

物理学専攻入試ガイダンス

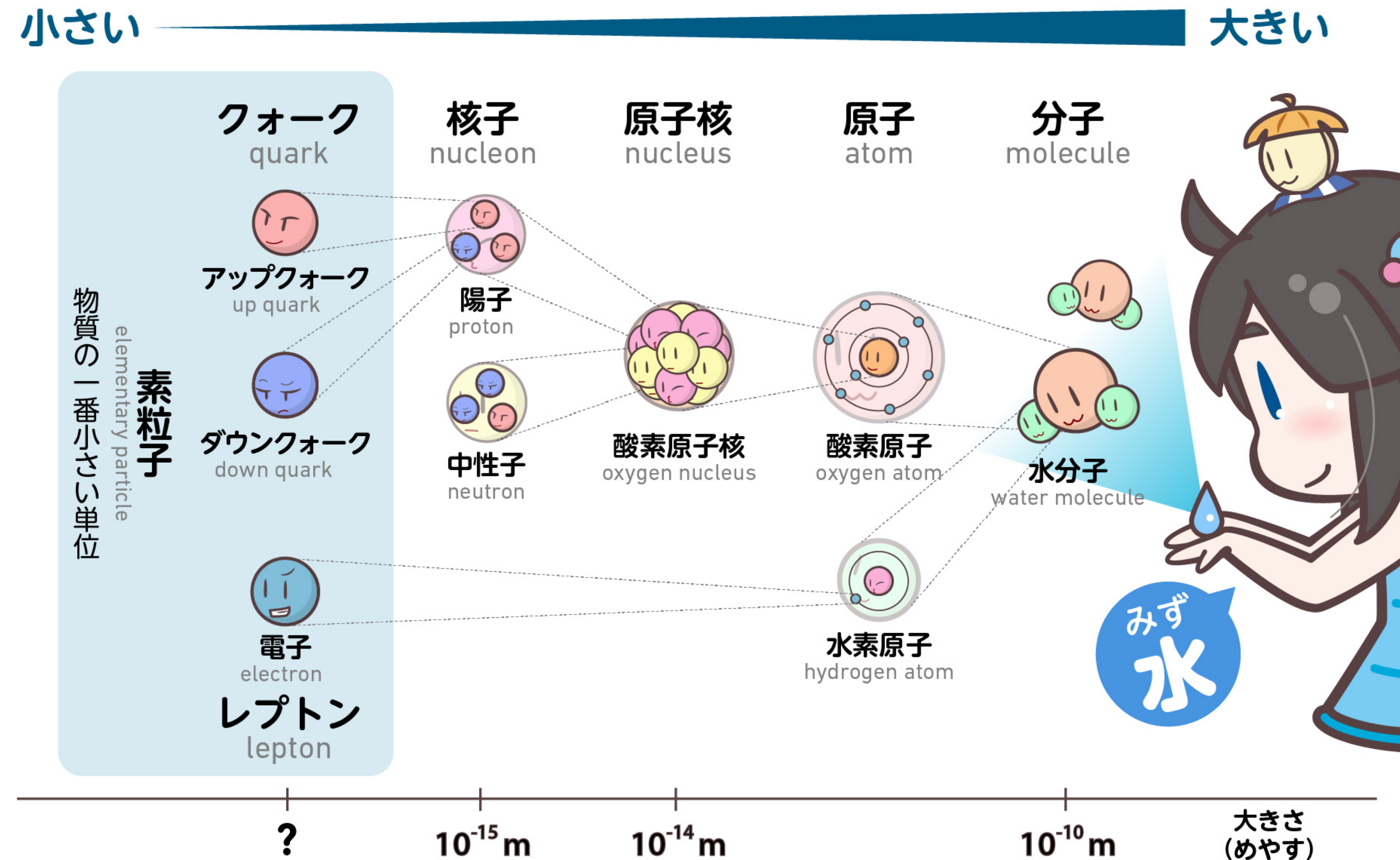
サブコース紹介

A1 素粒子理論

2024.5.25. オンライン

A1 素粒子理論

素粒子・・・物質の最小単位



ヒッグスたん

<https://higgstan.com/>

A1 素粒子理論

素粒子の標準模型

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & - \sum \frac{1}{4} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu} && \dots \text{gauge fields} \\ & + \sum i\bar{\psi}\gamma^\mu D_\mu\psi && \dots \text{matter fields + gauge interactions} \\ & + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi) && \dots \text{Higgs fields} \\ & + \sum y\phi\bar{\psi}\psi + \text{h.c.} && \dots \text{Yukawa interactions}\end{aligned}$$

物質粒子 matter (fermions)			ゲージ粒子 gauge bosons	
1 世代	2 世代	3 世代	電磁気力 electromagnetic	光子 (フォトン)
 アップ クォーク	 チャーム クォーク	 トップ クォーク	強い力 strong	 グルーオン
 ダウン クォーク	 ストレンジ クォーク	 ボトム クォーク		 ウィークボソン
 電子	 ミュー粒子	 タウ粒子	弱い力 weak	 ヒッグス粒子
 電子 ニュートリノ	 ミュー ニュートリノ	 タウ ニュートリノ		 ヒッグス粒子

- このたったの数行で無数の素粒子物理の実験事実をすごい精度で記述している現時点で最も成功している素粒子物理の理論。

ヒッグスたん <https://higgstan.com/>

- しかしいくつかの謎がある（暗黒物質、宇宙の物質優勢、ニュートリノ質量、、、） → 素粒子現象論、初期宇宙論
- 重力が含まれていない（重力の量子化の問題） → 弦理論
- さらに（自然界の素粒子物理に限らない）場の量子論の研究や、他分野（物性/数学/量子情報など）との境界領域も

A1サブコース

A1 素粒子理論

- ・A1サブコースの教員のカバーする領域は多岐に渡ります。
- ・興味のある研究室のWebページを見てみたり、積極的にコンタクトを取って教員や学生と話をしてみることをお勧めします。
- ・ここでは、専攻のホームページや各教員のWebページなどから少しだけ様子を覗いてみることにします。

A1 素粒子理論

東京大学理学部物理学科・
大学院理学系研究科物理学専攻

概要 ▾

理学部
物理学科 ▾

大学院理学系研究科
物理学専攻 ▾

ニュース ▾



素粒子理論 (A1)

分野:

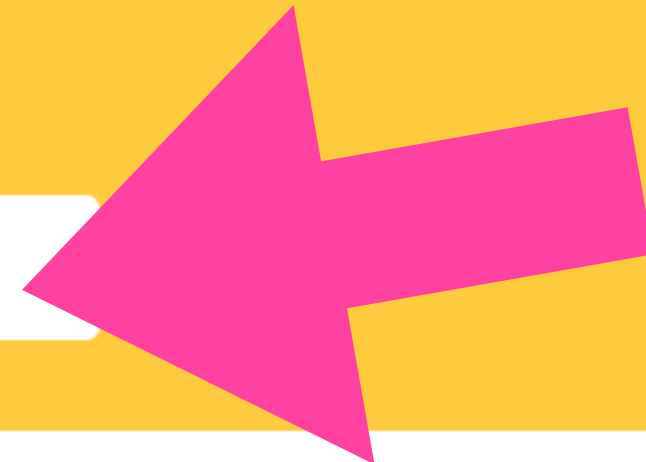
場の量子論、素粒子現象論、宇宙論、超弦理論、数理物理学、量子力学基礎論

研究内容:

「時空や物質の根元とは何か」という基本的な問いに向けて理論的研究を進めています。超対称性などを用いた標準模型を越える理論の構築,ダークマター,インフレーションモデルなど宇宙論への素粒子論の応用,量子重力を含めた統一理論を目指す超弦理論とM理論,超対称ゲージ理論の双対性や可解性に関連する数理物理的な研究,量子力学の基礎付けに関する研究などが行われています。



教員一覧



A1 素粒子理論

物理学専攻 教員一覧 (A1サブコース)

「*」の印がついている教員は、理学系研究科（修士課程）の大学院生を取りません。

「#」の印がついている教員は、理学系研究科（博士課程）の大学院生を取りません。

「！」の印がついている教員は、特記事項があります。

サブ コー ス	氏名	部 局	URL	E-mail	研究内容
A1	伊部昌宏	宇宙線研究所	https://th.icrr.u-tokyo.ac.jp/?lang=ja	ibe[at]icrr.u-tokyo.ac.jp	私の研究の目的は宇宙の最も基本的な法則は何かということに答えることにあります。現在は特に標準模型における Higgs 機構を補完する TeV スケールで現れると考えられている物理について興味を持っています。素粒子実験および宇宙観測の大きな進展が期待されている現在、素粒子理論と宇宙理論を相補的に研究することで標準模型を超える理論に近づけると考えています。
A1	立川	連携宇宙研究機構	http://member.ipmu.jp/yuji.tachikawa/	yuji.tachikawa[at]ipmu.jp	素粒子の世界を記述する場の量子論は、強結合領域でいろいろな面白い性質を示しますが、超対称性というボゾンとフェルミオンを入れ替える対称性があると、この強結合領域が紙と鉛筆とすこしの計算機で理論的に調べることができ、それを主な研究対象にしています。超対称場の理論はまた超弦理論に埋め込むことによってより良く理解できるので、関連する超弦理論の研究も行っています。その過程で数学のいろいろな概念が自然に現れるのも興味深い点です。
A1	濱口幸一	物理学	http://www-hep.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~hama/welcome.html	hama[at]hep-th.phys.s.u-tokyo.ac.jp	素粒子の標準理論のエネルギースケールを超えたところにどのような物理があるのかに興味があり、自然界に存在するより基本的な統

教員名

Webページ

研究内容

所属

A1 素粒子理論

素粒子現象論／初期宇宙論

濱口幸一

伊部昌宏

松本重貴

MELIA Thomas

村山 斉

諸井健夫

弦理論／場の理論／数理物理

HELLERMAN Simeon

堀 健太郎

立川裕二

渡利泰山

・興味のある研究室のWebページを見てみたり、積極的にコンタクトを取って教員や学生と話をしてみingことをお勧めします。

A1 素粒子理論

素粒子現象論／初期宇宙論

濱口幸一

伊部昌宏

松本重貴

素粒子の標準模型のエネルギースケールを超えたところにどのような物理があるのかに興味があり、自然界に存在するより基本的な統一理論を目指して研究しています。

研究対象を一言でいうなら「標準模型を超える物理」です。
(以下略)

(ホームページより。)

私の研究の目的は宇宙の最も基本的な法則は何かということに答えることにあります。現在は特に標準模型における Higgs 機構を補完する TeV スケールで現れると考えられている物理について興味を持っています。

素粒子実験および宇宙観測の大きな進展が期待されている現在、素粒子理論と宇宙理論を相補的に研究することで標準模型を超える理論に近づけると考えています。

(専攻のページより)

私は素粒子物理学の立場から暗黒物質の研究を行っています。

具体的には

- 魅力的な暗黒物質の提案
- 暗黒物質の関わる新しい機構の発見
- 黒物質検出のための新しい実験手法の提案
- 暗黒物質候補の性質を定量的に示すことによる暗黒物質探索プロジェクトへの寄与

等の活動を、他分野の研究者との国際的、学際的な共同研究を通じて行っています。

(IPMU構成員紹介ページより。一部省略。)

A1 素粒子理論

素粒子現象論／初期宇宙論

濱口幸一

伊部昌宏

松本重貴

MELIA Thomas

村山 斉

諸井健夫

私は、現在主として二つの分野での素粒子の現象論の研究に興味を持っています。

- ・第一はLHCあるいは将来のコライダーで、素粒子の標準模型を超える物理を探索する新しい解析法を考え出すことです。
- ・第二は直接ダークマターを検出する試みで、中でも低いエネルギー閾値をもつ新しい小規模な実験のデザインを考えています。

また、私は場の量子論に秘められた新しい数学的構造を明らかにし、利用することにも興味があります。（以下略）

（IPMU構成員紹介ページより）

私は理論物理学者として、標準モデルを超える素粒子物理、場の量子論、衝突実験の物理、暗黒物質、暗黒エネルギー、インフレーション宇宙、大統一理論、ニュートリノ物理など、幅広いトピックスに取り組んでいます。（以下略）

（IPMU構成員紹介ページより）

本研究室では、素粒子物理学、なかでも特に標準理論を超えた素粒子理論の構築とそれを用いた宇宙の進化の理解とを目的として、研究を行っています。標準理論を超えた素粒子理論や初期宇宙論に関連する全般が研究対象となっています。

（以下略）

（ホームページより）

A1 素粒子理論

私は、時空の短距離構造が重要となるような状況（例えば初期宇宙）における重力のダイナミクスを研究しています。その手段として、重力の存在と量子力学の不確定性原理を統一した唯一の力学系であるストリング理論を用いています。

最近では、宇宙論的状況下において、ストリング理論の多様な相および異なる相の間に起こる転移を分類して精密に調べ上げる研究を行いました。（以下略）

（IPMU構成員紹介ページより）

弦理論／場の理論／数理物理

HELLERMAN Simeon

堀 健太郎

自然界の基本法則は何なのか？ それはどんな数学によって記述されるのか？ これらの問いが私の研究する動機となっています。正しい理論的枠組は一般相対論と量子力学を統一したものであるべきです。更にこの2つの物理学の発展にともなってそれぞれ独自に成長してきた数学の分野を統合するような言葉で記述されなければならないと私は考えています。弦理論はそのような枠組の最有力候補です。

「数学分野の統合」を示唆する例として『ミラー対称性』があります。（以下略）

（IPMU構成員紹介ページより抜粋）

A1 素粒子理論

弦理論／場の理論／数理物理

私の研究している超弦理論は、極微の世界を記述する量子力学と、強い重力を記述する一般相対論を同時に扱える数少ない理論のひとつです。また、自然の究極の構成要素を記述できる可能性のある最有力候補でもあります。しかしながら、正直なところ、私が超弦理論に魅かれる第一の理由は、それ自身の豊かな構造にあります。

弦理論の研究には、最先端の数学を使う必要があるだけでなく、その過程から新たな数学の一分野が生まれるということがこれまで何度もありました。例えば、弦理論の超対称な状態の構造を調べますと、代数幾何や表現論と深い関わりがあることが、最近徐々にわかってきています。

(以下略) (IPMU構成員紹介ページより)

ELLERMAN Simeon

堀 健太郎

立川裕二

渡利泰山

私は、広い意味での素粒子理論の研究に携わってきました。私が大学院に入ったころには、ニュートリノ振動の大角度混合、暗黒エネルギー、そして宇宙マイクロ波背景放射の非等方性スペクトルの高次ピークという特大の発見が相次ぎました。素粒子標準模型よりもいっそう基礎的な理論を用いることで、これらの現象をよりよく理解できないだろうか、と考え始めたのが私の原点です。そのような理論的な冒険の中では、その基礎的な理論の開発改良自体を私自身でしなければならないこともありました。

今日、私の研究テーマは弦理論の双対性や、その他の弦理論の数学的側面を含むようになっていきます。日常において私が最も力を注いでいる研究テーマというのは時とともに変わっていきます。専門家向けの情報は、私自身のウェブページで更新しています。

(IPMU構成員紹介ページより)

A1 素粒子理論

素粒子現象論／初期宇宙論

濱口幸一

伊部昌宏

松本重貴

MELIA Thomas

村山 斉

諸井健夫

弦理論／場の理論／数理物理

HELLERMAN Simeon

堀 健太郎

立川裕二

渡利泰山

・興味のある研究室のWebページを見てみたり、積極的にコンタクトを取って教員や学生と話をしてみingことをお勧めします。