

公開版

令和4年度無人自動運転等のCASE対応に向けた実証・支援事業(次世代自動車の普及拡大にむけた蓄電池のデューディリジェンス、リユース等調査・分析)

リユース・リサイクルの検討

デューディリジェンスの検討

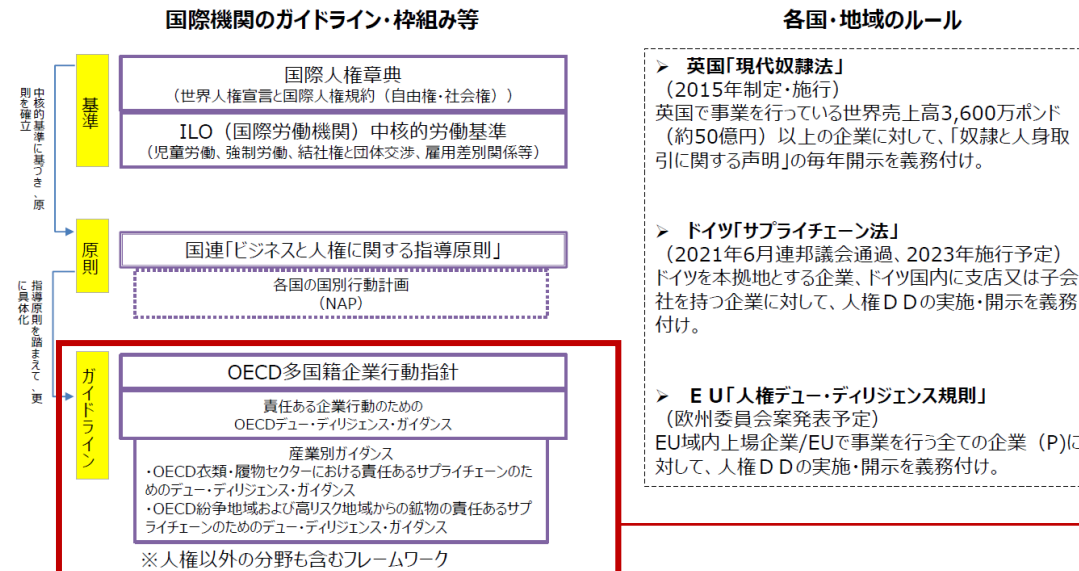
CONTENTS

- 1 試行事業の概要
- 2 試行事業帳票の内容
- 3 実施概要
- 4 実施結果
- 5 DD実施にかかる国際動向

OECDのDDガイドラインの枠組みを参考に、試行事業のプロセスを検討

社会課題に関連する国際フレームワークと規制

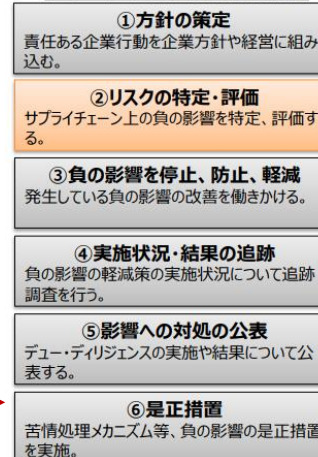
- 国際機関において、ガイドライン等の社会課題に関する国際的フレームワークを整備。
- 各国・地域において、規制の導入も進む。



試行の実施にあたっての方向性

- 蓄電池のデュー・ディリジェンスプロセスのフレームワーク全体にあたっては、業種横断的な検討である「サプライチェーンにおける人権尊重のためのガイドライン検討会」における検討内容を踏まえることが必要。
- そのため、まずは、車載用蓄電池のサプライチェーンの特性を踏まえ、対象とする部材やリスクを具体化しつつ、サプライチェーンの上流を含めてリスクの確認手順が機能するか等の観点から取組を開始し、業種横断的な議論の成果も踏まえて総合設計することとしてはどうか。

デュー・ディリジェンスの枠組み



下記のような蓄電池のサプライチェーンの特性を踏まえて、具体的方針を示すことが必要。

<特性の事例>

- ・ Coをはじめとする鉱物資源を多量に消費。
- ・ 資源の採掘・精錬・加工プロセスの環境負荷大。
- ・ バッテリーメタルのDDプロセスは開発途上。

※他の論点についても、「サプライチェーンにおける人権尊重のためのガイドライン検討会」の議論を踏まえることが適切。

✓ **部材**
蓄電池に使用されるどの部素材を対象とするか。

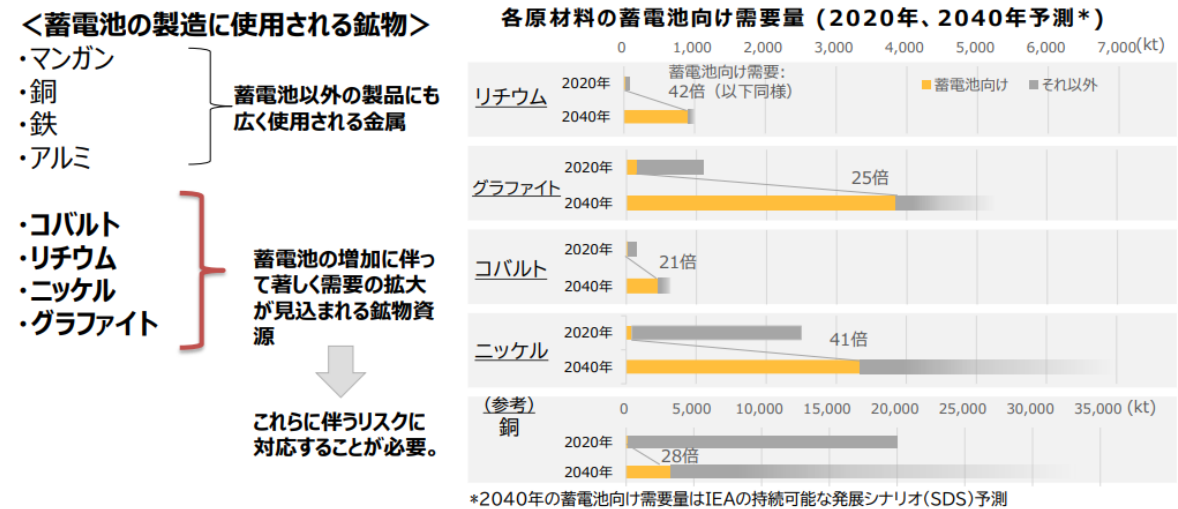
✓ **リスク**
どのようなリスクを評価のの対象とするか。

✓ **評価方法**
どのようにリスクを評価するか。

対象部材は、コバルト、リチウム、ニッケル、グラファイトの4鉱物、対象リスクは環境の4リスク、人権の5リスクの9リスクを対象とする

論点① 対象とする部材の考え方

- コバルト、リチウム、ニッケル、黒鉛は蓄電池の増大に伴って、今後、需要が急激に拡大する可能性がある。試行的な実施にあたっては、蓄電池に使用される部材のうち、コバルト、リチウム、ニッケル、黒鉛を対象としてはどうか。



出所)蓄電池向け需要量はIEA, "The Role of Critical World Energy Outlook Special Report: Minerals in Clean Energy Transitions", 閲覧日:2021年10月11日, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/24d5dfbb-a77a-4647-abcc-667867207f74/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>
「それ以外」はUSGS, "Mineral Commodity Summaries 2021 (2020年Mine Production)", 閲覧日:2021年10月11日, <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf> の推定値を基に計算

論点② 対象とするリスクの考え方

- 試行的な実施にあたっては、コバルト、ニッケル、リチウム、黒鉛の採掘・精錬・加工プロセスにおいて想定される、以下の9つのリスクを対象としてはどうか。

	バッテリーサプライチェーンにおいて見られる事象	想定されるリスク
環境	● 鉱山の採掘現場において、粉塵が発生。周辺地域に飛散。	① 大気への影響
	● 採掘・精錬において、大量の水をくみ上げ、使用。	② 水への影響
	● 採鉱・精錬のため、薬品を大量に使用。	③ 水・土壌への影響
	● 鉱山開発時に大規模な森林伐採等を実施。	④ 生物多様性への影響
人権	● 汚染された水質、土壌、大気による人体への影響。	⑤ 健康被害
		⑥ 地域コミュニティへの影響
	● 地下深くで採掘作業を実施。有害な金属による健康被害のリスクあり。	⑦ 労働安全・衛生への影響
	● 個人・零細業者が防護具や安全対策が不十分なまま、手掘りにより採掘を実施。	⑧ 強制労働のリスク
	● 貧しい地域においては、鉱山の採掘に生計を依存。子供も労働力とされやすい。	⑨ 児童労働のリスク

OECD・RMI・Copper Mark・JOGMEC・欧州委員会の各種ガイドラインで、試行事業対象の4鉱物と環境・人権リスクをすべてカバーでき、リスク対応質問作成の参照として活用

鉱物に関するDDガイドラインの発行機関と対象鉱物／リスクの関係

DD帳票作成にあたり、青枠の5つの発行機関のガイドラインを参考

○: 直接言及、△: 対象カテゴリとして含まれる

発行機関		OECD		RMI			Copper Mark	IRMA	ICMM	JOGMEC	欧州委員会
機関の説明		世界38カ国の先進国が加盟する経済協力開発機構。持続可能な開発のためのDDガイドライン等を提供		世界で300以上の企業・団体が加盟する、責任ある鉱物調達に関するイニシアチブ。サプライチェーンの川上から川下までをカバーする監査スキーム等を提供			責任ある銅生産の国際認証機関（他金属業界団体とも連携）	大規模鉱山を対象とした、責任ある鉱業保証の国際イニシアチブ	鉱業の公平かつ持続可能な実施のための国際機関	探鉱や金属資源開発への出資等を実施する日本の独立行政法人	欧州連合の制作執行機関であり、行財政運営を実施
ガイドライン特徴		全てのサプライチェーンDDに対しての国際的なガイドラインを提供		責任ある鉱物調達における、最も活用されている国際的なDD基準・監査認証を提供			該当金属DDにおけるリスク評価基準や検証方法等を提供	責任ある鉱物調達において第三者認証を実施	探鉱において期待されるパフォーマンスの要求事項を提供	日本事業者の探鉱開発における出資融資と債務保証基準を提供	欧州市場における蓄電池のDD要求事項等を規定
ガイドライン概要		責任ある企業行動のためのOECD DD	紛争地域及び高リスク地域鉱物の責任あるSCのためのDDガイダンス	コバルト製錬業者を対象としたサプライチェーンDD基準	銅・黒鉛・ニッケル・亜鉛のJoint DD基準	全鉱物SCに向けた責任ある調達グローバルDD基準	リスク対応評価のための基準ガイド	責任ある採掘のためのIRMA基準	採鉱原則	出資融資及び債務保証に係るHSE審査基準	欧州電池規制
対象鉱物	Co	△	△	○			△	△	△	○	○
	Ni	△			○		△	△	△	○	○
	Li	△				△	△	△	△	○	○
	黒鉛	△				△	△	△	△		○
		SC全体に対応	紛争地域及び高リスク地域の全鉱物。特定鉱物の言及は3TG（スズ、タンタル、タングステン、金） Coは高リスク地域鉱物想定			全ての鉱物と記載されており、Li等も含まれると解釈	金属バリューチェーンで広く活用	ガス以外の全ての採掘を対象	鉱業全般を対象		黒鉛は天然黒鉛に限定
対象リスク	環境	○					○	○	○	○	○
	人権	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
最終更新年		2018	2016	2021	2021	2021	2022	2020	2022	2020	2023
対象地域		世界	世界	世界	世界	世界	世界	世界	世界	日本	欧州
規則種別		ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ソフトロー	ハードロー

出所：『責任ある企業行動のためのOECDデュー・ディリジェンス・ガイダンス』OECD（2018）、『OECD 紛争地域および高リスク地域からの鉱物の責任あるサプライチェーンのためのデュー・ディリジェンス・ガイダンス 第三版（仮訳）』外務省（2016）、『COBALT REFINER SUPPLY CHAIN DUE DILIGENCE STANDARD』RMI（2021/8）、『Joint Due Diligence Standard for Copper, Lead, Nickel and Zinc』RMI（2021/2）、『GLOBAL RESPONSIBLE SOURCING DUE DILIGENCE STANDARD FOR MINERAL SUPPLY CHAINS ALL MINERALS』RMI（2021/12）、『The Criteria Guide for the Risk Readiness Assessment DRAFT FOR PUBLIC CONSULTATION』Copper Mark&RRA、（2022/4）、『IRMA Standard for Responsible Mining –Guidance Document』IRMA（2020/4）、『採鉱原則』ICMM（2022/6）『出融資及び債務保証に係るHSE審査基準（金属鉱物）』JOGMEC（2020/6/12）、『Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020』欧州理事会（2023/1/18）

© Arthur D. Little 6

DD帳票は、質問票関連（各SCレイヤーの回答用紙や回答例含む）の6シートに加え、回答の手順や参考A~Cを含め計10枚のシート×日本語/英語版で構成される

シート名	解説
回答の手順	
質問票概要	質問票の全体像
電池メーカー回答用紙	
サプライヤー回答用紙	
電池メーカー・サプライヤー回答例	
精錬(refining)・製錬(smelting) 業者回答用紙	
精錬(refining)・製錬(smelting) 業者回答例	
参考A リスク評価項目	リスク評価項目の評価レベルの基準
参考B 検証方法例	リスク評価に関する証拠や現地調査方法
参考C リスク参考	各リスクの参考基準・フレームワークリスト

日本語 ENG

#	大項目	中項目	質問項目	
1	強固な企業管理システムを構築する	1-1	紛争地域および高リスク地域を起源とする鉱物のサプライチェーンのための企業指 針を採用し、供給業者ならびに公に対して明確に説明していくこと	・Cobalt、Nickel、Lithiumの原料調達に関する企業方針を設定し、公開していますか？ →YESの場合、リンクまたは該当ファイルを添付してください。
2		1-2	サプライチェーンのデュー・ディリジェンスを支援するための内部管理を構成すること	・DDを推進する社内組織を構築し、責任者を任命していますか？
3		1-3	鉱物サプライチェーンの統制と透明性のシステムを設置すること	・自社ルールまたは業界が主導するルールを採用してDDを運用・管理していますか？
4		1-4	供給業者との企業同士の関係を強化すること。供給業者との契約書および合意書のいずれかまたは双方の中に、サプライチェーン指針を織り込むべき	・自社のDDについて供給業者に説明し、同意を得ていますか？
5				・また、その確証を供給業者から得ていますか？
6		1-5	企業レベル、もしくは業界全体で、早期警戒リスク認識システムとしての苦情処理メカニズムを構築すること	・自社ルールまたは業界が主導するサプライチェーンからの苦情処理メカニズム(国連のビジネスと人権)を構築していますか？
7	リスク対応項目(マネジメント、影響評価、実施結果)・現地調査の4項目を回答	2-1	補足書の中で勧告されている通り、サプライチェーン内のリスクを特定すること	・各鉱種ごとでリスクを特定していますか？(以下各鉱種別に環境・人権リスクについて記載)
8				・自社ルールあるいは業界団体のルールを基にリスクを特定していますか？
9~64		2-1-①	【環境リスク:大気への影響】2-1-①-1:大気汚染	・探鉱現場、選鉱場、発電所等、プロジェクトを通して排出される大気汚染物質(銅、鉄、砒素、カドミウム、鉛、水銀、亜鉛等の重金属を含む煤塵、SOX、NOX等)
		2-1-②	【環境リスク:水への影響】2-1-②-1:水の使用	・水利用(地表水、地下水等)による水域環境(河川等)や水量(洪水または排水)への影響
		2-1-②	【環境リスク:水への影響】2-1-②-2:水へのアクセス	・水利用者、水利権保有者、その他の利害関係者への影響や、下流域等のコミュニティへの地下水の取水や汚染による影響
		2-1-③	【環境リスク:水・土壌への影響】2-1-③-1:土壌汚染	・製品またはサービスにおける生物学的、化学的または物理的危険物による土壌汚染
		2-1-③	【環境リスク:水・土壌への影響】2-1-③-2:水質汚染	・鉱山廃水や堆積場浸透水、選鉱等プロセスに起因する廃水等、プロジェクトからの排水等に起因する水質汚染
		2-1-④	【環境リスク:生物多様性への影響】2-1-④-1:生物多様性の観点から国際的、地域的に重要とされている種	・種の固有性、希少性、個体数、脅威、脆弱性、やその生息地に基づく、生物多様性価値への影響(海生・陸生動物、底生生物、植生、サンゴ礁、マングローブ林、湿地帯等)
		2-1-④	【環境リスク:生物多様性への影響】2-1-④-2:公式に定められた保護区	・事業実施国の法規制若しくは国際条約等に定められた保護区又は貴重種・希少種等の生息地への影響
		2-1-⑤	【人権リスク:健康被害】2-1-⑤-1:人間の身体的健康	・事業活動により発生する重金属や硫化水素等の有害物質による健康への影響
		2-1-⑥	【人権リスク:地域コミュニティへの影響】2-1-⑥-1:化学的な危険性(鉱物や金属の加工に使用される化学物質への曝露など)	・化学的な危険物質の使用による、地域コミュニティへの影響
		2-1-⑦	【人権リスク:労働衛生・安全】2-1-⑦-1:化学的危険物・有害物質の使用	・作業場所で発生する有害化学物質、粉塵等危険物質の影響
		2-1-⑦	【人権リスク:労働衛生・安全】2-1-⑦-2:作業設備・装置	・労働者の身体的および精神的能力に適合しない機械、設備の使用による影響
		2-1-⑦	【人権リスク:労働衛生・安全】2-1-⑦-3:作業環境(照明、換気、温度等)	・不十分な照明や換気、有害レベルの低/高温、危険エリアへの立ち入りに関して不適切な管理等、建物や作業場所の危険な環境
		2-1-⑧	【人権リスク:強制労働のリスク】2-1-⑧-1:あらゆる形態の強制労働	・懲罰の脅威のもとで何者かに強要されたものであり、本人が自発的に行うものではない労働やサービスの提供等の強制労働
		2-1-⑨	【人権リスク:児童労働のリスク】2-1-⑨-1:最悪の形態の児童労働	・児童労働(- 経済的搾取となる労働、- 教育上悪影響を及ぼす、又は 教育を妨げる可能性のある労働、- 健康や心身の発達に悪影響を及ぼす可能性のある労働)
		65	2-2	附属書 II および本ガイダンスのデュー・ディリジェンス勧告と整合する各企業のサ プライチェーン指針の基準と照らし合わせて、悪影響のリスクを評価すること
66			・上述以外の基準でリスクの自社影響度の評価をしていますか？	

リスク対応項目
(マネジメント、影響
評価、実施結
果)・現地調査の
4項目を回答

#	大項目	中項目	質問項目
67	特定されたリスクに対応するための戦略を立案し、実施する	3-1	サプライチェーンのリスク評価結果を、企業内で任命された経営上層部に報告すること
68		3-2	リスク管理計画を考案し、採用すること。次の三つのいずれかによって、リスク管理 戦略を考案する i) 測定可能なリスク緩和の取組みを行う間を通じて、取引を継続 する ii) 測定可能なリスク緩和の取組みを継続する間、一時的に取引を停止する iii) 緩和への試みが失敗に終わったか、または企業がリスク緩和策は実現不可能か許容範囲にないと見なした場合、供給業者との関係を解消する
69		3-3	リスク管理計画を実施し、リスク緩和の取組みの進行状況や内容を監視・追跡した上、経営上層部に報告すること
70		3-4	緩和を必要とするリスクのため、または状況に変化があった後に、事実およびリスクについての追加的な評価を引き受けること
71	サプライチェーンの中の、特定のポイントにおいて、独立の第三者によるサプライチェーンのデュー・ディリジェンスの監査を実施する	4-1	-
72			
73			
74	サプライチェーンのデュー・ディリジェンスに関して報告を行う	5-1	-

・サプライチェーンのリスク評価結果を自社のマネジメント層に定期的に報告していますか？

・特定したリスクを軽減・緩和する措置を講じていますか？

・リスクの特定・評価・改善・計画を行うことでPDCAを回し、それをマネジメント層に報告していますか？

・リスクの改善のためまた状況が変化した場合には、都度必要なリスクの特定・評価を行っていますか？

・自社ルールあるいは業界団体のルールを基に独立した第三者による監査を受けていますか？

・YESの場合、どのようなルールを採用し誰の監査を受けましたか？

・ISO14001、ISO45000を取得していますか？

・自社で行っているDDに関して社外に公開・報告していますか？→YESの場合、リンクまたは該当ファイルを添付してください。

令和4年8月に事業者公募と対象事業者向け説明会を行い、試行事業を開始。令和5年2月に帳票の回収を締め切り、延べ120以上の回答を得た

試行事業の実施概要

■ スケジュール

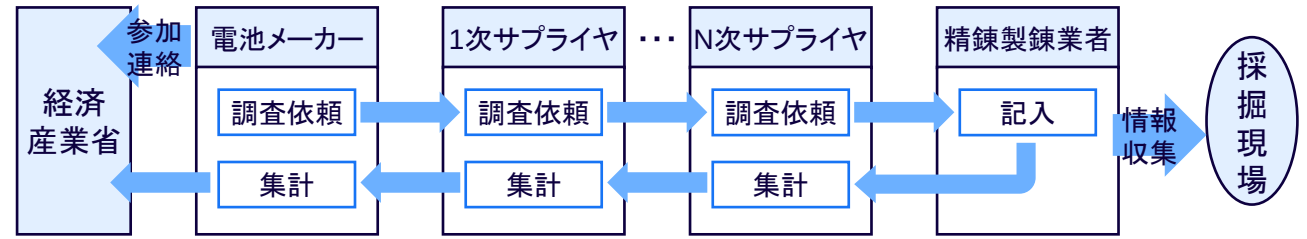
- 令和4年8月16日～令和4年9月20日：事業者公募
- 令和4年8月23日、8月30日：対象事業者向け説明会
- 令和4年12月23日：DD帳票の一次締切
- 令和5年2月3日：DD帳票の最終締切

■ 回収回答数：延べ120社以上

- 電池メーカー、サプライヤ、精錬製錬業者の合計
- 回収スキームの特性上、サプライヤ・精錬製錬業者には回答企業の重複あり

※ サンプル数が100を超えており、集計全体の傾向は市場動向のおよそ±10%程度の誤差であると推定される

試行事業帳票の回収スキーム



- 電池メーカーが参加を経済産業省へ連絡
- 帳票の記入依頼は、電池メーカーが1次サプライヤへ、1次サプライヤが2次サプライヤへ、と上流側へ依頼を行い、精錬製錬業者にたどり着くまで繰り返す
- 精錬製錬業者は採掘現場の情報収集を踏まえて帳票記入、下流サプライヤへと回答を送付
- 上流側から記入済帳票を受け取ったN次サプライヤは、受け取った(複数の)記入済帳票と自社の記入済帳票をあわせて、N-1次サプライヤへと送付し、電池メーカーに至るまで繰り返す
- 電池メーカーは自社のサプライチェーン全ての記入済帳票を集め、経済産業省へと提出

実施前に想定された懸念の検証結果	サプライチェーンを精錬所までたどることができるのか？	コバルト、ニッケル、リチウム、黒鉛の4鉱物について、本回収スキームによって精錬製錬業者まで帳票を依頼・回収することに成功した
	海外プレイヤの追跡することができるのか？	拠点の匿名回答により厳密な回答状況は不明なものの、本回収スキームにより国内外事業者から回答を収集することに成功した。ただし、多数の海外事業者からの回収は負荷過多に繋がるとのコメントあり
	各事業者は現地調査を実施できるのか？	全体で4～5割、日本拠点の企業で3割程度の現地調査の実施であり、上流企業ほど実施率が高く5～6割程度であった。下流プレイヤの現地調査はリソース面でも負荷が高いとのコメントあり

Figure 1: Risk Management and Response Results

Left Chart: Risk Management and Response Results

Item	Yes (%)	No (%)
DD results of external disclosure: report	55	45
ISO 14001, ISO 45000 acquisition (whether supervised by third party is disclosed)	65	35
Implementation of risk response strategy	80	20
Specific risk assessment	85	15
Risk response strategy	85	15
Third-party supervision	55	45
Report	55	45
DD results of external disclosure: report	55	45
ISO 14001, ISO 45000 acquisition (whether supervised by third party is disclosed)	65	35
Implementation of risk response strategy	80	20
Specific risk assessment	85	15
Risk response strategy	85	15
Third-party supervision	55	45
Report	55	45

Right Chart: Risk Response Results

Item	Category	Yes (%)	No (%)
Child labor	Human Rights	65	35
Forced labor	Human Rights	65	35
Working conditions	Human Rights	65	35
Use of hazardous substances	Human Rights	65	35
Physical health	Human Rights	65	35
Chemical hazards	Human Rights	65	35
Biological diversity	Human Rights	65	35
Public protection zone	Human Rights	65	35
Soil pollution	Environment	65	35
Water pollution	Environment	65	35
Water access	Environment	65	35
Water use	Environment	65	35
Air pollution	Environment	65	35

対象製品を市場に出す事業者は対象鉱物／リスクに関するサプライチェーンDDの実施義務を持つ。22年3月14日案にてリスク拡大、23年1月18日案にて対象者の定義が厳密化された

		欧州委員会提案(2020/12/10)	欧州理事会提案(2022/3/14)	暫定合意案(2023/01/18)	
開始時期		規則発効の12ヶ月後	規則発効36ヶ月後または委員会ガイドライン発効24ヶ月後の遅い方	規則発効の24ヶ月後	
対象地域		EUとEEA			
対象製品		2kWh以上の内部容量を持つ産業用電池と電動車電池	専用外部ストレージを除いて2kWh以上の容量を持つ産業用電池と電動車電池	規制対象となる全ての電池	
対象者		対象製品を市場に出す経済事業者			
対象鉱物		(a) コバルト、(b) 天然黒鉛、(c) リチウム、(d) ニッケル、電池の活物質を製造するために必要な(a)～(d)の原材料をベースにした化合物			
対象 リスク	環境	空気	大気:大気汚染、温室効果ガス排出等		
		水	水:海底や海洋環境を含、水質汚染、水の使用、水量(洪水、排水)、水へのアクセス等		
		土壌	土壌汚染、土壌浸食、土地利用及び土地劣化等		
		生物多様性	生物多様性；生態系サービスを含む、生息地、野生生物、植物、および生態系		
		-	有害物質		
		-	騒音及び振動		
		-	エネルギー使用		
		-	廃棄物及び残渣		
	健康	-	植物の安全性		
		人間の健康	-		
		労働	労働安全衛生		
			児童労働を含む労働者の権利	児童労働	
	-		強制労働		
	-		差別		
	人権	-	労働組合の自由		
		人権(※言及のみで詳細規定なし)	国際法で認められている人権		
		地域 情報	地域社会の生活		先住民族を含む地域社会での生活
			-	情報へのアクセス、意思決定への市民参加、環境問題における司法へのアクセス	
DD 義務	体制	社内マネジメントシステムの構築、SCの統制・透明化、サプライヤーとの契約・合意事項へのDDポリシーの組込、SC方針・リスク管理手法の組込、苦情処理メカニズムの確立			
	評価	リスク特定、潜在的・実質的リスクの評価			
	対応	監督責任者に報告、リスク管理措置の採用、措置の実施とモニタリング、サプライヤーと取引中止、追加事実確認			
	報告	検証報告書を加盟国の要求に応じて開示、川下の購入者に開示、インターネットを含め一般公表、原料のリサイクル率を公表			

PRTは、RMIが公開する他の責任ある鉱物調達に関する報告テンプレートCMRT・EMRTでカバーされない鉱物に関する報告テンプレートとして使用されることを期待

Pilot Reporting Templateの概要

- RMIにより開発された無料の標準化報告テンプレートであり、Conflict Minerals Reporting Template (CMRT)、Extended Minerals Reporting Template (EMRT) でカバーされていない鉱物のデューデリジェンス情報を収集するために使用(2022年11月発表)
- 川下企業がサプライチェーンに関する情報を効率的かつ簡潔に収集・開示するために開発
(川下企業: エンドユーザーから製錬所、精製所、加工業者を除く企業を指す)
- PRTの対象鉱物は優先鉱物とされるアルミニウム・銅・リチウム・ニッケルをデフォルトとして、ユーザーの優先順位にしたがって最大10種の鉱物を指定可能
(但し、3TG、コバルト・雲母はCMRTとEMRTに含まれるため指定不可)

本文書の目的は、製品に使用されるアルミニウム、銅、リチウム、ニッケル、およびその他の鉱物/金属の調達情報を収集することです。

必須項目は(*)で表示。各質問の回答方法については、「指示」タブを参照してください。

会社情報

会社名(*)	申告範囲又はクラス(*)

申告範囲の説明:

御社の鉱物の申告範囲を選択してください(最大10個)。この宣言には、最大10個の鉱物または金属を含めることができます。リストに鉱物や金属が表示されない場合は、「Other(その他)」を選択してください。

鉱物の申告範囲に「Other(その他)」が含まれる場合、ここにその他の鉱物を入力してください。
Aluminum
Copper
Lithium
Nickel
Other (specify below)

会社固有の識別番号:

会社固有の識別番号の発行元住所:

連絡先担当者名(*)

連絡先担当者の電子メール(*)

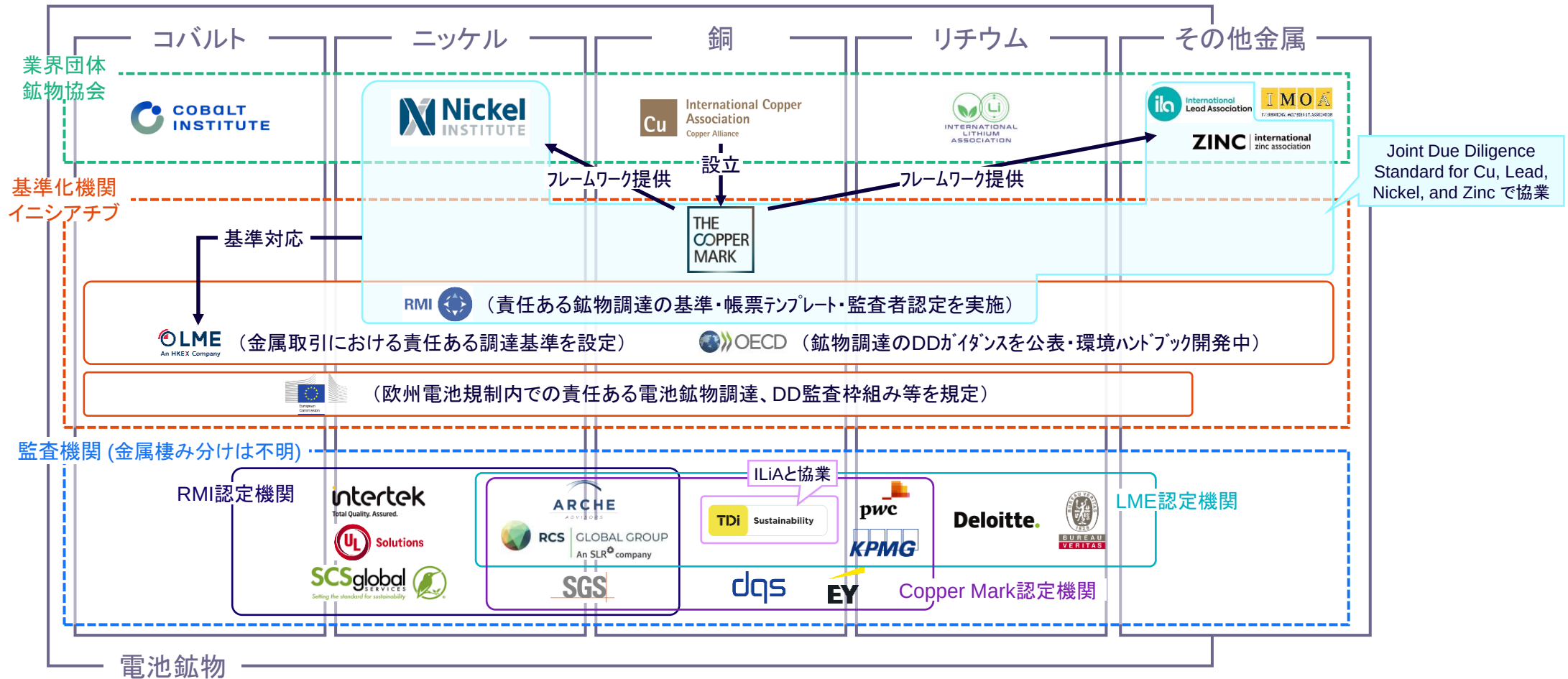
連絡先担当者の電話番号(*)

Instructions Revision Definitions Declaration Smelter List Checker Product List

RMIは対象鉱物の異なる3つのテンプレートを公開

	背景	対象鉱物
CMRT (Conflict Minerals Reporting Template)	■ ドット・フランク法1502条(紛争鉱物含有報告義務)に準拠するために容易なデータ共有を可能にすることを目的のひとつとして設定	■ 3TG(タンタル、錫、タングステン、金)
EMRT (Extended Minerals Reporting Template)	■ CMRTに含まれず、規制要件のないコバルトと雲母のサプライチェーン情報を収集するために設定	■ コバルト、雲母 ”..currently limited to cobalt and natural mica”と記載
PRT (Pilot Reporting Template)	■ 2022年2~3月で実施したメンバー調査において優先鉱物として指摘された上位鉱物のうち、CMRT・EMRTに含まれないものを設定	■ デフォルト鉱物: アルミニウム、銅、リチウム、ニッケル ■ 任意の鉱物を10鉱物まで選択可能(CMRT、EMRTの対象鉱物不可)

各業界団体とイニシアチブが連携し、責任ある鉱物調達における基準・枠組みの策定・対応
を実行。実際の監査活動は各基準化機関に認定された企業や組織がそれぞれ担う



リユース・リサイクルの検討

CONTENTS

- 1 リユースバッテリーの実態
- 2 中間処理以降の実態
- 3 使用済み電池の回収力強化
- 4 リユース市場の活性化
- 5 リサイクル基盤の構築

- ・ 現状国内では、駆動用車載蓄電池のアフター品への再利用、業務/産業/系統用の定置蓄電池への転用、電動フォークリフト等への転用、自律型街灯への転用等が中心
- ・ 国内外事例の多くは実証段階であり、事業化は未達の状況

			BEV・PHEV搭載電池	HEV搭載電池(NiMH含む)	電動フォークリフト等搭載電池
自動車向け			(自動車OEM主導 など)	(自動車OEM主導 など)	
定置用途	バックアップ電源等		リユース事業者×鉄道:踏切保安装置への活用 電池メーカー・OEM主導:基地局UPSへの活用		
	家庭・業務・産業用蓄電システム		リユース事業者:業務用蓄電池への活用 商社×リユース事業者:大規模蓄電システムへの活用 など	自動車OEM主導:大容量蓄電システムへの活用	
	大規模蓄電システム	系統用	リユース事業者×商社:大規模蓄電システムへの活用 など	自動車OEM主導:大容量蓄電システムへの活用	電力会社×電池制御技術企業:系統用蓄電池への活用 など
		再エネ用	商社×電池回収事業者:大規模蓄電システムへの活用 など	自動車OEM主導:大容量蓄電システムへの活用	電力会社主導 など
その他用途	EV充電器		自動車OEM主導:可搬式充電ステーションへの活用 など	自動車OEMグループ:充電システムへの活用	
	自律型街灯		自動車OEM×リユース事業者:自律型街灯への活用 など	自動車OEM主導自律型街灯への活用 など	
	電動フォークリフト・AGV・低速EV等		自動車OEM主導 など	自動車OEM主導 など	

リユース事業者×商社：大規模蓄電システムへの活用



住友商事は4Rエナジーとともに、使用済み車載用電池を用いた系統用の大規模蓄電システムの実証・商品化に取り組む

- 日産リーフの使用済み電池(LiB)を活用
 - ・ 飯島実証事業(36台分)、諫早市 Benex(24台分)
- 離島への系統用蓄電池導入は、需給変動が比較的穏やかな地域であるためリユース蓄電池に適したサイクル耐性や出力規模に寄与か

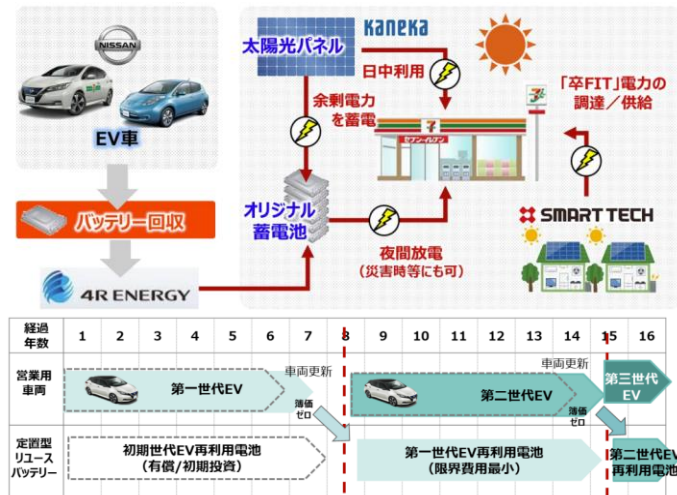
リユース事業者×鉄道：踏切保安装置への活用



4RエナジーはJR東日本と共同で使用済み車載用電池の踏切保安装置電源への活用を推進

- 日産リーフの使用済み電池(LiB)を活用
 - ・ 従来の鉛蓄電池から切り替えることで、充電時間・耐用期間を改善
- 停電時の踏切予備電源として使用(無線基地局への展開を視野)
- 4Rエナジー社の残性能評価技術により、遠隔での劣化予兆診断

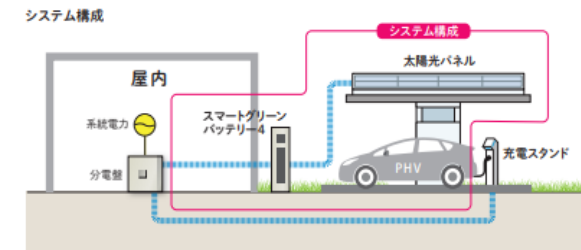
リユース事業者：業務用蓄電池への活用



4Rエナジーは、使用済み車載用電池を定置型蓄電池として再利用し、セブンイレブンにて自家太陽光発電設備と合わせた実証実験を実施

- 日産リーフの使用済み電池（LiB）を活用
- リユース電池による「再エネソリューション」としてサービス展開を企画
- グループ内の電動車ライフサイクルと、リユース電池のライフサイクルを合わせることで費用を最小に抑えた電池更新を可能にする計画

自動車OEMグループ：充電システムへの活用



発電した電力をスマートグリーンバッテリー4に蓄電。
スマートグリーンバッテリー4が満充電になると発電した電力を店舗に供給。
※電力は電力会社から購入し、電力会社から電力会社へ送電。

トヨタエナジーソリューションは、トヨタプリウスの使用済み電池を活用したEV充電システム「スマートグリーンバッテリー」を提供

- プリウスの使用済み電池を使用
- 事業者向けに、事業所に別途設置された太陽光パネルと充電スタンドと連携したエネルギーマネジメント（バックアップ・ピークカット）ソリューションとして販売

自動車OEM×商社：産業用蓄電システムへの活用



三菱商事・三菱商事パワーは、太陽光発電設備と車載用リユース電池を用いた蓄電システムから構成されるエネルギーソリューションサービスを提供

- 三菱自動車アウトランダーPHEVの使用済み電池を活用して1 MWh級の蓄電システムを三菱自動車岡崎工場に導入
- ピークカットや太陽光発電の蓄電に用いるほか、将来的にバーチャルパワープラントとして運用し周辺需要家への電力供給も視野に入れる

自動車OEM×リユース事業者：自律型街灯への活用

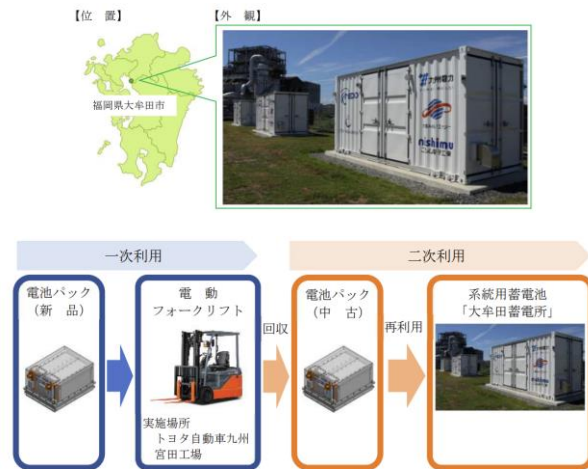


※写真はMIRAI-LABOの蓄電池の街灯再利用プロジェクト『REBORN Light』の一例

三菱自動車は、MIRAI-LABOと共同で、使用済み車載電池の自律型ソーラー街路灯への再利用の開発検討を開始（2023年度以降での実証計画）

- 三菱自動車アウトランダーPHEVを使用か
 - ・ 三菱自動車は駆動用LiBのリユース施策として岡崎製作所内、太陽光発電設備へのアウトランダーPHEV使用済み電池活用を実施中
- MIRAI-LABOの保有するバッテリー制御技術を駆使して、自律型での駆動を実現

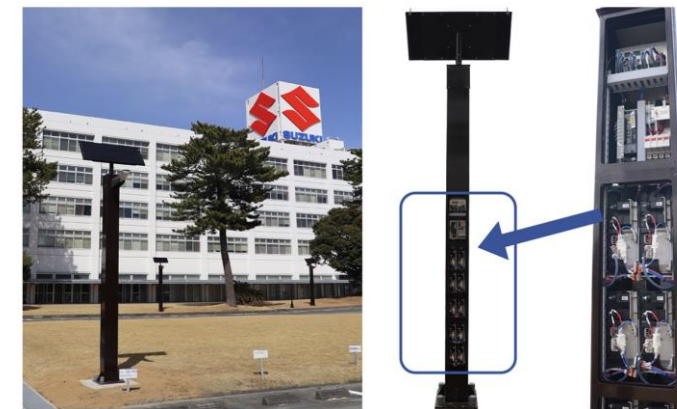
電力会社×電池制御技術企業：系統用蓄電池への活用



九州電力は、NExT-e Solutions社の技術を活用し、電動フォークリフト用電池の回収・再生処理の後、系統蓄電池として再利用

- トヨタ自動車の電動フォークリフトの使用済み電池を使用
 - ・ NExT-e Solutions社が開発した電池パックを回収し再利用（2019～2021年の実証機関で108台分）
- 大牟田蓄電所は出力1000 kW、蓄電容量3000 kWhの規模であり、維持管理は電池制御技術を持つNExT-e Solutions社が実施

自動車OEM主導：自律型街灯への活用



スズキは、自社ハイブリッド車に搭載されていた小型LiBを、太陽光発電で稼働する街灯電源へと再利用する技術を開発

- スズキのハイブリッド車搭載の小型LiBの廃電池を使用
 - ・ 廃車10台分の廃電池で1基の街灯電源とする
- 豊田通商、太陽光発電システムのアイセスと共同開発した技術で、廃電池を改造せずに二次利用可能
- 自律型とするため、電気制御システムの設計開発も実施

商社×リユース事業者：大規模蓄電システムへの活用



Bluestorage初号機



大型モデルイメージ（20フィートコンテナ級）

伊藤忠商事は中国パンドパワー社と提携、パンドパワー社が回収したバスやタクシーの使用済み電池を仕入れ、定置用電池として再利用

- 2021年に初号機を稼働（車載用電池から作成した160のモジュール）
- 回収電池の健康状態（State of Health）の診断と選別はパンドパワー社が実施

リユース事業者：大規模蓄電システムへの活用（アメリカ）



Minimizes Repurposing and Integration Costs



Effective Yield Management



Superior value

米国B2U Storage Solutions社は、回収した使用済み車載用電池を、独自技術により解体・再検査・再梱包のリパックを経ずに再利用することで安価な二次利用を可能にする

- 丸紅が2021年に投資し、シリーズAを完了したベンチャー企業

電池メーカー・OEM主導：基地局UPSへの活用（中国）



BYD等の中国国内の完成車/蓄電池メーカーが廃電池を回収し定置型蓄電池を開発、通信インフラ大手のChina Tower社が保有する通信基地局のバックアップ電源として供給

- 各社の使用済み廃電池等を使用
 - ・ 車載(40 kWh)と基地局(30 kWh)の容量類似のため転用が容易
- 通信等は数が膨大であり、従来は鉛蓄電池のため中古LiBへの置換意義も大きく、リユース転用先としては有効

自動車OEM主導：可搬式充電ステーションへの活用（ドイツ）



VWはBEVの拡大戦略と合わせて、リユース電池を活用した可搬式充電ステーションを発表。リサイクル優先するために限定的だが一部外販

- グループ内事業所向けを中心として自社使用済み車載用電池を使用
- 中古電池の可搬式充電ステーションへの再利用は、充電インフラの急速な拡張に対して柔軟性の高いアプローチになりうると見込む

- 新品電池に比べ、価格・性能面で課題のあるリユース電池に事業性を持たせるポイントとして、①バッテリーパックコスト、②電池システムの再構築コスト、③リユース用途でのサイクル耐性との相性、の三要素がバランスよく満たされることが重要

各事例のポイント

- 使用済み電池の安価かつ安定調達：
自社／自社Gr内での使用済み車載用電池を融通してリユース事業・実証へ活用
(4Rエナジー、トヨタエナジーソリューションズ、三菱自動車×MIRAI LABO、スズキ、VW事例)
- リユースに際しての再構築の手間軽減：
電池システムの再構築にかかるコストを下げるため、独自の電池制御技術や、異種電池の接続技術、車載用電池パックをそのまま流用する技術の開発などが進行
(4Rエナジー、九州電力×NExT-e S.、三菱自動車×MIRAI LABO、伊藤忠商事×パンドパワー、B2U事例)
- 適用ユースケースの見極め
サイクル回数の少ないバックアップ電源や、大容量や大出力の必要がない小規模での業務用蓄電システムなどへの利用例が多く存在
(4Rエナジー×JR東、China Tower事例など)

リユース事業性に影響しうる要素

- | | |
|--|---|
| 1
バッテリーパックコスト
(中古のバッテリーパック価格) | <ul style="list-style-type: none">・ 自社や提携内の使用済み電池の融通により、一定の残存性能を持つ中古電池の安定確保につなげ、コストを低下・ 新品価格とのディスカウント競争を避ける利用が有効 |
| 2
電池システム再構築コスト
(システムやパッケージの再構築、組立・施工・運用にかかる費用) | <ul style="list-style-type: none">・ 車載用電池パックを分解・再構築することなく流用可能にする技術や、複数の健康状態の異なる中古電池を連結する電池制御技術の育成獲得が有効 |
| 3
各ユースケースにおける
サイクル耐性との相性
(用途特有の使用条件に応じた耐用期間) | <ul style="list-style-type: none">・ ユースケース毎に要求される出力規模・容量・サイクル耐性・耐用期間に適合した中古電池の健康状態を把握する技術の獲得が有効 |

- ブラックマスは熱処理と機械式分離によって生産され、現時点の特徴として、熱処理は不純物除去能力に優れるもCO2排出が多く、機械式分離はCO2排出は少ないが不純物が残りやすいことが挙げられる

中間処理		技術特徴および 現状での各廃電池との親和性		ブラックマス生産に かかるコスト
分解・選別		無害化		破碎・分離
製造工程廃電池	熱処理	外装や電解質の除去を目的とし、800℃程度で焼成する工程 工程端材不良品セル 熱焙焼等（電解質気化） 破碎機分離篩	親和性中 ✓ 焙焼により電解質や黒鉛を十分に除去可能であり、BMの不純物含有が低い ✗ CO2や有害ガスの発生が不可避	- バッチ式では処理効率が劣後もフロー式による効率化が進む - ブラックマス生産過程に限っては、機械式分離に比べややコスト高
	機械式分離	機械により粉碎選別・真空乾燥による電解質除去等を行う工程 工程端材不良品セル 機械式分離装置（シュレッダー・篩・磁気分離） 電池規格に合わせた分離機械の使用によりさらに効率化可能	親和性高 ✓ 処理効率が高く、端材や規格明確な不良品であればさらに効率化可能 ✓ CO2や有害ガスの発生を低減可能 ✗ 低温過程のため電解質や有機物が残存し不純物となりやすい	- 乾燥機等の設備は高価だが処理効率が高いため、大量処理ではコスト低となる見込み - 製錬工程で不純物処理コストが発生するため、合計でコスト高の可能性あり
使用済み廃電池	熱処理	電池交換/廃車 人力 廃電池パック 人力 廃電池モジュール/セル 熱焙焼等（放電過程含む） 破碎機分離篩	親和性高 ✓ 焙焼により電解質や黒鉛を十分に除去可能であり、BMの不純物含有が低い ✓ パックやセパレータ等の残渣の影響を受けにくい選別負担を低減可能 ✗ CO2や有害ガスの発生が不可避	- バッチ式では処理効率が劣後もフロー式による効率化が進む - 分解選別の負担が少なく処理可能なため、現状では機械式に比べ処理効率が低い想定
	機械式分離	電池交換/廃車 人力 廃電池パック（機械化） 人力 廃電池モジュール/セル 機械式分離装置（シュレッダー・篩・磁気分離）	親和性低 ✓ CO2や有害ガスの発生を低減可能 ✗ パックやセパレータ等の残渣がBMIに不純物として残り、選別負担が大きい ✗ 低温過程のため電解質や有機物が残存し不純物となりやすい	- 選別負担および製錬工程でのBM不純物処理を考慮すると、現状では熱処理に比べてコスト高の想定 - 技術革新とCO2排出忌避により、特に欧州で利用拡大の可能性あり

- リサイクル方式には、ブラックマスを生産する前工程と、ブラックマスから金属を精錬する後工程がある。
- 前工程には、熱処理、機械式分離といった方法があり、後工程には、乾式⇒湿式製錬、湿式製錬がある。
- 近年はダイレクトリサイクル方式も開発中

ブラックマス生産			製錬	部材 再利用	技術特徴	
中間処理	分解選別	無害化			回収可能資源種・回収率	環境負荷
1	熱処理 炉等で焙焼することで 電池を不活性化する工程を含む			乾式⇒湿式製錬 溶融して発生する合金を 湿式製錬で回収	- 湿式でLi回収する技術が開発中 - 黒鉛等有機物は焼失し回収困難 Li Co Ni Cu Mn Al C	熱処理と乾式製錬による多量のCO₂排出と湿式製錬による強酸・強塩基の廃水が発生
2	人力 分解選別	焙焼 無害化	破碎 分離機	湿式製錬 100度以下で酸塩基と順に 反応させ各金属を単離	- 幅広い金属種の回収が可能 - 黒鉛等有機物は焼失し回収困難 Li Co Ni Cu Mn Al C	- 熱処理によるCO₂排出が多量 - 湿式製錬による強酸・強塩基の廃水処理に課題が存在
3	機械式分離 磁石・ふるい・フィルター・ シュレッダー等で物理的に分離			乾式⇒湿式製錬 溶融して発生する合金を 湿式製錬で回収	- 湿式でLi回収する技術が開発中 - 黒鉛等有機物の回収が困難 Li Co Ni Cu Mn Al C	- 乾式製錬によるCO₂排出が多量 - 湿式製錬による強酸・強塩基の廃水処理に課題が存在
4	人力/機械 分解選別	シュレッダー・篩・ 磁気分離等の分離機		湿式製錬 100度以下で酸塩基と順に 反応させ各金属を単離	- 幅広い金属種の回収が可能 - 黒鉛等有機物の回収が可能 Li Co Ni Cu Mn Al C	機械式分離でのCO₂および有害ガス発生は比較的低い、湿式製錬による廃水処理課題が存在
5	ダイレクトリサイクル (正極材等の部材を組成まま回収して部材レベルで再利用 することでエネルギー消費等を大幅に削減*1)				部材のままリサイクルできるため、高効率な資源回収が可能 Li Co Ni Cu Mn Al C	熱処理や薬剤処理が不要となる場合は、環境負荷を大幅に低減することが可能

凡例: 回収可能 回収困難

*1: ダイレクトリサイクルは研究開発途上であり定義は未だ不明確
出所: 有識者知見、各種公開情報より作成

- 各事業者は競争力ある技術や設備に応じた製錬方式でのリサイクル実施や技術開発を行っている

ブラックマス生産			製錬	部材 再利用	技術特徴（続き） 技術・設備の成熟度	事業者例	
中間処理		破碎 分離				日本	欧米中
分解選別	無害化						
1	熱処理 炉等で焙焼することで 電池を不活性化する工程を含む		乾式⇒湿式製錬 溶融して発生する合金を 湿式製錬で回収		- 熱処理は設備・技術ともに成熟段階にあり、かつ電池分解選別負担が少ない - スラグからのLi回収は開発・実証中		
2	人力 分解選別	焙焼 無害化	破碎 分離機	湿式製錬 100度以下で酸塩基と順に 反応させ各金属を単離	- 熱処理は設備・技術ともに成熟段階にあり、かつ電池分解選別負担が少ない - 湿式製錬は工程が複雑であるが近年は実用化の段階にある		
3	機械式分離 磁石・ふるい・フィルター・ シュレッダー等で物理的に分離		乾式⇒湿式製錬 溶融して発生する合金を 湿式製錬で回収		- 機械式分離は技術革新が進み、大規模設備の整備段階 - スラグからのLi回収は開発・実証中	技術開発中	不明
4	人力/機械 分解選別	シュレッダー・篩・ 磁気分離等の分離機		湿式製錬 100度以下で酸塩基と順に 反応させ各金属を単離	- 機械式分離・湿式製錬それぞれ、大規模化・実用化の段階にある - 規格や組成明確な工程端材リサイクルと親和性が高い技術	技術開発中	
5	ダイレクトリサイクル (正極材等の部材を組成まま回収して部材レベルで再利用 することでエネルギー消費等を大幅に削減*1)				- パック溶接/接着物がなく、組成が明確な工程端材のリサイクル - 研究開発段階の技術であり、大規模化や商用化に向けた障壁が大きく存在		

ロゴは代表例

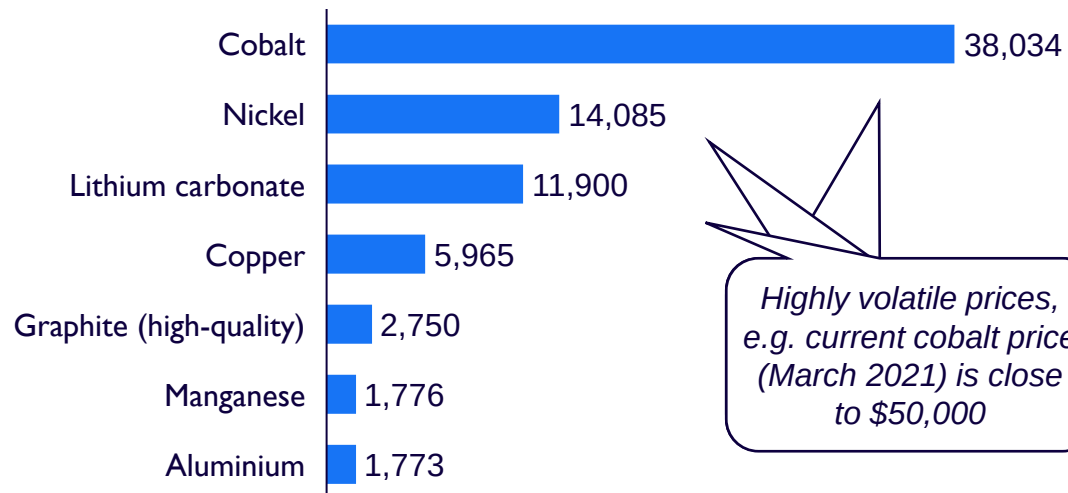
*1: ダイレクトリサイクルは研究開発途上であり定義は未だ不明確
出所：有識者知見、各種公開情報より作成

- コバルト、ニッケル、リチウム、銅の回収力が高いほど、高い収入を得ることが可能

Economics of battery recycling

Average prices typical battery metals

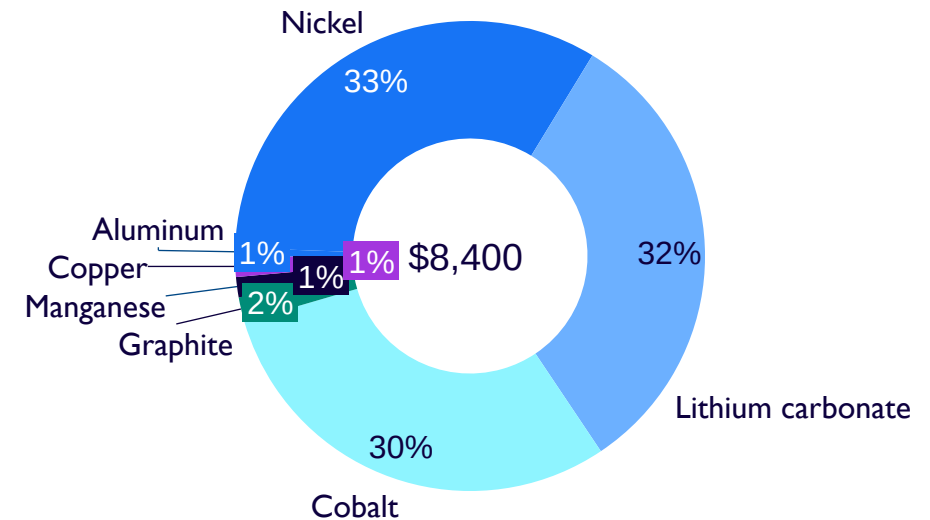
03/2019 – 02/2020, USD/ton



- High prices** of cobalt and nickel currently (and as forecasted for the near future) are driven by scarcity of these metals (cf. section on raw materials)

Theoretical revenue distribution 1 ton of black mass²

Based on NMC 622 battery



- Assumptions:** 1 ton of black mass² coming from NMC battery with 6:2:2 chemistry and a 100% recycling yield for each element
- Note:** 1 ton of black mass requires ~3 tons of spent batteries due to the weight of plastic casings and electrolyte

1) Based on scientific article published in Metals 2020, 10, 1107; 2) Black mass is a powdery fraction that consists of the former constituents of the electrodes of a spent battery after the initial stages of recycling. It requires further processing to isolate the valuable metals
Source: Metals, Arthur D. Little

- カナダの電池リサイクル企業Li-Cycleは、小規模多拠点で機械式分離による回収LiBのブラックマス化を行い、大規模拠点で湿式製錬を行うSpoke & Hubという事業モデルを展開することで、高効率なりサイクルを実現しコスト低減を図る

Li-Cycle 企業概要



設立	2016年	創業者	Ajay Kochhar Tim Johnston
所在地	カナダ オンタリオ		
事業内容	■ 使用済みLiBのリサイクル ・ 中間処理材（ブラックマス等）の製造・販売 ・ リサイクル材の製造・販売 ■ LiBのクローズドループ構築のための、リサイクル技術・ロジスティクス・その他カスタムサービスの提供		

2025年までに、北米にて年間41.4万t、欧州にて年間30.7万tのLiBリサイクル達成を目指す

~414k tonnes

annually of lithium-ion batteries reaching end of life in North America by 2025.

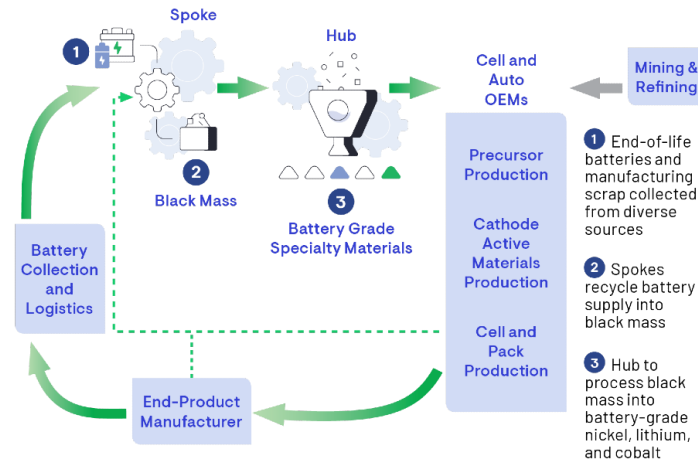
~307k tonnes

annually of lithium-ion batteries reaching end of life in Europe by 2025.

Spoke & Hubモデル（機械式分離×湿式製錬）の概要

Spoke & Hub 概略イメージ

Our Integrated Spoke & Hub Technologies™ Network



Spoke & Hub の特徴

- 信頼性あるプロセスの商用拡張性
- 安全かつ持続可能性
- 商業として実用可能な経済性
- 最終製品のバッテリーグレードの高品質性

拠点

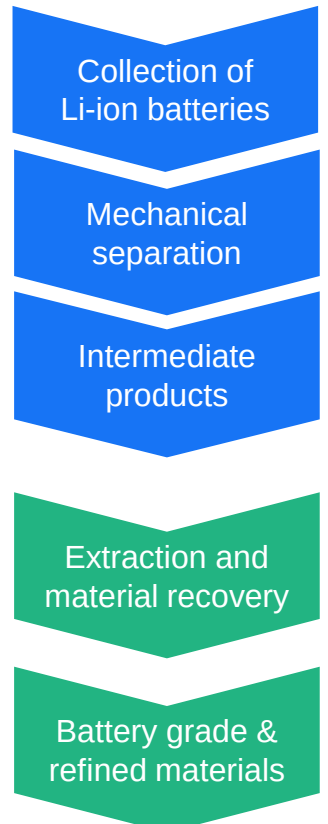
Spoke（スポーク）
地理的に分散した拠点において回収したLiBを機械式分離によって中間処理

稼働中: Ontario, New York, Arizona
(建設中: Alabama, Germany, Norway, Ohio)

Hub（ハブ）
少数の大規模施設においてブラックマスを収集して湿式製錬

稼働中: Ontario
(建設中: Rochester)

プロセス



- 乾式製錬において通常添加する珪石 (SiO_2) を省くことで、スラグ内Liの湿式製錬による経済的な取り出しを可能にする開発事例が国内プレイヤーにより進行

住友金属鉱山・関東電化工業による乾式処理後Li含有スラグの湿式製錬

住友金属鉱山のLIBリサイクル実証用
乾式工程パイロットプラント



行程中、石英 (SiO_2) を
加えないのがポイント

Li含有
スラグ

関東電化工業の
独自湿式製錬

- ▶ 鉱石 (Li_2O 含有量 1%) を煅焼して得られる精鉱 (同 6%) よりも Li_2O の含有量が多い
- ▶ Si の比率が低くて塩基性が高いため、煅焼しなくても酸に溶ける

回収した高純度Li化合物



LiB電解質である六フッ化
リン酸リチウム (LiPF_6)
への再利用を検討

- ブラックマスの品位は再生金属の含有率と不純物の含有率で整理される
- リサイクル事業が成立する地域では大規模化が進むことで処理量が増え、結果として技術力の向上につながる可能性がある
- リサイクルにおける不純物金属の許容の度合いは、技術や設備によって異なり、ブラックマスの調達においては、不純物の許容度が高いリサイクラーが有利。

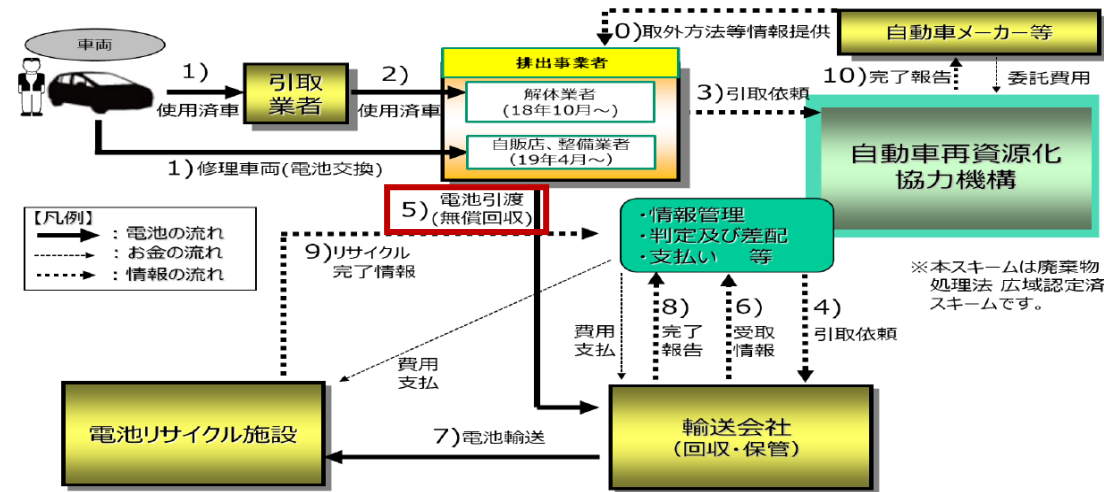
		再生金属（Co, Ni）の含有率		不純物金属（Al, Fe等）の含有率	
		含有率：高（要求水準高）	含有率：低（要求水準低）	含有率：低（要求水準高）	含有率：高（要求水準低）
受入品位への影響要素	再生材の用途	水平リサイクル(電池to 電池)と親和性が高い	カスケードリサイクルと親和性が高い	-	-
	価格vs効率の認識	時間あたりの高い収量といった、高い製錬効率が実現可能	安価なBM調達が可能	-	-
	ブラックマスの由来(動脈/静脈)	-	-	工程端材由来BMは、不純物含有率が低い傾向	使用済み廃電池由来BMは不純物含有率が高い傾向
	設備・技術上の要求	-	-	特定の不純物を混入した場合、爆発等の恐れがある設備でのリサイクルと親和性が高い	不純物を除去可能な高い技術・設備でのリサイクルと親和性が高い
製錬プレイヤーの傾向	日系プレイヤー	・再生材の用途・価格・効率のバランスに応じて要求水準が設定		・製錬業者が中間処理業者に要求する水準は比較的高く設定されている傾向にある	
	韓国系プレイヤー			・欧米拠点は工程端材リサイクルを主としており要求水準が高い	・不純物下でも製錬可能な技術を持つ事業者は存在
	中国系プレイヤー			-	・高い不純物処理技術を持つ製錬事業者が存在 ・BMの高品位化(一次製錬)事業者が存在

■ 主として該当 | □ 該当あり | □ 不明

- 自工会スキーム(自再協のLiB共同回収システム)はセーフティネット志向であり、民間で有価取引されない使用済み電池を無償回収し、不法投棄を防止している
- 今後、使用済み自動車から取り外された使用済み電池の回収率を上げるには、自工会スキームの回収のノウハウ・ネットワークを活用し、民間での有価回収・リサイクル・売買を活性化していくことが重要

(参考) 自工会スキーム (自再協のLiB協同回収システム)

- (一社) 日本自動車工業会 (自工会) が、セーフティネットの観点から、(一社) 自動車再資源化協力機構 (自再協) を窓口とした、LiBの共同回収システムを構築。
- 2018年から運用を開始し、LiBの不法投棄を防止している。



※ 仮にこのシステムをLiBのリビルトに活用する場合、大量輸送等により回収部分のコスト低減がある程度見込まれることが想定される。

- ・ 現状、工程端材や使用済み電池を再資源化して蓄電池材料として使用する水平リサイクル事例は微小だが、海外における設備投資の状況(次頁)を踏まえると、将来的には規模は急拡大すると見込まれる
- ・ 将来の電池資源逼迫に備え、欧米中では各社が製造工程～廃車処理のバリューチェーン(VC)横断的に協業し、再生材資源の囲い込むことでリサイクル体制の整備を進めている
- ・ 日本では、産廃処理用の既存設備を活用し、各プレイヤーが個々でリサイクル・適正処理を実施(製造工程で一部OEMとサプライヤの提携あり)

	① VC毎分断	② 部材 サプライヤー主導	③ VC横断協業 (OEM×電池・部材サプライヤ ×リサイクラ)	④ 電池 サプライヤー主導	⑤ OEM自社内 リサイクル
日本市場 	・ 電池回収～製錬までの各プロセスを個々の事業者が産廃処理の延長線上で担うケースが多	・ 三菱マテ×エンビプロによるリサイクル事業展開計画例あり	・ 製造工程に限った協業は存在	・ 研究段階ではPPES等の取組みが見られる	・ LiBにおいては現状限定的
欧州市場 	・ スエズ/ヴェオリア等、従来静脈企業が電池リサイクル事業者と分業企図する動き有り	・ 部材(正極材)サプライヤであり、リサイクル事業者でもあるUmicoreが主導中	・ VW、BMW、Daimler、Renault各社がUmicore等のプレイヤーと提携済	・ Northvoltがリサイクル子会社設立し主導を図る	・ VWは自社でリサイクル工場設立し主導を図る
米国市場 	・ 民生向け廃電池では従来から存在も車載向けでは限定的	・ 部材サプライヤーは少なく動き見られず	・ GM×LG×Li-CycleやFord・Tesla・Toyota×Redwood等の提携加速	・ 電池サプライヤーは少なく動き見られず	・ 現状OEM単独での取組は乏しい
中国市場 	・ CATLやBYDが主導しないケースでは分散傾向	・ 部材サプライヤーによる動きは乏しい	・ BYDがリユース・リサイクル事業者と提携中	・ CATLがリサイクル事業者を買収して主導中	・ BYDがリユース・リサイクル事業者と提携中

事例: 多 少

- 各国で大手プレイヤーによる大型投資と、バリューチェーン横断でのリサイクル座組構築が進む
- Redwood MaterialsはOEMと提携することで廃電池の安定調達と再生材の安定販売の確保、CATLやNorthvoltはリサイクル事業へ展開することで自社電池への材料安定供給を企図している

米 Redwood Materialsの投資状況



- 2022年7月、ネバダ州に建設中の電池材工場に10年で35億ドル（約4500億円）を投資すると発表、OEMからの需要拡大に応える。新工場では負極材・正極材の生産能力を2025年までに100 GWh（EV100万台分）に、2030年までに500 GWh（EV500万台分）まで拡張する計画
- 2022年12月、サウスカロライナ州に国内2ヶ所目の工場新設を発表、35億ドルを投資。EV向けの電池正極材・負極材をリサイクルしLi, Co, Ni, Cuを電池セルメーカーなどに納入予定。処理能力は年間100 GWh（EV100万台分）で、2023年末の操業開始を予定、将来的に数百GWh規模まで拡張する計画
- 米国トヨタ、VW、Ford、Volvoと提携し、使用済み廃電池の回収・再生・資源提供で協業

中 CATLの投資状況



- 電池再利用事業を手掛ける子会社の広東邦普循環科技（Brup Recycling Technology）が、湖北省宜昌市で新工場を建設。邦普循環は年間3万t超（2021年）のリサイクル工場を運用、Ni・Co・Mn等の回収を行う
- 廃棄電池のリサイクル工場へ320億元（約5600億円）を投資し、原料の回収再利用を計画（2027年完成予定）。電池の大幅増産に合わせた原料供給体制整備を企図し、製造コストの抑制や（リサイクル材使用による）製品競争力の向上を期待
- 仏山市に年間生産能力50万トンのリサイクル拠点を開設（2026年完工予定・238億元（約4,600億円）を投資）。使用済み廃電池から原料を回収し、LFPや三元系電池へ再利用を目指す（運営は広東邦普循環科技 Brup）

欧 Northvoltの投資状況



- 2019年12月、Revoltプロジェクトを発表。2030年までにLiB製造の原材料の50%に再生材を使用することを目標に設定
- 2020年6月、Hydro社との合併会社Hydro Voltをノルウェーに設立と発表（両社50%出資）、使用済み車載用LiBが最も早く発生する同国からの回収開始を企図。チャルマース工科大との湿式製錬技術を協同開発
- 2021年、Hydro VoltのLiBリサイクル施設稼働
- 2022年、リサイクル工場 Revolt Ettを、自社のLiB大型工場Northvolt Ettの隣接地に建設開始。2023年稼働予定、当初は年間4 GWh規模、その後30 GWh（廃LiB12.5万トン）のリサイクルを計画

リサイクル事業確立に向けての重点項目

- 競争力のあるLiBリサイクル事業の確立には、製錬技術の高度化(ニッケル等の低コスト・高効率回収)の育成とプレイヤーエコシステム構築(VC横断型での回収・リサイクル座組形成)が重要
- 短期的には製造工程から廃電池が立上がる見込みであり、製造工程側のリサイクル事業の確立が急務
- 2040年以降に国内使用済み廃電池量が急増するのに先立って、回収スキームの強化(有価回収による回収量の拡大、自工会スキームの拠点増による運送費の低減、指定再資源化製品への指定)・リサイクル技術の育成(ブラックマスの低コスト・高品位製造技術、ニッケル等の低コスト・高効率回収技術の育成)が重要

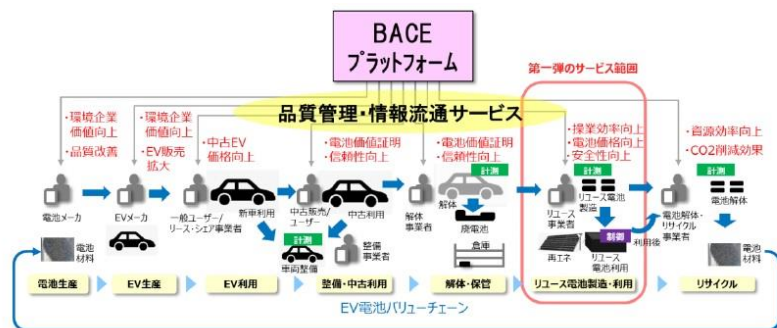
目指すべき方向性

- 2030年頃には国全体でリサイクルの事業性が成立するだけの廃電池量の発生が見込まれる
- しかし、国内廃電池発生量が増加する状況にあっても、国内リサイクル事業者の競争力が海外プレイヤーに比べ劣後している状況においては、発生した廃電池等は引き続き海外へ輸出される可能性がある
- それを防ぎ、国内循環を促進していくためには、製錬技術の育成支援・エコシステムの構築支援・ルール整備等を通じて、国内リサイクル事業者の競争力を高め、国内で発生する廃電池を国内プレイヤーが海外プレイヤーより高効率で回収リサイクルできるようにしておくことが重要である

- リユース市場の活性化には、中古蓄電池の性能が公平かつ適切に評価される仕組みが必要
- 民間ベースで残存性能の評価技術の開発が進むとともに、国際規格(IEC63330等)の開発もすすむ。

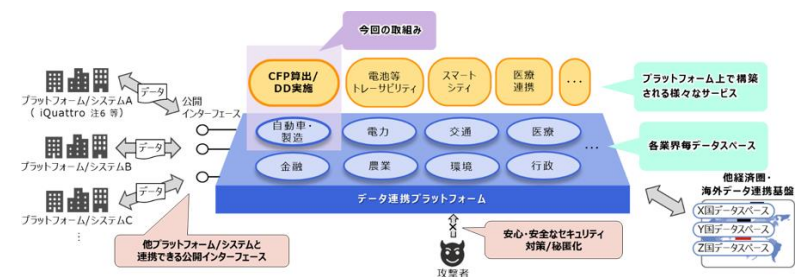
リユース普及に向けた課題		プレイヤーの取り組み例
残価診断	残価診断の精度向上・ 診断頻度の最適化	- Slerx損害保険会社による、中古EV電池の品質保証サービスの検証試験（電池診断装置企業や電気計測器企業との協業） - 電池メーカー×部材サプライヤによって電動車のアフターサービス事業が展開され、電池の整備ステーションを整備し、残価診断やメンテナンスなどを実施（電池の交換回収スキームを構築）
	残価にかかる情報の トレーサビリティ担保	ソフトウェアサービス会社による車両走行データ（車検証情報、定期点検履歴等）や用途から使用環境を推定し、EV導入時の実用航続可能距離や電池の劣化状況を総合的に予測するシステムの構築
	残価診断の客観性担保	- JARI等による、日本発の国際規格の提案と推進（電池リユース要件 IEC63330） - MOBIやGBAIは、蓄電池の識別子やSoHの流通基盤を構築中であり、第三者認証を含めた客観評価についての国際協調は今後不可欠
診断後 再製品化	回収状態の異なる 複数電池の統合制御	- 日系商社と自動車部材サプライヤによる、電動車走行データに基づく中古電池の小型EVトラックへ組み直し、顧客企業に最適な充電スケジュールの提案 - リユース事業者によるBEV使用済み電池、OEM×電力会社によるPHEV・HEV使用済み電池、BMS技術開発ベンチャーによる使用済みフォークリフト電池を連結再利用するためのリパック・BMS技術の開発・実証

中古EV電池の性能診断・品質保証サービス



- 日本総研が2020年より主催するBattery Circular Ecosystem (BACE) コンソーシアムにおいて、EV電池の残存性能評価とブロックチェーンによる情報管理サービスを開始、中国広東省でリユース電池の製造・利用に関する実証を実施
- 将来的なEV電池循環市場を見据え、業界横断的にEV電池の品質や残存性能等を高速評価し価値情報を市場全体で共有するサービスの提供を目指す。また、ブロックチェーンによるID管理と診断証明を行うことで、他目的用途での再パッケージ電池の追跡を可能に
- BACEコンソーシアムでは損害保険ジャパンと日本総研が、国内の中古車流通事業者・ディーラー・中古車販売店をパートナーとした中古EV電池の品質保証サービスの検証試験を開始

情報の秘匿性を保護した電池情報流通基盤の構築



- NTT Dataとデンソーは、秘匿データを保護しつつ、必要なデータのみを相互流通できるセキュアなデータ連携プラットフォームの実現を目指し、電動車用蓄電池に関する業界横断エコシステムの構築に着手（令和4年度 経産省補助事業）
- Catena-Xなどの海外データ基盤との互換性がある国産データ基盤を構築することで、カーボンフットプリントや自動車構成部品の原材料、資源のリサイクル率、受発注データ、人権・環境DD結果等の機微情報が海外データセンターに保管されることなく情報流通を促す仕組みを構築
- 2024年から一部施行される欧州電池規制を見据えて、2023年度中のサービス商用化を目指しており、データベース運営団体の設立や日本車が普及するアジア諸国への展開を目指す

車両アフターサービスを通じた性能評価・電池交換スキーム



- CATLはボッシュと提携し、電動車のアフターサービス事業を世界的に展開すると2022年7月発表。2021年に締結したCATLとボッシュの戦略的パートナーシップを強固にするものとして、電池の整備ステーションを展開し、残価診断やメンテナンスなどを実施（交換回収スキーム）
- 新たに解説される電動車向けのメンテナンスステーションはデジタル検査およびメンテナンス技術の実証にも焦点を当てる
- CATLのバッテリーバックグラウンドアラートシステム上のデータをクラウド上で診断することで事前に障害を特定、最短でのメンテナンスを可能にする。実際のメンテナンスはボッシュの提供する部品交換・車両検査・保守点検・その他サポートを利用

走行データ等から残性能予測・リユース先選定へ活用事例



- DeNAは、走行データ等からEVの航続距離や電池性能を予測する技術を開発。残存性能の管理により適正用途での再利用を促し、電池を最大限活用した循環社会の実現を目指す
- 基本的な車両走行データ（車検証情報、定期点検履歴等）や用途から使用環境を推定し、EV導入時の実用航続可能距離や電池の劣化状況を総合的に予測するシステムを構築、用途に応じた適切なEVの転換検討や充電計画の策定をサポート
- 2022年9月より三菱自動車、リコーと協業でEVの運行データや充電データなどを収集し、企業における効率的なEV運用とエネルギーマネジメントの実証実験を実施

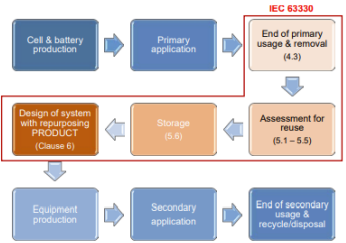
電池リユース要件の国際規格化の動き

IEC 63330の概要

規格番号	IEC 63330, Ed.1
規格タイトル	Requirements for repurposing of secondary batteries 2次電池リユース要件
新規提案	21/1054/NP (2020-02-21回付、2020-05-15承認)
担当TC/PT	IEC TC21 PT 63330
議長国	日本 (担当：日本自動車研究所 JARI)
参加国	日本、フランス、ドイツ、ベルギー、イギリス、インド、中国、韓国、スイス
スケジュール	2020-07 WD 2021-12 CD 2022-06 CDV 2023-07 FDIS 2023-12 IS

IEC 63330の概要

- 主な規定内容
- 使用済み電池の診断・評価（使用範囲、故障履歴、残存容量、使用可能期間、保管）
 - リユース電池の適用要件（使用範囲、安全設計、性能設計、使用可能期間）
- 対象電池
- セル〜システム全般
 - 電池種：全般（但し、主たる対象はLIB）
- 対象用途・業務
- 一次利用製品とは異なる用途/製品への再利用（リパーパス）全般。但し、電池パック構成を変更の上、一次利用と類似する用途に再使用する場合を含む。
 - 一次利用終了/取外しからリユース電池適用システムの設計迄。



- 電池のリユースにあたり診断・評価すべき情報や、リユース適用範囲を規定する国際規格として、IEC6330が日本発の規格案として議論中
- 今後、リユース電池の流通が一定増加するにあたっては、複数の事業者が参照する拠り所となる規格・基準の存在は極めて重要になる

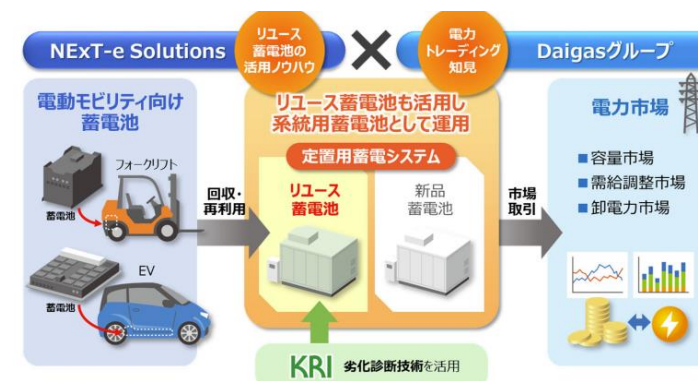
(再掲) 異種電池の接続を可能にする電池制御技術



トヨタ・JERAが幹事として参画する神戸関西圏電池リユース・リサイクル協議会では、使用済み車載電池の産業用・系統蓄電池への再利用を実証

- 自社HEVとPHEVの使用済み電池を使用
 - ・ 2021年、神戸製鉄所内でHEV12台(ニッケル水素電池)とPHEV28台(LiB)を接続し、200 kWhでの蓄送電実証を実施
- 異なる電池種のパックをそのまま接続、かつ独自技術により運転中でも電池の交換可能なシステムを構築

異なる劣化状態の電池の組合せ運用を可能にする制御技術



- 大阪ガスは、蓄電池制御技術を保有するNExT-e Solutions社と資本業務提携を締結し、モビリティ由来のリユース蓄電池を活用した電力需給調整（系統用蓄電池）の事業化を目指す
- 2023年3月より、大阪市で実証実験を開始（650 kWh）
- 大阪ガスの子会社 KRIの劣化診断技術を駆使し、劣化状況が異なる蓄電池の組み合わせ運転検証を実施
- NExT-e Solutionsの保有する蓄電池の制御技術を用いることで、リユース蓄電池の最大限活用

- リユースにおいては、初期用途のシステムやパッケージ等の再構築および複数の健康状態の異なる中古電池の接続制御が障壁となりうる
 - 元の車載用パックをそのまま利用するユースケースやBMS技術の高度化が重要となる
 - (なお、取外しやすさの面で車載用電池の仕様統一化はプラスに寄与するが、OEMや電池サプライヤーの競争力源泉となっているため困難。他方、パックからセル・モジュールが取り外しやすい設計の推奨が有効)

(再掲) 解体・再梱包等を経ず、車載用パックをそのまま利用できる技術例



Minimizes Repurposing and
Integration Costs



Effective Yield Management



Superior value

米国B2U Storage Solutions社は、回収した使用済み車載用電池を、独自技術により解体・再検査・再梱包のリパックを経ずに再利用することで安価な二次利用を可能にする

Arthur D. Little has been at the forefront of innovation since 1886. We are an acknowledged thought leader in linking strategy, innovation and transformation in technology-intensive and converging industries. We navigate our clients through changing business ecosystems to uncover new growth opportunities. We enable our clients to build innovation capabilities and transform their organizations.

Our consultants have strong practical industry experience combined with excellent knowledge of key trends and dynamics. ADL is present in the most important business centers around the world. We are proud to serve most of the Fortune 1000 companies, in addition to other leading firms and public sector organizations.

For further information please visit **www.adlittle.com** or **www.adl.com**.

Copyright © Arthur D. Little Luxembourg S.A. 2023.
All rights reserved.

Arthur D. Little Japan – Tokyo

Contact:

Shiodome City Center 36F

1-5-2 Higashi Shimbashi, Minato-ku

105-7136 Tokyo

T: +81 3 4550-0201 (Reception)

www.adlittle.com