

リチウムイオン電池って？

ついにきたノーベル化学賞受賞

2019年10月9日(水)、残業をしておりますと、石坂さんから、「小野さん、ノーベル化学賞、リチウムイオン電池です。」と教えてもらいました。実は、翌日に行われる中之島コロキウムの準備もあり、バタバタしていたのですが、とりあえず、学芸員のツイッターには、「吉野先生おめでとうございます」の一報を入れました。

さて、2019年のノーベル化学賞は、リチウムイオン電池の開発(“for the development of lithium-ion batteries.”)でテキサス大学オースティン校のJ.B.グッドイナフ氏、ニューヨーク州立大学ビンガムトン校のM.S.ウィッティンガム氏、そして旭化成名誉フェローの名城大学教授で、大阪府吹田市出身の吉野彰氏の3人が受賞しました。さて、今回のノーベル化学賞は、これまでの受賞内容に比べるととても分かりやすく、そして身近に感じられたのではないのでしょうか。きっと大人の人なら、スマートフォン、携帯電話、携帯音楽プレーヤー、デジカメ、ノートパソコン、タブレット、はたまたハイブリッドの自動車や電動式自転車等、1人1個は、リチウムイオン電池を持っていたり、毎日のように使ったりしているのですから。今この世からリチウムイオン電池がなくなったら、社会のインフラが成り立たなくなってしまいます。

リチウムイオン電池のしくみ

今回のニュースで詳しく報道されたから多くの皆さんが、リチウムイオン電池に詳しくなったと思いますが、まずリチウム電池とリチウムイオン電池は違うものです。

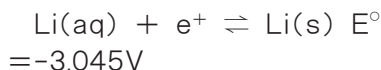
電池ですからどちらも原理的には、同じことが起きています。つまり、負極(アノード)とよばれるマイナスの電極から電子が飛び出し、陽イオンが液体の電解質中を流れ、プラスの電極である正極(カソード)に到達します。電子の流れを回路に組み込むことで、様々な電子機器が動くようになります。これは、どの化学電池でも共通ですが、リチウム電池は、金属元素リチウムそのものを使う、使い切りの電池。リチウムイオン電池は、リチウムが電池の中で金属酸化物に+1価のイオンとして取り込まれており、そのリチウムイオンが正極側、負極側を行き来する電池で、500回とか1000回とか再充電をして繰り返し使える電池です。



図1. ノーベル化学賞発表後、岳川さんからもらった吉野彰先生のノーベル化学賞受賞を報道する号外新聞

1970年代ウィッティンガムは、反応性の高い金属リチウムを負極材として使う手法を発見しました。

リチウムは電子を放出しやすいだけでなく、3V近くの電位を持っており、非常に有望な材料となります。電子の放出のしやすさは、イオン化列で決まります。



この式のようにリチウムはとても電子を放出しやすく、新しい電池は電子をチャージすることもできたのです。しかしながら、この電池は破裂しやすいという欠点がありました。そしてこの破裂の問題を解決したのが、グッドイナフでした。彼は1980年に研究チームで、コバルト酸リチウム、より正しくは、二酸化リチウムコバルト(LiCoO_2)を正極材として使うことで、従来よりも安定した電池をつくれることを発見しました。

さらに1980年代に吉野先生のチームでは、白川英樹先生が開発した導電性ポリマー(2000年ノーベル化学賞)を試したりしながら、さらに複雑な炭素ベースの物質を電極とすることで、リチウムイオンを内部に閉じ込めながら電池を流す方法を研究していました。反応としては、

正極: 外部の充電電源により、電流の移動にともなって正極の結晶構造からリチウムイオンが電解液中に抜け出し、負極の炭素結晶層間に入り込む。



負極: 負極の炭素結晶層間からリチウムイオンが電解液中に抜け出し、正極の結晶構造に収まることで、外部回路に電流が取り出せる。



表. リチウムイオン電池の一例

正極	負極	電圧	主な使用場所
リチウム酸コバルト LiCoO_2	黒鉛	3.6~3.7V	スマートフォン、ゲーム機 パソコン、デジカメ等
LiNixMnyCozO_2	黒鉛	3.6~3.7V	電動自転車、電気自動車等

エネルギー密度が高く安全に電圧(3~4V)を取り出せ、しかも充電可能、小型化もされたリチウムイオン電池。もっとすごいことがあるのですが、とりあえず今回はこの辺で。皆さんのお手元にこのうちゆうが届いたころには、ノーベル賞授賞式も無事終わり、各メディアでもまた盛り上がっていることでしょう。

小野 昌弘(科学館学芸員)



図2. ノートパソコンや、電動工具のリチウムイオン電池