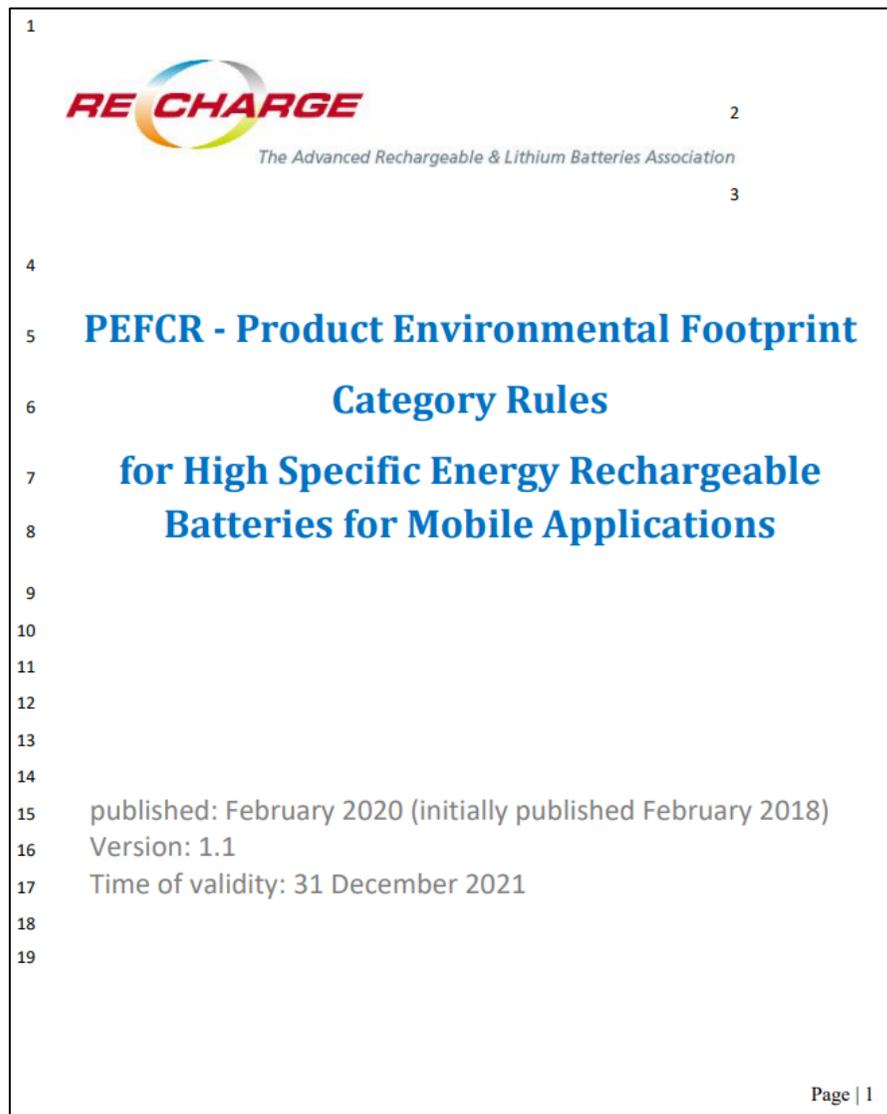


第2回 蓄電池のサステナビリティに関する研究会

電池PEFCRの概要について

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
環境エネルギー第2部

電池PEFCRの概要



- 初版の公開は2018年2月であり、最新版は2020年2月に公開されたバージョン1.1。
- 策定担当者とその所属は下表の通り。

Authors	Company name	Sector
Clémence Siret	Saft	Battery manufacturer
Jan Tytgat	Umicore	Material producer and battery recycler
Thomas Ebert	Apple	OEM manufacturer
Mark Mistry	Nickel Institute	Metals producer
Colin Thirlaway	Stanley Black & Decker	OEM manufacturer
Bertrand Schutz	Eramet	Material producer and battery recycler
Demosthene Xhantopoulos	Eramet	Material producer and battery recycler
Jean-Pol Wiaux	Recharge	Battery manufacturer
Claude Chanson	Recharge	Battery manufacturer
Willy Tomboy	Recharge	Battery manufacturer
Carol Pettit	Cobalt Institute	Metals producer
Johannes Gediga	Thinkstep	LCA Specialist
Marta Bonell	Thinkstep	LCA Specialist
Viviana Carrillo	Thinkstep	LCA Specialist

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

主要な構成部品と機能単位

【主要な構成部品】

- バッテリーの主要な構成部品は下記の通り
 - ✓ バッテリーセル（安全管理ユニット含む）
 - ✓ バッテリーコントロールユニット（スイッチや接触器のような電子部品など）
 - ✓ バッテリーマネジメントユニット（電池管理のための電子部品など）
 - ✓ 熱管理システム（熱伝導部品、液体循環用のチューブなど）

【機能単位】

- バッテリーが生涯に供給できる電力量（kWh）の1kWh分として定義される。
 - ✓ CFPの場合は、kgCO₂eq/kWh

（例）あるバッテリーが生涯で8000kWhを供給できる場合は、1/8000kWh分の電池がライフサイクルで発生するGHG量が基準となる

対象とする電池

【対象とする電池】

- リチウムイオン電池とニッケル水素電池を対象とし、リチウムイオン電池で対象とする正極材は下記の通り。

- ✓ LCO (LiCoO₂)
- ✓ NMC (LiNi_xMn_yCo_zO₂)
- ✓ LiMn (LiMnO₂)
- ✓ LFP (LiFePO₄)

- ただし、例えば下記用途で使用される電池は対象外とする。

- ✓ 定置用
- ✓ 電車・航空機・UPS等のバックアップ用

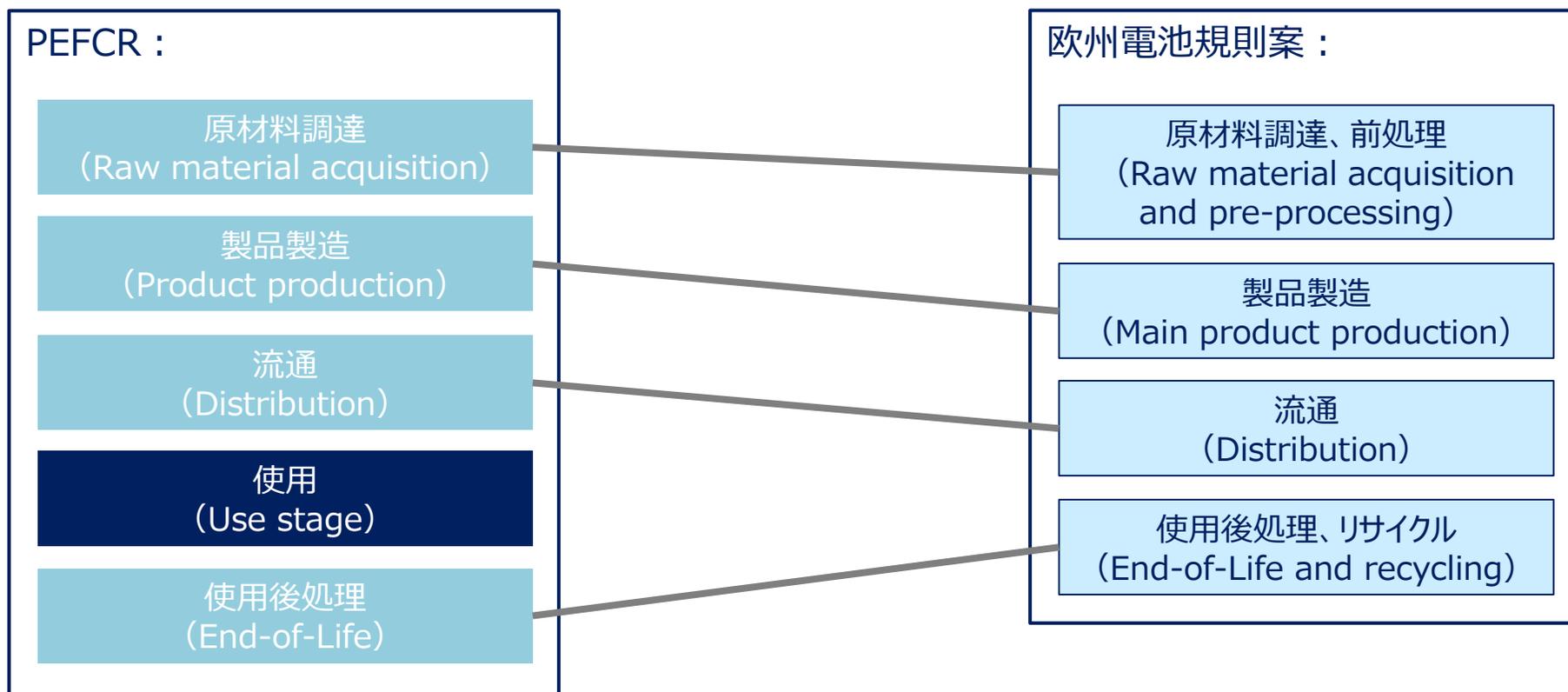
【充電器の扱い】

- 車載電池の環境負荷の算出に関し、充電器は対象外とする。

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

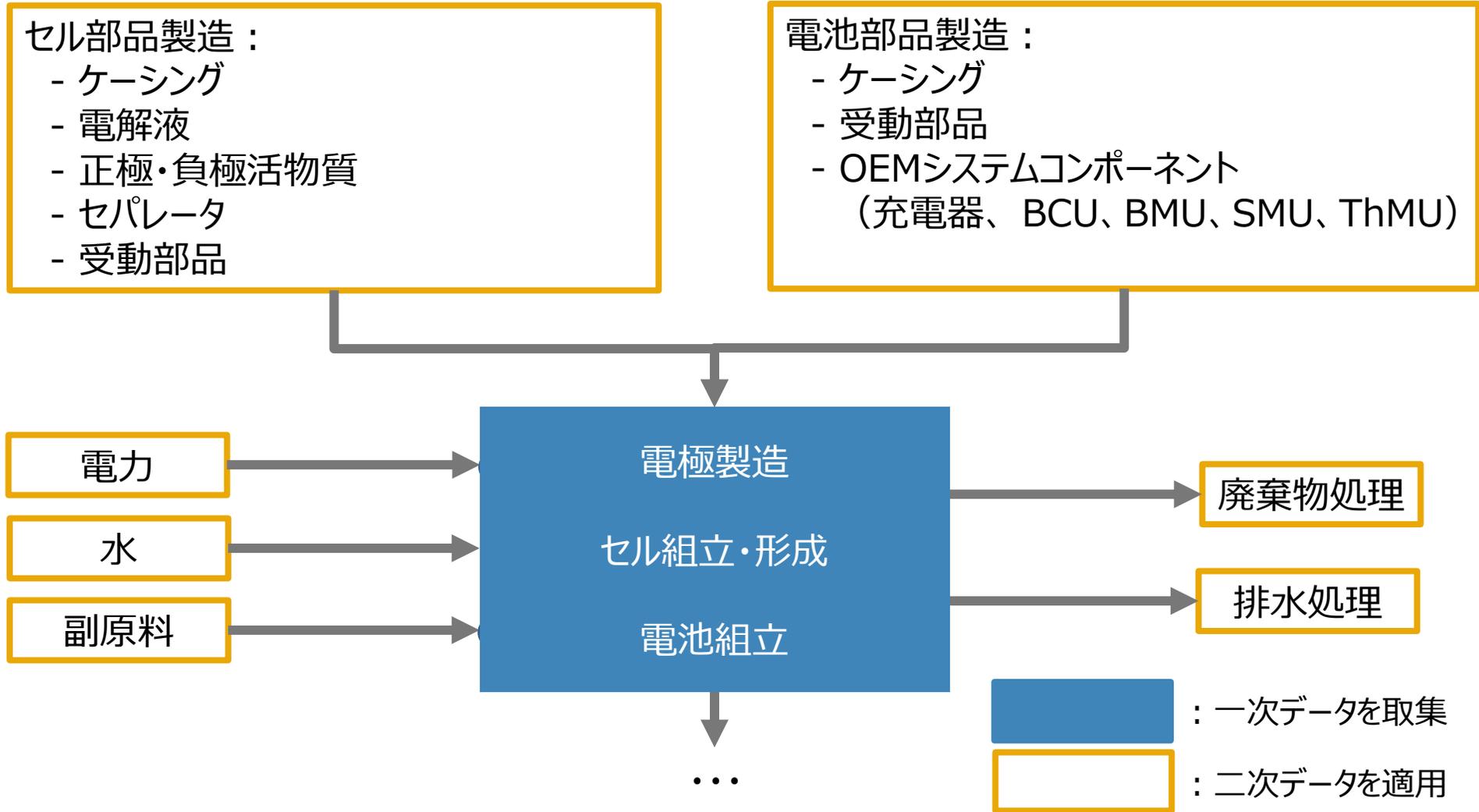
システム境界

- PEFCRでは原材料調達～使用後処理まで、全てのライフサイクル段階を含む。
- ただし、欧州電池規則案では使用段階が除外される見通し。



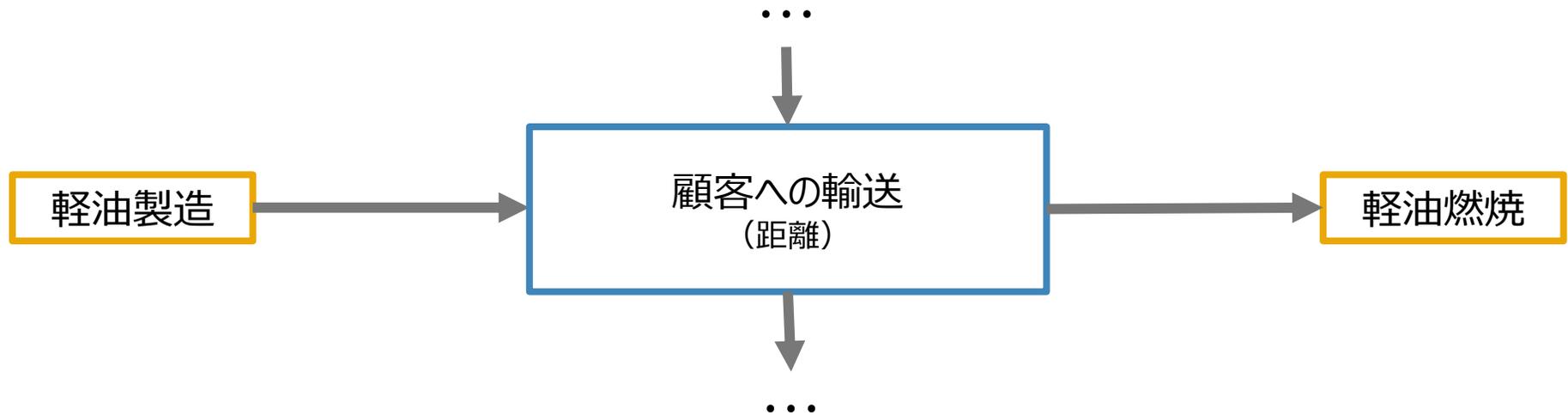
【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) および
欧州委員会資料 (COM(2020)798) より作成

システム境界：原材料調達～製品製造段階



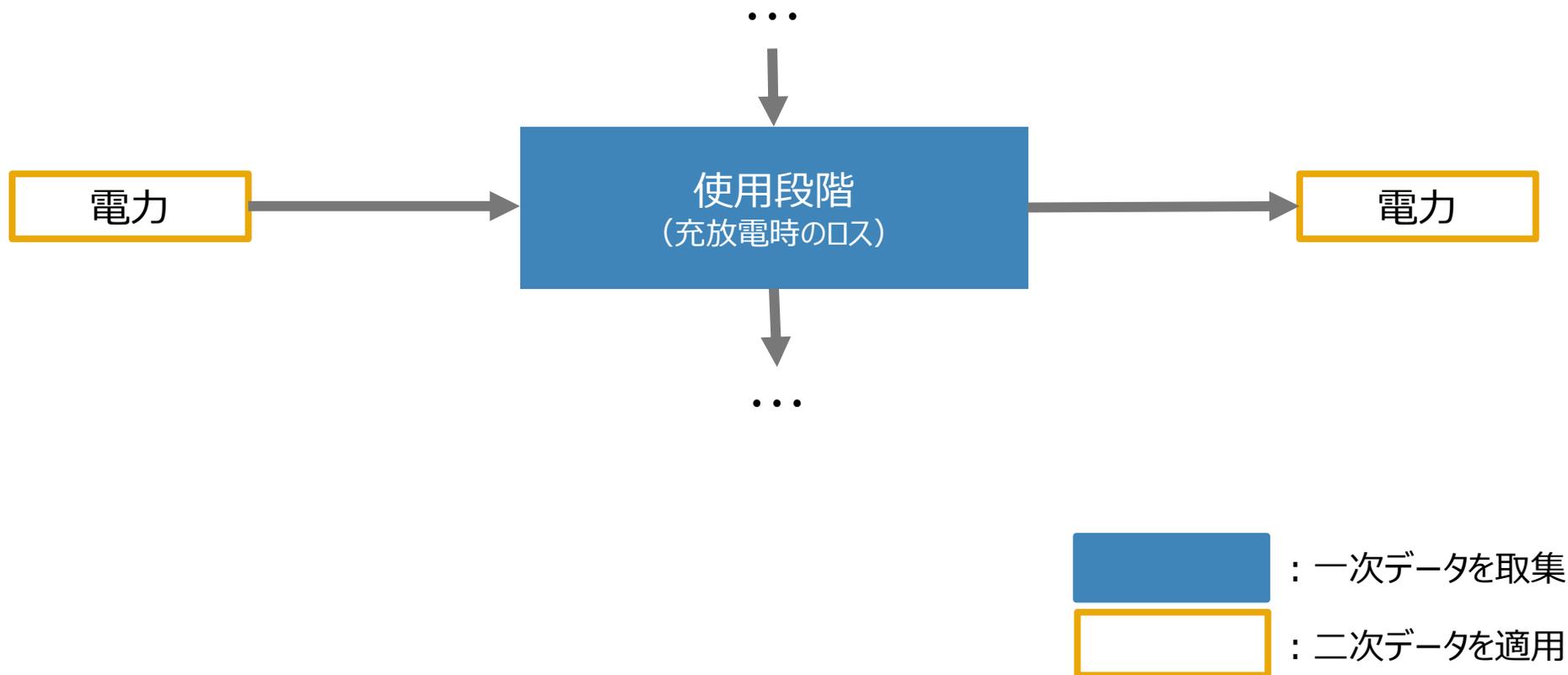
【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

システム境界：流通段階



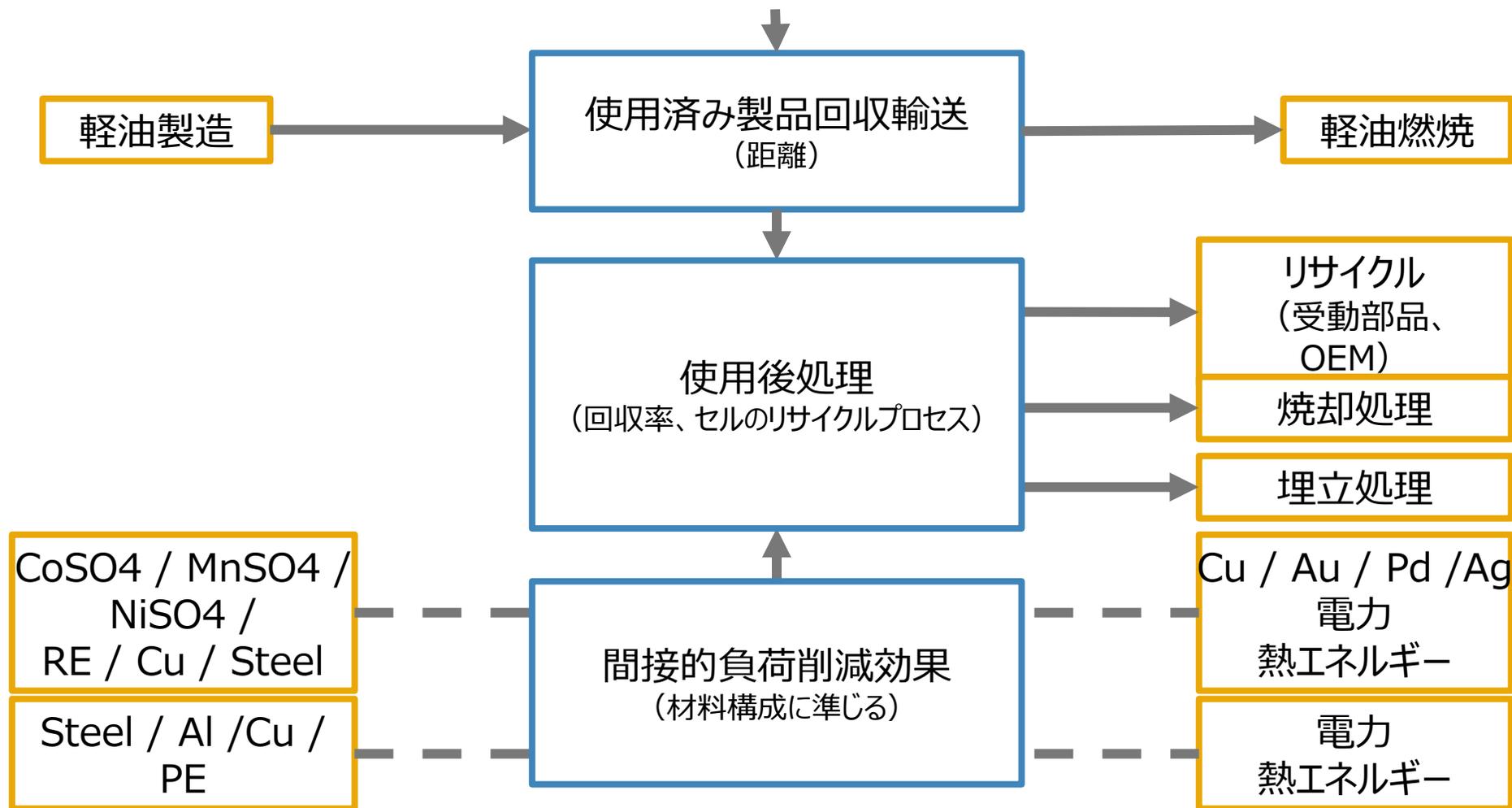
 : () 内に記載の事項について、一次データを取得

システム境界：使用段階



【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

システム境界：使用後処理段階



【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

電力の排出原単位

- 以下の優先順で電力の排出原単位を採用し、電力に起因する排出量を算出する。
 - ✓ 電力供給事業者から提供を受けた特定の電力製品による排出原単位
 - ✓ 電力供給事業者から提供を受けた当該企業の平均的な電力ミックスによる排出原単位
 - ✓ 国ごとの電力残余ミックスによる排出原単位

一次データの取得が求められるプロセス：セル組立・形成 (Cell assembly and formation)

		構成部材	単位	
Active components	Anode	Aluminium foil	kg	
		Cobalt hydroxide	kg	
		Copper foil	kg	
		Graphite powder	kg	
		Manganese	kg	
		Nickel hydroxide	kg	
		Plastic compound	Polyvinylidene fluoride	kg
			Styrene-Butadiene Rubber	kg
		Rare earth	kg	
		Steel sheet part	kg	

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：セル組立・形成 (Cell assembly and formation)

		構成部材		単位
Active components	Cathode	Cathode material (sulphates)	Electricity	MJ
			Manganese sulphate	kg
			Nickel sulphate	kg
			Sodium hydroxide	kg
			Sulphuric acid	kg
			Lithium carbonate	kg
			Cobalt	kg
		Plastic compound	kg	
		Carbon black	kg	
		Cobalt hydroxide	kg	
		Nickel hydroxide	kg	
		Aluminium foil	kg	
		Steel sheet part	kg	
Zinc hydroxide	kg			

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：セル組立・形成 (Cell assembly and formation)

		構成部材		単位	
Active components	Electrolyte	Carbonates mix	Dimethyl carbonate	kg	
			Ethylene carbonate	kg	
			Polycarbonate (PC) granulate	kg	
				Lithium hydroxide	kg
				Potassium hydroxide	kg
				Caustic soda	kg
				Water	kg
				Lithium Hexafluorophosphate	kg
		Separator		Polyamide foil	kg
			Polyethylene terephthalate foil	kg	
			Polypropylene film	kg	
			Polyethylene foil	kg	

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：セル組立・形成 (Cell assembly and formation)

構成部材			単位		
Passive components	Cell casing	Steel nickel plated	Steel cold rolled coil	kg	
			Nickel	kg	
		Aluminium sheet	Aluminium sheet rolling	kg	
			Aluminium ingot	kg	
		Polypropylene Film			kg
		Aluminium foil			kg
		Steel sheet			kg
		Copper			kg

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：セル組立・形成 (Cell assembly and formation)

構成部材			単位
Others	Power_electrode	Electricity	MJ
	Power_cell forming	Electricity	MJ
	Power_battery assembly	Electricity	MJ
	Water		kg
	Auxiliary materials	Hydrochloric acid	kg
		Methylpyrrolidone	kg
		Nitric acid	kg
		De-ionised water	kg
	Waste water treatment		kg

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：電池組立（Battery OEM assembly）

	構成部材	単位
Battery casing	Polybutylene Terephthalate Granulate	kg
	Polyethylene Film	kg
	Polypropylene Film	kg
	Steel sheet	kg
Battery control unit (E-MOBILITY)	Switch Printed Circuit Board	m ²
	Polyethylene Film	kg
	Polypropylene Film	kg
Battery management unit (E-MOBILITY)	Switch Printed Circuit Board	m ²
	Polyethylene Film	kg
	Polypropylene Film	kg
	Connector	kg

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

一次データの取得が求められるプロセス：電池組立（Battery OEM assembly）

	構成部材	単位
Charger	Charger components	kg
	Cable, three-conductor cable	kg
	Steel external plug	kg
	Populated Printed wiring board	m ²
	PP granulates	kg
Passive cooling system	Aluminium sheet	kg
	Aluminium ingot	kg
	Steel sheet	kg
Safety management unit	Switch Printed Circuit Board	m ²
Thermal management unit (E-MOBILITY)	Aluminium extrusion profile	kg
	Aluminium ingot	kg
	Polypropylene Granulate	kg
	Steel sheet part	kg

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

使用段階におけるCFPの算定方法

- 充放電に伴うロス（電力量）に、電力の排出原単位を乗じて使用段階の負荷を計算する。
 - ✓ 充放電ロスのデータはCFPを計算する実施者が取得する必要があるものの、データが入手できない場合には、デフォルト値（リチウムイオン電池の場合、96%）を用いることができる。
 - ✓ 電力の排出原単位については、国あるいは地域間の売上高比率（電池の販売kgによる比率）を考慮して算出しなければならない。そのようなデータが入手できない場合には、EUの平均的な原単位や、あるいは代表的な原単位を用いる必要がある。

輸送距離の設定

■ 輸送距離の一次データを取得し計算に反映することができるが、取得できない場合は以下のシナリオを適用することも可能。

✓ 積載率はいずれも64%が既定値とされている。

	対象となる輸送工程	シナリオ
環境フットプリント共通	OEMまでの電池の輸送	<ul style="list-style-type: none">欧州域内トラック：130 km, 鉄道：240 km, 船舶：270 km
	最終製品のユーザーまでの輸送（流通）	<ul style="list-style-type: none">大陸内トラック：200 km
	使用済み製品の回収輸送	<ul style="list-style-type: none">大陸内トラック：200 km
電池特有	活物質の調達	<ul style="list-style-type: none">中国～韓国トラック：300km, 鉄道：200 km, 船舶：10,000 km
	受動部品の調達	<ul style="list-style-type: none">日本～欧州トラック：300km, 鉄道：200 km, 船舶：18,000 km
	セルの輸送	<ul style="list-style-type: none">日本、韓国、中国～欧州トラック：300km, 鉄道：200 km, 船舶：18,000 km

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

使用後処理における環境負荷及び間接的負荷削減効果の算出方法

- 使用後処理における環境負荷及び間接的負荷削減効果の算出にあたり、PEFCRでは Circular Footprint Formulaの適用を規定。
- ただし、電池規則案におけるリサイクル関連の要件との整合性については未だ検証はなされておらず、今後議論が行われる模様。

対象	計算式
物質	$(1 - R_1)E_V + R_1 \times \left(A E_{\text{recycled}} + (1 - A) E_V \times \frac{Q_{\text{Sin}}}{Q_P} \right) + (1 - A) R_2 \times \left(E_{\text{recyclingEoL}} - E_V^* \times \frac{Q_{\text{Sout}}}{Q_P} \right)$
エネルギー	$(1 - B) R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$
廃棄処理	$(1 - R_2 - R_3) \times E_D$

※計算式の各パラメータの定義は次頁以降を参照

【出典】PEFCR - Product Environmental Footprint Category Rules for High Specific Energy Rechargeable Batteries for Mobile Applications, Version 1.1 (February 2020) より作成

使用後処理における環境負荷及び間接的負荷削減効果の算出方法

パラメータ	意味
A	リサイクル材の環境負荷及びその削減効果を供給者と需要者に配分する際の配分係数。0.2～0.8の値を取り、0.5よりも小さい値の場合はリサイクル材の需要量が供給量を上回るケースを、また大きい場合は供給量が需要量を上回るケースを指す。
B	エネルギー回収の環境負荷及びその削減効果を供給者と需要者に配分する際の配分係数。環境フットプリントの枠組みにおいては常に0が適用される。
$Q_{S_{in}}$	原材料調達段階におけるリサイクル材の品質を係数化したもの。
$Q_{S_{out}}$	使用後処理段階におけるリサイクル材の品質を係数化したもの。
Q_p	バージン材の品質を係数化したもの。
R_1	原材料調達段階におけるリサイクル材の投入割合。
R_2	使用後処理段階において材料がリサイクルされる割合を表し、当該の材料の回収率とリサイクル材の生成プロセスにおける歩留の双方を含む。
R_3	使用後処理段階において材料がエネルギー回収される割合。
$E_{recycled}$	原材料調達段階において投入されるリサイクル材の生成プロセスに係る環境負荷量。回収、選別、輸送に係る環境負荷を含む。
$E_{recyclingEoL}$	使用後処理段階におけるリサイクル材の生成プロセスに係る環境負荷量。回収、選別、輸送に係る環境負荷を含む。

【出典】みずほ情報総研(2019),平成30年度国内における温室効果ガス排出削減・吸収量認証制度の実施委託費(環境負荷削減の「見える化」に関する検討事業)報告書より作成

使用後処理における環境負荷及び間接的負荷削減効果の算出方法

パラメータ	意味
E_V	バージン材の調達に係る環境負荷量。
E_V^*	リサイクル材が代替すると考えられるバージン材の調達に係る環境負荷量。
E_{ER}	エネルギー回収プロセスに係る環境負荷量。
$E_{SE,heat}$ $E_{SE,elec}$	回収エネルギーが代替すると考えられるエネルギー（熱、電力）の供給に係る環境負荷量。
E_D	廃棄物処理プロセスに係る環境負荷量。
$X_{ER,heat}$ $X_{ER,elec}$	エネルギー回収プロセスの効率（熱、電力）。
LHV	エネルギー回収プロセスにおける材料の低位発熱量。

【出典】みずほ情報総研(2019),平成30年度国内における温室効果ガス排出削減・吸収量認証制度の実施委託費（環境負荷削減の「見える化」に関する検討事業）報告書より作成

適用可能な二次データ（LCAデータベース）

■ PEF/OEFの評価で適用が定められている二次データの入手先は下記の通り。

- ✓ ただし、これらの二次データの利用にあたっては、提供元との間で個別に使用許諾契約を取り交わす必要があり、データ利用の用途は環境フットプリントの試行事業を通じて策定されたPEFCR及びOEFSR（電池のPEFCRはこれに該当）を用いた環境フットプリントの評価に限定されている。

対象分野	提供元
• 各パイロットの代表的製品・組織	JRC
• 飼料	Blonk Consultants
• 化学品	Ecoinvent
• 塗料用化学品	CEPE
• エネルギー、輸送工程 • 包装材 • 金属、鉱物資源 • 使用後処理 • 焼却処理 • プラスチック • 電気電子部品 • データギャップ	Thinkstep (現 Sphere)
• ガラスに関連して追加されたデータセット	FEVE
• 農業、食品 • その他のプロセス	Quantis
• 繊維製品	Cycleco

【出典】みずほ情報総研(2019),平成30年度国内における温室効果ガス排出削減・吸収量認証制度の実施委託費（環境負荷削減の「見える化」に関する検討事業）報告書より作成

適用可能な二次データ（LCAデータベース）

- PEF/OEFの評価で適用が定められている二次データは、欧州で用いられているLCAソフトウェアを通して入手することも可能。
- ✓ いずれのソフトウェアを通して二次データを入手する場合でも、前頁の記載と同様、利用にあたって提供元との間で使用許諾契約を取り交わす必要がある。
- ✓ また、PEFCR及びOEFSRを用いた環境フットプリントの評価に用いる場合に限り、無料での利用が可能となる。

【SimaPro】

<https://simapro.com/products/environmental-footprint-database/>

【GaBi】

<https://gabi.sphera.com/databases/ef-database-v20/>

【openLCA】

<https://nexus.openlca.org/ws/files/16088>

【出典】各社（PRe Sustainability、Sphera、GleenDelta）ホームページより作成