

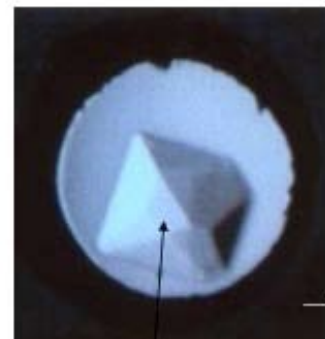
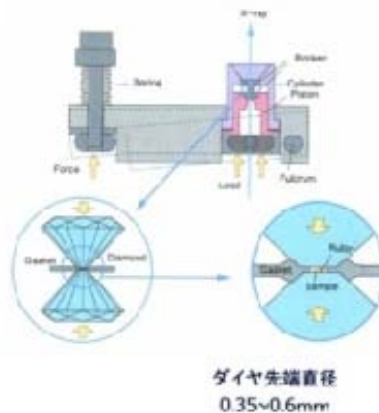
演習課題 M04: ダイヤモンドの窓から超高圧の世界を覗く

ダイヤモンドを使った超高圧発生装置 (Diamond Anvil Cell=DAC) を用いて、超高圧下で物質が様々な状態に変化する様子を調べる実験を行います。

全ての物質に圧力を掛けて行くと内部の原子や分子間の距離が縮んでいきます。ある圧力になると、物質はそれまでよりもエネルギー的に安定な状態に移ります。このことを相転移と云いますが、気体が液体に、液体が固体に相転移し密度が高くなるのは良く知られています。究極の話をすれば超新星やブラックホールの様な桁違いの超高密度状態も存在しますが、人間が制御できる数百万気圧の範囲に限れば、全ての物質は超高圧下 (室温) で固体になります。他方、同じ固体にもかかわらず、圧力によって物質の性質や構造が大きく変化するという現象は、20世紀後半になって初めて明らかにされました。その中で一番ポピュラーなものは、今回は装置として使うダイヤモンドでしょう。ダイヤモンドも炭も燃やすと炭酸ガスになり、炭素で出来ていることが分かりますが、炭に超高圧を加えるとダイヤモンドに相転移します。因みに工業用に使われているダイヤモンドのほとんどは、高圧装置で作られた人工ダイヤです。これ以外にも多くの物質は圧力によって相転移し、色々な状態をとることが明らかにされてきました。

これまでDACによる高圧実験の試料として、沃化水銀 (HgI_2) や水 (H_2O) をとりあげました。沃化水銀は圧力により数多くの相転移を起こし、その度にカラフルな色の変化を示します。水は冷やすだけでなく圧力でも氷 (固体) になりますが、温度や圧力の変化に伴い、日常のものと違った水に沈む氷や、100度に熱しても融けない氷を含む10以上の異なった種類の氷が出現します。沃化水銀や水が圧力によりどんな状態に変化しているのか、顕微鏡観察や高圧ラマン分光法によって調べ、更にもその状態が、どの様な内部構造の変化によってもたらされたのかを調べるために、放射光によるX線回折実験を行いました。

今回もDACを用いた高圧実験によって、圧力発生の仕組み・圧力測定の方法、そしてラマン散乱とX線回折実験の原理と手法の基礎的な実習を行う予定です。



DAC (ダイヤモンドアンビルセル)

1万気圧の氷