

CTNS (Carbon Trusted Network Services) における カーボンフットプリントの算出と共有

2024 年 3 月 14 日



一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ



CONTENTS

エグゼクティブサマリ

2050年のカーボンニュートラル(CN)を実現するためには、CO₂排出量が多い素材産業や物流業界における技術革新や新たな投資が必要不可欠である。本来であれば、そうしたCNの先頭に立つ事業者が、大胆な投資に見合う経済的ベネフィットを、直接の顧客である取引先の拡大と売上増加につなげることが望ましい。しかし、現実には、製品単位でのCO₂削減の数値化が困難であること、そしてCO₂排出量算出の根拠となる工場内でのデータの第三者への開示に大きな抵抗があること、など、現実的な課題が多い。

カーボンフットプリント(CFP)は、それぞれの事業者が、直接の顧客へ提供する製品を製造するために必要となったCO₂排出量を、サプライチェーンに沿って原材料までさかのぼって積算したものである。顧客にとっては、CFPの値によって、仕入先を選択することはないものの、CFPの算出を正しく行っているか否かによって、仕入先を選定することはあり得る。なぜなら、顧客自身もさらに自分の顧客からCO₂の見える化、CO₂削減の数値化が求められているからである。

こうした全世界規模でのCNへの潮流を受けて、いま直ち

に準備を始めなければ、製造業は、なし崩し的にデータ開示を求められ、製造現場の知財や技術がそのままデータとともに流出する可能性がある。技術的にコアな部分は競争領域としてクローズとし、CFP算出のためだけに必要なデータを適宜開示するしくみが求められている。

また、CFPを企業間で流通させるためには、資金や人材が十分ではない中小製造業であっても、最低限の対応が可能となるしくみが必要である。DXをなかなか進めにくい中小製造業に対し、それぞれの身の丈にあったアプローチを許容するしくみでなければならない。

本仕様書は、中小製造業でも容易に実践可能なCFP算出の方法を示すとともに、その内容を企業間で共有し流通させるための共通モデルと、それをを用いた社会実装のあり方を提案する。本仕様書に基づき、CFPの算出方法とその共有方法を国や地域、そして業種や業界を超えて共通化することで、CNに関するより公正で健全な議論を可能とするとともに、必要不可欠な最低限のシステム構築のコストを下げ、今すぐにやってみよう、という事業者に最初の一步を踏み出すきっかけを与えることができれば幸いである。



一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ

目次

1. 位置付け	4	付録 A CTNS データモデル	16
2. システムの前提事項	5	付録 B CFP 計算事例	19
3. CFP 算出モデル	6	付録 C プラットフォーム実装例	25
4. CFP 算出ロジック	8	付録 D 用語	32
5. CFP の企業間取引	10	参考文献	34
6. CIOF 取引契約	12	著者および協力者	35
7. CFP 認証のしくみ	14		



一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ

1. 位置付け

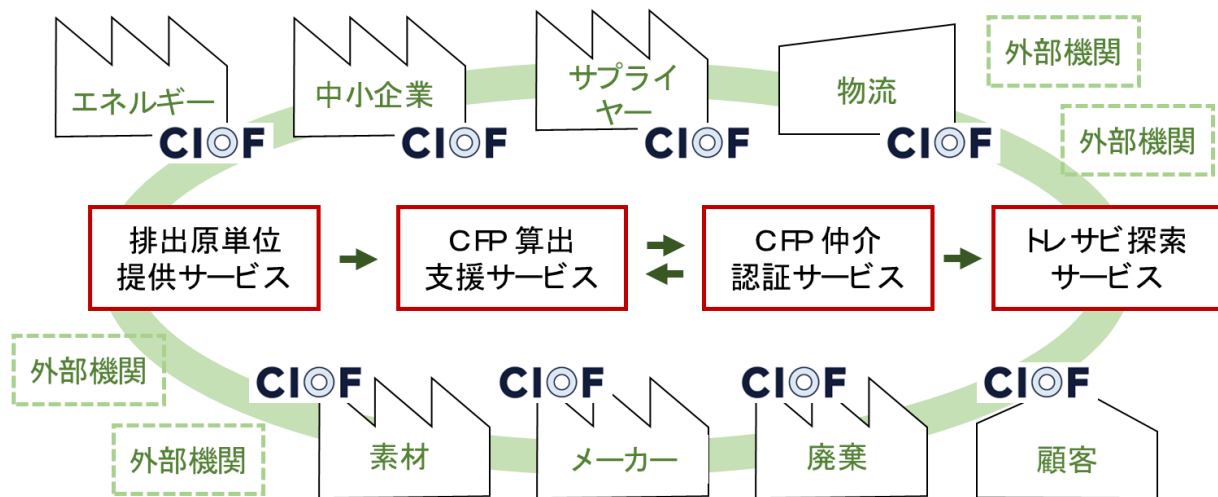


図 1 CTNS の全体構造

カーボンニュートラル(CN)を実現するためには、事業者が単独で CO2 排出量を削減することに加えて、削減効果の見える化により、活動に対するインセンティブを社会全体で共有するしくみが欠かせない。CTNS(Carbon Trusted Network Services、カーボントラストネットワーク)は、CN のための取組みをサイバー・フィジカル・システムによって実現する際に考慮すべき参照モデルであり、関連する多くの取組みを比較検討する際に活用できる。本仕様書が対象とする CFP を用いた事業者間の連携において、CN のためのサイバー・フィジカル・システムとしての取組みは、図 1 に示すとおり、以下の4つのサービスに分類することができる。

- ✓ **排出原単位提供サービス**は、事業者間で CFP を交換する際に、その根拠となる CO2 排出原単位を、2次データとして提供する。排出原単位提供サービス

では、そのために、取引品目のカテゴリに対応したデータベースを持ち、さまざまな事業者が持つさまざまな取引品目の CO2 排出原単位を更新する¹。

- ✓ **CFP 算出支援サービス**は、事業者が製品やサービスを得意先に提供するにあたり、それぞれの取引に関与した CO2 排出量の算出を支援する。事業者がそれぞれの期(ターム)で実際に消費したエネルギーをもとに、事業者の内部で得られる 1 次データを利用して CO2 排出量を算出する。
- ✓ **CFP 仲介認証サービス**は、事業者間での CFP の提供を仲介し、その取引内容を、セキュリティを保持した状態で、かつ事業者間の高い信頼性を基本として行う。事業者が開示したくない内部データを、取引先を含む他の事業者に開示することなく、そこで算出さ

¹ ライフサイクルインベントリ(LCI)データベースの IDEA などが相当する。
<https://sumpo.or.jp/consulting/lca/idea/>

れた CFP の正当性を認証する。

- ✓ **トレサビ検索サービス**は、サプライチェーン上に流通する製品やサービスに関する CFP を、複数の事業者をまたいで、できる限りその源流まで川上をさかのぼることで、事業者が扱う製品やサービスの CFP のより深い構造を知る手がかりを提供する。また、川下に向けたサプライチェーンのトレーサビリティも、同様の方法で提供する。

これらのサービスは、サイバー・フィジカル・システムとして、一つの統合されたプラットフォームとして提供される必要はない。また、これらのサービスは、一つのサービス事業者によって提供される必要もない。むしろ、それぞれの

地域や業界ごとに、それぞれの実情に応じたきめ細かな対応が必要であり、そうした多様性を許容する一方で、共通部分としての基本構造とルールが存在が重要となる。

以降の章では、CTNS として共通的に定めるべき部分について、できるだけ具合的な実装を念頭においた基本仕様を示す。本仕様にしたがって実装されたサービスは、それぞれが複数の異なる事業者から提供された場合であっても相互に連携可能とし、そこで扱われるデータの相互運用性を高めることに貢献する。特に、サイバー空間上でのトラストなデータ取引を基盤とすることで、事業者の規模に係わらず、公正な形で CN に取り組む事業環境を提供する。

2. システムの前提事項

CTNS は、カーボンニュートラルに関する国際標準といえる GHG プロトコルにおけるスコープ1、2および3を対象とする。スコープ3では、原材料を購入する仕入先や、製品やサービスを納入・提供する得意先との直接的な取引関係がある事業者との連携を強化し、間接的に対象製品に関するゆりかごから墓場まで、つまり製品の原材料の採掘から、製品が廃棄されるまでを扱う。

スコープ1、2では、事業者の内部で直接的、間接的に消費される CO₂ の合計値を計算するが、ここでは、対象とする期(ターム)を設定し、その期間におけるエネルギー消費量を、エネルギー事業者から受け取ったデータから設定する。また、IoT デバイス等で直接計測したデータを設定することも可能とする。

製品単位の CFP の計算モデルでは、スコープ1、2に対応するすべての CO₂ 排出量を、いったん設備に按分する。言い換えれば、すべてのエネルギーの CO₂ 排出量が、設備を介して最終的に製品の CFP に変換される。したがって、作業中心の現場の場合は、作業場や作業グループを仮想的に設備とみなすといった対応が必要となる。

計算ロジックをシンプルとしたままで利便性を高めるため

に、実際に日々の事業活動の中で CFP を算出するフェーズと、算出のための乗数を計算するフェーズを分けている。たとえば、先月の集計値を用いて、当月の個別の取引の CFP を計算するといった形が一般的となる。

対象期ごとに計算された設備の CO₂ 排出量は、実際にその設備が関与した生産ロットに対して、活動実績と配賦乗数をもとに集計される(詳細は3章)。

スコープ3に対応した CFP の算出では、事業者独自のマスタ情報として、部品表(BOM)、工程表(BOP)、および設備のエネルギー構成表(BOE)が必要となる。ただし、ここで定義する内容は、厳密である必要はなく、さらにこうしたデータを整備できない事業者も、カットオフ基準に対応する形で、より簡易な定義を採用することにより、CTNS サービスを受けることを可能とする。

事業者内部で完結しない製品のリサイクルやリユースについては、その引取り事業者が存在する前提で、通常の製品と同様にCFPを設定した出荷を行う。スコープ1、2で設定した CO₂ は、製品以外のこうした副製品にも配賦されるため、製品の CFP を低く抑えることが可能となる。同様の製品を、リサイクルあるいはリユースせず廃棄す

る場合と比較すると、廃棄ための費用や、そのための CO2 排出量の計上が不要であるというメリットがある。

事業者内部で生成されるエネルギーを扱う場合、スコープ1、2および3として事業者内に流入する CO2 排出量の合計と、製品やサービスとして事業所外に流出する CO2 排出量がバランスすることを前提とする。(図2)

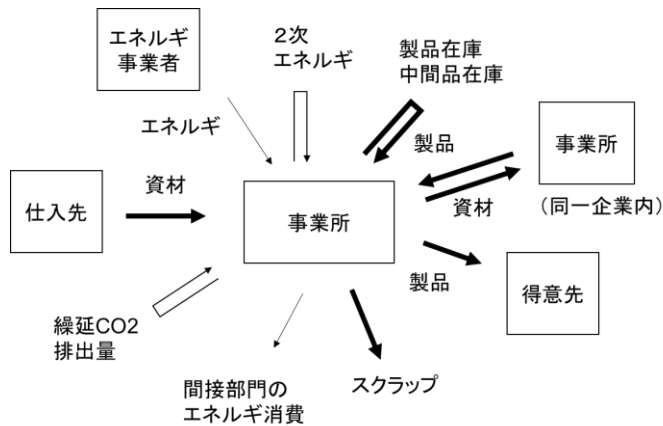


図 2 事業者の CO2 フロー

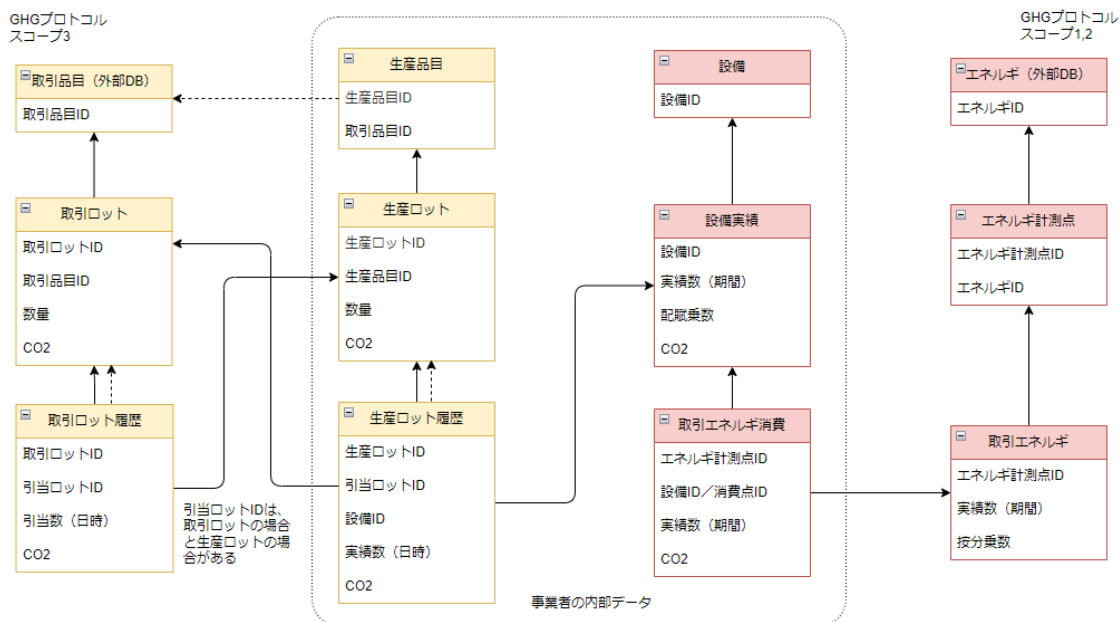


図 3 CFP 算出のための基本モデル

3. CFP 算出モデル

CFP 算出のために必要となるデータモデルおよびその関係構造の基本構造を図3に示す。この図の左側がスコープ3としてサプライチェーンに関するデータモデルであり、右側がスコープ1、2に対応するエネルギーの按分に関する

データモデルとなる。以下に、それぞれのデータモデルを説明する。

取引品目…事業者間で取引される製品やサービスを特定するためのマスタデータ。広く公知である必要はなく、

実際に取引を行う事業者間で合意ができていればよい。取引品目は、そのカテゴリの中で、事業の実態に合わせて適宜更新されることを想定する。

生産品目・・・取引品目に対して、事業者が独自に定義可能な品目を示すためのマスタデータ。事業者内部では、生産品目を単位として生産が行われる。中間品目など、取引品目に紐づかない事業者内部の品目もある。

エネルギー・・・エネルギー事業者から供給するエネルギーを特定するためのマスタデータ。電気やガスなど、同じエネルギーのカテゴリにおいて、エネルギー事業者ごとに異なる単位となる。CO₂ 排出原単位はこの単位で設定される。

エネルギー計測点・・・エネルギーの供給量あるいは消費量を計測する点を示すマスタデータ。事業者が独自に登録する。エネルギーが異なる場合は、それぞれで定義される。配電盤や分電盤など、専用の設備が対応する場合と、事業者独自で計測機器を取り付けた設備が対応する場合がある。

取引エネルギー・・・エネルギー計測点において、特定の期間で集計されたエネルギー消費量。エネルギーの CO₂ 排出原単位をもとに CO₂ 排出量が計算できる。事業者が独自に計測する場合とエネルギー事業者から提供される場合がある。この数値をもとに最終的な製品、サービスの CFP が算出される。

取引ロット・・・事業者間で提供される取引品目に対応した実際の製品またはサービスの単位。基本的には有体物である製品が対応するが、用役などのサービスに拡張することもできる。事業者は、仕入先から調達した取引ロットを利用し、事業者内で生産した取引品目に対応する取引ロットを得意先に提供する。

取引ロット履歴・・・取引ロットに関する出荷、納入、輸送、保管などの業務の実績を記録したもの。それぞれの業務の実績に対応した CO₂ 消費量は、取引ロットの CO₂ 排出

量として積算される。取引ロットが分割または統合された場合は、それらの引当て関係を持つ。

生産ロット・・・事業者内での生産品目に対して、実際に生産を実施した場合に登録される内容。一回の生産で複数個の生産を行った場合はそれらが1つの生産ロットとなる。得意先に出荷される最終製品のみでなく、仕入先から調達した資材や中間品なども対象となる。生産ロットの生産のために設備を利用した場合に、そのエネルギー消費に対応した CO₂ 排出量が積算される。

生産ロット履歴・・・生産ロットに対して、関連する資材の消費実績や設備の稼働実績を記録したもの。資材の消費は、その資材に対応する生産ロットとその消費量で示し、設備の稼働実績は、利用する設備と設備の稼働実績等によって示す。生産ロット履歴を集計することで、対象とする生産ロットの CO₂ 排出量が計算できる。

設備・・・事業者内部で保有し、生産ロットを生産するために、実際にエネルギーを消費して生産を実施するものを示すマスタデータ。基本的にこの情報は、事業者外部には非公開であるが、CO₂ 排出量算出根拠を示すために第三者が参照する場合がある。

設備実績・・・設備が対象とする期ごとに実際に稼働した結果を集計する単位。実績値としては、稼働時間以外にも、生産数量、重量、金額などさまざまな種類の指標がある。対象とする期において、CO₂ 排出量が集計されるとともに、基準となる活動量に対応した CO₂ 排出量の配賦乗数が計算される。

取引エネルギー消費・・・対象とする期において、特定の設備が、特定のエネルギー計測点から取得したエネルギー消費量を示す単位。エネルギー計測点から見た場合、取引エネルギー消費の合計がエネルギー計測点のエネルギー消費量の合計と一致する

4. CFP 算出ロジック

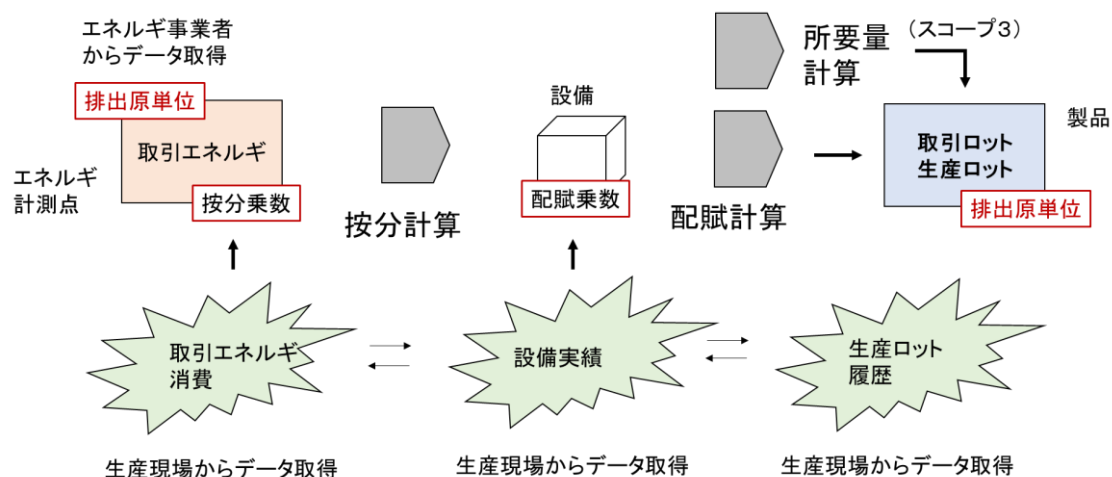


図 4 CFP 算出の流れ

製品単位の CFP 算出の出発点は、外部のエネルギー事業者から取得したエネルギーの消費量となる。このデータをエネルギー計測点における取引エネルギーとして定期的、あるいは必要な頻度で設定し、この値を、エネルギー事業者が示す CO2 排出原単位により CO2 排出量に変換する。

エネルギー計測点の CO2 排出量は、エネルギー計測点ごとに設定された按分乗数により、それを利用する設備に按分される。そしてさらに、設備に按分された CO2 排出量は、その設備を利用した生産品目の生産ロットに配賦乗数により配賦される。このように、GHG プロトコルスコープ1、スコープ2に対応するエネルギー起点の CO2 は、按分計算、配賦計算を経て、最終的な製品に付加されていく。

CO2 排出量の可視化にあたり、基本的な計算式は以下の式(1)および式(2)となる。まず、スコープ 1、2 について

$$\text{スコープ 1、2} \quad (\text{設備の})\text{CO}_2 \text{ 排出量} = (\text{エネルギーの})\text{消費量} \times (\text{エネルギーの})\text{CO}_2 \text{ 排出係数} \quad (1)$$

$$\text{スコープ 3} \quad (\text{製品の})\text{CO}_2 \text{ 排出量} = (\text{製品の})\text{生産量} \times (\text{製品の})\text{CO}_2 \text{ 排出係数} \quad (2)$$

は、エネルギーの消費量にそのエネルギーの CO2 排出係数 (排出原単位) を乗じることで CO2 排出量が計算される。同様に、スコープ3で必要となる事業者間で取引される製品の CO2 排出量は、取引された製品の数量と、その製品に関する CO2 排出係数 を乗じることで計算される。

ここで、製品の CO2 排出量が CFP として事業者間で提示されるが、そのベースとなる製品の CO2 排出係数は、2次データとして、外部のデータベースから取得することが可能な場合もある。一方 CTNS では、この値を、事業者内部で得られた1次データをもとに算出する。これにより、事業者内で実施したカイゼン活動や、スコープ 1、2 におけるエネルギー消費量の削減効果が見える化され、CN に向けたインセンティブとする。

図 4 に CFP 算出の流れの全体構成を示す。スコープ 1、2 に対応するエネルギーは、CO₂ 換算された後に按分乗数に従って設備単位で集計される。さらに、設備ごとに集計された CO₂ 排出量は、設備がもつ配賦乗数に従い、設備稼働実績およびそれに対応する生産実績に応じて生産ロットに配賦される。

生産ロットには、こうして得られたスコープ 1、2 に対応する CO₂ とともに、スコープ 3 に対応する資材の CO₂ 排出量が、その所要量に応じて加算される。中間品として社内で生産される部品や組立品は、同様の手順でその CO₂ 排出量を算出しておく必要がある。

ここで、取引エネルギーの CO₂ 排出量に対する按分乗数と、設備の稼働実績に対応した CO₂ 排出量の配賦乗数を計算する部分がポイントとなる。これを計算するための計算

$$\text{(エネルギー計測点の)按分乗数} = \frac{\text{エネルギー計測点の CO}_2 \text{ 排出量}}{\sum \text{エネルギー計測点から供給を受ける設備の活動量}} \quad (3)$$

$$\text{(設備の)配賦乗数} = \frac{\text{設備の CO}_2 \text{ 排出量}}{\sum \text{設備を利用して生産する製品の活動量}} \quad (4)$$

以下に、CFP 算出のための具体的な手順を示す。

ステップ 1：エネルギー計測点における実績登録

エネルギー計測点におけるエネルギー消費量を取引エネルギーとして登録する。エネルギー計測点は、事業者内でエネルギー消費量が設定できるポイントであり、ここに対象期が終了後、直ちに値が設定される。ここで設定される値は、外部のエネルギー事業者から取得する場合や、設備の測定機器などを用いて計測した値から自動または手動で設定される場合がある。

ステップ 2：事業者内部の 1 次データの収集と設定

設備に関する実績値を集める。設備が利用するエネルギー（エネルギー計測点）によって、按分方法が異なる場合があり、それらに対応した実績値を計測する。たとえば、設備に関する稼働時間や、設備が処理した製品重量などが定義できる。これらは、生産ロットに対する生産ロット履歴として登録する。

式が式(3)および式(4)である。

まず、エネルギー計測点ごとに按分乗数を計算するために、式(3)のとおり、エネルギー計測点における対象期間の CO₂ 排出量を集計し、そこから供給を受ける設備の活動量の合計値で除す。ここで設備の活動量は、稼働時間、稼働回数、生産した数量や重量など、設備間で統一されていればよい。ここで得られた按分乗数は、対象としたエネルギーについての設備の単位活動あたりの CO₂ 排出量となる。

続いて、設備の配賦乗数を計算する。設備の配賦乗数とは、その設備を利用した場合に、利用量（設備の活動量）あたり配賦される CO₂ 排出量を示す。これは、対象期間において、その設備の CO₂ 排出量の合計を、その期間中の設備の利用量（活動量）の合計で除した値となる。

ステップ 3：エネルギー計測点の CO₂ 排出量の按分

エネルギー計測点における CO₂ 排出量計算を行い、その値を、当該エネルギーを消費した設備に、その利用実績値をもとに按分する。ここで用いる按分乗数は、CO₂ 排出量をエネルギー計測点の利用設備の実績値を合計で除したものとなる。実績値が得られない設備や、生産に寄与しない設備などは、カットオフルールを設定し除外することができる。

ステップ 4：設備の排出乗数を期ごとに計算：

対象とする期（月、週、日など）が終わった時点で、その期におけるエネルギー計測点の CO₂ 排出量を、設備の活動量に応じて按分し、設備ごとの CO₂ 排出量を積算する。ここで求めた値が、当該期におけるその設備の CO₂ 排出量となる。設備が複数のエネルギー計測点から異なる種類のエネルギーの共有を受けている設備は、それらの合計値となる。

ステップ5：生産ロットに関する実績の定義

生産ロットに関する実績として、生産実績と活動実績を設定する。生産実績は、当該生産ロットの生産を特定の設備を用いて行った場合に定義する。活動実績は、当該生産ロットと個別の設備との関係はあいまいである場合に、活動種類と数量を設定する（製造原価の合計などが対応する）。

ステップ6：CO2 排出量の生産ロットへの配賦

設備の CO2 排出量を、生産ロットの生産実績または活動実績に応じて配賦乗数を利用して配賦する。配賦乗数は、設備の CO2S 排出量を、その設備を利用した生産ロットの生産実績または活動実績の合計値で除した数とする。

ステップ7：2次エネルギーの設定

設備の中で、生産ロットの生産ではなく、エネルギーを新たに生み出す場合には、按分された CO2 排出量を2次エネルギーとして生産したエネルギーのエネルギー計測点に戻す。新たに生成された2次エネルギーは、ステップ3からの手順に従い生産ロットに転嫁される。

ステップ8：取引先に開示する CFP の集計

生産ロットに対して配賦された CO2 排出量を集計し、生産ロットの CO2 排出量を算出する。生産ロットは生産品目を、実際に生産した単位で算出したものであり、生産方法に応じて都度その値が異なるため、得意先に対して出荷する取引ロットの CO2 排出量あるいは排出原単位は、必要に応じて期間内で集計する。

5. CFP の企業間取引

事業者間では、製品の発注および発注にともない、物理的なモノの移動があった場合に、その取引に対応した形で、事業者間でデータが交換される。CFP は、こうした事業者間の取引において、受発注データ、あるいは出荷・受入データとともに交換されるデータとなる。

ただし、CFP の算出方法やその根拠となる1次データを取引先に示すためには、工場の生産プロセスや設備の稼働に関するデータを開示する必要があり、現実的ではない。

そこで、提案する CTNS では、企業間オープン連携フレームワーク(CIOF)をデータ連携基盤とし、第三者である CTNS サービスプロバイダとのデータ取引契約に従って必要最低限のデータ開示を行うことで、この問題を解決した。

CTNS サービスプロバイダとの契約では、企業間でそれらのデータに関するアクセス権、利用権、およびそれらの権利に関する当事者の付帯的義務等が設定される。これらをオンライン上で手軽に行うことで、トラストなデータ取

引にもとづいた事業者間の CFP の交換が可能となる。

CTNS では、企業間でのデータ取引として、以下の3種類の活動を対象とする。

CFP 算出データに関する企業間取引

メーカーによるサプライヤへの資材の注文があった場合など、製品や資材が一方の事業者から他方の事業者へ移送されることにともない、対応する CFP を提供者側から受領者側へ送信する CFP データを仲介する。実際には、この CFP データは、事業者間で直接ピア・ツー・ピアの形式で交換することも想定される。その際には、そこで交換されたデータ内容の信頼性を担保する形でこの CTNS 上での通信が位置づけられる。

CFP を計算するための1次データの取引

事業者が CFP の計算を自社で行わずに、第三者である CTNS サービスプロバイダに CFP 算出を委託する場合、生

産ロットごとに、実際に行った設備稼働や資材消費などの事実を提示するための通信となる。この内容は、事業者の許可を得て、その製品を提供した取引先に開示される場合がある。内容を開示しない場合であっても、取引先からの照会に対応して、そのデータ根拠が存在することを第三者として保証することが可能となる。

CFP 関連データへのアクセス権の設定または変更

CTNS サービスプロバイダは、さまざまな業種や地域ごとに存在することを想定している。特定の事業者から委託をうけたサービスプロバイダは、他のサービスプロバイダとの間で、管理下にある事業者のデータの一部を共有する場合がある。取引ロットの CFP データのみでなく、その

認証情報なども必要に応じて連携し、事業者側にとって1つのサービスプロバイダにロックインされないようしくみとなっている。

図 6 および図 5 に、事業者間での CFP の共有のしくみを示す。製品を提供するサプライヤは、メーカーに出荷する取引ロットを、あらかじめ生産ロットとして工場にて生産する時点から資材消費、設備稼働といったイベントごとに CTNS サービスプロバイダに開示しておく。これによって、サービスプロバイダは、サプライヤに対して CFP 算出を代行するとともに、メーカーからの照会に対して、その正当性を認証し、サプライヤ側の許諾があればその内訳も開示する。

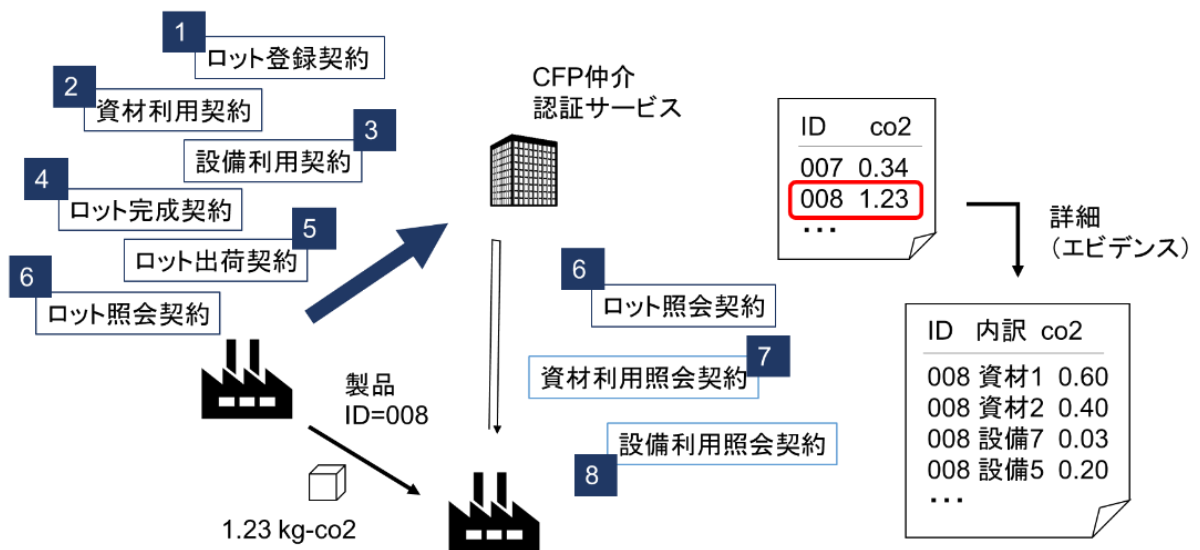


図 5 CFP データ認証のしくみ

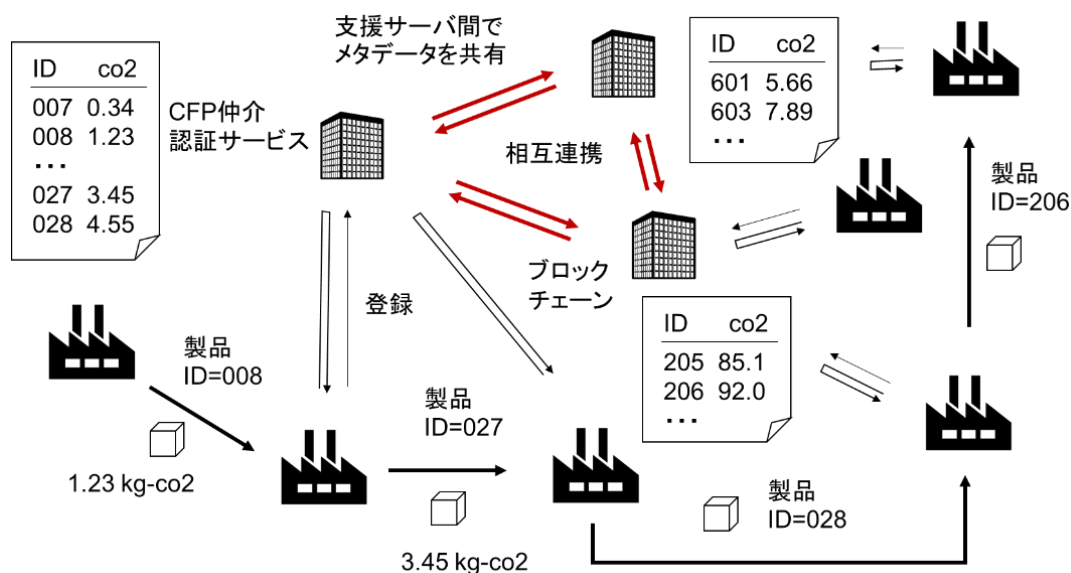


図 6 事業者間の CFP 伝送

6. CIOF 取引契約

CTNS における CFP 算出支援サービスでは、事業者内の生産に関するデータをサービスプロバイダに開示する必要がある。また、CFP 仲介認証サービスを利用する場合は、取引先に対して CFP を開示するとともに、その根拠データを示し認証を得るためには内部データを開示する必要がある。

さらに、トレサビ探索サービスを利用する場合は、得意先あるいは仕入先の取引情報に関するデータを間接的に利用することになり、この際に第三者のデータにアクセスする。逆の立場でいえば、提供した事業者データは、必要な手続きを経たうえで、トレサビ探索サービスにおいて利用されることになる。

CIOF (Connected Industries Open Framework) は、事業者内部のデータを、データ取引契約を経て他の事業者と共有するためのフレームワークである。CIOF では、基本的に二者間でのデータ取引を行うための契約作成プロセス、

および契約にしたがった実際のデータ交換のプロセスを規定している。

CTNS の中核となる CFP 算出支援サービスと CFP 仲介認証サービスを受ける事業者が、必要なデータ取引契約を作成する場合に、以下のような CIOF のデータ取引契約が必要となる。なお、あらかじめ公開データとして定義可能な「取引品目」および「エネルギー」についてはあらかじめ外部のデータベースにおいて登録済みであることを前提とする。

契約セット 1: エネルギー構成管理

契約セット1は、CFP の連携に必要なエネルギー関連のマスター情報を登録するための契約である。この契約は、システムを管理するインテグレータ等の担当者は必要となる。

契約番号	契約内容
契約 1-1	エネルギー計測点の登録、編集、削除
契約 1-2	エネルギー計測点の照会
契約 1-3	設備の登録、編集、削除
契約 1-4	設備の照会
契約 1-5	エネルギー構成の登録、編集、削除
契約 1-6	エネルギー構成の照会

契約セット 2：生産品目の管理

契約セット2は、CFPの連携に必要な生産品目の構成やターム情報を登録するための契約である。この契約は、システムを管理するインテグレータ等の担当者は必要となる。

契約番号	契約内容
契約 2-1	生産品目の登録、編集、削除
契約 2-2	生産品目の照会
契約 2-3	品目構成の登録、編集、削除
契約 2-4	品目構成の照会
契約 2-5	タームの登録、編集、削除
契約 2-6	タームの照会

契約セット 3：取引ロットの管理

契約セット3は、企業間で取引ロットを出荷、入荷するための契約である。この契約は、CFPを企業間でやりとりする際に必須となる。

契約番号	契約内容
契約 3-1	取引ロットの出荷
契約 3-2	取引ロットの入荷
契約 3-3	取引ロットの照会
契約 3-4	取引ロット履歴の照会

契約セット 4：生産ロットの管理

契約セット4は、事業者内部で生産ロット単位にCO2排出量を算出する場合に必要な契約である。この契約によってCO2算出を行った場合には、取引相手からのCFPの認証要求への対応が可能となる。

契約番号	契約内容
契約 4-1	生産ロットの登録および更新
契約 4-2	生産ロットに関する資材消費の登録
契約 4-3	生産ロットに関する設備稼働の登録
契約 4-4	ターム・生産品目・設備を指定して、生産ロットを照会
契約 4-5	生産ロットIDを指定して、資材消費履歴を照会
契約 4-6	生産ロットIDを指定して、設備稼働履歴を照会

契約セット 5：取引エネルギーの管理

契約セット5は、エネルギー計測点に対する取引エネルギーの登録や、設備ごとの稼働実績を登録し、按分乗数や配賦乗数を管理するための契約である。対象事業者の他に、エネルギー事業者が定期的にエネルギー提供量を設定する際にも利用できる。

契約番号	契約内容
契約 5-1	設備実績の登録と修正
契約 5-2	設備実績の照会
契約 5-3	取引エネルギーの登録と修正
契約 5-4	取引エネルギーの照会
契約 5-5	取引エネルギー消費の登録
契約 5-6	ターム・エネルギー計測点を指定して、取引エネルギー消費を照会

7. CFP 認証のしくみ

CFP の認証では、取引先との間に、そこで提示される CFP などのデータの品質を保証するために、CFP に関する認証サービスを行うサービス事業者が第三者として介在する。認証サービスでは、製品の生産者と消費者について事業所識別のための ID を発行し、2 者間の製品の流れを出荷／納入単位で固有の ID を用いて管理する。

また、事業者の内部で実際に行われた生産活動に対応する生産オーダ(生産ロット)についても必要に応じてデータを預かり、事業者が取引先を実施する販売や調達に対応した取引ロットとの引当関係をトレース可能な状態とする。さらに、生産ロットに対する履歴として加味すべき CO₂ 排出量を、生産実績、設備実績、およびエネルギー実績として保持する。

このような事業者の内部の生産工程や設備に関する実績は、機密性が高いため、ID で匿名化し、原則として当該事業者以外には開示せず、CFP の照会があった場合にその正当性のみを保証する。

図 5 に示したように、CFP の認証にあたっては、その根拠となる 1 次データが必要となる。実際に CFP 算出を当該サービスプロバイダが行った場合は問題ないが、実際に

はさまざまな現実の状況を考慮して、事業者が直接 CFP データを登録する場合もある。

CFP 算出は事業者内部でクローズな環境で行うことができても、その正当性を示すために、同様の計算プロセスを第三者が行うことを可能とし、それらと比較することで品質を保証する。CFP 算出ロジックが前節で示した標準モデルに従っていれば、計算根拠となる 1 次データの品質に応じた精度での結果が得られる。

表 1 は、計算された CFP を取引先である別の事業者に通知した際に、その取引ロット ID から照会された場合の認証レベルを示す。仕入先から納品された製品にある取引ロット ID をもとに、そのデータを管理するサービス事業者のサーバを検索すると、こうしたデータが照会できるようになる。

また、表 2 は、事業者としての CFP を算出するしくみを示す認証レベルとなる。認証の原理は同じであるが、認証する対象が個別の生産ロットではなく、事業者として備わった CFP 算出および共有のしくみの完成度、あるいは成熟度を示す。

表 1 CFP 認証レベルと内容

認証レベル	認証のための項目	必要データ
1	正しいオペレーションにもとづき、特にエラーや不正等は認められない	取引品目、取引ロット
2	生産ロットのデータを管理し、内部と連携している	取引品目、取引ロット、 取引ロット履歴、生産品目
3	エネルギーデータを内部で管理し、紐づけを行っている。	(上記に加え)取引エネルギー、取引エネルギー消費
4	CFP の計算ロジックを検証可能であり、誤差が一定以内となっている。	(上記に加え)設備、設備実績、生産ロット履歴
5	計算に関する履歴データが保持されており、常に検証が可能である。	(上記に加え)品目構成、設備構成

表 2 事業者の認証レベルと内容

認証レベル	事業者内での活用レベル	認証のチェック内容
1	CFP 計算のための最低限のしくみが整備され、特定の製品について利用した実績がある。	CFP 計算値の誤差率、ばらつき／対応可能な取引ロットの数／エネルギー種類
2	限定された製品について、業務の中で CFP を得意先に提供し、そのための根拠データを社内に保持している。	蓄積データの件数と期間／手入力／デジタル比率／社内システム比率など
3	算出に必要なデータが整備され、共通モデルのロジックに基づいた CFP の計算および運用を明示的に示せる。	1次データと2次データの割合／計算モデルのカバー率／自社・クラウド比率
4	社内の業務システムと連動することでデータが整備され、CFP の計算のために常に利用可能な状態となっている。	CO2 フローの整合性(総量との差異)／レスポンス時間と範囲
5	データが整備されているとともに、データの知財管理がなされ、外部からの照会に常に対応可能な状態となっている。	上流または下流からのトレサビ対応が可能か／サイバーフィジカル連携係数

付録 A CTNS データモデル

公開レベル

公開レベルのデータは、非排他的に利用の機会が与えられるもの。アクセスはフリー(無料)ではないが、一般的にみて妥当な費用をかければ、誰でも均等にその機会が与えられる。公開レベルのデータは、分散データ環境として、それぞれ立場が異なる複数のプラットフォームによって管理される場合がある。その場合、プラットフォーム間の連携や互換性の確保は、この公開レベルにおいて行う。

限定公開レベル

限定公開レベルのデータは、あらかじめ定義された範囲あるいは役割に対応する事業者のみがアクセスできる。一般的な企業取引である得意先や仕入先など、直接的に利害関係がある、あるいは利害関係がある可能性がある相手を開示範囲に含める場合に定義する。限定公開レベルにおけるデータの開示あるいは共有先は、それぞれの契約によって個別に指定するか、あるいは、出荷先の事業者に限定するなど、予見可能な特定のロジックで定義可能な場合はそれによって定める。

企業内部レベル

企業内部レベルのデータは、他の事業者と共有しないことを前提としたモデルである。ただし、企業内部レベルのデータのフォーマット(スキーマ)の骨格部分については、共通で定める。企業内部レベルのデータは、データを管理するプラットフォームおよび当事者企業が個別に許諾した者以外が利用またはアクセスすることはできない。

以下の表にそれぞれのレベルにおける実装上のデータモデルを示す。なお、登録日や更新日などの共通的な項目は除外している。

① 事業者(公開レベル)

項目名	説明／備考
事業者 ID	事業者の識別用 ID
事業者名	事業者の名称
事業者区分	区分(エネルギー・生産・物流・仲介)
ステータス	事業者ステータス
説明	事業者に関する説明
認証レベル	事業者の認証レベル

② エネルギー(公開レベル)

項目名	説明／備考
エネルギー ID	エネルギーの識別用 ID
エネルギー名	エネルギーの名称
エネルギーカテゴリ ID	エネルギーカテゴリに属する場合はその ID
説明	エネルギーの説明
CO2 排出原単位	エネルギーの CO2 排出原単位
CO2 単位	エネルギーの CO2 単位(k-CO2、kg-CO2 など)
エネルギー事業者 ID	エネルギーの供給事業者 ID
エネルギー単位	エネルギーの単位(kwh など)
事業者 ID	エネルギー事業者の識別用 ID

③ 取引品目(公開レベル)

項目名	説明／備考
取引品目 ID	取引品目の識別用 ID
取引品目名	取引品目の名称
品目カテゴリ ID	品目カテゴリの ID
CO2 排出原単位	取引品目の CO2 排出原単位
CO2 単位	CO2 排出量の単位(k-CO2、kg-CO2 など)
取引品目単位	取引品目の単位
説明	取引品目の説明
事業者 ID	取引品目を登録した事業者の識別用 ID

④ 取引ロット(限定公開レベル)

項目名	説明／備考
取引ロット ID	取引ロットの識別用 ID
取引品目 ID	取引品目の識別用 ID
数量	取引ロットの内容数
単位	取引ロットの単位
CO2	取引ロットの CO2 排出量
認証レベル	取引ロットの認証レベル
事業者 ID	事業者の識別用 ID

⑤ 取引ロット履歴(限定公開レベル)

項目名	説明／備考
取引ロット履歴 ID	取引ロット履歴の識別用 ID
取引ロット ID	取引ロットの識別用 ID
引当ロット ID	取引ロットまたは生産ロットの識別用 ID
引当数	取引ロットの引当数
単位	取引ロットの引当単位(個、kg など)
CO2	引き当てた CO2 排出量
事業者 ID	履歴を設定した事業者の識別用 ID

⑥ 取引エネルギー(限定公開レベル)

項目名	説明／備考
取引エネルギー ID	取引エネルギーの識別用 ID
エネルギー計測点 ID	エネルギー計測点の識別用 ID
期間	集計対象となる期
実績値	エネルギーの実績値
単位	エネルギーの実績値の単位
CO2 排出原単位	エネルギーの CO2 排出原単位
事業者 ID	事業者の識別用 ID

⑦ 生産ロット(企業内部レベル)

項目名	説明／備考
生産ロット ID	生産ロットの識別用 ID
生產品目 ID	対応する生產品目の識別用 ID
数量	生産ロットの数量
単位	生産ロットの数量の単位
ステータス	生産ロットのステータス
事業者 ID	事業者の識別用 ID

⑧ 生産ロット履歴(企業内部レベル)

項目名	説明／備考
生産ロット履歴 ID	生産ロット履歴の識別用 ID
生産ロット ID	生産ロットの識別用 ID
引当ロット ID	生産ロットまたは取引ロットの識別用 ID
引当数	生産ロットの引当数
単位	生産ロットの引当単位(個、kg など)
CO2	引き当てた CO2 排出量
事業者 ID	事業者の識別用 ID

⑨ 設備(企業内部レベル)

項目名	説明／備考
設備 ID	設備の識別用 ID
設備名	設備の名称
説明	設備の説明
配賦方法	設備の CO2 排出量の配賦方法
CO2 配賦乗数	設備の CO2 排出量の配賦乗数(最新値)
活動単位	設備の活動単位(個、時間、kg など)
事業者 ID	事業者の識別用 ID
登録日	データの登録年月日

⑩ エネルギー計測点(企業内部レベル)

項目名	説明／備考
エネルギー計測点 ID	エネルギー計測点の識別用 ID
エネルギー計測点名	エネルギー計測点の名称
エネルギー ID	エネルギーの識別用 ID
按分方法	エネルギー計測点のエネルギー按分方法
エネルギー事業者 ID	エネルギーを供給する事業者の ID
事業者 ID	事業者の識別用 ID

⑪ 設備実績(企業内部レベル)

項目名	説明／備考
設備実績 ID	設備実績の識別用 ID
設備 ID	設備の識別用 ID
期間	集計対象となる期
集計値	設備の稼働実績の集計値(必要に応じて複数)
単位	設備の集計値の単位(必要に応じて複数)
CO2 配賦乗数	設備の CO2 配賦乗数
事業者 ID	事業者の識別用 ID

付録 B CFP 計算事例

CFP は、事業者間で取引される製品が、その製品が生産される過程でどれだけ CO₂ 排出を行ったかと累積して記録したものである。CTNS では、事業者間で取引される製品をすべて取引ロットと呼び、図 7 に示すように、その CO₂ 排出量がサプライチェーン上で追跡されていく。製造事業者と取引ロットとの関係は、出荷または入荷となり、物流事業者の場合は輸送や保管として CO₂ を付加していく。

製造事業者の内部では、取引ロットは生産ロットとなり、入荷した1品目以上の取引ロットが、分岐や合流を経て、1品目以上の取引ロットとして出荷される。それぞれの事業者の内部には、エネルギー計測点に対するエネルギー消費に対応する CO₂ 排出量が、生産、保管、輸送といった活動によって、生産ロットや取引ロットの CO₂ 排出量に転嫁される。

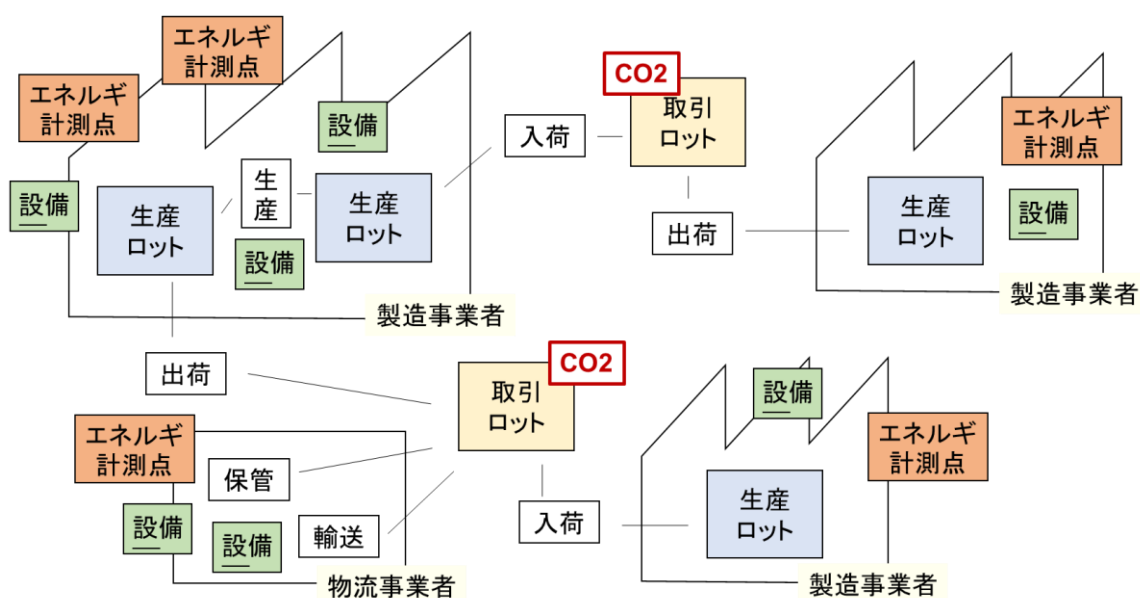


図 7 事業者間のモノの流れと CO₂ の流れ

図 8 は、図 7 の左上の製造事業者の内部を模式的に示した図となる。入荷した取引ロットは、そのままの状態では生産ロットとして事業者内部で読み替えられ、生産ロットとして分岐、合流を経て、取引ロットとして出荷される。生産ロットが出荷される場所では、1つの生産ロットから複数の取引ロットに分岐する場合、または複数の生産ロットが1つの取引ロットに合流する場合がある。また、製造事業者内部で中間品目として生産オーダーを発行し、他の生産オーダーの資材として引当てる場合もある。

製造業では、資材在庫、中間品在庫、そして製品在庫と

して、ここで示す生産ロットを同一の生産品目で集約した形で管理するケースが多い。この場合は、厳密には生産管理システム上で、在庫データと生産オーダーデータを対応付けるか、先入れ先出し方式で生産ロットを引当てる方法が考えられるが、現実には、対象とする生産品目の CO₂ 排出係数が都度変化することは少なく、期間で計算した値を採用することでこの問題は解決する。

図 8 は、制御機器 A を2つの取引先に出荷する例を示す。単純化するため、必要な原材料は電源装置、鋼板の2種類のみとする。

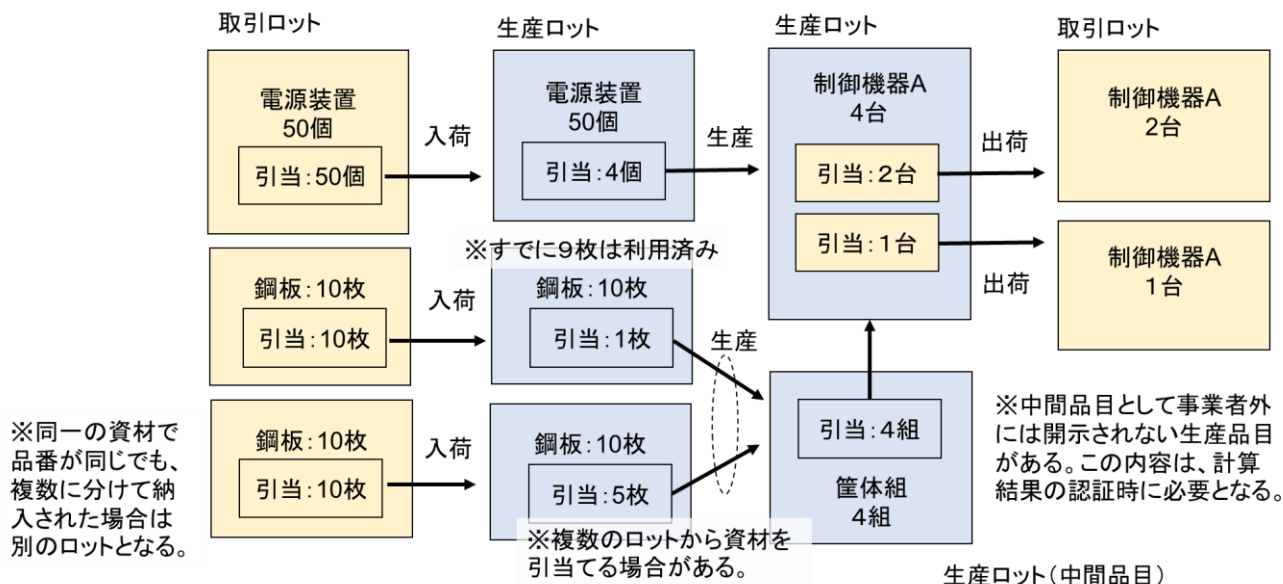


図 8 入荷から出荷まで(製造事業者の内部フロー)

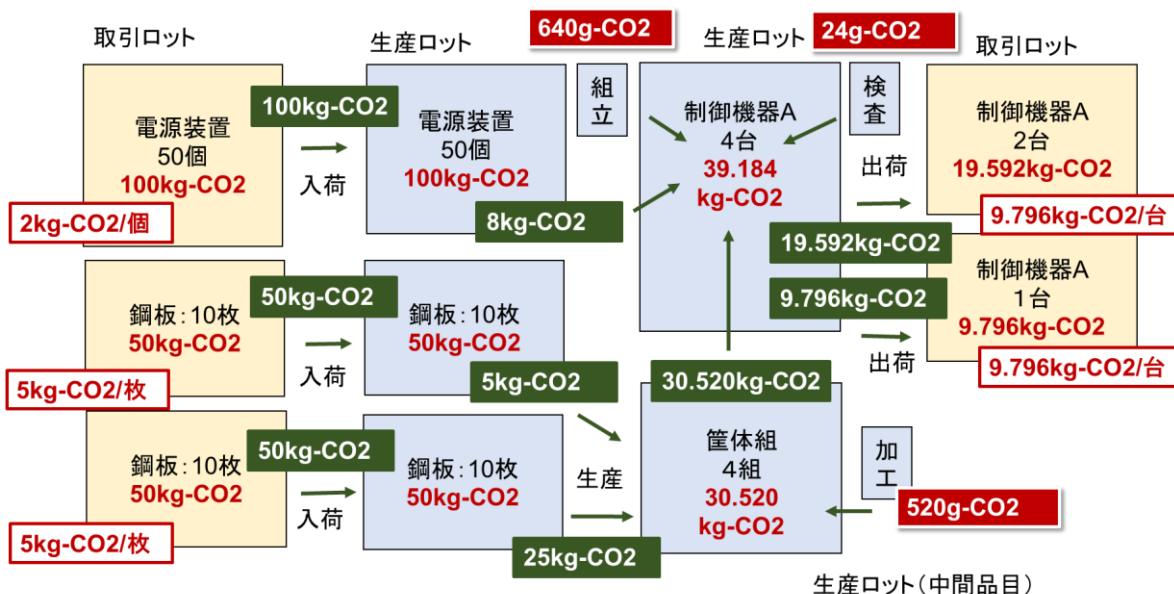


図 9 入荷から出荷まで(モノの流れとCO2 排出量の流れ)

制御装置1台を生産するのに、電源装置は1個、筐体は1組必要であり、筐体1組を加工するために鋼板6枚が必要となる。ここで、生産ロットとして、制御装置4台、中間品目である筐体4組を新たに生産する。

この例では、資材として、電源装置を50個、鋼板は、以前に入荷した10枚のうち、9枚は利用済のため、新たに10枚を入荷する。図9のとおり、外部のデータベースより取得したCO2排出原単位をもとに、入荷した取引ロットのCO2を計算すると、それぞれ電源装置が100g-CO2、鋼

板が50g-CO2となる。

入荷した資材は、加工、組立を経て、出荷される。資材所要量に応じて生産ロットにCO2排出量が加算されるが、これに加えて加工、組立それぞれのプロセスにおけるCO2排出量が加わる。図9では、筐体組の組立において、鋼板6枚分50kg-CO2に加えて、加工プロセスで発生した520g-CO2が生産ロットに加算されている。また、組立プロセスでは、この30.520kg-CO2と電源装置8kg-CO2に加え、組立プロセス640g-CO2と検査プロセス24g-CO2が加算

されている。4台分の制御機器AのCO₂排出量39.184kg-CO₂は、一台あたり9.796kg-CO₂となり、この数値が出荷する取引ロットの数量に乘じられてCFPが算出される。生産プロセスで発生するこれらスコープ1、2に対応するCO₂排出量の計算方法を図9以降で説明する。

スコープ1、2におけるCO₂排出量の算出では、その出発点をエネルギー計測点における計測されたエネルギー消費量とする。図10では、＜電気＞組立工場、＜電気＞事業所他、＜重油＞加工工場の3か所のエネルギー計測点について、それぞれのエネルギー消費量と対応するCO₂排出量が示されている。

ステップ1として、まずそれぞれのエネルギー計測点のエネルギーCO₂排出量を、按分乗数を用いて、そのエネルギーを利用した設備に按分する。ここで、按分乗数は、エネルギー計測点のエネルギーを利用した設備の活動量と性能を用いて計算するが、活動量の単位はエネルギー計測点ごとに異なってよい。たとえば、＜電気＞組立工場と＜電気＞事務所他のエネルギーは稼働時間をもとに按分されるのに対して、＜重油＞加工工場のエネルギーは、製品重量で按分する。

図10の例では、加工設備1、加工設備2、空調設備の3つの設備の活動実績をもとに、まず、エネルギー計測点ごとに活動実績の合計値を計算する。たとえば、＜電気＞組立工場は、稼働時間で按分するので、加工設備1が100h×10kw=1,000、加工装置2が、200h×8kw=1,600な

ので合計値は2,600となる。按分乗数は、各設備の活動実績をこの合計値で除した値となり、加工設備1では0.38、加工設備2では0.62となる(少数2桁以下は四捨五入)。

続いて、この按分乗数を用いてエネルギー計測点のCO₂排出量を設備に按分する。＜電気＞組立工場の8,000g-CO₂は、先の計算でもとめた按分乗数0.38と0.62を用いて、加工設備1、加工設備2にそれぞれ3,040g-CO₂、4,960g-CO₂が按分される。

一方、設備から見た場合、ひとつの設備は、複数のエネルギー計測点からエネルギー供給を受けている場合がある。たとえば、加工設備1は、＜電気＞組立工場以外に＜重油＞加工工場からエネルギーが供給されており、CO₂排出量換算すると2,160g-CO₂となる。したがって、加工設備1のCO₂排出量は、これらの合計である5,200g-CO₂となる。

こうして、すべての設備についてCO₂排出量を計算した結果、加工設備1、加工設備2、加工設備3のCO₂排出量は、図12に示すとおり、それぞれ5,200g-CO₂、6,400g-CO₂、2,400g-CO₂となる。これをさらに生産ロットに配賦していく。なお、本来であれば生産ロットは、完成品である制御機器A、制御機器Bの生産以外に、中間品である筐体組の生産ロットも存在するが、説明ではこれに対する生産プロセスを完成品の生産ロットに対するプロセスとして計算する。

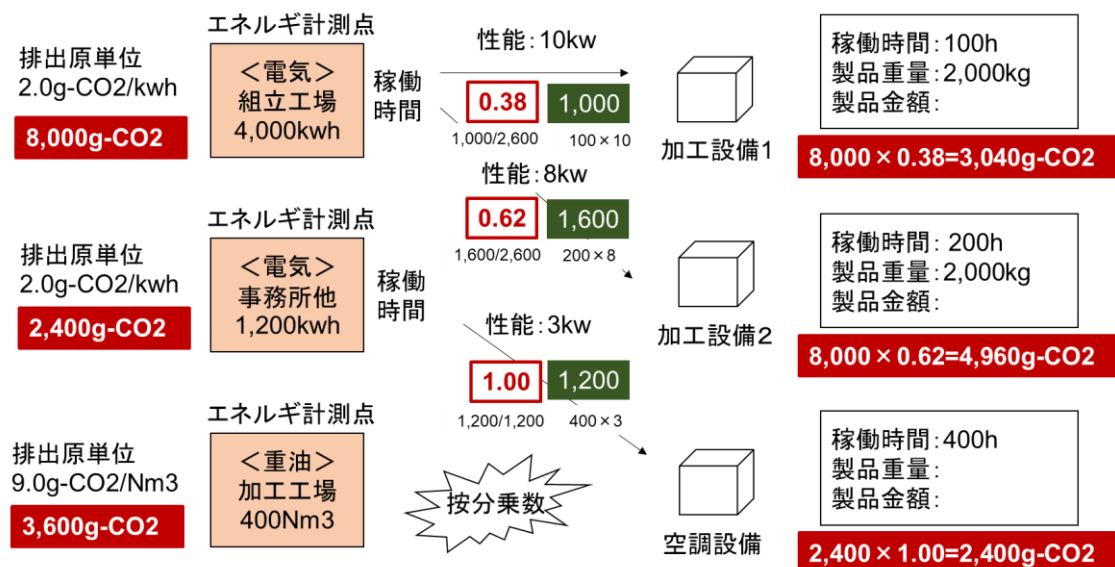


図 10 エネルギーの按分計算(稼働時間で按分)

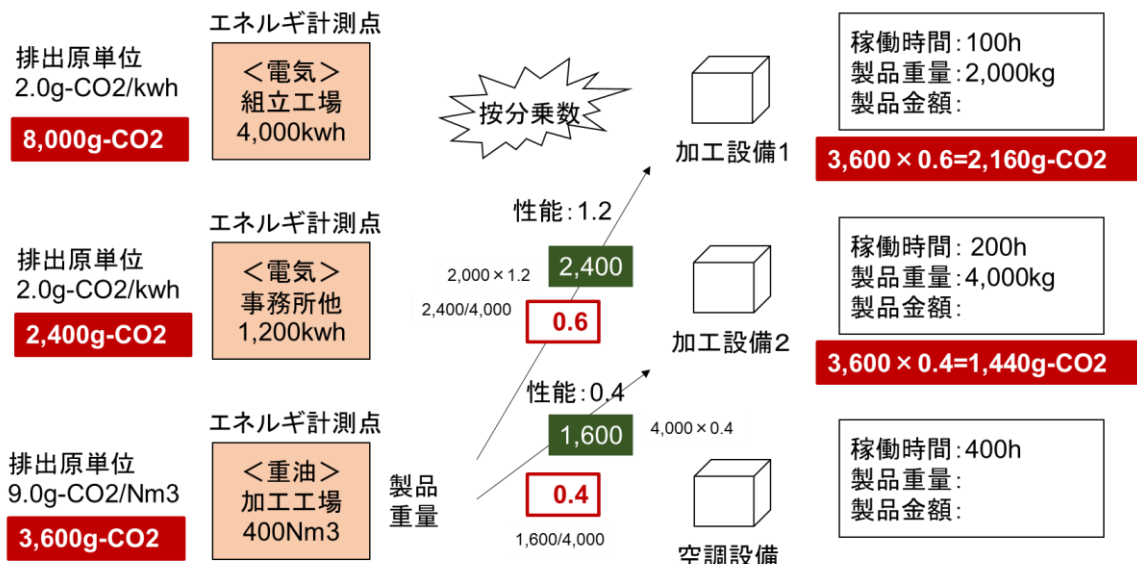


図 11 エネルギーの按分計算(製品重量で按分)

まず、設備から生産ロットへCO₂排出量を配賦する場合、配賦乗数を計算する。配賦乗数の計算では、按分乗数と同様に、設備ごとに設定された活動単位に対応する活動実績を用いる。図 12 の例では、加工設備1を利用して生産した制御機器 A(4台)、制御機器 A(25台)、制御機器 B(50台)は、それぞれ稼働時間が20h、100h、80hであるので、合計200hとなり、この数でCO₂排出量5,200を除すと、配賦乗数は26.0となる。この値をそれぞれの生産ロットの稼働時間に乗ずると、配賦された各生産ロットのCO₂排出量が計算される。

図 13 は、製品金額をベースにCO₂排出量を配賦する例となる。空調設備のように、生産ロットに対して直接的に関与しない場合は、このように生産プロセスの如何に係わらず、完成した生産ロットがもつ属性に応じて配賦する。ここで、製品金額の合計は、図 13 に示す生産ロットの合計金額と等しくない。これは、空調設備が、間接部門など生産に直接寄与しない活動にもエネルギーを供給している場合を想定したものとなる。

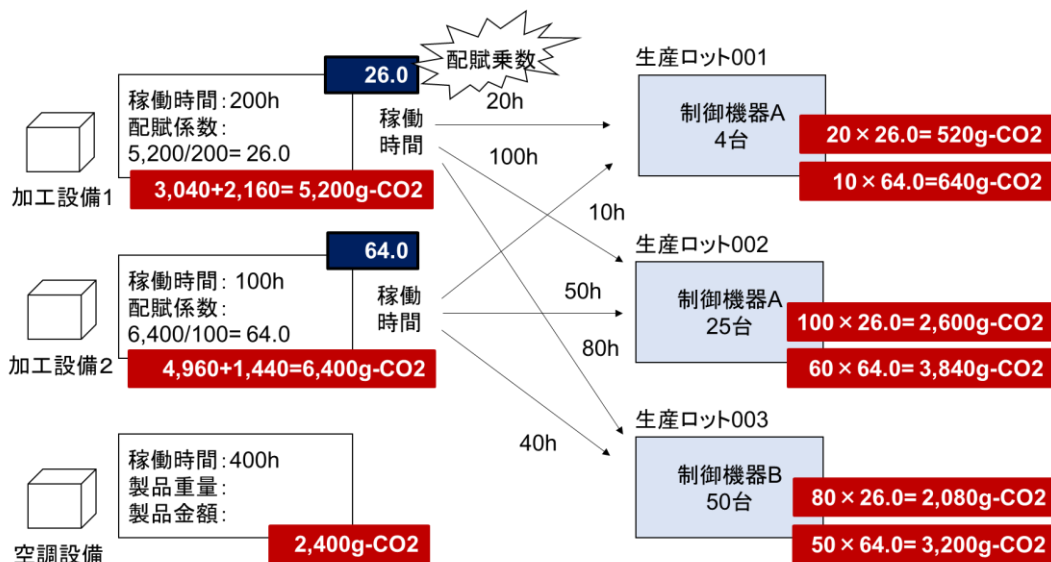


図 12 設備の CO2 の配賦計算(稼働時間で配賦)

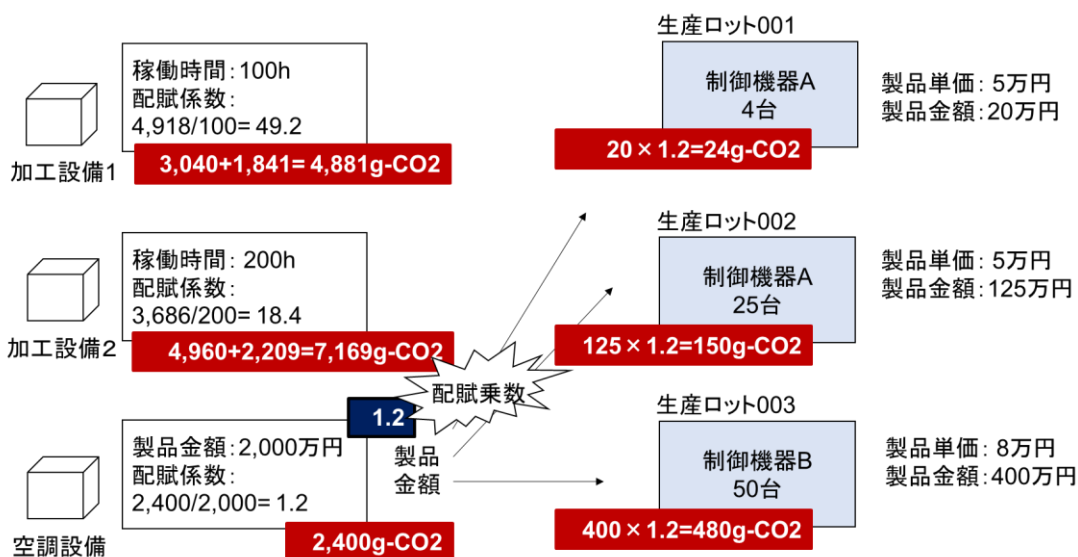


図 13 設備の CO2 の配賦計算(製品金額で配賦)

スコープ 1、2 に対応するエネルギー消費に対応する CO2 排出量の計算を行った結果を、図 14 に示す。制御機器 A の 4 台の生産ロット 001 では、CO2 排出量が 1,184g-CO2 となり、1 台あたり 296.0g-CO2 である。図 14 からわかるとおり、同一の生産品目であっても、生産ロットが異なると、1 台あたりの CO2 排出量が異なる。したがって、この生産品目に関する CO2 排出係数の実績値は、生産プロセスのカイゼンにより CO2 排出量を削減するための KPI として利用することができる。

このように、エネルギー計測点において供給された CO2 排出量は、按分計算によって各設備に按分され、さらに設備に按分された CO2 排出量は、その設備を利用した生産ロットに按分される。最終的に生産ロットに配賦されたスコープ 1、2 に対応する CO2 排出量と、スコープ 3 に対応する資材所要量に対応する CO2 排出量 9,500g-CO2/台 (電源装置 2,000g-CO2、鋼板 $5,000 \times 1.5=7,500\text{g-CO}_2$) を合計すると、出荷する取引ロットの CO2 排出量(CFP)となる。生産ロット 001 の場合は、一台あたり 9,796g-CO2 となり、図 9 の数値を一致する。

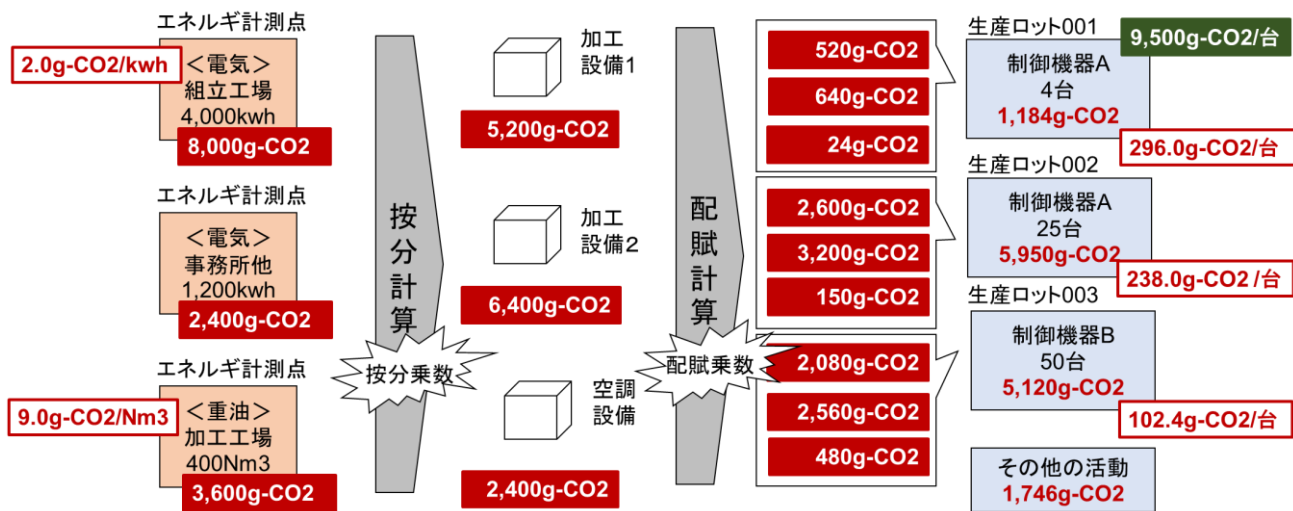


図 14 CFP 算出ロジックまとめ

付録 C プラットフォーム実装例

コネイン・プラットフォーム(CIOF)は、経済産業省の補助事業として、2019年より開発に着手し2022年4月よりサービスを開始したデータ連携基盤である。コネイン上では、あらかじめ登録された事業者が、事業者間でやりとりされるすべての取引データを契約によって定義し管理する。

図15は、コネインの管理画面(連携マネージャ)の一部である。管理画面では、データ取引契約の管理、実際に取引データを提供または受取を行った履歴の管理、さら

には提供または受取可能なデータやサービスのプロフィール管理、サイト内部の実装管理などのメニューがある。取引契約は、最小単位がデータ構成モデル(テーブル)となるが、いくつかのデータモデルを契約セットとしてまとめて扱うことが可能となっている。ここでは6章にしたがって、5つの契約セットを登録し、その内容にしたがって契約処理を行う。図15では、取引契約を新規に締結する際の画面となる。

The screenshot displays the CIOF management interface. The top navigation bar includes the CIOF logo and user information: 'IVIエンジニアリング admin @ IVIエンジニアリング'. The main content area is divided into a sidebar menu on the left and a central workspace. The sidebar menu lists various management functions such as 'かんたんモード', '取引管理', '取引契約管理', '取引実績管理', 'フォーマット管理', 'プロフィール', 'プロフィール管理', 'プロフィール照会', '実装管理', 'サイト実装管理', 'サービス実装管理', and 'データ実装管理'. The central workspace is titled '取引フォーマット管理 / 取引契約フォーマット作成' and contains a table of contract formats. The table has columns for ID, Name, Description, Data Model, and Action buttons. The 'energy_measurement_point' row is highlighted with a red box, and its '提供' (Provide) button is also highlighted. Below the table, there are buttons for '提供' and '利用'.

ID	取引契約名	取引データの構成	データ構成モデル	提供/利用
trade_lot_arrival	取引ロットの出荷情報	N Service 10eeb005 v7	ows10	提供
trade_lot_shipping	取引ロットの入荷情報	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	提供
trade_energy	取引エネルギー	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	提供 利用
term	ターム	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	提供 利用
trade_lot_history	取引ロット履歴	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	利用
energy_measurement_point	エネルギー計測点	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	提供 利用
trade_lot	取引ロット	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	利用
production_lot	生産ロット	Common Dictionary For CT N Service 10eeb005 v6	本社のコントローラ (Wind ows10)	提供 利用

図 15 コネイン管理画面

CTNS は、コネイン連携基盤上で、それぞれの製造事業者が CTNS プロバイダと契約を結び、その契約内容に基づき、製造事業者が CTNS プロバイダとの間でデータを送受信する。以下の例では、サプライヤである射出成型サプライヤが、CTNS プロバイダである CTNS サービス事業者と契約する。また、同時に、製品を受け取るメーカーである最終製品メーカーは、別途 CTNS サービス事業者と契約し、出荷した取引ロットの内容を照会可能とする。

図 16 は、契約セットにしたがって実際に契約を行うプロ

セスに相当する画面である。契約の対象となるすべてのデータモデルについて、データ、サービス、そして契約内容を確認し最終承認を行う。通常は、CTNS プロバイダである CTNS サービス事業者が起案し、それに製造事業者が応じる形で契約を締結し、データ取引を開始する。

なお、コネイン管理画面では、取引中となった契約について、実際に製造事業者と CTNS サービス事業者間でデータ取引があった場合に、その履歴を確認する際にも活用する。

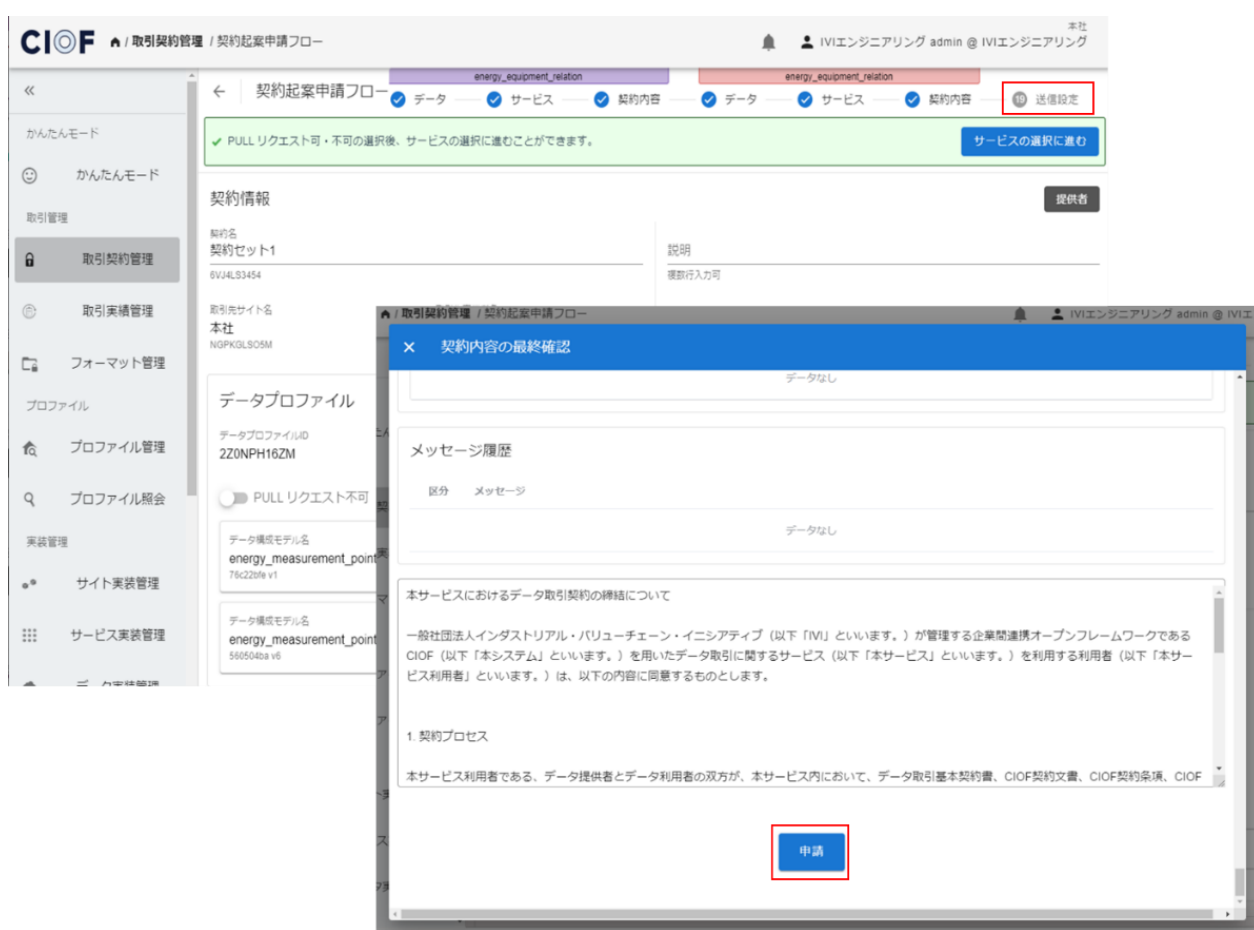


図 16 コネイン・プラットフォーム上での契約プロセス

製造事業者は、CTNS 管理アプリ等を用いて、取引ロットの入荷や出荷、エネルギー消費量や設備稼働の実績を登録する。これに対して、CTNS サービス事業者は、受け取ったデータをもとに CFP を算出し、取引ロットとして、出荷先として指定した事業者からのアクセスを許可する。

図 17 は製造事業者が扱う CTNS 管理アプリのメニュー画

面である。主な機能として、取引エネルギー管理では、エネルギー計測点ごとに、現在または完了したタームのエネルギー消費量を設定する。取引ロット管理では、事業者間で取引ロットの出荷や入荷を行い、その履歴を管理する。

事業者内部の情報としては、設備ごとの稼働実績を登録するとともに、生産ロット管理として、生産ロットの新規生成

と、生産ロットに対する資材消費、設備稼働の対応付けを行う。生産ロットの資材消費と設備稼働については、CO2 消費量の算出根拠となる部分である。また、これに加えて、取引エネルギー消費と設備実績では、それぞれ按

分乗数、配賦乗数を計算あるいは設定し、これらも CO2 排出量計算において重要な数値となる



図 17 CTNS 管理アプリのメニュー画面

図 18 は、マスタ管理として、エネルギー計測点とそこからエネルギー供給をうける設備との関係を定義する画面である。ここに示すように、事業者内で同一のエネルギーについて、複数の計測点を定義することができ、それぞれについてエネルギー単位や按分方法を定義することができる。たとえば図 18 では、エネルギーとして電力_東京電力 B に対して、配電盤 A、配電盤 C の2つのエネルギー計測点が定義されている。

エネルギー構成は、エネルギー計測点と設備との関係を示し、たとえば、配電盤 A には、成型機 01 と成型機 03 が接続している。エネルギー構成には性能が定義できる。この値が大きいくほど、活動単位あたりに消費するエネルギーが多くなる。電気の場合は、設備の定格として定められている電力値を設定する。

エネルギー計測点						
エネルギー計測点ID	エネルギー計測点名	エネルギーID	CO2排出係数	エネルギー単位	按分方法	エネルギー事業者ID
10005	配電盤A	電力_東京電力B	0.376	kwh	稼働時間	東京電力エナジー
10003	配電盤C	電力_東京電力B	0.376	kwh	製品重量	東京電力エナジー
10002	LPガス工場棟	LPガス_ABCエナジー	1.374	m3	製品重量	東京電力エナジー
10006	ガス工場全体	ガス_東京ガス	2.21	m3	製品重量	東京石油商事

エネルギー構成					設備			
エネルギー構成ID	エネルギー計測点ID	設備ID	性能	チャージ	設備ID	設備名	説明	配賦方法
10006	配電盤A	成形機03	2.00	<input type="checkbox"/>	10001	空調機 (事務棟)	事務棟の空調機	稼働時間
10007	配電盤A	成形機01	1.00	<input type="checkbox"/>	10002	空調機 (工場棟)	工場棟の空調機	稼働時間
10008	配電盤A	空調機 (事務棟)	1.00	<input type="checkbox"/>	10003	成形機01	射出成型機1号機	稼働時間
10009	配電盤C	乾燥炉	1.00	<input type="checkbox"/>	10004	成形機02	射出成型機2号機	稼働時間
10010	配電盤C	空調機 (事務棟)	1.00	<input type="checkbox"/>	10005	成形機03	射出成型機3号機	稼働時間
10001	LPガス工場棟	乾燥炉	1.00	<input type="checkbox"/>	10006	乾燥炉	材料用乾燥炉	稼働時間
10002	ガス工場全体	発電機	1.00	<input type="checkbox"/>	10007	搬送ロボット	製品搬送ロボット	稼働時間
10003	配電盤C	コンプレッサ	1.00	<input type="checkbox"/>	10008	搬送コンベア	製品搬送コンベア	稼働時間
10004	配電盤C	成形機02	1.00	<input type="checkbox"/>	10009	コンプレッサ	工場用コンプレッサ	稼働時間
					10010	発電機	非常用発電機	稼働時間

図 18 エネルギー計測点の管理画面

エネルギー計測点に対して、チームごとの実際のエネルギー消費量は、取引エネルギー、および取引エネルギー消費の管理画面で行う。図 19 では、2023 年 12 月における各エネルギー計測点の実績値が登録されている。ここでは、すでにエネルギーごとの CO2 排出係数が設定されているため、実績値の登録と同時に CO2 排出量が計算される。

図 19 の右下のパネルは、取引エネルギー消費の内容として、配電盤 C から設備に対して実際に供給があった内容を実績値として示す。ここでの単位は、エネルギー計測点ごとに定義した按分方法による。配電盤 C の場合は、稼働時間なので、単位は分となっている。ここで取引エネルギー消費として得られた実績値に性能を加味して取引エネルギーで集計し、按分乗数を得る。そして、この値をもとに、対象となるチームにおける設備の CO2 排出量を計算する。

生産ロットの CO2 排出量は、その生産ロットを生産するために必要となる資材の消費に対応した CO2 排出量と、その生産ロットを生産するために設備を稼働させることに対応した CO2 排出量がある。前者は生産ロット資材消費として、後者は生産ロット設備稼働という名称のコネイン・プラットフォーム上の契約によって CTNS サービス事業者へ提供する。

図 20 は生産ロットの生成、生産ロットの資材消費の設定、そして生産ロットの設備稼働の設定を行う画面である。これらの処理は、通常は生産管理システムの中で行われるが、ここでは機能の確認のため、CTNS サービス事業者に対してデータを提供する部分を切り出している。

チーム_取引エネルギー					取引エネルギー						
チーム名	エネルギー計	エネルギー計測点名	エネルギーID	按分方法	チームID	エネルギー計測点ID	実績値	エネルギー単位	CO2排出係数	CO2	按分乗数
2023年11月	10005	配電盤A	電力_東京電力B	稼働時間	2023年12月	配電盤A	10.00	kwh	0.3760	3.760	0.0014
2023年12月	10003	配電盤C	電力_東京電力B	製品重量	2023年12月	配電盤C	20.00	kwh	0.3760	7.520	0.0020
2024年01月	10002	LPガス工場棟	LPガス_ABCエナジー	製品重量	2023年12月	LPガス工場棟	3.00	m3	1.3740	4.122	0.2061
2024年02月	10006	ガス工場全体	ガス_東京ガス	製品重量	2023年12月	ガス工場全体	4.00	m3	2.2100	8.840	0.0442
2024年03月											

取引エネルギー消費						エネルギー構成_取引エネルギー	
設備ID	実績値	性能	数量単位	按分乗数	CO2	設備ID	性能
空調機 (事務棟)	1,600.00	2.00 分		0.0020	3.1663	乾燥炉	1.00
コンプレッサ	100.00	1.00 分		0.0020	0.1979	空調機 (事務棟)	1.00
成形機02	300.00	1.00 分		0.0020	0.5937	コンプレッサ	1.00
乾燥炉	200.00	1.00 分		0.0020	0.3958	成形機02	1.00

図 19 取引エネルギー消費の管理画面

生産ロット							生産品目_生産ロット			
生産ロットID	生産日時	生産品目ID	数量	数量単位	CO2	生産品目ID	生産品目名	重量	数量単位	
10004	2024/01/15 00:00:00	フロントパネル_B123-ER29	100	個	21.96964	10002	フロントパネル	210	個	
10005	2024/01/15 00:00:00	ローラーネジ_U8K998	500	個	6.17724	10003	背面トレイ_B123-MG82	193	個	

生産ロット_資材消費							生産ロット_資材消費				
資材消費ID	実行日時	生産品目ID	引当先生	引当元生	数量	数量単位	CO2	生産品目ID	生産品目名	数量	数量単位
10008	2024/01/01 0:00:00	樹脂ABS_70	10004	10010	1.00	kg	0.0001	10010	樹脂ABS_70	2,000	kg
10009	2024/01/01 0:00:00	樹脂ABS_70	10004	10014	1.00	kg	0.0020	10014	樹脂ABS_70	100	kg

生産ロット_設備稼働							設備_設備稼働			
設備稼働ID	完了日時	設備ID	生産ロットID	実績値	数量単位	CO2	設備ID	設備名	説明	
139128253	2024/02/28 0:00:00	成形機03	10013	3.00	分	2.50000	10001	空調機 (事務棟)	事務棟の空調機	
139128254	2024/02/29 0:00:00	空調機 (工場棟)	10013	1.00	分	0.00029	10002	空調機 (工場棟)	工場棟の空調機	
139128255	2024/03/02 0:00:00	成形機02	10013	3.00	分	0.00000	10003	成形機01	射出成型機1号機	
139128256	2024/02/22 0:00:00	成形機01	10001	33.00	分	0.37305	10004	成形機02	射出成型機2号機	
139128257	2024/03/01 0:00:00	成形機01	10013	2.00	分	0.02261	10005	成形機03	射出成型機3号機	

図 20 生産ロットの資材消費と設備稼働

事業者内部で生産された生産ロットは、それが取引ロットとして出荷された場合、こうして定義された生産ロットの履歴データは、当該事業者のみでなく、出荷先である製造事業者も、必要に応じてその内容を照会することが可能となる。図 21 は、CTNS を用いて、事業者が自身で生産した生産ロットの一覧を照会する画面である。一覧から特定の生産ロットを選択した場合に、その履歴として、資材消費のイベントと、設備稼働のイベントのリストがあり、そ

これらのイベントに対応する CO2 排出量の合計値が、生産ロットの CO2 排出量と一致する。

この生産ロット履歴情報は、取引ロットとして製品を出荷した事業者に対してアクセス権を設定することで、取引ロットを受け取った事業者も同様に照会することが可能となる。これによって、取引先からのデータ開示要求に代えることができ、同時に CFP の信頼性を向上させることにもつながる。

CTN管理ページ

生産ロット履歴

生産ロットID	生産品目名称	完了日時	数量	CO2
1906184c-4cb4-4ebd-86b2-9291b90a5da6	フロントパネル_B123-ER29	2024-01-14T15:00:00	99 個	21.969642 g
951e2bcb-fc7b-4e48-b1b3-70ee5ea14501	ローネジ_U8K998	2024-01-14T15:00:00	498 個	6.177244 g
f03de831-b22c-4974-b4bf-6aca26338945	背面トレイ_B123-MG82	2023-02-12T15:00:00	36 個	0.012300 g
d794c889-af40-4a53-a4c7-34944cf260bd	樹脂ABS_70	2024-01-15T15:00:00	10 kg	21.334230 g
b59ba23d-441a-404f-8657-0ec7384fa62b				
8a69eab9-6e43-404f-9e10-c9f1cdcdf90e				
d3b08ff7-0bd6-442e-bf6c-97a54d065430				
2931332a-1f04-4af8-baad-bbe80e795aba				
348e20e4-5480-483d-bb4e-bd72fcca8375				
d8387c61-e531-4d26-820c-d57fd7ca268a				

Showing 1 - 10 of 11

CTN管理ページ

生産ロット履歴

生産ロットID	1906184c-4cb4-4ebd-86b2-9291b90a5da6	数量	99 個
生産品目ID	4002ebbb-002e-4134-b24c-b41c011a2870	CO2	21.969642 g
生産品目名称	フロントパネル_B123-ER29	完了日時	2024-01-14T15:00:00

イベント: 消費

完了日時	生産品目名称	数量	CO2
2024-01-15T15:00:00	樹脂ABS_70	10 kg	21.334230 g
2024-01-15T15:00:00	樹脂ABS_70	10 kg	21.334230 g
2024-01-15T15:00:00	樹脂ABS_70	10 kg	21.334230 g

イベント: 稼働

完了日時	設備名	数量	CO2
2024-01-16T15:00:00	成形機01	30 分	0.034710 g
2024-01-16T15:00:00	成形機01	30 分	0.034710 g
2024-01-16T15:00:00	乾燥炉	50 分	0.600700 g
2024-01-16T15:00:00	乾燥炉	50 分	0.600700 g

図 21 CTNS による生産ロット履歴の照会

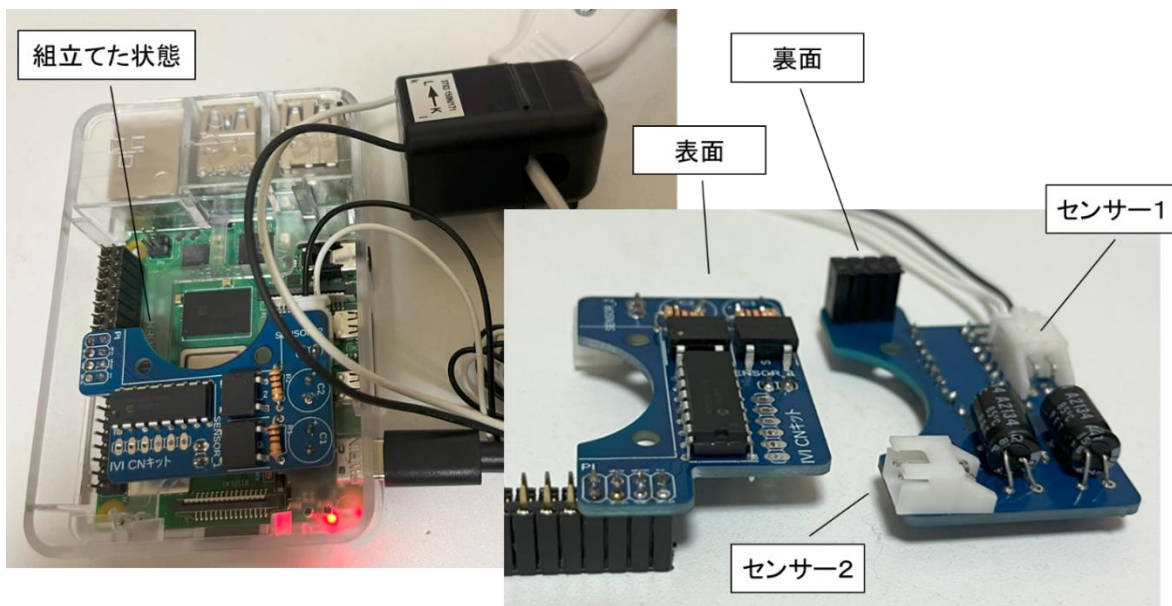


図 22 電流センサーによる CO2 排出量測定

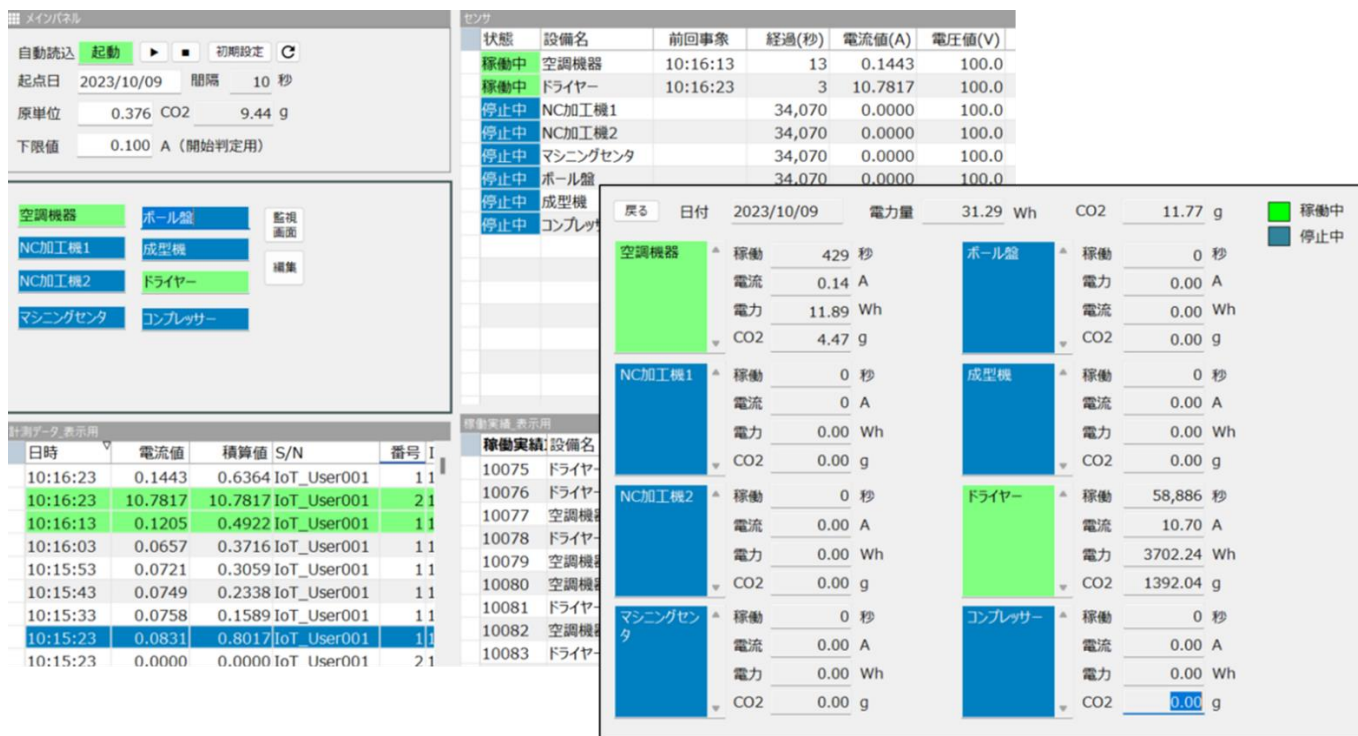


図 23 CN-まるごと IoT キット管理アプリ

CTNS では、エネルギー計測点における CO2 排出量の設定を、電気料金など、エネルギー事業者から定期的に得られるデータを転記する方法に加えて、センサーを用いて直接計測する方法もある。直接計測する方法はさまざまであるが、そのひとつの手段として、CN まるごと IoT キットを提供している。図 22 に見られるように、CN まるごと IoT キットは、ラズベリーパイと電流センサー基板、およびクラン

プ式電流センサーで構成されており、配線工事なしで設備の稼働状態および CO2 杯鶴量を計測することができる。図 23 は、計測されたデータの管理画面である。データはリアルタイムにクラウド上のサーバに送られ、設備の開始、終了がパネル上で確認できるほか、累積値として、対象期における CO2 排出量が計算される。

付録 D 用語

事業者

スコープ3において、CO₂ 排出量を算出する単位。1つの企業でも、工場など、地理的に離れた単位を事業者として分けて管理することができる。事業所全体として、エネルギー消費量の合計値が、対象期間ごとに取得可能であるものとする。

※エネルギー事業者、サービス事業者は、事業者であるが、この定義における CO₂ 算出を行う事業者とは種類が異なる。ただし、物流事業者は、事業者の特殊な形態として事業者に含まれることができる。

得意先

スコープ3において、製品またはスクラップを提供する相手企業。製品を納入する際に、CO₂ 排出量および CFP を提示する。

仕入先

スコープ3において、資材の供給を受ける相手企業。資材の供給を受けるにあたり、当該ロットの CO₂ 排出量あるいは CFP の提示を受ける場合がある。輸送、配送事業者は含まない。

生産品目

事業所が生産工程で生産の対象とする品目。製品、中間品、資材、スクラップがある。生産工程によって生産されるが、得意先には提供されない品目は、中間品として定義される。

スクラップ

製品以外で事業者から外部に提供される生産品目。生産工程の実施により、投入された資材の CO₂ 排出量は、製品とスクラップのいずれかに転嫁される。副産物として廃棄されるものや、不良品や端材などとして製品とはならず廃棄されるものは含まない。

取引エネルギー

スコープ1およびスコープ2において、CO₂ 排出量の算出に利用するエネルギーの種類として、電気、ガス、灯油、重油、蒸気、エアなどがある。取引エネルギーは、これらを事業者間で取引する単位となる。

取引エネルギー消費

対象期間において対象エネルギーを消費した量。エネルギー種類ごとにエネルギー消費量の単位が設定される。たとえば、電気の場合は kWh など。

CO₂ 排出量

対象期間におけるエネルギー消費量を、CO₂ 排出原単位を用いて CO₂ の排出量に換算したもの。変換式は以下となる。
CO₂ 排出量 = CO₂ 排出原単位 × エネルギー消費量

CO₂ 排出原単位

エネルギー種類ごとに定義された係数であり、エネルギー消費量1単位あたりの CO₂ 排出量を示すもの。エネルギー購入先や対象期間によって異なる場合がある。

2次エネルギー

事業所内の設備によって生産されるエネルギー。蒸気やエア(圧縮空気)などが該当する。2次エネルギーは、事業所の外部からの供給がない場合がある。2次エネルギーは、他の種類のエネルギーを消費する。

エネルギー計測点

事業所内部で、エネルギー消費量を測定可能なポイント。供給されたエネルギーを設備が利用する際の分岐点となる。1つのエネルギー種類において少なくとも1つのエネルギー計測点が存在する。

按分計算

エネルギー配分点におけるエネルギー消費量を、按分点に接続する設備に対して、その活動量に応じて按分するための計算。活動量には、エネルギー配分点ごとに設定した按分方法に従い、その設備の活動基準が設定される。

配賦計算

按分計算または直接計測によってえられた設備の CO2 排出量を、その設備を利用する生産オーダーに対して、その活動量に応じて配賦するための計算。活動量には、設備ごとに設定した配賦方法に従い、対象とする生産オーダーの活動基準が設定される。

活動基準

按分計算、または配賦計算で利用する指標であり、設備あるいは生産オーダーの活動量を示す値として利用される。活動基準には、稼働時間、稼働回数、稼働結果、製品数量、製品重量、製品金額、資材数量、資材重量、資材金額、およびそれらをもとにした演算値の 10 種類がある。

※按分方法は、エネルギー配分点ごとに1つ設定される。配賦方法は、設備ごとに1つ設定される。

配賦乗数

設備の活動量を用いて CO2 排出量を配賦するための係数。対象期間における設備の CO2 排出量の合計が得られた後に、設備ごとに定義された配賦方法で活動基準を選択し、その活動量を用いて生産ロットごとの CO2 排出量を計算する。

簡易配賦

設備あるいは作業場の CO2 排出量が分かっているときに、それをどの生産オーダーに簡易的に配賦する方法。多くの生産では、生産オーダーを生産手順ごとに複数の生産指示に分割するが、簡易配賦では、こうした生産指示がなくても配賦可能。

間接係数

設備ごとに設定された係数であり、その設備に按分された CO2 排出量が生産オーダー等によって最終的に製品に転嫁されない割合を示す。

供給設備

2次エネルギーを生成する設備。供給設備は、電気などのエネルギーを利用して、事業所内の他の設備が利用可能な他のエネルギー種類に変換する。

チャージ

供給設備が2次エネルギーを生成すること。通常のエネルギ消費として、消費量がマイナスとして表現することもできる。

設備性能

エネルギー消費を活動量で按分する場合に、その活動量に対する重みづけとして利用する。たとえば、電気の場合の活動量は電力量となるが、この場合の性能は電力とし、性能単位は W または kW となる。

参考文献

[1] Scope 3 Calculation Guidance, Greenhouse Gas Protocol, 2013

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope3_Calculation_Guidance_0%5B1%5D.pdf

[2] Pathfinder Framework 2.0, PACT, wbcSD 2023 年 1 月

<https://www.wbcSD.org/contentwbc/download/15625/226889/1>

[3] Green x Digital コンソーシアム CO2 可視化フレームワーク Edition1.0, JEITA, 2023 年 6 月

https://www.gxdc.jp/pdf/CO2_VisualizationFrameworkEdition_1.0.pdf

[4] Green x Digital コンソーシアム データ連携のための技術仕様 Version1.0, 2023 年 8 月

<https://www.gxdc.jp/pdf/data01.pdf>

[5] カーボンフットプリントガイドライン、経産省、環境省、2023 年 5 月

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_footprint/pdf/20230526_3_1.pdf

[6] カーボンフットプリントガイドライン(別冊)実践ガイド、経産省、環境省、2023 年 5 月

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_footprint/pdf/20230526_4.pdf

[7] CIOF 仕様書, Industrial Value Chain Initiative, 2023 年 10 月

https://community.ciof-ivi.com/wp-content/uploads/2023/10/CIOF_システム操作手順書v2.17-1.pdf

[8] CTNS ホワイトペーパー、Industrial Value Chain Initiative, 2023

<https://iv-i.org/wp-content/uploads/2023/01/Implementation-of-Carbon-Chain-Trusted-Network.pdf>

著者および協力者

著者

西岡靖之 (IVI 理事長 法政大学教授)

協力者

山本博士 (IVI CN タスクフォース主査 IHI)

岡田和久 (IVI CN タスクフォース副主査 日本電気)

高橋英二 (IVI CN タスクフォース副主査 神戸製鋼所)

茅野真一郎 (IVI 三菱電機)

西村栄昭 (IVI ブラザー工業)

松本俊子 (IVI 日立ソリューションズ)

中村昌弘 (一般社団法人グリーン CPS 協議会/レクサー・リサーチ)





CTNS におけるカーボンフットプリントの算出と共有

発行者 一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ
理事長 西岡 靖之

〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-3-28-302
電子メール: office@iv-i.org URL: <https://iv-i.org>

発行日 2024 年 3 月 14 日

定価 非売品

(発行者に無断で複製または印刷を禁止します。)