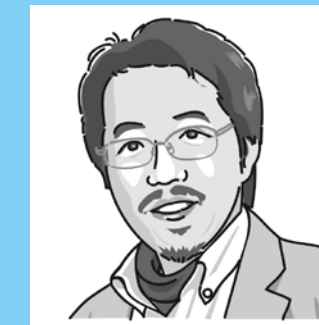


# 宇宙物理・数理科学研究室

Astrophysics & Mathematical Sciences Group, OIT



指導教員 真貝寿明

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 (2019 年度)

卒業研究生 岡澤匡紘 塩田紘平 名桐豊大 福井陸斗 福中笙太  
松田裕貴 丸山健斗 山口莉生 山崎雄貴  
情報ゼミ生 石上裕望 三田大晃 恒吉将也 中西志文  
野村翔太郎 益田時矢

## 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」ならば良しとします。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。

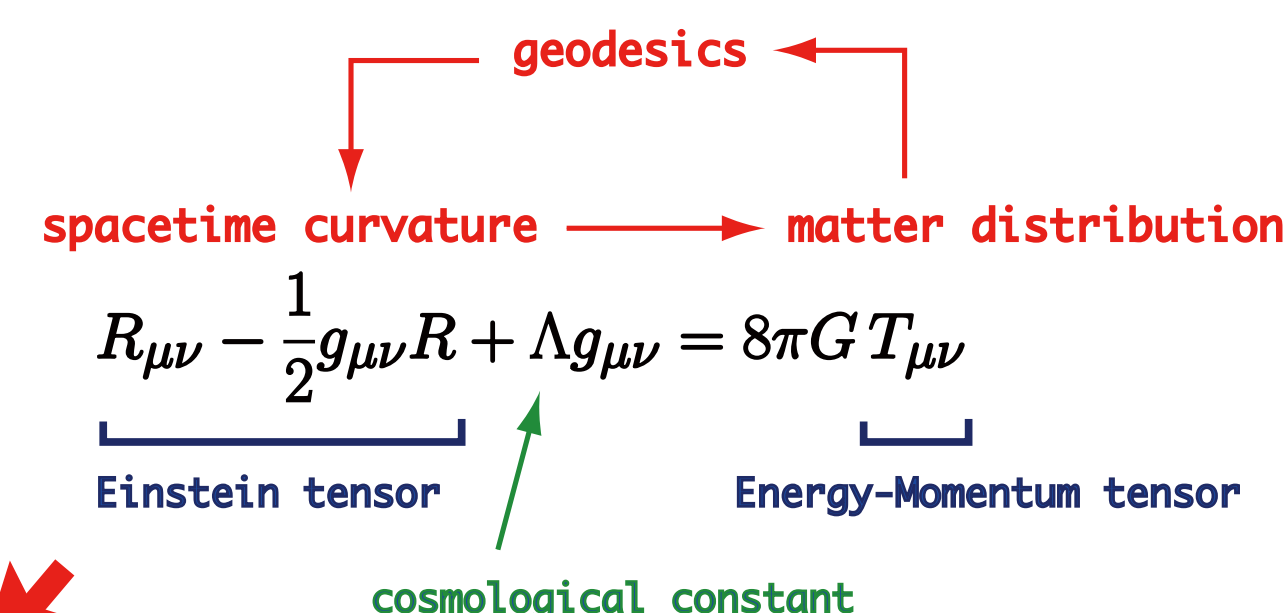
## 指導教員の最近の研究活動

科学研究費補助金採択

- ☆ 2019 年度 --24 年度 「重力波データ抽出方法の開発：新たな解析手法および分散型コンピューティングの導入」 基盤研究 (B) 研究代表
- ☆ 2019 年度 --22 年度 「天文文化学の創設：天文と文化遺産を結ぶ文理融合研究の加速」 挑戦的研究 (萌芽) 研究代表
- ☆ 2018 年度 --23 年度 「修正重力理論における非線形ダイナミクスと超弦理論の検証」 基盤研究 (C) 研究分担
- ☆ 2017 年度 --22 年度 「重力波データ解析による重力理論の検証」 新学術 研究分担 重力波干渉計 KAGRA サイエンス部門会議長 (2017-2021) 著書・翻訳書など多数



The Einstein equation



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

flat spacetime (Minkowski spacetime):

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

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

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

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

sym.

## 卒業研究テーマ例 (\*印は2019年度)

### ☆宇宙物理系

- 人工衛星スウィングバイ\*
- 最速降下線\*
- ラグランジュ点の安定性
- 重力レンズ効果による画像の変形
- 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

- ゾンビ伝播モデルの可視化\*
- 確率統計シミュレータ\*
- 核図表の立体化\*
- ブラックホール近傍シューティングゲーム\*
- 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

- スパースモデルと機械学習\*
- 空気抵抗シミュレータ\*
- 音の判別\*
- 微積分問題ソルバーの製作
- SNS の噂伝播モデル
- 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

「現代思想」2019年8月号(青土社) ブラックホール理論の解説文掲載  
「演習 一般相対性理論1・重力理論」(森北出版, 共訳, 2019年11月刊行)  
「相対論と宇宙の事典」(朝倉書店, 編集, 2020年1月刊行予定)