

PCF(Product Carbon footprint)

- ・原材料調達
- ・生産
- ・流通・販売
- ・使用・維持管理
- ・廃棄・リサイクル



サプライチェーン排出量算定の事例紹介

(岐阜県 温室効果ガス排出量 業種別実務セミナー)

1

紹介

会社紹介

加藤軽金属工業株式会社

創業：1961年

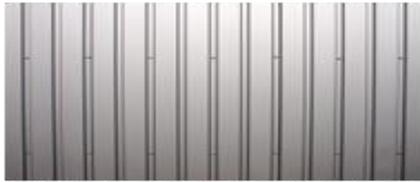
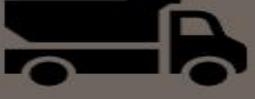
事業内容：

アルミ押出製造・加工・組立



顧客属性、製品の使用用途・納入先

製品の使用用途・納入先

業種	割合(%)	製品(例)
建材 	40	<ul style="list-style-type: none"> 建物/工事用壁材 
機械部品 	15	<ul style="list-style-type: none"> 機械/電機のケース/カバー 機械/電機周辺の立入禁止柵等の付属品
電機 	15	
輸送機器 	10	<ul style="list-style-type: none"> スキーキャリア等、自動車のオプション品 
その他 	20	<ul style="list-style-type: none"> ホワイトボードフレーム等のオフィス家具 

2

取り組み経緯

取り組み経緯

～2021年～

- ・会社を立て直す際に強みの見直し。低炭素原料を使用していることが判明。
- ・スコープ1～3を算出するためにCayzen・zeroboardと契約

～2022年～

- ・エイトス社の推薦で脱炭素経営フォーラムに応募
- ・環境省のお力添えで省エネルギーセンターに省エネ診断受診

～2023年～

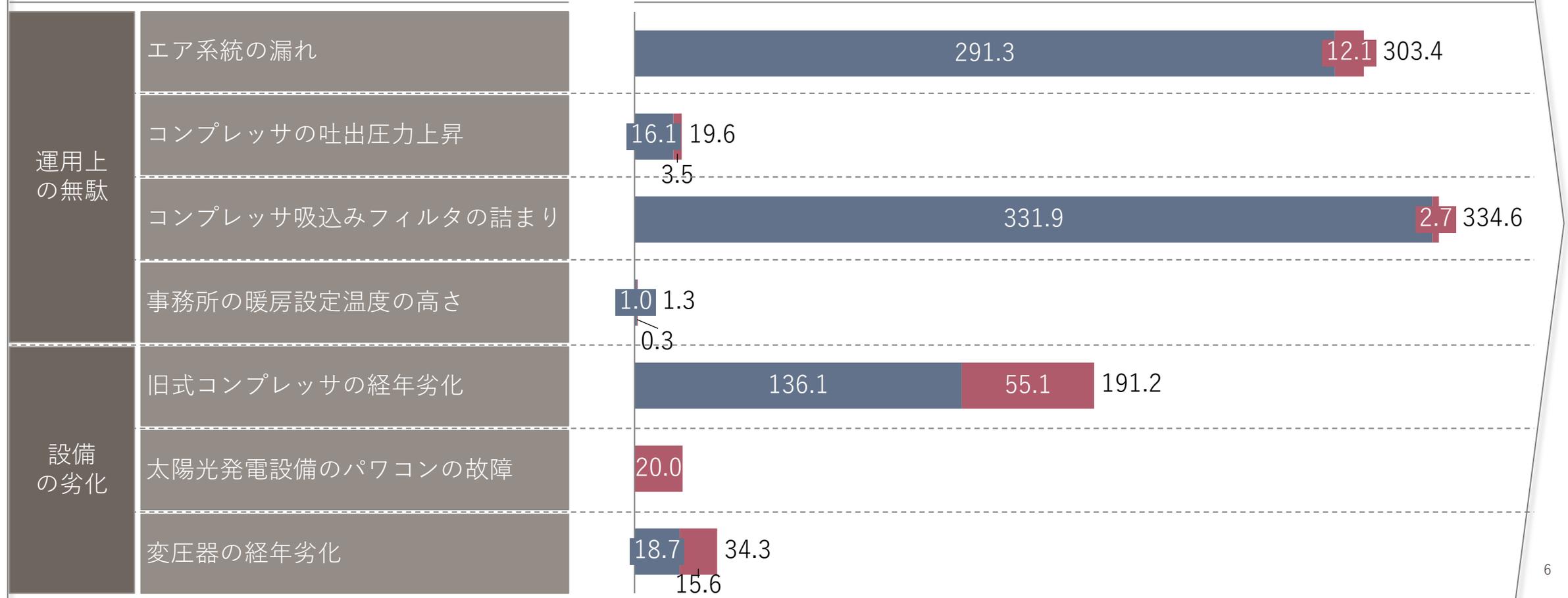
- ・脱炭素経営フォーラム結果報告・講演
- ・新規事業開始

省エネルギーセンターによる省エネ診断

Scope1,2に係る排出量の削減可能性の診断

無駄がある主な排出源

CO₂排出量（そのうちの削減余地）



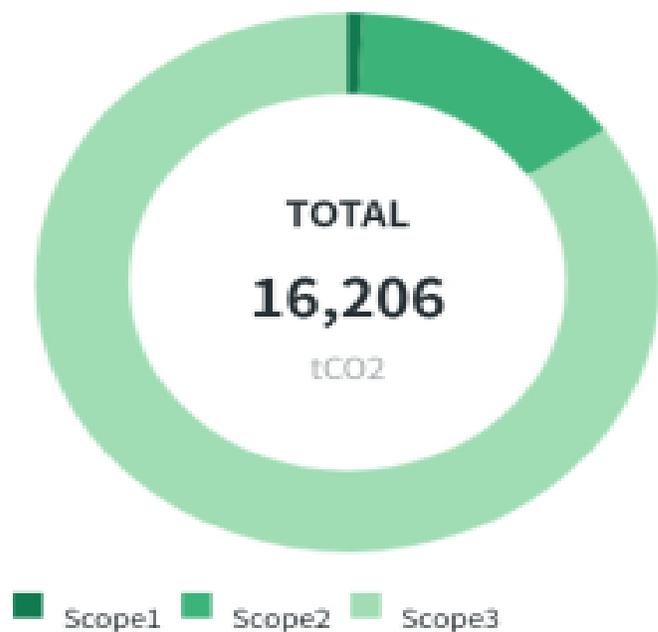
見える化①

会社全体のScope1~3見える化

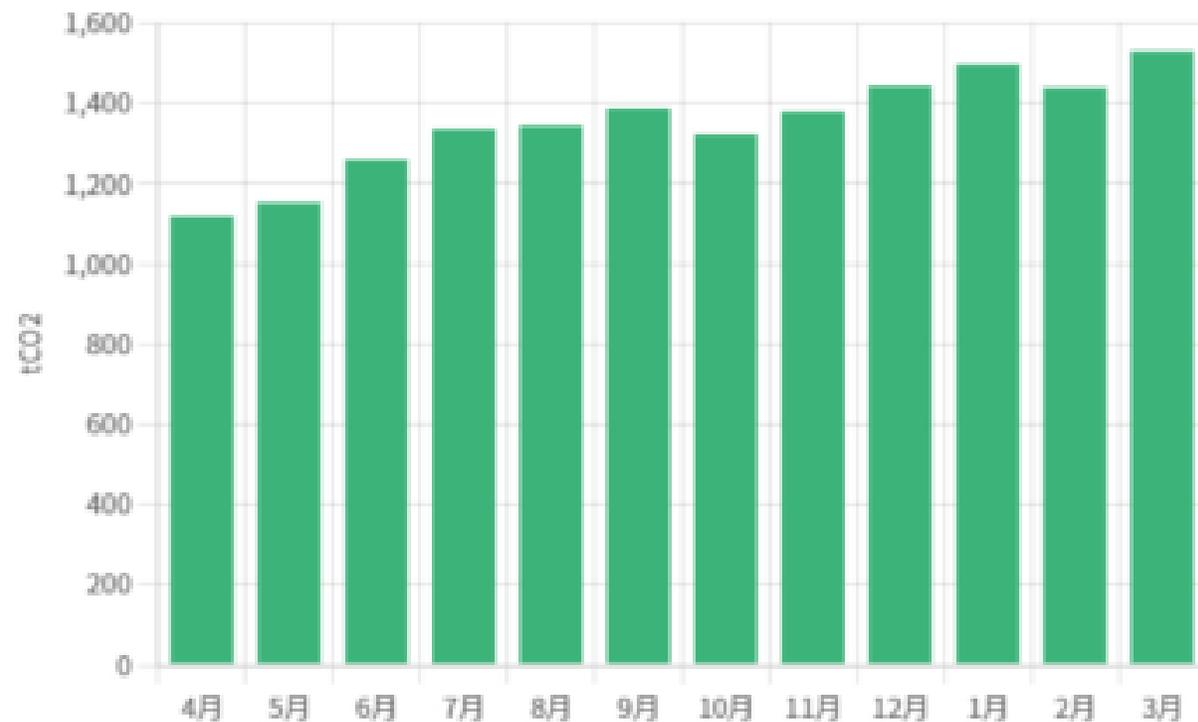
Cayzen(エイトス社) & zeroboard導入し、Scope 1 ~ 3算出

実際算出画面

CO2 総排出量



月間CO2排出量



見える化③

装置の使用電力の見える化

電力原単位を算出。

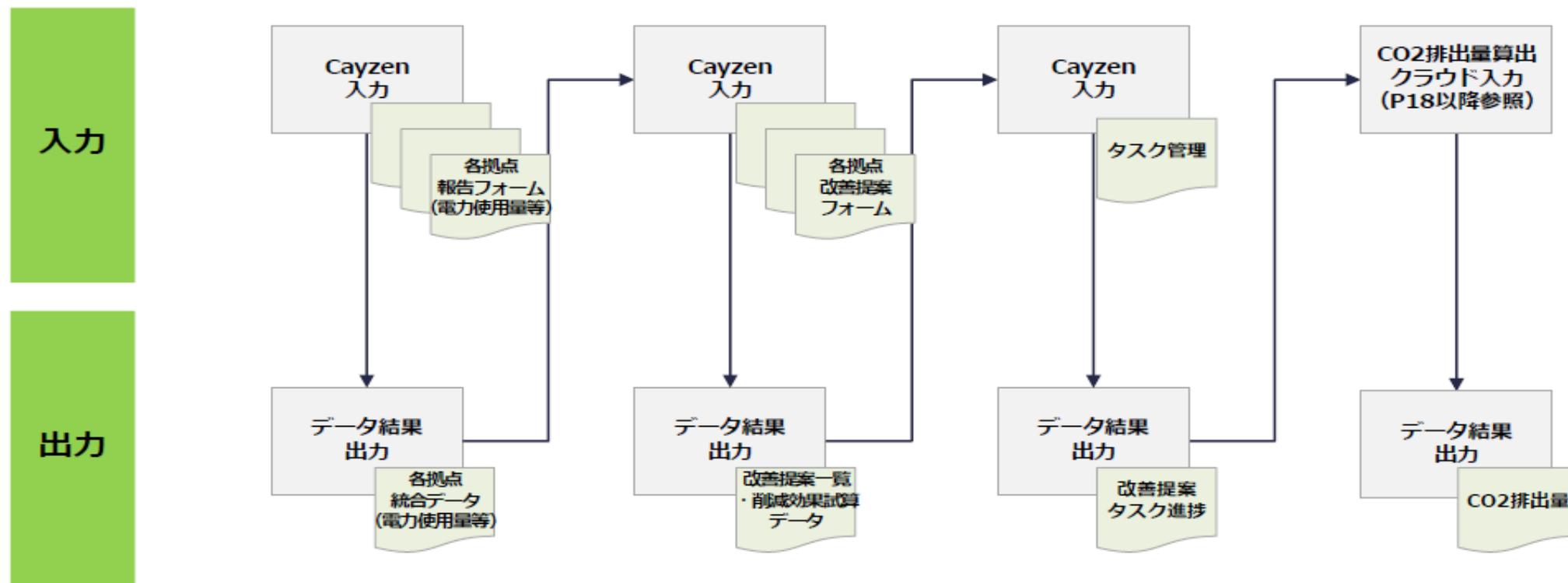
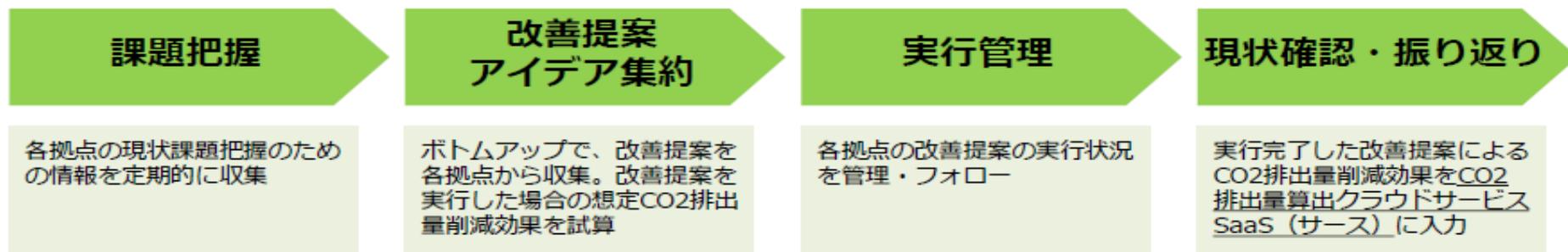
原単位に対し、社内で改善した効果を計算式化。

実際の改善効果を算出し、社員の改善活動を見える化・動機づけ
現場主体で改善が進む風土へ仕向けています。

大項目	中項目	タイプ	計算式
省エネ		①削減時間短縮タイプ	削減時間 (分) × 電力使用量 (kWh/分)
生産性向上	時間生産性改善	②率改善 (稼働タイプ)	電気使用量(kWh) - 稼働時電気使用量 × 改善後稼働率 + 停止時電気使用量 × 改善後非稼働率
良品率改善		③率改善 (良品率タイプ)	電気使用量(kWh) ÷ 現状の良品率 × 改善後良品率 × 生鮮数量
生産期間短縮		①削減時間短縮タイプ	削減時間 (分) × 電力使用量 (kWh/分)
業務改善		①削減時間短縮タイプ	削減時間 (分) × 電力使用量 (kWh/分)

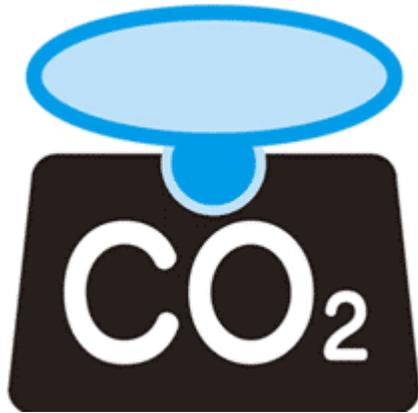
見える化④

装置の使用電力の見える化と改善



CFP発行

Cayzen、ゼロボードのシステムを活用し、カーボンフットプリント(※)を発行し、必要な顧客に展開。



(画像出典:CFPプログラム『初心者のためのCFP』)

※カーボンフットプリント (CFP = Carbon Footprint of Product)

商品やサービスが生まれてから消えるまでのライフサイクルを通して排出される二酸化炭素 (CO2) やメタン、一酸化炭素、フロンガスの量を算出。

CFP発行

カーボンフットプリント発行範囲。



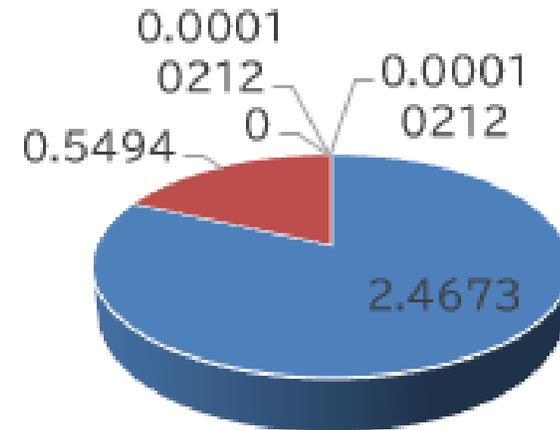
CFP発行

▶ライフサイクルステージ

1. 原材料調達 → 2. 生産 → 3. 流通・販売 → 4. 使用・維持管理 → 5. 廃棄・リサイクル

算定対象 : Cradle-to-Grave CFP

温室効果ガス(GHG)排出量 (新塊・再生塊のアルミ 1t(トン)当たりの推定値)	
3.0169	t-CO ₂ eq
内訳 [t-CO ₂ eq(二酸化炭素換算の重さ)]	
1. 原材料調達(調達量で換算)	2.4673
2. 生産(出荷量で換算)	0.5494
3. 流通・販売	0.00010212
4. 使用・維持管理	0.00010212
5. 廃棄・リサイクル	0



PCF(Product Carbon footprint)

- ・原材料調達
- ・生産
- ・流通・販売
- ・使用・維持管理
- ・廃棄・リサイクル

まとめ-1

○見える化を進めていく中で発覚したこと

- 弊社の場合、Scope1~2と3の比率は20:80

- ↳ ボーキサイトをアルミにする精錬工程で消費する莫大な電力が元凶

- 省エネ等ではScope1~2における削減余地が**5%**しかないことが発覚

⇒Scope3領域での削減が必要

- Scope3領域では以下に着手

- ↳ 自家発、グリーン調達、リサイクル、物流改善、新バッテリー技術等々

まとめ-2

脱炭素経営、グリーン調達やSDGsの取り組みを行い、起きたこと。

○このような講演会の機会を複数いただくようになったこと

○HPに掲載したところ、『SDGS アルミ』や『低炭素アルミ』、『グリーンアルミ』などのワードで検索1~2位になり、HPからの引合3倍。

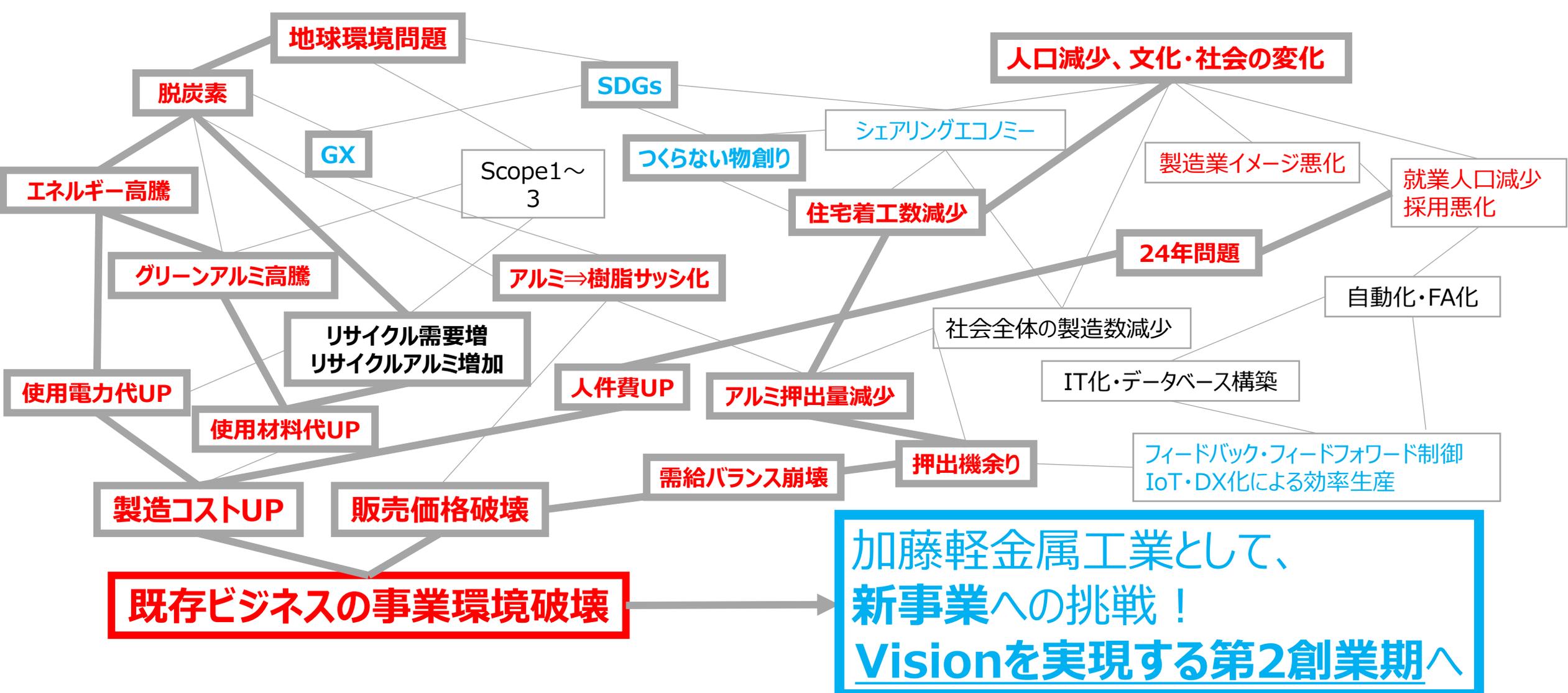
～結論～

- ・産業全体で取り組まないといけない脱炭素の取り組みを推進できる。
- ・技術紹介等解決に繋がる機会をいただける。
- ・社会的な露出が増やす機会に繋がり、実業にも良い影響があった。

3

加藤軽金属工業の取り組み

加藤軽金属を取り巻く事業環境の変化



省エネ設備導入

■プレス機 及び ヒーター入替

契約電力：1600kwh⇒1470kwhに削減



省エネ設備導入

■ マグネットヒーターの特徴

従来より広く使用されている

コイル式インダクションヒーター加熱ではなく、

「セクション」と呼ぶ加熱部に永久磁石を採用し、

永久磁石部の回転により発生する

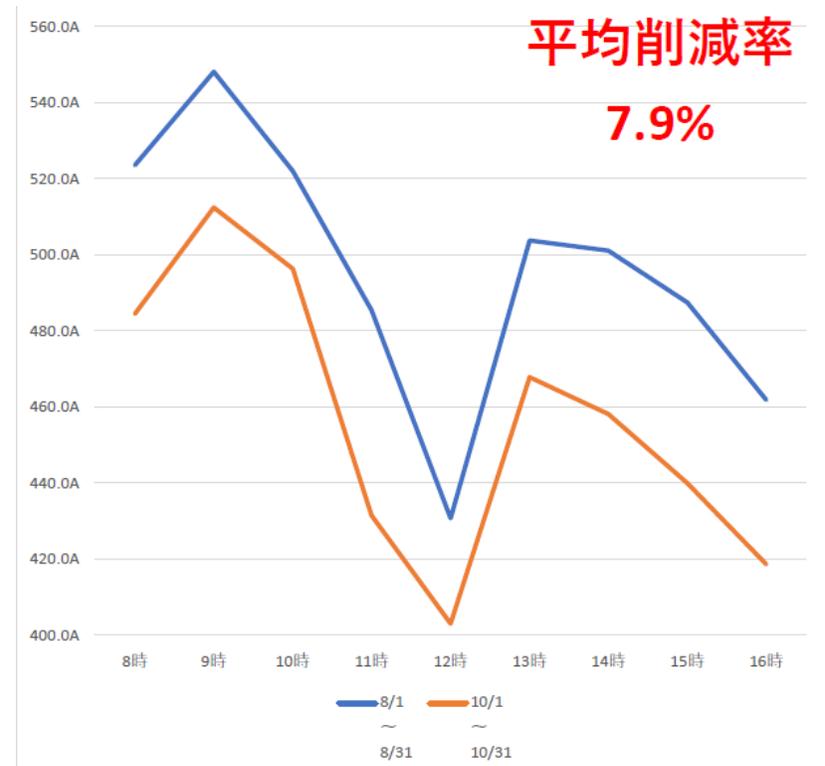
磁場フィールドによってビレットを加熱

熱電効率：60%⇒82%

省エネ設備導入

■ 高調波、電気ON/OFF時発生する電気削減

約8%の電気使用量を削減



太陽光パネル設置

太陽光パネル設置にて、ピーク時50kwh発電
パソコンの予備部品を持ち、入れ替えながら運用



24年問題共同運航便企画

4m長物輸送が多く、満載ではない輸送効率が悪いう状態で運ぶことが多いため
業界・地域を巻き込み、満載で輸送できるように共同運航便を企画

対2024年 物流関係の共同事業

引用：野村総研HP

<https://www.nri.com/jp/knowledge/report/1st/2023/cc/mediaforum/forum351>

① 提案

- ・大都市間**共同運航便**&倉庫運用
 ↳大都市間を繋ぐ定期共同配送ライン&倉庫運用。
 都市・エリアは各社ラスト数マイル配送。
 ⇒積載・輸送効率を上げ、GHGの排出量を減らす。

2

② 2つの理由と背景

- ・1 **2024年問題**に伴う輸送関連コスト上昇
 ↳2024年問題対策、輸送・積載効率向上
- ・2 **製造～出荷における国内GHG排出低減**
 ↳CN対策、対国際・対異種素材 競争力強化

3

GHG89%
削減可能

③-1 積載効率UPに伴うメリット

～コストメリット～

- ・1 **積載重量向上(10%→フル積載)**
 平均20%、1回輸送あたり最大**93%**コストダウン
- ・2 **中型⇒大型へ変更**
 平均15%、輸送距離増に伴い**14%～24%**コストダウン

～試算～

- ・**2024年問題にてコスト上昇130%と仮定した場合、**
 ⇒2024年度以降の共同輸送便にて長距離便のコストは従来比**88%**程
 (100%(従来)×130%(2024年)×80%(メリット1)×85%(メリット2))

※弊社協力輸送会社4社平均

7

③-2 積載効率UPに伴うメリット

～GHG(燃料使用量)削減メリット～
 積載効率10%から100%になることで、**89%**削減

トラック改良トンキロ原単位表(トンキロ当り燃料使用量)

車種区分	積載率が明確な場合					積載率が不明な場合				
	最大積載量(kg)	10%	20%	40%	80%	100%	自家用	事業用	自家用	事業用
軽自動車	900	2.74	1.34	0.78	0.42	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
軽トラック	2,000	1.35	0.70	0.34	0.24	0.22	0.16	0.16	0.16	0.16
普通トラック	2,000	0.85	0.45	0.24	0.18	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
1000kgトラック	300	1.67	0.84	0.42	0.24	0.22	0.16	0.16	0.16	0.16
1000kg以上	1,000	0.81	0.45	0.24	0.18	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
2000kg以上	2,000	0.59	0.35	0.18	0.12	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07
4000kg以上	4,000	0.37	0.22	0.12	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
6000kg以上	6,000	0.28	0.17	0.09	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
8000kg以上	8,000	0.23	0.14	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
10000kg以上	10,000	0.22	0.13	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
12000kg以上	12,000	0.19	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
14000kg以上	14,000	0.18	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

※GHG排出：2.322 kg-CO2/リットル

※資料：https://www.mtl.go.jp/pdf/attach/19/d/attach/091127_4.pdf
 https://www.env.go.jp/foundation/1/001/154-04/mat04.pdf

8

④ 実現方法

- ・共同輸送システム保有会社と契約
- ・複数社で共同で会社(SPC)設立

～運用～

- ・事前生産～地元納入計画
- ・地元倉庫納入
- ・まとめ配送計画
- ・仕向け地倉庫へまとめ配送
- ・仕向け地倉庫から目的地へ輸送

10

24年問題共同運航便企画

荷主だけで運用するのは非常に難易度が高く、運送会社との協力も必須。
複数社と協業していく。

運送会社の主体的な経営のための 合い積みネット

PoC②では、売上は1.2倍、利益は4.0倍となった

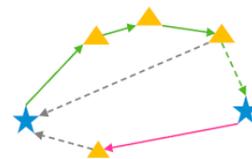


ベースロード配送：トラック4~6台×5日間
合い積み配送：同地域での返品回収（回収期限は2週間程度）、残業代は発生しない範囲（業務時間内）に限定、増加売上歩合込み、増加売上の原価は10%と計算

合い積みネットの活用によって売上と利益を増やす例

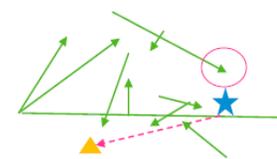
トラックの「未来位置」と「空き容積」が見える化できれば、そこに“荷物を取ってくる”ことが可能になる
→ 経営者や配車担当者のアニマルスピリットを呼び起こす

1) “2回戦”



1巡目の仕事がいつ、どこで終わるか見えるので、配車マンが2巡目を組みやすい
(手組み配車ではほぼ不可能)

2) 当日手配



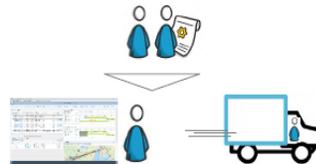
急な配送依頼が来た場合でも、配車マンは最適な車両を見つけやすい
(手組み配車ではほぼ不可能)

3) 外部サイトからの2回戦



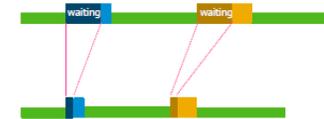
配車マンは2巡目オーダーを外部マッチングサイトから見つけてきてとして配置することができる
(将来的にはAPIアクセスを介しての自動化も)

4) 配車マン減



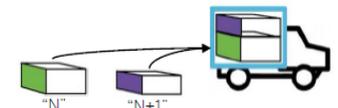
業務ごとに1.5人~2人くらいの配車マンが配置されているが、合い積みネットがあれば、うち1人は運転手として稼げられる

5) エンドtoエンドの改善



運行記録がデジタルに記録できるので、待ち時間の短縮等に向けた改善につなげられる
(現在の平均待ち時間は1時間45分/日)

6) NとN+1の合い積み

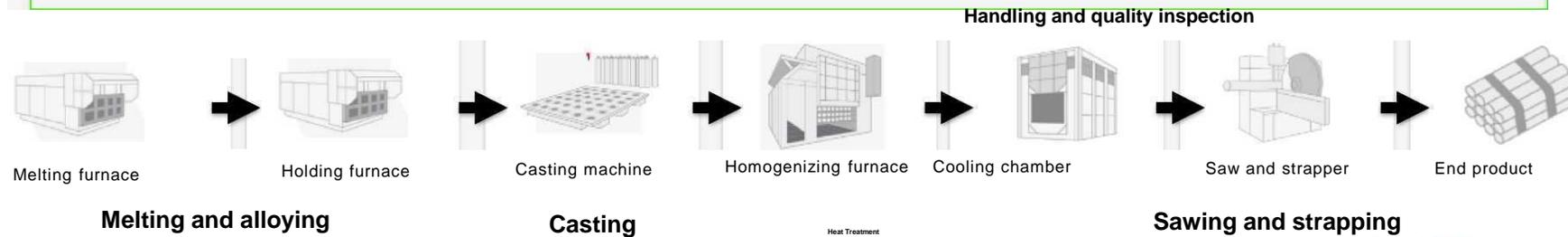


定期配送の場合、荷主と相談して「今日」と「明日」の荷物を合い積みして同時に届ける、といったことも可能になる可能性がある

出典：合い積みネット

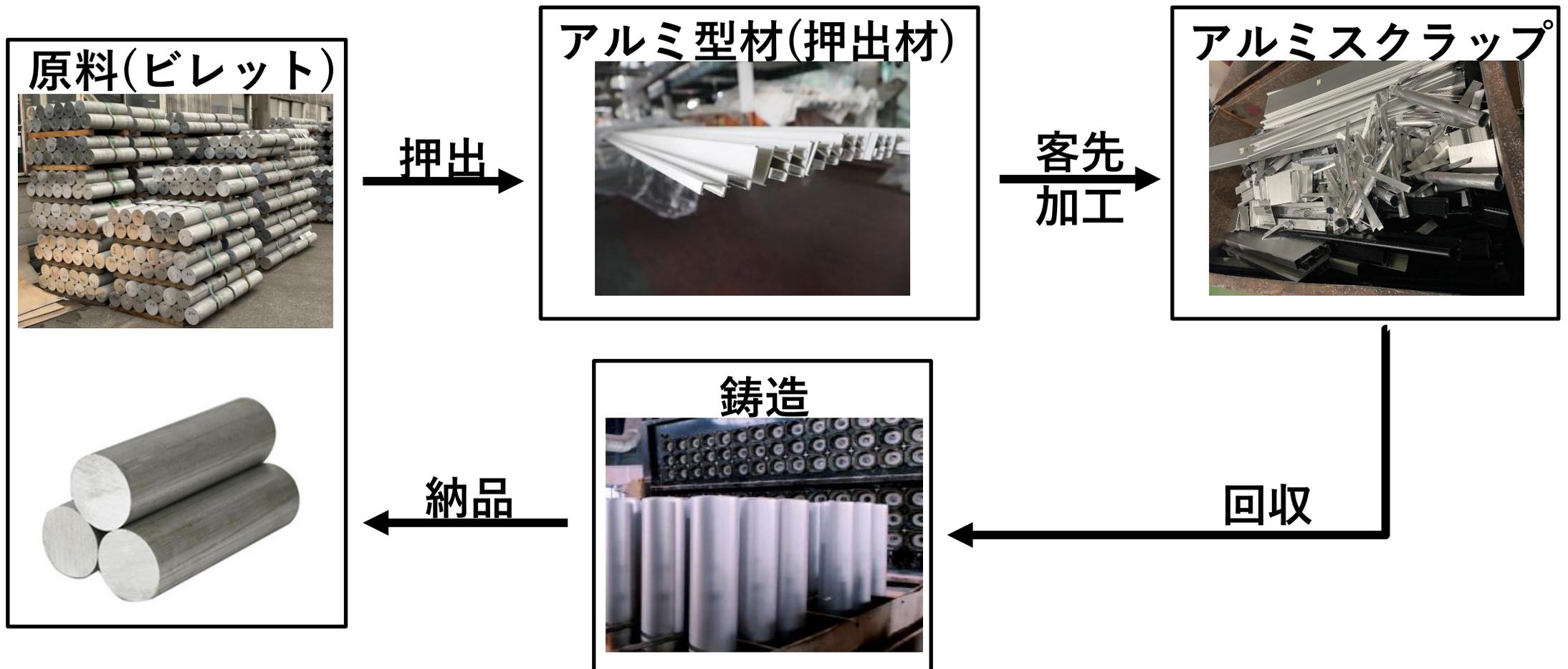
アルミ再生炉企画

日本のアルミニウム製品の**二酸化炭素**含有量を低減するために、アルミニウムスクラップの**海外流出**を防ぎ、**回収～再提供スキーム**を確立させて、日本の製造業が低炭素の再生アルミを使用できる流れを作ることができる**再生アルミニウム炉**を企画中。



スクラップ回収⇒再生⇒納品

国外流出低減、展伸材の**水平リサイクル率UP**、顧客企業の**GHG低減**
新塊 > 再生塊の**価格差還元**



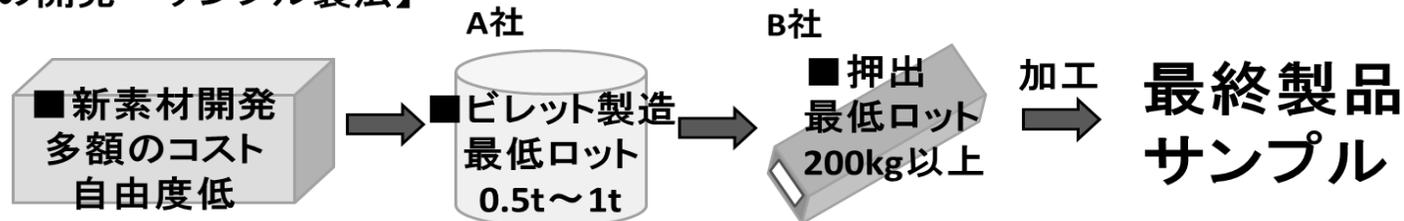
小ロット特殊アルミビレット製造 是永商会と連携

アルミの鋳塊は5~40トンがMOQであり、小ロットで特殊な合金が必要な場合、無駄が発生するため、小ロットでビレットが作れるように開発

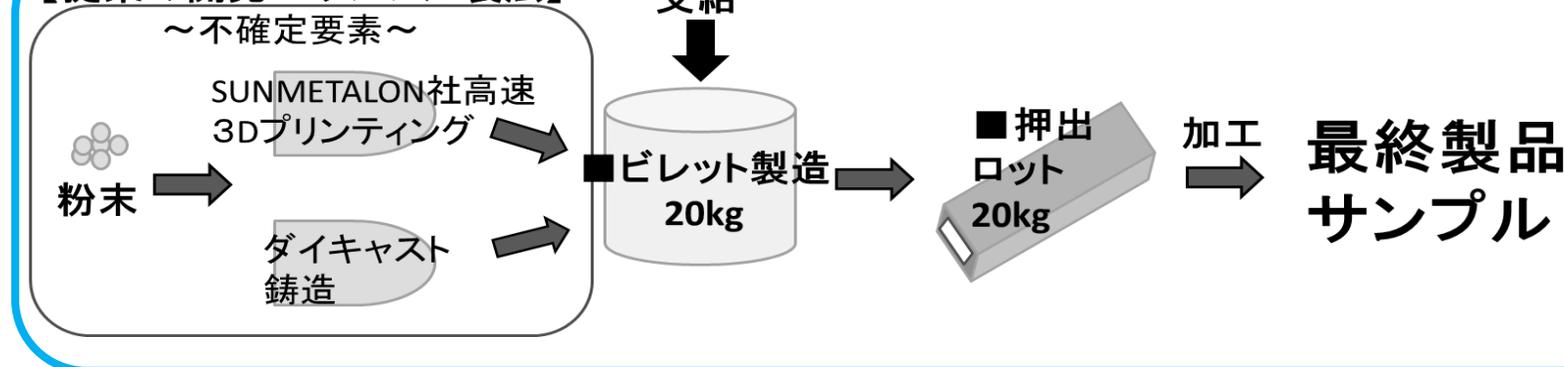
(まだめちゃくちゃ高額！！！！)



【従来の開発～サンプル製法】



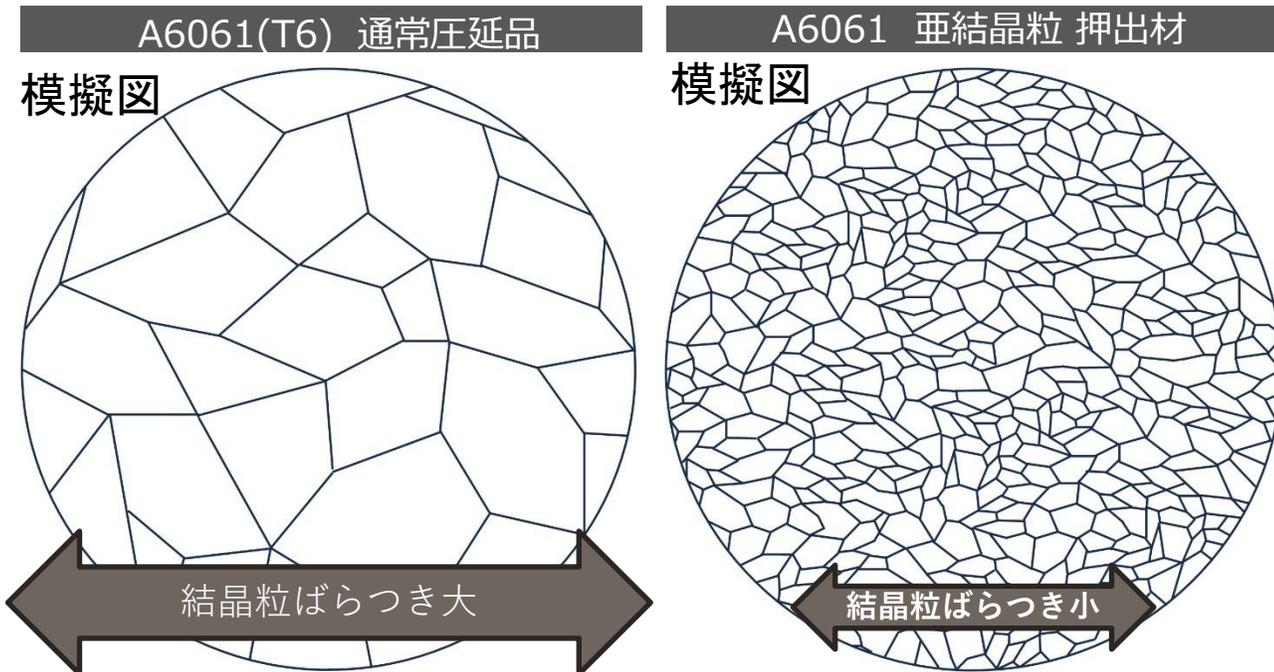
【提案の開発～サンプル製法】



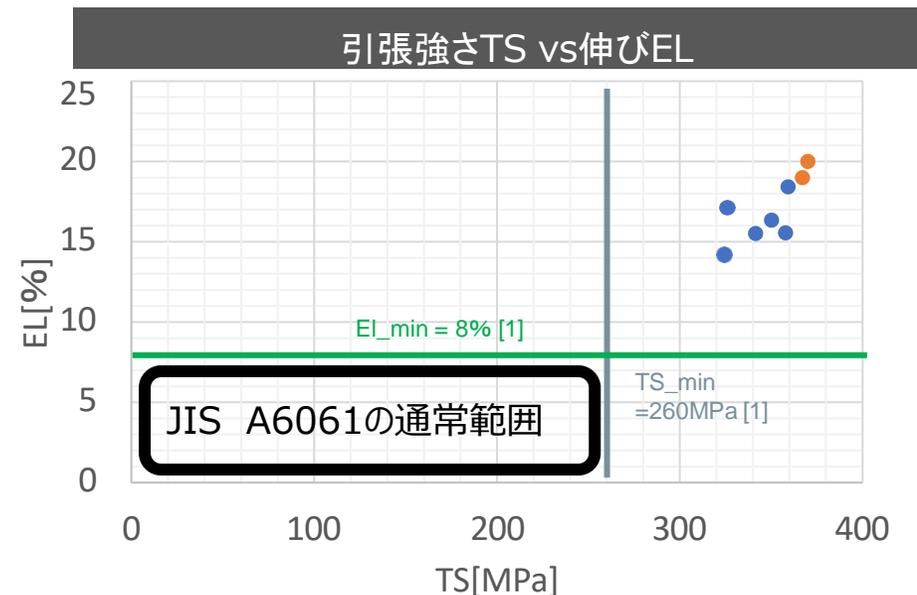
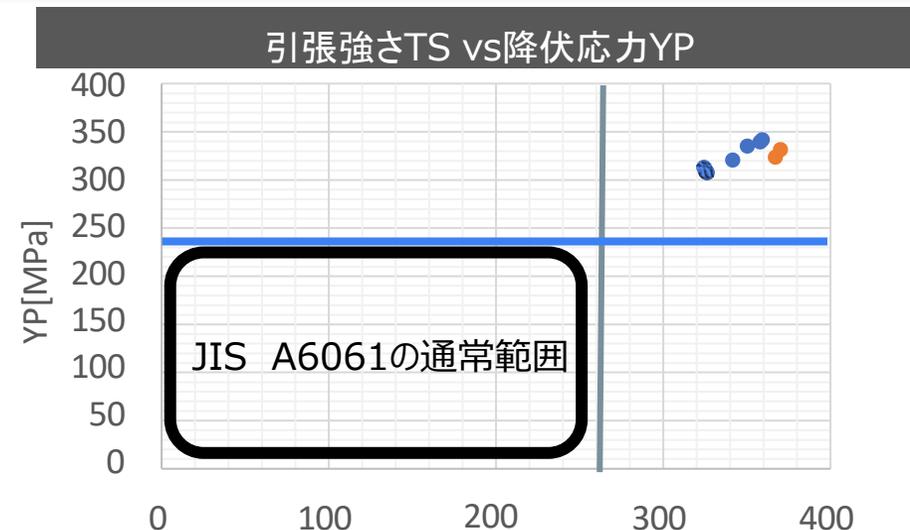
用途例：開発合金の実用テスト時、特殊合金、予備品、補用品

小ロット特殊アルミビレット製造 是永商会と連携

『結晶粒微細化押出材』のメリットもあり



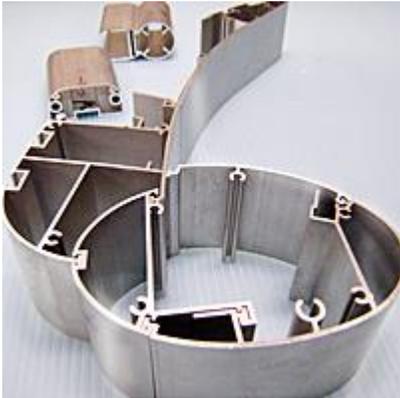
～本製品の特長～
 亜結晶粒(結晶粒が細かい、EL、TS、YP値が高い)
 結晶は粉末に依存し、分級で大きさコントロール可能(1~100 μ m)。
 結晶粒界の中に金属化合物が析出しにくい。
 焼きなましが必要の可能性が高い。歪な熱膨張がしにくい。



使用済みアルミ部品リサイクル事業 是永商会と連携

特殊合金アルミ押出部材で製造された部材が再度必要だが、少量の場合、**20～40トンのビレット(材料)を量産**するコストがもたないことがある。その場合、特殊合金アルミ押出中古部材を「粉末化」or「溶解」し、**少量の再生ビレット**にし、押出・加工・組立し、再納品する。(是永商会と連携)

使用済み
アルミ型材



粉末



ビレット



押出



リサイクル可能接合 金属×金属、金属×樹脂接合

低コストの簡易接合技術で、水、熱で接合を分解可能。

⇒『樹脂×金属の接合 = 産業廃棄物』をリサイクル可能に。

ホットプレス×異種素材接合用アルミ押出材
(輝創株式会社との共同開発)

～本製品の特長～

自然由来素材
安心・安全

ホットプレス接合
低コスト導入

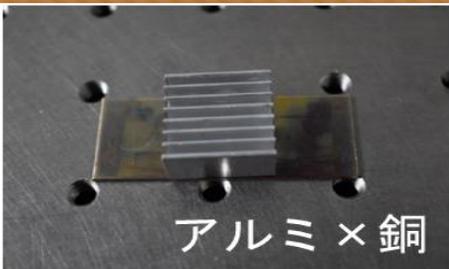
水分解orなし
選択可能

異種金属・樹脂
接合可能

導電性or絶縁性
選択可能

熱抵抗ありorなし
選択可能

～実例～



アルミ×銅
ヒートシンク用途



アルミ×ガラス
窓枠、建材用途



アルミ×CFRP
産業装置用途

現在の用途

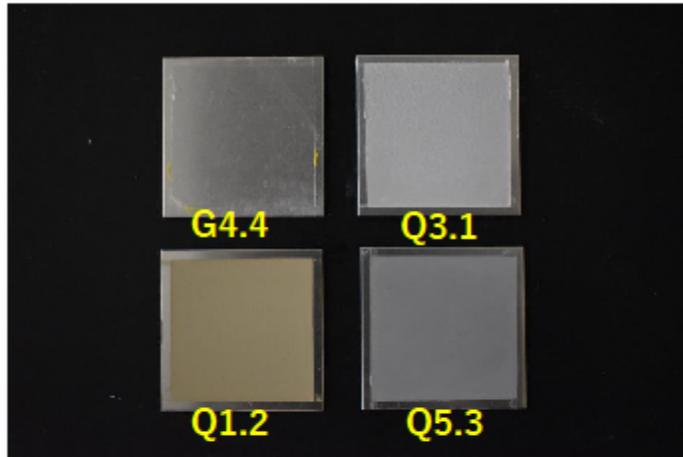
工程削減効果も！

- ・鋼板の積層貼り合わせ
- ・熱硬化樹脂と接合
- ・熱処理金属と接合
- ・熱交換部材(異種金属接合)
- ・半導体部材(樹脂・金属接合)
- ・治具(樹脂・金属接合)

リサイクル可能接合 金属×金属、金属×樹脂接合

低熱抵抗の接合であることが判明！

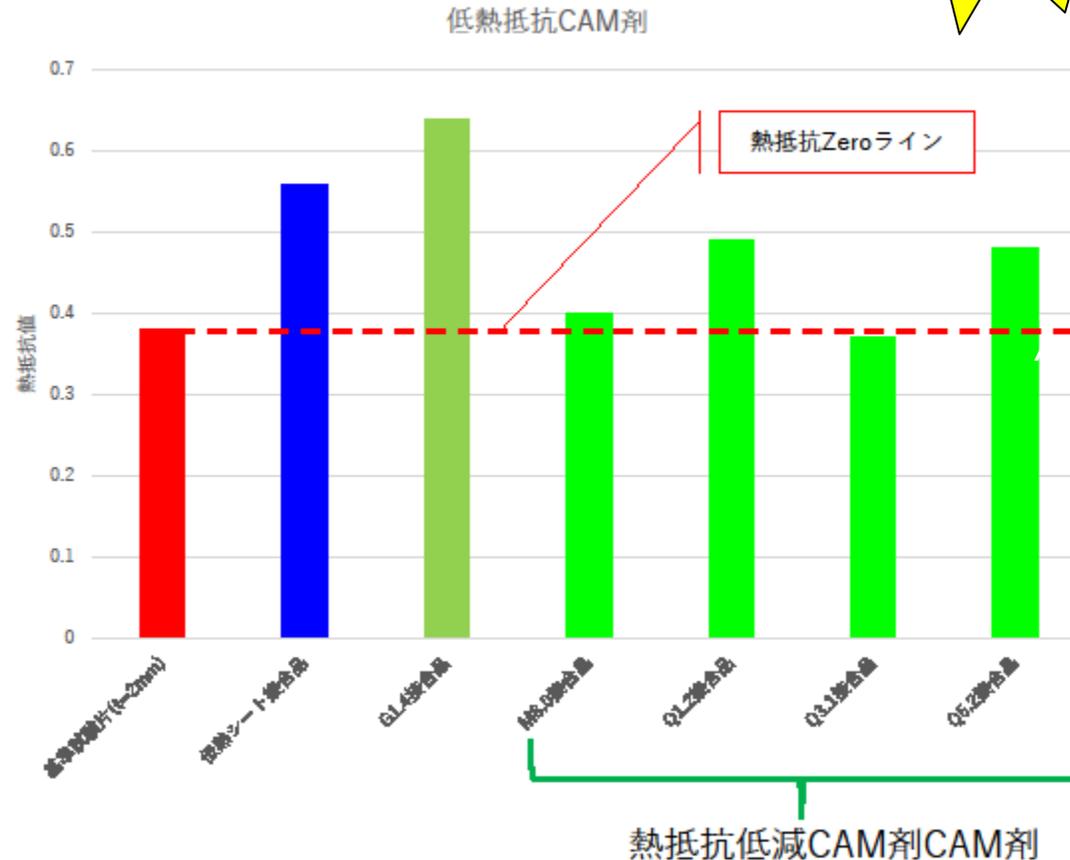
熱抵抗がほぼ0に！



【試験条件】

A5052 (40×40×1mm) × 2枚接合
CAM剤塗布厚み：120 μ m片面
接合温度：250 $^{\circ}$ C
接合時加圧力：4MPa

名古屋市工業研究所にて測定



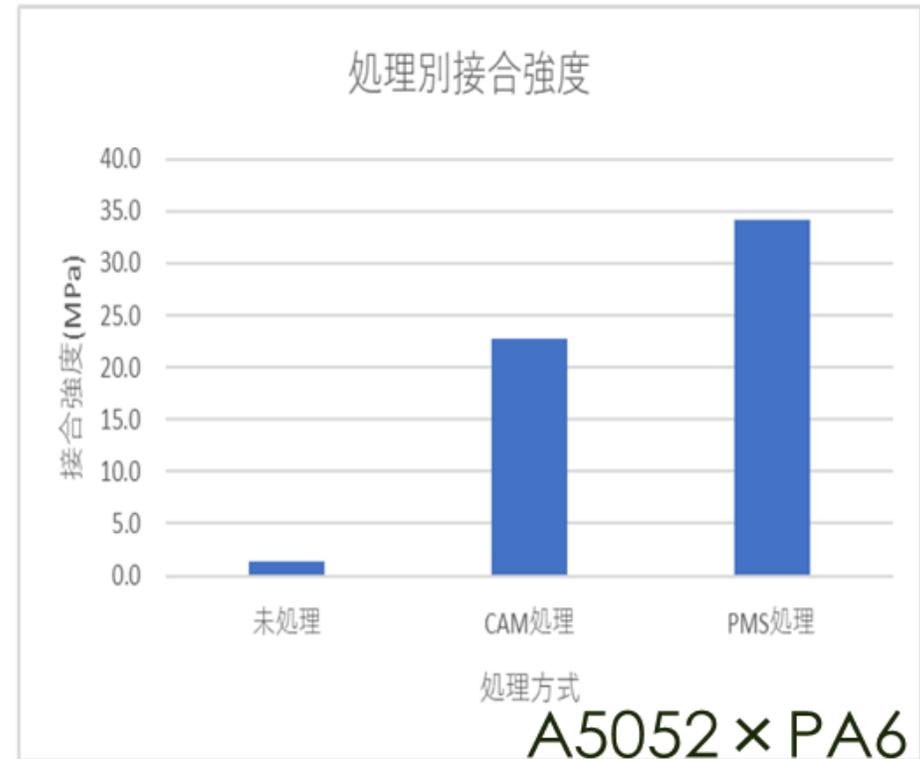
リサイクル可能接合 金属×金属、金属×樹脂接合

～接合可能組合せ～

組合せ	PA6	PA66	PP	PBT	PPS	LCP	PEEK
アルミ	○	○	×	○	○	○	○
鋼板	○	○					
メッキ材	○				○		
ハイテン材		○					
ステンレス	○	○					
銅	○					○	
ガラス	○						
Mg	○						

網掛けは未実施

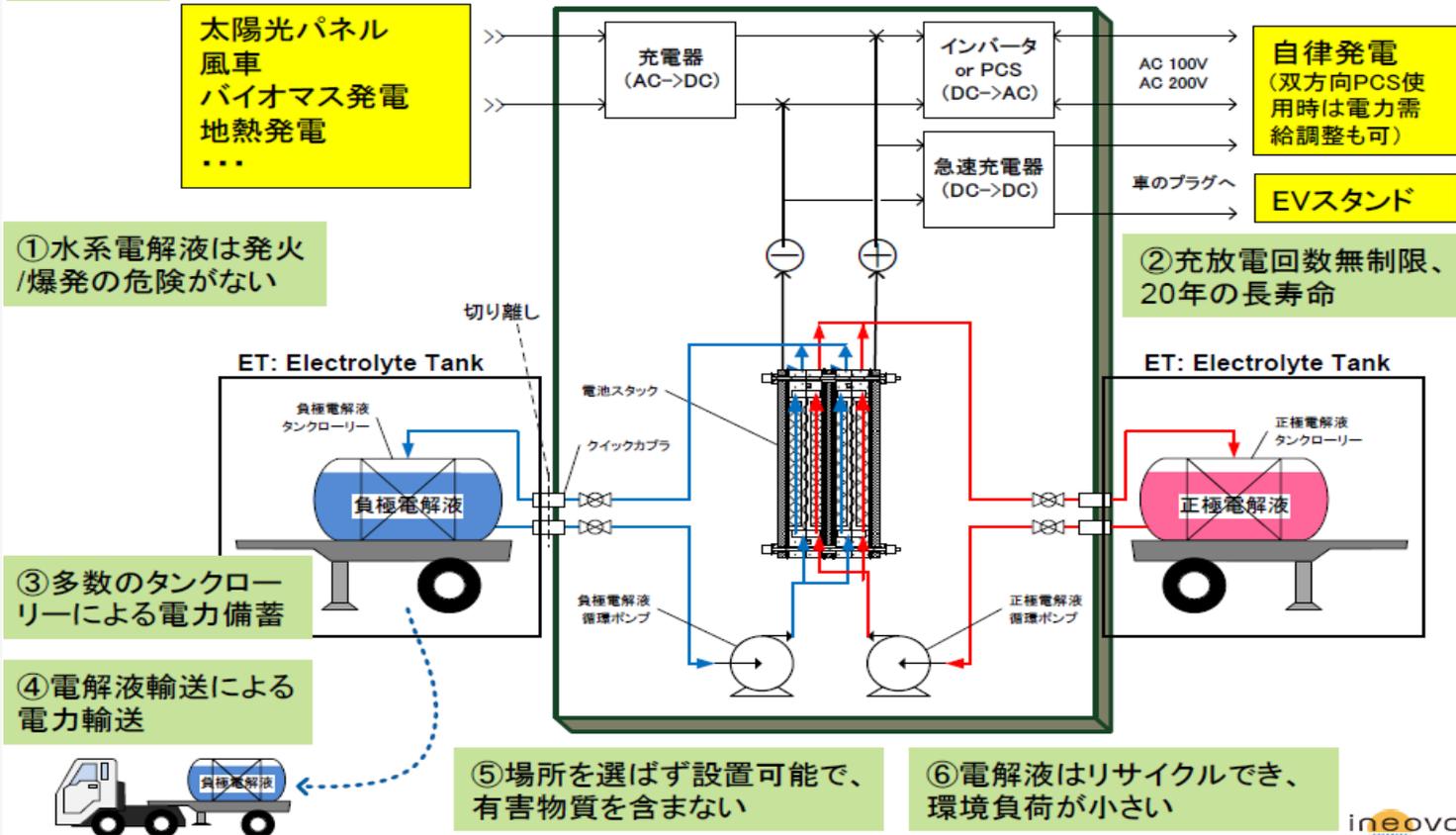
～接合強度～



※酸化被膜が出来る金属であれば、金属同士の接合は可能

レドックスフロー電池 某社と共同開発中

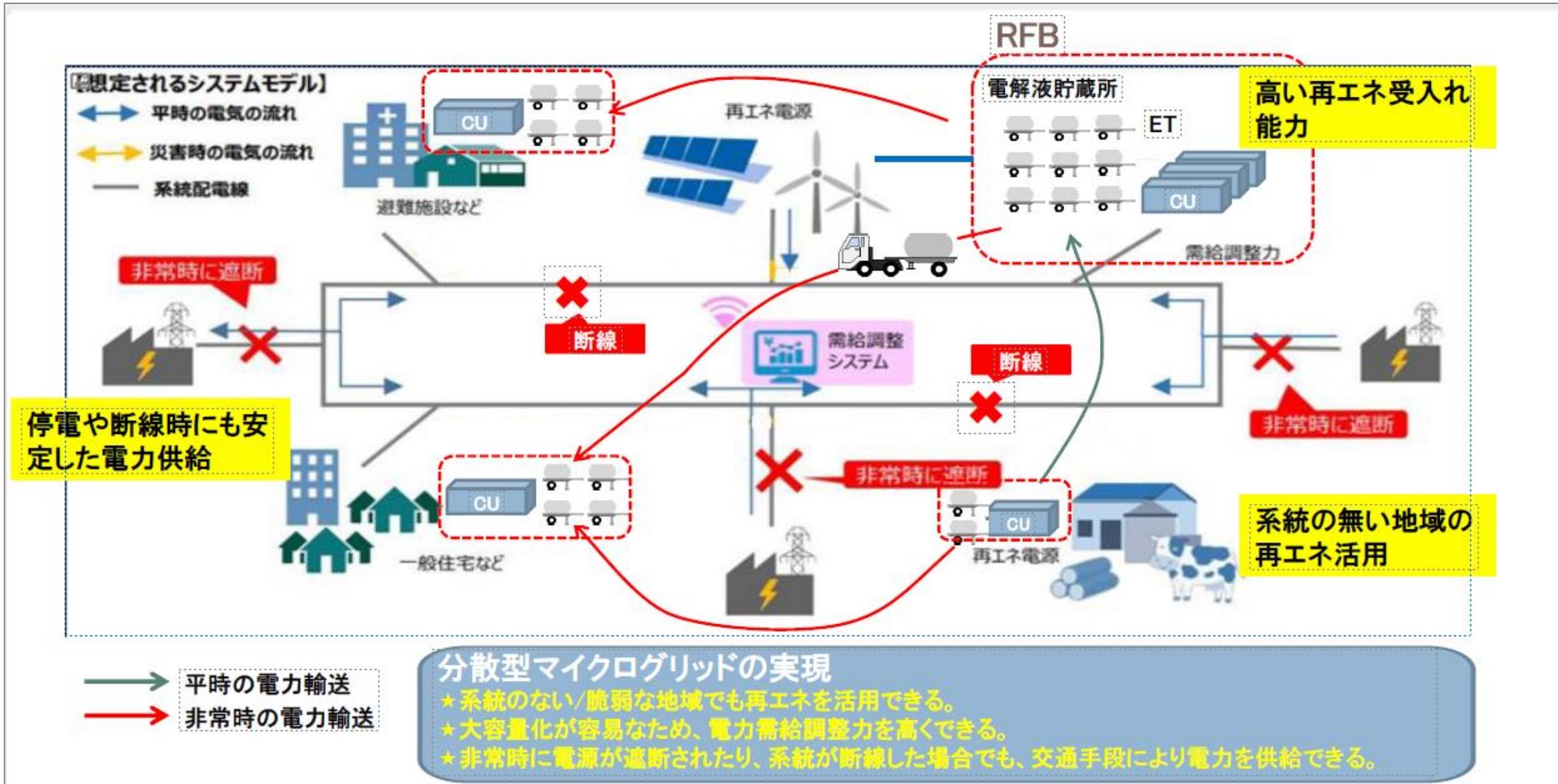
電解液を循環させることで蓄電・放電するレドックスフロー電池を改良。
大容量の安値蓄電池となり、デマンド調整や災害用途で事業開発中。



- 再エネ普及促進
 - └ゼロエミッション化
 - └パワコン以上発電推進 (過積載)
- 日本全体の電力費低減
 - └電気発電・使用効率化
 - └デマンドコントロール
- 災害時に有効活用
 - └断線時も電解液蓄積・輸送

長寿命かつ電解液で拡張できるため、容量が100kw以上から最安値バッテリーとなる。

レドックスフロー電池 某社と共同開発中



アルミ空気電池缶(名称仮)① 鋭意開発中

アルミを電解液となる水溶液に入れることによって、**電気を直接作ります!**
(水素を燃やして電気をつくるより高効率)

災害用でんち缶(仮称)

発電電力量 100Wh スマートフォン10台分を充電可能



使用方法

※水は水道水だけでなく、海水・汚水でも動作します。



① タブを引いて缶を開けます

② 水約220CC(コップ1杯)を注ぎ、青ボタンを押して栓をします

③ USBアダプタを被せます
USBコネクタへ電源が供給されます

特長

- 場所取らず25年保管できます
- 何時でも、どこでも、水だけで起動します
- 内臓高輝度LEDあり
- **でんち缶**長時間発電できます
- アルカリ乾電池と同様の簡易廃棄

なぜアルミ空気電池か

電池用金属の比較

物質	Al	Li	Mg	Fe	Zn	V	
資源量 ⁽¹⁾ (億トン)	>550	0.98	>130	>8000	19	0.63	
埋蔵量 ⁽²⁾ (百万トン)	31	26	6.8	180,000	0.21	26	
可採年 ⁽³⁾	82	200	252	69,000	16	260	
総廃棄物量	48	1,500	70	8	36	1,500	
輸入価格(¥/kg) @2022/9	319	11,000 (炭酸Li)	525	50 (鉄くず)	448	700- 2800 (V205)	
エネルギー 密度	Ah/kg	3000	3860	2200	964	820	530
	Ah/L	8100	2060	3830	7592	5850	3180

(1)資源量: 地球の地殻内または地殻上に自然に発生しており経済的に抽出することが現在または潜在的に可能な量。

(2)埋蔵量: 経済的に抽出可能な鉱物商品の、採掘会社の現在庫。

(3)可採年: 埋蔵量/2022年生産量

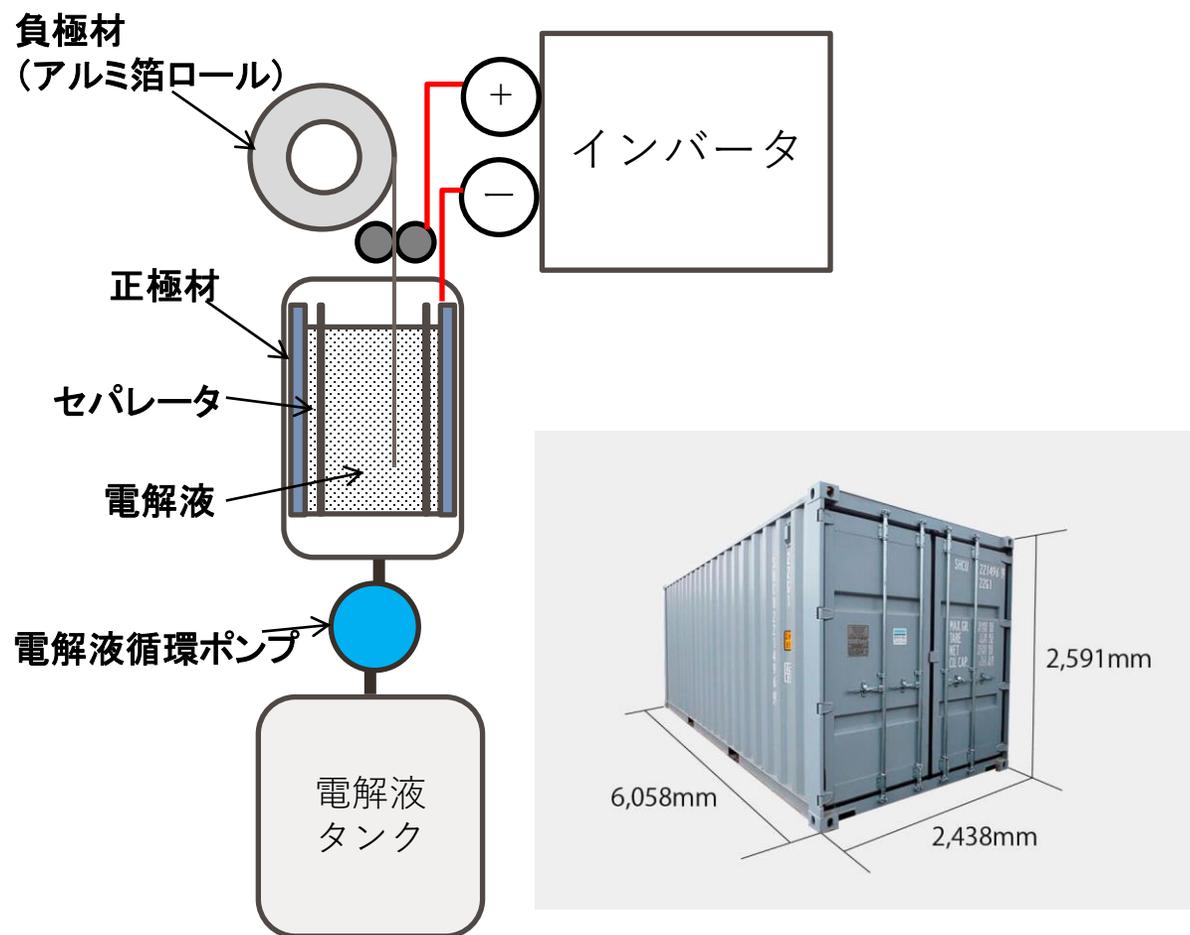
U.S.Geological Survey, MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022より作成

- **アルミニウムの優れた特長**
- **ダントツの体積エネルギー密度**(8100Ah/L)
- **長期保存可能**(錆びない、減らない)
- **燃えない**(マグネシウムは良く燃える)
- **安価**(リチウムの1/10以下。鉄に次いで安い)
- **資源が豊富**(資源国が分散。マグネシウムは中国が97.2%を生産)
- **低環境負荷**(廃棄物が少ない。リサイクル率高い)
- **都市鉱山**(空き缶、アルミ箔、窓枠等)も存在。

非常用大型アルミ空気電池②

コンテナ型アルミホイル大型空気電池を利用したエコモデル

発電電力量 3.6MWh 50kwh×72時間発電可能



非常用に適した特長

- 3.6MWh で長時間発電可能
 - ・ アルミ箔ロールによる長時間発電
 - ・ 消耗品の交換により発電延長
 - ・ 断続運転可能 (長期間発電)
- 高い安全性
 - ・ 水を注ぐだけorアルミを送るだけで発電
 - ・ 発火/爆発しない
- 10年以上長期間保存可能
 - ・ 減らない&錆びない&長寿命部品
- 低コスト
 - ・ 安価な材料&製造が容易
 - ・ ムダのない消耗品交換方式

次ページで自治体や避難所となる商業施設を巻き込んだビジネスモデルの紹介をします。

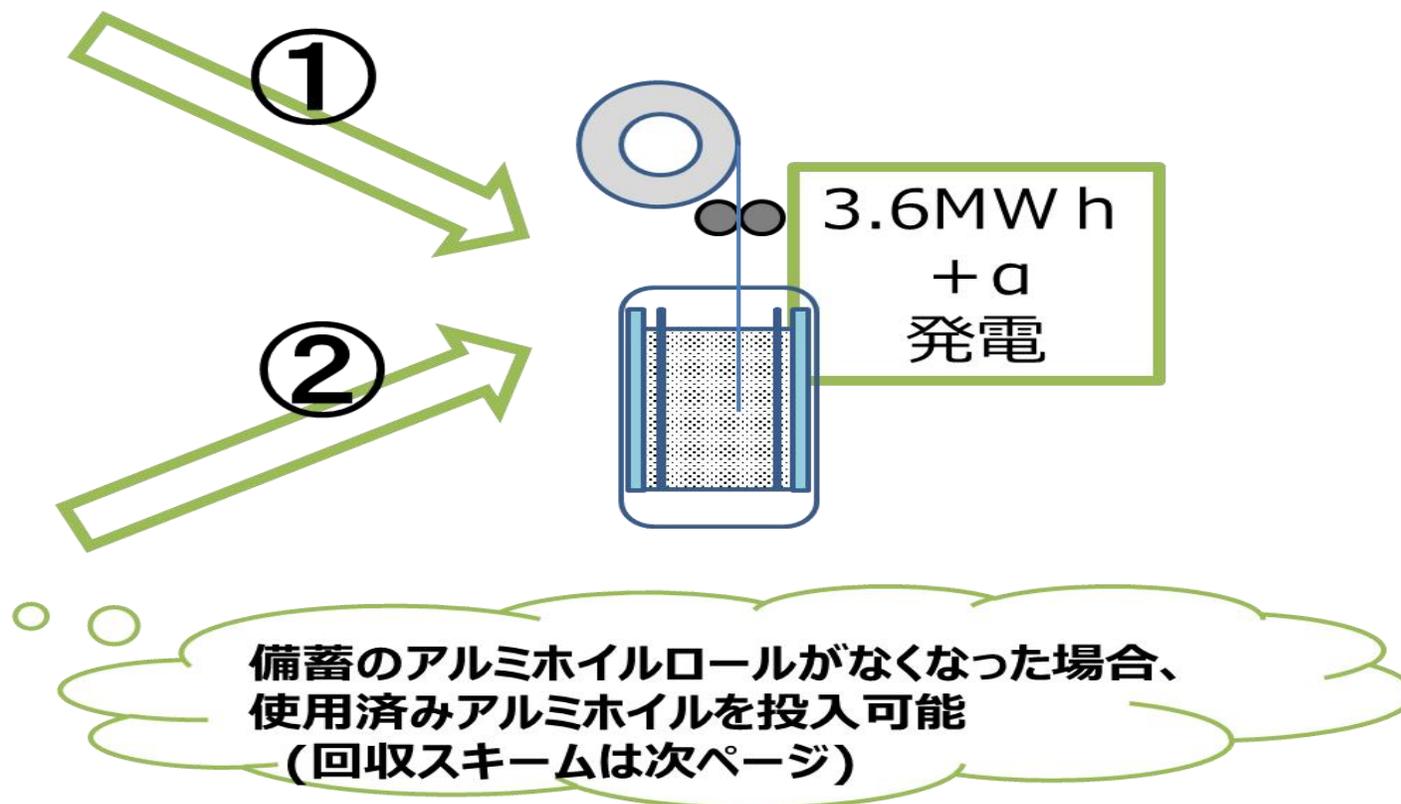
非常用大型アルミ空気電池②

非常用発電 兼 リサイクル収益獲得ビジネスモデル

非常時



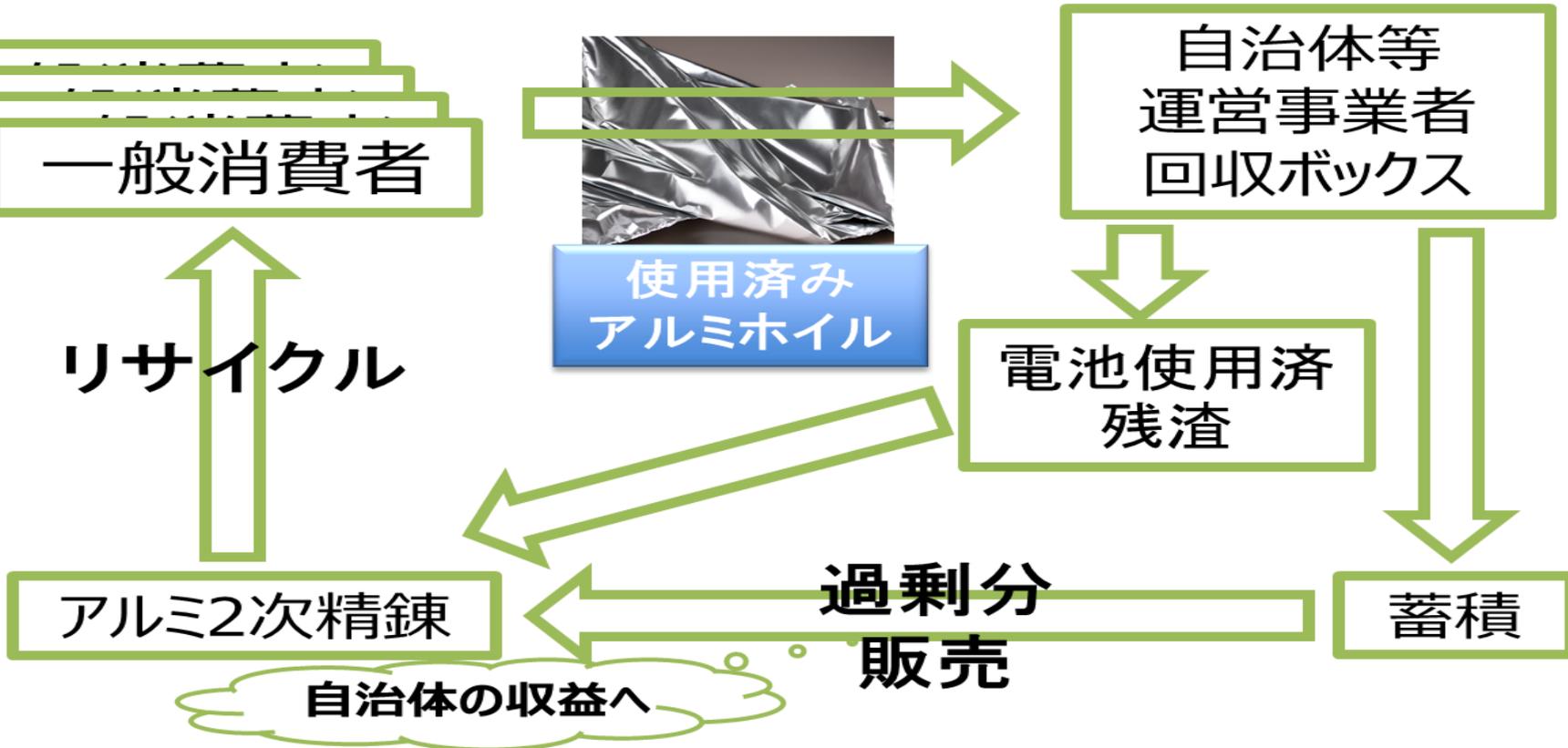
避難所等で50kw使用の場合、72時間出力可能
追加で使用済みアルミホイルを投入することで、
さらに長時間出力可能に。



4-14 非常用大型アルミ空気電池②

非常用発電 兼 リサイクル収益獲得ビジネスモデル

通常時



燃えるゴミとして処分をされていた日本全体のアルミホイルは1,102トン程/年で、**2.2GWh**発電可能。樹脂がついても発電可能にすると25,000トン程が発電対象で、燃えるゴミとなっていたアルミホイルから**55GWh**発電可能となる。

5

今後の方向性

5 今後の方向性(大枠)

自社製品のCO₂排出量を公表や先進的な環境問題に取り組み、
先進的な企業ポジションの獲得を狙う

社内意識改革

新規事業/
ビジネススキーム
(利益/コスト削減に繋がる施策)

業界課題解決

5 今後の方向性(具体的)

○ベンチャー協創

└先進技術導入。

弊社(R&D機能外だし)⇔ベンチャー(社会実装支援)

○作らない物創り

└必要なものを顧客にニーズに合わせて必要量分創る

○日本アルミ業界の二酸化炭素低減活動

└リサイクル比率増施策の打ち上げと実行

○熱関連・エネルギー関連アルミ製品の立ち上げ