

【燃料電池・水素特集】蓄電池

PRiME2008 学会報告 1 - はじめに、蓄電池 (米国)

NEDO技術開発機構 燃料電池・水素技術開発部

吉澤 幸大

はじめに

NEDO 技術開発機構 燃料電池・水素技術開発部では、日米欧を中心に、全世界の燃料電池・水素技術 (蓄電池を含む) の先端的な研究開発動向、政策、研究開発マネジメントの内容を把握するための技術動向調査を実施し、NEDO の事業内容に適切に反映させている。

筆者らは昨年 10 月に米国ハワイ州で開催された PRiME 2008 学会に参加した。この学会は米国電気化学会 (ECS:the Electrochemical Society) 主催の秋季大会 (昨年は、The 214th Meeting of Electrochemical Society) と、我が国の社団法人電気化学会主催の秋季大会 (同、第 5 回日米合同大会) 合同の学会であり、4 年に一度開催される。

5 回目にあたる今回は、韓国、中国、台湾、インド、オーストラリアも参加する環太平洋電気化学会として開催された。この学会は、世界中から燃料電池、蓄電池を始めとした電気化学分野のアカデミックな研究に携わる者が参加するものであり、研究者の高い関心を集めている。

この度の NEDO 海外レポート「燃料電池・水素特集号」では、本学会で発表のあった燃料電池、蓄電池に関する研究成果に関し、下記の 3 つの分野について、著者らの所感を交えてその概要を報告する。

- (1) 蓄電池 (バッテリー) 分野
- (2) 固体高分子型燃料電池 (PEFC) 分野
- (3) 固体酸化物型燃料電池 (SOFC) 分野

本稿では、まず学会の概要について述べ、次に「蓄電池 (バッテリー) 分野」について報告する。PEFC、及び SOFC については、それぞれ別稿記事「PRiME 2008 学会報告 - PEFC 編 (米国)」、 「PRiME 2008 学会報告 - SOFC 編 (米国)」を参照されたい。

1. 学会の概要

- ・ 正式名称 : PRiME 2008(Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2008)

- ・開催日時 : 2008年10月12日(日)～17日(金)
- ・開催地 : ヒルトン・ハワイアンヴィレッジ (米国ハワイ州ホノルル市)
- ・主催 : The Electrochemical Society (ECS) 米国
社団法人 電気化学会 日本
- ・共催 : 社団法人 応用物理学会 日本
The Korean Electrochemical Society (KECS) 韓国
Chinese Society of Electrochemistry (CSE) 中国
Royal Australian Chemical Institute (RACI) オーストラリア
- ・参加者 : 約 3,300 名 (日本からの参加者は、約 1,300 名)

2. 蓄電池 (バッテリー) 分野の報告

2.1 概要

蓄電池 (バッテリー) 分野に関しては、約 360 件の発表が行われた。技術分野毎の発表件数の割合を図 1 に示す。正極が最も多く、約 35% を占め、次いで、電解質が約 30%、負極が約 20% となっており、上記 3 分野で全体の約 85% を占めている。蓄電池では、材料特性が電池性能に与える影響が大きく、上記 3 分野の材料開発が研究開発の中心となっている様子がわかる。電池の主要課題の 1 つは電池の高エネルギー密度化にある。正極材料のエネルギー密度は負極材料よりも小さく、高エネルギー密度化が課題となっている。このため研究されている材料も多岐に渡っている。以上の背景から負極に比べて、正極の発表件数が多かったものと考えている。

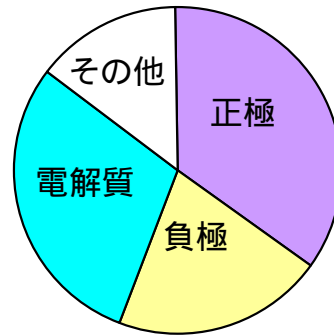


図 1 技術分野別発表件数割合

正極の国別の発表件数の割合を図 2 に示す。本学会の主催国である米国、日本からの発表が多く、この二カ国で全体の約 65% を占めている。次いで、韓国、中国とアジアからの発表件数が多い。また少数ではあるが、欧州各国からの発表も見られ、本学会が世界的な学会となっている様子が伺える。発表の中心となった正極、負極、電解質について、海外からの発表を中心に、主だった研究内容を紹介する。最後に、全体を通じた所感を述べる。

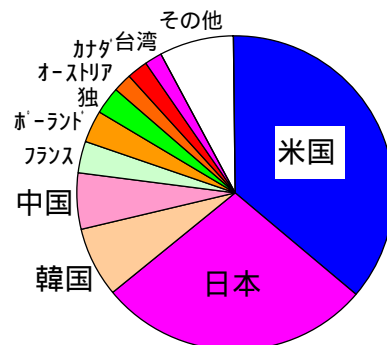


図 2 国別発表件数割合

2.2 正極

正極に関する発表について、材料別の発表件数割合を図3に示す。材料系で見ると、オリビン系(LiFePO_4 、 LiMnPO_4 、 LiCoPO_4 等)が最も多く、約35%を占める。次いで、スピネルマンガン系、NMC系($\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$)の発表件数が多い。

発表件数の多かった日米の材料系別の発表件数割合を比較した結果を図4に示す。日本はオリビン系、スピネルマンガン系、NCA系($\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$)が主要な3材料系となっている。それぞれ同等レベルであ

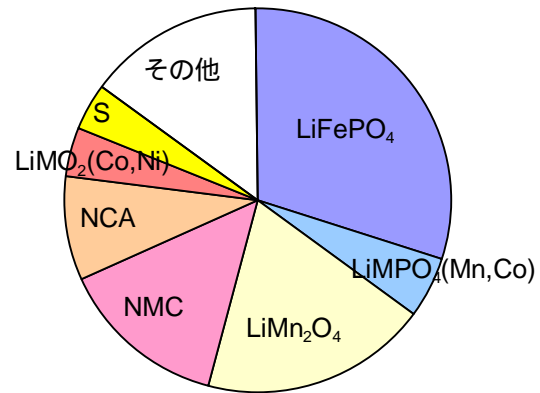


図3 材料系別発表件数割合 (正極)

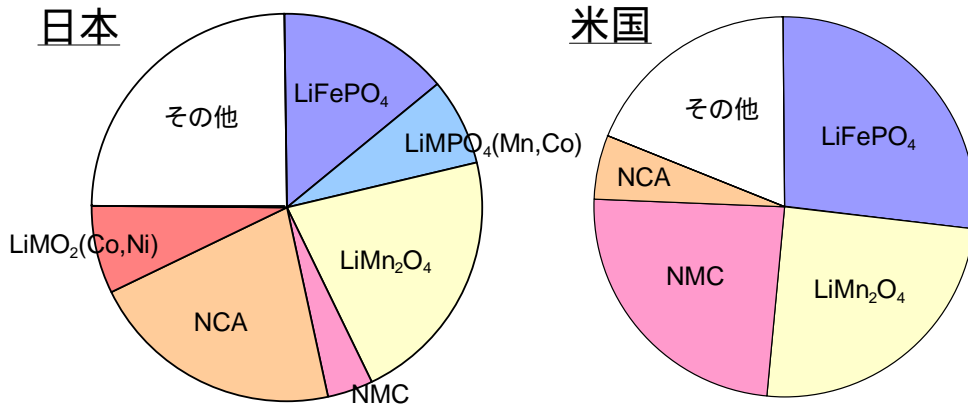


図4 日米材料系別発表件数割合 (正極)

り、3材料系で全体の約70%を占めている。米国はオリビン系、とりわけオリビン鉄が多く、約1/4を占める。次いで、スピネルマンガン系、NMC系となっている。以下に興味を持った発表内容の概要を紹介する。

1)【Abs #1133】^{注1)} The Performance of Lithium-ion Battery Cathodes Composed of Multiple Materials, University of California, Berkeley

[概要]正極で2つ以上の活物質の混合系を用いた電気化学シミュレーションを実施した。まず、 LiMn_2O_4 に対して、高容量化を図るため $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ を混ぜた材料系について検討を行った。 LiMn_2O_4 の混合割合が多くなるほど、高レート化した時の容量低下を防止できる。しかしながら、 LiMn_2O_4 の混合割合が多くなるほど、低レート時の容量の絶対値は低下してしまう。(図5、図6) 次に、 LiFePO_4 と $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ を混合した材料系について検討した。 LiFePO_4 だけの場合には電圧がフラットになるプラトーが存在す

注1 AbsはAbstract(要約)のこと。以下、同様。

るが、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ の割合が増えるほど、放電特性が S 字カーブを示すようになる。シミュレーションで予測した放電特性は実験結果に良く一致した。

[所感]混合比を変えると放電時の開回路電位、放電特性をコントロールできる。電池特性が混合割合から予測できることは電池設計には有効であるものの、特異な特性が発現するわけではなく、本材料系においてはブレークスルーのような性能向上は期待できないことを示している。

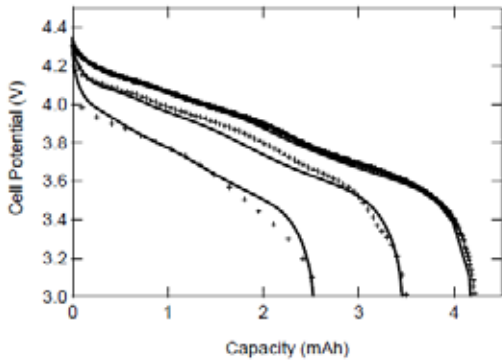


図5 正極 $\text{Li}_y\text{Mn}_2\text{O}_4$ (30wt%)+
 $\text{Li}_y\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ (70wt%) / 負極 Li 金属を用いたコインセル性能 (電流密度 0.38, 1.92 および 5.76 mA/cm²) (出典 から引用)

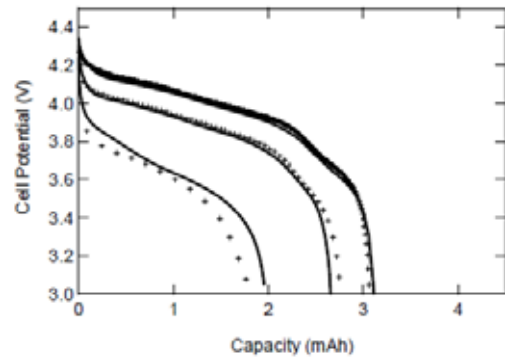


図6 正極 $\text{Li}_y\text{Mn}_2\text{O}_4$ (70wt%)+
 $\text{Li}_y\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ (30wt%) / 負極 Li 金属を用いたコインセル性能 (電流密度 0.38, 1.92 および 5.76 mA/cm²) (出典 から引用)

2)【Abs #1146】”Structural and Electrochemical Studies of Chemical Solution Derived $x\text{Li}_2\text{MnO}_3$ -(1-x) $\text{Li}[\text{Mn}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}]\text{O}_2$ and $\text{Li}[\text{Mn}_{1/2-x}\text{Ni}_{1/2-x}\text{Cr}_{2x}]\text{O}_2$ Cathodes”, University of Puerto Rico

[概要]層状の $\text{Li}[\text{Mn}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}]\text{O}_2$ は LiCoO_2 に比べて低コスト、高電位、熱安定性等の理由から近年注目されている。今回、容量アップを図るため Li_2MnO_3 による置換を図った。

$x\text{Li}_2\text{MnO}_3$ -(1-x) $\text{Li}[\text{Mn}_{1/2}\text{Ni}_{1/2}]\text{O}_2$ 系において、置換量 x の増加とともに、充放電容量が増加することが分かった。x = 0.4 のときに初期充電容量 399 mAh/g、初期放電容量 225mAh/g と比較的大きな容量が得られた (図 7)。充放電

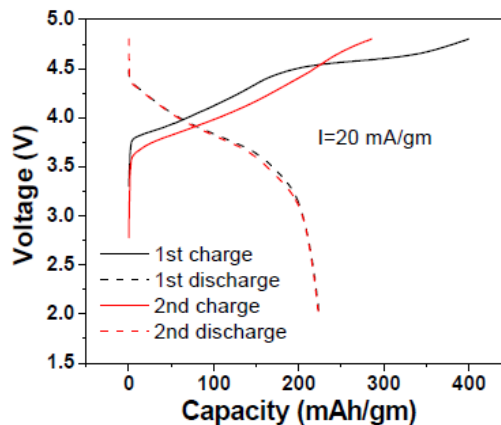


図7 室温条件における $0.4\text{Li}_2\text{MnO}_3$ - $0.6\text{Li}[\text{Mn}_{1/2}\text{Ni}_{1/2}]\text{O}_2$ の 2-4.8V での充放電特性 (電流密度 20 mA/g) (出典 から引用)

時の価数変化を XPS で調べた結果、 Ni^{2+} Ni^{3+}/Ni^{4+} に起因することが分かった。

[所感]Mn 系は低コスト、高安全の点から期待される材料系である。しかしながら、本実験結果では初期充放電時の不可逆容量が大きく、クーロン効率の更なる改善が必要である。

3)【Abs #1153】”Shape Controlled Synthesis and Shape Dependent Electrochemical Properties of $LiFePO_4$ Crystals”, University of Hong Kong

[概要]オリビン鉄では、 Li^+ の移動する方向が結晶構造により 1 方向に制限されるという課題がある。そこで粒径構造を変えた時の影響を調べた。水熱法を用い、その前駆体溶液への添加剤およびその量を変えることによって、形状の異なる $LiFePO_4$ 粒子を合成した。その結果、条件によって 5 種以上の形状の粒子を合成できることがわかった (図 8)。充放電容量は形状の影響を受け、以下に示すような順位となった。

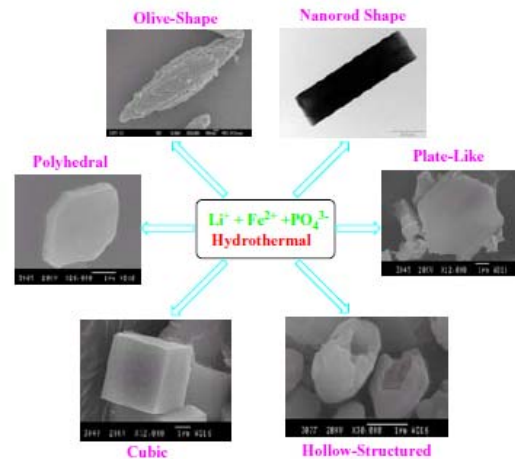


図8 前駆体溶液への添加剤およびその量を変えて水熱法合成した $LiFePO_4$ の粒子形状 (出典 から引用)

Hollow-structured	約 140 mAh/g
Cubic shape	約 115 mAh /g
Plate-Like	約 115 mAh/g
Nano rods Shape	約 95 mAh/g
Large crystal	約 60 mAh/g

[所感]Hollow-structured の粒子では、その比表面積が大きいことによって、 Li^+ の拡散性が向上し、容量がアップしたものと思われる。しかしながら、容量は 140 mAh/g

程度に留まっており、粒子形状だけでは大幅な容量アップは実現できておらず、粒径サイズの最適化等、他のアプローチとの組合せが必要になるものと思われる。

2.3 負極

負極に関する発表について、材料系別の発表件数割合を図 9 に示す。Si 系、Sn 系、C 系がそれぞれ 20%以上と発表件数が多い。LTO 系 ($Li_xTi_yO_z$) を含めると 85%となり、負極材料系は 4 系統に絞られている様子が伺える。発表件数の多かった日米の材料系別の発表件数割合を比較した結果を図 10 に示す。日本は C 系が多いものの、Si 系、Sn 系、LTO 系とバランス良く研究が行なわれており、4 つの材料系で全体の約 85%を占めている。一方、米国は、カーボン(C)系が約半数を占める。以下に興味を持った発表内容の概略を紹介する。

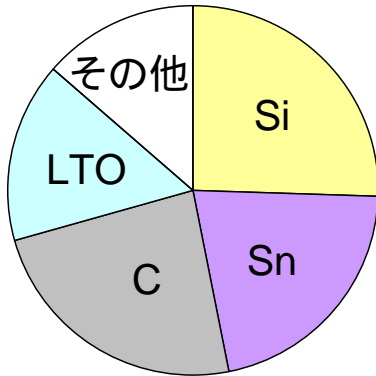
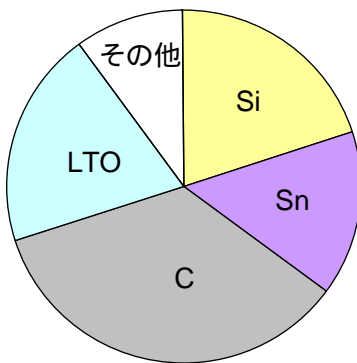


図9 材料系別発表件数割合 (負極)

日本



米国

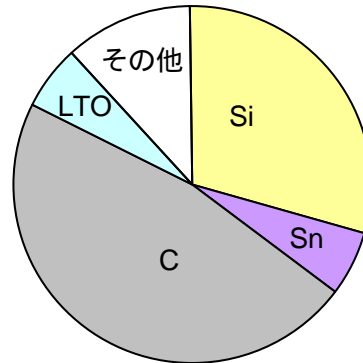


図10 日米材料系別発表件数割合 (負極)

4) 【Abs #1253】”Advanced Anode for High Energy and High Power Lithium Batteries”, Applied Sciences, Inc. and General Motors

[概要]従来の炭素電極に比べ3倍の電気容量 1000-1500mAh/g を示し、初回の不可逆容量が小さく、サイクル特性の優れた Si-C 複合体電極を開発した。この電極の特徴は、炭素材にナノファイバーを用いているが、このナノファイバーがコーン形状をしており、内部が空洞になっている点にある(図11)。カーボンナノワイヤーの表面に Si を薄膜化あるいは小粒径化して担持するコンセプトである。カーボンナノワイヤーの直径は約 100nm、Si の膜厚は約 10nm となっている。電気容量 1000-1500mAh/g に寄与する活物質としては、Si と C の両方を活用しているが、Si の容量が支配的である。1000 サイクルでも容量低下は見られていない。

[所感]C-Si 複合負極に関しては、多くの報告があるが、初期容量が高いと、初回の不可逆

容量が 30%以上と高くなる傾向がある。ここで開発した電極では、初回不可逆容量も小さく、かつ可逆容量が 1000mAh/g 以上である。また 1000 サイクルでも容量低下は見られておらず、カーボンナノワイヤーを空洞にすることによって、Si の体積膨張、収縮に対応しているものと考えられる。また、ファイバー化が応力緩和に有利に働いているものと思われる。大変ユニークなコンセプトであり、大容量負極として実現性が高いように感じた。ただし、量産等を鑑みた時のコストが懸念されるところである。

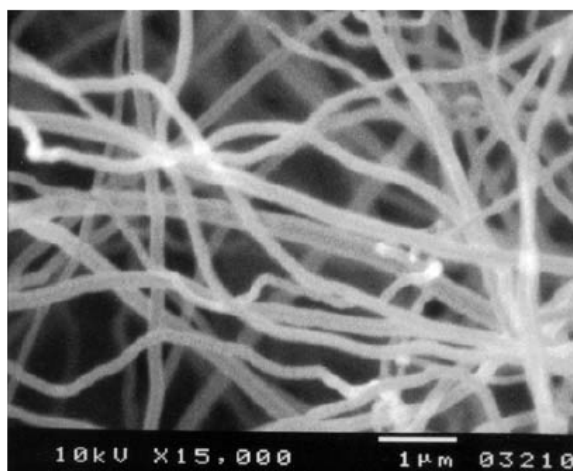


図 11 カーボンナノファイバーの SEM 写真
(出典 から引用)

5)【Abs #1184】” Si nanoparticles as negative-electrode materials for solid-state lithium-ion batteries”, University of Colorado

[概要]シリコン粒子を微粒子化(サブミクロン/ナノオーダー化)することで充放電時における可逆性が向上することが報告されている。本発表は、超音波ネブライザーを用いてシリコン前駆体のエアロゾルを作製し、その焼成によりシリコンナノ粒子の作製を検討したものである。Diphenylsilane から 825 で合成し、図 12 に示すような約 12nm の粒子が生成できた。バルク Si では初期 1100mAh/g に対して、20 サイクル後に 10 mAh/g に容量が低下したのに対して、Si ナノ粒子では 20 サイクル後において 500 mAh/g の容量を示しており、サイクル特性が大幅に向上した。また、Si と硫化物系固体電解質 (80Li₂S-20P₂S₅) の電極合材にボールミリング処理を実施した所、9 サイクル後の電気容量 900mAh/g を達成した。

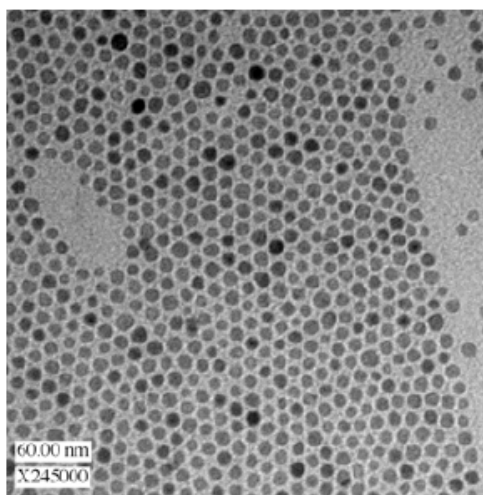


図12 Siナノ結晶粒子のTEM写真
(出典 から引用)

[所感]直径が非常に小さく、また単分散の球状粒子に近いため高い特性が得られたものと考えられる。粒子の安定性や凝集状態などが電池特性に与える影響等について更に検討を行う必要があると思われる。

6) 【Abs #1256】”Lithium-metal alloy electrode configurations for advanced lithium ion batteries”, Università di Roma and Université Montpellier

[概要]負極容量の向上を目的としたスズあるいはアンチモンとカーボンの複合体に関する研究であり、これらの複合体のナノサイズ領域での構築について検討したものである。カーボンマトリックス中に Sn または Sb のナノ粒子を高分散化させている。Sn-C は空気中で 32 日間安定であることを確認している。作製された Sn-C 複合体は 10 C (C は時間率。nC の場合、n 時間で全電気容量を放電あるいは充電) までの充放電レートで良好な可逆性を示した (図 13)。また、0.8 C の充放電において 200 サイクル以上のサイクル安定性を有することが示された (図 14)。

[所感]特性向上のための複合化をナノレベルで検討した研究であり、非常に興味深い。本学会では、ソニーも同様の設計思想の電池に関する発表を行っている (Abs#1160)。このような構造は合金、コンポジット材料の課題に大きな改善効果をもたらす可能性が高い。

更なる高容量化を目指し、Si 等の他材料系

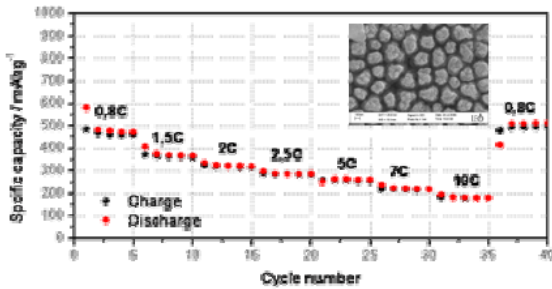


図13 正極 ナノ構造制御したSn電極 / 負極 Li金属 セルの室温における各Cレート条件での充放電サイクル結果 (出典 から引用)

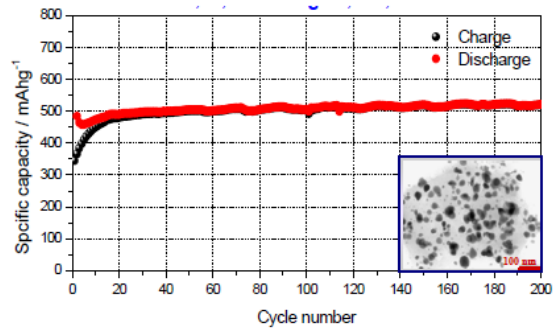


図14 正極 C-Snナノコンポジット電極 / 負極 Li金属を用いたセルの室温における0.8Cでの充放電サイクル結果 (出典 から引用)

への展開にも期待したい。

7) 【Abs #1191】” Fabrication of Nanoscale High-Order Hierarchical Sn/C

Composites for Highly Reversible Li⁺ Ion Storage”, National University of Singapore

[概要]本発表は、様々な形状(中空粒子形、多層ランブタン形、栗形)を持つスズ-カーボン

(Sn/C)合金負極の作製について検討したものである。中空粒子状の Sn/C コンポジットは図 15 に示す様式で作製されている。SnO₂ のコンバージョン反応と Li との合金化反応によって、2400mAh/g の初期放電容量が得られたが、30 サイクル後には 600mAh/g に低下した。しかしながら 200 サイクル以上の充放電以降も電気化学的に活性化することが示された。また、その他の特徴的な形状の粒子もカー

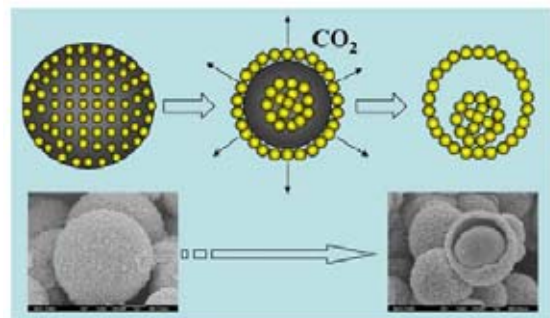


図15 Sn/Cコンポジットの合成方法 (出典 から引用)

ボンに比べ高い容量やレート特性を示すことも報告された。

[所感]中空形、栗形などの非常に特徴的な粒子が合成されていた。これらの形状制御技術とナノ化等の粒径サイズ制御技術を組み合わせることで更に高い特性が得られる可能性があるものと思われる。

2.4 電解質

電解質に関する発表について、材料系別の発表件数割合を図 16 に示す。有機溶媒系、固体/ポリマー系が多く、それぞれ 1/3 を占めている。次いで、イオン液体、添加剤に関する発表となっている。発表件数の多かった日米の材料系別の発表件数割合を比較した結果を図 17 に示す。日本は固体/ポリマーおよびイオン液体に関する発表が多い傾向が見られる。硫黄系固体電解質、ポリマー二次電池およびイオン液体に関しては、日本が海外をリードしていると言われており、それを裏付ける結果となっている。一方、米国は、有機溶媒系に関する発表が約 40%と多い。以下に興味を持った発表内容の概略を紹介する。

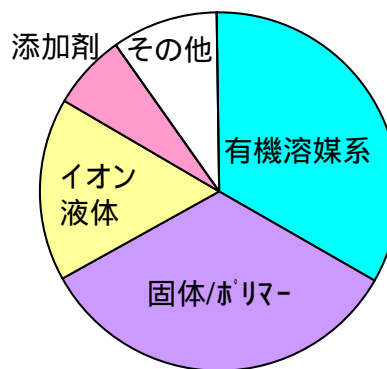


図 16 材料別発表件数割合 (電解質)

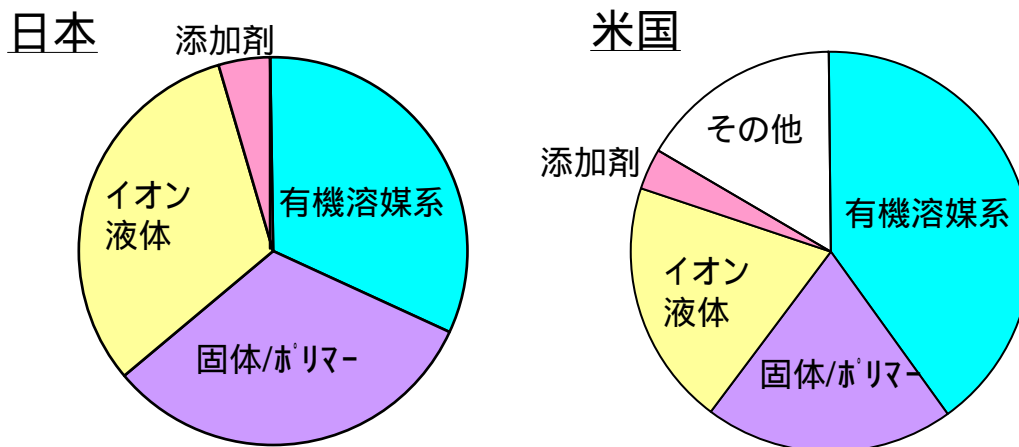


図 17 日米材料別発表件数割合 (電解質)

8) 【Abs #1265】 "Rechargeable Li Metal Cells Using N-Methyl-N-butyl pyrrolidinium Bis(trifluoromethane sulfonyl)imide Electrolyte Incorporating Polymer Additives", University of California Berkeley

[概要] イオン液体 N-Methyl-N-butyl pyrrolidinium Bis(trifluoromethane sulfonyl)imide (PYR₁₄TFSI)-LiTFSI のイオン導電率向上を目的として、低分子量の poly(ethylene glycol) dimethyl ether (PEGDME, M_w=250) と tetra(ethylene glycol) dimethyl ether (TEGDME) を添加し、その特性を検討した。25 における導電率は、 $3 \times 10^{-2} \text{ S/cm}$ と高い値を示した。イオン液体の特徴としては、Li メタルに対して安定であり、正極に用いる硫黄系材料から硫黄が溶出しないことが挙げられる。Li/電解質/Li セルで、Li のデンドライト形成は認められなかった (図 18)。この電解質を用いた Li/S 電池の初期容量は 500mAh/g であった。正極の構成は硫黄(活物質): 67%、炭素(導電助剤): 29%、バインダ: 4%となっている。40 での硫黄の利用率は、50%と低い。80 まで上げると 80%となる。40 で利用率が悪い理由はまだわかっていないが、イオン液体の粘性、親水性、撥水性のバランスあるいは界面の構造にあると考えている。100 回のサイクル後でも 300mAh/g の容量を維持している。硫黄の溶出はないので、これは硫黄の膨張、収縮で活物質が崩壊したためと考えている。[所感] 代表的なイオン液体への低分子量ポリマーの添加は電気化学特性の向上に寄与していることが伺える。リチウムイオン電池の安全性を確保する方向として、イオン液体電解質の利用が検討されているが、粘性の問題があり、必ずしも良好な特性が得られていなかった。低分子ポリマーの添加は一つの方向であると思われる。報告者の Cairns 教授は Li/S のパイオニアで、彼らのグループにおけるこの種の電池の今後の展開に興味もたれる。

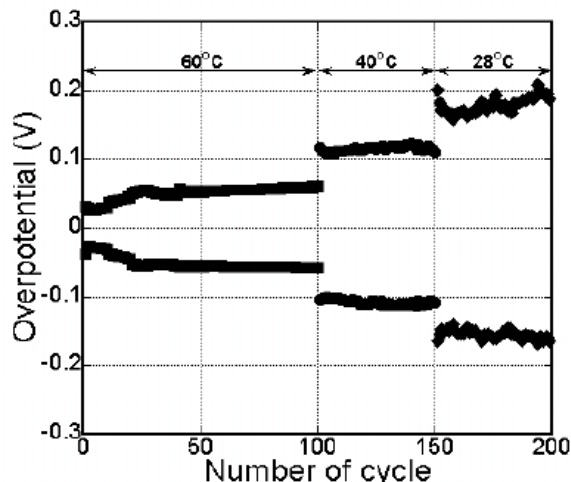


図18 PYR₁₄TFSI + 0.5m LiTFSI + y TEGDME (y = 1.0) を電解液に用いた Li/Liセルでの電流密度0.2mA/cm²条件における各温度での過電圧特性 (出典 から引用)

9)【Abs #1277】” Comparative Abuse Response of Li-Ion Cells with LiFePO₄ and LiMn₂O₄ Cathodes”, Sandia National Laboratories

[概要] 各種正極を用いたリチウムイオン電池の熱安定性を比較した。ARC (Accelerating Rate Calorimetry) での熱暴走での発熱推移なども丁寧に説明していた。容器内の圧力変化を同時に測定すると共に、電池としての発熱と正極と液体だけの熱量を測定し比較している。熱解析の結果、負極の寄与も大きいことが判明した (ただし、詳細評価は今後の課題としている)。発熱は以下のステップで起きていることが確認された。

- RT (室温) ~ 150 負極で反応が起こる (SEI)
- 150 ~ 180 電解質の反応が起こる
- 180 ~ 正極で酸素放出が起こり、負極と反応する

各社のリン酸鉄正極の熱量評価をしたが、発熱開始温度はほぼ同一の結果となった。過

充電試験も実施した結果、発熱は量論的に（正極活物質の分子割合から計算して）正極からリチウムが抜けきるあたりから開始することがわかった。

各種正極材料系の熱発生開始温度は以下の順番となった。

LiCoO₂(180-190)<LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂(200)<Li(Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3})O₂(230)<LiMn₂O₄(240)<LiFePO₄(250)

また、Overcharge した時の熱暴走開始の順番は以下である。

LiCoO₂<Li(Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3})O₂<

LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂<LiMn₂O₄<

LiFePO₄

[所感]熱発生から見ると鉄オリビンが熱暴走に入る温度が高く、有利である。ただし、NMC 系、スピネルマンガン系と比較するとその差は数十度程度しかなく、実験バラツキ等を考えると有意な差といえるかの判断は難しい。この温度差がどの程度安全性に効くのかは、やはり最終形に近い実電池（モジュール電池、パック電池等）で評価する必要があるように思われた。

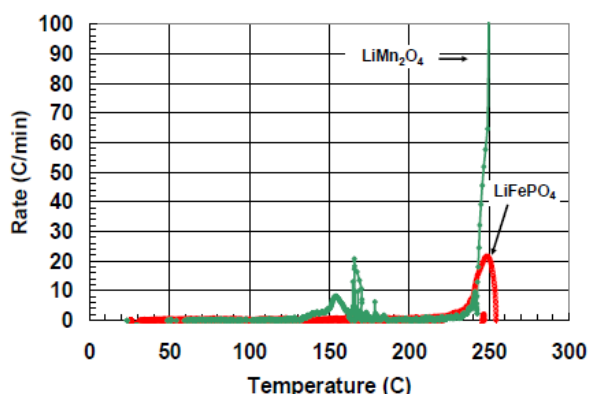


図19 26650 cells を用いた熱量評価結果比較（LiFePO₄とLiMn₂O₄）
（出典 から引用）

9)【Abs #1277】”Chemical Redox Shuttle – Design for High Voltage”, 3M Company [概要]過充電を防止するためのレドックス(酸化還元)シャトル添加剤に関する報告である。図 20 で示した酸化電位 3.92 V の低電圧正極（リン酸鉄）向けのレドックスシャトル添加剤（L-19843）に対して、メチル基をフッ化アルキル基とすることにより、酸化電位を 4.25 V と高電圧化することができ 4 V 級正極への適用の可能性が見えた。高電位化の候補として、以下の 3 つを検討している。

- O-CH₃-CF₃
- O-CH₂CF₂H
- O-CH₂CF₂HCF₃

[所感]レドックスシャトル添加剤を用いれば、電池の過充電防止につながり、多数電池のパックの場合の電池間の電圧レベルの調整効果にも期待できる。現状は

安全上の対策から、保護回路や各セル間の電圧調整機構が必要と考えられている。本コンセプトが成立すれば、システムを簡素化できる可能性がある。

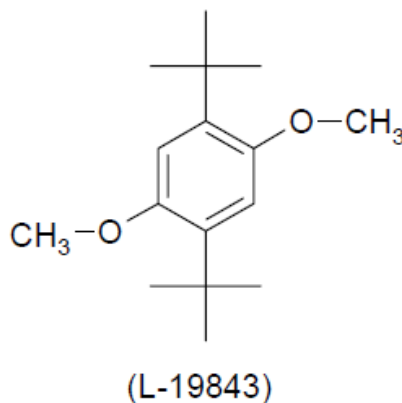


図20 3M's 3.9Vレドックスシャトル添加剤の構造
（出典 から引用）

2.5 全体を通した所感

今回参加した PRiME 2008 は ECS と電気化学会の共催による日米合同大会となっていたこともあり、蓄電池に関する発表件数も約 360 件と大変盛況であった。毎年開催されている秋の ECS は世界中から一流の研究者が集まる主要な学会であり、最新の研究動向を理解する上で非常に重要な学会と位置づけられる。とりわけ主催国である米国そして日本からの研究発表が多く、両国の研究レベルを評価するには大変良い機会と考えられる。

全体を通しての印象として、日本は材料系を変えて性能改善を狙うアプローチが多いのに対し、米国は国立研究所を中心に、計測、解析、シミュレーション等を用いて、現象解析に重きを置く進め方をしているように感じた。蓄電池分野に関しては、日本が世界をリードしていると言われているが、中国、韓国の追い上げは厳しい。また米国は、国を挙げた支援策による研究開発が強化されつつある。このような環境の中、NEDO としても、各国の研究動向をしっかりと把握し、適切な政策が実行できるよう、引き続き海外情勢をウォッチしていきたい。

出典

Reproduced by permission of ECS – The Electrochemical Society.

214th ECS Meeting PRiME 2008

Program Information

B9 - Rechargeable Lithium and Lithium Ion Batteries

http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/programs.aspx?m_id=214&s_id=174

[Abs#]1133

[Title]The Performance of Lithium-ion Battery Cathodes Composed of Multiple Materials

[Author, Organization]Paul Albertus and John Newman

Department of Chemical Engineering, University of California, Berkeley, CA 94720-1462

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1133.pdf>

[Abs#]1146

[Title]Structural and Electrochemical Studies of Chemical Solution Derived $x\text{Li}_2\text{MnO}_3\text{-}(1-x)\text{Li}[\text{Mn}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}]\text{O}_2$ and $\text{Li}[\text{Mn}_{1/2-x}\text{Ni}_{1/2-x}\text{Cr}_{2x}]\text{O}_2$ Cathodes

[Author, Organization]N. Karan, D. Pradhan (university of puerto rico, San Juan), J. J. Saavedra-Arias (University of Puerto Rico, San Juan), R. Thomas (university of puerto rico , San Juan) and R. Katiyar (University of Puerto rico)

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1146.pdf>

[Abs#]1153

[Title]Shape Controlled Synthesis and Shape Dependent Electrochemical Properties of LiFePO_4 Crystals

[Author, Organization]Z. Lu, J. Deng and C. Chung (City University of Hong Kong)

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1153.pdf>

[Abs#]1253

[Title]Advanced anode for high energy and high power lithium batteries

[Author, Organization]D.J.Burton, G.A.Nazri et al., Applied Sciences Inc. and General Motors

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1253.pdf>

[Abs#]1184

[Title]Si Nanoparticles as Negative-Electrode Materials for Solid-State Lithium-ion Batteries

[Author, Organization]J. E. Trevey (University of Colorado), Y. Jung, F. Xu, C. Stoldt and S. Lee (University of Colorado at Boulder)

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1184.pdf>

[Abs#]1256

[Title]Lithium-Metal Alloy Electrode Configurations for Advanced Lithium Ion Batteries

[Author, Organization]B. Scrosati (University of Rome), J. Hassoun (Sapienza University of Rome), G. Derrien (Université Montpellier, France) and P. Reale (Sapienza University of Rome)

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1256.pdf>

[Abs #]1191

[Title]Fabrication of Nanoscale High-Order Hierarchical Sn/C Composites for Highly Reversible Li⁺ Ion Storage

[Author, Organization]D. Deng, and J.Y. Lee, National university of singapore, SINGAPORE

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1191.pdf>

[Abs#]1265

[Title]Rechargeable Li Metal Cells Using N-Methyl-N-butyl pyrrolidinium Bis(trifluoromethane sulfonyl)imide Electrolyte Incorporating Polymer Additives

[Author, Organization]Joon Ho Shin, P. Basak(1), J.B. Kerr(1) and Elton J. Cairns(1,2)

1)Lawrence Berkeley National Laboratory and 2)University of California Berkeley, California, USA

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1265.pdf>

[Abs #]1277

[Title]Comparative Abuse Response of Li-Ion Cells with LiFePO₄ and LiMn₂O₄ Cathodes

[Author, Organization]E. P. Roth, Sandia National Laboratories, PO Box 5800, Albuquerque, NM 87185-0614, USA

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1277.pdf>

[Abs #]1278

[Title]Chemical Redox Shuttle – Design for High Voltage

[Author, Organization]W. M. Lamanna*, M. Bulinski*, J. Jiang*, D. Magnuson*, P. Pham*, M. Triemert*, J. R. Dahn**, R. L. Wang**, L. Moshurchak**, R. Garsuch**

* Electronic Materials & Markets Division 3M Company, St. Paul MN 55144

** Department of Physics and Atmospheric Science Dalhousie University, Halifax, NS, Canada

<http://www.electrochem.org/meetings/scheduler/abstracts/214/1278.pdf>