

京都地球環境の日 オンラインウェビナー
京都の『豊かさ』をはぐくむ脱炭素で持続可能な社会に向けて

京都におけるサプライチェーン脱炭素化の基礎・進め方

Aakel Technologies Inc.



1. 講師紹介&会社概要
2. 脱炭素のトレンド
3. GHG排出量見える化
4. 排出量削減計画の進め方
5. 京都府におけるサプライチェーンの排出量削減

宮脇 良二

Ryoji Miyawaki

アクセンチュア株式会社 (1998年4月-2018年6月)

1998年4月 入社

2010年9月 電力・ガス事業部門統括パートナーに就任

アークエルクノロジーズ株式会社

2018年8月 代表取締役として立ち上げ

Forbes Japan 「世界を救うNEXT100人」に選出 (2023年4月)

スタンフォード大学 客員研究員 (2018年9月- 2019年8月)

経済産業省EVグリッドWG検討メンバー (2023年度)

九州圏地方計画協議会有識者会議 委員 (2022年度)

富山県カーボンニュートラル戦略策定小委員会 専門委員 (2022年度)

最終学歴 一橋大学大学院国際企業戦略研究科

著書 『地域エネルギー会社のデジタル化読本』 2022年3月10日発売

『クライメートテック』 2023年8月29日発売

論文 日本ファイナンス学会第30回記念大会発表論文 2022年6月

『Structural change in the relationship between electricity and fuel prices: Evidence from the Japanese electricity market』 (一橋大学大学院大橋和彦教授共著)



会社名 アークエルテクノロジーズ株式会社

設立 2018年 8月 1日

代表 代表取締役 宮脇 良二

社員数 45名

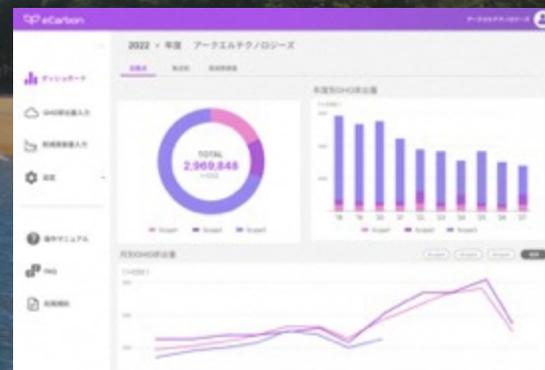
資本金 6,000万円 (資本準備金含む)

本社 福岡市中央区大名2丁目11-13
大名偕成ビル 7F

所在地 福岡ラボ 福岡市早良区昭代 2丁目7-6

東京オフィス 東京都渋谷区恵比寿西2丁目7-9
ONODA BLDG. 3F

- 事業内容
1. ソフトウェアサービス(eFleet、 eCarbon)
 2. GHG排出量削減支援
 3. 企業変革支援



事業内容 カーボンニュートラルコンサルティング

- GHG排出量削減支援事業（コンサル × ソフトウェア）



- 企業変革支援事業



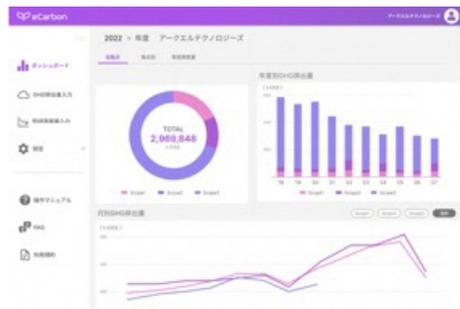
主カソフトウェアサービス

国内大手企業やエネルギー会社との実証を通して開発



企業毎の特性に合わせて脱炭素施策を抽出するシミュレーターを提供予定

- GHG排出量計測・見える化
- 脱炭素施策の抽出
業種ごとに脱炭素に結びつく施策を抽出
- 最適組み合わせの抽出
複数の施策組み合わせを、遺伝的アルゴリズムを利用しシミュレーション、予算内で最も効果が高い組み合わせを抽出
- GHG排出量のベンチマーク比較
同規模同業種とのGHG排出量比較



複数台のEV所有を推進する企業および自治体等を対象にEV充電を管理する仕組みを提供（複数社で実証中）

- EVスマート充電
複数の車両がチャージャーに接続されている時に、どの車にどれだけの電流で充電するかを制御
- EVフリートマネジメント
複数台の車両の充電時間・充電量を考慮した配車スケジュールの設定
- EV充電料金計算
車両毎の充電時間を把握し、各車両のチャージ料金計算、請求・回収を実施



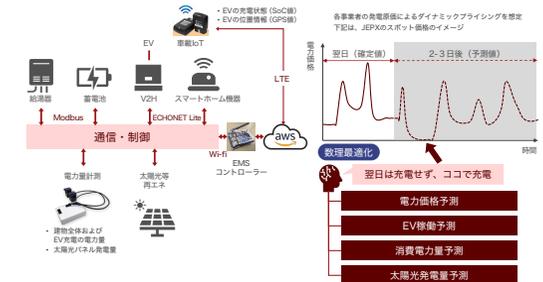
エネルギーマネジメント

変動型再生可能エネルギー（VRE）の余剰電力の有効活用を目的として、AIにより自律分散型で電気機器を制御する、ラストワンマイル向けのEMSを提供（複数社で実証中）

電力小売会社様や送配電会社様を通したB2B2Cのモデルにより、クラウド型のEMSエンジンとIoTを提供し、月額課金モデルによるサービス提供を想定



◀ EMSコントローラー



企業・官公庁・自治体との協業・実証

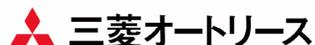
EMS



経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

- 経産省・資源エネルギー庁に採択され、2020年9月よりダイナミックプライシングによるEV充電シフトに関する国内初の実証実験を開始
- 2022年度はV2Hを組み合わせ、充放電の最適制御をAIで自動化する技術を開発

EVフリートマネジメント



三菱オートリース

- 2022年10月より、三菱オートリースの社有車を活用し、AAKELが開発したEVスマート充電サービスの実証実験を共同で開始
- EV充電マネジメントを中心とした課題の解決を目指す

EVフリートマネジメント



中部電力

- 2022年10月より、中部電力のEVバス実証プロジェクトへAAKELが開発したシステムを提供
- EVバスの運行にEV充電マネジメントを活用し、EVバスの社会実装への貢献を目指す

EVフリートマネジメント



東北電力

- 東北電力グループが掲げる「スマート社会実現事業」の発展に向けたEVエネマネ実証にAAKEL eFleetを提供
- EV充電と運行管理の最適化、自動で一括管理するスマート充電機能を活用

カーボンニュートラルシミュレーター



ふくおかフィナンシャルグループ

- 2022年6月、FFG主催のオープンイノベーションプログラム「共挑!」において開発中の「カーボンニュートラルシミュレーター」を評価いただきFFG賞を受賞
- 福岡銀行等FFGのお客様に対する協業を進める

EVフリートマネジメント



京都府
KYOTO

- 2023年度、京都府に本社を置く企業向けの「サプライチェーン脱炭素化支援等業務」を受託
- 京都府企業のScope3までの計測支援、再エネポテンシャルの計測、中小企業版SBT認定の支援等を行う

水素ファクトリー



KYUSHU

トヨタ自動車九州株式会社

- 2022年9月、トヨタ自動車九州を中心とするコンソーシアムで、福岡県の補助金を活用した「水素ファクトリー」プロジェクトを開始
- ヤンマー社の燃料電池と蓄電池をアークエルテクノロジーズのEMSで最適制御

CNコンサルティング



福岡市
FUKUOKA CITY

- 2023年度、福岡市に本社を置く中小企業のGXモデル企業支援事業を受託
- 福岡市の中小企業のGXが見える化から削減量の策定、実装までトータルに支援を行う

1. 講師紹介&会社概要

2. 脱炭素のトレンド

3. GHG排出量見える化

4. 排出量削減計画の進め方

5. 京都府におけるサプライチェーンの排出量削減

GHG排出量の義務化

東証プライム企業はScope1～3の排出量の開示が義務化される動き

温暖化ガス排出、取引先含め開示 スコープ3国際基準に

SDGs [+ フォローする](#)

2023年6月26日 18:12



温暖化ガス排出を巡り、上場企業が取引先情報開示を求められる見通しとなった。26日に最終確定した「サステナビリティ」で事実上のスタンダードとなり、投資家は取引先の排出状況把握など対応を迫ら

ISSBのエマニュエル・ファベール議長は「つながる」と基準策定の意義を語った。一方、気候変動に関する企業の情報をもとに開示が統一されることで、投資

[ESG徹底予測2024] スコープ3のCO2排出量開示義務化 投資家が炭素で企業評価

2023.12.18

0件のコメント



日経ESG取材班

2024年の企業経営に財務との結びつきが炭素クレジット、Tは、体制整備ではないは厳しさを増す。う備えるか。対応待として、ESG実務の

排出量の開示、東証プライム企業に義務づけ 金融庁検討

国際法・ルールと日本 [+ フォローする](#)

2024年2月19日 2:00 [会員限定記事]



Think! 多様な観点からニュースを考える

[吉高まりさん他2名の投稿](#)



TCFDによる情報開示の義務化

国内では東証プライム市場の上場企業に対して、気候変動を含む ESG 情報を開示する方法として TCFDでの開示が義務付け



気候関連財務情報開示タスクフォース

各企業の気候変動への取り組みを具体的に開示することを推奨する国際的な組織

ガバナンス (Governance)

どのような体制で検討し、それを企業経営に反映しているか

戦略 (Strategy)

短期・中期・長期にわたり、企業経営にどのように影響を与えるか。またそれについてどう考えたか

リスク管理 (Risk Management)

気候変動のリスクについて、どのように特定、評価し、またそれを低減しようとしているか

指標と目標 (Metrics and Targets)

リスクと機会の評価について、どのような指標を用いて判断し、目標への進捗度を評価しているか

Scope1～3までGHG排出量の開示が推奨

脱炭素経営に向けた取組の広がり

国内企業は各種枠組みに参加しながら、排出量の可視化・削減に取り組む

2023年9月30日時点



企業の気候変動への取組、影響に関する情報を開示する枠組み



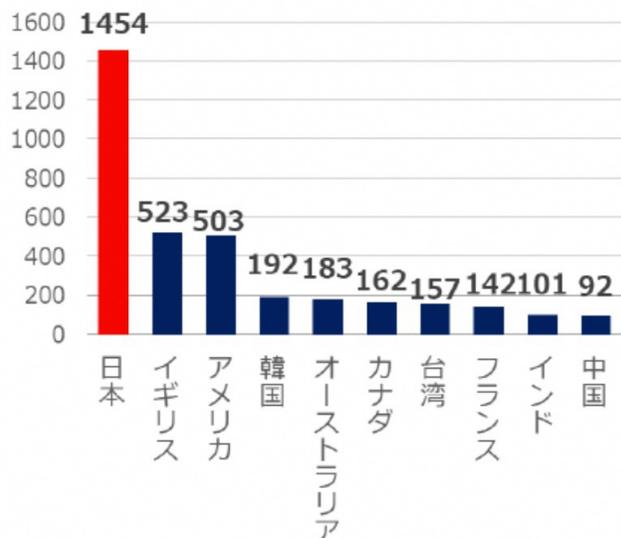
DRIVING AMBITIOUS CORPORATE CLIMATE ACTION

企業の科学的な中長期の目標設定を促す枠組み

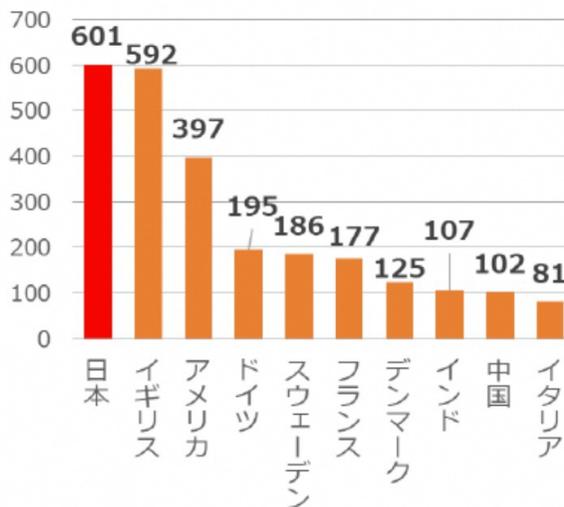


企業が事業活動に必要な電力の100%を再エネで賄うことを目指す枠組み

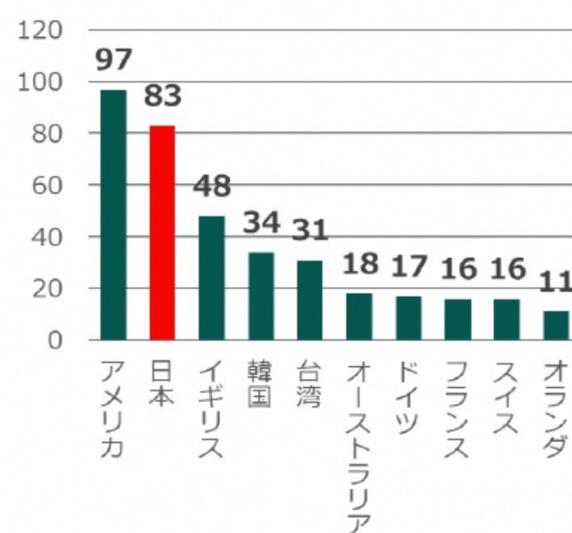
TCFD賛同企業数
(上位10の国・地域)



SBT国別認定企業数グラフ
(上位10カ国)



RE100に参加している国別企業数グラフ
(上位10の国・地域)



カーボンプライシング導入への準備

GHG排出量を見える化し、財務的なインパクトを算出できる状態にしておくとともに、排出量削減の計画を立てることが必要

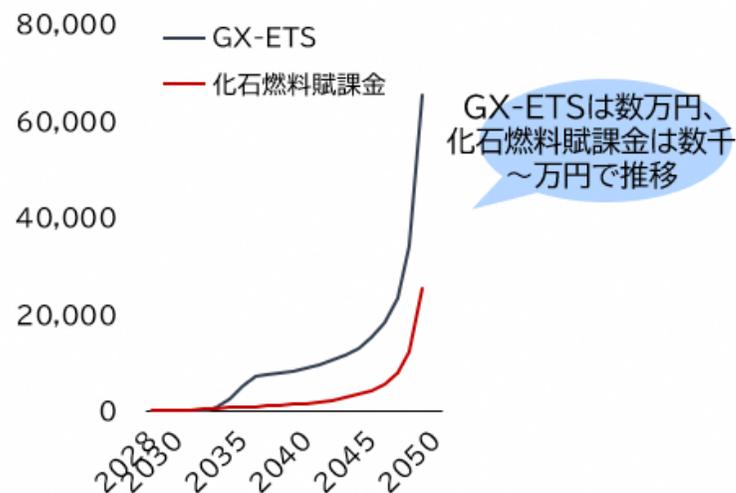
GX推進法

2023年6月施行

- GX推進戦略の策定・実行
- GX経済移行債の発行
- 成長志向型カーボンプライシングの導入
- GX推進機構の設立
- 進捗評価と必要な見直し

炭素価格の試算

[円/t-CO₂]



GX-ETSは数万円、化石燃料賦課金は数千~万円で推移

2030年は第6次エネルギー基本計画におけるエネルギーミックスを達成、2050年はCNの実現を想定した試算

- 2028年に化石燃料付加金、2033年に排出量取引制度（GX-ETS）が開始
- 事前の備えとしてGHG排出量の見える化と削減計画の立案が必要

GHG排出量の新たな観点である削減貢献量 (Scope4)

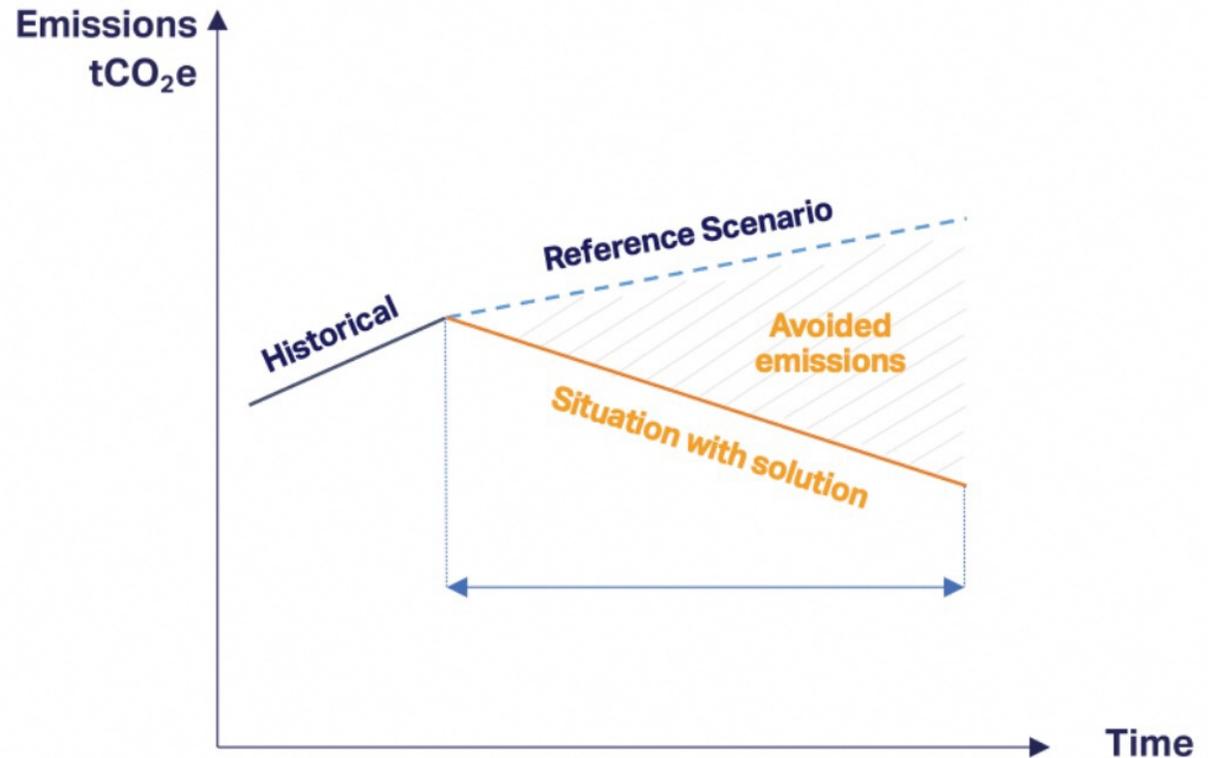
企業がビジネスを通じてGHG排出削減への貢献を示す削減貢献量がScope4として注目
製造業やエネルギー業を中心に多くの企業が計測を進めている

各Scopeの定義

Scope1	事業者自らによる温室効果ガスの直接排出
Scope2	他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
Scope3	Scope2以外に発生する間接排出
Scope4	他社の排出削減に貢献したGHG量

詳細については、後ほどのスライドで説明

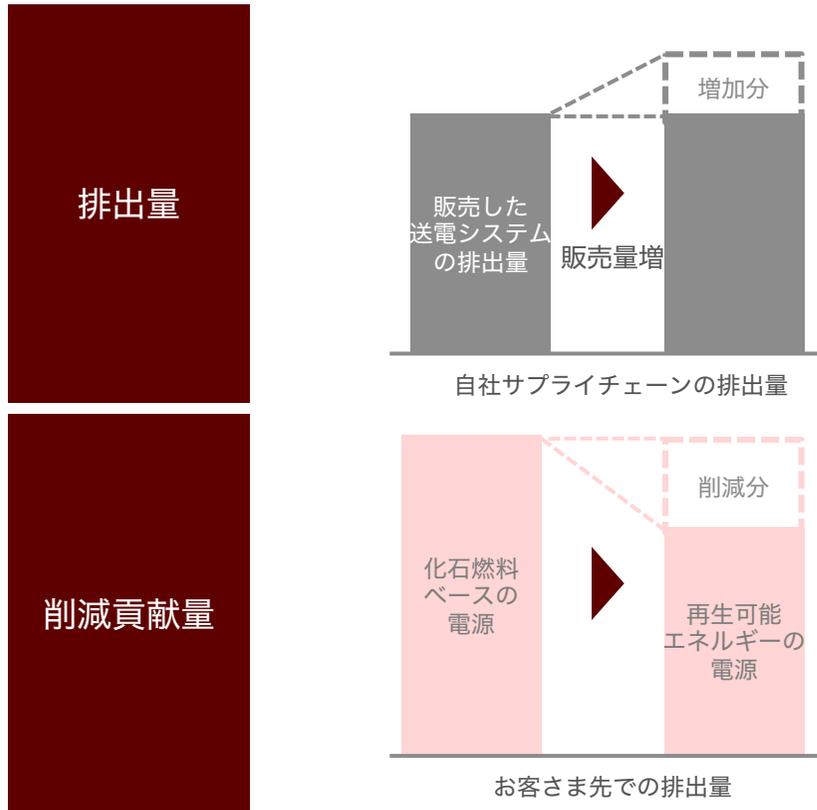
削減貢献量 (Scope4) の考え方



削減貢献量の算定

環境性能に優れた新しい製品やサービスが、既存の製品やサービスを使った場合に比べて、排出量削減・抑制にどの程度貢献できるかを評価した数値であり、業界特有のロジックにて算定

送電システムを販売した場合（日立製作所）



- 送電システムの販売により納入時点の電源構成で化石燃料の割合がおおければ **Scope3 Category11 (販売先の製品使用に伴う排出) の排出量は増加**
- 売上増加に伴い排出量も増加するため目標値の設定が難しい

- 送電システム拡充は**再生可能エネルギーの導入量を増やすことを目的**とすることが多い
- 社会への排出量削減貢献を数値化でき、社外へアピール可能
- 明確な目標値が設定可能

1. 講師紹介&会社概要
2. 脱炭素のトレンド
3. GHG排出量見える化
4. 排出量削減計画の進め方
5. 京都府におけるサプライチェーンの排出量削減

自社のカーボンニュートラルの進め方

カーボンニュートラルは3つのステップと5つの取り組みで構成



GHG排出量とは？

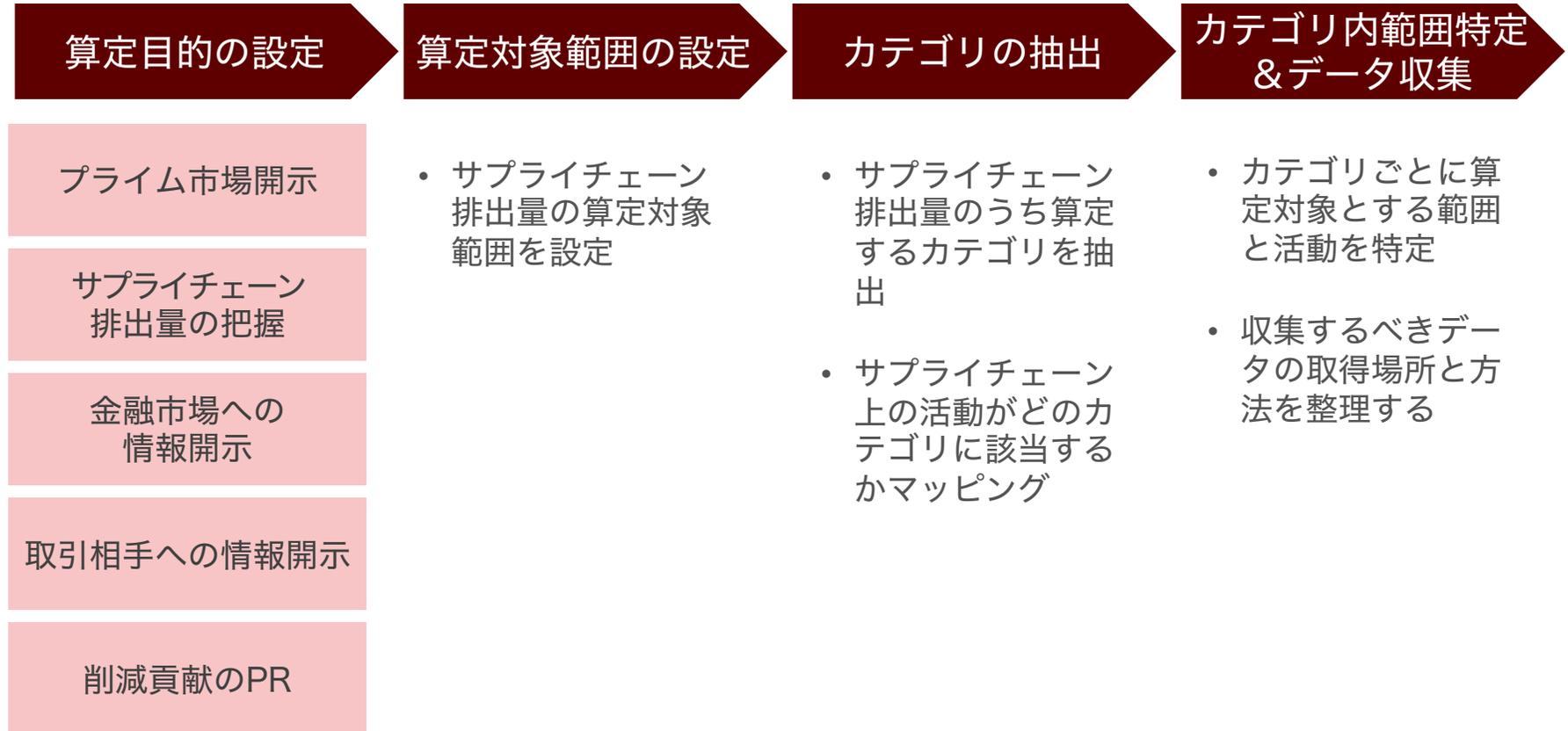
- GHG排出量は原材料調達、製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと
- サプライチェーン排出量 = Scope1 排出量 + Scope2 排出量 + Scope3 排出量
- GHGプロトコルのScope3基準では、Scope3を15のカテゴリーに分類



- Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出（燃料の燃焼、工業プロセス）
- Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出
- Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出（事業者の活動に関連する他社の排出）

算定の流れ

最初から完璧にやろうとせず、段階的に品質を向上させていく姿勢が重要



排出量の基本式

活動量



排出原単位

事業者の活動の規模に関する量

企業活動の関連するデータを各部署から収集したり、業界平均等から、活動量を集計および推計する

活動量あたりのGHG排出量

環境省提示の排出原単位や、既存の各種データベースから提供される排出原単位を利用する

活動量の例



ガソリンの使用量

×



電気の使用量 (kWh)

×



出張時の飛行機にかかる交通費

×

排出原単位の例



環境省提示の排出原単位より
ガソリン1L使用あたりのCO2排出量



各区電力会社の排出原単位より
電気1kWhあたりのCO2排出量



環境省提示の排出原単位より
飛行機代1円あたりのCO2排出量

Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出



Scope1は、事業者が燃料を使用したり、製造工程の化学反応で発生させたりしたその企業自身が「直接排出」している温室効果ガス排出量

$$\text{温室効果ガス排出量} = \text{燃料の量（または金額）} \times \text{排出係数（排出原単位）}$$

Scope1は2種類に大別

1. 燃料を燃やすときに出る温室効果ガス



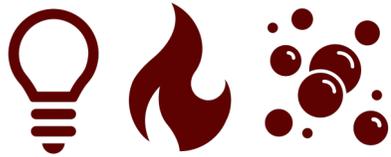
ボイラーや炉、車両などを利用して
いる企業で、ガソリンや軽油、
液化石油ガス（LPG）等

2. 製造過程の化学反応によって出る温室効果ガス



鉄やセメントの製造等、
化学製品を作る企業
化学反応の過程で排出さ
れるガスや、溶接等の作
業から出るガス等
漏れが多いので注意

Scope2：供給されたエネルギーの使用にともなう間接的な排出



Scope2は、自社が所有する設備や中心となっている事業活動でのエネルギー使用にともなう「間接的なCO2排出」を指す

例えば、工場・事務所での電力エネルギーの使用や、熱や冷却、蒸気など外部から供給を受けるエネルギーがScope2に該当

$$\text{Scope2} = \text{電気使用量 (kWh)} \times \text{排出係数}$$

Scope2に該当するエネルギーの種類

電気（電力）



ほぼすべての事業所で用いられる。主として、機械の運転や照明、電気自動車の充電、冷暖房設備の稼働に使用

蒸気



産業工程において価値のあるエネルギー源。機械の運転や加工媒体として直接的に使用

温熱



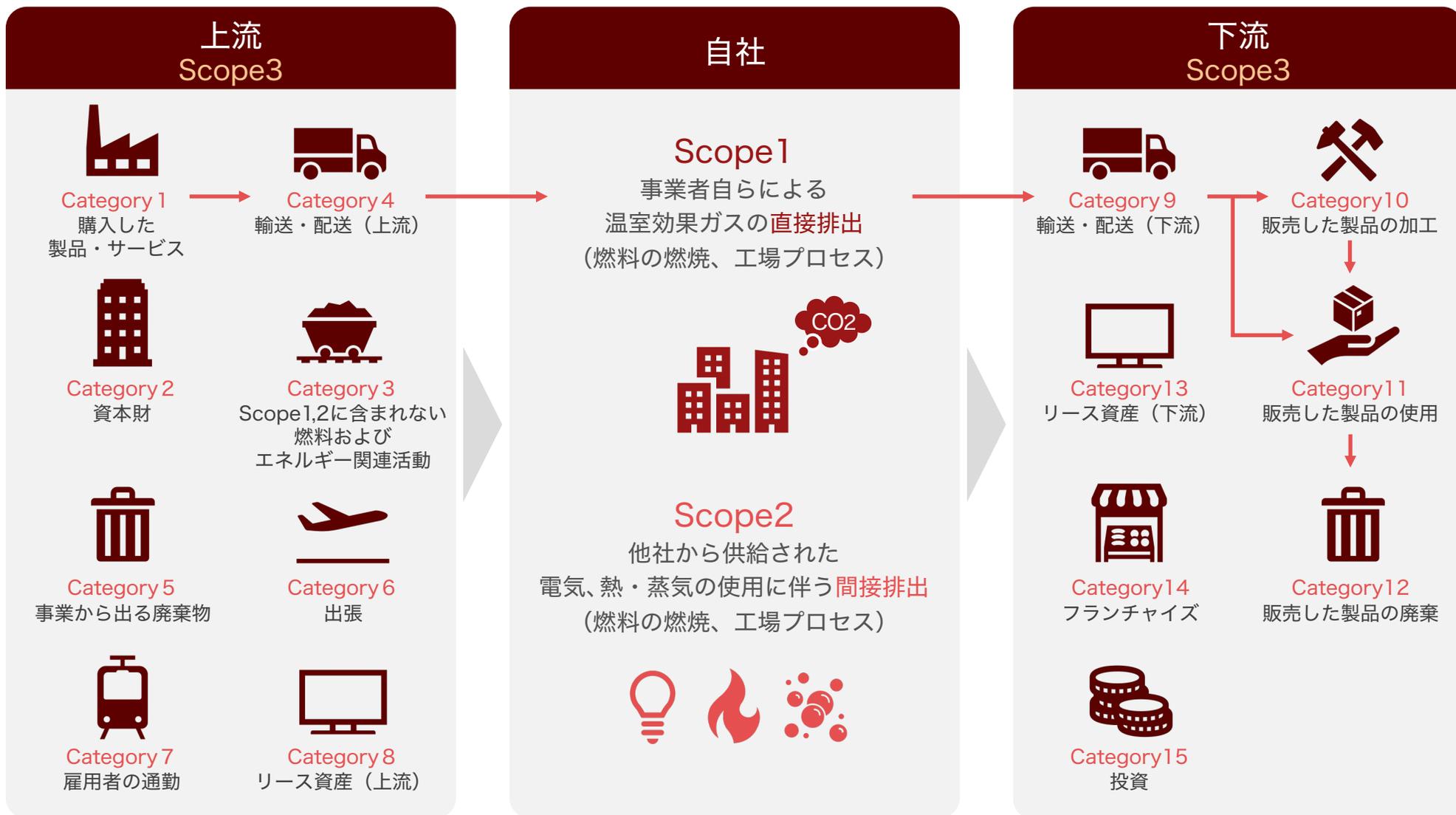
多くの工場において建物の内部環境をコントロールし水を温めるために必要。電気や太陽光などを通じて生産される

冷熱



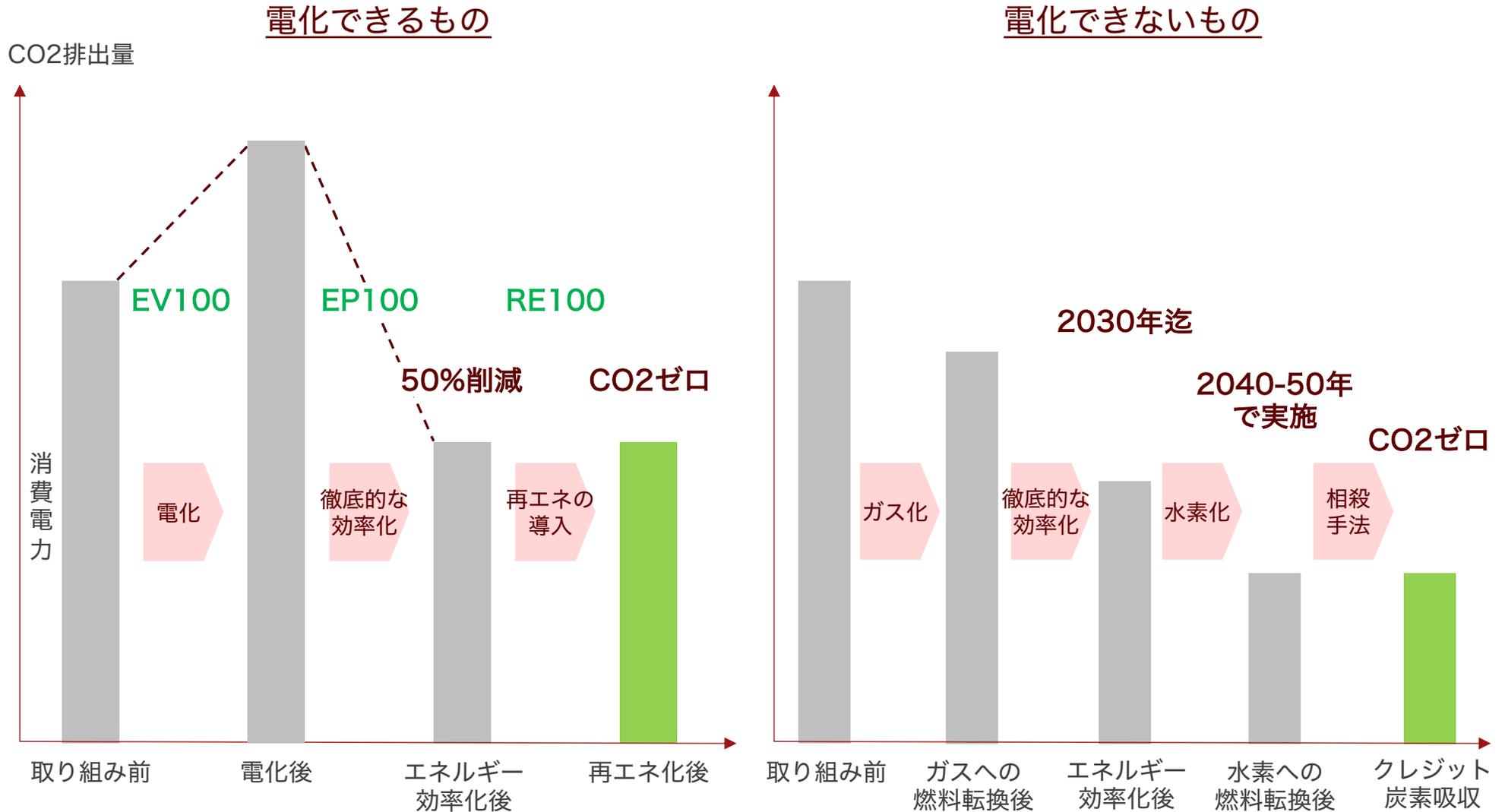
温熱と同様に、建物の内部環境をコントロールするために必要。常温より温度の低い熱エネルギーを冷熱と呼ぶ

Scope3

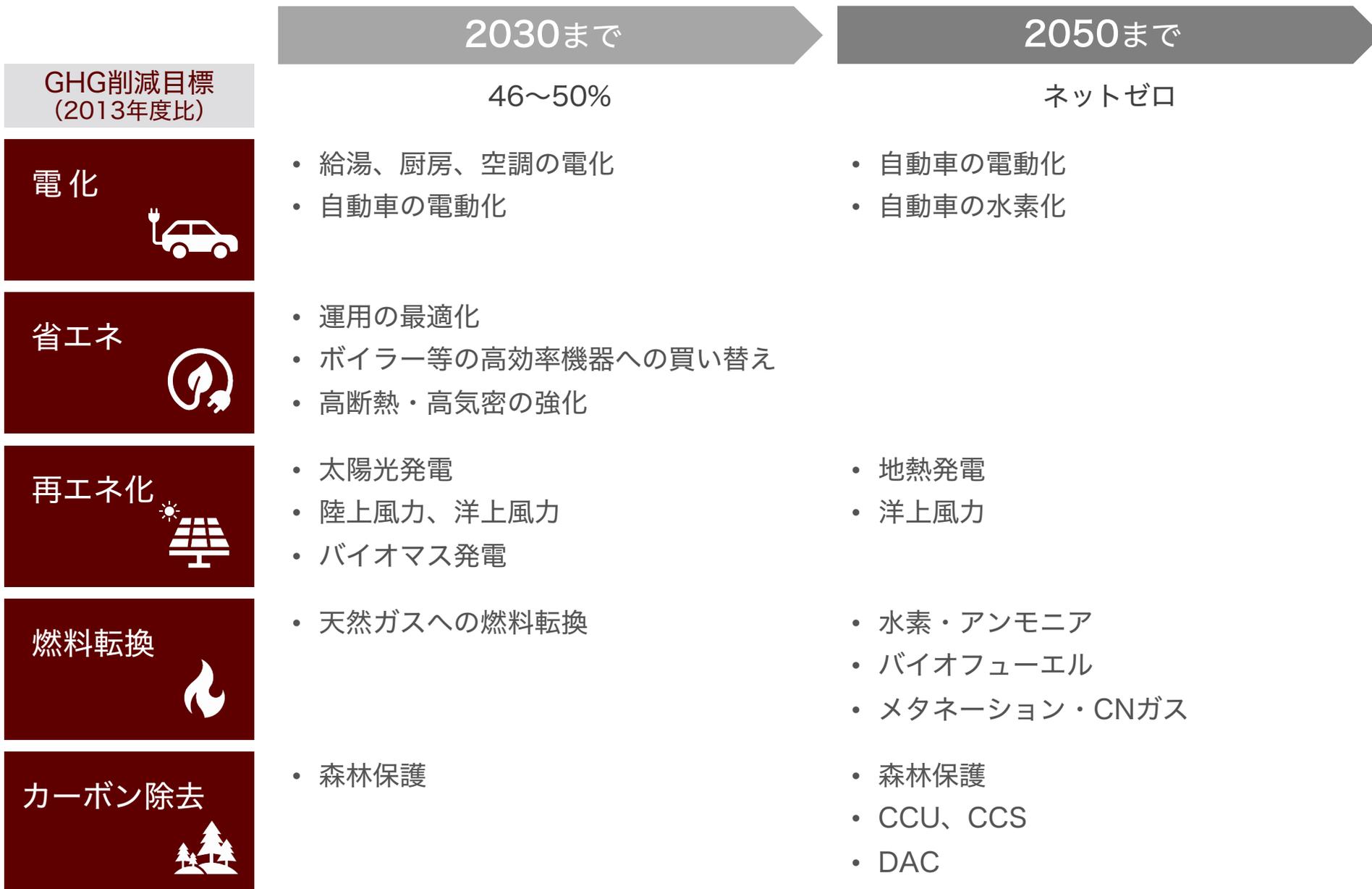


1. 講師紹介&会社概要
2. 脱炭素のトレンド
3. GHG排出量見える化
4. 排出量削減計画の進め方
5. 京都府におけるサプライチェーンの排出量削減

カーボン削減方法の基本的な考え方



2030年と2050年の取り組みテーマ



カーボンニュートラル戦略策定

カーボンニュートラルに向けた戦略は3ステップで策定

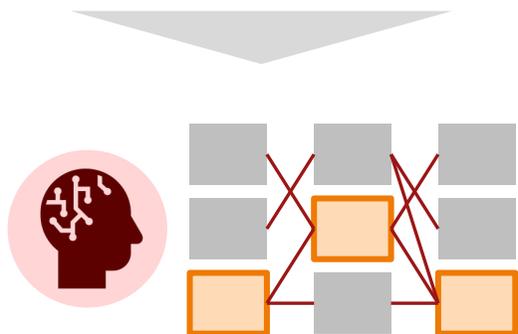
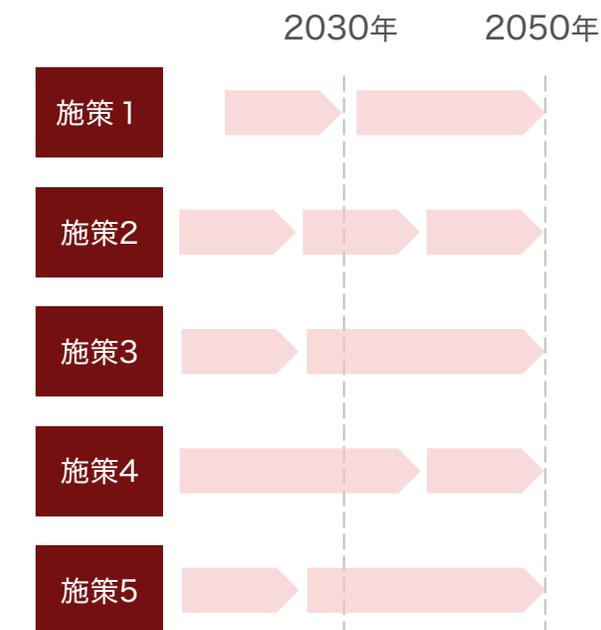
施策一覧の作成

- 電化**
 - 給湯、厨房、空調の電化
 - 自動車の電動化
- 省エネ**
 - 運用の最適化
 - ボイラー等の高効率機器への買い替え
 - 高断熱・高气密の強化
- 再エネ化**
 - 太陽光発電
 - 陸上風力、洋上風力
 - バイオマス発電
- 燃料転換**
 - 天然ガスへの燃料転換
- カーボン除去クレジット**
 - 森林保護
 - カーボンクレジット

費用対効果から施策を絞り込み

	費用	削減GHG排出量
✓ 天井の材質変更	xx万円	〇〇 tCO2
✓ 冷蔵庫のドアを閉じる	xx万円	〇〇 tCO2
✓ 蓄電池の導入	xx万円	〇〇 tCO2
EVへの転換	xx万円	〇〇 tCO2
	⋮	⋮

ロードマップを作成



電化

化石燃料を燃焼しエネルギーを作り出しているものを、極力電化するところから着手

車両の電化

再エネの発電電力を用いてEVを充電



スタンフォード大学のEVバスステーションでは、建物上部に敷き詰められた太陽光発電でEVバスを充電している

熱需要の電化

(再エネ中心で)安い市場価格の時間帯の電力を熱に転換し、貯蔵



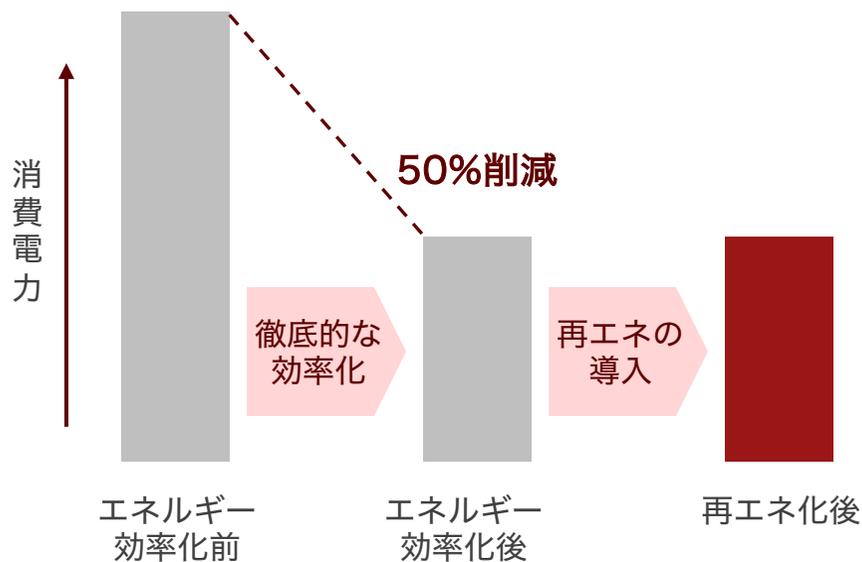
スタンフォード大学のエネルギーセンターでは、廃熱も利用し生成した温水・冷水を貯める巨大なタンクがあり、キャンパス内の冷暖房をまかなっている

エネルギー効率化

消費エネルギー50%削減を目標に、徹底的な省エネを進める

EP100の考え方

消費エネルギー単位ごとの経済生産性を2倍
(50%のエネルギー消費) にすることで、企業はエネルギーコストの削減および競争力強化の恩恵を受けることができると同時に、排出削減、雇用創出、エネルギー安全保障の改善を実施することを目指す



エネルギー効率化診断

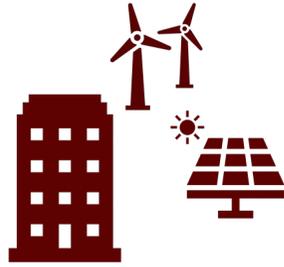
エネルギー効率化を実施する際は設備種別毎について個別診断し、効率化ポテンシャルを算出



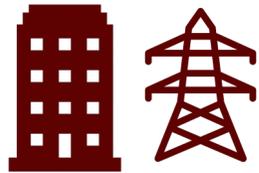
再エネ化

再エネの調達方法は大きく3種類で、各種規格にも対応

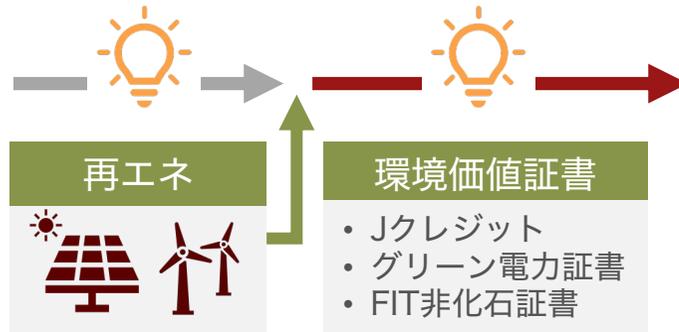
電力会社の
再エネ電力
メニューを購入



環境価値証書を
購入



既存の電力契約



自家発電



独自の再エネ電源
・ 自家消費太陽光
・ コーポレートPPA等



1. 講師紹介&会社概要
2. 脱炭素のトレンド
3. GHG排出量見える化
4. 排出量削減計画の進め方
5. 京都府におけるサプライチェーンの排出量削減

京都府の取り組み

2050年温室効果ガス排出量ネットゼロ宣言、2030に年46%以上の削減を掲げる



令和2年2月11日の第11回「KYOTO地球環境の殿堂」表彰式において、知事が宣言

2050年頃の京都府の将来像

※京都府環境基本計画

京都の「豊かさ」をはぐくむ脱炭素で持続可能な社会

～将来世代のために手を携え、環境・経済・社会の好循環を創出～

京都ならではの豊かな「力（ポテンシャル）」や地域資源を最大限に活用し、脱炭素の時代を切り拓くイノベーションを創出するとともに、脱炭素への挑戦を通じて、さらに京都の「豊かさ」を発展させ、「豊かさ」の価値を再創造し、育み続けていく持続可能な社会の構築を目指します

長期的な目標

2050年度 「温室効果ガス排出量実質ゼロ」を目指す

2030年までの施策の基本的な考え方

- 環境・経済・社会の好循環の創出を推進します
- 緩和策と適応策を地球温暖化対策の両輪として推進します
- 省エネの加速化・再生可能エネルギーの最大限の導入・利用を推進します
- 多様な主体との連携・協働により施策を推進します

2030年度 温室効果ガス排出量削減目標

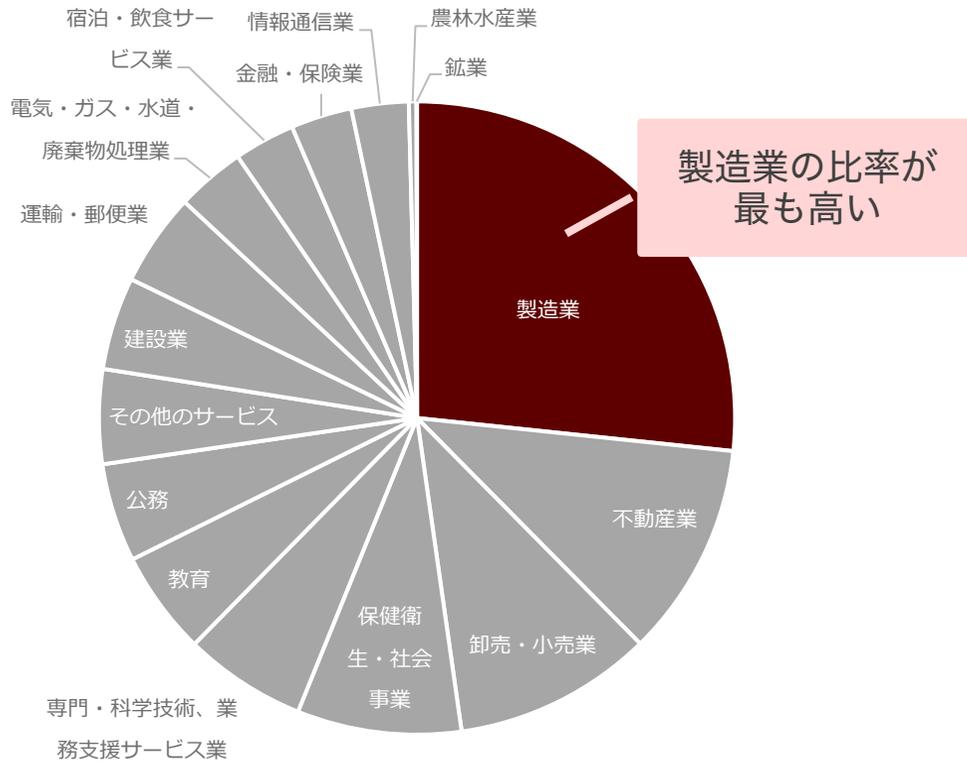
当面の目標

2030年度 温室効果ガス排出量 46%以上削減

(基準年度：2013年度)

京都府の産業構成を踏まえた脱炭素

製造業の割合が多い京都府においては、サプライチェーンを巻き込んだGHG排出量の削減がポイント



出所：京都府 令和三年度府民経済計算

- 京都府の府内総生産の約1/4は製造業
- 特に電子部品や業務用機械分野では世界的なグローバル企業が集積

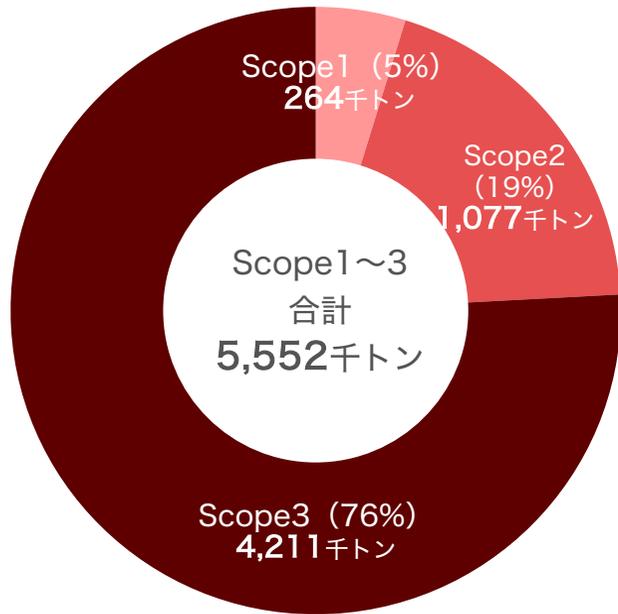


- 一般的に製造業のGHG排出は自社以外のサプライチェーンでの排出が8割以上
- 大企業が主体となってサプライチェーンでのGHG排出量の見える化と削減が求められる

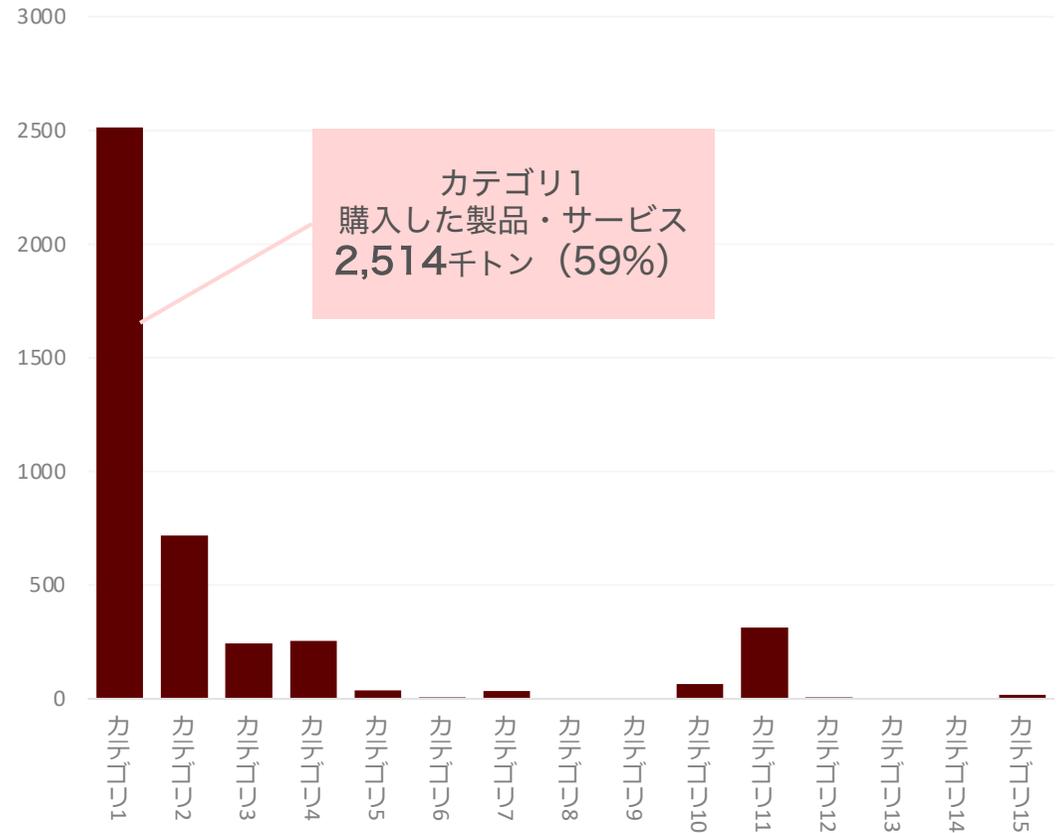
製造業のGHG排出量

製造業のGHG排出量のうち、Scope3は約8割を占め、そのうちカテゴリ1が6割程度と大半

某製造業のGHG排出量



某製造業のScope3のカテゴリ内訳



カテゴリ 1 の計算手法

まずは産業連関表ベースの容易な計算手法で計測を進め、徐々に計測精度を上げるために積み上げベースでの算定へと移行

産業連関表ベース

積み上げベース

精度

原単位は多種の製品の平均的な単位生産額あたりの排出量であり、詳細な分析は困難

ライフサイクルの各段階で投入した資源・エネルギー（インプット）と排出物（アウトプット）を詳細に収集・集計しているため、高精度

容易性

計算が簡単で手間がかからず当該製品の生産プロセスにおける平均的な排出量を算定

ライフサイクルに含まれるプロセスは非常に複雑であり、多大な労力が必要

網羅性

社会に存在するすべての財・サービスの排出量を把握しているため必要な原単位を入手可能

網羅的な整備が難しいため必要な原単位が存在しない可能性あり

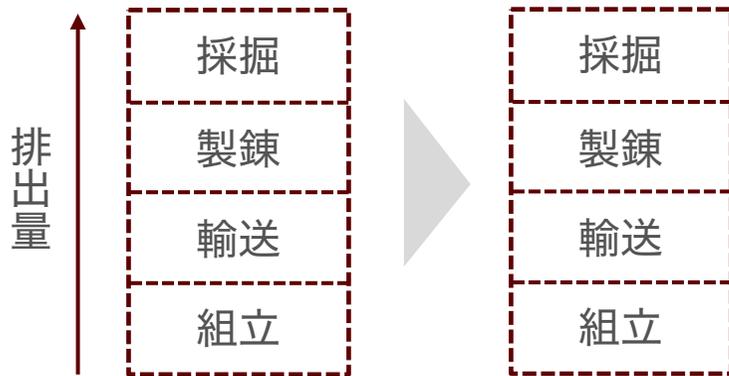
二次データから一次データへの移行

産業関連表等のデータベースではなく、サプライヤーごとの排出量の実測値を用いて計測することによって、各サプライヤーの排出量削減努力を反映

二次データによる計測

採掘の平均的排出量 + 製錬の平均的排出量 + 輸送の平均的排出量 + 組立の平均的排出量

データベース等から引用した業界平均値等

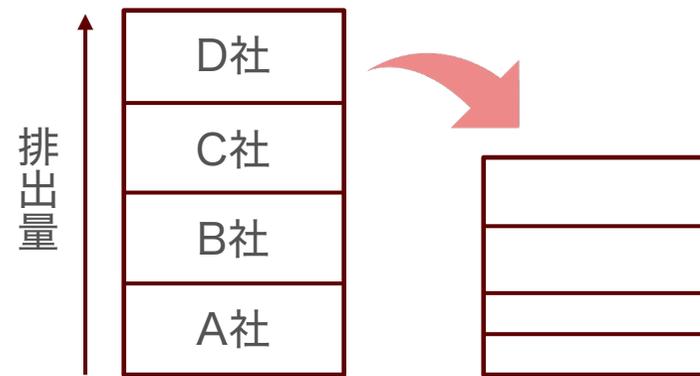


二次データ排出原単位には各社取組みは反映されない

一次データによる計測

D社固有の排出量 + C社固有の排出量 + B社固有の排出量 + A社固有の排出量

削減努力が反映した各社固有のCO2データ

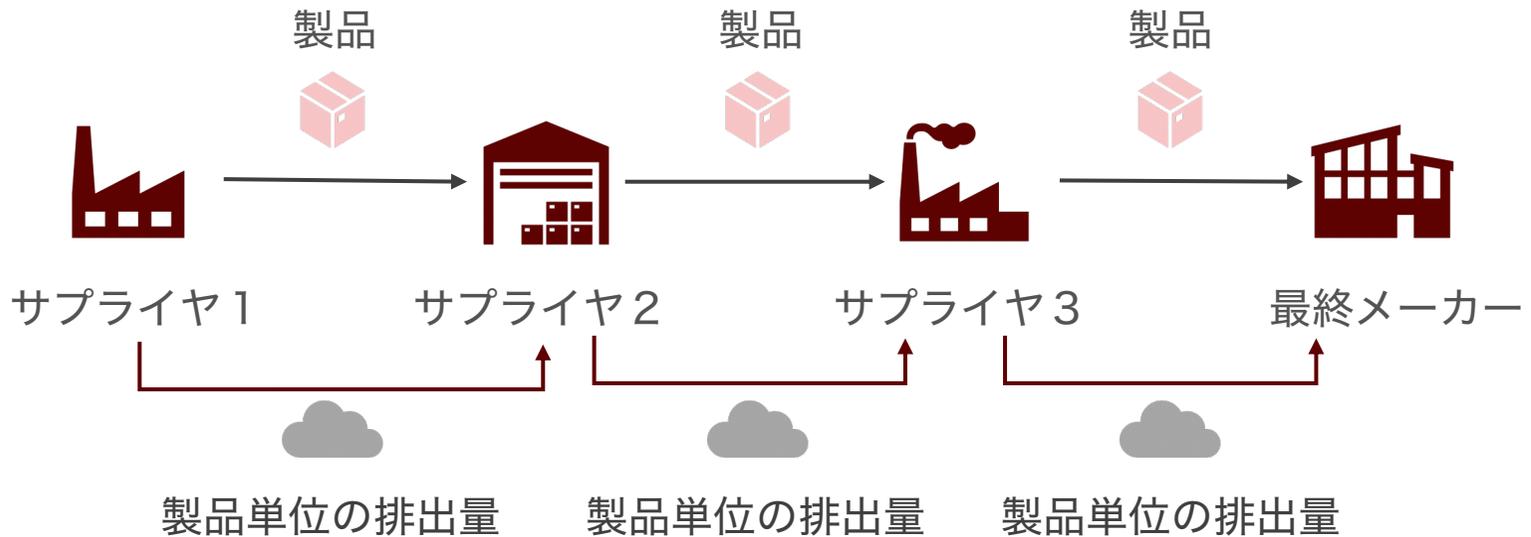


一次データ排出原単位には各社取組みが反映される

サプライチェーンを巻き込んだカテゴリ1の計測

一次データである製品ごとの排出量を積み上げ、実態に沿った各サプライヤーの排出原単位を利用することで計測精度を上げる

サプライチェーン間の排出量共有



カテゴリ1の計算式

カテゴリ1 排出量

=

製品の調達量

×

製品単位の排出量

総括

- 排出量の見える化はカーボンニュートラルに向けたファーストステップであり、大企業を中心に徐々に義務化される流れ
- 排出量はScope1～3までを計測する必要があり、Scope3はサプライチェーン全体での削減が求められる
- 企業がビジネスを通じた排出量削減貢献を示す削減貢献量 (Scope4)の計測にも注目
- 排出量削減の戦略策定は「電化」「エネルギー効率化」「再エネ化」を軸に施策を洗い出し、費用対効果から実施優先度を決め、ロードマップを策定する
- 京都府は特に製造業の割合が多く、Scope 3 のカテゴリ 1 の排出が多い傾向
- Scope 3 のカテゴリ 1 の削減に向けては、まずは産業連関表での算定から始め、徐々に一次データを取得し、積み上げることで計測精度を上げていくことが賢明

AAKEL