

2022 年度一般相対論実施要項

担 当 横山順一 (ビッグバン宇宙国際研究センター・物理学教室)

連絡先 yokoyama@resceu.s.u-tokyo.ac.jp

居 室 理学部 4 号館 6 階 1625 号室 (事前にメールでご連絡の上お気軽にお訪ね下さい。)

ホームページ <http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~yokoyama/g2022.html>

T A 渡會大貴 kougisoutairon@gmail.com

講義目次 ごく標準的な内容です。以下のように進む予定です。

第 1 章 序論 等価原理と一般相対性原理

第 2 章 数学的準備

第 3 章 曲がった時空の物理

第 4 章 一般相対論

第 5 章 球対称時空

第 6 章 ブラックホール

第 7 章 重力波

第 8 章 宇宙論

演 習 世界最高水準をめざした演習を行います。ほぼ毎回出題し、設定した締切 (原則として次回の講義日の前日) までにレポートとして提出していただきます (**締切厳守**)。問題は対面講義の場合は印刷したものを配布し、併せて ITC-LMS を用いて配信する予定です。レポートは手書きを強く推奨します。手で書いて覚えられることは多いけれど、キーボードを打って知識が定着することはあまりないから。手書きのものをスマホでスキャンするなどして ITC-LMS にて提出して下さい。提出締切日翌日に解答例をホームページ上で公開する予定です。解けない (条件のたりない) 問題が出題されることもあるかもしれません。なお、講義・演習共に物理としての一般相対論を扱うものなので、数学的厳密性の欠如についてはご容赦いただきます。

教育実習、出張、**その他私用** (アインシュタインだけが人生ではありません!) で提出できない場合は、事前にメールで連絡のあった場合に限り、代替手段を提供します。過年度は、教育実習、出張旅行記、物理オリンピック参戦記などのレポートを提出していただきました。

成績評定 演習レポートと期末試験を何通りかの比率で按分して合計点を出し、最も高得点となったものを各学生ごとに採用し、それに基づいて最終評点を決定します。全学生を同一の尺度で評価する、ということは致しません。期末試験は 7 月 12 日に行う予定です。

一般相対論演習その1・特殊相対論のおさらい（横山）

2022年4月5日配布・4月18日提出締切・19日解答公開予定

<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~yokoyama/g2022.html>

- I ある慣性系における座標（世界点） $A(t_A, \mathbf{x}_A)$, $B(t_B, \mathbf{x}_B)$ で起きた二つの事象が「同時刻に起こった」と見なせるような別の慣性（座標）系が取れるのはどういふ場合か。
- II 電磁気学の講義で習ったSI単位のマクスウェル方程式には、真空の誘電率 ϵ_0 と透磁率 μ_0 という意味不明の量が出てきて、基礎物理学の見地からはまことに汚らしい表式になっている。
- (i) SI単位で書いた真空を媒質とするマクスウェル方程式の微分型を書き下し、電荷を新たに $Q_H \equiv Q/\sqrt{\epsilon_0}$, 電場を $E_H \equiv \sqrt{\epsilon_0}E$, 磁場を $B_H \equiv B/\sqrt{\mu_0}$ と読み替えることによって ϵ_0 と μ_0 の出でこない形に書き換えよ。その際真空中の光速 c のみがパラメタとして現れることになる。これがヘビサイド単位で書いたマクスウェル方程式である。（拙著「電磁気学」§15.2参照）
 - (ii) 真空を媒質とするマクスウェル方程式は、ガリレオ変換に対しては不変でないが、ローレンツ変換に対しては不変であることを示せ。
 - (iii) 電場と磁場がローレンツ変換によってどのように混ざり合うか示せ。（このことから、電場と磁場を同じ次元を持った量として表すことが、いかに大切なことか理解できるであろう。）
- III 固有値の符号が $(-, +, +, +)$ となる4次元非退化対称行列 G は、ある行列 A とその転置行列 tA を用いて、
- $$G = A\eta{}^tA$$
- と表すことができることを示せ。ただし、 $\eta = \text{diag}(-1, 1, 1, 1)$ はミンコフスキーテンソルである。
- IV 特殊相対性理論における等加速度運動について論ぜよ。