

水素サプライチェーンにおける温室効果ガス
削減効果に関する LCA ガイドライン Ver.1.0

平成 29 年5月

環境省

目 次

1. はじめに	1
2. 用語の解説	2
3. LCA 調査の目的	5
3.1 LCA の実施目的の設定	5
3.2 対象とする製品	6
3.3 LCA 実施主体	7
3.4 LCA 実施フロー	8
4. 算定事業モデルの設定とプロセスフローの明確化	9
4.1 算定事業モデルの設定	9
4.2 機能単位の設定	10
4.3 システム境界の考え方	12
4.4 プロセスフローの明確化	14
4.5 比較対象システムの考え方	16
5. 活動量データの収集・設定	22
5.1 活動量データの収集	22
5.2 収集データの精度	25
5.3 配分	27
5.4 カットオフ基準の考え方	33
6. 温室効果ガス排出量原単位データの収集・設定	34
6.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用	34
6.2 LCI データベースの利用	35
7. 温室効果ガス排出量の評価	39
7.1 温室効果ガス排出量の算定方法	39
7.2 比較対象システムにおける温室効果ガス排出量	42
7.3 温室効果ガス排出削減効果の評価方法	42
8. 本ガイドラインにおけるレビュー	43

1. はじめに

エネルギーとしての水素利活用は、有力な温暖化対策の一つとして主要諸国で導入が進められつつある。一方、水素の製造から輸送、供給、利用までの一連のプロセスを通じた温室効果ガスの排出量は、必ずしも既存のエネルギーに対する温室効果ガス排出量と比較して削減効果が見込まれない場合もある。水素エネルギーの利活用にあたっては、利用時の排出量削減効果のみならず、水素製造から利用を通じた一連のプロセスにおいて、削減効果を有することの確認が求められる。その際、様々なサプライチェーンを対象とする観点から、具体的な温室効果ガスの排出量及び削減効果の算定に関する考え方又は手法の共通化・統一化が重要となる。

そのため環境省では、製品又はサービスのライフサイクルを通じた環境への影響を評価する手法である LCA (Life Cycle Assessment: ライフサイクルアセスメント) の観点から、今後、水素エネルギーの製造事業者、販売事業者又は利用者等が日本国内において自らの水素エネルギー事業を評価する際に活用することを目的とし、本ガイドラインを策定することとした。なお、策定にあたっては下記の検討会を設置し、専門家の委員から助言を頂き、環境省としての現時点の考え方を整理したものである。今後各種議論・ご意見等を踏まえ、必要に応じ随時考え方を整理し、更新を行う。

水素利活用 CO2 排出削減効果評価・検証検討会 委員名簿

所属・役職	氏名
工学院大学 先進工学部 環境化学科 教授	稲葉 敦*
株式会社東芝 次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム 統括部長	大田 裕之
早稲田大学 大学院環境・エネルギー研究科 准教授	小野田 弘士
一般社団法人 産業環境管理協会 LCA 事業推進センター 所長	神崎 昌之
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会と LCA 研究グループ 主任研究員	工藤 祐揮
岩谷産業株式会社 中央研究所 水素エネルギー部 部長	繁森 敦
東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 特任准教授	醍醐 市朗
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会と LCA 研究グループ グループ長	田原 聖隆
一般社団法人 日本ガス協会 技術開発部燃料電池・水素グループ 課長	西井 匠
横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授	本藤 祐樹
一般社団法人 日本自動車工業会 環境委員会運輸政策対応 WG 主査	茂木 和久
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 教授	吉田 好邦

※座長（五十音順、敬称略）

2. 用語の解説

本ガイドラインで使用する用語の解説を以下に示す。(五十音順)

○温室効果ガス(GHG)

太陽によって温められた地表から放射される熱を吸収し、地表付近を温める働きがあるガスを指す。温室効果ガスには、二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)及び三フッ化窒素(NF₃)、の7つが含まれる。

○カットオフ基準

LCA において、製品又はサービスのライフサイクル全体の温室効果ガス排出量の算定結果に大きな影響を及ぼさないものとして、一定の基準以下のものは算定を行わなくてもよい取決めをいう。

○活動量データ

製品を製造する過程で入力または出力する、物又はエネルギーの物質的データを指す。

○機能単位

製品の機能を定量化するための基準単位を指す。機能単位が比較の基準となるため、機能の種類・規模を同一にするだけでなく、それらの量的な値も等しくする必要がある。

○削減効果

評価対象システムと比較対象システムとの差分を指す。削減効果の表現方法としては、排出削減量及び排出削減率がある。

○システム境界

製品システムと環境又は他の製品システムとの境界をいう。特に、LCI(Life Cycle Inventory: ライフサイクルインベントリ)分析においては、分析の対象範囲を指す。

○配分(アロケーション)

複数種別の製品が混流するプロセス又は異なる部門が混在するサイト等において、全体の排出量から個別製品の排出量を推計することをいう。

○評価対象システム

評価対象とする製品の製品ライフサイクルをモデル化した単位プロセスの集合体を指す。

○**比較対象システム**

評価対象プロセスが存在しなかった場合、普及していたと想定される製品のライフサイクルをモデル化した単位プロセスの集合体を指す。

○**フォアグラウンドシステム / バックグラウンドシステム**

対象とする製品の製造・使用・廃棄等の対象製品に直接的に関係するプロセス群をフォアグラウンドシステムという。同プロセスに関わるエネルギー又は素材の使用量等のデータを「一次データ」と呼ぶ。

一方、対象製品に使用される素材の製造又は対象製品製造時の電力消費等の対象製品に間接的に関係するプロセス群をバックグラウンドシステムという。同様に、これらのプロセスに関わるデータを「二次データ」と呼ぶ。

○**LCA(Life Cycle Assessment: ライフサイクルアセスメント)**

製品システムのライフサイクル全体を通じた環境負荷を定量的に評価する手法を指す。

○**LCI(Life Cycle Inventory: ライフサイクルインベントリ)分析**

LCA 対象となる製品又はサービスに関して、投入される資源又はエネルギー等のインプット並びに生産又は排出される製品・排出物のアウトプットのデータを収集・算出し、環境負荷項目に関する入出力明細表を作成することを指す。

(参考)LCA(Life Cycle Assessment: ライフサイクルアセスメント)とは

一般的にLCAは、図 2-1 に示すように、製品又はサービスに係る原料の調達から製造、流通、使用、廃棄・リサイクルに至るライフサイクル全体を対象として、各段階の資源又はエネルギーの投入量と様々な排出物の量を定量的に把握し(インベントリ分析)、これらによる様々な環境影響又は資源・エネルギーの枯渇への影響等を客観的に可能な限り定量化し(影響評価)、これらの分析・評価に基づいて環境改善等に向けた意思決定を支援するための科学的・客観的な根拠を与える手法である。

ISO(International Organization for Standardization: 国際標準化機構)では、ライフサイクル評価の実施事例の増加に伴い、その共通基盤を確立することが望ましいと判断し、評価手法の規格化を行っている。LCA 関連の ISO 規格を表 2-1 に示す。

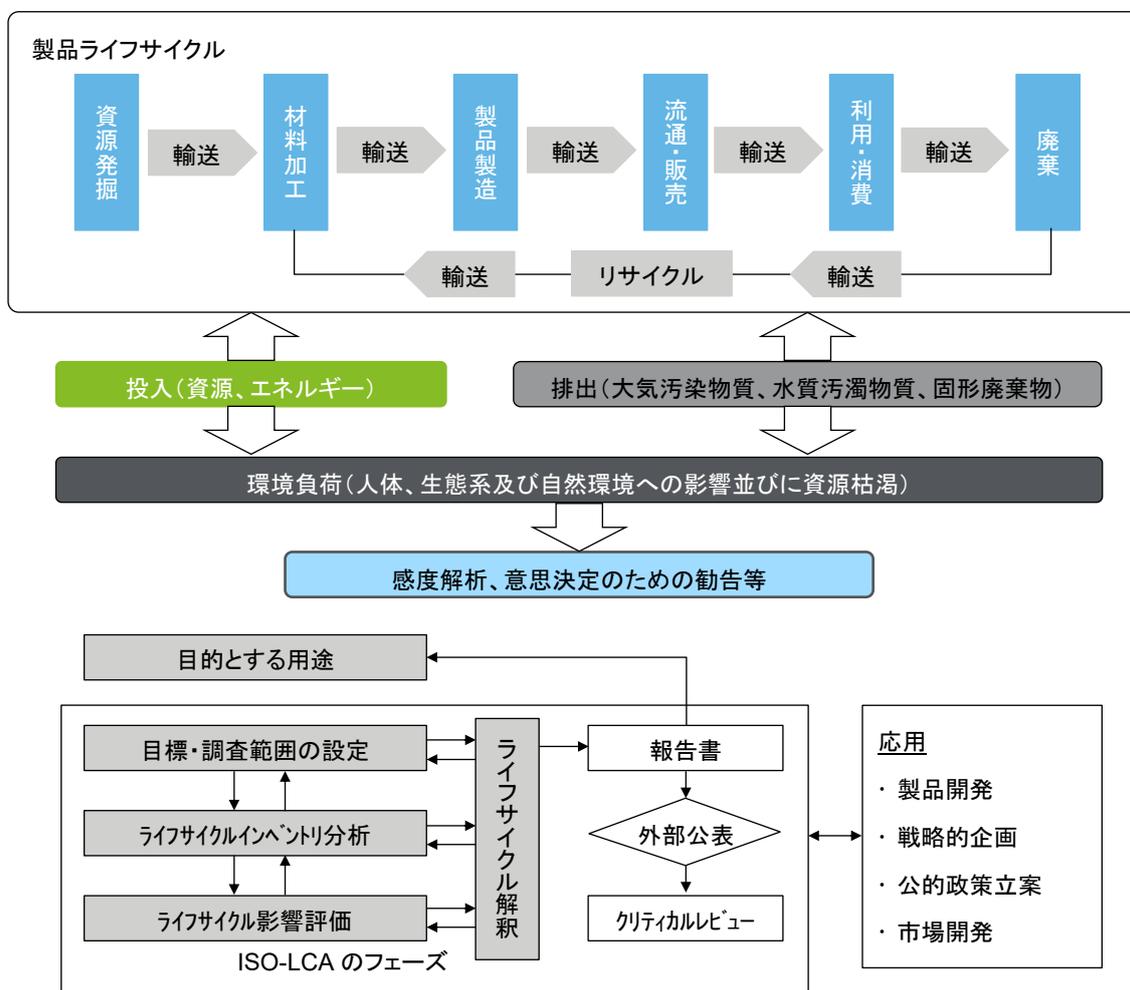


図 2-1 LCA の概念と ISO-LCA の枠組み

表 2-1 LCA 関連の ISO 規格

規格番号	表題
ISO14040:2006 (JIS Q 14040 : 2010)	原則及び枠組み
ISO14044:2006 (JIS Q 14044 : 2010)	要求事項及び指針

3. LCA 調査の目的

3.1 LCA の実施目的の設定

【要求事項】

- LCA の実施目的を明確に設定すること
- 実施目的には、エネルギー用途としての水素利活用の意義を含むこと
- LCA 実施結果が設定した目的に合致しているかを確認すること
- 内部利用又は外部利用の区分を含む、算定結果の用途を明確に記載すること
- 結果を伝える相手を明確に示すこと

【解説・注釈】

- 本ガイドラインでは、エネルギーキャリアとしての日本国内において水素及び水素エネルギーを利用する各種機器・設備（燃料電池自動車、定置式燃料電池等）導入にあたっての温室効果ガス排出量削減効果の評価方法を示す。
- 評価結果の用途としては主に以下を想定している。
 - (1) 自主的な活用
 - 水素関連事業導入に係る意思決定者への情報提供、製品のライフサイクル中の種々の時点における環境パフォーマンスの改善余地の特定及び消費者への情報提供等
 - (2) 補助金事業等への活用
 - 補助金事業等における効果予測・検証への適用（原則として一般公開されることが前提）

(参考)LCA 実施結果の用途に応じた記載例

結果の用途	目的の記載例
(1) 自主的な活用	本事業は、水素の利活用による地球温暖化対策を推進することを目的に、定置式純水素燃料電池向けに効率的な水電解装置の開発を行うものである。LCA 実施の目的は、社内において、開発チームメンバーが水電解装置の効率化によるライフサイクルを通じた環境負荷の改善効果を把握するとともに、市場投入した場合の温室効果ガス排出量削減効果の予測を行うことである。
(2) 補助金事業等への活用	本事業は、中長期的な地球温暖化対策の推進を目的として、未利用の副生水素の地域内利用を図るものである（事業名「未利用副生水素を活用した地産地消モデル」）。LCA 実施の目的は、副生水素の発生から利用までを通じた温室効果ガス排出量の算定を行うとともに、従来の化石燃料を製造及び利用した場合の排出量と比較評価することである。なお、評価結果は一般公開を前提とする。

3.2 対象とする製品

【要求事項】

- 供給する水素の原料・製造方法及び用途を明確に記載すること

【推奨事項】

- 水素の品質についても、併せて記載することが望ましい
- 水素が燃料の場合、各利用段階で要求品質が異なる可能性があるため、基本事項を明確にする観点から、対象とする水素の品質項目についても記載することが望ましい

【解説・注釈】

- 本ガイドラインにおいては、以下の水素を想定している。
 - 日本国内における水素の原料・製造
 - 再生可能エネルギー電力等を含む各種電力・バイオマス・化石燃料を原料として生成される水素及び副生水素
 - 水素の用途
 - ガソリン等の代替品としての日本国内における輸送用燃料及び電力・熱・都市ガス等の代替品としての家庭・業務・産業用燃料

(参考)対象製品・水素品質の記載例

調査対象は、苛性ソーダ工場から発生する副生水素より製造した水素燃料であり、同燃料は、燃料電池自動車へ供給されるものとする。なお、水素の品質特性は以下のとおりである。

- 純度: 99.97%
- 状態: 圧縮気体
- 圧力: 70MPa
- 温度: -40度
- 不純物: 燃料電池自動車向け水素品質を規定する ISO14687-2 に準拠(下表)
- 供給量: 100 万 Nm₃/年

ISO14687-2:2012 燃料電池自動車用水素燃料規格が規定する不純物最大濃度

品質項目	数値	品質項目	数値
水	5μmol/mol	全硫黄	0.004μmol/mol
全炭化水素	2μmol/mol	ホルムアルデヒド	0.01μmol/mol
酸素	5μmol/mol	蟻酸	0.2μmol/mol
アルゴン、窒素	100μmol/mol	アンモニア	0.1μmol/mol
二酸化炭素	2μmol/mol	全ハロゲン	0.05μmol/mol
一酸化炭素	0.2μmol/mol	粒子状物質	1mg/kg
ヘリウム	300μmol/mol		

3.3 LCA 実施主体

【要求事項】

- LCA の実施主体を明確に設定すること
- LCA を外部コンサルタント等に委託して実施する場合においても、活動量データの収集等に関しては、事業者自らが責任をもって実施すること

【推奨事項】

- LCA の実施者は、LCA の観点から事業の改善計画等を立案・実行できる者であることが望ましい

【解説・注釈】

- LCA 実施者としては、算定結果の用途に応じ以下を主に想定している。
 - (1) 自主的な活用
 - 水素事業に関わる全てのプレイヤー（対象とする製品の開発技術者、自社製品のアセスメント実施者等）
 - (2) 補助金事業等への活用
 - 水素燃料の製造・販売事業者及び輸入事業者

3.4 LCA 実施フロー

【要求事項】

- LCA の実施手順を明確に設定すること

【推奨事項】

- LCA は反復的に実施されることが望ましい

【解説・注釈】

- 実施フローを明確化することにより、算定結果の妥当性を検証することができるようにする。
- 参考として、水素燃料の LCA に関する標準的な実施フローを図 3-1 に示す。

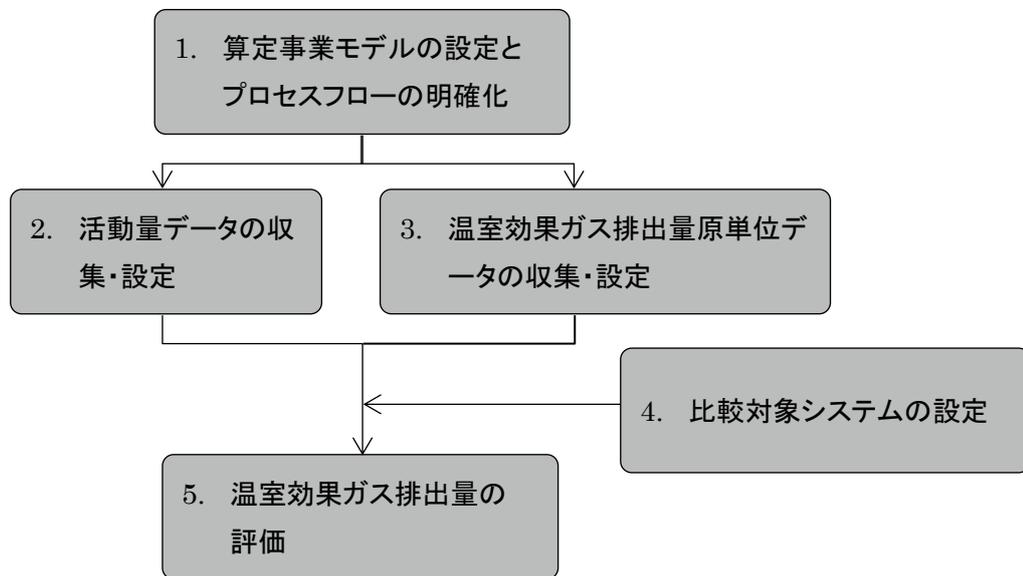


図 3-1 標準的な LCA 実施フロー

4. 算定事業モデルの設定とプロセスフローの明確化

4.1 算定事業モデルの設定

【要求事項】

- LCA を実施するに当たり、算定対象の事業モデルを明確に設定すること
- 事業モデル内で用いられる電力源、熱源又は輸送距離等の条件を明確化すること

【推奨事項】

- 将来的な事業を対象とする場合であっても、詳細な条件設定が行われることが望ましい

【解説・注釈】

- 現時点では、図 4-1 に示すプロセスを組み合わせた事業モデルが想定される。



図 4-1 現時点で想定されるプロセス

- 実証段階の事業に対する LCA の他、将来的な事業化を念頭に LCA が実施されることも想定される。詳細な条件設定とは、以下の前提条件である。
 - 原料産地
 - 栽培方法(原料がバイオマスの場合)
 - 距離・積載量等の輸送条件
 - 工場数、製造工場がある地域
 - 該当する地域別電源構成と自家発電等の有無
 - 各プロセスにおける廃熱等のエネルギー又は副産物等の供給先となる施設
 - 製造・貯蔵技術、製造能力、一年の総製造量、建築年、耐用年数

4.2 機能単位の設定

【要求事項】

- 計量可能な機能単位を設定するとともに、必要に応じ、評価範囲に応じた機能単位を設定すること
- 水素の製造から供給の範囲の評価については、機能単位は「燃料 1MJ の供給」で統一すること
- 利用段階を含む評価を行う場合、適切な利用シナリオを想定、明記した上で機能単位を設定すること

【許容事項】

- 算定は熱量で行うことを基本とし、低位発熱量(LHV)で行うことを原則とする。対象の機器によっては、高位発熱量(HHV)での計算も可とするが、最終的な算定結果は低位発熱量に換算の上で記載すること。また、質量又は体積での併記も可とする

【解説・注釈】

- 機能単位について、ISO14040 では以下のように規定されており、LCA 実施者は調査範囲を設定する際には、製品の機能(性能特性)の仕様を明確にしなければならず、その機能単位は明確に定義され、計量可能でなければならない。

「LCA の調査範囲を設定する際には、製品の機能(性能特性)の仕様が明確に述べられなければならない」

「機能単位は、この特定機能を定量化するもので、目的及び調査範囲に整合しなければならない」

「機能単位を導入する主目的の一つは、入力及び出力のデータを正規化(数学的な意味で)する基準を提供することである。従って、機能単位は明確に定義され、定量化可能でなければならない。」

- 水素の製造から供給の範囲の評価については、燃料として評価するため機能単位は「燃料 1MJ の供給」で統一することとした。利用段階を含む評価を行う場合、機能単位は利用機器によって異なるため、適切なシナリオを想定及び明記した上で機能単位を設定することとした。例えば、自動車の例として「10 年間 10 万 km の走行」等が想定される。

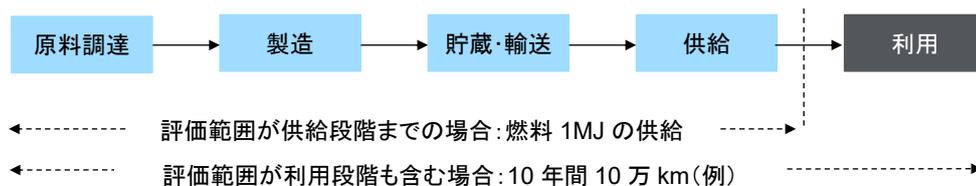


図 4-2 評価範囲に応じた機能単位の設定例(燃料電池自動車の例)

- ・ 算定は熱量で行うことを基本とするが、説明の分かりやすさ等の観点から、必要に応じ質量又は体積での併記も可とすることとする。
- ・ 発熱量の違いによる算定誤りを防ぐため、熱量の計算は低位発熱量(LHV)で行うことを基本とする。ただし、対象の機器によっては、高位発熱量(HHV)基準での仕様のみ公開されている等の事情があるため、途中の計算において高位発熱量を利用することも可とすることとする。ただし、最終的な算定誤りを防ぐため、結果は低位発熱量に換算の上で記載することとする。
- ・ なお、燃料 1MJ の表記が燃料の特性を全て規定するものではないことに留意が必要である。

4.3 システム境界の考え方

【要求事項】

- LCA の対象とするサプライチェーン上のプロセスを段階ごとに整理し、調査目的と整合したシステム境界を明確に設定すること
- 各プロセスにおいて使用される全ての燃料・電力・原材料・資本財及び廃棄プロセスは、原則、システム境界内に含めること。ただし、利用段階における資本財は除く
- 部分的にシステム境界内のプロセスを除外する場合、同プロセスを明記するとともに、その理由を述べること
- クレジットによる環境価値の移転は算定に含めないこと

【許容事項】

- 原則、資本財は評価対象とするが、事業の実施に起因しないものについては算定対象外とすることができる。ただし、LCA の実施主体が事業の実施に起因しないことを合理的に説明する必要がある
- 既に他のシステムで利用されていた再生可能エネルギーを水素製造で利用する場合において、他のシステムで再生可能エネルギーを代替するために追加的に発生したエネルギーについては、評価対象外とすることができる
- 設備導入のための建設機材の製造時、廃棄時の温室効果ガス排出量は考慮しなくてもよい

【解説・注釈】

- サプライチェーンの段階とは、「原料調達」、「製造」、「貯蔵・輸送」、「供給」、「利用」を示す。以下に基本的なサプライチェーンにおけるシステム境界を示す。

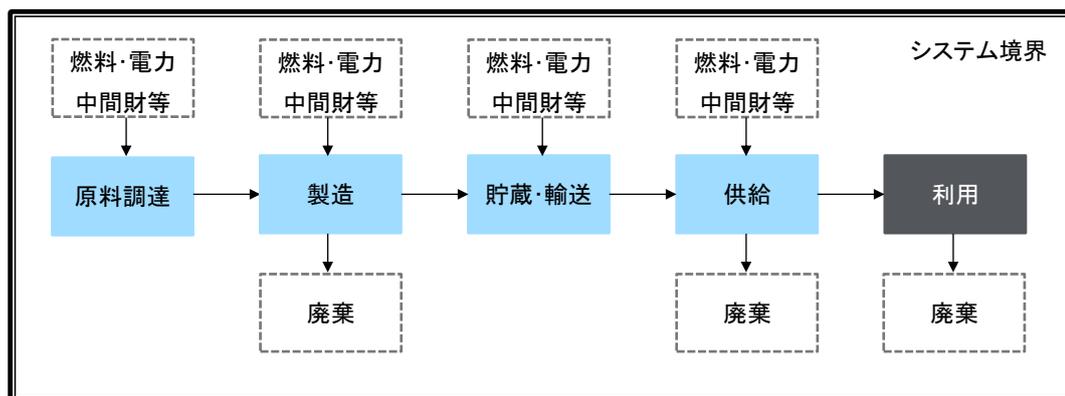


図 4-3 基本的なサプライチェーンにおけるシステム境界

- 現段階では利用段階の資本財については、製造等に係る精緻な温室効果ガス排出量の算定が困難であり(LCA 実施者として主に想定される水素の製造、貯蔵・輸送、供給を行う事業者等にとっては、利用段階の資本財に係るデータへのアクセスは特に困難)、暫定的に利

用機器の製造等に係る温室効果ガス排出についてはシステム境界外とする。

- ・ 事業の実施に起因しない資本財として、以下が考えられる。
 - 耐用年数を超えた資本財を水素サプライチェーンにおいて利用する場合
 - 耐用年数内の資本財であるが、設備の追加的な利用に該当する場合
- ・ 耐用年数については、設計上の実耐用年数（メーカーの推奨値、自社の事業計画において想定する耐用年数等）と法定耐用年数が考えられる。なお、算定結果を実態に近づける観点から実耐用年数の使用が望ましい。
- ・ 耐用年数を超えた資本財を水素サプライチェーンにおいて利用する場合、メンテナンスに係る温室効果ガスは算定に含まれる。
- ・ 設備の追加的な利用に該当するものとして、以下が考えられる。
 - 設備の余剰能力を利用する場合（例：アンモニア製造プロセスにおける水素製造装置）。この場合、資本財そのものは事業の実施に起因しないため算定対象外となるが、投入されるエネルギーは事業の実施に起因するため算定対象となる。
 - 余剰エネルギーを利用する場合（例：余剰電力）。この場合、資本財及び投入されるエネルギーは事業の実施に起因しないため算定対象外となる。
 - 共生産物由来の水素を利用する場合（例：苛性ソーダ生成プロセス由来の水素）。この場合、資本財及び投入されるエネルギーを算定対象とするかどうかは、個々に判断する必要がある。
- ・ 本ガイドラインにおける削減効果は、評価対象システムと比較対象システムの差分であり、比較対象システムは、「4.5 比較対象システムの考え方」で規定するとおり、評価対象システムが存在しなかった場合に普及したであろう製品のライフサイクルである。ここで、再生可能エネルギーを水素製造で利用する水素サプライチェーン事業においては、現段階において一般的に想定されるエネルギーが系統電力又は化石燃料であることから、その事業の比較対象システムとして、系統電力又は化石燃料を利用するサプライチェーンを想定することとする。このため、当該事業において他のシステムで利用されていた再生可能エネルギーを水素製造で利用する場合、他のシステムで再生可能エネルギーを代替するために追加的にエネルギーの投入が必要と考えることもできるが、上記の比較対象システムの想定から、追加的に投入されるエネルギーについては、現時点においては暫定的に評価対象外とすることができるとする。
- ・ 本ガイドラインは、LCA の観点から水素サプライチェーン自体の温室効果ガス排出削減効果の評価方法を示すことを目的としているため、クレジットによる環境価値の移転は算定に含めないこととする（一般論としてクレジット利用による環境価値の移転を否定するものではない）。

4.4 プロセスフローの明確化

【要求事項】

- LCA の実施者は、対象の製品システムのプロセスフローを明確化し、プロセスフロー図を作成すること

【解説・注釈】

- 製品システムは ISO14040 では以下のように規定されており、それに準拠したプロセスフロー図を作成することが必要になる。

「製品システムは、一連の単位プロセスに細分化される。単位プロセスは、中間製品、最終製品、及び／又は処理される廃棄物のフローによって相互に結び付けられ、他の製品システムに対しては製品のフローによって結び付けられ、かつ、環境に対しては基本フローによって結び付けられる。」

「製品システムをその構成部分である単位プロセスに分割することは、製品システムのインプットとアウトプットとの識別を容易にする。多くの場合、幾つかのインプットは、アウトプット製品の構成部分として使用されるが、一方、単位プロセスの内部で使われるものでもアウトプット製品の一部とはならないものもある(例えば、補助のインプット)。単位プロセスは、それが稼動した結果として、他のアウトプット(基本フロー及び／又は製品)も産出する。調査の目的に満足するのに必要なモデル化の詳細の程度が、単位プロセスの境界を決める。」

- プロセスフローの明確化とは、原料調達から利用段階に関する全てのインプットフローとアウトプットフローを考慮するとともに、関連する建造物・製造機器等のインフラも含めることが原則であり、除外したプロセス等がある場合にはそれらのプロセスを明記するとともに、理由を述べる必要がある。
- また、各プロセスに関するフローを明記し、エネルギー・原料等のバランス、運用温度及び設備の定格出力等の重要な情報があれば記載することが必要である。

表 4-1 インプットフロー・アウトプットフローの例

プロセス	フロー
原料調達	原料・部品・添加物等の採掘・製造・輸送 等
製造	製品水素の製造、貯蔵・加工(液化・圧縮等)、廃棄物処理、設備メンテナンス、資本財の生産・輸送・廃棄 等
輸送	製品水素の需要地への輸送 等
供給	製品水素の貯蔵、加工(気化・冷却等)、供給(圧縮)、廃棄 等

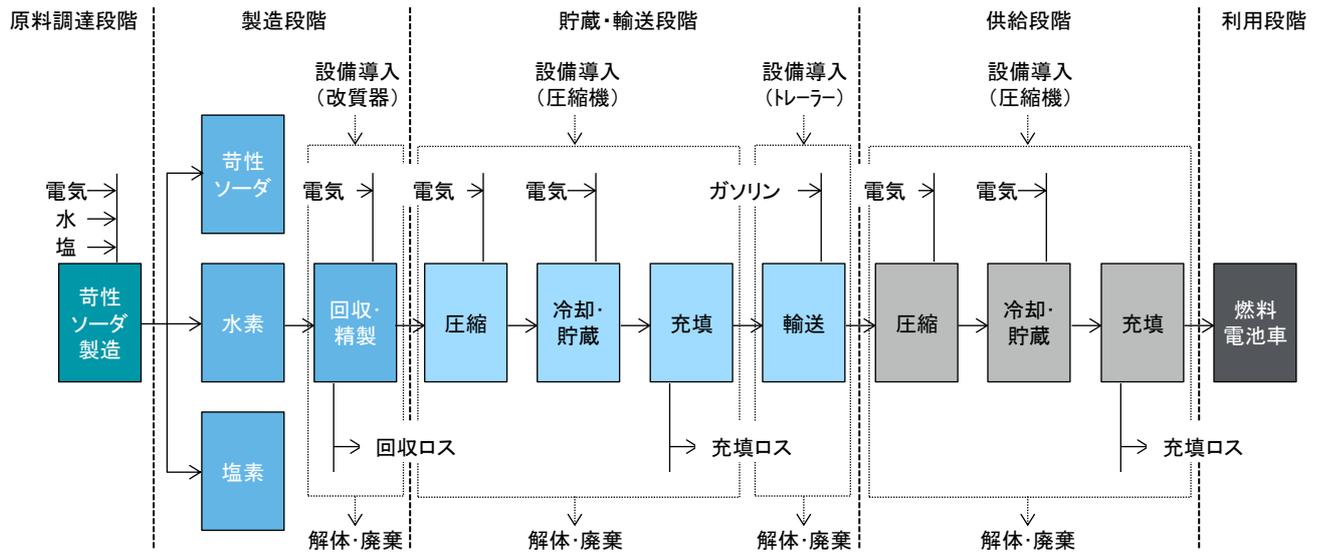


図 4-4 プロセスフローの作成例(副生水素の燃料電池車利用)

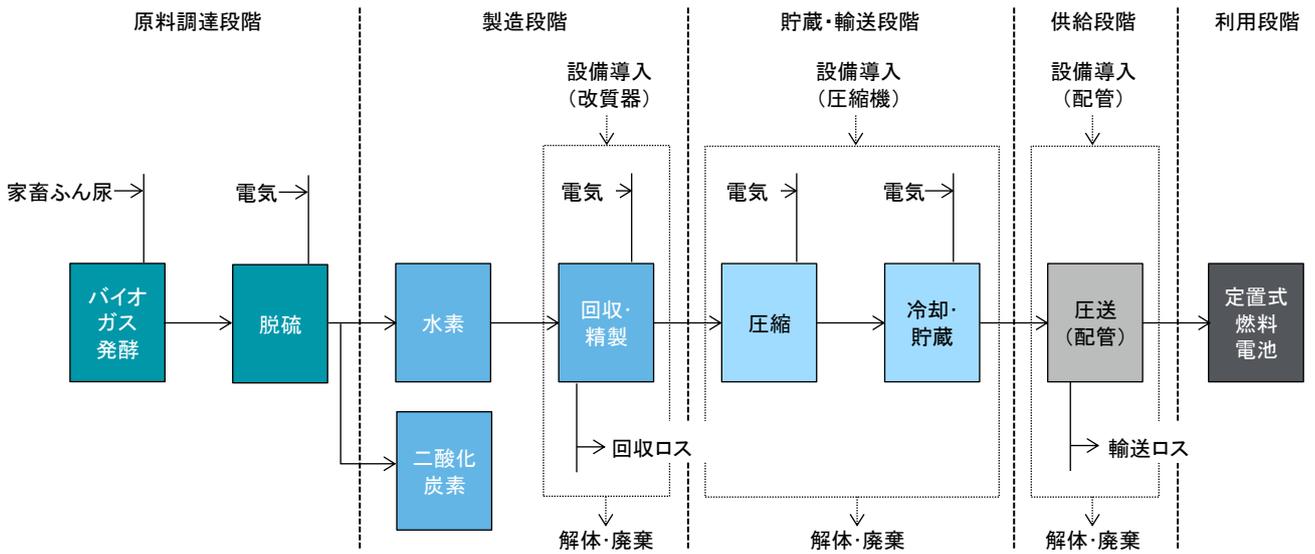


図 4-5 プロセスフローの作成例(バイオガス由来水素の定置式燃料電池利用)

4.5 比較対象システムの考え方

【要求事項】

- 評価対象システムが存在しなかった場合に普及したであろう製品のライフサイクルを比較対象システムとすること。なお、比較対象システムは評価対象システムと機能単位が同一である必要がある
- 評価対象システムのプロセスフローを定義し、比較を行う上での条件を明確化すること

【許容事項】

- 利用に係る比較対象システムについては、J-クレジット制度における方法論を参考にした考え方を採用してもよい

【解説・注釈】

- 比較対象システムの設定例として、以下のような分類が考えられる。
 - 市場で最も高いシェアを持つ製品システム
 - 業界平均を実現する製品システム
 - 自社の直近の旧製品システム
 - 法又は制度等による基準値を実現する製品システム
 - 新たな技術が開発された新たな技術によって代替される従来の製品システム

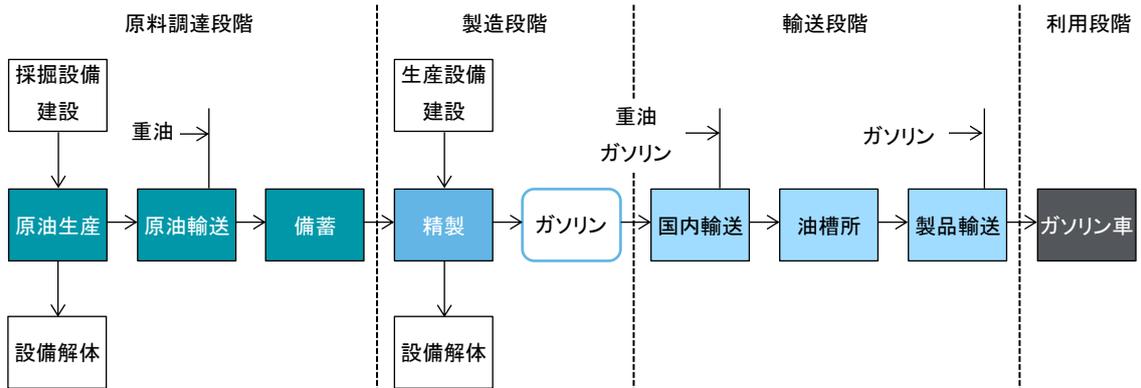


図 4-6 比較対象システムのフロー設定例(燃料電池車の比較対象としてのガソリン車)

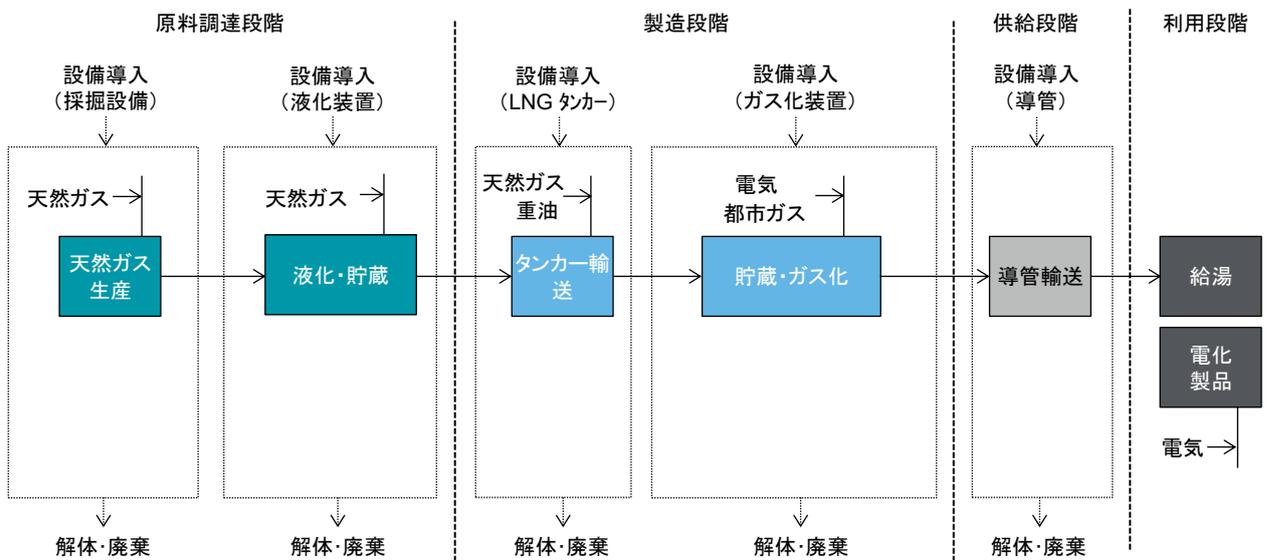


図 4-7 比較対象システムのフロー設定例
(定置式燃料電池コジェネレーションの比較対象としての系統電力とガス給湯器)

- ・ 利用に係る比較対象システムについては、J-クレジット制度における方法論を参考にした考え方を採用してもよいこととする(例:燃料電池自動車については「EN-S-012 電気自動車の導入」や「EN-S-029 天然ガス自動車の導入」、定置式燃料電池については「EN-S-007 コージェネレーションの導入」等)。

表 4-2 J-クレジット制度の考え方を基にしたベースラインの考え方

利用機器	機能	ベースライン(比較対象)	ベースラインの効率指標
燃料電池自動車	走行距離	同等クラスの ガソリン自動車	省エネ法に基づく燃費基準 値(※1)
定置用燃料電池 (家庭用)	電力量、 供給熱量	電力:系統電力 熱:ガス給湯器	電力:系統電力の排出係数 熱:ガス給湯器のうち、販売 シェアが大きい強制循環 式・屋外式の 80.4%(HHV) を活用
定置用燃料電池 (産業・業務用)	電力量、 供給熱量	電力:系統電力 熱:同等の出力のボイラー	電力:系統電力の排出係数 熱:評価対象年度の時点で 販売されている複数(原則と して、3 つ以上)のボイラー の平均値
燃料電池バス	走行距離	同等クラス(車両重量等)の ディーゼルバス	省エネ法に基づく燃費基準 値(※2)
燃料電池 フォークリフト	稼働時間	同等クラス(積載荷重量等) の燃料式又は電動フォーク リフト	評価対象年度の時点で販 売されている複数(原則とし て、3 つ以上)のフォークリ フトの平均値

※1ガソリン乗用自動車の燃費基準(2020年、JC08モード)

No	区分(車両重量 kg)	燃費基準値(km/L)
1	~740	24.6
2	741~855	24.5
3	856~970	23.7
4	971~1080	23.4
5	1081~1195	21.8
6	1196~1310	20.3
7	1311~1420	19.0
8	1421~1530	17.6
9	1531~1650	16.5
10	1651~1760	15.4
11	1761~1870	14.4
12	1871~1990	13.5
13	1991~2200	12.7
14	2201~2270	11.9
15	2271~	10.6

出所:国土交通省、自動車燃費目標基準について

※2 路線バス(乗車定員 11 人以上かつ車両総重量 3.5t 超の乗用自動車)の燃費基準(2015 年、重量車モード)

No	区分(車両重量 kg)	燃費基準値(km/L)
1	3.5~8	6.97
2	8~10	6.30
3	10~12	5.77
4	12~14	5.14
5	14~	4.23

出所:国土交通省、自動車燃費目標基準について

・ J-クレジット制度では、ベースラインを構成する標準的な設備の効率方法を、次のように定めている。

i) エネルギーの使用の合理化に関する法律(平成 23 年法律第 74 号)第 78 条に規定される基準(以下「トップランナー基準」という。)が設定されている設備の場合

イ) トップランナー基準を達成すべき年度(以下「目標年度」という。)がプロジェクト開始年度以降の場合(技術進展のすう勢がある場合)

・ 目標年度のエネルギー消費効率を、ベースラインとして想定する標準的な設備の効率とする。

プロジェクト開始年度より前の指標となるエネルギー消費効率(例えば、改正前の目標年度のエネルギー消費効率)が存在する場合は、当該エネルギー消費効率と目標年度のエネルギー消費効率の線形補間により、プロジェクト開始年度のエネルギー消費効率を推計し、これをベースラインとして想定する標準的な設備の効率とすることもできる。なお、プロジェクト開始年度より前の改正前の目標年度のエネルギー消費効率が複数存在する場合は、直近の改正前の目標年度のエネルギー消費効率を線形補間に用いなければならない。

※エアコン(業務用:平成 27 年度)及び自動車(平成 27 年度)等が該当する。

ロ) 目標年度がプロジェクト開始年度以前の場合(技術進展のすう勢がない場合)

目標年度のエネルギー消費効率を、ベースラインとして想定する標準的な設備の効率とする。※ストーブ(平成 18 年度)及びガス温水機器(平成 18 年度)等が該当する。

ii) トップランナー基準が設定されていない設備の場合

プロジェクト実施者が、新設される設備と同等の能力(容量又は機能等)を有する設備であって、プロジェクト登録の申請時点で販売されている複数(原則として、3 つ以上)の設備を選定し、その平均効率を設定する。その際、原則として、選定される複数設備はシ

エア等も踏まえて代表的なメーカーの設備から選ぶこととする。ただし、代表的なメーカーの設備効率にばらつきが大きい場合には、保守性の観点から効率の高いものを選ぶこととする。

- ・ 利用に係る機能単位については、「4.3 システム境界の考え方」で設定したものを利用すること(表 4-3)。

表 4-3 利用に係る機能単位の設定例

	燃料電池自動車	定置式燃料電池
評価対象	✓ 燃料電池自動車で 10 年間 10 万 km 走行した場合の水素燃料消費に伴う温室効果ガス排出量	✓ 定置式燃料電池を 10 年間通年運転した場合の水素燃料消費に伴う温室効果ガス排出量
比較対象	✓ 普通自動車で 10 年間 10 万 km 走行時のガソリン消費に伴う温室効果ガス排出量	✓ 定置式燃料電池を 10 年間通年運転した場合に得られる熱及び電力を、ボイラー及び系統電力から得る場合に発生する温室効果ガス排出量

5. 活動量データの収集・設定

5.1 活動量データの収集

【要求事項】

- プロセスフロー図に記述した各プロセスに関して、プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境(大気等)への排出物の排出量を明らかにし、データを収集すること

【推奨事項】

- 各プロセスの該当事業者がデータの収集及び算定を行うことが望ましい

【解説・注釈】

- 収集するデータは以下の項目が該当する。
 - 各プロセスにおいて投入されるエネルギー、及びその他投入物
 - 各プロセスに関する全ての共産物・副産物・直接的な大気排出物
 - 各プロセスに関する製造機器、建築物、及びその他の資本財、廃棄物
- 活動量データの収集例を表 5-1 に示す。

表 5-1 活動量データ収集例(1MJ 当たり)

段階	小プロセス	入出力	品名	活動量	単位
原料調達	原料調達	入力	メタノール	〇〇	t
	輸送	入力	ガソリン	〇〇	ℓ
製造	反応	入力	水酸化カリウム	〇〇	t
		入力	上水	〇〇	m ³
		入力	電力	〇〇	kWh

5.1.1 原料調達段階

【要求事項】

- 原料調達にかかるプロセス(設備導入・運用、輸送、廃棄等)を明確にし、それらにまつわる全ての活動量データを明らかにすること
- 廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガス排出量又は新たに発生する温室効果ガス排出量は、定量化しその増減分を評価対象システムにおいて考慮すること

【解説・注釈】

- 輸送については、原料の発生地点から水素の製造地点までの輸送が対象となる。
- 事業の計画や実情を加味して、片道分又は往復分を考慮する(空荷で戻ることが多い場合には往復分を考慮する)。
- 廃棄物を原料とする場合に回避される温室効果ガス排出量又は新たに発生する温室効果ガス排出量の例として、以下のようなものが考えられる。
 - バイオガス原料である家畜糞尿を放置することで発生するメタンガス
 - バイオガス原料である下水汚泥の焼却プロセスで発生する温室効果ガス
 - 開放式の嫌気処理タンクにより大気に放出されるメタンガス

5.1.2 製造段階

【要求事項】

- 製造にかかるプロセス(設備導入・運用、廃棄等)を明確にし、それらにまつわる全ての活動量データを明らかにすること
- 製造段階における活動量データの収集にあたっては、以下の点を考慮すること
 - 副資材の投入を含むものとする
 - 原料の貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力、熱等の投入を含むものとする
 - 製造プロセスにおける副産物や廃棄物の発生を含むものとする
 - 製造した水素の回収にあたり回収ロスが発生する場合は、ロス分を考慮する

【許容事項】

- 発生した温室効果ガスを回収・隔離(置換)する場合、排出量から控除してもよい。ただし、短期間で放出されることが明らかな場合は除く

【解説・注釈】

- 製造設備の建設に関わる温室効果ガス排出量を考慮するにあたっては、以下の点に配慮する。
 - 設備の使用期間(計算上の割戻期間)は、当該設備の設計上の実耐用年数又は法定耐用年数が考えられる。算定結果を実態に近づける観点から実耐用年数の使用が望ましい。
 - 建設の個別プロセスを投入物等に細分化することは容易ではないと考えられることから、工種別の建設費に産業連関法による排出原単位を乗じて算定する。

5.1.3 貯蔵・輸送段階

【要求事項】

- 製造設備から供給施設までの輸送にかかるプロセスを明確にし、それらにまつわる全ての活動量データを明らかにすること
- 輸送にあたり圧縮又は液化等を行う場合、それにかかるエネルギー投入量を考慮すること
- 輸送設備(トラック、コンテナ、ローリー等)への充填にあたり、充填ロスが発生する場合は、ロスを考慮すること

【解説・注釈】

- 考慮する輸送については、水素の製造地点から供給地点までである。

5.1.4 供給段階

【要求事項】

- 供給施設への受け入れから利用機器への充填までのプロセスを明確にし、それらにまつわる全ての活動量データを明らかにすること
- 利用機器への充填にあたり、充填ロスが発生する場合は、ロスを考慮すること
- 供給施設で一時貯蔵する場合、貯蔵にかかるエネルギー投入量を考慮すること

5.1.5 利用段階

【要求事項】

- 設定した機能単位に基づき、水素利用時の温室効果ガス排出量を算定すること

【解説・注釈】

- 設定した機能単位に基づきデータを収集し、温室効果ガス排出量の算定を行う。

5.2 収集データの精度

【要求事項】

- LCA 実施者は、設定した目的を踏まえつつ、収集するデータの精度を高めるように配慮すること

【推奨事項】

- 特に、温室効果ガス排出量に大きな影響を与えるプロセスについては、高い精度でデータを収集するのが望ましい

【解説・注釈】

- 高い精度のデータを収集することを目的に、一次データの収集範囲及び確保すべきデータ品質については、以下のことに配慮する。

(1) 自主的な活用

- 一次データの収集範囲

LCA の結果に大きな影響を与えうるフォアグラウンドシステム及び実施者が所有する設備については、一次データを収集する。

ただし、算定目的に照らし重要度が低い場合又は収集が困難である場合は、設計値や類似データを使用する。その場合、置き換える対象をプロセスフロー上で示した上で、置き換えたデータの名称、出典及び理由を明記する。

- データ品質

データ品質は以下条件を満たすことを原則とする。

時間的有效範囲: 2 年

地理的有效範囲: 国内

技術的有效範囲: 当該製品の製造技術

精度、完全性、整合性の記載は任意とする。

なお、これらの品質項目については、第三者による評価を行うことが望ましい。

(2) 補助金事業等への活用

- 一次データの収集範囲

製造・輸送における電力・燃料等のエネルギー消費量、輸送時の燃料消費量データを原則、収集する。それら以外のプロセスについても、可能な限り一次データを収集する。

ただし、算定目的に照らし重要度が低い場合や、収集が困難である場合は、設計値や類似データを使用する。その場合、置き換えたデータの名称、出典及び理由を明記する。

- データ品質

データ品質は以下条件を満たすことを原則とする。

時間的有効範囲: 2 年

地理的有効範囲: 国内

その他の品質項目の記載は任意とする。

- ・ LCA 実施者は水素燃料の LCA について、どのプロセスがどの程度の影響を与えるかを把握しておくことが重要である。
- ・ どのプロセスの温室効果ガス排出量が大きな影響を与えるかについては、LCA 実施前の予想が必ずしも正しくない場合もある。そのため、まずは産業連関表のデータを使用して LCA を概算し、その後、影響の大きなプロセスを中心にデータの精度を高めるといった方法も有効である。

5.3 配分

5.3.1 配分の方法

【要求事項】

- プロセスの細分化又はシステム境界の拡張により、配分を回避することを原則とするが、やむを得ず配分を行う場合は、適切な配分方法を適用し、その配分方法を明記すること

【許容事項】

- 配分を行う場合、物理パラメータ(熱量、重量、物質量等)による配分を優先するが、物理パラメータによる配分が不適切である場合、その他関係を反映する方法(市場価値等)による配分をしてもよい

【解説・注釈】

- ISO14044 における配分の考え方を以下に示す。

STEP1: 可能な場合は、次によって配分を回避することが望ましい。

- 1) 配分対象の単位プロセスを二つ以上の数の小プロセスに細分割して、これらの小プロセスに関連するインプット及びアウトプットのデータを収集する。
- 2) データの単位プロセス及び機能単位への関連付けの要求事項を考慮して、共製品に関する追加機能を含めるよう製品システムを拡大する。

STEP2: 配分が回避できない場合、システムのインプット及びアウトプットを、異なる製品又は機能の間でそれらの間に内在する物理的な関係を反映する方法で分割して配分することが望ましい。すなわち、そのシステムによって提供される製品又は機能の量的な変化に伴って、インプット及びアウトプットが変化するような方法であることが望ましい。

STEP3: インプット及びアウトプットは、製品と機能との間でその他の関係を反映する方法によって、配分することが望ましい。例えば、環境上のインプット及びアウトプットのデータは、共製品の間で、製品の経済価値に比例させて配分してよい。

- ISO14044 に示されるとおり、配分は避けることが LCA の基本であることから、分割できるプロセスは全て分割することを原則とする。

[STEP1 1)単位プロセスの細分化例]

2 種類の製品 A・製品 B が1つの工程から生産される場合、A・B のインベントリデータを詳細に把握することによって配分を回避することが望ましい。

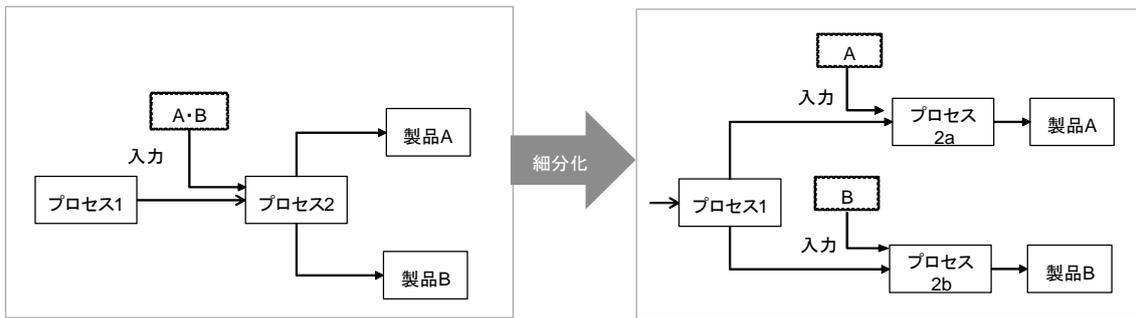


図 5-1 単位プロセスの細分化による配分の回避例

[STEP1 2)システム境界の拡張例]

一つの調査対象システムから製品 A・B の二つの製品が生産される場合、代表的な代替システムから生産される製品 B を差し引くことで、製品 A を生産する目的のシステムを導出し、配分を回避する。

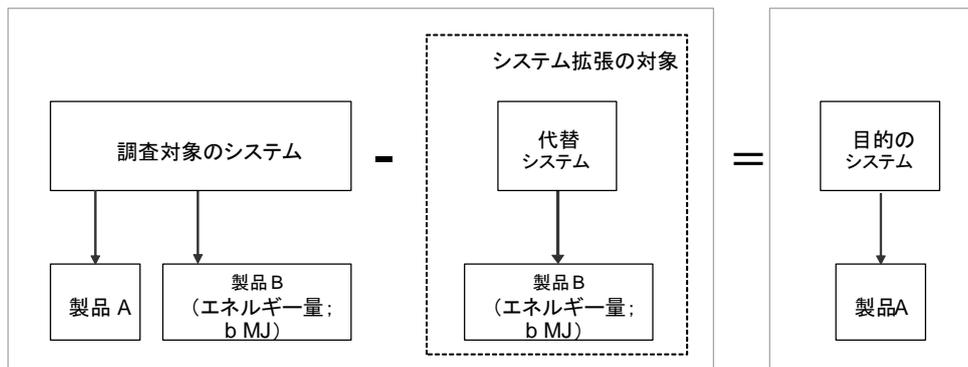


図 5-2 システム境界の拡張による配分の回避例

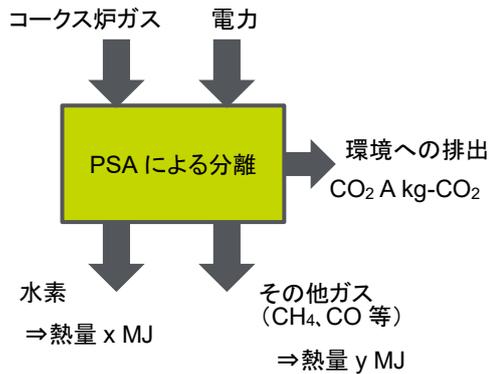
- ・ プロセス分割によって配分が回避できない例としては、以下等が考えられる。
 - 鉄鋼プラントにおける副生水素生成時
 - 廃プラスチックからの水素回収工程で生じる二酸化炭素の回収利用
- ・ 配分は共製品間で可能であり、共製品に該当するかどうかは、共製品の生産及び販売状況（プラントの目的生産物か、外販されているか等）を踏まえて判断する。共製品に該当する例としては、以下が考えられる。
 - 廃プラスチックからの水素回収工程で生じる炭酸製品
- ・ 本ガイドラインの評価対象の水素は密度が小さいため、重量による按分では水素を過小評価してしまうおそれがある。そのため、以下の方法が適切であると考えられる
 - 共製品が全てエネルギーである場合は、熱量按分法。
 - 共製品がそれ以外の場合、物質質量按分法。
- ・ 水電解プロセスにおいて発生する酸素が有価物として回収されている場合は、共製品に該当し配分の対象となる。

表 5-2 各種配分方法の特徴と算定方法

方法	特徴	配分方法	配分割合の算定方法
熱量按分法	副産物がエネルギー源である場合には有用。ただし、マテリアル利用されるものである場合にはあまり意味をなさなくなる	水素燃料および副産物の熱量比による	製造される水素燃料と副産物の熱量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する
重量按分法	生産物が気体やエネルギーである場合、配分が困難	水素燃料および副産物の重量比による	製造される水素燃料と副産物の重量比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する
物質質量按分法	化学反応プロセスにおける配分や生産物が気体である場合に有効	水素燃料および副産物のモル数比による	製造される水素燃料と副産物のモル数比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する
市場価値按分法	市場価値は様々な外的要因によって変化しうるため、一貫性のある評価は困難	水素燃料および副産物の市場価値比による	製造される水素燃料と副産物の市場価値比によって本プロセスから発生する温室効果ガス排出量を配分する。なお、将来の市場価値を想定する場合には想定根拠を示す必要がある

(参考) 熱量による GHG 排出量の配分例

製鉄プロセスにおけるコークス炉で発生するコークス炉ガスには多くの水素が含まれ、PSA による分離回収により水素が得られる。水素生成時のその他の生成ガスがメタン、一酸化炭素等であることから、熱量による配分を行う。その配分例を以下に示す。



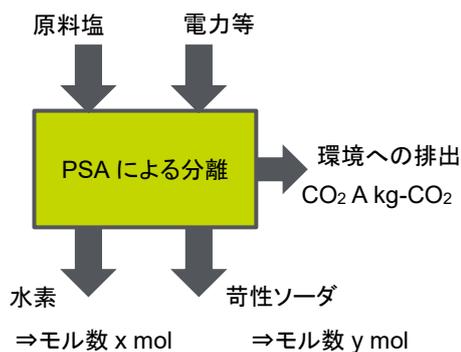
熱量按分による配分

CO₂ 排出 A kg-CO₂ を生成物の熱量比に応じて配分

- 水素 (x MJ) : $A \cdot x / (x+y)$ kg-CO₂
- その他ガス (y MJ) : $A \cdot y / (x+y)$ kg-CO₂

(参考) 物質質量による GHG 排出量の配分例

食塩電解プロセスでは、化学反応により苛性ソーダと水素が発生する。水素はエネルギー源であるが、苛性ソーダはエネルギー源ではないため、熱量による配分は適さない。また、重量による配分は水素が相対的に苛性ソーダより軽いため、水素の環境負荷を過小評価してしまう可能性がある。そこで、発生した生成物のモル数により配分を行う。その配分例を以下に示す。



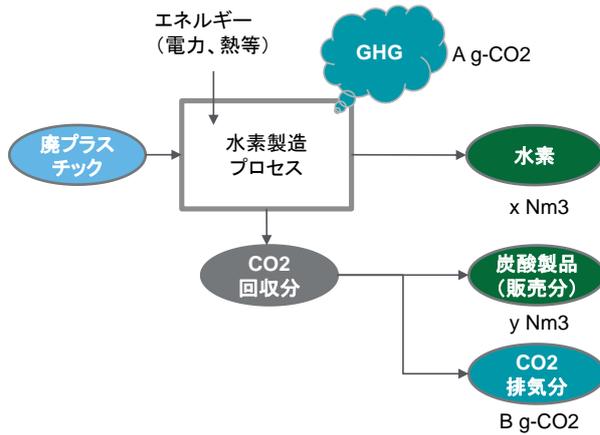
物質質量按分による配分

CO₂ 排出 A kg-CO₂ を生成物のモル数比に応じて配分

- 水素 (x mol) : $A \cdot x / (x+y)$ kg-CO₂
- 苛性ソーダ (y mol) : $A \cdot y / (x+y)$ kg-CO₂

(参考)水素製造時に生じる CO₂ を炭酸製品として販売する場合の配分例

廃プラスチックを使った水素製造プロセスにおいて生じる CO₂ を回収し炭酸製品として販売する場合、販売分を共製品として水素製造プロセスから生じる温室効果ガスを割り当てる。ただし、回収した CO₂ の内、製品化せず排気してしまった CO₂ については水素製造プロセスのから生じる温室効果ガスとして取り扱う。以下にその配分例を示す。



配分例
 CO₂ 排出 A+B g-CO₂ を水素と炭酸製品 (販売分) の標準体積比 (モル数比) に応じて配分

- 水素 (x Nm³) : $(A+B) \frac{x}{(x+y)} \text{ g-CO}_2$
- 炭酸製品 (y Nm³) : $(A+B) \frac{y}{(x+y)} \text{ g-CO}_2$

5.3.2 感度分析の実施

【要求事項】

- 配分を行った際には、感度分析を行うこと
- 感度分析を行うにあたっては、以下の手順を踏むこと
 - ① 結果に対して大きなインパクトを与えうるいくつかのパラメータを特定する
 - ② パラメータが採り得る最大値／最小値を特定する
 - ③ パラメータを変化させ、それによる結果へのインパクトを記録する

【解説・注釈】

- ISO14044 には、感度分析の対象として、以下の 1)～11) に示す例が提示されている。

感度分析(感度点検)は、前提条件、方法及びデータの変動が結果に及ぼす影響を判断しようとするものである。主に、特定された事項の中で最も重要なものの感度が点検される。感度分析の手順とは、ある所定の前提条件、方法又はデータを使って得た結果を、変更された前提条件、方法又はデータを使って得た結果と比較することである。

感度分析では、一般に、前提条件及びデータをある範囲(例えば、±25%)で、変動することによって得られる結果に及ぼす影響を点検する。両方の結果は、その後、比較される。感度は、変化の百分率、又は結果の絶対偏差で表すことができる。これに基づいて、結果の重大な変化(例えば、10%以上)を特定することができる。

さらに、感度分析の実施は、目的及び調査範囲を設定するときに要求されるか、又は経験若しくは前提条件に基づいて調査中に決定される。次に挙げる前提条件、方法又はデータの例では、感度分析が有用と思われる。

- 1) 配分のための規則
- 2) カットオフ基準
- 3) 境界の設定及びシステムの定義
- 4) データに関する判定及び前提条件
- 5) 影響領域の選択
- 6) インベントリ結果の割り振り(分類化)
- 7) 結果として得られた領域指標の計算(特性化)
- 8) 正規化データ
- 9) 重み付けデータ
- 10) 重み付け方法
- 11) データ品質

5.4 カットオフ基準の考え方

【推奨事項】

- 水素サプライチェーンの温室効果ガス排出量の評価においては、原則、カットオフを行わず代替データ等を用いて算定を行うことが望ましい

【許容事項】

- データの収集が困難であり水素サプライチェーンの供給段階までの温室効果ガス総排出量に対して 1%未満となる項目については、カットオフしてもよい。ただし、カットオフ項目については感度分析を実施し、1%未満となる蓋然性が高いことを確認することとし、カットオフされた項目は明記すること

【解説・注釈】

- カットオフ基準について ISO14040 シリーズに明確な基準はないが、温室効果ガス総排出量に対して 5%未満となるかどうかをカットオフ基準として設定しているガイドラインが見受けられる。しかしながら、昨今の LCA においては、データベースが充実してきたこともあり、欠損データ等に対して代替データを用いることが一般的になりつつある。このため、本ガイドラインでは事業者の算定負担を軽減する観点と昨今のデータベースの充実を踏まえ、水素サプライチェーンの温室効果ガス総排出量に対して 1%未満をカットオフ基準と設定することとする。
- カットオフ基準を適用する手順としては以下が想定される。
 - システム境界内にあるすべての入出力データを把握
 - 把握した入出力データを、設計値等を用いて水素サプライチェーンの温室効果ガス総排出量を試算
 - 試算結果を基にカットオフしたい項目を選択し、感度分析を実施。カットオフしたい項目が 1%未満となる蓋然性が高いことを確認
 - カットオフする項目を明示
 - カットオフする項目以外のデータを収集し、LCA を実施

6. 温室効果ガス排出量原単位データの収集・設定

6.1 地球温暖化対策法に基づく排出係数の利用

【要求事項】

- 系統電力に関する原単位データを明確に設定するとともに、出所を明記すること
- 系統電力消費は、原則として「温室効果ガス算定・報告・公表制度」で報告されている全電源ベースの排出係数(代替値)を使用すること

【推奨事項】

- ライフサイクルを考慮した排出係数が入手できる場合は、それを使用することが望ましい

【許容事項】

- 再生可能エネルギー電力を含む電力を特定の電気事業者から購入している場合は、その事業者の調整後排出係数の使用を認める

【解説・注釈】

- ライフサイクルを考慮した排出係数を用いるのが望ましいが、ライフサイクルを考慮した排出係数が電力事業者別に公表されていないことから、地球温暖化対策推進法に基づく排出係数を用いることを基本とする。
- 排出係数は毎年度更新されるので、最新のデータを用いることに留意する。
※参考:<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>
- 必要に応じて火力電源ベースの排出係数の使用もありうるが、その際は、理由と根拠を明確にすることが必要である。
- 特定の再生可能エネルギー設備からの電力や燃料を利用する場合は、補助金申請書・第三者機関による認証証明書等により、証明を行うことが必要である。
- コージェネレーションや自家発電等を利用する場合は、電気事業法に基づく工事計画書や適合証明書等により、証明を行うことが必要である。

6.2 LCI データベースの利用

6.2.1 LCI データベース利用の優先順位

【要求事項】

- 一次データの収集が困難な場合のデータベース等の利用の優先順位は以下のとおりとする
 - ① 積み上げ法に基づく LCI データベースの参照値
 - ② 産業連関法に基づく参照値
- データ欠損が生じた場合は、既存の関連性の強い研究より関連データを適用し、概算を行うこと

【許容事項】

- 再生可能エネルギーの発電設備の資本財に係る GHG 排出量は、積み上げ法で算定された参照値を用いることを認める
- また、製造段階から供給段階の資本財に係る GHG 排出量は、積み上げ法で算定に基づく LCI データベースを利用するが望ましいが、産業連関法に基づく原単位での算定を認める

【解説・注釈】

- 投入物の排出原単位に関して、どのデータベースを使用するかによって LCA の結果が変わるため、排出原単位設定の優先順位を規定することとする。
- LCA では投入物等に関するプロセスデータが入手可能な場合には、そこまで掘り下げて検討を行うべきであるが、通常は、自らが直接的に関与できるプロセス以外のデータの入手は容易ではない。そのため、何らかのデータベースを参照することが一般的である。排出原単位のデータベースとしては、積み上げ法に基づくものと産業連関表に基づくものがあり、各々に利点・課題がある。また、これらを組み合わせた活用(ハイブリッド)も利用されている。
- データ欠損が生じた場合は、既存の関連性の強い研究等から関連するデータを適用し概算を行うことを基本とするが、その場合は、できる限り保守的な過程や前提条件の下で推計を行うことに留意する。その際、最終的な分析結果の質を低下させるようなデータを使用してはならない。また、LCA の結果に大きな影響を及ぼすデータをゼロデータとして扱わないことに留意する。

- 再生可能エネルギーの発電設備の資本財に係る GHG 排出量は、積み上げ法で算定された用いた参照値としては、例えば以下が該当する。
- 以下の参考値を採用する場合、運用分に係る GHG 排出量はユーティリティ由来と解釈でき、構築分に係る GHG 排出量は資本財由来と解釈することができる。このため、運用分を用いて算定した結果はユーティリティ由来の排出量として表示し、構築分を用いて算定した結果は資本財由来の排出量として表示する必要がある。

(参考)主な再生可能エネルギーの温室効果ガス排出原単位

再生可能エネルギー	温室効果ガス排出量 [g-CO2/kWh]		
	合計	運用分	構築分
陸上風力発電(1,000kW 級)	24.7	7.1	17.6
陸上風力発電(300kW 級)	29.2	8.1	21.1
太陽光発電(事業用/1MW)	57.9	11.1	46.7
太陽光発電(住宅用)	38.0	7.8	30.2
地熱発電	13.1	7.6	5.5
水力発電	10.9	3.6	7.2

出所: 今村栄一, 長野浩二(2010)「日本の電力発電技術のライフサイクル CO2 排出量評価」, (財)電力中央研究所

表 6-1 LCI データベース(積み上げ法、産業連関法)の特徴

手法	積み上げ法	産業連関表
概要	対象となる製品のライフサイクルのプロセスごとの環境負荷項目を調査し、定量的に分析して積み上げていくことで算出する手法。欧米では積み上げ法によるデータ作成が主流となっている	産業連関表を活用して製品やそれを構成する部品・原料等による環境負荷を理論的に算出する手法。産業連関表とは、一国の産業・商品を部門ごとに分類し、部門間での 1 年間におけるサービスの流れ、投入量、産出量の関係を金額ベースで一覧表にまとめたものである。産業連関法を用いることで、対象となる製品に関する投入量を間接的なものも含めて理論的には全て遡って算出することが可能となる
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・ インベントリデータの作成根拠が明確 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価対象範囲の拡大が図れる ・ データの客観性が高い ・ 整合性の高い評価が可能
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロセス調査に限界があり、全プロセスを網羅するのは困難(プロセスの関連をどこで打ち切るかについて差異が生じる結果、打ち切り誤差が含まれる) ・ 実施機関により異なるデータとなり作成手法の信頼性・透明性の担保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 産業連関表の分類が 400~500 程度であり個々の製品の分析ができない ・ 金額ベースで算出するため、個々の物質に基づく厳密解ではない ・ 製造プロセスが不明なためプロセス分析を行うことができない ・ 産業連関表が国レベル整備されているため、輸出入を含む場合の取り扱いが困難

6.2.2 活用可能なデータベース

【要求事項】

- 時間的、地域的、技術的な条件において、一次データと一貫性を有するデータベースを使用すること
- 上記を満たすデータベースが得られない場合は、他のデータベースの利用も可とするが、その場合は当該データベースの内容を明らかにすること

【解説・注釈】

- 主要な LCI データベースの概要を表 6-2 に示す。

表 6-2 主な LCI データベースの概要

名称	開発者	概要	備考
IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis)	産業技術総合 研究所 産業環境管理 協会	統計情報によるデータと積み上げデータをハイブリッドしたインベントリデータベース。3800 以上の世界最大級の単位プロセスデータセットを搭載し、統計資料等に基づいた階層構造を持つ分類体系のもと 43 の産業分野の製品・サービスを網羅している。また、すべての単位プロセスデータで地球温暖化に関する主要な基本フロー (CO ₂ 、CH ₄ 等) を考慮しており、可能な限り単位プロセスのメタデータを記述してあり信頼性の高いデータ品質評価が可能である。	有償
GLIO (Global link input-output)	国立環境研究 所	グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位。産業連関表を用いて算出した「3EID」のシステム境界を日本国内から世界 231 の国や地域を含むグローバルなシステム境界へと拡張したものの。従来の 3EID の国産技術仮定による原単位 ((I-A) ⁻¹ 型) と比較すると、サプライチェーンを通じて国内外で発生している環境負荷量をより実態的に捉えた原単位となっている。	無償
LCA データベース (LCA 日本 フォーラム)	54 工業会 (産業環境管理 協会で管理)	54 工業会から自主的に提供された「Gate to Gate」のインベントリデータ約 250 品目、LCA プロジェクトで収集した調査インベントリデータ約 300 品目、環境排出物質 14 (CO ₂ 、CH ₄ 、等) を収録している。	会員のみ 閲覧可能
Easy-LCA データベース (Easy-LCA 搭載データベース)	東芝	製品の設計時に製品の環境影響を定量評価し、科学的に分析・改善に結び付けていくライフサイクルアセスメント (LCA) を効率的に実施する支援ツール。機能として、①製品のユニット別、部品別に環境負荷量を定量評価、②旧製品と新製品の比較機能、③CO ₂ 、NO _x 、SO _x をはじめ、30 種類のインベントリ評価、④インパクト評価がある。	有償

7. 温室効果ガス排出量の評価

7.1 温室効果ガス排出量の算定方法

【要求事項】

- 温室効果ガス排出量は、下式により算定する

$$\text{温室効果ガス排出量} = \Sigma \{ \text{GWP} \times (\text{活動量} \times \text{排出原単位}) \}$$
- GWP は、最新の IPCC 報告書に記載された数値(100年係数)を用いること
※ GWP(Global Warming Potential 地球温暖化係数): 温室効果ガスの温室効果をもたらす程度を CO₂の当該程度に対する比で示した係数
- 算定結果は、原料調達、製造、貯蔵・輸送、供給、利用に分けて報告すること
- 資本財由来の温室効果ガス排出量の算定結果は、ユーティリティ由来の温室効果ガス排出量の算定結果と分けて報告すること
- 算定結果を報告する場合、利用段階の資本財に係る排出が含まれていない旨を注記すること

【解説・注釈】

- 本ガイドラインでは、資本財由来の温室効果ガス排出量の算定結果とユーティリティ由来の温室効果ガス排出量では算定精度が異なることから、算定結果を分けて報告することとする。
- 現段階では利用段階の資本財については、製造等に係る精緻な温室効果ガス排出量の算定が困難であるため、暫定的に利用機器の製造等に係る温室効果ガス排出についてはシステム境界外とした。利用段階の機器の製造等に係る排出が含まれていない旨の注記を求めることとする。
- 本ガイドラインでは、地球温暖化対策を最終的な目的としているため、環境影響評価を行う領域は「地球温暖化」とし、2011年の気候変動枠組条約第17回締約国会議(COP17)及び京都議定書第7回締約国会議(CMP7)において削減対象の温室効果ガスとして合意された、【二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、三フッ化窒素(NF₃)】の7項目を基本的な評価対象とする。ただし、調査の目的に応じて、地球温暖化以外の影響領域について追加的に評価・報告を行うことも可能である。
- GWP は、最新の IPCC 報告書に準拠すること。なお、本ガイドライン発行時点においては、第5次報告書が最新であり、その中での GWP は表 7-1 のとおりである。

表 7-1 地球温暖化に関する特性化係数

物質名称	化学式	GWP (AR5 [100 年値])
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	28
Nitrous oxide	N ₂ O	265

HFC		
HFC-23	CHF ₃	12,400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-41	CH ₃ F	116
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3,170
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1,120
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,300
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	328
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4,800
HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	16
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	4
HFC-227ea	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	3,350
HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1,210
HFC-236ea	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1,330
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8,060
HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	716
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	858
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	804
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCH ₂ CF ₂ CF ₃	1,650

NF ₃ 、SF ₆ 、PFC		
Nitrogen trifluoride	NF ₃	16,100
Sulphur hexafluoride	SF ₆	23,500
PFC-14	CF ₄	6,630
PFC-116	C ₂ F ₆	11,100
PFC-c216	c-C ₃ F ₆	9,200
PFC-218	C ₃ F ₈	8,900
PFC-318	c-C ₄ F ₈	9,540
PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	9,200
PFC-41-12	n-C ₅ F ₁₂	8,550
PFC-51-14	n-C ₆ F ₁₄	7,910
PFC-91-18	C ₁₀ F ₈	7,190

出所: IPCC 第 5 次報告書

7.2 比較対象システムにおける温室効果ガス排出量

【要求事項】

- 比較対象システムで用いる燃料の温室効果ガス排出原単位を明確に設定し、その出所を明記すること
- 比較対象システムのエネルギー消費量、エネルギー効率等を基に、利用時の温室効果ガス排出量を算定すること

【解説・注釈】

- 本ガイドラインにおける比較対象項目として以下が挙げられる。
 - 原料調達～供給段階
ライフサイクルを考慮した化石燃料の温室効果ガス排出原単位
 - 利用段階供給段階
同一の機能を持つ従来型の燃料消費機器利用時の温室効果ガス排出量

7.3 温室効果ガス排出削減効果の評価方法

【要求事項】

- 温室効果ガス排出削減効果は、以下のいずれかの方法により評価する
- ① 排出削減量 = 比較対象システムの排出量 - 評価対象システムの排出量
- ② 排出削減率 = (比較対象システムの排出量 - 評価対象システムの排出量) ÷ 比較対象システムの排出量

【解説・注釈】

- 温室効果ガス排出削減効果については、利用段階のみに着目するのではなく、サプライチェーン全体を考慮した削減効果を評価することを基本とする。

8. 本ガイドラインにおけるレビュー

【要求事項】

- LCA 実施者は、自らの所属団体に内部レビューを実施すること

【推奨事項】

- 評価結果を一般公開する場合は、併せて外部レビューを実施することが望ましい

【解説・注釈】

- レビューはデータの選択又は結果等が LCA 実施主体にとって過度に有利でないかを確認し、LCA の結果を客観的に評価し信頼性を高める手続きとして位置づける。
- 内部レビューは、表 8-1 に例示するようなチェックリストを基に行うこと。

表 8-1 内部レビューにおけるチェックリスト(例)

		レビュー年月日		平成〇〇年〇月
		レビュー実施者		〇〇〇〇
章	タイトル	項目		Check
3	LCA 調査の目的	3.1	LCA の実施目的、算定結果の用途及びその伝える相手を設定したか？	<input type="checkbox"/>
		3.2	供給する水素の原料・製造方法、及び用途を明確に記載したか？	<input type="checkbox"/>
		3.3	LCA の実施主体を設定したか？	<input type="checkbox"/>
		3.4	LCA の実施手順を設定したか？	<input type="checkbox"/>
4	算定事業モデルの設置とプロセスフローの明確化	4.1	算定対象の事業モデルを設定したか？	<input type="checkbox"/>
		4.2	計量可能な機能単位を適切に設定したか？	<input type="checkbox"/>
		4.3	調査目的と整合したシステム境界を設定したか？	<input type="checkbox"/>
		4.4	対象の製品システムのプロセスフロー図を作成したか？	<input type="checkbox"/>
		4.5	比較対象システムは適切に選定されているか？	<input type="checkbox"/>
5	活動量データの収集・設定	5.1	プロセスごとのエネルギーや投入物の消費量、廃棄物や環境(大気等)への排出物に係るデータを収集したか？	<input type="checkbox"/>
		5.1.1	原材料調達段階におけるデータを適切に収集したか？	<input type="checkbox"/>
		5.1.2	製造段階におけるデータを適切に収集したか？	<input type="checkbox"/>
		5.1.3	貯蔵・輸送段階におけるデータを適切に収集したか？	<input type="checkbox"/>
		5.1.4	供給段階におけるデータを適切に収集したか？	<input type="checkbox"/>
		5.2	高い精度のデータが収集されているよう留意されているか？	<input type="checkbox"/>
		5.3.1	配分が回避されるよう、プロセスは可能な限り細分化されているか？	<input type="checkbox"/>
		5.3.2	配分が必要な場合、感度分析を行い適切に配分されているか？	<input type="checkbox"/>
6	温室効果ガス排出量原単位データの収集・設定	6.1	地球温暖化対策法に基づく排出係数は最新のデータが使用されているか？	<input type="checkbox"/>
		6.2.1	LCI データベース利用の優先順位は守られているか？	<input type="checkbox"/>
		6.2.2	使用する LCI データベースは精度が担保され、かつ、最新のものとなっているか？	<input type="checkbox"/>
7	温室効果ガス排出量の評価	7.1	評価対象システムの温室効果ガス排出量の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/>
		7.2	比較対象システムの温室効果ガス排出量の評価は適切に行われているか？	<input type="checkbox"/>
		7.3	温室効果ガス排出削減効果を適切に算定しているか？	<input type="checkbox"/>