

人はなぜ極限環境に挑戦するのか？ それは、誰も到達していない未知の環境では、新しい物理現象が期待できるからである。たとえば極低温技術の進展は、3 mK 以下における<sup>3</sup>He（フェルミオン！）の超流動現象の発見へとつながり、物性研究に大きなインパクトを与えた。超高圧下では多くの単体が超伝導になるほか、水素が金属になり室温超伝導体になるという理論予測すらある。また、ごく最近発見された超高圧（150 GPa ≒ 150 万気圧）下の硫化水素の超伝導は、現時点で最高の転移温度（203 K）をもつ。強磁場下では、自由電子のサイクロトロン運動が量子化され、新しい物理現象が現れる。たとえば2次元電子系では、ホール抵抗が量子化される整数量子ホール効果や、分数の値に量子化される分数量子ホール効果が現れる。

自由電子のサイクロトロン半径がフェルミ波長程度になると、フェルミ面が破壊されて新しい量子状態が出現すると期待されるが、その観測には1,000 Tクラスの超強磁場が必要である。地球など惑星の内部は超高圧であり、白色矮星や中性子星（とくにマグネターとよばれる高速回転コンパクト星）では桁違いの超高圧・強磁場環境が実現されている。これも極限環境の物理を研究する動機の1つである。

現在どこまでの極限環境が実現されているか、まとめてみよう。極低温については、ヘリウム希釈冷凍機を用いておよそ2 mK までの冷却が可能である。さらに核断熱消磁冷却法を用いて、電子系で1  $\mu$ K 程度（核スピン系であればロジウムで0.1 nK）を実現している。高圧については、ダイヤモンドアンビルセル（DAC）を用いると、200 GPa 程度までの超高圧を発生できる。最高記録は2段階DAC法による770 GPaである（地球の中心部は360 GPa）。強磁場については、ダイナマイト爆縮法（1,000 T以上）やレーザー爆縮法（4,000 T）などの発生法があるが、物性測定に用いることは難しい。利用可能な方法としては、ライナーとよばれる金属筒を電磁誘導で圧縮し、磁束密度を高める電磁濃縮法があり、現在730 Tまでの磁場を発生させることができる（ちなみに現時点で最強の永久磁石であるネオジム磁石の発生磁場は1.6 Tである）。

人類が到達していない極限環境領域（極低温+強磁場などの多重極限を含む）には、未発見の新現象が待っているかもしれない。科学者は新現象を探索して、今後も未踏の領域に挑戦し続けるであろう。

会誌編集委員会，金道浩一（東大物性研）