

$$BE_{CH_4MD,b} = \frac{GWP_{CH_4} \times \sum_{l=1}^L EF_{lm} \times P_{l,b} \times H_{l,b} \times Days_{l,b}}{24 \times 365 \times 1000}$$

- ◇ $BE_{CH_4MD,b}$: ベースライン年 b における草地土壌に堆積した排せつ物由来の CH_4 の排出量 [tCO₂e]
- ◇ GWP_{CH_4} : CH_4 の地球温暖化係数
- ◇ EF_{lm} : 家畜タイプ l の排せつ物の CH_4 排出係数 [kgCH₄/head/year]
- ◇ $P_{l,b}$: ベースライン年 b の家畜タイプ l の頭数 [head]
- ◇ $H_{l,b}$: ベースライン年 b の家畜タイプ l の平均放牧時間 [hour]
- ◇ $Days_{l,b}$: ベースライン年 b の家畜タイプ l のプロジェクト場所内での放牧日数 [days]
- ◇ 24 : 日から時間への変換係数
- ◇ 365 : 年から日への変換係数
- ◇ 1000 : tCH₄ から kgCH₄ への変換係数
- プロジェクト排出量

$$PE_{GHGMD,t} = PE_{N_2O_{MD},t} + PE_{CH_4MD,t}$$

- ◇ $PE_{GHGMD,t}$: t 年における排せつ物管理由来の排出量 [tCO₂e]
- ◇ $PE_{N_2O_{MD},t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の排出量 [tCO₂e]
- ◇ $PE_{CH_4MD,t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の CH_4 の排出量 [tCO₂e]

$$PE_{N_2O_{MD},t} = GWP_{N_2O} \times (PE_{D,N_2O_{MD},t} + PE_{ID,N_2O_{MD},t})$$

- ◇ $PE_{N_2O_{MD},t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の排出量 [tCO₂e]
- ◇ GWP_{N_2O} : N_2O の地球温暖化係数
- ◇ $PE_{D,N_2O_{MD},t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の直接排出量 [tN₂O]
- ◇ $PE_{ID,N_2O_{MD},t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の間接排出量 [tN₂O]

$$PE_{D,N_2O_{MD},t} = \sum_{l1=1}^{L1} F_{MD,l1,t} \times EF_{3,PRP,PPP} \times 44/28$$

$$PE_{ID,N_2O_{MD},t} = \sum_{l2=1}^{L2} F_{MD,l2,t} \times EF_{3,PRP,SO} \times 44/28$$

- ◇ $PE_{D,N_2O,MD,t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の直接排出量 [t N_2O]
- ◇ $F_{MD,11,t}$: t 年の放牧期間中に草地の土壌に堆積した牛、鶏、豚の排せつ物中の窒素の年間量 [tN]
- ◇ $F_{MD,12,t}$: t 年の放牧期間中に草地の土壌に堆積した羊とその他の動物の排せつ物中の窒素の年間量 [tN]
- ◇ $EF_{3,PRP,CPP}$: 放牧期間中に草地土壌に堆積した牛、鶏、豚の排せつ物の N_2O 排出係数 [kg N_2O -N/kgN]
- ◇ $EF_{3,PRP,SO}$: 放牧期間中に草地土壌に堆積した羊とその他の動物の排せつ物の N_2O 排出係数 [kg N_2O -N/kgN]
- ◇ $L1$: 牛、鶏、豚のインデックス
- ◇ $L2$: 羊、その他の動物のインデックス

$$F_{MD,1,t} = \frac{P_{1,t} \times W_{1,p} \times Nex_1 \times H_{1,t} \times Days_{1,t} \times (1 - Frac_{GAS,MD})}{1000_a \times 24 \times 1000_b}$$

- ◇ $F_{MD,11,t}$: t 年の放牧期間中に草地の土壌に堆積した家畜タイプ 1 の排せつ物中の窒素の年間量 [tN]
- ◇ $P_{1,t}$: t 年の家畜タイプ 1 の頭数 [head]
- ◇ $W_{1,p}$: プロジェクトにおける家畜タイプ 1 の平均体重 [kg/head]
- ◇ Nex_1 : 家畜タイプ 1 の窒素排せつ量 [kgN-deposited/t-livestock-mass/day]
- ◇ 1000_a : t から kg への変換係数
- ◇ $H_{1,t}$: t 年の家畜タイプ 1 の平均放牧時間 [hour]
- ◇ 24 : 日から時間への変換係数
- ◇ $Days_{1,t}$: t 年の家畜タイプ 1 のプロジェクト場所内での放牧日数 [days]
- ◇ 1000_b : tN から kgN への変換係数
- ◇ $Frac_{GAS,MD}$: 放牧動物の排せつ物から NH_3 および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-deposited]
- ◇ L : 放牧家畜タイプのインデックス

$$PE_{ID,N_2O,MD,t} = \sum_{l=1}^L F_{MD,1,t} \times Frac_{GAS,MD} \times EF_{4,MD} \times 44/28$$

- ◇ $BE_{ID,N_2O,MD,t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の N_2O の間接排出量 [t N_2O]
- ◇ $F_{MD,11,t}$: t 年の放牧期間中に草地の土壌に堆積した家畜タイプ 1 の排せつ物中の窒素の年間量 [tN]
- ◇ $Frac_{GAS,MD}$: 放牧動物の排せつ物から NH_3 および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-deposited]
- ◇ $EF_{4,MD}$: 排せつ物中の窒素が土壌と水面に大気沈着した場合の N_2O 排出

係数 [kgN₂O-N/kgN]

$$PE_{CH_{4MD},t} = \frac{GWP_{CH_4} \times \sum_{l=1}^L EF_{lm} \times P_{l,t} \times H_{l,t} \times Days_{l,t}}{1000 \times 365 \times 24}$$

- ◇ $BE_{CH_{4MD},t}$: t 年における草地土壌に堆積した排せつ物由来の CH₄ の排出量 [tCO₂e]
- ◇ $P_{l,t}$: t 年の家畜タイプ l の頭数 [head]
- ◇ EF_{lm} : 家畜タイプ l の排せつ物の CH₄ 排出係数 [kgCH₄/head/year]
- ◇ $H_{l,t}$: t 年の家畜タイプ l の平均放牧時間 [hour]
- ◇ $Days_{l,t}$: t 年の家畜タイプ l のプロジェクト場所内での放牧日数 [days]
- ◇ 24 : 日から時間への変換係数
- ◇ 365 : 年から日への変換係数
- ◇ 1000 : tCH₄ から kgCH₄ への変換係数
- リークージ排出量
 - ◇ 本方法論では、プロジェクトバウンダリ内の畜産物の生産減少による市場リークージと、プロジェクトバウンダリを越えた放牧の移転のリークージを計上する。定量化には VCS モジュール VMD0040「放牧活動の移転によるリークージ」を用いる。
 - ◇ 排せつ物管理に関連するリークージは本方法論では考慮されない。

● モニタリング項目（※家畜の排せつ物管理の要素を抽出）

➤ 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$P_{l,t}$	head	t 年におけるプロジェクトの対象となる家畜タイプ l の個体数	● 放牧家畜の数を種類別に毎年記録 ● サンプルサイズは、95%の信頼水準で15%の精度が達成されるように設定	-
$H_{l,t}$	hour	t 年の放牧シーズン中の家畜タイプ l の1日当たりの平均放牧時間	● t 年目の放牧シーズン中の1日あたりの平均放牧時間数を毎年記録 ● サンプルサイズは、95%の信頼水準で15%の精度が達成されるように設定	-
$Days_{l,t}$	days	プロジェクト実施年 t の家畜タイプ l の放牧日数	● 放牧日数を放牧シーズンの終了時ごとに記録 ● サンプルサイズは、95%の信頼水準で15%の精度が達成されるように設定	-

- その他
 - 追加性証明：VCS ツール“Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in VCS Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Project Activities”の最新版を用いて、プロジェクトの追加性を実証する
 - 不確実性：
 - ◇ この方法論では、排出量と除去量の算定に使われるすべてのパラメータに保守的な値を用いる。検証可能な文献情報源や専門家の判断に基づく保守的な推定値が使用されている場合、不確実性の計算の目的上、パラメータの信頼区間を推定する必要はなく、不確実性はゼロとみなすことができる。
 - ◇ プロジェクト実施場所でサンプリングにより値を得るパラメータの保守的な推定値は、95%信頼区間の上限値または下限値を採用する。

⑤ VM0042 (VCS)

- 方法論名：「Methodology For Improved Agricultural Land Management, Version 2.0」
(農地管理改善のための方法論)
 - 下記の方法論に基づいて作成されたものである
 - ◇ VM0017「持続可能な農地管理, v1.0」
 - ◇ VM0022「窒素施肥量の削減による農作物からの N₂O 排出削減の定量化, v1.1」
 - ◇ VM0026「持続可能な草地管理のための方法論, v1.1」
- 対象とする活動：ベースラインシナリオと比較して、土壌有機炭素貯留量を増加させ、農地管理プロジェクトからの CO₂、CH₄、N₂O の純排出量を減少させる活動
- 方法論の適用条件
 - 既存の農地管理に対して、以下のうち1つ以上の新しい変更を導入すること
 - ◇ 肥料管理の改善
 - ◇ 水・灌漑管理の改善
 - ◇ 耕起の削減、農業残渣管理の改善
 - ◇ 農作物の植え付けと収穫の改善（アグロフォレストリー、輪作、被覆作物等）
 - ◇ 放牧方法の改善
 - 施肥量の減少等、量的な調整を実施するプロジェクトは、ベースライン活動の特定のために作成された過去の機関の平均値として計算された値から、5%以上の調整があること。
 - プロジェクト活動は、プロジェクト開始日に農地または草地であった土地で実施すること。以下の場合を除き、クレジット期間中は農地または草地であり続けること。

- ◇ 飼料作物と一年生作物の統合が長期農地管理システム計画で示されており、耕作地に一時的な草地を導入する場合
- ◇ ベースラインシナリオにおいてプロジェクト実施場所の劣化があり、土地利用の変化が土壌を有意に改善することが示されている上で、草地から耕作地への転換、またはその逆を行う場合
- スtock変化や排出量の推定に使用されるモデルは、次の条件を満たすこと。
 - ◇ 無料である必要はないが、認知度の高い情報源（モデル開発者のウェブサイト、IPCC、政府機関等）で公開されており入手可能であること。
 - ◇ プロジェクトの説明に含まれる農地管理の変更に起因する土壌有機炭素と温室効果ガス排出量の変化のシミュレーションに成功したことが、査読を受けた科学研究で示されていること。
 - ◇ プロジェクトの状況のシミュレーションの再現性があること。
 - ◇ VMD0053「農地管理改善手法のためのモデル校正・検証ガイダンス」の 5.2 章に詳述されているデータセットと手順により検証されていること。
 - ◇ ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオでは同じバージョンのモデルを使用すること。
- プロジェクト地域において、プロジェクト開始前の10年間に原生生態系が除去されていないこと。
- プロジェクト活動が 5%以上の生産性の持続的な低下を引き起こすことが専門家によるレビューや出版された研究によって予想されないこと。
- バイオ炭の施用を活動に含めないこと。土壌改良剤として施用することは可能だが、その場合、施用されたバイオ炭の有機炭素含有量は、プロジェクトシナリオの土壌有機炭素ストック量から差し引かれる。
- 湿地帯での活動を含めないこと。
- バウンダリ（算定対象排出源）
 - 地上の木質バイオマスの炭素プール（有意に減少する場合以外は任意）
 - 地中のバイオマスの炭素プール（任意）
 - 土壌有機炭素の炭素プール
 - 化石燃料の燃焼による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 石灰の施用による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 土壌の嫌気性条件による CH₄ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 家畜の消化管内発酵による CH₄ 排出量
 - 家畜排せつ物の堆積による CH₄・N₂O 排出量
 - 窒素肥料の使用による N₂O 排出量
 - 窒素固定生物の使用による N₂O 排出量
 - バイオマスの燃焼による CH₄・N₂O 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 木質バイオマス量の変化による CO₂ 排出・吸収量（5%以上増加する場合以外

は任意)

● 排出量算定式 (※家畜の排せつ物管理の要素を抽出)

➤ ベースライン排出量

$$\overline{CH4_md}_{bsl,i,t} = \frac{GWP_{CH4} \times \sum_{l=1}^L (Pop_{bsl,l,i,t,P} \times VS_{l,i,t,P} \times AWMS_{l,i,t,P,S} \times EF_{CH4,md,l,P,S})}{10^6 \times A_i}$$

- ◇ $CH4_md_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による CH_4 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $Pop_{bsl,l,i,t,P}$: t 年の生産性システム P のサンプルユニット i におけるベースラインシナリオのタイプ l の家畜の個体数 [head]
- ◇ $VS_{l,i,t,P}$: t 年における生産システム P のサンプルユニット i の家畜タイプ l の 1 頭当たり平均揮発性固形物排せつ量 [kg-volatile solids/head/day]
- ◇ $AWMS_{l,i,t,P,S}$: 生産性システム P における排せつ物管理システム S で管理されているサンプルユニット i の家畜タイプ l の年間総揮発性固形分の割合 [-]
- ◇ $EF_{CH4,md,l,P,S}$: 排せつ物管理システム S における生産性システム P の家畜タイプ l の排せつ物堆積による CH_4 排出の排出係数 [gCH₄/kg-volatile solids]
- ◇ 10^6 : g から t への変換係数
- ◇ A_i : サンプルユニット i の面積 [ha]

$$VS_{l,i,t,P} = \left(VS_{rate,l,P} \times \frac{W_{bsl,l,i,t,P}}{1000} \right) \times 365$$

- ◇ $VS_{l,i,t,P}$: t 年における生産システム P のサンプルユニット i の家畜タイプ l の 1 頭当たり平均揮発性固形物排せつ量 [kg-volatile solids/head/day]
- ◇ $VS_{rate,l,P}$: 生産性システム P における家畜タイプ l の揮発性固形物排せつ率のデフォルト値 [kg-volatile solids/1000 kg animal mass/day]
- ◇ $W_{bsl,l,i,t,P}$: t 年における生産性システム P のサンプルユニット i の家畜タイプ l のベースラインシナリオでの平均体重 [kg animal mass/head]
- ◇ 1000 : kg から t への変換係数
- ◇ 365 : 1 年あたりの日数

$$\overline{N2O_md}_{bsl,i,t} = N2O_md_{bsl,direct,i,t} + N2O_md_{bsl,indirect,i,t}$$

- ◇ $N2O_md_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による N_2O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_md_{bsl,direct,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による N_2O の直接排出量の面積当たりの平均値

[tCO₂e/ha]

- ◇ $N2O_md_{bsl,indirect,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による N₂O の間接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]

$$\overline{N2O_md_{bsl,direct,i,t,P,S}} = \frac{\sum_{l=1}^L F_{bsl,manure,l,i,t,P} \times EF_{N2O,md,l,S} \times 44/28 \times GWP_{N2O}}{1000 \times A_i}$$

$$F_{bsl,manure,l,i,t,P} = [(Pop_{bsl,l,i,t} \times Nex_{l,P}) \times AWMS_{l,i,t,P,S} \times MS_{bsl,l,i,t}]$$

- ◇ $N2O_md_{bsl,direct,i,t,P,S}$: t 年の生産システム P 及び排せつ物管理システム S のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による N₂O の直接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $F_{bsl,manure,l,i,t,P}$: t 年のサンプルユニット i における生産システム P の家畜タイプ l による土壤に堆積した排せつ物中の窒素量 [kgN]
- ◇ $EF_{N2O,md,l,S}$: 排せつ物管理システム S の家畜タイプ l による土壤に堆積した排せつ物の N₂O 排出係数 [kgN₂O-N/kgN]
- ◇ GWP_{N2O} : N₂O の地球温暖化係数
- ◇ A_i : サンプルユニット i の面積 [ha]
- ◇ $Nex_{l,P}$: 生産システム P の家畜タイプ l の 1 頭当たりの年間窒素排せつ量 [kgN-deposited/head/year]
- ◇ $EF_{N2O,md,l,S}$: 排せつ物管理システム S の家畜タイプ l による土壤に堆積した排せつ物の N₂O 排出係数 [kgN₂O-N/kgN]
- ◇ $MS_{bsl,l,i,t}$: t 年におけるサンプルユニット i の家畜タイプ l の年間窒素総排せつ量のうち土壤に堆積した割合 [%]
- ◇ 1000 : kg から t への変換係数

$$\overline{N2O_md_{bsl,indirect,i,t}} = (N2O_md_{bsl,volat,i,t} + N2O_md_{bsl,leach,i,t})/A_i$$

$$N2O_md_{bsl,volat,i,t} = F_{bsl,manure,l,i,t,P} \times Frac_{GASM,l,S} \times EF_{Nvolat} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

$$N2O_md_{bsl,leach,i,t} = F_{bsl,manure,l,i,t,P} \times Frac_{LEACH,l,S} \times EF_{Nleach} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

- ◇ $N2O_md_{bsl,indirect,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける家畜排せつ物の堆積による N₂O の間接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_md_{bsl,volat,i,t}$: t 年におけるサンプルユニット i の排せつ物堆積により揮発した窒素の気沈着による間接的な N₂O 排出量 [tCO₂e]
- ◇ $N2O_md_{bsl,leach,i,t}$: t 年におけるサンプルユニット i の排せつ物堆積に伴い、

溶脱・流出した窒素による間接的な N_2O 排出量 [tCO_2e]

- ◇ A_i : サンプルユニット i の面積 [ha]
- ◇ $F_{\text{bsl}, \text{manure}, i, t, P}$: t 年のサンプルユニット i における生産システム P の家畜タイプ l による土壤に堆積した排せつ物中の窒素量 [kgN]
- ◇ $\text{Frac}_{\text{GASM}, l, S}$: 家畜タイプ l と排せつ物管理システム S において土壤に添加された全ての有機態窒素、および土壤に堆積した排せつ物中の窒素のうち NH_3 および NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $\text{EF}_{\text{Nvolat}}$: 土壤や水面への窒素の大気沈着による N_2O 排出係数 [$\text{tN}_2\text{O-N}/(\text{tNH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N volatilized})$]
- ◇ $\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$: N_2O の地球温暖化係数
- ◇ $\text{Frac}_{\text{LEACH}, l, S}$: 土壤に添加された窒素および土壤に堆積した排せつ物中の窒素のうち、溶出や流出する割合 [-]
- ◇ $\text{EF}_{\text{Nleach}}$: 溶出および流出による N_2O の排出係数 [$\text{tN}_2\text{O-N}/\text{tN leached and runoff}$]

➤ プロジェクト排出量

- ◇ ベースライン排出量と同じ式を用いて算定する。
- ◇ デフォルト値は、プロジェクトの条件に適用可能な最も正確な値を、以下の優先順位で使用する。
 - 査読を受けた科学的出版物によるプロジェクト固有の値
 - 政府データベース、業界出版物などの代替の情報源
 - 2006 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドライン 2019 年改良版の Tier 2 の値
 - 2006 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドライン 2019 年改良版の Tier 1 または Tier 1a の値

➤ リークエージ排出量

- ◇ 家畜の移転によるリークエージの回避のために、プロジェクトにおける家畜の数は、過去の期間における家畜の数より多くなければならない。
- ◇ 市場リークエージが生じていないことを示すため、耕作及び畜産による生産量がプロジェクトによって 5% 以上低下していないことを証明する。

● モニタリング項目（※家畜の排せつ物管理の要素を抽出）

➤ 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
A_i	ha	サンプルユニット i の面積	● 5 年ごと、または検証ごとに測定	-
$\text{Pop}_{\text{wp}, l, i, t, P}$	head	t 年の生産システム P のサンプルユニット i におけるプロジェクトシナリオのタイプ l の放牧家畜の個体数	● 家畜種ごとに頭数を記録 ● 農家または土地の所有者と協議の上でモニタリングを実施 ● 5 年ごと、または検証ごとに測定	-

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$W_{wp,l,l,t,P}$	kg animal mass/head	t 年の生産システム P におけるサンプルユニット i の家畜タイプ l のプロジェクトシナリオにおける平均体重	● 農家または土地の所有者と協議の上でモニタリングを実施 ● 1つ以上の文書化された証跡が必要 ● 5年ごと、または検証ごとに測定	

- その他
 - 追加性証明：本方法論を使用するプロジェクト参加者は以下を実施する
 - ◇ 規則遵守以上の活動であることの証明
 - ◇ 既存の農地管理方法の変更を妨げる制度的障壁の特定
 - ◇ プロジェクト活動が一般慣行でないことの証明
 - 不確実性：家畜排せつ物管理の排出量の算定には、プロジェクト地域に最も適した排出係数を適用する方法で行われるため、予測誤差はゼロとなる。

(4) 施肥の管理による N_2O 削減

1) 同一技術に対する複数方法論の比較分析

① 対象活動の比較

各方法論の対象活動を比較したものを下表に示す。

AMS-III.A.は接種材の施用によって合成窒素肥料の使用量を削減する活動だが、 N_2O の排出量は対象とされておらず、合成窒素肥料の製造時に発生する CO_2 の削減量を定量化するための方法論となっている。

AMS-III.BF、VM0022、U.S. Nitrogen Management はいずれも農地における窒素施用量を削減することで N_2O の排出量を削減するものである。

VM0026 は、草地の土壌有機炭素量の変化による排出量削減に主に焦点が当てられており、施肥の管理の改善により排出削減を達成することを主な目的とした方法論ではないため、ベースラインとプロジェクトのいずれでも淡々と当該排出量を求める形となっている。

VM0042 は農地管理に関する活動の汎用的な方法論であり、ベースライン・プロジェクトともにある特定の状況を想定しておらず、淡々と各条件下での施肥の管理由来の排出量を求める形となっている。

表 28 対象活動の比較

方法論	対象活動
AMS-III.A.	酸性土壌の既存農地でのマメ科植物とイネ科植物の輪作において、マメ科植物に接種材を施用することで合成窒素肥料の使用量を削減する活動
AMS-III.BF	窒素をより効率的に利用する作物用の遺伝的に異なるタイプの種子（窒素効率

方法論	対象活動
	利用種子（NUE 種子）を使用し、施肥量を削減する活動。肥料使用量の削減により、土壌中の硝化および脱窒によって発生する N ₂ O の排出量が減少する
VM0022	窒素施肥量の削減により、農作物栽培システムからの N ₂ O 排出量を削減する農地管理活動
VM0026	草地間の放牧動物のローテーションの改善、劣化した草地での放牧動物の数の制限、草の植え替えによる著しく劣化した草地の回復、草地景観への長期にわたる適切な管理の確保など、持続可能な草地管理手法を導入する農地管理プロジェクト活動
VM0042	ベースラインシナリオと比較して、土壌有機炭素貯留量を増加させ、農地管理プロジェクトからの CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O の純排出量を減少させる活動
U.S. Nitrogen Management	以下の N ₂ O 排出量を削減する取組 ● 農地において年間窒素施用率を削減する活動 ● 硝化抑制剤や緩効性肥料等を施用し、硝化プロセスを遅らせたり作物の窒素吸収量を増加させたりすることによる、大気中への N₂O 排出を削減する活動

② 適用条件の比較

農地における窒素施用量を削減することで N₂O の排出量を削減するものに対象を限って比較すると、想定される適用技術に応じて適用条件も異なっている。

AMS-III.BF.では主に窒素効率利用（NUE）種子に関する条件、VM0022 と U.S. Nitrogen Management では作物や実施場所に関する適用条件が設けられている。共通のことを規定している適用条件としては、「ベースラインまたは過去の状況において、プロジェクトと同一の作物が栽培されていること」に関する条件である。それ以外の適用条件は、窒素施用量の削減を実現している技術に応じた検討が必要だと考えられる。

表 29 適用条件の比較

方法論	適用条件
AMS-III.BF	● NUE 種子を使用すること。NUE 種子の容器には NUE 種子であることが明記され、常に他の種子と区別すること。 ● プロジェクト実施地域では、NUE 種子が過去に使用されていないこと。また、NUE 種子は同じ作物を代替すること。 ● NUE 種子の使用とそれに伴う窒素肥料散布量の削減を除き、プロジェクトの前後で同じ農地管理が実施されること。 ● 窒素肥料の施用量の削減が、根粒菌の活動等による生物学的な窒素固定に起因するものを含まないこと。 ● イネが NUE 作物として使用される場合、NUE 品種が代替品種と比較して CH₄ 排出量を増加させない特性を有していることを証明すること。 ● 二重計上を避けるため、プロジェクト活動によって発生した排出削減量はプロジェクト提案者が主張し、プロジェクトに参加する農家は、プロジェクト提案者との間で、自らの土地で NUE 種子を使用したことによる排出削減量を主張しないことを明記した同意書に署名する。 ● プロジェクト活動に参加する各農家について、化学合成窒素肥料の使用量に関する信頼できる検証可能なデータを記録し、提供すること。 ● プロジェクト実施場所は、過去 3 年間でプロジェクト活動と同じ作物のために使用されていた土地であること。 ● プロジェクト実施場所で、NUE 種子の使用を義務づけたり、慣行品種の使

方法論	適用条件
	用を禁じたりする国や地域の規制がないこと。 ● 環境および人体への安全性を実証するための作物の試験や圃場評価など、バイオセーフティに関する現地の規制を遵守すること。 ● 活動による年間排出削減量が 6 万 tCO₂e 以下であること。
VM0022	● BaU と比較して窒素施肥量を削減することにより、農作物栽培システムからの N₂O 排出量を削減する農地管理活動に適用すること。 ● この方法論に基づくプロジェクト活動の実施は、いかなる法律違反にもつながらないこと。 ● <u>プロジェクト地域は、プロジェクト開始日以前の 10 年間に於いて、原生生態系が除去されておらず、本法論の適用条件で定める対象作物が栽培されている場所であること。</u> ● 肥料窒素は、以下の条件を満たすこと。 ➢ 合成窒素肥料である ➢ 有機窒素肥料である ➢ その他の全ての窒素源（例：作物残渣窒素、大気中窒素沈着、土壌管理に伴う土壌窒素の無機化）は、対象とならない。 ● 肥料の窒素管理に関して、以下の条件を満たすこと。 ➢ 作物サイクル全体を通じて土壌に施用された肥料の窒素量は、1 年間のいつ施用されたか、数回に分けて施用されたかに関係なく、年間の施用窒素量が適用される。 ➢ クレジット期間中、プロジェクト実施場所での合成および有機窒素肥料の施用について、窒素肥料の配合（または有機添加物の窒素含有量）、施用日、施用方法に関するベストマネジメントプラクティスの遵守が求められる。ベストマネジメントプラクティスは、各州の農務省や、自然資源保全局（NRCS）、農務省（USDA Farm Service Agency）などの連邦機関から入手する。 ➢ プロジェクトの提案者は、プロジェクト地域に施用される総窒素量が、ベースライン期間中に栽培された同じ作物の年間平均収量と同様の年間予想収量を生み出すのに十分であることを証明しなければならない。 ● 国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインで概説されている N₂O 排出の直接及び間接排出源の両方を対象とすること。間接的な N₂O 排出は、以下のシナリオで発生する可能性がある。 ➢ プロジェクト実施場所に投入された窒素から発生した NH₃ と NO_x が揮発し、その後、これらのガスとその生成物 NH₄⁺ と NO₃⁻ がプロジェクト実施場所外の土壌や水域に再堆積する。 ➢ プロジェクト実施場所に施用されて溶脱および流出した窒素が、プロジェクト実施場所外の水域または土壌に流入した後に N₂O 排出が発生する。 ● プロジェクトは米国内で実施すること。 ● 作付けシステムに関して、以下の条件を満たさなければならない。 ➢ 食用、家畜飼料用、またはその他の経済的目的で収穫されるすべての施肥農作物に関するプロジェクトは、直接 N₂O 排出量を計算する際に「方法 1」を使用しなければならない。 ➢ トウモロコシの連作やトウモロコシと大豆、トウモロコシと大豆と小麦の輪作など、連作体系でトウモロコシを栽培する米国の北部中央地域に位置するプロジェクトは、直接 N₂O 排出量を計算する際に「方法 2」を使用しなければならない。 ➢ 米国の北部中央地域に位置するプロジェクトで、トウモロコシと輪作する作物を含む、トウモロコシ以外の作物に関するプロジェクトは、直接 N₂O 排出量を計算するために方法 1 を使用しなければならない。

方法論	適用条件
	● 排出削減計算に使用する土地面積が同じであることを保証するため、プロジェクトの作付面積はベースラインの作付面積と同じかそれ以下であること。 ● プロジェクト実施場所は、米国の土壌分類学で定義されている有機土壌またはヒストゾル（Histosols）を含む場所ではないこと。
U.S. Nitrogen Management	● 作物：大麦、トウモロコシ、綿、オーツ麦、ソルガム、小麦、トマト ● 実施場所： ➢ 明確に区切られた土地であること。 ➢ 農場内の区域は連続していること。 ➢ プロジェクト期間内は同一の主要作物が栽培されていること。 ➢ <u>ベースラインの作物とプロジェクトの作物が栽培されている農場は同一であること。</u> ➢ 道路、水路、その他物理的な境界線はプロジェクト地域から除外すること。 ➢ プロジェクト実施場所はヒストゾルを含まないこと。 ➢ ベースライン期間に暗渠排水が行われている場合、プロジェクトでも暗渠排水を含むことが可能。 ➢ 高浸食性土地に分類される土地を含む場合、高浸食性土地保全規定を満たすこと。 ➢ 湿地に分類される土地を含む場合、湿地保全規定を満たすこと。 ➢ 米国内であること。

③ 対象排出源の比較

各方法論の対象排出源を比較したものを下表に示す。AMS-III.A.、AMS-III.BF、VM0022、U.S. Nitrogen Management 肥料の施用及び製造に係る排出量に範囲が限られているが、VM0026、VM0042 は草地及び農地の管理全般に関係する方法論であるため、対象排出源が多様にわたっている。

AMS-III.A.は肥料の製造に係る CO₂ 排出量のみが対象となっており、AMS-III.BF、VM0022 は肥料の施用による N₂O の直接・間接排出量が対象となっている。CAR の U.S. Nitrogen Management では、化石燃料の使用による CO₂ 排出や灌漑手法の変更に伴う CO₂・N₂O 排出も対象となっており、幅広く排出源をカバーしている。新規に方法論の開発を検討する場合には、これらの排出源の算定有無も検討する必要があると考えられる。

表 30 対象排出源の比較

方法論	対象排出源
AMS-III.A.	● 肥料の製造に伴う CO₂ 排出量 ● 接種材の製造に伴う CO₂ 排出量
AMS-III.BF	● 窒素肥料施用による N₂O 直接・間接排出量
VM0022	● 合成肥料と有機肥料の使用による N₂O 直接・間接排出量
VM0026	● ベースラインとプロジェクトにおける炭素プール ➢ 地上の木質バイオマス ➢ 地中のバイオマス（任意） ➢ 土壌有機炭素

方法論	対象排出源
	● ベースライン排出量 ➤ 肥料の使用による N₂O 排出量 ➤ バイオマス燃焼による CH₄・N₂O 排出量 ➤ 草地への排せつ物の堆積による CH₄・N₂O 排出量 ➤ 農機の使用による CO₂ 排出量 ➤ 家畜の消化管内発酵による CH₄ 排出量 ● プロジェクト排出量 ➤ 肥料の使用による N₂O 排出量 ➤ 窒素固定生物の使用による N₂O 排出量 ➤ バイオマス燃焼による CH₄・N₂O 排出量 ➤ 草地への排せつ物の堆積による CH₄・N₂O 排出量 ➤ 農機の使用による CO₂ 排出量 ➤ 家畜の消化管内発酵による CH₄ 排出量
VM0042	● 地上の木質バイオマスの炭素プール（有意に減少する場合以外は任意） ● 地中のバイオマスの炭素プール（任意） ● 土壌有機炭素の炭素プール ● 化石燃料の燃焼による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意） ● 石灰の施用による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意） ● 土壌の嫌気性条件による CH₄ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意） ● 家畜の消化管内発酵による CH₄ 排出量 ● 家畜排せつ物の堆積による CH₄・N₂O 排出量 ● 窒素肥料の使用による N₂O 排出量 ● 窒素固定生物の使用による N₂O 排出量 ● バイオマスの燃焼による CH₄・N₂O 排出量（5%以上増加する場合以外は任意） ● 木質バイオマス量の変化による CO₂ 排出・吸収量（5%以上増加する場合以外は任意）
U.S. Nitrogen Management	● 窒素肥料施用による N₂O 直接・間接排出量 ● 化石燃料の使用による CO₂ 排出 ● 灌漑手法の変更に伴う CO₂・N₂O 排出 ● 収量が減少することによりプロジェクト実施場所外での排出が生じることによる N₂O リークage 排出

④ 排出量算定方法の比較

窒素肥料の施用量を削減することにより N₂O の排出量削減を目的としている AMS-III.BF、VM0022、U.S. Nitrogen Management を比較すると、いずれも異なる方法で排出削減量を算定している。AMS-III.BF.では、ベースラインとプロジェクトにおける作物の窒素利用効率（窒素施用量当たりの収量）が主要な変数となり、VM0022 と U.S. Nitrogen Management では窒素肥料の施用量が主要な変数となる。VM0022 では IPCC インベントリガイドラインをベースにした算定方法であるのに対し、U.S. Nitrogen Management ではモデリングにより排出削減量を算定している点で異なる。

プロジェクトを実施する国に適したモデルが研究を通して確立している場合は U.S. Nitrogen Management の方法を参考にすることが可能だが、算定方法の透明性や理解しやすさの観点では AMS-III.BF、VM0022 のように方法論で定める式に基づいて算定する方法が望ましい。作物の窒素利用効率を主要な変数とする AMS-III.BF.の算定方法か、

窒素肥料の施用量を主要な変数とする VM0022 のいずれをベースに算定方法を構築するかという点が論点となりうるが、想定される技術や実際のプロジェクトの実施状況に基づくモニタリングの実現可能性に応じて選択することが望ましく、モニタリングや導入技術が異なる状況となる複数のプロジェクトが想定されるような場合には、複数の方法論を開発する必要性も考えられる。

表 31 主な算定式の比較

方法論	排出削減量の算定方法（主要な式のみ抜粋）
AMS-III.BF	$ER_y = P_{pj,y} \times \left(\frac{EF_{NF,BL}}{NUE_{bl,y}} - \frac{EF_{NF,PJ}}{NUE_{pj,y}} \right) \times UF$ 排出削減量＝作物の収量×（作物生産量当たりの窒素肥料による排出係数の差分）×不確実性係数
VM0022	● ベースライン排出量 $N_2O_{B \text{ total}, t} = N_2O_{B \text{ direct}, t} + N_2O_{B \text{ indirect}, t}$ $N_2O_{B \text{ direct}, t} = (F_{B \text{ SN}, t} + F_{B \text{ ON}, t}) * EF_{BDM1} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$ $N_2O_{B \text{ indirect}, t} = N_2O_{B \text{ volat}, t} + N_2O_{B \text{ leach}, t}$ $N_2O_{B \text{ volat}, t} = [(F_{B \text{ SN}, t} * Fra_{CGASF}) + (F_{B \text{ ON}, t} * Fra_{CGASM})] * EF_{BIV} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$ $N_2O_{B \text{ leach}, t} = (F_{B \text{ SN}, t} + F_{B \text{ ON}, t}) * Fra_{CLEACH} * EF_{BIL} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$ ● プロジェクト排出量 $N_2O_{P \text{ total}, t} = N_2O_{P \text{ direct}, t} + N_2O_{P \text{ indirect}, t}$ $N_2O_{P \text{ direct}, t} = (F_{P \text{ SN}, t} + F_{P \text{ ON}, t}) * EF_{PDM1} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$ $N_2O_{P \text{ indirect}, t} = N_2O_{P \text{ volat}, t} + N_2O_{P \text{ leach}, t}$ $N_2O_{P \text{ volat}, t} = [(F_{P \text{ SN}, t} * Fra_{CGASF}) + (F_{P \text{ ON}, t} * Fra_{CGASM})] * EF_{PIV} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$ $N_2O_{P \text{ leach}, t} = (F_{P \text{ SN}, t} + F_{P \text{ ON}, t}) * Fra_{CLEACH} * EF_{PIL} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$
U.S. Nitrogen Management	$NR_{AP,S,f} = \frac{(NR_{B,S,f,avg} - NR_{P,S,f})}{NR_{B,S,f,avg}} \times 100$ ベースラインとプロジェクトの合成窒素肥料の削減率を、ベースライン及びプロジェクトの面積当たりの窒素施用量の比から求め、CARが提供するモデル「窒素管理定量化ツール（NMQuanTool）」に入力することで、農場ごとの排出削減量を算定する。

⑤ モニタリング項目・方法の比較

主要なモニタリング項目について、窒素肥料の施用量を削減することにより N₂O の排出量削減を目的としている AMS-III.BF、VM0022、U.S. Nitrogen Management を比較する。各方法論における測定方法・測定頻度の記述は下記の通り。プロジェクト開始後にモニ

タリングする項目は、いずれも基本的に農家による記録が証跡となる。プロジェクトを実施する際にはこれらを含むモニタリング項目が記録として残る形でモニタリングされるようなシステムを構築する必要がある。

● 生産した作物の収量

方法論	測定方法・測定頻度
AMS-III.BF	● 毎年農家が記録
VM0022	モニタリングなし
U.S. Nitrogen Management	● 毎年農家が記録

● 使用された窒素含有肥料の量

方法論	測定方法・測定頻度
AMS-III.BF	● 毎年農家が記録
VM0022	● 肥料の質量または体積を測定するための校正済み測定器を用いて記録し、毎年集計
U.S. Nitrogen Management	● 毎年農家が記録

● 作付面積

方法論	測定方法・測定頻度
AMS-III.BF	● 毎年農家が記録
VM0022	● VCS 基準の要求事項に従い、測地ポリゴンを使用して KML ファイルでクレジット期間ごとに提供
U.S. Nitrogen Management	● 毎年農家が記録

⑥ リークエージの比較

基本的には、プロジェクトを実施する農場での収量が維持される場合は、リークエージ排出量は算定されない。リークエージを考慮している方法論と考慮していない方法論があるが、新規方法論を開発する際には、適用条件かリークエージ排出量として検討することが望ましい。

表 32 リークエージの取り扱いの比較

方法論	リークエージの取扱い
AMS-III.A.	プロジェクトバウンダリに含まれない施設で接種材の担体として用いるピートを乾燥させる場合、リークエージ排出量を考慮する。
AMS-III.BF	リークエージ排出量の算定の必要はない。
VM0022	収量が維持される場合、リークエージのリスクは無視できる。
VM0026	リークエージ排出量の算定の必要はない。
VM0042	市場リークエージが生じていないことを示すために、耕作及び畜産による生産量がプロジェクトによって 5%以上低下していないことを証明する。
U.S. Nitrogen Management	農場における収量が過去の平均よりも有意に低いとみなされる場合、リークエージとしてプロジェクト外での合成肥料の窒素施用率の増加分が考慮される。

⑦ 不確実性に関する対応の比較

各方法論の不確実性に関する対応を比較したものを下表に示す。

AMS-III.A.では、不確実性に関する対応について特段の記述はない。AMS-III.BF、VM0022では、不確実性係数が適用されている。値は状況に応じて異なる。

VM0026、VM0042では、簡易的な算定方法により家畜排せつ物由来の排出量を算定しているため、当該排出量への不確実性への特段の考慮はなされていない。

CARのU.S. Nitrogen Managementでは、CARが提供している定量化ツールの中で、不確実性を考慮した排出量の算定がなされる仕組みとなっている。

新規方法論を作成する際には、排出削減量全体に乗じる不確実性係数の適用の有無を検討することが望ましいと考えられる。

表 33 不確実性の取り扱いの比較

方法論	不確実性への対応
AMS-III.A.	記述なし
AMS-III.BF	排出削減量の算定において、窒素肥料施用の排出係数でオプション 1 (IPCC ガイドラインの値) を採用する場合、不確実性係数として 0.82 が適用される。窒素肥料施用の排出係数でオプション 2 (Denitrification- Decomposition (DNDC) モデルによる推計) を採用する場合、不確実性係数として 1 が適用される。
VM0022	不確実性を考慮した下記の式により排出削減量が算出される。 不確実性の大きさに応じて UNK に係数が適用される。 $N_2O_{PR,t} = [(N_2O_{B\ total,t} - N_2O_{P\ total,t}) * A_P] * (1 - LK) * (1 - UNC)$
VM0026	● この排出量と除去量の算定に使われるすべてのパラメータに保守的な値を用いる。検証可能な文献情報源や専門家の判断に基づく保守的な推定値が使用されている場合、不確実性の計算の目的上、パラメータの信頼区間を推定する必要はなく、不確実性はゼロとみなすことができる。 ● プロジェクト実施場所でサンプリングにより値を得るパラメータの保守的な推定値は、95%信頼区間の上限値または下限値を採用する。
VM0042	施肥の管理に関する排出量の算定には、プロジェクト地域に最も適した排出係数を適用する方法で行われるため、予測誤差はゼロとなる。
U.S. Nitrogen Management	● 排出削減量定量化ツール NMQuanTool で不確実性を考慮した排出量の算定がなされている。 ➤ N_2O の直接排出量に関する不確実性は米国の温室効果ガスインベントリで利用されている方法を用いてモデル化されている。 ➤ 間接排出量の不確実性は、USDA GHG Methods Document に記載されている排出係数を用いることで対処している。

⑧ 追加性に関する比較

各方法論の追加性に関する要件を比較したものを下表に示す。

追加性の証明は、いずれの方法論でも制度で定められている追加性証明の方法に従うか、一般的な追加性の証明の方法が採用されている。農業分野特有の追加性の証明の要素として特別に考慮すべきものはなく、他分野の方法論と同様の追加性証明の対応を要求すればよいと考えられる。

表 34 追加性証明に関する比較

方法論	追加性に関する要件
AMS-III.A.	記述無し
AMS-III.BF	CDM ガイドライン“Guidelines on the demonstration of additionality of small-scale project activities”に従って追加性の証明を行う。
VM0022	● プロジェクトが以下の要件を満たすことで追加的であることが示される。 ➢ 地方レベル、州レベル、連邦レベルで、生産者にBAUシナリオよりも肥料の窒素投入量を減らすことを義務付ける法律、法令、その他の規制枠組みは存在しない。 ➢ プロジェクト提案者は、BaU のパフォーマンス基準を超えなければならない。
VM0026	VCS ツール “Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in VCS Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Project Activities” の最新版を用いて、プロジェクトの追加性を実証する。
VM0042	● 本方法論を使用するプロジェクト参加者は以下を実施する。 ➢ 規則遵守以上の活動であることの証明 ➢ 既存の農地管理方法の変更を妨げる制度的障壁の特定 ➢ プロジェクト活動が一般慣行でないことの証明
U.S. Nitrogen Management	● プロジェクトは追加性を証明するために次の試験を実施する。 ➢ パフォーマンス基準を満たしていることを示す検査 ➢ 規則遵守以上の活動であることを示す検査 ➢ 多重にクレジットや補助金を受け取るものではないことを示す検査

2) 各方法論の内容

① AMS-III.A. (CDM)

- 方法論名：「Offsetting of synthetic nitrogen fertilizers by inoculant application in legumes-grass rotations on acidic soils on existing cropland, Version 3.0」（既存耕作地の酸性土壌でのマメ科植物とイネ科植物の輪作における接種材施用による合成窒素肥料の削減）
- 対象とする活動：
 - 酸性土壌の既存農地でのマメ科植物とイネ科植物の輪作において、マメ科植物に接種材を施用する活動
- 方法論の適用条件
 - プロジェクト活動に参加する農家は、過去 3 回の輪作でマメ科植物とイネ科植物の輪作を行い、マメ科植物に接種材を施用せず、合成窒素肥料を施用していること。
 - 本方法論で定めるマメ科根粒菌の接種材のみが施用されること。
 - プロジェクト活動に参加する各農家について、過去 3 回のマメ科植物とイネ科植物の輪作で施用された化学合成窒素肥料の量について、作物タイプ別に信頼できる検証可能なデータを入手できること。
 - ベースラインとプロジェクトの両方の状況でマメ科植物とイネ科植物を輪作

し、耕作作物の種類に変化がないこと。

- 接種材と合成窒素肥料の施用の変更以外に、肥料の施用に影響する農法の変更をクレジット期間中に行わないこと。
- プロジェクト活動に、マメ科植物に合成肥料や有機肥料を添加することは逆効果であり、接種材により土壌に添加された根粒菌を不活化させるということを農家に伝える教育プログラムを含めること。
- プロジェクトシナリオで施用される肥料は、ベースラインの窒素肥料よりも多くの非窒素栄養素を農地に追加しないこと。
- プロジェクト活動に参加する農家は、プロジェクト参加者と以下を確認する合意書に署名すること。
 - ◇ 過去3回の輪作で接種材を使用していないこと。
 - ◇ 自らの土地で接種材を使用したことによる排出削減を主張しないこと。
 - ◇ プロジェクト活動によって発生した排出削減量は、プロジェクト参加者が所有すること。
 - ◇ 国または国際的な農業研究機関の勧告に従って接種剤を散布すること。
- 接種剤の卸売業者および小売業者は、プロジェクト参加者との間で、プロジェクト活動によって発生した排出削減量はプロジェクト参加者のものであり、国または国際的な農業研究機関の勧告に従って接種剤を散布するよう農家に指導することを明記した合意書に署名すること。
- ベースライン送電網の地理的・物理的境界が明確に特定され、送電網とベースライン排出量の推計に関連する情報が公開されていること。
- ベースラインシナリオにおいて、合成窒素肥料が国内の生産施設から購入されるか、非附属書 I 国の生産施設から輸入されることを証明できること。
- 活動による年間排出削減量が 6 万 tCO₂e 以下であること。

● 耕作地の分類

パラメータ	値／分類
土壌有機炭素含有量	低い (<1%)
	中程度 (1-3%)
	高い (>3%)
土壌 pH	酸性 (<4.5)
	中性 (5.5-7.3)
	塩基性 (>7.3)
土壌のテクスチャ	粗い (砂土、壤室砂土、砂壤土、微砂質壤土、シルト)
	中程度 (砂質埴壤土、埴壤土、微砂質埴壤土)
	細かい (砂質埴土、微砂質埴土、粘土)
気候	寒帯
	乾燥冷帯
	湿潤冷帯
	温帯
	湿性
	乾燥熱帯
	湿性熱帯

	湿潤熱帯
土壌排水	良排水
	不良排水

● 排出量算定式

➤ ベースライン排出量

$$BE_y = \sum_{i,f} BE_{f,l,i,j} + \sum_{i,f} BE_{f,g,i,j}$$

- ◇ BE_y : y 年における合計ベースライン排出量 [tCO₂e]
- ◇ $BE_{f,l,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がマメ科植物 l に施用した肥料 f の製造に伴う CO₂ ベースライン排出量 [tCO₂e]
- ◇ $BE_{f,g,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がイネ科植物 g に施用した肥料 f の製造に伴う CO₂ ベースライン排出量 [tCO₂e]

$$BE_{f,l,i,j} = \sum_f (ha_{l,i,j} \times AR_{l,i,j,f}) \times EF_{CO_2,f}$$

- ◇ $BE_{f,l,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がマメ科植物 l に施用した肥料 f の製造に伴う CO₂ ベースライン排出量 [tCO₂e]
- ◇ $ha_{l,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がマメ科植物 l に接種剤を施用した土地の面積 [ha]
- ◇ $AR_{l,i,j,f}$: プロジェクト参加前の過去 3 回の輪作における、分類耕作地 j において農家 i によりマメ科植物 l に施用された肥料 f の平均施用率 [t/ha]
- ◇ $EF_{CO_2,f}$: 合成窒素肥料製造の排出係数 [tCO₂e/t-fertilizer]

$$BE_{f,g,i,j} = \sum_f (ha_{g,i,j} \times AR_{g,i,j,f}) \times EF_{CO_2,f}$$

- ◇ $BE_{f,g,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がイネ科植物 g に施用した肥料 f の製造に伴う CO₂ ベースライン排出量 [tCO₂e]
 - ◇ $ha_{g,i,j}$: 分類耕作地 j において農家 i がイネ科植物 g に接種剤を施用した土地の面積 [ha]
 - ◇ $AR_{g,i,j,f}$: プロジェクト参加前の過去 3 回の輪作における、分類耕作地 j において農家 i によりイネ科植物 g に施用された肥料 f の平均施用率 [t/ha]
 - ◇ $EF_{CO_2,f}$: 合成窒素肥料製造の排出係数 [tCO₂e/t-fertilizer]
- プロジェクト排出量

$$PE_y = \sum_i Q_{inoc} \times EF_{CO2,inoc} + \sum_j Q_f \times EF_{CO2,f}$$

- ◇ PE_y : y 年のプロジェクト排出量 [tCO_{2e}]
- ◇ Q_{inoc} : プロジェクト活動で農家 i がマメ科植物に施用した接種剤の量
[number of rhizobia bacteria]
- ◇ $EF_{CO2,inoc}$: 接種材の製造の排出係数 [tCO₂/unit of rhizobia bacteria]
- ◇ Q_f : プロジェクト活動で農家 i がイネ科植物に施用した合成窒素肥料の
量 [t]
- ◇ $EF_{CO2,f}$: 合成窒素肥料製造の排出係数 [tCO_{2e}/t-fertilizer]
- リークージ排出量
 - ◇ プロジェクトバウンダリに含まれない施設で接種材の担体として用いる
ピートを乾燥させる場合、リークージ排出量を考慮する。この場合、
ピートの乾燥に必要なエネルギー量に、種類に応じた排出係数を乗じて
求める。

● モニタリング項目

➤ 算定に必要なモニタリング項目

パラ メータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$ha_{l,ij}$	ha	マメ科植物 l に接種剤を施用 した土地の面積	● 各パラメータは農家が記 録する ● 農家の記録は、接種剤供 給業者、種子供給業者、 合成窒素肥料供給業者の 記録と照合する。農家の 記録と、接種剤供給業 者、種子供給業者、合成 窒素肥料供給業者の記録 が食い違う場合は、最も 保守的な値を採用する	-
$ha_{g,ij}$	ha	イネ科植物 g に接種剤を施用 した土地の面積		
j	-	耕作地の分類		
Q_{inoc}	unit of rhizobia bacteria	プロジェクト活動で施用した 接種材の量		
Q_f	t	プロジェクト活動で施用した 尿素的の量		
-	-	施用したその他の肥料の量		
-	-	面積当たりの作物収量		

● その他

- 追加性証明：特段の記述無し
- 不確実性：特段の記述無し

② AMS-III.BF. (CDM)

- 方法論名：「Reduction of N₂O emissions from use of Nitrogen Use Efficient (NUE) seeds that require less fertilizer application, Version 2.0」(施肥量を削減する窒素効率使用 (NUE) 種子の使用による N₂O 排出量の削減)
- 対象とする活動：

- 窒素をより効率的に利用する作物用の遺伝的に異なるタイプの種子（窒素効率利用種子（NUE 種子））を使用し、施肥量を削減する活動。肥料使用量の削減により、土壌中の硝化および脱窒によって発生する N_2O の排出量が減少する。
- 方法論の適用条件
 - NUE 種子を使用すること。NUE 種子の容器には NUE 種子であることが明記され、常に他の種子と区別すること。
 - プロジェクト実施地域では、NUE 種子が過去に使用されていないこと。また、NUE 種子は同じ作物を代替すること。
 - NUE 種子の使用とそれに伴う窒素肥料散布量の削減を除き、プロジェクトの前後で同じ農地管理が実施されること。
 - 窒素肥料の施用量の削減が、根粒菌の活動等による生物学的な窒素固定に起因するものを含まないこと。
 - イネが NUE 作物として使用される場合、NUE 品種が代替品種と比較して CH_4 排出量を増加させない特性を有していることを証明すること。
 - 二重計上を避けるため、プロジェクト活動によって発生した排出削減量はプロジェクト提案者が主張し、プロジェクトに参加する農家は、プロジェクト提案者との間で、自らの土地で NUE 種子を使用したことによる排出削減量を主張しないことを明記した同意書に署名する。
 - プロジェクト活動に参加する各農家について、化学合成窒素肥料の使用量に関する信頼できる検証可能なデータを記録し、提供すること。
 - プロジェクト実施場所は、過去 3 年間でプロジェクト活動と同じ作物のために使用されていた土地であること。
 - プロジェクト実施場所で、NUE 種子の使用を義務づけたり、慣行品種の使用を禁じたりする国や地域の規制がないこと。
 - 環境および人体への安全性を実証するための作物の試験や圃場評価など、バイオセーフティに関する現地の規制を遵守すること。
 - 活動による年間排出削減量が 6 万 tCO_2e 以下であること。
- 排出削減量算定式

$$ER_y = P_{pj,y} \times \left(\frac{EF_{NF,BL}}{NUE_{bl,y}} - \frac{EF_{NF,PJ}}{NUE_{pj,y}} \right) \times UF$$

- ◇ ER_y : y 年の排出削減量 [tCO_2]
- ◇ $P_{pj,y}$: y 年のプロジェクト活動における作物生産量 [t]
- ◇ $NUE_{bl,y}$: ベースラインシナリオにおける作物栽培の窒素利用効率（窒素肥料施用量 1 トン当たりの作物生産量）[t/t-N]
- ◇ $NUE_{pj,y}$: プロジェクトシナリオにおける作物栽培の窒素利用効率（窒素肥料施用量 1 トン当たりの作物生産量）[t/t-N]

- ◇ $EF_{NF,BL}$ ：ベースラインにおける窒素肥料施用の排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ $EF_{NF,PJ}$ ：プロジェクトにおける窒素肥料施用の排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ UF ：不確実性係数 [-]
 - 窒素肥料施用の排出係数でオプション 1（IPCC ガイドラインの値）を採用する場合、0.82 が適用される。
 - 窒素肥料施用の排出係数でオプション 2（Denitrification-Decomposition (DNDC)モデルによる推計）を採用する場合、1 が適用される。

$$P_{pj,y} = \sum_i P_{i,y} = AUE_{pj,y} \times \sum_i A_{i,y}$$

- ◇ $P_{pj,y}$ ：y 年のプロジェクト活動における作物生産量 [t]
- ◇ $P_{i,y}$ ：y 年の農場 i における作物生産量 [t]
- ◇ $AUE_{pj,y}$ ：プロジェクトシナリオにおける栽培効率（生産性） [t/ha]
- ◇ A_i ：農場 i の収穫面積 [ha]
- ◇ i ：農場のインデックス [-]

$$NUE_{bl,y} = \frac{\sum_j P_{j,y}}{\sum_j Q_{NF,j,y}}$$

$$NUE_{pj,y} = \frac{\sum_j P_{j,y}}{\sum_i Q_{NF,i,y}} = \frac{AUE_{pj,y}}{q_{NF,pj,y}}$$

- ◇ $NUE_{bl,y}$ ：ベースラインシナリオにおける作物栽培の窒素利用効率（窒素肥料施用量 1 トン当たりの作物生産量） [t/t-N]
- ◇ $P_{j,y}$ ：ベースライン技術を用いて耕作された農場 j の作物生産量 [t]
- ◇ $Q_{NF,j,y}$ ：ベースライン技術を利用した農場 j が利用した窒素肥料の総量 [t]
- ◇ j ：ベースライン集団を選択した農場のインデックス [-]
- ◇ $NUE_{pj,y}$ ：プロジェクトシナリオにおける作物栽培の窒素利用効率（窒素肥料施用量 1 トン当たりの作物生産量） [t/t-N]
- ◇ $Q_{NF,i,y}$ ：プロジェクト技術を利用した農場 i が利用した窒素肥料の総量 [t]
- ◇ $AUE_{pj,y}$ ：プロジェクトシナリオにおける栽培効率（生産性） [t/ha]
- ◇ $q_{NF,pj,y}$ ：プロジェクト技術を利用した農場における単位作物栽培面積当たりの窒素肥料施用率 [t-N/ha]

$$EF_{NF,BL} = EF_{CO_2,P} + EF_{N_2O,BL}$$

$$EF_{NF,PJ} = EF_{CO_2,P} + EF_{N_2O,PJ}$$

- ◇ $EF_{NF,BL}$ ：ベースラインにおける窒素肥料施用の排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ $EF_{CO_2,P}$ ：合成窒素肥料製造における CO₂ 排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ $EF_{N_2O,BL}$ ：窒素肥料施用によるベースライン作物栽培地域での直接 N₂O 排出と間接 N₂O 排出による N₂O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ $EF_{NF,PJ}$ ：プロジェクトにおける窒素肥料施用の排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ $EF_{N_2O,PJ}$ ：窒素肥料施用によるプロジェクト作物栽培地域での直接 N₂O 排出と間接 N₂O 排出による N₂O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- ◇ プロジェクト提案者は、N₂O 排出係数の算出に以下のオプションを持つ。
 - オプション 1：IPCC のデフォルト値を使用
 - IPCC のデフォルト値は、ベースラインとプロジェクトの両方において、施用された肥料中の窒素量から N₂O 排出量を導出する係数であり、直接排出と間接排出の合計である。
 - オプション 2：DNDC モデルの使用

$$EF_{N_2O,BL} = \frac{\sum_i EF_{N_2O,BL,modeled,y,i}}{\sum_i Q_{NF,BL,y,i}}$$

$$EF_{N_2O,PJ} = \frac{\sum_i EF_{N_2O,PJ,modeled,y,i}}{\sum_i Q_{NF,PJ,y,i}}$$

- $EF_{N_2O,BL}$ ：窒素肥料施用によるベースライン作物栽培地域での直接 N₂O 排出と間接 N₂O 排出による N₂O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- $EF_{N_2O,BL,modeled,y,i}$ ：ベースライン栽培条件でモデル化された農場 i から排出される N₂O の総排出量（直接＋間接、CO₂ 換算） [tCO₂]
- $Q_{NF,BL,y,i}$ ：ベースライン栽培条件で農場 i が利用した窒素肥料の総量 [t-N]
- $EF_{N_2O,PJ,modeled,y,i}$ ：プロジェクト栽培条件でモデル化された農場 i から排出される N₂O の総排出量（直接＋間接、CO₂ 換算） [tCO₂]
- $EF_{NF,PJ}$ ：プロジェクトにおける窒素肥料施用の排出係数 [tCO₂/t-N]

➤ $Q_{NF,PJ,y,i}$ ：プロジェクト栽培条件で農場 i が利用した窒素肥料の総量 [t-N]

● オプション 3：直接測定

$$EF_{N2O,BL} = EF_{N2O,PJ} = EF_{N2O,direct,measured} + EF_{N2O,IPCC,indirect}$$

$$EF_{N2O,direct,measured} = \frac{\sum_k EF_{N2O,k,measured,y}}{\sum_k Q_{NF,k,y}} \times GWP_{N2O}$$

- $EF_{N2O,BL}$ ：窒素肥料施用によるベースライン作物栽培地域での直接 N_2O 排出と間接 N_2O 排出による N_2O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- $EF_{N2O,PJ}$ ：窒素肥料施用によるプロジェクト作物栽培地域での直接 N_2O 排出と間接 N_2O 排出による N_2O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- $EF_{N2O,direct,measured}$ ：窒素肥料施用による直接排出の N_2O 排出係数 [tCO₂/t-N]
- $EF_{N2O,k,measured,y}$ ：農場 k から N_2O として大気中に放出された N_2O の総量の実測値 [t-N]
- $Q_{NF,k,y}$ ：農場 k が利用した窒素肥料の総量の実測値 [t-N]
- k ：直接測定を実施した農場のインデックス [-]

➤ リークージ排出量

◇ リークージ排出量の算定の必要はない。

● モニタリング項目

➤ 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$P_{i,y}$	t	農家 i が生産した作物の量	● 毎年農家が記録	—
$P_{j,y}$	t	ベースライン技術を用いて農家 j が生産した作物の量	● 毎年農家が記録	—
$Q_{NF,j,y}$	t-N	ベースライン技術を利用した農場が利用した窒素肥料の総量	● 毎年農家が記録	—
$Q_{NF,i,y}$	t-N	プロジェクト技術を利用した農場が利用した窒素肥料の総量	● 毎年農家が記録	—
$A_{i,y}$	ha	農場 i における耕作面積	● 毎年農家が記録	—
$AUE_{pj,y}$	t/ha	プロジェクトシナリオにおける栽培効率（生産性）	● 毎年農家が記録	—
A_j	ha	農場 j の面積	● 妥当性確認の前に 1 度	—

➤ その他のモニタリング項目

◇ 施業に係る記録：作物種、播種日、収穫日、収穫後に圃場に残された葉と茎の割合、その地域で達成可能な最大収穫量、耕作回数、各耕作日の

日付、各耕作の深さ、施肥の回数・日付・方法・種類・面積当たりの施肥量、有機土壌改良剤の年間散布回数・施用日・種類・施用量・CN比、灌漑の回数・日付・種類

- その他

- 追加性証明：“Guidelines on the demonstration of additionality of small-scale project activities”に従って追加性の証明を行う。
- 不確実性：排出削減量の算定において、窒素肥料施用の排出係数でオプション1（IPCC ガイドラインの値）を採用する場合、不確実性係数として0.82が適用される。窒素肥料施用の排出係数でオプション2（Denitrification-Decomposition (DNDC)モデルによる推計）を採用する場合、1が適用される。

③ VM0022（VCS）

- 方法論名：「Quantifying N₂O Emissions Reductions in Agricultural Crops through Nitrogen Fertilizer Rate Reduction, Version 1.1」（窒素施肥量削減による農作物のN₂O排出削減量の定量化）
 - 2006年 IPCC-GL に基づいて作成された方法論
- 対象とする活動：
 - 窒素施肥量の削減により、農作物栽培システムからのN₂O排出量を削減する農地管理活動
- 方法論の適用条件
 - BaUと比較して窒素施肥量を削減することにより、農作物栽培システムからのN₂O排出量を削減する農地管理活動に適用すること。
 - この方法論に基づくプロジェクト活動の実施は、いかなる法律違反にもつながらないこと。
 - プロジェクト地域は、プロジェクト開始日以前の10年間に於いて、原生生態系が除去されておらず、本法論の適用条件で定める対象作物が栽培されている場所であること。
 - 肥料窒素は、以下の条件を満たすこと。
 - ◇ 合成窒素肥料である
 - ◇ 有機窒素肥料である
 - ◇ その他の全ての窒素源（例：作物残渣窒素、大気中窒素沈着、土壌管理に伴う土壌窒素の無機化）は、対象とならない。
 - 肥料の窒素管理に関して、以下の条件を満たすこと。
 - ◇ 作物サイクル全体を通じて土壌に施用された肥料の窒素量は、1年間のいつ施用されたか、数回に分けて施用されたかに関係なく、年間の施用窒素量が適用される。

- ◇ クレジット期間中、プロジェクト実施場所での合成および有機窒素肥料の施用について、窒素肥料の配合（または有機添加物の窒素含有量）、施用日、施用方法に関するベストマネジメントプラクティスの遵守が求められる。ベストマネジメントプラクティスは、各州の農務省や、自然資源保全局（NRCS）、農務省（USDA Farm Service Agency）などの連邦機関から入手する。
 - ◇ プロジェクトの提案者は、プロジェクト地域に施用される総窒素量が、ベースライン期間中に栽培された同じ作物の年間平均収量と同様の年間予想収量を生み出すのに十分であることを証明しなければならない。
- 国家温室効果ガスインベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインで概説されている N_2O 排出の直接及び間接排出源の両方を対象とすること。間接的な N_2O 排出は、以下のシナリオで発生する可能性がある。
 - ◇ プロジェクト実施場所に投入された窒素から発生した NH_3 と NO_x が揮発し、その後、これらのガスとその生成物 NH_4^+ と NO_3^- がプロジェクト実施場所外の土壌や水域に再堆積する。
 - ◇ プロジェクト実施場所に施用されて溶脱および流出した窒素が、プロジェクト実施場所外の水域または土壌に流入した後に N_2O 排出が発生する。
- プロジェクトは米国内で実施すること。
- 作付けシステムに関して、以下の条件を満たさなければならない。
 - ◇ 食用、家畜飼料用、またはその他の経済的目的で収穫されるすべての施肥農作物に関するプロジェクトは、直接 N_2O 排出量を計算する際に「方法 1」を使用しなければならない。
 - ◇ トウモロコシの連作やトウモロコシと大豆、トウモロコシと大豆と小麦の輪作など、連作体系でトウモロコシを栽培する米国の北部中央地域に位置するプロジェクトは、直接 N_2O 排出量を計算する際に「方法 2」を使用しなければならない。
 - ◇ 米国の北部中央地域に位置するプロジェクトで、トウモロコシと輪作する作物を含む、トウモロコシ以外の作物に関するプロジェクトは、直接 N_2O 排出量を計算するために方法 1 を使用しなければならない。
- 排出削減計算に使用する土地面積が同じであることを保証するため、プロジェクトの作付面積はベースラインの作付面積と同じかそれ以下であること。
- プロジェクト実施場所は、米国の土壌分類学で定義されている有機土壌またはヒストゾル（Histosols）を含む場所ではないこと。
- バウンダリ（算定対象排出源）
 - ベースライン排出量
 - ◇ 合成肥料の使用による N_2O 直接排出量
 - ◇ 合成肥料の使用による N_2O 間接排出量

- ◇ 有機肥料の使用による N₂O 直接排出量
- ◇ 有機肥料の使用による N₂O 間接排出量
- プロジェクト排出量
 - ◇ 合成肥料の使用による N₂O 直接排出量
 - ◇ 合成肥料の使用による N₂O 間接排出量
 - ◇ 有機肥料の使用による N₂O 直接排出量
 - ◇ 有機肥料の使用による N₂O 間接排出量
- 排出量算定式
 - ベースライン排出量

$$N_2O_{B \text{ total}, t} = N_2O_{B \text{ direct}, t} + N_2O_{B \text{ indirect}, t}$$

- ◇ $N_2O_{B \text{ total}, t}$: t 年におけるベースライン N₂O 合計排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{B \text{ direct}, t}$: t 年におけるベースライン N₂O 直接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{B \text{ indirect}, t}$: t 年におけるベースライン N₂O 間接排出量 [MgCO₂e/ha]

- ◇ 直接排出量 方法 1

$$N_2O_{B \text{ direct}, t} = (F_{B \text{ SN}, t} + F_{B \text{ ON}, t}) * EF_{BDM1} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$F_{B \text{ SN}, t} = M_{B \text{ SF}, t} * NC_{B \text{ SF}}$$

$$F_{B \text{ ON}, t} = M_{B \text{ OF}, t} * NC_{B \text{ OF}}$$

- ◇ $N_2O_{B \text{ direct}, t}$: t 年におけるベースライン N₂O 直接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $F_{B \text{ SN}, t}$: t 年におけるベースラインの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{B \text{ ON}, t}$: t 年におけるベースラインの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $M_{B \text{ SF}, t}$: t 年におけるベースラインの合成窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $M_{B \text{ OF}, t}$: t 年におけるベースラインの有機窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $NC_{B \text{ SF}}$: ベースラインの合成窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ $NC_{B \text{ OF}}$: ベースラインの有機窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ EF_{BDM1} : ベースラインの窒素投入量当たりの N₂O 排出係数 [MgN₂O-N/MgN]
- ◇ N_2O_{MW} : N と N₂O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N₂O の地球温暖化係数

- ◇ 直接排出量 方法 2

$$N_2O_{B \text{ direct}, t} = (F_{B \text{ SN}, t} + F_{B \text{ ON}, t}) * EF_{BDM2} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$F_{B\ SN,t} = M_{B\ SF,t} * NC_{B\ SF}$$

$$F_{B\ ON,t} = M_{B\ OF,t} * NC_{B\ OF}$$

$$EF_{BDM2} = 6.7 * 10^{-4} * (\exp(6.7 * [F_{B\ SN,t} + F_{B\ ON,t}]) - 1) / (F_{B\ SN,t} + F_{B\ ON,t})$$

- ◇ $N_2O_{B\ direct,t}$: t 年におけるベースライン N_2O 直接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $F_{B\ SN,t}$: t 年におけるベースラインの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{B\ ON,t}$: t 年におけるベースラインの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $M_{B\ SF,t}$: t 年におけるベースラインの合成窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $M_{B\ OF,t}$: t 年におけるベースラインの有機窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $NC_{B\ SF}$: ベースラインの合成窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ $NC_{B\ OF}$: ベースラインの有機窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ EF_{BDM2} : ベースラインの窒素投入量当たりの N_2O 排出係数 [MgN₂O-N/MgN]
- ◇ N_2O_{MW} : N と N_2O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N_2O の地球温暖化係数

◇ 間接排出量

$$N_2O_{B\ indirect,t} = N_2O_{B\ volat,t} + N_2O_{B\ leach,t}$$

$$N_2O_{B\ volat,t} = [(F_{B\ SN,t} * Frac_{GASF}) + (F_{B\ ON,t} * Frac_{GASM})] * EF_{BIV} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$N_2O_{B\ leach,t} = (F_{B\ SN,t} + F_{B\ ON,t}) * Frac_{LEACH} * EF_{BIL} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

- ◇ $N_2O_{B\ indirect,t}$: t 年におけるベースライン N_2O 間接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{B\ volat,t}$: 窒素肥料施用により窒素の大気沈着によって発生した t 年におけるベースライン N_2O 排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{B\ leach,t}$: 窒素の溶脱及び流出により発生した t 年におけるベースライン N_2O 排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $F_{B\ SN,t}$: t 年におけるベースラインの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{B\ ON,t}$: t 年におけるベースラインの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $Frac_{GASF}$: ベースラインにおいて、土壤に添加された全合成窒素のうち NH_3 と NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $Frac_{GASM}$: ベースラインにおいて、土壤に添加された全有機窒素のうち NH_3 と NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $Frac_{LEACH}$: ベースラインにおいて、土壤に添加された全窒素のうち溶脱及び流出するものの割合 [-]

- ◇ EF_{BIV} : ベースラインの土壌および水面への窒素の大気降下による N_2O 排出係数 [$MgN_2O-N/Mg(NH_3-N + NO_x-N \text{ volatilized})$]
- ◇ EF_{BIL} : ベースラインの窒素の溶脱及び流出による N_2O 排出係数 [$MgN_2O-N/MgN\text{-leached and runoff}$]
- ◇ N_2O_{MW} : N と N_2O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N_2O の地球温暖化係数
- プロジェクト排出量

$$N_2O_{P \text{ total}, t} = N_2O_{P \text{ direct}, t} + N_2O_{P \text{ indirect}, t}$$

- ◇ $N_2O_{P \text{ total}, t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 合計排出量 [$MgCO_2e/ha$]
- ◇ $N_2O_{P \text{ direct}, t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 直接排出量 [$MgCO_2e/ha$]
- ◇ $N_2O_{P \text{ indirect}, t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 間接排出量 [$MgCO_2e/ha$]

- ◇ 直接排出量 方法 1

$$N_2O_{P \text{ direct}, t} = (F_{P \text{ SN}, t} + F_{P \text{ ON}, t}) * EF_{PDM1} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$F_{P \text{ SN}, t} = M_{P \text{ SF}, t} * NC_{P \text{ SF}}$$

$$F_{P \text{ ON}, t} = M_{P \text{ OF}, t} * NC_{P \text{ OF}}$$

- ◇ $N_2O_{P \text{ direct}, t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 直接排出量 [$MgCO_2e/ha$]
- ◇ $F_{P \text{ SN}, t}$: t 年におけるプロジェクトの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{P \text{ ON}, t}$: t 年におけるプロジェクトの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $M_{P \text{ SF}, t}$: t 年におけるプロジェクトの合成窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $M_{P \text{ OF}, t}$: t 年におけるプロジェクトの有機窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $NC_{P \text{ SF}}$: プロジェクトの合成窒素肥料の窒素含有量 [$gN/100g\text{-fertilizer}$]
- ◇ $NC_{P \text{ OF}}$: プロジェクトの有機窒素肥料の窒素含有量 [$gN/100g\text{-fertilizer}$]
- ◇ EF_{PDMI} : プロジェクトの窒素投入量当たりの N_2O 排出係数 [MgN_2O-N/MgN]
- ◇ N_2O_{MW} : N と N_2O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N_2O の地球温暖化係数

- ◇ 直接排出量 方法 2

$$N_2O_{P \text{ direct}, t} = (F_{P \text{ SN}, t} + F_{P \text{ ON}, t}) * EF_{PDM2} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$F_{P \text{ SN}, t} = M_{P \text{ SF}, t} * NC_{P \text{ SF}}$$

$$F_{P\ ON,\ t} = M_{P\ OF,\ t} * NC_{P\ OF}$$

$$EF_{PDM2} = 6.7 * 10^{-4} * (\exp(6.7 * [F_{P\ SN,\ t} + F_{P\ ON,\ t}]) - 1) / (F_{P\ SN,\ t} + F_{P\ ON,\ t})$$

- ◇ $N_2O_{P\ direct,\ t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 直接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $F_{P\ SN,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{P\ ON,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $M_{P\ SF,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの合成窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $M_{P\ OF,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの合成窒素肥料施用量 [Mg/ha]
- ◇ $NC_{P\ SF}$: プロジェクトの合成窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ $NC_{P\ OF}$: プロジェクトの有機窒素肥料の窒素含有量 [gN/100g-fertilizer]
- ◇ EF_{PDM2} : プロジェクトの窒素投入量当たりの N_2O 排出係数 [MgN₂O-N/MgN]
- ◇ N_2O_{MW} : N と N_2O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N_2O の地球温暖化係数

◇ 間接排出量

$$N_2O_{P\ indirect,\ t} = N_2O_{P\ volat,\ t} + N_2O_{P\ leach,\ t}$$

$$N_2O_{P\ volat,\ t} = [(F_{P\ SN,\ t} * Frac_{GASF}) + (F_{P\ ON,\ t} * Frac_{GASM})] * EF_{PIV} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

$$N_2O_{P\ leach,\ t} = (F_{P\ SN,\ t} + F_{P\ ON,\ t}) * Frac_{LEACH} * EF_{PIL} * N_2O_{MW} * N_2O_{GWP}$$

- ◇ $N_2O_{P\ indirect,\ t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 間接排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{P\ volat,\ t}$: 窒素肥料施用により窒素の大気沈着によって発生した t 年におけるプロジェクト N_2O 排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $N_2O_{P\ leach,\ t}$: 窒素の溶脱及び流出により発生した t 年におけるプロジェクト N_2O 排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ $F_{P\ SN,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{P\ ON,\ t}$: t 年におけるプロジェクトの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $Frac_{GASF}$: プロジェクトにおいて、土壌に添加された全合成窒素のうち NH_3 と NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $Frac_{GASM}$: プロジェクトにおいて、土壌に添加された全有機窒素のうち NH_3 と NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $Frac_{LEACH}$: プロジェクトにおいて、土壌に添加された全窒素のうち溶脱及び流出するものの割合 [-]
- ◇ EF_{PIV} : プロジェクトの土壌および水面への窒素の大気降下による N_2O 排出係数 [MgN₂O-N/Mg(NH₃-N + NO_x-N volatilized)]
- ◇ EF_{PIL} : プロジェクトの窒素の溶脱及び流出による N_2O 排出係数

[MgN₂O-N/MgN-leached and runoff]

- ◇ N_2O_{MW} : N と N₂O の分子量比 (44/28)
- ◇ N_2O_{GWP} : N₂O の地球温暖化係数
- リークージ排出量
 - ◇ 農地管理活動プロジェクトでは、プロジェクトの土地は商品生産が維持されるため、リークージのリスクは無視できる。

● モニタリング項目

- 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$M_{PSF,t}$	MgN/y	t 年におけるプロジェクトの合成窒素肥料施用量	● 肥料の質量または体積を測定するための校正済み測定器を用いて記録し、毎年集計	-
$M_{POF,t}$	MgN/y	t 年におけるプロジェクトの有機窒素肥料施用量	● 肥料の質量または体積を測定するための校正済み測定器を用いて記録し、毎年集計	-
NC_{PSF}	gN/100g-fertilizer	プロジェクトの合成窒素肥料の窒素含有量	● 肥料のサンプリング・取扱い・分析に関する一般に認められた手順にしたがって記録し、毎年集計	-
NC_{POF}	gN/100g-fertilizer	プロジェクトの有機窒素肥料の窒素含有量	● 肥料のサンプリング・取扱い・分析に関する一般に認められた手順にしたがって記録し、毎年集計	-
A_P	ha	プロジェクトの作付面積	● VCS 基準の要求事項に従い、測地ポリゴンを使用して KML ファイルでクレジット期間ごとに提供	

● その他

- 追加性証明：プロジェクトが以下の要件を満たすことで追加的であることが示される。
 - ◇ 地方レベル、州レベル、連邦レベルで、生産者に BAU シナリオよりも肥料の窒素投入量を減らすことを義務付ける法律、法令、その他の規制枠組みは存在しない。
 - ◇ プロジェクト提案者は、BaU のパフォーマンス基準を超えなければならない。
- リークージ：農地管理活動プロジェクトでは、プロジェクトの土地は商品生産が維持されるため、リークージのリスクは無視できる。
- 不確実性：
 - ◇ 不確実性を考慮した下記の式により排出削減量が算出される。

$$N_2O_{PR,t} = [(N_2O_{B\ total,t} - N_2O_{P\ total,t}) * A_P] * (1 - LK) * (1 - UNC)$$

- ◇ $N_2O_{PR,t}$: t 年におけるプロジェクトによる N₂O 排出削減量 [MgCO₂e]
- ◇ $N_2O_{B\ total,t}$: t 年におけるベースライン N₂O 合計排出量 [MgCO₂e/ha]

- ◇ $N_2O_{P_{total}, t}$: t 年におけるプロジェクト N_2O 合計排出量 [MgCO₂e/ha]
- ◇ A_P : プロジェクト実施場所の面積 [ha]
- ◇ LK : リークエージによる控除（本方法論ではゼロ）
- ◇ UNK : 不確実性による控除

排出削減量の 95%信頼区間における不確実性の範囲	UNK
～±15%	0.000
±15～30%	0.057
±30～50%	0.107
±50～100%	0.164

$$N_2O \text{ Emissions}_{(RED UNC)} = [1 - \{0.63 * \exp(-40 * [N_{Proj}]^2)\}] * 100$$

$$N_{Proj} = F_{P_{SN}, t} + F_{P_{ON}, t}$$

- ◇ $N_2O \text{ Emissions}_{(RED UNC)}$: N_2O 排出削減量の不確実性 [%]
- ◇ $F_{P_{SN}, t}$: t 年におけるプロジェクトの合成肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]
- ◇ $F_{P_{ON}, t}$: t 年におけるプロジェクトの有機肥料由来の窒素施用量 [MgN/ha]

④ VM0026 (VCS)

- 方法論名 : 「Sustainable Grassland Management, Version 1.1」 (持続可能な草地管理)
 - 下記の文書に基づき開発されたものである
 - ◇ 2006 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドライン
 - ◇ 2003 年版 IPCC 土地利用・土地利用変化・林業に関するグッドプラクティスガイドライン
 - ◇ 2000 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリにおける不確実性管理のためのグッドプラクティスガイダンス
- 対象とする活動 :
 - 草地間の放牧動物のローテーションの改善、劣化した草地での放牧動物の数の制限、草の植え替えによる著しく劣化した草地の回復、草地景観への長期的にわたる適切な管理の確保など、持続可能な草地管理手法を導入する農地管理プロジェクト活動
- 方法論の適用条件
 - プロジェクトの実施場所がプロジェクト開始時点で草地であること。
 - プロジェクトの実施場所はプロジェクト開始時点で劣化している土地であり、ベースラインシナリオにおいて劣化の推進要因や圧力が存在し、劣化が継続する土地であること。
 - ベースラインシナリオでは、プロジェクト地域は家畜の放牧、焼畑、または窒素肥料の施用を受けていること。
 - ベースラインシナリオでは、草地に堆積した放牧動物の排せつ物の 95%以上

がそのまま放置され、管理されていない状況であること。

- プロジェクト地域は、プロジェクト開始日以前の10年間に、原生生態系が除去されていないこと。
- プロジェクト地域は、1年の大半で降水量が蒸発散量を下回り、溶脱が起こりにくい地域に位置していること。
- 土壌炭素蓄積量の変化を推定するために生物地球化学モデルを選択する場合、以下の条件を満たすこと。
 - ◇ モデルは、VCS 規則に規定されているモデルの要件に準拠していなければならない。
 - ◇ モデルは、プロジェクトが実施される地域に適したものであり、モデルの使用が、適切な資格を有する専門家による研究（科学雑誌、大学の学位論文、現地での研究、またはプロジェクト提案者による調査等）により示されていること。
- プロジェクト活動には土地利用の変更を含まないこと。なお、劣化した草地に多年生草やマメ科植物を播種することは、土地利用変更活動とはみなされない。
- プロジェクト活動によって、調理や暖房のための化石燃料や再生不可能な資源からの薪の使用が増加しないこと。
- プロジェクト活動は湿地帯や泥炭地で行ってはならない。
- バウンダリ（算定対象排出源）
 - ベースラインとプロジェクトにおける炭素プール
 - ◇ 地上の木質バイオマス
 - ◇ 地中のバイオマス（任意）
 - ◇ 土壌有機炭素
 - ベースライン排出量
 - ◇ 肥料の使用による N_2O 排出量
 - ◇ バイオマス燃焼による $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 排出量
 - ◇ 草地への排せつ物の堆積による $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 排出量
 - ◇ 農機の使用による CO_2 排出量
 - ◇ 家畜の消化管内発酵による CH_4 排出量
 - プロジェクト排出量
 - ◇ 肥料の使用による N_2O 排出量
 - ◇ 窒素固定生物の使用による N_2O 排出量
 - ◇ バイオマス燃焼による $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 排出量
 - ◇ 草地への排せつ物の堆積による $\text{CH}_4 \cdot \text{N}_2\text{O}$ 排出量
 - ◇ 農機の使用による CO_2 排出量
 - ◇ 家畜の消化管内発酵による CH_4 排出量
- 排出量算定式（※施肥の管理に関する要素を抽出）

➤ ベースライン排出量

$$BE_{N_2O_{SN},b} = GWP_{N_2O} \times (BE_{D,N_2O_{SN},b} + BE_{ID,N_2O_{SN},b})$$

- ◇ $BE_{N_2O_{SN},b}$: ベースライン年 b における施肥による N_2O 排出量 [tCO₂e]
- ◇ $BE_{D,N_2O_{SN},b}$: ベースライン年 b における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [tN₂O]
- ◇ $BE_{ID,N_2O_{SN},b}$: ベースライン年 b における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [tN₂O]
- ◇ GWP_{N_2O} : N_2O の地球温暖化係数

$$BE_{D,N_2O_{SN},b} = F_{SN,b} \times EF_{Nfert} \times 44/28$$

- ◇ $BE_{D,N_2O_{SN},b}$: ベースライン年 b における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [tN₂O]
- ◇ $F_{SN,b}$: ベースライン年 b に草地の土壤に施用された合成肥料による合計窒素量 [tN]
- ◇ EF_{Nfert} : 合成窒素肥料の使用による N_2O 排出係数 [kgN₂O-N/kgN]

$$F_{SN,b} = \sum_{i=1}^I M_{SNI,b} \times NC_{SNI,b} \times (1 - Frac_{GAS,F})$$

- ◇ $F_{SN,b}$: ベースライン年 b に草地の土壤に施用された合成肥料による合計窒素量 [tN]
- ◇ $M_{SNI,b}$: ベースライン年 b に施用された合成窒素肥料 i の量 [t-fertilizer]
- ◇ $NC_{SNI,b}$: ベースライン年 b に施用された合成窒素肥料 i の窒素含有量 [gN/g-fertilizer]
- ◇ $Frac_{GAS,F}$: 合成窒素肥料から NH₃ および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-applied]
- ◇ i : 合成窒素肥料の種類のインデックス

$$BE_{ID,N_2O_{SN},b} = \sum_{i=1}^I (F_{SNI,b} \times Frac_{GAS,F}) \times EF_{4,SN} \times 44/28$$

- ◇ $BE_{ID,N_2O_{SN},b}$: ベースライン年 b における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [tN₂O]
- ◇ $F_{SNI,b}$: ベースライン年 b に草地の土壤に施用された合成窒素肥料 i による合計窒素量 [tN]
- ◇ $Frac_{GAS,F}$: 合成窒素肥料から NH₃ および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-applied]

- ◇ $EF_{4,SN}$: 合成窒素肥料の窒素が土壌と水面に大気沈着した場合の N_2O 排出係数 [kg N_2O -N/kgN]

➤ プロジェクト排出量

$$PE_{N_2O,SN,t} = GWP_{N_2O} \times (PE_{D,N_2O,SN,t} + PE_{ID,N_2O,SN,t})$$

- ◇ $PE_{N_2O,SN,t}$: t 年における施肥による N_2O 排出量 [tCO₂e]
- ◇ $PE_{D,N_2O,SN,t}$: t 年における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [t N_2O]
- ◇ $PE_{ID,N_2O,SN,t}$: t 年における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [t N_2O]
- ◇ GWP_{N_2O} : N_2O の地球温暖化係数

$$PE_{D,N_2O,SN,t} = F_{SN,t} \times EF_{Nfert} \times 44/28$$

- ◇ $PE_{D,N_2O,SN,t}$: t 年における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [t N_2O]
- ◇ $F_{SN,t}$: t 年に草地の土壌に施用された合成肥料による合計窒素量 [tN]
- ◇ EF_{Nfert} : 合成窒素肥料の使用による N_2O 排出係数 [kg N_2O -N/kgN]

$$F_{SN,t} = \sum_{i=1}^I M_{SNi,t} \times NC_{SNi,p} \times (1 - Frac_{GAS,F})$$

- ◇ $F_{SN,t}$: t 年に草地の土壌に施用された合成肥料による合計窒素量 [tN]
- ◇ $M_{SNi,t}$: t 年に施用された合成窒素肥料 i の量 [t-fertilizer]
- ◇ $NC_{SNi,t}$: t 年に施用された合成窒素肥料 i の窒素含有量 [gN/g-fertilizer]
- ◇ $Frac_{GAS,F}$: 合成窒素肥料から NH_3 および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-applied]
- ◇ i : 合成窒素肥料の種類のインデックス

$$PE_{ID,N_2O,SN,t} = \sum_{i=1}^I (F_{SNi,t} \times Frac_{GAS,F}) \times EF_{4,SN} \times 44/28$$

- ◇ $PE_{ID,N_2O,SN,t}$: t 年における合成窒素肥料の施用による N_2O 直接排出量 [t N_2O]
- ◇ $F_{SNi,t}$: t 年に草地の土壌に施用された合成窒素肥料 i による合計窒素量 [tN]
- ◇ $Frac_{GAS,F}$: 合成窒素肥料から NH_3 および NO_x として揮発する割合 [kgN-volitized/kgN-applied]
- ◇ $EF_{4,SN}$: 合成窒素肥料の窒素が土壌と水面に大気沈着した場合の N_2O 排

出係数 [kgN₂O-N/kgN]

◇ i : 合成窒素肥料の種類のインデックス

- モニタリング項目（※施肥の管理に関する要素を抽出）

➤ 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
$M_{SNi,t}$	t-fertilizer	t 年に施用された合成窒素肥料 i の量	● 合成窒素肥料を施用した直後の質量を、各年に施用した肥料の種類ごとに記録	ー
$NC_{SNi,t}$	gN/g-fertilizer	t 年に施用された合成窒素肥料 i の窒素含有量	● ベースラインシナリオまたはプロジェクトで施用された合成窒素肥料 i の種類ごとに記録 ● 製造者が製品ラベルに記載した製品説明を参照	ー

- その他

➤ 追加性証明：

◇ VCS ツール“Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in VCS Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Project Activities”の最新版を用いて、プロジェクトの追加性を実証する

➤ 不確実性：

◇ この方法論では、排出量と除去量の算定に使われるすべてのパラメータに保守的な値を用いる。検証可能な文献情報源や専門家の判断に基づく保守的な推定値が使用されている場合、不確実性の計算の目的上、パラメータの信頼区間を推定する必要はなく、不確実性はゼロとみなすことができる。

◇ プロジェクト実施場所でサンプリングにより値を得るパラメータの保守的な推定値は、95%信頼区間の上限値または下限値を採用する。

⑤ VM0042 (VCS)

- 方法論名：「Methodology For Improved Agricultural Land Management, Version 2.0」（農地管理改善のための方法論）

➤ 下記の方法論に基づいて作成されたものである

◇ VM0017「持続可能な農地管理, v1.0」

◇ VM0022「窒素施肥量の削減による農作物からの N₂O 排出削減の定量化, v1.1」

◇ VM0026「持続可能な草地管理のための方法論, v1.1」

- 対象とする活動：ベースラインシナリオと比較して、土壌有機炭素貯留量を増加させ、農地管理プロジェクトからの CO₂、CH₄、N₂O の純排出量を減少させる活動

● 方法論の適用条件

- 既存の農地管理に対して、以下のうち1つ以上の新しい変更を導入すること
 - ◇ 肥料管理の改善
 - ◇ 水・灌漑管理の改善
 - ◇ 耕起の削減、農業残渣管理の改善
 - ◇ 農作物の植え付けと収穫の改善（アグロフォレストリー、輪作、被覆作物等）
 - ◇ 放牧方法の改善
- 施肥量の減少等、量的な調整を実施するプロジェクトは、ベースライン活動の特定のために作成された過去の機関の平均値として計算された値から、5%以上の調整があること。
- プロジェクト活動は、プロジェクト開始日に農地または草地であった土地で実施すること。以下の場合を除き、クレジット期間中は農地または草地であり続けること。
 - ◇ 飼料作物と一年生作物の統合が長期農地管理システム計画で示されており、耕作地に一時的な草地を導入する場合
 - ◇ ベースラインシナリオにおいてプロジェクト実施場所の劣化があり、土地利用の変化が土壌を有意に改善することが示されている上で、草地から耕作地への転換、またはその逆を行う場合
- スtock変化や排出量の推定に使用されるモデルは、次の条件を満たすこと。
 - ◇ 無料である必要はないが、認知度の高い情報源（モデル開発者のウェブサイト、IPCC、政府機関等）で公開されており入手可能であること。
 - ◇ プロジェクトの説明に含まれる農地管理の変更に起因する土壌有機炭素と温室効果ガス排出量の変化のシミュレーションに成功したことが、査読を受けた科学研究で示されていること。
 - ◇ プロジェクトの状況のシミュレーションの再現性があること。
 - ◇ VMD0053「農地管理改善手法のためのモデル校正・検証ガイダンス」の5.2章に詳述されているデータセットと手順により検証されていること。
 - ◇ ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオでは同じバージョンのモデルを使用すること。
- プロジェクト地域において、プロジェクト開始前の10年間に原生生態系が除去されていないこと。
- プロジェクト活動が5%以上の生産性の持続的な低下を引き起こすことが専門家によるレビューや出版された研究によって予想されないこと。
- バイオ炭の施用を活動に含めないこと。土壌改良剤として施用することは可能だが、その場合、施用されたバイオ炭の有機炭素含有量は、プロジェクトシナリオの土壌有機炭素ストック量から差し引かれる。

- 湿地帯での活動を含めないこと。
- バウンダリ（算定対象排出源）
 - 地上の木質バイオマスの炭素プール（有意に減少する場合以外は任意）
 - 地中のバイオマスの炭素プール（任意）
 - 土壌有機炭素の炭素プール
 - 化石燃料の燃焼による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 石灰の施用による CO₂ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 土壌の嫌気性条件による CH₄ 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 家畜の消化管内発酵による CH₄ 排出量
 - 家畜排せつ物の堆積による CH₄・N₂O 排出量
 - 窒素肥料の使用による N₂O 排出量
 - 窒素固定生物の使用による N₂O 排出量
 - バイオマスの燃焼による CH₄・N₂O 排出量（5%以上増加する場合以外は任意）
 - 木質バイオマス量の変化による CO₂ 排出・吸収量（5%以上増加する場合以外は任意）
- 排出量算定式（※施肥の管理に関する要素を抽出）
 - ベースライン排出量
 - ◇ 方法 1：モデルによる算定

$$N2O_soil_{bsl,i,t} = GWP_{N2O} \times f(N2O_soil_{bsl,i,t})$$

- ◇ $N2O_soil_{bsl,i,t}$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける土壌への窒素の添加による N₂O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $F(N2O_soil_{bsl,i,t})$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける土壌からのモデル計算による N₂O 排出量[tCO₂e/ha]
- ◇ GWP_{N2O} ：N₂O の地球温暖化係数

- ◇ 方法 3：排出係数による算定

$$N2O_soil_{bsl,i,t} = N2O_fert_{bsl,i,t} + N2O_md_{bsl,i,t} + N2O_Nfix_{bsl,i,t}$$

- ◇ $N2O_soil_{bsl,i,t}$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける土壌への窒素の添加による N₂O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_fert_{bsl,i,t}$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による N₂O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_md_{bsl,i,t}$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける排せつ物堆積による N₂O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_Nfix$ ： t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける窒素固定生物による N₂O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]

$$N2O_fert_{bsl,i,t} = N2O_fert_{bsl,direct,i,t} + N2O_fert_{bsl,indirect,i,t}$$

- ◇ $N2O_fert_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による N_2O 排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_fert_{bsl,direct,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による N_2O 直接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $N2O_fert_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による N_2O 間接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]

$$\overline{N2O_fert_{bsl,direct,i,t}} = ((FSN_{bsl,i,t} + FON_{bsl,i,t}) \times EF_{Ndirect} \times 44/28 \times GWP_{N2O}) / A_i$$

$$FSN_{bsl,i,t} = \sum_{SF} M_{bsl,SF,i,t} \times NC_{SF}$$

$$FON_{bsl,i,t} = \sum_{OF} M_{bsl,OF,i,t} \times NC_{OF}$$

- ◇ $N2O_fert_{bsl,direct,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による N_2O 直接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]
- ◇ $FSN_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける合成窒素肥料による窒素施用量 [tN]
- ◇ $FON_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける有機窒素肥料による窒素施用量 [tN]
- ◇ $EF_{Ndirect}$: 合成肥料、有機土壌改良剤、農作物残渣による窒素添加からの N_2O 排出係数 [kgN₂O-N/kgN]
- ◇ $M_{bsl,SF,i,t}$: t 年のサンプルユニット i における合成窒素肥料施用量 [t-fertilizer]
- ◇ NC_{SF} : 合成窒素肥料の窒素含有量 [tN/t-fertilizer]
- ◇ $M_{bsl,OF,i,t}$: t 年のサンプルユニット i における有機窒素肥料施用量 [t-fertilizer]
- ◇ NC_{OF} : 有機窒素肥料の窒素含有量 [tN/t-fertilizer]
- ◇ A_i : サンプルユニット i の面積 [ha]

$$\overline{N2O_fert_{bsl,indirect,i,t}} = (N2O_fert_{bsl,volat,i,t} + N2O_fert_{bsl,leach,i,t}) / A_i$$

$$N2O_fert_{bsl,volat,i,t} = \left[\frac{(FSN_{bsl,i,t} \times Frac_{GASF,l,S}) + (FON_{bsl,i,t} \times Frac_{GASM,l,S})}{FON_{bsl,i,t}} \right] \times EF_{Nvolat} \times 44/28 \times GWP_{N2O}$$

$$N2O_fert_{bsl,leach,i,t} = \left(\frac{FSN_{bsl,i,t}}{FON_{bsl,i,t}} \right) \times Frac_{LEACH,l,S} \times EF_{Nleach} \times \frac{44}{28} \times GWP_{N2O}$$

- ◇ $N2O_fert_{bsl,i,t}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける

肥料施用による N₂O 間接排出量の面積当たりの平均値 [tCO₂e/ha]

- ◇ $N2O_{fert_{bsl,volat,i,t}}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による揮発窒素の大気沈着による N₂O 間接排出量[tCO₂e]
- ◇ $N2O_{fert_{bsl,leach,i,t}}$: t 年のサンプルユニット i のベースラインシナリオにおける肥料施用による窒素の溶脱及び流出による N₂O 間接排出量[tCO₂e]
- ◇ $Frac_{GASF,L,S}$: 土壤に添加された全ての合成窒素のうち NH₃ および NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ $Frac_{GASMF,L,S}$: 土壤に添加された全ての有機態窒素、および土壤に堆積した排せつ物中の窒素のうち NH₃ および NO_x として揮発するものの割合 [-]
- ◇ EF_{Nvolat} : 土壤や水面への窒素の大気沈着による N₂O 排出係数 [tN₂O-N/(tNH₃-N + NO_x-N volatilized)]
- ◇ $Frac_{LEACH,L,S}$: 土壤に添加された窒素および土壤に堆積した排せつ物中の窒素のうち、溶出や流出する割合 [-]
- ◇ EF_{Nleach} : 溶出および流出による N₂O の排出係数 [tN₂O-N/tN leached and runoff]
- ◇ A_i : サンプルユニット i の面積 [ha]
- プロジェクト排出量
 - ◇ ベースライン排出量と同じ式を用いて算定する。
 - ◇ デフォルト値は、プロジェクトの条件に適用可能な最も正確な値を、以下の優先順位で使用する。
 - 査読を受けた科学的出版物によるプロジェクト固有の値
 - 政府データベース、業界出版物などの代替の情報源
 - 2006 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドライン 2019 年改良版の Tier 2 の値
 - 2006 年版 IPCC 国家温室効果ガスインベントリガイドライン 2019 年改良版の Tier 1 または Tier 1a の値
- リークエージ排出量
 - ◇ 市場リークエージが生じていないことを示すために、耕作及び畜産による生産量がプロジェクトによって 5%以上低下していないことを証明する。
- モニタリング項目（※施肥の管理に関する要素を抽出）
 - 算定に必要なモニタリング項目

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
A_i	ha	サンプルユニット i の面積	● 5 年ごと、または検証ごとに測定	-
$f(N2O_{soil_{bsl,i,t}})$	tN ₂ O/ha	t 年のサンプルユニット i のベース	● 前年までの窒素形態の土壤フローをモデル化して算定	-

パラメータ	単位	項目名	測定方法・測定頻度	その他
		ラインシナリオにおける土壌からのモデル計算によるN ₂ O排出量	● 5年ごと、または検証ごとに算定	
NC_{SF}	tN/t-fertilizer	合成肥料中の窒素含有量	● 肥料メーカーの仕様に従って決定 ● 5年ごと、または検証ごとに測定 ● 合成肥料製品が変更された場合、または製造業者により新しい仕様書が発行された場合には更新	-
$M_{wp,SF,i,t}$	t-fertilizer	t 年のサンプルユニット i における合成窒素肥料施用量	● 農家または土地の所有者と協議の上でモニタリングを実施 ● 1つ以上の文書化された証拠が必要 ● 5年ごと、または検証ごとに集計	-
NC_{OF}	tN/t-fertilizer	有機肥料中の窒素含有量	● 査読付き論文の値を使用可能 ● 肥料が変更された場合、または新たな値が使用可能になった場合には更新	-
$M_{wp,OF,i,t}$	t-fertilizer	t 年のサンプルユニット i における有機窒素肥料施用量	● 農家または土地の所有者と協議の上でモニタリングを実施 ● 1つ以上の文書化された証拠が必要 ● 5年ごと、または検証ごとに集計	-

- その他
 - 追加性証明：本方法論を使用するプロジェクト参加者は以下を実施する
 - ◇ 規則遵守以上の活動であることの証明
 - ◇ 既存の農地管理方法の変更を妨げる制度的障壁の特定
 - ◇ プロジェクト活動が一般慣行でないことの証明
 - 不確実性：施肥に関する排出量の算定には、プロジェクト地域に最も適した排出係数を適用する方法で行われるため、予測誤差はゼロとなる。

⑥ U.S. Nitrogen Management (CAR)

- 方法論名：「Nitrogen Management Protocol, Version 2.1」（窒素管理方法論）
- 対象とする活動：以下のN₂O排出量を削減する取組
 - 農地において年間窒素施用率を削減する活動
 - 硝化抑制剤や緩効性肥料等を施用し、硝化プロセスを遅らせたり作物の窒素吸収量を増加させたりすることによって、大気中へのN₂Oの排出を削減する活動
- 方法論の適用条件
 - 作物：大麦、トウモロコシ、綿、オーツ麦、ソルガム、小麦、トマト
 - 実施場所：
 - ◇ 明確に区切られた土地であること。