



相対性理論

について調べる



★ 関連キーワード

- 時空
- 重力
- ブラックホール

「Paste (はすて)」とは？

ぱっと分かって、すっと頭に入る、テーマ別調べ方ガイドです。みなさんの学習をサポートする、総合図書館ラーニング・サポーター（LS）による作成です。レポート作成の際などにお役立てください

1. イントロダクション

1-1. 「相対性理論」とは？

相対性理論とは物理学者アインシュタインが1905年に発表した「特殊相対性理論」と1915年から1916年にかけて発表した「一般相対性理論」の総称です。アインシュタインはそれまで切り離されて考えられてきた時間と空間を特殊相対性理論によって時空という一つの「舞台」に統一し、続けて一般相対性理論によって時空を「舞台」ではなくそこに存在する物質によって曲がったりする「役者」としてとらえ直しました。相対性理論からは時間の遅れ、質量とエネルギーの等価性、ブラックホールや重力波といった非常に興味深い物理が現れます。数々の実験的検証をパスしてきた相対性理論は現代の基礎物理学を語るうえで欠かせない大黒柱になっています。

1-2. 学習するにあたってのポイント

時間と空間を統一的に扱う相対性理論ではベクトルを一般化したテンソルと呼ばれるものを用いて方程式を記述します。見慣れない初学者にはこれが非常に厄介で、何をやっているのかよく分からなくなります。関連する数学(リーマン幾何学など)を勉強することで深い理解に繋がることは間違いないですが、時間の遅れなどの物理に触れたい方はテンソル計算を単なる道具だと割り切って、以下に紹介する参考書にあるいくつかの問題演習に取り組み、使い方に慣れることを強くお勧めします。線形代数学で習う行列計算と同じで、慣れが重要です。

1-3. 一般向けに書かれた資料・読み物

- 不思議宇宙のトムキンス / ジョージ・ガモフ, ラッセル・スタナード著 ; 青木薫訳
ガモフはビッグバン宇宙論を発展させたことで有名な物理学者です。この本は8話構成の読み物になっています。第1話ではローレンツ収縮や時間の遅れといった特殊相対性理論の効果が描写されており面白いです。

【書誌 ID= 2003942856】総合図-A棟 4階 学習用図書 420.4||GAM

- 相対性理論入門 / 内山龍雄著
大阪大学名誉教授の内山氏が執筆された入門書です。難しい数式をほとんど使わずに特殊相対性理論と一般相対性理論の考え方を解説しています。

【書誌 ID= 2003041142】総合図-A棟 4階 学習用図書 421.2||UCH

- ホーキング、宇宙を語る : ビッグバンからブラックホールまで / S・W・ホーキング著 ; 林一訳
一般相対性理論と量子力学から明らかにされた宇宙の姿を物理学者ホーキングが数式を使わずに平易な言葉と図で説明します。

【書誌 ID= 2002353362】総合図-A棟 4階 学習用図書 440.4||HAW

2. 学習用資料

2-1. 事典・ハンドブック 類

■ 相対性理論 / 内山龍雄著

特殊相対性理論と一般相対性理論の両方が非常にコンパクトにまとめられています。前書きには「もし本書を読んでも、これが理解できないようなら、もはや相対性理論を学ぶことはあきらめるべきであろう」とありますが、全くそんなことはないのであきらめないでください。

【書誌 ID= 2002063950】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||BUT||8

■ 理論物理学のための幾何学とトポロジー / 中原幹夫著 ; 中原幹夫, 佐久間一浩訳

物理学で用いる様々な数学が収録・解説されています。2巻組の上巻には一般相対性理論で登場する数学的手法が収録されており、手元にあると便利です。

【書誌 ID= 2004465269】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 421.5||NAK

2-2. 最初に読むべき資料: 教科書・古典

■ 相対性理論の考え方 / 砂川重信著

相対性理論では時間と空間は観測者に依存する相対的な概念で、例えばあなたの「時間」はわたしの「時間」と「空間」が混ざったものです。このために物体が収縮して見えたり、時間が遅れたりします。本書はこの考え方を初学者向けに簡単な数式を使いながら説明しています。

【書誌 ID= 2003052348】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||SUN||5

■ 相対性理論 / 江沢洋著

特殊相対性理論を丁寧に説いている教科書です。章末問題に取り組むことで基礎を固めることが出来ます。出版社の裳華房のサイト(下記)には正誤表があります。

<https://www.shokabo.co.jp/mybooks/ISBN978-4-7853-2139-0.htm> (2021年5月21日閲覧)

【書誌 ID= 2004100529】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 420.8||KIS||27

■ 一般相対性理論入門 : ブラックホール探査 / エドウィン・F・テイラー, ジョン・アーチボルド・ホイラー著 ; 牧野伸義訳

一般相対性理論では「計量」を用いて時空のゆがみを記述しますが、本書はこの「計量」の概念を、単純な数式を使って非常に分かりやすく説明しており、一驚に値します。一般相対性理論の面倒なテンソル計算に惑わされることなく、自分で手を動かしながらブラックホールの物理を楽しめること間違いなしです。原著に挑戦することもお勧めです。

【書誌 ID= 2003661106】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 421.2||TAY

2-3. 最新情報が確認できる資料: 主要雑誌・年鑑・Web ページ

■ arXiv <https://arxiv.org/> (最終閲覧日:2021年5月21日)

「アーカイブ」と発音します。1991年以降の物理の論文のほとんどはこのサイトで見ることが出来ます(無料)。平日には毎日新しい論文が投稿されており、世界中の研究者がこのサイトを通じて迅速な情報交換をしています。ただ、投稿される論文は査読前論文といって第三者による批評を受けていない段階の論文であるため内容の信憑性には注意が必要です。論文だけでなく講義ノートなどもありますので、いろいろと検索してみることをお勧めします。

2-4. その他専門書・学術論文等で注目すべきもの

- 重力理論 : gravitation--古典力学から相対性理論まで, 時空の幾何学から宇宙の構造へ / Charles W. Misner, Kip S. Thorne, John Archibald Wheeler [著]; 若野省己訳
1970年代までの一般相対性理論の知識の集大成ともいべき大著です。古典であるため、近年における進展については記述に乏しいですが、今なお参考になる箇所が多く存在します。原著では初学者は読み飛ばしてよい場所が明記されており、学習の助けになります。

【書誌 ID= 2004211584】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 423.6||MIS

- ブラックホールと時空の歪み : アインシュタインのとんでもない遺産 / キップ・S・ソーン著 ; 林一, 塚原周信訳
著者のキップ・S・ソーンは重力波研究の業績で2017年にノーベル物理学賞を受賞しています。一般相対性理論がどのように発展してきたのかを氏の研究人生と交えて詳しく解説しています。

【書誌 ID= 2004479693】 総合図-A 棟 4 階 学習用図書 443.5||THO

- Spacetime and geometry : an introduction to general relativity / Sean Carroll
曲がった時空の概念を丁寧に説明しており、ブラックホールや重力波をはじめとする豊富なトピックへと案内してくれる良書です。

【書誌 ID= 2003595631】 理数学図

2-5. 有用なナビゲートツール: ブックガイド・リンク集

- EMAN の物理学 <https://eman-physics.net/> (最終閲覧日:2021年5月21日)
物理の様々な分野を初学者・中級者目線で丁寧に説明しています。他の本でつまづきやすい所や説明が簡素になってしまっている部分をサイト運営者自身の経験も踏まえつつ解説しており、知識のギャップを埋めてくれます。

- 物理のかぎしっぽ <http://hooktail.sub.jp/> (最終閲覧日:2021年5月21日)
物理・数学の話がいくつか載っています。また、TeX の使い方に困ったときにはこのサイトが助けになるかもしれません。

- David Tong: Lectures on Theoretical Physics
<https://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/teaching.html> (最終閲覧日:2021年5月21日)
英ケンブリッジ大学の理論物理学教授 David Tong の講義ノートを見ることが出来ます。相対性理論

に限らず理論物理学の様々な分野のノートがあり、学習の助けになります。

3. レポート・論文執筆用資料

3-1. 有用な検索キーワード

- ◆ 主要キーワード: 特殊相対性理論/一般相対性理論/special relativity/general relativity
- ◆ 関連キーワード: 光速度不変の原理/共変性/ローレンツ変換/光円錐/固有時間/等価原理/計量/アインシュタイン方程式/ブラックホール/重力波
- ◆ 補助キーワード: リーマン多様体/接続/共変微分/曲率

3-3. レポート・論文の書き方、学び方、引用・参考文献の書き方

■ LATEX2 美文書作成入門 / 奥村晴彦, 黒木裕介著 (改訂第 8 版)

理系のレポートは数式や図を沢山使いますが、LaTeX を使うと思い通りの見た目のレポートを書くことができます。この本は初心者にも分かりやすく書かれています。

【書誌 ID= 2004414092】総合図-A 棟 2 階 アカデミック・スキル・コーナー 021.49||OKU

本文中で紹介している図書・雑誌について

図書名・雑誌名の後ろに「書誌 ID」(10桁の数字)の記載があるものは大阪大学で所蔵しています。この10桁の数字で大阪大学 OPAC(蔵書検索システム)が検索できます。

