

平成 18 年度環境省委託事業

平成 18 年度 CDM / J I 事業調査

ブラジル国サンタカタリーナ州養豚場

バイオガス有効利用事業調査

(概要版)

報告書

平成 19 年 3 月

株式会社 日本総合研究所

目 次

第1章	ホスト国ブラジルの概要	1
1.1	一般事項.....	1
1.2	農業と畜産業.....	1
1.3	ブラジルにおけるCDM事業.....	1
1.4	ブラジルの養豚業の現状.....	2
第2章	プロジェクトの内容	3
2.1	事業概要.....	3
2.2	プロジェクトの目的.....	3
2.3	プロジェクトの実施体制.....	3
2.4	プロジェクト実施サイトの概要.....	3
2.5	プロジェクトの概要.....	4
2.6	ベースライン方法論の設定.....	4
2.7	ベースラインシナリオ.....	5
2.8	プロジェクト実施によるGHG削減量.....	5
2.9	環境影響分析.....	6
2.10	利害関係者のコメント.....	6
(1)	ACCS.....	6
(2)	養豚場オーナー.....	6
第3章	経済性の検討	7
3.1	資金計画.....	7
3.2	経済性分析の前提条件.....	7
3.3	CER価格による感度分析.....	7
第4章	事業化に向けた課題	8

第1章 ホスト国ブラジルの概要

1.1 一般事項

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。総人口は1億8,410万人（2004年8月推計）であり、世界第5位の南米の大国である。インフレによる停滞期もあったが、現在は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。

1.2 農業と畜産業

ブラジルは世界有数の農産物の輸出国であり、農業大国である。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位を占めており、重要な外貨収入源となっている。これまで、ヨーロッパへの輸出が最も大きく、全体の約半分を占めていたが、近年ではアジアの割合が上昇している。

一方で、世界有数の家畜生産国かつ輸出国でもある。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。畜産業は食肉の生産にとどまらず、加工産業や皮革産業などの周辺産業にも波及し、多くの雇用を生み出している。

図表1 ブラジルの主要畜産物の生産量と輸出量

年		1992	1997	2001
牛肉	生産量	5,069	5,820	6,900
	輸出量	444	274	632
豚肉	生産量	1,190	1,540	2,216
	輸出量	45	64	265
鶏肉	生産量	2,727	4,461	6,736
	輸出量	372	649	12,49

（単位）千トン

1.3 ブラジルにおけるCDM事業

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。

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点にある。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。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。

ブラジルでは2006年12月末時点で84のCDM事業が登録されており、その削減総量は1,550

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、現在発掘中のものも含めるとその数はさらに多くなる。一方で、国連登録済みの案件のうち、日本が投資国であるものは5件にとどまっており、英国やオランダ、スウェーデンなどの欧州諸国と比べて少ない。

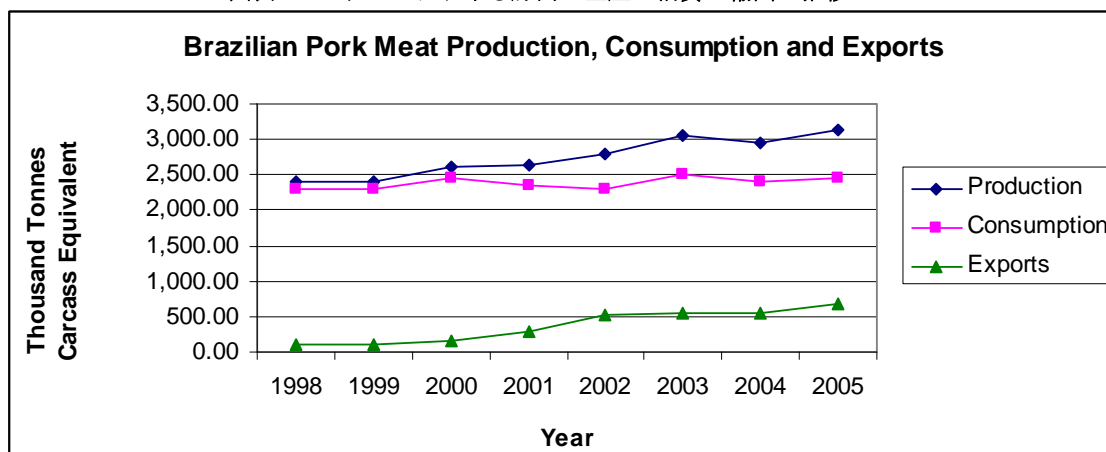
現在、ブラジルでは本プロジェクトにおいて検討している内容と同様な養豚場バイオガス有効活用型プロジェクトが36件組成されており、国連登録済みあるいは国連登録を目指して活動をしている。この内14のプロジェクトは小規模CDMである。これらの小規模CDMに適用を予定していたAM0006とAM0016が統合され、ACM0010となったことでフレアリングのモニタリングをしなければならなくなり、これらの小規模CDMの大半は獲得できるクレジット量が減少すると見込まれている。また、モニタリング設備を追加することでプロジェクトの費用が増大することになった。一方、規模の大きいプロジェクトでは、元々の得られるクレジット量が多いことから、方法論が統合されたことにより行うことになったフレアリングのモニタリングによる影響は小さく、追加で発生する費用も全体から見ると少額であることから、全体としては大きな影響を受けないと考えられている。

1.4 ブラジルの養豚業の現状

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。

ブラジルの養豚業界は南米最大であり、飼育頭数は3,300万頭となっている。66,952棟の豚舎があり、1つの養豚場には複数の豚舎がある。ブラジルの南部、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。

図表2 ブラジルにおける豚肉の生産・消費・輸出の推移



第2章 プロジェクトの内容

2.1 事業概要

サンタカタリーナ州の養豚業協会（ACCS）に所属する 61 の養豚場で発生するバイオガスを回収・有効利用するシステムの導入を検討する。各養豚場には、回収したバイオガスを燃焼させるための焼却装置を設置する。これにより、CO₂の 21 倍の温室効果を持つメタンガスの排出量を削減し、ブラジルおよび地域の持続的発展に貢献する。

2.2 プロジェクトの目的

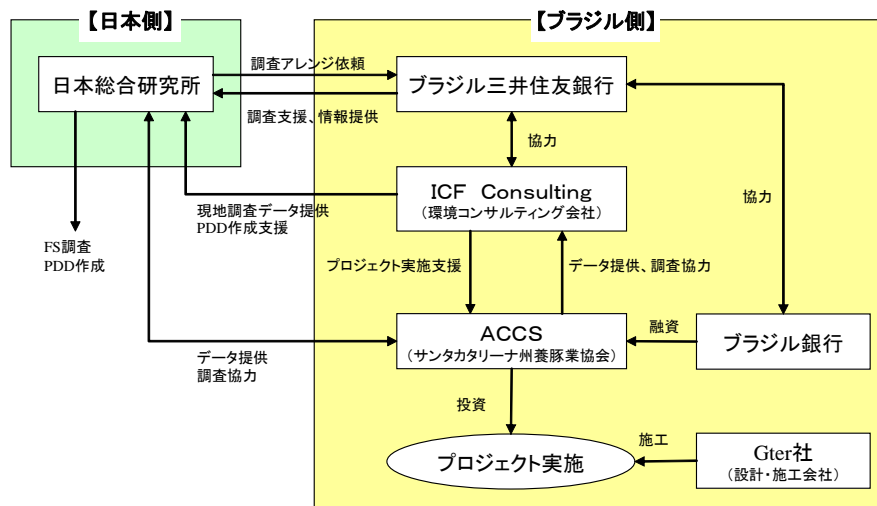
本プロジェクトを通じて、ホスト国の持続可能な発展に貢献することを目的とする。具体的な環境改善ポイントは次のとおりである。

- ・ 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。
- ・ 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。

2.3 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制は図表 3 のとおりである。

図表 3 本プロジェクトの実施体制



2.4 プロジェクト実施サイトの概要

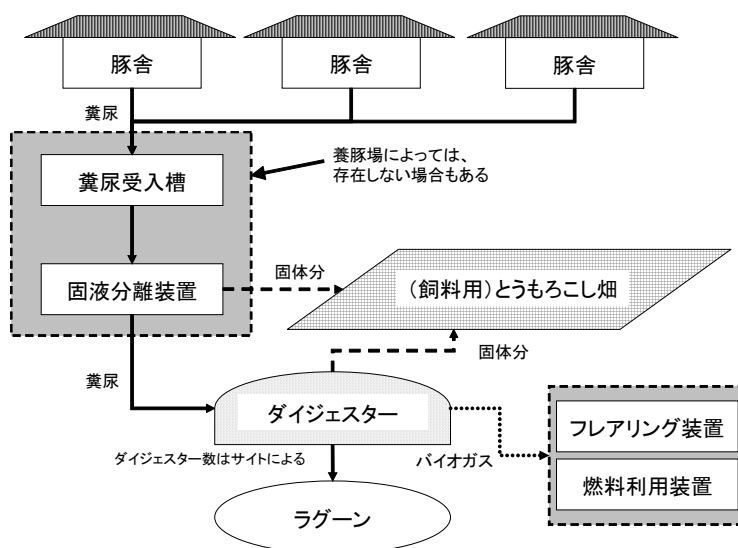
本プロジェクトは、ブラジル南部に位置し、ブラジルの養豚業の中心地であるサンタカタリーナ州において実施する。養豚場は同州の複数市に点在している。

2.5 プロジェクトの概要

プロジェクト実施予定地であるサンタカタリーナ州の養豚場では、嫌気性状況下にあるオープンラグーンにおいて糞尿を処理しており、メタンガスが発生している。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。

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、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は回収し、フレア燃焼もしくは熱利用、発電用燃料として使用する。本プロジェクトの実施主体は、サンタカタリーナ州の中小規模の養豚家が所属するサンタカタリーナ州養豚業協会 (ACCS: Associacao Catarinense de Criadores de suinos) であり、同協会に所属する 61 の養豚場が参加する。

図表 4 プロジェクトの全体像



2.6 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。本統合方法論を適用するためには、以下の a)～f) の適用条件に合致している必要がある。本プロジェクトの全ての養豚場において下記の適用条件を満たしており、承認統合方法論 ACM0010 を適用することができる。

【前提条件】

当該方法論は、プロジェクトバウンダリー内の既存の嫌気性糞尿処理システムを、単一又は複数からなる家畜廃棄物処理システムに置き換えて GHG の排出削減を図るような、牧畜における糞尿処理に一般的に適用可能である。

【適用条件】

- 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よう、排水中の負荷は十分に高くなければならない。）
- 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°C 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。

2.7 ベースラインシナリオ

承認統合方法論 ACM0010 では、ベースラインシナリオの設定について次の 4 つのステップにより決定される。

【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

ブラジルで一般的に利用されている「嫌気性ラグーン」と、ほとんど採用されていないものの先進的な「嫌気性ダイジェスター」の 2 つの方法が、考えうる代替シナリオである。

【ステップ 2】： 障壁分析

嫌気性ダイジェスターは、高額な投資が必要であり、かつ詳細なモニタリングや装置のメンテナンスの実施などが求められる。一方で、嫌気性ラグーンは単純で安価な技術であり、運転・メンテナンスともに容易である。投資障壁、技術障壁の両面から嫌気性ラグーンをベースラインシナリオに設定すべきである。

【ステップ 3】： 投資分析

正味現在価値（NPV : Net Present Value）による分析においても、ベースラインシナリオは経済的に最も魅力的なものと特定された。

【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 年に固定するため、ステップ 4 は必要ない。

2.8 プロジェクト実施による GHG 削減量

CDM 理事会により本プロジェクトが承認された後、モニタリング計画に規定されたデータ計測を実施し、そのデータを利用してプロジェクトに伴う排出削減量（ERs : Emission Reductions 量）を算出する。したがって、本報告書で算出している ER はダイジェスターにより発生したメタンがフレアリングで完全燃焼した場合を想定している。

図表 5 にベースライン排出量、プロジェクト排出量、リーケージ排出量および、排出削減量をまとめて示した。排出削減量は 83,868[t-CO₂e/年]と推計され、2012 年までのクレジット期間の合計は、419,342[t-CO₂e]である。

図表 5 GHG 削減量

	ベースライン	プロジェクト	リーケージ	ERs
	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e	t-CO ₂ e
年間	115,568	31,700		83,868
クレジット期間 (2008～12年) 合計	577,841	158,499		419,342
10年間合計	1,155,682	316,999		838,683

2.9 環境影響分析

本プロジェクトの実施に伴い、現在、非衛生的な糞尿処理施設により環境ライセンスの発給を受けていないサイトの環境改善が実現される。また、本プロジェクトで利用する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・利用技術は、これまでにブラジル国内の CDM 事業により採用実績のある技術であるが、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。

2.10 利害関係者のコメント

現段階では、作成した PDD は有効化 (Validation) の審査段階には入っていないため、正式な利害関係者のコメント収集は行っていない。利害関係者である ACCS と養豚場オーナーに対して、本プロジェクトや CDM に関する当社の取組み姿勢と、プロジェクトの実現に向けた日本側の取組みを説明し、次のようなコメントを得た。

(1) ACCS

当初は、本プロジェクトに参加する養豚場の数は 19 であった。しかし、その後 CDM 事業への関心の高まりから 61 件が参加意思を表明している。

本プロジェクトの実施主体者は ACCS であり、クレジットの所有者および売却意志決定者も ACCS であるため、個別に養豚場オーナーと交渉する必要はない。資金計画についても ACCS が借入れを行う予定である。また、得られるクレジットは養豚場の経営環境改善のために利用する予定である。

発生するクレジットは日本に売却することを明言する (別途、レターを入手)。今回のプロジェクトを成功させれば、傘下の数千の養豚場についても CDM 事業への参加を申し出ることが予想される。こうした動きが見られた場合にも協力を願いたい。

(2) 養豚場オーナー

現在、所有する養豚場では環境汚染を引き起こしており、新たな事業 (養豚場の豚舎の拡大工事) の実施に必要な環境ライセンスの発給が受けられない状況にある。クレジットの権利は保有できないが、ACCS が有効に活用することと、環境ライセンスの発給による事業拡大の機会を得られることから、問題ないと考えている。参加しているオーナーは、自己資金難で長年の懸案事項であった環境改善を実現できることが何よりも重要であると考えている。

第3章 経済性の検討

3.1 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、ブラジル銀行 (Banco do Brazil) 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。

3.2 経済性分析の前提条件

本プロジェクトの事業性を検討するに当たり設定した前提条件は次のとおりである。これらはブラジル三井住友銀行および、現地の環境コンサルティング会社 (ICF 社) からの情報に基づいて設定した。

図表 6 各種設定条件

項目	設定条件
為替レート	1US\$ = 2.15Rs (レアル)
減価償却	残存簿価 10%、償却期間 10 年 (定額法)
法人税	34% (利益が 24,000Rs 以下は 25%)
金利	7%
イニシャルコスト	1 サイト平均 US\$ 57,678
ランニングコスト	1 サイト平均 US\$ 1,605
CDM 化費用	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-CO ₂ e)、US\$0.2/CER (15,000t-CO ₂ e~)
CER 販売価格	US\$ 10.0/t-CO ₂

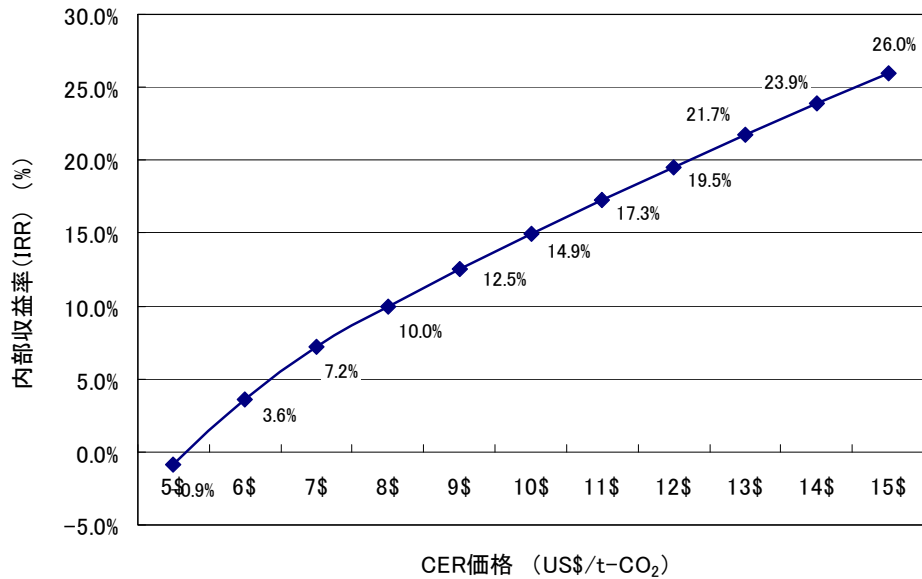
3.3 CER 価格による感度分析

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考えられる。

そこで、CER の販売価格が US\$5~15 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。IRR の感度分析結果を図表 7 に示す。

これより、前提として設定した CER 価格 (US\$10) においては、IRR が 14.9% となった。これは、ブラジルの名目利率 (年 13.25%、ブラジル中央銀行、2006 年 12 月) と比較すると、投資の対象としては厳しいと言える。したがって、少なくとも US\$12 程度の CER 価格が必要であることがわかった。

図表 7 CER 価格による感度分析結果



第4章 事業化に向けた課題

養豚場における糞尿を利用した CDM については、方法論が ACM0010 に統合された。統合に伴い、バイオガスの破壊時に漏出するメタン（＝未燃焼分のメタン）の量をモニタリングするなどの点に変更された。解放系でフレアリングする場合には燃焼割合として 50%、閉鎖系で燃焼される場合には 90%をデフォルト値として利用するよう定められているが、プロジェクト実施後も継続的にモニタリングすることが求められている。さらに、物理的な漏出に関するモニタリングも必要である。

こうした変更は、得られるクレジットをより実態に近づけるための措置であるが、CDM 事業の実施者は十分注意する必要がある。

クレジットのオーナーは獲得できるクレジットを多く見積もる傾向があるため、燃焼割合や物理的な漏出を甘く見積もることが考えられる。こうした視点から ER を見積もり、事業計画を立案すると、事業化後に想定していた量の CER が得られないことが起こりうる。

したがって、事業計画段階ではできるだけ保守的な設定で ER を算出することが重要である。一方で過度に保守的な見積もりを基にすると、事業化後の正確な資金計画を立案することが難しくなる。これらのバランスを考慮することが必要である。

本報告書においては、「閉鎖系で燃焼するが、物理的なリーケージはゼロ」と仮定して ER の算出を行った。ただし、フレアリング効率を決定するためにはフレアリングからのリーケージを測定する必要があることから、実測により想定しているフレアリング効率に満たない可能性もあり、この場合は得られる ER は想定より減少することになる。CDM 理事会に向けて正式な PDD を提出する段階においては、さらなる追加投資を実施して閉鎖系での燃焼を実現させ、獲得できる ER を増加させることも視野に入れている。したがって、できる限り低く見積もった F/S 調査を実施するよう努めた。