

**ブラジル連邦共和国**

**プロジェクト・ファイナディング調査報告書**

---

<b>ブラジル国</b>	<b>ブラジル中北部灌漑システム改善計画</b>
	<b>ブラジル東北部灌漑システム改善計画</b>

---

**平成 19 年 3 月**

**社団法人 海外農業開発コンサルタント協会**



## まえがき

本報告書は、社団法人海外農業開発コンサルタント協会が派遣し、ブラジル国において実施したプロジェクトファイディング調査の結果をとりまとめたものである。

プロジェクトファイディング調査は、平成19年3月8日から3月24日までの間、以下の団員により行われた。

- 団長／灌漑開発 関 好（日本工営株式会社）
- 農村開発 松浦 夏野（日本工営株式会社）

調査団は、調査期間中に相手国政府関係機関との協議を実施するとともに、現場を調査した。調査を実施した当初案件名は次の通りである。

- ブラジル国 ブラジル中北部灌漑システム改善計画（トカンチンス州）
- 同国 ブラジル東北部灌漑システム改善計画（サンフランシスコ河中流域）

本報告書では、まず第1章で、ブラジル国の概況を記述した。第2章では、ブラジル中北部灌漑システム改善計画（トカンチンス州）に関する調査の結果を記載した。第3章では、ブラジル東北部灌漑システム改善計画（サンフランシスコ河中流域）に関する調査結果を記した。また、調査日程、面会者リスト、現地写真、調査者略歴は、それぞれ付属資料に示すとおりである。

調査団は、調査実施に際し、ブラジル国政府関係機関ならびに在ブラジル日本大使館、JICA ブラジル事務所、在リオネジャネイロ日本国総領事館の方々から多大なご助言及びご協力を頂き、調査業務を円滑に遂行することができた。これら関係機関並びに関係者に深い感謝の意を表します。

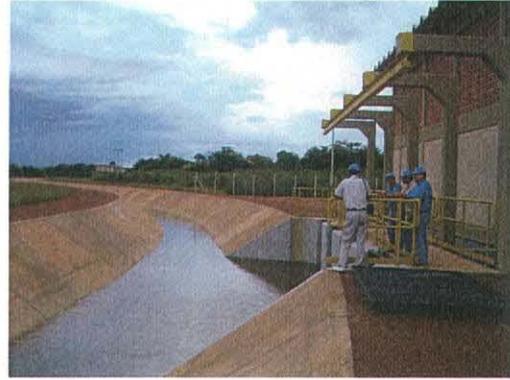
平成19年3月

プロジェクトファイディング調査団団長  
関 好

ブラジル中北部灌漑システム改善計画  
(トカンチンス州南東部貧困地域)



マヌエル・アルビス・ダム



導水路と第二ポンプ場



第二ポンプ場 フィルター



マヌエルアルビス受益地 (セラード\*土壤改良地域)



北部貧困地域 (オウムのくちばし) の町並み



ラジェアードダム (トカンチンス河)

サンフランシスコ河開発公社ブラジル東北部灌漑システム改善計画  
(ペルナンブコ州、パイア州)



大農 (FruitFort) における灌漑システム



Salitre ポンプ場と導水路



Pontal Sul 導水路



Pontal Sul 受益地



AGROVALE エタノールプラント



AGROVALE 試験場

**ブラジル連邦共和国  
プロジェクトファインディング調査報告書**

目 次

調査対象地域位置図

まえがき

現地踏査写真

	頁
第1章 ブラジル国の概況 .....	1
1.1 国土と人口 .....	1
1.2 気候 .....	1
1.3 経済状況 .....	2
1.4 農家部門の動向 .....	3
1.5 連邦政府の開発方針 .....	3
1.6 我が国の援助方針 .....	4
第2章 ブラジル中北部灌漑システム改善計画（トカンチンス州） .....	5
2.1 トカンチンス州の現況 .....	5
2.1.1 概況 .....	5
2.1.2 気候および水資源 .....	5
2.1.3 経済状況 .....	7
2.1.4 州政府の開発方針 .....	7
2.2 農業セクターの状況 .....	8
2.2.1 農業の状況 .....	8
2.2.2 灌漑の状況（南東部地域及び北端部の状況） .....	9
2.2.3 バイオ燃料作物の状況 .....	10
2.2.4 農業・農村セクターにおける開発方針 .....	11
2.3 ブラジル中北部灌漑システム改善計画案（トカンチンス州） .....	12
2.3.1 計画の必要性と事業対象地域 .....	12
2.3.2 開発計画の基本構想 .....	12
2.4 総合所見 .....	13
第3章 ブラジル東北部灌漑システム改善計画 （サンフランシスコ河中流域） .....	14
3.1 サンフランシスコ河開発公社（CODEVASF）の概要 .....	14
3.1.1 公社の概況 .....	14
3.1.2 サンフランシスコ河中流域の概要 .....	14
3.1.3 既存農業事業 .....	15
3.2 建設中の灌漑事業 .....	18
3.3 今後実施予定の灌漑計画 .....	20

		頁
3.4 総合所見	.....	21

添付資料-1	調査日程	.....	A-1
添付資料-2	面談者リスト	.....	A-2
添付資料-3	調査者経歴	.....	A-4

## 第1章 ブラジル国の概況

### 1.1 国土と人口

ブラジル連邦共和国（以下「ブラジル国」と称する）は南アメリカ大陸の北東部において8,511,965km<sup>2</sup>（世界第5位、日本の23倍、南アメリカ大陸の約半分）の面積を有し、ウルグアイ、アルゼンチン、パラグアイ、ボリビア、ペルー、コロンビア、ベネズエラ、ガイアナ、スリナム、フランス領ギアナの10国と国境を接している。行政的には26の自治権を有する州と1つの連邦直轄区（首都ブラジリア）から構成され、北部、東北部、南東部、南部、中西部の5つの地方に区分されている。

広大な国土は、流域面積400万Km<sup>2</sup>に及ぶアマゾン川とその南に広がるブラジル高原に大別され、ブラジル高原の大部分は標高300～500mで国土面積の約63%を占める。ブラジル高原の東側には山脈が連なり、その後大西洋岸の狭い低地へと続く。またブラジル国はアマゾン川（流域面積世界1位、長さ世界2位）に代表され、4つの流域（アマゾン川流域、ラ・プラタ川流域、サンフランシスコ流域、トカンチンス川流域）からなる広大な内水面を有する。豊富な水量を持つこれらの河川では古来より水運が発展してきた。また広大な国土は鉱物資源にも恵まれており、鉄鉱石、ボーキサイト、マンガン、ウラニウムなどが豊富に存在し、水産資源、林産資源も豊富である。

ブラジル国の人口は2005年時点で1億8,400万人（世界5位）である。人口分布を見ると、大サン・パウロ圏が約1,800万人、それに続く大リオ圏が約1,100万人でありさらに総人口の80%が大西洋岸沿いの地域に集中している。1895年の国交樹立以降友好な関係を築いており、2003年時点のブラジル国における日系人人口は世界最大の147万人にいたっている。また1990年の出入国管理法の改正以降、本邦においても日系人を中心とする在日ブラジル人が急増しており、2005年時点で約30万人が在住している。2008年にはブラジル移住100周年を迎える。

### 1.2 気候

ブラジル国の気候は熱帯性気候、亜熱帯性気候、半砂漠型乾燥気候、高地の亜熱帯性気候、温帯性気候の5つに分けられる。国土の90%は熱帯地域に属するが、人口の60%以上が温暖な地域に居住している。半砂漠型乾燥気候の降水量は年間800mm以下、アマゾン流域等の熱帯性気候では2,000mm以上と地域によって異なる特徴をもつが、殆どの地域での年間降水量は年間1,000～1,500mmで降雨は夏季（12月～4月）に集中しており、冬季は乾燥する。最も乾燥しているのは東北部地方であり国土の10%に相当する。海岸線に沿った山脈の東側では降水量が多い一方、山脈の後背地では乾燥している。

### 1.3 経済状況

ルーラ大統領は、経済安定と改革重視の政策をとりつつも、社会政策に重点を置き国際的信用を回復している。近年は安定した経済成長を継続しており貿易収支も好調である。

ブラジル国の一人当たりのGNI（国民総所得）は4,320 US ドル（2005年）、GDP（国内総生産）は7,959億 US ドルと世界第12位でありASEANに匹敵するまでに成長した。しかし、このように世界に有数の経済力を持つ一方で所得格差（富裕層上位20%の所得を貧困層下位20%の所得で割った倍率）は世界で2番目に大きく、30倍を超える。この経済格差は近年拡大傾向にあり、貧困および地域間格差が深刻化している。

主要経済指標は次のとおりである。

ブラジルのマクロ経済指標			
項目	2003年	2004年	2005年
実質GDP成長率	0.50%	4.90%	2.30%
名目GDP総額(レアル)	1兆5,561億8,211万レアル	1兆7,666億2,103万レアル	1兆9,375億9,829万レアル
名目GDP総額(USドル)	5,057億3,175.1万ドル	6,039億4,822.6万ドル	7,959億2,437.2万ドル
一人あたりのGDP(名目)	2,824ドル	3,325ドル	4,320ドル
消費者物価上昇率	9.3% (IPCA 累積)	7.6% (IPCA 累積)	5.69% (IPCA 累積)
失業率	10.9% (6大都市平均)	11.5% (6大都市平均)	8.3% (6大都市平均)
国際収支			
項目	2003年	2004年	2005年
経常収支(国際収支ベース)	40億1,600万ドル	111億7,800万ドル	141億9,300万ドル
貿易収支(国際収支ベース)	248億100万ドル	336億6,600万ドル	447億4,800万ドル
外貨準備高	491億1,070万ドル	527億3,980万ドル	535億7,410万ドル
対外債務残高(公的債務、年末)	1,356億8,900万ドル	1,322億5,900万ドル	1,002億8,400万ドル
為替レート(期中平均値、対ドルレート)	3.0771レアル	2.9251レアル	2.4344レアル
為替レート(期末値、対ドルレート)	2.8884レアル	2.6536レアル	2.3399レアル
通貨供給量伸び率	3.60%	19.40%	
輸出額	730億8,414万ドル	964億7,522万ドル	1,183億827万ドル
対日輸出額	23億1,055万ドル	27億6,800万ドル	34億7,611万ドル
輸入額	482億5,959万ドル	627億8,180万ドル	735億5,142万ドル
対日輸入額	25億2,060万ドル	28億6,824万ドル	34億711万ドル
直接投資受入額	101億4,400万ドル	181億6,600万ドル	150億6,600万ドル

[出所]

実質GDP成長率、名目GDP総額、消費者物価上昇率、失業率、経常収支、貿易収支、対外債務残高、輸出入額、直接投資受入額：Banco Central do Brasil, Boletim  
 対日輸出入額：開発商工省(SECEX), Balanca Comercial Brasileira  
 一人あたりのGDP: IMF, World Economic Outlook Database  
 GDP産業別構成、国内総支出：ブラジル地理統計院 [IBGE]  
 外貨準備高、為替レート：IMF, IFS  
 通貨供給量伸び率：IMF, International Financial Statistics Yearbook

主要産業は、製造業、鉱業（鉄鉱石他）、農牧業（砂糖、オレンジ、コーヒー、大豆他）であり、主な貿易品目（2004年）は、輸出が工業製品（68.5%）（鉄鋼、航空機、乗用車、アルミ、パルプ、原油等）、基礎産品（29.3%）（鉄鉱石、コーヒー、大豆、鶏肉等）などであり、輸入が原材料（49.6%）、資本財（20.7%）、原油等（16.6%）、消費材（13.1%）などである。

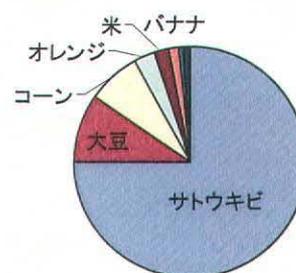
また、主な貿易相手先（2006年）は、輸出が中南米（22.8%、内メルコスール；アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ：10.1%）、EU（22.1%）、米（18.0%）、アジア（15.1%、内日本：2.8%）、輸入がアジア（25.0%、内日本：4.2%）、EU（22.0%）、中南米（17.9%、内メルコスール9.8%）、米（16.2%）である。

#### 1.4 農業部門の動向

経済面において、農業はGDPの約7%を占めるに過ぎないが成長率は約5%と高い伸びを示しておりアグリビジネス全体ではGDPの34%を占めている。2005年の農林水産業関連の輸出は、前年同期比12%増の87億8,900万ドルで輸出額の36%を占めた。

主要作物の生産状況（2006年）は以下の通り。

作物	2006年生産量(ton)
サトウキビ	427,375,385
大豆	55,281,287
コーン	40,828,939
オレンジ	17,868,175
米	11,579,215
バナナ	6,996,648
ジャガイモ	3,118,810
綿	2,813,957
コーヒー	2,535,768
ぶどう	1,189,964
カシュー	255,060
小麦	34,020



【出所】AGRIANUAL2007, AgraFNP

アグリビジネスで注目されるサトウキビやトウモロコシからつくられるバイオ燃料エタノールの需要が世界的に急増していることを受け、ブラジルの2008年のサトウキビの収穫量は前年比11.2%増、エタノール生産量も14.5%増と、いずれも過去最高となる見通しである。ブラジル国のエタノール生産量は米国に次ぐ世界二位、輸出量は世界一位で、国際市場で売買されるエタノールの約7割を占めている。

#### 1.5 連邦政府の開発方針

ブラジル国連邦政府は、地域間格差の是正と地方の雇用創出を政策目標に掲げ、2003年より貧困対策を中心とした施策を実施してきたものの、貧しい東北部、北部と豊かな南東部、南部との経済格差は拡大傾向にあり貧困および地域間格差の問題は深刻化している。

連邦政府は多年度計画2007-2010年(Programa de Aceleracao do Crescimento 2007-2010)において、上位目標として1)インフラ整備による持続可能な開発、2)生産の向上、3)地域格差の是正を挙げている。またこれを達成する方法として、

中期、長期計画の立案と実施、資金の調達、官と民の協調、中央政府と各州政府の協調等と示している。1)のインフラ整備の内容としては、(1)運輸関連、(2)エネルギー関連、(3)都市、農村開発関連が挙げており、プロジェクトの選択基準としては、貧困削減に寄与するもの、シナジー効果が期待できるもの、既存プロジェクトのリハビリテーション、現在進行中のプロジェクトの完工、と述べられている。これらの計画の実施には4年間で約30兆円の予算が組まれている。

このうち、1)(2)エネルギー関連のインフラ整備には発電と送電、石油開発、天然ガス開発、再生可能エネルギー開発が含まれており、再生可能エネルギーに関しては、ブラジル国が世界的なリーダーシップをとっていく政策であり、官民一体となってこれを推し進める予定であると示されている。

上記の通り連邦政府は、貧困問題を重要施策とし、貧困を解消するための方策として、特に、バイオ燃料作物の振興を通じた事業実施に環境対策を含めた貧困対策の糸口を見つけようとしている。しかしながら、これらの作物振興のためには、灌漑システムを整備することがベースとなっており、政府として貧困地区における灌漑システムを整備していく事が重要となっている。

## 1.6 我が国の援助方針

ブラジル国と安定した協力関係を維持していくことは、同国がわが国の重要な食料、資源の供給国であること、援助吸収能力が高く中南米地域において大きな影響力を持つこと、世界最大の日系人社会が存在することなどから考えて重要である。さらに、ブラジル国内では貧富の格差が大きく、多くの貧困層が存在することから、ODA大綱の基本方針の1つである「公平性の確保」の下で貧困対策や経済改革等の取り組みを支援することは貧困削減の観点から考えて意義が大きい。また、アマゾン地域等の熱帯林保全に対する世界的な関心に留意し、ODAを通じて同地域の環境問題に取り組むことも、ODA大綱の重点課題の一つである「地球的規模の問題への取組」の観点から意義が大きい。

ブラジル国政府の「多年度計画」をふまえたブラジル国側との政策協議等の結果、「環境」、「工業」、「農業」、「保健」、「社会開発」の5分野が援助重点分野とされている。また、農業開発援助に関しては、1970年代以来20年間以上継続されてきたセラード開発が特筆すべきであり、不毛の地といわれていたセラード地帯でも農業が可能であることを実証し、セラード地帯をブラジル国における大豆生産量の半分を生産する大豆生産地帯に変貌させた（ブラジル国の大豆生産量は世界2位）。これらより、農業、農村セクターにおいても集中的もしくは長期的な援助の投入が計画されている。

さらに、2008年はブラジル日本移民100周年であり、日伯交流年であることから、より積極的な協力が行われることが予想される。

## 第2章 ブラジル中北部灌漑システム改善計画(トカンチンス州)

### 2.1 トカンチンス州の現況

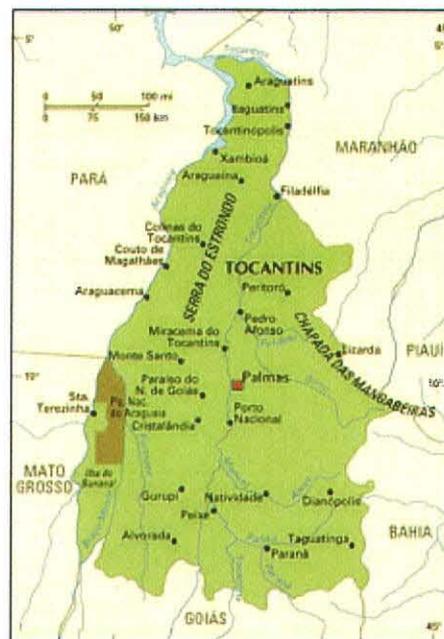
#### 2.1.1 概況

トカンチンス州は1988年にゴイアス州から独立した新しい州であり、総面積約28万km<sup>2</sup>(本州と九州をあわせたほどの広さ)、人口約120万人を有する。これはセラードと呼ばれる中央乾燥高原地域に属するゴイアス州のうち一部の未開地が1988年に切り離されて独立したものである。州として独自の行政体制が整備され、州都の都市計画や州全体の地域開発計画が開始されてから19年しかたっていない若い州である。その為州の負債が少なく、経済が比較的安定している。ブラジル連邦政府は、国土の25%、総面積約2億ヘクタールを占めるセラード地域の農業生産における高い潜在能力に着目しており、これまでセラード地域における穀物生産の増大を目的とした様々な開発事業を実施してきた。また、小規模・零細農家への支援を国家政策として多年度計画(2004-2007年)の中でも示しており、セラード開発の最前線であり小規模農家の割合が60%と高いトカンチンス州は重点州のひとつとしてきた。

日本政府はブラジル連邦政府の施策を支援するため、技術協力(JICA)によるセラードの酸性土壌の改良、大豆等の品種改良等の農業技術の改良を進めてきたが、その成果によって、また水資源が豊富なことなどから、現在同州の広大なセラードは、灌漑農業等のポテンシャルを持つに至っている。しかしながら、インフラが未整備であるため、未開発地域が多いのが現状である。トカンチンス州政府は、主力産業である農牧業、関連産業を発展させることやアマゾンへ流入する移民を同州に定着させることを目的として、道路・電力を中心としたインフラ整備計画を推進しており、過去にもJBIC融資を受けてきた。水資源、灌漑インフラ整備が、道路、電力分野に続き、我が国の支援が期待されている。

#### 2.1.2 気候および水資源

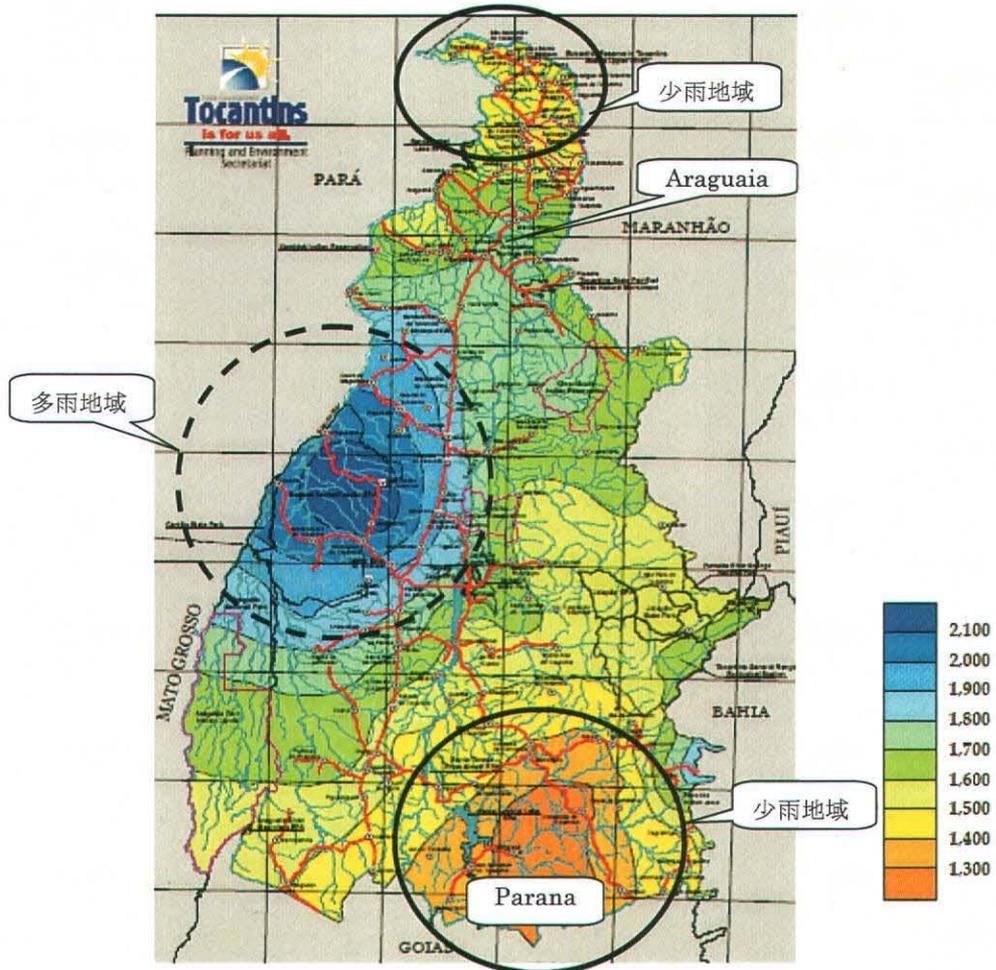
トカンチンス州はブラジルの中北部に位置し、西経45°～50° 南緯5°～13° 標



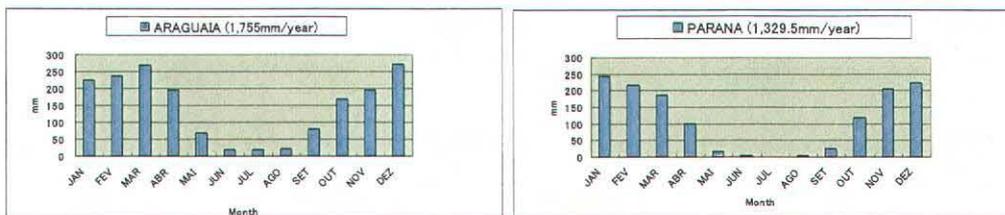
トカンチンス州

高 90m~1,340m の熱帯に位置し、年平均気温は 25℃~29℃である。年平均降水量は 1,200mm~2,100mm であり、アラグアイア河沿いの州西部の年降水量 2,000mm 以上の熱帯雨林地帯から 1,500mm 以下の南東部及び北端部のサバンナ地帯と地域によってバラつきが大きい。

トカンチンス州の雨量図及び月別雨量棒グラフ



TOTAL PRECIPITATION IN THE MAIN METEOROLOGICAL STATIONS (mm) 1961/1990



州土は、アラグアイア河、トカンチンス河の 2 大水系により 2 分されている。アラグアイア河はマトグロソン州、パラ州との西部州境を北上し、州北端部にてトカンチンス河と合流する。トカンチンス河は、ブラジリア周辺を源とし、北上し

トカンチンス州中央部を流下し、州北端でアラグアイア河と合流し、最終的にアマゾン河へ合流している。州中央部を流れるトカンチンス河は、河川総延長が約2,400km、豊水期が10月から4月であり、ピークは2月である。平均流量はアラグアイア河が約5,000m<sup>3</sup>/sec、トカンチンス河が約5,500m<sup>3</sup>/secであることから、大きな水資源ポテンシャルをもっているが、雨期と乾期の流量変動は大きい。

2大河の支流・中小河川の流量データはプロジェクト対象地域に限られており、その他河川のデータは極僅かと思われる。年降水量の少ない南東部及び北端部では、乾期の中小河川の流量はごく少量又は枯渇するとのことであり、水源としては極めて不安定である。

め



トカンチンス河



アラグアイア河

### 2.1.3 経済状況

トカンチンス州における1988年の独立後の発展は目ざましいものがある。1990年～1993年は年率10%の経済成長、その後1994年～2000年は年率25%の成長を達成している。しかしながら、一人当たりの国内総生産(GDP) R\$3,346(約167,300円)/人(2003年)は、ブラジルの平均値 R\$8,694(約434,700円)/人(2003年)より大きく下回っており、ブラジルの貧困州(26州中24位)となっている。州内の農村部は更に低く、約68%の農村人口は貧困ライン以下の生活を余儀なくされている。

主な産業は第一次産業(農業、牧畜業)であり、その中で粗放的な牧畜と伝統的な粗放農業が中心である。近年、中部地域及び南西部地域において商業的農業が拡大している。中部地域では日本の技術援助で大豆栽培、南西地域では灌漑施設の建設に



トカンチンス州北部貧困地域の農家

より米等の栽培面積が拡大している。

#### 2.1.4 州政府の開発方針

州の政策は、State Comprehensive Development Framework: PPA (2004-2007)によると①農業、農産加工、エコーツーリズムに重点を置いた持続的経済成長、②貧困削減、社会的不平等・地域格差是正、③インフラ整備、④行政能力強化、⑤人権尊重、犯罪と暴力の撲滅である。

これらの目的の達成のため施策、実施プログラム、予算措置が計画されている。予算は四年間で総額 110 億 R\$, 144 事業計画が策定されている。資金源は、半分が民間投資、35%が連邦予算、8%が州政府予算、残り 7%は借金を予定している。州政府予算の内訳は、社会事業へ 40%、インフラ事業へ 40%、経済成長のための事業へ 15%、行政及び安全へ 5%の配分を計画している。

州政府は州内の格差是正に注目し、その開発に取り組んできた。しかし、大規模開発が優先され、中小規模灌漑は殆ど実施に移されていないため多くの農民が貧困状態から脱することができない状態である。

## 2.2 農業セクターの状況

### 2.2.1 農業の状況

トカンチンス州の大部分を占めるセラードの土壌は酸性であり不毛の土地と見做されてきた。しかし、域内に石灰の鉱床があり、酸性矯正（土壌改良）が容易であることから農業生産ポテンシャルが高い地域へ生まれ変わりつつある。よって、今後水資源開発及び灌漑施設整備が進めば、将来の大農業生産地へ変貌するものと考えられている。

トカンチンス州における総農地面積は約 24 万 ha、農家戸数は約 4.7 万戸、農家人口約 29 万人（州人口の約 25%）である。そのうち小農（80～320ha）が 40%、これより小さい零細農家（80ha 以下）が 29%、従って、69%が小農以下。これらの農家は殆ど自給自足農業を行っている。

主な農産物は米、トウモロコシ、サトウ

セラード開発が進む灌漑  
農業の様子



コメ



パイナップル

キビ、パイナップル、マンジョカであるが、最近では輸出用大豆の栽培面積が広がっている。これは、米国における燃料作物としてのトウモロコシ栽培が急拡大し、大豆栽培面積が減少した煽り受け、代替地としてブラジルでの栽培が脚光を浴びてきたことによるとのことであった。現在ブラジルは世界第二位の大豆生産国となっている。

また、サトウキビ、デンデヤシ等の燃料作物栽培への関心が急速に高まっている。



栽培面積が拡大している大豆畑

### 2.2.2 灌漑の状況（南東部地域及び北端部の状況）

トカンチンス州は、両河川が有する水資源ポテンシャルとセラードの農業生産ポテンシャルを有しているが、未だその整備水準は不十分である。灌漑農地は、約66,000haであり、州土全体の27%程度である。自前の溜池、ポンプ場を有している農家もあるが、大部分を占める小農、零細農家は不安定な天水に依存している。



トカンチンス州北部貧困地域の畑地

州内にはアラグアイア河、トカンチンス河の2大河が州内を流れているものの、

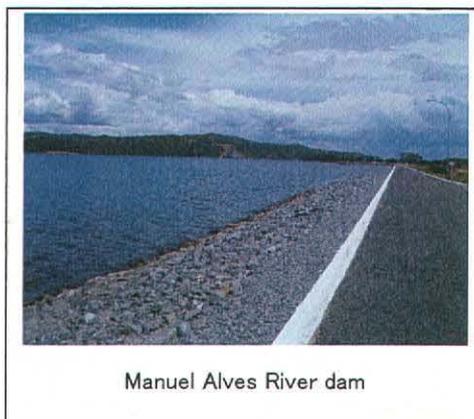
大部分の支流は雨期・乾期により、流量が大きく変動するため安定水源とはなっていない。州内の貧困地帯は降水量が少ない州北端部（オウムのクチバシ部）と南東部と重なっており、生活用水、灌漑用水の確保がこれらの地域では課題である。

このため、北端部においては学校への給水事業（PROGRAMA “PRO-AGUA BICO”）を実施したが、灌漑事業の本格的な開始に至っていない。一部地区（Sampaio 灌漑）において灌漑事業を開始したが資金不足から中断している。北端部は河沿いの一部を除くと地形が平坦でなく、起伏のあるため、大規模灌漑事業の可能性が低いことから、小規模な事業を計画している。また、アラグアイア河とトカンチンス河に挟まれた地域であるため、地下水を利用した生活用水、家畜の飲み水、灌漑用水の確保を州政府は計画している。

一方、州南東部はトカンチンス河の支流を水源とした灌漑事業を計画している。支流の流量は、年間流量変動が大きく、乾期には枯渇することが多い。このため、

雨期の河水を貯留し、乾期の流量を安定させる貯水池が不可欠となっている。

州政府によって建設された Manuel Alves River dam では、環境保全へ細心の注意を払いつつ事業が実施されており、ダムへの魚道の配備、施工中の環境監視員の配置が行われていた。灌漑システムについては、幹線水路はコンクリートライニング開水路、配水網はパイプライン・システム、各圃場に給水栓を配置している。



Manuel Alves River dam

農地整備においては、開墾、酸性土の中和のための石灰散布が行われていた。圃場内は各農家が配水網を建設することになっており、スプリンクラー、ドリップ灌漑等が行えるようになっている。

州政府は、このマニユエルアルビスを含む PROPERTINS: Programa de Perenizacao das Aguas do Tocantins と呼ばれる計画を策定し、州南東部に 25 ヶ所の貯水池と灌漑施設の建設を計画している。また、州政府は北端部同様に燃料作物の振興を計画している。



トカンチンス州南東部  
幹線水路・ライニング開水路



トカンチンス州南東部  
配水パイプライン

### 2.2.3 バイオ燃料作物の状況

州政府はバイオ燃料作物の栽培、バイオ燃料の精製への関心が強く、州都 Palmas 近郊ではバイオ・ディーゼル用の精製プラントが建設中であった。エタノール原料となるサトウキビの生産



ババス椰子と木と果実

は極僅かであるが、バイオ・ディーゼルの原料植物でもある大豆、ババス椰子 (Babassu)、マモナの栽培は州内各地で見られる。ババス椰子は北端部 (クチバシ部) に多く見られ、その実は油脂原料である。椰子の実は農家によって集められ、婦人グループによって出荷されており、婦人の収入源になっている。

マモナは各地に自生しており、その実は約60%が油糧であり、バイオ・ディーゼルの原料になる。デンデ椰子はバイオ・ディーゼル生産により適した原料であることから、州内の農業試験場では適性試験を実施中である。州政府は、北端部の貧困削減の為、マモナやババス椰子をより生産性の高いデンデ椰子へ転換することを検討中である。



トカンチンス州はアマゾン流域の特別保護地区として、環境の規制が厳しいが、現在の植生であるマモナやババス椰子からデンデ椰子への変更は、環境への影響も少なく、環境団体からの抵抗も少ないと考えられている。



#### 2.2.4 農業・農村セクターにおける開発方針

トカンチンス州は広大な可耕地を有し、アラグアイア河、トカンチンス河による豊富な水資源があること、農業生産に適した気候であること等から、州内の大部分は農業に適した自然条件である。

州政府の開発方針は

- 1) 経済的・環境的に持続的な農業を通しての農産物、食肉の増産、
- 2) 農産加工分野の拡大及び輸出の拡大、
- 3) 環境保全への補完としての観光開発

である。予算不足分は、農業、牧畜、観光に適した地域、計画地域における民間投資 (PPP) が期待されており、民間投資による雇用機会の創設が期待されている。

## 2.3 ブラジル中北部灌漑システム改善計画案(トカンチンス州)

### 2.3.1 計画の必要性と事業対象地域

セラード地帯の土壌改良が可能になり、既にその成果が出つつあることから、課題である水源確保及び灌漑施設を整備することで多様な作物の栽培が可能である。特に最近栽培面積が拡大してきた輸出用大豆や世界的に注目を集めている燃料作物 (サトウキビ、デンデ椰子等) の栽培、バイオ燃料生産が可能と考える。

日本政府は、JICA 技術協力による農業技術の改良支援、開発調査 (トカンチンス州農牧総合開発計画調査、トカンチンス州北部地域農牧開発計画調査)、道路、電力を中心としたインフラ整備計画への JBIC による支援をトカンチンス州へ行ってきており、州知事始め州政府は引き続き我が国からの支援を期待している。州政府としては、農業セクターにおいて既に JICA 開発調査を 2 度行っていることから、JBIC 融資による開発事業の実施を強く望んでいる。

今回の案件形成調査においては、州政府の優先度が高く、貧困地域である北端部及び南東部を対象とする有償事業を提案する。

### 2.3.2 開発計画の基本構想

北端部の地下水灌漑については、州政府は既に学校への地下水・給水事業 (126 ヶ所) を実施した実績があり、又、灌漑用水のみならず乾期の生活用水、家畜の飲み水が改善されることから貧困地域における農村開発の側面がある。従って、貧困削減、生活環境の改善に寄与する案件が妥当であると考え。今まで公共投資がほとんどなされてこなかった地域であり、乾期の水源確保による生計向上へ向けた今後の展開が期待される。州政府は 100~200 本の井戸と井戸周辺の水汲み場、家畜の水飲み場、簡易灌漑施設の整備を計画しており、事業費は 1 ヶ所当たり 500 万円程度が見積もられている。

南東部については、上記 PROPERTINS 計画の中には既に詳細設計を実施済、環境審査済のものや現在設計中の熟度の高い案件があり、資金源を探している。計画施設は、中規模貯水ダム建設及び下流域における 5,000ha~15,000ha 程度の中規模灌漑開発の組合せである。昨年竣工の Manuel Alves River dam の場合、事業費は 40 億円、灌漑施設は概ね 5,000ha 程度で 15 億円程度の実績である。

トカンチンス州は JBIC 融資を期待しており、州内の貧困地帯である南東部及び北端部を対象とし、南東部の貯水池灌漑事業 1~2 ヶ所と北端部の地下水灌漑 100~

200ヶ所の建設を1パッケージとした事業を当面実施したいとしている。事業費は、組合せによるが実績等から最大約100億円規模と推察される。

本件は調査開始時、「ブラジル中北部灌漑システム改善計画」の名称であったが、その後、トカンチンス州政府側の要望で「トカンチンス州灌漑農業セクター整備計画（仮称）」としたいとのことであったが、事業名については未だ最終結論に至っていない。

トカンチンス州灌漑農業セクター整備計画（仮称） 事業内容		
地域	事業内容	備考
1 南東部	貯水ダムの建設 灌漑施設の建設及び農地整備	既存の PROPERTINS 計画より熟度の高い案件を1～2カ所選定
2 北端部 (クチバシ部)	井戸建設及び付帯施設	貧困削減優先地区から100～200カ所選定

## 2.4 総合所見

トカンチンス州では、建設工事現場において建設作業と共に環境保護員が配属されており、工事地区内の動植物の保護作業を同時に行っている。本件は、中規模の貯水ダムの建設が予定されているが、環境審査が厳しいブラジルであること、環境に配慮した工事实績があることから、事業資金の手当てができれば事業実施は可能と考える。

対象した州北端部及び南東部は降雨量が少なく、雨期に集中していることから、乾期の水源確保と灌漑施設整備をすることで、安定した農業生産が期待でき、貧困農民の支援につながるものとする。

日本政府は、農業セクターにおいて JICA 調査を今まで二度実施しており、技術協力も行ってきたことから、州知事初め州政府は本件に対する日本への期待が大きい。

以上より今後の日本 ODA 援助の対象と相応しい案件と考える。

### 第3章 ブラジル東北部灌漑システム改善計画(サンフランシスコ河中流域)

#### 3.1 サンフランシスコ河開発公社(CODEVASF)の概要

##### 3.1.1 公社の概要

サンフランシスコ河開発公社 (CODEVASF: The Company for the Development of the Sao Francisco and Parnaiba Valleys) は1974年の発足以来、ブラジルの北東部サンフランシスコ河流域の開発を目的とする連邦政府傘下の非営利法人である。同公社は創設以来、事業実施により農業、農産加工分野における雇用機会の創出、生計向上、旱魃及び洪水被害の軽減、流域内自然資源の保護、地域社会開発と環境保護に努めてきた。

対象地域(9,600万ha)は8つの州 (Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Alagoas, Maranhão,



Piauí and Ceará) に及んでおり、灌漑可能面積は216万ha、そのうち、2005年における灌漑面積は105,700haである。対象地区の人口は約1,800万人であり、対象地域のGDPは、ブラジル全体の24%(2003)、農産物の輸出量はブラジル全体の18%に相当する。特にブラジルから輸出するマンゴーの96%(2003年)、グレープの98%(2003年)がこの地域で生産されたものである。また、灌漑地区のGDP成長率(6.43%)は非灌漑地区のGDP成長率(2.53%)の実に2.5倍である。

CODEVASFの事業資金は国家予算、地方予算等から拠出されており、灌漑事業の場合、基幹灌漑施設はCODEVASFが計画、設計、施工を行っている。その後の施設の操作、維持管理は地方自治体又は団体が行っている。灌漑施設整備後、利用者はCODEVASFに対し、水利費支払い義務はあるが、建設費用等の負担はしないとのことである。

##### 3.1.2 サンフランシスコ河中流域の概要

サンフランシスコ河中流域(Pernambuco州、Bahia州)の気象概要は以下の通りである。

年平均降雨量：350～400mm	年日照時間：3,000 時間
平均気温：摂氏 26 度	平均標高：365m
平均湿度：50%	

サンフランシスコ河中流域は、年間降水量が 350～400mm と極めて少なく半乾燥気候であるため水資源・灌漑開発が不可欠な地域であるが、1978 年に CODEVASF によって建設されたソブラジーニョダムにより、乾期の水資源が確保され、大幅に流況が改善された。本ダムはフィルダムとコンクリートダム部からなる複合ダムであり、その諸元は以下の通りである。

貯水量：341 億 m <sup>3</sup>	堤高：55 m
満水面積：4,214 km <sup>2</sup>	堤長：8 km
貯水池内河道：320km	平均放流量：2,500 m <sup>3</sup> /sec

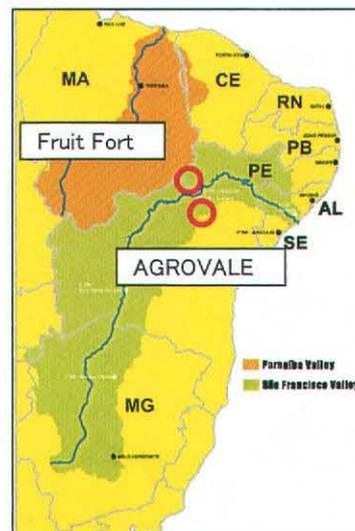
ダム下流域ではサンフランシスコ河からのポンプ灌漑が行われ、節水型の果樹栽培（ブドウ、マンゴ、スイカ、メロン、グアバ等）やサトウキビ栽培が行われている。サトウキビは、砂糖及びバイオ燃料用のエタノールの原料となっている。

### 3.1.3 既存灌漑事業

CODEVASF が建設した灌漑施設の既存受益地である果樹園及びサトウキビ農園 (AGROVALE) を視察した。両地区の概要は以下の通りである。

#### 果樹園 (Fruit Fort)

Fruit Fort は、サンフランシスコ河流域内に灌漑果樹園をいくつか運営しており、今回訪問したペトロリーナ近郊の果樹園は 1982 年に初めて開設したものであった。同社資料によると、1,800ha のマンゴー畑と 150ha のブドウ畑を保有し、従業員 550 人と 50 人の農業技術者を擁し、世界中にその生産品を送り出している。この地域の平均降雨量は年間約 400mm と少ないが、土壌、気候などが果樹の生産に適していること、また、マイクロ灌漑、ドリップ灌漑、スプリンクラーなどの効率的な灌漑技術と高い営農技術によって、良質な果樹を生産しており、生産量の約 95%が欧米への輸出用である。肥料は点滴施肥されており、気象データを元に適量が日々施されている。研究活動による品種改良、又、先進農業技術により、マンゴーの輸出高は 1989 年の US\$ 500 万<sup>ドル</sup>から 10 年間で US\$ 4,000 万<sup>ドル</sup>と飛躍的に発展している。近隣の小農



既存農業事業位置図

も創設当時から参加しているとのことであり、当事業はこの地域の貧困削減及び農家育成に貢献しており、又出荷工場に置いては雇用の創出にも寄与している。

この事業における CODEVASF の役割は初期の基幹灌漑施設の設定までであり、施設建設後の場内の O&M は Fruit Fort に任されているとのことである。また営農指導等に関しては営農コンサルタントを雇う形で運営されている。



Fruit Fort 内ブドウ畑  
(ドリップ灌漑)

#### サトウキビ農園 (AGROVALE)

ペトロリーナ近郊の砂糖・エタノールプラントを有するサトウキビ農園のケースでは、農場面積 16,500ha に対して 130 万 ton のサトウキビを生産し、日処理能力 8,300ton のプラントから砂糖及びエタノールを精製し、年商約 9,000 万 US ドルを生み出している。今後、灌漑用水のある良好な土壌の地域で更に拡大したいとのことであった。



AGROVALE 灌漑の様子

灌漑用水は CODEVASF が建設した基幹灌漑水路から取水しており、農場内の O&M は AGROVALE が行っていた。水代は、CODEVASF へ支払っているとのことである。灌漑方法は、うね間灌漑が主流であったが、先進的なセンターピポット灌漑、ドリップ灌漑も行われていた。センターピポット灌漑、ドリップ灌漑では、Fruit Fort 同様に液肥を混ぜた灌漑が行われていた。砂糖精製プラントの副産物であるピニョットを肥料として投入している。同様に副産物であるバガスは、工場内のボイラー熱源、発電用に使われており、資源循環型となっている。



AGROVALE サトウキビ畑

農場内には、砂糖精製プラント及びエタノール精製プラントを AGROVALE は有しており、プラント稼働時 4,200 人、非稼働時 1,900 人を雇用しており、近隣の雇用の創出にも大きく寄与している。

灌漑施設の整備と土壌改良、液肥灌漑技術により、農場内の農業生産ポテンシャルは高くなってきたとのことである。サトウキビの場合、非灌漑地区の単収が 65 ton/ha 程度に対し、灌漑地区の生産量は 95 ton/ha、土壌が良好な灌漑地区では平均 110 ton/ha の収穫が可能とのことである。センターピポット灌漑地区において、土壌、生育段階に応じて最適な液肥コントロールした場合 250 ton/ha の実績があるとのことであり、土壌、肥料、灌漑に細心の注意が払われていると感じた。



砂糖とエタノールの最新価格を比べながら、両製品の生産配分を決めているとのことであり、ブラジル製のプラントを使用していたがプラントに関する問題は比較的少なく、如何に糖度が高く、単収が多いサトウキビを生産するかが課題であるとのことであった。

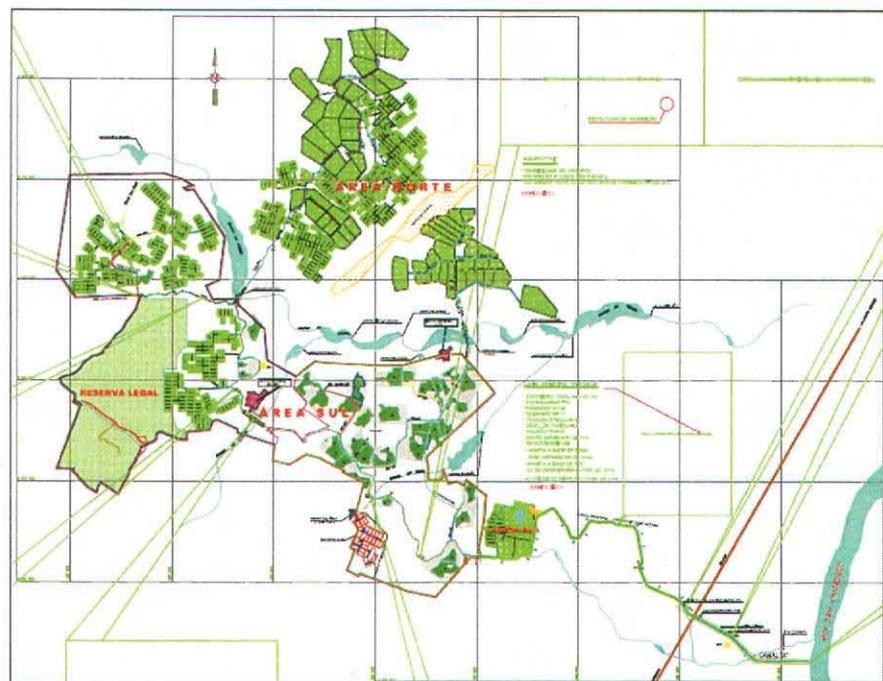
### 3.2 建設中の灌漑事業

CODEVASF は流域内で現在 25 の灌漑事業が進行中である。このうち、中流域のソブラジーニョダム下流、ペトロリーナ近郊の建設中灌漑事業の以下 2 件を視察した。いずれもサンフランシスコ河を水源とした畑地灌漑事業であり、ポンプ場、導水管、幹線水路、支線水路及び配水パイプラインにより各圃場へ配水する事業である。

#### 1) ポンタール灌漑事業 (Projeto Pontal)

本事業はサンフランシスコ河に揚水機場を設けて左岸丘陵部へ導水し、南部地区約 3,600ha 及び北部地区 4,100ha の計 7,700ha を灌漑する事業である。対象作物は、果樹、サトウキビ及び内水面漁業等である。

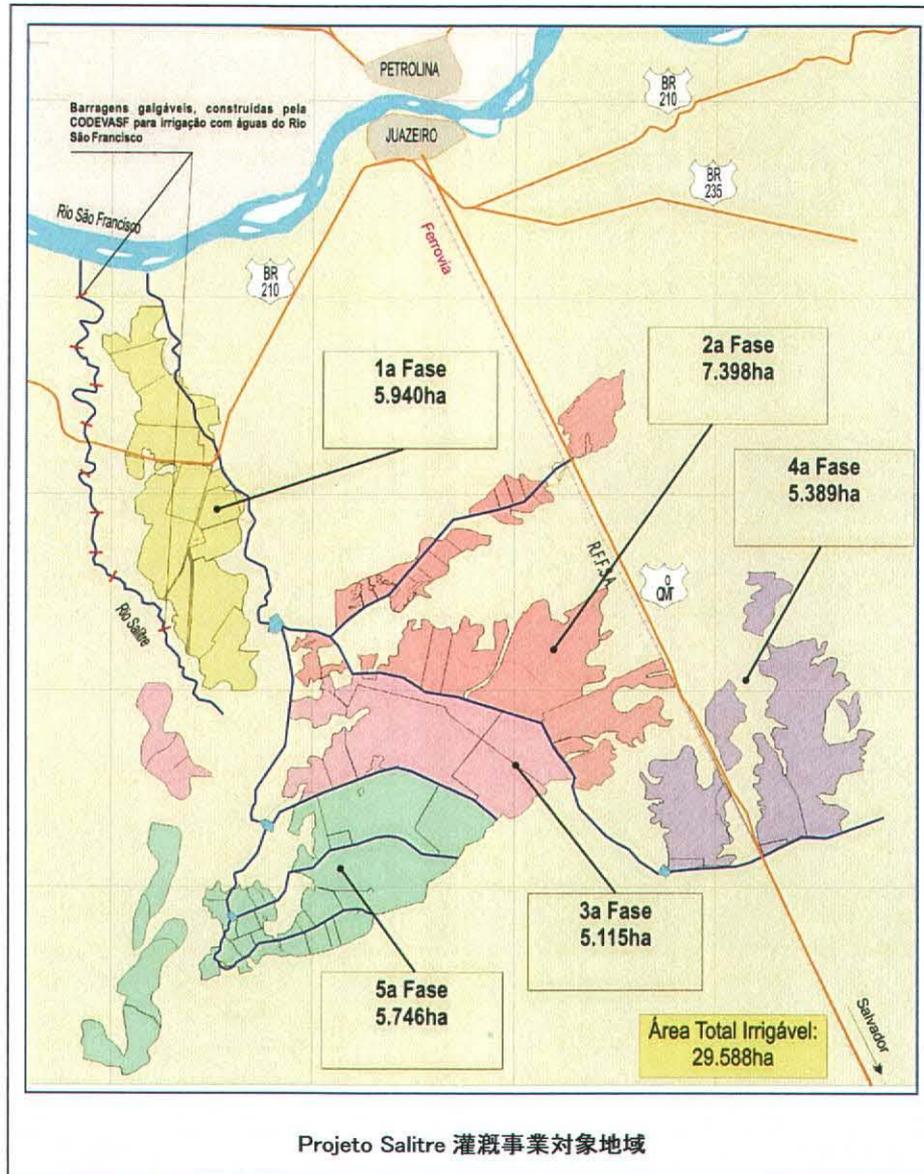
既に揚水機場、導水路の建設がほぼ終了し、南部地区の灌漑用水路の建設は 2007 年末の完成を目指し、現在行われている。北部地区については、設計、環境審査 (EIA) は終了しているものの、資金手当てが未だつかず、事業実施の目途は立っていない。CODEVASF は有償資金を望んでいるとのことであった。



Projeto Pontal 灌漑事業対象地域

## 2) サリトリ灌漑事業(Projeto Salitre)

本事業も Projeto Pontal 同様に、サンフランシスコ河に揚水機場を設けて右岸丘陵部へ導水し、計 29,588ha (全 5 期に分割) を灌漑する計画である。現在、揚水機場、導水路、第一期地区約 5,940ha を建設中である。残りの二期～五期地区については、Projeto Pontal 同様に、資金手当てが未だつかず、事業実施の目途は立っていない。



本件は中小区画を造り、果樹類、燃料作物等を栽培する計画である。サンフランシスコ河開発公社は、PPP による政府資金と民間資金を取り込んだ開発を検討しており、政府資金分の原資として JBIC 有償ローン进行を期待している。しかしながら、ブラジルには灌漑事業における PPP 実施経験が無いことから、PPP による早急な実

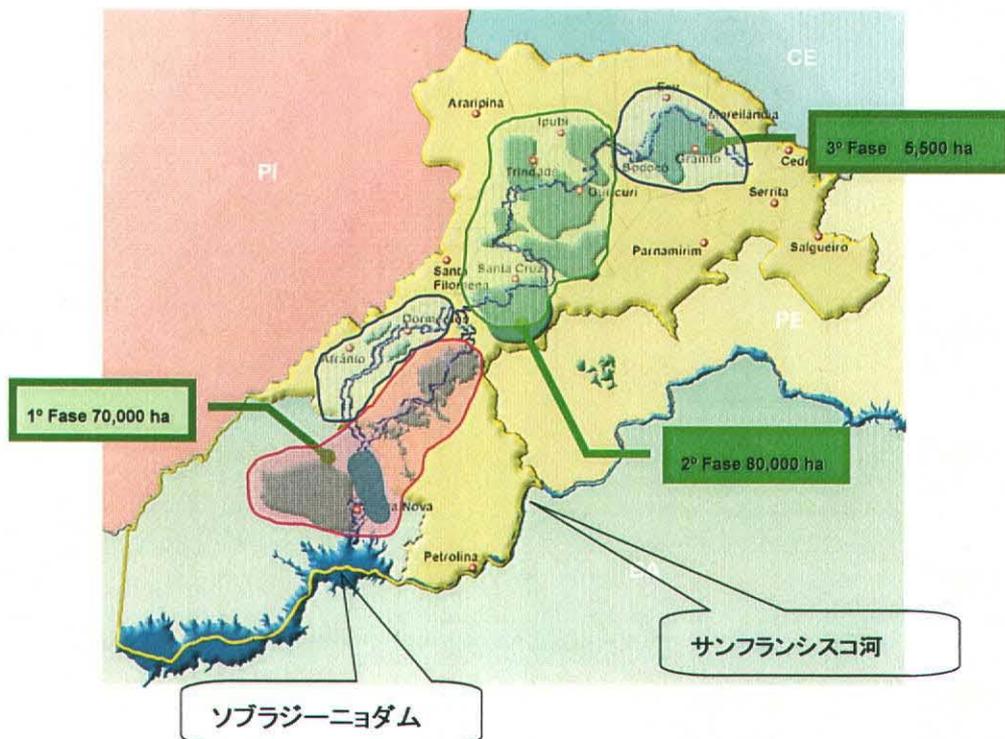
施は困難と考えられる。上記南部地区又は 1 期地区同様に政府資金にて全て実施するケースでは、有償ローン案件としての可能性はあると思われる。

### 3.3 今後実施予定の灌漑計画

ソブラジーニョダム下流の Petrolina 近郊の灌漑事業には、ソブラジーニョダムから直接取水し灌漑する計画 (Projeto do Canal do Sertão Pernambucano) がある。貯水池左岸部より直接揚水し、導水路を建設し、Pernambucano 州の総面積 15.5 万 ha を灌漑する計画である。本事業の計画対象地区を視察した。以下同計画の概要を述べる。

#### Projeto do Canal do Sertão Pernambucano 灌漑農業計画

本計画はソブラジーニョ貯水池左岸部に揚水機場を設け、貯水池から直接揚水し、Pernambucano 州の内陸部に一大農業グリーンベルトを創設する計画である。計画受益面積 15.55 万 ha を 3 フェーズに分け、実施していく計画である。未だ計画の段階であり、詳細計画・調査 (M/P、F/S) の実施をサンフランシスコ河開発公社は望んでいる。



Projeto do Canal do Sertão Pernambucano 灌漑農業計画対象地域

受益地は年降水量が 350～400mm である半乾燥気候であるため、灌漑施設の建設により、灌漑農業のポテンシャルが大きく上がることが期待されている。既にソブラジーニョダムという巨大な水源池が確保されており、受益地が起伏はあるものの比較的平坦な地形であることから、近隣地域で栽培されている果樹類、サトウキビ等の燃料作物等の大規模栽培の可能性が高い地域である。詳細調査において、特定された上流の優先開発地区（第 1 期地区）に対して有償ローンによる事業実施が期待されている。

サトウキビ栽培＋砂糖/エタノール精製プラントの近隣の実績では、1 農園 15,000ha～20,000ha が標準規模であるので、仮に第 1 期地区 70,000 ha を開発した場合、農園 4 ヶ所程度の創設の可能性がある。また、中小農家を対象とした果樹栽培等の可能性がある。いずれにせよ、土壌調査始め詳細調査を行い、開発地区の選定、詳細計画を策定する必要がある。

#### 3.4 総合所見

サンフランシスコ河中流域における灌漑農業は果樹、サトウキビ栽培において既の実績がある上、水資源、土地資源に恵まれている。建設中のポンタール灌漑事業、サリテ灌漑事業の第二期以降は、PPP による政府資金と民間資金を取り込んだ開発を検討中であるため、現段階では日本政府の開発援助に馴染まないと考える。

一方、Projeto do Canal do Sertão Pernambucano は新規開発であり、水資源、土地資源に恵まれている地域である。環境負荷軽減に寄与するバイオ燃料作物、果樹等の生産を目的とした案件であり、調査の実施、有望地区の開発は、日本政府の開発援助に相応しいと考えられる。

ブラジルのアルコール輸出額は急激に増加（2005 年には前年比 53.8%増の 7 億 6,553 万ドル）しており世界の主要生産・輸出国である。主な輸出相手国は上位からインド、日本、オランダとなっており、日本、オランダ向けはいずれも輸出額が倍増している。今後の米国及び EU の E10 導入、バイオ燃料のコモディティ化の動きがあることから、バイオ燃料市場が大きく拡大することが予想されている。本件の実施は、我が国の資源確保へ向けた観点からも望ましいと考える。

添付資料

## 調査日程

日順	日付	行程
1	3月8日(木)	移動(成田→チューリッヒ経由→サンパウロ)
2	3月9日(金)	資料収集
3	3月10日(土)	移動(サンパウロ→パルマス)
4	3月11日(日)	Manuel Alves River 灌漑計画 現場視察
5	3月12日(月)	Sanpaio 灌漑計画対象地域 現場視察
6	3月13日(火)	Sao Joao プロジェクト現場視察 トカンチンス州 州知事表敬
7	3月14日(水)	トカンチンス州 水資源環境局事務所にて打合せ
8	3月15日(木)	移動(パルマス→ペトロリーナ) 果樹農園視察
9	3月16日(金)	Pontal Sul 灌漑計画対象地域 現場視察
10	3月17日(土)	Salitre 灌漑計画対象地域 現場視察
11	3月18日(日)	資料整理
12	3月19日(月)	Pontal Nol 灌漑計画対象地域 現場視察 移動(ペトロリーナ→ブラジリア)
13	3月20日(火)	JICA ブラジル事務所 表敬報告 日本大使館 表敬報告 CODEVASF 本社 表敬 移動(ブラジリア→サンパウロ)
14	3月21日(水)	サンパウロ近郊 エタノール工場視察 CTC サトウキビ研究所 視察
15	3月22日(木)	移動(サンパウロ→リオデジャネイロ) 日本領事館 表敬報告 移動(リオデジャネイロ→サンパウロ) 移動(サンパウロ→チューリッヒ)
16	3月23日(金)	機中泊
17	3月24日(土)	移動(チューリッヒ→成田)

## 面談者リスト

## トカンチンス州政府

Mr. Marcelo de Carvalho Miranda

州知事

## トカンチンス州水資源・環境局

Mr. Anizio Gosta Podreira

局長

Mr. Luis Alberto Osorio de Castro

水工部長

Mr. Joao Castol Faenena

コーディネーター (局長補佐)

Mr. Carlos SpanJacos

コーディネーター (局長補佐)

Mr. Odair Linares Mateus

技師

## トカンチンス州マニユエルアルビス灌漑地区

Mr. Edgard Morais

コントラクター(CMT)現場主任

## トカンチンス州ソンジョン果樹農業試験場

Mr. Diego Cavalcante

技官長

Mr. Clerson Reis

コンサルタント(Ecoplan)

## Fruit Fort(果樹農園)

Mr. Cesar Coutinho

農業主任

## AGROVALE(エタノール工場)

Mr. Vinicius Jose de Souza Vieira

農業主任

## CODEVASF

Mr. Joalquim riva

コーディネーター

Mr. Raimundo Aderito Costa

Pontal 灌漑計画責任者

Mr. Luis Eduardo Santana Matias Frota

Pontal 灌漑計画技官

Mr. Willington James Oliveira

Salitre 灌漑計画責任者

Mr. Alvane Soares

灌漑施設検査官

Mr. Flavio Jose Gomes Cabral

農業技官

Mr. Joao Recena

コンサルタント(PROJETEC)

## 在ブラジル日本国大使館

阿辺 一郎 氏

二等書記官

酒井 了 氏

二等書記官

## 在リオデジャネイロ日本国総領事館

的場 幹雄 氏

領事

福代 孝良 氏

専門調査員

JICA ブラジル事務所

駒沢 二明 氏

所員

COSAN(エタノール工場)

Mr. Erlon Avelar Pereira

Ms. Guiomar Elisa Pardi

コーディネーター

コーディネーター

CTC(サトウキビ研究所)

Mr. William Lee Burnquist

R&D コーディネーター

## 調査者略歴

---

関 好 昭和 28 年 1 月 20 日生  
昭和 51 年 3 月：東京教育大学 農学部 農業工学科 卒業  
昭和 53 年 3 月：東京教育大学大学院 農学研究科（修士課程）修了  
昭和 53 年 3 月：日本工営入社  
現在に至る  
技術士（農業部門）

松浦 夏野 昭和 52 年 7 月 26 日生  
平成 16 年 3 月：京都大学 工学部 地球工学科 卒業  
平成 16 年 3 月：京都大学大学院 地球環境学舎  
環境マネジメント（修士課程） 修了  
平成 16 年 4 月：日本工営入社

---