

平成 19 年度環境省委託事業

平成 19 年度 C D M／J I 事業調査

ブラジル・リオグランデドスル州における
養豚場バイオガス有効利用事業調査
報告書

平成 20 年 3 月

株式会社 日本総合研究所

目 次

第1章	ブラジル国の概要	1
1.1	政治	1
1.2	人口	1
1.3	気候	1
1.4	経済	1
(1)	概要	1
(2)	農業	3
(3)	工業	6
第2章	ブラジルのCDMを巡る動き	8
2.1	ブラジルのGHG排出インベントリー	8
2.2	ブラジルにおけるCDM事業の動向	12
(1)	ブラジルにおけるCDM事業承認体制	12
(2)	ブラジルのCDM事業の現状	12
2.3	ブラジルにおける有効化審査の状況	15
(1)	世界的な有効化審査の状況	15
(2)	ブラジルにおける有効化審査段階の案件の状況	16
2.4	ブラジルにおける養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトの状況	19
(1)	概況	19
(2)	プロジェクト組成の状況	20
第3章	ブラジルの養豚業界の現状	21
3.1	養豚業界の現状	21
3.2	養豚業界における主要なプレーヤー	23
3.3	生産コスト	23
3.4	伝染病の影響	24
第4章	プロジェクトの内容	25
4.1	事業概要	25
4.2	プロジェクトの選定の経緯	25
(1)	2006年度調査の概要	25
(2)	本年度調査のプロジェクト選定の概要	26
4.3	プロジェクトサイト変更の経緯	26
4.4	プロジェクトの目的	27
4.5	プロジェクトの実施体制	27
4.6	プロジェクト実施サイトの概要	28

(1)	リオグランデドスル州	28
(2)	セロラルゴ区域サオペドロドブルチア市	29
(3)	サンタカタリーナ州	31
(4)	クリチバノス区域カンポスノボス市	32
(5)	ジョアサバ区域エルールバルペーリョ市	33
4.7	プロジェクトの内容	34
(1)	プロジェクトの概要	34
(2)	バイオダイジェスター	36
(3)	アジタドール（攪拌機）	37
(4)	フレアリング装置と燃料利用装置	38
4.8	ベースライン方法論の設定	38
4.9	ベースラインシナリオおよび追加性	40
(1)	ステップ 1: 提案するCDMプロジェクト活動の代替シナリオの同定	40
(2)	ステップ 2: 障壁分析	43
(3)	ステップ 3: 投資分析	43
(4)	ステップ 4: クレジット期間の更新によるベースラインの改定	44
4.10	プロジェクトバウンダリーの設定	44
4.11	本方法論におけるGHG排出削減量の算出方法	44
4.12	ベースラインシナリオにおけるGHG排出量	45
4.13	プロジェクト実施によるGHG排出量	47
4.14	リーケージ排出量	47
4.15	プロジェクト実施によるGHG削減量	48
(1)	GHG排出削減推定量	48
(2)	GHG排出削減計算量	48
(3)	GHG排出削減量	49
4.16	モニタリング計画	49
4.17	環境影響分析	50
(1)	地域環境への影響	50
(2)	技術移転・開発への影響	50
4.18	地域経済への貢献	50
4.19	利害関係者のコメント	50
(1)	サンタカタリーナ州の養豚場	50
(2)	リオグランデドスル州の養豚場	51
第 5 章	経済性の検討	52
5.1	資金計画	52
(1)	前提条件	52
(2)	イニシャルコスト	52

(3) ランニングコスト	52
(4) 資金計画のまとめ	53
5.2 経済性の評価・分析	53
(1) プロジェクトの収入	53
(2) 収益性	54
(3) CER価格による感度分析	56
第6章 事業化に向けた課題	58
6.1 CDMプロジェクト化リスク	58
6.2 CER価格リスク	58
6.3 技術リスク	59
6.4 金利リスク	59
6.5 カントリーリスク	59
6.6 マクロ経済環境の影響によるリスク	60
6.7 自然災害リスク	60
第7章 有効化審査	61
7.1 有効化審査の概要	61
(1) 有効化審査	61
(2) DOEの選定	61
7.2 有効化審査の結果	61
(1) 指摘事項のまとめ	61
(2) プレバリデーションレポート	64
(3) プレバリデーションレポートに対する対応	64
第8章 現地調査	65

第1章 ブラジル国の概要

1.1 政治¹

ブラジルは26の州と1つの連邦区（首都ブラジリア）により構成される連邦共和国である。各州には州政府があり独自の州憲法を有するが、州の権限事項は制約されている。民法・商法・刑法・訴訟法・選挙法・農業法・海法・航空法・宇宙法・労働法は連邦政府の立法事項と定められており、州政府はこれらに属さない分野において権利を行使することができる。

1.2 人口²

ブラジルの総人口は1億8,677万人（2006年）³となっている。また若年層の人口比率が高く、29歳以下の人口が全体の約6割を占めている。都市化と経済の近代化に伴い人口は急増してきたが、近年は増加率が鈍化している。

1.3 気候⁴

ブラジルはその地形的・気候的な特徴から、北部、北東部、中西部、南東部、南部の大きく5つの地方に区分することができる。北部から北東部、中西部にかけては年平均気温が25～26℃と高く、熱帯気候となっている。また、サンパウロなど大都市が並ぶ中西部から南東部にかけては亜熱帯気候であり、湿度が低く年間を通して過ごしやすい。南部は年平均気温16～19℃と四季を持つ温帯気候となっている。

降水量に関しては、アマゾン川の河口付近やアマゾニア地方などで多く、年間2,000mm以上を記録する。一方で、北東部は「干ばつ地帯」と呼ばれるように乾燥地帯が広がっている。それ以外の地域では年間1,000mm～1,500mmと適度な降水量がみられる。

1.4 経済

(1) 概要⁵

1968年から1973年まで「ブラジルの奇跡」と呼ばれる高度成長を遂げたが、80年代の債務危機の発生とともに「失われた10年」と称される深刻な経済危機を迎えた。1981年から1990年の間の1人あたり実質GDP成長率は年平均で-0.4%とマイナス成長を余儀なくされた。また、インフレ率は81年の105.6%から90年の2937.8%にまで達し、特に貧困層の生活を困窮化させることとなった。

1994年に経済安定化プログラム「リアルプラン」が実施されるなど、1990年代に入るとブラジルの経済政策は政府主導から市場メカニズム重視の開発政策へと劇的な転換を遂げた。現在では新興成長市場として巨額の直接投資が流入するまでに大きく変貌を遂げ、GDPも世界のトップテンに入るほどの経済大国にまで成長した。

¹ 現代ブラジル事典

² ブラジル大使館 HP

³ JETRO 資料

⁴ ARC レポート2002、ブラジル大使館 HP

⁵ JETRO 資料

図表 1-1 に主なマクロ経済指標を示した。BRICs の一角を占めるブラジルは、2007 年の見通しで実質 GDP 成長率が 3.5～3.8%とそれほど高い成長率ではない。

一方、地域別にみると成長率には偏りがみられる。2004 年の州別の GDP 分布では国内最大の工業地域であるサンパウロ州が全体の約 3 割と最大のシェアを占めている。次いで、リオデジャネイロ州、ミナスジェライス州、リオグランデドスル州、パラナ州となっている。GDP 成長率では、アマゾナス州やマットグロッソ州、バイーア州などが 10%程度の高い成長率を記録している。

また、ブラジルは貧富の差が大きい国でもある。図表 1-2 に所得水準別の世帯数分布を示した。世帯所得が月額約 1,800 ドル以上の高所得層は全世帯の約 5%を占める。一方で、180 ドル以下の貧困層が約 35%に達し、貧富の差が大きいことが分かる。2～10SM の中所得以下の層は、同国の北部、北東部に集中しており、同地域はブラジルの中でも低開発地域となっている。

図表 1-1 ブラジルの主要なマクロ経済指標の推移⁶

	2005 年 実績	2006 年 実績	2007 年 見通し
実質 GDP 成長率 (%)	2.3	2.9	3.5-3.8
消費者物価上昇率 (%)	5.7	3.1	4.3
最低賃金上昇率 (%)	15.4	16.7	8.6
国際収支 (%)			
経常収支 (100 万ドル)	14,193	13,528	4,100
貿易収支 (100 万ドル)	44,748	46,074	35,000
為替レート (対米ドルレート)	2.44	2.18	2.25
完全失業率 (%)	8.3	8.4	7.5

図表 1-2 ブラジルにおける所得水準別世帯数分布 (2005 年)⁷

世帯あたり所得	2005 年における 世帯数分布 (%)
最低賃金 (SM) の 20 倍超 (1774.4 ドル超)	3.3
10～20SM (819.1～1774.7 ドル)	7.0
5～10SM (443.8～819.1 ドル)	16.5
3～5SM (266.3～443.8 ドル)	19.6
2～3SM (177.5～266.3 ドル)	16.3
1～2SM (0～177.5 ドル)	21.6
最低賃金以下 (0～1SM (0～177.5 ドル))	13.1
所得なし、申告なし	2.8

⁶ 現代ブラジル事典

⁷ JETRO「ブラジル経済の基礎知識」

(2) 農業

① 農業の歴史⁸

現在のブラジルのアグリビジネス生産額は約 1,500 億ドルを越え、GDP の 3 割を占め、輸出額の 4 割を稼ぐ重要な産業の地位を確立している。今後も、国際的な食料需要の高まりに支えられて、農業生産が拡大すると予測されている。

一方で、急速な農業の近代化とグローバル化は農地の集約化を促し、「土地なし農民」を生むなど、社会問題も表面化している。

1990 年代半ばから現在に至るまで、ブラジルにおける農業は「国際化推進と小農支援期」にあたり、政府の農業への介入の縮小、輸出振興、零細農家支援などが政策の大きな方針となっている。現在、農業政策は農畜供給省（MAPA:Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento）と農業開発省（MDA:Ministerio do Desenvolvimento Agrario）が担当しており、MAPA がアグリビジネスの振興と競争力の強化を、MDA は小農振興政策の推進として農地改革、土地なし農民の入植事業と PRONAF を担当している。

② 最近の農業政策⁹

<農業融資>

ブラジル農務省は 2006 年 5 月 25 日に、2006/07 年度農業プランを公表した。同プランでは、農務省所管の農業融資計画額は前年度を 12.5%上回る約 500 億レアルとした。本融資の大部分の利率を年利 8.75%とし、1 農家あたりの融資限度額も引き上げられた。

<家族農業>

2006 年 7 月、家族農業経営に対し低利融資や技術導入を行うなどの優遇措置を設けた家族農業法が制定された。ブラジルでは家族農業経営（ブラジル南部では 15～20ha 以下、北部では 100ha 以下の農地で農畜産物の生産を行う経営）による農業産出額は GDP の 1 割を占め、農村労働者の 7 割が家族農業経営に属している。部門別に見ると豚肉の 58%、生乳の 54%、鶏肉および鶏卵の 40%、大豆の 32%は家族農業経営により生産されている。こうした家族農業経営に対して優遇措置を施すことにより、家族農業の近代化を進める意図がある。

さらに、2006 年 11 月には農畜産物の価格下落による損失と銀行債務の増大を避けるための家族農業価格保証プログラム（PGPAF）を発表した。PGPAFでは、農畜産物の市場価格が生産費を下回る場合、市場価格と生産費の差額を補助し、家族農業経営（ブラジル南部では 15～20ha、ブラジル北部では 100ha以下の農地で農畜産物の生産を行う経営）に損失が発生することを防ぐことを目標としている¹⁰。

<民間による農業投資>

ブラジルの金融機関は一定額を農業に関する融資に充てる義務があり、国内農業への投資

⁸ 現代ブラジル事典

⁹ 畜産の情報[海外編]各号

¹⁰ 畜産の情報[海外編]各号

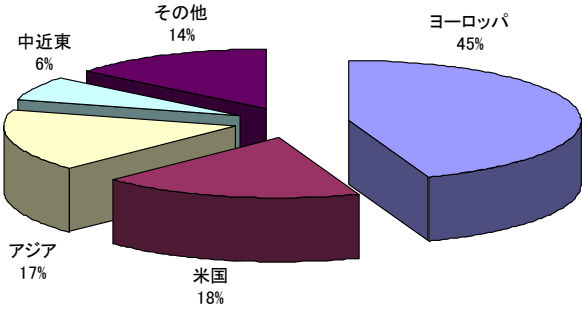
が行われている。近年では高能力乳牛の導入、非遺伝子組み換え大豆の作付け、アルコール工場への投資などが実施されており、積極的な農業投資が進められている。

③ ブラジル農業と世界市場

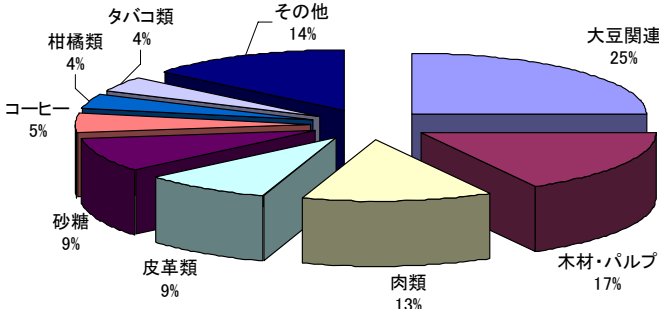
ブラジルは世界有数の農産物の輸出国である。コーヒー、オレンジジュース、砂糖、牛肉、鶏肉の輸出額は世界第1位、大豆は第2位を占めている。1990年に130億ドルであった輸出額は、2002年には248億ドルにまで急増し、重要な外貨収入源となっている。

農産品のいっそうの輸出拡大を目的に、米州自由貿易地域（FTAA）や世界貿易機関（WTO）の交渉の場で、主要輸出相手国である欧米諸国からの補助金や関税障壁の撤廃を強く要求している。さらに、2003年には中国との間に農産物貿易拡大を目指した広範なアグリビジネス協定を締結した。

図表 1-3 ブラジルの農産物の輸出先（2002 年度）¹¹



図表 1-4 農産物の輸出額の内訳（2002 年度）¹²



④ 畜産業

ブラジルは世界有数の家畜生産国かつ輸出国である。2002年の畜産物の国内総生産額は196億ドルであり、農産物（268億ドル）と並んでアグリビジネスの大きな柱となっている。畜産業は、国内およびアジアを中心とする海外における食肉需要の高まりや生産・経営技術の向上、廉価な飼料などに支えられて生産量、輸出量ともに急激に増加させている。

図表 1-5 ブラジルの主要畜産物の生産量¹³

年		1992	1997	2001	2005
牛肉	生産量	5,069	6,444	6,996	7,817
豚肉	生産量	1,190	1,540	2,730	2,708
鶏肉	生産量	2,727	4,461	6,736	9,297

(単位) 千トン

¹¹ 現代ブラジル事典

¹² 現代ブラジル事典

¹³ JETRO「ブラジル経済の基礎知識」など

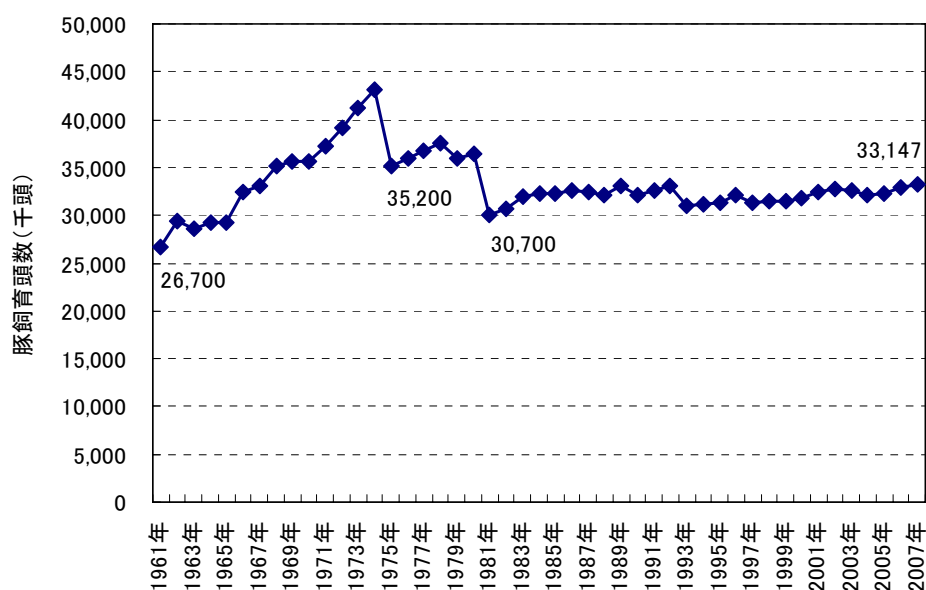
2001 年のブラジル国内の肉牛飼育頭数は 1 億 6,500 万頭で、世界第 1 位を占めている。また、国内生産のうち 1 割弱が輸出されており、2003 年には世界最大の牛肉輸出国となった。主な輸出相手国は、英国、チリ、米国、オランダである。肉牛生産にとどまらず、加工産業や皮革産業などの周辺産業も栄えており、700 万人の雇用を生み出している。

ブラジルでは肉牛のほとんどが放牧による生育で、牧草を食べて育つ。そのため、BSEの原因ともされる動物性飼料が与えられることもない。また、ブラジルでは 2006 年に口蹄疫が発生し牛肉の輸出が停止されていたが、ブラジルの一部の牛肉生産州(リオグランデドスル州、サンタカタリーナ州、ロンドニア州、アクレ州の一部¹⁴)は国際獣疫事務局(OIE)により「ワクチン接種付き口蹄疫清浄地域」に指定されるに至っている。このため、これらの州産の牛肉を中心に輸出されている。なお、日本はワクチン接種なし口蹄疫清浄地域以外からの食肉輸入を認めていない、生鮮・冷蔵・冷凍のブラジル産牛肉は対日輸出されていない。

ブロイラー鶏肉産業は最も著しい成長を遂げた畜産分野である。1970 年代から生産量は 11 倍、輸出量は 25 倍にまで急増しており、世界総生産量の 15%を占めるに至った。国内生産量のうち、2 割弱が輸出されており、主な輸出相手国はサウジアラビア、中国、日本、オランダである。アジアや欧米で猛威を振るった鳥インフルエンザもブラジルは地理的に離れており、渡り鳥の経路上でもないため、その危険性は低いと考えられている。一方で、大手食肉メーカーでは鶏舎や利用する水の衛生管理、加工工場内での衛生規則を強化し、万全の防疫・衛生対策を敷いている。

養豚業は生産量、輸出量ともに増加傾向にあるものの、飼育頭数(母豚 200 万頭、肥育豚 3,300 万頭)は過去 30 年間で減少している。1990 年代ころから中西部地域での飼料作物の生産が増加したことで、生産地帯は南部地域から中西部地域へと移動し、輸出志向のフード・チェーンが形成され始めた。主要な輸出相手国はロシア、中国、アルゼンチンとなっている。

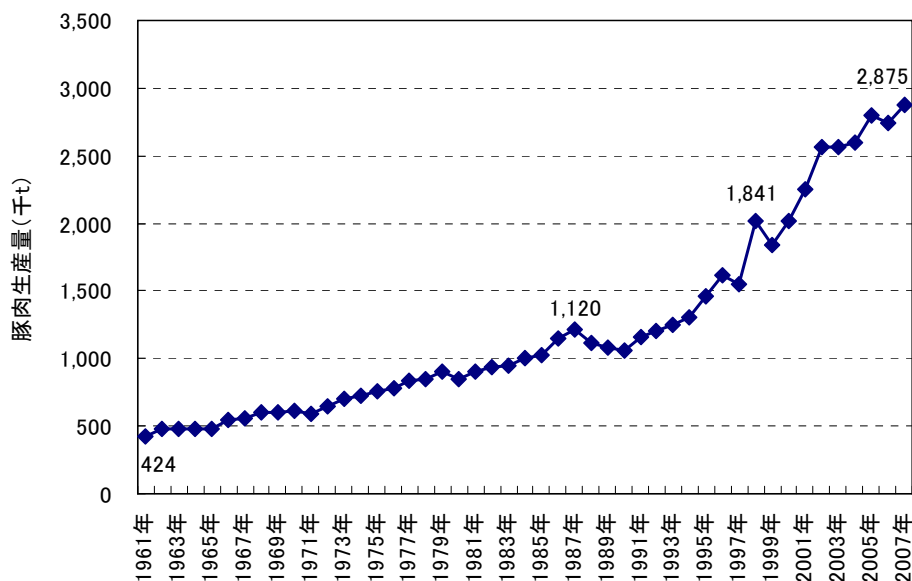
図表 1-6 ブラジルの豚飼育頭数の推移¹⁵



¹⁴ 2007 年 2 月現在

¹⁵ USDA (United States Department of Agriculture) ウェブサイト

図表 1-7 ブラジルの豚肉生産量の推移¹⁶



(3) 工業¹⁷

2003年に誕生したルーラ政権は「工業・科学技術・貿易に関する指針」を作成し、工業の近代化や、中小企業の強化、外国市場へのブラジル製品参入、新製品開発などを推進している。また、個別産業では、鉄鋼、自動車、石油化学、公益事業の4大基幹産業に加えて、資本財や医薬品、半導体、ソフトウェアの4分野を戦略的重点分野と位置づけ、工業の発展を続けている。

ブラジル自動車製造業者協会によると、2007年の自動車生産台数は約297万台となり、4年連続で過去最高を記録した。こうした工業の順調な成長に起因して、GDPも高水準で推移している。また、ブラジルの自動車産業を牽引する存在の一つがフレックス燃料車である。ブラジルでは通常、ガソリンに25%のエタノールを配合した「E25」が使用されている。また、エタノール100%の「E100」も販売されている。フレックス燃料車とは、E25、E100の両方の燃料をどのような混合比率で給油しても走ることが出来る車のことである。このフレックス燃料車はブラジル発の自動車技術である。2006年のブラジル国内販売台数に占めるフレックス燃料車のシェアは78.1%と、前年度から大きく上昇している¹⁸。

また、2006年における電気・電子産業の売上規模は前年比12.1%増の約1,041億レアルとなった。発電・配電機器、情報機器、電話通信機器、産業オートメーション分野での伸び率が顕著となっている¹⁹。

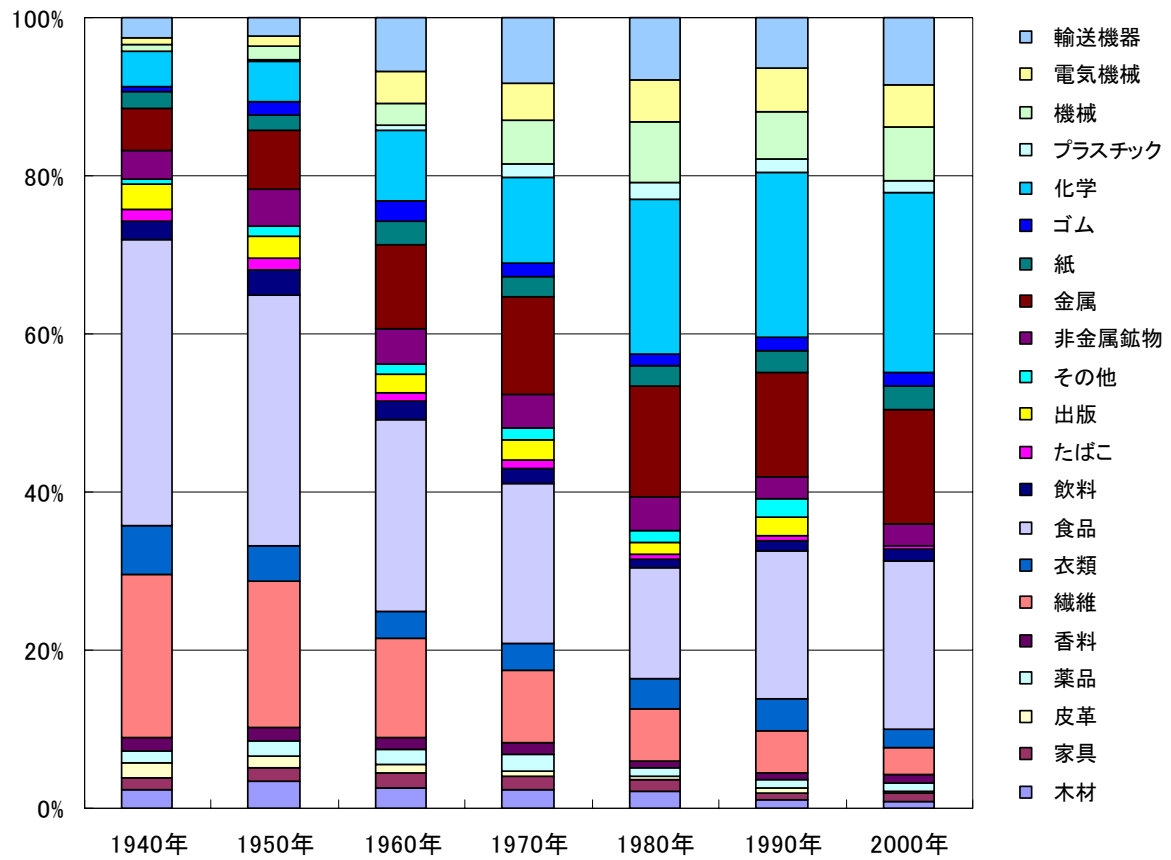
¹⁶ USDA (United States Department of Agriculture) ウェブサイト

¹⁷ 現代ブラジル事典、ブラジル大使館 HP

¹⁸ JETRO「ブラジル経済の基礎知識」

¹⁹ JETRO「ブラジル経済の基礎知識」

図表 1-8 製造業の生産構成の変化²⁰



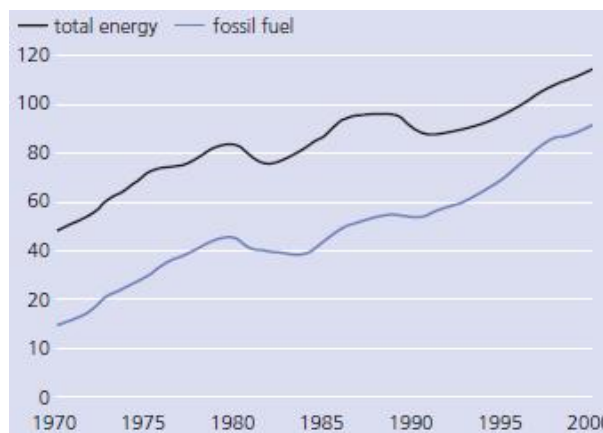
²⁰ 現代ブラジル事典

第2章 ブラジルの CDM を巡る動き

2.1 ブラジルのGHG排出インベントリー²¹

図表 2-1 にブラジルにおけるエネルギー起源および化石燃料起源の二酸化炭素排出量の推移を示した。1970 年代は、経済の成長と人口の増加に伴い、二酸化炭素排出量が急増した。1980 年代の初頭には、経済が停滞したことや化石燃料から再生可能エネルギーへの転換が進んだこともあり、排出量が減少した。1990 年代以降、再び二酸化炭素排出量は急増傾向にある。図表 2-2 に、1994 年²²のブラジルにおける二酸化炭素排出量の部門別の内訳を示した。先進国と異なり、土地利用変化・森林部門が大きな割合を占めている。この部門の影響を除くと、運輸部門が 37.2%と

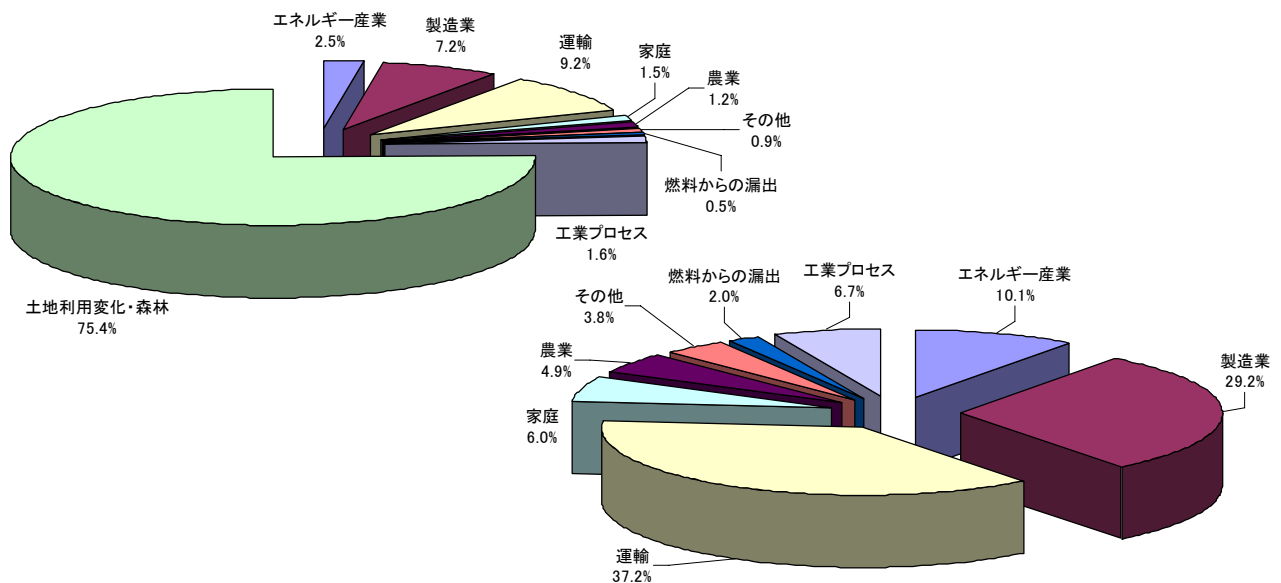
図表 2-1 ブラジルにおけるエネルギー起源および化石燃料起源の二酸化炭素排出量²³



単位：100 万 t-CO₂

図表 2-2 ブラジルにおける二酸化炭素排出量の部門別の内訳（1994 年）

（左：土地利用変化部門有り、右：土地利用変化部門無し）²⁴



²¹ Clean Development Mechanism(CDM) investor guide BRAZIL, UNIDO(2003)

²² データはやや古いが、このデータが現在入手できる最新のインベントリーである。

²³ Clean Development Mechanism(CDM) investor guide BRAZIL, UNIDO(2003)、ブラジル鉱山動力省

²⁴ Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

図表 2-3 ブラジルにおける部門別二酸化炭素排出量および吸収量²⁵

部門	1990 年	1994 年	シェア (1994 年)
	Gg-CO ₂	Gg-CO ₂	%
エネルギー消費	203,353	236,505	23.0
化石燃料の消費	197,972	231,408	22.5
エネルギー産業	22,914	25,602	2.5
製造業	61,260	74,066	7.2
鉄鋼業	28,744	37,887	3.7
化学工業	8,522	9,038	0.9
その他工業	23,694	27,141	2.6
運輸	82,020	94,324	9.2
航空	5,818	6,204	0.6
自動車	71,150	83,302	8.1
その他運輸	5,051	4,818	0.5
家庭	13,750	15,176	1.5
農業	9,998	12,516	1.2
その他	8,030	9,723	0.9
燃料からの漏出	5,381	5,096	0.5
炭鉱	1,653	1,355	0.1
石油・天然ガス	3,728	3,741	0.4
工業プロセス	16,949	16,870	1.6
セメント工業	10,220	9,340	0.9
石灰製造	3,740	4,150	0.4
アンモニア製造	1,297	1,301	0.1
アルミニウム製造	1,510	1,892	0.2
その他製造	182	187	0.0
土地利用変化・森林	758,281	776,331	75.4
森林・木質系バイオマスへの蓄積	-45,051	-46,885	-4.6
森林・草原の土地利用転換	882,477	951,873	92.4
土壌への吸収	-189,378	-204,270	-19.8
土壌からの発生・離脱	110,233	75,613	7.5
合計	978,583	1,029,706	100

²⁵ Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

最も大きい割合を占めており、次いで製造業、エネルギー産業の順になっている。1990 年から 1994 年までの伸び率では、鉄鋼業（約 32%増加）、アルミニウム製造（約 25%増加）、農業（約 25%増加）、自動車（約 17%増加）などが大きくなっている。総排出量に占める割合と伸び率とを考慮すると、自動車部門からの二酸化炭素の増加が非常に大きな影響を与えていることが分かる。

同様に、図表 2-4 に部門別のメタン排出量のインベントリーを、図表 2-5 にその内訳をグラフで示した。農業部門、特に牛の消化管内発酵に伴うメタン発生量が大きく、全体の 68%を占めている。また、廃棄物部門からの発生量も全体の 6.1%を占めており、農業部門、土地利用変化の次に大きな発生源であることが分かる。

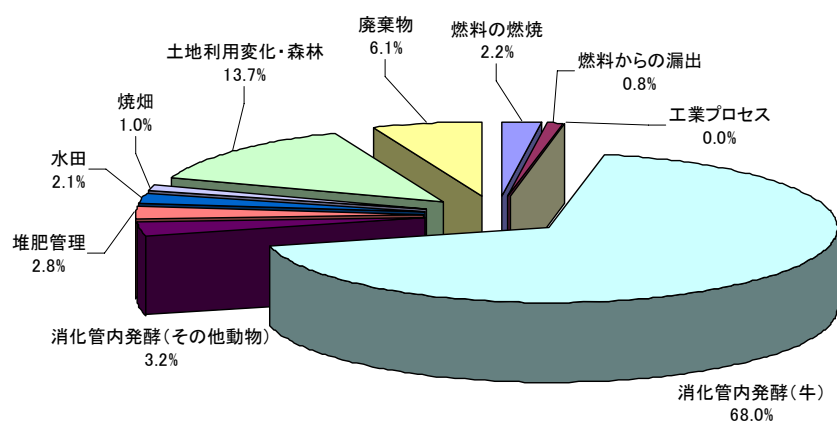
図表 2-4 ブラジルにおける部門別メタン排出量および吸収量²⁶

部門	1990 年	1994 年	シェア (1994 年)
	Gg-CH ₄	Gg-CH ₄	%
エネルギー消費	439	401	3.0
燃料の燃焼	332	293	2.2
エネルギー産業	172	150	1.1
製造業	58	55	0.4
鉄鋼業	40	37	0.3
その他製造業	18	19	0.1
運輸	10	9	0.1
家庭	77	65	0.5
その他	15	13	0.1
燃料からの漏出	107	108	0.8
炭鉱	59	53	0.4
石油・天然ガス	47	54	0.4
工業プロセス（化学工業）	3	3	0.0
農業	9,506	10,161	77.1
消化管内発酵	8,807	9,377	71.2
牛	8,391	8,962	68.0
乳牛	1,200	1,257	9.5
その他牛	7,191	7,705	58.5
その他動物	416	415	3.2
堆肥管理	338	368	2.8
牛	242	259	2.0
乳牛	59	61	0.5
その他牛	183	198	1.5

²⁶ Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

部門	1990 年	1994 年	シェア (1994 年)
	Gg-CH ₄	Gg-CH ₄	%
家禽	48	61	0.5
その他動物	48	48	0.4
水田	240	283	2.1
焼畑	121	133	1.0
土地利用変化・森林	1,615	1,805	13.7
廃棄物	737	803	6.1
固形廃棄物の陸上における処分	618	677	5.1
廃水処理	119	126	1.0
工業	79	83	0.6
家庭・商業	39	43	0.3
合計	12,299	13,173	100

図表 2-5 ブラジルにおけるメタン排出量の部門別の内訳（1994 年）²⁷



²⁷ Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

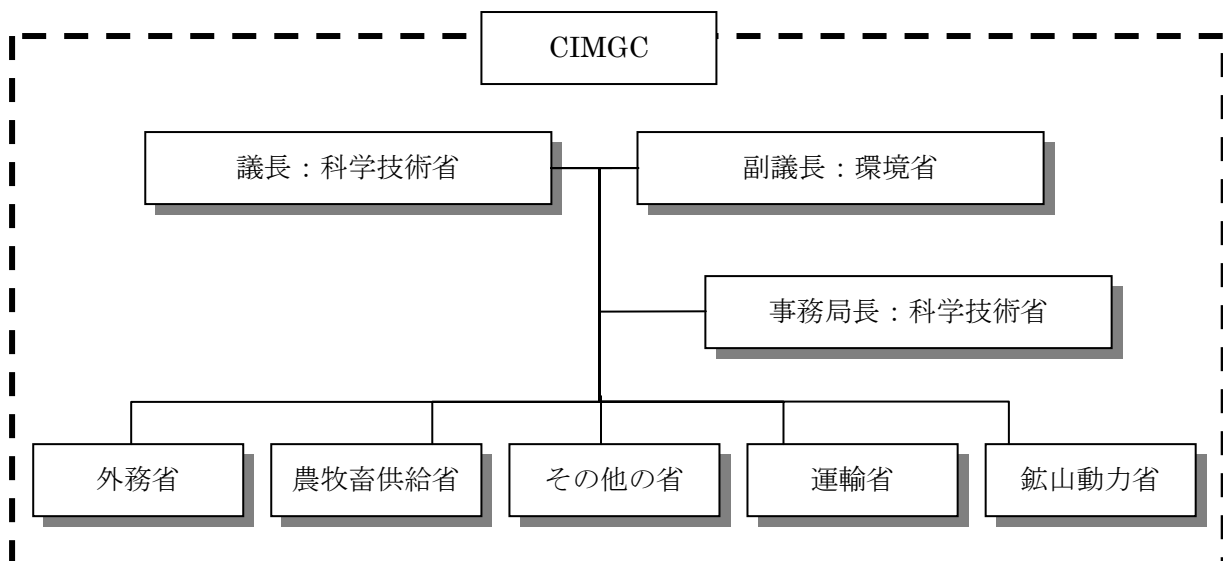
2.2 ブラジルにおける CDM 事業の動向

(1) ブラジルにおける CDM 事業承認体制²⁸

ブラジル国内における CDM の事業承認を担当する国家指定期間（DNA: Designated National Authority）は、気候変動に関する省庁間気候変動委員会（CIMGC: Interministerial Commission on Global Climate Change）であり、科学技術省を委員長とする省庁から構成されている。これを図表 2-6 に示した。CIMGC は 1997 年 7 月の大統領令により設置され、2002 年に法令 144 号により京都議定書を批准し、2003 年 9 月 11 日付省庁間気候変動委員会第 1 号決議で CDM に関する規定が設けられた。

ブラジルの CDM プロジェクト承認に関する特徴は、ブラジルの社会問題への配慮をふまえた経済成長への貢献度を重視するということにある。例えば、PDD（プロジェクト設計書: Project Design Document）には、当該プロジェクトの雇用貢献度や利益配分、それに技術発展への寄与が承認の条件として盛り込まれている²⁹。また、プロジェクトの第三者認定を行う指定運営組織（DOE: Designated Operational Entity）はブラジル国内に事務所を設置していることも条件としている。

図表 2-6 ブラジルにおける DNA の体制



(2) ブラジルの CDM 事業の現状

ブラジルでは現在³⁰までに、115 の CDM 事業が登録されており、その予想削減総量は約 1,750 万[t-CO₂/年]になる。登録審査待ちのプロジェクトや有効化審査段階にあるプロジェクトを含めると、その数はさらに多くなる。また、現在発掘中のものも含めると相当数の CDM 事業がブラジルで行われていることになる。

²⁸ ブラジル国太陽光発電設備他利用電化計画に係る F/S 調査報告書、JETRO（2004）CDM プロジェクトにおける南米の動き、JETRO（2005）

²⁹ CDM プロジェクトにおける南米の動き、JETRO（2005）

³⁰ UNFCCC（2008 年 1 月 23 日現在）

図表 2-7 に、ブラジルにおける CDM 案件をまとめた。日本が投資国である案件は 20 件にとどまっており、英国やオランダなどと比べて少ない。

ブラジルに限ったことではないが、欧州勢は日本勢と比べると CDM 案件に対する意思決定が非常に早い。MOU 締結までに要する期間、MOU 締結から資金投入までに要する期間はともに短く、日本勢はブラジルにおける案件を奪われる状況が続いている。

図表 2-7 ブラジルにおける登録済みCDMプロジェクト³¹

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
GHG capture/combustion from swine manure man. systems at Faxinal dos Guedes and Toledo	英国	AM6	24
Granja Becker GHG mitigation project (NM34)	英国、カナダ	AM16	5.1
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-01, Minas Gerais Brazil	英国	AM16	56
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-03	英国	AM16	182
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-02, Minas Gerais / São Paulo	英国	AM16	152
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-04, Parana, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul	英国	AM16	91
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-05, Minas Gerais and São Paulo	英国	AM16	75
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-07, Mato Grosso, Minas Gerais, and Goiás	英国	AM16	150
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-09	英国	AM16	49
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-06, Bahia	英国	AM16	14
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-10, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, and Mato Grosso do Sul	英国	AM16	90
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-08, Paraná, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul	英国	AM16	18
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-11, Mato Grosso, Minas Gerais and São Paulo	英国	AM16	68
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-12, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais and São Paulo	英国	AM16	76
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-13, Goiás, Minas Gerais	英国	AM16	124
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-14, Espírito Santo, Minas Gerais, and São Paulo	英国	AM16	55
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-15, Paraná, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul	英国	AM16	48
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-16, Bahia, Goiás, Mato Grosso etc	英国	AM16	88
AWMS GHG Mitigation Project BR05-B-17. Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, and Minas Gerais	英国	AM16	43
ECOINVEST – MASTER Agropecuária – GHG capture and combustion from swine farms in Southern Brazil	n.a.	AM6	69
Irani biomass electricity generation project	英国、オランダ、日本	AMS-I.D.+AMS-III.E.	170
Imbituva Biomass Project (by 200 kt sawmill waste from 42 companies)	英国	AMS-I.D.+AMS-III.E.	288
Inácio Martins Biomass Project	英国	AMS-I.D.+AMS-III.E.	294
Vale do Rosário - Sugar Bagasse, Brazil (NM1) (VRBC)	スウェーデン、英国	AM15	25
Moema Bagasse Cogeneration Project (MBCP)	スウェーデン	AM15	13
Santa Elisa Bagasse Cogeneration Project (SEBCP)	スウェーデン	AM15	46
Jalles Machado Bagasse Cogeneration Project (JMBCP)	オランダ	AM15	9.0
Santa Cândida Bagasse Cogeneration Project (SCBCP)	英国	AM15	11
Rickli Biomass electricity generation project	英国、オランダ	AMS-I.D.+A	122

³¹ UNEP (2008 年 1 月 8 日現在)

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
		MS-III.E.	
Alta Mogiana bagasse cogeneration project	オランダ	AM15	12
Lucélia bagasse cogeneration project (LBCP)	英国	AM15	14
Cerradinho Bagasse Cogeneration Project	英国	AM15	35
Nova América Bagasse Cogeneration Project (NABCP)	スウェーデン	AM15	12
Iturama Bagasse Cogeneration Project (IBCP)	英国	AM15	13
Campo Florido Bagasse Cogeneration Project (CFBCP)	英国	AM15	10
Cruz Alta Bagasse Cogeneration Project (CABCP)	n.a.	AM15	10
Colombo Bagasse Cogeneration Project (CBCP)	オランダ、スウェーデン	AM15	28
Termoelétrica Santa Adélia Cogeneration Project (TSACP)	オランダ	AM15	22
Central Energética do Rio Pardo cogeneration project (CERPA)	オランダ	AM15	16
Zillo Lorenzetti Bagasse Cogeneration Project (ZLBC)	オランダ	AM15	54
Bioenergia Cogeneradora S.A	日本	AM15	20.8
BK Energia Itacoatiara project	オランダ、スイス、英国	AMS-I.D.+A MS-III.E.	145
Koblitz Piratini Energia S.A.	日本	AMS-I.D.+A MS-III.E.	173
Coinbra-Cresciumal Bagasse Cogeneration Project	n.a.	AM15	17
Equipav Bagasse Cogeneration Project (EBCP)	n.a.	AM15	32
Alto Alegre Bagasse Cogeneration (AABCP)	n.a.	AM15	9.7
Coruripe Bagasse Cogeneration Projects	n.a.	AM15	5.8
Serra Bagasse Cogeneration Project	英国	AM15	6.6
Southeast Caeté Mills Bagasse Cogeneration Project	日本	AM15	30
Usina Itamarati cogeneration project	日本	AM15	8.0
Bunge Guará biomass project	n.a.	AMS-I.C.	14
Cucaú Bagasse Cogeneration Project (CBCP)	n.a.	AMS-I.D.	2.1
CAMIL Itaquí Biomass Electricity Generation Project	オランダ	AMS-I.D.+A MS-III.E.	57
Santa Terezinha – Tapejara Cogeneration Project. (Usina de Açúcar Santa Terezinha Ltda.)	n.a.	ACM6	43
Raudi chemical salts	英国	AM27	17
Burning of solid biomass for process steam generation for beer manufacture in place of the BPF 3 fuel oil at the Águas Claras do Sul Branch	n.a.	AMS-I.C.	27
GEEA-SBS Biomass Treatment Project in Alegrete, Rio Grande do Sul	日本	AMS-I.D.+A MS-III.E.+A MS-III.G.+AC M2	19
UTE Barreiro Steel Plant Ren.El.Gen.Project	英国	AMS-I.D.	49
Electric Power Co-Generation by LDG Recovery – CST	n.a.	ACM4	90
"Celpa, Celtins and Cemat grid connection of isolated systems" (for simplicity hereafter referred to simply as the "Grupo Rede CDM Project")	n.a.	AM45	55
Fuel oil to natural gas switching at Klabin Piracicaba boilers	n.a.	AM8	14
Fuel oil to natural gas switch at Solvay Indupa do Brasil S.A	n.a.	AM8	42
Quimvale and gas natural fuel switch project	スペイン	AMS-III.B.	12
RIMA Fuel Switch in Bocaiúva	n.a.	AMS-I.C.	29
Fuel oil to natural gas switching at Votorantim Cimentos Cubatão	n.a.	AMS-III.B.	2.1
Aços Villares Natural gas fuel switch project	英国	AMS-III.B.	40
Lages Methane Avoidance Project (from decay of timber waste)	日本	AMS-III.E.	220
Mitigation of Methane Emissions in the Charcoal Production of Plantar	オランダ	AM41	16
Aquarius Hydroelectric Project	日本	AMS-I.D.	13
Pesqueiro Energia Small Hydroelectric Project	日本	AMS-I.D.	42
Passo do Meio, Salto Natal, Pedrinho I, Granada, Ponte and Salto Corgão Small Hydroelectric Power Plants - Brascan Energética S.A.	オランダ	ACM2	156
Cachoeira Encoberta and Triunfo Small Hydroelectric Power Plants - Brascan Energética Minas Gerais S.A (BEMG) Project Activity	日本	ACM2	45
BT Geradora de Energia Elétrica S.A. - Ferradura Small Hydro Power Plant - Small Scale CDM Project	日本	AMS-I.D.	23
ARAPUtanga Centrais ELétricas S. A. - ARAPUCEL - Small Hydroelectric Power Plants Project	日本	ACM2	107

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
Jaguari Energética S.A. Furnas do Segredo Small Hydro Power Plant	日本	AMS-I.D.	28
Incomex Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	39
Palestina Small Hydroelectric Power Plant - Brascan Energética Minas Gerais S.A. (BEMG) Project Activity	日本、オランダ	AMS-I.D.	27
Nova Sinceridade Small Hydroelectric Power Plant - Brascan Energética Minas Gerais S.A. (BEMG) Project Activity	日本、オランダ	AMS-I.D.	17
Repowering Small Hydro Plants (SHP) in the State of São Paulo	n.a.	ACM2	19
Santa Lúcia II Small Hydro Plant	n.a.	AMS-I.D.	23
Braço Norte III Small Hydro Plant	オランダ	AMS-I.D.	40
Braço Norte IV Small Hydro Plant	オランダ	AMS-I.D.	46
Ceran's Monte Claro Run-of-river Hydropower Plant	n.a.	ACM2	122
Votorantim's Hydropower Plant with existing reservoir "Pedra do Cavalo" CDM Project	n.a.	ACM2	59
Atiaia - Buriti Small Hydropower Plant	n.a.	ACM2	64
Rialma Companhia Energética S/A. - Santa Edwiges II Small Hydro Power Plant - Small Scale	n.a.	AMS-I.D.	17
Rialma Companhia Energética I S/A. - Santa Edwiges I Small Hydro Power Plant - Small Scale CDM Project	n.a.	AMS-I.D.	13
Garganta da Jararaca Small Hydroelectric Power Plant (SHP)	n.a.	ACM2	50
Alto Benedito Novo Small Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	19
Agropecuária Salto do Leão Ltda. - Spessatto, Santo Expedito and Barra do Leão Small Hydroelectric Power Plant Project	n.a.	AMS-I.D.	12
Salvador Da Bahia landfill gas management project (NM4)	日本、オランダ、英国	AM2	702
Brazil NovaGerar landfill gas to energy project (NM5)	オランダ	AM3	341
Landfill gas to energy project at Lara landfill, Mauá	オランダ	AM3	751
Brazil MARCA landfill gas to energy project	英国、日本	AM3	231
Onyx landfill gas recovery project - Trémembé, Brazil (NM21)	オランダ、フランス	AM11	70
Caieiras landfill gas emission reduction	日本	ACM1	349
ESTRE's Paulínia Landfill Gas Project (EPLGP)	英国	AM3	213
Bandeirantes Landfill Gas to Energy Project (BLFGE).	ドイツ	ACM1	1071
São João Landfill Gas to Energy Project	ドイツ	ACM1	817
Project Anaconda	n.a.	ACM1	116
Canabrava Landfill Gas Project	カナダ、日本、英国	ACM1	203
Aurá Landfill Gas Project	英国	ACM1	320
Central de Resíduos do Recreio Landfill Gas Project (CRRLGP)	n.a.	ACM1	108
ESTRE Itapevi Landfill Gas Project (EILGP)	n.a.	ACM1	91
Quitaúna Landfill Gas Project	n.a.	ACM1	95
Embralixo/Araúna - Bragança Landfill Gas Project (EABLGP)	n.a.	ACM1+ACM2	66
URBAM/ARAUNA - Landfill Gas Project (UALGP)	n.a.	ACM1	117
N2O Emission Reduction in Paulínia, São Paulo	英国、フランス、オランダ、日本	AM21	5961
N2O Emission Reduction in nitric acid plant Paulínia, SP	フランス	AM28+AM34	80
Água Doce Wind Power Generation Project	n.a.	AMS-I.D.	14
Horizonte Wind Power Generation Project	n.a.	AMS-I.D.	6.2
Osório Wind Power Plant Project	スペイン	ACM2	148
Petrobras Wind Power Project for Oil Pumping at Macau, Brazil	n.a.	AMS-I.A.	1.3

2.3 ブラジルにおける有効化審査の状況

(1) 世界的な有効化審査の状況

世界的に CDM の取組みが活発化し、有効化審査を受けるプロジェクト数が急増している。一方で、審査を担当する DOE の人手不足などの受け入れ態勢の不備が指摘されている。そのため、

個々の CDM 案件に対する DOE の有効化審査は甘くなりがちで、CDM 理事会によって差し戻される例も多発している。

このような状況を受け、CDM 理事会は DOE に対する勧告を発し、審査の質の担保を目指している。プロジェクト実施時には、上記のような状況を踏まえて DOE を選択する必要がある。

(2) ブラジルにおける有効化審査段階の案件の状況

ブラジルでは現在³²、117 の CDM 事業が有効化審査段階にあり、既に CDM 理事会により登録されているプロジェクト数と同程度のパイプラインが存在することになる。既に登録されている案件と同様、ブラジルでは年間の削減量が 100 万トンを超えるような大規模プロジェクトはみられず、数万トン程度の小規模 CDM 案件が増加している。さらに、投資国が存在しないユニラテラル CDM プロジェクトも数多く有効化審査段階にある。

図表 2-8 ブラジルにおける有効化審査中の CDM プロジェクト³³

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
GHG Capture and Combustion From Swine Manure System	英国	AM6	34
SADIA OWNED FARMS - GHG capture and combustion from swine manure management systems in Brazil.	n.a.	AM6	63
AWMS Methane Recovery Project BR06-S-18, Parana, Rio Grande do Sul, and Santa Catarina, Brazil	n.a.	AMS-III.D.	19
AWMS Methane Recovery Project BR06-S-22, Minas Gerais, Brazil	n.a.	AMS-III.D.	15
Ecoinvest - Agrocere PCI - GHG capture and combustion from a swine farm in Southeast Brazil	n.a.	AMS-III.D.	8.1
AWMS Methane Recovery Project BR06-S-32, Minas Gerais and São Paulo, Brazil	n.a.	AMS-III.D.	11
AWMS Methane Recovery Project BR06-S-30, Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil	n.a.	AMS-III.D.	6.8
AWMS Methane Recovery Project BR06-S-33, Minas Gerais and Sao Paulo	n.a.	AMS-III.D.	11
AWMS Methane Recovery Project BR07-S-34, Bahia, Espirito Santo, Minas Gerais, and Sao Paulo	n.a.	AMS-III.D.	14
AWMS Methane Recovery Project BR07-S-31, Mato Grosso do Sul, Parana, Rio Grande do Sul, and Santa Catarina	n.a.	AMS-III.D.	20
Perdigão Sustainable Swine Production 01 – Methane capture and combustion	n.a.	AMS-III.D.	54
Mitigation of the environmental passive through the management of the swine manure and renewable electricity generation	n.a.	ACM10	110
Project JBS S/A – Slaughterhouse Effluent Treatment – Andradina Unit	n.a.	AMS-III.H.	26
COTRIBÁ Swine Waste Management System Project	n.a.	AMS-III.D.	17
USINAVERDE: Incineration of urban solid wastes (Golden Standard PDD)	n.a.	AMS-III.E.	4.0
Northeast Caeté Mills Bagasse Cogeneration Project	n.a.	AM15	10
Bertin's Slaughterhouses Fuel Switch project	n.a.	AMS-I.C.	20
Bracol's Tanneries Fuel Switch project	n.a.	AMS-I.C.	6.3
Giasa S/A - Giasa II Cogeneration Project	n.a.	ACM6	5.5
USJ Acucar e Alcool SA _ Usina Sao Francisco Cogeneration Project	n.a.	ACM6	34
URBANO Sinop Biomass Electricity Generation project	n.a.	AMS-I.D.+A MS-III.E.	21
CAMIL Camaqua Biomass Electricity Generation Project	オランダ	AMS-I.D.+A MS-III.E.	29
CAAL Biomass Electricity Generation project	n.a.	AMS-I.D.+A	51

³² UNFCCC (2008 年 1 月 23 日現在)

³³ UNEP (2008 年 1 月 8 日現在)

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
		MS-III.E.	
Nardini Bagasse Cogeneration Project (NBCP)	n.a.	ACM6	8.0
Ruette Bagasse Cogeneration Project (RBCP)	n.a.	ACM2+ACM6	28
Maracaí Bagasse Cogeneration Project	n.a.	ACM2+ACM6	43
JOSAPAR Pelotas Biomass Electricity Generation Project	オランダ	AMS-I.D.	20
JOSAPAR Itaqui Biomass Co-generation project	オランダ	AMS-I.D.+AMS-III.E.	51
Água Bonita Bagasse Cogeneration Project.	n.a.	ACM6+ACM2	20
Usina Petribu Renewable Generation with Sugarcane Bagasse	n.a.	ACM6	11
Pioneiros Bagasse Cogeneration Project	n.a.	ACM6	39
Nobrecel Biomass energy project	英国	ACM6	125
Nobrecel Methane Avoidance and fuel switch in black liquor boiler Project	英国	AMS-I.C.	125
Barrácool Bagasse Cogeneration Project	n.a.	ACM6	9.2
Roullier biomass project	n.a.	AMS-I.C.	20
“Usina Interlagos Cogeneration Project”, Brazil	n.a.	ACM2+ACM6	55
Eldorado Cogeneration Project	n.a.	AMS-I.D.	12
Sao Judas Tadeu Ceramic Switching Fuel Project	n.a.	AMS-III.E.	6.6
LDCommodities recycling of sugarcane bagasse for electric cogeneration steam and hot gases generation, henceforth Project Activity.	n.a.	ACM2+ACM6+AM36	96
Lanxess Biomass Cogeneration Project	n.a.	AMS-I.C.	7.4
Sao Borja Biomass Power Plant – Riogrande do Sul	ドイツ	AMS-I.D.+AMS-III.E.	36
Sao Sepé Biomass Power Plant – Riogrande do Sul, Brazil	オランダ	AMS-I.D.+AMS-III.E.	35
Dom Pedrito Biomass Power Plant – Riogrande do Sul	オランダ	AMS-I.D.+AMS-III.E.	35
Rio Grande Biomass Project – Riogrande do Sul	オランダ	AMS-III.E.	14
Burning of solid biomass for process steam generation for beer manufacture in place of fuel oils at AMBEV’s Branchs Agudos (SP) and Teresina (PI)	n.a.	AMS-I.C.	50
Fuel switch project in a cement manufacturing plant	n.a.	ACM3	295
Santa Cruz S.A. - Açúcar e Álcool - Cogeneration Project	n.a.	ACM2+ACM6	54
Penha Renewable Energy Project - fossil fuel switch to renewable biomass for steam generation in the paper production industry	n.a.	AMS-I.C.	30
Mandu Bagasse Cogeneration Project	n.a.	ACM2+ACM6	26
Guarapuava Econergia Biomass Project	n.a.	ACM6	62
MARFRIG Bagasse Cogeneration Project in Promissão	n.a.	AMS-I.C.	7
Burning of solid biomass for process steam generation for beer manufacture in place of fuel oil at AMBEV’s Branch Cebrasa (GO)	n.a.	AMS-I.C.	17
Goiasa Bagasse Cogeneration Project (GBCP)	n.a.	ACM2+ACM6	28
Usina Interlagos Cogeneration Project	n.a.	ACM6	56
INPA Fuel Switch Project	英国	AMS-I.C.	60
FUEL SWITCHING FROM PETROLEUM COKE TO BIOMASS RESIDUE AT THE CAMARGO CORRÊA CEMENT PLANT OF IJACÍ	n.a.	AMS-III.B.	58
Substitution of raw material in cement processing	フランス	AM33	13
Demand side energy efficiency program by COELBA for low-income residential customers in Salvador	n.a.	AMS-II.C.	1.5
Energy efficiency for steam generation at Nitro Química – São Miguel Paulista	n.a.	AMS-II.D.	20
Waste Heat Recovery Steam Superheater Project at RECAP Refinery (Unit of PETROBRAS) in Maua, São Paulo	n.a.	AMS-II.D.	9
CEDA – Companhia Energética CEDA cogeneration plant	n.a.	ACM6	69

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
Co-Generation of Electrical Energy in Heat Recovery Coke Plant – SOL Coqueria	n.a.	ACM12	371
Termonorte CCGT Project	英国	ACM7	304
Grid connection of the isolated system of Porto Murinho city – MS	n.a.	AM45	13
Petroflex Fuel Switch (Oil to natural gas)	n.a.	AM8	30
Petrobras Project for Switching Fossil Fuel at Macau_RN	n.a.	AMS-III.B.	1.1
Northeast Caeté Mills Irrigation Project (NECMIP)	n.a.	AMS-II.F.	26
Fuel Switch project in Caieiras, SP, Brazil.	n.a.	ACM9	10
Substitution of a diesel thermo power plant generation in Porto Murinho city - MS	n.a.	AMS-III.B.	19
Servatis and Carta Fabril Natural Gas Fuel Switch Project	スペイン	AMS-III.B.	5.1
CENIBRA fuel switch project	日本	ACM9	50.6
Fuel switching from fuel oil to natural gas at the Camargo Corrêa Cimentos plant of Pedro Leopoldo	n.a.	AMS-III.B.	2
Salto Natal Small Hydroelectric Power Plant	オランダ	AMS-I.D.	35
São João Hidro Power plant	n.a.	ACM2	47
Martinuv Espigão Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	16
Brasil Central Energia S.A. – Sacre II Small Hydro Power Plant Project.	n.a.	ACM2	64
Apertadinho Small Hydroelectric Power Plant (hereafter referred to as PCH Apertadinho) – Project Activity Centrais Hidrelétricas Belém S.A. – CEBEL.	n.a.	ACM2	67
Salto Santo Antonio Small Hidro Power Plant Project (JUN 1028), Brazil.	n.a.	AMS-I.D.	8.5
Saldanha Small Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	28
Picada Run-of-river Hydropower Plant CDM Project Activity - “Picada Project”, Brazil	n.a.	ACM2	62
Baruító Hydroelectric Project	英国	ACM2	34
Primavera Small Hydroelectric Project	英国	ACM2	94
Cascata Chupinguaia Small Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	56
Salto Small Hydro Power Plant Project - A Brascan Energetica S/A Project Activity	n.a.	ACM2	31
Ponte de Pedra Energética Hydro Power Project, in Brazil	英国	ACM2	301
Santa Fé Small Hydro Plant	n.a.	ACM2	38
Faxinal II Small Hydroelectric Power Plant	英国	AMS-I.D.	53
Ceran’s Castro Alves Hydro Power Plant CDM Project Activity	n.a.	ACM2	315
Salto Burity Hydroelectric Project	英国	AMS-I.D.	51
Salto Curua Hydroelectric Project	英国	ACM2	178
Caquende and Juliões Small Hydroelectric Power Plants	日本	AMS-I.D.	9
Piabanha River Hydroelectric Plants	オランダ	ACM2	71
Ceran’s 14 de Julho Hydro Power Plant CDM Project Activity	n.a.	ACM2	245
Piedade Small Hydro Power Plant CDM Project Activity	n.a.	ACM2	36
Campos Novos Hydropower Plant CDM Project Activity	n.a.	ACM2	936
Angelina Small Hydro Power Plant Project – A Brascan Energética S/A Project Activity	n.a.	ACM2	38
Baguari Hydropower Plant CDM Project Activity	n.a.	ACM2	129
Nova Sinceridade Small Hydroelectric Power Plant - Brascan Energética Minas Gerais S.A.	n.a.	ACM2+AMS-I.D.	10
Rialma Companhia Energética III S/A. – Santa Edwiges III Small Hydro Power Plant – Small Scale CDM Project	n.a.	AMS-I.D.	24
Faxinal dos Guedes Small Hydroelectric Power Plant	英国	AMS-I.D.	5.6
ARS Small Hydroelectric Power Plant	n.a.	AMS-I.D.	9
Cristalino Small Hydroelectric Power Plant	英国	AMS-I.D.	6.3
Manaus Landfill Gas Project	カナダ、英国	ACM1+ACM2	903
Natal Landfill Gas Recovery Project	n.a.	ACM1	118
CTRVV Landfill emission reduction project	n.a.	ACM1	92
Proactiva Tijuquinhas Landfill Gas Capture and Flaring project	スペイン、フランス	ACM1	121

プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
			kt-CO ₂ /年
Aerobic thermal treatment of municipal solid waste (MSW) without incineration in Parobé - RS	日本	AM25	47
Alto-Tietê landfill gas capture project	n.a.	ACM1	196
Feira de Santana Landfill Gas Project	n.a.	ACM1+ACM2	43
SANTECH – Saneamento & Tecnologia Ambiental Ltda. – SANTEC Resíduos landfill gas emission reduction Project Activity	n.a.	ACM1	30
Laguna Landfill Methane Flaring	n.a.	ACM1	35
Fosfertil Piaçaguera NAP 2 Nitrous Oxide Abatement Project	n.a.	AM34	164
Fosfertil Cubatão NAP4 Nitrous Oxide Abatement Project	スイス	AM28+AM34	110
PFC Emission Reductions at ALBRAS, Alumínio Brasileiro S.A.	n.a.	AM30	80
Rosa dos Ventos wind energy project	英国	AMS-I.D.	18
Icarai wind energy project	英国	ACM2	214
Rio do Fogo Wind Energy Project	スペイン	ACM2	15

2.4 ブラジルにおける養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトの状況

(1) 概況

ブラジルの養豚業界は南米最大であり、約3,300万頭の豚がブラジル全体で飼育されている。このように多くの豚が飼育されていることから、これらの豚からの屎尿を活用した養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトが各地で組成されつつある。

現在、ブラジルでは20の養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトが国連登録済で、10プロジェクトが登録に向けた修正中、13プロジェクトがバリデーション中である。この内20のプロジェクトは小規模CDMである。

豚の糞尿を利用したCDMプロジェクトには方法論AM0006とAM0016、それらを統合した統合方法論ACM0010、さらに小規模CDMに適用できる小規模方法論AMSⅢ.D.の4種類が存在する。ACM0010はAM0006とAM0016を統合して作られた方法論であり、フレアリングのモニタリングの厳格化が定められた。この影響で、PDDにおける予想CER量と実際に獲得できるCER量との間に大きな乖離が生じることとなった（詳細は4.7(2)、(3)に後述）。さらに、モニタリング設備を追加することでプロジェクトの費用が増大することになった。

図表 2-9 ブラジルにおける有効化審査中のCDMプロジェクト³⁴

方法論	段階			平均予想 CER 量 (kt-CO ₂ /年)
	Validation	Correction	Registered	
AM0006	2	–	2	48
AM0016	–	–	18	77
ACM0010	1	–	–	110
AMSⅢ. D.	10	10	–	17

³⁴ UNEP（2008年1月8日現在）資料より、日本総合研究所が作成

図表 2-10 ブラジルにおける有効化審査中のCDMプロジェクト³⁵

No.	方法論	予想 CER 量 ①	CER 量②	乖離度 =②/③
1	AM0016	3	11	29 %
2	AM0016	54	172	31 %
3	AM0016	124	470	26 %
4	AM0016	46	254	18 %
5	AM0016	17	136	13 %
6	AM0016	56	182	30 %
7	AM0016	105	324	32 %
8	AM0016	5	49	10 %
9	AM0016	2	15	15 %
10	AM0016	8	90	9 %
11	AM0016	2	40	6 %
12	AM0016	67	186	36 %
13	AM0016	7	44	15 %

(2) プロジェクト組成の状況³⁶

現在、ブラジルにおいて養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトを積極的に進めている CDM ディベロッパーには、AgCert 社、Sadia 社、Ecoinvest 社、Ecosecurities 社があげられる。これらのディベロッパーは養豚業が盛んな南部を中心に、ブラジル全土で養豚場 CDM 案件を組成している。

案件の対象は、大規模で、かつ豚への給餌量が多い養豚場が中心となっている。豚の糞尿を利用する CDM プロジェクトでは、豚の糞尿の量が CER 量にほぼ直結する。ブラジルの養豚が盛んな地域では給餌量は 2kg/頭/日、その他の地域でも 1.6kg/頭/日となっており、IPCC の既定値である 0.7kg/頭/日を大きく上回っており、大量の糞尿が発生する状況となっている。

ブラジルにおける豚の糞尿を利用する CDM プロジェクトは、このように対象サイトの囲い込み競争が激化している。

³⁵ UNEP（2008 年 1 月 8 日現在）資料より、日本総合研究所が作成

³⁶ 財団法人地球環境センター、平成 18 年度 CDM/JI 事業調査、日本総合研究所 を要約

第3章 ブラジルの養豚業界の現状 ³⁷

3.1 養豚業界の現状

ブラジルは世界的な豚肉の生産国であり、消費国である。図表 3-1 に世界の豚肉の需給バランスを示した。ブラジルの豚肉生産量は 2007 年には 288 万トンであった。生産量は前年に比べて増加しているものの、消費量も増加している。

図表 3-1 世界の豚肉需給バランス ³⁸

	2006 年			2007 年（見通し）		
	生産	消費	輸入	生産	消費	輸出
中国	53,000	52,536	500	55,800	55,324	510
EU	21,450	20,072	1,400	21,500	20,122	1,400
ブラジル	2,745	2,205	540	2,875	2,305	570
ロシア	1,800	2,590	20	1,910	2,715	20
カナダ	1,885	—	1,100	1,860	—	1,120
ベトナム	1,713	1,698	15	1,232	1,815	18
メキシコ	1,200	1,585	65	1,250	1,640	70
フィリピン	1,215	1,240	—	1,245	1,272	—
日本	1,240	2,530	—	1,235	2,501	—
韓国	1,039	1,314	11	1,077	1,310	15
米国	9,543	8,657	1,346	9,809	8,874	1,402
その他	2,946	4,497	181	2,993	4,496	189
合計	99,746	98,914	5,178	103,386	102,374	5,314

（単位：千トン）

図表 3-2 世界の主要豚肉生産国の生産量 ³⁹

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年 （見通し）
中国	45,186	47,016	50,106	52,261	54,352
EU25	21,150	21,192	21,101	21,400	21,450
米国	9,056	9,312	9,392	9,559	9,795
ブラジル	2,560	2,600	2,710	2,830	2,930
ロシア	1,710	1,725	1,735	1,805	2,000
カナダ	1,882	1,936	1,914	1,870	1,810

³⁷ 財団法人地球環境センター、平成 18 年度 CDM/JI 事業調査、日本総合研究所 を要約、一部加筆

³⁸ USDA、SEC ウェブサイト

³⁹ USDA、SEC ウェブサイト

	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年 (見通し)
その他	8,944	9,020	9,178	9,291	9,530
合計	90,488	92,801	96,136	99,016	101,867

(単位：千トン)

1998 年～2005 年のブラジルにおける食肉用豚の生産規模は年率平均 3.9%の成長率となっている。この間の豚肉の国内消費量の伸びは年率平均 0.9%であったのに対し、輸出向けの豚肉の伸びは年率平均 71%となり、ブラジルの養豚業界は輸出主導で成長を続けている。1990 年代末までは牛や鶏などの他の肉類同様に豚肉も国内消費が主（生産量の 96%が国内消費）であったが、2000 年より輸出が急増し、現在では輸出が 28%を占めるに至っている。なお、ブラジルの豚肉の主な輸出先はロシア、香港、ウクライナとなっている。

図表 3-3 ブラジルの豚肉輸出先 ⁴⁰

	2005 年		2006 年	
	輸出量（千トン）	割合（%）	輸出量（千トン）	割合（%）
ロシア	404,739	65	267,689	51
香港	60,902	10	73,908	14
ウクライナ	21,968	4	50,469	10
シンガポール	16,659	3	25,254	5
モルドバ	8,071	1	20,792	4
アルゼンチン	17,288	3	19,176	4
その他	95,449	15	70,908	13
合計	625,075	100	528,195	100

以上のように、ブラジルの養豚業界は南米最大である。飼育頭数は約 3,300 万頭、66,952 棟の豚舎がある。南部、南東部、中西部が主要な養豚地域であり、この地域に大半の養豚場が集まっている。これらの地域では養豚業者は地域の生産者組織あるいは州の生産者組織に所属しており、これらの生産者組織はよく組織化され、強力な結束を持っている。全国の生産者組織を束ねる組織では養豚ビジネスの指導をしており、国内取引・輸出における値付けや販売方法など養豚業者として活動するための支援をしている。特に南部のリオグランデドスル州（RS）、サンタカタリーナ州（SC）、パラナ州（PR）の 3 州は経営規模、組織化の点で先進的な地域となっている。

食肉販売の側面から見ると生産者組織と同様に有力な食肉会社により養豚業者のネットワーク化が図られている。例えば南部では Sadia 社および Perdigão 社が大半の養豚業者を囲い込んでおり、この 2 社の影響力が強くなっている。

ブラジルの養豚ビジネスは養豚業者、養豚生産者組織、食肉会社の 3 者が強固なネットワーク

⁴⁰ USDA、SEC ウェブサイト

を築いて生産を進める体制を構築している。養豚業者は、生産面では地域・全国の生産者組織からの指導、食肉としての販売では特定の食肉会社への出荷というように組織化されており、この傾向は養豚業界の中心となっている南部、南東部、中西部において特に強くなっている。

図表 3-4 地域ごとの豚飼育頭数 ⁴¹

地域	飼育頭数 (100 頭)	シェア
南部	14,458	43.70%
東北部	7,049	21.31%
南東部	5,728	17.31%
中西部	3,767	11.39%
北部	2,083	6.30%
合計	33,085	100%

3.2 養豚業界における主要なプレーヤー

ブラジルにおける養豚業界の主要なプレーヤーには、養豚業者を指導する地域・全国の生産者組織と、食肉を販売する食肉会社とに分類できる。

生産者組織は食肉会社を兼ねているケースもあり、その場合には生産から販売までを一貫して行い、食肉会社とライバル関係にある。一方、主要な食肉会社は全国に 13 あり、市場シェアの 10%を超える巨大な食肉会社は 2 社となっている。

3.3 生産コスト ⁴²

ブラジル国家食料供給公社 (CONAB) とブラジル農牧研究公社 (Embrapa) は、養鶏・養豚の主要生産州 10 州における生産コスト調査をはじめて実施し、その結果を 2005 年 9 月に公表した。コストは固定費（施設および機材の減価償却など）と変動費（敷料、光熱水道費、資材費、労働費、メンテナンス費、保険費、飼料費、動物医薬品費、輸送費、技術指導費、租税）に区分している。この結果を図表 3-6 に示した。

キログラムあたりの生産コストの最小はマットグロッソスル州の 1.53 レアルであり、最大がペルナンブコ州の 2.47 レアルとなっている。また、生体のキログラムあたりの販売価格はマットグロッソスル州で 2.00 レアル、ペルナンブコ州で 1.80 レアルとなっている。

⁴¹ IBGE, 2004

⁴² 畜産の情報[世界編]

図表 3-5 養鶏・養豚の主要生産州 10 州

南部	リオグランデドスル州 (RS)、サンタカタリーナ州 (SC)、パラナ州 (PR)
南東部	サンパウロ州 (SP)、ミナスジェライス州 (MG)
中西部	マットグロッソ州 (MT)、マットグロッソスル州 (MS)、ゴイアス州 (GO)
北東部	ペルナンブコ州 (PE)、セアラ州 (CE)

図表 3-6 ブラジルにおける養豚のコスト (2005 年 7 月時点) ⁴³

	RS	SC	PR	SP	MG	MT	MS	GO	PE	CE
コスト	1.950	1.808	1.644	2.395	1.800	1.536	1.532	1.910	2.466	2.155
生体販売価格	2.300	2.000	1.990	2.290	2.130	2.060	2.000	2.500	1.800	2.300
差引	0.350	0.192	0.346	-0.105	0.330	0.524	0.468	0.590	-0.666	0.145

単位：リアル/kg

3.4 伝染病の影響

ブラジルでは 2006 年に口蹄疫が発生し、ブラジル国内に広まった。これを受けて、各国ではブラジル産食肉に対する輸入制限を敷いた。ブラジル政府は大量の家畜を殺処分し、生産者への補償も行った。また、ブラジルの豚肉の最大の輸出先であるロシアが輸入豚肉の流通管理を厳格化したこともあり、ロシア向けの輸出量が大幅に減少することとなった。

このように口蹄疫は食肉輸出に大きな損害をもたらしたが、一方で食肉加工工場がブラジル国内に分散したこと、ワクチン接種や衛生管理の徹底化が浸透した、新規輸出国・市場の開拓などの効果が見られた。

⁴³ サンパウロ州とペルナンブコ州が生産コストと販売価格の差し引きがマイナスになっている。これらの州の生産者の利益確保の方法は、CONAB は解説しておらず、不明である。

第4章 プロジェクトの内容

4.1 事業概要

プロジェクト実施予定地の養豚場では、豚の尿尿はオープンラグーンにおいて処理されている。このオープンラグーンでは嫌気性状況下にあるためメタンガスが発生している。そこで本プロジェクトにおいては、オープンラグーンをビニル製シートで覆うバイオダイジェスターを敷設して、大気中に放出することなくメタン発酵を行う。発生したメタンガスなどのバイオガスは回収し、豚舎の暖房や飼料製造過程での乾燥用の熱源として利用する。これにより、従来利用していた化石燃料を代替することが出来る(ただし、化石燃料代替に伴うクレジットは要求しない)。さらに、メタン発酵後に発生する残渣は、飼料であるトウモロコシの肥料として活用する。

本プロジェクトは、リオグランデドスル州に位置する1養豚場とサンタカタリーナ州に位置する8養豚場の合計9つのサイトが参加する。実施主体はブラジル国内でCDM案件のディベロッパーであるKEY社である。

4.2 プロジェクトの選定の経緯

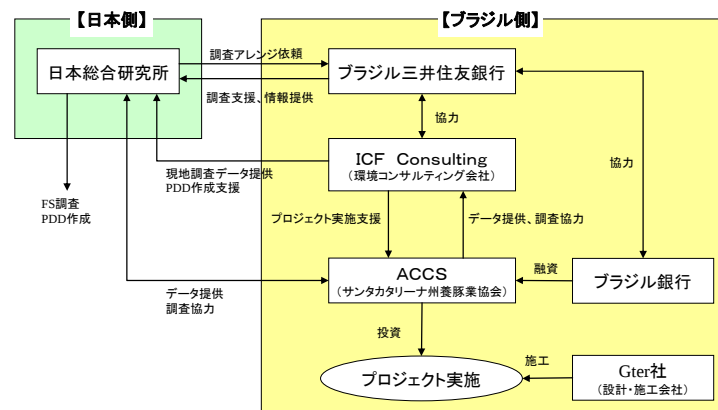
(1) 2006年度調査の概要

株式会社日本総合研究所（以下、日本総合研究所）は、2006年度に財団法人地球環境センターのCDM/JI調査事業において、ブラジル国サンタカタリーナ州の養豚場糞尿処理CDMプロジェクトのFS調査を実施した。本調査では、ブラジル国南部のサンタカタリーナ州にある養豚業協会（ACCS）に所属する61の養豚場を対象とし、その事業性を分析した。

その結果、次のような示唆が得られた。

- ・ 糞尿の貯蔵しているオープンラグーンの廃液が地下水や近隣の河川に流出する環境汚染が引き起こし、当局から環境ライセンスが発給されない例が見られる
- ・ 小規模な養豚場では環境汚染を防止する技術も資金もない
- ・ 養豚業界の成長に合わせて養豚家は事業の拡大を望んでいるが、環境ライセンスが付与されていない養豚場は事業拡大が許可されない
- ・ 小規模の養豚場では投資対効果が悪く、民間事業として魅力的ではない

図表 4-1 2006年度調査におけるプロジェクトの実施体制



(2) 本年度調査のプロジェクト選定の概要

上述した昨年度の示唆を踏まえて、本年度は PDD 作成にとどまらず国連登録までを視野に入れた案件の発掘を目指すこととした。現地カウンターパートであるブラジル三井住友銀行（以下、BSMB）が、養豚場オーナーの協力が得られる投資効率の良い中～大規模養豚場の発掘につとめた。その結果、南部リオグランデドスル州の 6 つの養豚場を対象とすることを決定した。これらの養豚場は、自己資金や借り入れによる糞尿処理施設の導入は難しいものの、環境改善効果やクレジット売却収益を得られることを目的としている。

そこで、環境汚染問題の解決し事業拡大のための礎とするとともに、温室効果ガスの削減に寄与できる CDM 事業の実施を計画することとなった。

4.3 プロジェクトサイト変更の経緯

本調査の申請時点では、上述したようにリオグランデドスル州に所属する 6 ヶ所の養豚場をターゲットに設定し、PDD 作成から有効化審査までの費用負担を実施することを想定していた。

しかし、2007 年 7 月頃から、同サイトに対して欧州勢が接触を開始し、弊社グループを上回る条件（費用負担額、スケジュール、クレジット獲得に関する条件など）を提示した。現地カウンターパートである BSMB を通じて引き止め工作进行を講ずるも、2007 年 9 月半ば（弊社がブラジル出張を行う直前に）に欧州勢に奪われる結果となった。

その後、下記の視点から新たな候補サイトの発掘に努めることとした。

- ・ リオグランデドスル州
- ・ 経済性が良い中～大規模の養豚場
- ・ 今年度中に有効化審査まで実施可能

BSMB のネットワークからリオグランデドスル州とサンタカタリーナ州の優良なサイトを同定した。9 月末の海外出張による同サイト視察を経て、GEC に対してサイト変更を申請し、認められた。調査内容に関する変更点は図表 4-2 のようになる。

図表 4-2 調査内容の変更点

	変更前	変更後
場所	リオグランデドスル州 6 養豚場	リオグランデドスル州 1 養豚場 サンタカタリーナ州 8 養豚場
導入技術	バイオダイジェスター	攪拌機付バイオダイジェスター
ガス処理	フレア燃焼 または 場内熱利用	場内熱利用（LPG 及び電力代替）
参加者	養豚場オーナー 6 名 SMBC・BSMB（ファイナンスサポート） Gter（施工会社） KEY（環境コンサル） 日本総合研究所	養豚場オーナー 9 名 SMBC・BSMB（ファイナンスサポート） Gter（施工会社） KEY（環境コンサル、プロジェクト実施） 日本総合研究所
CER 量	3.3 [万 t-CO2/年]	2.9 [万 t-CO2/年]

4.4 プロジェクトの目的

以下の4点においてホスト国の持続可能な発展に貢献することができる。

- ・ 養豚場における使用燃料の一部を再生可能エネルギーへと転換することで、温室効果ガスの削減が可能である。
- ・ オープンラグーンからの浸出水による土壌汚染や水質汚染を低減し、地域環境の改善に寄与する。
- ・ メタン発酵による残渣を肥料として活用できるため、ホスト国における化学肥料の使用量を削減することができる。
- ・ メタン発酵や発電施設の建設・維持・管理のための新たな雇用を創出する。

4.5 プロジェクトの実施体制

ホスト国側の協力機関としては、日本総合研究所、ブラジル三井住友銀行（カウンターパート）及び養豚場オーナー、KEY 社、Gter 社の5社・団体であり、それぞれの役割は次の通りである。

<日本総合研究所>

本プロジェクトのFS調査、PDDの作成を担当する。プロジェクトの全体を統括し、現地視察やブラジルとの密接な情報交換により、プロジェクトの進行管理を行う。

<ブラジル三井住友銀行：現地カウンターパート>

三井住友銀行の現地法人であり、主としてホスト国側の窓口業務、現地調査のアレンジ、ヒアリングの際の通訳、発生するクレジットの日本側購入者との窓口を担当する。また、プロジェクト実施に伴う融資もしくは投資を実施する。さらに、ホスト国のDNAやDOEとも情報交換を行い、現地の最新情報を得る役割も担う。

<養豚場オーナー>

リオグランデドスル州の1養豚場、サンタカタリーナ州の8養豚場。本プロジェクトにおいては各養豚場のオーナーは直接のプロジェクトオーナーにはならない。プロジェクト実施に伴い、サイトと役務（簡易的なメンテナンスやモニタリングなど）の提供を行い、クレジットの一部と熱供給を受ける。

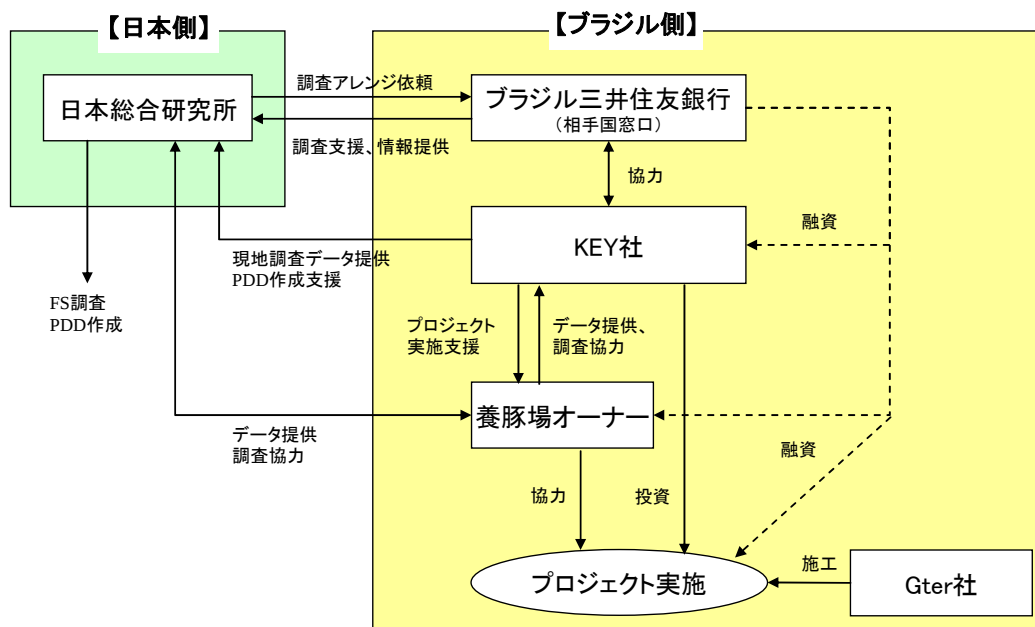
<KEY 社>

本調査において、主としてPDDの作成面でのサポートを行う。糞尿関連案件に関するPDD作成実績を有しており、PDD作成の際に当社に対してアドバイスを行う。また、パブリックヒアリングの計画及び実施等を担当する。さらに、本プロジェクトのプロジェクトオーナーとして案件に技術面・資金面で関与する。

<Gter 社>

サンタカタリーナ州を中心に事業展開している農業系技術コンサル・施工会社である。これまでに、養豚場におけるバイオダイジェスターの設計、施工を実施してきた。本プロジェクトにおいても、オープンラグーンを覆うビニル製シートやバイオダイジェスター、フレアリング施設などの設計、納入、施工を担当する。

図表 4-3 本プロジェクトの実施体制



4.6 プロジェクト実施サイトの概要

(1) リオグランデスル州

ブラジルの最南端に位置する。同州の北東部は国内ワイン生産の中心地であり、シノス川流域では製靴、皮革加工業が盛んである。その他、タバコ生産や石油化学、自動車関連産業も発達している。養豚業も盛んで、隣接するサンタカタリーナ州と合わせてブラジルの一大養豚地域を形成している。ブラジル国内でも各種インフラ整備が整備され、生活・教育水準が高い。上下水道はそれぞれ 99%、85%の家庭に普及している。

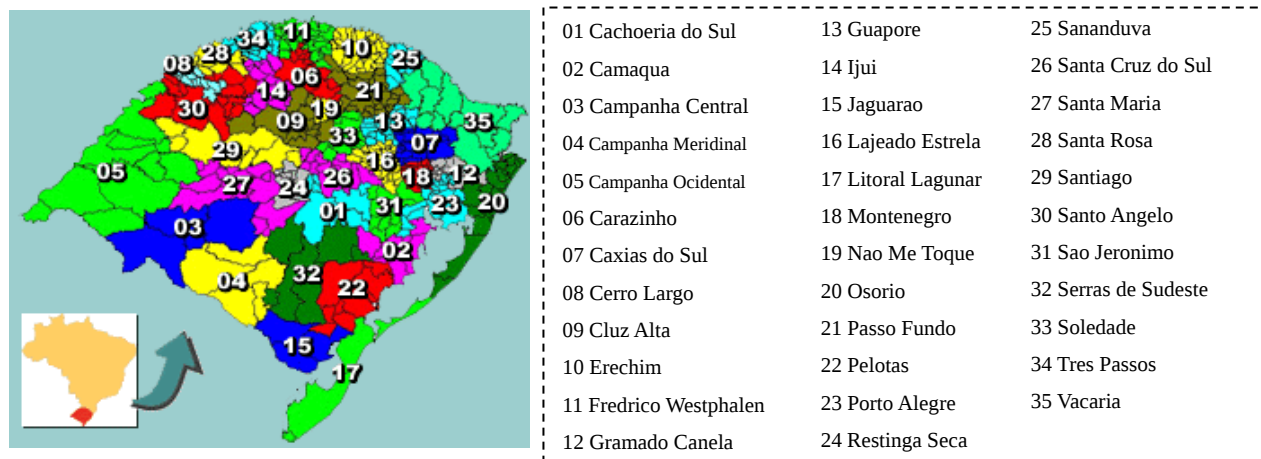
ここでは、本プロジェクトの実施サイトの一部が位置するリオグランデスル州セロラルゴ区域のサオペドロドブルチア市について詳述する。

図表 4-4 リオグランデスル州の概要⁴⁴

面積	28.1 万 km ²
人口	1,018 万人
州都	ポルトアレグレ (人口 141.6 万人)
一人当たり GDP	9,958 レアル
産業構成	第 1 次 : 14.8% 第 2 次 : 39.7% 第 3 次 : 45.5%
主な都市	カシアスドスル、ペロタス

⁴⁴ 現代ブラジル事典、ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

図表 4-5 リオグランデスル州の地域区分⁴⁵



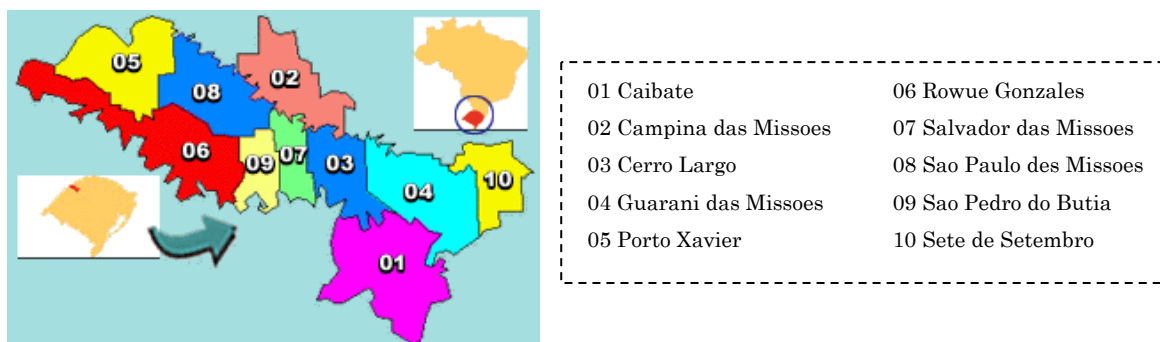
(2) セロラルゴ区域サオペドロドブルチア市

本プロジェクトの実施サイトの一つが位置するリオグランデスル州セロラルゴ区域のサオペドロドブルチア市について詳述する。

① セロラルゴ区域サオペドロドブルチア市の概況

セロラルゴ区域はリオグランデスル州に位置し、2,290km²の区域に7万人が暮らす。区域の中心産業は養豚業であり、区域には大小の養豚場が点在しており、隣接するサンタカタリーナ州の各区域とともにブラジルにおける一大養豚産業地域にある。

図表 4-6 セロラルゴ区域の市町村⁴⁶



② サイトの現状

養豚場オーナーはHugo Goldschmitt氏であり、州の環境局（FEPEM）より環境ライセンス⁴⁷を受領している。しかし環境局の環境規制は年々厳しくなっており、さまざまな対応が必要な状況にある。糞尿問題はそのひとつの問題であり、(現時点では直接的に規制がないものの)、

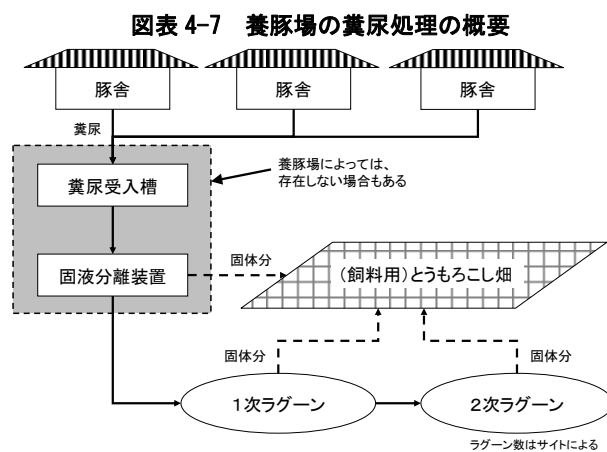
⁴⁵ ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

⁴⁶ ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

⁴⁷ 環境ライセンスには3種類のライセンス（LP:License of Planning、LI:License of Implantation、LO:License of Operation）があり、環境ライセンスの発給条件として、4ヶ月に1回の検査（糞尿の処理・処分方法、糞尿の量など）が実施される。

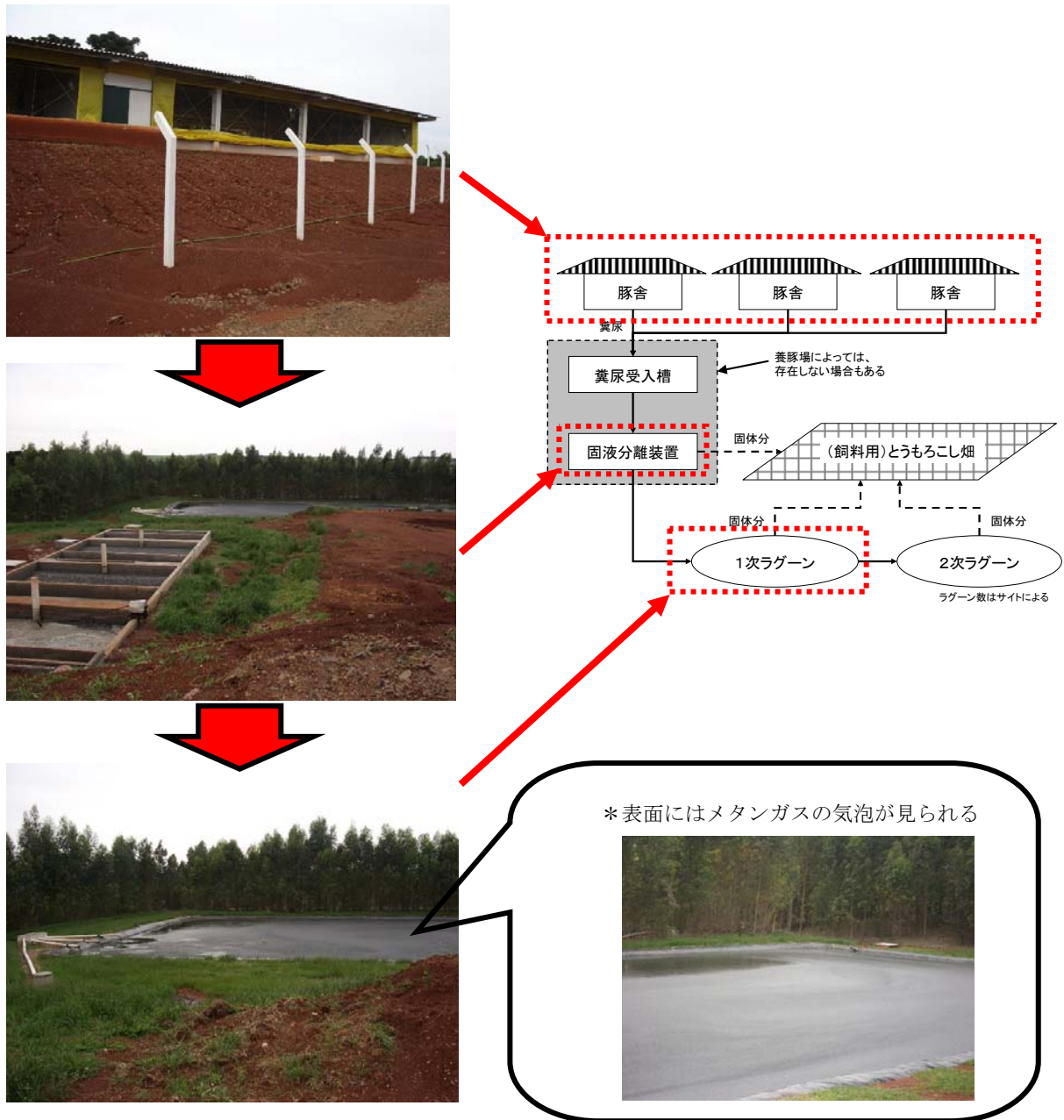
当該オーナーも興味を持っていた。一方で、自前では糞尿処理に関する技術・ノウハウを有しておらず、第三者の協力が必要であった。

図表 4-7 にブラジルにおける養豚場の一般的な糞尿処理の現状を示した。複数の豚舎から排出される糞尿を集め、固液分離した後、オープンラグーンで自然蒸発処理される。残渣の固体分は飼料用のとうもろこし畑の肥料として利用する。なお、糞尿受入槽や固体液体分離装置は養豚場によって配備されていない場合もある。また、オープンラグーンについても1段階のみの場合から多段階にわたる場合まで存在する。



当該サイトにおける現状の処理方法も、固液分離装置→4つのオープンラグーンという、古典的な糞尿処理方法を採用している。また、ラグーンに沈殿した固体分は飼料として耕作しているとうもろこし畑の肥料に利用し、豚舎の暖房の熱源として木炭・重油・電気などを利用している。

図表 4-8 リオグランデスル州のサイトの現状



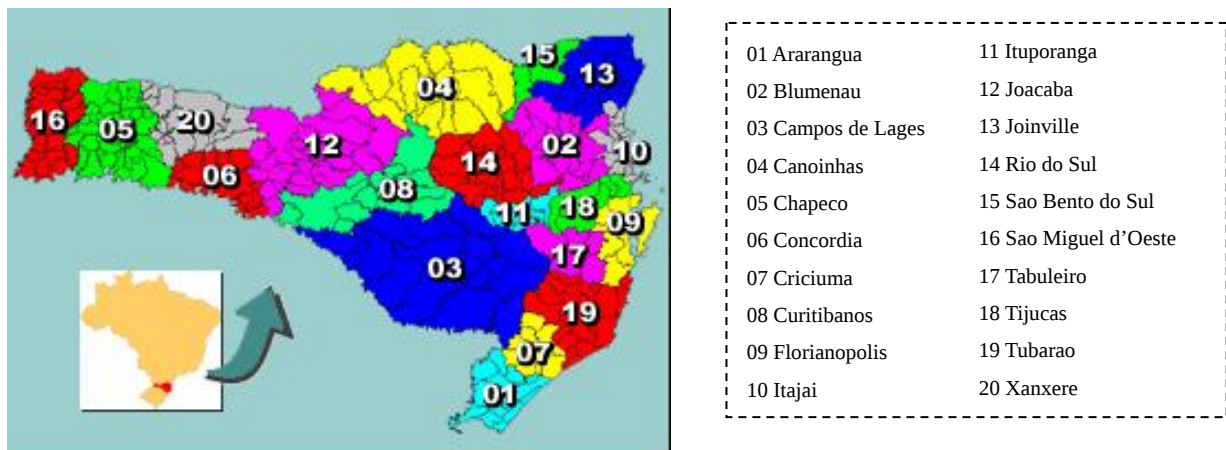
(3) サンタカタリーナ州

16 世紀からポルトガル人によって開拓され、19 世紀中ごろにイタジャイ (Itajai) 溪谷地区を中心にイタリア、ドイツ移民が入植した。移民が始めた家族経営のビジネスが現在の同州経済の基盤となっており、西部の食品、南部のセラミック、繊維、家具など各地域に特色のある産業が育っている。ここでは、本プロジェクトの実施サイトの一部であるサンタカタリーナ州クリチバノス区域のカンポスノボス市と、ジョアサバ区域エルーバルベリョ市について詳述する。

図表 4-9 サンタカタリーナ州の概要⁴⁸

面積	9.5 万 km ²
人口	533 万人
州都	フロアノポリス（人口 38.7 万人）
一人当たり GDP	9,272 レアル
産業構成	第 1 次：14.3% 第 2 次：48.5% 第 3 次：37.2%
主な都市	ジョインビレ、ブルメナウ

図表 4-10 サンタカタリーナ州の地域区分⁴⁹



(4) クリチバノス区域カンポスノボス市

本プロジェクトの実施サイトの一つが位置するサンタカタリーナ州クリチバノス区域のカンポスノボス市について詳述する。

① クリチバノス区域カンポスノボス市

クリチバノス区域はサンタカタリーナ州に位置し、6,610km²の区域に 11 万人が暮らす。区域の中心産業は養豚業である。リオグランデスル州とも面しており、その一帯がブラジルにおける一大養豚産業地域となっている。

② サイトの現状

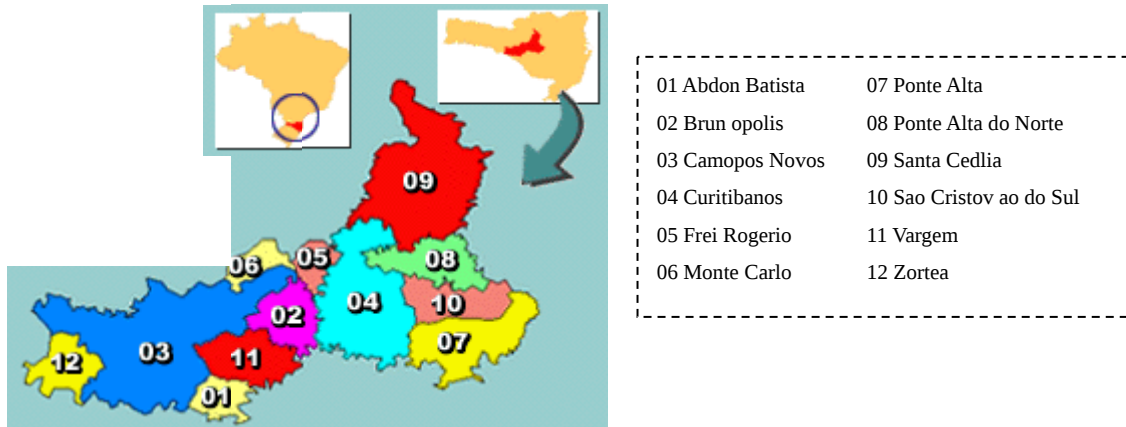
カンポスノボス市の当該養豚場では州の環境局 (FATMA) より環境ライセンスを受領している。また、感染病防止の観点から敷地周辺を植林し、入場ゲートにおいて入場車に対して水による洗浄を行うようにするなど、独自の対策を施している。

現状では、複数のオープンラグーンにより糞尿処理を実施しており、オープンラグーンの上澄み液は豚舎の洗浄に利用している。

⁴⁸ 現代ブラジル事典

⁴⁹ ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

図表 4-11 クリチバノス地域の市町村⁵⁰



図表 4-12 サンタカタリーナ州のサイトの現状



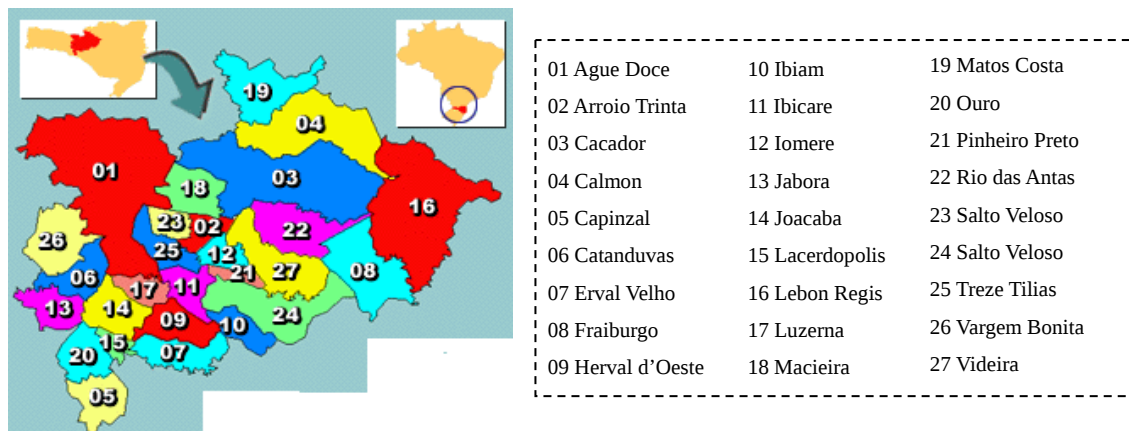
(5) ジョアサバ区域エルーバルベリヨ市

ジョアサバ区域はサンタカタリーナ州に位置し、9,053km²の区域に29.6万人が暮らす地方都市である。区域の中心産業は養豚業と食肉産業である。クリチバノス区域と同様、一帯が

⁵⁰ ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

ブラジルにおける一大養豚産業地域となっている。

図表 4-13 ジョアサバ区域の市町村⁵¹



4.7 プロジェクトの内容

(1) プロジェクトの概要

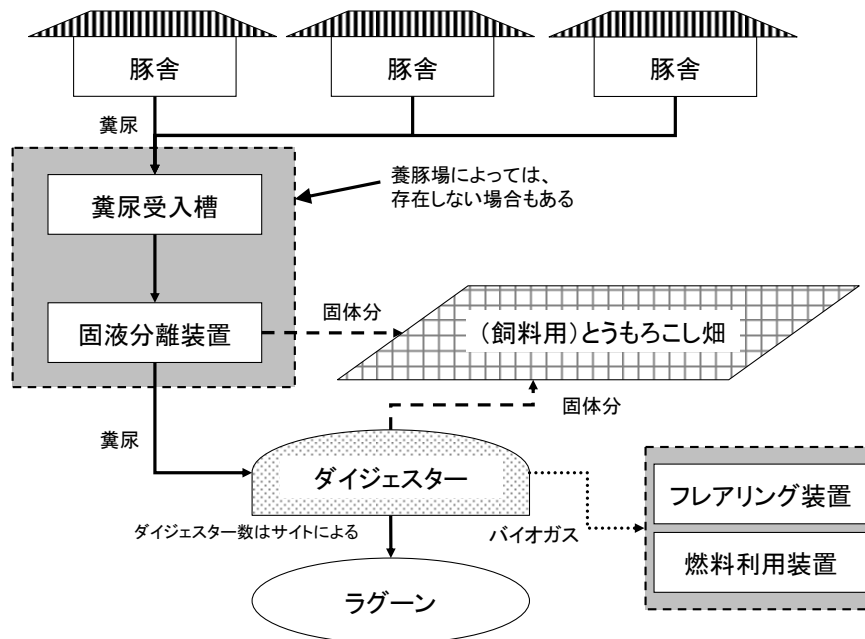
プロジェクト実施予定地の養豚場では、豚の糞尿はオープンラグーンにおいて処理されている。このオープンラグーンでは嫌気性状況下にあるためメタンガスが発生しており、サイト周辺における臭気の問題が発生している。また、オープンラグーンの汚水が周辺の河川や地下水へと浸出しており、環境汚染を引き起こしている事例も見られる。

図表 4-14 プロジェクト実施前の養豚場の状況

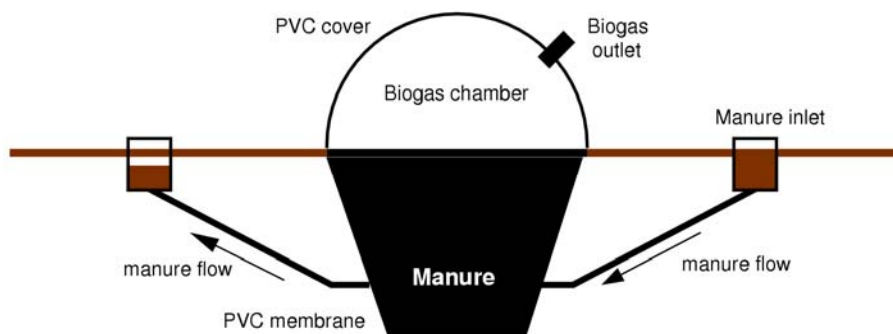


⁵¹ ウェブサイト <http://www.citybrazil.com.br/>

図表 4-15 プロジェクトの全体像



図表 4-16 バイオダイジェスターの全体像



そこで本プロジェクトにおいては、(オープンラグーンをビニル製シートで覆った) バイオダイジェスターを設置して、大気中に放出することなくメタン発酵を行う。また、発生したメタンガスなどのバイオガスは回収し、フレア燃焼する。さらに、メタン発酵後に発生する残渣は肥料として活用する。

本プロジェクトの実施主体は、ブラジルの CDM ディベロッパーである KEY 社であり、リオグランデドスル州の 1 養豚場とサンタカタリーナ州の 8 養豚場が参加する。参加する養豚場については、図表 4-17 にまとめて示した。

図表 4-17 本プロジェクト参加養豚場の規模と位置

養豚場オーナー	豚頭数	場所（緯度・経度）	州
Hugo Goldschmitt	10,920	28°07' 19" S, 54°54' 10" W	RS ⁵²
Granja dos Pinheiros	22,941	27°22' 56" S, 51°02' 44" W	SC ⁵³
Adelino Sanguani	1,200	27°21' 55" S, 51°24' 02" W	SC
Alfeu Bordin	1,200	27°18' 15" S, 51°20' 00" W	SC
Athos Lopes (Pocilga 2)	1,990	27°23' 49" S, 51°21' 39" W	SC
Celso Retore	2,450	27°23' 49" S, 51°21' 39" W	SC
Ivo Betoni	1,990	27°18' 55" S, 51°25' 48" W	SC
José Elias Dall'óglío	2,450	27°18' 16" S, 51°09' 39" W	SC
Moacir Marin	1,000	27°33' 58" S, 51°27' 56" W	SC

図表 4-18 本プロジェクト参加養豚場ごと・豚種ごとの豚の頭数

豚種	雌豚	雄豚	幼豚	子豚	出荷豚	合計
平均体重	250kg	350 kg	4.5 kg	21.75 kg	75 kg	
Hugo Goldschmitt	3,240	40	4,400	—	—	7,680
Granja dos Pinheiros	3,400	17	5,560	10,200	364	19,541
Adelino Sanguani	—	—	—	—	1,200	1,200
Alfeu Bordin	—	—	—	—	1,200	1,200
Athos Lopes (Pocilga 2)	—	—	—	—	1,990	1,990
Celso Retore	—	—	—	—	2,450	2,450
Ivo Betoni	—	—	—	—	1,990	1,990
José Elias Dall'óglío	—	—	—	—	2,450	2,450
Moacir Marin	—	—	—	—	1,000	1,000
合計	6,640	57	9,960	10,200	12,644	39,501

(単位：頭)

(2) バイオダイジェスター

豚舎から排出された糞尿は自然流下によりバイオダイジェスターに集められる。バイオダイジェスターは地面を掘削した後、汚水の浸出を防ぐためビニル製シートで全体を覆うようにして建設する。この時、嫌気性条件を作り出すため密閉性を高めるように施工するとともに、発酵速度を高めるために底部に攪拌機を取り付ける場合もある。

メタン発酵が始まると、バイオダイジェスター内部はメタンガスで満たされる。ビニルシートは押し上げられ、大きく膨らむ。内圧の管理や気密処理が不十分であるとシートが破裂する

⁵² リオグランデドスル州⁵³ サンタカタリーナ州

恐れがあるため、施工には十分な注意が必要である。適正に施工されたバイオダイジェスターは、人が乗っても十分な強度を誇り、破裂事故の可能性はほとんどない。

なお、本プロジェクトで導入するバイオダイジェスターには、ダイジェスター内圧力が高まり破裂するのを防止するための圧力弁と圧力監視装置を設置する。監視装置は、オンラインシステムで作動し、圧力段階を通報できる仕組みである。一定以上の圧力になると、自動的に圧力弁が作動し、フレアリング処理する仕組みを有する。

(3) アジタドール（攪拌機）

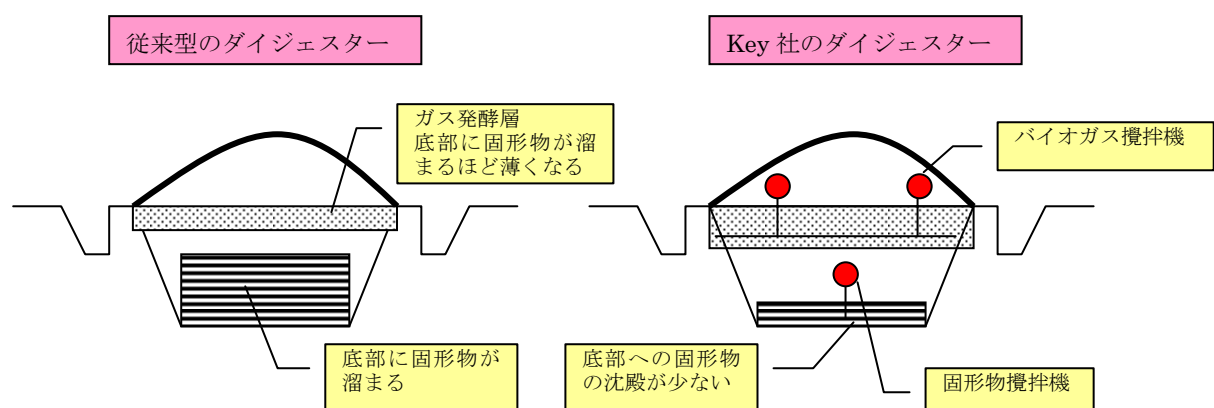
バイオダイジェスターを利用した豚の糞尿処理CDMプロジェクトにおいて、PDD上の予想GHG削減量と実際の削減量との間に大きな乖離が生じる原因は、技術的に長期間安定的に稼働できないシステム（糞尿固形物がダイジェスターの底部に溜まり、バイオガスの発生効率の悪化、定期的な底部の清掃などが必要になるシステム）にある⁵⁴。これは、バイオガスは液体層でのみ発生するため、固形物が堆積すると発生層が薄くなり、バイオガスの発生量が減少するためである。

そこでKey 社およびGter 社では、図 4-19 のように攪拌機（アジタドール）を備えたバイオダイジェスターシステムを開発した。その有効性は次のとおりである。

- 糞尿流入時にダイジェスター底部に溜まりにくい構造
- （既存のもの比べて）底部清掃などのメンテナンスが長期間不要
- 発生効率を高くする攪拌機をダイジェスターに設置

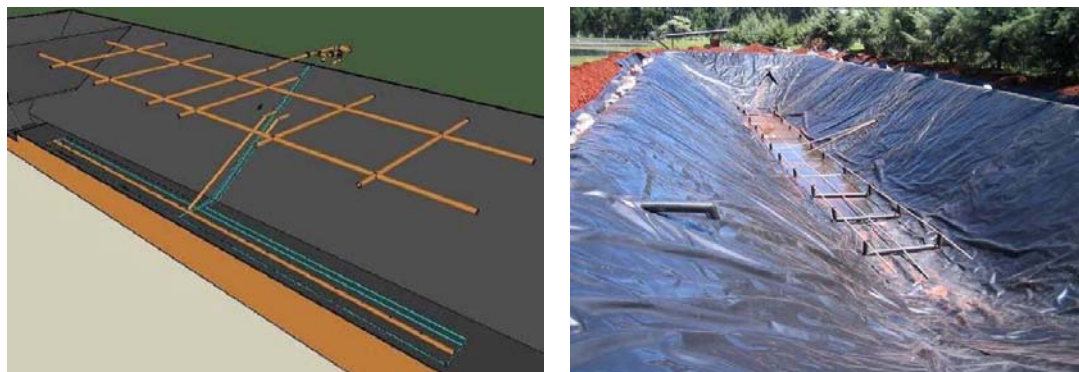
攪拌機は、底部の固形物を攪拌する部分と、上部の発生バイオガスを攪拌する部分の2種類が存在し、それぞれの攪拌機は独立して作動する。作動回数は適宜調整するが、1日1回1時間程度である。

図表 4-19 通常のバイオダイジェスターと攪拌機を備えたバイオダイジェスター



⁵⁴ 本プロジェクトの技術支援を行う Gter 社と KEY 社からのヒアリング

図表 4-20 攪拌機を備えたバイオダイジェスター



(4) フレアリング装置と燃料利用装置

バイオダイジェスターで発生したメタンガスは回収され、フレアリング燃焼もしくは燃料として利用される。現地視察した既に別の CDM プロジェクトが実施されているサイトでは、メタンガスはタンクに貯蔵され、隣接する食肉工場の燃焼バーナーの燃料として利用している。また、工場での利用がない場合や、メンテナンスなどで燃料利用できない場合に備え、バイオダイジェスターのすぐ脇に簡易的なフレアリング装置を配している。

4.8 ベースライン方法論の設定

養豚場糞尿ラグーンから発生するメタンガスの回収に関するベースライン方法論については、AM0006、AM0016 に基づいて作られた承認統合方法論 ACM0010 「Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from manure management system: 糞尿管理システムからの温室効果ガス削減に関する統合方法論」が用意されている。本プロジェクトにおいては年間の排出削減量が 6 万[t-CO₂/年]以下であるため、ACM0010 をベースに作られている小規模方法論 AMSⅢ. D. を利用する。本小規模方法論を適用するためには以下の適用条件に合致している必要がある。

【前提条件】

当該方法論は、嫌気性条件下において糞尿もしくは農業廃棄物が分解し発生するメタンを回収・破壊するプロジェクトに適用される。その際、次の 2 点を満たす必要がある。

- a) 発生するメタンガスの回収装置と回収したガスの燃焼施設を設置する
- b) メタンガスの回収・破壊システムを伴った制御された嫌気性発酵を実施するため、糞尿もしくは農業廃棄物の管理習慣を変更する必要がある

【適用条件】

- a) 汚泥は好気性で処理される必要がある。汚泥を肥料として利用する場合には、適切な条件下で適切な処理が実施されなければならない。
- b) ダイジェスターによって発生した全てメタンガスは何らかの技術的な手段(フレア燃焼や燃焼)によって処理されなければならない。

本プロジェクトの養豚場は、いずれも上記の前提条件および適用条件を満たしており、小規模方法論 AMSⅢ. D. を適用することができる。

なお、本プロジェクトでは AMSⅢ. D. よりも適用条件が厳しい ACM0010 の適用条件（下記の a)～f)）も満たしている。

- a) 農場の家畜は牛、バッファロー、豚、羊、山羊及び/又は鳥類からなり、農場は閉鎖性条
化で管理されている。
- b) 農場は自然水源（川や入り江など）に糞尿を放流していない。
- c) 嫌気性ラグーンによる処理システムの場合、ベースラインにおけるラグーンの深さは 1m
以上なければならない。（特に、ラグーンに嫌気性底層が生成され、藻による酸素生成が行
われないう、排水中の負荷は十分に高くななければならない。）
- d) ベースラインにおいて、嫌気性糞尿処理施設がある場所の年間平均温度は 5℃以上である。
- e) ベースラインにおいて、嫌気性処理施設内の糞尿の滞留時間は 1 ヶ月以上である。
- f) プロジェクト活動において、家畜廃棄物処理システムプロセスにより糞尿廃棄物は地下水
へ漏洩しない。つまり、ラグーンの底は非透水性でなければならない。

なお、プロジェクトバウンダリーに含まれる排出源は表 4-21 のようにまとめることができる。
AMSⅢ. D. では単純化のためにほとんどのガスの計算を考慮せず、廃棄物処理過程からの直接排出
とサイトにおける電力消費量のみを計上する。

図表 4-21 プロジェクトバウンダリーに含まれる排出源

	発生源	ガス種	ACM 0010	AMS Ⅲ. D.	注釈
ベース ライン	廃棄物処理過程からの直 接（ないしは間接）排出	CH ₄	○	○	ベースラインにおける排出の大部分を占める。
		N ₂ O	○	×	土地改変や流出に伴う間接的な N ₂ O の排出（嫌気性ラグ ーンからの N ₂ O 排出はゼロ）。
		CO ₂	×	×	嫌気性条件下では考慮しない。
	電力使用／電力発電に伴 う排出	CH ₄	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		N ₂ O	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		CO ₂	○	×	系統からの消費に伴う排出量。
	熱利用に伴う排出	CH ₄	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		N ₂ O	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		CO ₂	×	×	無視できる排出源である。
プロ ジェ クト	熱利用に伴う排出	CH ₄	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		N ₂ O	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		CO ₂	×	×	無視できる排出源である。
	サイトにおける電力利用 に伴う排出	CH ₄	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。
		N ₂ O	×	×	単純化のため考慮しない。これは保守的な推計である。

	発生源	ガス種	ACM 0010	AMS III. D.	注釈
		CO ₂	○	○	系統からの消費に伴う排出量。ただし、回収したバイオガスから発電している場合には考慮しない。
	廃棄物処理過程からの直接（ないしは間接）排出	CH ₄	○	×	非燃焼メタン、物理的な漏洩による排出。
		N ₂ O	○	×	土地改変や流出に伴う間接的な N ₂ O の排出（嫌気性ラグーンからの N ₂ O 排出はゼロ）。
		CO ₂	×	×	嫌気性条件下では考慮しない。

4.9 ベースラインシナリオおよび追加性

ブラジルでもっとも一般的な養豚場からの糞尿処理方法は、オープンラグーンにおいて処理を施すことなく自然蒸発を待つものである。このプロセスでは嫌気性条件下のため、廃水中に含まれる有機物が嫌気性発酵し、メタンガスが大気中に放出している。現在、さらには近い将来においてもこうした状況に対して規制がかけられる予定がないため、養豚家には投資をして糞尿処理システムを導入する動機やインセンティブもない。

本プロジェクトに参加する全ての養豚家はオープンラグーンを有している。州政府などの環境規制もなく、最も経済合理的な処理方法であることから、ほとんど全ての養豚家が採用している。

したがって、本プロジェクトにおいてバイオダイジェスターを導入することは追加的であると考えられる。

小規模方法論 AMS III. D. では追加性の証明が承認統合方法論 ACM0010 に比べて簡略化されているが、ここでは ACM0010 での追加性の証明ツールに合わせて検証を行う。

本プロジェクトにおいて最も適合したベースラインシナリオは次のステップによって決定される。

ステップ1: Define alternative scenarios to the proposed CDM project activity

ステップ2: Barriers analysis

ステップ3: Investment analysis

ステップ4: Baseline revision at renewal of crediting period

(1) ステップ1: 提案する CDM プロジェクト活動の代替シナリオの同定

ブラジルの養豚においては、豚の糞尿を水によって豚舎から洗い流すことが最も一般的な方法である。洗い流された糞尿はパイプによって糞尿処理システムへと集められる。

家畜廃棄物処理システムのリストは 2006 年の IPCC ガイドラインによって示されている最も適した代替シナリオとは、ブラジルにおいて糞尿を洗い流す一般に行われている慣習と適合することである。それゆえに、最も適合した手段を引き出すために、IPCC のリストでは糞尿の水分含有によって、固体システム、液体システムのように区分している。一般的に、固体糞尿は水分が 70%未満のものを表し、機械的に取り扱われる。一方、液体糞尿は水分が 90%以上のものを表し、水により処理される。

IPCC における家畜廃棄物処理システムのリストには、次のように分類されている。

◇ 液体糞尿システム

- 嫌気性ラグーン
- 嫌気性ダイジェスター
- 液体／スラリー
- 好気性処理

◇ 固体糞尿システム

- 散布
- 固体分貯蔵
- Dry Lot
- ピット貯蔵
- 豚敷きわら
- コンポスト

これらの代替手段は、ブラジルの該当する法律や規制に遵守している。サンタカタリーナ州やリオグランデドスル州における最近の規制によると、養豚業を行うには環境ライセンスが必要である。この規制によると、豚の糞尿は処理されるあるいは、土地や水路に排出される前に 120 日間以上の期間、貯蔵されなければならない。しかしながら、費用対効果の面から本プロジェクトの参加養豚場の多くの養豚場においてはオープンラグーンシステムを採用している。

プロジェクトが実施されなかった場合に生じることを特定するために、ベースラインにおける代替シナリオを以下に示す。

① 考えうるベースラインシナリオ

＜嫌気性ラグーン＞

ブラジルでは、水によって豚舎から糞尿を洗い流すことが最も一般的である。液体糞尿は重力を利用する、もしくはポンプを利用してオープン嫌気性ラグーンに集められる。嫌気性ラグーンでは糞尿は微生物により消化され、 CO_2 、 CH_4 、 NH_3 を放出する。分解された液体糞尿はラグーンからくみ上げられ、農場へと散布される。このシステムはブラジルにおいて最も一般的であり、最も経済的で、効率的で、確実な糞尿処理システムであると考えられている。

＜嫌気性ダイジェスター＞

嫌気性ダイジェスターは先進的な（嫌気性ラグーンよりも優れた）システムと考えられているが、ブラジルにおいては養豚場の糞尿処理システムにおいて適用されているのはほんの数例しかない。このシステムでは、嫌気性条件下において CH_4 や CO_2 などのガスの形態で液体分様から揮発性固体分の大部分を回収することができる。ガスパイプによって回収されたバイオガスは発電や熱エネルギーの燃料として利用されるほか、単にフレアリングされることもある。

このシナリオでは、必要な装置などの高額な初期投資により、経済的障壁を高めることになる。

② 排除されるベースラインシナリオ

＜好気性処理＞

好気性処理システムは有機性物質の含有率が低い液体糞尿にのみ適用されるので、養豚場の糞尿のように有機性物質を多く含む分様には不向きである。有機性物質を多く含む場合、強制的な通気システムが必要であるため、通気装置を稼働させるためのエネルギーコストなどの支出が必要となる。さらに、嫌気性システムと比べて残渣の発生量も多い。そのため、このシナリオはベースラインシナリオのリストからは除外される。

＜液体／スラリー＞

排泄された糞尿が最小限の水とともに貯蔵される状態を表す。一般的に行われている慣習によると、このシステムはブラジルの条件には不向きであるため、ベースラインシナリオのリストからは除外される。

＜コンポスト＞

ブラジルでは試験的な段階にある。このシステムは液体糞尿や固体糞尿のどちらにでも適用可能である。最適なコンポスト条件を維持するため、制御された通風装置や攪拌機が必要である。また、このシステムは用地に余裕のある農家や貯蔵した糞尿を肥料として利用・販売することを望んでいる農家に適している。

一方でこの方法は、コンピュータ制御された装置や熟練された労働者などが必要であることから、高額なイニシャル・ランニングコストが必要となる。そのため、ベースラインシナリオのリストからは除外する。

＜散布＞

このシステムでは糞尿は貯蔵施設から水分をあまり含まない状態で定期的に取り除かれ、24 時間以内に農耕地や牧草地に散布される。糞尿の収集や日常の作業に多くの労働者が必要であることから不利である。一般的に行われている慣習を考慮すると、このシナリオはベースラインシナリオに設定することは現実的ではない。

＜固体分貯蔵＞

このシステムでは糞尿は貯蔵施設から水分をあまり含まない状態で定期的に取り除かれ、水分をあまり含まない状態で数ヶ月間貯蔵される。糞尿の収集や取り扱いに多くの労働者が必要であることから不利である。一般的に行われている慣習を考慮すると、このシナリオはベースラインシナリオに設定することは現実的ではない。

＜ピット貯蔵＞

このシステムでは、糞尿は回収され、短い時間、もしくはスレートで葺いた床の下に水を加えないで貯蔵される。本プロジェクトの参加豚舎ではこのシステムに必要な貯蔵構造が存在しないため、こうした糞尿処理システムは適していない。さらに、このシステムは水分を多く含む糞尿には適していない。したがって、このシナリオはベースラインシナリオに設定することは現実的ではない。

＜敷きわら＞

このシステムは養豚業に必要とされる衛生的な条件を満たさないため適用外とする。

(2) ステップ2: 障壁分析

上述のように、ブラジルにおける一般的な慣習として2つの代替シナリオが特定された。障壁分析はCDMが実施されなくても代替案が起こりうるものかを調べるものである。障壁には投資障壁と技術障壁が含まれる。

<投資障壁>

嫌気性ダイジェスターシステムは先進的な糞尿処理システムとみなされるが、数カ国でしか導入されていない。この技術の最も重要な制約条件は、他の糞尿処理システムと比較して高額な投資が必要となることである。さらに、本プロジェクトにおいては、これまでにブラジルのCDMプロジェクトにおいて導入されているバイオダイジェスターに加えて、攪拌機の導入を想定している。このため、さらに高額な投資が必要となる。養豚場のオーナーがプロジェクトを実施するに十分な資金がなければ、金融機関から融資を受ける必要がある。また、発生・回収したバイオガス（メタンガス）を利用して発電・売電を実施すれば追加的な収入を得ることができる。しかしながら、バイオガスによる発電に必要な投資は高額であることと、ブラジルの市場の電力料金が割安なため、発電施設の導入も投資への動機・インセンティブには結びつかない。結果として、プロジェクトは非誘引的であり、投資家から融資を受けることも困難である。したがって、CDMによるインセンティブは、融資の実施に寄与すると考えられる。

<技術障壁>

嫌気性ダイジェスターシステムは豚の頭数に合わせて大きさを調整する必要がある。また、養豚場の大きさが小さくなればなるほど、豚一頭当たりの費用が高額になるシステムである。したがって、規模の優位性が働かない処理方法であるため、大規模養豚家にとっては割高なシステムで、技術的な優位性が発揮できない。システムの様々なパラメータについて詳細なモニタリングを行うことや、装置のメンテナンスの実施などが求められる。メンテナンスを実施する熟練した技術者を配置しなければ、結果的に頻繁に機器のトラブルが生じることとなる。世界的にみても、嫌気性ダイジェスターシステムを長期間安定的に運転している例は極わずかで、ほとんどの導入サイトでは不適切な運転と維持管理がされている。

さらに、嫌気性ダイジェスターシステムが効率的に糞尿を分解し、バイオガスの大気中変放出を回避できる技術であったとしても、長期間の安定的な運転に対するリスクが存在する。そのため、同システムを導入後は定期的なメンテナンスが不可欠であり、養豚家には負担になることが予想される。

以上の分析から、嫌気性ラグーンは投資障壁、技術障壁どちらから見ても唯一の代替シナリオである。したがって、この代替シナリオは最も一般的なベースラインシナリオと言える。

(3) ステップ3: 投資分析

ステップ2において特定された障壁のない全ての代替シナリオについて投資分析を実施する。それぞれの代替シナリオにおいて、廃棄物管理シナリオに起因する全てのコストと経済

的利益が明瞭かつ完全な方法で明示されなければならない。ステップ2において、嫌気性ダイジェスターシステムは技術・投資障壁があるので、最も一般的なベースラインシナリオは嫌気性ラグーンであることが特定された。

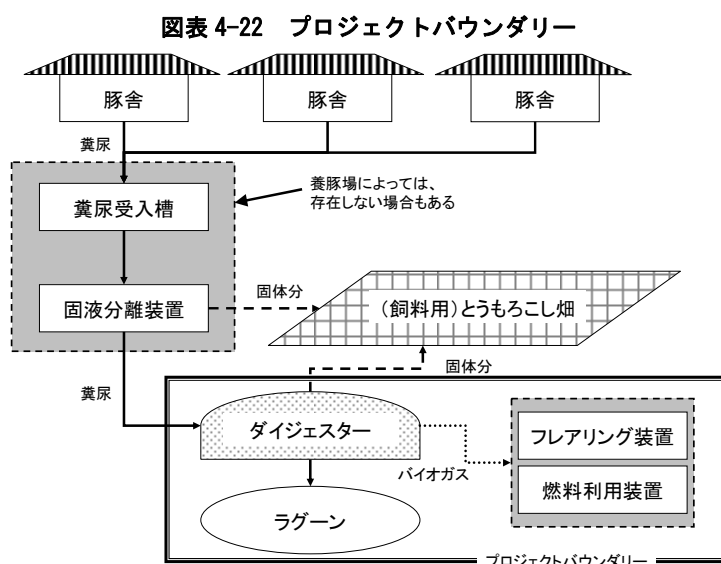
一方、嫌気性ラグーン、嫌気性パイオダイジェスターシステムともに収益を得ることのできないシステムであるため投資分析は割愛する。

(4) ステップ4: クレジット期間の更新によるベースラインの改定

本プロジェクトのクレジット期間は10年に固定する。そのため、ステップ4は必要ない。

4.10 プロジェクトバウンダリーの設定

プロジェクトバウンダリーは図表4-22のように設定する。



4.11 本方法論における GHG 排出削減量の算出方法

AMSⅢ. D. における GHG の排出削減量は、ベースラインシナリオにおける排出量から、プロジェクトケースによる排出量とプロジェクト活動におけるリーケージ排出量を引いて算出する。ただし、収集できるデータの都合から、PDD 作成段階では IPCC の計算式とパラメータを設定して排出削減推定量を算出する。また、事業実施後モニタリングデータが整備されると、それらのデータを利用してプロジェクトシステム導入に伴い削減される GHG 排出削減計算量を算出する。

最終的に発行されるクレジット（CER）は、両者の小さいほうの値となる。（モニタリング結果によって排出削減計算量が排出削減推定量よりも大きかったとしても、CDM 理事会によって認められる排出削減量は事前に PDD で示した排出削減推定量を上限とする。）

$$ER_{y,estimate} = BE_y - PE_y - Leakage \quad (1)$$

$$ER_{y,calculated} = MD_y - PE_y - Leakage \quad (2)$$

$ER_{y,estimate}$: y 年におけるプロジェクト活動によって達成される GHG 排出削減推定量(tCO_{2e})

$ER_{y,calculated}$: y 年におけるプロジェクト活動によって達成される GHG 排出削減計算量(tCO_{2e})

BE_y : y 年におけるベースラインシナリオにおける GHG 排出量(tCO_{2e})

MD_y : y 年においてプロジェクトシステム導入に伴い削減される GHG 削減量(tCO_{2e})

PE_y : y 年におけるプロジェクト実施に伴う GHG 排出量(tCO_{2e})

$Leakage$: y 年におけるプロジェクト活動におけるリーケージ GHG 排出量(tCO_{2e})

4.12 ベースラインシナリオにおける GHG 排出量

ベースラインシナリオにおける GHG の排出量は、事前に収集できるデータを用いて算出する。算出式は、最新の IPCC tier2 approach (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, ‘Agriculture, Forestry and other Land use’, “Emission from Livestock and Manure Management”) を利用する。

$$BE_y = \frac{(CH4_y \bullet GWP_{CH4})}{1000} \quad (3)$$

$$CH4_y = EF_i \bullet N_y \quad (4)$$

BE_y : y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量(tCO_{2e})

$CH4_y$: y 年のベースラインシナリオにおける CH_4 排出量($kgCH_4$)

GWP_{CH4} : CH_4 の地球温暖化係数($kgCO_{2e}/kgCH_4$)

EF_i : 豚種 i 一頭あたりの CH_4 排出量($kgCH_4/頭$)

N_y : y 年のプロジェクトサイトにおける豚の頭数(頭)

ここで、ベースラインシナリオにおけるメタン排出量は、糞尿からのメタン発生能力、家畜の頭数、家畜一頭あたりの糞尿排出量などを利用して、式(3)で求める。

$$EF_i = (VS_i \bullet ND) \bullet \left[Bo_i \bullet D \bullet \left(\sum_{j,k} \frac{MCF_{j,k}}{100} \bullet MS\%_{i,j,k} \right) \right] \quad (5)$$

VS_i : 豚種 i 一頭あたり一日揮発性固体分の排出量(kg 乾燥重量/頭/日)

ND : 年間の糞尿発生日数(日/年)

$Bo_{i,j}$: 豚種 i が排出する糞尿からの CH_4 最大製造能力(m^3CH_4/kg 乾燥重量)

D : CH_4 の密度 (20℃、1 気圧) ($kgCH_4/m^3CH_4$)

$MCF_{j,k}$: 地域 k の糞尿処理システム j におけるメタン変換係数(-)

$MS\%_{i,j,k}$: 地域 k の家畜処理システム j における豚種 i の糞尿の取り扱い率(-)

さらに、 VS_i は IPCC のデフォルト値を式(6)のようにサイトの家畜平均体重により修正した値を利用する。

$$VS_i = \frac{W_{i,site}}{W_{i,default}} \bullet VS_{i,default} \quad (6)$$

$W_{i,site}$: サイトの豚種 i の平均体重(kg/頭)

$W_{i,default}$: デフォルトの豚種 i の平均体重(kg/頭)

$VS_{i,default}$: デフォルトの豚種 i の一頭一日あたりの揮発性固体分の排出量(kg 乾燥重量/頭/日)

AMSⅢ.D. のもととなった ACM0010 ではサイトにおける一酸化二窒素の発生量と、バウンダリー内での電気・熱利用に伴う二酸化炭素排出量を算出する必要があるが、AMSⅢ.D. ではそれらの値を無視することが出来る。

図表 4-23 に、ベースラインシナリオにおける GHG 排出量の算出に利用したパラメータの値をまとめて示した。

図表 4-23 ベースラインシナリオに利用したパラメータの値

パラメータ		値	根拠
GWP_{CH_4}		21	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
D		0.67	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
$MCF_{i,k}$		77	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
$B_{0,LT}$		0.29	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
N_{LT}	Sow	6,640	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Boar	57	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Piglet/A	9,960	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Piglet/C	10,200	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Finisher	12,644	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
$MS\%_{i,j,k}$		1	KEY 社、Gter 社
ND		365	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
$W_{i,site}$	Sow	250	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Boar	350	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Piglet/A	4.5	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Piglet/C	21.75	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
	Finisher	75	KEY 社、養豚場オーナーによる報告値
VS_i	Sow	1.63	KEY 社
	Boar	2.28	KEY 社
	Piglet/A	0.07	KEY 社
	Piglet/C	0.24	KEY 社
	Finisher	0.80	KEY 社
$W_{i,default}$		28	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories
$VS_{i,default}$		0.3	2006 IPCC Guidelines for national GHG inventories

4.13 プロジェクト実施による GHG 排出量

AMSⅢ.D.におけるプロジェクト実施に伴う GHG 排出量は、システム導入による電気使用に伴う CO₂ 排出量のみを計上すればよい。プロジェクト実施に伴う GHG 排出量は式(7)で算出される。

$$PE_y = \frac{kWh_y \bullet NEF_y}{1000} \quad (7)$$

kWh_y: y 年における家畜廃棄物処理システムの電気使用量(kWh/年)

NEF_y: y 年における家畜廃棄物処理システムからの N₂O 排出量(tCO_{2e}/kWh)

本プロジェクトで導入を計画している豚の糞尿廃棄物処理システムにおいて電力を消費する施設・機器には、ダイジェスターミキサーと糞尿ポンプ、送風機がある。本プロジェクトではこれらの施設・機器の動力源は系統から購入した電力を用いる。

本プロジェクトにおいて導入予定の設備容量と年間電力使用量の見通しを図表 4-243 にまとめた。これらの値は全養豚場をまとめて示している。ダイジェスターミキサーの稼動により約 129,000kWh/年、糞尿ポンプにより約 129,000kWh/年、送風機により約 26,000kWh/年で、合計約 284MWh/年の電力消費を想定している。

図表 4-24 プロジェクトシナリオに利用したパラメータの値

導入設備	設備容量 KW	稼働時間 時間/日	一日電力消費量 kWh/日	年間稼働日数 日/年	年間電力使用量 kWh/年
ダイジェスターミキサー	14.7	24	353.6	365	129,069
糞尿ポンプ	14.7	24	353.6	365	129,069
送風機	2.96	24	71.1	365	25,952
合計					284,090

図表 4-25 に、プロジェクト実施に伴う GHG 削減量の算出に利用したパラメータの値をまとめて示した。

図表 4-25 プロジェクトシナリオに利用したパラメータの値

パラメータ	値	根拠
kWh _y	284,090	KEY 社、Gter 社
NEF _y	0.57	KEY 社

4.14 リークエージ排出量

AMSⅢ.D. version13 ではリークエージ排出量については考慮する必要がない。

4.15 プロジェクト実施による GHG 削減量

(1) GHG 排出削減推定量

GHG 排出削減量は下記の式で求めることが出来る。

$$ER_{y,estimate} = BE_y - PE_y - Leakage \quad (8)$$

結果を図表 4-26 にまとめて示した。この結果、本プロジェクトにおける GHG 排出削減推定量は 28,354[t-CO₂e/年]となり、2008 年から 2012 年の 5 年間のクレジット期間の合計で、約 141,772[t-CO₂e/年]となる。

図表 4-26 GHG 削減量

	BE _y	PE _y	Leakage	ER _y
	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e
2008 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2009 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2010 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2011 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2012 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2013 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2014 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2015 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2016 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
2017 年	28,516.28	161.84	0	28,354.44
クレジット期間 (2008～12 年) 合計	142,581.41	809.21	0	141,772.20
10 年間合計	285,162.81	1,618.42	0	283,544.39

(2) GHG 排出削減計算量

GHG 排出削減量は下記の式で求めることが出来る。

$$ER_{y,calculated} = MD_y - PE_y - Leakage \quad (9)$$

GHG 排出削減計算量は、モニタリングにより収集した実測データを用いて、より実態に近い排出削減量を計算する。

$$MD_y = BG_{burn,y} \bullet w_{CH4,y} \bullet D_{CH4,y} \bullet FE \bullet GWP_{CH4,y} \quad (10)$$

BG_{burn,y}: y 年におけるバイオガスのフレア燃焼量(m³/年)

w_{CH4,y}: y 年におけるバイオガス中の CH₄ の割合(-)

D_{CH4,y}: y 年におけるバイオガス中の CH₄ のメタン濃度(tCH₄/m³)

FE: フレア燃焼効率(-)

本プロジェクトでは回収したバイオガスは閉鎖系のチャンバー内で燃焼することから、フレア燃焼効率のデフォルト値は0.9を利用できる。また、モニタリングにより把握した実際のフレアリング効率（算出方法はモニタリングの項目を参照）を利用することもできる。

(3) GHG 排出削減量

CDM理事会により発行されるCER量は、GHG排出削減推定量とGHG排出削減計算量のうち小さいほうの値が採用される⁵⁵。

本プロジェクトは建設段階に至っておらずモニタリングデータが存在しないため、本報告書におけるGHG排出削減量はGHG排出削減推定量（=28,354[t-CO₂e/年]）とみなし、以下の投資分析などを行う。なお、2012年までのクレジット期間の合計は、141,772[t-CO₂e]である。

4.16 モニタリング計画

方法論AMSⅢ.D.に規定されたモニタリング方法に基づいてモニタリング計画を設定する。モニタリング項目は図表4-27のとおりである。なお、モニタリングにあたっては、SHIMADZU社製の計測機器（URA-107）を導入する予定である。

図表 4-27 モニタリング項目

モニタリング項目		頻度	注意事項
C _{CH₄}		月	バイオガス中のメタンガスの割合。 固定されたガス分析器で計測する。ガス分析器は適切に維持管理する。
N _{LT}	Sow	月	豚の平均頭数。豚種ごとに増減を管理する。直接計数した頭数と間接的なデータ（例：出荷数、飼料購入記録など）とが一貫性を有していなければならない。
	Boar		
	Piglet/A		
	Piglet/C		
	Finisher		
W _{i, site}	Sow	月	豚の平均体重。豚種ごとに平均体重を計数する。
	Boar		
	Piglet/A		
	Piglet/C		
	Finisher		
FE		月	フレアリング効率。 固定されたガス分析器で計測する。ガス分析器は適切に維持管理する。
V _f		週	バイオガス流量。 二つのガス流量計で測定する。測定箇所は、嫌気性ダイジェスターの出口部分と、ガス燃焼チャンバーの入り口部分。流量計

⁵⁵ 方法論上では、「GHG 排出削減推定量を上限とする GHG 排出削減計算量をベースライン排出量とする」と定められている。

		は工業規格に従い適切に維持管理・調整を行う。
NEF	月	系統の排出係数。
SRC	適宜	汚泥の搬出回数。
Elec _y	月	系統からの購入電力量。

4.17 環境影響分析

本プロジェクトを実施することで実施サイトおよびその周辺地域への環境影響を分析する。

(1) 地域環境への影響

本プロジェクトの実施に伴い、ラグーン周辺の河川、地下水への汚染の防止、サイト周辺への悪臭被害の防止などが考えられる。

(2) 技術移転・開発への影響

本プロジェクトでは、バイオダイジェスターの設置技術およびバイオガスの回収・利用技術などを利用する。いずれの技術もこれまでにブラジル国内の CDM 事業により採用された技術であるが、未だブラジルの養豚場において広く普及していない。本プロジェクトを通じて、環境配慮型の本技術の効果が認知され、ブラジル国内で自主的に採用する動きがでることが期待される。

4.18 地域経済への貢献

一つの養豚場につき 3 名のモニタリング要員を配置するため、僅かではあるが地域の雇用の創出に貢献できる。

4.19 利害関係者のコメント

本プロジェクトの利害関係者としては、DNA 等のブラジル政府、地方自治体、養豚場オーナー、地域住民があげられる。本調査では事前有効化審査（pre-Validation）まで実施するが、本報告書作成時点では審査途中である。したがって、正式な利害関係者のコメント収集は行っていない。そこで、本報告書においては現地出張時のヒアリング結果をまとめたものを記載する。

【説明項目】

- ・ 本プロジェクトや CDM に関する当社の取組み姿勢
- ・ プロジェクトの実現に向けた日本側の取組み など

(1) サンタカタリーナ州の養豚場

CDM プロジェクトに参加した理由は、持続可能な発展への寄与と、CER 売却に伴うクレジット収入、環境整備による伝染病予防、環境規制対策、などである。

CDM プロジェクトを実施しようにも、追加的な資金と技術的なサポートが必要で、自分たち

だけで賄うことは現実的ではなく、今回の協業に期待している。ブラジル養豚業は非常に活況で、どの養豚場でも事業の拡大を検討している。そのような状況の中で、伝染病などが生じると大打撃を受けることになり、大きなリスクであると考えている。当該養豚場では、養豚場敷地に入る際には自動車や靴などの消毒、洗浄を徹底しており、また養豚場の周囲を植林することで外部との接触をできるだけ回避するように努めている。

今回の CDM プロジェクトでは CER の売却により得られる収入も魅力的であるが、それ以上に糞尿の適切な処理を実施して伝染病の発生を未然に防ぐことが出来る点に期待している。

なお、CDM プロジェクトにより得られたバイオガスは、幼豚舎の暖房用の燃料として利用することを想定している。

図表 4-28 ヒアリングの様子



(2) リオグランデスル州の養豚場

本プロジェクトに参加した理由は、CER 売却による収入と環境対応である。同州では、環境局の環境規制は年々厳しくなっており、さまざまな対応が必要となっている。養豚業の経営環境を勘案すると、嫌気性ラグーンを用いた処理方法が近い将来に禁止され、バイオダイジェスターの導入が義務化されることはないだろう。しかし、中長期的にはそのような流れになるのではないかと懸念している。当該養豚場においても、糞尿処理の適正化には興味があるが、技術・ノウハウを有しておらず、第三者の協力が必要であった。今回のプロジェクトへの参加を通じて、中長期的な環境対策の備えとしたい。

図表 4-29 サイトでのヒアリングの様子



第5章 経済性の検討

5.1 資金計画

本プロジェクトにおける初期投資に必要な設備費及び工事費に関しては、BSMBをはじめとした金融機関、政府系金融機関、地元金融機関からの融資によって調達が見込まれている。

(1) 前提条件

本プロジェクトの事業性を検討するに当たり、次のような前提条件を設定した。これらはBSMB および、現地の環境コンサルティング会社（KEY 社）、エンジニアリング会社（Gter 社）からの情報に基づいたものである。

① 為替レート

1US\$=1.84Rs（レアル）とした。

② 減価償却

残存簿価 10%、償却期間 10 年とし、償却方法は定額法とした。

③ 税制

法人税（IRPJ）は、課税対象利益が月額 2 万レアル（年額 24 万レアル）以下の場合は 15% で、それを超える額の場合は 25% となる。さらに、国内に住所を有する全ての法人と法人格の扱いを受ける者に負担義務がある社会寄付金（CSLL）を考慮し、上記に 9% を加算したものを実効税率として使用した。

④ 金利等

全額借入金で事業を遂行するとし、金利 7%、返済期間 10 年と仮定した。

(2) イニシャルコスト

本プロジェクトのイニシャルコストは、主としてダイジェスター関連費用（掘削費、シート費、設置費フレアリング設備費）である。

(3) ランニングコスト

本プロジェクトの主なランニングコストとしては、施設の運転・管理に伴う費用費、法人税、CDM 化費用などが考えられる。

① 運転・管理費

運転作業はほとんど必要でないことから、養豚場の従業員が運転員を兼ねることとする。一方で、正確にモニタリングしてそのデータを適切に管理する必要があるため、本プロジェクトでは 3 名のモニタリング要員を確保する。

② 法人税

利益に対する法人税は前述の通りである。電力の販売を行う場合には、社会保険融資負担（COFINS）及び社会統合計画（PIS）を考慮する必要があるが、本プロジェクトでは売電を見込まない。

③ CDM 化費用

CDM 事業として CER を獲得するために必要な費用であり、ベリフィケーション費用及び CDM 理事会へのアダプテーション費用があげられる。それぞれの費用は次のとおり設定した。

✧ ベリフィケーション費用：年間 US\$5,000

✧ アダプテーションフィー：

年間 US\$0.1/CER (～15,000t-CO₂e)、US\$0.2/CER (15,000t-CO₂e～)

(4) 資金計画のまとめ

資金計画をまとめると図表 5-1 のようになる。ダイジェスターなど施設費が約 70 万 US\$、その建設費用が約 40 万 US\$であるので、イニシャルコストは約 110 万 US\$と見込まれる。また、施設の運転・維持管理とモニタリング費用がともに約 1.7 万 US\$で、ランニングコストは約 3.5 万 US\$程度となる。

これ以外に CDM 化に必要な費用として、DOE に支払うベリフィケーション費用の約 0.5 万 US\$と、CDM 理事会に支払うアダプテーション費用の約 0.4 万 US\$が必要となる。

図表 5-1 養豚場ごとの費用内訳

項目	バイオダイジェスター関連		建設費用	運転・維持・モニタリング費用	
	大きさ	費用		運転・維持	モニタリング
単位	m ³	US\$	US\$	US\$/年	US\$/年
Hugo Goldschmitt	1,600	240,791	62,664	1,907	1,907
Granja dos Pinheiros	5,400	230,987	62,664	1,907	1,907
Adelino Sanguani	450	26,686	32,694	1,907	1,907
Alfeu Bordin	450	26,686	32,694	1,907	1,907
Athos Lopes (Pocilga 2)	750	35,471	44,137	1,907	1,907
Celso Retore	900	42,209	44,137	1,907	1,907
Ivo Betoni	750	35,471	44,137	1,907	1,907
José Elias Dall'óglio	900	42,209	44,137	1,907	1,907
Moacir Marin	450	26,686	32,694	1,907	1,907
合計	11,650	707,196	399,961	17,165	17,165

5.2 経済性の評価・分析

以上のような前提条件の下で発生したバイオガスをフレアリング燃焼する場合の経済性の検討を行った。

(1) プロジェクトの収入

本プロジェクトにおける収入源は、CER による収入のみである。したがって、本プロジェク

トの事業性を評価する上で、CER の価格は最も重要な要素である。ブラジルの CDM の状況を勘案して US\$20/t-CO₂ と設定した。本プロジェクトの収入は CER の販売に依存しており、CER の価格変動が大きナリスク要因となることから、販売価格が変化した場合の経済性に与える影響を把握するために、感度分析を行うこととする。

(2) 収益性

収益性を検討するため、キャッシュフロー計算を行い、プロジェクト期間の内部収益率 (IRR: Internal Rate of Return) を求めた。キャッシュフローは図表 5-2 に示した。

図表 5-2 キャッシュフロー

収益計画											
	前提条件等 pre condition	2008 1year	2009 2year	2010 3year	2011 4year	2012 5year	2013 6year	2014 7year	2015 8year	2016 9year	2017 10year
費用											
人件費		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンテナンス費他		34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330	34,330
その他費用		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM検証・認証費用		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
登録料		4,057									
SOP-Admin Fee/CER	US\$0.1 : 0-15000 US\$0.2 : 15000-		4,057	4,057	4,057	4,057	4,057	4,057	4,057	4,057	4,057
発電コスト	US\$70.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却		99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644
返済金利息		77,501	71,892	65,890	59,468	52,596	45,243	37,376	28,958	19,950	10,313
支出 計		220,533	214,923	208,921	202,499	195,627	188,275	180,407	171,989	162,982	153,344
収入											
CER販売収入	US\$20.0	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747
売電収入	US\$50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入 計		555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747	555,747
当期収支		335,214	340,824	346,826	353,248	360,120	367,472	375,340	383,758	392,765	402,403
法人税	24.0%	113,973	115,880	117,921	120,104	122,441	124,941	127,615	130,478	133,540	136,817
当期利益		221,242	224,944	228,905	233,144	237,679	242,532	247,724	253,280	259,225	265,586
資金計画											
		1year	2year	3year	4year	5year	6year	7year	8year	9year	10year
初期投資	1,107,157										
借入金	1,107,157										
借入金利	7.0%										
借入期間(年)	10										
当期利益		221,242	224,944	228,905	233,144	237,679	242,532	247,724	253,280	259,225	265,586
減価償却戻し		99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644	99,644
返済金元金		80,133	85,743	91,745	98,167	105,038	112,391	120,258	128,677	137,684	147,322
当期留保分		240,752	238,845	236,805	234,621	232,285	229,785	227,110	224,248	221,185	217,908
借入金残高	1,107,157	1,027,024	941,281	849,537	751,370	646,332	533,941	413,682	285,006	147,322	0
内部留保		240,752	479,598	716,402	951,023	1,183,308	1,413,093	1,640,202	1,864,450	2,085,635	2,303,544

表示は、すべてUS\$

(3) CER 価格による感度分析

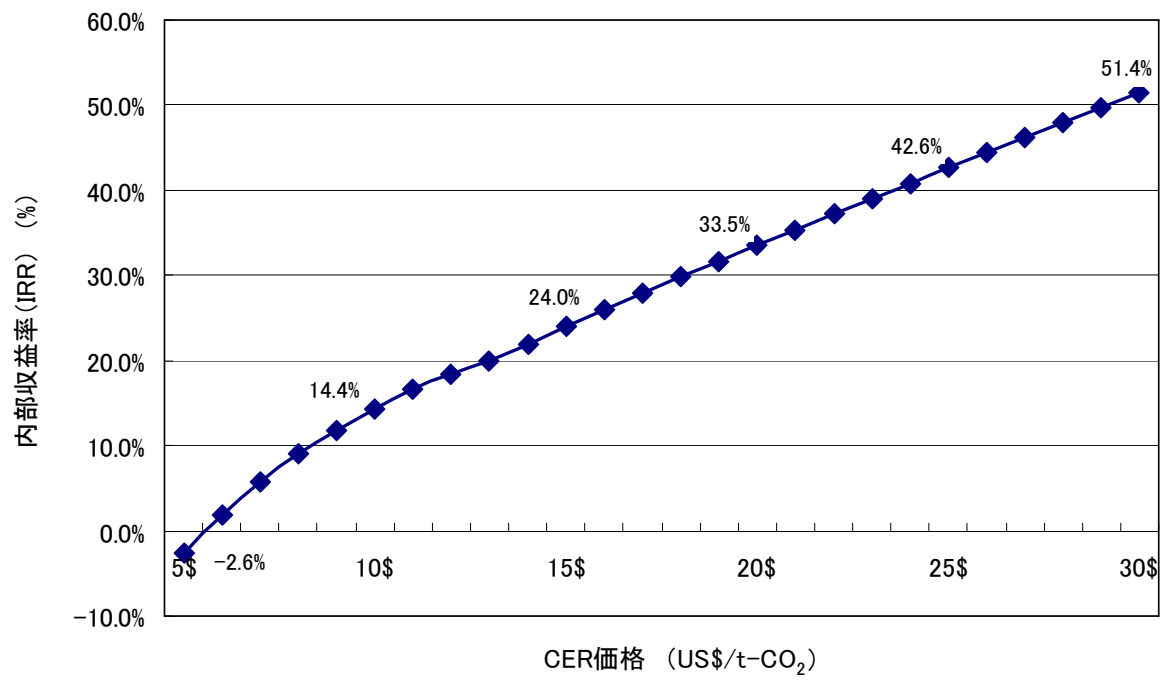
本プロジェクトの収入は CER の販売によるものであることから、その価格が変化した場合の影響は極めて大きい。CER の価格は需要と供給のバランスから決定されるため、状況によっては大きく変動することもあると考えられる。そこで、CER の販売価格が US\$5～30 まで変化した場合の内部収益率（IRR）と正味現在価値（NPV：Net Present Value）を算出して評価を行った。

算定結果を図表 5-3 に示す。これより、前提として設定した CER 価格（US\$20）においては、IRR が 33.5% となり、投資の対象としては適格であることが分かった。一方、ブラジルの名目利率（年 11.25%）と比較すると、投資対象とするには少なくとも US\$12 程度の CER 価格が望まれる。

図表 5-3 CER 価格による感度分析結果①

イニシャルコスト [US\$]	CER 販売価格 [US\$/t-CO ₂]	IRR [%]	NPV [US\$]
1,107,157	5\$/t-CO ₂	-2.6%	671,098
	6\$/t-CO ₂	2.0%	864,144
	7\$/t-CO ₂	5.8%	1,046,042
	8\$/t-CO ₂	9.0%	1,208,960
	9\$/t-CO ₂	11.7%	1,357,287
	10\$/t-CO ₂	14.4%	1,505,614
	11\$/t-CO ₂	16.6%	1,630,657
	12\$/t-CO ₂	18.5%	1,735,422
	13\$/t-CO ₂	19.9%	1,833,161
	14\$/t-CO ₂	22.0%	1,961,971
	15\$/t-CO ₂	24.0%	2,090,781
	16\$/t-CO ₂	25.9%	2,219,592
	17\$/t-CO ₂	27.9%	2,348,402
	18\$/t-CO ₂	29.8%	2,477,212
	19\$/t-CO ₂	31.7%	2,606,022
	20\$/t-CO ₂	33.5%	2,734,832
	21\$/t-CO ₂	35.4%	2,863,642
	22\$/t-CO ₂	37.2%	2,992,452
	23\$/t-CO ₂	39.0%	3,121,262
	24\$/t-CO ₂	40.8%	3,250,072
	25\$/t-CO ₂	42.6%	3,378,882
	26\$/t-CO ₂	44.4%	3,507,692
	27\$/t-CO ₂	46.1%	3,636,502
	28\$/t-CO ₂	47.9%	3,765,312
	29\$/t-CO ₂	49.6%	3,894,122
	30\$/t-CO ₂	51.4%	4,022,932

図表 5-4 CER 価格による感度分析結果②



第6章 事業化に向けた課題

本プロジェクトには、様々な事業リスクが存在する。事業リスクの検討にあたっては、①顕在化する可能性が大きいもの、②顕在化した際に影響が大きいもの、の2つの軸で整理した。現時点では重要度の大きいものから順に、CDM プロジェクト化リスク・CER 価格リスク・技術リスク・金利リスク・カントリーリスク・マクロ経済環境の影響によるリスク・自然災害のリスクを事業リスクとして想定している。本事業の実施に向けて、これらのリスクを可能な限り回避するように心がける。リスクの詳細およびその解決策については、以下の通りである。

6.1 CDM プロジェクト化リスク

CDM プロジェクトを実施するためには、CDM 理事会に承認された承認済み方法論(Approved methodologies)を用いる必要がある。承認済み方法論は、発行される CER 量と実際の温室効果ガス削減量の明らかな乖離を解消するために、継続的に見直しが進められている。近年、CDM 理事会の姿勢として CDM プロジェクトの組成について方法論・有効化審査(Validation)・国連登録等の各ステージにおいて厳格性を高める運用を行っている。

養豚場バイオガス有効利用については、ラージスケールに用いる方法論の ACM0010 は3回の改訂が為されており、スモールスケールに用いる方法論の AMSⅢ. D. は13回の改訂が為されている。方法論の改訂が為されるたびに得られる CER 量に影響がある。ACM0010 の元となった AM0006 や AM0016 と比較すると ACM0010 では同一の養豚場から獲得できる CER 量が減少しており、方法論の見直しにより更に獲得できる CER 量が減少すると CDM プロジェクト化が遅延するほど事業性が低下する事になる。

また、PDD 作成と養豚場オーナーとの協議を平行して行っている場合は、養豚場オーナーとプロジェクト実施について合意できないために有効化審査を行う事が出来ず、その間に方法論が更新され、PDD を書き直す事態も考えられる。

CDM プロジェクト化リスクは、事業性に大きな影響を与える事から、本事業において最も重要なリスクの一つと言える。本リスクについては、養豚場オーナーとの協議を迅速に進める事と PDD 作成から国連登録までを迅速に行う事で回避できる事から、事業化にあたってはスピード感を持って臨む事が重要である。

6.2 CER 価格リスク

現在、CER 価格は横ばいあるいは緩やかな上昇局面にあり、EU-ETS による利用を見込んだ欧州勢の旺盛な購買意欲に支えられて、ブラジルにおける CER 価格は比較的高い水準を保っている。しかし、EU-ETS の EUA 価格の乱高下に示されるように CER 価格が急落するリスクがあり、本プロジェクトでは CER の販売収入が唯一の収入であるため、CER 価格リスクは事業への影響が大きい。各種の予測では CER 価格は EUA 価格の影響を受けつつ 15~20 ユーロ前後にて推移するとの見方が多くなっている。ただし、第一約束期間が始まり、GIS による AAU 取引など CER の需給に大きな影響を及ぼす取組みも具体化している事から、CER 価格リスクは引き続き残る事になる。

2008/1/23 に公表された EU-ETS の第3フェーズ EC 案は、CER の利用を大きく制限するものであ

ったため、市場に大きな混乱が生じ、一時的に EUA・CER の価格が大幅に下落するなど CER 価格リスクは常に顕在化する可能性を持っている事が示された。今後もポスト京都議定書の議論など、日米欧の政策による影響を大きく受ける事が予測されることから、プロジェクトにおける CER 価格リスクを早期にヘッジする取組が重要である。

本リスクについては、当社およびグループ会社の三井住友銀行のネットワークにより、早期に買手企業と ERPA を結ぶなどして、CER 価格の下落リスクを低減する取組を進める予定である。

6.3 技術リスク

本プロジェクトにて採用している技術は閉鎖系を作り、そこから配管によりメタンガスを収集して、フレアリング設備にて焼却を行うというものであり、全体的に見て高度な技術は用いていない。これまでに国連登録されてきた同種のプロジェクトにおいて、獲得できた CER 量が PDD にて見積もった CER 量と比較して少ないことが指摘されている。これは前年度の報告書において記載したように、施工方法の不備によってダイジェスター内のメタンガスが大気中に放出されてしまったことが原因である。また、ダイジェスター内に発酵されずに沈殿してしまう有機分が大量に存在するためでもある。

そこで、本プロジェクトにて施工を行う Gter 社ではカバー破れの対策を施すとともに、ダイジェスター内に攪拌機を設置し、発酵効率を高める工夫をしている。これまでに Gter 社が別のサイトで施工したバイオダイジェスターでは、カバー破れの事故は発生しておらず、また発酵効率も高いことが確認されている。

6.4 金利リスク

本プロジェクトは事業費を銀行からの融資により実施する計画であり、資金調達において金利変動リスクが存在している。本リスクについては、本プロジェクトの調査に協力している BSMB 等から比較的低利で資金が調達できるように調整を行っている。

6.5 カントリーリスク

本プロジェクトは、CDM の国連登録件数、PDD 上の予定 CER 量共に世界 3 位のブラジルにて実施する。ブラジルは CDM 分野における先進的な国であり、DNA トップの姿勢としても CDM プロジェクトの組成を促進する意向が強い。CDM 関連の情報を提供している情報提供会社の CDM ホスト国評価においても常に上位に名を連ねており、第三者からの評価も高い。

以上のことから、少なくとも CDM のスキームが存続することが決まっている 2012 年までは、CDM プロジェクトを阻害するようなブラジル政府による規制や法律の制定などのカントリーリスクは低いと考えられる。

本リスクについては、現地の窓口である BSMB を通じて DNA との意見交換・情報提供を継続して行っている。なお、BSMB はブラジルにおける CDM ファンドの運用を委託されるなど、現地において政府や政府系機関の信頼を集めている。

6.6 マクロ経済環境の影響によるリスク

本プロジェクトは豚の糞尿を収集して破壊し、温室効果ガスの排出量を削減した結果、得られた CER を売却することで収益をあげることを計画している。ブラジルの養豚業界は輸出主導によって拡大を続けてきており、今後も現状あるいは規模拡大を続けるためには世界経済の安定が前提となる。現在の見通してはブラジルにおける養豚業界は引き続き成長が継続するとしているものの本プロジェクトの実施に影響を及ぼす要因として重要である。

6.7 自然災害リスク

本プロジェクトでは豚からの糞尿が必要であるため、口蹄疫などの豚の伝染病や山火事等により豚が死亡すると事業を行うことができない。現在、ブラジルでは豚が罹病する伝染病の大規模な流行は起きていない。伝染病の流行については、大きな事業リスクとして認識しており、本プロジェクトの実施の可否にもつながる可能性がある。

こうした施工上の不備は CER 量の減少につながる重大なリスクとして認識しており、本リスクについては、バイオダイジェスターの施工を担当する Gter 社と協議をしながら技術リスクの低減に努める。

第7章 有効化審査

7.1 有効化審査の概要

(1) 有効化審査

有効化審査は、机上での PDD の確認作業とサイトの現地調査の大きく 2 つに分類することができる。机上での PDD の確認作業では、CDM 理事会で定められた PDD の書式・記載内容の遵守、方法論の適用の妥当性、ベースライン、モニタリング方法、などを確認する。一方、サイトの現地調査では、方法論に利用したモニタリングパラメータの同定、PDD 記載内容と現実との比較などの調査を行う。本調査においては、机上での PDD 確認作業までを対象とする「事前有効化審査 (=Pre Validation)」を実施した。

(2) DOE の選定

本案件の有効化審査を担当する DOE として、世界的に実績のある DNV 社、SGS 社、TUV 社の 3 社に加え、新興の RINA 社を合わせた 4 社で検討を行った。海外出張時には DNV 社と SGS 社との面談を行い、TUV 社と RINA 社を含めてプレバリデーション（詳細は後述）の実施の可否と見積もり要求などを行った。

4 社のうち、TUV 社はプレバリデーション業務を実施していないため除外した。また RINA 社は面談当時に OE 資格であったものの 2008 年 1 月に CDM 理事会から DOE に指定される予定であったが、指定が見送られたため委託候補より除外した。

プレバリデーションのスケジュール（非常にタイト）と、見積もりとを総合的に判断し、最終的に DNV 社にプレバリデーションを委託することとなった。

図表 7-1 検討した DOE 一覧

	DNV	SGS	TUV	RINA
DOE/OE	DOE	DOE	DOE	OE
プレバリデーション実施の可否	可	可	否	可

7.2 有効化審査の結果

DOE である DNV ブラジルは、2008 年 2 月 1 日より有効化審査を開始し、2008 年 2 月 28 日にプレバリデーションレポートを完成させた。プレバリデーションにおける指摘事項を以下にまとめる。

(1) 指摘事項のまとめ

① PDD フォーマット、PDD 全般について

PDD のフォーマット、PDD 全般に関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-2 PDD フォーマットに関する指摘事項

指摘箇所	指摘内容
Section A.1	プロジェクトのタイトルに加えて、PDD のバージョンと PDD の完成日

	を追記する必要がある。
Section A. 2	プロジェクト活動の内容（目的、GHG の削減方法）を明確化する必要がある。
Section A. 3	“Guidelines for completing the Simplified Project Design Document” で提供される表を利用しなければならない。
—	文章中の参照図表番号に誤りがみられる。
Table A. 4. 3	“Guidelines for completing the Simplified Project Design Document” で提供される表を利用しなければならない。
—	ベースライン排出量とプロジェクト排出量は Section B. 6. 1 ではなく Section B. 4 に記載すべきである。
Table B. 6. 4	“Guidelines for completing the Simplified Project Design Document” で提供される表を利用しなければならない。
Section B. 8	現状で空欄となっているが、PDD は全ての項目を埋める必要がある。

図表 7-3 PDD 全般に関する指摘事項

指摘箇所	指摘内容
—	ブラジル南東部との記述は間違いで、ブラジル南部が正しい。
Section A. 4. 1. 4	参加農場の数が 10 とあるが、表には 9 つの養豚場しか掲載されていない。PDD の表には全ての農場を示す必要がある。
Section A. 4. 2	バイオガスの燃焼方法、発電方法、熱利用方法、フレアリングなどの導入する仕組みを明確にする必要がある。また、B. 2 に記載すべき。
Section B. 2	汚泥処理についての記述が必要である。
—	各農場がバイオダイジェスターを導入するのか、ひとつのバイオダイジェスターで集中処理するのかが分かりにくい。
—	B. 6. 1 では化石燃料が発電のために利用しないと記載されているが、B. 7. 1 では発電機について言及している。
Section B. 6 Section B. 7. 1	次の変数とパラメータの値の参照が異なっている。バイオガス中のメタン割合、バイオガス流量、系統からの購入電力量
Section B. 6. 2	選択したデータの正当性までは例証しない。
—	事業開始日の証拠がバリデーションプロセス中に必要となる。

② ベースラインについて

ベースラインに関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-4 ベースラインについて

指摘箇所	指摘内容
Section B. 6. 2	Ny、Wsite のパラメータはモニタリング項目であるため、B. 7. 1 に記載すべきである。
—	各種消費量、家畜種ごとの頭数や平均体重の証拠の提示が必要である。
—	バイオガスの売却に関する投資障壁は、プロジェクトにおいてバイオガスの売却を検討する場合にのみ適用できる。

③ モニタリング計画について

モニタリング計画に関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-5 モニタリング計画について

指摘箇所	指摘内容
—	豚の頭数のモニタリング方法が明示されていない。
—	バイオガス中のメタン濃度は固定式のガス分析器を利用している。この装置は高額な投資が必要である。バリデーションプロセス通過後は一切の変更が認められず、記述したとおりに機器を設置しなければならない。この点を確認すべきである。
—	バイオガスの温度と圧力を計測する必要があるので、それを記述しなければならない。
—	プロジェクト活動に利用した電力のみを計上する必要がある。プロジェクト活動に特定した電力メーターがない場合には、電力容量と稼働時間とが必要である。

④ GHG 排出量の計算について

GHG 排出量の計算に関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-6 GHG 排出量の計算について

指摘箇所	指摘内容
—	系統からの購入電力量の算出方法が不明なので、明記する必要がある。
—	系統の排出係数に 0.96[t-CO ₂ /MWh] を利用しているが、これは Operating Margin である。Operating Margin と Build Margin の平均として決定する必要がある。
—	メタン変換係数は、平均気温 25℃であれば 78%ではなく 79%を利用すべきである。
Section B.6.2 Annex 3	両セクションに記載されている Bo の値が 0.29 と 0.45 とで異なっている。

⑤ 環境影響について

環境影響に関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-7 環境影響について

指摘箇所	指摘内容
Section D	顕在化する恐れのある環境影響について記述しなければならない。バリデーションプロセスでは適用される全ての環境ライセンスについてチェックをうけることになる。

⑥ ステイクホルダーズコメントについて

ステイクホルダーズコメントに関する指摘事項は次のとおりである。

図表 7-8 ステイクホルダーズコメントについて

指摘箇所	指摘内容
—	ステイクホルダーズコメントが記載されていない。

(2) プレバリデーションレポート

受領したプレバリデーションレポートは添付資料に示した。

(3) プレバリデーションレポートに対する対応

プレバリデーションレポートで指摘された項目は逐一对応し、反映した PDD を作成した。本報告書においてはプレバリデーションレポートでの指摘内容を反映したものとなっている。ただし、ステイクホルダーズコメントのみ現段階でも未実施である。

第8章 現地調査

現地調査は2007年9月21日～9月29日の日程で行った。以下にヒアリング・訪問先とヒアリング・調査内容をまとめた。

図表 8-1 現地調査

日	ヒアリング・調査先	ヒアリング・調査内容
9/21 (金)	伊丹ー羽田ー成田**	・ 国内移動（航空機）
10/22-23 (土・日)	成田ースイス（チューリッヒ）ーブラジル（サンパウロ）	・ 海外移動（航空機）
9/24 (月)	BSMB（ブラジル三井住友銀行） （サンパウロ市）	・ 現地カウンターパートとの打合せ ・ ブラジルの地理情報やエネルギー関連情報収集 ・ サイト変更についての協議 ・ 今回の旅程の調整
	KEY 社（環境コンサルティング会社） （サンパウロ市）	・ プロジェクトサイトへ導入予定技術の紹介 ・ PDD、予測 CER 量について
9/25（火）	BSMB（ブラジル三井住友銀行） （サンパウロ市）	・ 現地カウンターパートとの打合せ ・ 今回の旅程の調整
	SGS 社（DOE）（サンパウロ市）	・ バリデーションの進め方についての打合せ
	サンパウローサンタカタリーナ州 （シャペコ市）	・ 国内移動（航空機）
9/26（水）	サンタカタリーナ州（シャペコ市） ーリオグランデドスル州（サオペドロ ドブルチア市）	・ 国内移動（車両）
	養豚場① （リオグランデドスル州、サオペドロ ドブルチア市）	・ 実施予定サイトの現状把握 ＊豚の飼育状況 ＊環境汚染の状況 ＊ラグーンの状況 ＊ダイジェスター建設予定地の確認 ・ 養豚場オーナーとの意見交換
	リオグランデドスル州（サオペドロ ドブルチア市）ーサンタカタリーナ 州（カンポスノボス市）	・ 国内移動（車両）

日	ヒアリング・調査先	ヒアリング・調査内容
	養豚場② (サンタカタリーナ州、カンポスノボス市)	- 実施予定サイトの現状把握 * 豚の飼育状況 * 環境汚染の状況 * ラグーンの状況 * ダイジェスター建設予定地の確認 - 養豚場オーナーとの意見交換
	サンタカタリーナ州 (カンポスノボス市)ーサンタカタリーナ州 (シャペコ市)	国内移動 (車両)
9/27 (木)	サンタカタリーナ州 (シャペコ市)ーサンパウロ	国内移動 (航空機)
	BRTUV 社 (DOE) (サンパウロ市)	バリデーションの進め方についての打合せ
	BSMB (ブラジル三井住友銀行) (サンパウロ市)	収集した情報の整理
	ブラジル (サンパウロ)ースイス (チューリッヒ)	海外移動 (航空機)
9/28 (金)	スイス (チューリッヒ)ー成田	海外移動 (航空機)
9/29 (土)	スイス (チューリッヒ)ー成田	海外移動 (航空機)
	成田ー羽田ー神戸**	国内移動 (航空機)

* 網がけは移動のみ

** 該当者は一部のみ

