

第15回ひょうごSPring-8賞選定理由書

『リチウムイオン電池の反応分布その場リアルタイム観察手法 の開発とその応用』

トヨタ自動車株式会社 山重 寿夫 氏

<選定理由>

化石燃料資源の制約や CO2 排出量の削減等環境問題の解決に向けて、電気自動車 (EV) ・プラグインハイブリッド自動車 (PHV) ・燃料電池車 (FCV) など次世代自動車の開発・実用化が国際的に注力されています。その中で最も鍵を握る技術が蓄電池の高性能化で、1 充電当たりの走行距離を延伸する高エネルギー密度化、安全性の向上、低コスト化、充電時間の短縮等に向けてリチウムイオン電池の技術開発競争が進められています。

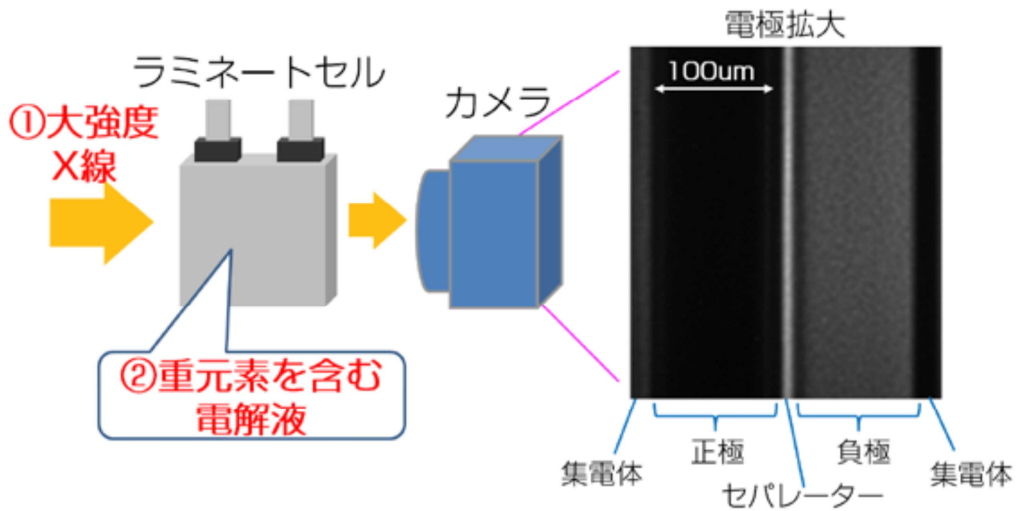


リチウムイオン電池は充放電時に正極と負極の間を、電解液を介してリチウムイオンが移動して電荷を運びますが、実際に充放電が行われている時にリチウムイオンがどのように分布し、動いているのかは明らかではありません。リチウムイオン電池の更なる性能向上や寿命延長にはリチウムイオンの動きをその場観察することが必須とされ、すでに放射光を用いて正極材や負極材に含まれるリチウムイオンの分布は観察されていますが、電解液中のリチウムイオンの動きを観察することは出来ていませんでした。

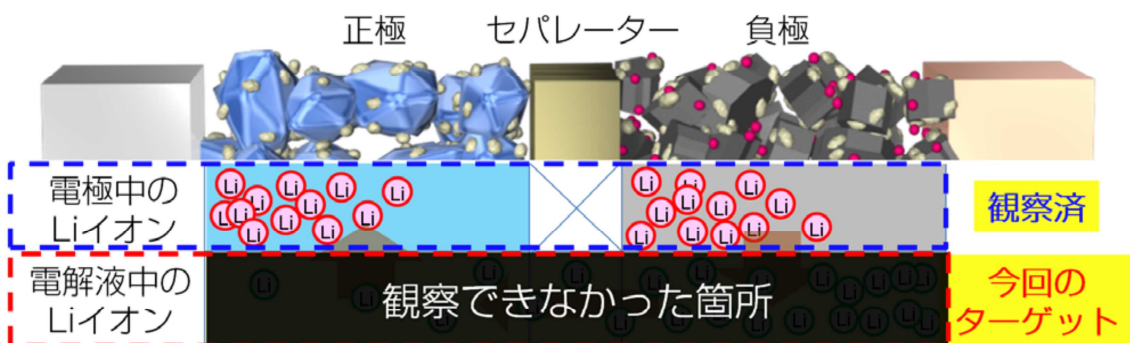
トヨタ自動車(株)の山重寿夫氏は、(株)豊田中央研究所、(株)SOKEN 及び 4 大学 (北海道大学、東北大学、京都大学、立命館大学) と共同で、SPring-8 の高エネルギー X 線透過イメージング技術により、リチウムイオン電池の電解液中の電解質濃度変化を観察する手法を開発し、充放電中の電解液中でのリチウムイオンの動きや反応分布を明らかにしました。

すなわち ① 世界最高性能の放射光を生み出す大型放射光施設 SPring-8 の豊田ビームラインにおいて、レントゲン装置の約 10 億倍の大強度 X 線を用いて、0.65 ミクロン/ピクセルの高解像度かつ 100 ミリ秒/コマの高速計測を可能とした。② 多くのリチウムイオン電池で使用されているリンを含む電解液ではなく、新たに重元素を含む電解液を使用し、リチウムイオンが電解液中を移動する際に結合する「リン含有イオン」を「重元素含有イオン」に置換した。重元素はリンに比べ X 線を透過させにくいという性質があり、X 線透過後の撮影画像における影の濃淡が強くなる。こうして、重元素の挙動を観察することにより、電解液中で重元素と結合しているリチウムイオンが偏る動きの観察を可能とした。

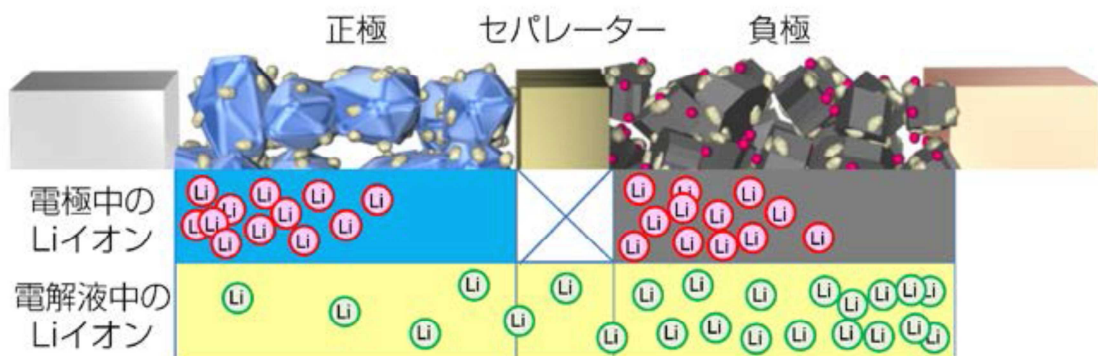
本技術の開発によって、今後、正負極やセパレーター、電解液の材料や構造、電池の制御の違い等によるリチウムイオンの挙動を観察することで、電池性能低下メカニズム等の解析が可能となります。その成果はリチウムイオン電池を搭載した電気自動車等の航続距離や電池寿命が大幅に改善され、全世界に普及することで、資源問題や環境問題の解決に向けて大きく貢献することが期待されます。



【図1】 本開発における電解液中のリチウムイオンの観察手法



【図2】 リチウムイオン電池の内部構造と放電時のリチウムイオン分布



【図3】 本開発で明らかになった放電時の電解液中のリチウムイオン分布