

バイオエタノールの温室効果ガス評価算定マニュアル

平成 30 年 4 月

経済産業省 資源エネルギー庁

目次

利用の目的.....	1
算出の単位.....	1
用語の解説.....	2
対象ガス	3
バウンダリ及び算出式.....	4
直接土地利用変化	5
原料栽培・採取工程	6
原料輸送工程	10
燃料製造工程	12
燃料輸送工程	15
活動量データの収集	18
副産物へのアロケーション	20
温室効果ガス排出回避・削減の考慮.....	21
温室効果ガス排出原単位データ（排出係数）の収集	22
GHG 排出削減効果の評価方法	25

利用の目的

バイオエタノールの温室効果ガス評価算定マニュアル（以下「本マニュアル」という。）は、エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律（平成 21 年法律第 72 号。以下「エネルギー供給構造高度化法」という。）に基づく平成 30 年度以降の 5 年間についての非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準（平成 年経済産業省告示第 号。以下「判断基準」という。）別表 2 において既定値が定められたバイオエタノール以外バイオエタノールについて、LCA での温室効果ガス排出量を算出するために利用することができるものである。

算出の単位

算出の単位は、揮発油の LCA での温室効果ガス排出量（84.11gCO₂eq/MJ）と比較することを踏まえ、以下のとおりとする。

バイオエタノール 1MJ あたりの温室効果ガス排出量（CO ₂ 換算後単位：gCO ₂ eq）

用語の解説

用語	解説
アロケーション	一つのプロセスから複数の産出物が発生する場合に、当該プロセス全体の環境負荷を各産出物に配分することをいう。
嫌気性発酵	無酸素の状態で生育できる細菌等によって、有機物が CH_4 などに分解されることをいう。
農業管理手法の改善	原料栽培の改善（例えば、不耕起栽培への移行）により、土壌中の炭素ストック量を増加させることをいう。
炭素回収・隔離	化石燃料の使用時に発生する CO_2 を回収し、地中貯留等の方法により大気中への放出を抑制することをいう。
炭素ストック	植物生物体、枯死木、土壌等に貯蔵されている炭素をいう。
廃棄物・残渣	無償又は逆有償で取引される又は自社内で処理されるものをいう。
直接土地利用変化	農地以外の森林、草地等の利用形態の土地を転換して、原料生産用の農地とすることをいう。なお、当該土地以外で生じる農地の増加又は森林及び草地の減少といった間接土地利用変化は含まない。
リーケージ	廃棄物・残渣系資源をバイオエタノール用原料に利用することで、従来のエネルギー・マテリアル用途を阻害してしまうことにより生ずる GHG 排出の増加（例えば、従来発電利用されていた建設廃材をエタノール用原料に利用することで、当該発電設備において重油を使用せざるを得なくなることに伴う GHG 排出等）をいう。

(判断基準別表1 より)

対象ガス

- ① 算定すべき GHG の種類は CO₂（廃棄物・バイオマスの燃焼に伴い排出される CO₂ を除く）、CH₄、N₂O とする。CH₄、N₂O の温暖化係数（CH₄、N₂O の排出量を CO₂ 排出量に換算する係数）はそれぞれ 25、298 とする。
- ② CH₄、N₂O の算定範囲は、原料栽培から燃料輸送までの各工程における排出量とする。

【解説・注釈】

(1) 温暖化係数

温暖化係数は、2020 年 12 月 31 日までの活動量データを用いて算定する場合には、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 4 次評価報告書（2007）にて公表されている 100 年値の数値を利用する。2021 年 1 月 1 日以降の活動量データを用いて算定する場合には、IPCC の第 5 次評価報告書（2014）にて公表されている 100 年値の数値を利用することが想定される。

バウンダリ及び算出式

- ① 直接土地利用変化、原料栽培・採取、原料輸送、燃料製造、燃料輸送（製油所まで）の各工程を算定対象とする。
- ② 副産物が発生する場合、GHG 排出量の一部を当該副産物に配分（アロケーション）することにより、バイオエタノールの GHG 排出量から控除できる。
- ③ 廃棄物・残渣を利用することで、有機物の嫌気性発酵による CH₄ 排出、有機物焼却処理による CH₄、N₂O 排出を回避できる場合や、農業管理手法の改善又は炭素回収・隔離及び炭素回収・置換による GHG 排出が回避できる場合、排出削減として考慮することができる。

（算定式）

$$E_{biofuel} = E_{land} + E_{cultivate} + E_{biomass_transport} + E_{produce} + E_{biofuel_transport} - ER_{sca} - ER_{ccs} - ER_{ccr}$$

$E_{biofuel}$	バイオエタノール利用による温室効果ガス排出量
E_{land}	直接土地利用変化に伴う排出量
$E_{cultivate}$	原料栽培・採取に伴う排出量
$E_{biomass_transport}$	原料輸送に伴う排出量
$E_{produce}$	燃料製造に伴う排出量
$E_{biofuel_transport}$	燃料輸送に伴う排出量
ER_{sca}	農業管理手法の改善による排出削減量
ER_{ccs}	炭素回収・隔離による排出削減量
ER_{ccr}	炭素回収・置換による排出削減量 (バイオマス起源の CO ₂ を回収し、マテリアルとして利用される化石燃料起源の CO ₂ を代替するもの)

【解説・注釈】

(1) 算出の単位

排出量の算出の単位は「バイオエタノール 1MJ あたりの温室効果ガス排出量（CO₂ 換算後単位：gCO₂eq）」とする。

状況により算出に使用する活動量データの単位は異なるため、各工程の算出式で用いている単位は一例である。

直接土地利用変化

- ① 直接土地利用変化（同一場所の土地の利用形態が変化すること）が生じた場合、直接土地利用変化に伴う地上・地中の炭素ストック変化を 20 年に均等配分して計上する。具体的な算定式は以下のとおり。

$$\text{直接土地利用変化に伴う排出 (tCO}_2\text{/MJ)} = (CS_R - CS_A) \times 44/12 \div 20 \div P \div 1000$$

CS_R	: 直接土地利用変化前における土壌中及び植生中の炭素ストック (tC/ha)
CS_A	: 原料調達時の土地利用形態における土壌中及び植生中の炭素ストック (tC/ha)
P	: 当該原料を用いた場合の、単位面積あたりのバイオ燃料の生産量 (熱量ベース) (GJ/ha)

- ② 直接土地利用変化の算出においては、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) の公表資料又は国際的に公平・中立なデータを用いて算出をしなければならない。ただし、バイオエタノールの安定的な調達の確保等のため、これらの資料又はデータを用いた算出が困難なバイオエタノールを調達せざるを得ない場合については、事業者が入手可能な資料又はデータを用いて算出することとする。
- ③ 直接土地利用変化の算出の起算日については、平成 24 年 4 月 1 日とする。

【解説・注釈】

(1) 温室効果ガス排出の対象活動

資源作物を原料とし、その栽培場所で土地の利用形態が変化した場合の、地上・地中の炭素ストックの変化による温室効果ガス排出量を考慮する。

(2) 設定期間

平成 24 年 4 月 1 日以降実施された土地利用変化であり、同一場所の土地の利用形態の 20 年間を設定期間とする。

原料栽培・採取工程

- ① 原料栽培・採取工程については、原料の栽培や収穫に要した化石燃料や電力・熱の消費、投入する肥料及び化学物質の製造・調達、有機物の発酵及び施肥に伴う GHG の排出を計上しなければならない。
- ② 農業管理手法の改善により、土壌中の炭素ストック量が増加し、当該量を定量化できる場合はバイオエタノールの LCA での GHG 排出量から控除することができる。
- ③ 発生した CO₂ を回収・隔離又は置換している場合、排出量から控除することができる。
- ④ なお、廃棄物・残渣系原料を原料とする場合、原料の収集に要したエネルギー起源の GHG のみを考慮することとする。また、廃棄物・残渣を利用することで、従来の GHG 排出（例えば、有機物の嫌気性発酵による CH₄ 排出等）を回避できる場合、当該量を定量化できる場合はバイオエタノールの LCA での GHG 排出量から控除することができる。
- ⑤ 廃棄物・残渣系原料の利用に際するリーケージについては当面の間政府の監視項目とし、事業者による算定は不要とする。
- ⑥ 化石燃料、電力の排出係数については、LCA を踏まえて算出した排出係数を使用することとする。

【解説・注釈】

(1) 温室効果ガス排出の対象活動

原料栽培・採取工程における温室効果ガス排出の主な対象活動は以下のとおり。

- 1) 化石燃料や電力の使用
- 2) 肥料及び化学物質の製造・調達
- 3) 施肥による農地からの排出

(2) 算出式

温室効果ガス排出の対象活動の活動量データに排出係数を乗じて算出する。

$$E_{cultivate} = E_{cultivate_fuel} + E_{cultivate_elec} + E_{cultivate_chemical} + E_{cultivate_fertilizer} + E_{cultivate_manuring}$$

$E_{cultivate}$	原料栽培・採取に伴う排出量
$E_{cultivate_fuel}$	化石燃料の使用に伴う排出量
$E_{cultivate_elec}$	電力の使用に伴う排出量
$E_{cultivate_chemical}$	化学物質の製造・調達に伴う排出量
$E_{cultivate_fertilizer}$	肥料の製造・調達に伴う排出量
$E_{cultivate_manuring}$	施肥による農地からの排出量

1) 化石燃料や電力の使用

原料の栽培や採取に要した化石燃料や電力等のエネルギー使用に伴う、温室効果ガスを算定する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ 原料の栽培や採取に要した化石燃料や電力の使用量を把握する
- ・ 化石燃料や電力の使用量は、バイオマス栽培量や面積あたりの使用量原単位を用いる

Step2: 排出係数の選定

- ・ 化石燃料や電力の排出係数を選定する
- ・ 化石燃料の排出係数は燃焼時に排出される炭素分のみならず、化石燃料の製造に伴って排出される温室効果ガスも対象とする

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 化石燃料や電力の使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{cultivate_fuel} = FC_{cultivate} \times EF_{fuel} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{cultivate_fuel}$	化石燃料の使用に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$FC_{cultivate}$	化石燃料消費量 (kl-fuel/t-biomass)
EF_{fuel}	使用燃料の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/kl-fuel)
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

$$E_{cultivate_elec} = EC_{cultivate} \times EF_{elec} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{cultivate_elec}$	電力の使用に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$EC_{cultivate}$	電力使用量 (kWh/t-biomass)
EF_{elec}	電力の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/kWh)
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

2) 肥料及び化学物質の製造・調達

原料の栽培に要した化学物質や肥料の製造・調達に伴う、温室効果ガスを算定する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ 原料の栽培に要した肥料及び化学物質の使用量を把握する
- ・ 肥料及び化学物質の使用量は、バイオマス栽培量や面積あたりの使用量原単位を用いる

Step2: 排出係数の選定

- ・ 肥料及び化学物質の製造・調達の排出係数を選定する

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 肥料及び化学物質の使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{cultivate_fertilizer} = A_{fertilizer} \times EF_{fertilizer_produce} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{cultivate_fertilizer}$	肥料の製造・調達に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$A_{fertilizer}$	肥料の使用量 (kg-fertilizer/t-biomass)
$EF_{fertilizer_produce}$	肥料の製造・調達に伴う CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/kg-fertilizer)
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

$$E_{cultivate_chemical} = A_{chemical} \times EF_{chemical} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{cultivate_chemical}$	化学物質の製造・調達に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$A_{chemical}$	化学物質の使用量 (kg-chemical/t-biomass)
$EF_{chemical}$	化学物質の製造・調達に伴う CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/kg-chemical)
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

3) 施肥による農地からの排出

肥料の施肥により、農地から排出される温室効果ガスを算定する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ 原料の栽培に要した肥料の使用量を把握する
- ・ 肥料の使用量は、バイオマス栽培量や面積あたりの使用量原単位を用いる

Step2: 排出係数の選定

- ・ 肥料の施肥の排出係数を選定する

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 肥料の使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{cultivate_manuring} = A_{fertilizer} \times EF_{fertilizer_manuring} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{cultivate_manuring}$	肥料の施肥に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$A_{fertilizer}$	肥料の使用量 (kg-fertilizer/t-biomass)
$EF_{fertilizer_manuring}$	肥料の施肥に伴う CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/ ha)
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

原料輸送工程

- ① 原料輸送工程については、原料の輸送や貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱の消費に伴うGHGの排出を計上しなければならない。
- ② 他貨物と共同で輸送されている場合、当該輸送機関が消費したエネルギーを重量で按分し、自らの排出とする。
- ③ 復路便が空荷の場合には、復路便のエネルギー消費についても考慮しなければならない。
- ④ 化石燃料、電力の排出係数については、LCA を踏まえて算出した排出係数を使用することとする。

【解説・注釈】

原料輸送工程で発生する温室効果ガス排出量は、以下に従って算定する。

(1) 温室効果ガス排出の対象活動

原料輸送工程における温室効果ガス排出の対象活動は以下の通り。

1) 国内輸送

(2) 算出式

温室効果ガス排出の対象活動の活動量データに排出係数を乗じて算出する。

活動量データとなる輸送事業者の燃料使用量は把握が困難である場合が多いため、原料栽培サイトから燃料製造サイトの輸送距離に該当する化石燃料の消費原単位を乗じることで燃料消費量を算出する。その燃料消費量に燃料種別の CO2 排出係数を乗じることで、温室効果ガスを算出する。

1) 国内輸送

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

＜燃料使用量が把握できる場合＞

- ・ 原料輸送に要した化石燃料の使用量を把握する
- ・ 化石燃料の使用量は、バイオマス栽培量あたりの使用量原単位を用いる

＜燃料使用量が不明の場合（輸送距離と化石燃料消費原単位より把握）＞
（輸送距離）

- ・ 原料栽培サイトから燃料製造サイトの輸送距離（往復）を把握する
- ・ 距離の単位に留意し、陸マイルをキロメートルに換算する
（化石燃料消費原単位（トンキロ当たり））
- ・ 対象製品を輸送する機器にて該当する化石燃料を使用する場合の化石燃料消費原単位（トンキロ当たりの熱量）を選定する

(燃料使用量)

- ・ 輸送距離（往復）に輸送における化石燃料消費原単位を乗じる
- ・ 輸送における化石燃料消費原単位が輸送復路を加味した数値である場合には、輸送距離は片道とする

Step2: 排出係数の選定

- ・ 使用する化石燃料の排出係数を選定する
- ・ 化石燃料の排出係数は燃焼時に排出される炭素分のみならず、化石燃料の製造にかかる温室効果ガスも対象とする

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 化石燃料使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{biomass_transport} = D \times FC_{unit} \times EF_{fuel} \times M_{EtOH} \div 1000 \div V_{EtOH}$$

$E_{biomass_transport}$	原料輸送に伴う排出量 (gCO ₂ /MJ)
D	輸送機器の往復輸送距離 (km)
FC_{unit}	輸送における化石燃料消費原単位 (MJ/t-km)
EF_{fuel}	化石燃料の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/MJ)
M_{EtOH}	エタノール質量 (0.792kg-EtOH /L-EtOH)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

燃料製造工程

- ① 燃料製造工程については、燃料の製造に要した化石燃料や電力・熱の消費、廃棄物の処理及び農薬、肥料、触媒、その他の化学物質の製造・調達に伴うGHGの排出を計上しなければならない。
- ② 発生したCO₂ を回収・隔離又は置換している場合、排出量から控除してもよい。
- ③ 化石燃料、電力の排出係数については、LCA を踏まえて算出した排出係数を使用することとする。

【解説・注釈】

燃料製造工程で発生する温室効果ガス排出量は、以下に従って算定する。

(1) 温室効果ガス排出の対象活動

燃料製造工程における温室効果ガス排出の主な対象活動は以下の通り。

- 1) 化石燃料や電力の使用
- 2) 副資材（農薬、肥料、触媒、その他の化学物質等）の製造・調達
- 3) 廃棄物の処理

(2) 算出式

温室効果ガス排出の対象活動の活動量データに排出係数を乗じて算出する。

$$E_{produce} = E_{produce_elec} + E_{produce_fuel} + E_{produce_material}$$

$E_{produce}$	燃料製造に伴う排出量
$E_{produce_elec}$	電力の使用に伴う排出量
$E_{produce_fuel}$	化石燃料の使用に伴う排出量
$E_{produce_material}$	副資材の製造・調達に伴う排出量

1) 化石燃料や電力の使用

燃料製造に要した化石燃料や電力の使用に伴う、温室効果ガスを算定する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ 燃料製造に要した化石燃料や電力の使用量を把握する
- ・ 化石燃料や電力の使用量は、エタノール生産量あたりの使用量原単位を用いる

Step2: 排出係数の選定

- ・ 化石燃料や電力の排出係数を選定する
- ・ 化石燃料の排出係数は燃焼時に排出される炭素分のみならず、化石燃料の製造にかかる温室効果ガスも対象とする

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 化石燃料や電力の使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{produce_fuel} = FC_{produce} \times EF_{fuel} \div V_{EtOH}$$

$E_{produce_fuel}$	化石燃料の使用に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$FC_{produce}$	化石燃料消費量 (kl-fuel/L-EtOH)
EF_{fuel}	使用燃料の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/ kl-fuel)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

$$E_{produce_elec} = EC_{produce} \times EF_{elec} \div V_{EtOH}$$

$E_{produce_elec}$	電力の使用に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$EC_{produce}$	電力使用量 (kWh/L-EtOH)
EF_{elec}	電力の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/kWh)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

2) 副資材（農薬、肥料、触媒、その他の化学物質等）の利用

燃料製造に必要な副資材の製造・調達に伴う、温室効果ガスを算定する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ 燃料製造に必要な副資材の使用量を把握する
- ・ 副資材の使用量は、エタノール生産量あたりの使用量原単位を用いる

Step2: 排出係数の選定

- ・ 副資材の製造・調達の排出係数を選定する

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 副資材の使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{produce_material} = A_{material} \times EF_{material} \div V_{EtOH}$$

$E_{produce_chemical}$	副資材の製造・調達に伴う排出量 (gCO ₂ eq/MJ)
$A_{material}$	副資材の投入量 (kg-material/L-EtOH)
$EF_{material}$	副資材の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/ kg-material)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

3) 廃棄物の処理

燃料製造工程から排出される廃棄物において、エネルギーやマテリアル使用されずに、処理を行っている場合には、廃棄物の処理による温室効果ガス排出量の算定を行う。

廃棄物種別や処理方法により、温室効果ガス排出量の算定は異なるため、燃料製造国で使用されている廃棄物処理における温室効果ガス排出量算定ルールに従って算定を行う。算定ルールが明確でない場合には、IPCC2006 にて提示されている算定方法を用いることを推奨する。

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

- ・ コンポストにする廃棄物の排出量（乾燥ベース）を把握する

Step2: 排出係数の選定

- ・ 廃棄物のコンポスト化の排出係数を選定する

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 廃棄物のコンポスト化量（乾燥ベース）に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{produce_waste,compost} = A_{compost} \times EF_{compost_CH4} \times GWP_{CH4} \div R_{EtOH} \div V_{EtOH}$$

$E_{produce_waste,compost}$	廃棄物のコンポスト化に伴う排出量 (gCO ₂ /MJ)
$A_{compost}$	廃棄物のコンポスト化量（乾燥ベース）(t-waste/t-biomass)
$EF_{compost_CH4}$	廃棄物のコンポスト化の CH ₄ 排出係数（乾燥ベース） (tCH ₄ /t-waste) 2006 年 IPCC ガイドラインデフォルト値：0.01 tCH ₄ / t-waste
GWP_{CH4}	CH ₄ の地球温暖化係数
R_{EtOH}	エタノール収率 (L-EtOH/t-biomass)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

燃料輸送工程

- ① 燃料輸送工程については、燃料の輸送や貯蔵に要した化石燃料や電力・熱の消費に伴うGHGの排出を計上しなければならない。
- ② 他貨物と共同で輸送されている場合、当該輸送機関が消費したエネルギーを重量で按分し、自らの排出とする。
- ③ 復路便のエネルギー消費についても考慮しなければならない。
- ④ 化石燃料、電力の排出係数については、LCA を踏まえて算出した排出係数を使用することとする。

【解説・注釈】

燃料輸送工程で発生する温室効果ガス排出量は、以下に従って算定する。

(1) 温室効果ガス排出の対象活動

燃料製造工程における温室効果ガス排出の対象活動及び、対象活動に伴う温室効果ガスは以下のとおり。

- 1) 国内輸送
- 2) 国際輸送

(2) 算出式

温室効果ガス排出の対象活動の活動量データに排出係数を乗じて算出する。

活動量データとなる輸送事業者の燃料使用量は把握が困難である場合が多いため、燃料製造サイトから出港地点、及び燃料製造国の出港地点から日本の寄港地点の輸送距離に該当する化石燃料の消費原単位を乗じることで燃料消費量を算出する。その燃料消費量に燃料種別のCO₂排出係数を乗じることで、温室効果ガスを算出する。

1) 国内輸送

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

＜燃料使用量が把握できる場合＞

- ・ 燃料輸送に要した化石燃料の使用量を把握する
- ・ 化石燃料の使用量は、エタノール生産量あたりの使用量原単位を用いる

＜燃料使用量が不明の場合（輸送距離と化石燃料消費原単位より把握）＞

（輸送距離）

- ・ 燃料製造サイトから出港地点の輸送距離（往復）を把握する
- ・ 距離の単位に留意し、陸マイルをキロメートルに換算する

（化石燃料消費原単位（トンキロ当たり））

- ・ 対象製品を輸送する機器にて該当する化石燃料を使用する場合の化石燃料消費原単位（トンキロ当たりの熱量）を選定する

(燃料使用量)

- ・ 輸送距離（往復）に輸送における化石燃料消費原単位を乗じる
- ・ 輸送における化石燃料消費原単位が輸送復路を加味した数値である場合には、輸送距離は片道とする

Step2: 排出係数の選定

- ・ 使用する化石燃料の排出係数を選定する
- ・ 化石燃料の排出係数は燃焼時に排出される炭素分のみならず、化石燃料の製造にかかる温室効果ガスも対象とする

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 化石燃料使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{biofuel_transport} = D \times FC_{unit} \times EF_{fuel} \times M_{EtOH} \div 1000 \div V_{EtOH}$$

$E_{biofuel_transport}$	燃料輸送に伴う排出量 (gCO ₂ /MJ)
D	輸送機器の往復輸送距離 (km)
FC_{unit}	輸送における化石燃料消費原単位 (MJ/t-km)
EF_{fuel}	化石燃料の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/MJ)
M_{EtOH}	エタノール質量 (0.792kg-EtOH /L-EtOH)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

2) 国際輸送

① 算定ステップ

Step1: 活動量の把握

<燃料使用量が把握できる場合>

- ・ 燃料輸送に要した化石燃料の使用量を把握する
- ・ 化石燃料の使用量は、エタノール生産量あたりの使用量原単位を用いる

<燃料使用量が不明の場合（輸送距離と化石燃料消費原単位より把握）>

（輸送距離）

- ・ 燃料製造国の出港地点から日本の寄港地点の輸送距離（往復）を把握する
- ・ 距離の単位に留意し、陸マイル又は海マイルをキロメートルに換算する

（化石燃料消費原単位（トンキロ当たり））

- ・ 対象製品を輸送する機器にて該当する化石燃料を使用する場合の化石燃料消費原単位（トンキロ当たりの熱量）を選定する

（例）Product Tanker (Payload:50,000t) Heavy fuel oil: 0.124MJ/t-km

（出所）[http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads Input Data BIO 181108.xls](http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/downloads/Input%20Data%20BIO%20181108.xls)

サイト：欧州、Final fuel: ethanol、Feed stock: sugar cane の際の数値
(燃料使用量)

- ・ 輸送距離（往復）に輸送における化石燃料消費原単位を乗じる
- ・ 輸送における化石燃料消費原単位が輸送復路を加味した数値である場合には、輸送距離は片道とする

Step2: 排出係数の選定

- ・ 使用する化石燃料の排出係数を選定する
- ・ 化石燃料の排出係数は燃焼時に排出される炭素分のみならず、化石燃料の製造にかかる温室効果ガスも対象とする

Step3: 温室効果ガス排出量算定

- ・ 化石燃料使用量に排出係数を乗じる

Step4: エタノール 1MJ への換算

- ・ 算定単位 gCO₂eq/MJ に換算する

② 算定式

$$E_{biofuel_transport} = D \times FC_{unit} \times EF_{fuel} \times M_{EtOH} \div 1000 \div V_{EtOH}$$

$E_{biofuel_transport}$	燃料輸送に伴う排出量 (gCO ₂ /MJ)
D	輸送機器の往復輸送距離 (km)
FC_{unit}	輸送における化石燃料消費原単位 (MJ/t-km)
EF_{fuel}	化石燃料の CO ₂ eq 排出係数 (gCO ₂ eq/MJ)
M_{EtOH}	エタノール質量 (0.792kg-EtOH /L-EtOH)
V_{EtOH}	エタノール熱量 (21.2MJ/L-EtOH)

活動量データの収集

(1) 収集方法・精度

活動量データは、バイオエタノール製造事業者の協力の下、一定期間の実測データを収集する。実測データを収集する際には、そのデータの収集方法や精度は、温室効果ガス排出削減量を環境価値として算出している制度（例：J-クレジット、JCM 等）の収集方法や精度を参考とする。

海外産のバイオエタノール等は、電力・化石燃料や化学物質の使用量等の活動量データの収集が困難である場合が多いため、原産国で使用されている設定値や LCA ツールで示されている数値の使用を推奨する。

また、すでに算出された温室効果ガス排出量の既定値が存在する場合は、その使用も可とする。

表 1 表活動量の収集方法の分類

分類	収集方法	例
A	購買量に基づく方法	燃料供給会社が計測した燃料供給量（プロジェクト実施者の燃料使用量）等を納品書等により把握
B	計量器による実測に基づく方法	プロジェクト実施者自らが燃料量計等により燃料使用量等を把握
C	概算等に基づく方法	理論値により燃料使用量等を把握

（出所）J-クレジット制度 モニタリング・算定規程（排出削減プロジェクト用）

表 2 原産国で使用されている設定値や LCA ツール

名称	概要	文献名
The Renewable Energy Directive（EU 再生可能エネルギー指令）	- EUにおける再生可能エネルギーの利用を促進するための指令 - Annex V”Rules for calculating the greenhouse gas impact of biofuels, bioliquids and their fossil fuel comparators”にデフォルト値を規定	DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
英国 RTFO 制度	英国 RTFO 制度におけるデフォルト値	Renewable Fuels Agency, “Carbon and Sustainability Reporting Within the

	- 原料栽培、原料輸送、燃料製造、燃料国内輸送、燃料国際輸送、土地利用変化（3 通り）のデフォルト値を規定 - 評価に用いるデータのデフォルト値も規定	Renewable Transport Fuel Obligation Technical Guidance Part Two Carbon Reporting – Default Values and Fuel Chains Version 2.0”, March 2009
カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard 制度 (CA-Greet)	- カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard 制度におけるデフォルト値 - 土地利用変化以外（3 シナリオ）、土地利用変化のデフォルト値を規定	California Air Resources Board, “Detailed California-Modified GREET Pathways for Brazilian Sugarcane Ethanol: Average Brazilian Ethanol, With Mechanized Harvesting and Electricity Co-product Credit, With Electricity Co-product Credit Stationary Source Version 2.3” September 23, 2009
ブラジルさとうきび由来エタノールにおける GHG 排出量文献 (Macedo2004/2008)	制度に紐付けられたデフォルト値ではないが、現地情報に基づく LCA 研究として著名	- IC. Macedo et al, , “Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020”, 2008 (IC. Macedo et al) - Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil (IC. Macedo et al)

(2) 収集期間

活動量データの実測値を用いる場合には、収集期間は、データが収集できる直近 1 年間を原則とする。

また、原産国で使用されている設定値や LCA ツールを使用して、活動量データを収集する場合には最新の値を使用する。

副産物へのアロケーション

- ① 副産物が発生した場合、プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価する。
ただし、機械的な配分が不可避な場合、合理的な説明を行った上でその方法を採用してもよい。
- ② 副産物とは、自らエネルギー若しくはマテリアル利用するもの又は商業的価値を持ち、他者に有償で販売したものと定義する。

【解説・注釈】

燃料製造工程の CO2 排出について、エタノール分と副産物分にあロケーションする際の評価手法は熱量按分法を原則とする。ただし、バイオエタノール製造事業者より、アロケーションに必要な熱量の割合を提供されない場合等が考えられるため、適切にあロケーションできない場合には、全量をエタノール分とする全量割当とする。

温室効果ガス排出回避・削減の考慮

農業管理手法の改善を通じた土壌中の炭素ストック量の増加や、炭素回収・隔離及び炭素回収・置換により温室効果ガス排出が回避できる場合、排出削減として排出量から考慮することが出来る。

農業管理手法の改善を通じて、土壌中の炭素ストック量が増加した場合、炭素ストック量の変化を作物の栽培期間に均等配分して、年間排出量から控除できる。

農業管理手法の改善例は次のとおり。

- ・ 耕起（土地を耕すこと）の減少や不耕起栽培への移行
- ・ 作物残留物管理を含んだ輪作及び/または間作の改善

なお、土壌改良剤（堆肥など）の使用については、原料栽培の施肥による農地からの排出にて考慮されているため、対象とはしない。

農業管理手法の改善を通じた炭素ストック量変化による排出削減の算定については、EU指令等の以下の文書に基づき、直接土地利用変化の算定式を用いることもできる。

- ・ point 7, Annex V of DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 (RED)
- ・ Annex II of Communication from the Commission on the practical implementation of the EU biofuels and bioliquids sustainability scheme and on counting rules for biofuels (2010/C160/02)

温室効果ガス排出原単位データ（排出係数）の収集

温室効果ガス排出原単位データは、以下の 3 つで公表されている数値を使用することとする。事業者が独自に設定した数値の使用は認めない。

原料栽培プロセスで投入する肥料や化学物質の製造にかかる温室効果ガス排出原単位データが以下の 3 つで取得できない場合には、原産国又は国際的な然るべき機関が公表しているデータを使用することとする。

優先順位	
高	(1) 原産国で使用されているデータベース
↓	(2) 原料種が同一等の条件が類似しているデータベース
低	(3) 国際標準として使用されているデータベース

(1) 原産国で使用されているデータベース

原産国で利用されている LCA ツールや LCA 分析（文献含む）、温室効果ガス排出量報告制度等で使用されている排出係数を使用する。なお、2006 年 IPCC ガイドラインを参照している場合も多い。

● 原産国で使用されている LCA ツールや LCA 分析（文献含む）

下表は、主要な LCA ツールや LCA 分析の例。

表 3 主な LCA ツールや LCA 分析のデータベース

名称	概要	文献名
英国 RTFO 制度	- 英国 RTFO 制度におけるデフォルト値 - 原料栽培、原料輸送、燃料製造、燃料国内輸送、燃料国際輸送、土地利用変化（3 通り）のデフォルト値を規定 - 評価に用いるデータのデフォルト値も規定	Renewable Fuels Agency, “Carbon and Sustainability Reporting Within the Renewable Transport Fuel Obligation Technical Guidance Part Two Carbon Reporting – Default Values and Fuel Chains Version 2.0”, March 2009
The BioGrace GHG calculation tool	EU指令の算定ガイドンスであ	The BioGrace GHG calculation tool: a recognised voluntary scheme

	る”Annotated example of a GHG calculation using the EU Renewable Energy Directive methodology”の参照とされているデフォルト値を規定 原料栽培、燃料製造、輸送のデフォルト値を規定	
EUCAR (欧州自動車メーカーの研究共同組織), CONCAWE (欧州石油環境保全連盟) 等の共同研究	- EU 指令に記載されたデフォルト値のベースとなった EUCAR (欧州自動車メーカーの研究共同組織), CONCAWE (欧州石油環境保全連盟) 等の共同研究 - 原料栽培、燃料製造、輸送のデフォルト値を規定	EUCAR, CONCAWE and the Joint Research Centre of the EU Commission, “Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context WELL-TO-TANK Report Version 3.0”, November 2008
カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard 制度 (CA-Greet)	- カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard 制度におけるデフォルト値 - 土地利用変化以外 (3 シナリオ)、土地利用変化のデフォルト値を規定	California Air Resources Board, “Detailed California-Modified GREET Pathways for Brazilian Sugarcane Ethanol: Average Brazilian Ethanol, With Mechanized Harvesting and Electricity Co-product Credit, With Electricity Co-product Credit Stationary Source Version 2.3” September 23, 2009
ブラジルさとうきび由来エタノールにおける GHG 排出量文献 (Macedo2004/2008)	制度に紐付けられたデフォルト値ではないが、現地情報に基づく LCA 研究として著名	- IC. Macedo et al, , “Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020”, 2008 (IC. Macedo et al) - Assessment of greenhouse gas emissions

		in the production and use of fuel ethanol in Brazil (IC. Macedo et al)
--	--	---

● 地球温暖化対策法に基づく排出係数の使用

(例) 日本：温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度に基づく排出係数

web サイト： <http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>

(2) 原料種が同一等の条件が類似しているデータベース

(1) で例示した LCA ツールや LCA 分析（文献含む）を参考に、原料種が同一等の条件が類似している LCA ツールや LCA 分析（文献含む）を使用する。

(3) 2006 年 IPCC ガイドラインに基づく排出係数の使用

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories の emission factor を利用する。
排出係数は工程に則した章を参考とする。

Volume 1 General Guidance and Reporting

Volume 2 Energy

Volume 3 Industrial Processes and Product Use

Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use

Volume 5 Waste

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories web サイト：

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

GHG 排出削減効果の評価方法

① LCA でのGHG 排出削減量の値は、次の式により計算する。

$$\text{削減率} = (E_{fossilfuel} - E_{biofuel}) \div E_{fossilfuel}$$

$E_{fossilfuel}$	: 揮発油の LCA での GHG 排出量
$E_{biofuel}$	: バイオ燃料の LCA での GHG 排出量

② 揮発油のLCA でのGHG 排出量は84.11gCO2eq/MJ とする。

以上