

# EVバッテリー用Roll to Roll装置ビジネス

株式会社ULVAC

FPD 事業部

事業企画部 磯 佳樹

先進技術研究所

FPD 技術研究部 武井 応樹

*Leading the World  
In Vacuum Technology*

**ULVAC**

# 概要

## □ なぜ Roll to Roll (R2R) 蒸着技術か？ :

EV及びEVバッテリーが急拡大する中、バッテリー構成部材の薄型化・高純度化を可能とする真空蒸着技術が新たに採用され重要性が拡大

- リチウムイオンバッテリー部材の代替製造法としてのR2R薄膜形成技術のニーズの高まり
- 全固体電池を見据えた更なる需要拡大の可能性

## □ なぜアルバックか？ :

薄型フィルムへの熱ダメージ抑制技術と両面一括成膜技術を通じて、技術的課題をクリアできるメーカー

- 極薄フィルム上への電極形成（熱ダメージ抑制）
- 高い生産効率と低コスト（両面成膜技術）

本日は、「複合集電体用R2R蒸着技術」の事業化にむけた開発状況と「リチウム真空蒸着技術」に関する、経産省グリーンイノベーション基金事業の取り組みを紹介

# 世界各国でEVシフト加速

- 2030年までにハイブリッド車を含む内燃機関車(ガソリン/ディーゼル)の新車販売を禁止

- 2035年までにガソリン車の新車販売を禁止(ハイブリッド車を除く)



各国がカーボンニュートラル目標値を表明  
自動車産業大国は**“脱ガソリン車”**  
2030-2035年以降：ガソリン車禁止の流れ

- 2030年にゼロエミッション車を新車販売の50%へ
- 2035年までにカリフォルニア州でガソリン車の新車販売を禁止

- 2035年にガソリン車の新車販売を禁止(ハイブリッド車を除く)

# EV市場急拡大⇒EVバッテリー需要急増



2040年には**世界で6000万台**へ（**全乗用車の55%**を占める）

# 次世代EV用**バッテリー(LiB)**の技術競争



## 高容量

小型大容量化  
エネルギー密度 400wh/kg



## 高出力

2C以上(30分以内)の充電速度  
(20%⇒80%充電時間で15分以内)



## 長寿命

防寒耐性(-10℃)があり、  
高サイクル寿命



## 高安全性

発火無き事  
(釘刺し試験等の試験)



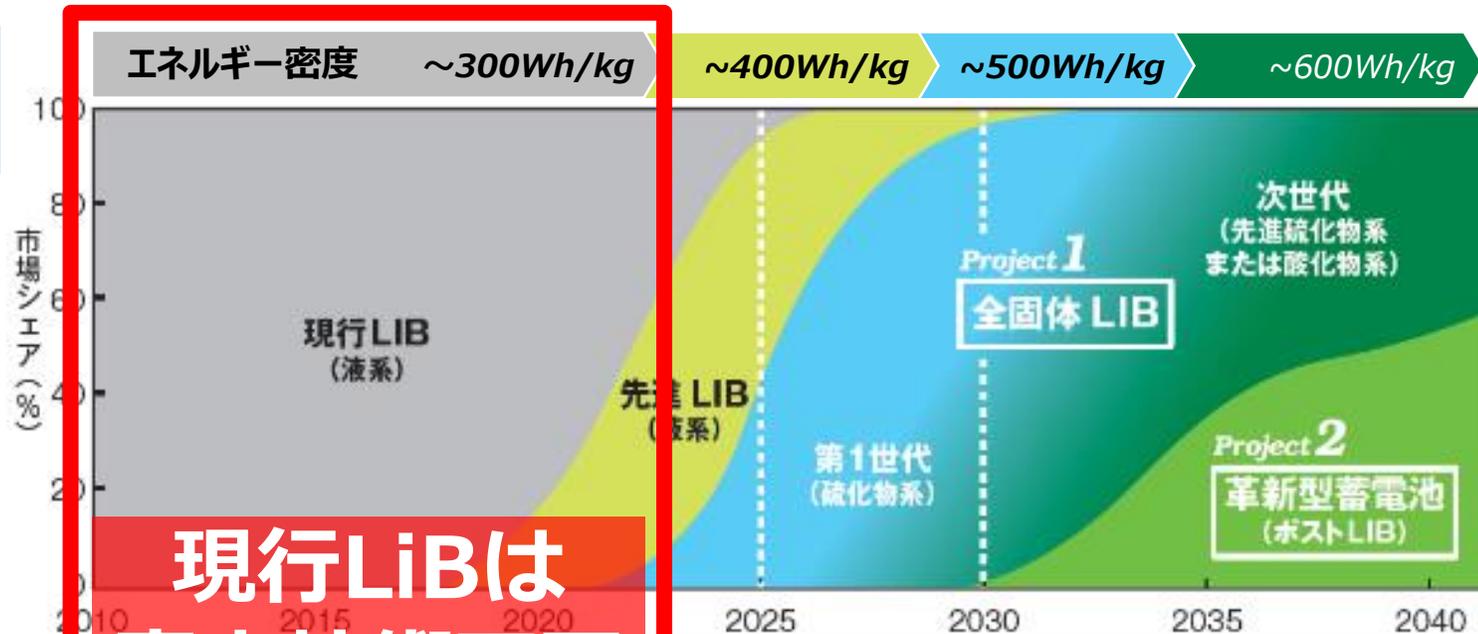
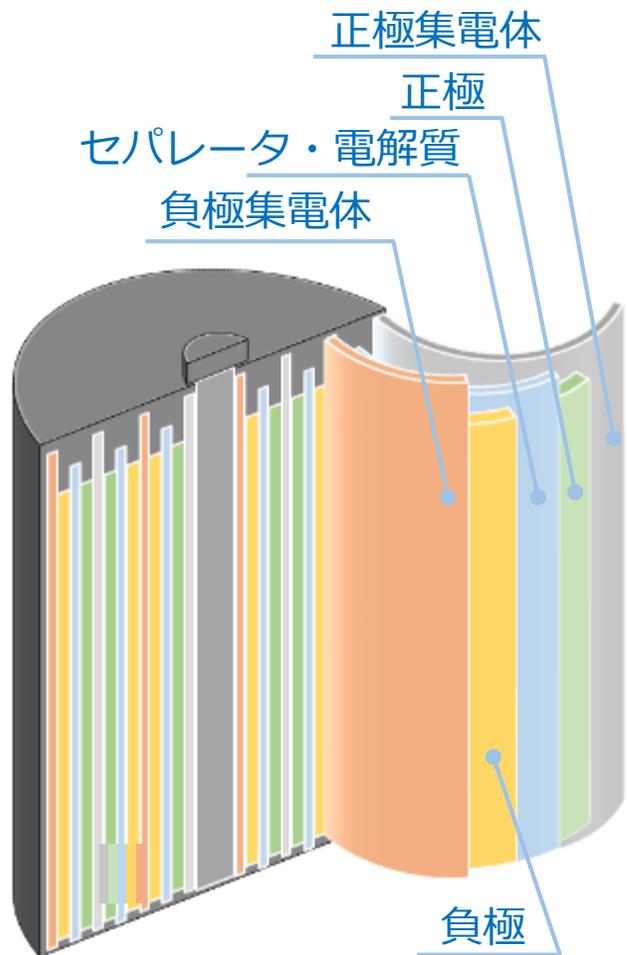
## 低コスト

半分のコスト  
(100USD/1kWh)

これらの要求を同時に満足するためのキーテクノロジー  
**アルバックのR2R薄膜形成技術**

# EVバッテリー技術および真空技術採用の動向

EVバッテリーの高性能化にむけて  
各種部材の高エネルギー化・薄型化が進む



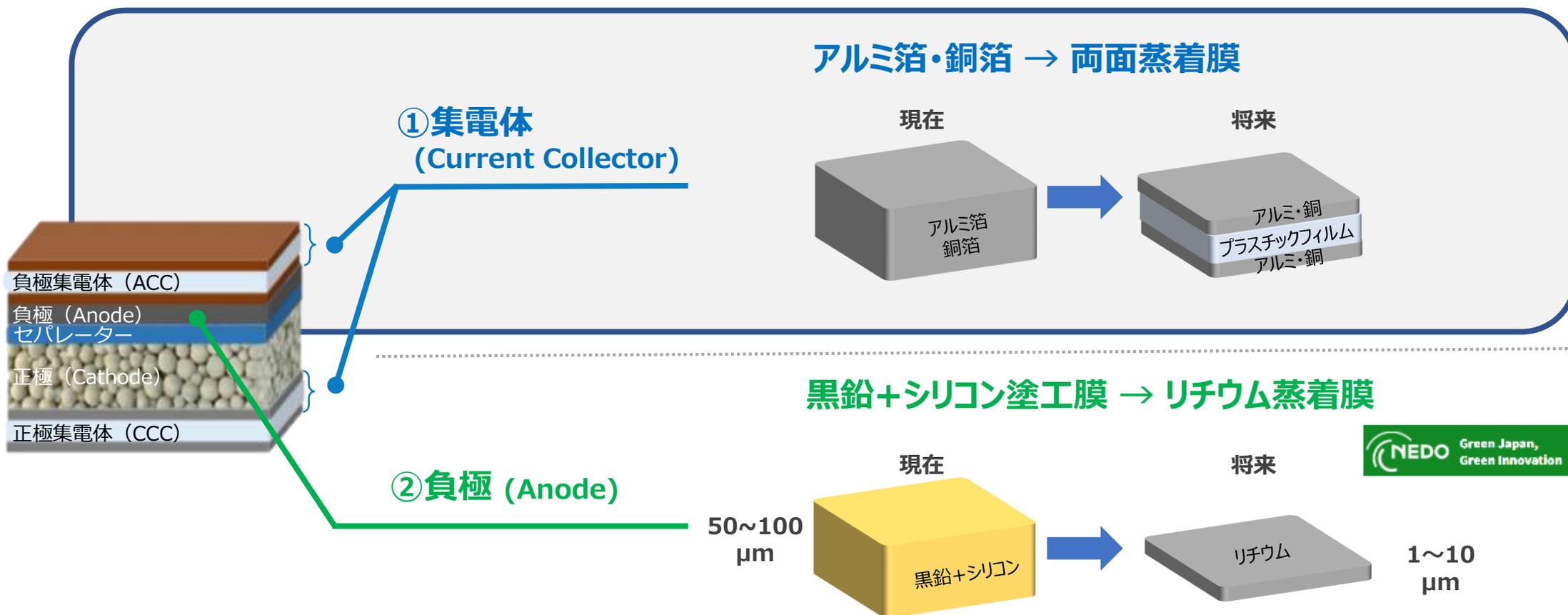
**現行LiBは  
真空技術不要**

正極集電体		12μm厚	6μm厚	4μm厚
正極	LFP・NCM			高エネルギー密度材料 (硫化物系)
セパレータ	PP	PP-セラミックコート		全固体 (硫化物系)
電解質	液系	ポリマー系		
負極	黒鉛	黒鉛+シリコン		リチウム金属
負極集電体	Cu箔 10μm厚	8μm厚	6μm厚	4μm厚

**次世代LiB材料に  
真空技術を活用**

# アルバックのEVバッテリー向け薄膜形成技術 / summary

- EVバッテリーの小型大容量化、安全性向上実現のため、巻取蒸着装置を開発
  - ①集電体：安全性・軽量化実現のため、金属箔の両面蒸着フィルムへの置き換え投資開始(22年度)
  - ②負極：大容量化実現のため、従来の「黒鉛+シリコン」⇒「リチウム蒸着膜」：開発中⇒NEDOグリーンイノベーション基金事業「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」採択



### 複合集電体（両面蒸着フィルム）の利点

#### (1) 安全性

「絶縁基板 + 薄膜導電層」という構造により電池が短絡した際に短絡電流を短時間で遮断低減させ、フィルムの溶融・EVバッテリーの熱暴走を効果的に防止する

#### (2) 高エネルギー密度

基材となるPETフィルムの密度が低いため、複合集電体の重量を大幅削減しバッテリーの重量エネルギー密度を高める

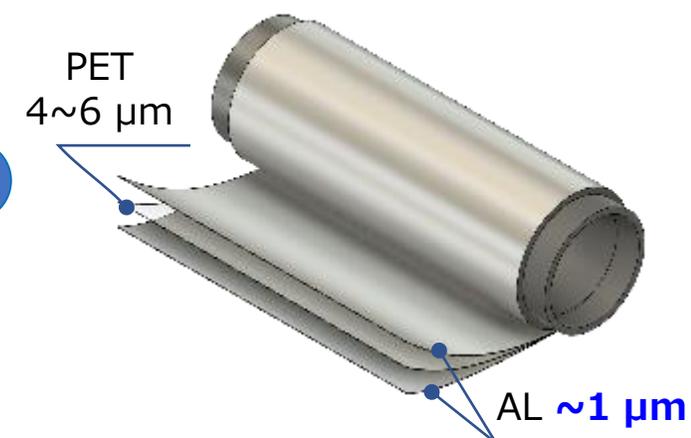
#### (3) 環境負荷の低減

精錬時の環境負荷が高い金属材料の使用量を削減できる。材料コスト低減にもつながる。

#### 正極集電体 (AL箔)



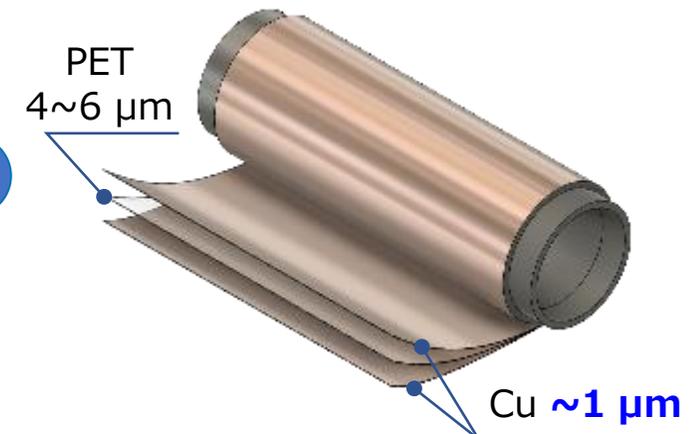
#### 正極用 複合集電体 (AL/PET/AL)



#### 負極集電体 (Cu箔)



#### 負極用 複合集電体 (Cu/PET/Cu)



## 複合集電体（Metal/PET/Metal積層フィルム）の生産技術

### フィルムへの熱ダメージ抑制

熱耐性が100℃程度のPETフィルムに対し、  
通常は約1000℃に加熱された蒸着粒子の成膜

⇒ フィルムにかかる熱ダメージを抑制する技術が必要

### 真空装置の生産性向上

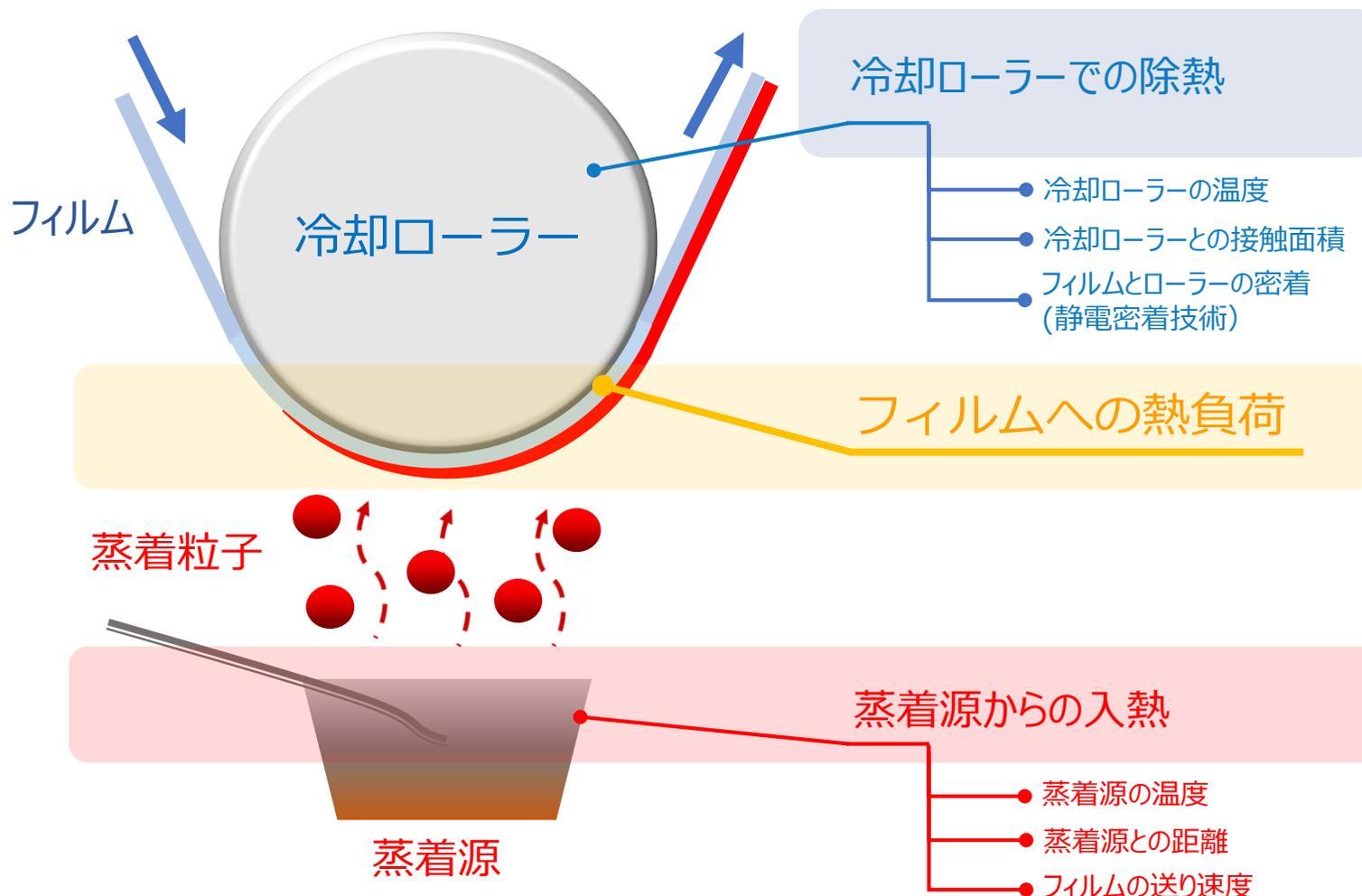
金属材料の使用量減にともなう原材料コスト削減の一方、  
高額な真空装置を使用することによる加工コスト増加が  
課題であり、真空装置の生産性向上が求められている。

⇒ 幅広フィルム対応・生産速度向上・両面一括処理が  
生産性向上のカギ



シワや破れなどの  
熱ダメージが発生

### フィルムへの熱ダメージ抑制



シワや破れなどの熱ダメージが発生



フィルムへのダメージ無く成膜可

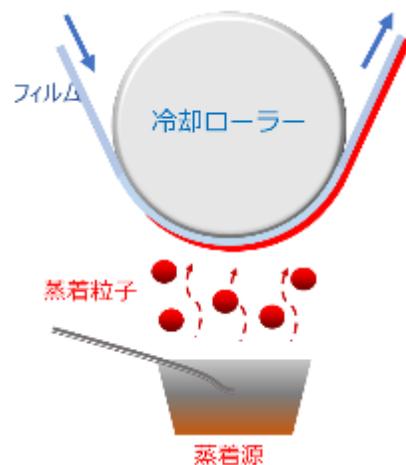
# アルバックのEVバッテリー向け薄膜形成技術

## ①集電体(Current Collector)

### 真空装置の生産性の向上

#### 従来型 蒸着装置 (片面成膜)

両面成膜	片面ずつ2回成膜
Film幅	1000mm
Film長	2000m
巻取速度	10m/min

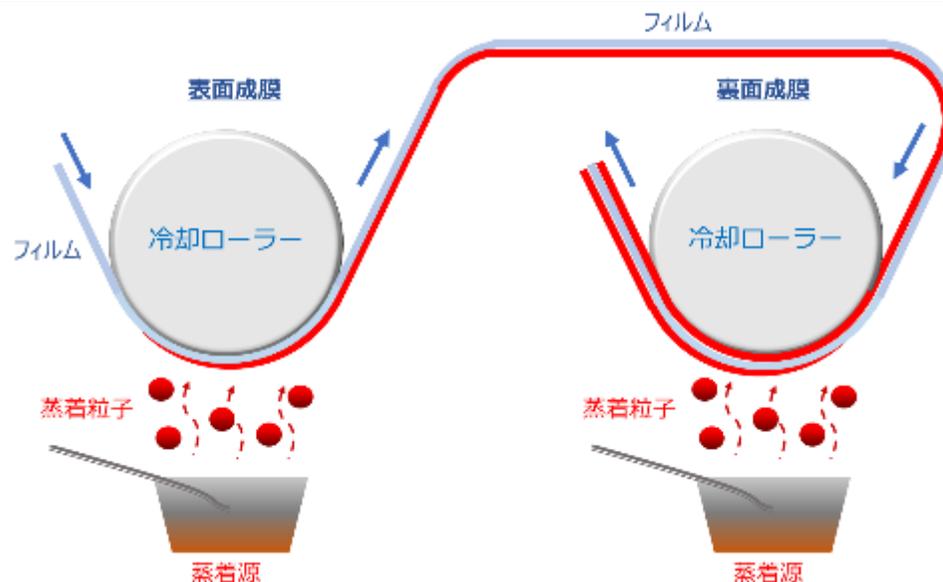


#### アルバックのコア技術

- 極薄フィルム巻き取り搬送技術
- 高速成膜技術
- 両面一括成膜搬送技術

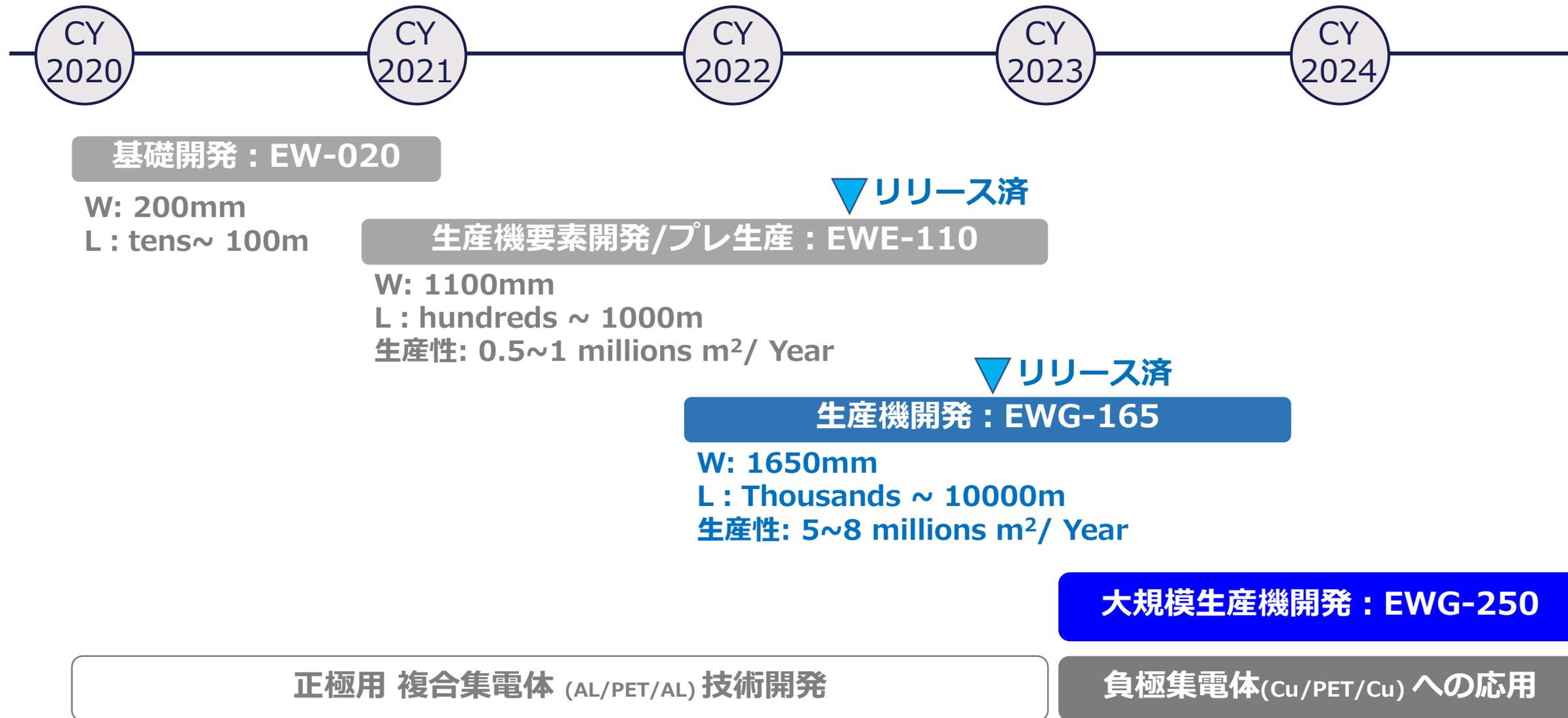
#### ULVAC新技術 両面成膜対応 蒸着装置

両面成膜	両面を同時に成膜
Film幅	1650mm
Film長	3000m
巻取速度	17m/min

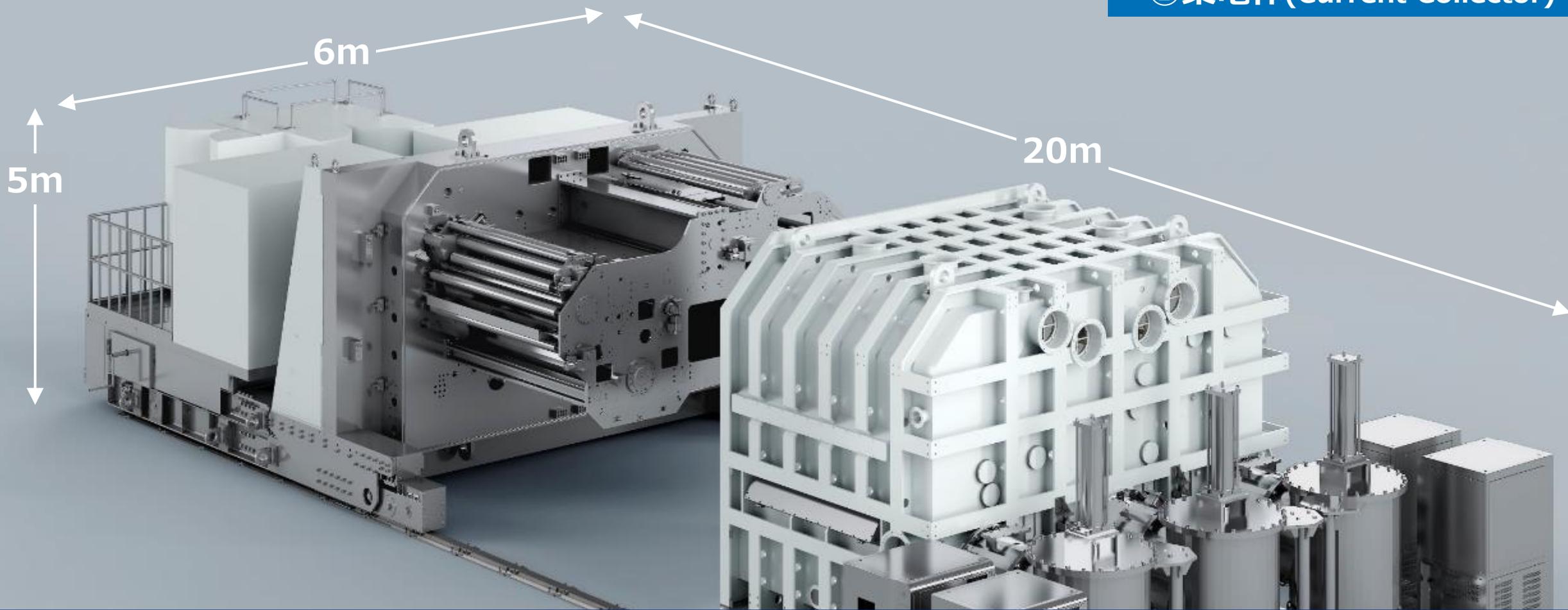


# アルバックのEVバッテリー向け薄膜形成技術

## ①集電体(Current Collector)



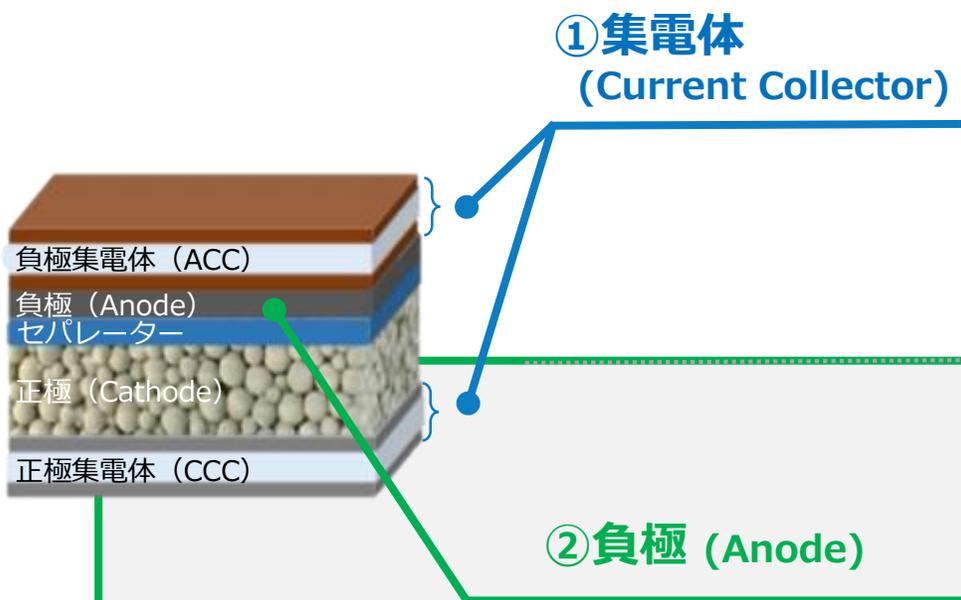
①集電体(Current Collector)



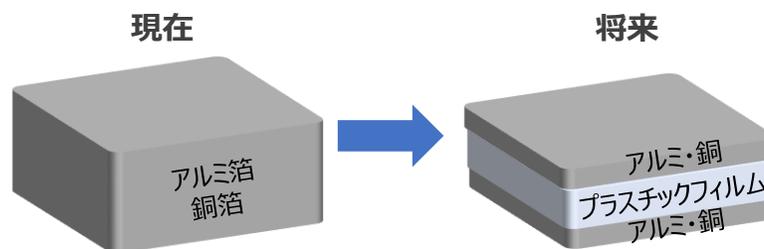
1650mm幅対応  
複合集電体用 R2R蒸着装置  
EWG-165

# アルバックのEVバッテリー向け薄膜形成技術 / summary

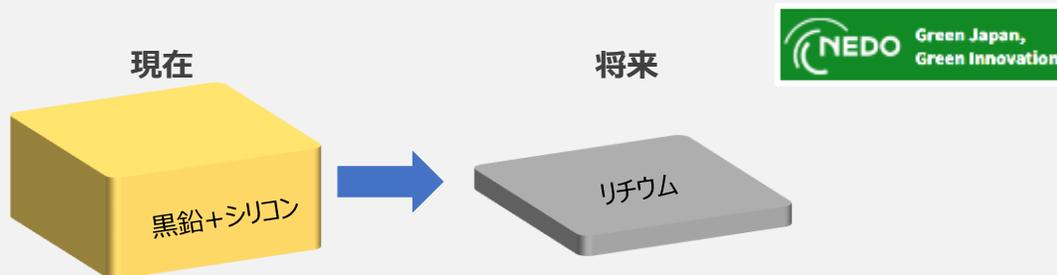
- EVバッテリーの小型大容量化、安全性向上実現のため、巻取蒸着装置を開発
    - ①集電体：安全性・軽量化実現のため、金属箔の両面蒸着フィルムへの置き換え投資開始(22年度)
    - ②負極：大容量化実現のため、従来の「黒鉛+シリコン」⇒「リチウム蒸着膜」：開発中
- ⇒NEDOグリーンイノベーション基金事業「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」採択



## アルミ箔・銅箔 → 両面蒸着膜



## 黒鉛+シリコン塗工膜 → リチウム蒸着膜





エネルギー密度 350 mAh/g

エネルギー密度 1000mAh/g

エネルギー密度 3500 mAh/g

### 金属リチウムが負極性能向上に貢献



## リチウム金属負極の生産技術

### 不純物の少ないリチウム金属箔の製造

⇒ リチウム金属負極の表面に不純物や表面の凹凸が存在する場合、デンドライトと呼ばれる針状の突起が生成し、デンドライトが正極まで到達すると発火

純度が高く表面凹凸の少ない金属リチウムの形成が必要

### 真空中における銅箔搬送技術

⇒ 従来のR2R装置は伸縮性の高い樹脂フィルムの取り扱いが一般的であるが、リチウム電池の負極は伸縮性が低く、シワになりやすい金属箔の取り扱いが必要

### 負極技術課題

デンドライト（針状突起）が正極に達すると...



Ref. ) K. Kanamura *et al.*, BLI X, Symposium on Energy Storage (2017), p.4, 6  
O. Mashtalir *et al.*, ACS Omega (2018) 3, 181–187

### 高純度リチウム

#### 真空蒸着

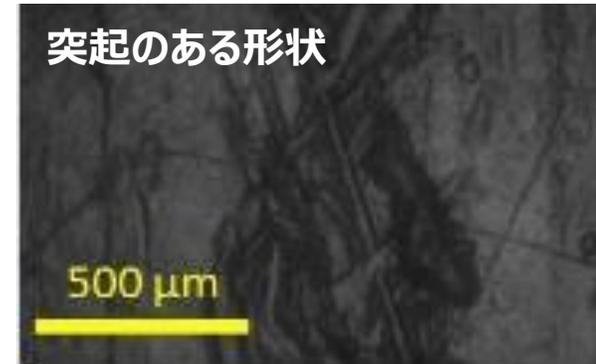
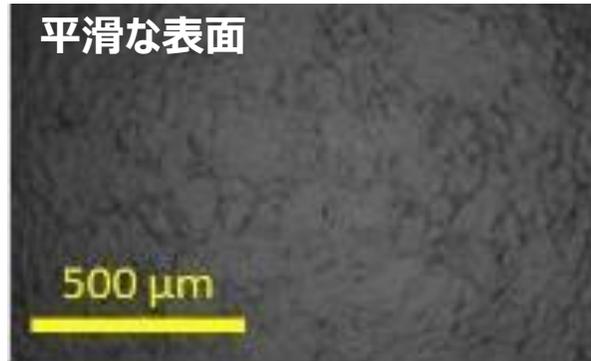


#### 従来技術(圧延)



出典) 第60回電池討論会 2019, 1B29

### 表面の平滑性



純度と平滑性が高いリチウム金属箔の製造技術が確立でき  
全固体電池に代表される次世代電池の負極用としての応用開発に移行

# アルバックのEVバッテリー向け薄膜形成技術

## リチウム金属負極の生産技術

### 不純物の少ないリチウム金属箔の製造

⇒ リチウム金属負極の表面に不純物や表面の凹凸が存在する場合、デンドライトと呼ばれる針状の突起が生成し、デンドライトが正極まで到達すると発火

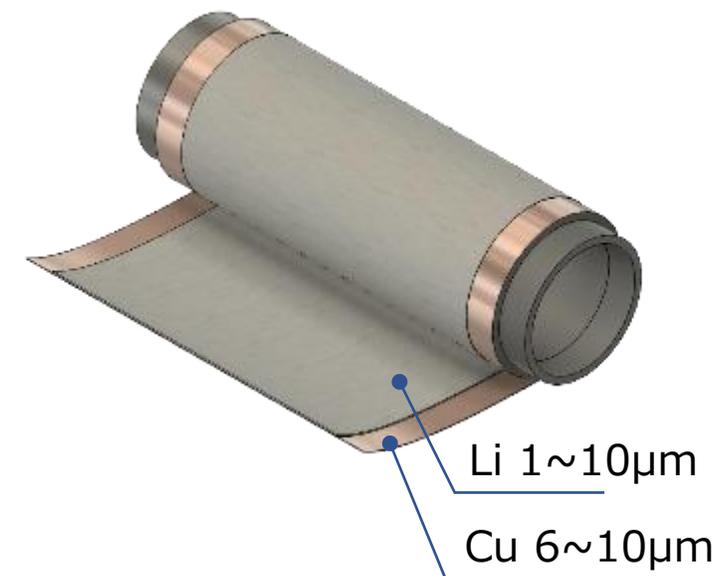
純度が高く表面凹凸の少ない金属リチウムの形成が必要

### 真空中における銅箔搬送技術

⇒ 従来のR2R装置は伸縮性の高い樹脂フィルムへの成膜が一般的であるが、リチウム電池の負極は伸縮性が低く、シワになりやすい金属箔への成膜が必要

## ②負極(Anode)

リチウム金属負極 (Li/Cu)



基材物性	PET	銅箔
伸縮性 (伸び率)	188%	7%

### グリーンイノベーション基金事業 / 次世代蓄電池・次世代モーターの開発

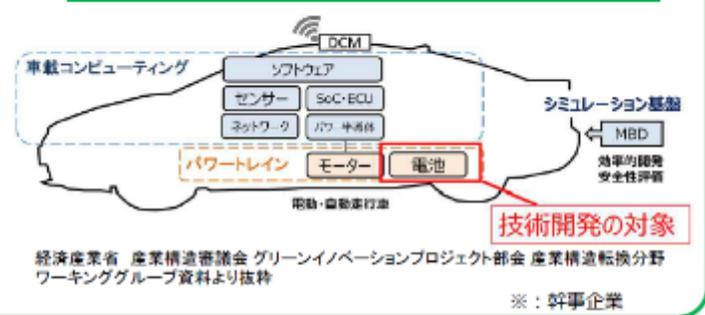
別紙 2

研究開発項目1-1 高性能蓄電池・材料の研究開発、研究開発項目1-2 蓄電池のリサイクル関連技術開発

#### 事業の目的・概要

- 全固体電池などの**高性能蓄電池**やその**材料**の開発  
 目標：航続距離などに影響するエネルギー密度が現在の2倍以上 など
  - 省資源材料** (コバルト (Co) や黒鉛など) や材料等の**低炭素製造プロセス**開発
  - 低コスト、高品質なレアメタル回収を実現する**蓄電池リサイクル技術**の開発  
 目標：リチウム70%、ニッケル95%、コバルト95%の回収
- 事業規模：約2,132億円  
 支援規模\*：上限1,205億円  
 \*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。  
 事業期間：2022年度～2030年度  
 補助率など：2/3補助→1/2補助→1/3補助 (インセンティブ率は10%)

#### 事業イメージ



#### 高性能蓄電池 (研究開発項目1-1)

- 全固体電池の早期実用化**  
 様々な技術アプローチで開発加速。有望技術の見極めを進めていく。
- 本田技研工業(株)\*、(株)本田技術研究所**  
 : 製造時のCO<sub>2</sub>排出量を抑え、将来の材料進化にも対応可能な、柔軟性のある**全固体電池量産技術**の徹底的な磨き上げ
- 日産自動車(株)**: 全固体電池の特徴を最大限に活かす野心的な電池設計、高品質量産に挑戦
- (株)GSユアサ**: 独自開発の高性能固体電解質や材料表面加工技術を活用し、多様な正極材・負極材の組み合わせで性能を追求
- 液系LIBや樹脂電池の高性能化**
- パナソニック エナジー(株)**: 液系LIBの更なる高容量化。Coフリー正極活用や高密度充填パック電池設計
- マツダ(株)**: 高入出力・高容量を両立する液系LIB開発。Coフリー正極や高性能負極活用
- APB(株)**: 正極材、負極材、樹脂の性能向上等を通じ、高容量な全樹脂電池を開発

#### 蓄電池材料 (研究開発項目1-1)

- 次世代蓄電池の材料技術の開発**  
 正極、負極、電解質など、全固体電池を含む**高性能リチウムイオン電池の材料技術の開発**を支援。
- 住友金属鉱山(株)**: 高性能正極材料  
 高容量材料組成検討・粒子特性制御、表面加工技術、製造段階のCO<sub>2</sub>削減を可能とする新製造技術の開発
- (株)アルバック**: リチウム金属負極生産技術  
 全固体電池を見据え、独自の真空蒸着技術を活用した**薄膜リチウム金属負極の生産技術開発**
- 出光興産(株)**: 固体電解質  
 粒子形状の制御された固体電解質の大規模製造技術開発
- (株)大阪ソーダ**: 超高イオン伝導性ポリマー  
 次世代負極(シリコン、リチウム金属)のデメリットである体積変化を緩和する全固体電池用超高イオン伝導性ポリマーを開発

#### リサイクル技術 (研究開発項目1-2)

- レアメタル回収技術の高度化研究**  
 乾式処理<sup>(1)</sup>や湿式処理<sup>(2)</sup>、**ダイレクトリサイクル<sup>(3)</sup>**など、多様なアプローチでリサイクル技術を高度化。
- (1) 熱処理による金属分離  
 (2) 水溶液中処理による金属分離  
 (3) 回収した材料を金属ごとに分離することなく、直接電池材料に戻す技術
- 住友金属鉱山(株)\*・関東電化工業(株)**: 乾式・湿式を組み合わせた独自の製錬技術を開発し、高回収率・低コスト化を実現
- JX金属(株)**: 無害化前処理技術並びに湿式処理による金属回収技術の高度化
- (株)JERA\*・住友化学(株)**: 非焙焼方式の材料分離回収技術および回収した正極材のダイレクトリサイクル、アップリサイクルの研究開発
- 日産自動車(株)**: 特定電極のみをリサイクルすることで、電池ライフサイクルでのCO<sub>2</sub>排出量を低減する技術開発

#### 蓄電池材料

◆次世代蓄電池の材料技術の開発  
 正極、負極、電解質など、全固体電池を含む高性能リチウムイオン電池の材料技術の開発を支援

#### (株)アルバック

リチウム金属負極生産技術  
 全固体電池を見据え、独自の真空技術を活用した**薄膜リチウム金属負極の生産技術開発**

出所：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構Webサイト  
<https://www.nedo.go.jp/content/100945458.pdf>

# さまざまな業界・用途で貢献する アルバックの真空技術



ULVAC