

ワイヤーハーネスレスに現実味

小さな半固体電池がクルマを大きく変える！ 105°C対応車載用電池 「EnerCera® (エナセラ)」が与えるインパクト

日本ガイシは2021年度上期に、105°Cという高温条件での使用に耐えられるリチウムイオン二次電池「EnerCera (エナセラ)」Coin (コイン) の量産出荷を開始する予定だ。独自技術を用い、従来のリチウムイオン二次電池とは一線を画す構造の“半固体電池”であり、これまで不可能だった“クルマに搭載できる電池”を実現した。この車載対応二次電池が切り開いていこう自動車未来を紹介していこう。

小さなボタン型電池が、自動車の在り方を大きく変えようとしている――。

いま、自動車は、コネクテッド (Connected)、自動運転 (Autonomous)、シェアリング (Shared&Service)、電動化 (Electric) という4つのメガトレンドの頭文字をとった「CASE」という言葉に代表されるように、100年に1度の大きな変革期を迎えている。こうした大変革期を迎えた自動車は、あらゆる面で進化を遂げてその姿を一変させようとしている。その中で、自動車の進化を実現する新たなテクノロジーの開発も活発化し、自動車の未来を切り開く新たなテクノロジーが次々に生まれている。その1つが、「半固体電池」と称される新型リチウムイオン二次電池「EnerCera」(エナセラ)だ。

ワイヤーハーネスレス実現に必要な電池

自動車で“電池”といえば、電気自動車 (EV) の走行用モーターを駆動するための“大型電池”をイメージする方が多いだろう。自動車は、走行用モーターを駆動する大型電

池の進化を求めていることは間違いないが、大型電池だけを求めているわけではない。ボタン電池クラスの“小さな電池”も、自動車の未来を実現する上で不可欠なテクノロジーとして、進化が要求されているのだ。

小さな電池の進化で実現が期待される究極の未来が“ワイヤーハーネスレス自動車”だ。ご存じの通り、燃費や電費を高めるために自動車の軽量化が進んでいるが、軽量化を阻害する要因としてワイヤーハーネスの重量増がある。自動車の機能増とともに搭載数が増えてきた ECU 間を結ぶワイヤーハーネスの本数が増え、自動車重量の大きな割合を占めるようになってきている。ECU の統合化や通信の無線化などでワイヤーハーネスを減らす取り組みが行われているものの、ワイヤーハーネスを完全に無くすことは不可能だ。なぜなら、ECU に電源を供給するためのワイヤーハーネスという存在があるためだ。電源供給用ワイヤーハーネスを無線化するには、マイクロ波給電などのワイヤレス給電技術や環境発電 (エナジーハーベスト) といった技術とともに、ECU それぞれが電力をためておく“電池”が必要になるわけだ。

「ECU を駆動できる電池ぐらい、既にあるじゃないか」と思う方は多いかもしれない。だが、実は ECU を駆動できる“実用的な電池”はこれまで存在しなかった。エンジンルーム外でも 105°C までの高温動作が要求される車載の要件を満たす二次電池が実用化レベルになかったためだ。スマートフォンなどさまざまなモバイル機器に採用される一般的なリチ

ウムイオン二次電池が対応できる温度は最高で 60°C 程度で、車載要件を満たすには遠く及んでいなかった。車載要件を満たす高温動作可能な二次電池が存在しなかった故に、ワイヤーハーネスを完全に無くす“ワイヤーハーネスレス”は常識外の夢として語られる程度で、あまり注目されてこなかったと言えるだろう。

しかし、これまでの常識を覆し、“ワイヤーハーネスレス”の実現により現実味を帯びさせる二次電池が登場した。それが、EnerCera だ。

車載を可能にした全く新しい電池「EnerCera」とは

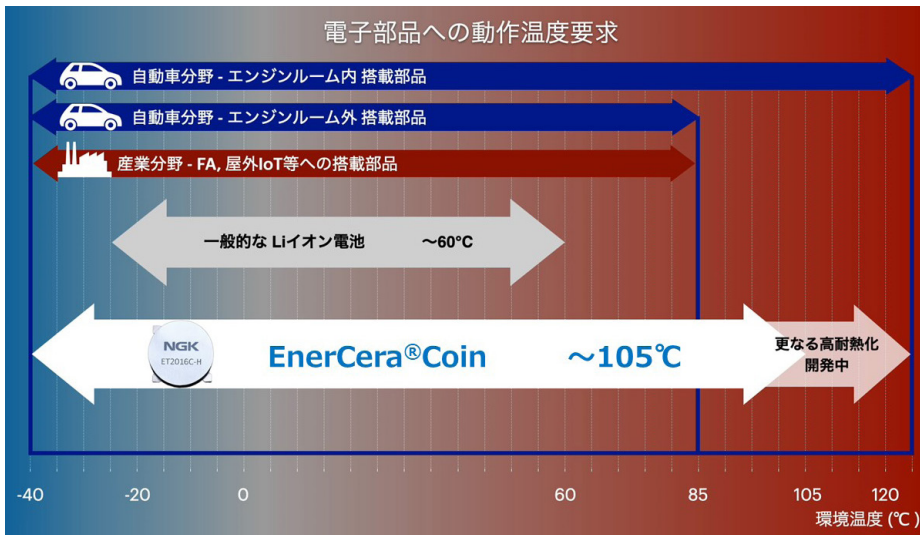
日本ガイシが開発した EnerCera は、これまでのリチウムイオン二次電池と一線を画す、全く新しい電池で、“半固体電池”とも呼ばれる。

一般的なリチウムイオン二次電池は、セラミックスなどの電極活物質の粉末と導電助剤および、それらを結着させる有機バインダーで正極を構成する。そして正極と負極の間のセパレーターとして電解液を用いる構造が一般的だ。この構造では、60°C を超えるような高温環境になると有機バインダーが電解液と反応してしまい、電極活物質の粉末と導電助剤を固定する結着力が低下する。そのため、高温にさらすと、激しく電池性能が劣化し、場合によっては正極と負極のショートや発火を起こすことになるわけだ。

これに対し EnerCera は、一般的なリチウムイオン二次電池とは正極の構造が全く異なる。「結晶配向セラミックス正極板」と呼ぶ 1



日本ガイシの独自リチウムイオン二次電池「EnerCera」(エナセラ)



電子部品への動作温度要求と「EnerCera Coin」が対応する温度範囲

枚のセラミックスの板だけで正極を構成。導電助剤、そして高温下で電解液と反応し、劣化、発火を招く有機バインダーを一切使用していない。そのため、根本的に熱に強く、長寿命なのだ。

日本ガイシ執行役員でエレクトロニクス事業本部 ADC 事業部長の大和田巖氏は「一般的なリチウムイオン二次電池の正極に使用される電極活物質は、多結晶で、それぞれの結晶の向きはバラバラ。リチウムイオン／電子は、結晶の向きに従って動くため、結晶同士

の向きがバラバラだと、リチウムイオン／電子の動きを阻害する。そのため、電極活物質を粉末状にして結晶の数を減らすとともに、リチウムイオンや電子の伝導性を高める導電助剤を有機バインダーで結着させる必要があった」という。

これに対し、EnerCera が正極に使用する結晶配向セラミックス正極板は、その名の通り、多結晶セラミックスによる正極活物質ながら結晶の向きがそろっているもの。極めてリチウムイオン／電子の通りがよく、わざわざ活物

質を粉末にする必要も、導電助剤を使う必要もなく、厄介な有機バインダーを含まないリチウムイオン二次電池が実現できたのだ。

リチウムイオン／電子の通りがよいため EnerCera は、低抵抗で、高エネルギー密度を実現しやすく、大電流放電にも対応しやすいといった特長を持つ。

なお、高温に強い次世代電池として、セパレーターに電解液ではなく固体電解質を使用した“全固体電池”の実用化が進められている。これに対し、EnerCera は、セパレーターに有機電解液を採用しており“全固体電池”ではない。ただ、EnerCera は、多孔質セラミックス（ポーラスセラミックス）に少量の有機電解液を染み込ませてセパレーターを構成しているため外見上は“固体”。そのため“半固体電池”と呼ばれている。

大和田氏は「固体電解質はまだ開発途上にあり、イオン伝導率など特性は液体電解質に及ばず、エネルギー密度を高めることが難しくなっている。EnerCera は、特性に優れた液体電解質を使用しているために、高エネルギー密度と高耐熱／高信頼性を両立した電池として早期実用化を実現できた」と“半固体電池”こそその利点を説明する。

次世代電池として大きな注目を集める全固

日本ガイシ EnerCera Coin

独自技術 結晶配向セラミックス正極板

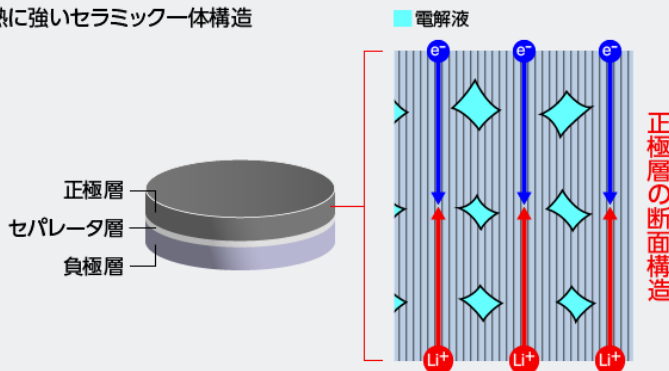
正極活物質が結晶の向きを揃えて焼結した構造

- 活物質内をLiイオン、電子が高速伝導
- 有機バインダー・導電助剤を含まない

独自技術 半固体電池

セラミック製の積層電池部材に少量の電解液を浸み込ませた構成

- 熱に強いセラミック一体構造



特長

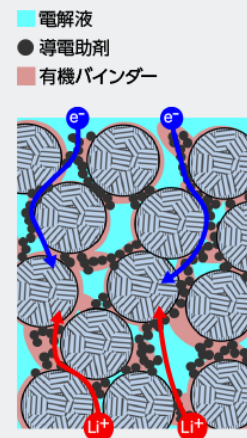
- ✓ 高エネルギー密度
- ✓ 低抵抗
- ✓ 高耐熱
- ✓ 長寿命

比較 一般的なリチウムイオン電池

粉末塗工型電極

電極活物質粉末を導電助剤とともに有機バインダーで結着した構造

高温では有機バインダーが電解液と反応し結着力低下



特長

- ✓ エネルギー密度の向上に限界
- ✓ 高抵抗
- ✓ 耐熱性が低い

体電池をもしのご性能を持つ EnerCera は、2019 年に量産を開始。曲げ耐性があり厚さ 0.45mm 以下のパウチ型製品「EnerCera Pouch」や、高耐熱性を生かしリフローハンダ実装対応のコイン型製品「EnerCera Coin」をラインアップし、スマートカード用途などで採用実績を積んできた。そして、まもなく 2021 年度上期に、車載用電子部品信頼性規格「AEC-Q200 グレード 2」などで求められる動作温度範囲「-40°C から +105°C」を視野に入れ、EnerCera Coin の量産出荷を始める。いよいよ、EnerCera が自動車の未来を切り開くフェーズへと突入することになる。

そこで、いくつか、EnerCera が切り開くであろう“自動車の未来”を紹介していこう。

リレーアタック対策 スマートキー

EnerCera が最も早く自動車の進化に貢献するであろう領域が「スマートキー」だ。厳密に言えば、既に海外自動車メーカーのカード型スマートキーで EnerCera Pouch が採用されているので、進化への貢献が始まっている領域になる。

スマートキーは、カード型スマートキーのように、薄型化、小型化が進むと同時に、多機能化が急速に進展しつつある。特に、昨今、社会問題化している「リレーアタック」による盗難を防止する機能の搭載が急務になっている。具体的には、自動車とキーの物理的な距離をセンシングするための UWB（超広帯域無線）

機能や、指紋センサー機能を追加して、セキュリティを高めるといった対策だ。

当然、UWB や指紋センサーといった機能を追加するとスマートキーが消費する電力量は増大する。スマートキーに搭載する一次電池の大きさが同じままであれば、これまで数年おきだった電池交換頻度は、数カ月間に 1 度程度と非実用的な水準に増える見込みだ。携帯性が重視されるスマートキーでは電池サイズをこれ以上大きくすることが難しいため、ワイヤレス給電など手軽に充電できる技術と組み合わせ、小型二次電池の採用が検討されている。

そうした中で、高エネルギー密度を有し、直接基板実装でき電池ホルダーが不要な EnerCera Coin の採用検討が進んでいるという。「使用頻度にもよるが、数カ月間に 1 度程度の充電頻度のリレーアタック対策スマートキーを実現できる見通し。EnerCera は、10 年使用しても 90% 程度の蓄電容量を保てる長寿命も特長で、電池交換不要のスマートキーを実現できるという点でも評価されている」（大和田氏）

進化版タイヤ空気圧 監視システム (TPMS)

ワイヤーハーネスレス化、自律電源による動作をいち早く実現している ECU といえるタイヤ空気圧監視システム (TPMS) でも、EnerCera は期待を集める電池だ。

これまで TPMS は、一次電池による自律電

源を持ち、無線通信で他の ECU とデータをやり取りしてきた。ただ、TPMS も、自動運転や ADAS（先進運転支援システム）の実現、進化に向けて、単にタイヤの空気圧だけを監視するだけでなく、路面状態をセンシングするなど新たな機能の搭載が不可欠になっている。こうした進化版 TPMS、タイヤセンサーの実現にも、容量の大きな電池が必要になる。

タイヤセンサーについても、スペースや重量に制約があり、一次電池の搭載量を増やすというわけにはいかない。センサーが大型化してしまうと、タイヤに装着しにくくなり、振動などにも弱くなるためだ。こうした背景から、105°C 対応と温度要件をクリアした EnerCera が期待を集めている。

ただ、二次電池である EnerCera をタイヤ内で使用するためには、EnerCera を充電する“発電”が必要になる。日本ガイシでは、既に振動発電素子技術を持つ企業などと協業。電池と発電、給電を組み合わせた“トータルソリューション”を提案できる体制を構築。既に数社のタイヤセンサーメーカーとともに実用化に向けた開発に着手しているという段階で、そう遠くない将来にタイヤ内に EnerCera が搭載される日が来る見通しだ。

ECU 用バックアップ電源

自動車の進化で欠かせない要素が“安全性”だ。安全性を高める 1 つの手段が冗長化であり、ECU の電源についても、そのことは当てはまる。

		液系リチウムイオン電池 (コイン型)	全固体電池	EnerCera Coin 半固体電池	スーパーキャパシタ
電池構成	電解質	有機電解液	固体電解質	有機電解液	有機電解液
	電極	活物質粉末塗工	活物質+固体電解質混合セラミックス	活物質セラミックス (有機電解液含浸)	活性炭粉末塗工
性能	エネルギー密度	○	×	◎	×
	自己放電	○	○	○	×
	出力 (大電流放電)	△	×	○	◎
耐久性 耐熱性	寿命	△	○	○ (~10年)	○ (~10年)
	耐熱性	×	○	○ (~105°C)	○ (~85°C)
	はんだリフロー	×	○	○	○

「EnerCera」と小型蓄電デバイスの特長比較

125°C耐熱品も開発中

品番・外観	ET2016C-R	ET1210C-H	ET2016C-H	ET920C	ET1616C
サイズ	Φ20 x 1.6mm	Φ12.5 x 1.0mm	Φ20 x 1.6mm	Φ9.5 x 2.0mm	Φ16 x 1.6mm
公称容量 (2.7V充電)	25mAh	4mAh	20mAh	11mAh	21mAh
公称電圧	2.3V			2.3V	
充電方式	定電圧(CV)充電 電流制御不要			定電圧(CV)充電 ソーラー腕時計向け設計品	
(参考値) 放電ピーク電流	60mA*	23mA*	50mA*	15mA*	40mA*
作動温度(推奨)	-40°C ~ 60°C	-20°C ~ 105°C		-20°C ~ 60°C	
耐熱温度(実装)	260°C (リフローはんだ付け対応)			- (電池ケース・ホルダー)	

* 0.1秒間放電時の電圧低下が0.5V以内 (25°C)

左3品番はIEC62133取得済み。右2品番は順次取得中
記載内容については予告なく変更する場合があります

「EnerCera Coin」の製品ラインアップ。125°C品の開発も進めている

ただ、これまで ECU の電源の冗長化は難しいものだった。先述の通り、自動車に搭載できる二次電池が存在しなかったため。そのため、セラミックコンデンサーなど容量の極めて小さな電子部品レベルでの電源バックアップ程度しか冗長化できなかった。

105°C対応 EnerCera により、こうした ECU のバックアップ電源の容量を桁違いに増やすことが可能になる。これは、自動車の安全設計を根底から変える可能性のある画期的なことだといえるだろう。

例えば、急速に普及するドライブレコーダー。万が一の事故で電源を失った場合でも、これまでであれば、数秒程度のバックアップ電源しか持てなかった。だが、EnerCera であれば、電源を喪失しても数分間にわたり、記録を続けることができるようになる。こうしたことは、あらゆる ECU に当てはまる。エンジン、オルタネーターが止まっても、しばらくドアロック解除や非常時の警報無線発信を動作させることにより、最悪の事態は避けられる。EnerCera は、クルマの安全性向上にも大きく貢献する見通しだ。

内装・HMI分散電源

EnerCera で ECU のバックアップ電源が実現された先には、マイクロ波給電などのワイヤレス給電や、環境発電などの技術と組み合

わせたワイヤーハーネスレスの世界が待ち受けるだろう。ECU は、まるで IoT エッジ端末のように、それぞれが自律電源を持ち、ワイヤレスでデータ通信する。未来のクルマは IoT ネットワークのようなシステムによって、走るようになるだろう。

そのためにはワイヤレス給電や環境発電技術の進化が必要で、少々先の話になりそうだが、「内装 ECU やヒューマンマシンインタフェース (HMI) 機器では分散電源への要求は高く、既に引き合いを得ている」(大和田氏) とし、単なる夢物語ではない実現性のある未来として捉えつつある。

特に、強い引き合いがあるのが、電子回路を樹脂内に埋め込む「インモールドエレクトロニクス」を活用した HMI システム用途だという。樹脂に埋め込んだ回路は、抵抗が高く弱い電流しか流せない上、電源を長く引き回してしまうと抵抗で電力を奪われ、IC などのデバイスを駆動する力も弱ってしまうという課題を持つ。そのため、IC などのデバイスのすぐ近傍に自律した電源を持つ必要がある。EnerCera は、樹脂への埋め込みに耐えられる耐熱性も有しており、インモールドエレクトロニクス応用 HMI システムに欠かせない電池として有望視されているわけだ。

2022年には125°C対応も—— さらに広がるEnerCeraの可能性

これまで不可能だった車載を可能にした二次電池・EnerCera が実現するであろう自動車の未来のアプリケーション例の一部を紹介してきた。紹介した例以外にも EnerCera は自動車のさまざまな進化に貢献することが期待されている。同時に、EnerCera 自体も進化を遂げ、さらに適用可能な領域を拡大していく見通しだ。既に AEC Q-200 のグレード 1 に相当する 125°C まで動作上限温度を高めた EnerCera の製品化のメドが立っており、より環境条件の厳しい領域にも使用できる EnerCera が 2022 年にも登場する見込みだ。大和田氏は「さらに高い温度にも耐えられるように開発を進めていく。高い温度に対応する技術を導入することにより常温でのエネルギー密度を高めることにもつながる。ワイヤーハーネスレス化などの自動車の進化に、より貢献できる電池を目指していく」と今後の開発方針を語っている。

なお、日本ガイシでは、EnerCera の最新情報やさまざまな応用例を紹介する特設サイトを展開している。ぜひ、EnerCera に興味のある方は訪れてほしい。

●エナセラ特設サイト
<https://energera.ngk-insulators.com/>

●お問い合わせ 日本ガイシ株式会社 エレクトロニクス事業本部 電子営業部
〒467-8530 名古屋市長区瑞穂区須田町 2-56 TEL : 052-872-7935 e-mail : energera-sales@ngk.co.jp