

# 高容量シリコン系負極を用いたリチウムイオン電池の開発

## 電気自動車用リチウムイオン電池の課題

リチウムイオン電池は、1992年にわが国で商品化されて以来、大きく成長してきました。この電池を大型化して、電気自動車や家庭用蓄電池として利用する国家プロジェクト「分散型電池電力貯蔵技術の研究開発」が1992年から10年間実施され、その成果として、2009年から世界に先駆け、電気自動車の本格的な商品化が開始されました。2020年頃には、世界の自動車販売の1%（70万台）を占めることが期待されています。そのためには、航続距離の増大、電池の耐久性の向上、さらなる安全性の向上、電池の低コスト化などが必要です。現行のリチウムイオン電池は、商品化からほぼ20年経過しました。さらなる特性向上のために、材料技術の革新により、これまでの「常識」の壁を打ち破る、飛躍的な高性能化が求められています。

## 高容量シリコン系負極の開発と電池の耐熱性・安全性の向上

高容量負極として、これまでの黒鉛系負極の5倍の容量をもつシリコン系負極（1500 mAh/g）を開発しました。シリコン系材料では、リチウムの充放電に伴う体積変化が2倍以上にもなりますが、高強度で耐熱性に優れたポリイミド系結着材やステンレス箔基材を開発することで、長寿命化を実現しました（図1）。正極と負極を隔離するセパレータとして、耐熱性不織布セパレータを開発しました。

また、正極として、耐熱性と出力特性を向上させたリン酸鉄正極を開発し、性能実証を行ったところ、この電

池は、-30℃の低温から120℃の高温まで作動が可能であり、これまでの電池における作動温度の範囲（-5℃～45℃）を大幅に超えることができました。80℃でも、6分間での急速充放電サイクルが安定してできました（図2）。次に、1 Ahクラスのラミネート電池を試作して、釘刺し安全性試験を行いました。これまでの黒鉛系負極を用いた電池では、完全短絡により電圧低下するとともに、電池温度が90℃以上に上昇しましたが、開発した電池では、短絡は一瞬で、電圧もすぐに正常に戻り、温度上昇も10℃以下でした。黒鉛系負極では、導電性が高いため、短絡部分に電流が集中して発熱しますが、シリコン系負極では、短絡部分が完全放電（Li放出）すると抵抗が急激に増大して、電流をシャットダウンする

機能があり、温度上昇を抑制できます。このように、新材料開発によって、高容量で耐熱性や安全性に優れた新型リチウムイオン電池を開発することができました。

## 今後の展開

電池を大型化して、自動車用途から産業機器用途へと利用分野を拡大するためには、電池特性や安全性の向上はもとより、希少資源を使用しない材料構成なども必要です。産業界との連携研究により、多様な電池材料の開発を進め、電池用途に応じた電池設計を提案したいと考えています。

ユビキタスエネルギー研究部門  
電池システム研究グループ  
エネルギー材料標準化グループ

境 哲男

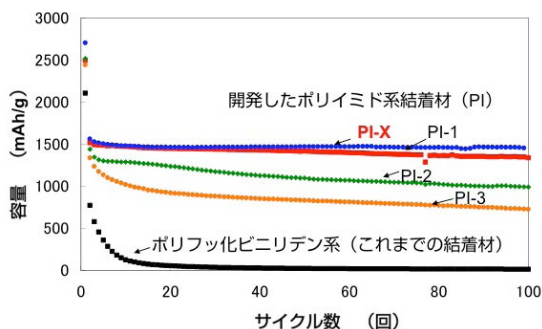


図1 シリコン系負極の電気容量とサイクル寿命の向上

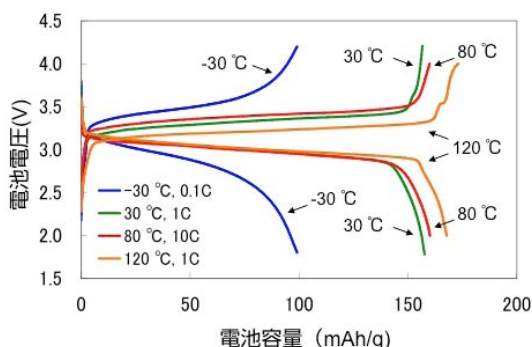


図2 新型Liイオン電池（シリコン系負極/リン酸鉄正極）の温度特性