

第 28 回 ICEPP シンポジウム

Report of Contributions

Contribution ID: 6

Type: **not specified**

ATLAS 実験オーバービュー+ ATLAS 実験における消失飛跡を用いた長寿命チャージノの探索

Sunday 20 February 2022 15:00 (40 minutes)

暗黒物質の有力候補である Wino や Higgsino が LSP となる SUSY シナリオにおいて、荷電ゲージノは有意な寿命を持つため内部飛跡検出機内で崩壊し消失飛跡と呼ばれる特徴的な短い飛跡を残す。本講演では、重心系エネルギー 13TeV の LHC-ATLAS 実験における Run-2 全データを用いたピクセル検出器 4 層で構成される消失飛跡を残す長寿命チャージノの探索結果について報告する。

Presenter: 加地 俊瑛 (早稲田大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 7

Type: **not specified**

LHC-ATLAS 実験における消失飛跡探索の感度向上に向けた新しい解析手法の開発

Sunday 20 February 2022 15:40 (20 minutes)

消失飛跡を用いた超対称性-暗黒物質探索は、短い飛跡を扱うという点で解析の難易度が高い。ただしデータや検出器の理解が進んだ現在は、解析の工夫によりデータ量を増やさずとも感度が向上することが期待されている。本講演では本解析に特化した新しい飛跡再構成による信号取得効率の向上と詳細な背景事象の理解を踏まえた新しい背景事象の見積もり手法による消失飛跡探索の次世代解析について発表する。

Presenter: 秋山 大也 (早稲田大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 8

Type: **not specified**

アニーリングマシンを用いた組み合わせ最適化による 飛跡再構成の性能評価と改善

Sunday 20 February 2022 16:00 (20 minutes)

アニーリングマシンは近年急速に発展している技術であり、現在実用化段階にある。組み合わせ最適化問題を非常に高速に解くことが可能で、幅広い分野への応用が期待されている。本講演では、様々なアニーリングマシンを紹介し、その中でも GPU ベースのアニーリングマシンを利用して、荷電粒子飛跡の再構成を行う。特に、HL-LHC の厳しい環境下における飛跡再構成性能の評価を行い、その応用可能性について報告する。

Presenter: 南 樹里 (早稲田大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 9

Type: **not specified**

原子核時計実現に向けたトリウム **229** 原子核の極低エネルギーアイソマー状態探索

Sunday 20 February 2022 16:35 (30 minutes)

トリウム 229 は原子核としては極低エネルギーな 8 eV 程度のアイソマー状態を持ち、1000 秒程度の長寿命が期待される。レーザー制御することで既存の原子時計の精度を 1 桁ほど上回る原子核時計の実現可能性があるが、エネルギーと寿命の精度はレーザー励起の要請に達していない。我々は核共鳴散乱の手法でアイソマー状態原子核の人工的生成に成功した。今はアイソマー状態からの脱励起光観測と精密測定を目指している。

Presenter: 岡井 晃一 (岡山大学)**Session Classification:** ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 10

Type: **not specified**

CdTe 検出器を用いた負ミュオンによる非破壊三次元 イメージング法の開発

Sunday 20 February 2022 17:05 (30 minutes)

試料を破壊せずに、物質内部の元素を分析する手法は、考古物など貴重な試料を扱う分野において有用である。近年、宇宙観測用に位置分解能が優れた CdTe イメージング検出器が実用化された。我々は、CdTe 検出器と負ミュオンビームによる元素分析を組み合わせることで、J-PARC において、ボール試料へのミュオン特性 X 線による非破壊三次元元素イメージングを成功した。本講演ではこれまでの成果を議論する。

Presenter: 邱 奕寰 (大阪大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミュオンビーム、CMB

Contribution ID: 11

Type: **not specified**

CMB 望遠鏡の自動較正に向けた制御系の開発と評価

Sunday 20 February 2022 17:35 (20 minutes)

宇宙マイクロ波背景放射（CMB）に現れる特徴的な偏光パターンはインフレーションの直接的証拠となる。Simons Observatory 実験は 2 種計 4 台の望遠鏡を用いて 2023 年からチリ、アタカマ高地において世界最高精度での CMB 偏光観測を予定している。本講演では実際に観測で用いられる較正システムの開発状況を報告する。

Presenter: 中田 嘉信 (京都大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 13

Type: **not specified**

大規模エレクトロニクスシステムにおける次世代型オペレーションモデルの研究

Sunday 20 February 2022 18:30 (20 minutes)

本研究では TGC 検出器のエレクトロニクスの刷新を通して、固定位相でのクロック分配、遠隔でのクロック位相調整及び位相測定、不揮発性メモリを利用した自律型ステートマシンの開発を行い、これらの機能が ATLAS 実験などの高エネルギー物理学実験のみに留まらず、様々な大規模エレクトロニクスシステムにおいて非常に有用な技術であることを立証した。

Presenter: 青木 匠 (東京大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミューオンビーム、CMB

Contribution ID: 14

Type: **not specified**

ATLAS 実験 Run3 に向けた複数のミュオン検出器 情報を統合するトリガーロジックの開発と性能評価

Sunday 20 February 2022 18:10 (20 minutes)

2022 年開始予定の ATLAS 実験 Run3 に向けて、初段ミュオントリガーでは背景事象をより削減するために、エンドキャップ部の磁場領域よりも内側に新たに導入する検出器の情報をを用いてトリガーシステムを刷新する。本講演では、複数のミュオン検出器の情報を統合し補完的に用いることで、各領域・運動量ごとに最適なトリガーロジックを開発し、初段ハードウェアトリガーに実装した場合の性能評価について報告する。

Presenter: 吉村 宣偉 (京都大学)

Session Classification: ATLAS 実験、原子核、ミュオンビーム、CMB

Contribution ID: 15

Type: **not specified**

SK 実験オーバービュー + SK-Gd における中性子とミューオン崩壊電子の識別

Sunday 20 February 2022 20:40 (30 minutes)

ニュートリノ事象による中性子の遅延信号を効率的に捉えるために、SK 検出器内にガドリニウムを溶解させた SK-Gd 実験が稼働中である。中性子信号のエネルギーが高くなり検出効率も大幅に向上するが、その反面にミューオン崩壊電子と一部混入が発生する。そのため中性子と崩壊電子を効率よく識別し、混入を抑える必要がある。本講演では、時間とエネルギーを用いた識別方法で宇宙線ミューオン事象に対する混入率の確認を行う。

Presenter: HAN SEUNGHO (東京大学)**Session Classification:** SK 実験、ATLAS 実験 (ミューオントリガー)

Contribution ID: 16

Type: **not specified**

SK-Gd の中性子識別向上のための光電子増倍管ノイズ解析

Sunday 20 February 2022 21:30 (20 minutes)

スーパーカミオカンデでは水中の微弱な光を検出するために光電子増倍管が取り付けられている。現在、ニュートリノ事象による中性子を効率よく捉えるため、ガドリニウムを純水中に溶解した SK-Gd 実験が開始している。中性子信号の再構成には光電子増倍管の時間・電荷情報を用いるため、ノイズの量が検出精度に大きく影響する。本講演では、光電子増倍管ノイズの評価に加え、解析的なノイズ除去手法の開発結果を報告する。

Presenter: 前川 雄音 (慶應義塾大学)

Session Classification: SK 実験、ATLAS 実験 (ミューオントリガー)

Contribution ID: 17

Type: **not specified**

SK-Gd における宇宙線ミューオン由来の中性子捕獲 信号を用いたエネルギー再構成の改善

Sunday 20 February 2022 21:10 (20 minutes)

2020 年、スーパーカミオカンデの純水にガドリニウムを加えたスーパーカミオカンデ-ガドリニウム (SK-Gd) 実験が開始された。中性子の検出効率が向上し、高感度での超新星背景ニュートリノ探索を行う。本研究では、宇宙線ミューオンが水中で核破砕によって生成した中性子の Gd の捕獲事象を用いた測定器の新たな校正手法を検討している。特に水槽内全域でのエネルギー再構成の改善を目指しており、その現状を報告する。

Presenter: 志摩 静香 (東京大学)

Session Classification: SK 実験、ATLAS 実験 (ミューオントリガー)

Contribution ID: 18

Type: **not specified**

テストパルスの活用研究～初段ミューオントリガーの 統合試運転とシステム即時診断機構への応用～

Sunday 20 February 2022 22:05 (20 minutes)

LHC-ATLAS 実験初段ミューオントリガーの Run3 に向けた統合試運転の現状を発表する。検出器の信号を模した試験電荷を入力する全読み出し系の試験、デジタル回路に飛跡パターンを入力するトリガー回路系の試験、チャンネルのノイズ特性調査が包括的に遂行中だ。さらにこれらの機構を、誰でも使えるツールとして整備し、システムの診断装置として Run3 開始後のインフラとして活用予定で、試験項目の最適化も進む。

Presenter: 林 雄一郎 (東京大学)

Session Classification: SK 実験、ATLAS 実験 (ミューオントリガー)

Contribution ID: 19

Type: **not specified**

MPSoC デバイスを用いた高輝度 LHC-ATLAS 実験トリガーエレクトロニクス制御の高度化

Sunday 20 February 2022 22:25 (20 minutes)

高輝度 LHC-ATLAS 実験においてミューオントリガーエレクトロニクスはすべて刷新される。後段回路では大規模 FPGA によりオンライン演算や読み出しがなされ、その制御系高度化のため Zynq MPSoC を導入する。MPSoC の OS として CentOS 7 を採用し、組み込みシステムとしての開発の技術基盤を確立した。現在は機能実装および実機を用いたデモンストレーションが進行中で、本講演で最新結果を発表する。

Presenter: 岡崎 健人 (東京大学)

Session Classification: SK 実験、ATLAS 実験 (ミューオントリガー)

Contribution ID: 20

Type: **not specified**

ハイパーカミオカンデ実験のエレクトロニクス R&D に向けた **50 cm PMT** 標準波形の作成

Monday 21 February 2022 11:30 (20 minutes)

ハイパーカミオカンデ (HK) はニュートリノの CP 対称性や大統一理論の究明など、宇宙の成立の謎の解明を目指す。HK はタンク内の 26 万トンの超純水とタンク内面に設置される 20,000 本以上の PMT によって検出器中 (水中) で起きる素粒子反応を観測する。現在 PMT 信号を読み出す電子回路を開発中であり、本講演では、PMT 信号の特長と、これを読み出すフロントエンドエレクトロニクスの開発状況について発表する。

Presenter: 金島 遼太 (東京大学)

Session Classification: ニュートリノ実験

Contribution ID: 21

Type: **not specified**

スーパーカミオカンデガドリニウム実験のための **Nitrogen-16** を用いたエネルギースケール評価

Monday 21 February 2022 11:50 (20 minutes)

超新星背景ニュートリノの探索感度向上を目指し、2020年7月にスーパーカミオカンデ (SK) に硫酸ガドリニウムを導入した。一方、硫酸ガドリニウム導入後も太陽ニュートリノの観測も継続している。その為、太陽ニュートリノに対する検出器応答におけるエネルギースケールの変化について、主に宇宙線負のミューオン捕獲による窒素 16 の崩壊事象を用いて硫酸ガドリニウム導入前のデータと比較しながら確認した。

Presenter: 兼村 侑希 (東京大学)

Session Classification: ニュートリノ実験

Contribution ID: 25

Type: **not specified**

SK-Gd における中性子検出を用いたニュートリノ事象再構成手法

Monday 21 February 2022 19:15 (20 minutes)

SK における数百 MeV 以上のニュートリノの事象再構成では、反応で生じたハドロンの検出が難しくハドロンの運動量を持ち去ることで再構成精度が下がっていた。SK にガドリニウムを導入した SK-Gd 実験では、中性子の検出効率の向上に加えて中性子捕獲位置の再構成精度も改善するため、中性子検出で得られる情報から中性子の運動量を推定し、もとのニュートリノのエネルギー・到来方向をより良く再構成する手法を開発した。

Presenter: 三木 信太郎 (東京大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 27

Type: **not specified**

T2K 実験における新型前置検出器の宇宙線等を用いた校正手法の開発

Monday 21 February 2022 19:35 (20 minutes)

T2K 実験はニュートリノにおける CP 対称性の破れを検証する実験である。2022 年度には新型検出器 SuperFGD の導入が予定されている。SuperFGD は約 200 万個のシンチレータキューブを 3 次元的に並べた検出器であり出力チャンネルも 5 万 6 千以上となっている。検出器の正確な理解はニュートリノ反応断面積等の解析に欠かせない。今回は宇宙線等を用いた校正手法の開発についての現状と課題について発表する。

Presenter: 児玉 将馬 (東京大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 28

Type: **not specified**

T2K 実験におけるニュートリノフラックス推定精度の向上のための電磁ホーン冷却水分布測定

Monday 21 February 2022 19:55 (20 minutes)

ニュートリノ振動の精密測定によりレプトンの CP 対称性の破れを調べる T2K 実験では、ニュートリノビームのフラックスを精度良く推定する必要があり、そのためには電磁ホーンの冷却水とニュートリノの親粒子の π 中間子との二次的反応の影響を考慮する必要がある。本研究ではモックアップ試験により電磁ホーン内の冷却水分布をモデル化し、シミュレーションに取り入れることで、フラックスに対する系統的不定性を評価する。

Presenter: 西森 早紀子 (総合研究大学院大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 30

Type: **not specified**

LHC-ATLAS 実験におけるクォーク・グルーオン識別 の向上

Monday 21 February 2022 20:30 (20 minutes)

Our goal is distinguishing quark-initiated from the gluon-initiated jet with new neural network models such MLP, CNN, and PointWise model.

Presenter: LU CHENGYU (東京大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 31

Type: **not specified**

ATLAS Run3 実験に向けた液体アルゴンカロリメータ の新型読み出しシステムのコミッショニング

Tuesday 22 February 2022 22:25 (20 minutes)

ATLAS 実験の Phase-I アップグレードにおいて、液体アルゴンカロリメータではトリガー用読み出しシステムを更新する。本講演は新しい読み出しシステムのタイミングアライメント、実ビームを使ったパイロットランのデータ分析、新しく設置されたオンディテクタおよびオフディテクタのエレクトロニクスのカリブレーションなどの新しいデジタルトリガー読み出しシステムの試運転作業を紹介します。

Presenter: ZANG JIAQI (東京大学)

Session Classification: SOI ピクセル検出器、ATLAS 実験 (カロリメータ)

Contribution ID: 32

Type: **not specified**

大面積 SOI ピクセル検出器を用いた KEK AR-TB 用高精度テレスコープシステムの構築と性能評価

Tuesday 22 February 2022 21:45 (20 minutes)

KEK に建設される電子ビームライン AR-TB に用いるテレスコープ開発のため ELPH の 820MeV 陽電子ビームを用いて SOI ピクセル検出器のトラッカー性能試験を行った。センサー内の電荷の広がりやクラスターサイズ、それらのセンターバイアス・ビーム運動量依存性を評価し位置分解能への影響を分析する。その情報をもとにしたシミュレーションで最適なセンサー厚を決定し AR-TB でのテレスコープ性能予測を行う。

Presenter: 鈴木 尚紀 (筑波大学)

Session Classification: SOI ピクセル検出器、ATLAS 実験 (カロリメータ)

Contribution ID: 33

Type: **not specified**

LAr カロリメータ新トリガー読み出しシステムにおけるフィルタリング手法の最適化

Tuesday 22 February 2022 22:05 (20 minutes)

LHC-Run3 では、新規導入したトリガーの本格運用を始める。トリガー読み出しシステムでは、信号の復調の際に信号対雑音比を最大にすることを目的とした **Optimal filter** を用いて、横エネルギーとタイミングの再構成を行う。このためのフィルタリング係数は予め決定する必要があるため、その最適化手法と決定した係数の性能を評価し、Run3 における新トリガー運用の展望を議論する。

Presenter: 古川 真林 (東京大学)

Session Classification: SOI ピクセル検出器、ATLAS 実験 (カロリメータ)

Contribution ID: 36

Type: **not specified**

J-PARC muon g-2/EDM 実験における低速ミュオン 静電加速収束器の設計

Wednesday 23 February 2022 09:00 (20 minutes)

J-PARC muon g-2/EDM 実験では低速ミュオンを生成した後、SOA レンズと呼ばれる静電加速収束器を用いて、低速ミュオンを RFQ まで加速しながら輸送する。この際に、輸送効率を最大化し、RFQ アクセプタンスとマッチングをとるように SOA レンズを設計する必要がある。本公演では SOA 内を通過する粒子のシミュレーションを Geant4 を用いて行い、最適化したレンズの条件について発表する。

Presenter: 有留 翔一 (東京大学)

Session Classification: ミュオン g-2/EDM 実験

Contribution ID: 37

Type: **not specified**

J-PARC muon g-2/EDM 実験のための 3 次元らせん入射手法実証実験

Wednesday 23 February 2022 09:20 (20 minutes)

J-PARC においてミュー粒子の異常磁気モーメント (g-2) と電気双極子モーメント (EDM) を同時に精密測定するための実験 (E34) を準備中である。E34 実験では、ビームを蓄積するために「3次元らせん入射」という手法を用いる。これは世界初の試みであるため KEK に電子ビームを用いたテストベンチを構築し実証実験を行なっている。本講演では、実証実験における蓄積されたビームの検出について議論する。

Presenter: 松下 凌大 (東京大学)

Session Classification: ミューオン g-2/EDM 実験

Contribution ID: **38**

Type: **not specified**

Opening remarks

Sunday 20 February 2022 14:50 (10 minutes)

Contribution ID: 39

Type: **not specified**

Registration

Sunday 20 February 2022 14:00 (50 minutes)

バス到着 (1) 13:28

バス到着 (2) 14:28

Contribution ID: 41

Type: **not specified**

ミューオン **g-2/EDM** 精密測定実験に用いるミューオン蓄積磁石の製作時における誤差磁場の系統的研究

Wednesday 23 February 2022 09:40 (20 minutes)

g-2/EDM 精密測定実験は一様磁場中に蓄積されたミューオンを用いて g-2/EDM を測定する。先行実験を上回る精度で g-2 を測定するために、ミューオン蓄積領域において、周回方向平均における最大の乱れが 0.1 ppm 以下という高い一様性を持つ磁場が要求される。そのためには誤差磁場の主な発生要因である磁石の製作段階で発生する誤差について、発生確率分布や製作誤差との相関を中心に系統的研究を行った。

Presenter: 小山 駿 (東京大学)**Session Classification:** ミューオン g-2/EDM 実験

Contribution ID: 42

Type: **not specified**

Closing remarks

Wednesday 23 February 2022 10:00 (30 minutes)

Contribution ID: 43

Type: **not specified**

講義 (1)

Monday 21 February 2022 09:00 (1 hour)

Presenter: 和弘, 秦 (国立天文台水沢 VLBI 観測所)

Session Classification: 特別講義: 巨大ブラックホール観測の最前線

Contribution ID: 47

Type: **not specified**

講義 (2)

Monday 21 February 2022 10:15 (1 hour)

Presenter: 和弘, 秦 (国立天文台水沢 VLBI 観測所)

Session Classification: 特別講義: 巨大ブラックホール観測の最前線

Contribution ID: 50

Type: **not specified**

高輝度 LHC-ATLAS 実験のミュオントリガーにおける新検出器とのコインシデンスアルゴリズムの開発

Sunday 20 February 2022 22:45 (20 minutes)

高輝度 LHC-ATLAS 実験の初段ミュオントリガーでは、磁場外部検出器 (TGC) で再構成されたミュオン飛跡について、磁場内部の検出器との検出位置の差についての 2 次元の対応からコインシデンスをとることで、横運動量を判定し、TGC 単体よりも横運動量判定精度を高めることが可能である。本講演では、開発した磁場内部検出器とのコインシデンスアルゴリズムの概要とトリガー判定精度の評価について報告する。

Presenter: 河本 地弘 (京都大学)

Session Classification: SK 実験、ATLAS 実験 (ミュオントリガー)

Contribution ID: 51

Type: **not specified**

GRAMS 実験に向けた気球搭載型液体アルゴン TPC の開発

Monday 21 February 2022 20:50 (20 minutes)

GRAMS 実験では気球搭載型の液体アルゴン TPC(LArTPC) を用いて宇宙反粒子探索を行う。LArTPC による実験を気球上で行うためには様々な技術的開発課題がある。例えば、気圧変化や高純度の維持を考慮した液体アルゴン用真空容器や安定な電圧印可システムの構築に加えて、反粒子観測のための検出器統合システムの最適化等である。本講演では気球実験のための開発状況や検出器性能評価の結果について報告する。

Presenter: 櫻井 真由 (早稲田大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 52

Type: **not specified**

GRAMS 実験に向けた LArTPC による反粒子同定手法 の検証

Monday 21 February 2022 21:10 (20 minutes)

GRAMS 実験は液体アルゴン TPC を用いた次世代気球・衛星実験であり宇宙反粒子による暗黒物質探索と MeV γ 線の観測を主眼に置いている。特に入射荷電粒子の識別には飛跡の dE/dX 分布情報と反粒子が Ar 原子核に捕獲された後に放出される複数のハドロン情報を用いる。本講演では早稲田テストスタンドにおける宇宙線 μ 粒子捕獲事象測定や加速器ビームを用いた反粒子観測の可能性に関する検討結果を報告する。

Presenter: 中曽根 太地 (早稲田大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 53

Type: **not specified**

ピクセル読み出しガス **TPC** 開発

Monday 21 February 2022 21:45 (30 minutes)

ガス TPC は暗黒物質直接探索やコライダー実験などで用いられているが、その位置検出精度は電子ドリフト時の拡散によって制限されていた。近年、陰イオンがドリフトすることによって低拡散のガス (陰イオンガス) が注目され、微細読み出しと組み合わせることにより精密な位置検出が可能であると見込まれている。本公演では、それを実現すべく開発中の微細ピクセル構造の読み出しを持ったガス TPC について報告する。

Presenter: 東野 聡 (神戸大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 54

Type: **not specified**

NEWAGE 大型検出器における背景事象削減

Monday 21 February 2022 22:15 (20 minutes)

NEWAGE は方向に感度を持った暗黒物質探索実験である。現在神岡坑内で長期測定中であるが、感度向上のため更なる大型検出器も開発中である。極低背景事象下でなお存在する検出器外部要因の背景事象削減には大型シールドを要すほか、内部要因の背景事象も無視できず、対策の必要がある。本発表では神岡での大型検出器本測定に向けた背景事象削減の研究を報告する。

Presenter: 中山 郁香 (神戸大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 55

Type: **not specified**

高い時間分解能と位置分解能を併せ持つ新型 **LGAD** 検出器 (**AC-LGAD**) の研究開発

Monday 21 February 2022 22:35 (20 minutes)

LGAD は高い時間分解能を持つ半導体シリコン飛跡検出器であり、将来の高エネルギー・高輝度化が進む加速器実験の内部飛跡検出器の候補となる。我々は従来の LGAD 検出器の高い時間分解能に加えて高い空間分解能も併せ持つ新型の AC-LGAD 飛跡検出器について研究開発を行っている。本講演では実際に試作したセンサーの性能評価、放射線耐性の結果やそれを受けて改良したもののシミュレーションなどについて報告する。

Presenter: 北 彩友海 (筑波大学)

Session Classification: ニュートリノ実験、GRAMS 実験、暗黒物質探索、加速器実験

Contribution ID: 56

Type: **not specified**

講義 (1)

Tuesday 22 February 2022 19:15 (1 hour)

Presenter: 一朗, 牛島 (東京大学大学院工学系研究科)

Session Classification: 特別講義: 光格子時計の基礎と相対論的測地への応用

Contribution ID: 57

Type: **not specified**

講義 (2)

Tuesday 22 February 2022 20:30 (1 hour)

Presenter: 一朗, 牛島 (東京大学大学院工学系研究科)

Session Classification: 特別講義: 光格子時計の基礎と相対論的測地への応用