

リチウムイオン電池関連製品の 製造と安全性

製品安全センター
技術業務課
神山 敦

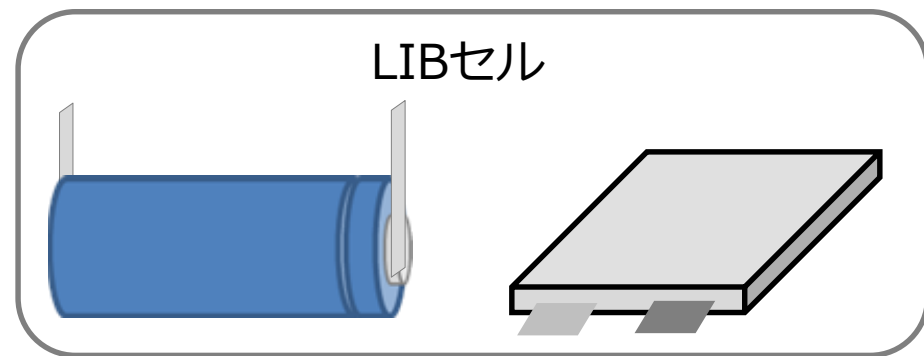
- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

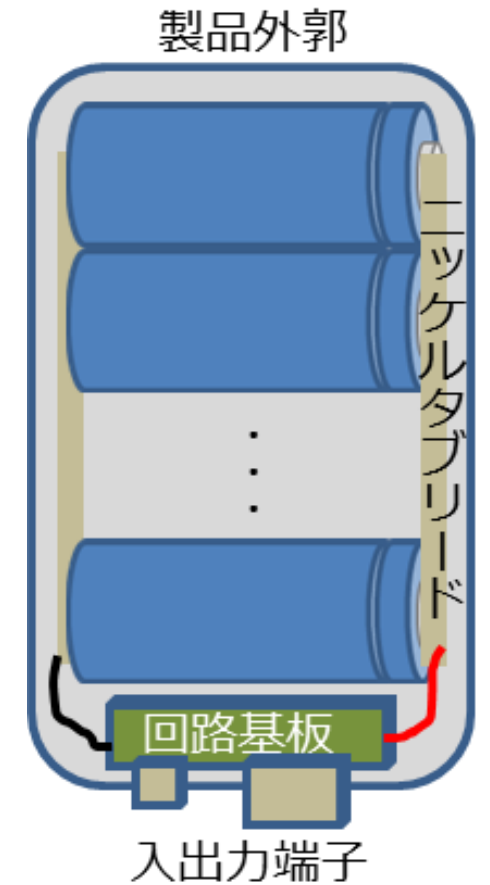
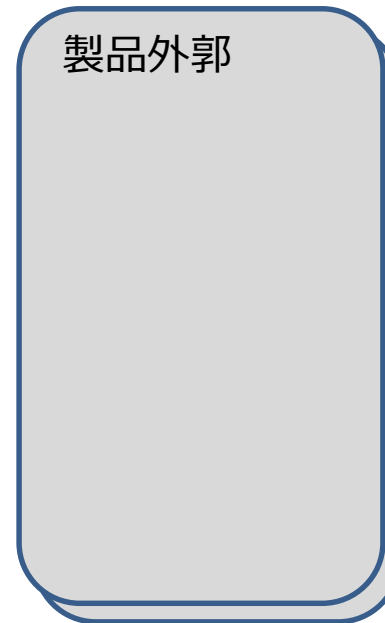
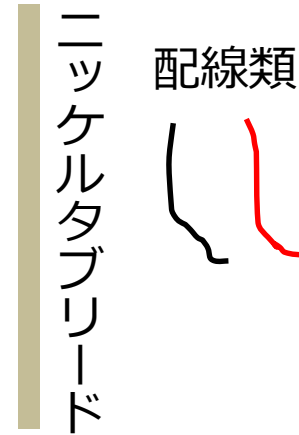
- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

LIBを用いた製品の構成

- リチウムイオン電池セル
- 配線
- 基板
- 外郭
- 負荷（端子から先）



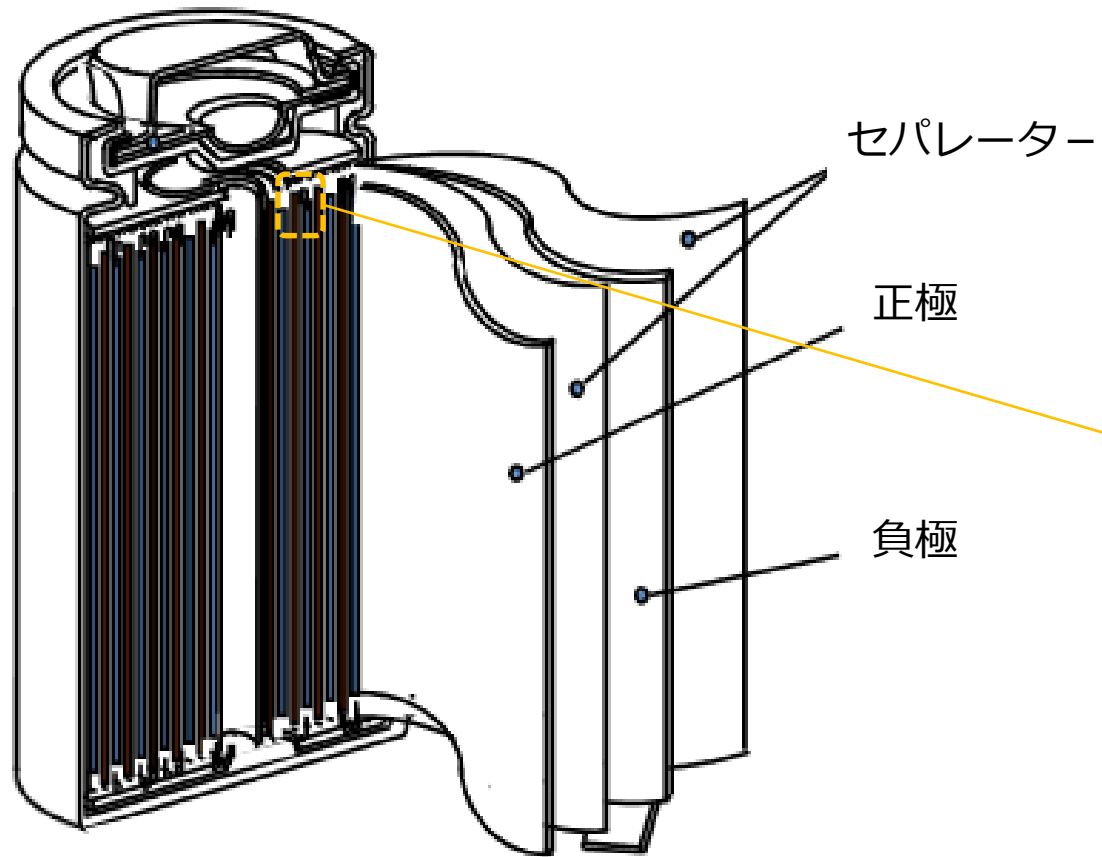
入出力端子



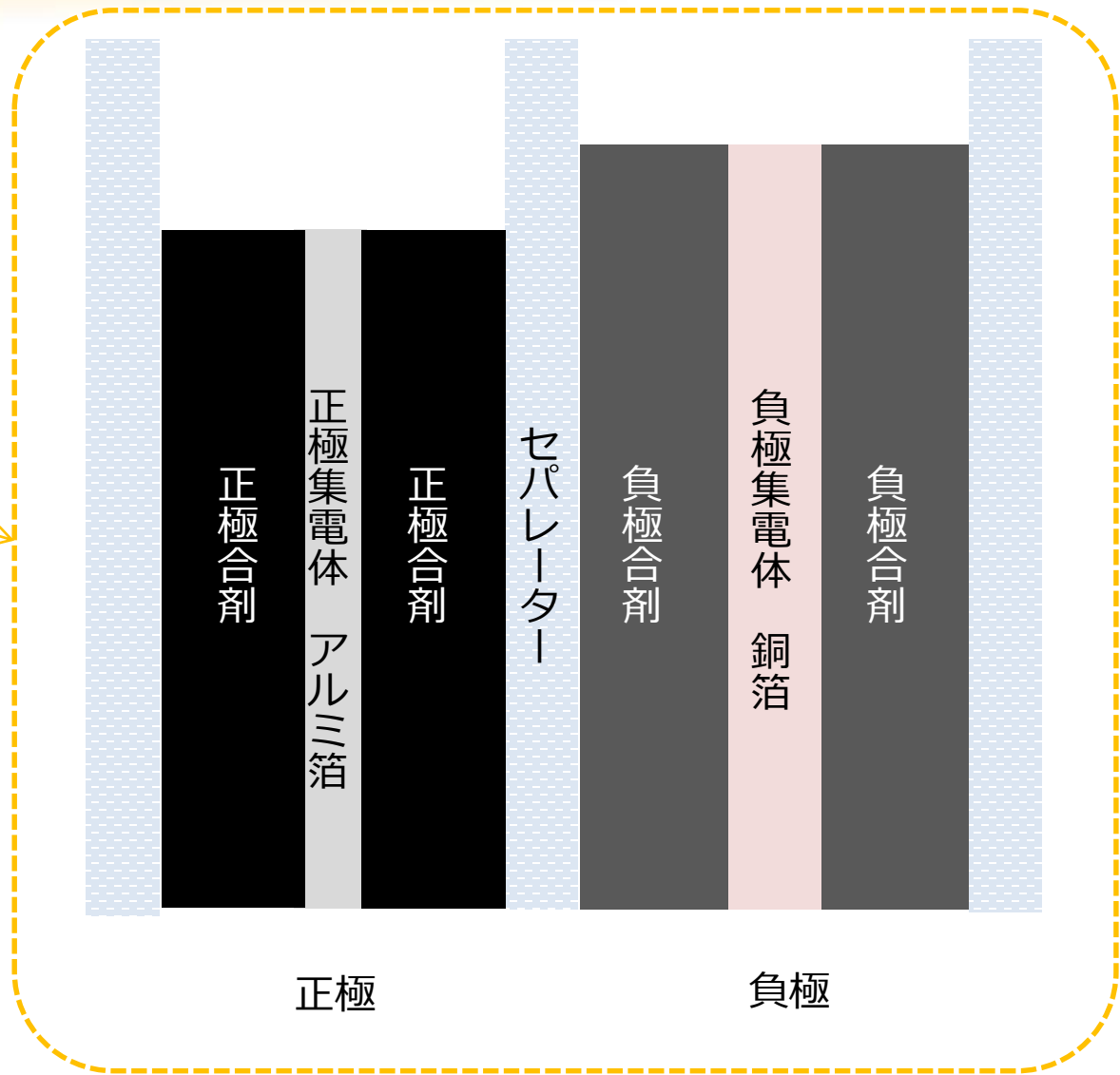
例：モバイルバッテリー

- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

LIBの構造 (概略)

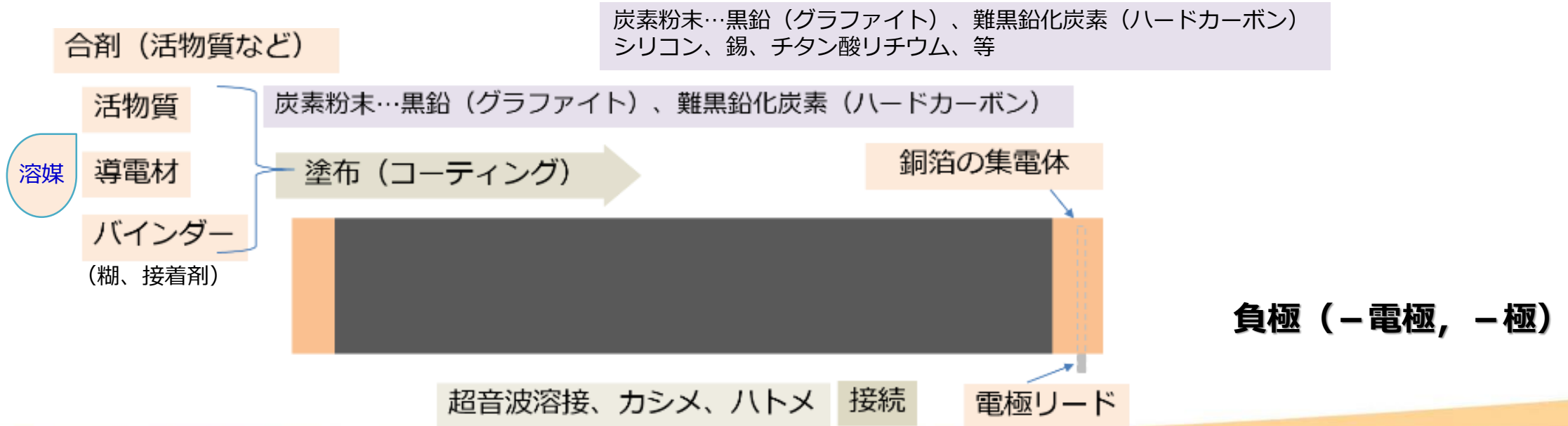
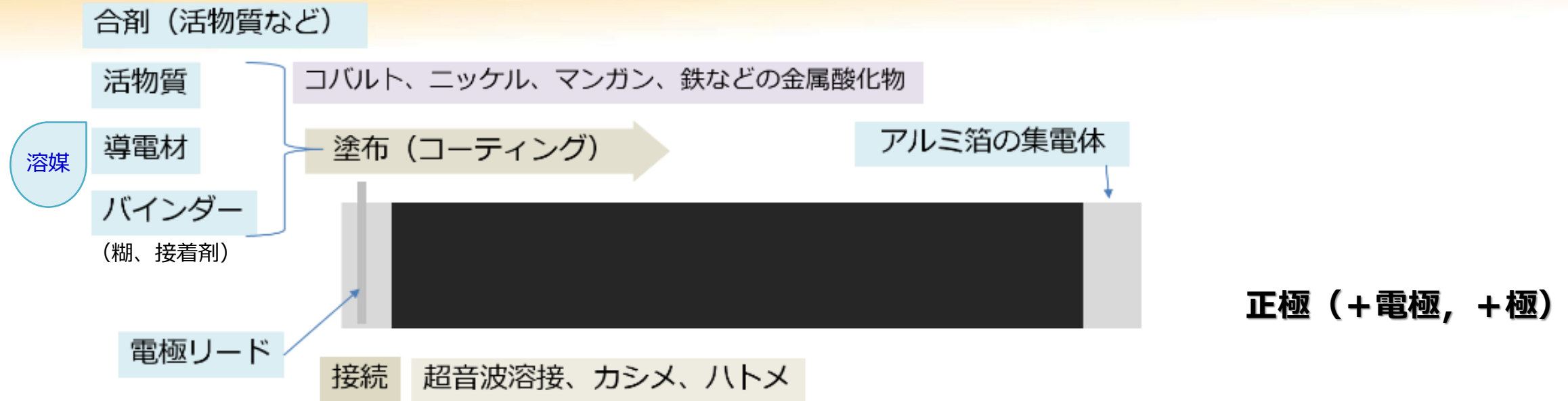


リチウムイオン電池セル
円筒形金属缶



引用：一般社団法人電池工業会(BAJ)

LIBの電極



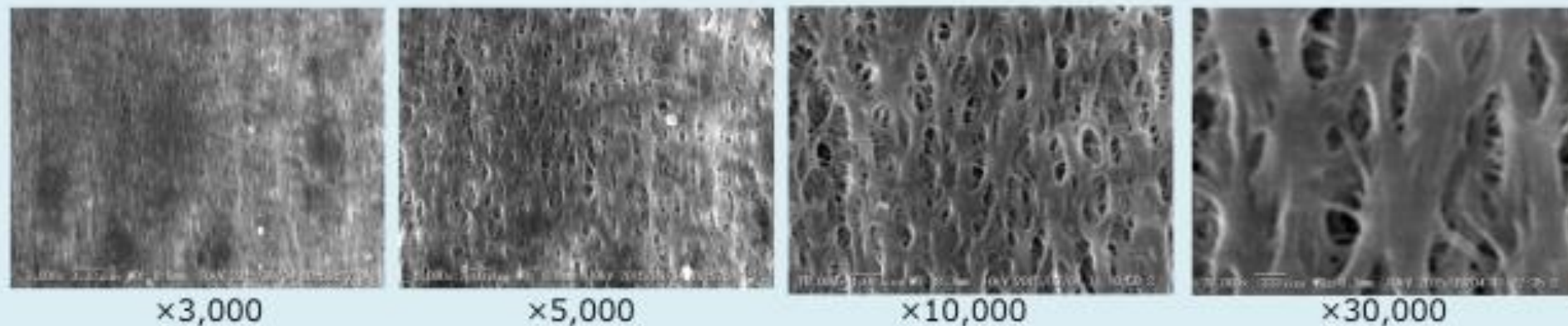
セパレーター

材料と構造

ポリエチレン
ポリプロピレン
等のフィルム

製造方法に工夫

セパレーター



セパレーターの走査型電子顕微鏡（SEM）観察像

微多孔が形成されていて、そこをリチウムイオンが行き来する

フィルムの融点に達すると孔が閉じてイオンの行き来ができなくなる

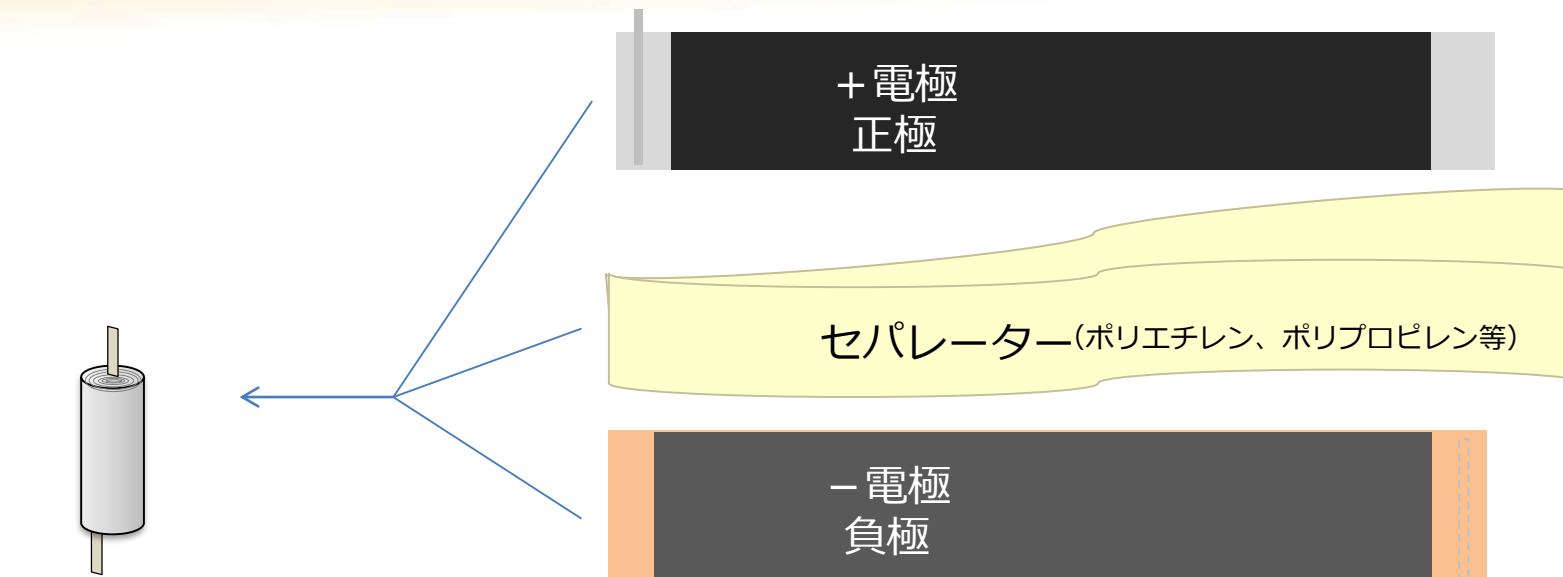
→シャットダウン機能

さらに温度が上昇するとフィルムが溶融して正負極がショート

→メルトダウン

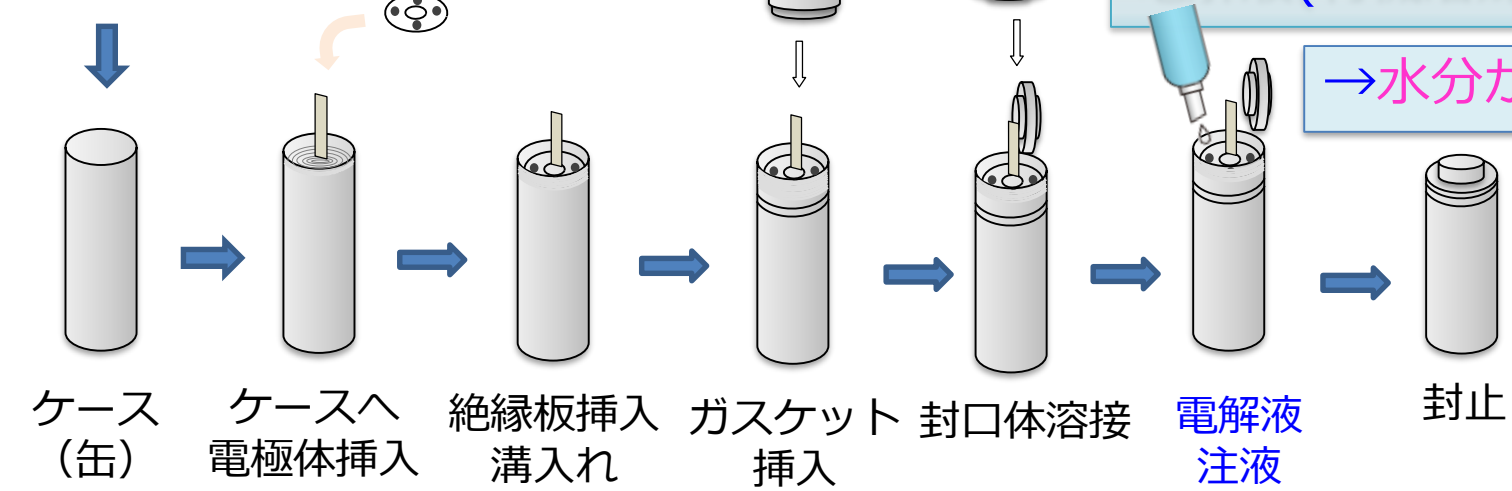
諸特性の向上を目的として無機物（アルミナ等）がコーティングされているものも

LIBの製造工程（円筒形の例）



露点管理された
ドライルームで製造

電極体

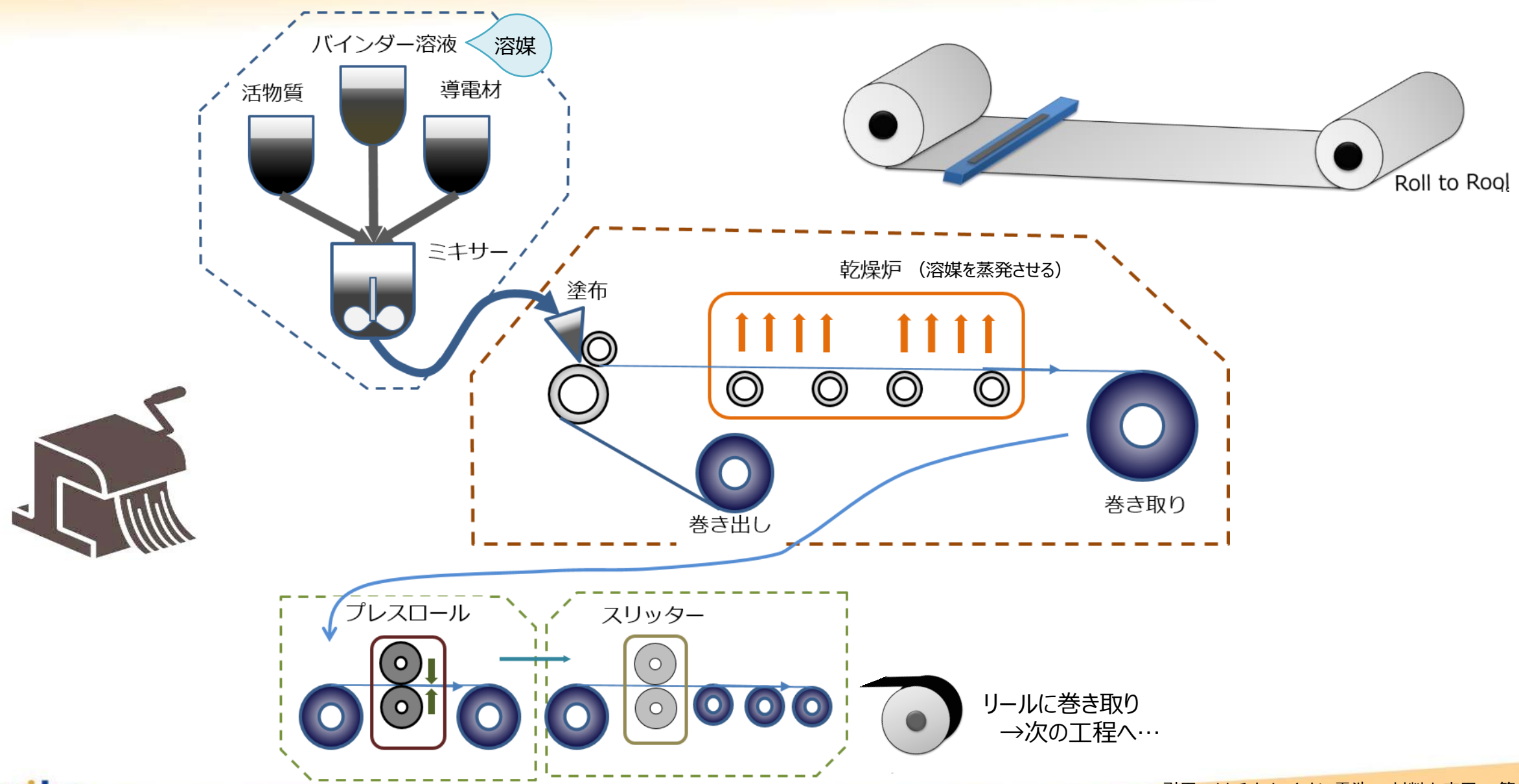


電解液(有機溶媒)

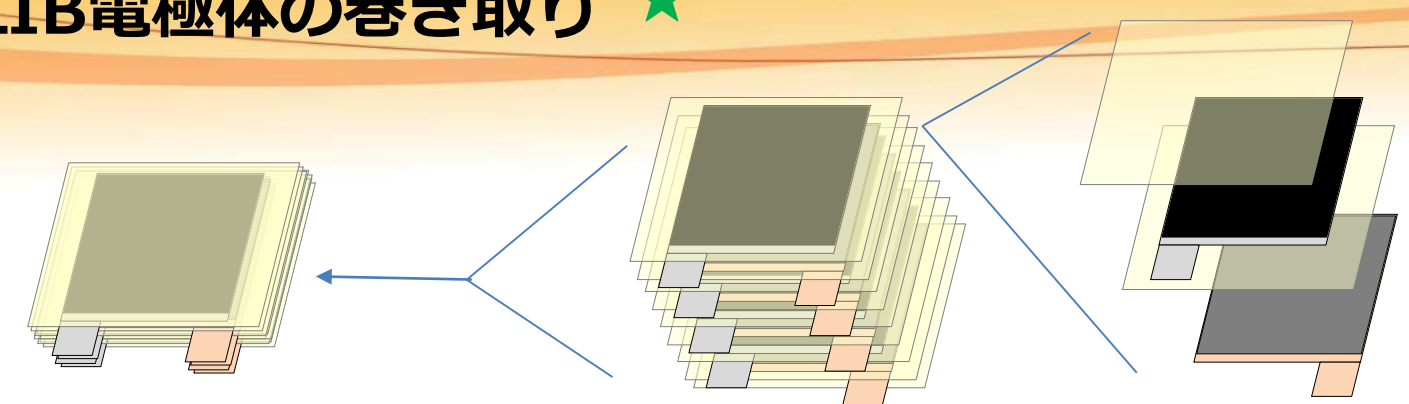
→水分が苦手

- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

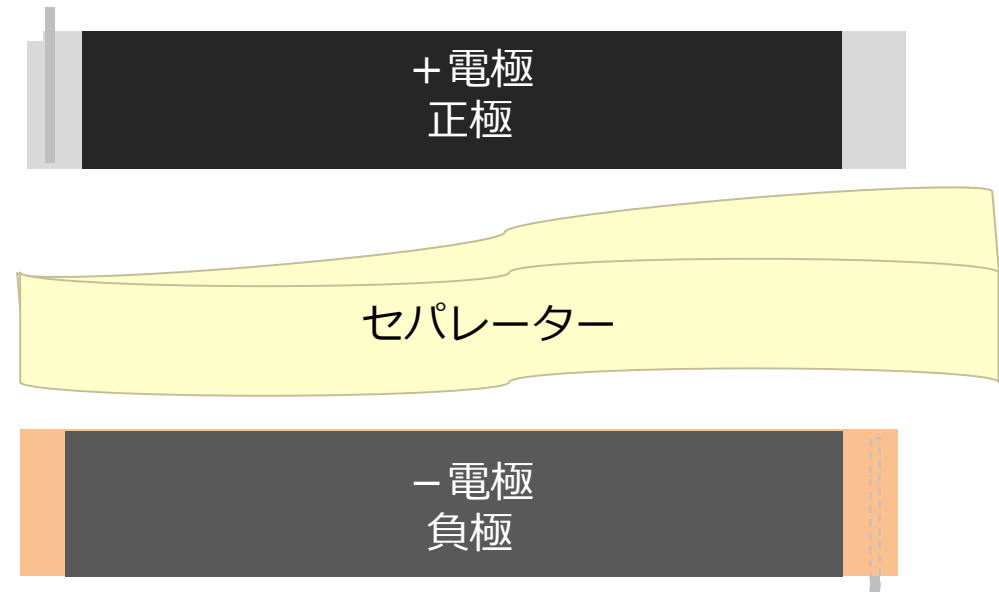
LIBの電極製造工程



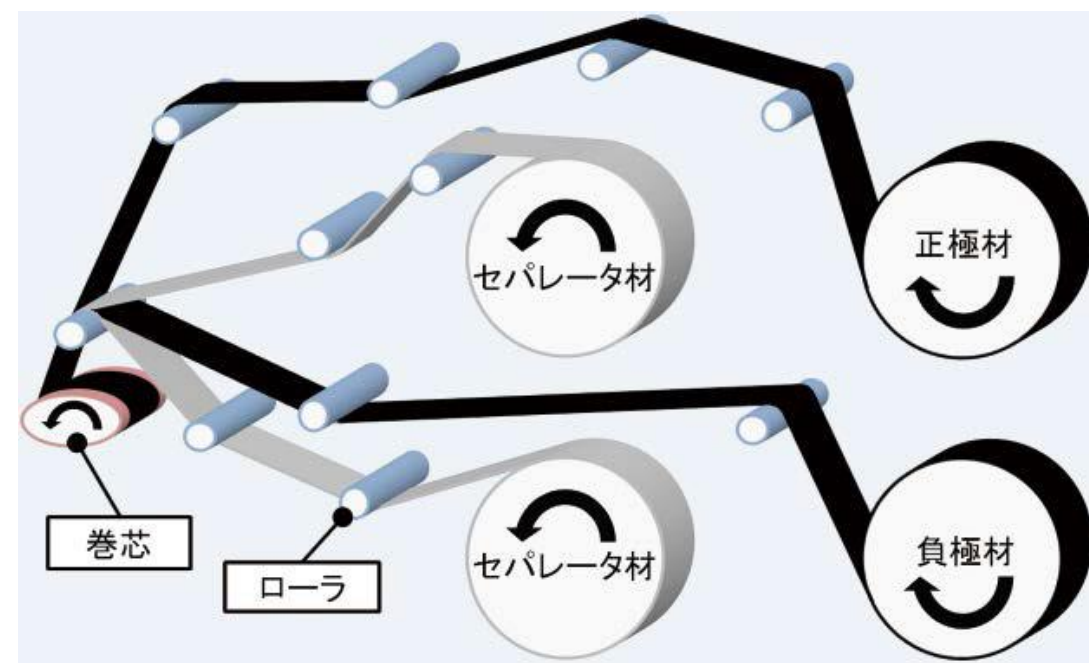
LIB電極体の巻き取り ★



電極体
(積層タイプ)



電極体



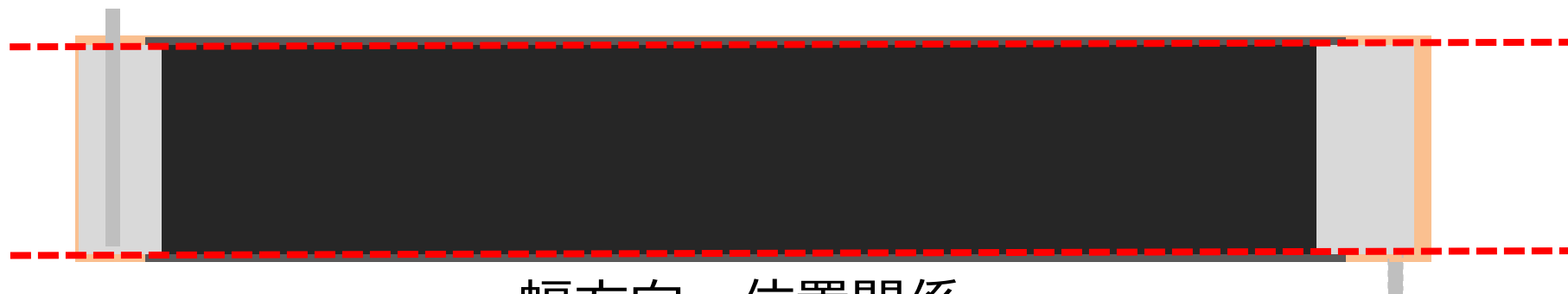
電極体巻き取り装置イメージ

摺動磨耗粉
静電気による異物の吸い寄せ

引用 : http://www.ckd.co.jp/company/giho/pdf/Vol03/CKDgh_Vol3_05.pdf



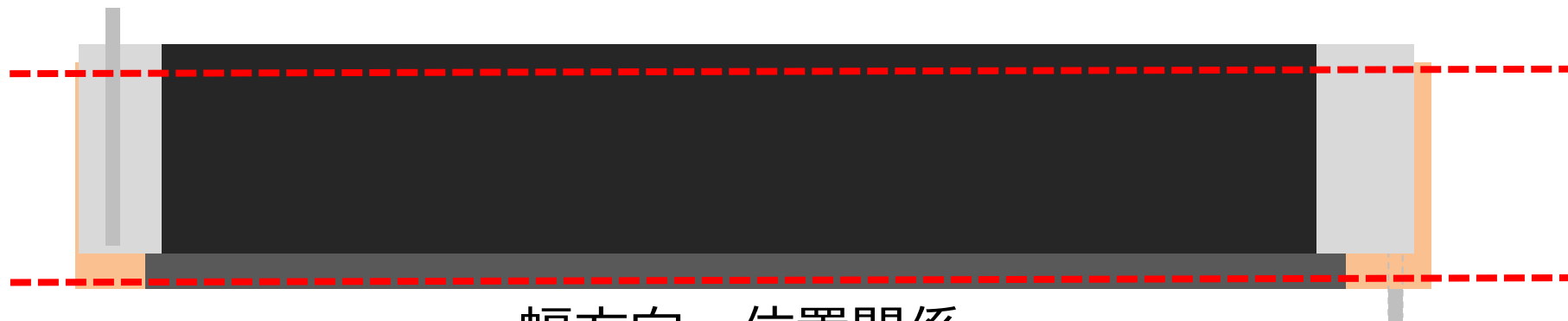
長さ方向 位置関係



幅方向 位置関係

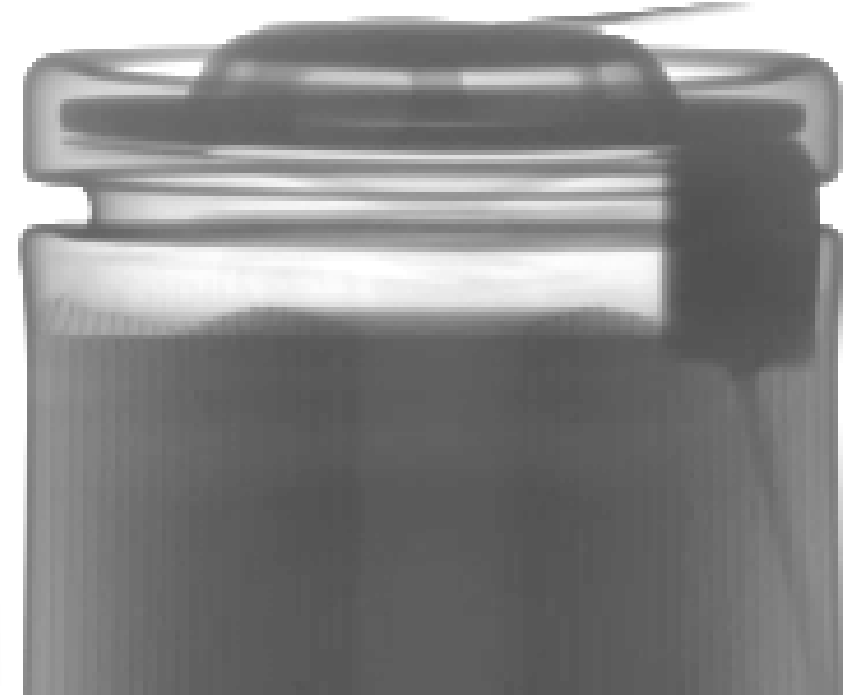


長さ方向 位置関係

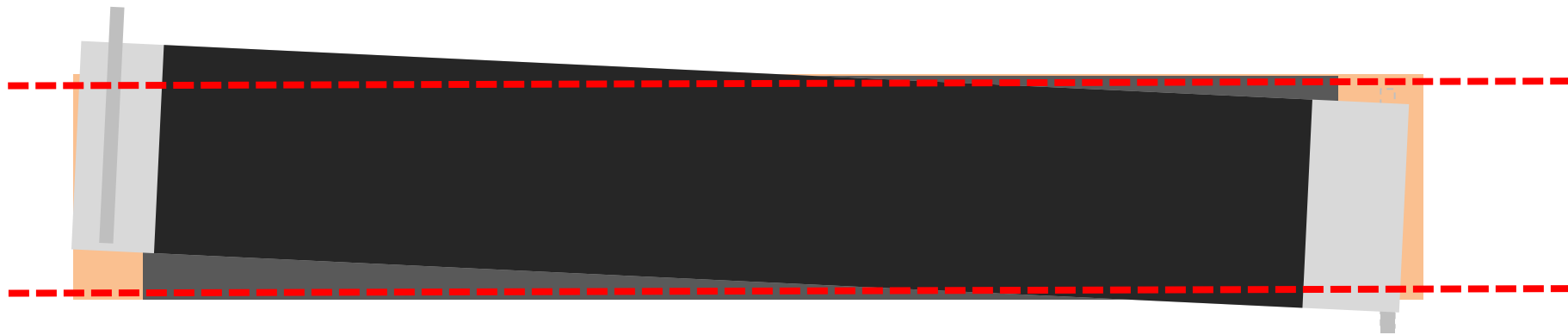
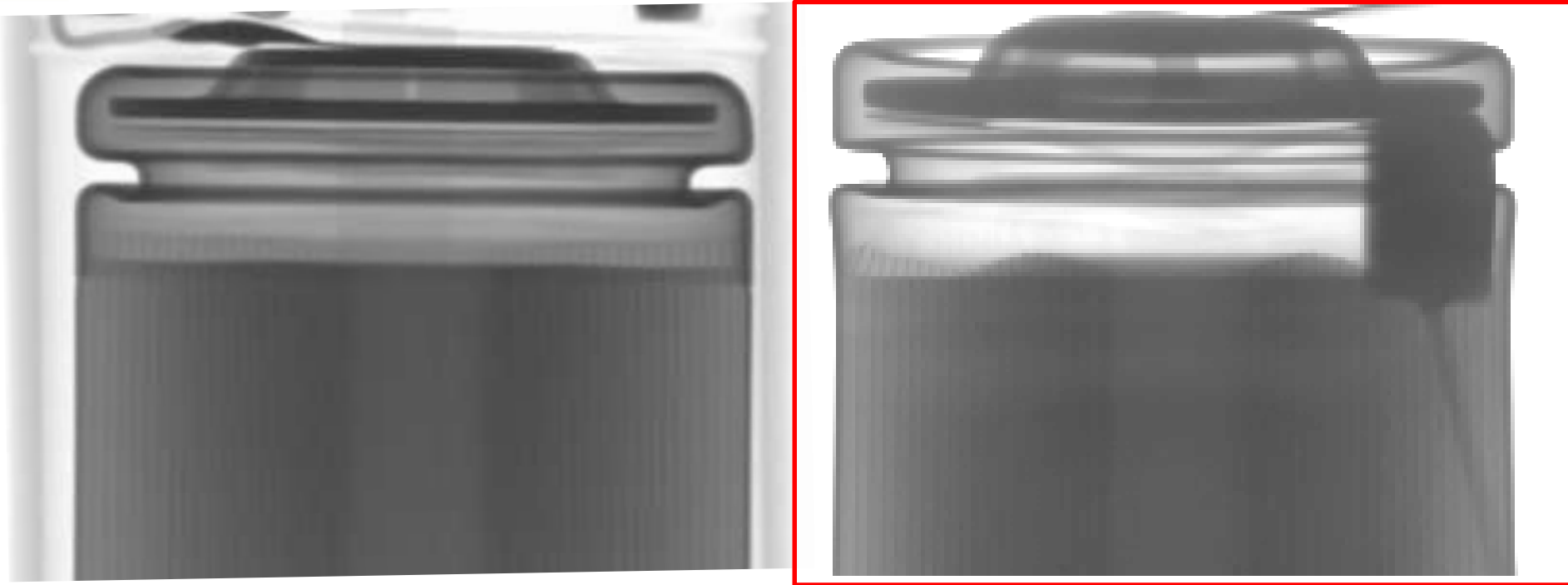


幅方向 位置関係

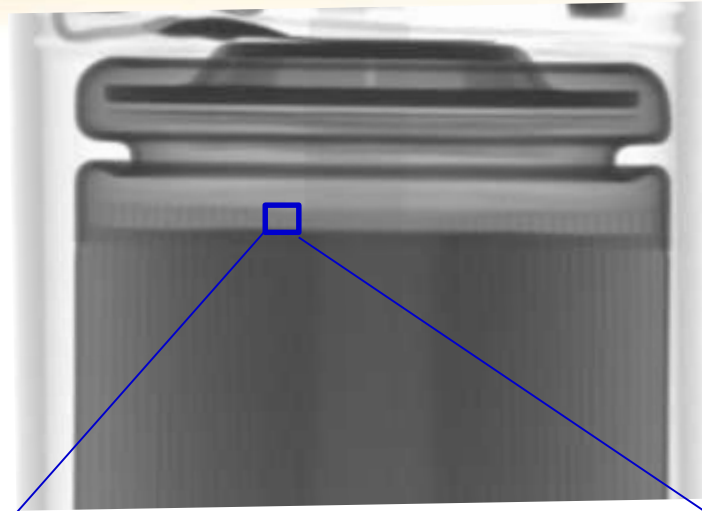
LIB電極体の巻きずれ事例



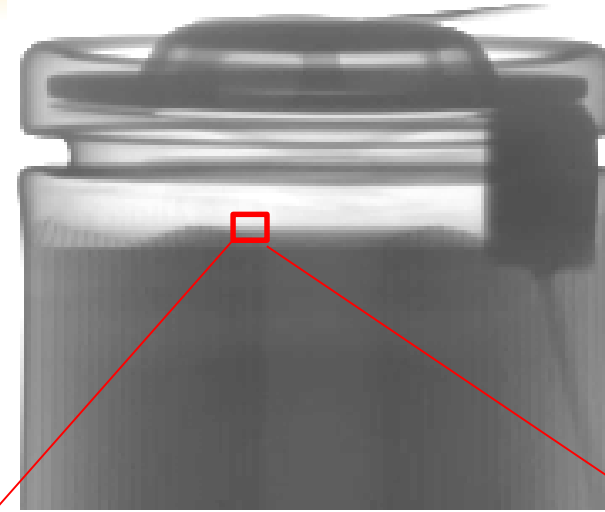
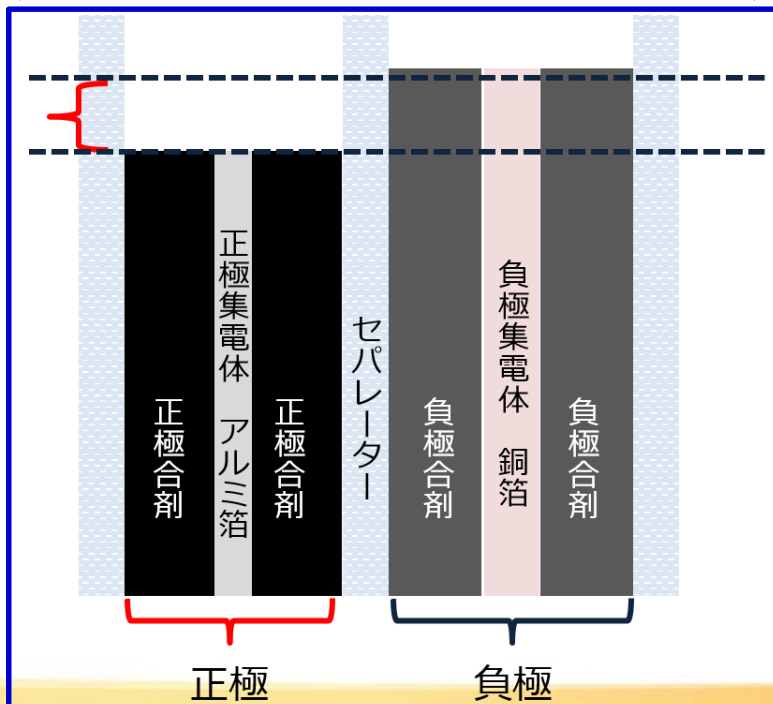
LIB電極体の巻きずれ事例 ★



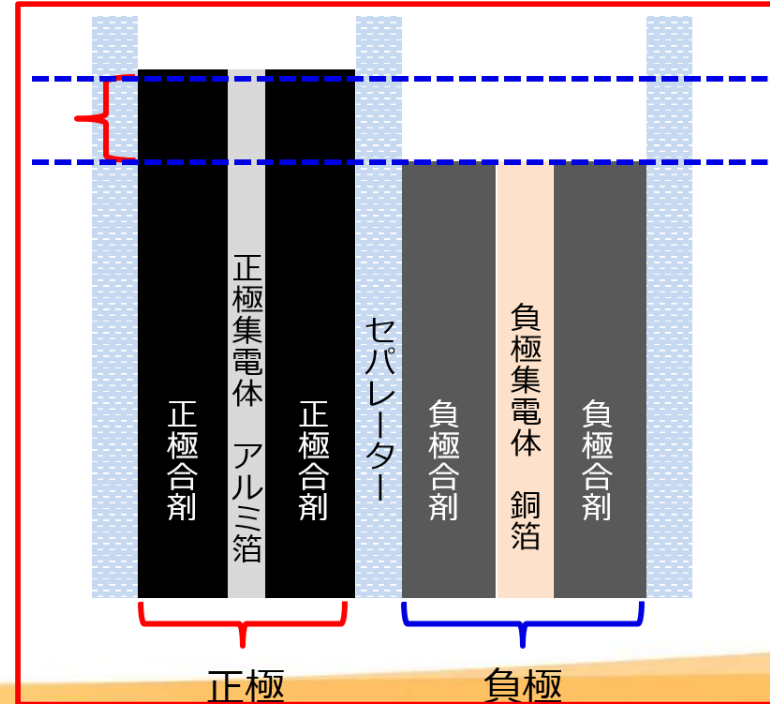
LIB電極体の巻きずれ事例 ★



正極が負極からはみ出していない

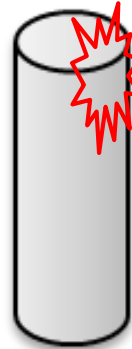


正極が負極からはみ出している



電極体を缶に挿入

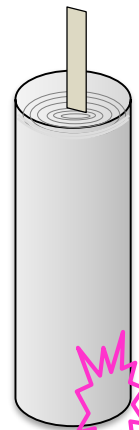
電極体



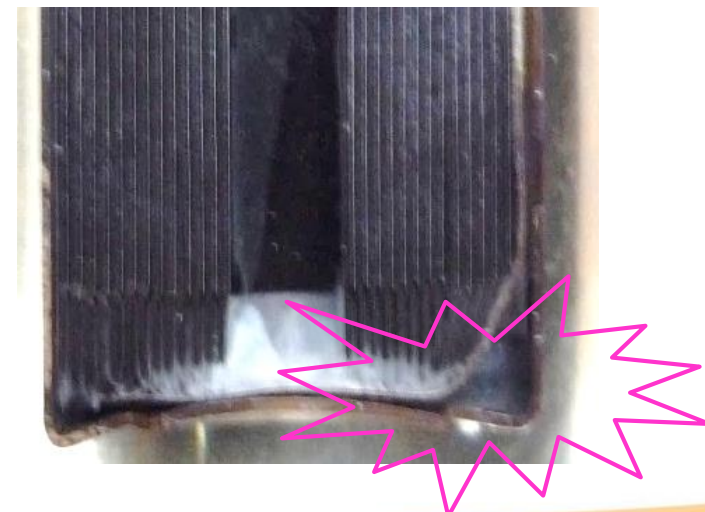
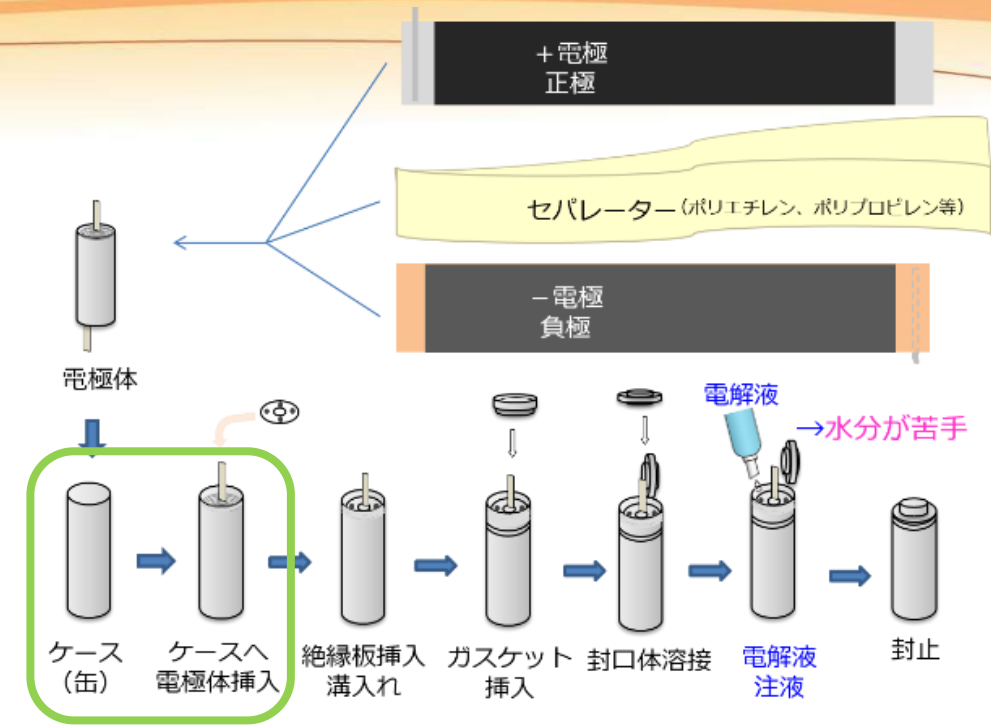
缶 (ケース)

電極体が缶（電池ケース）に挿入される際、電極体の端部が缶のふちに当たるなどして、電極が変形すると、その部分でセパレーターが損傷して内部短絡に至ることがある。

電極体の端部が
缶のふちに当たる



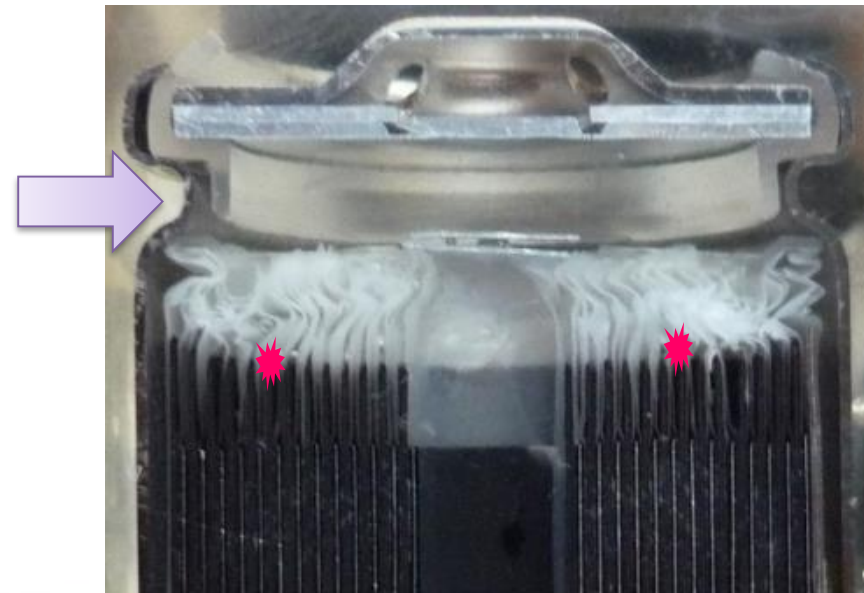
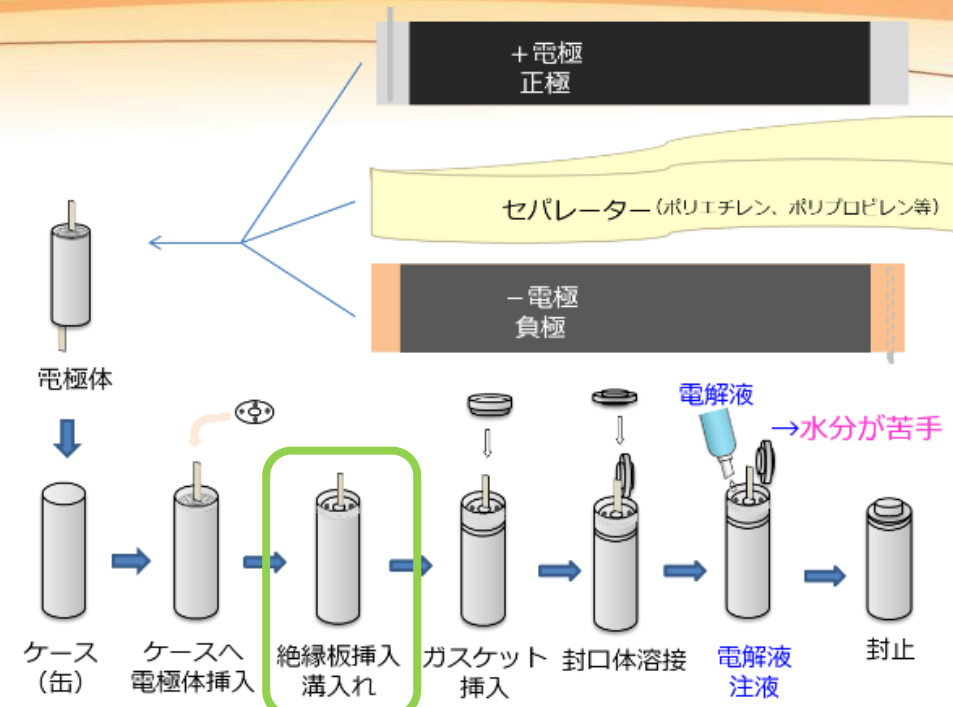
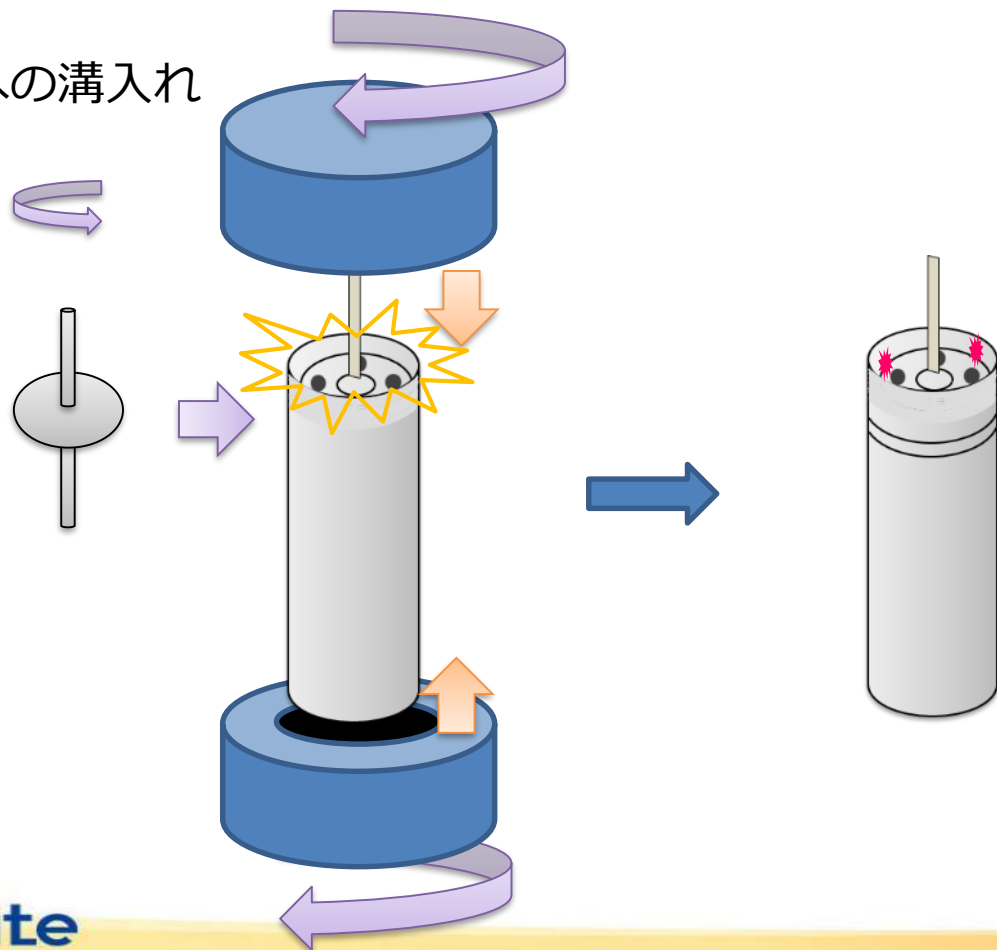
缶へ電極体挿入



缶への溝入れ

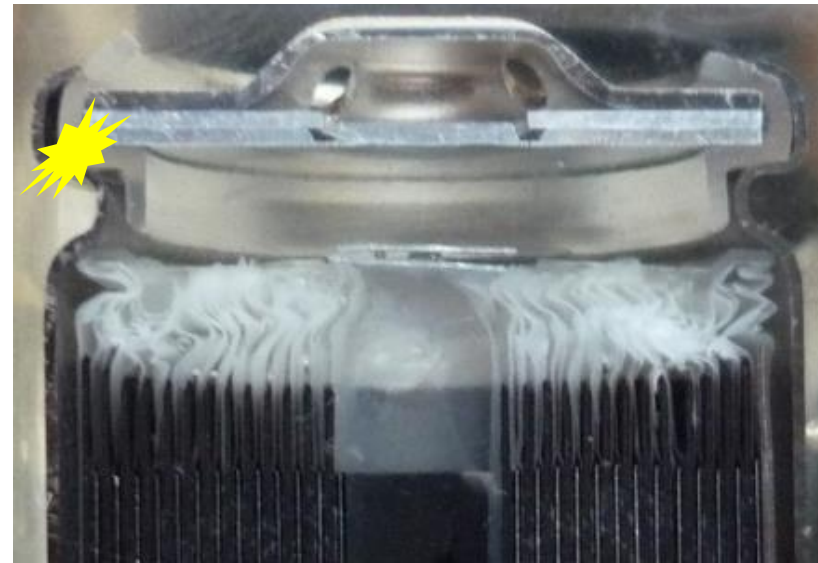
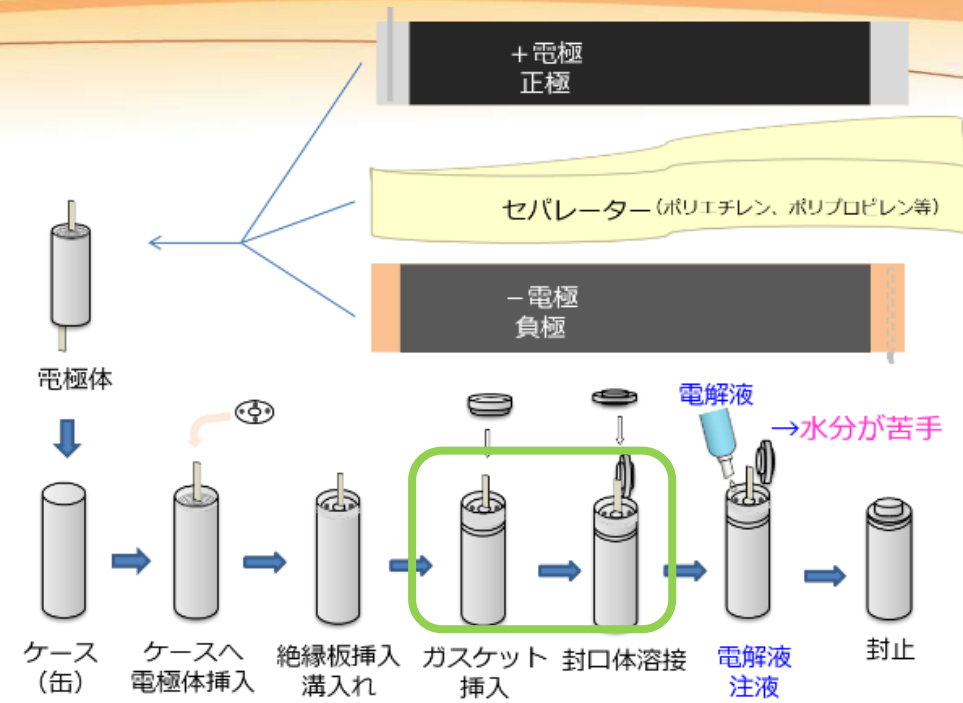
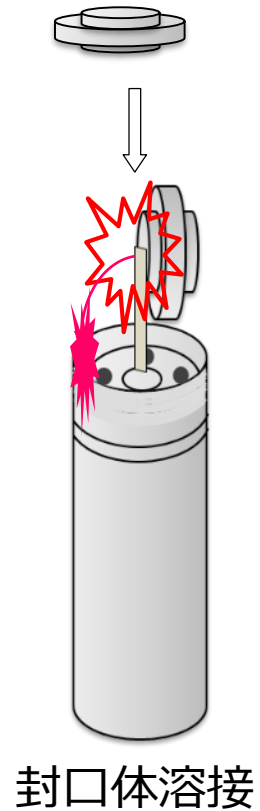
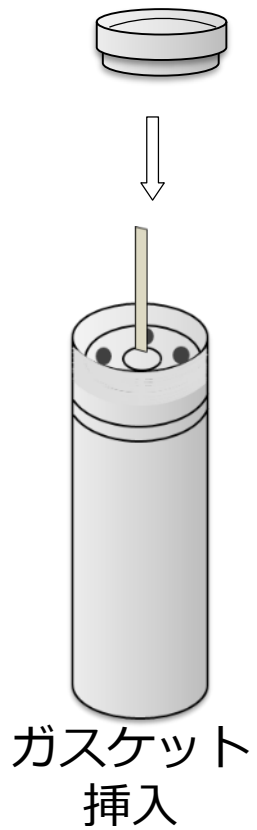
缶上部を固定するジグと缶が擦れると
摩耗粉が缶内に混入する

缶への溝入れ



正極リードと封口体の溶接

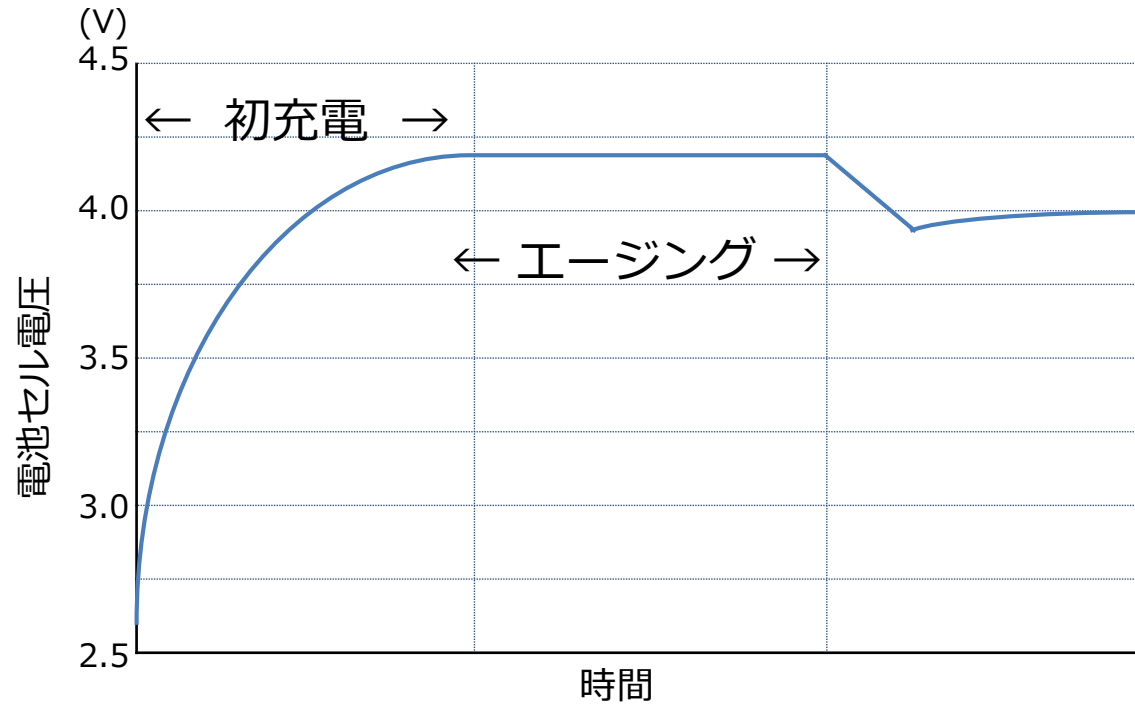
溶接によるスパークが発生すると
溶融した金属粒がガスケットに付着し
電池の封口体と缶の絶縁性を低下させる



初充電 → エージング → 出荷検査



初充電



LIBの初充電とエージングの電圧変化イメージ

エージングと検査の目的

- 不具合品を検出、排除する
- 負極活物質表面に皮膜SEIを形成させる
SEI(Solid-Electrolyte Interface)

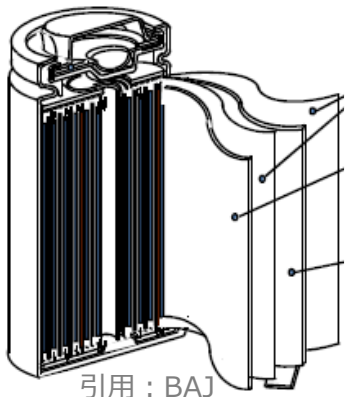
測定項目	電圧
	インピーダンス

規格値外れは不具合品として廃棄

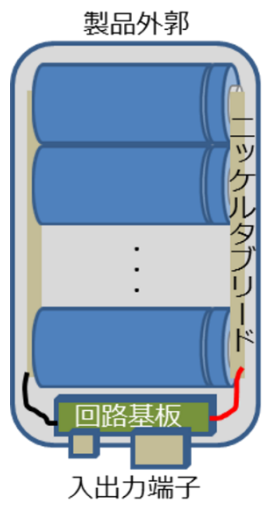
- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ **LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点**
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点 ★

電子部品



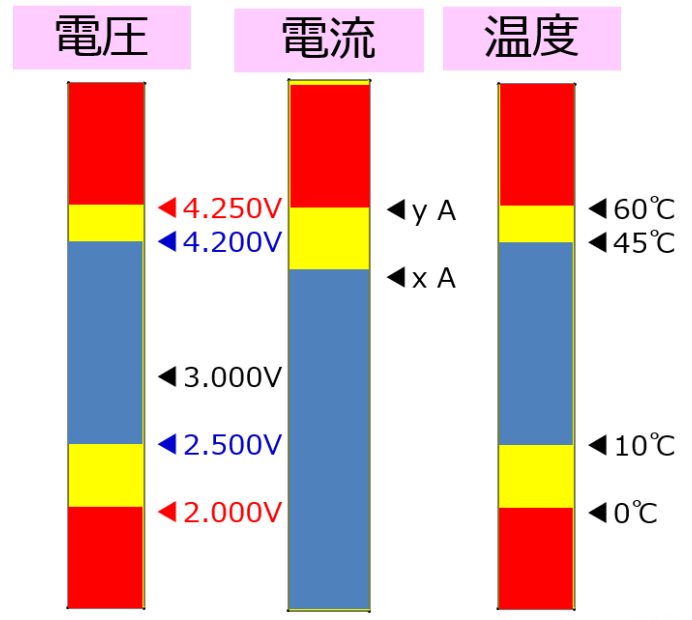
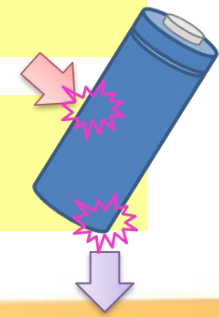
- タブ溶接
- 配線
- 並列・直列接続
- 回路基板



実装
運用
保管, 輸送

電子部品としての
対応可能範囲
乾電池よりシビア

- 電圧** 充放電時の上限充電電圧及び放電下限電圧
- 電流** 最大充放電電流
- 温度** 使用、保存時の許容温度範囲
- 外力** 電極の変形を伴うような圧迫、振動衝撃印加を避ける



- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ **LIBの不安全時の挙動**
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ



発煙、発火、焼損、爆発、…

熱暴走

モバイルバッテリー（リチウムイオン電池内蔵） 事故時のイメージ

<https://www.nite.go.jp/jiko/chuikanki/poster/kaden/17072701.html>

リコール製品の モバイルバッテリーから発火

NITE（ナイト）

モバイルバッテリー（リチウムイオン電池内蔵） 事故時のイメージ

<https://www.nite.go.jp/jiko/chuikanki/poster/kaden/17072701.html>

リコール製品の モバイルバッテリーから発火

NITE（ナイト）

モバイルバッテリー（リチウムイオン電池内蔵） 事故時のイメージ

<https://www.nite.go.jp/jiko/chuikanki/poster/kaden/17072701.html>

LIB熱暴走のイメージ

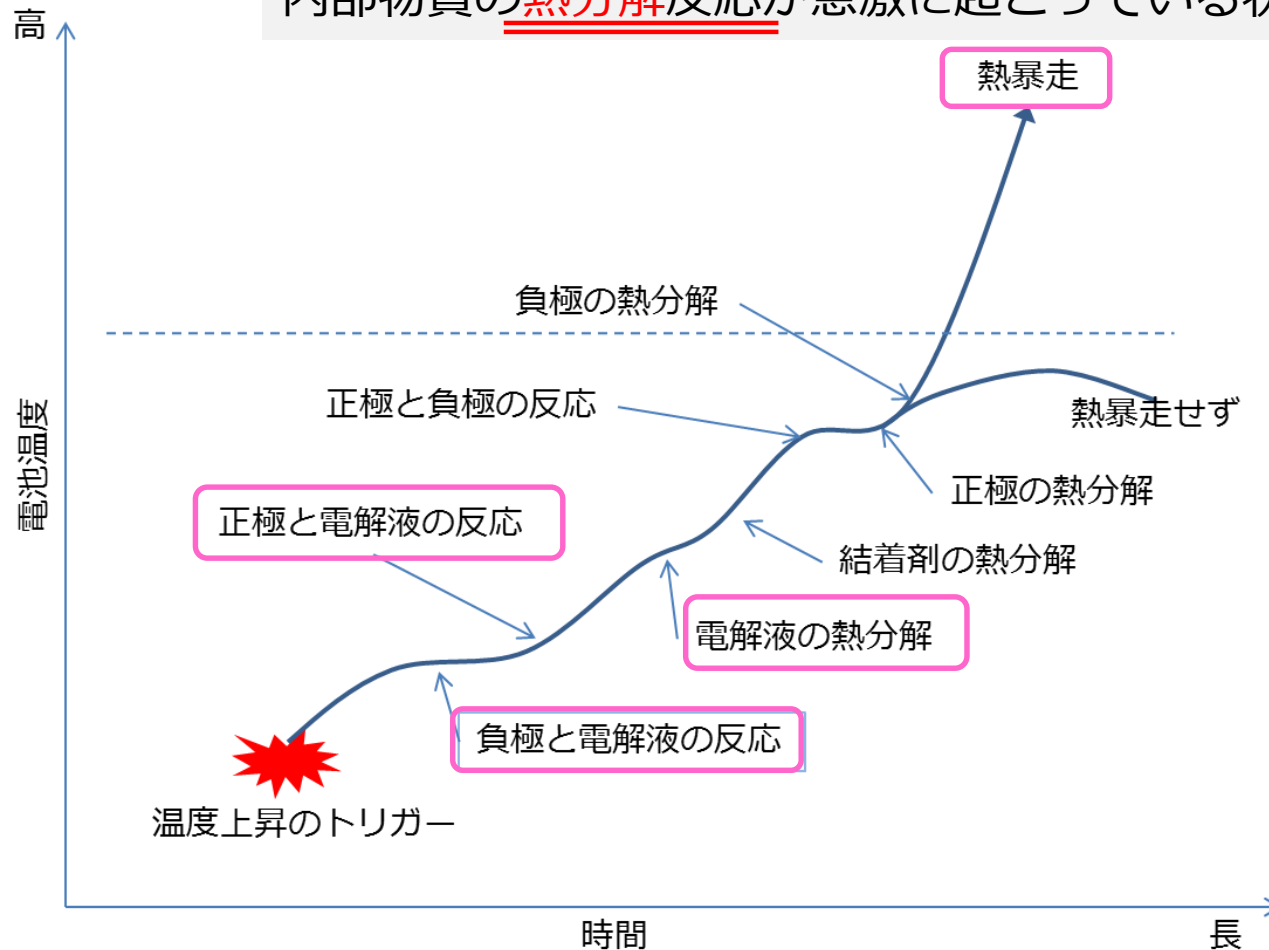
熱暴走

「LIBセルにおいて、発熱が更なる発熱を招くという正のフィードバックによって、温度の制御ができなくなる現象、またはその状態」

LIBセルの温度上昇が止まらない

内部物質の熱分解反応が急激に起こっている状態

継続的な可燃性ガスを噴出するような弁作動



破裂

発火

熱暴走後の電極

LIBセルの熱暴走イメージ

引用元：JIS C 8715-2

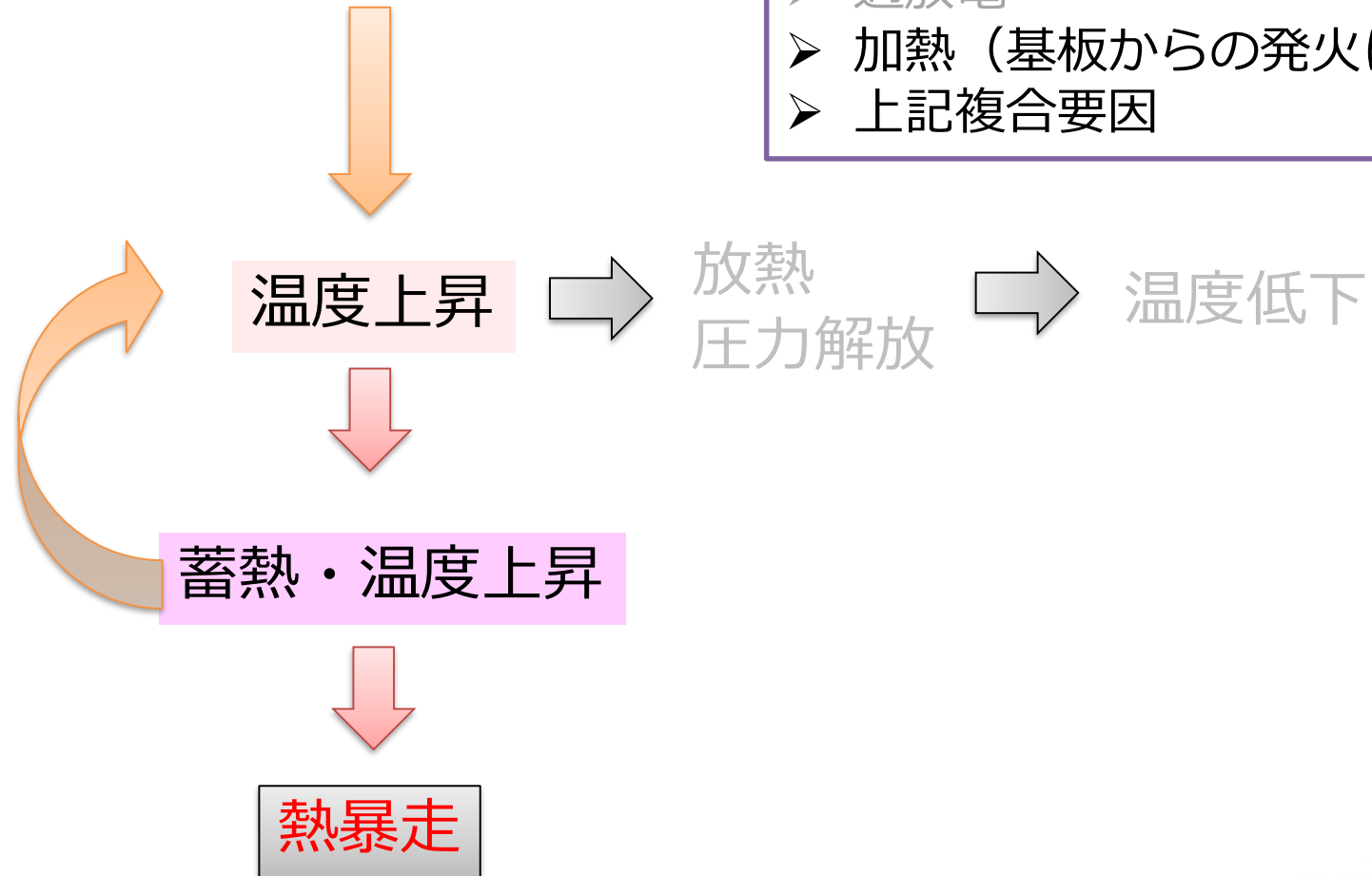
リチウムイオン電池の安全性と要素技術 蔦島真一，科学情報出版株式会社，P38

LIB事故発生時のイメージ

LIBが熱暴走にいたるプロセス

きっかけ（トリガー）

- 内部短絡
- 外部短絡
- 過充電
- 過放電
- 加熱（基板からの発火による）
- 上記複合要因



LIBの事故を防ぐには

きっかけ（トリガー）	対策例
外部短絡	保護回路、保護素子（ヒューズ、PTC）
過充電	保護回路、保護機構（電池ブロックごとに必要）
過放電	保護回路（電池ブロックごとに必要）
内部短絡	製造工程での異物混入対策 検査工程の最適化 短絡しても熱暴走しにくい安全技術の追加
加熱 （基板からの発火による）	熱影響を受けにくい機器設計 基板、外郭の難燃化
外力	製品内での圧迫、振動、落下衝撃の影響を受けにくい構造 製品への組み込み作業時にかかりうる外力への配慮

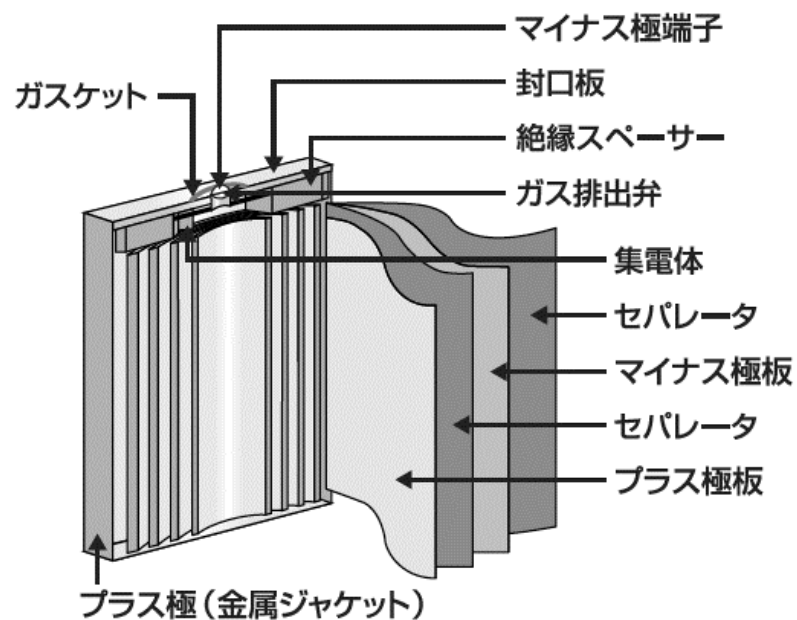
- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ **LIBと製品とのマッチング**
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

リチウムイオン電池 (LIB)

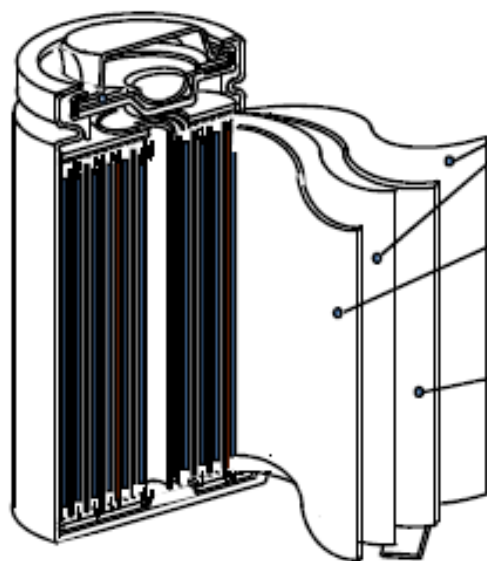
- エネルギー密度高い
- 繰り返しの総充放電容量多い



精密・繊細な構造



電解液：有機電解液



引用：BAJ

電子部品としての取り扱い

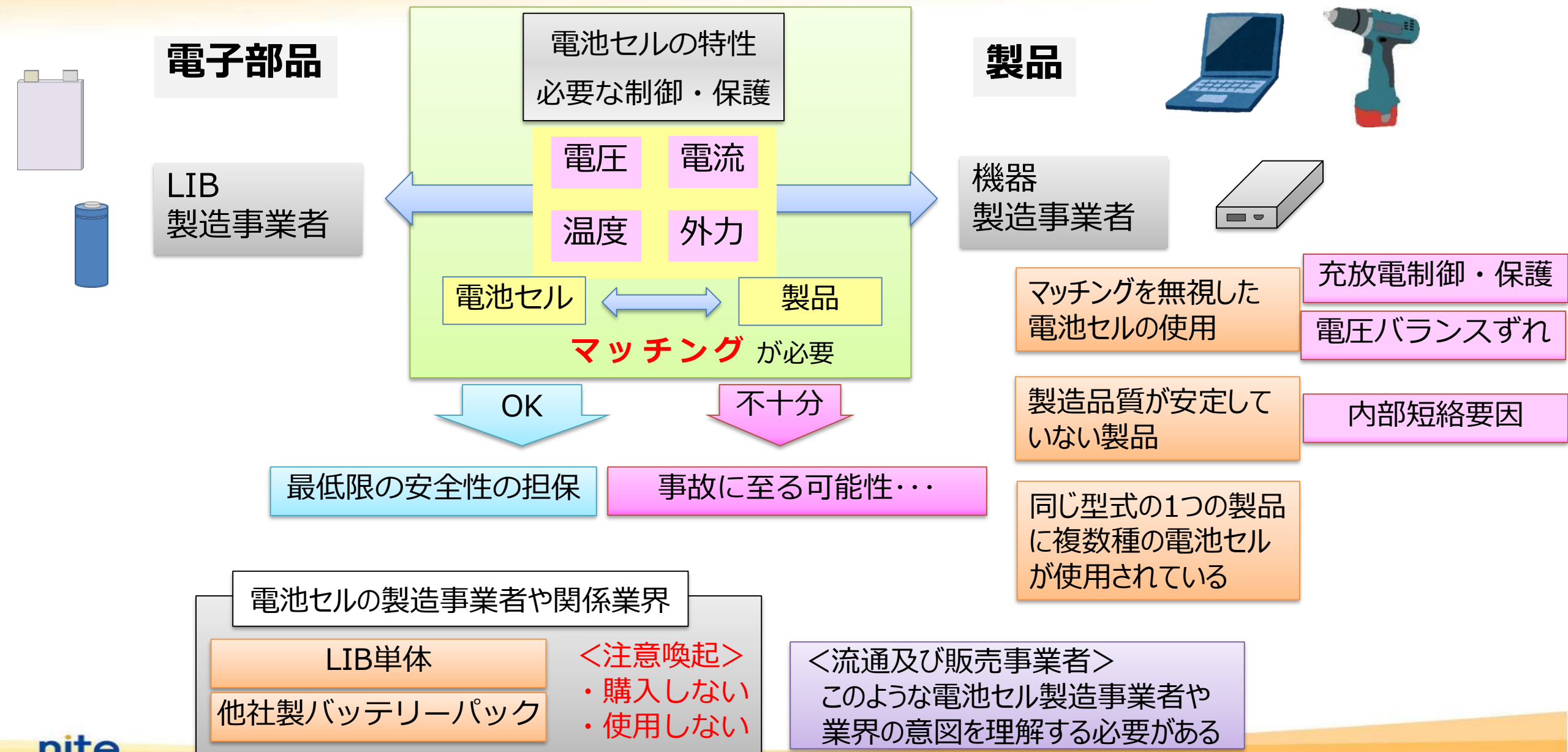
- 製品への実装方法
- 安全設計・・・充放電制御
外力からの保護

LIBそのもの

- 安全設計
技術基準への適合
内部短絡対策、安全技術
- 製造品質
工程での不具合対策
検査工程の適正化

様々な配慮が必要

LIBセルと製品とのマッチング



- ① リチウムイオン電池（LIB）普及の歴史
- ② LIBを用いた製品の構成例
- ③ LIBの構造、電極、セパレーター
- ④ LIBの製造工程と各工程における安全性に関わる不具合要素
- ⑤ LIB搭載製品設計／取り扱い上の注意点
- ⑥ LIBの不安全時の挙動
- ⑦ LIBと製品とのマッチング
- ⑧ LIB搭載製品を扱う皆様へ

LIB関連製品の輸入、販売に際して

把握しておきたい内容	製造事業者に対する確認内容
製品が事故を起こした際、その製品を製造したときの状況を確認することができるよう、製造時の品質管理記録を作成、保存しているか。	<p><製造工程の品質管理記録></p> <ul style="list-style-type: none"> 製品および電池セル
電池セルの仕様	<p><電池セルの仕様書></p> <ul style="list-style-type: none"> 充電上限電圧 放電下限電圧 充放電時の最大電流 使用温度領域
電池セルと機器の仕様のマッチング	<p><製品の仕様書></p> <p>電池セルの仕様書との比較</p>
製品の充放電制御 (機器が電池セルをどのように運用しているか)	<p><製品の仕様書></p> <ul style="list-style-type: none"> 充電制御 (充電電圧)、保護→充電上限電圧 放電制御 (放電終止電圧)、保護→放電下限電圧 異常時にどうやって充電及び放電を止めるか...
<ul style="list-style-type: none"> 落下に対する注意 使用環境 (温湿度範囲等) に対する注意喚起 	<ul style="list-style-type: none"> 機器の取り扱い説明書 落下試験後の製品の確認

事故 **ナイト** いいね

ご清聴ありがとうございました

<https://www.nite.go.jp/jiko/>

安全とあなたの未来を支えます

nite National Institute of Technology and Evaluation
独立行政法人 製品評価技術基盤機構