

- ◇ 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。
- ◇ 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。
- ◇ 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ソルを含まないこと。
- ◇ 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。
- バウンダリ（算定対象排出源）
  - 土壌中の反応による  $N_2O$  排出
  - 溶脱、揮発、流出した窒素による  $N_2O$  排出
  - 化石燃料の使用による  $CO_2$  排出
  - 灌漑手法の変更に伴う  $CO_2 \cdot N_2O$  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  $N_2O$  リークエージ排出
- 排出量算定式
  - 排出削減量

$$ER = (PER - PE_0) - SE$$

- ◇  $ER$ ：プロジェクトによる合計排出削減量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $PER$ ：プロジェクト活動の一次効果（土壌中の反応、溶脱、揮発、流出の変化）による合計排出削減量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $PE_0$ ：プロジェクト活動の一次効果（土壌中の反応、溶脱、揮発、流出の変化）による有機炭素率の増加による排出増加量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $SE$ ：二次効果（農機や灌漑）による排出増加量 [tCO<sub>2</sub>e]
- $PER$  の算出

$$NR_{AP,S,f} = \frac{(NR_{B,S,f,avg} - NR_{P,S,f})}{NR_{B,S,f,avg}} \times 100$$

- ◇  $NR_{AP,S,f}$ ：農場  $f$  におけるベースラインからプロジェクトの合成窒素率の削減率 [%]
- ◇  $NR_{B,S,f,avg}$ ：農場  $f$  のベースライン期間から計算される、農場  $f$  の全合成肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{P,S,f}$ ：プロジェクトにおける農場  $f$  の全合成肥料の窒素率 [lb/ac]

- ◇  $NR_{AP,S,f}$ を算出し、CAR が提供する「窒素管理定量化ツール (NMQuanTool)」に入力することで、 $PER_f$ を出力する。

$$PER = \sum_f PER_f$$

- ◇  $PER$ ：プロジェクト活動の一次効果（土壌中の反応、溶脱、揮発、流出の変化）によるプロジェクト全体の合計排出削減量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $PER_f$ ：プロジェクト活動の一次効果（土壌中の反応、溶脱、揮発、流出の変化）による農場  $f$  の合計排出削減量 [tCO<sub>2</sub>e]

$$NR_{B,S,f,avg} = \frac{\sum_t NR_{B,S,f,t}}{3}$$

- ◇  $NR_{B,S,f,avg}$ ：農場  $f$  の全合成肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,S,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の合成肥料のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇ 3：ベースライン期間として含む作物年度 [lb/ac]

$$NR_{B,S,f,t} = \sum_j NR_{B,DS,j,f,t} + \sum_j NR_{B,LS,j,f,t}$$

- ◇  $NR_{B,S,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の合成肥料のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,DS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,LS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における液体合成肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]

$$NR_{B,DS,j,f,t} = MF_{B,DS,j,f,t} \times NC_{B,DS,j,t}$$

- ◇  $NR_{B,DS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $MF_{B,DS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [lb/ac]
- ◇  $NC_{B,DS,j,t}$ ：ベースライン年  $t$  における乾燥合成肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{B,LS,j,f,t} = VF_{B,LS,j,f,t} \times MF_{B,LS,j,t} \times NC_{B,LS,j,t}$$

- ◇  $NR_{B,LS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体合成肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $VF_{B,LS,j,f,t}$ ：ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体合成肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [gallon/ac]
- ◇  $MF_{B,LS,j,t}$ ：ベースライン年  $t$  における液体合成肥料  $j$  の 1 ガロン当たりの質量 [lb/gallon]

- ◇  $NC_{B,LS,j,t}$  : ベースライン年  $t$  における液体合成肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{B,O,f,avg} = \frac{\sum_t NR_{B,O,f,t}}{3}$$

- ◇  $NR_{B,O,f,avg}$  : 農場  $f$  の全有機肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,O,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の有機肥料のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇ 3 : ベースライン期間として含む作物年度 [lb/ac]

$$NR_{B,O,f,t} = \sum_j NR_{B,SO,j,f,t} + \sum_j NR_{B,LO,j,f,t}$$

- ◇  $NR_{B,O,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の有機肥料のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,SO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の固形有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,LO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]

$$NR_{B,SO,j,f,t} = MF_{B,SO,j,f,t} \times NC_{B,SO,j,t}$$

- ◇  $NR_{B,SO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の固形有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $MF_{B,SO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の固形有機肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [lb/ac]
- ◇  $NC_{B,SO,j,t}$  : ベースライン年  $t$  における固形有機肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{B,LO,j,f,t} = VF_{B,LO,j,f,t} \times MF_{B,LO,j,f,t} \times NC_{B,LO,j,t}$$

- ◇  $NR_{B,LO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $VF_{B,LO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [gallon/ac]
- ◇  $MF_{B,LO,j,f,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の 1 ガロン当たりの質量 [lb/gallon]
- ◇  $NC_{B,LO,j,t}$  : ベースライン年  $t$  における農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{P,S,f} = \sum_j NR_{P,DS,j,f} + \sum_j NR_{P,LS,j,f} + NR_{\delta S,f} + NR_{ps,f}$$

- ◇  $NR_{P,S,f}$  : プロジェクトにおける農場  $f$  の全合成肥料の窒素率 [lb/ac]

- ◇  $NR_{P,DS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{P,LS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体合成肥料  $j$  の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{\delta S,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  のベースライン期間と、クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年との合成肥料の窒素率の変化量 [lb/ac]
- ◇  $NR_{ps,f}$ : 生産体制の変化による合成肥料の窒素率の増分 [lb/ac]

$$NR_{P,DS,j,f} = MF_{P,DS,j,f} \times NC_{P,DS,j}$$

- ◇  $NR_{P,DS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $MF_{P,DS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の乾燥合成肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [lb/ac]
- ◇  $NC_{P,DS,j}$ : プロジェクトにおける乾燥合成肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{P,LS,j,f} = VF_{P,LS,j,f} \times MF_{P,LS,j} \times NC_{P,LS,j}$$

- ◇  $NR_{P,LS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体合成肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $VF_{P,LS,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体合成肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [gallon/ac]
- ◇  $MF_{P,LS,j}$ : プロジェクトにおける液体合成肥料  $j$  の 1 ガロン当たりの質量 [lb/gallon]
- ◇  $NC_{P,LS,j}$ : プロジェクトにおける液体合成肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{\delta S,f} = NR_{pcy,S,f} - NR_{B,S,f,avg}$$

- ◇  $NR_{\delta S,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  のベースライン期間と、クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年との合成肥料の窒素率の変化量 [lb/ac]
- ◇  $NR_{pcy,S,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の全合成窒素肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,S,f,avg}$ : 農場  $f$  の全合成肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]

$$NR_{pcy,S,f} = \sum_j NR_{pcy,DS,j,f} + \sum_j NR_{pcy,LS,j,f}$$

- ◇  $NR_{pcy,S,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の全合成窒素肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{pcy,DS,j,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の乾燥合成肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{pcy,LS,j,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の液体合成肥料の窒素率 [lb/ac]

$$NR_{ps,f} = \left(1 - \frac{y_{norm_{t0}}}{y_{min}}\right) \times NR_{P,S,f}$$

- ◇  $NR_{ps,f}$ ：生産体制の変化によるプロジェクト外での合成肥料の窒素率の増分（リーケージ）[lb/ac]
- ◇  $y_{norm_{t0}}$ ：プロジェクトにおける  $t$  年の農場  $f$  の正規化された収量 [yield/ac]
- ◇  $y_{min}$ ：農場  $f$  の正規化された収量が過去の平均よりも優位に低いとみなされる閾値となる最小の収量 [yield/ac]
- ◇  $NR_{P,S,f}$ ：プロジェクトにおける農場  $f$  の全合成肥料の窒素率 [lb/ac]

$$y_{norm_t} = \frac{Y_{P,f,t}}{Y_{Co,t}}$$

- ◇  $y_{norm_{t0}}$ ：プロジェクトにおける  $t$  年の農場  $f$  の正規化された収量 [yield/ac]
- ◇  $Y_{P,f,t}$ ：プロジェクトにおける  $t$  年の農場  $f$  の収量 [yield/ac]
- ◇  $Y_{Co,t}$ ： $t$  年の農場  $f$  の収量の郡の平均 [yield/ac]

$$y_{min} = y_{norm_{t,avg}} - (2.92 \times s)$$

$$s = stdev(y_{norm_{t1}}, y_{norm_{t2}}, y_{norm_{t3}})$$

$$y_{norm_{t,avg}} = average(y_{norm_{t1}}, y_{norm_{t2}}, y_{norm_{t3}})$$

※ $y_{norm_{t0}}$  が  $y_{min}$  よりも小さいとき、リーケージが生じているとみなされる。

➤  $PE_O$  の算出

$$PE_O = \sum_f (N_2O_{O,Dir,f} + N_2O_{O,LVRO,f})$$

- ◇  $PE_O$ ：プロジェクト活動の一次効果（土壌中の反応、溶脱、揮発、流出の変化）による有機炭素率の増加による排出増加量 [tCO<sub>2</sub>e/ac]
- ◇  $N_2O_{O,Dir,f}$ ：農場  $f$  に施用される有機態窒素の増加による直接 N<sub>2</sub>O 排出量 [tCO<sub>2</sub>e/ac]
- ◇  $N_2O_{O,LVRO,f}$ ：農場  $f$  に施用される有機態窒素の増加による溶脱、揮発、流出による N<sub>2</sub>O 排出量 [tCO<sub>2</sub>e/ac]

◇ 北部中央地域のトウモロコシの場合：

$$N_2O_{O,Dir,f} = \frac{EF_{NCR} \times \frac{44}{28} \times GWP}{2204.62}$$

$$EF_{NCR} = 0.67 \times [e^{(0.0067 \times NR_{\Delta O,f})} - 1]$$

- ◇  $N_2O_{0,Dir,f}$ ：農場  $f$  に施用される有機態窒素の増加による直接  $N_2O$  排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $EF_{NCR}$ ：北部中央地域のトウモロコシ栽培に対する調整後排出係数 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $GWP$ ： $N_2O$  の地球温暖化係数
- ◇ 2204.62：lbCO<sub>2</sub> から tCO<sub>2</sub> への変換係数
- ◇  $NR_{\Delta O,f}$ ：農場  $f$  における有機窒素の増加量 [lb/ac]

- ◇ 北部中央地域のトウモロコシ以外の場合：

$$N_2O_{0,Dir,f} = \frac{0.01 \times NR_{\Delta O,f} \times \frac{44}{28} \times GWP}{2204.62}$$

- ◇  $N_2O_{0,Dir,f}$ ：農場  $f$  に施用される有機態窒素の増加による直接  $N_2O$  排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇ 0.01：有機窒素からの  $N_2O$  の排出の排出係数（IPCC デフォルト値）
- ◇  $NR_{\Delta O,f}$ ：農場  $f$  における有機窒素の増加量 [lb/ac]
- ◇  $GWP$ ： $N_2O$  の地球温暖化係数
- ◇ 2204.62：lbCO<sub>2</sub> から tCO<sub>2</sub> への変換係数

$$N_2O_{0,LVRO,f} = \frac{[(NR_{\Delta O,f} \times 0.20 \times 0.01) + (NR_{\Delta O,f} \times Frac_{LEACH} \times 0.0075)] \times \frac{44}{28} \times GWP}{2204.62}$$

- ◇  $N_2O_{0,LVRO,f}$ ：農場  $f$  に施用される有機態窒素の増加による溶脱、揮発、流出による  $N_2O$  排出量 [tCO<sub>2</sub>e/ac]
- ◇  $NR_{\Delta O,f}$ ：農場  $f$  における有機窒素の増加量 [lb/ac]
- ◇ 0.20：有機窒素肥料から  $NH_3$  または  $NO_x$  として揮発する割合（IPCC デフォルト値）
- ◇ 0.01：揮発態窒素の土壌や水面への大気沈着による  $N_2O$  排出係数（IPCC デフォルト値）
- ◇  $Frac_{LEACH}$ ：有機態窒素のうち、溶脱や流出によって失われる割合
- ◇ 0.0075：窒素の溶脱及び流出による  $N_2O$  排出係数（IPCC デフォルト値）

$$NR_{\Delta O,f} = NR_{P,O,f} - NR_{B,O,f,avg}$$

- ◇  $NR_{\Delta O,f}$ ：農場  $f$  における有機窒素の増加量 [lb/ac]
- ◇  $NR_{P,O,f}$ ：プロジェクトにおける農場  $f$  の全有機肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,O,f,avg}$ ：農場  $f$  の全有機肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]

$$NR_{P,O,f} = \sum_j NR_{P,SO,j,f} + \sum_j NR_{P,LO,j,f} + NR_{\delta O,f}$$

- ◇  $NR_{P,O,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の全有機肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{P,SO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の固形有機肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{P,LO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体有機肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{\delta O,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  のベースライン期間と、クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年との有機肥料の窒素率の変化量 [lb/ac]

$$NR_{P,SO,j,f} = MF_{P,SO,j,f} \times NC_{P,SO,j}$$

- ◇  $NR_{P,SO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の固形有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $MF_{P,SO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の固形有機窒素肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [lb/ac]
- ◇  $NC_{P,SO,j}$ : プロジェクトにおける固形有機肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{P,LO,j,f} = VF_{P,LO,j,f} \times MF_{P,LO,j,f} \times NC_{P,LO,j}$$

- ◇  $NR_{P,LO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  のベースライン窒素率 [lb/ac]
- ◇  $VF_{P,LO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の 1 エーカー当たりの施用量 [gallon/ac]
- ◇  $MF_{P,LO,j,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の 1 ガロン当たりの質量 [lb/gallon]
- ◇  $NC_{P,LO,j}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  の液体有機肥料  $j$  の窒素含有率

$$NR_{\delta O,f} = NR_{pcy,O,f} - NR_{B,O,f,avg}$$

- ◇  $NR_{\delta O,f}$ : プロジェクトにおける農場  $f$  のベースライン期間と、クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年との有機肥料の窒素率の変化量 [lb/ac]
- ◇  $NR_{pcy,O,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の全有機窒素肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{B,O,f,avg}$ : 農場  $f$  の全有機肥料の平均ベースライン窒素率 [lb/ac]

$$NR_{pcy,O,f} = \sum_j NR_{pcy,SO,j,f} + \sum_j NR_{pcy,LO,j,f}$$

- ◇  $NR_{pcy,O,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の全有機窒素肥料の窒素率 [lb/ac]
- ◇  $NR_{pcy,SO,j,f}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の固形有機肥料の窒素率 [lb/ac]



◇  $NR_{pcy,LO,jf}$ : クレジットを獲得していないプロジェクト以前の栽培年の液体有機肥料の窒素率 [lb/ac]

➤ SE の算出

$$SE = \sum_f (SE_{EL,f} + SE_{FF,f})$$

◇  $SE$ : 二次効果（農機や灌漑）による排出増加量 [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $SE_{EL,f}$ : ベースライン期間と比較した、プロジェクトでの電力使用量増加による GHG 排出量 [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $SE_{FF,f}$ : ベースライン期間と比較した、プロジェクトでの化石燃料使用量増加による GHG 排出量 [tCO<sub>2</sub>e]

● 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 |
|------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------------|-----|
| $NR_{P,S,f}$                 | lb/ac     | 年間合成窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{P,O,f}$                 | lb/ac     | 年間有機窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,S,f,av}$<br><i>g</i>  | lb/ac     | ベースライン平均合成窒素施用率            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,O,f,av}$<br><i>vg</i> | lb/ac     | ベースライン平均有機窒素施用率            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,S,f,t}$               | lb/ac     | ベースライン年間合成窒素施用率            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,O,f,t}$               | lb/ac     | ベースライン年間有機窒素施用率            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,DS,jf}$               | lb/ac     | 乾燥合成肥料によるベースライン年間窒素施用率     | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,LS,jf}$               | lb/ac     | 液体合成肥料によるベースライン年間窒素施用率     | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $VF_{B,LS,jf}$<br><i>t</i>   | gallon/ac | ベースラインの液体合成肥料の施用量          | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{B,LS,j}$<br><i>t</i>    | lb/gallon | ベースラインの液体合成肥料の 1 ガロン当たりの質量 | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{B,LS,j,t}$              | -         | ベースラインの液体合成肥料の窒素含有量        | ● 農家が記録、または製品の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録 | -   |
| $NR_{B,O,f,t}$               | lb/ac     | ベースラインの年間有機肥料による窒素施用率      | ● 1 度だけ農家が記録                                | -   |
| $NR_{B,SO,jf}$<br><i>,t</i>  | lb/ac     | ベースラインの固形有機肥料による窒素施用率      | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{B,LO,j}$<br><i>f,t</i>  | lb/ac     | ベースラインの液体有機肥料による窒素施用率      | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{B,SO,j}$<br><i>f,t</i>  | lb/ac     | ベースラインの固形有機肥料の施用量          | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{B,SO,j}$                | -         | ベースラインの固形有機肥料              | ● 農家が記録、または製品                               | -   |



| パラ<br>メータ              | 単位        | 項目名                                    | 測定方法・測定頻度                                   | その他 |
|------------------------|-----------|----------------------------------------|---------------------------------------------|-----|
| $t$                    |           | の窒素含有量                                 | の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録              |     |
| $VF_{B,LO,jf}$<br>$,t$ | gallon/ac | ベースラインの液体有機肥料の施用量                      | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{B,LO,j}$<br>$f,t$ | lb/gallon | ベースラインの液体有機肥料の1ガロン当たりの質量               | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{B,LO,j}$<br>$t$   | -         | ベースラインの液体有機肥料の窒素含有量                    | ● 農家が記録、または製品の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録 | -   |
| $NR_{P,DS,jf}$         | lb/ac     | プロジェクトの乾燥合成肥料による窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{P,LS,jf}$         | lb/ac     | プロジェクトの液体合成肥料による窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{\delta,jf}$       | lb/ac     | ベースラインとプロジェクト以前の年の合成肥料による窒素率の変化量       | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{ps,jf}$           | lb/ac     | プロジェクトバウンダリ外への生産シフトに伴う合成肥料による窒素施用率の増加量 | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{P,DS,j}$<br>$f$   | lb/ac     | プロジェクトの乾燥合成肥料の施用量                      | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{P,DS,j}$          | -         | プロジェクトの乾燥合成肥料の窒素含有量                    | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $VF_{P,LS,jf}$         | gallon/ac | プロジェクトの液体合成肥料の施用量                      | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{P,LS,j}$          | lb/gallon | プロジェクトの液体合成肥料の1ガロン当たりの質量               | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{P,LS,j}$          | -         | プロジェクトの液体合成肥料の窒素含有量                    | ● 農家が記録、または製品の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録 | -   |
| $NR_{pcy,S,jf}$        | lb/ac     | プロジェクト以前の年の合成肥料による窒素率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{pcy,DS,jf}$       | lb/ac     | プロジェクト以前の年の乾燥合成肥料による窒素率                | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{pcy,LS,jf}$       | lb/ac     | プロジェクト以前の年の液体合成肥料による窒素率                | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $Y_{P,f,t}$            | yield/ac  | プロジェクトにおける収量                           | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{\Delta O,jf}$     | lb/ac     | 有機窒素施用率の増加量                            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{P,SO,jf}$         | lb/ac     | プロジェクトの固形有機肥料による窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{P,LO,jf}$         | lb/ac     | プロジェクトの液体有機肥料による窒素施用率                  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{\delta O,jf}$     | lb/ac     | ベースラインとプロジェクト以前の年の有機肥料による窒素            | ● 毎年農家が記録                                   | -   |

| パラ<br>メータ         | 単位        | 項目名                      | 測定方法・測定頻度                                   | その他 |
|-------------------|-----------|--------------------------|---------------------------------------------|-----|
|                   |           | 素率の変化量                   |                                             |     |
| $MF_{P,SO,j,f}$   | lb/ac     | プロジェクトの固形有機肥料の施用量        | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{P,SO,j}$     | -         | プロジェクトの固形有機肥料の窒素含有量      | ● 農家が記録、または製品の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録 | -   |
| $VF_{P,LO,j,f}$   | gallon/ac | プロジェクトの液体有機肥料の施用量        | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $MF_{P,LO,j,f}$   | lb/gallon | プロジェクトの液体有機肥料の1ガロン当たりの質量 | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NC_{P,LO,j}$     | -         | プロジェクトの液体有機肥料の窒素含有量      | ● 農家が記録、または製品の仕様、研究施設での測定<br>● 変わらない限りは毎年記録 | -   |
| $NR_{pcy,O,f}$    | lb/ac     | プロジェクト以前の年の有機肥料による窒素率    | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{pcy,SO,j,f}$ | lb/ac     | プロジェクト以前の年の固形有機肥料による窒素率  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |
| $NR_{pcy,LO,j,f}$ | lb/ac     | プロジェクト以前の年の液体有機肥料による窒素率  | ● 毎年農家が記録                                   | -   |

➤ その他のモニタリング項目

- ◇ 追加性証明のために必要なパラメータ：窒素利用効率、年間収量、全ての肥料による年間合計窒素施用率、ベースライン期間における合計窒素施用率
- ◇ 施業に係る記録：土地の固有番号、州、郡、作物、土地の面積、灌漑の有無、効率改善肥料の有無等
- ◇ 電力・化石燃料由来の排出量の算定に関するパラメータ：電力消費量、化石燃料使用量等

● その他

➤ 追加性証明：

- ◇ 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

- 不確実性：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<sub>2</sub>O の直接排出量に関する不確実性は米国の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。

## (5) バイオ炭の施用による炭素貯留

バイオ炭の施用技術に関する方法論について、本調査での調査対象は1件のため、方法論間の比較分析は行わない。

### 1) 各方法論の内容

#### ① VM0044 (VCS)

- 方法論名：「Methodology for Biochar Utilization in Soil and Non-soil Applications, Version 1.1」（土壌・非土壌へのバイオ炭の施用に関する方法論）
- 対象とする活動：廃棄物バイオマスのバイオ炭としての有効利用を対象としている。ベースラインは従来の廃棄物バイオマスの利用であり、プロジェクトは以下3つの活動から構成される。
  - 廃棄物バイオマスの調達
  - バイオ炭の生産
  - 土壌・非土壌へのバイオ炭の施用
- 方法論の適用条件
  - 技術的な要件
    - ✧ 適格な廃棄物バイオマスから、熱分解、ガス化、バイオマスボイラーのような熱化学プロセスによってバイオ炭が生産され、その後最終利用（土壌もしくは非土壌への施用）されること。トレフアクションや過熱蒸気式炭化によるバイオ炭生産は、本方法論の適用対象外。
    - ✧ バイオ炭生産のための低技術もしくは高技術の生産設備を使用すること。
    - ✧ バイオ炭生産事業者は空気中の汚染物質やその他の危険から作業者を保護する健康・安全プログラムを有していなければならない。
  - 適格な原料とバイオ炭生産の要件
    - ✧ バイオ炭の原料は以下すべてを満たさなければならない：
      - 生物由来の廃棄物バイオマスであり、目的に応じて生産されるバイオマスではない。
      - プロジェクト活動がなかった場合にはエネルギー生産以外の目的で腐敗したり燃焼させるものである。
      - 輸入品ではない。
      - 原料ごとの持続可能性要件（詳細は方法論に提示）を満たす。
    - ✧ 適格な原料（単一もしくは複数）から生産されるバイオ炭は、最新版の「IBI バイオ炭テストガイドライン」もしくは「EBC 生産ガイドライン」に準拠しなければならない。
    - ✧ 鉄道以外の船舶、ボート、車両による原料及びバイオ炭の輸送距離は200km以内とする。鉄道は200km以上の輸送を可とする。
    - ✧ 石灰、岩石鉱物、灰などの鉱物添加物の添加は、バイオ炭乾重量の10%

以内とする。10%を超える場合には、「IBI バイオ炭テストガイドライン」もしくは「EBC 生産ガイドライン」における有機・無機含有物の閾値を満たしていることを示す臨床試験結果を提出する。

- ◇ 廃棄物バイオマスの持続可能性基準を満たしていることは、RSB や ISCC といったバイオマス持続可能性認証スキーム、その他 EU や CORSIA や各国政府が承認する認証スキームにより証明しうる。

➤ バイオ炭の適格な施用に関する基準

- ◇ バイオ炭を生産から 1 年以内に使用すること。バイオ炭の自然減衰及び永続性は 100 年間で計算される。

- ◇ バイオ炭は湿地以外の土地の土壌改良剤として利用できる。的確な土地は、農地、草地、植栽された都市土壌、森林である。バイオ炭は地表もしくは地下への施用が認められる。地表への施用の場合、バイオ炭は、コンポスト、家畜排せつ物もしくは嫌気性消化からの硝化物当の他物質と混合して施用されなければならない。地下施用の場合、単一での施用も他物質と混合しての施用も可とする。土壌施用の場合、バイオ炭は以下を満たす必要がある：

- 不要な重金属や有機汚染物質が土壌に入るリスクの回避のため、バイオ炭原料基準を遵守する。プロジェクト実施者は「IBI バイオ炭テストガイドライン」もしくは「EBC 生産ガイドライン」、もしくは土壌汚染回避に関する国の法律に従わなければならない。
- バイオ炭の水素と有機炭素のモル比が 0.7 以下であること。

- ◇ バイオ炭は、土壌以外にも、長期の貯留が可能なセメント、アスファルト等への施用も可とする。方法論で定義されるハイテク生産施設で生産されたバイオ炭のみ、非土壌への施用が可能である。

- ◇ プロジェクト実施者は、バイオ炭及び最終製品が長寿命であることを、腐敗速度分析等に関する臨床試験、査読付き論文、その他の第三者による製品評価等によって証明しなければならない。同製品は、国や国際的な製品品質基準/仕様に適合していなければならない。

➤ 方法論適用不可となる条件

- ◇ バイオ炭がエネルギー目的で利用される、燃料として燃焼される、バイオ炭が長寿命で炭素貯留源であることが証明できない状態で土壌・非土壌施用される場合は、方法論適用不可。

- ◇ 一定量のバイオ炭が酸化する用途（製鉄における還元剤としての燃焼・使用、活性炭への加工、化石燃料を大量に使用する他用途／等）に使用してはならない。

- ◇ 炭素（乾重量）の 50%以上が失われるような非土壌への施用は認められない。

- バウンダリ（算定対象排出源）

- ベースライン：原料輸送に伴う CO<sub>2</sub> 排出
- プロジェクト：熱分解、熱化学変換（ローテクシステム）における CH<sub>4</sub> 排出
- プロジェクト：適格な熱化学プロセスにおける電力・化石燃料消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出
- プロジェクト：バイオ炭の輸送に伴う CO<sub>2</sub> 排出
- プロジェクト：原料の前処理（粉砕・乾燥等）に伴う CO<sub>2</sub> 排出
- プロジェクト：バイオ炭施用（最終利用のためのバイオ炭の準備等）における CO<sub>2</sub> 排出

● 排出量算定式

- 排出削減量

$$ER_y = ER_{SS,y} + ER_{PS,y} - PE_{AS,y} - LE_y$$

- ◇  $ER_y$ ：y 年の純排出削減・吸収量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $ER_{SS,y}$ ：y 年の原料調達段階における排出削減量[tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $ER_{PS,y}$ ：y 年の生産段階における吸収量[tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $PE_{AS,y}$ ：y 年の施用段階における排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $LE_y$ ：y 年のリーケージ排出量 [tCO<sub>2</sub>e]

- 原料調達段階の排出削減量

$$ER_{SS,y} = BE_{SS,y} - PE_{SS,y}$$

- ◇  $BE_{SS,y}$ ：y 年の原料調達段階のベースライン排出量、ゼロとみなす [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $PE_{SS,y}$ ：y 年の原料調達段階のプロジェクト排出量、保守的にゼロとみなす [tCO<sub>2</sub>e]

- 生産段階の排出削減量

$$ER_{PS,y} = \sum_t \left( \left( \sum_k CC_{t,k,y} \times \frac{44}{12} \right) - \left( \sum_p PE_{PS,t,p,y} \right) \right)$$

- ◇  $CC_{t,k,y}$ ：y 年、施用タイプ k、バイオ炭タイプ t における有機炭素含有量（乾重量） [tonne]
- ◇  $PE_{PS,t,p,y}$ ：y 年、生産設備 p、バイオ炭タイプ t の生産段階におけるプロジェクト排出量[tCO<sub>2</sub>e]

<ハイテク生産設備の場合>

$$CC_{t,k,y} = \sum_p (M_{t,k,p,y} \times F_{Cp,t,p} \times PR_{de,k})$$

$$PE_{PS,p,y} = (P_{ED,p,y} + P_{EP,p,y} + P_{EC,p,y}) \times \frac{\sum_t \sum_k M_{t,k,p,y}}{M_{p,y}}$$

$$P_{ED,p,y} = P_{EDE,p,y} + P_{EDF,p,y}$$

$$P_{EP,p,y} = 0$$

$$P_{EC,p,y} = P_{ECE,p,y} + P_{ECF,p,y}$$

- ◇  $M_{t,k,p,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$ 、生産設備  $p$ 、バイオ炭タイプ  $t$  のバイオ炭の乾重量 [tonne]
- ◇  $F_{Cp,t,p}$  : 生産設備  $p$  で生産されるバイオ炭タイプ  $t$  の有機炭素含有率（乾重ベース）。ハイテク設備については、この値はバイオ炭の臨床試験により導出される。ローテク設備の場合には臨床試験による導出の他、方法論に示されたデフォルト値も適用可能。
- ◇  $PR_{de,k}$  : 施用タイプ  $k$  でのバイオ炭の減衰による永続性調整係数。土壌施用の場合のデフォルト値は、①高温熱分解及びガス化（600℃以上）：0.89、中温熱分解（450～600℃）：0.80、低温（350～400℃）：0.65
- ◇  $P_{ED,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の廃棄物バイオマスの前処理に係る排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $P_{EP,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の廃棄物バイオマスの転換に係る排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $P_{EC,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  での熱分解のための補助エネルギー利用による排出量 [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $M_{p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  のバイオ炭の乾重量 [tonne]
- ◇  $P_{EDE,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の廃棄物バイオマスの前処理での系統電力消費に係る排出量（CDM ツール 05 を用いて計算される） [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $P_{EDF,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の廃棄物バイオマスの前処理での化石燃料消費に係る排出量（CDM ツール 03 を用いて計算される） [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $P_{ECE,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の反応装置起動時の系統電力消費に係る排出量（CDM ツール 05 を用いて計算される） [tCO<sub>2</sub>e]
- ◇  $P_{ECF,p,y}$  :  $y$  年、生産設備  $p$  の反応装置起動時の化石燃料消費に係る排出量（CDM ツール 03 を用いて計算される） [tCO<sub>2</sub>e]

<ローテク生産設備の場合>

$$P_{EP,p,y} = \sum_k \sum_t (F_e \times GWP_{CH4} \times M_{t,k,p,y})$$

(他式はハイテクの場合と同様)

- ◇  $F_e$  :  $y$  年のバイオ炭生産 1t に係る CH<sub>4</sub> 排出量。デフォルト値は、①高温熱分解及びガス化（600℃以上）：0.89、中温熱分解（450～600℃）：0.80、低温（350～400℃）：0.65、その他：0.049
- ◇  $GWP_{CH4}$  : CH<sub>4</sub> の地球温暖化係数

◇  $M_{t,k,p,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$ 、生産設備  $p$ 、バイオ炭タイプ  $t$  のバイオ炭の乾重量 [tonne]

➤ 施用段階の排出量

$$PE_{AS,y} = \sum_k \sum_t (E_{P,t,k,y} + E_{ap,t,k,y})$$

$$E_{P,k,y} = P_{EPE,k,y} + P_{EPF,k,y}$$

◇  $E_{P,t,k,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$ 、バイオ炭タイプ  $t$  のバイオ炭加工に係る排出量 [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $E_{ap,t,k,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$ 、バイオ炭タイプ  $t$  のバイオ炭使用に係る排出量、ゼロとみなす [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $E_{P,k,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$  のバイオ炭加工に係る排出量 [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $P_{EPE,k,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$  のバイオ炭加工時の系統電力消費に係る排出量 (CDM ツール 05 を用いて計算される) [tCO<sub>2</sub>e]

◇  $P_{EPF,k,y}$  :  $y$  年、施用タイプ  $k$  のバイオ炭加工時の化石燃料消費に係る排出量 (CDM ツール 03 を用いて計算される) [tCO<sub>2</sub>e]

● 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                         |
|---------------|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| $M_{t,k,p,y}$ | tonne | $y$ 年、施用タイプ $k$ 、生産設備 $p$ 、バイオ炭タイプ $t$ のバイオ炭の乾重量 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 現地での測定</li> <li>● 重量測定機器による測定のうえ湿重量を乾重量に換算</li> <li>● 継続的に測定し、少なくとも毎月記録</li> <li>● 重量測定機器は3年以内おきにキャリブレーションする</li> </ul>                             | バイオ炭の量は購入時の領収書や請求書等でダブルチェック |
| $F_{Cp,t,p}$  | (%)   | 生産設備 $p$ で生産されるバイオ炭タイプ $t$ の有機炭素含有率              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 臨床試験により測定・導出</li> <li>● 臨床試験方法は「IBI バイオ炭テストガイドライン」又は「EBC 生産ガイドライン」等に従う</li> <li>● 毎年、もしくは原料が変わった時、もしくは熱化学的生産のパラメータが変わった時、のいずれか最も高い頻度にて実施</li> </ul> | ローテク設備の場合はデフォルト値も活用可能       |
| $T_{prod}$    | ℃     | 熱分解中の平均温度                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオ炭生産時の記録を使用</li> <li>● 継続的に測定し年平均値を採用</li> <li>● 温度測定機器のキャリブレーション頻度は製品仕様に従う</li> </ul>                                                            | 機器ごとの永続性調整係数の選択時に使用         |
| $H:C_{org}$   | -     | 水素と有機炭素の割合                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 臨床試験により測定・導出、方法は IBI バイオ炭テストガイドラインに従う</li> <li>● 生産設備での生産単位ごとに測定</li> </ul>                                                                         | 0.7 以下であることが必要              |
| $WS_p$        | (%)   | 生産設備 $p$ でのバ                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備内での排熱消費に関する現地</li> </ul>                                                                                                                          | ハイテク                        |



| パラメータ | 単位 | 項目名             | 測定方法・測定頻度       | その他         |
|-------|----|-----------------|-----------------|-------------|
|       |    | イオ炭生産に係る総廃熱量の割合 | 測定データ<br>● 毎年測定 | 設備か否かの判断に使用 |

● その他

- 追加性証明：以下に示す2つのステップで追加性を証明することが必要。
  - ✧ Step 1：法規則を超えること（法規則における最低要件を超える活動であることを証明）
  - ✧ Step 2：ポジティブリスト（方法論 Appendix 1 に示されるポジティブリストを満たしていることを証明する）
- リークエージ：以下4つのリークエージ排出量を計上しなければならない。
  - ✧  $LE_{as,y}$ ：活動移転によるリークエージ排出量、廃棄物由来バイオマスのみを使用するためゼロとみなす
  - ✧  $LE_{bd,y}$ ：バイオマス転用によるリークエージ排出量、廃棄物由来バイオマスのみを使用するため無視できるものとみなす
  - ✧  $LE_{ts,y}$ ：原料調達地からバイオマス生産施設までの廃棄物バイオマス輸送に係るリークエージ排出量。CDM ツール 16 に従い輸送距離が 200km を超える場合のみ、CDM ツール 12 を用いて算定する
  - ✧  $LE_{tap,y}$ ：バイオマス生産施設から最終利用地までのバイオ炭輸送に係るリークエージ排出量。CDM ツール 16 に従い輸送距離が 200km を超える場合のみ、CDM ツール 12 を用いて算定する
- 不確実性：方法論における言及はなし
- 非永続性への対処：バイオ炭施用後の炭素の喪失に係る非永続性リスクとして以下2点が存在するが、反転リスクは無視できる程度とみなす。
  - ✧ 自然リスク：自然災害等による炭素の喪失リスクがある。このうち最もリスクが高いのは火災である。地中へのバイオ炭施用ではその影響を受けづらい。地表へのバイオ炭施用では他物質と混合することにより喪失リスクを低減できることから、適格性要件でこれを定めることでリスクに対応している。
  - ✧ 非自然リスク：
    - 社会リスク（プロジェクト活動が地域住民に受け入れられない可能性等）：当該リスクは極めて低い。プロジェクトが廃棄物バイオマスのみを使用しており、原料が競合せず、地域住民にとっては新たな収入源になるためである。
    - プロジェクト管理・財務リスク：プロジェクト実施者の倒産等に関わらずバイオ炭は貯留効果を発揮し続けるため、当該リスクは最小限である。

## 1.2 農業分野の炭素クレジット量算定に関する新技術開発に取り組む国内外の企業動向

農業分野の炭素クレジット創出に向け、GHG 排出削減量算定に際しとくに課題となっているのは、土壌炭素貯留量の計測である。有機肥料の投入や不耕起栽培等による土壌中の炭素貯留効果のクレジット化に注目が集まる中、その効果の想定方法として現状で主流の「乾式燃焼法」は、畑を歩き回って各所の土壌サンプルを取得し、研究室に持ち帰って燃焼させて炭素量を測定するため手間も時間もかかる。これに対しスタートアップ等が技術開発に着手している。リモートセンシング技術の活用による測定を試みるケースが多いが、現状では方法論は確立されていない。

下表に、こうした新技術開発に取り組む国内外企業の例を示す。

表 35 農業分野の炭素クレジット量算定に関する新技術開発に取り組む国内外の企業動向

| 民間事業体名            | 取組概要                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 伊藤忠テクノソリューションズ(株) | <ul style="list-style-type: none"> <li>新潟県をフィールドに、農地における GHG 放出量の正確な測定やデータの可視化に関する実証実験を 2023 年 6 月に開始、新潟大学との共同研究</li> </ul>                                                                                                                                                            |
| サグリ(株)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星データを活用してアジアやアフリカの新興国で農業支援（デジタルツールの活用等による農作業の効率化や農家の収益力向上に向けた営農指導）をするスタートアップ企業</li> <li>自社衛星データを活用した精度の高いモニタリングデータを活用することでクレジットの信頼性を高めるという取組を通じて炭素クレ市場に参入</li> </ul>                                                                           |
| (株) Life Lab      | <ul style="list-style-type: none"> <li>日本企業。農業ビジネス（生産者支援、農業研究協力、農業テクノロジー開発、オフセットサービス）を実施。</li> <li>農業分野に特化した独自のクレジット発行・運用スキームとして「アス・カーボンオフセット事業」を立ち上げ、Jクレ方法論等を改善した 2 件（水田 CH<sub>4</sub>、農地管理改善による土壌炭素貯留）の方法論を独自に提供。2 件のプロジェクトを国内で実施し参画企業を募集</li> <li>リモートセンシングによるモニタリングが特徴</li> </ul> |
| Yard Stick        | <ul style="list-style-type: none"> <li>米国カリフォルニア州拠点のスタートアップ。土壌炭素貯留量の測定に資する技術として、対象物が透過・反射・吸収する光をエネルギー（波長）ごとに分けて成分を分析する「分光法」を活用して土壌炭素の特性を調べられるプローブ（測定対象に挿す針）を開発。光ファイバーとサファイアレンズで作られたプローブが土壌内で回転しながらデータを記録し、その場で分析結果を出せるのが特徴</li> </ul>                                                  |
| Perennial         | <ul style="list-style-type: none"> <li>米国コロラド州拠点のスタートアップ。土壌炭素貯留量の測定に資する技術として、地球から放たれるさまざまな波長帯を持つ反射光を衛星写真で記録し、土壌中の二酸化炭素を測定する仕組みを開発</li> </ul>                                                                                                                                           |
| RegrowAg          | <ul style="list-style-type: none"> <li>炭素貯留量の判定を支援するベンダー。炭素貯留量の MRV を支援するツール「FluroSense」を提供。有料会員企業には Cargill、Bayer、食品大手のジェネラルミルズ等がいる</li> <li>農家が登録した農地情報と営農データ、衛星によるリモセンデータ、AI と統計、DNDC モデル（土壌中の炭素循環推定モデル、欧米や中国等で活用されている）を活用して炭素貯留量を測定。炭素貯留の継続性は衛星による農地の追跡機能で担保</li> </ul>            |
| Cloud Agronomics  | <ul style="list-style-type: none"> <li>リモセンで取得したハイパースペクトル画像と AI を活用した炭素貯留量</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |

| 民間事業体名               | 取組概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <p>測定を行うベンダー。測定精度が高く、保険会社等に向けてビジネスを展開</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌サンプルとハイパースペクトル画像をもとに予測モデルを構築し炭素貯留量を測定。土壌サンプルは農家が一度採取するのみ、年2回（作付け前・収穫後）にハイパースペクトルカメラを搭載した飛行機で農地上空から撮影しデータをクラウドに収集</li> </ul>                                                                                         |
| Regen Network        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 米国のスタートアップ。CIX と同様に衛星による炭素貯留現場の状況を把握する機能を持ち、公開ブロックチェーン上でトークン取引ができるプラットフォームを提供</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| Fairventures Digital | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドイツ拠点、2021 年設立</li> <li>・ 独自の樹木モニタリング技術や衛星技術を用い、小規模農家の植林事業をベースとする CDR クレジットを提供。同社の CDR クレジットには現在、Verra や GS の認証から外れた新たな方法論が用いられ、炭素市場関連企業のカーボン・スタンダード・インターナショナルやカーボンフューチャーと協力の上、持続性を考慮した新たな認証規格を開発している。また、建材やバイオ炭による長期の炭素貯蔵事業も実施。現在の主な顧客はスイスなど欧州の中堅企業</li> </ul> |

（出所）各社ウェブサイト等の情報に基づき作成

### 1.3 炭素クレジット制度ごとの農業分野に関するルールの比較

1.1 では既存方法論の情報収集・整理を通じて農業分野のプロジェクトに関する技術的な分析を行ったが、炭素クレジットを創出する各制度（VCS 等）は、より上位の位置づけで、制度運営のためのルール文書を定めている。こうしたルール文書において分野特有のルールを規定している場合があることから、主要な海外制度を対象に、ルール文書における農業分野に関連する規定の分析を行った。

調査対象は、ボランタリークレジットを創出する制度のうち、1.1 でも分析対象として方法論を取り上げた VCS、Gold Standard、CAR とした。

#### （1）VCS（Verified Carbon Standard）

VCS における関連ルール文書は、以下の通りである。この他にも多くのガイダンス文書が提供されている。

表 36 主な VCS ルール文書

| 文書名                                                                              | 概要                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Program Guide v4.4（2023 年）                                                       | VCS の仕組み全体の解説                           |
| VCS Standard v4.5（2023 年）                                                        | VCS プロジェクトの組成・実施に関する全体要件                |
| Methodology Requirements v4.4（2023 年）                                            | 方法論開発のための要件                             |
| Program Definitions v4.4（2023 年）                                                 | 用語の定義等                                  |
| AFOLU Non-Permanence Risk Tool v4.2（2023 年）                                      | AFOLU プロジェクトにおける非永続性対処のためのバッファ率を決定するツール |
| AFOLU Guidance: Example for GHG Credit Accounting Following a Loss Event（2011 年） | AFOLU プロジェクトで反転が生じた際の対処事例を示したガイダンス      |

VCS では農業は「AFOLU（農業、林業及びその他の土地利用）」に分類されるが、一部の技術（家畜飼料管理、家畜排せつ物管理等）については他分野（家畜・消化管発効及び排せつ物管理分野、もしくは廃棄物分野）に位置づけられている。これらの分野については分野特有のルールはないため、以降、AFOLU 分野のうち農業に関連するルールを分析する。

VCS における AFOLU のうち適格性を有する活動は、新規植林・再植林及び植生回復（ARR）、農地管理（ALM）、森林管理の改善（IFM）、森林減少・劣化からの排出削減（REDD）、草地・低木地の転用回避（ACoGS）、湿地の回復保全（WRC）の 6 つである。このうち農地管理に農業が含まれているが、1.1 でも説明している通り、土壌炭素の変化による排出削減・吸収効果を主に見る活動が想定されており、対象地で家畜が飼育されている場合等に家畜の消化管内発酵による CH<sub>4</sub> 排出や排せつ物からの GHG 排出が生じるため、それらに関する算定方法もあわせて提示されているといった位置づけである。

#### VCS における農地管理（ALM）の対象活動

- VCS での確かな ALM 活動は、土壌及び木質バイオマスの炭素貯蔵量を増加させること、及び/又は土壌からの CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量を削減することによって、農地・草地での GHG 排出量を削減する活動である。
- プロジェクト対象地は、プロジェクト開始日から 10 年以内に既存の天然生態系を除去してはならない。
- 対象となる ALM 活動は以下：
  - 改善された農地管理（ICM）：土壌炭素貯蔵の増加や土壌 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量の削減によって農地生態系の GHG 排出量を明確に削減する取組。ただし、以下の留意点がある：
    - ◇ 土壌炭素貯蔵量は、土壌への残留物投入量を増やす、土壌炭素向き加速度を低下させることによって増加させることができる。例えば、不耕起の採用、休閑地の除去、被覆作物の使用、圃場緩衝材（防風林や河岸緩衝材など）の造成、改良された農地の使用、一年生から多年生への作物転換、アグロフォレストリー導入、多年生木本バイオマスの炭素隔離等がある。
    - ◇ 土壌 N<sub>2</sub>O 排出量は、窒素肥料管理を改善し、対象作物に投入される窒素量を減らすことによって削減される。総窒素転換量を削減しながら効率を向上させる取組の例として、施用タイミングの改善（分割施用等）、配合の改善（徐放性肥料や硝化抑制剤の投入）、窒素の配置の改善等がある。
    - ◇ 土壌 CH<sub>4</sub> 排出量は、湛水農地（特に水田）における水管理の改善、作物残留物や有機改良剤の管理の改善、CH<sub>4</sub> 生成・移動の可能性が低いコメ品種の使用等を通じて削減される。
  - 改善された草地管理（IGM）：土壌炭素貯蔵の増加や土壌 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出量の削減によって草地生態系の GHG 排出量を明確に削減する取組。ただし、以下の留意点がある：
    - ◇ 土壌炭素貯蔵量は、土壌への残留物投入量を増やす、土壌炭素向き加速度を低下させることによって増加させることができる。例えば、飼料生産性の改善（肥沃度や水管理改善によるもの）、より深く根を張ったりより成長量の大きい根を有する種の導入、過放牧による劣化の軽減等がある。
    - ◇ 土壌 N<sub>2</sub>O 排出量は、窒素肥料管理を改善し、対象作物に投入される窒素量を減らすことによって削減される。
    - ◇ 燃焼に伴う CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出は、火災の頻度や強度を減らすことで削減される。
    - ◇ 放牧家畜に関する CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 排出は、家畜の遺伝学的な改善、飼料品質の改善（新たな飼料種の導入等）、放牧率の削減等を通じて削減される。

- 農地・草地の土地利用転換（CGLC）：農地を草地に、または草地を農地に転換し、炭素貯蔵量の増加、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 排出量の削減によって GHG 排出量を削減する取組。ただし、以下の留意点がある：
  - ◇ 農地から多年生草地への転換では、地中への炭素投入量の増加、土壌かく乱の排除・軽減により土壌炭素が増加する。草地への転換による窒素肥料等の施用慮の減少による N<sub>2</sub>O 排出量削減も可能性がある。
  - ◇ 排水が大幅に削減されたり排除される場合、排水された有機質土壌の農地や湿地を多年生の非木本植生に転換することは有効。
  - ◇ 農地の草地への転換（果樹作物の導入、劣化した牧草地でのアグリフォレストリー等）は土壌及びバイオマスの炭素貯蔵量を増加させる可能性がある。プロジェクト活動で導入する作物が森林と認定されない転換のみが ALM 活動に含まれる。草地を転換するプロジェクトは、地域の生態系に悪影響を及ぼさないことを証明する必要がある。

（出所）VCS「VCS Methodology Requirements, v4.4」（2023 年）より作成

VCS の AFOLU 分野特有のルールとして、非永続性への対処のためのバッファアプローチ（森林植生等のバイオマスの消失による炭素クレジットの価値の喪失を補填するため、非永続性リスクを評価しこれに応じた一定割合のクレジットをバッファクレジットとして置き、有事の際にこれを用いて補填するアプローチ）がある。農地管理（ALM）プロジェクトもバッファアプローチの適用対象となるが、非永続性リスクの評価対象は土壌炭素であり、農業分野のうち水田 CH<sub>4</sub> や家畜、施肥関係など「非 CO<sub>2</sub> の排出削減」につながるプロジェクトにおいては非永続性への対応は必要とされていない。バイオ炭施用による CO<sub>2</sub> 貯留は非永続性リスクを有するプロジェクトタイプだが、1.1（5）に示した通り、現状 VCS で認められている方法論では、適用条件に制限を設けることで、そもそも非永続性リスクが極めて小さく無視できる程度となる活動のみを VCS プロジェクトの対象としたうえで、非永続性リスクへの対応（バッファアプローチ）を不要と整理している。

農業分野に関連して留意しておくべき VCS AFOLU 分野のルールとしては、現状、以下がある。プロジェクト開始の直前に天然生態系を伐開して活動を実施すると、活動以降については GHG 排出削減や CO<sub>2</sub> 貯留につながるかもしれないが、天然生態系を伐開したことによるバイオマスの喪失（CO<sub>2</sub> 排出）が生じるため、VCS プロジェクトとして適格ではないとされる。

- 対象地について GHG 創出のために天然生態系が切り開かれないことの根拠（例えば、土地の伐開がハリケーンや洪水等の自然災害により生じたものであることを示す証拠等）を、プロジェクト計画書の中で示さなければならない。伐開や転換が提案されたプロジェクト開始日より少なくとも 10 年以上前に生じている場合、そのような根拠は求められない。

## (2) Gold Standard

Gold Standard における関連ルール文書は、以下の通りである。この他にも多くのルール文書が提供されている。

表 37 主な Gold Standard ルール文書

| 文書名                                                                             | 概要                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Principles and Requirements, version 1.2 (2019 年)                               | Gold Standard に関する全体的な原則・要件              |
| Safeguarding Principles and Requirements, version 2.1 (2023 年)                  | セーフガードに関する要件                             |
| Land Use & Forest Activity Requirements, version 1.2.1 (2020 年)                 | 土地利用・森林分特有の要件                            |
| Risks & Capacities Guideline for Land Use & Forest projects, version 1 (2017 年) | 土地・森林分野のプロジェクトのリスク評価（スコアリング）を行うためのガイドライン |

Gold Standard は、2023 年 6 月にセーフガードに関する要件「Safeguarding Principles and Requirements, Version 2.1」を公開し、同文書は公表から 90 日後の 2023 年 9 月より発効した。GS 認証を取得するプロジェクト原則として、同要件文書に従い、これが定めるセーフガードに関する原則・基準を参照し、「原則・基準に照らした事前評価の実施→原則・基準に従った活動の実施→特定されたリスクや悪影響を最小化する計画の策定と実施、モニタリング→関連事項の報告」を行い、一連の取組について審査機関の確認を受ける必要がある。セーフガードへの対応は分野に限らず実施することとなり、2023 年 9 月以降は各プロジェクトが該当する項目について計画策定・実行・モニタリング・報告を行う必要がある。

表 38 Gold Standard におけるセーフガードに関する原則・基準

| 項目    | 原則                       | 基準                   | 指標    |
|-------|--------------------------|----------------------|-------|
| 社会    | 原則 1：人権                  | —                    | 3 指標  |
|       | 原則 2：ジェンダー平等と女性のエンパワーメント | —                    | 4 指標  |
|       | 原則 3：地域住民の健康と安全          | —                    | 4 指標  |
|       | 原則 4：文化遺産、先住民、移転と再定住     | 基準 4.1：文化的・歴史的遺産     | 4 指標  |
|       |                          | 基準 4.2：強制立ち退き、移転     | 3 指標  |
|       |                          | 基準 4.3：土地利用権とその他の権利  | 5 指標  |
|       |                          | 基準 4.4：先住民           | 9 指標  |
| 経済    | 原則 5：腐敗                  | —                    | 1 指標  |
|       | 原則 6：経済的影響               | 基準 6.1：労働権と労働条件      | 12 指標 |
|       |                          | 基準 6.2：負の経済的影響       | 2 指標  |
| 環境・生態 | 原則 7：気候とエネルギー            | 基準 7.1：GHG 排出        | 1 指標  |
|       |                          | 基準 7.2：エネルギー供給       | 1 指標  |
|       | 原則 8：水                   | 基準 8.1：自然状態の水フローへの影響 | 2 指標  |
|       |                          | 基準 8.2：侵食、水域の不安定性    | 6 指標  |
|       | 原則 9：環境、生態系と土地利用         | 基準 9.1：景観変化と土壌       | 4 指標  |
|       |                          | 基準 9.2：自然災害への脆弱性     | 2 指標  |
|       |                          | 基準 9.3：生態学的安全性と遺伝資源  | 3 指標  |

| 項目 | 原則 | 基準                            | 指標    |
|----|----|-------------------------------|-------|
|    |    | 基準 9.4：汚染物質の放出                | 3 指標  |
|    |    | 基準 9.5：有害・非有害廃棄物              | 5 指標  |
|    |    | 基準 9.6：農薬と肥料                  | 6 指標  |
|    |    | 基準 9.7：森林伐採                   | 2 指標  |
|    |    | 基準 9.8：食料安全保障                 | 1 指標  |
|    |    | 基準 9.9：アニマルウェルフェア             | 10 指標 |
|    |    | 基準 9.10：保全価値の高い地域（HCV）と重要な生息地 | 5 指標  |
|    |    | 基準 9.11：絶滅危惧種                 | 3 指標  |
|    |    | 基準 9.12：侵略性外来種                | 2 指標  |

（出所）Gold Standard「Safeguarding Principles and Requirements, version 2.1」（2023 年）より作成

Gold Standard では農業分野は「Land Use & Forestry（土地利用と林業）」の一部に含まれる。よって、分野に関する要件は、要件文書「Land Use & Forest Activity Requirements」に従う必要がある。Gold Standard の Land Use & Forestry 分野で適格性を有する活動は、新規植林・再植林（A/R）及び農業（AGR）である。以下、農業（AGR）活動に関する要件を示す。

#### Gold Standard における AGR 活動の主な要件

- 森林減少なし：プロジェクト開始日前少なくとも 10 年間は森林の定義を満たしていなかった土地が対象。象地がプロジェクト開始日前 10 年間の間に森林から非森林に転換されている場合、プロジェクトの適格性は、事前審査の一部において Gold Standard（以下、GS）により判断されなければならない。
- 農業分野については、方法論が承認されているプロジェクトタイプが対象。現状では以下：
  - 稲作における水管理の改善による CH<sub>4</sub> 排出削減
  - 飼料添加剤の投与を通じた牛（肉牛・乳牛）の消化管内発酵からの CH<sub>4</sub> 排出削減
  - 小規模事業者による乳製品精算を通じた GHG 排出削減
- プロジェクト実施者は、以下の要件 1 または 2 のいずれかに従う：
  - 要件 1：プロジェクト参加者はプロジェクト開発者（代表者）と以下を確認する契約を交わす：
    - ◇ プロジェクト参加者はプロジェクト活動に関連する CO<sub>2</sub> 利用権を有しており、これをプロジェクト開発者に譲渡している
    - ◇ プロジェクト参加者はプロジェクト活動実施に必要なすべての権利を保有している
    - ◇ プロジェクト活動が実施される土地の法的所有権には争点がない
 契約には以下の内容を含まなければならない：
    - ◇ プロジェクト参加者の連絡先詳細
    - ◇ （組織の場合）事業体の法的登録番号及び当該事業体が良好な経営状態にあることを証明する管理当局による文書
    - ◇ （プロジェクト参加者と異なる場合）土地所有者の連絡先詳細
    - ◇ （該当する契約がある場合）リース契約の期間
    - ◇ プロジェクト活動を実施するための個人・組織の責任と便益
  - 要件 2：プロジェクト開発者が単独で行動する場合、以下の根拠書類を提出する：
    - ◇ CO<sub>2</sub> 利用権、及びプロジェクト活動に関連するその他の製品に関する権利を保有していること
    - ◇ プロジェクト活動を実施するために必要なすべての権利を保有していること
    - ◇ プロジェクト活動が実施される土地の法的所有権には争点がないこと

- GS プロジェクトとしての適格性を有するために、AGR プロジェクトは以下の原則を満たさなければならない：
  - 気候変動に対処できるようレジリエンスを高めることが重要。そのためにプロジェクト参加者の適応能力を維持・向上させる。具体的には、以下：
    - ◇ プロジェクト開発者は、プロジェクト地域の気候/天気の現在および将来に予測される変動性を特定する
    - ◇ 気候/天気の現在および将来に予測される変動に基づき、プロジェクト開発者は、クレジット期間内にプロジェクトに起こりうる影響を分析する
    - ◇ プロジェクト開発者は、プロジェクト活動の内容に応じた適応活動を実施する（農業システムのレジリエンスを高める取組、水利用効率の改善手法、品質改良された作物の使用、輪作、新たな農業手法に関する農家へのキャパビル、生計手段の多様化（農業生産性の向上、栽培品種の増加、その他の収入源確保等）、土壌肥沃度改善対策／等）

（出所）Gold Standard 「Land Use & Forest Activity Requirements, version1.2.1」（2020 年）及び Gold Standard ウェブサイトより作成

### (3) Climate Action Reserve (CAR)

CAR における関連ルール文書は、以下の通りである。この他にも多くのガイダンス文書が提供されている。Reserve Offset Program Manual には農業分野特有の規定はない。

表 39 主な CAR ルール文書

| 文書名                                                 | 概要                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Reserve Offset Program Manual, version 9.0 (2023 年) | 自主的市場での使用が想定されるクレジット向けの全体ルール。<br>※カリフォルニア州排出量取引制度で用いられるコンプライアンスクレジットのルールは別文書であることに留意。 |

CAR では、上記 Reserve Offset Program Manual に基づき、分野及び活動タイプごとに、プロジェクト組成に係るガイドライン及び算定方法を示す「プロトコル」が作成されており、プロトコルが作成されている分野・活動のプロジェクトの実施が認められる。農業関連でプロトコルが作成されているのは、以下の活動である。

- U.S. Nitrogen Management（米国における窒素の管理）
- U.S. Rice Cultivation（米国における稲作）
- U.S. Soil Enrichment（米国における土壌の肥沃化）
- U.S. Livestock / Argentina Livestock / Dominican Republic Livestock / Mexico Livestock（米国／アルゼンチン／ドミニカ共和国／メキシコにおける家畜管理）

本調査では、このプロトコルを他制度での方法論と同等とみなし、一部のプロトコルについて 1.1 で分析を行った。詳細はそちらを参照されたい。



## 2. 海外における農業分野のカーボンクレジット創出プロジェクトの事例に係る調査

下表に示す諸外国における農業分野のカーボンクレジット創出プロジェクトを対象に、排出・吸収量の算定やモニタリングの実施方法、実施に係る技術的・経済的課題及びその対応状況等について情報収集・分析を行った。

表 40 本調査の調査対象

| 分類         | プロジェクト名<br>(対象国)                                                                             | 調査対象<br>技術                    | プロジェクトの概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 政府主導       | ガーナにおける持続可能な稲作のためのクライメート・スマート・アグリカルチャー (CSA) 慣行の促進 (ガーナ)                                     | 水田における CH <sub>4</sub> 削減     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ スイスとガーナは、2020 年 11 月に、パリ協定 6 条 2 の下でプロジェクトを実施するために「実施協定」を締結。本 PJ は、実施協定に基づき ITMOs を創出する。</li> <li>・ 断続的に灌漑を行う水管理技術 (Alternate Wetting and Drying: AWD) を導入し、水田からの CH<sub>4</sub> 排出を削減。加えて農家への水位測定器の提供、意識向上及び技術トレーニングを実施。</li> <li>・ 対象地は、ガーナの灌漑が実施されている水田面積の 78% まで拡大する見込み。</li> <li>・ 方法論: AMS-III.AU. (CDM)</li> <li>・ GHG 排出削減見込量: 1,125,655 tCO<sub>2</sub> (2022~2030 年)</li> </ul> |
| 民間主導 (VCS) | UK CowCredit project: A UK dairy initiative to reduce methane from enteric fermentation (英国) | 家畜の飼料管理による CH <sub>4</sub> 削減 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 家畜に与える飼料を改善することで消化管内発酵からの CH<sub>4</sub> 排出を抑制する PJ。</li> <li>・ 方法論: VM0041 (VCS)</li> <li>・ クレジット発行見込量: 187,563tCO<sub>2</sub>/年、クレジット発行実績 3,293tCO<sub>2</sub></li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |
| 民間主導 (VCS) | BRASCARBON Methane Recovery Project (ブラジル)                                                   | 家畜の排せつ物管理による GHG 削減           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 家畜の排せつ物管理手法の改善により GHG 排出削減に取り組む PJ。</li> <li>・ 方法論: AMS-III.D. (CDM)</li> <li>・ クレジット発行見込量: 371,221tCO<sub>2</sub>/年、クレジット発行実績 363,731tCO<sub>2</sub> (8 件の VCS 登録プロジェクトの合計)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   |
| 民間主導 (CAR) | Nutrien NMPP Project (米国)                                                                    | 施肥の管理による N <sub>2</sub> O 削減  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 肥料の改善による土壌中からの N<sub>2</sub>O 排出の削減 PJ。</li> <li>・ 方法論: U.S. Nitrogen Management (CAR)</li> <li>・ クレジット発行実績: 588tCO<sub>2</sub></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                |
| 民間主導 (VCS) | Project Reignite: Turning Farm Waste to Climate Action (インド)                                 | バイオ炭の施用による CO <sub>2</sub> 貯留 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 農業廃棄物を熱分解によりバイオ炭に加工し、これをたい肥と混合して土壌深部 (10cm 以上の地下) に埋める取組。</li> <li>・ インドのオディッシュャ州において、5,000 人の農家を束ねてプロジェクトを実施。</li> <li>・ クレジット期間は 7 年間 (2 回の更新可能性あり)。排出削減見込量は 110,760tCO<sub>2</sub>/年。</li> <li>・ 妥当性確認済み、登録に向けた準備中のプロジェクトであり、クレジット発行実績はない。</li> </ul>                                                                                                                                  |

(1) ガーナにおける持続可能な稲作のためのクライメート・スマート・アグリカルチャー (CSA) 慣行の促進 (ガーナ)

本取組は、2020 年 11 月に、パリ協定 6 条 2 の下でプロジェクトを実施するためにスイスとガーナが締結した二国間実施協定に基づく、政府主導の取組である。

● プロジェクト概要

- ガーナにおける通常の稲作では継続的に水田に水を張るが、本取組では断続的に湛水状態と排水状態を繰り返す代替水管理技術「AWD (Alternative Wetting and Drying)」を導入し、嫌気性条件になることを抑制することで CH<sub>4</sub> 排出を削減する。
- 対象地は、ガーナ国内の主要な稲作地帯 7 地域 (Greater Accra のサービスエリア、Volta 州、Central 州、Ashanti 州、Northern 州、Upper East 州、Upper West 州)。1 期ごと 20,500ha を上限に 2026 年まで対象地を順次拡大し、2022～2030 年の 8.25 年 (1 年あたり 2 期) のトータルで 242,600ha を対象とすることでガーナの灌漑システムを導入した水田の 78% を網羅する予定。
- クレジット期間は 2022 年 6 月 1 日～2023 年 12 月 31 日、国際移転された ITMOs を使用できる NDC 期間は 2021～2030 年。
- 想定排出削減量は、1,1125,655tCO<sub>2</sub> (2022～2030 年、不確実性対処のための割引率 11% を適用後の値)

● プロジェクトのステータス：

- プロジェクト計画書を作成、審査機関による妥当性確認を実施済み
- パリ協定 6 条 2 の下での取組として、パリ協定 6 条 2 のガイダンスに基づき「初期報告 (Initial Report)」を作成、本プロジェクトについて報告済み。本取組から得られた緩和成果を ITMOs として活用できることの政府承認をスイス環境庁が宣言済み。

● 方法論適用条件の遵守状況 (対象方法論： AMS-III.AU (CDM))

- 方法論が定める全ての適用条件に対する遵守が説明されているわけではない。これは、本取組がスイス・ガーナの二国間協定に基づき行われているものであり、CDM や VCS に登録する必要がないためと考えられる。方法論に示された算定方法を用いるための技術的な適用条件については遵守状況を説明している。

表 41 算定方法論に示された適用条件の遵守状況

|   | 適用条件                                                                                                                                                                             | 遵守の説明                                                                                           |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | 対象地における主要な稲作技術は、栽培期間のうち長期間灌漑され湛水状態にあるものとする。すなわち、水管理手法が高地型のもの、降雨に依存するもの、深層水に分類されるものは対象外。本要件の遵守は、対象地を含む地理的区域で実施された代表的な調査、もしくは国のデータに基づいて証明されなければならない。プロジェクト対象地の特性評価には、シーズン前の水の状態や有機 | プロジェクト開始前の過去一定期間において、湛水状態での稲作が行われていたことを、農家による署名を持って確認する。農業省、環境保護局の職員がプロジェクト準備段階の農地を訪問してベースラインの稲 |

|   | 適用条件                                                                                                                                                                                                                                                           | 遵守の説明                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|   | 土壌改良剤の施用等に関する情報も含まなければならない。                                                                                                                                                                                                                                    | 作手法を確認する。                            |
| b | 対象地の水田には管理された灌漑・排水設備が設置されており、乾季と雨季の両方において適切な乾燥・湛水状態が確保される。                                                                                                                                                                                                     | 対象活動はこれに該当する。                        |
| c | プロジェクト活動がコメの収量の減少につながらないこと。同様に、過去に栽培されていなかった品種に切り替える必要はない。                                                                                                                                                                                                     | 品種の切り替えを行う必要がないことをプロジェクト回維持に農家に説明する。 |
| d | 用地の整備、灌漑、排水及び肥料の施用に関する農家向けに耕作期間中に実施された研修や技術支援については、検証可能な形で文書化される（研修手順、現地訪問の文書記録等）。とくに、プロジェクト実施者は、農家自らもしくは経験者からの助言を通じて作物に対し補足的な窒素肥料の施用の必要性を判断できるようにする。例えば葉色図やフォトセンサー等を用いて施肥のニーズを評価しなければならない。もしくは、科学文献や公的な提言に基づいてプロジェクト対象地の特定の耕作条件を踏まえて十分な施肥が担保される手順をとらなければならない。 | 農家は必要な研修プログラム等に参加できる。                |
| e | プロジェクト実施者は、特定の耕作要素・技術や作物保護製品の使用を含め、導入した耕作方法が現地の規制上の制限の対象になっていないことを保証しなければならない。                                                                                                                                                                                 | （説明なし）                               |
| f | Tier 1 を採用する場合を除き、プロジェクト実施者は、閉鎖チャンバー法及び実験室での実験分析を用いて、参照地域からの CH <sub>4</sub> 排出量を測定するインフラにアクセスを確保する。                                                                                                                                                           | （説明なし）                               |
| g | 1 つのプロジェクトに含まれるすべての対象地からの年間排出削減量の合計は 60,000tCO <sub>2</sub> 以下とする。                                                                                                                                                                                             | （説明なし）                               |

（出所）プロジェクト計画書「MADD Ghana – Alternative Wetting and Drying for Rice Cultivation, General Information」より作成

## ● 関係者の役割

| 関係機関                    | 役割                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| スイス連邦環境庁                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ITMOs 獲得のための取組実施に向けた UNDP への事前支払い</li> <li>● ITMOs の第三者検証費用としての UNDP への事後支払</li> </ul>                                                        |
| UNDP                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 農家へのキャパビルのための開発サービスを外務省及び CSIR-CRI に提供</li> <li>● 農民組織への ITMOs 支払いの調整</li> <li>● EPA を通じた ITMOs のスイスへの移転の調整</li> <li>● 資金フローの透明性担保</li> </ul> |
| 環境保護局<br>（EPA：環境庁傘下の組織） | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 取組の MRV の主導、ガバナンスの全体的な監視</li> <li>● ITMOs を生み出す取組への支援の提供</li> <li>● 関係者のエネゲージメント</li> <li>● 緩和成果及び ITMOs のスイスへの移転に関するスイス環境庁への報告</li> </ul>    |
| スイス外務省、CSIR-CRI（農地      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 農家向け研修の実施</li> <li>● ガーナ国内における AWD 技術の採用率の監視</li> </ul>                                                                                       |

|       |                                                                                                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究機関) | ● 本取組と気候スマートな農業政策の相乗効果の担保                                                                                                                                                              |
| 農業従事者 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 研修への参加</li> <li>● クレジット期間を通じた継続的な AWD の実施</li> <li>● モニタリング計画に従った AWD 実施の測定</li> <li>● 検証のための審査機関への情報提供</li> <li>● 関係機関の現地訪問の際のホスト</li> </ul> |

- 算定対象（方法論に準拠している）
  - 【ベースライン・プロジェクト】水田からの CH<sub>4</sub> 排出量
  - （窒素肥料の施肥はあるが、ベースラインとプロジェクトで大きく状況が乖離するものではないため、N<sub>2</sub>O 排出量は考慮しない旨が説明されている。）
- 追加性の証明方法： 特段の言及なし
- モニタリング項目・方法・頻度：
  - 方法論に示されたモニタリング方法に従うとしているが、測定方法や報告頻度に関する説明は成されていない。
  - 測定を実施する農家からの情報をウェブアプリで管理すること等が説明されている。
  - 衛星画像を利用した新たなモニタリング技術等についても本取組を通じて模索していく方針が説明されている。

表 42 本プロジェクトにおけるモニタリング項目・測定方法及び測定頻度

| パラメータ         | 単位                                                         | 項目名                            | 測定方法・測定頻度                                                                                                      |
|---------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $EF_{BL,s,g}$ | kgCH <sub>4</sub> /ha/day                                  | ベースライン排出係数                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019 年 IPCC ガイドラインの値を引用 (3.43)</li> <li>● 2026 年以降は農家による実測</li> </ul> |
| $EF_{BL,c}$   | kgCH <sub>4</sub> /ha/day,<br>kgCH <sub>4</sub> /ha/season | 有機土壌改良剤使用なし・連続的湛水状態のベースライン排出係数 | (該当なし)                                                                                                         |
| $EF_{P,s,g}$  | kgCH <sub>4</sub> /ha/day                                  | プロジェクト排出係数                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019 年 IPCC ガイドラインの値を引用 (1.79)</li> <li>● 2026 年以降は農家による実測</li> </ul> |
| $A_{s,g}$     | ha                                                         | シーズン $s$ の対象地面積                | ● 農家による稲作シーズン毎の測定、ウェブアプリによる報告                                                                                  |
| $A_y$         | ha                                                         | $y$ 年の対象地面積                    | (該当なし)                                                                                                         |
| $L_y$         | Days/year                                                  | $y$ 年の耕作期間                     | ● 農家による稲作シーズン毎の記録、ウェブアプリによる報告                                                                                  |

- 不確実性への対応： CDM 方法論のモニタリングアプローチに従い、保守係数 0.89 を乗じて（11%を割り引く形で）排出削減量を算定。
- 非永続性への対処： AWD により達成された CH<sub>4</sub> 排出削減はモニタリングされる。達成された排出削減は永続性を有しており、反転リスクはないとの整理。
- 【パリ協定 6 条 2 協力的アプローチとしての対応】セーフガードへの対応
  - 環境・経済・社会への負の影響の最小化・回避：

- ◇ 負の影響を回避しプラスの影響をもたらすように活動を設計した旨を説明。悪影響の可能性を発見した直接的・間接的な関係者には、匿名性が担保される苦情処理メカニズムを通じてスイス連邦環境庁に連絡する要求める仕組みとしている。
  - 人権、健康に関する権利、先住民・地域住民・移民・子供・障害を持つ・脆弱な環境にいる人の権利等に対する責任：
    - ◇ スイス・ガーナ二国間協定の下での活動であることをもって人権の確保は担保している旨を説明。
    - ◇ UNDP の「気候行動影響を通じた SDG 影響評価ツール (CAIT)」を用いて影響を評価する旨を説明。
  - ホスト国の持続可能な発展への貢献：
    - ◇ 土壌の質改善により持続可能性を確保、養分・病虫害・水管理の改善によるイネ収量の増加支援は農業コミュニティの支援につながり貧困と飢餓の撲滅に貢献、他作物にとっても水資源の利用可能性を高め収入源の拡大に貢献すること等を説明。
- 【パリ協定 6 条 2 協力的アプローチとしての対応】 適応への収益の配分 (Share of Proceeds : SoP) への対応 (推奨事項)：本取組とは独立して、スイスとして自発的に適応基金への資金支援を行っていることをもって対応できていると説明。
- 【パリ協定 6 条 2 協力的アプローチとしての対応】 世界の排出の全体的な緩和 (Overall Mitigation in Global Emissions : OMGE) への対応 (推奨事項)：本取組で得られる ITMOs の 2%を取り消すことをもって対応する方針を説明。
- 取組実施における課題とその対応状況
  - 第三者機関 (Aenor Internacional S.A.U.) による妥当性確認が行われ、妥当性確認報告書が公開されている。妥当性確認の判断基準は、適用方法論 AMS-III.AU のみならず、パリ協定 6 条 2 ガイダンス、スイス・ガーナ間の二国間協定も参照された。

表 43 妥当性確認・検証期間中の主な指摘と対応

| 指摘の分類 | 審査機関からの指摘内容                                     | プロジェクト実施者による対応                                                                            |
|-------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAR   | 計画書の表紙に示された ITMOs の数値が本文中と一致していない。              | スイスと UNDP 間の融資協定に基づく ITMOs の最大購入量として調整した値を表紙に記載。残りの ITMOs はバッファや補正のために使用できるようにしておく想定。【解決】 |
| CAR   | 追加性の証明が行われていない (パリ協定 6 条 2 協力的アプローチとしての適格性を欠く)。 | 対象活動はガーナの NDC に含まれていないため協定がなかったら実施されなかったことの説明をもって追加性を証明。この説明を計画書に追記。【解決】                  |
| CAR   | 適用方法論に挙げられた耕作パターンのいずれに該当するかが説明されてい              | 該当する耕作パターンについて計画書に追記。【解決】                                                                 |

| 指摘の分類 | 審査機関からの指摘内容                                                                                    | プロジェクト実施者による対応                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | ない。                                                                                            |                                                                                                                     |
| CAR   | Tier1 を用いた算定を行っているが、方法論に基づく適切な係数が選択されていない。                                                     | 正しい係及び算定式を選択、計画書の該当箇所を修正。【解決】                                                                                       |
| CAR   | スイスの苦情処理メカニズムのフォーカルポイントが示されていない。                                                               | 関連情報を計画書に追記。【解決】                                                                                                    |
| CL    | クレジット期間が正確に記載されていない（正しくは8年7カ月だが、9年となっている）。                                                     | 該当箇所について計画書を修正。【解決】                                                                                                 |
| CL    | 二重主張の回避に関する情報を計画書に記載すべき。                                                                       | 二国間協定において「協定に基づき実施された全ての ITMO プログラム・プロジェクトに対し相当調整を適用することを約束する」としており、二重請求がないことを担保できると説明、これを計画書に追記。【解決】               |
| CL    | 事前取得データ、モニタリング項目・方法・QA 手順等を計画書に記載すべき。                                                          | 指摘に従い計画書に追記。【解決】                                                                                                    |
| CL    | 対象地面積を順次拡大していくとの説明だが、該当箇所で説明されている数字と事前算定に用いられた数字が合致していない。                                      | 指摘に従い計画書を主性。【解決】                                                                                                    |
| CL    | クレジット期間を9年としている一方、ITMO プログラムとして5年間実行するとの記載があり、不一致。                                             | 詳細を説明（UNDP とスイス環境庁との間の合意において少なくとも5年間はITMO プログラムとして実施することとなっているが、実態としてクレジットのニーズがある限りクレジット期間の9年間を通じ取組みが実施される見込み）。【解決】 |
| CL    | 農家への研修プログラムについて、方法論で示された内容を含んでいるかを明記すべき。                                                       | 研修マニュアルの提出をもって、必要な研修内容が網羅されていることを説明。【解決】                                                                            |
| CL    | 事前算定に用いた情報・データのうまいかについて、仮定した根拠を説明すべき：AWD の実施地域、ベースライン/プロジェクトシナリオにおける水管理手法、年間の作付回数、コメの年間栽培日数    | 必要な情報を追記、一部データを修正。【解決】                                                                                              |
| CL    | ベースラインが連続的な湛水状態による稲作であることを明確にすべき。                                                              | 説明に足る情報を追加で提供。【解決】                                                                                                  |
| CL    | 算定式・パラメータの説明に単位の記載が不足している。                                                                     | 記載がないパラメータは単位を持たないものであるとの説明。【解決】                                                                                    |
| CL    | クレジット期間が9年となっているが、ガーナとの二国間協定実施枠組の資料によれば、影響の大きい活動についてはクレジット期間を5～7年に制限するとのこと。本取組がこれに該当するかを説明すべき。 | クレジット期間の制限は、炭素収入を超える追加収入を生み出す取組にのみ適用されること、そのルールが枠組資料に明記されていることを説明したうえで、本取組がこれに該当しない（制限を受けない）ことを担保。【解決】              |
| CL    | 法律に従った環境影響評価を経て取組の許可を得ているかを明記すべき。                                                              | 稲作の実施に際しては環境影響評価の実施、許可の取得は不要との説明、これを                                                                                |

| 指摘の分類 | 審査機関からの指摘内容 | プロジェクト実施者による対応 |
|-------|-------------|----------------|
|       |             | 計画書に追記。【解決】    |

(注) CL (Clarification) : 明確化要求、CAR (Corrective Action Request) : 是正措置要求

(出所) 妥当性確認・検証報告書 Easthood Services Private Limited 「UK CowCredit Project」より作成

## (2) UK CowCredit project: A UK dairy Initiative to reduce methane from enteric fermentation

- プロジェクト概要：
  - 英国北西部ランカシャー州に位置する乳牛農場における、乳牛 400 頭を対象とした取組
  - 天然飼料添加物「Mootral」を与え、反芻時の CH<sub>4</sub> 生成菌を直接阻害することで腸内発酵からの CH<sub>4</sub> 排出量を削減
  - クレジット期間は 2019～2029 年の 10 年間
- 方法論適用条件の遵守状況（対象方法論：VN0041（VCS））

表 44 算定方法論に示された適用条件の遵守状況

|    | 適用条件                                                                                               | 遵守の説明                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 家畜生産者は反芻時の CH <sub>4</sub> 生成菌を直接阻害することによって腸管からの CH <sub>4</sub> 排出を減少させる天然の飼料添加物を対象家畜に与えなければならない。 | 畜産農家は、Mootral 製の飼料添加物を動物に与えなければならない。購入証明書は、納品書・請求書を用いて提供され、検証を受ける。                          |
| 2  | プロジェクト境界内の家畜は反芻動物のみ。                                                                               | プロジェクト活動には乳牛のみが含まれる。                                                                        |
| 3a | 飼料添加物の有効成分は、100%天然植物、大型藻類、非遺伝子組換えでなければならない。植物からの抽出成分を含んでよい。非遺伝子組換えであることは実験室分析に基づいて証明しなければならない。     | Mootral 製の飼料添加物を用いる。非遺伝子組換え製品であることは実験室分析に基づきプロジェクト実施者が報告する。                                 |
| 3b | 飼料添加物は、それが接種されている国・地域の全ての飼料・食品関連規制への適合が証明されなければならない。規制間で対立がある場合には最も厳しい要件が適用される。                    | Mootral 製の飼料添加物は、欧州の規制枠組みに準拠している。プロジェクト実施者が点乾物に関連する規則に関する情報を提供する。                           |
| 3c | 飼料添加物は、それを投じられる動物に健康上・パフォーマンス上の重大な悪影響を及ぼしてはならない。規制間で対立がある場合には最も厳しい要件が適用される。                        | プロジェクト実施者は、飼料添加物を投与される動物の健康やパフォーマンスに重大な悪影響を及ぼさないことを示す調査結果を提供する。プロジェクト実施中に入手可能な健康データも適宜使用する。 |
| 3d | 飼料添加物は、製造業者が提供する説明書に従って使用されなければならない。説明書には、動物への DMI1kg あたりの投与量など、排出削減量算定に関連する情報が記載されていること。          | プロジェクト活動のモニタリングプロセスは、飼料添加物の適用可能性と使用実績を担保する。                                                 |
| 4  | CH <sub>4</sub> 生成の抑制以外の目的（生産性の改善、栄養・管理上の戦略等）で投与され                                                 | 農家もしくは農家の栄養士から手帰京される飼料投入の記録が、他の飼                                                            |

|    | 適用条件                                                                                                                                 | 遵守の説明                                                                                         |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | る他の飼料添加物の使用に伴う排出削減は、本法論の対象外（過大評価を防ぐため）。                                                                                              | 料添加物の使用の有無を示すために使用される。                                                                        |
| 5  | プロジェクト活動の実施を担保しなければならない。このため、プロジェクト実施者は飼料添加物の農場での消費を追跡することができなければならない。                                                               | プロジェクト活動のモニタリングプロセスは、飼料添加物の適用可能性と使用実績を担保する。プロジェクト実施者は同製品の製造事業者である。                            |
| 6  | 飼料製造業者は、飼料投与による排せつ物排出の増加がないことを示す証拠（エビデンスに基づく文献、査読論文、試験報告書等）を提出する必要がある。                                                               | プロジェクト実施者が、プロジェクト活動第1回実施時に行われた実験室スラリー分析の結果を提供する。同結果を公表文献から導出されたベースライン値と比較することにより、本要件の遵守を証明する。 |
| 7a | 対象地がプロジェクト活動開始前に操業していた畜産農家を含む場合、かつベースライン排出量にオプション2を使用する場合は動物群ごとの信頼できるデータ（総エネルギー摂取量、乾物摂取量等）を最低3年間、オプション1を使用する場合は2年間利用可能な状態にしなければならない。 | 履歴データを提供する。                                                                                   |
| 7b | 対象地が、記録・データを入手できない畜産農家を含む場合、プロジェクト実施者は、国・地域の統計の計上ルールに従い、各動物群が平均的なものであることを証明する根拠を提供しなければならない。                                         | 該当しない。                                                                                        |

（出所）同プロジェクトのプロジェクト計画書（PDD）「UK CowCredit Project: A UK Dairy Initiative to Reduce Methane from Enteric Fermentation and Support Farmers」より作成

## ● 算定対象

- 【ベースライン時、プロジェクト時】腸内発酵による CH<sub>4</sub>排出量
- 【プロジェクト時】Mootral 製飼料添加物の生産・輸送に係る CO<sub>2</sub>排出量
- 【プロジェクト時】飼料添加物加工時の化石燃料燃焼に伴う CH<sub>4</sub>排出量

## ● 追加性の証明方法

- 関連法規制の要求事項を上回る活動であることの説明：対象国の法律は、畜産農家に対し、腸内発酵からの CH<sub>4</sub>に関する報告や削減を義務付けていない。
- プロジェクト活動が最も実施されうる活動でないことの説明：
  - ✧ 最大で用いられていることを証明するためには 17 億 700 万頭が Mootral 製の食品店乾物の投与を受けている必要があるが、クレジット期間中の該当数は 35 万頭である。
  - ✧ 市販開始から 3 年未満の新たな技術・製品である Mootral 製の飼料添加物を使用する。購入には追加的な費用がかかっている（経済的な追加性）。



● モニタリング項目・方法・頻度

- 同プロジェクトでは、管理している家畜に個別 ID が付与されており、1 頭ごとに識別管理でき、またそれらの管理情報は一元的なデータシステムに格納されることから、データ管理の精度は高いものと考えられる。
- 飼料添加物の量について、投与量ではなく購入量でモニタリングすることになっており、在庫が生じた時に排出量算定に齟齬が生じうる可能性がある。

表 45 本プロジェクトにおけるモニタリング項目・測定方法及び測定頻度

| パラメータ       | 単位                      | 項目名                                             | 測定方法・測定頻度                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{ij}$    | head                    | プロジェクト活動の対象となる動物群 $j$ 、農家 $i$ のモニタリング期間中の平均家畜頭数 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料添加物を用いた畜産作業のデータ記録、家畜頭数の記録</li> <li>● 農家職員が計測し農家管理ソフトウェアに記録。家畜各個体には固有 ID があり識別される。月間平均値が農家からプロジェクト実施者に提供される</li> <li>● 報告頻度は毎日もしくは毎週</li> </ul> |
| $Days$      | days                    | 飼料添加物を与えた日数                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料添加物を用いた畜産経営のデータ記録。動物群ごとに、飼料添加物投与の開始日と終了日を記録</li> <li>● 365 日/年未満もありうる</li> </ul>                                                               |
| $j$         | -                       | 各農場 $i$ の動物群                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料添加物を用いた畜産経営のデータ記録</li> <li>● 頻度：妥当性確認時に 1 回、モニタリング期間ごとに少なくとも 1 回</li> <li>● 本 PJ では、2 群</li> </ul>                                             |
| $FM$        | kg/month                | 農場 $i$ における月当たりの飼料添加物購入量                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料添加物を購入した畜産経営のデータ記録。納品書・請求書や資料配達記録に基づく</li> <li>● 飼料購入者レベルでモニタリングを実施</li> <li>● 月単位で集計</li> </ul>                                               |
| $EF_p$      | kgCO <sub>2</sub> e/kg  | 飼料添加物 1kg 生産に係る排出係数                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料製造業者が提供する記録・文書</li> <li>● 毎月測定</li> <li>● 文書化され十分に信頼できる情報源（国家エネルギーバランス、政府出版物、業界団体、GHG プロトコル等）に基づかなければならない</li> </ul>                           |
| $EF_{Ti}$   | tCO <sub>2</sub> e      | 飼料添加物の飼料工場への輸送、農場 $i$ への輸送に係る排出係数               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料製造業者が提供する記録・文書</li> <li>● 毎月測定</li> <li>● 文書化され十分に信頼できる情報源（国家エネルギーバランス、政府出版物、業界団体、GHG プロトコル等）に基づかなければならない</li> </ul>                           |
| $Q_{elec}$  | MWh/kg                  | 飼料添加物 1kg 生産当たりのグリッドにより供給される生産施設での電力使用量         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 飼料製造業者が提供する電気料金。製品ラインレベルのデータが入手できない場合には、当該施設で生産された総量に占める飼料添加物の割合に基づいた比率を使用可能</li> <li>● 毎月計測</li> </ul>                                          |
| $EF_{elec}$ | kgCO <sub>2</sub> e/kWh | 電力排出係数                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 英国の GHG インベントリ。国・地域のデータを入手できない場合には最新 CDM ツールを用いて算定可能</li> </ul>                                                                                  |
| $TEF$       | tCO <sub>2</sub> /kg/   | 輸送手段別の排出                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 英国の GHG インベントリ</li> </ul>                                                                                                                        |

| パラメータ | 単位   | 項目名                  | 測定方法・測定頻度                                                                                 |
|-------|------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | km   | 係数                   |                                                                                           |
| $D_i$ | 距離単位 | 生産場所から加工場、農場までの総走行距離 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 関係事業者及び製造事業者から提供された情報</li> <li>● 毎月計測</li> </ul> |

(出所) 同プロジェクトの PDD「UK CowCredit Project: A UK Dairy Initiative to Reduce Methane from Enteric Fermentation and Support Farmers」より作成

● クレジット発行実績

- 2022 年からプロジェクト対象となる農家数が増えたため、クレジット発行量が増加した。

表 46 クレジット発行実績

| クレジット発行日         | ビンテージ  | クレジット発行量 [tCO <sub>2</sub> e] |
|------------------|--------|-------------------------------|
| 2020 年 11 月 13 日 | 2019 年 | 247                           |
|                  | 2020 年 | 62                            |
| 2023 年 7 月 17 日  | 2020 年 | 343                           |
|                  | 2021 年 | 420                           |
|                  | 2022 年 | 2,221                         |

(出所) Verra Registry より作成

● プロジェクト実施における課題とその対応状況

- 下表の通り、プロジェクトの妥当性確認・検証時にいくつかの指摘を受け対応している。PDD 内での説明に対し根拠情報が不十分といった指摘が多く、プロジェクト実施者が追加情報を提供することで全て解決している。

表 47 妥当性確認・検証期間中の主な指摘と対応

| 指摘の分類 | 審査機関からの指摘内容                                                   | プロジェクト実施者による対応                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CL    | PJ 実施者が PJ 活動の所有権・法的権利を有することを示す根拠書類を提出すべき                     | PJ 所有契約を提供【解決】                                                                                                                                   |
| CL    | 飼料添加物に含まれる成分が EU の規則要件を満たしているかを判断するため、成分についての情報を PJ 実施者が提供すべき | 成分情報を PJ 実施者が提供【解決】                                                                                                                              |
| CL    | 現地関係者との協議を不要とする理由を説明すべき                                       | そうした協議をしなければならないという国・地域の要件がない、添加物に含まれる成分は EU の規則枠組に準拠しているため問題ない。よって、協議は不要との整理。【解決】<br>また、協議をあえて実施することで利害関係者が潜在的なマイナス影響への懸念を提起することを避ける目的もある、との説明。 |

| 指摘の分類 | 審査機関からの指摘内容                                                               | プロジェクト実施者による対応                                                                  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| CL    | プロジェクト活動が周辺環境に悪影響を及ぼさないことの正当な説明が必要                                        | プロジェクト活動が国・地域の方規則に準拠しており、環境影響評価の実施は不要との整理【解決】                                   |
| CL    | 方法論適用条件 3c への対応として、動物の健康・パフォーマンスに重大な悪影響を及ぼさないことを示す情報が不十分                  | 説明及び対象地と同じ農場で実施された試験結果情報を追加提供【解決】                                               |
| CL    | 方法論適用条件 4 への対応として、Mootral の他に飼料添加物が与えられていないことの証明、それを保証するメカニズムの存在の明確化が必要   | 飼料記録を作成することが唯一のメカニズムであること、対象の農場が他の炭素削減 PJ に参加していないことは担保されている旨を説明【解決】            |
| CL    | 方法論適用条件 5 への対応として、飼料添加物の投与に関するモニタリング・記録の手順が実施されているかを審査機関が実証できることが必要       | PJ 実施者が追加情報を提供【解決】                                                              |
| CL    | 追加性証明のための根拠情報（関連する法規制に関する情報、プロジェクト活動が最も選択される活動でないことのエビデンス）が必要             | 英国の GHG 行動計画や、2008 年気候変動法等の情報、プロジェクト活動の浸透度が 5%未満であり追加的とみなせること、について追加情報提供・説明【解決】 |
| CL    | PDD 時点での算定パラメータの記載の不足、事前算定の根拠情報の不足がある                                     | PJ 実施者が追加データを提供【解決】                                                             |
| CL    | 事前設定のパラメータについて、値の選定根拠に関する情報の不足がある                                         | PJ 実施者が追加情報を提供【解決】                                                              |
| CL    | モニタリング項目のうち家畜頭数について、モニタリングシステムの情報が不足している                                  | PJ 実施者が追加情報を提供【解決】                                                              |
| CL    | モニタリングすべき項目の詳細なモニタリング計画の提供を要請。例えばデータの信頼性を確保する方法についても言及が必要                 | PJ 実施者が追加情報を提供【解決】                                                              |
| CAR   | 算定方法論で提供が求められているデータ・情報の提供が不足している                                          | PJ 実施者が追加情報を提供【解決】                                                              |
| CAR   | PDD 内の記載に矛盾がある                                                            | PJ 実施者が PDD を修正（不要箇所を削除）【解決】                                                    |
| CAR   | 各動物の個別 ID をどう定義しているのか、二重計上の回避につながるのか                                      | モニタリングシステムは農場レベルで設定される、1 群当たりの週ごとのデータの取得が可能。各動物は個別 ID を有し管理されている、との説明【解決】       |
| CAR   | 事前設定のパラメータについて、引用文献と異なる値が示されている、データの根拠が提供されていない、事前設定結果が示されていない、といったケースがある | PJ 実施者が PDD を修正、追加情報を提供【解決】                                                     |

(注) CL (Clarification) : 明確化要求、CAR (Corrective Action Request) : 是正措置要求

(出所) 妥当性確認・検証報告書 Easthood Services Private Limited 「UK CowCredit Project」より作成

### (3) BRASCARBON Methane Recovery Project（ブラジル）

- プロジェクト概要：
  - ブラジル中央部マト・グロッソ・ド・スル州の各都市にある養豚場の家畜排泄物管理システムを改善することにより、温室効果ガス（GHG）を削減する活動。
  - ブラジル・サンパウロ州に拠点を置く Brascarbon 社がプロジェクトを管理。
  - 適切な水理学的滞留時間（HRT）を作るのに十分な容量を持つ常温貯蔵の被覆ラグーンをベースにした技術を適用する。補強されたコンクリート外枠と合成ビニール膜または高密度ポリエチレンの被覆で構成され、ボルトと鉄板フレームで密閉される。バイオガスを回収し、制御されたシステムによってフレアを管理する。システムには、消化槽からフレアシステムまでの配管バイオガス回収装置も含まれる。
  - VCS 上では同一の取組を実施している 8 つのプロジェクトが登録され、2 つのプロジェクトが登録申請中である（2024 年 2 月時点）。

表 48 VCS で登録されている同一の取組のプロジェクト一覧

| ID   | プロジェクト名                                                                     | ステータス     | 推定年間排出削減量 (tCO <sub>2</sub> e) | 登録日        | クレジット期間                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------|-------------------------------|
| 4288 | Brascarbon Methane Recovery Project BCA-BRA-18                              | 登録申請中     | 57,885                         |            | 2022/01/02<br>～<br>2029/01/01 |
| 4289 | Brascarbon Methane Recovery Project BCA-BRA-19                              | 登録申請中     | 57,930                         |            | 2022/01/02<br>～<br>2029/01/01 |
| 3056 | Brascarbon Methane Recovery Project BCA-BRA-17                              | 登録済       | 55,560                         | 2023/09/02 | 2021/02/02<br>～<br>2028/02/01 |
| 2998 | Brascarbon Methane Recovery Project BCA-BRA-16                              | 登録済       | 55,356                         | 2023/03/23 | 2021/01/02<br>～<br>2028/01/01 |
| 2316 | BRASCARBON Methane Recovery Project BCA-BRA-08, Brazil CDM - CER Conversion | CDM からの移管 | 27,418                         |            |                               |
| 889  | BRASCARBON Methane Recovery Project BCA-BRA-03.                             | 登録済       | 43,535                         | 2012/09/11 | 2017/05/01<br>～<br>2024/04/30 |
| 878  | BRASCARBON Methane Recovery Project BCA-BRA-02, Brazil.                     | 登録済       | 45,146                         | 2012/08/10 |                               |
| 847  | BRASCARBON Methane Recovery Project BCA-BRA-07, Brazil                      | 登録済       | 45,017                         | 2012/06/20 | 2017/05/01<br>～<br>2024/04/30 |
| 846  | BRASCARBON Methane Recovery Project BCA-BRA-05,                             | 登録済       | 52,511                         | 2012/06/20 | 2017/04/01<br>～               |

|     |                                                                 |     |        |            |            |
|-----|-----------------------------------------------------------------|-----|--------|------------|------------|
|     | Brazil                                                          |     |        |            | 2024/03/31 |
| 845 | BRASCARBON<br>Methane Recovery<br>Project BCA-BRA-08,<br>Brazil | 登録済 | 46,678 | 2012/06/20 |            |

(出所) Verra registry より作成

● 方法論適用条件の遵守状況（対象方法論：AMS-III.D）

表 49 算定方法論に示された適用条件の遵守状況

|          | 適用条件                                                                                                                                                                                        | 遵守の説明                                                                                                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.2.3(a) | 農場内の家畜は閉鎖された条件下で管理されていること。                                                                                                                                                                  | プロジェクト対象地はそれぞれ集中的に閉鎖された条件下で管理された養豚システムで構成されている。                                                       |
| 2.2.3(b) | 排せつ物または処理水が、自然水資源（河川や河口など）に排出されないこと。そうでない場合は、「AMS-III.H 排水処理における CH <sub>4</sub> 回収」を適用する。                                                                                                  | 全てのプロジェクト場所に酸化処理槽に排出するシステムがあり、処理水は水域に排水されない。                                                          |
| 2.2.3(c) | ベースラインにおいて、家畜排せつ物の嫌気性処理施設がある場所の年間平均気温が 5℃を超えていること。                                                                                                                                          | プロジェクトは、気温が 21℃以上、湿度が 87%以上、水温が 5℃以上であることを保証する熱帯・亜熱帯雨林に位置している。                                        |
| 2.2.3(e) | ベースラインシナリオでは、フレア処理や燃焼による CH <sub>4</sub> 回収・破壊は行われていないこと。                                                                                                                                   | プロジェクトは、フレア処理によるガスの燃焼を目的として導入されている。                                                                   |
| 2.2.4(a) | 家畜排せつ物管理システムからの残渣廃棄物は好氣的に処理されなければならない。そうでない場合は、方法論「AMS-III.AO 管理された嫌気性消化による CH <sub>4</sub> 回収」の関連手順に従い、関連する排出源を考慮しなければならない。残渣廃棄物を土壌に施用する場合、CH <sub>4</sub> 排出をもたらさない適切な条件と手順が確保されなければならない。 | 豚の排せつ物消化システムから排出される廃棄物は、プロジェクトに参加している各農場で好氣的に管理される。同州の環境当局が提供するガイドラインとライセンスに基づき 2 つのオープンラグーンが設置されている。 |
| 2.2.4(b) | 消化槽から発生する全てのバイオガスが使用またはフレア処理されるよう、緊急時のフレア処理を含む技術的対策を講じること。                                                                                                                                  | プロジェクトの現場は、それぞれ閉鎖的で集中的に管理された豚舎である。密閉式フレアが使用され、高温にも対応できる容量である。フレアの燃焼室には連続スパークリングシステムが設置されている。          |
| 2.2.4(c) | 家畜農場から搬出されて嫌気性消化槽に投入されるまでの排せつ物の保管期間は、輸送を含め 45 日間を超えないこと。プロジェクト実施者が、家畜農場から搬出された排せつ物の乾物含量が 20%以上であることを証明できる場合は、この期間制限は適用されない。                                                                 | 養豚場がバイオ反応槽に直結していることや、養豚場が毎日清掃され、全ての廃棄物が反応槽に送られる洗浄システムで除去されるという一般的な農場での慣行によって保証されている。                  |

(出所) プロジェクト「Brascarbon Methane Recovery Project BCA-BRA-17」のプロジェクト妥当性確認・検証報告書より作成

- 算定対象
  - ベースライン
    - ☆ 家畜を飼育する畜舎の清掃から生じる排水は、有機物を多く含むため、ベースラインシナリオではオープンラグーン方式の処理設備に送られ、有機物が分解されることで  $\text{CH}_4$  が直接大気中に放出される。この  $\text{CH}_4$  排出量が対象となる。
  - プロジェクト
    - ☆ バイオガスのフレア処理により、 $\text{CH}_4$  排出は回避される。フレア処理による二酸化炭素と燃焼されずに放出される  $\text{CH}_4$  の排出量が対象となる。
- 追加性の証明方法
  - 関連法規制の要求事項を上回る活動であることの説明：ブラジルでプロジェクトに関連する法律や規制に関する情報を検索し、豚の排せつ物からの  $\text{CH}_4$  回収・破壊を義務付ける規制に関する情報がないことが確認された。
  - さらに、プロジェクト実施者はバイオ反応槽と  $\text{CH}_4$  フレア処理システムを確立するための経済的投資について開示しており、ベースラインのオープンラグーン方式と比較して 3 倍のコストが発生することが示されている。これにより、経済合理性の観点からも本プロジェクトが追加的であることを示している。
- モニタリング項目・方法・頻度

表 50 本プロジェクトにおけるモニタリング項目・測定方法及び測定頻度

| パラメータ               | 単位           | 項目名                              | 測定方法・測定頻度                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_f$               | ℃            | フレアの燃焼温度                         | ● 熱電対を通して 1 分間に 1 回測定され、Programmable Logic Control (PLC) システムで記録される。記録は毎月集計される                                                                                                                    |
| $W_{site}$          | kg           | プロジェクト実施場所における家畜集団の平均体重          | ● データ収集は各プロジェクトサイトのオーナーが四半期ごとに実施し、GHG 排出削減量の算定のためにプロジェクト管理者に提供される                                                                                                                                 |
| $N_{LT,y}$          | head         | y 年における家畜タイプ LT の年間平均頭数          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 各プロジェクト実施場所での動物の数は、毎月測定される</li> <li>● 動物管理用の書式を使用し、毎日の出入記録（購入、移転、販売、死亡、内部移転など）を農場ごとに記録する</li> <li>● 集計と報告は、Brascarbon が導入したモニタリングシステムを通じて行われる</li> </ul> |
| $BG_{burnt,y}$      | $\text{m}^3$ | y 年におけるバイオガスの燃焼・使用料              | ● 継続的に記録され、現場から流量計で毎月収集される                                                                                                                                                                        |
| $W_{\text{CH}_4,y}$ | %            | y 年におけるバイオガス中の $\text{CH}_4$ 含有率 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術者によるサンプリング計画に従って測定・収集される。ポータブルガス分析計で測定され、毎月報告される</li> <li>● 毎月モニタリングされる値は、信頼度 90%、</li> </ul>                                                          |