

2 量子効果

ハイゼンベルグ模型では、強磁性体の場合、最低固有状態は、全部同じ向きに揃った完全強磁性状態となる。一方、反強磁性体の場合はスピン2個の場合はシングレットペアを組んだ状態が基底状態となり、量子性により基底状態の性質が大きく変えられる。さらにこの量子性は S (スピンの大きさ)が小さいほど強い。

3 数値的対角化法

スピン2個の時の計算をさらに大々的に行う方法として、コンピューターを用いて有限系を厳密に対角化する方法がある。この方法を2次元三角格子上の量子系($S = 1/2$)に応用して、量子効果で古典秩序は破れるかを調べると、Ferro XY のときは spin 波の結果と良く一致し、長距離秩序が有るという結論に達する。一方 Antiferro ハイゼンベルグ模型のときは spin 波と結果が一致せず長距離秩序の有無は結論できない。三角格子上の反強磁性ハイゼンベルグ模型における長距離秩序の有無は、未解決の問題である。

4 スピン波理論

スピン波理論は、古典極限での秩序状態に対する量子揺らぎの補正を $1/S$ に対する漸近展開で評価するものである。Holstein-Primakoff 変換を用いて、ハミルトニアンを展開しボース演算子について対角化する方法を紹介され、様々なモデルに適応した結果を示された。

5 $J_1 - J_2$ モデルと修正スピン波理論

強くフラストレートしたモデルとして、正方格子上の反強磁性ハイゼンベルグ模型に反強磁性の次近接相互作用を入れたモデル($J_1 - J_2$ モデル)がある。このモデルをスピン波で調べるとフラストレーションの強い領域でスピンのちぢみ ΔS は発散してしまい古典描像が破綻したかのように見える。これを修正スピン波理論を用いてスピン波間の相互作用の効果を取り入れ、さらに boson 数を抑制して調べると古典状態が安定であるという結果になる。これは未解決の問題であり、本当はどうなっているかについては古典的状态、Dimer 状態、Chiral 状態、等々色々な可能性があげられている。

(文責 桃井 勉)

サブゼミ前半 (7/25,26)

サブゼミ 形の物理

近年、フラクタルなどを話題にした書物等をよく見かけるようになった。こんな中で、夏の学校におけるサブゼミ「形の物理」も今年で三回目となった。私自身も昨年、そして今年と二回にわたり参加させていただいた。ただ、今年は世話人という立場であり、心の余裕という点では大きな違いがあったことは確かである。

世話人を引き受けることになってまず考えたことは、流行の話題、三回目、また以前の二回のサブゼミにも私の先輩方が関与してきたという問題もあり、サブゼミのマンネリ化をどう防ぐか、ということであった。昨年は、パターン成長現象の最も基本的なモデルである DLA に関連して進められたことから、今年あまりテーマを狭めず”形”に関する話題を広く取り扱うことにした。また、専門外の方にも参加していただけるように、身近な話題を取り上げるようにした。

サブゼミの形式は従来通り講師一名、発表者二名とした。講師には、静岡大学教養部の佐藤信一先生をお呼びして、DLA 等のパターン成長の基本的なことから、自己アフィン成長といった近年の話題までを詳しく講義していただいた。ただ、先生の意気込みも非常に大きく、数式をふんだんに

使われた講義であったため、勉強不足の私にはとてもきついものであった。それにもかかわらず、休憩の後私予想したよりも大勢の方々が残っていてくれたことに、驚くと同時に嬉しくもあった。また、東北大の久保さんと神戸大の稲岡さんによる、強磁場下での金属葉成長と侵食地形のシミュレーションの講演では、個性的でもあり麗な絵もありといった感じで、専門外の方にも親しみやすかったのではないかと思う。

私の進行の下手際もあり、特に盛り上がったわけではないが、無事にサブゼミを終えることができたのは、準備局の方々とサブゼミに参加していただいた方々との協力があってこそである。このことに、心からお礼を言いたい。

世話人：石井 司 (中央大理工)

サブゼミ 計算機物理

講師 筑波大学物理 根本幸児、 筑波大学物理 渡辺浩志

最近の計算機技術の発展とともに、多体現象の解明にアプローチする手段として計算機物理は有力になっており、多方面にわたり応用されています。一体計算機で何がわかってどんなことができるのかという問題意識のもとで講義をしていただきました。

前半は根本氏に計算機が重要な働きをしたスピングラスの研究について、基本的なことから実験も含めて、そしてスピングラスの平均場描像の妥当性とそこから履歴現象の現れる実験がどのように解釈できるかをわかりやすく解説していただきました。また、あまりにも天気がよかったので無理をお願いして青空講義と称して野外で黒板一つで講義していただきました。後半は量子スピン系である特殊なモデルに対する数値計算について渡辺氏に解説していただきました。統計力学を扱う場合に我々の興味は熱力学的極限に在ります。計算機では高々有限個の系しか扱えないので、そこからどのようにしてその極限の情報を得るのかがまず第一の問題です。それに対してたった数個の系から無限系の結果を得ることができる(工夫ができる)ことがこのモデルの特徴です。

世話人：福島 孝治 (筑波大学物理)

サブゼミ 生物物理「生体における界面と逐次構造変化」

東京農工大学 工学部 美宅成樹、 名古屋大学 工学部 八田一郎

「生物とは何だろうか?」という疑問は大変大きな疑問である。光の当て方によって様々な意味にもとれる。このゼミでは、「生物はどのように設計されているのだろうか?」、「設計図から実際に生物になるときにどんなプロセスがあるのだろうか?」、「できた生物は物質の状態としては何なのだろうか?、固体だろうか?、液体だろうか?、それとも何か別の状態だろうか?」・・・などなどの疑問を学生が出し先生がこれに答えるといった風な質疑応答及び議論形式でおこなわれた。次に内容についての要点を簡単に記す。

生物は有機物質の作るシステムで、極めて複雑な構造と高度な機能を持ち、たいへん多様な界面の問題を提供してくれる。特に生体膜は細胞内外を隔てる単なる隔壁というだけでなく、機能化した界面でもある。

生体膜は脂質の膜にタンパク質が溶け込んだ形になっている。膜を構成している脂質分子や膜タンパク質が膜面方向には自由に動くことができるためこの構造は「流動モザイクモデル」と呼ばれている。

膜タンパク質の立体構造形成のイメージとして、まず、水と膜があって、そこに膜タンパク質のポリペプチドが共存した場合、水の中ではポリペプチドの電荷は水と親和性が高いから、水に溶けようとするが非極性のアミノ酸がかたまっているところは膜の中にいた方が居心地がいい。ところが疎