

気ガスによる環境汚染の面からも好ましい事柄と言えよう。また、コストの高い自家発電がNECからの供給電力に置換えられると、自家発電により電力供給を受けていた生産活動のコストが低下し、社会の経済性が向上するという効果も期待できる。

以上はPower IV計画により電力供給が増加し、安定化することの効果であるが、本計画の発電用燃料を鉄道輸送により実施することの効果は、上記のPower IV計画が円滑に実施されることの効果である。

## 5-2. 電力公社に及ぼす効果

本計画実施による効果は、Power IV計画が円滑に実施されることによる効果が最大のものであることは、前節で述べた通りである。本計画が電力公社（NEC）に及ぼす効果も、輸送量の確保であるが、それが確保されない場合、NECの経営にどの程度の影響を与えるかを検討する。

スーダンのPower IV計画及び世界銀行のPower IV（IDA）計画とも、日本からのディーゼル機関車の供与などにより、SRCの輸送能力が向上し、発電用燃料は全面的に鉄道輸送で対応される事を前提に検討されている。

鉄道の輸送能力が向上しないためこれが実現されない場合、次の三つの可能性が考えられる。

- (A) 輸送量の増加はトラック輸送で対応するが、その輸送力が必要な輸送量を若干下回るケース
- (B) 輸送量の増加はトラック輸送で対応するが、その輸送能力は毎年増加する（(A)と同じ増加率で）ものの、一定の限界があるケース
- (C) 燃料輸送量が、その年の必要量の80%に留まるケース

これらのケースにおいてNECの今後の経営状態の変化を本計画が実施された場合と比較すると表5-1のようになると予測される。

表5-1から、計画通り燃料輸送が実施された場合でも、純利益率は数%程度で1989/90年度前後には純利益はマイナスになるが、輸送量が不足した場合には何れの場合でも純利益率は大幅なマイナスとなり、電力料金の値上げ率を、それだけ増加させなければならなくなる事を示している。

ケース(A)の場合、燃料輸送量は1986/87年度以降毎年10%増加すると仮定した。燃料輸送量が計画量に対して不足すると、火力発電量、売電量とも計画に対して減少し、営業収益も減少する。このため、営業利益から借金返済額などを差し引いた純利益は大幅に減少し、1989/90年度以降ずっとマイナスが続くので、このような状態を継続させる事ができないのは明らかである。従って、電力料金の値上げ率を、物価上昇率よりも2~3%多めにし、収支バランスを取る事になるであろう。

ケース(B)の場合は、自動車による燃料輸送に一定の限度があると仮定した場合である。ここでは、その限度を100,000t/年としたので、鉄道輸送と合わせて、毎年164,000tの燃料が、NEC

が使用できる限度ということになる。なお、この限度に達するまでの自動車輸送の増加率はケース(A)と同様とした。このような場合、火力発電の増加は1989/90年度から頭打ちとなり、この場合の発電量と計画発電量との差は年を追って大きくなり、営業収益は、1995/96年度には計画の61%しか得られなくなってしまう。これは、燃料輸送量が計画の34%にしか達しない事によるわけであるが、計画との差は極めて大きい。このため、営業利益は減少し、営業利益から借金返済額を差し引いた純利益は、燃料輸送量が頭打ちとなる1989/90年度からマイナスとなり、それ以降ずっと営業収益に対し10%前後の欠損が出る状況となる。これを収支バランスさせるためには、電力料金を毎年10%程度余分に値上げする必要がある。

ケース(C)の場合は、燃料輸送量は毎年増加するが、それが毎年の必要量の80%に留まると仮定した。このような場合のNECの収支はケース(A)とほぼ同じような傾向である。1989/90年度以降、ほとんどの年度で欠損が出るので、ケース(A)の場合と同様に、電力料金の値上げ率を物価上昇よりも2~3%多めにしてバランスを取る事になるであろう。

以上の事から、Power IV計画の実施に当たっては、発電用燃料の輸送量の確保が不可欠である事がわかる。また、「燃料輸送網整備計画」により供与される本線用ディーゼル機関車はNECが所有し、その運用と保守をSRCが担当することになる。これに伴い、SRCは、発電用燃料輸送に関しては、輸送原価に相当する割引運賃で輸送する事が約束されており、燃料輸送費及び燃料費の低減により、電力料金の上昇を抑える効果が期待される。

表5-1 営業効率の分析

番号	項 目	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
1	電力需要 GWH	1,014	1,233	1,218	1,593	1,642	1,790	1,796
2	水力発電 GWH	781	949	(825)	1,106	1,106	1,200	1,200
3-1	火力発電 GWH	233	284	(393)	487	608	639	761
3-2	火力発電 A GWH	233	284	(393)	487	536	590	649
3-3	火力発電 B GWH	233	284	(393)	487	536	590	596
3-4	火力発電 C GWH	233	284	(393)	487	486	512	608
4-1	燃料消費量 $\times 10^3 t$	61.6	91.8	127.7	134.0	167.0	176.0	209.0
4-2	燃料消費量 A	61.6	91.8	127.7	134.0	147.4	162.1	178.4
4-3	燃料消費量 B	61.6	91.8	127.7	134.0	147.4	162.1	164.0
4-4	燃料消費量 C	61.6	91.8	127.7	134.0	133.6	140.8	167.2
5-1	売電量 (計画) GWH	779.6	(961.7)	(998.8)	1,338	1,440	1,545	1,647
5-2	売電量 A GWH	779.6	(961.7)	(998.8)	1,338	1,379	1,504	1,553
5-3	売電量 B GWH	779.6	(961.7)	(998.8)	1,338	1,379	1,504	1,509
5-4	売電量 C GWH	779.6	(961.7)	(998.8)	1,338	1,337	1,438	1,519
6-1	営業収益 $\times 10^6$ LS	110.7	197.2	255.7	350.6	476.6	628.8	805.4
6-2	営業収益 A	110.7	197.2	255.7	350.6	456.5	612.0	759.4
6-3	営業収益 B	110.7	197.2	255.7	350.6	456.5	612.0	737.9
6-4	営業収益 C	110.7	197.2	255.7	350.6	442.5	585.3	742.8
7-1	営業可変費 $\times 10^6$ LS	29.7	50.2	75.5	112.6	148.9	193.6	251.6
7-2	営業可変費 A	29.7	50.2	75.5	112.6	131.3	178.8	214.8
7-3	営業可変費 B	29.7	50.2	75.5	112.6	131.3	178.8	197.3
7-4	営業可変費 C	29.7	50.2	75.5	112.6	119.1	155.1	201.2
8	営業固定費 $\times 10^6$ LS	48.8	78.2	96.6	121.2	149.5	185.4	229.8
9	ロ-γ 返済等 $\times 10^6$ LS	21.6	30.6	66.8	89.9	138.7	227.1	337.2
10-1	純利益率 (計画) %	9.6	19.4	6.6	7.7	8.3	3.6	- 1.7
10-2	純利益率 A %	9.6	19.4	6.6	7.7	8.1	3.4	- 3.0
10-3	純利益率 B %	9.6	19.4	6.6	7.7	8.1	3.4	- 3.6
10-4	純利益率 C %	9.6	19.4	6.6	7.7	8.0	3.0	- 3.4

表5-1 営業効率の分析

番号	項目	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96
1	電力需要 GWH	1,796	1,796	1,796	1,796	1,796	1,796
2	水力発電 GWH	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3-1	火力発電 GWH	895	1,032	1,186	1,354	1,536	1,738
3-2	火力発電 A GWH	713	785	863	949	1,045	1,149
3-3	火力発電 B GWH	596	596	596	596	596	596
3-4	火力発電 C GWH	716	826	951	1,085	1,231	1,393
4-1	燃料消費量 $\times 10^4 t$	246.0	284.0	327.0	373.0	423.0	479.0
4-2	燃料消費量 A	196.2	215.8	237.4	261.1	287.3	316.0
4-3	燃料消費量 B	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0
4-4	燃料消費量 C	196.8	227.2	261.6	298.4	338.4	383.2
5-1	売電量 (計画) GWH	1,760	1,875	2,004	2,145	2,298	2,468
5-2	売電量 A GWH	1,607	1,667	1,733	1,805	1,886	1,973
5-3	売電量 B GWH	1,509	1,509	1,509	1,509	1,509	1,509
5-4	売電量 C GWH	1,609	1,702	1,807	1,919	2,042	2,178
6-1	営業収益 $\times 10^6$ LS	1,015.5	1,245.0	1,396.8	1,720.3	2,118.8	2,618.5
6-2	営業収益 A	927.2	1,106.9	1,207.9	1,447.6	1,738.9	2,093.4
6-3	営業収益 B	870.7	1,002.0	1,051.8	1,210.2	1,391.3	1,601.1
6-4	営業収益 C	928.4	1,130.1	1,259.5	1,539.0	1,882.7	2,310.9
7-1	営業可変費 $\times 10^6$ LS	348.2	461.3	583.5	752.8	940.0	1,190.5
7-2	営業可変費 A	277.4	350.9	424.6	527.6	639.5	787.1
7-3	営業可変費 B	231.8	266.4	293.2	331.4	364.8	408.3
7-4	営業可変費 C	278.5	369.2	467.9	603.3	753.4	954.2
8	営業固定費 $\times 10^6$ LS	264.4	304.0	349.6	402.0	462.4	531.7
9	ロ-ツ 返済等 $\times 10^6$ LS	397.9	457.6	526.2	605.2	696.0	800.4
10-1	純利益率 (計画) %	0.5	1.8	- 4.5	0.1	4.6	5.8
10-2	純利益率 A %	- 1.3	- 0.5	- 7.7	- 6.0	- 3.4	- 1.2
10-3	純利益率 B %	- 2.7	- 2.6	- 11.2	- 10.6	- 9.5	- 8.7
10-4	純利益率 C %	- 1.3	- 0.1	- 6.7	- 4.6	- 1.5	1.1

### 5-3. スーダン国鉄に及ぼす効果

スーダン国鉄 (SRC) の輸送量は、旅客に比べて貨物の方が圧倒的に多く、1982/83年度の貨物収入は全収入の約80%になっている。しかし、この貨物も、輸送量が年々減少して1983/84年度は5年前の1979/80年度の42% (t・km) にまで減少している。この理由は、輸送需要の減少ではなく、使用可能な機関車の不足による輸送能力の減少にあると思われる。SRCが輸送した NEC の発電用燃料の実績を示すと表5-2のようになる。

表5-2 発電用燃料の輸送量

単位:  $\times 10^6$  t・km

年 度	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
貨物輸送量 t	1,608	1,215	836	(800)	(800)
NEC 用燃料輸送量	26.7	32.3	48.5	29.1	50.3
同 割合 %	1.7	2.7	5.8	(3.6)	(6.3)

〔注〕 1984/85, 85/86 年度の貨物輸送実績は推定値

SRCの貨物輸送量は年々減少しているが、NECの発電用燃料の輸送割合は増加しており、SRCも無視出来ない重要な貨物になりつつある事が推定される。

本計画の目標年度1989/90年度のNEC用燃料輸送量は209,000tと見積もられ、85/86年度の実績(63,900t)に対し、145,100tの増加となる。これを全て鉄道輸送で行うとすれば、輸送 t・km の増加は、

$$145,100\text{t} \times 787\text{km} = 114.2 \times 10^6 \text{t} \cdot \text{km}$$

となり、1985/86年度にも約  $800 \times 10^6 \text{t} \cdot \text{km}$  と推定される貨物輸送量を約14%上昇させ、低迷中のSRCの貨物輸送を回復させる効果が期待される。

経営的には、機関車はNECが所有し、SRCは輸送原価を多少上回る程度の割引運賃を適用しなければならぬので、収入としては多くを期待できないが、輸送量の増加はSRCにとって好ましい事と言えよう。

#### 5-4. 輸送コスト

輸送のための経費としては、減価償却費（設備の初期投資に対する費用）、設備の維持費、機関車の動力費（燃料）、人件費、管理費などがある。これらを正確に計算する事は難しいが、英国報告書（輸送）も引用しながら検討すれば、以下の通りである。

##### ① 減価償却費

初期投資が必要なものとしては、車両、軌道、信号、駅などがあるが、車両のみ新製、他は既存のものを使うものとする。

ポートスーダン～カルツーム間を3日サイクルで輸送する場合の必要とする車両数及びその価格は表5-4の通りとなる。なお、車両の単価は表5-3のように推定される。

表5-3 車両価格

車 種	円価格 ×10 <sup>6</sup> 円	ドル換算 ×10 <sup>3</sup> US\$	スーダンポンド 換算 ×10 <sup>3</sup> LS
本線用DL	270	1,636	6,544
入換用DL	170	1,030	4,120
タンク貨車	15	91	364
Manama + Brake Van	*1 18	109	436

\*1 タンク車×1.2 とした

\*2 換算率は 1 US\$ = 4.0 LS  
1 US\$ = 165円

表5-4 必要な車両数と価格

車 種	両 数	単 価	総 価
本線用DL	6 両	6,544×10 <sup>3</sup> LS	39.26×10 <sup>6</sup> LS
タンク貨車	86 両	364×10 <sup>3</sup> LS	31.30×10 <sup>6</sup> LS
Manama, Brake V	3 両	872×10 <sup>3</sup> LS	2.62×10 <sup>6</sup> LS
入換用DL	2 両	4,120×10 <sup>3</sup> LS	8.24×10 <sup>6</sup> LS
合 計			81.42×10 <sup>6</sup> LS

タンク車については、予備10%を見て86両（26×3×1.1=85.8両）準備するものとした。

##### ・車両の減価償却費

車両の減価償却は利率10%で15年で償却するものとする。

一般に、価格Aの車両を、利率rでn年間で償却する場合の1年当りの償却経費Nは

$$N = \frac{r \times A \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

で示されるので利率を10%とすると、償却年数によって経費Nは下表のように変化する。

利 率	年数	償却経費N
10 %	10	0.1627 × A
10 %	15	0.1314 × A
10 %	20	0.1273 × A

#### ・ローン返済

車両の調達条件については、

本線用ディーゼル機関車は 条件a.無償、

条件b.利率1.25%で30年貸付、10年間据置で20年間の均等払い、

及び 条件c.利率8.0 %で15年貸付、5年間据置で10年間の均等払い、

という3つの調達条件について検討する。(簡単のため、条件b.などでは据置期間を無視して20年貸付、均等払いの条件と同じと見なした)

タンク貨車については、フランスからの援助で調達したタンク貨車と同じ条件、45%は無償、残り55%はソフト・ローン(利率2%で30年貸付、10年間据置で20年間の均等払)という調達条件とした。

その他の入換用ディーゼル機関車などについては通常のローン条件と見られる条件c.で調達するものとした。

ローン返済の場合でも元利均等払いなら前述の

$$N = \frac{r \times A \times (1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

条件	利率r	年数n	返済金額N
a	1.25 %	20 年	0.0568 × A
b	2.0	20	0.0612 × A
c	8.0	10	0.1490 × A

の式が成立するので、右表のような返済金額となる。

#### ② 動力費

動力費(燃料費)については、車両の条件、路線の条件、運転方法などによって異なり、明確な数字の計算は困難であるが、本線用ディーゼル機関車がポートスーダン〜カルツーム間を1往復するのに必要な軽油は約10tと推定される。(4-5.項参照)

また、入換用ディーゼル機関車の軽油消費量は22.5t /年とする。(英国報告書(輸送)より)

軽油価格は1,120LS/t(1986年11月)とする。潤滑油等は燃料の15%の支出が必要なものとする。

#### ③ 乗務員の人件費

燃料輸送列車に必要な乗務員数は4-5.(c)項より、147名となる。SRCの1人当たりの人件費を2,500LS/年、乗務旅費や残業の賃金を50%とすると

$$2,500\text{LS/年} \times 147\text{人} \times 1.5 = 0.66 \times 10^6\text{LS/年}$$

が、乗務員関係の人件費となる。

#### ④ 車両保守費

英国報告書(輸送)では本線用ディーゼル機関車について購入価格の6%を、タンク貨車その

他については購入価格の3%を車両保守費としている。ここでは、入換用ディーゼル機関車の保守費を購入価格の4%と見積ることとした。

表5-5 車両保守費

車 種	総 価	車両保守費
本線用DL	$39.26 \times 10^6$ LS	$2.36 \times 10^6$ LS
タンク貨車	$31.30 \times 10^6$ LS	$0.94 \times 10^6$ LS
Manama + Brake Van	$2.62 \times 10^6$ LS	$0.08 \times 10^6$ LS
入換用DL	$8.24 \times 10^6$ LS	$0.33 \times 10^6$ LS
合 計	$81.42 \times 10^6$ LS	$3.71 \times 10^6$ LS

#### ⑤ その他経費

その他経費としては、軌道、信号、駅等の地上設備、およびそれらの保守、駅等の要員、管理・技術要員などの経費がある。これらは燃料輸送以外の輸送とも共用し、正確には把握しにくいので、英国報告書（輸送）の数値を引用する。

軌道等及びそれらの保守	$2.03 \times 10^6$ LS
輸 送	$1.81 \times 10^6$ LS
管理・技術	$1.26 \times 10^6$ LS

合 計	$5.10 \times 10^6$ LS
-----	-----------------------

#### ⑥ 総合経費

以上のような条件で鉄道輸送の輸送原価を計算すると表5-6のようになる。なお、このように3日サイクルで輸送すると265,500t/年の燃料輸送が実施できる

表5-6 鉄道輸送の輸送原価

DLの調達条件	条件a.	条件b.	条件c.
減価償却費	$10.70 \times 10^6$ LS	同左	同左
燃料費	$3.84 \times 10^6$ LS	同左	同左
人件費	$0.55 \times 10^6$ LS	同左	同左
車両保守費	$3.71 \times 10^6$ LS	同左	同左
その他	$5.10 \times 10^6$ LS	同左	同左
ローン返済	$2.67 \times 10^6$ LS	$4.90 \times 10^6$ LS	$8.52 \times 10^6$ LS
合 計	$26.57 \times 10^6$ LS	$28.80 \times 10^6$ LS	$32.42 \times 10^6$ LS
t当りの輸送コスト	100.1 LS/t	108.5 LS/t	122.1 LS/t

輸送原価はローン条件ばかりでなく、減価償却によっても変化するが、利率10%で10年償却とした場合は9.4LS/tだけコストが上昇し、20年償却とした場合は1.2LS/tだけコストが下がる。



ある貨物の鉄道運賃がその貨物の輸送原価に等しく設定されとは限らず、多少の利潤又は、政策的な割引が行われる事は当然あり得る。この原価計算もスーダン国及びSRCの実情を更に詳細に分析して修正すべき点はあると思われるが、NECの発電用燃料に対する現行運賃(151.9LS/l)よりは、かなり低いコストで輸送出来るようになる可能性を示している。

## 5-5. 自動車輸送との比較

自動車輸送の場合、道路の建設及び保守は、国又は地方自治体負担となるのがほとんどなので、比較が難しい。ここでは、前節の鉄道輸送原価の中の「その他経費」が輸送原価全体に占める割合に等しいコストが自動車輸送の場合にも必要とされると仮定して検討する。

### (1) 35t積タンクトラックを使用する場合

第2章で述べた「自動車による燃料輸送」の現状から、自動車輸送(35t積タンク・トラックを使用する場合)の輸送原価について推定する。

#### ① 車両価格

35t積のタンク・トラック(機関出力は350~450PS)のスーダン国内の価格(トラックは全て輸入品のため、関税込みの価格)は以下の通りである。

再生品	30~40,000 US\$ (500~660万円)
新品	90~100,000 US\$ (1490~1650万円)

この内訳は

けん引部分	55~65,000 US\$ (900~1070万円)
タンク部分	33~36,000 US\$ (540~590万円)

ここでは、タンク・トラックは新品を使用することを前提とし、単価は90,000 US\$/台(360×10<sup>3</sup>LS/台)とする。

#### ② 減価償却

このようなタンク・トラックの減価償却は、再生品の場合は1年、新品なら3年程度に見積っているようであるが、実際には新品なら4~5年程度使用することが可能なようである。

ここでは減価償却については3年の場合と5年の場合を検討する。

利率r	年数n	償却経費N
10 %	3 年	0.4021 × A
10	5	0.2638 × A

#### ③ ローン返済

・ローン返済については、タンク・トラックを鉄道輸送のローン条件c.(利率8%の15年貸付、5年間据置で10年間の均等払)及びスーダンにおける一般的なローン条件と思われる条件d.(利率20%の10年貸付、10年間の均等払い)について検討した。

条件	利率 r	年数 n	返済金額 N
c	8 %	10 年	$0.1490 \times A$
d	20	10	$0.2385 \times A$

#### ④ 動力費（燃料費）

サイクル時間（タンク・トラックがポートスーダン～カルツーム間を1往復するのに必要な時間）は5～6日間である。この内訳は片道1,200kmを走行するのに1.5日以上、積込、荷下しに各々1日ずつかかるので、運転手の休日を考えると最低6日と見ている。（運転手1名、助手1名）

トラックの平均速度は35t積で60km/h程度、50t積で55km/h程度である。従って、片道1,200kmを1.5～2日で走行するとして、36～48時間のうち20～22時間は運転していなければならない（昼間の走行可能）という相当厳しい労働条件となる。（運転者の交代はないし、2日間で走ると休日なくなる。）

燃料消費率は2km/ℓで、1往復2,400km走行すると1,200ℓ消費する。

サイクル時間を6日間とすると、1カ月に5回/月往復するので、6,000ℓの軽油を使用することになる。（軽油価格は3.5LS/gallon）

$$6,000 \text{ ℓ/月} \times 3.5 \text{ LS/gallon} \div 3.78 \text{ ℓ/gallon} = 5,556 \text{ LS/月}$$

又、トラックの潤滑油の消費量は12gallon/月（45ℓ/月）で、潤滑油の価格は25LS/gallon（270円/ℓ）であるから、この関係の費用は

$$12 \text{ gallon/月} \cdot \text{台} \times 25 \text{ LS/gallon} = 300 \text{ LS/月} \cdot \text{台}$$

トラック1台で35t×5回/月＝175t/月の輸送が行えるのでトン当りの燃料費は

$$(5,556 + 300) \div 175 \text{ t} = 33.5 \text{ LS/t}$$

#### ⑤ 人件費

人件費については、トラックの運転手の賃金（1,000～1,200LS/月で、SRCの機関士の給料約200LS/月の数倍）を1,200LS/月、助手の賃金を運転手の60%、超過賃金等を更に50%上積みして

$$1,200 \times 1.6 \times 1.5 = 2,880 \text{ LS/月}$$

1ヶ月に175t（35t×5回）輸送するので

$$2,880 \div 175 = 16.5 \text{ LS/t} \text{ となる。}$$

#### ⑥ トラックの保守費

このようなタンク・トラック（35t積）の保守費は約3,000LS/月（約150万円/年）と、日本での保守費（12t積……50万円/年）よりもかなり高いが、走行距離の差（12,000km/月に対し、日本では3,000～7,000km/月）、部品入手の困難さなどによるものであろう。

これを月当りの輸送量175tで割って

$$3,000 \div 175 = 17.1 \text{ LS/t}$$

#### ⑦ その他経費（管理費）

管理費については、適当なデータが得られなかったので、3日サイクルの場合の、鉄道輸送の輸送

原価に占める「その他経費」の割合19.2%と同じ比率になるコストを、管理費として計上することとした。

#### ⑧ 総合経費

以上のような条件で自動車輸送の輸送原価を計算すると表5-7のようになる。

表5-7 自動車輸送の輸送原価(35t積トラック)

トラックの償却年数	5 年		3 年	
トラックの調達条件	条件c	条件d	条件c	条件d
減 価 償 却	45.2 LS/t	同左	68.9 LS/t	同左
燃 料 費	33.5	同左	同左	同左
人 件 費	16.5	同左	同左	同左
車 両 保 守 費	17.1	同左	同左	同左
管 理 費	32.7	36.4	38.4	42.0
ロ ー ン 返 済	25.5	40.9	25.5	40.9
合 計	170.5	189.6	199.9	218.9

これから自動車輸送の原価は35t積タンク・トラックを使用する場合でも鉄道輸送よりもかなり高い事がわかる。

#### (2) 12t積タンク・トラックを使用する場合

現在、スーダンで行なわれている35t積タンク・トラックによる自動車輸送は、自動車輸送としては、かなり効率の良い方法である。これは、この節で検討する12t積タンク・トラックを使用した場合と比較すると良くわかる。

トラックの価格は35t積でも12t積でもそれ程の差はなく、12t タンク・トラックの価格は67,000 US\$ (268×10<sup>3</sup>LS又は1,100万円)と推定される。

減価償却、ローン返済、管理費などの考え方は前節と同様とする。

燃料費は、トラックの燃料消費率3km/ℓとし、サイクル時間を6日間として、

$$2,400 \div 3 \times 5 = 4,000 \text{ ℓ/月}$$

従って、1カ月に4,000ℓの軽油を消費する。(しかし、60t/月しか輸送できない)

潤滑油などの消費量は、機関出力(12t積みは280~320PS)に大差がないので35t積トラックと同様に300LS/月・台とする。

トン当りの燃料費は

$$(4,000 \times 3.5 \div 3.78 + 300) \div 60 = 66.7 \text{ LS/t となる。}$$

人件費も、運転手と助手各1名で、前節と同じコストがかかるとして

$$2,880 \text{ LS/月} \div 60 \text{ t/月} = 48 \text{ LS/t となる。}$$

車両保守費も前節と同様に3,000LS/月・台として

$3,000\text{LS}/\text{月}\cdot\text{台} \div 60\text{t}/\text{月}\cdot\text{台} = 50\text{LS}/\text{t}$ となる。

以上のような条件から輸送原価を計算すると表5-8のようになる。

表5-8 自動車輸送の輸送原価(12t積トラック)

トラックの償却年数	5 年		3 年	
トラックの調達条件	条件c	条件d	条件c	条件d
減 価 償 却	98.2 LS/t	同左	149.7 LS/t	同左
燃 料 費	66.7	同左	同左	同左
人 件 費	48.0	同左	同左	同左
車 両 保 守 費	50.0	同左	同左	同左
管 理 費	75.7	83.6	87.9	95.8
ロ ー ン 返 済	55.5	88.8	55.5	88.8
合 計	394.1	435.3	457.8	499.0

12t積タンク・トラックを使用する場合の自動車輸送の原価は35t積タンク・トラックの場合の2倍以上となると推定される。

### (3) コスト比較

以上、まとめて鉄道輸送と比較すると表5-9のようになる。

表5-9 鉄道輸送と自動車輸送の原価比較

項 目	鉄道輸送	自動車輸送	
サイクル時間	3 日	6 日(35t積)	6 日(12t積)
初期投資	41 LS/t	46 LS/t	97 LS/t
動力費	14	34	67
人件費	2	17	48
車両保守費	14	17	50
その他	19	34	79
ローン返済	10	26	56
輸送原価	100 LS/t	171 LS/t	394 LS/t
輸送距離	800 km	1,200 km	同左
償却年数	15 年	5 年	同左

この結果から、いずれの項目も鉄道輸送の方が安く、合計では、鉄道の輸送原価は、自動車輸送の場合の58%であり、かなりの差がある。

また、現在、ポートスーダン～カルツーム間の道路は、SRCの輸送能力が1976年以降低下し続けていることもあって、往復2車線(片側1車線)の道路に多くの大形トラックが投入されて

混雑しており、道路の保守も不十分な面があり、路面の破損が進行している状況下にある。

従って容量的にも大幅な増加は見込めず、NECの発電用燃料の増加分に対する輸送手段としては、スーダン側の検討通り、鉄道輸送の増強により対応する事が適切と考えられる。

## 5-6. 燃料輸送費と電力料金

ポートスーダン〜カルツーム間の燃料輸送費は、Power IV計画の評価で述べたように、現在、実績で126LS/tと見られ、NECの電力料金に占める割合は、発電端で5.5%となっている。この値は日本の推定値約2.5%と比較して高い値であることは、既に述べたとおりである。

Power IV計画で、NECが燃料輸送用のディーゼル機関車を所有し、SRCにその運用と保守を委託することとし、NECからSRCに支払う運賃を、輸送原価に等しい値にまで割引することが検討されている。このような方法が採用されると、NECが負担する運賃は、表5-6に示す鉄道輸送の輸送原価100.1 LS/tにまで軽減され、燃料輸送費が電力料金に占める割合は4.3%となり、電力料金は1.2%程度の値下げが可能であると計算される。

## 第6章 結論と提言



## 第6章 結論と提言

電力は最も重要な動力源の一つであり、その供給事業は国の基幹産業であり、国民生活にとって極めて重大な影響を与えるものである。スーダンにおける発電能力及び実績は、他の国に比べて低いレベルにあり、同国政府はこれの増強に対して、高い優先順位を置いている。

将来の電力需要の伸びについては、これまでの実績、英国の報告書、世銀の報告書等を参考にしながら修正を行ったが、現在の絶対値そのものが小さいので、電力網を拡充して行けば、更に大きな需要増になる事も充分考えられる。そのためには、安定した（停電のない）質の良い（電圧・周波数が安定した）電力の供給を目指す必要がある。

燃料輸送に関しては、第5章で述べたように、自動車輸送よりも鉄道輸送の方がコストが安く、また、第2章で述べたように、自動車輸送には質的な問題と、量的な限界があるので、今後は鉄道輸送を主体として、安定した輸送を行う必要がある。

そして、第5章で述べたように、Power IV計画が、スーダン国に及ぼす効果は大きく、「燃料輸送網整備計画」による燃料輸送手段の確保は、Power IV計画の実施に当たって、不可欠の要因となる。

また、電力の安定供給は、民生の安定、及び社会経済の発展に大きく貢献するものであるから、NECは勿論、SRCもこの「燃料輸送網整備計画」の実施に当たっては、全社を挙げて取り組むべきであろう。

今回必要な設備の内容としては、スーダン共和国政府の要請は10両であるが、国内解析の結果、車上無線を含む本線用ディーゼル機関車6両とした。

これらを有効に使用するため、以下の事柄を提言する。

スーダン共和国政府に対して

- 1) 燃料輸送に関する燃料の確保、積み込み・荷下し作業、列車運転の正確さの確保、設備の増設、運転・保守に対する各機関の責任を明確にして、それぞれの実行内容を常に把握し、その適正実施方を指導すること。
- 2) スーダン国鉄（SRC）に対し、本計画による電力公社（NEC）の発電用燃料輸送に輸送原価相当の割引運賃を適用するよう指導するとともに、NECに対し、燃料輸送費の上昇を抑え電力料金の上昇を抑制するよう指導すること。

NECに対して

- 1) ディーゼル機関車の運用計画及び保守計画を、SRCと協議しながら、確実に管理すること。
- 2) 現在計画中の荷役設備の改善（構内軌道改良、加熱装置取付、貯蔵タンク増設）を完成させること。
- 3) 専用入換機関車を確保すること。



4) 各石油会社の燃料積込み設備能力も考慮して、効率的な積込みを行い、積込み時間の大幅な短縮を計ること。

またSRCに対しては、以下の事柄を提言する。

1) ディーゼル機関車の運用計画及び保守計画に関し、NECに適切な助言を与えると共に、委託されたディーゼル機関車の運用及び保守の業務を確実に行うこと。

2) 車両保守に必要な予備品等の経費を計画的に確保し、また職員の技術力向上に努め、適正な点検・保守を行うこと。

3) 入換機関車については、NECと協議し、燃料の積込み、荷下しを効率的に行う事ができるよう配慮すること。

4) 列車ダイヤを見直し、表定速度を向上し、輸送コストを更に低下させるよう努力すること。特に、タンク車の途中駅での検査の必要性を見直すとともに、途中駅での停車回数及び停車時間の大幅な短縮に努めること。

今回、ディーゼル機関車の所要数を6両としたが、第3章で述べたように所要サイクル時間の短縮などを実行すれば、必要な設備も少なくて済み、効率的な輸送が実現できる。更に、燃料輸送量が大幅に増加した場合には、新しい燃料輸送計画を検討する事となるであろう。

# 資料編



## 資 料 編

### 1. 協議議事録

1986年11月12日、カルツームのNEC本社において、調印した協議議事録は、別紙の通りである。

Minutes of Discussions

On

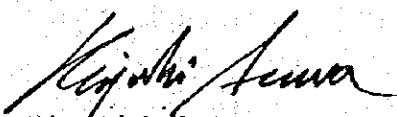
The Basic Design Study (Phase II) on the Fuel Transport  
For Power Projects in the Republic of The Sudan

In response to the request of the Government of The Republic of The Sudan, the Government of Japan decided to conduct a basic design study (Phase II) on the fuel transport for Power projects (hereinafter referred to as "Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA). JICA sent to The Sudan the study team headed by Mr. Kiyoshi Suwa, Assistant Director, Grant Aid Division, Ministry of Foreign Affairs, Government of Japan from 7th November to 13th November 1986.

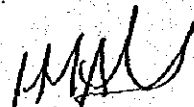
The team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of the Sudan headed by Mr. Abdel latif Ibrahim, Director General of NEC and conducted a field survey in Khartoum and Khartoum North area.

As a result of the study, both parties agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

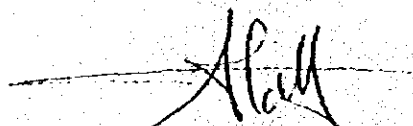
Khartoum, November 12, 1986



Kiyoshi Suwa  
Team Leader  
Japanese Study Team



Hashim Mohammed Ahmed  
D.G. Sudan Railways



Abdel latif Ibrahim  
D.G. National Electricity Corp.

Attachment

Attachment.

1. The objective of the Project is to provide railway locomotives to National Electricity Corporation (NEC) of Sudan for fuel transport in connection with Power IV Project.
2. The Project is aimed to secure the continuity of fuel supply from Port Sudan to Khartoum and Khartoum North power stations and the GOVERNMENT OF THE SUDAN allow NEC to have the possible least cost of fuel transport as well as to have a stabilized electricity tariff for the future.
3. It is agreed that NEC will be the owner of the locomotives allocated for this Project, while NEC and Sudan Railways Corporation (SRC) will adequately operate and maintain the locomotives effectively and secure adequate number of tank wagons for transporting the required amount of fuel from Port Sudan to Khartoum Thermal Power Stations. The proposed agreement between NEC and SRC should present the responsibilities of each part in order to achieve the above objectives of the Project. As SRC has a special agreement with Livestock and Meat Marketing Corporation since 1978, this agreement could be used as guidelines for the new agreement between NEC and SRC for the implementation of the Project and will be finalized once the financing of the Project is secured.
4. NEC and SRC stressed the importance of this project for the success of Power IV project, and in this respect clearly pointed out that both IDA (International Development Association) and ADB (African Development Bank), the two major cofinanciers of Power IV, are insisting on finalizing the funding arrangements for fuel transport prior to finalizing their respective credit arrangements expected early 1987.

KS

MAA

## 2. 調査団の構成

調査団員4名の担当と所属は下表の通りである。

氏 名	担 当	所 属
諏訪 潔	団 長	外務省 経済協力局 無償資金協力課 課長補佐
福田 信毅	鉄道輸送計画	海外鉄道技術協力協会 主任調査役
山本 克彦	電力開発計画	電源開発株式会社 海外技術協力部 調査室 課長
平原 哲也	経済評価	電源開発株式会社 海外技術協力部 海外営業室

## 3. 調査日程

調査は1986年11月2日から11月16日までの日程で実施したが、現地調査日程は下表の通りである。

月日	曜日	行 程	業 務 概 要
11 2	日	カソツ 着 19:00	(移動)
3	月		世銀(IDA)のスーダンの電力計画担当者より、情報収集
4	火		世銀(IDA)のスーダンの輸送計画担当者より、情報収集
5	水	カソツ 発 18:00	資料整理、第一回中間報告、(移動)
6	木	バツ着、バツ発 9:55 16:05	(移動)
7	金	カソツ-ム 着 0:55	(移動)、日本大使館と日程打合せ、資料整理
8	土		NEC、SRC、世銀と合同会議、日本大使館表敬
9	日		世銀の現地事務所で情報収集、PetroTrans社で情報収集、日本大使館と打合せ
10	月		NECでデータ収集、協議議事録打合せ、NEC、SRC、世銀及びMFEPと合同会議 第二回中間報告
11	火		SRCでデータ収集、NECで協議議事録打合せ
12	水		PetroTrans社でデータ収集、NECで協議議事録打合せ NECの現地視察(K.N.及びBurri発電所) MFEPと打合せ
13	木		SRCでデータ収集、MFEPと打合せ、 第三回報告
14	金	カソツ-ム 発 0:30	(移動)

#### 4. 面談者リスト

Name	Title	Organization
Teizo IGARASHI (五十嵐梢三)	JICAワシントン事務所所長	JICA, USA Office
KANASE (金瀬)	Assistant	World Bank
Kenji YAMAGUCHI	Executive Director for Japan	World Bank
Takaya KAITO (内藤)	Assistant to Executive Director	World Bank
A. Hisao SHIBUSAWA (渋沢寿夫)	Special Adviser to the Vice President South Asia Region	World Bank
HILLEGONDA J. GORIS	Senior Loan Officer Eastern and Africa Country Programs 2	World Bank
JANE E. HOLT	Project Officer, Transportation Division	World Bank
MARIO AGUILER	Senior Power Engineer Eastern and Southern Africa Projects	World Bank
Mohamed A. IBRAHIM	Operation Officer	World Bank
Indu GWYER	Operation Officer	World Bank
Hirozo USHIDA (牛田博三)	参事官	日本大使館
Toshio KANEKO (金子)	一等書記官	日本大使館
Masahide OCHI (越智晶英)	書記官	日本大使館
ADAM ABUEL MOUMEN	Chairman, Board of Directors	SRC
HASHIM MOHAMED AHMED	General Manager	SRC
ABUEL EL AZIM ELTON	Regional Manager Khartoum	SRC
BABIKIR ABDALLA SAAD	Divisional Traffic Supt.	SRC
ABUEL MONTEM MOHAMED ABUEL MAGEED	Assistant Regional Manager	SRC
AHMED ELSAYED MOHAMED	Assistant Commercial Manager	SRC
ABUEL LATIF IBRAHIM	Director General	NEC
ABBAS EL HASSAN	Senior Director of Engineering and Operation	NEC
JOHN GINDI	Director of Planning	NEC
ABUEL BAGI OSMAN	Manager for System Planning	NEC
SHARIF MOHAMED SHARIF	Manager for Energy Resources	NEC
E. M. YASSIN	Director of Operations	NEC
AMIN SABRI AHMED	Manager, Management Information	NEC
MOHAMMED SAËID	Assistant Inspector, Planning	MFEP
ISKAIL YUSUF	First Inspector, Planning	MFEP
OMER ABOEL SALAM	Dputy under Secretary	MFEP
HUMAM A. Y. HASHIM	Dputy under Secretary	MFEP
ABUEL RAHIM AHMED A. RAHIM	General Manager	PetroTrans



# 5. 収集資料リスト

No	資 料 名 及 び 作 成 箇 所
1	Basic Design Study Report on "Fuel Transportation Project for Power Projects" Jan.1986 JICA
2	"Fuel Transportation Study" Final Report June 1984 Sir Alexander Gibb & Partners Merz and Mclellan
3	Power IV Project Feasibility Study Sir Alexander Gibb & Partners Merz and Mclellan
4	Long-term Power Program Sir Alexander Gibb & Partners Merz and Mclellan
5	NEC Annual Report, 1984/85 NEC
6	Aide Memoire of the proposed PowerIV Project, July 1986, World Bank(IDA)
7	Statement of Bank loans and IDA credit - Sudan World Bank(IDA)
8	Initial Project Brief of "Railway Emergency Recovery Program" World Bank(IDA)
9	Final executive summary of "Power IV Project" World Bank(IDA)
10	Appraisal Report of "PowerIII Project", March 1980 World Bank(IDA)
11	Appraisal Report of "Power Rehabilitation Project", June 1985 World Bank(IDA)
12	Long term development plan of NEC NEC











JICA