VI. 原子核実験グループ

教　授	三明康郎
准教授	新井一郎、江角晋一、小沢顕
講　師	小松原哲郎、笹公和、中條達也
準研究員	安田裕介
機関研究員	原かおる
技　官	加藤純雄
大学院生	飯島正史（数理物質科学研究科博士課程（5年一貫）5年）、五十嵐智（5年）、岡暢哉（5年）、金野正裕（5年／博士号取得後、本研究科研究員に着任）、下村真弥（5年）、益井宙（5年）、三木健太朗（博士後期課程2年（D 2））、池田義雅（D 1）、田辺嶺（D 1）、山口香菜子（D 1）、恵比寿和也（博士前期課程2年（M 2））、川俣友人（M 2）、佐藤尚徳（M 2）、橋爪祐平（M 2）、保谷毅（M 2）、森口哲朗（M 2）、渡邊健悟（M 2）、坂田洞察（M 1）、佐野正人（M 1）、塩原尚希（M 1）、瀬谷夏美（M 1）

【1】低エネルギー原子核実験グループ
(新井一郎、小沢顕、小松原哲郎、笹公和、安田裕介、原かおる)

(1-1) 稀少 RI ビーム蓄積リングの検討

平成１６年４月以来、理研の RI ビームファクトリー (RIBF) の大型実験装置の一つとして稀少 RI ビーム蓄積リングの検討を行っている。蓄積リングは不安定核の質量測定用の等時性蓄積リングである。平成１９年度は、入射ラインのビーム光学の検討と設計、飛行時間検出器の開発研究および蓄積リングのセクター磁石の設計のための開発研究などを進めた。以下、個別の項目に関して現状を述べる。

1-1-1. 入射ライン

入射ラインは、ビームを遅延させる (~1 μ s) 必要があるため１５０ｍ程度の長さが必要である。入射ラインでは、重イオン蓄積リング TARNII の電磁石を再利用する予定であるが、TARNII に使用されていた四重極電磁石は、弱収束型であり、入射ラインをくむには、四重極電磁石が大幅に不足することがわかった。このため、シャットダウンした KEK-PS の四重極電磁石を転用することを検討した。蓄積リングのレイアウトも含んだ現在の入射ラインの配置図を図１に示す。TARNII のセクター磁石２４台、TARNII の四重極電磁石２０台、および KEK-PS の四重極電磁石２３台を使用している。図１の R1 とあるのは、ダブルアクロマかつダブルフォーカスの焦点面であり、BigRIPS からここまでで速度の測定が行われる。ビーム光学の一次の計算では、角度アクセプタンスは、± 8 mrad であり、運動量アクセプタンスは±１% である。KEK-PS の四重極電磁石は、平成２０年度中に KEK から理研に移管される予定である。

入射ラインに関連して、２００７年９月に、理研の RI ビームファクトリーの N-PAC に「Direct Mass Measurements for light neutron rich nuclei」という題目で建設に関するプロポザールを行った。N-PAC からは「Approved on the scientific merit of the proposal」として以下のコメントをい

ただいた（抜粋）。
The addition of a new beam line of this proposal will definitely increase the physics capability of RIBF. The PAC likes to encourage the group to proceed.
すなわち、この計画の scirntific merit と feasibility が認めら、入射ライン建設のプロポーザルが採択された。

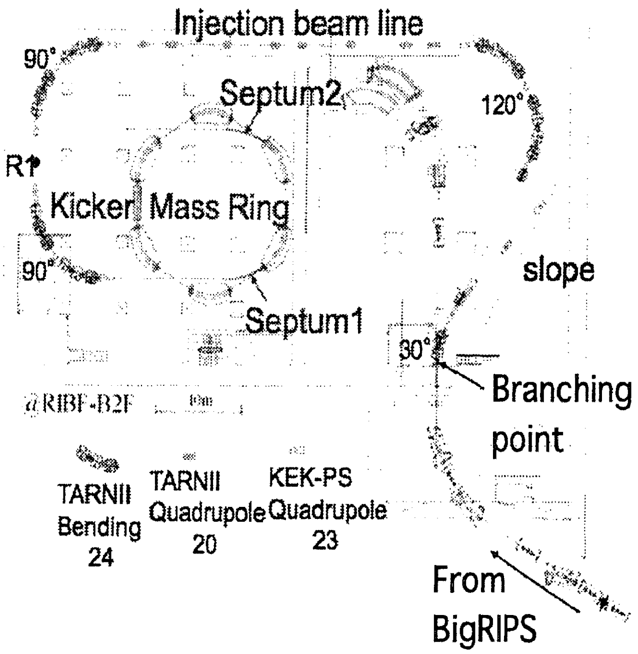

図 1: RIBF における稀少 RI リングと入射ラインのレイアウト

1-1-2. Zero-degree spectrometer のセクター磁石における磁場測定

蓄積リングのセクター磁石の設計のための開発研究の一環として、蓄積リングのセクター磁石と同程度のサイズのセクター磁石の磁場測定を、エコー電子が開発した高精度 NMR を用いて行った。高精度 NMR プローブのテストとそれを用いた高精度磁場測定を RIKEN BigRIPS Zero Degree Spectrometer の D8 マグネットにおいて行った。D8 マグネットは相対精度 10^{-4} の仕様であるが、磁石中央付近では 10^{-6} をきる均一性をもつ磁場がみられた。図 2、3 は磁石中央付近において 2 方向に沿って測定した磁場分布をそれぞれ基準点との相対比で示したものである。図 2 の B 方向は、上流からのビームラインに乗って直進した向きで、A 方向は B 方向に垂直な向きである。中央付近で B 方向はビームが進む向き、A 方向は磁石の動径方向に近い。B 方向の 10^{-6} をきる磁場の領域が 20mm 以上に渡っているのに対し、A 方向は変動が大きい。磁場の方向依存性は磁石形状を反映したものと思われる。図 4 は約 180 時間に渡る磁場変動とヨーク表面の温度、室温の変化を示している。この他にもコイル表面温度、電源出力も測定している。磁場とヨーク表面温度との間には 1 次の相関が見られ、その係数は $(df/dt_{yoke})/f = -5.6 \times 10^{-5}[1/K]$ で、鉄の線膨張率と同じオーダーであった。磁場はヨークの膨張収縮の影響を受けており、ヨーク温度を一定にするために室温の制御が重要であると言える。

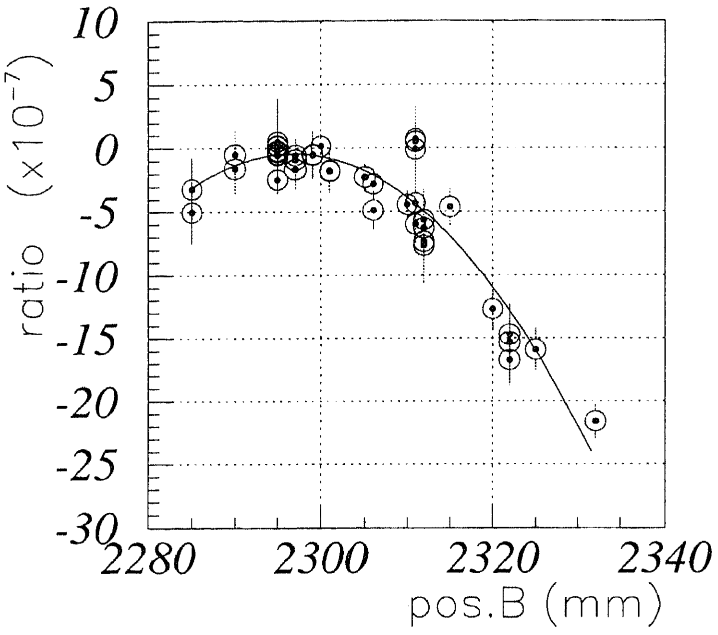

図 2: (A,B)=(100,2295) を基準とした磁場の B 方向空間分布

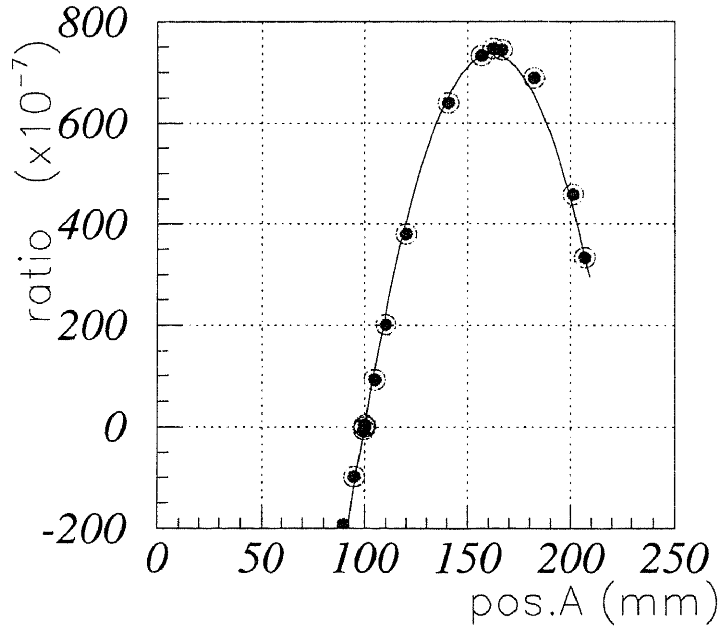

図 3: (A,B)=(100,2276) を基準とした磁場の A 方向空間分布

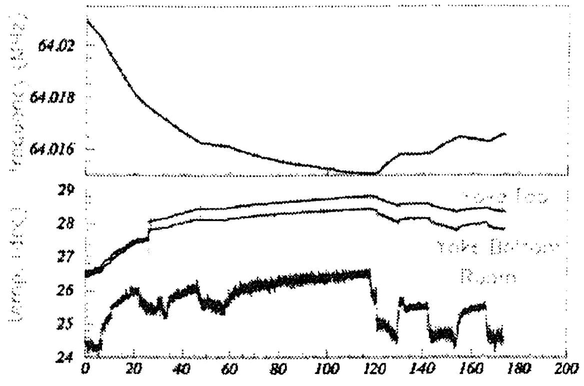

図 4: 長時間測定の結果。上段:D8 磁石中央付近の基準点での NMR 共鳴周波数。下段:磁石ヨーク表面２箇所の温度及び室温。

1-1-3. 飛行時間検出器の開発研究

質量を精度よく決めるためには、時間分解能の良い飛行時間検出器が必要である。また、時間分解能の良い飛行時間検出器は RI ビームの粒子識別にも不可欠である。これまで飛行時間検出器としては、プラスチックシンチレーターと光電子増倍管 (PMT) の組み合わせが広く利用されてきた。本研究では、PMT に代わる検出器として Hybrid Photo Detector (HPD) に注目した。HPD は PMT に比べて２桁ほどゲインが低いが、電子走行時間の広がりは小さく、応答時間が早いという特徴を持つ。HPD とプラスチックシンチレーターを組み合わせ、そこに重イオンビームを照射することにより HPD の時間分解能を測定した。

実験は、筑波大学 UTTAC、および、放射線医学総合研究所 HIMAC での重イオンビームを使用して行った。その結果、HPD の時間分解能は PMT と同程度であった。PMT の時間分解能は、プラスチックシンチレーター中での発生光子数の平方根に反比例することが知られているが、HPD も PMT と同様な結果が得られた。また、印加電圧依存性から、HPD、PMT 共に、発光量とゲインによらず、ある一定の時間分解能に収束する傾向が見られた。PMT は静磁場中では信号を出さないが、HPD は磁場中でもゲインは小さくなるが、信号を出すことがわかっている。平成２０年度は、HPD の磁場中での重イオンビームに対する応答に関して調べたい。

(1-2) 中性子ドリップライン近傍炭素同位体核からの中性子剥離破砕片の運動量分布の測定

中性子ドリップライン近傍炭素同位体核 ^{20}C の入射核破砕反応による中性子剥離破砕片 ^{18,19}C の縦方向運動量分布を、理研の不安定核ビーム施設 RIPS を用いて、中間エネルギー領域 ($\sim 40\ A$ MeV) で測定した。運動量分布測定は、バレンス核子が持つ軌道角運動量に敏感な測定量であり、これまで、^{11}Li、^{11}Be、^{19}C などの不安定核のハロー構造がこれらの測定から確立されてきた。^{20}C は中性子数が 14 であり、中性子魔法数 N=8 と中性子過剰領域における「新」魔法数 N=16 の中間に位置し、バレンス核子は、s-d 殻にあると予想される。今回、^{20}C の核子の軌道角運動量を探る目的で、^{20}C の中性子剥離破砕片の運動量分布を飛行時間測定法を用いて測定した。反応標的には、液体水素を用いた。測定結果を図 5 に示す。破砕片 ^{19}C, ^{18}C の運動量分布幅はいずれも Goldhaber 模型の予想値と誤差の範囲で一致した。この結果を Glauber 模型による計算値と比較した結果は、剥離される中性子がほとんど d 軌道を占有していることを示唆している。

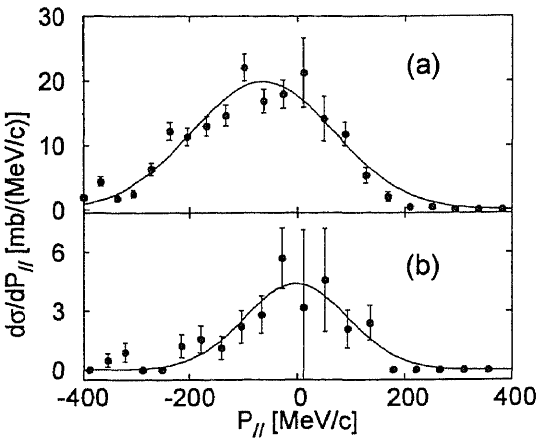

図 5: ^{18}C(a), ^{19}C(b) の運動量分布。実線はガウス分布による fitting の結果を示す。

(1-3) 天体核反応の直接測定に用いる検出器 GEM-MSTPC の開発

天体における元素合成過程の実験的研究を行っている。実験は主に茨城県東海村にある TRIAC で行う。(TRIAC は、2001 年 4 月から高エネルギー加速器研究機構と日本原子力研究開発機構の共同研究として、原研東海研究所にあるタンデム加速器施設に、東大原子核研究所で開発された線形加速器群を移設し作られた。ISOL 方式による不安定核ビーム施設である。)

この研究において、超新星爆発時の種核形成に重要な役割をなす ^{8}Li(α, n)^{11}B 反応の断面積測定では、これまで $T_9 \leq 2$ の爆発的高温環境で起こる天体核反応率の直接測定に成功した。ところで幾つかの元素合成シナリオによれば、この反応は T_9=1 でも主要元素合成経路の一つとなっており、より低温での反応率測定が必要とされている。

融合障壁よりも低いエネルギーで起こる 10mb 程度の反応を測定するには、先の実験に用いた 3 次元飛跡検出型ガス検出器 (MSTPC) の改造が必須である。我々は、検出器の増幅部に比較的空間電荷効果を抑えられる GEM(Gas Electron Multiplier) を採用した。GEM フォイルによる検出器では、電子線検出器として採用されている例はあるが、重イオン入射による大量の種電子に対する増幅性能は知られていない。また、実験の標的として用いるヘリウム主体ガスでの動作性能および実験条件から課せられる 100 torr 程度の低圧下での動作性能は知られていない。本年度、我々は GEM フォイルの性能試験から始めた。引き続き GEM-MSTPC の開発を進め、平成 20 年度は、この検出器を用いて ^{8}Li(α, n)^{11}B 反応の断面積直接測定を行う予定である。

(1-4)CDCC(d,p) による ^{118}Sn(d, p) 反応の解析

2006 年度に測定された E_d = 3.2 ~ 6.0 MeV での ^{118}Sn(d, p) 反応の解析を、2007 年度に行った。測定された微分断面積を再現するために、CDCC(d,p) を用いた解析を行った。^{118}Sn(d, p$_0$) 反応の微分断面積を E_d = 6.0 MeV で計算した。クーロン分解を考慮した場合と考慮しない場合それぞれについて CDCC(d,p) 計算を実行した (図 6)。また、DWBA についても計算を行った。今後は E_d = 3.2 ~ 5.0 MeV でも CDCC(d,p) 計算を実施し、実験結果と比較したい。

(1-5) 不安定核 ^{8}Li ビームの生成と in-flight 粒子識別測定

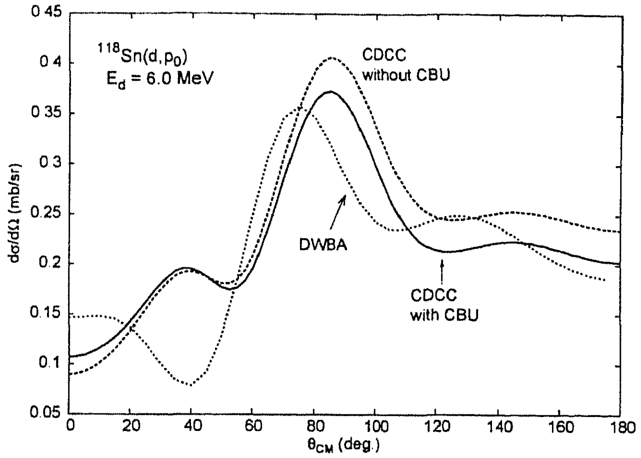

図 6: $E_d = 6.0\,\mathrm{MeV}$ における $^{118}\mathrm{Sn(d,p_0)}$ 反応の微分断面積

筑波大学タンデム加速器施設（UTTAC）において、不安定核 ^{8}Li(半減期 838 ms) のビーム生成実験を行なった。タンデム加速器からの 40 MeV の $^7Li^{3+}$ ビームを重水素化ポリエチレン (CD_2) 標的に照射すると、D(^{7}Li,^{8}Li) 反応が起こって、約 38 MeV の $^8Li^{3+}$ が前方角度に放出される。この $^8Li^{3+}$ をビームとして、第 1 測定室の F ビームコースに輸送した。

図に F コースの実験セットアップを示す。並行平板型アバランシェ検出器（PPAC）2 台と、シリコン半導体検出器（SSD, 有効厚さ ΔE 50μm/E 300μm）の ΔE-E テレスコープ 1 組を用いてビームを測定した。データ収集のトリガーは、PPAC1 と PPAC2 のコインシデンスを条件とした。ここで、四極電磁石 Q1、双極電磁石 D、四極電磁石 Q2 から構成される QDQ 磁気分析装置を、38 MeV の $^8Li^{3+}$ に対応する磁気剛性 $B\rho$ に設定し、ビームを最下流まで通した。

磁気剛性 $B\rho$、PPAC1 から PPAC2 までの飛行時間（TOF）、ΔE-SSD でのエネルギー損失の測定値を用いて、$B\rho$-TOF-ΔE 法の粒子識別を行い、測定したビームのほぼすべてが $^8Li^{3+}$ であることを確認した。また、ΔE-SSD と E-SSD のエネルギー損失と全エネルギーの測定値も用いて、ΔE-E 法の粒子識別を行ない、同様の結果を得た。$^8Li^{3+}$ のビーム強度は、SSD において 10cps 程度であった。

今回、38 MeV の不安定核 ^{8}Li ビームを生成し、$B\rho$-TOF-ΔE 法を使った in-flight 粒子識別を行なうことが出来た。今後、ビーム強度をあげるための調整をする必要はあるが、UTTAC において、この不安定核ビームを利用した全反応断面積測定などが可能である。

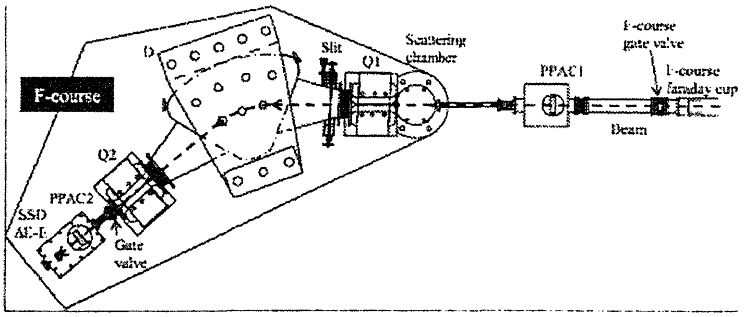

図 7: F コースでの実験セットアップ（破線の矢印はビーム軌道）

(1-6) 陽子弾性散乱による水素分析

陽子弾性散乱同時計数法による水素分析は個体試料中の水素濃度を非破壊で測定する優れた手法である。厚み 0.2mm 程度のサンプルを直径約 30 μ m のマイクロビームで照射し火山放出物であるガラス包有物の水素分析を容易に行う事ができる測定システムが構築された。

この水素分析の測定感度は、バックグランドの大きさに左右される。このバックグランドの要因として、1）チャンスコインシデンス、2）スリットによるエッジ散乱、3）ビームの分散、4）原子核反応などが考えられる。これらのバックグランドの低減や識別が、より精度の高い分析に繋がる。

まず、原子核反応であるが、これは入射陽子とサンプル中の硅素や酸素などの原子核が反応し、(p,2p) 反応や (p,pα) 反応が起こる。すると、左右の検出器に同時に陽子や α 粒子が入射する事象が観測される事になる。しかし、これらの核反応のQ値を計算すると、検出粒子のサムエネルギーが求められが、この値は 10MeV 以下となる事が計算で求められた。すなわち、サムエネルギーの大きさから識別して、バックグランドとして除去できる事が判明した。実際、サムエネルギースペクトルでは 10MeV 以下にバンプが観測され、その位置は反応のQ値に一致した。

次にスリットによるエッジ散乱の寄与を減少させる為に２重スリットに改造を試みた。左右の検出器は右側がより小さく立体角を決めている。この立体角を保持したまま、２重のスリット系を設計した。この際、位置ずれのクリアランスを 1.5mm とした。これは、ビーム照射位置やサンプルの位置、厚み、大きさにゆとりを持たせる為である。２重スリットを使用し、マイラー薄膜にビームを照射実験から、エッジ散乱はおよそ 70% に低減された事が確認された。

また、我々の水素分析の特徴の一つに厚さ方向の水素分布スペクトルを得られる点が挙げられるが、ここで、この測定精度の指標として、厚み方向の分解能が挙げられる。この分解能は、検出器の分解能、ストラグリング、検出器の見込み角、ビームの分散などに依存すると考えられる。この中のストラグリングは、入射陽子や散乱陽子がターゲットを通過する間に原子との相互作用により受ける効果で、ボーアの式から算出する事ができる。また、検出器の分解能は単層マイラーフィルムの測定から見積もる事ができる。これらの効果により、厚み方向の分解能の位置依存性が定量的に理解された。

陽子弾性散乱同時計数法のひとつの問題点として、厚みに依存した収量の減衰が挙げられる。厚いサンプルにビームを照射した際、サンプル中での入射陽子のエネルギー損失が発生する為に陽子弾性散乱の反応エネルギーは低下する。この陽子弾性散乱の反応断面積は散乱エネルギーに反比例して低いエネルギーで増加する為に、収量は増大すると思われる。しかし、実際には、厚いターゲット中での核多重散乱の為に逆に収量が減少する様子が観測される。この多重散乱の効果を、ターゲット物質をアルミ、銅、タングステンを使用して測定した。実験の結果、核多重散乱の効果はラザフォード散乱の積分値とほぼ同程度である事が確認された。

本実験で持ちいているデータ収集系は応用加速器部門にて開発されたものであり、ADC はセイコー社製 ADC1821 を使用している。本年度は、これまでになく厚いサンプルの測定が多かったが、この収集系において ADC の不感時間が増大するトラブルがあった。この問題は、ADC の直前に LGS を配置する事で解決した。さらにパイラップリジェクターが過剰に作動して、データ収量を減少させる事態が発生した。この為、メインアンプ 572 から ADC に接続されていたパイラップリジェクター用のケーブルを撤去した。

(1-7) 宇宙元素合成に関する研究

宇宙元素合成に関する研究は宇宙物理、天体観測、原子核物理、地球惑星物理などの高度に専門的な研究が有機的に融合して進行しつつある。ビッグバン初期宇宙における元素合成は、陽子と中性子から始まり、重水素、ヘリウムおよび、微少なリシウムの合成までであると推定されている。その後、恒星内の水素燃焼、ヘリウム燃焼、s 過程、r 過程、p 過程などによる元素合成が進み、ウラニウムまでの原子核が合成された。

一方、ガンマ線観測衛星によって見出された ^{26}Al からのガンマ線の存在は、現在でも元素合成が活発に進行している証拠である [1]。^{26}Al は半減期７２万年スピン 5^+ で ^{26}Mg の励起状態 2^+ へベータ崩壊する。この 2^+ が脱励起する際に 1.8 MeV のガンマ線が放出される。このガンマ線は我々の銀河の中心方向から観測される。また、銀河の回転にともなうドップラーシフトも観測されている。この ^{26}Al は宇宙空間に散らばっていると推定されるが、その起源はまだ明確になっていない。大質量星のコアまたはシェルで生成された後、超新星爆発などで空間に放り出されるか、または、超新星爆発などで短時間に生成され、宇宙空間に放出されたと推定される。

この ^{26}Al の生成は ^{24}Mg(p,γ)^{25}Al で、まず ^{25}Al が生成され、これが半減期 7 秒で ^{25}Mg に β 崩壊した後、^{25}Mg(p,γ)^{26}Al 反応で生成されたと推定される。一方、新星や超新星爆発などの内部で核反応が短時間に進行した場合は ^{25}Al が β 崩壊する前に反応を起こし、^{25}Al(p,γ)^{26}Si 反応が進むと推定されるが、この ^{26}Si は β 崩壊で ^{26}Al に崩壊し、0^+ の励起状態を経由して ^{26}Mg の基底状態へ崩壊する。即ち 1.8 MeV のガンマ線を放出しないバイパス経路が進行する。^{26}Al の生成率を正確に求めるためにはこのバイパス経路の反応率も同様に求める必要がある。特に、^{25}Al(p,γ)^{26}Si 反応は ^{26}Si の励起状態 3^+ を経由して共鳴核反応が進行すると予想されるが、この励起状態には実験的に不確定な部分がある。そこで ^{26}Si の励起状態を調べる為に、インビームガンマ線分光を行った。

^{26}Si の励起状態の研究は筑波大学応用加速器部門の１２UDタンデム加速器を用いて行った。^{26}Si は 10 MeV に加速された ^{3}He ビームを用いて ^{24}Mg(^{3}He,n)^{26}Si 反応で生成した。ターゲットは 6mg/cm^2 のマグネシウム (^{24}Mg は 79%) を用いた。ガンマ線は３台のゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。ゲルマニウム検出器の検出効率は１４０％、７０％、５０％である。２日間＋３日間の実験の結果 7.2×10^8 事象の統計を蓄積した。ガンマ線同時計数実験の結果を図に示す。この実験により GAMMA SPHERE[2] では観測されなかった 5886 keV の準位が観測された。新たに見出された状態のスピンは鏡映核との対比から 0^+ または 1^+ と推定される。

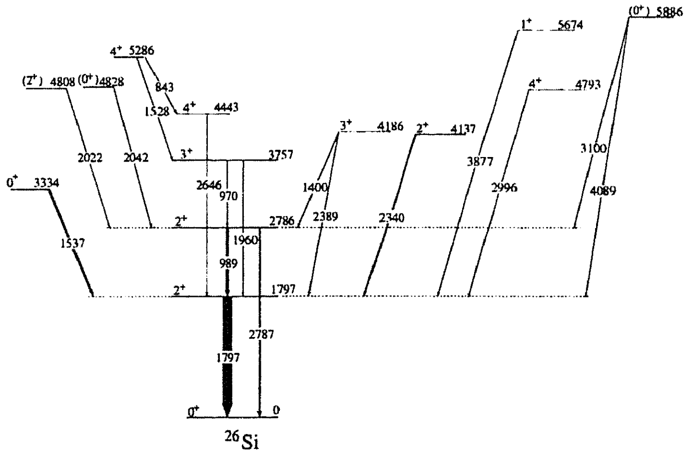

図 8: ^{26}Si の励起準位構造

(1-8) 大型タンデム加速器による加速器質量分析法 (AMS) の開発と応用

筑波大学 12UD ペレトロンタンデム加速器を用いた加速器質量分析法 (Accelerator Mass Spectrometry: AMS) の開発と応用研究を実施している．2007 年度は，宇宙線生成核種 ^{14}C, ^{32}Si の AMS 試験開発研究と ^{36}Cl の高精度 AMS 応用研究をおこなった．測定試料数は 460 個であった．^{36}Cl-AMS では，検出限界として $^{36}Cl/Cl = 3 \times 10^{-15}$ を達成している．科学研究費補助金 (基盤研究 B) による，^{32}Si-AMS 法の開発研究では，ターミナル電圧 10MV により ^{32}Si を 81 MeV まで加速し，光学要素パラメータの設定確認をおこなった．2007 年度に実施した，筑波大学 AMS システムによる応用研究課題は以下の通りである．

1. 加速器施設における遮蔽物中の ^{36}Cl 濃度測定 (KEK 放射線科学センター共同研究)
2. ^{36}Cl 核実験起源パルスによる富士山地下水動態解析 (筑波大学生命環境科学研究科 共同研究)
3. 隕石中の ^{36}Cl 測定 (首都大学東京 宇宙化学研究室 共同研究)
4. In-situ ^{36}Cl を用いたカルスト研究 (東京大学 共同研究)
5. 南極氷床コア試料中の宇宙線生成核種 ^{36}Cl の分析 (国立極地研究所，国立環境研究所，東京大学，弘前大学 共同研究)
6. 環境試料中の ^{36}Cl (S 除去方法テスト)

(1-9) 南極氷床コア中の宇宙線生成核種 ^{36}Cl の AMS

南極ドームふじ基地で掘削された第二期氷床コア中の宇宙線生成核種 ^{36}Cl(半減期:30.1 万年) を定量した．試料は主として電気伝導度測定のためのコア整形の際に生じる切削片を用い，最小でコア 0.5 m 分，最大でコア 7 m 分を一試料として扱った．^{36}Cl の分析は，筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門の加速器質量分析 (AMS) システムを用いて行い，現在までにコア深層部を中心に，およそ 150 試料を測定した．氷中の ^{36}Cl 濃度は，最終氷期最盛期の試料で 2×10^4 atoms g^{-1}，最深部 3,000 m 付近で 1×10^3 atoms g^{-1} であった．氷の酸素同位体比 (δ^{18}O) を氷涵養速度の指標にして，^{36}Cl 濃度を降下フラックスに換算すると，各コア深度の ^{36}Cl フラックスは，氷床コアのモデル年代軸と調和的な放射壊変減衰を示した．モデル年代を援用して放射壊変による減少量を補正し，初期 ^{36}Cl 濃度を求めた結果，初期 ^{36}Cl 濃度は酸素同位体比変動と良い相関を示した．また酸素同位体比 δ^{18}O が − 55 ‰以上の領域では ^{36}Cl データは氷涵養速度の増大による希釈効果から期待されるよりも系統的に大きい値を示した．このことは，南極内陸域に供給される水蒸気の量とその酸素同位体比との関係が，氷期および間氷期で一様ではなかったことを示唆する．このように，氷床コア中の宇宙線生成核種は，地磁気や太陽活動の変動履歴だけでなく，極域における過去の水蒸気輸送プロセスとその時間依存性といった情報も記録している可能性があり，多様な古環境復元のためのツールとしての可能性を期待できる．

(1-10) 分子動力学計算による水クラスターの研究

私たちはハイドレートクラスターの研究の準備のために水クラスターの分子動力学計算 (MD 計算)[3] を行っている。本研究では、ハイドレートクラスターの研究にとって重要となる小さい水のクラスター $(H_2 0)_n$ (n=2-9) について、計算を行った。今回のMD計算では、私たちは水分子を３個の点状の原子、すなわち２つの水素原子と１つの酸素原子、からなる１つの剛体として扱い、具体的には、

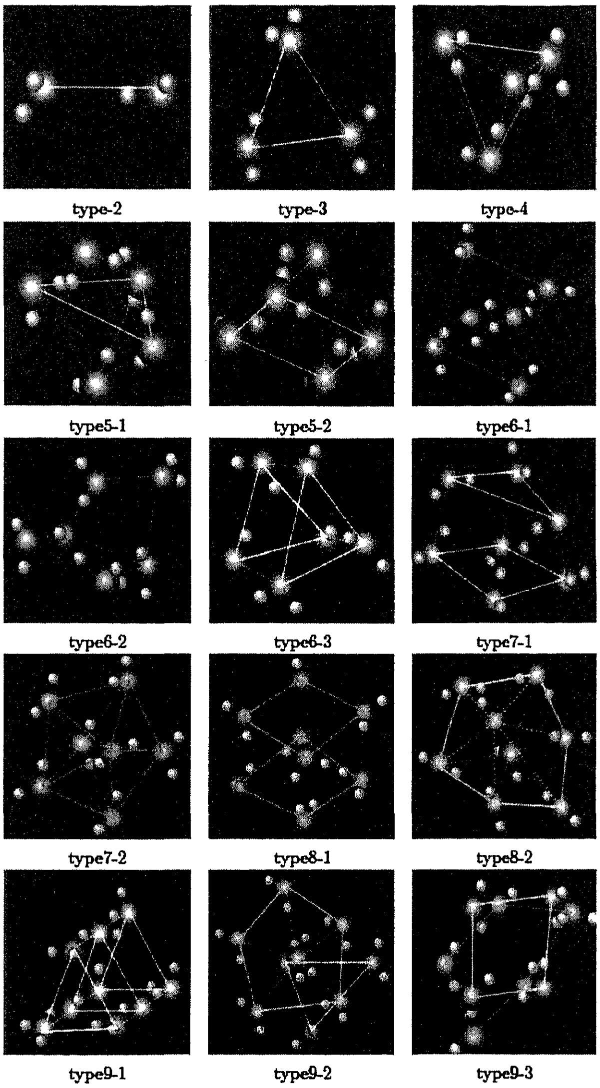

図 9: The result of calculation

水分子間の 2 体有効ポテンシャルである SPC/E ポテンシャル [4] を用いた。結果を以下に示す。2 量体は、水素結合を作るので直線 (type-2) に並ぶ。3 量体は、3 角形 (type-3) を作った。4 量体は正四面体 (type-4) となり,type-3 の重心の上に余った一つの水分子が置かれた形となった。5 量体は 2 つのタイプの構造を作った。1 つは 2 つの正四面体による 2 重ピラミッド (type5-1) となり、もう 1 つは、正四角錐 (type5-2) となった。6 量体は 3 つのタイプの構造を作った。1 つは正 8 面体 (type6-1) となり、1 つは籠構造 (type6-2) となり、1 つは三角柱 (type6-3) となった。7 量体は 2 つのタイプの構造を作った。1 つの底面がひし形で、もう一つの底面が 3 角形の柱 (type 7－1) で、もう 1 つは 2 つの五角錐による 2 重ピラミッド (type7-2) となった。8 量体は 2 つのタイプの構造を作った。1 つはひし形の四角柱 (type8-1) となり、もう 1 つは 2 つの 6 角錐による 2 重ピラミッド (type8-2) となった。9 量体は 3 つのタイプの構造を作った。1 つは 3 重に重なった三角柱 (type9-1) となり、1 つは 3 角形と 5 角形が並行に並んだ上に 1 つ分子が置かれたもの (type9-2) となり、1 つは、ひし形と台形が平行に並び、台形の長辺の真ん中に余ったもう一つ分子がある構造 (type9-3) となった。今

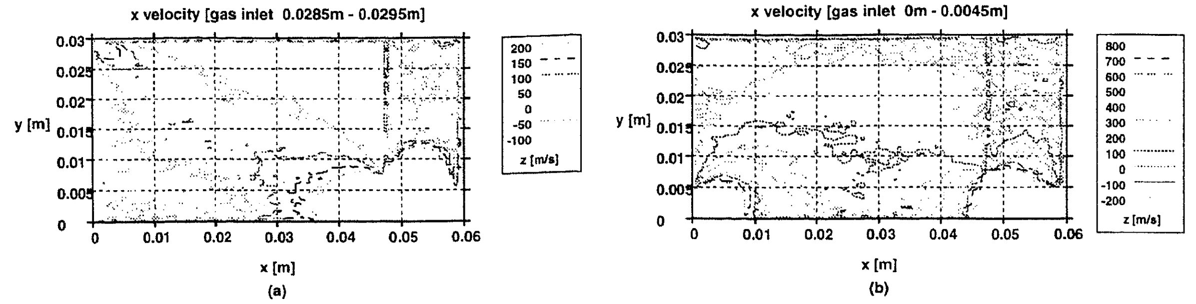

図 10: Simulation of carrier gas (Ar) flow. The x direction is cell length and the y direction is cell radius. Magnetron cathode is x=0m, y=0m~0.0045m. Iris is x=0.048m, y=0m~0.0075m and skimmer is x=0.06, y=0m~0.005m. (a)Insert position is x=0m, y=0.0285m~0.0295m. (b)Insert position is x=0m, y=0m~0.0045m.

回の研究では、自動的に安定な構造を見つけるのではなく、予測される初期位置を基にして安定な構造を探した。さらに多くの水分子の安定構造を調べるには、遺伝子アルゴリズムによる探索の様な効果的なアプローチを行う必要がある。

(1-11)DSMC 法によるガス凝集セルのシミュレーション

我々の研究室では、マグネトロンスパッタ型ガス凝集クラスター源を開発中である。このタイプのクラスター源は、高融点金属のクラスターを生成可能である。さらにこのクラスター源は、我々が以前開発したものより小さいサイズを実現している。装置は2つの部分、例えばマグネトロンスパッタ部分とガス凝集セルのように別けることができる。前者では、イオン化された Ar 原子がマグネトロンの陰極として取り付けられた試料の表面をスパッタし、多くのモノマーを生成する。モノマーは、液体窒素で冷やされ、Ar と He の混合キャリアガスで満たされたガス凝集セル内でクラスターへと凝集していく。先行研究で、そのキャリアガスはガス凝集セル内において滑らかに流れていないことが判明した。その原因は、ガスの挿入口の位置が軸対称に配置されていないことだと考えられた。さらに、キャリアガスの流れに重大な影響を与えるこの非対称性は、クラスターの成長や収量にも大きな影響を及ぼすものと考えられる。この影響を評価するためには、ガス凝集セル内の実際のガスの流れを考え、理解を深めることが必要である。できるだけ正確に実際のガスの流れをシミュレーションするために、我々は Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) method[5] を用いた。図 10(a) は、現装置の配置で DSMC 計算を行った結果である。この図から x 方向の速度は、試料の周りで負の成分を持っていることがわかる。この結果は、キャリアガスは先行研究で予想されたように現配置ではマグネトロンの周りでモノマーを輸送していないことを意味している。一方で図 10(b) は、挿入口を軸対称になるように変えた配置で DSMC 計算を行った結果である。この図からキャリアガスの流れは、挿入口から排気口までアイリスからスキマーを通って滑らかに流れていることが分かる。DSMC 計算のこれらの結果は、キャリアガスの挿入口の位置はガス凝集セルの適切な運転にはとても重要であることを示唆している。挿入口の配置を変更することにより、さらなるクラスターの成長と収量の増加が期待できる。

【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、加藤純雄)

（研究概要）

高エネルギー原子核実験グループは、米国・ブルックヘブン国立研究所（BNL）の RHIC 加速器を用いた PHENIX 実験と、ヨーロッパ原子核研究機構（CERN）の LHC 加速器を用いた ALICE 実験に参加し、宇宙初期に存在したと考えられている高温・高エネルギー密度物質、クォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) 相の実験的研究を行っている。

本年度の物理解析では、主に RHIC エネルギーにおいて、（１）高横運動量領域の陽子・反陽子生成（金野氏　博士論文)、（２）粒子識別された荷電ハドロンの楕円的方位角異方性の中心衝突度依存性とモデルによる検証（益井氏　博士論文)、（３）荷電ハドロンの楕円的方位角異方性の衝突系、衝突エネルギー依存生の研究、（４）$\pi0$ および直接光子の楕円的方位角異方性、などの研究が行なわれた。また、２００７年６月の原子核国際会議 (INPC2007) では、RHIC エネルギーにおけるバリオン生成（中條、パラレルトーク)、２００８年２月のクォーク物質国際会議 (Quark Matter 2008) では、直接光子の楕円的方位角異方性（三木、パラレルトーク）について、報告が行なわれた。RHIC-PHENIX 実験においては、２００６年に本研究グループが中心となって建設・インストールを行なった反応平面検出器が、２００７年 (Run-7, Au+Au 200 GeV)、２００８年 (Run-8, d+Au 200 GeV) の物理測定ランにおいて順調に動作していることが確認された。

さらに、本研究グループは CERN における LHC-ALICE 実験に２００７年度より本格参加した。特に筑波大グループは、遷移放射検出器 (TRD) の製作・インストールに携わっている。また、２００７年度よりスタートした数理物質科学研究科「宇宙史一貫大学院教育プログラム」により、多くの大学院生が海外の第一線の機関において研究を行なう事が可能となった。今年度は CERN 研究所をはじめとして、ドイツ・ハイデルベルグ大学、ミュンスター大学などに大学院生、スタッフが滞在し、２００８年夏の LHC 加速器稼働に向けて、TRD 検出器の製作と実験準備が行なわれた。

(2-1)　RHIC 重イオン衝突における陽子反陽子生成

RHIC 重イオン衝突実験における発見の１つに、横運動量 (p_T) が 2-5 GeV/c におけるバリオン（陽子、ラムダ粒子など）の顕著な収量増大がある [6]。衝突エネルギー $\sqrt{s_{NN}}$ = 200 GeV の Au+Au 中心衝突では、周辺衝突や p+p 衝突に比べて核子・核子衝突回数 N_{coll} で規格化した場合、収量の顕著な抑制がメソンに見られた。それとは対照的に、バリオンでは大きな増大効果が観測された。メソンの抑制は核媒質中でのパートンのエネルギー損失によるものとして理解されている。一方、2-5 GeV/c におけるバリオンの増大は、クォーク再結合過程や流体的な集団運動などを取り入れたモデルによって説明できるとされている。

PHENIX 実験の粒子識別可能な荷電ハドロンの横運動量領域はこれまで p_T=3 GeV/c 以下の低い p_T 領域に限られていたが、高統計データと新たに本グループが開発・製作したエアロジェルチェレンコフ検出器 (低屈折率 n=1.011) によって粒子識別能力が大きく向上した。p_T=5 GeV/c までの荷電パイ中間子、p_T=7 GeV/c までの陽子・反陽子の識別が可能となった。

陽子と反陽子の横運動量分布の測定の結果、陽子/パイ中間子比は、p_T=2-3 GeV/c にピークを持ち、高い p_T 側では減少していくことがわかった（図 11)。p_T>5 GeV/c の高い横運動量領域では、陽子/パイ中間子比（反陽子/パイ中間子比）は p+p 衝突での値に近づいている。核媒質係数 R_{CP}(N_{coll} で規格化した、周辺衝突に対する中心衝突の収量比) においても、パイ中間子と（反）陽子とで同程度の抑制効果を観測した（図 12）。5 GeV/c 以上の高運動量領域では、高エネルギーの２体衝突を起こしたクォークやグルオンが破砕することによって、パイ中間子や陽子などのハドロンが生成され

ると考えられている。従って、陽子・反陽子の抑制効果とパイ中間子の抑制効果とが同程度であるという本観測事実は、クォークグルオンプラズマ中でのクォークのエネルギー損失とグルオンのエネルギー損失とが同程度であることを示唆しており、大変興味深い結果となっている。

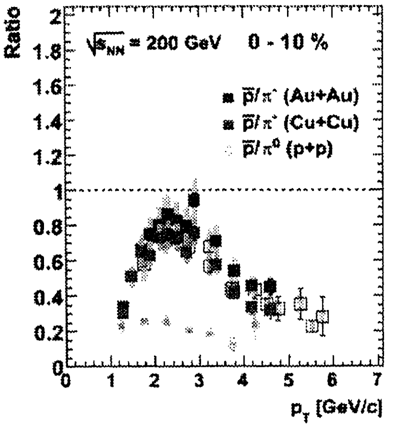

図 11: 反陽子/パイ中間子比の横運動量依存性 (Au+Au, Cu+Cu, p+p at $\sqrt{s_{NN}}$=200 GeV)。

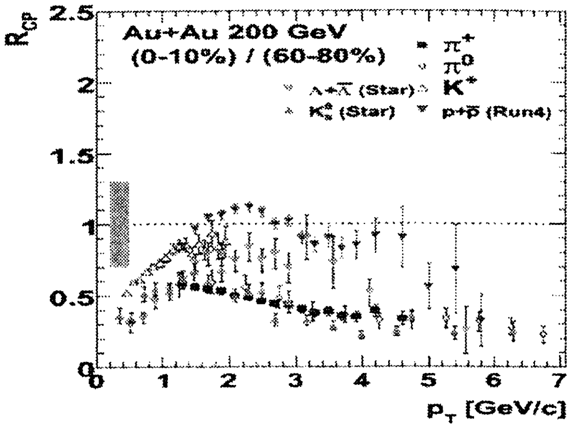

図 12: 核媒質係数 R_{CP} の横運動量依存性 (Au+Au at $\sqrt{s_{NN}}$=200 GeV)。

(2-2) RHIC 重イオン衝突における楕円的方位角異方性の中心衝突度依存性

RHIC における重要な発見の一つに、大きな楕円的方位角異方性強度がある。楕円的方位角異方性は反応平面に対する非等方的粒子放出を意味しており、定量的には方位角分布をフーリエ級数展開した際の 2 次の項 ($v_2 = \langle\cos(2[\phi - \Psi])\rangle$) で表される。RHIC で観測された v_2 の振る舞いは、極短時間 ($\tau \leq 1$ fm/c) で熱平衡に達すると仮定した流体力学模型の計算と良く一致した。また、荷電ハドロンの v_2 の横運動エネルギー依存性は、それらを構成するクォークの数で規格化できることも分かった (Quark Number Scaling)。これらの観測結果は、荷電ハドロンを構成するクォークがハドロン化以前のクォーク相においてすでに集団運動していることを強く示唆していると考えられている。Quark Number Scaling は衝突中心度を積分した結果については良く成り立つことが分かっているが、v_2 は初期の幾何学的異方性に比例し増加すると期待されており、v_2 の詳細な衝突中心度依存性の測定は、Quark Number Scaling 則の検証を行う上で重要であると考えられる。

図 13 は π 中間子、K 中間子、陽子の v_2 の横運動エネルギー依存性を衝突中心度毎にプロットした結果である。横運動エネルギーは横質量を用いて、$KE_T = m_T$ - mass (GeV) と定義される。スケーリング則検証のため、横軸と縦軸は各ハドロンを構成するクォークの数（メソンは $n_q = 2$、バリオンは $n_q = 3$）でそれぞれ規格化されている。この解析により、Quark Number Scaling は、どの衝突中心度においても低横運動エネルギー領域（$KE_T/n_q < 0.3$ GeV）を除いては良く成り立っている事が分かった。その領域では $v_2(\pi) \geq v_2(K) > v_2(p)$ の関係が成り立っていることから、スケーリングからのずれはハドロン相での動径方向への集団膨張が原因ではないかと予測されるが、まだ解明には至っていない。

(2-3) RHIC-PHENIX 実験における荷電ハドロンの楕円的方位角異方性の系統的研究

これまでの RHIC 実験における v_2 測定から、低横運動量領域 ($p_T <\sim$2GeV/c) では、v_2 は、流体力学モデルと一致し、低・中間横運動量領域では、クォーク数でスケールするリコンビネーションモ

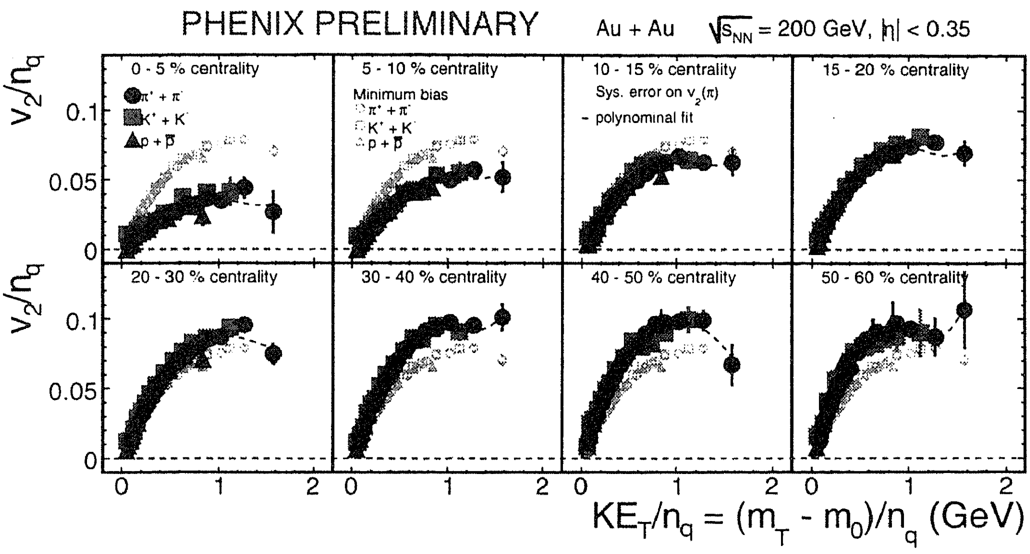

図 13: 識別した荷電 π 中間子, K 中間子、陽子の v_2 の横運動エネルギー依存性を衝突中心度毎にプロットした結果。比較のため衝突中心度を積分した結果を灰色のデータで示した。また、誤差棒は統計誤差、黄色のバンドは系統誤差を表している。

デルを示唆する結果が出ている [7]。このことから従来、低・中間横運動量領域での v_2 は、初期の幾何学的な異方性による圧力勾配とクォーク数だけで決まると考えられていたが、重イオン衝突はダイナミックなプロセスであることから、有限時間持続する QGP 状態の時空発展は、その大きさに依存するという視点を我々は持ち、衝突サイズ・エネルギーの違う様々なデータセット（62GeV,200GeV での金＋金, 銅+銅衝突の中心衝突度の異なるイベント）における荷電ハドロン v_2 の系統的解析を行った。

その結果、金＋金衝突で 62.4GeV と 200GeV の v_2 vs. p_T は、測られた全ての中心衝突度において、$\pi^{\pm}, K^{\pm}, p + \bar{p}$, 包括荷電ハドロンとも、よく一致していることがわかった。銅＋銅衝突でも同様に 62.4GeV と 200GeV の荷電ハドロンの v_2 は、測られた全ての中心衝突度においてエラーの範囲で一致していることがわかっており、このことから $\sqrt{s_{NN}} \geq$ 62GeV では v_2 の値は一定の値をとることがわかった。[8] また、62GeV の v_2 も KE_T+クォーク数スケーリング則と矛盾しないことがわかった。(図 14) さらに、金＋金衝突と銅＋銅衝突の比較から、v_2 をエキセントリシティー、ϵ(衝突関与粒子群の楕円率 [9]) で規格化したものを衝突関与核子数（Npart）の関数として比べると一致することがわかった。もしこの v_2/ϵ が Npart によらず一定値を示せば v_2 は衝突時の幾何学的な異方性からのみ決まると結論づけられるが、測定結果はそうはなっておらず、v_2/ϵ_{par} が $\mathrm{Npart}^{1/3}$ にほぼ比例していることを示している。(図 15) このことは、v_2 が衝突時の幾何学的な異方性だけでは決まらず衝突後の有限な時間内に発達していることを示唆してる。

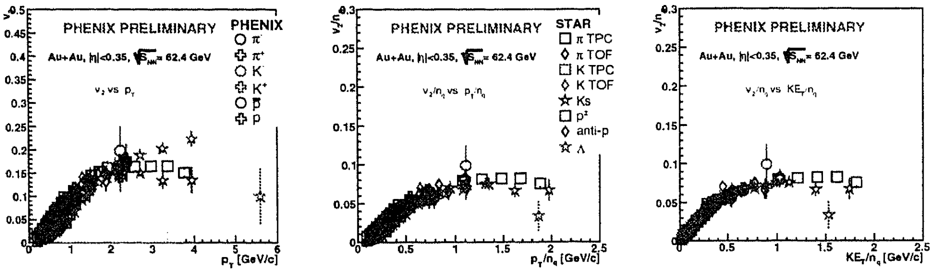

図 14: 左から金＋金 62.4GeV 衝突での荷電ハドロンの v_2 vs. p_T、v_2/n_q vs. p_T/n_q、v_2/n_q vs. KE_T/n_q。中心衝突度は 10-40%。STAR の結果は [10] を参照。PHENIX データの線は統計誤差と系統誤差、STAR データの線は統計誤差をあらわす。x 軸のバンドは STAR の系統誤差。

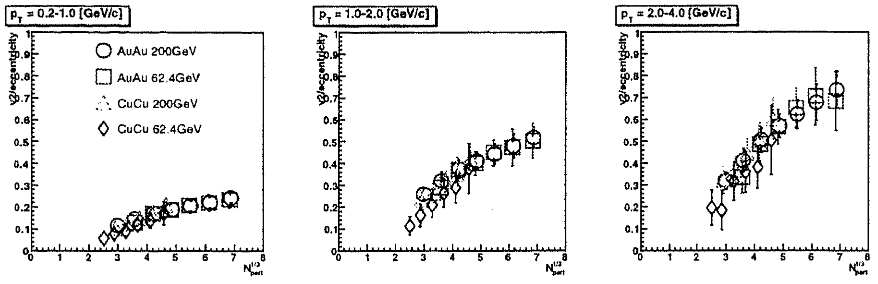

図 15: 金＋金と銅＋銅の 200GeV と 62.4GeV 衝突の荷電ハドロンの v_2/ϵ_{par} vs. $\mathrm{Npart}^{1/3}$。p_T 領域は、 左から 0.2-1.0, 1.0-2.0 and 2.0-4.0 [GeV/c]。全ての p_T 領域で誤差の範囲で一致。データの線は統計誤差と系統誤差。

(2-4) RHIC-PHENIX 実験における π^0 と直接光子の楕円的方位角異方性の測定

RHIC 加速器を用いた高エネルギー重イオン衝突実験において、高い横運動量 (p_T) 領域では、金＋金原子核の衝突によって放出される粒子の収量が、核子の衝突回数 (N_{coll}) で規格化した初期衝突での収量に比べて抑制されている事が発見された。これは強散乱したパートンが、放出の過程で衝突関与部の非常に高い粒子密度領域を通過する際、グルーオン制動放射によりエネルギーを失うためであると解釈されている。一方で、初期衝突 (クォーク・グルーオン・プラズマ相など) から直接放出される光子 (ハドロンの崩壊を起源にもつ光子を除いたもの＝直接光子) の N_{coll} で規格化された収量が抑制を受けていない事が観測された [11]。このことは、光子が Final state interaction を行なわないため、初期情報を調べるプローブとしての有用性を示していると考えられる。

しかし重イオン衝突における光子の発生源はいくつか考えられ、実際にはそれらの混合が検出器により測定されるので、これらを分ける工夫が必要となる。衝突が非中心衝突であった場合、衝突関与部は空間的に非等方的な形となり、粒子の放出は衝突関与部の圧力勾配と粒子密度に大きく依存する。従って粒子の楕円的方位角異方性の強度、v_2 は、その粒子の生成状況を反映するであろうと考えられる。そこで我々は、直接光子の持つ楕円的方位角異方性に着目した。

光子が衝突関与部と相互作用しない事を仮定すると、衝突初期にコンプトン散乱をして発生する粒子は等方的に放出され、v_2 は 0 となる。またパートンがフラグメントすることにより生じる光子は、ハドロン生成とほぼ同じ過程を経るため、ハドロンと同じく正の v_2 を持つであろう。一方強散乱に

よって発生したジェットが、衝突関与部を通過する際の相互作用によって、制動放射をする事により発生する粒子は、衝突関与部の形を反映するため楕円の長軸方向に多く放出され、v_2 は負になる。

直接光子の v_2 の実際の計算は、測定された全ての光子の v_2 から、π^0 や η 等、光子に崩壊モードを持つハドロンの v_2 を、それぞれの収量の重みをかけて差し引く事により求められる。下図の 4 つのグラフの内、下の二つは PHENIX Year-4 の実験データを用いて測定した直接光子の v_2 である。低い p_T では直接光子の収量が小さいために、うまく測定出来ていないが、p_T が高くなるにつれ精度は上がる。上の二つは今後の進展の一歩として、PHENIX Year-7 の高統計データを用いて行った解析の、π^0 v_2 の結果である。PHENIX Year-7 のデータを用いる事で直接光子の結果も一層の進展が期待されている。

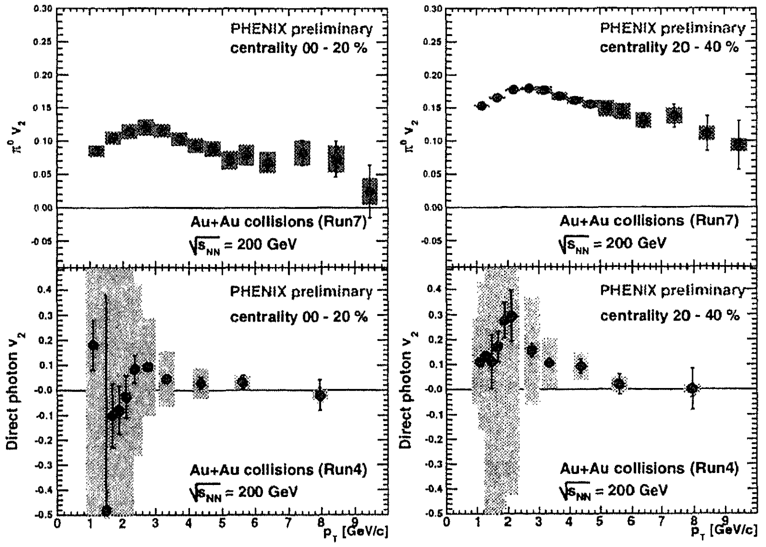

図 16: PHENIX Year-7 で測定された π^0 の v_2(上左図、上右図) と PHENIX Year-4 で測定された直接光子の v_2(下左図、下右図)。

(2-5)　PHENIX 反応平面検出器の性能評価

2006 年に米国ブルックヘブン国立研究所（BNL）の相対論的重イオン加速器（RHIC）を用いた実験「PHENIX」において反応平面検出器 Reaction Plane Detector(RxP) を新たに導入した。これは、高エネルギー重イオン衝突実験における高分解能の反応平面決定を目的とした検出器である。反応平面とは衝突する 2 粒子を重心系で見たときに、2 本のビーム軸を含む平面を意味する。衝突によるクォーク・グルーオンプラズマ QGP 相の生成を確認するための重要な方法として、反応平面に対する発生粒子の方位角分布の異方性の観測が挙げられる。相対論的な重イオンが非中心衝突をした場合、衝突領域は幾何学的な楕円の形となる。そして、発生粒子が高密度な衝突領域内で十分相互作用をした後に放出されるとすると、粒子の方位角分布は衝突領域の形状に依存することになる。つまり、大きな方位角異方性は反応初期の高密度状態と、短い平均自由行程を表し、衝突直後の QGP を強く示唆するものである。楕円的方位角異方性の強度は反応平面を基準とした粒子放出の角度分布をフーリエ分解した 2 次の項や 4 次の項（v_2, v_4）によって表されるため、この測定を精度良く行うには反応平面の決定が重要となってくる。RxP はシミュレーションや KEK で行った試作試験を経て筑波大学にて製作し、BNL へ空輸して導入した。PHENIX-Run7(2007 年 1 月から同年 7 月) において RxP は順調に稼動し、重心系 200GeV の AuAu 衝突についてのデータを取ることが出来た。Run7 が終了した 2007 年 7 月から 2008 年 5 月現在までに Run7 のデータの production と、RxP を含むさまざまな検出器から計算される反応平面についての較正は大方終了した。原子核同士の衝突幾何はランダムであるから、真の反応平面はビーム軸周り角度に一様になるべきなのだが、測定される反応平面は各検出器の特性や衝突位置のずれによって角度に偏りが出てしまうので、これを較正して反応平面角度分布を一様に正すことが必要となる。これで衝突イベント毎に反応平面が求まるわけだが、各検出器の反応平面分解能も出さなくてはならない。何故なら v_2 を測定する際、反応平面分解能が悪いほど実際の値より小さく測ってしまう為、その分解能で補正しなければならないからである。反応平面の n 次の分解能は、真の反応平面 ψ_{real} と測定される反応平面 $\psi_{observe}$ の差から、定義される。ここで定めた反応平面分解能に反比例して v_2 の測定値は減少するので、この値で割ってやれば真の値が得られる。しかし、われわれが知ることが出来るのは観測される反応平面のみで、真の値は分からない。代わりに衝突点の南北それぞれで別に反応平面を出し、その差から分解能を見積もる必要がある。

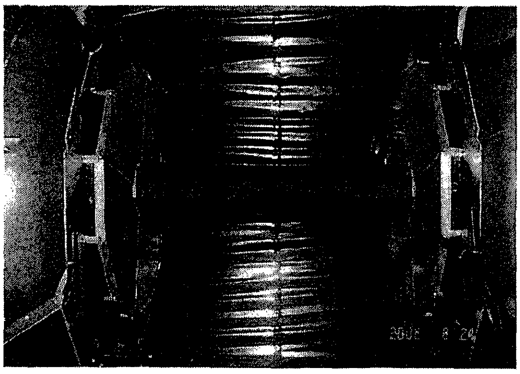

図 17: インストール直後の反応平面検出器

図 18 は実際に見積もられた Run7 での RxP の 2 次反応平面の分解能、赤線は RxP、黒線は RxP 設計時に計算したシミュレーション結果、青線は Run6 まで反応平面を測定していた BBC の結果である。PHENIX-Run7 では統計自体も 3 倍に増えている為、それも併せると v_2 の誤差は 3 割近くまで、v_4 では一割以下まで減少させることが出来るはずである。なおここで見積もった反応平面分解能

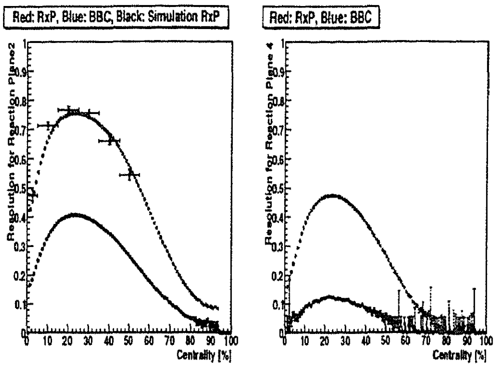

図 18: PHENIX 各検出器の 2 次平面の分解能。横軸は衝突中心度

の正当性については各検出器との比較、特に RxP と粒子相関の少ない SMD（原子核の衝突に関与しなかった中性子を見る検出器）からの反応平面との比較等によって検証していく予定である。

(2-6) LHC − ALICE 実験のための準備、宇宙史一貫大学院コース

これまで米国ブルックヘブン国立研究所 (BNL) の RHIC 加速器を用いて行ってきたクォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) の研究を、さらに高いエネルギー領域 (核子対あたり 5.5TeV) での鉛+鉛原子核衝突実験において行い、QGP の性質を解き明かすために、欧州共同原子核研究機構 (CERN) にある LHC 加速器を用いた ALICE 実験に、筑波大原子核実験グループとして参加した。LHC-ALICE 実験では、平成 20 年度に開始が予定されている陽子+陽子衝突実験のための準備、粒子線検出器の開発、製作、導入が進んでおり、我々筑波グループは、電子識別、高横運動量荷電粒子測定及び、希衝突事象選別用高速トリガー等のための遷移放射検出器 (TRD) の製作、導入に加わり、主に実験制御システム、TRD チェンバー用高圧電源制御システム、エラー制御システム等のシステム開発を行なった。また、高エネルギー加速研究機構 (KEK) の富士テストビームライン、CERN の PS テストビームラインを使った検出器のテストビーム実験や、ALICE 衝突地点に設置導入した本実験用の検出器を使った宇宙線テスト実験などを通じて、TRD 検出器の最終動作確認及び、TRD 検出器を用いる粒子識別やデータ解析のための基準参照データの収集を、平成 19 年度秋に行った。図 19 は、ALICE 実験のセットアップ図である。平成 19 年度からは、筑波大学における宇宙史一貫大学院教育プログラムをスタートさせ、素粒子実験、原子核実験、宇宙観測グループからの大学院生が、これら 3 つの領域内で自分の専門分野とは別の研究領域にも参加し、より広い視野を身に付けることが可能となった。19 年度には、3 グループから約 10 名の大学院生が CERN 及び、TRD 検出器製作が行われているドイツ・ハイデルベルグ大学、ミュンスター大学に滞在し、平成 20 年度に世界最高の衝突エネルギーで実験が予定されている LHC 加速器を用いた ALICE 実験の準備を行い、第一線での実験研究に加わった。

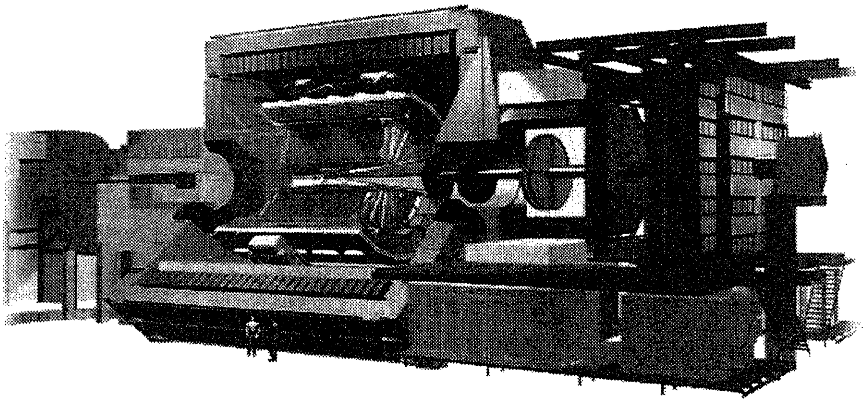

図 19: LHC-ALICE 実験のセットアップ

参考文献

[1] R. Diehl, H. Halloin, K. Kretschmer, G.G. Lichti, V. Schönfelder, A.W. Strong, A. Kienlin, W. Wang, P. Jean, J. Kn?dlseder, J.P. Roques, G. Weidenspointner, S. Schanne, D.H. Hartmann, C. Winkler, C. Wunderer, Nature 439 (2006) 45

[2] D. Seweryniak, P.J. Woods, M.P. Carpenter, T. Davinson, R.V.F. Janssens, D.G. Jenkins, T. Lauritsen, C.J. Lister, J. Shergur, S. Sinha, A. Woehr, Phys. Rev. C 75 (2007) 062801(R)

[3] F.Cleri and V.Rosato, Phys. Rev. B, 48, 22 (1993).

[4] H.J.C.Berendsen, J.R.Grigera, and T.P.Straatsma, J. Phys. Chem. 91, 6269 (1987).

[5] G. A. Bird, Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows, (Oxford:Clarendon press)(1994)

[6] S. S. Adler *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **91**, 172301 (2003); J. Adams *et al.* (STAR Collaboration), Phys. Rev. Lett. **98**, 062301 (2007).

[7] A. Adare *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 162301 (2007).

[8] S. S. Adler *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 232302 (2004).

[9] B. Alver *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 242302 (2007).

[10] B. I. Abelev *et al.*, Phys. Rev. **C75**, 054906 (2007).

[11] S. S. Adler *et al.* (PHENIX Collaboration), Phys. Rev. Lett. **94**, 232301(2005).

原子核実験グループ研究業績リスト

<論文>

1. Kosuke Morita, Kouji Morimoto, Daiya Kaji, Takahiro Akiyama, Sin-ichi Goto, Hiromitsu Haba, Eiji Ideguchi, Kenji Katori, Hiroyuki Koura, Hisaaki Kudo, Tetsuya Ohnishi, Akira Ozawa, Toshimi Suda, Keisuke Sueki, Fuyuki Tokanai, Takayuki Yamaguchi, Akira Yoneda, and Atsushi Yoshida
   Experiment on Synthesis of an Isotope $^{277}112$ by $^{208}Pb+^{70}Zn$ Reaction
   J. Phys. Soc. Jpn., Vol. 76, No. 4, p.043201(2007).

2. D.Q.Fang, W.Guo, C.W.Ma, K.Wang, T.Z.Yan, Y.G.Ma, X.Z.Cai, W.Q.Shen, Z.Z.Ren, Z.Y.Sun, J.G.Chen, W.D.Tian, C.Zhong, M.Hosoi, T.Izumikawa, R.Kanungo, S.Nakajima, T.Ohnishi, T.Ohtsubo, A.Ozawa, T.Suda, K.Sugawara, T.Suzuki, A.Takisawa, K.Tanaka, T.Yamaguchi, and I.Tanihata
   Examining the exotic structure of the proton-rich nucleus ^{23}Al
   Phys. Rev. C 76, 031601(R) (2007).

3. M. Iijima, Y. Aoki, A. Ozawa, N. Okumura
   CDCC analysis of ^{118}Sn(d, p) reaction below Coulomb barrier
   Nucl. Phys. A 793 (2007) 79-95.

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

5. Ming He, Shan Jiang, Yasuo Nagashima, Yaoyun Yanga, Tsutomu Takahashi, Kexin Liuc, Kimikazu Sasa, Kejun Dong, Shaoyong Wu, Takeshi Matsuhiro, Yuuki Tosaki, Xiaotang Ren, Riki Seki and Keisuke Sueki
   AMS measurement of ^{26}Al cross section for the reaction $^{14}N(^{16}O, \alpha)^{26}Al$
   Nucl. Inst. Meth. B, 259, 629-631, (2007).

6. Yasuo Nagashima, Riki Seki, Kimikazu Sasa, Takeshi Matsuhiro, Tsutomu Takahashi, Yuki Tosaki, Koutaro Bessho, Hiroshi Matsumura, Taichi Miura
   ^{129}I AMS by a $^{97}Mo^{16}O_2$ molecular pilot beam method
   Nucl. Inst. Meth. B, 259, 241-245, (2007).

7. R. Seki, T. Matsuhiro, Y. Nagashima, T. Takahashi, K. Sasa, K. Sueki, Y. Tosaki, K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura
   Isotopic ratios of $^{36}Cl/Cl$ in Japanese surface soil
   Nucl. Inst. and Meth. B, 259, 486-490, (2007).

8. K. Bessho, H. Matsumura, T. Miura, Q. Wang, K. Masumoto, H. Hagura, Y. Nagashima, R. Seki, T. Takahashi, K. Sasa, K. Sueki, T. Matsuhiro, Y. Tosaki
   Estimation of thermal neutron fluences in the concrete of proton accelerator facilities from

^{36}Cl production
Nucl. Inst. Meth. B, 259, 702-707, (2007).

9. Yuki Tosaki, Norio Tase, Gudrun Massmann, Yasuo Nagashima, Riki Seki, Tsutomu Takahashi, Kimikazu Sasa, Keisuke Sueki, Takeshi Matsuhiro, Taichi Miura, Kotaro Bessho, Hiroshi Matsumura, Ming He
Application of ^{36}Cl as a dating tool for modern groundwater
Nucl. Inst. Meth. B, 259, 479-485, (2007).

10. Kimikazu Sasa, Yasuo Nagashima, Tsutomu Takahashi, Riki Seki, Yuki Tosaki, Keisuke Sueki, Kotaro Bessho, Hiroshi Matsumura, Taichi Miura, Ming He
^{26}Al and ^{36}Cl AMS system at the University of Tsukuba: A progress report
Nucl. Inst. Meth. B, 259, 41-46, (2007).

11. Y. Oguri, J. Hasegawa, M. Ogawa, J. Kaneko and K. Sasa
A Phantom Test of Proton-Induced Dual-Energy X-Ray Angiography Using Iodinated Contrast Media
International J. of PIXE Vol.17, Issue 1/2, 11-21, (2007).

12. Zhou, B., Nagashima, Y., Jiang, S., Wu, W., Guan, Y., Wu, S., He, M., Yuan, J., Ruan, X., Seki, R., Sasa, K., Takahashi, T., Tosaki, Y., Matsushi, Y., Tamari, M. and Sueki, K
An improved method for ^{129}I-AMS measurement
Nuclear Electronics & Detection Technology (China), Vol. 27(4), 740-744, (2007).

13. Yuki Tosaki, Norio Tase, Masaya Yasuhara, Yasuo Nagashima, Kimikazu Sasa and Tsutomu Takahashi
An Estimate of Local Bomb-Produced ^{36}Cl Fallout Using the Depth Profile of Groundwater in the Tsukuba Upland, Central Japan
Hydrological Research Letters, Vol. 2, pp.9-13, (2008).

14. Yasuo Nagashima, Riki Seki, Kimikazu Sasa, Tsutomu Takahashi
An Accelerator Mass Spectrometry by the Large Tandem Electrostatic Accelerator
Journal of the Vacuum Society of Japan. Vol.50, No.7, 475-479, (2007).

15. C.B. Moon, C.S. Lee, T. Komatsubara, Y. Sasaki, K. Furuno
Structure of the negative parity bands in Xe-125
Phys. Rev. C 76 067301 (2007).

16. S.Y. Wang, Y.Z. Liu, Y.J. Ma, T. Komatsubara, Y.H. Zhang
Obsevation of negative-parity high spin states of Cs-126
Phys. Rev. C 75 037302 (2007)

17. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Scaling Properties of Azimuthal Anisotropy in Au+Au and Cu+Cu Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. Lett. **98**, 162301 (2007).

18. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Energy Loss and Flow of Heavy Quarks in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. Lett. **98**, 172301 (2007).

19. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Centrality Dependence of π^0 and η Production at Large Transverse Momentum in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV d+Au Collisions, Phys. Rev. Lett. **98**, 172302 (2007).

20. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Production of ω mesons at large transverse momenta in p+p and d+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. C **75**, 051902(R) (2007).

21. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Correlated production of p and $\bar{p}$ in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Lett. B **649** (2007) 359-369.

22. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, J/ψ Production versus Transverse Momentum and Rapidity in p+p Collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV, Phys. Rev. Lett. **98**, 232002 (2007).

23. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, J/ψ Production versus Centrality, Transverse Momentum, and Rapidity in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. Lett. **98**, 232301 (2007).

24. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, System Size and Energy Dependence of Jet-Induced Hadron Pair Correlation Shapes in Cu+Cu and Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} =$ 200 and 62.4 GeV, Phys. Rev. Lett. **98**, 232302 (2007).

25. A. Afanasiev, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Elliptic Flow for ϕ Mesons and (Anti)deuterons in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. Lett. **99**, 052301 (2007).

26. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Measurement of density correlations in pseudorapidity via charged particle multiplicity fluctuations in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} =$ 200 GeV, Phys. Rev. C **76**, 034903 (2007).

27. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Inclusive cross section and double helicity asymmetry for π^0 production in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV: Implications for the polarized gluon distribution in the proton, Phys. Rev. D bf 76, 051106(R) (2007).

28. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Measurement of single muons at forward rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV and implications for charm production, Phys. Rev. D **76**, 092002 (2007).

29. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Detailed study of high-p_T neutral pion suppression and azimuthal anisotropy in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. C **76**, 034904 (2007).

30. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Transverse momentum and centrality dependence of dihadron correlations in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV: Jet quenching and the response of partonic matter, Phys. Rev. C **77**, 011901(R) (2008).

31. S. S. Adler, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Centrality dependence of charged hadron production in deuteron+gold and nucleon+gold collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. C **77**, 014905 (2008).

32. A. Adare, T. Chujo, S. Esumi, Y. Miake, *et al.*, Cold nuclear matter effects on J/ψ production as constrained by deuteron-gold measurements at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, Phys. Rev. C **77**, 024912 (2008).

33. S. Esumi, Bulk properties and collective phenomena, J. Phys. G **34**, S575-S582 (2007).

34. S. Sakai (for the PHENIX Collaboration), Elliptic flow of electrons from heavy flavour decay by the PHENIX, J. Phys. G **34**, S753-S757 (2007).

35. T. Chujo (for the PHENIX Collaboration), Excitation functions of baryon anomaly and freeze-out properties at RHIC-PHENIX, J. Phys. G **34**, S893-896 (2007).

36. M. Konno (for the PHENIX Collaboration), High-p_T identified hadron production in Au + Au and Cu + Cu collisions at RHIC-PHENIX, J. Phys. G **34**, S975-S978 (2007).

<学位論文（博士）>

1. 数理物質科学研究科・博士論文　益井　宙
   Measurement of Centrality Dependence of Elliptic Flow for Identified Hadrons in Au + Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV（重心系核子対当たり 200GeV の金・金衝突における識別された荷電ハドロンの楕円フローの衝突中心度依存性の測定）

2. 数理物質科学研究科・博士論文　金野正裕
   Proton and Antiproton Production in High Energy Heavy Ion Collisions at RHIC（RHIC での高エネルギー重イオン衝突における陽子反陽子生成）

<学位論文 (修士) >

1. 数理物質科学研究科・修士（理学）恵比寿和也
   高エネルギー陽子マイクロビームによる水素分析法の検出精度向上 (Improvements of hydrogen analysis by using high energy proton micro beam)

2. 数理物質科学研究科・修士（理学）佐藤尚徳
   高エネルギー重イオン衝突実験における Multi-gap Resistive Plate Chamber の性能評価

3. 数理物質科学研究科・修士（理学）橋爪裕平
   中性子ドリップライン近傍炭素同位体核からの中性子剥離破砕片の運動量分布の測定 (Measurements of momentum distributions of fragments from C isotopes located near the neutron drip line)

4. 数理物質科学研究科・修士（理学）保谷毅
   中高エネルギーでの ^{3}He、^{3}H の反応断面積の測定 (Measurements of reaction cross sections of 3He and 3H at intermediate energies)

5. 数理物質科学研究科・修士（理学）森口哲朗
   RI ビームの飛行時間測定のための Hybrid Photo Detector の研究 (Studies of Hybrid Photo Detector to measure time-of-flight of RI beams)

6. 数理物質科学研究科・修士（理学） 渡邊健悟
LHC-ALICE 実験の為の遷移放射検出器の高電圧制御システムの開発と性能評価 (Development of High Voltage Control System and Performance Evaluation of Transition Radiation Detector for LHC-ALICE Experiment)

7. 教育研究科・教育修士　川俣友人
ERCS による水素分析法における多重散乱の影響 (Effect of multiple scattering in ERCS hydrogen analysis)

<招待講演 (国際会議) >

1. Kimikazu Sasa (Invited talk), Cosmogenic Cl-36 measurements with the Tsukuba AMS system and the application as a dating tool for Antarctic deep ice core. Kochi University-KIGAM International Symposium, Kochi University, 21-22 February, 2008.

2. Kimikazu Sasa (Invited seminar), AMS research activities and ion beam applications at UTTAC. China Institute of Atomic Energy, China, 12-19 Nov. 2007.

3. Yasuo Miake (Invited talk), What I have learned at RHIC, Heavy Ion Meeting, Jeju, Korea, Oct. 19, 2007.

<招待講演 (国内) >

1. 江角晋一『Jet correlation and modification at RHIC』（招待講演）、第５回　Heavy Ion Cafe 重イオン衝突の物理を語る集い、２００７年６月３０日、東京大学理学部 (本郷).

<国際会議発表>

1. Kimikazu Sasa, Satoshi Ishii, Masanori Kurosawa, "Micro PIXE system for trace element analysis of single fluid inclusions in mineral samples", 9th European Conference on Accelerators in Applied Research and Technology, September 3-7, 2007, Florence, ITALY.

2. K. Sasa, "Measurement of ^{36}Cl with the Tsukuba AMS system: its applications in earth and environmental sciences", The 2nd East Asia Accelerator Mass Spectroscopy Conference, the Seoul National University and the KIGAM (Korea Institute of Geology and Mineral Resources), 22-23 October, 2007.

3. Seung Jun Yu, Yoshimichi Ohki, Makoto Fujimaki, Kouichi Awazu, Junji Tominaga, Kimikazu Sasa, Tetsuro Komatsubara, "Reduction of Polarization Dependent Loss of a Planar Optical Waveguide using Ion Implantation", MRS(Materials Research Society) 2008 Spring meeting, March 24-28, Moscone West and San Francisco Marriott.

4. S. Tomita, M. Imanaka, S. Kanda, M. Fujieda, K. Sasa and H. Kudo, "Formation of nanodroplets from N_2/H_2O by irradiation of 20 MeV protons", ISIAC2007, 20th International Symposium on Ion - Atom Collisions, XX ISIAC, August 1-4, 2007, Agios Nikolaos, Crete, GREECE.

5. T. Komatsubara, K. Sasa, M. Kurosawa, S. Ishii, Y. Yamato, K. Ebisu, T. Kawamata, "Hydrogen analysis by proton-proton elastic recoil coincidence spectrometry", International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
6. A. Ozawa, "Mass measurements by isochronous storage ring in RI beam factory", International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
7. K. Hara, "Photonuclear reaction cross sections for ^{37}Cl and ^{152}Sm", International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
8. Y. Yasuda, "Measurement of deep hole states in ^{39}K by (p,2p) reaction at Ep=392 MeV", International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
9. M. Iijima, "^{118}Sn(d,p) reaction below Coulomb barrier", International Nuclear Physics Conference, Tokyo, Japan, June 3-8, 2007.
10. Tatsuya Chujo, "Beam energy dependences of baryon productions and hadron freeze-out properties at RHIC-PHENIX" (Parallel Talk), INPC 2007, the 23rd International Nuclear Physics Conference 2007, June 3-8, 2007, Tokyo, Japan.
11. ShinIchi Esumi, "Event anisotropy measurements in RHIC-PHENIX" (Poster), INPC 2007, the 23rd International Nuclear Physics Conference 2007, June 3-8, 2007, Tokyo, Japan.
12. Masahiro Konno, "Identified Hadron Production in Au+Au and Cu+Cu Collisions at RHIC-PHENIX" (Poster), INPC 2007, the 23rd International Nuclear Physics Conference 2007, June 3-8, 2007, Tokyo, Japan.
13. Kentaro Miki, "High p_T direct photon spectra and azimuthal anisotropy measurement in 200GeV Au+Au collisions at RHIC-PHENIX" (Parallel Talk), Quark Matter 2008, 20th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus Nucleus Collisions, Jaipur, Rajasthan, India, February 4-10, 2008.
14. Yoshimasa Ikeda, "Measurement of Azimuthal Anisotropy with the New Reaction Plane Detector in the PHENIX experiment" (Poster), Quark Matter 2008, 20th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus Nucleus Collisions, Jaipur, Rajasthan, India, February 4-10, 2008.

＜日本物理学会発表＞

1. 安田裕介、理研 RIBF における等時性蓄積リング計画、日本物理学会第６２回年次大会
2. 森口哲朗、重イオンビームによる Hybrid Photo Detector の時間分解能の測定、日本物理学会第６３回年次大会
3. 橋爪裕平、^{20}C 分解反応による破砕片 ^{18}C の運動量分布測 定、日本物理学会第６３回年次大会
4. 笹公和、松四雄騎、戸崎裕貴、玉理美智子、高橋努、末木啓介、三原正三、大木俊征、長島泰夫、松崎浩之、松村宏、木下哲一、堀内一穂、柴田康行、本山秀明、南極氷床コアに記録された宇宙線生成核種 ^{36}Cl の解析、日本物理学会　第63回年次大会シンポジウム：「宇宙線と地球環境・生命科学　放射線・量子ビーム科学のフロンティア」，近畿大学本部キャンパス, 3月 22-26日, 2008.

5. 小松原哲郎、アルミニウム２６の宇宙元素起源に関する研究、２００８年3月２２～２６日 日本物理学会、 近畿大学

6. 山口香菜子、低エネルギー核反応測定用検出器GEM-MSTPCの開発２、日本物理学会 第６３回年次大会（２００８年3月２２日 - 3月２６日）近畿大学本部キャンパス.

7. 五十嵐智、高エネルギー反応断面積実験用の固体水素ターゲットの開発、日本物理学会 第６３回年次大会（２００８年3月２２日 - 3月２６日）近畿大学本部キャンパス.

8. 三明康郎、What we have learned at RHIC（シンポジウム LHCにおけるQGP実験の展望)、日本物理学会 第６２回年次大会（２００７年9月２１日 - 9月２４日）北海道大学札幌キャンパス.

9. 江角晋一、Collective property of QGP in high-energy heavy-ion collisions at LHC（シンポジウム LHCにおけるQGP実験の展望)、日本物理学会 第６２回年次大会（２００７年9月２１日 - 9月２４日）北海道大学札幌キャンパス.

10. 益井宙、Measurement of Centrality dependence of identified hadron Elliptic Flow in $\sqrt{s_{NN}}$ = 200 GeV Au+Au collisions at RHIC-PHENIX（一般講演)、日本物理学会 第６２回年次大会（２００７年9月２１日 - 9月２４日）北海道大学札幌キャンパス.

11. 下村真弥、The Study of Elliptic Flow for PID Hadron at RHIC-PHENIX（一般講演)、日本物理学会 第６２回年次大会（２００７年9月２１日 - 9月２４日）北海道大学札幌キャンパス.

12. 池田義雅、RHIC-PHENIX実験における反応平面検出器の開発（一般講演)、日本物理学会 第６２回年次大会（２００７年9月２１日 - 9月２４日）北海道大学札幌キャンパス.

13. 渡邊健悟、LHC-ALICE実験における遷移放射検出器の開発と性能評価（一般講演)、日本物理学会 第６３回年次大会（２００８年3月２２日 - 3月２６日）近畿大学本部キャンパス.

14. 佐野正人、LHC-ALICE実験における遷移輻射検出器の性能評価（一般講演)、日本物理学会 第６３回年次大会（２００８年3月２２日 - 3月２６日）近畿大学本部キャンパス.

＜国内学会発表＞

1. 飯島正史、クーロン障壁以下のエネルギーでの ^{118}Sn(d,p) 反応、国立天文台研究会「rプロセス元素合成の統合的理解 - 量子ビームでさぐる宇宙進化の理解を目指して -」、２００８年3月１３、１４日、筑波大学 大学会館.

2. 原かおる、UTTACにおける短寿命核 ^{8}Li ビーム生成実験の現状、２００８年3月１７日「高度制御量子ビームによる応用研究の創出」－２００７年度UTTACの最新研究成果と動向 －、筑波大学

3. 笹 公和、松四 雄騎、戸崎 裕貴、玉理 美智子、高橋 努、末木 啓介、長島 泰夫、別所 光太郎、松村 宏、堀内 一穂、柴田 康行、本山 秀明. 南極ドームふじ氷床コア中の宇宙線生成核種Cl-36の変動と放射壊変減衰による年代推定. W160 コア研究が拓く地球環境変動史, 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 2007.5 .22, 幕張メッセ.

4. 笹 公和、石井聡、黒澤正紀. 地球科学試料用マイクロ PIXE 分析装置の開発とその応用. 第9回応用加速器・関連技術研究シンポジウム (ARTA2007), 2007.6.21-22 東京工業大学 Proceedings of the Seventh Symposium on Accelerator and Related Technology for Application [ISSN 1344-4514] (2007) 73-76.

5. 笹 公和、石井 聡、大島 弘行、木村 博美、高橋 努、田島 義一、大和 良広、小松原 哲郎、工藤 博、長島 泰夫. 筑波大学タンデム加速器の現状. 第 20 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会. 日本原子力研究開発機構　東海研究所　2007.7.12-13.

6. 笹 公和, 戸崎 裕貴, 玉理 美智子, 高橋 努, 末木 啓介, 長島 泰夫、松四 雄騎、別所 光太郎, 松村 宏、堀内 一穂、柴田 康行、本山 秀明. ドームふじ氷床コアにみられる宇宙線生成核種 Cl-36 の初期濃度とフラックス変動. 北海道大学低温科学研究所研究集会「氷床コアによる古気候・古環境復元の高度化研究」, 2-3 July, 2007.

7. 笹 公和, 石井聡, 黒澤正紀, 地球科学試料における流体包有物のマイクロ PIXE 分析, 第 24 回 PIXE シンポジウム, 2007.9.10-12　大妻女子大学社会情報学部.

8. 笹 公和, 高橋 努, 戸崎裕貴, 玉理美智子, 末木啓介, 大木俊征, 三原正三, Y. Guan, 松村万寿美, 長島泰夫, 松村 宏, 木下哲一, 松四雄騎. 筑波大学 AMS システムの現状と利用研究 (2007 年度). Status and research programs of the Tsukuba AMS system in the year 2007. 第 10 回 AMS シンポジウム —AMS 次の 10 年—, 2008 年 3 月 7 日（金）〜3 月 8 日（土）, 東京大学 本郷キャンパス 武田ホール.

9. 笹 公和, 松四雄騎, 高橋 努, 戸崎裕貴, 玉理美智子, 末木啓介, 三原正三, 大木俊征, 長島泰夫, 松村 宏, 木下哲一, 松崎浩之, 堀内一穂, 柴田康行, 本山秀明. 筑波大学 AMS によるドームふじ氷床コア中の宇宙線生成核種 ^{36}Cl の分析. Cosmogenic ^{36}Cl measurements in the Dome Fuji ice core, Antarctica with the University of Tsukuba AMS system. 第 10 回 AMS シンポジウム —AMS 次の 10 年—, 2008 年 3 月 7 日（金）〜3 月 8 日（土）, 東京大学 本郷キャンパス 武田ホール.

10. 笹 公和, 高橋 努, 戸崎裕貴, 玉理美智子, 末木啓介, 三原正三, 大木俊征, 長島泰夫, 松村 宏, 木下哲一, 松四雄騎, 松崎浩之, 堀内一穂, 柴田康行, 本山秀明. 南極ドームふじ氷床コアにおける過去 72 万年間の宇宙線生成核種 ^{36}Cl 濃度変動. Cosmogenic ^{36}Cl variations over the past 720 kyr in the Dome Fuji ice core, Antarctica. 「高度制御量子ビームによる応用研究の創出」−2007 年度 UTTAC の最新研究成果と動向− UTTAC 利用研究報告会, 筑波大学, 2008 年 3 月 17 日.

11. 笹 公和, 松四雄騎, 高橋 努, 戸崎裕貴, 玉理美智子, 末木啓介, 三原正三, 大木俊征, 長島泰夫, 松村 宏, 木下哲一, 松崎浩之, 堀内一穂, 柴田康行, 本山秀明. ドームふじコア中の宇宙線生成核種 ^{36}Cl の分析報告. 国立極地研究所研究集会「南極氷床の物理・化学・生物のフロンティア４」, 2008 年 3 月 17-19 日, 国立極地研究所.

12. 小松原哲郎、「^{26}Si の励起状態の研究」２００８年３月１７日「高度制御量子ビームによる応用研究の創出」-２００７年度 UTTAC の最新研究成果と動向 -、於筑波大学

13. 小松原哲郎、「Study of nuclear synthesis of ^{26}Al by gamma ray spectroscopy」２００８年３月１３〜１４日 国立天文台研究会「r プロセス元素合成の統合的理解- 量子ビームでさぐる宇宙進化の理解を目指して -」、於筑波大学

14. 小松原哲郎、”^{26}Al 宇宙元素合成” ２００７年１１月２１日東大 CNS Workshop on Hydrogen burning

15. 金野正裕、RHIC における陽子反陽子生成の系統的測定、研究会　重イオン衝突反応でみる QGP の現象論的研究　－SPS, RHIC から LHC へ－、２００７年１０月２９日～３０日、大阪大学核物理研究センター

16. 下村真弥、Systematic Study of Elliptic Flow at RHIC、研究会　重イオン衝突反応でみる QGP の現象論的研究　－SPS, RHIC から LHC へ－、２００７年１０月２９日～３０日、大阪大学核物理研究センター

＜科学研究費取得状況＞

1. 基盤研究 (B) 極微量放射性核種シリコン 32 の加速器質量分析による超高感度検出法の開発
代表者：笹 公和、分担者：長島 泰夫、末木 啓介、田瀬 則雄
2007 年度： 3,800 千円

2. 基盤研究 (C) 高エネルギーイオン線による島弧衝突境界下のマグマ起源流体の研究
代表者：黒澤正紀、分担者：安間 了、小松原哲郎、笹 公和
2007 年度　500 千円

3. 基盤研究 (B)、超新星爆発のニュートリノ過程の鍵を握る La-138 の新アイソマーのインパクト
代表者：早川 岳人、分担者：静間俊行、小松原哲郎、藤原守、中田仁、千葉敏、梶野敏貴
2007 年度： 4,200 千円

4. 基盤研究 (A) (2007～2009) 「アイスコア中の宇宙線生成核種による宇宙線と地球環境の変動史に関する研究」
代表者：松崎 浩之、分担者：笹　公和、横山祐典、堀内 一穂、村松康行、柴田康行、本山秀明
2007 年度：17,300 千円 (間接経費 5,190 千円)
筑波大学　笹　公和　分担金：3,200 千円

5. 基盤研究 (B) (2007～2009) 「富士山周辺湧水の年代測定と地下水流動系の解明」
代表者：田瀬 則雄、分担者：辻村真貴、笹　公和、藪崎志穂
2007 年度： 5,400 千円 (間接経費 1,620 千円)

6. 基盤研究 (C) 「高速荷電粒子による液滴生成」
代表者：冨田成夫、分担者：工藤博、今中雅士、笹 公和
2007 年度： 3,640 千円

＜外部資金取得状況＞

1. KEK 大学等連携支援事業　「マルチタンデム静電加速器による重イオンビーム学際利用への新展開」事業責任者　工藤 博、筑波大学担当　笹 公和

<研究会開催>

1. ２００８年国立天文台研究会「rプロセス元素組成の統合的理解- 量子ビームでさぐる宇宙進化の理解を目指して -」２００８年3月１３、１４日、筑波大学 大学会館 特別会議室、世話人：小沢 顕、新井一郎、小松原 哲郎、梶野敏貴、谷畑勇夫、原かおる、参加者：６７名.