



原子力とレーザー

仁木 秀明†

Lasers in Nuclear Engineering

Hideaki NIKI†

エネルギーおよび原子力に関する問題を「安全と共生」という観点から学際的かつ学術的に教育・研究を推し進めることを目的として、福井大学では工学研究科に、平成16年4月、「原子力・エネルギー安全工学専攻」を設置しました。平成18年4月には博士後期課程を設置し、研究開発能力を備えた、より高度な技術人材の育成も開始しました。これに呼応するように、福井県では、「15基の原子力発電所が立地し、関西での消費電力の6割を供給するなど、国のエネルギー政策に大きく貢献しているにもかかわらず、研究機関や人材育成機関の集積や地域産業との連携・技術移転が不十分である。」という認識に立って、平成17年3月に「エネルギー研究開発拠点化計画」を策定しています。これによって、福井県を、原子力を中心としたエネルギーの総合的な研究開発拠点にしていきたいということでもあります。地元の大学として福井大学には、この計画のすべての分野で重要な役割を果たすことが要請されており、当然のことながら上記の「原子力・エネルギー安全工学専攻」の活躍に期待が寄せられています。以上は、ローカルな話ではありますが、われわれを取り巻く最近の状況であります。したがって、ずっとレーザーをやってきたものとしては、さしあたり、レーザー研究の原子力分野での展開というものを考えていくことになります。

レーザー同位体分離の研究は、私の学生時代からの研究テーマであり、現在まで長く携わってきました。レーザー同位体分離研究で最も一般的でよく使用されている原理は、同位体によって吸収波長がわずかに異なること、つまり同位体シフトを利用して特定の同位体のみを励起し、イオン化するなどして回収するというものです。同位体を高い選択性で効率よく回収しようとするれば、単色性にすぐれた高強度の光が必要になるというわけで、レーザーの特徴を利用したプロセスとしてまさにぴったりだと考えられます。分離の手法も現在までに色々なものが提案されています。例えば、核スピンの違う同位体によって遷移則の異なることを利用して、偏光度のよいレーザーでガドリニウムやジルコニウムの同位体を分離できますが、これらはいずれも中性子吸収断面積が大きい、あるいは小さいということで、原子力分野で有用な同位体です。また、光圧力により特定の同位体を押し分ける手法や、同位体の周りを回る電子の回転の周期や分子の振動の周期に合わせて短パルスレーザーを照射することで分離する手法等もあり、いずれもレーザーの特性、つまり単色性、偏光特性、高強度性、短パルス性を巧みに利用する応用技術であり、今後の展開がなされなければならないと考えています。

同位体分離は、原子力分野に限らず医学、農学、半導体等々の広い分野で要望がありますが、ウラン濃縮に代表されるように、まさに原子力分野の研究領域というものが多く、レーザーウラン濃縮法は日本でも大規模な研究が行われました。現在検討されている将来の原子力システム(例えば高速炉を中心とした、長寿命放射性核種をシステム外に放出しない原子力システム)においてもレーザー同位体分離が大きく期待されています。つまり、核分裂生成物のうち長寿命放射性核種を炉に戻して安定核種に変換してしまうシステムですが、ここで特にジルコニウム、セシウムやスズ等は同位体レベルで分離する必要があり、その手法としてはレーザー法しか考えられない、ということです。

以上は、原子力利用において今後解決していくべき問題点のうち、高レベル放射性廃棄物や核燃料サイクルといった問題に関係するわけですが、これ以外にも、高経年化対策、廃炉技術、環境モニタリング技術といった幅広い原子力の分野で、レーザー計測技術、レーザー加工技術等が応用されなければならないと考えています。現在のレーザー技術では、エネルギー、パルス幅、単色性等、個々の装置では優れた性能が達成されていますが、上記のような応用を考えた場合、そこそこの性能があればいい場合が多く、安価で使い勝手がよく壊れにくい装置の開発といった、ある意味で泥臭い仕事も望まれるところです。

†福井大学大学院 工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻 (〒910-8507 福井市文京3-9-1)

† Nuclear Power and Energy Safety Engineering, Graduate School of Engineering, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507