

粉末中性子回折及び赤外分光法を用いた水素秩序化氷の構造推定

Structure analysis of hydrogen-ordered ice in the Universe using infrared spectroscopy and neutron diffraction measurements

荒川 雅 [1]; 鍵 裕之 [1]; 深澤 裕 [2]

Masashi Arakawa[1]; Hiroyuki Kagi[1]; Hiroshi Fukazawa[2]

[1] 東大院・理・地殻化学; [2] 原子力機構

[1] Geochem. Lab., Grad. School Sci. Univ. Tokyo; [2] JAEA

<http://www.eqchem.s.u-tokyo.ac.jp/~arakawa/>

氷は宇宙空間に豊富に存在する (e.g., Kouchi et al., 1994)。氷を主成分とするいくつかの天体が存在することも報告されている。さらに近年、宇宙における ice XI の存在が提唱されている (Fukazawa et al., 2005; 2006)。ice XI は、常温常圧で安定な ice Ih の水素原子が秩序化した構造を持ち、正負に分極した強誘電体である。この強誘電体氷 ice XI は、57-66 K で安定であると報告されている。太陽系において ice XI が存在すると考えられているのは、この温度条件を満たす、天王星、海王星及びこれらの惑星の衛星、土星の環の一部である。さらに、冥王星にも強誘電体氷 ice XI が存在する可能性が示唆されている (McKinnon & Hofmeister, 2005)。

冥王星は薄い大気をまとった氷天体である。表面の氷は大気圧であるが、中心に近づくほど圧力は高くなる。つまり、冥王星の内部には高压低温条件の氷が存在する。冥王星の内部の氷がどのような状態で存在しているかは、非常に興味深い。近年、氷の低温高压低温条件における新たな安定相 ice XIII, XIV が報告された (Salzmann et al., 2006)。ice XIII, XIV は、水分子の水素が秩序化した氷である。この温度圧力条件を冥王星の内部に当てはめると、中心付近は ice XIV, その外側に ice XIII, さらに表面までの外側は ice XI として存在することになる。しかしながら Salzmann et al. (2006) では、相転移を促進させるための不純物として DCl を添加した試料から ice XIII, ice XIV が生成し、KOD を添加した試料からは生成しなかったと報告している。宇宙におけるこれらの氷の存在を考えた場合、ice XIII, XIV は不純物の違いによらず普遍的に生成するべきである。そこで、極微量の NaOD を不純物として用いて低温高压条件の氷を生成し、粉末中性子回折測定を行った。本発表では、測定結果及び、構造解析を行った結果について報告する。

また、高压条件を保ったまま粉末中性子回折を行うために、小型マルチアンビルセルの開発を行っている。このセルを用いることで、約 8 GPa までの高压下における粉末中性子回折実験が可能となる。このマルチアンビルセルの現状についても発表する。

さらに、赤外分光法を用いた強誘電体氷 ice XI の測定も行っている。近い将来、惑星探査や電波望遠鏡による観測により、宇宙に存在する氷の赤外スペクトルが得られる予定である。宇宙における強誘電体 ice XI を調べるには、実験室において ice XI の赤外スペクトルを測定し、その特徴を詳しく観察することが必要である。そこで、ダイヤモンドの基盤上の薄膜氷の赤外吸収スペクトルを測定し、水素秩序化を示すスペクトルの変化が得られた。その結果についても報告する。