

第4回ぶつりがく徒のつどい

2016年9月20日(火)21日(水)

9月20日(火)

- 12:00~12:30 開場
- 12:30~12:40 開会宣言
- 12:40~13:40 「古典力学と量子力学の普段考えない大事な
こと」
- 14:00~14:40 「さいころを振って顕になる自然」
- 15:00~16:30 「流体超入門」
- 16:50~17:50 「第二量子化とその簡単な応用」
- 19:00~21:00 懇親会

9月21日(水)

- 12:30~13:00 開場
- 13:00~13:10 開会宣言
- 13:10~13:40 「生命の『超ひも理論』」
- 14:00~14:30 「ノイズで探る非平衡多体现象」
- 14:50~16:20 「古典力学と量子力学の数理入門」
- 16:40~16:50 閉会宣言

古典力学と量子力学の普段考えない大事なこと

関元樹 (marmot1123 @marmot11235)

古典力学や量子力学で物理世界（現実）から数理モデルへ移行するときに用いられる「ストップウォッチ」（時刻）と「ものさし」（座標系）の概念がどのような性質を持つべきなのかを非相対論の範囲で語ります。

また、物理を理解する上で我々は何を操作できて、何を知れば「物理を理解した」ことになるのかを古典力学と量子力学のそれぞれについて比較しながら見ていきたいと考えています。（どちらかという古典力学の比重が大きくなるかと思います）

時間に余裕があれば古典力学の大まかな全体像から量子論への移り方（量子化）などを話します。

前提知識は Newton 力学ですが、解析力学と量子力学の知識があると聞きやすいかと思います。

さいころを振って顕になる自然

杉本健太郎

近年、計算機の圧倒的進歩により、これまでは不可能とされていたレベルの数値シミュレーションが可能になりつつある。例えば、多体系物理学の一分野である「量子スピン系」の統計力学については、その圧倒的計算量から計算機によってしか太刀打ち出来ない部分が大多数であったが、人類が知りたいと思うこと（例えば基底状態の様子）を知るための道具は随分と揃ってきたように思う。要は、物理の研究においては計算機（とその周辺のアプローチ）が重要な役割を果たしている。

本講演では、量子系の取り扱いはしないが、計算物理学の基礎として今もなお重要な位置を占める話題として「古典系の Monte Carlo シミュレーション」を紹介する。また、Monte Carlo シミュレーションが非平衡系の動力学にも応用可能である例についても紹介する。キーワードとしては、統計力学・乱数くらいである。

Monte Carlo 法（概略） Monte Carlo 法は、乱数を用いて「ある一定値に漸近すると予想される量」を評価する手法である。例えば、円周率 π は今日でこそ精度よく計算されているが、その裏側には多大な努力があり、無限級数や積分による評価をいかにして行うかという苦悩と隣合わせであった。特に、無限級数の「要らない項」を効率良く省いたり、積分の「被積分関数が非常に小さいところ」を無視するためには、その都度評価するだけではなく、

広く通用する一般的な手法の開拓が求められてきた。それに応えるのが、乱数を用いる方法 (Monte Carlo 法) である。

統計力学における Monte Carlo 法 ある一定値に漸近する量として、平衡状態にある多体系が取る物理量の期待値も重要な量である。平衡統計力学では、一定温度 T の環境にある量子多体系は、エネルギー E_i を持つ量子状態 $|\psi_i\rangle$ の集合によって特徴付けられ、確率 $p_i = e^{-E_i/(k_B T)}$ で状態 $|\psi_i\rangle$ を取ると解釈される。そして、物理量の期待値は $\sum_i p_i \langle \psi_i | \hat{O} | \psi_i \rangle$ によって与えられる。平衡状態でこの原理が成立するならば、「物理系が一定温度の環境で必ず平衡状態に到達する」ための必要十分条件とは一体なんだろう？という疑問に応えるのが、**詳細釣り合いの原理** (本講演で解説) である。Monte Carlo 法を用いると、この原理をアルゴリズムとして実装したことになる。

- 1 円周率と Monte Carlo 法
- 2 平衡統計力学と Monte Carlo 法
- 3 スピン系におけるいくつかの応用

参考文献

[1] Landau, David P., and Kurt Binder. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics. Cambridge university press, 2014.

[2] D. Kadau, A. Hucht, and D. E. Wolf, Phys. Rev. Lett. 101, 137205 (2008).

流体超入門

辻裕太

1,2 回生向けに、流体力学の入門として、オイラー方程式の導出、及びその近似としての点渦の導入をします。1 回生はベクトル解析の基本的な知識 (rot, div やポテンシャル、ガウスの定理など) を押さえて貰えれば有り難いですが、知識が無くても構いません。

簡単な台風のモデル計算や、オイラー方程式の † 闇 † も少しは伝えられたら、と思います。難しい話はしない (出来ない) ので、気楽に聞いて下さればと思います。

第二量子化とその簡単な応用

別所拓実

物性の授業や本などでは多体系の量子論の計算に第二量子化が出てきますが、どれもふわふわとした導入が多く、ちゃんと理解している人はそれほど多くいないのではないだろうかと思います。

本講義では、「第二量子化は第一量子化とヒルベルト空間として同型」という方針のもと、できるだけ、はっきりとした導入をしたいと考えています。(ただ、物理系なのでそこまで数学的に厳密な話はするつもりはないです)

それから、物性での第二量子化の利用例についても軽く話そうと思っています。

生命の「超ひも理論」

竹中武藏 (たけなかむさし、@takechuuuuu)

(専門は生物工学でナノ触診技術を利用した研究をしています)

異分野融合が叫ばれて久しいですが、生物と物理の融合領域は「ひも」に始まり、「ひも」に…まだ終わっていません。その分野を「超」える「ひも」について紹介します。

(広く物理分野の人からの講評をいただきたく思います)

前提知識:「DNA」という言葉だけ知っていれば。

ノイズで探る非平衡多体現象

秦徳郎

多数の粒子が量子力学的に相互作用することにより生じる現象のことを”量子多体現象”といいます。その最も有名な例は超伝導です。量子多体現象は物理学において中心的な研究対象の一つであり、これまで数多くの研究が行われてきました。しかしながら、そのほとんどは平衡状態を対象としたものであり、非平衡状態に関してはほとんど解明されてきませんでした。

本研究では、典型的な量子多体現象の一つである近藤効果の非平衡状態を実験的に調べました [1]。その際、通常の伝導度測定 (電圧を印加して電流を測る測定) だけでなく、ショットノイズ [2] も測定することにより、非平衡近藤状態における本質的な情報 (例えば、有効電荷やウィルソン比) を得ることに成功しました。

本講演では、量子多体現象・量子ドットにおける近藤効果・非平衡近藤状態・ショットノイズについて順に説明をしていき、最後に自身の研究につい

て話をしたいと思います。

参考文献

[1] M. Ferrier, T. Arakawa, T. Hata et al., Nature Physics 12, 230 (2016).

[2] Y. M. Blanter, M. Buttiker Physics Reports 336, 1 (2000).

古典力学と量子力学の数理入門

島地哲平

古典力学と量子力学が数学的にはどう定式化されて、両者がどれくらい似ているかを話します。講義ノートを用意しましたが、講義ではその気持ちを話すことになると思います。

前提知識：線形代数と微積