

P47a レーザー衝撃圧縮実験を用いた巨大ガス惑星内部構造の研究

佐野孝好、尾崎典雅、境家達弘、重森啓介 (大阪大)、生駒大洋 (東工大)、ほかレーザー水素実験グループ同

超高压下での水素の状態方程式は、木星の内部構造を探る上で極めて重要である。しかし、現状では10GPaを越える領域での水素の物性は、実験的にも理論的にもあまり調べられていないため、状態方程式には大きな不定性が存在している。そこで我々は、高強度レーザーによる衝撃圧縮を用いて、巨大ガス惑星内部に匹敵するような超高压下での水素の物性を調べている。特に、最も不定性の大きい分子水素から金属水素への遷移領域(木星内部では圧力が200GPaで、温度は約6000度)での状態方程式を実験的に検証することを最終的な目標としている。

金属水素への遷移領域を含む200GPaまでの状態方程式が明らかになれば、木星内部にある固体コアの質量を高精度で決定することができる。標準的な木星形成シナリオでは、コア質量は地球質量の10倍以上あることを予測している。もし計測された状態方程式から見積もられるコア質量が、地球質量の10倍以下になれば、標準シナリオを大幅に修正しなければならない。このことから、本実験の惑星科学的な意義は極めて高いと言える。

本講演では、大阪大学にある激光レーザーを使った液体水素の衝撃圧縮実験の結果について報告する。実験方法としては、15Kに冷却した液体水素ターゲットに高強度レーザーを照射することで、水素を一次元的に圧縮し高压状態を発生させる。我々の実験で、液体水素の衝撃圧縮としては世界最高圧力となる55GPaでの水素の密度及び温度の計測に成功した。得られた物性値は、理論モデルのキャリブレーションに非常に有効なデータとなっている。また、重水素の実験結果と比較することで、同位体による状態方程式の違いを示すことにも成功した。これらの実験結果と合わせて、惑星内部構造について現状でどのような制限が与えられるかについても議論する。