

---

# 会場 B

## 素粒子実験, 実験核物理領域

---

### B-1 タンデム加速器による RI 生成テスト

九州大学大学院理学府物理学専攻実験核物理<sup>A</sup>, 九州大学理学研究院物理学部門<sup>B</sup>  
牛尾国久<sup>A</sup>, 寺西高<sup>B</sup>, 林慶大<sup>A</sup>, 郭儷怡<sup>A</sup>, 則松恭彰<sup>A</sup>, 秋山陽平<sup>A</sup>, 榮大輔<sup>A</sup>, 福  
多貴大<sup>A</sup>

現在、不安定核をビームとして用いた原子核研究が盛んに行われており、宇宙における元素合成や不安定核に特異な核構造の解明が目標となっている。その中で我々はタンデム型加速器を用いて中・長寿命核の RI ビームを加速し、低エネルギー核反応や天体での核反応を探る実験手法を開発している。具体的な核種は、 $^{14}\text{C}$  (半減期 5700 年)、 $^3\text{H}$  (12 年)、 $^{11}\text{C}$  (20 分)、 $^{13}\text{N}$  (10 分) などを考えている。

本実験手法では、安定核ビームをガス標的に照射して不安定核を作り、それをガスのイオン化ができるイオン源に送り、ビームとして取り出す。今回、そのための基礎技術開発として、重陽子ビームをガス標的に照射して RI 生成量を測定する実験を行った。

実験では、 $\text{CO}_2$  もしくは  $\text{CH}_4$  MeV の重陽子ビームを照射し、 $^{12}\text{C}(d, n)^{13}\text{N}$  反応により  $^{13}\text{N}$  を生成した。収量を確認するためにビーム照射直後にそのガス内の放射線を調べ、半減期を求めた。結果は半減期が 10 分程度となり、 $^{13}\text{N}$  の生成が確認できた。さらに、検出器の検出効率を考慮した解析を行ってガス中の RI 濃度を評価し、将来得られる不安定核ビーム強度の見積もりを行った。

今後は、陽子ビームを利用した  $^{14}\text{N}(p, \alpha)^{11}\text{C}$  反応により  $^{11}\text{C}$  を生成するテストも予定している。

## B-2 タンデム加速器のターミナル電圧制御系の開発

九州大学大学院理学府<sup>A</sup>, 九州大学理学部<sup>B</sup>, 九州大学<sup>C</sup> 郭 儷怡<sup>A</sup>, 寺西 高<sup>C</sup>, 牛尾 国久<sup>A</sup>, 林 慶大<sup>A</sup>, 則松 恭彰<sup>A</sup>, 福多 貴大<sup>B</sup>, 榮 大輔<sup>B</sup>, 秋山 陽平<sup>B</sup>

原子核の構造や反応を調べる上で核反応の励起関数（エネルギーの関数としての反応断面積）を測定することがしばしば有用である。

我々はタンデム加速器の特長であるエネルギーをすばやくかつ正確に制御できることを利用して、励起関数を自動的に効率よく測定するためのターミナル電圧制御系を開発している。本講演では、九州大学伊都キャンパスの新タンデム加速器施設において開発しているシステムの詳細および、現在進めている、陽子ビームエネルギーの安定度評価と励起関数のテスト測定の現状について発表する。

## B-3 タンデム加速器における RF 荷電交換型イオン源の開発

九州大学大学院理学府<sup>A</sup>, 九州大学理学部<sup>B</sup> 則松恭彰<sup>A</sup>, 寺西高<sup>A</sup>, 牛尾国久<sup>A</sup>, 林慶大<sup>A</sup>, 郭儷怡<sup>A</sup>, 榮大輔<sup>B</sup>, 福多貴大<sup>B</sup>, 秋山陽平<sup>B</sup>

九州大学伊都キャンパスにおいて整備中の新加速器施設では、タンデム加速器による低エネルギー重イオンビームを FFAG 加速器に入射し、核子あたり 25MeV 程度まで加速する計画がある。この方法の最初のテストビーム核種として  $^4\text{He}$  が計画されている。タンデム加速器に入射するイオンは負イオンでなければならないので、現在、 $\text{He}^-$  イオンの発生が可能な RF 荷電交換型イオン源の開発を行っている。このイオン源では He ガスをガラスボトルに注入しそこに 100 MHz の RF をかけることでプラズマ化し、一旦  $\text{He}^+$  イオンを生成する。 $\text{He}^+$  イオンはその後、荷電変換セル内のルビジウム蒸気によって荷電変換され  $\text{He}^-$  イオンになる。現在、 $\text{He}^+$  から  $\text{He}^-$  への荷電変換効率をルビジウムの温度条件を変えて測定し、運転条件の最適化を行っている。

また、本イオン源は He ガス以外のガスにたいしても利用可能である。将来、 $^{11}\text{CO}_2$  など RI を含んだガスをビーム照射により生成し、そのガスを本イオン源に注入することにより RI ビームの生成を計画している。そこで、炭素を含んだ  $\text{CO}_2$  や  $\text{CH}_4$  ガスをイオン源に注入し  $\text{C}^-$  イオンを引き出すテストを行った。今回はこれらの実験結果について発表する。

## B-4 $E_{c.m.}=1.5-1.2\text{MeV}$ での ${}^4\text{He}+{}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \gamma$ 反応断面積測定と ${}^{16}\text{O}$ バックグラウンド除去

九大院理<sup>A</sup> 伴忠彦<sup>A</sup>, 相良建至<sup>A</sup>, 藤田訓裕<sup>A</sup>, 山口裕幸<sup>A</sup>, 田尾成章<sup>A</sup>, 成清義博<sup>A</sup>, 濱元健一<sup>A</sup>

天体ヘリウム燃焼の主反応である  $E_{c.m.} = 0.3\text{MeV}$  での  ${}^{12}\text{C} + {}^4\text{He} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \gamma$  反応の全断面積は、特殊な反応機構ゆえに  $E_{c.m.} = 0.7\text{MeV}$  まで実測して外挿により推定するしかないが、これまでは独ルール大で  $1.9\text{MeV}$  まで測定されたただけだった。難しい実験である。九大では 20 年前から取組み、 $2.4\text{MeV}$ ,  $1.5\text{MeV}$ ,  $1.2\text{MeV}$  で実測し、現在は  $1.0\text{MeV}$  測定に挑戦している。その  $1.5\text{MeV}$ ,  $1.2\text{MeV}$  測定に、深刻な  ${}^{16}\text{O}$  バックグラウンド (BG) が混入している事に気付いた。 ${}^{12}\text{C}$  ビームのハロー成分が標的容器酸化表面に当たり  ${}^{16}\text{O}$  BG を生じていると判った。 ${}^{16}\text{O}$  BG を抑えるため、標的容器を改造し、ビームスリットを新設した。これらの取組みと  $1.5\text{MeV}$ ,  $1.2\text{MeV}$  での再測定とを報告する。

## B-5 $E_{c.m.} = 1.0\text{MeV}$ での $4\text{He}+{}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{16}\text{O} + \gamma$ 断面積測定のための RMS 改造と ToF 測定

九大院理<sup>A</sup> 田尾成章<sup>A</sup>, 相良建至<sup>A</sup>, 藤田訓裕<sup>A</sup>, 山口祐幸<sup>A</sup>, 成清義博<sup>A</sup>, 濱元健一<sup>A</sup>, 伴忠彦<sup>A</sup>

九大タンデム実験室では天体核反応  $4\text{He}({}^{12}\text{C}, {}^{16}\text{O}) \gamma$  全断面積測定を世界で最も低い  $E_{c.m.} = 1.5, 1.2\text{MeV}$  で行い、今は  $1.0\text{MeV}$  での測定を目指している。 $1.0\text{MeV}$  測定のために、前方  $\pm 1.6$  度内に反超される  ${}^{16}\text{O}$  全てを集束するため反跳質量分析器 (RMS) の立体角を拡大し、バックグラウンド (主に  ${}^{12}\text{C}$ ) を更に低減する必要がある。そこで  ${}^{16}\text{O}$  の軌道計算に基づき 4 重極電磁石 Q2 と Q4 の口径を広げ静電偏向器 ED の電極間隔を広げ、低エネルギーの  ${}^{12}\text{C}$  と  ${}^{16}\text{O}$  を明瞭に分離できる TOF 装置を導入した。講演では、改造後の RMS 立体角 Acceptance と TOF テスト実験の結果を紹介する。

## B-6 J-PARC ミューオン・電子転換過程探索実験 COMET のための電磁カロリメータの研究開発

九大理<sup>A</sup>, KEK<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup>, 九大 RCAPP<sup>D</sup>, BINP<sup>E</sup>, JINR<sup>F</sup>, Imperial College London<sup>G</sup> 大石航<sup>A</sup>, 五十嵐洋一<sup>B</sup>, 上野一樹<sup>B</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 久野良孝<sup>C</sup>, 佐藤朗<sup>C</sup>, 齊藤直人<sup>B</sup>, 東城順治<sup>A</sup>, 中居勇樹<sup>A</sup>, 西口創<sup>B</sup>, 深尾祥紀<sup>B</sup>, 三原智<sup>B</sup>, 三部勉<sup>B</sup>, 山口博史<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>D</sup>, Leonid Epshteyn<sup>E</sup>, Petr Evtoukhovich<sup>F</sup>, Dmitry Grigoriev<sup>E</sup>, Benjamin Krikler<sup>G</sup>, Anatoly Kulikov<sup>F</sup>, Vladimir Kalinnikov<sup>F</sup>, Anatoly Moiseenko<sup>F</sup>, Zviadi Tsamalaidze<sup>F</sup>, Yury Yudin<sup>E</sup>

荷電レプトンフレーバー保存を破るミューオン電子転換事象は素粒子標準理論では強く制限され、そのため標準理論を超える新しい物理の探索に適している。COMET 実験は茨城県東海村 J-PARC のハドロン実験室にて、 $10^{-17}$  の感度でこの事象を探索することを目標としている。生成される単色電子の運動量とエネルギーを精密に測定するために、検出器は飛跡検出器と電磁カロリメータにより構成される。

本講演では、電磁カロリメータの研究開発状況について、結晶シンチレータの選定のために東北大学にて行ったビーム試験と、光検出器の中性子耐性研究のために九州大学にて行った照射試験の結果を含めて報告する。

## B-7 J-PARC でのミューオン電子転換過程探索実験 (COMET 実験) におけるトリガー検出器の開発研究

九大理<sup>A</sup>, KEK<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup>, 九大 RCAPP<sup>D</sup> 中居勇樹<sup>A</sup>, 上野一樹<sup>B</sup>, 大石航<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 久野良孝<sup>C</sup>, 坂本英之<sup>C</sup>, 佐藤朗<sup>C</sup>, 東城順治<sup>A</sup>, 山口博史<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>D</sup>, 吉田学立<sup>C</sup>

ミューオン-電子 ( $\mu - e$ ) 転換過程は荷電レプトンフレーバー非保存過程であり、この過程を発見すれば標準理論を越えた新しい物理の存在を意味する。J-PARC ハドロン実験施設で行う COMET 実験の第 1 段階では、 $10^{-15}$  の感度で  $\mu - e$  転換過程の探索を目指す。

生成される信号電子の粒子識別と事象時間の測定、トリガー生成のため、トリガー検出器を用いる。検出器はシンチレータとチェレンコフ輻射体、光検出器 (MPPC) から成り、両端に 64 分割して配置する。本講演ではトリガー検出器の開発状況として、2014 年 9 月に東北大学電子光理学研究センターで行ったビームテスト実験と、同年 10 月に九州大学タンデム加速器を用いて行った MPPC の中性子耐性試験の結果について報告する。

## B-8 J-PARC ミューオン電子転換過程探索実験 COMET のためのストロー飛跡検出機の研究開発

九大理<sup>A</sup>, KEK<sup>B</sup>, 阪大理<sup>C</sup>, 九大 RCAPP<sup>D</sup> 田中聡一<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 久野良孝<sup>C</sup>, 東城順治<sup>A</sup>, 西口創<sup>B</sup>, 三原智<sup>B</sup>, 吉岡瑞樹<sup>D</sup>

ミューオン電子転換事象は、荷電レプトンフレーバーの保存を破る過程の一つである。この過程は標準理論で強く制限されているため、発見すれば標準理論を超えた新しい物理が存在する証拠となる。COMET 実験は、茨城県東海村の J-PARC にてこの事象を  $10^{-17}$  の感度で探索することを目標とした実験である。粒子の識別、および電子のエネルギーと運動量の精密測定のために、検出器にはストロー飛跡検出器と電磁カロリメータが用いられる。

ストロー飛跡検出器は、多数のストローチェンバーで構成されている。本講演では、この構成の最小単位である 1 本のストローチェンバーについて、九州大学で行った性能評価の結果を報告する。

## B-10 J-PARC/BL05 における中性子寿命測定実験：系統誤差の評価

九大理<sup>A</sup>, 九大 RCAPP<sup>B</sup>, 京大理<sup>C</sup>, 京大化研<sup>D</sup>, 東大理<sup>E</sup>, 東大素セ<sup>F</sup>, 名大理<sup>G</sup>, 名大 KMI<sup>H</sup>, CERN<sup>I</sup>, 理研<sup>J</sup>, 阪大 RCNP<sup>K</sup>, 高工研<sup>L</sup> 角直幸<sup>A</sup>, 田中元気<sup>A</sup>, 音野瑛俊<sup>B</sup>, 吉岡瑞樹<sup>B</sup>, 北原龍之介<sup>C</sup>, 岩下芳久<sup>D</sup>, 山田崇人<sup>E</sup>, 片山領<sup>E</sup>, 東直<sup>E</sup>, 横山晴道<sup>E</sup>, 角野浩史<sup>E</sup>, 山下了<sup>F</sup>, 榊原理紗<sup>G</sup>, 杉野智昭<sup>G</sup>, 広田克也<sup>G</sup>, 清水裕彦<sup>G</sup>, 北口雅暁<sup>H</sup>, 生出秀行<sup>I</sup>, 関義親<sup>J</sup>, 嶋達志<sup>K</sup>, 三島賢二<sup>L</sup>, 竹谷薫<sup>L</sup>, 猪野隆<sup>L</sup>

原子核に束縛されていない中性子は  $880 \pm 0.9$  秒の平均寿命で、陽子、電子及び反電子ニュートリノへと  $\beta$  崩壊する。中性子寿命は宇宙初期の元素合成量を予言する「ビッグバン元素合成理論 (BBN)」の重要なパラメータである。ところが、BBN で予言される宇宙初期における He/H 比からずれた遠方宇宙の観測結果が存在する。また、現行の主な測定手法は「 $\beta$  崩壊陽子を計数する方法」と「崩壊せず残った中性子を計数する方法」の 2 種類があり、各々の手法では誤差 1 秒の精度で寿命が得られているものの、これらの手法間には  $3.8\sigma$  の乖離が見られる。従って、これらとは別の手法での高精度な中性子寿命測定が要求されている。そこで我々は J-PARC/BL05 において、パルス中性子ビームを用いた寿命測定に取り組んでいる。 $\beta$  崩壊と中性子の入射フラックスを TPC (Time Projection Chamber) で同時に計数することで寿命を測定する。入射フラックスは TPC ガスに微量の  $^3\text{He}$  を混入し  $^3\text{He}(n, p)^3\text{H}$  反応を計数することで見積もる。 $\beta$  崩壊と  $^3\text{He}$  吸収反応は、デポジットエネルギーの違いで選別するが、この切り分けの精度が寿命に対する系統誤差となり得る。導入する  $^3\text{He}$  分圧を変えて取得したデータを用いて  $^3\text{He}$  吸収反応を取り出し  $\beta$  崩壊への漏れ込みの上限値を見積もった。本講演ではこの系統誤差の評価について報告を行う。

## B-11 九大新加速器施設における AMS 用イオン源のビームテスト

九大院理<sup>A</sup> 新名孝斎<sup>A</sup>, 野呂哲夫<sup>A</sup>, 寺西高<sup>A</sup>, 坂口聡<sup>A</sup>, 衛藤竜一<sup>A</sup>, 高尾秀明<sup>A</sup>, 林慶大<sup>A</sup>, 牛尾国久<sup>A</sup>, 小島拓郎<sup>A</sup>, 郭儷怡<sup>A</sup>, 則松恭彰<sup>A</sup>

九州大学実験核物理研究室では理学府キャンパス移転に伴った、新タンデム加速器を利用した AMS (加速器質量分析) システムの開発を行っている。最近ようやく、新イオン源 (MC-SNIC) から陽子のビームを引き出し加速器で加速する、といったテストが行えるようになった。そこで今回我々はイオン源の性能テストの一環として、引き出されるビームのエミッタンス (広がり方) を測定した。今後はタンデム加速器のアクセプタンスを測定し、ビームトランスポートに問題がないか評価を行う予定である。

## B-12 加速器質量分析のためのマルチアノードイオンチェンバーの開発

九大院理<sup>A</sup> 高尾秀明<sup>A</sup>, 野呂哲夫<sup>A</sup>, 坂口聡志<sup>A</sup>, 衛藤竜一<sup>A</sup>, 小島拓郎<sup>A</sup>, 新名孝斎<sup>A</sup>, 北村徳隆<sup>A</sup>

加速器質量分析 (AMS) は微量元素の超高感度な分析法である。特に放射性同位体  $^{14}\text{C}$  を用いた AMS は年代測定に多用されており、九州大学 AMS グループではタンデム加速器を用いた AMS 施設の実用化へ向けた開発を進めている。

AMS ではタンデム加速器で加速した微量なイオンの量を最終検出器で直接計数する。検出器には主に 3 つの性能が求められる。精度の高い測定を行うため、目的粒子とバックグラウンドを高精度で分離する能力、全てのビームが入射していることを保証するための 2 次元位置検出能力、さらに今後より重い粒子を対象とする場合に問題となる放射線損傷への耐性である。そこで当グループでは、アノードを 16 枚に分割し単位長さあたりのエネルギー損失を測定して粒子識別を行うガス検出器マルチアノードイオンチェンバーの開発を進めている。

バックグラウンドの高精度の分離には、信号強度の増強が有効であると期待される。そこで本研究ではイオンチェンバーに GEM ( Gas Electron Multiplier : 絶縁体を挟んだ銅薄膜に電圧をかけることで電子雪崩増幅を起こす膜) を導入し、以下の 2 点について性能評価を行った。(1) GEM に印加する電圧による信号強度の増幅度測定 (2) 2 次元位置測定本講演では、これらの結果について述べる。

## B-13 NEBULA を用いた多中性子検出におけるクロストークカット法及び検出効率のシミュレーション

宮崎大学<sup>A</sup>, 東京工業大学<sup>B</sup> 金谷佳尚<sup>A</sup>, 前田幸重<sup>A</sup>, 五反田修平<sup>A</sup>, 近藤洋介<sup>B</sup>, 中村隆司<sup>B</sup>

近年、中性子過剰核や中性子星の研究において、アイソスピン  $T = 3/2$  の三体力の効果が注目されている。我々は新しい三体力効果を研究するために三中性子共鳴状態を探索する計画を立てている。この目的には、崩壊により放出される全中性子を検出し、エネルギーと運動量を測定する不変質量法が有効である。我々の実験では終状態の三中性子を理化学研究所の不安定核ビーム施設 (RIBF) に建設された高効率・大立体角中性子検出器 NEBULA を用いて検出し、その運動量を測定する。中性子検出器 NEBULA は 12 本の VETO と 30 本  $\times$  2 段のプラスチックシンチレーターで 1 面を構成しており、有感領域は水平方向 360cm、垂直方向 180cm となっている。三中性子の同時検出は NEBULA を 2 面用いて行う。しかし、複数の中性子を同時検出するときはクロストークイベントが偽の多中性子検出イベントとなる。したがって、クロストークカット解析による偽イベントの除去が必要となる。

本研究では Geant4 を用いて、標的から 11m 下流に設置した NEBULA により 3 つの中性子を同時検出するシミュレーションを行い、高効率なクロストークの除去方法の検討及び検出効率の相対エネルギー ( $E_{rel}$ ) 依存性の導出を行った。

まず NEBULA による二中性子検出の解析で使用されたクロストークカット方法を三中性子の任意の二中性子間に適用することで、三中性子検出時のクロストークカットへの拡張を行った。さらに新たなカット条件を追加することでより効率的なクロストークの除去を行うことができた。得られた検出効率は  $E_{rel}$  の増加に伴い減少する傾向が見られ、 $E_{rel} = 10 \text{ MeV}$  のとき 0.35% となった。

## B-14 NEBULA による不変質量測定におけるエネルギー分解能のシミュレーション

宮崎大学<sup>A</sup>, 東京工業大学<sup>B</sup> 五反田修平<sup>A</sup>, 前田幸重<sup>A</sup>, 金谷佳尚<sup>A</sup>, 中村隆司<sup>B</sup>, 近藤洋介<sup>B</sup>

近年、中性子過剰核や中性子星の研究においてアイソスピン  $T=3/2$  の三体力の効果が注目されている。我々は、 $T=3/2$  の三核子系である三中性子共鳴状態の探索を目的とし、理化学研究所の中性子検出器 NEBULA で三中性子系の不変質量測定を行う実験を計画している。

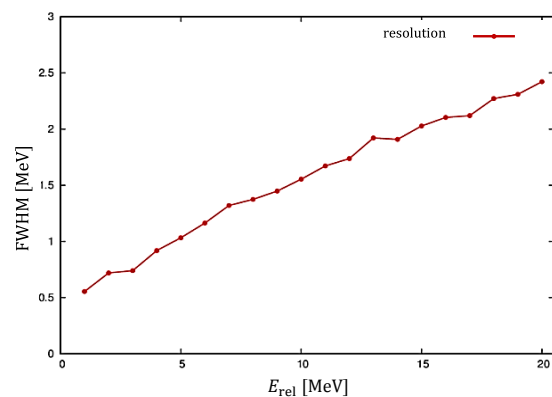
実験遂行にあたり、GEANT4 を用いて、相対エネルギー分解  $\Delta E_{rel}$ 、トリガーレートのシミュレーションを行った。

相対エネルギー分解能に関しては、 $E_{rel} = 1 \sim 20 \text{ MeV}$  の三中性子系に対してシミュレートした。結果、すべての  $E_{rel}$  において  $\Delta E_{rel} < 2.5 \text{ MeV}$  であった (図)。これは予想されている共鳴ピークの  $\Gamma \simeq 10 \text{ MeV}$  より小さく、求められる分解能を達成することが示された。

トリガーレートに関しては、NEBULA の標

準トリガー条件では、トリガーレートが 6kcps 以上となる事が確認され、荷電粒子 VETO 検出器の増設が必要である事が分かった。

以上の事に関して本公演では述べる。



## B-16 J-PARC ミューオン $g-2$ /EDM 実験: シリコンストリップ検出器試作機の開発

九大理<sup>A</sup>, Open-It<sup>B</sup>, JAXA<sup>C</sup>, KEK 素核研<sup>D</sup>, 東大理<sup>E</sup>, 九大 RCAPP<sup>F</sup> 調翔平<sup>A,B</sup>, 池田博一<sup>B,C</sup>, 池野正弘<sup>B,D</sup>, 上野一樹<sup>B,D</sup>, 内田智久<sup>B,D</sup>, 川越清以<sup>A,F</sup>, 古浦新司<sup>A,B</sup>, 高力孝<sup>B,D</sup>, 齊藤直人<sup>D</sup>, 佐々木修<sup>B,D</sup>, 田中真伸<sup>B,D</sup>, 東城順治<sup>A,B</sup>, 長澤翼<sup>A</sup>, 西村昇一郎<sup>E</sup>, 三部勉<sup>B,D</sup>, 吉岡瑞樹<sup>F</sup>

2012年、CERNのLHC加速器を用いたATLAS、CMS両実験においてヒッグス粒子が発見され、素粒子の標準模型は完成した。その一方で、2006年のブルックヘブン国立研究所(BNL)のE821実験では、ミューオンの異常磁気モーメント( $g-2$ )が0.54 ppmの高精度で測定され、標準模型の予想値より $3.3\sigma$ 大きな値が報告されている。そのため、より高精度でこの値を測定し標準模型の精密検証を行うことは素粒子物理の最重要課題の一つである。J-PARCでの新実験(E34)では、極冷ミューオンビームを用いることにより、先行実験とは全く異なる手法でミューオン $g-2$ を0.1 ppmの高精度で測定する。同時にミューオンの電気双極子モーメント(EDM)の世界最高感度( $10^{-21} e\cdot\text{cm}$ )での測定を行う。

ミューオンの $g-2$ およびEDMの高精度、高感度での測定を実現するため、ミューオンからの崩壊陽電子の飛跡の再構成を行う陽電子飛跡検出器は非常に重要な役割を果たす。本実験では、陽電子飛跡検出器としてシリコンストリップ検出器を用い、これまで検出器を構成するシリコンストリップセンサーおよびその読み出しASICの開発を行ってきた。9月26日9月30日には、それらを組み合わせたシリコンストリップ検出器試作機の性能評価として東北大学電子光理学研究センターで200 MeV/cの陽電子ビームを用いたビーム試験を行った。本講演ではシリコンストリップ検出器の開発状況とその試作機の性能評価について報告する。

## B-17 J-PARC ミューオン $g-2$ /EDM 実験: ファイバーホドスコープの開発

九大理<sup>A</sup>, Open-It<sup>B</sup>, JAXA<sup>C</sup>, KEK 素核研<sup>D</sup>, 東大理<sup>E</sup>, 九大 RCAPP<sup>F</sup> 長澤翼<sup>A</sup>, 池田博一<sup>B,D</sup>, 池野正弘<sup>B,D</sup>, 上野一樹<sup>B,D</sup>, 内田智久<sup>B,D</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 古浦新司<sup>A,B</sup>, 高力孝<sup>B,D</sup>, 齊藤直人<sup>D</sup>, 佐々木修<sup>B,D</sup>, 調翔平<sup>A,B</sup>, 田中真伸<sup>B,D</sup>, 東城順治<sup>A,B</sup>, 西村昇一郎<sup>E</sup>, 三部勉<sup>B,D</sup>, 吉岡瑞樹<sup>F</sup>

ミューオンの $g-2$ (異常磁気モーメント)は、2006年にブルックヘブン国立研究所(BNL)のE821実験によって0.54ppmの高い精度で測定されており、標準理論から予測される理論値と約 $3.3\sigma$ のズレがあることが分かっている。この理論値とのズレは標準理論を超える新しい物理を示唆している。また、未発見のEDM(電気双極子モーメント)を発見することが出来れば、レプトンにおいてもCP対称性の破れが存在することを意味する。J-PARCにおける $g-2$ /EDM精密測定は極冷ミューオンビームによる全く異なった手法を取り、 $g-2$ を0.1 ppm、EDMを $10^{-21} e\cdot\text{cm}$ の高い精度で測定することを目指す。

本実験ではシリコンストリップ検出器を用いてミューオンからの崩壊陽電子をトラッキングする。シリコンストリップ検出器の試作機はすでに製作されており、試作機のトラッキングの性能評価、運動量200 MeV/cでの陽電子信号の大きさの確認を目的としたビームテストを東北大学で9月26日~30日に行った。ファイバーホドスコープは陽電子ビームのトラッキングのために4台設置し、シリコンストリップ検出器のトラッキングの性能を見積もるために用いた。ファイバーホドスコープとはシンチレーションファイバーと光検出器を組み合わせた飛跡検出器のことである。本検出器は、1.0mm角ファイバー6本(垂直方向)と0.5mm角ファイバー10本(水平方向)を使用し、光検出器としてMPPC(Multi-Pixel Photon Counter)16個を使用した。本講演では、ファイバーホドスコープの開発とビームテストでのトラッキング性能の結果について述べる。



## B-18 ILCにおけるILD ECALのためのシリコン検出器に関する研究

九大理<sup>A</sup>, 九大 RCAPP<sup>B</sup>, 上野翔<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 末原大幹<sup>A</sup>, 須藤裕司<sup>A</sup>, 住田寛樹<sup>A</sup>, 高田秀佐<sup>A</sup>, 富田龍彦<sup>A</sup>, 平井寛人<sup>A</sup>, 宮崎陽平<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>B</sup>

国際リニアコライダー (ILC) とは全長 31km の電子陽電子衝突型線形加速器であり、ヒッグス粒子の精密測定や新物理の探索等を主な目的としている。ILC における主な物理過程は終状態に多数のハドロンジェットを含む。そのため ILC の検出器には高いジェットエネルギー分解能が要求され、この実現のために Particle Flow Algorithm(PFA) という再構成手法の導入が予定されている。PFA の導入によりジェット中の粒子を個別に識別することが可能となるが、その能力の向上のためには高精細な粒子検出器が必要とされる。

九州大学素粒子実験研究室では、ILD 測定器の電磁カロリメータの候補であるピクセル型シリコン検出器に関する研究を行っている。この検出器は、ピクセル状に細分割することで前述の高精細を実現している。本講演では、このセンサーへのレーザー照射測定等の特性に関する研究結果を報告する。

## B-19 ILCにおけるILD ECALのハイブリッド構造の最適化

九大理<sup>A</sup>, 九大 RCAPP<sup>B</sup>, 東大理<sup>C</sup>, 信州大理<sup>D</sup>, 日本歯科大<sup>E</sup>, CALICE-Asia group<sup>F</sup>, ILD ECAL group<sup>G</sup>, 住田寛樹<sup>A</sup>, 川越清以<sup>A</sup>, 吉岡瑞樹<sup>B</sup>, 末原大幹<sup>A</sup>, 須藤裕司<sup>A</sup>, 上野翔<sup>A</sup>, 竹下徹<sup>D</sup>, 小寺克茂<sup>D</sup>, 小野裕明<sup>E</sup>, Daniel Jeans<sup>C</sup>, CALICE-Asia group<sup>F</sup>, ILD ECAL group<sup>G</sup>

国際リニアコライダー (ILC) 計画は電子陽電子衝突型線形加速器実験であり、ヒッグス粒子の精密測定や新物理の探索などに大きな期待が寄せられている。このような興味のあるプロセスの終状態にはハドロンジェットを含むものが多く、検出器にはこれらのジェットの識別の為に高いエネルギー分解能が求められる。これを実現するために ILC では Particle Flow Algorithm(PFA) と呼ばれる解析手法の導入と、この手法に対応する高精細なカロリメータが必要とされる。ILC の検出器の1つであるILD 検出器では電磁カロリメータの候補としてピクセル型シリコン半導体検出器とMPPCを用いたストリップ型シンチレータ検出器の2つがあり、前者はピクセル型でPFAに適している一方、後者は時間分解能が良く高エネルギーでのバックグラウンド除去に使えるが、ストリップの形状からPFAの性能向上には工夫を要する。

本研究では両者を組み合わせる事でその利点を活かし欠点を補う最高性能の電磁カロリメータを目指す。今回の発表ではハイブリッド構造の検証の前段階として、ピクセル型シリコン半導体検出器についてシミュレーションを用いて最適化を行った結果を報告する。