



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 2017

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

田中秀和
原田知広
小林努

中山優
横山修一郎
初田泰之

原子核・放射線物理学研究室

家城和夫
平山孝人
栗田和好

村田次郎
中野祐司
柁野泰宏

植田寛和

宇宙地球系物理学研究室

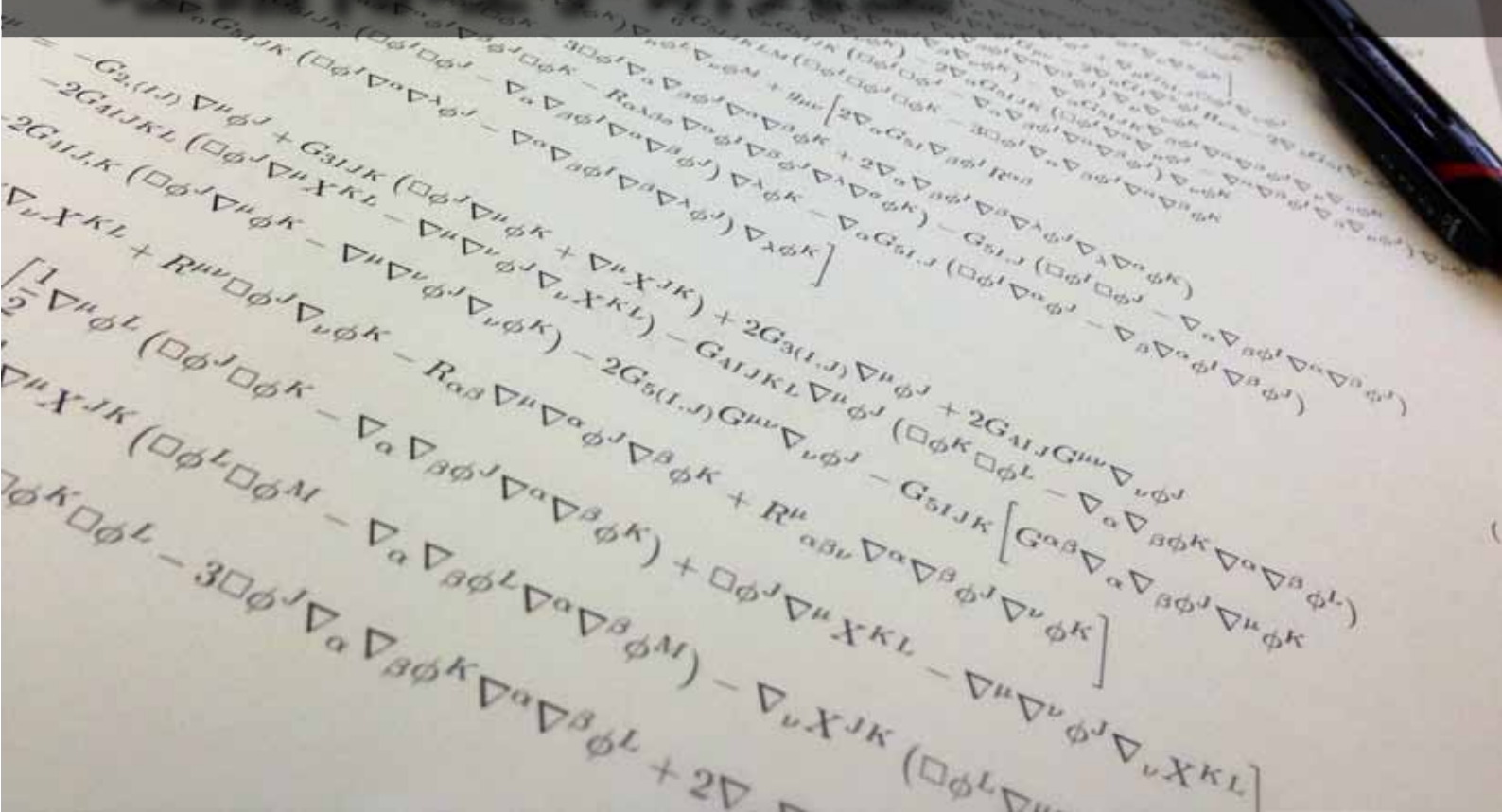
北本俊二
田口真
内山泰伸

亀田真吾
星野晶夫
福原哲哉

中川直子

実験技術員 須賀一治

理論物理学研究室



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

・クォーク・グルーオン系の物理

2017年度担当科目

物質の科学1, 理論物理学講究2, 素粒子概論, 波動と量子など

オフィスアワー 水曜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

・ "Schwinger-Dyson Equation in Minkowski Space beyond the IE Approximation"

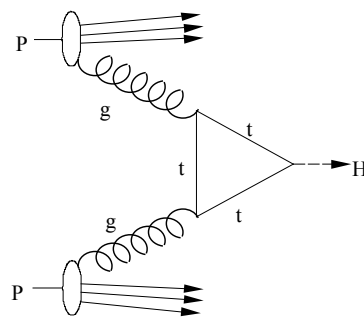
S. Sasagawa and H. Tanaka

PTEP 2017 (2017),013B04

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点が残されています。素粒子の標準理論が正しいとすると、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が発見されました。現在、この粒子の性質について詳細な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や、宇宙進化との関係性を調べる研究などと共に、現在知られている素粒子が自然界で引き起こす現象を理論的に調べ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

原田知広 一般相対論とその宇宙物理学・宇宙論への応用

教授



居室 4号館3階4331

専門分野 宇宙物理学

研究テーマ

・ブラックホール物理学, 重力波, 原始ブラックホール, 重力崩壊, 自己相似解, 時空特異点

2017年度担当科目

統計力学1, 理論物理学講義1, 天体物理学, 相対論など

オフィスアワー 火曜昼休み(春学期のみ)

アカデミックアドバイザー なし

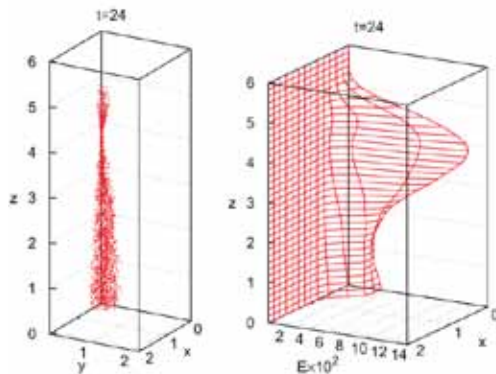
最近の論文・著書等

- ・ Yoo, Harada and Okawa, "3D Simulation of Spindle Gravitational Collapse of a Collisionless Particle System," CQG34 (2017), 105010
- ・ Tsukamoto and Harada, "Light curves of light rays passing through a wormhole," PRD95 (2017) 024030
- ・ Harada, Yoo, Kohri, Nakao and Jhingan, "Primordial black hole formation in the matter-dominated phase of the Universe," ApJ833 (2016) 61
- ・ 原田知広, 椎野克, 「時空特異点とトポロジー〜宇宙の因果〜」数理解科学第53巻1号(2015年1月号)32頁-37頁, (サイエンス社, 東京, 2015年)

一般相対論で代表される重力法則は、太陽や地球の重力場はもちろん、宇宙の運動方程式を与え、中性子星の強重力場を記述し、光さえも出られないブラックホールを予言し、さらに時空のゆがみの伝播としての重力波を予言します。一般相対論は、単に理論的に美しいだけでなく、観測事実を極めて精密に説明することが実証されており、宇宙物理学・宇宙論の様々な状況において非常に重要な応用を持っています。最近の観測技術の進展は宇宙が加速膨張していることを発見し、ついに2016年2月には重力波の直接検出の成功が発表されました。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。ワームホールやタイムマシン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、現代の「一般相対論」分野です。

最近私は宇宙初期に形成される原始ブラックホールの研究を進めてきました。原始ブラックホールは観測によって初期宇宙を知る手がかりとなる貴重な存在です。私は、重力崩壊に関する知見を駆使してインフレーション起源の密度揺らぎによるブラックホール形成を研究しています。これからは重力波宇宙物理学の研究をさらに押し進めようと考えています。

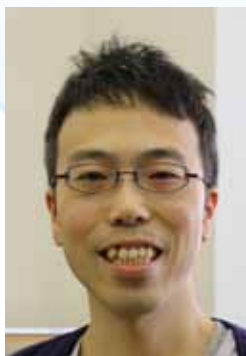
私の研究室では、一般相対論・宇宙物理学・宇宙論全般に広く興味を持って研究を行っています。卒業研究生・大学院生は、多彩なテーマの中から、相談の上でテーマを設定し研究を進めています。



3次元数値相対論でとらえた紡錘特異点の形成 (Yoo, Harada, Okawa (2017) Fig.3より)

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
・一般相対論を超えた重力理論

2017年度担当科目

統計力学2, 理論物理学講義3(宇宙物理学), 科学英語2など

オフィスアワー 月曜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

- ・ "Generalized multi-Galileons, covariantized new terms, and the no-go theorem for non-singular cosmologies" Shingo Akama, Tsutomu Kobayashi, Phys.Rev. D95 (2017) no.6, 064011 [arXiv:1701.02926 [hep-th]]
- ・ "Scale-invariant perturbations from NEC violation: A new variant of Galilean Genesis" Sakine Nishi, Tsutomu Kobayashi, Phys.Rev. D95 (2017) no.6, 064001 [arXiv:1611.01906 [hep-th]]
- ・ "Generic instabilities of non-singular cosmologies in Horndeski theory: a no-go theorem" Tsutomu Kobayashi Phys.Rev. D94 (2016) no.4, 043511 [arXiv:1606.05831 [hep-th]]

宇宙はどのようにして始まったのか? 宇宙はどのようにして始まっているのか? 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量子論的な過程を通して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未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。私は、インフレーション宇宙を記述する最も一般的な理論を構築することで、誕生間もない宇宙におけるさまざまな物理現象の解明を進めています。最近、インフレーション宇宙がミンコフスキー時空から創生されるという初期特異点のない斬新なモデルを具体的に構成することに成功しました。

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。この研究テーマは、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探求し、その可能性をさまざまな角度から検討・検証しています。

宇宙に関する根源的な疑問を理論物理学の立場から追いかけていたい人、紙とペンやコンピュータで計算することが大好きな人はぜひ研究室の扉を叩いてみてください。



宇宙創成から現在に至るまでの宇宙進化史を物理を使って解き明かす。

中山優 場の量子論・超弦理論

准教授



居室 4号館3階4333
専門分野 場の量子論・超弦理論

研究テーマ

・共形場理論に基づく臨界現象・量子重力理論の理解

2017年度担当科目

量子力学1, 量子力学2, 数理物理特論1, 素粒子特論2, 理論物理学講究5, 物理入門ゼミナール, 理論物理学講究5 (数理物理学)

オフィスアワー 月曜昼休み

アカデミックアドバイザー 1年生

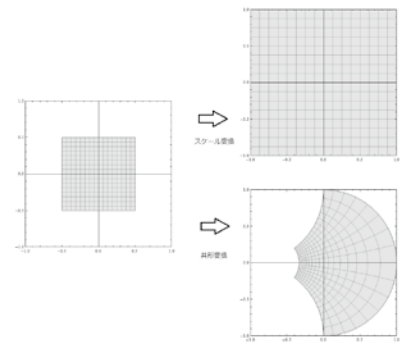
最近の論文・著書等

- ・ Y. Nakayama "Bootstrapping critical Ising model on three-dimensional real projective space," Phys. Rev. Lett. 116, 14, 141602 (2016)
- ・ Y. Nakayama and Y. Nomura, "Weak gravity conjecture in the AdS/CFT correspondence," Phys. Rev. D 92, no. 12, 126006 (2015)
- ・ Y. Nakayama and H. Ooguri, "Bulk Locality and Boundary Creating Operators," JHEP 1510, 114 (2015)

ミクロな量子系からマクロな重力理論まで自然界には階層構造が備わっています。一見すると極小の物理と極大の物理にはなんの関係もなさそうです。しかし、現代物理学の柱であるくりこみ群の考え方や量子場の理論と重力理論を統一した量子重力理論、例えば超弦理論によれば、両者は普遍的な性質によって支配されていることがわかってきています。この新しい宇宙観は、20世紀に開発された「臨界現象の普遍性」をさらに推し進めた現代物理学の最先端のテーマになっています。

ここ数年、私の研究テーマの柱の一つは「スケール不変である場の理論は共形変換で不変であるか？」という疑問でした。海岸線の形状、ローマンブロッコリー、そして株価の変動。私たちの世界は、拡大・縮小して眺めてもその性質を保ち続ける「スケール不変性」という性質を持った現象で満ち溢れています。スケール不変な相対論的量子場の理論は「共形不変性」と呼ばれるより大きな対称性を持つと信じられてきました。この信仰は一体正しいのでしょうか？私はこの長年の疑問に、超弦理論に立脚して決着をつけたいと思っています。

スケール不変な理論は共形不変であると認めると、近年開発された「共形ブートストラップ」という強力な手法によって、3次元の臨界現象をはじめ多くの物理学の難問が「解けて」しまいます。臨界現象は「共形仮説」によって単なる「スケール不変性」とは比較にならないくらい強い制限に縛られているのです。私は、この手法によって、QCDやフラストレーションをもった磁性体の相転移、そして、量子スピン系の量子相転移などへ新しい視点から非摂動的な知見を与えることに成功しました。今後の課題として、この共形不変性の背後に潜むくりこみ群の性質を超弦理論の観点から見直すことで、量子重力の根源的な構造を明らかにしたいと思っています。



スケール対称性と共形対称性

横山修一郎 初期宇宙論・宇宙大規模構造形成の理論研究

助教



居室 4号館3階4326
専門分野 宇宙論

研究テーマ

・インフレーション理論, 宇宙マイクロ波背景放射, 宇宙大規模構造, ダークマター, ダークエネルギー

2017年度担当科目

物理学演習1/4, コンピュータ実験1/2, 物理数学2, 流体力学
オフィスアワー 水曜昼休み

最近の論文・著書等

- ・ "Primordial Black Hole Scenario for the Gravitational-Wave Event GW150914," Misao Sasaki, Teruaki Suyama, Takahiro Tanaka, Shuichiro Yokoyama, PRL117, 061101(2016)
- ・ "Ultra slow-roll G-inflation," Shin'ichi Hirano, Tsutomu Kobayashi and Shuichiro Yokoyama, PRD94, 103515(2016)
- ・ "Constraining equilateral-type primordial non-Gaussianities from imaging surveys," Ichihiko Hashimoto, Shuntaro Mizuno, Shuichiro Yokoyama, PRD94, 043532(2016) 他

近年の宇宙観測の進歩はめざましく、誕生直後の宇宙の様子さえも詳細に議論できる時代が来ています。一方、現在標準的な宇宙進化のシナリオである膨張ビッグバン理論に基づけば、初期の宇宙は非常に高温で高密度であったと考えられます。そのような初期の宇宙では何が起きていたかを物理的に考える際には素粒子理論も必要となります。2012-13年にかけてビッグス粒子発見の話題など、近年の素粒子理論の発展にもめざましいものがあります。さらに2015年には、世界で初めて重力波が検出され、重力理論の精密検証も今後期待されます。

私は、このような時代背景のもと、「進展著しい宇宙観測に基づき、素粒子理論とも整合性のとれた初期宇宙モデルの構築を目指す」研究を中心に進めています。

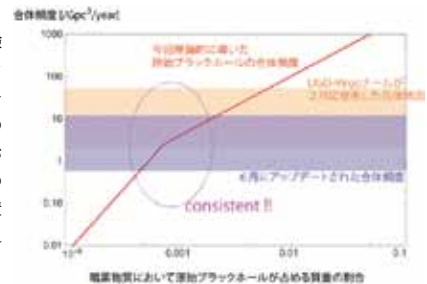
例えば、超ひも理論や超対称性理論などに基づく、初期の宇宙にはヒッグス粒子と似た性質を持った「スカラー場」が多数存在していた可能性があることが指摘されています。私は、このスカラー場が多数存在していた痕跡を宇宙大規模構造の観測からいかにして探し出すか、そして次世代の超高精度観測による検証可能性などについての研究を行っています。またこのような初期宇宙に存在していたスカラー場が現在の「暗黒物質」の源となっている可能性も指摘されており、この初期宇宙におけるスカラー場の存在の検証が暗黒物質の正体解明にもつながる可能性があり、暗黒物質にも興味を持って研究を進める予定です。さらにはこのスカラー場がある条件の下で現在まで存在していたら、もう一つの宇宙の謎である「ダークエネルギー」の正体にも迫ることができる可能性があり、こちらも興味深いテーマであると考えています。

我々の宇宙はどのようにして始まったのか？そして、現在の宇宙の構成要素は何か？という謎の解明とともに、地上の加速器実験だけでは到達できない高エネルギーでの素粒子

理論の検証という点においても初期宇宙の研究は重要な位置にあると考えられます。

我々の宇宙はどのようにして始まったのか？そして、現在の宇宙の構成要素は何か？という

謎の解明とともに、地上の加速器実験だけでは到達できない高エネルギーでの素粒子理論の検証という点においても初期宇宙の研究は重要な位置にあると考えられます。



2015年に世界で初めて検出された重力波。Sasaki, Suyama, Tanaka and Yokoyama, PRL117, 061101(2016)では、その重力波の源であるされる連星ブラックホールが初期宇宙にできた原始ブラックホールである可能性を指摘した。図は観測から見積もられたブラックホールの合体頻度と我々が理論的に導いた原始ブラックホールである場合の合体頻度を比較したもの。

初田泰之

助教

超弦理論の数理的側面



居室 4号館3階4326
専門分野 超弦理論, 超対称ゲージ理論, 数理論理学

研究テーマ

- ・ゲージ・重力双対性
- ・カラビ・ヤウ幾何学の量子可積分系・2次元電子系への応用

2017年度担当科目

物理学1・3、物理学演習2・3、コンピュータ実験1・2

オフィスアワー 木曜4限

物理学では一見無関係に思われる事柄が、実は深い所で関係していたということがしばしばあります。このような関係は双対性と呼ばれます。典型例は電磁気学のマクスウェル方程式における電場と磁場の対称性（電磁双対性）でしょう。

私はこれまで AdS/CFT 対応と呼ばれる超弦理論とゲージ理論の間の双対性についての研究を行いました。特に高い対称性を持つ模型に対して、いくつかの面白い成果をあげることが出来ました。

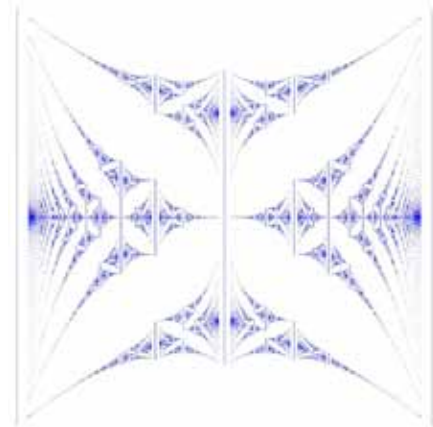
近年特に興味をもっているテーマは、カラビ・ヤウ多様体と量子可積分系・2次元電子系との関係についてです。カラビ・ヤウ多様体は超弦理論において中心的な役割を果たす空間ですが、数え上げ幾何学やミラー対称性を通して数学者にも興味を持たれています。過去の研究で、カラビ・ヤウ多様体の幾何学的不変量が、量子可積分系の固有値問題を解くことに利用できるということを見ました。このような対応を利用することで、これまで解が知られていなかった数学の問題に対して、超弦理論の観点から解を予想することが可能となりました。

またごく最近の研究では、カラビ・ヤウ多様体が磁場中における2次元格子上の電子のスペクトルをも記述することがわかりました。カラビ・ヤウ多様体という高度に数学的な空間が、現実的な電子系を記述し得るという発見は、大変エキサイティングなものです。このような関係は全く予期せぬもので、その背後には何か深い構造が存在することを示唆しているように思われます。今後の研究でそのような構造をより深く理解し、超弦理論の応用の可能性を追い求めていきたいと思っています。

理論物理学の楽しさは、全く自由な発想で、何にも縛られることなく研究を進めていけることだと思います。そのような自由を大切にしながら研究に取り組むことを心掛けています。

最近の論文・著書等

- ・“Calabi-Yau geometry and electrons on 2d lattices,”
Y. Hatsuda, Y. Sugimoto and Z. Xu,
Phys. Rev. D95 (2017) 8, 086004, [arXiv:1701.01561 [hep-th]].
- ・“Hofstadter’s Butterfly in Quantum Geometry,”
Y. Hatsuda, H. Katsura and Y. Tachikawa,
New J. Phys. 18 (2016) 10, 103023, [arXiv:1606.01894 [hep-th]].
- ・「位相的弦理論で解く量子可積分型」, 初田泰之, 日本物理学会誌 71 (2016) 11, 752-756.



「ホフスタッターの蝶」と呼ばれる電子のエネルギーバンドが、カラビ・ヤウ幾何学にも現れることが分かった。



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



原子核・放射線物理学研究室

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

家城和夫 原子核物理：安定線から離れた核の反応・構造

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

2017年度担当科目

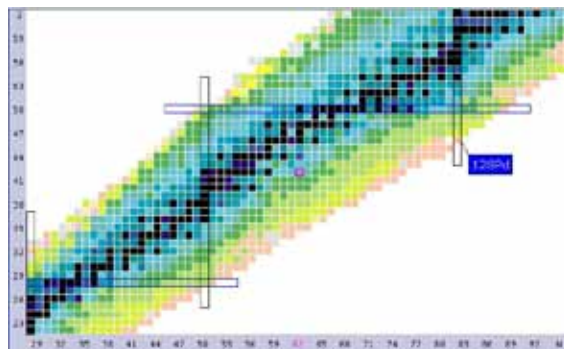
物理学概論・解析力学・原子核概論

オフィスアワー 火曜昼休み

アカデミックアドバイザー 2年生

最近の論文・著書等

- ・ "Measurement of proton-induced target fragmentation cross sections in carbon", Nucl.Phys. A946, 104, (2016)
- K.Matsushita, T.Nishio, S.Tanaka, M.Tsuneda, A.Sugiura and K.Ieki
- ・ "Investigating nuclear shell structure in the vicinity of 78Ni: Low-lying excited states in the neutron-rich isotopes 80, 82Zn", Phys.Rev. C 93, 024320 (2016), Y.Shiga, et al.



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）¹²⁸Pd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。

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った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ました。日本でも不安定核研究のための強力な実験施設（RIBF 理化学研究所など）で新しい同位元素の発見などの進展があり原子核物理研究の一つのフロンティアとなっています。

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。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 Neutron Wall と呼ばれる大型の中性子検出器を使い元素合成過程や不安定核構造等に関わる実験研究を行ってきました。現在は、更に高性能な3次元位置検出の中性子検出器の開発を中心に研究を進めています。

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 Neutron Wall と呼ばれる大型の中性子検出器を使い元素合成過程や不安定核構造等に関わる実験研究を行ってきました。現在は、更に高性能な3次元位置検出の中性子検出器の開発を中心に研究を進めています。

平山孝人 表面物理学：固体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

2017年度担当科目

物理学実験1, 物理計測論, 物理入門ゼミナール, 理学とキャリア, 自然科学の探究

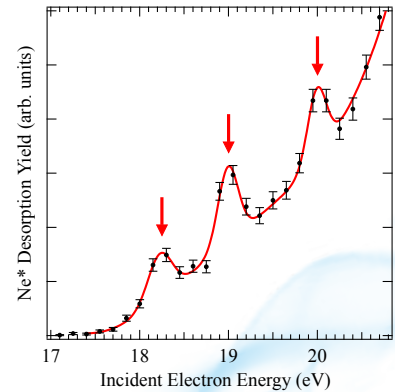
オフィスアワー 火曜昼休み/アカデミックアドバイザー 3年生

最近の論文・著書等

- ・ Photon-stimulated desorption of Ne metastable atoms from Ar adsorbed on Ne solids, Azusa Iwabuchi, Takayuki Tachibana, and Takato Hirayama, J. Electr. Spectr. Rel. Phen., in press.

・ Ion desorption from TiO₂(110) by low energy positron impact, Takayuki Tachibana, Luca Chiari, Masaru Nagira, Takato Hirayama and Yasuyuki Nagashima, Defect and Diffusion Forum 373, (2016) 324-7.

・ Comparative study of ion desorption from clean and contaminated TiO₂(110) surfaces by slow positron impacts. T. Tachibana, T. Hirayama, and Y. Nagashima, e-Journal of Surface Science and Nanotechnology 13, (2015) 261. 他



Ne 固体表面を標的とした、低エネルギー電子衝撃による Ne 励起原子脱離収率の入射電子エネルギー依存性の測定結果。矢印で示されている共鳴構造は、Ne 固体中に一時的に生成した負イオン状態を経由した脱離によるものである。

栗田和好 究極の物質の探求

教授



居室 13号館地階C805
専門分野 原子核実験
研究テーマ

- ・不安定核構造
- ・QCD 物理

2017年度担当科目

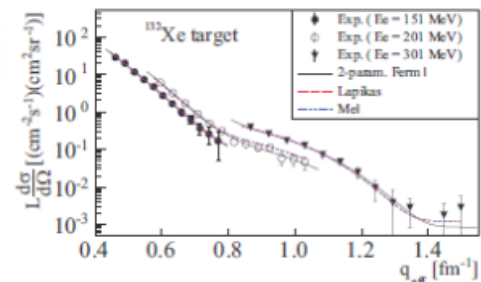
力学1, 基礎物理学演習1, ハドロン物理学, 原子核特論

オフィスアワー 月曜昼休み/アカデミックアドバイザー 1年生

最近の論文・著書等

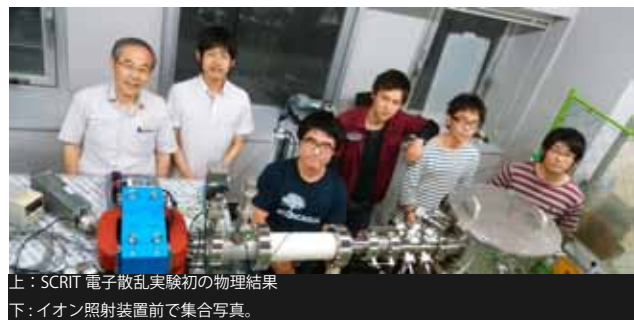
- ・ First elastic electron scattering from ¹³²Xe at the SCRIT facility K. Tsukada, K. Kurita et al. Phys.Rev.Lett. 118 (2017)

・ The SCRIT electron scattering facility project at RIKEN RI beam factory
T. Ohnishi, K. Kurita et al. Phys. Scripta T166 (2015) 014071



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。我々はそのために、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を世界に先駆けて開始したところである。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をはじめ新たな物理学進展の瞬間に臨みたいと思う人をおおいに歓迎する。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 の性質の理解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。



上: SCRIT 電子散乱実験初の物理結果
下: イオン照射装置前で集合写真。

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

2017年度担当科目

コンピュータ実験2(春学期研究休暇)

オフィスパワー 金曜昼休み(秋学期のみ)

「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言されていますが、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る、超対称性理論などが予言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、それをを用いた独自の方法で我々の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初めて成功させた他、ミリメートルでの余剰次元の存在に対して明確な答えを出すことに成功しました。

現在は、時間反転対称性を前人未達の超高精度で新たに検証し、余剰次元のミクロンスケールでの探索に挑戦しています。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！

最近の論文・著書等

- ・"The MTV experiment: searching for T-violation in polarized Li-8 at TRIUMF", *Hyperfine Interact* (2016) 237:125
- ・"A new measurement of electron transverse polarization in polarized nuclear β^- -decay", *Modern Physics Letters A* Vol. 32, No. 10 (2017) 1750058
- ・日本経済新聞 2016年6月5日朝刊 「5次元世界そこにあるかも」
- ・Newton 2016年1月号「特集 高次元『特別インタビュー1』」
- ・コスミックフロント「重力の神秘」NHK-BS 2014年11月
- ・ガリレオ X「世界は本当に三次元か？」BS フジ 2013年10月 他



大学院生を中心としたカナダでの時間反転対称性の検証実験の研究チーム

中野祐司 原子分子スケールで探る宇宙・自然科学

准教授



居室 13号館6階C608

専門分野 原子分子物理学

研究テーマ

・宇宙の物質進化に関する実験的研究
・加速器を使った高エネルギー原子物理

2017年度担当科目

力学2, 基礎物理学演習2, 原子分子物理学, 物理入門ゼミナール, 理数教育企画, 物理学実験(生) など

オフィスパワー 火曜昼休み

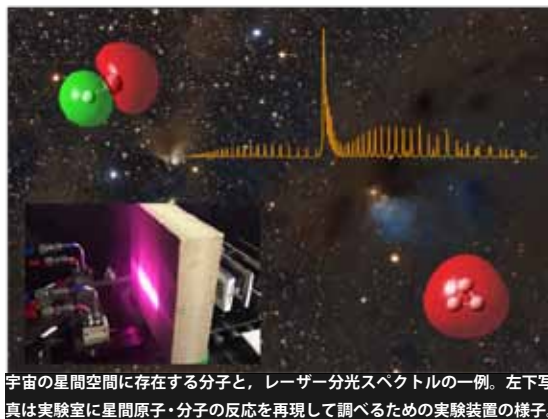
アカデミックアドバイザー 1年生

最近の論文・著書等

- ・"Design and commissioning of the RIKEN cryogenic electrostatic ring (RICE)", Y. Nakano, Y. Enomoto, T. Masunaga, S. Menk, P. Bertier, and T. Azuma, *Rev. Sci. Instrum.* 88, 33110 (2017).
- ・"コヒーレント共鳴励起による多価イオンの精密分光" 中野祐司, 東俊行, 原子衝突学会誌 しょうとつ 13, 117 (2016).
- ・"Metastable Ar¹⁷⁺(2s) production by Stark-assisted resonant coherent excitation" Y. Nakano, A. A. Sokolik, A. V. Stysin, Y. Nakai, K. Komaki, E. Takada, T. Murakami and T. Azuma, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 48 144026 (2015) 他

私たちの身のまわりの自然現象—その多くは原子や分子を最小単位として引き起こされています。細胞の中から遙か彼方の銀河まで、原子や分子は至る所に存在し、その構造や性質、そして周囲の環境に応じて多種多様に振る舞い、マクロな現象をドライブします。例えば視覚細胞の中では分子が光を吸収してエネルギーを得ることでその形を変え、視神経に電気信号を伝えます。宇宙空間に漂う原子・分子ガスは様々な反応を経由して収縮し、多様な星や惑星を形成していきます。こういった自然現象の全てを単一の原子・分子レベルで理解し、その本質を捉えることで自然を科学する。これが私たち原子分子物理学者の挑戦です。

私の研究室では、特に宇宙の星間空間でおこる原子分子の反応に焦点を当てた研究を行っています。宇宙の誕生から約38万年後に水素原子が作られてから星・惑星や生命の誕生に至るまで、物質がどのように進化してきたのか。その過程には未だ多くの謎が隠されています。これを原子分子スケールで実験的に直接調べることが目標として、実験室に星間空間と同様の超高真空、極低温の環境を準備し、その中に星間原子や分子を作り出しています。様々な手段を用いて原子分子の速度を変えてぶつける、レーザー光によって原子分子の量子状態を観測、制御する、といったことを行っています。新しい手法を切り開いていくために、実験装置や検出器の開発は欠かせません。日々、宇宙の彼方に思いを馳せながら、実験室でのものづくりとミクロな世界の研究に励んでいます



宇宙の星間空間に存在する分子と、レーザー分光スペクトルの一例。左下写真は実験室に星間原子・分子の反応を再現して調べるための実験装置の様子。

梶野泰宏 原子核構造から迫る天体での元素合成

助教



居室 4号館1階4142

専門分野 原子核物理学

研究テーマ

- ・中性子過剰核の光応答
- ・間接的手法を用いた天体核反応の研究

2017年度担当科目

物理学実験1, 基礎物理学演習2, 物理学実験(生物)

我々を構成する元素がどこで、どのようにして生まれたのか?という究極的な疑問に迫るための実験的研究を行っています。

元素は宇宙初期に生成された水素をもとにして、原子核反応の繰り返しにより、より原子番号が大きいものが作られていっています。鉄より原子番号の小さい元素は、主に恒星中心部で起こる燃焼過程によって水素から生成されることが知られています。一方鉄より原子番号が大きい元素は、超新星爆発や中性子星合体によって生成される可能性が示唆されていますが、その詳細は未だにわかっていません。元素がどのような天体現象で生成されるかを知るには、そこで起こる原子核反応の性質を知る必要があります。また中性子星合体の主役である中性子星は、その名の通り主に中性子からできていますが、その構造を知ることも中性子星合体における元素合成過程のモデル化に欠かせません。

そこで私達のグループではその天体現象で起こる原子核反応の性質を調べるため、地上の加速器を用いて天体内での反応で重要である不安定原子核を生成し、その不安定核が関与する反応の性質を実験的に調べています。また中性子数が陽子数より極端に多い原子核の構造を調べることで、中性子の塊である中性子星の構造を解き明かす研究も行っています。

実験は理化学研究所RIビームファクトリーにあるSAMURAIという施設で行っています。SAMURAIは超電導電磁石を用いることによって、原子核反応から生成される荷電粒子や中性子を高効率で測定することを可能にした施設です。私達のグループではこのSAMURAIと

オフィスアワー 木曜2限

最近の論文・著書等

- ・"Observation of isoscalar and isovector dipole excitations in neutron-rich 200" N. Nakatsuka, Y. Togano et al., Phys. Lett. B 768, 387 (2017).
- ・"Interaction cross section study of the two-neutron halo nucleus 22C" Y. Togano et al., Phys. Lett. B 761, 412 (2016).

共に用いることが出来るCATANAというガンマ線検出器を建設し、核反応によって荷電粒子や中性子とともに放出されるガンマ線の測定を可能にしました。

現在は私達のグループで行った、中性子過剰核の光応答の性質を世界で初めて調べた実験の解析を行うと共に、次世代ガンマ線検出器の建設に向けた基礎研究を行っています。



理化学研究所のSAMURAIスペクトロメータ。中央左側に見える濃い青のものがSAMURAI超電導電磁石でその周辺のものほぼ全て反応生成物測定のための検出器である。

植田寛和 低温固体表面における反応ダイナミクス

助教



居室 13号館6階C606

専門分野 表面物理

研究テーマ

- ・低温固体表面における原子・分子反応素過程の研究

2017年度担当科目

基礎物理学演習1, 物理学実験1, 物理学実験(生)

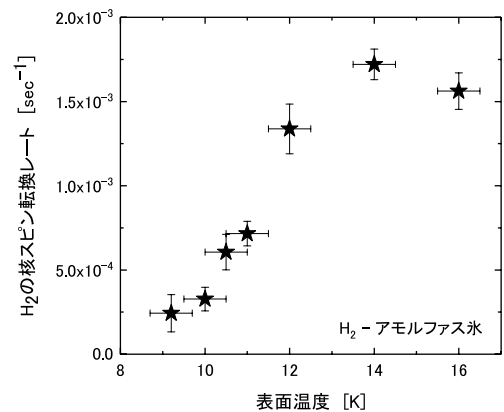
オフィスアワー 木曜2限

私は原子・分子と固体表面の相互作用の理解をめざした研究に従事してきました。気体が固体表面へ衝突すると、吸着や散乱が起こります。気体-固体表面相互作用には、固体表面の物性に加え、気体の様々な自由度が大きく影響します。気体が固体表面へ衝突する際の条件を制御することで、気体-表面相互作用を詳細に理解することができます。これまでに衝突する際の気体の並進エネルギー、分子の振動・回転状態、分子の向きによって吸着・散乱過程が大きく変わることを明らかにしてきました。このような素過程を理解することは複雑な表面反応を理解する上で重要です。また、固体表面上での原子・分子の挙動に興味があります。極低温のアモルファスH₂O氷表面では水素分子の核スピン転換が起こります。私たちは、この転換レートが氷表面の温度に依存することを見出しました。この結果は転換過程に氷のフォノンが関わっているためであると考えられています。

H₂O氷もその一つですが、低温環境下では気体自身が凝縮し固体を成します。今後はこのような凝縮性固体表面上で起こる原子・分子の反応過程の理解を目指した研究を進めていきたいと考えています。また、凝縮する粒子の個数によってはクラスターを形成します。このようなクラスターは固体とも孤立粒子とも異なる物性を持つ可能性があります。この状態の物性研究も進めていきたいと考えています。

最近の論文・著書等

- ・"Dynamics of O₂ Chemisorption on a Flat Platinum Surface Probed by an Alignment-Controlled O₂ Beam", H. Ueta and M. Kurahashi, Angew. Chem. Int. Ed. 56, 4174 (2017).
- ・"Surface Temperature Dependence of Hydrogen Ortho-Para Conversion on Amorphous Solid Water", H. Ueta, N. Watanabe, T. Hama and A. Kouchi, Phys. Rev. Lett. 116, 253201 (2016).
- ・"白金表面における振動励起メタン分子の解離吸着反応", H. Ueta, L. Chen, R. D. Beck, 表面科学, 36, 614 (2015).



H₂O氷表面におけるH₂の核スピン転換レートの表面温度依存性

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

2017年度担当科目

電磁気学1, 宇宙地球系物理学概論, 宇宙地球系物理学講究1 (宇宙放射線物理学), 宇宙放射線特論

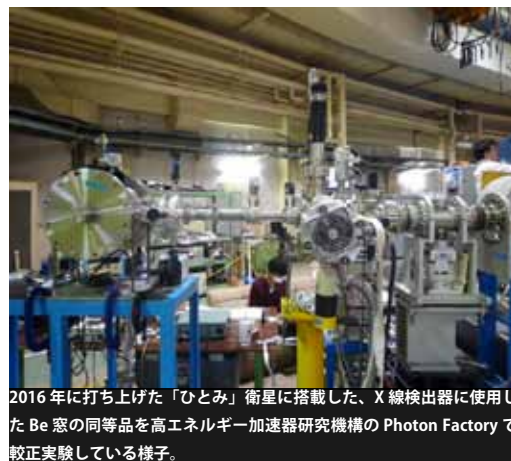
オフィスアワー 金曜3限

宇宙にはブラックホールと恒星が連星系をなしており、恒星のガスがブラックホールに流れ込み降着することで、X線で輝いている天体があります。また、ブラックホールに中性子星が置き換わって同じようにX線で輝いている天体もあります。それらの天体では、いろいろな時間スケールでX線の強度変動や、エネルギースペクトルの変動を示します。これらの変動は物質がブラックホールや中性子星に降着する様子を知る手がかりとなります。研究室では、人工衛星を使い、X線でこれらの天体を観測することで、ブラックホールや中性子星に物質が降着する様子を研究しています。観測は人工衛星を使うので、人工衛星に搭載する機器開発にも携わっています。また、次に書くように、観測装置の独自開発も進めています。

X線望遠鏡は、同口径の可視光の望遠鏡に比べて、理論的には遥かに高い角度分解能（回折限界）を持つことができます。ところが、技術的に大変難しく、理論的な限界には未だ誰も達していません。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」等で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。天体からある波長のX線を2箇所の鏡で受け止め合成し干渉させた場合、干渉の度合いは、2箇所の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、天体の大きさやある程度の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。

最近の論文・著書等

- ・“Orbital modulations of X-ray light curves of Cyg X-1 in its low/hard and high/soft states” Sugimoto, Juri; Kitamoto, Shunji; Mihara, Tatehiro; Matsuoka, Masaru, 2017, PASJ, in press.
- ・“Hitomi Constraints on the 3.5 keV Line in the Perseus Galaxy Cluster” Aharonian, F. A...Kitamoto, S. et al. 2017, ApJ, 837, L15.
- ・“A Suzaku View of Accretion-powered X-Ray Pulsar GX 1+4” Yoshida, Yuki; Kitamoto, Shunji; Suzuki, Hiroo; Hoshino, Akio; Naik, Sachindra; Jaisawal, Gaurava K., 2017, ApJ, 838, 30 他



2016年に打ち上げた「ひとみ」衛星に搭載した、X線検出器に使用したBe窓の同等品を高エネルギー加速器研究機構のPhoton Factoryで較正実験している様子。

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

2017年度担当科目

物理入門ゼミナール、宇宙地球系物理概論、宇宙物理学序論2など
オフィスアワー 木曜昼休み / アカデミックアドバイザー 3年生

惑星の大気中では様々な発光現象が起こっています。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行っています。2015年12月に金星周回軌道に投入された金星探査機「あかつき」は人類が初めて目にする金星の姿を地上に送り届けています。「あかつき」搭載中間赤外カメラが取得する金星大気上層の温度分布データを使った研究により金星大気ダイナミクスの新しい発見が続々と生まれています。

惑星の大気にもオーロラや雷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、明るい光学系と高感度の光検出器が必要になります。私たちはそれらの光学技術を結集して、高度30kmの地球の成層圏から惑星大気を観測する気球搭載望遠鏡を開発しています。現在地上にある大型望遠鏡が成層圏に浮かんでいる様子を想像してみてください。私たちはそのような惑星観測の近未来を描いています。同時に、「あかつき」搭載中間赤外カメラや火星探査機「のぞみ」搭載水素吸収セルをベースに将来の太陽系探査での実用化を目指した新しい探査技術開発も行っています。

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。その光には、発光する粒子やオーロラが発生す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、アイスランドと南極昭和基地でのオーロラ観測によ

て得られたデータに基づいて、地球の超高層大気や磁気圏の研究を進めています。

宇宙や自然が好きで、惑星探査機に自分の観測装置を載せてみたい人、南極や北極に行ってみてみたい人、是非私たちの研究室をのぞきにきてください。



「すばる」望遠鏡による金星観測 (2017年1月14日)

内山泰伸 X線ガンマ線で探る宇宙の高エネルギー現象

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

- 宇宙線加速の研究
- 超新星残骸・パルサー星雲の研究
- ミュオグラフィ

2017年度担当科目

情報処理、電磁気学2、宇宙の科学など

オフィスアワー 木曜昼休み / アカデミックアドバイザー 2年生

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。宇宙線のような高エネルギー粒子は、星形成やブラックホールから射出される相対論的ジェットなど、宇宙の諸相で重要な役割を果たしています。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。

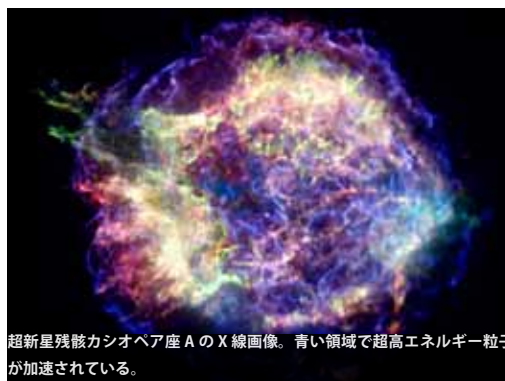
フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡を用いた超新星残骸の研究を重点的に進めています。超新星残骸の衝撃波は、最も有力な銀河宇宙線の起源として注目されている天体であり、衝撃波統計加速というメカニズムによって高エネルギー粒子が加速されています。最近の主要成果としては、超新星残骸からのパイ中間子崩壊ガンマ線を検出し、宇宙線陽子の証拠を得たことがあげられます。この研究成果は米国サイエンス誌に掲載され、「ブレークスルーオブザイヤー」の次点に選出されました。2016年度からは、ナミビア共和国に設置されている大気チェレンコフ望遠鏡により、宇宙からの超高エネルギーガンマ線を観測するHESS.グループに参画しました。より高いエネルギーのガンマ線を観測することで、高エネルギー粒子加速現象を探求する予定です。

また、天体観測だけでなく、ミュオグラフィと呼ばれる、宇宙線ミュオンの高い透過力を利用した巨大建造物の透視技術の開発も進めています。チェレンコフ検出器を利用

最近の論文・著書等

- "An Extremely Bright Gamma-ray Pulsar in the Large Magellanic Cloud" Ackermann, M., et al. (including Uchiyama, Y.) Science, 350, 801-805, 2015
- "Detection of the Characteristic Pion-Decay Signature in Supernova Remnants" The Fermi-LAT Collaboration (Y. Uchiyama as a corresponding author), Science 339, 807, 2013

した新しいタイプのミュオグラフィ装置を開発し、火山活動の監視などに役立てることを目指しています。



超新星残骸カシオペア座AのX線画像。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

- ・はやぶさ2による小惑星の可視分光観測・含水鉱物探索
- ・月惑星着陸探査用その場元素分析装置の開発
- ・紫外線による系外惑星大気観測装置の開発
- ・水星大気光観測

2017年度担当科目

熱力学, 物理入門ゼミナール, 宇宙地球系物理学概論, 物理学実験(生)

オフィスアワー 水曜5限/アカデミックアドバイザー 4年生

最近の論文・著書等

- ・ S. Kameda, H. Suzuki, T. Takamatsu, Y. Cho, T. Yasuda, M. Yamada, H. Sawada, R. Honda, T. Morota, C. Honda, M. Sato, Y. Okumura, K. Shibasaki, S. Ikezawa, S. Sugita, Preflight calibration test results for optical navigation camera telescope (ONC-T) onboard the Hayabusa2 spacecraft, Space Science Review, in press.
- ・ Yuichiro Cho, Misa Horiuchi, Shingo Kameda, Seiji Sugita, Quantitative Potassium Measurements with Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Using Low-Energy Lasers: Application to In Situ K-Ar Geochronology for Planetary Exploration, Applied Spectroscopy, 0(0) 1-13 (2017). 他

太陽系には8つの惑星があります。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ました。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。水星大気の成因については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、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。その他に検討を行っている観測器では、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。

また、2014年に打ち上げられたはやぶさ2やプロキオンに搭載した装置の開発は、

立教大学の学生が積極的に性能試験に参加して進められました。地球を遠く離れる探査計画にも学生の時から関われる時代になっています。と言っても、これはもちろん簡単なことではありませんが、自分自身を試す大きなチャンスです。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光

星野晶夫 銀河団ガスの観測的研究と観測装置開発

助教



居室 13号館6階C606

専門分野 X線天文学, 極低温検出器

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

2017年度担当科目

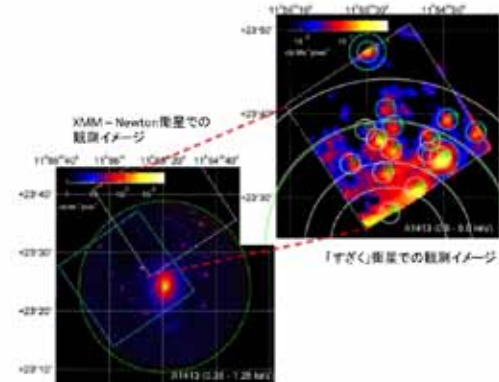
基礎物理実験, 物理学実験2

オフィスアワー 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です。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線天文衛星「すざく」を用いた観測的研究をすすめてきました。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開発を進めています。



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 "。宇宙の大規模構造からのガス降着の現場である。

福原哲哉

助教



居室 13号館6階C606

専門分野 惑星物理学

研究テーマ

- ・地球型惑星の気象力学に関する研究
- ・地球型惑星および小惑星表面の熱物性に関する研究
- ・惑星探査機および地球観測衛星搭載の熱赤外カメラの開発

2017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

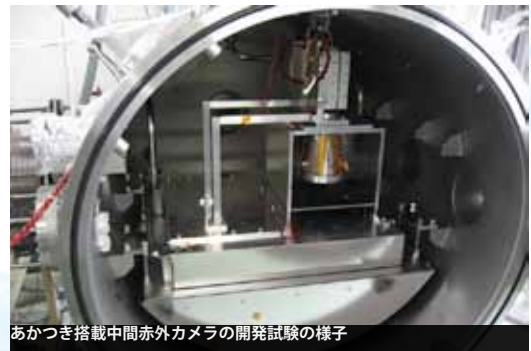
最近の論文・著書等

- ・ Fukuhara, T. et al., Detection of small wildfire by thermal infrared camera with the uncooled microbolometer array for 50 kg class satellite, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, DOI: 10.1109/TGRS.2017.2690996, 2017.
- ・ Fukuhara, T. et al., Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus, Nature Geoscience, DOI: 10.1038/NGEO2873, 2017.

2015年12月7日に日本の金星探査機あかつきが軌道投入に成功しました。あかつきは捉える波長が異なる複数の観測カメラを用いて金星の大気を観測し、謎の多い金星の気象を解明することを目的としています。我々の研究グループが開発した中間赤外カメラ(LIR)はそのうちの1台です。LIRは熱放射を捉えて対象の温度を画像化する「サーモグラフィ」で昼夜の区別なく観測できることが強みです。高度65km付近の金星の雲頂の温度分布と時間変化を観測・解析することで、雲頂付近の大気を力学的に解明していきたいと考えています。あかつきと同じカメラは小惑星探査機はやぶさ2にも搭載されています。小惑星は自転に伴って(昼夜が交互に繰り返されることで)表面の温度が著しく変化します。温度変化の程度(温まりやすさ、冷めやすさ)は表面の状態に依ります。はやぶさ2に搭載された中間赤外カメラで表面温度の時間変化を観測することで表面の状態を推定し、他の観測機器の観測結果ともあわせて小惑星の起源にまで迫りたいともくろんでいます。

「サーモグラフィ」で地球を人工衛星から観測すれば、地球環境の熱的な状態をグローバルに監視することが可能です。近年は「超小型衛星」と呼ばれる安価な人工衛星が大学の研究室でも作られるようになりました。2014年5月24日に打ち上げられたUNIFORM衛星もその一つです。この衛星には我々が開発した宇宙用のサーモグラフィが搭載され、林野火災や火山活動の監視を行っています。これまで国家レベルの予算規模でないとできなかった観測

が、大学で開発した人工衛星でもできる事を実証しました。今後は高価な人工衛星ではなく、安価な人工衛星を大量に打ち上げられる仕組みを作っていきたいと考えています。また、このような開発経験を将来の惑星探査計画(例えば火星探査)にも活かして短期間に信頼性の高い高性能な宇宙用のサーモグラフィを開発したいと考えています。



あかつき搭載中間赤外カメラの開発試験の様子

中川直子

Let's enjoy Scientific English!

特任准教授



居室 4号館2階4207

専門分野 環境工学, 水資源工学, 水文学

研究テーマ

- ・亜臨界水反応技術を用いた資源循環の研究

2017年度担当科目

科学英語1,2(物), 科学英語1,2(化), 科学英語1,2(生), 化学英語

オフィスアワー 水曜昼休み

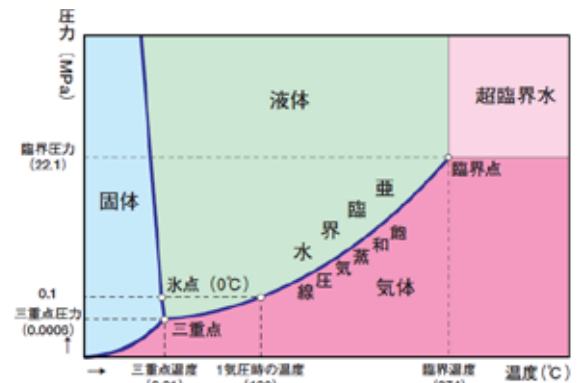
最近の論文・著書等

- ・ Naoko Nakagawa, Akira Kawamura, Hideo Amaguchi, An Evaluation of Infection Risk Caused by the Compound Disaster of a Large Earthquake with Flooding in an Urban River Catchment, Proc. Of the 7th Civil Engineering Conference in the Asia Region, CD-ROM 10 pages, 2016.
- ・ Jun Matsushita, Naoko Nakagawa, Saburo Matsui, Tmonao Miyashiro, Technical Options to Improve Municipal Waste Management Mode Based on Formulating Biowaste Recycling Links, Proc. of the 7th Civil Engineering Conference in the Asia Region, CD-ROM 10 pages, 2016.

科学は国境のない普遍的な学問です。globalizationが加速化している昨今においては、科学の分野においても、自分が考えたことを、日本国内のみならず海外にも発信し、また、海外の情報を正確に入手することが重要であり、そのためには共通語である英語を使いこなしていくことが必要不可欠です。そこで、科学英語の授業では、科学の分野で必要とされる「論理的に展開する」ということを念頭に置きながら、英語のReading, Writing, Listening, Speakingのスキル向上を図っていくと考えています

I think "English" is a communication tool to enable information exchange with others as well as a means to develop friendships not only in Japan but also in foreign countries. I would like to teach the Scientific English class with a positive way of thinking so that the students will share information, original ideas, and techniques with confidence when they will become scientists or engineers in the future!

また、研究に関しては、「亜臨界水反応技術を用いた資源循環の研究」を他大学と共同で進めています。これは亜臨界状態の飽和水蒸気(温度100-200℃, 圧力1-2MPa)の持つ強力な物理化学反応により、バイオマス廃棄物を高質の堆肥や飼料に効率的に転換できる技術です。健全な資源循環・水循環の構築を目標として、まずは海外での展開を試みています。



亜臨界水反応の原理

液体と気体の性質を併せ持つ亜臨界水の高速加水分解

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

2017年度担当科目

基礎物理実験, 物理学実験(生), 物理学実験(化), [旧: 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。稼動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。私立大学が加速器を所有している事自体が非常に珍しいです。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ないます。

◎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。

■近年の主な実験課題:

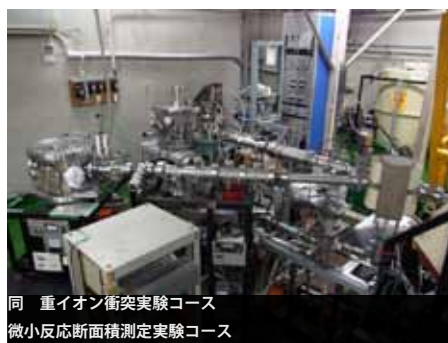
「GSO Ce シンチレーターの Proton 発光測定」—大学院博士論文実験

「固体金属内の原子核反応」—卒業研究実験

「シリコン検出器の不感層の測定」—卒業研究実験

「2次電子放出を用いた重イオンの検出」—卒業研究実験 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(実験していない日時に限る)。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/>