

4-10 核融合燃料トリチウム製造に必要な⁶Liの分離濃縮 —イオン液体による革新的リチウム同位体分離濃縮技術の開発—

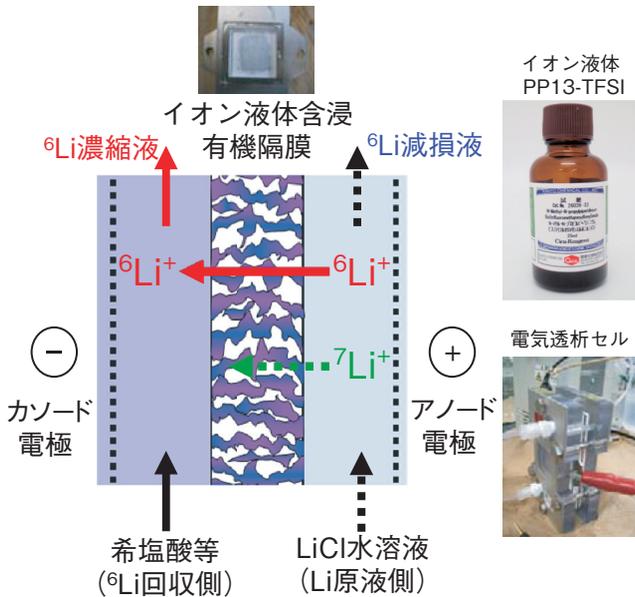


図4-24 イオン液体によるLi同位体分離技術の原理

イオン液体はスポーツウェア等に用いられる撥水性素材に含浸させた状態（イオン液体含浸有機隔膜）で使用します。電位を加えることでLiイオンが移動しますが、特に移動速度が早い⁶Liがカソード側に濃縮されます。

核融合炉の燃料として必要なトリチウムは、リチウム(Li) セラミックス中の⁶Liと中性子との核反応により生産します。しかし、天然のLiは⁶Liが約7.6%（残りは⁷Li）しか存在せず、必要なトリチウム量を確保するためには40～90%に濃縮した⁶Liが必要です。

海外にて実用化されている⁶Li濃縮技術は、水銀を用いたアマルガム法のみですが、水銀は有害金属のため、日本では工業化できません。また、吸着材やイオン透過膜を用いた方法では分離係数が低く、さらに、ウラン回収及び同位体分離でも検討された電気泳動法は、連続処理が不可能なことから、それぞれ量産化には不向きです。したがって、日本は⁶Li濃縮技術を有しておらず、希少な⁶Liの海外からの輸入も困難であることから、日本独自の⁶Li濃縮技術の確立は、核融合炉早期実現に向けた最重要課題のひとつでした。

そこで、私たちはLiイオンを透過させるイオン液体と隔膜による電気透析法を融合させることで、⁶Liを濃縮できることを世界で初めて発見し、これまでの課題を克服した耐環境性、量産性、省エネルギー性に優れた革新的同位体分離技術を確立しました（図4-24）。天然同位

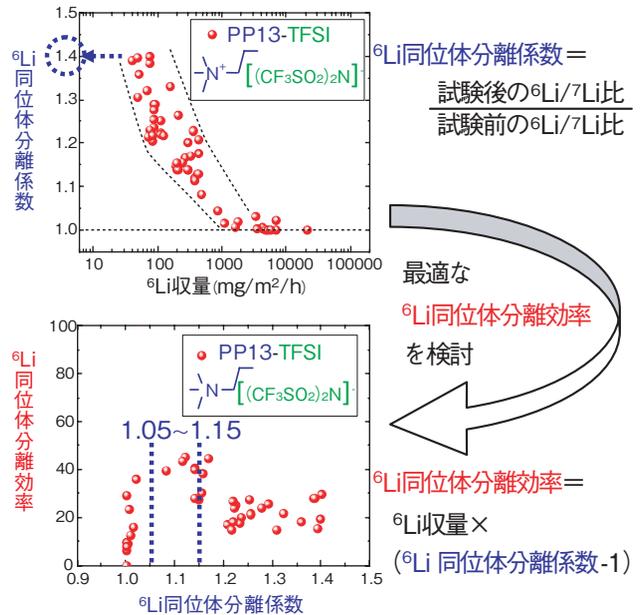


図4-25 イオン液体による⁶Li同位体の分離試験結果

⁶Li同位体分離係数は最大で約1.4と海外で実用化されている水銀アマルガム法の1.06を大きく上回る値が得られました。⁶Liの収率の観点では、⁶Li同位体分離係数が1.05～1.15の範囲での同位体分離条件が効率的に優れています。

体比のLi水溶液（アノード側）とLiのない溶液（カソード側）間を、イオン液体を含浸した有機膜で隔て、電位を加え、イオン液体中の⁶Liと⁷Liの移動速度差により⁶Liをカソード側に濃縮できます。

イオン液体としてPP13-TFSI (C₁₁H₂₀OF₆N₂O₄S₂)を用いた結果では、最高で⁶Li同位体の分離係数1.4と高い値が得られ（図4-25上）、さらに、⁶Li同位体の分離効率を求めた結果、分離係数が1.05～1.15の間で最も効率良く分離できることが分かりました（図4-25下）。水銀アマルガム法の分離係数は1.06であることから、既存技術と同等以上の性能を有しています。

現在、本技術を発展させ、海水や使用済み電池に含まれるLiを回収する研究を開始し、内閣府の最先端・次世代研究開発支援プログラムの研究課題として認められ、また、産業界からも大きな期待と注目を受けており、自動車用大型Liイオン電池の増加を想定する電池産業への波及効果が見込まれています。

本研究は、文部科学省からの受託研究「イオン液体含浸有機隔膜によるLi同位体分離技術に関する研究」の成果の一部です。

●参考文献

Hoshino, T. et al., Basic Technology for ⁶Li Enrichment using an Ionic-Liquid Impregnated Organic Membrane, Journal of Nuclear Materials, vol.417, issues 1-3, 2011, p.696-699.