

ブラジル「ゴイアス州農村電化事業」

評価報告：1999年2月

現地調査：1998年8月

事業概要

借 入 人 : ゴイアス州電力会社 (CELG)
実 施 機 関 : 同 上
保 証 人 : ブラジル連邦共和国
交換公文締結 : 1989年11月
借款契約調印 : 1991年9月
貸 付 完 了 : 1997年12月
貸 付 承 諾 額 : 12,832 百万円
貸 付 実 行 額 : 12,489 百万円
調 達 条 件 : 一般アンタイト
貸 付 条 件 : 金利 4.0% (コンサルタント分については 3.25%)
償還期間 25 年(うち 7 年据置)

参 考

- (1) 通貨単位 : 1988年 Cruzado(Cz\$)
- 1989年1月～90年2月 Novo Cruzado (NCz\$)
- 1990年3月～93年7月 Cruzeiro (Cr\$)
- 1993年8月～94年6月 Cruzeiro Real (CR\$)
- 1994年7月～現在 Real(R\$)

- (2) 為替レート : (IFS年平均市場レート)

年	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
円/ドル	128.1	137.9	144.7	134.7	126.6	111.2	102.2	94.06	108.7	120.9
ブラジルの通貨/ ドル ^{注1}	95.27	1.03	24.84	147.86	1.641	32.16	639.3	917.67	1,005.1	1,078.0
CPI上昇率 ^{注2} (%)	994	1864	1585	475	1149	2489	929	22	9	4

注1 : 1988年は十億USドル、1989年～92年は百万USドル、1993年以降は千USドルに対する換算レート。
出所はIFS年平均レート。

注2 : ブラジル国土地理統計院(IBGE)の全国消費者物価指数(INPC)数値。

- (3) 審査時レート : 1US\$ = 134円(内貨分積算はすべてUS\$で行われた。)
- (4) 会計年度 : 1月～12月
- (5) 略語 : CELG : Centrais Elétricas de Goiás S.A.
ゴイアス州電力公社
- ELETROBRAS : Centrais Eletricas Brasileiras S.A.
ブラジル電力公社
- DNAEE : Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
水資源電力局
- ANEEL : Agência Nacional de Energia Elétrica
電力エネルギー庁(1996年12月に組織変更によってDNAEEより変更)
- PRONI : Programa Nacional de Irrigação
国家灌漑計画

1. 事業概要と主要計画 / 実績比較

1.1 事業概要とOECF分

本事業、すなわち「ゴイアス州農村電化事業」の対象地域は、ブラジルの中西部に位置するゴイアス州である。ゴイアス州の人口は約 402 万人、面積は約 34 万 km² で、人口密度は 11.8 人 / km² と、ブラジル全国平均の 17.2 人 / km² より低い(数値は 1991 年)。

IBGE(ブラジル国土地理統計院)の定義によるとゴイアス州は 12 地域に分けられるが¹、本事業対象地域は、下図のゴイアス州地図の中の南部 7 地域(地域番号の 354~360 の地域)である。7 地域の総面積は約 20 万 km² であり、ゴイアス州全体の面積 34 万 km² のうち約 6 割をカバーする。同地域は海拔 200~1,000m、非常に平坦な土地で、土壌は砂質の赤土が主であり、ブラジルにおいて「セラード」²と呼ばれる地域にあたる。気象的には山火事が続発する乾期(3月~8月)と雨季(9月~2月)に明確に分かれている。

本事業は、ゴイアス州南部の農村部の電化率向上および農業生産性向上を目的とするもので、具体的には農業セクターへの電力需要への対応(灌漑設備への電力供給拡充)と対象地域電化率の向上を図るべく電力供給設備を建設するものである。ゴイアス州の中部から南部にかけては、事業開始当時すでに農業開発が進められており、州では費用対効果の見地から、これらの地域に重点的に電力を供給することによって農業生産性を高め、州税増収を図り、その資金を用いて遅れている州内の北東部の開発を進めるといった開発戦略をとっていた。本事業は、同戦略の根幹をなすものであった。

本事業における OECF の融資対象は、資機材調達にかかわる外貨分全額(10,039 百万円)と、内貨分の一部(変電所と送電線の建設工事費の一部とコンサルタント費全額 2,793 百万円(=20,843 千ドル)、合計 12,832 百万円であり、総事業費 24,343 百万円のうち約半分を供与する計画であった。残りの事業費については、本事業の実施機関であるゴイアス州電力公社(詳しくは後述。以下、「CELG」とする)から 4,811 百万円(=35,907 千ドル)、国家灌漑計画(PRONI)から 4,020 百万円(=30,000 千ドル)、地方電化組合連合(GEER)から 2,680 百万円(=20,000 千ドル)の予算が手当てされる予定であった。

1.2 本事業の背景

(1) 2010 年プランとゴイアス州電化計画

本事業の実施が検討されていた時期(1988 年頃)のブラジルでは、鉱業・エネルギー省、

¹ 事業審査時の地域区分であり、現在では異なる地域区分が使われているが、本報告書では事業計画、実績比較の観点から当時の地域区分で述べることにする。ゴイアス州は1988年に一部がトカンチンス州として分離し新たな地理区分となっている。

² セラード(Cerrado)とはポルトガル語で「閉ざされた」という意味で、黒灰色の厚い樹皮とねじまがった幹の灌木がまはらに生えている景観の土地の総称である。未開発地域一般を指す意味ももつ。

水資源電力局および各州電力会社により 1987 年～2010 年までの州の電化プランが策定されていた。そうした中、ゴイアス州においても、ゴイアス州全体の電化計画(1988 年～92 年)が策定された。その計画内容は総投資額 696 百万ドル、うち農村電化事業予算はその約半分を占めており、本事業は電力セクターマスタープラン上も優先度の高いプロジェクトであった。

(2) 農村部の電化率の低さ

ゴイアス州においては、1990 年当時、都市部の電化率は 92.1%であったのに対し、農村部では 31.8%という状況であった。このような状況下、今後、特に農村部における電力供給を増大すべきとの認識があった。

(3) 農業セクター電力需要増

ゴイアス州における農業の GRDP 構成比は 16% (1990 年 IPEAS 資料)、農業に従事する労働者数の対全就業者数比は 31.5%(1993 年、IBGE 資料)と農業は州の主要産業の一つである。ゴイアス州はセラードとよばれる地域(事業地の説明を参照)で、厳しい乾期が 4～5 ヶ月続く上、砂質土壌であるので作物の水分が欠乏しやすい。このため、灌漑設備³の整備が農業の生産性の向上には不可欠であるが、その動力源の電力が不足しており、CELG による送配電がない農場ではコスト高なディーゼル自家発電を行っているところもあった。

このような状況下、州では農業の生産性向上について 1990～96 年の年間農業生産増加率を 6.3%と設定していた。CELG としては、この目標に電力供給サイドから応える(自家発電分も CELG が供給する)との前提で、表 1-1 のような需要予測を行っていた。これによると、1990 年から 96 年にかけて農村部は 1.8 倍、灌漑設備については 14.4 倍の電力需要の増加が見込まれており、これに対応するに足る電力供給設備の増強が必要となっていた。

³ 事業地で利用されているのはひとつはセンターピボットと呼ばれる大規模な土地用の灌漑機器で大きさは様々であるが、平均約600m程のもので、一端を軸として円(すなわち半径600mの円)を描きながら移動する。その他、コンベンショナル(半固定式散水器)と呼ばれるものやセルフプロペラ(自走式散水器)等の小規模な灌漑機器が利用されている。

表 1-1 ゴイアス州のセクター別電力需要予測

(単位：GWh)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
住居	1164	1231	1319	1414	1509	1603	1698
工業	1414	1444	1790	1859	1952	2023	2081
商業	502	532	563	596	630	663	669
農村部	153	163	179	202	226	250	273
灌漑	30	37	89	194	301	366	433
公共部門	467	498	518	536	563	563	616
その他	8	5	5	5	5	5	5
計	3738	3910	4463	4806	5186	5473	5775

注：1990年の値は実績値。上記の「灌漑」の部分はセンターピボットによる電力消費である。

出所：CELG 資料

事業経緯

- 1988年 5月 ブラジル政府本事業に対する円借款供与を要請
- 11月 OECF 審査ミッション訪伯
- 1989年 4月 日本政府による事前通報
- 11月 交換公文締結
- 1990年 10月 交換公文伯国会承認
- 1991年 2月 交換公文締結
- 9月 借款契約調印
- 1992年 3月 OECF ミッション訪伯(実施計画変更)
- 1995年 7月 OECF、事業範囲追加に同意
- 1997年 10月 事業完成

1.3 主要計画・実績比較

(1) 事業範囲

事業範囲	計 画(審査時)	実 績(最終)	差 異
1.送電線建設			
230kv	36km	154.69km	+118.69km
138kv	210km	500.00km	+290.00km
69kv	650km	677.67km	+27.67km
34.5kv	516km	480.78km	-35.22km
合計	計 1,412km	計 1,813.14km	計+401.14km
2. 変電所			
230/69 kv	175MVA	200.00MVA	+25.00MVA
230/138kv	-	300.00MVA	+300.00MVA
138/69 kv	75MVA	150.00MVA	+75.00MVA
138/34.5kv	15MVA	120.00MVA	+105.00MVA
138/13.8kv	75MVA	0	-75.00MVA
69/34.5kv	94MVA	143.75MVA	+49.75MVA
69/13.8kv	71MVA	20.00MVA	-51.00MVA
34.5/13.8kv	135MVA	115.00MVA	-20.00MVA
合計	計 640MVA	計 1,048.75MVA	計 +408.75MVA
3. 配電			
Matto Grosso Goiano	18,243km	8,957km	-9,286km
Planalto Goiano	5,630km	6,776km	+1,146km
Alto Araguaia Goiano	1,527km	4,641km	+3,114km
Serra Caiapo	2,531km	6,668km	+4,137km
Meia Ponte	3,905km	4,336km	+431km
Sudeste	4,274km	6,355km	+2,081km
Vertente do Paranaiba	2,744km	4,700km	+1,956km
合計	計 38,854km	計 42,433km	計 +3,579km
4. 農村電化			
Matto Grosso Goiano	14,086 戸	11,483 戸	-2,603 戸
Planalto Goias	4,347 戸	6,257 戸	+1,910 戸
Alto Araguaia	1,179 戸	2,971 戸	+1,792 戸
Serra Caiapo	1,954 戸	4,561 戸	+2,607 戸
Meia Ponte	3,015 戸	6,386 戸	+3,371 戸
Sudese Goiano	3,300 戸	7,014 戸	+3,714 戸
Vertente do Paranaiba	2,119 戸	5,216 戸	+3,097 戸
合計	計 30,000 戸	計 43,888 戸	計 +13,888 戸
5. コンサルティング サービス			
外国	30M/M	55M/M	+25M/M
国内	3,332M/M	1,725M/M	-1,607M/M
合計	計 3,362M/M	計 1,780M/M	計 -1,582M/M

(2) 工期

	計 画(審査時)	実 績	差 異
1. 機材調達			
(1)コントラクター選定	1992.2 - 1994.10 (32 ヶ月)	1993.11 - 1996.8 (33 ヶ月)	+ 22 ヶ月 (+ 1 ヶ月)
(2)調達	1993.2 - 1995.10 (32 ヶ月)	1994.2 - 1997.9 (43 ヶ月)	+ 23 ヶ月 (+ 11 ヶ月)
2. 建設工事			
(1)コントラクター選定	1992.5 - 1993.6 (13 ヶ月)	1993.3 - 1996.9 (42 ヶ月)	+ 39 ヶ月 (+ 29 ヶ月)
(2)工事	1993.7 - 1996.2 (31 ヶ月)	1993.9 - 1997.9 (48 ヶ月)	+ 19 ヶ月 (+ 17 ヶ月)
3. コンサルティングサービス			
(1)外国コンサルタント			
- 選定	1991.11 - 1992.2 (3 ヶ月)	1992.8 - 1993.4 (8 ヶ月)	+ 14 ヶ月 (5 ヶ月)
- サービス	1992.2 - 1996.6 (52 ヶ月)	1993.6 - 1997.10 (52 ヶ月)	+ 16 ヶ月 (0 ヶ月)
(2)国内コンサルタント			
- 選定	1991.11 - 1992.2 (3 ヶ月)	1992.12 - 1993.3 (3 ヶ月)	+ 13 ヶ月 (0 ヶ月)
- サービス	1992.2 - 1996.6 (52 ヶ月)	1993.6 - 1997.10 (52 ヶ月)	+ 16 ヶ月 (0 ヶ月)

(3) 事業費

項目	計画(審査時)		実 績		差 額	
	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)
1. 機材調達						
(1) 変電所	1,503	3,868	5,165	16,670	3,662	12,802
(2) 送電線	1,595	2,982	1,808	5,835	213	2,853
(3) 配電線	5,949	21,061	3,786	99,824	-2,163	-78,763
2. 工事						
(1) 変電所	-	7,928	-	13,628	-	5,700
(2) 送電線	-	7,310	-	18,820	-	11,510
(3) 配電線	-	31,600	-	56,967	-	25,367
3. コンサルタント	86	8,438	202	15,026	116	6,588
4. 監理費	-	14,122	-	2,715	-	-11,407
5. 用地補償	-	500	-	349	-	-151
6. 予備費	906	8,941	-	-	-906	-8,941
合計	10,039	106,750	10,961	229,834	922	123,084
OEFC 分	10,039	20,843	8,008	40,736	-2,031	19,893

[換算レート] 審査時(1988年11月) : US\$1=¥134
 完成時(1993年IFS年平均) : US\$1=¥110

2. 分析と評価

2.1 事業実施に係わる評価

2.1.1 事業内容

(1) 事業範囲の変更

本事業では、事業実施中に生じた電力の需要事情の変化等に対応する必要が生じたことから、1992年4月と1995年7月の2回にわたり事業範囲の変更がなされている。

1992年の事業範囲の変更の背景には、ブラジル国内の事情により1988年11月の本事業の審査から、交換公文締結、借款契約を経て事業実施に至るまで長期を要している間に(審査時から数えると借款契約までに約3年かかっている)、ゴイアス州内電力の需要事情に変化が生じ、事業範囲を見直さねばならなくなったことがある。ここで見直された計画内容は、表2-1の「事業範囲の見直し(1992年4月)」に示されるとおりである。これには、借款契約締結が遅延している間にCELGが自己資金で先行着手したために借款対象から削除されたもの、および地域別電力需要の見直しによって新たに追加・変更されたものが含まれている。

表2-1 当初(審査時)計画以降の主要変更内容

事業範囲	事業範囲の見直し結果 (1992年4月)	CELGの要請による 事業範囲の追加 (1995年7月)
送電線建設		
230kv	144km	+10.69km
138kv	500km	-
69kv	677km	+0.67km
34,5kv	0km	+480.78km
合計	計 1321km	計 +492.14km
変電所		
230/69kv	100MVA	+100.00MVA
230/138kv	150MVA	+150.00MVA
138/69kv	150MVA	-
138/34.5kv	120MVA	-
138/13.8kv	-	-
69/34.5kv	143.8MVA	-
69/13.8kv	-	+20.00MVA
34.5/13.8kv	-	+115.00MVA
合計	計 663.8MVA	計 +385.00MVA
コンサルティング サービス		
海外	30M/M	+25M/M
国内	2,328M/M	-
合計	計 2,328M/M	計 +25M/M

注：-：変更なし

1995年の事業範囲の変更については、事業対象地域の農村の需要家戸数の増大に加え、

ブラジルの経済安定化、景気回復で今後さらに需要が急速に増大することが予測され、電力供給の絶対量を増加する必要があったことが背景としてあげられる。(内容については、表 2-1 の「CELG 要請による事業範囲(1995 年 7 月)」参照)。

これらの変更にともない、コンサルティングサービスの内容も見直されている。当初の計画に比べ、外国コンサルタントに関してはサービスが追加され、国内コンサルタントに関しては事業範囲の見直しにおいては変更がなかったが、その後、契約時にサービス内容が減少した。

2 回の変更内容とも、時間の経過とともに状況が変化したことに対応したものであり、OECD としても、当時、かかる変更の妥当性を確認している。また、内容変更による工期遅延もなく実施されていることから、問題ないものと判断される。

(2) 電力消費者の選定

電力消費者については、対象地域内の各市郡において事業内容の説明会を開催し、電力供給の希望者を募った。CELG が条件として設定したのは、以下のとおり。

電力消費者は電力供給ポイントから 1km 以内の電力消費者は工事費用の 3 分の 1 を負担、1km 以上の電力消費者は、これに加え 1km を超える範囲の工事費用負担をすること。

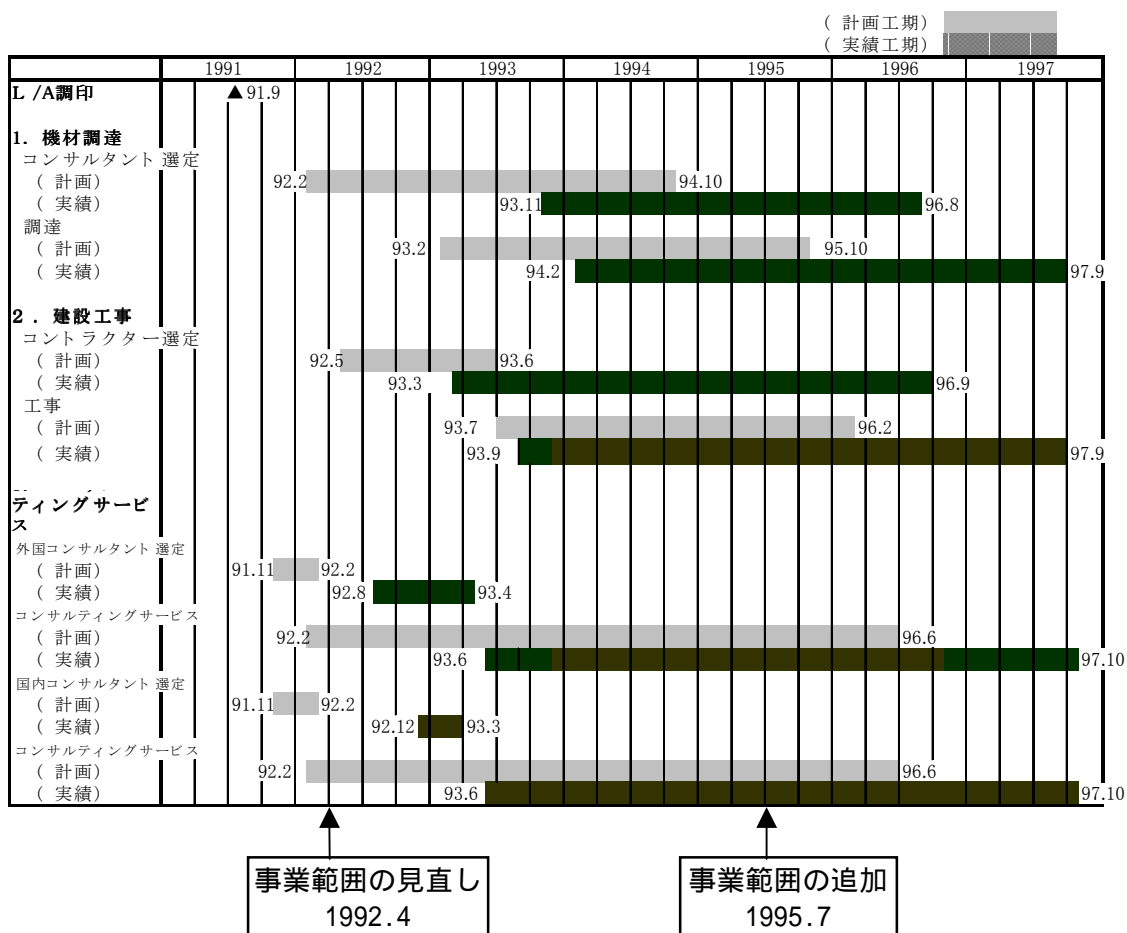
5、10、15、25kVA 変圧器のシングルフェーズの電力を利用すること。

このように、潜在的電力消費者に対し、明確に条件を提示した上で電力供給を決定している点などから、受益者選別において特段の問題は認められない。

2.1.2 工期

図 2-1 に示されるように、全体的な工期遅延がみられる。これは、事業実施開始(コンサルタント選定開始)が遅れたことにより、その後の各段階の開始が遅れていたためである。事業開始の遅延は、借款契約後の実施計画見直し(前述)に起因する。機材調達期間、コントラクター選定、工事期間がそれぞれ計画時と比較して、9 ヶ月、29 ヶ月、17 ヶ月と延長しているのは、当初の実施計画の見直しに起因する他、事業範囲追加を行ったためである。その他にも一部の調達・契約・工事においては入札と機材搬入時の遅れ、および雨季(9 月~2 月)の天候不良による中断もあったが、全体の工期への影響はほとんどなかった。

図 2-1 工期の計画・実績比較



本事業においては、機材調達に関しては 55 契約、工事に関しては 33 契約の合計 88 契約と、契約数が多かった。このため、CELG の OECF プロジェクトチームは設備毎に生産がどれくらいの期間が必要かといったスケジュールを作成し、数多い機材の中でプライオリティを明確にして、必要性の高いものから順次調達を行うようスケジュール管理を徹底した結果、追加工事を含めても借款契約の貸付実行期限内に予定とおりに終了した。

コンサルタントサービスに関しては、外国コンサルタント契約手続きに時間がかかったり、事業計画の見直しなどにより契約内容の変更等があったが、外国・国内コンサルタントサービス期間については予定期間で終了している。

以上、借款の供与が遅延し、時間が経過したことで需要に変化が生じ、様々な変更手続きの見直しを行わなければならなかったにもかかわらず、追加工事を含めて貸付実行期限内に終了していることを考えると、実施機関の工期管理のマネジメントが充分であったと評価できる。

2.1.3 事業費

事業費の計画・実績の差異を表 2-2(1)で円貨に換算してみると、総事業費について計画事業費の約 50%増のコストオーバーランがみられる一方、OECF 資金についてはほぼ計画どおりの実績となっている。全体的なコストオーバーランの理由は、2.1.1 で述べた事業内容の追加、および事業実施中のインフレや為替変動の影響である。

表 2-2(1)で OECF 資金については、機材調達費・コンサルタント費の減少と工事費の増大がみられる。表 2-2(2)で OECF 資金を外貨・内貨⁴別にみると、外貨分として積算されている機材調達費が、借款対象分の削減および為替変動の影響等によって減少した。一方、内貨分として積算されている工事費が増大しているが、これは、追加工事を行って工事量が増えたことが主な理由である。工事費の見積もりに対する実績の増大に関しては、OECF は予備費の使用で対応した他、資金配分変更を行って機材調達資金にあてていたものを工事費に振り替えて対応した。コンサルタント費用のうち、外国コンサルタントについては、追加工事で契約変更を行ってサービスを増加させたため、計画よりも費用が増大した。国内コンサルタントについては、契約時にサービス内容・人件費単価を削減し、結果として計画よりも費用が減少した。

事業費全体の資金源別割合を計画時と実績値で比較すると(図 2-2 参照)、OECF 資金の割合は、全事業コストが増加したのに対し借款額を変更することはなかったため、計画時に全事業費の 52%であったのに対し、実績としては 34%となっている。一方、CELG 資金については、20%から 53%へ増大しており、全事業費のコストオーバーランのかなりの部分が CELG の資金により手当てされたことがわかる。

⁴ 審査時点では、内貨分の積算は米ドルで行っている。

表 2-2 事業費の計画・実績比較

(1) 全事業費を円貨でみた場合の計画・実績比較

(単位：百万円)

項目	計画		実績		差異	
	全体	OECF	全体	OECF	全体	OECF
1.機材調達	12,787	9,047	24,216	7,806	11,429	-1,241
2.工事	6,276	1,512	9,835	3,705	3,559	2,193
3.コンサルタント	1,217	1,217	1,855	978	638	-239
4.監理費	1,892	0	299	0	-1,593	0
5.用地補償	67	0	38	0	-29	0
6.予備費	2,104	1,056			-2,104	-1,056
合計	24,343	12,832	36,243	12,489	11,900	-343

出所：OECF 資料、CELG 資料

(2) OECF 資金分の外貨・内貨別の計画・実績比較

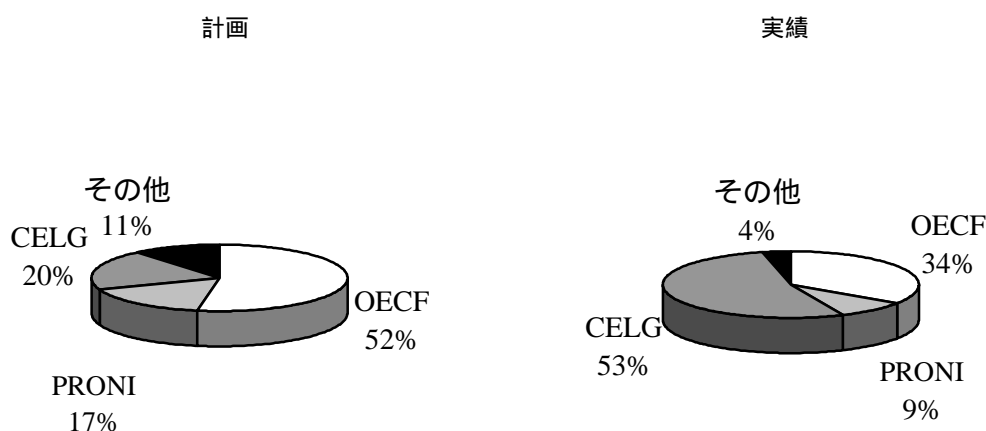
項目	計画（審査時）		実績（最終）		差異	
	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)	外貨 (百万円)	内貨 (千ドル)
1.機材調達	9,047		7,806	0	-1,241	0
2.工事	0	11,280	0	33,681	0	22,401
3.コンサルタント	86	8,438	202	7,055	116	-1,383
4.監理費	0	0	0	0	0	0
5.用地補償	0	0	0	0	0	0
6.予備費	906	1,125			-906	-1,125
合計	10,039	20,843	8,008	40,736	-2,031	19,893
総合計（百万円）	12,832		12,489		-343	

出所：OECF 資料、CELG 資料

注：計画値レート US\$ 1 = ¥134(1988 年審査時)

実績値レート US\$ 1 = ¥110(事業実施時の 1993 年平均レートで統一)

図 2-2 事業費の資金源別割合



2.1.4 実施体制

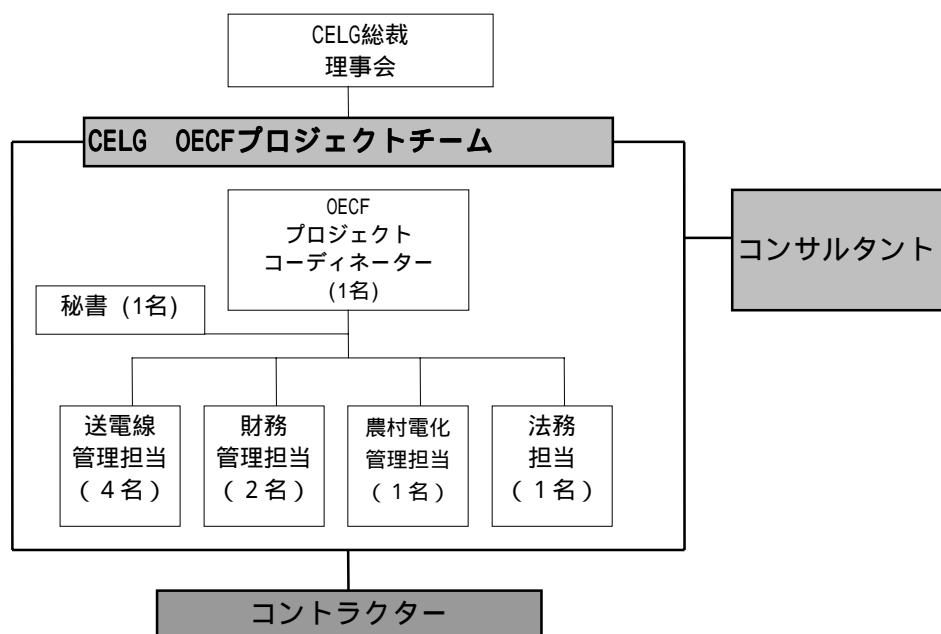
(1) 実施機関

本事業の実施機関である CELG は、ゴイアス州内の電力供給を目的として 1955 年 8 月に設立された州政府の電力公社で、CELG の株の約 80% は州政府が所有している。CELG の業務範囲は、発電、変電、送電、配電事業であり、電力供給対象地域は、ゴイアス州内の 234 の郡市町村と 329 地区で面積約 33 万 km²(ゴイアス州全土の約 99%)、人口約 430 万人(いずれも 1997 年現在の数値)が居住している地域である。

事業実施にあたっては、図 2-3 に示すとおり、CELG 総裁・理事会に直結した OECF プロジェクトチームが設置された。チーム内では、各部署の専門性を持った人材が OECF プロジェクト担当者としてあたり、本事業に必要な全てのマネジメントはこれらの人員によって行われた。ここに示したのはプロジェクトの進行上中心となって携わった人員数であるが、その他に 7~8 人からなる入札担当チーム、技術審査を行ったチームも別途構成された。本事業が、審査時点よりゴイアス州政府の優先事業として、また CELG 内でも最優先プロジェクトとして位置付けられていたことも、このような充実した実施体制をとることができた要因のひとつであったと思われる。

このプロジェクトチームは事業遂行の上で広範な決定権を付与されていたため(プロジェクトに係わるすべての方針決定はプロジェクトチームに一任され、決定内容はプロジェクトチームから直接理事会へ報告)、内部の手続き上の遅延はみられなかった。また、マネジメントは必要最小限の人数で行われていたので、指示系統は明確かつ迅速であったといえる。

図 2-3 OECF プロジェクト実施体制



中心となったプロジェクトチームの人員に関しては、本事業の形成段階の最初のスタディから、事業終了まで同じ人員が継続して従事していたが、常に事業内容に精通した人員が実施に関与していたことは、事業実施の効率化に貢献したと思われる。CELG にとって本事業が初の OECF 借款の受入であったが、CELG には借款手続き等について非常に積極的に学ぶ姿勢がみられ、事業へのコミットメントの高さが認められたことも、本事業の効率的な実施につながった重要な点である。以上を総合すると本事業実施における CELG の監理は優れていたと評価できよう。

なお、本事業における CELG のマネージメント方式は、OECF 借款事業監理のモデルとして、他州(具体的にはパイア州とセアラ州)において OECF 借款事業を行う際、プロジェクト・コーディネーターが自らその経験を直接紹介する機会を設け、経験の伝播を図るまでにいたっている。

(2) コンサルタント

外国コンサルタント(本邦企業)、ローカルコンサルタントともに、個別にショートリスト方式にて選定された。外国コンサルタントの TOR は、主に CELG から OECF への提出書類のレビューと CELG・OECF 間のコミュニケーション支援一般、および詳細設計から入札書類準備・評価など、本事業実施において CELG とローカルコンサルタントに対して必要な支援やアドバイスを与えることであった。ローカルコンサルタントについては、詳細設計からプロポーザル技術的評価、資機材のインスペクション、建設工事インスペクシ

ヨン等について CELG を支援することであった。CELG は、全体的なパフォーマンスについては、外国・ローカルコンサルタントとともに優秀であったと高く評価しており、それぞれ問題なく TOR とおりの役割を十分に果たしたものといえる。

(3) コントラクター

資機材調達については国際競争入札、建設工事については国内競争入札で選定された。本事業の性質上契約本数が多く、従って多くのコントラクターが雇用された。CELG によるコントラクターの評価は、優劣の差は多少あったものの、概して仕事は満足がいくものであったとなっている。また、今回の評価の現地調査でも、コントラクターに起因する特記すべき問題はみられなかった。以上より、本事業のコントラクターについては、特段問題ないと判断できる。

2.2 運営・維持管理にかかる評価

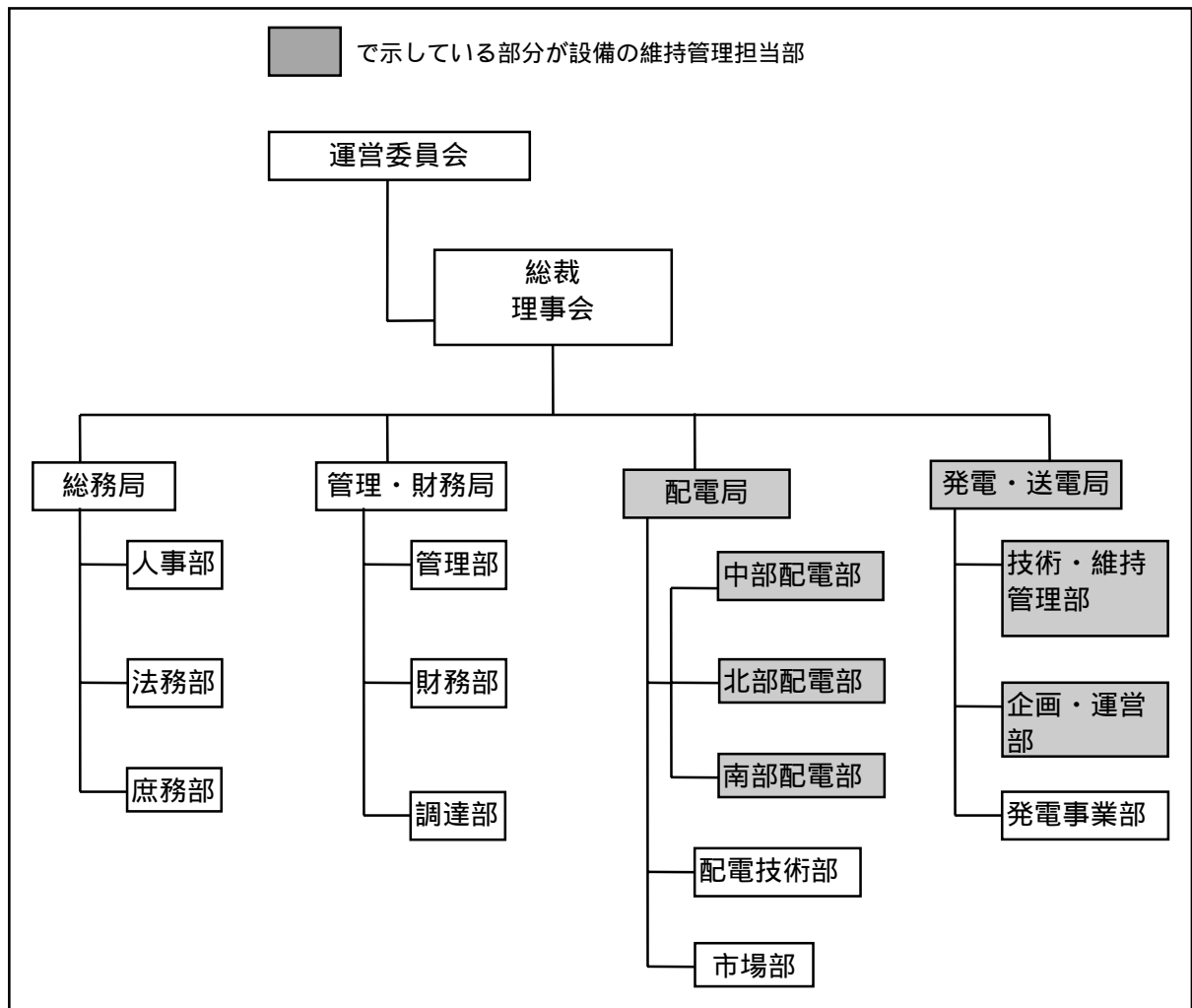
本事業はゴイアス州南部の配電をカバーするものだが、配電事業の性格上、本事業対象部分のみを特定して運営・維持管理状況を評価することは極めて困難である。したがって、本節では原則として CELG の配電網全体の運営維持管理について検討分析することとする。

2.2.1 運営維持管理体制

(1) CELG の組織

現在の CELG の全体組織は図 2-4 に示されるとおりである。本事業の開始前の 1992 年の CELG 全体の職員数は 4,018 人であったが、1998 年には約 4 割削減されて 2,494 人となっている。これは、ゴイアス州政府の財政赤字と重債務対策の一環として、1995 年以降、

図 2-4 CELG 全体組織図



連邦政府が州政府関連機関の余剰人員の削減を強く求めるようになったことが大きく関係

している。CELG では 1995 年 7 月以降、正式な競争試験を受けずに入社した人員から徐々に削減を始めた。主な削減対象は所属の不明確な職員、秘書、厚生関係職員や、通信設備投資による有人変電所の無人化であり、必要な運営・維持管理関係人員については大幅な削減はされていない。

(2) 運営方針

CELG の運営方針については、まず CELG の主要出資者⁵からなる運営委員会が、州政府計画に基づいた指針を与える。次に運営委員会の方針に従って理事会が戦略を設定し、中長期および年間の計画が決定される。これらの計画に従って、各局が計画を実施するが、四半期毎に実施状況のレビュー・ミーティングを行い、必要に応じて目標を再設定する。また、CELG のサービスに関する顧客の満足度を測るために世論調査が利用されることもある。投資・人員配置に関しては、理事会が決定する。

財務・電気料金設定、調達、マーケティングに関しては連邦政府の規定に従っている。電気料金設定は連邦政府の規定に従って大きく 2 種類に分かれている。消費する電力システムのピーク時、ピーク時以外、電力消費量などの違いによるもので、詳細に分類されており、全てコンピューター管理を行っている。電力消費者からの料金支払は主に銀行を通じて行われており、その他、比較的遅い時間まで開いているくじ売り場などでも電力料金の支払ができるようになっている。また、試行段階であるが、限られたパイロット地域においてプリペイドカードによる電力料金支払も試みられており、電力料金徴収率の向上を図る努力がなされている。

設備維持の方針・計画については、CELG の本部の関連部署が策定しており、これに基づいて各事業所が設備の運営・維持管理を実施している。変電所の主要設備については、機器製造業者が作成したマニュアルにしたがって運用されている。また、配電線については、それぞれの事業所の代表者が本社の専門家から教育を受け、各職場の核となって運営している。

(3) 維持管理体制

本事業により完成した設備の運営・維持管理については、69kV レベル以上の変電所・送電線は、図 2-3 の中で発電・送電局の中の維持管理担当部が担当している。部内での送電線に関するシステム運営人員数 187 名、維持管理人員数 403 名となっている(いずれも 1998 年 3 月の数値)。また、69kV 未満の送電線・変電所・配電網については、図 2-3 の配

⁵1998年3月現在の主な出資者の構成は、ゴイアス州政府80%、サンパウロ州証券取引所(15.2%)、ELETROBRAS(1.6%)。

電局の担当で、同局内では中部・北部・南部の3地域別担当部が地域毎に維持管理を行っている。送配電の運営維持管理に関する人員は合計1,128名であり(図の網掛け部分に含まれる人員)、CELG全体の総職員が2,494名であることから、全体の約5割の人員を運営・維持管理にあてていることになる。

一方、CELGは維持管理関係業務については民間委託を進めている。本事業審査当時(1988年)の維持管理に関する民間委託の割合は送電線50%、変電所80%、配電87%であったのみ対し、現在は日常の維持管理については送電線80%、変電所20%、配電用変電所90%、配電90%、非常時の維持管理については、それぞれ100%、0%、75%、75%となっている。この数値にみられるように、実際の維持管理は大部分が民間に委託されている。民間委託に際しては、CELGが一定の基準に基づいて慎重に選定した業者に委託し、CELGの監督、指導のもと活線作業も含めた全ての作業を実施している。ただし、最近では、民間委託がより進められており、新規委託先の参入も増えると思われるので、しばらくの間は委託先の能力についてはCELGが注意深く監理していく必要がある。

(4) トレーニング

CELGでは、職員の平均的な技術・事務能力の向上を図るべく、社内外において様々なトレーニングを実施している。職員に対し、年間にCELG内部で行うコースは、技術関連14コース、コンピューター関連8コース、ゴイアス州内で行う外部技術関連7コース、コンピューター関連については、10コース、さらに他州で行うコースについては事務関連4コース、技術関連3コース、経営関連3コースとなっている。1997年の実績では、1,851人の職員に対し、約16万レアルの予算を投じて内部トレーニングを行い、1,238人の職員に対し、約10万レアルの予算で外部トレーニングを行った。

委託職員に関しては、CELGの担当部署がそれぞれ指導をしている。なお、設備の拡充にともない、委託業務が増大している現状に鑑み、CELGでは設備維持管理に携わる人員のトレーニングセンターの設置を検討中とのことである。

2.2.2 運営・維持管理状況

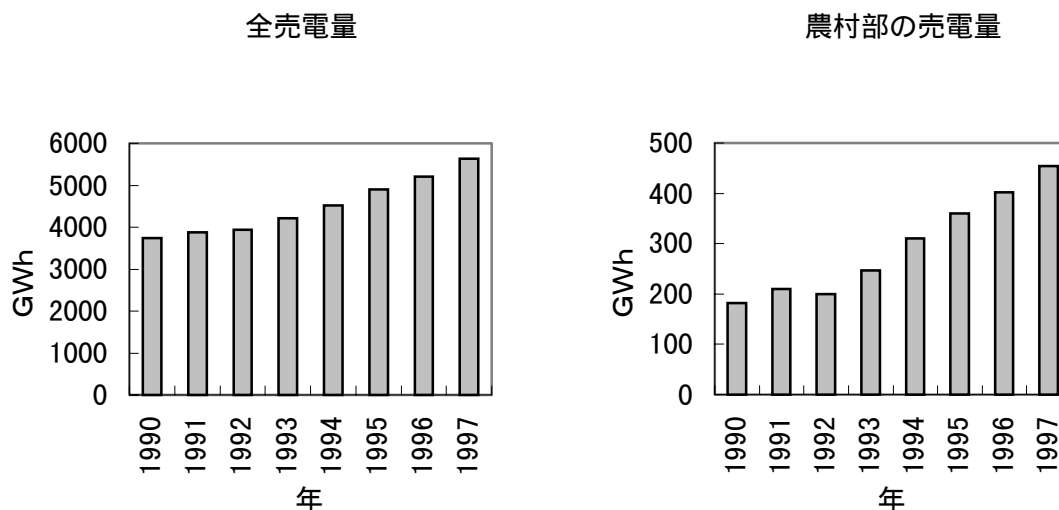
(1) 運営状況

(i) 売電量・売電収入の推移

1990年以降のCELG全体の売電量は図2-5に示されるとおり年々着実に伸びており、1997年の売電量は1990年の40%増となっている。特に、本事業の目的である農村部への売電量についてみると、同じ期間で約150%増大しており、事業により建設された設備が有効に運営されていることがうかがえる。これに伴い、CELGの売電収入も毎年増

加しているが(表 2-3)、その背景には、表 2-4 にみられるように電気料金の回収率が比較的高いことがあると考えられる。

図 2-5 CELG の売電量の推移



出所：CELG資料

表 2-3 CELG 売電収入

(単位：千レアル)

年	1995	1996	1997
売電収入	408,850	576,799	687,833
うち農村部売電収	23,829	32,141	37,181

出所：CELG 資料

表 2-4 電気料金回収率

年	1996	1997
住居	88%	98%
工業	91%	99%
商業	91%	98%
農村	90%	97%
公共部門	72%	95%

出所：CELG資料

回収率 = (年度徴収額^(注) / 年度請求額) %

(注) 年度徴収額には、当該年度の請求に対応する徴収額以外に、前年度請求分で当該年度になって徴収された額も含まれる。

(ii) 停電回数

CELG の 1997 年の停電状況について、連邦政府規定⁶により計算したものを以下に示す⁷。

FEC (需要家 1 件が 1 年に停電する回数、全体平均)	29.52(回)
DEC (需要家 1 件が 1 年に停電する時間、全体平均)	24.39(時間)

停電の原因は、CELG の報告によると主に自然災害および早い時期に導入された設備の不良によるものである。今後の電力需要増とともに停電回数が増加することもありうるため、現段階から停電原因を詳細に調査・分析し、緊急度の高いものから早期に対策をとるあるいは対策の準備を行っておく必要がある。

また、電化においてゴイアス州より先行している隣接のミナス・ジェライス州では、停電の原因が山焼き・野焼きによる電線の焼損という報告がある⁸。ゴイアス州でも同様のことが行われており、今後、配電網の広がりとともに被害を受ける可能性は十分にあるので、電線等の近くでの火入れを住民が自重するよう意識付けする広報活動を強化するなど、CELG としても事前の予防策が場合によっては必要と考えられる。

(iii) 送配電ロス

CELG の送配電ロスの数値を年間ベースで見ると、1990 年以降 13～15%と比較的高めの数値である(送配電ロスは、日本全体では 5% (1995 年)、タイ全体で 1994 年 10% (1994 年)。うち、最近 2 年間についてみると、1996 年には約 15%であったのがそれ以降減少傾向にあり、1998 年 6 月には月間ベースで 12.79%となっているが、依然として高めの数値であることには変りはない。その原因は、比較的長い送電線距離、技術的ロス、盗電である。1998 年 6 月の 12.79%のロスのうち、送電ロスは 2.67%、配電ロス(盗

⁶ FEC (Frequência equivalente de interrupção por consumidor do conjunto considerado) = $\sum_{i=1}^n Ca(i) / Cs$

DEC (Duração equivalente de interrupção por consumidores do conjunto considerado) = $\sum_{i=1}^n Ca(i) \times t(i) / Cs$

i=停電回数

t(i)= 停電時間

Ca(i)= 停電となった電力消費者数

Cs=全体の電力消費者数

⁷ (参考)他国の平均停電回数と平均停電時間の例：タイ - 9.72回および約10時間、韓国 - 2.29回および約4.5時間。

⁸ 1992年4月のブラジル環境省付属環境問題研究所主催の森林火災全国セミナー報告書より。

電を含む)は 10.12%と、配電の部分のロスの方が高い。また、配電ロスのうち、CELG の推定では盗電分は 3 割強とみなされているとのことである。これらのロスには、技術上、十分な改善の余地があるがこれについては次項で述べる。

(2) 維持管理状況

前述のとおり、本事業実施後、CELG の設備容量と売電量は急激に増加している。したがって、維持管理がどのような内容でどの程度確実に行われているかが、今後より重要となってくる。また運営状況でみたように、停電と送配電ロスが多いところ、それらに対する対策の現状と今後の留意点を以下に述べる。

(i) 設備点検項目

現在、配電設備の点検および巡視については、変電所構内のみで実施されている。変電所内設備に関する点検項目は以下のとおり。

1.変圧器

1-1 絶縁油の成分分析

変圧器内の絶縁油を採取し、水分・酸性度・色・抵抗値等を分析、測定している。

1-2 重合度試験

絶縁油の有機成分の重合度を分析し、寿命を推定している。

1-3 沈殿物質の含有度分析

1-4 タップ変更制御運転テスト

指令どおりのタップ変更が行われているか、実際に制御指令を出し、現地で確認している。

2.遮断器、再閉路用油開閉器

遮断器のメンテナンスは、一定期間内に通電した電流の積算値に基づいて実施。チェック内容は、消弧室内のSF6ガス分析および電極接触面の詳細な検査などである。サーモグラフィーによる温度測定も実施。

3.アレスター、電力ケーブル等

動作部分のない静止している設備に関しては、それぞれ決められた期間ごとにサーモグラフィーによる温度測定を実施して異常の有無を確認。

CELG では、これらの点検を着実に実施しており、変電所構内の点検に関しては、ほぼ満足なレベルにあると思われる。ただし、現在行われていない非常用のディーゼルエンジン等の試運転など、非常時用機器の点検も重要であるので、今後は項目に含めることが望まれる(非常時用機器のスムーズな稼働は停電復旧時間の短縮という観点から重要)。

また、変電所構内に限らず、送電線および配電線等の巡視点検も停電防止という観点からは重要である。現在、CELG は巡視点検はほとんど行っていないが、定期的な巡視点検を、電力供給に最も重要と考えられる線から、順次、実施していくことが望まれる。

(ii) 安全性確保

CELG の供給地域内の作業事故は表 2-5 に示されるとおりである(ただし、これは、あらゆる事故を含んでおり、電気事故の数は不明)。事故人数は毎年一定のレベルにあるが、設備数の増加にともなう仕事量の増加を考慮すると、事故率は減少しているとみなされる。しかし、死亡事故がある以上は、類似事故を防止するための対策等を早急にとる必要がある。

また、本事業は新規電化事業であり、対象事業地が人口密度の低い、アクセスに時間がかかる広大な農村地域であることを考慮すると、電気の取扱いに慣れていない電力消費者に対する安全への配慮も重要となる。この点に関しては、CELG は誰でも理解できるように漫画を取り入れたリーフレットを新規電力消費者に配布しており、電気の取扱いに関する P R は行き届いていると思われる。

表 2-5 CELG 職員の作業事故人数

年	事故人数	死者
1990	101	0
1991	84	0
1992	105	1
1993	84	3
1994	82	0
1995	109	3
1996	114	1
1997	86	0

出所：CELG 資料

(iii) 停電事故時対応

電力消費者にとって最も問題となる停電事故が発生した場合は、CELG では以下のような手順で復旧作業が進められる。まず、事故付近の住民が電話で(CELG 本部)電力消費者サービスセンターに事故を通報する。電話受付センターは 24 時間体制で待機しており、通報を受けた職員は停電地域の復旧担当者に連絡する。担当者は故障様相により配電線の電源側から負荷側へ、配電用変圧器やフューズおよび低圧配電線等の設備を巡視点検し事故原因を究明し、それを取り除いて復旧する。CELG は停電事故時のフリーダイヤル等の通報手段を整備しており、リーフレットを用いて広く顧客に宣伝している。CELG が電力消費者側に立ったこのようなサービスを実施している点は評価できる。

5 人という非常に限られたサンプル数であるが、現地調査の際インタビューを行った電力消費者からの意見(別添参照)では、CELG の事故時の対応にはだいたい満足している、とのことであった。

(vi) 送配電ロス対策

CELG によると、送配電ロス抑制のための対策として、次の 2 点に鋭意取り組んでいるとのことである。

1.送電ロス・配電ロス抑制のために電線の接続点を改修する。

接続点での熱損失が大きいため、接点面積を考慮した接続方法に順次改修している。

2.盗電防止のために巡視を徹底する。

毎月の電力使用料のチェックの際に、電力供給設備のメンテナンスと兼ねて電力消費者の構内の結線まで巡視し、盗電の形跡がないか点検を始めた。

また、盗電防止の一助として、電力量計の封印に特別シールを使用する方向であり、現在試行段階にある。このシールは、一度貼られたシールを剥がすと跡が残り、また再度貼ることもできないように工夫されているもので、電力量計の操作による盗電ロスの防止に効果があると期待されるものである。

2.2.3 CELG の財務状況

最近 3 ヶ年における CELG の主要財務実績と財務指標は、表 2-6、2-7 のとおりである。ブラジルでは 1995 年度末にインフレ価格修正の廃止を行っており、経年での比較ができないため、ここでは 1996 年、97 年の指標をみることにする。

まず、表 2-6 の損益計算書の表をみると、1996 年から 97 年にかけて経常利益は黒字に転じ、大幅な改善がみられる。その理由として、売上げの伸びが大きいことがあげられる。(1996 年から 97 年にかけて 17.9%の増加)。この間の電気料金は、CELG 全体の平均価格でみて 1.9%の上昇、電力消費者数の増加は 6.4%であり、売上増は、価格上昇より、むしろ電力消費者の増加によるところが大きい。

コスト削減面では、2.2.1 運営維持管理体制で述べたとおり、1995 年以降の人件費の削減努力によって、売上高人件費率は 1996 年 22.6%、97 年 16.2%と低下している。一方、設備の維持管理面等について CELG は民間委託を進めている関係から、表 2-6 の損益計算書にみられるように委託費は増加している。しかし、1996 年から 97 年にかけて維持管理委託契約価格の見直しを行ったこともあり、人件費と委託費を合わせた額の対売上高の比率は 1996 年 34.8%、1997 年 28.7%と低下している。このように、コスト削減についても CELG の努力と成果が認められる。なお、CELG の対連邦政府債務を州政府が引き受けたことも、CELG のコスト削減に大きく寄与している。

次に表 2-7 の財務指標のうち、総資本回転率は日本の電気業の平均値 37%と比較して大差ない値となっている。利益率、流動比率、自己資本比率は 1996 年から 97 年にかけて改善がみられているが、流動比率・自己資本比率については、低い数値となっている。特に自己資本比率は日本の場合よりも低い数値である。表 2-6 の貸借対照表をみると、CELG では長期借入や未払の税金・負担金の負債が大きい。表 2-8 の長期借入の構成をみると、CELG にとって OECF 借款はブラジル銀行からの借入れの次に大きいものとなっているが、その元本返済が 1998 年度から始まる。1997 年度になって、純利益がようやく黒字になってきた状態では、自己資金のみによる返済はやや厳しいこともありうる。しかしながら、先に述べたように、CELG の経営改善努力の成果は認められつつあるので、今後も引き続き料金回収率の向上、送配電ロスの一層の削減を図り、設備運用の効率化に努めることにより、OECF 借款を始めとする借入金の返済を無理なく行っていくことが可能になるであろう。

(注：1999 年 1 月 13 日のブラジル中銀によるリアル切り下げ、および 18 日の変動相場制への移行に伴い、2 月上旬時点で、リアルの対米ドル為替レートは 1.7 レアル/ドル前後にまで低下(切り下げ以前は 0.8 レアル/ドル前後)している。本事業の元利金支払においてもこのレート変動の影響は避けられないところ、今後の返済状況について OECF としても注意深くフォローしていく必要があると思われる。)

表 2-6 財務実績 (単位：千レアル)

損益計算書

	1996	1997
営業収入		
売上	590,570	696,408
売上値引	-186,913	-204,337
計	403,657	492,071
営業費用		
人件費	-91,120	-79,783
材料費	-5,294	-4,079
委託費	-49,497	-61,393
発電費用 (水・燃料)	-2,939	-1,809
転売用電力購入 ^{注1}	-82,720	-132,089
減価償却費 ^{注2}	-66,841	-32,123
その他	-19,639	-53,539
金融支出・収入		
受取利息	53,857	9,272
支払利息	-178,972	-123,072
その他	13,538	1,890
計	-429,627	-476,725
経常利益	-25,970	15,346
税引き後純利益	-45,801	9,443

注1：1996年末、CELGは所有していた発電所を民間会社へ売却した。1997年からは、そこから電力を購入し始めた関係で、転売用電力の国が増大したものの。

注2：1997年に減価償却費が大きく減少しているのは、1996年末にカシオエラ・ドウラーダ発電会社を創設して、CELGからカシオエラ・ドウラーダ発電所を分離したためである。

貸借対照表

	1996	1997
資産の部		
流動資産		
現預金	9,138	15,147
売掛金	166,995	206,106
未収入金	19,480	17,996
原材料	6,744	6,331
貸倒引当金	-452	-25
前払費用	337	294
小計	202,242	245,849
長期資産		
有形固定資産	922,115	969,529
その他投資	117,050	117,999
繰延資産	337	248
小計	1,039,502	1,087,776
合計	1,241,744	1,333,625

	1996	1997
負債・資本の部		
流動負債		
買掛金	53,162	46,922
未払金	7,892	3,495
未払税金 ^{注1}	145,667	139,078
短期借入	78,521	45,417
その他引当金 ^{注2}	106,667	39,680
その他	12,542	22,910
小計	404,451	297,502
固定負債		
長期借入 ^{注5}	524,271	584,240
未払税金 ^{注3}	100,106	98,402
その他引当金 ^{注4}	182,954	253,128
小計	807,331	935,770
負債計	1,211,782	1,233,272
資本		
資本金	143,059	143,059
資本剰余金	8,952	58,952
利益積立金	-122,049	-101,658
資本計	29,962	100,353
合計	1,241,744	1,333,625

注1：商品流通税 (ICMS)、社会保障分担金 (COFIN)、社会保険金 (INSS) 等

注2：CELGの年金基金、係争関係費用等

注3：注1のうち、元本償却期限を2013年4月までに延長したもの。

注4：事業の許認可にかかわるもので、その最終的処理は事業認可主体 (すなわち、現在は連邦政府) に従うことになり、分析上は考慮されない。

注5：1997年の長期借入分には、年度末にゴイアス州政府に引き受けられた153,321千レアルを含んでいる。

出所：CELG 資料

表 2-7 財務指標

単位：%

			参考
	1996	1997	日本の電気業 ^{注1}
総資本経常利益率	-2.1	1.1	1.7
売上高経常利益率	-6.4	3.1	4.6
総資本回転率 ^{注2}	31.9	36.4	38.0
流動比率	50.0	82.6	21.2
自己資本比率	2.4	7.4	14.8

注1：1997年度数値。出所：財政金融統計月報 1998.8 No.556

注2：売上高 / 総資産 × 100

出所：CELG 資料より計算

表 2-8 1997 年度の CELG の長期借入の構成

(単位：千リアル)

借入先	額	(%)
ブラジル銀行	214,433	(49.8%)
OECE	104,188	(24.1%)
PRONI	29,879	(6.9%)
ELETRORAS	10,241	(2.4%)
その他	72,178	(16.7%)
合計	430,919	(100.0%)

出所：CELG 資料より計算

2.3 事業効果

本事業の目的は、農村部における電化率を向上させ、灌漑設備への電力供給を行うことによって農産物の生産性向上に寄与することであった。

まず、電化率は、本事業前後の比較で飛躍的に向上している。本事業実施中、事業対象地域においては、他の新規電化プロジェクトは行われておらず、事業対象地域の電化率の向上はほぼ本事業による事業効果としてみなされることから、本事業の目的のひとつは達成できたといえる。もうひとつの目的である農産物の生産性向上については、生産性の変化には様々な要因が含まれるので、電化による貢献のみを特定することはできないが、本事業前後の農産物生産性の数値の推移を検証することにより、本事業の効果と考えられる部分の考察を述べる。

定性的効果については、電化によって生活の質が向上した他、実施機関の報告による副次的な環境保全への影響を特に検証することとしたい。

2.3.1 定量的効果

(1) 農村電化率の上昇

本事業対象地域別農村部電化率は表 2-9 のとおりである。事業全体でみると、1997 年の電化率は事業実施前の 1990 年度との比較で 32% から 67% へと 35 ポイント上昇している。各地域別でみると、地域により 30 ポイントから 50 ポイントの伸びとなっている。

表 2-9 地域別農村部電化率

地域名	単位：%							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Mato Grosso de Goiás	34.4	38.4	41.5	44.6	50.2	56.4	59.8	62.9
Planalto Goiano	18.1	22.3	25.6	28.7	35.8	49.7	56.3	61.8
Alto Araguaia Goiano	13.9	17.1	19.9	21.7	27.8	47.0	52.7	55.9
Serra do Caiapo	37.0	42.0	46.9	50.3	60.6	72.4	78.4	82.3
Meia Ponte	54.8	64.0	68.0	71.0	83.9	91.8	95.6	98.9
Sudeste Goiano	7.6	9.3	10.9	46.5	15.2	25.7	28.8	30.6
Vertente Paranaíba	45.8	51.4	55.4	58.5	67.9	76.2	79.9	82.7
全体	31.8	36.3	39.7	46.3	49.7	59.2	63.5	66.8

出所：CELG 資料

戸数で述べると、1988 年 12 月時点で本事業対象地域全体で電化されていた家は 23,932 戸であったのに対し、本事業実施後(1997 年 12 月)、70,590 戸となっている(195%の伸び)。このうち、本事業による電化戸数は 43,888 戸であり、新規電化に本事業が大きく貢献した

ことがいえる。

表 2-10 の CELG が電力供給を行っている全電力消費者数の伸びとそのうち農村電力消費者数の伸びを比較すると、1991 年から 1997 年までの全体の電力消費者数の伸びは 47.7%であったのに対し、農村地域においては、90.6%の伸びとなっている。本事業により農村電化を集中的に実行した成果が現れたものといえる。

表 2-10 電力消費者数の推移

								(単位：件)
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1991～97年 までの伸び 率
全体	883,876	937,792	1,001,808	1,074,308	1,149,901	1,226,236	1,305,681	47.7%
うち農村	42,567	45,206	49,927	58,754	70,807	76,679	81,151	90.6%

出所：CELG 資料

(2) 農牧畜業の発展

CELG が電力を供給する灌漑設備(センター・ピボット)の数は、1991 年に 427 ケ所であったのに対し、本事業完成後の 1997 年 12 月には 769 ケ所となった。これに伴い、表 2-11 にみられるように、本事業対象地域内の灌漑面積も拡大している。

表 2-11 灌漑地域の面積の推移

水源 (河川名)							(単位：ha)
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
Araguaia	2,301	2,555	4,344	4,469	5,502	5,883	
Tocantins	8,236	9,666	9,882	10,551	11,223	11,240	
Paranaiba	27,625	34,608	40,380	47,045	51,986	53,644	
計	38,162	46,829	54,607	62,066	68,710	70,767	

出所：CELG 資料

農業生産量の増減は、電化による灌漑面積の拡大のみでなく、耕地面積そのものの拡大、その時々天候、政府の政策、各農家の作物の需要予測に基づく生産計画等、他の要因により左右される面が大きいので、本事業による電化が直ちに農業生産量増加に結びつくと結論づけることはできない。そこで、電化によって、より低コスト⁹で灌漑設備が利用

⁹ 例えば、豆を 1 ha 生産する際の灌漑設備の電力コストは、ディーゼル発電は 245 レアルであるのに対し、CELG の電力コストは 122 レアルと約 2 分の 1 のコストという報告もある。

できるようになり、二毛作、三毛作が可能となったことを踏まえ、生産性の向上に目を向けると、表 2-12 にみられるように、ゴイアス州における主要農産物の単位収量は増加傾向にあり、生産性は年々高くなっていることがわかる。ここには、本事業においてゴイアス州内の農村地域を集中的に電化したことで、灌漑設備の利用が増えたことによる効果が少なからず現れているものと考えられる。特に、ゴイアス州では小麦は灌漑設備の整備に伴って生産されるようになったものであり、その意味では本事業が小麦生産性の向上を可能にしたといえよう。

表 2-12 ゴイアス州主要農産物単位収量

(単位：kg/ha)

農産物	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年
豆 ^注	770	874	950	988	1,369
とうもろこし	3,473	3,537	3,476	3,911	3,964
砂糖キビ	72,869	73,273	74,756	73,594	75,955
小麦	1,596	2,434	3,149	4,019	3,684

注：ポルトガル語でフェイジョン(Feijão=豆)と一般に呼ばれるもの。ここでは大豆以外。

出所：ブラジル国土地理統計院資料

牧畜に関しても、例えば表 2-13 にみられるように、近年、ゴイアス州において乳牛数と牛乳の生産量が増加している。これは、本事業により、農村部でも冷蔵庫の利用が可能となり、生産者側で牛乳を一定期間保存できるようになったことが関係している。また、表 2-14 をみると、アグロインダストリー関連の業務用冷蔵庫・貯蔵庫数やその消費電力量が近年増大している。これらも本事業により、特に農村部において新たに利用が可能となったもので、電化なしでは成立しえないものである。

以上のとおり、本事業は、ゴイアス州における農業および農業関連産業の発展にも少なからず貢献していると考えられる。

表 2-13 ゴイアス州の乳牛数と牛乳生産量

年	牛の数と牛乳生産量	
	乳牛(頭)	牛乳生産量(リットル)
1990	2,340,950	1,071,966
1991	2,464,525	1,166,181
1992	2,550,140	1,276,464
1993	2,659,826	1,410,500
1994	2,636,546	1,409,351
1995	2,648,938	1,469,953

出所：CELG 資料

表 2-14 ゴイアス州のアグロインダストリー関連電力消費

年	業務用冷蔵庫		業務用貯蔵庫	
	数	電力消費量 (MWh)	数	電力消費量(MWh)
1993	37	19,568	253	29,348
1994	41	31,074	267	47,664
1995	38	36,684	271	52,673
1996	42	51,098	279	52,617
1997	50	68,845	289	54,392

出所：CELG 資料

(3) 財務的内部収益率(FIRR)

本事業の費用実績と現時点で把握される便益を元に、本事業の FIRR を計算したところ、14.4%との値を得た。計算にあたっては、費用については、本事業費実績、維持管理費用、買電・発電費用、便益としては、本事業によりもたらされた追加売電収入、をそれぞれ計上し、プロジェクト・ライフは30年としている。

2.3.2 定性的(副時的)効果

以下、データ不足から定量的には厳密に証明はできなかったが、本事業対象地域において、実施機関からの報告、受益者へのインタビュー、ブラジルの研究者等のヒアリングから、農村電化の副時的効果として認められると思われるものを述べる。

(1) 日常生活の質の向上

電力供給によって、アイロン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、テレビ等を家電を利用が増え、農村地域住民の生活の質が向上した。また、農村部での学校への電力供給のおかげで、昼間働いている労働者に対し、夜間に授業を行うことが可能となった。

(2) 火入れ¹⁰の減少と環境保全

本事業の事業対象地域においては、農牧畜生産活動上、火入れが盛んに行われている。火入れは間違った方法で過度に行うと、飛び火などにより森林火災を発生させ、二酸化炭素が増加し、土地が痩せ、生態系が破壊されるという環境への悪影響をもたらす側面がある。CELG は、こうした火入れが減少したこと(想定される農村電化と火入れ減少の関係の

¹⁰ 開墾作業のひとつで、刈り払い後の残存物をそれが乾燥した後に焼き払うこと。

詳細は「囲み」を参照)、および、事業対象地域住民の森林火災防止の意識が向上したこと(電化によりテレビが普及したことで、テレビを通じた州政府の火災防止のキャンペーンが奏効するようになった)などを、本事業が環境に与えた(副次的な)よい影響の例として挙げている。

ブラジルにおいては、森林火災(野焼き・山焼き)は北部から中西部にかけてよくみられ、深刻な環境破壊を引き起こす問題である。その要因は複雑多岐にわたるが、一因として乾燥した気候による自然条件に加え、人為的な要因、すなわち、タバコの投げ捨てや農牧畜生産活動上の火入れによる飛び火等で火災の広がりがみられていることがいわれている。

こうした状況を踏まえ、ブラジル環境問題研究所(IBAMA)は、森林火災についての現状調査や正しい火入れの仕方の指導や監視などを行って、森林火災の減少に向けて努力しつつある。表 2-15 の IBAMA のデータによると、本事業が始まった 1993 年以降、ブラジル全体とゴイアス州の両方において火災の発生箇所は減少傾向にある。

無論、先に述べたように火災の要因は様々であるので、火災が減少傾向にあるといっても本事業による効果がどれほどあったかについては厳密には特定できない。しかしながら、IBAMA によると、農村電化と森林火災の減少との因果関係について定量的実証はされてはいないものの、農村電化によって農作業の機械化が進み、農業生産性が向上すると、火入れが減少する現象はブラジル国内で一般に認識されているとのことである。少なくとも、「囲み」で説明したように、農村電化により火入れが減少する関係が指摘できるのであれば、環境保全につながりうるものである。本事業がゴイアス州の農村地域全体を広くカバーしたものであったこと考慮すると、本事業を通じて副次的に火入れが減少し、ひいては環境保全に一部貢献したことが考えられる。

表 2-15 ブラジルの森林火災発生箇所数

地域	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
ゴイアス州	16,428	37,445	9,963	16,665	8,195	5,928	2,058
その他の州	267,429	402,635	169,078	181,225	89,703	100,007	-
ブラジル全体	283,857	440,080	179,041	197,890	97,898	105,935	-

出所：IBAMA

3. 教訓

事業の円滑な実施には、広範な決定権を付与された事業専担者(あるいは、チーム、ユニットなど)の設置が有効である。

本事業の場合、実施機関内に設けられたプロジェクト・チームは、事業実施にかかわる広範な決定権を付与されており、事業実施に必要な判断/手続きの大半はチーム内で処理された。このような体制が指揮系統の明確化および諸手続きの迅速化をもたらし、ひいては事業の円滑な実施に大きく寄与したと認められる。

このように、事業の円滑な実施のためには、広範な決定権を付与された事業専担者(あるいは、チーム、ユニットなど。ただし、単なる事業専担の人員配置ではなく、決定権を付与されているかどうかポイント)の設置が有効である。

(囲み) 想定される農村電化と火入れ減少との関係

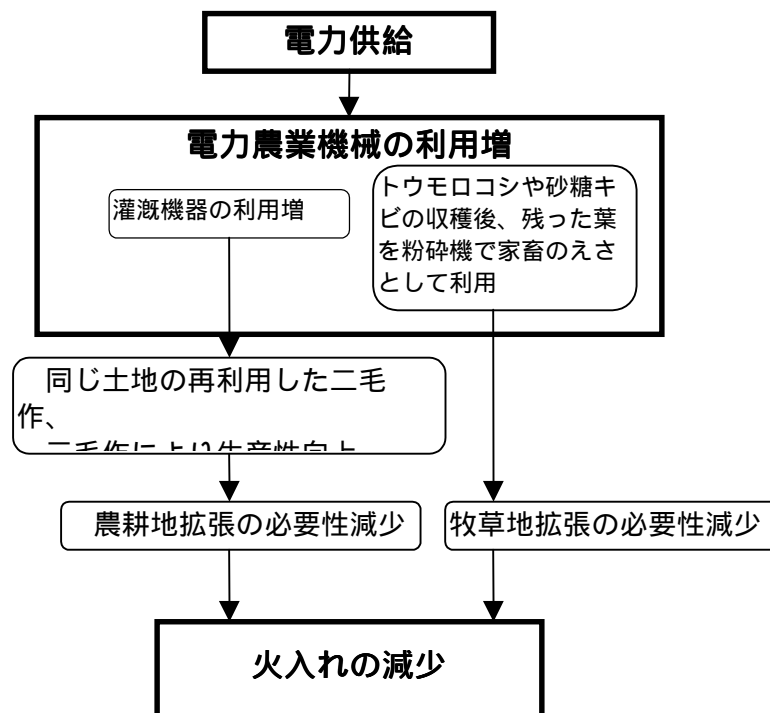
想定される農村電化と火入れ減少の関係を簡略化して示すと、下図のとおりになる。

まず牧畜業における火入れは、牧草は乾期(3月～8月)になると枯れるので、不足する牧草を補うべく牧草地を広げるために新たに森林を焼くため、あるいは牧草の新芽の早期発芽を誘発するために枯れた牧草を焼くために行われていた。しかし、電化によって粉碎機を導入するようになると、以前は焼いていた砂糖キビの葉などを機械を使って刈り取り、細かくして飼料(枯れた葉であっても機械によって切り取って細かくし、砂糖キビの絞り汁などとミックスすれば飼料として利用可能)として役立てることが可能になる。したがって、牧草を焼いたり、森林を伐採して新しい土地を広げる必要が少なくなるというものである。

次に、農業における火入れは、電力不足で灌漑機器の利用が限られ乾期の農耕が制限されるため、雨季の間に可能な限り農作物生産量の増加を図る目的から、農耕地拡張開墾において盛んに行われていた。しかしながら、電化によって低コストで灌漑機器を利用できるようになると、同じ土地を利用しての二毛作、三毛作による農作物生産量増が達成できるようになり、農耕地拡張が減少、必然的に火入れが減少することになる。

農耕時のもうひとつの火入れは、砂糖キビやとうもろこしの収穫が終わった後、残った草をすばやく除去し、次の耕作に備えるために行われていた(手作業で刈り取ると、時間がかかり、またその際に皮膚が切れ易いこともあって、焼く方が簡単)。ここにおいても先に述べたように刈り取った葉を粉碎機を使って飼料として利用できるようになると、火入れが減少することになる。したがって、機械を所有していない農家は利便性を優先して牧草や収穫後の残存物の清掃のために畑を焼いてしまうが、電化されたことにより機械化農業を営む農家ほど火入れをしなくなるという傾向があるといわれている。

図 想定される農村電化と火入れ減少の因果関係





センターピボットと
トマト畑



建設された送電線



さとうきびを電動の粉碎機で碎いて
いる。

〔 第三者評価 〕