

第 16 回 GSC 賞 奨励賞

「ハイドレートメルト電解液の開発と高電圧水系二次電池への応用」

東京大学 山田 裕貴 氏

リチウムイオン電池の安全性の課題を材料レベルから根本的に解決することを目指し、可燃・有害な有機溶媒に替わって不燃・無害な水を電解液溶媒とした水系リチウムイオン電池の研究が活発化している。しかし、水は有機溶媒と比べて電位窓が狭く (1.23 V)、2.4-3.8 V の作動電圧を示す市販の非水系リチウムイオン電池と比べて低電圧であることが問題となっており、電位窓の広い水系電解液の開発が強く求められている。

山田氏は、新たなカテゴリーの高安定水系電解液として、リチウム塩のハイドレートメルト (hydrate melt、常温熔融水和物) を提唱した。リチウム塩の水和物は常温で固体となるのが一般的であるが、山田氏は適切なリチウム塩 2 種を選択し、さらにその共晶組成を利用することで、常温で液体のリチウム塩二水和物、つまりハイドレートメルトの発見に至った。また、発見したハイドレートメルトが、熱力学的には 1.23 V の電圧で分解する水を含んでいるにもかかわらず、3 V 以上の広範な電位窓を有することを明らかにした。特異な電気化学安定性に加え優れたリチウムイオン輸送特性を有していることから、これを電解液として応用することで、有機電解液を用いた市販の非水系リチウムイオン電池に匹敵する 2.4 V 級及び 3.1 V 級の水系リチウムイオン電池の可逆的充放電に初めて成功した。このハイドレートメルトは、水系電解液の長所である難燃性を維持しており、これまでトレードオフの関係とされてきた二次電池の電圧と安全性を高度なレベルで両立可能にする新材料と言える。

山田氏は、見出されたハイドレートメルトの特異な電気化学安定性について多角的な検討を進め、その起源となる特殊な水分子の配位状態の特定に至っている。本研究成果は、電気化学安定性の本質に迫る重要な学術的知見となるだけでなく、さらなる高電圧水系二次電池の開発に向けた新たな電解液設計指針を与えるものである。

本研究は、新たなカテゴリーのリチウムイオン伝導性液体材料系を開拓したことに加え、格段に安全な高エネルギー貯蔵デバイス概念を提示したことから、GSC 分野に大きく貢献する先駆的な業績と判断でき、GSC 賞奨励賞に相応しいと認められる。