



GREENHOUSE GAS PROTOCOL

GHGプロトコル農業ガイダンス

企業会計報告基準の農業分野への解釈



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE



wbcasd

www.ghgprotocol.org

GHGプロトコル農業ガイダンス

内容

第1章：はじめに	5
1.1 農業と気候変動	5
1.2 温室効果ガスプロトコルとは？	6
1.3 なぜ農業指導なのか？	7
1.4 このガイダンスは誰が使うべきですか？	9
1.5 本ガイダンスとコーポレートスタンダードの関係.....	10
1.6 本ガイダンスとGHGプロトコル製品基準との関連は？	15
1.7 このガイダンスは、GHGプロジェクト・プロトコルとどのような関係があるのですか？ 16	
1.8 このガイダンスはどのように作成されたのですか？	16
第2章：ビジネスの目標	17
2.1 事業目標の概要	17
第3章 原理	22
3.1 原則の概要	22
第4章 農業排出源の概要	24
4.1 農業用ソースの概要	24
4.2 農業用個別音源	27
4.3 ファームゲートを越えるオフサイトの排出源.....	32
第5章 インベントリ・バウンダリの設定	34
5.1 組織の境界を設定する	34
5.2 オペレーションバウンダリーの設定	37
第6章 GHGフラックスの経時的な追跡	42
6.1 ベース期間の設定	42
6.2 基準期間の棚卸資産の再計算	44
第7章 GHGフラックスの計算	46
7.1 アクティビティデータの収集.....	47

GHGプロトコル農業ガイダンス

7.2	データ収集努力の優先順位付けのためのガイダンス	50
7.3	計算方法の選択	52
7.4	活動量とGHGフラックスデータの不確実性	58
第8章 カーボンストックの会計処理		60
8.1	インベントリにフラックスとストックのデータを含めること	60
8.2	C銘柄別の報告書作成推奨度	61
8.3	炭素蓄積量の経年変化のアモルファス化	64
第9章 GHGデータの報告		70
9.1	必要な情報	70
9.2	農業GHGフラックス報告のための最小限の、ベストプラクティス、推奨事項 ..	71
9.3	報告される可能性のある追加情報	73
9.4	農業オフセットと再生可能エネルギープロジェクト	74
付録I: パフォーマンス指標		77
付録II: 炭素ストックへの/からの CO₂ フラックスのアモルティ化		83
付録III: 農業GHGフラックス算出のためのツール		88
略語 97		
用語解説	98	
参考文献	102	

GHGプロトコル農業ガイダンス

GHGプロトコルの出版物における用語の注意点

GHGプロトコルは、報告要件と推奨事項を示すために特定の用語を使用している。本ガイダンスでは、GHGインベントリがGHGプロトコルの企業会計報告基準に準拠するために必要なことを示すために、「shall」という用語を使用している。すべき（should）」という用語は、推奨事項を示すために使用されるが、要求事項ではない。可能性（may）」という用語は、許容される、または許可される選択肢を示すために使用される。本書には、企業基準からの要求事項とガイダンス、およびセクターごとの追加的な推奨事項が含まれています。

第1部:一般情報

第1章 はじめに

農業は、気候変動を引き起こす温室効果ガス（GHGs）の世界的な排出の主な原因となっています。したがって、農業セクターのリーダーシップとイノベーションは、これらの排出量の削減を進め、気候変動が農業生産に及ぼす最悪の影響を緩和するために不可欠である。また、この分野での行動は、ビジネス的にも意義があります。GHG 排出量に取り組むことで、企業（および生産者）¹ は、収益を向上させ、リスクを軽減し、競争上の優位性を見出す機会を得ることができます。

GHG排出量インベントリーは、企業が自社のGHG排出量を理解し、効果的な気候変動戦略を構築するための基礎となるツールである。GHGインベントリーは、企業がGHG関連リスクへのエクスポージャーを理解し、排出量削減の機会を特定し、パフォーマンスを追跡するためのベースラインデータと削減目標を作成し、社内マネジメントや社外のステークホルダーなど主要な対象者にパフォーマンスを伝達するのに役立ちます。これらの利益を実現するためには、インベントリーが業界で認められたベストプラクティスに従って作成されていることが必要です。

この章では

- ▶ GHG排出インベントリ開発のベストプラクティスを定義するGHGプロトコル出版物ファミリーを紹介します。
- ▶ 農業ガイダンス（以下、ガイダンス）がどのように、なぜ、誰のために作成されたかを説明する。
- ▶ 本書で提供されるガイダンスの内容（および内容でないもの）を説明します。
- ▶ ガイダンスとGHGプロトコル企業会計報告基準との相違点、および他のGHGプロトコル出版物との関連についてまとめている。

1.1 農業と気候変化

国際社会は、地球温暖化を産業革命以前の水準から2°Cに制限する目標を採択した²。2°C

Cを超える気温上昇は、人間と生態系、特に農業システムに、ますます予測不可能で危険な影響をもたらすだろう。農業部門への影響はすでに発生しているが、さらに強まると予想されるものには、灌漑用水需要の増加、動物や作物の病気や害虫の蔓延の増加、飼料の質の低下、作物と牧草の収量の減少などがある（Easterling et

al., 2007）。これらの影響は、地表温度、季節のタイミング、干ばつ、洪水、熱波などの厳しい気象現象の頻度と深刻度の変化から生じている。

2°C

Cの目標を達成するためには、GHG排出量の大幅な削減が必要です。ここでも

GHGプロトコル農業ガイダンス

また、農業部門が中心となっている。さまざまな農業活動がGHGを排出しています。

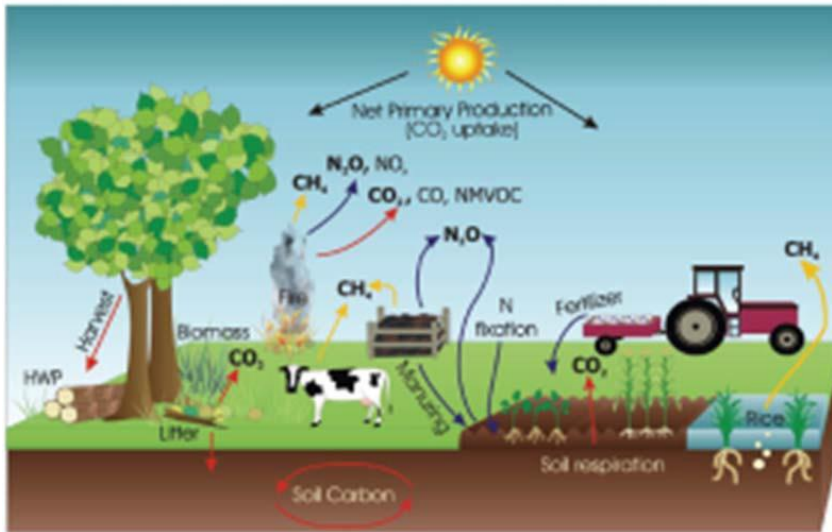
¹本ガイダンスでは、「生産者」と「企業」という用語は、農業からのGHG排出量のインベントリを作成するすべての主体を指すものとして同義的に用いられている。また、「農場」、「農地」、「農地」という用語は、農業が行われている土地を指すために同義的に使用されている。
²2009年12月7日から19日までコペンハーゲンで開催された第15回締約国会議に関する報告書（http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?prirref=600005735）1項参照

。

GHGプロトコル農業ガイダンス

(図 1-1)。これらを合わせると、2010 年の世界の人為的排出総量の約 11% (3)、2007 年の全亜酸化窒素 (N_2O) 排出量の約 60%、全メタン (CH_4) 排出量の 50% に直接寄与しています (Smith et al., 2007a)。土地利用の変化 (LUC) は、在来の生息地の農地への転換によって引き起こされ、同程度の排出量をもたらしている (Houghton, 2012)。最後に、農業投入物の生産と、農産物の加工や輸送などの様々な下流活動が、さらに世界の排出量の 3~6% を占めている (Vermuelen et al., 2012)。

図1-1.GHGを排出する農業慣行。



出典IPCC (2006)、許可を得て掲載。

1.2 温室効果ガス プロトコルとは何ですか？

GHG

プロトコルは、世界資源研究所 (WRI) と持続可能な発展のための世界経済人会議 (WBCSD) が招集した、企業、非政府組織 (NGO)、政府などによるマルチステークホルダー・パートナーシップである。1998 年に発足した GHG プロトコルの使命は、業界で認められた GHG 算定のベストプラクティスを開発し、その利用を促進することです。現在までに、GHGプロトコルは、企業、プロジェクト、製品レベルでのGHG排出量インベントリの実施方法に関するベストプラクティスを定義した4つの規格を発表しています (表1-1)。全ての出版物は、GHGプロトコルのウェブサイト (www.ghgprotocol.org) から入手可能である。

GHGプロトコル農業ガイダンス

³Tubielloら（2014）およびWRI（2014）のデータを用いて算出した値です。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表1-1.GHG プロトコルファミリーの出版物

GHG評価の種類		GHGプロトコル公開
エンタープライズレベル	報告会社を構成する全ての事業からの排出を項目別に集計したGHG排出インベントリの作成。	<p>企業会計報告基準（以下「企業会計基準」）。</p> <p>企業価値連鎖（スコープ3）会計報告基準（「スコープ3基準」）は、スコープ3排出量の包括的インベントリ作成に関する追加要求事項とガイダンスを提供している（Box 1-1に記載されている内容を参照）。スコープ」の概念についてご紹介します。）</p>
プロジェクトレベル	で発生する排出量を削減、回避するために実施されたプロジェクトのGHG影響の定量化。将来的に、または炭素を隔離する	プロジェクト・プロトコル
製品レベル	個々の製品またはサービスの、原材料の採取から製品に至るまでのライフサイクル全体の影響に関するGHG排出インベントリの作成。廃棄処分	製品ライフサイクル会計報告基準（以下、「製品基準」）。

1.3 なぜ農業ガイダンスなのか？

コーポレート・スタンダードは、ハイレベルで部門横断的な会計の枠組みを提供するものです。しかし、農業に特化した多くの会計・報告上の問題には対応していません。これらには以下のようなものがあります。

- 農業 GHG
フラックス（排出量または除去量）に環境要因が大きく影響すること⁴
は、人為的な影響と非人為的な影響を分離し、GHG
インベントリが管理ツールとして有用であることを保証する努力を複雑にしている。
- 環境条件が景観によって大きく異なる場合、正確でサイト固有のフラック

本ガイダンスでは、農業を「食料、繊維、バイオ燃料、医薬品、その他の目的のために動物、植物、菌類を栽培すること」と定義しています※。

本ガイドラインの策定過程に関与したステークホルダーが作成した定義

GHGプロトコル農業ガイダンス

- スデータを取得すること。
- 大きく変動する温室効果ガスフラックスを背景とした排出削減目標の設定と進捗の確認。

⁴GHGフラックスとは、GHGの大気中への排出量または大気中からの除去量のこと、GHGフラックスとは、GHGの大気中への排出量または大気中からの除去量のことです。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 炭素 (C) 貯留と、異なる炭素プールの管理および所有権の変化の会計処理。
- 農産物がすぐにGHGフラックスにつながらないこと (例: ポストハーベスト・デトリタスの分解による遅延排出など)。
- 農業に特有な組織構造の種類と運営方法。

このガイダンスは、コーポレートスタンダードの要求事項を取り入れながら、このセクターにとって重要なこれらの問題やその他の問題に対処するための推奨される方法論の概要を示しています。

農業部門は非常に多様であるため、このガイダンスは農業の中の無数の下位部門に適用できる共通の枠組みを確立することを目的としている。このガイダンスは、GHGインベントリの作成に単独で使用することができます。しかし、GHGインベントリの検証やGHG削減目標の設定など、企業基準でカバーされている特定のトピックには対応していない (1.5章参照)。

本ガイダンスの具体的な目的は、以下の通りです。

- 農業部門におけるGHGの算定と報告における一貫性と透明性を高める。
- 企業が気候変動への影響を真実かつ公正に説明するGHGインベントリをコスト効率よく作成することを支援する。
- GHGインベントリが社内の管理者と社外のステークホルダー (投資家など) の両方の意思決定ニーズに対応できるようにし、農業GHGフラックスのより効果的な管理を提供する。

このガイダンスは何ができないのでしょうか？

このガイダンスは、企業や農場レベルの会計および報告に関する問題に正面から取り組んでいます。

- プロジェクトレベルまたは製品レベルのGHG算定方法 (製品分類ルールなど) を進めない。
- iLUCは、既存の作物が輸送用燃料の生産など別の目的に転用され、代わりに非農業地に作物が栽培された場合に発生するものである。iLUCの例としては、サトウキビが砂糖からバイオ燃料の生産に転用され、サトウキビ生産のために森林が伐採された場合などがある。このようなiLUCの影響を考慮するためには、市場介入がなければGHGフラックスがどうなっていたかを判断するプロジェクトベースのアプローチが必要である。プロジェクト・プロトコルは、iLUCの影響をどのように算定するかについて、一般的でハイレベルなガイダンスを提供している。
- セクター固有のGHGパフォーマンス指標を必要としない。測定基準の選択は、インベントリ作成における企業の目的と、その企業を特徴付ける特定の業務と排出源によって導かれなければならない。(付録Iは、様々な種類の測定基準の利点と欠点の概要を示している)。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 農業GHGフラックス算出のための特定の手法やツールを必要としない。
- 農場での温室効果ガス削減手法の選択と展開に関するガイダンスを提供しない。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 水の使用、富栄養化、大気汚染物質の排出など、GHGフラックス以外の環境影響には言及していない。従って、このガイダンスを単独で、ある農法によるGHG排出削減と他の環境影響との間のトレードオフの可能性を評価するために用いることはできない。

1.4 このガイダンスは誰が使うべきですか？

本ガイダンスは、主に農業経営におけるスコープ1及び2のインベントリーを作成しようとする生産者及び企業を対象としている（Box 1-1）。例えば、果物や作物の生産者、牧場主、バイオ燃料の生産者などが挙げられる。小規模な農業を営む生産者は、このガイダンスを利用するためのリソースを割くことが難しいかもしれないが、あらゆる規模の事業者に適用可能である。

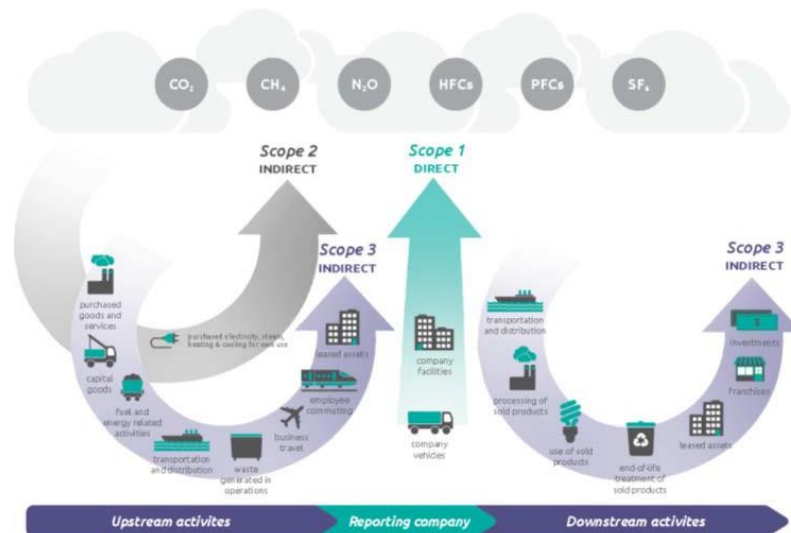
GHGプロトコル農業ガイダンス

ボックス1-1.スコープの概念

企業基準では、排出源は**直接排出**と**間接排出**に分類され、さらに「スコープ」に分類されます。

- 直接の出所。報告企業が所有または管理しているもの。すべての直接の情報源は、**スコープ1**に分類される。
- 間接的な排出源。間接排出：他社が所有または管理しているが、その排出量の一部は、報告企業の活動の結果である。スコープ2の排出量は、報告企業が購入する電力、熱、蒸気の生成に由来し、スコープ3の排出量は、それ以外のすべての間接的な排出量である。

このガイダンスの焦点は、インベントリにスコープ1とスコープ2の排出源を含めることですが、排出量が多いため、特定のスコープ3の排出源も議論されています。



GHGプロトコル農業ガイダンス

その他のユーザー

このガイダンスは、農業によるバリューチェーンのGHG影響を理解しようとする川下または川上の企業にとって有用である。川下企業には、加工業者（食肉処理場、バイオ燃料メーカーなど）、パッケージ食品を製造するブランドメーカー、プライベートブランド食品を製造する小売業者などがあり、川上企業には、種子、肥料、除草剤、農薬などの農業投入物の製造業者が含まれる。農業からの排出は、これらの企業のスコープ3インベントリーのかなりの部分を占めることが多く、川下企業と川上企業は、それぞれスコープ3基準のカテゴリー1（購入品とサービス）とカテゴリー11（販売品の使用）に分類されることになる。バリューチェーンのアセスメントを行う企業は、インベントリに農業を含める際の追加要件やガイダンスについて、スコープ3スタンダードを参照する必要がある。

GHG報告プログラムおよび政策立案者は、このガイダンスを政策やプログラム設計に取り入れることに関心があるかもしれない。

他のセクターの多くの企業も、陸上での温室効果ガスフラックスを持っている。例えば、建設業、鉱業、公共事業などが挙げられる。このガイダンスはこれらのセクターにも広く適用できると思われるが、農業セクター以外での使用については評価されていない。

1.5 本ガイダンスと *Corporate Standard* との関係

企業基準は、インベントリ設計から長期的な排出量の追跡に至るまで、様々なトピックに関する要求事項や指針を概説している。本ガイダンスは、この内容の大部分を要約し、農業部門向けにカスタマイズし、多くの分野で追加的な推奨事項を追加している。しかし、本ガイダンスには、インベントリの検証や目標設定、また、企業基準に含まれているがこのセクターには関連していない他のトピックに関するガイダンスは含まれていない。そのようなガイダンスについては、ユーザーは企業基準を参照するべきである。表1-2は本ガイダンスの内容を企業基準に対応させたものであり、表1-3は本ガイダンスの主な推奨事項をまとめたものである。

なお、企業基準では、少なくとも京都の温室効果ガスである二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、亜酸化窒素（N₂O）、パーフルオロカーボン（PFC）、ハイドロフルオロカーボン（HFC）、六フッ化硫黄（SF₆）、三フッ化窒素（NF₃）の排出量を報告しなければならないことになっています。この原則は、本ガイダンスを利用する企業にも適用されます。しかし、農業活動は通常、これら

GHGプロトコル農業ガイダンス

のGHGの一部しか発生させない（第4章参照）。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表1-2.本ガイダンスが企業基準の各章にどのように対応しているかの概要

コーポレート・スタンダードにおける章立て農業における対応する内容 ガイダンス	
第1章 GHGの会計と報告の原則	第3章では、これらの原則を確認します。
第2章：ビジネスゴールとインベントリ設計	第2章では、農業分野に特化したビジネス目標を掲げています。
第3章：設定 組織のバウンダリー	第5章では、一般的な組織構造と業務活動に関するインベントリーの境界を設定するための推奨事項を概説している。
第4章：運用のバウンダリーを設定する	
第5章: 排出量の経時的な追跡	第6章では、ベースマシンの選択と使用に関する要件と推奨事項を説明します。 の期間とする。付録Iは、パフォーマンス指標に関する一般的な情報です。
第6章 GHG排出量の把握と算定	<ul style="list-style-type: none"> ● 第4章では、農業に関連する排出源について検討する。 ● 第7章では、GHGフラックス算出のための一般的なアプローチと必要なデータについて検討する。 ● 付録IIIは、農業GHGフラックスを計算するための様々なツールをまとめたものである。
第7章 在庫の品質管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 第7章では、GHGフラックスデータの不確実性に対処するための推奨事項を概説し データ収集作業の優先順位付け
第8章：GHGの会計処理 削減量	第9章では、以下の会計処理に関する要求事項を定めています。 農場での再生可能エネルギープロジェクト
第9章 GHG排出量の報告	第9章では、以下のような情報の種類について説明します。 は、公表を義務付けるか任意とします。
第10章 GHG排出量の検証	
第11章 GHG目標の設定	

GHGプロトコル農業ガイダンス

付録A：電力による間接排出の 会計処理	
付録B： 蓄積された大気中の炭素の会 計処理	第8章では、生物起源CO ₂ の排出と除去を算定するための要件と推奨事 項を概説している。付録IIは、この会計処理 を説明するための例を示している。
付録C：GHGプログラムの概要	
付録D：産業分野	

GHGプロトコル農業ガイダンス

とスコープ	
付録E：基準年の調整	
付録F：GHGのカテゴリー化	第5章では、リースに関する要求事項をまとめています。
リース資産からの排出量	会計

表 1-

3.コーポレートスタンダードの要求事項を適用するための、本ガイダンスの主な推奨事項のまとめ。

コーポレート・スタンダードの章	企業における要求事項 規格の推奨	追加の、セクター固有の 事項。 農業ガイダンス
第1章.GHG 会計原則および報告原則	<ul style="list-style-type: none"> • GHGの会計と報告は、次の原則に基づいて行う：関連性、完全性、一貫性。透明性、正確性 	
第3章.組織の境界を設定する	<ul style="list-style-type: none"> • 組織の境界を確立するために、単一の統合アプローチを選択する。 	
第4章 運用境界の設定運用のバウンダリーを設定する	<ul style="list-style-type: none"> • 最低限、スコープ1と2を別々に計上し、報告する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 生産契約やその他の農業契約、土地や設備のリース、協同組合への加入などを適切に会計処理する必要があります。

GHGプロトコル農業ガイダンス

第6章.排出量の経時的な追跡

- 基準期間を選択・設定し、その理由を明記する。
- 基準期間は、スコープ1およびスコープ2の排出量について、検証可能なデータが入手可能な最も古い時点としなければならない。
- 基準期間の排出量再計算の方針を策定し、再計算の根拠と背景を明確にすること。該当する場合、その方針には「重要な閾値」を明記すること。
- 基準期間の再計算
- 多くの企業では、複数年の基準期間が推奨されています。

GHGプロトコル農業ガイダンス

	<p>また、基準期間の棚卸資産に大きな影響を与える組織構造や計算方法の変更、あるいは誤謬の発見を反映させるため、基準期間の棚卸資産を変更することがあります。</p>	
<p>第9章.GHGの報告 排出量</p>	<p><u>企業は報告するものとする。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 選択した業務範囲の概要と、スコープ3が含まれる場合、どのような種類の活動が対象となるかを明記したリスト。 ● 選択した連結方法を含む、選択した組織境界の概要。 	<p><u>企業は報告する必要がある。</u></p>
	<p>● 報告対象期間</p>	
	<p>● 全種類の温室効果ガス (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFCs.) のデータ。 HFCs and NF₃) は、温室効果ガスごとに分解され、メートルトンおよびトン CO₂-equivalent (CO₂e) の両方の単位で報告される。</p>	
	<p>● スコープ1および2の総排出量。</p>	
	<p>● 範囲別に集計されたデータ。</p>	<p>● スコープ1のデータを機械的なものと非機械的なものに分けて集計したもの。</p>
	<p>● オフセットで取引された分を差し引いたスコープで報告されたデータ。</p>	

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 排出量の計算または測定に使用した方法。使用した計算ツールへの参照またはリンクを提供する。
- 機械的でない」排出源で使用される計算方法がIPCC Tier1、2、または3であるかどうか。
- CO₂フラックスの償却に使用された方法（関連する場合）。
- 過去に発生した為替レートの変動の影響を計算する際に、プロキシデータを使用する場合の前提条件。C銘柄の管理を行います。

GHGプロトコル農業ガイダンス

<ul style="list-style-type: none"> ● 基準年として選択された年、および基準年排出量の再計算を行うために選択された方針と整合し明確化された、経時的な排出量プロフィールを示す。 	
<ul style="list-style-type: none"> ● 基準年排出量の再計算のきっかけとなるような著しい排出量の変化に関する適切な状況。 	
<ul style="list-style-type: none"> ● 影響源、施設、および/または歴史的管理に関する具体的な除外□の操作を行います。 	<p style="text-align: right;">C株に関するプラクティス。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● CO₂ emissions C biologically sequestered carbon, separately from scopes. 	<p>φρομNet CO₂Flux data for stock in above-ground and below-ground biomass, DOM and soils (in tonnes CO₂)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● 生物学的に隔離された <p>のサイズ減少の外に報告された場合Cスコープ（ただし、を報告する。2 報告書）。スコープ1での</p>	<p>LUCの結果、炭素が</p> <p>排出量。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● それ以外の場合は、スコープ外の全てのCO₂フラックスを3つの要素に分けた別のカテゴリー ('Biogenic Carbon') で報告する。(1) 土地利用管理中のCO₂フラックス（排出または除去）(2) LUC中の隔離(3) バイオ燃料の燃焼によるCO₂ 排出。 ● 基準期間以降に発生した土地利用や管理の歴史的変化を説明する。 ● C株の変動を償却するために「固定金利」方式を使用することを経た。

GHGプロトコル農業ガイダンス

1.6 このガイダンスは、GHGプロトコル製品基準とどのような関係がありますか？

製品GHGインベントリーと企業インベントリー（スコープ3排出を含む場合）は補完的な関係にあり、両者を組み合わせることでバリューチェーンGHG管理への包括的なアプローチを提供することができる。例えば、以下のような場合、製品インベントリと企業インベントリは相互に補完的である。

- 企業のインベントリーは、特定の原材料（例：肥料）のような排出量の多い供給源の使用に基づいて、最も大きなGHGフットプリントを持つと思われる製品を特定するために使用されます。
- 製品インベントリーは、製品インベントリーと企業インベントリーの両方に影響を与えるGHG削減戦略を伝えるために使用されます。
- 製品インベントリーは、企業インベントリーにおける関連する上流および下流のスコープ3排出量に外挿するために使用される。

企業は、スコープ3と製品のGHGインベントリーを並行して完成させることを望むかもしれない。あるいは、スコープ3および製品のインベントリを作成する目的で、買い手から要求された情報を提供するために、スコープ1および2のインベントリを作成することも可能である。いずれの場合も、企業は、本ガイダンスと製品基準との間にある、両者のインベントリが相互に支援し合う程度に影響を及ぼす可能性のある特定の差異に留意する必要がある（表1-4）。

表1-

4. 企業のインベントリが製品のGHGインベントリにどの程度有用であるかに影響する、本ガイダンスと製品基準との間の方法論の違い（また、その逆も然り）。

GHGレポート 問題	農業指導における推奨事項	製品規格における要求事項
スコープ3の排出量	報告すべき	関連するすべての上流および下流の排出源からの排出を、所定の製品のインベントリに反映させなければならない（ただし、以下の場合を除く）。 ゆりかごからファームゲートまでの分析において、下流域の排出を考慮する必要はない
CO ₂ 炭素へのからのフラックス埋蔵量	• 報告すべき	以下のフラックスを計上すること。 • CO ₂ 土地利用区分内あるいは区分間の土

GHGプロトコル農業ガイダンス

<p>CO₂ バイオマスおよび死蔵有機物 (DOM) 中のCストックとのフラックス。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ 排出量を報告する必要がある。 • CO₂ 木質系植生による除去量を報告する必要がある。 • CO₂ 草本植物による除去量、報告すべきではない。 	<p>地転換（例：不耕起栽培の採用や土地利用転換）の結果生じる炭素ストック変化による排出と除去。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 転換した土地の整備に伴う排出（例：バイオマスの燃焼、石灰化など） • その後の土地利用（例えば、施肥や収穫）の結果として生じる土壌への/からのCO₂フラックスは、オプションであり、含めることも可能である。
---	--	---

GHGプロトコル農業ガイダンス

GHGレポート 問題	農業指導における推奨事項	製品規格における要求事項
		フラックスを合理的に推定することができます。 ● 生物起源CO2フラックスは、非生物起源フラックスと区別して報告すること。
からのCO ₂ フラックスを償却するためのタイムライン。炭素蓄積量の変化	サイト固有の条件により異なる	土地利用の変更：20年または1回の収穫の長さのいずれか長い方

1.7 このガイダンスは、GHG プロジェクト プロトコルとどのような関係があるのですか？

農業企業が GHG

フラックスの管理に関心を持つべき理由として、オフセット・クレジットからの収益がよく挙げられ

る。特に土壌の炭素貯留は、農業からの排出を削減するための世界的な潜在力の大部分（～89%）

を提供していることから、重要なオフセット・クレジットの潜在的供給源と考えられている（Smith et

al.）企業基準、そしてこのガイダンスは、農場にある土壌、バイオマス、その他の排出源からオフセット・クレジットを創出するために必要な会計処理につ

いては言及していない。例えば、このガイダンスでは、炭素貯留の永続性を考慮していない。その代わりに、CストックへのフラックスとCストックからのフラックスは、単に発生した時点（または発生が予測される時点）で報告され⁵）、固定されたCの永続性を確保するための政策手段（例えば、保険制度、プロジェクトバッファなど）については考慮されていない。このようなガイダンスについては、代わりにプロジェクト・プロトコルとその関連文書であるGHGプロジェクト会計のための土地利用・土地利用変化・林業ガイダンスを参照する必要がある。

1.8 このガイダンスはどのように作成されたのですか？

このガイダンスは、企業、政府機関、NGO、学術機関の150人以上の技術ワーキンググループ（TWG）メンバーが参加した、3年間の国際的なステークホルダー協議プロセスの集大成です。マイルストーンは以下の通りです。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 2011年1月WRIワーキングペーパーの発行
- 2011年3月TWGの結成
- 2012年1月ガイダンスの第一案
- 2012年4月ワシントンDCでのステークホルダー・ワークショップ
- 2012年8月ガイダンスの第二次案
- 2012年9月サンパウロでのTWGワークショップ
- 2013年1月サンパウロでのTWGワークショップ
- 2013年3月～8月ロードテストおよびパブリック・オープン・コメント期間
- 2013年10月ガイダンス第三次案

⁵第8章では、予測されるCストックの変化をどのように計算し、インベントリに反映させるかについて述べている。

第2章：ビジネス 目標

GHGインベントリーの作成は、重要な事業となる可能性がある。したがって、企業は、自社のGHGフラックスを管理するための目標を明確に定義し、インベントリによってそれらの目標を達成する方法を理解する必要がある。企業は一般に、GHGインベントリが複数の目標に対応できるようにしたいと考えている。したがって、現在および将来の様々な利用者や用途に情報を提供するために、当初からインベントリプロセスを設計することは理にかなっている。

この章では

- ▶ GHG排出量インベントリが企業の達成に役立つさまざまな目標について検討します。
- ▶ 様々なGHG削減対策から得られる潜在的な経済・環境的利益を説明する。

2.1 ビジネスの概要 目標

農業関連企業がインベントリを作成する理由は様々である。これらの理由は、一般的に（表 2-1）を含んでいる。

- GHG排出量削減（またはCの吸収）の機会を特定し、ベースラインと削減目標を設定し、パフォーマンスを追跡する。
- コスト削減と生産性向上の機会を特定する（例：保全耕うんや被覆作物は肥料や燃料のコスト削減に役立つ；表2-2）。
- 農業GHGフラックスに関する風評リスクと機会の管理（例えば、加工業者や食品・飲料会社などの買い手の要求事項を満たすことや、市民社会への報告など）。
- 農地を次世代に残したいという思い。

GHG排出削減対策は、以下のようなコベネフィットをもたらすこともある。

- 侵食と土地の劣化の低減
- リン（P）、窒素（N）の流出削減
- 水質と保水性の向上
- 大気汚染物質（アンモニア、硫化水素など）の管理
- 土壌の肥沃度を向上させる

多くの場合、これらのコベネフィットは、農場のコスト削減と生産性の向上に役立つ。表2-

2は、GHGやその他の便益をもたらす一般的な農業慣行をまとめたものである。

GHGプロトコル農業ガイダンス

Stockwell & Bitan

(2011)は、これらの農法に関する詳細な情報を提供している。農業生態系は本質的に複雑であるため、削減対策は互いに分離して選択するのではなく、農場全体あるいはシステム的なアプローチで選択する必要がある。これにより、農場における炭素と窒素のサイクル間の相互作用や、異なる温室効果ガスの排出間のトレードオフが考慮され、削減対策がより効果的に個々の農業に統合されることになる。

GHGプロトコル農業ガイダンス

システム（7.1章参照）。本ガイダンスは、GHGのみを対象としているため、GHGと他の環境影響とのトレードオフを評価するために単独で使用することはできない。

表2-1.農業からのGHG排出を企業インベントリーに含めることで実現するビジネス目標。

事業目標	商品説明
GHG 影響の追跡と削減	排出のホットスポットと削減機会の特定、およびGHG削減努力の優先順位付け
	GHG削減目標の設定
	GHG パフォーマンスの長期的な測定と報告
	パフォーマンスのベンチマークを作成し、セクター平均や競合他社に対するパフォーマンスを評価する。
農業GHGフラックス に関連する業務上および評判上のリスク と機会について理解 する。	気候関連リスクの特定（例：農業施設や加工施設が、キャップ&トレード制度やその他の報告制度など、政府の規制の対象となるかどうかを判断する）。
	排出量管理による経済・環境面でのメリットを理解する（例：表2-2参照）。
	市場機会の拡大（価格プレミアムが期待できるニッチ市場への参入など）
	投資や調達を導く（例えば、相対的にGHG集約度の低い商品を購入する）。
ステークホルダーへの 報告	GHGフラックスおよびGHG削減目標に対する進捗状況の公開を通じて、ステークホルダーのニーズに対応する。
	自主的な報告プログラムに参加し、GHG関連情報をステークホルダー・グループに開示する
	国際、国内、地域または地方レベルの政府報告プログラムへの報告
	情報公開によるレピュテーションとアカウンタビリティの向上

GHGプロトコル農業ガイダンス

表2-2.GHG 排出量を削減し、農業のパフォーマンスを向上させることができるいくつかの農業慣行*。

実践編	GHGの潜在的な効果	環境コベネフィットの可能性	農作物やビジネスにおける潜在的なメリット	想定されるトレードオフや問題点
被覆作物 商品作物の畝間や休耕期間中に植えられた非商品作物	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌のC貯留量の増加 ● Nの溶出量減少による土壌からの間接的なN₂O排出量の減少 ● 肥料製造に伴うスコープ3排出量の削減 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌の栄養分の改善 ● 風食・水食の低減 ● 栄養塩と土砂の流出・浸出を削減しました。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 肥料の必要性の低減 ● 雑草の発生を抑制 ● 灌漑の必要性を低減 ● 家畜の補助飼料（放牧期間の延長、牛の体重増加）。 ● 利益率の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ● 管理するために余分な時間と知識を必要とし、商品作物の栽培に新しい技術を必要とする。 ● 作物の植え付けに多くの燃料を使用する必要がある
保全耕起 最小耕起、ストリップティル、不耕起を含む様々な耕作技術で、以下を目的としている。 作物残渣を土壌に残すことで、種子設置のための土壌攪乱を最小限に抑える。 植え付け	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌のC貯留量の増加 ● 流出量の減少による間接的なN₂O排出量の減少 ● 肥料製造に伴うスコープ3排出量の削減 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌の保水性、排水性の向上 ● 水食・風食の低減 ● 栄養塩と土砂の流出を削減 	<ul style="list-style-type: none"> ● 肥料の必要性の低減 ● フィールドパス回数削減による燃料費・人件費の削減 ● 収量性の向上 ● 表土の保持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 除草剤使用量の増加の可能性 ● 繰り返される単一商品生産における害虫の脅威の増加

GHGプロトコル農業ガイダンス

<p>放牧地での輪番制または群発制の家畜の放牧 土地の動物収容力を高めながら、植物の健全性と多様性を最大化する放牧方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 土壌のC貯留量の増加 • 腸内発酵によるCH₄排出量の削減（飼料改善による）。 	<ul style="list-style-type: none"> • 植物の被覆率と生産性の向上 • 土壌の保水性、排水性の向上 • 水食・風食の低減 • 栄養塩と土砂の流出を削減 	<ul style="list-style-type: none"> • 牛群サイズの拡大 • 放牧期間を長くすることができる • 飼料購入の必要性の低減 • 雑草や外来種を排除できる牧草地 • 除草剤のコスト削減の可能性 • 火傷の防止に役立つ 	<ul style="list-style-type: none"> • 敏感な種が生息する一部の地域では慎重な管理が必要 • 労働集約型
--	---	--	---	---

GHGプロトコル農業ガイダンス

実践編	GHGの潜在的な効果	環境コベネフィットの可能性	農作物やビジネスにおける潜在的なメリット	想定されるトレードオフや問題点
			けいえいじょう	
嫌気性消化器 嫌気性条件下で、糞尿などの有機物を微生物によって分解する密閉型システム。	<ul style="list-style-type: none"> 糞尿管理によるN₂OおよびCH₄の排出を削減した。 肥料製造に伴うスコープ3排出量の削減 	<ul style="list-style-type: none"> 毒物漏えい事故のリスク低減（病原菌の死滅） アンモニア、VOCの排出量削減 	<ul style="list-style-type: none"> 加工された固形物は、寝具として使用できる 肥料の必要性の減少（消化物中の栄養素の利用可能性が増加するため） 電気・熱の発生 	<ul style="list-style-type: none"> 消化器技術は高価である可能性がある
防風林 通常、1列または複数列の樹木または低木で構成される植林地	<ul style="list-style-type: none"> バイオマスや土壌におけるCの吸収量の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 土壌侵食の低減 	<ul style="list-style-type: none"> 畜産システムにおける動物の生存と健康の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 一部の土地を生産から外す可能性あり
常時湛水から間欠湛水への田んぼの切り替え	<ul style="list-style-type: none"> CH₄排出量の削減（酸素が土壌に到達するようになるため） 	<ul style="list-style-type: none"> 水使用量の削減と降雨の利用拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑用燃料の使用量削減 	

*、マネジメント手法の違いによるメリット・デメリットについては、Stockwell & Bitan (2011)でより広範な議論がなされています。

第3章 原理

財務会計報告原則と同様に、一般に認められたGHG会計原則は、インベントリーが企業のGHGフラックスの忠実、真実、かつ公正な説明を表すことを目的としている。

この章では

- ▶ 農場、企業、その他の農業部門に適用されるGHG会計と報告の原則を紹介します。

3.1 原則の概要

GHGの会計と報告は、以下の原則に基づくものとする。

妥当性 (Relevance)。GHGインベントリーは、会社のGHGフラックスを適切に反映し、社内外の利用者の意思決定ニーズに応えるものでなければならない。

完全性 (Completeness)。完全性：会社は、インベントリーの目的に関連し、実践可能な範囲で、インベントリ境界内のすべてのGHG排出源と活動について説明し、報告しなければならない (shall)。具体的な除外項目がある場合は、それを開示し、正当化しなければならない。

一貫性。企業は、有意義なパフォーマンスの追跡と、時間、ビジネスユニット、地域、またはサプライヤーにわたるGHGフラックスデータの比較を可能にする一貫した方法論を使用すること。

透明性。企業は、明確な監査証跡に基づき、事実に基づいた首尾一貫した方法で、すべての関連する問題に対処するものとする。また、関連する仮定を開示し、使用した会計・計算方法およびデータソースに適切な言及をすること。

正確さ。企業は、GHGフラックスの推定値が可能な限り正確であり、判断できる限り、実際のフラックスを系統的に過大または過小でないことを保証しなければならない。報告された情報の完全性について、利用者が合理的な信頼性を持って意思決定できるレベルの精度が必要である。

GHGフラックスデータの精度は、Cストック、土壌、腸内発酵など多くの農業GHG発生源において特に懸念される（第7章参照）。精度を確保し、時間の経過とともに精度を向上させるために講じた措置について報告することは、インベントリの信頼性を促進し、透明性を向上させるのに役立つ。

GHGプロトコル農業ガイダンス

実際には、企業はインベントリを完成させる際に、原則間のトレードオフに遭遇することがある。特に、最も完全なインベントリーを達成するためには、精度の低いデータを使用する必要があり、全体的な精度が損なわれることがあります。逆に

GHGプロトコル農業ガイダンス

最も正確なインベントリーを達成するためには、精度の低い活動を除外する必要があります。全体的な完全性が損なわれる場合があります。

企業は、個々の事業目標に応じて、原則間のトレードオフのバランスをとる必要がある。例えば、GHG削減機会の初期評価には、比較的精度の低いデータが適切であるかもしれないが、特定のGHG削減目標に向けた進捗状況を把握するためには、より精度の高いデータが必要であるかもしれない。

第4章 農業排出物の概要 出所

農業には、燃料使用、土壌、糞尿管理など多くの異なるタイプの排出源が存在する。これらの質的な違いを理解することは、GHGフラックスデータの計算、報告、品質管理など、インベントリ作成の多くのステップで非常に重要である。

この章では

- 機械的排出源と非機械的排出源という2種類の排出源を区別し、そのフラックスは基本的な点で異なり、GHGインベントリ作成に重要な影響を及ぼします。
- 農業バリューチェーンに沿ったこれらの供給源の多様性と相対的重要性を説明する。

4.1 農業関連の概要

図4-

1は、農地で見られる主な排出源をリストアップしたものである。農業部門にとって重要なのは、機械的な排出源と非機械的な排出源の区別である。これは、農業が生物システムに依存しており、その温室効果ガスの排出や除去が、農地で使用される機械設備からの排出よりもはるかに複雑なメカニズムで行われるからである。

非機械的な発生源は、気候や土壌の条件によって形成される生物学的プロセス（例えば、分解）または作物残渣の焼却である。これらの発生源は、農場内を流れる窒素と炭素の複雑なパターンで結ばれていることが多い。非機械的発生源は、CO₂、CH₄、N₂

O（またはこれらのGHGsの前駆体）を様々な経路で排出する。CO₂流出は、主に植物の光合成による取り込みと、呼吸、分解、有機物の燃焼を通じた放出によって制御されている。一方、N₂

O排出は、硝化と脱窒（ボックス4-1参照）から生じ、CH₄排出は、土壌や糞尿貯蔵庫における嫌気性条件下でのメタン生成、腸内発酵、有機物の不完全燃焼から生じる。

機械的発生源とは、移動式機械（例：収穫機）、固定式機械（例：ボイラー）、冷凍空調設備など、農場で稼動する設備や機械のことである。これらの発生源は、CO₂、CH₄、およびN₂

O、またはHFCsとPFCsを排出し、その排出量は、発生源の機器の特性および材料の投入（例えば、燃料組成）により完全に決定される。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図4-1.農業の排出源

メカニカル

- 購入した電気。CO₂、CH₄、N₂O
- 移動式機械（例：耕作、播種、収穫、輸送・漁船）。CO₂、CH₄、N₂O
- 定置式機械（例：製粉機、灌漑設備）。CO₂、CH₄、N₂O
- 冷凍空調機器。HFCs、PFCs

ノンメカニカル

- 土壌の排水と耕起。CO₂、CH₄、and N₂O
- 合成肥料、家畜排泄物、作物残渣を土壌に添加すること。CO₂、CH₄、N₂O
- 土壌への尿素、石灰の添加。CO₂
- 腸内発酵。CH₄
- 稲作をする。CH₄
- マニュアルの管理CH₄ および N₂O
- 土地利用の変化CO₂、CH₄、and N₂O
- サミンナの野焼き、畑に残された作物残渣の野焼き。CO₂、CH₄、and N₂O
- 管理された森林（例：樹林帯、*timberbelts*）です。CO₂
- 有機廃棄物の堆肥化。CH₄
- 園芸用培養土（ピートなど）の酸化。CO₂

農産物由来の相対的重要度

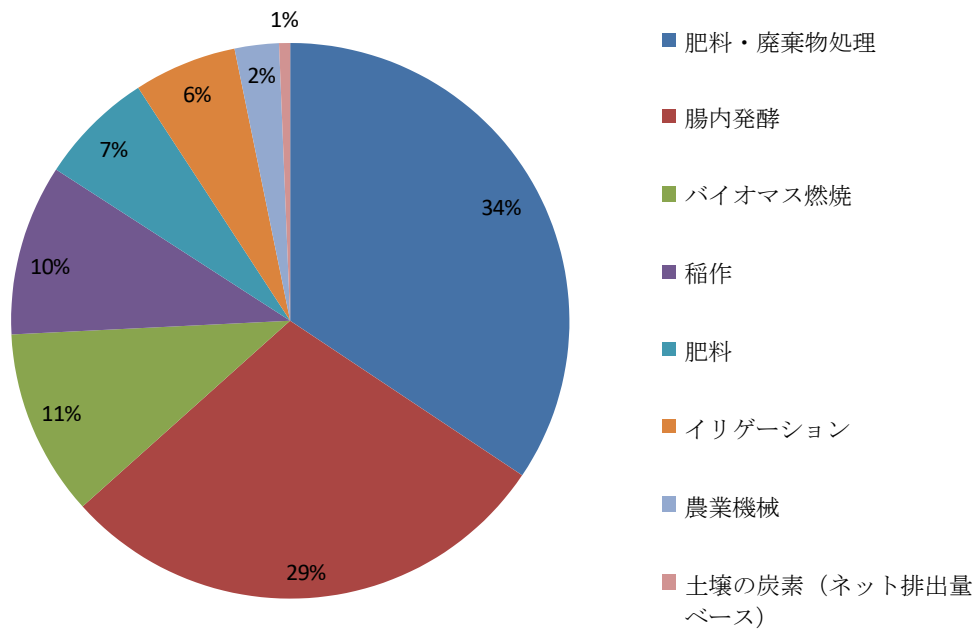
世界的には、機械的な排出源よりも非機械的な排出源の方が大きく（図 4-2; U.S. EPA, 2006a）、腸内発酵（CH₄）と土壌（N₂O）が最も大きな排出源となっています（U.S. EPA, 2006b）。世界の CO₂ 排出量に対する農業の正確な寄与は、定量化するのが難しい。これは、バイオマスや土壌のCプールが大量のCO₂を排出するだけでなく、CO₂を取り込むからである。それにもかかわらず、Cの追加隔離は、農業における世界的な排出量緩和の可能性のほとんど（~89%）を提供している（Smith et al., 2007b）。農業主導のLUCも、世界的に重要なCO₂排出源である。

農場規模では、さまざまな排出源とさまざまな温室効果ガスの相対的な大きさは、農場の種類、管理方法、および自然要因によって大きく異なる。これらの要因には、元々の土地被覆、農場の地形と水文、土壌微生物の密度と生態、土壌の温度、水分、有機物の含有量と組成、作物や家畜の種類、土地と廃棄物の管理方法などが含まれる。異なる農業システムの全農場インベントリに対する異なる発生源の相対的寄与を、一貫した手法で調べた研究はほとんどない。ある農場におけるさまざまな発生源の相対的な大きさを正確に予測することは困難である。それでも、ある種の広範なパターンが予想される（例えば、図4-3）。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図4-

2. 世界の人為的排出量に対する様々な農業由来の相対的寄与度 (%)。



注意事項

1. データは米国環境保護庁 (2006a) より、農場の上流または下流に位置する排出源を除いたもの。
2. LUC排出量を除いたデータ。
3. 「土壌炭素」は、土壌有機炭素の総排出量から炭素固定量を差し引いた、農地からの純排出量を表しています。これは、様々な管理方法が土壌有機Cに及ぼす影響の総和を表している。

図4-

3. 特定の農業システムからの温室効果ガスフラックス全体に対する異なる排出源の寄与の典型的なパターン。

排出源	システムの種類				
	シーブ	牛肉	乳製品 (牧草地)	耕作地 収穫	園芸
腸内発酵					
の蒸着または塗布 肥料や廃棄物を土壌に与える					
農作物残渣の焼却					
マニュアルの管理					
燃料使用量					
土壌CO ₂					

キーです。

GHGプロトコル農業ガイダンス

	少額出資
	中程度の貢献
	大きな貢献

GHGプロトコル農業ガイダンス

注意事項

1. 実際の農場の排出量プロファイルは、土壌、気候、管理条件によって、この図のパターンから外れることがある（多くの場合、外れることになる）。
2. 技術ワーキンググループの専門家の意見に基づく図。

4.2 個々の農業のソース

非機械的なソース

世界的に規模が大きい非機械的な音源は

腸内発酵 (CH₄)

CH₄

は、草食動物において、炭水化物が消化管内の細菌によって分解される腸内発酵の副産物として生成されます。CH₄の生成量は、以下の要因に左右されます。

- 動物の種類反芻動物の家畜は、ルーメンという広がりのある部屋を持ち、広範囲な腸内発酵と高いCH₄排出量を育んでいる。主な反芻動物の家畜は、牛、水牛、山羊、羊、鹿である。非反芻家畜（馬、ラバ、ロバ）と単胃家畜（豚）は、CH₄排出量が比較的少ない。
- 飼料の量と成分。一般に、飼料摂取量が多いほど、CH₄の排出量は多くなる。4
- 家畜の年齢と大きさ。飼料摂取量は、動物の大きさ、成長速度、生産量（例えば、乳量、羊毛の成長、または妊娠）に応じて増加する。

土壌改良と土壌管理 (N₂O)

N₂Oの直接・間接的な排出は、利用可能なNの増加（ボックス4-1を参照）に伴い、土壌からも発生する。

- 合成窒素肥料と有機肥料（家畜糞尿、堆肥、下水汚泥、レンダリング廃液など）。
- 放牧されている動物が牧草地、放牧地、パドックに落とす尿や糞。
- 作物残渣の土壌への取り込みとマメ科植物によるN固定。（注：作物残渣管理およびマメ科植物の栽培は、畑の肥料要求量を減らし、最終的に土壌全体のN₂O排出量を減らすことができる）。
- 土壌有機物の喪失に関連し、有機土壌（ヒストゾルなど）の排水や管理など、土地利用や土壌管理の変化によって引き起こされる窒素の無機化。

GHGプロトコル農業ガイダンス

肥料の管理 (CH₄ および N₂O)

糞尿管理はCH₄ とN₂

Oの両方を排出するが、これらの温室効果ガスの排出は異なる要因に影響される

。

GHGプロトコル農業ガイダンス

CH₄

は、嫌気性条件下で糞尿を貯蔵・処理する際に排出される。ときに最も排出されやすい。

- 大量の動物が狭い場所で管理されている（例：酪農場、牛肉肥育場、豚や鶏の飼育場）。
- 糞尿が液体として貯蔵または処理される場合（例えば、ラグーン、池、タンク、ピットなど）。一方、糞尿が固体として扱われる場合（例えば、積み重ねられたり、山積みされたり）、あるいは、牧草地や放牧地に堆積される場合、より好気的な条件で分解される傾向があり、CH₄の生成量は少なくなる。

N₂

O

は、貯蔵または処理された糞尿から直接または間接的に排出される（ボックス4-1を参照）。N₂O排出量は以下の影響を受ける。

- 糞尿のNとCの含有量、および保管期間と処理の種類。
- 温度と時間
尿素（哺乳類）や尿酸（家禽類）のような比較的単純な形態の有機窒素は、間接的なN₂O排出をより早く導く傾向がある。
- 処理装置からの窒素の溶出と流出。

GHGプロトコル農業ガイダンス

ボックス4-1. 土壌からの間接的・直接的なN₂O排出量

農場でのN₂O

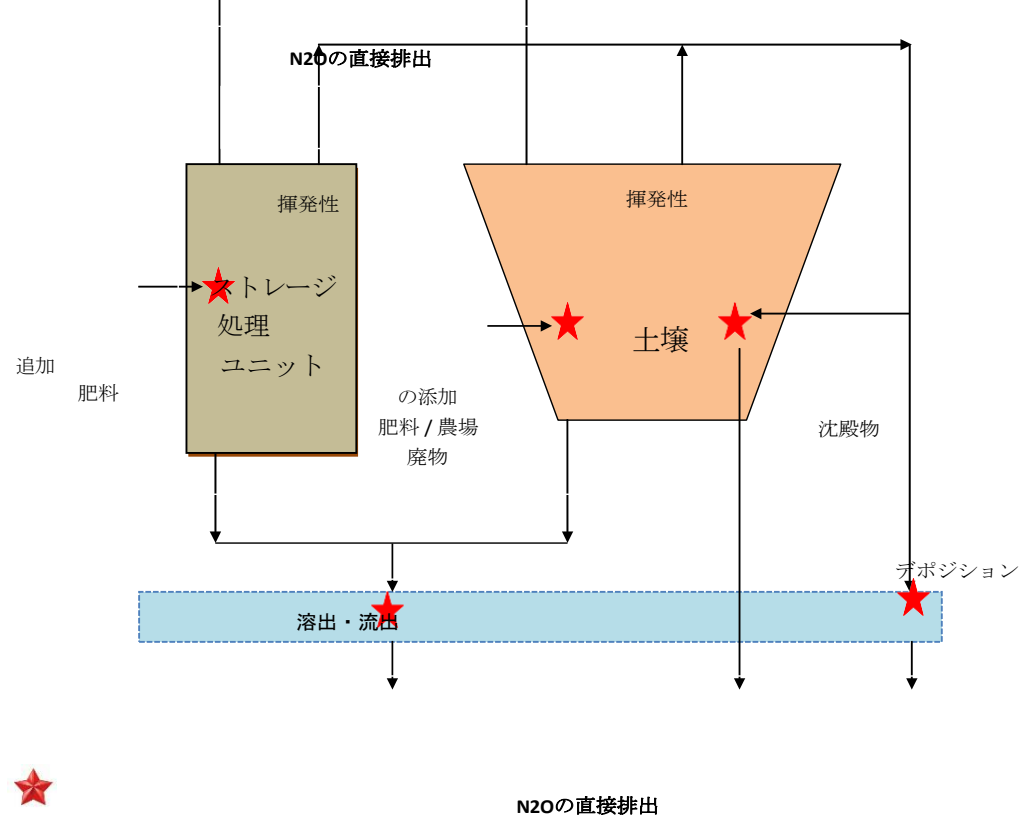
O排出量は、利用可能なNの供給量によって制御されている。土壌への肥料や家畜排泄物の添加、または糞尿の貯蔵や処理によって利用可能なNが増加すると、脱窒および硝化プロセスが刺激され、N₂O排出につながる。実際のN₂O

Oの排出は、糞尿の貯蔵場所または肥料の散布場所から直接発生することもあれば、浸出と揮発を経て間接的に発生することもある。揮発した窒素は、最終的に土壌または湖やその他の水域の表面に沈着し、そこでN₂Oが排出される。

浸出した窒素は、農場下の地下水や、最終的に浸出液を受け入れる溝、河川、河口などでのN₂Oの排出を引き起こす。間接的なN₂O

Oの排出は農場の外で起こるかもしれないが、このガイダンスでは直接的なN₂O

Oの排出と同じように説明されている。



= 利用可能なNの増加による脱窒および硝化プロセスの促進

稲作

湛水下水田の有機物の嫌気性分解により、CH₄

、主に稲を経由して大気中に排出される。CH₄

の排出量は、栽培される作物の数と期間、栽培期間前と期間中の水体系、有機および無機の土壌改良材に依存する。また、土壌の種類、温度、稲の品種も重

GHGプロトコル農業ガイダンス

要である。

土壌の石灰化

石灰化は、土壌の酸性度を下げ、植物の生育を向上させるために行われます。土壌に添加すると、石灰石 (CaCO_3) やドロマイト ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) などの炭酸石灰が溶解し、重炭酸塩 (HCO_3^-) を放出し、これがさらに化学反応を経て CO_2 を形成する可能性がある。 CO_2 が排出されるかどうか、またその量は、土壌要因、気候体制、適用される石灰の種類（すなわち、石灰石またはドロマイト、細粒または細粒）により異なる。非炭酸塩石灰、例えば石灰の酸化物（例えば CaO ）や水酸化物は、農場で CO_2 の排出をもたらさないが、その生産は炭酸塩原料の分解から CO_2 の排出を引き起こす。

カーボンプールの管理

農業部門は、農業用地の利用やLUCの際に CO_2 の供給源または吸収源として機能するCプールの重要性において、工業部門とは大きく異なる。これらのプールは、主に4つのタイプに分けられる（図4-4）。

- 地上および地下のバイオマス（例：樹木、作物、根など）。
- 土壌中または土壌上にある枯れた有機物（DOM）（例：朽ち木や腐葉土）。
- 土壌有機物。このカテゴリには、死んだ有機物として認識されるに細かすぎる、すべての非生物バイオマスが含まれます。
- 収穫された製品。一般に、農業分野では、作物製品は収穫後すぐに消費されるため、このプールは短命である。ただし、収穫木材製品（HWP）は例外となる可能性がある。

これらのプールをさらに細分化することは可能である。例えば、DOMとバイオマス

のプールは、下層植生、立ち枯れた木、倒れた枯れ木、ゴミのプールなどに細分化することができる。このような細分化は、データの利用可能性とインベントリで意図する精度によっては有用である（第8章参照）。

炭素蓄積量は、プール内に蓄積された炭素の量である。農地管理を変更した後、炭素貯留量が平衡に達するまで数十年かかることもある。最終的に、農地が全体としてCを吸収するためには、すべての蓄積量の増加の合計がすべての蓄積量の減少の合計を上回らなければならない（すなわち、 CO_2 固定によるすべてのC利益の合計が CO_2 と CH_4 排出と収穫物によるすべてのC損失の合計を上回らなければならない）。

土壌の炭素プール

土壌には有機物と無機物の両方のCが存在し、見出されている。しかし、農業は有機土壌と鉱物土壌に含まれる有機Cプールに大きな影響を与える。

- 有機質土壌における有機物Cのプール。有機質土壌（例えば、泥炭やマック

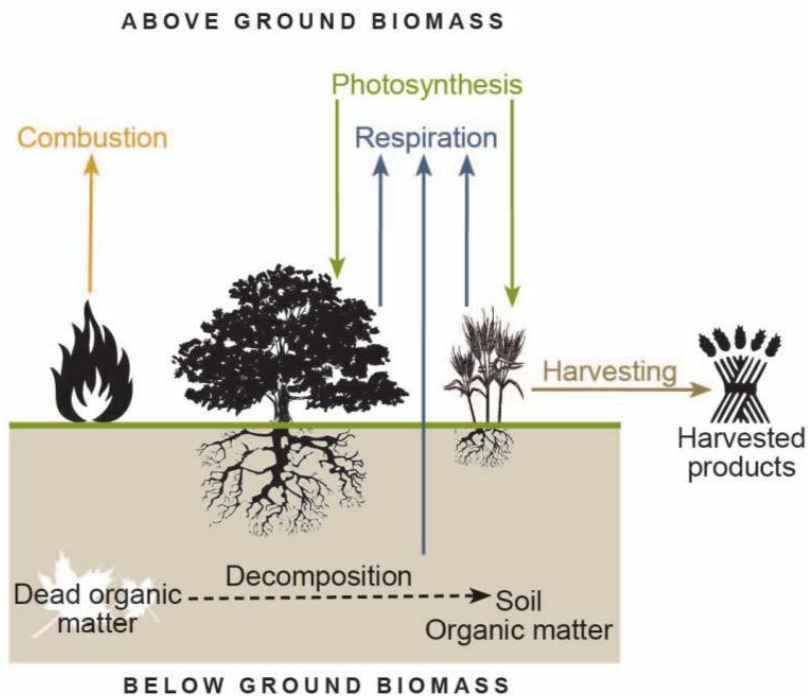
GHGプロトコル農業ガイダンス

)は、質量比で有機物の割合が高く、湿地の水はけの悪い条件下で、有機物の投入が嫌気性分解によるCの損失を上回った場合に形成される。農業用地を確保するために有機土壌を排水すると、CO₂が排出される。排出率は気候によって異なり、温暖な条件下での排水は分解速度を速めることにつながる。CO₂排出量は、排水の深さ、石灰化、有機基質の肥沃度と一貫性にも影響される。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 有機Cは鉱物性土壌に蓄積される。有機質土壌以外の土壌は、すべて鉱物性土壌に分類される。鉱物性土壌は通常、有機物の量が比較的少なく、中程度から水はけのよい条件下にあり、湿地帯を除くほとんどの生態系で優勢である。鉱物性土壌の有機炭素蓄積量は、土壌への炭素の投入と土壌からの炭素の喪失の間の純バランスが変化した場合に変化する可能性がある。Cの投入は、収穫や火災の後にバイオマス残渣を土壌に取り込むことによって、あるいは有機質改良材にCを直接添加することによって起こる可能性がある。Cの損失は、主に分解によって制御され、水分や温度の変化、土壌の性質、土壌の攪乱に影響される。

図4-4.農業におけるカーボンプール



メカニカルソース

農場に存在する機械的な発生源には、次のようなカテゴリーがあります。

- 定常的な燃焼源と移動性の燃焼源。定置型燃焼源は、ボイラー、炉、発電機などの装置で、粉砕機や灌漑設備など、さまざまな機器の動力源として使用されます。移動式燃焼源は、トラクター、コンバイン、トラックなどの車両や移動式装置です。すべての燃焼源から排出されるCO₂、主に使用される燃料のC含有量によって決定される。これに対し、CH₄

GHGプロトコル農業ガイダンス

および

GHGプロトコル農業ガイダンス

N₂

Oの排出量は、主に現在の燃焼技術と排出抑制技術によって決定されます。

- 購入した電力。関連する排出量は、当該グリッドで使用される燃料の種類と技術の組み合わせに依存する。
- 冷媒機器、空調機器。これらの機器は、設置、メンテナンス、運転、廃棄の際に、地球温暖化係数（GWP）の高い温室効果ガスである冷媒を漏出させます。

4.3 農場以外の場外排出源 ゲート

上流と下流のプロセスの相対的重要度は、市場への近さ（輸送距離）、加工と包装の量、農産物投入物（特に肥料）の種類と量によって異なる。以下の供給源は、多くの種類の農家にとって重要であろう。

肥料製造

肥料生産によるGHG排出量は、エネルギー消費量と密接な関係があり、工場の設計や効率、排出抑制技術、原料の投入などの側面によって変化します。特に重要なのは3つの原料である。

- アンモニアです。CO₂炭化水素（主に天然ガス）を炭化水素原料（Hを供給するため）およびエネルギー源として消費することにより排出されます。
- 硝酸（HNO₃）。硝酸の生産は、N₂Oの最大の工業的発生源であり（IPCC 2006）、アンモニアを硝酸に触媒酸化する際に副産物として排出される。
- リン酸。リン鉱石と硫酸を反応させて製造される。その結果、燃料の使用と岩石に含まれるC化合物から、主にCOが排出される。²

肥料製品に含まれる温室効果ガスには、これらの成分の相対的な量が大きく反映されます。

飼料製造

世界的に見ると、飼料生産は、すべての種類の家畜の製品レベルのGHG排出量の45%を占めている（Gerber et al., 2013）。卵、鶏肉、豚肉のライフサイクルインベントリでは、腸内発酵が支配的な牛乳や牛肉と比較して、より重要である。飼料生産の排出は、4.2節で述べた多くの排出源、特に土壌管理、LUC、肥料生産、乾燥・加工時の電力使用からもたらされる。

冷凍

GHGプロトコル農業ガイダンス

冷凍は川下のサプライチェーンにおいて、GHGを大量に消費する主要な要素である。冷凍の排出は、初期の冷却、輸送、保管、ケータリング、小売の際に発生する。データは限られているが、この「コールドチェーン」は世界のGHG排出量の約1%を占めると考えられる (James and James, 2010)。

第2部: 企業の棚卸資産の開発

第5章 インベントリの設定 境界線

農業関連企業は、その組織構造や事業運営において、実に様々なバリエーションを持っています。よくある例としては、垂直統合の度合い、土地や設備のリース契約の種類、農産物の農地外販売の方法などがある。このような多様性は、企業内および企業間において、排出源がインベントリに一貫した形で含まれることを保証する上で問題となる。幸いなことに、どの排出源をインベントリに含めるべきかを企業が判断するのに役立つ具体的な方法がある。

この章では

- インベントリに含めるべき事業を決定するための組織の境界を設定するアプローチについて説明しています。
- 事業活動に関連する排出源をインベントリで報告すべきかどうか、またどのように報告すべきかを定義する事業活動の境界を設定するためのアプローチについて説明する。

要求事項と主な推奨事項のまとめ。

- 企業は最低限、スコープ1と2を別々に会計処理し、報告しなければならない。
- 事業境界を設定する際、企業は生産契約やその他の形態の農業契約、土地や設備のリース、協同組合の組合員資格などを適切に考慮する必要があります。

5.1 組織境界を設定する

組織の境界は、どの土地と畜舎や加工工場などの操業施設

(本ガイダンスでは総称して「操業」と呼ぶ)をインベントリに含めるべきかを決定するものである。組織の境界を設定するために、3つの「統合」アプローチを使用することができる。

1. **操業管理**。企業が、自らの経営方針を導入し、実施する権限を持つ事業所からのGHGフラックスの100%を占めていること。
2. **財務支配力**。企業が、経済的利益を得る目的で財務および営業方針を指示する能力を有する事業への、または事業からのフラックスの100%を占めていること。
3. **持分法 (Equity-share approach)**。ある事業への出資比率 (または経済的持分の割合) に応じて、その事業からの流入・流出を会計処理する。

企業が業務上の支配を及ぼしているかどうかを判断するために、さまざまな基準を用いることができる。例えば、以下のような場合、業務上の支配力を有し

GHGプロトコル農業ガイダンス

ていると言えるでしょう。

- この事業は、報告企業が自らのために、あるいは他の所有者や事業参加者との契約上の義務に基づき運営している。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 事業が合併事業（またはそれに準ずるもの）によって運営されており、その合併事業に関して報告会社は経営や取締役会レベルの意思決定を行う能力を有しています。
- 報告会社は営業許可証を保有しています。
- 報告企業は、環境・健康・安全に関する方針を定めている。

企業はインベントリーを作成する際に、1つの連結方法（および関連する基準）のみを使用しなければなりません。異なる方法を使用して複数のインベントリーを作成することも可能です。多くの農業関連企業は、個人事業または家族経営で組織されており、組織の境界線はそれに応じて単純なものとなっています。事業構造がより複雑になればなるほど、組織の境界は、一貫した会計処理を保証する上で、より重要な意味を持つようになる。インベントリにどのような農業経営が含まれるかは、関係する事業構造と選択された連結手法によって異なる（表5-

1）。例えば、ある協同組合の組合員・パトロンは、財務管理アプローチではその協同組合のフラックスを一切計上しないが、持分比率アプローチではそれらのフラックスを計上することになる（表5-1）。図5-1は、異なる会計区分に対する組織境界の適用を示したものである。協同組合については、5.2章でさらに検討する。

本ガイダンスは、セクターごとにどの連結方法を用いるべきかを推奨するものではない。むしろ、多くの企業が手法を選択する際に様々な要因を考慮する必要があると思われる、その選択は、報告企業のGHG報告に関する事業目標に基づくべきである（表5-

2）。たとえば、大規模な畜産場を持つ企業は、強制的なGHG報告プログラムの管轄下に置かれる可能性があります。このようなプログラムの遵守は、通常、排出源の運営者に委ねられているため、この会社は、報告プロセスを合理化するために、運用管理方式を選択することができる。一般的に、個人事業主は、運用管理手法を最も簡単に適用することができるが、その他の事業構造を持つ企業は、特定のビジネス目標に基づいて、3つの手法のいずれかを選択することができる。

表5-1.一般的な事業構造の種類と組織境界の設定による成果

農業事業の種類			
機能比較	個人 単独 個人事業主)	パートナーシップ	株式会社 投資家向け協同組合
どのような人がサービスを利用するのか？	一般的に、 お客様	非所有者一般的に 主に共同利用者 オーナー 顧客	、非所有者 以外のメンバー 顧客

GHGプロトコル農業ガイダンス

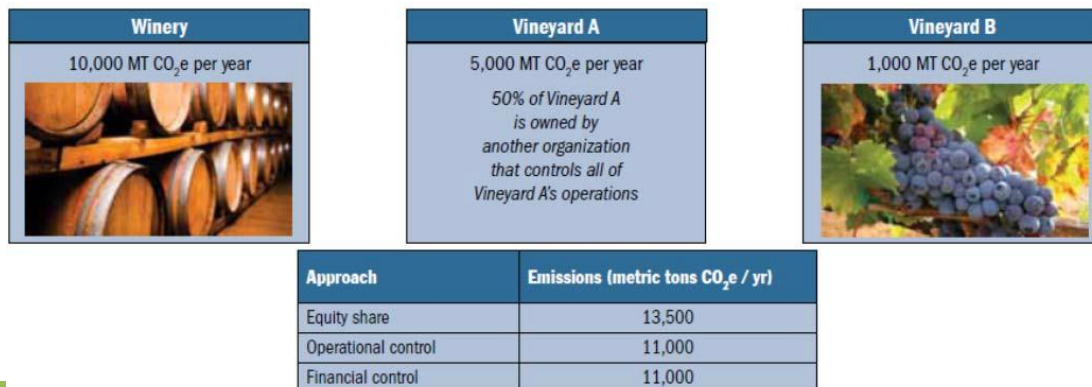
ビジネスの所有者は誰ですか？	個人パートナー	メンバー・パトロン 株主
誰が投票するのですか？	必要なしパートナー	共通メンバー・パトロン 株主
議決権行使はどのように行われるのですか？		特に必要なし。

GHGプロトコル農業ガイダンス

		パートナーズシェア 資本金にお ける普通株式	一人一票
誰が方針を決定するのか	個人	パートナー	普通株主 と取締役
営業利益は誰が得るのですか？	個人	に比例して、 パートナーは 商売気	の株主がいる 。もちかぶ比 率
誰のGHG シェア フラックスに基づきま す。 事業の 農業	_____	フラックスの各パートナー %は、 それぞれ を占める	を占めてい る。 パトロン制のメンバ ー・パトロンは
_____オーナーアカウント生産? の100%について、 に基づいて。 フラックス パーセント? コントロール	_____	に基づき 、その フラックス分 の事業上の ビジネス	パトロン制のメンバ ー・パトロンは フラックスの100% を協同組合が占める
_____オペレーショナル ベース 制御	_____	の10 0%を占め ています 。 ようざい	の100%を占める協 同組合です。 流束
		契約上の規定およびその他の 法的規定によって異なる	

図5-

1.組織の境界を適用する。あるワイン会社がワイナリーとブドウ園（Vineyard B）を所有し、運営している。また、他社が運営する第二のブドウ園(Vineyard A)の50%を所有している。ワイン会社の在庫の大きさは、使用する連結方法によって異なる。



GHGプロトコル農業ガイダンス

表 5-2.組織境界のアプローチを選択するための考慮事項。

考察	優先バウンダリーによる	説明
商業的現実の反映	持分比率	持分法適用会社は、経済的分配の割合に基づき商業的な現実を反映した事業活動に対する利益
政府報告および排出権取引プログラム	動作制御	通常、プログラムでは、以下の基準で報告が求められます。 オペレーションコントロールの
責任とリスクマネジメント	出資比率または財務支配力	GHG排出の最終的な財務責任は、多くの場合、グループ会社が負う。事業に対して持分を保有し、または財務的な支配力を有する者
財務会計との整合性	株式または財務管理	これらのアプローチにより、最も近いアライメントが得られる GHGと財務会計の関係
マネジメント情報およびパフォーマンストラッキング	動作制御または財務管理	管理職が責任を負うべきは管理下にある活動
管理およびデータアクセスのコスト	運用管理または財務管理	エクイティ・シェア・アプローチでは、以下のようなリソースが必要となるため、コストが高くなる可能性があります。 報告会社の支配下でない共同事業からデータを収集すること。

5.2 運用境界の設定

いずれかの方法で組織の境界を設定した後、会社はそれぞれの排出源について事業活動の境界を設定する必要がある。これらの境界は、排出源が直接排出（すなわち、報告会社が支配または所有している）か間接排出（すなわち、他社が所有または支配しているが、排出量の一部が報告会社の活動の結果である）かを定義するものである。排出源は、さらに範囲によって分類される（Box 1-1）。

- スコープ1：すべての直接排出
- スコープ2：購入した熱、蒸気、電気の消費（間接的な発生源）。
- スコープ3：その他すべての間接排出

スコープ1および2のすべての排出源は、インベントリで報告するものとする。

GHGプロトコル農業ガイダンス

スコープ3の排出源は、企業基準では任意であるが、重要なスコープ3の排出源を測定し報告することが推奨されている（9.3章参照）。また、LUCを除き、報告企業が所有または管理するCプールから/へのすべてのCO₂フラックスは、特別な「生物起源炭素」カテゴリーで対象範囲とは別に報告されなければならない。生物起源CO₂フラックスについては、第8章と第9章でさらに検討する。

GHGプロトコル農業ガイダンス

オペレーション・バウンダリーの設定に影響を与える要因は何ですか？

企業は、ある情報源がどの範囲に含まれるかを判断する際に、以下のような考慮すべき要素に遭遇する可能性があります。

1. 生産契約

農産物の販売には、生産契約、販売契約、スポット市場など、さまざまな方法がある（図 5-

2）。生産契約は、契約者（生産者と呼ばれることが多い）と被契約者（インテグレーターと呼ばれることが多い）の間の契約であり、生産プロセスに対するある程度の支配をインテグレーターに委ねるという点で区別される。契約では、次のことが規定されている。(1)

生産者が提供すべきサービス（施肥スケジュール、飼育条件など）(2)

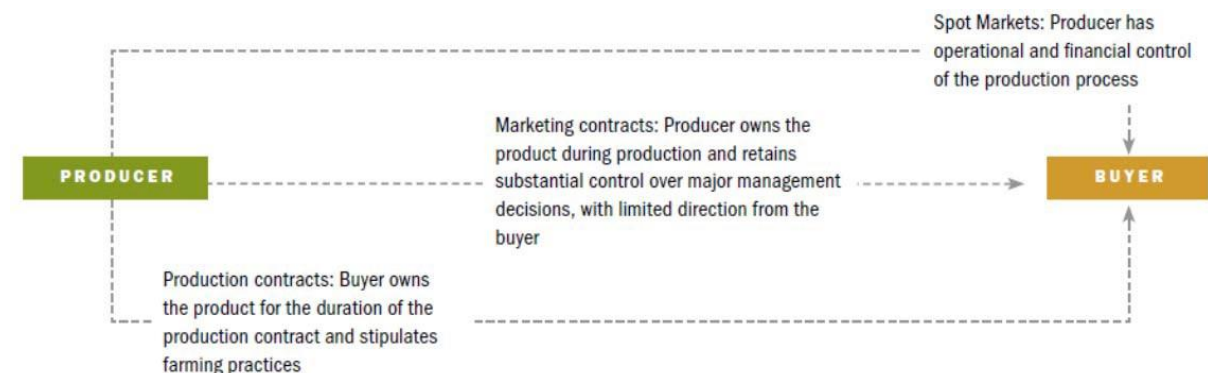
生産者がサービスに対して補償を受ける方法(3)

あらゆる投入物の供給に関するインテグレーターの具体的責任。生産契約には多くの種類があり、生産中の製品をインテグレーターが所有するか、生産者が所有するか、契約条件に交渉の余地がないか、インテグレーターがどの程度投入物を提供するかによって、さまざまに異なります。

本ガイダンスに基づく報告においては、生産者は、契約生産に対する経営支配力を保持していると想定されるため、経営支配力アプローチによりスコープ1または2における関連排出量の100%を説明する必要がある。

財務的アプローチと持分法アプローチでは、会計処理が異なる場合がある。特に、インテグレーターが個々の生産者と複数年の契約を結び、広範囲な投入物を提供している場合、インテグレーターと生産者はそれぞれ、生産工程への投資割合に応じて、排出量の一部を計上する必要がある。

図5-2.農産物の主な販売ルート



GHGプロトコル農業ガイダンス

2. その他の農業請負の形態

企業は、第三者のために家畜を飼育したり、作物を栽培したりすることを要求する生産契約を結ぶことができますが、第三者に自らのために農業活動を行うことを要求する他の種類の契約を結ぶこともできます。これらの活動は、報告企業の農地内または農地外で行われることがある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

農場での活動。企業は、収穫や施肥などの農作業の一部を第三者と契約することができます（下記のサービス協同組合の例を参照）。一方、土地所有者は、耕うん、植え付け、害虫駆除、収穫、作物の保管、その他の農作業に必要なすべての労働力と機器を契約農家が提供するカスタムファーム契約を締結することができる。契約農家が所有する機器を除いて、農場での供給源は、作業管理方式と財務管理方式のいずれにおいても、契約農家にとってはスコープ3、生産者／土地所有者にとってはスコープ1である。

農場外での活動。農地外活動：第三者の土地で会社の家畜を放牧したり、餌を与えるための様々な取り決めが存在する。例としては、フィードロットやアジストなどがある⁶。家畜が第三者の土地にいる間、農業排出物（例えば、腸内発酵と糞尿管理によるCH₄の排出）は、運用と財務管理の両方のアプローチで、第三者にとってはスコープ1、生産者にとってはスコープ3である。

3. 土地・設備に対するリース

企業基準（付録F）では、一般的なリースの種類を2つに区別している。

- キャピタル・リース（またはファイナンス・リース）。このタイプのリースは、借手が資産を運用することを可能にし、また、その資産を所有することによるすべてのリスクと報酬を借手に与えるものである。キャピタル・リースでは、借手は耐用年数の大部分にわたって資産を使用することができます。キャピタル・リースまたはファイナンス・リースのもとでリースされている資産は、財務会計上、全額自己所有の資産とみなされ、貸借対照表上、そのように計上されます。
- オペレーショナル・リース。このタイプのリースは、借手が建物や車両などの資産を運用することを可能にするが、その資産を所有することによるリスクや便益を借手に与えるものではない。オペレーティング・リースでは、賃借人は、資産の耐用年数の一部分のみを使用する。キャピタル・リースまたはファイナンス・リース以外のすべてのリースは、オペレーティング・リースである。

報告企業にとって、リース資産がスコープ1か3かは、組織の境界を設定するために選択したアプローチと、リース契約の種類によって異なる（表5-3、表5-4参照）。

土地リースおよび運営管理

本ガイダンスに基づく報告においては、報告企業は、自らがリースしているすべての土地に対して経営支配力を及ぼしているとみなされる（表5-3）。これは、賃料の支払い形態（現金、作物、またはその両方）、地主から提供される資源の量、地主が経営の意思決定にどの程度関与しているかにかかわらず、当てはまるものである。例えば、国有地である放牧地の政府からの賃貸

GHGプロトコル農業ガイダンス

許可には、休息期間や再播種に関する要件が含まれている場合がある。このような場合、土地の運営管理は賃借人が行うことになる。

⁶リース契約は、通常、牧草地や放牧地でのリース契約よりも短期間で定義されます（「土地および設備のリース」で別途検討）。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表5-3.リース資産からの排出量借手の視点

		リース契約の種類	
組織境界の考え方	ファイナンス/キャピタルリース オペレーティングリース		
出資比率または財務支配力	借手は所有権と財務的支配力を有する。したがって、リース資産（土地または機械）からの排出はスコープ1、購入電力からの排出はスコープ2である。	借手は、所有権または財務的支配力を有しないため、リース資産（土地、機械、購入電力）からの排出は、スコープ3（スコープ3区分8：「上流側からのリース資産」）	
動作制御	借手は運用を管理しているため、リース資産（土地や機械）からの排出はスコープ1、購入電力からの排出はスコープ2である。		

表5-4.リース資産からの排出量貸手の視点

		リース契約の種類	
組織的なアプローチ境界線	ファイナンス/キャピタルリース オペレーティングリース		
出資比率または財務支配力	貸手は、所有権や財務的支配力を持たないため、リース資産（土地、機械、購入電力）からの排出は、スコープ3（スコープ3カテゴリー8）となります。「上流リース資産」)	貸手は所有権と財務的支配力を有する。したがって、リース資産（土地または機械）からの排出はスコープ1、購入電力からの排出はスコープ2である。	
動作制御	貸手は運用を管理していないため、リース資産（土地、機械、購入電力）からの排出はスコープ3（スコープ3区分8：「上流側のリース資産」）。		

4. 協同組合への加入

協同組合は、そのサービスを利用する会員組織によって所有・管理され、その利益は利用に応じて会員によって共有される事業である（表5-1）。農業協同組合には様々な形態があるが、大きく分けるとマーケティング協同組合、購買協同組合、サービス協同組合に分類される（表5-5）。

持分法での会計処理多くの生産者は、協同組合への出資比率が比較的小さく、出資比率に基づく排出量計算を行う必要はない。しかし、一部の生産者は、相当な割合の顧客を有しており、協同組合のスコープ1、スコープ2、（オプションで）スコープ3の排出量に相当する割合を持分

GHGプロトコル農業ガイダンス

法に基づき計上する必要があるかもしれない。排出源の性質は、協同組合の種類によって大きく異なることに留意する。

GHGプロトコル農業ガイダンス

(表5-5参照)。例えば、購買協同組合の組合員は、飼料や肥料の製造に関連したスコープ1の排出を持つことになる。

どちらかの支配下にある場合の会計処理協同組合は、組合員の組織的な境界には属さず、スコープ1

と2の排出量は、協同組合自身によってのみ算定されるべきである。個々の組合員は、（他の組合員のためでなく）自分のために協同組合が行った活動から発生した排出量については、スコープ3の算定を行うことができる。例えば、サービス業を営む協同組合の組合員は、その組合員によって使用される飼料を加工することによって生じる排出量を計上することができる（スコープ3の該当項目はカテゴリー1「購入した商品とサービス」である）。

表5-5. 生協と業務境界線

協同組合の種類	協働活動
マーケティング	バイヤーとの会員製品の価格・販売条件の交渉
	会員の製品を他の製品に加工する
	会員の製品を自社ブランドで小売店に販売する。
購買	飼料、燃料、肥料、種子などの生産資材へのアクセスを提供する。
	肥料・飼料を生産する
サービス	肥料、石灰、農薬の散布、家畜飼料の加工、作物の収穫など、農場特有のサービスを提供すること。

第6章 時系列でのGHGフラックスの追跡

基準期間の設定と使用は、GHGインベントリの設計における基本的なステップである。基準期間の設定は、企業が過去のある時点とのパフォーマンスを比較するのに役立ち、またインベントリ手法の変更による影響を文脈に反映させ、時間経過によるパフォーマンスの有意義で一貫した比較を可能にする。GHGフラックスに影響を与える農業活動や環境条件は、時間の経過とともに大きく変化する可能性があります。また、買収、売却、合併などの構造的な変化は、インベントリで報告する必要のある事業の種類に影響を与える可能性があります。企業は、基準期間の設定と使用において、これらの変化を考慮する必要があります。

この章では

- 基準期間の選択と、過去の比較が意味を持つようにするための基準期間データの再計算に関する要件と推奨事項を詳述しています。

要求事項と主な推奨事項のまとめ。

- 会社は、基準期間を選択・設定し、その選択理由を明示しなければならない。
- 基準期間は、スコープ1およびスコープ2の排出量について、検証可能なデータが入手可能な最も古い時点とする。
- 多くの企業では、複数年の基準期間が推奨されています。
- 会社は、基準期間の排出量再計算の方針を策定し、再計算の根拠と背景を明確にするものとする。該当する場合、その方針には「重要な閾値」を明記しなければならない。
- の変動を反映し、基準期間の在庫を再計算しなければならない。組織構造、計算方法、または誤謬の発見により、基準期間の棚卸資産に重大な影響を与える。

6.1 ベースとなるの期間を設定する

基準期間とは、組織のGHGフラックスを経時的に追跡するための歴史上の期間である⁷

。企業基準と本ガイダンスは、基準期間を設定することを企業に求めている。企業は、スコープ1およびスコープ2の排出量について検証可能なデータを持つ、最も古い関連する時点を基準期間として使用しなければならない。重要なことは、基準期間が企業のGHGプロフィールを代表するものでなければならないということである。このことは、いくつかの意味を持つ。

GHGプロトコル農業ガイダンス

基準期間は1年以上であること

基準期間は、1年未満の個々の作物年または生産シーズン（家畜の場合）であってはならない。そうでなければ、季節的な管理活動の影響が基準期間に反映されない可能性がある。例えば、耕起作業、冬期被覆作物、二毛作システムなどは、生育期以外の排出を引き起こす可能性がある。

⁷コーポレートスタンダードでは、「基準期間」の代わりに「基準年」という用語を使用しています。後者の用語は、基準期間が1年以上から構成されることがあるため、混乱を避けるためにここで使用されています。

GHGプロトコル農業ガイダンス

の季節を含む。また、作付け年や生産時期の長さは地域によって異なるため、報告企業が所有する異なる施設のデータの比較可能性が損なわれる可能性があります。

複数年の基準期間を推奨

多くの場合、個々の年は代表的な基準期間として機能しない（例として表6.1参照）。このような場合、企業は、より代表的な基準期間を形成するために、連続した複数の年のGHGフラックスデータを平均化すべきである。一般的に、本ガイダンスでは、少なくとも3年を基準期間とすることを推奨しており、多くの場合、年間変動を平滑化するのに十分である。もし、非農業部門の排出量についてすでに基準年が設定されている場合は、その年を中心に複数年の基準期間を設定することができる。

多くの計算手法（例えば、IPCCのTier 1手法；7.3章参照）は、気候や環境の変化がGHGフラックスに及ぼす影響を捉えていない。その代わりに、活動データ（農地面積、牛の飼育頭数、肥料の使用量など）の変化のみを拾っている。そのため、ある年の管理方法が代表的であれば、その年を基準期間として選択することが適切な場合がある。

表 6-1. 個々の年が代表的な基準期間として機能しない場合の例

選択された基準期間が非定型なのはなぜですか？	事例紹介
環境条件の変化が起こり、それが基準期間の棚卸資産と大きく乖離していること。 典型的なGHGフラックス・プロファイル	一回の栽培期間中、熱波によって灌漑が増加し、その結果燃料の使用量も増加します。
農作業の非定型的または一時的な変化	伐採された森林を作物生産に戻す 農業生産のために森林が伐採される
農業活動は一定期間ごとに周期的に変化するため、ある年の活動（およびそれに対応するGHGフラックス）が年は、同じサイクルの他の年とは異なります	複数年の多品種輪作 短周期木質作物の伐採（例：3年ごとに収穫するヤナギの列） 石灰の回転塗布

ローリングベースピリオドが有効な場合がある

ローリングベース期間とは、報告期間ごとに時間を進めていくベース期間である。気候変動に伴う降水量や気温の変化など、長期的な環境トレンドが農業GHGフラックスに影響を与える可能性があるため、この方法が有効である。その結果、現在の報告期間が固定された基準期間から大きく離れているほど、2つの期間間のGHGフラックスの差の少なくとも一部は、これらの傾向に起因している

GHGプロトコル農業ガイダンス

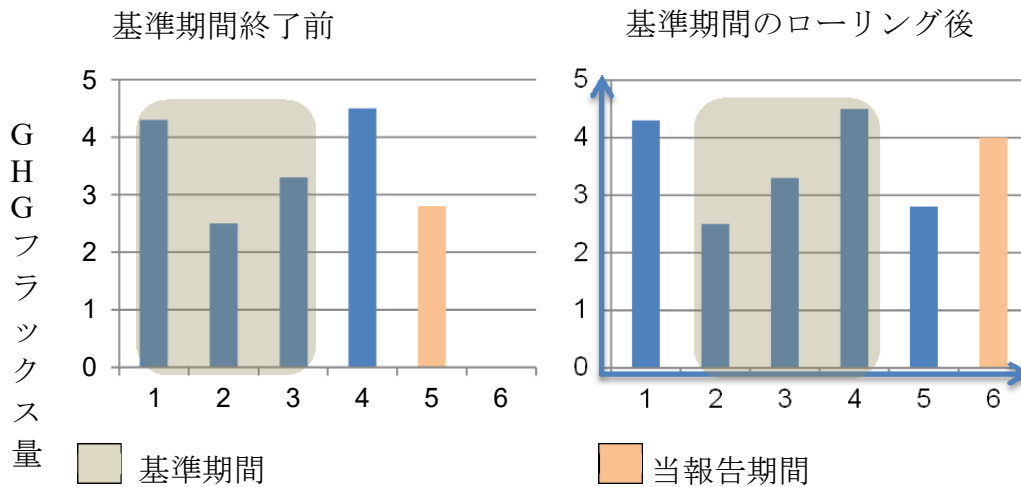
可能性が高くなる。したがって、企業は、これらの長期的な傾向の影響を最小限に抑え、インベントリが管理手法の影響を追跡するための基礎としてより有用であることを保証するために、ローリングベース期間を使用することができる。

GHGプロトコル農業ガイダンス

ローリングベース期間を使用する場合、報告期間ごとにベース期間を前倒しすることになる（図6-1）。

ローリングベース期間の欠点は、削減目標を表現する上で最も一般的な、過去の一定時点に対する削減率で表現することができない点である。

図6-1.ローリングベース期間の考え方



6.2 基準期間 在庫の再計算。

長期にわたる温室効果ガスフラックスの一貫した追跡を確実にするため、インベントリの境界またはインベントリ作成過程に変更が生じ、基本インベントリに大きな影響を与える場合、基本期間インベントリを再計算するものとする。これらの変更には以下が含まれる。

- 報告企業の基準期間に存在する限り、ある企業から別の企業へ事業の所有権または支配権が移転する構造的な変化。例：合併、買収、売却（図6-2参照）。
- 計算方法の変更。例：改良された排出係数の使用。
- 単体または集合的に重大なエラーを発見すること。例：アクティビティデータにおけるエラーの発見。

変更が重要かどうかを判断する際、企業は重要性の閾値を設定すべきである（すなわち、変更が基準期間のインベントリのx%を超える変化を引き起こした場合、累積的に重要であるとする）。GHGプロトコルは、重要性の閾値を定義していないが、多くのGHG報告プログラムでは推奨閾値を提

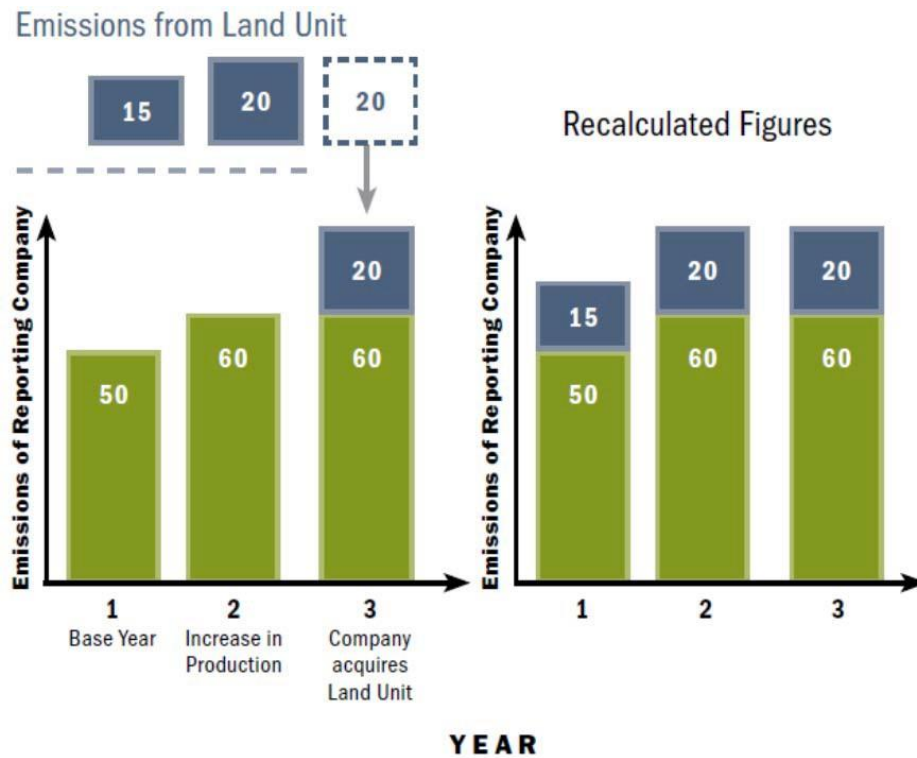
GHGプロトコル農業ガイダンス

供している。重要度閾値を定義した後は、長期にわたって一貫して適用する必要がある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図6-

2.構造変化に対する基準期間在庫の再計算。ここでは、報告企業が3年目の初めにある事業を買収したとする。3年目の事業からの排出は、その年の報告企業のインベントリーに反映されるが、基準期間と2年目のインベントリーは、買収した事業の2年間の排出を含むように再計算される。



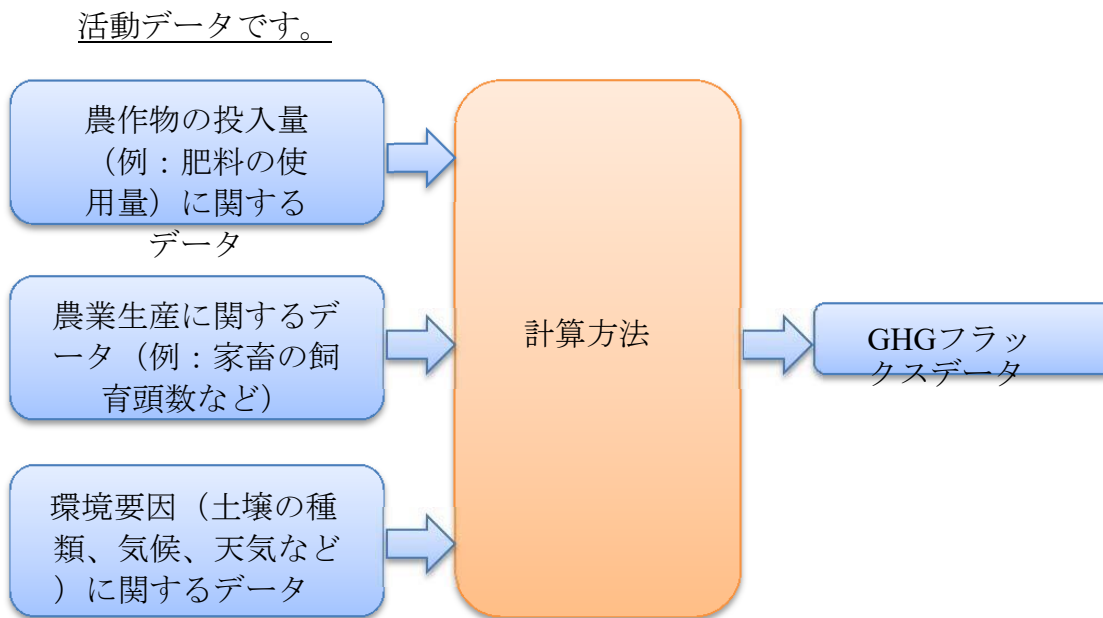
再計算の対象とならない変更

- 有機的成長または衰退。有機的成長と衰退とは、生産量の増減、プロダクトミックスの変化、報告企業が所有または管理する事業部門の閉鎖と開設を指す。例えば、卵の生産者が新しい施設を建設して生産量を増やした場合、有機的成長を遂げることにはなりますが、既存の施設を買収した場合は有機的成長を遂げることにはなりません。会社が借りている土地の量の変化も有機的変化とみなされ、たとえその行為によって生産レベルが大幅に上昇したとしても、再計算の引き金にはなりません。
- 報告会社の基準期間中に存在しなかった事業の買収（あるいはインソーシング）。
- 肥育場から放牧場への転換など、報告企業が所有または管理している事業所の運営方法の変更。

第7章 GHG フラックスの計算

GHGフラックスの計算は、農業セクターのGHGインベントリ作成において最も困難な部分となり得る。企業はまず、インベントリに反映させる必要のある管理方法と排出源を特定し（第4章と第5章参照）、その上で計算方法を選択する必要がある。GHGフラックスデータの精度や必要な活動データの種類は、手法によって大きく異なるため、この選択は重要なステップである。図7-1にGHGフラックス算出の一般的なプロセスを示す。

図 7-1.GHGフラックスデータ算出の一般的なプロセス。



この章では

- GHGフラックスの算出に通常必要とされる活動データの種類を説明する。
- データ収集のための排出源の優先順位付けに関するガイダンスを提供する。
- 農業、特に非機械的な発生源からのGHGフラックスを計算するための一般的なアプローチを説明する。
- 特定の計算ツールを選択する際に有用な基準について説明します。
- インベントリの質を向上させる機会を提供する、GHGデータの計算における一般的な不確実性の原因について説明します。

GHGプロトコル農業ガイダンス

要求事項と主な推奨事項のまとめ。

- **インベントリに含める必要のあるすべての排出源に** ついて、高品質の活動データが得られない場合、企業は排出源の大きさに基づいてデータ収集の優先順位を決めるべきである。
- 企業は、インベントリを作成する目的およびGHG会計と報告の原則に最も適した計算方法を選択する必要があります。
- 在庫の品質を管理する場合、企業はパラメータの不確実性を減らすことに重点を置くべきです。
- GHGデータの不確実性に関する情報は、インベントリで報告されるべきである。

注：GHGフラックスを計算する前に、企業は第8章を参照するべきである。

7.1 アクティビティ データを収集する

活動データは、生産者が保有する既存のデータ記録から収集できることが多い。例えば、請求書、電力メーター、作物保険記録、トラクター通過や作物作業の現場記録、生産記録、土地登記記録、栄養管理計画、家畜移動記録などである。可能な限り、これらの記録はGHG報告の負担を軽減し、監査証跡を改善するために利用されるべきである。一般に、エネルギー消費量、調達量、生産量に関するデータは、質の高い情報源から得られることが多い。対照的に、土地管理慣行とLUCに関する信頼できるデータの入手はより困難な場合がある。表7-1は、要求される活動データの一般的なタイプをまとめたものである。

企業は、各計算ツールに問い合わせて、正確なデータ要件を判断する必要があります。地理的に離れた場所にある大規模な事業所では、在庫の手順を標準化し、記録を一元管理することが推奨される。

共通の課題

活動データを収集する際には、一般的に一定の課題が存在する（表7-2）。企業は、インベントリおよびインベントリ品質管理計画を設計する際に、これらの課題に留意する必要がある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表7-

1.農場内発生源から/への温室効果ガスフラックスの計算に必要とされる可能性のある活動データの種類。計算ツールによっては、ここに反映されていないデータ要件がある場合があり、また、特定の排出源に対してすべての種類の活動データが必要とされるわけではないことに留意してください。

出典一般的に必要とされる活動データの種類	
一般	土壌の質感、水分、排水性、pH <ul style="list-style-type: none"> ● 温度 ● 作物別の収穫面積と収穫量 ● 場所（例：州またはバイオーム）
腸内発酵	家畜の年齢および種類ごとの数（子牛、雄牛、未経産牛、雌牛など）、季節または月ごとの集計 <ul style="list-style-type: none"> ● 幼年期、成体生産期、成体非生産期の長さ ● 敷地外で管理されている家畜の数（例：敷地外での越冬、フィードロット、アジトなど） ● 動物の販売および購入 ● 飼料の量、種類、消化率 ● 牧草地や放牧地における飼料の質 ● 家畜の放牧時間 ● 1頭あたりの乾物摂取量 ● 飼料添加物の種類と量
堆肥の管理	管理システムの種類 <ul style="list-style-type: none"> ● このシステムで管理されている糞尿の量 ● システム使用日数
肥料／農業廃棄物の種類と窒素含有量（例：%N/kg またはリットル） 化学肥料の適用 適用量（例：kg/ha） 肥料／農業廃棄物の種類と窒素含有量（例：%N/kg またはリットル） 化学肥料の適用 適用量（例：kg/ha） 家畜排泄物 適用方法（例：散布、混入など） 作物残渣の土壌への施用時期	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌に還元された作物残渣の量（輪作によるものを含む） ● 輸出・輸入される肥料の量
排水と耕うん 管理された土壌の	耕起方法の種類 耕作方法を変更した年 <ul style="list-style-type: none"> ● 耕作方法が変更された農地面積 ● 異なる深さに排水された有機土壌（泥炭、フェンなど）の面積 ● 土壌有機物（SOM）含有量
稲作	作付面積
焼却面積 作物残渣	焼却面積 1エーカーあたりの圃場に残された作物残渣の量
土地利用の変化	土地の種類と関係する生物種（例：森林の種類） <ul style="list-style-type: none"> ● 該当する土地の面積 ● 土地利用の変化があった年

GHGプロトコル農業ガイダンス

森林 の量	伐採した木材の管理量（例 現場に残された木質系デトライタ
短周期木質系は、伐採した木材の管理量に含まれる。 農園)	

GHGプロトコル農業ガイダンス

<p>ⅡΣ(および定置用燃料の使用装置)</p>	<p>量。</p> <p>異なる燃料ストックの開始量と終了量、および</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 燃料の種類別購入量 <p>コントラクター操作の場合。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 請負業者が操作するさまざまな種類の機械の稼働時間（例、<150ps、150-200ps、など） ● 契約農地面積
<p>電気使用量</p>	<p>購入電力量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 農場内の再生可能エネルギー源から得られた電力のうち、農場内で使用されたもの、または系統に売られたものの量
<p>冷凍または空調 コンディショニング</p>	<p>製品の冷蔵量</p> <p>異なる冷媒ストックの開始量と終了量</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 冷媒の種類別購入量

表7-2.農業排出源の活動データ収集における共通の課題

課題	解決策
<p>の頭数を決定家畜の頭数や、年間を通した月単位の農場の排出量を計算する。</p> <p>。カテゴリーが年によって大きく異なる（例：春と秋の分娩で、農場の家畜の年齢が幅広く異なる）。</p>	
<p>排出量を計算するためのデータを</p>	<p>農場での請負業者の燃料使用量について仮定する。その際</p> <p>サービス提供地域ごとに必要な燃料、およびその量について仮定する。契約面積のみ記録され、使用された機械は記録されません。</p>
<p>エネルギー消費量の把握</p> <p>々の施設や供給源（</p> <p>日あたりの稼働時間数を集計使用するログを。</p>	<p>メーターを設置するか、あるいは個</p> <p>灌漑用ポンプの 1</p>
<p>作物残渣の量の決定</p> <p>スの総量の決定</p>	<p>畑で焼かれたバイオマスの総量の決定</p> <p>報告期間中に成長した地上バイオマ</p> <p>の期間に、家畜消費、野外での腐敗、収穫（バイオ燃料、家畜飼料、その他の用途）により焼却前に除去された割合を差し引いたもの。</p>

GHGプロトコル農業ガイダンス

7.2 データ収集の優先順位付けのためのガイダンス 努力

インベントリに含める必要のあるすべての排出源について、質の高い活動データを収集することが常に可能であるとは限らない。その結果、データ収集の努力は優先されるべきである。

企業は、主要な情報源について、データ収集の努力を優先させる必要があります。主要な排出源とは、GHGフラックスが最も高く、排出削減の可能性が最も高く、企業の事業目標に最も関連性があると予想されるものである（表7-3）。GHGフラックスのトレードオフの可能性（7.3章参照）、また、企業は異なる排出源に対して異なる管理量を持つ可能性があるため、主要排出源の特定は、個々の排出源から排出される異なるGHGの範囲を考慮する必要がある。主要な排出源についてより質の高いデータを収集することで、企業は、利用可能な資源を最も効率的に活用しながら、より効果的に削減目標を設定し、長期的に進捗を追跡・実証することができる。同じ理由から、主要な排出源は、最も正確な定量化方法と品質分析/品質管理手順の焦点の対象にもなるべきである。

表7-3. データ収集努力の優先順位付けの基準

基準ソース（またはシンク）への適用	
の大きさ	発生源（または吸収源）が、他のほとんどのGHGフラックス源と比較して大きい（または大きいと思われる）。
の傾向	時間の経過とともに、ソースの大きさが増加または減少していることが記録されている。農業慣行の変化を予測した上で、予測される傾向を大きくする。
の不確実性	GHGフラックスの不確実性は大きい（と考えられている） GHGフラックス 見積もり
	報告企業が実施または管理できる潜在的な排出量削減がある。
リスク	その発生源は、企業のリスク・エクスポージャーに貢献する（例：気候変動金融、規制、サプライチェーン、製品および顧客、訴訟、風評被害などの関連するリスク）
ステークホルダー	主要なステークホルダー（顧客、サプライヤー、投資家、市民社会など）から重要であるとみなされているソース
セクター別ガイダンス	このソースは、セクター別ガイダンスによって重要であると認識されています。
	その他企業やセクターが策定した追加的な基準を満たすソースであること

GHGプロトコル農業ガイダンス

GHGフラックスの大きさに基づいて主要な排出源を特定することが望ましい
主要な発生源を特定するための最も厳密なアプローチは、定量的なデータを使用して、さまざまな発生源（および吸収源）の規模をランク付けすることです。このアプローチには3つの段階がある。

1. GHGフラックスデータを入手する。特定の排出源はインベントリ期間ごとに大きさが変動するが、企業は入手可能な最新のインベントリからのデータを優先的に使用する。あるいは、企業は、初期のGHG推定（またはスクリーニング）方法を使用して、各排出源のフラックスを推定することもできる（例えば、次のような方法）。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 業界平均のデータ、異なる食品やバイオ燃料製品のLCA研究、または概算値を使用)。
2. 推定GHGフラックスに従って、すべての排出源を大きいものから小さいものへと順位付けする。重要な吸収源を適切に特定できるように、除去量は絶対値で記載する（つまり、負の符号を付けない）。
 3. あらかじめ決められた、割合の累積しきい値を適用する。主要な排出源とは、総排出量の一定割合を占めるものである（例：主要な排出源は、GHGフラックスの70%に累積的に責任がある）。

また、大きさの傾向は、主要な発生源の特定に有用である。所定のインベントリ期間に対する発生源の順位付けに加えて、データが利用可能であれば、経時的なフラックスの変化率（例えば、基準期間と最新のインベントリ期間間）に基づいて発生源を順位付けすることも有用であろう。

GHGフラックスの変化率

$$= \frac{\text{最新のインベントリ見積もり} - \text{基準期間見積もり}}{\text{基準期間見積もりの絶対値}} \times 100\%$$

この分析は、インベントリ全体の傾向とは異なる傾向を持つ排出源を特定することができるため、有用である。企業は、減少傾向を示す排出量（あるいは増加傾向を示す吸収量）の推計に追加的な資源を投資しないことを選択することができる（特に、これらの傾向が緩和対策の導入に起因する場合）。しかし、インベントリに緩和策を可能な限り反映させるため、これらの排出源を優先させることが推奨される。企業は同様に、フラックスが大きな増加を示しているカテゴリーに、より多く投資することを選択することができる。

この分析は、インベントリ全体の傾向とは異なる傾向を持つ排出源を特定することができるため、有用である。企業は、減少傾向を示す排出量（あるいは増加傾向を示す吸収量）の推計に追加的な資源を投資しないことを選択することができる（特に、これらの傾向が緩和対策の導入に起因する場合）。しかし、インベントリに緩和策を可能な限り反映させるため、これらの排出源を優先させることが推奨される。企業は同様に、フラックスが大きな増加を示しているカテゴリーに、より多く投資することを選択することができる。

企業は、小規模または不確実性の高い排出源を除外してはならない。

一般的に、企業は、不確実性の結果として、必要な排出源をインベントリから除外すべきではない。その代わりに、インベントリの妥当性と完全性を確保するために、使用する計算方法の限界について透明性を確保する限り、相対的に重要性が低いと予想される排出源については、より精度の低い方法を使用することを決定してもよい（第9章参照）。例えば、燃料の使用は、牧場のインベントリに占める割合が小さいことが多いが、それでもインベントリに含めるべきであり、簡略化した仮定に基づいて推計することができる。

「重要性の閾値」は使用できますか？これは、ある排出源が閾値の大きさよりも小さい場合、インベントリから省くことができるとするGHG会計の

GHGプロトコル農業ガイダンス

最小限の閾値である。理論的には有用に見えるが、このような閾値を実際に適用することは、本ガイダンスの完全性の原則と相容れない。重要性の閾値を使用するためには、特定の排出源や活動からの排出量を定量化し、閾値以下であることを確認する必要がある。しかし、一旦排出量が定量化されると、閾値を設定する利点のほとんどが失われてしまう。

7.3 計算の選択アプローチ

GHGフラックスは、高度に専門化された現場スケールの測定装置の使用から地球規模の排出係数まで、様々な方法で決定することができる。本ガイダンスは、特定の計算方法またはツールの使用を要求または推奨していない。代わりに、企業は、インベントリを作成する目的を最もよく満たし、GHGの会計と報告の原則（第3章以降を参照）を満たすような方法を選択する必要がある。

GHGフラックスとそれに関連する不確実性のレベルを計算する際には、機械的発生源と非機械的発生源の区別が最も重要になる。一般的に、機械的な排出源のGHGフラックスは、より高い精度で計算することができる。これは特に移動体や固定型の排出源に当てはまり、その排出は主にCO₂、いくつかの情報項目（主に使用される燃料の種類と量）のみに基づいて計算することが可能である。これとは対照的に、非機械的な排出源からのGHGフラックスは、管理方法と変化する環境条件との複雑な相互作用に依存している。その結果、これらの発生源に関するGHGフラックスデータは、どのような計算方法を選んだとしても、不確実性が非常に高くなると考えられる。この差は、インベントリでこれらのデータをどのように報告すべきかについて重要な意味を持つ（第9章参照）。

機械工具の計算ツールは（GHG報告プログラムからなど）広く入手可能であるため、このセクションでは機械工具以外の排出源に焦点を当てます。

非機械的発生源の GHG フラックスはどのように計算されるのか？非機械的発生源

源に対しては、大きく分けて4種類の計算方法を用いることができる（表7-4）。

- フィールド測定
- 排出係数
- 実証モデルとプロセスベース・モデル

フィールド測定

農業におけるGHG排出源の多くは、すべてではないが、直接または間接的な測定技術を使用して測定することができる。直接測定技術には、腸内発酵からのCH₄排出量を測定する管理家畜室、土地の区画からのN₂OとCO₂排出量を測定するフラックス室、特定の家畜廃棄物管理システム（例：屋根付き嫌気性ラグーン）からのCH₄排出量を測定するガスフラクスマーターがある。間接的手法には、管理方法や土地利用の変更前と変更後の炭素蓄積量の測定が含まれる。間接的手法は、

GHGプロトコル農業ガイダンス

よりシンプルで簡単な場合が多いが、「変更前」のシナリオを捉えるために、前もっての追加的な計画が必要になる場合がある。調査には有用であるが、企業のインベントリ作成には、直接法も間接法もコストがかかりすぎることが多い。

排出係数

最も単純な方法は、経営活動データに関連する排出係数を乗じることである。この排出係数は、1日あたりのGHGフラックスの量を記述する係数である。

GHGプロトコル農業ガイダンス

の単位で計算する。例えば、腸内発酵からのCH₄の排出量を計算するために、乳牛の頭数に、乳牛一頭当たり排出されるCH₄を特定する排出係数を乗じることで排出量を推定することができる。この方法の精度は、活動データの精度だけでなく、環境因子と管理活動の特定の組み合わせにどれだけ特化した係数であるかに依存する。既定の排出係数は、主に個々の研究施設での実地測定に基づくか、あるいは複数の施設にわたる平均値を示している。

実証モデルとプロセスベース・モデル

実証的モデルは、GHG

フラックスと農業管理要因の間の統計的関係を開発するために、フィールド測定を使用しています。一方、プロセスベース（またはメカニスティック）モデルは、GHG

の生産、消費、排出を制御する重要な生物地球化学的プロセスを数学的に関連付けるものである。GHGフラックスを推定するために1つまたはいくつかの入力を必要とするモデルもあれば、異なる空間および時間スケールにまたがる広範なデータを必要とするモデルもある。入力データには、気温、降水量、標高、土壌栄養レベルなどの物理変数や、土壌微生物活動、植物多様性などの生物変数がある。モデルの精度は様々であり、モデルの頑健性と入力データの精度に依存する。例えば、モデルが事前に校正されていない新しい農業気候体制で使用された場合、モデルの信頼性が損なわれる可能性があります。

GHGフラックスは、上記の方法を任意に組み合わせて計算することも可能である。例えば、より具体的な排出係数を導き出すために、経験的モデルやプロセスモデルを用いることができる。結果として得られるハイブリッドアプローチは、排出量計算の精度と実用性を向上させることができる。

どのアプローチも理想的ではない

計算方法は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

が国別インベントリ報告のために定義したさまざまな階層

にどのように対応させるかで異なる（ボックス7-

1参照）。一般に、排出係数と経験則モデル（IPCC Tier

1と2）は、最も使いやすく、資源消費も少

ないアプローチである。しかし、これらはGHGフラックスを支える生物物理的プロセスの地理的变化を捉えるにはあまり効果的ではなく、農場管理方法の多くの変化に対して敏感でない可能性がある

。その結果、空間解像度が地域や国レベルから地域や農場レベルに上がるにつれて、精度が低くなる傾向がある。また、農場間のパフォーマンスのばらつきを覆い隠してしまう可能性もある。

排出係数や実証モデルも、個々の排出源や管理方法を一つずつ取り上げていく

GHGプロトコル農業ガイダンス

傾向がある。これは、非機械的な排出源は、農場内のNとCの複雑な流れによってつながっていることが多く、管理活動が非加算的なGHG効果を持つため問題である。例えば、土壌N₂

Oの排出は、施肥体制だけでなく、耕起、土壌pH管理、灌漑、排水のやり方によっても影響を受ける。そのため、様々な農業慣行のGHG影響は、全農場レベルで同時に評価するのが最善である。

GHGプロトコル農業ガイダンス

排出係数や経験的モデルとは対照的に、フィールド測定（第3段階）とプロセスモデル（IPCC第2、3段階）は、複数の排出源を統合し関連付けることで、GHGフラックスの全農場分析を可能にする。そのため、異なる温室効果ガス排出のトレードオフを理解するのに特に適している（ボックス7-2参照）。しかし、現場での測定とプロセスモデルの利用には、専門知識、データ、時間が必要であり、多くの場合、利用できない。

企業は、活動によって異なるアプローチを選択することができます。

ボックス7-1.国別GHG排出量インベントリのためのIPCCの方法論

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、国家インベントリ作成の指針となる包括的な方法論、「*国家温室効果ガスインベントリのためのIPCCガイドライン2006*」*を開発した。付録IIIに記載されている多くのツールは、このガイドラインの一部、特にデフォルトの排出係数と計算式に依存している。

ガイドラインは、方法論の複雑さと必要なデータに基づいて、一般的に3つの階層を定義している。どの階層を選択するかは、一部、検討中の排出源の重要性に依存する。

- Tier 1: シンプルな排出係数ベースのアプローチ。Tier 1の排出係数は国際的な既定値であるが、多くの場合、一部の国（主に温帯地域）で実施された研究に基づいている。
- Tier 2: より地域に特化した排出係数、またはより精緻な経験則に基づく推定方法。
- Tier 3: 多年度の時系列と文脈に応じたパラメータ化を用いた動的生物地球物理学シミュレーションモデル

これらの階層は、利用可能な様々な計算方法の精度を分類し、理解するための有用な手段を提供します。一般に、Tier 3の方法が最も正確で、Tier 1の方法が最も正確でないと考えられている。

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

GHGプロトコル農業ガイダンス

表 7-4. 非機械的発生源から／への GHG フラックス算出のためのアプローチ概要

アプローチ	メリット	デメリット
フィールドでの測定。このカテゴリには、ラボで測定した土壌のC	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精度の可能性はあるが、サンプリング強度に依存する。 ● 複数の農作業が同時に行われた場合の影響を暗黙のうちに捉えることができる（複数の発生源が測定されると仮定）。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術的なノウハウや設備に対する高いキャパシティ要求 ● 測定可能な変数に限定 ● 時間がかかる ● 多くの試料を必要とするため、測定技術が比較的安価であってもコストが高い ● 人為的要因と環境要因の影響を自ら区別しない。
排出係数。農業活動の関数としてGHGフラックスを定量化する（例：農地1haあたりの排出量トンCO ₂ ）。	<ul style="list-style-type: none"> ● 安価 ● 使い勝手の良さ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 精度が低いが、現場条件に対する発光係数の特異性に依存する ● 環境または管理体制の多くの変化に対して敏感でない場合がある（例：新しい動物遺伝子型、異なる施肥方法、異なる動物飼料組成など）。 ● 複数の農法が同時に行うGHGの影響を把握しない。
経験的モデル。経験的なGHGデータ（例：既存のインベントリデータやフィールドカーブ）と、GHG排出量との統計的關係から構築される。経営要因	<ul style="list-style-type: none"> ● 安価 ● 低～中精度 ● 使い勝手の良さ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 特に細かい空間スケールでは、環境や管理体制の変化に敏感でない可能性がある。 ● 複数の農法が同時に行うGHGの影響を把握しない。
プロセス指向のモデル。GHGフラックスを駆動する生物地球化学プロセスの数学的表現	<ul style="list-style-type: none"> ● モデルの現実性、校正データの有無により、中～高精度 ● 管理手法と環境条件の様々な組み合わせを表すことができるため、管理手法の比較的微妙な変化によるGHGの影響を定量化できる可能性がある。 ● 微細な空間スケールでの利用を想定した設計 ● 農場レベルで校正用バックグラウンドデータが利用できない場合、より粗い空間スケールで実行し、不確実性を平均化することができます（以下のような場合です）。 たっせいこく) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 特定の地域では利用できない可能性のある膨大なバックグラウンドデータセット（数十年分の気象系列、バイオマス分割パラメータなど）が必要。また、広範な農場レベルのデータ（例えば、播種日や収穫日など）も必要である。 ● 技術ノウハウに求められる高い能力 ● 実行と開発/キャリブレーションに時間とコストがかかる

GHGプロトコル農業ガイダンス

ボックス 7-

2.GHGトレードオフとGHGフラックス算出のためのホールファームアプローチの価値

ある温室効果ガスの排出を削減するために導入された緩和策やベストマネジメントプラクティス（BMP）は、時として他の温室効果ガスの排出を増加させることがあります。例えば、以下のようなものがある。

- 土壌のC吸収を促進するための対策（不耕起法、荒廃した牧草地の回復、灌漑の増加など）は、土壌水分量の増加、容易に無機化できるNの供給、土壌通気性の低下などにより、土壌N₂O排出を増加させることがある。
- 森林化された水辺の緩衝地帯は、圃場の縁に比べ、Cの吸収を増加させるが、土壌N₂Oの排出を増加させることにつながる。
- 建設された湿地は、長期間にわたってCを隔離することができるが、C H₄を排出する可能性もある。
- CH₄排出量を減らすために糞尿ラグーンを空気を抜くと、N₂O排出量が増加する。
- CH₄排出量を減らすために湛水した水田からわらを取り除くと、より多くの肥料を必要とし、N₂O排出量が増加する可能性があります。
- サトウキビの残渣を畑に残すと、土壌のC吸収量は増加するが、CH₄排出量も増加する。
- 冬季の制限放牧システムやスタンドオフパッド（雨天時に家畜を休ませるための専用排水路）の使用は、土壌のN₂O排出量とN溶出を減らすために、CH₄排出量を増加させる可能性があります。
- N₂O前駆体の溶出を減らすためにN-変成阻害剤を土壌に適用すると、他の前駆体の溶出が増加する可能性がある。

これらの例は、可能な緩和策を評価する際に、トレードオフを識別し、複数の排出源とGHGを同時に考慮する必要性を示している。システム全体のアプローチにより、ある特定のGHGや慣行への偏見に基づく不適切な慣行の可能性を回避することができます。

GHGフラックスを計算するためのツールにはどのようなものがありますか？

排出係数、モデル、またはこれらのアプローチの組み合わせに基づいてGHGフラックスを計算するための、スプレッドシート、ソフトウェア、プロトコルなど、公的に利用

GHGプロトコル農業ガイダンス

可能なツールはますます増えてきている。付録IIIは、そのようなツールの非網羅的なリストである。

農場管理者が最も使いやすい、よりアクセスしやすく、ユーザーフレンドリーなツールのほとんどは、Tier 1またはTier

2のアプローチを実装している傾向がある。残念ながら、プロセス指向のモデルは使いにくいことが多い。しかし、いくつかのプロセスモデルでは、農場管理者、改良普及員、コンサルタントが使用することを特に意図した、よりユーザーフレンドリーなインターフェースが利用可能、または構築中である。これらのモデルは、少なくともバックグラウンドの校正用データセットが利用可能な地域では、農場レベルのGHGフラックスを正確に計算できる可能性がある。

ツールは様々な基準で評価する必要がある

このガイダンスは、GHGフラックスを計算するための特定のツールを推奨するものではなく、企業は以下の目標を達成するために最も適したツールを選択する必要があります。

GHGプロトコル農業ガイダンス

インベントリーの作成、GHGの会計と報告の原則など。個々のツールを評価する際、企業は以下のような様々な質問を検討する必要がある。

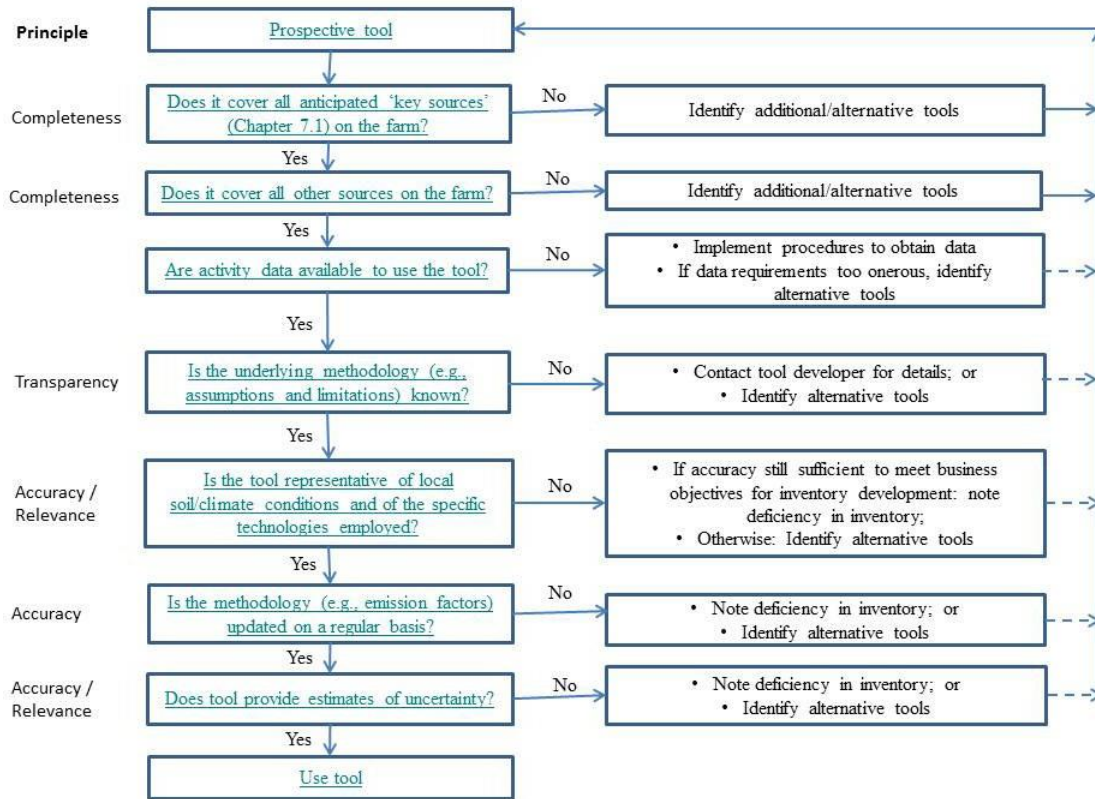
- そのツールは、様々な排出源、温室効果ガス、管理活動、特に農場で実践
または計画されているものを包括的にカバーしているか？また、農場全体
における複数の管理活動の影響を統合しているか？
- どのようなインプットデータが必要で、農場経営者はこれらのデータを提供す
ることができるのか？
- ツールを使うのにどれくらいの労力と技術的な専門知識が必要ですか？
- そのツールは、限界や仮定を含め、その方法論について透明性があるか？
- そのツールは地理的に代表的か？関心のある地域/エリアに合わせたものですか？
- インベントリを作成するビジネス上の目的を達成するのに十分な精度の
ツールですか？
- ツールは最新か（例：排出係数は年単位で更新されているか）。
- そのツールは不確実性の見積もりを提供するか？
- 検証機能（活動データの値の範囲指定など）があるか？
- GHGフラックス以外の環境影響（例えば、硝酸塩やリンの汚染）を定量化
することができますか？
- GHGパフォーマンス指標を定量化できるツールか？
- その他のツールは、GHG会計原則と整合しているか？

図 7-2

は、核となる質問に基づいてツールを選択するためのデシジョンツリーの概要を示したものである。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図7-2.GHG排出量計算ツールを選択するためのデシジョンツリー。



7.4 活動量とGHGフラックスの不確かさ データ

農業由来の温室効果ガスの排出源、特に非機械的な排出源は、必然的にある程度の不確実性を伴って推定される。不確実性の原因を特定することは、企業がインベントリーの質を向上させるために必要なステップを理解するのに役立つ。また、インベントリーの結果と農業活動の変化による排出削減の推定値の両方について、ユーザがどの程度の信頼性を持つべきかを理解するのに役立つであろう。

GHGフラックスの推定には2種類の不確実性が存在する。

- 1.モデルの不確実性。これは、現実の状況を反映する計算手法の能力における本質的な限界を指す。このような不確実性は、GHGフラックスが生物学的プロセス（例えば、硝化と分解）、環境因子（例えば、温度、降雨、土壌pH）、および管理方法の間の複雑な相互作用によって決定されることが多い非機械的な発生源にとって特に重要である。これらの相互作用を計算方法に正確

GHGプロトコル農業ガイダンス

に反映させないと、実測値と計算値の間に大きな乖離が生じる可能性があります。一部の水源については、科学的に計算方法が改良されるまで（すなわち、モデルの不確実性が許容レベルまで低減されるまで）、精度の向上が不可能な場合がある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

2.パラメータの不確実性。これは、インベントリ結果の算出に使用されるデータ（活動量データおよび排出係数など）が、真の（未知ではあるが）実際のデータおよびGHGフラックスにどの程度近いかを示す尺度である。パラメータの不確実性は、統計的分析、測定装置、精度決定、および専門家の判断により評価することができる。

これらの不確実性の原因は、インベントリ作成の原動力となっているビジネス目標を達成するために、あるいはGHGフラックスの変化が管理上の変更の結果であるかどうかを判断するために、GHGデータが十分正確であるかどうかに影響するものである。

企業はパラメータの不確実性に注目すべき

一般に、在庫品質を管理する上で、パラメータの不確実性を理解することが、企業の主要な焦点となります。これは、ほとんどの企業がモデルの不確実性を推定する技術的能力を欠いている一方、パラメータの不確実性を推定することができるはずであるからである。可能な限り、企業はインベントリプロセス全体を通じて主要な不確実性の要因を特定し追跡し、結果の不確実性が企業の事業目標に対して適切であるかどうかを反復的にチェックする必要がある。GHGプロトコルは、許容できる不確実性のレベルを定義していない。しかし、不確実性の境界が非対称である場合、より大きな不確実性を使用して保守的な状態を維持する必要がある。

パラメータの不確かさは、以下の1つ以上に基づき定量化することができる。

- 測定された不確かさ（標準偏差で表される）。
- データ品質指標（DQI）に基づく血統マトリックス・アプローチ⁸
- 特定の活動やセクターのデータに対する既定の不確かさ（様々な文献に報告されている）
- 市販のデータベースによる確率分布
- 文献で報告されている不確定要素
- 文献で報告されているその他のアプローチ

排出係数の不確実性データは、しばしば利用可能である。例えば、IPCCは通常、そのTier 1排出係数の不確実性境界を提供している。

GHGプロトコルの定量的インベントリ不確実性ツール⁹

は、インベントリの全体的な不確実性とこの不確実性に対する各データ

GHGプロトコル農業ガイダンス

要素の寄与を評価するための詳細情報を提供するものである。

不確実性に関する情報を報告する必要がある

不確実性は、不確実性要因の定性的説明や、エラーバー、ヒストグラム、確率密度関数などの定量的表現など、多様な方法で報告することができる。不確実性情報を可能な限り完全に開示することは有用である。情報の利用者は、その情報の信頼性を判断する際に、提供された情報の総和を考慮することができる。

⁸DQIの使用は、精度や地理的な代表性など、さまざまな品質基準に対して個々のデータポイントを評価するものである。

⁹<http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools>

第8章 カーボン ストックの会計処理

農業システムには、地上および地下のバイオマス、死蔵有機物（DOM）、土壌有機物、収穫物などにCが蓄積されている（4.2章）。これらのC蓄積量は可逆的である。C蓄積量に固定されたCは、最終的に大気中に放出されることになる。また、農業経営や土地利用を変更した場合、Cストックの変化が平衡に達するまで数十年かかることもある。このような農業の特殊性は、温室効果ガスインベントリに炭素貯留量を含めるべきかどうか、またどのように含めるべきかについて重要な意味を持つ。

この章では

- ▶ CO₂
フラックスの観点から、Cストックの変化をどのように報告すべきかを説明する。
- ▶ インベントリに含めるべき/含めないべきCO₂
フラックスの種類を記述している。
- ▶ Cストックの長期的な変化によるCO₂
フラックスが、どのように複数の報告期間にまたがるかを説明する。

要求事項と主な推奨事項のまとめ。

- ▶ 企業は、鉱物・有機質土壌や地上・地下の木質バイオマスの有機炭素蓄積量からの純CO₂フラックス(単位：トンCO₂)、およびDOMやバイオマス燃焼からのCO₂排出量を報告すること。
- ▶ 自然撓乱、環境サービスに対する支払い（PES）、保全地域、他の農業活動と同等に会計処理されるべきである。
- ▶ 企業は、CO₂フラックスの計算には、ピアレビューされた方法を使用する必要があります。
- ▶ 該当する場合、企業はCストックの変動を固定金利方式で時間的に均等に償却する必要があります。
- ▶ 企業は、基準期間以降に発生した土地利用や管理の歴史的な変化を考慮する必要があります。

8.1 インベントリにフラックスとストックのデータを含める。

企業は、ネットCO₂フラックスデータを報告すべきである。

Cストックは可逆的であるため、Cストックの変化は、以下のデータを用いて定量化することができる。

- 2時点のCの質量単位（例：メートルトンC/ha）で測定した場合のストックサイズ、または。
- CO₂排出量とCO₂

GHGプロトコル農業ガイダンス

排出量の正味のバランス（「ネットフラックス」）で、CO₂の質量の単位で測定される。

どちらのアプローチも同様に有効である。どちらの方法でも、企業は、特にLUCの観点から、土壌の深さを一貫して扱う方法を用いるよう注意する必要がある。例えば、森林の土壌C蓄積量の基準ストック値が利用できるかもしれない

。

GHGプロトコル農業ガイダンス

農地 - これらが一貫した深さで定義されていない場合¹⁰、推定ストックの差の一部は、実際の変動ではなく、方法論の違いを反映することになる。

企業は、純CO₂

フラックスデータを報告すべきであるが、インベントリ結果の解釈に有用な文脈を提供するために、在庫サイズに関するデータも（入手可能な場合）報告することができる。在庫量

のデータは、ストック変化の質量を⁴⁴に乘じることで、ネットフラックスデータに変換することができる。

—
12

は、CO₂、元素状炭素の分子量の比である。

企業は、CO₂ フラックスの計算には、査読された方法を使用すべきである。

本ガイダンスは、C系群との間のCO₂

フラックスを計算するための特定の метод論を規定するもので

はない。7.3章で詳述されている一般的な手法は、基礎となる手法が科学的に吟味されている（すなわち、ピアレビューを受けている）限り、どれを使ってもよい。付録IIIには、CO₂

フラックスを推定するための、科学的に公表され、確立された多くの計算ツールがリストアップされている。

8.2 異なるC 株に関する報告書の推奨事項

推奨CO₂ フラックス

以下のCO₂ フラックスはインベントリに含めるべきである。

1. CO₂ 鉱物質土壌および有機質土壌における有機 C ストックからの排出量および大気中からの除去量
2. CO₂ 地下および地上木質バイオマス（例：果樹園、ブドウ園、アグロフォレストリーシステムにおける木質植生）からの排出および大気中からの除去。
3. 草本系バイオマスの燃焼によるCO₂ 排出量（例：作物残渣の野外燃焼）
4. DOMからのCO₂ 排出量

これらのフラックスは、スコープ外の特別な「生物起源炭素」のカテゴリーで報告されるべきである。一つの例外は、LUCの結果生じる土壌や木質バイオマスからのCO₂ 排出に関するものである。これらのLUCによるCO₂ 排出は、実質的に大気中への炭素の永久的な損失となるため、スコープ内で報告されるべきである（9.1 章参照）。

GHGプロトコル農業ガイダンス

全てのCストック（例えば、バイオマスやDOMの燃焼による）からのCH₄とN₂Oの排出量は、常にスコープで報告されなければならない。

報告される可能性のある追加的なCO₂フラックス。

1. 無機質土壌炭素ストックへのフラックスとそこからのフラックス

¹⁰本ガイダンスでは、土壌のC蓄積量を測定するための最小限の土壌深さを推奨していない。

GHGプロトコル農業ガイダンス

土壌有機C蓄積量とは対照的に、無機C蓄積量は管理の変化に対する反応が遅く、多くの場合、大きな変化を示さない。さらに、このような変化を定量化するためには、サイトの水文学と鉱物学に関する詳細な理解が必要である。例えば、管理地から排出された溶存無機Cや塩基性陽イオン（例えば、CaやMg）が、少なくとも海洋無機C循環に完全に組み込まれるまでの運命を追跡する必要があるかもしれない。このような分析は非常に複雑である。このような理由から、企業は無機土壌Cストックへの/からの正味フラックスを除外することができる。

しかし、ある種の管理方法は、土壌の化学的性質を変化させ、炭酸塩の分解を誘発することによって、無機Cストックに大きな影響を与え、CO₂の排出につながることを予想される。例えば、土壌のpHを下げるために硫酸肥料を使用すると、無機CからのCO₂排出が促進される傾向にある。このような場合、企業はCO₂排出の定量化を検討する必要がある。

2. 有機土壌における吸収量。

有機質土壌の湿地環境では、Cの吸収速度は比較的遅く、無視できるほど小さいと推測される。したがって、それらは除外することができる。

CO₂ 報告すべきではないフラックス

1. 伐採木製品（HWP）と草本植生における吸収

HWPに含まれるCは、地上木質バイオマス蓄積量に関するいかなる報告値にも含まれるべきではない。これらの値の算出方法によっては、吸収量の総量の推定値からHWPに含まれるCの量を差し引かなければならないことを意味する。この差し引きは、インベントリが木質作物生産による正味のGHG便益を過大評価しないようにするために必要である。

一年生や多年生の草本植物に関連するバイオマスは、比較的短期間である。収穫、作物残渣の燃焼、または作物残渣の土壌への統合によるこれらのバイオマス資源の減少は、わずか1年から数年の期間の植物の再成長による資源の増加と釣り合いがとれている。したがって、企業は草本系バイオマスの貯留も報告すべきではない。

2. CO₂ 家畜への/からのフラックス

動物の組織に取り込まれた炭素や、動物の呼吸によって失われた炭素は、インベントリで報告されるべきではありません。

GHGプロトコル農業ガイダンス

特記事項：自然攪乱、保全地域、環境サービスに対する支払いに関する会計処理

自然攪乱には、火災、暴風、地滑り、干ばつ、害虫の発生など様々なものがある。保全地域とは、農業生産が制限または停止された土地であり、その結果、農業生産が維持または停止されるなど、環境上の利益がもたらされる場所である。

GHGプロトコル農業ガイダンス

水質や野生生物の生息地を改善する。このような地域は、資源保護の法的要件を満たすために強制的に設置されることもあれば、公益に貢献するため、あるいは財政的な優遇措置を利用するために自主的に設置されることもある。環境サービスに対する支払い（PES）は、農家や土地所有者が土地を管理して何らかの生態系サービスを提供するのと引き換えに、インセンティブを提供するものである。ボックス8-1は、保全地域とPESの例をいくつか示している。

ボックス 8-

1.農業における保全地域とPESの例

保全地役権。土地所有者と、自然保護協会などの適格な自然保護団体とが自発的に締結する法的契約。

自然攪乱、保全地域、PESは、他の発生源や活動と同じように扱われる自然攪乱、保全地域、PESに関連するCO₂フラックスは、他のCO₂フラックスと同じように、上記の推奨事項に従って扱われるべきである。その理由は、企業がこれらのフラックスに対してある程度の支配力をもっていることが多いからである。すなわち、企業は攪乱の頻度や強度、それに対応する排出量に影響を与えることができることが多く、一方、

GHGプロトコル農業ガイダンス

経営上の決定は保全地域の形成に直接つながることが多い。例えば、多くの森林管理は、攪乱のリスクを低減することができる。

GHGプロトコル農業ガイダンス

一方、燃料ハザードの削減と規定火災の利用は、制御不能な火災のリスクを低減することができる。自然擾乱を除外しないもう一つの理由は、ある事象が実際に擾乱にあたるかどうかを特定することがしばしば困難であることである。例えば、干ばつを定義するための普遍的な基準はない。

外乱に起因するGHGフラックスは、別項目で報告することもできる。

企業は、自然擾乱に起因すると考えられるGHGフラックス量を別途見積もり、この量をスコープや生物起源炭素のカテゴリーとは別の項目で、スコープ外で報告することができる。この報告は、スコープや生物起源炭素のカテゴリー内で同じフラックスを報告する場合に追加されるものである。個々の擾乱による具体的なGHG効果を推定することは、以下の理由により困難である。

1. ある事象が「妨害」なのか、それとも単に「通常の」環境変動の範囲内なのかについては、しばしば曖昧さが存在する。そのため、企業は、「妨害」を一貫して認識するための基準を設けなければならないかもしれない。
2. 自然擾乱は稀な事象である可能性があり、その場合、推定されたCO₂フラックスへの影響は、広い地域や長い期間で平均すると小さく、したがって正確に定量化することが困難である可能性がある。例えば、1年間の昆虫による落葉の影響は、3年間のバックグラウンドフラックスと区別することが難しいかもしれない。一方、暴風雨のような壊滅的な擾乱は、炭素蓄積量に明らかな変化を引き起こし、容易に推定できるかもしれない。

このような課題があるため、企業は、定量化するために資源を投入する前に、起こりうる妨害事象の規模を評価する必要がある。現実的な問題として、企業が擾乱による排出を報告することを選択した場合、擾乱後の排出は全て擾乱の発生した年に発生すると仮定しても良い。すなわち、ある事象（例えば、暴風雨で倒れた木々）で生じたDOMの長期的な崩壊によるCO₂排出は、その事象の年に報告することができる。あるいは、これらの排出量を償却することもできる(8.3章参照)。

8.3 時間にわたる炭素蓄積量の変化を償却する。

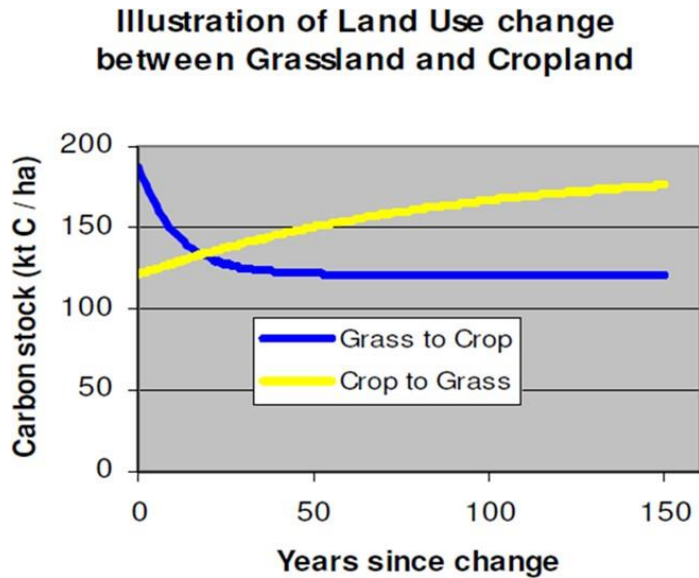
償却」とは、どのような場合に必要なのでしょうか？

報告期間中の管理方法の変更は、多くの場合、C蓄積量に長期的な影響を及ぼし、数十年間持続する可能性がある。例えば、管理方法の変更（例えば、不耕起法の採用）の後、土壌のC蓄積量は、耕起の種類や輪作体制にもよるが、平衡に達するまでに15年から60年かかると思われる。LUC（例えば、農地から草地へ

GHGプロトコル農業ガイダンス

の転換)の後では、移行期間が100年を超えることが多い(例えば、図8-1)。また、図8-1が示すように、Cストックの変化率は時間と共に変化する。C貯留量の変化から生じるCO₂フラックスを償却するには、C貯留量の影響をより一貫して考慮するために、これらのフラックスを時間(したがって複数のインベントリ)にわたって配分することが必要である。

図8-1.草地と農地間の土地利用変化の図解



出典提供予定

償却が必要かどうかは、計算方法によって異なる

7.3章で述べたように、CO₂

フラックスの定量化には様々な方法を用いることができる。もし、報告期間内のGHGフラックス量（またはストックの変化量）を直接推定する方法が使用されている場合、償却は必要ない。逆に、報告期間だけでなく、移行期間全体の推定データを作成する場合は、償却が必要である（表8-1）。

表 8-1.計算されたCO₂

フラックスの償却が必要な計算方法と必要でない計算方法の例。

計算方法	事例紹介	償却は必要ですか？
移行期間全体ではなく、報告期間内に発生したCO ₂ フラックスまたはストック変化の量の推定値を直接提供する。	<ul style="list-style-type: none"> 報告期間中の累積正味CO₂フラックスを推定するプロセスモデル 時間依存性が1年だけの排出係数（例えば、1ヘクタールあたり1トンのCを吸収した場合）。年） 	いいえ
当該慣行を恒久的に採用した場合の、移行期間全体におけるCO ₂ フラックスまたはストックの変化の総量を推定する。	LUCに伴うストック変化を定量化するために使用される草地と森林のバイオマスに蓄積された炭素量の基準ストックサイズ	はい

GHGプロトコル農業ガイダンス

特定のCO₂フラックスは決して償却されるべきではありません。

定量化の方法に関わらず、ある種のCO₂

フラックスは決して償却されるべきではなく、常に管理実践の年に報告されるべきである。これらは以下の通りである。

- バイオマスおよびDOMの燃焼によるCO₂ 排出量
- 有機質土壌の有機炭素ストックから排出されるCO₂。

DOMストックからのCO₂ 排出量の償却はオプションです。

管理手法によっては、介入した年には排出されないCをDOMストックに移動させることがある。例えば、火災で死んだバイオマスに含まれるCの多くは、枯れ木、リター、土壌プールに加えられ、そこからDOMが分解されるにつれて、数年から数十年にわたってCが排出されることになる。このようなDOMストックの変化による排出量を定量化することは非常に困難です。例えば、DOMの分解速度は温度や水分レジームによって地域によって大きく異なります。その結果、企業は、DOMストックからのCO₂の総排出量が介入した年に発生すると仮定するか、あるいは、能力とデータがあれば、これらの排出量を時間的に償却することができる。

表8-2は、CO₂

フラックスを償却することが適切な場合と不適切な場合をまとめたものである。

表8-2.CO₂ フラックスが償却可能な場合

CO ₂ フラックス	タイムレポーティングの必要性
<ul style="list-style-type: none"> • 木質バイオマスストックにおける貯留 • 鉍物性土壌の有機Cストックにおける吸収量 	<ul style="list-style-type: none"> • 定量化手法の時間間隔が1年を超える場合、償却する • それ以外の場合は、報告期間中の推定される隔離量をすべて報告すること
木質バイオマスからの排出量 株	バイオマスの燃焼排ガスを対象とする。 介入した年に報告された
死滅した有機物（DOM）からの排出量	DOMの分解から。 <ul style="list-style-type: none"> • 容量とデータがある場合、償却する。 • 介入した年の報告 DOMの燃焼から。 <ul style="list-style-type: none"> • 介入した年の報告
鉍物性土壌の有機Cストックからの排出量	<ul style="list-style-type: none"> • 定量化手法の時間間隔が1年を超える場合は償却する • それ以外の場合は、介入した年の推定排出量を全て報告すること。

GHGプロトコル農業ガイダンス

有機土壌からの排出	償却せず、発生時に損失を計上する。
有機質土壌における吸収量	償却を行わず、発生時に隔離を計上する

CO₂ フラックスはどのように償却すればよいのでしょうか？

企業は、フラックスを時間的に均等に償却する必要がある

償却が必要な場合、企業は線形率法を用いるべきである。この方法では、CO₂ フラックスの総量を複数の在庫に均等に償却する。これは、総フラックスを償却期間の年数で割

り、その商を償却期間の各年で報告するものである。この方法は、GHGインベントリで使用するために影響を配分する最も一貫した方法を提供するため、推奨される。

償却期間の長さは文脈によって異なる

償却期間の長さは、当該銘柄や定量化手法によって異なる場合がある。一般的に、1つの銘柄の償却期間は、以下のとおりとする。

- 在庫変動係数または排出係数の時間依存性の長さ；または
- 木質バイオマス資源については、名目上の収穫・成熟サイクルの長さ。

2つ目の条件は、木質植生が伐採によって除去されるか、成長率が鈍化し、成長による増分利益が自然死亡や剪定などの損失によって相殺されるため、バイオマス中のCの純蓄積がない定常状態になるまで、有限の期間バイオマスを蓄積すると想定していることです。

他の情報がない場合、企業はDOMストックと鉱物質土壌中の有機炭素ストックについて、20年の償却期間を想定することができる。この20年という値は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）¹¹

に提出される各国のGHGインベントリにおける既定の時間軸である。この値は、ある種の資源（例：熱帯バイオームにおける土壌資源の変化）には長すぎ、他の資源（北方バイオームにおける土壌資源の変化）には短すぎるかもしれない。企業は、代わりに、各国が国別インベントリで使用している、より具体的な値を想定することもできる。¹²

企業は過去のLUCを考慮する必要がある

企業は、基準期間より前の一定の「ルックバック」期間内に発生した土地利用の歴史的変化を考慮する必要がある。この振り返り期間は、当該ストックの償却期間と同じ長さであるべきである（例えば、鉱物性土壌有機物ストックのIPCC既定の償却期間を使用する場合は20年）。したがって、基準期間前の5年間にLUCが発生した場合、必要に応じて基準期間とそれ以降の報告期間のインベントリに反映させることがベストプラクティスと考えられている。

同様に、基準期間より20年以上前にシフトした場合は、基準期間のインベントリに反映させるべきではありません。

6.2章で述べたように、土地を所有するビジネスユニットの買収（または売却）

GHGプロトコル農業ガイダンス

は、基準期間の再計算の引き金となり得る。新たに譲渡された土地では、前の土地所有者が導入した土地利用の変更により、炭素貯蔵量に変化している可能性がある。

¹¹2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4.

¹²http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/2715.php をご覧ください。

GHGプロトコル農業ガイダンス

したがって、基準年インベントリを再計算する際、新規土地所有者は、これらの変化が基準期間から関連するルックバック期間内に生じたかどうかを評価する必要がある。その場合、関連する炭素蓄積量の変化は、再計算された基準年インベントリに含まれる必要がある。例えば、以前の土地所有者が新しい土地所有者の基準期間の5年前に伐採した土地を会社が取得した場合、関連する炭素蓄積量の変化を再計算した基準期間のインベントリに含める必要があります。付録 II にその例を示す。

実際のデータがない場合は、過去のLUCに関するプロキシデータを使用する必要があります。

企業、特に新規の土地所有者は、過去のLUCに関する情報を入手することが困難な場合があります。そのような場合、どうすればよいのだろうか。本ガイダンスでは、例えば整地などの地域的・地方的な傾向から、過去のLUCを特定・推定することを推奨している。あるいは、商業データベースや公共データベースからリモートセンシングデータを手に入れることもできるが、そのようなデータの収集には時間と手間がかかる場合がある。

追加報告に関する推奨事項

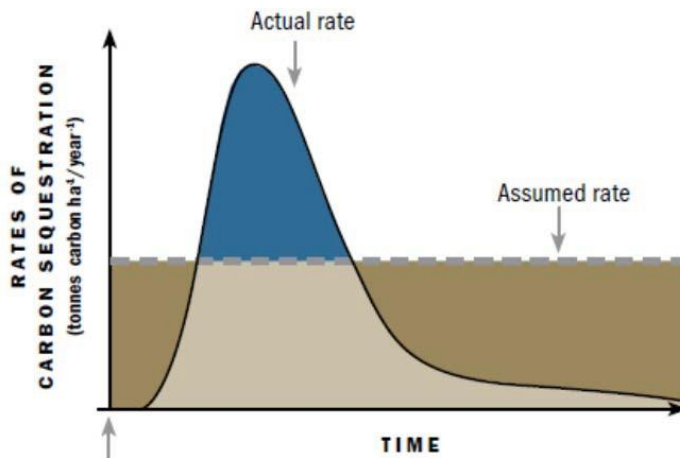
1. 報告データの透明性を維持するために、企業は過去のデータを収集し、過去の影響を推定することができなかった場合に報告する必要があります。
2. 企業は、CO₂フラックスを償却する際に用いたすべての仮定を注意深く文書化する必要がある（9.1章参照）。なぜなら、企業が選択した償却スケジュールは、実際の変化パターンと一致せず、ある期間の在庫が実際のフラックスを過小または過大評価する可能性が高いからである（例えば、図8-2参照）。
3. それまで償却されていた土壌の炭素貯留量が、管理の変更により逆転した場合、企業はその変化が起こったインベントリ期間にその損失を計上しなければならない。例えば、不耕起栽培がある時点で中止され、慣行耕起に置き換わる場合、Cの吸収は急速に失われ、企業はその時点までの累積利益を慣行耕起を開始したインベントリ期間のCO₂排出として記録しなければならない。

付録 II では、過去の LUC を含め、どのように償却が行われるかを簡略化したケーススタディを掲載している。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図8-

2.企業が選択した償却スケジュールは、実際の変化パターンに合致しない。この例では、減反の導入後、土壌中のCは非線形な速度で吸収される。しかし、CO₂の排出量は一定の割合で償却されるため、実際のフラックスは、ある報告期間において過少または過大に見積もられることになる。土壌攪乱の減少により吸収率は上昇するが、固有の物理化学的プロセスによりCストックが飽和すると吸収率は鈍化することに注意。



Start of zero tillage

- Sequestration that occurs but is not reported in the accounting period
- Sequestration that does not occur but is reported in the accounting period
- Sequestration that does occur and is reported in the accounting period

第9章 GHG データの報告

基本的に、信頼できるインベントリーは、完全性、正確性、一貫性、透明性を備えた情報を提供するとともに、社内の経営陣と社外のステークホルダー双方の意思決定ニーズを満たすものです。

この章では

- インベントリで報告しなければならない情報を記述する。
- 農業GHGフラックスの報告に関する追加的なセクター別推奨事項を概説している。
- 農場でのオフセットおよび再生可能エネルギープロジェクトの報告に関するガイダンスを提供します。

要求事項と主な推奨事項のまとめ。

- 企業は、在庫の境界および基準期間に関する追加的な情報を報告しなければならない。
- 企業は、コーポレートスタンダードの要求事項に従って、GHGフラックスの定量的情報を報告しなければならない（ここでも繰り返すが）。
- 企業は、農業GHGフラックスを報告するための一連の追加的な「ベストプラクティス」勧告に従うべきである。
- 農地で生成され、敷地外で販売されたオフセットクレジットまたは再生可能エネルギーは、インベントリ合計に反映されないものとする。

9.1 必要な情報

企業は、以下の情報を公表するものとする。

インベントリーバウンダリーおよび基準期間に関する一般的な情報

- 組織の境界を設定する際の考え方
- 選択した業務範囲の概要と、スコープ3が含まれる場合、どのような種類のスコープ3の活動が対象となるかを明記したリスト
- 報告対象期間
- など、基準期間に関する情報。
 - 基準期間として選択された期間
 - この時期を選んだ根拠
 - 基準期間再計算の方針
 - 基準期間のカテゴリー別インベントリー合計（下記および図9-1参照）
 - 基準期間インベントリの再計算の引き金となる変更に関する適切な状況
- インベントリから除外される排出源および／または事業。

GHGプロトコル農業ガイダンス

一般的なGHGフラックスデータ

- 7つの温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、PFCs、HFCs and NF₃）すべてのデータ。GHGごとに集計し、メートルトンおよびトンCO₂-相当（CO₂e）の両方の単位で報告する。
- スコープ1および2の総排出量（オフセットでの取引を差し引いた場合）
- スコープ別に集計されたデータ
- 使用した計算方法の参照先またはリンク先

9.2 農業GHGフラックスの報告に関する最小限の、ベストプラクティス、推奨事項。

企業は、以下の情報を公表すべきである。

- 非機械的音源の場合。計算方法がIPCC Tier1、Tier2、Tier3であるかどうかの説明と、それらの計算方法が7.3章の品質基準に基づいてどのように選択されたかの説明。
- スコープ1排出量を、機械的排出源、LUC（生物起源CO₂）、その他すべての非機械的排出源に分けて集計。
- 8.2章で定義されているように、関連性があり必要とされる範囲の地上・地下のバイオマス、DOM、土壌のCストックのネットCO₂フラックスデータ（単位：トンCO₂）・・・・・・・・・・。
- LUCの結果、Cストックのサイズが減少した場合、CO₂排出量はスコープ1で報告される（LUCはボックス9-1でさらに定義されている）。
- それ以外の場合、全てのCO₂フラックスは、スコープ外で、3つの要素からなる別のカテゴリー（「生物起源炭素」）で報告される。(1) 土地利用管理中のCO₂フラックス（排出または除去）、(2) LUC中の隔離、および(3) バイオ燃料燃焼によるCO₂ 排出。
- Cストックとの間のCO₂フラックスの償却に使用された方法論の説明（関連する場合）。
- C種資源に対する過去の管理方法の変更の影響を計算する際に、代理データを使用する場合の前提条件。
- 歴史的な経営慣行がC種資源に及ぼす影響を除外したもの

図9-1は、これらの要件およびベストプラクティスの

GHGプロトコル農業ガイダンス

推奨に従って、インベントリ内でGHGデータをどのように分離する必要があるかをまとめたものである。

GHGプロトコル農業ガイダンス

図9-

1.インベントリにおけるGHGフラックスデータを細分化するための要件と最小限のベストプラクティス推奨事項を示す概略図

カテゴリオブサブカテゴリ		
ソースまたはシンクの例		
スコープ		
スコープ1	メカニカルソース	移動体通信機器、定置用燃焼器、冷凍・空調システム
	非機械的なソース	腸内発酵、土壌 N ₂ O 排出量、および堆肥管理。
	土地利用変化による CO ₂ 排出量	CO ₂ 森林を牧場に転換する、あるいは森林を牧場に転換することによる排出量 湿地帯から農地へ
スコープ2	購入エネルギー	購入電力量
スコープ3 (オプション)	その他すべての間接源流	アグリケミカル製品の製造および購入 フィード
バイオ ジェニ ックカ ーボン	土地利用管理	CO ₂ 土壌中のCストック、地上・地下木質バイオマスとの間で生じるフラックス。
		DOMストック、作物の燃焼など 非エネルギー起源残渣
	土地利用変化によるCの吸収	CO ₂ 植林・再植林に伴う土壌・バイオマスによる除去量
	バイオ燃料の燃焼	農機具におけるバイオディーゼルの燃焼について
追加情報	<ul style="list-style-type: none"> • 使用した計算方法の参照先またはリンク先 • これらの方法論がIPCC Tier1、Tier2、またはTier3であるかどうかの説明。 • CO₂ フラックスの償却に使用した手法の説明 • 過去のLUCがC資源に与える影響を計算する際の代理データの使用に関する前提条件 	

GHGプロトコル農業ガイダンス

ボックス9-1.土地利用変化の定義

LUCがいつ発生したかを判断し、インベントリ全体でLUCの影響が一貫して計上されるようにするため、企業は長期にわたって一貫した土地利用区分の定義を使用する必要がある。現在、土地利用の分類について国際的に認められた唯一の基準はなく、様々な国や国際機関が独自の定義セットを開発している。企業にとって、事業が一国内で行われる場合は、国別の分類システムを使用する方がよりシンプルになる可能性があります。しかし、複数の国で農業を営む企業にとっては、以下のような利点があります。

GHGプロトコル農業ガイダンス

国際的に認知された分類システム（例：EUのCORINEシステム）を使用する方が簡単である。以下に、簡略化した土地利用区分のセットを示す。

LUCは、土地がある土地利用区分から別の土地利用区分に変換されたときに発生する¹³

；例えば、農地が草地に変換されたとき、または森林が農地に変換されたときである。同じ土地が複数の農業活動に利用され、異なる土地利用区分の定義に合致することもある。例えば、サバンナの森林が、家畜の放牧と薪燃料の供給源として利用されている場合がある。このような場合、企業は、経済的に最も重要な農業活動に基づいて土地を分類する必要がある。

土地利用区分	定義
林地	木質バイオマスが密集している地域。一般的に、最低樹高と樹冠被覆に基づいて定義される。森林地帯には、植林地、原生林、人の手が加えられた痕跡のある自然再生林が含まれる。
耕作地	水田やアグロフォレストリーシステムを含む。
草地	管理された草原、放牧地、牧草地。
湿地	泥炭採取地域および1年の全部または一部が水で覆われているか飽和している土地（例：泥炭地）で、以下に該当しないもの。 その他のカテゴリー
和解金	すべての開発された土地（例：道路、建物など）。

9.3 報告される可能性のある追加情報

要求される報告要素やベストプラクティスの報告要素に加えて、企業はインベントリの透明性と関連性を高めるために、その他の情報を報告することを希望する場合があります。この情報には以下のものが含まれる。

- Cの蓄積量に関するデータ（単位：メートルトンC、単位面積当たり）
- 生物起源CO₂
フラックスデータをCストックの種類（例：DOM対バイオマスストック）によりさらに細分化。
- その他のGHGフラックスデータをさらに非機能的発生源の種類で細分化（例：腸内発酵と糞尿管理）。

¹³本ガイダンスでは、LUCを認識するために、「活動ベース」

GHGプロトコル農業ガイダンス

のアプローチとは対照的に、「土地ベース」のアプローチに従っている。土地ベースアプローチでは、選択された土地利用分野のネット排出量を評価し、活動ベースアプローチでは、選択された土地利用活動のネット排出量を評価する。どちらのアプローチも、UNFCCCのための国別GHGインベントリ作成に利用することができる。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- その他の温室効果ガス（例：フロン類）の排出量
- パフォーマンス指標とその算出に使用した配分手法の説明（付録I参照）。
- 社内外のベンチマークに照らして測定したパフォーマンスの説明
- 現在の経営慣行およびGHG管理戦略の概要
- 信頼できるデータを入力できる関連スコープ3排出源のGHGフラックスデータ。
- GHGフラックスデータの不確かさに関する情報

スコープ3の情報源の報告は任意であるが、推奨される。

スコープ3の排出源は多岐にわたります。スコープ3基準では、15の明確なカテゴリーを特定しています。これらには、報告企業の直接の供給者の活動、さらに上流のゆりかごからゲートまでの影響、また、企業が製造・販売した製品の顧客による使用や廃棄といった下流の活動も含まれます。インベントリに含めるべきスコープ3の排出源は何ですか？企業は以下のいずれかを行うことができます。

1. 企業基準に従ってスコープ3排出量を報告する（すなわち、スコープ3の排出源は任意である）。
2. スコープ3基準に従ってスコープ3排出量を報告する

多くの企業にとって、スコープ3の排出は、温室効果ガスの影響全体の中で重要な位置を占めることになる。例えば、肥料や家畜飼料の製造は、作物や家畜の生産活動においてそれぞれ重要なスコープ3排出源となるであろう。さらに、企業は、スコープ1と2の排出量を削減する行動をとるが、その結果、スコープ3の排出量が増加することがある（飼料生産の外部委託など）。このような理由から、スコープ3の排出源は、その排出源が重要であると考えられる場合に報告すべきである。重要性の評価基準には、排出量、排出削減の可能性、リスク暴露への寄与（規制リスクや風評リスクなど）、利害関係者にとっての重要性などが含まれ得る。一般的に、肥料や飼料の生産から排出される範囲3は、可能であればインベントリに含めるべきである。

9.4 農業オフセットおよび再生可能エネルギー プロジェクト

企業は、さまざまな方法で再生可能エネルギーを生み出すことができます。

- 自社で風力発電機を開発する、または風力発電開発会社に土地を貸し出す
- バイオマス燃料のストック源としての成長する樹木、短回転林、短回転雑木林
- 嫌気性消化槽を設置し、電気や熱の燃料となるメタンを生産する。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 農場規模の小水力発電スキームの開発（通常～100kW未満）
- ソーラーパネルの使用

このようなプロジェクトは、オフセット・クレジットの源となる可能性がある。その他のオフセットプロジェクトとしては、劣化した土地の再植林や修復、肥料管理の変更に基づくものが考えられる。

GHGプロトコル農業ガイダンス

再生可能エネルギープロジェクトの会計処理

これらのプロジェクトの多くが企業のインベントリーに与える影響は、発電されたエネルギーが企業内で消費されるのか、それとも送電網に送られるのかによって異なる。エネルギーが自家消費される場合、プロジェクトは電力や燃料の消費量を削減し、その結果、スコープ1または2の排出量が減少し、インベントリーを長期的に比較することで明らかになるであろう。一方、エネルギーが事業所外に送られる場合、スコープ1またはスコープ2の排出量を削減するために使用してはならない。これは、そのエネルギーがもたらす排出削減効果の二重計上を防ぐために必要である。この要件は、性能指標の計算にも適用され、売却したエネルギーによる排出削減効果を含めてはならない。GHGプロトコルガイドライン (GHG Protocol Guidelines for Grid-Connected Electricity Projects) - 事業プロトコルの補足資料 (1.2章) -

は、販売電力量による排出削減量の算定に関するガイダンスを提供する。

回避」された排出量の会計処理

多くの再生可能エネルギープロジェクトは、ファームゲートを越えて、GHG影響を及ぼす可能性がある -

プロジェクトがなければ発生したであろうグリッド上の他の場所での化石燃料ベースの発電による排出を置き換える（または「回避」する）のに役立つかもしれない。重要なことは、再生可能エネルギー発電事業は、必ずしも化石燃料の消費による排出を物理的に削減するものではないことである。例えば

- 再生可能エネルギーが送電網に売られた場合、化石燃料発電所の総排出量は、送電網に接続された全ての消費者の総需要に影響される。そのため、再生可能エネルギーの売上げは、他の送電網利用者の電力需要の増加により相殺され、化石燃料発電所の総排出量は純増しない。
- 農場で発生する残渣燃料を木屑燃料に切り替える：このような切り替えは、原油精製や廃燃料処理による排出削減につながるが、実際に削減できるかどうかは、他の組織による燃料油の需要に依存する。

このような場合、他の消費者の行動（報告企業のコントロール外）は、回避された排出量が必ずしも発生しないことを意味する。その結果、回避された排出量は、報告対象範囲内で報告してはならず、また、排出量の「ネット化」に使用してはならない¹⁴。しかし、基礎となる仮定と適切な計算方法が記述されている限り、回避排出量の推定値は、メモ事項として報告することができる。事業プロトコルは、回避排出量の算定に関連するガイダンスを提供する。

オフセット・クレジットの取引に関する会計処理

企業が組織の境界内で生成されたオフセットを販売する場合、二重計算を防ぐために、関連する排出削減量を企業インベントリから削除するものとする。また、排出削減量を検証するために使用したプロトコルを開示する必要がある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

¹⁴また、GHGプロトコル製品基準では、製品ライフサイクルインベントリーの一部として、回避された排出量は定量化されていません。

付録

付録I:パフォーマンス メトリクス

コーポレートスタンダードと本ガイダンスでは、GHGフラックスの絶対値データの報告のみを求めています。GHGパフォーマンス指標は、報告する必要はない。しかし、GHGパフォーマンス指標は、企業のGHGパフォーマンスに関する重要な洞察を提供することができ、効果的なGHG報告・管理システムの一部として一般的に推奨される。例えば、以下のようなことに利用できる。

- 時系列でパフォーマンスを評価する（例：異なる年の数値を比較する、データの傾向を把握する、目標や基準期間との関連でパフォーマンスを示す）。
- 数値を正規化することにより、異なる規模の事業間の比較可能性を向上させる（例えば、異なる規模の事業の影響を同じ尺度で評価するなど）。

この付録

- 様々なタイプのGHGパフォーマンスメトリクスが存在することを要約している。
- メトリクスの計算、使用、および報告に関する一般的な推奨事項を提供する。

パフォーマンスメトリクスの種類と使い方

パフォーマンス・メトリクスは多くの種類が存在する

パフォーマンスメトリクスの例としては、以下のようなものがあります。

生産性・効率性比率。企業の価値や成果を温室効果ガス排出量で割ったもの。したがって、効率性比率の向上は、業績のプラスに反映される。生産性・効率性比率の例としては、資源生産性比率（例：GHGあたりの売上高）、プロセス環境効率比率（例：GHG量あたりの生産量）などがある。

強度比。原単位（または「正規化」）比率は、物理的活動単位または経済生産高単位あたりのGHG影響を表す。物理的原単位は、類似した製品を生産する事業者間で集計・比較する場合に適している。一方、経済原単位は、異なる製品を生産する事業者間で集計・比較する場合に適している。原単位比率が低下している場合は、業績が向上していることを意味する。原単位比率の例としては、製品原単位（例：販売した家畜や作物の単位生産量あたりの排出量トン）、販売原単位（例：売上高あたりの排出量）などがある。原単位を計算する際、企業はGHGフラックスを異なる製品の流れに割り当てる必要がある場合がある（下記参照）。

パーセンテージ。パーセンテージ指標とは、2つの類似した変数（分子と分母が同じ物理単位）の間の比率のことである。パフォーマンス報告書で意味のあるパーセンテージの例としては、基準年のGHGフラックスに対する現在のGHGフラックスの割合で表されるものがある。

GHGプロトコル農業ガイダンス

パフォーマンス指標を選択する際、企業は、どの指標が自社の事業（事業、製品、市場への影響など）の利益と影響を最もよく捉えられるか、また、その用途を考慮する必要があります。

GHGプロトコル農業ガイダンス

複数のパフォーマンスメトリクスの使用が推奨される

企業は、複数の指標を用いてパフォーマンスを追跡することが有用であると考えられるかもしれない。これは、個々の評価指標では、副産物や副産物（下記参照）に関連するものや、生産システムに直接関係しないものなど、特定の排出源を除外してしまう可能性があるためである。同じ理由から、パフォーマンス指標は、常に農場への／農場からのGHGフラックスの絶対値に関するデータと一緒に報告されるべきである。以下のシナリオは、農場全体のレベルでパフォーマンスを追跡するために、（GHGフラックスの絶対値データの報告に加え）追加の比率指標を使用することの重要性を示している。

- 生産強化（例えば、肥料や飼料の使用の増加）は、収量を増加させ、農業生産高単位当たりのGHG強度を正味で減少させるかもしれないが（投入が過剰でない場合）、ヘクタール当たりの排出量を増加させる可能性もある。
- 牛の飼料変換効率を上げると、製品あたりの排出量を減らすことができるが、余った飼料を新たな家畜に転用すると、全体の排出量（および1haあたりの排出量）が大きくなる可能性がある。

表 I-1

は、農業分野で一般的に使用されている様々なタイプの測定基準に関連する様々なトレードオフを説明する。

文脈に応じた情報を提供する必要がある

重要なことは、GHGフラックスに対する環境要因の影響と同様に、農業慣行の固有の多様性が、事業内および事業間の測定基準の比較可能性に影響を与えるということである。例えば

- 強度比は、非代替牛群よりも自己交換牛群の方が高くなることが多い。これは、自己交換牛群には、腸内CH₄を排出し、尿の沈殿物からN₂Oを生成する若い家畜が、農産物に貢献するまでの長い期間、含まれているからである。
- 天候不順が作物の収量を低下させ、農作業の変化とは無関係に原単位ご年間の変動が生じる可能性がある。（注：このような場合、企業は、実際の収量に加えて、予想される収量で排出量を正規化して報告することが有用であると考えるかもしれない）。

農業システム、環境影響、調査された排出源に関する適切な文脈がなければ、パフォーマンス指標はパフォーマンスを評価するのに有用ではありません。パフォーマンス指標の信頼できる解釈を助けるために、報告書にはそのような文脈が提供されなければならない。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表I-1.一般的なパフォーマンスメトリックスの長所と短所

メトリックス	メリット	デメリット
単位陸地面積あたりのGHGフラックス (例: フラックス/ha)。	<ul style="list-style-type: none"> 政策を定義する企業や、大量の土地を管理する企業 (政府機関など) に有効 農場での温室効果ガスフラックスの全体的なレベルを反映したもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 農業生産の効率性を考慮しない
単位製品あたりのGHGフラックス (例: フラックス/牛肉1トン)。	<ul style="list-style-type: none"> 同じ業界内での比較がしやすくなる GHG影響が比較的小さいが、それにもかかわらず生産性を向上させる緩和策の効果をよりよく表現できる。 バイヤーが求める性能データは、製品単位で求められることが多い 	<ul style="list-style-type: none"> 農場で生産される製品は多種多様であり、GHGフラックスの割り当て方法が異なるため、計算が複雑になる場合があります (下記参照)。 製品価値を考慮しない 農場による気候への影響全般を反映していない (これは様々であろう生産量に応じる)
単位農作物投入量あたりのGHGフラックス (例: フラックス / MJ代謝エネルギー摂取量)	<ul style="list-style-type: none"> 飼料の種類と量が動物システムに及ぼす影響、または作物システムにおける養分の利用効率について理解することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガスのフラックスを配分する必要があるため、計算が複雑になる可能性があります。
最終製品の品質成分単位 (例: 脂肪、タンパク質、代謝産物単位) あたりのGHGフラックス (エネルギー含有量)	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの農業生産の基本的な目的である食料エネルギーの供給を考える 	<ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガスのフラックスを配分する必要があるため、計算が複雑になる可能性があります。

パフォーマンス指標を計算するためのGHGデータの割り当て

農業生産は、特に農場に製品加工施設がある場合、副産物や副産物の発生につながることが多い。さらに、特定の農業活動は、特に混合農場においては、複数の製品 (およびその副産物・副産物) の流れに寄与する (図 I-1)。たとえば、一次生産物 (作物) の一部が家畜の飼料として使われる場合、施肥は

GHGプロトコル農業ガイダンス

作物の成長だけでなく、家畜の生産も支えることになる。割当は、ある農場からのGHGフラックスデータを、その農場からの異なる生産物の流れに分割するプロセスである。割当ては、個々の製品の原単位比を計算する際に必要となる場合がある。また、次のような場合にもアロケーションが必要になることがあります。

-

スコープ3排出量を計上しているため、購入した製品に起因する特定のGHGフラックスに関する情報のみを必要とする顧客に対して、GHGデータを報告すること。

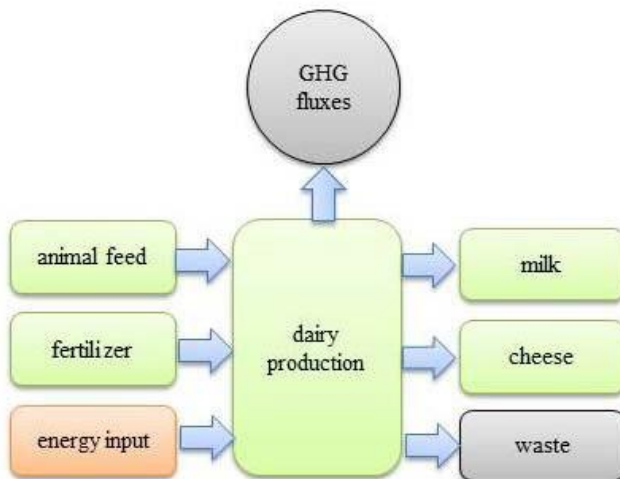
GHGプロトコル農業ガイダンス

- GHGフラックスをスコープ1とスコープ3の間で配分する。

農家が一つの生産物しか生産していない場合は、配分は必要ないだろう。また、**企業インベントリで報告されるGHGフラックスを計算する際にも、スコープ1とスコープ3の間で割り当てる以外には、行ってはならない。**また、本ガイダンスは、製品レベルのGHG計算のための割当ては扱っていない。このテーマに関するガイダンスについては、**GHGプロトコル製品基準、部門別ライフサイクル会計ガイダンス、製品分類 規則**を参照されたい。

配分を行う場合、経済的価値のない副産物は廃棄物とみなされ、GHGフラックスは配分されないことに注意すること。また、GHGフラックスを配分する場合は、最初に計算したフラックスと合計すること。

図I-1.アロケーションを必要とする一般的なプロセスの説明図



可能な限り割り付けを避けるべき

アロケーションは業績指標に不確実性を与えるため、企業は可能であればアロケーションを避けるべきです。企業は、いくつかの方法でアロケーションを回避することができるかもしれません。

- 共通のGHG排出プロセスを、様々な製品を個別に生産するサブプロセスに分割することによって。この方法は、農場を細分化し、各農場事業への投入量に関するデータを提供することで達成できるかもしれない。農場の記録は農場全体に基づいていることが多いので、機械的な投入物を割り当てるのが最も難しい場合が多い。一つの可能な解決策は、例えば、個々の施設をサブメーターで測定し、燃料消費量や圃場通過回数を圃場ごと、日付ごとに追跡することにより、製品ごとにエネルギー使用量の会計処理を設定することであろう。
- パフォーマンス指標の分析範囲を再定義し、様々な製品に起因するフラックスを

GHGプロトコル農業ガイダンス

分離する必要がなくなるようにすること。例えば、GHG排出量を羊肉kgベースではなく、羊の飼育kgベースで表現することで、羊毛生産に起因する排出量を分離する必要が無くなる。

さまざまなアロケーションアプローチが存在する
やむを得ず割り当てる場合は、次のような方法が考えられます。

GHGプロトコル農業ガイダンス

物理的配分。配分は、複数のインプット／アウトプットとGHGフラックスとの間の基礎的な物理的関係に基づいて行われる。例えば、質量が製品間の差異を生む主要因である場合、農産物の質量に基づいて配分を行うことができる。

$$\text{割当フラックス} = \left(\frac{\text{生産された特定製品の質量}}{\text{生産された全製品の総質量}} \right) \times \text{トータルフラックス}$$

あるいは、製品の数または食事の質に基づいて物理的な配分を行うこともできる。選択された係数は、製品とGHGフラックスとの間の基礎的な物理的関係を最も正確に反映するものでなければならない。例えば、生産物の質量がフラックス量を決定する場合、エネルギー含有率の係数を選択すると、最も正確な配分を提供できない。

経済的配分。工程から出荷される各製品の市場価値に基づいて、以下のように配分されます。

$$\text{配分フラックス} = \left(\frac{\text{生産された特定製品の市場価値}}{\text{生産された全製品の市場価値合計}} \right) \times \text{全フラックス}^{\text{生}}$$

副産物の市場価値は、副産物が共通工程を出た時点（すなわち、さらなる加工の前）の価値であるべきである。また、生産物の価格が報告期間中に変動する場合は、この期間の生産物の市場価値の平均値を作成する必要がある場合がある。

物理的配分、経済的配分のいずれにおいても、経済的価値のない副産物は廃棄物とみなされ、GHGフラックスは配分されないはずである。

アロケーション手法の選択

一つの農場で生産される全ての製品のGHGデータを一貫して配分するために、一つの方法を用いるべきである。そうでなければ、複数の配分方法を用いることで、農場全体のフラックスの過不足が発生する可能性があります。

配分方法が異なれば、結果も大きく異なる。例えば、チーズ製造では、チーズは主製品、ホエイパウダー、ホエイバター、すりおろしたチーズは副製品とみなされる。経済的配分手法では、副産物に比べてチーズの価値が高いため、GHGフラックスのほとんどがチーズに帰属することになる。一方、物理的配分アプローチでは、副産物の質量が大きいため、GHGフラックスの大部分は副産物に帰属することになります。

企業は、そのような配分方法を選択する必要があります。

- アウトプットの生産とその結果としてのGHGフラックスとの因果関係を最もよく反映している。
- 最も正確で信頼性の高いフラックス推定値を得ることができます。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- 効果的な意思決定とGHG削減活動を支援するために最適である。
- その他、関連性、正確性、完全性、一貫性、透明性の原則を遵守しています。

大まかには、次のような場合に物理的割り当てが望ましいとされています。

- 製品間の物理的な関係が確立され、この関係によって相対的なGHG影響が決定されます。
- 価格が時間の経過とともに大きく、または頻繁に変化すること。例：商品作物価格の変動（注：3～5年の価格を平均化することでこの問題を回避できる）。
- 価格は、基礎となる物理的特性や温室効果ガスフラックスとあまり相関がない。
- 企業は、同じ製品に対して異なる価格を支払っている（交渉価格が異なるため）。

経済的配分が望ましいのは、次のような場合です。

- 製品間の物理的な関係が確立できない、あるいは製品のGHG影響を適切に反映していない。
- 副産物は、他の材料投入の代替品として市場で価値を獲得する廃棄物である（例えば、肥料の代替品としての糞尿など）。

付録 II : CO₂ カーボンストックへのIからのフラックスを償却する。

はじめに

農地の管理の変化や、ある土地利用区分から別の土地利用区分への転換は、長い期間にわたってC蓄積量を変化させる可能性がある。第8章では、関連するCO₂フラックスを算定するための方法論について述べている。これらのフラックスの計算方法によっては、定義された期間にわたって償却し、その期間中の各年に同量のフラックスを割り当てなければならないかもしれない。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の方法論と一致するように、この期間の長さは、より具体的な情報が得られない限り、20年と仮定することができる (8.3章参照)。

ここでは、ブラジル中央部の一般的な土地利用パターンである、原生植生 (セラード) の牧草地への転換と、その後の輪作 (大豆-トウモロコシ) への転換を例にとって、償却方法を説明する。2つのケースを紹介する。

- ケース A:
土壌の在庫変動はすべて、それ以降に株式の所有または管理に変更が生じる前に償却されます。
- ケース B
- ケース C : Cストックの変動がある土地の購入の場合

これらのケースは仮想的なものであるが、公表されている研究から得られた土壌C蓄積量の代表的なデータを用いている。理解を容易にするため、土壌のC蓄積量のみを考慮し、すべてのフラックスは、管理方法がさらに変化する前に償却される。検討した管理方法と土地利用タイプ、および対応するC蓄積量を表II-1に示す。

表 II-1.異なる管理方法と土地利用タイプにおける土壌C蓄積量。

Land use	Soil stock (tonnes C/ha)*
Cerrado	75
Pasture	72
Full-tillage annual crop rotation (soybean-corn)	69
No-till annual crop rotation (soybean-corn)	79
* Measured in the top 30 cm layer of soils. Data based on a synthesis of several dozen studies of the central region of Brazil and provided by Marcelo Galdos, University of Sao Paulo (private communication, September 15, 2010).	

GHGプロトコル農業ガイダンス

ケース A: 土壌の在庫変動はすべて、それ以降に株式の所有または管理に変更が生じる前に償却されます。

セラードは75年の間に不耕起作物システムに変換される。この期間中に土地利用と農法のシフトが何度も起こるが、その結果生じるCO₂

フラックスは、それ以上のシフトが起こる前に完全に償却される。表II-

2は、土地利用と経営方法のシフトの時系列と、それに対応するCO₂

フラックスがどのように償却されるかを示している。GHG排出インベントリは毎年作成される。図II-

1は、償却によってCストックが時間とともにどのように変化するかを示している。

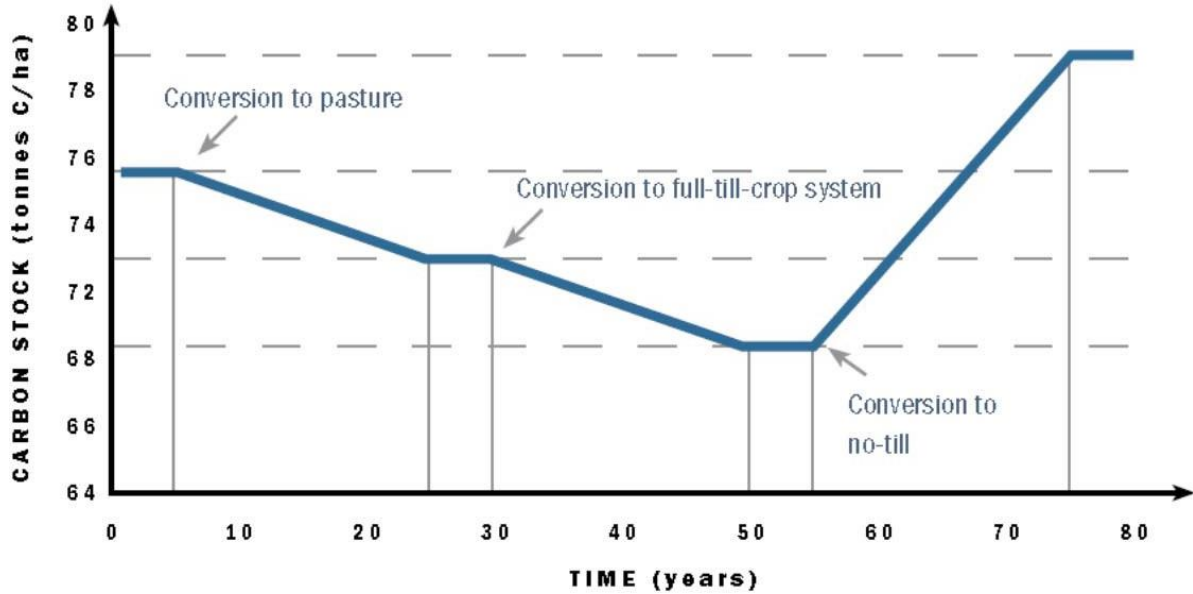
表II-2. ケースAの償却スケジュール

Year	Commentary	Amount of carbon stock amortized per year (tonnes C/ha/year)
1-5	Land is undisturbed cerrado	0
6	Cerrado is converted into pasture. This is estimated to reduce carbon stocks by 3 tonnes C/ha (75-72 tonnes C/ha)	-
6-25	The 3-tonne C/ha change is amortized over 20 years, while land continues to be managed as pasture	-0.15
26-30	Land remains pasture	0
31	Pasture is converted into full-till crop system. This is estimated to decrease carbon stocks by a further 3 tonnes C/ha (72-69 tonnes C/ha)	-
31-50	The 3-tonne C/ha change is amortized over 20 years, while land continues to be managed as full-till crop system	-0.15
51-55	Land remains as full-till crop system	0
56	No-till is adopted. This is estimated to increase carbon stocks by 10 tonnes C/ha (79-69 tonnes C/ha)	-
56-75	The 10-tonne C/ha change is amortized over 20 years, while land continues to be managed as no-till crop system	0.5
76 +	Land remains as no-till crop system	0

図II-

1: Cストックの変化が完全に償却され、それ以上の管理手法や経営のシフトが発生しない場合 (ケースA)

GHGプロトコル農業ガイダンス



ケースB：土壌ストックの変化がすべて償却されるわけではなく、さらにストック管理に変化が生じる場合

ただし、セラードが最初に牧草地に転換されてから10年後に、牧草地を不耕起栽培に転換した場合（すなわち、炭素蓄積量の変化の半分しか償却されていない場合）である。表II-

3は、土地利用と管理手法の変化の時系列と、それに伴う炭素蓄積量の変化の償却方法を示している。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表II-3. ケースBの償却スケジュール。

Year	Commentary	Amount of stock change amortized per year (tonnes C/ha/year)
1-5	Land is undisturbed Cerrado	0
6	Cerrado is converted into pasture. This is estimated to reduce carbon stocks by 3 tonnes C/ha (75-72 tonnes C/ha)	-
6-15	The change in carbon stock is amortized for 10 years. The carbon stock after 10 years is calculated as: carbon stock of cerrado (75) - stock change amortized so far (10 x 0.15) = 73.5 tonnes C/ha	-0.15
16	The pasture is converted into a full-till crop system. The total change that now needs to be amortized is calculated as: carbon stock at end of year 15 (73.5) - carbon stock of full-till system (69) = 4.5 tonnes C/ha	-
17-36	The 4.5-tonne C/ha change is amortized over 20 years, while land continues to be managed as a full-till crop system	-0.225
37-40	Land remains as full-till crop system	0
41	No-till is adopted. This is estimated to increase carbon stocks by 10 tonnes C/ha (79-69 tonnes C/ha)	-
41-60	The 10-tonne C/ha change is amortized over 20 years, while land continues to be managed as a no-till crop system	0.5
61 +	Land remains as no-till crop system	0

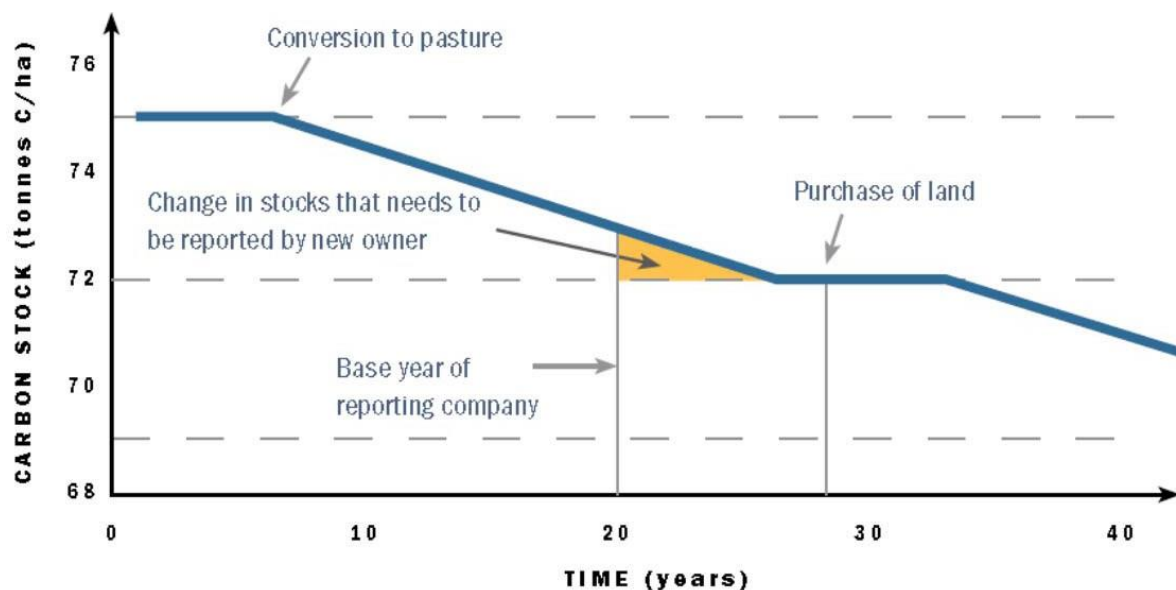
ケースC : Cストックの変動がある土地の購入の場合

ケースAと同じだが、この土地は牧草地に転換された後、報告会社によって（28年目に）取得される（図II-2）。報告企業は、この転換によるCO₂フラックスを20年間（25年目まで）償却するが、これらのフラックスすべてをインベントリに含めない。その代わりに、20年から25年の間に発生したCO₂フラックスのみを報告するためにインベントリを修正します。これは、20年目がその基準期間として設定されているためである。表II-4は、報告企業がCストックの変動をどのように償却しているかを示している。

図 II-

2.前所有者の土地利用転換によりCストックが変化している土地を報告企業が購入する場合（ケースC）。

GHGプロトコル農業ガイダンス



表II-4. ケースCの償却スケジュール。

Year	Commentary	Amount of carbon stock amortized and reported by the new owner (tonnes C/ha/year)
1-5	Land is undisturbed cerrado	0
6	Cerrado is converted into pasture. This is estimated to reduce carbon stocks by 3 tonnes C/ha (75-72 tonnes C/ha) and this change is amortized over the next 20 years, while the land continues to be owned and managed as pasture by the original owner	—
6-19	Change in carbon stocks occurs before base period of reporting company	0
20	Base period of reporting company. Land is not owned by the reporting company, but the base period inventory is adjusted to reflect the carbon losses amortized this year	-0.15
21-25	Land is not owned by the reporting company, but the reporting company's inventories for this period are adjusted to reflect the ongoing carbon losses	-0.15
26-27	Land remains pasture	0
28	Land remains pasture and is purchased by the reporting company	0
29 +	As in Case A	—

付録III：農業GHGフラックス算出のためのツール

概要

この付録では、農業における温室効果ガスのフラックスを計算するために最も広く使われているツール（表計算ソフト、ソフトウェア、プロトコル）をいくつか挙げています。3つの大まかなツールのクラスが網羅されています。

- **農場管理者に適したツール。**これらは一般的にウェブまたはエクセルベースの計算機で、一般に入手可能なタイプの活動データで使用することができる。これらのツールは、表7-1に記載されている様々な計算方法、すなわち、排出係数、経験的またはプロセスモデル、またはこれらのアプローチのいくつかの組み合わせを実装する傾向がある。
- **計算方法の総合カタログ。**広範な排出源のフラックスデータを計算するために使用できる公式とデフォルトの排出係数が記載されている。計算を実行するためのインターフェースは提供されていない。
- **学術的な使用に適したツールです。**これらは主に学術的な研究を目的としたプロセスベースのモデルです。データ入力、労力、専門知識など、幅広い要件があり、農場経営者が使用することはお勧めできません。これらのツールは、より利用しやすいリソースの多くを支えているため、ここで説明します。

表III-1に各ツールの対象となる温室効果ガスと業務の一覧を、表III-2に各ツールの地理的な焦点とインターフェースの種類などの詳細な情報を示す。

注意事項

- これらのツールは、通常、本ガイダンスに自動的に準拠しない形式でGHGフラックスデータを生成する。したがって、ユーザーは、企業のGHGインベントリ作成のために、これらのデータを再フォーマットする必要がある場合が多い（例えば、スコープで分割するなど）。
- この付録は、ツールの完全なリストを提供しようとするのではなく、単に例示的なガイドとして意図されています。ここに挙げたツールは時間の経過とともに変更される可能性があり、企業は対応するウェブサイトをチェックして最新情報を入手することが推奨される。
- 環境要因と経営要因の多くの異なる組み合わせが、農業GHGフラックスに影響を与える。例えば、表III-1に示すように、あるツールが例えば「農地」や「家畜」経営に関連していたとしても、関心のある特定の組み合わせをカバーしていないかもしれない。
- 特殊作物やより複雑な畜産システムについては、商品作物や比較的単純な畜産システムに比べて、このツールのカバーする範囲は狭い。

GHGプロトコル農業ガイダンス

- ツールは、同じ管理手法や土地利用区分に対して、異なる定義を採用している場合がある。企業は、1つのインベントリに複数のツールを使用する場合、一貫した定義が適用されるようにする必要がある。
- この付録では、非機械的発生源に焦点を当てているが、掲載されているツールの多くは、機械的発生源（主に燃料使用と肥料生産）も対象としている。
- 製品、プロジェクト、国家レベルの評価用ツールは除く。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表III-1.農業GHGフラックスを計算するための一般に入手可能なツール¹

ツール	GHG			操作方法											
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	耕作地	園芸	放牧地	草地	アグロフォレスト	ワイン醸造所・果樹	家畜	森	土地利用変化	米の生産	湿地	エネルギー使用量
農場経営者に適したツール															
ブラジルGHGプロトコルプログラム算出道具	✓	✓	✓	✓		✓				✓		✓	✓		✓
土地管理者のための炭素会計(CALM)	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓			
ニュージーランド農務省の炭素計算機と園芸	✓	✓	✓	✓	✓					✓					✓
気候変動に配慮した食品(CFF)カーボンカリキュレーター	✓	✓	✓	✓	✓					✓					✓
COLE-EZ 1605b 森林カーボンレポーターティングツール	✓										✓				
コメット・ファーム全農GHG算定用CarbOn管理評価ツール		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓		✓

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	GHG			操作方法												
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	耕作地	園芸	放牧地	草地	アグロフォア レストリー	ワイン醸造 所・果樹	家畜	森	土地利 用変化	米の生産	湿地	エネルギー 使用量	
COMET-VR: CarbOn 温室効果ガス自主管 理評価ツールV2.0	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓							✓
クールファームツール	✓	✓	✓	✓			✓			✓	✓	✓	✓			✓
C-PLAN	✓	✓	✓	✓						✓	✓	✓				✓
CQuest Lite	✓			✓												
酪農温室効果ガスモデ ル(DairyGHG)		✓	✓							✓						
ディアテール	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓					✓
DNDC NUGGET	✓	✓	✓	✓						✓		✓				
ファームガス	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓					
農業事業温室効果 ガス排出量計算機	✓	✓	✓	✓		✓				✓						
Field to Market Fieldprint Calculator	✓	✓	✓	✓									✓			✓
フルカーボンア カウンティング モデル (FullCAM)	✓			✓			✓				✓					

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	GHG			操作方法												
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	耕作地	園芸	放牧地	草地	アグロフォ アレストリー	ワイン醸造 所・果樹	家畜	森	土地利 用変化	米の生産	湿地	エネルギー 使用量	
酪農、羊、牛、穀物農 場向け農業用温室ツ ール	✓	✓	✓	✓						✓						✓
ホロス	✓	✓	✓	✓			✓			✓	✓					✓
イリノイ州の農場の持 続可能性 電卓	✓	✓	✓	✓					✓	✓				✓		✓
インターナシヨ ナル・ワイン・ カーボン・カリ キュレーター	✓	✓							✓							
生きた豚のカーボ ンフットプリント 計算機			✓							✓						✓
家畜分析モデル		✓	✓							✓						
糞尿・養分削減量 推定ツール (MAN URE)																
オーバーシーター	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓						✓
US Cropland Greenhouse Gas Calculator For Farm Systems (米国農地温	✓	✓		✓												✓

GHGプロトコル農業ガイダンス

室効果ガス計算システム															
計算方法の総合カタログ															

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	GHG			操作方法											
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	耕作地	園芸	放牧地	草地	アグロフォレスト	ワイン醸造所・果樹	家畜	森	土地利用変化	米の生産	湿地	エネルギー使用量
1605(b).温室効果ガス自主報告制度に関する技術指針	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓		
IPCC.2006 気候変動に関する政府間パネル ナショナルインベントリに関するガイドライン	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Resources suitable for academic use															
農業政策/環境eXtender (APEX)	✓	✓		✓											
センチュリー	✓			✓		✓					✓				
シーエヌシーピーエス			✓							✓					
CQESTR	✓			✓											
デイリージェム	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓					
酪農GHG	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓					
デイリーワイズ	✓	✓	✓	✓			✓			✓					✓

GHGプロトコル農業ガイダンス

デューセント															
------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	GHG			操作方法											
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	耕作地	園芸	放牧地	草地	アグロフォア レストリー	ワイン醸造 所・果樹	家畜	森	土地利 用変化	米の生産	湿地	エネルギー 使用量
脱窒素-脱成分 (DNDC)	✓	✓	✓	✓		✓	✓				✓		✓	✓	
ファームGHG															✓
IFSM (Intrated Farm System Model) とは?	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓					✓
NASA-CASA (カーネギー・エイムズスタンフォード・アプローチ) モデル	✓	✓	✓	✓		✓	✓				✓				
ロート製菓	✓			✓			✓				✓				
SIMs Dairy		✓	✓							✓					
ソクラテス土生態系における有機炭素の蓄積と変質	✓			✓			✓			✓					

1、Colombら (2013)、Deneffら (2012) および追加調査に基づく。

GHGプロトコル農業ガイダンス

表III-2.排出量計算機の追加機能¹

ツール	地理的フォーカス	メソドロジー	インターフェース	不確定性解析
農場経営者に適したツール				
ブラジルGHGプロトコルプログラム計算ツール	ブラジル	ブラジルの国家インベントリおよびIPCC Tier1排出係数の方法論と排出係数	エクセルベース	
土地管理者のための炭素会計(CALM)	英国	イギリス国内インベントリからの排出係数	ウェブベース	
カーボンカルキュレーター for New ニュージーランド農業・園芸	ニュージーランド	ニュージーランドの国家インベントリーの方法論と排出係数	ウェブベース	
Climate Friendly Food (CFF)カーボンカリキュレーター	英国	英国の国家インベントリ (Tier 1) の手法を使用。と2の方法) のほか、学術文献に掲載されている方法とEF	ウェブベース	
COLE-EZ 1605b 森林カーボンレポーティングツール	米国	学術文献のモデルや方程式	ウェブベース	✓
COLE-Lite (コールライト)	米国	この結果は、US1605(b)に基づいて報告するために必要な項目に対応します。	ウェブベース	✓
コメット・ファームCarbOn 全農GHG会計のための経営評価ツール	米国	プロセスモデル (CENTURY/DAYCENT)、経験則モデル、IPCC Tier1排出係数の組合せ	ウェブベース	✓
COMET-VR: CarbOn の経営評価ツール 温室効果ガス自主管理報告書 V2.0	アメリカ大陸	プロセスモデル (CENTURY/DAYCENT)、経験則モデル、IPCC Tier1排出係数の組合せ	ウェブベース	✓
クールファームツール	グローバル	LCA排出係数、実証モデル、Tier1、Tier2手法と排出係数、学術文献の組合せ	エクセルベース	
C-PLAN	英国	地上バイオマスは森林の場合。IPCC Tier1 EFs	ウェブベース	✓
CQuest Lite	グローバル	NASA-CASAモデルへのオンラインインターフェイス	ウェブベース	

GHGプロトコル農業ガイダンス

酪農温室効果ガスモデル(DairyGHG)	米国	不明	ソフトウェアアプリケーション	
---------------------------------------	----	----	----------------	--

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	地理的フォーカス	メソッドロジック	インターフェース	不確定性解析
ディアテール	フランス	不明	不明	不明
DNDC NUGGET	米国	DNDCモデルへのオンラインインターフェイス	ウェブベース	✓
ファームガス	オーストラリア	オーストラリアの国家インベントリに基づく - 国別手法とIPCCの手法の組み合わせと排出量の要素で構成されています。	ウェブベース	
農園事業 温室ガス排出量計算機	オーストラリア	SOCRATES、IPCC、オーストラリア国内の組合せインベントリーエミッションファクター	ウェブベース	
Field to Market Fieldprint Calculator	米国	学術文献の方法論に基づく。出力原単位（エーカーあたり）のみなので、農家にとっては有用でない。レベルアカウンティング	ウェブベース	
フルカーボンアカウンティングモデル (FullCAM)	オーストララ	オーストラリアの国家インベントリに基づく - 国別手法とIPCCの手法の組み合わせと排出量の要素で構成されています。	ソフトウェアアプリケーション	
農業用具の温室 酪農、羊、牛、穀物農場向け	オーストラリア	オーストラリアの国家インベントリ実務に基づく排出係数	エクセルベース	
ホロス	カナダ	方法論はIPCCだが、カナダ向けにカスタマイズされている	ソフトウェアアプリケーション	✓
イリノイ州農場サステナビリティ計算機	米国イリノイ州		エクセルベース	
インターナショナル・ワイン・カーボン電卓	インターナショナル	Tier1排出係数と学術文献	エクセルベース	
生きた豚のカーボンフットプリント計算機	米国	不明	ソフトウェアアプリケーション	
家畜分析モデル	米国	牛と水牛に特化した	ソフトウェアアプリケーション	
糞尿・養分削減量推定ツール (MANURE)	米国	IPCCの方法論とIPCC、EPA、USDAによる排出係数	ウェブベース	
オーバーシーター	ニュージーランド	ニュージーランドの国内インベントリからの排出係数実務	ウェブベースとソフトウェア	

GHGプロトコル農業ガイダンス

ツール	地理的フォーカス	メソッドロジック	インターフェース	不確定性解析
			アプリケーション	
US Cropland Greenhouse Gas Calculator For Farm Systems (米国農地温室効果ガス計算システム)	米国 (ただし、全世界の温帯地域の土壌に適用可)	トウモロコシ、大豆、スイッチグラス、アルファルファ、トウモロコシサイレージに限定。SOCRATES (土壌炭素) およびIPCC排出係数 (その他の排出源) に基づく。	ウェブベース	
計算方法の総合カタログ				
1605(b)の技術指針 温室効果ガス自主規制プログラム	米国	排出係数、プロセスモデル、直接測定、ハイブリッドアプローチの組合せ	N/A	✓
IPCC2006年 気候変動に関する政府間パネル ガイドライン (国別 棚卸資産)	グローバル	3段階の方法について概説。幅広い排出源に対して提供される第1段階の排出係数 (ボックスXX参照)。		✓

1、Colombら (2013)、Denefら (2012)、および追加調査に基づく。

2、2006年版IPCCガイドラインは、<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html>

で入手可能なソフトウェアに実装されています。このソフトウェアは、農場管理者が使用することは推奨されません。

略語について

C	カーボン
CH ₄	メタン
CO ₂	二酸化炭素
DOM	デッドオーガニックマター
GHG	温室効果ガス
HFCs	ハイドロフルオロカーボン
HWPs	収穫された木質製品
LUCL	土地利用変化
N	窒素
N ₂	亜酸化窒素 (ONitrous Oxide)
SF ₆	六フッ化硫黄 (Sulfur hexafluoride)
PFCs	パーフルオロカーボン

GHGプロトコル農業ガイダンス

用語集

アカウントイン グ (GHG会計)	GHGフラックスに関する情報を共通の手順で定量化・整理し、特定の企業に正しく帰属させること。
Agistment株式の所有者と飼料の短期供給業者の所有者との間で、その飼料を使用するための取り決めを行うこと。	
アグリカルチャー	食料、繊維、バイオ燃料、医薬品など、人間の生活を維持・向上させるための動物、植物、菌類、その他の生命体の栽培
アグロフォレストリー	樹木や灌木と作物や家畜を組み合わせることで得られる相互の利益を利用した総合的な農法。
配分比率	農業システムからのGHGフラックスデータを、そのシステムからの異なる製品ストリームに分割するプロセス
償却炭素蓄積量の変化によるCO ₂ フラックスの一定期間での配分。	
基準期間	企業のGHGフラックスを長期的に追跡するための歴史的な期間。
生物起源CO ₂ 排出量	CO ₂ 生物由来または生物由来の材料からの排出量 生物学的物質
副産物	副産物とは、生産される一次産品や副産物ではなく、農業プロセスから得られる付随的な生産物で、市場価値はわずかなものである。
炭素プール	バイオマス、死滅した有機物、土壌、またはその他の自然界に存在する炭素の貯蔵庫。
カーボンス トック	ある土地で、ある時点で1つまたは複数の炭素プールに蓄積されている炭素の総量。
炭素隔離	炭素プールにおける正味の炭素蓄積量 (すなわち、CO ₂ 固定量からCO ₂ 排出量を差し引いたもの)。
CO ₂ Equivalent (CO ₂ e)	CO ₂ によって炭素プールに炭素を追加すること。
保全地域	異なる温室効果ガスの排出量を比較するための普遍的な単水質や野生生物の生息地を維持または改善するなど、環境上の利益をもたらすために農業生産が制限または停止された土地。
協同組合サービスを利用する人々 (組合員) によって所有・管理され、その利益は利用に応じて組合員によって分配される事業です。	
コプロダ クツ	副産物とは、ある農業システムで生産され、他のシステムで重要な市場価値を持つものを指します。
コーポレートGH G 排出量インベ ント リ	の事業全体から排出される温室効果ガスのフラックスを定量的にリストアップしました。 は、報告会社です。このようなインベントリには、京都の7つの温室効果ガス (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃) すべての排出量が含まれています。

GHGプロトコル農業ガイダンス

作付年	2回の収穫の間の期間。多くの作物では、この期間は暦年とほぼ同じだが、他の作物では暦年ごとに数回の収穫が可能な場合もある。
栽培品種	栽培品種とは、(a) 選別された植物の集合体である。特定の文字または文字の組み合わせについて、(b) それらの文字が明確で、均一かつ安定しており、(c) 適切な手段で繁殖したときにそれらの文字が保持されることです。
カスタムファーム契約	土地所有者とオペレーターとの間の契約で、オペレーターが耕うん、植え付け、害虫駆除、収穫、作物保管、その他の農場機能を行うために必要なすべての労働力と機器を供給することを要求するものです。オペレーターは、土地所有者から1エーカーあたりの固定給、または作業ごとに固定給を受け取る。一方、土地所有者はその他の費用をすべて支払い、作物をすべて受け取ります。 以下の非生物バイオマスを含む炭素プール：(1) 立っている、地面に横たわっている、または土壌中にある枯れ木、および(2) 鉱物または有機土壌上またはその中にあるリター。
脱窒素	硝酸塩が細菌によって還元され、N ₂ Oとなり、大気中に放出される過程。
直接GHG排出量報告者が所有または管理している排出源からの排出量の会社です。	
排出係数	GHGフラックスを、利用可能な活動データ（例：燃料消費量トン、製品生産量トン）の単位から推定することを可能にする係数。
腸内発酵	反芻家畜類（牛や羊など）の消化管内で起こる発酵で、CH ₄ を放出するもの。
財務管理組織の境界を設定する非組織使用を決定するために使用されるアプローチ。経済的利得を得るの排出賦務・経済事業を決定する持続経済的利得の割合事業から排出許処理排出量の100%を占めていること。	
林業	森林の創造、保全、科学的管理およびその資源の利用を構成するすべての理論と実践。
温室効果ガス(GHG)熱赤外域の放射線を吸収し、放出するガス。	大気
GHGフラックスGHGの大気中への排出または大気中からの除去。	
地球温暖化ポテンシャル(GWP)	を排出することによって生じる気候系の変化を表す。の1単位と比較した場合、ある温室効果ガスの1単位のCO ₂ 。
伐採木材製品(HWPs)	報告企業の境界を離れるすべての木材材料（樹皮を含む）を含む炭素プール。

GHGプロトコル農業ガイダンス

間接的なGHG排出量他の事業者が所有または管理している排出源からの排出量
しかし、それにもかかわらず、報告会社の活動の結果である

GHGプロトコル農業ガイダンス

<p>Indirect N₂O emissions 土壌からの浸出および揮発によるN₂Oの排出。排出物を物理的に移動させる土壌プロセスによるものです。</p>	
<p>間接的な土地利用 チェンジ (iLU C)</p>	<p>既存の作物を別の作物のために転用する土地利用のパターン。そして、非農耕地であった土地で、目的作物や代替作物を栽培しています。</p>
<p>京都議定書 GHGs</p>	<p>気候変動枠組条約への国家温室効果ガスインベントリで報告が義務付けられている温室効果ガス (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆)。</p>
<p>土地利用変化ある土地利用区分 (森林など) から別の土地利用区分への転換 (例: 農地)を、</p>	<p>火災、排水、皆伐、土壌改良によって破壊する。</p>
<p>非機械的なソース (農場内)</p>	<p>気候や土壌の条件によって形成されるバクテリアのプロセス (例えば、分解) または作物残渣の焼却のいずれかである。機械的な発生源も参照。</p>
<p>糞尿家畜から採取した排泄物や敷料。</p>	
<p>機械攪拌生源 (凍機)</p>	<p>移動式機械農場など、農場で稼動する設備または機械) 任意の空間または時間定置式機器、(耐観測健全性) 構造よび溶び/または資源を攪乱する環境的・破壊的な事象のこと。攪乱要因よび空調機器、昇降機、乾燥機、ポンプ、水、酸性雨などがある。</p>
<p>硝化作用 窒素の無機化有機態窒素が無機態に変化する過程。 植物が利用できるもの</p>	<p>硝化作用では、バクテリアなどの微生物がアンモニア (NH₃) 中の窒素を酸化して亜硝酸塩を作り、さらに酸化して硝酸塩にします。</p>
<p>オフセット・クレジット</p>	<p>取引可能な商品で、通常1メートルトンのCO₂-相当の排出削減または吸収を表す。ほとんどの場合、オフセット・クレジットは特定のプロジェクト (オフセット・プロジェクト) において生成される。</p>
<p>組織的な取り組み境界線</p>	<p>が所有または管理する事業を決定する境界線。は、採用する連結アプローチ (持分法または支配力アプローチ) により、報告会社である。</p>
<p>事業活動の境界線 運営管理組織の境界を設定するために用いられる手法で、企業はこの手法を用いる。は、独自の運営方針を導入し実施する権限を持つ事業所からの排出量を100%計上しています。</p>	<p>報告企業が所有または管理する事業に関連する直接および間接的な排出を決定する境界線。</p>
<p>Payments for 生態系Environmental Services管理引き換えに行われる。</p>	<p>農家や土地所有者に提供される奨励金で、その土地が何らかの</p>
<p>(PES) 製品ライフサイクル GHG インベントリ</p>	<p>インプット、アウトプット、ポテンシャルの集大成と評価製品 (商品、サービスを問わず) のライフサイクル全体を通してのGHG影響。</p>

GHGプロトコル農業ガイダンス

製品加工

農産物を保存、品質向上、または作る目的で、その性質を変えるために処理すること。

GHGプロトコル農業ガイダンス

機能的により有用である。オンファーム製品加工とは、農場で生産された農産物を使って、農場で行う製品加工のことです。
Rolling base period報告期間ごとに時間的に進んでいく基準期間。

反芻動物 植物性の食物を第一胃（「ルーメン」）で軟化させ、さらに咀嚼するために半消化物の塊（「カド」）を吐き出すことによって消化する哺乳動物。腸内発酵は、ルーメン内で食物を微生物によって発酵させることによって行われる。反芻動物の例としては、ウシ、ヤギ、ヒツジ、バイソン、ヤク、水牛、シカなどが挙げられる。

スコープ *直接的* および *間接的な業務上の境界* を定義する。

GHG排出量。

スコープ1 報告組織が所有または管理している排出源からの *直接的* なGHG排出量。

スコープ2

報告企業の自家消費用に購入した電気、暖房／冷房、蒸気の発生に関連する排出。

スコープ3 スコープ2の対象以外の *間接的な* 排出量

ティンバーベルト市販の植物を植えた複数列の畑の防風林。
保全効果、隣接する作物の収量向上、農場での収入源の多様化、商業的に価値のある木材製品の生産を目的として、価値のある成長の早い木（ハイブリッドポプラやハイブリッドヤナギなど）を使用します。

土壌窒素の揮発 土壌NH₃とNO_xの気化と、その後の大気中への放出について。

GHGプロトコル農業ガイダンス

参考文献

Colomb, V., O. Touchemoulin, L. Bockel, J-L.Chotte, S. Martin, M. Tinlot and M. Bernoux.2013.農林業における景観規模の温室効果ガス評価のための適切な計算機の選択.環境研究レターズ 8 015029.

Denef, K., K. Paustian, S. Archibeque, S. Biggar, D. Pape,
2012.農林業セクターのための温室効果ガス算定ツールの報告書。契約番号 GS-23F-8182H
の下、米国農務省への中間報告書。http://www.usda.gov/oce/climate_change/techguide/Denef_et_al_2012_GHG_Accounting_Tools_v1.pdf.

Easterling, W.E., P.K. Aggarwal, P. Batima, K.M. Brander, L. Erda, S.M. Howden, A. Kirilenko.の各氏。
J.Morton, J.-F.Soussana, J. Schmidhuber and F.N. Tubiello,
2007:食品、繊維、林産物。気候変動
2007:影響、適応、脆弱性。気候変動に関する政府間パネル第4次評価報告書への第2作業部会の貢献、M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313.より。

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. 2013.を参照。Tackling climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities.国際連合食糧農業機関 (FAO) , ローマ
www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf.

Havemann, T.
2009.陸域炭素の測定とモニタリング：科学の現状と政策立案者への示唆.[http://www.terrestrialcarbon.org/Terrestrial_Carbon_Group_soil %26_vegetation_in_climate solution/Reports_files/TCG%20Measuring%20and%20Monitoring%20Report%20090922.pdf](http://www.terrestrialcarbon.org/Terrestrial_Carbon_Group_soil_%26_vegetation_in_climate_solution/Reports_files/TCG%20Measuring%20and%20Monitoring%20Report%20090922.pdf)
にて入手可能。

Houghton, R.A. (2012).熱帯地方における炭素排出量と森林減少・劣化の要因.Current Opinion in Environmental Sustainability 4: 597-603.

気候変動に関する政府間パネル.2006.2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.).発行。IGES, Japan.

James, S. J. and C. James.2010.食品コールドチェーンと気候変動。Food Research International 43: 1944 - 1956.

Smith, P., D. Martino, and Z. Cai (2007a), "Agriculture," in *Climate Change 2007:Mitigation*.B. Metz et al., eds., Cambridge University Press, 2007, "Agriculture," in

GHGプロトコル農業ガイダンス

Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz et al., eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 497-540.

Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H.H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, R.J. Scholes, O. Sirotenko, M. Howden, T. McAllister, G. Pan, V.

GHGプロトコル農業ガイダンス

このような場合，農業における温室効果ガスの緩和が必要となる。を参照。
363. doi:10.1098/rstb.2007.2184.

ストックウェル、R.とバイタン、E.2011。Future Friendly Farming:Future Friendly Farming: Seven Agricultural Practices to Sustain People and the Environment (未来に優しい農業：人と環境を維持するための7つの農業) .National Wildlife Federation. www.ncwf.org/Docs/FutureFriendlyFarming.pdf

F.N. Tubiello, M. Salvatore, R.D. Cónдор Golec, A. Ferrara, S. Rossi, R. Biancalani, S. Federici, H.Jacobs, and A. Flammini.2014.Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks (農林業およびその他の土地利用における排出源と吸収源による除去量)。1990-2011年の分析.FAO Statistics Division Working Paper Series ESS/14-02. www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf.

U.S. EPA (2006a), *Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions:1990-2020*, EPA 430-R-06-003, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, <http://www.epa.gov/nscep/index.html>

U.S. EPA (2006b), *Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions*, EPA 430-R-06-003, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, <http://www.epa.gov/nscep/index.html>.

Vermuelen, S. J., Campbell, B.M. and J.S.I. Ingram.2012.気候変動と食糧システム。Ann Rev Environ Resour.37: 195 - 222.

WRI、CAIT2. 2014.気候分析指標ツール:WRI
の気候データエクスプローラ。ワシントン DC: 世界資源研究所.利用可能な場所：
<http://cait2.wri.org>.