

日本機械学会 特別講演会

AsahiKASEI

リチウムイオン電池 現在・過去・未来

2015年1月16日
旭化成株式会社
フェロー
吉野研究室長
吉野 彰

AsahiKASEI

講演内容

AsahiKASEI

1. リチウムイオン電池の開発経緯
2. リチウムイオン電池の成長経緯
3. リチウムイオン電池から見た世界の変革
 - IT変革で起こったこと
 - ET変革で起こること-

4

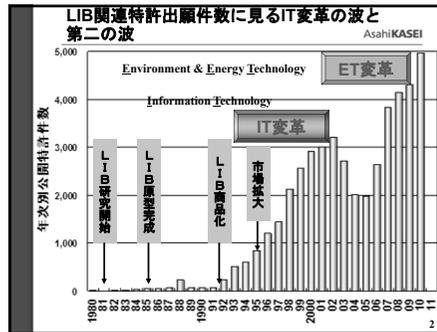
開発経緯と事業化構想

AsahiKASEI

1981	ポリアセチレン(PA)の研究開始	
82	PAの二次電池負極への応用	
83	PA/LiCoO ₂ *	基礎研究 研究の端緒から 原型完成まで
84		
85	カーボン/LiCoO ₂	
86		
87		開発研究 決め手になった 野外実験
88	事業化研究	
89		
1990		事業化構想 事業研究
91		
92	事業化とライセンス事業構築	

* コバルト無リチウム

7

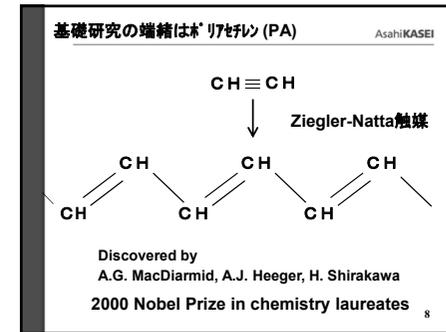


リチウムイオン電池とは

AsahiKASEI

『炭素材料を負極に用い、
リチウム含有金属酸化物(LiCoO₂)を
正極に用いた非水電解液系二次電池』

5



講演内容

AsahiKASEI

1. リチウムイオン電池の開発経緯
2. リチウムイオン電池の成長経緯
3. リチウムイオン電池から見た世界の変革
 - IT変革で起こったこと
 - ET変革で起こること-

3

リチウムイオン電池の技術的位置付け

AsahiKASEI

	水系電解液	非水系有機電解液 (高エネルギー・高容量・高電圧)
一次電池 (再使用不可)	マンガン乾電池 アルカリ乾電池	金属リチウム一次電池
二次電池 (充電再使用)	鉛電池 ニッカド電池 ニッケル水素電池	リチウムイオン電池 (LIB*)

* Lithium Ion Battery

6

PAを負極に応用しようとした理由

AsahiKASEI

	水系電解液	非水系有機電解液 (高エネルギー・高容量・高電圧)
一次電池 (再使用不可)	マンガン乾電池 アルカリ乾電池	金属リチウム一次電池
二次電池 (充電再使用)	鉛電池 ニッカド電池 ニッケル水素電池	金属リチウムに代わる新しい負極材料が不可欠

9

次の課題は正極材料の選択

AsahiKASEI

リチウムイオンを含んだ正極材料は当時なかった

TiS₂, VSe₂, V₂S₅, Fe_{0.25}V_{0.75}S₂, Cr_{0.75}V_{0.25}S₂, NiPS₃, FePS₃, CuCo₂S₄, CuS, NbSe₃, MoS₃, Cr₃O₄, V₆O₁₃, V₂O₅, MoO₃

↓

負極が金属Liの場合
電池になる → Li + TiS₂ $\xrightleftharpoons[\text{Charge}]{\text{Discharge}}$ LiTiS₂

負極がPAの場合
電池にならない → PA + TiS₂ \nrightarrow non-operative

PAからカーボンへ

AsahiKASEI

PA負極を断念した理由

- 意外な盲点：真密度の低さ $\rho = 1.2\text{g/cm}^3$
(軽量化にはなるが小型化にはならない)
- 化学的な不安定性

カーボン負極へのきっかけ

- VGCF (Vapor Phase Grown Carbon Fiber) のサンプル入手 (旭化成 繊維開発研究所 延岡)
- 当時市販のカーボンに比べ遥かに優れた特性

非水系二次電池の商品化が困難だった理由

AsahiKASEI

	水系電解液	非水系有機電解液 (高エネルギー・高容量・高電圧)
一次電池 (再使用不可)	マンガン乾電池 アルカリ乾電池	金属リチウム一次電池
二次電池 (充電再使用)	鉛電池 ニッケド電池 ニッケル水素電池	安全性の確保

LiCoO₂との出会い

AsahiKASEI

J. B. Goodenough et al.,
Material Research Bulletin, 15 (1980) 783

同時期に新正極材料「LiCoO₂」が初めて報告

Prof. J. B. Goodenough
University of Texas



リチウムイオン二次電池の誕生

AsahiKASEI

カーボン/LiCoO₂系新型二次電池の完成

↓

リチウムイオン二次電池の誕生 1985年

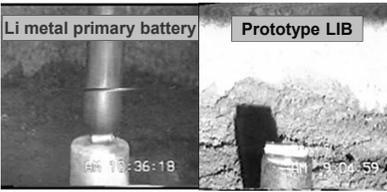
<各国での特許番号>

JP 1,989,293 USP 4,668,595 EP 205,856B2
JP 2,668,678

決め手になった野外実験 (安全性)

AsahiKASEI

1986年夏 宮崎県延岡市 (化学工場)
○ならば開発促進 ×ならば開発中止



PA/LiCoO₂ 二次電池の誕生

AsahiKASEI

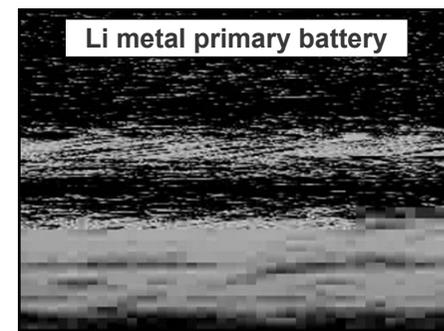
PA + LiCoO₂ $\xrightleftharpoons[\text{Discharge}]{\text{Charge}}$ PAl_x + Li_{1-x}CoO₂

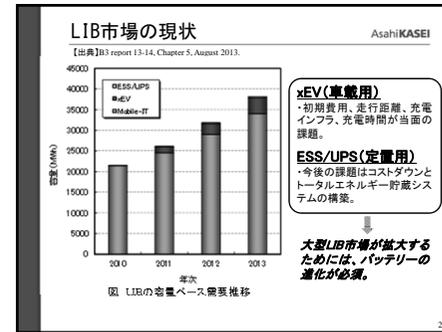
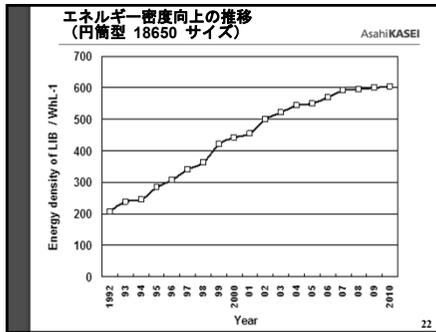
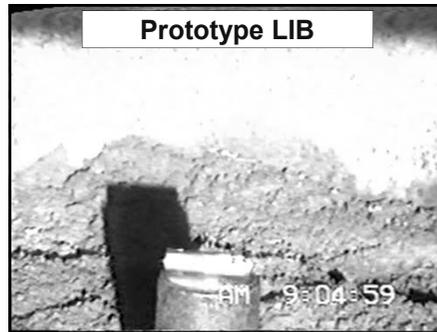
リチウムイオン二次電池の原型は
PA/LiCoO₂ 二次電池であった
1983年

開発経緯と事業化構想

AsahiKASEI

1981	ポリアセチレン(PA)の研究開始	基礎研究
82	PAの二次電池負極への応用	
83	PA/LiCoO ₂	
84	研究の端緒から原型完成まで	
85	カーボン/LiCoO ₂	開発研究
86		
87		
88	決め手になった野外実験	
89	事業化研究	事業研究
1990	研究	
91		
92	事業化とライセンス事業構築	



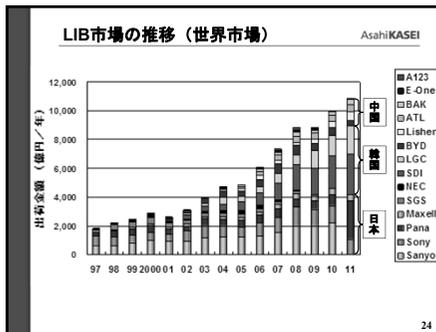
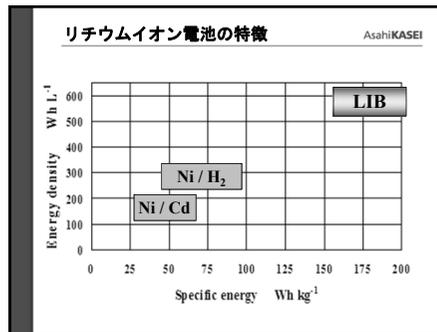
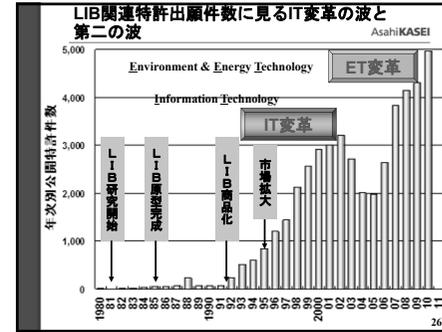
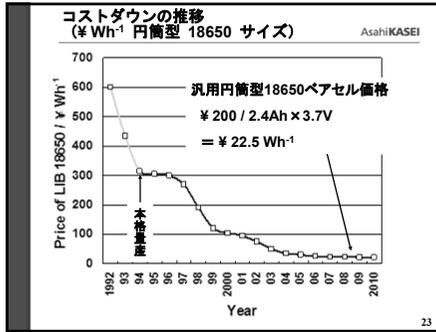


講演内容

AsahiKASEI

1. リチウムイオン電池の開発経緯
2. リチウムイオン電池の成長経緯
3. リチウムイオン電池から見た世界の変革
-IT変革で起こったことと
ET変革で起こること-

20

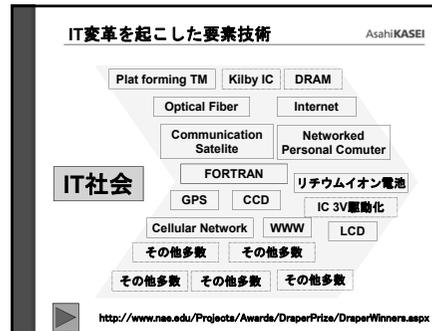
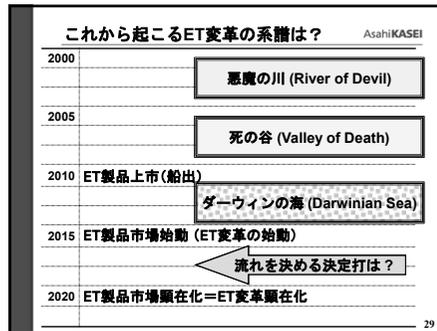
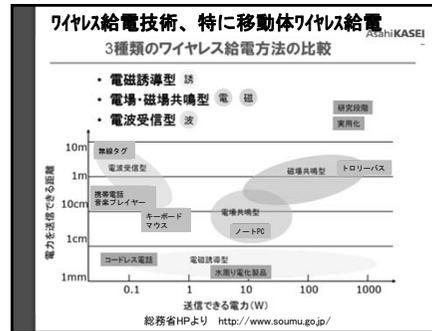
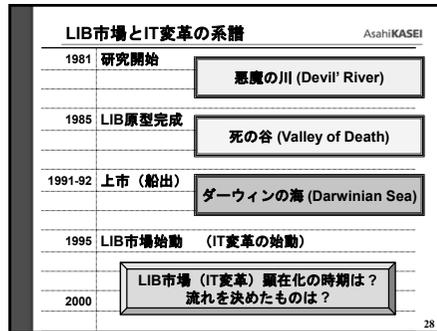


講演内容

AsahiKASEI

1. リチウムイオン電池の開発経緯
2. リチウムイオン電池の成長経緯
3. リチウムイオン電池から見た世界の変革
-IT変革で起こったことと
ET変革で起こること-

27



まとめ

AsahiKASEI

- LIBの研究は導電性高分子ポリアセチレンから始まった
- 非水系二次電池の商品化を妨げていた安全性をクリアしたことでLIBの商品化成功
- 1995年に始まったIT変革によりLIBの市場が始動
- 2000年にLIB市場が顕在化し、LIBを使うことが当たり前になった
- 流れを決めた決定打はIC駆動電圧3Vに伴うLIB1本使い
- LIBの業界にET変革という第二の波が押し寄せている
- 2010年がET製品の船出の時で、現在ダーウィンの海に漂っている
- ET製品市場の始動は2015年、ET製品を当たり前のように使う市場顕在化の時期は2020年

35

ET製品の流れを決める外的決定打は？

AsahiKASEI

- 起電力が数百Vの電池？
→ バイポーラ電極技術
- 移動体ワイヤレス給電技術？
→ 電磁誘導型、電場・磁場共鳴型、電波受信型
- その他多数

30

