

平成 16年環境省委託事業

平成 16年度CDM/JI事業調査

ブラジル製糖廃棄物エネルギー転換プロジェクト調査

報告書 (概要版)

平成 17年 3月

社団法人 国際環境研究協会

株式会社 三菱総合研究所

1 ホスト国ブラジルの概要

1.1 国情全般

ブラジルの面積は 851 万 1965 平方キロメートルと南米大陸のおよそ半分 (47.3%) を占める中南米最大の国である。世界で見ても 5 番目に広大な国土を持つ国である。その広大な国土にアマゾン川流域をはじめとして国土の 90% を占める熱帯地域が広がっており、後述するように鉱物資源が非常に豊富な国である。

(1) エネルギー状況及び政策

ブラジルは石油、天然ガス、石炭、ウランなど豊富なエネルギー資源を有している。世界全体でのシェアは石油で 0.8%、天然ガス 0.2%、石炭 1.2% となっており、国内自給率の向上に役立っている。それらの化石燃料に加え、水力も豊富で総発電能力 8,223 万 kW のうち 79% を水力発電が占めている。しかし、2001 年の旱魃に伴う電力危機により、過剰な水力への依存が見直されるようになった。その結果、水力発電から石油・天然ガス火力発電への転換が推進され、現在、2,000 万 kW の火力発電所の新設とアルゼンチンからの電力輸入が検討されている。

エネルギー構成でみると石油、水力、薪、さとうきび燃料 (エタノール) が中心であり、特に石油が全体の 43.1% を占めている。天然ガスのシェアは、7.5% とまだ少ないが、1990 年代では年 8.4% の伸びを示しており、サントス沖の新ガス田の発見により今後更にそのシェアは高まると予想される。特に、経済状況が不透明な中では、民間企業は初期コストが高い水力発電よりも天然ガス火力発電をより好む傾向にある。

ブラジルのエネルギー供給の特徴は再生可能エネルギーのシェアが全体の 41% を占めていることである。再生可能エネルギーの内訳は、水力が 14%、サトウキビ関連製品 (エタノール、バガスなど) が 13%、薪炭が 12% である。

(2) 電力事情

1970 年代の石油危機、1980 年代の国際的な金融危機により、ブラジル政府は原油輸入量を抑制するために水力発電を積極的に進めた結果、1980 年代には電力供給量の 90% を占めるまでになった。水力発電以外の発電施設は、主に乾期や系統非接続の遠隔地域など系統をサポートするための補助的な目的で建設され、水力発電中心の電力供給体制が確立された。

1993 年の法律 8631 の成立をきっかけに民営化策が推進され、配電会社の ESCELSA の売却など配電部門の民営化が進められた。民営化以前の水力発電の全電源容量に占める割合は 90% 以上だったのに対して、2001 年には 81% にまで低減している。

近年、サンパウロ市近くの沖合で天然ガス油田が発見され、今後ブラジルはこの大量の天然ガスをいかに利用するかを検討することになる。国内産天然ガスが供給され、ガス火力発電への依存度を高めていく状況においても、バイオマス発電は (1) 高い燃焼効率 (55 ~ 57%)、(2) 為替変動に左右されずにコストが安定していること、などの長所を有しており、その潜在量も大きい。

1.2 ホスト国の CDM 受入れ状況

(1) 地球温暖化対策の組織

ブラジルは気候変動枠組み条約に 1992 年 6 月 4 日に署名し、1994 年 2 月 28 日に批准した。京都議定書には 1998 年 4 月 29 日に署名し、2002 年 8 月 23 日に批准している。ブラジルにおける地球温暖化対策の体制は以下の通りである。

- 1) 気候変動プログラム (Climate Change Program)
- 2) 気候センター (Centro Clima)
- 3) ブラジル気候変動フォーラム (The Brazilian Forum on Climate Change :Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas)

(2) ブラジルの CDM 承認体制

ブラジルの CDM 承認体制は以下のような組織となっている。

ブラジルの CDM 承認体制は科学技術省を委員長として、環境省、外務省、鉱山動力省、産業省、社会保健省など全 11 省庁から構成される省庁間委員会により行われている。この省庁間委員会が CDM プロジェクトの承認や発効を行う。

プロジェクト関係者は、プロジェクト活動が持続可能な開発にどう寄与するかについて次の観点から言及しなければならない。

- (a) 地域環境の持続可能性に対する貢献
- (b) 労働環境向上と雇用への貢献
- (c) 利益配分に対する貢献
- (d) 技術力 / 技術開発に対する貢献
- (e) 地域統合 (+ 他セクターの包含) に対する貢献

1.3 提案プロジェクトのホスト国への貢献

前述のように ANEEL は現状の技術を用いたバガス利用コージェネレーションの発電ポテンシャルとして 3,851MW という試算をしている。これは既に風力発電や小規模水力を上回る数値である。しかしバガス利用コージェネレーションの発電ポテンシャルは技術に大きく依存する。これについていくつかの検討結果を示す。

表 1-7 収穫廃棄物利用による効果 (出典 :Tolmasquim & Neto, 2002)

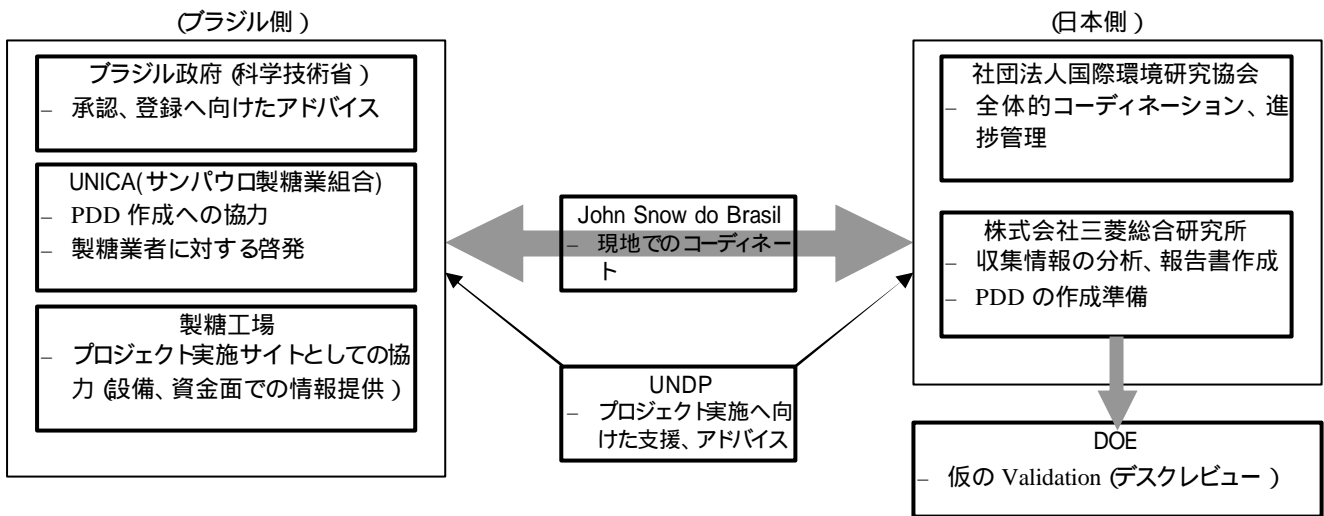
年	発電効率 kWh/t	単価 US\$/kW	収穫廃棄物未使用 (MW)			収穫廃棄物使用 (MW)		
			2001	2005	2010	2001	2005	2010
現状の技術	10-20	-	1,040	1,127	1,214	1,493	1,618	1,742
高効率ボイラ	14-44	222-667	3,121	3,381	3,641	4,480	4,853	5,227
CEST	80-100	1,450-1,650	5,964	6,461	6,958	9,951	10,780	11,610
ガス化	200	950-1,150	12,344	13,373	14,402	18,264	19,786	21,309

2 調査の実施体制

(1) 実施体制

(1) 実施体制スキーム

全体スキーム図



(2) 調査内容の概要

実施項目	調査項目	概要	備考 (外注等)
1)国内調査分析 (1)	ベースライン方法論	平成 15 年度調査を踏まえ、PDD に記載すべき内容の素案の作成。	UNICA のアドバイスを 得る。
	プロジェクト実施期間 / クレジット獲得期間に関する調査	同上 (事業者、UNICA と協議の上決定)	同上
	モニタリング手法 / 計画に関する調査	同上 (系統電力削減以外の削減項目、モニタリング方法について調査)	同上
	温室効果ガス排出量 (又は吸収量) 計算に関する調査	同上	同上
	その他の間接影響に関する調査	同上 (間接影響の有無について調査)	
	その他	CDM の国際動向の把握 (類似プロジェクトの方法論承認、登録動向の把握)	
2)第 1回現地調査	上記 ~	上記項目 ~ について、主として UNICA と協議する。	現地調査の調整を John Snow do Brasil (JSB) に外注。
	環境影響に関する調査	サンパウロ州の制度、及びプロジェクトとの関連について知見を得る。	同上。
	その他の間接影響に関する調査	定量的側面について調査。	同上
	利害関係者のコメントに関する調査	との関連、事業者及び UNICA の取組みについて知見を得る。	同上。
	資金計画に関する調査	事業者との協議を実施。ブラジル内外の支援体制について UNDP、JBIC 等とも協議。	同上。
	その他	ブラジル政府の承認方針、本プロジェクトに対する姿勢について、科学技術省を中心とした政府省庁の支援を得る。	
3)国内調査分析 (2)	~	現地調査を踏まえたフォローアップ	追加質問等について、直接質疑、協議が出来ないものは JSB に外注。
	その他	CDM の国際動向の把握 (類似プロジェクトの方法論承認、登録動向の把握)	

実施項目	調査項目	概要	備考(外注等)
4) 第2回現地調査	~	各項目について協議。 ・UNICA： ・事業者： ・ブラジル政府： 、国内体制、承認への姿勢等 ・その他： - UNDP、ブラジル開銀： - JBIC等：日本側の資金提供の可能性	現地調査の調整をJSBに外注
5) 国内調査分析(3)	~	現地調査を踏まえたフォローアップ	追加質問等について直接協議等が出来ないものはJSBに外注。
	その他	CDMの国際動向の把握(類似プロジェクトの方法論承認、登録動向の把握)。また、PDDに関する国際動向の把握(フォーマットの修正等)	COP10(現地出張予定)の場合でも調査。
6) PDD作成	プロジェクト設計書の作成	上記調査を踏まえたPDDの作成	必要に応じてブラジル側(主としてUNICA)と協議
7) 簡易 Validation	デスクレビューによる有効審査	PDDの書面審査	DOE(AE)に外注。JQAを想定。
8) 報告書作成		背景調査及びPDDを含めた報告書を作成。	

(3) 調査工程表

	2004年							2005年		
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1) 国内調査分析(1)		→								
2) 第1回現地調査			→							
3) 国内調査分析(2)				→	→	→	→			
4) 第2回現地調査								→		
5) 国内調査分析(3)									→	
6) PDD作成								→		
7) 簡易 Validation									→	

3 CDM プロジェクトの概要

3.1 プロジェクトの具体的な内容

(1) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、電力をグリッドに供給するために、ブラジル、サンパウロ州にあるユニアルゴ社のアルコール蒸留工場内に設置された既存の発電・発熱施設をオーバーホールするものである。

現在、蒸留工場は電力グリッドから隔離されており、工場内で消費する電気と熱を得るために効率の悪いボイラ・発電機システムを使用している。本プロジェクトは、ボイラと発電機をより効率的なモデルに切り替えると共に、送電設備(ステーションと送電線)を建設する計画である。発電能力は現

在の 4 x 1.5 MW から 2 x 15 MW + 8 MW に高められ、そのうちの 23.7 MW 分 (予定年間発電量 104,299 MWh) の電力をグリッドに供給する予定である。

(2) プロジェクト参加者

ユニアルコ・アルコール・エ・アスカール社

(3) プロジェクトの所在地

ブラジル共和国、サンパウロ州

工場所在地： エストラダ ヴィシナル アンジェロ・ザンカネール グアララペス地域 サンパウロ州



Map of Brazil, and location of Project
(Map :Government of Brazil)

本プロジェクトは、バイオマスによる発電量を増やしてそれをブラジルの電力グリッドに供給しようというもので、それによって他の発電源 (主として化石燃料発電) からの電力が置換される。工場は現在、バガス (サトウキビ絞りかす) をすべて焼却処分しており、発電量を増やすことがバガスの燃焼量を増やすことにはつながらない。

ブラジルの製糖施設およびアルコール蒸留施設が電力をグリッドに供給することは (徐々に増えてはいるものの) 依然として余り行われていないが、それは投資の見返りの点において、プロジェクト・

デベロッパーが大きなビジネス・リスクを負うことによる。さらに、本プロジェクトの場合、大掛かりな送電設備 (30 キロメートル) を建設する必要があることから、状況は一層と厳しい。本プロジェクトは、この種のものとして初めてのものである。

(4) クレジット獲得期間における推定排出削減量

電力のグリッドへの予定年間販売量は 104,299 MWh である。ベースライン GHG 排出率は 0.604 t-CO₂/MWh であり、これに基づき、10 年間のクレジット獲得期間中における排出削減量は 622,997t-CO₂ と計算される。

(5) プロジェクト活動に対する公的資金

なし

3.2 プロジェクト境界・ベースラインの設定・追加性の立証

(1) プロジェクト活動に適用するベースライン方法の名称および参照番号

「バガス・ベースによるコジェネ電力のグリッドへの接続」(AM0015)を用いる。本方法を選択した正当性と当該プロジェクト活動への適用理由は下記のとおり。

・チェックポイント1: コジェネの原料として使用するバガスは、プロジェクトを実施するのと同じ工場から供給される。

・チェックポイント2: 政府は再生可能エネルギーが利用可能であればそれを推進しようという政策計画だが、分析資料は、クリーン開発メカニズム (CDM) がなければ、公的部門、プロジェクト参加者あるいは他の関連デベロッパーのいずれもが本プロジェクト活動を実施することはないであろうことを示している。

・チェックポイント3: プロジェクトの実施は、施設におけるバガスの発生量を増加させるものではない。

・チェックポイント4: バガスはプロジェクト施設において1年以上貯蔵することはない。

この手順により検討した結果、「バガス・ベースのコジェネの電力グリッドへの接続」(AM0015)プロジェクトは、すべての適合性基準を満たしていた。

(2) プロジェクト活動への適用方法についての記述

「バガス・ベースのコジェネの電力グリッドへの接続」(AM0015)プロジェクトでは、ACM0002 プロジェクトと同じ方法で運転マージン (operating margin) とビルド・マージン (build margin) を計算することによりベースラインを設定する。この計画のベースラインは、国際エネルギー機関 (IEA) の調査結果に基づいて Vale do Rosario (VRBC) プロジェクトが設定したベースラインと同一に設定される。これは、本プロジェクトが Vale do Rosario プロジェクトが接続したのと同じグリッドへの電力供給であり、また電力購入契約 (PPA) の交渉も同一の配電業者 (CPFL) との間で進められていることから、妥当性を有すると判断した。

(3) CDM プロジェクト活動がなかった場合と比べ、人為的 GHG 排出量がどのように削減されるかについての記述

ここでは、CDM 理事会が策定した「追加性の実証と評価のためのツール」を適用する。具体的には下記のとおりである。

- ・ステップ0 プロジェクト活動の開始日を基とした暫定的スクリーニング
- ・ステップ1. 現行の法規に合致する、プロジェクト活動の代替案の特定
 - ・サブステップ 1a. プロジェクト活動に対する代替案の記述
 - ・サブステップ 1b. 該当法規の施行
- ・ステップ2 投資分析
 - ・サブステップ 2a. 適切な分析方法の決定
 - ・サブステップ 2c. 財政的指数の計算と比較
 - ・サブステップ 2d. 感度分析
- ・ステップ3. バリア分析
 - ・サブステップ 3i. 提案のプロジェクト活動の実施を拒むバリアの特定
 - 投資上のバリア
 - 技術上のバリア
- ・ステップ4. 一般的慣行についての分析
 - ・サブステップ 4i. 提案のプロジェクト活動に類似した他の活動の分析：
 - ・サブステップ 4b. 存在する類似したオプションについての考察
- ・ステップ5. CDM 登録の影響

以上の手順により検討した結果、追加性の立証に関する標準ツールを用い、本プロジェクト活動は追加的 (additional) であると立証される。

(4) ベースライン方法に関連するプロジェクト境界をどのようにプロジェクト活動に適用したかの記述

AM0015 に関し、プロジェクト境界はプロジェクトのサイト(即ちユニアルコ社)である。ボイラおよび発電機における(運転開始用の)化石燃料の消費量を考慮する。

(5) ベースライン情報の詳細(ベースライン・スタディの作成日およびベースラインを設定した個人/主体名を含む)

〒100-8141 日本国東京都千代田区大手町 2-3-6

三菱総合研究所 シニアコンサルタント

山口 建一郎

3.3 プロジェクト実施によるGHG削減量(CO₂吸収量)及びリーケージ

(1) 温室効果ガス排出量の算出

(a) プロジェクトに起因する温室効果ガス排出量

スタートアップ等に使用する化石燃料の消費量は、熱量の点で、バガスの消費量に比較して極めて少ない。さらに、化石燃料の消費量は、化石燃料はバガスが使用できない時のみ使用するので、アプリアリには決めることができない。従って、本項において、プロジェクト活動についての排出源ごとの GHG 排出量はゼロと見なす。また、本プロジェクトのリーケージはゼロと見なすことが出来るため、ここでは本プロジェクトに起因する温室効果ガス排出量はゼロと見なすことが出来る。

(b) ベースライン排出量

ベースライン GHG 排出量は、本プロジェクトで発電された電力により置換された電力の発電からの排出量である。電力網に供給される電力量はモニターされるが、 $23.7 \text{ MW} * 4,400 \text{ 時} = 104,299 \text{ MW 時}$ と考えられる。従って、排出源ごとの人為的 GHG ベースラインの推定排出量は、次の通り計算される。

$$104,299 \text{ MW 時} * 0.604 \text{ t-CO}_2/\text{MW 時} - 62,997 \text{ t-CO}_2/\text{年}$$

温室効果ガス排出削減量

上記より、本プロジェクトによる温室効果ガス排出削減量は、下記のように算出可能である。

$$62,997 \text{ t-CO}_2/\text{年} - 0 = 62,997 \text{ t-CO}_2/\text{年}$$

(2) リーケージ

AM0015 の方法に基づき、リーケージはゼロと見なす。

3.4 モニタリング計画

(1) プロジェクト活動からの排出量をモニターするために収集するデータ およびかかるデータの収集方法

モニタリングは、送電電力量、プロジェクトで使用した化石燃料容量及び熱量、この化石燃料による排出量に対して実施する必要がある。

(2) モニターされたデータに関する品質管理 (QC) および品質保証 (QA) の実施

3.5 環境影響/その他の間接影響 (植林の場合、リスク調査結果も含む)

サンパウロ州では、暫定的環境影響評価 (Relatorio Ambiental Preliminar: RAP) が同州の法律 (RESOLUCAO SMA 42/94 DE 29-12-94) に基づいて実施される。森林関連法規に関連し RAP のコピーを州の天然資源保護省 (DEPRN) 宛に送付し、承認を得る。更に、大気拡散の観点からプロジェクトの分析を行う Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) 宛にもコピーを送付する。この分析に基づき、更に詳細な環境影響評価 (EIA) を実施するか否かが決定される。本プロジェクトよりもずっと規模の大きな Vale do Rosario についての RAP が承認されていることから、本プロジェクトについての RAP はほとんど問題ないと考えられる。

3.6 利害関係者のコメント

利害関係者のコメントについては、環境影響評価 (RAP) で勘案予定である。

3.7 事業化に向けて

(1) プロジェクトの実施体制 (国内・ホスト国・その他)

プロジェクトはユニアルコ社が中心となって実施する。

(2) プロジェクト実施のための資金計画

プロジェクト所期費用は5,400万レアル (約21.6億円)である。うち30%を自己資金で、残りは銀行融資を想定している。融資先はブラジル開発銀行 (BNDES)であり、金利は9%に上る。従って資金計画は容易ではない。

(3) 費用対効果

本プロジェクトで想定されるキャッシュフロー計算を行った。結果を以下に示す。

	IRR		DSCR
	10yr	20yr	
without CER	2.7%	9.6%	1.53
with CER	4.4%	10.6%	1.62

DSCR (Debt-Service Coverage Ratio :年間元利返済額に対する年間収益率の割合

(4) 具体的な事業化に向けての見込み 課題

本プロジェクトの実施へ向けたユニアルコ社の意欲は高く、2005年2月の訪問時において、本プロジェクトのCDMとしての実施へ向けて共同で作業を行うことに関するMOUを締結した。

CDM化に際しては、下記の課題が存在し、これらの解決が必要となろう。

1) 追加性と資金的課題

本プロジェクトは高度の追加性を有するが、ブラジル金融機関の高金利であることは障壁となる。

2) 技術的課題

また上記障壁が存在するため、ボイラ蒸気圧42kgfというタイプを想定せざるを得ない状況であるが、類似プロジェクト(Haidergarhプロジェクトでは70kgf)、日本のメーカーが製造している100kgf超という高圧ボイラに比べると技術水準が低い。そのため、技術的先進性の欠如を理由にレビューが請求されたプロジェクトもあり(ボンジュラス Cuyamapa水力発電)、動向のウォッチが必要であろう。

3) CDM化へ向けた諸課題

ブラジル政府が近年定めた規則 (CDM案件提出マニュアル (Manual for Submitting a CDM Project to the Interministerial Commission on Global Climate Change) 添付資料参照)では、提出に必要な要件として下記を定めている。

- (a) PDD (英語、ポルトガル語)
- (b) Validation report (英語、ポルトガル語)
- (c) 利害関係者への招待状 (管轄自治体の象徴、州環境省、市町村環境省、ブラジル社会 環境NGOフォーラム、地域団体、検察 (public prosecution office))
- (d) 当該事業者によるコミットメント
- (e) 環境 労働関連諸法の遵守の証明
- (f) DOEに関する証明 (DOEはブラジルに拠点を持つ必要がある)

このうち (c)については今後の検討課題となろう。

4. 今後の方針

4.1 バリデーション/デターミネーション (本プロセスを行った場合)

(1) Validation の概要

本プロジェクトについては2005年1月中旬にPDDを作成し、DOEによるデスクレビューを委託した。結果は以下のとおり。

1) AM0015 への準拠

- (a) AM0015 (バガス利用コージェネ)に照らしたプロジェクト境界及びモニタリングするパラメータ適用条件の記載が不十分
- (b) 記載内容をバガス利用コージェネプロジェクトに不慣れな人でも十分に理解できるようにする (バガス燃焼の現状が非常に非効率であることを記載する等)
- (c) 先進技術の導入について記載。

2) プロジェクトの体制について記載すべき。

- (a) プロジェクトの実施主体に記載すべき。
- (b) 技術移転の体制について記載すべき。

(3) その他

- (a) ブラジルの持続可能な開発指標に照らした記載を充実させるべき。
- (b) モニタリングの品質保証について、計測機器の地点等詳細な記載を充実させるべき。
- (c) バガスの生産量及び購入量 (もしあれば)について記載すべき。

(2) PDD の改定作業

上記の提言に基づきPDDの改定作業を実施した。上記の点以外にも、2005年2月の現地訪問で明らかとなった環境影響評価の内容の記載等、随所に改訂を設けた。今後、このプロジェクトを事業化するためには、追加的な調査及び最新の動向を盛り込んだPDDの改善をタイプCの調査で実施することが希望される。