

日の丸全固体電池の将来

2023年金融研究部三田論E班

野間 康志郎

鈴木 悠真

トウーパーテミー ワンラヤポーン

要旨

次世代電池としてEVをはじめ、各分野から期待が集まる全固体電池。現在トヨタをはじめとした日本メーカーが技術開発で先行しており、中韓をはじめとした競合各国が開発を加速させている。そこで本稿では、今後の日本が全固体電池で世界を牽引し、日本が二次電池分野で長期的に勝ち残る戦略を提言する。

目次

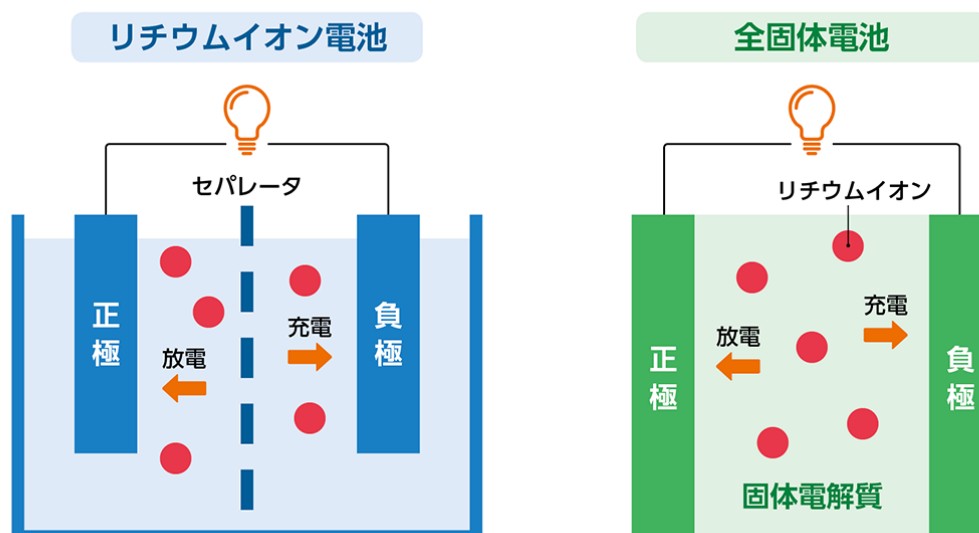
1. はじめに～全固体電池とは～...3
2. 現状分析...5
 - 2.1 電池業界市場規模・推移...5
 - 2.1.1 電池全体...5
 - 2.1.2 全固体電池...6
 - 2.2 全固体電池の活用例・市場成長要因...7
 - 2.2.0 全固体電池の長所...7
 - 2.2.1 EV業界...7
 - 2.2.2 ドローン業界...12
 - 2.2.3 スマホ・タブレット業界...13
 - 2.3 地域で見る競合現状分析...14
 - 2.3.1 日本...14
 - 2.3.2 欧米諸国...15
 - 2.3.3 東アジア諸国...17
3. 問題意識...21
 - 3.1 経済安全保障...21
 - 3.1.1 経済安全保障とは...21
 - 3.1.2 全固体電池の重要性...21
 - 3.2 独占...22
 - 3.3 中国との競争...23
4. 提言...24
 - 4.0 政府による投資の重要性...24
 - 4.1 直接投資...24
 - 4.2 日本主導の全固体電池の国際投資銀行の設立...25
 - 4.1.3 規格策定...26
 - 4.1.4 特許料戦略...26
 - 4.5 個人投資への免税...27
5. 展望...28
6. 参考文献...29

1. はじめに～全固体電池とは～

スマホ、パソコン、イヤホン、EV…

現在、我々の日常になくてはならないものに必ずと言っていいほど搭載されている、リチウムイオン電池。大容量でかつ比較的扱いやすい点から様々な製品に普及したが、内部の電解質に液体を用いているため、衝撃や温度変化に弱い、という欠点があった。全固体電池とは、固体電解質を用いてこの問題を解消し、副次的な効果として電池容量を更に大幅に増大するものである。この構想は1960年代から存在していたが、従来の固体電解質は液体電解質に比べて性能面で劣っていたため、実用化はされていなかった。しかし、2000年代に入り、液体電解質より性能の高い固体が発見されたため、全固体電池の開発が本格化し、現在は大量生産技術の開発フェーズにある。現時点で全固体電池は従来のリチウムイオン電池に対してエネルギー密度が高く、その上耐衝撃性や耐熱性も高く寿命も長いので、現在流通しているリチウムイオンバッテリーの需要を代替する次世代電池として期待されている。

<従来リチウムイオン電池と全固体電池の仕組み>



従来リチウムイオン電池と全固体電池の仕組み

(引用元:<https://article.murata.com/ja-jp/article/basic-lithium-ion-battery-4>)

・硫化物系全固体電池

現状最も実用化に近く、マクセルでは2023年度に量産が開始される。現状発見されている電解質の中では最もイオン伝導性が高い上、可塑性が高いため室温下でのプレス成形が可能であることから生産が容易。しかし、充放電には加圧が必要である上、製造時や事故時に有毒な硫化水素ガスが発生する懸念がある。加圧が不要なものも開発が進んでいる。

・酸化物系全固体電池

事故が発生しても水しか発生せず、原理的には最も安全。硬質であるため焼結成形しか選択肢がなく、開発する上で素材の選択肢が少なく、開発が難航している。

・バルク型全固体電池

粉や粒を集めた粉体を電極や電解質に使用している。固体電解質を使用しているものの、構造的にはリチウムイオン電池と似通っている。構成する固体電解質の品質によってその性能が大きく左右される。多くのエネルギーを蓄積できる容量の大きな電池が製造可能なので、電気自動車などのバッテリーに使用されることが見込まれる。

・薄膜型全固体電池

真空蒸着法やスパッタ法などの気相法とよばれる方法を使い、真空の電極上に薄い膜状の電解質を積み上げて製造される。バルク型全固体電池と比較すると、蓄えることができるエネルギーの量が少ないため、大容量の電池をつくることはできないが、製造が容易でサイクル寿命が長いという特徴を持つ。そのため、それほど大容量の電池を必要としない、センサーなどの小型デバイスに適しており、次世代のスーパーキャパシタとしても注目されている。

中韓など競合他国が全固体電池開発で猛追する中、日本はこの分野の開発で世界をリードする立場にありながら、日本は政府からの開発補助が手薄である。故に、以下では各国の全固体電池の開発事情や既存の電池の需要を振り返り、これから日本にできる経済効率的な政策を提言する。

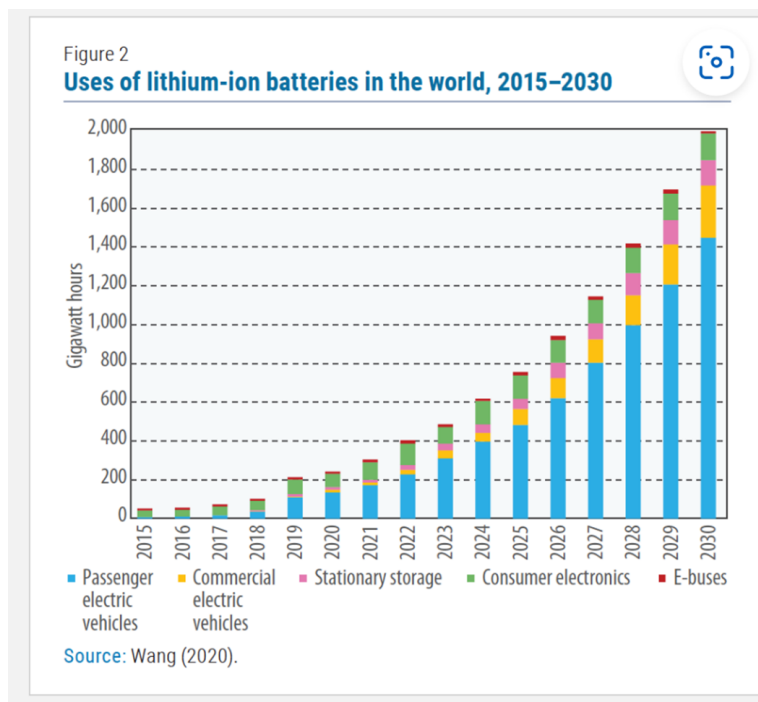
2. 現状分析

2.1) 電池業界市場規模・推移

2.1.1) 電池全体

以下の図(1)は、世界におけるリチウムイオン電池(現状一般に使われている電池)の業界全体の用途別の使用を表している。電池の使用は、2015年から拡大傾向にあり、2030年まで電池の使用が増加し続けると予想されている。また、同じ図(1)から、現状でも電池用途の最大シェアを占めている「一般乗客車両用電池」(水色)も少なくとも2030年まで電池の最も使われる用途だろうと予想されている。

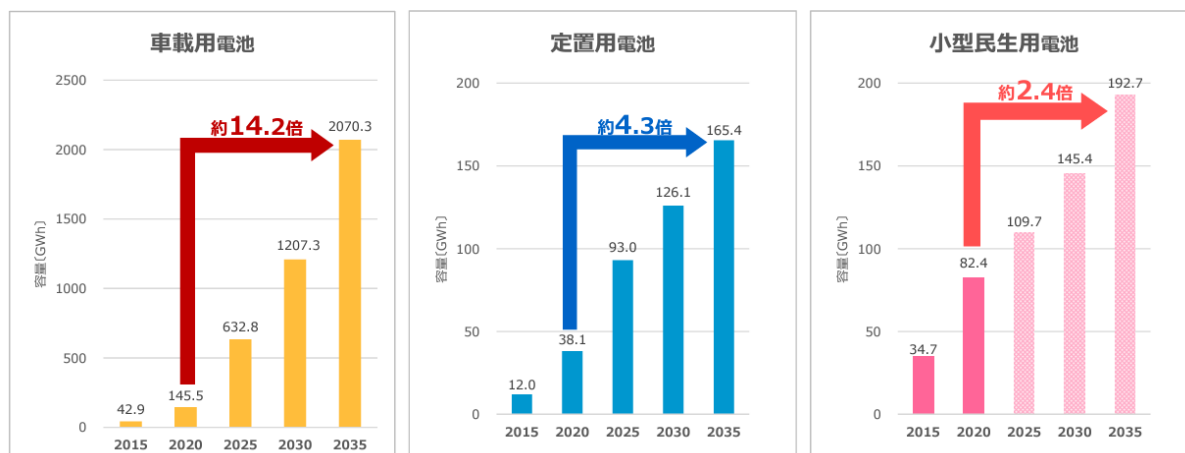
(図1)



(引用: [Frontier Technology Issues: Lithium-ion batteries: a pillar for a fossil fuel-free economy?](#) | Department of Economic and Social Affairs (un.org))

(図2 ↓)

蓄電池世界市場の推移 (容量ベース、世界)



引用元: 経済産業省 蓄電池産業戦略 2021年11月

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/chikudenchi_sustainability/pdf/001_s01_00.pdf

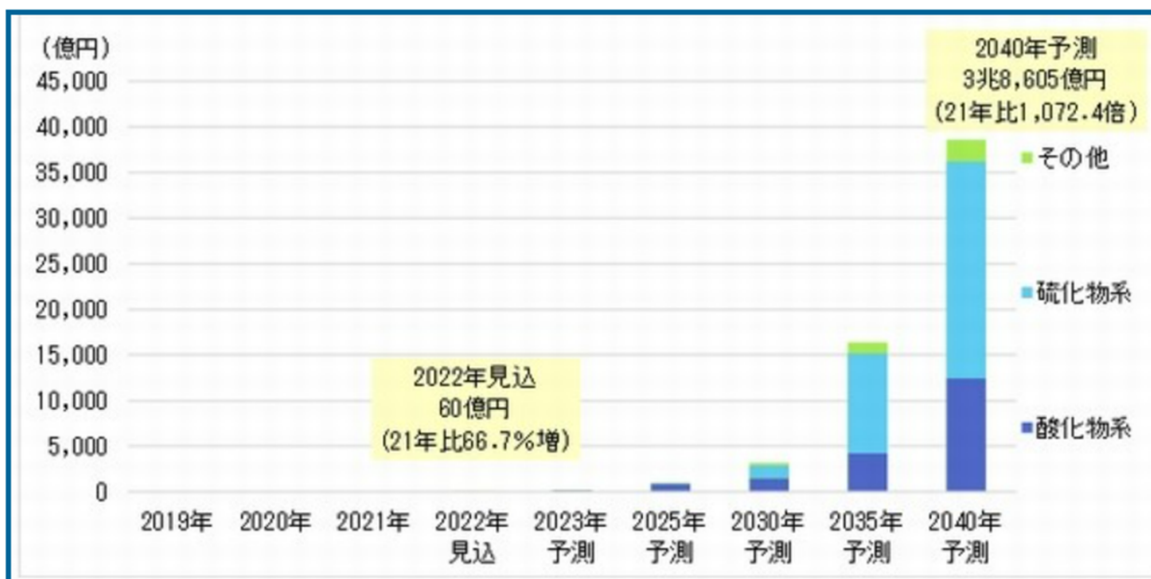
さらに、電池使用量の予測(図2)によると、車両用電池でも、工場や大型商業施設等の建物の非常時電源としての定置用電池でも、スマホ・タブレット、カメラ等などの中の電池を含む小型民生用電池でも、需要は増加し続けることが見込まれている。その中で、市場拡大の勢いが14.2倍と最も大きくなる「車載用」電池の急速な市場成長の大きな要因の一つはEE Timesなどのメディアによると、EV車(電気自動車)の普及の予測に大きく起因する。市場規模について、富士経済によると、世界で2022年には、8.9兆円であり、2025年には12.2兆円というほぼ25%市場価値の増加が見込まれている。

2.1.2) 全固体電池

全固体電池は、現状の電池と比較して、液体漏れの可能性の低下等による安全性の向上、EV等における急速充電の可能性、電気密度増加、それに関連したEV・ドローンの航続距離の倍増可能性などによって、全固体電池市場の大幅拡大が予想されている業界である。

以下の図(3)が示すように、業界全体の中でも全固体電池の市場規模は拡大傾向にある。富士経済の予測では、全固体電池は世界で60億円だけだった。しかし、産業経済新聞(4/7/2023)によると、2023年にその値が3倍も拡大して、世界で181億円となり、2040年には約4兆円規模にまで拡大することが見込まれている。これは、EV業界・ドローン業界・スマホ等業界などあらゆる場面で電池の活用が不可欠となるからである。

図(3)



全固体電池の世界市場予測 出所：富士経済

[全固体電池市場、2040年に3兆8605億円規模へ：富士経済が世界市場規模を予測 - EE Times Japan \(itmedia.co.jp\)](https://www.itmedia.co.jp/EE/Times/Japan/)

2.2 全固体電池の活用例・市場成長要因

2.2.0 全固体電池の長所

上記の「はじめに」にも触れたが、全固体電池には多くの利点がある。経済産業省の全固体電池に関する報告(2021年11月、2022年8月)、経産新聞(4/7/2023)や読売新聞(13/10/2023)によると、全固体電池の長所として、第一に現状の一般的な電池である液系電池と比べて、充電時間がより短く、液体漏れ、発火する危険性がほとんどないことなどの点が挙げられる。

第二に、全固体電池はエネルギー密度が通常電池と比べて非常に高く(経産省 2021年11月、2022年8月)、小型化しやすい(読売 13/10/2023)のも、現行の電池と比較した時の優位性である。言い換えれば、エネルギー密度が増加した分、同じエネルギーを得るために必要な電池の容量が減少するということである。つまり、全固体電池の場合、現状の電池と比べてより小さいサイズで製造したとしても、変わらずに大量のエネルギーを蓄えることができるということである。これによって、EV等の航続距離の倍増的拡大を可能にするのである(経産新聞4/7/2023)。

このように全固体電池は、充電速度向上の可能性による充電時間の短縮や危険性の低下(経産省 2021年11月、2022年8月)、エネルギー密度の増加による用途性能向上(経産省 2021年11月、2022年8月、経産新聞 4/7/2023)、小型化(読売 13/10/2023)による便利性などのあらゆる面における現状電池に対する優位性により、多くの業界で全固体電池の需要が増加している。ここでは、主にEV業界、ドローン業界、スマホ・タブレット業界という3つの業界について論じる。

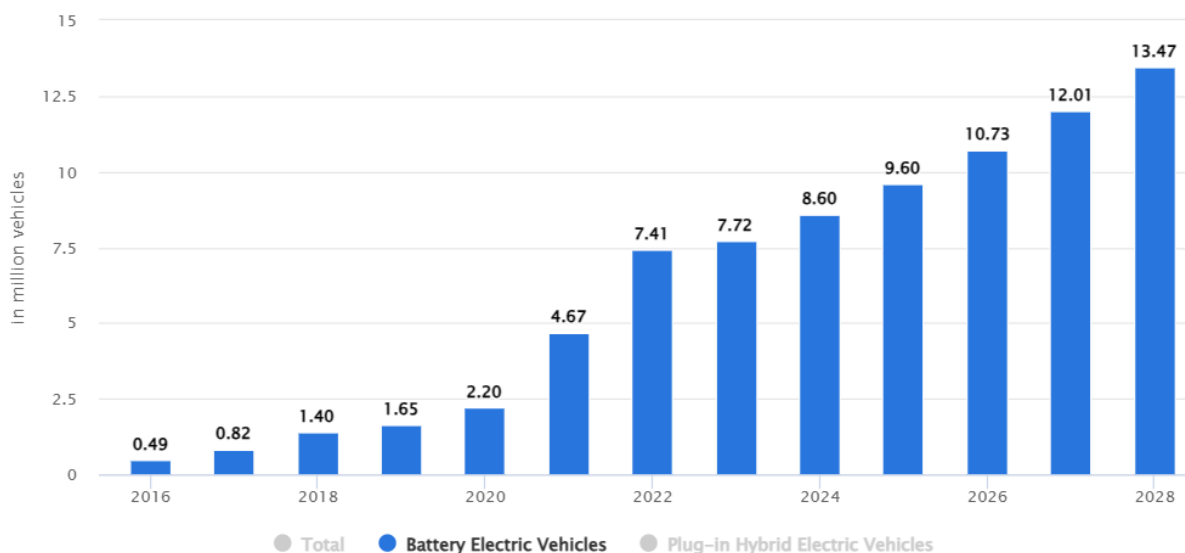
全固体電池はこれらの成長している市場で多く使われるため、全固体電池の研究開発も徐々に盛んになり、全固体電池の市場もそれに伴い成長していくと考えられる。

2.2.1) EV業界

EVはElectric Vehicleの略語であり、電気自動車を意味する。EVは今後の普及のため、市場の急速な規模拡大が想定されている。大まかに、EVには電池のみで運航するバッテリーEV (BEV) と、ガソリンエンジンと電気モーターの両方を搭載しているプラグインハイブリッドEV (PHEV) がある。以下の図(4a~c)は電池式のEV、プラグインハイブリッドEV (PHEV)、またその合計の販売台数を示しており、図(5a~c)はそれぞれの市場推移(USドル)を示している。2023年の販売台数は1064万台で、市場が5614億ドルという規模だが、2028年には販売台数が1707万台になり、市場規模が9067億ドルまで拡大することが見込まれている。このように、EV市場は年々加速度的に拡大している。

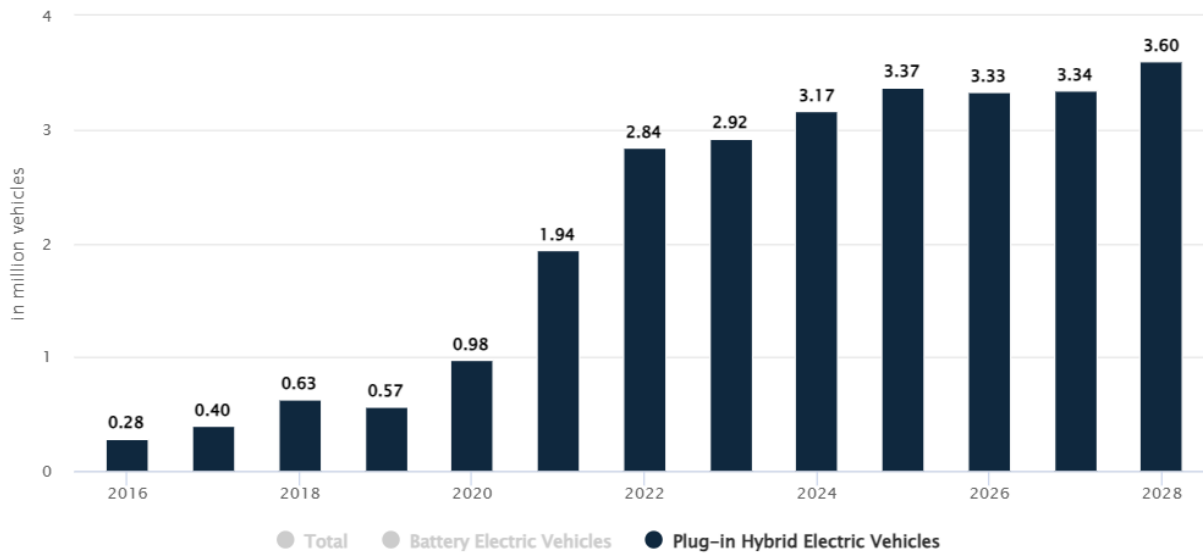
我々がEVに注目している理由は、上記に述べたように電池業界において最大のシェアを占めている用途は「車両運搬具」であるということにある。前項で述べたように、全固体電池はエネルギー密度の増加、充電速度の向上、発火の危険性の大幅な低下、小型化の実現という特徴がある(経済産業省、読売新聞など)ため、EVシフトがトレンドとなっている現在、車両用電池での全固体電池に注目が集まっている。

(図4a) バッテリーEV (BEV) 販売台数 (世界)



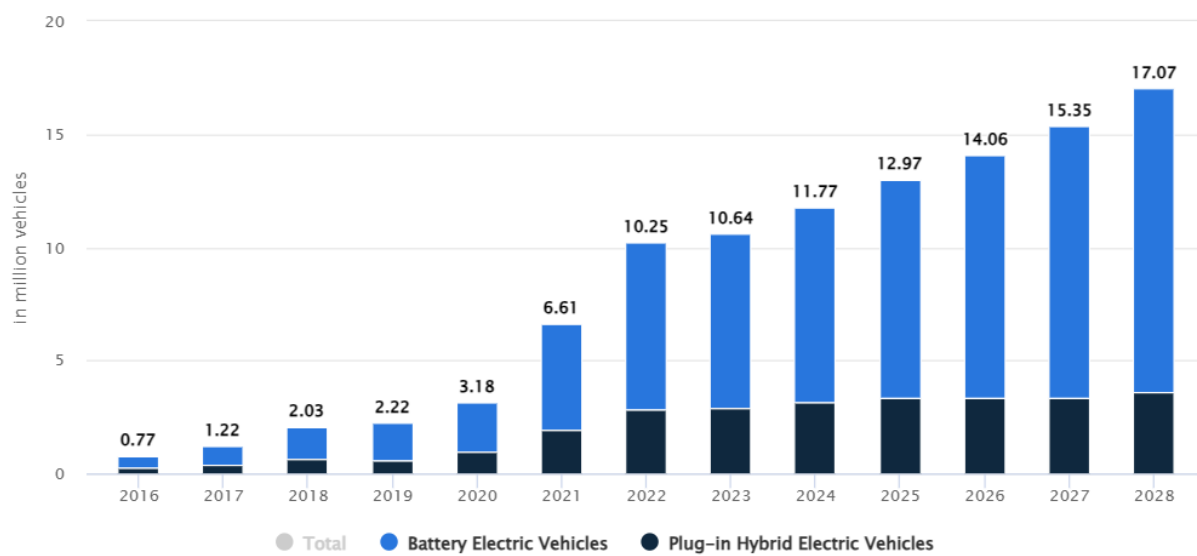
(出典: Statista より)

(図4b) プラグインハイブリッドEV (PHEV) 販売台数 (世界)



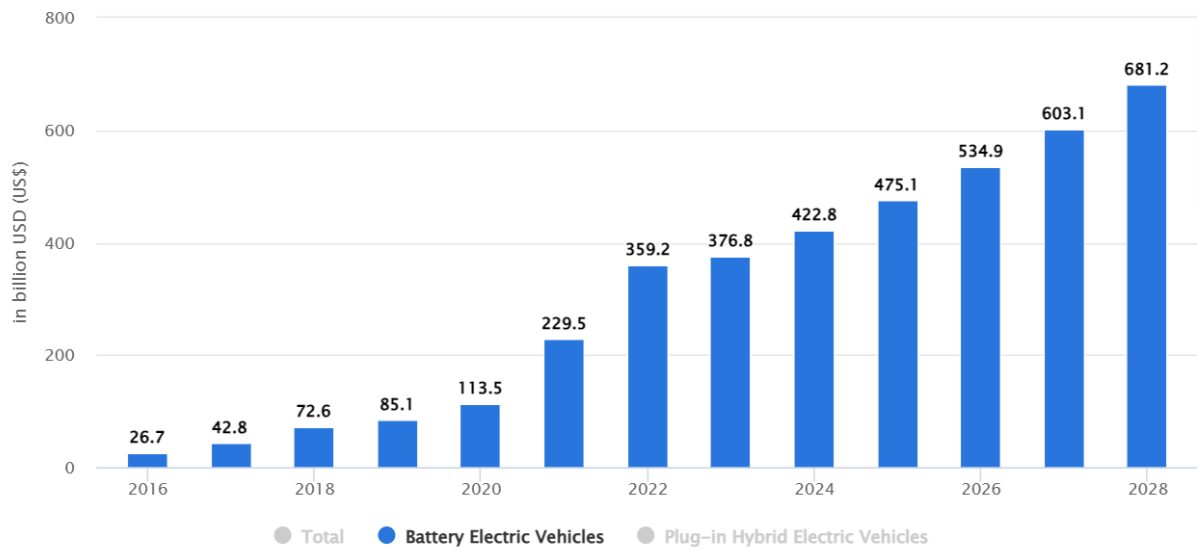
(出典: Statista より)

(図4c) 総合のEV 販売台数 (世界)



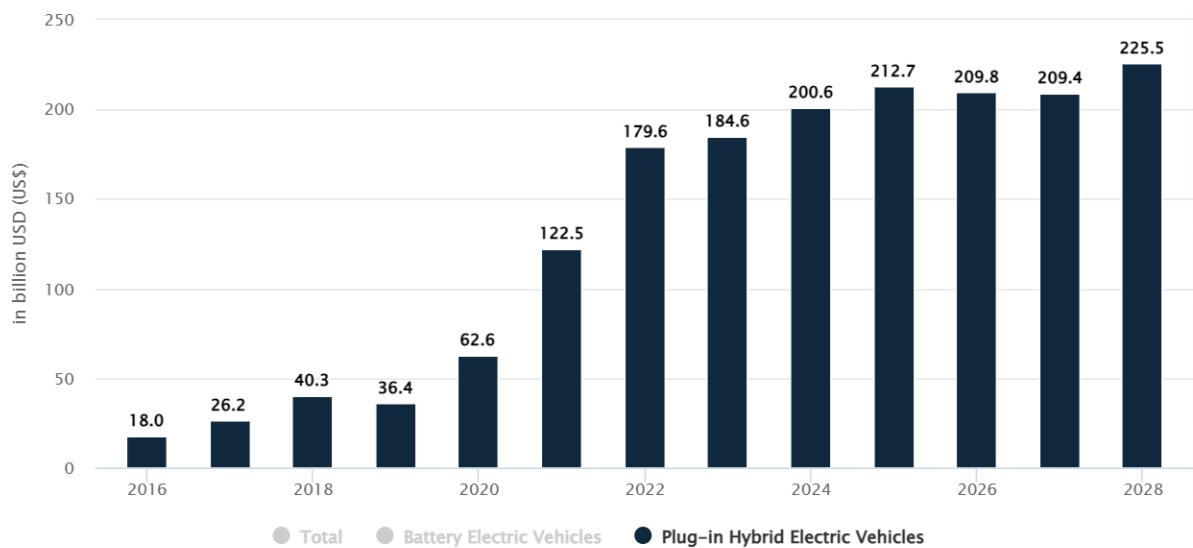
(出典: Statista より)

(図5a) バッテリーEV (BEV) 世界 市場推移(USDドル)



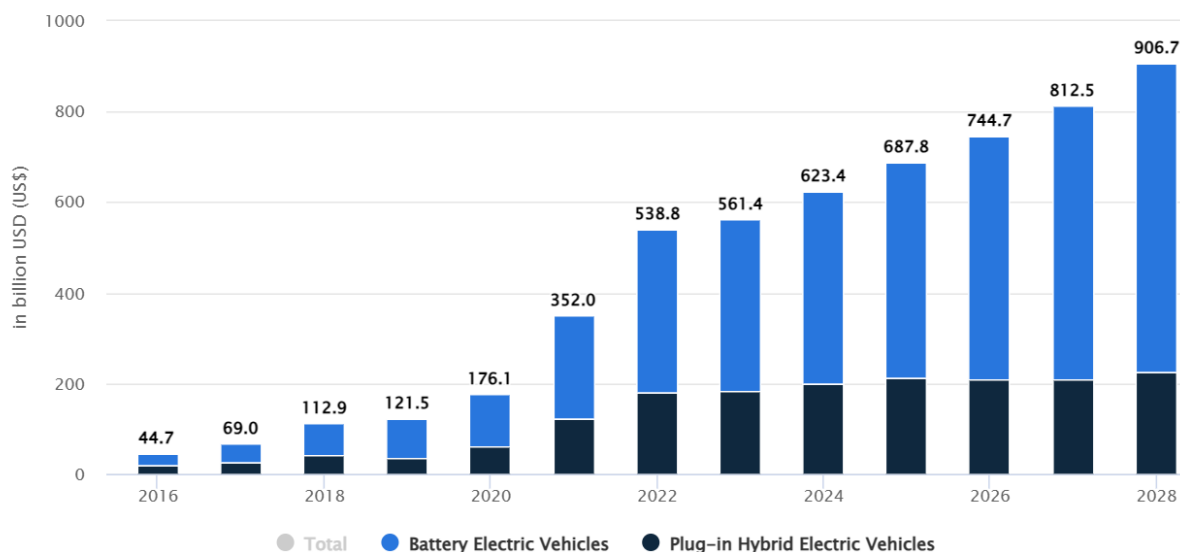
(出典:Statista より)

(図5b) プラグインハイブリッドEV (PHEV) 世界 市場推移(USドル)



(出典:Statista より)

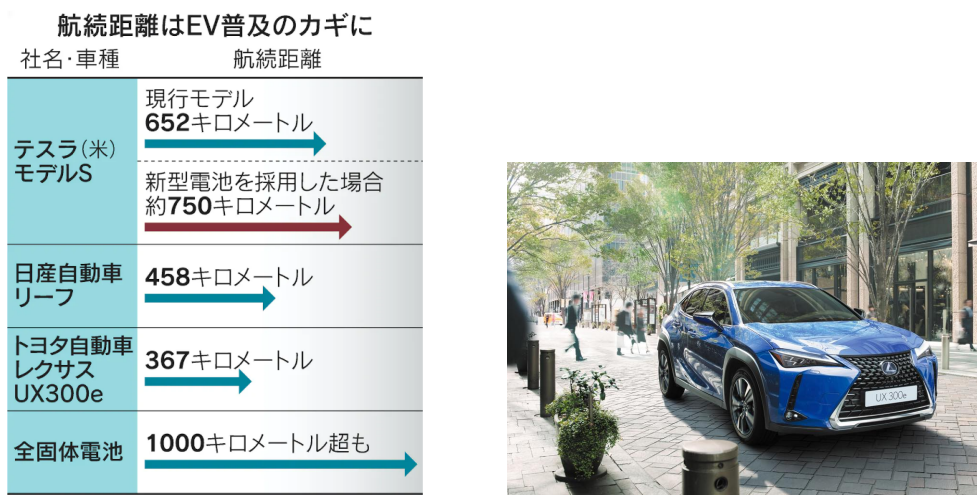
(図5c) 総合のEV 世界 市場推移(USドル)



(出典: Statista より)

(図6)

出典: 日経新聞 24/1/2023 「EV航続距離、最長水準の新電池 パナソニック23年量産」



(図7)トヨタの現状のEV レクサスUX300e

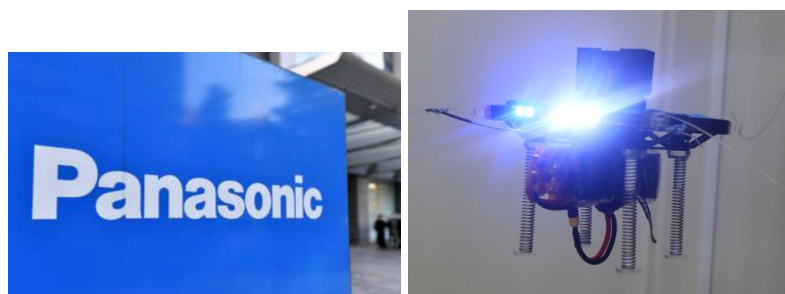
図(6)にあるように、日経新聞(24/1/2023)において、現状の電池によるEVは、図(6)によると例えば例えばトヨタのEVであるレクサスUX300eの航続距離367Kmなどがあるが、全固体電池によって、全固体電池がEVの航続距離を1000kmを超えさせることも期待できる。

全固体電池EVにおける日本企業の現状の取り組みは、例えば、読売新聞(6/13/2023)によると、日本ではトヨタ社が主導して2027年の全固体電池を搭載したEVの販売開始を目指していると発表しており、そのほかにも、日産社やホンダ社なども、近い将来に全固体電池を搭載したEV車を発売できるよう開発に力を入れている。日経アジアによると、2027年に販売開始する予定の全固体電池EVは現状のEVの航続距離の2倍以上長くなるとされている。このように、EV業界は成長

しており、EVの航続距離を延長させることができる全固体電池は、成長しているこのEV業界での需要が今後高まると考えられる。

2.2.2) ドローン業界

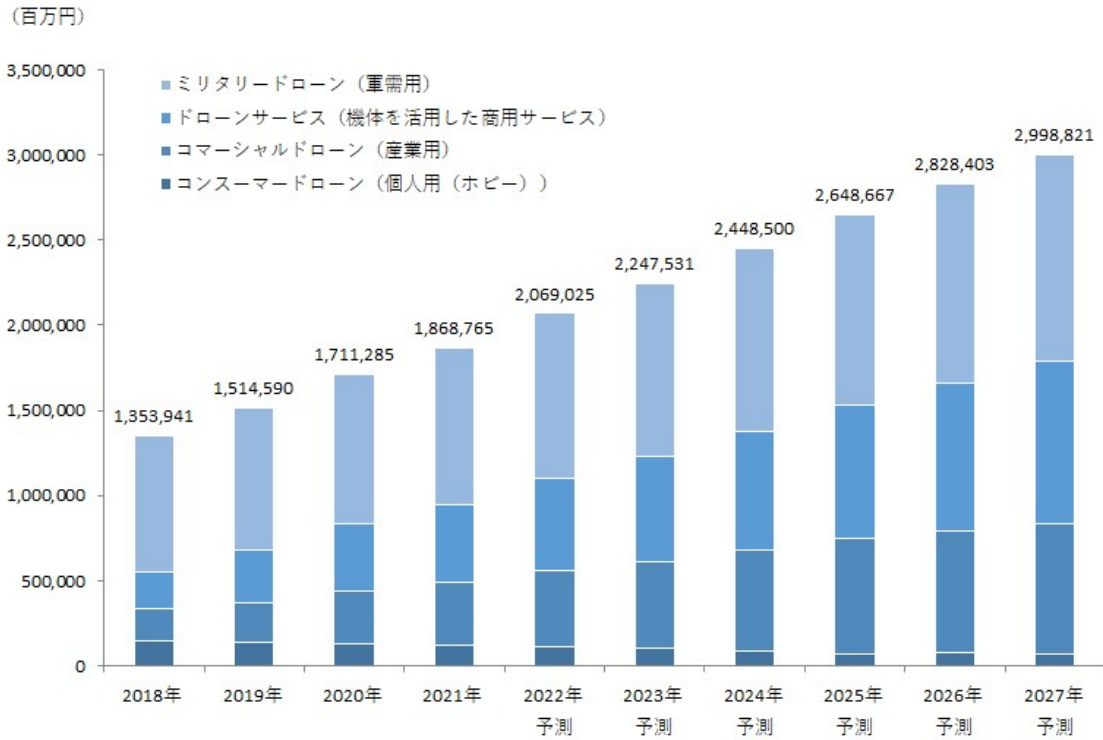
ドローン関連事業は全固体電池という次世代電池の到来で大幅に成長する市場だと見込まれている業界である。それは、全固体電池の電気密度の増加による小型化可能性は、ドローンの航続距離が倍増することを意味するからであり、また、全固体電池の開発によって、ドローンの充電時間を何百倍も短縮できるという利便性を意味するからでもある。具体的には、産経新聞によると、Panasonicは、同じ量の電池を充電するのに現状の電池である液体型リチウムイオン電池（いわゆるLib電池）なら1時間かかる一方、全固体電池では3分まで充電時間を短縮できると分かった。日経新聞、産経新聞によると、Panasonicはこの急速充電ドローンを2025～2029年の間に実用化するのを目指すと発表している。



図(8)Panasonic全固体電池実装ドローン(出典:NikkeiXTechによる写真)

図(9)が示すように、矢野経済研究所によると、2018年から2021年の年平均成長率11.3%の価値増加を経て、2021年のドローン世界市場規模は1兆8,687億6,500万円となった。また、予測上、2022年から2027年までの年平均成長率7.7%で市場が成長し続け、2027年には、約3兆円まで需要が伸びるのである。ただし、この研究所の分析上、成長の主要因は産業用ドローンの需要増加である。

図(9)ドローン 種別 世界市場推移(円)



矢野経済研究所調べ

注1. 事業者売上高ベース

注2. 2022年以降予測値

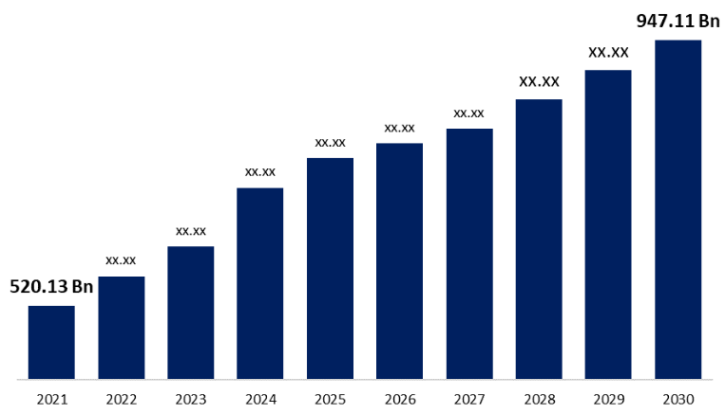
注3. 世界市場規模はUSドルで算出し、1USドル=107円で日本円に換算

出典: 矢野経済研究所

このように、ドローン業界の市場は成長しており、現状拡大しているこの市場において、全固体電池の高い需要が見込まれているため、全固体電池業界の投資には高い収益が想定されるだろう。

2.2.3) スマホ・タブレット業界

Spherical Insights コンサル会社によると、図(10)にあるように、スマートフォン市場は世界で、約5200億ドルから2030年の予測の約9470億ドルの成長において、年間平均成長率4.1%で市場拡大する。



図(10) スマートフォン市場推移 世界 (単位:10億ドル)

情報化社会において、スマートフォン・タブレットの利用が重要である。また、発展途上国で人口が増加していると同時に、多くの国で経済力も増加しているということが、世界全体のスマートフォン市場成長の一つの要因となっていると考えられる。

全固体電池の小型化が可能(読売新聞 13/10/2023)という特徴も、ますます本体の小型化が進行しているスマートフォン・タブレット業界において需要を有すると考えられる。例えば、海外メディアによると、中国の携帯電話ブランドXiaomiは全固体電池のスマートフォンを開発しているとされる。Xiaomiは全固体電池によって、エネルギー密度のより高いスマートフォンを目指しているのである。また、日経XTechによると、Samsungという韓国会社でも、少なくとも2020年から全固体電池の開発に取り組んできた。このSamsungグループはスマートフォン・タブレット事業も行っているが、全固体電池のスマートフォン、タブレットも今後開発されるかもしれない。このスマートフォン・タブレット業界の市場成長とともに、全固体電池の市場もさらに拡大していくと想定される。この点は、全固体電池業界に研究開発の投資をすることの収益性がある程度説明できるだろう。

2.3) 地域で見る競合現状分析

2.3.1) 日本

日本は全固体電池の開発分野において近年世界のトップランナーである。トヨタ自動車が2021年に全固体電池搭載車として世界で初めて公道ナンバーを取得した。

トヨタ自動車以外に着目すると全固体電池関連の特許取得数の単純比較では出光興産、パナソニックがトヨタ自動車の一歩先を進んでおり、これらの3社で日本企業による上位独占の一角を担っている。また、2000年～2018年までの全固体電池関連の特許取得数の上位10社のうち7社は日本企業が占めている。では全固体電池に関する特許数でトヨタ自動車とともにトップ3の一角を担う出光興産、パナソニックは全固体電池関連でどのような事業を展開しているのだろうか。まずトップを走る出光興産は主にこれまで石油の販売で利益をあげてきた企業であるが、近年になり全固体電池関連産業に参入した。出光興産は主に自動車搭載用の電池の開発に注力しており、開発した電池を供給するという営業戦略を取っている。出光興産のすぐ後ろをつけるのがパナソ

ニックである。前述の2社は自動車に搭載することを前提とした開発を中心としているが、パナソニックは車載電池の単独での開発は難しいとして見送っている。その一方でパナソニックは、小型無人機に搭載することを前提とした全固体電池の開発を目指しており、2020年代後半にも量産を開始すると発表した。

日本企業の供給能力の高さが分かったところで需要はどうだろうか。わかりやすく自動車を例に考える。

(1)2022年の燃料別新車販売台数(普通乗用車)の割合

ガソリン車	42.20
ハイブリッド自動車	49.00
ディーゼル自動車	5.63
プラグインハイブリッド自動車	1.70
電気自動車	1.42
その他	0.05

(数値単位:%)

東京電力のデータをもとに独自に表を作成

上記の表によると、現在の日本においては電気自動車の市場はそれほど大きくないことがわかる。しかしながら日本ではハイブリッド自動車の売上げが多く、ハイブリッド自動車、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車の2022年新規販売台数の合計は同年の新規販売台数の半分を超える。電気自動車ほどのバッテリーサイズは必要としないが、ハイブリッド自動車の存在がある限り小型の電池は需要がないというわけではないと推測できる。ハイブリッド自動車ではなく、電気自動車の日本メーカーの可能性に視点を置くと、本田技研工業、日産自動車、トヨタ自動車は、電気自動車にテスラ社が開発した北米の充電規格NACS規格を採用することで、北米全域に12000基設置されているテスラ社のスーパーチャージャー(急速充電設備)を利用できるので、アメリカでの販売のハードルが低くなった。

2.3.2) 欧米諸国

自動車業界でトヨタ自動車と凌ぎを削るドイツの自動車企業も必ずしも遅れを取っているというわけではない。ドイツは2021年のEU域内でのガソリン車実質禁止の国際的合意をうけ、世界的なEV化や電池の波に飲まれている。例えばドイツでは、フォルクスワーゲンが米企業や中国企業との

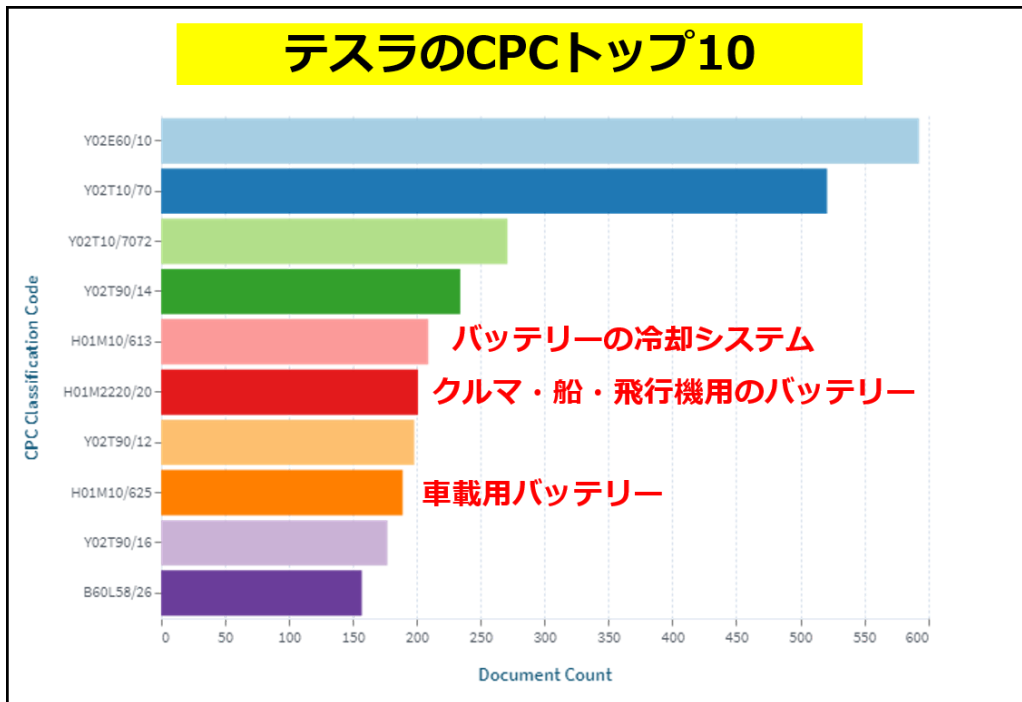
提携により全固体電池の生産を急いでいるが、これは自社だけで完結するものではなく提携したとしても自動車生産に主軸を置いていることから性格としてはバッテリーの生産者というよりも消費者としての側面が強いだらう。つまり全固体電池の開発・生産でドイツメーカーとの競争の可能性は低いということである。

欧州連合加盟国全体	12.1
ノルウェー	79.3
アメリカ	5.8
中国	20.0

(数値単位:%)

2022年の新車販売台数に占める電気自動車の割合
東京電力のデータをもとに独自に表を作成

アメリカの自動車企業といえば、多くの人が前項でNACs規格に触れた際に登場した電気自動車メーカーのテスラ社を思い浮かべるだろう。また、誰しもが一度は携帯やパソコンなどの電池を積んだ機器が心なしか熱くなっていると思った経験があるのではないだろうか。電池は使用された際自然と熱を発するものである。本題に戻るが、テスラはこの問題に手を打つため主に電池の冷却技術に力をいれているものの、全固体電池関連の特許はない。全固体電池開発について記者からの質問に対して「アンドロメダ星雲への瞬間移動のように、口では何とでも言える。リチウムイオン電池の改良のほうが現実的だ」とCEOのイーロンマスクが述べるほどテスラは全固体電池の開発には興味がない。お互いの強み同士をうまく活かすことができれば共存の可能性は十分にあるだろう。



テスラの特許に関するグラフ
ここに全固体電池の開発に関する特許はない。

他にもノルウェーは電気自動車の普及を国策として推進しているため、新車販売台数に占める電気自動車の割合が高い。2021年と2022年のノルウェーにおける新車販売台数内訳を比べると、プラグインハイブリッド自動車の割合が減ったことがわかる。ノルウェー政府が2022年の新車販売分より、プラグインハイブリッド自動車を購入する際の税率を改めたことがきっかけとみられる。日本メーカーの強みであるハイブリッド自動車は、税率面での優遇を享受することができないことを考えると、現状のままではノルウェーでの販売が難しくなると考えられる。ノルウェー政府は2025年には販売する新車のすべてを電気自動車にすることを目標としているため、仮にこの目標が達成され、ノルウェーで電気自動車がある程度の結果を残せば日本企業はさらなる苦境に立たされることになると考えられる。

	2021年通年	2022年3月
プラグインハイブリッド自動車	21.7	5.8
電気自動車	64.5	86.0

(数値単位:%)

ノルウェーにおけるプラグインハイブリッド自動車と電気自動車の売れ行きと比較

2.3.3) 東アジア諸国

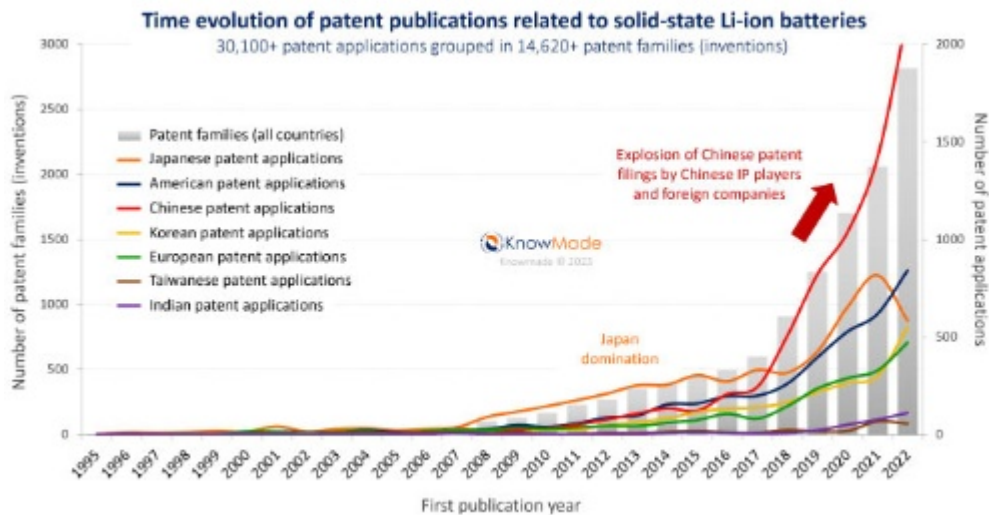
全固体電池業界の動向を探る上で、日本を除いた東アジア諸国の躍進は無視できない。その中でも中国の勢いは目を見張るものがある。中国は2020年の全固体電池関連の国別特許申請数

は世界で1位である。そして2020年の特許出願件数上位10社を見てみると第1位の大手通信会社ファーウェイ社を筆頭に合計3社がランクインしている。

順位	企業	国	件数
1	ファーウェイ	中	5464
2	サムスン電子	韓	3093
3	三菱電機	日	2810
4	LG	韓	2759
5	QUALCOMM	米	2173
6	TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON	瑞	1989
7	BOE	中	1892
8	OPPO	中	1801
9	SONY	日	1793
10	パナソニック	日	1611

知財HRのデータを元に独自に表を作成

ファーウェイ社がここまで特許出願件数を伸ばすことができた背景には、中国の人口の多さを有効活用したことがあると、推測できる。それ以外にもファーウェイ社の現在までの成長の背景には、中国国外の技術者を積極的に採用していることが挙げられる。例えば、ファーウェイは日本の定年退職前後の経験を積んだ熟練の技術者を好条件でスカウトして新戦力として採用している。



↑ 全固体リチウムイオン電池での特許出願数 (出典: NikkeiXTechより)

※取得特許の数だけではなく、取得特許に質をも考慮した特許面の影響力 (patentresults.comなどの特許分析サイトが発表している資料) は予算の問題で未調査である。

そして開発分野だけでなく生産分野も見ると、中国企業の力強さが見えてくる。例えば先ほど触れた自動車を例にとると、2021年1月からの22か月間において中国メーカーTOP6社合計での市場シェア率は60%弱という実績を残している。そして既にドイツの項でドイツ自動車メーカーの動向について触れたが、その時にも全固体電池の供給者としての中国の影がチラついた。これは中国が全固体電池の販売で世界進出を進めていると捉えることができるのではないのだろうか。

CATL	35.3
BYD	13.2
CALB	4.2
Gotion	2.9
Sunwoda	1.7
EVE	1.3
その他メーカー	41.4

(数値単位: %)

知財HRのデータを元に独自に表を作成

中国以外の東アジアに目を向けてみると、韓国企業の全固体電池分野の勢いも日本企業に肉薄しつつある。2020年の特許出願件数第2位である韓国のサムスン社は2000年～2018年の全固体電池関連の出願件数が世界で最も多い。それに加え韓国ではLG社もサムスン社の後ろをつける形で近年伸びている。この2社の勢いを後押しするように、2023年7月には2030年に次世代電池で世界一の国家になることを目標とした政府主導の次世代二次電池官民協議体が発足した。韓国政府は研究三大主力分野に今後5年間で合計160兆ウォン(日本円で約17兆円)の出資を計画しており、次世代電池産業はその三大主力分野の一つに指定されている。

3. 問題意識

3.1) 経済安全保障

3.1.1) 経済安全保障とは

近年、従来の軍事的な安全保障に加え、経済安全保障が国の重要項目となっている。令和3年10月には岸田内閣において経済安全保障担当大臣がおかれた。さらに令和4年には経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律(経済安全保障推進法)が成立、公布されている。

2019年末から始まった新型コロナウイルスの世界的流行や2022年に始まるロシアのウクライナ侵攻を機に関心の高まった経済安全保障だが、そもそも経済安全保障とはなにか。現代の世界では企業のサプライチェーンが世界中に広がっていることから、国内でなくとも世界のどこかで衝突や混乱が起これば、モノが流通しなくなるリスクが高まっている。新型コロナウイルス流行時のマスク不足や、需要の伸びが期待される半導体(図1)の不足に代表される。モノの供給が停止されれば経済に直接的に影響が発生するため、このような経済面の脅威に国も備えなければならないというのが経済安全保障の要点である。

前述した経済安全保障推進法には4つの柱がある。①サプライチェーンの強化 ②先端技術の開発支援 ③インフラの安全確保 ④特許出願の非公開化 の4つだ。半導体や医薬品などを特定重要物質に指定して国の関与を強め、他国に過度に依存することによるリスクを軽減させることを目指している。

3.1.2) 全固体電池の重要性

上の項目で経済安全保障の重要性について記述したが、全固体電池に期待される市場の大きさも経済安全保障上の視点から重要になる。前章でも言及したが、2022年11月に富士経済が行った世界の全固体電池市場の調査によると、全個体電池の2022年の市場規模は約60億円と見込まれている一方で、2040年には約4兆円になると予測されている。全固体電池は、電解質が固体であるため、液体の電解質が用いられている従来のリチウムイオン電池と比較して急速充電が可能であったり、高い安全性を示したり、電池の形状の自由度が向上したりするなどの従来型の電池にはなかった特徴があり、次世代の電池といえる。こうした特徴を備える全固体電池を世界に先行して開発していくことは、日本の技術的優位性を高めることにつながると考えられる。

このように電池としての機能が飛躍的に向上することが見込まれる全固体電池は、流通するようになればあらゆる場面で用いられるようになることが想定される。現在もリチウムイオン電池が使われているパソコンやスマートフォンといったものから自動車、さらには潜水艦にも搭載されていくことが想定される。スマートフォンは普及率が非常に高く、巨大な市場は各企業にとって魅力的であるが、現在の日本のスマートフォン市場は外国資本が占めており、国内企業は参入できていないのが現状である。一方で自動車業界に目を向けてみる。2023年上半期の世界の自動車販売台数は、トヨタ自動車グループ全体で4年連続世界1位となり、販売台数の上位には日産自動車、本田技研工業、スズキ、三菱自動車、スバルといった日本のメーカーが名を連ねる。

そんな日本の自動車メーカーの中で、特に全固体電池に興味を示しているのがトヨタ自動車だ。トヨタは全固体電池への投資額でも世界をリードしてきたが、2023年になって、電気自動車(以降EVと記載)に搭載する全固体電池の開発において出光興産と提携し、2027年に実用化すると発表した。先に全固体電池が現行のリチウムイオン電池に比べて急速充電が可能であることを述べたが、トヨタの発表によれば、10分以下の充電で現行EVの2.4倍となる約1200km走行可能な全固体電池を開発中だ。世界的にEV需要が高まる中で、販売台数世界1位のトヨタの開発動向は重要だ。先に述べた全固体電池の特性に加え形状の自由度の高さも、これまで以上に使用の幅を広げることができる。3.1.1)で述べた経済安全保障の観点から国内に生産拠点を置いたり、知的財産権を確保したりすることは歓迎されることではないだろうか。

3.2) 独占

全固体電池を搭載するによる付加価値が生まれ、日本企業の再興につながると3.1.2)で述べた。現状は日本企業が開発をリードしているが、このまま開発が進み実用化に至ったとき、日本はその技術をどのように活用・保護していくべきだろうか。

令和4年9月、経済施策を一體的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律(経済安全保障推進法)の4つの柱の一部として、①重要物資の安定的な供給の確保、③先端的な重要技術の開発支援の制度が、令和5年4月には②基幹インフラ役務の安定的な提供の確保、④特許出願の非公開の基本方針が閣議決定された。①の特定重要物質に指定されるには、以下の4つの要件をすべて満たす必要がある。(特定重要物資の安定的な供給の確保に関する基本指針 より抜粋)

- ・国民の生存に必要不可欠な又は広く国民生活若しくは経済活動が依拠している重要な物資であること(重要性)
- ・外部に過度に依存し、又は依存するおそれがあること(外部依存性)
- ・外部から行われる行為により国家及び国民の安全を損なう事態を未然に防止する必要があること(外部から行われる行為による供給途絶等の蓋然性)
- ・安定供給確保を図ることが特に必要と認められること(本制度により安定供給確保のための措置を講ずる必要性)

既に特定重要物質として指定を受けているのは半導体や蓄電池、重要鉱物、天然ガスなど多岐にわたる。指定された物資は国内での生産体制を強化し、備蓄も拡充される。また生産企業への技術開発への補助金も出される。ここで着目したいのは蓄電池が指定を受けているという点である。

電池を重要物質と政府がとらえているのならば、全固体電池が将来的に普及することを見据え、蓄電池の一種である全固体電池も同様に特定重要物質に指定される可能性は大いにあり得ると考えられる。 そうなればこの法律に基づいて法的根拠がある状態で、国内での生産体制を強化することができ、国外への技術流出を抑制し、国際競争力を高めることができる。

※④特許出願の非公開化は、現在の特許制度に特例を設けるものである。特許の公開手続を保留することで情報の流出を防止するものだが、この項目の適用は不可能だと判断した。この制度が適用されるのは、

安全保障上の機微性が極めて高いもの、すなわち、国としての基本的な秩序の平穩あるいは多数の国民の生命や生活を害する手段に用いられるおそれがある技術の発明が該当する。
(令和5年4月28日 閣議決定)

と記載されており、特許の非公開化という項目を満たすことは不可能だと考えられるためだ。

3.3) 中国との競争

現状世界で全固体電池の開発をリードしているのは日本だが、そこで競争してきているのが中国だ。1995年からの全固体電池の特許出願数を国際的に比較した下のグラフを参照すると、2017年以降、中国がそれまで全固体電池に関する特許の出願件数で世界1位だった日本を抜いて1位になった。

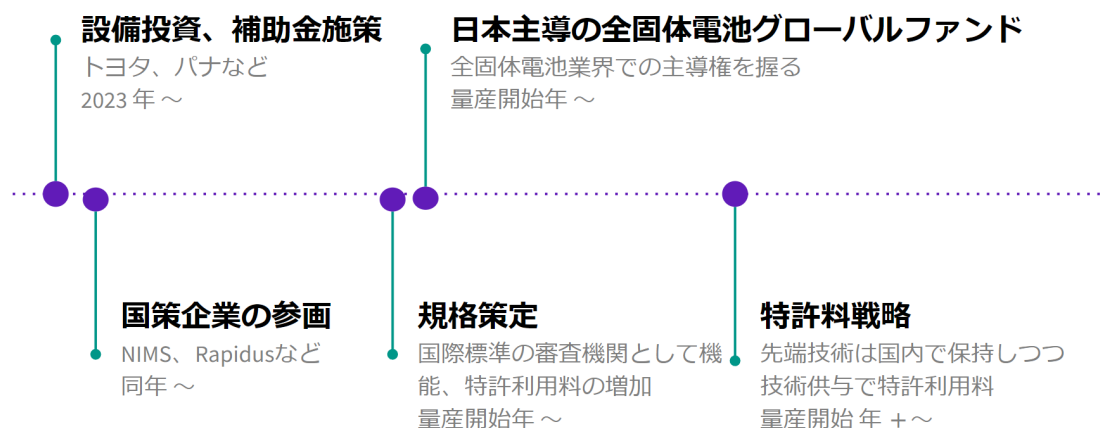


出典: KnowMade

取得特許数自体は2021年時点で日本が世界の37%、中国が28%と日本が上回っているが、この肉薄した状況では日本にとって脅威となる。日本は国際的に開発面で業界リードをキープしたいという狙いがあるからこそ、実用化に向けた開発を加速させていく必要がある。それだけに、3.1.2) で述べたトヨタの全固体電池開発にも期待がかかる。

4. 提言：日本の電池産業の国際的競争力を向上するためには？

政策ロードマップ



4.0) 政府による投資の重要性

新素材産業の成長戦略を論じる上で、リチウムイオン電池での中国の成功を分析しないわけにはいかないだろう。中国のリチウムイオン電池の生産は2020年に日本を抜き、2022年時点でCATL、BYDの2社で全体の約50%を生産している。この背景に中国の電気自動車戦略があるが、以下では中国のEV戦略を底本として、これからの日本の戦略を提案する。

4.1) 設備投資と助成金

第一に、政府の全固体電池の工場への直接的な設備投資を提言する。全固体電池電池、または、全固体電池を構成するのに不可欠な部品を製造したり研究開発したりする企業に資金を援助することによって、全固体電池の製造・開発を促進する。「資金不足」という現状の全固体電池の生産・開発の進捗を阻害している最も大きな障壁の一つをできるだけ排除し、全固体電池の生産性を底上げする試みである。この資金援助政策の詳細な流れは、この班がこの政策の提言を検討するのにモデルにした中国の成功事例に沿うものだ。この中国政府の政策とは、具体的には2004年の「自動車産業発展政策」のことである。当時の中国と現在の日本の状況では、

- ・電池の量産体制がすでに確立されていた点
- ・中国における人件費が安かった点

の二点で大きく異なっているものの、全国規模の大量生産を目的とする21世紀の事例としての共通点から学べることを活かし、大量生産によるシェアの獲得を見据えて設備投資の補助金政策を打っていくことが肝要だ。

なお、これは既存の民間企業への資金援助を指すだけではなく、国が主体となり、全固体電池の事業を運営することをも含む。つまり、資本金の一部または全額を政府が負担する事業を展開

することである。例えば、既存の素材開発機関であるNIMSや、半導体の生産遅れを目的に日本政府が主導となって設立したRapidusがこれに該当する。この班の提案としては、全固体電池に全面的にフォーカスする事業を政府が設立する、または既存の国主導プロジェクトに全固体電池の事業を併設することである。懸念点として、全固体電池事業を最初から半導体だけに専念してきたRapidusに併合することによって、現状のRapidusの半導体の高い成長性を一定程度阻害してしまうことが挙げられる。しかし、我々は電池分野と半導体分野の経済的な相乗効果を見込み、Rapidusは全固体電池事業者として適格であると考えている。また、全固体電池市場の強い競争者の一つとして民間企業だけでなく国主導の全固体電池事業会社が存在することによって、民間企業に危機感を煽り民間の全固体電池事業の競争力を上げることの重要性について考えると、国は全固体電池主導企業も運営するべきであると考え。

4.2) 日本主導の全固体電池の国際投資銀行の設立

第二の提言では、資金調達的手段について論じる。この班が提案する政策は、日本主導の全固体電池の国際投資銀行の設立である。この考えは、中国の一带一路政策の資金調達の主要手段であるAIIB(アジアインフラ投資銀行)をモデルにしたアイデアである。簡単にAIIBの仕組みを述べると、アジア域外をも含む100カ国以上(2023年1月時点)の国が、中国主導の意思決定に従いながら中国に利益をもたらすようなインフラ政策のために出資するという形である。

同じく、日本でもこれからの全固体電池業界で似た仕組みの国際的投資銀行を設立すれば、現状の日本において全固体電池の開発の障害となっている問題も解決されるかもしれない。つまり、日本主導の意思決定に基づいた全固体電池生産・研究計画のために、海外からの金銭的協力が期待できるということである。ただし、一带一路のAIIBをモデルにするためには、まず中国が進める「一带一路政策とは何か」について触れる必要があるだろう。

一带一路政策の目的とは何か。それは、中国が世界各地に高速道路・鉄道・港湾等のインフラを整備することで、中国から行き来する物資の輸送をより便利にすることである。経済圏におけるこの巨大プロジェクトは「21世紀のシルクロード構想」とも呼ばれている。このように、他国において中国の建設会社を用いたインフラ整備を遂行するという世界規模の政策をするためには、その現地の国はもちろん多数の国から許可・承認等を得た上で協力を取り付けることが不可欠である。

実際に中国は、国際的な協力を要するこの資金調達をどのように実現しているのか。一带一路の場合、中国と他国を結ぶ経済圏を作ることを目的としており、それ故に中国だけではなく関係国やそこに隣接する国々の国益にも繋がるため、他国からの資金調達が可能となっているのである。中国はAIIBが開業した2015年の時点で57カ国の参加を取り付けることに成功し、さらにその規模は拡大し続け現在は100カ国以上の協力を得ながら自国主導のインフラプロジェクトを展開できている。そこで重要になるのは、外国からの資金的援助を受けながらも、自国の期待通りに政策を実行する能力を保持することである。ここで中国は、AIIBの出資金額の少なくとも25%以上に相当する投資を続けて、自分のシェアを常時最大にすることで、事実上の拒否権を保持し続けることが可能になっている。つまり、中国はAIIBの資金の運用を方向づける力をまだ持ち続けるのである。そうすることで、海外からの資金協力を募りながら政策の財務的障害をかなり解消することができると同時に、自分の意図・計画通りに政策を遂行することも可能になっている。

では、これを踏まえた上で全固体電池業界における日本主導の国際投資銀行の設立とはどういうことなのか。それは、日本政府が主導となって、協定国(国際投資銀行の参加国)には全固体電池パーツの関税を減税する等の特別処置を設ける全固体電池の開発研究に他国から資金を集め、全固体電池のグローバルファンドを設立することだろう。このようにAIIBをケーススタディーとして国際投資銀行を設立すれば、日本の全固体電池分野における資金面での障害を突破できるかもしれない。

4.3) 規格策定

第三の政策提言として、全固体電池の規格化を提案する。規格化とは、ある製品の製造工程における安全監査の規定や形状・大きさ等の物理的性質などを統一することである。

なぜ規格化が必要であるのだろうか。もちろん、製造工程での上記の統一は全固体電池生産の安全を確保しながらその一個あたりの製造効率を上げて、大規模な生産をより可能にすることに利点があると想定できる。しかしながら規格化の利点は実はそれだけではなく、日本の全固体電池事業に電池販売・輸出料金収入に加えて、もう一つの大きな収入源を生み出すということの意味する。それは、この規格の監査業務での手数料収入が発生するということである。

ただし、全面的な規格化に伴う懸念点も想定できる。それは、規格化した場合に全固体電池が持つ長所を帳消しにしてしまう恐れがあるということである。それが具体的にどういうことかを説明するためには、まず全固体電池の差別化上の特徴について述べる必要がある。現在一般的に使用されている電池、すなわち液系LiBと比較した時の全固体電池の物質的優位性は何かということである。全固体電池は現状の市販電池である液系LiBの、大きさ上の制限があるという弱点を補強するために開発されたものである。液系LiBはなぜある程度までしか大きく作れないのか。それは、衝撃に弱い液系LiBが液体漏れしてしまうリスクを抑えるためである。故に大きさに制限がないという優位性を持っている全固体電池で、液系LiBのように形状を規定するのは、そのメリットをフル活用できなくなってしまうのではないかという懸念も考えられる。

そのため、諸業界の大量生産の製品に必要があり需要が大きいだろういくつかのユースケースにのみ、全固体電池のいくつかのサイズで通常の規格化を設ける。しかしながらそれと同時に、安全上の規格に従わせた上でそれ以外の自由なサイズの全固体電池の製造も認め、特別注文生産の全固体電池を監査することも一つのビジネスとして、監査・製造の承認等の事業も任せるということを想定している。また、規格化を主導すると、後述する特許戦略上で有利になることが一般的である。故に、全固体電池の規格化と監査事業の設立を、政府主導で並行して行うことが望ましい。

4.4) 特許料戦略

第四の政策提言は、特許料戦略である。つまり、日本が製造プロセス等を研究し、国内で先端知識を用いて全固体電池を製造するとともに、研究で得られた特許技術を全固体電池の部品製造ビジネスを立ち上げたい外国の工場にも使わせることである。一見経済安全保障の目的と相入れないように見えるが、世界全体の全固体電池の需要に対応するためには、全固体電池の生産全てを日本だけが独占することはできないのである。また、日本が研究において最先端のポジショ

ンにあるというだけで、中国をはじめとした競合各国も全固体電池の生産能力自体は有するため、日本が世界市場で全固体電池収入が最大となるプレーヤーたり続けるためには、他国に部品製造パーツ等の特許を用いさせて特許使用料を得ることが有益であると考えている。ここでポイントとなるのが、日本が組み立て・部品製造工場を労働賃金が安い発展途上国、例えば中国や東南アジア等に移転し生産コストを節約しても、先端技術に関連する生産については国内工場で完結するということである。つまり、ここで重要なのは、全固体電池の研究開発のうち製造工程等の最先端知識を他国に流出させてはならないということだ。すなわち、他国は日本に輸出するための全固体電池のパーツを作れるが、自国だけでは全固体電池を作れないような位置に意図的に止めさせておくことが必要である。

4.5)個人投資への免税

全固体電池という言葉はまだ一般には馴染みがないが、投資家の間では兼ねてから注目されており、関連銘柄は全固体電池周りのニュースで株価を大きく上げている。同時に、現在「資産所得倍増計画」の一環として、NISAの拡充を行い、一般市民にも徐々に投資が広がりつつある。

そこで我々は、全固体電池関連銘柄への個人投資に対しての免税・減税が効果的だと考える。そもそもこの銘柄自体が良地合いであるため、免税されればほぼ確実に買い注文がなされるだろう。すると当然ながら株価は上がり、企業としては信用が上がり、新株の発行や技術開発費の融資が受けやすくなる。一概には言えないが、投資額と技術開発には明確な正の相関があるため、全固体電池開発における優位性も上がる。開発が進めば株価は上がり、投資家は儲けにつながる…という好ましいサイクルが発生するのではないか。

この政策に関しては前例や類似した政策が発見できず、非常に検証が難しいが、専門家などを交えた議論をするべきではないだろうか。懸念点としては、ボラティリティが大きくなり企業の価値基準としての株価が不安定になり、結果的に企業評価が下がることや、株価の実質的な操作となることによる倫理上の問題などが現状考えられる。

5. 展望:新素材による二次電池戦略のループ

前章での提言をまとめると、

- ①事業への直接投資やプロダクトへの補助金で市場とシェアを拡大する
- ②政府系のグローバルファンド
- ③規格策定による手数料・インセンティブビジネス
- ④特許ビジネスによるファブレス戦略
- ⑤民間投資家を巻き込んだ資本戦略

の五つを適切なタイミングで実行する、というのが我々の提言する政策ロードマップである。勿論数兆円規模のロードマップとなるため、我々のみならずさらなる専門家による財政的な検証も必要と考えるが、それだけに日本経済に与える利潤は計り知れず、一介の学生の戯言だと耳を傾けないのではなく、我々が手に入れることができなかつた資料も交えてすぐに検証し、実行に移すべきではないか。

また、上記の提言は、あくまで10年程度のロードマップに過ぎない。以前LiBでそうなったように、おそらくは実用化から数年が経ち全固体電池の価格がこなれてくると、人件費やスケールメリットの観点から生産量のシェアを中韓をはじめとした他国に抜かれることが想定される。日本が二次電池産業で生き残るには、新素材の開発のほか無い。幸いにも新素材の目処はすでに立っており、全固体電池分野でも先行しているトヨタがフッ素を用いた二次電池の分野の特許で先行している。これからの長期的な構想としては、全固体電池で得た利益の一部をフッ素電池研究に回し、競合他国が実用化にこぎつける前に日本がフッ素電池を実用化し、さらにそれで得た利益を他の先行研究に分配し…というサイクルを提唱する。勿論このサイクルが持続するかは未知数としか言えないが、これからも市場を拡大することが見込まれる二次電池業界で一定のシェアと利潤を握り続けるには、生産能力で劣る生存戦略はファブレス化によるインセンティブ戦略のループしかないのではないか。

6) 参考文献

1) はじめに

<https://article.murata.com/ja-jp/article/basic-lithium-ion-battery-1>

https://engineer.fabcross.jp/archeive/220922_all-solid-battery.html

2) 現状分析

2.1.1-2.1.2, 2.2.0

[Frontier Technology Issues: Lithium-ion batteries: a pillar for a fossil fuel-free economy? | Department of Economic and Social Affairs \(un.org\)](#)

[全固体電池市場、2040年に3兆8605億円規模へ：富士経済が世界市場規模を予測 - EE Times Japan \(itmedia.co.jp\)](#)

(↑ 経済産業省 蓄電池産業戦略 2021年11月)

[リチウム電池材料市場、25年に12兆2312億円規模へ：富士経済が世界市場を予測 - EE Times Japan \(itmedia.co.jp\)](#)

<https://www.sankei.com/article/20230704-V2MMK4BIB5KTOHZHHOFOSU3XY/#:~:text=%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E4%BC%9A%E7%A4%BE%E3%80%81%E5%AF%8C%E5%A3%AB%E7%B5%8C%E6%B8%88%E7%BC%88%E6%9D%B1%E4%BA%AC.%E5%84%84%E5%86%86%E3%81%A8%E8%A6%8B%E8%BE%BC%E3%81%BE%E3%82%8C%E3%82%8B%E3%80%82>

[battery_saisyu_torimatome.pdf \(meti.go.jp\)](#)

(↑ 経済産業省 蓄電池産業戦略 2022年8月)

2.2) 業界

2.2.1) EVに関して

[「全固体電池」トヨタが27年にも実用化へ…10分以下でフル充電、航続距離1000キロ程度：読売新聞 \(vomjuri.co.jp\)](#)

[EV航続距離、最長水準の新電池 パナソニック23年量産 - 日本経済新聞 \(nikkei.com\)](#)

[レクサス UX300e \(EV\) のスペック表 \(バッテリー容量、電費など\) \(tepeco.co.jp\)](#)

[Electric Vehicles - Worldwide | Statista Market Forecast](#)

[Panasonic to produce solid-state battery for drones by 2029 - Nikkei Asia](#)

2.2.2) ドローン業界

<https://research.impress.co.jp/topics/list/drone/664>

[ドローン\(UAV/UAS\)の世界市場に関する調査を実施\(2021年\) | ニュース・トピックス | 市場調査とマーケティングの矢野経済研究所 \(vano.co.jp\)](#)

[パナソニック、全固体電池を2020年代後半に実用化へ ドローン向けに開発 - 産経ニュース \(sankei.com\)](#)

[パナソニックHD、全固体電池を20年代後半量産 ドローン用など - 日本経済新聞 \(nikkei.com\)](#)

[パナソニックHDが全固体電池、3分で充電可能 | 日経クロステック \(xTECH\) \(nikkei.com\)](#)

2.2.3) スマホ・タブレット業界

[Smartphone Market Size - Trends, Analysis, Forecast 2021-30 \(sphericalinsights.com\)](#)

[全固体電池で日中に後れた韓国、サムスの「画期的技術」で諦めムードが一変 | 日経クロステック \(xTECH\) \(nikkei.com\)](#)

<https://www.notebookcheck.net/Prototype-Xiaomi-13-unit-offers-6-000-mAh-battery-with-breakthrough-solid-state-battery-technology.699324.0.html>

2.3) 地域で見る競合現状分析

(<https://hasimoto-soken.com/archives/330#toc2>)

(<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUF127F90S3A910C2000000/>)

(<https://evdavs.tepeco.co.jp/entry/2021/09/28/000020>)

(<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR14E2E0U1A510C2000000/>)

(<https://hasimoto-soken.com/archives/1338#toc10>)

(<https://evdavs.tepeco.co.jp/entry/2021/09/28/000020>)

(<https://www.techno-producer.com/column/tesla-battery-strategy/#i>)

(<https://hr.tokkyo-lab.com/column/pinfo/b/ranking2021>)

(<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/07007/>)
(<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01231/00090/>)
(<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/07473/>)
(<https://www.nikkei.com/article/DGXLASGN03H1H T00C17A800000/>)

3) 問題意識

[https://www.nikkei.com/compass/industries/0175001s0100.pdf\(Review\)-Adobecloudstorage](https://www.nikkei.com/compass/industries/0175001s0100.pdf(Review)-Adobecloudstorage)
<https://www.vomiuri.co.jp/economy/20231013-OYT1T50006/>
[経済安全保障推進法 - 内閣府 \(cao.go.jp\)](#)
[経済安保とは？なぜ今必要？経済安全保障をイチから解説 \(nhk.or.jp\)](#)
[2023～2024年の世界半導体市場の見通しと米国の戦略 | 半導体競争、技術覇権を制するのは - 特集 - 地域・分析レポート - 海外ビジネス情報 - ジェトロ \(jetro.go.jp\)](#)
[経済安全保障推進法 概要 \(cao.go.jp\)](#)
[Mobile Operating System Market Share Japan | Statcounter Global Stat](#)
[全固体電池の特許に中国が続々参入、目立つ材料メーカー | 日経クロステック\(xTECH\) \(nikkei.com\)](#)

4) 提言

<https://www.smbc.co.jp/hojin/international/pdf/200408.pdf>
https://www.rieti.go.jp/jp/special/special_report/data/030.pdf
<https://article.murata.com/ja-jp/article/basic-lithium-ion-battery-4>
<https://about.bnef.com/blog/lithium-ion-battery-pack-prices-rise-for-first-time-to-an-average-of-151-kwh/>
<https://www.grepow.com/industry-news/solid-state-battery-in-stallations-forecast-in-europe-and-usa.html>
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUF1966F0Z11C22A2000000/>
[AIIB / アジアインフラ投資銀行 | 初めてでもわかりやすい用語集 | SMBC日興証券 \(smbcnikko.co.jp\)](#)
[アジアインフラ投資銀行の設立に向けた動きについて \(sangiin.go.jp\)](#)