

1. ごあいさつ

寒い日が続く今日この頃いかがお過ごしでしょうか。株式会社アイリンクの照井清一です。

11月に共著で「文系出身者が2時間で製造業がわかる本」を出版しました。製造業の理解に必要なものづくりの知識を文系の方にもわかりやすく書きました。この本をきっかけに多くの方が製造業に興味を持ち製造業を応援してもらえればと思います。編集の方にわかりにくい表現や書き方を数多く指摘し

ていただき、文章力のなさを実感し、大変でした。でも、ある女性から「私でもわかる。とても分かりやすい」と言われ、やっと報われた気がしました。



2. 電池はエンジンを駆逐するのか？バッテリーの進化

2017年に入り、ガソリン車とディーゼル車の販売をフランス、イギリスは2040年に、オランダとノルウェーは2025年までに禁止すると発表しました。中国は2019年にEVかPHVの割合を、全体の10%にする

発表しています。各メーカーも本格的にEVの量産に乗り出しました。はたして今後はEVに切り替わるのでしょうか。そのカギを握る最新の電池開発について調べました。

1) 現在の電池の性能

現在最も高性能な二次電池はリチウムイオン電池です。EV、携帯電話やノートパソコンに数多く使われています。

長所は、エネルギー密度が最も高く電圧も3.6Vと高い、寿命が長く高速充電や大電流の放電が可能などです。

短所は、過充電で発熱し最悪の場合は破裂・発火します。そのため、過充電にならないように充電は高精度な電圧制御が必要です。また外力が加わると内部で短絡し発火事故を起こす危険もあります。

2006年6月、デル社のノートパソコンが発火・炎上しました。原因はリチウムイオン電池に金属粉が混入し、内部でショートが発生したためでした。

2013年1月、ボーイング787型機に搭載されたリチウムイオン電池が発火しました。原因は搭載された電池セルの内部でショートが発生し熱暴走を起こしたためでした。

またリチウムは地球上に広く分布していますが、採掘は塩湖に凝縮されたリチウム鉱床に限られ貴重な金属です。その産地はチリ、ボリビア、オーストラリア、アルゼンチン、中国などです。



図1 リーフのリチウムイオン電池
(Nissan Leaf at the 2009 Tokyo Motor Show)



図2 ボリビアのウユニ塩湖
(Salt mounds in Salar de Uyuni, Bolivia.)

2) 次世代電池

リチウムイオン電池の性能はEVの電源としてはまだ不十分です。そこで次世代電池の開発が進んでいます。中にリチウムイオン電池の10倍以上の

性能が期待されているものもあります。その中で有力な全固体電池、リチウム空気電池、アルミニウム空気電池、大容量キャパシタについて以下に述べます。

① 固体リチウムイオン電池

リチウムイオン電池の電解液を固体電解質に置き換え、負極をカーボンから金属リチウムに変えた電池です。負極を金属リチウムにすることでエネルギー密度は大幅に向上し、しかも固体電解質

にすることで発熱や短絡がなくなり、安全な電池が実現できます。これにより従来のリチウムイオン電池の1.6倍の重量エネルギー密度と、5~10倍の寿命が可能です。

トヨタ自動車は2020年代前半には固体リチウムイオン電池を実車に搭載する計画です。一方 TDK は、2017年11月にチップタイプの固体電池を2018年4月に

発売すると発表しました。この固体電池は大きさ4.5×3.2ミリ、容量は100マイクロアンペアで、基板に直接実装し、IoTデバイスなどに用いられます。

② リチウム空気電池

全固体電池の次の世代の電池として期待されているのが空気電池です。リチウム空気電池は、負極側に金属リチウム、正極側に空気極を用いる電池で、理論的にはリチウムイオン電池の15倍の容量が可能です。一方で酸化リチウムが正極にこびりついて放電が阻害される問題がありました。

2009年に産業技術総合研究所は正極側と負極側の電解液の間を固体電解質で仕切ることによってこれを解決しました。この電池は放電した後、負極の金属リチウムをカセット式にして電解液と一緒に交換すれば充電しなくても直ちに再使用できます。二次電池というより燃料電池のような使い方ができます。

③ アルミニウム空気電池

負極にアルミニウム、正極に空気極を用いた電池で、理論的にはリチウムイオン電池の12倍の容量が可能です。性能はリチウム空気電池に劣りますが、高価なリチウムを使用しないためコストダウンが可能です。

このアルミニウム空気電池の実車もすでにあり、アメリカのAlcoa社とイスラエルPhinergy社は、2014年6月、アルミニウム空気電池を使った電気自動車をカナダで公開しました。電池は重量約50kg、航続距離は1600kmでした

しかし負極のアルミニウムが正極で酸素と結びついて放電する際、酸化アルミニウムが正極に蓄積し充電できなくなる問題がありました。

ところが今年、充電できないと考えられていたアルミニウム空気電池に充電の可能性が出てきました。富士色素は2017年6月、アルミニウム空気電池の空気極側に、窒化チタンもしくは炭化チタンを用いることで充電が可能になったことを発表しました。実際にボタン型のアルミニウム空気電池を試作し、安定的に充電・放電ができました。

そこでトヨタ自動車は充電できない一次電池とし、乾電池のように交換することを検討しています。

④ 大容量キャパシタ

電池ではありませんが、キャパシタ、つまりコンデンサも電気を貯めたり、放電できます。市販のキャパシタは容量が小さく、とても車を動かさませんが、これを大容量化し電池の代わりに使う試みが行われています。

またブレーキの際、回生エネルギーの回収もキャパシタを使えば効率よくできます。すでにホンダのフィット、マツダのアクセラなどにはキャパシタが装備されています。

実は電池は瞬間的に大電力を取り出すのは苦手です。そのような使い方をすると電池の消耗が激しくなります。これに対してキャパシタは内部抵抗が低いので短時間に大電力を蓄えたり、放出したりできます。また頻繁に充放電を行っても劣化は少ないです。

この短時間に大電力を蓄えられる特性を生かして、路線バスに大容量のキャパシタを電池の代わりに積んで、バス停ごとに充電して走行するEVバスが実用化されています。上海では、大容量キャパシタを用いたEVバスが2006年から商用運転されています。各バス亭での乗降時間、30秒の充電1回で5km以上走行できます。

自動車では発進などで瞬間的に大電力を使用するため、その際キャパシタに蓄えた電気を使用することで電池の消耗を抑えることができます。

今後EVの航続距離を延ばすために後述の非接触給電を行うようになると、EVにキャパシタは必須となるかもしれません。

3) 燃料電池

トヨタ自動車のミライが世界初の市販燃料電池自動車として脚光を浴びましたが、世間の注目はEVと自動運転に移り忘れ去られた感があります。またミライには水素の供給の問題があります。

研究が進んでいます。発電用の燃料電池はアルコールや天然ガスを燃料とし、発電効率は90%と火力発電所をはるかに上回ります。この燃料電池を小型・軽量化すれば、バスやトラックの電源として活用が期待されます。

実は燃料電池は、ビルや発電所の発電施設として

① 固体高分子形燃料電池 (PEFC, Polymer Electrolyte Fuel Cell)

ミライなどの自動車や家庭用燃料電池で採用している方式です。小型の装置で大電力が取り出せ、運転温度も 80-100°Cで低いという特徴があります。ただし燃料に水素を用いる場合は、触媒に高価な白金が

必要になります。この白金の使用量を減らしコストを下げるのが課題です。発電効率は 30-40%程と燃料電池としては比較的低い方です。

② 固体酸化物型 (SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)

700~1000°Cの高温で反応させる燃料電池で、発電効率は燃料電池の中で最も高く、高温の水蒸気改質処理により都市ガスや天然ガスが使用できます。また白金の触媒も不要です。さらに高温の排熱を利用して蒸気タービンを回す複合発電により 90%の発電効率を実現します。一方 1000°Cという高温は、構造物の強度や耐久性に問題が生じやすいため、反応温度を下げる研究が行われています。

2005年、大阪ガスと京セラは発電効率が45%を超える1kW小型SOFCを発表しました。これは反応温度を700°Cまで下げることで小型化も実現しました。2012年4月には、46.5%と家庭用としては世界最高水準の発電効率の家庭用SOFC「エネファーム type S」を販売しました。なお、このプロジェクトにはトヨタ自動車とアイシン精機も参画していました。

4) 非接触給電システム

バッテリーの電気だけに頼らず止まった時に非接触で給電して航続距離を伸ばす方法です。総務省は車両の非接触給電システムの搭載は2020年に20%、2030年には50%に達すると予測しています。

非接触給電には、米ベンチャー企業「ワイトリシティ社」が開発した「磁界共鳴方式」と、日本の「ビー・アンド・プラス社」が開発した「電磁誘導方式」の2つがあります。

● クアルコム社の非接触給電システム

世界的な半導体企業のクアルコム社はニュージーランドのベンチャー企業「HALO(ヘイロ) IPT」を買収し、ワイヤレス給電システムに進出、ルノーのEV「フルーエンス」や日産リーフに提供しています。

● IHIの非接触給電システム

IHIは、2011年に送電機上に車両が近付くと自動的に充電し、約8時間でEVを満充電にする「磁界共鳴方式」駐車場システムを、ワイトリシティ社と開発しました。2019年頃の実用化を目指しています。

● バス・トラック向けにワイヤレス給電

東芝は早稲田大学と共同でEVバスの充電設備を乗用車と共有するワイヤレス充電バスの実証研究を川崎市川崎区などで行う計画です。

同社の磁界共鳴方式の非接触充電システムは、地上に置いた送電コイルから、車両に搭載した受電コイルまで上下方向に17cm離れても充電でき、バスの高い車高にも対応できます。

5) 電池駆動の将来

では次世代電池が登場すればEVの性能はどのように変わのでしょうか。予想される電池の性能から、EVの性能を独自に予想してみました。これは次世代電池の理論エネルギー密度と現状のリチウム

イオン電池の理論エネルギー密度の比から、次世代電池の重量を計算し、総重量を計算したものです。これをガソリン車と比較したものを表1に示します。

表1 電池の種類とEVの性能比較

	ガソリン	鉛蓄電池	NiCd電池	Ni水素電池	リチウムイオン電池	リチウム金属個体電池	リチウム空気電池	アルミニウム空気電池
理論重量エネルギー密度 (Wh/kg)	13,000	30~40	40~60	30~80	510	810	2650 (5200)	4302
比(リチウムイオン電池を1とした場合)	12.6	0.22~0.3	0.3~0.6	0.22~0.6	1	1.59	5.2	4.3
実重量エネルギー密度 (Wh/kg)	1,700	30~40	40~60	30~80	135	214	701	580
航続距離600kmに必要な電池重量 (kg)	29	1,418	993	903	368	232	71	86
総重量 (kg)	1,139	2,448	2,023	1,933	1,398	1,262	1,101	1,116
				新型リーフ 200kg				交換式 400kg

表 1 からガソリン車と同等の航続距離 600km を実現するには、368kg のリチウムイオン電池が必要です。トヨタ自動車は 2020 年代に投入を予定している全固体電池では電池重量は 232kg です。これが次世代のリチウム空気電池では 71kg になりガソリン車と遜色がなくなります。むしろ性能よりもコストが問題で、コストを下げるためには

● EV は社会インフラの問題

EV の課題の多くは現在の技術でも解決可能です。ただしメーカーだけでなく、道路、充電設備、バッテリーの交換など社会インフラの整備が必要です。これらをいち早く整備し制度的に EV を優遇

現在、この分野では非常に多くの企業、研究機関が次世代電池や電池材料の研究にしのぎを削っています。イノベーションはプレイヤーが多いほど加速します。これから様々なイノベーションが

高価なリチウムを使わない工夫も必要です。また電池の容量が大きくなれば充電時間が長くなる問題もあります。これを解決するには大容量キャパシタや電池交換式など複数の技術を組合せることが必要になります。一方長距離を走るバスやトラックは、EV より天然ガスやメタノールを使用する小型の燃料電池が主流になるでしょう。

した国が EV の覇権を取ると考えられます。

EV は大量に発電所も必要とするという意見もありますが、効率の高い最新の燃料電池発電プラントをビルの屋上や地下に設置すれば解決可能です。

生まれると思います。そして、従来のエンジンは少数になり、新たなシステムがとって代わるのではないのでしょうか。

3. 未来戦略ワークショップ「教科書に載っていない中国企業の経営戦略」

経営環境の変化や経営事例などを学ぶ勉強会「未来戦略ワークショップ」12月には「電池はエンジンを駆逐するのか？ バッテリー戦争」本ニュースレターで取り上げた電池とEVについてより深く掘り下げて考えます。勉強会はどなたでも参加できます。詳細は以下にあります。

<http://ilink-corp.co.jp/1669.html>

日時 12月17日(日) 9:30~12:00

場所 刈谷市総合文化センター アイリス
(中央生涯学習センター) 401 研修室
刈谷駅南口 徒歩3分

参加費 500円

前日までに、FAX、電話(0564-55-5661)

又はメール(terui@ilink-corp.co.jp)でお願いします。

4. お知らせ

冒頭にお伝えした「文系出身者が2時間で製造業がわかる本」ものづくりの現場のことをわかりやすく解説した文系の人も読める本です。実際、製造業の事務の方や新入社員の教育にも使って頂いて

います。応用編として加工精度やCFRPなど先端分野についてもわかりやすく書きました。税込み1,944円です。アマゾンでご購入いただけます。



5. 編集後記

今回は文字ばかりになってしまいました。その中で表1で独自に次世代のEVを定量的に示してみました。これをつくってみてEV時代が来ることを確信しました。

本ニュースレターが不要な方はお手数ですが下記通信欄に、お名前又は社名と「不要」とご記入の上、FAXして頂くか、メールにて不要とお知らせください。

通信欄

最後まで読んで頂きありがとうございました。

株式会社アイリンク 代表取締役 照井清一

〒444-0202 愛知県岡崎市宮地町馬場 17-1

TEL 0564-55-5661 FAX 0564-52-5364

URL : <http://www.ilink-corp.co.jp>

Email: terui@ilink-corp.co.jp

Facebook : <https://www.facebook.com/se.terui>

メルマガ

<http://ilink-corp.co.jp/malmag.html>

