



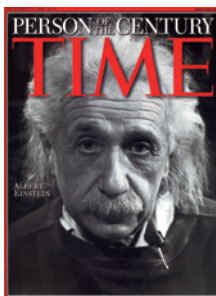
宇宙物理・数理科学研究室

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。



The Einstein equation

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

spacetime curvature → matter distribution

Einstein tensor Energy-Momentum tensor

cosmological constant

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

flat spacetime (Minkowski spacetime):

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

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

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

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

現所属学生 (2018年度)

- | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|
| 卒業研究生 | 今中英雄 | 内田直樹 | 奥村成吾 | 河上寛太 |
| | 関谷光一郎 | 村上直哉 | 柳本晋吾 | |
| 情報ゼミ生 | 岡澤匡紘 | 塩田紘平 | 竹中文弥 | 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 | |

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、人工衛星フライバイ、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。

最近の研究活動

- 科学研究費補助金採択
- ☆ 平成 29 年度 --34 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
 - ☆ 平成 25 年度 --29 年度 「拡張重力理論における非線形ダイナミクス」 基礎研究 (C) 研究代表
- 重力波干渉計 KAGRA サイエンス部門会議長
 Chair of the board KAGRA Scientific Congress (2017-2019)
 指導教員の著書/編書



卒業研究テーマ例 (*印は2018年度)

- ☆宇宙物理系
 - ラグランジュ点の安定性*
 - 地球周回ロケット軌道への飛行*
 - 人工衛星スウィングバイ
 - 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
 - 感染症伝播モデルの可視化*
 - 地震発生モデル*
 - 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
 - 主成分分析*
 - 2次元画像の3次元化
 - 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

一般相対性理論と重力 問題集
 (森北出版, 2019年1月刊行予定)