

平成 17 年度環境省委託事業

平成 17 年度 C D M / J I 事業調査

ブラジル・サンパウロ州臨海部埋立処分場  
メタンガスの回収及びエネルギー利用事業調査  
報告書

平成 18 年 3 月

 株式会社 日本総合研究所

## 目 次

<b>第 1 章</b>	<b>ブラジルの地域概要</b> .....	<b>66</b>
1.1	地勢.....	66
1.2	気候.....	66
1.3	人口.....	67
1.4	政治.....	68
1.5	経済.....	68
	(1) 概要.....	68
	(2) 工業.....	69
	(3) 貿易.....	71
<b>第 2 章</b>	<b>ブラジルのエネルギー事情</b> .....	<b>72</b>
2.1	エネルギー需給.....	72
2.2	電力事情.....	74
	(1) 全般.....	74
	(2) 電力事業に関する法律・規制.....	76
	(3) 系統連携の状況.....	76
<b>第 3 章</b>	<b>ブラジルのCDMを巡る動き</b> .....	<b>78</b>
3.1	ブラジルのGHG排出インベントリー.....	78
3.2	ブラジルにおけるCDM事業の動向.....	82
	(1) ブラジルにおけるCDM事業承認体制.....	82
	(2) ブラジルにおけるCDM事業の特徴.....	82
	(3) ブラジルのCDM事業の現状.....	83
<b>第 4 章</b>	<b>ブラジルの廃棄物に関する現状</b> .....	<b>86</b>
4.1	廃棄物に係る法律.....	86
4.2	廃棄物の現状.....	86
<b>第 5 章</b>	<b>プロジェクトの内容</b> .....	<b>89</b>
5.1	事業概要.....	89
5.2	プロジェクト対象地域変更の経緯.....	89
5.3	プロジェクトの目的.....	89
5.4	プロジェクトの実施体制.....	90
5.5	プロジェクト実施サイトの概要.....	92
	(1) イタニャイン.....	92
	(2) カラピクイバ.....	93

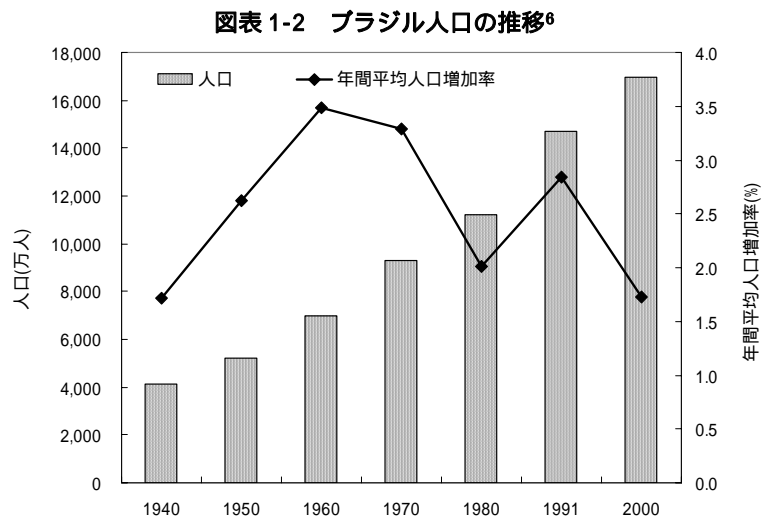
(3)	モジグアス	94
5.6	プロジェクトの内容	97
(1)	プロジェクトの概要	97
(2)	LFG回収システム	97
(3)	フレア設備	98
(4)	発電設備	98
5.7	ベースラインの設定および追加性の証明	99
5.8	本方法論におけるGHG排出削減量	99
5.9	ベースラインシナリオおよび追加性	101
(1)	ステップ 0: Preliminary screening based on the starting date of the project activity プロジェクト開始日による予備的スクリーニング	101
(2)	ステップ 1: Identification of alternatives to the project activity consistent with the current laws and regulations 現行の法規制に準拠するプロジェクト代替シナリオの同定	102
(3)	ステップ 2: Investment analysis 投資分析	103
(4)	ステップ 3: Barrier analysis 障壁分析	104
(5)	ステップ 4: Common practice analysis 一般的慣行分析	104
(6)	ステップ 5: Impact of CDM registration CDM登録の影響	104
5.10	プロジェクトバウンダリーの設定	105
5.11	プロジェクト実施によるGHG削減量およびリーケージ	106
(1)	プロジェクト実施によるGHG削減量の算出方法	106
(2)	イタニヤイン市におけるプロジェクト実施によるGHG削減量	107
(3)	カラピクイバ市におけるプロジェクト実施によるGHG削減量	111
(4)	モジグアス市におけるプロジェクト実施によるGHG削減量	113
(5)	まとめ	116
(6)	リーケージ	116
5.12	モニタリング計画	117
(1)	モニタリング方法論の選定	117
(2)	モニタリングの品質保証と品質管理手順(QC/QA)	120
5.13	環境影響分析	121
(3)	地域環境への影響	121
(4)	技術移転・開発への影響	121
5.14	利害関係者のコメント	122
(1)	ブラジルDNA(科学技術省)	122
(2)	地方自治体	122
<b>第 6 章</b>	<b>経済性の検討</b>	<b>124</b>
6.1	資金計画	124

(1)	前提条件.....	124
(2)	イニシャルコスト .....	124
(3)	ランニングコスト .....	125
6.2	経済性の評価・分析 .....	126
(1)	プロジェクトの収入.....	126
(2)	収益性 .....	127
(3)	CER価格による感度分析 .....	134
<b>第7章</b>	<b>事業化に向けた課題.....</b>	<b>137</b>
7.1	経済性の向上.....	137
7.2	ガス発生量予測精度の向上 .....	137
7.3	その他 .....	137
(1)	現地の商習慣の理解.....	137
(2)	CDMプロジェクト化と法的拘束力.....	138
(3)	LFGの所有権の不確かさ .....	138
(4)	廃棄物処理の利権に関する課題.....	138
(5)	規模に関する課題 .....	138
<b>第8章</b>	<b>現地調査 .....</b>	<b>140</b>



### 1.3 人口<sup>4</sup>

ブラジルの総人口は1億8,410万人(2004年8月推計)<sup>5</sup>であり、世界第5位となっている。また若年層の人口比率が高く、29歳以下の人口が全体の62%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。その様子を図表1-2に示した。1970年以降は、農村から都市へ、北東部から南東部への人口移動が進み、人口は大西洋岸沿いの南東部及び北東部の州に集中している。



**図表 1-3 地域別人口密度<sup>7</sup>**

	1980年		1991年		2000年	
	人口	人口密度	人口	人口密度	人口	人口密度
北部	6.0	1.7	10.1	1.7	12.9	3.3
北東部	35.5	22.9	42.4	22.9	47.7	30.6
東南部	52.7	57.0	62.1	57.0	72.4	48.3
南部	19.4	33.6	22.1	33.6	25.1	43.5
中西部	7.7	4.1	9.9	4.1	11.6	6.2
ブラジル全土	121.3	14.3	146.1	14.3	169.8	19.9

単位：人口は100万人、人口密度は人/km<sup>2</sup>

<sup>4</sup> ブラジル大使館HP

<sup>5</sup> ARCレポート 2005

<sup>6</sup> 現代ブラジル事典

<sup>7</sup> ブラジル大使館HP

#### 1.4 政治<sup>8</sup>

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。

#### 1.5 経済

##### (1) 概要<sup>9</sup>

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。

図表 1-4 ブラジルの主要なマクロ経済指標の推移<sup>10</sup>

	1991年	1995年	2000年	2002年
実質経済成長率(%)	1	4.2	4.4	1.5
農業(%)	1.4	4.1	2.1	5.8
製造業(%)	0.3	1.9	4.8	1.5
サービス業(%)	2	1.3	3.8	1.5
一人当たりの実質成長率(%)	-0.5	2.8	3	0.2
インフレ率(%)	414.7	59.6	13.8	13.5
完全失業率(%)	5.5	5.2	7.5	8.4
貿易収支(10億ドル)	10.6	-3.5	-0.7	13.1
輸出(10億ドル)	31.6	46.5	55.1	60.4
輸入(10億ドル)	21	50	55.8	47.2
純直接投資(10億ドル)	0.2	4.7	30.5	14.1

<sup>8</sup> 現代ブラジル事典

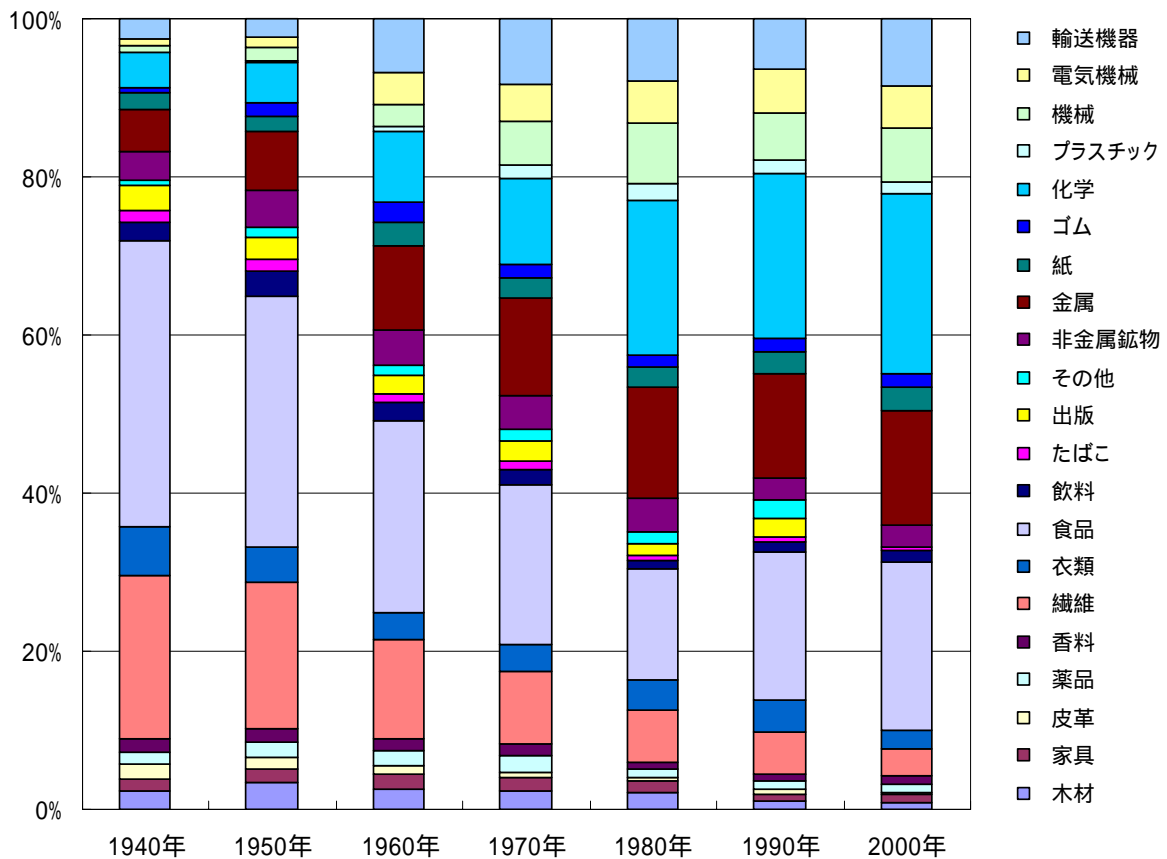
<sup>9</sup> 現代ブラジル事典、ブラジル大使館HP

<sup>10</sup> 現代ブラジル事典

(2) 工業<sup>11</sup>

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。

図表 1-5 製造業の生産構成の変化<sup>12</sup>



自動車産業<sup>13</sup>

ブラジルにおける2004年の自動車生産台数は221万台に達し<sup>14</sup>、主要な産業の一翼を担っている。近年は、特にフレックス燃料車<sup>15</sup>の生産が本格的に拡大し、消費者市場でも脚光を浴びている。ブラジルでは従来から自動車燃料としてのガソリンに25%のエタノールを混合しており、フレックス燃料車需要の下地があったと言える。そこに、ガソリン価格の高騰に

<sup>11</sup> 現代ブラジル事典、ブラジル大使館HP

<sup>12</sup> 現代ブラジル事典

<sup>13</sup> ARCレポート2005

<sup>14</sup> 全国自動車工業連盟 (ANFAVEA)

<sup>15</sup> フレックス燃料車とは、ガソリンとアルコール (エタノール) 燃料を自由な比率で混合給油することができる車のことで、ガソリン100%、あるいは逆にアルコール100%でも問題なく走行できる。

より、アルコール燃料の価格がガソリンの半額となる価格差が生じ、アルコール燃料への需要が一気に高まった。さらに、一般の新車との価格差もほとんどなく、車両にかかる工業製品税（IPI）が優遇される点も追い風となった。こうした背景を受けて、すでにブラジルにおける新車販売の22%がフレックス燃料車である。2004年8月からは、使用する燃料を運転席からボタン1つで天然ガス・ガソリン・アルコールを切り替えることができるマルチ燃料車と呼ばれる車の生産が始まっている。

図表 1-6 燃料別自動車生産台数<sup>16</sup>

		1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
乗用車	ガソリン	1,068,791	1,315,885	1,466,375	1,456,354	1,416,214
	アルコール	10,197	9,428	15,406	48,022	71,571
	ディーゼル	30,521	36,408	19,805	15,909	17,213
小型商用車	ガソリン	108,144	155,165	149,101	120,064	144,384
	アルコール	1,117	678	3,626	8,572	12,602
	ディーゼル	67,733	79,318	62,209	51,225	59,126
トラック	ガソリン	0	116	22	0	2
	アルコール	0	0	0	0	0
	ディーゼル	55,277	71,570	774,089	68,558	78,936
バス	ガソリン	0	0	0	0	0
	アルコール	0	0	0	0	0
	ディーゼル	14,934	22,672	23,163	22,826	26,990
合計	ガソリン	1,176,935	1,471,166	1,615,498	1,576,418	1,560,600
	アルコール	11,314	10,106	19,032	56,594	84,173
	ディーゼル	168,465	209,968	182,586	158,518	182,265

単位：台

#### アルコール産業<sup>17</sup>

ブラジルは年間1,464億リットルの生産量（2003/04生産年度）を誇る世界最大のエタノール生産国である。ブラジルの砂糖コンサルタント<sup>18</sup>会社・データログ社によれば、2003/04生産年（5月～4月）に7億6,214万リットルであったエタノール輸出量は、2004/05生産年には22億6,000万リットルと約3倍に達する見込みであるとの予測を発表した。世界のエタノール需要が好調であることが主因という。エタノールは前述した通り、自動車用燃料にも使われているが、日本でもガソリンへの混入が法律上は3%まで認められることになったため、ブラジルのアルコール産業界は日本を次の輸出有望市場とみて、その売り込み活動を活

<sup>16</sup> NEDO海外レポート 2005 No.7

<sup>17</sup> ARCレポート 2005

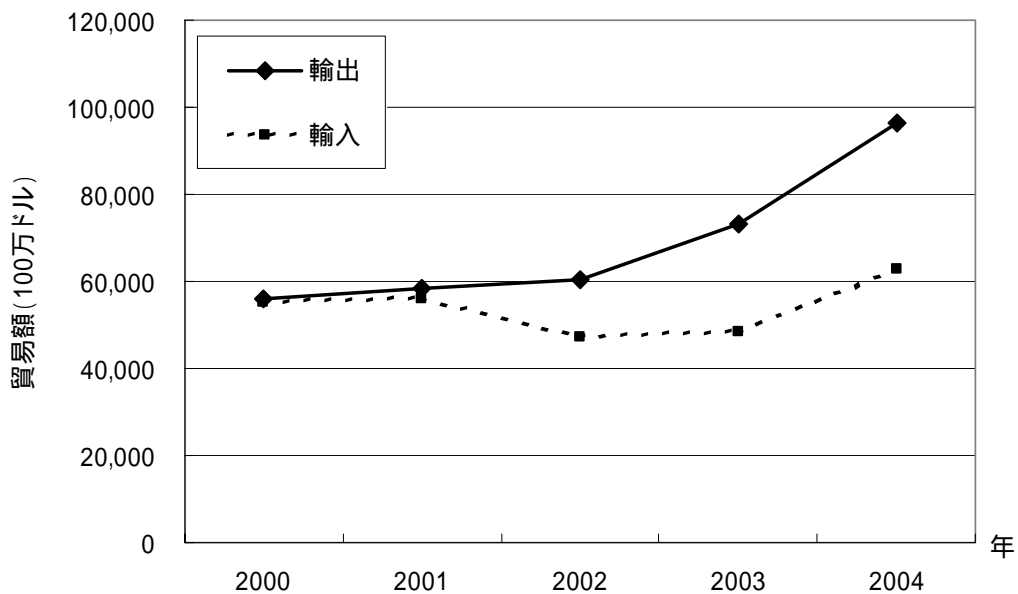
<sup>18</sup> エタノールの主な原料はサトウキビである。

発化させている。また、エタノールは二酸化炭素削減には大いに貢献する代替エネルギーとして、世界の注目が集まっている。

### (3) 貿易<sup>19</sup>

2004年のブラジルの輸出総額は、前年比32%増の964億7,500万ドル、輸入総額は同30%増の627億7,900万ドルとなり、いずれも過去最大の額であった。この結果、貿易黒字は336億9,600万ドルに達した。前年との比較では、輸出額では239億9,100万ドル上回り、輸出では前年に対して金額で144億8,800万ドル増となり、1996年以降で最高の額に達した。この様子を図表1-7に示した。

図表1-7 ブラジルの貿易額の推移<sup>20</sup>



<sup>19</sup> ARCレポート 2005

<sup>20</sup> ARCレポート 2005

## 第2章 ブラジルのエネルギー事情

### 2.1 エネルギー需給<sup>21</sup>

2001年の時点で、国内エネルギー供給源は石油・天然ガス関連燃料が52%、水力及び電力が13%、サトウキビ関連燃料（アルコール）が12%となっている。第1次エネルギー源<sup>22</sup>では、電力、天然ガス、石油に関しては、国内総使用量の増加を上回るスピードで国内生産量が増加しているが、石炭に関しては粗鋼生産量増加に伴い輸入量が増加している。第2次エネルギー源<sup>23</sup>は、国内総使用量が増加傾向にあるため、全体として増加分を輸入でまかなう構造になっている。

図表 2-1 1次エネルギーバランスの推移<sup>24</sup>

	1986年	1990年	1995年	2001年
第一次エネルギー源合計（石油換算 1,000 トン）				
国内総生産量	103,409	104,672	111,993	150,878
輸入量	36,422	36,319	33,996	150,878
輸出量	-51	0	-677	-5820
在庫変動・調整	-2,971	-3,318	336	1,128
国内総使用量	136,808	137,672	145,649	180,223
石油（1,000m <sup>3</sup> ）				
国内総生産量	33,200	36,590	40,216	75,219
輸入量	34,872	33,121	29,209	24,290
天然ガス（100万m <sup>3</sup> ）				
国内総生産量	5,686	6,279	7,955	14,045
輸入量	0	0	0	4,608
製鉄用石炭（1,000 トン）				
国内総生産量	1,330	499	106	15
輸入量	8,442	10,146	11,790	13,309
電力（GWh）				
発電量	182,419	206,708	253,905	268,140

ブラジルのエネルギーバランスの特徴として、第1に、サトウキビ関連燃料が高い割合を示していることがあげられる。これは、1975年に策定された国家アルコール計画（PROALCOOL）に起因するものである。この計画により、サトウキビから抽出されたエタノールをガソリンに代わる燃料と位置づけ、石油消費と原油生産とのバランスの保持が図られた。このような背景を受けて、現在ではガソリンスタンドの全てのガソリンにエタノールが20%混合されるに至り、エネルギー

<sup>21</sup> 現代ブラジル事典、ブラジル大使館HP

<sup>22</sup> 石油、天然ガス、先炭、水力および電力、薪・木炭、バガスなど

<sup>23</sup> ガソリン、ディーゼル、ナフタなどの石油製品、コークス炉ガス、サトウキビを原料とするアルコールなど

<sup>24</sup> 現代ブラジル事典

としてのアルコールの地位を確立している。

もうひとつの特徴は、天然ガスの消費量が増加していることである。現在、インフラ設備の不足などが原因で、ブラジルの全エネルギー消費に占める天然ガスの割合は3%に過ぎない。しかし、ブラジル政府は2010年の天然ガス比率の目標として12%を掲げ、ブラジル石油公社ペトロプラスも天然ガス開発の一方で、インフラ整備などを通じた需要喚起に全力をあげるとしている。

また、ブラジルの電気事業者へのヒアリングによって得られた、ブラジルのエネルギー需要に関する情報を以下にまとめた。

- ・ ブラジルの2004年における1人あたりエネルギー消費量は1.17tep(石油換算トン)であり、2002年の世界平均の1.65tep/人やアルゼンチンの1.54tep/人を下回っている。アメリカは7.97tep/人となっている。
- ・ 国内総生産に対するエネルギー使用量は0.24tep/1,000ドルとなっており、アルゼンチン(0.23tep/1,000ドル)、アメリカ(0.25tep/1,000ドル)とほぼ同じであるが、日本(0.09tep/1,000ドル)を大きく上回っている。
- ・ エネルギー消費量は輸出産業が好調であったため、伸びが大きく5.7%となりGDPの伸びを超えた。
- ・ 天然ガスが全エネルギー消費に占める割合は2003年の7.7%から2004年には8.9%に増加しており、発電部門、産業部門、運輸部門で主に使われている。

図表 2-2 ブラジルのエネルギー生産<sup>25</sup>

	2000年	2001年	2002年	2003年
再生不可能な燃料	79,778	83,490	95,867	97,488
石油	63,849	66,742	75,124	77,246
天然ガス	13,185	13,894	15,410	15,675
低品位炭	2,603	2,175	1,935	1,784
高品位炭	10	10	63	38
ウラン(U308)	132	669	3,335	2,745
再生可能燃料	73,556	72,896	78,551	86,388
水力発電	26,168	23,028	24,594	26,301
薪	23,054	22,437	23,636	25,990
サトウキビからの生産品	19,895	22,800	25,272	28,348
その他の再生可能燃料	4,439	4,631	5,050	5,749
合計	153,334	156,386	174,418	183,876

単位：石油換算1,000トン

<sup>25</sup> NEDO海外レポート2005 No.7

## 2.2 電力事情

### (1) 全般<sup>26</sup>

ブラジルの発電設備総量は、2002 年末で約 7,600 万 kW に達する。水力発電への依存度が大きいことが特徴で、火力・原子力への依存度は発電設備容量で約 15%、発電量で約 7%である。このため、電力システムの大部分が全国電力連係システムで連結しているものの、降雨量次第で電力不足に陥る問題を抱えている。実際に、2001 年から 2002 年にかけて、発送電能力拡張への投資不足と降雨不足により電力危機が生じ、ブラジル全土で約 25%の節電が実施された。

政府はこの電力危機を契機に、水力発電が水不足によって発電できなかった場合の代替方法として、天然ガスを利用した火力発電所の建設を奨励した。しかし、節電効果や自家発電の広がり、降雨の回復による水力発電の正常化などにより、多くの火力発電所開発計画は棚上げされた。現状では、コストの安い水力発電がフル稼働し、火力発電の稼働は発電能力の 4 分の 1 近くしか利用されていない。

しかし、火力発電の利用の可能性が大きくなっていることは事実である。ONS(全国電力システム機構)は、電力需要の伸びなどから火力発電、特に天然ガスを利用した火力発電を 2009 年 / 2010 年より継続的に利用する必要があることを指摘している。この背景としては、ブラジルとボリビア間のガスパイプラインの稼働開始や、サントス鉱床における巨大な天然ガス田の発見などがあげられる。

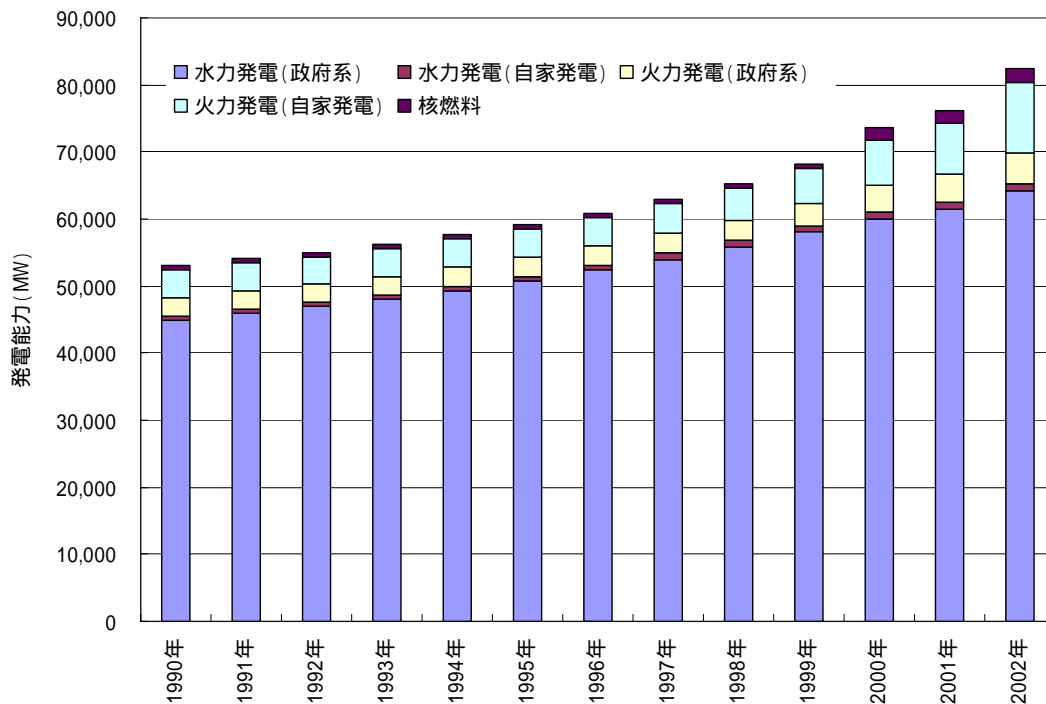
図表 2-3 ブラジルの発電量<sup>27</sup>

項目別	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
合計	321,748	334,716	348,909	328,509	344,644
発電会社	301,165	310,681	323,899	301,318	315,309
水力	286,358	287,317	298,563	262,665	278,656
ウラニウム	3,265	3,977	6,046	14,279	13,837
天然ガス	155	452	1,571	6,942	9,786
燃料オイル	2,601	5,827	6,187	6,070	3,682
その他	8,786	13,108	11,532	11,362	9,348
自家発電	20,583	24,035	25,010	27,191	29,335
水力	5,111	5,683	5,840	5,211	6,288
砂糖黍絞り粕	3,982	4,287	3,653	4,655	5,360
天然ガス	1,171	2,203	2,497	3,014	3,358
その他	10,319	11,862	13,020	14,311	14,329

<sup>26</sup> The Brazilian Weekly Report、現代ブラジル事典

<sup>27</sup> The Brazilian Weekly Report

図表 2-4 ブラジルの発電状況<sup>28</sup>



また、ブラジルの電気事業者へのヒアリングによって得られた電力事情に関する情報を以下にまとめた。

- ・ 水力発電が全エネルギー消費に占める割合は 14.4%であり、再生可能エネルギーがエネルギー消費に占める割合は 44%となっている。
- ・ ブラジルにおける 2004 年の発電量は 387.5 TWh となった。発電量は前年と比較して 6.3%増加した。
- ・ 水力発電の発電量は 308.6 TWh となり、4.9%の増加となっている。火力発電の発電量は 41TWh となり、17%と大きな伸びとなっている。自家発電による発電量は 37.9 TWh となっており、8.1%の伸びとなっている。
- ・ ブラジルでは水力発電が多いことと、バイオマスの利用が進んでいることから、電力利用による二酸化炭素排出量は 1.62 t-CO<sub>2</sub>/tepと全世界平均の 2.32 t-CO<sub>2</sub>/tepと比較して小さい値となっている。
- ・ また、ブラジルの系統電力の二酸化炭素排出原単位についてはいくつかのシミュレーションが行われているが、南東から中西部の電力事業者がベースラインのスタンダードとして採用しようとしている数値は、560t-CO<sub>2</sub>/GWhである。

<sup>28</sup> The Brazilian Weekly Report

## (2) 電力事業に関する法律・規制<sup>29</sup>

ブラジル政府は、2004年3月に電力部門の新たな規則を制定した。この法律の狙いは、ブラジルにおける電力部門の今後数年間の安定供給を保証するための投資を奨励し、投資家に対する公正な報酬を保証し、消費者からは低料金を徴収するという観点から適正な料金設定を行うこと、にある。主な内容を以下にまとめた。

- ・ 動力鉱山省の強化  
新たな発電所の建設や料金決定のような電力部門の計画と政策の決定は、動力鉱山省が行う（Aneel（電力監督庁）は独立性を失い、政府主導色が強まる）。
- ・ CCEE（電力商業化会議所）の創設  
電力の競売を統括するCCEEが創設される。CCEEはこれまで電力競売を行ってきたMAE（電力卸売市場）の役割を担う。
- ・ 発電所建設入札基準  
発電部門から徴収される価格が最も低い者が落札する（これまでの発電所入札基準では、最も高い建設価格を政府にオファーした業者が落札した）。
- ・ 発電 / 送電 / 配電部門の分離計画  
発電、送電と配電部門の分離を推進する。つまり、発電会社が同じ企業グループの配電会社に電力を売ることが禁止する（配電会社が購入する電力の30%までに限定する）ことで、電力価格の引き下げを図る。これにより、配電会社が電力を市場以上の価格で購入し、その後、消費者にその価格を転嫁することを防止する。
- ・ 配電会社の報告義務と値上げ禁止  
配電会社は動力鉱山省に5年の期間内に消費者と需要の予測報告の義務を負う。予測がはずれ、5%の誤差を上回る場合は、消費者にコストの増加を転嫁せず、市場の需要に対応しなければならない。
- ・ 民営化計画  
連邦政府系の電力会社（Eletrobras、Furnas、Chesf、Eletronorte、Eletrosul、CGTEE（火力発電会社））は、今後民営化は行われぬ。発電、送電と配電を含めた州政府系統電力会社は、引き続き州政府の基準に従うことになる。

## (3) 系統連携の状況<sup>30</sup>

2004年に導入された電力部門の再編計画により、発電会社が8年の契約期間で、配電会社に電力の供給をオファーする「電力の競売」が制度化されている。この競売は、動力鉱山省傘下の機関であるCCEE（電力商業会議所）によって行われている。2004年12月に、2005年、2006

<sup>29</sup> The Brazilian Weekly Report

<sup>30</sup> The Brazilian Weekly Report

年と2007年に有効期間が始まる契約の競売が行われ、2008年と2009年に有効期間が始まる契約の競売が2005年4月初めに行われた。この結果を図表2-5に示した。2009年の競売が成功しなかった理由は、価格の安い旧電力<sup>31</sup>のオファーが少なく、投資家が新電力の購入を控えたためである。

図表2-5 契約の有子期間の開始による競売結果<sup>32</sup>

項目別	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
競売実施日	04年12月	04年12月	04年12月	05年4月	05年4月
契約期間(年数)	8	8	8	8	8
取引総量(百万MWh)	635	476	82	93	0
平均価格(リアル/MWh)	57.51	67.33	75.46	83.13	0.00
総額(億リアル)	365	320	62	77	0

ブラジルの電気事業者へのヒアリングによって得られた系統連携の状況を以下にまとめた。

- ・ 発電事業は発電、送電、配電、小売に分かれている。電力事業は競争原理に基づいた自由な価格設定が可能となっており、マーケットにおける取引やオークションなどが行われている。
- ・ 送電部門の収益は、年契約の基本収入と従量による収入により構成されている。従量部分は送電長と発電事業者、配電事業者、消費者から徴収された設備投資コストの負担金から構成されている。
- ・ 配電部門は公益事業として連邦政府より厳しく規制されており、民間企業および一部の州政府が事業を行っている。企業数は64社であり、これらが4,700万の消費者に配電を行っている。
- ・ 電力料金は2つのパートによって構成されており、燃料購入費用などの市場などにより価格が変動する部分と設備の運転費用や設備投資費用など、発電事業者がコストを管理できる部分に分かれている。これらはインフレーションや生産性・収益高などのファクターを考慮し、料金を改定できる仕組みとなっている。改定により投資効果の向上や電力会社の利益を適正な水準にすることが出来ている。
- ・ 電力購入契約は、系統電力の会社以外にも自由に価格交渉を行うことが出来、IPPなどからも購入することが出来る。

<sup>31</sup> 電力の供給には旧電力と新電力の2種類が存在する。旧電力とは、発電所が既に建設され、投資も償却済みの既存契約が取り替えられる電力である。新電力とは、発電所が建設されていないが下半期に競売が行われる電力のことである。

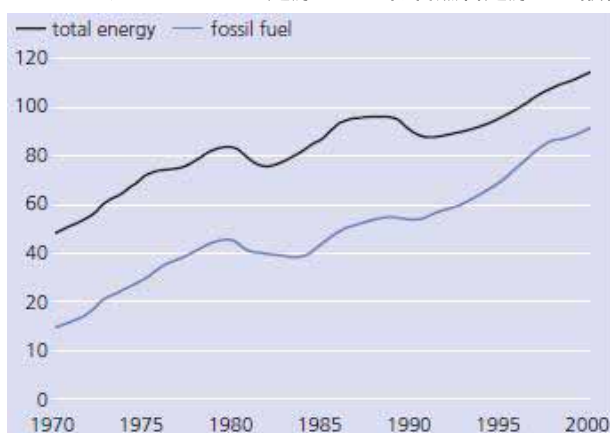
<sup>32</sup> The Brazilian Weekly Report

### 第3章 ブラジルのCDMを巡る動き

#### 3.1 ブラジルのGHG排出インベントリー<sup>33</sup>

図表 3-1 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年代に入ると、再び二酸化炭素排出量は急増傾向にある。図表 3-2 と図表 3-3 に、1994年<sup>34</sup>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

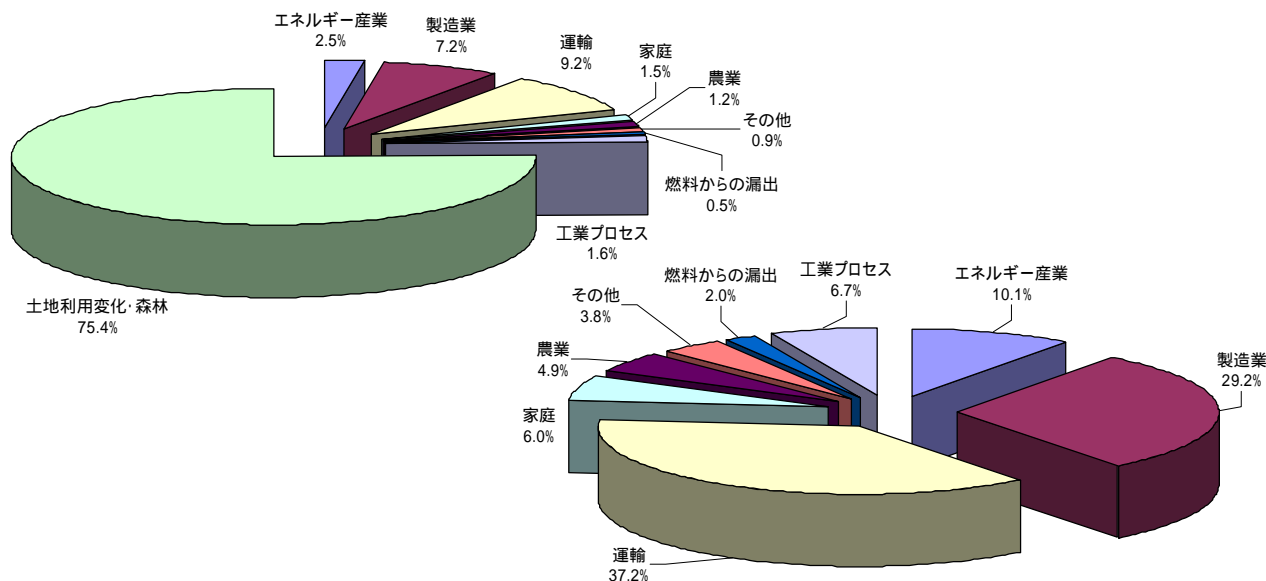
図表 3-1 ブラジルにおけるエネルギー起源および化石燃料起源の二酸化炭素排出量<sup>35</sup>



単位：100万t-CO<sub>2</sub>

図表 3-2 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）<sup>36</sup>



<sup>33</sup> Clean Development Mechanism(CDM) investor guide BRAZIL, UNIDO(2003)

<sup>34</sup> データはやや古いですが、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。

<sup>35</sup> Clean Development Mechanism(CDM) investor guide BRAZIL, UNIDO(2003)、ブラジル鉱山動力省

<sup>36</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

図表 3-3 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<sup>37</sup>

部門	1990 年	1994 年	シェア (1994 年)
	Gg-CO <sub>2</sub>	Gg-CO <sub>2</sub>	%
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

<sup>37</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

部門が 37.2%と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 3-4 に部門別のメタン排出量のインベントリーを、図表 3-5 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。さらに同部門の 1990 年～1994 年にかけての伸び率は約 12%であり、CDM プロジェクトとしてのポテンシャルの大きさが伺える。

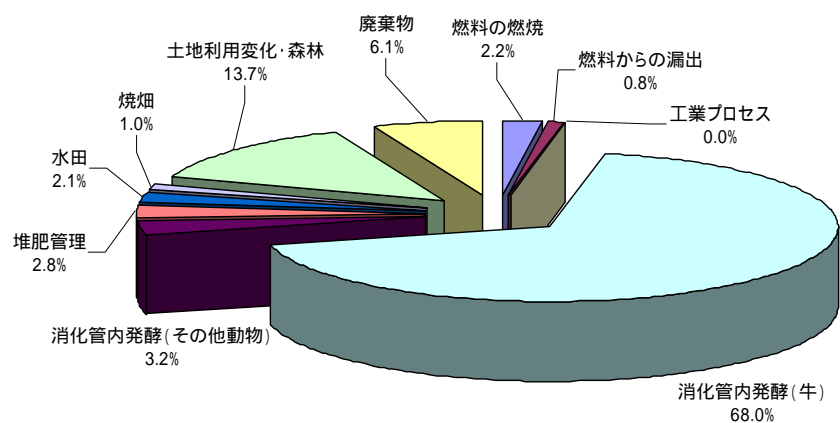
図表 3-4 ブラジルにおける部門別メタン排出量および吸収量<sup>38</sup>

部門	1990 年	1994 年	シェア (1994 年)
	Gg-CH <sub>4</sub>	Gg-CH <sub>4</sub>	%
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

<sup>38</sup> 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 <sub>4</sub>	Gg-CH <sub>4</sub>	%
牛	242	259	2.0
乳牛	59	61	0.5
その他牛	183	198	1.5
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 3-5 ブラジルにおけるメタン排出量の部門別の内訳 (1994年)<sup>39</sup>



<sup>39</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

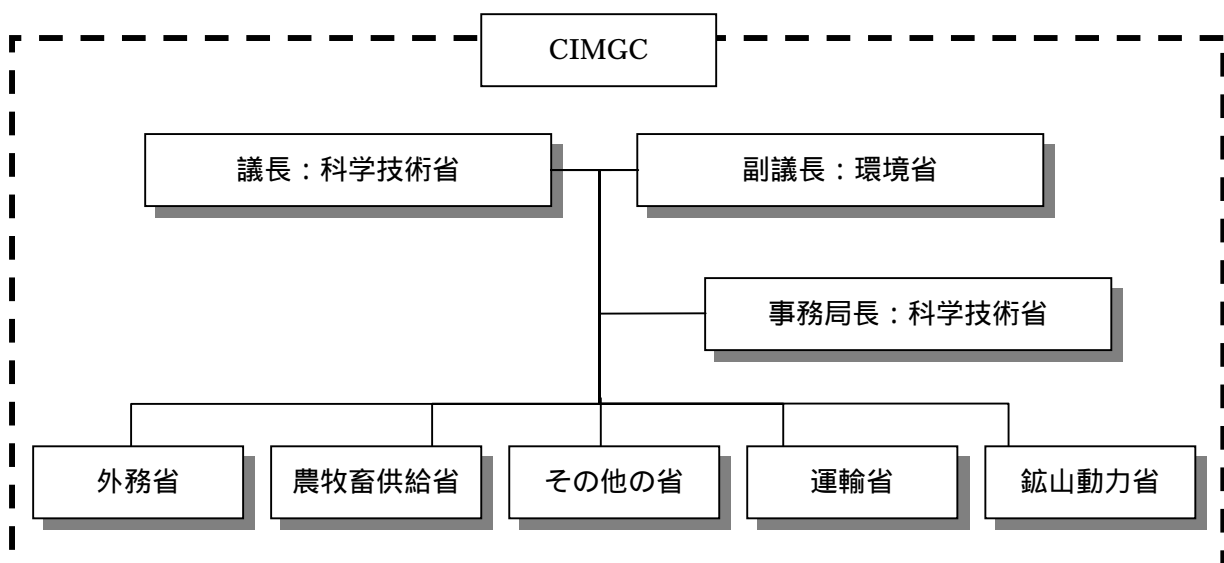
### 3.2 ブラジルにおける CDM 事業の動向

#### (1) ブラジルにおける CDM 事業承認体制<sup>40</sup>

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 3-6 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<sup>41</sup>。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 3-6 ブラジルにおける DNA の体制



#### (2) ブラジルにおける CDM 事業の特徴

温室効果ガス削減余地の大きい国・地域は、中国などのアジア諸国であると言われているが、CDM の実績においては南米諸国が目立っている。2004 年 11 月 18 日にはブラジルのノバジェラル埋め立て処理場のプロジェクトが、排出枠の保有状況を示した記録簿に初めて登録され、実質的に世界初の CDM プロジェクトとなった。ノルウェーのポイントカーボン社が独自に格付

<sup>40</sup> 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)

<sup>41</sup> CDM プロジェクトにおける南米の動き、JETRO (2005)

けているCDM ホスト国ランキングでもブラジルがトップ(2位はチリ、3位はインド)に入っている(2004年11月26日現在)。中南米が実績を残している理由は、CDM プロジェクトの受入体制整備、類似案件の実績で大きく先行していることにある<sup>42</sup>。実際、ブラジルには欧州の案件開発業者や認証機関が積極的に進出しており、積極的にCDMプロジェクトの開発を進めている。さらに、BM&F(Brazilian Mercantile & Future Exchange、ブラジル先物商品取引所)では、ブラジル開発省と共同で排出権取引市場を開設した。さらに、事前に参加登録した投資家に対して、WebページからCDMプロジェクトに関するデータベースを閲覧できるようにし、案件のマッチングを実施する予定である。プロジェクト案件の情報は、BM&Fとサンパウロ大学などが共同で分析するなどリスク管理にも配慮している<sup>43</sup>。このように、様々な分野で取り組みが進んでいる。

一方、アジア地域に対して不利な要素は、第2章に示したように再生可能エネルギーに依存している割合が高いことがあげられる。これは、CDM 認証の際に必要な「追加性」を立証するにあたり、アジア地域より説得力のある PDD(プロジェクト設計書)を作成するのに苦慮することになる。

### (3) ブラジルの CDM 事業の現状

ブラジルでは現在までに、8つの CDM 事業が登録されている。登録審査待ちのプロジェクトや validation 段階にあるプロジェクトを含めると、41事業にも及ぶ。さらに、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。図表 3-7～図表 3-9 に、ブラジルにおける CDM 案件をまとめた。

図表 3-7 ブラジルにおける登録済みCDMプロジェクト<sup>44</sup>

承認日	プロジェクト名	投資国	方法論	削減量
				t-CO <sub>2</sub> /年
2006/01/30	GHG capture and combustion from swine manure management systems at Faxinal dos Guedes and Toledo		AM0006	24,277
2006/01/23	Brazil MARCA Landfill Gas to Energy Project	日本、英国	AM0003	231,405
2006/01/22	UTE Barreiro S.A. Renewable Electricity Generation Project	英国	AMS-I.D.	48,565
2005/12/25	N2O Emission Reduction in Paulínia, SP, Brazil	フランス	AM0021	5,961,165
2005/12/09	Granja Becker GHG Mitigation Project	カナダ	AM0016	5,086

<sup>42</sup> CDMプロジェクトにおける南米の動き、JETRO(2005)

<sup>43</sup> BM&Fに対する現地ヒアリング調査による。

<sup>44</sup> UNFCCC HP(2006年2月8日現在)

2005/11/24	Onyx Landfill Gas Recovery Project Trémembé, Brazil	オランダ、 フランス	AM0011	70,063
2005/08/15	Salvador da Bahia Landfill Gas Management Project	日本、英国	AM0002	664,674
2004/11/18	Brazil NovaGerar Landfill Gas to Energy Project	オランダ	AM0003	670,133

図表 3-8 承認待ち状態にあるブラジルのCDMプロジェクト<sup>45</sup>

プロジェクト名
Koblitz - Piratini Energia S. A - Biomass Power Plant Small Scale CDM Project
CAMIL Itaquí Biomass Electricity Generation Project
Nova América Bagasse Cogeneration Project (NABCP)
Alta Mogiana Bagasse Cogeneration Project (AMBPCP)
Bandeirantes Landfill Gas to Energy Project (BLFGE)
Santa Elisa Bagasse Cogeneration Project (SEBCP)
Pesqueiro Energia Small Hydroelectric Project (PESHP)
Serra Bagasse Cogeneration Project (SBCP)
Vale do Rosário Bagasse Cogeneration (VRBC)
Coinbra-Cresciumal Bagasse Cogeneration Project (CCBCP)
Coruripe Bagasse Cogeneration Project (CBCP)
Bioenergia Cogeradora S.A. ( " Bioenergia " ), corresponding to the Santo Antonio Mill (USA from the Portuguese " Usina Santo Antônio " ) and the São Francisco mill (USFR from the Portuguese " Usina São Francisco " )
Colombo Bagasse Cogeneration Project (CBCP)
Southeast Caeté Mills Bagasse Cogeneration Project (SECMBCP)
Lucélia Bagasse Cogeneration Project (LBCP)
ESTRE s Paulínia Landfill Gas Project (EPLGP)
Cerradinho Bagasse Cogeneration Project (CBCP)
Jalles Machado Bagasse Cogeneration Project (JMBCP)
Campo Florido Bagasse Cogeneration Project (CFBCP)
Iturama Bagasse Cogeneration Project (IBCP)
Alto Alegre Bagasse Cogeneration Project (AABCP)
Zillo Lorenzetti Bagasse Cogeneration Project (ZLBC)

<sup>45</sup> UNFCCC HP (2006年2月8日現在)

Cruz Alta Bagasse Cogeneration Project (CABCP)
Termoelétrica Santa Adélia Cogeneration Project (TSACP)
Caieiras landfill gas emission reduction
Equipav Bagasse Cogeneration Project (EBCP)
Central Energética do Rio Pardo Cogeneration Project (CERPA)
Moema Bagasse Cogeneration Project (MBCP)
Usinas Itamarati Cogeneration Project

図表 3-9 Validation段階にあるブラジルのCDMプロジェクト<sup>46</sup>

プロジェクト名	
Atiaia Energia S/A	Buriti and Canoa Quebrada Small Hydropower Plants
Giasa S/A	Giasa Cogeneration Project
SADIA OWNED FARMS	GHG capture and combustion from swine manure management system in Brazil
USJ Açúcar e Álcool S/A	Usina São Francisco Cogeneration Project

<sup>46</sup> UNFCCC HP (2006年2月8日現在)

## 第4章 ブラジルの廃棄物に関する現状

### 4.1 廃棄物に係る法律<sup>47</sup>

世界的に環境保全に対する規制が厳しくなっている中、ブラジルにおいても公害や汚染の原因となる経済開発への監視が厳しくなっている。しかし、環境保全当局からの認可取得<sup>48</sup>(TAC: Term of Adjustment and Commitment)は、時によってはブラジルの発展の障害ともなり、業界関係者から批判を受けている。例えば、2001年から2002年にかけての電力危機の後、エネルギー開発の必要性が叫ばれ、大型水力発電所開発の計画が立案されたが、厳しい環境保護規制により当局からの許可が下りていないものが少なくない。また、幹線道路建設や拡張工事計画も同じ理由で頓挫している例もみられる。

このような中、法律が過剰なまでに厳しく、許可の取得手続きにも時間がかかりすぎるという点について認可機関であるMMA(環境保全省)とAbdib(全国インフラと基礎産業連盟)、CNI(全国工業連盟)の各代表との間で、頻繁に会合が開かれている。

図表 4-1 各国の環境当局による審査承認までにかかる期間<sup>49</sup>

インド、英国、デンマーク、ノルウェー	中国、アルゼンチン、オランダ	米国	ブラジル
5ヶ月	6ヶ月	1年	2年

サンパウロ州政府の環境保全局が行った調査によると、サンパウロ州におけるTACの発給許可数は毎年増加しており(1999年の99件から2003年は180件)、その手続期間は短縮されていることを示している。手続きの迅速化の要因は、情報機器による合理的な処理がなされるようになったことである。サンパウロ州においては、2000年以降に行われてきた情報処理システムの完成と従業員の技術訓練により、許可の発給平均期間は短縮されている。

また、許可発給にかかわるCetesb(州環境衛生技術公社)とDPRN(州政府天然資源保護局)、DAIA(環境影響評価局)の3つの機関の統合により、関係部門で6000人の専門家が働いており、技術的な立ち入り検査は敏速に行われている。

### 4.2 廃棄物の現状<sup>50</sup>

ブラジルにおいても廃棄物問題は自治体を悩ます深刻な問題の1つである。2000年の基礎衛生調査(National Basic Sanitation Study for 2000)によると、5,507あるブラジル国内の自治体のうち、99.4%の自治体において廃棄物の回収を行っており、79.7%の家庭が廃棄物の回収サービスを受けている。都市部に限ると、人口の83%が廃棄物の収集サービスを享受しているが、所得層が多く居住する地域(フェヴェーラ地区)では、道路の状態が悪く収集車が進入できない

<sup>47</sup> The Brazilian Weekly Report

<sup>48</sup> 参考資料としてサンパウロ州Mogi Guacu市の埋め立て処分場のTACを添付した

<sup>49</sup> The Brazilian Weekly Report

<sup>50</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

などの理由もあり、収集サービスを楽しむ割合は51%に留まっている。また、収集された廃棄物は、オープンダンピングサイト（廃棄物を野積みしているだけの投棄場）に持ち込まれるなど多くは不適切に処分される。その結果、周辺河川や井戸水の汚染などの衛生問題を引き起こしている。

さらに、TACの許可がなされていない廃棄物処分場も多く存在する。TACの許可がないために、新たな廃棄物処分場の確保が進んでいない自治体も少なくない<sup>51</sup>。また、処分場を確保するために焼却処理による減容化は有効であるが、焼却に伴う汚染のリスクや高額な処理費用のため導入は進んでいない。

図表 4-2 にブラジルにおける廃棄物の発生量、処分方法のデータをまとめて示した。ブラジルでは経済の発展とともに、1人あたりの廃棄物発生量は増加傾向にある。2000年には、ブラジル全土において125,000t/日の廃棄物を収集し、そのうちおよそ30%は何の環境汚染対策も施していないオープンダンピングで処分され、22%は簡単な覆土のみがなされる管理された埋立処分場に運ばれている。つまり、ブラジルで収集されたごみに52%が人間の健康影響を脅かし、環境汚染を引き起こす方法で処分されている。また、回収されずに不法に処分された廃棄物を含めると、その割合はさらに高くなると考えられる。3,466の自治体において医療系廃棄物の収集を行っているが、そのうち1,193もの自治体において、何の処理も施さずに処分している。

図表 4-2 ブラジルにおける廃棄物の現状（2000年）<sup>52</sup>

項目		単位	
収集量		t/日	125,000
都市における1人あたり排出量		g/人・日	800
最終処分方法			
埋立	オープンダンピング	%	30
	簡単な覆土を施す埋立処分場	%	22
	衛生埋立処分場	%	43
コンポスト		%	3
リサイクル		%	2

一方で、ブラジルはリサイクルの取り組みは進んでいる。リサイクル促進活動には税を軽減するという形の差別課税型の環境税がブラジルのほとんどの州で導入されており、1990年代後半以降、リサイクルが活発になった。

また、固形廃棄物の減量化、適正処理・最終処分・リサイクル・再利用の推進を目的とした多年度計画「Brazil Joga Limpo」（2000～2003年）が実行され、公共だけでなく私企業をも対象として、天然資源やエネルギーの節約と埋立処分場の延命化が図られた。

こうした背景を受けて、現在ではアルミニウム缶は78%、スチール缶は40%、ガラス容器は

<sup>51</sup> 現地自治体の環境部局職員へのヒアリングによる

<sup>52</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

42%がリサイクルされており、ガラス容器のリサイクルについては、近く世界一になるとの予想もある。

図表 4-3 ブラジルにおけるリサイクルの現状（2000年）<sup>53</sup>

物質		リサイクル率
		%
アルミニウム缶		78
ガラス容器		42
紙	事業所	22
	ダンボール	72
	包装紙（薄紙）	15
プラスチック	プラスチック	15
	PET ボトル	26
スチール缶		40
タイヤ		20
Long life Carbon 包装材		15
廃油		18
農業廃棄物（堆肥化）		1.5

図表 4-4 ブラジルにおけるし尿の状況<sup>54</sup>

		1960年	1970年	1980年	1990年	2000年
上水道普及率		21	33	55	71	76.1
し尿処理	下水処理	13	13	28	35	47.3
	浄化槽	11	13	15	17	14.95
	肥溜め	26	34	29	26	23.65

単位：%

<sup>53</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

<sup>54</sup> Brazil's Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change

## 第5章 プロジェクトの内容

### 5.1 事業概要

サンパウロ州の3都市（イタニャイン市・カラピクイバ市・モジグアス市）の廃棄物埋立処分場3ヶ所から発生するランドフィルガス(LFG)を回収・有効利用するシステムの導入を検討する。各処分場には、回収したLFGを燃焼させるための焼却装置を設置する。これにより、CO<sub>2</sub>の21倍の温室効果をもつメタンガス排出量を削減し、ブラジルおよび地域の持続的発展に貢献する。

### 5.2 プロジェクト対象地域変更の経緯

本調査は当初、サンパウロ州臨海部の6都市（イタニャイン市・サントス市・サンピセンチ市・プライアグランデ市・ペルイベ市・モンガグア市）の廃棄物埋立処分場6ヶ所（既設5ヶ所、新設1ヶ所）から発生するランドフィルガス(LFG)を回収・有効利用すること目的に日本側・ブラジル側の関係者と協議を行いながら進めてきた。

しかし、本事業を受託して実際に事業を実施する段階になり、改めてブラジル側の関係者であるパジョワン社と事業の実施について話し合いを持った結果、イタニャイン市などパジョワン社が廃棄物収集・埋立を担当している自治体にて廃棄物埋立処分場の管理に問題があり、当初予定していた5都市の廃棄物を1カ所の廃棄物埋立処分場に集中処分する計画が中断していることが判明した。

具体的にはブラジルにおいては廃棄物の埋立・処分を行うためには州政府より環境ライセンスの交付を受けなければならない。しかし、廃棄物からの浸出水の管理不備による土壌汚染や地下水汚染が生じている可能性があり、パジョワン社および一部の市が地域住民より抗議を受けていることにより、環境ライセンスの交付が難しい状況になったことが主な理由である。

さらに、廃棄物埋立処分場の新設計画が頓挫したことにより、問題が起きている市およびその周辺の市からパジョワン社に対する積極的な協力が見込めない状況となっていた。そのため、新設する廃棄物埋立処分場を含んだ5都市の廃棄物埋立処分場のPDD作製は困難な状況となり、方針転換が必要となった。

以上のような背景から、当初予定していたサイトにおける事業実施の見通しが立たないと判断し、イタニャイン市においてパジョワン社が直接関与していないサイト（当初の予定とは別サイト）のPDDを作成することとした。さらに、新たに紹介を受けたカラピクイバ市およびモジグアス市を対象に加えることにより、予定より減少してしまったCERクレジットを補填することを目指した。

これに伴い、予定していたLFG組成調査などを予定通り実施できなかった。そこで本調査では、US EPAが実施した同様の調査で得られたLFG組成データを利用した。そのため、本プロジェクトを事業化する際には、実測したLFG組成データを用いてCERクレジットの獲得量などを再計算することが望まれる。

### 5.3 プロジェクトの目的

これまでにUNFCCCへ登録されたブラジルのランドフィル関連CDMプロジェクト等、調査が既に

行われているブラジルのランドフィルにおける CDM プロジェクトでは、

- 1) 大規模な CER を獲得できるサイト
- 2) 発生する CER の権利を廃棄物処理業者が確保できるサイト
- 3) TAC の許可を所有しており、環境汚染を引き起こしていない衛生的なサイトを

を対象としてきた。つまり、大量の CER を少ないリスクで得るプロジェクトであったと言える。

一方、本プロジェクトで取り組もうとするサイトは、上記の項目の全てあるいはそのうちのいくつかを欠いたものである。特に、3) の項目を欠いたサイト、すなわち TAC の許可がなく、環境汚染を引き起こしているようなサイトについて取り組もうとする初の試みである。

4 章で記述したように、ブラジルでは環境汚染対策が施されていないオープンダンプングや TAC の許可がなされておらず、周辺環境を汚染している廃棄物処分場が多く存在する。また、そのような自治体においては、財政難やノウハウの欠如などの理由で、問題のある廃棄物処分場の改善策を講じることができないでいる<sup>55</sup>。

本プロジェクトは、CER を獲得するだけにとどまらず、CDM プロジェクトを通して当該発展途上国が抱える環境問題を解決し、さらに持続的な発展に貢献することができるものと考えられる。ブラジルの指定国家機関 (DNA)<sup>56</sup>である科学技術省の最高責任者 Jose Domingos Gonzalez Miguez 氏も、本プロジェクトを京都議定書の精神に合致するものであると評価しており、DNA としてサポートしたいとの意向を示している<sup>57</sup>。

現実的には上記の 3 条件が欠けるサイトにおいて CDM プロジェクトに取り組むことは、UNFCCC への登録に多くの労力と時間を要するだけでなく、第一約束期間の始まりである 2008 年までに CER の獲得が出来ない可能性もある。しかし、上記のブラジルの廃棄物処理を取り巻く状況やクレジットの販売収入よりも地域の環境問題の解決を優先するというブラジル側の意向を考慮すれば、これまで見過ごされてきた「悪条件の」ランドフィル関連 CDM プロジェクトに日本国および日本企業が取り組む意義は大きいと考えられる。

#### 5.4 プロジェクトの実施体制

図表 5-1 に、本プロジェクトの実施体制を示した。プロジェクト実施サイトが位置する自治体によってサイトの管理体制が異なるため、ブラジル側の実施体制が若干異なる。

モジグアス市は、廃棄物処理に関する業務を FMPFM (Faculdade Municipal Prof. Franco Montoro、環境財団) に完全委託している。FMPFM は入札により廃棄物処理会社を選ぶが、CDM プロジェクトの実施主体は財団が担うことになる。一方、イタニヤイン市とカラピクイ市は市の環境局 (清掃局) が廃棄物処理業務を行っている。両市とも入札により廃棄物処理会社を選定するが、CDM プロジェクトの実施主体は市が担うことになる<sup>58</sup>。

<sup>55</sup> 現地自治体の環境部局職員のヒアリングによる。

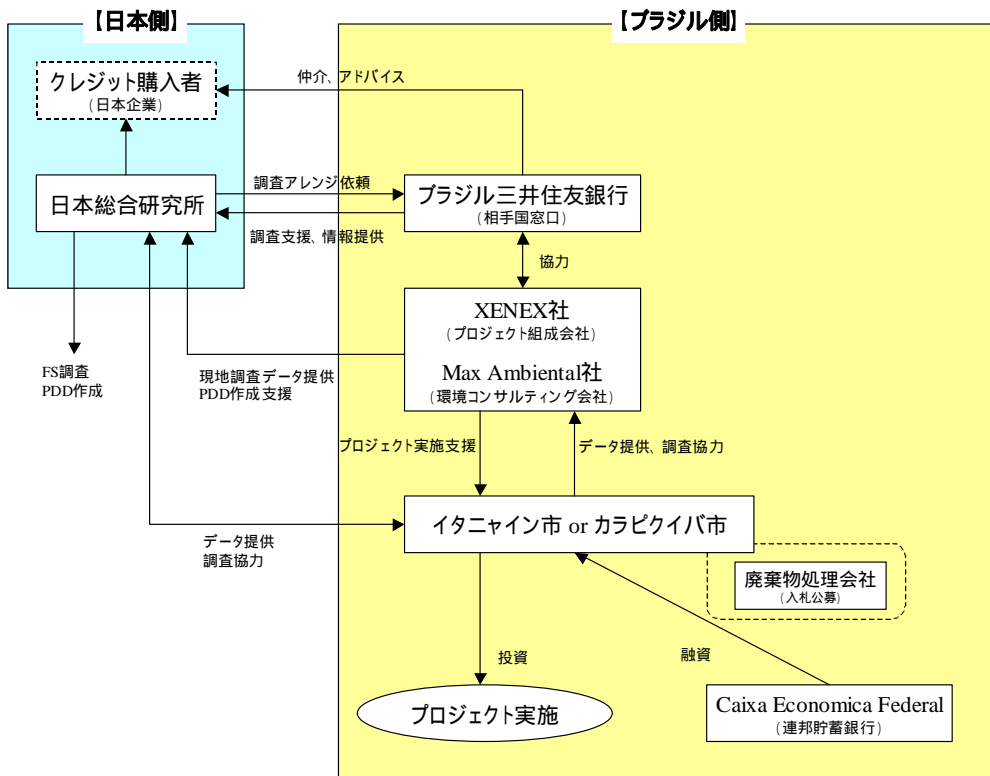
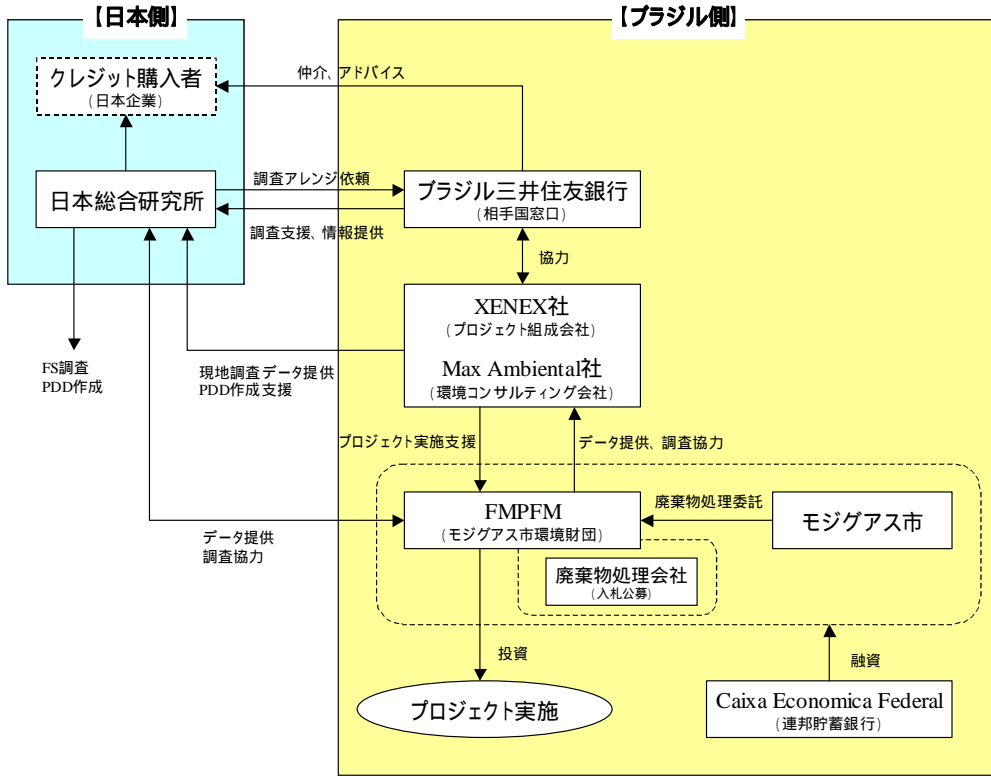
<sup>56</sup> ブラジルの指定国家機関 (DNA) は省庁間気候変動委員会 (Interministerial Commission on Global Climate Change) であり、その委員長組織が科学技術省である。

<sup>57</sup> 現地ヒアリング調査による。

<sup>58</sup> 現地自治体の職員へのヒアリングによる。

図表 5-1 プロジェクトの実施体制

(上：モジグアス市における実施体制、下：イタニヤイン市とカラピクイバ市における実施体制)



## 5.5 プロジェクト実施サイトの概要

プロジェクト実施サイトであるイタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市はいずれもサンパウロ州に立地する市である。サンパウロ州における各市の位置を図表 5-2 の地図に示した。

図表 5-2 プロジェクトの実施サイトの位置



### (1) イタニヤイン

#### イタニヤイン市の概況

イタニヤイン市はサンパウロ市から車で 2.5 時間程度のサンパウロ州の沿岸部に位置する人口 8.5 万人の小規模な市である。沿岸部には砂浜の海岸が広がるが、外国人が訪れることは少なく、主にサンパウロ市やその他の周辺の市からブラジル人の観光客が集まる都市である。夏季(1月～3月ごろ)には町の人口が数倍になるほどの観光客が押し寄せるが、普段は静かな町である。

#### イタニヤイン市におけるプロジェクトサイトの状況

イタニヤイン市の廃棄物行政は慢性的な資金不足に陥っており、廃棄物処分場の管理は事実上、放棄された状態となっている。具体的には廃棄物処分場では覆土などの作業が行われてなく、廃棄物の投棄場所となっている。そのため飲み水となっている河川への汚染水の混入や悪臭の発生、廃棄物処分場に住むスカベンジャーとの衝突など、課題が山積する状態となっている。

廃棄物処分場の運用は 1980 年から開始しており、2006 年中に許容量に到達するため、廃棄物処分場の閉鎖が予定されている。

図表 5-3 イタニャイン市の Landfill サイトの位置



図表 5-4 イタニャイン市の Landfill サイトの様子  
(左：オープンダンピングの様子、右：スカベンジャーとその住居)



## (2) カラピクイバ

### カラピクイバ市の概況

カラピクイバ市は今回の調査対象の中ではサンパウロ市から最も近く、車で1時間程度の場所に位置しており、面積は34km<sup>2</sup>とかなり小規模な市である。

### カラピクイバ市におけるプロジェクトサイトの状況

カラピクイバ市の廃棄物埋立処分場は、1965年から廃棄物の受入を開始し、2001年に閉鎖されており、現在埋立処分は行っていない。現在発生している廃棄物は周辺の市と共同で管理している市外の廃棄物埋立処分場に処分している。カラピクイバ市内に廃棄物埋立処分場はあるが、この廃棄物埋立処分場については国際協力銀行(JBIC)の融資により実施されているチエテ川流域環境改善事業にともなって排出される汚泥等を無償で受け入れており、その見返りとして大学や公園などの施設整備をサンパウロ州政府に行ってもらっている。

図表 5-5 カラピクイバ市の Landfill サイトの位置（左：全景、右：Landfill サイト頂上からの眺め）



図表 5-6 カラピクイバ市の Landfill サイトの様子



### (3) モジグアス

#### モジグアス市の概況

モジグアス市はサンパウロ市から車で 3.5 時間程度のサンパウロ州とミナスジェライス州の境界近くに位置する人口 13.6 万人の市である。

#### モジグアス市におけるプロジェクトサイトの状況

モジグアス市の廃棄物埋立処分場は、1985 年から廃棄物の受入を開始し、現在の予定では 2015 年に閉鎖する予定となっている。市と財団( Faculdade Municipal Prof. Franco Montoro ) が共同で運営・管理しており、少ない予算の中で衛生的な廃棄物埋立処分場として運用している。

搬入量はトラックスケールを用いて計測しており、地下水への影響は 3 ヶ月毎にモニタリングしている。埋立場に隣接する湖は、45 の市町村、150 万人の住民の飲み水になっていることからモニタリングは非常に重要であるとしている。覆土は毎日、埋立終了後に行っている(厚さ 50cm、表層のみ厚さ 1m)。メタン収集管を設置しており、発生ガスの 78%がメタンである。

廃タイヤを活用した低コストな浸出水収集システム (Flexible drain system) を実験しており、硬い石の上に、砂、タイヤ、砂、石、ポリエチレンのシートを敷き詰める構造となっている。浸出水調整池に溜まった浸出水は何の処理も施さず、自然蒸発させている。

図表 5-7 モジグアス市の Landfill サイトの地図



図表 5-8 モジグアス市のサイトに隣接する湖



図表 5-9 浸出水調整池



図表 5-10 搬入量把握の資料 (左: 搬入量管理用紙、右: トラックスケール)



図表 5-11 モニタリング (左: モニタリング井戸、右: サイト周辺に設置されたモニタリング井戸)



図表 5-12 サイトの様子 (左: 覆土の様子、右: メタン収集管)

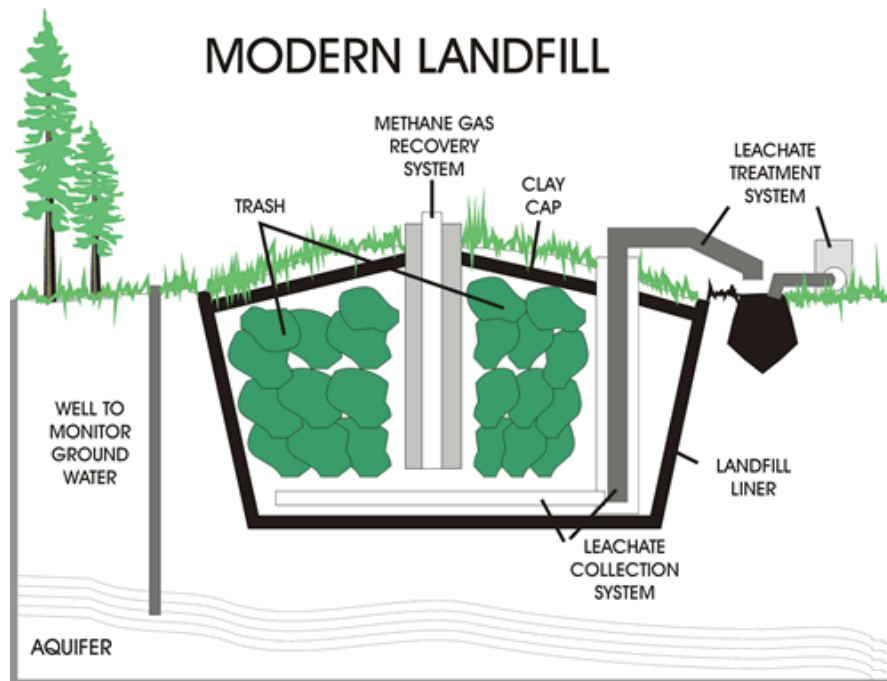


## 5.6 プロジェクトの内容

### (1) プロジェクトの概要

イタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市の各廃棄物埋立処分場から排出されるランドフィルガス(以下、LFG と略す)を LFG 回収システムの導入によって回収し、それぞれのサイトにおいてフレア設備により LFG を焼却処理あるいは燃料としてガスエンジンにて発電し、サイトにおける電力需要に供給することを計画した。

図表 5-13 サイトの模式図



### (2) LFG 回収システム

LFG 回収井戸は一般的には垂直方向に打ち込まれるが、LFG の回収量を最大化するために水平方向の井戸もよく利用されている。

垂直方向の LFG 回収井戸は外部構造として事前に穴を開けたコンクリート製のパイプを設置する場合と単純に縦穴を掘る場合があるが、いずれも穴を多く開けた PVC のパイプを用いる。PVC パイプの周りには砂利などで埋められており、LFG が効率よくパイプに集まるような構造となっている。最上部の PVC パイプには穴はなく、パイプの周りも土などで覆われるなどして、LFG がパイプ以外から漏れないようにシールされている。また、フレア設備までガスを運ぶ LFG 収集パイプは高密度のポリエチレンパイプを用いる。

水平方向の LFG 回収井戸はあらかじめ廃棄物を埋め立てる段階で水平方向にパイプを敷設しておく必要がある。このパイプは 60m 間隔で設置されており、埋立により高さが 5m 増加する毎に各層に敷設する必要がある。このパイプにもたくさんの穴が開けられており、周囲に砂利等を敷き詰めている。この水平方向の排水回収パイプは最終的に垂直方向の LFG 回収井戸に接続される。

(3) フレア設備

フレア設備はフレアの囲い、LFG 収集ネットワークにおいて吸引するために用いるコンプレッサー、オンラインガス分析装置、バルブおよびチューブ構成されている。

(4) 発電設備

発電設備としてはキャタピラー社製のガスエンジンを用いる。発電効率は38%(一般的な産業用ガスエンジンの発電効率)であり、回収したLFGは水分を除去するなど調整をした後に発電設備に送られる。

図表 5-14 発電設備のイメージ



## 5.7 ベースラインの設定および追加性の証明

廃棄物埋立処分場から発生する LFG の回収に関するベースライン方法論については、AM0002、AM0003、AM0010、AM0011 に基づいて作られた承認統合方法論 ACM0001 「Consolidated methodology for landfill gas project activities 廃棄物処分場ガスプロジェクト活動の統合方法論」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適用条件に合致している必要がある。

### 【前提条件】

ベースラインシナリオではガスの一部あるいは全量が大気中に放出され、以下に示された適用条件のいずれかを満たす LFG 回収プロジェクトに適用可能である。

### 【適用条件】

- a) 回収されたガスがフレア処理される
- b) 回収されたガスがエネルギー利用(例：発電/熱エネルギー)されるが、他のエネルギー源の代替や回避による排出削減量に対して、クレジットの獲得を求めない
- c) 回収されたガスがエネルギー利用(例：発電/熱エネルギー)され、他のエネルギー源の代替や回避による排出削減量に対してクレジットの獲得を求める。この場合、代替された電源及び/又は熱エネルギー源のベースライン方法論を新たに提示するか、あるいは ACM0002 「Consolidated methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources グリッド接続の再生可能エネルギープロジェクトの統合方法論」を含む承認方法論を適用すべき。発電容量が 15MW 以下、あるいは代替される熱エネルギーが 54TJ(15GWh) 以下の場合には小規模 CDM の方法論の対象となる。

本プロジェクトではイタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市のいずれのサイトでも現状では LFG は大気中に放出されており、回収された LFG はフレア処理あるいは発電することを計画していることから、適用条件の a) あるいは b) に適合する。

## 5.8 本方法論における GHG 排出削減量

ACM0001 「Consolidated methodology for landfill gas project activities 廃棄物処分場ガスプロジェクト活動の統合方法論」における GHG の排出削減量は以下の式で算出される。

$$ER_y = (MD_{project,y} - MD_{reg,y}) \times GWP_{CH_4} + EG_y \times CEF_{electricity,y} + ET_y \times CEF_{thermal,y}$$

ER<sub>y</sub>: y年におけるプロジェクト活動によって達成されるGHG排出削減量 (tCO<sub>2e</sub>)

MD<sub>project,y</sub>: 当該年に実際に破壊・燃焼されるメタンガスの量 (tCH<sub>4</sub>)

MD<sub>reg,y</sub>: プロジェクト活動が無かった場合に破壊・燃焼されると見込まれるメタンガスの量 (tCH<sub>4</sub>)

GWP<sub>CH<sub>4</sub></sub>: メタンガスの地球温暖化計数 (21tCO<sub>2e</sub>/tCH<sub>4</sub>)

EG<sub>y</sub>: 代替された電力量の正味量 (MWh)

CEF<sub>electricity,y</sub>: 代替された電力量のCO<sub>2</sub>排出原単位 (tCO<sub>2e</sub>/MWh)

TE<sub>y</sub>: 代替された熱エネルギー (TJ)

CEF<sub>thermal,y</sub>: 代替された熱エネルギーのCO<sub>2</sub>排出原単位 (tCO<sub>2e</sub>/TJ)

MD<sub>reg,y</sub>については定量化・定義化出来る場合は、その定量化・定義化できた量を用いる。規制や契約上の理由から特定できない場合はプロジェクト活動の内容をふまえて以下の式にあるように「AF: Adjustment Factor 調整計数」を用いる必要がある。

$$MD_{reg,y} = MD_{project,y} \times AF$$

本プロジェクトにおいてはベースラインシナリオではメタンガスの燃焼は法的な規制や契約上の理由から行われているものはない。ブラジルでは安全上の理由からおおよそ 20%の LFG がフレア設備により処理されていることから、この割合を調整計数として用いる。

また、将来的には発電を計画しているが、現状では発電設備の導入は検討のみであり、発電や熱利用を行わない場合は、排出削減量の式は以下のように書き改めることが出来る。

$$ER_y = (MD_{project,y} - MD_{reg,y}) \times GWP_{CH4}$$

プロジェクト提案者は将来の処分場から発生するGHG排出量を予測することで事前にGHG排出削減量を推定すべきである。その際には検証可能な手法を用いなければならない。事前に推定したGHG排出削減量はMD<sub>reg,y</sub>に影響を及ぼす可能性がある。MD<sub>project,y</sub>はプロジェクト活動が開する。

プロジェクト活動を通じて年間に破壊されるメタンガスの量は、実際にメタンガスを回収・破壊した量を測定することで事後的に決定する。また、エネルギー利用をしている場合は、発電に用いられたメタンガス、熱エネルギーとして用いられたメタンガスの量を測定することで決定される。

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} + MD_{thermal,y}$$

$$MD_{flared,y} = LFG_{flared,y} \times w_{ch4} \times D_{ch4} \times FE$$

$$MD_{electricity,y} = LFG_{electricity,y} \times w_{ch4} \times D_{ch4}$$

$$MD_{thermal,y} = LFG_{thermal,y} \times w_{ch4} \times D_{ch4}$$

MD<sub>flare</sub>: フレア設備による処理によって破壊されたメタンガスの量

LFG<sub>flare</sub>: 当該年に焼却処理されたLFGの量 (m<sup>3</sup>)

$W_{CH_4,y}$ : 測定されたLFG中のメタンガスの平均濃度 ( $m^3CH_4 / m^3LFG$ )

FE: 燃焼効率 (破壊されるメタンガスの割合)

$D_{CH_4}$ : メタンガスの密度 ( $tCH_4 / m^3CH_4$ )

$MD_{electricity,y}$ : 発電によって破壊されたメタンガスの量

$LFG_{electricity,y}$ : 発電機に投入されたLFGの量

$MD_{thermal,y}$ : 熱エネルギーの生成によって破壊されたメタンガスの量

$LFG_{thermal,y}$ : ボイラーに投入されたLFGの量

$W_{CH_4,y}$ については、US EPAではLFGの50%がメタンガスにより構成されるとしており、本プロジェクトではLFG発生量の推定にUS EPA First Order Decay Modelを用いることから、この値を採用した。また、ブラジルにおけるランドフィルCDMプロジェクトとしてはCDM理事会への3件目の登録となる「SALVADOR DE BAHIA LANDFILL GAS MANAGEMENT PROJECT」において追加情報としてLFG中のメタンガスの平均濃度に考察を加えているが、世界のランドフィルにおけるデータからLFG中のメタンガスの構成割合は50%が適当であると結論づけている。

$D_{CH_4}$ については、標準状態(0 1,013 bar)におけるメタンガスの密度は  $0.0007168 tCH_4 / m^3CH_4$  である。ここでも発電や熱エネルギーの生成を行わない場合は、上記の4式は以下のように書き改めることができる。

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y}$$

本プロジェクトではLFG発生量の推定にFirst Order Decay Modelを用いることから、具体的なLFGの発生量をUS EPAの本モデルで推定し、その結果を上述の式に入れGHG排出削減量を推定する。

## 5.9 ベースラインシナリオおよび追加性

本プロジェクトのベースラインシナリオおよび追加性の検討にはCDM理事会第17回会合で承認された「Tool for the demonstration and assessment of additionality 追加性の評価と証明のためのツール」を用いて行った。検討はステップ0からステップ5までの6ステップがあり、ステップ5までの検討を終えることで本プロジェクトの追加性が証明され、シナリオ1(現状対策の維持)がベースラインシナリオとして同定することが出来る。なお、以下では3市について重複する部分が多いことから、イタニヤイン市の場合を例に検討を行い、カラピクイバ市、モジグアス市については個別に検討が必要な部分の検討を行った。

### (1) ステップ0: Preliminary screening based on the starting date of the project activity プロジェクト開始日による予備的スクリーニング

本プロジェクトはクレジット期間の開始日はCDMプロジェクトの登録日以降であり、事前にCERクレジットを要求しないことから、本ステップは省略する。

(2) ステップ 1: Identification of alternatives to the project activity consistent with the current laws and regulations 現行の法規制に準拠するプロジェクト代替シナリオの同定

サブステップ 1a: Define alternatives to the project activity 提案するプロジェクトに対する代替シナリオの特定

イタナイン市における CDM プロジェクトのベースラインシナリオとしては以下の 3 つのシナリオが考えられる。

- 1) 選択肢 1: 廃棄物埋立処分場では LFG は回収やフレア設備による処理がされないことがないか、一部の LFG が安全のためにフレア設備による処理をされるのみである。この運用はブラジルで一般的な運用であり、ほとんどの廃棄物埋立処分場がこのような状況にある。本ケースではオンサイトでの発電は行われず、ブラジルの系統に対する影響はない。
- 2) 選択肢 2: 廃棄物埋立処分場の管理者は LFG の回収およびフレア設備による処理に対して投資を行い(本プロジェクトの提案内容)、LFG を破壊する。本ケースではオンサイトでの発電は行われず、ブラジルの系統に対する影響はない。
- 3) 選択肢 3: 廃棄物埋立処分場の管理者は LFG の回収および発電設備の導入に対して投資を行い、LFG を破壊する。本ケースではオンサイト発電を行い、その電気をブラジルの系統に接続して売電することで、系統に接続する既存電源からの温室効果ガスの排出を削減する。

サブステップ 1b: Enforcement of applicable laws and regulations 適用される法律・規制の施行

現在のブラジルの法律では、廃棄物埋立処分場において LFG を回収・処分することを義務づけていない。ブラジルのごく一部の廃棄物埋立処分場の管理者は、発生する LFG を全て回収してフレア設備による処理などをして、LFG の大気中への放出を止めている。これらの廃棄物埋立処分場の大半は、ここ 2 年間の間に CDM プロジェクトとして廃棄物埋立処分場を整備したために回収・処分を行うようになったサイトである。その他のケースでは LFG の回収・処分を行うのは LFG による爆発を防ぐために廃棄物埋立処分場の管理者が自主的に行う場合である。これらの自主的に設置された LFG 回収システムは簡単な作りであり、発生する LFG のごく一部が回収されるのみである。

ブラジルでは環境保護に関する法律の実施には比較的長い時間を要する。またブラジル環境省には現在、廃棄物埋立処分場から発生する LFG に対して回収・フレア設備による処理を義務づける法律を導入する計画は無い。また、歴史的に見てブラジルでは環境保護に関する法律の実施において、法律とその実行の間に大きな隔りがある。

### (3) ステップ2: Investment analysis 投資分析

サブステップ 2a: Determine appropriate analysis method 適切な分析方法の決定

本プロジェクト活動からは CDM に関連した収入以外のいかなる金融的あるいは経済的利益も発生しない。CER クレジットを販売することによる金融的な収入を除くと本プロジェクトにおいて期待できる潜在的な収入は LFG を燃料とした発電のみである(選択肢 3)。本プロジェクト活動が経済的に魅力的であるか否かを決定するために投資比較分析を行った。

サブステップ 2b: Apply investment comparison analysis 投資比較分析

歴史的に見て各種の料金は政府により中央集権的に管理されているため、低い水準に保たれている。電気の小売りと配電は ANEEL(Electric Energy National Agency)を通じて政府により管理されている。近年、各種の料金がやや値上がりする傾向にあるが、現時点において本プロジェクトで検討しているシナリオに変更を加えるほどの変化はない。ブラジルにおける非規制分野の電力取引市場は極めて初期段階にあり、未発達である。LFG を燃料として発電した電気の買取価格も現時点では安い水準にある。

ブラジルのエネルギーセクターは水力発電や自動車のエタノール燃料の使用など、比較的環境負荷が少ない構成となっている。また、再生可能エネルギーの電気を政府が買い上げる「代替エネルギー源多様化プログラム(PROINFA: Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Eletrica)」は開始時期が 2008 年 12 月に延長され、開始後も制度が存続する保証がないことなどから、実際に利用する事業者は限られると考えられている。この他に再生可能でないエネルギーを再生可能なエネルギーに代替するプロジェクトを支援するような、例えば買取価格の割り増し等の政府からの取り組みは現在の所無い。

廃棄物埋立処分場の管理者にとって、売電に関するリスクと同時に LFG の正確な発生量と発電設備の稼働実績も重要な関心事項である。また、LFG 中に含まれるメタンガスの量はサイトにより変動する上に現時点では LFG を用いて発電を行っている廃棄物埋立処分場はブラジルに 1 カ所しか存在していないことから、LFG を用いた発電は現地の投資家からは投資適格性のある案件としては見られていない。

環境的な追加性を分析するために、最も成功したケースを想定した IRR 算出し、保守的な見地からの財務分析を行った。

LFG の発生量は、US EPA の First Order Decay Model を用いた。イタニヤイン市において発生する廃棄物量は 88t/日(カラピクイバ市は 46t/日、モジグアス市は 83t/日)を用いた。本ケースでは、発生量が増加していく LFG に対しても必要な設備を購入するための投資が制限無く行われ、必要な設備が全て購入できる等の前提条件が設けられている。その結果、発電の有無にかかわらず、CER クレジットの販売収入がない場合は本プロジェクトの IRR はマイナスであり、更にプロジェクトリスク、カントリーリスク、財務的なリスクをかかえることになる。以上の分析から以上の結果から、最も成功したケースを想定した IRR を算出しても現状では CER クレジット以外に廃棄物埋立処分場から発生する LFG を回収・処理することに対する金融的・経済的利益が無いことから、選択肢 2 および 3 は経済的に魅力的でない選択肢と言える。

(4) ステップ3: Barrier analysis 障壁分析

本ステップについては本プロジェクトを実施する上でブラジル国内においてこれを規制する法律等は存在しないことから、省略する。

(5) ステップ4: Common practice analysis 一般的慣行分析

ブラジルにおける温室効果ガス排出に関するインベントリー (CETESB が 1994 年に作製) によるとブラジルにおいて排出されているメタンガスの 84%は管理されていない廃棄物投棄場に投棄された廃棄物から発生している。このメタンガスの発生源は未だ主要なメタンガスの発生源ではあるが、ブラジルにおいて廃棄物埋立処分場の管理者の自発的な意志によって状況は改善される見通しはない。更にブラジルでは廃棄物の排出量は増加傾向にあり、2000 年に行った推定ではブラジル人は平均で一人当たり 0.52kg/日の廃棄物を排出している。

69%のブラジルの自治体では未だに管理されていない廃棄物投棄場に廃棄物を投棄しており、その廃棄物投棄場は管理や LFG の回収、排水の回収や環境部門による規制さえもなされていない。残りの 30%は廃棄物埋立処分場であり、その中の 13%が排水の回収・処理設備などを備えた衛生的な廃棄物埋立処分場である。

したがって、これまでも述べているように LFG をフレア設備により処理する法律的な義務はなく、一部の廃棄物埋立処分場にて安全上の理由からごく少量の LFG が処理されているのがブラジルの現状である。CER クレジットの計算を保守的に見ても確かなものにするために、イタニヤイン市のサイトから発生する LFG の量を 20%割り引いて評価した。この見積もり量は、この分析で想定している一般的であり、回収・処理の対策を行っていない廃棄物埋立処分場から発生する LFG 量をフレア設備により処理することを想定した場合でも、それを十分に上回る量である。

ブラジルでは LFG をフレア設備により処理しなければならない法律的な義務はなく、ごく一部の LFG のみが安全のために回収・処理されている現実をふまえると、現状で廃棄物埋立処分場の建設時に LFG の回収・処理システムが導入される合理的な理由はない。LFG の受動的な回収など基本的な LFG のみが回収システムでさえ、法として導入義務はない上に廃棄物埋立処分場の管理者にとっては埋め合わせとなる収入がないにもかかわらず、かなりの出費となる。

以上のブラジルにおける法的規制の現状と廃棄物投棄場および廃棄物埋立処分場が置かれている状況をふまえると選択肢 2 の実現は廃棄物埋立処分場の管理者あるいは所有者にとって義務でない上に経済的に見て魅力的な選択肢にはならない。したがって、選択肢 2 はベースラインシナリオにはなりえない。選択肢 3 については、上記に加え現状のブラジルの売電価格では発電事業による財務的な事業可能性が明らかになっていないことから、発電事業を加えたとしても廃棄物埋立処分場の管理者あるいは所有者にとって経済的に見て魅力的な選択肢にはならない。

したがって、選択肢 1 がベースラインシナリオとして妥当であると判断された。

(6) ステップ5: Impact of CDM registration CDM 登録の影響

CDMプロジェクトとして登録され、プロジェクト活動により追加的に発生するCERクレジット

収入を加えた財務分析を行った。具体的にはCERの価格をUS5～15\$/t-CO<sub>2</sub>(US1\$刻み)とし、割引率は6%(ブラジルにおけるドル建ての借入の金利は5.5%程度)とした。

図表 5-15 感度分析結果

CER 価格	内部収益率 ( IRR )		
	イタニヤイン市	カラピクイバ市	モジグアス市
5\$/t-CO <sub>2</sub>	計算不能	計算不能	10.4
6\$/t-CO <sub>2</sub>	計算不能	計算不能	13.8
7\$/t-CO <sub>2</sub>	-0.7	計算不能	16.7
8\$/t-CO <sub>2</sub>	4.0	計算不能	19.5
9\$/t-CO <sub>2</sub>	7.2	計算不能	22.0
10\$/t-CO <sub>2</sub>	9.8	計算不能	24.4
11\$/t-CO <sub>2</sub>	12.0	-1.7	26.7
12\$/t-CO <sub>2</sub>	14.1	2.1	28.8
13\$/t-CO <sub>2</sub>	16.1	4.6	30.9
14\$/t-CO <sub>2</sub>	18.0	6.7	33.0
15\$/t-CO <sub>2</sub>	19.8	8.4	34.9

イタニヤイン市の場合、21年目におけるIRR(税引き後)は計算不能～19.8\$/t-CO<sub>2</sub>となった。カラピクイバ市の場合、21年目におけるIRR(税引き後)は計算不能～8.4\$/t-CO<sub>2</sub>となった。モジグアス市の場合、21年目におけるIRR(税引き後)は10.4～34.9\$/t-CO<sub>2</sub>となった。

ブラジルにおける政策金利は18%前後(2005年12月)、10年物国債の利回りは9%～15%程度(平均10%前後)であり、カラピクイバ市を除くとイタニヤイン市では10\$/t-CO<sub>2</sub>以上、モジグアス市では5\$/t-CO<sub>2</sub>以上のCERクレジット価格でベンチマークとなるブラジルの国債利回りを上回り、CDMプロジェクトとして登録され、CERクレジットの収入を得ることで廃棄物埋立処分場の管理者がLFGの回収・処理設備を導入するインセンティブになると考えられる。

カラピクイバ市については、IRRが低く直ちに廃棄物埋立処分場の管理者にとって魅力的な事業として捉えられない可能性があるが、廃棄物埋立処分場の所有者である市当局はCDMプロジェクトとして登録することで環境問題を改善できる資金を得られると期待しており、IRRがプラスになり事業として成立することで廃棄物埋立処分場の所有者の意向として取り組みを進めることが考えられる。

#### 5.10 プロジェクトバウンダリーの設定

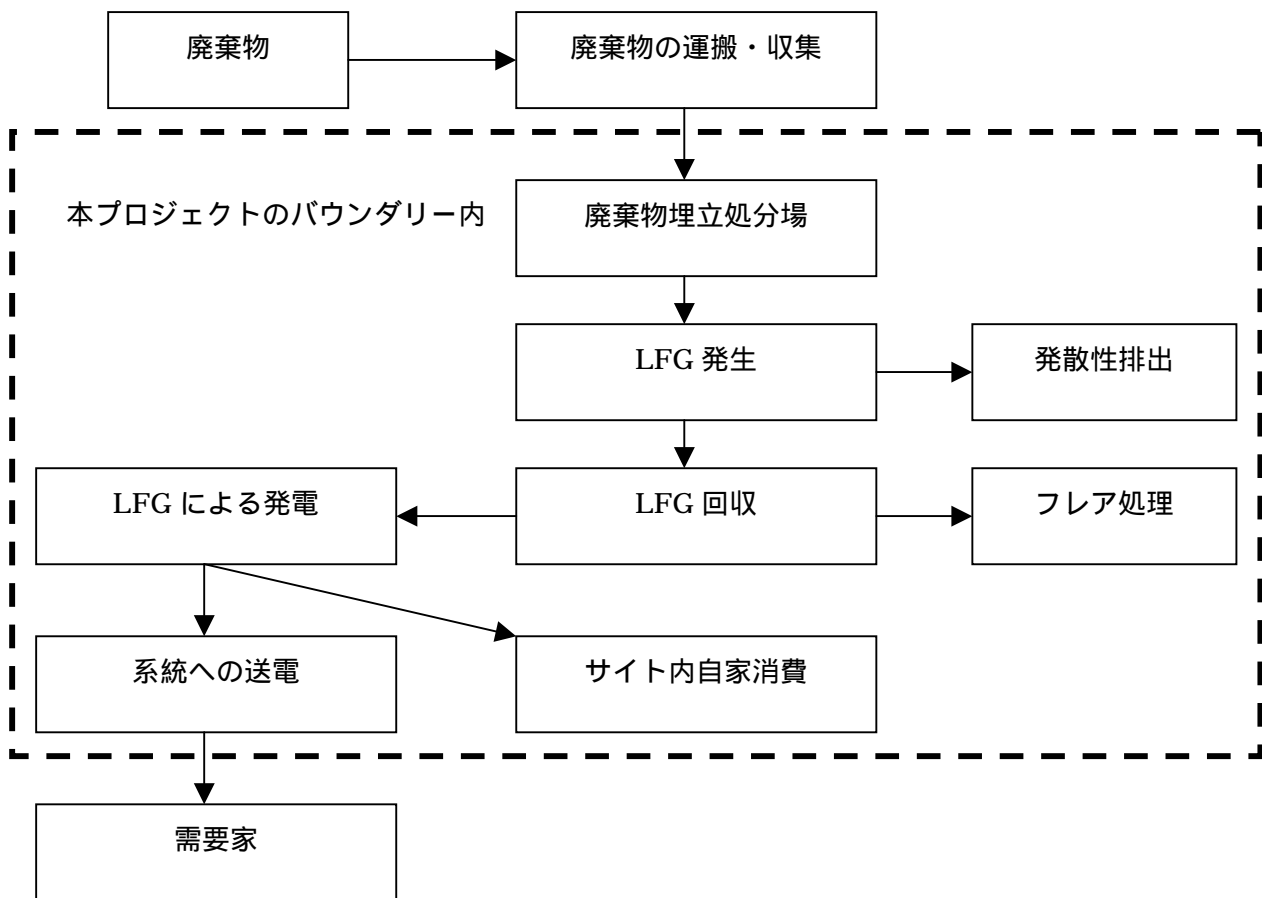
本プロジェクトのプロジェクトバウンダリーには実際にLFGを回収し、フレア設備により処理を行い、メタンガスを燃焼・破壊しているイタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市の各サイトの敷地内である。

回収されたメタンガス以外の燃料の消費により排出されるCO<sub>2</sub>は本プロジェクトからのCO<sub>2</sub>の排

出として計上すべきである。このようなプロジェクトに計上されるCO<sub>2</sub>の排出とは具体的にはLFGの回収に伴ってポンプを稼働させる場合等が含まれる。また、熱の輸送を含めて、プロジェクト活動に伴って消費される電力量も測定する必要がある。

LFGによる発電を行うプロジェクトの場合は、電力系統に供給される正味の電力量を計測し、他の発電所での発電の代替が行われた事によるGHG削減量を算出する必要がある。発電を伴わないプロジェクトの場合は、活動に必要な電力量に系統のCO<sub>2</sub>排出原単位を乗じてCO<sub>2</sub>排出量を算出する。以下に本プロジェクトにおけるバウンダリー概念図を図表 5-16 示す。

図表 5-16 本プロジェクトにおけるバウンダリー



## 5.11 プロジェクト実施による GHG 削減量およびリーケージ

### (1) プロジェクト実施による GHG 削減量の算出方法

プロジェクト実施による GHG の削減量の推定には US EPA の First Order Decay Model を用いた。本モデルは、LFG の発生割合の時間的変化をモデリングするのに使われており、これまでに我が国の CDM に関連した調査やブラジルのランドフィルに関連した CDM プロジェクトでも本モデルが採用されている。以下に US EPA が発行した「Turning a Liability into an Asset: A Landfill Gas to Energy Handbook for Landfill Owners and Operators' (December 1994)」に従って本モデルの概要を示す。

LFG の発生量は以下の式で求められる。

$$LFG=2L_0R(e^{-kc} - e^{-kt})$$

LFG = 当該年に発生する全LFG量(m<sup>3</sup>/年)

L<sub>0</sub> = LFG発生ポテンシャル(m<sup>3</sup>/t-廃棄物)

R = 廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間廃棄物受入割合(t-廃棄物/年)

t = 廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間(年)

c = 廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間(年)

k = LFG 発生割合定数(1/年)

また、US EPA では LFG 中のメタンガスの含量を 50%と設定しており、最終的な CER クレジットの算出には LFG の 50%を用いる。

## (2) イタニヤイン市におけるプロジェクト実施による GHG 削減量

イタニヤイン市において発生する LFG を推定するために各パラメータを以下のように設定した。

### LFG 発生ポテンシャル(L<sub>0</sub>)

LFG発生ポテンシャルは廃棄物に含まれる有機質成分に左右され、廃棄物が排出されてからどの程度の時間が経過したかも影響する。US EPAではLFG発生ポテンシャルについては 140～180m<sup>3</sup>/年を推奨値として示している。SCS EngineersがUS EPAに代わって 2001 年にサンパウロで開催した廃棄物埋立処分場からのLFG発生量の評価に関するトレーニングワークショップではブラジルにおけるLFG発生ポテンシャルとして 164m<sup>3</sup>/年が示されたことから、本プロジェクトでもこの値をLFG発生ポテンシャルに用いた。

### 廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間廃棄物受入割合(R)

イタニヤイン市の廃棄物投棄場では 1980 年の廃棄物投棄場の開設からこれまでに約 800,000t の廃棄物を受け入れており、1980 年～2004 年は 32,000t/年、2005 年は 36,500t/年とした。

### 廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間(t)

イタニヤイン市の廃棄物投棄場は 1980 年に開設された。

### 廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間(c)

イタニヤイン市の廃棄物投棄場は 2006 年に閉鎖予定である。

#### LFG 発生割合定数(k)

イタナイン市の廃棄物投棄場における LFG の発生割合は前述の SCS Engineers が US EPA に代わって開催したワークショップにおいて、ブラジルにおける LFG 発生割合定数の推奨値として 0.1 が示されたことから、本プロジェクトでもこの値を LFG 発生割合定数として用いた。

#### LFG 収集効率

75%に設定。

図表 5-17 イタナイン市における GHG 発生量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	数値
$L_0$ = LFG発生ポテンシャル	164m <sup>3</sup> /t-廃棄物
R = 廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間 廃棄物受入割合	1980年～2004年：32,000t/年 2005年：36,500t/年
t = 廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間	1980年を基点とした
c = 廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間	2006年を基点とした
k = LFG 発生割合定数	0.1/年

### GHG 削減量

以上のパラメータを用いてイタニヤイン市におけるベースライン・プロジェクトにおけるLFGの発生予測を行った結果を以下に示した。

図表 5-18 イタニヤイン市における LFG およびメタンガスの発生量

	7年	10年	14年	21年
総LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	41,714,201	52,379,090	62,428,859	72,715,454
総メタンガス発生量 (t)	13,682	17,180	20,477	23,851
最大LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	7,885,409			
最大 LFG 発生年	2006年			

図表 5-19 イタニヤイン市におけるベースラインシナリオおよびプロジェクトにおける GHG 発生量

ER クレジット量 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissions			
	ベースライン	プロジェクト	グロス ERs	ネット ERs
7年目	229,862	101,705	128,157	100,475
10年目	288,630	120,070	168,560	132,151
14年目	344,008	137,376	206,632	162,000
21年目	400,691	155,089	245,602	192,552

ベースラインにおけるGHGの発生量はブラジル国内の実績に基づいて 20%をフレア設備により処理したとの前提で 7年目に 229,862t-CO<sub>2</sub>、21年目に 400,691t-CO<sub>2</sub>となった。21年目におけるグロスERクレジット(ベースライン - プロジェクト)は 245,602t-CO<sub>2</sub>となった。CDM理事会への登録料や 20%の保険要素を差し引いたネットERクレジット、すなわちイタニヤイン市におけるGHG削減量は7年目で 100,475t-CO<sub>2</sub>、21年目で 192,552t-CO<sub>2</sub>となった。。

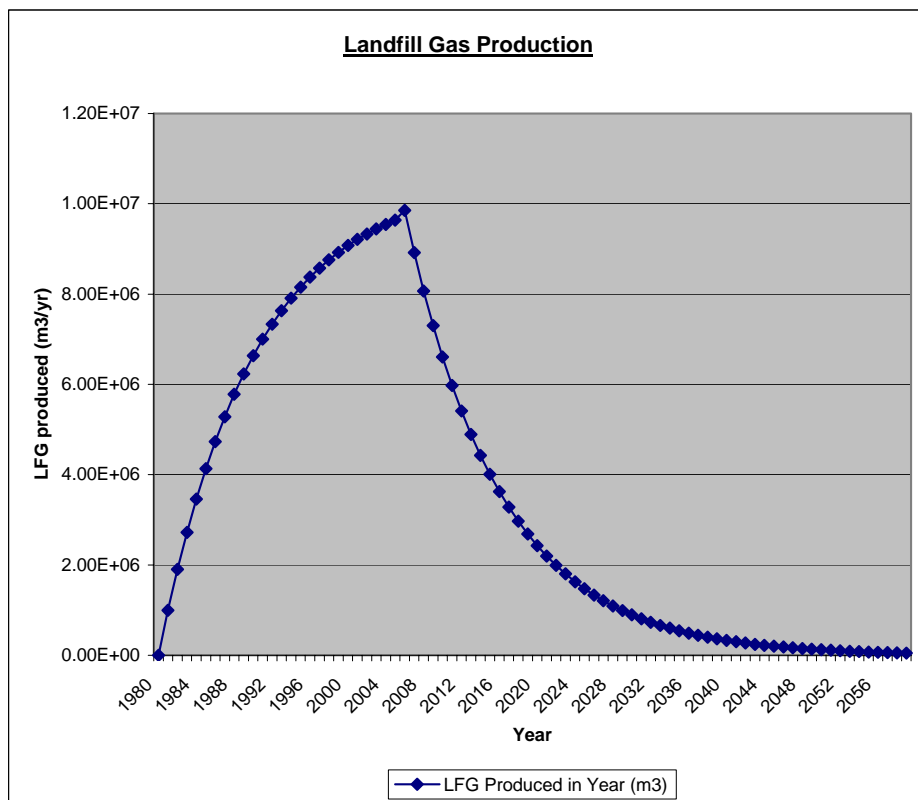
### LFG による発電量

イタナイン市のサイトから発生する LFG を用いることで最大 1,000kW の発電機が設置可能である。本サイトは 2007 年以降、LFG の発生量が減少し、必要となる発電機の台数が年々減少することから、LFG の全量を発電に利用せず(200kW の発電機を 2 台設置 計 400kW)、一部を発電に用いる前提で発電量を試算した。なお、発電により生じる GHG 削減量については自家消費を前提とするため CER クレジットを求めない。試算結果は以下の通り。

図表 5-20 イタナイン市における発電量

年数	発電量 (MWh)
7 年目	19,132
21 年目	48,479

図表 5-21 イタナイン市における LFG 発生量の推移予測



(3) カラピクイバ市におけるプロジェクト実施による GHG 削減量

カラピクイバ市において発生する LFG を推定するために各パラメータを以下のように設定した。

LFG 発生ポテンシャル(L0)

イタニヤイン市と同様。

廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間廃棄物受入割合(R)

カラピクイバ市の廃棄物埋立処分場では 1965 年の廃棄物埋立処分場の開設から 2001 年の閉鎖までに約 600,000t の廃棄物を受け入れており、1965 年～2001 年の間に 16,667t/年の廃棄物が持ち込まれたとした。

廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間(t)

カラピクイバ市の廃棄物投棄場は 1965 年に開設された。

廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間(c)

カラピクイバ市の廃棄物投棄場は 2001 年に閉鎖した。

LFG 発生割合定数(k)

イタニヤイン市と同様。

LFG 収集効率

75%に設定。

図表 5-22 カラピクイバ市における GHG 発生量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	数値
L <sub>0</sub> = LFG発生ポテンシャル	164m <sup>3</sup> /t-廃棄物
R = 廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間 廃棄物受入割合	1965 年～2001 年：16,667t/年
t = 廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間	1965 年を基点とした
c = 廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間	2001 年を基点とした
k = LFG 発生割合定数	0.1/年

GHG 削減量

以上のパラメータを用いてカラピクイバ市におけるベースライン・プロジェクトにおける LFG の発生予測を行った結果を以下に示した。

図表 5-23 カラピクイバ市における LFG およびメタンガスの発生量

	7 年	10 年	14 年	21 年
総LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	18,905,635	23,739,157	28,293,895	32,955,967
総メタンガス発生量 (t)	6,201	7,786	9,280	10,810
最大LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	5,331,500			
最大 LFG 発生年	2002			

図表 5-24 カラピクイバ市におけるベースラインシナリオおよびプロジェクトにおける GHG 発生量

ER クレジット量 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissions			
	ベースライン	プロジェクト	グロス ERs	ネット ERs
7 年目	104,178	46,095	58,083	45,537
10 年目	130,812	54,418	76,394	59,893
14 年目	155,911	62,261	93,650	73,421
21 年目	181,601	70,289	111,311	87,268

ベースラインにおけるGHGの発生量はブラジル国内の実績に基づいて 20%をフレア設備により処理したとの前提で 7 年目に 104,178t-CO<sub>2</sub>、21 年目に 181,601t-CO<sub>2</sub>となった。21 年目におけるグロスERクレジット(ベースライン - プロジェクト)は 111,311t-CO<sub>2</sub>となった。CDM 理事会への登録料や 20%の保険要素を差し引いたネットERクレジット、すなわちカラピクイバ市におけるGHG削減量は 7 年目で 45,537t-CO<sub>2</sub>、21 年目で 87,268t-CO<sub>2</sub>となった。

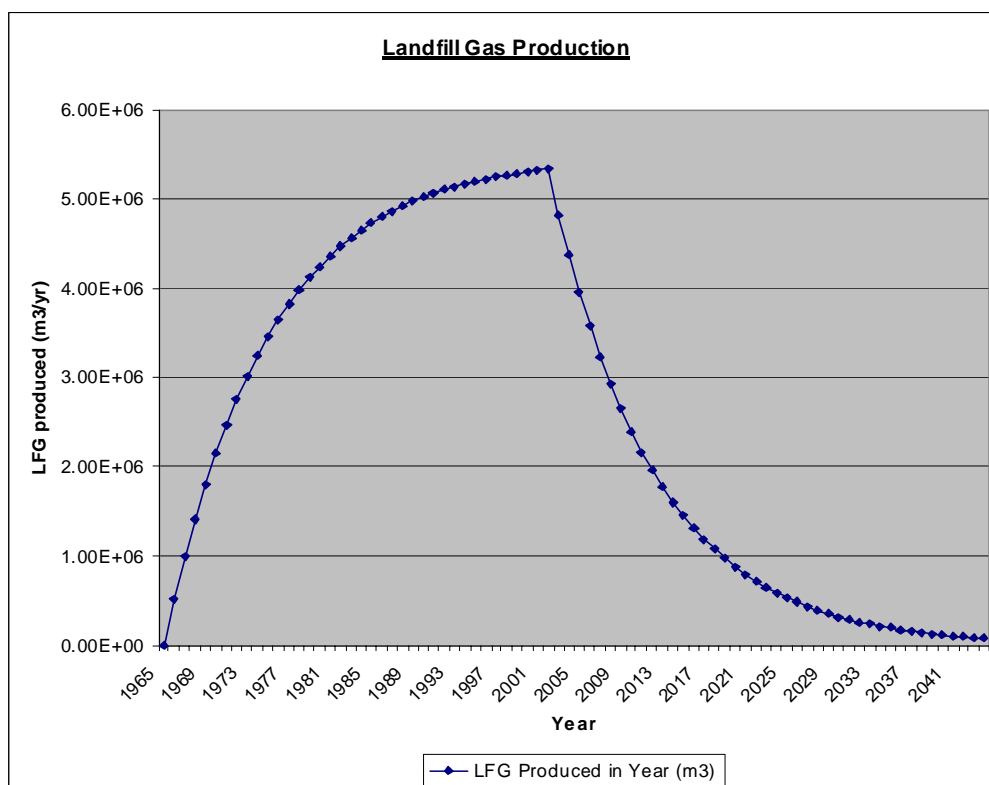
#### LFG による発電量

カラピクイバ市のサイトから発生する LFG を用いることで最大 600kW の発電機が設置可能である。本サイトは 2006 年以降、LFG の発生量が減少し、必要となる発電機の台数が年々減少することから、LFG の全量を発電に利用せず(200kW の発電機を 1 台設置 計 200kW)、一部を発電に用いる前提で発電量を試算した。なお、発電により生じる GHG 削減量については自家消費を前提とするため CER クレジットを求めない。試算結果は以下の通り。

図表 5-25 カラピクイバ市における発電量

年数	発電量(MWh)
7 年目	9,566
21 年目	23,165

図表 5-26 カラビクイバ市における LFG 発生量の推移予測



(4) モジグアス市におけるプロジェクト実施による GHG 削減量

モジグアス市において発生する LFG を推定するために各パラメータを以下のように設定した。

LFG発生ポテンシャル( $L_0$ )

イタニヤイン市と同様。

廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間廃棄物受入割合(R)

モジグアス市の廃棄物埋立処分場では 1985 年の廃棄物埋立処分場の開設からこれまでに段階的に受入量を増加させながら合計で約 476,400t の廃棄物を受け入れており、現状では平均で 83t/日の廃棄物を受け入れている。したがってモジグアス市の受入実績に基づき 1985 年～1989 年は 16,200t/年、1990 年～1994 年は 22,320t/年、1995 年～1999 年は 27,000t/年、2000 年～2004 年は 29,760t/年、2005 年～2015 年は 30,295t/年とした。

廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間(t)

モジグアス市の廃棄物投棄場は 1965 年に開設された。

廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間(c)

モジグアス市の廃棄物投棄場は 2015 年に閉鎖予定である。

LFG 発生割合定数(k)  
 イタニヤイン市と同様。

LFG 収集効率  
 75%に設定。

図表 5-27 モジグアス市における GHG 発生量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	数値
$L_0$ = LFG発生ポテンシャル	164m <sup>3</sup> /t-廃棄物
R = 廃棄物埋立処分場の運用期間中の平均年間 廃棄物受入割合	1985年～1989年：16,200t/年 1990年～1994年：22,320t/年 1995年～1999年：27,000t/年 2000年～2004年：29,760t/年 2005年～2015年：30,295t/年
t = 廃棄物埋立処分場が開設されてからの時間	1985年を基点とした
c = 廃棄物埋立処分場が閉鎖されてからの時間	2015年を基点とした
k = LFG 発生割合定数	0.1/年

GHG 削減量

以上のパラメータを用いてモジグアス市におけるベースライン・プロジェクトにおける LFG の発生予測を行った結果を以下に示した。

図表 5-28 モジグアス市における LFG およびメタンガスの発生量

	7年	10年	14年	21年
総LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	57,799,929	84,604,248	116,196,438	148,533,108
総メタンガス発生量 (t)	18,958	27,750	38,112	48,719
最大LFG発生量 (m <sup>3</sup> )	9,119,130			
最大 LFG 発生年	2016			

図表 5-29 モジグアス市におけるベースラインシナリオおよびプロジェクトにおける GHG 発生量

ER クレジット量 (tCO <sub>2</sub> e)	Emissions			
	ベースライン	プロジェクト	グロス ERs	ネット ERs
7 年目	318,501	128,756	189,745	148,760
10 年目	466,203	174,913	291,290	228,372
14 年目	640,289	229,315	410,974	322,204
21 年目	818,477	284,999	533,478	418,247

ベースラインにおけるGHGの発生量はブラジル国内の実績に基づいて 20%をフレア設備により処理したとの前提で 7 年目に 318,501t-CO<sub>2</sub>、21 年目に 818,477t-CO<sub>2</sub>となった。21 年目におけるグロスERクレジット(ベースライン - プロジェクト)は 533,478t-CO<sub>2</sub>となった。CDM 理事会への登録料や 20%の保険要素を差し引いたネットERクレジット、すなわちモジグアス市におけるGHG削減量は 7 年目で 148,760t-CO<sub>2</sub>、21 年目で 418,247t-CO<sub>2</sub>となった。

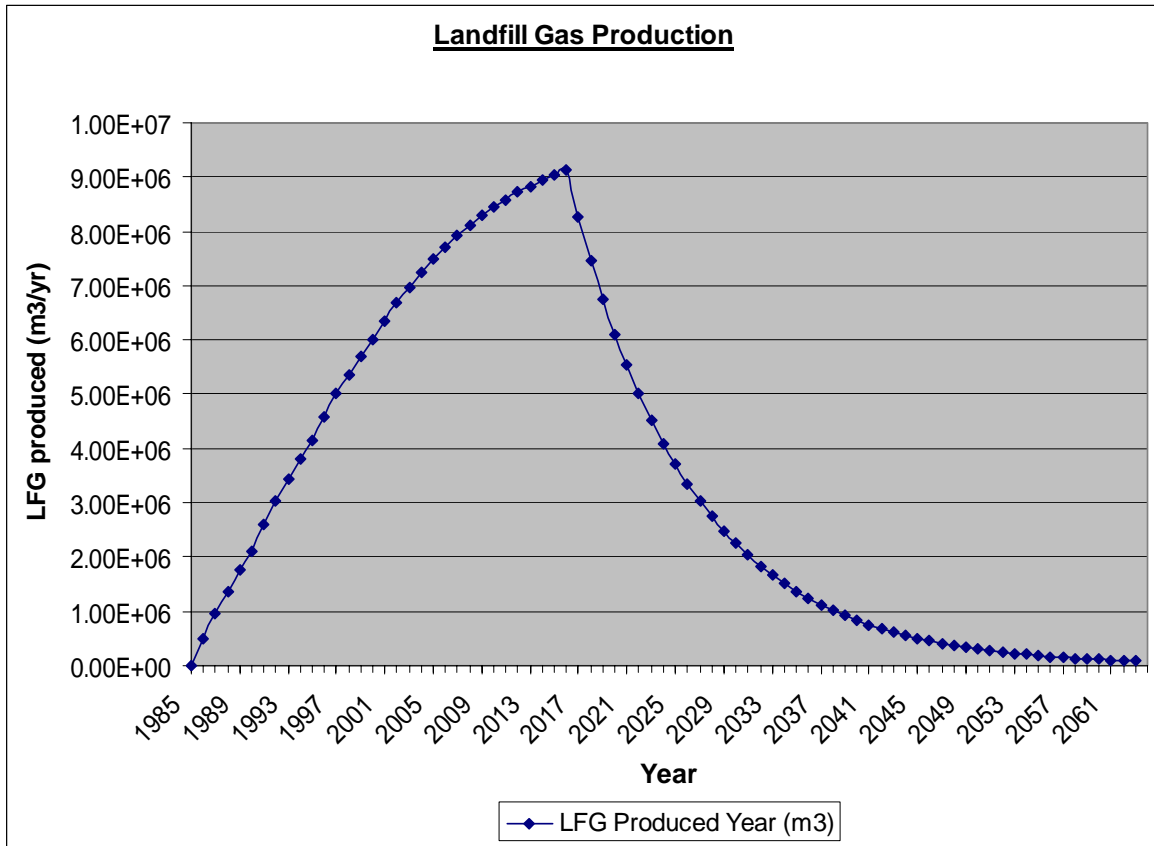
#### LFG による発電量

モジグアス市のサイトから発生する LFG を用いることで最大 1,200kW の発電機が設置可能である。本サイトは 2016 年以降、LFG の発生量が減少し、必要となる発電機の台数が年々減少することから、LFG の全量を発電に利用せず(200kW の発電機を 5 台設置 計 1,000kW)、一部を発電に用いる前提で発電量を試算した。なお、発電により生じる GHG 削減量については自家消費を前提とするため CER クレジットを求めない。総発電量の試算結果は以下の通り。

図表 5-30 モジグアス市における発電量

年数	総発電量(MWh)
7 年目	47,539
21 年目	132,823

図表 5-31 モジグアス市における LFG 発生量の推移予測



(5) まとめ

3サイトの合計 GHG 排出削減量

イタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市の3サイトの合計によるGHG排出削減量は7年間では 294,772t-CO<sub>2</sub>、21年間では 698,067t-CO<sub>2</sub>となった。

(6) リークージ

本プロジェクトはイタニヤイン市、カラピクイバ市、モジグアス市の各サイトともに承認統合方法論 ACM0001「Consolidated methodology for landfill gas project activities 廃棄物処分場ガスプロジェクト活動の統合方法論」を用いているため、リークージについては考慮する必要がない。

## 5.12 モニタリング計画

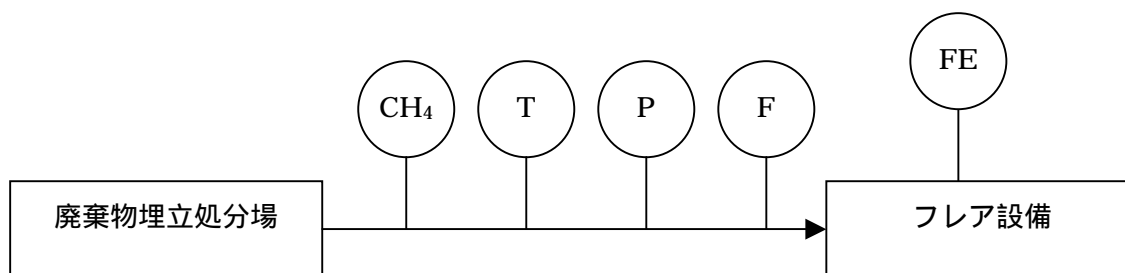
### (1) モニタリング方法論の選定

本プロジェクトではベースライン方法論に ACM0001 を用いていることから、モニタリング方法論として承認統合モニタリング方法論 ACM0001 「Consolidated monitoring methodology for landfill gas project activities LFG プロジェクト活動の統合モニタリング方法論」を用いる。

本プロジェクトでは発電および熱エネルギーの生成は現時点では行わないため、発電および熱エネルギーの生成部分は含まれない。

本モニタリング方法論では、下図に示したようにフレア設備にて回収・破壊されるLFGの量を直接測定することが必要である。モニタリング計画では、フレア処理されるLFGの量と質を継続的に測定する。ブラジルにもオフィスを持つDOE機関のSGSからは15分ごと程度の測定で十分に測定結果に保証が与えられるとの発言を得た。モニタリングを行う必要のある主要項目は、実際のメタン回収量 ( $MD_{\text{project},y}$ )、メタン燃焼量 ( $MD_{\text{flared},y}$ ) である。

図表 5-32 モニタリング計画の概要



CH<sub>4</sub>: メタンガス量

T: 温度( )

P: 圧力(atm)

F: LFG 量

FE: 燃焼効率

本プロジェクトではプロジェクト活動によって削減される GHG 排出量を直接モニタリングするオプション 2 を採用した。具体的なモニタリング項目については次項に示した。

図表 5-33 モニタリング項目

ID 番号	データ内容	データ取得源	単位	測定値 (m) 計算値 (c) 推定量 (e)	記録頻度	モニタリングするデータの割合	データの保存方法	備考
D2-1	年間埋め立て処分量	トラックスケール	ton	M	搬入時	100%	電子形態(スプレッドシート)	サイトで計測
D2-2	フレア焼却する LFG の流量	流量計	m <sup>3</sup>	M	連続	100%	電子形態(スプレッドシート)	データは月間/年間で集計
D2-3	1) 運転時間と 2) 排気ガス中のメタン濃度に起因するフレア焼却の効率	メタン分析装置	%	M , C	1) 連続 2) 四半期	N/a	電子形態(スプレッドシート)	データは試験に使用され、必要に応じてデータフレア焼却装置の定格効率を変更する。
D2-4	LFG 中のメタン濃度	メタン分析装置	%	M , C	連続	100%	電子形態(スプレッドシート)	データは月間/年間で集計
D2-5	ガス圧	圧力計	Pa	M	連続	100%	電子形態(スプレッドシート)	メタン濃度を用いて算出する
D2-6	ガス温度	温度計		M	連続	100%	電子形態(スプレッドシート)	メタン濃度を用いて算出する

ID 番号	データ内容	データ取得源	単位	測定値 (m) 計算値 (c) 推定量 (e)	記録頻度	モニタリングするデータの割合	データの保存方法	備考
D2-7	フレア燃焼されるメタンの量	N/a	ton-CH <sub>4</sub>	M , C	1日1回	100%	電子形態(スプレッドシート)	次のデータから算出する: フレア焼却する LFG の流量, LFG 中のメタン濃度, LFG 温度, LFG の圧力, フレア温度, フレアの燃焼時間
D2-8	ベースラインで必要とされるフレア燃焼されるメタンの量	N/a	ton-CH <sub>4</sub>	C	1日1回	100%	電子形態(スプレッドシート)	フレアされたメタンの20%
D2-9	LFG プロジェクトとに関する規制	法律	N/a	N/a	1年に1回	100%	電子形態(スプレッドシート)	各項目に対する規制に変更があったとき

(2) モニタリングの品質保証と品質管理手順(QC/QA)

前項で記述した各モニタリング項目のデータについて、計画している品質保証と品質管理手順について以下に示した。

図表 5-34 品質保証と品質管理手順

ID 番号	データの不確かさ (高・中・低)	QA/AC 手順の計画がある(またはない)およびその理由
D-1	低	搬入された廃棄物はすみやかに、メンテナンスの行き届いたトラックスケールによって計測を行い、計測した値はすべて記録する。
D2-2	低	流量計はメンテナンスおよび試験を定期的に行って正確さを維持する。
D2-3	低	フレア燃焼はメンテナンスを定期的に行って正確さを維持する。直近の記録から大きく逸脱する値が示された場合には、フレア効率は年1回以上の頻度で調整する。
D2-4	低	ガス分析装置はメンテナンスおよび試験を定期的に行って正確さを維持する。
D2-5	低	メーターはメンテナンスおよび試験を定期的に行って正確さを維持する。
D2-6	低	メーターはメンテナンスおよび試験を定期的に行って正確さを維持する。
D2-7	低	サイトにおいて収集・モニタリングされたデータを用いて算出・記録される。
D2-8	低	最新の工業の傾向にしたがって決定される。
D2-9	低	最新の規制にしたがって決定される。

### 5.13 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。

#### (3) 地域環境への影響

本プロジェクトの実施により、廃棄物投棄場となっているイタニャイン市をはじめとして、カラピクイバ市およびモジグアス市においても廃棄物埋立処分場に関連する環境問題を解決するための設備投資が可能となる。本プロジェクトが存在しなければ、財政的に極度に逼迫している自治体では有効な対策が出来ないままに廃棄物の投棄をつづけることになり、本プロジェクトが地域環境へ良い影響を与えていると評価できる。

#### (4) 技術移転・開発への影響

本プロジェクトでは発電は計画しているが、不確実性が高いことから検討のみとし、将来的に環境が変化した場合に導入を考えることとした。LFG による発電はブラジルでは未だ一般的ではないが、本プロジェクト等により LFG による発電が一般的になることで、発電機およびその周辺機器を開発するための技術がブラジルに移転あるいはブラジルで開発されることが期待できる。

#### 5.14 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 等のブラジル政府の地球温暖化関係部門、地方自治体、廃棄物埋立処分場の管理者、地域住民等が挙げられる。今回作成した 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。今回収集した利害関係者のコメントは、以下に示した項目の概要をそれぞれの利害関係者に説明し、PDD に基づいて事業が行われると仮定した場合のコメントである。したがって、ここに示したコメントについては、PDD の「SECTION G. Stakeholders comments」には記載していない。

##### 【説明項目】

- ・利害関係者への説明事項
- ・イタナイン市、カラピクイバ市、モジグアス市の3サイトのPDDの内容
- ・様々な問題を抱えている自治体におけるランドフィル CDM プロジェクトへの当社の取組姿勢
- ・プロジェクトの実現に向けた日本側の取組

#### (1) ブラジル DNA(科学技術省)

DNA 責任者のコメント：

今回の取り組みについては、これまでブラジルにおいて様々な CDM プロジェクトが行われてきたが、それらとは異なった新しい取り組みであると認識している。DNA としては、CDM プロジェクトを通じて、ブラジルにおける環境問題を解決していきたいと考えている。ブラジルにおける廃棄物処理は様々な環境問題を抱えているが、自治体が所有権を持つ廃棄物埋立処分場を対象とした今回の取り組みは、それらの解決に貢献すると期待している。DNA としても CDM プロジェクトはできるだけ承認したいと考えていることから、側面的にサポートしていきたい。

#### (2) 地方自治体

イタナイン市

市環境部門担当者のコメント：

イタナイン市の廃棄物処理は財政的な制約から埋立処理を行えずに、管理も出来ない状況にある。市当局としては CDM プロジェクトによって、現状の廃棄物投棄場が衛生的な廃棄物埋立処分場として整備できるのあればぜひ、実施をしたい。LFG の所有権は市当局にあるため、CDM プロジェクトを行うためには、コンペによる事業実施主体の選定が必要である(ブラジルの自治体は一定額の事業の発注や資材の調達などはすべて入札・コンペが義務づけられている)。

### カラピクイバ市

市環境部門担当者のコメント：

カラピクイバ市では、これまで利用してきた廃棄物埋立処分場が 2001 年に閉鎖しており、チエテ川流域環境改善事業による廃棄物の受入も州政府が契約しているコンサルティング会社が TAC を取得して、適切に事業を行っていることから、大きな環境問題はない。しかし、廃棄物埋立処分場から発生する LFG は爆発の危険があり、市当局としては CDM プロジェクトに興味を持っている。LFG の所有権は市当局にあるため、CDM プロジェクトを行うためには、コンペによる事業実施主体の選定が必要である。

### モジグアス市

市環境部門担当者のコメント：

モジグアス市では、廃棄物処理は市が設立した財団に委託しており、廃棄物埋立処分場の管理・運営は財団の指示・指導の下に下請けのオペレーター会社が行っている。そのため、管理はきちんと出来ているものの、財政的な制約から必要最低限の設備で対処している。CDM プロジェクトにより、LFG の回収システムを整備するとともにその他の環境問題の解決につなげていきたいと考えている。LFG の所有権は市との契約により財団にあると考えている。この点については、財団、市、弁護士を交えて確認をする予定である。

廃棄物埋立処分場の管理者および地元住民へのヒアリングは、現地調査の段階で調整が出来なかったことから、本調査では行うことが出来なかった。しかし、DNA や市当局の反応から推察すると廃棄物埋立処分場における環境問題の改善に繋がることや新たな雇用を生み出すことから本プロジェクトは好意的に受け止められると考えられた。

## 第6章 経済性の検討

### 6.1 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、ブラジル連邦貯蓄銀行（Caixa Econômica Federal）をはじめとした政府系金融機関、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。これは、本プロジェクトが廃棄物処分場周辺の環境改善を望む政府の意向に沿った事業であること、また CER の販売による一定の収益が見込める事業であることに起因している。

#### (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、現地の金融機関等へのヒアリング及び現地で実績のある環境コンサルティング会社（Max Ambiental 社）からの情報に基づいたものである。

##### 為替レート

1US\$ = 2.26Rs（リアル）とした。

##### 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。

##### 税制<sup>59</sup>

法人税（IRPJ）は、課税対象利益が月額 2 万リアル（年額 24 万リアル）以下の場合には 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。

##### 金利等

政府系金融機関から融資を受けるケースを想定し、金利 6%、返済期間 10 年とした。

#### (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、主としてランドフィルガスの回収及び焼却に必要な設備とその工事費である。本プロジェクトにおいては、ブラジルにおける同様のプロジェクトを参考にして Max Ambiental 社が推定した金額を使用することとした。各サイトにおける概算金額及びその内訳は図表の通りである。

なお、本プロジェクトでは前述の通り当初の想定よりも規模が小さくなったため、エネルギー

---

<sup>59</sup> JETRO HP

一利用事業では事業性が見込めなくなったことから、ガスエンジン等発電設備のイニシャルコストについては詳細な検討を行っていない。

図表 6-1 各サイトにおけるイニシャルコスト

項目	イタニヤイン市	カラピクイバ市	モジグアス市
フレア設備一式	61,670	37,002	61,670
コンプレッサー	119,469	71,681	119,469
ガス分析機器	203,540	203,540	203,540
配管類	57,522	10,272	10,272
管理費	13,274	7,964	13,274
建設工事費（上記合計の 20%）	91,095	66,092	81,645
合計	546,570	396,552	489,870

（単位：US\$）

### （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、施設の運営・監理に伴う人件費、設備のメンテナンス費、法人税、CDM 化費用などが考えられる。また、発電機を設置する場合の経済分析を実施するために、ブラジルにおけるランドフィルガスを利用した発電設備の発電単価を設定した。

#### 人件費

本プロジェクトにおけるランニングコストのうち、施設の運営に係る人件費が最も大きな比率を占めると考えられる。ここでは、同様のプロジェクトの実績から、Max Ambiental 社が推定した人件費を用いて次の通りと設定した。

- ・ 施設管理者：年間 US\$4,200/人
- ・ 運転員：年間 US\$1,392/人

なお、各サイトに必要な人員は、管理者が 1 名と運転員が 6 名（2 人×3 シフト）とした。

#### メンテナンス費

メンテナンス費についても、人件費と同様に Max Ambiental 社による推定値を採用した。各サイトにおける設定値は次の通りである。

- ・ イタニヤイン市：年間 US\$18,000
- ・ カラピクイバ市：年間 US\$ 9,000
- ・ モジグアス市：年間 US\$12,000

## 法人税

利益に対する法人税は前述の通りであるが、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。

## 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・フィーが挙げられる。それぞれの費用を次の通りと設定した。

- ・ 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：US\$0.2/CER

## 発電コスト

発電機を設置したケースでは、前述の通り経済性が期待できない。したがって、経済性評価を簡略化するため、US EPA が公表している現地でのランドフィルガスを利用した発電事業における発電コストを採用し、US\$70/MWh と設定した。

## 6.2 経済性の評価・分析

以上のような前提条件の下で、それぞれのサイトにおいて、ランドフィルガスの回収・焼却のみを実施するケースと回収したガスを利用して発電を行うケースの 2 ケースについて経済性の検討を行った。

図表 6-2 ケースの設定

項目	サイト	ケース 1	ケース 2
発電設備	イタニャイン市	無	400kW(200kW × 2)
	カラピクイバ市	無	200kW(200kW × 1)
	モジグアス市	無	1,000kW(200kW × 5)

### (1) プロジェクトの収入

本プロジェクトにおける収入は、ケース 1 ではランドフィルガス中に含まれるメタンガスをフレア設備で燃焼させることによって得られる CER の販売による収入のみであり、ケース 2 では、これに加えて発電した電力の売電による収入が見込まれる。前述の通り、回収したメタンガスをエネルギー利用した場合の経済性は見込めないが、ここでは確認のために検討を行う。

### CER による収入

CER による収入は本プロジェクトの事業性を評価する上で、もっとも重要な要素の一つである。CER の価格は、ブラジルの状況を勘案して US\$8/t-CO<sub>2</sub> と設定した。本プロジェクトの収入は CER の販売に依存するため、CER の価格変動が大きなり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。

#### 売電による収入

発電した電力は、サイトで使用する電力を除いて地元の電力会社へ売電することが可能である。基本的には、電力販売単価はプロジェクトの実施主体と電力会社による協議によって決定されるが、ここでは、ブラジルにおいて一般的と考えられる単価として US\$50/MWh と設定した。

### (2) 収益性

各サイトにおける収益性を検討するため、それぞれの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。それぞれのキャッシュフローを図表に示す。

#### ケース1（発電なし）のキャッシュフロー

発電設備を設置しない場合のキャッシュフローを図表 6-3～6-5 に示す。モジグアス市は、事業開始後 2 年目で黒字となり、プロジェクト実施期間の IRR は 19.5% となった。これより、設定した条件の下では十分に収益性が見込める事業であることが分かった。

これに対し、イタニヤイン市及びカラピクイバ市では厳しい結果となった。イタニヤイン市では事業開始当初は黒字で推移するものの、ランドフィルガス発生量の減少によって徐々に収益性が悪化する結果となった。IRR は 4.0% と設定条件の下で民間の事業者が事業を実施するのは困難であることが示唆された。また、カラピクイバ市ではプロジェクト期間を通して赤字で推移する結果となり、IRR も計算不能（低すぎるため）となった。

#### ケース2（発電あり）のキャッシュフロー

発電設備を設置した場合のキャッシュフローを図表 6-6～6-8 に示す。発電を実施する場合には、すべてのサイトにおいてプロジェクト期間を通して赤字で推移する結果となり、設定した条件においては事業として成り立たないことが分かった。

発電事業を実施する場合には、発生するランドフィルガスの有効利用の観点から、プロジェクト期間においてガス発生量の変化幅が小さいことが望ましい。また系統連系に関連する手間やコストなどを考慮すれば、ガス発生量がある程度確保できることが重要であり、今回調査したサイトではこれらの条件を満足できなかったことが大きな要因である。

図表6-3 イタニヤイン市(ケース1)のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目	
費用																							
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
CDM利益・認証費用			5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		4,238	3,835	3,470	3,140	2,841	2,571	2,326	2,105	1,904	1,723	1,559	1,411	1,277	1,155	1,045	946	856	774	701	634	
発電コスト	US\$70.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
減価償却		49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		32,794	30,306	27,668	24,873	21,910	18,769	15,439	11,910	8,169	4,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出 計		112,538	119,288	116,247	113,087	109,793	106,353	102,753	98,979	95,017	90,851	37,275	37,111	36,963	36,829	36,707	36,597	36,498	36,408	36,326	36,253	36,186	
収入																							
CER販売収入	US\$8.0	0	169,534	153,401	138,803	125,594	113,642	102,828	93,042	84,188	76,177	68,927	62,368	56,433	51,063	46,203	41,807	37,828	34,228	30,971	28,024	25,357	
売電収入	US\$50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
収入 計		0	169,534	153,401	138,803	125,594	113,642	102,828	93,042	84,188	76,177	68,927	62,368	56,433	51,063	46,203	41,807	37,828	34,228	30,971	28,024	25,357	
当期収支		-112,538	50,246	37,153	25,716	15,801	7,289	74	-5,937	-10,829	-14,675	31,652	25,257	19,470	14,234	9,496	5,209	1,330	-2,179	-5,355	-8,229	-10,829	
法人税		0	17,084	12,632	8,743	5,372	1,749	18	0	0	0	10,762	8,587	6,620	4,840	2,279	1,250	319	0	0	0	0	
当期利益		-112,538	33,162	24,521	16,973	10,428	5,539	56	-5,937	-10,829	-14,675	20,890	16,670	12,850	9,394	7,217	3,959	1,011	-2,179	-5,355	-8,229	-10,829	

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	
初期投資	546,570																						
借入金	546,570																						
借入金利	6.00%																						
借入期間(年)	10																						
当期利益		-112,538	33,162	24,521	16,973	10,428	5,539	56	-5,937	-10,829	-14,675	20,890	16,670	12,850	9,394	7,217	3,959	1,011	-2,179	-5,355	-8,229	-10,829	
減価償却戻し		49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
返済金元金		41,467	43,955	46,592	49,388	52,351	55,492	58,822	62,351	66,092	70,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
当期留保分		-104,813	38,399	27,120	16,776	7,268	-762	-9,574	-19,097	-27,730	-35,541	20,890	16,670	12,850	9,394	7,217	3,959	1,011	-2,179	-5,355	-8,229	-10,829	
借入金残高	546,570	505,103	461,148	414,555	365,167	312,816	257,323	198,501	136,150	70,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
内部留保		-104,813	-66,415	-39,295	-22,519	-15,250	-16,012	-25,586	-44,684	-72,414	-107,955	-87,064	-70,395	-57,545	-48,150	-40,933	-36,974	-35,963	-38,142	-43,497	-51,726	-62,555	

図表6-4 カラビクイバ市(ケース1)のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目	
費用																							
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
CDM利益・認証費用			5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		1,921	1,738	1,573	1,423	1,288	1,165	1,054	954	863	781	707	639	579	524	474	429	388	351	318	287	
発電コスト	US\$70.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却		35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		23,497	21,715	19,825	17,822	15,689	13,448	11,062	8,534	5,853	3,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出計		80,295	85,433	83,361	81,192	78,920	76,534	74,025	71,386	68,605	65,673	27,333	27,259	27,191	27,131	27,076	27,026	26,981	26,940	26,903	26,870	26,839	
収入																							
CER販売収入	US\$8.0	0	76,836	69,524	62,908	56,921	51,505	46,603	42,168	38,156	34,525	31,239	28,266	25,576	23,143	20,940	18,947	17,144	15,513	14,037	12,701	11,492	
売電収入	US\$50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計		0	76,836	69,524	62,908	56,921	51,505	46,603	42,168	38,156	34,525	31,239	28,266	25,576	23,143	20,940	18,947	17,144	15,513	14,037	12,701	11,492	
当期収支		-80,295	-8,597	-13,837	-18,285	-21,998	-25,029	-27,422	-29,217	-30,449	-31,148	3,906	1,008	-1,615	-3,988	-6,135	-8,078	-9,836	-11,427	-12,866	-14,169	-15,347	
法人税		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	937	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期利益		-80,295	-8,597	-13,837	-18,285	-21,998	-25,029	-27,422	-29,217	-30,449	-31,148	2,969	766	-1,615	-3,988	-6,135	-8,078	-9,836	-11,427	-12,866	-14,169	-15,347	

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	
初期投資	391,621																						
借入金	391,621																						
借入金利	6.00%																						
借入期間(年)	10																						
当期利益		-80,295	-8,597	-13,837	-18,285	-21,998	-25,029	-27,422	-29,217	-30,449	-31,148	2,969	766	-1,615	-3,988	-6,135	-8,078	-9,836	-11,427	-12,866	-14,169	-15,347	
減価償却戻し		35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金元金		29,711	31,494	33,384	35,387	37,510	39,761	42,146	44,675	47,356	50,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期留保分		-74,761	-4,846	-11,975	-18,426	-24,262	-29,544	-34,323	-38,647	-42,559	-46,069	2,969	766	-1,615	-3,988	-6,135	-8,078	-9,836	-11,427	-12,866	-14,169	-15,347	
借入金残高	391,621	361,910	330,415	297,032	261,645	224,135	184,374	142,228	97,553	50,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
内部留保		-74,761	-79,607	-91,581	-110,007	-134,269	-163,813	-198,136	-236,782	-279,341	-325,440	-322,472	-321,706	-323,321	-327,309	-333,444	-341,522	-351,359	-362,786	-375,652	-389,820	-405,168	

図表 6-5 モジグアス市（ケース1）のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目
費用																						
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
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	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		4,708	4,822	4,925	5,018	5,102	5,178	5,247	5,309	5,366	5,417	4,901	4,435	4,013	3,631	3,286	2,973	2,680	2,434	2,202	1,993
発電コスト	US\$70.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却		44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		29,392	27,162	24,799	22,293	19,637	16,822	13,838	10,675	7,322	3,767	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出 計		98,033	105,511	103,261	100,858	98,295	95,564	92,656	89,562	86,271	82,774	34,969	34,453	33,987	33,565	33,183	32,838	32,525	32,242	31,986	31,754	31,545
収入																						
CER販売収入	US\$8.0	0	188,320	192,872	196,984	200,704	204,072	207,120	209,880	212,376	214,632	216,680	196,056	177,400	160,520	145,240	131,424	118,912	107,600	97,360	88,096	79,712
売電収入	US\$50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入 計		0	188,320	192,872	196,984	200,704	204,072	207,120	209,880	212,376	214,632	216,680	196,056	177,400	160,520	145,240	131,424	118,912	107,600	97,360	88,096	79,712
当期収支		-98,033	82,809	89,611	96,126	102,409	108,508	114,464	120,318	126,105	131,858	181,711	161,603	143,413	126,955	112,057	98,586	86,387	75,358	65,374	56,342	48,167
法人税		0	28,155	30,468	32,683	34,819	36,893	38,918	40,908	42,876	44,832	61,782	54,945	48,760	43,165	38,099	33,519	29,372	25,622	22,227	19,156	16,377
当期利益		-98,033	54,654	59,143	63,443	67,590	71,615	75,546	79,410	83,229	87,027	119,929	106,658	94,653	83,790	73,958	65,067	57,016	49,736	43,147	37,185	31,790

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目
初期投資	489,870																					
借入金	489,870																					
借入金利	6.00%																					
借入期間(年)	10																					
当期利益		-98,033	54,654	59,143	63,443	67,590	71,615	75,546	79,410	83,229	87,027	119,929	106,658	94,653	83,790	73,958	65,067	57,016	49,736	43,147	37,185	31,790
減価償却戻し		44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金元金		37,165	39,395	41,759	44,265	46,921	49,736	52,720	55,883	59,236	62,790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期留保分		-91,110	59,347	61,473	63,267	64,758	65,968	66,815	67,615	68,081	68,225	119,929	106,658	94,653	83,790	73,958	65,067	57,016	49,736	43,147	37,185	31,790
借入金残高	489,870	452,705	413,309	371,550	327,285	280,365	230,629	177,908	122,026	62,790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
内部留保		-91,110	-31,762	29,710	92,977	157,735	223,703	290,617	358,232	426,314	494,639	614,568	721,226	815,878	899,668	973,626	1,038,693	1,095,709	1,145,445	1,188,592	1,225,777	1,257,568

図表6-6 イタニヤイン市(ケース2)のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目	
費用																							
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
ODM株証・認証費用		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		4,238	3,835	3,470	3,140	2,841	2,571	2,326	2,105	1,904	1,723	1,559	1,411	1,277	1,155	1,045	946	856	774	701	634	574
発電コスト	US\$70.0	0	223,205	223,205	223,205	223,205	223,205	223,205	223,205	223,205	218,959	198,122	179,268	162,209	146,772	132,805	120,167	108,732	98,385	89,022	80,550	72,885	66,210
減価償却		49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		32,794	30,306	27,669	24,873	21,910	18,769	15,439	11,910	8,169	4,203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出 計		112,538	342,493	339,452	336,291	332,998	329,558	325,958	322,184	318,222	309,810	235,397	216,379	199,171	183,601	169,512	156,764	145,229	134,792	125,348	116,803	109,071	102,085
収入																							
CER販売収入	US\$8.0	0	169,534	153,401	138,803	125,594	113,642	102,828	93,042	84,188	76,177	68,927	62,368	56,433	51,063	46,203	41,807	37,820	34,228	30,971	28,024	25,357	22,960
売電収入	US\$50.0	0	159,432	159,432	159,432	159,432	159,432	159,432	159,432	159,432	156,399	141,516	128,049	115,863	104,837	94,861	85,834	77,665	70,275	63,587	57,536	52,061	47,000
収入 計		0	328,966	312,833	298,235	285,026	273,074	262,260	252,474	243,620	232,576	210,443	190,417	172,296	155,900	141,064	127,640	115,494	104,503	94,558	85,560	77,418	70,110
当期収支		-112,538	-13,527	-26,619	-38,057	-47,972	-56,484	-63,699	-69,710	-74,602	-77,234	-24,954	-25,963	-26,875	-27,701	-28,448	-29,124	-29,736	-30,289	-30,790	-31,243	-31,653	-32,025
法人税		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期利益		-112,538	-13,527	-26,619	-38,057	-47,972	-56,484	-63,699	-69,710	-74,602	-77,234	-24,954	-25,963	-26,875	-27,701	-28,448	-29,124	-29,736	-30,289	-30,790	-31,243	-31,653	-32,025

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	
初期投資	546,570																						
借入金	546,570																						
借入金利	6.00%																						
借入期間(年)	10																						
当期利益		-112,538	-13,527	-26,619	-38,057	-47,972	-56,484	-63,699	-69,710	-74,602	-77,234	-24,954	-25,963	-26,875	-27,701	-28,448	-29,124	-29,736	-30,289	-30,790	-31,243	-31,653	
減価償却戻し		49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	49,191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
返済金元金		41,467	43,955	46,592	49,388	52,351	55,492	58,822	62,351	66,092	70,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
当期留保分		-104,813	-8,291	-24,021	-38,254	-51,132	-62,785	-73,329	-82,870	-91,503	-98,101	-24,954	-25,963	-26,875	-27,701	-28,448	-29,124	-29,736	-30,289	-30,790	-31,243	-31,653	
借入金残高	546,570	505,103	461,148	414,555	365,167	312,816	257,323	198,501	136,150	70,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
内部留保		-104,813	-113,104	-137,124	-175,378	-226,510	-289,295	-362,625	-445,495	-536,997	-635,098	-660,052	-686,015	-712,890	-740,591	-769,039	-798,163	-827,899	-858,188	-888,978	-920,222	-951,875	

図表6-7 カラビクイバ市(ケース2)のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目
費用																						
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000
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	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		1,921	1,738	1,573	1,423	1,288	1,165	1,054	954	863	781	707	639	579	524	474	429	388	351	318	287
発電コスト	US\$70.0	0	111,602	111,602	111,602	111,602	111,602	111,602	111,602	111,602	99,236	89,793	81,248	73,516	66,520	60,190	54,462	49,279	44,590	40,346	36,507	33,033
減価償却		35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		23,497	21,715	19,825	17,822	15,689	13,448	11,062	8,534	5,853	3,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出 計		80,295	197,036	194,963	192,785	190,522	188,136	185,628	182,968	180,207	164,909	117,126	106,506	100,707	93,651	87,265	81,488	76,260	71,529	67,249	63,376	59,872
収入																						
CER販売収入	US\$8.0	0	76,836	69,524	62,908	56,921	51,505	46,603	42,168	38,156	34,525	31,239	28,266	25,576	23,143	20,940	18,947	17,144	15,513	14,037	12,701	11,492
売電収入	US\$50.0	0	79,716	79,716	79,716	79,716	79,716	79,716	79,716	79,716	70,883	64,138	58,034	52,511	47,514	42,993	38,901	35,199	31,850	28,819	26,076	23,595
収入 計		0	156,552	149,240	142,624	136,637	131,221	126,319	121,884	117,872	105,408	95,377	86,300	78,088	70,657	63,933	57,849	52,344	47,363	42,855	38,777	35,087
当期収支		-80,295	-40,484	-45,723	-50,171	-53,885	-56,915	-59,308	-61,104	-62,336	-59,501	-21,749	-22,206	-22,620	-22,994	-23,332	-23,639	-23,916	-24,167	-24,394	-24,599	-24,785
法人税		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期利益		-80,295	-40,484	-45,723	-50,171	-53,885	-56,915	-59,308	-61,104	-62,336	-59,501	-21,749	-22,206	-22,620	-22,994	-23,332	-23,639	-23,916	-24,167	-24,394	-24,599	-24,785

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目
初期投資	391,621																					
借入金	391,621																					
借入金利	6.00%																					
借入期間(年)	10																					
当期利益		-80,295	-40,484	-45,723	-50,171	-53,885	-56,915	-59,308	-61,104	-62,336	-59,501	-21,749	-22,206	-22,620	-22,994	-23,332	-23,639	-23,916	-24,167	-24,394	-24,599	-24,785
減価償却戻し		35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	35,246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金元金		29,711	31,494	33,384	35,387	37,510	39,761	42,146	44,675	47,356	50,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期留保分		-74,761	-36,732	-43,861	-50,312	-56,149	-61,430	-66,209	-70,533	-74,445	-74,452	-21,749	-22,206	-22,620	-22,994	-23,332	-23,639	-23,916	-24,167	-24,394	-24,599	-24,785
借入金残高	391,621	361,910	330,415	297,032	261,645	224,135	184,374	142,228	97,553	50,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
内部留保		-74,761	-111,493	-155,354	-205,666	-261,815	-323,245	-389,454	-459,987	-534,432	-608,885	-630,634	-652,840	-675,459	-698,453	-721,785	-745,424	-769,340	-793,507	-817,901	-842,500	-867,285

図表 6-8 モジガス市（ケース 2）のキャッシュフロー

収益計画

(US\$)

	前提条件等	2006 1年目	2007 2年目	2008 3年目	2009 4年目	2010 5年目	2011 6年目	2012 7年目	2013 8年目	2014 9年目	2015 10年目	2016 11年目	2017 12年目	2018 13年目	2019 14年目	2020 15年目	2021 16年目	2022 17年目	2023 18年目	2024 19年目	2025 20年目	2026 21年目	
費用																							
人件費		12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552	12,552
メンテナンス費他		12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
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	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Adaptation Fee/CER	US\$0.2		4,708	4,822	4,925	5,018	5,102	5,178	5,247	5,309	5,366	5,417	4,901	4,435	4,013	3,631	3,286	2,973	2,680	2,434	2,202	1,993	
発電コスト	US\$70.0	0	541,304	554,375	558,012	558,012	558,012	558,012	558,012	558,012	558,012	558,012	558,012	509,915	461,390	417,483	377,754	341,806	309,279	279,847	253,216	229,119	
減価償却		44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金利息		29,392	27,162	24,799	22,293	19,637	16,822	13,838	10,675	7,322	3,767	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出 計		98,033	646,815	657,635	658,870	656,307	653,576	650,668	647,574	644,283	640,786	592,981	592,465	543,902	494,955	450,666	410,592	374,331	341,521	311,833	284,971	260,664	
収入																							
CER販売収入	US\$8.0	0	188,320	192,872	196,984	200,704	204,072	207,120	209,880	212,376	214,632	216,680	196,056	177,400	160,520	145,240	131,424	118,912	107,600	97,360	88,096	79,712	
売電収入	US\$50.0	0	396,646	395,982	398,580	396,580	398,580	398,580	398,580	398,580	398,580	398,580	398,580	364,225	329,564	298,202	269,824	244,147	220,914	199,891	180,869	163,657	
収入 計		0	574,966	588,854	595,564	599,284	602,652	605,700	608,460	610,956	613,212	615,260	594,636	541,625	490,084	443,442	401,248	363,059	328,514	297,251	268,965	243,369	
当期収支		-98,033	-71,849	-68,781	-63,306	-57,023	-50,924	-44,968	-39,114	-33,327	-27,574	22,279	2,171	-2,277	-4,871	-7,224	-9,343	-11,272	-13,007	-14,582	-16,006	-17,296	
法人税		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,575	521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期利益		-98,033	-71,849	-68,781	-63,306	-57,023	-50,924	-44,968	-39,114	-33,327	-27,574	14,704	1,650	-2,277	-4,871	-7,224	-9,343	-11,272	-13,007	-14,582	-16,006	-17,296	

資金計画

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	
初期投資	489,870																						
借入金	489,870																						
借入金利	6.00%																						
借入期間(年)	10																						
当期利益		-98,033	-71,849	-68,781	-63,306	-57,023	-50,924	-44,968	-39,114	-33,327	-27,574	14,704	1,650	-2,277	-4,871	-7,224	-9,343	-11,272	-13,007	-14,582	-16,006	-17,296	
減価償却戻し		44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	44,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
返済金元金		37,165	39,395	41,759	44,265	46,921	49,736	52,720	55,883	59,236	62,790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当期留保分		-91,110	-67,156	-66,452	-63,482	-59,855	-56,571	-53,600	-50,909	-48,475	-46,275	14,704	1,650	-2,277	-4,871	-7,224	-9,343	-11,272	-13,007	-14,582	-16,006	-17,296	
借入金残高	489,870	452,705	413,309	371,550	327,285	280,365	230,629	177,908	122,026	62,790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
内部留保		-91,110	-158,266	-224,718	-289,200	-348,055	-404,627	-458,226	-509,135	-557,610	-603,696	-589,181	-587,532	-589,809	-594,679	-601,903	-611,247	-622,518	-635,526	-650,108	-666,114	-683,409	

(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\$5.0 ~ 15.0 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。

算定の結果を図表 6-9 ~ 6-12 に示す。これより、前提条件として設定した CER 価格 (US\$8.0) においては、モジグアス市で IRR が 19.5% となり、投資の対象としてある程度の魅力があることが確認できた。一方で、イタニヤイン市及びカラピクイバ市では、ともに要求収益率 (6%) を確保できず、厳しい結果となった。

図表 6-9 CER 価格による感度分析結果 (イタニヤイン市)

イニシャルコスト [US\$]	CER 販売価格 [US\$/t-CO <sub>2</sub> ]	IRR [%]	NPV [US\$]
546,570	5\$/t-CO <sub>2</sub>	-	177,891
	6\$/t-CO <sub>2</sub>	-	296,083
	7\$/t-CO <sub>2</sub>	-0.7	399,873
	8\$/t-CO <sub>2</sub>	4.0	494,338
	9\$/t-CO <sub>2</sub>	7.2	582,261
	10\$/t-CO <sub>2</sub>	9.8	665,691
	11\$/t-CO <sub>2</sub>	12.0	746,715
	12\$/t-CO <sub>2</sub>	14.1	828,589
	13\$/t-CO <sub>2</sub>	16.1	909,907
	14\$/t-CO <sub>2</sub>	18.0	991,161
	15\$/t-CO <sub>2</sub>	19.8	1,072,370

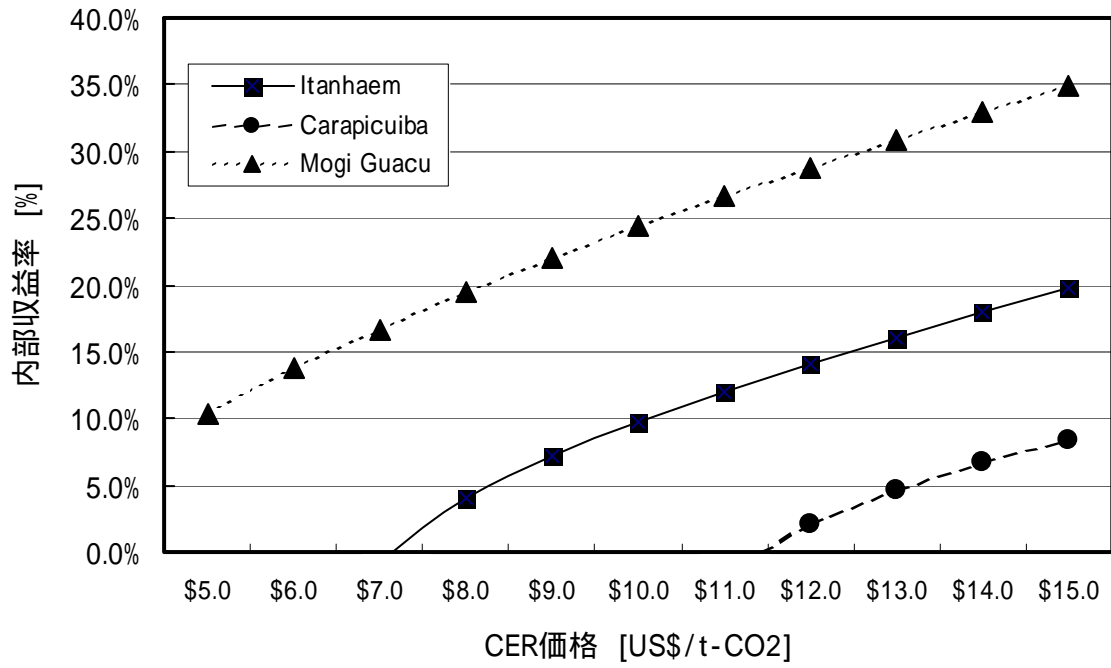
図表 6-10 CER 価格による感度分析結果（カラビクイバ市）

イニシャルコスト [US\$]	CER 販売価格 [US\$/t-CO <sub>2</sub> ]	IRR [%]	NPV [US\$]
396,552	5\$/t-CO <sub>2</sub>	-	-39,171
	6\$/t-CO <sub>2</sub>	-	16,760
	7\$/t-CO <sub>2</sub>	-	72,692
	8\$/t-CO <sub>2</sub>	-	128,009
	9\$/t-CO <sub>2</sub>	-	182,633
	10\$/t-CO <sub>2</sub>	-	233,716
	11\$/t-CO <sub>2</sub>	-1.7	279,473
	12\$/t-CO <sub>2</sub>	2.1	323,317
	13\$/t-CO <sub>2</sub>	4.6	365,414
	14\$/t-CO <sub>2</sub>	6.7	405,294
	15\$/t-CO <sub>2</sub>	8.4	443,751

図表 6-11 CER 価格による感度分析結果（モジグアス市）

イニシャルコスト [US\$]	CER 販売価格 [US\$/t-CO <sub>2</sub> ]	IRR [%]	NPV [US\$]
489,870	5\$/t-CO <sub>2</sub>	10.4	667,116
	6\$/t-CO <sub>2</sub>	13.8	826,954
	7\$/t-CO <sub>2</sub>	16.7	986,793
	8\$/t-CO <sub>2</sub>	19.5	1,146,631
	9\$/t-CO <sub>2</sub>	22.0	1,306,469
	10\$/t-CO <sub>2</sub>	24.4	1,446,308
	11\$/t-CO <sub>2</sub>	26.7	1,626,146
	12\$/t-CO <sub>2</sub>	28.8	1,785,984
	13\$/t-CO <sub>2</sub>	30.9	1,945,823
	14\$/t-CO <sub>2</sub>	33.0	2,105,661
	15\$/t-CO <sub>2</sub>	34.9	2,265,499

図表 6-12 CER 価格による感度分析結果



## 第7章 事業化に向けた課題

### 7.1 経済性の向上

第3章でも述べたとおり、ブラジルは比較的 CDM に関する意識が高く、今回調査を実施した埋立処分場におけるランドフィルガスの活用についても多くのプロジェクトが実施または計画されている。しかしながら、これまでに組み込まれてきたプロジェクトは、経済性確保の観点から大規模なものに偏っており、本プロジェクトのような小規模な処分場への導入は進んでいない。

本プロジェクトの3つのサイトは、モジグアス市では収益性を確保できる見込みが高いが、その他の2サイトでは、設定した条件の下において十分な利益を確保することが難しいといえる。しかしながら、これらのサイトにおいても埋立処分場の適正な整備に対する地域社会のニーズは高く、CER 価格の上昇などの条件を整えば、周辺環境の改善を目指す事業者が事業を実施する可能性はあると考えられる。

今後このような小規模な埋立処分場の整備を進めていくためには、CDM プロジェクトとしての経済性向上のための方策をさらに検討していく必要がある。

経済性向上のためには、次のような方策が考えられる。

- ・ 埋立処分場の集約によるごみ収集量の確保
- ・ ランドフィルガス回収技術の向上による回収率改善
- ・ CDM 化経費に対する公的支援（補助金等）の拡大

### 7.2 ガス発生量予測精度の向上

ランドフィルガスの発生量の推算に関しては、First Order Decay モデルを使用した。本モデルにおいて、ランドフィルガスの発生量を精度よく予測するためには、モデルで使用する各種パラメータが現地の諸条件を適切に反映している必要がある。ランドフィルガスの発生量は、プロジェクトの収益性に直接影響を及ぼすことから、パラメータの設定は慎重に行うべきである。

本調査では、パラメータの設定に影響を及ぼす因子について、十分な検討を実施することはできなかったが、事業化に向けてさらに調査を実施する必要があると考える。

### 7.3 その他

#### (1) 現地の商習慣の理解

ブラジルにおいて事業及び事業化に向けた調査を実施するにあたっては、現地の商習慣を理解することが重要と考える。途上国では珍しくないことであるが、事業に重大な影響を及ぼす事項が口約束で決定されることも多く、注意すべき課題である。

本調査において調査対象地が変更になった経緯にもこのような「口約束」によって、実際にはプロジェクトの実施が難しいサイトで、事業の実施が可能であるかのような PIN を廃棄物処理事業者などが作製してきたことが影響しており、例えば市長名で出された文章であっても下でも述べるように法的な拘束力のないものについては意味を持たないので、この点については十分な注意が必要である。

## (2) CDM プロジェクト化と法的拘束力

多くの自治体では、何かしらの環境問題を抱え、それらを解決するための財政的な余裕もないことから、長年にわたって不適切な状況を放置してきたケースもある。それらの環境問題のいくつかを廃棄物埋立処分場から発生する LFG を回収・処理する CDM プロジェクトにすることによって解決出来ることから、自治体の期待も非常に大きい。しかし、自治体の担当者と一緒にこれらの問題を解決し、PDD の作製を行ったとしても、最終的に CER クレジットを買うことが出来るのはコンペ・入札を通じてプロジェクトへの参加権利を得た組織等である。したがって、地域の環境問題を解決しつつ我が国に CER クレジットを移転するためには仕組みとしての工夫が必要であり、権利を確保する場合も自治体の担当者や市長の名前で出された文章だけでは不十分であり、弁護士からリーガルオピニオンを得るなどして法的拘束力を持たせることが必要である。

## (3) LFG の所有権の不確かさ

通常、自治体と廃棄物処理事業者は長期契約により自治体内で発生する廃棄物の処理について契約を結ぶ。その契約の中に廃棄物埋立処分場から発生する LFG や汚水など、環境に悪影響を与える要素について、市あるいは廃棄物処理事業者のどちらに責任があり、適切な処理をしなければならないかが記載されることになっている。しかし、実際にはこの部分については契約書に書かれることは少なく、市当局と廃棄物処理事業者の間で「口約束」によって誰がどのように処理するかを決めている。

したがって、CDM プロジェクトによって LFG の回収・処理により収入が得られる事になる場合、廃棄物処理事業者が LFG の管理を市から委託されていれば LFG の所有権は廃棄物処理事業者にあり、クレジット収入も廃棄物処理事業者のものになる。しかし、きちんとした契約書では取り決めがされていないことから、CDM プロジェクトとして LFG から収入が得られるとわかった場合、自治体では入札・コンペを実施して、自治体に収入が入るようにしようとする。そのため、廃棄物処理事業者が LFG の所有権を主張するケースでも契約書の中に明確には記載されていないケースが多く、具体的に CDM プロジェクトを進める場合には、この部分の確認が必要である。

## (4) 廃棄物処理の利権に関する課題

ブラジルに限ったことではないが、廃棄物処理に関する事業には様々な利権構造が存在していることが分かった。

事業化を進めていく段階においては、これらの利権構造が大きな障害になる可能性も否定できないことから、十分な調査が必要である。特に自治体の廃棄物埋立処分場を対象とする CDM プロジェクトの様に自治体の関与が大きくなる場合は、様々な方面からの働きかけも考えられ、市当局と進めていた計画が変更を余儀なくされるケースもありえる。

## (5) 規模に関する課題

サンパウロ州には約 600 の自治体があり、これらの廃棄物埋立処分場から発生する LFG は膨

大な量になる。これらの LFG を回収・処理することができればかなりの量の CER クレジットが期待できる。しかし、これらの一つ一つの自治体はそれほど大きな規模ではなく、むしろ一つのサイトとしてみると規模の小さな物が大半である。そのため、これらの PDD を個別に作製し、有効化やモニタリングを DOE に依頼すると得られるクレジットと比較して多額の費用が必要となる。

ブラジルでは豚舎から発生する尿尿を回収して LFG を処理する CDM プロジェクトが UNFCCC に登録されており、この PDD では地理的には離れた数カ所の豚舎をひとまとまりとして扱っている。これと同様に地域的に近い廃棄物埋立処分場についてはまとめることが可能であれば、有効化などに必要となる費用を大幅に削減し、CER クレジットの売り手・買い手双方にとってメリットは大きくなる。現在、ブラジルの DOE 等とまとめられるか否かについて協議しており、DNA をも交えてこの課題について協議していく必要がある。

## 第8章 現地調査

第1回現地調査は2005年9月26日～9月30日にかけて、第2回調査は2006年1月9日～1月13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 第1回現地調査

日	ヒアリング・調査先	ヒアリング・調査内容
9/26	BSMB (ブラジル三井住友銀行) XENEX BCINC Maxambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地カウンターパートとの打合せ</li> <li>ブラジルの地理情報やエネルギー関連情報収集</li> </ul>
	Instituto Internacional de Ecologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルの CDM 事業に関する意見交換</li> </ul>
	KPMG	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルの CDM 事業に関する意見交換</li> </ul>
	Sansuy	<ul style="list-style-type: none"> <li>同社で関与している CDM 事業に関する意見交換</li> </ul>
9/27	CIESP (サンパウロ州工業センター)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルの環境法に関する資料収集</li> <li>ブラジル及びサンパウロ州における CDM の現状と見通しに関する意見交換</li> </ul>
	BM&F (先物商品取引所)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルにおける CDM とカーボンクレジットの金融分野からのアプローチの把握</li> </ul>
	Ralston International do Brasil Ltda Instituto Brasileiro de Com. Ext	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルの CDM 事業に関する意見交換</li> </ul>
	SGS do Brasil Ltda	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジル及びサンパウロ州における CDM の現状と見通しに関する意見交換</li> </ul>
	Eletropaulo (サンパウロ州電力公社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジル及びサンパウロ州における電力事情 (発電量、価格、系統関係、各種原単位) に関する情報収集</li> <li>ベースラインシナリオに関する意見交換</li> </ul>
9/28	サンパウロ州モジグアス市埋立処分場 Faculdade Municipal Prof. Franco Montoro	<ul style="list-style-type: none"> <li>モジグアス市埋立処分場の視察</li> <li>市から埋立処分場の管理を委託されている財団幹部と CDM に関する意見交換</li> </ul>
	サンパウロ州カラピクイバ市埋立処分場	<ul style="list-style-type: none"> <li>カラピクイバ市埋立処分場の視察</li> </ul>

日	ヒアリング・調査先	ヒアリング・調査内容
9/29	Governo do Distrito Federal (連邦直轄地政府金融庁)	・ ブラジルにおける CDM とカーボンのクレジットの金融分野からのアプローチの把握
	Triton	・ ブラジルの CDM 事業に関する意見交換
	CEB (ブラジリア地方電力公社)	・ ブラジル及びサンパウロ州における電力事情(発電量、価格、系統関係、各種原単位)に関する情報収集 ・ ベースラインシナリオに関する意見交換
	CEF (連邦貯蓄金庫)	・ ブラジルにおける CDM とカーボンのクレジットの金融分野からのアプローチの把握
9/30	PWC	・ ブラジルにおける CDM の現状と見通しに関する意見交換
	BNDDES (国立経済社会開発銀行)	・ CDM へに関する政府金融機関の見解の把握
	Ecosecurities	・ ブラジルの CDM 事業に関する意見交換
	CVRD (リオドーセ渓谷会社、旧ブラジル鉄鉱石公社)	・ ブラジルにおけるエネルギー、鉱業の情報収集

図表 8-2 第 2 回現地調査

日	ヒアリング・調査先	ヒアリング・調査内容
1/9	BSMB (ブラジル三井住友銀行) XENEX BCINC Max Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地カウンターパートとの打合せ</li> <li>PDD 作成に関する意見交換</li> </ul>
	サンパウロ州イタニャイン市 サンパウロ州イタニャイン市埋立処分場	<ul style="list-style-type: none"> <li>市の環境部高官と CDM に関する意見交換</li> <li>イタニャイン市埋立処分場の視察</li> </ul>
1/10	サンパウロ州カラピクイバ市 サンパウロ州カラピクイバ市埋立処分場	<ul style="list-style-type: none"> <li>市の清掃局高官と CDM に関する意見交換</li> <li>カラピクイバ市埋立処分場の視察</li> </ul>
	サンパウロ州モジグアス市 サンパウロ州モジグアス市埋立処分場	<ul style="list-style-type: none"> <li>市から埋立処分場の管理を委託されている財団幹部と CDM に関する意見交換</li> </ul>
1/11	SGS do Brasil Ltda	<ul style="list-style-type: none"> <li>指定運営組織 (DOE) の立場から見た当該 CDM 案件に対する意見の聴取</li> <li>validation や verification、certification についての情報収集</li> </ul>
	Econergy	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルにおける CDM の現状と見通しに関する意見交換</li> <li>新方法論や統合方法論に関する情報収集</li> </ul>
1/12	Ministerio da Ciencia e Tecnologia Gabinete do Ministro (科学技術省)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブラジルの指定国家機関 (DNA) である科学技術省の責任者の当該 CDM 案件に対する意見の聴取</li> <li>ブラジルにおける CDM の現状と見通しの情報収集と意見交換</li> </ul>
	Governo do Distrito Federal (連邦直轄地政府金融庁)	<ul style="list-style-type: none"> <li>連邦直轄地における CDM 案件の情報交換</li> </ul>
1/13	Sansuy	<ul style="list-style-type: none"> <li>し尿処理施設に関する CDM の意見交換</li> <li>し尿処理施設 CDM 案件の技術面の情報収集</li> </ul>
	BSMB (ブラジル三井住友銀行) XENEX BCINC	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地カウンターパートとの打合せ</li> <li>PDD 作成に関する意見交換</li> </ul>

図表 8-3 市の担当者とのヒアリングの様子（左：イタニャイン市、右：モジグアス市）

