

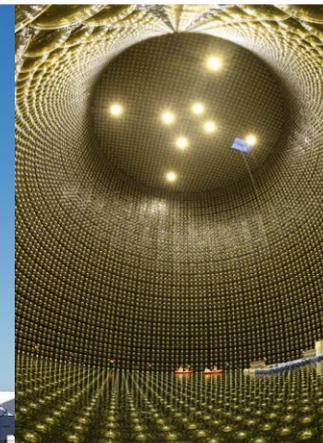
東京大学宇宙線研究所

宇宙線物理学における世界の中核機関

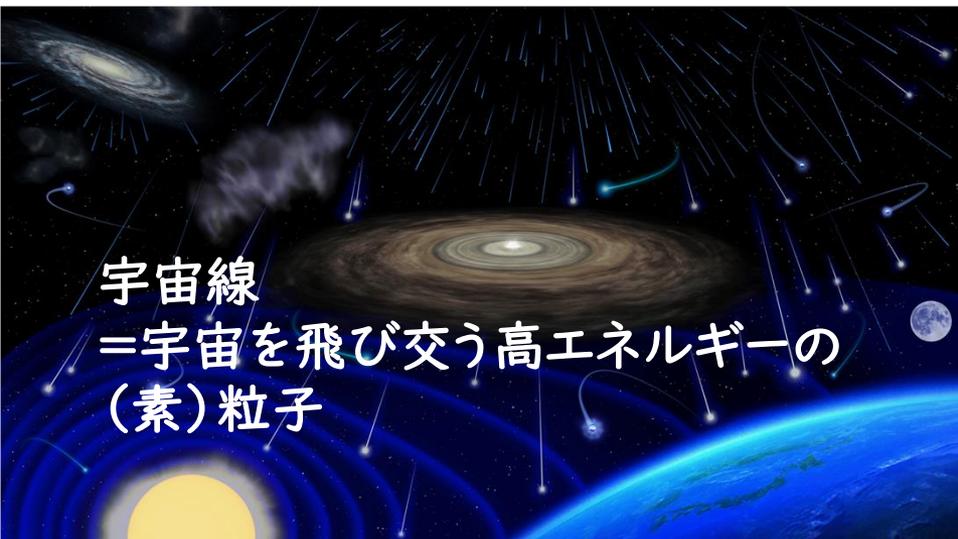
宇宙線・ガンマ線・ニュートリノ・重力波研究などを
国際的な共同利用・共同研究体制により推進



宇宙線国際研究拠点



宇宙線



宇宙線は宇宙を飛び交う高エネルギー(一粒あたりのエネルギーは可視光の一粒(=光子)の100億倍以上)の(素)粒子。主成分は水素原子核(=陽子)で、1912年に発見された。

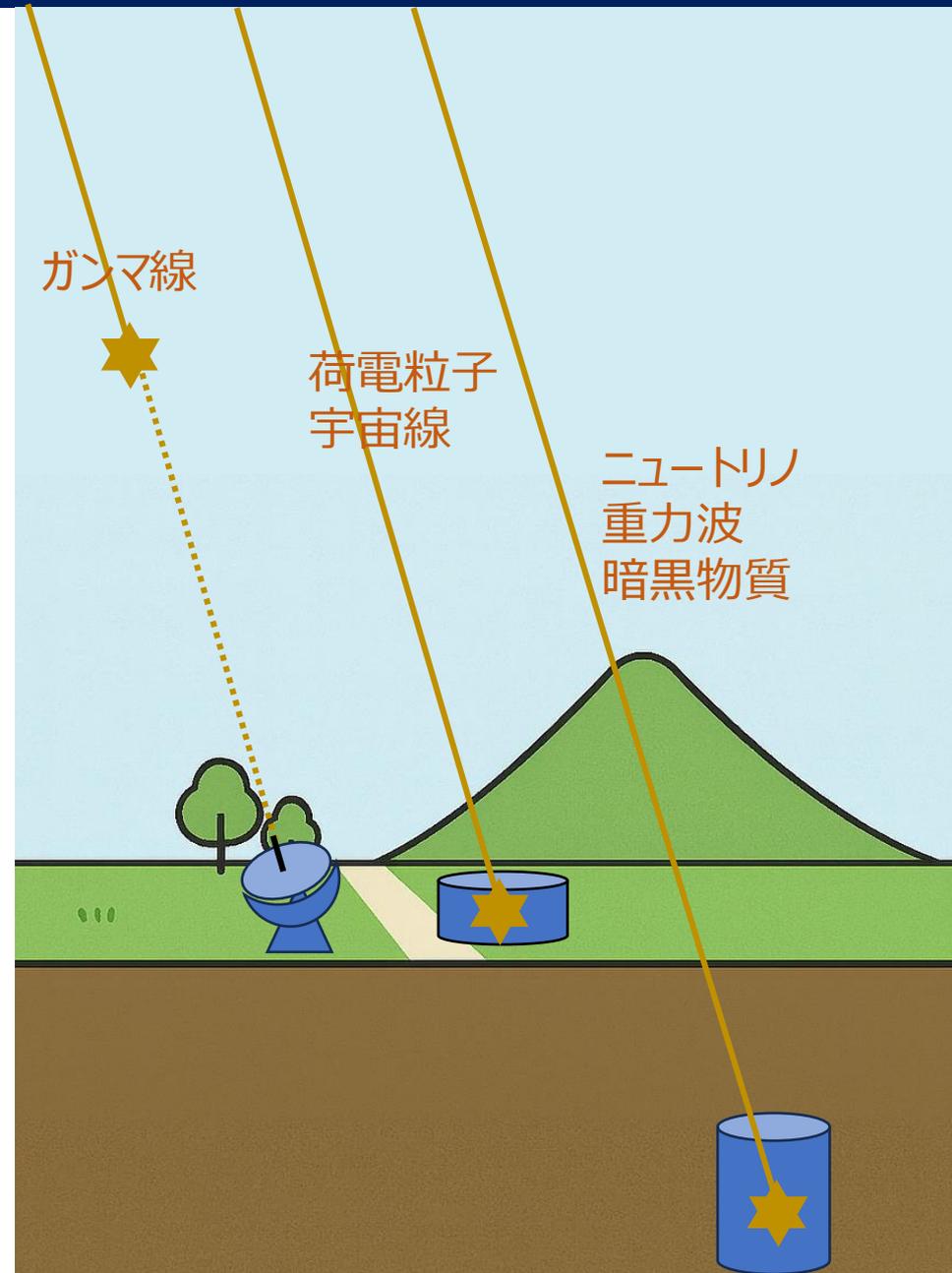
宇宙線研究所は宇宙からのさまざまな形態の放射を広い意味の「宇宙線」と定義して、宇宙からのさまざまな「メッセンジャー」を検出し、ブラックホールなどが関係した宇宙の高エネルギー現象の研究、宇宙を支配する基本法則の研究で世界をリードする。



宇宙からのさまざまな形態の放射
=宇宙からの「メッセンジャー」

宇宙線検出の考え方

- ① **ガンマ線**や低エネルギーの荷電宇宙線は、大気中の原子核と相互作用してエネルギーを失い、吸収されます。その結果として生じる光の放射を、望遠鏡を用いて検出します。
- ② **荷電宇宙線**によって生成され、地表まで到達する二次宇宙線は、地表検出器によって観測されます。
- ③ 宇宙線や自然放射線、その他の活動によるノイズを避けるために、地下検出器が用いられ、**ニュートリノ・重力波・ダークマター**の検出・探索が行われます。

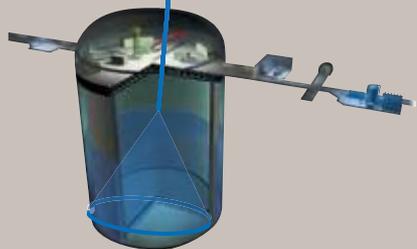


さまざまなタイプの宇宙線と検出原理

ニュートリノ Neutrino

超新星爆発や太陽などの星の中、地球の大気や内部など、さまざまなところで生じる素粒子。人も地球も何でもするりと通り抜けて、ほとんどは宇宙の遠くへ飛び去る。

ニュートリノ
Neutrino



水チェレンコフ望遠鏡

暗黒物質 Dark matter

現在知られている物質では説明できない正体不明の物質。まだ直接検出されたことがない。宇宙に存在すると計算される物質の大半を占めている。

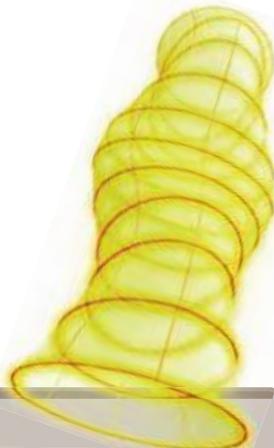
地下



暗黒物質検出装置

重力波 Gravitational wave

アインシュタインの相対性理論によって提唱された時空の波。重たい天体やブラックホール同士の合体や超新星爆発など、時空が急激に変化するとき大きな波が生じる。



重力波検出装置

ガンマ線 Gamma ray

ガンマ線
Gamma ray



空気チェレンコフ望遠鏡

最もエネルギーの高い領域の電磁波。宇宙で起こるさまざまな超高エネルギー現象で生成される。

宇宙線 Cosmic ray

人工衛星
宇宙ステーション 200 km ~

宇宙線
Cosmic ray

気球 30 km

空気シャワー
Air shower 3~5 km



空気シャワー検出器

宇宙を高エネルギーで飛び交うとても小さな粒。90%が陽子でできた水素原子核で、9%がヘリウム原子核、残りはより重たい原子核や素粒子。

宇宙線研究所：宇宙線物理学における世界の中核機関

ミッション

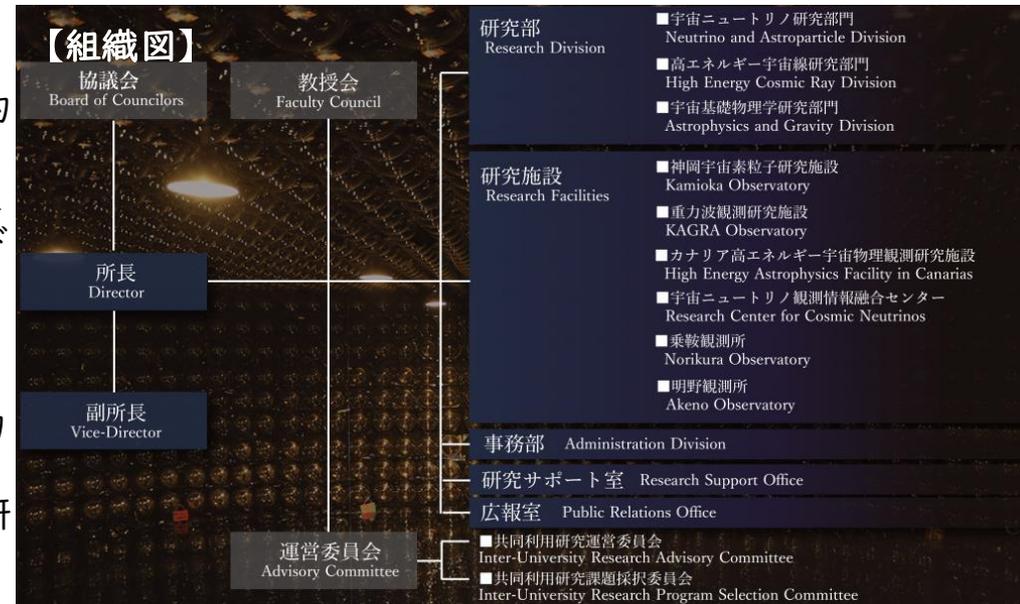
宇宙からのさまざまな「メッセンジャー」を観測する多角的な手段と理論的研究の両方を駆使し、激烈な天体現象、宇宙の進化、など宇宙の謎を解明するとともに、宇宙を支配する物理学の基本法則を研究することで、世界をリードする。

宇宙線研究拠点の重要性

大型国際共同研究を主体として運営し、研究者の国際的規模の協力、全世界的な研究グループの編成、世界的な積極的人的交流、次世代研究者の育成に寄与し、学術研究の発展に貢献する。

沿革

- 1950年 乗鞍岳に宇宙線観測施設「朝日の小屋」設置
- 1953年 東京大学宇宙線観測所となる
(我が国初に全国共同利用施設)
- 1976年 東京大学宇宙線研究所となる
- 1983年 神岡地下観測所設立、カミオカンデ実験開始
- 1996年 スーパーカミオカンデ実験開始
- 1997年 チベットAs γ 実験開始
- 2000年 柏キャンパスに移転
- 2008年 テレスコープアレイ実験開始
- 2010年 共同利用・共同研究拠点に(2018年に「国際」)
- 2018年 CTA大型望遠鏡1号機完成
- 2020年 KAGRA 運転を開始
- 2021年 ハイパーカミオカンデ着工



組織

教職員：約160名

【教授13、准教授16、助教31(2)<5>、研究員17(2)<5>、技術職員7(1)、事務職員26(8)、非常勤職員49(37)】2024年4月1日現在、()内は女性、<>内は外国人(それぞれ内数)

大学院生：48名(3)

【博士課程26(3)、修士課程22(0)】

協議会、運営委員会などを通じて国内外の研究者コミュニティとの密接な連携によって組織運営されている。

宇宙線研究所の国内・国外研究施設

CTA (North Site)



スペイン・カナリア諸島ラパルマにあるロケ・デ・ロス・ムチャーチョス天文台(標高2200 m)。大中小のチェレンコフ望遠鏡群から成り、超高エネルギー宇宙ガンマ線を観測します。

カナリア高エネルギー宇宙物理観測研究施設
High Energy Astrophysics Facility in Canarias

スペイン・カナリア諸島ラパルマに設置された宇宙観測のための拠点施設。チェレンコフ宇宙望遠鏡によるガンマ線観測を支援しています。

p62

Telescope Array



アメリカ・ユタ州の砂漠地帯(標高1400 m)。広大な面積の地表検出器と大気蛍光望遠鏡によるハイブリット観測により、超高エネルギー宇宙線の起源を探っています。

p32

神岡宇宙素粒子研究施設
Kamioka Observatory

岐阜県飛騨市神岡町。ニュートリノなどの素粒子の観測を通じて、素粒子物理学および宇宙物理学の研究を行っています。

p60

Super-Kamiokande



岐阜県飛騨市神岡鉱山の地下1000 m。直径・高さともに約40 mの円筒形の水タンクと、壁を取り囲む約13000本の光センサーからなりまです。世界最大の地下ニュートリノ観測装置です。

p12

Hyper-Kamiokande



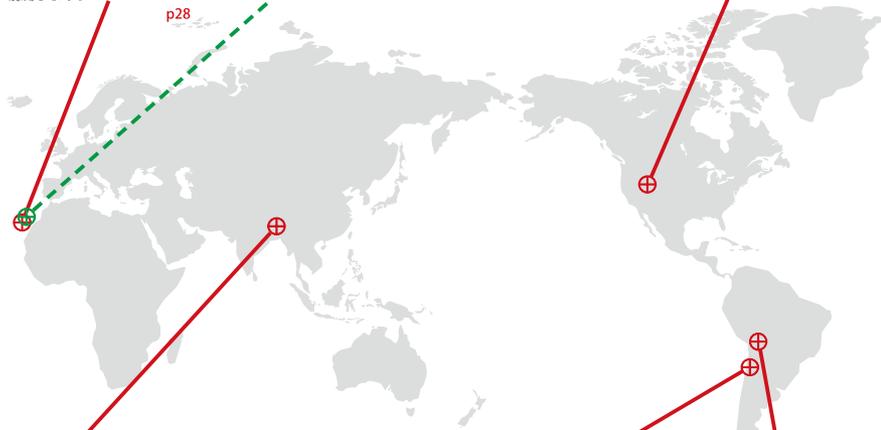
スーパーカミオカンデを凌駕する巨大水タンクと超高感度光センサーからなる実験装置で、神岡鉱山の地下に建設中です。2027年の実験開始を予定しています。

p20

重力波観測研究施設
KAGRA Observatory

岐阜県飛騨市神岡町。大型低温重力波望遠鏡 KAGRA の本格稼働に向けて準備を進めており、重力波天文学のさらなる深化を目指しています。

p61



Tibet AS γ



中国・チベット自治区のヤンパーチン高原(標高4300 m)。37000 m²の範囲に一定間隔で検出器を並べ、地下プールにも光センサーを置き、ガンマ線由来の空気シャワーを観測しています。

p36

CTA (South Site)



チリ・アタカマ砂漠にあるパラナル天文台(標高2600 m)。大中小のチェレンコフ望遠鏡群から成り、超高エネルギー宇宙ガンマ線を観測します。

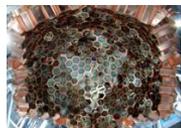
p28

チャカルタヤ宇宙物理観測所
Chacaltaya Observatory

ボリビア・ラパス市郊外のチャカルタヤ山(標高5300 m)。銀河系内から飛来する宇宙線のエネルギーの上限の確定を目指しています。

p66

XMASS



岐阜県飛騨市神岡鉱山の地下1000 m。暗黒物質の直接観測を目指して建設された、835 kgの液体キセンを642本の光センサーで球状に囲った検出器です。

p24

乗鞍観測所
Norikura Observatory

岐阜県高山市の乗鞍岳(標高2770 m)。宇宙線研究所の始まりの地です。現在は装置の性能試験や予備実験などに利用されています。

p64

明野観測所
Akeno Observatory

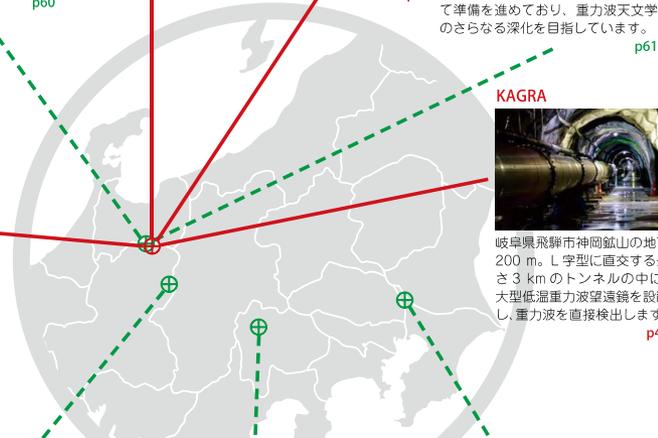
山梨県北杜市明野町(標高900 m)。高エネルギー空気シャワー観測実験が行われていました。現在は新しい装置の試験や組み立てなどで利用されています。

p65

柏キャンパス
Kashiwa Campus

千葉県柏市の東京大学柏キャンパス。宇宙線研究所の本部や、宇宙ニュートリノ観測情報融合センターがあります。

p63



1953年に日本初の共同利用研究所である「宇宙線観測所」から改称された乗鞍観測所、2つのノーベル物理学賞を産んだ神岡宇宙素粒子研究施設などの国内施設、世界最高地の宇宙線観測施設(ボリビアのチャカルタヤ)、世界最大級の装置(CTA、テレスコープアレイ)などの国外施設をホスト・運用している。

高エネルギーガンマ線

極高エネルギー宇宙線

銀河系宇宙線・ガンマ線

高エネルギー天体理論

宇宙線・ガンマ線・ニュートリノ・重力波・
ダークマター等の観測から

- ✓ ブラックホールなどが関係した宇宙
の高エネルギー現象を研究
- ✓ 宇宙を支配する基本法則を研究

重力波

ニュートリノ

暗黒物質

宇宙論、素粒子論

観測的宇宙論

宇宙線研究所は世界最高感度のさまざまな宇宙線観測装置をホスト・運用している。

電波～可視光の観測による初期宇宙の研究、素粒子物理、宇宙論、高エネルギー天体理論などの理論的研究、シミュレーション研究のエキスパートも多数おり、観測・理論の両面から研究している。

マルチメッセンジャー天文学の推進



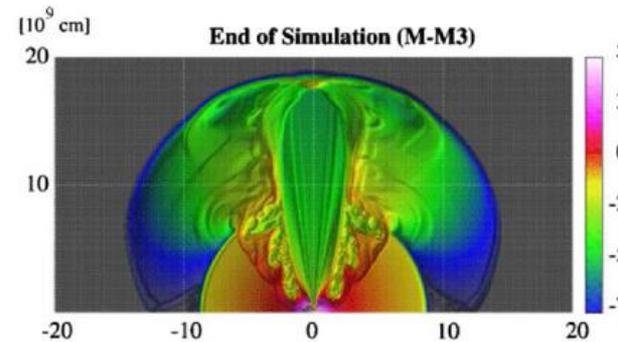
ニュートリノ、
宇宙線、
ガンマ線、
重力波…

↓
宇宙からのさまざまな
メッセンジャー

データの解釈、
現象の理解、
観測提案

さまざまな研究施設・研究グループと協力して
マルチメッセンジャー天文学を推進

共同観測、
共同データ解析



データの解釈、現象の理解、観測提案



伝統的な天文学
(電波、光学、X線)

理論的研究・シミュレーション



東京大学 UTokyo
宇宙線研究所
Institute for Cosmic Ray Research

大学3年生のための

宇宙・素粒子

Spring School

2026

- 場 所 ▶ 東京大学柏キャンパス
宇宙線研究所 (千葉県柏市)
- 定 員 ▶ 30人 応募者多数の場合は選考します。ただし、
共通講義はZoom配信され、選考され
なかった学生もオンライン受講できます
- 対象者 ▶ 大学3年生
2026年4月から新4年生。宇宙・素粒
子の分野で大学院への進学を目指す方
- 参加費 ▶ 無料 宿泊費をサポートします。交通費・飲食費
は各自の負担です

2026年 3月9日(月)~3月13日(金)

研究者になりきる
四泊五日