

# 延與放射線研究室

## Radiation Laboratory

主任研究員 延 與 秀 人

EN'YO, Hideto

当研究室は強い相互作用をする多体系としての原子核物理学、ハドロン物理学の研究を進めている。これらの研究は重イオン科学総合研究の一環として行われ、米国ブルックヘブン国立研究所（BNL）に完成した超高エネルギー重イオン衝突型加速器（RHIC）を用いた国際協力研究をその柱としている。RHIC では重イオン衝突を用いたクォーク・グルーオン・プラズマ（QGP）の物理研究のみならず、理研と BNL との相互協力によって、偏極した陽子の衝突実験によるスピン物理研究を可能とした。重イオン衝突実験は、宇宙誕生の初期にあったとされる QGP 状態を実験室に再現し、超高温度高密度物質への相転移とその性質を研究するものであり、偏極陽子衝突実験では核子のクォーク・グルーオン構造をスピンを指標に解明するものである。これらの研究を通じ、真空中におけるクォークの“閉じ込め”の構造を探索し、宇宙創生の歴史の中で最初の元素である陽子や中性子が誕生したメカニズムを理解する。RHIC は 1999 年に完成し、これまでに重心系エネルギー 130 GeV/核子および 200 GeV/核子で、金原子核同士の衝突と重陽子・金原子核の衝突実験が行われ、本年度は銅原子核同士の衝突実験を行った。また 2001 年に偏極陽子の衝突実験を可能とする加速器付帯設備と実験装置が完成し、2002 年度には重心系エネルギー 200 GeV での横偏極での偏極陽子衝突実験を、昨年、本年度は縦偏極した偏極陽子衝突実験を行った。

1. RHIC 偏極陽子衝突加速器を用いたスピン構造関数の実験的研究（延與、市原、秋葉、渡邊、竹谷、後藤、谷田、岡村、中川、東城<sup>\*1</sup>、田原<sup>\*1</sup>、大西（宏）<sup>\*1</sup>、鳥井<sup>\*1</sup>、四日市<sup>\*2</sup>、清道<sup>\*2</sup>、蓮子<sup>\*2</sup>、狩野<sup>\*2</sup>、Heuser<sup>\*2</sup>、Rykov<sup>\*2</sup>、今井<sup>\*3</sup>、柴田<sup>\*3</sup>、齋藤（直）<sup>\*4</sup>、栗田<sup>\*4</sup>、Wagner<sup>\*4</sup>、佐藤（博）<sup>\*5</sup>、外川<sup>\*6</sup>、蜂谷<sup>\*6</sup>、岡田<sup>\*6</sup>、高野<sup>\*7</sup>、藤原<sup>\*7</sup>、洞口<sup>\*7</sup>、深尾<sup>\*7</sup>、青木<sup>\*8</sup>、神原<sup>\*8</sup>、庄司<sup>\*8</sup>、稼農<sup>\*8</sup>、中野<sup>\*8</sup>、井上<sup>\*8</sup>）

〔参照：基礎科学研究「国際協力研究」高温・高密度原子核の研究 I. 米国ブルックヘブン国立研究所との国際研究協力 1. RHIC を用いたスピン物理研究〕

2. RHIC および他の加速器を用いたハドロン物理の実験的研究（延與、秋葉、大竹、谷田、大西（宏）<sup>\*1</sup>、田原<sup>\*1</sup>、鳥井<sup>\*1</sup>、武藤<sup>\*1</sup>、清道<sup>\*2</sup>、四日市<sup>\*2</sup>、Heuser<sup>\*2</sup>、永宮<sup>\*3</sup>、佐久間<sup>\*4</sup>、浜垣<sup>\*4</sup>、杉立<sup>\*4</sup>、澤田<sup>\*4</sup>、中條<sup>\*4</sup>、三明<sup>\*4</sup>、志垣<sup>\*4</sup>、Burward-Hoy<sup>\*4</sup>、佐藤（進）<sup>\*4</sup>、本間<sup>\*4</sup>、関本<sup>\*4</sup>、田中<sup>\*4</sup>、川崎<sup>\*4</sup>、槌本<sup>\*7</sup>、梶原<sup>\*7</sup>、蜂谷<sup>\*6</sup>、成木<sup>\*8</sup>、高木<sup>\*8</sup>、金野<sup>\*8</sup>、中村<sup>\*8</sup>、杉田<sup>\*8</sup>、下村<sup>\*8</sup>）

RHIC の PHENIX 実験で超高エネルギー重イオン衝突反応の研究を行っている。この研究の目的は、超高エネルギーで原子核同士を衝突させることにより、クォーク・グルーオンの閉じ込めが破れた状態（QGP）を生み出し検出することにある。本年度は、これまでの RUN で測定した金-金衝突、重陽子-金衝突のデータ解析を進めるとともに、2005 年 1 月から 3 月にかけて銅-銅衝突のデータ収集を行った。銅-銅衝突実験を行ったのは、RHIC で生成された高密度状態の性質が、衝突する原子核のサイズによってどう変わるかを詳しく調べるためである。

本年度の run では RHIC 加速器・PHENIX 測定器とも

に非常に安定に動作したため、衝突エネルギー 200 GeV で約  $3.1 \text{ nb}^{-1}$ 、63 GeV で約  $0.5 \text{ nb}^{-1}$ 、22.6 GeV で約  $5 \text{ nb}^{-1}$  の衝突を記録し、200 GeV データのオンライン解析で既に 10,000 個を超える  $J/\psi$  粒子を観測している。

PHENIX のデータ解析からは、高横運動量粒子の測定、ハドロン生成の測定、楕円型集団運動の測定、 $J/\psi$  粒子の測定、チャーム粒子生成の測定、直接光子生成の測定など多くの結果が得られている。これら PHENIX の最初の 3 年間の成果を総合すると、RHIC の金-金衝突の初期段階に超高密度状態が生成されており、この状態は通常のハドロンで記述することはできないと結論される。高横運動量ジェット生成の抑制は、クォークやグルーオンが高密度物質中でエネルギー損失をこうむるためであり、また楕円型集団運動の発生はこの高密度状態が内圧をもち、流体力学的発展をする結果と理解される。流体力学モデルとデータの比較の結果は、この物質が反応初期に急激に熱平衡に達することを強く示唆している。この高密度物質が確かに閉じ込めの破れた状態であるかを確定するべく、より一層の研究を続けている。

欧州合同原子核研究機関（CERN）、SPS 加速器において高エネルギー原子核衝突実験、NA60 実験を行っている。本実験は原子核衝突により生成された高温核物質の正体が宇宙初期に存在したと予想される状態であるクォーク・グルーオン・プラズマ（QGP）状態であるかを解明することを目的としたミュー粒子対測定実験である。とくにその有力な信号である「 $J/\psi$  粒子の抑制現象」を高性能飛跡検出器：シリコンピクセル検出器を用いた精密測定により追試すること、さらには観測されているがその起源が明確に解明されていない「ミュー粒子対不変質量 1.5 GeV 以上 2.5 GeV 以下の領域における収量の増加現象」が QGP からの直接

信号かどうかの解明を目指している。本年度は2004年に収集したインジウムビームをインジウム標的に入射する実験により収集したデータの解析を中心に、我々の製作したシリコンピクセル検出器が予想通りの性能を示すことを見いだした。さらに実験データ解析の基礎データとなる陽子-原子核衝突実験を本年度行い、そのデータの収集に成功した。現在、既存のデータより最終的なQGPに関する情報を導き出すべく日々解析を行っている。

高エネルギー加速器研究機構(KEK)の12GeV陽子シンクロトロンを用いて、原子核密度下におけるカイラル対称性の部分的回復を検証する実験を行った。この実験はKEK-PS E325として1997年よりデータ収集を開始し、2002年3月に終了した。この研究では、ベクター中間子の原子核密度中での質量の変化を、崩壊生成物である電子陽電子対およびK中間子対を検出することにより直接測定し、原子核内でのカイラル対称性の部分的回復を実験的にとらえることを目標としている。最終的に得られた電子陽電子対の不変質量分布は、我々がすでに公表した結果に比べ、統計量がほぼ100倍に達し、 $\omega$ 中間子のピークの低質量側に既知のハドロンの崩壊による電子・陽電子では説明できないエクセスを再確認した。原子核密度程度の領域では質量減少が密度に比例するという理論に従って、原子核の密度分布と $\rho/\omega$ の運動量分布にもとづくスペクトラム変化のモデル計算を行い、この実験データが示す質量減少の程度はQCD sum ruleを用いた理論の予言と無矛盾であるという結果を得た。また、本年は、 $\phi$ 中間子の電子陽電子対スペクトラムの低質量側にもエクセスを観測し、その統計的有意性について最終確認中である。

**3. 原子核加速器およびイオン源の研究**(岡村、服部<sup>\*4</sup>, Jameson<sup>\*4</sup>, Kondrashev<sup>\*4</sup>, 山本<sup>\*7</sup>, 高野(淳)<sup>\*7</sup>, 榊原<sup>\*8</sup>, 高野(智)<sup>\*8</sup>, 伊藤<sup>\*8</sup>)

昨年度に設計製作した、常伝導パーシャルスネーク磁石は現在進行中のRUNでも安定に動作しており、RHIC前段加速器であるAGSでの偏極度は約50%を記録している。この成功に加えて超電導型パーシャルスネークが近日中にAGSに導入される予定である。この超電導パーシャルスネークは磁場構造については常伝導とほぼ同じであるが高い磁場強度(3T)を発生することが可能である。これによって最大スピンの回転角も常伝導の5%に対して30%となり懸案であったイントリンシック減偏極共鳴の克服も視野に入る。しかし、この超電導スネークはスピン回転角が大きく入射粒子のスピン方向がスピン閉軌道に対して大きな角度を持つてしまうため、実際の運転では常伝導スネークによる閉軌道補正が不可欠であり、詳細な計算機シミュレーションを行っている。今回のRUNで実験的な基礎データを収集し、次のRUNでの本格的な稼働を予定している。

高強度重イオン源として、これまでにないプラズマ直接入射法を用いたレーザーイオン源の開発と、このイオン源の生成する電流量に対応した線形加速器の研究を行っている。本年度は試作機を放射線医学総合研究所に設置し基礎実験を開始した。現在炭素ビームで電流量65mA以上が得られており、中重イオン用イオン源として圧倒的な世界記録を達成している。現在、銅、アルミ、タンタル、チタンなどの多価イオン発生についての基礎研究も行っている。

**4. 陽子弾性散乱を用いた不安定原子核の核構造の研究**(延與、市原、渡邊、大西(哲)<sup>\*1</sup>, 竹田<sup>\*2</sup>, 寺嶋<sup>\*4</sup>, 村上<sup>\*4</sup>, 坂口<sup>\*4</sup>, 大田<sup>\*7</sup>, 熊谷<sup>\*9</sup>; 須田(本林重イオン核物理研究室))

これまで陽子ビームを用いた原子核との弾性散乱の角度分布を精密に測定することで、安定原子核の密度分布が決定されてきた。これを不安定原子核研究に応用するためには、水素標的に不安定原子核を照射するという逆運動学を用いることとなる。当研究室ではそのための固体水素標的の開発、検出器系の開発などを行っており、既に窓のない薄い水素氷標的の生成に成功している。本年度は検出器系としてMWDCを開発し、その一環として放射線医学総合研究所HIMACで400MeV/Aのビームを用いたビームテストを行った。また散乱陽子のエネルギーを測定するNaI検出器のエネルギー分解能や位置依存性を測定するため、京都大学タンデム加速器を用いたビームテストを行った。

**5. ハドロンの物理的理論的研究**(矢崎<sup>\*3</sup>, 松井<sup>\*3</sup>, 鈴木<sup>\*4</sup>, 須藤<sup>\*2</sup>, 大谷<sup>\*2</sup>, 平井<sup>\*5</sup>, 横谷<sup>\*7</sup>, 橋本<sup>\*7</sup>)

我々は、摂動論的QCDを用いた核子の構造の究明を軸とし、有限温度・密度におけるQCD相転移や様々な原子核・ハドロンの現象の解明を目的として研究を行っている。以下主な研究課題とその成果を記す。

(1) パートン型を用いた核子のスピン構造の研究

RHIC-Spinでの実験を念頭に置き、核子内部のスピン構造および偏極パートン分布の研究を行っている。クォーク・グルーオンによる核子スピン構造の理解には偏極パートン分布の決定が必要不可欠である。偏極深非弾性散乱の実験値により偏極クォーク分布は精度良く決定されているが、グルーオン分布には未だ大きな不定性が残っている。グルーオン分布の振舞いは、RHIC-Spinにて測定される中性パイ中間子スピン非対称度に顕著に反映する。そこで、その分布の関数形が中性パイ中間子のスピン非対称度の理論予測に及ぼす影響を調べた。小さい $P_T$ 領域では、負の非対称度を得るためにはグルーオン分布に非常に厳しい制限がかかり、非常に小さい値しか取れないことを示した。また、大きな $P_T$ 領域ではグルーオン分布の偏極度が負の場合にクォークとグルーオンの散乱過程の寄与により非対称度が負になり得ることを示した。さらに、荷電パイ中間子からのスピン非対称度を用いてグルーオン分布の符号について調べた。電荷正負のパイ中間子の断面積の差分から定義されるスピン非対称度は、クォークとグルーオンの散乱過程が優位なため不定性のあるグルーオン破砕関数の寄与は除外できる量となり、偏極グルーオン分布およびその符号を調べるのに有用であることを示した。

(2) 原子核内パートン分布についての研究

高エネルギー原子核散乱実験の様々な現象を説明する際には、パートン分布がその衝突初期に受ける原子核効果の影響が問題となる。これらはEMC効果や影散乱の効果として知られている。原子核標的の場合において散乱断面積を計算する際に、これらの原子核効果を取り入れたパートン分布が必要になる。そこで、質量数依存性を持った原子核内パートン分布を定義し、様々な原子核標的による深非弾性散乱およびDrell-Yan過程の実験値を用いて原子核内パートン分布の決定を行った。本研究によりクォーク分布

は EMC 効果を受け中間  $x$  領域 ( $x = 0.3 \sim 0.6$ ) で核子内パートン分布よりも 2 割程度小さく、海クォークやグルーオン分布は影散乱の効果を受け小さい  $x$  領域 ( $x < 0.01$ ) で 1~2 割程度小さくなっていることを示した。

### (3) ハドロンの物理的位相的配位の研究

核子のスピンにはクォークやグルーオンのスピンだけでなくパートンの軌道角運動量も寄与する可能性があり、その場合遠心力によりバリオンがスピン偏極軸に対して変形することが考えられる。このような効果を評価するため、パイオンの非線型表現によるソリトンを用いたバリオンの電荷分布について解析を行った。ソリトンによるバリオンの記述は量子異常に起因した有効作用によって正当化されるので、この有効作用に電磁場との結合を考慮した上でバリオンの電磁的性質について評価を行った。その結果スピン偏極したバリオンの電荷密度は、アイソスピンに依存して特徴的な構造を持つことが明らかになった。すなわち正電荷をもつバリオンは電荷分布がオブレート変形するのに対し、中性のバリオンはプロレート変形した正電荷のまわりにトーラス状の負電荷が分布するということが示された。またカラー強磁性相において励起される渦糸についても考察を行った。このカラー強磁性相は低温高密度状態での存在可能性が指摘されており、非対角グルーオンが量子ホール状態を形成して安定化すると考えられている。従って通常の量子ホール系との類推からカラー強磁性相においても渦糸が励起されることが予想される。実際カラー強磁性の存在下で適当な境界条件のもとに変分方程式を解くことにより、渦糸励起が起こりうることを示した。また、この渦糸の励起エネルギーは高密度領域で減少することが明らかになり、この結果から渦糸の多重発生による相転移の可能性を指摘した。

### (4) 重いメソンの質量スペクトルの研究

近年、いくつかの実験グループにおいて、 $D$ 、 $D_s$  メソンの新しい励起状態 ( $0^+$ ,  $1^+$ ) が相次いで発見された。しかし、これらの質量・崩壊幅は、これまでのポテンシャル模型では説明できないことが報告され、重いクォークと軽い反クォークの束縛状態に関する研究が現在さかに行われている。我々は独自の観点から重いクォーク対称性とカイラル対称性を取り入れた有効ハミルトニアンを用いると同時に、クォークの相対論的效果をできるだけ厳密に取り入れたポテンシャル模型を構築し、重いクォークと軽い反クォークからなる Heavy-light メソンの質量スペクトルの研究を行った。結果、我々が提唱した模型では、 $D$ 、 $D_s$  の質量を誤差 1%未満の高い精度で再現できることを明らかにした。同時に、メソンの全角運動量・パリティを同時に決定できる新しい演算子の存在を発見した。また、まだ見つかっていない  $B$ 、 $B_s$  メソンの励起状態の質量・崩壊モードについての予言を行った。

### (5) カイラル対称性と核子の模型の研究

QCD の有効理論で、カイラル対称性とその自発的破れを強調した NJL 模型に基づく核子の相対論的クォーク模型を用いて、核媒質中での核子の構造変化を調べている。カイラル対称性の光円錐上での記述法については、残っている有効理論の正則化の問題と取り組んでいる。

員、\*4 共同研究員、\*5 訪問研究員、\*6 技術研修生、\*7 ジュニア・リサーチ・アソシエイト、\*8 研修生、\*9 研究嘱託

## 1. Experimental study of spin structure of proton using RHIC polarized proton collider

[See: International Cooperation Research 1. Study of Spin Physics Using RHIC]

## 2. Experimental study of hadron physics using RHIC and other accelerators

We are studying high-energy heavy-ion collision with the PHENIX detector at RHIC, in order to discover the quark gluon plasma in which quarks and gluons are deconfined. We have performed detailed analyses on the previously obtained data, and carried out a new run (Cu-Cu collision) in 2004 which showed us the nuclear size dependence of high density matter characteristic produced by RHIC. From the analyses, we have improved the understanding of the “Jet Quenching” phenomenon and anisotropy of particle flows. These experimental observations are consistent with the quark gluon plasma formation.

In the NA60 experiment at CERN (The European Organization for Nuclear Research) we carried out a proton-nucleus collision experiment which is important for detail analysis of the experiment (di-muon productions in Indium-Indium interaction) performed in 2004.

The KEK-PS E325 experiment was performed from 1997 to 2002, to explore the partial restoration of chiral symmetry at the normal nuclear density. We measured invariant mass spectra in  $e^+e^-$  and  $K^+K^-$  channel in the 12-GeV proton + nucleus reactions, and investigated the spectral modification of vector mesons ( $\varphi$ ,  $\rho$  and  $\omega$ ) due to the chiral symmetry restoration. Final results of the  $e^+e^-$  spectra reached about 100 times the previously published results, and obtained the excess in the lower-mass side of the  $\Phi$  meson peak as well as  $\omega$  meson.

## 3. Study of Accelerator and Ion source

The normal-conducting helical snake magnet launched last year is working well and the proton polarization reached about 50% at the end of AGS. In addition the super-conducting helical snake magnet will be installed in AGS soon. This magnet has same magnetic structure as the normal one but much more magnetic power (3 T), so it can rotate the proton spin by 30% as compared with 5% with the normal one.

As a high intensity heavy ion source, we are developing a new type of laser ion source together with a linear accelerator, which matches the new source. We have started test experiments for these devices, and reached the world record of over 65 mA with a Carbon beam.

## 4. Study of unstable nuclei structure with proton elastic scattering

Proton elastic scattering is a suitable method for measuring the density distribution of nuclei. Reverse kinematics is needed to apply the method to unstable nuclei beam, and we have been developing detectors and tools including a solid hydrogen target. A thin solid hydrogen target without a window is already ready to use, and we carried out beam tests at the HIMAC accelerator of the National Institute of Radiological Sciences (NIRS) and the tandem accelerator of Kyoto University for newly developed MWDCs and NaI detectors respectively this year.

\*1 基礎科学特別研究員、\*2 協力研究員、\*3 客員主管研究

## 5. Theoretical study of hadron physics

### (1) Spin structure of the nucleon with quarks and gluons

We have performed global analyses for available lepton deep-inelastic scattering data, in order to determine the polarized parton distribution functions (pol-PDF) and their uncertainty estimation. We have investigated effects of the polarized gluon distribution, whose shape is largely unknown, on the double spin asymmetry for  $\pi^0$  production recently measured at RHIC. We have found that the gluon polarization must be close to zero when  $\pi^0$  asymmetries show negative in the low p.T region, and also a possibility of negative  $\pi^0$  asymmetries due to scattering between quarks and negatively polarized gluons in the high p.T region.

### (2) Parton distribution in nuclei

We determined the parton distribution in nuclei including mass number dependence using experimental cross section value of deep inelastic scattering and the Drell-Yan process of various nuclear targets. It is very important to calculate scattering cross sections with nuclear targets. Moreover this study shows that quark distribution is about 20% smaller than parton distribution at  $x = 0.3-0.6$  because of the EMC effect, and sea quark and gluon distribution is 10-20% smaller at  $x < 0.01$  because of the shadow effect.

### (3) Topological configuration in hadron physics

The spin of the nucleon comes from that of gluon and quarks, as well as the orbital angular momentum of the partons. The orbital motion may induce intrinsic deformations of baryons due to the centrifugal force. To estimate this effect, we studied the spin polarized Skyrmions coupled with the electromagnetic field via the gauged Wess-Zumino term and calculated configurations of the Skyrmion and the gauge field. We found that the magnetic field forms a dipole structure owing to a circular electric current around the spin quantization axis of the soliton. The electric charge distributions turn out to have characteristic structures depending on the total charge, which suggests that the intrinsic deformation of baryons is due to orbital motions of the constituents. We also analyze solutions of vortex excitations in the color ferromagnetic states and evaluate their energies. Since the color ferromagnetic state is stabilized by forming the quantum Hall state of off-diagonal gluons in dense and cold medium, the obtained vortex is an analogue of quasi particle in the usual quantum Hall system. We point out that the states transform to the color superconducting phase due to the multiple creation of vortices as the density becomes large.

### (4) Mass spectra of heavy mesons

Recently, bound states of heavy quark and light anti-quark have been actively studied because newly discovered excited states ( $0^+$ ,  $1^+$ ) of D and D<sub>s</sub> mesons are not well explained by the ordinary potential models. Our potential model including the relativistic effect of quarks reproduced masses of D and D<sub>s</sub> mesons within 1% error with an effective Hamiltonian including heavy quark symmetry and chiral symmetry.

### (5) Chiral symmetry and a model of the nucleon

The NJL model, which can be regarded as an effective theory of QCD emphasizing chiral symmetry and its spontaneous break-down, is used to study a structural transformation of nucleon in nuclear matter.

## Staff

### Head

Dr. Hideto EN' YO

### Members

Dr. Yasuyuki AKIBA  
Dr. Takashi ICHIHARA  
Dr. Yuji GOTO  
Dr. Itaru NAKAGAWA  
Dr. Masayasu OKAMURA  
Dr. Yoshie OTAKE  
Dr. Atsushi TAKETANI  
Dr. Kiyoshi TANIDA  
Dr. Yasushi WATANABE  
Dr. Hiroaki OHNISHI<sup>\*1</sup>  
Mr. Ryotaro MUTO<sup>\*1</sup>  
Mr. Junji TOJO<sup>\*1</sup>  
Dr. Tetsuya OHNISHI<sup>\*1</sup>  
Mr. Hisayuki TORII<sup>\*1</sup>  
Mr. Tsuguchika TAHARA<sup>\*1</sup>  
Dr. Johann HEUSER<sup>\*2</sup>  
Dr. Masanori HIRAI<sup>\*2</sup>  
Dr. Hiroyuki KANO<sup>\*2</sup>  
Mr. Akio KIYOMICHI<sup>\*2</sup>  
Dr. Munehisa OTANI<sup>\*2</sup>  
Dr. Vladimir RYKOV<sup>\*2</sup>  
Dr. Kazutaka SUDO<sup>\*2</sup>  
Dr. Satoshi YOKKAICHI<sup>\*2</sup>  
Dr. Kazumi HASUKO<sup>\*2</sup>  
Dr. Hiroyuki TAKEDA<sup>\*2</sup>  
Mr. Hidekazu KUMAGAI<sup>\*3</sup>

---

<sup>\*1</sup> Special Postdoctoral Researcher

<sup>\*2</sup> Contract Researcher

<sup>\*3</sup> Temporary Employee

### in collaboration with

Dr. Toshimi SUDA (Heavy Ion Nucl. Phys. Lab.)

### Visiting Members

Dr. Masayuki ASKAWA (Grad. Sch. Sci., Osaka Univ.)  
Dr. Wolfgang BENTZ (Sch. Sci., Tokai Univ.)  
Dr. Jean Paul BLAIZOT (ECT\*)  
Dr. Muriel Jane BURWARD-HOY (Dept. Phys., Stete Univ. New York, Stony Brook, USA)  
Dr. Sanatan DIGAL (Dept. Phys. Grad. Sch. Sci., Univ. Tokyo)  
Dr. Hirotugu FUJII (Grad. Sch. Arts Sci., Univ. Tokyo)  
Dr. Tetsuo HATSUDA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)  
Dr. Toshiyuki HATTORI (Tokyo Inst. Technol.)  
Dr. Kensuke HOMMA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Dr. Kenichi IMAI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Dr. Katsuya ISHIGURO (Fac. Sci., Kanazawa Univ.)  
Dr. Noriyoshi ISHII (Tokyo Inst. Technol.)

Dr. Robert JAMESON (Inst. Angewandth Physik,  
Goethe-Univ. Frankfurt, Germany)  
Dr. Osamu JINNOUCHI (KEK)  
Dr. Masashi KANETA (Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.)  
Dr. Takeo KAWASAKI (Fac. Sci., Niigata Univ.)  
Dr. Jirou KODAIRA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Dr. Yuji KOIKE (Fac. Sci., Niigata Univ.)  
Dr. Sergei A. KONDRASHEV (Inst. Theo. Exp. Phys.  
(ITEP), Russia)  
Dr. Shunzo KUMANO (Fac. Sci. Eng., Saga Univ.)  
Dr. Teiji KUNIHIRO (YITP, Kyoto Univ.)  
Dr. Youngil KWON (Dept. Phys., Seoul Natl. Univ., Ko-  
rea)  
Dr. Yajun MAO (Peking Univ., China)  
Dr. Yasuo MIAKE (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)  
Dr. Shoichi MIDORIKAWA (Fac. Eng., Aomori Univ.)  
Dr. Toshiyuki MORII (Fac. Human Dev., Kobe Univ.)  
Dr. Osamu MORIMATSU (KEK)  
Dr. Shoji NAGAMIYA (KEK)  
Dr. Kenichi NAITO (Fac. Eng., Hokkaido Univ.)  
Dr. Shogo NAKAMURA (Fac. Ed., Yokohama Natl.  
Univ.)  
Dr. Akio OGAWA (Phys. Dept., BNL, USA)  
Dr. Naohito SAITO (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Dr. Koichi SAITO (Fac. Sci. Tech., Tokyo Univ. Sci.)  
Dr. Harutaka SAKAGUCHI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Fuminori SAKUMA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Dr. Kenji SASAKI (KEK)  
Dr. Shinya SAWADA (KEK)  
Dr. Michiko SEKIMOTO (KEK)  
Dr. Toshiaki SHIBATA (Tokyo Inst. Technol.)  
Dr. Kenta SHIGAKI (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Dr. Toru SUGITATE (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Dr. Tsuneo SUZUKI (Fac. Sci., Kanazawa Univ.)  
Dr. Manobu TANAKA (KEK)  
Mr. Satoru TERASHIMA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Dr. Thomas THROWE (Phys. Dept., BNL, USA)  
Dr. Marcus WAGNER (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Dr. Norikazu YAMADA (KEK)  
Dr. Yoshiaki YASUI (Tokyo Management Coll.)  
Dr. Koichi YAZAKI (Tokyo Women's Christian Univ.)

### Trainees

Mr. Kazuya AOKI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Hisato EGUCHI (Fac. Sci., Niigata Univ.)  
Mr. Kouhei FUJIWARA (Fac. Sc., Niigata Univ.)  
Mr. Yoshinori FUKAO (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Takashi HACHIYA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Mr. Koichi HASHIMOTO (Fac. Sci., Kanazawa Univ.)  
Mr. Yoshimasa HIDAKA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)  
Mr. Takuma HORAGUCHI (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Yasuyoshi INOUE (Coll. Sci., Rikkyo Univ.)  
Mr. Taku ITO (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Fukutarou KAJIHARA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)  
Mr. Nobuyuki KAMIHARA (Tokyo Inst. Technol.)

Mr. Hiroki KANO (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Masahiro KONNO (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)  
Mr. Kentarou MAWATARI (Fac. Human Dev., Kobe  
Univ.)  
Mr. Takahiro NAGAI (Fac. Sci. Eng., Saga Univ.)  
Mr. Junji NAGASHIMA (Fac. Sci., Niigata Univ.)  
Mr. Tomoaki NAKAMURA (Fac. Sci. Hiroshima Univ.)  
Mr. Yoshifumi NAKAMURA (Fac. Sci., Kanazawa  
Univ.)  
Mr. Kenichi NAKANO (Tokyo Inst. Technol.)  
Ms. Megumi NARUKI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Ms. Hiromi OKADA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Shinsuke OHTA (Fac. Sci., Univ. Tokyo)  
Mr. Kazuhiko SAKAKIBARA (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Tohru SEKIDO (Fac. Sci., Kanazawa Univ.)  
Ms. Maya SHIMOMURA (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)  
Mr. Kohei SHOJI (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Noriyuki SUGITA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Mr. Satoshi TAKAGI (Inst. Phys., Univ. Tsukuba)  
Mr. Junpei TAKANO (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Akira TAKANO (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Manabu TOGAWA (Fac. Sci., Kyoto Univ.)  
Mr. Yuji TSUCHIMOTO (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Mr. Takashi WATANABE (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Kazuo YAMAMOTO (Tokyo Inst. Technol.)  
Mr. Hiroshi YOKOYA (Fac. Sci., Hiroshima Univ.)  
Mr. Choong-Jae YOON (Fac. Sci., Kyoto Univ.)

### 誌 上 発 表 Publications

#### [雑誌]

(原著論文) \*印は査読制度がある論文

- Goto Y. and PHENIX Collaboration: "Prospects of the  
gluon polarization measurement at PHENIX", AIP  
Conf. Proc. **675**, 493–503 (2003). \*
- Goto Y. and PHENIX Collaboration: "Neutral pion mea-  
surements in polarized proton collisions from PHENIX  
at RHIC", Nucl. Phys. A **721**, 360c–363c (2003). \*
- Morita K., Morimoto K., Kaji D., Haba H., Ideguchi E.,  
Kanungo R., Katori K., Koura H., Kudo H., Ohnishi  
T., Ozawa A., Suda T., Sueki K., Tanihata I., Xu  
H., Yerein A. V., Yoneda A., Yoshida A., Zhao Y.,  
and Zheng T.: "Production and decay of the isotope  
 $^{271}\text{Ds}(Z=110)$ ", Eur. Phys. J. A **21**, 257–263 (2004). \*
- Asai M., Sakama M., Tsukada K., Ichikawa S., Haba H.,  
Nishinaka I., Nagame Y., Goto S., Kojima Y., Oura Y.,  
Nakahara H., Shibata M., and Kawade K.: "EC and  $\alpha$   
decays of  $^{235}\text{Am}$ ", Eur. Phys. J. A **22**, 411–416 (2004).  
\*
- Tojo J., Aoki K., Enyo H., Fukao Y., Goto Y., Heuser  
J., Li Z., Onishi H., Okada H., Radeka V., Rykov V.,  
Saito N., Sakuma F., Sekimoto M., Tanida K., Togawa  
M., and Watanabe Y.: "Development of a novel silicon  
stripixel detector for RHIC-PHENIX detector upgrade",  
IEEE Trans. Nucl. Sci. **51**, 2337–2340 (2004). \*

- Haba H., Tsukada K., Asai M., Toyoshima A., Akiyama K., Nishinaka I., Hirata M., Yaita T., Ichikawa S., Nagame Y., Yasuda K., Miyamoto Y., Kaneko T., Goto S., Ono S., Hirai T., Kudo H., Shigekawa M., Shinohara A., Oura Y., Nakahara H., Sueki K., Kikunaga H., Kinoshita N., Tsuruga N., Yokoyama A., Sakama M., Enomoto S., Schaedel M., Bruechle W., and Kratz J. V.: “Fluoride complexation of element 104, rutherfordium”, *J. Am. Chem. Soc.* **126**, 5219–5224 (2004). \*
- Toyoshima A., Haba H., Tsukada K., Asai M., Akiyama K., Nishinaka I., Nagame Y., Saika D., Matsuo K., Sato W., Shinohara A., Ishidu H., Ito M., Saito J., Goto S., Kudo H., Kikunaga H., Kinoshita N., Kato C., Yokoyama A., and Sueki K.: “Elution curve of rutherfordium (Rf) in anion-exchange chromatography with hydrofluoric acid solution”, *J. Nucl. Radiochem. Sci.* **5**, 45–48 (2004). \*
- Morita K., Morimoto K., Kaji D., Haba H., Ideguchi E., Peter J. L., Kanungo R., Katori K., Koura H., Kudo H., Ohnishi T., Ozawa A., Suda T., Sueki K., Tanihata I., Xu H., Yeremin A. V., Yoneda A., Yoshida A., Zhao Y., Zheng T., Goto S., and Tokanai F.: “Production and decay properties of  $^{272}111$  and its daughter nuclei”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 1738–1744 (2004). \*
- Morita K., Morimoto K., Kaji D., Akiyama T., Goto S., Haba H., Ideguchi E., Kanungo R., Katori K., Koura H., Kudo H., Ohnishi T., Ozawa A., Suda T., Sueki K., Xu H., Yamaguchi T., Yoneda A., Yoshida A., and Zhao Y.: “Experiment on the synthesis of element 113 in the reaction  $^{209}\text{Bi}(^{70}\text{Zn},n)^{278}113$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 2593–2596 (2004). \*
- Haba H., Tsukada K., Asai M., Toyoshima A., Akiyama K., Nishinaka I., Hirata M., Yaita T., Ichikawa S., Nagame Y., Yasuda K., Miyamoto Y., Kaneko T., Goto S., Ono S., Hirai T., Kudo H., Shigekawa M., Shinohara A., Oura Y., Nakahara H., Sueki K., Kikunaga H., Kinoshita N., Tsuruga N., Yokoyama A., Sakama M., Enomoto S., Bruechle W., Schaedel M., and Kratz J. V.: “Fluoride complexation of Rf”, *JAERI-Rev.*, No. 2004-027, pp. 43–44 (2004). \*
- Tsukada K., Toyoshima A., Asai M., Haba H., Akiyama K., Nishinaka I., Nagame Y., Saika D., Matsuo K., Sato W., Shinohara A., Ishizu H., Ito M., Saito J., Goto S., Kudo H., Kikunaga H., Kinoshita N., Kato C., Yokoyama A., and Sueki K.: “Anion-exchange chromatographic behavior of rutherfordium(Rf) in hydrofluoric acid”, *JAERI-Rev.*, No. 2004-027, pp. 45–46 (2004). \*
- Miyahara H., Katoh K., Marnada N., Ikeda K., Fujiki K., Nishinaka I., Tsukada K., Nagame Y., Asai M., Ichikawa S., and Haba H.: “Emission probability measurement of principal  $\gamma$ -rays of  $^{147}\text{Eu}$ ”, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **523**, 96–101 (2004). \*
- Otake Y., Kaneko J. H., FUJIMOTO H., Kawamura S., Watanabe M., Fujita F., Sawamura ., Mikula P., and Furusaka M.: “Investigation of neutron electric optical devices based on piezoelectric single crystal”, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **529**, 166–168 (2004). \*
- Kitaguchi M., Funahashi H., Nakura T., Taketani K., Hino M., Otake Y., and Shimizu H.: “Cold-neutron interferometry using beam splitting etalons”, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **529**, 190–193 (2004). \*
- Miyahara H., Katoh K., Ikeda K., Fujiki K., Nishinaka I., Tsukada K., Nagame Y., Asai M., Ichikawa S., and Haba H.: “Gamma-ray emission probability measurement of  $^{149}\text{Eu}$ ”, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **533**, 404–408 (2004). \*
- Li Z., Enyo H., Goto Y., Radeka V., Beuttenmuller R. H., Chen W., Elliott D., Guo Y. H., Kawabata T., Togawa M., Saito N., Rykov V., Tanida K., and Tojo J.: “Development of 2nd prototype of novel silicon stripixel detector for PHENIX upgrade”, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **535**, 404–409 (2004). \*
- Morita K., Morimoto K., Kaji D., Goto S., Haba H., Ideguchi E., Kanungo R., Katori K., Koura H., Kudo H., Ohnishi T., Ozawa A., Peter J., Suda T., Sueki K., Tanihata I., Tokanai F., Xu H., Yeremin A. V., Yoneda A., Yoshida A., Zhao Y. L., and Zheng T.: “Status of heavy element research using GARIS at RIKEN”, *Nucl. Phys. A* **734**, 101–108 (2004). \*
- Hirai M.: “Uncertainty of polarized gluon distribution from prompt photon production”, *Phys. Lett. B* **596**, 287–292 (2004). \*
- Okada S., Ajimura S., Aoki K., Banu A., Bhang H., Fukuda T., Hashimoto O., Hwang J., Kameoka S., Kang B., Kim E., Kim J., Kim M., Maruta T., Miura Y., Miyake Y., Nagae T., Nakamura M., Nakamura S., Noumi H., Okayasu Y., Outa H., Park H., Saha P. K., Sato Y., Sekimoto M., Takahashi T., Tamura H., Tanida K., Toyoda A., Tsukada K., Watanabe T., and Yim H.: “Neutron and proton energy spectra from the non-mesonic weak decays of  $^5_\Lambda\text{He}$  and  $^{12}_\Lambda\text{C}$ ”, *Phys. Lett. B* **597**, 249–256 (2004). \*
- Suzuki T., Bhang H., Franklin G., Gomikawa K., Hayano R., Hayashi T., Ishikawa K., Ishimoto S., Itahashi K., Iwasaki M., Katayama T., Kondo Y., Matsuda Y., Nakamura T., Okada S., Outa H., Quinn B., Sato M., Shindo M., So H., Strasser P., Sugimoto T., Suzuki K., Suzuki S., Tomono D., Vinodkumar A. M., Widmann E., Yamazaki T., and Yoneyama T.: “Discovery of a strange tribaryon  $S^0(3115)$  in  $^4\text{He}$  (stopped  $K^-$ ,  $p$ ) reaction”, *Phys. Lett. B* **597**, 263–269 (2004). \*
- Elekes Z., Dombradi Z., Saito A., Aoi N., Baba H., Demichi K., Fulop Z., Gibelin J. D., Gomi T., Hasegawa H., Imai N., Ishihara M., Iwasaki H., Kanno S., Kawai S., Kishida T., Kubo T., Kurita K., Matsuyama Y., Michimasa S., Minemura T., Motobayashi T., Notani M., Ohnishi T., Ong H., Ota S., Ozawa A., Sakai H., Sakurai H., Shimoura S., Takeshita E., Takeuchi S., Tamaki M., Togano Y., Yamada K., Yanagisawa Y., and Yoneda K.:

- “Bound excited states in  $^{27}\text{F}$ ”, Phys. Lett. B **599**, 17–22 (2004). \*
- Fang D., Yamaguchi T., Zheng T., Ozawa A., Chiba M., Kanungo R., Kato T., Morimoto K., Ohnishi T., Suda T., Yamaguchi Y., Yoshida A., Yoshida K., and Tanihata I.: “One-neutron halo structure in  $^{15}\text{C}$ ”, Phys. Rev. C **69**, 034613-1–034613-6 (2004). \*
- Sekiguchi K., Sakai H., Witala H., Ermisch K., Gloeckle W., Golack J., Hatano M., Kamada H., Kalantar-Nayestanaki N., Kato H., Maeda Y., Nishikawa J., Andreas N., Ohnishi T., Okamura H., Saito T., Sakamoto N., Sakoda S., Sato Y., Suda K., Tamii A., Uchigashima N., Uesaka T., Wakasa T., and Yako K.: “Polarization transfer measurement for  $^1\text{H}(\vec{d}, \vec{p})^2\text{H}$  elastic scattering at 135 MeV/nucleon and three-nucleon force effects”, Phys. Rev. C **70**, 014001-1–014001-17 (2004). \*
- Hirai M., Kumano S., and Nagai T.: “Nuclear parton distribution functions and their uncertainties”, Phys. Rev. C **70**, 044905-1–044905-10 (2004). \*
- Yamaguchi Y., Wu C., Suzuki T., Ozawa A., Fang D., Fukuda M., Iwasa N., Izumikawa T., Jeppesen H., Kanungo R., Koyama R., Ohnishi T., Ohtsubo T., Shinozaki W., Suda T., Takahashi M., and Tanihata I.: “Density distribution of  $^{17}\text{B}$  from a reaction cross-section measurement”, Phys. Rev. C **70**, 054320-1–054320-6 (2004). \*
- Hirai M., Kumano S., and Saito N.: “Determination of polarized parton distribution functions and their uncertainties”, Phys. Rev. D **69**, 054021-1–054021-10 (2004). \*
- Matsuura T., Iida K., Hatsuda T., and Baym G.: “Thermal fluctuations of gauge fields and first order phase transitions in color superconductivity”, Phys. Rev. D **69**, 074012-1–074012-10 (2004). \*
- Hatta Y. and Fukushima K.: “Linking the chiral and deconfinement phase transitions”, Phys. Rev. D **69**, 097502-1–097502-4 (2004). \*
- Fujii H. and Ohtani M.: “Sigma and hydrodynamic modes along the critical line”, Phys. Rev. D **70**, 014016-1–014016-18 (2004). \*
- Doi T., Ishii N., Oka M., and Suganuma H.: “Thermal effects on quark-gluon mixed condensate  $g\langle\bar{q}\sigma_{\mu\nu}G_{\mu\nu}q\rangle$  from lattice QCD”, Phys. Rev. D **70**, 034510-1–034510-5 (2004). \*
- Hidaka Y., Morimatsu O., Nishikawa T., and Ohtani M.: “Two-pion bound state in the sigma channel at finite temperature”, Phys. Rev. D **70**, 076001-1–076001-5 (2004). \*
- Ohtani M. and Ohta K.: “Skyrmions coupled to the electromagnetic field via the gauged Wess-Zumino term”, Phys. Rev. D **70**, 096014-1–096014-7 (2004). \*
- Iida K., Matsuura T., Tachibana M., and Hatsuda T.: “Melting pattern of diquark condensates in quark matter”, Phys. Rev. Lett. **93**, 132001-1–132001-4 (2004). \*
- Fujii H. and Ohtani M.: “Soft modes at the critical end point in the chiral effective models”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 153, pp. 157–164 (2004). \*
- Iwazaki A., Morimatsu O., Nishikawa T., and Ohtani M.: “Quantum Hall states of gluons in quark matter”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 153, pp. 198–203 (2004). \*
- Asai M., Sakama M., Tsukada K., Ichikawa S., Haba H., Nishinaka I., Nagame Y., Goto S., Kojima Y., Oura Y., Nakahara H., Shibata S., and Kawade K.: “Proton-neutron configurations in  $^{236\text{g.m}}\text{Am}$  and its EC-decay daughter  $^{236}\text{Pu}$ ”, Eur. Phys. J. A **23**, 395–400 (2005). \*
- Ishii N., Doi T., Iida H., Oka M., Okiharu F., and Suganuma H.: “Penta-quark anti-decuplet in anisotropic lattice QCD”, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **140**, 269–271 (2005). \*
- Doi T., Ishii N., Oka M., and Suganuma H.: “The lattice QCD simulation of the quark-gluon mixed condensate  $g\langle\bar{q}\sigma_{\mu\nu}G_{\mu\nu}q\rangle$  at finite temperature and the phase transition of QCD”, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **140**, 559–561 (2005). \*
- Ishii N., Doi T., Iida H., Oka M., Okiharu F., and Suganuma H.: “Pentaquark baryon in anisotropic lattice QCD”, Phys. Rev. D **71**, 034001-1–034001-11 (2005). \*
- (総説)
- 秋葉康之, 浜垣秀樹: “RHIC での高エネルギー原子核衝突実験の幕開け”, 日本物理学会誌 **59**, 291–299 (2004).
- (その他)
- Akiba Y. and PHENIX Collaboration: “Silicon vertex detector upgrade for the PHENIX experiment at RHIC”, AIP Conf. Proc. **698**, 785–788 (2003).
- Iida K., Baym G., Matsuura T., and Hatsuda T.: “Ginzburg-Landau approach to color superconductivity”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 153, pp. 230–240 (2004).
- Ohtani M. and Fujii H.: “Sigma and hydrodynamic modes near the critical end point”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 156, pp. 167–168 (2004).
- Nishikawa T., Iwazaki A., Morimatsu O., and Ohtani M.: “Color ferromagnetic states and quantum hall states of gluons in quark matter”, Prog. Theor. Phys. Suppl., No. 156, pp. 178–179 (2004).
- Hashimoto K. and Izubuchi T.: “Static  $\bar{Q}$ - $Q$  potential from  $N_f=2$  dynamical domain-wall QCD”, Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) **140**, 341–343 (2005).
- [単行本・Proc.]
- (総説)
- Akiba Y.: “Experimental results from RHIC”, Proc. Int. Conf. on Color Confinement and Hadrons in Quantum Chromodynamics: Confinement 2003, Wako, 2003–7, World Scientific, Singapore, pp. 361–372 (2004).
- (その他)
- Haba H., Akiyama K., Tsukada K., Asai M., Toyoshima A., Yaita T., Hirata M., Sueki K., and Nagame Y.: “Chloride complexation of rutherfordium: X-ray absorp-

tion fine structure spectroscopy of Zr and Hf in HCl”, Advances in Nuclear and Radiochemistry (Reihe Allgemeines und Interdisziplinäres Vol. 3), Aachen, Germany, 2004–8~9, Forschungszentrum Julich, Julich, pp. 150–152 (2004).

Toyoshima A., Tsukada K., Asai M., Haba H., Akiyama K., Nishinaka I., Saika D., Matsuo K., Sato W., Ishidu H., Ito M., Saito J., Goto S., Kudo H., Kikunaga H., Kinoshita N., Kato C., Yokoyama A., Sueki K., Nagame Y., and Shinohara A.: “Elution behavior of rutherfordium (Rf) in anion-exchange chromatography in a hydrofluoric acid system”, Advances in Nuclear and Radiochemistry (Reihe Allgemeines und Interdisziplinäres Vol. 3), Aachen, Germany, 2004–8~9, Forschungszentrum Julich, Julich, pp. 153–154 (2004).

Tsukada K., Haba H., Asai M., Toyoshima A., Akiyama K., Nishinaka I., Hirata M., Hashimoto K., Ichikawa S., Nagame Y., Yasuda K., Miyamoto Y., Tani Y., Hasegawa H., Sato W., Shinohara A., Goto S., Ito M., Saito J., Ishidu H., Kudo H., Oura Y., Nakahara H., Sueki K., Kinoshita N., Kikunaga H., and Yokoyama A.: “Sorption on anion-exchange resin of dubnium and its homologues in HF solution”, Advances in Nuclear and Radiochemistry (Reihe Allgemeines und Interdisziplinäres Vol. 3), Aachen, Germany, 2004–8~9, Forschungszentrum Julich, Julich, pp. 155–157 (2004).

Matsuura T., Hatsuda T., Iida K., and Baym G.: “Thermal phase transition of dense QCD”, Proc. Int. Conf. on Color Confinement and Hadrons in Quantum Chromodynamics: Confinement 2003, Wako, 2003–7, World Scientific, Singapore, pp. 346–357 (2004).

## 口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

Goto Y.: “Transversity and transverse-spin asymmetry measurements at PHENIX”, 5th European Research Conf. on Electromagnetic Interactions with Nucleons and Nuclei (EINN 2003), Parallel Pre-Conf. Workshops B: Transversity, (Institute of Accelerating Systems and Applications), Athens, Greece, Oct. (2003).

Motomura S., Takeichi H., Enomoto S., Kibe M., Gono Y., and Yano Y.: “Gamma-ray Compton imaging by strip germanium telescope”, CNS-RIKEN Joint Symp. on Frontier of Gamma-Ray Spectroscopy and Its Application, Wako, Mar. (2004).

Yokkaichi S.: “Measurements of vector meson decays in nuclear matter at KEK-PS”, KEK Workshop on Nuclear Chiral Dynamics, Tsukuba, Mar. (2004).

Sudo K. and Hirai M.: “Effects of  $\Delta g(x)$  on the  $\pi^0$  spin asymmetry at RHIC”, 12th Int. Workshop on Deep Inelastic Scattering (DIS2004), High Tatras, Slovakia, Apr. (2004).

Hashimoto K. and Izubuchi T.: “Static  $\bar{Q}$ - $Q$  Potential from  $N_f=2$  Dynamical Domain-Wall QCD”, 22nd Int. Symp. on Lattice Field Theory (LATTICE 2004), (Fermi

National Accelerator Laboratory), Chicago, USA, June (2004).

Yokkaichi S.: “Observerd vector meson modification in 12 GeV p+A interaction at KEK-PS”, Int. Nuclear Physics Conf. (INPC2004), Goteborg, Sweden, June–July (2004).

Gomi T., Motobayashi T., Ando Y., Aoi N., Baba H., Demichi K., Elekes Z., Fukuda N., Fulop Z., Futakami U., Hasegawa H., Higurashi Y., Ieki K., Imai N., Ishihara M., Ishikawa K., Iwasa N., Iwasaki H., Kanno S., Kondo Y., Kubo T., Kubono S., Kunibu M., Kurita K., Matsuyama Y., Michimasa S., Minemura T., Miura M., Murakami H., Nakamura T., Notani M., Ota S., Saito A., Sakurai H., Serata M., Shimoura S., Sugimoto T., Takeshita E., Takeuchi S., Togano Y., Ue K., Yamada K., Yanagisawa Y., Yoneda K., and Yoshida A.: “Coulomb dissociation of  $^{23}\text{Al}$  for the  $^{22}\text{Mg}(p,\gamma)^{23}\text{Al}$  reaction”, 8th Int. Symp. on Nuclei in the Cosmos (NIC8), (TRIUMF), Vancouver, Canada, July (2004).

Yokkaichi S. and Ozawa K.: “Electron pair spectrometer to study the meson modification”, 3rd Int. Workshop on Nuclear and Particle Physics at J-PARC (NP04), (KEK), Tokai-mura, Ibaraki Pref., Aug. (2004).

Haba H., Akiyama K., Tsukada K., Asai M., Toyoshima A., Yaita T., Hirata M., Sueki K., and Nagame Y.: “Chloride complexation of rutherfordium: X-ray absorption fine structure spectroscopy of Zr and Hf in HCl”, 6th Int. Conf. on Nuclear and Radiochemistry, (Forschungszentrum Julich), Aachen, Germany, Aug.–Sept. (2004).

Toyoshima A., Tsukada K., Asai M., Haba H., Akiyama K., Nishinaka I., Saika D., Matsuo K., Sato W., Ishidu H., Ito M., Saito J., Goto S., Kudo H., Kikunaga H., Kinoshita N., Kato C., Yokoyama A., Sueki K., Nagame Y., and Shinohara A.: “Elution behavior of rutherfordium (Rf) in anion-exchange chromatography in a hydrofluoric acid system”, 6th Int. Conf. on Nuclear and Radiochemistry, (Forschungszentrum Julich), Aachen, Germany, Aug.–Sept. (2004).

Tsukada K., Haba H., Asai M., Toyoshima A., Akiyama K., Nishinaka I., Hirata M., Hashimoto K., Ichikawa S., Nagame Y., Yasuda K., Miyamoto Y., Tani Y., Hasegawa H., Sato W., Shinohara A., Goto S., Ito M., Saito J., Ishidu H., Kudo H., Oura Y., Nakahara H., Sueki K., Kinoshita N., Kikunaga H., and Yokoyama A.: “Sorption on anion-exchange resin of dubnium and its homologues in HF solution”, 6th Int. Conf. on Nuclear and Radiochemistry, (Forschungszentrum Julich), Aachen, Germany, Aug.–Sept. (2004).

Michimasa S., Shimoura S., Iwasaki H., Tamaki M., Ota S., Aoi N., Baba H., Iwasa N., Kanno S., Kubono S., Kurita K., Uesaka M., Minemura T., Motobayashi T., Notani M., Ong H., Saito A., Sakurai H., Takeuchi S., Takeshita E., Yanagisawa Y., and Yoshida A.: “Study of single-particle states in  $^{23}\text{F}$  using a proton transfer

- reaction”, 4th Int. Conf. on Exotic Nuclei and Atomic Masses (ENAM 04), Pine Mountain, USA, Sept. (2004).
- Suzuki T., Ishiguro K., Mori Y., and Sekido T.: “The dual Meissner effect in SU(2) Landau gauge”, 6th Int. Conf. on Quark Confinement and the Hadron Spectrum 2004, (INFN and others), Sardinia, Italy, Sept. (2004).
- Ohtani M.: “Spin polarized Skyrmions in the  $U_{EM}(1)$  gauged Wess-Zumino action”, 10th Int. Conf. on the Structure of Baryons (Baryons 2004), (L’Institut de Physique Nucleaire d’Orsay), Palaiseau, France, Oct. (2004).
- Goto A., Chiba Y., Fukunishi N., Kamigaito O., Kase M., Kohara S., Sakamoto N., Yano Y., Katayama T., Teranishi T., and Watanabe S.: “Status of the flattop acceleration system in the RIKEN AVF cyclotron”, 17th Int. Conf. on Cyclotrons and Their Applications (Cyclotrons 2004), (RIKEN), Tokyo, Oct. (2004).
- Gomi T., Motobayashi T., Ando Y., Aoi N., Baba H., Demichi K., Elekes Z., Fukuda N., Fulop Z., Futakami U., Hasegawa H., Higurashi Y., Ieki K., Imai N., Ishihara M., Ishikawa K., Iwasa N., Iwasaki H., Kanno S., Kondo Y., Kubo T., Kubono S., Kunibu M., Kurita K., Matsuyama Y., Michimasa S., Minemura T., Miura M., Murakami H., Nakamura T., Notani M., Ota S., Saito A., Sakurai H., Serata M., Shimoura S., Sugimoto T., Takeshita E., Takeuchi S., Togano Y., Ue K., Yamada K., Yanagisawa Y., Yoneda K., and Yoshida A.: “Study of the stellar  $^{22}\text{Mg}(p,\gamma)^{23}\text{Al}$  reaction with Coulomb dissociation method”, 21th Meet. between Astrophysicists and Nuclear Physicists, (Universite Libre de Bruxelles), Brussels, Belgium, Dec. (2004).
- Gomi T., Motobayashi T., Ando Y., Aoi N., Baba H., Demichi K., Elekes Z., Fukuda N., Fulop Z., Futakami U., Hasegawa H., Higurashi Y., Ieki K., Imai N., Ishihara M., Ishikawa K., Iwasa N., Iwasaki H., Kanno S., Kondo Y., Kubo T., Kubono S., Kunibu M., Kurita K., Matsuyama Y., Michimasa S., Minemura T., Miura M., Murakami H., Nakamura T., Notani M., Ota S., Saito A., Sakurai H., Serata M., Shimoura S., Sugimoto T., Takeshita E., Takeuchi S., Togano Y., Ue K., Yamada K., Yanagisawa Y., Yoneda K., and Yoshida A.: “Coulomb dissociation for astrophysics”, Japanese-German Nuclear Structure and Astrophysics Workshop, (GSI and RIKEN), Darmstadt, Germany, Dec. (2004).
- Gomi T., Motobayashi T., Ando Y., Aoi N., Baba H., Demichi K., Elekes Z., Fukuda N., Fulop Z., Futakami U., Hasegawa H., Higurashi Y., Ieki K., Imai N., Ishihara M., Ishikawa K., Iwasa N., Iwasaki H., Kanno S., Kondo Y., Kubo T., Kubono S., Kunibu M., Kurita K., Matsuyama Y., Michimasa S., Minemura T., Miura M., Murakami H., Nakamura T., Notani M., Ota S., Saito A., Sakurai H., Serata M., Shimoura S., Sugimoto T., Takeshita E., Takeuchi S., Togano Y., Ue K., Yamada K., Yanagisawa Y., Yoneda K., and Yoshida A.: “Coulomb dissociation experiment for explosive hydrogen burning: study of the  $^{22}\text{Mg}(p,\gamma)^{23}\text{Al}$  reaction”, Int. Conf. on the Interface between Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions (NUSTAR ’05), (University of Surrey), Guildford, UK, Jan. (2005).
- (国内会議)
- 真杉三郎, 石川明幸, 村中友子, 東俊行, 近藤力, 畠山温, 小牧研一郎, 山崎泰規, 高田栄一, 村上健: “極薄結晶を用いた高エネルギーイオンのチャネルリングおよび干渉性共鳴励起”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 近藤力, 村中友子, 真杉三郎, 石川明幸, 東俊行, 畠山温, 小牧研一郎, 山崎泰規, 高田栄一, 村上健: “相対論的多価イオンの干渉性共鳴励起 4: He-like Ar, Fe イオンのシュタルク効果”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 大谷宗久: “Soft mode near the critical end point in the chiral quark model”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 橋本耕一, 出淵卓: “Static quark potential from two flavor dynamical domain-wall QCD”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 須藤和敬, 平井正紀: “RHIC における  $\pi^0$  ダブルスピン非対称度に対する理論的考察”, 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 須藤和敬, 平井正紀: “Comment on  $\pi^0$  double spin asymmetry at RHIC”, 理研-東大ミニワークショップ「RHIC をめぐるハドロンの物理の展開」, 和光, 3 月 (2004).
- 平井正紀: “Polarized parton distributions and their uncertainties”, 理研-東大ミニワークショップ「RHIC をめぐるハドロンの物理の展開」, 和光, 3 月 (2004).
- 本村信治, 竹市博臣, 木部道也, 郷農靖之, 榎本秀一, 矢野安重: “電極分割型 Ge 検出器を使ったコンプトンカメラで得られる逆投影画像のフーリエ解析”, 日本医学物理学会第 87 回学術大会, 横浜, 4 月 (2004).
- 橋本耕一, 出淵卓: “ドメインウォール QCD における静的ポテンシャルの解析”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 大谷宗久: “スピン偏極した Skyrmion の電荷分布と gauged Wess-Zumino 項の影響”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 須藤和敬, 横谷洋: “RHIC におけるチャームおよび  $W$  ボソン生成と偏極  $s$  クォーク分布”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 関戸暢, 石黒克也, 鈴木恒雄, 森祥寛: “Dual Meissner effect in SU(2) Landau gauge”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 武藤亮太郎, 千葉順成, 延與秀人, 深尾祥紀, 舟橋春彦, 浜垣秀樹, 家入正治, 石野雅也, 神田浩樹, 北口雅暁, 三原智, 宮下卓也, 三輪浩司, 村上哲也, 名倉照直, 成木恵, 能町正治, 小沢恭一郎, 佐久間史典, 佐々木修, 関本美知子, 田原司睦, 田中万博, 外川学, 山田悟, 四日市悟, 吉村義郎: “12 GeV  $p+A \rightarrow \rho/\omega/\phi + X$  反応を用いた, ベクター中間子の質量に対する核物質効果の測定 (KEK-PS E325 実験)”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 外川学, .: “Measurement of single electron spectrum in  $\sqrt{s}=200$  GeV p-p collisions at RHIC-PHENIX”, 日

- 本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 田原司睦, 秋葉康之, Averbeck R., Butsyk S., 梶原福太郎, 外川学, 槌本裕二: “Measurement of single electrons in  $\sqrt{s_{NN}}=62.4$  GeV Au-Au collisions at RHIC PHENIX”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 岡田裕美, Alekseev I., 齊藤直人, Svirida D.: “Measurement of the analyzing power in pp elastic scattering in the peak CNI region at RHIC”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 陣内修, Alekseev I. G., Bravar A., Bunce G., Dhawan S., Huang H., Igo G., Kanavets V. P., 栗田和好, 岡田裕美, SPINKA H., 齊藤直人, Wood J.: “Measurement of the analyzing power of proton-carbon elastic scattering in the CNI region at RHIC”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 清道明男: “Radial flow study via identified hadron spectra in Au+Au collisions”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 後藤雄二: “PHENIX 実験における中性パイ粒子および荷電ハドロン生成に対する single transverse-spin asymmetry の測定”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 塚田和明, 豊嶋厚史, 羽場宏光, 浅井雅人, 秋山和彦, 西中一郎, 永目諭一郎, 雑賀大輔, 松尾啓司, 佐藤渉, 篠原厚, 石津秀樹, 伊藤摩耶, 齊藤順子, 後藤真一, 工藤久昭, 菊永英寿, 木下哲一, 加藤千香子, 横山明彦, 末木啓介: “104 番元素ラザホージウムのフッ化水素酸系陰イオン交換クロマトグラフ挙動”, 2004 日本放射化学会年会・第 48 回放射化学討論会, 東京, 10 月 (2004).
- 秋山和彦, 羽場宏光, 塚田和明, 浅井雅人, 末木啓介, 豊嶋厚史, 矢板毅, 永目諭一郎: “EXAFS を用いた周期表第 4 族, 5 族元素のフッ化水素酸溶液における溶存状態に関する研究”, 2004 日本放射化学会年会・第 48 回放射化学討論会, 東京, 10 月 (2004).
- 豊嶋厚史, 塚田和明, 浅井雅人, 羽場宏光, 秋山和彦, 石井康雄, 西中一郎, 佐藤哲也, 平田勝, 永目諭一郎, 佐藤渉, 松尾啓司, 谷勇気, 雑賀大輔, 北本優介, 長谷川浩子, 篠原厚, 後藤真一, 伊藤摩耶, 齊藤順子, 工藤久昭, 阪間稔, 横山明彦, 森下景子, 末木啓介, 中原弘道, Schaedel M.: “Rf フッ化物陰イオン錯体の形成: フッ化水素酸/硝酸混合溶液系における陰イオン交換挙動”, 2004 日本放射化学会年会・第 48 回放射化学討論会, 東京, 10 月 (2004).
- 羽場宏光, 塚田和明, 秋山和彦, 浅井雅人, 豊嶋厚史, 石井康雄, 榎本秀一, 永目諭一郎: “Rf を模擬した同族元素 Zr と Hf の TBP-HCl 系逆相抽出クロマトグラフィー”, 2004 日本放射化学会年会・第 48 回放射化学討論会, 東京, 10 月 (2004).
- 平井正紀: “Nucleon spin structure and polarized parton distributions”, 理研ワークショップ「RHIC の物理とその周辺」(第 42 回理研 QCD 勉強会), 和光, 12 月 (2004).
- 須藤和敬, 松木孝幸, 馬渡健太郎, 森井俊行: “Spectroscopy of heavy mesons in semi-relativistic approach”, 理研ワークショップ「RHIC の物理とその周辺」(第 42 回理研 QCD 勉強会), 和光, 12 月 (2004).
- 須藤和敬, 松木孝幸, 馬渡健太郎, 森井俊行: “Spectroscopy of heavy-light mesons expanded in  $1/m_Q$ ”, 第 27 回素粒子論グループ・四国セミナー, 愛媛, 12 月 (2004).
- 大谷宗久: “Spin polarized Skyrmions and the  $U_{EM}(1)$  gauged Wess-Zumino term”, 京都大学基礎物理学研究所研究会「場の量子論の基礎的諸問題と応用」, (Yukawa Institute for Theoretical Physics), 京都, 12 月 (2004).
- 関戸暢, 石黒克也, 中村宜文, 森祥寛, 鈴木恒雄: “The dual meissner effect in SU(2) lattice gauge theory”, 日本物理学会北陸支部平成 16 年度定例学術講演会, 富山, 12 月 (2004).
- 中村宜文, 石黒克也, 関戸暢, 森祥寛, 鈴木恒雄: “ランダウゲージにおけるアーベリアンストリングテンション”, 日本物理学会北陸支部平成 16 年度定例学術講演会, 富山, 12 月 (2004).
- 石黒克也, 鈴木恒雄, 関戸暢, 中村宜文, 森祥寛: “The dual Meissner effect in SU(2) Landau gauge”, 平成 16 年度京都大学基礎物理学研究所研究会「場の量子論の基礎的諸問題と応用」, 京都, 12 月 (2004).