し、 1.5 GPa 付近で非フェルミ液体的な減少が観測された。

《 来年度の目標 》

複合極限環境下における強相関電子系化合物の電子物性 (巨海玄道)

高圧合成を含むこれまでの結晶育成の経験を生かし、引き続き圧力誘起量子相転移を示す物質探索を行う。対象として $\text{ErAl}_2, \text{CeAl}_2, \text{CeAl}_2, \text{CeIn}_3, \text{Fe}/\text{Cr}$ 層状合金等を予定している。また、圧力誘起量子臨界点近傍において、非フェルミ液体や超伝導等の新奇物性探索をおこなう。

圧力誘起量子臨界現象の探索と精密熱膨張測定システムの開発 (中野智仁)

引き続き、圧力誘起量子臨界現象の探索を行う。対象として Ce を含む強相関近藤化合物、 Ir 等を含む強相関遷移金属酸化物、反強磁性 Cr-V 合金などを扱う。また、キャパシタンス法による熱膨張測定システムを確立し、上記物質群の精密熱膨張および磁歪測定から、量子臨界現象の起源にせまる。

発表論文

《原著論文》

Pressure-induced enhancement of giant magnetoresistance due to crossover of interlayer exchange coupling in Fe/Cr multilayers:

K. Suenaga, S. Higashihara, M. Ohashi, G. Oomi, M. Hedo, Y. Uwatoko, K. Saito, S. Mitani, and K. Takanashi

Phys. Rev. Lett. **98**, (2007). pp. 207202-1-4

High pressure study of novel electronic properties in $\text{Sr}_2\text{Fe}(\text{W}_{1-x}\text{Mo}_x)\text{O}_6$ near metal-insulator transition:

G. Oomi, S. Kaji, Y. Tomioka, and Y. Tokura

International Journal of Modern Physics B **21**, (2007) pp. 3279-3284

Effects of Pressure on the Magnetic and Structural Properties of GdCu:

J. R. Fernandez, M. Ohashi, A. Tashiro, G. Oomi, and J. C. G. Sal

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 51-53

Effect of Pressure on Electrical Resistivity and Magnetoresistance of $\text{Ce}_{1-x}\text{Pr}_x$ -Ce:

Y. Sakigawa, M. Ohashi, and G. Oomi

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp.66-67

Synthesis of Heavy Fermion Ce Compound under High Pressure:

H. Miyagawa, G. Oomi, M. Ohashi, T. Kawae, T. Kubo, and T. Kato

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 72-73

Thermal Expansion Characteristics Associated with Spin Fluctuations under Applied Magnetic Field and High Pressure for $\text{Lu}(\text{Co}_{0.9}\text{Ga}_{0.1})_2$ Laves-Phase Compound:

M. Ohta, A. Fujita, K. Fukamichi, H. Saito, T. Kagayama, G. Oomi, and T. Goto

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 84-85

Anomalous Pressure-Induced Enhancement of GMR in Fe/Cr Magnetic Multilayers:

K. Suenaga, S. Higashihara, G. Oomi, K. Saito, S. Mitani, and K. Takanashi

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 90-91

Low-Energy Magnetic Excitations in CeAl₂ under Pressure Investigated by
²⁷Al-Nuclear Magnetic Resonance Measurement:

S. Tomisawa, S. Wada, M. Ohashi, and G. Oomi

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 164-165

New Apparatus for Precise Electrical Transport Measurements under
Quasi-Hydrostatic Pressures up to 15 GPa:

M. Ohashi, and G. Oomi

J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) Suppl. A **76**, Suppl. A., (2007) pp. 226-227

AC magnetic susceptibility studies of single crystalline CeNiGe₂ under high pressure:

M. Ohashi, G. Oomi, and I. Satoh

Journal of the Physical Society of Japan **76**, (2007) pp. 114712-1-3

著書

Novel Pressure-induced Phenomena in Condensed Matter Systems:

Tomoko Kagayama, Masashi Ohashi, Yoshiya Uwatoko

The Physical Society of Japan

2007年9月発行

複合極限環境下における強相関電子系の最近の発展に関する五島ミニ研究会報告書

2008年2月発行

講演

《 海外での講演 》

Pressure-induced Electric Instability Near the Magnetic Ordering (invited)

International conference of Highly Correlated Electron System

G. Oomi, M. Ohmura, K. Sakai, M. Ohashi and K. Cho

Pohang, Korea

《 国内での講演 》

強磁性 ErAl_2 における Ce 置換効果 II:

宮川英典, 大橋政司, 巨海玄道, 佐藤伊佐務, 小松原武美
日本物理学会 第 62 回年次大会

高圧・強磁場下における $\text{Pd}_{1-x}\text{Ni}_x$ 希釈合金の電気抵抗:

岩井貞憲, 大橋政司, 巨海玄道
日本物理学会 第 62 回年次大会

Fe/Cr 人工格子の巨大磁気抵抗に対する圧力効果:

弥生達彦, 末永和史, 巨海玄道, 斎藤今朝美, 三谷誠司, 高梨弘毅
日本物理学会 第 62 回年次大会

高圧下における CeAu_2Si_2 の磁性と伝導:

大村美央, 巨海玄道, 大橋政司, 佐藤伊佐務, 青木晴善, 小松原武美
日本物理学会 第 62 回年次大会

高圧下における Ce の電気抵抗及び磁気抵抗:

酒井久美子, 宮川英典, 大村美央, 巨海玄道, 大橋政司
日本物理学会 第 62 回年次大会

極低温強磁場実験用圧力セルの開発:

八板克仁, 和田統, 吉田靖雄, 稲垣祐次, 河江達也, 大橋政司, 巨海玄道
日本物理学会 第 62 回年次大会

おわりに: 今後の展望:

巨海玄道
日本物理学会 第 62 回年次大会

圧力を使った生鮮果汁の殺菌の試み:

黒木拓哉, 弥生達彦, 酒井久美子, 大村美央, 小早川義尚, 巨海玄道
第 48 回高圧討論会

高圧下における Fe/Cr 金属人工格子の巨大磁気抵抗:

弥生達彦, 末永和史, 巨海玄道, 斎藤今朝美, 三谷誠司, 高梨弘毅
第 48 回高圧討論会

Ce 化合物の高圧合成:

酒井久美子, 宮川英典, 大橋政司, 浅野貴行, 巨海玄道, 久保友明, 加藤工, 河江達也
第 48 回高圧討論会

New method for the Sterilization Using High Pressure:

M. Ohmura, K. Sakai, T. Kuroki, T. Yayoi, G. Oomi, Y. Kobayakawa

1st International Symposium on Aqua Science, Water Resources and Innovation Development of Countryside

$\text{Fe}_{70}\text{Ni}_{30}$ のマルテンサイト変態に対する臨界圧力近傍の磁性と電気伝導:

岩井貞憲, 巨海玄道

第 113 回日本物理学会九州支部例会

極低温強磁場実験用圧力セルの開発:

八板克仁, 和田統, 吉田靖雄, 稲垣祐次, 河江達也, 大橋政司, 巨海玄道

第 113 回日本物理学会九州支部例会

近藤化合物 CeAu_2Si_2 の反強磁性に及ぼす圧力・磁場効果:

大村美央, 巨海玄道, 佐藤伊佐務, 青木晴善, 小松原武美

第 113 回日本物理学会九州支部例会

Fe/Tb 人工格子薄膜の巨大磁気抵抗と圧力効果:

大橋政司, 巨海玄道, 櫻井浩日本物理学会 第 63 回年次大会

$\text{Ho}_{1-x}\text{Y}_x\text{Ni}_2\text{B}_2\text{C}$ における超伝導転移点の異常な圧力効果:

巨海玄道, 大村美央, 崎川幸夫, B.K.Cho

日本物理学会 第 63 回年次大会

極低温強磁場実験用圧力セルの開発 II:

八板克仁, 和田統, 吉田靖雄, 稲垣祐次, 河江達也, 大橋政司, 巨海玄道

日本物理学会 第 63 回年次大会

文系学生に対する物理学講義の試み:

酒井久美子, 中野智仁, 巨海玄道

日本物理学会 第 63 回年次大会

強相関酸化物 BaIrO_3 に対する Ru 置換効果:

中野智仁, 寺崎一郎, 巨海玄道

日本物理学会 第 63 回年次大会

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

特定領域研究 (2) パノスコピック形態制御された希土類系物質の高圧力誘起電磁物性
(研究代表者: 巨海玄道)

他大学での研究と教育

中野智仁, 巨海玄道, 大村美央: 東京大学物性研究所で「反強磁性体 CeAu_2Si_2 の圧力効果」に関する研究を行った。

中野智仁, 巨海玄道, 酒井久美子: 東京大学物性研究所で「高圧下における Ce 化合物の量子臨界現象の探索と物性評価」に関する研究を行った。

学部 4 年生卒業研究

黒木拓哉: (指導教員、巨海玄道): 圧力を使った生鮮果汁の殺菌の試み

修士論文

岩井貞憲: (指導教員、巨海玄道): Ni を含む弱強磁性合金の磁気不安定点近傍における電子物性

大村美央: (指導教員、巨海玄道): 高濃度近藤物質 CeAu_2Si_2 の電子物性と圧力の効果

学外での学会活動

虹の松原研究会の開催 (国際会議 NP2CMS 実行委員会と九大極限環境リサーチコアとの共催)

その他の活動と成果

第9回中国・四国・九州地区 理数科高等学校課題研究発表大会審査委員会 委員長
巨海玄道

多体系基礎論 III

研究室構成員

和田裕文 教授

日高昌則 准教授 光田暁弘 准教授

浅野貴行 助教

《 大学院 博士課程 》

Ruwan Palitha Wijesundera

《 大学院 修士課程 》

鈴木寛志 市村収太 平野正士 松尾省吾

山田健二 大隈俊哉 貞松康史 西原林太郎

西村泰三 杉島正樹

《 学部 卒業研究生 》

荒岡信隆 佐田國修 松浦圭介 的場智広

桃枝理彰

《 研究生 》

常葉信生

《 訪問研究者 》

播磨尚朝 神戸大学理学研究科 教授 岡村哲至 東京工業大学総合理工学研究科 教授

伊東繁 熊本大学衝撃・極限環境研究センター長

担当授業

電磁気学 (和田裕文), 物性物理学 I (和田裕文), 素励起物理学 (和田裕文), コアセミナー (和田裕文), 回折物理学 (日高昌則), 熱と波動論基礎 (日高昌則), 固体物理学特論 (日高昌則), 結晶物理学 (日高昌則)、力学基礎・同演習 (光田暁弘), 磁性体物理学 (光田暁弘), 基礎物理実験学・同実験 (光田暁弘), 物理学総合実験 (浅野貴行)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

高圧下の磁気熱量効果の研究 (和田裕文)

われわれは強磁性から常磁性へと一次転移する遷移金属磁性体が、大きな磁気熱量効果を示す可能性があることを指摘し、 $\text{MnAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ が室温で巨大磁気熱量効果を示すことを見出してきた。最近 MnAs が高圧下で超巨大磁気熱量効果を示すという報告がなされた。そこで高圧下で磁化を測定する装置を開発し、それを用いて $\text{MnAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ の超巨大磁気熱量効果を検証することを目的とする。

巨大磁気熱量効果を示す新物質の開発 (和田裕文、光田暁弘)

NEDO 委託研究の室温磁気冷凍材料の開発を目的として $\text{MnAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ に代わる巨大磁気熱量効果を示す新物質を開発する。

ナノ構造を中間相とする巨大磁気熱量効果物質の探索 (和田裕文)

プニクゲンなど蒸気圧の高い元素を含む化合物を効率よく作製する方法として、メカニカルミリングに着目し、まず遷移金属とプニクゲンのアモルファスやナノ構造の中間相を得て、それに熱処理を施すことによって化合物を作製する手法を磁気熱量効果物質の探索に応用する。

希土類化合物の試料作製および圧力・磁場効果測定による新奇物性の探索と解明 (光田暁弘、和田裕文)

希土類金属の磁性は、4f 電子と伝導電子の相互作用の種類や強弱によって、多種多様な振舞を見せる。この相互作用を試料作製時の原子置換、圧力、磁場によって制御し、新しい物性を発掘したり、その物性の起源に関する知見を得る。より具体的には価数転移、電荷秩序などを示す希土類化合物に焦点を当てて研究を行う。

幾何学的競合効果及びクロミック効果をもつ低次元磁性体のモデル物質の探索 (浅野貴行)

これまで数多くの低次元磁性体のモデル物質の探索を行ってきたが、単なる低次元磁性体特有の磁氣的性質だけでなく付加的に他の効果も併せ持つ新しい磁性体の探索に取り組みたい。特に、昨年度同様、低次元 (一次元及び二次元) 磁性体であり幾何学的に磁氣的相互作用が競合することによる新しい磁気現象を示すモデル物質や様々な条件下で結晶の色が変化するクロミック効果をもつ新奇モデル物質の探索を行う。

《 今年度の成果 》

高圧下磁気熱量効果の研究 (和田裕文)

MnAs の圧力下磁気熱量効果を 6kbar まで測定した。磁気エントロピー変化 ΔS_M

は圧力の増加にしたがって少し上昇するが、圧力が0.25GPaより大きくなると減少する。さらに0.3GPa以上で磁気熱量効果は消失した。これはMnAsの室温での結晶構造が0.3GPaでMnP型構造に転移してしまうためである。結果的に超巨大磁気熱量効果は観測されなかった。MnAs_{1-x}Sb_xのx=0.07と0.3についても測定を行ったが、超巨大磁気熱量効果は見られなかった。Clausius-Clapeyronの関係を用いて ΔS_M を評価してみたところMnAsでもMnAs_{0.93}Sb_{0.07}でもMaxwellの関係式から得た値とおおむね同じになる。このことから今回の測定結果は信用できるものと考えられる。さらに測定手法の検討を行った結果、過去の報告で観測された超巨大磁気熱量効果の原因は測定器の測定シーケンスの問題であるとの可能性が高くなった。

巨大磁気熱量効果を示す新物質の開発 (和田裕文、光田暁弘)

昨年度のLa(Fe_{1-x-y}Co_xSi_y)₁₃化合物に引き続き、希土類-Fe高濃度化合物について探索を行った。なかでもPr₂Fe₁₇はキュリー温度が室温付近で広い温度範囲にわたって磁気熱量効果が表れ、 ΔS_M のピーク値と半値幅の積で与えられる冷凍性能指数RCPはGdと同程度になることを見出した。この物質はGdに代わる磁気冷凍材料として期待される。

ナノ構造を中間相とする巨大磁気熱量効果物質の探索 (和田裕文)

Fe₂Pは200K付近で強磁性から反強磁性に一次転移する物質であるが、Pの蒸気圧が高いのに対して、化合物の融点も高く良質な試料の作製がむずかしい。そこで原料にメカニカルミリングを施したところ、約600時間でアモルファスが生成することがわかった。さらにこのアモルファスに熱処理を行うことによってFe₂P型の単相を得ることに成功した。この化合物は280K付近にキュリー温度を持つ強磁性体であり、広い範囲で磁気熱量効果があわられることがわかった。

希土類化合物の試料作製および圧力・磁場効果測定による新奇物性の探索と解明 (光田暁弘、和田裕文)

本年度は、YbPdとYbInNi₄について詳しく調べた。

YbPdは価数揺動物質であり、4つの転移を示すことが知られている。これらの転移の起源についてはよくわかっていないので、純良な試料を作製し、圧力効果を調べた。試料については、Ta管に原料を封入し縦型モリシリ炉で1400℃以上で溶解することによって、不純物のない純良試料を作製することに成功した。電気抵抗の測定によって鋭い転移も観測され、これまでに報告されている試料に匹敵するものが得られた。この試料を用いて高圧下で電気抵抗を測定したところ、105Kと125Kの転移点が圧力によって急速に低温側へシフトし、2GPa程度で転移が消失することが明らかになった。

これらの転移は温度ヒステリシスを伴うことを見出し、一次転移であることが明らかになったが、転移点の圧力依存性はクラウジウス-クラペイロンの関係を満たしており、これを支持する。この2つの転移について、電荷秩序によるものとの仮説を立て、構造相転移が観測されないこととの整合性や今後の問題点を議論した。

YbInNi₄は $T_C = 3$ Kの強磁性体である。この物質の振舞は価数転移を示すYbInCu₄の高温相と酷似している。YbInCu₄については以前、圧力をかけて高温相を安定化することで強磁性が出現することを見出した。そこで今回、逆にYbInNi₄に対して負の圧力を加えることで、価数転移や価数の不安定性に起因する異常物性などが出現することを期待して実験を行った。YbInNi₄のNiサイトをPtで置換していくと、立方晶AuBe₅型構造を保ちながら、格子定数が増加した。Ptを30%置換した試料では格子定数が2.5%大きくなり、負の化学的圧力を加えることに成功した。それとともに T_C が単調に減少する振舞も観測された。しかしながら、より高温側ではYbの価数が3価のまま変化しない(すなわち価数は安定なままの)様子が観測される。従って、この系ではYbの価数はむしろ非常に安定で、ランダムネスの導入によって磁気秩序が不安定化したと考えられる。

幾何学的競合効果及びクロミック効果をもつ低次元磁性体のモデル物質の探索 (浅野貴行)

幾何学的競合効果をもつ低次元、特に一次元反強磁性体のモデル物質の探索を行い、ダイヤモンド構造が期待される一次元反磁性体の有力なモデル物質である

Cu₃(CrO₄)₂(OH)₂(C₅H₅N)₂の合成及び磁氣的性質の測定を実施した。特に、強磁場磁化測定の結果においては、一次元ダイヤモンド構造を反映した磁化のプラトー現象を観測することに成功した。ダイヤモンド構造から理論的に期待されるダイマー-モノマーモデルを用いて磁化率、比熱、強磁場磁化測定の結果を定量的に説明することができた。しかし、極低温下で観測されている新しい磁化プラトー現象等は、興味深い未解決の問題であり、今後、新たなモデルを提唱して説明を試みる予定である。

他の付加的な効果をもつ低次元磁性体として、クロミズムの性質を有するCuMoO₄の合成及び磁氣的性質の測定を実施した。クロミズム効果を誘発する構造相転移に伴い巨大な磁氣的性質の変化を観測し、極低温下での強磁場磁化測定では、磁氣的構造を反映した非線形磁化過程を観測した。今後、他の巨視的及び微視的測定を実施し、それらの結果を相補的に理解することにより磁氣的性質を明らかにする予定である。

《 来年度の目標 》

パイライト化合物の高圧下磁気熱量効果や磁気抵抗効果の研究 (和田裕文、光田暁弘)

遍歴電子メタ磁性体の典型であるパイライト化合物に着目し、高圧下での磁気熱量効果や磁気抵抗効果の研究を行う。

磁気冷凍材料の開発 (和田裕文、光田暁弘)

これまで NEDO の委託研究で行ってきた巨大磁気熱量効果物質を磁気冷凍作業物質へと応用するためのプロセスに関する研究を行う。

ナノ構造を中間相とする巨大磁気熱量効果物質の探索 (和田裕文)

本年度に引き続き Fe-P 系についてナノ構造を中間相とする巨大磁気熱量効果物質の探索を行う。

希土類化合物の試料作製および圧力・磁場効果測定による新奇物性の探索と解明 (光田暁弘、和田裕文)

本年度に引き続き、YbPd の価数揺動に対する圧力効果について、体積異常に注目したより多面的な研究を行っていく。また、Eu 化合物の多段の価数転移に注目して研究を行う。更に、最近新しく構造が報告された層状化合物に注目し、新奇物性探索のターゲットとして研究を行っていく。

クロミック効果及びヘテロな周期的相互作用をもつ低次元磁性体の磁氣的性質 (浅野貴行)

昨年度から研究に着手したクロミック効果をもつ低次元磁性体の巨視的及び微視的研究を継続して行い、そのクロミック効果による磁気応答の巨大な変化の観測を試みる。さらに構成イオンを置換することによりクロミズム効果を誘発する構造相転移の制御を試みる。またヘテロな周期的相互作用をもつ低次元磁性体の新しいモデル物質の探索を行い、その構造を反映した新奇な磁気量子現象の観測を目標とする。

発表論文

《 原著論文 》

Direct measurements of magnetocaloric effects of $Mn_{1+\delta}As_{1-x}Sb_x$:

H. Wada, T. Asano, M. Ilyn and A. M. Tishin

J. Magn. Magn. Mater., **310** (2007) pp. 2811-2812

Giant Magnetocaloric Effect and Soft-mode Magneto-structural Phase Transition in

MnAs:

J. D. Zou¹, H. Wada, B. G. Shen, J. R. Sun and W. Li
EPL, **81** (2008) 47002

Electronic and Magnetic States of Mn_{2.97}Co_{0.03}GaC Studied by Soft X-ray Photoemission and Magnetic Circular Dichroism:

A. Matsumoto, M. Tsunekawa, S. Suga, H. Wada, T. Muro, T. Nakamura, and S. Imada
Jpn. J. Appl. Phys., **47** (2008) pp. 1567-1569

Transport properties accompanied by collapse of antiferromagnetism of Eu(Pt_{1-x}Ni_x)₂Si₂:

A. Mitsuda, Y. Ikeda, N. Ietaka, S. Fukuda, Y. Isikawa
Physica B, **403** (2008) pp. 786-788

Electrical resistivity of heavy fermion cubic YbCu₅ under high pressure:

Akihiro Mitsuda, Kiyonori Yamauchi, Naohito Tsujii, Kazuyoshi Yoshimura, Yosikazu Isikawa, Yuh Yamada
J. Phys. Soc. Jpn., **76** (2007) Suppl. A pp. 78-79

Submillimetre and millimetre wave ESR study of manganese spinel compound LiMn₂O₄:

S. Takano, T. Kaji, S. Okubo, H. Ohta, M. Yoshida, S. Kimura, R. Dziembaj, M. Molenda, C. Rudowicz, Y. Inagaki, and T. Asano,
J. Phys.: Condens. Mater, **19** (2007) 145266

Observation of Direct Transitions in the Ferromagnetic and Antiferromagnetic Dimer System (CH₃)₂NH₂CuCl₃ by High-Field ESR:

Makoto Yoshida, umiko Kitano, Yuji Inagaki, Takahiro Sakurai, Motoi Kimata, Susumu Okubo, Hitoshi Ohta, Keiichi Koyama, Mitsuhiro Motokawa, Takayuki Asano, and Yoshitami Ahjiro,
J. Phys. Soc. Jpn., **76** (2007) 113704

《Proceedings》

Development of Room Temperature Magnetic Refrigerator -overall plan,
N. Hirano, S. Nagaya, T. Okamura, T. Kawanami and H. Wada,
Proc. 2nd Int. Conf. on Magnetic Refrigeration at Room Temperature, Portoroz,
Slovenia Ed.A. Poredos and A. Sarlah , (IIR-IIF, Paris, 2007) p281-p287.

The magnetic properties of $S=1/2$ quasi-one-dimensional-quantum spin system
DMACuCl₃ in magnetic fields:

Osamu Wada, Yasuo Yoshida, Yuji Inagaki, Takayuki Asano, Tatsuya Kawae,
Kazuyoshi Takeda and Yoshitami Ajiro,
J. Magn. Magn. Mater., **310** (2007) 384-386

《 その他の論文 》

Shock Compaction of MnAs_{1-x}Sb_x Powder using Underwater Shock Wave,
Y. K. Kim, H. Wada and S. Itoh,
Proc. 15th APS Topical Conference on Shock Compression of Condensed Matter,
Kohala Coast, Hawaii, 2007.

講演

《 海外での講演 》

Transport properties accompanied by collapse of antiferromagnetism of
Eu(Pt_{1-x}Ni_x)₂Si₂:
A. Mitsuda, Y. Ikeda, N. Ietaka, S. Fukuda, Y. Isikawa
SCES07, Hilton Americas, Downtown Houston, USA, 2007年5月18日

Possible Magnetocaloric Materials in the Vicinity of a First-Order Magnetic Transition:

和田裕文

オランダ, デルフト大学, 2008年3月6日

《 国内での講演 》

Yb 金属間化合物における圧力誘起強磁性:

光田暁弘

第8回極限環境科学リサーチコア研究会-虹ノ松原研究会 2007年6月1日

MnAs の磁気熱量効果に及ぼす圧力効果:

松尾省吾, 光田暁弘, 和田裕文

物理学会第 62 回年会

YbInNi₄ の強磁性に対する原子置換効果:

光田暁弘, 平野正士, 西原林太郎, 和田裕文

物理学会第 62 回年会

YbPd における圧力下電気抵抗測定:

山田健二, 光田暁弘, 和田裕文

物理学会第 62 回年会

ダイヤモンド鎖 Cu₃(CrO₄)₂(OH)₂(C₅H₅N)₂ の構造と磁性:

市村収太, 西村泰三, 浅野貴行, 和田裕文, 稲垣祐次, 河江達也, 福井智哉, 鳴海康雄, 金道浩一

物理学会第 62 回年会

極低温下 ESR 測定によるスピングャップ系低エネルギー励起の観測 II:

稲垣祐次, 河江達也, 浅野貴行, 網代芳民

物理学会第 62 回年会

カゴメ格子反強磁性体 Cu₂O(SO₄) の磁気秩序:

大原泰明, 久保田正人, 浅野貴行

物理学会第 62 回年会

立方晶 CsCl 型化合物 YbPd における圧力効果:

光田暁弘

東京大学物性研究所短期研究会「圧力を物理パラメーターとした低温物性研究の今後の展望」2007 年 10 月 11 日

Possible Magnetic Refrigerant Materials near Room Temperature:

La(Fe_xCo_ySi_{1-x-y})₁₃:

和田裕文

International Conference on Magneto-Science 2007 (広島) 2007 年 11 月 13 日

ErNi の比熱に及ぼす元素置換効果:

鈴木寛志, 光田暁弘, 和田裕文

第 113 回物理学会九州支部例会

La(FeCoSi)₁₃ の磁気冷凍特性:

貞松康史, 和田裕文

第 113 回物理学会九州支部例会

CsCl 型化合物 YbPd の価数揺動に対する圧力・磁場効果:

光田暁弘

湯川記念財団望月基金記念講演会「これからの磁性研究」2008 年 3 月 22 日

価数揺動物質 EuNi₂(Si_{1-x}Ge_x)₂ のパルス強磁場 XMCD:

松田康弘, Ouyang Zhongwen, 野尻浩之, 稲見俊哉, 大和田謙二, 鈴木基寛, 河村直
巳, 光田暁弘, 和田裕文

物理学会第 63 回年会

YbInNi₄ の強磁性に対する負の化学的圧力効果:

光田暁弘, 平野正士, 和田裕文, 菅健一, 鳴海康雄, 金道浩一

物理学会第 63 回年会

CuMoO₄ 単結晶の磁性:

伊藤利充, 高木英典, 浅野貴行

物理学会第 63 回年会

スピングャップ磁性体 DMACuCl₃ の単結晶および粉末状試料における磁場中物性:

河江達也, 和田統, 稲垣祐次, 吉田靖雄, 浅野貴行

物理学会第 63 回年会

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

文部省科学研究費補助金、基盤 B

圧力下におけるマンガン化合物の超巨大磁気熱量効果

研究代表者：和田裕文

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

旭硝子財団研究助成

ナノ構造を中間相とする巨大磁気熱量効果物質の探索

学部4年生卒業研究

荒岡信隆：(指導教員、光田暁弘)：立方晶ラーベス型 Yb 化合物の試料作製

佐田國修：(指導教員、和田裕文)：CoS₂ の圧力下での磁気熱量効果

松浦圭介：(指導教員、光田暁弘)：EuCo₂P₂ の試料作製と磁性

的場智広：(指導教員、光田暁弘)：YbPd の高圧下磁化測定

桃枝理彰：(指導教員、和田裕文)：ボールミルによる Fe₂P 型化合物の作製と磁気熱量効果

修士論文

市村収太：(指導教員、浅野貴行)：構造を有する一次元反強磁性体

Cu₃(CrO₄)₂(OH)₂(C₅H₅N)₂ の合成と磁性

鈴木寛志：(指導教員、和田裕文)：ErNi の比熱に及ぼす元素置換効果

平野正士：(指導教員、光田暁弘)：YbInNi₄ の強磁性に対する原子置換効果

松尾省吾：(指導教員、和田裕文)：圧力下における MnAs_{1-x}Sb_x の磁気体積効果

山田健二：(指導教員、光田暁弘)：YbPd の高圧・強磁場効果

博士論文

Ruwan Palitha Wijesundera：(指導教員、日高昌則)：Correlation among Photoelectronic Properties, Structures, and Electronic Band States near the Fermi Level in Electrodeposited Semiconductor Thin Films (Cu₂O, CuO) and CuO/Cu₂O Heterojunction

外国人留学生の受け入れ

Rosantha Kumara、受入教員：日高昌則

Ruwan Palitha Wijesundera、受入教員：日高昌則

学外での学会活動

和田裕文：物理学会九州支部長

受託研究・民間との共同研究

和田裕文：中部電力株式会社との業務分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発に関する共同研究（NEDO 委託研究）

その他の活動と成果

和田裕文：Elsevier 社 Physica B エディター

和田裕文：九州大学低温センター長

和田裕文：九州大学理学部極低温研究室室長

和田裕文：東京大学物性研究所共同利用施設専門委員

物性理論研究室

研究室構成員

小田垣 孝 教授

吉森 明 准教授

松井 淳 助教

《 博士研究員 》

森 史 (学術研究者 (博士研究員)) 吉留 崇 (学術研究者 (博士研究員) 4 月末まで)

《 大学院 博士課程 》

桜井 雅史 (前期休学) 大久保 毅 (日本学術振興会特別研究員 [DC1])

梅崎 雅寛 尾嶋 拓

藤江 遼 野中 圭輔 (休学)

《 大学院 修士課程 》

浴本 亨 重松 芳彦 水口 朋子 光明 丈浩

《 学部 卒業研究生 》

稲吉 裕子 姫野 貴紀 平井 安由美 前田 啓詔

《 訪問研究者 》

Professor Vo Van Hoang (HochiMinh City National University)

(日本学術振興会外国人招へい研究者)

担当授業

小田垣 孝 :

前期 : 物理学入門、特別研究 I

後期 : 統計力学 I、統計力学演習、物理学総論、特別研究 II

吉森 明 :

前期 : コアセミナー、統計力学 II、統計力学補習

後期 : 非平衡物理学、特別研究 II

松井 淳 :

前期 : 解析力学演習

後期 : 統計力学演習

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

[I] 非平衡系・複雑系を中心とした物性理論（小田垣孝、松井淳、吉森明）

非平衡系における転移現象を統一的な視点から理解できる理論的枠組みを構築する。四体相関関数を用いて、構造複雑系の動的性質の特徴を明らかにする。ネットワーク理論を用いて不規則系の空間構造を解析する方法を研究する。

[II] 化学物理の理論的研究（吉森明）

量子液体の動的性質を明らかにする。昨年度の研究成果をふまえ、簡単なモデルでセントロイド分子動力学やリングポリマー分子動力学の妥当性を検討するとともに、全体の成果をまとめる。また、大きな粒子の拡散に対する溶媒の相互作用の影響を明らかにする。昨年度開発した新しい理論を具体的な系に応用する。さらに、昨年度から着手したイオン液体の研究で成果をあげる。

[III] 社会物理学・生物物理学の理論的研究（小田垣孝）

細胞、微生物、動物、人間の社会に見られる自己組織化を統一的に記述するモデルを考え、いじめの発生、階級社会の発生などについて具体的な事例を研究する。また、ネットワークの形成過程を統計力学の立場から研究する。

《 今年度の成果 》

[I] 非平衡系・複雑系を中心とした物性理論（小田垣孝、松井淳、吉森明）

1. ガラス転移の統一理論

(a) 非線形エネルギー応答理論（田川）

昨年度得た2次の非線形比熱の理論に関する成果をもとに論文を執筆した。

(b) 剛体球ガラスにおける自由エネルギーランドスケープ（吉留）

昨年度得た密度汎関数理論を用いた剛体球ガラスにおける自由エネルギーランドスケープの計算結果に基づき論文を執筆した。

(c) 1成分ガラス形成系のシミュレーション（水口）

レナード・ジョーンズ・ガウスポテンシャルを用いた分子動力学シミュレーションにより、単純1成分系のガラス化に成功した。ガラス転移点

の冷却速度依存性など、実際のガラス形成物質で観測されているのと同じ振る舞いが見られることを示した。

- (d) 自由エネルギーランドスケープ描像におけるガラス形成物質の緩和過程 (浴本)

自由エネルギーランドスケープ上のダイナミクスを解析し、遅い緩和、速い緩和、Johari-Goldstein 緩和が自由エネルギーランドスケープ描像で定性的に理解できることを示した。

- (e) 1 成分系ガラスの動的構造因子計算 (光明)

レナード・ジョーンズ・ガウスポテンシャルをもつ単純 1 成分系でガラスの動的性質を調べた。長時間ガラス状態を保つ事が確認でき、ガラス状態における粒子の運動を明らかにした。

- (f) 配置エントロピー (S_c) の物理的な意味 (吉森)

昨年定式化した自由エネルギーランドスケープ描像による S_c の理論を具体的な系に応用し、比熱から測定される量との定量的な差を明らかにした。

2. スモールワールドにおける同期現象 (森)

昨年度得たスモールワールドネットワークにおける四つの結合振動子系の同期現象の特徴について、考察を深め、論文を執筆した。

3. 2 体・4 体相関関数から見た準結晶のフェイゾンダイナミクス (梅崎)

準結晶の局所的な原子の移動現象を 1 次元非調和振動子系の 4 体相関関数及び、2 次元レナード・ジョーンズ・ガウス系の 2 体相関関数を用いて調べ、フェイゾンフリップの特徴的時間スケールの温度依存性を求めた。

4. 分散された剛体回転楕円体のパーコレーション (前田)

パッキングパーコレーション法を用いて、扁平な回転楕円剛体分散系のパーコレーション閾値をアスペクト比の関数として求めた。

5. 境界摂動法の展開 (大久保)

時間変化するホッピング項をもつ一次元強束縛系について、境界摂動に対する応答から共鳴的に透過が減少することを見だし、理論的解析によってその起源を明らかにした。

6. 初到達・初帰還時間分布とネットワーク構造との関係 (尾嶋)

Watts-Strogatz ネットワークを用いて、ランダムウォーカーの初到達・初帰還時間の分布とネットワーク構造との関係を調べた。Small-world ネットワー

クでの初帰還時間分布には、ローカルな構造の影響とグローバルな構造の影響とが異なる時間スケールに現れることを示した。

[II] 化学物理の理論的研究 (吉森明)

1. 荷電剛体球系の融点の計算 (吉森)

イオン液体における低融点を解明するために、剛体球に e と $-e$ の電荷を持った 2 種混合系の融点を密度汎関数法により計算した。計算したパラメータの範囲内では、融点の直径依存性は圧力を一定にしても、密度を一定にしても、ほとんど変わらない事が明らかになった。

2. DNA 内の電子移動反応に対するミスマッチの影響 (姫野)

DNA での電子移動反応について強束縛近似を用いて計算し、DNA にミスマッチペアが存在したときの影響を調べた。ミスマッチペアが存在すると移動速度が下がることを示した。

3. 密度汎関数法の剛体球系への応用と WCA 理論 (平井)

密度汎関数法を用いて剛体球ポテンシャル系の固相-液相の転移点の計算を行った。さらに WCA 理論を用いてレナードジョーンズ系において参照系とした剛体球の直径を求める計算を行った。

4. 溶液中の大きな溶質の拡散係数 (稲吉)

不均一線形ランジュバン方程式と流体力学を合わせた手法を用い、溶液中の剛体球の拡散係数を計算した。これにより、大きな溶質の拡散係数に対する溶質-溶媒間相互作用の重要性を数値的に示した。

[III] 社会物理学・生物物理学の理論的研究 (小田垣孝)

1. 好戦的社会における階級社会の自己組織化 (藤江)

エージェントベースモデルを用い、好戦的な集団で構成される社会において、数密度の増加に伴い、平等社会から二つの特徴的な階級社会への転移が起こることを示した。

《 来年度の目標 》

[I] 非平衡系・複雑系を中心とした物性理論 (小田垣孝、松井淳、吉森明)

1. カノニカル集団における密度汎関数理論の開発とその応用
 - ・レナード・ジョーンズ・ガウス型ポテンシャルで相互作用する1成分単純系の相図を、密度汎関数理論で決定する。
 - ・この系の自由エネルギーランドスケープを求め、ガラス転移点などを決定するためのランドスケープの統計情報を求める。
2. 自由エネルギーランドスケープによる協調緩和領域内ダイナミックの記述
 - ・Mori-Zwanzigの方法を用いてランドスケープ上のダイナミクスを協調緩和領域内のダイナミクスに射影し、第1原理に基づいて遅い緩和と速い緩和が記述できることを示す。
 - ・Kramersの方法を多次元空間内の反応座標曲線に適用し、ベイスン間の遷移確率とランドスケープ曲面の特徴との関係を明らかにする。
 - ・動的密度汎関数理論と自由エネルギーランドスケープとの関係を明らかにする。
3. モデルガラス形成物質の分子動力学シミュレーション
 - ・レナード・ジョーンズ・ガウス型ポテンシャルで相互作用する1成分単純系の分子動力学シミュレーションにより、ガラスの結晶化過程を詳細に調べ、待ち時間・温度平面における相図を決定する。
 - ・ダイナミクスを主成分に基づいて解析し、自由エネルギーランドスケープを決定する。
 - ・液体 - 過冷却液体の構造の圧力依存性を明らかにする。
4. ネットワークの拡散問題と構造との関係を明らかにする。
5. レナード・ジョーンズ・ガウス型ポテンシャルで相互作用する1成分単純系の2次元準結晶について、フェイズンの特徴を明らかにする。
6. レナード・ジョーンズ・ガウス型ポテンシャルで相互作用する1成分単純液体における液体 - 液体転移の特徴を分子動力学シミュレーションにより明らかにする。

[II] 化学物理の理論的研究 (吉森明)

溶液中の化学現象やDNA等の生命現象に応用できる統計力学的な理論を構築する。今年度は大きく3つのテーマを考える。1つめは、大きな粒子の拡散で、溶媒の相互作用の影響を明らかにする。昨年度までに開発した理論を使って、相互作用の全くないもの、斥力だけのもの、引力のある溶媒中の拡散係数を計算し比較する。2つめは、引力の入った系の固液相転移で、具体

的な系に密度汎関数法を適応し、安定な相を明らかにする。3つめは、DNAの電子移動で、昨年度開発した理論を実際の実験系に応用して、実験結果と比較することにより、そのメカニズムを明らかにする。

[III] 社会物理学の理論的研究 (小田垣孝)

社会現象を理解するために、様々な現象に対してエイジェントに基づくモデルを構築し、社会構造の進化を研究する。

発表論文

《原著論文》

1. T. Odagaki and T. Ekimoto:
“Fast and Slow Relaxations in the Free Energy Landscape”,
J. Non-Crys. Solids, **353**, 3928–3931 (2007).
2. T. Okubo and T. Odagaki:
“Mean-field analysis of phase transitions in the emergence of hierarchical society”,
Phys. Rev. E, **76**, 036105 (2007).
3. T. Yoshidome, A. Yoshimori and T. Odagaki:
“Free energy landscape and cooperatively rearranging region in a hard sphere glass”,
Phys. Rev. E, **76**, 021506 (2007).
4. H. Oshima and T. Odagaki:
“The Storage Capacity and Retrieval Time of Small-world Neural Networks”,
Phys. Rev. E, **76**, 036114 (2007).
5. S. Akagawa and T. Odagaki:
“Geometrical percolation of hard-core ellipsoids of revolution in the continuum”,

Phys. Rev. E, **76**, 051402 (2007).

6. F. Tagawa and T. Odagaki:
“Nonlinear Energy Response of Glass Forming Materials”,
J. Phys.: Condens. Matter, **20**, 035105 (2008).
7. Vo Van Hoang and T. Odagaki:
“Molecular dynamics simulations of simple monatomic amorphous nanoparticles”,
Phys. Rev. B, **77**, 125434 (2008).
8. 松井淳, 村中正:
“ソフトコアのガラス転移ダイナミクス”,
分子シミュレーション研究会会誌アンサンブル, **4(9)**, 41 (2007).
9. A. Yoshimori:
“A molecular theory of large-solute diffusion”,
Condensed Matter Physics, **10**, 563 (2007).

《Proceedings》

1. Y. Imoto and T. Odagaki
“Diffusion on diffusing particles”, Diffusion Fundamentals II (Leipziger Universitätsverlag, 2007), P 132–138
2. R. Fujie and T. Odagaki
“Effects of Superspreaders in Spread of Epidemic”, Diffusion Fundamentals II ed. S. Brandani, C. Chmelik, J. Kärger and R. Volpe (Leipziger Universitätsverlag, Leipzig, 2007) p. 154–155.
3. T. Ekimoto, T. Odagaki and A. Yoshimori
“Separation of Dynamics in the Free Energy Landscape”, CP982, Complex Systems eds. M. Tokuyama, I. Oppenheim and H. Nishiyama (AIP, 2008) 211–214.

4. T. Mizuguchi, T. Odagaki, M. Umezaki, T. Koumyou and J. Matsui
“Glass Transition in a Spherical Monoatomic Liquid”, CP982, Complex Systems eds. M. Tokuyama, I. Oppenheim and H. Nishiyama (AIP, 2008) 234–237.
5. 久保田陽二, 小田垣孝
“接合戸田格子にけるソリトンの異常透過”, 九州大学応用力学研究所研究集会報告 No. 19ME-S2,83–88 (2008)

《 その他の論文 》

1. 小田垣 孝
私の研究観「研究の歓び」, CAMM News **34**, 1 (2007).

講演

《 海外での講演 》

1. T. Mizuguchi, J. Matsui and T. Odagaki:
“Glass transition in a simple monatomic liquid”
23rd International Conference on Statistical Physics of the International Union for Pure and Applied Physics (Genova, Italy July 9-13, 2007)
2. T. Ekimoto, A. Yoshimori, and T. Odagaki:
“Relaxation processes in the free energy landscape”
23rd International Conference on Statistical Physics of the International Union for Pure and Applied Physics (Genova, Italy July 9-13, 2007)
3. J. Matsui and T. Odagaki:
“Cooperatively Rearranging Region near the glass transition -Direct Measurement via Molecular-Dynamics Simulation-”
23rd International Conference on Statistical Physics of the International Union for Pure and Applied Physics (Genova, Italy July 9-13, 2007)

4. T. Okubo and T. Odagaki:
 “Novel transition in emergence of social hierarchy”
 23rd International Conference on Statistical Physics of the International Union for Pure and Applied Physics (Genova, Italy July 9-13, 2007)

5. R. Fujie and T. Odagaki:
 “Effects of superspreader in spread of epidemic”
 Diffusion Fundamentals II, Diffusion Fundamentals II (L’Aquila, Italy August 26-29)

6. M. Umezaki and T. Odagaki:
 “Phason dynamics studied by four-point correlation function”
 Quasicrystals The Silver Jubilee (Tel Aviv, Israel October 14-19,2007)

7. H. Oshima and T. Odagaki:
 “Storage capacity and retrieval time of small-world neural networks”
 2008 APS March Meeting (New Orleans, USA March 10-14,2008)

8. T. Odagaki and T. Ekimoto:
 “Stochastic dynamics in the free energy landscape and glass transition”
 International Conference “Modeling Anomalous Diffusion and Relaxation: From Single Molecules to the Flight of the Albatross (Jerusalem, Israel March 23-28,2008) (Invited Talk)

《 国内での講演 》

1. 吉森明:
 “大きな溶質の拡散における分子論”
 科学研究費補助金特定領域研究「水と生体分子が織り成す生命現象の化学」
 合同班会議 (シエラリゾート白馬 8月7日-8月10日)

2. 小田垣孝:
“ガラス転移の自由エネルギーランドスケープ描像”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日) (シンポジウム
講演)
3. 梅崎雅寛、小田垣孝、H.-R. Trebin:
“4体相関から見た動的準結晶のモデルのフェイゾン効果”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日)
4. 水口朋子、光明丈浩、小田垣孝:
“1成分単純液体のガラス転移”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日)
5. 重松芳彦、小田垣孝:
“社会的ジレンマに陥った集団に対するスピンモデルを用いた解析”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日)
6. 赤川史帆、小田垣孝:
“剛体回転楕円体分散系のパーコレーション”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日)
7. 吉森明:
“大きな溶質の拡散における溶媒との相互作用の効果”
日本物理学会第62回年次大会 (北海道大学 9月21日-24日)
8. T.Mizuguchi, T.Koumyou, M. Umezaki, J. Matsui and T.Odagaki:
“Glass Transition in a Spherical Monatomic Liquid”
The 5th international workshop on complex systems (Sendai, Japan Septem-
ber 26 - 28, 2007)
9. T.Ekimoto, A.Yoshimori, and T.Odagaki:
“Separation of dynamics in the free energy landscape”

The 5th international workshop on complex systems (Sendai, Japan September 26 - 28, 2007)

10. 久保田陽二 (分子研) 小田垣孝:
“接合戸田格子におけるソリトンの異常透過”
平成 19 年度九州大学応用力学研究所 研究集会「戸田格子 40 周年 非線形波動研究の歩みと展望」(九州大学 11 月 7 日-9 日) (特別講演)

11. T. Odagaki:
“Self-organization of hierarchy and villages”
9th Japan-Slovenia Seminar on Nonlinear Science (Osaka City University, Osaka November 12-14,2007) (Invited talk)

12. 小田垣 孝:
“一成分単純液体のガラス化”
物性研究所短期研究会「物性化学のフロンティア 2007」(東京大学物性研究所 11 月 19 日-21 日) (招待講演)

13. A. Yoshimori, T. Odagaki, T. Yoshidome and T. Ekimoto:
“Free energy landscape and glass transition”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition (Kyushu University November 22-24) (Invited talk)

14. Vo Van Hoang and T. Odagaki:
“Glass Transition in Simple Liquids with Double-Well Interaction Potential”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition (Kyushu University November 22-24) (Invited talk)

15. J. Matsui:
“Crystalline states in binary soft-sphere system”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition

(Kyushu University November 22-24)

16. T. Ekimoto, T. Odagaki and A. Yoshimori:
“Fast, Slow, and Johari-Goldstein processes in the free energy landscape”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition
(Kyushu University November 22-24)

17. T. Mizuguchi, T. Koumyou, J. Matsui and T. Odagaki:
“Glass Formation of a Monatomic Liquid with an Isotropic Pair Potential”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition
(Kyushu University November 22-24)

18. M. Umezaki and T. Odagaki:
“Phason dynamics studied by four-point correlation function”
Fukuoka International Workshop on Unifying Concepts of Glass Transition
(Kyushu University November 22-24)

19. 光明丈浩、水口朋子、梅崎雅寛、小田垣孝、松井淳:
“単成分単純液体のガラス状態における動的性質”
第 21 回分子シミュレーション討論会 (金沢歌劇座 11 月 26 日-11 月 28 日)

20. T.Ekimoto, T.Odagaki and A.Yoshimori:
“Slow dynamics in the free energy landscape”
Symposium on the 50th anniversary of the Alder transition - Recent Progress
on Computational Statistical Physics - (ウェルシティ金沢 2007 年 11 月 29
日 ~ 30 日)

21. 水口朋子, 光明丈浩, 梅崎雅寛, 松井淳, 小田垣孝:
“1 成分単純液体のガラス形成過程”
第 113 回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12 月 1 日)

22. 浴本亨, 小田垣孝, 吉森明:
“自由エネルギーランドスケープ描像に基づく過冷却液体の遅い緩和”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
23. 光明丈浩, 水口朋子, 梅崎 雅寛, 小田垣孝, 松井淳:
“単成分単純液体のガラス状態における動的性質”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
24. 藤江 遼, 小田垣 孝:
“好戦的社会における階級と村の自己組織化 行動順序の影響”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
25. 重松芳彦, 小田垣孝:
“いじめ社会のスピンモデル”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
26. 梅崎雅寛, 小田垣孝:
“4体相関関数から見た1次元準結晶のフェイゾンダイナミクスの研究”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
27. 尾嶋拓, 小田垣孝:
“初到達・初帰還時間分布とネットワーク構造との関係について”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
28. 松井淳:
“相対性理論シミュレーター”
第113回日本物理学会九州支部例会 (大分大学 12月1日)
29. 藤江遼:
“階級構造の自己組織化ー社会現象を物理で読み解く”
第2回日本物理学会キャリア支援センター・キャリアパス拡大フォーラム (神

戸大学 12月16日)

30. Akira Yoshimori:
“A theory of large-solute diffusion”
The 5th Open Workshop for ”Chemistry of Biological Processes Created by Water and Biomolecules” (Nara Prefectural New Public Hall 1月24日・25日) ポスター
31. 梅崎雅寛、小田垣孝:
“動的準結晶モデルのフェイゾンダイナミクス”
日本物理学会第63回年次大会 (近畿大学 3月22日-26日)
32. 藤江遼、小田垣孝:
“階級と村の自己組織化における行動順序の影響”
日本物理学会第63回年次大会 (近畿大学 3月22日-26日)
33. 水口朋子、光明丈浩、松井淳、小田垣孝:
“1成分ガラス形成系の緩和過程と動的性質”
日本物理学会第63回年次大会 (近畿大学 3月22日-26日)
34. 大久保毅:
“複雑ネットワーク上での振動数同期現象の拡張した平均場近似による解析”
日本物理学会第63回年次大会 (近畿大学 3月22日-26日)

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

1. 基盤研究 (C) “ガラス転移を統一的に理解する自由エネルギーランドスケープ理論の研究” (研究代表者: 小田垣孝) (新規)
2. 基盤研究 (C) “イオン液体の統計力学” (研究代表者: 吉森明) (継続)

3. 特定領域研究(公募)「水と生体分子が織り成す生命現象の化学」“溶液中の拡散に対する溶質と溶媒分子の相互作用の効果”(研究代表者:吉森明)(継続)
4. 特別研究員奨励費“初到達時間に基づく境界摂動の理論構築”(大久保毅)(継続)

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

1. 日産科学振興財団理科/環境教育助成 “高校物理を面白くするバーチャル実験室の開発”(小田垣 孝)
2. 九州大学 P & P “相対性理論シミュレーター”(松井淳)

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択(学外からの受け入れを含む)

1. 日本学術振興会外国人招へい研究者(長期)受入れ(Prof. Vo van Hoang)(小田垣孝)
2. 日本学術振興会日仏二カ国セミナー(2008年度開催)(代表:小田垣孝)
3. 京都大学基礎物理学研究所国際研究集会(2008年度開催)(代表:小田垣 孝)

他大学での研究と教育

1. 小田垣孝
集中講義 大阪市立大学工学研究科「応用物理学特論」(12月25日 - 28日)
2. 小田垣孝
集中講義 北海道大学大学院理学研究科「複雑系物理学(ガラス転移の物理)」(12月4日 - 6日)

学部4年生卒業研究

稲吉:(指導教員、吉森明):溶液中のたんぱく質の拡散

平井:(指導教員、吉森明):密度汎関数法の剛体球への応用とWCA理論

姫野：(指導教員、吉森明)：DNA 内の電子移動反応に対するミスマッチの影響
前田：(指導教員、小田垣 孝)：扁平な回転楕円剛体のパーコレーション

修士論文

浴本亨：(指導教員、吉森明)：自由エネルギーランドスケープ描像に基づいた過冷却液体の緩和過程

水口朋子：(指導教員、松井淳、小田垣孝)：分子動力学法による 1 成分単純液体のガラス転移の研究

重松芳彦：(指導教員、小田垣孝)：いじめ社会のスピンモデル

博士論文

大久保毅：(指導教員、小田垣孝)：Linear Response under a Boundary Perturbation

学外での学会活動

- 物性委員会幹事 (小田垣孝)
- 中性子実験装置専門委員会 液体・非晶質・ソフトマター分科会専門委員 (小田垣孝)
- 日本物理学会九州支部会委員 (小田垣孝)
- 日本物理学会代議員 (小田垣孝)
- 物性研究地方編集委員 (吉森 明)

その他の活動と成果

- Fukuoka Workshop on “Unifying Concepts of Glass Transition” 開催 (組織委員長：小田垣孝)
- 開学記念イベント「分子をつくる」「相対論シミュレーター」出展
- 高校生体験入学 「ゴムを伸ばすと、なぜあたたかくなるの？」実習

凝縮系基礎論II (統計物理学)

研究室構成員

中西 秀 教授

野村清英 准教授

御手洗菜美子 助教

《 大学院 博士課程 》

松尾 晴彦

《 大学院 修士課程 》

野村 大輔 近藤 洋一郎 下村 健二 Kanishka Dayananda

《 学部 卒業研究生 》

奥野 慎太郎 小林 敬吾 渡邊 佑 岩尾 賢一

担当授業

中西：物理学 III(全学)、コアセミナー(全学)、物理学最前線、統計物理学特論

野村：物理学 III(全学)、現代物理学入門(全学)、電磁気学(全学)、
物理数学演習、量子統計物理学

御手洗：電磁気学 I 演習、物理学ゼミナール、物理数学演習

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

今年度は、(i) 生体分子の統計力学、(ii) 粉粒体のレオロジー、(iii) 掃き寄せ界面のダイナミクス、(iv) 高分子の統計力学、(v) 4 体相互作用のある スピン梯子系、(vi) フラストレートした量子スピン系の整合-非整合遷移、(vii) フラストレートした量子スピン系の磁化過程に見られる even-odd 相、について取り組む予定であった。

《 今年度の成果 》

非平衡統計物理グループ:

1. DNA 転写制御のモデル(中西、御手洗):

原核生物の DNA 転写制御の素過程の一般的モデルを数学的に解析した。特に、転写因子と転写干渉の影響について調べた。その結果、遅い結合が転写因子で非常に

強く抑制されているプロモーターの活動は、対抗プロモーターの干渉によって活性化され、転写バーストを誘起されることを定量的に示した。その結果は、論文にまとめ投稿中である。

2. バクテリアファージ TP901-1 の転写制御 (中西):

ファージ TP901-1 の溶原・溶菌の2つのライフサイクルの調節機構について、具体的実験結果と比較しながら、対抗プロモーターと転写因子のモデルを構築した。統計物理学の手法に基づくモデル化を行ない、転写因子がオペレーターに2量体あるいは4量体、8量体として結合する場合の、プロモーターの活動度について、それらの違いを定量的予測し、コペンハーゲン大学の理論グループおよびデンマーク工科大学 (DTU) の実験グループと共同研究を行なった。

3. バクテリアの DNA の転写にみられる大きな揺らぎ (御手洗):

DNA から mRNA に情報を転写する過程における揺らぎは、遺伝的には同じ細胞が個性をもつ要因の一つである。最近、大腸菌における転写の実時間観察が行われ、転写が集中的に起こる期間と転写が起きない期間があり、この転写頻度の揺らぎは単純なポアソン過程では説明できないことが報告された。われわれは、この揺らぎを説明するモデルとして、転写開始直後にプロモーター周辺の超らせんがゆるんで、次の転写がおこりやすくなるとするリクルートモデルと、転写ができなくなった RNA ポリメラーゼがプロモーターをふさぐ行き止まりモデルを提案した。

4. Schramm-Loewner evolution(SLE) と統計力学モデル (近藤、中西、御手洗):

SLE はパーコレーションや Potts モデルなど、2次元臨界現象モデルのスケールリング極限に現れるフラクタル曲線を記述する。2000年のSchrammによる論文を起点に「複素平面上の共形不変な確率過程」として数学理論が整備され、物理サイドからは主に共形場理論との関連が詳細に調べられてきた。近年では乱流やスピングラスなど、より具体的なモデルへの適用が報告されはじめている。これらの研究の現状について包括的なサーベイを行ない、この方法の新たな可能性を検討した。

5. 高分子鎖の形状特性 (下村、中西、御手洗):

高分子鎖の形状に関して、文献調査とシミュレーションコードの開発を行なった。特に、1本の高分子鎖について、理想鎖および自己排除鎖の形状についてシミュレーションを行ない、高分子鎖の分布は球対称であるにも関わらず、典型的な形状はかなり扁平していることを確認した。

低次元量子系グループ:

1. フラストレーションのあるスピン系での整合-非整合遷移 (野村、小林):

これまで一次元量子スピン系を調べてきたが、今年度は次近接相互作用のある一次元古典イジングモデルの有限温度の挙動を調べることで今までの理論の拡張ができた。転送行列で相関関数を調べ、整合-非整合遷移が Jordan 標準形の摂動としてもとらえられることを見出した。

2. スピン-軌道相互作用のある系と等価な 4 体相互作用の量子スピン梯子系 (肘井 (東大)、野村): 対称性の破れのない rung singlet 相と、 Z_2 対称性の破れた staggered dimer 相の間の相転移線をひねり境界条件法で決めた。相転移線は二次転移 (セントラルチャージ $c=3/2$) から一次転移に移行することがわかった。現在 Physical Review B に論文投稿中である。
3. 3 体相互作用のある 2 次元三角格子上的 6 状態クロックモデルの相転移 (大塚 (首都大学東京)、野村): このモデルでは低温の秩序相と高温の無秩序相の間に、準長距離秩序を持つ中間相がある。この中間相に関して、対称性を考慮して有効理論 (ベクトルサインゴルドンモデル) を構築し、解析的に繰り込み群の計算を行い数値計算で求めた転送行列の固有値と比較した。現在論文執筆中である。

《 来年度の目標 》

来年度は、(i) 湿った粉粒体のレオロジー、(ii) 生物物理学、(iii) SLE の統計物理学への応用、(iv) 高分子鎖の形状、(v) フラストレートしたスピン系の整合-非整合遷移に関する研究、(vi) 4 体相互作用のある スピン梯子系の研究、について取り組む予定である。

発表論文

《 原著論文 》

1. Hiizu Nakanishi, Ryo Yamamoto, Yumino Hayase, and Namiko Mitarai, J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 024003-1 – 7. “Lattice Model of Sweeping Interface for Drying Process in Water-Granule Mixture”
2. Namiko Mitarai and Hiizu Nakanishi, Phys. Rev. E, 75 (2007) 31305-1 — 9. “Velocity correlations in the dense granular shear flows: Effects on energy dissipation and normal stress”
3. Ryo Kawahara and Hiizu Nakanishi, J. Phys. Soc. Jpn. 76 (2007) 074001-1–11. “Slow relaxation in two dimensional electron plasma under strong magnetic field”
4. Namiko Mitarai, Anna Andersson, Sandeep Krishna, Szabolcs Semsey and Kim Sneppen Phys. Biol. 4 (2007) 174–171. “Efficient degradation and expression prioritization with small RNAs”

《 その他の論文 》

1. 御手洗菜美子、中西秀、日本物理学会誌、第 62 巻 (2007) 第 9 号、pp.676 – 684. “流れる粉体の動力学 — バグノルド則をめぐって —”

講演

《 海外での講演 》

1. Namiko Mitarai, Anna Andersson, Sandeep Krishna, Szabolcs Semsey and K Sneppen, Geilo NATO ASI 2007 "Evolution from Cellular to Social Scales", Location: Geilo, Norway, 10 - 20, April 2007, "Efficient degradation and expression prioritization with small RNAs"
2. Hiizu Nakanishi, BioComplex Meeting talk, NBI Denmark, 9/5, 2007, "Anomalous fluctuation in action of molecular motor"
3. Hiizu Nakanishi Workshop "Computational philosophy: lessons from simple models", NBI Denmark, 10/11-13, 2007, "Sweeping Interface Dynamics"
4. Hiizu Nakanishi, Seminar talk at PGP, Oslo university, 11/15, 2007, "Some topics on granular physics"
5. Hiizu Nakanishi, Seminar talk at Max Planck Institute for Polymer Research (Mainz), 12/10, 2007, "Dynamics of Sweeping Interface"

《 国内での講演 》

1. K. Nomura, "Commensurate-Incommensurate change (crossover) in spin systems", Physics and Mathematics of Interacting Quantum Systems in Low Dimensions (2007, May 24-26 at Kashiwa ISSP)
2. 日本物理学会 第 62 回年次大会 [北海道大学札幌キャンパス (2007/9/21-24)]
 - (a) 大塚博巳, 野村清英, 「三体相互作用を持つ三角格子上 Z_p スピン模型の解析 III」
 - (b) 御手洗菜美子, Anna M. C. Andersson, Sandeep Krishna, Szabolcs Semsey, and Kim Sneppen, 「小さな RNA による mRNA の分解と優先順位付け」
3. K. Nomura, "Commensurate-Incommensurate change in spin systems", International Symposium on Physics of New Quantum Phases in Superclean Materials, (2007, Oct. 29- Nov. 1 at Gifu)
4. Namiko Mitarai and Hiizu Nakanishi, 福岡国際ワークショップ「ガラス転移の統一概念」, 平成 19 年 11 月 22 日, 九州大学, "Velocity correlations in dense granular shear flows: Effects on energy dissipation and normal stress"
5. 御手洗菜美子, 第 8 回 NLPM コロキウム (広島大学) 2007 年 12 月 18 日, 「小さな RNA による mRNA の分解と優先順位付け」
6. 御手洗菜美子, 研究会「地球科学と非平衡物理」, 東大地震研, 2008 年 2 月 22 日, 「湿った粉体のモデルとその振る舞い」
7. 生物の理論研究会「生物理論の前後左右 — 数理と実験の接点を求めて」, 2008 年 3 月 6 日 ~ 8 日, 神戸セミナーハウス,
 - (a) 御手洗菜美子, 「小さな RNA による mRNA の分解と優先順位付け」

- (b) 中西秀、御手洗菜美子、Kim Sneppen、"DNA 転写制御のモデル — 転写因子と干渉の効果 —"
8. 日本物理学会 第 62 回年次大会、2008 年 3 月 22 日-26 日、近畿大学本部キャンパス
- (a) 中西秀、御手洗菜美子、Kim Sneppen、「DNA 転写制御のモデル — 転写因子と干渉の効果 —」
- (b) 大塚博巳、野村清英、「三体相互作用を持つ三角格子上 Z_p スピンモデルの解析 IV」
- (c) 小林敬吾、野村清英、「次近接相互作用のある 1 次元イジング (1D NNNI) モデルの整合-非整合遷移」
- (d) 野村清英、小林敬吾、「次近接相互作用のある 1 次元イジングモデルの整合 - 非整合遷移 II」
- (e) 御手洗菜美子、Ian B. Dodd, Michael T. Crooks, Kim Sneppen、「バクテリアの DNA の転写における異常揺らぎとその解釈」
- (f) 御手洗菜美子、若手奨励賞受賞講演、「粉体斜面流の運動論的解析によるレオロジー特性の解明」

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

- 野村 清英、基盤研究 (C)、研究代表者、「フラストレーションによる整合-非整合遷移」、2006 ~ 2008 年度、340 万円。
- 野村 清英、特定領域「スーパークリーン物質で実現する新しい量子相の物理」、公募研究、分担者、「強相関電子系におけるリング交換がもたらすエキゾチックな量子現象の理論的研究」、研究代表者 坂井 徹 (Spring-8)、研究分担者 野村 清英、岡本 清美 (東工大)、2006 ~ 2007 年度、250 万円。

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

- 御手洗 菜美子、稲盛財団研究助成：「高密度な粉体流のレオロジーとジャミング現象」、平成 18 年 ~ 19 年度 100 万円
- 御手洗 菜美子、山田科学振興財団 長期間派遣援助：「生物における協同現象：非平衡統計物理学からのアプローチ」、平成 18 年度 100 万円

学部 4 年生卒業研究

1. 岩尾 賢一、「静磁場中の 2 次元電子系と整数量子 Hall 効果」
2. 奥野慎太郎、「傾れのモデル」
3. 小林敬吾、「次近接相互作用のある 1 次元イジングモデルの整合-非整合遷移」

修士論文

博士論文

1. 松尾 春彦、"Critical behavior of $Z(N)$ spin systems"

外国人留学生の受け入れ

Kanishka Dayananda (修士)

その他の活動と成果

- 御手洗 菜美子、日本物理学会第2回若手奨励賞(領域11)受賞、「粉体斜面流の運動論的解析によるレオロジー特性の解明」

複雑系科学I

研究室構成員

木村康之 教授

町田光男 准教授

水野大介 (特任准教授・九大SSP) 准教授

塩野正明 助教

市川正敏 助教

《大学院 修士課程》

北紘典 下道陽子 高橋賢治 堤一真

植村仁 坂口啓志 川藤洋志 元永大介

吉田祐輔 Jayangani Inoka Ranasinghe

《学部 卒業研究生》

木下隆裕 坂本隼人 重住良子 白肌真司

関師拓千 山本直樹 吉野圭介

担当授業

電磁気学(木村康之)、物性物理学II(木村康之)、熱と波動論基礎(木村康之)、物理学ゼミナール(木村康之)、複雑系物理学(木村康之)、物理数学I(町田光男)、量子光学(町田光男)、物理学III(町田光男)、物理学総合実験(町田光男)、物理学総合実験(塩野正明)、最先端物理学(市川正敏)、物理学総合実験(市川正敏)

非平衡ソフトマターグループ（木村・市川）

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

これまで開発を行ってきた非線形誘電緩和スペクトロスコピーや非線形電気光学測定をキラル液晶系や等方相 - ネマチック相相転移に適用し、そのダイナミクスに関して新たな知見を得ることを目指した。（ 5 , 7 , 9 ）

新奇なレーザートラップ手法の開発や、それによる力測定をコロイド系や2分子膜系に適用し、その物性測定を行なうことを目指した。（ 1 , 3 , 8 , 10 , 11 ）

複雑なソフトマター複合系における局所レオロジー挙動や相分離過程を詳細に研究することを目指した。（ 2 , 4 , 6 ）

《 今年度の成果 》

（ 1 ） ネマチック液晶中のコロイド粒子間相互作用の研究（高橋、市川、木村）

ネマチック液晶中にミクロンサイズのコロイド粒子を分散させるとその界面での液晶配向状態に依存して、コロイド間に液晶の弾性を媒介とした相互作用が働くことが知られている。われわれは2本の光ピンセットを用いて2つのコロイド粒子を捕捉し、それらの距離を変化させつつ、トラップ位置の微小な変化をその顕微鏡像から観測することで粒子間相互作用の直接測定を行った。その結果、粒子間に距離の4乗に逆比例する引力が働くことを確認すると共に、粒子の配置によって変化する異方的なポテンシャルを明らかにした。また、新奇な欠陥構造の同定と力測定を行った。

（ 2 ） 高分子 - 液晶混合系の相分離ダイナミクスの研究（北、元永、市川、木村）

ネマチック液晶の少量の高分子を混合した系における相分離過程のダイナミクスを

顕微鏡観察から観測した。従来広く研究されている等方性液体どうしの相分離と異なり、分離後出現する高分子ドロプレットのサイズがある大きさ以上に成長しないこと、ドロプレット間に液晶の弾性相互作用による引力が働き、直鎖状をはじめとしたさまざまな凝集構造を自発的に形成することが知られている。我々の研究によってこれら凝集現象を液晶欠陥の転移と非対称ポテンシャルで議論した。

(3) 混合脂質リポソームの光ピンセットによる変形と力測定 (下道、市川、木村)

脂質からなるミクロンサイズのベシクル構造 (リポソーム) 内に2つのコロイド粒子を挿入し、それぞれを2つのレーザーにより変形させたところ、ベシクルが球状・球+棒状と変化する。このとき、棒状部分のサイズならびに棒状部を維持するために必要な力から表面張力と膜の曲げ弾性を同時に評価することに成功し、脂質の成分による膜物性の変化を定量的に捉える事に成功した。

(4) 拘束空間中での高分子のダイナミクス (植村、市川、木村)

高分子を壁の間にはさんで擬似2次元空間内に拘束すると、自由空間とは大きく異なった運動を示す。これを実験的に検証する為に、DNA 1分子の蛍光顕微鏡観察を行った。2枚のガラス板の間にDNAを挟みその間隔を1 μm 刻みで変化させた際の、DNA 1分子の拡散的な動きとDNA分子の広がりを同時に測定、解析する事で従来の理論の適用性を明らかにした。

(5) キラルスメクチック液晶の電気光学応答 (川藤、市川、木村)

反強誘電性液晶は一層ごとに自発分極が反平行を向いた反強誘電相 SmC_A^* 相の他にさまざまな特徴ある副次相を示すことが報告されている。しかしそのダイナミクスに関しては十分には理解が進んでいない。そこで我々は各種の運動モードの検出が可能である非線形誘電緩和測定法と電気光学応答を組み合わせた手法を開発し、これら副次相に適応することで、各相における協同運動モードに関して新たな知見を得ることに成功し、相転移ダイナミクスを解明した。

(6) ラメラ構造中におけるナノ粒子のダイナミクス (山本、市川、木村)

100nmの周期で界面活性剤2分子膜が周期的に配列したリオトロピックラメラ構造中に直径数十nmの(蛍光)コロイド粒子を分散させその運動をCCDカメラで観測した。その結果、粒子は膜に挟まれて2次元平面内を水中の10分の1程度の拡散定数で拡散していることがわかった。また、膜間隔が小さい場合には空間内のある領域にトラップされつつ拡散していく、非線形レオロジーの測定に成功した。

(7) 等方相 - ネマチック相相転移近傍での誘電率の臨界現象 (木下、川藤、堤、市川、木村)

液晶の等方相、ネマチック相相転移は弱い1次転移であり、相転移の秩序変数である配向オーダーパラメーターは相転移点近傍の等方相で臨界現象を示すことが知られている。3次非線形誘電率が配向オーダーパラメーターに比例することを理論的に予言し、3次非線形誘電率スペクトルを実験的に観測することで相転移点近傍での配向オーダーパラメーターの臨界現象の観測に成功した。

(8) 光ピンセットを用いたコロイド系の力学物性測定 (白肌、高橋、市川、木村)

光ピンセットのレーザースポットをガルバノミラーにより1次元的に走査することで、液中のコロイド粒子を任意の速度で移動させる事が出来る。これを用いてコロイド粒子の周囲に流動場を発生させ、そのときに近傍の粒子に加わる力を測定した。等方性液体と異方性液体である液晶でこの力をそれぞれ測定し比較する事で、微小領域で働く動的なコロイド間相互作用をより詳細に議論する事が可能となった。

(9) ドーパント添加ネマチック液晶の電気物性 (吉野、川藤、堤、市川、木村)

ネマチック液晶にドーパントを添加した際に顕れる誘電率異常について誘電スペクトロスコピーの実験を行い、その現象の解明に寄与する結果を得た。

(10) 光ピンセットによる生細胞の無修飾操作 (市川、木村)

光ピンセットの傾きをコントロールするという新奇な操作方法を考案し、それを生細胞の操作に応用し検討を行った。従来の焦点場所のスキャンだけを行う手法だと、1ビームでは細胞の場所をコントロールする事が出来るだけであった。これに対し傾き操作トラップでは1ビームでも、細胞の様な非対称立体形状を持った物体の向きの操作や、ナノファイバー等の繊維状物体の角度操作が行える事を実証した。

(11) 局所加熱を利用した1分子DNAの伸張 (市川、木村)

集光レーザー生み出す局所加熱によって1分子DNAを引き伸ばすことに成功した。これまでDNAの伸張はせん断流を用いたものやDNAの両端にビーズを用いたものが報告されている。本研究では無修飾のDNA1分子をを対象にして伸張する事ができる。この実験系では局所加熱による対流と熱泳動効果がほぼ同じくらいの寄与で作用している事が明らかになった。

《 来年度の目標 》

(1 - 1 1) (植村、川藤、元永、吉田、木下、坂本、山本、市川、木村)
研究のさらなる発展、及び教育の充実。

発表論文

《 原著論文 》

Extension of a DNA Molecule by Local Heating with a Laser:

Masatoshi Ichikawa, Hiroki Ichikawa, Kenichi Yoshikawa and Yasuyuki Kimura,
Phys. Rev. Lett. 99, 148104 (2007).

Kenji Takahashi, Yoshihiko Fujiwara, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura:

Direct Measurement of Interaction Between Colloidal Particles in Nematic Liquid Crystal,

Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 475, pp. 183-192 (2007).

Nonlinear dielectric study of critical behavior near Isotropic-Nematic phase transition:

Kazuma Tsutsumi, Koji Tanaka, Masatoshi Ichikawa and Yasuyuki Kimura,

Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 477, pp. 77-85 (2007).

Nonlinear dielectric spectroscopy of MHPOBC:

Koji Tanaka, Masatoshi Ichikawa and Yasuyuki Kimura,

Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 477, pp. 195-204 (2007).

Microrheology of a swollen lyotropic lamellar phase:

Yasuyuki Kimura and Daisuke Mizuno,

Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 478, 3-13 (2007).

Single cell manipulation by using tilt controlled optical tweezers:

Masatoshi Ichikawa, Koji Kubo, Shizuaki Murata, Kenichi Yoshikawa and Yasuyuki Kimura,

Proc. IEEE 2007 Int. Symp. MHS, 316-321 (2007).

Direct measurement of force between colloidal particles in a nematic liquid crystal:

Kenji Takahashi, Masatoshi Ichikawa and Yasuyuki Kimura,

J. Phys. Condens. Matter 20, 075106 (5pp) (2008).

Tilt control in optical tweezers:

Masatoshi Ichikawa, Koji Kubo, Kenichi Yoshikawa, and Yasuyuki Kimura,

J. Biomed. Opt. 13, 010503 (3pp) (2008).

Force between colloidal particles in a nematic liquid crystal studied by optical tweezers:

Kenji Takahashi, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura,

Phys. Rev. E. 77, 020703(R) (4pp) (2008).

Self assembly of polymer droplets in a nematic liquid crystal at phase separation:

Kosuke Kita, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura,

Phys. Rev. E 77, 041702 (4pp) (2008).

《Proceedings》

Measurement of interparticle force between colloidal particles in nematic liquid crystal by optical tweezers:

Takahashi Kenji, Ichikawa Masatoshi, Kimura Yasuyuki

物性研究 Vol.89, 64-65 (2007).

Pattern Formation of Polymer Droplets Phase separated in Nematic Liquid Crystal:

Kita Kosuke, Ichikawa Masatoshi, Kimura Yasuyuki

物性研究 Vol.89, 66-67 (2007).

Experimental study of lateral diffusion on the bilayer membrane:

Ichikawa Masatoshi, Kimura Yasuyuki

物性研 Vol.89, 132-133 (2007).

Control of Self-Assembly Patterns Formed in Liquid Crystal-Polymer Mixture:

Kawafuji Hiroshi, Kita Kosuke, Ichikawa Masatoshi, Kimura Yasuyuki

物性研究 Vol.89, 136-137 (2007).

Conformation and dynamics of a single DNA molecule confined by walls:

Uemura Hitoshi, Ichikawa Masatoshi, Kimura Yasuyuki

物性研究 Vol.89, 138-139 (2007).

著書

Masatoshi Ichikawa & Kenichi Yoshikawa, "Construction of exotic microstructures from nanoscale molecular assembly" (Ed. by Katsuhiko Ariga), BOTTOM-UP NANOFABRICATION: Supramolecules, Self-Assemblies, and Organized Films, CHAPTER 60, page 1-22 (American Scientific Publishers 2007).

講演

《 海外での講演 》

Kinetic process of novel pattern formation polymer-liquid crystal mixture at phase separation:

Kosuke Kita, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

ECLC 2007 - 9th European Conference on Liquid Crystals

Local rheological property of a swollen lyotropic lamellar phase:

Yasuyuki Kimura, Daisuke Mizuno, Masatoshi Ichikawa

ECLC 2007 - 9th European Conference on Liquid Crystals

Measurement of Interparticle Force between Colloidal Particles in Nematic Liquid Crystal by Optical Tweezers:

Yasuyuki Kimura, Kenji Takahashi, Masatoshi Ichikawa

ECLC 2007 - 9th European Conference on Liquid Crystals

Direct observation and analyses of lateral phase separation in phospholipids membrane:

Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

International Soft Matter Conference 2007

Measurement of Mechanical Property of Liposomes with Optical Tweezers:

Yoko Shitamichi, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

International Soft Matter Conference 2007

Microrheology of a Hyper-Swollen Lyotropic Lamellar Phase:

Yasuyuki Kimura, Daisuke Mizuno, Masatoshi Ichikawa

International Soft Matter Conference 2007

Pattern Formation at Phase Separation in a Mixture of Polymer and Liquid Crystal:

Yasuyuki Kimura, Kosuke Kita, Masatoshi Ichikawa

International Soft Matter Conference 2007

Interparticle Force between Colloidal Particles in Nematic Liquid Crystal Studied by
Optical Tweezers:

Yasuyuki Kimura, Kenji Takahashi, Masatoshi Ichikawa

International Soft Matter Conference 2007

《 国内での講演 》

レーザートラップによる生物材料のマイクロマニピュレーション:

久保康児、市川正敏、木村康之、吉川研一

第 15 回 化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (15th CHEMINAS)

脂質膜相分離ベシクルにおけるドメイン間相互作用:

市川 正敏、木村 康之

科研費特定領域研究 (ソフトマター物理) 第 2 回領域研究会

脂質二分子膜ベシクルにおける相分離と形態のカップリング:

市川正敏

特定領域若手研究者第二回ワークショップ

Experimental study of lateral diffusion on the bilayer membrane:

Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

The YITP workshop on "New Frontiers in Colloidal Physics : A Bridge between Micro-

and Macroscopic Concepts in Soft Matter”

Pattern formed by phase separation in the mixture of nematic liquid crystal and polymer:

Kosuke Kita, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

The YITP workshop on ”New Frontiers in Colloidal Physics : A Bridge between Micro- and Macroscopic Concepts in Soft Matter”

Measurement of interparticle force between colloidal particles in nematic liquid crystal by optical tweezers:

Kenji Takahashi, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

The YITP workshop on ”New Frontiers in Colloidal Physics : A Bridge between Micro- and Macroscopic Concepts in Soft Matter”

Control of self-assembly patterns formed in liquid crystal-polymer mixture:

Hiroshi Kawafuji, Kosuke Kita, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

The YITP workshop on ”New Frontiers in Colloidal Physics : A Bridge between Micro- and Macroscopic Concepts in Soft Matter”

Conformation and dynamics of a single DNA molecule confined by walls:

Hitoshi Uemura, Masatoshi Ichikawa, Yasuyuki Kimura

The YITP workshop on ”New Frontiers in Colloidal Physics : A Bridge between Micro- and Macroscopic Concepts in Soft Matter”

ネマチックコロイドの相分離による自己組織化: *ポスター賞受賞

北 紘典、市川正敏、木村康之

第1回ソフトマター物理若手勉強会

脂質膜相分離系におけるドメイン間相互作用:

市川正敏、木村康之

第1回ソフトマター物理若手勉強会

ソフトマターを光で「見る」、「測る」、「操る」: *招待講演

木村康之

第1回ソフトマター物理若手勉強会

Nonlinear dielectric relaxation spectra of chiral smectic liquid crystals in smectic sub-phases:

Y. Kimura

11th international conference on ferroelectric liquid crystals FLC2007

ネマチック液晶中のコロイド粒子間力の直接測定:

高橋賢治, 市川正敏, 木村康之

2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会

ネマチック液晶中の高分子の相分離ダイナミクス:

北 紘典, 市川正敏, 木村康之

2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会

液晶中の欠陥が形成する秩序構造とその制御:

川藤洋志, 北 紘典, 市川正敏, 木村康之

2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会

光ピンセットを用いた *in vitro* 細胞の向き制御:

市川正敏, 久保康児, 吉川研一, 木村康之

2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会

液晶欠陥を伴う粒子間に働く力:

高橋 賢治, 市川 正敏, 木村 康之

2007年 日本液晶学会・討論会

ネマチック液晶中の粒子 - 欠陥対形態:

北 紘典, 市川 正敏, 木村 康之

2007年 日本液晶学会・討論会

ネマチック液晶 - 高分子混合系の相分離パターン形成:

北 紘典, 市川 正敏, 木村 康之

2007年 日本液晶学会・討論会

液晶中の弾性的双極子間力の直接測定:

高橋 賢治, 市川 正敏, 木村 康之
2007年 日本液晶学会・討論会

液晶中の粒子欠陥対の構造転移ダイナミクス:
北紘典, 市川正敏, 木村康之
日本物理学会 第62回年次大会

液晶欠陥によって誘起されるコロイド粒子間相互作用:
高橋賢治, 市川正敏, 木村康之
日本物理学会 第62回年次大会

混合脂質2分子膜の力学物性:
下道陽子, 市川正敏, 木村康之
日本物理学会 第62回年次大会

壁に挟まれたDNAの形態とダイナミクス:
植村仁, 市川正敏, 木村康之
日本物理学会 第62回年次大会

脂質膜相分離系におけるドメインのダイナミクス:
市川正敏, 木村康之
日本物理学会 第62回年次大会

Single Cell Manipulation by using Tilt Controlled Optical Tweezers:
M. Ichikawa, K. Kubo, S. Murata, K. Yoshikawa and Y. Kimura
MHS2007 & Micro-Nano COE – 2007 International Symposium on Micro-Nano Mecha-
tronics and Human Science

光ピンセットを用いたソフトマターの力学測定: *招待講演
木村康之
2007年度日本液晶学会ソフトマターフォーラム研究会

相分離によるネマチックコロイドの自己組織化:
北紘典, 市川正敏, 木村康之
第113回日本物理学会九州支部例会

トポロジカルな欠陥を伴う粒子間相互作用:

高橋賢治, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

液晶-コロイド混合系の構造形成:

木村康之, 市川正敏, 北紘典, 元永大介

第 113 回日本物理学会九州支部例会

二分子膜系の局所トポロジーとダイナミクス:

山本直樹, 高橋賢治, 下道陽子, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

ドーパメント添加ネマチック液晶の電気物性:

吉野圭介, 川藤洋志, 堤一真, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

光ピンセットによるリポソームの形態転移と相分離:

下道陽子, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

擬 2 次元系における高分子の形態とダイナミクス:

植村仁, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

キラルスメクチック液晶の電気光学スペクトル:

川藤洋志, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

光ピンセットを用いた細胞の向き操作:

市川正敏, 久保康児, 吉川研一, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

光ピンセットを用いたコロイド系の力学物性測定:

白肌真司, 高橋賢治, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

非線形応答を用いた液晶相転移の臨界挙動の測定:

木下隆裕, 川藤洋志, 堤一真, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

液晶電気対流のパターン形成:

吉田裕輔, 市川正敏, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

ソフトマターのマイクロレオロジー:

坂本隼人, 植村仁, 市川正敏, 水野大介, 木村康之

第 113 回日本物理学会九州支部例会

レーザーを用いた簡素で直感的な細胞の力学操作法:

市川正敏, 木村康之, 久保康児, 吉川研一

特定領域研究非平衡ソフトマター物理 第 2 回公開シンポジウム

ネマチックコロイドの相互作用と構造形成:

木村康之, 高橋賢治, 北紘典, 市川正敏

特定領域研究非平衡ソフトマター物理 第 2 回公開シンポジウム

光ピンセットによる生細胞の無修飾操作:

久保康児, 市川正敏, 木村康之, 吉川研一

特定領域研究バイオ操作 第 5 回公開シンポジウム

脂質膜に於ける形態と相分離のカップリング:

市川正敏, 下道陽子, 木村康之

特定領域研究バイオ操作 第 5 回公開シンポジウム

Experimental Study of Lateral Phase Separation in Multi-Component Membranes
From the Side of Diffusion Properties:

M. Ichikawa

International Workshop on Physical Phenomena in Multi-Component Membranes

2 分子膜系でのコロイド粒子の輸送現象:

山本直樹, 市川正敏, 木村康之

日本物理学会第 63 回年次大会 近畿大学大学本部キャンパス

レーザー場下でのマイクロ蒸気機関: *シンポジウム講演

市川正敏

日本物理学会第 63 回年次大会 近畿大学大学本部キャンパス

キラルスメクチック液晶の電気光学応答:

川藤洋志, 市川正敏, 木村康之

日本物理学会第 63 回年次大会 近畿大学大学本部キャンパス

等方相 - ネマチック相相転移近傍での誘電率の臨界現象:

木下隆裕, 川藤洋志, 堤一真, 市川正敏, 木村康之

日本物理学会第 63 回年次大会 近畿大学大学本部キャンパス

壁に挟まれた DNA のダイナミクス - 希薄系から準希薄系まで:

植村仁, 市川正敏, 木村康之

日本物理学会第 63 回年次大会 近畿大学大学本部キャンパス

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

文部省科学研究費補助金、特定領域研究 H18-H22

ソフトマターのメソスコピック界面ダイナミクスとその応用

研究代表者: 木村康之

文部省科学研究費補助金、基盤研究 (B) H18-H19

3次元電気泳動顕微鏡の開発とそのソフトマテリアルへの応用

研究代表者: 木村康之

文部省科学研究費補助金、特定領域研究 H18-H19

脂質二分子膜ベクシルにおける相分離と形態のカップリング研究代表者: 市川正敏

文部省科学研究費補助金、若手研究 (B) H18-H19

光による巨大DNAの一分子操作とそのメカニズム研究代表者：市川正敏

他大学での研究と教育

山形大学、集中講義 (8月、木村康之)

首都大学東京、集中講義 (12月、木村康之)

学部4年生卒業研究

木下隆裕：(指導教員、木村康之)：非線形応答を用いた液晶相転移の臨界挙動の測定

坂本隼人：(指導教員、木村康之)：逆エマルジョンの相分離

白肌真司：(指導教員、木村康之)：光ピンセットを用いたコロイド系の力学物性測定

山本直樹：(指導教員、木村康之)：二分子膜系の局所トポロジーとダイナミクス

吉野圭介：(指導教員、木村康之)：ドーパント添加ネマチック液晶の電気物性

修士論文

北紘典：(指導教員、木村康之)：液晶弾性起源の相分離構造形成

下道陽子：(指導教員、木村康之)：混合資質ベシクルの力学物性測定と相分離ダイナミクス

高橋賢治：(指導教員、木村康之)：液晶場を介したコロイド粒子相互作用の研究

学外での学会活動

Associate Editor: Japanese Journal of Applied Physics (木村康之)

その他の活動と成果

高校生体験入学実験講師 (3月、市川正敏)

構造物性グループ (町田・塩野)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

水素結合化合物のプロトトンネリング (町田光男) 水素結合化合物のトンネリング及びダイナミクスを NMR で解明することを目標とする。

リエントラントネマチック相のダイナミクス (町田光男、J. I. Ranasinghe) 6OCB と 8OCB の混合物液晶におけるリエントラントネマチック相のダイナミクスを NMR で解明することを目標とする。

水素結合のプロトトンネリング (町田光男、堤一真、坂口啓志) 糖アルコール化合物 (ソルビトール、キシリトール) のスロー β 緩和の温度依存、過冷却状態における構造緩和を解明することを目標とする。

ツククサ花弁色素の構造研究 (塩野正明)

ツククサの花弁から抽出した色素、commelinin の X 線結晶構造解析の結果、従来知られていなかった位置に金属イオンが見つかり、4 つの核を持つ錯体である可能性が出てきた。新たに見つかった金属が、commelinin に必要不可欠なものなのか、或いはカウンターイオンなのかを検証することを目標とした。

《 今年度の成果 》

水素結合化合物のプロトトンネリング (町田光男) 水素結合化合物のプロトンダイナミクスを NMR で研究した。

リエントラントネマチック相のダイナミクス (町田光男、J. I. Ranasinghe) 6OCB と 8OCB の混合物液晶におけるリエントラントネマチック相を NMR で研究した。

水素結合のプロトントンネリング (町田光男、堤一真、坂口啓志) 糖アルコール化合物 (ソルビトール、キシリトール) の過冷却状態における構造緩和を NMR で調べた。

ツククサ花弁色素の構造研究 (塩野正明) ツククサの花弁から抽出した色素、*com-melinin* のデータ収集・構造決定を行った結果、従来知られていなかった位置に金属イオンが見つかり、ヤグルマギクの花弁色素、*protocyanin* と同様、4核の錯体である可能性が見出された。色素をイオン交換樹脂に通した後もこの金属が抜け落ちることは無かったので、4核錯体であることは決定的である。この金属イオンは錯体の安定性を保つために存在していると考えられる。

《 来年度の目標 》

水素結合化合物のプロトントンネリング (町田光男、塩野正明) 水素結合化合物のプロトントンネリングを NMR で調べる。

リエントラントネマチック相のダイナミクス (J. I. Ranasinghe、塩野正明、町田光男) 6OCB と 8OCB の混合物液晶におけるリエントラントネマチック相のダイナミクスを NMR で調べる。

イオン液体のガラス転移 (坂口啓志、町田光男) イオン液体のガラス転移を NMR で調べる。

植物花弁色素の構造研究 (塩野正明) サルビアの花弁色素も複雑な錯体構造を持つと予想されており、結晶作成及び構造解析を目標とする。

発表論文

《原著論文》

^{13}C NMR Determination of Orientational Order of Nematic Liquid Crystal:

J. I. Ranasinghe and M. Machida,

J. Phys. Soc. Jpn., **77** (2008) pp. 034801-1-6

ESR, STM, 中性子回折などによる強弾性ドメイン構造及び強弾性ヒステリシス曲線の研究:

小林 正, 町田光男,

固体物理, **42** (2007) pp. 535-549

NMR Study of Ferroelectric Liquid Crystal DOBAMBC:

H. Yoshimitsu, Y. Tamura and M. Machida,

Ferroelectrics, **348** (2007) pp. 144-148

NMR Study of Orientational Order in Nematic Liquid Crystal 7OCB:

M. Machida and T. Kakiuchi,

J. Korean Phys. Soc., **51-2** (2007) pp. 715-718

Isotope Effect of Glycinium Phosphite $\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOHH}_2\text{PO}_3$ Studied by Neutron Diffraction:

E. Magome, M. Machida, Y. Tamura and M. Komukae,

J. Phys. Soc. Jpn., **76** (2007) pp. 124601-05

Crystal Structure of Monoclinic RbD_2PO_4 in the Ferrielectric Phase:

E. Magome, M. Komukae and M. Machida,

J. Korean Phys. Soc., **51** (2007) pp. 840-843

Neutron Diffraction Study of Ferrielectric Phase Transition in Monoclinic RbD_2PO_4 :

E. Magome, M. Komukae and M. Machida,

J. Phys. Soc. Jpn., **76** (2007) pp. 044601-06

Crystal Structures of Tetragonal and Monoclinic RbD_2PO_4 Crystals:

E. Magome, Y. Hayashi, M. Komukae and M. Machida,

Ferroelectrics, **346** (2007) pp. 125-129

Structural Study of Ferroelastic Phase Transition in TiH_2PO_4 :
G. Yoshida, K. Sawada, E. Magome, M. Komukae and M. Machida,
Ferroelectrics, **346** (2007) pp. 120-124

講演

《 海外での講演 》

^{13}C NMR Determination of Orientational Order of Nematic Liquid Crystal:
M. Machida and J. I. Ranasinghe,
The 3rd PKNU-KU Joint Symposium on Sciences, Busan (Pukyong National University, Korea)

《 国内での講演 》

糖アルコール類化合物の NMR 測定:
堤 一真、坂口啓志、町田光男
日本物理学会第 62 回年次大会 (札幌)

ネマチック液晶 5CB のガラス相の NMR:
町田光男、J. I. Ranasinghe
日本物理学会第 62 回年次大会 (札幌)

糖アルコールの結晶化:
堤 一真、坂口啓志、町田光男
第 113 回日本物理学会九州支部例 (大分)

ソルビトールの液体状態の NMR:
坂口啓志、堤 一真、町田光男
第 113 回日本物理学会九州支部例 (大分)

TiH_2PO_4 の NMR:
九大院理, 東理大理 A 町田光男, J.I.Ranasinghe, 吉光大志, 馬込栄輔, 小向得優
日本物理学会第 63 回年次大会 (大阪)

^{13}C NMR Determination of Orientational Order of Nematic liquid Crystal:

J. I. Ranasinghe and Mitsuo Machida

日本物理学会第 63 回年次大会 (大阪)

学部 4 年生卒業研究

重住良子:(指導教員、塩野正明、町田光男)、イオン液体の NMR

図師拓千:(指導教員、塩野正明、町田光男)、ガラス形成物質の NMR

修士論文

堤一真:(指導教員、町田光男)、NMR を用いた D-arabitol と xylitol の過冷却状態と結晶化の研究

その他の活動と成果

福岡県高校生科学教育推進事業能力アップ講座スーパーサイエンスセミナー
実施委員 塩野正明

福岡県高等学校理科部会 研修会講演

「ホログラフィーの作成原理と実際」 塩野正明

複雑系科学II

研究室構成員

鴫田昌之 教授

矢山英樹 准教授

《 博士研究員 》

吉村倫拓 上田泰慎

《 大学院 博士課程 》

三木啓央 小林竜馬 山中修司

《 大学院 修士課程 》

黒江崇宏 田崎森彦 豊増佳宏 屋代竜太郎

《 学部 卒業研究生 》

桐木平香

担当授業

力学基礎・同演習（鴫田昌之），力学基礎・同演習A（鴫田昌之），物理学II（鴫田昌之），熱力学（鴫田昌之），力学基礎・同演習（矢山英樹），自然科学総合実験（矢山英樹）

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

ゲルの体積相転移の実験的研究（三木啓央・鴫田昌之）ゲルの体積相転移を明らかにすることを目的とした．

単一高分子鎖の分子動力学法による研究（黒江崇宏・鴫田昌之）ゲルの体積相転移を理解することを目的に，高分子鎖と溶媒との相互作用を分子動力学法によって解明することを目的とした．

単一泡沫の寿命（田崎森彦・鴫田昌之）気液界面における泡沫の寿命に及ぼす界面活性剤分子や高分子の影響を明らかにすることを目的とした．

界面活性剤水溶液の相転移 (豊増佳宏・鶴田昌之) 界面活性剤水溶液の相転移ならびに臨界現象を明らかにすることを目的とした。

アガロースゲルの相転移 (屋代竜太郎・鶴田昌之) アガロースゲルの相挙動を明らかにすることを目的とした。

擬1次元電子系の輸送特性 (小林竜馬・矢山英樹) 液体ヘリウム面上の擬1次元電子系のポーラロンの性質を明らかにすることを目的とした。

エッジマグネトプラズモンの研究 (山中修司・矢山英樹) 液体ヘリウム面上の2次元電子系のエッジプラズモンの性質を明らかにすることを目的とした。

無冷媒希釈冷凍機の開発 (吉村倫拓・上田泰慎・矢山英樹) 液体ヘリウムの代わりにGM冷凍機またはパルスチューブ冷凍機を用いた無冷媒の希釈冷凍機を開発することを目的とした。

《 今年度の成果 》

ゲルの体積相転移の実験的研究 (三木啓央・鶴田昌之) ゲルの体積相転移現象が平均場理論により説明できることを示した。

単一高分子鎖の分子動力学法による研究 (黒江崇宏・鶴田昌之) 無溶媒系 (真空中), 非溶媒系, 貧溶媒系, 良溶媒系における高分子鎖の慣性二乗半径をシミュレーションにより明らかにした。貧溶媒系を除いて, 期待される挙動が観測された。しかしながら, 貧溶媒系においては良溶媒と同等の結果が得られた。このことは, 貧溶媒系においては, 系に高分子が多数存在していることによる凝集の効果が本質的であることを示しているものと思われる。

単一泡沫の寿命 (田崎森彦・鶴田昌之) 水と空気の界面における気泡の寿命は極めて短く, 実質的に寿命がゼロであることを明らかにした。次に, 高分子溶液上の気泡の寿命を測定した。この場合, 気泡の寿命は高分子の濃度ならびに分子量に強く依存することが明らかにした。最後に, ゼル-ゲル転移を示すゼラチン水溶液においては, 転移点の近傍において泡沫の寿命が不連続的に長くなる現象を見いだした。

界面活性剤水溶液の相転移 (豊増佳宏・鶴田昌之) 界面活性剤水溶液の調製とそのゲルへの固定化に必要な条件を探索した。

アガロースゲルの相転移 (屋代竜太郎・鶴田昌之) アガロースゲルの相挙動に及ぼす添加溶媒の影響を光散乱により測定するための予備実験を行った。

擬1次元電子系の輸送特性 (小林竜馬・矢山英樹) ナイロン糸を平行に並べた溝の中に液体ヘリウムを流し、その溝の中に擬1次元電子系を形成し、電気伝導を測定した。その結果、ポーロンがウィグナー結晶を形成して電気伝導が小さくなることを示唆する実験結果を得た。

エッジマグネトプラズモンの研究 (山中修司・矢山英樹) 液体ヘリウム面上の2次元電子系のエッジプラズモンを観測し、理論的予測に反する実験結果を得た。この結果は、マグネトリプロンとして理解できることが明らかになった。

無冷媒希釈冷凍機の開発 (吉村倫拓・上田泰慎・矢山英樹) 液体ヘリウムの代わりにGM冷凍機またはパルスチューブ冷凍機を用いて無冷媒の希釈冷凍機を開発し、最低温度30mKを得た。

《 来年度の目標 》

界面活性剤水溶液の相転移 (豊増佳宏・鶴田昌之) ゲルに拘束された界面活性剤水溶液の相図を決定する。

アガロースゲルの相転移 (屋代竜太郎・鶴田昌之) アガロースゲルの相挙動に及ぼす添加溶媒の影響を光散乱により測定する。

気液界面における泡沫の研究 (桐木平香・鶴田昌之) 種々のパラメーターが泡沫の寿命に及ぼす影響を定量的に明らかにする。

擬1次元電子系の輸送特性 (小林竜馬・矢山英樹) ヘリウム表面のポーロンがウィグナー結晶を形成したときの移動度を測定する。

磁気冷凍機の開発 (矢山英樹) 超低温用磁気冷凍機を開発する。

発表論文

《 原著論文 》

1. Macroscopic Pattern Formation of Liquid Crystal in κ -Carrageenan Gel
Takayuki Narita, Isamu Ohnishi, Masayuki Tokita, and Yushi Oishi
Colloids and Surfaces A, In press.
2. Localization and Ordering of Carriers in a Quasi-One-Dimensional Electron System on Liquid Helium:
V.A. Nikolaenko, I.B. Berkutov, Yu.Z. Kovdrya, R. Kobayashi, and H. Yayama,
J. Low Temp. Phys., **148** (2007) pp. 175-179
3. Charge Transport in Quasi-One-Dimensional Electron System on Liquid Helium:
R. Kobayashi, I.B. Berkutov, S. Yamanaka, T. Arai, and H. Yayama,
J. Phys. Soc. Jpn., **76** (2007) pp. 196-197

《 その他の論文 》

1. アガロースゲルのスピノダル分解：森田隆玄，成田貴行，鴫田昌之：Foods and Food Ingredients J. Japan, 印刷中
2. Structur of Opaque Poly(acrylamide) Gel Revealed by SANS and CLSM: Masayuki Tokita, Hirohisa Miki, Sada-atsu Mukai, Vasil Garamus, and Regine Willumeit: GKSS Report
3. 常磁性塩の断熱消磁冷却：矢山英樹：九州大学低温センターだより，創刊号 2007，pp. 19-29

講演

《 国内での講演 》

1. アガロースゲルのスピノダル
鴫田昌之
食品ハイドロコロイド研究会，5月，大阪

2. 無冷媒希釈冷凍機

矢山英樹, 吉村倫拓

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 3 月 25 日, 近畿大学

外部資金

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

1. 奨学寄付金 (埼玉第一製薬)(鴫田昌之)

2. 液体ヘリウムフリー希釈冷凍機, 科学技術振興機構大学発ベンチャー創出推進, 5,720 万円 (矢山英樹)

学部 4 年生卒業研究

桐木平香:(指導教員, 鴫田昌之): 二次元リーゼガング現象の実験的研究

修士論文

黒江崇宏:(指導教員, 鴫田昌之): 単一高分子鎖の分子動力学.

田崎森彦:(指導教員, 鴫田昌之): 単一泡沫の寿命

博士論文

三木啓央:(指導教員, 鴫田昌之): Swelling Equilibrium of Gels in Aqueous Binary Mixed Liquids.

構造物性

研究室構成員

武田信一 教授

川北至信 助教

《 大学院 博士課程 》

加藤保彦 尾原幸治

《 大学院 修士課程 》

末永亮介 中島慎治 上野広樹

《 学部 卒業研究生 》

島倉宏典

《 研究生 》

緒方規男

担当授業

全学教育 前期 電磁気学基礎 (武田信一) 理系コア科目 物理学II 「固さの物理学」(武田信一) 後期 力学基礎・同演習 (武田信一) 専攻教育科目 基礎物理実験学・同実験 (武田信一) 物理学総合実験(川北至信) 全学教育総合科目「感染症最前線」(川北至信) 全学教育少人数セミナー「感染症について考える」(川北至信)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

共晶型合金の局所構造と動的性質(末永亮介、加藤保彦、中島慎治、武田信一、川北至信)

液体中での相転移の可能性が指摘されている液体 Bi-Sn 合金、液体 Bi-Pb 合金について、放射光施設を利用した X 線回折と研究原子炉を利用した中性子回折を行い、その液体構造を解析することを目標とした。また、超音波を用いた音速測定と音波吸収測定を行い、動的な側面からも研究を進めることを目標とした。

超イオン導電性ガラスの構造とイオン伝導経路の解明(尾原幸治、末永亮介、川北至信、武田信一)

Ag-Ge-Se系超イオン導電性ガラスについて、その構造を放射光を利用したX線回折測定とパルス中性子を用いた中性子回折測定から調べることを目標とした。とくに銀の伝導経路に関して、構造の温度依存性を詳細に測定することにより、両回折を元にした構造モデリングから知見を得ること目標とした。

超イオン導電性溶融塩の構造（上野広樹、末永亮介、尾原幸治、川北至信、武田信一）

銀を含む溶融塩について、とくに超イオン導電性メルトを形成するAgIと、非超イオン導電性のAgClの擬二元混合系溶融塩の構造を調べることを目標とした。また超イオン導電性メルトに関する電場印加が構造に及ぼす影響についてさらに詳細な解析を行うことを目標とした。

分子性液体（川北至信、武田信一）

分子性液体 A_2X_2 (A:S,Se, X:Cl,Br) は隣接分子間に強い配向相関を有する分子性液体と考えられているが、液体の中で分子間相互作用がどのように液体構造に影響しているかを回折データを基にした構造モデリングにより可視化することを目標とした。また、同様な手法を他の分子性液体に適用していくことを目標とした。

《 今年度の成果 》

共晶型合金の局所構造と動的性質（末永亮介、加藤保彦、中島慎治、武田信一、川北至信）

液体中での相転移の可能性が指摘されている液体Bi-Sn合金について、放射光施設を利用したX線回折を行い、融解後の興味深い液体構造の変化を得る事ができた。また、この試料の融解後の密度変化についても興味深い結果を得た。中性子散乱実験及び超音波を用いた音速測定と音波吸収測定については現在進行中である。

超イオン導電性ガラスの構造とイオン伝導経路の解明（尾原幸治、末永亮介、川北至信、武田信一）

Ag-Ge-Se系超イオン導電性ガラスについて、その構造を放射光を利用したX線回折測定とパルス中性子を用いた中性子回折測定を行った。構造解析においては物理的拘束を与えたRMC解析を行い、超イオン導電状態転移の様子について温度依存性及び組成変化などのRMC解析の結果から銀の伝導経路を示唆する興味深い結果を得た。

超イオン導電性溶融塩の構造（上野広樹、末永亮介、尾原幸治、川北至信、武田信一）

銀を含む溶融塩について、とくに超イオン導電性メルトを形成する AgI と、非超イオン導電性の AgCl の擬二元混合系溶融塩の構造の詳細を調べるために RMC 解析を用いて解析を行った。また超イオン導電性メルトに関する電場印加が構造に及ぼす影響についてさらに詳細な解析を行うことを目標とした。

分子性液体（川北至信、武田信一）

分子性液体 A_2X_2 (A:S,Se, X:Cl,Br) は隣接分子間に強い配向相関を有する分子性液体と考えられているが、液体の中で分子間相互作用がどのように液体構造に影響しているかを回折データを基にした構造モデリングにより可視化することを目標として行った。また、同様な手法を他の分子性液体に適用していくことを目標とした。

《 来年度の目標 》

共晶型合金の局所構造と動的性質及び電子物性（上野広樹、田原周太、武田信一、川北至信）

融解後の液体中での異常な密度変化及び構造変化が得られている液体 Bi-Sn 合金について、中性子線回折を行い、X 線回折実験の結果とから部分構造を求める。超音波を用いた音速測定と音波吸収測定をおこなう。磁化率測定を行い、構造変化と電子状態の関係を明らかにする。

液体 Ge 及び Ge 合金の構造とダイナミクス（加藤保彦、川北至信、武田信一）

液体 Ge について、中性子準弾性散乱測定より得た動的構造因子から、ランジュバン方程式を基礎にした記憶関数とランダム力の観点から捉えなおし、原子レベルでのダイナミクスを明確にした。現在これらの結果をまとめる作業を行っている。

超イオン導電体の構造とイオン伝導経路の解明（尾原幸治、城納淳、川北至信、武田信一）

Ag-Ge-Se 系超イオン導電性ガラスについて、物理的拘束を与えた RMC 解析を行い、超イオン導電状態転移の様子について温度依存性及び組成変化などについて銀の伝導経路について詳細をしらべる。

Li 超イオン導電体 $[La_{4/3-y}Li_3yTi_2O_6]$ について放射光を用いた高精度な X 線回折実験及び Li の同位体置換をした中性子回折実験を行い、Li イオンの伝導経路に関する情報を得る。 ¥ ¥

超イオン導電性溶融塩の構造（田原周太、上野広樹、川北至信、武田信一）

超イオン導電性メルトを形成する AgI と、 Ag_2Se の擬二元混合系溶融塩について組成を変えて X 線回折および中性子回折実験を行い、構造の詳細及び Ag イオンの配位の揺らぎなど RMC 解析を行い調べ、伝導度の関係を明らかにする。

分子性液体の構造と動的性質（島倉宏典、緒方規男、川北至信）

分子間相関を持つ分子性液体二酸化塩素について、放射光 X 線により静的構造を求め、ラマン散乱から液体分子の及びダイナミクスを調べる。液体の中で分子間相互作用がどのように液体構造に影響しているかを回折データを基にした構造モデリングにより可視化する。また水溶液についてもその静的構造を明らかにする。

発表論文

《 原著論文 》

Static structure of superionic conducting glass of Ag-Ge-Se system:

Ryosuke Suenaga, Yukinobu Kawakita, Shinji Nakashima, Shuta Tahara, Shinji Kohara and Shin'ichi Takeda,

J. Phys: Conference Series 98 (2008) 012021 (4p)

Inelastic neutron scattering in superionic conducting glass Ag_2GeSe_3 :

Yukinobu Kawakita, Kaoru Shibata, Takashi Kamiyama and Shin'ichi Takeda,

J. Phys: Conference Series 98 (2008) 022009 (4p)

Void distributions in liquid BiBr_3 :

K. Maruyama, H. Endo, H. Hosokawa, Y. Kawakita, S. Kohara and M. Itou,

J. Phys: Conference Series 98 (2008) 012019 (4p)

Ionic Dynamics of Molten Cuprous Iodide:

Yukinobu Kawakita, Yasuhiko Kato, Hiroyuki Shigeta, Kaoru Shibata and Shin'ichi Takeda,

J. Alloys and Compounds, 452 (2008) 136-139

Structure of Eutectic Liquids Between Noble Metal-IVB Elements:

Shin'ichi Takeda, Hiroyuki Fujii, Yukinobu Kawakita, Shuta Tahara, Shinji Nakashima, Shinji Kohara and Masayoshi Itou,
J. Alloys and Compounds, 452 (2008) 149-153

Phonon dispersion of metallic glass CuZr₂:
S. Nakashima, Y. Kawakita, T. Otomo, R. Suenaga, A.Q.R. Baron, S. Tsutsui, S. Kohara, S. Takeda, K. Itoh, H. Kato, T. Fukunaga and M. Hasegawa,
J. Phys: Conference Series 92 (2007) 012136 (4p).

Structural study of molten Ag halides and molten AgCl-AgI mixture:
Yukinobu Kawakita, Takeshi Enosaki, Shin'ichi Takeda and Kenji Maruyama,
J. Non-Cryst. Solids, 353 (2007) 3035-3039

On the structure of the molten mixture Ag(I_{0.3}Br_{0.7}):
J. Trullas, V. Bitrian, Y. Kawakita, S. Takeda, T. Enosaki and M. Silbert,
J. Non-Cryst. Solids, 353 (2007) 2993-2996

Slow dynamic properties of molten silver halides:
Shin'ichi Takeda, Yoshihito Nagata and Yukinobu Kawakita,
J. Non-Cryst. Solids, 353 (2007) 3169-3173

An inelastic X-ray scattering study on the collective dynamics in the 'non-simple' liquid metal Si:
S. Hosokawa, W.-C. Pilgrim, Y. Kawakita, S. Takeda, A.Q.R. Baron, D. Ishikawa and S. Tsutsui,
J. Non-Cryst. Solids, , 353 (2007) 3149-3153

Comparison in the partial structures of the melts of superionic AgI and CuI and non-superionic AgCl:
Yukinobu Kawakita, Shuta Tahara, Hiroyuki Fujii, Shinji Kohara, Shin'ichi Takeda,
J. Phys.:Condens. Matter 19 (2007) 335201 (16p)

Structure of the molten silver chloride:
Shuta Tahara, Hiroyuki Fujii, Yukinobu Kawakita, Sinji Kohara, Yukinobu Yokota, Shin'ichi Takeda,

J. Non-Cryst. Solids 353 (2007) 1994-1998

Structural Properties of Liquid Au-Si and Au-Ge Alloys with Deep Eutectic Region:
Hiroyuki Fujii, Shuta Tahara, Yasuhiko Kato, Shinji Kohara, Masayoshi Itou, Yukinobu
Kawakita, Shin'ichi Takeda,

J. Non-Cryst. Solids 353 (2007) 2094-2098

Static and dynamic structures of liquid GeTe mixtures:

Yukinobu Kawakita, Yasuhiko Kato, Shuta Tahara, Hiroyuki Fujii, Shin'ichi Takeda,

J. Non-Cryst. Solids 353 (2007) 1999-2003

《その他の論文》

ダイナミクス解析装置 (DNA) の概要と研究の展開:

柴田薫、高橋伸明、中川洋、藤原悟、片岡幹雄、佐藤卓、川北至信、筑紫格:

日本結晶学会誌 Vol.50 pp.46-50 (2008)

私の教養教育 固さの物理学入門ー:

武田信一:

大学教育 (九州大学高等教育開発推進センター) 13号 pp19-24 (2008)

講演

《海外での講演》

Phonon Dispersion of Metallic Glass CuZr₂:

Y. Kawakita, S. Nakashima, T. Otomo, R. Suenaga, A.Q.R. Baron, S. Tsutsui, S.
Kohara, S. Takeda, K. Itoh, H. Kato, T. Fukunaga, M. Hasegawa

12th International Conference on Phonon Scattering in Condensed Matter, 2007 July
Paris

Inelastic Neutron Scattering of Superionic Conducting Glass Ag₂GeSe₃

Y. Kawakita, K. Shibata, T. Kamiyama, S. Takeda

The 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 2007 July Eka-
terinburg

Dynamics of Liquid Ge-Chalcogen Mixtures

Y. Kawakita, S. Tahara, H. Fujii and S. Takeda

The 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 2007 July Ekaterinburg

Structure of Liquid Noble Metal Alloys with Eutectic Region

S. Takeda, H. Fujii, R. Suenaga, Y. Kato, S. Nakashima, Y. Kawakita, S. Kohara, M. Ito, P.S. Salmon

The 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 2007 July Ekaterinburg

Static Structure of Superionic Conducting Glass of Ag-Ge-Se System

R. Suenaga, Y. Kawakita, S. Nakashima, S. Tahara, S. Kohara, S. Takeda

The 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 2007 July Ekaterinburg

《 国内での講演 》

新指導要領による理系入学生の変化と物理教育の状況について:

武田信一

日本リメディアル教育学会 2007年8月31日/9月1日 西南学院大学

平成17年度～平成19年度九州大学・理系入学生の物理基礎学力調査:

篠崎文重, 武田信一, 吉田英智, 小久保伸人

九州地区一般教育協議会 2007年9月14/15日, 西南学院大学

液体 Bi-Sn 合金の共晶組成領域の構造:

末永亮介、尾原幸治、上野広樹、中島慎治、川北至信、小原真司、伊藤真義、武田信一

日本物理学会 第62回年次大会 2007年9月 北海道大学

逆モンテカルロ法による液体硫黄 - ハロゲン混合系の構造モデル

川北至信、小原真司、武田信一

日本物理学会 第62回年次大会 2007年9月 北海道大学

溶融銀ハロゲン混合系の構造

上野広樹、田原周太、小原真司、川北至信、武田信一、末永亮介、中島慎治
日本物理学会 第 62 回年次大会 2007 年 9 月 北海道大学

CuZr₂ 金属ガラスのフォノン・ダイナミクス 2

中島慎治、川北至信、大友季哉、末永亮介、Alfred Q. R. Baron、筒井智嗣、武田信一、
伊藤恵司、加藤秀実、福永俊晴、長谷川正
日本物理学会 第 62 回年次大会 2007 年 9 月 北海道大学

銀系超イオン導電ガラスの構造 I

末永亮介、尾原幸治、川北至信、武田信一、小原真司、中島慎治、上野広樹
日本物理学会 第 62 回年次大会 2007 年 9 月 北海道大学

銀系超イオン導電ガラスの構造 II

尾原幸治、中島慎治、末永亮介、川北至信、武田信一、Joan Siewenie
日本物理学会 第 62 回年次大会 2007 年 9 月 北海道大学

新指導要領による入学生と物理教育の状況について:

武田信一、篠崎文重、吉田英智、小久保伸人
日本物理学会 第 62 回年次大会 2007 年 9 月 北海道大学

逆転配置型中性子非弾性散乱装置 (DIANA) の装置仕様の検討 II

柴田薫、高橋伸明、川北至信、佐藤卓、中島健次、新井正敏
日本中性子科学会 第 7 回年会 2007 年 11 月 九州大学

ランダム媒質中の高速イオン伝導に基づく特徴的構造ゆらぎ

川北至信
日本中性子科学会 第 7 回年会 2007 年 11 月 九州大学

AgBr の融体構造と部分相関

上野広樹、田原周太、川北至信、武田信一、中島慎治、末永亮介、小原真司
日本中性子科学会 第 7 回年会 2007 年 11 月 九州大学

逆転配置型中性子非弾性散乱装置 DNA 詳細設計の検討 II

柴田薫、高橋伸明、佐藤卓、川北至信、筑紫格、中川洋、藤原悟、中島健次、新井正敏

日本中性子科学会 第7回年会 2007年11月 九州大学

背面反射型 Si アナライザー分光器における分光原理の検討

高橋伸明、柴田薫、佐藤卓、川北至信、中島健次、新井正敏、Eugene Mamontov

日本中性子科学会 第7回年会 2007年11月 九州大学

液体ゲルマニウムの中性子準弾性散乱

加藤保彦、川北至信、柴田薫、武田信一、Wolf-Christian Pilgrim

日本中性子科学会 第7回年会 2007年11月 九州大学

銀系超イオン導電ガラス AgGeSe_3 の構造

尾原幸治、末永亮介、川北至信、中島慎治、上野広樹、武田信一、小原真司、Joan Siewenie

日本中性子科学会 第7回年会 2007年11月 九州大学

銀系超イオン導電性ガラスの静的・動的構造

川北至信

学術創成研究費「パルス中性子源を活用した量子機能発現機構に関する融合研究」第7回研究会 2007年11月 九州大学

初年度学部学生の学力の現状と分析. 物理学:

武田信一

理学部物理学科 FD . 2007年11月22日, 九州大学

Structural study of superionic conducting glasses AgGeSe_3

K. Ohara, R. Suenaga, Y. Kawakita, S. Nakashima, H. Ueno, S. Kohara, J. E. Siewenie and S. Takeda

The 2nd International Conference on Physics of Solid State Ionics, December 2007, Yokohama

Medium-Range Structure in Superionic Conducting Material of Ag-Ge-Se

Ryosuke Suenaga, Koji Ohara, Yukinobu Kawakita, Shinji Nakashima, Hiroki Ueno, Shinji Kohara, and Shin'ichi Takeda

The 2nd International Conference on Physics of Solid State Ionics, December 2007, Yokohama

Fast Ionic Conduction of Noble Metal Ions in Random Media

Yukinobu Kawakita, Shuta Tahara, Ryosuke Suenaga, Koji Ohara,
and Shin'ichi Takeda

The 2nd International Conference on Physics of Solid State Ionics, December 2007,
Yokohama

Slow Dynamic Properties of Molten AgCl-AgI Mixtures

Shinichi Takeda and Yukinobu Kawakita

The 2nd International Conference on Physics of Solid State Ionics, December 2007,
Yokohama

液体のミクロ・ダイナミクス研究のための中性子非弾性散乱

川北至信

研究会「J-PRAC 冷中性子チョッパー型分光器アマテラスによるサイエンス」2007年
12月 日本原子力研究開発機構

金属ガラス CuZr_2 の分散モード

中島慎治、川北至信、大友季哉、末永亮介、Alfred Q. R. Baron、筒井智嗣、武田信一、
伊藤恵司、加藤秀実、福永俊晴、長谷川正

第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 2008年1月 立命館大学

銀系超イオン導電ガラスの構造

尾原幸治、末永亮介、川北至信、中島慎治、上野広樹、武田信一、小原真司、Joan Siewe-
nie

第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 2008年1月 立命館大学

液体 Bi-Sn 合金の共晶組成領域における構造解析

末永亮介、川北至信、尾原幸治、中島慎治、上野広樹、伊藤真義、小原真司、武田信一

第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 2008年1月 立命館大学

九州大学新入生物理学基礎学力調査の結果:

武田信一

九州大学拡大役員会、2008年1月8日、九州大学

溶融 AgCl-AgI 共晶組成の構造

上野広樹、田原周太、小原真司、川北至信、武田信一、末永亮介、中島慎治、尾原幸治
第 21 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 2008 年 1 月 立命館大学

超イオン導電ガラス AgGeSe の構造

尾原幸治、川北至信

第 2 回海外中性子実験研究協力事業研究会 2008 年 2 月 高エネルギー加速器研究機構

Molten Structure and Partial Correlations of AgBr

Hiroki Ueno, Shuta Tahara, Yukinobu Kawakita, Shinji Kohara, Shin'ichi Takeda

The 1st J-PARC International Symposium: International Symposium on Pulsed Neutron and Muon Sciences, March 2008, Mito

Study of Instrumental Design and Optical Devices for Indirect Geometry Crystal Analyzer Spectrometer; DNA at J-PARC

Kaoru Shibata, Nobuaki Takahashi, Taku J. Sato, Yukinobu Kawakita, Itaru Tsukushi, Kenji Nakajima, Masatoshi Arai

The 1st J-PARC International Symposium: International Symposium on Pulsed Neutron and Muon Sciences, March 2008, Mito

Overview of the High Intensity Total diffractometer at J-PARC

T. Otomo, M. Misawa, N. Kaneko, T. Kamiyama, S. Sato, J. Suzuki, S. Muto, S. Shimizu, Y. Yasu, S. Uno, M. Tanaka, K. Suzuya, S. Shamoto, S. Takata, T. Nakatani, T. Fukunaga, K. Itoh, M. Sugiyama, K. Mori, Y. Kameda, K. Yoshida, T. Yamaguchi, Y. kawakita, K. Maruyama

The 1st J-PARC International Symposium: International Symposium on Pulsed Neutron and Muon Sciences, March 2008, Mito

Analyzer Crystals for the Near-Backscattering Spectrometer at J-PARC

Nobuaki Takahashi, Kaoru Shibata, Taku J. Sato, Yukinobu Kawakita, Itaru Tsukushi, Naohito Metoki, Kenji Nakajima, Masatoshi Arai

The 1st J-PARC International Symposium: International Symposium on Pulsed Neutron and Muon Sciences, March 2008, Mito

ランダム媒質中の貴金属イオンの超イオン伝導現象

川北至信

研究会「ミクロとマクロをつなぐ非一様拡散」2008年3月 高エネルギー加速器研究機構

超イオン導電体 Ag-Ge-Se 系ガラスの構造研究

尾原幸治、末永亮介、川北至信、中島慎治、上野広樹、武田信一、小原真司、Joan Siewenie

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

ランダム媒質中の伝導銀イオンの揺らぎ構造

末永亮介、尾原幸治、田原周太、川北至信、小原真司、武田信一

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

逆転配置型 TOF 中性子非弾性散乱装置 (DNA) における結晶アナライザーの配置および性能の検討

柴田薫、高橋伸明、川北至信、佐藤卓、筑紫格、目時直人、Eugene Mamontov、中島健次、新井正敏

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

CuZr₂ 金属ガラスのフォノン・ダイナミクス3

中島慎治、川北至信、大友季哉、末永亮介、Alfred Q. R. Baron、筒井智嗣、武田信一、伊藤恵司、加藤秀実、福永俊晴、長谷川正

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

銀ハロゲン化物混合系融体構造の温度変化

上野広樹、田原周太、小原真司、川北至信、武田信一

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

液体硫黄 - ハロゲン混合系の構造モデリング

川北至信、小原真司、武田信一

日本物理学会 第63回年次大会 2008年3月 近畿大学

外部資金

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

川北至信

NEDO「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」(代表 秋葉悦男 産業技術総合研究所・主幹研究員)における

「中性子実験装置による水素貯蔵先端材料に関する基礎研究」(代表 大友季哉 高エネルギー加速器研究機構・準教授)からの再委託経費

2007年6月～2010年3月 1,000千円(2007年度分) / 総額 3,000千円(間接経費 15

学部4年生卒業研究

島倉宏典:(指導教員、川北至信、武田信一): 純粋二酸化塩素液体および水溶液における分子内・分子間構造相関に関する研究

修士論文

末永亮介:(指導教員、武田信一、川北至信): 超イオン導電ガラスのイオン伝導に起因したナノ構造揺らぎ

中島慎治:(指導教員、武田信一、川北至信): 金属ガラス CuZr_2 集団励起モードと局所構造

学外での学会活動

日本物理学会 領域6 副代表(武田信一)

受託研究・民間との共同研究

大幸薬品工業との「純粋二酸化塩素液剤内における二酸化塩素ガスの動態解明実験」に関する共同研究

2007年11月～2008年10月 4,400千円(間接経費含まず)(川北至信)

その他の活動と成果

日本原子力研究開発機構と高エネルギー加速器研究機構が進める大強度陽子加速器計画 J-PARC において、物質生命研究施設に設置される中性子非弾性散乱分光器の開

発を目的とした研究嘱託業務を行った。(川北至信)

学術創成研究費「パルス中性子源を活用した量子機能発現機構に関する融合研究」(代表 池田進 高エネルギー加速器研究機構・教授)において
第3班「非一様系における量子組織構造とダイナミクス研究」(分担 福永俊晴 京都大学・教授)の班員として研究活動を行った。(川北至信)

九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト
「平成18年度問題に対応するための数学・理科基礎学力調査」(代表 風間英明 教授 数理学研究院)
理系新生のうち高校物理既履修者の基礎学力の状況を調べるために「物理学科目の基礎学力調査」のためのデータ収集、分析を中心的に行うと共に、状況を学内担当者にFD等を通じて報告してきた。また一連の理系新生の基礎学力変化の分析結果は数学の結果と共に「九州大学基礎学力調査 報告書」となっている。(武田信一)

“物理学とおもしろさについて”の出前講義を長崎県立長崎東中学校・長崎東高等学校において高校2年生を対象に行った。(2007年10月3日 武田信一)

量子物性科学I (半導体物理)

研究室構成員

渡部行男 教授 客員教授 新井正男 教授

山田 和正 助教

荒井 毅 准助教

《 大学院 博士課程 》

加来滋 松元大輔 倭瑞貴

《 大学院 修士課程 》

中村真 福岡剛

《 学部 卒業研究生 》

根本達也

《 訪問研究者 》

客員教授 新井正男 主管研究員 岩田真 名古屋工業大学 准教授

松原覚衛 山口東京理科大学 教授 治田慎輔 宇部興産 研究員

担当授業

物性物理学 III (渡部)

原子分子の物理学 (渡部)

物理学ゼミナール (渡部)

物理学特別講義 A (物理学最前線) (学部3年オムニバス3回分) (渡部)

半導体物理学 (大学院) (渡部)

最先端物理学 (学部3年オムニバス1回分) (渡部)

物理学実験 (前期後期) (山田)

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

強誘電体酸化物の相転移での伝導異常の解明 (渡部)

強誘電体酸化物の表面電子層の確定 (渡部)

強誘電体エピタキシャル薄膜の伝導異常の解明 (渡部)

走査圧電顕微鏡の立ち上げ（渡部）

超高真空 AFM による表面研究（渡部）

縦型量子ドットの研究の論文執筆（山田）

酸化インジウム亜鉛の光伝導（山田）：酸化インジウム亜鉛（IZO）は液晶ディスプレイの透明導電膜として使用されている。IZO の伝導機構の解明のため、光伝導およびホール効果の測定およびその装置の作成をおこなう。

《 今年度の成果 》

(1) BaTiO₃ の相転移での伝導異常が、分域移動でない可能性を X 線回折との相関で解明した（渡部）。

(2) BaTiO₃ 単結晶の表面伝導：酸化物強誘電体は、反電場の影響は、極薄化すると甚大で、応用上も重要な問題である。我々は、このような巨大な電界があると、強誘電体の最表面は単純な絶縁体と見なせないと提案し、初期検証として高真空中で BaTiO₃ の表面伝導を測定し、支持する結果を得ている。この立場から、反電界理論を見直し、従来確立したと考えられている強誘電体の 180°分域の理論を見直し、初期的な新理論を提案した（渡部）。

(3) BaTiO₃/La₂CuO₄ で極めて大きな電気伝導変化が起こることを発見し、その特性の解明を継続し、X 線回折との対比を行った（渡部）。

(4) BaTiO₃ 単結晶の超高真空中での原子力間顕微鏡観察内の表面清浄化システムを立ち上げ、条件検討をした（渡部）。

(5) 空間電荷制限電流の理論を見直した（渡部）。

(6) ラマン分光予備実験（渡部）

(7) 前職での縦型量子ドットの研究成果の論文作成を継続して行い、著名な雑誌数誌に投稿し改定執筆中である（山田）。

(8) 高感度測定システムにより Pb 系強誘電体エピタキシャル薄膜の論文を発表した（山田）。

(9) 超電導の電気伝導や透明伝導膜の特性に関して量子物性 II グループとの共同研究を開始し学会発表した(山田)。特に、酸化インジウム亜鉛の光伝導では、酸化インジウム亜鉛 (IZO) の伝導機構の解明のため、光伝導およびホール効果の測定を計画策定を行った。室温用の測定系を作成し、光伝導度の波長依存性および光束密度依存性の測定を行った。IZO のバンドギャップ (3.5eV) 以下のエネルギーを持つ光によっても伝導度の増加を観測した。光束密度が小さくなると、光伝導度が飽和するまでの時間が長くなることがわかった。光伝導度の緩和が複数あることがわかった。光による伝導度の増加に物理的過程だけでなく化学的過程が関与している可能性を示唆している。ホール効果の測定から、光の照射によって伝導電子が増加すると、移動度が増加していることがわかった。伝導電子が乱れたポテンシャルを遮蔽し、電子の散乱が減少していると考えられる。

《 来年度の目標 》

酸化物強誘電体単結晶の相転移での伝導異常の解明 (渡部)

原子レベルで制御した強誘電体酸化物の表面電子層の測定 (渡部)

強誘電体エピタキシャル薄膜の伝導異常のまとめ (渡部)

ラマン分光開始 (渡部)

赤外分光測定の立ち上げ (渡部)

誘電体の 180 °分域の理論 (渡部)

空間電荷制限電流の理論 (渡部)

発表論文

《 原著論文 》

(1) Yukio Watanabe* and Sigeru Kaku, Temperature-Induced Insulator-Metal- Insulator Transitions and Conductance Oscillations in Epitaxial BaTiO₃ Films, *Ferroelectrics* 348, 62-66, (2007)

(2) Daisuke Matsumoto, Mizuki Yamato, Yousuke Urakami and Yukio Watanabe, Electrical Conductivity of Insulating SrTiO₃ and LaGaO₃ at Phase Transitions, *Ferroelectrics*, 348, 58-61, (2007)

(3) Yukio Watanabe, Sigeru Kaku, Mizuki Yamato and Daisuke Matsumoto, Resistance Switching in View of Electron Hole Dynamics in Ferroelectric Related Oxides, *J. Korean Phys. Soc.* 51 (92S), 815-818 (2007)

- (4) Y. Watanabe, Status of Surface Electron/Hole Layer on Oxide Ferroelectrics, Ferroelectrics. 355, p13-18 (2007)
- (5) S. Kaku and Y. Watanabe, Conductance Oscillation in BaTiO₃ Films, Ferroelectrics. 355, p99 - 102 (2007)
- (6) M. Yamato, Y. Urakami and Y. Watanabe, Conductance Peaking in Quasi-Equilibrium Ferroelectrics, Ferroelectrics. 355, p 136-139 (2007)
- (7) K. Yamada, S. Kaku, M. Yamato, D. Matsumoto and Y. Watanabe, The Relaxation of Reproducible Resistance Modulations in a Au/(Pb,La)(Zr,Ti)O₃/(La,Sr)₂CuO₄ Thin Film in High Temperatures , Ferroelectrics. 355, p70-73 (2007)

《 その他の論文 》

- (1) 戸塚洋二他連著 (分担者：渡部) わが国における学術研究の動向について I (数物系科学分野の研究動向 (物性関係)) 学術月報 60(7),7-39(2007)
- (2) Y. Watanabe, Review of Resistance Switching of Ferroelectrics and Oxides in Quest for Unconventional Electronic Mechanisms, Ferroelectrics 349,190-209 (2007)

講演

《 海外での講演 》

- (1) S. Kaku, S. Miyauchi AND Y. WATANABE, Recurring Insulator-Conductor Transition and Conductance Oscillation in Epitaxial BaTiO₃ Films (Poster, EMF-11, 2007-9-2 7 Slovenia)
- (2) S. Kaku and Y. Watanabe,*, PTCR-like Property of Lattice-Mismatched Epitaxial BaTiO₃ Films (口頭, 11th European Meeting on Ferroelectricity, EMF-11, 2007-9-2 7 Slovenia)
- (3) D. Matsumoto, Y. Urakami and Y. Watanabe, Carrier Generation at Ferroelectric Phase Transitions Evidenced in Conductivity-Overshooting (口頭, EMF-11, European Meeting on Ferroelectricity 11 2007-9-2 7 Slovenia)
- (4) Y. Watanabe, D. Matsumoto and Y. Urakami, Finding of Bipolar Carrier (e-/h+) Layer on Clean Surface of Insulating BaTiO₃ Crystal Intrinsic to Ferroelectrics (招待講演, EMF-11, 2007-9-2 7 Slovenia).
- (5) Y. Watanabe, Re-examination of Depolarization Instability and Expression of Permittivity (Poster, EMF-11, 2007-9-2 7 Slovenia).
- (6) Yukio Watanabe, Bipolar Carrier (e-/h+) Layer on Clean Surface of Insulating

BaTiO₃ Crystal Intrinsic to Ferroelectrics (invited, 2007-9-12 IBM Zurich lab. by J.G. Bednorz).

(7) Y. Watanabe, D. Matsumoto, Y. Urakami and S. Kaku, Intrinsic Bipolar Carrier e⁻/h⁺ Layer on Clean Surface of Insulating BaTiO₃, American Physical Society March Meeting (2008年3月 New Orleans).

(8) The Resistance Modulations in a Au/(Pb,La)(Zr,Ti)O₃/(La,Sr)₂CuO₄ Thin Film and Thermal Activation, Kazumasa Yamada, PKNU-KU joint symposium, Pukyong National University, Busan, Korea, November (2007).

《国内での講演》

(1) 渡部、「はじめに」(強誘電体分域の測定法の新展開と新しい分域像) 日本物理学会年次大会(シンポジウム)(2008年3月)(招待)

(2) 渡部、強誘電体 180°分域理論の整合性の検討、日本物理学会年次大会(2008年3月)

(3) 加来滋, 宮内聡, 根本達也, 渡部行男, 超高真空原子間力顕微鏡(UHV-AFM)による清浄化 BaTiO₃ 表面の観察, 日本物理学会年次大会(2008年3月)

(4) 松元大輔、加来滋、根本達也、渡部行男, BaTiO₃ 単結晶の伝導異常と構造との関係、日本物理学会年次大会(2008年3月)

(5) 小倉俊助, 小久保伸人, 山田和正, 篠崎文重, グラファイトの磁気抵抗, 日本物理学会九州支部大会(2007年11月).

(6) 篠崎文重, 船木誠, 牧瀬圭正, 山口高志, 小久保伸人, 山田和正, 低キャリア In₂O₃-ZnO 膜の輸送特性, 日本物理学会九州支部大会(2007年11月).

(7) 小早川優介, 小久保伸人, 山田和正, 篠崎文重, In・Sb/Mo 膜の超伝導特性, 日本物理学会九州支部大会(2007年11月).

(8) 谷岡肇, 小久保伸人, 山田和正, 篠崎文重, Ge/In 多層膜の超伝導特性, 日本物理学会九州支部大会(2007年11月).

(9) 山田和正, 山口高史, 小久保直人, 篠崎文重, 矢野公規, 中村浩昭, Indium Zinc Oxide の光伝導, 応用物理学会 (2008 年 3 月).

(10) 高田聡, 山口高史, 小久保直人, 牧瀬圭正, 山田和正, 篠崎文重, 矢野公規, 中村浩昭, 低キャリア In₂O₃-ZnO 膜の超電導特性, 日本物理学会年次大会 (2008 年 3 月).

(11) 谷岡肇, 小久保伸人, 山田和正, 篠崎文重, Ge/In 多層膜における超伝導・絶縁体相の輸送特性, 日本物理学会年次大会 (2008 年 3 月).

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

(1) 渡部行男 科研費 基盤研究 B(2) 代表

原子レベルで平坦な強誘電体の清浄表面の形成とその伝導層の物性解明

(2) 渡部行男 科研費 萌芽研究 代表

絶縁体金属転移の電界制御を利用した量子細線・量子ドットの作製とその物性研究

《 文部省科学研究費補助金以外の外部資金 》

豊田理研

研究嘱託 超高真空中の清浄な表面をもつ強誘電体の分域構造の研究 (渡部)

(資金管理は豊田理研で行った)

財団法人カシオ科学振興財団 研究助成

強誘電体薄膜の抵抗記憶効果の原理解明

及びそれに基づく多値不揮発メモリー素子の開発 (渡部)

日本学術振興会特別研究員等及び共同研究の採択 (学外からの受け入れを含む)

加来滋 (日本学術振興会特別研究員 DC1) (渡部)

他大学での研究と教育

IBM Zurich lab. (特別講義) (渡部)

Augsburg 大 (特別講義) (渡部)

Rutgers 大 (特別講義) (渡部)

Princeton 大 (特別講義) (渡部)

学部4年生卒業研究

- (1) 根本達也、誘電体の電気測定基礎 (山田, 渡部)

学外での学会活動

日本物理学会年次大会 座長 (2008) (渡部)

Integrated Ferroelectrics 誌 編集委員 (渡部)

受託研究・民間との共同研究

豊田理研 研究嘱託 (渡部)

その他の活動と成果

国際高等研究所 特別研究「物質科学とシステムデザイン」委員 (渡部)

講演会：物質材料機構主管研究員（九州大学客員教授）新井正男、第一原理計算による誘電体物性予測 (渡部)

日本物理学会シンポジウム 強誘電体分域の測定法の新展開と新しい分域像 の企画提案 (渡部)

量子物性科学II (低温実験・超伝導グループ)

研究室構成員

篠崎文重 教授

小久保伸人 (共同研究者高等教育開発推進研究センター所属) 助教

《 博士研究員 》

中村高一

《 大学院 修士課程 》

谷岡肇 小倉俊介 小早川優介 山口高史

《 学部 卒業研究生 》

高田聡 寺田大師 松原洋祐

《 研究生 》

牧瀬圭正

担当授業

篠崎文重 ; 力学基礎、物理学 I、物理学 III, 3 年生ゼミナール

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

(1) グラニューラ超伝導薄膜の輸送特性 (中村、谷岡、篠崎); 金属的結合やトンネル結合で互いに相互作用する超伝導微粒子系の輸送特性を明らかにする。この実験研究を通じ学生の指導、教育を行う。

(2) 透明導電膜、IZO 3次元膜における電子 格子散乱機構の解明 (山口、牧瀬、篠崎); この実験研究を通じ学生の指導、教育を行う。

(3) 縮退半導体 $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 3次元膜の超伝導発現 (山口、牧瀬、小久保、篠崎); 結晶構造と超伝導特性の関係を明らかにし、発現メカニズムを検討する。実験研究を通じ学生の指導、教育を行う。

(4) 多結晶 $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 、2次元膜の光伝導 (山口、山田、篠崎); ZnO の割合を変化させ、キャリア数を変え様々な抵抗を有する縮退半導体膜を準備した。この膜に、光の波長、強度を変化させ、電気伝導の時間依存性を測定する。この実験研究を通じ学生

の指導、教育を行う。

(5) 単結晶グラファイト(グラフェン)界面金属薄膜における伝導特性(小倉、小久保、篠崎); 清浄二次元系・金属多層膜における低温輸送特性を明らかにする。この実験研究を通じ学生の指導、教育を行う。

(6) 微小超伝導体における磁束状態に対する理解を深める(小久保、篠崎)

《 今年度の成果 》

(1) グラニューラ超伝導薄膜の輸送特性(中村、谷岡、小早川、篠崎);

金属結合やトンネル結合で互いに相互作用する超伝導微粒子系のS-I転移の解明を、めざし、超伝導、絶縁体、金属、混合・多層膜を作成した。室温、および室温温度にガラス基板を保ち、6nm厚のGe下地膜上にInを1.0-3.0nmのInを蒸着、さらにGeを6-10nm蒸着した超伝導多層膜のR-T測定を行った。その結果、量子抵抗近傍を境にして、超伝導絶縁体転移と考えられる現象を示し、従来、微粒子超伝導系で観測された量子抵抗の2-3倍の値で生じていた超伝導絶縁体転移とは異なる。さらに、その近傍膜においては、磁気抵抗の極性に非対称性を観測した。また、BBE蒸着装置を用いて、超薄膜Mo膜上に、蒸着速度を精密にコントロールして、In、Sb同時蒸着を行った。微粒子系のS-I転移を調べた。

(2) 透明導電性IZO 3次元膜における電子格子散乱機構の解明(山口、牧瀬、篠崎) 残留抵抗の異なる金属的振る舞いを示すIZO膜を用いて、電気抵抗の温度依存性を測定し、以下の結果を得た。i) $20\text{K} < T < 100\text{K}$ では、抵抗率は温度の2乗に、高温では1乗に比例したが、アモルファス金属液体に適用されるextended Zeiman理論では説明できなかった。ii) 低温域の温度2乗依存性は散乱波の干渉効果を考慮した、高次の電子格子散乱理論を用いて解析した。iii) この T^2 乗依存性の係数は比較的乱れ程度が少ない領域膜では残留抵抗値に比例するが、ある程度乱れが大きくなると、線形性は破れ、Reizer理論の予測に従う結果を得た。

(3) 縮退半導体 $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 3次元膜の超伝導発現(山口、牧瀬、小久保、篠崎)

スパッター法で作成されたas depo. 膜はアモルファスであるが、適当な条件で熱処理し、結晶化させることで超伝導を示すことを明らかにした。アニール温度、アニール時間を変え、超伝導特性を調べ、構造と深く関係していることが分かった。

(4) 多結晶 $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 、2次元膜の光伝導(山口、山田、篠崎)

$\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ はワイドギャップを持つ半導体で、光を当てることで、伝導バンドのキャリア数を変化できることが知られている。今年度は伝導度の時間、波長、光束密度依存性を調べた。その結果、緩和には少なくとも「早い、遅い、中間」の三種類の緩和過程がある事が分かった。

(5) 単結晶グラファイト (グラフェン)、Kishgraphite 薄膜における伝導特性 (小倉、小久保、篠崎)

異方性の小さい kishgraphite の温度、磁場依存性を測定した。その結果、kishgraphite で報告されている高磁場での抵抗に金属的な振る舞いが確認された。また、その近傍でホール抵抗の減少も認められた。異方性の温度、磁場依存性を反映した、抵抗の温度依存性の特異な現象が観測された。これを電流の異方性を考慮し、説明した。

(6) 微小超伝導体における磁束状態の観察 (小久保、篠崎)

(i) 微小超伝導体に現れるメソスコピックな磁束秩序状態を調べている。今年度我々は、微小超伝導円板に現れた磁束配置と磁場履歴の関係を走査型 SQUID 顕微鏡で調べた。冷却後に磁場を増加させた場合、マイスナー状態から複数の磁束が侵入したマルチ磁束状態へ直接転移した。これに対し磁場中冷却の場合、マイスナー状態から、一本の磁束が侵入した単一磁束状態へ転移し、その後マルチ磁束状態へ転移する。この違いは、磁束が出入りする試料端付近の障壁バリア効果として理解できた。

(ii) 駆動された磁束格子の結晶方位とモードロック共鳴 (小久保、篠崎)

アモルファス超伝導膜において、駆動された磁束格子の動的性質をモードロック共鳴法で調べている。今年度、駆動された磁束格子の結晶軸方向と運動方向の関係を中心に調べた。モードロック共鳴電圧の磁場依存性を詳しく調べたところ、結晶軸が運動方向に対して平行となる場合と、垂直となる場合があることが分かった。

《 来年度の目標 》

今年度の研究内容を引き続き発展させる

発表論文

《 原著論文 》

Superconductor-Insulator Transitions in Quench-condensed Bi films on Different Under layers:

K. Makise, T. Kawaguti and B Shinozaki

Physica E **39** (2007) 30-36

Weak Localization and Electron-Electron Interaction Effects in Zinc Oxide films:

B.Shinozaki, K.Makise, Y.Shimane and H.Nakamura

J.Phys.Soc.Jpn. **76** (2007)074718-1-074718-6.

Dynamic ordering of driven vortex matter in the peak effect regime of amorphous MoGe films and 2H-NbSe₂ crystals:

N. Kokubo, T. Asada, K. Kadowaki, K. Takita, T.G. Sorop, P. H. Kes, T
Physical Review B **75** pp. 184512-1-184512-8

Peak anomaly of dynamic critical current in NbSe₂ crystals:

N. Kokubo, T. Asada, K. Kadowaki, K. Takita
Physica C **463-465** pp. 229-231

A trial usage of microprobes for improvement of a scanning SQUID microscope:

S. Okayasu, N. Kokubo, I. Kakeya
Physica C **463-465** pp. 294-296

講演

《 海外での講演 》

Mode locking and lattice orientations of vortex matter in amorphous MoGe films:

N. Kokubo, B. Shinozaki, P.H. Kes,

Joint JSPS and ESF Conference on Vortex Matter in Nanostructured Superconductors (Vortex V), September, 2007, in Rhodes, Greece

《 国内での講演 》

Lattice orientations of driven vortex matter detected by mode locking techniques:

N. Kokubo, T. Nishizaki, B. Shinizaki, P. H. Kes

The 4th CREST Nano-Virtual-Labs Joint Workshop on Superconductivity : Critical Current (NVLS2007-CC), Kitakyushu, December 2007

Mode locking and vortex dynamics in mesoscopic flow channels:

N. Kokubo

2nd International Autumn Seminar on Nanoscience and Engineering in Superconductivity for Young Scientists, Tochigi, November, 2007

Electron weak localization, and Electron-phonon interaction in amorphous Zinc-doped Indium oxide (IZO) films:

K.Makise, M.Funaki, B.Shinozaki, K.Yano Y.Shimane K.Inoue, and H.Nakamura

5th international symposium on Transparent Oxide Thin Films for Electronics and Optics (TOEO-5) Zushi Kanagawa, May,2007

Indium Zinc Oxide の光伝導:

山田和正, 山口高史, 小久保伸人, 篠崎文重, 矢野公規, 中村浩昭

第 55 回応用物理学関連連合講演会, 2008 年 3 月, 日本大学

キャリア濃度を変化させたアモルファス In_2O_3 膜の金属・絶縁体転移:

牧瀬圭正、船木誠、篠崎文重、矢野公規、島根幸郎、宇都野太、中村浩昭、井上一吉、船木誠、

日本応用物理学会, 2008 年 3 月

モードロック共鳴による磁束格子フローの結晶方位:

小久保伸人

東北大学金属材料研究所ワークショップ“ ナノ構造超伝導体とその応用 ”, 2007 年 11 月, 東北大学

モードロック共鳴と磁束格子運動の結晶方位 II:

小久保伸人、西寄照和、篠崎文重、P. H. Kes

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 03 月, 近畿大学

金属超薄膜および nano 細線の超伝導特性:

牧瀬圭正、古屋和夫、篠崎文重、谷岡肇、平川学、中西博志、川口尚

日本物理学会第 63 回年次大会 2008 年 3 月 近畿大学

低キャリア多結晶 $(\text{In}_2\text{O}_3)_{1-x}(\text{ZnO})_x$ 膜の超伝導:

高田聡、山口高史、小久保伸人、牧瀬圭正、山田和正、篠崎文重、矢野公規、中村浩昭

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 03 月, 近畿大学

Ge/In 多層膜における超伝導・絶縁体相の輸送特性:

谷岡肇、小久保伸人、山田和正、篠崎文重

日本物理学会第 63 回年次大会, 2008 年 03 月, 近畿大学

In・Sb/Mo 膜の超伝導特性:

小早川優介、小久保伸人、山田和正、篠崎文重

113 回日本物理学会九州支部例会, 2007 年 12 月, 大分大学

Ge/In 多層膜の超伝導特性:

谷岡肇、小久保伸人、山田和正、篠崎文重

113 回日本物理学会九州支部例会, 2007 年 12 月, 大分大学

低キャリア In_2O_3 -ZnO 膜の輸送特性:

篠崎文重、船木誠、牧瀬圭正、山口高志、小久保伸人、山田和正

113 回日本物理学会九州支部例会, 2007 年 12 月, 大分大学

グラファイトの磁気抵抗:

小倉俊介、小久保伸人、山田 和正、篠崎 文重

113 回日本物理学会九州支部例会, 2007 年 12 月, 大分大学

アモルファス MoGe 膜における駆動された磁束格子の結晶方位転移:

小久保伸人、篠崎文重、P. H. Kes

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 09 月, 北海道大学

超伝導 - 絶縁体転移近傍でのアモルファス Ga 超薄膜の電気輸送特性:

牧瀬圭正, 小倉俊助, 谷岡肇, 小久保伸人, 篠崎文重, 川口尚

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 09 月, 北海道大学

新指導要領による入学生の変化と物理教育の状況について:

武田信一, 篠崎文重, 吉田英智, 小久保伸人

日本物理学会第 62 回年次大会, 2007 年 09 月, 北海道大学

平成 17 年度 ~ 平成 19 年度九州大学・理系入学生の物理基礎学力調査:

篠崎文重、武田信一、吉田英智、小久保伸人

九州地区一般教育協議会, 2007 年 09 月, 西南大学

他大学での研究と教育

放送大学 福岡校 集中講義「超伝導入門」 07 年 10 月 20, 21 日

学部 4 年生卒業研究

高田聡 (篠崎); 縮退半導体 IZO 多結晶膜の超伝導特性評価

松原洋祐 (篠崎); MBE 装置を用いた超伝導薄膜作成超伝導薄膜

修士論文

谷岡肇 (篠崎); Ge/In 多層膜における超伝導・絶縁層の輸送特性

受託研究・民間との共同研究

篠崎: 「透明導電材料 IZO の散乱機構の解明」出光中央研究所との研究提携

量子物性科学III (表面物理学)

研究室構成員

河合伸 准教授

《 大学院 修士課程 》

森嶋大輔 今村明将

《 学部 卒業研究生 》

榎崎将

担当授業

前期：力学基礎・同演習（週2回）、物理学III

後期：力学基礎・同演習（週1回）、現代物理学入門

研究・教育目標と成果

《 今年度の目標 》

STM 定在波観測の量子力学的機構について散乱理論に基き解析する。(河合伸)

《 今年度の成果 》

ミクロな量子散乱理論による、STM 注入電子の半導体表面一次元バンドにおける振動励起を起源としたコヒーレンス距離の解析 (河合伸)

昨年度に引き続いて、Ge(001) 表面での STM 注入電子の自由行程距離をミクロな量子散乱理論によって研究した。Ge(001) 表面での自由行程距離を支配しているのは、ダイマー局在振動の励起であることが明らかになった。さらにバンド構造が自由行程距離に及ぼす効果について明らかにし、バーチャル過程の役割について明らかにした。その結果を基に、STM 装置による Ge(001) 表面での量子コヒーレント過程による固体表面構造操作の到達距離について概略的な知見を得た。その結果により、到達距離のバイアス電圧依存性が明らかになった。特に、コヒーレンス距離が巨大になるバイアス電圧の存在をあきらかにした。

低速電子線照射による Si(001) 表面局在振動励起と回折強度 (河合伸)

昨年度の成果に基づき引き続き Si(001) 表面で観測される低速電子線照射によるダイマー局在振動励起について ILC 機構に基き研究した。量子散乱理論からダイマー反転レートをもとめ、そのレートをもとに、時間分解モンテカルロシミュレーションを行った。結果ら得られた低速電子線回折強度の時間依存性は、実験結果をよく再現する。特に、電子線照射直後の現象レートをよく再現する。しかし、収束値は、シミュレーション結果と実験結果の間で、有意な差がありモデルの改善が必要である。

Ge(001) 表面での走査トンネル顕微鏡観察による電子定在波像の量子散乱理論 (河合伸)

量子散乱理論に基づき、一次元電子状態でのステップ端による定在波強度の理論的な解析を行った。従来、多くの実験解析に用いられてきた平面波最低次散乱モデルとは異った結果を得た。定在波の波形が単純な三角関数から大きくずれるエネルギー領域を明らかにした。このような領域では、従来の実験では、定在波と認識されないでデータが発表されてこなかった可能性がある。しかし、三角関数からのずれには、バンド構造に対する重要な情報があり、将来の定在波実験への寄与が期待される。特に、多重散乱を起源とする自己エネルギー補正においては、エネルギー的には対応しないバーチャル過程による項が重要となるエネルギーがあることが解った。単純なコサインバンドで自己エネルギー補正の解析的表式を得た。

《 来年度の目標 》

半導体表面局在一次元バンドにおけるコヒーレンス長とバイアス電圧の関係からコーヒレント過程による表面構造操作領域の大きさの電圧依存性を明かにする。

講演

《 国内での講演 》

森嶋大輔、河合伸

低速電子線による低温 Si(001) 表面振動励起と回折強度時間依存性

日本物理学会第 63 回年次大会

2008年3月24日

外部資金

《 文部省科学研究費補助金 》

平成17年度－20年度 科研費 基盤研究 (C)

フェルミオン-ボゾン相互作用を通じた量子コヒーレント過程による固体表面構造操作
研究代表者：河合 伸

学部4年生卒業研究

榎崎将: Ag/Si(111) $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 構造の相転移

修士論文

森嶋大輔: 低速電子線による低温 Si(001) 表面振動励起と回折強度時間依存性

今村明将: Ge(001) 表面での走査トンネル顕微鏡観察による電子定在波像の量子散乱理論による解析

平成 19 年度客員教授
量子物性科学 講座
新井正男 主幹研究員 (物質材料研究機構)

近年、固体物理の各分野では、第一原理計算が極めて重要で、実験系の研究室でも、標準的な研究手法になってきている。このため、第一原理計算が凝縮系の物性研究と教育で注目されている。特に、表面、ナノ構造、誘電体等の酸化物では、この進展が著しく、量子物性関連分野にとって重要である。

新井主任研究員は、日本の固体の第一原理計算の国内拠点の一つである物質材料機構で主幹研究員として活躍され、第一原理計算手法による物性解明と物性予測及び強誘電体表面の解明の基礎を目的として、誘電体や超伝導などの酸化物系で優れた成果をあげられている。このため、量子物性科学関連分野にとって貴重な存在であるため、平成 18 年度から客員教授として、九州大学理学研究院量子物性科学講座などへの教育と研究への参加をお願いした。

19 年 12 月にご来学頂き、大学院特別講義 (集中) として、第一原理計算の基礎と強誘電体への応用をご講義頂いた。その際に、実際のコンピューターを使って、実際の計算をご指導頂き、強誘電体の基本的な時方を復習し、表面やフォノン等の応用問題を解くまでご指導頂いた。また、これに関連した関連文献手法をご紹介頂き、特に、当講座に研究に密接に関係する誘電体表面の電子状態に関する新井正主幹研究員の最新に発表論文などに関して、科研費の分担者として共同研究を開始した。また、新井正主幹研究員を含めたグループ研究も企画中である。

これら直接対面しての意見交換以外にも、新井正主幹研究員と量子物性科学講座のメンバーとの間で、12 月の訪問前から折に触れて第一原理計算の計算法について様々なご助言を頂き、第一原理計算の教育とその応用研究を量子物性物理に用いる研究の遂行上、貴重な役割を果たして頂いた。

平成19年度 教職員一覧

研究グループ	教授	准教授	助教
粒子宇宙論I	井上 研三	原田 恒司	吉岡 興一
粒子宇宙論II	八尋 正信	清水 良文	緒方 一介
粒子宇宙論III	橋本 正章		山岡 均
粒子物理学	野呂 哲夫 相良 建至	若狭 智嗣 寺西 高	森川 恒安 前田 幸重
多体系基礎論I		成清 修	
多体系基礎論II	巨海 玄道		中野 智仁
多体系基礎論III	和田 裕文	日高 昌則 光田 暁弘	浅野 貴行
凝縮系基礎論I	小田垣 孝	吉森 明	松井 淳
凝縮系基礎論II	中西 秀	野村 清英	御手洗 菜美子
複雑系科学I	木村 康之	町田 光男	塩野 正明 市川 正敏
複雑系科学II	鴫田 昌之	矢山 英樹	
複雑系科学III	武田 信一		川北 至信
量子物性科学I	渡部 行男 新井 正男 ⁺		荒井 毅 [#] 山田 和正
量子物性科学II	篠崎 文重		
量子物性科学III		河合 伸	

+ 客員教授

准助教

技術職員	原子核実験室	古賀義博 前田豊和
	極低温実験室	上田廣孝 上田雄也

学科事務職員	山路有希 久保早苗 大塚恵理子 浴山文子 海山文香 古木多恵子
--------	------------------------------------

平成 19 年度物理学教室各種委員

(教室運営に最も関係の深い委員のみ)

部門長・学科長	巨海
副部門長	渡部
基礎粒子系専攻長	巨海
凝縮系科学副専攻長	渡部
教育課程委員	野呂、井上、木村、河合、町田、 若狭、光田、緒方、川北
経理委員	相良
中期・将来計画委員	和田、八尋、相良、鴫田、中西、木村
大学院 GP	渡部、橋本、清水
キャンパス移転委員	鴫田、町田
図書委員	吉森、成清
情報委員	清水、野村、山岡、森川
談話会委員	吉森
社会連携	篠崎、日高、矢山
体験入学	光田、山田
年次報告担当委員	橋本、河合、寺西
就職・成績管理担当	相良、寺西、野呂
学年担当	光田(1)、町田(2)、原田(3)、野村(4)、 中西(03)、清水(02)、相良(01)、 野呂(00, 99)
広報委員	成清、寺西、野村、若狭、原田、松井
アーカイブ委員	野村
六本松地区委員	
地区主任	鴫田
全学教育理科部会	篠崎
物理教育小部会	武田、橋本
六本松キャンパス運営委員	武田
学生実験主任	篠崎
経理委員	河合
図書委員	成清
地区運営	鴫田
TA 関連	橋本
ネットワーク	山岡
排水・廃棄物管理委員	矢山

平成19年度 物理学教室談話会

	月日	講師	講演タイトル	世話人
第1回	6月5日	横山 崇 (横浜市立大学)	走査型トンネル顕微鏡を用いた固体表面でのナノサイエンス	河合 伸
第2回	9月4日	田村 裕和 (東北大学理学研究院教授)	ガンマ線で見えるハイパー核の世界	相良 建至
第3回	10月12日	延與 佳子 (京都大学基礎物理学研究所)	軽い原子核の奇妙な構造-Cアイソトープのクラスター構造-	八尋 正信
第4回	10月25日	宮武 宇也 (高エネルギー加速器研究機構教授)	短寿命核ビーム実験施設、TRIACとその物理	野呂 哲夫
第5回	11月6日	Prof. Masanao Aoki (Univ. of California, L. A.)	Heavy tail phenomena in macroeconomics	小田垣 孝
第6回	10月31日	Prof. Alexander V. Andreev (チェコ科学アカデミー及びカレル大学)	Pressure study of magnetism in (Lu _{0.8} Ce _{0.2}) ₂ Fe ₁₇ and ...	巨海 玄道
第7回	12月4日	播磨 尚朝 (神戸大学理学研究科教授)	フェルミ面のネスティングと多極子秩序	和田 裕文
第8回	12月18日	新井 正男 (物質・材料研究機構計算科学センター主幹研究員)	誘電体関連物質の電子構造計算に関する話題	渡部 行男
第9回	1月16日	片山 芳則 (日本原子力研究開発機構主任研究員)	構造不規則系における局所四面体構造の圧力変化-リン、石英ガラス、水-	武田 信一
第10回	1月29日	高安 美佐子 (東京工業大学大学院総合理工学研究科准教授)	経済物理学の実社会への応用	吉森 明
第11回	1月23日	青木 健一 (金沢大学自然科学系研究科教授)	量子摩擦と1次元系の自発的対称性の破れ	原田 恒司
第12回	2月21日	長澤 裕 (大阪大学大学院基礎工学研究科准教授)	イオン液体中における溶媒和過程と電子移動反応	吉森 明
第13回	2月20日	大貫 惇睦 (大阪大学大学院理学研究科教授)	重い電子系の最近の発展-結晶反転対称性のない化合物CeIrSi ₃ の超伝導-	巨海 玄道

物性理論セミナー

- 講師： Vo Van Hoang (Hochiminh City National University)
演題： MD Simulation of Amorphous Nanoparticles
開催日： 平成 19 年 4 月 20 日
場所： 物性理論セミナー室 (2635 室)
- 講師： 川島 雪生 (九州大学大学院 理学研究院化学部門 SSP 研究員)
演題： 拡張アンサンブルを用いた X 線 1 分子計測のシミュレーション
開催日： 平成 19 年 6 月 29 日
場所： 物理第 3 講義室 (2249 室)
- 講師： 吉田正幸 (吉田半導体研究所)
演題： 空孔機構および格子間機構対拡散モデルに基づくシリコン中のリン拡散における plateau, rapid fall および tail の形成機構
開催日： 平成 19 年 10 月 25 日
場所： 物性理論セミナー室 (2635 室)
- 講師： 墨智成 氏 (豊橋技術科学大学 大学院工学研究科)
演題： 超臨界流体中での溶媒和現象
開催日： 平成 19 年 12 月 13 日
場所： 21 世紀交流プラザ II 第 1 講義室
- 講師： 吉留崇 氏 (京都大学エネルギー理工学研究所)
演題： タンパク質圧力変性の分子起源
開催日： 平成 19 年 12 月 13 日
場所： 21 世紀交流プラザ II 第 1 講義室
- 講師： 善甫 康成 (住友化学 筑波研究所)
演題： 有機 LED の発光特性シミュレーション
開催日： 平成 19 年 12 月 20 日
場所： 物性理論セミナー室 (2635 室)
- 講師： 増田 俊平 (大阪市立大学大学院工学研究科)
演題： Fast-Forward Problem in Quantum Mechanics (早送り問題)
開催日： 平成 20 年 3 月 14 日
場所： 物性理論セミナー室 (2635 室)
- ・平成 19 年度凝縮系基礎論合同セミナー
- 講師： 御手洗 菜美子 (九大)
演題： 小さな RNA による mRNA の分解と優先順位付け
開催日： 平成 20 年 2 月 5 日
場所： 物理第 1 会議室

平成19年度 九大原子核セミナー開催一覧

第826回 2007年4月12日(木)

講師：梶野 敏貴 氏 (国立天文台)

演題：元素に刻まれた超新星ニュートリノ、ガンマ線バーストの謎

第827回 2007年5月18日(金)

講師：谷藤 愔 氏 (法政大学)

演題：極低エネルギーでの ${}^6\text{Li}(d, p_0){}^7\text{Li}$, ${}^6\text{Li}(d, p_1){}^7\text{Li}^*$, ${}^6\text{Li}(d, \quad){}^4\text{He}$ 反応への 2^+ 共鳴の寄与

第828回 2007年6月15日(金)

講師：前田 幸重 氏 (九州大)

演題：核子 - 重陽子弾性散乱及び分解反応による三体力の研究

第829回 2007年7月27日(金)

講師：松崎 昌之 氏 (福教大)

演題：コンパクト星の中のクォーク・ハドロン物質

第830回 2007年9月14日(金)

講師：河野 通郎 氏 (九州歯科大・教授)

演題：原子核の有効相互作用

第831回 2007年9月20日(金)

講師：富増 多喜夫 氏 (佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター)

演題：電子蓄積リングの周長と電子ビームのエミッタンスの関係と佐賀リングの場合について

第832回 2007年10月5日(金)

講師：上村 正康 氏 (理化学研究所)

演題：超対称性粒子 stau が触媒する新奇なビッグバン元素合成

第833回 2007年11月2日(金)

講師：北沢 正清 氏 (大阪大学)

演題：クォーク・グルオン・プラズマ相におけるクォークの探求

第834回 2007年11月16日(金)

講師：金子 和也 氏 (九州産業大学)

演題：陽子過剰核のアイソマー

第 835 回 2007 年 11 月 26 日 (月)
講師：中務 孝 氏 (理化学研究所)
演題：実時間解法による原子核光応答計算

第 836 回 2008 年 1 月 25 日 (金)
講師：藤井 宏次 氏 (東京大学)
演題：QCD 臨界点とソフトモードの性質

第 837 回 2008 年 1 月 28 日 (月)
講師：三浦 光太郎 氏 (北海道大学)
演題：Hadron mass spectrum in strong coupling lattice QCD at finite density and/or temperature

第 838 回 2007 年 2 月 8 日 (金)
講師：浜田 政智 氏 (九州大学)
演題：閉じ込め相と非閉じ込め相におけるクォーク

第 839 回 2008 年 2 月 19 日 (火)
講師：Prof. Dr. Claus Rolfs (Ruhr-University Bochum, Germany)
演題：The alpha-capture by ^{12}C : the holy grail of astrophysics

第 840 回 2007 年 2 月 27 日 (水)
講師：古本 猛憲 氏 (大阪市立大学)
演題：新しい複素 G 行列を用いた核子-核および核間の相互作用の研究

第 841 回 2008 年 3 月 7 日 (金)
講師：Dr. E. D. Johnson (Florida State University)
演題：The Role Oxygen Plays in Stellar Evolution

平成19年度非常勤講師一覧

学部担当

講師	所属	題目
伊藤早苗	応用力学研究所・教授	プラズマ物理学
矢木雅敏	応用力学研究所・教授	
矢木雅敏	応用力学研究所・教授	特別講義Ⅶ (非線形物理学)
入佐正幸	九州工業大学情報工学部・准教授	生物物理学
杉本章二郎	高エネルギー加速器研究機構	高エネルギー実験学

大学院担当

基礎粒子系科学特別講義

講師	所属	題目
播磨 尚朝	神戸大学理学部物理学科	結晶の対称性とバンド構造
青木健一	金沢大学自然科学研究科・教授	くりこみ群
延与佳子	京都大学基礎物理学研究所	軽い原子核のクラスター構造
宮武 宇也	高エネルギー加速器機構・教授	短寿命核ビームによる核物理
田村 裕和	東北大学理学研究科・教授	ハイパー核の物理

凝縮系科学特別講義

講師	所属	題目
横山 崇	横浜市立大学 大学院国際総合科学研究科・准教授	固体表面におけるナノ構造の物理
高安美佐子	東京工業大学大学院総合理工学研究科	経済物理学
片山 芳則	日本原子力研究所・主任研究員	高温高压下における液体の構造変化
新井 正男 (客員教授)	物質・材料研究機構・主幹研究員	酸化物誘電体の第一原理計算

平成19年度外国人研究者等受入記録

氏名(所属・職)	国籍	受入の目的	受入期間	受入者
Hoang Van VO (ホーチミン市国立大学 工学研究所・准教授)	ベトナム	計算機シミュレーションによる非晶質ナノ粒子の構造と熱物性の研究	H19. 4. 5 ～ H19. 12. 28	小田垣 孝
Eric D. Johnson (Florida State University・博士課程3 年)	アメリカ合衆国	$^{13}\text{C}(^6\text{Li},d)^{17}\text{O}$ 反応における ^6Li 分解過程の寄与に関する研究	H20. 3. 3 ～ H20. 3. 14	緒方 一介
Jihn.E.Kim (ソウル国立大学・教授)	韓国	素粒子の統一理論の研究	H20. 3. 18 ～ H20. 3. 22	井上 研三
Ian-Woo Kim (ソウル国立大学・PD)	韓国	素粒子の統一理論の研究	H19. 6. 28 ～ H19. 7. 1	井上 研三

2007年度 教育課程委員会活動報告

ワーキンググループの立ち上げと活動

いくつかの個別の問題を効率よく検討し、問題に対処するため、新たに3つのワーキンググループを組織した。

・新入生学力調査 WG

改定された学習指導要領による高校教育を受けた学生と以前の学生との学力の差の有無を調べる目的で、新入生に対する物理学テストがここ数年行われている。このテスト自身は全学規模のものであり、多くの理系分野の新入生を対象としたテスト結果の解析が行われているが、当委員会では WG を組織して、物理学科を対象とした解析を行った。その結果をも踏まえ、この新入生の学力の問題を FD で取り上げることとした。

・教育環境検討 WG

身体機能に不自由を持つ学生に対して、個々の学生の状況に即してより支障の少ない教育環境を提供するために、WG を発足させた。具体的活動としては、難聴学生の箱崎での教育環境を改善するために、多入力ワイヤレスマイクシステムを導入した。一般の講義のみではなく、学生間の議論が重要となるゼミナールや学生実験で今後有用になる。

・カリキュラム編成方針検討 WG

2021年度からの全学教育の伊都キャンパスへの移転、六本松教員の箱崎移転に伴い、教員の全学教育担当のありかたにさまざまな制約が生じる。この移転に伴う諸問題を検討する。年度末に立ち上げた WG であり、本格的な活動は2008年度となる。

教育水準向上への試み

概ね、2006年度までの実施内容・実施決定内容に沿って各種の試みを実施した。

・アドバイザー制度

4月には2008年度入学生に対して、10月には物理学コースに新規に進級した2年生に対して、アドバイザーが割り当てられ、この制度がスタートした。今のところ、年2回の面談を主とした学修指導という形で実施されている。

・授業の相互参観

2007年度には7つの授業が公開され、延べ21名がそれらの授業を参観した。少数の例外を除いて、専門教育を担当している箱崎地区の教員のほとんどがこれまでに授業を公開した経験を持ち、平均して3-4回の参観を行ったことになっている。授業公開・参観の双方とも現在はボランティアを募って行われているが、その大半は教育課程委員長が依頼しているのが実情である。なお2007年度より、助教(参観のみ)や六本松地区の教員にも参加を促している。

平成19年度物理学教室ファカルティー・ディベロップメント(FD)報告

「学部学生の学力の現状と分析」

開催日時：平成19年11月22日(木)の13時30分から

場所：物理第一講義室

昨年度からいわゆる「ゆとり教育」世代が学部に入學し、学生の学力低下や質の変化が懸念されている。本年度の物理学FDでは、現状に対する教員の意識の統一を図るために、「学部学生の学力の現状と分析」をテーマに選び、高等学校の現状と大学の現状を学内および学外から講師を招いて講演して頂いた。参加者は、物理教室の助教以上のスタッフに加え、数理学研究院および理学研究院の他部門からも出席者もあり、活発な質疑応答が行われた。詳しい内容に関しては平成19年度物理教室ファカルティー・ディベロップメント(FD)報告書に記載されているので以下概略を報告する。

まず、六本松の初年度学部学生に対する物理学、数学の試験結果から見てきた学生の学力の現状と分析を武田信一教授(物理学部門)と梶原健司准教授(数理学研究院)から講演して頂いた。いずれの結果からも得点分布が1ピークであったものが、最近急速に得点の低い側に新たに1つあるいは2つのピークが出現し、学生の学力の階層化が進んでいることが報告された。より長期間のモニターが必要であるが、学力の多様化に試験方式の違いによる影響が少なからずあることが指摘され、今後の入試方式を検討する際のポイントになりうるということがわかった。

次に、高等学校における物理および数学の教育現状についても、現場の高校教員の方をお招きして講演をお願いし、意見交換を図った。物理に関しては梶山耕成先生(広島大学附属高等学校)から、数学に関しては大貝聖子先生(明治学園高等学校)から現状と問題点、学力のレベルを保つための具体的な対策等について講演して頂いた。いずれの先生からも教育指導要領改訂により、高校以前の内容縮小に伴う授業内容の肥大化とそれに伴う内容の削減についての報告を頂いた。高校側でもその深刻さを問題視しており、そのために独自のカリキュラムや独自の教科書を用いて、学力および知識の不足を補う努力をしていることがよくわかった。

FDを通して、物理履修者の減少に加え、物理履修者でも数学および物理の基礎知識が不足しており、従来と同じ指導法では大学教育を従来のレベルで行なうことが難しくなっている現状が改めて浮き彫りになり、参加者にとって学生指導をするための基礎としての学生の現状認識という観点では貴重な時間となった。

平成19年度 入学者数と卒業生数

	入学者数	卒業生数
物理学科（留学生）	64	55（1）
修士課程（基礎粒子系科学専攻）	21（2）	30
修士課程（凝縮系科学専攻）	16（2）	14
博士課程（基礎粒子系科学専攻）	9	博士学位取得者 6
博士課程（凝縮系科学専攻）	6	博士学位取得者 3

編入者2名、転学科なし

就職・進学状況

修士修了者の進路

H19年度の修士2年生は47人(うち1名は休学等で修士3年目)と最近では大人数であった。彼らの進路は以下の通りであった。

H19年度の修士2年生の進路			H18
民間企業へ就職	31人		17人
高校・中学教員	3人	非常勤教員2人を含む	0人
博士課程へ進学	9人	九大物理博士課程へ9名、 他大学院博士課程へ0名	15人
海外留学	0人		1人
留年	4人	休学2人を含む	1人
退学	0人		3人
計	47人		37人

この学生達が修士1年時からフロントリサーチャー制度が始まり、9名がフロントリサーチャーとしてH20年4月に九大物理博士課程へ進学した。

民間企業に31人が就職した。ソフトウェア分野への就職が減り、半導体はじめメーカー・重工業への就職が増える傾向が今年度も続いた。高校教員志望者は多いが採用は厳しい。

九大物理への企業からの直接訪問・パンフレット送付による求人率は10倍～15倍で昨年同様であり、いわゆる売り手市場が続いている。ただし、大手企業から内々定を得る確率はやや低くなった。これは、企業が求人難とは言え学生を厳しく選んでいるためであろう。企業でもうつ病対策が大変であり、精神的な弱さ持っていたり、友人が少なくコミュニケーションが不得手な学生は採用面接で敬遠されることが多いようだ。

博士・学部生の就職

博士課程修了者・退学者の就職もおおむね好調であった。彼らの採用試験は随時受けが多いが、入社後の研修のために、4月入社が多い。3名(D5,D3,D1)が民間就職し、1名が他大学のポスドクに着任した。

学部4年生(留年生を含む)からは計5名が民間企業に就職した。

～～就職先の民間企業～～

NTTデータ、新日鉄ソリューション、NTT西日本、日立ソフト2、NECシステムテクノ、パナソニックCC、ENG、JIEC、シンフォニック、ユーエスイー、弁理士事務所、東京海上東芝4、NEC、ソニーセミコン九州、Texas Instrument、SII ナノテクノロジー2、日立ディスプレイ、東芝松下ディスプレイテクノロジー、宮崎沖電気、テルモ、ニコン、ライト製作所、東京エレクトロン、松定プレジジョン、マツダ2、ダイハツ、トヨタ九州、ブリジストン2、住友重工、トキメック 他。

体験入学報告

担当：光田 曉弘

平成 20 年 3 月 27 日(木)~29 日(土)の 3 日間にわたって、「第 11 回体験物理学」を実施した。物理学部門では、毎年 3 月末の春休みの時期に高校 1・2 年生を対象として体験入学を行ってきたが、今年で 11 回目を数える。本年度は、福岡県周辺の高校へ案内状を郵送するだけでなく、毎日新聞(2/23)や西日本新聞(3/1)の記事(下図参照)や九州大学のホームページでも告知をしてもらい参加者を募集した。その結果、福岡を中心に、沖縄、愛媛、鹿児島、宮崎、熊本、長崎、佐賀など広範囲の地域から参加の申し込みがあり、57 名の生徒が集まった。セミナー・実験の内容、スケジュール、担当者は下のプログラムに示す通りである。

最終日に閉校式を行い、参加者全員に修了証書を授与した。また、今後の改善のためにアンケートをお願いした。その一例として、体験入学全般の感想について聞いた結果を最後のグラフに示す。興味(面白い - 普通 - つまらない)と難易度(難しい - ちょうど良い - 易しい)について答えてもらい、各生徒がどの組み合わせで回答したかを集計したものである。最も多い回答は「面白くて難易度もちょうど良い」2 番目は「面白いが難しい」であり、「つまらない」という回答は 1 つもなかった。概ね好評であったと考えている。ただ、「内容が難しい」という声がやや多いので、今後、改善が必要である。

九州大理学部物理学
科(福岡市東区)が 3 日間とも午前中にセミナーあり、午後には申し込みは往復はがき
月 27、29 日に開講する
高校 1、2 年生対象の
物理学講座の体験入学
者を募集している。締
め切りは今年 29 日。
開講するセミナーは
▽究極の粒子・究極の
力▽不思議なミクロの
世界の住人原子核を探
る▽ビッグバン宇宙と
▽物質を透過する粒
子線▽極低温の世界▽
身の回りの放射能体
験——などの実験が
812-85881 福

高 1、2 年生
来月 27、29 日 九大物理学講座
体験入学者を募集
▽物質を透過する粒
子線▽極低温の世界▽
身の回りの放射能体
験——などの実験が
812-85881 福

岡市東区箱崎 6 の 10 の
1 九州大学理学部
物理学科「体験入学」
係まで。電子メール③
da6scpp@mbox.n
c.kyusyu-u.ac.jp
c.kyusyu-u.ac.jp
でも可。問い合わせは同大学院理学
研究院物理学部門 0
92・642・2505
0。

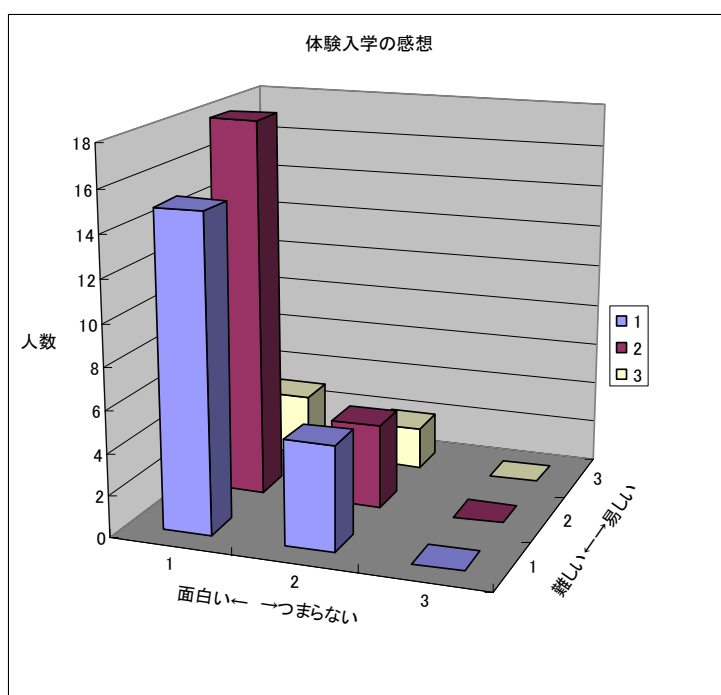
【松本光央】

物理の世界を学ぼう
27日から九大体験講座
九州大学理学部物理学
科は二十七二十九日に
開催する「第十一回体験
物理学―物理の世界を体
験しよう」の体験入学者
を募集している。対象は
三日間参加できる高校
一、二年生。参加無料。
①住所②氏名③振り仮
名④学校名⑤学年⑥希望
実験テーマを一つ明記の
上、往復はがき(〒81
2-85881、福岡市東
区箱崎六ノ一〇ノ一、九
州大学理学部物理学科
「体験入学」係)かメー
ル da6scpp@mbox.n
c.kyusyu-u.ac.jp に応
募。希望実験テーマは①
物質を透過する粒子線②
極低温の世界③超伝導④
赤と青を繰り返す化学反
応⑤身の回りの放射能体
験⑥ゴムを伸ばすと、な
ぜあたたかくなるのか⑦
立体画像フログラフイ
ー⑧実験で見るカオス―
から選択。締め切りは三
日消印有効。抽選で六十
人。同物理学科11092
(642)2505。

左は毎日新聞(平成 20 年 2 月 23 日付け朝刊)、
右上は西日本新聞(平成 20 年 3 月 1 日付朝刊)

[プログラム]

	3月27日(木)	3月28日(金)	3月29日(土)
10:00 ~ 10:50 (セミナー)	開校式 (巨海 玄道 学科長)	究極の粒子・究極の 力 (原田 恒司)	不思議なミクロの世界 の住人原子核を探る (清水 良文)
11:00 ~ 11:50 (セミナー)	カオス： 簡単な系の複雑な運動 (中西 秀)	ゲル Exotic Soft Matter (鵜田 昌之)	ビックバン宇宙と 物質進化 (橋本 正章)
11:50 ~ 13:20	昼休み		
13:30 ~ 15:30 (実験)	<ul style="list-style-type: none"> 物質を透過する粒子線(寺西 高) 極低温の世界(浅野 貴行) 超伝導(中野 智仁) 赤と青を繰り返す化学反応(市川 正敏) 身の回りの放射能を体験する(森川 恒安) ゴムを伸ばすと、なぜあたたかくなるの?(吉森 明) 立体画像フォログラフィー(塩野 正明) 実験で見るカオス(御手洗 菜美子) 8テーマの中から3テーマを選び、1日1テーマずつ体験。		
15:30 ~ 15:45			閉校式 (巨海 玄道 学科長)



平成19年度社会貢献活動報告

「1」高校訪問出前授業等の実施

以下、各高校や予備校において、理学部、物理学科の説明（入試状況、教育カリキュラム、就職状況等）もしくは模擬授業を行った。

1) 実施日：平成19年6月27日

担当者：和田

実施先：宮崎県日南高校（講義）

2) 実施日：平成19年7月7日

担当者：橋本

実施先：宮崎県立宮崎大宮高等学校（講義）

3) 実施日：平成19年7月20日

担当者：中西

実施先：山口県立岩国高等学校（説明会）

4) 実施日：平成19年8月17日

担当者：巨海

実施先：福岡県立嘉穂高等学校で課題研究発表大会の審査員

5) 実施日：平成19年9月11日

担当者：山岡

実施先：宮崎県立延岡高等学校（講義）

6) 実施日：平成19年10月3日

担当者：武田

実施先：長崎県立東高等学校（講義）

7) 実施日：平成19年11月12日

担当者：篠崎

実施先：延岡学園高等学校（講義）

「2」公開講座

1) 実施日：平成19年8月25日、9月29日

担当者：篠崎、寺西

中高生のための公開講座を開催

「3」進路学習における学校訪問受け入れ

1) 実施日：平成19年10月24日

福岡県立飛翔館中等教育学校の生徒を対象に実験室、研究室公開と説明会

「4」体験物理学講座

1) 実施日：平成20年3月27日～29日

九州、中国、四国の希望する高校生を対象に3日間のセミナー、実験実習を行った。