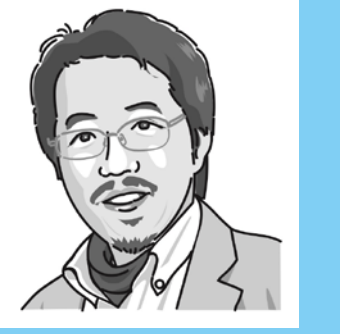


# 宇宙物理・数理科学研究室

Astrophysics & Mathematical Sciences Group, OIT



指導教員 眞貝寿明

数値シミュレーションを中心とした、宇宙物理・相対性理論・数理科学の研究室です。卒業研究では、自然現象・社会現象のモデル化と数値解析を1人1テーマで行います。指導教員の専門は、理論物理学（一般相対性理論）です。数理科学・物理学・コンピューティングが好きな人、どうぞ。

## 現所属学生 (2024 年度)

- 修士2年 下村りか
- 卒業研究生 山田暉士
- 情報ゼミ生 杉原圭亮 三村 歩

## ゼミ内容

- 卒研ゼミ
  - ☆ 相対性理論に関する教科書の輪読
  - ☆ さまざまなシミュレーション技法習得
  - ☆ 卒業研究進展報告 (1人1テーマ)
- 情報ゼミ
  - ☆ 宇宙に関する話題についてのレポート作成と発表
  - ☆ 数値計算・宇宙に関する教科書・洋書の輪読
  - ☆ 常微分方程式の数値計算方法の習得と計算課題 (太陽系シミュレータの作成、地球-月系への隕石落下、三体問題の特殊解、ラグランジュ点の安定性など)

## 求める学生像と指導方針

卒論 = (物理) x (数学) x (プログラム)

大学院生 = 世界最先端の相対性理論研究

物理学・数学を駆使することに抵抗の無い、意欲的な学生を歓迎します。物理や数学でこれまで「点」を取れていなくても、「好き」か「苦にならない」ならばよしとします。プログラミングの得意不得意も問いませんが、何事にも問題の解決に向けて努力を惜しまない態度が必要です。情報ゼミでも、卒業研究でも、発表テーマ・研究テーマは、学生自身が自ら決定し遂行する形をとっています。学生諸君の「好奇心」「探究心」を応援します。

## 指導教員の最近の研究活動

科学研究費補助金採択

- ☆ 2024年度--28年度 「重力波観測データから探るブラックホール形成シナリオへの制限と一般相対性理論の検証」 基盤研究(C) 研究代表
  - ☆ 2024年度--28年度 「天文文化学の新展開：数的手法の導入で文化史と科学論から自然観を捉える研究の加速」 挑戦的研究(開拓) 研究分担
- 重力波干渉計 KAGRA 研究者代表 (2017-2021), 天文文化学の提唱,  
巡回展「ブラックホールと重力波」(2025-2028) 組織, 著書・翻訳書・講演など多数

◀ 専門書 ▶



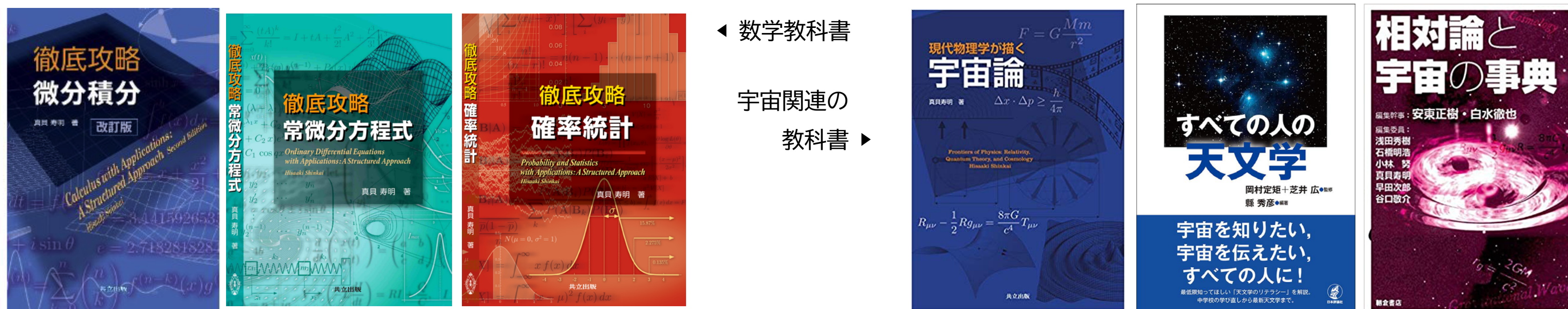
一般向け ▶



『地球と宇宙の科学 (仮)』(森北出版, 2025 年秋)

◀ 数学教科書 ▶

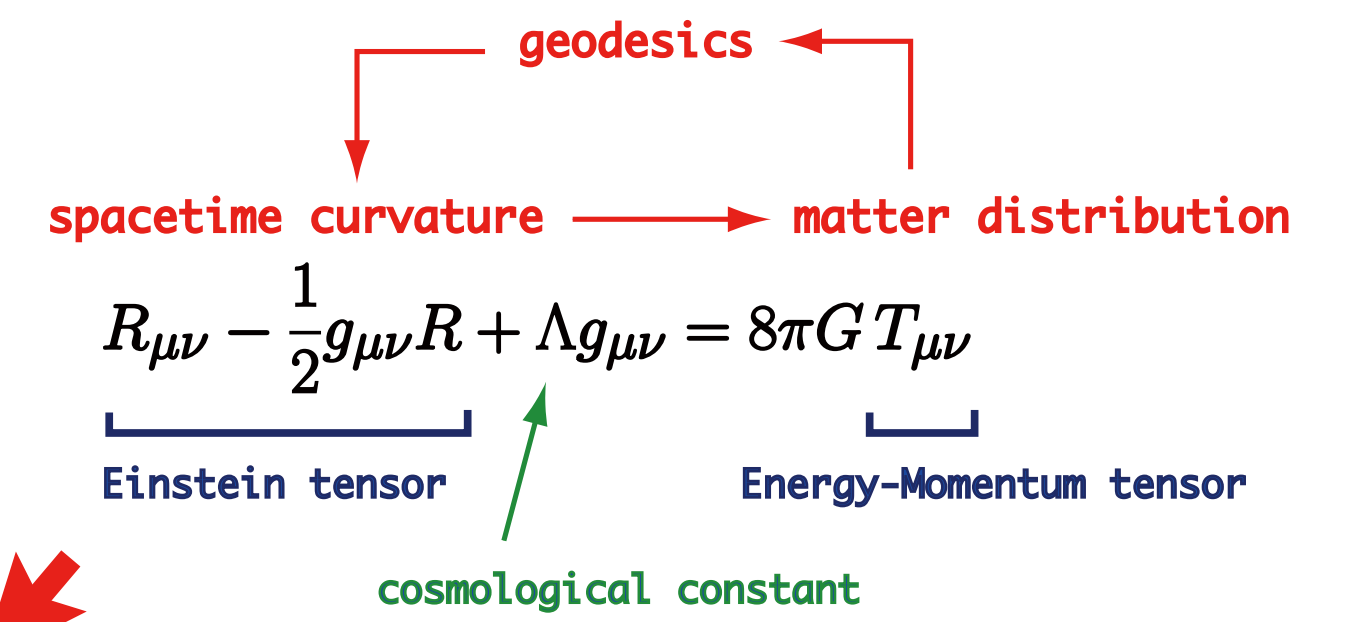
宇宙関連の教科書 ▶



◀ やさしい 入試問題 ▶



The Einstein equation



Solve for metric  $g_{\mu\nu}(t, x, y, z)$  (10 components)

flat spacetime (Minkowski spacetime):

$$ds^2 = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$$

$$= -dt^2 + dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$$

$$ds^2 = \sum_{\mu, \nu} g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu := g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$$

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} g_{tt} & g_{tx} & g_{ty} & g_{tz} \\ & g_{xx} & g_{xy} & g_{xz} \\ & & g_{yy} & g_{yz} \\ & & & g_{zz} \end{pmatrix}$$

sym.

## 修士 / 博士研究テーマ例

- 重力波データ解析の新手法の提案
- 5次元ブラックホール・裸の特異点の形成条件

## 卒業研究テーマ例 (\*印は2024年度)

### ☆宇宙物理系

- 重力レンズ効果による画像の変形
- 連星ブラックホールからの脱出速度
- 人工衛星とスウィングバイ
- ブラックホール近傍での最速降下線
- ラグランジュ点の安定性
- 水星の近日点移動の再現
- ブラックホールに吸い込まれるガス
- 重力レンズ効果
- 多重ブラックホール効果
- 宇宙論パラメータと宇宙モデルの可視化
- 宇宙検閲官仮説とブラックホール形成条件の判定
- ブラックホール潮汐力による星の破壊条件
- 多体問題の安定性と初期値依存性

### ☆可視化・教材系

- ナビエ-ストークス流体シミュレーション
- 日食・月食シミュレータ
- 3次元化された星座盤
- ゾンビ伝播モデルの可視化
- 核図表の立体化
- ブラックホール近傍シュートイングゲーム
- コンピュータによるホログラフィの生成
- エッシャー図とペンローズ・タイリング
- 顔の描き方の統計解析
- 高速ロケットから見える世界
- 古代日本の星座を描く星座盤作成
- 木の葉の落下運動
- レイトレーシング法による太陽光

### ☆数理科学系

- 飛行機はなぜ飛ぶか
- オーロラのしくみ
- 量子コンピューティングの原理
- 微積分問題ソルバーの製作
- 四色問題パズルソルバーの製作
- 生態系とカオス
- 数独パズルの難易度判定
- 多面体への投影ツール作成とその応用
- 人工知能を組み込んだゲーム制作
- 泡の合体
- 鉄道運行制御システムの構築
- インフルエンザワクチン配布モデル
- 競馬の勝ち馬要因の多成分分析