

速報値

LiBのLCA

2020/01/30 LiBサミット

(一社)サステナビリティ技術設計機構 代表理事

(国研)物質・材料研究機構 名誉研究員

原田幸明

経歴

- 1951 長崎県 壱岐生まれ(壱岐高校卒)
- 1979 博士課程修了 金属工学専門課程 **非鉄製錬**
- 1980 科学技術庁金属材料技術研究所
金属加工研究部 **粉末冶金**研究室
- 1992 エコマテリアルの提唱、プロジェクト化に参加
LCA海外調査 (注; ISO標準化は1993スタート)
- 1994~ エコバランス国際会議(**LCA**)実行委員
2000 (第4回実行委員長)
- 1997~ VAMAS(ベルサイユサミットに基く先端物質の国際標準化)
TWA 10 computerized material data チェア
- 1998 LCA国家プロジェクト インベントリ一部門II主査
- 2004 **LCA**学会創立準備 2013-14**LCA**学会会長
- 2006 **元素戦略**プロジェクト準備に参加
- 2008 「日本の**都市鉱山**蓄積」を発表
- 2017 都市鉱山メダルを提唱
- 2018 **サーキュラー・エコノミー&マルチバリュー研究会**を組織

自動車パワートレーンの未来

2030年“LCA規制”の衝撃、トヨタ・日産・ホンダ は中核にエンジン

(第1回)

清水 廣茂 = 日経 xTECH

日経 XTECH



2030年にかけて、ガソリンエンジンが急速に進化する。トヨタ自動車や日産自動車、ホンダの日系大手3社が、ハイブリッド車用で熱効率を大幅に高める技術革新に挑み始めた。さらに3社は、「ポスト2030年」を見据えた取り組みも強化する。ライフサイクルでCO₂排出量を評価する「LCA (Life Cycle Assessment)」の議論が欧州で始まったからだ。エンジンの重要性が一層高まる。3社のパワートレーン開発トップへの取材を基に、エンジンの将来を5回に分けて見通す。

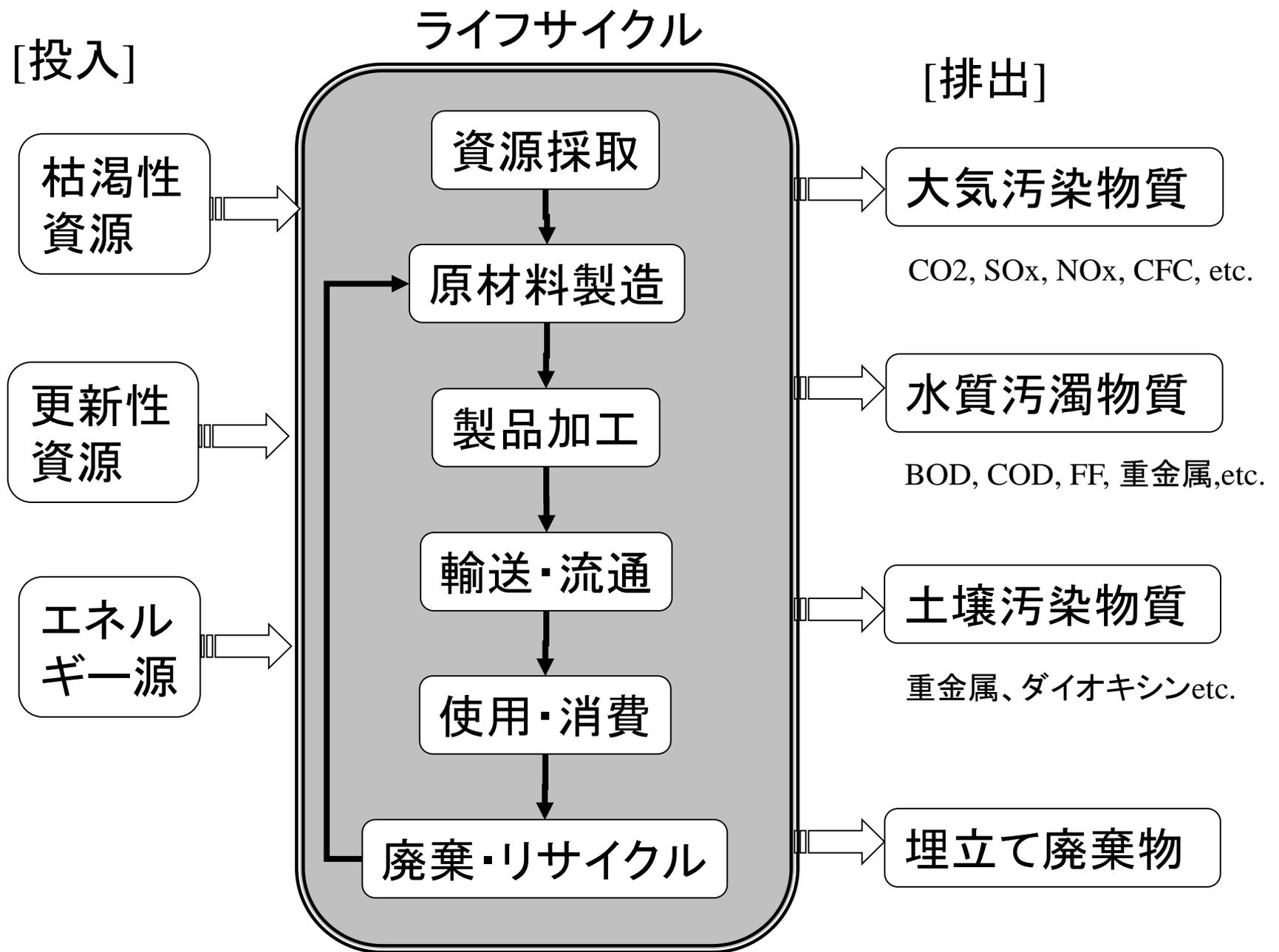


図1 LCA(環境ライフサイクル・アセスメント)の考え方

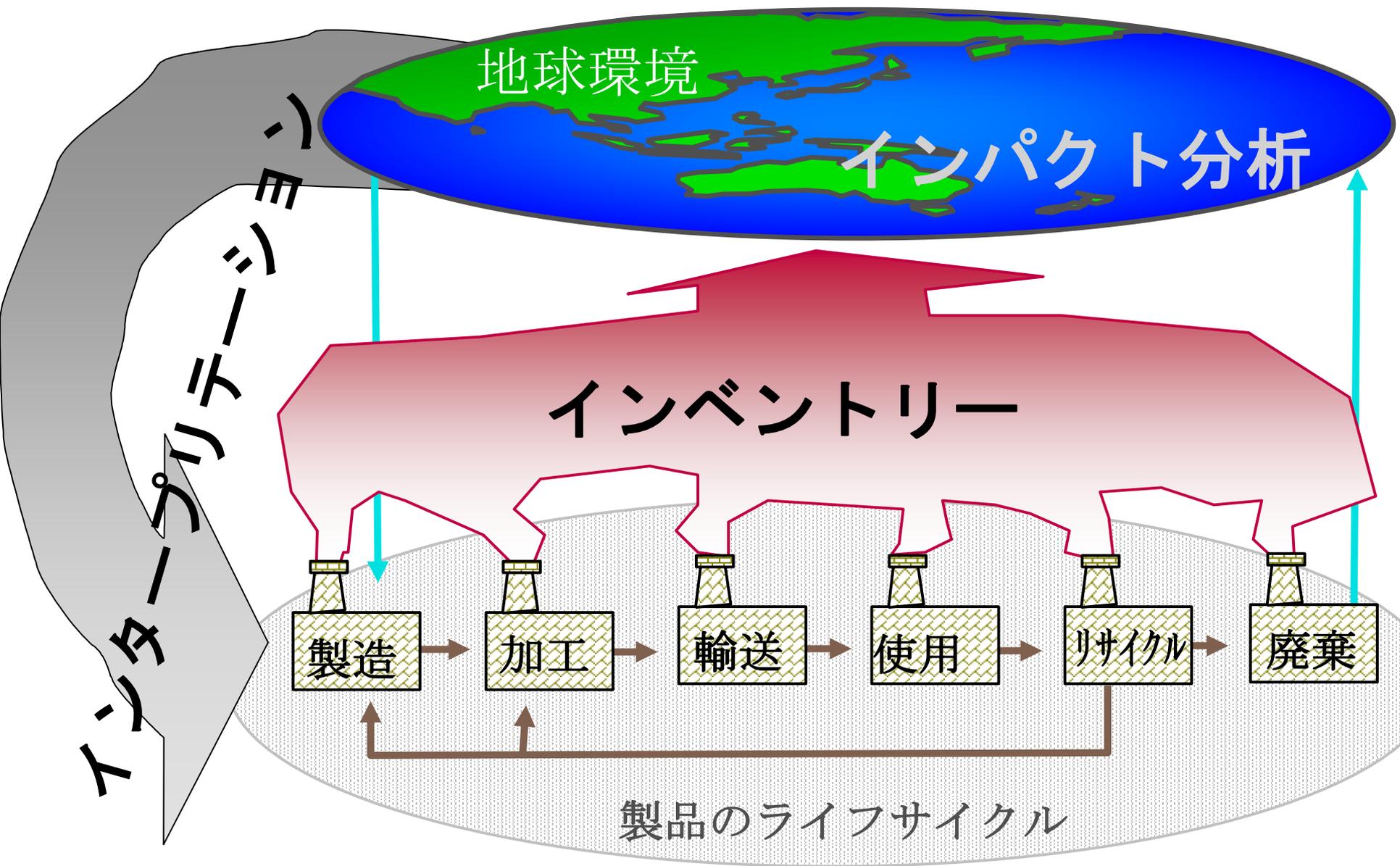


図1. LCAの3つのフェイズの概念図

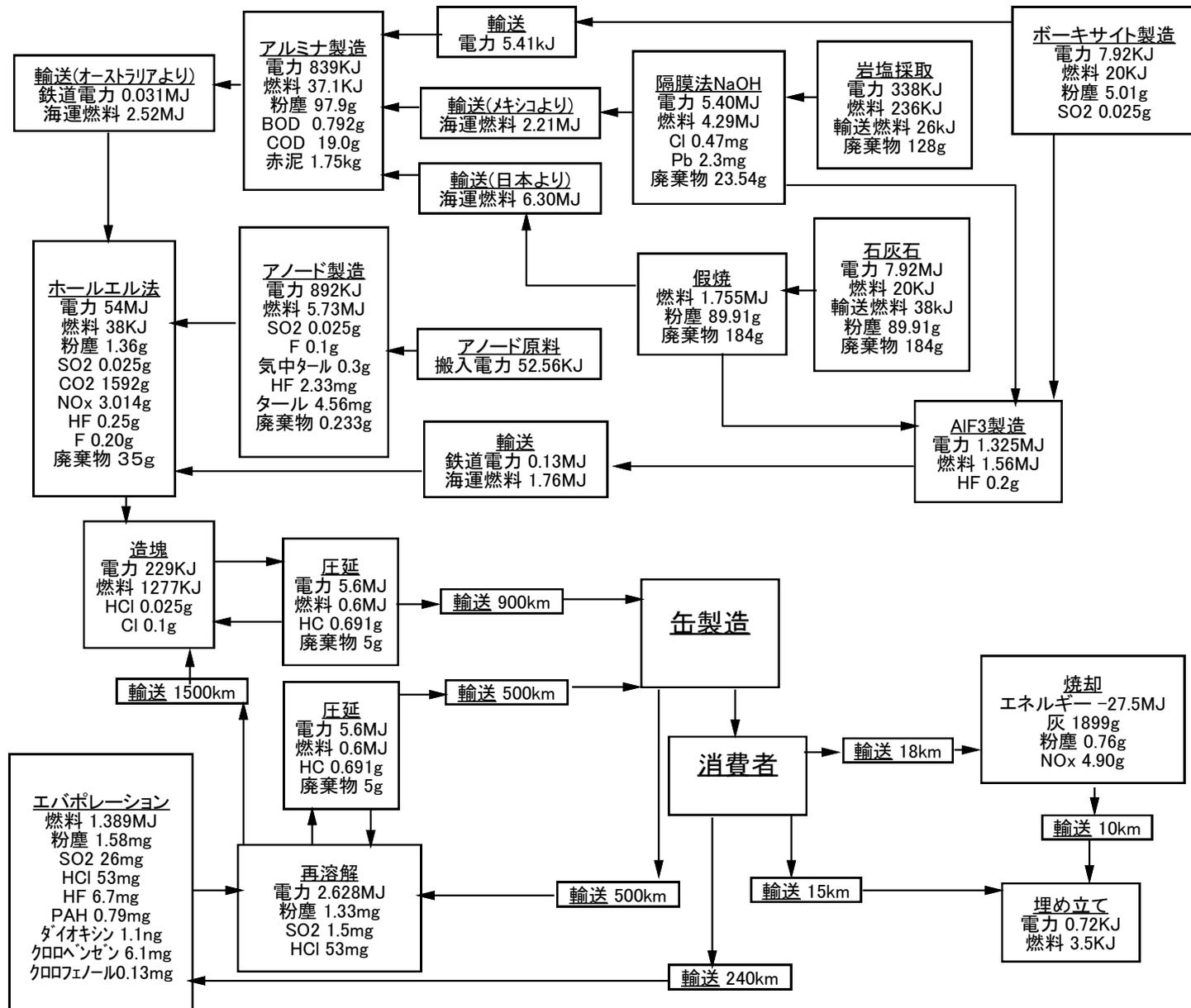
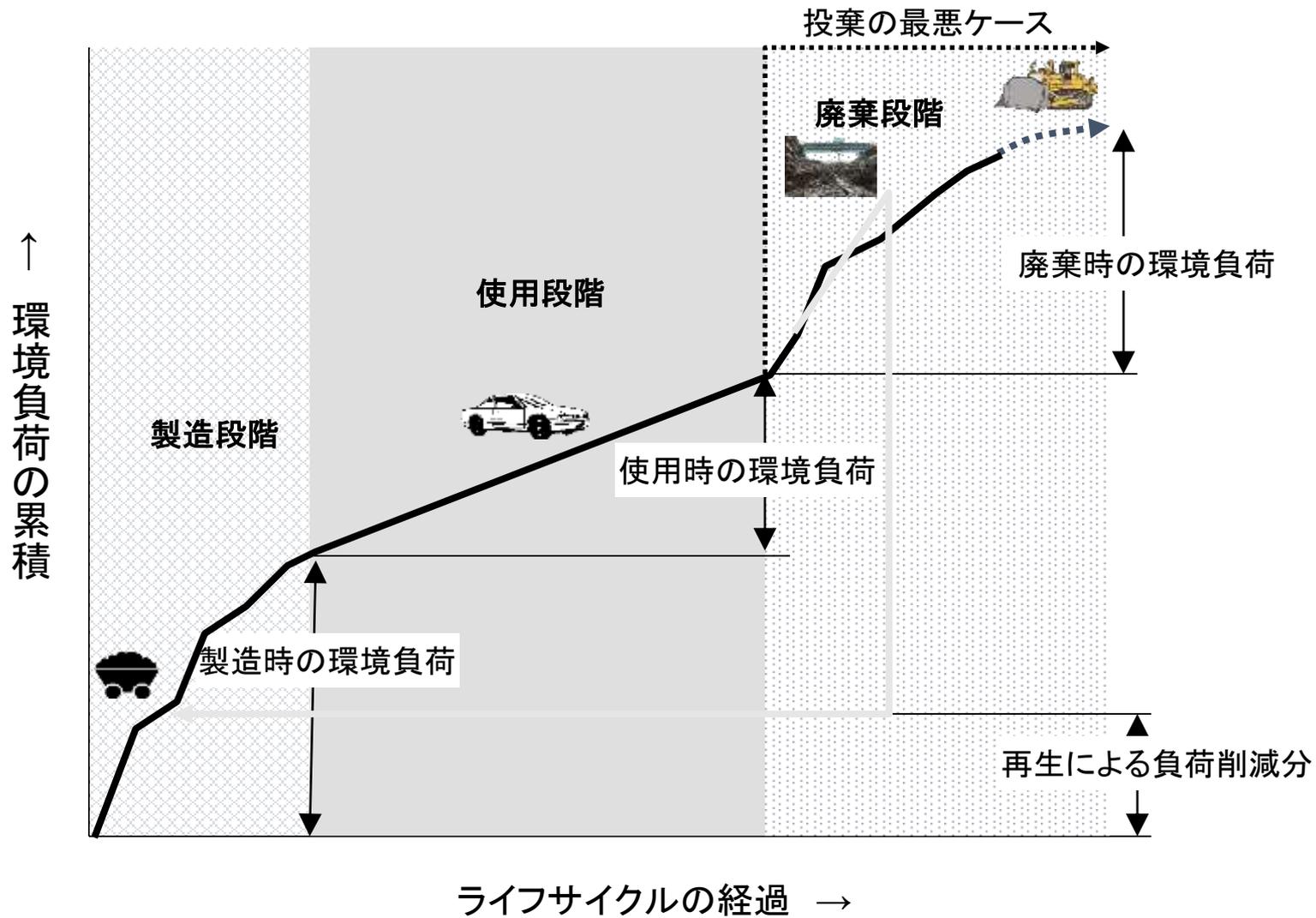
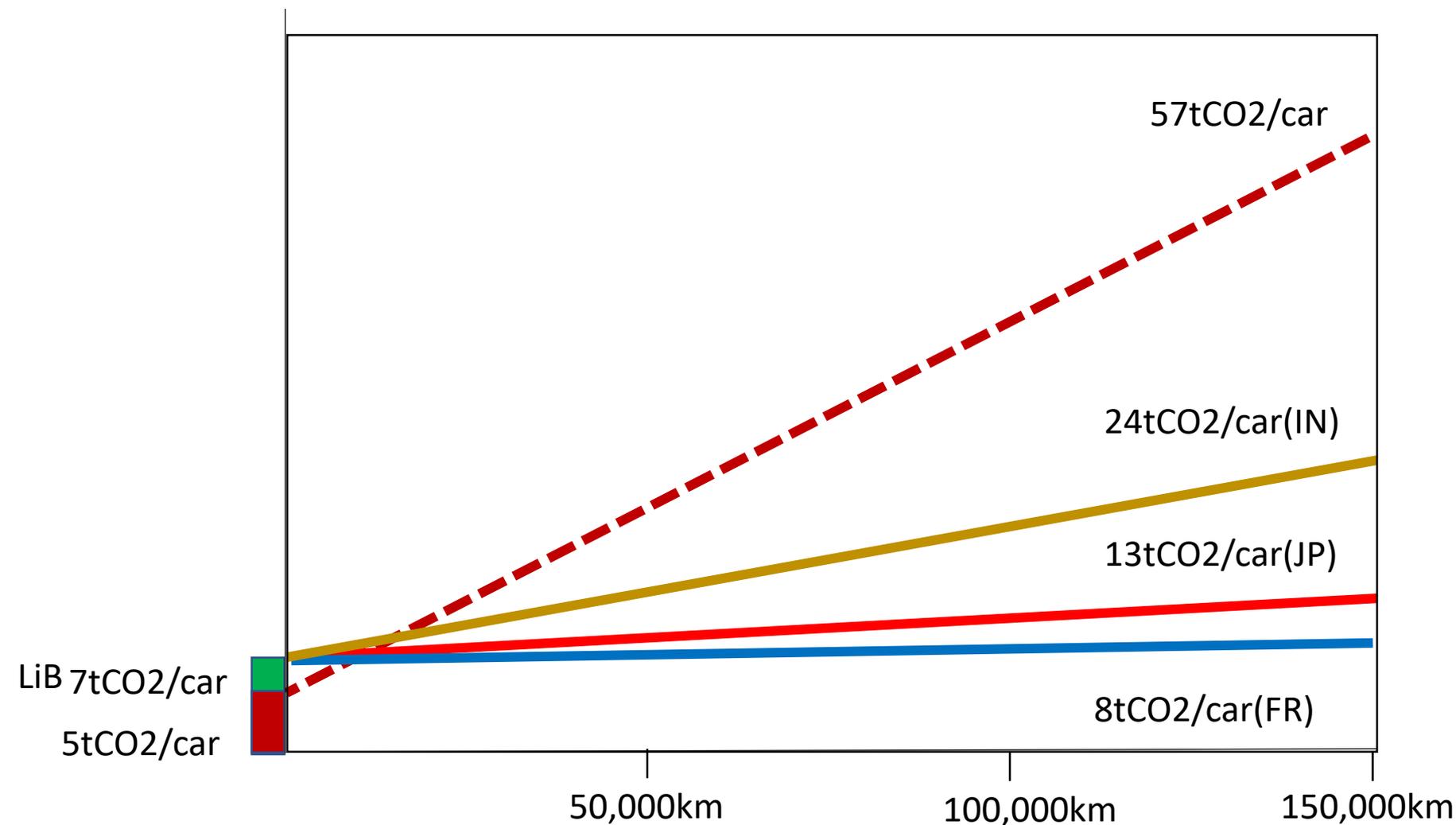
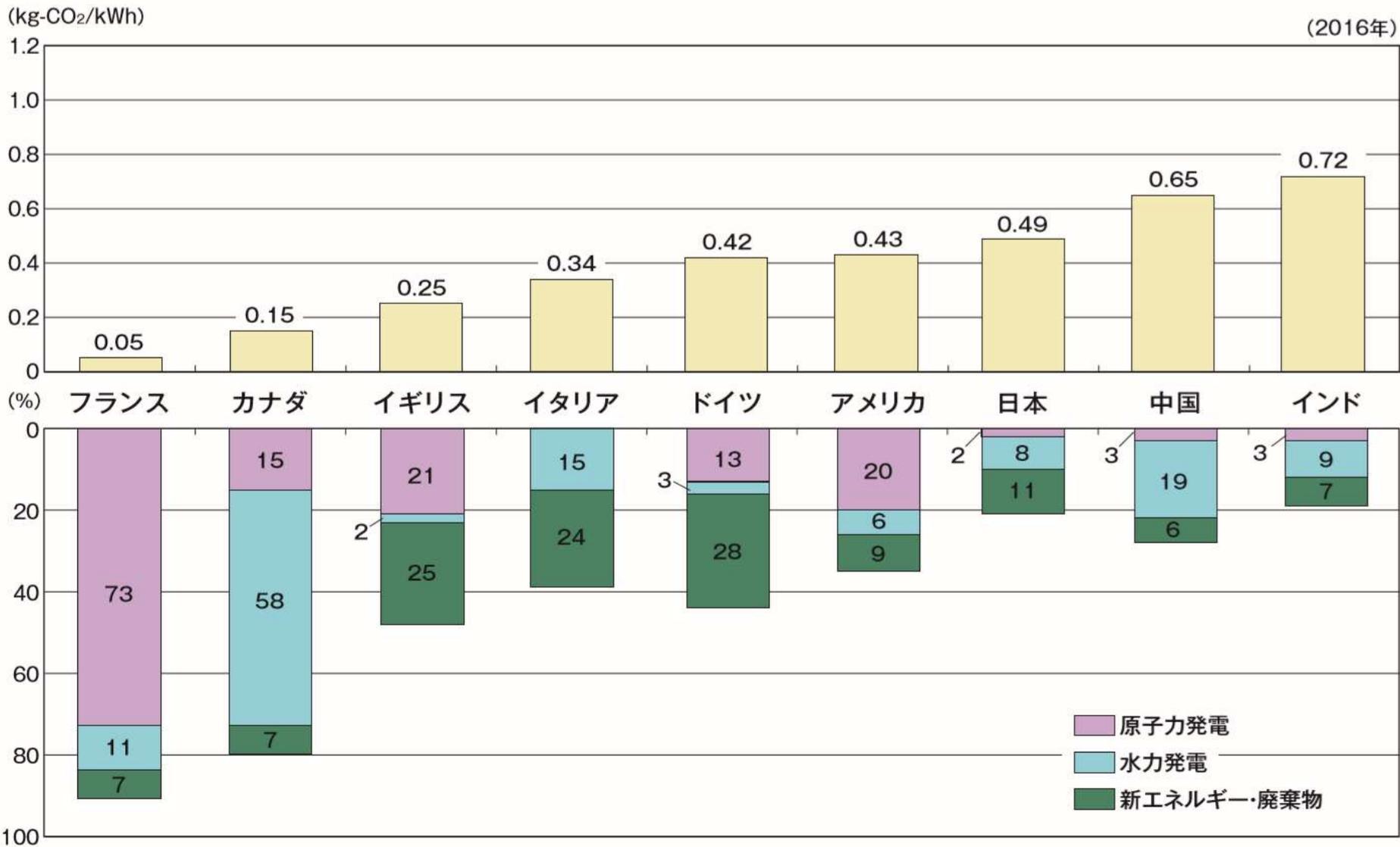


図4・7アルミニウム缶のLCAのインベントリー・ツリーの例
Chalmers工科大学の報告”packaging and the environment”に基づく



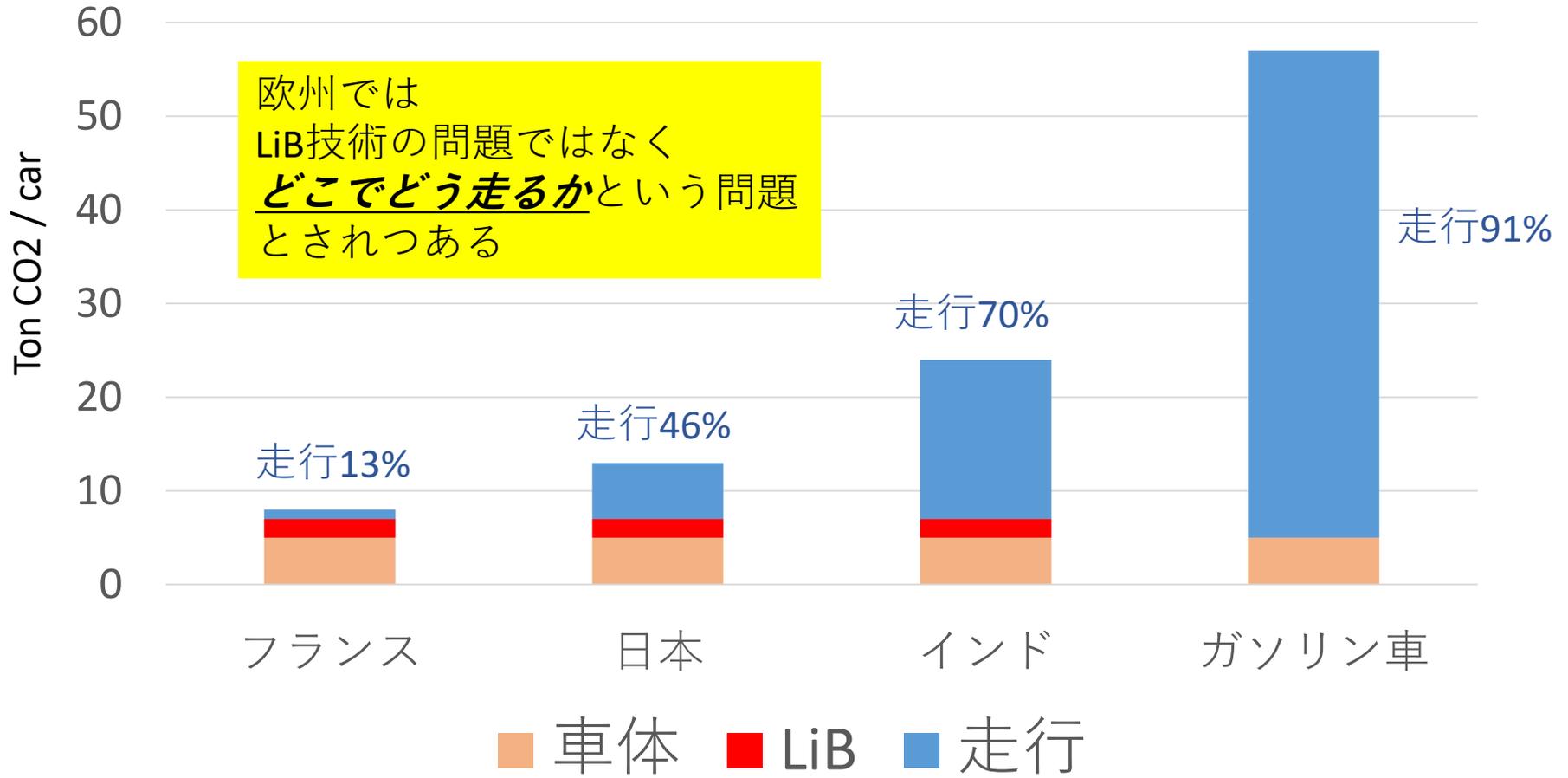
ガソリン車、EV車のライフサイクルCO2





LiBの欧州型LCAにもとづく

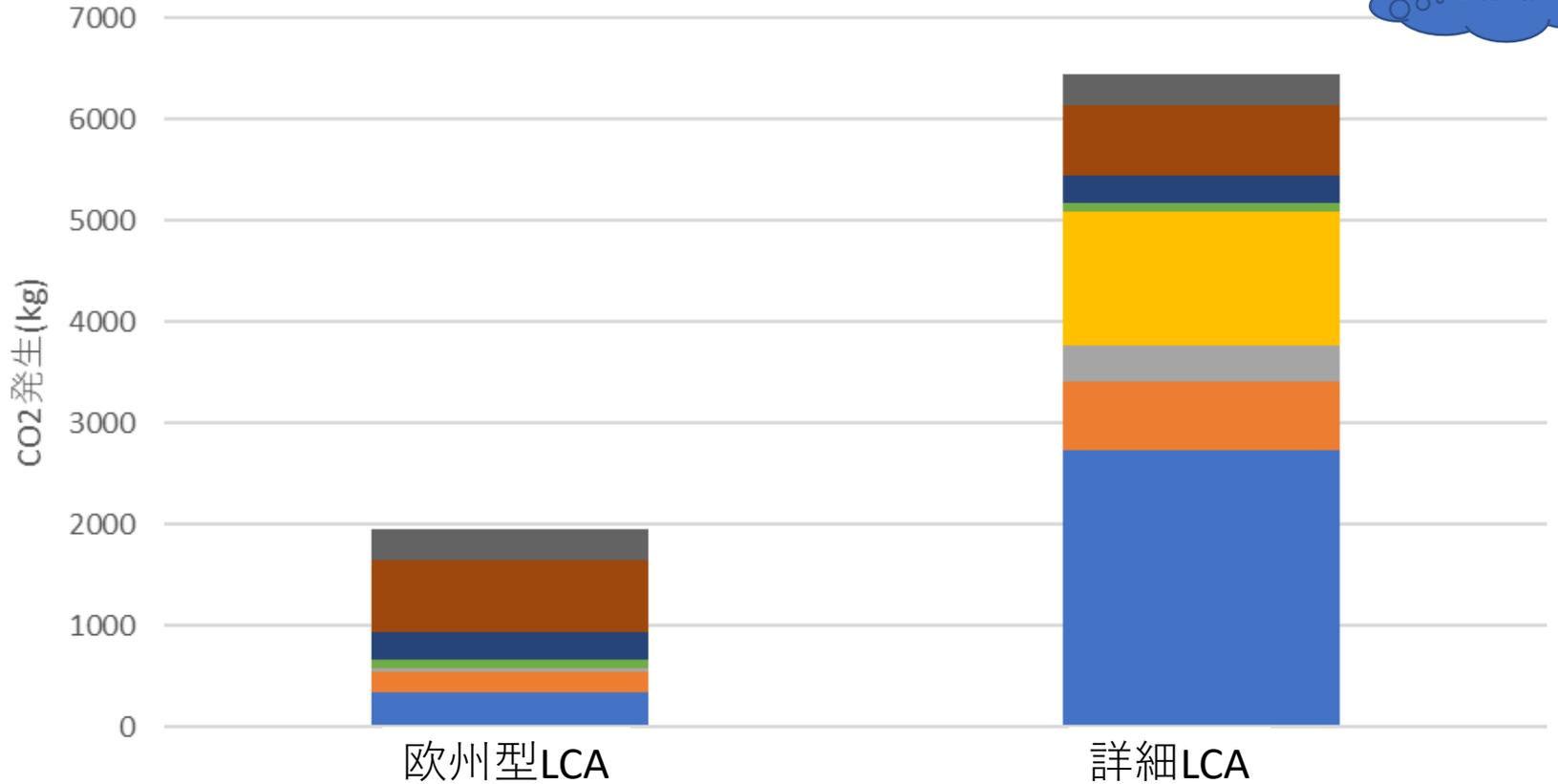
15,000km走行のLife-cycle CO2



23.5kwh LiB(195kg) の製造CO2

BoM from Argonne Report

速報値



■ 正極

■ 負極

■ 電解質

■ セパレーター

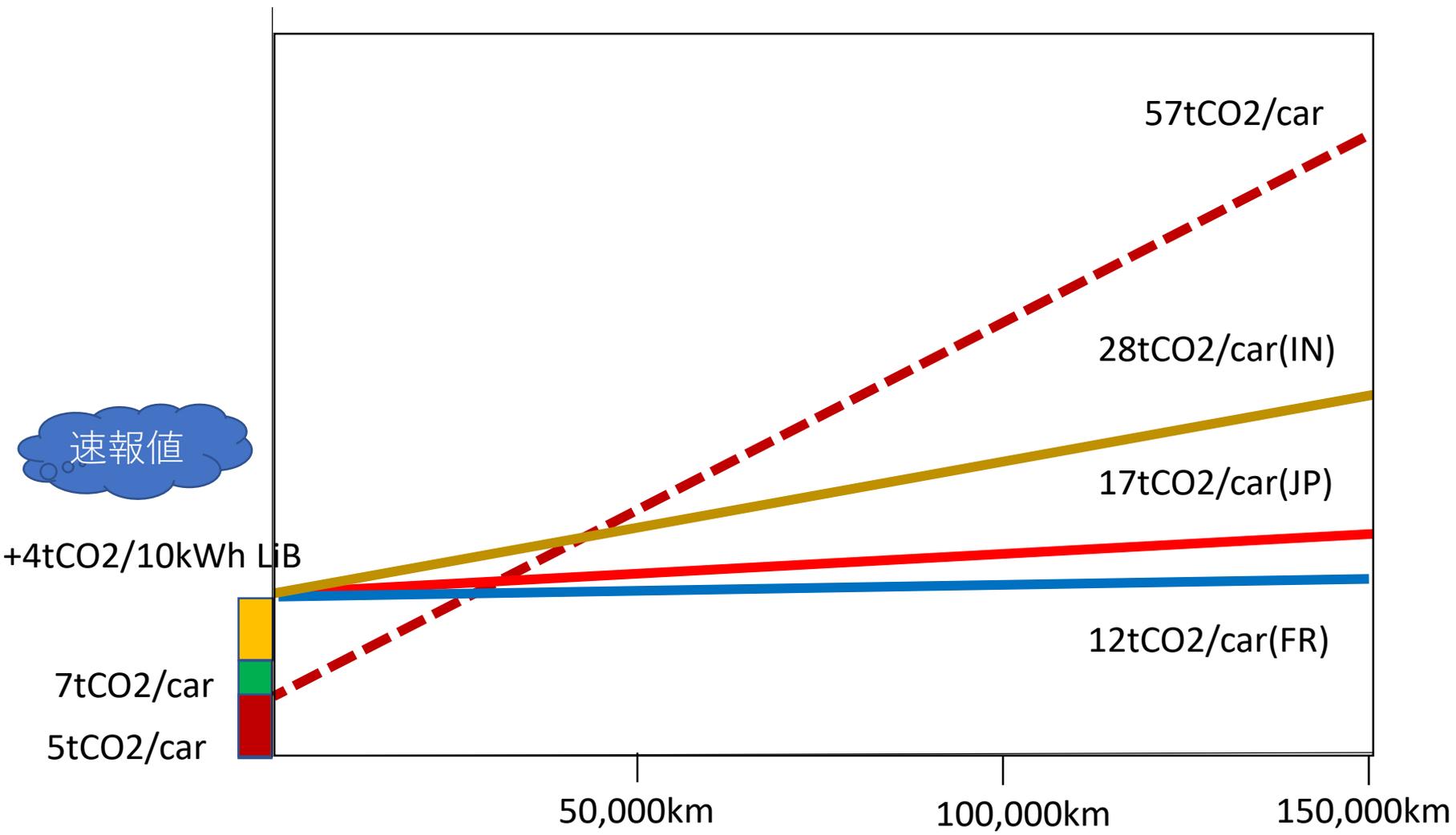
■ その他

■ モジュール化要素

■ パッケージ要素

■ 設備

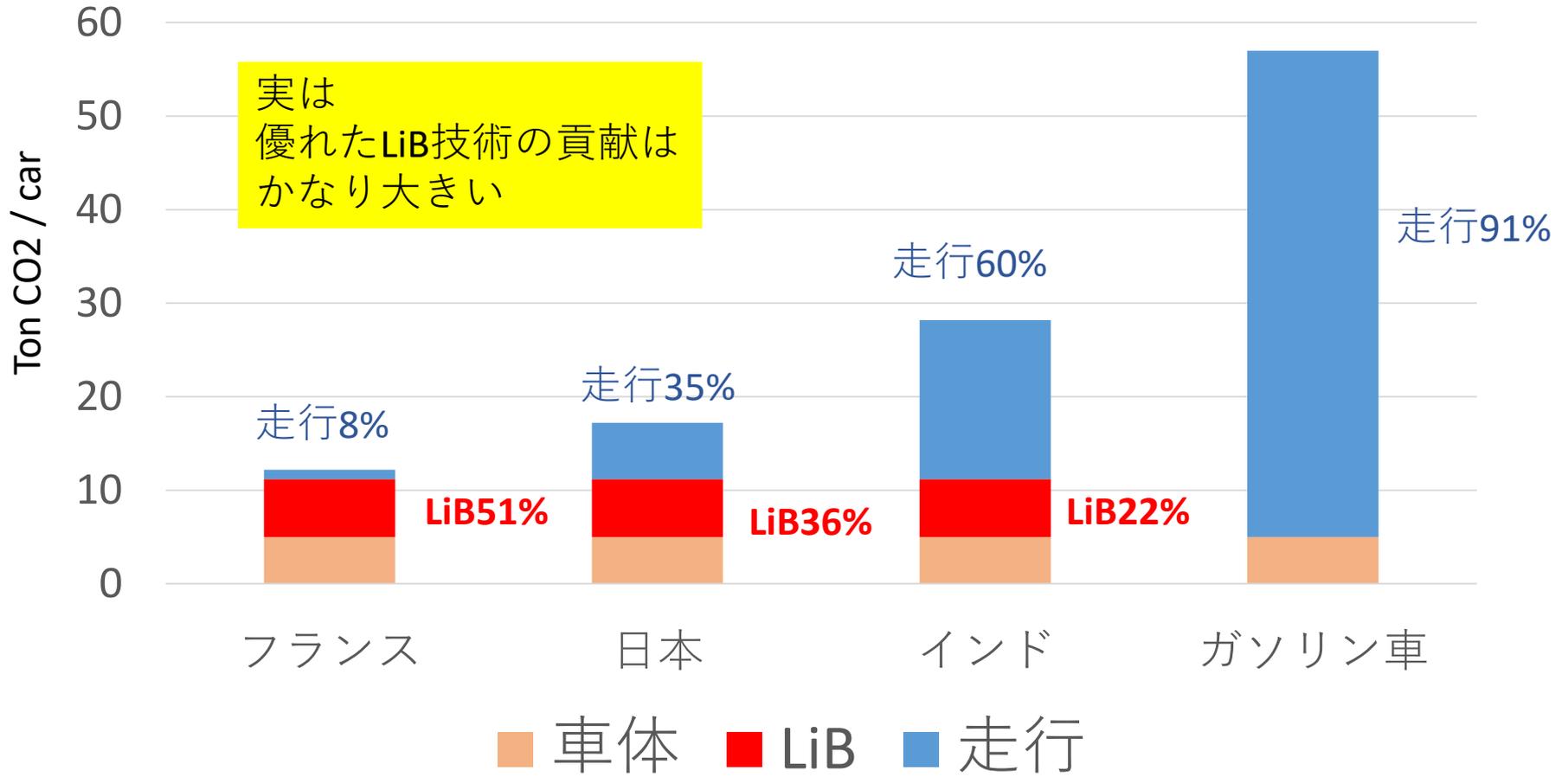
■ 組み立て電力



LiBの詳細LCAにもとづく

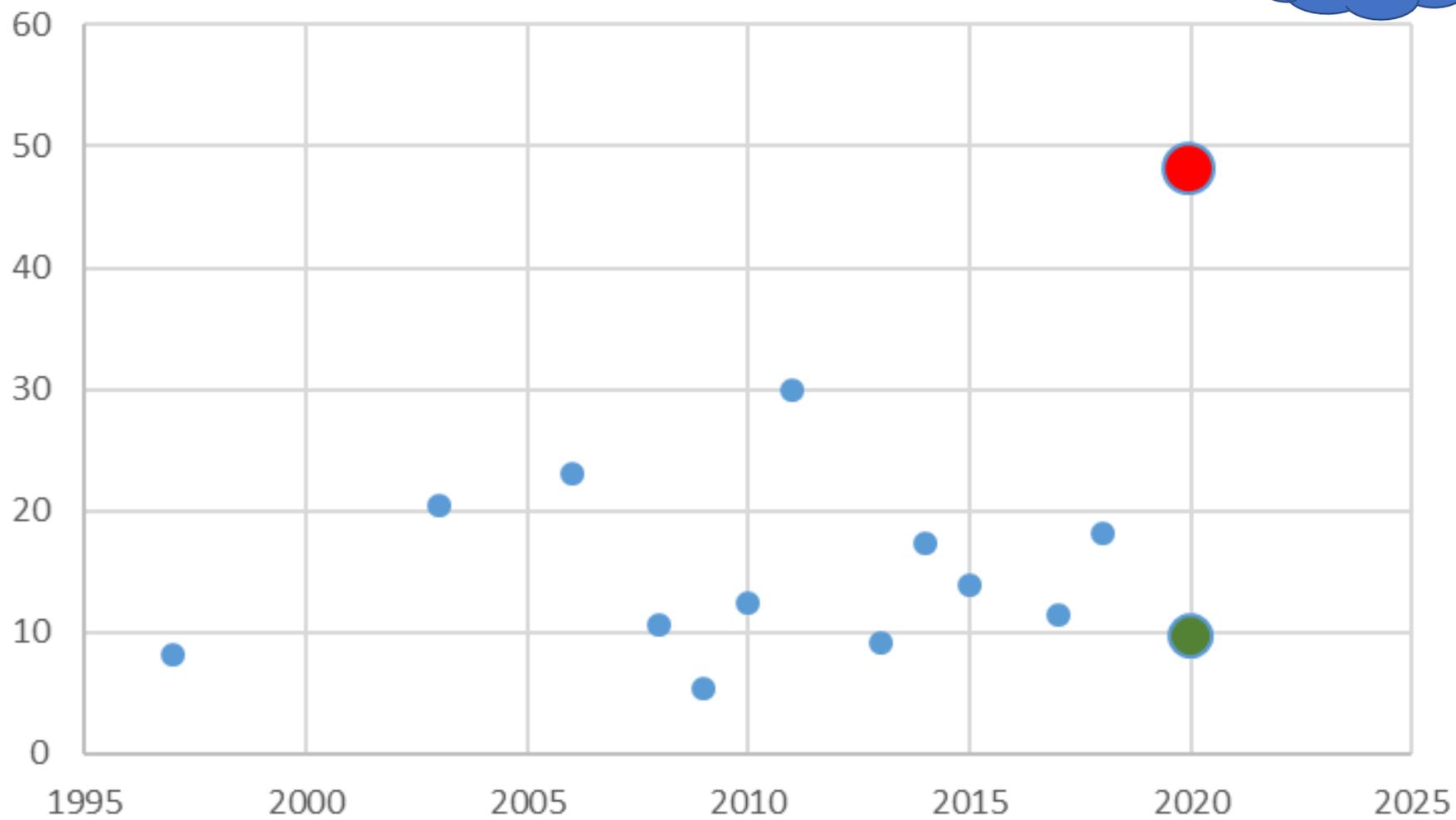
15,000km走行のLife-cycle CO2

速報値

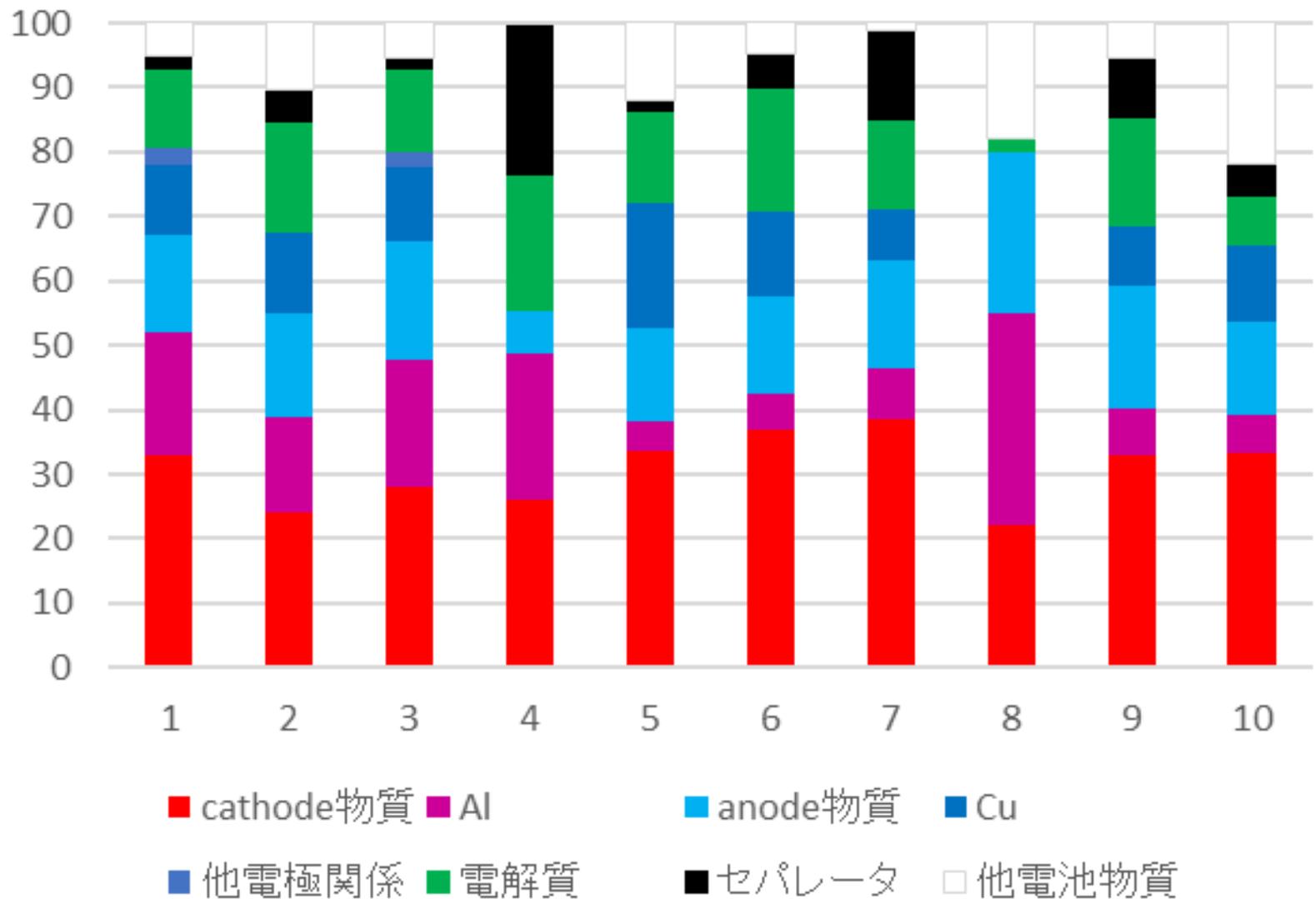


kgCO₂/kg

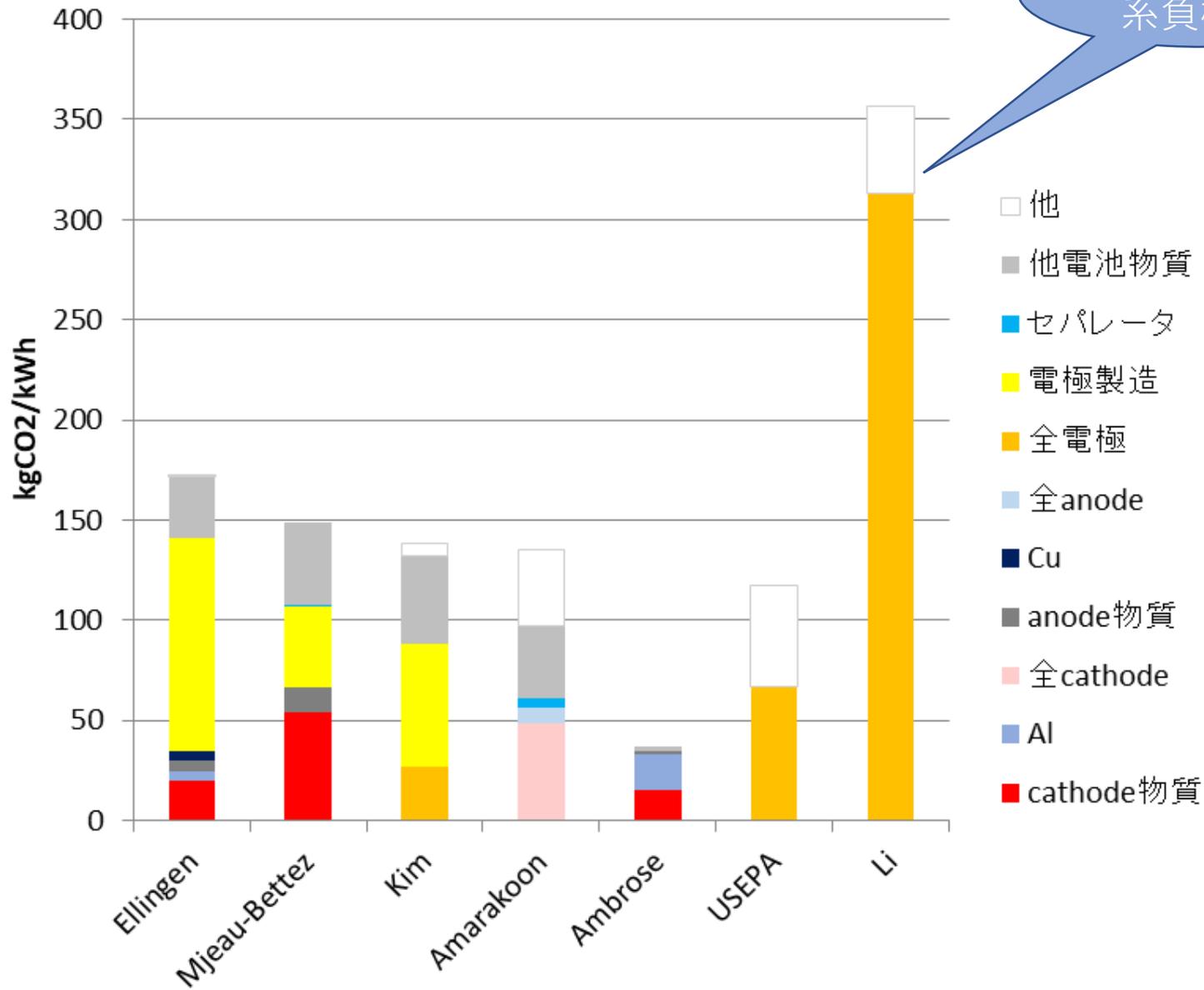
速報値



LCA対象LIBの重量構成



Siナノ物質
系負極系



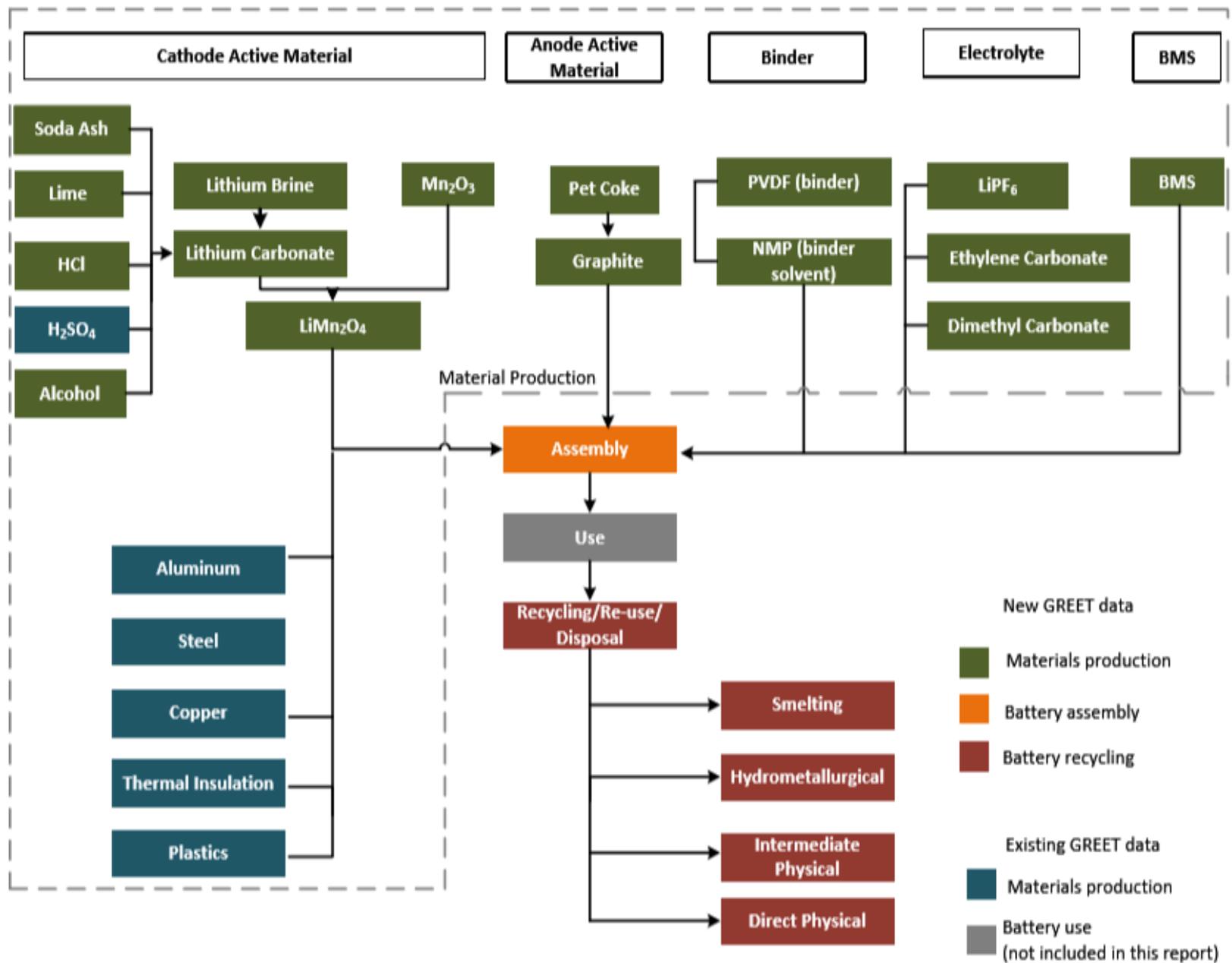
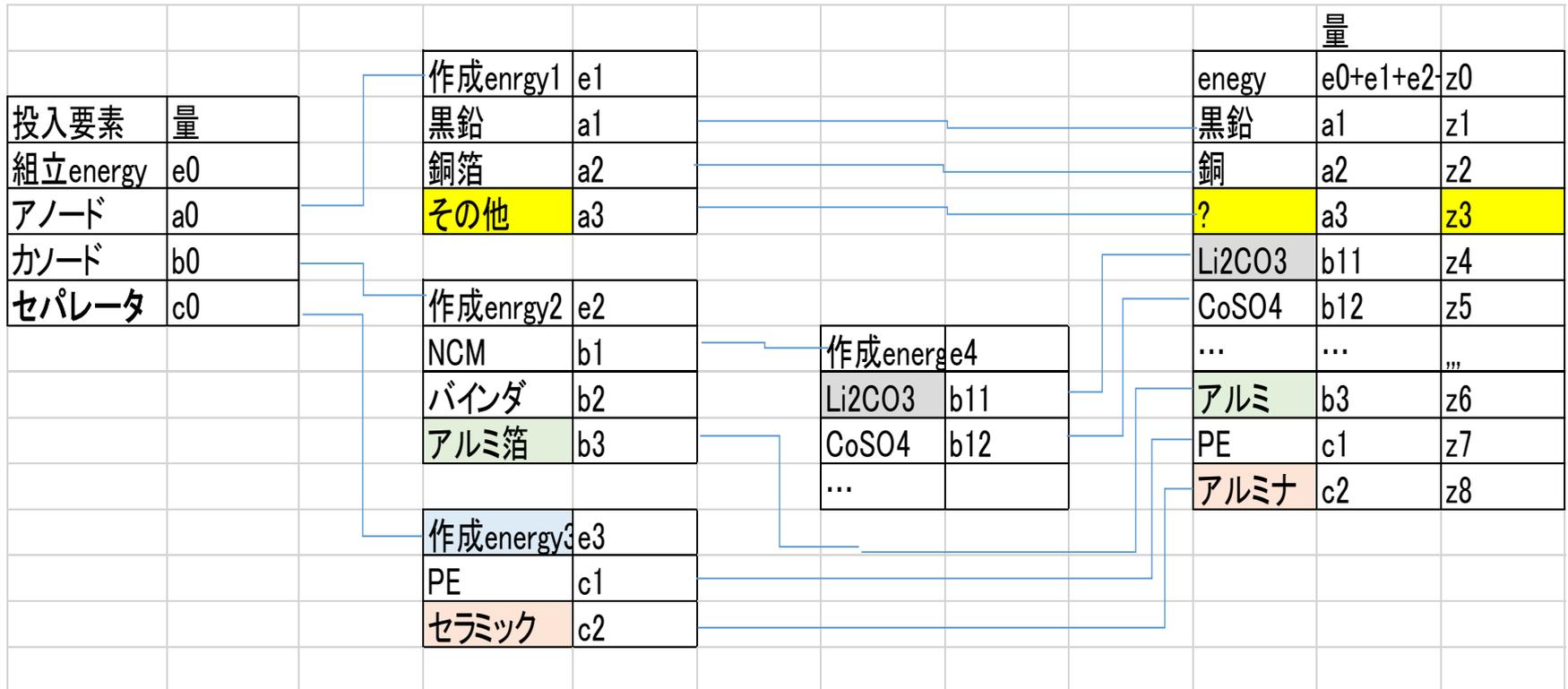


FIGURE 1 Components and Processes with Material and Energy Flows in GREET

欧州型LCAの欠陥1

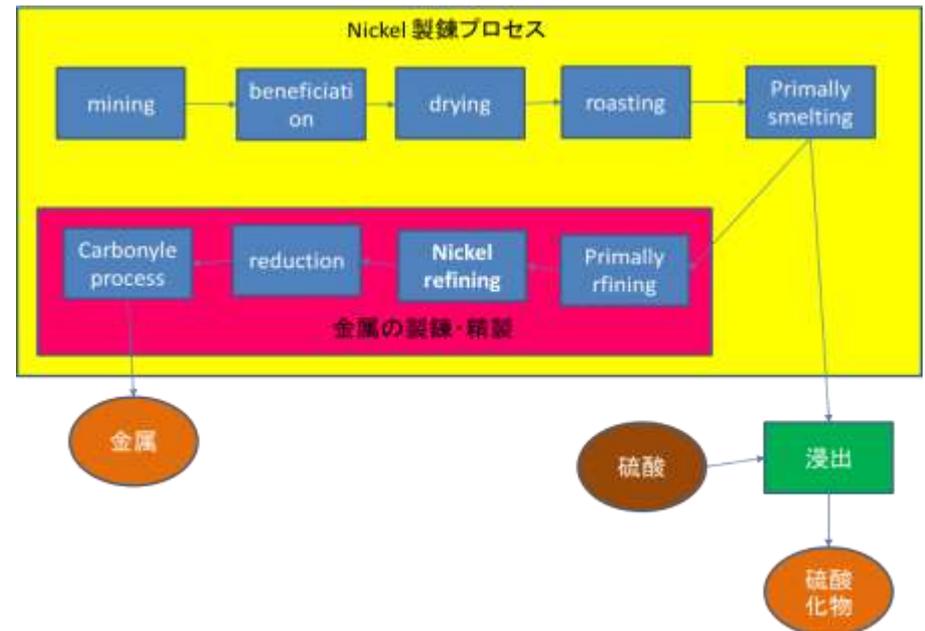
データベースにある物質で計算



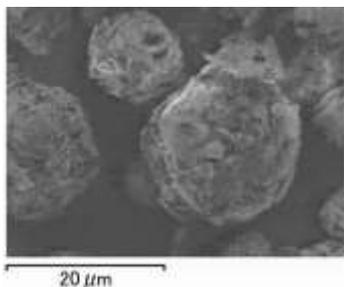
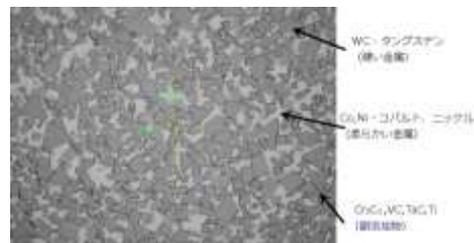
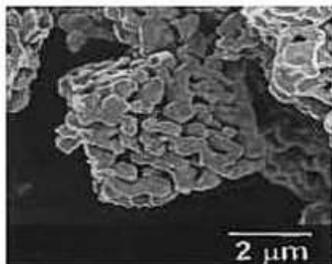
欧州型LCAの欠陥2

ナノテクノロジーを知らない

- 物質の品位、粒度、構造を軽視
- その調整のためのエネルギー投入がシステムの中で無視されている
- 教科書的化学反应の足し算引き算



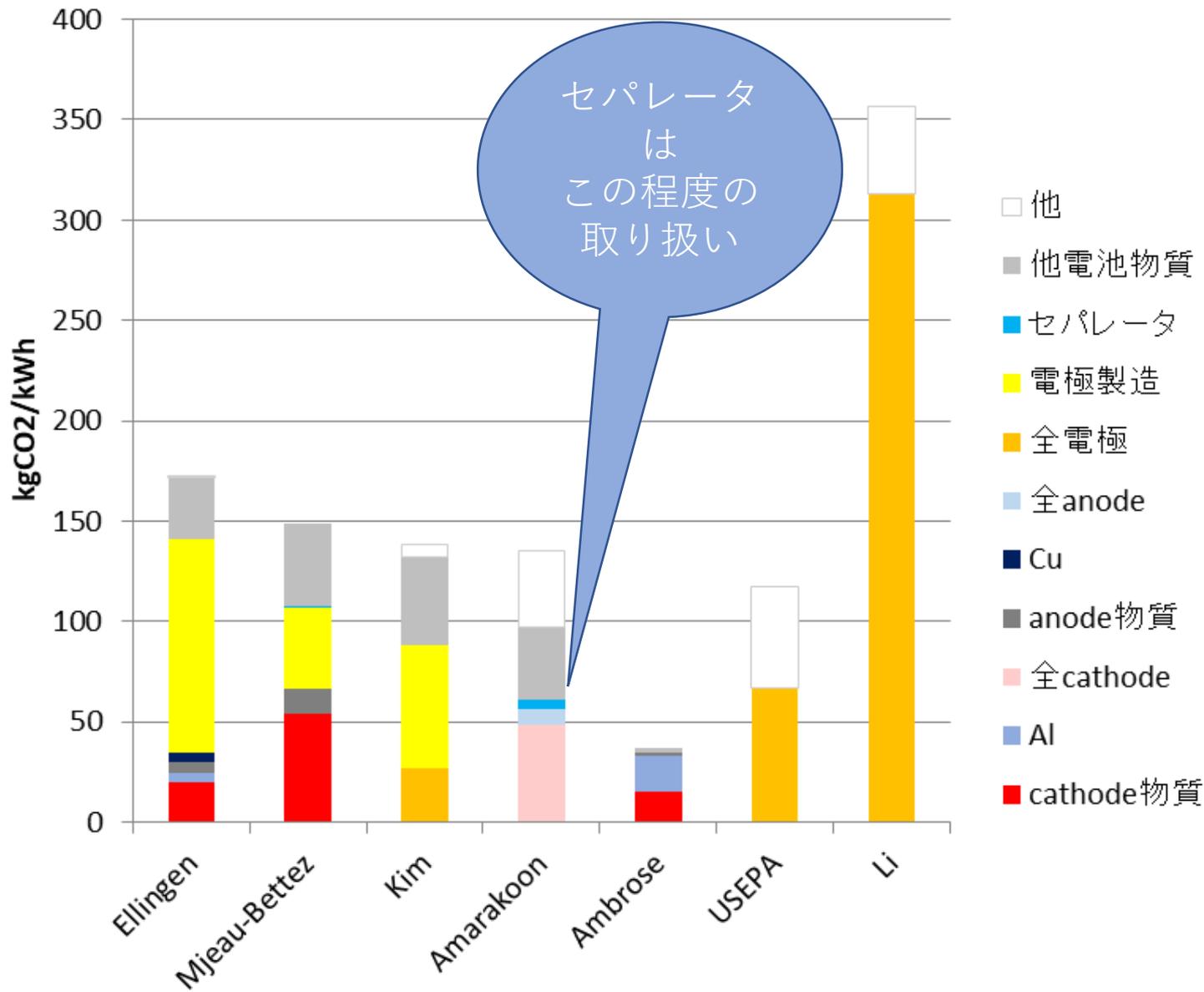
同じものと思いますか？



モノは同じでも構造や純度が違う 全くべつもの

Bill of Material of 23.5kwh LiB

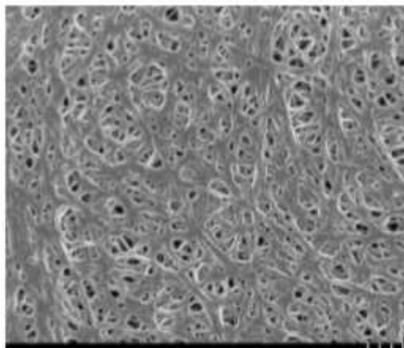
		kg	kg			kg	kg
TOTAL		164.98					
Cell components (kg)		119.77		Module components sans cell (kg)		9.06	
正極					Copper	0.43	
	Active cathode material	41.52			Aluminum	7.22	
	Aluminum	9.8			Plastic: Polyethylene	0.18	
	NMP	(39.6)			Insulation	0.11	
	Carbon black	2.8			Electronic part	1.12	
	Binder (PVDF)	3.55		Pack components sans module (kg)		36.15	
負極					Copper	0.09	
	Copper	18.84			Aluminum	22.33	
	Graphite	23.18			Steel	1.02	
電解質					Insulation	0.69	
	Electrolyte: LiPF6	2.66			Coolant	7.1	
	Electrolyte: Ethylene Carbonate	7.43			Electronic part	4.91	
	Electrolyte: Dimethyl Carbonate	7.43					
セパレーター				設備			
	Plastic: Polypropylene	1.82		組み立て電力			
	Plastic: Polyethylene	0.42					
その他							
	Plastic: Polyethylene Terephthalate	0.34					



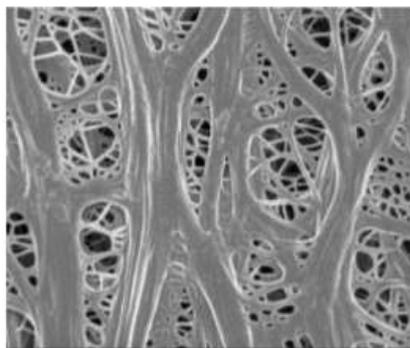
HIPORE (湿式)

CELGARD (乾式)

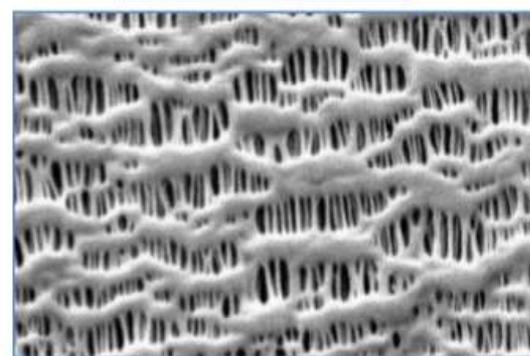
基材膜



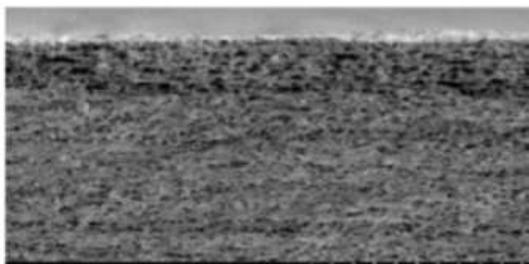
Nシリーズ



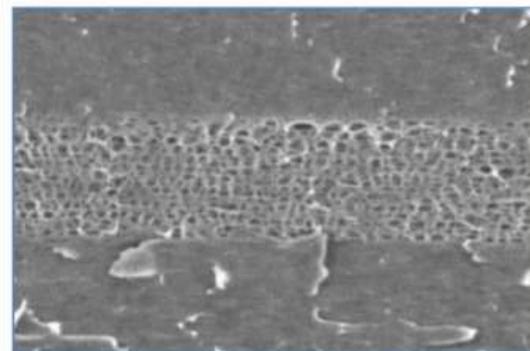
Sシリーズ



PP単層

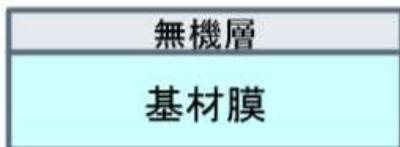


積層膜



PP/PE/PP三層

塗工



セラミック系
(耐熱性)



ポリマー系
(接着性)



複合系
(耐熱+接着性)

湿式法

- ・ポリマー
- ・可塑剤

【湿式法の特徴】

可塑剤・ポリマー・延伸条件など制御因子が多く
多様な孔設計/制御が可能。極薄膜の作成も可能

プロセス

- ポリマー・可塑剤を加熱混合、押出してフィルムを形成
- 延伸してフィルムの構造を制御。長さ・幅両方向の二軸延伸が一般的
- 可塑剤を抽出し微多孔を形成



乾式法

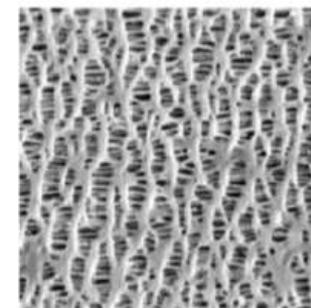
- ・ポリマー

【乾式法の特徴】

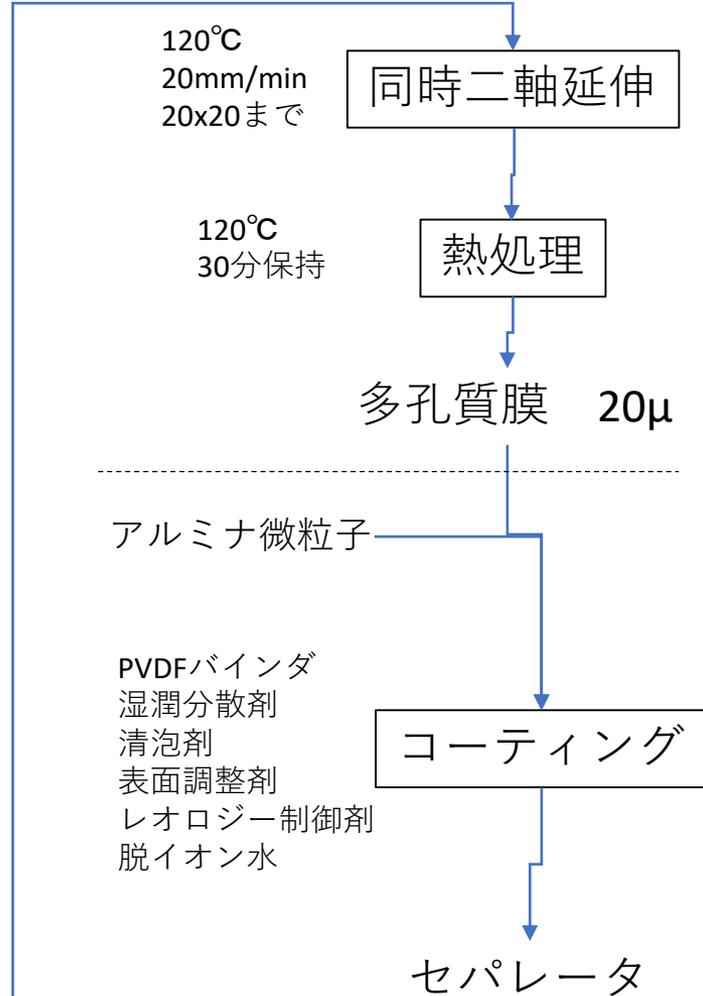
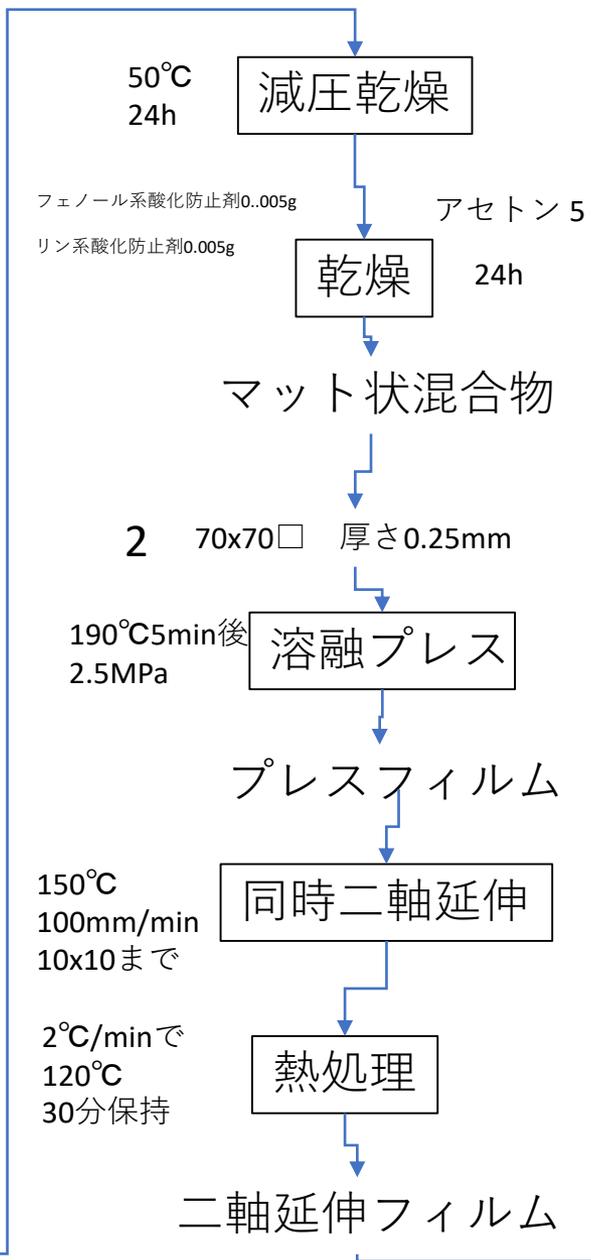
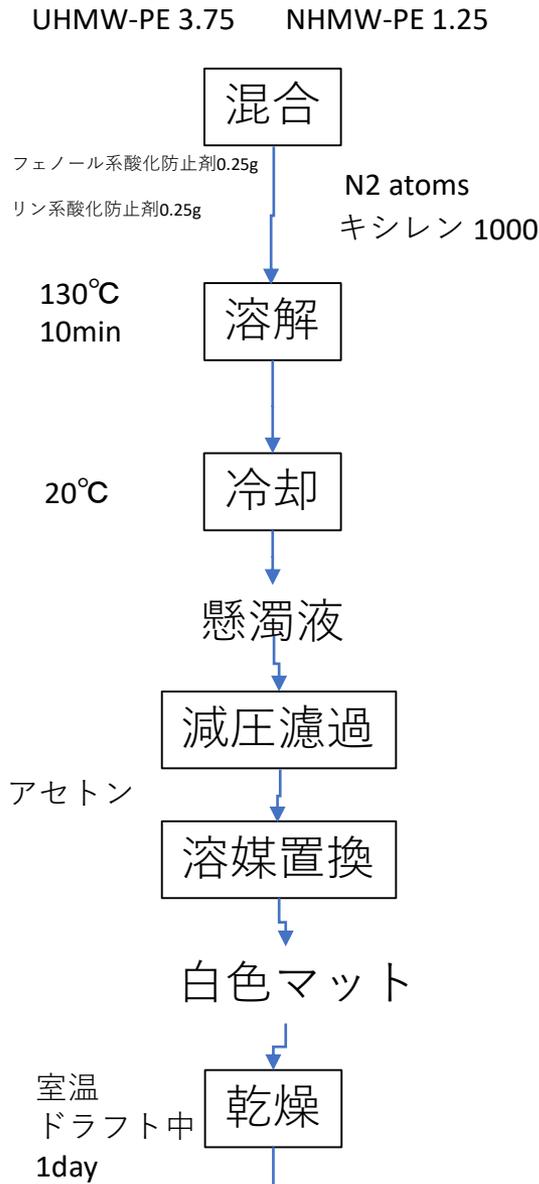
可塑剤を抽出する必要がないので、溶媒の回収
工程が不要。プロセスが単純で低コスト

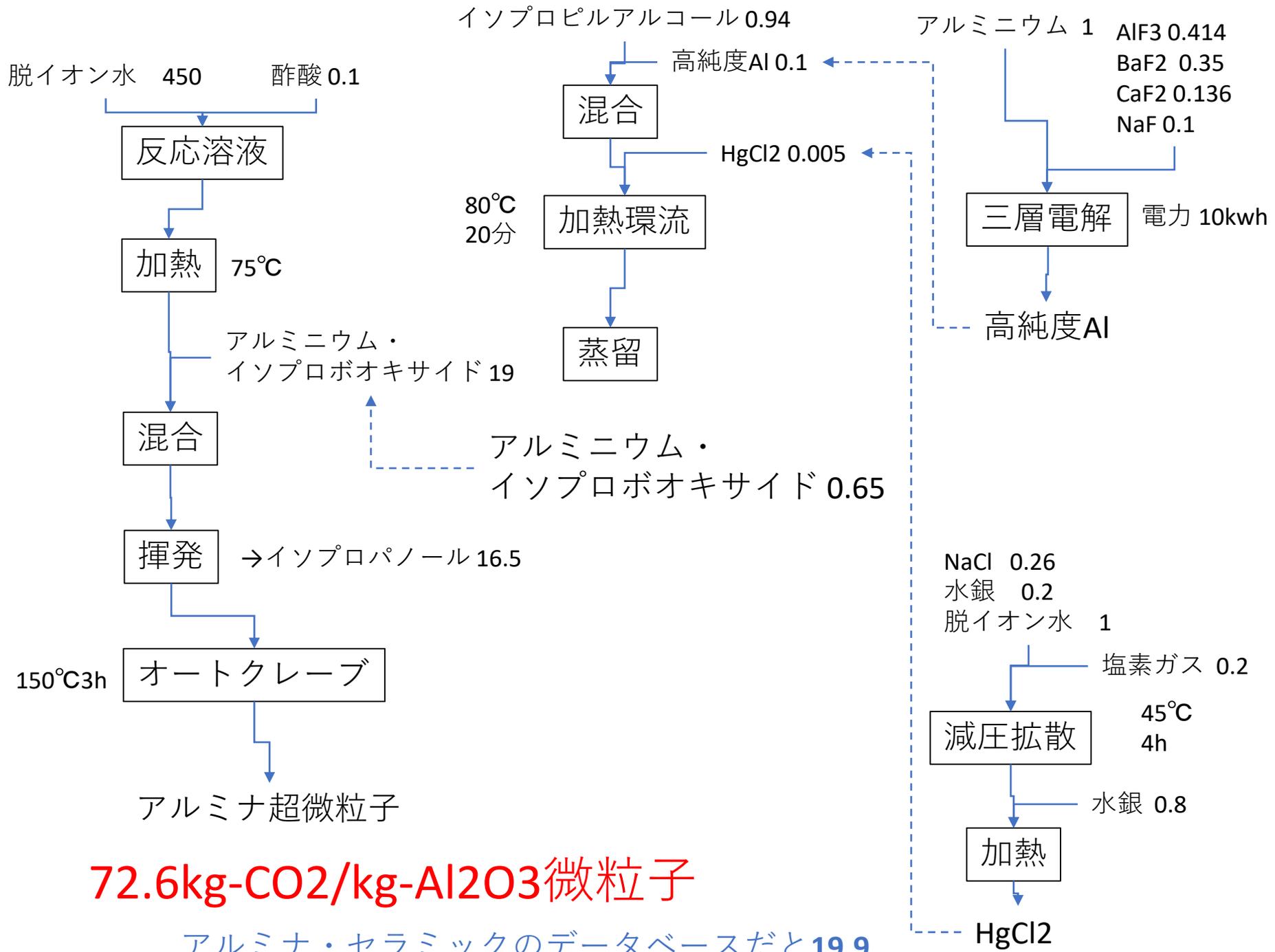
プロセス

- 結晶性ポリマーを加熱・溶融して押し出しフィルムを形成
- 延伸によって結晶間の界面を剥離させ微多孔を形成



WO2014/034448 WHMw-PE for LiB





72.6kg-CO2/kg-Al2O3微粒子

アルミナ・セラミックのデータベースだと**19.9**

アルミナ微粒子のCO2インベントリ

速報値

		使用量	CO2	
	アルミニウム	0.650	6.885	9%
三層電解	電力	0.650	3.118	4%
	AlF3	0.269	0.718	1%
	BaF2	0.227	1.819	3%
	CaF2	0.088	0.154	0%
	NaF	0.065	0.129	0%
	高純度Al	0.650	12.823	
加熱	イソプロピルアルコール	6.088	14.245	20%
	HgCl2	0.032	0.022	0%
			0.144	0%
			5.996	8%
蒸留	揮発	1.754	0.160	0%
	アルミニウム・イソプロオキサイド	4.222	33.391	
	脱イオン水	100.000	38.300	53%
	酢酸	0.022	0.032	0%
攪拌			0.000	0%
揮発		3.667	0.020	0%
オートクレーブ			0.848	1%
		1.000	72.591	

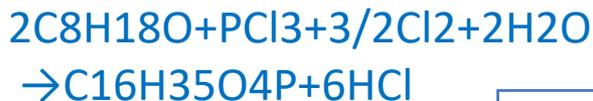
高純度硫酸ニッケル

速報値

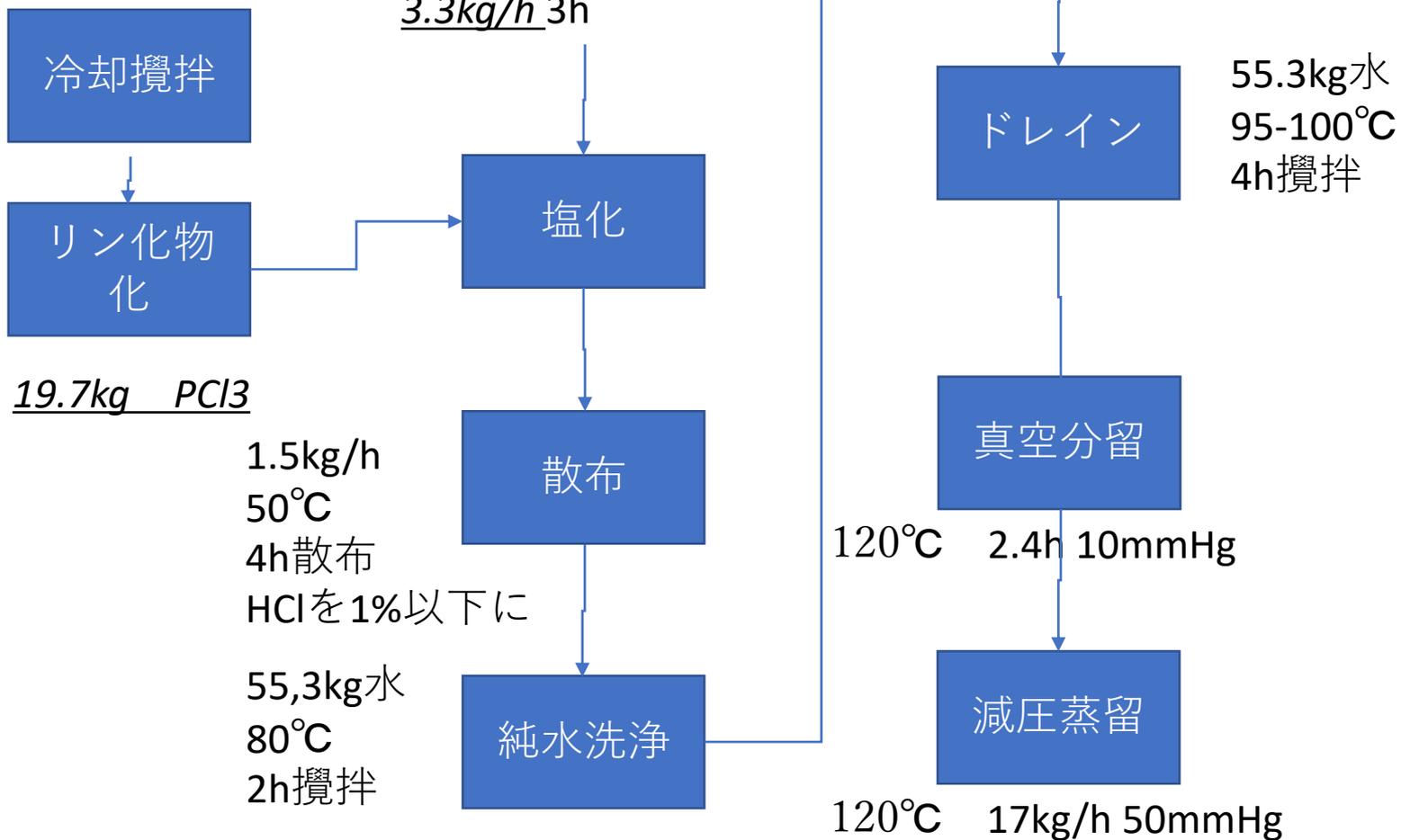
Ni,Co塩化物溶液 1kgNi分 10.93363 kgCO2					6水和NiSO4 1kgNi分 45.0213 kgCO2				
kg(kwh) kgCO2					kg kgCO2				
採掘		40	0.376	1%	溶液	942.5959			
選鉱		40			PC88A溶媒抽出				
	電力	0.418	0.20064	0%	PC88	0.188519	13.69092	30%	
	消石灰	0.13	0.3029	1%	クレンゾル	0.754077	1.070789	2%	
	青化ソーダ	0.013	0.67249	1%	廃液	0.942596	6.598171	15%	
マット製錬		8.333333			鉍酸			0%	
	重油	0.5	1.55	3%	塩酸循環	-1.20339	-10.3612		
	石炭	0.541667	1.28375	3%	PC88A溶媒抽出				
粉碎		8.333333	0.015871	0%	溶液	942.5959			
浸出					PC88	0.188519	13.69092	30%	
	CuCl2	2.288136		0%	クレンゾル	0.754077	1.070789	2%	
	水	100	0.17	0%	廃液	0.942596	6.598171	15%	
	加熱	100	3.36	7%	鉍酸			0%	
	放熱	100	0.178004	0%	硫酸逆抽出				
塩素浸出					硫酸	4.983051	0.65278	1%	
	Cl2	1.20339	0.99039	2%	水	937.6129	1.593942	4%	
Cuセメンテーション				0%	pH調整				
	マット	循環		0%	プレス				
	CuCl2	循環		0%	排水循環	940.8648			
Fe析出					乾燥	6.058911			
	NiCO3	0.1	1.833586	4%	蒸発	1.731117	0.520951	1%	

D2EHPA Di-(2-ethylhexyl)phosphoric acid $C_{16}H_{35}O_4P$ (322)

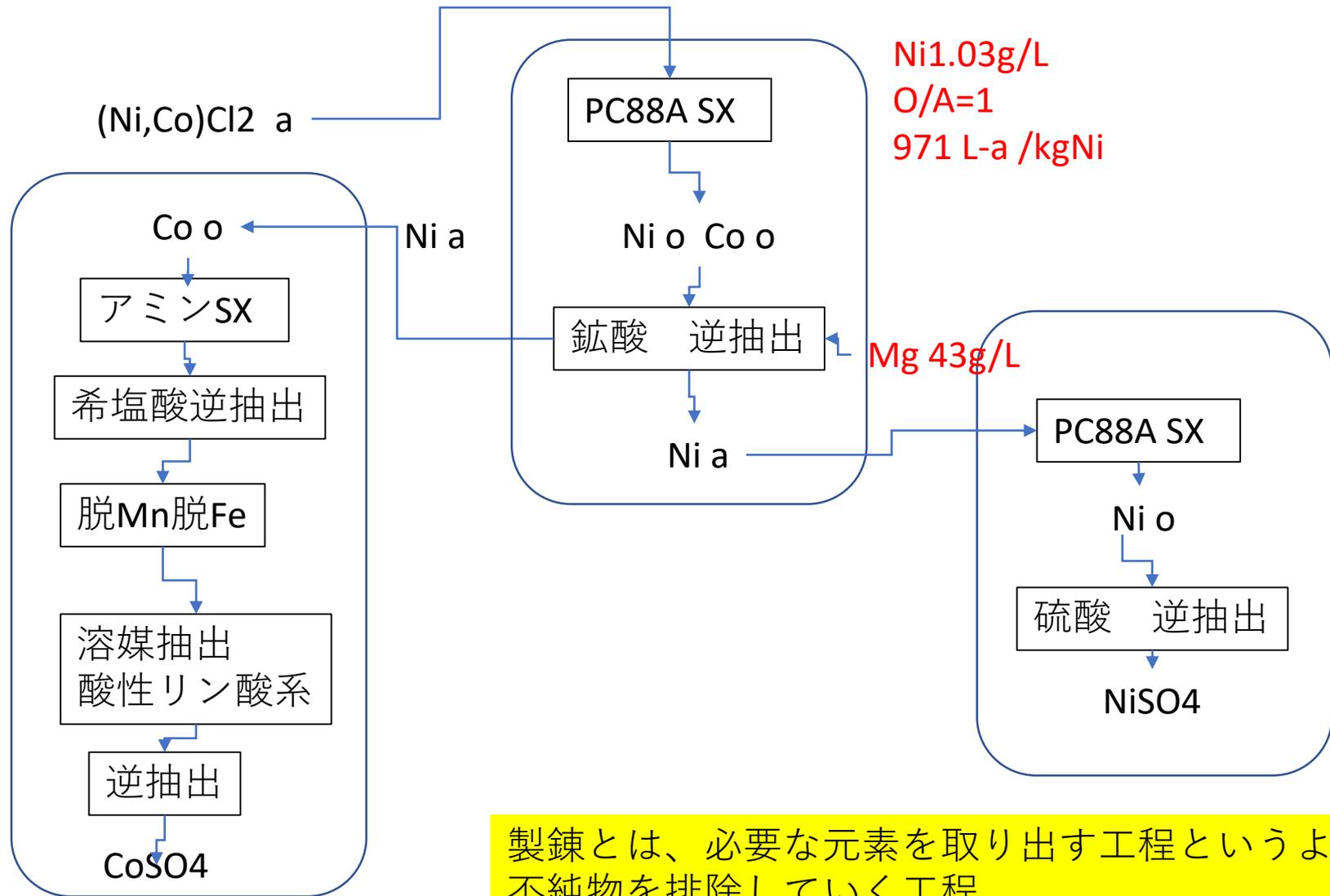
54.54kg 2-ethylhexanol
 $C_8H_{18}O$ (130) CFP-DB



塩素ガス(71)
3.3kg/h 3h



NiSO4 and CoSO4



製錬とは、必要な元素を取り出す工程というより不純物を排除していく工程

正極 活物質

水255, 6水和NiSO4 98.4 ,1水MnSO4 64.6 硫酸Fe7水11.1

Li2CO3 53.2

遷移金属元素を含有する溶液
硫酸塩が望ましい

KOH100

535重量部

NaOH2-8mol/L

純水

Ph10以上に

40°C~80°Cに保持しながら接触

水936 KOH15.8に30°Cで KOH溶液165+Ni系95.1滴下

濃縮 クロスフロー濾過
10wt%<x<30wt%固形分

スラリー100 を0.4MPaGで滷液50抜き出し

純水洗浄繰り返し

50水 繰り返し12wt%固形

LPG燃烧乾燥 60分で
40wt%固形分

250°C スラリー2.4kg/h

流動層乾燥機 110-150°C 60分

乾燥物含水3.5%

混合

Li化合物 OH,Cl,NO3

ロッキングミル4h

焼成

650-900°C 870°C6h
0.5-8h 大気雰囲気

二回繰り返し

粉碎

ボールミル
ジェットミル

洗浄

蒸留水

乾燥

150°C6h

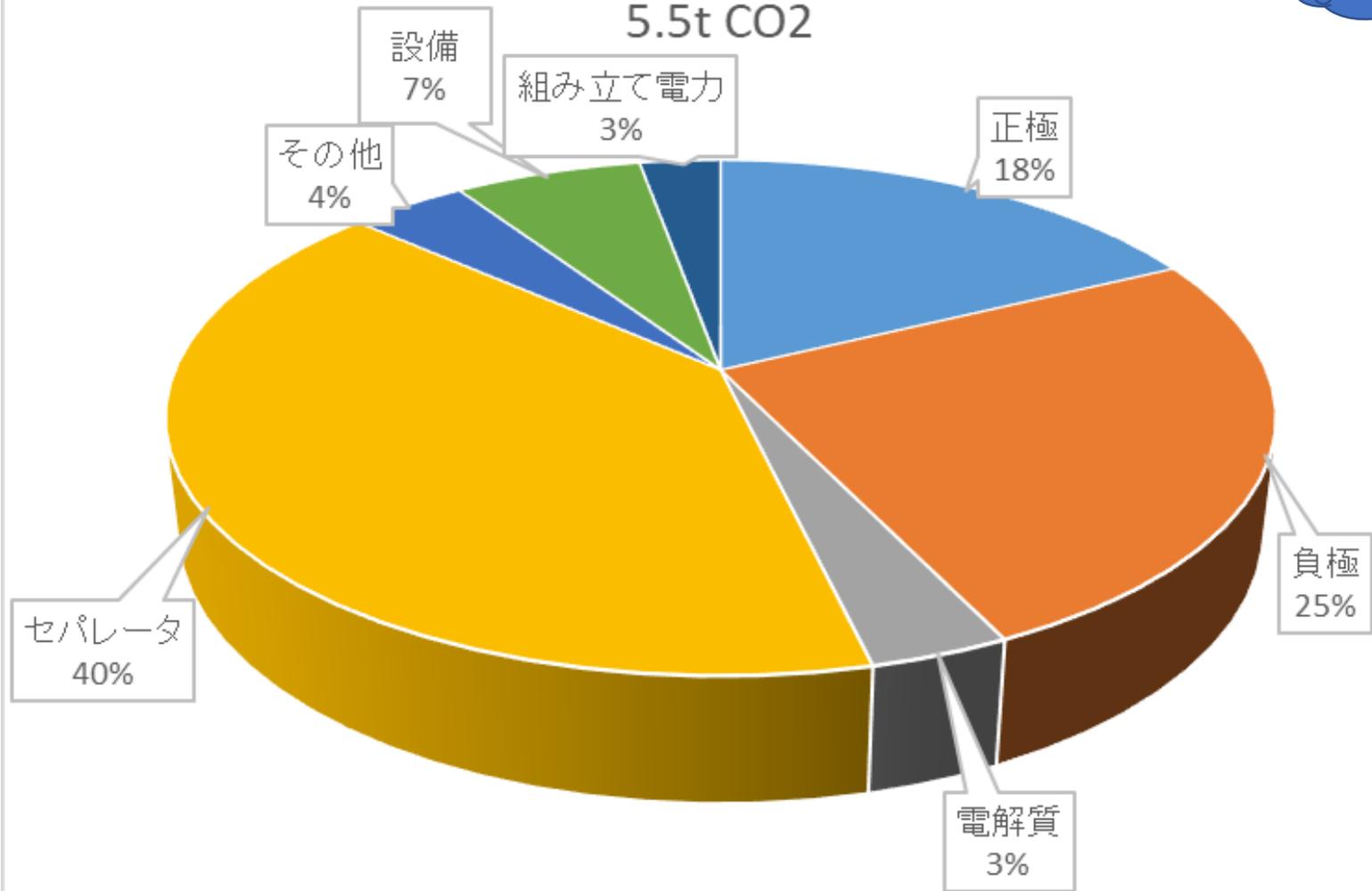
アニール

300°C6h

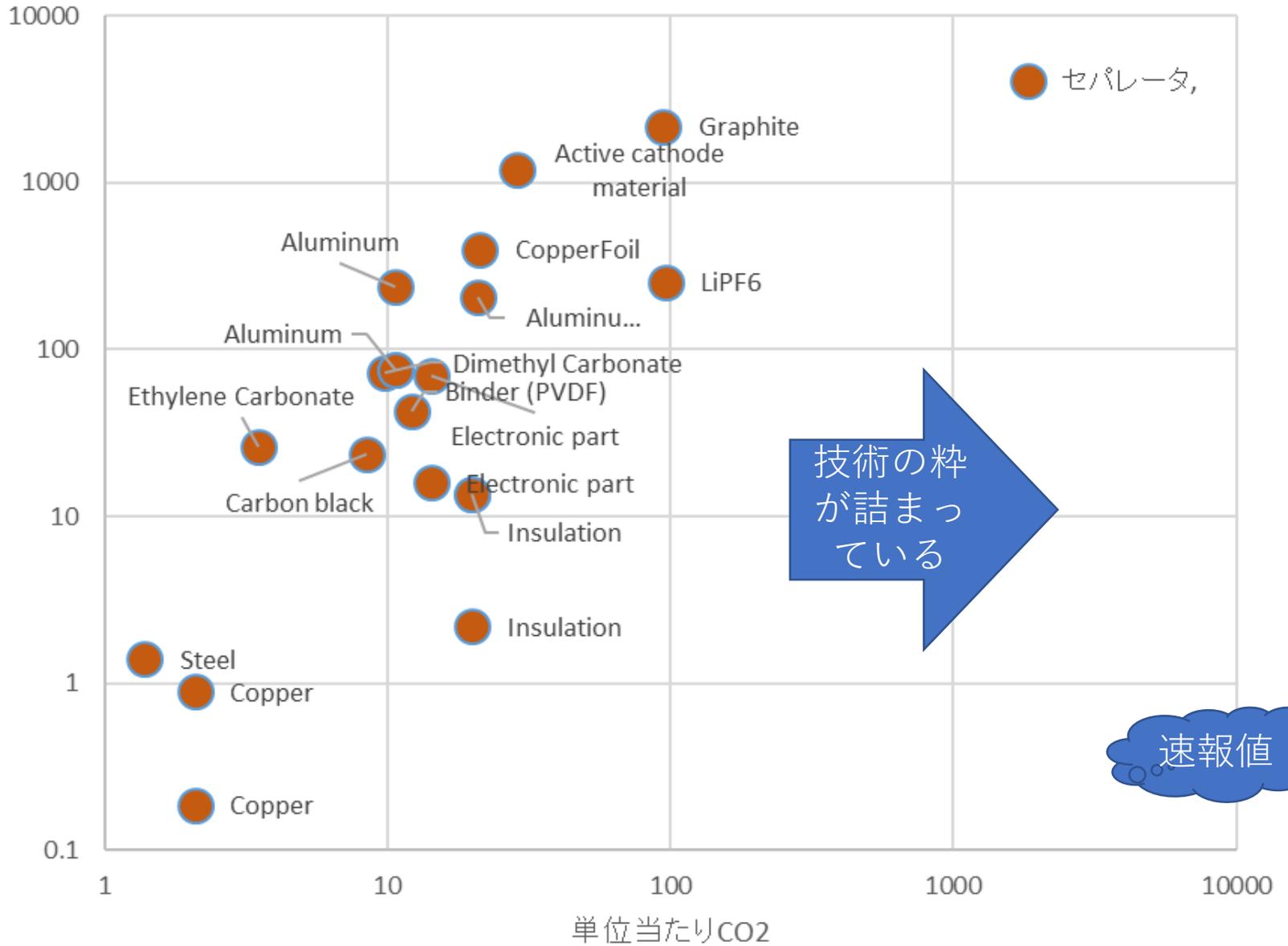
100

CO2/13.5kwLiB
5.5t CO2

速報値

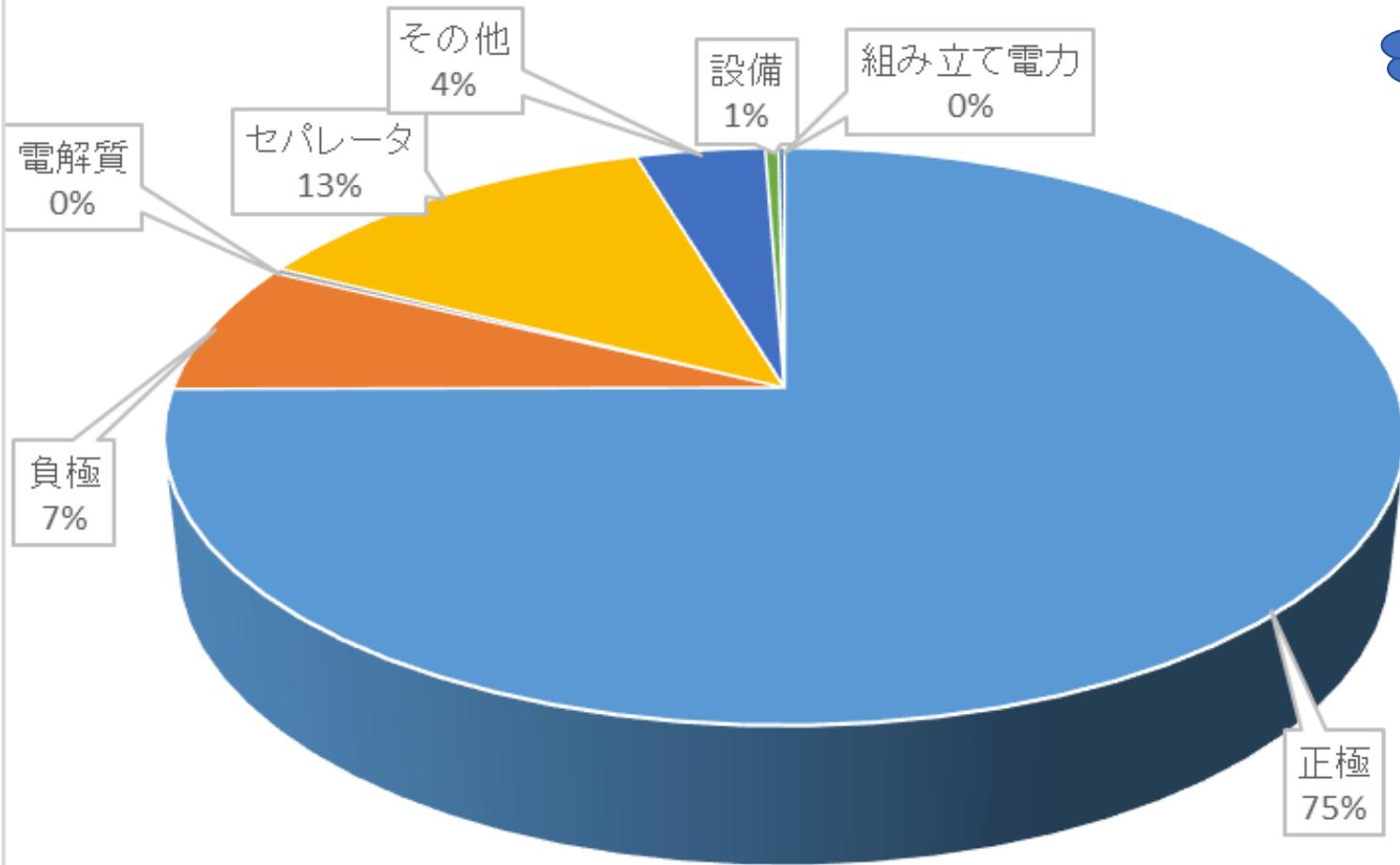


パーツ毎CO2

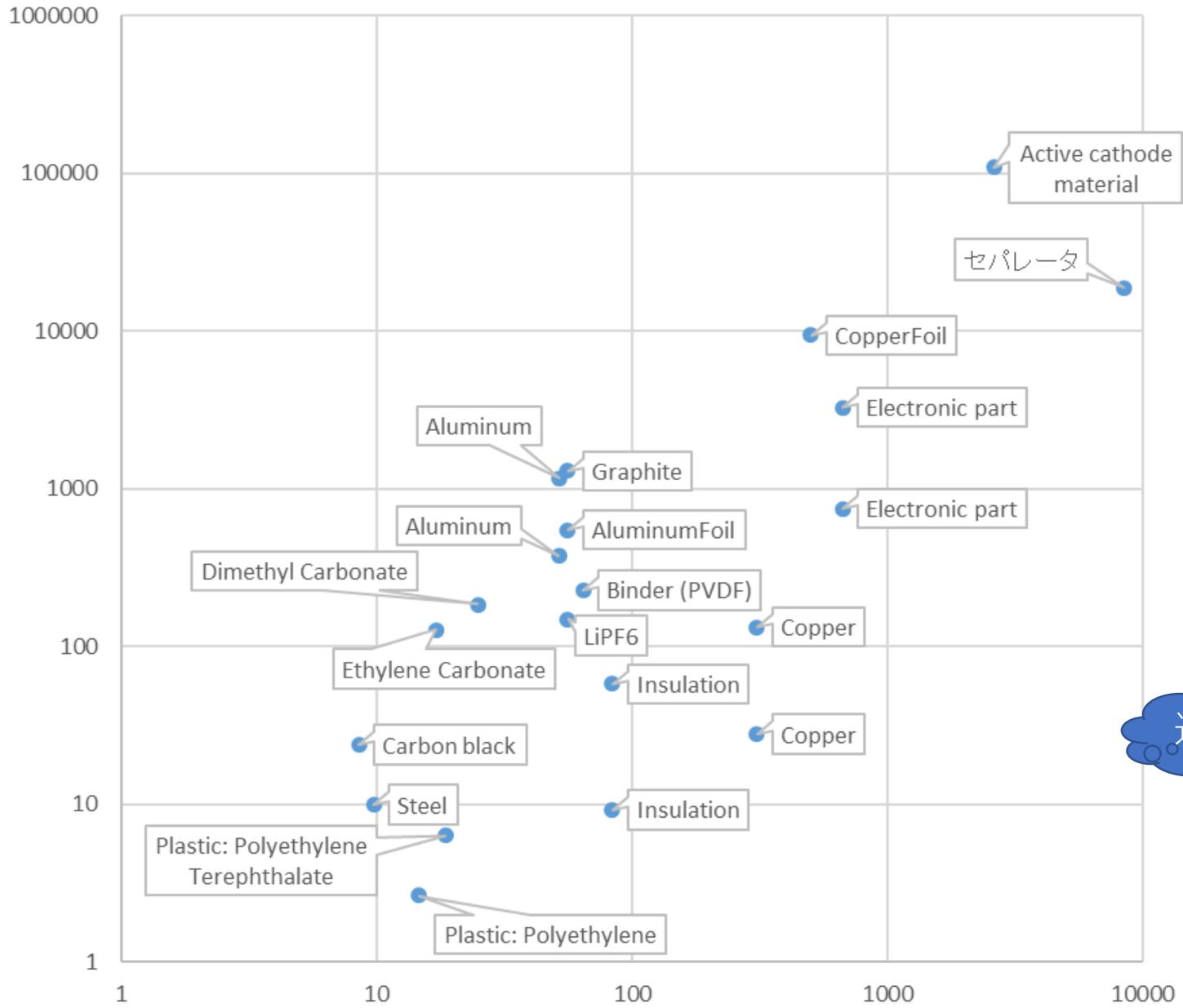


LiBの資源要求 146t

速報値



13.5W LiBの資源要求 (kg)



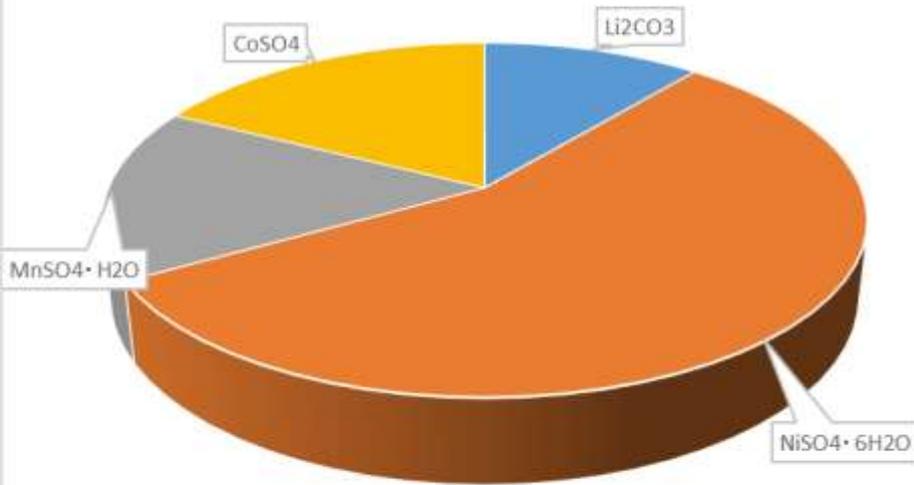
速報値

単位当たり資源要求

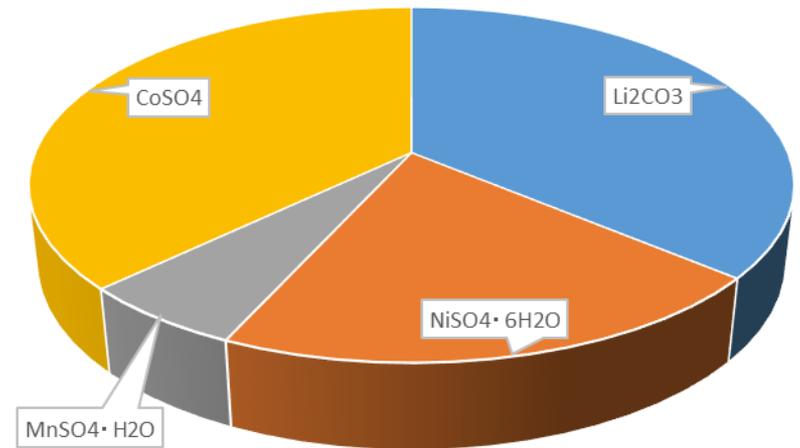
活物質の環境インパクトシェア

速報値

活物質CO2シェア NMC 1:1:1
CoはNiの副産物として計算した場合



活物質資源要求シェア NMC 1:1:1
CoはNiの副産物として計算した場合

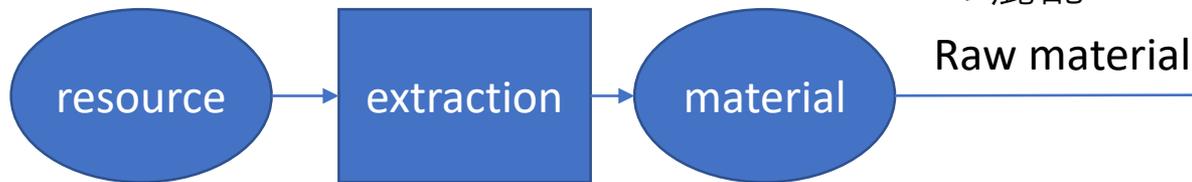


近日中に全データを公開

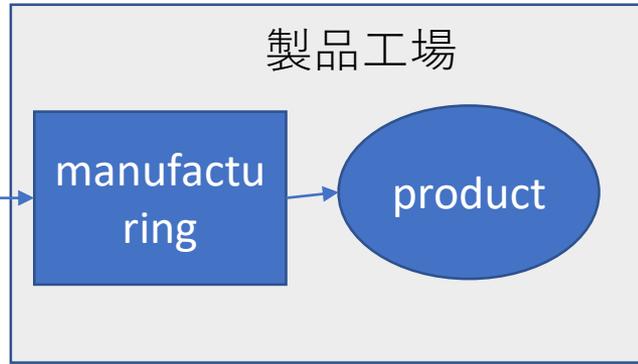
- 算出根拠、出展も全面開示
- Public Reviewを!
- At SusDIのホームページ
<http://susdi.org/wp/LCA>

coming soon!

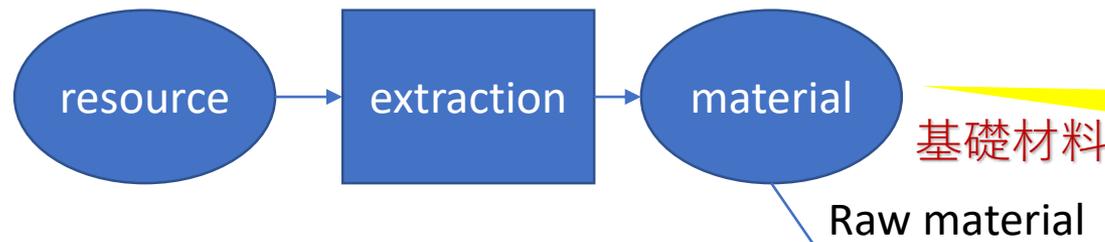
素材構成型



素材と材料の混乱



技術積上げ型



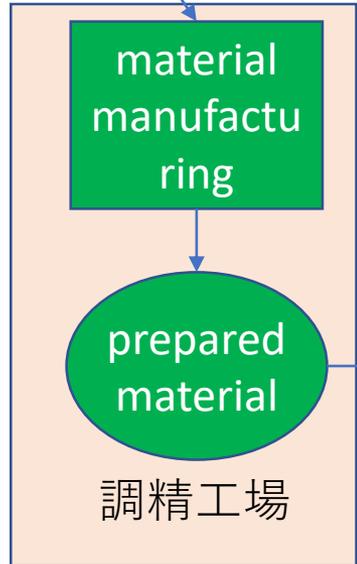
両者を区別できる適切な表現が必要

機能出現能
素材のエントロピー調整

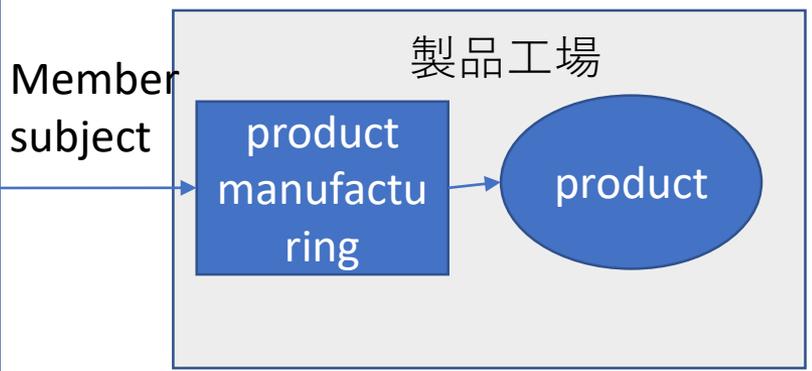
品位 形態
物質の不純物管理
粒度、結晶条件、

膜厚等
界面条件

ナノテクノロジー



機能化素材
アセンブル要素 assembly



Member subject

LiBの環境影響

- 素材構成(Bill of Material)よりも、機能の効果的発現のための不純物管理、素材構造制御へのエネルギー投入、物質投入の影響が大きい。
- そのために、量は少なくとも環境影響の大きな物質が多用されている。
- 最終製品には残らないプロセス素材が対象物よりはるかに大量で使用されその環境影響が大きい。
- プロセス素材を媒体にした加熱、加圧、浄化などの雰囲気制御に技術の工夫がなされており、この部分(ナノテクノロジー)をこそ精査すべきである。

まとめ

- LiBは技術の粋であり、LiBの環境影響を議論するには、技術の違いの分かるLCA(Scrutinized LCA)で議論する必要がある。
- 欧州流の(Patchy) LCAで環境影響を議論するとミスディレクションを起こす恐れがある。
- これからもLiBの技術革新は、環境改善や資源効率に大きな影響を与える。