

# 物理学専攻

Department of Physics

## 概要

理学部物理学科は1931年に大阪帝国大学初代総長だった長岡半太郎博士によって創設され、当時勃興した量子論に基づいた物理学研究の中心として、数々の輝かしい業績がここで誕生しています。因習にとらわれない、自由に生き生きとした雰囲気、独創性を重んじる研究第一主義の伝統は今も引き継がれ、活力の大きな支えとなり、教育面にも反映し、各界に建設的で有能な人材を数多く送り出す要因となっています。1995年度から、大学院重点化により理学部物理学科の講座を再編成し、5つの大講座（物性物理学、素粒子・核物理学、基礎物理学、量子物理学、学際物理学）を基幹講座として、新しく大学院理学研究科物理学専攻がスタートしました。学内の研究所、センター、研究科附属実験施設の構成員を含めた5つの協力講座（学際物理学、素粒子・核反応学、極限科学、非平衡物理学、高強度レーザー科学）を構成し、研究・教育のネットワークを強化しています。また、国立研究開発法人理化学研究所と協力して研究・教育を進めています。入学定員は、物理学専攻：修士68名、博士33名です。学部3年生から大学院に入学できる、いわゆる「飛び級」制度を1991年度から実施しています。また、2003年度から2007年度まで、文部科学省「21世紀COEプログラム」の主幹組織を務めました。2010年度には、文部科学省「グローバル30プログラム」の一環として英語を教育言語とする「国際物理特別コース」を新設しました。

## 組織

### 基幹大講座

#### ●物性物理学

- [教授] 工藤一貴、新見康洋、花咲徳亮、  
(兼) 萩原政幸  
[准教授] 酒井英明、宮坂茂樹、  
(兼) 鳴海康雄  
[助教] 蔣男、中島正道、村川寛、  
(兼) 木田孝則

#### ●素粒子・核物理学

- [教授] 青木正治、川畑貴裕、山中卓

- [准教授] 上野一樹、小田原厚子、南條創、  
福田光順、吉田斉

- [助教] 佐藤朗、清水俊、廣瀬穰、古野達也、  
三原基嗣

#### ●基礎物理学

- [教授] 浅川正之、大野木哲也、兼村晋哉、  
西岡辰磨

- [准教授] 佐藤亮介、山口哲  
[助教] 赤松幸尚、飯塚則裕、北澤正清、  
田中実、深谷英則、柳生慶

#### ●量子物理学

- [教授] 小川哲生、黒木和彦、越野幹人  
[准教授] (兼) 越智正之、キース・スレヴィン  
[助教] 大橋琢磨、金子竜也、川上拓人

#### ●学際物理学

- [教授] 松野丈夫、(兼) 豊田岐聡  
[准教授] 大塚洋一、塩貝純一  
[助教] 上田浩平、(兼) 福田航平

#### ●招へい教員

- [教授] 高杉英一、細谷裕、渡邊功雄 (理研)

### 協力大講座

#### ●学際物理学

- [教授] 豊田岐聡 (フォア)、  
兼松泰男 (フォア)、  
木村真一 (生命)  
[准教授] 渡辺純二 (生命)  
[助教] 福田航平 (フォア)、  
中村拓人 (生命)、渡邊浩 (生命)

#### ●素粒子・核反応学

- [教授] 青井考 (核)、阪口篤志 (スチュ)、  
民井淳 (放)、中野貴志 (核)、  
野海博之 (核)、福田光宏 (核)、  
保坂淳 (核)

- [准教授] 味村周平 (核)、石井理修 (核)、  
井手口栄治 (核)、梅原さおり (核)、  
大田晋輔 (核)、嶋達志 (核)、  
堀田智明 (核)

- [講師] 神田浩樹 (核)、依田哲彦 (核)  
[助教] 小林信之 (核)、白鳥昂太郎 (核)、  
菅谷頼仁 (核)、鈴木智和 (放)、  
外川浩章 (核)

- [特任教授] 緒方一介 (核)、岸本忠史 (核)、  
久野良孝 (核)、能町正治 (欧)

- [特任准教授] 岩崎昌子 (大阪市立大学)、  
住濱水季 (岐阜大学)、  
永廣秀子 (奈良女子大学)

## ●招へい教員等

[教授] 大西宏明(核)、王恵仁(核)、  
斎藤武彦(核)、高久圭二(核)、  
藤田佳孝(核)

[准教授] 小沢恭一郎(核)

## ●物性物理学

[教授] 浅野建一(学)

[准教授] 越智正之(フォア)

## ●極限科学

[教授] 大岩顕(産)、萩原政幸(強磁場)  
細貝知直(産)

[招へい教授] 三宅和正(強磁場)

[准教授] 金展(産)、鳴海康雄(強磁場)

[助教] 木田孝則(強磁場)、藤田高史(産)

## ●非平衡物理学

[教授] 菊池誠(サイバー)

[准教授] 吉野元(サイバー)

## ●高強度レーザー科学

[教授] 藤岡慎介(レーザー)、  
千徳靖彦(レーザー)

[准教授] 岩田夏弥(レーザー)

[講師] 有川安信(レーザー)

[助教] 佐野孝好(レーザー)、  
MORACE Alessio(レーザー)

※注：(理研)：国立研究開発法人理化学研究所、  
(核)：核物理研究センター、(フォア)：フォアフ  
ロント研究センター、(産)：産業科学研究所、(強  
磁場)：理学研究科附属先端強磁場科学研究セン  
ター、(サイバー)：サイバーメディアセンター、  
(レーザー)：レーザー科学研究所、(生命)：生命  
機能研究科、(学)：全学教育推進機構、(放)放射  
線科学基盤機構、(欧)：欧州拠点、(スチュ)：ス  
チューデント・ライフサイクルサポートセンター

※研究は研究グループ単位で行われており、その研究  
内容については、研究グループ紹介を参照すること。

## 教育目標

大阪大学および理学研究科の教育目標のもと、学位プログラム「物理学」では物理学を通じた高度な教育を行います。物理学は自然の原理探究を目的としたすべての自然科学の基盤であり、今日の科学技術を支える礎です。また、社会発展のための基盤であると同時に、即時的な応用を必ずしも目的としない人類全体の文化的・知的な財産にもなっています。この性格ゆえに、物理学は今日のように社会的環境が大きく変化している時にも、柔軟に物事の本質を考えるための基礎を提供します。

物理学専攻では、このような物理学の特徴を踏まえて以下のような目標を掲げています。

○最先端かつ高度な専門性と深い学識  
物理学の先端研究を通じた教育を行います。

○高度な教養

幅広い自然科学の素養に基づく柔軟な発想から、自然に対して鋭い直感力と的確な判断力を養います。

○高度な国際性

英語の文献で最先端の知識を身につけ、研究成果を英語での論文あるいは口頭で発信する力を養います。

○高度なデザイン力

特に博士後期課程においては、学生個人個人の研究スタイルを確立させ、それらを最先端の研究に結びつけることを教育の視野に入れていきます。

○独自の教育目標

博士後期課程修了後には大学・公的機関・企業等での研究職・技術開発職・教育職などの広い分野でリーダーとして国際的に貢献できる人材を育成することを目標としています。

物理学の美しさや深遠さの魅力を追求して、それらを研究成果として結実させるためには、より高度な学問的素養を身につけ、広い視野と科学的思考力を持ち、またそれを実践する方法論を修得しなければなりません。このような人材こそが、将来、グローバルに分野を超えて活躍できると考えています。

## 就職先

物理学専攻における2021年度の合計では、博士前期課程修了者62名中15名が博士後期課程に進学しました。その他37名が民間企業に就職しました。博士後期課程修了者では、10名中7名が国内外の大学ならびに公立の研究機関の助教や研究員に就職しています。また、1名が国家公務員に任官し、1名が民間企業に就職しました。

## 物理学専攻のホームページ

<http://www.phys.sci.osaka-u.ac.jp/index-jp.html>

## 各グループの研究案内

Department  
of  
Physics

## 新見グループ

スタッフ 新見康洋 (教授)、 蔣男 (助教)

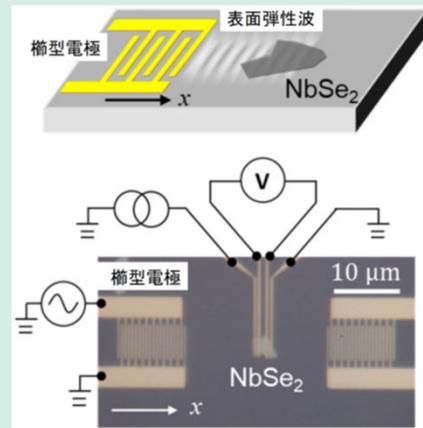
## [研究テーマ]

私たちは、金属・半導体・超伝導体・磁性体などの物質を、マイクロメートル以下の大きさに微細化し、それらを人工的に組み合わせることによって、新現象の発見とその発見機構の解明に関する研究を行っています。具体的な研究テーマは以下の3つです。

1. 原子層超伝導体や磁性体における新奇ナノスケール物性の開拓
2. スピン輸送測定を用いたスピンドYNAMIKSの解明
3. 表面弾性波デバイスを用いた人工的なフォノン制御

微小な金属や半導体では、量子性が顕著に現れ、3次元物質とは全く異なる伝導特性を観測することができます。このような微小伝導体の研究は、近年のナノテクノロジーの進展によって初めて可能になったものであり、量子力学的効果の検証、スピントロニクスや量子コンピュータへの応用など、幅広い分野にわたって研究が行われています。

私たちのグループでは、二次元性の強い超伝導体（下図参照）や磁性体などをマイクロメートルサイズに微細化し、それらを人工的に組み合わせて、天然には存在しない結晶を作り出すことで、新現象の発見を目指しています。また微小伝導体系でしか行うことのできない新しい測定手法の開発も行っています。

Department  
of  
Physics

## 花咲グループ

スタッフ 花咲徳亮 (教授)、渡辺功雄 (招へい教授)、酒井英明 (准教授)、村川寛 (助教)

## [研究テーマ]

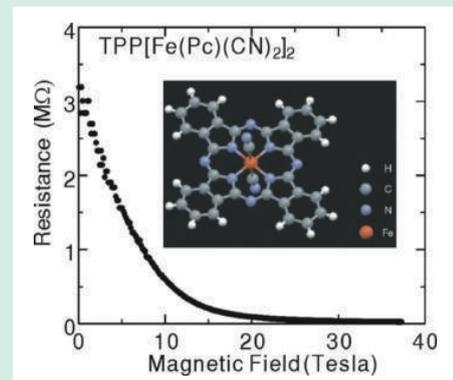
1. 巨大磁気抵抗等などの交差相関物性の研究
2. ディラック電子系、ワイル半金属の実験的研究
3. 熱・電気変換効果の研究

外からのわずかな刺激に対して、物質の性質が大きく変化する現象は巨大応答と呼ばれます。電子の間にクーロン相互作用が強く作用する強相関電子系では、このような現象が生じます。例えば、磁場を物質に加えると電気抵抗が急激に変化する巨大磁気抵抗効果がありますが、電子の移動し易さをスピン自由度で制御したものであり、ハードディスクの磁気ヘッドにも応用されている有益な効果です。また、熱を電気エネルギーに変換する効果もあります。熱電変換効果と言いますが、強相関電子系の多自由度を用いる事で、変換効率を向上させる事もできます。

エネルギーバンドが1点で交差した物質系はディラック電子系と呼ばれますが、量子力学的な位相効果によって高

い易動度を持つとともに、量子ホール効果も観測される魅力的な研究対象です。物質における空間や時間の反転対称性が破れると、相対論的效果によって波数空間上にスピンの流れが現れるワイル半金属という状態になります。

当研究室では、このような興味深い量子現象の機構解明を実験的に進めています。



Department  
of  
Physics

## 工藤グループ

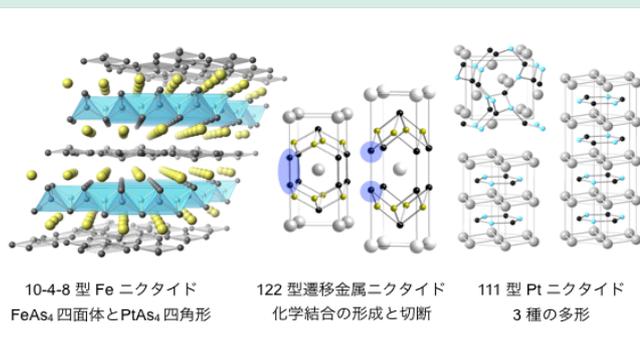
**スタッフ** 工藤一貴 (教授)、宮坂茂樹 (准教授)、中島正道 (助教)

### 【研究テーマ】

1. 新規高温超伝導体の開発
2. 新奇超伝導状態の探索
3. 遷移金属化合物の新物質開発と機能開拓

自発的対称性の破れに伴う現象である超伝導の物理には普遍性があり、その知見は多くの物理に波及します。例えば、超伝導のBCS理論のエネルギーギャップは、粒子の質量とアナロジーを持ちます。興味深いのは、超伝導が普遍的な原理に基づくため様々な物質で発現し、物質の特徴を反映して多様性を生む点です。そのことが、物性物理学の進歩の場を数多く提供してきました。顕著な例が、高温超伝導、異方的超伝導、時間反転対称性の破れた超伝導、トポロジカル超伝導などであり、いずれも現代物性物理学の中心的課題として認識されています。本グループでは、物性物理学の新しい分野を切り開くべく、新しい超伝導物質の開発を進めています。

グループ内には、物質合成から物性測定までに必要な一連の設備が整っています。様々なタイプの電気炉で物質を合成し、各種測定装置を用いて磁気物性、輸送現象、熱物性、光物性を調べます。これまで、配位化学、化学結合の形成と切断、多形を利用した物質設計や、結晶構造の対称性に着目した物性開拓指針などの独自の視点から研究を進め、幾つもの新超伝導体を報告してきました。

Department  
of  
Physics

## 萩原グループ

(先端強磁場科学研究センター)

**スタッフ** 萩原政幸 (教授)、鳴海康雄 (准教授)、木田孝則 (助教)、竹内徹也 (兼任助教)

### 【研究テーマ】

- 1) 磁場誘起量子相及び相転移の研究
- 2) 強相関電子系の強磁場物性及び量子臨界性の研究
- 3) 機能性材料の強磁場物性研究
- 4) 複合極限環境での物性測定装置開発と物性研究

磁場は温度や圧力などと共に重要な物理パラメーターの一つであり、主に物質の性質を決定する電子のスピン自由度と軌道運動に作用するソフトで制御可能な外部パラメーターです。超強磁場中で極低温、超高圧、光、マイクロ波照射などを組み合わせた複合極限条件の外場を高度に制御し、通常の実験室レベルでは得られない広いパラメーター領域での新現象の発見や機構解明を目的とした研究を行っています。図には日本一の充電エネルギーを有する大型コンデンサーバンクシステムとそれを用いて広い磁場空間に強い磁場を発生させるためのワイドボアパルスマグネットを示しています。これ

らを用いて、現在、超強磁場・超高圧・極低温の複合極限環境を目指した物性測定装置の開発と物性研究、例えば、高温超伝導体や重い電子系の研究等を行っています。また、世界で最も広い周波数-磁場の観測領域を有する電子スピン共鳴装置を開発してきており、量子効果や磁気フラストレーション効果、さらには電気磁気交差相関が大きな磁性体の研究も行っています。



大型コンデンサーバンクシステムとワイドボアパルスマグネットのカットビュー

Department  
of  
Physics

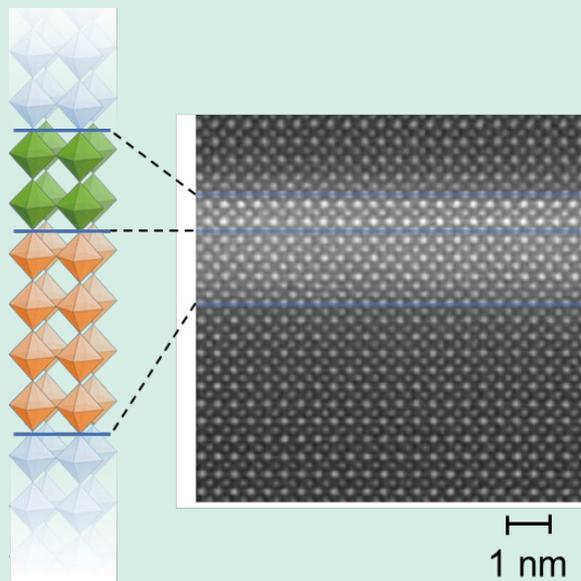
## 松野グループ

スタッフ 松野丈夫 (教授)、塩貝純一 (准教授)、上田浩平 (助教)

## [研究テーマ]

- 1) 酸化物薄膜・界面における新しい量子物質の実現
- 2) スピン-軌道相互作用を活かした酸化物スピントロニクス

二つの異なる物質が接する境界=界面は、単一の物質では実現できない豊かな物性の舞台です。現代テクノロジーを支える半導体デバイスが、かたまり (バルク) ではなく薄膜・界面に生じる機能に基づくことからわかるように、界面物性は基礎から応用に至るまで広がりを持つ物性物理学の最先端トピックとなっています。私たちは中でも遷移金属酸化物=強相関電子系の界面に着目しています。強相関電子系は電荷・スピン・軌道の自由度が絡みあうことで超伝導や磁性などの多彩な電子相を示します。それらを組み合わせた「強相関界面」にもさらに興味深い未知の物性が隠されているのではないのでしょうか? そのような問題意識から、私たちは強相関界面を自ら設計し、作製・評価までを一貫して実施しています。物質の対称性・次元性を原子レベルで制御できる薄膜技術を活かし、新物質開発・新規物性開拓を行います。



3種類の強相関酸化物を積層して合成した界面構造

Department  
of  
Physics

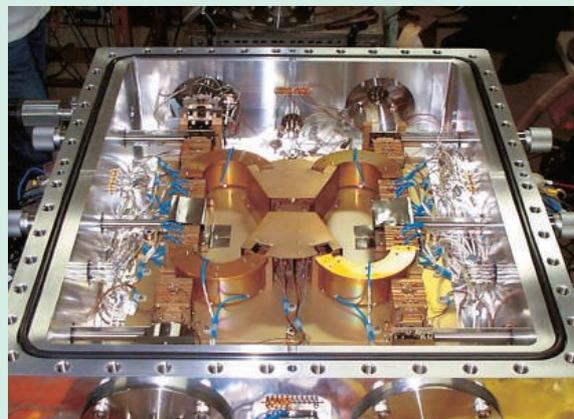
## 豊田グループ

スタッフ 豊田岐聡 (教授)、兼松泰男 (教授)、大塚洋一 (准教授)、河井洋輔 (助教)

## [研究テーマ]

- 1) 小型軽量高性能質量分析計の開発とそれらを用いた分野横断型融合研究
- 2) 投影型質量分析イメージング装置 (質量顕微鏡) の開発
- 3) 先端レーザー手法の質量分析法への導入開発
- 4) イオン光学シミュレーション法の開発
- 5) ピコ帯電液体による抽出イオン化質量分析法の開発

質量分析学は、原子・分子からマイクロクラスターやアミノ酸・タンパク質などの有機物等を質量の差で分離分析することにより、それらの物性を研究する学問です。その応用分野は金属クラスターの物性研究から、環境汚染物質の極微量分析、宇宙物質の極微量分析、あるいはライフサイエンスの分野などへ大きく広がっています。私たちのグループは、それら研究に積極的に取り組むとともに、これらの研究を可能にする新しい高性能質量分析装置の開発を進めています。



当グループで開発したマルチターン飛行時間型質量分析計「MULTUM Linear plus」。

## 原子核実験グループ

**スタッフ** 川畑貴裕 (教授)、福田光順 (准教授)、小田原厚子 (准教授)、吉田斉 (准教授)、清水俊 (助教)、三原基嗣 (助教)、古野達也 (助教)

## [研究テーマ]

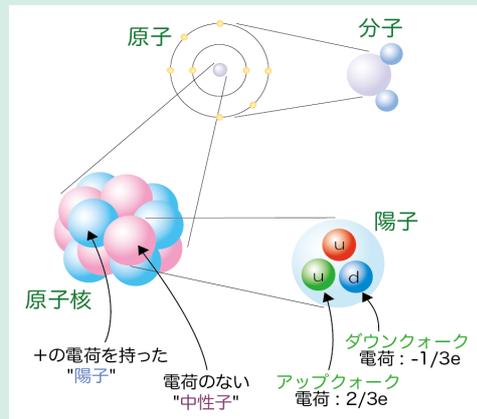
宇宙に存在するあらゆる物質を元素の集合と考えたとき、その基本的な構成要素は原子ですが、原子の性質を特徴づけているのは原子の中心にある原子核です。原子番号は原子核中の陽子の数によって決まっています、原子の直径の僅か1万分の1 拡がりしか持たない原子核には、原子質量の99.97%が集中しています。また、原子核には莫大なエネルギーが蓄えられていて、そのエネルギーは重力と並んで宇宙の進化を駆動するエネルギー源になっています。

つまり、原子核の成り立ちは、宇宙における物質の成り立ちに直結していて、原子核物理学とは、すなわち、物質の根源を探る学問なのです。当研究室では、原子核内部で起こる超稀な現象や、自然界に存在しないハイパー核・陽子/中性子過剰核を調べることで、量子多体系としての原子核の性質を調べると共に、原子核を利用した物性研究も展開し、宇宙を構成する物質の起源を解明することを目指しています。

## 【主な研究テーマ】

- 1) 原子核におけるクラスター構造の探索と宇宙における元素合成過程の解明

- 2) 不安定核の構造解明による有限量子多体系の研究
- 3) レプトン普遍性の破れの探索
- 4) 二重ベータ崩壊による粒子数保存則の破れ探索と宇宙から消えた反物質の謎の解明
- 5) ストレンジクォークを含む原子核の研究・一般化されたハドロン間力の解明
- 6) 核反応断面積や核モーメントによる不安定核の核構造の研究
- 7)  $\beta$ 線核磁気共鳴法やミュオン粒子スピン共鳴法による超微細相互作用の研究



## 青木グループ

**スタッフ** 青木正治 (教授)、上野一樹 (准教授)、佐藤朗 (助教)

## [研究テーマ]

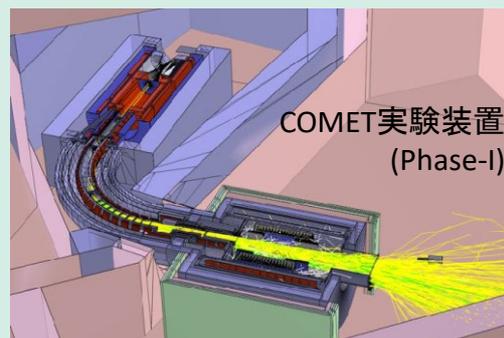
- 1) ミュー粒子・電子転換現象探索による荷電レプトン・フレーバの研究
- 2) 先進的実験技術の開発やミュオン粒子を用いた学際研究

我々の宇宙はどのようにして生まれて、どのようにして今の形に発展したのか、という疑問は我々人類が持つ根源的な問いかけです。この疑問への答えを探求するためには、宇宙の始まりと同じ高いエネルギーにおける素粒子反応を研究することが必要となります。その研究手法の一つとして、新しい素粒子や現象が引き起こす量子効果に着目し、これによってごく稀に発生する現象（稀現象）を測定するやり方があります。そのためには稀な現象の元となる粒子を大量に発生させる必要がありますが、近年実現した大強度陽子加速器J-PARCなどに代表される技術革新により、高エネルギー加速器で直接発生させられるエネルギーよりもさらに高いエネルギーの現象を研究することが可能となりました。

本グループでは、第2世代の荷電レプトンであるミュオン粒子が稀現象の研究に最適であることに着目し、ミュオン粒子が関与する稀現象を利用した素粒子実験を推進しています。

COMETは、素粒子の標準理論を超えた現象の発見を目指してJ-PARCで準備を進めている、ミュオン粒子・電子転換過程を探索する実験です。独創的な実験手法を駆使して、反応確率で  $3 \times 10^{-15}$  という非常に高い感度を達成し、稀な現象を世界で最初に観測しようという挑戦です。2023年度からの物理実験開始を目指して実験準備を進めています。さらに実験感度を向上させた次世代実験(COMET Phase II)では、反応確率  $10^{-17}$  台という前人未到達の高感度を目指します。

また、画期的で独創的な研究するために、先進的な科学技術に基づいた新たな実験手段や測定手段の開発も行っており、学際的領域や他分野への応用なども研究しています。



Department  
of  
Physics

## 山中 卓グループ

スタッフ 山中 卓(教授)、南條 創(准教授)、廣瀬 穰(准教授)

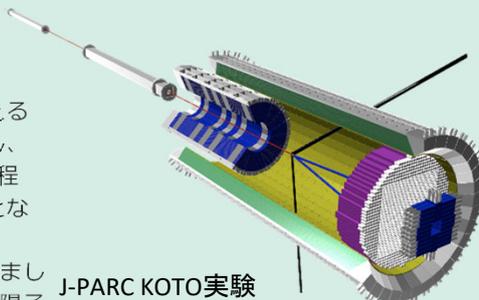
## [研究テーマ]

- 1) K中間子の稀な崩壊を用いた、新物理によるCPの破れの探索
- 2) ヒッグス粒子の研究、標準理論を超える粒子の探索

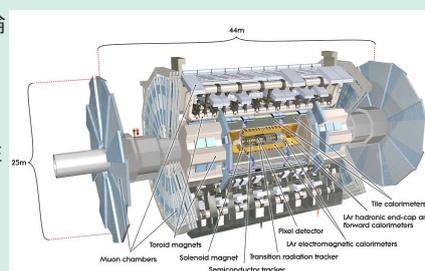
ビッグバンの直後、同じ数の粒子と反粒子が作られました。宇宙が冷えるにしたがい、粒子と反粒子は再び結合して光に変わっていきました。しかし、粒子でできた物質(星など)が現在宇宙に残っているのは、わずかに $10^{-9}$ 程度の数のアンバランスが粒子と反粒子の間に生まれたからです。この原因となった、粒子と反粒子の振る舞いの差が、CPの破れです。

現在実験室で観測されているCPの破れは小林・益川によって明らかになりましたが、物質宇宙を作ったCPの破れの原因はまだ謎です。そこで我々は新たな陽子加速器 J-PARCを用い、CPを破る稀なK中間子の崩壊から標準理論を超える新たな物理を探ります。

また、ビッグバン直後には質量がゼロであった粒子に質量を与えたのはヒッグス場であるとされています。この仮説を検証するために、LHCにより世界最高のエネルギーに加速した陽子同士を衝突させてヒッグス粒子を生成し、その性質を精査しています(ATLAS実験)。同じ実験装置を用いて、暗黒物質の正体の解明や、超対称性粒子、ダークセクタ粒子、非標準理論ヒッグスの探索など、標準理論を超える物理の探索も試みます。



J-PARC KOTO実験



CERN ATLAS実験

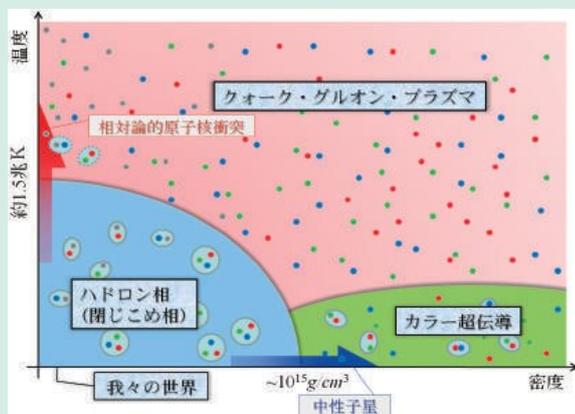
Department  
of  
Physics

## 浅川グループ

スタッフ 浅川正之(教授)、北澤正清(助教)、赤松幸尚(助教)

## [研究テーマ]

- 1) 有限温度・密度における量子色力学の物性論、特にクォーク・グルーオン・プラズマ状態の物理
- 2) 格子QCDによる第一原理数値シミュレーション
- 3) 量子開放系の理論



原子核の構成要素である陽子および中性子、またその仲間であるハドロンを更に分解すると、「クォーク」と呼ばれる自由度に行き着きます。

我々の住む世界ではクォークはハドロンの内部に閉じ込められており単独では観測されません。しかし、宇宙初期の超高温状態においてはクォークが閉じ込めから解放された状態が存在したことが知られています。私たちは、宇宙がこのような状態から現在の姿に至る過程で辿った閉じ込め相転移や自発的対称性の破れなどの物理現象の解明を目指した理論的研究を行っています。また、同時に現在の宇宙におけるハドロンの内部構造や反応プロセスを探ることで、クォーク間の相互作用を支配する量子色力学(QCD)が織りなす多彩なダイナミクスを探求しています。

これらの研究においては、超相対論的原子核衝突などの実験との比較が鍵を握るほか、ときにはスーパーコンピュータを用いた第一原理シミュレーションを行うことあり、私たちのグループではこのような問題も得意としています。

## 素粒子理論 1〔兼村〕グループ

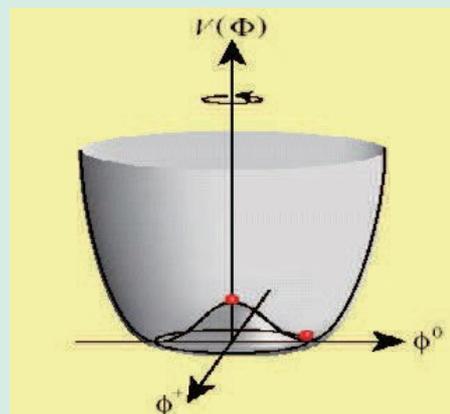
**スタッフ** 兼村晋哉(教授)、佐藤亮介(准教授)、柳生慶(助教)

## [研究テーマ]

- 1) 初期宇宙の真空構造とヒッグス物理、新しい統一理論
- 2) 標準理論を超える諸問題(宇宙バリオン数非対称性、暗黒物質、ニュートリノ振動、宇宙インフレーション等)
- 3) 素粒子現象論(高エネルギー現象論)
- 4) 重力波物理学(相転移現象と宇宙重力波実験)

現代の素粒子物理学が抱える諸問題を解決し、テラスケールからプランクスケールに至る物理現象を統一的に記述する新理論を探究しています。理論的考察と実験からのインプットを用いて実証的に研究することにより、宇宙をより根本的なレベルで理解することを目指しています。場の量子論に基づいて素粒子物理や宇宙物理の様々な未解決問題を説明できる新物理の理論を構築し、それらの理論を様々な高エネルギー実験や宇宙実験で検証する為の現象論的研究を実施します。2012年に発見されたヒッグス粒子の性質を手がかりに、電弱対称性の自発的破れの機構と、その背後にある新物理を理論的に探っています。さらに、2016年の重力波の直接検出を受けて、重力波による素粒子理論の検証可能性を研究しています。

りに、電弱対称性の自発的破れの機構と、その背後にある新物理を理論的に探っています。さらに、2016年の重力波の直接検出を受けて、重力波による素粒子理論の検証可能性を研究しています。



## 素粒子理論 2〔大野木〕グループ

**スタッフ** 大野木哲也(教授)、田中実(助教)、深谷英則(助教)、高杉英一(招へい教授)、細谷裕(招へい教授)

## [研究テーマ]

- 1) 格子ゲージ理論とその応用
- 2) フレーバー混合やCP対称性の破れの起源
- 3) 原子・分子を用いたニュートリノの物理

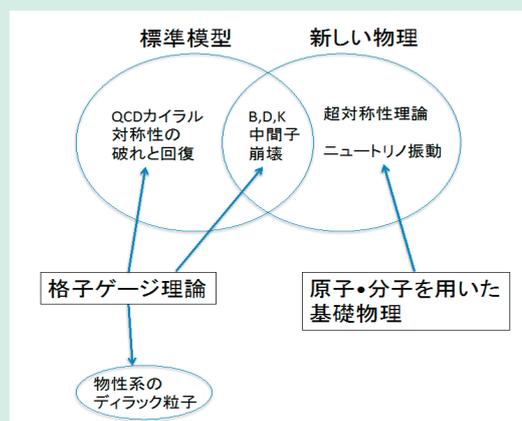
場の理論の理解と素粒子現象への応用の両方の観点から、ゲージ理論のダイナミクスに興味を持っています。そのため非摂動的側面を調べる有力な手法である格子ゲージ理論の定式化と数値計算への応用の研究を中心に行っています。QCDにおけるカイラル対称性の自発的破れの研究と有限温度での回復などのQCDのダイナミクスの研究とともに、B,D,K中間子の崩壊の形状因子の精密計算にもとづいた素粒子標準模型およびそれを超える物理の検証を行っています。

また物性系におけるディラックフェルミオンにも興味を持っています。

新しい物理の候補として超対称模型を中心に考え、B中間子の物理、Higgs粒子の性質、暗黒物質、などについての研究を行なっています。これと関連して格子QCD理論を用いたB,D,K中間子の形状因子の予言や新しい物理にもとづく

B,D,K中間子におけるCP対称性の破れの予言などの研究を行っています。

また、原子・分子を分析対象として用いた基礎物理の探求、特に原子・分子ニュートリノ分光についても研究を進めています。



## 素粒子理論 3 (西岡) グループ

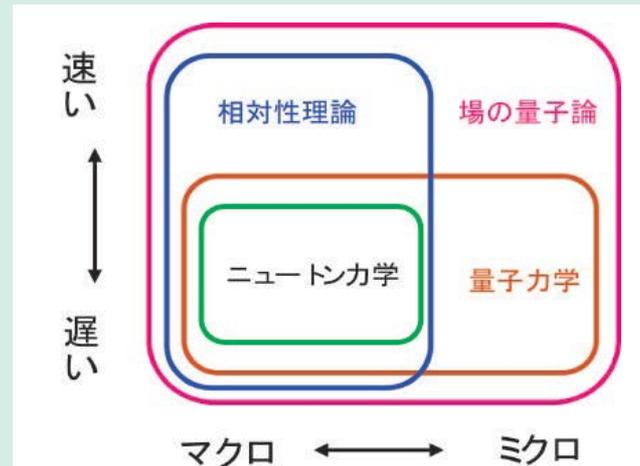
**スタッフ** 西岡辰磨(教授)、山口哲(准教授)、飯塚則裕(助教)

## [研究テーマ]

- 1) 超弦理論
- 2) 場の量子論、ゲージ理論、越対称理論
- 3) 量子重力理論
- 4) 数理物理
- 5) 初期宇宙論

この宇宙を造っている究極の物質は何だろう、という素朴な疑問に答えようとするのが素粒子論です。我々のまわりの運動はニュートンの力学に従っていますが、クォークやレプトン等の素粒子の世界を記述する言葉は、相対性理論と量子力学を融合した場の量子論と呼ばれる法則です。場の量子論は、粒子と波と力を統一した理論であり、人類がこれまでに到達した最高の力学形式ですが、アインシュタインの重力理論だけは統一されていません。すべてを統一する究極の力学形式として超弦理論が考えられていますが、未だ完成していません。私達は場の量子論と超弦理論を研究を通して、上の

素朴な疑問に答えたいと思っています。また、場の量子論や超弦理論に現れる様々な高次元物体の数理を探索することで、幅広い理論物理学への応用(数理物理学)を研究しています。



## 黒木グループ

**スタッフ** 黒木和彦(教授)、Keith Slevin(准教授)、越智正之(准教授)、金子竜也(助教)

## [研究テーマ]

- 1) 電子相関に起因する物性、特に非従来型超伝導の研究
- 2) 相関電子系における非平衡・非線形現象の研究
- 3) 熱電効果の最適化に関する研究
- 4) 強相関電子系に対する新しい計算手法の開発
- 5) 不規則系の電子構造と輸送現象、特にアンダーソン局在と関連現象の数値シミュレーション

物性物理学は文字通り、物質の性質を物理学の観点から研究する学問です。

私たちは物質の中の特に電子の性質に着目した研究を行っています。電子は量子力学的には波としての性質を持ち、その波数と振動数の関係は一般に物質固有のバンド構造として現れて、物質の性質を大きく支配します。

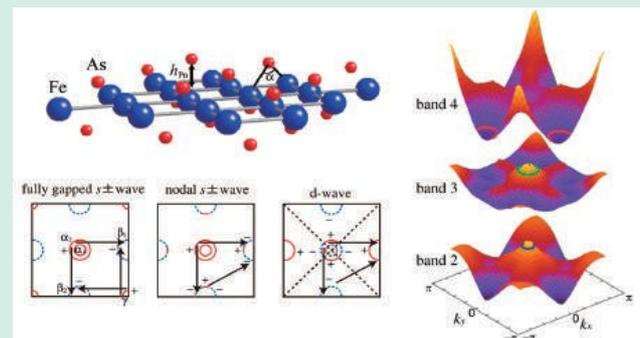
そのため、ミクロな立場から物質のバンド構造を理解することは、物性を理解する上でとても重要な意味を持ちます。

また、固体中に莫大な数存在する電子は、お互いにクーロン力によって相互作用しあいながら運動しています。クーロン力は反発力ですので、電子はお互いを避け合いながら運動し、これを電子相関と呼びます。物質固有のバンド構造と電子相関効果が協力することによって、超伝導や磁性など様々な現象を引き起こして研究者を魅了しますが、

一般に電子相関の問題は理論的な取り扱いが難しく、物性物理におけるチャレンジングな問題の一つです。

さらに、固体に不純物が添加される、あるいは欠陥が生じることで発生する乱れの効果によっても、アンダーソン局在などの興味深い現象が現れます。私たちはこのような問題に興味を持って、解析的、あるいは計算機による数値的な手法を用いて研究を行っています。

また、これらの研究を進めるうえで必要となる手法や計算方法の開発も行っています。



## 小川グループ

スタッフ 小川哲生 (教授)、大橋琢磨 (助教)

## [研究テーマ]

1. 非平衡複合系における量子凝縮現象のマクロ量子論の建設
2. 非平衡定常状態の熱力学の建設
3. 観測過程を含む量子ダイナミクスの理論
4. 非平衡開放系の量子シミュレーション理論
5. 量子多体系 (金属) の線形・非線形光学応答理論
6. 電子-正孔-光子系の量子凝縮と量子レーザー理論
7. 電子-正孔系での量子緩和ダイナミクス, オージェ過程, 気液相分離
8. 電子-正孔輸送と励起子輸送の量子論
9. 光誘起相転移の非平衡ダイナミクス
10. 超強結合系の非線形光学応答理論とレーザー理論
11. 限界光駆動系の量子物性と動的非平衡理論

小川グループでは、外界(環境)と接する単純な構成要素の巨視的集合体を示す量子力学的な振る舞いについて、解析的・計算物理的手法により研究しています。特に、量子多体系における動的非線形応答・時空間発展現象や励起状態が関与する諸現象を微視的立場と現象論的立場の双方から理解し予測することを目標とします。つまり、「非線形性・非平衡性」と「時空間変化」とが関連する量子多体系の物性が関心の中心です。そこでは、基底状態のみならず励起状態をも考察するため、量子ダイナミクスや緩和・散逸の問題にも関わることになります。理論的には、フェルミオン場(電子系、電子-正孔系など)とボゾン場(光子場、フォノン場、励起子系、熱浴など)とが結合・相互作用している系を対象とし、これら2つの量子統計性の異なる系間の競合・協調、コヒーレンス・デコヒーレンスなどが巨視的効果として現れる量子現象に着目します。また、量子力学的な観測過程にも関心があります。

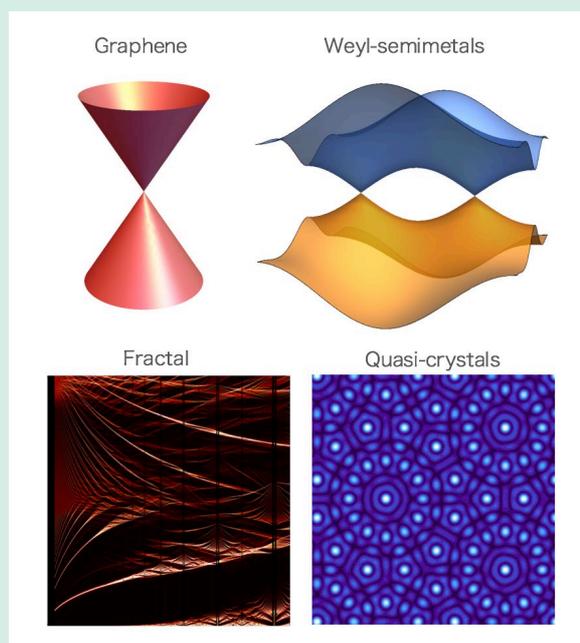
## 越野グループ

スタッフ 越野幹人 (教授)、川上拓人 (助教)

## [研究テーマ]

2次元物質、トポロジカル物質などの新物質を対象した電子状態および量子物性の理論解析。新しい物性の解明・提案。

世の中には薄さが1nm以下という「2次元物質」が存在します。例えばグラフェンは炭素原子1層だけからなる物質で、最初に発見された2次元物質の一つです。近年になって半導体や超伝導体など様々な物質からも2次元物質が作成され、大きな分野となっています。多くの2次元物質は、母体となる3次元物質とは大きく異なる性質を持ちます。たとえば1層のグラフェンは3次元のグラファイトとは異なり「質量ゼロの相対論的粒子」と呼ばれる異常な性質を持った電子が現れます。また1層にすることで、光らない半導体が光る半導体になったり、また超伝導体では転移温度が何倍にも上がることもあります。また異なる2次元物質を重ねるだけで、単独ではあり得なかったような性質が実現できます。私たちは、これら2次元物質やまたトポロジカル物質と呼ばれるを新物質を理論的に研究し、従来の物質にはないような物性や機能を追究しています。



Department  
of  
Physics

## 基礎原子核物理グループ

(核物理研究センター・豊中研究施設)

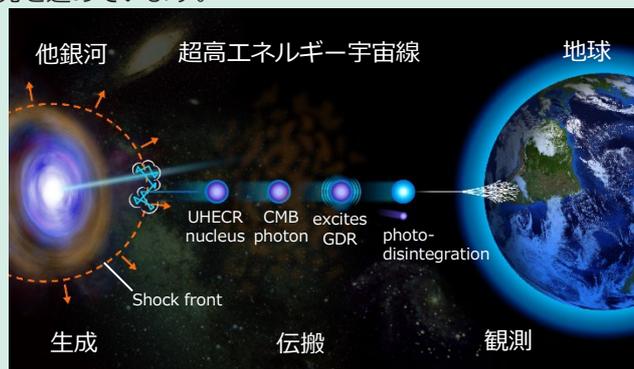
**スタッフ** 民井淳 (教授)、大田晋輔 (准教授)、小林信之 (助教)

## [研究テーマ]

- 1) 陽子ビーム仮想光子散乱を用い、原子核の電気分極率と中性子星の状態方程式を決める。
- 2) 巨大共鳴からの光放出崩壊を観測し、共鳴状態の減衰とエネルギー散逸過程を調べる。
- 3) 超高エネルギー宇宙線の銀河間での光分解反応とエネルギー減衰機構(PANDORA)を調べる。
- 4) 高強度レーザーを個体標的に照射して生じるレーザープラズマ内の核反応の証拠を得る。
- 5) 中性子星物質の物性と物質層を探る。
- 6) 中性子イメージング

陽子と中性子によって構成される原子核物質の性質を明らかにすることを通して、新しい現象や性質、宇宙の成り立ちや進化に関わる謎を解明していくことを研究目的としています。特に光と原子核の反応である光核反応に着目して原子核の電気分極率、新しい励起モード、中性子星の状態方程式、ビッグバン元素合成、超高エネルギー宇宙線の銀河間伝搬中の光分解反応などの研究を進めています。

世界最高分解能を誇る核物理研究センター(RCNP)の陽子ビームとスペクトロメータを用い、高分解能軽イオン反応散乱測定と放射線計測技術を駆使し、ドイツやイタリアをはじめとする世界有数の研究グループとの共同で研究を進めます。実験に使用する検出器、データ収集システムなどの開発を進めています。また、大強度レーザーが作るプラズマから放射されるガンマ線の測定や3D中性子イメージングなど、新たな研究分野開拓に向けた最先端の研究開発を進めています。

Department  
of  
Physics

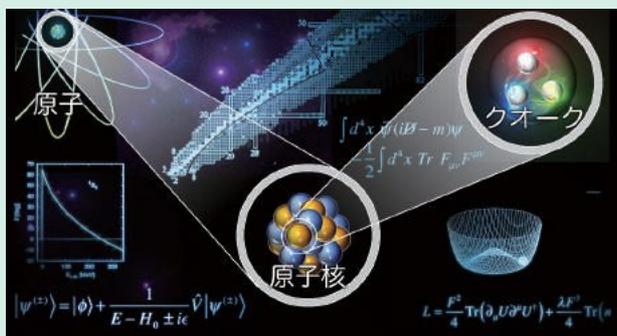
## クォーク核理論グループ

(核物理研究センター)

**スタッフ** 保坂 淳 (教授)、緒方一介 (特任教授)、石井理修 (准教授)、永廣秀子 (特任准教授)、土居孝寛 (特任助教)、明 孝之 (招へい准教授)

## [研究テーマ]

- 1) クォークから陽子や中性子などハドロンの構造と相互作用を解明する
- 2) 核子の集合体として原子核ができあがる仕組みを理解する
- 3) 量子色力学に基づく核反応理論を駆使して、宇宙の元素の起源や、放射性廃棄物の新しい処理法を探る



サブアトムック世界の法則で宇宙を紐解く

私達のグループでは、クォークから原子核ができあがるミクロな世界の現象から、星の一生というマクロな現象までを、「量子色力学に立脚した原子核」をキーワードに研究しています。最もミクロなスケールでは、クォークが閉じ込められカイラル対称性が自発的に破れることで陽子・中性子などのハドロンができる仕組みを調べています。そして陽子や中性子が、湯川博士のパイ中間子を鍵として、多種多様な原子核を形づくる様子を普遍的に理解しようと試みています。さらにこれらを基盤に、精密な原子核反応理論によって宇宙の元素組成を解明し、銀河から私たちが如何に生まれてきたかを解き明かそうとしています。私たちはこれらの課題に、富岳コンピュータや阪大などの主要なスーパーコンピュータによる数値解析も含め、様々な理論的手法を駆使して取り組んでいます。さらに実験研究との連携を重視し、核物理研究センターのサイクロトロン加速器や、SPring-8のレーザー電子光施設、さらに理研RIBF、J-PARC等で活動するグループと協力して研究を進めています。

## 素粒子・核反応グループ

(核物理研究センター)

**スタッフ** 青井考(教授)、民井淳(教授)、中野貴志(教授)、野海博之(教授)、與曾井優(特任教授)、味村周平(准教授)、井手口栄治(准教授)、梅原さおり(准教授)、大田晋輔(准教授)、嶋達志(准教授)、堀田智明(准教授)、郡英輝(特任准教授)、岩崎昌子(特任准教授)、住濱水季(特任准教授)、黒澤真城(特任講師)、田村磨聖(特任講師)、小林信之(助教)、白鳥昂太郎(助教)、菅谷頼仁(助教)、鈴木智和(助教)、外川浩章(助教)、友野大(特任助教)、樋口嵩(特任助教)、南雄人(特任助教)、RYU Sun Young(特任助教)



## 【研究テーマ】

私たちの宇宙はどのように始まったのでしょうか？物質はどこからきたのでしょうか？我々の身の回りの物質はどのように成り立っているのでしょうか？これは、現代に生きている私たちが一度は持つであろう疑問です。この単純だけれども難しい疑問の答えを得るために私たちは研究をしています。

私たちの宇宙はビッグバンという爆発で始まったとされています。このビッグバンの直後は、高温高圧の状態で、クォークやレプトンと呼ばれる「素粒子」がばらばらに存在していました。素粒子とは、物質を最も細かく分けた最小単位です。これら素粒子が集まって陽子や中性子ができ、さらに集まって原子核ができています。私たちは、これら宇宙の始まりの過程を、小さな素粒子・原子核を使って研究しています。

## 【研究対象】

ビッグバン直後の段階では、素粒子がその反粒子（粒子と同じ質量を持ちますが、電荷などの符号だけが反対）とともに存在しており、両者の量は全く同じでした。その後、粒子と反粒子は対消滅を起こし、同じ数だけ減ります。そうならば粒子も反粒子も残らないはずですが、なぜか反粒子はなくなり、粒子だけが残りました。

確かに私たちの身の回りに反粒子でできた反物質はありません。宇宙の他の場所を探しても反物質はなく、粒子でできた物質しかありません。**なぜ今の宇宙に反粒子がないのかは物理の大きな謎なのです。私たちはこの謎を「粒子と反粒子が転換する事象」「粒子数非保存事象」の探索を通して研究しています。**

宇宙に話を戻します。宇宙はやがて膨張しながら冷えていき、クォークは3つ集まって陽子や中性子を形作りました。これ以降、クォークは陽子や中性子などのハドロンと呼ばれる粒子に閉じ込められてしまいました。陽子や中性子のなかには（従って私たちのからだにも）クォークがあることは分かっているのですが、それらを単体で取り出すことはできません。

**クォークはなぜハドロンの閉じ込められてしまったのでしょうか？クォークが3つ以上集まってできたハドロンはないのでしょうか？**私たちはこうした疑問に答えるために、ストレンジクォークやチャームクォークという自然には存在しないクォークを含んだハドロンを加速器で作って調べています。

また宇宙に話を戻します。陽子・中性子の一部はさらに集まりビッグバン元素合成という過程でヘリウムやリチウムを形成します。原子核の誕生です。ここで作られた元素が宇宙空間を漂ううちに、やがて密度の濃い部分ができ星の種となります。星は自分の重力で密度を増し温度を上昇させ、核反応を起こし始めます。星の進化に伴い、様々な核反応によって元素合成過程が進行しウランに至る重い元素ができ、私たちの身の回りにはある物質を形成しています。

こうした元素合成過程で実際にどんな原子核反応が起きているのでしょうか？**元素合成過程で作られる原子核状態を実際にサイクロトロンで作って元素合成過程を明らかにするのが私たちのテーマの一つです。**さて、こうして作られた原子核ですが、拡大して

詳しく見てみると、実は様々な形や性質を持っています。ラグビーボール形のものもあれば洋梨形のものもあると言われていますが、まだ詳しくは分かっていません。原子核をたたいてみるとどれくらいの「硬さ」でしょうか。原子核の「硬さ」は上で説明した星の進化過程に登場する「中性子星」を理解する上でとても重要な量です。**私たちは世界一の精度をもったサイクロトロンを使ってこうした原子核の謎に迫っています。**

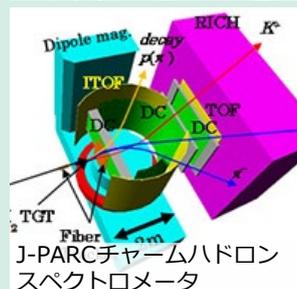
## 【実験設備・装置】

これらの謎は、0.1eV未満のとても小さなニュートリノから、200GeVを超える重い原子核までの12桁にわたる広いエネルギー領域の素粒子・原子核の性質を調べることで探ることができま。私たちは、この広範囲にわたる対象を研究するために、様々な実験装置を用いて研究しています。

- 1) 原子核の状態解明：リングサイクロトロンで光速の約70%まで加速した高分解能陽子ビームと高分解能分光装置(グランドライデンなど)を用いて、精密核分光実験を行っています。
- 2) クォーク閉じ込め：大型放射光施設Spring-8のレーザー電子光施設(LEPS2)や大強度陽子加速器施設J-PARCにおいて、レーザー電子光実験、チャームハドロンの分光実験研究を行っています。
- 3) 物質優勢宇宙の謎：神岡地下実験施設(ICRR)で、二重ベータ崩壊測定装置CANDLESを用いて「粒子数非保存事象の検証」を目指しています。

核物理研究センターに所属する総勢60名以上の実験研究者・大学院生のほか、他大学の研究者とも協力して装置開発し、原子核・素粒子実験を推進しています。

<https://www.rcnp.osaka-u.ac.jp>



これらの装置を用いて、0.1eV未満から200GeV超まで12桁にわたる広いエネルギー領域で、素粒子原子核の性質を調べます。

Department  
of  
Physics

# 加速器研究グループ

(核物理研究センター)

**スタッフ** 福田光宏 (教授)、依田哲彦 (講師)、神田浩樹 (講師)、佐藤達彦 (特任教授)、  
Schafer, Paul (特任教授)

## [研究テーマ]

1. 高品質で高安定な原子核ビームを加速するサイクロトロン  
の高性能化研究
2. 大強度で高品質なイオンビームを供給するためのイオン源  
及びビーム輸送・照射システムの高度化研究
3. 素粒子・原子核物理の未踏領域を切り拓く高エネルギー粒子  
加速器の開発研究
4. アルファ線核医学治療や半導体デバイスソフトエラー評価  
試験等の新しい医学応用や産業利用を目指した次世代加速器  
及び粒子線照射技術に関する研究

我が国の中高エネルギー加速器研究の中核として、極めて高品質で高安定な原子核ビームを加速するための世界最高性能のサイクロトロンに関わる加速器物理やビーム物理の研究を行っています。また、大強度で高品質なイオンビームを供給するため、イオン源、ビーム輸送・照射システムなどを高性能化する技術開発研究も行っています。さらに、素粒子・原子核物理の未踏領域を切り拓く新しい高エネルギー粒子加速器の開発研究にも取り組んでいます。これらの研究は、超高分解能の実験装置を用いて原子核構造・反応過程などを微視的に解き明かすサブアトム精密核物理研究に役立てられています。加えて、アルファ線核医学治療や半導体デバイスソフトエラー評価試験等の新しいがん治療技術や産業利用

に求められる高性能な小型粒子加速器・照射システムの開発研究などにも取り組んでおり、医学・医療、バイオ・生命科学、材料・物質科学などの幅広い分野における最先端の研究開発に貢献する加速器物理研究を目指しています。



リングサイクロトロン

Department  
of  
Physics

# 大岩グループ

(産業科学研究所)

**スタッフ** 大岩 顕 (教授)、藤田高史 (助教)

## [研究テーマ]

- 1) スピンを中心とした量子輸送現象に関する研究
- 2) 光子と電子スピンの量子インターフェースと量子情報処理への応用の研究
- 3) 1次元、2次元量子ドット配列におけるスピン制御とスピン伝送に関する研究
- 4) 超伝導/半導体量子構造接合に関する研究

大岩グループは、21世紀の量子情報社会を構築するため、光・電子・スピンに基づく新しい量子デバイスの研究を行っています。半導体を中心に、電子スピンや光子が持つ量子力学的性質を利用する量子輸送と量子情報技術が研究の舞台です。新しい量子デバイスの実現には、新機能材料・新量子構造の創成から、量子状態の制御や検出する高度な物性測定が不可欠です。高性能ナノ構造/量子構造や異種材料との複合材料の作製、ナノスケール微細加工を駆使して素子を作製し、

その量子輸送現象測定から、将来の量子情報の基盤技術の研究を行っています。



量子インターフェース研究開発実験室の風景

Department  
of  
Physics

## 量子ビーム物理グループ

(産業科学研究所)

**スタッフ** 細貝知直 (教授)、金展 (准教授)、Zhidkov Alexei (特任教授)、佐野雄二 (特任教授)、Pathak Naveen (特任講師)、水田好雄 (特任研助教)、Oumbarek Espinos Driss (特任研究員)、Rondepierre Alexandre (特任研究員)

## [研究テーマ]

1. レーザープラズマ粒子加速に関する研究
  - ・ GeV級レーザー航跡場加速実験 (Spring-8キャンパス)
  - ・ レーザープラズマ相互作用に関する数値計算
2. レーザープラズマ加速の極短ビームの利用開拓
3. パワーレーザーの利用・応用開拓
4. 電子ライナック加速器利用の研究

高強度レーザーパルスとプラズマとの相互作用で励起される(従来加速器1000倍以上もの)超高電場を用いて粒子を加速するレーザープラズマ加速に関する研究開発を進めています。プラズマとビームの挙動の詳細な理解をベースとしたプラズマ制御技術を開発し、それらを駆使してGeV級(ギガ電子ボルト級)のレーザー駆動電子加速器の実現を目指します。同時に、レーザープラズマ加速電子の特徴である極短パルス性を活かした電子ビーム利用として量子ビーム創薬や超高速電子イメージングを、パワーレーザーの材料科学への応用としてレーザーピーニング研究も推進し

ています。さらに、産業科学研究所 量子ビーム科学研究施設の電子ライナック加速器の電子ビームを利用した研究も進めています。

Department  
of  
Physics

## 木村グループ

(生命機能研究科)

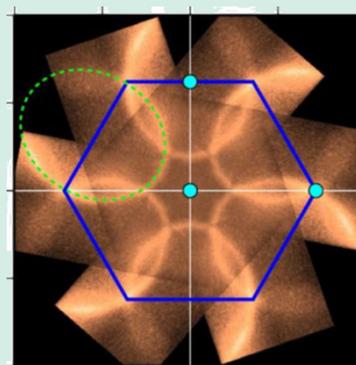
**スタッフ** 木村真一 (教授)、渡辺純二 (准教授)、渡辺浩 (助教)、中村拓人 (助教)

## [研究テーマ]

- 1) 機能性固体・薄膜の電子構造の分光研究
- 2) 放射光や量子ビームを使った新しい分光法の開発
- 3) 非平衡系における秩序形成過程の解明

固体の特徴的な物性である色彩や電気伝導性・磁性・超伝導、また生命をつかさどる酸化還元反応や光合成など、物性の出現や生命現象に現れる性質は、物質中の電子の状態およびその変化によるものです。この電子状態をつぶさに観測することで、物性や生命現象の起源を知るばかりでなく、新たな機能性の予測や創造も可能になります。私達はこのような観点にたち、電子状態変化を可視化することを目的として、シンクロトロン光や高輝度スピン偏極電子線をはじめとする量子ビーム源を使った新しい分光やイメージングなど手法を独自で開発して新たな情報を得ています。そこで得られた結果を元にして、新しい機能性の創造に至る新奇物性の開拓を目指しています。

レーザー発振、振動反応、コロイド結晶、ドメイン構造や生命現象のように、熱的に非平衡な状態では、さまざまな秩序やパターンが形成されます。これらの秩序がどのような機構から生まれてくるのか実験を通して理解しようとしています。



角度分解光電子分光で観測したトポロジカル近藤絶縁体SmB<sub>6</sub>(111)表面のフェルミ面。

Department  
of  
Physics

## 浅野グループ

(全学教育推進機構)

スタッフ 浅野建一 (教授)

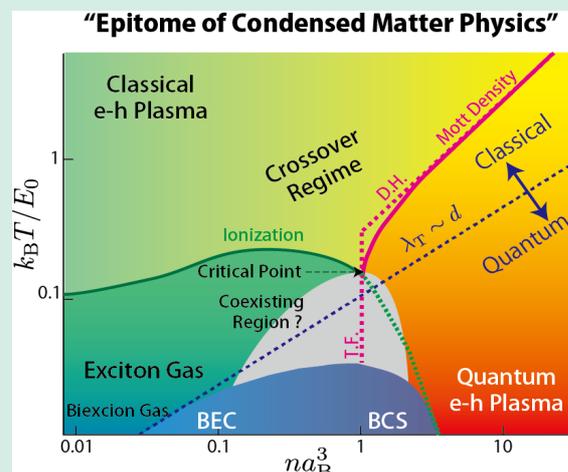
## [研究テーマ]

半導体系における電子間相互作用効果の理論的研究

- 1) 電子正孔系におけるモット転移・クロスオーバーの理論
- 2) 電子-正孔対凝縮相の理論
- 3) 半導体レーザーの量子論
- 4) 低次元電子系・Dirac 電子系の光学応答における相互作用効果
- 5) 半導体電子正孔系と多軌道ハバードモデルの関係

半導体系に現れる様々な電子間相互作用効果について理論的に研究しています。その際に、基底状態だけではなく励起状態にまで着目して、光学応答をはじめとする動的な性質の理解を目指している点が本研究グループの特色です。このような研究は、物質の成り立ちを探求するという究極の基礎科学的な側面と、光デバイスや太陽電池等を意識した応用的な側面をあわせ持っています。また、Dirac 電子系をエネルギーギャップが小さい極限の半導体として捉え、バンドギャップ制御と相互作用効果の関係を調べたり、電子と正孔の塊（励起子）の空間的サイズの変化という観点から、半導体電子正孔系とハバード

モデルの関係について考えるなど、広い物性分野にまたがる研究にも取り組んでいます。

Department  
of  
Physics

## 学際計算物理学グループ

スタッフ 菊池 誠 (教授)、吉野 元 (准教授)

## [研究テーマ]

- 1) ガラス・ジャミング転移の物理
- 2) 深層ニューラルネットワークによる機械学習の統計力学
- 3) 遺伝子制御ネットワークの進化
- 4) タンパク質の折れたたみ・進化・設計・機能
- 5) 臨界現象・相転移
- 6) アンサンブル概念の拡張とモンテカルロ法の新技法

当グループでは、生体物質・ガラス・ニューラルネットワークなどの学際的なテーマをとりあげて、統計力学や非線形動力学の立場から複雑なシステムを一般的に理解するため、主として計算機シミュレーションの手法を用いた研究を行なっています。研究テーマは多岐にわたりますが、比較的単純な素子が多数集まり、複雑な相互作用で影響しあうことによって創発するマクロな現象という点で共通性があります。



Department  
of  
Physics

## レーザー科学グループ

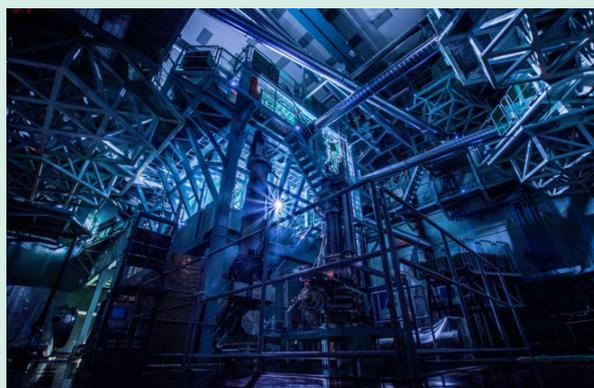
(レーザー科学研究所)

**スタッフ** 藤岡慎介 (教授)、有川安信 (講師)、Morace Alessio (助教)

[研究テーマ]

- 1) レーザー核融合
- 2) 輻射流体力学, 高密度プラズマ物理
- 3) 高精度プラズマ診断法
- 4) 高強度電磁場物理

大阪大学の激光XII号レーザー, LFEXレーザー等, 世界有数の高出力レーザーを用いて, 星の内部に匹敵する高エネルギー密度プラズマを実験室に創りだし, 核融合エネルギーを実現することが究極の目標です. このプラズマは, X線と流体が結合した“放射流体”, フェルミ縮退及び強結合状態にある“高密度プラズマ”, 更に粒子群の平均速度が光速に迫る“相対論的プラズマ”, として大変興味深く, 多くの可能性を秘めた研究対象です. レーザー核融合の学問的基礎として, これらに関わる現象を研究対象としています. 実験では, 超高時間・空間分解のイメージング等の精緻なプラズマ診断技術を開発し, プラズマの特性を明らかにします. レーザー施設, 実験技術・理論・シミュレーション・情報科学等の多国間連携を活用しながら, 多角的に研究を展開しています.

Department  
of  
Physics

## 高エネルギー密度科学理論グループ

(レーザー科学研究所)

**スタッフ** 千徳靖彦(教授)、岩田夏弥(准教授)、佐野孝好(助教)

[研究テーマ]

- 高エネルギー密度プラズマ理論
- 超高強度レーザープラズマ理論
- 天体プラズマ理論
- プラズマ粒子シミュレーション
- 輻射流体シミュレーション

当グループは高エネルギー密度状態にある極限物質を理論的に、またコンピュータシミュレーションを活用して研究しています。高エネルギー密度状態というのは、星の内部や惑星の内部など密度が高く高温な状態です。実験室では非常に強いレーザー光を物質に照射して、一瞬で超高温状態にすることで作り出すことができます。超高温状態では物質は一部もしくは完全にプラズマ化し、高速電子やイオンなどの高エネルギー粒子線や、X線やガンマ線を輻射します。

高エネルギー密度プラズマは、粒子から光子、光子から粒子へのエネルギー変換が様々な過程を経て起こる複雑系

システムです。高エネルギー密度プラズマの生成過程や内部で起こっている物理を理解することで、星の内部で起こっていることを推定し、高エネルギー粒子加速器や制御核融合の実現に寄与したいと思っています。

複雑な現象の理論的な理解を深めるためにスーパーコンピュータによるシミュレーションを積極的に活用しています。シミュレーションはコンピュータ上の仮想実験です。理論を理解するのはもちろん、想像力を大事にしています。



## 量子ビーム物理グループ

(産業科学研究所)

## スタッフ

細貝知直 (教授)、金展 (准教授)、Zhidkov Alexei (特任教授)、佐野雄二 (特任教授)、  
Pathak Naveen (特任講師)、水田好雄 (特任研助教)、Oumbarek Espinos Driss (特任研究員)、  
Rondepierre Alexandre (特任研究員)

## [研究テーマ]

1. レーザープラズマ粒子加速に関する研究
  - ・ GeV級レーザー航跡場加速実験 (Spring-8キャンパス)
  - ・ レーザープラズマ相互作用に関する数値計算
2. レーザープラズマ加速の極短ビームの利用開拓
3. パワーレーザーの利用・応用開拓
4. 電子ライナック加速器利用の研究

高強度レーザーパルスとプラズマとの相互作用で励起される (従来加速器1000倍以上もの) 超高電場を用いて粒子を加速するレーザープラズマ加速に関する研究開発を進めています。プラズマとビームの挙動の詳細な理解をベースとしたプラズマ制御技術を開発し、それらを駆使してGeV級 (ギガ電子ボルト級) のレーザー駆動電子加速器の実現を目指します。同時に、レーザープラズマ加速電子の特徴である極短パルス性を活かした電子ビーム利用として量子ビーム創薬や超高速電子イメージングを、パワーレーザーの材料科学への応用としてレーザーピーニング研究も推進し

ています。さらに、産業科学研究所 量子ビーム科学研究施設の電子ライナック加速器の電子ビームを利用した研究も進めています。

