

認定証

あなたは平成28年度物性研
一般公開において
物性研からの挑戦
続・スパコンルームからの脱出
に見事成功したことを証明し
ます

本当に
すごいワン！



平成28年10月

東京大学物性研究所
大型計算機室

問題解説

A

この世の中のあらゆる物質は原子から出来ています。原子は原子核と電子から構成されており、電子にはスピンという「向き」があります。スピンは、条件により近くの電子と同じ向きを向きたがる場合と、異なる向きを向きたがる場合があります。全体でスピンのほとんど同じ向きを向いている時、その物質は磁石になります。この、スピンを調べることで、物質がいまどういう状態にあるのかを調べることができます。物性研では強い磁場をかけたり、中性子を打ち込んでその散乱を見ることで物質内部の状態を調べています。さて、この問題では、○には4つの状態があり、赤い線で結ばれた○は違う状態を、青い線で結ばれた○は同じ状態を取りたがるのでした。これは「スピングラス (Spin glass)」と呼ばれるモデルになっています。スピングラスは、スピンのいろんな方向を向いて凍っており、ガラス (glass) のように見えることから名付けられました。スピングラスは理論的な取扱が難しく、いろいろ奇妙なことが起きるため、現在でも精力的に研究されています。

B

これは時計で、ある時間から7時間後(もしくは5時間前)の短い針の指す数字の並びになっています。ある数に何か整数を足して、ある整数で割った余りを次の数字にする、という操作を繰り返すと、この数の集まりと数を足すという操作は「群」となります。この問題の例のように、ただひとつの数字(7)を足したりして作られる群を巡回群といいます。物理では様々なところに「群」が表れます。物性で重要なものに空間群があります。これは結晶がどういう形をしているかを表す群です。例えばX線を使って物質の結晶構造を解析したり、逆に物質の構造からどのような物性を持つのか推定したりするには空間群の知識が欠かせません。

C

「隣合うものと同じ状態にはなりたくない」というワガママな物質が集まると、いろいろ奇妙なことが起きます。例えば正方格子で、隣り合う○が同じ状態にならないように二種類の色を塗っていくと、色が交互にあらわれるパターンが出てきます。こういう状態を「副格子 (sublattice)」といいます。ところが同じことを三角格子でやろうとすると、必ずどこかで「隣合う同じ色」が表れ、全員を幸せにすることができません。これをフラストレーションと呼び、面白いことがたくさん起きるので多くの人が研究しています。

D

魔方陣とは、正方形の格子に縦、横、斜めの和が同じになるように、1からマスの数までの数字を一つずつ埋めたものです。問題は変形魔方陣の一種です。さて、 1×1 の魔方陣は自明で、 2×2 の魔方陣は存在しません。 3×3 の魔方陣は本質的に種類しかありません。 4×4 は880通り、 5×5 は2億7530万5224通りと、 N が増えると魔方陣の数も猛烈に増えていきます。では一般に、 N マス \times N マスの魔方陣はいくつあるのでしょうか？実は、一般の N に対して、魔方陣の数はいくつあるのかはわかっていません。大阪大学(当時)の北島さんは「 N が大きい時にだいたい魔方陣は何種類くらいあるのか」をスパコンを使って推定しました。この時、統計力学の手法の一つであるWang-Landau法が使われました。魔方陣に限らずパズルと統計力学は相性が良いのか、統計力学の手法を使ったパズルの解析は広く行われています。

Answer

セキレイ(鶺鴒)は鳥の一種です。柏キャンパスではハクセキレイという鳥をよく見かけます。白と黒のコントラストが鮮やかで、長い尾をふりながら歩くかわいい鳥です。現在の物性研スパコンシステムは、このハクセキレイにちなんで「Sekirei」と名付けられました。スタッフは当時、同名の漫画が存在することを知りませんでした……。



柏キャンパスで撮影されたハクセキレイ
(撮影：笠松秀輔)