

カーボンフットプリント制度 商品種別算定基準（PCR）

（原案）

対象商品の名称(PCR名称)

飼料用リジン

- ・申請代表事業者名： 味の素株式会社
- ・実施事業者名： 味の素株式会社

目次

ページ

序文	1
1 適用範囲	1
1.1 製品の対象範囲と表示単位	
1.1.1 製品の対象範囲	
1.1.2 表示単位	
1.2 ライフサイクル各段階の対象範囲	
1.2.1 ライフサイクルフロー図	
1.2.2 対象とするライフサイクル段階	
1.2.2.1 原料調達段階	
1.2.2.1.1 主原料の調達段階	
1.2.2.1.2 副原料の調達段階	
1.2.2.1.3 包装資材の調達段階	
1.2.2.2 生産段階	
1.2.2.3 流通・販売段階	
2 引用 PCR	2
3 用語及び定義	3
3.1 CFP 制度 DB	
3.2 味の素 DB	
3.3 JEMAI-PRO	
4 各ライフサイクル段階におけるデータ収集	3
4.1 原材料調達段階	3
4.1.1 データ収集項目と一次・二次データの区分	
4.1.1.1 データ収集項目	
4.1.1.2 一次データ収集項目	
4.1.1.3 二次データ収集項目	
4.1.2 一次データの収集に関する規定	
4.1.2.1 データ収集方法・収集条件	
4.1.2.2 データ収集期間	
4.1.2.3 複数調達先から原材料調達する場合の取り扱い	
4.1.2.4 配賦方法	
4.1.2.5 地域差や季節変動を考慮する場合の取り扱い	
4.1.2.6 自家発電の取り扱い	
4.1.3 二次データの使用に関する規定	
4.1.3.1 使用する二次データの内容と出典	
4.1.3.2 主原料の原料調達から製造、輸送に関わる温室効果ガス排出量	
4.1.3.2.1 サトウキビからの砂糖（タイ）の温室効果ガス排出量	

4.1.3.2.2	サトウキビからの砂糖（ブラジル）の温室効果ガス排出量	
4.1.3.2.3	サトウダイコンからの砂糖（デンマーク）の温室効果ガス排出量	
4.1.3.2.4	タピオカデンプン（タイ）の温室効果ガス排出量	
4.1.3.2.5	コーン、コーンスターチ（米国、中国）の温室効果ガス排出量	
4.1.3.3	副原料の温室効果ガス排出量	
4.1.3.4	包装資材の温室効果ガス排出量	
4.1.3.5	燃料に関する温室効果ガス排出量	
4.1.3.6	電力に関する温室効果ガス排出量	
4.1.3.7	水（工業用水、上水）に関する温室効果ガス排出量	
4.1.3.8	蒸気に関する温室効果ガス排出量	
4.1.4	カットオフ基準	
4.1.5	リサイクル材・リユース品の効果	
4.2	生産段階	21
4.2.1	データ収集項目と一次・二次データの区分	
4.2.1.1	データ収集項目	
4.2.1.2	一次データ収集項目	
4.2.1.3	一次データでも二次データでもよい項目	
4.2.1.4	二次データ収集項目	
4.2.2	一次データ収集に関する規定	
4.2.2.1	データ収集方法・収集条件	
4.2.2.2	データ収集期間	
4.2.2.3	複数の生産サイトで生産する場合の取り扱い	
4.2.2.4	温室効果ガス排出量の配賦方法	
4.2.2.5	自家発電の取り扱い	
4.2.3	二次データの使用に関する規定	
4.2.3.1	使用する二次データの内容と出典	
4.2.3.1.1	水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量	
4.2.3.1.2	排水処理の温室効果ガス排出量	
4.2.3.1.3	燃料の温室効果ガス排出量	
4.2.3.1.4	電力の温室効果ガス排出量	
4.2.3.2	使用するシナリオの内容	
4.2.4	カットオフ基準	
4.2.5	リサイクル材・リユース品の効果	
4.3	流通・販売段階	24
4.3.1	データ収集項目と一次・二次データの区分	
4.3.1.1	データ収集項目	
4.3.1.2	一次データ収集項目	
4.3.1.3	一次データでも二次データでもよい項目	
4.3.1.4	二次データ収集項目	
4.3.2	一次データ収集に関する規定	

4.3.2.1	データ収集方法・収集条件	
4.3.2.2	データ収集期間	
4.3.2.3	複数の物流ルート・販売サイトで製品を扱う場合の取り扱い	
4.3.2.4	配賦方法	
4.3.3	二次データの使用に関する規定	
4.3.3.1	使用する二次データの内容と出典	
4.3.3.1.1	生産国から日本への輸送距離	
4.3.3.1.2	輸送トンキロ当たりの燃料消費による温室効果ガス排出量	
4.3.3.1.3	積載率	
4.3.3.1.4	燃料の供給・使用に関わる温室効果ガス排出量	
4.3.3.1.5	電力の温室効果ガス排出量	
4.4	使用・維持管理段階	27
4.5	廃棄・リサイクル段階	27
5	表示方法	27
5.1	ラベルの表示形式、位置、サイズ	
5.2	追加情報の表示	
附属書A（規定）	データベースに記載のない品目の温室効果ガス排出量の選択	28
附属書B（参考）	塩酸L-リジンの温室効果ガス削減量	29

PCR（飼料用リジン）

Product Category Rule “PCR 英文名を記載”

序文

この PCR は、カーボンフットプリント制度において発酵法により製造された“飼料用リジン（塩酸 L-リジン）”を対象とする規則，要求事項及び指示である。

1 適用範囲

1.1 製品の対象範囲と表示単位

1.1.1 製品の対象範囲

算出範囲は、本体、包装材料とする。

1.1.2 表示単位

本 PCR は B to B 向けのものであり、販売サイトからは塩酸 L-リジンの単位重量当たりの CFP 値が求められているため、塩酸 L-リジン 1 kg 当たりとする。

1.2 ライフサイクル各段階の対象範囲

1.2.1 ライフサイクルフロー図

ライフサイクルフロー図は以下の通り。

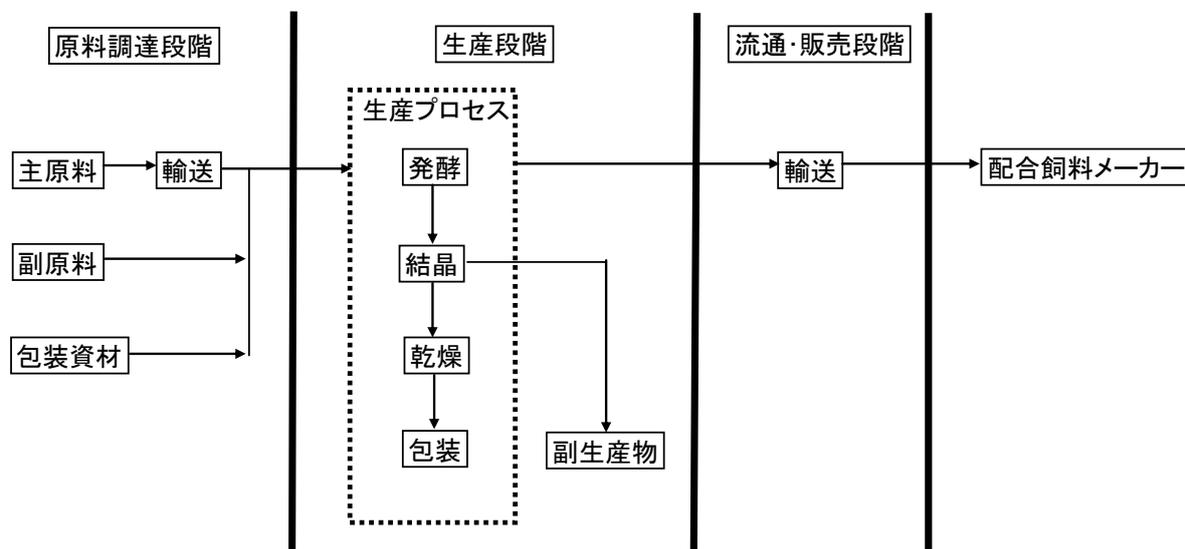


図 1. ライフサイクルフロー図

1.2.2 対象とするライフサイクル段階

1.2.2.1 原料調達段階

1.2.2.1.1 主原料の調達段階

主原料は発酵に必要な糖やスターチなどであり、この調達段階は原則として主原料生産国のデータを用い、

以下のプロセスが含まれる。

- ・ 主原料の原料となる農産物の栽培に関わるプロセス
 - ・ 「耕地整備」「播種」「耕地準備」「定植」「栽培管理」「収穫」など耕地及び周辺における農産物の栽培に必要な各プロセス。
 - ・ 窒素肥料施肥時の「N₂O ソイルエミッション」や収穫時の焼畑による「N₂O や CH₄ の発生」などについても、これらのプロセスに伴うものとして対象に含める。
- ・ 主原料の原料となる農産物を主原料を製造する工場まで輸送するプロセス
- ・ 主原料の製造に関わるプロセス
- ・ 主原料を塩酸 L-リジンを生産する工場まで輸送するプロセス

1.2.2.1.2 副原料の調達段階

副原料は発酵工程、結晶工程に必要な酸・アルカリ類、塩類などであり、この調達段階には以下のプロセスが含まれる。

- ・ 副原料の原料の調達に関わるプロセス
- ・ 副原料の製造に関わるプロセス

副原料の調達経路は多岐に渡り、把握が困難なため塩酸 L-リジンを生産する工場まで輸送するプロセスは含めない。

1.2.2.1.3 包装資材の調達段階

包装資材は重袋やコンテナバッグなどであり、この調達段階には以下のプロセスが含まれる。

- ・ 包装資材の原料の調達に関わるプロセス。具体的には例えば包装資材の原料である紙やポリエチレンの原料調達から生産に関わるプロセス

重袋やコンテナバッグなどを製造するプロセスはデータ把握が困難であるため含めない。また、包装資材の調達経路は多岐に渡り、把握が困難なため塩酸 L-リジンを生産する工場へ輸送するプロセスは含めない。

1.2.2.2 生産段階

生産段階には以下のプロセスが含まれる。

- ・ 「発酵」、「結晶」、「乾燥」、「包装」の製造プロセス
- ・ 「塩酸 L-リジン」製造工程より派生する肥料等の「副生産物」の製造プロセス
- ・ 「塩酸 L-リジン」と「副生産物」に温室効果ガス排出量を配賦する方法

1.2.2.3 流通・販売段階

流通・販売段階には以下のプロセスが含まれる。

- ・ 塩酸 L-リジン生産工場から生産国内の輸送に関わるプロセス
- ・ 生産国から日本への輸送に関わるプロセス
- ・ 日本国の港から販売サイトまでの輸送に関わるプロセス

2 引用 PCR

無し。

3 用語及び定義

この PCR においては、次の用語及び定義を適用する。

3.1 CFP 制度 DB

カーボンフットプリント制度試行事業用 CO2 換算量共通原単位データベース
(<http://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/data.html>)

3.2 味の素 DB

味の素グループ版「食品関連材料 CO2 排出係数データベース」
(<http://www.ajinomoto.co.jp/company/kankyo/lc-co2/index.html>)

3.3 JEMAI-PRO

(社) 産業環境管理協会 J E M A I - L C A P r o データパック
(http://www.jemai.or.jp/CACHE/lca_details_lcaobj6.cfm)

4 各ライフサイクル段階におけるデータ収集

4.1 原材料調達段階

4.1.1 データ収集項目と一次・二次データの区分

4.1.1.1 データ収集項目

データ収集項目は以下の通り。

- ① 主原料の原料調達から製造、輸送に関わる温室効果ガス排出量
- ② 副原料の原料調達から製造に関わる温室効果ガス排出量
- ③ 包装資材の原料調達に関わる温室効果ガス排出量
- ④ 燃料、電力の温室効果ガス排出量
- ⑤ 水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量
- ⑥ 蒸気の温室効果ガス排出量

4.1.1.2 一次データ収集項目

塩酸 L-リジン製造工場で使用される主原料及び副原料、包装資材、燃料、電力、水、蒸気は塩酸 L-リジン生産国で使用される原料であり、網羅的な一次データの収集が不可能であることが多いため、本 PCR の原材料調達では、データ収集項目に対して一次データの収集を義務付けることはしない。

4.1.1.3 二次データ収集項目

本 PCR の原材料調達に関連する以下の入出力については指定された二次データを使用する事を原則とする。但し、一次データが得られる場合にはそちらのデータを優先する事が出来る。

- ①主原料の原料調達から製造、輸送に関わる温室効果ガス排出量
- ②副原料の原料調達から製造に関わる温室効果ガス排出量
- ③包装資材の原料調達に関わる温室効果ガス排出量
- ④ 燃料、電力の温室効果ガス排出量
- ⑤ 水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量
- ⑥ 蒸気の温室効果ガス排出量

4.1.2 一次データの収集に関する規定

4.1.2.1 データ収集方法・収集条件

一次データの測定方法は、以下の 2 通りが存在する。

(ア)プロセスの実施に必要な一定期間の投入量や排出量を把握する。もし同じサイトで本対象原料以外

も生産されている場合、実績値または理論値などによって定められた製品の生産量ごとの作業や機器・設備での投入量または排出量と各々の生産量から、一定期間でのサイト全体の実際の投入量や排出量を配賦する方法

(例：一定期間の農機の燃料消費量×(作物 A 生産量当たりの農機の使用時間×作物 A の生産量)/Σ[作物別生産量当たりの農機の使用時間×作物別の生産量]=作物 A の燃料消費量)

(イ) 事業者単位の一年間の実績値を生産物間で配賦する方法

(例：年間の燃料の総消費量を収穫された農産物の生産量で配賦)

以下のプロセスについては、どちらの測定方法を用いてもよいものとする。

- ・ 主原料の原料となる農産物を栽培するプロセス
- ・ 主原料の原料となる農産物を主原料を製造する工場まで輸送するプロセス
- ・ 主原料を塩酸 L-リジンを生産する工場まで輸送するプロセス
- ・ 副原料の原料の調達に関わるプロセス

また以下のプロセスについては (ア) の測定方法で行う。

- ・ 主原料の製造に関わるプロセス
- ・ 副原料の製造に関わるプロセス
- ・ 包装資材の原料の調達に関わるプロセス
- ・ 燃料、電力の製造に関わるプロセス
- ・ 水 (工業用水、上水) の製造に関わるプロセス
- ・ 蒸気の製造に関わるプロセス

(イ) の測定方法を用いた場合は、配賦方法は以下 (4.1.2.4 節) に従う。ただし、事務所の空調・照明などの間接的燃料・電力に関しては、測定対象から除外できない場合には測定範囲に含まれることを認める。

また、主原料の原料農産物栽培プロセスの投入物及び排出物の量に関しては、生産国ごとに平均的なデータが開示されることも想定される。該当する地域においてこれらが開示されている場合は上記の入出力項目の投入量及び排出量にこれらの値をデータとして利用してもよい。

4.1.2.2 データ収集期間

原則として一次データの収集期間は直近の会計年度とする。直近の会計年度のデータを利用しない場合は、その理由を検証書類として提出し、直近の1年分ではなくてもデータの精度に問題ないことを担保すること。

4.1.2.3 複数の調達先から原材料調達する場合の取り扱い

複数の調達先から原材料を調達している場合には、全ての調達先について一次データを収集することが望ましいが、調達先が多岐に渡る場合は、調達量全体の50%以上を収集し、収集していない調達先については、情報を収集した調達先の平均値で代用しても構わない。

なお、ここでの「調達先」の単位は一次データの収集単位と一致させる。一次データの収集単位としては、事業者単位、地域単位、国単位 (生産国別の平均データを一次データとして採用した場合) などが考えられる。

4.1.2.4 配賦方法

一次データの配賦方法については、以下の順で優先順位を定め、なるべく上位の配賦方法を用いる。

① 機能や性能などを元に金額よりも合理的に説明できる方法による配賦

(例：サトウキビから生産された砂糖とモラセスへの糖分量による配賦)

- ② 金額による配賦
- ③ 重量による配賦
- ④ 面積による配賦
- ⑤ 時間による配賦

上位の配賦方法を用いない場合はその理由を CFP の計算書類に明記する。

4.1.2.5 地域差や季節変動を考慮する場合の取り扱い

主原料の原料農産物栽培プロセスについては、地域によって差があるため、一次データの収集地域は、基本として調達元の全てとする。ただし、全ての調達元が困難な場合、調達元のある地域内の別の調達先データを代用してもよい。(代用の基準については、4.1.2.3 節)。

それ以外の入力項目は工業品と見なし、一次データについて地域差を考慮する必要はない。

4.1.2.6 自家発電の取り扱い

サイト内において自家発電を行い、この電力を当該製品の生産に使用している場合には、自家発電に投入している燃料の量を一次データとして収集し、その製造・燃焼にかかる温室効果ガス排出量を算定する。

4.1.3 二次データの使用に関する規定

4.1.3.1 使用する二次データの内容と出典

主原料の原料調達から製造、輸送に関わる温室効果ガス排出量の二次データ及び包装資材の原料調達に関わる温室効果ガス排出量の二次データについては、原則として以下の数値を用いる。この数値を用いない場合はその理由を CFP 算定時に明記する事。

- ・物質収支を元とした文献または資料からの数値

副原料の原料調達から製造に関わる温室効果ガス排出量の二次データ、燃料、電力、水、蒸気の温室効果ガス排出量の二次データについては以下の順で優先順位を定め、なるべく上位のデータを用いる。上位のデータを用いない場合はその理由を CFP 算定時に明記する事。

- ① CFP 制度 DB
- ② 日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- ③ IPCC データ
- ④ JEMAI-PRO (ver.2.1.2)
- ⑤ 味の素 DB (2000 年度版)
- ⑥ 味の素 DB (1995 年度版)

4.1.3.2 主原料の原料調達から製造、輸送に関わる温室効果ガス排出量

主原料の原料農産物の栽培の温室効果ガス排出量については原則として栽培国での原料農産物の栽培に関わる物質収支やそれを元にした温室効果ガス排出量が記載された文献や資料を用い算出する。文献や資料中に栽培に関わる材料やエネルギーなどの温室効果ガス排出量が記載されている場合はその数値を優先し使い、記載のない場合には 4.1.3.1 項で指定する二次データを用いる。栽培国での文献や資料が見つからない場合には、近隣国での文献や資料を用いても良い。

主原料の製造に関わる温室効果ガス排出量は製造国での製造に関わる物質収支やそれを元にした温室効果ガス排出量が記載された文献や資料を用いるのが望ましく文献や資料中に製造に関わる材料やエネルギーなどの温室効果ガス排出量が記載されている場合はその数値を優先して使い、記載のない場合には 4.1.3.1 項で指定する二次データを用いる。製造国での文献や資料が見つからない場合には、他国での製造に関わる物質収支を用い、製造国での指定する二次データを用い算出する。

主原料の温室効果ガス排出量は原則として以下が含まれたものとする。

- ① 主原料の原料農産物の栽培時の燃料や電力などに関わる温室効果ガス排出量
- ② 主原料の原料農産物の栽培時の肥料、農薬などに関わる温室効果ガス排出量
- ③ 主原料の原料農産物の栽培時の窒素肥料施肥による N₂O ソイルエミッションや収穫時の焼畑による N₂O や CH₄ の発生に関わる温室効果ガス排出量
- ④ 主原料の原料農産物の主原料製造工場への輸送に関わる温室効果ガス排出量
- ⑤ 主原料製造時の原料農産物以外の原料、水、燃料や電力などに関わる温室効果ガス排出量
- ⑥ 主原料の塩酸 L-リジン生産工場への輸送に関わる温室効果ガス排出量

また、主原料が製造される際に副産物が副生される場合の配賦方法については、以下の順で優先順位を定め、なるべく上位の配賦方法を用いる。上位を選ばない場合はその理由を CFP 計算書類に明記する。

- ① 機能や性能などを元に金額よりも合理的に説明できる方法による配賦
- ② 金額による配賦
- ③ 重量による配賦

4.1.3.2.1 サトウキビからの砂糖（タイ）の温室効果ガス排出量

タイで製造されているサトウキビからの砂糖の温室効果ガス排出量について以下の3つの文献を元に算定した。

- 1) Thu Lan T. Nguyen, Shabbir H. Gheewala, 2008. Fuel ethanol from cane molasses in Thailand : Environmental and cost performance. Energy Policy 36 (2008) 1589–1599
- 2) Thu Lan T. Nguyen, Shabbir H. Gheewala, Savitri Garivait, Fossil energy savings and GHG mitigation potentials of ethanol as a gasoline substitute in Thailand. Energy Policy 35 (2007) 5195–5205
- 3) Thapat Silalertruksa, Shabbir H. Gheewala, 2009. Environmental sustainability assessment of bio-ethanol production in Thailand. Energy 34 (2009) 1933–1946

各段階での物質収支は図 4-1-1（文献 1）、温室効果ガスの発生量は表 4-1-1（文献 2）の通り。

（サトウキビの栽培）

サトウキビの栽培には圃場の準備・整備や植付け、栽培管理、収穫で使用される化石燃料、肥料、除草剤の投入量からの温室効果ガスの発生量と収穫時の焼畑（梢頭部及び葉を焼却した後に茎を刈り取る）により発生する温室効果ガスの発生量及び窒素肥料施肥時の N₂O ソイルエミッションによる温室効果ガスの発生量が含まれる。表 4-1-1 には労働者からの発生量も記載されているが、他の排出量算定ではカウントしていないため、これを除く。

（サトウキビの農場から製糖工場への輸送）

サトウキビの農場から製糖工場への輸送時の化石燃料からの温室効果ガスの発生量が含まれる。

（製糖工場）

製糖時のプロセスとしてはサトウキビの洗浄、粉碎、糖汁とバガスの分離、濃縮、粗糖種の形成、結晶分離等があるが、全てバガスや米ガラ、木屑を燃やして得られる蒸気や発電で賄われる。また、このバイオマス発電による余剰電力は売電されているが、電力購入先での温室効果ガスのカウントを考慮してオフセットはしないこととする。得られる砂糖は粗糖や精製糖、白糖などに分けられるが、製造工程での温室効果ガスの発生量は極めて低いため、区別せずに砂糖とした。さらに、製糖工場では副産物としてモラセスが得られる。砂糖とモラセスへの温室効果ガスの配賦については文献 1、文献 2 では経済配賦で行われているが、年により配賦率が大きく異なる。一方、砂糖とモラセスはどちらも糖分を価値基準としているため、こちらで配賦した方がより合理的であると考えられることから、文献 3 のように糖分含量比で配賦を行うこととする。

(製糖工場からの国内輸送)

砂糖の国内輸送については記載がないため、サトウキビを製糖工場に運ぶ時に発生する温室効果ガス量を代わりに用いる。

(砂糖の温室効果ガス排出量の算定)

表 4-1-1 の 2006 年の温室効果ガス排出量は砂糖とモラセスとの経済配賦率 89.6% : 10.4%に従って、サトウキビ栽培から製糖工場で発生する総温室効果ガスの 10.4%に相当する。また、図 4-1-1 よりエタノール 1L 製造するには 4.4kg のモラセスが必要で、この時 10.2kg の砂糖が製造され、98.3kg のサトウキビが投入される。更に、糖分含量比での配賦比率は砂糖 : モラセス = 77% : 23%である。

以上から、表 4-1-2 のようにタイ産の砂糖 (国内輸送を含む) の温室効果ガス排出量として「293gCO₂eq/kg」が算定される。一方、タイ産のサトウキビ (国内輸送を含む) の温室効果ガス排出量は「37.9gCO₂eq/kg」、タイ産のモラセス (国内輸送を含まない) の温室効果ガス排出量は「287gCO₂eq/kg-sucrose」となった。

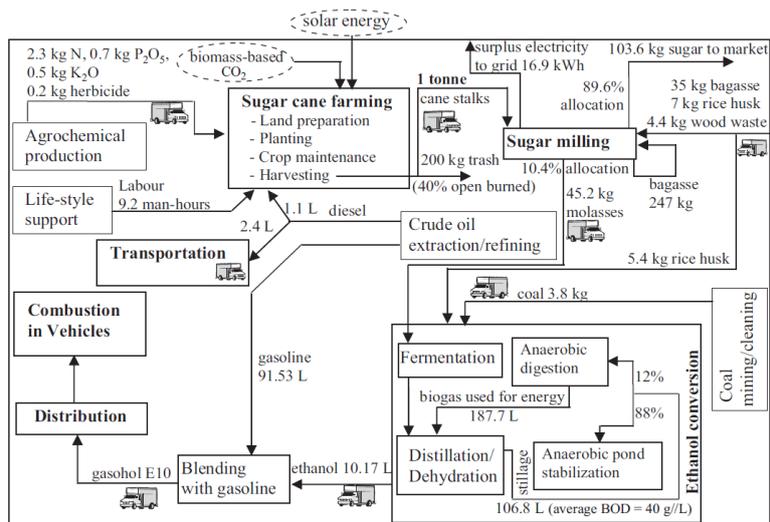


図 4-1-1. サトウキビから砂糖、エタノール（タイ）までの物質収支

表 4-1-1. サトウキビから製糖工場までの温室効果ガスの発生量（モラセスへの経済配賦分 10.4%）

Activity	g CO ₂ eq ^a /L ethanol	
	2005: AR _{Sug-Mo} = 15:1	Base year 2006: AR _{Sug-Mo} = 8.6:1
<i>Sugar cane farming</i>	260.2	454.6
Fertilizers and herbicides	66.8	116.7
Diesel fuel (farming operation)	21.3	37.3
Labour	38.2	66.7
Diesel fuel (transportation)	39.0	68.2
Soil N ₂ O	69.4	121.2
Cane trash burning	25.5	44.5
<i>Sugar milling</i>	5.8	10.2
Bagasse, rice husk and wood waste use as fuels	3.7	6.6

表 4-1-2. 砂糖（タイ）の温室効果ガス排出量の算定

	CO ₂ eq排出量	
	単位	数値
(サトウキビ栽培)		
化学肥料&除草剤	gCO ₂ eq/kg-cane	11.41
ディーゼルオイル(農場使用)	gCO ₂ eq/kg-cane	3.65
ディーゼルオイル(サトウキビ輸送)	gCO ₂ eq/kg-cane	6.67
N ₂ Oソイルエミッション	gCO ₂ eq/kg-cane	11.85
焼畑	gCO ₂ eq/kg-cane	4.35
サトウキビ(輸送含む)	gCO ₂ eq/kg-cane	37.93
(製糖工場)		
バイオマス燃料	gCO ₂ eq/kg-cane	0.65
合計	gCO ₂ eq/kg-cane	38.58
(糖分量比配賦 77%:23%)		
砂糖	gCO ₂ eq/kg-sugar	287
モラセス	gCO ₂ eq/kg-sucrose	287
(国内輸送)		
ディーゼルオイル(国内輸送)	gCO ₂ eq/kg-sugar	6.67
砂糖(国内輸送含む)	gCO ₂ eq/kg-sugar	293

4.1.3.2.2 サトウキビからの砂糖（ブラジル）の温室効果ガス排出量

ブラジルで製造されているサトウキビからの砂糖の排出量について以下の3つの文献を元に算定した。

- 4) Joaquim E. A. Seabra, Isaias de Carvalho Macedo, Energy balance and GHG emissions in the production of organic sugar and ethanol at São Francisco Sugar Mill.

http://www.nativealimentos.com.br/eng/upload/CO2_Inventory.pdf

- 5) Isaias C. Macedo, Joaquim E.A. Seabra, João E.A.R. Silva, Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. Biomass and Bioenergy 32 (2008) 582 – 595

- 6) Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2007/2008, Companhia Nacional de Abastecimento

各段階での物質収支と温室効果ガスの発生量は図 4-1-2（文献 4）の通り。

（サトウキビの栽培）

サトウキビの栽培には圃場の準備・整備や植付け、栽培管理、収穫で使用される化石燃料、肥料、除草剤、殺虫剤、石灰の投入量からの温室効果ガスの発生量と収穫時の焼畑により発生する温室効果ガスの発生量、石灰施肥時の温室効果ガスの発生及び窒素肥料施肥時の N₂O ソイルエミッションによる温室効果ガスの発生量が含まれる。図 4-1-2 には耕作機械製造からの発生量も記載されているが、他の排出量算定ではカウントしていないため、これを除く。尚、サンパウロ州では焼畑禁止条例が制定されており、文献 4 では焼畑による温室効果ガスの発生はゼロとカウントされている。

（サトウキビの農場から製糖工場への輸送）

サトウキビの農場から製糖工場への輸送時の化石燃料からの温室効果ガスの発生量が含まれる。

（製糖&エタノール製造工場）

製糖プロセスとしてはサトウキビの洗浄、粉碎、糖汁とバガスの分離、濃縮、粗糖種の形成、結晶分離等がある。ブラジルではエタノール製造にも糖汁を用い、砂糖とエタノールの製造設備を両方兼ね備え、切り替生産できる工場が多い。製造時のエネルギーはバガスで賄われる。また、このバイオマス発電による余剰電力は売電されているが、電力購入先での温室効果ガスのカウントを考慮してオフセットはしないこととする。図 4-1-2 には設備製造（Machinery）からの発生量も記載されているが、他の排出量算定ではカウントしていないため、これを除く。得られる砂糖は粗糖や精製糖、クリスタルシュガーなどに分けられるが、製造工程での温室効果ガスの発生量は極めて低いため、区別せずに砂糖とした。砂糖とエタノールへの温室効果ガスは各々のサトウキビの使用量比により配賦する。

（製糖工場からの国内輸送）

砂糖の国内輸送については記載がないため、サトウキビを製糖工場に運ぶ時に発生する温室効果ガス量を代わりに用いる。文献 5 での耕作と輸送でのエネルギーの比からサトウキビ輸送時の温室効果ガス排出量は 3.63gCO₂/kg-cane と算定できる。

（砂糖の温室効果ガス排出量の算定）

文献 4 中で砂糖とエタノールの温室効果ガス排出量は各々 245gCO₂/kg-sugar、406gCO₂/L-ethanol と求められている。但し、これらの数値には耕作機械や設備製造からの排出量も含まれるため、これを除く。またこの配賦率はサトウキビの使用量比で砂糖：エタノール=50.5%：49.5%に相当する。文献 6 より 2006/2007 期の Centro-Sul の砂糖向け及びエタノール向けのサトウキビの使用量比は 50.8%：49.2% とほぼ同様なため、文献 4 の比率をそのまま用いる。以上から、表 4-1-3 のようにブラジル産砂糖（国内輸送を含む）の温室効果ガス排出量として「240gCO₂eq/kg」が算定される。一方、ブラジル産のサトウキビ（国内輸送を含む）

の温室効果ガス排出量は「33.4gCO₂eq/kg」、エタノール（国内輸送含まず）の温室効果ガス排出量は「392gCO₂eq/kg」となった。

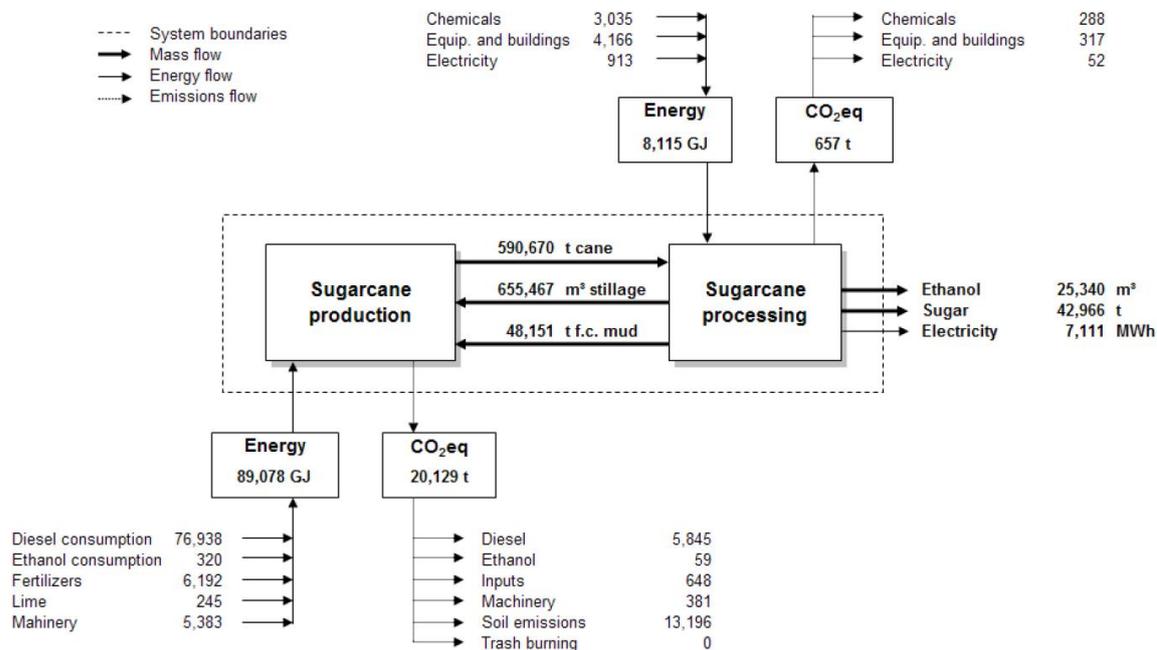


図 4-1-2. サトウキビ栽培と製糖及びアルコール製造の物質収支と温室効果ガス排出量

表 4-1-3. 砂糖（ブラジル）の温室効果ガス排出量の算定

	CO ₂ eq排出量	
	単位	数値
(サトウキビ栽培)		
化学肥料&除草剤&殺虫剤&石灰	gCO ₂ eq/kg-cane	1.10
ディーゼルオイル	gCO ₂ eq/kg-cane	9.90
エタノール	gCO ₂ eq/kg-cane	0.10
N ₂ Oソイルエミッション	gCO ₂ eq/kg-cane	22.34
焼畑	gCO ₂ eq/kg-cane	0.00
サトウキビ(輸送含む)	gCO₂eq/kg-cane	33.43
(製糖工場)		
バイオマス電力	gCO ₂ eq/kg-cane	0.09
副原料	gCO ₂ eq/kg-cane	0.49
合計	gCO₂eq/kg-cane	34.01
(サトウキビ使用量比配賦 50.5%:49.5%)		
砂糖	gCO ₂ eq/kg-sugar	236
エタノール	gCO ₂ eq/kg-ethanol	392
(国内輸送)		
ディーゼルオイル(国内輸送)	gCO ₂ eq/kg-sugar	3.63
砂糖(国内輸送含む)	gCO₂eq/kg-sugar	240

4.1.3.2.3 サトウダイコンからの砂糖（デンマーク）の温室効果ガス排出量

ヨーロッパで製造されているサトウダイコンからの砂糖の排出量について以下の3文献を用いた。

- 7) Sugar (sukker), LCA Food Database in Danish, <http://www.lcafood.dk/products/crops/sugar.htm>
- 8) Sugar production (Sukker produktion), LCA Food Database in Danish, <http://www.lcafood.dk/processes/industry/sugarproduction.htm>
- 9) Farming at cash crop farms (planteavlsbedrifter) , LCA Food Database in Danish, <http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/Cash%20crop.htm>

各段階での物質収支は図 4-1-3（文献7）の通り。温室効果ガスの発生量は表 4-1-4（文献7）の通り。
（サトウダイコンの栽培）

サトウキビの栽培には圃場の準備・整備や種まき、施肥、栽培管理、収穫、貯蔵で使用される電力、化石燃料、肥料の投入量からの温室効果ガスの発生量、窒素肥料施肥時の N₂O ソイルエミッションが含まれる。

（サトウダイコンの農場から製糖工場への輸送）

サトウダイコンの農場から製糖工場への輸送時の化石燃料からの温室効果ガスの発生量が含まれる。

（製糖工場）

製糖プロセスとしてはサトウダイコンの洗浄とカット、温水中での砂糖の抽出と固液分離、液の精製、濃縮、結晶形成、結晶分離、貯蔵、包装等がある。副産物のパルプは家畜の餌となり、モラセスは酵母製品やエタノールの原料、家畜の餌として使われる。

（製糖工場からの国内輸送）

砂糖の国内輸送については小売までとする。

（砂糖の温室効果ガス排出量）

デンマーク産のサトウダイコンからの砂糖（国内輸送を含む）の温室効果ガス排出量として、表 4-1-4 から「960gCO₂eq/kg」が得られる。

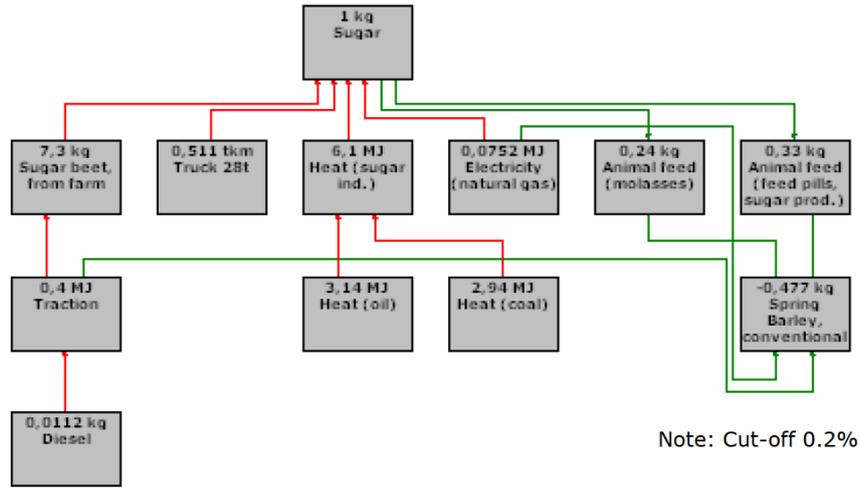


図 4-1-3. サトウダイコンからの砂糖製造（デンマーク）の物質収支

表 4-1-4. サトウダイコンからの砂糖 1kg の温室効果ガス排出量

Impact category	Unit	Sugar ex factory		Sugar ex retail	
		Conventional	Organic	Conventional	Organic
Global warming	g CO ₂ -eq.	840		960	
Acidification	g SO ₂ -eq.	5.5		6.0	
Nutrient enrichment	g NO ₃ -eq.	-12.8		-12.1	
Photochemical smog	g ethene eq.	0.73		0.83	
Land use	m ² year	0.45		0.45	

Location in database: Material/Food from industry/From other industries/Sugar and Material/Food from supermarket/Others/Sugar in supermarket

4.1.3.2.4 タピオカデンプン（タイ）の温室効果ガス排出量

タイで栽培されているキャッサバの排出量について文献3を用いた。キャッサバからのタピオカデンプンの製造は以下の2文献を用いた。

10) Orathai Chavalparit, Maneerat Ongwandee, Clean technology for the tapioca starch industry in Thailand. Journal of Cleaner Production 17 (2009) 105–110

11) Application of Information Technology for Development of Eco-efficiency Toward Tapioca Starch Industry. Thai Tapioca Starch Association (2007), <http://www.thaitapiocastarch.org/article05.asp>

キャッサバ栽培での物質収支は図 4-1-4（文献3）、温室効果ガスの発生量は表 4-1-5（文献3）の通り。タピオカデンプン製造での物質収支は表 4-1-6（文献10）の通り。

（キャッサバの栽培）

キャッサバの栽培には圃場の準備・整備や植付け、栽培管理、収穫で使用される化石燃料、肥料、除草剤の投入量からの温室効果ガスの発生量と窒素肥料施肥時の N₂O ソイルエミッションによる温室効果ガスの発生量が含まれる。

（キャッサバの農場からタピオカデンプン製造工場への輸送）

キャッサバの農場からタピオカデンプン製造工場への輸送時の化石燃料からの温室効果ガスの発生量が含まれる。

（タピオカデンプン製造工場）

タピオカデンプン製造プロセスとしては洗浄、刻み粉碎、ファイバーとパルプの分離除去、デンプン分離、加水分解、乾燥、包装等がある。副原料として水とイオウが使用され、エネルギーとして電力と重油が使用される。副産物として発生するファイバーやパルプは天日乾燥され家畜の餌となる。

（タピオカデンプン製造工場からの国内輸送）

タピオカデンプンの国内輸送については記載がないため、タイでのサトウキビを製糖工場に運ぶ時に発生する温室効果ガス量を代わりに用いる。

（キャッサバ及びタピオカデンプンの温室効果ガス排出量の算定）

図 4-1-4 は 1000L のエタノールを製造するための物質収支の一部であり、6.21 トンのキャッサバが必要である。また、表 4-1-5 はこの時のキャッサバ栽培と輸送時の温室効果ガスの排出量を示している。この事から表 4-1-7 のようにタイ産のキャッサバ（国内輸送を含む）の温室効果ガス排出量は「80.8 gCO₂eq/kg」と算定される。一方、表 4-1-8 のようにタイ産のタピオカデンプン（国内輸送を含む）では「556gCO₂eq/kg」と算定された。

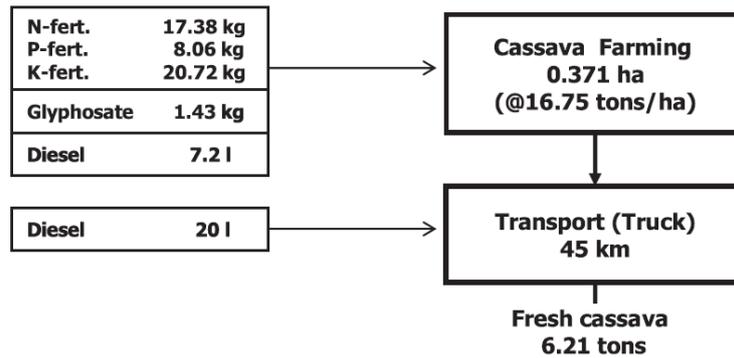


図 4-1-4. キャッサバ栽培（タイ）の物質収支

表 4-1-5. キャッサバ栽培（タイ）の温室効果ガス発生量

Potential environmental impacts of 1000 L cassava ethanol production.

Environmental impact	Unit	Life cycle stages			
		Cassava cultivation		Transport	
		I ^a	II ^b	I	II
Land use	rai ^c .yr (ha.yr)	2.32 0.371	2.30 0.368	-	-
Global warming	kg CO ₂ eq.	433	430	69	68
Photo-oxidation	kg C ₂ H ₄ eq.	0.13	0.12	0.02	0.02
Acidification	kg SO ₂ eq.	2.41	2.40	0.39	0.38
Human toxicity	kg 1,4 DB eq.	4.23	4.20	0.88	0.86
Eutrophication	kg PO ₄ ³⁻ eq.	1.08	1.07	0.09	0.08

表 4-1-6. タピオカスターチ製造（タイ）の物質収支

Input/output ^a	Quantity
<i>Inputs</i>	
• Cassava root (ton)	4.21 ± 0.28
• Water (m ³)	18.0 ± 11.3
• Electricity (MJ)	608 ± 135
- Chopping and grinding (MJ) ^b	62.2 ± 8.82
- Starch separation (MJ) ^b	118 ± 24.9
- Starch dewatering (MJ) ^b	84.9 ± 24.8
• Fuel oil (MJ)	1303 ± 324
• Sulfur (kg)	0.70 ± 0.29
<i>Outputs</i>	
• Starch (ton)	1
• Wastewater generation (m ³)	19.1 ± 9.32
• BOD loading (kg)	135 ± 112
• Fibrous residue (ton)	1.40 ± 0.40
• Peel and sand (ton)	0.38 ± 0.32

^a Input and output units are based on 1 ton of starch (a moisture content of 12%).

^b Energy used for the major starch-processing stages.

表 4-1-7. キャッサバの温室効果ガス排出量

	CO ₂ eq排出量	
	単位	数値
(キャッサバ栽培)		
栽培	gCO ₂ eq/kg-cassava	69.73
輸送	gCO ₂ eq/kg-cassava	11.11
キャッサバ(輸送含む)	gCO ₂ eq/kg-cassava	80.84

表 4-1-8. タピオカデンプン（輸送を含む）の温室効果ガス排出量

	量		CO ₂ 排出係数	
	単位	値	単位	値
キャッサバ	t	4.21	gCO ₂ /kg	80.8
イオウ	kg	0.7	gCO ₂ /kg ¹⁾	348
水(水道水)	m ³	18	gCO ₂ /m ³ ¹⁾	211
電力	MJ	608	gCO ₂ /kWh	488
C重油	MJ	1303	gCO ₂ /L ¹⁾	3200
BOD	kg	135	gCO ₂ /kgBOD ²⁾	113
タピオカデンプン	t	1	gCO ₂ /kg ³⁾	549
国内輸送			gCO ₂ eq/kg	6.67
タピオカデンプン(輸送含む)			gCO ₂ eq/kg	556

出典

1) CFP制度DB

2) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2009/4)

3) JEMAI-Pro

4.1.3.2.5 コーン、コーンスターチ（米国、中国）の温室効果ガス排出量

コーンからの主原料はコーンを購入し自社内でコーンからコーンスターチを経てグルコースまで糖化し使用する場合、コーンスターチを購入し自社内でグルコースに糖化し使用する場合があります。各々の場合の出発原料の温室効果ガス排出量として以下を算出した。

（コーン：米国、中国）

コーンの栽培には圃場の準備・整備や植付け、栽培管理、収穫で使用される化石燃料、肥料、除草剤の投入量からの温室効果ガスの発生量と窒素肥料施肥時の N₂O ソイルエミッションによる温室効果ガスの発生量が含まれる。米国のコーンの排出量算出について以下の2文献を用いた。

12) BESS User's Guide: version 2008.3.1, University of Nebraska-Lincoln

13) Adam J. Liska, Haishun S. Yang, Virgil R. Bremer, Terry J. Klopfenstein, Daniel T. Walters, Galen E. Erickson and Kenneth G. Cassman, Improvements in Life Cycle Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions. Journal of Industrial Ecology (2008)

文献 12 のデフォルト値を用いたコーン栽培（米国中西部平均値）での物質収支と温室効果ガス排出量算定結果は表 4-1-9 の通り。

表 4-1-9. コーン栽培（米国中西部平均）関連の物質収支と温室効果ガス排出量

項目	物質収支		温室効果ガス排出量	
Nitrogen	kg/kg-corn	0.0150	kg-CO ₂ /kg-corn	0.038
Manure N	kg/kg-corn	0.0006	kg-CO ₂ /kg-corn	0.000
Phosphorus	kg/kg-corn	0.0052	kg-CO ₂ /kg-corn	0.008
Potassium	kg/kg-corn	0.0056	kg-CO ₂ /kg-corn	0.004
Lime	kg/kg-corn	0.0222	kg-CO ₂ /kg-corn	0.017
Herbicide	kg/kg-corn	0.0005	kg-CO ₂ /kg-corn	0.014
Insecticide	kg/kg-corn	0.0000	kg-CO ₂ /kg-corn	0.001
Gasoline	L/kg-corn	0.0016	kg-CO ₂ /kg-corn	0.004
Diesel	L/kg-corn	0.0064	kg-CO ₂ /kg-corn	0.015
LPG	L/kg-corn	0.0055	kg-CO ₂ /kg-corn	0.014
Natural Gas	m ³ /kg-corn	0.0022	kg-CO ₂ /kg-corn	0.004
Electricity	kWh/kg-corn	0.0110	kg-CO ₂ /kg-corn	0.008
Seed	kg/kg-corn	0.0021	kg-CO ₂ /kg-corn	0.001
N ₂ O soil emission			kg-CO ₂ /kg-corn	0.128
Grain Transportation (Diesel)	L/kg-corn	0.0068	kg-CO ₂ /kg-corn	0.016
Corn	kg/kg-corn	1.0000	kg-CO ₂ /kg-corn	0.270

以上よりコーン（米国中西部平均：国内輸送を含む）の温室効果ガス排出量は「270 gCO₂eq/kg」と算定される。

中国産のコーンの排出量算出について以下の文献を用いた。

14) Ou Xunmin, Zhang Xiliang, Chang Shiyan, Guo Qingfang , Energy consumption and GHG emissions of six biofuel pathways by LCA in (the) People's Republic of China. Applied Energy 86 (2009) S197-S208

この文献中のコーン栽培（中国）でのエタノール当たりの温室効果ガス排出量は表 4-1-10 の通り。この数値はエタノールと副産物との間で温室効果ガスの配賦比率「エタノール：副産物=69.1%：30.9%」で配賦された後の数値である。また、コーン/エタノールの重量交換率として 3.2 を、エタノールのエネルギーとして 25GJ/t-エタノールを採用している。

これらを考慮し、コーン栽培（中国）関連の温室効果ガス排出量をコーンの重量単位当たりへに換算したのが表 4-1-11 である。これよりコーン（中国：国内輸送を含む）の温室効果ガス排出量は「698 gCO₂eq/kg」と算定される。

表 4-1-10. コーン栽培（中国）関連の温室効果ガス排出量（gCO₂/MJ-エタノール）

Pathway no. (unit)	CE (g)
Total	131.38
1. Feedstock stage	61.74
1.1. Plantation energy	6.41
1.2. Fertilizer input	46.62
1.2.1. N input	40.56
1.2.1.1. N ₂ O effect	23.92
1.2.2. P input	2.80
1.2.3. K input	3.26
1.3. Pesticide input	5.25
1.4. Feedstock transportation	3.46

表 4-1-11. コーン栽培（中国）関連の温室効果ガス排出量（gCO₂/kg-コーン）

コーン栽培段階	単位	配賦前数値
耕作エネルギー	gCO ₂ /kgコーン	72.47
N肥料投入	gCO ₂ /kgコーン	458.57
（内N ₂ Oソイルエミッション）	gCO ₂ /kgコーン	186.88
P肥料投入	gCO ₂ /kgコーン	31.66
K肥料投入	gCO ₂ /kgコーン	36.86
殺虫剤投入	gCO ₂ /kgコーン	59.36
コーン輸送	gCO ₂ /kgコーン	39.12
コーン合計	gCO ₂ /kgコーン	698.04

（コーンスターチ：米国、中国）

コーンスターチの生産にはウェットミリングとドライミリングがあるが、多くはウェットミリングであるため、ここではこの方法を取る。コーンウェットミリングには「精選」、「浸漬」、「胚芽分離」、「磨砕」、「ファイバー分離」、「スターチとグルテン分離」の工程が含まれる。

コーンスターチの排出量算出については以下の 4 文献を用いた。

- 15) Edna C. Ramirez, David B. Johnston, Andrew J. McAloon, Winnie Yee, Vijay Singh, Engineering process and cost model for a conventional corn wet milling facility. industrial crops and products 27 (2008) 91-97
- 16) Galitsky, Christina, Worrell, Ernst, Ruth, Michael, Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the Corn Wet Milling Industry : An ENERGY STAR Guide for Energy and Plant Managers. Lawrence Berkeley National Laboratory (2003)
- 17) Feed Outlook June 13, 2007. United States Department of Agriculture
- 18) SULFUR. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2009

文献 15 では表 4-1-12 の通り、コーンスターチ（水分含量 60%のスラリー）生産時の金額ベースの物質収支が記載されている。各品目の単価は文献 15 より、コーン US\$0.132/kg、水 US\$0.35/kL、天然

ガス US\$0.3516/kg、電力 US\$0.05/kWh、グルテンフィード US\$0.084/kg、コーンジャーム US\$0.296/kg、文献 17 よりグルテンミールの 2006/2007 の平均値 US\$0.351/kg、文献 18 よりイオウの 2007 年単価 US\$0.04/kg である。また、文献 16 よりコーンスターチを乾燥する際の電力がえられる。これらから表 4-1-13 の物質収支が得られた。尚、文献 15 に従い、蒸気は天然ガス換算している。

表 4-1-12 コーンスターチ（水分含量 60%のスラリー）生産時の金額ベースの物質収支

	Annual cost (US\$ × 1000)/year
Operating costs	
Raw materials	
Corn	111,018
Sulfur	19
Water	377
Total raw materials	111,414
Depreciation	7,933
Facility related costs	3,467
Utilities	
Natural gas	6,840
Steam	1,695
Electricity	4,015
Total utilities	12,550
Operations labor	1,980
Total operating costs	137,344
Coproduct credits	
Corn gluten meal	19,255
Corn gluten feed	12,071
Corn germ	16,482
Total coproduct credits	47,808
Annual starch production cost (operating costs minus coproduct credits)	89,536

表 4-1-13 コーンスターチ生産時の物質収支

(Input)		
Corn	kg/kg-starch	1.816
Sulfur	kg/kg-starch	0.001
Water	L/kg-starch	2.326
Natural gas	kg/kg-starch	0.052
Electricity	kWh/kg-starch	0.173
(Output)		
Starch (水分60%スラリーのスターチ固形分)	kg/kg-starch	1
Corn gluten meal	kg/kg-starch	0.118
Corn gluten feed	kg/kg-starch	0.310
Corn germ	kg/kg-starch	0.120
Starch乾燥		
Electricity	kWh/kg-starch	0.031

この物質収支を用い、米国産コーンと米国電力の温室効果ガス排出量を用いる事で米国産コーンスターチの温室効果ガス排出量を、中国産コーンと中国電力の温室効果ガス排出量を用いる事で中国産コーンスターチの温室効果ガス排出量を各々算出した。水分含量 60%のコーンスターチ（固形分）と副産物の温室効果ガスを 89,536:47,808 の割合で経済配賦した。乾燥後のコーンスターチの国内輸送についてはコーンの国内輸送の数値を代用した。

米国産コーンスターチの生産に関する温室効果ガス排出量は表 4-1-14、中国産コーンスターチの生産に関する温室効果ガス排出量は表 4-1-15 の通りである。

これより米国産コーンスターチ（乾燥：国内輸送含む）の温室効果ガス排出量として「460gCO₂eq/kg」が、中国産コーンスターチ（乾燥：国内輸送含む）の温室効果ガス排出量として「1012gCO₂eq/kg」が算定された。

表 4-1-14 コーンスターチ（米国）の温室効果ガス排出量

項目	排出係数		出典	排出量	
	kgCO ₂ /kg			kgCO ₂ /kg-starch	
Corn	kgCO ₂ /kg	0.2698	USA Corn	kgCO ₂ /kg-starch	0.490
Sulfur	kgCO ₂ /kg	0.3477	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.000
Water	kgCO ₂ /kg	0.0002	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.000
Natural gas	kgCO ₂ /kg	0.5119	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.027
Electricity	kgCO ₂ /kWh	0.7445	文献12	kgCO ₂ /kg-starch	0.129
Total				kgCO ₂ /kg-starch	0.647
Starch(水分60%スラリーのスターチ固形分) (経済配賦: Starch:Bypro=89536:47808)				kgCO ₂ /kg-starch	0.422
Electricity(乾燥)	kgCO ₂ /kWh	0.7445	文献12	kgCO ₂ /kg-starch	0.023
Starch輸送				kgCO ₂ /kg-starch	0.016
Starch(乾燥)				kgCO ₂ /kg-starch	0.460

表 4-1-15 コーンスターチ（中国）の温室効果ガス排出量

項目	排出係数		出典	排出量	
	kgCO ₂ /kg			kgCO ₂ /kg-starch	
Corn	kgCO ₂ /kg	0.6980	中国 Corn	kgCO ₂ /kg-starch	1.268
Sulfur	kgCO ₂ /kg	0.3477	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.000
Water	kgCO ₂ /kg	0.0002	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.000
Natural gas	kgCO ₂ /kg	0.5119	CFP制度DB	kgCO ₂ /kg-starch	0.027
Electricity	kgCO ₂ /kWh	0.8931	JEMAI-PRO	kgCO ₂ /kg-starch	0.155
Total				kgCO ₂ /kg-starch	1.450
Starch(水分60%スラリーのスターチ固形分) (経済配賦: Starch:Bypro=89536:47808)				kgCO ₂ /kg-starch	0.945
Electricity(乾燥)	kgCO ₂ /kWh	0.8931	JEMAI-PRO	kgCO ₂ /kg-starch	0.028
Starch輸送				kgCO ₂ /kg-starch	0.039
Starch(乾燥)				kgCO ₂ /kg-starch	1.012

4.1.3.3 副原料の温室効果ガス排出量

副原料の温室効果ガス排出量については以下の順で優先順位を定め、なるべく上位のデータを用いる。上位のデータを用いない場合はその理由を CFP 計算書類に明記する事。

- ① CFP 制度 DB
- ② 日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- ③ IPCC データ
- ④ JEMAI-PRO (ver.2.1.2)
- ⑤ 味の素 DB (2000 年度版)
- ⑥ 味の素 DB (1995 年度版)

但し、どのデータにも記載のない品目に関しては味の素 DB (2000 年度版) を用い、附属書 A 記載の方法に従って該当する温室効果ガス排出量を選択し、用いる。

4.1.3.4 包装資材の温室効果ガス排出量

包装資材の温室効果ガス排出量は以下を用いる。

品目	インベントリ	出典
LDPE	1.42 kgCO ₂ /kg	1)
HDPE	1.23 kgCO ₂ /kg	1)
LLDPE	0.73 kgCO ₂ /kg	2)
PP	1.38 kgCO ₂ /kg	1)
PET	1.42 kgCO ₂ /kg	1)
NY	2.90 kgCO ₂ /kg	2)
紙	0.39 kgCO ₂ /kg	3)

1)「石油化学製品のLCIデータ調査報告書」(社)プラスチック処理促進協会(1999)

2)「基礎素材のエネルギー解析調査報告書」(社)化学経済研究所(1993)

3)「紙カップLCI 2006年度報告書」印刷工業会、紙器印刷部会、紙カップ分科会(2007)

4.1.3.5 燃料に関する温室効果ガス排出量

文献を元にした温室効果ガス排出量算出時は文献中で使用されているデータを優先する。それ以外は以下を用いる。

品目	インベントリ	出典
ガソリン	2.69 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
A重油	2.96 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
B重油	3.06 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
C重油	3.20 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
石炭(低位発熱量)	0.096 kgCO ₂ /MJ	IPCCデータ(2006)
天然ガス	3.21 kgCO ₂ /kg	CFP制度DB
	1.37 kgCO ₂ /L	密度換算
軽油	2.79 kgCO ₂ /L	CFP制度DB

4.1.3.6 電力に関する温室効果ガス排出量

文献を元にした温室効果ガス排出量算出時は文献中で使用されているデータを優先する。それ以外は以下を用いる。

国名	インベントリー		出典
タイ国電力	0.488	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
日本国電力	0.484	kgCO ₂ /kwh	CFP制度DB
中国電力	0.893	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
フランス国電力	0.068	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
アメリカ東部電力	0.609	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
アメリカ西部電力	0.610	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
ブラジル国電力	0.071	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
インドネシア電力	0.736	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO

4.1.3.7 水（工業用水、上水）に関する温室効果ガス排出量

文献を元にした温室効果ガス排出量算出時は文献中で使用されているデータを優先する。それ以外は以下を用いる。

品目	インベントリー		出典
工業用水	0.104732	kgCO ₂ /m ³	CFP制度DB
水道水	0.000211	kgCO ₂ /kg	CFP制度DB

4.1.3.8 蒸気に関する温室効果ガス排出量

文献を元にした温室効果ガス排出量算出時は文献中で使用されているデータを優先する。それ以外は以下を用いる。

品目	インベントリー		出典
蒸気	0.251185	kgCO ₂ /kg	CFP制度DB

4.1.4 カットオフ基準

原料調達段階での投入金額の総計の2%未満のものについては、カットオフしてもよい。

4.1.5 リサイクル材・リユース品の効果

投入物としてリサイクル材・リユース品を使用する場合、その製造及び輸送に関わる温室効果ガス排出量には、リサイクル工程（例：回収、前処理、再生処理など）やリユース工程（例：回収、洗浄など）に伴う温室効果ガス排出量を含めることとする。

4.2 生産段階

4.2.1 データ収集項目と一次・二次データの区分

4.2.1.1 データ収集項目

本 PCR の生産段階については、以下の項目についてデータ収集を行う。

<投入物・生産物・排出物>

- ① 主原料の投入量
- ② 副原料の投入量
- ③ 包装資材の投入量

- ④ 燃料・電力の投入量
- ⑤ 水の投入量（工業用水、上水）
- ⑥ 塩酸 L-リジンの生産量
- ⑦ 副産物の副生量
- ⑧ 排水の処理量（BOD、全窒素など）

<温室効果ガス排出量>

- ① 水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量
- ② 燃料・電力の温室効果ガス排出量
- ③ 排水処理の温室効果ガス排出量

4.2.1.2 一次データ収集項目

本 PCR の生産段階については、以下の項目については一次データを収集する。

<投入物>

- ① 主原料の投入量
- ② 副原料の投入量
- ③ 包装資材の投入量
- ④ 燃料・電力の投入量
- ⑤ 水の投入量（工業用水、上水）

<生産物・排出物>

- ⑥ 塩酸 L-リジンの生産量
- ⑦ 副産物の副生量
- ⑧ 排水の処理量（BOD、全窒素など）

4.2.1.3 一次データでも二次データでもよい項目

本 PCR の生産段階に関連する以下の入出力については、一次データの収集と指定された二次データの適用が共に認められる。

- ① 水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量
- ② 排水処理の温室効果ガス排出量

4.2.1.4 二次データ収集項目

本 PCR の生産段階に関連する以下の入出力については、原料調達段階で指定されたデータを適用する。

- ① 燃料・電力の温室効果ガス排出量

4.2.2 一次データの収集に関する規定

4.2.2.1 データ収集方法・収集条件

一次データの内、塩酸 L-リジンの生産量、主原料の投入量、副原料の投入量、包装資材の投入量、水の投入量、燃料の投入量、電力の投入量、副産物の副生量、排水の処理量の測定方法は、以下の通り行う。

塩酸 L-リジンの生産プロセス及び副産物の生産プロセスの実施に必要な一定期間の投入量や排出量を把握する。もし同じサイトで本対象製品以外にも生産されている場合、実績値または理論値などによって定められた製品の生産量ごとの機器・設備での投入量または排出量と各々の生産量から、一定期間でのサイト全体の実際の投入量や排出量を配賦する。

4.2.2.2 データ収集期間

一次データの収集期間は、全てのデータについて、直近の会計年度の数値を原則とする。直近の1年間のデータを利用しない場合は、その理由を検証書類として提出し、直近の会計年度ではなくてもデータの

精度に問題ないことを担保すること。

4.2.2.3 複数の生産サイトで生産する場合の取り扱い

複数の生産サイトで生産している場合には、全ての生産サイトについて一次データを収集し、塩酸 L-リジンの日本への輸出量に応じて加重平均を行う。

4.2.2.4 温室効果ガス排出量の配賦方法

副産物との温室効果ガス排出量の配賦方法については、生産国での塩酸 L-リジンの年平均販売価格×年間生産量と生産国での副産物の年平均販売価格×年間副生量の比により配賦する。

4.2.2.5 自家発電の取り扱い

生産サイトで自家発電を行い、この電力を当該製品の生産に使用している場合には、自家発電に投入している燃料の量を一次データとして収集し、その製造・燃焼にかかる温室効果ガス排出量を算定する。

4.2.3 二次データの使用に関する規定

4.2.3.1 使用する二次データの内容と出典

原材料を除く生産に関わる温室効果ガス排出量の二次データについては以下の順で優先順位を定め、なるべく上位のデータを用いる。上位のデータを用いない場合はその理由を CFP 算定時に明記する事。

- ① CFP 制度 DB
- ② 日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- ③ IPCC データ
- ④ JEMAI-PRO (ver.2.1.2)
- ⑤ 味の素 DB (2000 年度版)
- ⑥ 味の素 DB (1995 年度版)

4.2.3.1.1 水（工業用水、上水）の温室効果ガス排出量

品目	インベントリ	出典
工業用水	0.104732 kgCO ₂ /m ³	CFP制度DB
水道水	0.000211 kgCO ₂ /kg	CFP制度DB

4.2.3.1.2 排水処理の温室効果ガス排出量

品目	インベントリ	出典
メタン(入口BOD)	0.0049 kgCH ₄ /kgBOD	日本国インベントリ(2009)
N ₂ O(入口全窒素)	0.0043 kgN ₂ O/kgN	日本国インベントリ(2009)

4.2.3.1.3 燃料の温室効果ガス排出量

品目	インベントリ	出典
ガソリン	2.69 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
A重油	2.96 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
B重油	3.06 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
C重油	3.20 kgCO ₂ /L	CFP制度DB
石炭(低位発熱量)	0.096 kgCO ₂ /MJ	IPCCデータ(2006)
天然ガス	3.21 kgCO ₂ /kg	CFP制度DB
	1.37 kgCO ₂ /L	密度換算
軽油	2.79 kgCO ₂ /L	CFP制度DB

4.2.3.1.4 電力の温室効果ガス排出量

国名	インベントリー		出典
タイ国電力	0.488	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
日本国電力	0.484	kgCO2/kwh	CFP制度DB
中国電力	0.893	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
フランス国電力	0.068	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
アメリカ東部電力	0.609	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
アメリカ西部電力	0.610	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
ブラジル国電力	0.071	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO
インドネシア電力	0.736	kgCO2/kwh	JEMAI-PRO

4.2.3.2 使用するシナリオの内容

生産段階においては特に PCR で定めるシナリオはない。

4.2.4 カットオフ基準

生産段階での投入金額が原料及び燃料の総計の2%未満のものについては、カットオフしてもよい。なお、カットオフを行った場合、カットオフした投入物については、その他の投入物の金額当たりの温室効果ガス排出量の平均値を代用して補正する。

4.2.5 リサイクル材・リユース品の効果

生産段階においては特に PCR で定めるリサイクル材・リユース品はない。

4.3 流通・販売段階

4.3.1 データ収集項目と一次・二次データの区分

4.3.1.1 データ収集項目

輸送に関わる燃料使用量の把握方法については、「改良トンキロ法」を使用することとする。データ収集項目は以下の通り。

- ① 生産工場から生産国内の輸送距離
- ② 生産国から日本への輸送距離
- ③ 日本の港から販売サイトまでの輸送距離
- ④ 輸送トンキロあたりの燃料消費による温室効果ガス排出量
- ⑤ 積載率
- ⑥ 燃料、電力の温室効果ガス排出量

4.3.1.2 一次データ収集項目

本 PCR の流通・販売段階では以下の入出力については一次データを収集することとする。

- ① 生産工場から生産国内の輸送距離
- ② 日本の港から販売サイトまでの輸送距離

4.3.1.3 一次データでも二次データでもよい項目

本 PCR の流通・販売段階では以下の入出力については、一次データの収集と指定された二次データの適用が共に認められる。

- ① 生産国から日本への輸送距離
- ② 輸送トンキロあたりの燃料消費による温室効果ガス排出量
- ③ 積載率

4.3.1.4 二次データ収集項目

本 PCR の流通・販売段階では以下の入出力については、指定された二次データを適用する。

- ① 燃料、電力の温室効果ガス排出量

4.3.2 一次データの収集に関する規定

4.3.2.1 データ収集方法・収集条件

物流に関する燃料の測定方法は、「エネルギーの使用の合理化に関する法律の法令」に定められるところの「改良トンキロ法」の測定方法に従うものとする。輸送距離の測定は、実測に加え地図上での交通路の距離測定やナビゲーションソフトよりの情報でも良いものとする。

4.3.2.2 データ収集期間

一次データの収集期間は、全てのデータについて、直近の会計年度 1 年間分の数値を原則とする。直近の 1 年間のデータを利用しない場合は、その理由を検証書類として提出し、直近の 1 年分ではなくてもデータの精度に問題ないことを担保することとする。

4.3.2.3 複数の輸送ルート・販売サイトで製品を扱う場合の取り扱い

日本に運ばれる各国で生産された塩酸 L-リジンに関して、生産工場から生産国内、あるいは生産国から日本まで、あるいは日本の港から販売サイトまでに複数の輸送ルートが存在する場合には、全てのルートについて一次データを収集し、それらを輸送量により加重平均する。ここで輸送量は、製品重量とする。ただし、物流ルートが多岐にわたる場合、輸送量全体の 50% 以上についてデータを収集し、収集していないルートについては、情報を収集したルートの平均値で代用しても構わない。

4.3.2.4 配賦方法

塩酸 L-リジンの輸送におけるエネルギー投入量は、原則として当該製品に関わる量を実測することが望ましいが、混載等により、当該製品に関わる部分のみを計測することが困難であり、複数製品に関わるデータが得られる場合は、そのデータを販売重量による配賦により、当該製品分に整理する。

4.3.3 二次データの使用に関する規定

4.3.3.1 使用する二次データの内容と出典

流通・販売に関わる温室効果ガス排出量の二次データについては以下の順で優先順位を定め、なるべく上位のデータを用いる。上位のデータを用いない場合はその理由を CFP 算定時に明記する事。

- ① CFP 制度 DB
- ② 日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- ③ IPCC データ
- ④ JEMAI-PRO (ver.2.1.2)
- ⑤ 味の素 DB (2000 年度版)
- ⑥ 味の素 DB (1995 年度版)

4.3.3.1.1 生産国から日本への輸送距離

海上輸送距離(現地～日本)		
タイ	5,358 km	JEMAI-PRO
中国	1,928 km	JEMAI-PRO
フランス	25,999 km	JEMAI-PRO
アメリカ東部	27,865 km	JEMAI-PRO
ブラジル	21,022 km	JEMAI-PRO

4.3.3.1.2 輸送トンキロあたりの燃料消費による温室効果ガス排出量

輸送方法	インベントリー		出典
トラック輸送(4トン車、積載率100%)	0.0145	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(4トン車、積載率75%)	1.71	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(4トン車、積載率50%)	2.22	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(4トン車、積載率25%)	3.75	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(4トン車、積載率0%)	3.06	kg/km	CFP制度DB
トラック輸送(10トン車、積載率100%)	0.12	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(10トン車、積載率75%)	0.139	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(10トン車、積載率50%)	0.174	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(10トン車、積載率25%)	0.279	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(10トン車、積載率0%)	0.526	kg/km	CFP制度DB
トラック輸送(15トン車、積載率100%)	0.108	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(15トン車、積載率75%)	0.122	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(15トン車、積載率50%)	0.148	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(15トン車、積載率25%)	0.228	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(15トン車、積載率0%)	0.599	kg/km	CFP制度DB
トラック輸送(20トン車、積載率100%)	0.113	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(20トン車、積載率75%)	0.128	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(20トン車、積載率50%)	0.158	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(20トン車、積載率25%)	0.247	kg/tkm	CFP制度DB
トラック輸送(20トン車、積載率0%)	0.893	kg/km	CFP制度DB
コンテナ船 <4000TEU	0.0243	kg/tkm	CFP制度DB
コンテナ船 >4000TEU	0.00907	kg/tkm	CFP制度DB
その他のバルク運搬船 <8万DWT	0.00671	kg/tkm	CFP制度DB
その他のバルク運搬船 >8万DWT	0.00388	kg/tkm	CFP制度DB

4.3.3.1.3 積載率

トラック輸送での積載率は75%を用いる。

4.3.3.1.4 燃料・電力の供給・使用に関わる温室効果ガス排出量

品目	インベントリー		出典
ガソリン	2.69	kgCO ₂ /L	CFP制度DB
A重油	2.96	kgCO ₂ /L	CFP制度DB
B重油	3.06	kgCO ₂ /L	CFP制度DB
C重油	3.20	kgCO ₂ /L	CFP制度DB
石炭(低位発熱量)	0.096	kgCO ₂ /MJ	IPCCデータ(2006)
天然ガス	3.21	kgCO ₂ /kg	CFP制度DB
	1.37	kgCO ₂ /L	上記密度換算
軽油	2.79	kgCO ₂ /L	CFP制度DB

4.3.3.1.5 電力

国名	インベントリー		出典
タイ国電力	0.488	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
日本国電力	0.484	kgCO ₂ /kwh	CFP制度DB
中国電力	0.893	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
フランス国電力	0.068	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
アメリカ東部電力	0.609	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
アメリカ西部電力	0.610	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
ブラジル国電力	0.071	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO
インドネシア電力	0.736	kgCO ₂ /kwh	JEMAI-PRO

4.4 使用・維持管理段階

本 PCR では対象としない。

4.5 廃棄・リサイクル段階

本 PCR では対象としない。

5 表示方法

5.1 ラベルの表示形式, 位置, サイズ

カーボンフットプリントのラベルの表示形式・サイズについては、共通ルールに従う。カーボンフットプリントのラベルは包装上に表示する。その他に POP 表示、パンフレット表示、インターネット表示を認める。

5.2 追加情報の表示

塩酸 L-リジンを家畜の飼料に添加する事により、必須アミノ酸のバランスは維持したまま低タンパク質化する事により、家畜のふん尿からの窒素排泄量が削減され、ひいては温室効果ガス（N₂O）の発生量の削減にもつながる事を適切に消費者に伝えるため、塩酸 L-リジン 1kg 当たりの温室効果ガスの削減量の表示を追加表示として認める。具体的な削減量は附属書 B の通り。

附属書 A（規定）：データベースに記載のない品目の温室効果ガス排出量の選択

温室効果ガス排出量の二次データのうち、規定されるどのデータベースにも記載のないものに関しては味の素 DB（2000 年度版）を用い、以下の文献の方法に従い選択する。

19) 松本慎一，高橋英二，辻本進，佐藤邦光, 3EID を利用した「食品関連材料 CO2 排出係数データベース」の諸課題と解決案，日本 LCA 学会誌 Vol.5 No.4 Oct. 2009

また、この方法の実践には以下の文献を参照の事。

20) 財務省貿易統計，輸入統計品目表 実行関税率表, <http://www.customs.go.jp/tariff/index.htm>

21) 総務省（2004）：“コード対応表”，平成 12 年（2000 年）産業連関表—計数編(2)，財団法人全国統計協会連合，東京，899-1091

22) 総務省統計局，平成 12 年（2000 年）産業連関表—部門分類・コード表，政府統計の総合窓口ホームページ <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000000750003&cycode=0>

具体的な方法は以下の通り。

- ① 輸入統計品目表より品目に該当する統計番号を選択する。
- ② その統計番号に対応する産業連関表の分類コード（行部門コード）を産業連関表—計数編(2)の第 2 部各種付帯表の中の「産業連関表—貿易統計コード対応表」を利用して選択する。
- ③ 産業連関表の分類コードの部門名と合致する味の素 DB の項目または品目名称を選択し、該当する項目の百万円単位の温室効果ガス排出量または品目の重量あるいは容量単位当たりの温室効果ガス排出量を選択し使用する。
- ④ 上記方法でも選択できないものは味の素 DB（2000 年度版）の以下のデータを用いる。

品目	インベントリー		出典
その他有機製品	11.45	tCO2/百万円	味の素DB(2000版)
その他無機製品	8.065	tCO2/百万円	味の素DB(2000版)

附属書B（参考）：塩酸 L-リジンの温室効果ガス削減量

B-1. 原理

豚や鶏など家畜に与えられる飼料の主原料は大豆粕とコーンであり、それらに含まれる粗タンパク質（CP）中の必須アミノ酸は家畜が健康に育つために必要な要求量に対してバランスの悪いものとなっている。

図 B-1 は飼料中の必須アミノ酸のバランスを示したモデル図である。家畜種によって必須アミノ酸の要求量は異なり、豚ではリジンが最も欠乏しやすい。（鶏ではメチオニン+システイン）必須アミノ酸を添加しない慣用飼料では、リジンが充足するように飼料原料の配合が決められるが、その他アミノ酸の要求量を超える分は窒素化合物としてふん尿中に排泄される。一方、例えばイソロイシンが充足するように主原料からの粗たんぱく質量を下げ、リジン等の必須アミノ酸類を添加し、欠乏分を補った飼料では、その他の過剰なアミノ酸が慣用飼料よりも少なくなるため、ふん尿中に排出される窒素化合物の量も減少する。

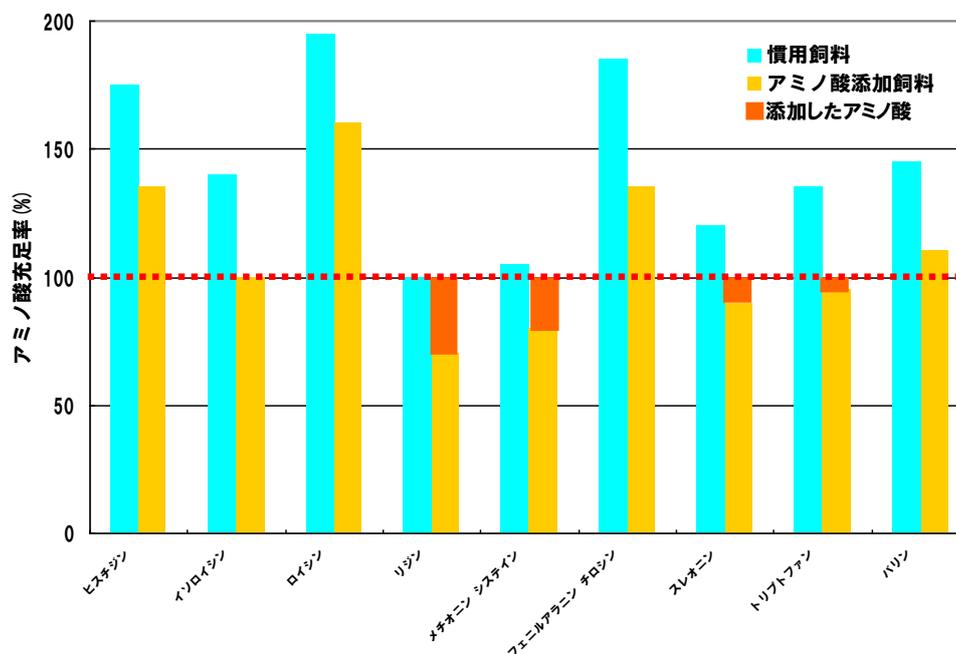


図 B-1 飼料中の必須アミノ酸バランスの模式図

ところで、家畜のふん尿からは処理過程や、堆肥化したものを耕作地に施肥する過程などで N₂O が発生する事が知られている。この発生量はふん尿中に含まれる窒素量に依存する。従って、粗たんぱく質量を減らしたアミノ酸添加飼料を給餌すれば慣用飼料を給餌する場合に比べふん尿中からの N₂O の発生量を削減する事が出来る。

B-2. 家畜種ごとの塩酸 L-リジン摂取量当たりのふん尿中の窒素削減量

塩酸 L-リジン摂取量当たりの家畜種ごとのふん尿中の窒素削減量については以下の 6 文献を用いた。

- 23) 日本飼養標準 豚（2005） 中央畜産会
- 24) 日本飼養標準 家禽（2004） 中央畜産会
- 25) 斎藤 守, ニワトリおよびブタからの環境負荷物質の低減化に関する栄養飼料学的研究の動向, Animal

Science Journal, 72 (8), J177-J199 (2001)

- 26) 高田 良三, 長田 隆, 不断給餌によるアミノ酸添加低タンパク質飼料が肥育豚の窒素出納に及ぼす影響, 第 111 回 日本畜産学会(2009)
- 27) 斉藤健一, 飯田哲也, 山口岑雄, 畠山耕五, ブロイラーにおけるアミノ酸添加低タンパク質飼料給与による排泄窒素低減, 千葉県畜産センター研究報告 第 22 号 (1998)
- 28) 藤崎浩和, 花績三千人, 橋元康司, 米持千里, 採卵鶏における窒素およびリン排泄量の低減に関する検討, 平成 15 年度環境負荷物質低減飼料推進事業, 社団法人 日本科学飼料協会

文献 23 より、飼料主原料中の欠乏しやすい必須アミノ酸の含有率と粗タンパク質 (CP) 率は表 B-1 の通り。また、文献 23、24 より肥育豚とブロイラー及び産卵鶏での飼料中の欠乏しやすい必須アミノ酸の要求含有率は表 B-2 の通り。

表 B-1. 飼料原料中の必須アミノ酸含有率 (%) 及び CP 率 (%)

原料	Lys	Met+Cys	Thr	Trp	CP
大豆粕	2.83	1.35	1.83	0.63	46.1
コーン	0.24	0.35	0.29	0.07	8.0
塩酸L-リジン	80				
DL-メチオニン		100			

表 B-2. 家畜種ごとの飼料中の必須アミノ酸要求含有率 (%)

欠乏しやすい 必須アミノ酸	肥育豚 (30~50kg)	ブロイラー (前期)	産卵鶏 (前期)
リジン	0.85	1.16	0.65
メチオニン+システイン	0.52	0.9	0.54
スレオニン	0.55	0.77	0.45

ここで、リジンに着目し家畜種ごとにリジンの要求量を下限で満たすような飼料配合を高 CP 飼料、リジンの次に欠乏するスレオニンの要求量を下限で満たす飼料配合を低 CP 飼料とする。この時の飼料中の粗たんぱく質含有率を CP (%)、大豆粕の含有率を X (%), コーンの含有率 Y (%), 塩酸 L-リジン含有率を Z (%), DL-メチオニン含有率を W (%), その他 (塩類等) の含有率を 2.6% とし、表 B-1、表 B-2 から連立方程式を立てると例えば肥育豚では以下のようなになる。

$$X+Y+Z=97.4$$

$$0.0283X+0.0024Y+0.8Z=0.85$$

$$0.0135X+0.0035Y+W=0.52$$

$$0.461X+0.08Y=CP$$

ブロイラーや産卵鶏でも同様に連立方程式を立てこれらを解くと CP 率と塩酸 L-リジン含有率について下記の関係が得られる。またこの時のモデル飼料配合は表 B-3 のようになる。

肥育豚の飼料：

$$Z = -0.085CP + 1.4 \quad (\text{式 B-1})$$

ブロイラーの飼料：

$$Z = -0.085CP + 0.017 \quad (\text{式 B-2})$$

産卵鶏の飼料：

$$Z = -0.085CP + 0.0033 \quad (\text{式 B-3})$$

表 B-3. 家畜種ごとの配合飼料モデルと栄養組成

家畜種 モデル	肥育豚		ブロイラー		産卵鶏	
	高CP飼料	低CP飼料	高CP飼料	低CP飼料	高CP飼料	低CP飼料
原料配合率(%)						
大豆粕	23.8	18.0	35.8	31.7	16.1	10.9
コーン	73.6	79.2	61.4	65.3	81.3	86.2
塩酸L-リジン	-	0.19	-	0.13	-	0.17
DL-メチオニン	-	-	0.20	0.24	0.04	0.09
その他*	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
栄養組成(%)						
リジン	0.85	0.85	1.16	1.16	0.65	0.65
メチオニン+システイン	0.58	0.52	0.90	0.90	0.54	0.54
スレオニン	0.65	0.56	0.83	0.77	0.53	0.45
CP	16.9	14.6	21.4	19.9	13.9	11.9

*塩類など

ところで、文献 25 より、ふん尿中の窒素排泄量の削減率と飼料の CP 率の低減ポイント（ Δ CP 率）との間には一次関数の関係のある事が知られている。

以上を用いて文献 26、27、28 の実験値に当てはめ、ふん尿中の窒素削減量と塩酸 L-リジンの摂取量との関係を求めたのが表 B-4 である。

表 B-4 塩酸 L-リジンのふん尿中の窒素削減量

Lys無添加飼料	CP率	%	肥育豚	ブロイラー			産卵鶏
			飼料摂取量	g/日	2501	283	104.7
Lys無添加飼料	ふん中窒素量	g-N/日	11.7	4.62			1.61
	尿中窒素量	g-N/日	29.0				
Lys添加飼料	CP率	%	13.3	20.75	19.22	17.68	14
	ふん中窒素量	g-N/日	10.3	4.35	3.85	3.29	1.1
	尿中窒素量	g-N/日	17.7				
窒素削減量/CP率	ふん中	g-N/%	0.49	0.29 ²⁾			0.16
	尿中	g-N/%	4.20				
塩酸L-リジン摂取量/CP率 ¹⁾		g/%	2.12	0.24			0.089
窒素削減量/塩酸L-リジン摂取量	ふん中	g-N/g	0.23	1.22			1.77
	尿中	g-N/g	1.98				

1)塩酸L-リジン摂取量はLys無添加飼料摂取量と式A-1、A-2、A-3の関係より理論的に算出

2)ブロイラーの窒素削減量/CP率はCP率とふん中窒素量の一次関数近似より導出

肥育豚と産卵鶏では CP 率の差とふん尿中の窒素量の差の単純比より CP 率 1%低減当たりのふん尿中の窒素削減量を求めた。ブロイラーでは CP 率とふん中の窒素量の傾きより CP 率 1%低減当たりのふん尿中の窒素削減量を求めた。

一方、各実験での必須アミノ酸の添加量は必ずしも表 B-2 のアミノ酸要求量に準じておらず、そのまま使用するとリジンの効果が明確とならないため、式 B-1、B-2、B-3 の傾きから CP 率 1%低減当たりの塩酸 L-リジンの添加率を求め、各実験でのリジン無添加飼料の摂取量に乗じて CP 率 1%低減当たりの塩酸 L-リジンの摂取量を求めた。

以上の数値から塩酸 L-リジンの摂取量当たりのふん尿中の窒素削減量を求めた。

B-3. 家畜種ごとの塩酸 L-リジン摂取量当たりのふん尿からの温室効果ガス削減量

家畜種ごとのふん尿中の窒素削減量については以下の文献を用いた。

29) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (2009 年 4 月) (独) 国立環境研究所

この文献から、肥育豚、ブロイラー、産卵鶏のふん尿中の窒素量からの N₂O 発生係数は表 B-5、B-6、B-7 のように算出される。

表 B-5. 肥育豚のふん尿からの N₂O 発生係数 (CO₂ 換算)

	排泄物管理での N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	施肥による直接排 出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	大気沈降による間接 排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	窒素溶脱・流出に よる間接排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	総N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)
ふん	6.97	2.11	1.65	1.26	12.00
尿	11.90	1.19	1.35	0.71	15.15

表 B-6. ブロイラーのふん尿からの N₂O 発生係数 (CO₂ 換算)

	排泄物管理での N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	施肥による直接排 出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	大気沈降による間接 排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	窒素溶脱・流出に よる間接排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	総N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)
ふん	9.73	1.60	1.97	0.95	14.27

表 B-7. 産卵鶏のふん尿からの N₂O 発生係数 (CO₂ 換算)

	排泄物管理での N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	施肥による直接排 出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	大気沈降による間接 排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	窒素溶脱・流出に よる間接排出N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)	総N ₂ O 発生係数 (gCO ₂ eq/gN)
ふん	6.54	1.96	2.09	1.17	11.75

この発生係数と塩酸 L-リジンの摂取量当たりのふん尿中の窒素削減量より、家畜種ごとの塩酸 L-リジン摂取量当たりのふん尿からの温室効果ガス削減量は表 B-8 のように算定される。

表 B-8. 塩酸 L-リジンの温室効果ガス削減量

家畜種	温室効果ガス削減量/塩酸L-リジン (kgCO ₂ /kg)
肥育豚	33
ブロイラー	17
産卵鶏	21