

LIBリサイクルの社会実装 を目指した課題整理

2021年6月

経済産業省 製造産業局

目次

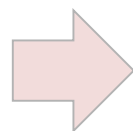
- 1 . 2050年カーボンニュートラル実現に向けた
鉱物資源政策の方向性
- 2 . 「マテリアル革新力強化戦略」における書きぶり
- 3 . LIBを巡る現状について
LIBに含まれている鉱物とその需給見通し
LIBリサイクルの現状（国内 / 国外）
- 4 . LIBリサイクルを進めていくための課題（仮説）
- 5 . 課題整理に向けて

1. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた鉱物資源政策の方向性 (総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 報告書(令和3年5月)より)

- Ⅰ カーボンニュートラルへの移行を円滑に行うためには、それを支える十分な鉱物資源の安定的な供給が必要。
- Ⅰ 鉱物資源には多数の鉱種が存在。それぞれ埋蔵・生産の偏在性、中流工程の寡占状況、価格安定性等が異なっており、多様な供給リスクが存在。
- Ⅰ このため、上流・中流・下流の各工程における課題や横断的な課題を整理し、それぞれ必要な対応を行っていくことが必要。

政策の方向性

- | | |
|-------------------------------------|---|
| (1) 横断的取組
自給率目標
資源外交・国際協力 | (3) 中流
製錬工程やメタル・リサイクルの強化
サプライチェーンの強靱化 |
| (2) 上流
権益確保の更なる取組強化
国産資源開発の推進 | (4) 下流
緊急時の備蓄
省資源化・代替材料開発 |



中流工程における政策として、メタル・リサイクルの強化を明記

2. 「マテリアル革新力強化戦略」における書きぶり

- 1 「マテリアル革新力強化戦略」（令和3年4月）では、LIBリサイクルを進めていくための課題整理を2021年度末までを目途に行うこととしている。

【目標】資源制約の克服

（1）目標達成に向けた方策

「新国際資源戦略」を踏まえ、我が国の産業に欠かせない資源のうち、特定国からの輸入依存度が高いもの、供給途絶リスクが高いもの、及び将来的に需給がひっ迫する恐れのある金属資源等を特定する。その上で、中長期的視点に立ち、鉱種ごとの特性を踏まえ、上流中流権益の獲得、低品位鉱石の有効利用（分離・精製技術の高度化）、備蓄、リサイクル、代替・省資源化、国産資源開発等、我が国の強みを活かした総合的アプローチでの取組を進め、戦略的なサプライチェーン全体の強靱化を図る。

（2）具体的取組

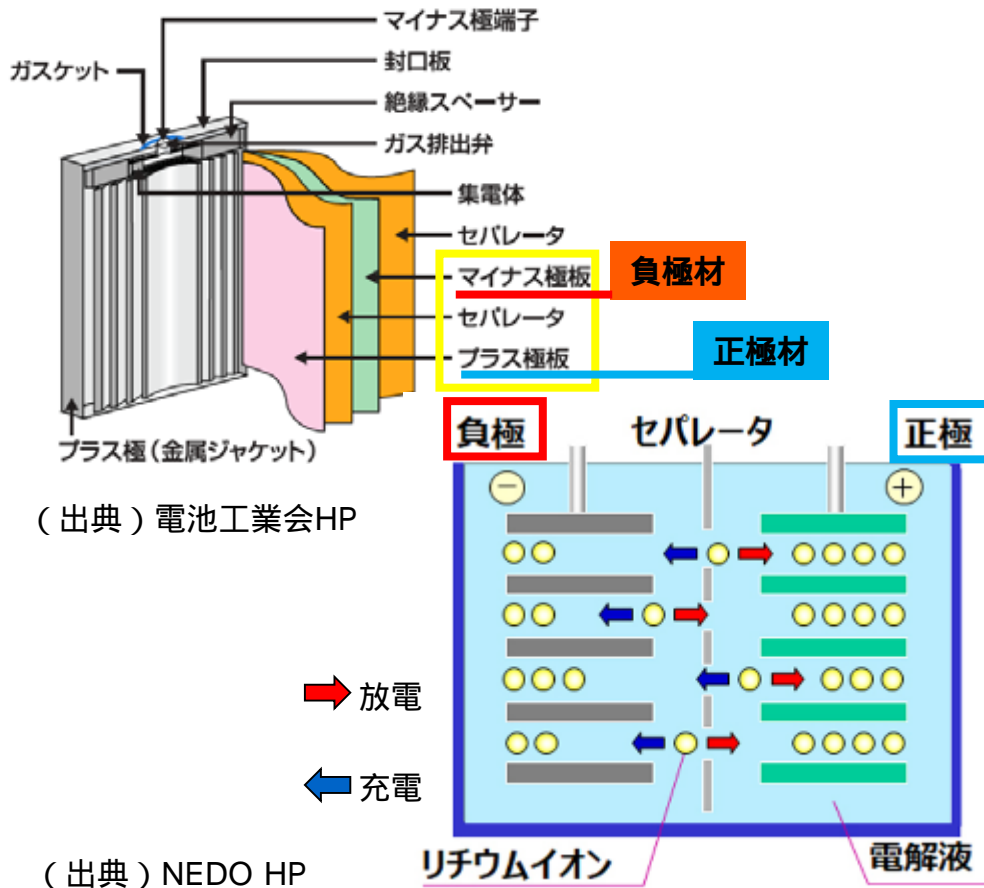
代替・省資源化・リサイクル等の技術開発

- **リチウムイオン電池（LIB）に含まれているマテリアルを、最大限有効かつ効率的に活用していくための課題整理を2021年度末までを目途に行う**とともに、2020年代後半までにリサイクルの技術開発や環境整備等を行い、LIBリサイクルの社会実装を目指す【経産省】【環境省】

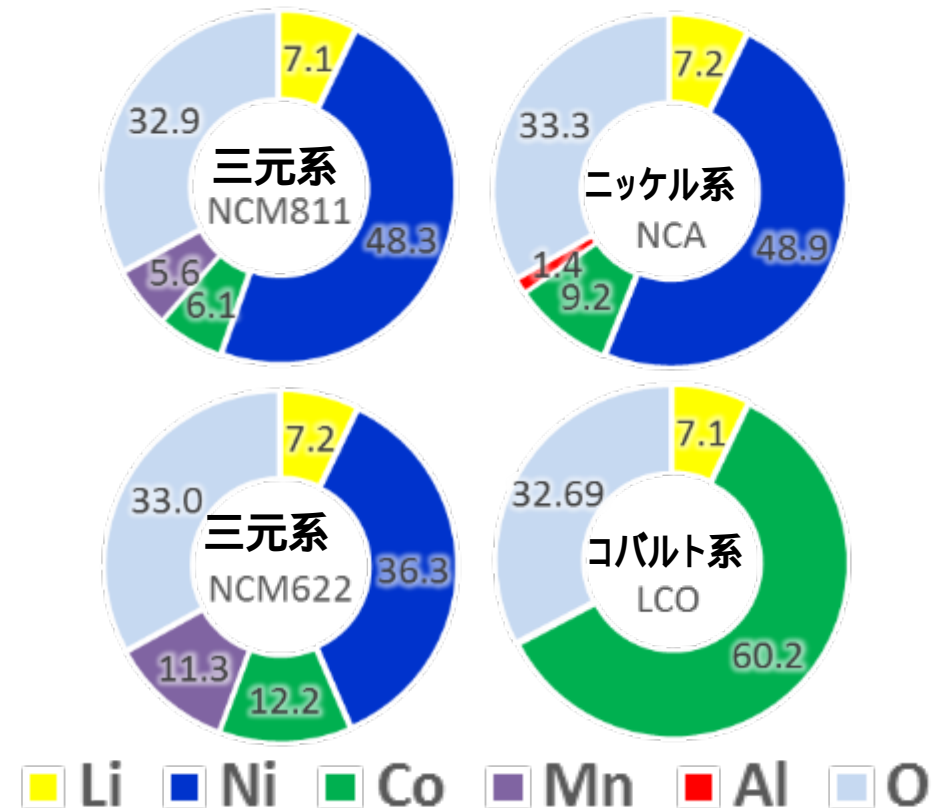
3- LIBに含まれている鉱物

- リチウムイオンバッテリー（LIB）の主要部材は、金属酸化物を使用する正極材、炭素材などを使用する負極材、電解液、セパレーターの4つ。
- そのうち、正極材には、リチウム、ニッケル、コバルト等のレアメタルが多く含まれている。

リチウムイオンバッテリーの仕組み



リチウムイオンバッテリーの正極材別元素構成比



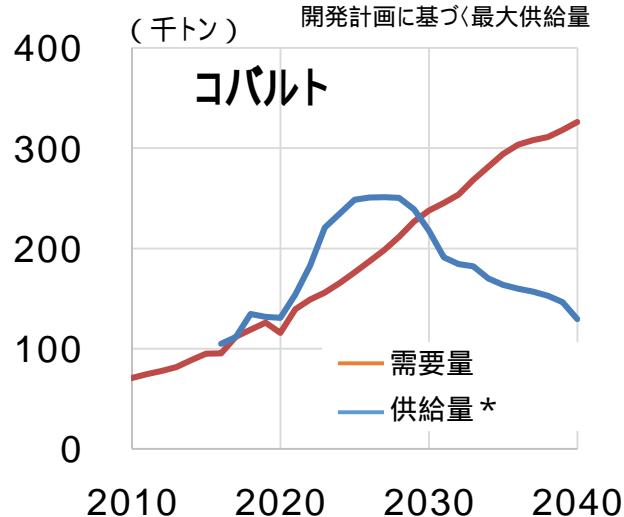
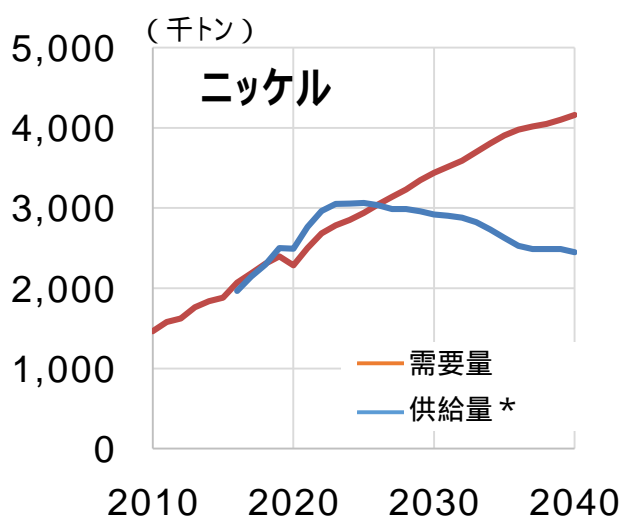
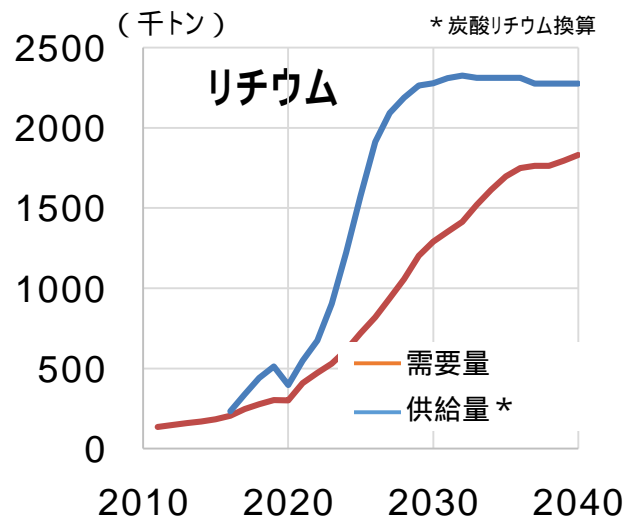
(出所) JX金属 MRS Energy & Sustainability

doi:10.1557/mre.2018.13 から作成

3- LIBに含まれている鉱物とその需給見通し・今後の対策

- I 電動車（EV、FCV等）の普及拡大に伴い、LIBに使われるリチウム、ニッケル、コバルトは今後**確実な需要増加が見込まれている**。
- I 一方で、これらの鉱物資源は供給源が限定されており、特に、ニッケル、コバルトは、**新たな供給源の開発が進まなければ、供給不足に陥る可能性あり**。

* 2021年以降の供給量は現時点の開発計画に基づく最大供給量



(需給見通し)

(現状・課題)

- ・主要生産国は、政情が安定している豪州やチリ。製錬工程が一部の国に集中しているため供給リスクが高い。
- ・回収システムやコストの問題からリサイクルが進んでいない。また、長期備蓄は困難。

- ・鉱石輸入先が偏在し、供給リスクが高い。
- ・価格変動幅も大きく、資源利用時のリスクが高い。コストの問題からリサイクルが進んでいない。

- ・鉱石生産・製錬工程が高リスク国に偏在。主要輸入先の製錬所についても大手の買収等が発生しており、供給リスクが高い。
- ・価格変動幅も大きく、資源利用時のリスクが高い。コストの問題からリサイクルが進んでいない。

3- LIBリサイクルの現状（国内）

- 日本自動車工業会において、大容量・高電圧バッテリーの廃棄増加に備え、適切な処理体制や再資源化手法等について検討を行った上で、LIBの共同回収スキームを構築し、平成30年度より運用を開始。（2019年度 3,014個回収）
- 自動車用LIBでは、各社独自のリサイクルプロセスを研究開発中。前処理主体、選別後処理主体など各社プロセスに特徴があり、回収可能成分も異なる。

		JX金属	三菱マテリアル	DOWAエコシステム	住友金属鉱山	BRUNP	ユミコア
設備	焙焼	○	△	○	—	○	○
	選別	△	△	○	—	○	—
	乾式	—	—	—	△※	○	○
	湿式	△	△	—	△※	○	○
回収成分	Cu	●	●	●	●	●	●
	Ni	●	●	—	●	●	●
	Co	●	●	—	●	●	●
	Li	●	—	—	—	●	—
	その他	—	Al	Al	—	?	Pb,Zn

○:商業稼働レベル △:パイロット —:不明・なし

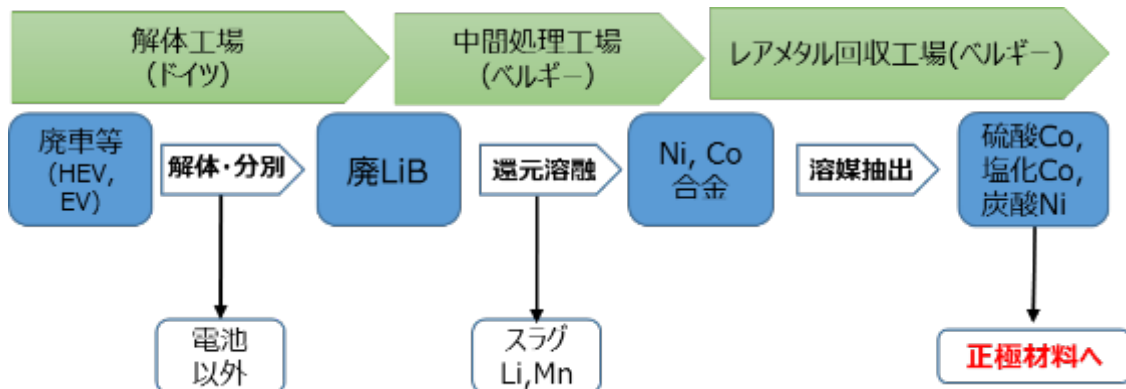
※Cu+Niは商業稼働レベル

出典:日本メタル経済研究所報告資料

3- LIBリサイクルの現状（国外）

- ベルギーの非鉄大手ユミコア社は、欧州広域から集めた大量の廃LIBをリサイクル処理することで規模の経済を確立。自社工場で年間7千トンの廃LiBをリサイクル処理し、コバルト、ニッケルを化合物（正極材材料）として回収。
- ベルギーのほか、米国、中国でも廃LIBリサイクル工場を立ち上げ、年間30万台分の電池処理を計画。ポーランドにおいても正極材製造工場を建設し、LIBの循環生産消費モデル構築を計画。

ユミコア社概要	
• 設立	1805年
• 本社	ベルギー・ブリュッセル
• 従業員数	約11,000名
• 売上高（2019年）	3,361百万(約4,400億円)
• 事業内容	貴金属サイクル、自動車触媒、自動車電池材料



ユミコア社の電池リサイクルモデル

4 . LIBリサイクルを進めていくための課題（仮説）

（1）技術面の課題

- ・リサイクル技術は開発されているものの、回収率向上、コスト低減のための技術開発要素はどこにあるか。特に、現状、ほとんど行われていないリチウム回収技術を実用化するための課題は何か。

（2）コスト面の課題

回収費用

- ・回収費用が高い要因は何か。回収費用を低減するためにはどうすればよいか。

リサイクル費用

- ・リサイクル費用が高い要因は何か。リサイクル費用を低減するためにはどうすればよいか。技術開発により、どの程度、費用低減が実現できるのか。

リサイクル製品の販売価格

- ・リサイクル製品の販売価格が低い要因は何か。将来の需給状況の変化も見据え、リサイクル製品が市場で競争力を持つためにはどうすればよいか。

ライフサイクルコスト

- ・ライフサイクル全体で評価することで、リサイクル原料から製造したLIBが、鉱物由来原料から製造した場合に比べ競争力を持たせることができるのか。

（3）制度面での課題

- ・既存の自動車用LIB回収システムがあるが、リサイクルを進めていく上での改善点はあるか。
- ・使用済み車載LIBは、リユースも想定されている中で、廃棄されたLIBを確実に回収するためには、どのような制度が求められるか。
- ・海外に輸出される中古車に組み込まれたLIBリサイクルをどう考えるか。

（4）その他課題

5 . 課題整理に向けて

(1) LIBリサイクルの課題整理 (委託調査を実施)

- 1 LIBに用いられる鉱物資源の種類毎の価格傾向を推計。また、海外の政策動向における日本の将来のLIBリサイクルビジネスに与える影響について検証。
- 1 鉱石由来の原料から製造したLIBのライフサイクルコスト (LIBの原料調達から製造・廃棄までのコスト) とリサイクル原料から製造したLIBのライフサイクルコスト (廃棄LIB回収から原料の再生・製造・廃棄までのコスト) 及び将来見通しを推計。
- 1 LIBに使用される鉱物資源の種類毎にライフサイクル全体のCO2排出量を試算。
- 1 LIBに使用される鉱物資源について、制度的な措置の実施も仮定した上で、回収量を拡大するための課題を整理。

(2) 課題整理のための検討会を設置

- 1 LIBリサイクルの企業、大学・公的研究機関等の専門家からなる有識者 5 , 6 名程度による検討会を設置し、課題整理に向けた議論を行う。年 3 回程度の開催を想定。

➡ LIBに含まれているマテリアルを、最大限有効かつ効率的に活用していくための課題整理を2021年度末を目途に実施

➡ 2020年代後半までにリサイクルの技術開発や環境整備等を行い、LIBリサイクルの社会実装を目指す

(参考) グリーン成長戦略(令和3年6月)での位置づけ

- Ⅰ グリーン成長戦略(令和3年6月)において、蓄電池のリユース・リサイクルの促進のため、使用後の車載用蓄電池の再活用や鉱物資源効率回収を行うための研究開発・技術実証等に取り組むことを明記。
- Ⅰ 令和2年度第3次補正予算で措置された「グリーンイノベーション基金」において、「次世代蓄電池・次世代モータの開発」プロジェクトの実施を検討中。

<グリーン成長戦略(令和3年6月) (抜粋)>

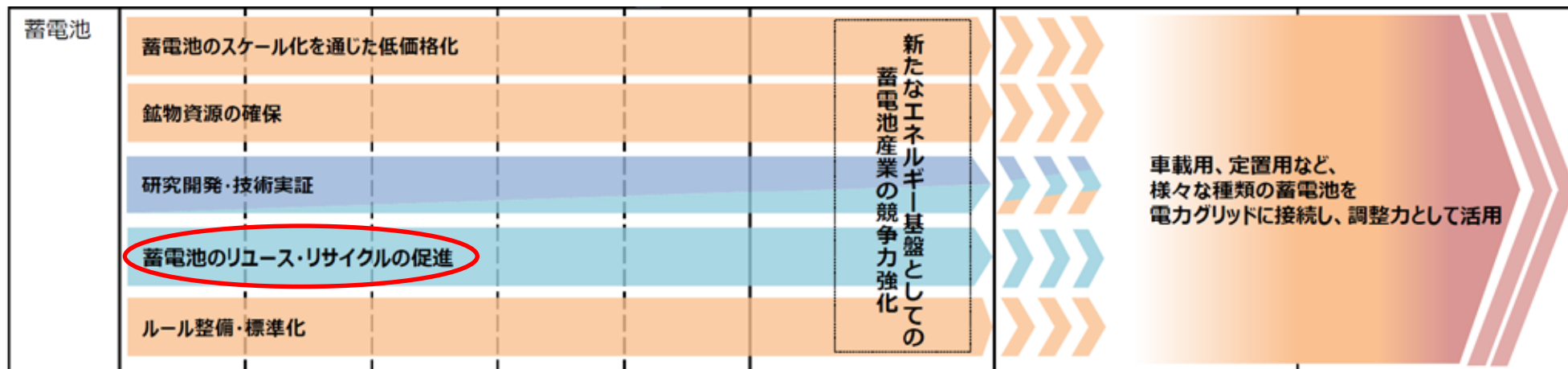
(5) 自動車・蓄電池産業

蓄電池

<今後の取組>

エ) 蓄電池のリユース・リサイクルの促進

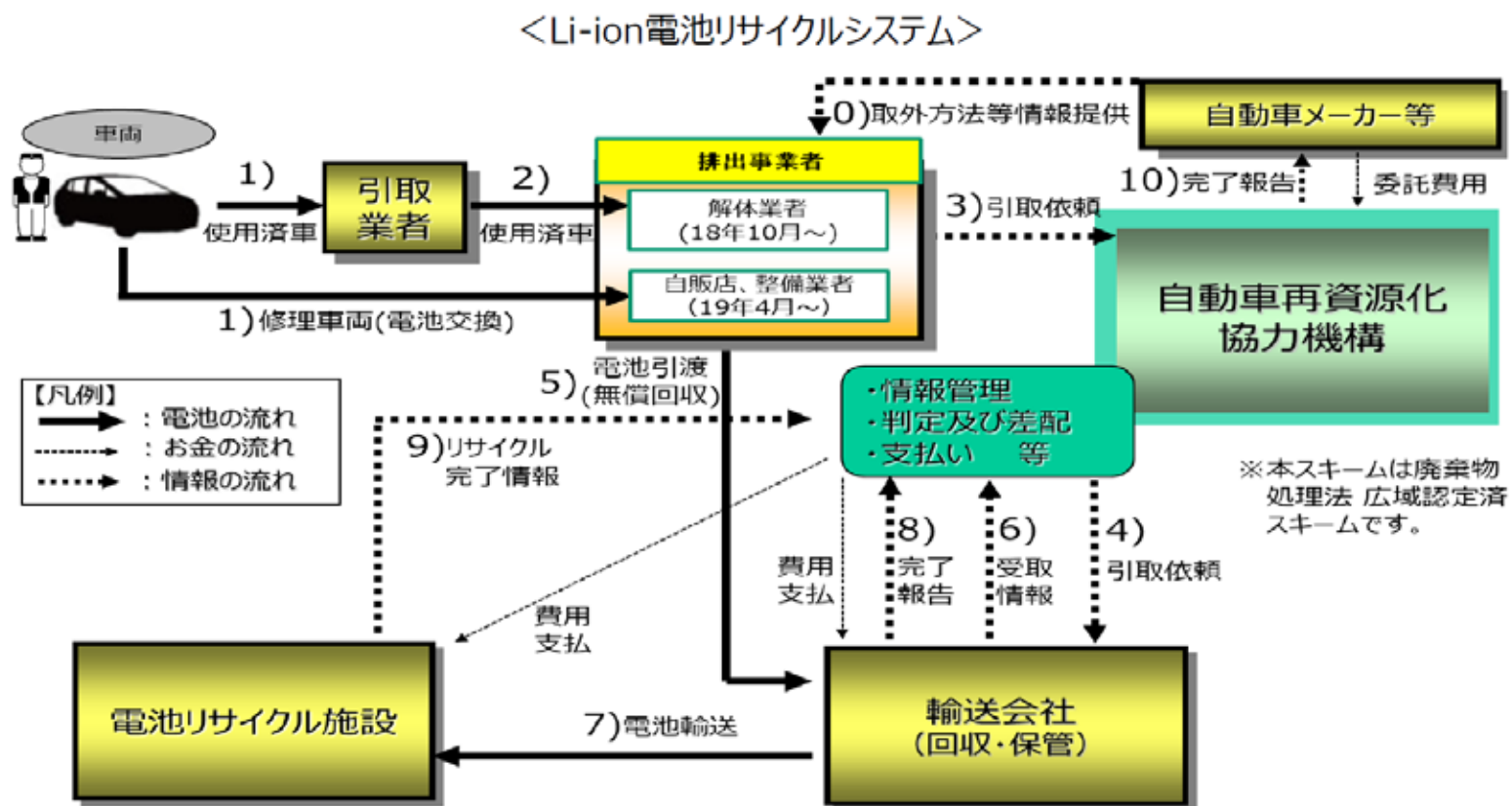
蓄電池は、ニッケル、コバルト等のレアメタルや、大量のエネルギーを使用することから、リユースやリサイクルを促進することが重要である。このため、使用後利用できる場合には再度車載用パーツとして活用、又は定置用蓄電池として利用し、利用できなくなった場合には鉱物資源を効率回収するために、研究開発や技術実証に取り組む。また、後述する標準化等の取組を進めるとともに、蓄電池のリユース・リサイクルの促進に向けた制度的枠組みを含めて検討する。



參考資料

LIBリサイクルシステム構築の背景と仕組み

- 1 リチウムイオンバッテリーは高電圧であり、発火の危険性があるなど、取扱いに注意を要することから、解体業者への周知を強化するとともに、資源価値の変動に左右されず安定的・持続的に回収・リサイクルが行われるような体制の整備を検討するべきである。＜自動車業界全体のセーフティネット機能＞ 2015年自動車リサイクル法審議会合同会議の報告書(抜粋)



使用済駆動用電池の回収実績

- 使用済駆動用LIBの回収実績は2019年度で3,014個。
- 回収実績は増加傾向であり、2020年度は約4千個程度の回収量となる見込み。

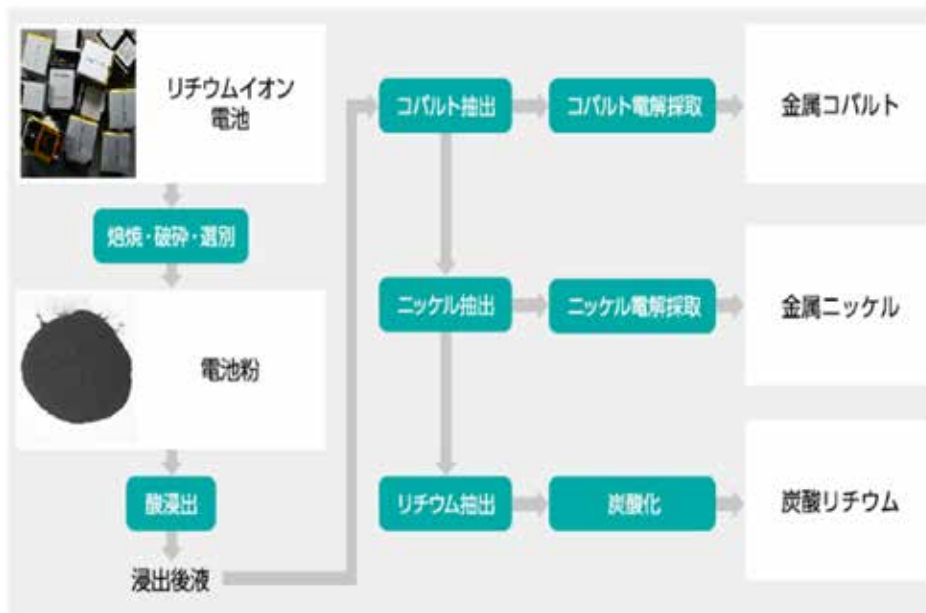
	Li-ion電池	ニッケル水素電池	
メーカー名	いすゞ自動車(株) (株)SUBARU 日産自動車(株) マツダ(株) 三菱ふそうトラック・バス(株) UDトラックス(株)	スズキ(株) トヨタ自動車(株) 本田技研工業(株) 三菱自動車工業(株) ヤマハ発動機(株)	(株)SUBARU トヨタ自動車(株) 日産自動車(株) 日野自動車(株) 本田技研工業(株) マツダ(株) 三菱自動車工業(株)
回収実績	<p style="text-align: center;">2019年度：3,014個</p> <p style="text-align: center;">(2018年度：2,364個 2017年度：943個 2016年度：656個)</p> <p><small>(注)ELVからの発生の 各社合計値</small></p>	<p style="text-align: center;">2019年度：6,694個</p> <p style="text-align: center;">(2018年度：7,214個 2017年度：6,140個 2016年度：4,839個)</p>	

LIBリサイクル・プロセス事例1

- Ⅰ JX金属 使用済み電池に含まれるレアメタルを再び車載用電池の原料として使用する「クローズドループ・リサイクル」。
- Ⅱ 三菱マテリアル 日本磁力選鉱と提携し、リサイクルシステムを開発。

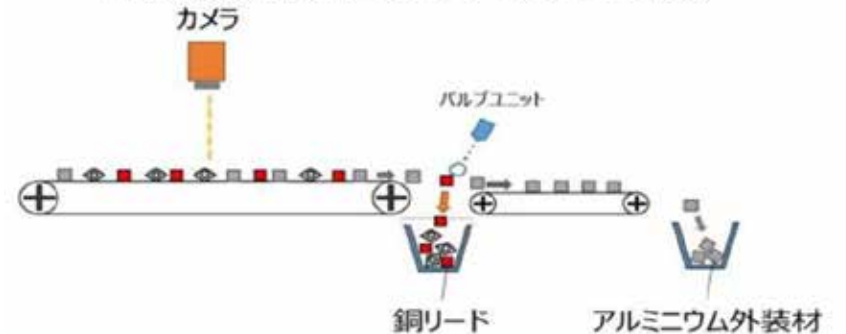
JX金属

リチウムイオン電池のリサイクル・フロー



三菱マテリアル

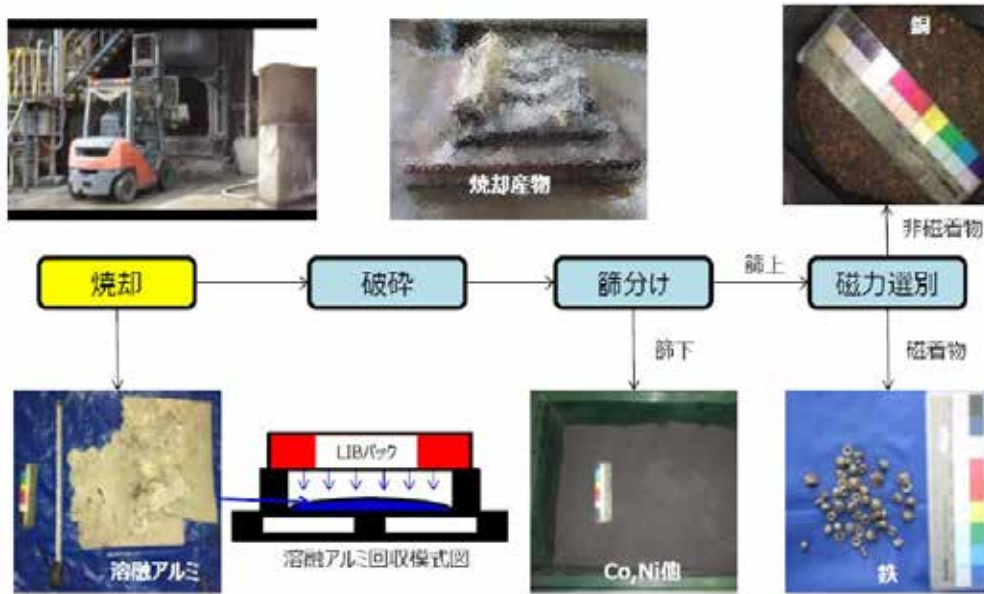
日本磁力選鉱と三菱マテリアルの設備



LIBリサイクル・プロセス事例2

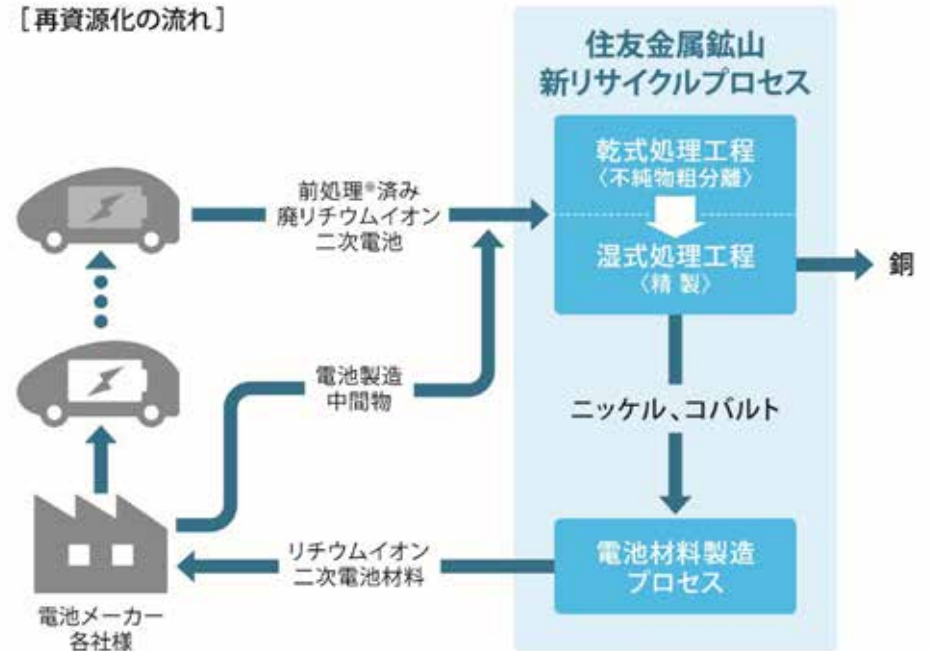
- 1 DOWAエコシステム 熱処理により無害化し、破碎・選別。前処理工程より開発。
- 1 住友金属鉱山 予め熱処理などで無害化されたものを、乾式処理（不純物分離）と湿式処理（精製）により銅、ニッケル、コバルトを回収。

DOWAエコシステムの熱処理、破碎選別プロセス



出典：DOWAエコシステム提供資料

【再資源化の流れ】



※前処理＝熱処理等による無害化処理

（出典）住友金属鉱山(株)プレスリリース

(参考) 電池サプライチェーン協議会 (BASC)

I 本年4月1日、国内における電池サプライチェーンの課題解決に向けた横断的な団体として、「電池サプライチェーン協議会」(BASC)が設立。

<p>目的と 活動内容</p>	<p>電池サプライチェーン全体の競争力強化とグリーン化を目指す → ① 政策提言 ② ルール化</p>
<p>会員</p>	<p>電池部材メーカー、電池原料メーカー、電池メーカー、リサイクラー、カーOEM、商社 全69社 (6/1時点)</p> 