



立教大学

理学部物理学科

大学院理学研究科物理学専攻

研究案内 2013

立教大学理学部物理学科の構成

立教大学理学部物理学科には3つの研究室があります。素粒子論と宇宙物理学の理論を研究する理論物理学研究室、原子核・原子を研究する原子核・放射線物理学研究室、宇宙と地球を研究する宇宙地球系物理学研究室です。主な研究対象が素粒子・原子核と宇宙・地球に、研究手法が理論と実験・観測に大別されているというわけです。この冊子では、物理学科構成メンバーの研究を紹介します。

理論物理学研究室

原子核・放射線物理学研究室

宇宙地球系物理学研究室

理論物理学研究室

江口徹

田中秀和

矢彦沢茂明

原田知広

小林努

疋田泰章

前田秀基

原子核・放射線物理学研究室

小泉哲夫

家城和夫

平山孝人

栗田和好

村田次郎

洞口拓磨

立花隆行

榎園昭智

宇宙地球系物理学研究室

北本俊二

田口真

内山泰伸

亀田真吾

星野晶夫

鈴木秀彦

実験技術員

須賀一治

理論物理学研究室

江口徹

特任教授

数理物理学研究センター長



超弦理論とブラックホール

居室 4号館3階4319

専門分野 素粒子論・数理物理学

研究テーマ

・超弦理論, 超対称ゲージ理論, ブラックホール

2013年度担当科目

数理物理特論1, 量子場特論

オフィスアワー 月曜 14:00-16:00

最近の論文・著書等

・ T.Eguchi, H.Ooguri and Y.Tachikawa,
"Notes on the K3 surface and the Mathieu Group M24",
Exper.Math.20:91-96,2011

・ T.Eguchi and K. Hikami,
"Note on Twisted Elliptic Genus of K3 Surface",
Phys.Lett.B694:446-455,2011

私は超弦理論の力学や超対称ゲージ理論の厳密解など素粒子の基礎理論を主要な研究テーマとしていますが、これらの研究を通じて宇宙の創成やブラックホールの謎などを解明する事が長期的な研究目標です。我々は一体どこから来たのか、ブラックホールの中では一体何が起きているのか、これらは最も難しい現代物理学の難問ですが、超弦理論はこの10数年程の発展でこうした問題にある程度答えることができるようになってきました。特に、ある種の(超対称性を持つ)ブラックホールに関してはその量子状態を数え上げることによって、ホーキングらが予想したブラックホールのエントロピーの値を導出することが出来るようになりました。これは、BPS状態と呼ばれるブラックホールが持つ特定の状態が、超対称性によって理論の変形から守られるためその数が不変に留まり、正確な計算

が出来るためです。このため理論のBPS状態の構造を調べる事は重要な問題となります。私は2年程前にK3曲面とよばれる空間上にコンパクト化した弦理論を調べてそのBPS状態がある特別な離散群(マシュー群)の対称性を持つという不思議な事実に気づきました。これはいわば最も小さなブラックホールの持つ対称性に相当しますが、大きなブラックホールの持つ対称性がどうなるかはまだ分かりません。こうした問題を調べるには、数理物理的な手法が役に立つ場合が多く、12年度から始まった数理物理センターの活動が大いに助けになるものと期待しています。

田中秀和 素粒子反応の理論的研究

教授



居室 4号館3階4324

専門分野 素粒子物理学

研究テーマ

- ・高エネルギー素粒子反応の理論的研究
- ・クォーク・グルーオン系の物理

2013年度担当科目

理論物理学講究 2/5, 波動と量子, 量子場理論, 素粒子特論など

オフィスアワー 水曜4限 / アカデミックアドバイザー 2年生

最近の論文・著書等

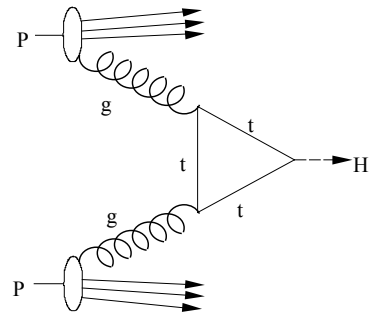
- ・ Separation of the chiral and deconfinement phase transition in curved space-time
S. Sasagawa and H. Tanaka, Prog. Theor. Phys.128 (2012), pp.925-939
- ・ Constraints on the charged scalar effects using the forward-backward asymmetry on $B \rightarrow D^*(\tau^+\nu\tau^-)$
Y. Sakaki and H. Tanaka, Phys. Rev. D87(2013), 054002
- ・ Minimal Doubling Fermion and Hermiticity
S. Kamata and H. Tanaka, PTEP 2013 (2013), 023B05 他

物質の基本構造について現時点までに分かってきたことは、「物質はクォークとレプトンで出来ており、それらの間の相互作用はゲージ粒子とよばれる粒子によって媒介されている」という物質像です。これは「素粒子の標準理論」とよばれ、物質や宇宙の現象を理解するための最も基礎となる理論体系の一つです。

しかし、標準理論が物質の究極の姿を全て説明してくれるわけではなく、もっと深いレベルでの構造の反映であろうと考えられています。例えば、素粒子の質量の起源と考えられているヒッグス機構や素粒子の世代についても多くの不明な点が残されています。もし、ヒッグス機構が正しいとすると、ヒッグス粒子が存在するはずですが、2012年7月にCERNのLHC加速器でヒッグス粒子らしき粒子が発見されたとの報告がありました。現在、この粒子が標準理論で期待される粒子かどうかの検証が行われています。

このような物質構造の研究は、理論的な研究と実験的な検証とによって進められています。理論的な研究としては、素粒子の標準理論が成立する起因をより深く理解するための統一理論の構築の試みなどと共に、複雑な素粒子反応がどこまで標準理論によって説明可能かを探る試みが挙げられます。

素粒子の標準理論の枠組みは、学部4年次生でも（ちゃんと勉強すれば）理解できる体系であり、この分野は卒業研究で取り組むことも可能です。



陽子と陽子の衝突におけるヒッグス粒子(H)生成過程の一例

矢彦沢茂明 超弦理論・M理論の構築

教授



居室 4号館3階4333号室

専門分野 素粒子理論物理学

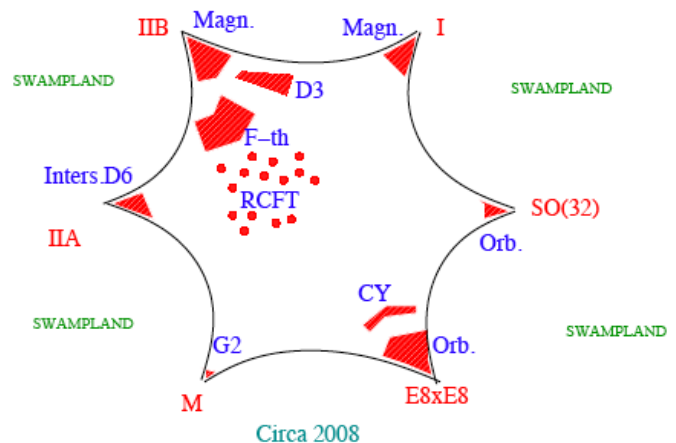
研究テーマ

- ・超弦理論と重力
- ・行列理論とDインスタントン
- ・情報の場の理論

最近の論文・著書等

- ・ "Information metric from a linear sigma model"
U. Miyamoto and S. Yahikozawa, Phys. Rev. E85 051133 (2012)
- ・ "Lowe Energy Action of "Covariant" Superstring Field Theory"
Y. Chizaki and S. Yahikozawa, International Journal of Modern Physics A (2011)

幅広い物理全体の理解をすることは大切です。素粒子論とは物質を構成している基本粒子とその相互作用及び時空・宇宙の構造を研究する学問分野です。広い意味では、素粒子論は今までに知られた個々の自然法則や原理を、現在未解決な問題を手がかりにして、より簡潔な形で理解することを目指しています。ベータ崩壊に代表されるような弱い相互作用、ハドロンを構成しているクォークやグルーオンの強い相互作用、一般相対性理論によって記述される重力、そして電磁気力、これら四つの力と物質を統一的に記述する理論として、現在最も有望な理論が「超弦理論・M理論」です。この理論の素朴な見方は、まず振動している弦を考えて、その各振動モードを「素粒子」とみなし、次にそれが分裂したり結合したりする過程を考えることです。この見方からゲージ場や重力場の導出などの重要な性質が導けます。近年、双対性、Dブレーン、行列模型、時空の非可換性等をキーワードとして少しずつ「超弦理論」に進展が見られ、私も非摂動的な「超弦理論」の定式化に大いに興味をもって研究しています。素粒子論を契機として、物性論、宇宙論、ブラックホールの物理、数理論理、統計物理、情報理論...等にも興味を持っています。今までに、超弦理論以外にも、膜の理論、位相場の理論、超流体中の量子渦、宇宙紐のダイナミクス、Dインスタントン、時空の特異点、情報計量等々も研究してきましたが、それらはいずれも深いところで「超弦理論」と結びついています。



原田知広 一般相対論とその宇宙物理学・宇宙論への応用

准教授



居室 4号館3階4331

専門分野 宇宙物理学

研究テーマ

・重力崩壊、自己相似解、時空特異点、ブラックホール物理学、重力波

2013年度担当科目

物理学1, 物理入門ゼミナール, 理論物理学講義1, 重力特論など

オフィスアワー 水曜4限/アカデミックアドバイザー 3年生

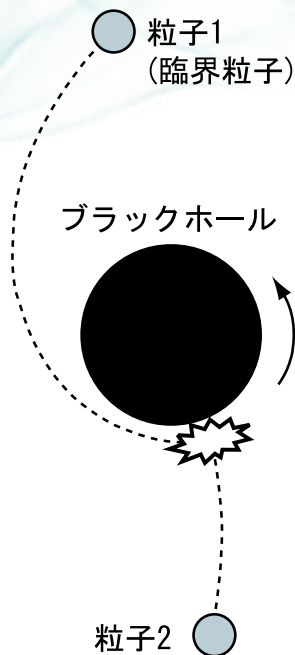
最近の論文・著書等

・ H. Nemoto, U. Miyamoto, T. Harada and T. Kokubu, "Escape of superheavy and highly energetic particles produced by particle collisions near maximally charged black holes", accepted for publication in Physical Review D, arXiv:1212.6701 [gr-qc] 他

一般相対論に代表される重力法則は、宇宙の誕生間隙から現在そして未来への進化を記述し、原子核程度の高密度物質からなる中性子星の重力を記述し、光さえも出られないブラックホールの構造を記述し、さらに時空のゆがみの伝播としての重力波を記述します。一般相対論は、時空の曲率と物質場の関係式によって時空の動力学を与えます。一般相対論は、単に理論的に美しいだけでなく、重力法則をきわめて精密に記述することが実証されており、宇宙論・宇宙物理学の様々な極限的な状況において非常におもしろい応用を持っています。最近の観測技術の進展は、宇宙が現在加速膨張していることを発見しましたし、近い将来には重力波の直接検出が可能となるでしょう。さらに、他の物理学や数学と関連した幅広い研究がなされています。また、ワームホールやタイムマシンなど空想科学的対象を物理学として扱うこともできます。そうした様々な研究が有機的に結びついた総体が、Einsteinが提案した重力理論を踏まえつつそれを遙かに超えた、現代の「一般相対論」分野として認識されています。

ここ数年、私は近極限回転ブラックホール近傍での粒子衝突における重心系エネルギーの非有界性に関する研究を行ってきました。最近、極限ブラックホールの新しい不安定性が見つかったり、回転ブラックホールの超放射不安定性がふたたび注目されるなど、関連した動きがあります。また、観測的探査を念頭に置いたワームホールの現象論的研究も行ってきました。これからは、宇宙初期に形成される原始ブラックホールの形成条件を再検討したいと思っています。

私の研究室では、一般相対論・相対論的宇宙物理学・宇宙論全般に広く興味を持って研究を行っています。卒業研究生・大学院生は、一般相対論を基礎として、ブラックホール物理学・重力崩壊・時空特異点・自己相似解・ワームホール・拡張重力理論・原始ブラックホール・重力波・量子宇宙論など多彩なテーマの中から、相談の上でテーマを設定し研究を進めています。



近極限回転ブラックホール近傍で衝突する二粒子。各々の粒子のエネルギーは有界でも二粒子の重心系エネルギーは際限なく大きくなる。

小林努 宇宙論 - 宇宙進化史の理論的研究

准教授



居室 4号館3階4328

専門分野 宇宙論・一般相対論・宇宙物理学

研究テーマ

・インフレーションなど初期宇宙の物理

・ダークエネルギー・一般相対論の拡張

2013年度担当科目

統計学1/2, 理論物理学講義3, 宇宙物理特論1など

オフィスアワー 水曜4限/アカデミックアドバイザー 3年生

最近の論文・著書等

・ "Testing general scalar-tensor gravity and massive gravity with cluster lensing," T. Narikawa, T. Kobayashi, D. Yamauchi, and R. Saito, accepted for publication in Phys. Rev. D, arXiv:1302.2311 [astro-ph.CO]

・ "Nonlinear superhorizon curvature perturbation in generic single-field inflation," Y. Takamizu and T. Kobayashi, accepted for publication in PTEP, arXiv:1301.2370 [gr-qc] 他

宇宙はどのようにして始まったのか？ 宇宙は何かからできているのか？ 宇宙はどのように進化して現在の姿になったのか？ 物質の起源は？ 私が専門とする宇宙論は、このような根源的な問いに物理学の言葉で答えることを目指している研究分野です。

私は、特に初期宇宙の物理過程に興味を持って研究しています。初期宇宙には、インフレーションと呼ばれる急激な加速膨張期があったことが確実視されています。これによりビッグバン宇宙論の諸問題が解決されますし、星や銀河などの構造の「種」となる初期揺らぎを生成することもできるのです。しかし、何がインフレーションを引き起こしたのか、その具体的な機構の特定にはまだいたっていません。超弦理論など素粒子論と初期宇宙の物理とのつながりも重要で興味深い研究テーマです。各々の初期宇宙シナリオに特有の痕跡をマイクロ波背景放射の温度揺らぎや重力波などに見出すことで、初期宇宙の物理を探り、検証につなげる、といったことを紙と鉛筆（時々コンピュータ）でやっています。

宇宙の加速膨張とダークエネルギーも、私が興味を持っている研究テーマのひとつです。Ia型超新星の観測によって現在の宇宙が加速膨張していることが明らかになり、その発見に対し2011年にノーベル物理学賞が与えられました。これは、現在の宇宙のエネルギー密度の大部分が正体不明のダークエネルギーなるもので占められていることを示唆します。なにものかわからない「なにか」がある、ということだけが分かっているのです。この研究テ

マは、宇宙全体のような大スケールを支配する重力の理論は、そもそも本当に一般相対論なのか？ という問いに拡がっていきます。私は、一般相対論を超えて拡張された重力理論を宇宙論的・天文学的な観測、あるいは重力波観測などによって検証することは可能か、というような研究もおこなっています。



ホワイトボードの前で一般相対論について議論する卒研究生たち

足田泰章 超弦理論とゲージ・重力対応

助教



居室 4号館3階4326

専門分野 素粒子論・超弦理論

研究テーマ

- ・重力の効果の強い背景における超弦理論
- ・ゲージ・重力対応の検証と応用

2013年度担当科目

量子力学 1/2, 物理学演習 2/3, 物理ゼミナール, コンピュータ実験 1
オフィスパワー 金曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・日本物理学会誌 2013年6月号
「高いスピンのゲージ理論による AdS/CFT 対応の理解に向けて」
- ・"Higher spin AdS₃ supergravity and its dual CFT,"
T. Creutzig, Y. Hikida and P. B. Ronne, JHEP02(2012)109

ブラックホール内部や宇宙初期では、量子重力の効果が無視できなくなります。今のところ、量子重力を自己矛盾なく記述できる理論として、超弦理論が有力な候補となっています。超弦理論は「点」のかわりに、一次元空間方向に広がった「ひも」を基本要素とします。ひもには様々な振動モードがあり、一つ一つのモードが異なる粒子に対応します。超弦理論は数学的に複雑な理論であるため、物理的に意味のある情報を取り出すのが難しいのが現状です。重力の効果の強い背景における超弦理論の解析を通して、量子重力の性質をつかみたいというのが私の研究目標です。

最近では、超弦理論における双対性の理解が進んできました。互いに双対の理論においては、一見全く異なるように見えても、実は同じ理論を別の見方をしているにすぎません。特に注目を集めているのは、重力を含まない理論（主にゲージ理論）と、超弦理論を含む重力理論との双対性で、ゲージ・重力対応と呼ばれています。ゲージ・重力対応では、片方の理論で取り扱いの難しい領域が、双対な理論では解析の容易な領域に対応することがあります。この性質を利用して、ゲージ理論の強く結合した領域を、重力理論の取り扱いやすい領域で解析するという研究が多くなされています。また、ゲージ理論は重力の理論と比べるときちんと定義されているため、ゲージ理論を用いて量子重力の理解を得るという方向がより重要だと考えています。ゲージ・重力対応自体も推測の域を脱していない、まだまだ検証の必要なものとなっています。私は、ゲージ・重力対応の検証と応用両方の側面から研究を進めて行く予定です。



超弦理論では「点」のかわりに「ひも」を基本要素として考えます。ひもには様々な振動モードがあり、一つ一つのモードが異なる粒子に対応します。

前田秀基 宇宙を理解する鍵、重力

助教



居室 4号館3階4326

専門分野 重力、宇宙論、宇宙物理学

研究テーマ

- ・重力の理論的研究とその宇宙論・宇宙物理学への応用

2013年度担当科目

物理学演習 1/4, コンピュータ実験, 流体力学, 物理数学 2

オフィスパワー 金曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・Hideki Maeda
"Gauss-Bonnet braneworld redux: A novel scenario for the bouncing universe",
Physical Review D85, 124012 (2012)
- ・Gabor Kunstatter, Tim Taves, Hideki Maeda
"Geometrodynamics of spherically symmetric Lovelock gravity",
Classical and Quantum Gravity 29, 092001 (2012) 他

日常にある最もありふれた力、重力が私の研究対象です。驚くべきことにそんな身近な重力は、自然界において因果律に影響を及ぼすただひとつの力です。重力理論は20世紀初めにアインシュタインの一般相対性理論に到達し、時間と空間は時空という概念に統一され、重力は時空の歪みと理解されました。この革命によって長い間与えられた前提に過ぎなかった時空、そして我々の宇宙そのものが物理学の研究対象になったのです。戒めを解かれた重力は宇宙のダイナミクスを支配し、またブラックホールという概念を生み出しました。そして一般相対論を基礎として宇宙論は古代の支弁的なものから物理学になり、現代の観測技術の急速の進歩によりついに精密科学になりました。

現在、インフレーション・ビッグバン膨張宇宙シナリオは宇宙論のパラダイムになっています。しかしそれでもなお現在の宇宙の加速膨張を引き起こすダークエネルギーや初期特異点の問題など未解決問題は残されており、さらには時空の四次元性の起源といった根源的問題も重力物理学の範疇にあります。私は大きな視野ではこれらのような基本的問題に取り組んでいます。その解決には重力の本質に対するより深い理解が必要であり、それがブラックホールを研究する一つの理由になっています。ブラックホールという時空の配位は純粋に重力のみで構成可能であり、重力の本質がその性質の中に投影されていると考えられるからです。

一方で一般相対論では時空の歪みが極限にまで大きくなるブラックホールの内部深くや宇宙の極初期を正しく記述することができず、宇宙の全てを正しく記述するには重力の量子論が必要になることもわかっています。時空そのものを量子化する量子重力理論における時間・空間といった基本的概念は、現在我々が持っている古典的なものとはまったく異なるはずであり、それを理解したとき私たちの宇宙に対する理解は飛躍的に前進するでしょう。

Gravity rules the Universe



$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$



原子核・放射線物理学研究室

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

小泉哲夫 低エネルギー領域の原子分子衝突実験

教授



居室 13号館6階C609

専門分野 原子分子衝突実験

研究テーマ

- ・イオン移動度によるイオンの構造分離
- ・多価イオンと原子分子の反応

2013年度担当科目

基礎物理実験, 物理入門ゼミナール, 理学とキャリア

オフィスアワー 火曜3限/アカデミックアドバイザー 2年生

最近の論文・著書等

- ・ Mobilities of Li⁺-attached Butanol Isomers in He Gas, K. Takahashi, K. Saito, T. Koizumi, S. Matoba, T. M. Kojima, H. Tanuma, and H. Shiromaru, J. Chem. Phys. (2013) submitted.
- ・ Transfer ionization processes in charge transfer reactions between slow-moving highly charged ions and atoms, Yusuke Nakajima, and Tetsuo Koizumi, Physica Scripta (2013) in press.
- ・ Absolute Detection Efficiency of a High-Sensitivity Microchannel Plate with Tapered Pores, S. Matoba, R. Takahashi, C. Ito, T. Koizumi and H. Shiromaru, Jpn J. Appl. Phys. 50 (2011) 112201.

我々の世界は原子分子からできています。世の中で起こる様々な現象もミクロにみれば、原子や分子がお互いに接近してきて相互作用を起こすというこの積み重ねです。この様な一つ一つの原子分子の“衝突”過程を素過程といいますが、原子衝突の研究とは素過程を通して世の中で起こっていることを理解しようとするものといえるでしょう。原子衝突の研究で取り扱う衝突エネルギーは上は数 MeV から、下は熱エネルギー領域までと非常に広い範囲にわたっています。対象となる粒子も、電子・光子・原子・分子・それらのイオンと多彩です。これらの粒子が衝突すると相手から電子を奪ってしまうとか、相手とくっついてしまうとか、実に様々な現象が起こります。これは我々の世界の多様性を反映しているのですが、この多様性が原子衝突研究の魅力の一つでしょう。

さらに原子衝突の研究成果は広い分野に応用されています。宇宙空間での分子形成、核融合プラズマ、レーザー発振、化学反応、生体への放射線作用などの分野で原子衝突のデータが必要とされています。我々はその中でも低エネルギー領域（数十 meV ～ 数 keV）でのイオンと原子・分子・クラスターとの衝突過程に興味を持って実験を行っています。この領域は物理と化学の境界領域といえるでしょう。最近では、分子の構造異性体（分子式が同じでも構造が異なる分子）をイオン移動度の精密測定で分離できることを示しました。低エネルギー原子衝突の実験は比較的小型の装置で行えるものが多く、学部4年や修士課程の学生でも、実験の全体を把握でき、中心になって実験を進めることが可能です。研究に興味のある方の参加を期待しています。



13号館C609にあるイオン移動度実験装置

家城和夫 安定線から離れた原子核の物理

教授



居室 4号館1階4140

専門分野 原子核物理学

研究テーマ

- ・中性子過剰核の構造・反応
- ・宇宙における元素合成過程

2013年度担当科目

現代物理学序論, 原子核概論など

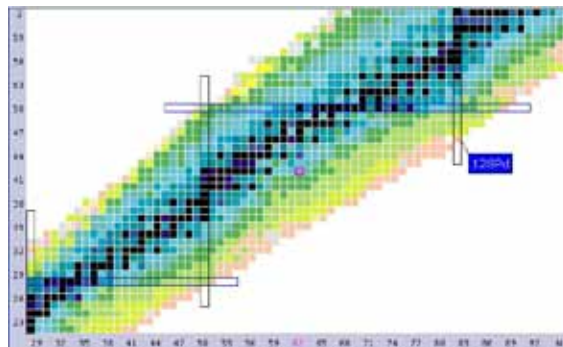
オフィスアワー 火曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・ Observation of new microsecond isomers among fission products from in-flight fission of ^{238}U (^{238}U MeV/nucleon) ^{238}U
D.Kameda, T.Kubo, T.Ohnishi et al. Phys.Rev. C 86, 054319 (2012)
- ・ Resonance states in ^{27}P using Coulomb dissociation and their effect on the stellar reaction $^{26}\text{Si}(p, \gamma)^{27}\text{P}$
Y.Togano, T.Gomi, T.Motobayashi et al. Phys. Rev. C 84, 035808 (2011)

物質の世界は分子-原子-原子核-核子-クォークという階層性をもっており、それぞれの階層に多様性があります。陽子と中性子の多体系としての原子核は現在では6000~7000種類あるとされていますが、そのうち安定なものは250種類ほどしかなく、大部分は β 崩壊や α 崩壊ですぐに壊れてしまう不安定な原子核です。最近、加速器を用いて人工的に不安定原子核をビームの形で作り出し、その性質を調べるという手法が使えるようになり、安定核で知られていた性質とはかなり異なった様相が徐々に明らかになってきています。日本でも不安定核研究のための強力な実験施設(RIBF 理化学研究所)が稼動を始めており、原子核物理の一つのフロンティアとして新しい同位元素の発見などの大きな進展が期待されています。

不安定原子核には中性子数が陽子数に比べて多い核が多く存在し、ハロー構造など特異な構造をもつことがわかってきています。また、宇宙のなかで重い元素がどのようにつくられてきたかを調べる上では、このような中性子が過剰な原子核が重要な役割を果たしています。これらの核は反応で中性子を放出して壊れやすいので、このような原子核の性質を調べるためには中性子測定が一つの鍵となりますが、電荷をもたない中性子の精密な検出にはいろいろな工夫が必要です。我々はこれまで米国のミシガン州立大学で Neutron Wall と呼ばれる大型の中性子検出器を国際協力で建設し実験してきました。現在は、更に高性能な3次元位置検出の中性子検出器、 γ 線検出器の開発を目指して研究を進めています。



核図表の一部(存在が確認されている原子核の分布。横軸: 中性子数、縦軸: 陽子数) ^{128}Pd をはじめ45種類の原子核が最近のRIBFの実験で発見された。

平山孝人 表面における電子的励起・崩壊過程の実験的研究

教授



居室 13号館6階C609

専門分野 表面物理学・原子分子物理学

研究テーマ

- ・希ガスクラスターの電子的励起過程の観測
- ・希ガス固体における電子遷移誘起脱離過程の実験的研究

2013年度担当科目

原子分子物理学, 物理計測論, 物理学実験1, 物理入門セミナー

オフィスアワー 火曜2限 / アカデミックアドバイザー 3年生

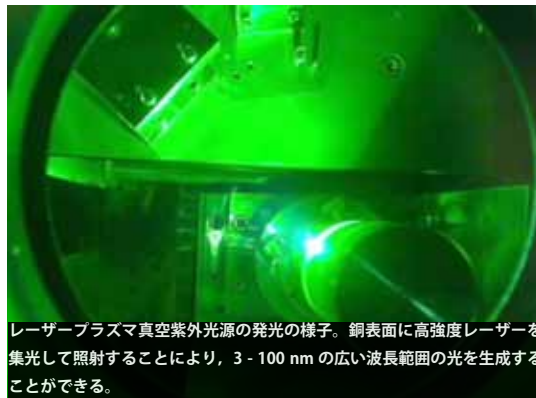
最近の論文・著書等

- ・希ガス固体におけるイオン衝撃脱離,
立花隆行, 平山孝人, 日本物理学会誌 67, (2012) 767-71.
- ・ Temperature effect of metastable atom desorption from solid Ne by low-energy electron impact,
H. Kato, T. Tachibana and T. Hirayama, Low Temperature Physics 38, (2012) 755. 他

私は以前からさまざまな様態の希ガスを対象とした研究を行ってきました。希ガス原子は「不活性ガス」と呼ばれることが示す通り、それ自身単体で安定に存在する単原子分子です。希ガス原子中の電子は許されている全ての軌道を占めていて、他の原子などと結合するための余っている手(結合手)を持たず、原子や固体といった全く違う様態でもその電子的性質はかなり似通っている事が知られています。そのため、原子数が最小の極限である孤立した原子、および最大の極限である固体、またその中間であるクラスター(有限個の原子が集まった粒子)という3つの状態を「電子的励起過程」という一つのキーワードで統一して理解することが可能であると考えています。

私の研究室では、希ガスクラスター・希ガス固体の二つの相について電子的励起過程がどのように起こるのか、また励起状態がどのように移行変わっていくのかを明らかにするための実験的研究を行っています。原子が数十個~数千個集まった粒子であるクラスターに電子を衝突させ、跳ね返ってきた電子のエネルギーを測定することで、クラスター中でどのような励起過程が起きたのかを知ることができます。このような測定をクラスターの原子数(サイズ)を変えて行なうことで、たかだか100個程度の原子しかない粒子でも「固体」の性質を示すことが明らかになりました。また希ガスの固体表面に低エネルギーの電子・光・イオンを入射することによって飛び出してくる(脱離)粒子の持つ質量やエネルギーなどの情

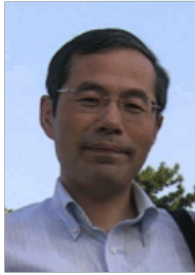
報から、固体表面においてどのような励起過程やその崩壊過程が起きているのか、また固体からどのような過程を経て粒子が飛び出してくるのかを知ることができます。



レーザープラズマ真空紫外光源の発光の様子。銅表面に高強度レーザーを集光して照射することにより、3-100 nmの広い波長範囲の光を生成することができる。

栗田和好 究極の物質の探求

教授



居室 13号館地階 CB05

専門分野 原子核実験

研究テーマ

- ・不安定核構造
- ・QCD物理

2013年度担当科目

物理入門ゼミナール, 物理の学び方, 物理学実験2, 原子核特論など

オフィスアワー 金曜4限(前), 月曜3限(後)

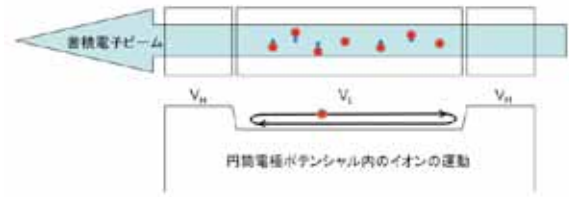
アカデミックアドバイザー 1年生

最近の論文・著書等

- ・ Novel Internal Target for Electron Scattering off Unstable Nuclei, M. Wakasugi, K. Kuritaet al. Phys. Rev. Lett. 100, 164801 (2008)
- ・ First demonstration of electron scattering using a novel target developed for short-lived nuclei, T. Suda, K. Kuritaet al., Phys. Rev. Lett. 102, 102501 (2009)

現在の宇宙に分布する元素の存在比がどのようにして作り出されてきたのかは完全に理解されてはいない。この元素合成のプロセスをより深く理解するには様々な原子核同士の反応断面積を正確に測定する必要がある。我々はまた、連携大学院を結んでいる理化学研究所とともに同研究所の不安定核ビームを用いた反応実験を行っている。理化学研究所は世界でも有数の不安定核ビームを用いた実験が可能な研究所である。とくに、我々がこれまで開発してきた SCRIT 法は不安定核を浮遊ターゲットとして電子散乱実験を世界で初めて可能にする手法で、この手法を用いて不安定核内部の構造の探求が1-2年のうちに開始される予定である。修士、博士論文を書くトピックとしては格好のテーマであり、研究者を目指す学生の皆さんの参加を大いに歓迎する。なお、学部4年生の理化学研究所での実験参加も可能である。

我々はまた、PHENIX 実験に参加して宇宙初期の物質状態であったと考えられる QGP 生成の可否と陽子スピン構造の解明に力を注いでいる。その目的はハドロンとその間に働く強い相互作用の基礎理論である量子色力学 (QCD) を通して宇宙の成り立ちを理解することである。



蓄積電子ビームによる3次元イオントラップの模式図。ビーム軸方向は円筒型電極電位が、それと垂直な方向には負のクーロンポテンシャルが、閉じ込めに寄与する。

村田次郎 時空対称性の精密検証

教授



居室 13号館6階 C607

専門分野 原子核・素粒子物理学

研究テーマ

- ・基本相互作用のもつ対称性の研究・標準模型を超える物理の探索
- ・近距離での重力の研究・余剰空間次元の探索

2013年度担当科目

コンピュータ実験1/2, 原子核物理学, 放射線計測特論など

オフィスアワー 金曜昼休み / アカデミックアドバイザー 1年生

最近の論文・著書等

- ・『「余剰次元」と逆二乗則の破れ』: 講談社ブルーバックス
- ・日経サイエンス 2013年1月号「余剰次元を探る」
- ・Newton 2013年7月号『「見えない次元」を探し出せ!』
- ・Muons: New Research (NOVA Science Publishers)

「時間と空間」、そして「物質と力」という物理学の究極の性質を明らかにする事を目標に、実験的な研究を行っています。時間反転対称性の破れ探索実験と、余剰次元の探索実験という、私たち自身が発明した装置を用いる事で他人には真似の出来ない研究を進めています。

巨大加速器実験による探索は高エネルギー化によって信号を増幅する正攻法ですが、私たちは小さな信号を超精密計測によって小さいまま雑音から見つける、**アイデア勝負の小規模実験での挑戦**を行っています。時間反転対称性はノーベル賞を獲得した小林・益川模型によってわずかな破れが予想されていますが、その破れではこの宇宙に物質に比べて反物質が非常に少ない説明が出来ません。私たちは、この矛盾を解決しう、超対称性理論などが予想する大きな時間反転対称性の破れの探索を、**カナダのバンクーバーにある TRIUMF 研究所にて世界最高精度で進めています**。「時間に特別な向きがあるかどうか」という問いに対して、最も厳しい答えを持っているのは我が研究室なのです。

一方、画像処理技術を駆使する事で物体の位置をピコ精度で観測する技術を開発し、それを用いた独自の手法で我々の4次元時空を超える、**超弦理論などが要求する一方で実験的には未発見の、余剰次元の存在を重力の逆二乗則の検証という方法で探索しています**。これまでに最近距離での等価原理の検証や新しい測定原理の開発に成功した他、時間反転の装置を応用した新たな実験で、時空の歪みを利用した原子核スケールでの逆二乗則の検証をなんと卒業生が世界で初めて成功させました。新しく、**面白い事は何でも挑戦する**、そんな研究室で世界を舞台に楽しく研究しています!



カナダ・TRIUMF 研究所での時間反転対称性の破れ探索実験 (2012年)

洞口拓磨 医学物理学

特任准教授



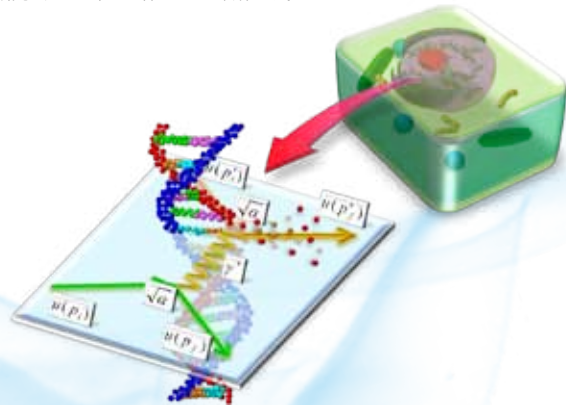
居室 12号館2階 B219 / 13号館6階 C605
専門分野 医学物理学・原子核物理学・放射線生物論・放射線計測学
研究テーマ
・放射線治療における原子核反応データ測定・物理学に基づいた放射線生物学効果の研究
2013年度担当科目
前期課程輪講, 後期課程特別研究
オフィスアワー 水曜2限

近年、陽子線や炭素線を用いた粒子線治療と呼ばれる高精度放射線がん治療が非常に注目を浴びています。そのような急速に進歩する先進医療の現場では、新しい技術への対応が急務であり、物理学の素養を持ったより汎用性の高い医学物理士という新しい職種が極めて重要視されるようになってきました。基礎科学出身者の経験を活かした明確な社会貢献という意味でも、新しいキャリアパスとして広く認知されてきています。

医学物理学は、医学と物理の融合のように捉えられるかもしれませんが、放射線が生物に与える影響は、放射線の入射に始まる物理過程から化学過程・生化学過程・生物過程を経て、ようやく臨床的な影響を垣間見ることができます。このように医学物理学を学習・研究するためには、実に多くの学問分野にまたがった広い視野と深い知識が必要です。一方で、従来の領域だけに偏らず医学というキーワードの元に新しい研究領域を構築していくことを両立しなければなりません。

私の研究室では、医学物理学の観点から放射線生物作用の実験的・理論的理解や粒子線治療に直結した原子核反応データ測定を中心に、基礎物理学的手法によって研究を展開しています。放射線はがん治療や診断に利用される一方、放射線による被ばくはがん誘発の可能性を持っています。放射線の生物作用は基本的に同じではなく、物理学のような基礎科学の公平な視点から首尾一貫したメカニズムを解明することも医学物理学の役目です。また、研究活動を通して、医学物理士として医療現場で活躍するための教育も行っています。

立教大学では、がんプロフェッショナル養成基盤推進プランの元、医学物理教育に力を注いできました。私の研究室は、理学部物理学科を土台とする医学物理研究室としては全国に例はありません。社会に貢献するという視点が、単に応用という言葉では片づけられないほどの基礎科学の積み重ねを要求しているという事実を医学物理学の研究を通して示して行くことが目標です。



立花隆行 固体表面上における脱離ダイナミクス

助教



居室 13号館6階 C606
専門分野 表面物理, 原子分子物理
研究テーマ
・陽電子消滅誘起イオン脱離
・レーザープラズマ光源を用いた光励起脱離, 他
2013年度担当科目
物理学実験1, 理科実験
オフィスアワー 木曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・希ガス固体におけるイオン衝撃脱離
立花隆行, 平山孝人, 日本物理学会誌 67, (2012) 767
- ・Temperature effect of metastable atom desorption from solid Ne by low-energy electron impact
H. Kato et al., Low Temperature Physics 38, (2012) 949
- ・An energy-tunable positronium beam produced using the photodetachment of the positronium negative ion
K. Michishio et al., Appl. Phys. Lett. 100, (2012) 254102-1

電子、光子、イオンなどのビームを固体試料に照射すると、多様な形でエネルギーの移行が起こる結果として、表面を構成する原子や分子が真空中に放出(脱離)します。この現象は、ビームと固体の相互作用に現れる最も単純な表面反応であり、その素過程を理解することは、固体表面上の動的応答のメカニズムを解明する上で重要です。現在、凝縮性固体を試料として、その表面で起こる脱離現象を様々な角度から観察し、ビーム照射から脱離に至るまでの過程を詳しく調べています。

最近では、陽電子と固体表面との相互作用にも興味を持っています。陽電子は電子の反粒子であり、質量や電荷の絶対値などの物理量は電子と同じですが、電子とは逆の正の電荷をもっています。さらに、陽電子が電子と衝突すると、その電子とともに消滅(対消滅)してしまふことがあります。そのため、陽電子を固体に打ち込むと、試料表面には対消滅特有の電子的励起やイオン化状態が形成すると考えられていますが、詳しいことはよくわかっていません。対消滅に誘起されるイオン脱離の観測をおこない、その脱離機構の理解を通じて、対消滅が表面に及ぼす影響を明らかにすることを試みています。



開発した陽電子消滅誘起イオン脱離装置

榎園 昭智 原子核反応を用いた宇宙初期の探索

助教



居室 13号館 6階 C606

専門分野 原子核物理

研究テーマ

- ・高エネルギー原子核衝突事象 (QGP) の研究
- ・短寿命不安定原子核の電荷密度分布の精密測定

2013年度担当科目

物理学実験1, 理科実験

オフィスアワー 木曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・ "Charged kaon interferometric probes of space-time evolution in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV"
S. Afanasiev et al., Phys. Rev. Lett. 103, 142301 (2009)
- ・ "Source breakup dynamics in Au+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV via three-dimensional two-pion source imaging"
S. Afanasiev et al., Phys. Rev. Lett. 100, 232301 (2008)

ビッグバンで始まった宇宙がどのように発展し、物質を形成して現在の宇宙・銀河を作ったか? この疑問に答えるためには宇宙初期に存在したと考えられている素粒子だけの世界・クォーク・グルーオンプラズマ (QGP) の研究が欠かせません。私たちの研究室では米国ブルックヘブン国立研究所にある相対論的重イオン加速器を用いた PHENIX 実験に参加し、高エネルギー原子核衝突から生み出される約 4 兆度にも達する QGP の研究を行なっています。原子核衝突で出来る QGP の大きさはフェムトスケール (1 兆分の 1 ミリ!) なので普通の観測手法では到底測定は不可能ですが、衝突から放出される同種二粒子の量子統計的な干渉効果を観測することでフェムトスケールの測定が可能となり、私達は更にこの測定量をイメージング解析することで QGP のより詳細な時間・空間の描像を観測することに成功しました。さらに私たちの研究室では理化学研究所において不安定核電子散乱実験 SCRIT に参加し、短寿命不安定原子核の電荷分布を世界で初めて測定することに取り組んでいます。これは宇宙発展の過程でより大きな原子核がどのように形成されていったかを知るための非常に有用な見知となります。2013年度には電子スペクトロメーターの設置が完了し、本格的な実験データ取得・解析が開始されます。



SCRIT 実験で用いるドリフトチェンバー

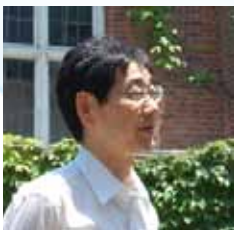


宇宙地球系物理学研究室



北本俊二 X線で宇宙を解明

教授



居室 13号館6階C613

専門分野 X線天文学・X線観測装置の開発

研究テーマ

・X線天体の観測、X線干渉計・能動光学X線望遠鏡の開発

2013年度担当科目

電磁気学1/2, 物理学実験2, 宇宙地球系物理学講究1など

オフィスアワー 金曜3限/アカデミックアドバイザー 2年生

最近の論文・著書等

・X-Ray Eclipse Diagnosis of the Evolving Mass Loss in the Recurrent Nova U Scorpii 2010

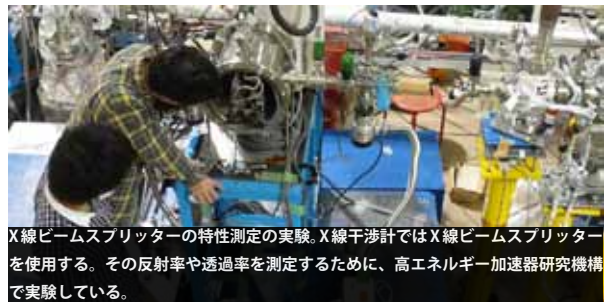
Takei, D.; Drake, J. J.; Tsujimoto, M.; Ness, J.-U.; Osborne, J. P.; Starrfield, S.; Kitamoto, S., 2013, ApJ, 769, L4-8

・Self-Charge-Filling (SCF) Effect of Suzaku XIS
Todoroki, Shotaro; Kitamoto, Shunji; Yoshida, Yuki; Murakami, Hiroshi, 2012, PASJ, 64, 101-106 他

O型やB型といった早期型星が、予想外にX線で明るい天体である事が発見されたのは1982年の事です。それ以降、観測が進むとともに、理論的なX線放射機構も研究されてきました。2000年代に入り早期型星のいくつかから、再び予想外にも数百から1キロガウスという表面磁場が検出されました。今、早期型星のX線放射機構と磁場の関係を明らかにする事は、謎解き問題として大変興味ある問題です。そして、その結果は、星の進化あるいは内部構造の考え方にも影響を与えるかもしれません。我々は、たくさんの早期型星のX線エネルギースペクトルを観測調査する事で、磁場との関係を明らかにしようとしています。

X線望遠鏡の技術は進み、1999年に米国のチャンドラ衛星が打ち上げられるに至り、0.5秒角の角度分解能を達成しました。そして、可視光の望遠鏡の分解能と肩を並べる事ができました。しかしながら、同口径の望遠鏡では、可視光に比べてX線は遥かに高い理論的な角度分解能(回折限界)を持つことができます。しかし、現実的には、技術的に大変難しく、未だ誰も達し得ていません。我々は、二つの方法で、高い分解能を持つX線望遠鏡の開発に挑戦しています。一つは、能動光学を用いる方法です。これは、「すばる望遠鏡」等用いられている技術で、鏡の形状をコンピューターで制御することで、高い分解能を達成しようとする技術です。もう一つは、X線干渉計です。天体からのある波長のX線を2箇所鏡で受け止め合成

し干渉させた場合、干渉の度合いは、2箇所鏡の間隔と天体の見かけの大きさにより決められます。従ってX線干渉計は普通の意味での撮像はできませんが、天体の大きさや大雑把な形状を測定する事ができます。X線干渉計を天体観測に応用しようとしているのは、今では世界中で我々だけです。そして、夢は世界に先駆けてX線干渉計を実現しブラックホールの大きさを測定する事です。



X線ビームスプリッターの特性測定の実験。X線干渉計ではX線ビームスプリッターを使用する。その反射率や透過率を測定するために、高エネルギー加速器研究機構で実験している。

田口真 光で探る惑星大気

教授



居室 13号館6階C603

専門分野 惑星大気物理学

研究テーマ

- ・惑星大気ダイナミクスの研究
- ・惑星探査用光学センサー、気球搭載望遠鏡の開発

2013年度担当科目

力学1, 基礎物理学演習1, 宇宙地球系物理学講義7など

オフィスアワー 火曜昼休み/アカデミックアドバイザー 1年生

地球の大気中には様々な発光現象が起こっています。地球以外の惑星の大気にはまだ私たちが知らない現象も多くあることでしょう。光は障害物がない限り光速で進み続け、遠く離れた場所に発光源の情報を届けてくれます。私たちの研究室では光を使った惑星大気の研究を進めています。2010年に打ち上げられた金星探査機「あかつき」には私たちの研究室で開発された赤外カメラが搭載されています。「あかつき」は2015年末の金星周回軌道再投入を目指して、順調に惑星間空間を航行しています。

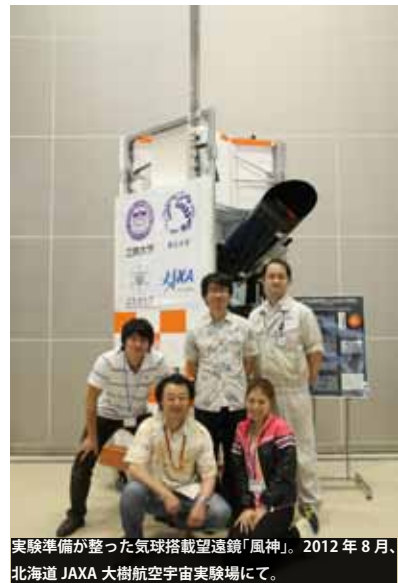
惑星の大気にもオーロラや、大気中の化学反応によって発生する微弱な光(大気光)や、雷放電による光など地球大気と同じような発光現象があります。しかし、惑星は遠く離れているので、詳しく調べるためには大型望遠鏡を使うか、探査機を飛ばして惑星に近づかなければなりません。また、微弱な光をとらえるためには、明るい光学系とデジカメに使われているものより格段に高感度のCCDや光電子増倍管といった光検出器が必要になります。それらの光学技術を結集して、私たちは気球を使い地球の成層圏に望遠鏡を浮かべて惑星大気の観測をする、言わば空に浮かぶ天文台の開発を進めています。今年の6月に北海道で2回目の気球実験に臨む予定です。

北極や南極で見られるオーロラは言葉で言い表せないほど美しく神秘的な発光現象です。オーロラや大気光には、それらが生じる場所の物理状態に関する情報が含まれています。私たちの研究室では、高性能干渉計を使った超高層大気の流れや温度の観測、北海道でまれに出現する低緯度オーロラの観測、立教大学キャンパスや立川市にある国立極地研究所における夜間大気光の撮像・分光観測によって、地球の超高層大気や磁気圏の研究を行っています。

宇宙や自然が好き、惑星探査機に自分の観測装置を載せてみたい、南極に行ってみよう、是非私たちの研究室をのぞいてください。

最近の論文・著書等

- ・ Taguchi, M. et al., Characteristic features in Venus' nightside cloud-top temperature obtained by Akatsuki/LIR, Icarus, 219, 502-509, 10.1016/j.icarus.2012.01.024, 2012.
- ・ Taguchi, M. et al., A balloon-borne telescope developed for remote sensing of planets from the polar stratosphere, JAXA-RR-09-007, 53-72, 2010.



実験準備が整った気球搭載望遠鏡「風神」。2012年8月、北海道 JAXA 大樹航空宇宙実験場にて。

内山泰伸 X線ガンマ線で探る宇宙の高エネルギー現象

准教授



居室 4号館2階4203

専門分野 高エネルギー天文学

研究テーマ

- ・宇宙線の起源の探求
- ・超新星残骸の研究

2013年度担当科目

宇宙地球系物理学講義9, 高エネルギー宇宙物理学特, 情報処理など

オフィスアワー 金曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・ "Detection of the Characteristic Pion-Decay Signature in Supernova Remnants" The Fermi-LAT Collaboration (Y. Uchiyama as a corresponding author), Science 339, 807, 2013
- ・ "Fermi-LAT Discovery of GeV Gamma-ray Emission from the Vicinity of SNR W44" Y. Uchiyama, S. Funk, H. Katagiri, et al. ApJ 749, L35, 2012

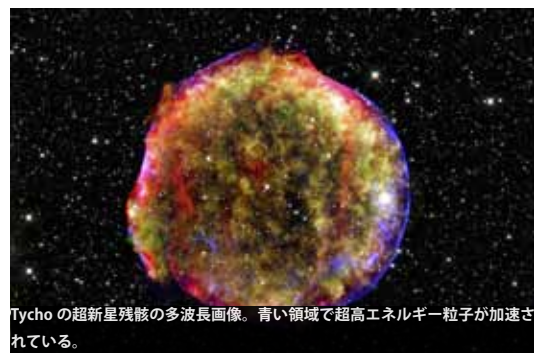
宇宙のどこかで超高エネルギーに加速された粒子が地球に降り注ぎ、「宇宙線」として観測されています。1912年の宇宙線の発見以来、その起源は長い間、議論的になってきましたが、まだ決着のつかない問題です。最近では、宇宙線陽電子が10ギガ電子ボルト以上の高エネルギーで余剰に存在することがわかり、暗黒物質との関わりが注目されています。また、ブラックホールから射出される相対論的ジェットでは、宇宙線のような高エネルギー粒子が重要な役割を果たしていますが、その生成機構はよくわかっていません。私は宇宙の様々な天体において観測される高エネルギー粒子の加速・生成に興味を持って研究を進めています。

現在は国際フェルミ研究チームの一員としてフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡を用いた超新星残骸の研究に重点を置いています。超新星残骸の衝撃波は、最も有力な銀河宇宙線の起源として注目されている天体です。衝撃波統計加速(フェルミ一次加速)というメカニズムによって、ベキ関数型のエネルギースペクトルを持つ高エネルギー粒子が加速されると考えられています。フェルミ加速は宇宙で普遍的な重要性をもち、その機序を理解する上で、超新星残骸は最も良い実験場であると私は考えています。最近の主要成果としては、超新星残骸からのパイ中間子崩壊ガンマ線の証拠を得たことがあげられ、この研究成果は米国サイエンス誌に掲載されました。

また、日本が主導する次期国際X線衛星ASTRO-H(2015年に打ち上げ予定)の開発

に参画するなど、ガンマ線観測と並行してX線観測によって高エネルギー粒子加速現象を探求することも行っています。

宇宙は驚異的な高エネルギー現象に満ちていて、私たちに様々な謎を提示しています。謎解きに興味がある方は私の研究室の扉を叩いてください。



Tychoの超新星残骸の多波長画像。青い領域で超高エネルギー粒子が加速されている。

亀田真吾 地球から惑星系へ

准教授



居室 13号館6階C602

専門分野 惑星物理学

研究テーマ

- ・水星大気の研究(探査計画への参加、地上観測の実施)
- ・月惑星着陸機搭載用元素分析器 LIBS の開発
- ・小惑星探査機はやぶさ2搭載カメラの開発

2013年度担当科目

力学2,基礎物理学演習2,理科実験(物理),宇宙地球系物理概論など
オフィスアワー 水曜5限/アカデミックアドバイザー 1年生

最近の論文・著書等

- ・(特許)K-Ar年代測定装置及び方法 特願2012-126314
- ・Milillo, A., Fujimoto, M., Kallio, E., Kameda, S., (他19名), The BepiColombo mission: an outstanding tool for investigating the Hermean environment, Planetary Space and Science, 58, 40-60., 2010
- ・Kameda, S., I. Yoshikawa, M. Kagitani, and S. Okano (2009), Interplanetary dust distribution and temporal variability of Mercury's atmospheric Na, Geophys. Res. Lett., 36, L15201, doi:10.1029/2009GL 039036.

太陽系には8つの惑星があります。その中でも水星、金星、火星、木星、土星は、発見者が記録に残っていないほどの昔にその存在を確認されています。20世紀後半から多くの探査機が打上げられ、これらの惑星に到達し多くの情報が得られてきました。しかし、水星周回軌道投入に成功したのは2011年3月のことなのです。水星は、地球と太陽の距離の1/3のところまで太陽に近づくため、地球上に比べ太陽光強度が10倍程度になります。ここで受ける熱に耐えられる探査機を作ることは簡単ではありません。

現在、日本とヨーロッパが協力し、水星探査計画を進めています。私の研究グループはこの計画の中で大気光観測器を担当しています。水星大気の原因については20年以上議論が続いています。太陽光、太陽風、微小隕石の衝突によって地表から物質が放出されることで大気が形成されると考えられていますが、観測された量、分布を説明することはできていません。私達は地球からでも観測できる大気中のナトリウムに注目し、岡山天体物理観測所やハワイ・ハレアカラ観測所で水星ナトリウム大気光の観測に取り組んでいます(図参照)また、惑星表面の元素組成分析器 LIBS の検討を行なっています。惑星の組成は惑星形成過程を考えるためには欠かせない情報となります。検討中の観測器では、パルスレーザを岩石に照射しプラズマ発光を分析することで元素組成を知ることができます。光を使うため対象から離れていてもよく、移動

が困難な惑星着陸機に必要な装置です。この観測器を月や火星着陸機に搭載したいと考えています。

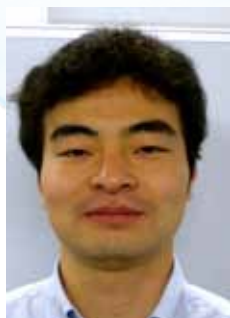
昨年度から参加し始めたはやぶさ2計画を含め、多くの探査計画は国際協力によって進められる大きな計画であり、自分自身を試すチャンスです。意欲のある方の参加を期待しています。



水星ナトリウム大気分布 左が太陽方向
太陽光圧によって大気が反太陽方向に伸びている

星野晶夫 X線天文学：銀河団ガスの観測的研究

助教



居室 13号館6階C606

専門分野 X線天文学・低温検出器開発

研究テーマ

- ・X線による銀河団の観測的研究
- ・低温検出器を用いた計測システム開発

2013年度担当科目

基礎物理実験

オフィスアワー 火曜10:30-12:00

最近の論文・著書等

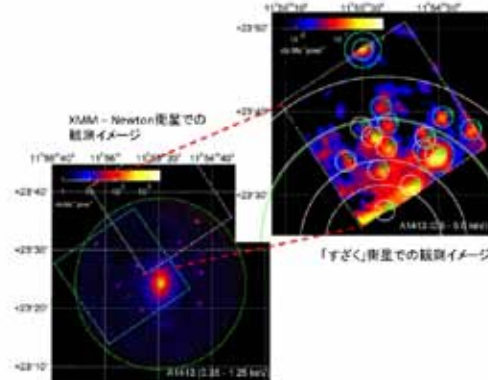
- ・"Development of Adiabatic Demagnetization refrigerator for X-ray Microcalorimeter Operation", A.Hoshino et al., J. Low Temp. Phys. 167, 3-4, 554-560 (2012).
- ・"X-Ray temperature and Mass Measurements to the Virial Radius of Abell 1413 with Suzaku", A. Hoshino, et al., Publ. Astron. Soc. Japan 62, 371-389 (2010).

今日の宇宙に見られる大規模構造は、主にシミュレーション計算により、宇宙誕生初期に存在したわずかな密度ゆらぎが元になって、ダークマターやガスが重力収縮、衝突、合体を繰り返しながら、137億年という途方もなく

長い時間をかけて形成されてきたと考えられています。一方、中高温銀河間物質と呼ばれる10万~100万度の温度をもつ物質の6~8割近い大部分が、宇宙の大規模構造に沿って分布していると予想されていますが、未だ存在が確認されていません。このような、宇宙の大規模構造形成史を観測的に解明することは、現代の観測天文学に課せられた最も基本的な課題の一つになっています。

宇宙最大の自己重力系である銀河団の中心部は、大規模構造のなかでも最も物質密度が高く1000万度近い高温ガスで満たされて強くX線を放射し、これまで詳しく観測されてきましたが、質量としては銀河団全体の半分にもなりません。宇宙の大規模構造という観点ではむしろ、質量の大半を占め、さらには大規模構造と接続する銀河団外縁部は、ガスが落ち込みながら成長を続けている構造進化の最前線であり、銀河団ガスの加熱過程をさぐる上で最も重要な場所です。そこで私は、銀河団外縁部の物質の分布と物理状態、特にフィラメント構造からガスが銀河団に落ち込んで加熱される様子を観測的に明らかにすることを目的として日本のX線天文学衛星「すざく」を用いた観測的研究をすすめてきました。

現在は、日本で打ち上げを予定している「ASTRO-H」衛星による宇宙観測実現のため開発に参加しながら、本学では次世代のX線検出器を用いた地上での分光システムを構築して分光観測の新領域を開拓することを目指しています。



銀河団 Abell 1413 のX線イメージ緑色の円は銀河団の中心からおおよそ300万光年の距離にある銀河団の「端」。宇宙の大規模構造との接続点として注目している。

鈴木秀彦 光を使った超高層大気ダイナミクスの研究

助教



居室 13号館6階C606
専門分野 大気物理学
研究テーマ
・大気発光現象
(大気光、オーロラ、超高層大気に発生する雲)
2013年度担当科目
基礎物理実験, 物理学実験2
オフィスアワー 木曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・Suzuki, H., et al., Inertia-gravity wave in the polar mesopause region inferred from successive images of a meteor train, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118 (2013)
- ・Suzuki H. and A. Yamamoto, Variation of spectral radiance of the zenith sky during the annular eclipse on May 21, 2012, *Earth, Moon, and Planets*, (2013)
- ・山本達之, 鈴木秀彦, 南極観測における分光学の活用, *分光研究*, (2013)

地上からの光学的手法(高感度カメラ、分光器、ライダー)を用いた地球高層大気の研究を行っています。研究キーワードは大気光、オーロラ、超高層の雲などで、大気発光現象を主な研究対象にしています。これまで南極昭和基地で稼働中のライダーシステム(レーザーを用いたレーザー)や大気光用分光計などの開発に携わってきました。最近高度85 km付近で大気が極低温(〜140K以下)になると発生する極中間圏雲(PMC)という現象に興味があります。この雲は、高緯度の中間圏界面領域の温度が、140K以下の極低温になると発生することが知られており、特に夏季の極域で発生する現象です。この雲は大気中の水蒸気が凝結した氷粒であり、可視光を散乱するほどの大きさまで成長した雲粒は、薄明時の太陽光を散乱し、夜光雲として視認されることもあります。衛星観測による全球観測によれば、その発生規模や消長は、全体規模の超高層大気ダイナミクスに敏感に対応していることが明らかになりつつあります。そのため、極中間圏雲は、超高層大気環境を読み解くためのシグナルとして注目されており、その動態と背景大気パラメーターの関係を詳細に研究することの重要性が認識されています。特に近年、極中間圏雲と密接な関係があるとされている極域夏季中間圏エコー(PMSE)が北海道の稚内などの中高緯度帯でも観測されており、その発生緯度の低下傾向は、地球高層大気の寒冷化などの可能性も含め活発な議論が行われています。今年度はこの雲を南極で観測するために、第55次日本南極地域観測隊(2013-2014)に夏隊員として参加する予定です。オーロラや雲の動き、大気光が照らし出す大気の複雑な挙動など、興味は尽きません。光を使って遠くの物理を知るリモートセンシングや南極観測に興味のある方は、いつでも話を聞きに来てください。



2012年6月に北海道の名寄市にて実施したPMCのライダー観測の様子

須賀一治 自分達で運転する加速器を使った研究実験

実験技術員



居室 4号館1階4137
専門分野 加速器の管理・運転
研究テーマ
・実験・測定機器の開発・保守
・放射線管理
2013年度担当科目
基礎物理実験, 理科実験(物理実験)



Cockcroft-Walton型荷電粒子加速装置
イオン源と高圧ターミナル

● Cockcroft-Walton型荷電粒子加速装置(加速器)

4号館に『加速器』があります。稼働している装置としては理学部内で、そして立教大学内で、最大規模の実験装置です。大学院生や卒業研究生も、自分達で加速器を運転制御して実験を行います。

◎主な仕様：加速粒子：p, d, He-3, He-4, C, N, O, F, Ne, Si, P, S, Cl, Ar, Kr, Xe。

最大加速電圧：300kV(重イオン加速), 200kV(中性子発生)。

ビームライン：0度, 40度, 90度の3コース。

◎最近の主な実験課題：

「GSO CeシンチレーターのProton発光測定」—大学院研究実験(小泉先生)

「固体金属内の原子核反応」—卒業研究実験(家城先生)

「シリコン検出器の不感層の測定」—卒業研究実験(栗田先生)

「2次電子放出を用いた重イオンの検出」—卒業研究実験(栗田先生)

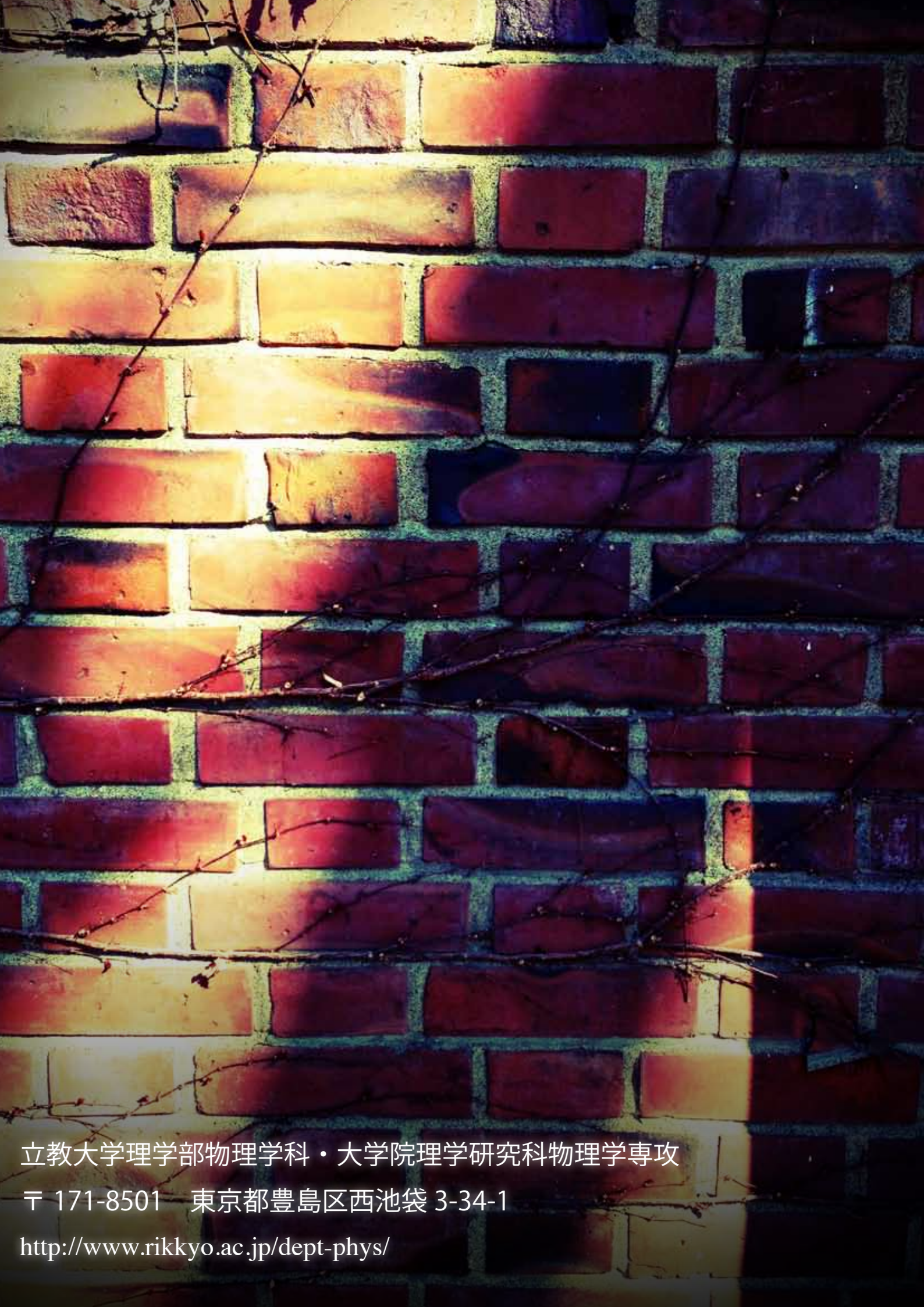
など。

◆放射線に関係するので、立入り前に放射線教育講習や特別な健康診断を受けて、許可された者でなければ、加速器の「実験に参加する」事はできませんが、加速器室内・装置の「見学」は一般の方でも可能です(実験していない時に限る)。

見学希望者は申し出て下さい。



同 重イオン衝突実験コース
微小反応断面積測定実験コース



立教大学理学部物理学科・大学院理学研究科物理学専攻

〒171-8501 東京都豊島区西池袋 3-34-1

<http://www.rikkyo.ac.jp/dept-phys/>