



# 宇宙物理・数理科学研究室

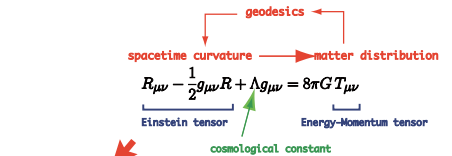
Astrophysics & Mathematical Sciences Group, OIT



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。

The Einstein equation



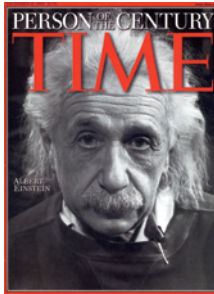
Solve for metric  $g_{\mu\nu}(t, x, y, z)$  (10 components)

flat spacetime (Minkowski spacetime):  
 $ds^2 = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$   
 $= -dt^2 + dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2)$

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

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} g_{tt} & g_{tr} & g_{t\theta} & g_{t\phi} \\ g_{tr} & g_{rr} & g_{r\theta} & g_{r\phi} \\ g_{t\theta} & g_{r\theta} & g_{\theta\theta} & g_{\theta\phi} \\ g_{t\phi} & g_{r\phi} & g_{\theta\phi} & g_{\phi\phi} \end{pmatrix}$$

(sym.)



## 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」 基盤研究 (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



現代物理学が描く宇宙論 (共立出版, 2018年9月刊)

演習 一般相対性理論と重力 (森北出版, 2018年12月刊行予定)

## 卒業研究テーマ例

### ☆宇宙物理系

- 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

- 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

- 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
- 人工衛星スウィングバイ
- 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

新書にて、卒業論文が紹介されました。



「日本人と宇宙」二間瀬敏史 (朝日新書, 2013年5月刊)

河津秀明君(2008年卒業、宇宙物理・数理科学研究室)「古今の星座の違いを示す星図アプリケーション」