

パナソニックのアノードフリー戦略：次世代リチウム金属電池技術の技術的・戦略的分析

第1章 エグゼクティブサマリー

1.1. パナソニックの戦略的発表の概要

2025年9月、パナソニックホールディングスは、電気自動車(EV)市場の勢力図を塗り替える可能性を秘めた次世代バッテリー技術の開発計画を公表した。この発表の中核をなすのは、製造時に負極(アノード)を不要とする「アノードフリー」と呼ばれる設計思想であり、2027年末までに「世界トップレベル」のエネルギー容量を達成するという野心的な目標を掲げている¹。この技術革新の指標として、同社は既存の高性能セルと比較してエネルギー密度を25%向上させることを明言しており、これはEVの性能を根本から引き上げるインパクトを持つ¹。

1.2. コア技術の前提

本技術の根幹は、従来のバッテリー製造工程からアノード材を完全に排除し、最初の充電プロセス(フォーメーション)において、負極集電体上に純粋なリチウム金属層をその場で(*in situ*)形成させるという革新的なアプローチにある¹。これにより、従来のアノードが占めていた物理的スペースを解放し、セル全体のエネルギー容量を飛躍的に高めることが可能となる。

1.3. 主要な分析結果の概要

本レポートの分析から、パナソニックのアノードフリー技術は二つの主要な価値を提供する。第一に、バッテリーパックのサイズを変えずに航続距離を大幅に延長する「性能向上」の選択肢。第二に、現在の航続距離を維持しつつ、バッテリーを小型・軽量化し、車両コストを削減する「経済性向上」の選択肢である。しかし、この技術の商業化には、リチウム金属電池が長年抱えてきたデンドライト(樹枝状結晶)の成長抑制や、極めて高いクーロン効率の達成によるサイクル寿命の確保といった、材料科学における重大な課題を克服する必要がある。競合他社は異なるアプローチで次世代電池開発を進めており、特にOur Next Energy(ONE)やSES AIといった企業は、それぞれ独自のリスクヘッジ戦略や要素技術で市場への浸透を図っている。

1.4. 戦略的展望

パナソニックのアノードフリー技術開発は、EV用バッテリー市場における同社のリーダーシップを確固たるものにする可能性を秘めた、ハイリスク・ハイリターンな戦略的賭けであると評価できる。この挑戦が成功すれば、同社は今後10年間の市場をリードするだろう。しかし、技術的課題の克服に時

間を要した場合、より実用的な代替技術や、全く新しいパラダイムである全固体電池のような競合技術に市場の主導権を譲り渡すリスクも内包している²。

第2章 アノードフリー構造:リチウムイオン設計の根本的転換

2.1. 基本原理:従来型リチウムイオン電池におけるアノードの役割

従来のリチウムイオン電池の構造を理解することは、アノードフリー技術の革新性を把握する上で不可欠である。一般的なリチウムイオン電池は、主に4つの構成要素から成る。リチウムイオンを貯蔵する「正極(カソード)」、充電時に正極から移動してきたリチウムイオンを受け入れ保持する「負極(アノード)」、イオンが移動するための媒体である「電解質」、そして正極と負極の短絡を防ぐ「セパレーター」である¹。

この中でアノードは、リチウムイオンを安全かつ安定的に保持するための「器」としての役割を担う。材料としては、主に黒鉛(グラファイト)や、近年では容量向上のためにシリコンを添加した複合材が用いられる¹。しかし、最も重要な点は、このアノード材自体はエネルギーを直接生み出すわけではない「不活物質」であるという事実だ。つまり、グラファイトはリチウムイオンのホスト構造として機能するものの、それ自体がセルのエネルギー容量に寄与するわけではなく、貴重な体積と質量を占有する、エネルギー的には寄生的な構成要素なのである¹。この「不活物質」の存在が、従来型電池のエネルギー密度向上の本質的な制約となっていた。

2.2. *In Situ* アノード形成の原理:「アノードフリー」の解体

「アノードフリー」という用語は、電気化学的に正確な表現ではなく、製造プロセスに焦点を当てた呼称である点に注意が必要だ。セルはアノード材なしで製造されるが、動作中にはアノードが形成される⁵。

そのメカニズムは、初回の充電サイクル(フォーメーション)で完結する。

1. 充電開始: 最初の充電時、正極(NMCやNCAなど)に予め含まれているリチウムイオンが放出(デインターカレーション)される。
2. イオン移動: 放出されたリチウムイオンは、電解質を介して負極側へ移動する。
3. リチウム金属の析出: 負極側に到達したリチウムイオンは、アノード材の代わりに設置された負極集電体(通常は銅箔)の表面上で還元され、純粋なリチウム金属の薄い層として析出(プレーティング)する¹。

このプロセスによって形成されたリチウム金属層が、その後の全ての充放電サイクルにおいてアノードとして機能する¹。これは単なる材料の置き換えではなく、バッテリーの構造そのものを根本から再設計する試みである²。

このアプローチは、製造プロセスに大きな変革をもたらす。従来のアノード製造工程、すなわち活物

質とバインダーを混合してスラリーを作り、集電体に塗布・乾燥させるプロセスが不要になる⁵。これにより、設備投資(CAPEX)の削減や工場フットプリントの縮小といったコスト面での利点が期待される。しかしその一方で、これまで比較的単純だったフォーメーション工程が、アノードそのものを製造する極めて精密かつ重要な工程へと変貌する。ここで形成されるリチウム層の均一性、安定性、密着性が、その後のセルの性能、寿命、そして安全性の全てを決定づけるからである⁶。つまり、製造上の課題が、機械的な塗布技術から、高度な品質管理を要求される電気化学的な析出制御技術へとシフトすることを意味する。このため、製造プロセスの簡素化が直ちにコスト削減に繋がるかは、この新たな重要工程における高い歩留まりを達成できるかにかかっている⁶。

2.3. エネルギー密度25%向上の科学的根拠

パナソニックが掲げる「25%のエネルギー密度向上」という目標は、物理的および化学的な二つの根拠に基づいている。

- 体積エネルギー密度の向上: アノードを構成していたグラファイト、バインダー、そしてそれらが作る多孔質な構造が占めていた体積を排除することで、セル内部に物理的な「空きスペース」が生まれる¹。この余剰スペースに、エネルギー源である正極活物質をより多く充填することが可能になる。同じセル体積でより多くのエネルギーを蓄えられるため、体積エネルギー密度(Wh/L)が直接的に向上する⁵。
- 重量エネルギー密度と理論容量: この技術は、重量エネルギー密度(Wh/kg)の向上にも寄与する。アノードとして機能するリチウム金属の理論重量容量密度は $3,861 \text{ mAh/g}$ であり、これはグラファイトの理論値(約 372 mAh/g)の10倍以上である⁶。つまり、同じ量の電荷を蓄えるのに必要なアノードの質量が劇的に減少し、セル全体の軽量化に繋がる。

この25%という数値は、パナソニックが公表している技術ロードマップとも完全に一致する。同社は現在、約800 Wh/Lのセルを量産しており、2027年度末までに「アノードフリー型リチウム金属負極」を採用することで1,000 Wh/Lのセル開発を完了させる計画を明らかにしている¹²。800 Wh/Lを基準とすると、25%の向上はまさしく1,000 Wh/Lに到達することを意味し、この技術が同社の次世代戦略の根幹であることがわかる。

第3章 パフォーマンスへの影響と経済的価値提案

3.1. エネルギー密度から航続距離へ:「90マイル延長」の主張の分析

パナソニックは、この技術がもたらす具体的なメリットとして、テスラ社のModel Yを例に挙げ、「バッテリーパックのサイズを変えずに航続距離を約90マイル(約145 km)延長できる」と繰り返し主張している¹。

この主張は、セルレベルのエネルギー密度向上が車両レベルの性能に直結することを示す好例である。例えば、航続距離が約330マイルのModel Y Long Rangeを仮定すると、セル容量が25%増加すれば、バッテリーパックのエネルギー効率や車両の電費が一定である限り、航続距離も理論上25%近く向上する。 $330 \text{ miles} \times 0.25 = 82.5 \text{ miles}$ となり、パナソニックの主張する「約90マイル」という数値は十分に妥当な範囲にある⁶。これは単なる漸進的な改善ではなく、消費者がEV購入をためらう最大の要因の一つである「航続距離不安」を直接的に解消しうる、大きな性能向上である²。

3.2. 市場導入への二つの道筋：性能追求か、コスト削減か

この技術の優れた点は、自動車メーカー（OEM）に対して戦略的な柔軟性を提供することにある¹。

- 道筋1: 性能の最大化
OEMは、既存のバッテリーパックと同じサイズを維持し、航続距離を大幅に伸ばしたプレミアムモデルを市場に投入できる¹。これにより、ハイエンド市場における競争優位性を確立し、ブランドイメージを向上させることが可能となる。
- 道筋2: コストと重量の削減
もう一つの選択肢は、現在の航続距離を維持したまま、より小型・軽量で、潜在的にはより安価なバッテリーパックを搭載することである¹。車両が軽量化されれば、エネルギー効率が向上し、さらなる航続距離の改善や運動性能の向上が見込める。このアプローチは、EVをより手頃な価格で提供し、大衆市場での普及を加速させる上で極めて重要となる¹⁶。

この選択肢がもたらす影響は、単なるコスト削減にとどまらない。バッテリーパックの体積を大幅に縮小できることは、車両設計の自由度を飛躍的に高める。例えば、より広い室内空間や荷室の確保、あるいはEV専用の「スケートボードプラットフォーム」において床を薄くすることで、低重心化による走行安定性の向上や空力性能の改善が可能になる。つまり、この技術は単なる部品のアップグレードではなく、次世代EVのプラットフォームアーキテクチャそのものを革新する起爆剤となりうる。

3.3. コスト削減の要因とサプライチェーンへの影響

アノードフリー技術は、複数の側面からコスト削減に貢献する可能性がある。

- 製造プロセスの簡素化: 前述の通り、アノードの塗布・乾燥工程を省略できるため、設備投資や工場の運転コストを削減できる可能性がある⁵。
- 材料コストの削減: パナソニックは、比較的高価で価格変動の激しいレアメタルであるニッケルの使用比率を低減する方針を明確に示している¹。これは、高容量のリチウム金属アノードと、ニッケル含有量を少し抑えた正極材を組み合わせても、システム全体として十分なエネルギー密度を達成できるためと考えられる。
- 不確実性: ただし、パナソニックは具体的な製造コスト目標を明らかにしておらず、この技術を

経済的に大規模生産できるかは依然として未確定要素である⁴。

ニッケルへの依存度を低減するという目標は、パナソニックの長期的な戦略的思考を反映している。バッテリー業界は、ニッケルやコバルトといった主要金属の価格変動や地政学的なサプライチェーンリスクに常に晒されている¹⁷。性能向上と同時に、これらの重要資源への依存度を下げる道筋を示すことで、パナソニックは戦略的な強靱性を構築している。これは、自社のサプライチェーンのリスクを低減し、最も高価な部品であるバッテリーのコストを安定させたいOEMにとって、性能数値以上に強力な訴求力を持つだろう。

第4章 商業化への重大な課題

アノードフリー技術が持つ大きな可能性の裏には、乗り越えるべき深刻な技術的障壁が存在する。これらの課題は、リチウム金属を負極に用いる全てのバッテリーに共通する、長年の難問である。

4.1. デンドライト問題：リチウム金属のアキレス腱

リチウム金属電池の商業化を歴史的に阻んできた最大の障害は、デンドライト（樹枝状結晶）の成長である⁶。

充電時、リチウムは必ずしも滑らかで均一な層として析出するわけではない。不均一な析出が起これば、リチウムが針状の鋭い結晶となって成長を始める。これがデンドライトである。このデンドライトがセパレーターを突き破って正極に到達すると、内部短絡（ショート）を引き起こし、急激な発熱、熱暴走、そして最悪の場合は発火や爆発に至る可能性がある⁶。

この致命的な問題を解決するため、業界では様々な研究が進められている。例えば、リチウムの均一な析出を促す特殊な添加剤を含んだ高機能電解質の開発、集電体表面への保護層の形成、そして精密に制御された充電プロトコル（フォーメーション）などが挙げられる⁶。パナソニックの成功は、これらの技術を統合し、実用レベルでデンドライトを完全に抑制できるかにかかっている。

4.2. 究極のクーロン効率と長寿命化の追求

もう一つの重大な課題は、クーロン効率（CE）とサイクル寿命の関係である。

- **クーロン効率（CE）の定義：**クーロン効率とは、充電時にバッテリーに蓄えられた電荷量に対し、放電時に取り出せる電荷量の割合を示す。100%未満のCEは、充放電サイクルごとに一部のリチウムが電解液との副反応で消費され、電気的に不活性な「死んだリチウム（dead lithium）」となり、二度と充放電に寄与しなくなることを意味する⁶。
- **「リチウム貯蔵庫ゼロ」問題：**従来の基礎研究で用いられるリチウム金属電池は、多くの場合、厚いリチウム金属箔をアノードとして使用する。これは、サイクル中に失われるリチウムを補うための巨大な「貯蔵庫（リザーバー）」として機能する。しかし、パナソニックのアノードフリー設計では、この余剰リチウムが一切存在しない。セルの寿命全体で利用可能な活性リチウムは、全

て最初に正極に含まれていた量に限定される¹⁰。

- サイクル寿命への影響: この「貯蔵庫ゼロ」の設計は、クーロン効率に対して極めて厳しい要求を突きつける。仮にCEが99.5%であったとしても、サイクルごとに0.5%のリチウムが失われ、わずかな数十サイクルで容量が大幅に低下してしまう。自動車用バッテリーに求められる数千回以上のサイクル寿命と10年以上のカレンダー寿命を保証するためには、CEは99.9%をはるかに超える、ほぼ100%に近いレベルで安定している必要がある⁶。これは技術的に極めて高いハードルである。

4.3. 製造とスケーラビリティの壁

第2章で指摘した通り、初回のフォーメーション工程は、高歩留まりかつコスト効率の高い量産を実現するための、極めて複雑で重要な製造ステップとなる⁶。わずかな歩留まりの低下が、全体の生産コストを大幅に押し上げるリスクを孕んでいる⁶。また、この新しいプロセスを既存の生産ラインに統合する際の課題や、特殊な電解質・セパレーター材料のサプライチェーン管理も克服すべき点である⁶。アナリストがパナソニックの発表を「エキサイティングだが、必然的に投機的でもある」と評するのは、まさにこれらの製造上の課題が大規模生産レベルで未解決であるためだ⁶。

これらの課題、すなわちデンドライト、クーロン効率、製造は、それぞれ独立した問題ではない。これらは深く相互に関連している。デンドライトの形成は、それ自体が折れて孤立することで「死んだリチウム」を生み出し、クーロン効率を低下させる主要因の一つである。クーロン効率を改善するにはデンドライト抑制が不可欠であり、その解決策(例えば特殊な電解質)は、製造コストやスケーラビリティに直接影響する。そして、製造工程であるフォーメーションの条件が、リチウムの初期析出形態を決定し、デンドライト成長と初期のクーロン効率の両方を左右する。したがって、商業的に成功するためには、電解質、セパレーター、集電体、そして製造プロセスが一体となって最適化された、システムレベルでの包括的な解決策が不可欠となる。

第5章 競合状況と代替技術の動向

次世代電池開発競争は、単一の目標に向けた競争ではなく、多様な戦略が並行して進む複雑な様相を呈している。パナソニックは大手サプライヤーとしていち早く商業化のタイムラインを提示したが、競合他社も同様のコンセプトを異なるアプローチで追求している⁵。

5.1. 競合技術の比較分析: リチウム金属における多様な戦略

パナソニックの挑戦を正しく評価するためには、主要な競合企業の戦略を比較分析することが不可欠である。

- Our Next Energy (ONE): ハイブリッド／リスク低減アプローチ
米国のスタートアップであるONEは、「Gemini」バッテリーにおいて、デュアルケミストリー(2種類

の化学組成を組み合わせる)という独創的な構造を採用している 25。このパックは、日常的な運転(約150マイルまで)には、サイクル寿命が長く安全性の高いリン酸鉄リチウムイオン(LFP)電池を使用する。そして、長距離移動時のみ、高エネルギー密度のアノードフリー電池が「航続距離延長装置(レンジエクステンダー)」として作動する 25。この設計は、アノードフリー電池の最大の弱点であるサイクル寿命の短さを、使用頻度を限定することで巧みに回避している。これは、材料科学の根本的な課題に対する、実用的なシステムレベルの工学的解決策と言える。ONEは既に自社のアノードフリーセルで1,007 Wh/Lという高いエネルギー密度を実証しており、2026年からの実用化を計画している 5。

- SES AI: 電解質中心アプローチ

SES AIは、「ハイブリッドリチウム金属」というアプローチを採る。同社は「アノードフリー」ではなく、製造時から薄いリチウム金属アノードを使用するが、その核心技術は、デンドライトの成長を抑制し、リチウム金属表面を安定化させるために独自に開発した高濃度液体電解質にある 27。彼らの戦略は、いかなるリチウム金属構造においても、電解質こそが鍵を握る要素技術であるという思想に基づいている。同社は既に「Apollo™」と呼ばれる107 Ahの大型セルで高いエネルギー密度(417 Wh/kg, 935 Wh/L)を達成しており、GMや現代自動車といったパートナーと共に2025年の商業化を目指している 27。

これらの多様な戦略は、将来のバッテリー市場が単一の技術に支配されるのではなく、用途やリスク許容度に応じて細分化される可能性を示唆している。パナソニックの「オールイン」アプローチが主流の高性能EV市場を狙う一方で、ONEのハイブリッド構造は、日常のルートが予測可能で、かつ時折長距離走行が必要な商用車などに最適である。SES AIの高性能・高安全性を追求するアプローチは、プレミアムカーや航空宇宙分野でのリーダーとなる可能性がある。

企業名	技術タイプ	主要な革新点	公表エネルギー密度	主要な課題	商業化目標
パナソニック エナジー	アノードフリー(液体電解質)	製造時アノード排除による <i>in situ</i> 形成アーキテクチャ	1,000 Wh/L (目標)	サイクル寿命、デンドライト抑制、量産安定性	2027年末
Our Next Energy (ONE)	デュアルケミストリー(LFP + アノードフリー)	パックレベルでのシステム設計によるリスク低減	1,007 Wh/L (アノードフリーセル)	システム統合、コスト	2026年
SES AI	ハイブリッドリチウム金属(液体電解質)	独自開発の高濃度液体電解質	935 Wh/L, 417 Wh/kg	電解質のコストと量産性、サイクル	2025年

	解質)			寿命	
代表的な全 固体電池	全固体リチ ウム金属	固体電解質 による安全 性とエネル ギー密度の 両立	400 Wh/kg 超 (実証例)	界面抵抗、 製造コスト、 スケーラビリ ティ	2030年以 降

5.2. アノードフリー（液体）vs. 全固体：進化的 vs. 革命的アプローチ

パナソニックが発表したアノードフリー技術は、液体電解質を用いる従来型リチウムイオン技術の延長線上にある「進化的」な技術である¹。一方で、業界が究極の目標と見なす全固体電池は、液体電解質を固体に置き換える「革命的」なパラダイムシフトを意味する³¹。

- アノードフリー（パナソニックのアプローチ）：既存の製造インフラやサプライチェーンを最大限活用しつつ、液体電解質の限界を押し広げるアプローチ。安定性の課題を克服できれば、より迅速かつ少ない設備投資で高エネルギー密度を実現できる可能性がある。
- 全固体電池：可燃性の液体を排除することで本質的な安全性を確保し、リチウム金属アノードをより安全に利用できると期待される。しかし、製造スケールアップ、コスト、そして充放電に伴う電極-電解質間の界面維持など、極めて大きな課題に直面している³³。

これらは互いに競合しつつも、並行して開発が進む技術ロードマップである。パナソニックのアプローチは、全固体電池が本格的に普及するまでの「ブリッジ技術」として位置づけることができる。全固体電池の大量生産が2030年以降と見られる中²⁹、2027-2028年を目標とするパナソニックの技術は、それまでの期間に高まる高性能バッテリーへの市場需要を獲得するための戦略的な布石である。これにより、既存の製造ノウハウを進化させる形で収益と経験を確保しつつ、次世代の全固体電池の研究開発を継続することが可能となる。

第6章 戦略的展望と結論

6.1. パナソニックのロードマップと成功の確率

パナソニックは、2027年末までに1,000 Wh/Lという「世界トップレベル」のエネルギー容量を達成するという明確かつ野心的な目標を掲げている¹。このタイムラインは、大手メーカーとしては「アグレッシブだが前例がないわけではない」と評価される⁶。市場への投入シナリオとしては、2027年にパイロット生産を開始し、2028年にかけて自動車メーカーによる検証を行い、2029年頃から高級モデル

を皮切りに量産車への搭載が始まるというのが現実的な見通しである⁶。

6.2. 市場および業界への広範な影響

EV市場は一部の西側諸国で成長の鈍化が見られるものの、技術革新への要求と競争は依然として激しい³⁵。パナソニックの技術が成功すれば、需要を再燃させ、テスラのようなパートナー企業の競争優位性を再び確立する可能性がある⁷。長期的には、この技術は航続距離不安とコストというEV普及の二大障壁に直接対処することで、EVの本格的な普及を加速させるだろう²。世界の車載電池市場は2030年代には数十兆円規模に達すると予測されており、この技術開発競争の経済的な重要性は計り知れない³⁸。

6.3. 結論：ゲームチェンジャーか、一過性の進歩か

本分析に基づき、パナソニックのアノードフリー技術は、もし商業化に成功すれば、単なる漸進的な改善以上の価値を持つと結論付けられる。それは、セルの構造を根本から再設計し²、性能に段階的な変化（ステップチェンジ）をもたらすものである。

しかし、その成功は決して保証されたものではない。その成否は、バッテリー業界を数十年にわたり悩ませてきたリチウム金属の安定性という、材料科学と製造技術における根深い課題を解決できるかに全てがかかっている。

最終的に、パナソニックは大胆かつ計算された賭けに出たと評価できる。成功は、EVが爆発的に普及する次の10年間における同社のリーダーシップを不動のものにするだろう。しかし、失敗は、より実用的なアプローチを採る競合他社（ONE）や、より先進的な技術を開発するライバル（SES AI、全固体電池）に、この巨大市場の未来を明け渡すことに繋がりがかねない。我々は今、次世代モビリティの重要な岐路に立っているのである¹。

引用文献

1. パナソニック、EVバッテリーに革新か。2027年、航続距離25%増の「アノードフリー」技術を公開, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://xenospectrum.com/panasonic-next-gen-anode-free-ev-battery-range-boost-2027/>
2. Panasonic vows anode-free battery breakthrough, aiming to re - Verified Market Research, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.verifiedmarketresearch.com/blog/panasonic-vows-anodefree-battery-breakthrough-aiming-to-revolutionize-evs-in-two-years/>
3. 再送(18日配信記事)-パナソニック、アノードフリー技術で高容量EV電池の開発目指す27年末めど, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.newsweekjapan.jp/headlines/business/2025/09/570517.php>
4. Panasonic aims to develop groundbreaking EV battery in about two years, 9月 25,

- 2025にアクセス、
<https://m.economictimes.com/tech/technology/panasonic-aims-to-develop-groundbreaking-ev-battery-in-about-two-years/articleshow/123988613.cms>
5. Panasonic plans anode-free EV battery by 2027 - electrive.com, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.electrive.com/2025/09/19/panasonic-plans-anode-free-ev-battery-by-2027/>
 6. Panasonic Anode-Free Battery and What It Means for the Tesla Model Y - TESMAG, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.teslaaccessories.com/blogs/news/panasonic-anode-free-battery-and-what-it-means-for-the-tesla-model-y>
 7. Tesla Model Y may gain an extra 90 miles of range with Panasonic's next-gen battery, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.teslarati.com/tesla-model-y-extra-90-miles-range-panasonic-next-gen-battery/>
 8. Panasonic has battery that can give Tesla Model Y 450 miles of range | Electrek, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://electrek.co/2025/09/18/panasonic-claims-battery-can-give-tesla-model-y-450-miles-range/>
 9. Panasonic Plans to Launch Anode-Free Battery by 2027, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://battery-news.de/en/2025/09/22/panasonic-plans-to-launch-anode-free-battery-by-2027/>
 10. Effect of the Formation Rate on the Stability of Anode-Free Lithium Metal Batteries | ACS Energy Letters - ACS Publications, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsenergylett.4c02258>
 11. Research Progress of Anode-Free Lithium Metal Batteries - MDPI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.mdpi.com/2073-4352/12/9/1241>
 12. Progress in Medium- to Long-term Strategy FY3/24 - Company - Panasonic Energy Co., Ltd., 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.panasonic.com/global/energy/company/strategy/2023.html>
 13. パナソニック、車載電池について2025年度中に900Wh/Lセル、2027年度末に1000Wh/Lセルの開発を完了させる計画 - Car Watch, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/2048597.html>
 14. Panasonic aims to develop groundbreaking EV battery in about two years - Investing.com, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.investing.com/news/stock-market-news/panasonic-aims-to-develop-groundbreaking-ev-battery-in-about-two-years-4243762>
 15. Panasonic's Anode-Free Battery Breakthrough Could Supercharge the Future of EV Fleets, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://zeromission.io/news/panasonics-anode-free-battery>
 16. Panasonic Targets Breakthrough EV Battery Within Two Years - domain-b.com, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.domain-b.com/technology/technology-general/panasonic-targets-breakthrough-ev-battery-within-two-years>
 17. Panasonic aims to develop 'groundbreaking' EV batteries in two years - Energy

- Connects, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.energyconnects.com/news/utilities/2025/september/panasonic-aims-to-develop-groundbreaking-ev-batteries-in-two-years/>
18. Panasonic targets higher-capacity EV batteries within two years – report - Just Auto, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.just-auto.com/news/panasonic-ev-batteries/>
19. Carjacked: electric vehicle policy under a Delayed Energy Transition scenario, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.woodmac.com/news/opinion/carjacked-electric-vehicle-policy-under-a-delayed-energy-transition-scenario/>
20. EP3902052A1 - Anode-less lithium battery - Google Patents, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://patents.google.com/patent/EP3902052A1/en>
21. Designs of Anode-Free Lithium-Ion Batteries - MDPI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.mdpi.com/2313-0105/9/7/381>
22. Anode-Free Full Cells: A Pathway to High-Energy Density Lithium-Metal Batteries - OSTI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.osti.gov/pages/biblio/1617744>
23. Anode-Less or Anode-Free? | ACS Energy Letters - ACS Publications, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsenenergylett.3c02163>
24. 「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業 ... - NEDO, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.nedo.go.jp/content/100873514.pdf>
25. Gemini™ | Our Next Energy, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://one.ai/mobility/gemini>
26. Range | Our Next Energy, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://one.ai/range>
27. SES Unveils World's First 100 Plus Ah Li-Metal Battery, Announces New Gigafactory at First SES Battery World - Business Wire, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.businesswire.com/news/home/20211103005931/en/SES-Unveils-Worlds-First-100-Plus-Ah-Li-Metal-Battery-Announces-New-Gigafactory-at-First-SES-Battery-World>
28. Li-Metal - SES AI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.ses.ai/li-metal-batteries>
29. SES shares plans for world's largest lithium-metal facility to build 107 amp-hour EV batteries, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://electrek.co/2021/11/03/ses-shares-plans-for-worlds-largest-lithium-metal-facility-to-build-107-amp-hour-ev-batteries/>
30. Media news - SES AI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.ses.ai/media-news>
31. 環境・エネルギー - TECHNOLOGY - DX・CPS本部／GX本部 - パナソニック ホールディングス - Panasonic, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://tech.panasonic.com/jp/td/technology/environment-energy.html>
32. 研究開発の方向性 - テクノロジー - パナソニック ホールディングス, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://holdings.panasonic.jp/corporate/technology/outlook.html>
33. Solid-State Lithium Batteries: Advances, Challenges, and Future Perspectives - MDPI, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.mdpi.com/2313-0105/11/3/90>
34. (PDF) An Industrial Perspective and Intellectual Property Landscape on Solid-State Battery Technology with a Focus on Solid-State Electrolyte Chemistries - ResearchGate, 9月 25, 2025にアクセス、
https://www.researchgate.net/publication/377262008_An_Industrial_Perspective_and_Intellectual_Property_Landscape_on_Solid-State_Battery_Technology_with_a

[Focus on Solid-State Electrolyte Chemistries](#)

35. Electric Vehicle Outlook | BloombergNEF, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://about.bnef.com/insights/clean-transport/electric-vehicle-outlook/>
36. Electric vehicle & battery supply chain: 5 things to look for in 2025 Report | Wood Mackenzie, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.woodmac.com/reports/metals-electric-vehicle-and-battery-supply-chain-5-things-to-look-for-in-2025-150347287/>
37. Electric vehicle & battery supply chain: 5 things to look for in 2025 | Wood Mackenzie, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.woodmac.com/news/opinion/ev-battery-supply-chain-2025-outlook/>
38. 自動車向け二次電池の世界市場を調査 | プレスリリース | 富士経済グループ, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=23125>
39. 蓄電池産業戦略(案), 9月 25, 2025にアクセス、
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/conference/battery_strategy/0006/03.pdf
40. 車載用リチウムイオン電池世界市場に関する調査を実施(2025年) | ニュース・トピックス, 9月 25, 2025にアクセス、
https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3768
41. 自動車向け二次電池の世界市場を調査 | プレスリリース | 富士経済グループ, 9月 25, 2025にアクセス、
<https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=24112>