

第7回ぶつりがく徒のつどい

2018年3月17日(土),18日(日)

3月17日(土)

- 11:00- 開場
- 11:30-12:30 「テンソルネットワークを使った機械学習(仮)」
(東)
- 12:30-13:30 昼食休憩
- 13:30-15:00 「古典力学が古典になったことは一度もない」(東)
- 15:20-16:40 「太陽系形成論」(西)
- 17:00-18:20 「電磁流体力学の基礎」(西)

3月18日(日)

- 11:00- 開場
- 11:30-12:40 「位相速度、群速度の概念と光速について」(西)
- 12:40-13:30 昼食休憩
- 13:30-14:50 「高強度の光と固体」(西)
- 15:10-16:40 「量子コンピュータによる素因数分解」(西)
- 16:40-16:50 閉会の挨拶

古典力学が古典になったことは一度もない

中央大学 理工学部 物理学科 素粒子理論研究室
古川 晴貴 (Twitter: Hafnium95)

概要

1889年に Poincaré が 3 体問題の非可積分性を示してから、古典力学では様々な近似を施して 3 体問題の特殊な解を求めようとする研究が活発に行われてきた。古典力学における制限 3 体問題の解としては Euler の直線解と Lagrange の正三角解などが有名である。2000 年には Chenciner と Montgomery によって舞踏解 (choreography) の存在が証明された。私は、これらの解が得られるときの問題設定を一般相対論的に再考することで宇宙物理学における未解決問題に対するアプローチを模索している。

講演では天体力学における 3 体問題の歴史について紹介するところから始めて、一般相対論における最近のアプローチや今後の展望まで網羅的に解説する。古典力学は今なお重要な分野の 1 つであり、古典力学が古典になったことは一度もないということを参加者に理解していただくのが目標である。

前提知識について

1, 2 年生を主な対象としているため、古典力学 (特に Newton 力学) の基礎と簡単な物理数学の知識を前提とする。解析力学は未修の人もいるかもしれないので、1 か所を除き基本的には前面に出して解説を行うことはない。また、一般相対論についても必要な知識は適宜解説する。

参考文献

参考文献は以下の通り。[1] は古典力学の入門書である。[2] は特殊相対論・一般相対論を分かり易くまとめた教科書であり、[3] は同著者による一般相対論の標準的な教科書である。最近の先行研究としては [4], [5] などがある。

- [1] ランダウ・リフシッツ, 『力学』, (東京図書, 2014)
- [2] 内山龍雄, 『相対性理論』, (岩波書店, 2014)
- [3] 内山龍雄, 『一般相対性理論』, (裳華房, 2016)
- [4] Jeremy D. Schnittman, 2010, [arXiv:1006.0182].
- [5] Kei Yamada & Hideki Asada, 2010, [arXiv:1010.2284].

太陽系形成論

ゴジラ (角田伊織 @gojira_ku)

我々の太陽系は、太陽、8つの惑星、小天体や衛星などから構成されています。この太陽系がいかんして形成されたかを解明するのが、太陽系形成論です。1980年代に林忠四郎らによって提唱された「京都モデル」は、大体は正しいと考えられていて、太陽系形成論の基礎理論を構成しています。

現在定説となっている太陽系形成論の概略は以下の通りです。まず、太陽形成の副産物として、原始太陽を公転するガスと塵からなる円盤が形成されます。その後、塵は自己重力で集まり、数 km サイズの微惑星が形成されます。それから、微惑星は衝突合体を繰り返し、さらに大きな原始惑星が形成されます。太陽の近くにある原始惑星は、比較的軽く、さらに衝突合体を繰り返して、地球型惑星が形成されます。太陽からやや遠くにある原始惑星は、比較的重く、自分の重力でガスを捕獲し、木星型惑星が形成されます。太陽からもっと遠くにある原始惑星は、形成が遅く、ガスを捕獲できるまで成長する頃には既にガスが殆ど消失しているため、海王星型惑星が形成されます。

今回の講演では、まず、太陽系形成論の前提となる、現在の太陽系の姿を紹介し、それから、太陽系形成のシナリオを紹介し、その物理的過程や直感的描像を分かりやすく解説します。また、現在も残っている未解決問題についても紹介します。余裕があれば、近年注目されている太陽系外惑星について触れ、その研究が太陽系形成論に与えている影響を考えます。

この講演は、高校生や学部1・2回生を主な対象としているため、高校物理のみを前提知識とします。複雑な数式は扱わず、できるだけ直感的な理解を重視して進めていきます。

参考文献

- [1] Hayashi, C., Nakazawa, K., & Nakagawa, Y. 1985, *Formation of the solar system*. In *Protostars and Planets II*, pp.1100. The University of Arizona Press
- [2] Armitage, Philip J. 2010, *Astrophysics of Planet Formation*. Cambridge University Press
- [3] 渡部潤一, 井田茂, 佐々木晶 2008, 『太陽系と惑星』(シリーズ現代の天文学 9) 日本評論社

[4] 井田茂 2007, 『系外惑星』 東京大学出版会

[5] 佐々木貴教 2017, 『「惑星」の話—「惑星形成論」への招待』 工学社

電磁流体力学の基礎

田中宏樹 (こたなか)

2018年3月17日講演予定 (訂正後)

1 Abstract

宇宙は、プラズマと呼ばれる、電子が原子核から離れて自由に動き回っている第四の状態の物質であふれている。特に、太陽の表面は、それが顕著である。このようなプラズマを扱う分野が、今回紹介する電磁流体力学である。電磁流体力学は、宇宙物理として面白い他にも、地上でプラズマ実験をするときに使われるといった物性としても面白い。今回は、そのようなプラズマを扱うのにどのような物理が使われているか、また、プラズマに特徴的な波であるアルバーン波、そしてプラズマを観測する原理について基礎的な部分を講演したいと思う。

参考文献

- [1] 宇宙プラズマ物理学 / 桜井邦朋著. - 恒星社厚生閣, 2012.
- [2] Radiative processes in astrophysics / George B. Rybicki, Alan P. Lightman ; : pbk. - Wiley, 1979.
- [3] プラズマ物理の基礎 / Dwight R. Nicholson 著 ; 小笠原正忠, 加藤鞆一共訳. - 丸善, 1986.
- [4] 総説宇宙天気 / 柴田一成, 上出洋介編著. - 京都大学学術出版会, 2011.

位相速度、群速度の概念と光速について

中村悠人

「光より速く走ることはできない」という言葉があります。これはアインシュタインの相対性理論の言葉です。一方で、「プラズマ中の電磁波の速度が光速よりも速くなる」という現象もあります。一見この二つは矛盾しているように見えますが、実はそうではないということを波の位相速度、群速度という概念を用いてお話します。また、「光より速く走ることはできない」という文言の意味するところについても合わせて説明いたします。予備知識については日本の高校レベルの物理と三角関数の式変形についての知識があれば問題ないと思われます。

高強度の光と固体

下村 耕生

高強度のパルス光を固体に照射したときに生じる非平衡状態は未解明なことが多い領域です。そこで起こる現象を理解することは特定の物質の性質や非平衡状態の理解につながるだけでなく、数学的構造が同じである物理現象の理解の助けになるとも考えられます。講演の前半は、光と固体についてそれぞれどのような形態があるのか説明した後、高強度の光と固体が相互作用した系でどのような現象が起こるのかを紹介します。後半では、実際にそのような現象を研究するためにどのような僕がどのような実験を行っているのかについて紹介します。

量子コンピュータによる素因数分解

橋本 豊

量子コンピュータは特定の種類の問題に対しては古典コンピュータ（普通のコンピュータ）よりも速く計算できる可能性があることがわかっています。代表的な例として、Shor は 1994 年の有名な論文 [1] で、古典コンピュータでは最良のアルゴリズムでも指数関数時間かかると予想されている素因数分解が、量子コンピュータでは多項式時間で行えることを示しました。本講演の目的は、この論文の内容を量子コンピュータの導入からはじめてなるべく平易に解説することです。本講演は量子論の概要（例えば状態がベクトル、物理操作が行列で表現できる等）についてののどいたいの知識があれば聞けるものにしようと思っております。

参考文献

- [1] Peter W. Shor (1994). Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring. Foundations of Computer Science, 1994 Proceedings., 35th Annual Symposium on, 124-134.
- [2] Peter W. Shor (1997). SIAM Journal on Computing archive, Volume 26 Issue 5, Oct. 1997, 1484-1509. [1] の論文に、いくつか加筆された論文です。本講演では主にこちらを取り上げたいと思います。
- [3] Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang (2000). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. Shor の素因数分解アルゴリズムについても書かれています。本書のわかりやすい解説講義（全 14 回）が慶応大学の公式 YouTube チャンネルにあがっています。
- [4] Sanjeev Arora, Boaz Barak(2009). Computational Complexity: A Modern Approach. 量子コンピュータと古典コンピュータの関係はこの本が詳しいです。また、本講演で使う整数論の証明は本書に詳しく載っています。