明　細　書

発明の名称 ：

温室効果ガスの排出量の管理方法、及び温室効果ガスの排出量管理システム

技術分野

[0001] 本発明は、燃料のサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出量を管理する技術に関する。

背景技術

[0002] 燃料は、原料である原油や天然ガスの生産、原料からの各種燃料油や液化天然ガス（ＬＮＧ：Liquefied Natural Gas）の製造、製造された燃料の輸送のサプライチェーンを経て、工場や家庭などの需要家に供給される。地球温暖化ガス（ＧＨＧ：Greenhouse Gases）排出量削減の観点から、これらの燃料がサプライチェーンを通じて供給される過程におけるＧＨＧの排出量を正確に把握することが必要となっている。

[0003] 例えば特許文献１には、測定器（measuring device）にて測定した検出データ（sensory data）を処理して、エネルギー消費量や炭素排出量などに係る監査データ（audit data）を生成し、ブロックチェーンを用いて監査データ保存する技術が記載されている。また特許文献２には、複数の燃料サプライヤから、水素などの燃料を調達するにあたり、各燃料のCO_2排出量原単位を参照することが可能な燃料取引調整システムが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開２０１９／１９３５８３号

特許文献2：国際公開２０２１／１９２２０５号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、ＧＨＧ排出量の把握にあたり、サプライチェーンを構成する各事業者が、共通のルールに基づいてＧＨＧ排出量を測定し、その結果を報告したうえで（Reporting）、第三者機関によって報告内容を検証するＭＲＶ（Measurement, Reporting and Verification）の取り組みが求められている。

[0006] この点、既述の先行技術文献は、個別の事業者のエネルギー消費量や炭素排出量などを保証する技術（特許文献１）や、需要家が製品燃料を調達する際の参照情報を提供する技術（特許文献２）が記載されているにすぎない。一方、商品として供給される燃料には、複数のサプライチェーンが存在し、各サプライチェーンも複数の事業者によって構成されている。このとき、これら多数の事業者が参加してＭＲＶを実行するためのプラットフォームに係る技術は、これら特許文献１、２には開示されていない。

[0007] 本発明は、このような背景の下になされたものであり、燃料のサプライチェーンを構成する構成する構成事業者からの温室効果ガスの排出量を管理する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、燃料のサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出量の管理方法であって、

前記燃料の原料を生産する生産事業者、前記原料を輸送する原料輸送事業者、前記原料から前記燃料を製造する製造事業者、前記燃料を輸送する燃料輸送事業者、及び前記燃料を需要家に供給する供給事業者からなる事業者群から選択された事業者であって、前記原料の生産から前記燃料の供給に至る前記サプライチェーンを構成する複数の構成事業者から、各々の構成事業者における事業の実施後に、前記サプライチェーンの下流側へ向けて送られる前記原料または前記燃料を識別するための識別データと、前記識別データにより識別され燃料のサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出量の管理方法であって、

前記燃料の原料を生産する生産事業者、前記原料を輸送する原料輸送事業者、前記原料から前記燃料を製造する製造事業者、前記燃料を輸送する燃料

輸送事業者、及び前記燃料を需要家に供給する供給事業者からなる事業者群から選択された事業者であって、前記原料の生産から前記燃料の供給に至る前記サプライチェーンを構成する複数の構成事業者から、各々の構成事業者における事業の実施後に、前記サプライチェーンの下流側へ向けて送られる前記原料または前記燃料を識別するための識別データと、前記識別データにより識別される前記原料または前記燃料について、前記事業の実施に伴って排出された温室効果ガスの排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけた複数のデータセットを、データ通信システムを介して取得する工程と、

前記複数の構成事業者より取得した前記排出量特定データに基づき、コンピュータにより、これらの構成事業者についての温室効果ガスの排出量を算出する工程と、

コンピュータにより、前記識別データにより特定される一のサプライチェーンを構成するすべての前記構成事業者についての前記温室効果ガスの排出量を総計して、当該一のサプライチェーンから供給される前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求める工程と、を含むことを特徴とする。

[0009] 前記温室効果ガスの排出量の管理方法は以下の特徴を備えていてもよい。

（ａ）前記識別データには、前記生産事業者または前記製造事業者からの前記原料または前記燃料の送付先、前記原料輸送事業者または前記燃料輸送事業者による前記原料または前記燃料の輸送区間、もしくは供給事業者に対する燃料の送付元を示す情報が含まれ、これら送付先、輸送区間または送付元を示す情報に基づいて、前記一のサプライチェーンを構成するすべての前記構成事業者を特定すること。

（ｂ）前記排出量特定データは、下記（１）～（４）に記載の少なくとも一つの種類の原データまたはその加工データを含むこと。

量

（３）前記構成事業者の前記事業の操業に応じて特定される活動量

（４）前記構成事業者の前記事業を実施するための設備の稼働の内容のエ

ンジニアリング計算を実施して算出される温室効果ガスの排出量

（ｃ）（ｂ）において前記構成事業者が、前記（１）～（４）に記載の種類の原データの取得に係前記構成事業者が、前記（１）～（４）に記載の種類の原データの取得に係る複数のデータ取得資源を有している場合に、コンピュータにより、予め設定されたデータ取得資源の選択制約の範囲内で、最もコストの低い前記データ取得資源の組み合わせを求める工程を含むこと。

[0010] （ｄ）前記複数の構成事業者から選択された一の前記構成事業者と設備構成が共通する条件下で、前記原料または前記燃料の取扱量に対する温室効果ガスの排出量の関係を示す事業者モデルを、コンピュータにより作成する工程と、前記一の構成事業者についての前記排出量特定データを得る際に、前記事業の実施に応じて特定される前記原料または前記燃料の実取扱量に基づき、コンピュータにより、前記事業者モデルを用いて温室効果ガスの排出量を推定する工程と、コンピュータにより、前記一の構成事業者から取得した前記排出量特定データに基づいて算出した前記温室効果ガスの排出量と、前記事業者モデルを用いて推定した温室効果ガスの排出量とを比較する工程と、を含むこと。前記事業者モデルは、過去に取得した前記複数のデータセットに含まれる前記排出量特定データと、排出量特定データから算出した温室効果ガスの排出量と、前記原料または前記燃料の実取扱量と、の対応関係を機械学習した結果に基づいて作成されること。

（ｅ）前記温室効果ガスの排出量を算出する工程にて算出した、前記複数の構成事業者についての前記温室効果ガスの排出量をブロックチェーン台帳に保管すること。

（ｆ）前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求める工程にて、前記一のサプライチェーンを構成する前記構成事業者の一部を、他のサプライチェーンを構成する前記構成事業者に入れ替えた新たなサプライチェーンを生成し、この新たなサプライチェーンから供給される前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求めること。

（ｇ）前記燃料は、原料である天然ガスから製造された液化天然ガス、原料

である天然ガスから製造されたアンモニア、水素または合成メタン、原料である原油から製造された燃料油、もしくは原料である有機性廃棄物から製造されたバイオメタンのいずれかであること。

（ｈ）前記温室効果ガスは、二酸化炭素、メタン、または亜酸化窒素の少なくともいずれか一つであること。

発明の効果

[0011] 本発明は、サプライチェーンを構成する構成事業者から、事業の実施後にサプライチェーンの下流側へ向けて送られる原料または燃料を識別する識別データと、事業の実施に伴って排出された温室効果ガスの排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけた複数のデータセットを取得するので、各サプライチェーンから供給される燃料についての温室効果ガスの総排出量を管理することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]燃料供給のサプライチェーンの構成例を示す模式図である。

[図2]ＧＨＧの排出量管理システムの構成例を示すブロック図である。

[図3]各構成事業者のＧＨＧ排出量と、サプライチェーンのＧＨＧ総排出量との関係を示す説明図である。

[図4]ＧＨＧ排出量を算出するデータ処理の流れを示す模式図である。

[図5]各構成事業者のＧＨＧ排出量を算出する動作の流れを示すフローチャートである。

[図6]サプライチェーンのＧＨＧ総排出量を求める動作の流れを示すフローチャートである。

[図7]構成事業者を入れ替えて、新たなサプライチェーンを生成した例を示す第１の模式図である。

[図8]構成事業者を入れ替えて、新たなサプライチェーンを生成した例を示す第２の模式図である。

[図9]複数種類のデータ取得資源から、最適なデータ取得資源の組み合わせを探索する動作の流れを示すフローチャートである。

[図10]ＧＨＧ排出量の推定値と算出値との比較を行う動作の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 初めに実施の形態に関わる排出量管理システム（以下、単に「管理システム」ともいう）を用いて温室効果ガス（ＧＨＧ）排出量の管理が行われる燃料のサプライチェーン（ＳＣ：Supply Chain）の構成例について説明する。本管理システムは、原油や天然ガスを原料とする燃料、例えば天然ガスから製造された液化天然ガス（ＬＮＧ）、天然ガスから製造されたアンモニア、水素または合成メタン、原油から製造された燃料油（ガソリン、灯油、軽油、重油など）、もしくは有機性廃棄物（生ごみ、紙ごみ、家畜の糞尿など）から製造されたバイオメタンを需要家に供給するＳＣにおけるＧＨＧ排出量の管理に適用することができる。

[0014] また、管理対象となるＧＨＧに特段の限定はないが、上述の燃料を供給するにあたって着目されるＧＨＧとして、二酸化炭素、メタン、または亜酸化窒素を例示することができる。本管理システムは、１種類のＧＨＧを管理することができるように構成されていてもよいし、複数種類のＧＨＧを管理するように構成されていてもよい。

[0015] 本管理システムは、原料の生産から需要家に対する燃料の供給に至るＳＣを構成する構成事業者として、燃料の原料を生産する生産事業者、原料を輸送する原料輸送事業者、原料から燃料を製造する製造事業者、燃料を輸送する燃料輸送事業者、及び燃料を需要家に供給する供給事業者からなる事業者群から選択された事業者が利用することができるように構成されている。

[0016] 例えば図１は、需要家がいる消費地から見て海外で生産された原料について、原料の生産地にて燃料を製造し、製造された燃料を消費地へ向けて海上輸送した後、各需要家への供給を行う、生産地製造型のＳＣ（ＳＣ１～ＳＣ３）の例を示している。このようなＳＣを通じて供給される燃料としては、ＬＮＧ、アンモニア、水素合成メタンやバイオメタンを例示できる。

[0017] 図１に示すＳＣ１～ＳＣ３には、各々、天然ガスなどの原料を生産する生

産事業者、天然ガスからＬＮＧや液体アンモニアなどの燃料を製造する製造事業者、製造された燃料を消費地へ海上輸送する燃料輸送事業者、輸送された燃料を各需要家へ供給する供給事業者が含まれている。燃料は、家庭やオフィスビルなどを需要家とする民生用であってもよいし、工場や交通機などの事業用であってもよい。

[0018] また、各ＳＣを構成する構成事業者についても、各々複数存在し、これらの構成事業者が互いに個別の契約や市場からの調達により、原料、燃料、輸送サービスを供給し合う。この結果、需要家から見ると、１種類の燃料について複数のＳＣ１～ＳＣ３が存在している。

[0019] また、ＳＣの構成は、図１に示す例に限定されるものではない。例えば、生産された燃料をパイプライン輸送により直接、需要家に供給するにあたり、パイプライン設備を供給事業者が運営している場合には、「生産事業者→製造事業者→供給事業者」を構成事業者とするＳＣが構成され得る。

この他、原油から製造される燃料油のように、多品種の燃料が製造される場合には、需要家がいる消費地に原料を輸送し、その後、燃料の製造を行う場合もある。この場合には、「生産事業者→原料輸送事業者→製造事業者→供給事業者」を構成事業者とするＳＣが構成され得る。

[0020] ＬＮＧやアンモニアなどの個別の燃料に着目したとき、ＳＣの構成は、図１に示す１種類（生産事業者→製造事業者→燃料輸送事業者→供給事業者）に限定されるものではなく、上述のパイプライン輸送の例（生産事業者→製造事業者→供給事業者）など、複数種類のＳＣが含まれている場合もある。

[0021] 以上に説明したように、燃料は、複数の構成事業者を含むＳＣを経て需要家に供給される。このとき、構成事業者は、各自が有する設備を用いてＳＣ内で自己の事業を実施する。具体的には、生産事業者は、生産設備を用いて生産井から原料である天然ガスや原油を生産し、製造事業者は、製造設備を用いて原料から燃料を製造する。また、原料輸送事業者や燃料輸送事業者は、輸送設備を用いて原料や燃料を輸送し、供給事業者は、供給設備を用いて需要家に燃料を供給する。

[0022] ＳＣを構成する各構成事業者は、設備を用いて各自の事業を実施するにあたり、ＧＨＧを排出する。例えば設備の稼働に必要なエネルギーを得るため、燃料の燃焼を行えば、二酸化炭素や亜酸化窒素が排出される。電力などのエネルギーを外部から調達する場合においても、エネルギーの供給元にて燃料の燃焼を行っている場合には、当該エネルギーの消費に伴って二酸化炭素や亜酸化窒素が排出される。

[0023] また、天然ガスはメタンを主成分とし、原油の処理の過程において発生する軽質ガス中にもメタンが含まれる場合がある。これら天然ガスや原油の生産や処理、ＬＮＧの輸送や貯蔵の過程においても、各構成事業者の設備から僅かずつメタンが漏出する場合もある。

[0024] そこで、ＳＣ内の各構成事業者が排出するＧＨＧを把握すれば、需要家が消費する燃料について、原料の生産から燃料の供給に至るＳＣ全体におけるＧＨＧ排出量を把握することができる。

本実施の形態の管理システムは、需要家に供給される燃料について、当該燃料の供給に係るＳＣにおけるＧＨＧ排出量を特定するためのデータを複数の構成事業者から取得することが可能な構成となっている。

[0025] 以下、図２～図１０の説明では、図１に示した「生産事業者→製造事業者→燃料輸送事業者→供給事業者」からなるＳＣを介し、原料である天然ガスから製造されたＬＮＧを燃料として需要家に供給する場合を例に挙げて説明する。

[0026] 図２は、本実施の形態に関わる管理システムの構成例を示すブロック図である。本例の管理システム３は、例えばクラウドコンピューティングシステムにより構成されている。そして、管理システム３に対し、図１を用いて説明した複数のＳＣ１～ＳＣ３の構成事業者及び需要家のコンピュータ端末（生産事業者端末１１、製造事業者端末１２、燃料輸送事業者端末１３、供給事業者端末１４及び需要家端末１５）が接続されている。また、管理システム３には、当該管理システム３を提供する管理者の管理コンピュータ２０も接続されている。

[0027] 管理システム３は、不図示のデータ通信システム（データ通信部）を介し、管理システム３に接続された構成事業者のコンピュータ端末（生産事業者端末１１、製造事業者端末１２、燃料輸送事業者端末１３及び供給事業者端末１４）から、原料または燃料を識別するための識別データと、各構成事業者の事業の実施に伴って排出されたＧＨＧ排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけたデータセットを取得する。

以下、これら「識別データ」及び「排出量特定データ」の具体的な構成例について図３、図４を参照しながら説明する。

[0028] 図３は、ある１つのＳＣを構成する各構成事業者におけるＧＨＧ排出量と、当該ＳＣ全体におけるＧＨＧ総排出量との関係を示す説明図である。図１を用いて説明したように、すべての燃料は、なんらかのＳＣ１～ＳＣ３を介して需要家に供給されている。そこで、図３に模式的に示すように、あるＳＣの各構成事業者は、それぞれの事業の実施後に、ＳＣの下流側へ向けて送られる原料や燃料に対し識別データを対応づける。識別データは、これらの原料や燃料を識別可能とし、且つ、いつ生産、製造、輸送、受け入れされた原料、燃料であるのかを示すことが可能なデータ構成となっている。

[0029] さらに識別データには、生産事業者または製造事業者からの原料または燃料の送付先、原料輸送事業者または燃料輸送事業者による原料または燃料の輸送区間、もしくは供給事業者に対する燃料の送付元を示す情報が含まれていてもよい。図３に示すＳＣについての具体例を挙げると、生産事業者からの原料の送付先となる製造事業者、製造事業者からの燃料の送付先となる供給事業者、燃料輸送事業者による輸送区間（燃料の受け入れ元となる製造事業者、燃料の輸送先となる供給事業者）、供給事業者への燃料の送付元となる製造事業者を各々識別する情報がこれに相当する。

[0030] 管理システム３は、各構成事業者の端末１１～１５を介してこれらの識別データを取得することにより、需要家へ向けて供給される燃料が、いつ、どの構成事業者によって生産、製造、輸送、受け入れされ、どの構成事業者との間で送付／受け入れたものであるのかを特定することができる。この結果

、需要家に向けて供給される燃料に係るＳＣを構成するすべての構成事業者を特定することができる。

[0031] ある供給事業者から需要家に供給される燃料についてのＳＣを特定することができれば、図３に示すように、ＳＣを構成する構成事業者にて、生産、製造、輸送、受け入れに係る事業を行ったことによって排出されるＧＨＧ排出量E_1～E_4を特定することが可能となる。そして、これらの個別の構成事業者のＧＨＧ排出量を総計することにより、当該ＳＣから供給される燃料についてのＧＨＧ総排出量Ｅを求めることが可能となる。

[0032] 次に、各構成事業者から識別データと共に取得する排出量特定データについて説明する。排出量特定データは、図３に示す各構成事業者からのＧＨＧＧＨＧ排出量E_n（ｎ＝１～４）の算出に用いられる。

ここで燃料供給に係る産業においては、公的に定められたＧＨＧ排出量の算定手法が知られている。例えばＩＰＣＣ（Intergovernmental Panel on Climate Change）温室効果ガス排出・吸収量算定ガイドライン（２００６）や、その２０１９年改良版、各国の環境政策所管官庁（例えば日本の環境省）が定めるガイドラインには、製造業における化石燃料燃焼や、石油、天然ガス及びその他エネルギー生産由来のＧＨＧ排出量の算出法が、生産、精製及び貯蔵、輸送、供給などの事業に応じて詳細に定められ、公知のものとなっている。またこの他に提案されているＧＨＧ排出量の算定手法として、米国石油協会（ＡＰＩ：American Petroleum Institute）が策定した”Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Gas Industry(2021)”を例示することもできる。

[0033] これらのガイドライン定められている算出法は、原料の生産、製造（精製）、輸送、供給などの事業の操業に応じて特定される「活動量」に対し、予め定められた排出係数を乗算してＧＨＧ排出量の算出を行うことが基本的な考え方となっている（係数乗算法）。活動量としては、各構成事業者におけるエネルギー消費量や各自が有する設備に設けられているバルブやフランジ、ベントの数（リーク源の数）を例示できる。また各構成事業者に固有の活

動量として、原料の生産においては、天然ガスや原油の生産量、製造・輸送においては原料や燃料の処理量、供給においては燃料の需要家への供給量（販売量）を例示することができる。

[0034] また、これらガイドラインに記載の手法に加えて、より精度の高い算出法も提案されている。精度の高い算出法の一つとして、赤外線カメラなどを用いて、各構成事業者の設備からのＧＨＧ排出量を実際に測定する手法がある（実測定法）。また実測定によりＧＨＧ排出量を測定した結果は、既述の係数乗算法における排出係数のアップデートにも利用することもできる。即ち、測定対象となる個別の機器について、実測定によりＧＨＧ排出量を把握する。次いで、実測定の結果と、その機器の運転状態を表現する活動量との関係性から、その機器の排出係数を求めるアップデートを行うことができる。

[0035] また、シミュレーションにより、設備の内部状態を再現した結果や、設備への投入時と払い出し時とにおける原料や燃料のマスバランスを把握することにより、各設備の稼働の内容のエンジニアリング計算を実施してＧＨＧ排出量を算出する手法も挙げられる（エンジニアリング計算法）。

[0036] 図４は、例えば燃料の製造事業者について、上述の各種のＧＨＧ算出法を模式的にまとめた概念図である。上述のＧＨＧ算出法を大別すると、製造事業者の設備からのＧＨＧ排出量をまとめて把握するトップダウン手法と、設備内の複数の位置からの個別のＧＨＧ排出量を把握して積み上げていくボトムアップ手法がある。

[0037] 実測定法は、トップダウン手法、ボトムアップ手法の双方に適用可能である。トップダウン手法について、赤外線による実測定法を適用する場合、製造事業者の設備が設けられた事業実施領域について、ＧＨＧ排出量の算定境界を設定する。この算定境界について、ドローン４１、人工衛星４２や航空機４３に搭載した赤外線カメラ４４による上空からの撮影を行い、ＧＨＧから放出される波長についての赤外線画像を取得する。そして、検出された赤外線の強度から、当該領域におけるＧＨＧの濃度を求め、この濃度からＧＨＧ排出量を算出する場合を例示できる。なお、事業実施領域や算定境界の詳

細については後段で説明する。

[0038] またボトムアップ手法について、赤外線による実測定法を適用する場合、ＧＨＧが排出されていると想定される個別の場所（図４の例では原料や燃料の貯蔵タンクのベント、煙突、配管のフランジ）の赤外線画像を取得する。赤外線画像の取得法としては、ドローン４１に搭載し、または現場に設置した赤外線カメラ４４により撮影を行う場合を例示できる。そして、トップダウン手法と同様の考え方に基づき、個別の場所からのＧＨＧ排出量を算出する。

[0039] 実測定法におけるトップダウン手法とボトムアップ手法とは、いずれか一方のみを採用しなければならないものではない。例えば主要なＧＨＧの排出箇所についてはボトムアップ手法を採用し、排出位置から近い距離にて精度や解像度の高い赤外線画像を取得してＧＨＧ排出量を算出する。一方、ＧＨＧの排出箇所を網羅的に把握するため、トップダウン手法により、設備が設けられた算定境界上空から赤外線画像を取得し、個別の撮影を行っていない箇所については、算定境界の撮像結果からＧＨＧ排出量を算出する。そして、同一のＧＨＧ排出箇所の重複を避けつつボトムアップ手法／トップダウン手法により算出したＧＨＧ排出量を加算する手順を例示できる。

[0040] さらにボトムアップ手法については、係数乗算法やエンジニアリング計算法を適用することもできる。係数乗算法においては、各事業の操業の内容、例えば燃料の製造を行う個別の設備における原料や中間原料の供給流量、製造された燃料の生産流量、燃料や電力の消費量を測定した結果を積算して活動量を求める。また活動量として、ＧＨＧのリーク源の数を採用する場合には、算定境界内における、当該ＧＨＧのリーク源となるバルブやフランジ、ベントの数を求める。そして、ガイドラインに規定されている算出式に基づき、活動量に係数を乗算するなどの計算を行うことによりＧＨＧ排出量を算出することができる。

[0041] また、エンジニアリング計算法についても、予め作成しておいたシミュレーションモデルやマスバランスモデルに対し、個別の設備における原料や中

間原料の供給流量や、製造された燃料の生産流量、燃料や電力の消費量を測定した結果を入力することにより、ＧＨＧ排出量を算出することができる。

これら係数乗算法やエンジニアリング計算法についても、互いに、または実測定法との間でいずれか一つを採用しなければならないものではない。ＧＨＧ排出量の二重計上を避けつつ、これらの手法を併用してもよい。

[0042] 以上、図４を参照しながら例示した、燃料の製造事業者におけるＧＨＧ排出量の算出法については、図３に示すＳＣ内における他の構成事業者のＧＨＧ排出量の算出においても同様に適用することができる。このとき、本例の管理システム３は、各構成事業者から下記（１）～（４）に記載の少なくとも一つの種類の原データまたはその加工データを排出量特定データとして取得する。

[0043] （１）実測定法（トップダウン手法）：構成事業者の事業の実施領域に応じて設定された算定境界中で排出されたＧＨＧの濃度、または測定されたＧＨＧの濃度から算出した算定境界中でのＧＨＧ排出量。ここで、「事業の実施領域」は、生産事業者の場合、天然ガスや原油を生産する生産設備が設けられている領域、製造事業者の場合は、燃料を製造する製造設備が設けられている領域を例示できる。また、原料輸送事業者や燃料輸送事業者は、船舶を輸送設備として原料や燃料を輸送する場合は、輸送設備それ自体、パイプラインを輸送設備として輸送を行う場合は、当該輸送設備が設けられている領域、供給事業者は、燃料を需要家に供給するための燃料タンクやポンプなどの供給設備が設けられている領域を例示できる。以上に例示した事業の実施領域に対し、各構成事業者が、ＧＨＧ排出量を報告する対象となる範囲として「算定境界」を設定する。この算定境界は、既述のガイドラインなどに基づき、ＧＨＧを排出する排出源や、既述の「活動量」に係る事業の操業が行われる領域が含まれるように設定される。

[0044] （２）実測定法（ボトムアップ手法）：構成事業者の事業を実施するための設備からのＧＨＧ排出位置にて測定した、ＧＨＧの濃度、または測定されたＧＨＧの濃度から算出した設備からのＧＨＧ排出量。

（３）係数乗算法：構成事業者の事業の操業に応じて特定される活動量。

（４）エンジニアリング計算法：構成事業者の事業を実施するための設備の稼働の内容を表す計算（シミュレーションモデル、マスバランスモデル）に基づき算出されるＧＨＧ排出量。

[0045] これら（１）～（４）において、原データとは、実測定法におけるＧＨＧの濃度測定結果、係数乗算法における活動量、エンジニアリング計算法における、シミュレーションモデル、マスバランスモデルに入力される各種の入力値を例示できる。また、加工データとは、実測定法、係数乗算法及びエンジニアリング計算法にて算出された、個別の排出位置や設備からのＧＨＧ排出量の値を例示できる。

[0046] そして、図４に模式的に示すように、原データを取得した場合には、各手法によりＧＨＧ排出量を算出する。また加工データとしてＧＨＧ排出量を取得した場合には、二重計上を避けつつ、原データからのＧＨＧ排出量の算出結果を含めたＧＨＧ排出量の積算を行い、当該構成事業者についてのＧＨＧ排出量$Ｅ_{n}$を算出する。図３、図４には、ＧＨＧ排出量$Ｅ_{n}$は、排出量原単位［ｋｇ／ｔｏｎ］（原料／燃料の単位量あたりのＧＨＧ排出量）として算出する場合を例示してある。

[0047] 一方で、実測定法（トップダウン手法／ボトムアップ手法）、係数乗算法、エンジニアリング計算法は、各々、互いに異なるデータ取得資源を必要とする。例えば実測定法では、ドローン４１、人工衛星４２、航空機４３による赤外線画像の取得サービスを利用する必要がある。また構成事業者自らの赤外線画像を取得する場合には、ドローン４１や赤外線カメラ４４の機器を準備すると共に、撮影を実施する人員の確保を行わなければならない。

[0048] 一方、係数乗算法では、各活動量の取得手段（例えばエネルギー消費量や、原料・燃料の処理量、供給量の測定手段、ＧＨＧのリーク源となるバルブやフランジ、ベントの数を把握するための管理データベース）や、ガイドラインに規定された計算法に基づいてＧＨＧ排出量を算出する計算システムをコンピュータに構築する必要も生じる。一方、エンジニアリング計算法では

、コンピュータに対してシミュレーションモデルやマスバランスモデルを構築すると共に、これらのモデルに入力する各種入力値を取得するための測定手段が必要となる。なお、本開示の管理システム３が、排出量特定データとして、係数乗算法やエンジニアリング計算法の原データを取得する場合には、当該管理システム３に、係数乗算法の計算システムやエンジニアリング計算法のシミュレーションモデルやマスバランスモデルを構築してもよい。

[0049] 各構成事業者は、コスト制約や時間的な制約の範囲内で、必要な精度のＧＨＧ排出量を算出することができるように、ＧＨＧ排出量の算出法を選択し、各手法に見合ったデータ取得資源を用意する。

この点、本例の管理システム３は、構成事業者が採用可能なデータ取得資源の選択制約に範囲内で、予め設定した目的に応じた、最適なデータ取得資源の組み合わせを求める演算を実行する機能を備えている。この機能の具体的な内容については後述する。

[0050] 本例の管理システム３は、各構成事業者の端末１１～１５を介してこれらの排出量特定データを取得することにより、これらの構成事業者についてのＧＨＧ排出量E_n（ｎ＝１～４）を算出することができる。ＧＨＧ排出量E_nの算出結果は、例えばブロックチェーン台帳に保管してその真正性を担保する構成としてもよい。

[0051] ブロックチェーン台帳により、ＧＨＧ排出量E_nを管理する場合、当該ＧＨＧ排出量E_nは、公知のブロックチェーン技術を用いて、これらの構成事業者間で検証し、記録する。例えばブロックチェーン台帳は、管理システム３に接続された各構成事業者の端末（生産事業者端末１１、製造事業者端末１２、燃料輸送事業者端末１３、供給事業者端末１４及び需要家端末１５）にインストールされた管理アプリケーションを用いて管理される。ここで、ブロックチェーン台帳は、管理システム３に接続された全ての構成事業者にて共有し、各構成事業者のＧＨＧ排出量E_nの検証・記録を実施してもよい。また、ブロックチェーン台帳の共有範囲を限定し、例えば図１に示すＳＣ１～ＳＣ３について互いに異なるブロックチェーン台帳を設け、各々のＳＣ１～Ｓ

Ｃ３を構成する構成事業者間でのみ、ＧＨＧ排出量E_nの検証・記録を実施する構成としてもよい。なお、ブロックチェーン台帳の検証・記録を行う端末には、管理者の管理コンピュータ２０を含めてもよい。

[0052] 以上に説明したように、構成事業者から取得したデータセットに含まれる排出量特定データに基づき、各構成事業者が原料や燃料についての生産、製造、輸送、受け入れを行う際に排出されたＧＨＧ排出量を特定することができる。また、この排出量特定データに対応付けられている識別データに基づき、ある供給事業者から需要家に供給される燃料についてのＳＣを特定することができる。

[0053] そして、管理システム３は、識別データに基づいて特定されたＳＣを構成するすべての構成事業者についてのＧＨＧ排出量を総計することにより、ＳＣから供給される燃料についてのＧＨＧ総排出量を求めることができる。この観点で本例の、管理システム３は、総排出量算出部の機能を備える。

[0054] ＧＨＧ総排出量を求めることにより、需要家は、需要家端末１５を介して、供給事業者から燃料が供給されるにあたり、当該燃料に係るＳＣにて排出されたＧＨＧ総排出量を知ることができる。また各ＳＣを構成する構成事業者についても同様に、端末１１～１５を介し、自己の事業に係るＳＣにて排出されたＧＨＧ総排出量を知ることができる。

[0055] さらに、本例の管理システム３は、複数のＳＣ１～ＳＣ３を構成する各々の構成事業者についての個別のＧＨＧ排出量を算出する。この構成により、あるＳＣを構成する構成事業者の一部を、他のＳＣを構成する構成事業者に入れ替えた新たなＳＣ’を生成し、この新たなＳＣ’から燃料を供給するとしたならば排出されることになるＧＨＧ総排出量を求めることもできる。

[0056] 以下、上述の構成、機能を備える管理システム３の動作について、図５、図６を参照しながら説明する。図５は、各構成事業者から排出量特定データを取得して、ＧＨＧ排出量を算出、記憶する動作、図６は選択されたＳＣについてのＧＨＧ総排出量を算出する動作を示している。

[0057] 図５について、管理システム３の通信システムを介して各構成事業者の端

末１１～１５との通信を行い（スタート）、データセットを取得し、識別データと排出量特定データとを更新する（ステップＳ１０１、データセットを取得する工程）。次いで、取得した排出量特定データから、各構成事業者についてのＧＨＧ排出量を算出する（ステップＳ１０２、ＧＨＧ排出量を算出する工程）。算出したＧＨＧ排出量と識別データとを対応付けて、ブロックチェーン台帳に保管する（ステップＳ１０３）。

[0058] そして、各構成事業者からの原料や燃料が出荷されるタイミングが来るのを待ち（ステップＳ１０４；ＮＯ）、出荷が実施されたら（ステップＳ１０４；ＹＥＳ）、上述のステップＳ１０１～１０３を実行して、ＧＨＧ産出量を再計算していく。

[0059] ここで、出荷のタイミングとは、製造事業者においては輸送事業者の輸送船などへ向けて燃料を払い出すタイミング、原料輸送事業者や燃料輸送事業者においては、輸送船から原料や燃料を荷揚げするタイミング、供給事業者においては、供給事業者の供給設備から需要家へ向けて燃料を供給するタイミングを例示できる。また、生産事業者と製造事業者との間、供給事業者と需要家との間などで、パイプラインを介して連続的に出荷が行われている場合もある。このような場合は、予め設定された間隔（例えば１日毎や、１週間毎）に、ＧＨＧ排出量を再計算していく場合を例示できる。

[0060] こうして算出した各構成事業者のＧＨＧ排出量を用い、需要家に供給される燃料に係るＳＣについてのＧＨＧ排出量の算出を行う（図６、スタート）。この動作においては、初めにＧＨＧ総排出量の算出を行うＳＣの選択を受け付ける（ステップＳ２０１）。この際、管理システム３に接続された端末１１～１５に対し、図１に例示するように、選択可能な複数のＳＣ１～ＳＣ３を表示し、特定のＳＣの選択を直接、受け付けてもよい。一方、例えば需要家が現在、供給を受けている燃料、またはこれから供給を受けようと考えている燃料の供給事業者の選択を行うと、最新の識別データに基づき、当該燃料に係るＳＣが特定される構成としてもよい。

[0061] 次いで、選択されたＳＣについて、構成事業者の入れ替えを行うか否かの

選択を受け付ける（ステップＳ２０２）。構成事業者の入れ替えを行う場合については、図７、図８も参照しながら説明するので、ここでは入れ替えを行わない場合について説明を進める（ステップＳ２０２；ＮＯ）。

[0062] この場合には、選択されたＳＣを構成する構成事業者について、例えば最新のＧＨＧ排出量を読み出す（ステップＳ２０３）。次いで、読みだしたＧＨＧ排出量を総計し、選択されたＳＣについてのＧＨＧ総排出量を算出し（ステップＳ２０６、ＧＨＧ総排出量を求める工程）、その結果を依頼元の端末１１～１５に出力して動作を終える（ステップＳ２０７、エンド）。

上述の動作により、図３に示すように、選択されたＳＣについてのＧＨＧ総排出量Ｅを算出し、その結果を依頼元へ知らせることができる。

[0063] ここで供給事業者から需要家への燃料の供給を行うにあたり、需要家へ供給される燃料を貯蔵する貯蔵タンク内に、例えば荷揚げのタイミングが異なることにより、ＧＨＧ排出量の算出タイミングが相違する燃料が貯蔵されている場合がある。このとき、これら算出タイミングが異なる燃料間で、各構成事業者のＧＨＧ排出量が変化している場合もあり得る。

また、１つの貯蔵ダンク内に、複数の異なるＳＣ１～ＳＣ３を経た燃料が混合された状態となっている場合もある。

[0064] これらの場合には、各々の識別データと対応付けられた燃料がどの程度の割合で貯蔵されているのかを決定し、これらの燃料のＧＨＧ総排出量について、含有割合に応じた重み付け加算値を求めてもよい。

貯蔵タンクに含まれる各燃料の割合は、識別データに含まれる「いつ受け入れた燃料」であるのかを示す情報に加え、排出量特定データとして、当該識別データが付された燃料の貯蔵タンク受け入れ量、及び需要家への燃料の供給タイミングと供給量とに係る情報を取得しておく。そしてこれらの情報に基づき、例えば在庫評価法の先入れ先出し法や移動平均法などの考え方を利用して、貯蔵タンク内の各燃料の割合を決定することができる。

[0065] このほか、貯蔵タンク内に、ＬＮＧなどの揮発性液体である燃料が貯蔵されている場合には、軽質分の揮発に伴い、貯蔵期間中に燃料の組成が変化す

る場合がある。このとき、揮発した軽質分に対しても、ＳＣの上流側の構成事業者（生産事業者、製造事業者、燃料輸送事業者）にて排出されたＧＨＧ排出量が対応付けられている。このため、軽質分の揮発により貯蔵タンク内の燃料の組成が変化すると、当該燃料についてのＧＨＧ総排出量も変化することになる。既述のＧＨＧ総排出量を算出する工程では、こうした貯蔵タンク内における燃料の組成変化の影響を含めてＧＨＧ総排出量の算出を行ってもよい。

[0066] 本実施の形態に関わる管理システム３は、以下の効果がある。ＳＣを構成する構成事業者から、事業の実施後にＳＣの下流側へ向けて送られる原料や燃料を識別する識別データと、事業の実施に伴って排出されたＧＨＧ排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけた複数のデータセットを取得する。これにより、各ＳＣから供給される燃料についてのＧＨＧ総排出量を管理することができる。

[0067] 次いで、図６のステップＳ２０２にて構成事業者の入れ替えを行う場合（ステップＳ２０２；ＹＥＳ）の説明を行う。この場合には、ＧＨＧ総排出用の算出を行うＳＣの構成事業者の変更を受け付ける（ステップＳ２０４）。

[0068] 図７は、破線で囲んで示すＳＣ１について、燃料輸送事業者を入れ替えることにより、実線で囲んで示す新たなＳＣ１’を生成した例を示す。また、図８は、破線で囲んで示すＳＣ２について、生産事業者及びこの生産事業者とパイプラインを介して原料の供給を受けている製造事業者を一括して入れ替えることにより、実線で囲んで示す新たなＳＣ２’を生成した例を示す。

[0069] このように、構成事業者を入れ替えて生成した新たなＳＣ１’、ＳＣ２’について、例えば最新のＧＨＧ排出量を読み出す（ステップＳ２０５）。しかる後、これらのＳＣ１’、ＳＣ２’についてのＧＨＧ総排出量を算出し、その結果を出力する動作については、構成事業者の変更を行わない場合と同様である（ステップＳ２０６、Ｓ２０７）。

[0070] 本例の管理システム３は、ＳＣの構成事業者の個別のＧＨＧ排出量を記憶しているので、ＳＣに含まれる構成事業者を変更した新たなＳＣ’について

もＧＨＧ総排出量の計算を行うことができる。これにより、原料輸送事業者、燃料輸送事業者の用船の変更や、原料、燃料の調達先となる生産事業者、製造事業者の変更がＧＨＧ総排出量に及ぼす影響などを事前に把握する検討を行うことができる。

[0071] 次いで、本例の管理システム３の応用機能について２つ例を説明する。

図９は、構成事業者が原データを取得するためのデータ取得資源の選択の最適化を行う動作に係るフローチャートである。図４を参照しながら詳細に説明したように、原データはそのまま、または加工データに加工して排出量特定データとして用いられる。一方で、各構成事業者は、コスト制約などの範囲内で、必要な精度のＧＨＧ排出量を算出することができるように、ＧＨＧ排出量の算出法を選択し、各手法に見合ったデータ取得資源を用意する点については既に説明した通りである。

[0072] 一方で、構成事業者の設備における原データの取得箇所は多数に亘り、これに応じてデータ取得資源の数も多数となる。また、既述の実測定法（トップダウン手法／ボトムアップ手法）、係数乗算法、エンジニアリング計算法などの算出法をどの設備のどの位置からのＧＨＧ排出量の算出に適用するかによっても、採用すべきデータ取得資源は異なる。そして、データ取得資源の選択は、コストや算出されるＧＨＧ排出量の算出精度にも影響を及ぼす。このような場合に、各構成事業者は、原データを取得するための最適なデータ取得資源の組み合わせを容易に特定することができない場合もある。

[0073] そこで、本例の管理システム３は、原データの取得に係る複数のデータ取得資源を有している場合に、予め設定されたデータ取得資源の選択制約の範囲内で、最もコストの低いデータ取得資源の組み合わせを求める機能を有している。

この機能に関し、例えば管理システム３は、各構成事業者について、既述の実測定法（トップダウン手法／ボトムアップ手法）、係数乗算法、エンジニアリング計算法を採用してＧＨＧ排出量を算出する場合に必要な原データの項目をリストアップしておく。原データの項目の具体例としては、既述の

（１）～（４）に記載の項目を例示できる。

[0074] また、例えば人工衛星４２や航空機４３を用いたトップダウン手法による赤外線画像の取得は、設備の各位置からのＧＨＧ排出量を一括して把握することができるので、個別の排出位置についてみれば、赤外線画像の取得コストは相対的に低い。一方で、遠隔位置から赤外線画像を取得することに伴う解像度の低下により、ＧＨＧ排出量の算出精度は低くなる傾向がある。これに対しボトムアップ手法による赤外線画像の取得は、個別の排出位置を撮影する作業が必要となり、赤外線画像の取得コストは相対的に高い。一方で、ＧＨＧの排出位置の近くで赤外線画像を取得することができるので、ＧＨＧ排出量の算出精度は高くなる傾向がある。

そこで管理システム３は、これらの原データを取得するのに必要なデータ取得資源の利用コスト、また原データから得られた排出量特定データに基づいて算出されるＧＨＧ排出量の精度に係る情報も取得しておく。

[0075] これらの事前の情報を準備した条件下で、各構成事業者の端末１１～１４より最適化探索の依頼を受け付ける（スタート）。そして、予めリストアップされた原データの各々について、依頼元の構成事業者が使用可能なデータ取得資源の情報を取得する（ステップＳ３０１）。このとき、既述のトップダウン手法とボトムアップ手法の実測定法のように、複数のデータ取得資源を使用可能な場合は、すべての使用可能なデータ取得資源についての情報を取得する。

[0076] そして、前記情報の取得を終えたら、これら使用可能なデータ取得資源を用いて構成事業者の設備のＧＨＧ排出量を算出するにあたり、コストが最も低くなるデータ取得資源の組み合わせを探索する（ステップＳ３０２、データ取得資源の組み合わせを求める工程）。

このような条件を満たすデータ取得資源の組み合わせの探索は、汎用的な最適化ソフトウェアを用いて管理システム３により実行することができる。このようなソフトウェアの例としては、ESTECO社のmodeFRONTIER、Altair社のHyperStudy、Noesis Solutions社のOptimas、Red Cedar Technology社のHE

EDなどを例示することができる。ここで、汎用的な最適化ソフトウェアを用いてデータ取得資源の組み合わせの探索を実行することは必須の要件ではなく、専用に開発した探索ツールを用いて最適組み合わせの探索を行ってもよい。

[0077] 前記最適組み合わせの探索は、このような最適化ソフトウェアや探索ツールを用い、遺伝的アルゴリズムや粒子群最適化法によって探索することができる。これらの最適化法を実行する具体的なアルゴリズムの例としては、ＮＣＧＡ(Neighborhood Cultivation Genetic Algorithm)、ＮＢＩ（Normal Boundary Intersection)、ＩＯＳＯ（Indirect Optimization on the basis of Self－Organization）などを例示することができる。但し、当該最適組み合わせの探索は、これら例示した手法を用いる場合に限定されず、多数のデータ取得資源を使用するにあたって最もコストが低くなる組み合わせを探索可能な任意の手法を用いることができる。

[0078] またここで、各排出量特定データの精度に下限値を設定し、この精度制約の範囲内で最もコストが低くなるデータ取得資源の組み合わせを探索してもよい。一方で、上述の例とは反対に、データ取得資源の組み合わせの総コストに上限を設定し、このコスト制約の範囲内で、各排出量特定データの精度が最も高くなるデータ取得資源の組み合わせを探索してもよい。

[0079] 上述の探索が終了したら、依頼元の構成事業者に対し、探索結果である、コストが最も低くなるデータ取得資源の組み合わせを提示して（ステップＳ３０３）動作を終了する（エンド）。

[0080] 次いで図１０は、排出量特定データに基づいて算出したＧＨＧ排出量を検証する動作に係るフローチャートである。図２に示すように、管理システム３は、生産事業者や製造事業者など、事業の内容が共通する複数の構成事業者から各々排出量特定データを取得する構成となっている。事業の内容が共通する構成事業者同士であっても、事業の実施に用いる設備の構成や規模が異なれば、排出量特定データの内容は異なる。一方で、これら複数の構成事業者の中には、設備の構成が似ている事業者が含まれている場合もある。ま

た図５を用いて説明したように、排出量特定データは、例えば原料や燃料の出荷のたびに繰り返し取得され、ＧＨＧ排出量の算出が行われる。

[0081] このように設備の構成が似ている事業者から取得した排出量特定データを、繰り返し取得することにより、設備の構成が共通する構成事業者ごとに、原料や燃料の取扱量と、ＧＨＧ排出量との関係を特定することが可能となる。そこで、上記関係を示す事業者モデルを作成し、この事業者モデルに対して原料や燃料の実取扱量を入力すれば、設備構成が共通する構成事業者について、実取扱量に応じた標準的なＧＨＧ排出量を特定することができる。

[0082] 上述の機能に関し管理システム３は（スタート）、設備構成が共通する複数の構成事業者について過去の原料、燃料の取扱量に対するＧＨＧ排出量の関係を示す事業者モデルを作成する（ステップＳ４０１）。事業者モデルは、過去に取得した複数のデータセットに含まれる排出量特定データと、排出量特定データから算出したＧＨＧ排出量と、原料または燃料の実取扱量と、の対応関係を機械学習した結果に基づいて作成することができる。機械学習の手法に特段の限定は無く、公知のディープニューラルネットワーク、サポートベクターリグレッション、ランダムフォレストリグレッション、部分最小二乗法などを利用することができる。また、機械学習により事業者モデルを作成することも必須の要件ではない。例えば、排出量特定データや原料または燃料の取扱量を説明変数とし、ＧＨＧ排出量を推定変数とする最小二乗法により、求めた関係式を事業者モデルとしてもよい。

[0083] 次いである構成事業者についての排出量特定データを得る際に、当該構成事業者の事業の実施に応じて特定される原料または燃料の実取扱量に基づき、前述の事業者モデルを用いてＧＨＧ排出量を推定する（ステップＳ４０２、ＧＨＧ排出量を推定する工程）。また同じ構成事業者から取得した排出量特定データに基づいてＧＨＧ排出量を算出する。しかる後、排出量特定データから算出したＧＨＧ排出量と、ＧＨＧ排出量の推定値とを比較し（ステップＳ４０３、ＧＨＧ排出量を比較する工程）、その比較結果を構成事業者の端末１１～１４や、管理コンピュータ２０に出力して（ステップＳ４０４）

動作を終える（エンド）。

[0084] 上述のように、事業者モデルの推定値である標準的なＧＨＧ排出量と、構成事業者から取得した排出量特定データに基づいて算出したＧＨＧ排出量とを比較することにより、後者のＧＨＧ排出量を検証することができる。即ち、算出したＧＨＧ排出量が標準的なＧＨＧ排出量から大きくずれている場合には、排出量特定データの入力エラー、データ取得資源や設備本体におけるトラブルが発生している可能性があることを検知することができる。

[0085] 以上に説明した管理システム３について、図２にはクラウドコンピューティングシステムにＧＨＧ排出量管理機能を設けた例を示したが、管理システム３の構成はこの例に限定されるものではない。例えばＧＨＧ排出量管理機能を提供する管理者のサーバーシステムに当該管理システム３を構成してもよい。

符号の説明

[0086]

１１	生産事業者端末
１２	製造事業者端末
１３	燃料輸送事業者端末
１４	供給事業者端末
１５	需要家端末
２	管理コンピュータ
３	管理システム
４１	ドローン
４２	人工衛星
４３	航空機
４４	赤外線カメラ

請求の範囲

[請求項1] 燃料のサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出量の管理方法であって、

前記燃料の原料を生産する生産事業者、前記原料を輸送する原料輸送事業者、前記原料から前記燃料を製造する製造事業者、前記燃料を輸送する燃料輸送事業者、及び前記燃料を需要家に供給する供給事業者からなる事業者群から選択された事業者であって、前記原料の生産から前記燃料の供給に至る前記サプライチェーンを構成する複数の構成事業者から、各々の構成事業者における事業の実施後に、前記サプライチェーンの下流側へ向けて送られる前記原料または前記燃料を識別するための識別データと、前記識別データにより識別される前記原料または前記燃料について、前記事業の実施に伴って排出された温室効果ガスの排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけた複数のデータセットを、データ通信システムを介して取得する工程と、

前記複数の構成事業者より取得した前記排出量特定データに基づき、コンピュータにより、これらの構成事業者についての温室効果ガスの排出量を算出する工程と、

コンピュータにより、前記識別データにより特定される一のサプライチェーンを構成するすべての前記構成事業者についての前記温室効果ガスの排出量を総計して、当該一のサプライチェーンから供給される前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求める工程と、を含むことを特徴とする温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項2] 前記識別データには、前記生産事業者または前記製造事業者からの前記原料または前記燃料の送付先、前記原料輸送事業者または前記燃料輸送事業者による前記原料または前記燃料の輸送区間、もしくは供給事業者に対する燃料の送付元を示す情報が含まれ、これら送付先、輸送区間または送付元を示す情報に基づいて、前記一のサプライチェ

ーンを構成するすべての前記構成事業者を特定することを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項3] 前記排出量特定データは、下記（１）～（４）に記載の少なくとも一つの種類の原データまたはその加工データを含むことを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

（１）前記構成事業者の前記事業の実施領域に応じて設定された算定境界中に排出された前記温室効果ガスの濃度、または前記測定された温室効果ガスの濃度から算出した前記算定境界中への温室効果ガスの排出量

（２）前記構成事業者の前記事業を実施するための設備からの前記温室効果ガスの排出位置にて測定した、前記温室効果ガスの濃度、または前記測定された温室効果ガスの濃度から算出した前記設備からの温室効果ガスの排出量

（３）前記構成事業者の前記事業の操業に応じて特定される活動量

（４）前記構成事業者の前記事業を実施するための設備の稼働の内容のエンジニアリング計算を実施して算出される温室効果ガスの排出量

[請求項4] 前記構成事業者が、前記（１）～（４）に記載の種類の原データの取得に係る複数のデータ取得資源を有している場合に、コンピュータにより、予め設定されたデータ取得資源の選択制約の範囲内で、最もコストの低い前記データ取得資源の組み合わせを求める工程を含むことを特徴とする請求項３に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項5] 前記複数の構成事業者から選択された一の前記構成事業者と設備構成が共通する条件下で、前記原料または前記燃料の取扱量に対する温室効果ガスの排出量の関係を示す事業者モデルを、コンピュータにより作成する工程と、

前記一の構成事業者についての前記排出量特定データを得る際に、前記事業の実施に応じて特定される前記原料または前記燃料の実取扱

量に基づき、コンピュータにより、前記事業者モデルを用いて温室効果ガスの排出量を推定する工程と、

コンピュータにより、前記一の構成事業者から取得した前記排出量特定データに基づいて算出した前記温室効果ガスの排出量と、前記事業者モデルを用いて推定した温室効果ガスの排出量とを比較する工程と、を含むことを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項6] 前記事業者モデルは、過去に取得した前記複数のデータセットに含まれる前記排出量特定データと、排出量特定データから算出した温室効果ガスの排出量と、前記原料または前記燃料の実取扱量と、の対応関係を機械学習した結果に基づいて作成されることを特徴とする、請求項５に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項7] 前記温室効果ガスの排出量を算出する工程にて算出した、前記複数の構成事業者についての前記温室効果ガスの排出量をブロックチェーン台帳に保管することを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項8] 前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求める工程にて、前記一のサプライチェーンを構成する前記構成事業者の一部を、他のサプライチェーンを構成する前記構成事業者に入れ替えた新たなサプライチェーンを生成し、この新たなサプライチェーンから供給される前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求めることを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項9] 前記燃料は、原料である天然ガスから製造された液化天然ガス、原料である天然ガスから製造されたアンモニア、水素または合成メタン、原料である原油から製造された燃料油、もしくは原料である有機性廃棄物から製造されたバイオメタンのいずれかであることを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項10] 前記温室効果ガスは、二酸化炭素、メタン、または亜酸化窒素の少

なくともいずれか一つであることを特徴とする請求項１に記載の温室効果ガスの排出量の管理方法。

[請求項11] 燃料のサプライチェーンにおける温室効果ガスの排出量管理システムであって、

前記燃料の原料を生産する生産事業者、前記原料を輸送する原料輸送事業者、前記原料から前記燃料を製造する製造事業者、前記燃料を輸送する燃料輸送事業者、及び前記燃料を需要家に供給する供給事業者からなる事業者群から選択された事業者であって、前記原料の生産から前記燃料の供給に至る前記サプライチェーンを構成する複数の構成事業者から、各々の構成事業者における事業の実施後に、前記サプライチェーンの下流側へ向けて送られる前記原料または前記燃料を識別するための識別データと、前記識別データにより識別される前記原料または前記燃料について、前記事業の実施に伴って排出された温室効果ガスの排出量を特定するための排出量特定データとを対応づけた複数のデータセットを取得するデータ通信部と、

前記データ通信部により取得した前記複数の構成事業者についての前記排出量特定データに基づき、これらの構成事業者についての温室効果ガスの排出量を算出する事業者排出量算出部と、

前記識別データにより特定される一のサプライチェーンを構成するすべての前記構成事業者について、前記事業者排出量算出部にて算出した前記温室効果ガスの排出量を総計して、当該一のサプライチェーンから供給される前記燃料についての温室効果ガスの総排出量を求める総排出量算出部と、を備えることを特徴とする温室効果ガスの排出量管理システム。