

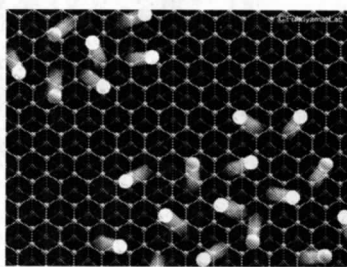
# 東大 最前線

## 最低密度液体

水がセ氏100度で沸騰し0度で凍るように、物質は高温で気体になり、温度が下がるにつれて液体、固体となる。しかし、中には絶対零度まで冷却しても固体にならない物質が知られている。低温物理学を専門とする福山寛教授(理学系研究科)らは、絶対零度でも気体にとどまると理論上予測されていた物質が液体になることを発見。理論計算に二石を投じる成果として注目を集めている。

物質は高温時、分子・原子が自由な動き回れるため気体として存在する。冷却すると自由な熱運動が弱くなり、分子・原子

同士が引き合う力で液体になる。さらに冷やすと自由な運動が止まり固体になる。一般的にはこのような性質が見られる。しかし、分子・原子が極めて軽く粒子間の引力も弱い場合、絶対零度でも液体のままのことがある。量子力学によれば、質量の小さな粒子は絶対零度でも静止せず零点運動をする。粒子同士が密に固まるよりも、位置が揺らいで運動エネルギーを下げることが安定するためだ。



図は福山教授提供

さ、絶対零度に極めて近い温度で観察した。すると、ヘリウム3が水たまりのように集まり、1層当たり2層に相当する自然界で最も密度が低い液体になることを発見(図)。理論計算と食い違う結果が得られた。

## 理論計算覆す

さらに、絶対零度で液化し、気体のままになる物質として、一般的なヘリウムより軽い「ヘリウム3」を2次元空間に閉じ込めた物質が考えられていた。質量が小さいので零点運動のエネルギーが大きくなり、2次元に閉じ込めることで周囲の粒子が減り引力が弱くなるため、理論計算の上では絶対零度で気体であるとされていた。

今回の発見を「スタートは別の研究の実験がきっかけでした」と振り返る。ヘリウム3を高い密度で敷き詰め2次元固体を作る実験をしていたところ、高密度に耐え切れず層の上に出てきたヘリウム3が水たまりを作った。従来の予測では2次元に閉じ込めたヘリウム3は気体とされていたため、この水たまりをグラフィイトのすぐ上にするせば気体になると考え実験。ところがグラフィイトの上でもヘリウム3は液体になった。

今回、福山教授らは、ヘリウム3をグラフィイト表面に吸着

した。今回の発見を「スタートは別の研究の実験がきっかけでした」と振り返る。ヘリウム3を高い密度で敷き詰め2次元固体を作る実験をしていたところ、高密度に耐え切れず層の上に出てきたヘリウム3が水たまりを

作った。従来の予測では2次元に閉じ込めたヘリウム3は気体とされていたため、この水たまりをグラフィイトのすぐ上にするせば気体になると考え実験。ところがグラフィイトの上でもヘリウム3は液体になった。理論計算を覆す今回の結果は「計算精度の向上を促すことにもなるでしょう」。粒子一つ一つの状態から物質全体の状態を計算する方法は粒子の種類によって二つあり、一般的なヘリウム3の場合は精度良く計算できる。しかしヘリウム3や電子の場合は計算が難しい。これが精度良く計算できれば、新しい高温超伝導体の設計や探索にも役立つと福山教授は指摘する。

今後はグラフィイト表面の環境を変えて今回の結果の一般性をさらに確かめたいという。ヘリウム3の2次元固体を舞台にした「超流動性を持つ奇妙な固体」の探索にも意欲を燃やす。自然のより深くより豊かな理解を求める理学の研究者として、絶対零度での熱い取り組みが続く。

(村山駿輝)



ふくやまひろし 教授  
福山 寛  
(理学系研究科)

83年名古屋大学大学院博士課程単位取得退学。84年理学博士。理学系研究科助教授などを経て、05年より現職。