

VI. 原子核実験グループ

教授	小沢顕、三明康郎
准教授	新井一郎、江角晋一、笹公和
講師	中條達也
助教	長江大輔、Oliver Busch、益井宙、森口哲朗
技術職員	加藤純雄
博士研究員	池田義雅、轟木貴人、新井田貴文
大学院生	阿部康志 (D3)、石橋陽子 (D3)、佐野 正人 (D3)、Jihyun Bhom (D3)、 福岡翔太 (D3)、水野三四郎 (D3)、木村創大 (D2)、中込宇宙 (D2)、 渡邊大介 (D2)、小林大洋 (D1)、田中直斗 (D1)、向井もも (D1)、 横山広樹 (D1)、新井郁也 (M2)、泉 大希 (M2)、佐藤 航 (M2)、 沢畑克樹 (M2)、野中俊宏 (M2)、細川律也 (M2)、青山 遼 (M1)、 市川ゆきな (M1)、塩谷知弘 (M1)、杉浦哲郎 (M1)、平野勝大 (M1)、 山本大貴 (M1)、李 準一 (M1)

【1】低エネルギー原子核実験グループ

(新井一郎、小沢顕、笹公和、長江大輔、森口哲朗)

(1-1) 稀少 RI リングプロジェクトの現状

平成 16 年 4 月以来、理化学研究所の RI ビームファクトリー (RIBF) の大型基盤実験装置の一つとして稀少 RI リング (Rare-RI Ring) の R&D を行ってきた。稀少 RI リングは、RIBF 棟の K4 室に設置され、理化学研究所の予算により、平成 24 年 4 月より製作が始まっている。

平成 26 年度は、キッカー磁石の最大 rigidity を 6 Tm にするために、キッカー磁石 3 台を新たに増設するとともに、個別入射のための同軸管の開発と製作を行った。さらに、 ^{241}Am からの 粒子を蓄積するための整備を行い、粒子の蓄積実験を行った。蓄積実験では、(i) 線源をリング内において 1 周させた場合と、(ii) 入射ラインの入り口に置き、入射ライン中に置かれた検出器の信号によりキッカーを励磁し、入射させるテストも行った。(ii) は、個別入射のテストもかねている。(i) の実験では、トリムコイルにより等時性磁場を変化させた。観測された 粒子の全飛行時間は、約 $4.6 \mu\text{s}$ であり、稀少 RI リングの周長を考慮すれば、粒子のエネルギーとコンシステントである。さらに、10 本のトリムコイルを調整し等時性磁場の形成を行った。結果を図 1 に示した。最適な等時性磁場で飛行時間の広がり是最小になる。図 1 で時間広がり最小のパラメーターは 粒子のエネルギーから計算されるパラメーターと一致した。時間広がり、最小で約 1.7ns であり、 $\sim 10^{-4}$ の等時性磁場が形成できていることが確認できた。さらに、(ii) の実験では、キッカーのタイミングを調整することにより 粒子を個別に蓄積することに成功し、蓄積後キッカー磁石を励磁することにより、取り出しも可能であることが示された。 粒子は、最大 10 周蓄積させることができた。

平成 26 年度 6 月には、2Tm の陽子ビームの蓄積を行う予定であったが、加速器の故障によりキャンセルとなった。平成 27 年 6 月には、 ^{78}Kr ビームの蓄積実験 (マシンスタディ) が予定されている。デグレーダーなどで 170 A MeV まで減速させた ^{78}Kr を個別入射により、蓄積リングに蓄積するとともに、BigRIPS から入射ラインまでのビーム光学系の確認、さらに ^{78}Kr ビームに対する等時性磁場の確認などを行う予定である。

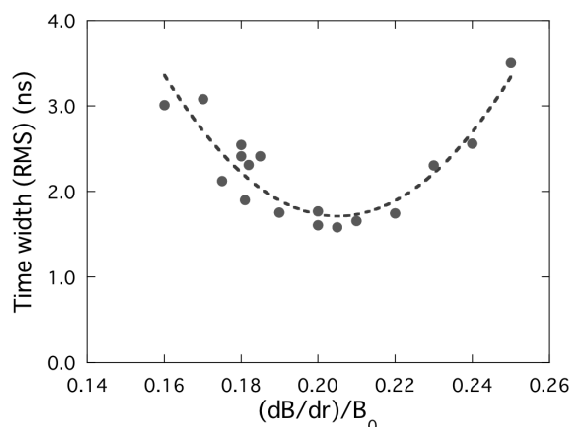


図 1: 粒子による稀少 RI リングの等時性磁場の調整結果。横軸は等時性磁場パラメータを示す。粒子のエネルギーから計算した最適値は 0.205 である。

(1-2) 飛行時間検出器の開発

稀少 RI リングでは飛行時間の測定により不安定核の質量測定を行う。精密質量測定を行うためには非常に精度良く飛行時間を測定する検出器が必要であり、現在開発中である。検出器に求められる条件は 1)100ps 以下の時間分解能、2) 高い検出効率、3) 電荷変化が起こらない、4) アクセプタンスが非常に大きいことである。

検出器はアルミナイズドマイラー膜とマイクロチャンネルプレート (MCP) を組み合わせたものである。ビームがアルミナイズドマイラー膜を通過したときに発生する二次電子を電場と磁場を用いて MCP へと誘導し、信号を読み出す。この方法では、従来、放出する二次電子は位置や角度、初期エネルギーによらず等時性を持って MCP に到達する、と考えられていたが、最近、我々は、初期エネルギーの違いを小さくするには、電場を大きくすることが重要であることに気づいた。平成 26 年度は電場を大きくし、時間分解能を改善することを目標とした。また、これまでは電子は水平方向の移動を考えていたが、移動方向を垂直方向に変更したことで膜と MCP の中心間距離を 140mm から 75mm に縮めた。電場を大きくすることで必要な磁場も大きくなるので、これまではコイルに電流を流すことで磁場を生成していたが、永久磁石を用いることにした。印可する電場は、約 460 V/mm となり、これまでの検出器の 3 倍以上である。永久磁石により発生する磁場は、約 150 G である。放射線医学総合研究所の HIMAC において ⁸⁴Kr ビームを用いた性能評価では、予備的な値ながら、時間分解能 $\sigma \sim 60$ ps を得るとともに、検出効率として約 55 %を得た。時間分解能は目標値を達成した。現在は、試作機のため、MCP の有効径は 14mm である。今後は、検出効率の向上に努めるとともに、実機に向けて大型化を進める。

(1-3) 不安定核の核モーメント測定

我々のグループでは平成 24 年度より大阪大学核物理研究センター (RCNP) で磁気双極子モーメント測定実験および符号を実験的に測定する β -NMR 法の開発を進めている。不安定核の磁気モーメント測定には β -NMR 法が有用である。しかし従来の β -NMR 法では右回転、左回転の磁場が合わさった振動磁場を用いているため、どちらの回転磁場が NMR に寄与したか判別することが出来ず、得られるのはその絶対値のみである。符号決定のためには回転磁場が必要であり、これまでに陽子の磁気

モーメントの符号 (正) 測定で回転磁場を用いて正の符号を確認することが出来ている。

平成 26 年度は (1)⁴⁰Sc の核磁気モーメント測定及び (2)²⁰F の核磁気モーメントの符号測定の原理実証実験を行った。以下、簡単に実験内容と結果について記述する。

(1) 不安定核 ⁴⁰Sc は二重閉殻で非常に安定な ⁴⁰Ca の近傍に位置し、その核構造は興味深い。しかしながら ⁴⁰Sc の核磁気モーメントは未知であり、平成 22 年度まで UTTAC で測定を行ってきたが値を決定するには至っていない。今回は ⁴¹Sc 核での偏極保持実績のある CaO 標的、これまで使用してきた CaF₂ 標的の 2 種類で測定を行った。しかしながら、平成 26 年度の測定では、有意な共鳴は得ることはできなかった。

(2) 平成 25 年度も不安定核を用いた磁気モーメント符号測定は行ったが右回転、左回転の双方で共鳴が観測された。平成 26 年度は、これは回転磁場の制御が不十分だったためと考え、Phase shifter を用いた回転制御から、任意波形発生器の 2ch を同期して位相差をずらす方法に変え、核磁気モーメントの符号が既知である ²⁰F に対して測定を行った。しかし、符号に関して有意な差を得ることが出来ず、RF 制御の改善が必要である。

(1-4) 不安定核の荷電核半径測定

不安定核ビームを用いた様々な実験により、安定核には見られない不安定核特有の性質があることが分かってきた。その一つとして挙げられるのがスキン構造である。スキン構造とは、不安定核の表面に陽子もしくは中性子が層のように分布する構造である。安定核では陽子と中性子は一様に分布するため、このような構造は見られない。不安定核のスキン構造を理解するには、原子核内の陽子と中性子の分布をそれぞれ独立に導出することが重要である。不安定核では、これまで、陽子分布を反映する荷電核半径が、optical isotope shift の実験によって測定されてきたが、適用できる原子番号に制限がある。最近、Glauber model 計算を用いて不安定核の荷電変換断面積 (σ_{cc}) の測定から平均二乗根陽子半径を導出する方法が開発された。しかしながら、この方法では、補正項 (correction factor) (E) が必要とされ、この補正項は、荷電変換断面積と平均二乗根荷電核半径が既知である ²⁸Si から与えられていた [1]。この後の研究では、Ca 同位体の荷電変換断面積の測定から $0.95 < N/Z < 1.3$ の範囲に補正項 (E, N/Z) が拡張された [2]。

平成 26 年度は、標的中心で約 300 MeV/nucleon の ³⁴ - ³⁶Ar の荷電変換断面積、部分荷電変換断面積、チャージピクアップ反応断面積を測定した。また、荷電変換断面積とすでに測定されている平均二乗根荷電核半径から Glauber model 計算を用いて平均二乗根陽子半径を導出するために $0.89 < N/Z < 1$ の N/Z 補正項を導出した。同様に、標的中心で約 265 MeV/nucleon の ²⁵ - ²⁸Si の荷電変換断面積、部分荷電変換断面積、チャージピクアップ反応断面積を測定し、Ar 同位体と Ca 同位体において導入した N/Z 補正項から Si 同位体での N/Z 補正項を推定し、それを用いて Glauber model 計算から ²⁵ - ²⁸Si の平均二乗根陽子半径を導出した。本研究で導出された ²⁵ - ²⁸Si の平均二乗根陽子半径を図 2 に示す。導出された平均二乗根陽子半径は相対論的平均場理論から求めた計算値と良く一致している。

チャージピクアップ反応断面積の研究は、安定核においてよく研究されており、入射核と標的核の質量数を用いた半経験的な式が与えられている [3]。我々は、陽子過剰核でのチャージピクアップ反応断面積がどのような振る舞いをするのかを調査し、測定された陽子過剰 Si、Ar 同位体のチャージピクアップ反応断面積を、安定核において与えられた半経験的な式で得られる値と比較した。その結果、陽子過剰側不安定核では、安定核で得られた半経験式から予想される断面積とよく一致することがわかった。

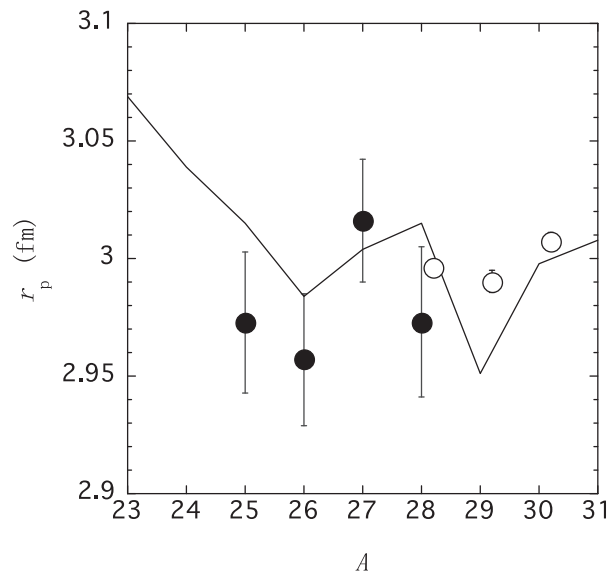


図 2: Si 同位体の平均二乗根陽子半径 (r_p)。黒丸は、今回の研究で得られた実験値。白丸は、過去の optical isotope shift の実験によって得られた実験値。実線は、相対論的平均場理論から求めた計算値。

(1-5) KISS の開発状況

KISS のオンライン/オフライン試験結果 : 平成 26 年度の 7 月と 9 月のオンライン試験では、本実験の反応系 (^{136}Xe (ビーム)+ ^{198}Pt (標的)) を用いて、Pt と Ir の同位体の引出し及び寿命測定を行った。この試験では、弾性散乱による ^{198}Pt と多核子移行反応生成物をガスセル中で停止・中性化させ、レーザーによって元素選択的に再イオン化した核種を引き出した。以下に実験項目と結果を示す。(a) 弾性散乱による ^{198}Pt の引出効率は、 $^{198}\text{PtAr}_2$ のイオンに対して 0.2% だった。(b) $^{198}\text{PtAr}_2$ の選択度 (レーザー ON/OFF での目的質量数のイオン収量の比) は 300 だった。(c) ^{198}Pt が分子状イオンとして検出される割合は、Pt : PtH₂ : PtH₂O : PtAr₂ = 1 : 1 : 1 : 6 だった。(d) 核反応により生成された ^{199}Pt の検出と、寿命測定による核種同定を行った。

引出効率は 1% 以上を期待していたが、1/10 になっている原因として、ガスセル直後の SPIG でガスセルから断熱膨張して出てくるイオンをうまく捕えられていないこと、分子状イオンの形成により見かけの効率が落ちていることが考えられる。そこで、口径の大きい SPIG と小さい SPIG を連ねた二段 SPIG を導入した。これにより、SPIG 接続部分にかけた DC 電圧によって分子イオンを加速し、アルゴンガスと衝突させることで単一イオンへ解離することに成功した。

リファレンスセルの改良と Ta イオン化経路探索 : KISS 計画で β 崩壊核分光を予定している Ta(Z=73)、W(Z=74)、Re(Z=75)、Os(Z=76)、Ir(Z=77)、Pt(Z=78) の高効率な二段階レーザー共鳴イオン化の経路を確立する必要がある。平成 26 年度は製作したイオン化経路探索を恒常的に行える実験装置 (リファレンスセル) を、同位体分離ができるように改良した。これはイオン化経路探索に加えて、レーザー共鳴準位の同位体シフトなどに関する系統的データ取得のためである。目標の質量分解能は 400 で、共鳴イオン化されたイオンの飛行時間の違いで質量分離する。加速電極を二段線形加速式にすることで、最大で質量分解能 250 を達成できた。

改良リファレンスセルを用いて、Ta(^{181}Ta : NA = 99.988%) の AIS 探索を行い、見つかった 2 つの AIS について強度依存性を測定した。真空中でのイオン化効率などを見積もるために、現在解析中である。

線テレスコープ : ガスセルから引き出された短寿命核イオンの寿命測定に用いる検出器、線テ

レスコープの開発・改良を行った。最初に作製した3組の線レスコープは全立体角の90%を覆うように配置されており、各レスコープは0.5 mm厚と1 mm厚のプラスチックシンチレータから構成されている。薄いシンチレータの採用は低エネルギー線にも感度を持たせるためである。線レスコープの検出効率は $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 線源に対して55.4%、バックグラウンドレート(BGレート)は5 cpsであった。BGレートを減らすため宇宙線に対する veto カウンターとPbシールドを設置し、これによりBGレートを1.2 cpsまで抑えた。

低収量の短寿命核の寿命測定のためさらに1桁のBGレート低減と検出効率の向上を目指しプラスチックシンチレータの厚さおよび形状を変更した。大きな変更点として一層目の面積を以前の約1/3にし、厚さを0.5 mmから1 mmに変更した。二層目については厚さを1 mmから2 mmに変更している。シンチレータの厚さの変更は低エネルギー線への若干の感度低下を招くが、シンチレーション光のシンチレータ内での減衰を抑制することで検出効率の改善を目指している。一層目のサイズ変更はレスコープが見込む立体角を線源領域に可能な限り限定することでBGレートの低減を図っている。そのため改良したレスコープの覆う立体角は全立体角の75%となった。 veto カウンターとPbシールドを設置した状態で改良後のBGレートを測定したところ0.09 cpsまで減らすことができ当初の目標を達成できた。シンチレータ上での線源照射位置を限定して測定したエネルギースペクトルからは、極端な光減衰による影響は見られなかった。検出効率については今後測定を行う。

(1-6) 筑波大学6 MV AMSシステムのPHITSコードを用いた性能評価

筑波大学では2015年度より6 MV タンデム加速器の稼働開始が予定されている。これまでは12 MV タンデム加速器を用いて加速器質量分析法(Accelerator Mass Spectrometry)による宇宙線生成核種の検出に取り組んできた。しかし、加速器の更新に伴いターミナルの最大電圧が半分の6 MVに低下することになる。本研究では、加速電圧が低いためにその検出が難しい ^{36}Cl -AMS測定条件の最適化について、粒子・重イオン輸送計算コードPHITS(Particle and Heavy Ion Transport code System)を用いておこなった。

同重体の分離測定を行うガス検出器は複数の電極から構成され、各部位におけるエネルギー損失を測定し阻止能の差を利用して同重体の分離識別を行っている。筑波大学6 MV タンデム加速器のAMSシステムでは、5枚電極型のE-Eガス検出器を用いる。E-Eガス検出器の入射窓には Si_3N_4 膜(厚さ150 nm、密度 $3.4\text{g}/\text{cm}^3$)を用いて、封入ガスはP10ガス(Ar 90%+ CH_4 10%)とした。46.9 MeV(1.33 MeV/u)の ^{36}Cl と ^{36}S がE-Eガス検出器に入射した場合のシミュレーションでは、ガス圧が42 Torrの時に最も同重体の分離識別が良いことが分かった。PHITSコードによる計算で得た ^{36}Cl のAMS測定におけるエネルギー損失スペクトルを図3に示す。

PHITSコードを用いた計算により、筑波大学6 MV タンデム加速器を用いた宇宙線生成核種 ^{10}Be 、 ^{14}C 、 ^{26}Al 、 ^{36}Cl 、 ^{129}I 等のAMS測定について、過去の太陽活動や地球磁場強度変動を推測するのに必要な 10^{-14} 以下の同位体比の検出が可能となる測定条件を得た。

(1-7) 福島第一原発事故起源ヨウ素129の環境移行研究

福島第一原子力発電所(FDNPP)事故によって2011年3月12 - 21日にかけて放出された汚染気塊を介して、放射性ヨウ素などの核分裂生成物質が福島県の地表面へ多量に沈着した。文部科学省の空間線量率分布図を基にすると、FDNPPから北西方向に汚染が顕著に認められている。放射性ヨウ素129(^{129}I)は、人為起源として再処理施設、大気核実験、および原子力発電所事故から環境中に放出され、天然起源としては宇宙線による大気中の ^{129}Xe の核破砕反応と地殻中の ^{238}U の自発核分裂によって生成される。 ^{129}I は放射線エネルギーとしては低い、長半減期核種(半減期:1,570万年)であるためFDNPP事故によって放出された放射性核種のトレーサーとして利用できる。本研究では、帰還困難区域に指定されている大熊町北部において、FDNPP事故起源 ^{129}I の土壤中における沈着量

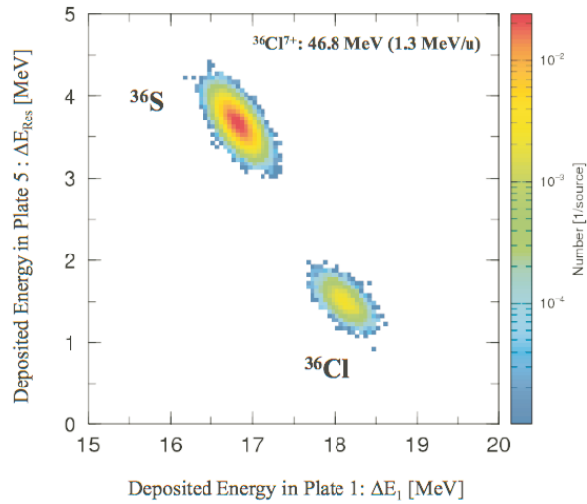


図 3: PHITS コードにより計算した ^{36}Cl -AMS の E-E ガス検出器による 2 次元スペクトル図。46.8 MeV の $^{36}\text{Cl}^{7+}$ が入射した場合、P10 ガス圧の最適値は 42 Torr となった。計算での入射粒子数は、 $^{36}\text{Cl} : ^{36}\text{S} = 10,000 : 10,000,000$ である。第 1 電極の損失エネルギーを横軸 (E_1) にとり、縦軸は第 5 電極での残留エネルギー (E_{Res}) とした。

と浸透を正確に評価することを目的とし、事故前後にほぼ同じ地点で採取した土壌コア中の ^{129}I 濃度の深度分布を比較した。試料は、FDNPP から西へ 4.2 km 地点の Iw-2 と西へ 8.4 km 地点の Iw-8 において、事故前 (2008 年 5 月) と事故後 (2012 年 11 月) に 30 cm の土壌コアを採取したものをを用いた。 ^{129}I の測定は、東京大学タンデム加速器施設 MALT の AMS システムを用いた。図 4 に FDNPP 事故前後の土壌中の ^{129}I 分布を示す。事故後において、2 地点の最表層土壌でかなり高い ^{129}I 濃度 (Iw-2: 130 mBq kg^{-1} 、Iw-8: 40.2 mBq kg^{-1}) が認められ、どちらも深度と共に指数関数的に減少した。Iw-2 地点において、沈着した事故起源 ^{129}I のおよそ 90% が 37 kg m^{-2} より上層に存在していた。Iw-8 地点については、沈着した ^{129}I のおよそ 90% が 51 kg m^{-2} より上層に存在し、その 9% が ($51 \sim 130$) kg m^{-2} に浸透していた。

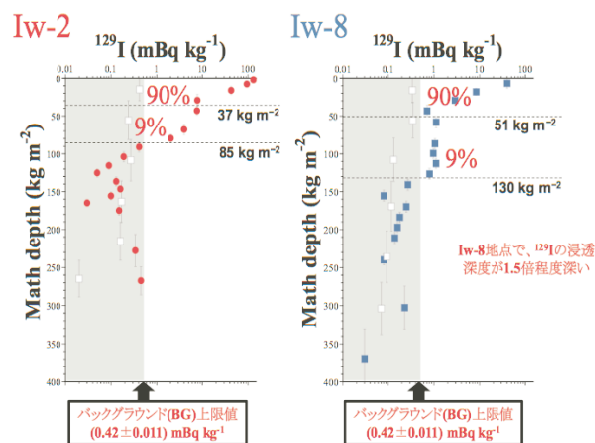


図 4: 2 地点における FDNPP 事故前後の ^{129}I 濃度の深度分布。

(1-8) 筑波大学 6 MV タンデム加速器システムの導入

筑波大学 UTTAC では、震災復興計画により 6 MV タンデム加速器の導入を進めている。加速器本体は、米国 National Electrostatics Corp. のペレトロン型であり、2014 年 1 月に 6 MV の昇圧試験に成功している。筑波大学には 2014 年 3 月に加速器本体の搬入設置作業が行われた。加速器周辺機器及びビームラインの組み立て作業については、2014 年 10 月までにほぼ終了している。また、新設の加速器用冷却水循環装置は、2015 年 1 月に設置された。現在は、信号線及び電気配線の設置作業等を実施している。6 MV タンデム加速器については、放射線発生施設承認申請の提出準備を進めており、2015 年度中の稼働開始を目指している。図 5 に、導入された筑波大学 6MV タンデム加速器システムの全体写真を示す。



図 5: 筑波大学 6MV タンデム加速器システムの全体写真。

(1-9) Lamb シフト型偏極イオン源の再構築

筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門では Lamb シフト型偏極イオン源 (PIS) を所有しており、これまでに偏極分解能や不安定核の核磁気モーメントの測定などを行ってきた。PIS は東日本大震災によって大きな損害を受け、このままでの継続使用は不可能となった。震災後、新しく導入された 6MV タンデム加速器のためのイオン源の一つとして使用することが決まり、PIS の再構築が始まった。PIS を新たに設置するために、当部門の加速器棟西側に PIS 棟を新設した。再利用可能と判断された物 (デュオプラズマトロンのチェンバー、スピンフィルター、Ar ガスセル、静電ステアラー、ウィーンフィルター等) は、もともと設置されてあった加速器棟 9 階から PIS 棟へ移動させ、再度、組み直した。再利用可能以外の物品に関しては、基本的に新しい物に入れ替えた。平成 26 年度で PIS 本体を含むビームラインの整備はほぼ完了した。真空系はスクロールポンプと磁気浮上式ターボ分子ポンプを使用し、PIS のビームライン全体で $\sim 10^{-8}$ Torr が維持されている。震災によって動作不良となったゲートバルブはオーバーホールによって再利用された。加速管、四重極電磁石、いくつかのビームダクトは新たに製作し、PIS のビーム輸送ラインとして組み込んだ。PIS を動かすための多くの電源も新しくした。これらの電源を含む周辺機器の多くは新たに設計された高電圧架台の上に設置され、光ファイバーによって制御が可能となっている。その中の一つが高速スピンステイトコントローラーであり、スピン状態の切り替えや偏極の On/Off を光ファイバーを通じて制御できるようになっている。

現在、EPICS を用いた制御システムの整備を進めている。その後、ビームテスト (強度、偏極度、輸送効率等) を実施し、不安定原子核の核磁気モーメント測定実験などに使用する予定である。

【2】高エネルギー原子核実験グループ (三明康郎、江角晋一、中條達也、Oliver Busch、益井宙、加藤純雄)

(2-1) 重イオン衝突における粒子生成源のシステムサイズおよび空間異方性の系統測定

米国ブルックヘブン国立研究所 (BNL) にある相対論的重イオン衝突型加速器を用いて、未知の物質相であるクォークグルーオンプラズマ (QGP) の実験的研究が進められている。重イオン衝突によって生成された QGP は流体膨張を伴いつつハドロン物質へと転移するが、ハドロン放出時の粒子空間分布を調べることは、系の膨張の様子を解明するとともに QGP 物性を理解する上で重要である。本研究では、量子統計干渉効果 (HBT 効果) を用いて、システムサイズおよび異方性の測定を行った。特に π 中間子に加えて、共鳴粒子崩壊による雑音粒子の影響の少ない K 中間子を解析し、粒子依存性に着目した。

図 6 は終状態におけるシステムサイズの横質量依存性である [4]。系が膨張していることを示す横質量依存性が π 中間子および K 中間子で観測されているが、特に中心衝突において粒子間に違いが観測された。定性的には流体モデルによって再現されているが、粒子放出時間の情報を含むサイズパラメータ R_0 は定量的には再現できていない。空間的異方性についても測定を行い、原子核の重なり起因する初期の楕円形状が終状態でも観測され、非常に強い膨張または瞬間的膨張であったことを示唆している。空間的異方性に関しては、統計精度および系統誤差の範囲内で粒子間に優位な差は観測されなかった。

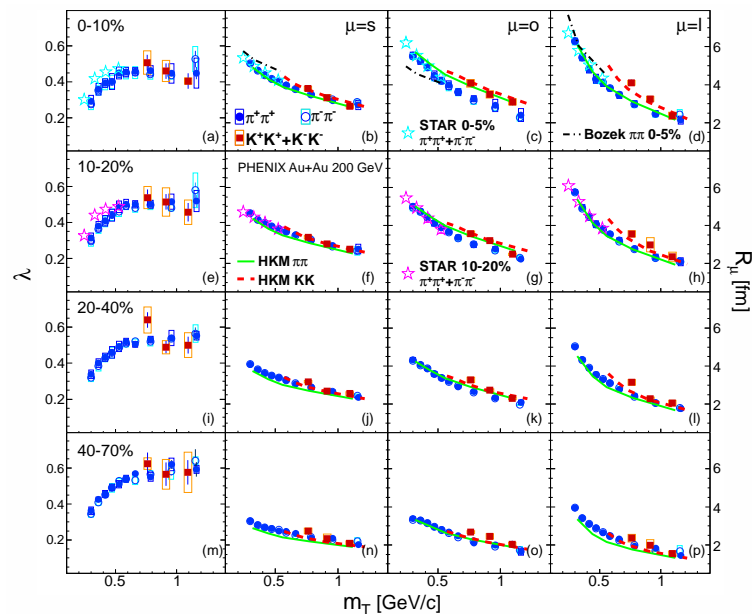


図 6: $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金 + 金原子核衝突におけるシステムサイズの横質量依存性

(2-2) 高エネルギー重イオン衝突における粒子種識別高次方位角異方性の測定

高エネルギー重イオン衝突実験において衝突に関与したクォークとグルーオンは熱平衡化後 QGP 相を構成し、QGP 流体の膨張 (冷却) を経てハドロンガスに至る。衝突系を記述する相対論的流体計算と実験結果の比較による衝突初期条件及び QGP 粘性の決定が重要な課題である。近年の包括荷電

ハドロン測定により、楕円型方位角異方性 (v_2) に加えて三角形型及び四角形型の高次方位角異方性 (v_3, v_4) が、初期条件及び粘性の組み合わせをより強く制限することが判明した [5]。本研究では流体計算に対し更なる参照結果を与えることを目的として、QGP 流体発展に対するハドロン種毎の応答に注目した粒子識別下での $v_{2,3,4}$ の測定を行った。

図7は反応平面法及び二粒子相関法によって測定された、 $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金 + 金原子核衝突における粒子識別 v_2, v_3, v_4 である [6]。従来報告されていた v_2 の低横運動量におけるハドロン質量依存性及び中間横運動量領域におけるハドロン構成クォーク数依存性 [7] が $v_{3,4}$ においても観測された。これは $v_{3,4}$ が v_2 と同じく QGP の流体的膨張によって発展することを強く示唆する結果である。本測定と理論計算の比較を行い、初期条件及び粘性値の検討を行うことが今後の課題である。

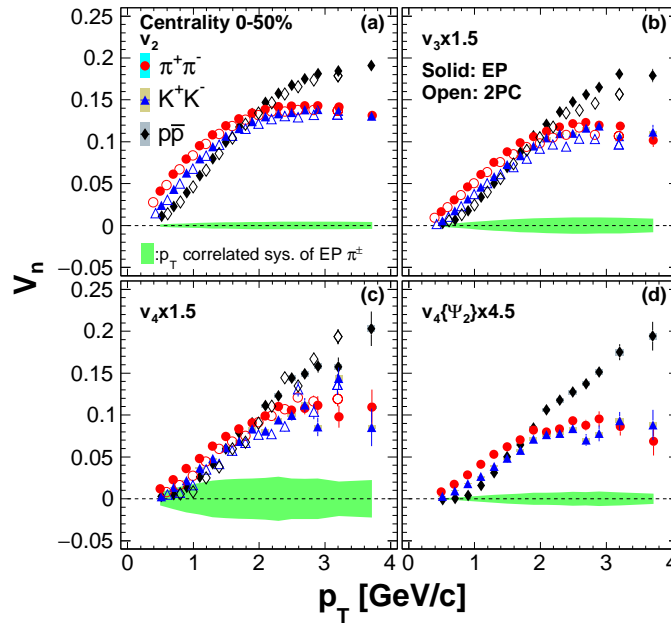


図 7: $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金 + 金原子核衝突における π^\pm, K^\pm 及び $p + \bar{p}$ 粒子の $v_2, v_3, v_4, v_4\{\Psi_2\}$

(2-3) RHIC-PHENIX 実験における直接光子の v_2, v_3 測定

BNL 研究所の PHENIX 実験において高エネルギー重イオン衝突実験を用いた QGP の研究を進めるために直接光子の測定をおこなった。光子は重イオン衝突時から常に放出されており、強い相互作用をしないため、生成された時の情報を持って放出される。低い横運動量における直接光子の横運動量に対する収量測定の結果から、重イオン衝突実験では陽子陽子衝突実験と比較して多くの光子が放出されていることが確認された [8, 9]。このことから、重イオン衝突では熱光子が多く生成されていると考えられている。

直接光子の v_2 (2 方向への偏りの大きさ) の測定が行われ、ハドロン同様の強度を持つことがわかった [10]。衝突初期から生成される光子は v_2 が小さいと考えられるため、実験で測定される光子の v_2 はハドロン同様の v_2 よりも小さいと期待されていた。しかし、大きな v_2 が測定され、まだ完全には理解されていない。光子生成の理解のために、 v_3 (方位角異方性の 3 方向への偏りの大きさ) の測定が行われた。図 8 のように v_2 と同様に v_3 でもハドロンと同程度の強度が測定された。この測定結果から、実験で測定される低い運動量領域の光子は衝突後期から生成される光子が支配的だと考

えられる。この測定が生成メカニズムの理解につながると期待される。

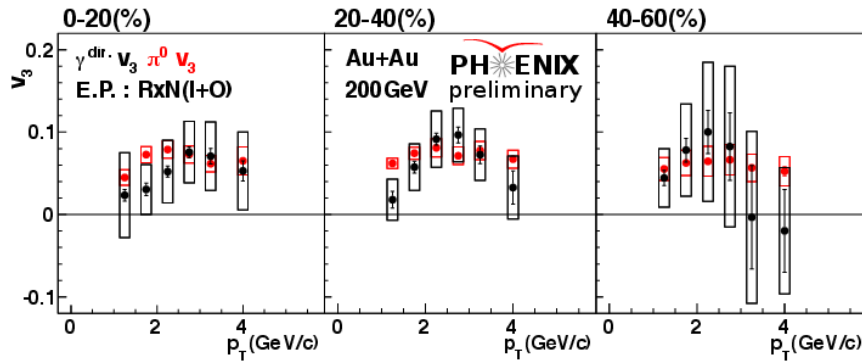


図 8: Au+Au 200GeV 衝突実験で観測された直接光子と中性パイオンの v_3 結果

(2-4) 重陽子+金衝突、及びヘリウム+金衝突における方位角異方性の測定

アメリカのブルックヘブン国立研究所における相対論的重イオン衝突型加速器 (RHIC) を用いて、2008 年に重陽子+金の衝突実験が行われた。これまでに、小さい衝突系での実験が RHIC と欧州原子核研究機構における大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) で行われてきたが、衝突系が小さいためクォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) が生成されていないと考えられてきた。しかし、高多重度の陽子+陽子衝突や陽子+鉛衝突において大きい擬ラピディティ差を持つ生成粒子間の方位角相関の観測や、粒子相関によって測定された楕円方位角異方性 v_2 の観測により、QGP が生成されている可能性が見つかった。そこで、重陽子+金の衝突実験のデータを用いて、小さい衝突系においても QGP が生成されているのか調べることを目的として v_2 を測定し、先に報告された LHC での陽子+鉛衝突における v_2 の結果と比較をした。

図 9 は RHIC-PHENIX 実験で測定された重陽子+金衝突における v_2 の p_T 依存性と、LHC で測定された陽子+鉛衝突における v_2 の p_T 依存性を示している [11]。この結果から、重陽子+金衝突における v_2 は、陽子+鉛衝突における v_2 とほぼ一致していることが分かる。また、図 10 は pion と proton に粒子識別した場合の v_2 の p_T 依存性と流体モデルとの比較を示している [11]。この結果から、流体モデルで記述される質量依存性が見られる。また、より高エネルギーの陽子+鉛衝突における結果と比較すると、粒子種による v_2 の大きさの差が小さいことから重陽子+金衝突では半径方向への膨張がより小さいことが分かる。

2014 年にはヘリウム+金衝突、2015 年には陽子+金衝突実験も行われ、同様の測定をしており、今後もより詳細な測定を行っていく必要がある。

(2-5) 保存電荷揺らぎを用いた QCD 臨界点探索

米国ブルックヘブン国立研究所における相対論的重イオン衝突型加速器 RHIC を用いて、2010 年及び 2011 年にビームエネルギー走査プログラム (BES) が行われた。BES の最大の目的は QCD 相図上に存在し得る QCD 臨界点の探索である。臨界点では 2 次相転移によって保存電荷の感受率及び系の相関長が発散する。臨界点に敏感な実験的観測量の一つに保存電荷分布の揺らぎが挙げられる。保存電荷揺らぎは感受率に密接に関連すること、さらに高次揺らぎは相関長に非常に敏感であることが理論的に予測されている。したがって、保存電荷揺らぎを測定することによって、QCD 臨界点由来の揺

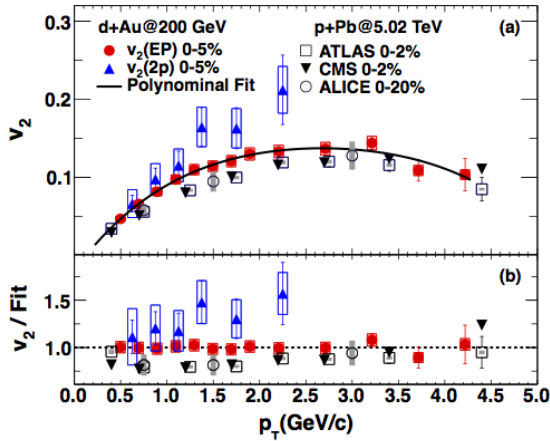


図 9: 重陽子+金衝突及び陽子+鉛衝突における v_2 の p_T 依存性

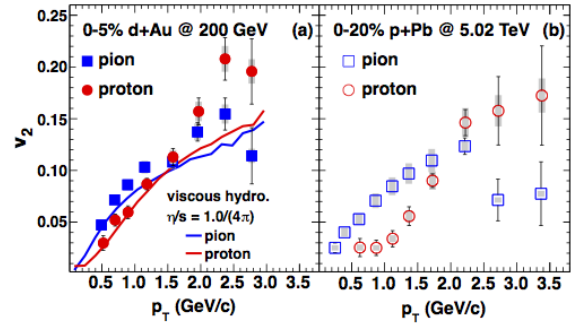


図 10: 粒子識別後の v_2 の p_T 依存性と流体モデルとの比較

らぎを捉えることが出来ると期待されている。RHIC-STAR 実験では、重心系核子対当たり 7.7 GeV から 200 GeV までのデータを収集し、QCD 臨界点探索のため保存電荷揺らぎを解析した。図 11、12 は RHIC-STAR 実験で測定された、正味陽子及び電荷の高次揺らぎのビームエネルギー依存性である [12, 13]。臨界点近傍では高次揺らぎが統計的 (ポアソンの) 揺らぎから大きくずれることが予想されている。図 11 の正味陽子では、ビームエネルギー 20 GeV 付近で統計的揺らぎからのずれが観測され、ビームエネルギーに対して非単調的振る舞いを示すことが分かった。一方で、正味電荷 (図 12) では、系統的不確かさの範囲内で優位なずれは観測されなかった。低ビームエネルギーでは統計精度が不十分なため、これらの結果から QCD 臨界点の有無を議論することは出来ない。2018 年以降に行われる予定の高ルミノシティ BES では最大で 10 倍のデータ取得が見込まれており、また検出器増強計画も進行中である。これらを組み合わせることによって、高次揺らぎの統計精度を改善し、さらに系統誤差も軽減することによって、QCD 相構造に対する新たな知見が得られると期待される。

(2-6) LHC-ALICE 実験における $\sqrt{s} = 7$ TeV 陽子・陽子衝突での、中性パイ中間子と荷電粒子ジェットの方角相関

ジェット測定は高エネルギー原子核衝突によって生成される高温高密度物質 (QGP) の性質を調べる上で有用なプローブとなる。ジェットが QGP 中を通過する際に失うエネルギーを測定することによって、パートンの QGP 中のエネルギー損失機構を解明することにつながり、さらに QGP の密度や温度などの物理量の導出が期待できる。粒子は QGP 中を通過する際にエネルギー損失を起こすので、観測される高運動量のハドロンは QGP の表面付近で生成されるため、高運動量のハドロンをトリガーとして選んだ場合、 180° 反対方向に生成されるジェットの QGP 中での通過距離を長くすることができる。よってトリガーとなるハドロンの運動量を変えることによって、ジェットの QGP 中での通過距離をコントロールすることができる。

スイスのジュネーブにある欧州原子核研究機構 (CERN) で、2010 年から LHC 加速器の運用が始まった。ALICE 実験で 2011 年に取られた重心系 $\sqrt{s} = 7$ TeV 陽子・陽子衝突実験データを使い、中性パイ中間子と荷電粒子ジェットの方角相関についての研究を行った。中性パイ中間子の再構成には電磁カロリメータ検出器 (EMCal)、荷電粒子ジェットの再構成にはシリコン検出器 (ITS) とタイムプロジェクトンチェンバー検出器 (TPC) を用いて行った。中性パイ中間子の運動量が高くなるにつれて 2 つの崩壊光子の崩壊角は小さくなり、EMCal 上の 2 つの電磁シャワーは重なってしまう。

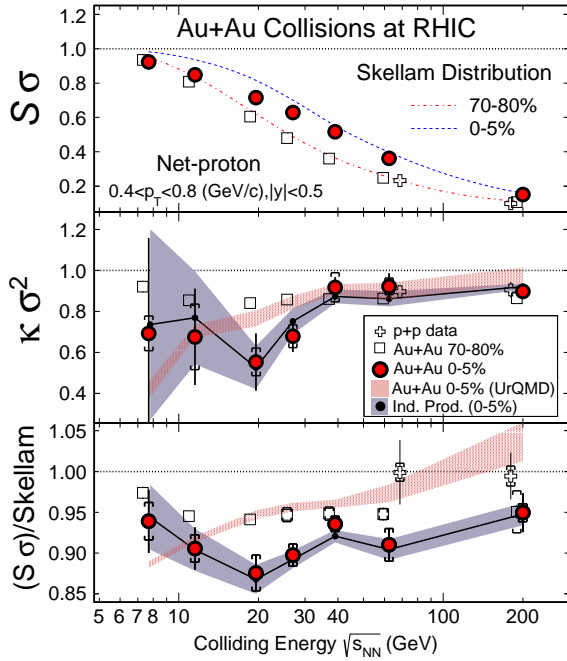


図 11: 正味陽子分布の高次キュムラント

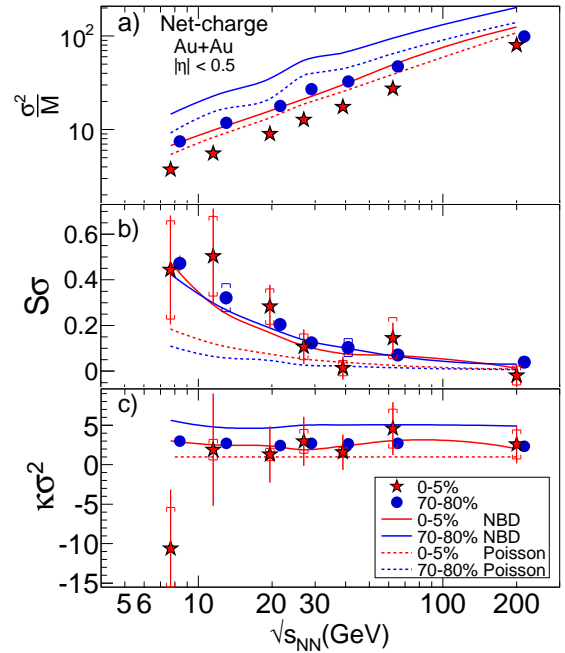


図 12: 正味電荷分布の高次キュムラント

従来の不変質量再構成の方法では重なった電磁シャワーからうまく中性パイ中間子が再構成できない。本研究では2つの重なった電磁シャワーの楕円形を用いて中性パイ中間子を再構成した。これにより40 GeVまでの中性パイ中間子の再構成をすることができた。

図 13 は中性パイ中間子と荷電粒子ジェットの方角相関を示している。トリガーの中性パイ中間子の運動量領域は、 $8 < p_{T,\pi^0}^{trig} < 12$ (GeV/c)、 $16 < p_{T,\pi^0}^{trig} < 20$ (GeV/c)、 $24 < p_{T,\pi^0}^{trig} < 36$ (GeV/c)。トリガーである中性パイ中間子の運動量が高くなるにつれて near side と away side のピークが上昇している。このことは高運動量の粒子になるほど、ジェットとの相関を持っていることを示しており、また中性パイ中間子がトリガーとなるハドロンに適していることを示している。この結果をベースラインとして今後重イオン衝突実験の解析を進めて行き、ジェットの QGP 中でのエネルギー損失機構の通過距離依存性について研究を進める。

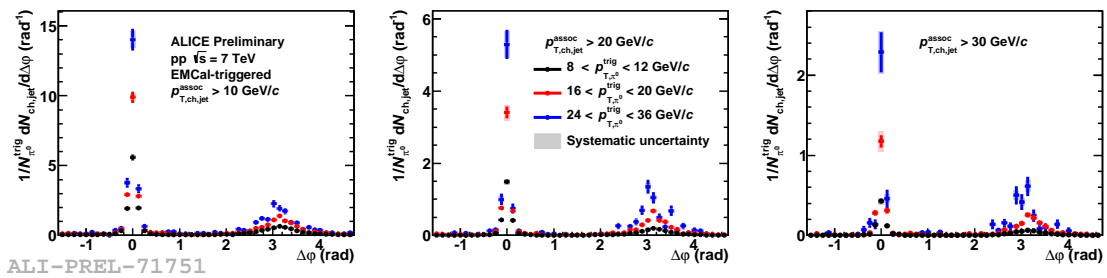


図 13: 中性パイ中間子をトリガーとした荷電粒子ジェットの方角相関

(2-7) Particle Identified Jet Fragmentation with ALICE experiment

CERN-LHC での $\sqrt{s} = 7$ TeV 陽子・陽子衝突において、ALICE 実験でジェット内の荷電 π 、K 中間

子、陽子+反陽子分布を測定した。シリコンを用いた内部飛跡検出器 (ITS) と時間射影荷電粒子飛跡検出器 (TPC) で測定した横運動運動量 $0.15\text{GeV}/c$ 以上の荷電粒子により、半径パラメータ $R=0.4$ で anti-kt 法を用いてジェットを再校正した [14]。TPC のコヒーレント・フィット法を用いて、検出器内での電離損失 dE/dx 情報から、 π 、K 中間子、陽子の観測収量を統計的に測定し [15]、荷電粒子レベルのジェットに補正した結果 (粒子識別したジェット破碎分布関数) を得た。

図 14 に、1 ジェットあたりの π 、K 中間子、陽子+反陽子の生成量を、ジェット運動量に対する相対運動量 $z^{ch} = p_{T,particle}/p_{T,jet}^{ch}$ に対する依存性として、3 つのジェット運動量領域で示した。どの粒子種の場合にも、低い z^{ch} 領域で最大値を示す「hump-backed plateau」を観測した。 $z^{ch} > 0.2$ 領域で、2 つのジェット $p_{T,jet}^{ch}$ 領域間 (10-15、15-20 GeV/c) の類似性は、これまでに観測されたより高い $p_{T,jet}^{ch}$ 領域での、ジェット内荷電粒子分布の z^{ch} スケーリングを示している [14]。K/ π 比が z^{ch} に対して単調増加するのに対し、 p/π は $0.5 < z^{ch} < 0.6$ 領域で最大値を示し、ジェット内の leading バリオン生成の抑制を示唆している。PYTHIA モデル計算は大まかな依存性を再現するが、実験データの詳細を記述できない事が現状である [15]。

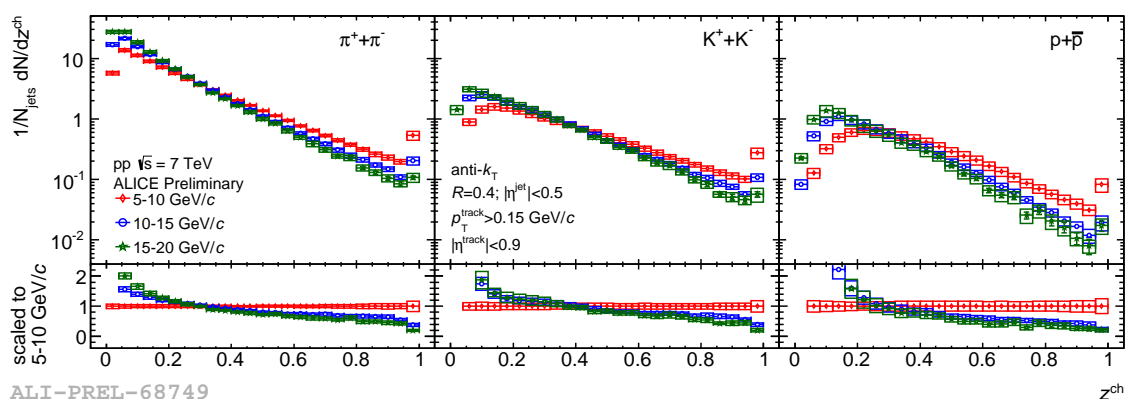


図 14: 1 ジェットあたりの π 、K 中間子、陽子+反陽子の生成量を、ジェット運動量に対する相対運動量 z^{ch} の関数で表している。粒子識別したジェット破碎分布関数を、3 つのジェット運動量領域で示している。

(2-8) LHC-ALICE Run2 における電磁カロリメータ検出器群を用いたジェット及び光子トリガーシステムの開発

欧州原子核研究機構 (CERN) では、2015 年度から大型ハドロン衝突型加速器 (LHC) を用いた第二期実験 (Run2) が開始される。ALICE 実験では筑波大学・高エネルギー原子核実験グループの主導で開発された電磁カロリメータ検出器である Di-jet CALorimeter(DCAL) の運用が始まり、ジェットイベントをプローブとしたクォーク・グルーオン・プラズマの詳細な物性探査が期待されている。我々はこの DCAL に加え、EMCAL, PHOS と呼ばれる計 3 機の電磁カロリメータ検出器群を用いてジェットイベント及び高エネルギー光子イベントを効率的に収集することを目的としたトリガーシステムに関わる開発を行った。トリガーアルゴリズムは Summary Trigger Unit(STU)[図 15] と呼ばれるボード上の FPGA に電子回路として実装される。開発言語として VHDL を用いてファームウェアを作成した。Run1 からの主な変更点・追加点は以下のとおりである。

- DCAL 増設に伴い変更された、データ読み出し方法への対応
- 光子及びジェットトリガーアルゴリズムの高速化

- PHOS への STU 導入のため、PHOS 検出器構成への対応及び PHOS STU から DCAL STU への通信アルゴリズムの追加
- ジェットバックグラウンド計算を目的とした、EMCAL STU と DCAL STU 間の相互通信アルゴリズムの追加
- ALICE 実験で用いられる Common Data Header(CDH) バージョンアップへの対応 (CDH version 3)

論理回路シミュレータを用いたテストベンチにより、正常な動作及び要求される動作速度が満たされることを確認した。2015 年度初頭には実機を用いた動作試験を行い、実際に ALICE のシステムに組み込む予定である。

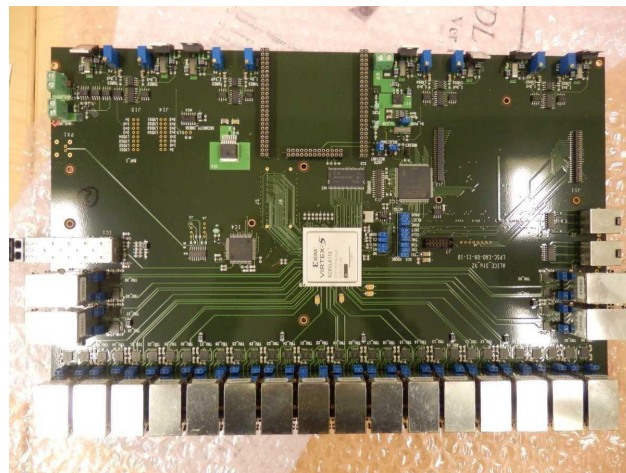


図 15: Summary Trigger Unit

(2-9) ALICE アップグレードのための超前方光子検出器 FoCal(Forward Calorimeter) の開発

欧州原子核研究機構 CERN の ALICE 実験において超前方領域での物理測定するための FoCal(Forward Calorimeter) 検出器を導入する計画がある。FoCal は直接光子を検出することを目的とした電磁カロリメーターの FoCal-E と、ジェットを測定することを目的としたハドロンカロリメーターの FoCal-H から構成されており、2022 年に予定されている Long Shutdown3 に完成機の導入を目指している。光子はカラー価を持っていないため QGP 中を相互作用すること無く、衝突初期の情報を含んでいることが予想されている。またその直接光子を前方方向で捉えることで、QGP 早期熱化の原因解明、CGC モデルの検証、初期パラメータの決定が期待されている。

本研究では FoCal-E の試作機を用いて PS/SPS で 2~50GeV/c のエネルギー領域でのテストビーム実験を行い、検出器のエネルギー依存性や分解能などの性能評価を行なった。また、DAQ system は LHC で実験を行っている ATLAS 実験の micromegas 検出器 (ドリフトチェンバーなど) に用いられている mmDAQ を使用した。図 16、図 17 に、テストビームで得られたデータを使用して求められたエネルギー依存性とシミュレーション [18] と比較したエネルギー分解能を示した。図 17 では赤い線でシミュレーションの結果を示しているが実験結果とは大きく外れている。これは、検出器のノイズレベルが高くなってしまっていることとシグナルの飽和や読み出しのレートにより計測できる粒子

の数が少なくなっていることが考えられる。今後の課題として、ノイズレベルの低減と DAQ system の高速化が挙げられる。

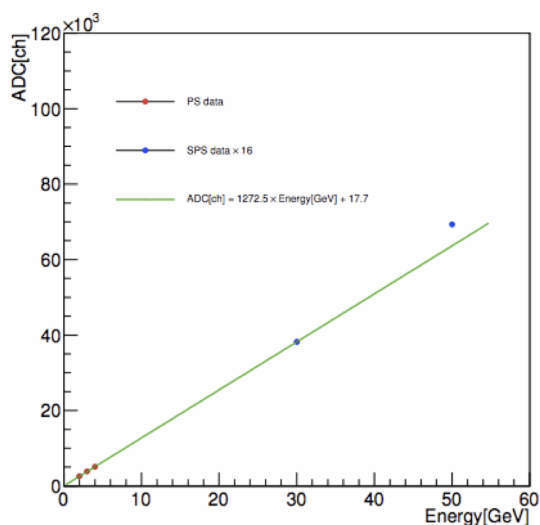


図 16: エネルギー依存性

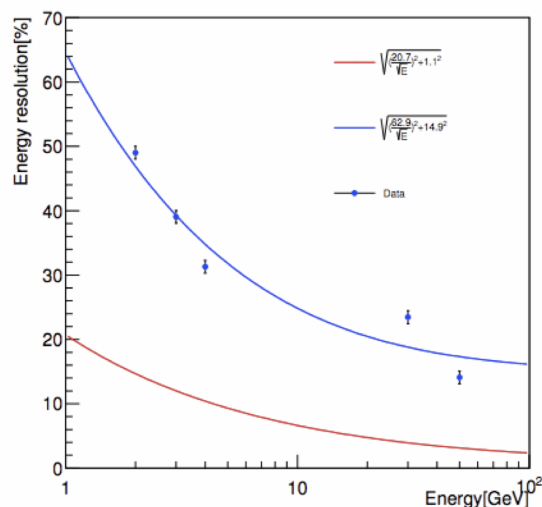


図 17: エネルギー分解能とシミュレーションの比較

(2-10) Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) 飛行時間測定器の開発

高エネルギー重イオン衝突実験では、近年 10~30ps の時間分解能を持つ飛行時間測定器の必要性が高まっている。それを達成できる検出器として最も有力なのが、Multi-gap Resistive Plate Chamber(MRPC)である。MRPCは、RHICのSTAR、PHENIX 実験や、LHCのALICE 実験等で広く実用化されており、ALICE 実験の2段型MRPCは50psの時間分解能を達成している。

MRPCの時間分解能を向上させるには、段数を増やすことが有効である。2008年には、1段あたり6つのガスギャップを持つ4段型MRPCが開発され、約20psの時間分解能を達成したという報告があった。10psの時間分解能を達成するには、段数を増やすことによるメリット・デメリットを調べることが必要不可欠である。

そこで、1~4段型のMRPCに対して、プリアンプの最適化が行われた。波形観測によりインピーダンスマッチングを行い、その後、時間分解能を評価することで最適な利得を決定した。利得を下げるとプリアンプの帯域が広がり、MRPCの信号の立ち上がりが早くなり、時間分解能も向上した(図18)。また段数を増やすと、寄生容量によって立ち上がりが遅くなることが観測され、利得をさらに下げると帯域を広げなければならないことが分かった。今後、さらに帯域の広いプリアンプを開発し、10psの時間分解能を目指す。

(2-11) KEK サマーチャレンジのためのラドン検出器の開発

ラドン ^{222}Rn は無色無臭の希ガス放射性元素である。ウラン ^{238}U を起点に次々と原子核崩壊を繰り返して鉛 ^{206}Pb に至るウラン系列に属している。ウランは地中の岩石や土壤に含まれているので、その崩壊過程でラドンが発生し地表にまでしみ出している。

本研究は放射線教育の教材開発として身近な放射性物質であるラドンを題材として原子核の崩壊や半減期、放射線のエネルギーについて学ぶ補助教材の開発を目的としている。教材開発のためには安全に教育現場で使用できる安価で小型なラドン検出器であることと、教員と生徒が容易に扱えるデー

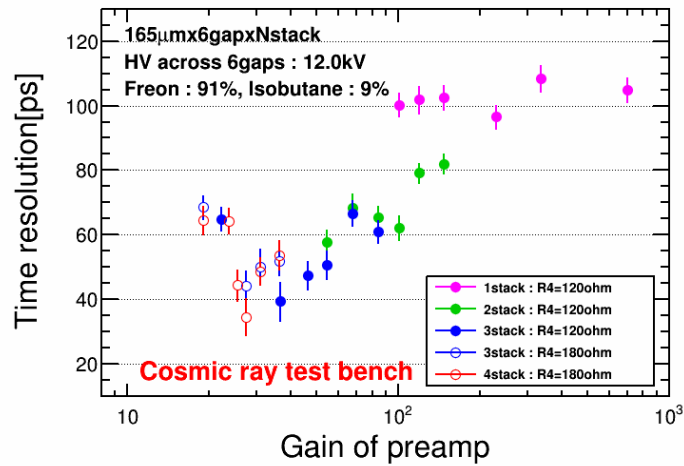


図 18: 縦軸に時間分解能、横軸にプリアンプの利得をプロットしたグラフ。マゼンタのマーカが1段型、緑色が2段型、青色が3段型、赤色が4段型 MRPC の結果である。中抜きのマーカは、後段の利得をさらに下げたものである。

タ解析ソフトウェアの開発が重要である。

2014 年度は高電圧部分を安全に使用するために読み出し回路を金属ケースにおさめ回路を改良した(図 19)。さらに検出器の性能についても α 線のエネルギー分解能が 0.84% となり前年よりも良い結果が得られた。図 20 は天然ウランを含む鉱石の測定結果であり、ラドン ^{222}Rn の娘核であるポロニウム ^{218}Po , ^{214}Po 、ラドン ^{220}Rn の娘核であるポロニウム ^{218}Po , ^{212}Po 、ビスマス ^{212}Bi から放出される異なるエネルギーの α 線が測定された。この結果よりラドンが連鎖的に α 崩壊を起こしていく様子が確認できる。

また、8 月には高エネルギー加速器研究機構で開催されたサマーチャレンジ演習課題として、「ラドン検出器の製作と測定」を題材に本検出器を用いた。ここでは約一週間をかけて、主に大学3年生が検出器と読み出し回路の製作、データ制御・解析ソフトウェアの開発を行う実習である。さらにそれを用いて様々な身近な試料を測定し、得られたデータから α 線のエネルギー半減期を考慮することで放射性元素の特定やラドン濃度の比較を行った。図 21 はサマーチャレンジの生徒が測定したポロニウム ^{212}Po のピークの時間変化である。2015 年度も新たな改良を重ね実施する予定である。

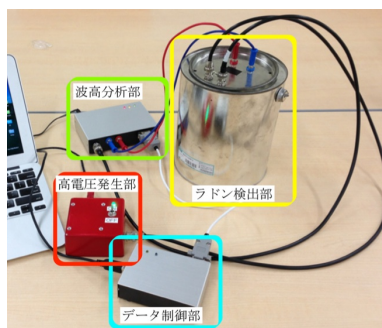


図 19: 本年開発のラドン検出器 (ver.10)

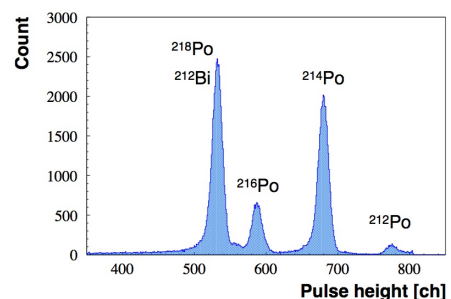


図 20: α 線のエネルギー分布

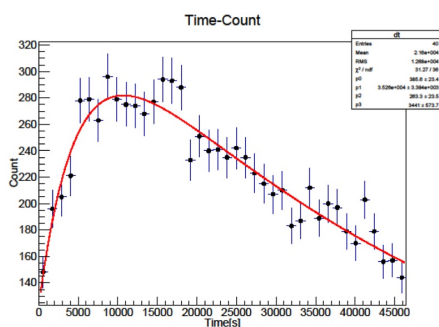


図 21: ポロニウム ^{212}Po の積分値の時間変化

参考文献

- [1] T. Yamaguchi, *et al.*, Phys. Rev. **C** (2010) 014609.
- [2] 錦織 良, 筑波大学大学院平成 24 年度修士論文.
- [3] R. Guoxiao, *et al.*, Phys. Rev. **C** 39 (1989) 1351.
- [4] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), arXiv:1504.05168 Submitted to Phys. Rev. **C**
- [5] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **107**, 252301 (2011)
- [6] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), arXiv:1412.1038 (2014) Submitted to Phys. Rev. Lett.
- [7] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. **C** **86**, 064914 (2012)
- [8] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **104**, 132301 (2010)
- [9] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), arXiv:1405. 3940 (2014) Submitted to Phys. Rev. **C**.
- [10] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **109**, 122302 (2012)
- [11] A. Adare *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **114**, 192301 (2015)
- [12] L. Adamczyk *et al.* (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **112**, 032302 (2014)
- [13] L. Adamczyk *et al.* (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 092301 (2014)
- [14] B. Abelev *et al.* (ALICE Collaboration), arXiv:1411.4969 (nucl-ex)
- [15] X. Lu for the ALICE Collaboration, arXiv:1407.8387 (hep-ex)
- [16] O. Bourrion, STU manual, (2013).
- [17] R. Divi, ALICE Common Data Header specifications, ALICE Internal Note, (2014).
- [18] The ALICE FoCal Collaboration, Letter of Intent A Forward Calorimeter(FoCal) for the ALICE experiment, (2013).

原子核実験グループ研究業績リスト

< 論文 >

1. “ Charge-changing cross sections of ^{30}Ne , $^{32,33}\text{Na}$ with a proton target ” A. Ozawa, T. Moriguchi, T. Ohtsubo, N. Aoi, D. Q. Fang, N. Fukuda, M. Fukuda, H. Geissel, I. Hachiuma, N. Inabe, Y. Ishibashi, S. Ishimoto, Y. Ito, T. Izumikawa, D. Kameda, T. Kubo, T. Kuboki, K. Kusaka, M. Lantz, Y. G. Ma, M. Mihara, Y. Miyashita, S. Momota, D. Nagae, K. Namihira, D. Nishimura, H. Ooishi, Y. Ohkuma, T. Ohnishi, M. Ohtake, K. Ogawa, Y. Shimbara, T. Suda, T. Sumikama, H. Suzuki, S. Suzuki, T. Suzuki, M. Takechi, H. Takeda, K. Tanaka, R. Watanabe, M. Winkler, T. Yamaguchi, Y. Yanagisawa, Y. Yasuda, K. Yoshinaga, A. Yoshida, and K. Yoshida, *PHYSICAL REVIEW C* 89, 044602 (2014).
2. “ Density distribution of ^{14}Be from reaction cross-section measurements ” T. Moriguchi, A. Ozawa, S. Ishimoto, Y. Abe, M. Fukuda, I. Hachiuma, Y. Ishibashi, Y. Ito, T. Kuboki, M. Lantz, D. Nagae, K. Namihira, D. Nishimura, T. Ohtsubo, H. Ooishi, T. Suda, H. Suzuki, T. Suzuki, M. Takechi, K. Tanaka, T. Yamaguchi, *Nuclear Physics A* 929 (2014) 83–93.
3. “ Excited states above the proton threshold in ^{26}Si ” T. Komatsubara, S. Kubono, T. Hayakawa, T. Shizuma, A. Ozawa, Y. Ito, Y. Ishibashi, T. Moriguchi, H. Yamaguchi, D. Kahl, S. Hayakawa, Dam Nguyen Binh, A. A. Chen, J. Chen, K. Setoodehnia, and T. Kajino, *Eur. Phys. J. A* (2014) 50: 136
4. “ In-beam γ -ray Spectroscopy of ^{30}P via the $^{28}\text{Si}(^3\text{He}, p)^{30}\text{P}$ ” E. Mcneice, K. Setoodehnia, B. Singh, Y. Abe, D. N. Binh, A. A. Chen, J. Chen, S. Cherubini, S. Fukuoka, T. Hashimoto, T. Hayakawa, Y. Ishibashi, Y. Ito, D. Kahl, T. Komatsubara, S. Kubono, T. Moriguchi, D. Nagae, R. Nishikiori, T. Niwa, A. Ozawa, T. Shizuma, H. Suzuki, H. Yamaguchi, T. Yuasa, *Nuclear Data Sheets*, 120, 88 (2014).
5. “ Evidence of halo structure in ^{37}Mg observed via reaction cross sections and intruder orbitals beyond the island of inversion ” M. Takechi, S. Suzuki, D. Nishimura, M. Fukuda, T. Ohtsubo, M. Nagashima, T. Suzuki, T. Yamaguchi, A. Ozawa, T. Moriguchi, H. Ohishi, T. Sumikama, H. Geissel, N. Aoi, Rui-Jiu Chen, De-Qing Fang, N. Fukuda, S. Fukuoka, H. Furuki, N. Inabe, Y. Ishibashi, T. Itoh, T. Izumikawa, D. Kameda, T. Kubo, M. Lantz, C. S. Lee, Yu-Gang Ma, K. Matsuta, M. Mihara, S. Momota, D. Nagae, R. Nishikiori, T. Niwa, T. Ohnishi, K. Okumura, M. Ohtake, T. Ogura, H. Sakurai, K. Sato, Y. Shimbara, H. Suzuki, H. Takeda, S. Takeuchi, K. Tanaka, M. Tanaka, H. Uenishi, M. Winkler, Y. Yanagisawa, S. Watanabe, K. Minomo, S. Tagami, M. Shimada, M. Kimura, T. Matsumoto, Y. R. Shimizu, and M. Yahiro, *PHYSICAL REVIEW C* 90, 061305(R) (2014).
6. “ Cherenkov light detection as a velocity selector for uranium fission products at intermediate energies ” T. Yamaguchi, A. Enomoto, J. Kouno, S. Yamaki, S. Matsunaga, F. Suzaki, T. Suzuki, Y. Abe, D. Nagae, S. Okada, A. Ozawa, Y. Saito, K. Sawahata, A. Kitagawa, S. Sato, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 766 (2014) 123–125
7. “ Different mechanism of two-proton emission from proton-rich nuclei ^{23}Al and ^{22}Mg ” Y. G. Ma, D. Q. Fang, X. Y. Sun, P. Zhou, Y. Togano, N. Aoi, H. Baba, X. Z. Cai, X. G.

- Cao, J. G. Chen, Y. Fu, W. Guo, Y. Hara, T. Honda, Z. G. Hu, K. Ieki, Y. Ishibashi, Y. Ito, N. Iwasa, S. Kanno, T. Kawabata, H. Kimura, Y. Kondo, K. Kurita, M. Kurokawa, T. Moriguchi, H. Murakami, H. Ooishi, K. Okada, S. Ota, A. Ozawa, H. Sakurai, S. Shimoura, R. Shioda, E. Takeshita, S. Takeuchi, W. D. Tian, H. W. Wang, J. S. Wang, M. Wang, K. Yamada, Y. Yamada, Y. Yasuda, K. Yoneda, G. Q. Zhang, T. Motobayashi. *Physics Letters B*, 743, 306-309 (2015).
8. " Measurement of backward secondary-electron yield under molecular ion impact coincident with emerging projectiles " S. Tomita, Y. Shiina, S. Tamura, R. Kinoshita, S. Ishii, K. Sasa, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, (2014), in press.
 9. " Vertical distribution and formation analysis of the ^{131}I , ^{137}Cs , $^{129\text{m}}\text{Te}$, and $^{110\text{m}}\text{Ag}$ from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant in the beach soil " Y. Satou, K. Sueki, K. Sasa, J. Kitagawa, S. Ikarashi, N. Kinoshita, *J Radioanal Nucl Chem*, 303, 2 (2015) 1197-1200.
 10. " Possible ferroelectricity in perovskite oxynitride SrTaO_2N epitaxial thin films " D. Oka, Y. Hirose, H. Kamisaka, T. Fukumura, K. Sasa, S. Ishii, H. Matsuzaki, Y. Sato, Y. Ikuhara, T. Hasegawa, *Scientific Reports*, 4, 4987 (2014).
 11. " Adequacy of a compartment model for CMRO2 quantitation using ^{15}O -labeled oxygen and PET – A clearance measurement of ^{15}O -radioactivity following intra-carotid bolus injection of ^{15}O -labeled oxy-hemoglobin on *Macaca fascicularis* ", H. Iida, S. Iguchi, N. Teramoto, K. Koshino, T. Zeniya, A. Yamamoto, N. Kudomi, T. Moriguchi, Y. Hori, J. Enmi, H. Kawashima, N. J. Shah, J. Nakagawara, *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 34, 1434-1439, 2014.
 12. " Quantification of myocardial blood flow using ^{201}Tl SPECT and population based input function ", K. Koshino, K. Fukushima, M. Fukumoto, Y. Hori, T. Moriguchi, T. Zeniya, Y. Nishimura, K. Kiso, H. Iida, *Annals of Nuclear Medicine*, 28(9), 880-890, 2014.
 13. " Validity of using a 3-dimensional PET scanner during inhalation of ^{15}O -labeled oxygen for quantitative assessment of regional metabolic rate of oxygen in man ", Y. Hori, Y. Hirano, K. Koshino, T. Moriguchi, S. Iguchi, A. Yamamoto, J. Enmi, H. Kawashima, T. Zeniya, N. Morita, J. Nakagawara, M. Casey, H. Iida, *Physics in Medicine and Biology*, 59, 5593-5609, 2014.
 14. " PET quantification of cerebral oxygen metabolism in small animals ", T. Temma, K. Koshino, T. Moriguchi, J. Enmi, H. Iida, *The Scientific World Journal*, 2014, 159103, 2014
 15. Charged-pion cross sections and double-helicity asymmetries in polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 200\text{GeV}$, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), *Phys. Rev.* **D91** (2015) 3, 032001, DOI: 10.1103/PhysRevD.91.032001
 16. Search for dark photons from neutral meson decays in p+p and d + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200\text{ GeV}$, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), *Phys.Rev.* **C91** (2015) 3, 031901, DOI: 10.1103/PhysRevC.91.031901

17. Cross section for $b\bar{b}$ production via dielectrons in d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys.Rev. **C91** (2015) 1, 014907, DOI: 10.1103/PhysRevC.91.014907
18. Low-mass vector-meson production at forward rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys.Rev. **D90** (2014) 5, 052002, DOI: 10.1103/PhysRevD.90.052002
19. Measurement of K_S^0 and K^{0*} in p+p, d+Au, and Cu+Cu collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. **C90** (2014) 5, 054905, DOI: 10.1103/PhysRevC.90.054905
20. Measurement of $\Upsilon(1S + 2S + 3S)$ production in p+p and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys.Rev. **C91** (2015) 2, 024913, DOI: 10.1103/PhysRevC.91.024913
21. Inclusive double-helicity asymmetries in neutral-pion and eta-meson production in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. **D90** (2014) 1, 012007, DOI: 10.1103/PhysRevD.90.012007
22. Azimuthal-angle dependence of charged-pion-interferometry measurements with respect to second- and third-order event planes in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. Lett. **112** (2014) 22, 222301, DOI: 10.1103/PhysRevLett.112.222301
23. Transverse-energy distributions at midrapidity in p+p, d+Au, and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 62.4 - 200$ GeV and implications for particle-production models, PHENIX Collaboration (S.S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. **C89** (2014) 4, 044905, DOI: 10.1103/PhysRevC.89.044905
24. Measurement of transverse-single-spin asymmetries for midrapidity and forward-rapidity production of hadrons in polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ and 62.4 GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.). Phys. Rev. **D90** (2014) 1, 012006, DOI: 10.1103/PhysRevD.90.012006
25. System-size dependence of open-heavy-flavor production in nucleus-nucleus collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. **C90** (2014) 3, 034903, DOI: 10.1103/PhysRevC.90.034903
26. Centrality categorization for $R_{p(d)+A}$ in high-energy collisions, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys.Rev. **C90** (2014) 3, 034902, DOI: 10.1103/PhysRevC.90.034902
27. Cold-Nuclear-Matter Effects on Heavy-Quark Production at Forward and Backward Rapidity in d+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, PHENIX Collaboration (A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, H. Masui, Y. Miake, et al.), Phys. Rev. Lett. **112** (2014) 25, 252301, DOI: 10.1103/PhysRevLett.112.252301

28. Two-pion femtoscopy in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, J. Adam, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **C91** (2015) 034906, CERN-PH-EP-2015-019, DOI: 10.1103/PhysRevC.91.034906
29. Production of inclusive π^0 (1S) and π^0 (2S) in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B740** (2015) 105-117, CERN-PH-EP-2014-196, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.11.041
30. Event-by-event mean pT fluctuations in pp and Pb-Pb collisions at the LHC, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys.J. **C74** (2014) 10, 3077, CERN-PH-EP-2014-169, DOI: 10.1140/epjc/s10052-014-3077-y
31. Technical Design Report for the Upgrade of the ALICE Inner Tracking System, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), J. Phys. **G41** (2014) 087002, CERN-LHCC-2013-024, ALICE-TDR-017, DOI: 10.1088/0954-3899/41/8/087002
32. Upgrade of the ALICE Experiment: Letter Of Intent, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), J. Phys. **G41** (2014) 087001, CERN-LHCC-2012-012, CERN-LHCC-I-022, ALICE-UG-001, DOI: 10.1088/0954-3899/41/8/087001
33. Exclusive J/Ψ photoproduction off protons in ultra-peripheral p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 23, 232504, CERN-PH-EP-2014-149, DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.232504
34. Multiplicity dependence of jet-like two-particle correlations in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B741** (2015) 38-50, CERN-PH-EP-2014-084, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.11.028
35. Production of Σ^\pm (1385) and Ξ (1530)0 in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys.J. **C75** (2015) 1, 1, CERN-PH-EP-2014-128, DOI: 10.1140/epjc/s10052-014-3191-x
36. Multiparticle azimuthal correlations in p-Pb and Pb-Pb collisions at the CERN Large Hadron Collider, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **C90** (2014) 5, 054901, CERN-PH-EP-2014-105, DOI: 10.1103/PhysRevC.90.054901
37. Suppression of π^0 (1S) at forward rapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B738** (2014) 361-372, CERN-PH-EP-2014-103, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.10.001
38. Beauty production in pp collisions at $\sqrt{s} = 2.76$ TeV measured via semi-electronic decays, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B738** (2014) 97-108, CERN-PH-EP-2014-089, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.09.026
39. Measurement of electrons from semileptonic heavy-flavor hadron decays in pp collisions at $\sqrt{s} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **D91** (2015) 1, 012001, CERN-PH-EP-2014-097, DOI: 10.1103/PhysRevD.91.012001

40. Suppression of $\psi(2S)$ production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), JHEP **1412** (2014) 073, CERN-PH-EP-2014-092, DOI: 10.1007/JHEP12(2014)073
41. Neutral pion production at midrapidity in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C74** (2014) 10, 3108, CERN-PH-EP-2014-091, DOI: 10.1140/epjc/s10052-014-3108-8
42. Measurement of prompt D-meson production in p - Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113** (2014) 23, 232301, CERN-PH-EP-2014-090, CERN-PH-EP-2014-90, DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.232301
43. Transverse momentum dependence of inclusive primary charged-particle production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C74** (2014) 9, 3054, CERN-PH-EP-2014-088, DOI: 10.1140/epjc/s10052-014-3054-5
44. Azimuthal anisotropy of D meson production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **C90** (2014) 3, 034904, CERN-PH-EP-2014-083, DOI: 10.1103/PhysRevC.90.034904
45. Measurement of visible cross sections in proton-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV in van der Meer scans with the ALICE detector B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), JINST **9** (2014) 11, P11003, CERN-PH-EP-2014-087, DOI: 10.1088/1748-0221/9/11/P11003
46. Freeze-out radii extracted from three-pion cumulants in pp, p-Pb and Pb-Pb collisions at the LHC, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B739** (2014) 139-151, CERN-PH-EP-2014-062, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.10.034
47. $K^*(892)_0$ and ϕ (1020) production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Rev. **C91** (2015) 2, 024609, CERN-PH-EP-2014-060, DOI: 10.1103/PhysRevC.91.024609
48. Measurement of quarkonium production at forward rapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Eur. Phys. J. **C74** (2014) 8, 2974, CERN-PH-EP-2014-042, DOI: 10.1140/epjc/s10052-014-2974-4
49. Performance of the ALICE Experiment at the CERN LHC, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Int. J. Mod. Phys. **A29** (2014) 1430044, CERN-PH-EP-2014-031, DOI: 10.1142/S0217751X14300440
50. Production of charged pions, kaons and protons at large transverse momenta in pp and Pb Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B. Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B736** (2014) 196-207, CERN-PH-EP-2013-230, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.07.011

51. Centrality, rapidity and transverse momentum dependence of J/ψ suppression in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV, B.Abelev, O. Busch, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, et al. (ALICE Collaboration), Phys. Lett. **B734** (2014) 314-327, CERN-PH-EP-2013-203, DOI: 10.1016/j.physletb.2014.05.064
52. Towards the heavy-ion program at J-PARC, H. Sako, T. Chujo, et al., Nucl. Phys. **A931** (2014) 1158-1162
53. Soft physics results from the PHENIX experiment, ShinIchi Esumi, PTEP **2015** (2015) 3, 03A104
54. Blast wave fits to elliptic flow data at $\sqrt{s_{NN}} = 7.7 - 2760$ GeV, X. Sun, H. Masui, A. M. Poskanzer, and A. Schmah, Phys. Rev. **C 91**, 024903
55. Charged-to-neutral correlation at forward rapidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. **C 91**, 034905
56. $\Lambda\Lambda$ Correlation Function in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **114**, 022301
57. Measurement of Longitudinal Spin Asymmetries for Weak Boson Production in Polarized Proton-Proton Collisions at RHIC, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 072301
58. Observation of D^0 Meson Nuclear Modifications in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 142301
59. Beam-Energy Dependence of Charge Separation along the Magnetic Field in Au+Au Collisions at RHIC, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 052302
60. Event-plane-dependent dihadron correlations with harmonic v_n subtraction in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, H. Agakishiev, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. **C 89**, 041901(R)
61. Dielectron azimuthal anisotropy at mid-rapidity in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. **C 90**, 064904
62. Beam Energy Dependence of Moments of the Net-Charge Multiplicity Distributions in Au+Au Collisions at RHIC, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 092301
63. Beam-Energy Dependence of the Directed Flow of Protons, Antiprotons, and Pions in Au+Au Collisions, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **112**, 162301
64. Dielectron Mass Spectra from Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **113**, 022301; Erratum Phys. Rev. Lett. **113**, 049903 (2014)

65. Corrigendum to “ Suppression of Υ production in d+Au and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Lett. **B 735** (2014) 127–137
66. J/ψ polarization in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV in STAR, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Lett. **B739** (2014) 180-188
67. J/ψ production at low p_T in Au+Au and Cu+Cu collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV with the STAR detector, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. **C 90**, 024906
68. Measurement of charge multiplicity asymmetry correlations in high-energy nucleus-nucleus collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV, L. Adamczyk, H. Masui, et al. (STAR Collaboration), Phys. Rev. **C 89**, 044908

< 学位論文 (博士) >

1. 数理解物質科学研究科・博士 (理学)、水野三四郎 Measurements of Direct Photon Higher Order Azimuthal Anisotropy in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au + Au Collisions at RHIC-PHENIX (RHIC-PHENIX 実験における $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV 金・金衝突での直接光子の高次方位角異方性の測定)

< 学位論文 (修士) >

1. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、沢畑 克樹、陽子過剰 Si、Ar 同位体の荷電変換断面積の測定
2. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、新井 郁也、超重元素の精密質量測定のためのイオンサーフィン型高周波イオンガイドガスセルの開発
3. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、泉 大希、PHITS を用いた AMS 測定条件の評価と宇宙線生成核種の測定
4. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、佐藤 航、LHC-ALICE 実験における超前方光子測定用電磁カロリメーター試作機のデータ収集系の構築と性能評価
5. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、野中俊宏、高時間分解能飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber(多段型 MRPC) の開発 ; データ収集システムの構築と宇宙線による性能評価
6. 数理解物質科学研究科・修士 (理学)、細川律也、LHC-ALICE 実験 EMCAL/DCAL/PHOS 検出器によるジェット及び光子 LEVEL-1 トリガーの開発

< 招待講演 (国際会議) >

1. Akira Ozawa, Mass measurement with Rare-RI Ring Workshop ‘ Science and Next Generation Experiments at FRIB and RIBF ’ in 4th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, October 7-11, 2014, Waikoloa, Hawaii, US.
2. S. Esumi, ”Experimental results from RHIC” (plenary talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan

3. T. Chujo, "Experimental status of heavy-ion collisions at LHC" (plenary talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan
4. H. Masui, "Future perspectives of the ALICE experiment and detector upgrade" (plenary talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan
5. S. Esumi, "Study of Hot QCD matter at RHIC and LHC", mini-workshop "Future Directions in High Energy QCD", HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, Oct 7-11, 2014, the Hilton Waikoloa Village on Hawaii's Big Island
6. H. Masui, "Beam Energy Scan at RHIC", mini-workshop "Quark Gluon Plasma and Future Directions in Heavy Ion Physics at RHIC and LHC", Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, Oct 7-11, 2014, the Hilton Waikoloa Village on Hawaii's Big Island
7. T. Todoroki, "Flow Measurements at the RHIC and LHC, What Have We Learned? What is Needed?", Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, Oct 7-11, 2014, the Hilton Waikoloa Village on Hawaii's Big Island
8. T. Todoroki, "Recent measurements of azimuthal anisotropy v_n in heavy ion collisions" PDF, KMI Mini-Workshop 2014 "Fluctuations, collectivity and correlations at RHIC and LHC" October 23, 2014, Nagoya, Japan
9. T. Chujo, "The ALICE computing upgrade project and network in Asia", AFAD 2014, 6th Asian Forum for Accelerators and Detector, January 26, 2015, NSRRC, Taiwan
10. H. Masui, "Recent flow results at RHIC", GNR workshop, Flow and heavy flavour workshop in high energy heavy ion collisions, Incheon, Feb.24-26, 2015
11. H. Masui, "RHIC Beam Energy Scan", Hadrons and Hadron Interactions in QCD 2015, Symposium: QCD phase diagram and heavy ion collisions, Kyoto, Mar. 4, 2015

< 招待講演 (国内) >

1. 江角晋一, "Jet, flow and correlation in pA and dA" 第24回 Heavy Ion Cafe, 2014年4月19日 東京大学本郷キャンパス
2. 江角晋一, QM2014: 全体の包括、第25回 Heavy Ion Cafe 並びに第19回 Heavy Ion Pub 合同研究会 「QM2014 から探る QCD 物質の最前線」 2014年6月6日、名古屋大学 ES 総合館 6階
3. 水野三四郎、実験 低横運動量領域、第25回 Heavy Ion Cafe 並びに第19回 Heavy Ion Pub 合同研究会 「QM2014 から探る QCD 物質の最前線」 2014年6月6日、名古屋大学 ES 総合館 6階

4. T. Todoroki, "Event shape dependence of jet correlation at RHIC", 第 26 回 Heavy Ion Cafe, 2014 年 6 月 30 日、東京大学理学部 (本郷)
5. 中條 達也, "ALICE の forward 物理", (PDF), ハドロンの散乱ゼロ度測定勉強会、2015 年 3 月 2 日、名古屋大学研究所共同館 5 階共通会議室
6. 江角晋一「クォーク核物質部門の研究」(基調講演), 第 1 回 CiRfSE ワークショップ, 2015 年 3 月 12 日~13 日, 筑波大学 総合研究棟 B 110、112
7. Oliver Busch「LHC-ALICE experiment and Jet physics」(宇宙史国際研究拠点講演), 第 1 回 CiRfSE ワークショップ, 2015 年 3 月 12 日~13 日, 筑波大学 総合研究棟 B 110、112
8. 江角晋一「pT 分布、Flow、2 体相関 (ridge 含む)、3 体相関」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」2015 年 3 月 25 日-3 月 27 日(理化学研究所 和光)
9. 江角晋一「フロー (粒子相関) とゆらぎ」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」2015 年 3 月 25 日-3 月 27 日(理化学研究所 和光)
10. 中條達也「前方の物理 (実験)」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」2015 年 3 月 25 日-3 月 27 日(理化学研究所 和光)
11. 中條達也「ジェット of 物理 (実験)」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」2015 年 3 月 25 日-3 月 27 日(理化学研究所 和光)
12. 益井宙「Glauber、粒子多重度、中心度、揺らぎなど」, チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」2015 年 3 月 25 日-3 月 27 日(理化学研究所 和光)

< 国際会議発表 >

1. Yasushi Abe, Isochronous field study of the Rare-RI Ring, STORF14 - 9th International Conference on Nuclear Physics at Storage Rings Schloss Rheinfels, St. Goar, Germany, September 28 - October 3, 2014.
2. K. Sasa, Distribution of ^{129}I in terrestrial environment released from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, The 13th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry, Provence, France, 24-29 August 2014.
3. K. Sasa, The new 6MV AMS system at the University of Tsukuba, The 13th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry, Provence, France, 24-29 August 2014.
4. T. Niida, "Azimuthal angle dependence of HBT radii with respect to the Event Plane in Au+Au collisions at PHENIX", WWND 2014, The 30th edition of the Winter Workshop on Dynamics, April 6-12, 2014, Galveston, Texas, USA.
5. S. Esumi, "Emission angle and particle mass dependence of HBT Interferometry in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200 \text{ GeV}$ " (parallel talk), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany

6. H. Nakagomi, "Flow in Cu+Au collisions and unique tests of 3D medium evolution" (parallel talk), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany
7. S. Mizuno, "Centrality dependence of soft photon production and its collective flow in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV" (parallel talk), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany
8. S. Mizuno, "Direct photon collective flow in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV" (poster), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany
9. D. Watanabe, "Jet azimuthal distributions with high p_T neutral pion triggers in pp collisions from LHC-ALICE" (poster), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany
10. J. Bhom, "Multiplicity dependence of long and short-range two-particle correlation in $\sqrt{s} = 7$ TeV proton-proton collisions at LHC-ALICE experiment" (poster), Quark Matter 2014, XXIV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, May 19-24, 2014, Darmstadt, Germany
11. H. Masui, "LHC 8: Measurements of Jets and Photons in Heavy Ion Collisions at the Highest Beam Energy during the LHC-Run 2 by ALICE", 2014 Joint Workshop of the France-Japan (TYL/FJPPL) and France-Korea (FKPPL) Particle Physics Laboratories, May 26-28, 2014, Bordeaux, France
12. T. Chujo, "Calorimetry in ALICE at LHC", TIPP 2014, International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics 2014, June 2-6, 2014, Amsterdam, the Netherlands
13. T. Todoroki "Two-particle correlation & HBT measurements in d+Au collisions at PHENIX" (talk), 2014 RHIC & AGS Annual Users' Meeting, June 17-20, 2014 BNL, USA
14. T. Niida "Azimuthal Angle Dependence of HBT Interferometry with respect to Event Planes in Au+Au collisions at PHENIX" (poster) 2014 RHIC & AGS Annual Users' Meeting, June 17-20, 2014 BNL, USA
15. T. Todoroki "Measurements of Two-Particle Correlations with respect to Higher-Order Event-Planes in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au+Au Collisions at RHIC-PHENIX" (poster) 2014 RHIC & AGS Annual Users' Meeting, June 17-20, 2014 BNL, USA
16. S. Mizuno, "Measurement of direct photon collective flow in Au+Au $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV collisions at RHIC-PHENIX experiment" (parallel talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan
17. D. Watanabe, "Jet azimuthal distributions with high p_T neutral pion triggers in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV from LHC-ALICE" (parallel talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan

18. H. Nakagomi, "Charged hadron flow in Cu+Au collisions at RHIC-PHENIX" (parallel talk), ATHIC 2014, The 5th Asian Triangle Heavy Ion Conference, Aug 5-8, 2014, Osaka, Japan
19. T. Niida, "Event geometrical anisotropy and fluctuation viewed by HBT interferometry ", WPCF 2014, The Xth Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy, Aug 25-29, 2014, Karoly Robert College in Gyongyos, Hungary
20. S. Mizuno, "Measurement of direct photon 3rd order azimuthal anisotropy in AuAu collisions ", WPCF 2014, The Xth Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy, Aug 25-29, 2014, Karoly Robert College in Gyongyos, Hungary
21. T. Niida, "Final source eccentricity measured by HBT interferometry with the event shape selection", Hot Quarks 2014, Las Negras, Spain, Sep.21-28, 2014
22. H. Masui, "Azimuthal Anisotropy for Multi-strange Hadrons as Penetrating Probe in High-Energy Heavy-Ion Collisions at RHIC", High Energy Strong Interactions: A School for Young Asian Scientists, Sep 22-26, 2014, CCNU, Wuhan, China
23. S. Mizuno, "Measurement of Direct Photon Azimuthal Anisotropy in Au+Au 200 GeV Collisions at RHIC-PHENIX Experiment" High Energy Strong Interactions: A School for Young Asian Scientists, Sep 22-26, 2014, CCNU, Wuhan, China
24. N. Tanaka, "Azimuthal Sensitive HBT in Pb+Pb 2.76 TeV Collisions at LHC-ALICE Experiment", High Energy Strong Interactions: A School for Young Asian Scientists, Sep 22-26, 2014, CCNU, Wuhan, China
25. Sanshiro Mizuno, "Measurement of direct photon collective flow in $\sqrt{s_{NN}} = 200\text{GeV}$ AuAu collisions at RHIC-PHENIX experiment", TGSW 2014, Tsukuba Global Science Week 2014, 2014年9月28日 - 30日、筑波大学大学会館
26. Daisuke Watanabe, "Jet azimuthal distributions with high pT neutral pion triggers in pp collisions $\sqrt{s} = 7\text{ TeV}$ from LHC-ALICE", TGSW 2014, Tsukuba Global Science Week 2014, 2014年9月28日 - 30日、筑波大学大学会館
27. T. Chujo, "Forward Calorimetry in ALICE at LHC ", HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, Oct 7-11, 2014, the Hilton Waikoloa Village on Hawaii 's Big Island
28. T. Chujo, "A Japanese perspective", at "RHIC & AGS Users ' Group Open Forum Meeting ", HAWAII 2014, Fourth Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan, Oct 7-11, 2014, the Hilton Waikoloa Village on Hawaii 's Big Island
29. T. Chujo, "Path length dependence of jet quenching and how to measure medium response using jets in Run-2", Workshop on ideas and possibilities for future jet analyses, Oct 20-22, 2014, CERN
30. T. Kobayashi, "Di-jets with soft particles in PbPb ", Workshop on ideas and possibilities for future jet analyses, Oct 20-22, 2014, CERN

31. N. Tanaka, "Azimuthally sensitive HBT with respect to jet axis in PbPb ", Workshop on ideas and possibilities for future jet analyses, Oct 20-22, 2014, CERN
32. D. Watanabe, " π^0 -jet measurements ", Workshop on ideas and possibilities for future jet analyses, Oct 20-22, 2014, CERN
33. H. Yokoyama and R. Hosokawa "DCAL triggers ", Workshop on ideas and possibilities for future jet analyses, Oct 20-22, 2014, CERN
34. T. Chujo, "Introduction to France-Japan collaboration ", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
35. D. Watanabe "pi0-hadron/jet correlations ", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
36. H. Yokoyama, "Implementation of triggers for Run2, new approaches ", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
37. R. Hosokawa, "Trigger simulation ", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
38. T. Kobayashi, "Hadron production from jets", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
39. N. Tanaka, "HBT and jets", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
40. T. Chujo, "Forward Calorimeter: Physics ", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France
41. W. Sato, "Forward Calorimeter: Detector", France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment, Mar 14-15, 2015, VVF Villages, Sainte-Maxime, France

< 日本物理学会発表 >

1. 沢畑克樹、300 MeV/u の陽子過剰 Si、Cl、Ar における荷電移行反応の測定、第 70 回日本物理学会年次大会、2015、3/21-25、早稲田大学
2. 中條 達也 "LHC-ALICE 実験でのコンピューティング (Computing in LHC-ALICE)、75GB/s 生データに挑戦！次世代 LHC 重イオン衝突実験におけるパイラインデータ処理と世界分散計算機網", シンポジウム「実験のための最先端コンピューティング」, 日本物理学会 第 70 回年次大会 (2 0 1 5) 早稲田大学 早稲田キャンパス、2015 年 3 月 21 日 ~ 24 日
3. 横山広樹 "Development of EMCALs' Trigger System in LHC-ALICE" (一般講演)、日本物理学会 第 70 回年次大会 (2 0 1 5) 早稲田大学 早稲田キャンパス、2015 年 3 月 21 日 ~ 24 日
4. 細川律也 "LHC-Run2 における ALICE・電磁カロリメータ検出器群を用いたジェット事象トリガーのシミュレーションによる評価" (一般講演)、日本物理学会 第 70 回年次大会 (2 0 1 5) 早稲田大学 早稲田キャンパス、2015 年 3 月 21 日 ~ 24 日

5. 佐藤航 ”LHC-ALICE 実験における超前方光子測定用カロリメータ試作機のデータ収集系の構築と性能評価” (一般講演)、日本物理学会 第70回年次大会(2015)、早稲田大学 早稲田キャンパス、2015年3月21日~24日
6. 野中俊宏 ”高時間分解能飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber(多段型MRPC)の開発;PSI-DRS4を用いたデータ収集システムの構築 と宇宙線による性能評価” (一般講演)、日本物理学会 第70回年次大会(2015)、早稲田大学 早稲田キャンパス、2015年3月21日~24日

< 国内学会発表 >

1. 小沢顕、RI ビーム飛行時間検出器の開発、H25年度 HIMAC 共同利用研究成果発表会、2014、4/21-22、ホテルポートプラザちば、Chiba, Japan
2. 小沢顕、固体水素標的を用いた陽子ドリップライン近傍核生成法の開発、H25年度 HIMAC 共同利用研究成果発表会、2014、4/21-22、ホテルポートプラザちば、Chiba, Japan
3. 笹公和、最終退氷期から完新世初期にかけての南極氷床コア中の宇宙線生成核種 $^{36}\text{Cl}/^{10}\text{Be}$ 比、日本地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 4 月 28 日 (月) ~ 5 月 2 日 (金)、神奈川県 パシフィコ横浜.
4. 笹公和、福島第一原発事故により放出された ^{129}I の分布と $^{131}\text{I}/^{129}\text{I}$ 比の評価、日本地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 4 月 28 日 (月) ~ 5 月 2 日 (金)、神奈川県 パシフィコ横浜.
5. 笹公和、筑波大学 6 MV タンデム加速器の導入状況と研究計画、第 27 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会、京都、2014.7.4-5.
6. 笹公和、福島第一原子力発電所事故起源 ^{129}I の陸域環境での移行と分布、日本原子力学会 2014 年秋の大会、京都、2014.9.8-10.
7. 笹公和、福島第一原発事故により放出された ^{129}I の陸域環境での分布、福島原発由来の放射性核種の環境動態に関する分野横断シンポジウム、つくば、2015.1.9-10.
8. 泉大希、PHITS を用いた ^{36}Cl -AMS 測定条件の評価と宇宙線生成核種の測定、第 17 回 AMS シンポジウム、2015 年 3 月 2 日 (月) ~ 3 日 (火)、筑波大学 大学会館国際会議室.
9. Sanshiro Mizuno (Univ.Tsukuba) 「Direct photon in PHENIX」(Mini-workshop on high-temperature and high-density quark nuclear matter at J-parc, RHIC and LHC energies), 第 1 回 CiRFSE ワークショップ、2015 年 3 月 12 日 ~ 13 日、筑波大学 総合研究棟 B 110、112
10. Hiroki Yamamoto (Univ.Tsukuba) 「pp correlations in ALICE」(Mini-workshop on high-temperature and high-density quark nuclear matter at J-parc, RHIC and LHC energies), 第 1 回 CiRFSE ワークショップ、2015 年 3 月 12 日 ~ 13 日、筑波大学 総合研究棟 B 110、112
11. Daisuke Watanabe (Univ.Tsukuba) 「pi0-jet analysis in ALICE」(Mini-workshop on high-temperature and high-density quark nuclear matter at J-parc, RHIC and LHC energies), 第 1 回 CiRFSE ワークショップ、2015 年 3 月 12 日 ~ 13 日、筑波大学 総合研究棟 B 110、112

< 科学研究費取得状況 >

1. 挑戦的萌芽研究「不安定核電気双極子モーメント測定への挑戦」、研究期間：2014-2015年度、研究代表者：小沢顕、研究経費（2014年度）：2,200千円
2. 基盤研究(B)「蓄積された多価イオン状態の不安定核ベータ崩壊と宇宙元素合成の環境」、研究機関：2014-2016年度、研究代表者：山口貴之、研究分担者：長江大輔、研究経費（分担額：2014年度）：直接経費 2,000千円
3. 基盤研究(A)「加速器質量分析法を用いた人為起源の長寿命放射性核種分析による環境影響評価」、研究期間：2012 - 2015年度、研究代表者：笹公和、研究経費（2014年度）：9,620千円（直接経費：7400千円, 間接経費：2220千円）
4. 挑戦的萌芽研究「炭素 14 マッピング直接測定を目指したレーザーアブレーション加速器質量分析法の開発」、研究期間：2014 - 2016年度、研究代表者：笹公和、研究経費（2014年度）：2,080千円（直接経費：1600千円, 間接経費：480千円）
5. 新学術領域研究（研究領域提案型）「福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究」「水・土砂移動に伴う放射性物質の移行過程の理解」、研究期間：2012 - 2016年度、研究代表者：恩田 裕一、研究分担者：笹 公和研究経費（分担額：2014年度）：直接経費 4,000千円
6. 基盤研究(C)「M - t y p e花崗岩の熱水流体の組成と挙動」、研究期間：2012 - 2014年度、研究代表者：黒澤正紀、研究分担者：笹 公和、研究経費（分担額：2014年度）：直接経費 50千円
7. 若手研究(B)「脳虚血性病態理解のための非侵襲的小動物 O-15 ガス PET 検査システムの構築」、研究期間：2013 - 2015年度、研究代表者：森口哲朗、研究経費（2014年度）：650千円
8. 基盤研究(B)「粒子・ジェット方位角相関測定によるグルーオン衝撃波の探索」、研究期間：H 2 5年度～H 2 8年度、研究経費（H 2 6年度）：直接経費 2,300千円、間接経費 690千円、研究代表者：三明康郎、研究分担者：江角晋一、中條達也
9. 基盤研究(B)「LHC-ALCE 実験・前方光子検出器のための高速読み出し系の開発」、研究期間：H 2 5年度～H 2 7年度、研究経費（H 2 6年度）：直接経費 6,100千円、間接経費 1,260千円、研究代表者：中條達也、研究分担者：三明康郎、杉立徹、稲葉基
10. 基盤研究(S)「クォーク物性を解き明かす ALICE 実験フォトン物理の新展開」、研究期間：H 2 6年度～H 3 0年度、研究経費（H 2 7年度・分担金）：直接経費 3,500千円研究代表者：杉立徹、研究分担者：中條 達也
11. 新学術領域研究（公募研究）「実験と観測で解き明かす中性子星の核物質」「高温高密度クォーク物質の QCD 臨界点探査」、研究期間：H 2 5年度～H 2 6年度、研究経費（H 2 6年度）：直接経費：1,400千円, 間接経費：420千円研究代表者：江角晋一
12. 日米科学技術協力事業「RHIC における高エネルギー重イオン衝突実験（PHENIX）」、研究期間：H 2 6年度、研究経費（H 2 6年度）：18,700千円、研究代表者：江角晋一

< 外部資金取得状況 >

1. JST/CREST「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」平成23年度採択課題「安全で持続可能な水利用のための放射性物質移流拡散シミュレータの開発」代表 東京大学 沖 大幹、CREST 移流拡散チーム 末木グループ 研究代表者 末木啓介、研究分担 笹 公和、恩田裕一、研究者分担金 笹 公和 2014年度: 300千円
2. 筑波大学・KEK 連携事業「物質 量子ビーム融合領域」素粒子原子核分野 (原子核、加速器分野) 小沢 顕、中條達也、笹 公和 300千円 (2014年度)
3. 日本学術振興会 二国間交流事業・共同研究 (フランス (CNRS) との共同研究)「電磁カロリメータ検出器によるクォーク・グルーオンプラズマ超高温相の物性研究」、研究期間: H 25年度~H 26年度、研究経費 (H 26年度): 2,500千円、研究代表者: 中條達也
4. The France-Japan (TYL, 日仏素粒子物理学研究所 (FJPPL))、「Measurements of Jets and Photons in Heavy Ion Collisions at the Highest Beam Energy during the LHC-Run 2 by ALICE」、研究期間: 2014年度~2017年度、研究経費 (2014年度): 4,000ユーロ (フランス研究機関のみ) 研究代表者: 中條達也 (日本代表)、Y. Schutz (仏代表)

< 学内プロジェクト >

1. 研究基盤支援プログラム (Aタイプ)「r-過程第3ピーク起源解明に向けた系統的研究」代表: 小沢顕、279千円
2. 平成26年度筑波大学・ドイツ学術交流会 (DAAD) パートナーシップ・プログラム (筑波-DAAD 共同研究プログラム)「量子ビームを用いた高効率太陽電池の研究 (Studies of high-efficiency solar cells using quantum beams)」, 2014年4月1日~2016年3月31日、代表 上殿明良、分担 秋本克洋、櫻井岳暁、笹公和、平成26年度 1,214千円、平成27年度 589千円

< 研究会開催 >

1. "Quark Gluon Plasma and Future Directions in Heavy Ion Physics at RHIC and LHC", (Hawaii 2014, half-day workshop)、実施期間: 2014年10月 7日、実施場所: the Hilton Waikoloa Village on Hawaii 's Big Island, Hawaii, USA 主催者: Tatsuya Chujo, David Morrison, Soren P. Sorensen
会議 Web ページ:
<http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/indico/conferenceDisplay.py?confId=761>
2. チュートリアル研究会「重イオン衝突の物理: 基礎から最先端まで」、実施期間: 2015年3月25日~3月27日、実施場所: 理化学研究所 (和光市) 主催者: 浅川正之 (大阪大学)、板倉数記 (KEK、理論側取りまとめ)、小沢恭一郎 (KEK)、北沢正清 (大阪大学)、郡司卓 (東大 CNS)、志垣賢太 (広島大学)、中條達也 (筑波大、実験側取りまとめ)、野中千穂 (名古屋大学)、初田哲男 (理研)、浜垣秀樹 (東大 CNS)、日高義将 (理研)、平野哲文 (上智大)、福嶋健二 (東大理)、藤井宏次 (東大総)、松井哲男 (東大総)
参加者: 107名会議 Web ページ:
<http://indico.cns.s.u-tokyo.ac.jp/conferenceTimeTable.py?confId=198>

3. France-Japan workshop on physics analysis in the ALICE experiment、実施期間：2015年3月14日～17日、実施場所：VVF Villages "Sainte-Maxime" 64 chemin de la Vierge Noire 83120 Sainte-Maxime, France、参加者：日本 16名、フランス 12名、その他 4名、合計 32名、主催者：T. Chujo, Y. Schutz, G. Balbastre Conesa, R. Guernane、会議 Web ページ: <https://indico.cern.ch/event/368175/>