

### 3.4 送電網整備計画

#### 3.4.1 送電網整備計画の進捗状況と優先順位

本章では、南部アフリカパワープール（SAPP）が高い優先順位を付けているプロジェクトを中心に、2007年9月のSAPP Project Document (Cooperation between SAPP and Norway and Sweden)を参考にしながら、現地調査での情報を織り込み、南部アフリカ地域の送電網開発計画について記載する。

SAPPは南部アフリカ域内に電力の自由競争市場（competitive electricity market）を設立することを目標として、次に示す連系線プロジェクトを優先している。

未連系のSAPPメンバー国を連系し、電源地域から電源が不足している地域への送電を行うプロジェクト

- ・モザンビーク - マラウィ連系線
- ・ザンビア - タンザニア - ケニア連系線
- ・南部アフリカ西部の西部回廊（West Corridor）コンゴ民主共和国 - アンゴラ
- ・ナミビア - ボツワナ - 南アフリカ連系線

送電容量が不足している既設の連系線の増強

- ・コンゴ民主共和国 - ザンビア連系線の増強
- ・DRC、ザンビア、をとおり南アフリカに向かう送電線ルート

<コンゴ民主共和国 - ザンビア連系線>

Inga水力発電所からコンゴ民主共和国内の500kV直流送電線を通過して送電される電力をザンビアに輸出する送電線である。連系線の位置を図3.4.3に示す。

既存220kV連系線がボトルネックとなっており、2回線化することにより、送電容量を現状の260MWから500MWに引き上げる。コストは約94millionUSDである。このプロジェクトは、CEC<sup>21</sup>の送電線に接続することとなり、ザンビア側では、CECが資金を提供する。コンゴ民主共和国（SENEL）は、世銀が支援を行っている。

さらに、コンゴ民主共和国からザンビアへ330kV送電線を新設するプロジェクトがある。ザンビア国内は、50kmの区間を残しほぼ建設が終了。これは、国境付近のLumwanaにオーストラリア資本の銅鉱山があり、55MW～105MWの供給を実施するため、Kansashi変電所からLumwanaまで先行して建設されたものである。一方、

<sup>21</sup> コッパーベルトエネルギー会社(CEC: Copperbelt Energy Corporation)：コッパーベルト州内に小規模火力発電所(ガス)、220kV及び60kV送電設備、及び配電設備を保有する民間電力会社

コンゴ民主共和国側は、FS を含んだ資金を世銀から提供されたものの、送電線建設は未着手である。完成すれば、Inga I & II の電力の SAPP への送電が、効率的に行えるようになる。

#### <モザンビーク - マラウイ連系線>

SAPP に未連系のマラウイをモザンビークの系統と連系し、SAPP から送電する連系線である。将来マラウイの電源開発が進捗すれば、マラウイから SAPP への送電も期待される。連系線の位置を図 3.4.4 に示す。

220kV、84million USD、送電容量 300MW。210km (マラウイ 75km、モザンビーク 135km)。Phase I は詳細設計が終了しており、2007 年に世界銀行の融資 US\$48 百万を受けることが決まっている。

#### <タンザニア - モザンビーク連系線>

新しく提案されたプロジェクトであり、モザンビークの国内系統が北部まで延伸され次第、タンザニアに連系する構想である。詳細は未定。

#### <南部アフリカ西部回廊 (Western Corridor Project) >

コンゴ民主共和国の Inga 水力発電所と南アフリカをアンゴラとナミビアを介して 400kV 送電線で連系するプロジェクトである。水力の開発を含んだコストは約 8billion USD である。2006 年 5 月にガボンにプロジェクト事務所が設立された。資金調達先は未だ決まっていないが、中国とインドが関心を示している。また、Eskom での情報によれば、現在、世銀資金により SAPP が実施しているマスタープランの中で、765kV の高い電圧で提案される可能性もある。

#### <ザンビア - タンザニア - ケニア連系線>

330kV の送電線により、タンザニアを SAPP の系統に連系し、SAPP 域内の水力発電の電力をタンザニアへの電力供給に活用し、さらにケニアへ延伸することで SAPP と東部アフリカパワープールを連系する送電線である。また、ザンビア北部に 330kV 変電所を新設することでザンビア北部の電化へ寄与することができる。連系線の位置を図 3.4.3 に示す。

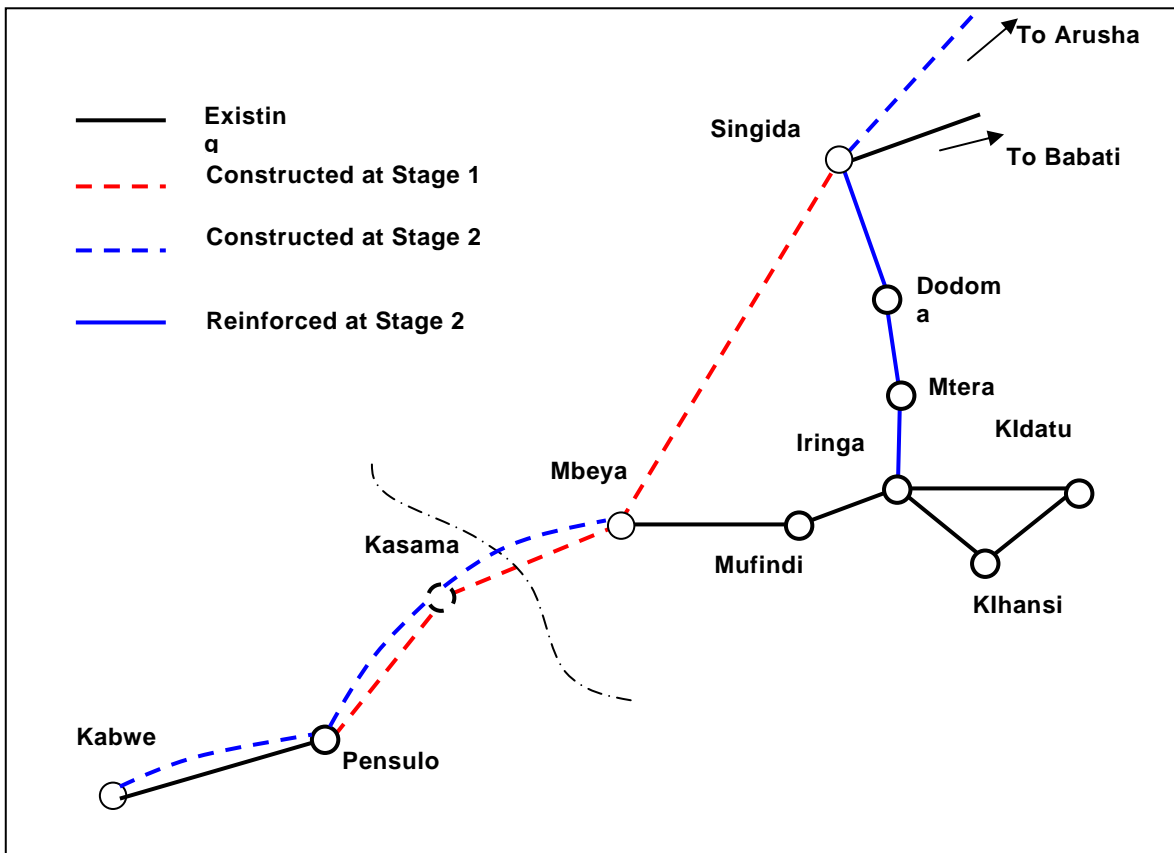
資金調達の交渉は継続中である。FS はタンザニア国内の送電線増強の環境影響評価を除き、ザンビアの OPPPI により実施済みであるが、融資を決定するようなレベルには至っていない。FS レポートによれば、プロジェクトは 2 つの Stage に別れる。それぞれの Stage のコストを表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 ザンビア - タンザニア連系線プロジェクト

国名	Stage 1 (2004FS では 2006 年) (Million USD)	Stage2 (2004FS では 2012 年) (Million USD)
ザンビア	150.8	127.4
タンザニア	154.34	156.43
計	255.14	283.83

出典: Zambia-Tanzania-Kenya Interconnector and Reinforcement of the Tanzania Transmission System, Phase 1, Main Report, Feb 2004

FS レポートによると、各ステージの段階は図 3.4.1 のようになる。



出典: Zambia-Tanzania-Kenya Interconnector and Reinforcement of the Tanzania Transmission System, Phase 1, Main Report, Feb 2004

図 3.4.1 ザンビア - タンザニア連系線プロジェクト概要図

ザンビア、タンザニア、ケニアの関係三カ国政府は、プロジェクトの準備調査・作業、実施スケジュールについて合意している。プロジェクトの財務、技術、法律面の準備調査・作業には、AfDB および DBSA からそれぞれ 0.5million USD および 0.3millionUSD の無償資金が供与された。

関係三カ国は、2007 年 10 月に Heads of Agreement に調印し、関係三カ国政府が出

資する事業会社を設立することで、事業の推進を図ろうとしている。PPA 案を検討中である。

< ザンビア - ナミビア連系線 >

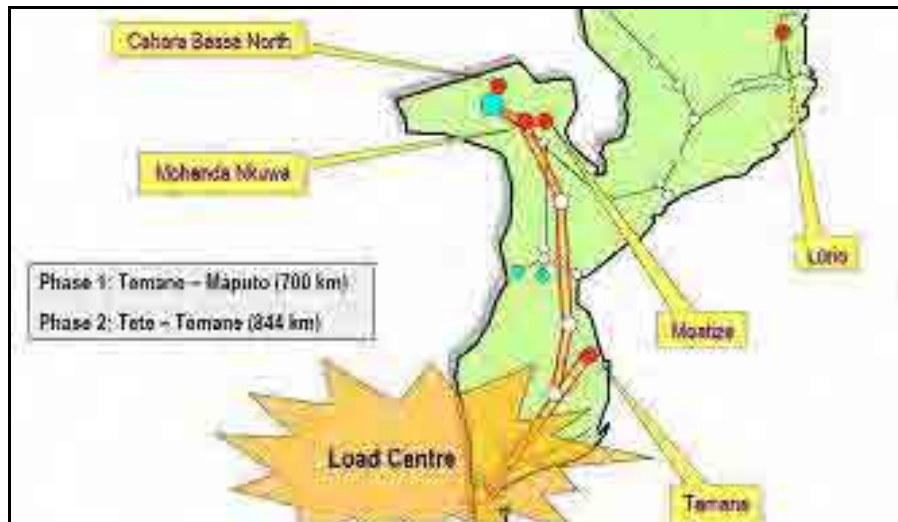
SAPP の中央回廊である DRC - ザンビア - ジンバブエ - 南アフリカのルートの重負荷を回避するために、ザンビアの Livingstone とナミビアの Katim-Mullio を連系し、Katima-Mullio からナミビア中心部までを結ぶ送電線である。連系線の位置を図 3.4.3 に示す。Phase1 の Livingstone と Katim-Mullio の連系は終了し、現在、Katima-Mullio からナミビア中心部間を実施中である。

< モザンビーク北部 - 南部間国内基幹送電線 ( Back Bone Transmission Line ) >

本送電線はモザンビーク国内の送電線であるが、将来域内融通電力の通り道となり、SAPP 域内で重要な送電線になると考えられる。本送電線は、モザンビークの Sango 変電所から Maputo に到る送電線プロジェクトである。この送電線は、Mphanda Nkuwa 水力発電所の電力、及び Temane 火力発電所の電力を Maputo および南アフリカへ送電するための送電線であるが、SAPP のマスタープラン案によれば、将来は、マラウイ等の電力を南アフリカへ送電する役割をもたせるため、増強することも考えられている。連系線の位置を図 3.4.4 に示す。

本送電線については、Mphanda Nkuwa 水力発電所の事業に含まれる方向であるが、区間の途中にある Temane ガス火力発電所の電力をどのように送電するか、将来を見据えどの程度の規模（容量）にすべきか、資金調達先をどのように構成するかなど、検討すべき多くのことが残されている。世銀資金により、EdM をカウンターパートとした Least Cost Study が実施中であり、2008 年 5 月に終了予定である。その後、同資金にてモザンビーク・エネルギー省をカウンターパートとした Commercial Structure の調査を実施予定である。

下図は、2008 年 2 月 8 日に首都マプトで実施された大規模プロジェクトファイナンスの会合での EdM のプレゼンテーション資料からの抜粋であり、Mphanda Nkuwa 付近からマプトへの送電線計画を示している。



出典: Large Project Finance Workshop in Maputo, Feb 2008, EdM Presentation

図 3.4.2 Mphanda Nkuwa 水力発電所-Temane 火力発電所-マプト国内機関送電線計画

南部アフリカ地域の主な送電網開発計画を、表 3.4.2 にまとめる。

表 3.4.2 南部アフリカ地域の主な送電網開発計画

区間	規模	容量	コスト	進捗状況 / 資金	運転開始
コンゴ民主共和国-ザンビア連系線 (220kV2 回線化)	220kV 1 回線増回線	500MW	94millionUSD		2010 年頃
コンゴ民主共和国-ザンビア連系線 (320kV 新設)	330kV 新設			ザンビア国内の建設は残り 50kmを残しほぼ終了。コンゴ民主共和国国内の建設が未着手。	
モザンビーク - マラウイ連系線	220kV 1 回線 210km(マラウイ 75km、モザンビーク 135km)	300 MW	84million USD	Phase1 は世界銀行の資金 2007 年に世銀が、マラウイ-モザンビーク間 220kV 送電線 210km(マラウイ 75km、モザンビーク 135km)に US\$48 百万の融資を決定した。	Phase1 は 2009 年
タンザニア - モザンビーク連系線	220 kV 1 回線			未定。	未定
西部回廊連系線 ( Western Corridor Project)	400kV もしくは 765kV	未定	水力の開発を含んだコスト 約 8billion	中国およびインドが関心を示す SAPP Powe Pool Master Plan のレビューにて、765kV が提案される可能性もある。	未定
ザンビア - タンザニア - ケニア 連系線	330kV Stage1 は一回線、 Stage2 で一回線増	400 MW		FS は 2004 年に終了 (update 必要の可能性あり)。未定 プロジェクトの準備調査に AfDB が無償資金供与	2011 年

ザンビア - ナミビア連系線	220kV 一回線			ザンビアの Livingstone とナミビアの Katim-Mullio 間の建設は終了。	建設中
モザンビーク国内バックボーン	440kV 二回線 (詳細は検討中)			世銀による Least Cost Study が5月に終了 その後、Commercial Structure の調査を実施予定 Mphanda Nkuwa 水力プロジェクトに含める方向	2015年頃

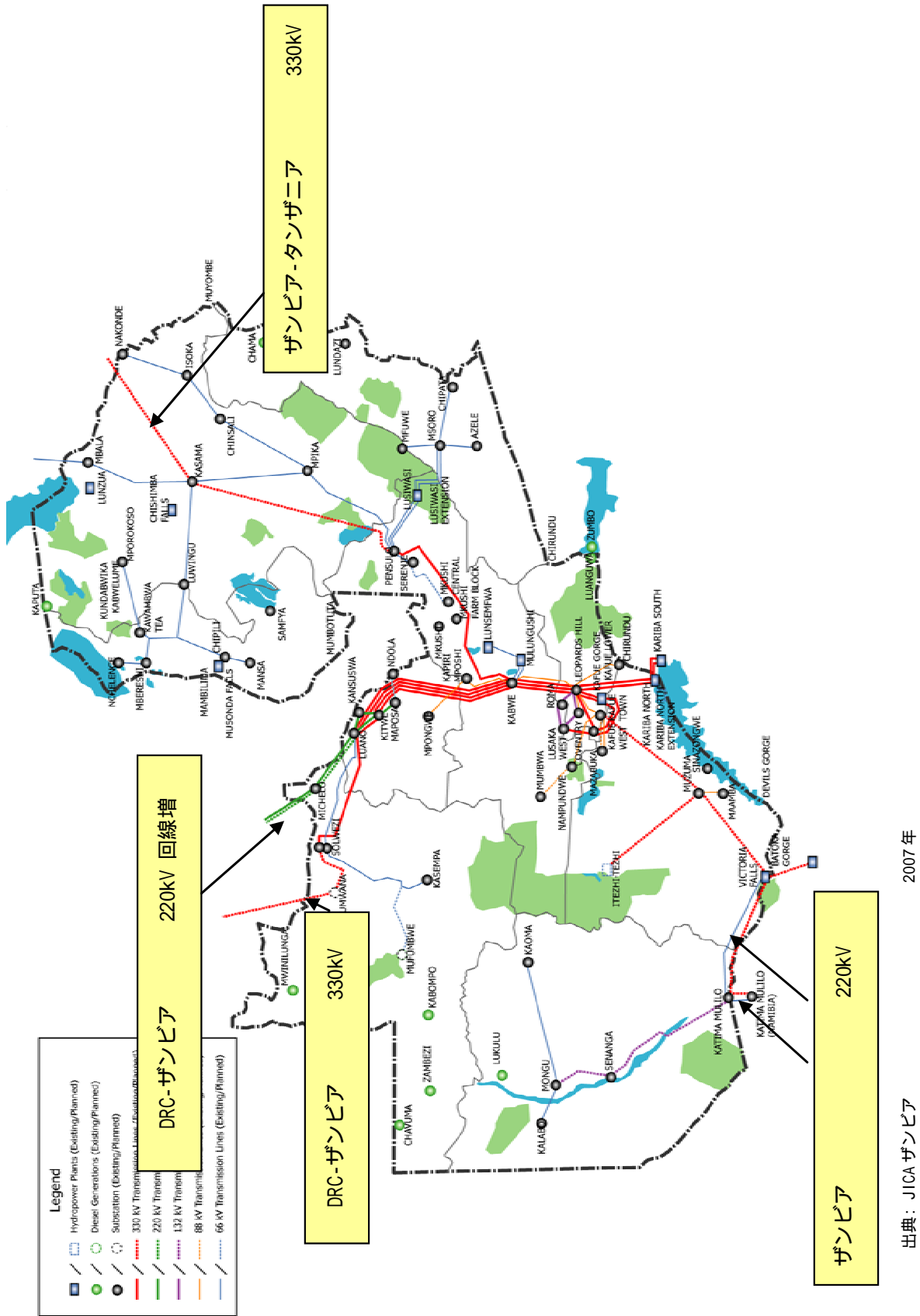


図 3.4.3 ザンビアの電力系統と南部アフリカ域内連系線計画

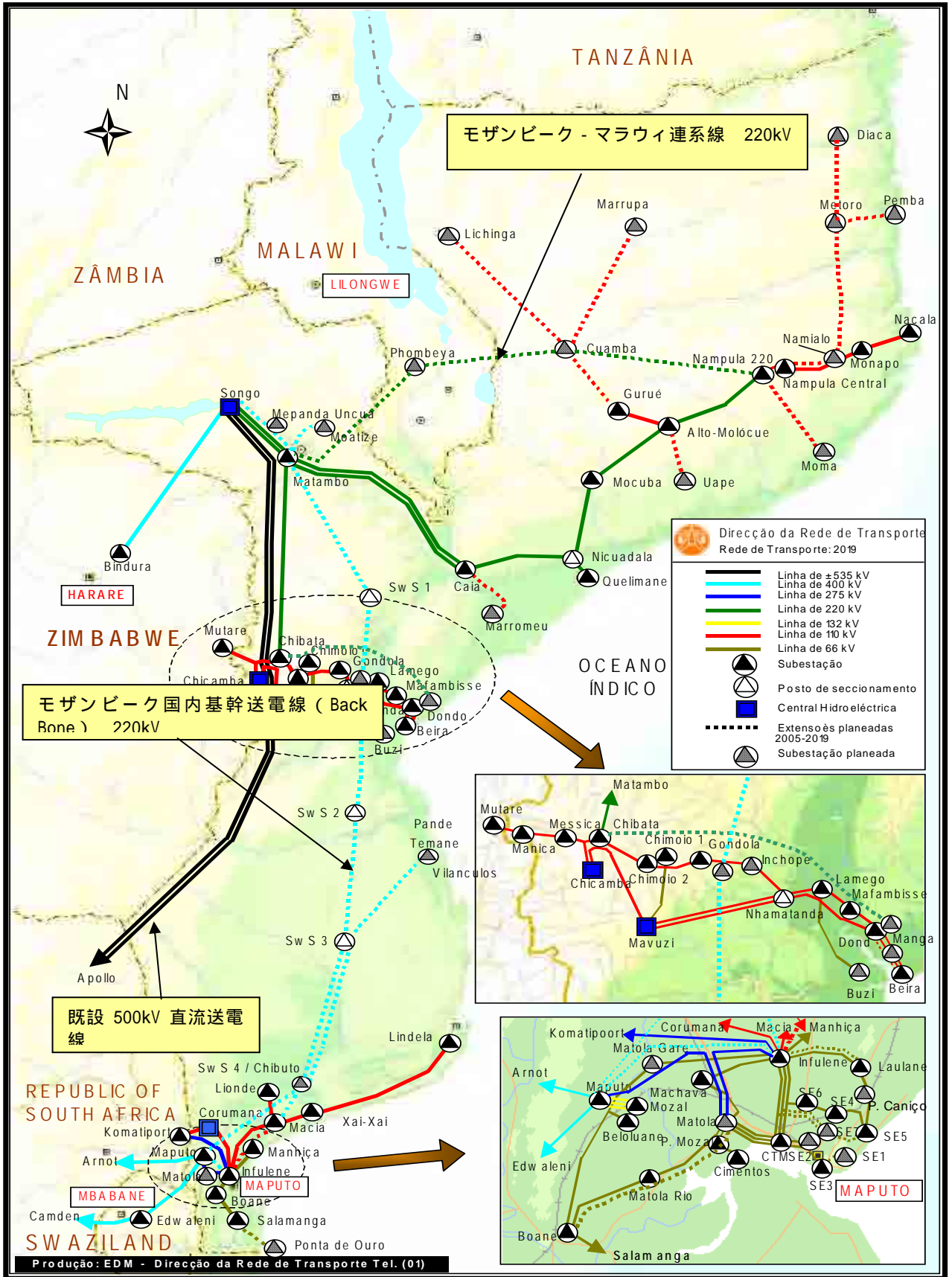
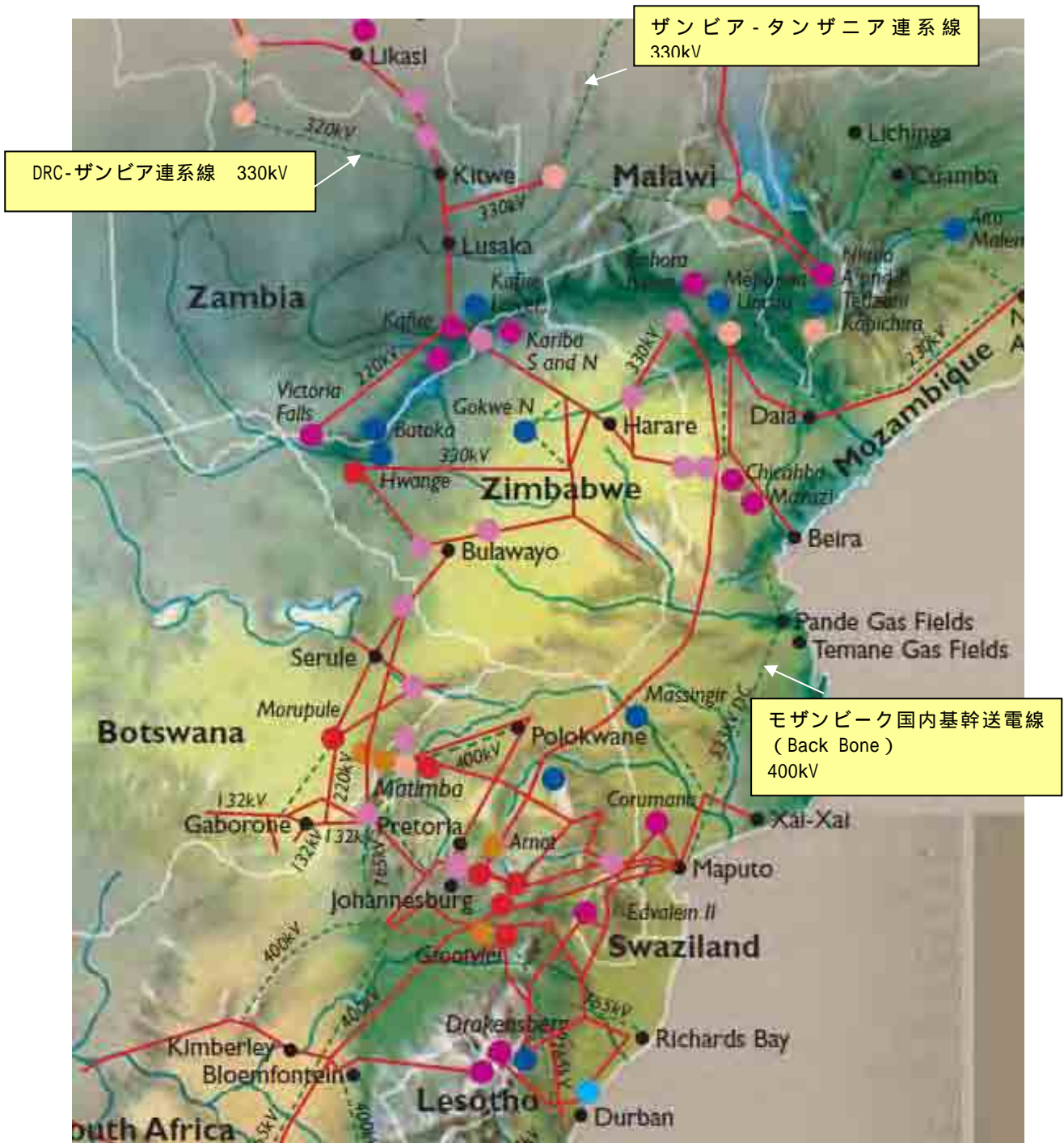


図 3.4.4 モザンビークの電力系統と南部アフリカ域内の連系線計画





出展：EdM 資料

図 3.4.5 南部アフリカ中央部の電力系統と主な域内の連系線計画

### 3.5 一次エネルギーの需給及び燃料供給

#### 3.5.1 一次エネルギー輸入・国内調達・輸出状況

##### (1) SAPP 諸国

SAPP 諸国で一次エネルギーの輸入、国内調達及び輸出の状況を把握できるのは 1)アンゴラ、2)ボツワナ、3)モザンビーク、4)ナミビア、5)南アフリカ、6)タンザニア、7)コンゴ民主、8)ザンビア及び 9)ジンバブエの 9 カ国である。

##### 1) アンゴラ

アンゴラは自国のエネルギー利用(9.9百万石油換算トン)の7倍を超える一次エネルギーを国内で生産しており(2005年)、その90%以上が原油である。そのうち、2005年の実績を見ると、59.9百万石油換算トンは輸出しており、自国の一次エネルギーに占める原油(2.2百万石油換算トン)のシェアは22.4%である。また、63.8%の一次エネルギーを再生可能エネルギーに依存している。このシェアは、過去3年の実績を見ると漸減しており、それを(輸入)原油で埋め合わせる構造となっている。

表 3.5.1 アンゴラの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産		43,988		531		107		5,961		50,586	554.7%
	輸入			966							966	10.6%
	輸出		-41,614	-596							-42,210	-462.8%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減		-222								-222	-2.4%
	計	0	2,152	370	531	0	107	0	5,961	0	9,120	100.0%
		0.0%	23.6%	4.1%	5.8%	0.0%	1.2%	0.0%	65.4%	0.0%	100.0%	
2004年	国内生産		50,481		612		128		6,136		57,358	607.3%
	輸入			992							992	10.5%
	輸出		-47,577	-532							-48,108	-509.3%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減		-796								-796	-8.4%
	計	0	2,108	460	612	0	128	0	6,136	0	9,445	100.0%
		0.0%	22.3%	4.9%	6.5%	0.0%	1.4%	0.0%	65.0%	0.0%	100.0%	
2005年	国内生産		63,623		612		150		6,315		70,700	714.3%
	輸入			1,119							1,119	11.3%
	輸出		-59,940	-516							-60,456	-610.8%
	海上船舶			-1							-1	0.0%
	備蓄増減		-1,464								-1,464	-14.8%
	計	0	2,219	602	612	0	150	0	6,315	0	9,898	100.0%
		0.0%	22.4%	6.1%	6.2%	0.0%	1.5%	0.0%	63.8%	0.0%	100.0%	

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

2) ボツワナ

ボツワナは国内で生産する石炭で国内の一次エネルギーの 31.5%を賅っている (2005 年実績)。その依存率は過去 3 年間のトレンドで漸増傾向になる。その他の一次エネルギーは精油輸入及び再生可能エネルギーであるが、両者とも漸減傾向にあり、電力の輸入で補完する構造となっている。

表 3.5.2 ボツワナの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・ 太陽光	再生 可能	電力	合計	
2003 年	国内生産	507						1	521		1,029	55.3%
	輸入	16		709						106	831	44.7%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	523	0	709	0	0	0	1	521	106	1,860	100.0%
		28.1%	0.0%	38.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	28.0%	5.7%	100.0%	
2004 年	国内生産	552							456		1,008	55.4%
	輸入	1		671						139	812	44.6%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	553	0	671	0	0	0	0	456	139	1,819	100.0%
		30.4%	0.0%	36.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	25.1%	7.6%	100.0%	
2005 年	国内生産	595							456		1,051	55.5%
	輸入	1		692						151	844	44.5%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	596	0	692	0	0	0	0	456	151	1,895	100.0%
		31.5%	0.0%	36.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	24.1%	8.0%	100.0%	

出典:IEA.2006 年及び 2007 年 Energy Balances of Non-OECD Countries

3) モザンビーク

モザンビークの過去 3 年の一次エネルギーの輸入・国内調達・輸出の状況を見ると、概ね 85%前後を再生可能エネルギーに依存している。同国の特徴として、電力を輸出する一方で輸入も行っており、輸出入量ともに漸増傾向にある。また、水力による一次エネルギーの国内生産も、概ね 10%の水準にある。

表 3.5.3 モザンビークの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・ 太陽光	再生 可能	電力	合計	
2003 年	国内生産	22			2		888		7,070		7,982	96.1%
	輸入			665						466	1,131	13.6%
	輸出	-9								-724	-733	-8.8%
	海上船舶			-46							-46	-0.6%
	備蓄増減			-31							-31	-0.4%
	計	13	0	589	2	0	888	0	7,070	-258	8,303	100.0%
		0.2%	0.0%	7.1%	0.0%	0.0%	10.7%	0.0%	85.1%	-3.1%	100.0%	
2004 年	国内生産	10			1,124		1,003		8,551		10,689	105.9%

	輸入			658						797	1,455	14.4%
	輸出	-10			-1,122					-895	-2,026	-20.1%
	海上船舶			-43							-43	-0.4%
	備蓄増減			22							22	0.2%
	計	0	0	636	3	0	1,003	0	8,551	-98	10,096	100.0%
		0.0%	0.0%	6.3%	0.0%	0.0%	9.9%	0.0%	84.7%	-1.0%	100.0%	
2005年	国内生産	13			1,867		1,141		8,721		11,742	115.0%
	輸入			543					825		1,367	13.4%
	輸出	-13			-1,849				-1,032		-2,894	-28.4%
	海上船舶			-3							-3	0.0%
	備蓄増減			-5							-5	0.0%
	計	0	0	535	18	0	1,141	0	8,721	-208	10,207	100.0%
		0.0%	0.0%	5.2%	0.2%	0.0%	11.2%	0.0%	85.4%	-2.0%	100.0%	

出典: IEA. 2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

#### 4) ナミビア

ナミビアは一次エネルギーを精油輸入に依存しており、過去3年間の実績を見ると、概ね3分の2の水準にある。国内生産による水力と輸入による電力のシェアが漸増傾向にある一方で、再生可能エネルギーのシェアは漸減傾向にある。

表 3.5.4 ナミビアの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位: 1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産						130		181		312	24.5%
	輸入	2		841						123	966	76.0%
	輸出									-6	-6	-0.5%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	2	0	841	0	0	130	0	181	117	1,271	100.0%
		0.2%	0.0%	66.2%	0.0%	0.0%	10.2%	0.0%	14.2%	9.2%	100.0%	
2004年	国内生産						138		184		321	24.0%
	輸入	2		890						130	1,022	76.4%
	輸出									-6	-6	-0.4%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	2	0	890	0	0	138	0	184	124	1,337	100.0%
		0.1%	0.0%	66.6%	0.0%	0.0%	10.3%	0.0%	13.8%	9.3%	100.0%	
2005年	国内生産						143		186		328	23.8%
	輸入	2		920						135	1,057	76.6%
	輸出									-7	-7	-0.5%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	2	0	920	0	0	143	0	186	128	1,379	100.0%
		0.1%	0.0%	66.7%	0.0%	0.0%	10.4%	0.0%	13.5%	9.3%	100.0%	

出典: IEA. 2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

#### 5) 南アフリカ共和国

南アフリカ共和国では国内で豊富に生産される石炭を45百万石油換算トン以上を輸出しつつも(過去3年間の実績)、一次エネルギーの70%以上を石炭で賄う構造を有している。また、国内生産及び輸入による原油で17.4%の一次エネルギーを得ている。同時に、2005年には6.1百万石油換算トンの精油を輸出した。さらに、再生

可能エネルギーの一部を輸出しつつも、概ね10%の一次エネルギーとして活用している。また、電力は輸入量を上回る輸出を行っている。なお、同国は2.9百万石油換算トンのエネルギーを原子力で賄っている（2005年実績）。

表 3.5.5 南アフリカの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産	134,773	116		1,079	3,300	151	92	13,407		152,920	125.5%
	輸入	1,174	24,409	794						705	27,082	22.2%
	輸出	-47,867		-5,096					-248	-883	-54,094	-44.4%
	海上船舶			-2,622							-2,622	-2.2%
	備蓄増減	-1,441									-1,441	-1.2%
	計	86,639	24,525	-6,924	1,079	3,300	151	92	13,160	-178	121,844	100.0%
		71.1%	20.1%	-5.7%	0.9%	2.7%	0.1%	0.1%	10.8%	-0.1%	100.0%	
2004年	国内生産	137,074	1,621		1,658	3,483	217	92	13,314		157,460	121.8%
	輸入	1,244	18,402	1,724	1,122					844	23,336	18.0%
	輸出	-45,494	-1	-3,786					-246	-1,140	-50,668	-39.2%
	海上船舶			-2,410							-2,410	-1.9%
	備蓄増減	1,573									1,573	1.2%
	計	94,397	20,022	-4,472	2,780	3,483	217	92	13,068	-295	129,291	100.0%
		73.0%	15.5%	-3.5%	2.2%	2.7%	0.2%	0.1%	10.1%	-0.2%	100.0%	
2005年	国内生産	138,364	1,500		1,783	2,943	189	92	13,717		158,590	124.3%
	輸入	1,376	20,685	2,176	1,849					953	27,039	21.2%
	輸出	-47,804	-5	-6,106					-254	-1,154	-55,323	-43.3%
	海上船舶			-2,668							-2,668	-2.1%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	91,936	22,180	-6,599	3,632	2,943	189	92	13,464	-201	127,637	100.0%
		72.0%	17.4%	-5.2%	2.8%	2.3%	0.1%	0.1%	10.5%	-0.2%	100.0%	

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

6) タンザニア

タンザニアでは一次エネルギーの90%以上を国内で生産する再生可能エネルギーで賄う構造となっている。その他の一次エネルギーの大半は精油輸入に依存している。

表 3.5.6 タンザニアの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産	34					219		15,774		16,027	93.4%
	輸入			1,149						8	1,157	6.7%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶			-22							-22	-0.1%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	34	0	1,127	0	0	219	0	15,774	8	17,162	100.0%
		0.2%	0.0%	6.6%	0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	91.9%	0.0%	100.0%	
2004年	国内生産	40			107		203		17,181		17,530	93.5%
	輸入			1,231						10	1,241	6.6%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶			-22							-22	-0.1%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	40	0	1,209	107	0	203	0	17,181	10	18,749	100.0%
		0.2%	0.0%	6.4%	0.6%	0.0%	1.1%	0.0%	91.6%	0.1%	100.0%	
2005年	国内生産	46			114		153		18,786		19,099	93.6%

輸入			1,315						12	1,327	6.5%
輸出										0	0.0%
海上船舶			-22							-22	-0.1%
備蓄増減										0	0.0%
計	46	0	1,293	114	0	153	0	18,786	12	20,404	100.0%
	0.2%	0.0%	6.3%	0.6%	0.0%	0.7%	0.0%	92.1%	0.1%	100.0%	

出典: IEA. 2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

7) コンゴ民主共和国(DRC)

DRCでは、一次エネルギーの92.5%を再生可能エネルギーに依存する構造となっている(2005年実績)。この構造は2003年及び2004年もほぼ同じ水準にある。他方、同国で産出される原油の100%が輸出されている。この他に3%を超える水準で水力が一次エネルギーの充足に貢献しており、少量が産出される石炭とも相俟って、自国の一次エネルギーを超える国内生産を行っている。

表 3.5.7 DRCの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産	63	1,091				553		14,856		16,563	103.1%
	輸入	163		552						1	715	4.5%
	輸出		-1,091	-5						-118	-1,213	-7.6%
	海上船舶			-2							-2	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	226	0	545	0	0	553	0	14,856	-117	16,063	100.0%
		1.4%	0.0%	3.4%	0.0%	0.0%	3.4%	0.0%	92.5%	-0.7%	100.0%	
2004年	国内生産	64	1,040				587		15,229		16,921	102.7%
	輸入	173		555						1	718	4.4%
	輸出		-1,040	-5						-125	-1,170	-7.1%
	海上船舶			-2							-2	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	237	0	548	0	0	587	0	15,229	-125	16,477	100.0%
		1.4%	0.0%	3.3%	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%	92.4%	-0.8%	100.0%	
2005年	国内生産	72	991				636		15,691		17,391	102.5%
	輸入	178		551						1	729	4.3%
	輸出		-991	-5						-155	-1,150	-6.8%
	海上船舶			-2							-2	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	250	0	544	0	0	636	0	15,691	-154	16,967	100.0%
		1.5%	0.0%	3.2%	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%	92.5%	-0.9%	100.0%	

出典: IEA. 2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

8) ザンビア

ザンビアでは過去3年間にわたって約80%の一次エネルギーを再生可能エネルギーに依存している。また、国内で生産される水力で概ね10%の一次エネルギーを充足するとともに、原油輸入で全体の一次エネルギーをカバーする構造となっている。

表 3.5.8 ザンビアの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産	132					710		5,406		6,247	92.1%

	輸入		518	124						642	9.5%	
	輸出	-5		-7					-43	-56	-0.8%	
	海上船舶									0	0.0%	
	備蓄増減	-41		-12						-52	-0.8%	
	計	86	518	105	0	0	710	0	5,406	-43	6,781	100.0%
		1.3%	7.6%	1.5%	0.0%	0.0%	10.5%	0.0%	79.7%	-0.6%	100.0%	
2004年	国内生産	137					728		5,495		6,360	91.6%
	輸入		555	119							674	9.7%
	輸出	-6		-8						-20	-35	-0.5%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減	-41		-15							-55	-0.8%
	計	90	555	96	0	0	728	0	5,495	-20	6,943	100.0%
		1.3%	8.0%	1.4%	0.0%	0.0%	10.5%	0.0%	79.1%	-0.3%	100.0%	
2005年	国内生産	144					764		5,605		6,513	91.4%
	輸入		594	115							708	9.9%
	輸出	-7		-9						-21	-37	-0.5%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減	-42		-18							-59	-0.8%
	計	95	594	88	0	0	764	0	5,605	-21	7,124	100.0%
		1.3%	8.3%	1.2%	0.0%	0.0%	10.7%	0.0%	78.7%	-0.3%	100.0%	

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

## 9) ジンバブエ

ジンバブエでは一次エネルギーの60%を超える水準で再生可能エネルギーに依存している。また、国内で生産される石炭で2百万石油換算トンを超える一次エネルギーを賄っており、過去3年間では10万トンを超える水準で輸出も行っている。さらに、精油を輸入しているが、一次エネルギー全体に占めるシェアは漸減傾向にある。

表3.5.9 ジンバブエの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産	2,287					461		5,846		8,594	89.8%
	輸入	25		828						274	1,128	11.8%
	輸出	-137									-137	-1.4%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減	-17									-17	-0.2%
	計	2,158	0	828	0	0	461	0	5,846	274	9,568	100.0%
		22.6%	0.0%	8.7%	0.0%	0.0%	4.8%	0.0%	61.1%	2.9%	100.0%	
2004年	国内生産	2,191					475		5,934		8,600	92.5%
	輸入	25		648						175	849	9.1%
	輸出	-137									-137	-1.5%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減	-11									-11	-0.1%
	計	2,068	0	648	0	0	475	0	5,934	175	9,301	100.0%
		22.2%	0.0%	7.0%	0.0%	0.0%	5.1%	0.0%	63.8%	1.9%	100.0%	
2005年	国内生産	2,335					502		6,023		8,860	91.1%
	輸入	34		694						259	986	10.1%
	輸出	-119								-3	-122	-1.3%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	2,248	0	694	0	0	502	0	6,023	256	9,723	100.0%
		23.1%	0.0%	7.1%	0.0%	0.0%	5.2%	0.0%	61.9%	2.6%	100.0%	

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

## (2) EAPP 諸国

EAPP 諸国で一次エネルギーの輸入、国内調達及び輸出の状況を把握できるのは ケニア及び エチオピアの2カ国である。

## 1) ケニア

ケニアの2005年の一次エネルギーの輸入・国内調達・輸出の総計は17.2百万石油換算トンで、前年比で3.3%の増加であった。その74.6%は再生可能エネルギーに依存している。過去3年の動向を見ると、再生可能エネルギーへの依存は漸減する一方で、原油及び精油への依存が漸増している。また、国内生産の比率が漸減する一方で、輸入比率は2003年に21.5%となり、2005年にはほぼ同水準の21.2%となっている。

表 3.5.10 ケニアの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000 石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産						280	677	12,219		13,176	83.6%
	輸入	57	1,546	1,303						15	2,920	18.5%
	輸出			-331							-331	-2.1%
	海上船舶			-13							-13	-0.1%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	57	1,546	960	0	0	280	677	12,219	15	15,754	100.0%
		0.4%	9.8%	6.1%	0.0%	0.0%	1.8%	4.3%	77.6%	0.1%	100.0%	
2004年	国内生産						247	791	12,539		13,576	81.4%
	輸入	66	2,054	1,452						9	3,581	21.5%
	輸出			-432						-1	-434	-2.6%
	海上船舶			-37							-37	-0.2%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	66	2,054	983	0	0	247	791	12,539	7	16,687	100.0%
		0.4%	12.3%	5.9%	0.0%	0.0%	1.5%	4.7%	75.1%	0.0%	100.0%	
2005年	国内生産						260	762	12,866		13,888	80.5%
	輸入	66	1,783	1,800						1	3,651	21.2%
	輸出			-249						-2	-251	-1.5%
	海上船舶			-42							-42	-0.2%
	備蓄増減										0	0.0%
	計	66	1,783	1,509	0	0	260	762	12,866	-1	17,246	100.0%
		0.4%	10.3%	8.7%	0.0%	0.0%	1.5%	4.4%	74.6%	0.0%	100.0%	

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries



## 2) エチオピア

エチオピアの2005年の一次エネルギーの輸入・国内調達・輸出の総計は21.6百万石油換算トンで、前年比で2.7%の増加であった。そのうち、90%以上を再生可能エネルギーに依存しているが、過去3年の動向を見ると、再生可能エネルギーへの依存は漸減する一方で、精油への依存が漸増しており、2005年のシェアは8.2%となっている。また、国内生産の比率が漸減する一方で、輸入比率は漸増しており、2005年は7.2%となっている。

表3.5.11 エチオピアの一次エネルギー輸入・国内調達・輸出の推移(単位:1,000石油換算トン)

		石炭	原油	精油	ガス	原子力	水力	地熱・太陽光	再生可能	電力	合計	
2003年	国内生産						196	1	18,706		18,903	92.2%
	輸入			1,328							1,328	6.5%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減			278							278	1.4%
	計	0	0	1,606	0	0	196	1	18,706	0	20,509	100.0%
シェア	0.0%	0.0%	7.8%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	91.2%	0.0%	100.0%		
2004年	国内生産						217	1	19,152		19,370	92.0%
	輸入			1,404							1,404	6.7%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減			286							286	1.4%
	計	0	0	1,690	0	0	217	1	19,152	0	21,060	100.0%
シェア	0.0%	0.0%	8.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	90.9%	0.0%	100.0%		
2005年	国内生産						245	1	19,609		19,855	91.8%
	輸入			1,563							1,563	7.2%
	輸出										0	0.0%
	海上船舶										0	0.0%
	備蓄増減			215							215	1.0%
	計	0	0	1,778	0	0	245	1	19,609	0	21,633	100.0%
シェア	0.0%	0.0%	8.2%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	90.6%	0.0%	100.0%		

出典:IEA.2006年及び2007年 Energy Balances of Non-OECD Countries

### 3.6 民間投資の現状と投資環境

#### 3.6.1 民間投資の現状

調査対象国の2006年までの12年間の直接投資受入額（ネット）のうち、アンゴラ及び南アフリカは10億米ドルを超える純受入額を計上した。このうち、アンゴラは1998年から2004年まで2000年を除いて10億ドルを超える直接投資を受け入れている。また、南アフリカの場合は、1995年、1997年、1999年、2001年及び2005年に10億ドルを超える投資を受け入れた。しかし、これら2カ国は、アンゴラでは2005年及び2006年において、また、南アフリカでは2006年において、純受入額でマイナスを計上している。

それ以外の国では、1995年以降のタンザニア及びウガンダ、1998年以降のモザンビーク、2000年以降のエチオピア、2002年以降のボツワナ及びDRC、2003年以降のザンビアの純投資受入額が継続して1億米ドルを超える水準にある。

表 3.6.1 調査対象国の直接投資受入額（ネット、百万米ドル）

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
SAPP	ANG	472.4	180.6	411.7	1,114.0	2,471.5	878.6	2,145.5	1,672.1	3,504.7	1,449.2	-1,303.9	-37.7
	BOT	70.4	71.2	100.1	95.3	36.7	57.2	22.1	403.4	418.0	391.1	278.6	486.4
	LES	275.3	287.5	268.1	264.8	163.3	117.8	117.0	84.1	115.7	123.5	91.9	77.8
	MAW	5.6	15.8	14.9	12.1	58.5	26.0	19.3	5.9	3.9	-0.7	3.0	-
	MOZ	45.0	72.5	64.4	212.7	381.7	139.2	255.4	347.6	336.7	244.7	107.9	153.7
	NAM	153.0	128.7	91.0	96.2	1.6	118.9	36.1	51.2	33.3	88.2	166.1	-30.9
	RSA	1,248.4	816.4	3,810.5	550.3	1,503.3	968.8	7,270.3	735.2	783.1	701.4	6,257.3	-183.6
	SWZ	51.8	21.7	-15.3	152.7	100.4	91.4	28.4	88.8	-60.9	70.6	-16.2	36.4
	TAN	119.9	150.1	157.9	172.3	516.7	463.4	467.2	429.8	526.8	469.9	473.4	474.5
	COD	121.8	72.6	79.2	32.8	520.6	165.9	77.2	136.8	323.1	668.4	402.0	474.5
	ZAM	97.0	117.1	207.4	198.0	162.0	121.7	71.7	82.0	172.0	239.0	259.0	575.1
ZIM	117.7	80.9	135.1	444.3	59.0	23.2	3.8	25.9	3.8	8.7	102.8	-	
EAPP	KEN	32.5	12.7	19.7	11.4	13.8	110.9	5.3	27.6	81.7	46.1	21.2	50.7
	UGA	121.2	121.0	175.0	210.0	140.2	160.7	151.5	184.7	202.2	222.2	257.1	391.6
	RWA	2.2	2.2	2.6	7.1	1.7	8.3	4.6	2.6	4.7	7.7	8.0	11.2
	BDI	2.0	0.0	0.0	2.0	0.2	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
	ETH	14.1	21.9	288.5	260.7	70.0	134.6	349.4	255.0	465.0	545.1	265.1	545.3

出典：世界銀行、2007年、World Development Indicators: 2007。但し、2006年及びナミビアのデータはIMF、2008年1月、International Financial Statistics (January 2008)。

これらの純投資受入額の水準を世界の投資受入額及びGDPから相対的に指標化したものが、UNCTADのInward FDI Performance Index<sup>22</sup>である。これによると、2004年のアンゴラの投資受入額は世界第5位の水準にあった。また、ボツワナ、モザンビーク及びエチオピアは2004年に20位代にあったものの、年を重ねるに従って順位を落としている。さらに、2004年以降の3年間に、ザンビアは30位代から40位代、ナミビアは40位代、タンザニア及びウガンダは60位代から70位代で、安定的に推移している。

<sup>22</sup> Inward FDI Performance Index は  $(FDI_i / FDI_w) / (GDP_i / GDP_w)$  で算出される。ここで、 $FDI_i$  は  $i$  国の FDI 受入額、 $FDI_w$  は全世界の FDI 受入総額、 $GDP_i$  は  $i$  国の GDP 額、 $GDP_w$  は世界の GDP 総額。調査対象国は 141 カ国。

表 3.6.2 UNCTAD による調査対象国の Inward FDI Performance Index (141ヶ国比較)

		2004	2005	2006
SAPP	ANG	5	30	139
	BOT	27	46	65
	LES	-	-	-
	MAW	124	116	111
	MOZ	24	54	84
	NAM	42	45	47
	RSA	128	105	120
	SWZ	-	-	-
	TAN	65	65	72
	COD	95	130	131
	ZAM	39	36	49
	ZIM	134	110	107
EAPP	KEN	132	134	135
	UGA	69	70	77
	RWA	133	133	130
	BDI	-	-	-
	ETH	25	38	61

出典： UNCTAD . 2007 年 . World Investment Report: 2007 .

### 3.6.2 調査対象国の投資環境

次表は UNCTAD による投資環境の魅力度をインデックス化して順位をつけたものである。

表 3.6.3 UNCTAD による調査対象国の Inward FDI Potential Index<sup>23</sup> (141ヶ国比較)

		2004	2005
SAPP	ANG	81	79
	BOT	67	71
	LES	-	-
	MAW	133	138
	MOZ	96	98
	NAM	85	87
	RSA	74	73
	SWZ	-	-
	TAN	119	121
	COD	140	140
	ZAM	135	132
	ZIM	141	141
EAPP	KEN	123	124
	UGA	113	117
	RWA	124	130
	BDI	-	-
	ETH	128	131

出典： UNCTAD . 2007 年 . World Investment Report: 2007 .

これによると、調査対象国のうち、投資環境の魅力度は世界のほぼ平均にあるのがボツワナ及び南アフリカである。また、アンゴラ及びナミビアも相対的には上位にある。さらに、モザンビークも世界で 100 位以内にある。

これらの指標をブレークダウンするために、世界銀行の Enterprise Survey で 9 項目毎の回答を見ると、ボツワナでは( 阻害要因として回答が多いものから ) 「金融」及び「犯罪」が、また、南アフリカでは「労働者スキル」、「労働法」、「犯罪」、「金融」、「税率」、「政策安定性」及び「腐敗」の回答が 10% を超えている。また、アンゴラでは「電

<sup>23</sup> The Inward FDI Potential Index は FDI に関する 12 の指標により、外国の投資家にとっての各国の投資環境の Attractiveness (魅力度) を算出する指標である。

力」、「腐敗」及び「金融」が、さらに、ナミビアでは「犯罪」、「税率」及び「金融」が、それぞれ10%の以上の回答となっている。

次に、この指標における「電力」をビジネスを行う上での阻害要因として回答した経営者が多い国は、回答が多い順に、タンザニア、ウガンダ、ケニア、DRC、エチオピア、ブルンジ、ザンビア、レソトの回答が、3分の1以上となっている。逆に、ボツワナ、ナミビア、スワジランド及び南アフリカの4カ国に対する「電力」に対する回答がビジネスの阻害要因としては10%以下の回答となっている。

表 3.6.4 世界銀行の Enterprise Survey24の結果(年は調査年、単位:%)

年	腐敗	裁判	犯罪	電力	金融	労働法	労働者スキル	政策安定性	税率
ANG 2006	12.5	-	6.2	34.5	11.6	-	1.1	1.6	3.0
BOT 2006	7.9	1.4	10.9	1.7	24.3	1.5	9.4	0.7	7.3
LES 2003	35.1	24.3	45.9	35.1	54.1	17.6	29.7	31.1	41.9
MAW 2005	3.2	1.3	5.1	19.2	27.6	0.6	5.8	5.8	9.6
MOZ -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NAM 2006	9.3	0.6	20.6	3.1	11.8	4.4	9.4	0.8	17.2
RSA 2003	16.1	8.8	29.0	9.0	22.6	32.8	35.5	17.9	18.6
SWZ 2006	5.2	1.0	18.5	6.8	10.3	0.4	2.3	0.6	15.4
TAN 2006	0.5	-	1.9	72.9	9.3	-	1.4	0.5	3.9
COD 2006	0.5	-	1.8	45.5	14.5	-	1.0	5.3	9.6
ZAM 2002	45.9	38.6	48.8	39.6	84.5	16.9	35.7	56.5	57.5
ZIM -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KEN 2003	72.5	-	69.6	47.1	72.5	22.5	27.5	49.6	67.8
UGA 2006	2.4	0.1	0.2	63.3	6.7	-	0.4	0.3	11.0
RWA 2006	0.8	-	-	31.8	13.6	-	2.8	0.9	26.9
BDI 2006	2.2	0.2	2.9	40.7	16.0	-	0.1	14.3	3.7
ETH 2002	38.4	4.6	9.4	42.5	50.0	4.5	17.7	38.2	72.2

出典： 世界銀行 . 2007 年 . World Development Indicators: 2007

<sup>24</sup> 各項目に対して、各国内で実際にビジネスを行っている経営者が「主要な」あるいは「非常に大きい」と考えるビジネス上の阻害要因として回答(複数回答可)。

## 第4章 電力セクター域内協力の現状と課題

### 4.1 域内各国の域内協力への取り組み

欧米のパワープールは、各国（各州）の既に連系され成熟した電力市場を自由化することにより、競争による電気料金の低下機能を期待して誕生・発展したものであるが<sup>1</sup>、アフリカにおけるパワープールはその誕生の経緯や機能は欧米市場とは大きく異なっている。アフリカのパワープールは、偏在する一次エネルギー資源を均等に分配し、アフリカ大陸各国での絶対的電力不足を補う相互扶助を目的として創設された市場であり、その機能については、価格低下機能を第一の目的とせず、電力不足国への電力供給問題の解決が最大の機能・目的となっている。

本節では、南部・東部アフリカにおける電力セクター域内協力の現状を俯瞰するため、南部アフリカパワープール（SAPP、所管機関は SADC）、および東アフリカパワープール（EAPP、所管機関は EAC）の取り組みについて、政策・制度面からの分析を行う。（技術基準および電力設備等の技術面からの分析については、それぞれ 4.2、4.3 節に記載する。また上記パワープールの誕生の経緯、期待される機能、課題等については 4.6 節にて詳細に論じる。）

#### 4.1.1 南部アフリカ(SAPP / SADC)の取り組み

##### (1) SAPP を通じた域内協力の現状

###### 1) SAPP の概要

南部アフリカ地域では、同地域の電力不足に対する懸念が先鋭化する以前より、電力ネットワークの増強が急務であるとして南部アフリカパワープール（SAPP）構想が掲げられ、1995年8月に SADC 加盟各国間 MOU を締結し、SAPP を発足させた。また同年12月に SADC の後援を受け、SADC 内9カ国の電力事業者・公社が覚書に署名した。左記の電力事業者の MOU 署名により、実質的に電力共同市場および電力融通制度の基礎的インフラが整備された。現在は SADC 加盟14カ国のうち、モーリシャス、マダガスカルを除く12カ国の電力事業者が SAPP に加盟している。

<sup>1</sup> EU および米国の域内協力事例の詳細については、5.2 節にて論じている。

SAPP の基本的な運営・管理ルールは電力事業者間覚書 MOU によって規定されており、SAPP の事務局はジンバブエのハラレに設立されている。加盟 12 ヶ国の電力事業者を下表に示す。

**表 4.1.1 SAPP に加盟している電力事業者一覧**

国名	電力事業者
ボツワナ	Botswana Power Corporation (BPC)
モザンビーク	Electricidade de Mocambique (EDM)
マラウイ	Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM)
アンゴラ	Empresa Nacional de Electricidade (ENE)
南アフリカ共和国	ESKOM (Eskom)
レソト	Lesotho Electricity Corporation (LEC)
ナミビア	NAMPOWER (Nam Power)
DRC	Societe Nationale d'Electricite
スワジランド	Swaziland Electricity Board (SEB)
タンザニア	Tanzania Electricity Supply Company Ltd. (TANESCO)
ザンビア	ZESCO Limited (ZESCO)
ジンバブエ	Zimbabwe Electricity Supply Authority (ZESA)

出典: SAPP Coordination Center

SAPP の発足により一部具現化した南部アフリカ地域内での電力網の接続計画は、もともと Eskom の将来構想（DRC における INGA 水力と南ア間との送電線接続構想）として出現したものであり、NEPAD-STAP で予定されている多くの地域間連系プロジェクトの出発点となったものである。この意味で SAPP の戦略立案、運営・管理については Eskom および南ア政府が主導的役割を担っている。

SAPP 加盟国が合意している SAPP の基本ビジョン、目的、具体的役割は以下の通りである。以下を上位政策に仰ぎ、電力融通に関する規定（SAPP Arrangements や Accredited Capacity Obligation 等）が定められている<sup>2</sup>。

<sup>2</sup> 出典: UNECA (2004) Assessment of Power-Pooling - Arrangement in Africa, pp.44

## SAPP の上位政策

## 基本ビジョン

- (a) SADC 地域における電力競争市場の整備促進
- (b) 消費者に対する電力供給者選択権の提示
- (c) 南部アフリカ地域が大電力需要家の投資先として「選択の地 (choice of region)」であることの確保
- (d) 健全かつ妥当な経済・環境及び社会活動を通じての持続的エネルギー開発の担保

## 目的

- (a) 世界水準レベルの、強固かつ安全、効率的かつ信頼性の高い、安定した地域間連系系統整備にあたっての、公開討論の場 (フォーラム) の提供
- (b) 電力の供給品質の地域内共通基準に係る調整および強化 (計測・モニタリングシステム仕様など)
- (c) 加盟電力事業者間の関係調和
- (d) 研修プログラムや研究を通じた域内電力専門家の育成促進
- (e) 地方村落における電力アクセス率 (地方電化率) の向上
- (f) 持続的開発のコンテキストにおける優先すべき事項を堅持しつつ、(SAPP に係る) 各種戦略を実施

具体的役割<sup>3</sup>

- (a) 加盟電力事業者間の電力系統に係る計画および運営のコーディネーション
- (b) コーディネーションを通じた投資・運営コストの低減
- (c) 電力セクターの各種課題に対する地域レベルの解決策を討議する場 (フォーラム) の提供

出典： SAPP Annual Report 2007

## 1) 電力取引に係る制度インフラの現況

加盟国間の電力取引を支える制度インフラとして、STEM (Short Term Energy Market) と呼称される短期電力取引市場が 2001 年 4 月に整備されている。同 STEM では 1 カ月単位、1 週間単位、および 1 日単位の契約に基づき取引が行われている。

他方、加盟国間の連系不足等により、STEM を通じた現在の取引は Eskom (南ア)、ZESA (ジンバブエ)、ZESCO (ザンビア) の各事業者が管轄するエリアに限られている<sup>4</sup>。右を背景に、STEM を通じた現在までの取引実績は、下図の上段左に示したように 2002 年に 842 GWh を記録した後は減少傾向にあり、2005 年現在、178 GWh まで落ち込んでいる。(2005 年にモザンビークの HCB、ザンビアの ZESCO が大規模なりハビリ・維持管理事業を開始したため、STEM への参加が限定された点も起因している)。また 1 キロワット時当たりの取引価格は 2002 年に底を打った後、近年は下図の下段左に示すように上昇基調にあり、2005 年現在 1.24 US¢/kWh

<sup>3</sup> 出典：Ibid., pp.41

<sup>4</sup> 出典：長山 (2006) 電力セクター改革下における発展途上国の電力規制機関の持つべき機能を考慮した電力規制機関の適正規模の計測, 平成 17 年度 JICA 客員研究員報告書

となっている。このため、取引量は上述のように減少傾向にあるものの、金額ベースでは2004年に440万USドルを記録した(下図の上段右)。

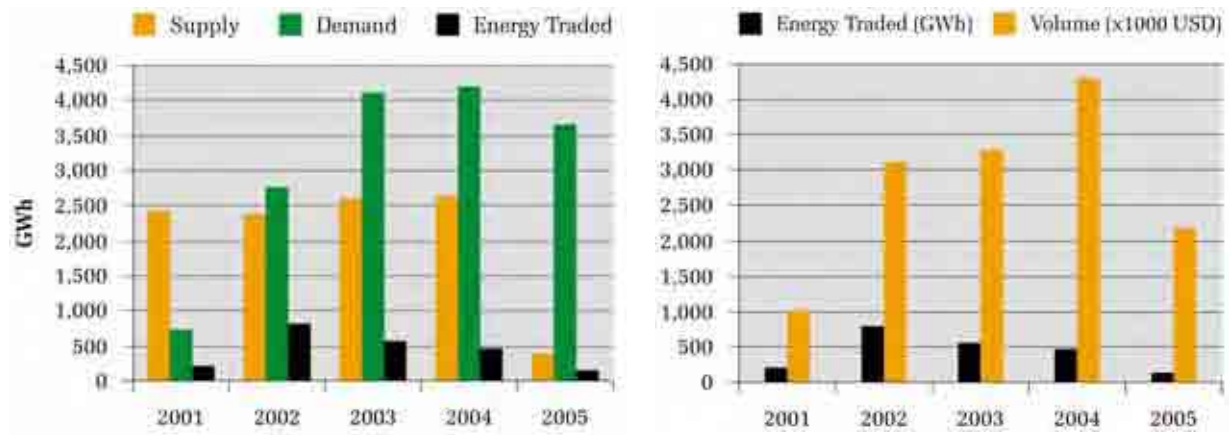


図 4.1.1 STEM を通じた SAPP 内の電力取引状況(左図は電力量ベース、右図は金額ベース)

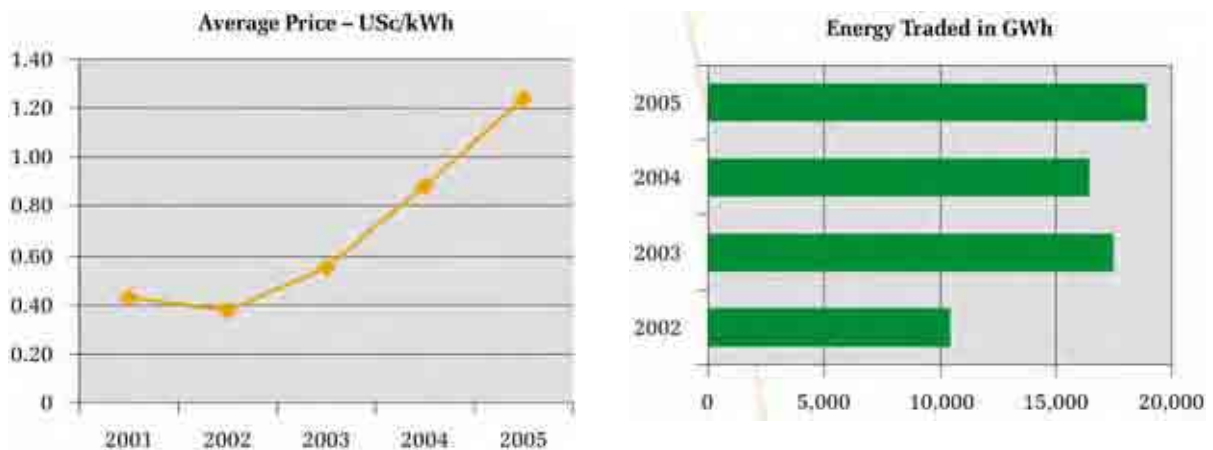


図 4.1.2 STEM における電力取引価格(左図)および2国間協定による長期電力取引状況(右図)

出典: 4図のいずれも SAPP Annual Report 2006

長期取引に関しては、SAPP 加盟国の電力事業者間による長期売買契約 (long-term bilateral power trading agreements) を通じて行われている。長期取引における売電・買電の中心的役割を果たしているは Eskom である(以下表を参照)。売買電力量は2005年に19 TWhを記録するなど、STEMを大幅に上回る規模となっている(上図の下段右)。



表 4.1.2 SAPP 電力事業者間による長期売電契約の現況

Exporter	Importer	Agreed Power (MW)
Democratic Rep. of Congo (SNEL)	Zimbabwe (ZESA)	100
	South Africa (Eskom)	110
Zambia (ZESCO)	South Africa (Eskom)	300
	Zimbabwe (ZESA)	150
South Africa (Eskom)	Botswana (BPC)	190
	Namibia (Nampower)	400
	Mozambique (EDM)	150
	Switzerland (SEB)	250
	Lesotho (LEC)	85
Mozambique (HCB)	Zimbabwe (ZESA)	500
Zambia (ZESCO)	Botswana (BPC)	0
ZPC (Hwange Power Station)	Zimbabwe (ZESA)	0

出典： UNECA (2004) Assessment of Power-Pooling - Arrangement in Africa, pp.44

### 3) SAPP の制度改革の現状

2006年2月23日にボツワナで開催された SADC 閣僚理事会において、SADC 加盟各国のエネルギー担当相が「改訂 SAPP 政府間覚書」(Revised SAPP Inter-Governmental Memorandum of Understanding) に署名している。上記の改訂 MOU は、SADC 事務局の再構築、加盟各国に対する電力規制機関 (Electricity Regulators) の導入・設立を求めているのに加え、SAPP への独立事業者 (IPP) の参入促進および加盟メンバーシップの拡大を企図している<sup>5</sup>。特に上記の措置により、ようやく SAPP の枠内で IPP の法的立場が定まることとなるため、中長期的には IPP の参入に伴う今後の STEM への電力供給が期待できるものと思われる。

### (2) 政策・制度面における域内協力の課題

以下、政策・制度面からみた域内協力の課題 (域内協力の阻害要因) として、現地ヒアリングの結果等より以下を抽出した。なお技術的な課題の抽出・分析については 4.2 節その他に譲る。

#### 1) 域内各国の「Political Stability」の欠如<sup>6</sup>

南ア・鉱山エネルギー省 DME による指摘である。増大する南アの国内電力需要への対応に関し、「最も賢明な方法は、連系送電線を通じた国外からの電力輸入であることは明らか」との認識を示しつつも、「国外からの電力輸入は極めて Challenging であると認識している」とのコメントがあった。DME はこの認識に対する根拠とし

<sup>5</sup> 出典：SAPP Annual Report 2007 ほか

<sup>6</sup> DME 電力・原子力局副局長 Magbane 氏に対するヒアリング結果をとりまとめた。

て、「南ア国外の大型電力プロジェクトの Unpredictability が大問題であり（例えば DRC の Inga 開発計画等に代表される巨大電源開発プロジェクトは、数十年前より構想があるものの遅々として進捗していない）、各国の政治安定の欠如が事業の長期遅延を招いている」と指摘している。また、各プロジェクトの推進を担う各国政府機関・公的機関の「継続性の欠如（lack of continuity）」も阻害要因として挙げており、「良い意味で、事業の継続性確保のための多少の bureaucracy は必要である」としている<sup>7</sup>。

また南ア電力規制機関である NERSA も同様の指摘を行っており、SAPP を通じた今後の南アの電力輸入の可能性に関し、域内各国の政治リスクの高さを最大の理由に「Realistic なオプションではない」と断言している<sup>8</sup>。

## 2) その他の阻害要因<sup>9</sup>

域内協力を阻害しているその他の要因として、以下の意見もあった。

- 連系送電線の建設費用の高さ（連系送電線の建設の必要性は大いに理解できるが、コストの高さがネック<sup>10</sup>）
- 域内各国の国内需要の低さ（当該国の需要が低ければ、投資家はまず興味を示さない）
- 南アは常に域内の Big Brother であり、「良くも悪くも全て南アのイニシアティブ次第」という構造的背景もネック
- 域内各国の政府腐敗、独裁国家の存在、事業実施に係る透明性の問題の 3 点。

<sup>7</sup> 「これらの諸事情に鑑みれば、Eskom の言う「自国の電力供給は自国企業による開発で」との主張は理解できるものの、今次の電力危機により「自国の電力供給は自国で」との主張は説得力を失うものと思われ、個人的には IPP の参入促進の必要性を痛感している」とのコメントもあった。

<sup>8</sup> NERSA 電力インフラ・オペレーション部副部長 Belinska 氏に対するヒアリング結果による。同氏はまた「一時期は SAPP に期待する動きも見られたが、現在は完全に Domestic 志向である」とコメントしている。

<sup>9</sup> DME 電力・原子力局副局長 Magbane 氏に対するヒアリング結果をとりまとめた。

<sup>10</sup> Eskom は「大規模送電線の建設には莫大な費用が必要であり、Eskom 株主の理解が得られない」としている。（出典：Eskom に対するヒアリング結果より）

## BOX 南アフリカの電力危機と南ア政府の対応方針

2007年12月より南アフリカでの電力不足が深刻化し、「電力危機」の様相を呈している。2008年1月中旬からは計画停電が開始され、南ア経済に深刻な影響を与え始めている。ヨハネスブルク・プレトリア首都圏では停電時に信号が消え、大規模な交通渋滞・事故を誘発しているほか、電気調理器を使用しているレストラン・事業所等は閉店・休業を余儀なくされた。需要がピークを迎える冬場(6~7月)に備え、既に家庭用ジェネレータの納品は2ヶ月待ちとなっている。また2010年のFIFAワールドカップの開催を危ぶむ声も頻出してきている。

電力不足の影響は南部アフリカ全域に及び、Eskomは1月20日、近隣諸国への電力輸出を停止した。また同社は翌21日、電力不足が2015年まで続くとの見通しを明らかにしたが、これにより停電の常態化で企業活動が長期にわたって停滞する可能性がより強まった。今後は大口需要家である鉱工業関連事業所に対する大規模な電力カットが予定されている。

南アでは1994年の民主化後に電力需要が急増した。他方、その後の発電所の新規建設はほぼ皆無であり、総発電量は2001年から約4,000万キロワットで停滞している。一方、民主化後に黒人世帯の電化が進み、1990年代初頭に3割だった一般家庭の電化率は8割に達したこと等を背景に、電力需要が想定以上に伸長した点も今次危機の遠因とされている。電力規制機関NERSAは原因として以下6点を挙げている<sup>11,12</sup>。

- Eskomの電力需要予測の甘さ(年率3%の上昇を予測も、実際は4.7%)
- Load Factorの上昇
- 電力関係施設全般に対するメンテナンス不足
- 外的要因(例えばEskomの電力関係機器の納入の遅れ)
- 石炭の質(Wet coal問題)
- 発電事業へのIPP導入の大幅な遅れ

南ア政府は本危機の打開策として、1月25日に政府として以下の対応策をアナウンスした<sup>13</sup>。

- 危機対応のタイムフレームを短期(当初6ヶ月間)、中期(当初18ヶ月間)、長期(対応開始より18ヶ月以降)の3期に分け、対応策を実施
- 短期対応策として、省電力プログラム(Power Conservation Programme)、デマンドサイドマネジメント(DSM)に係る特別プログラム(Specific demand-side behavioural change programmes)、危機対応に係る中長期計画の見直し、の3点を実施
- 中長期対策として、再生可能エネルギー(水力、風力、太陽光、バイオマスを含む)の開発促進

また原子力発電の拡大も政府内で検討されており(一例として全発電量の30~50%を担わせる、との数字が出てきているほか<sup>14</sup>、原子力をベースロードとした新規揚水発電計画<sup>15</sup>)も机上に上っている)、今後発電ポートフォリオの抜本的見直しが進むものと予想される。

<sup>11</sup> 出典：NERSA 電力インフラ・オペレーション部副部長 Belinska 氏に対するヒアリング結果による。

<sup>12</sup> IMFがEskomを分割民営化するよう指示し、南ア政府の政策を混乱させた点を指摘する向きもある。他方、余剰発電能力を抱えていたEskomが、1997年から2000年までに過剰設備の廃棄・売却処理を進め、34ヵ所(合計出力4,814MW)の発電所を休止・廃止した事実は、明らかに需要予測の甘さを含むEskomの経営判断ミス、南ア政府の指導力の欠如であると指摘できよう。

<sup>13</sup> 出典：南ア政府 Government Information ウェブサイト「National Response to South Africa's Electricity Shortage」  
[http://www.info.gov.za/otherdocs/2008/nationalresponse\\_sa\\_electricity1.pdf](http://www.info.gov.za/otherdocs/2008/nationalresponse_sa_electricity1.pdf)

<sup>14</sup> 出典：NERSA 電力インフラ・オペレーション部副部長 Belinska 氏に対するヒアリング結果による。

<sup>15</sup> 出典：DME 電力・原子力局副局長 Magubane 氏に対するヒアリング結果による。

他方、上述の対応にもかかわらず、2008年1月以降の電力供給不足により、現在までに金鉱山の生産量の減少、大規模な建設プロジェクトの延期などの影響が出ている。さらに Eskom のジェイコブ・マロガ最高経営責任者(CEO)は2008年5月29日、「南アの電力危機は今後何年にも亘って継続する」と述べ、電力供給の停止も将来にわたって続く可能性が高いとの認識を示している。

なお南アの経済成長率は、上述の電力供給停止で鉱業の生産が落ち込み、2008年第1・四半期の経済成長率は6年半ぶりとなる2.1%と極めて低い数字を記録した。他方、第2・四半期の経済成長率は電力不足の影響で前期に低下した鉱業、製造業等の回復により、4.9%を達成している。

## 4.1.2 東部アフリカ(EAPP / EAC)の取組み

## (1) EAPP を通じた域内協力の現状

## 1) EAPP の概要

東部アフリカにおける電力域内協力の歴史は古く、約 50 年前にケニアとウガンダとの間で 2 国間の電力融通協定が締結されている。また 1993 年以来、ウガンダはタンザニアの北部に位置するブコバ市に対して電力の輸出を行っている<sup>16</sup>。

このように東部アフリカにおいては、歴史的に豊富な包蔵水力を有していたウガンダを抱えていたにも係らず、主に域内国家の内政事情等に起因してパワープール設立に対する機運は近年まで高まらなかった。

東アフリカパワープール(EAPP)は、東南部アフリカ共同市場(COMESA)およびナイル流域イニシアティブ(Nile Basin Initiative, NBI)加盟 9 カ国による政府間覚書 MOU が 2005 年 5 月に締結されたことを受け、南部アフリカパワープール SAPP より約 10 年遅れて設立された。事務局はエチオピアのアディスアベバに位置する。加盟 9 ヶ国の電力事業者を下表に示す。

表 4.1.3 EAPP に加盟している電力事業者一覧

国名	電力事業者
ブルンジ*	(REGIDESO)
ジブチ	Electricite du Djibouti (EDD)
エリトリア	Eritrea Electric Authority (EEA)
エチオピア*	Ethiopian Electric Power Corporation (EPCO)
ケニア*	Kenya Electricity Generating Company Ltd. (KenGen) Kenya Power & Lighting Company Ltd. (KPLC)
ルワンダ*	Etablissement Public de Production, de Transport et de Distribution d' Electricite, d' Eau et de Gas (Electrogas)
ソマリア	Ente Nazionale Energia Elettria (ENEE)
スーダン	National Electricity Corporation (NEC)
ウガンダ*	Uganda Electricity Board (UEB)

出典: 各種資料より調査団作成 (\*印は本件調査の対象国)

1995 年にスタートした SAPP は元来アフリカ地域において最も電力系統の充実した南アを中心に据え、電力融通に関する規定を作成し、年次報告書や月次報告書などを SAPP のウェブサイトで公開するなど、パワープールとして電力系統の接続状況や組織体制の整備度が成熟している。他方、EAPP は 2005 年 5 月にスタートしたばかりであり、基本的な運営規則等については現在作成段階にある。なお EAPP 内で実質的に系統が連系されているのはケニア - ウガンダ間のみであり、規模においても組織的にも SAPP よりも未熟である。

<sup>16</sup> 出典: UNECA (2004) Assessment of Power-Pooling - Arrangement in Africa, pp.59-60

## 2) 東アフリカ電力マスタープラン(EAPMP)

上記等を背景に、EAPPのパワープールとしての機能強化を視野に入れ、EAPPの設立前の段階において、東アフリカ共同体(EAC)エネルギー担当大臣会合により東アフリカ電力マスタープラン(East African Power Master Plan Study, EAPMP)の実施が決定された。同マスタープランのPhase-I調査に関しては、2003年11月に最終報告書が提出され、2004年5月にEACにより承認されている<sup>17</sup>。さらに、世銀の支援によりPhase-Iの内容をより深掘りしたPhase-II調査が行われ、ウガンダ、ケニア、タンザニアの連系計画等の具体的なアクションプランが提案されている。

上記の一連のアクションプランの具体的かつ確実な推進を企図して、2006年1月に「Standing Committee on the Implementation of the EAPMP」が設立されており、EAPMPにおける各推薦プロジェクトの事業実施可能性の精査等が行われていると同時に、後述するNile Basin Initiativeとの具体的な連携が模索されている<sup>18</sup>。またブルンジ、ルワンダがEACへ正式加盟したことに伴い、両国を含めた形でのEAPMPの拡充・アップデートの必要性が認識されており、現在、左記の拡充調査実施のための資金獲得に向けた努力が継続中である<sup>19</sup>。

## 3) Nile Basin Initiative との連携

なお本件調査の範囲外の国が含まれているが、東部アフリカ電力セクターにおける重要なイニシアティブとして、既述のようにナイル川流域国家が加盟するナイル流域イニシアティブ(Nile Basin Initiative, NBI)が存在する。NBIそのものの紹介は他に譲るが<sup>20</sup>、NBIの下部組織として設立されたEast Nile Technical Regional Office(ENTRO)は、エチオピアを所管地域に含むことから上述の東部アフリカ電力マスタープランEAPMPとの関係が深く、EAPPの成熟度が低い現況においては、東部アフリカ地域における域内協力の方向性を探る上で、重要なキープレーヤーとなる可能性がある。

ENTROはNBI加盟国のうち、エジプト、スーダン、エチオピアの3カ国の主導により2001年に設立合意、2002年より活動を開始している(事務局はエチオピアのアディスアベバ)。現在、外部コンサルタントの雇用により上記3カ国を対象とした水力発電に係るポテンシャル調査(F/S)を実施中であり、現在までにPhase-Iスタディが終了している(エチオピアで3件、スーダンで1件の候補サイトを抽出済みである)<sup>21</sup>。

<sup>17</sup> 本マスタープランPhase-IレポートはEACの以下ウェブサイトにて公開されている。<http://www.eac.int/programme.htm>

<sup>18</sup> 例えば、NBIのもとで策定されているNile Equatorial Lakes Subsidiary Action Programme(NELSAP)との連携が検討されている。NELSAPの詳細については<http://nelsap.nilebasin.org/>等を参照。

<sup>19</sup> 出典：ウガンダ国エネルギー・資源開発省 Bidasala 副コミッショナー(電力開発担当)に対する電話インタビュー(2008年10月17日実施)による。

<sup>20</sup> NBIの設立は1999年。詳細はNBIウェブサイト<http://www.nilebasin.org/>等を参照。

<sup>21</sup> 出典：エチオピア電力公社EEPCOに対するヒアリング結果による。

東部アフリカにおいては現在、特にウガンダやタンザニアにおいて水力発電所のダム水位が旱魃により低下し、十分な稼働率が得られないことにより電力不足が発生している。これに伴い、ケニアにおいてはウガンダからの電力供給が不十分なため、割高なディーゼル発電を導入して逼迫する電力需要に対応している状況にある。これらの現況は、DRC に次いで包蔵水力の大きいエチオピアに対する域内各国の中長期的な期待を高めることになり<sup>22</sup>、この意味で域内協力の観点からの ENTRO の将来的な役割再設定や NBI と EAPP との有機的な連携等に関し、より具体的に考慮すべき時期にきていると思われる。

## (2) 政策・制度面における域内協力の課題

EAPP 内にはエチオピアやケニアなど、電力系統が国内においてある程度整備されている国が存在するが、上述のように実質的に系統が国際連系されているのはケニア-ウガンダ間のみである。よって（南部・東部アフリカ地域のコンテクストにおける）パワープールとしての機能を望める段階にない。

以下、政策・制度面からみた域内協力の課題（域内協力の阻害要因）として、現地ヒアリングより得られた指摘は以下のとおりである<sup>23</sup>。なお技術的な課題の抽出・分析については4.2節その他に譲る。

### 1) 政治・政策面における指摘

- 域内各国の政治の不安定さ（Political instability）。例としてソマリア、昨年度末からのケニア情勢等。
- 域内協力を進める上での最大の制約は、「関係機関のコーディネーションの難しさ」に集約される。特に NEPAD と AU 間のコーディネーション不足は深刻な問題である。（なお本件の打開策のひとつとして、加盟各国間で「Coordination Mechanism」を合意済み。EU-Africa Partnership on Energy の設立は、コーディネーションプロセスの共通化・明確化の契機になる、との指摘あり）
- EAPP と加盟各国電力事業者のコラボレーションはまだ始まったばかりであり、具体的な動きはまだ無い。

### 2) ファイナンスに係る指摘

- 国際的な Financier は依然として投資に懐疑的。投資の際の最大のボトルネックは「Infrastructure financing」の欠如。また電力市場は拡大中も、投資家から見れば拡大のスピードの遅さが問題。
- 地熱発電案件のリスク taker の不在

<sup>22</sup> エチオピア電力公社 EEPSCO は調査団のインタビューに対し、「エチオピアでは、5～6年前まで電力輸出など夢物語であり、輸出の話など誰にも相手にされなかったが（国内需要への対応が最優先課題であった、との説明あり）、周辺国の電力需要の急拡大を背景に状況は完全に一変した」と述べている。

<sup>23</sup> 出典：Ethiopian Electricity Agency (EEA), AU Commission インフラ・エネルギー局, Ethiopian Electric Power Company (EEPSCO)に対するヒアリング結果による。

3) 人材開発・制度設計等に係る指摘

- 電力セクターの域内協力に係る Policy Institutional Framework の不足
- 関係機関の Institutional Strengthening の必要性、キャパビル不足（特にマスタープラン作成能力、Corporate planning 能力、送配電に係る技術的スキル、PPA 協議の際のネゴ能力等に係る能力開発プログラムが望まれる、とのこと。）
- 再生可能エネルギー案件（地熱、風力）の電力系統運営に係る人材不足

4) その他の指摘

- 域内電力規制の調和化（Harmonization of Regulation）も極めて重要だが、EAPP に関しては大きなイシューではない。（AU Commission による指摘）



**BOX 電力規制機関の設立および域内コーディネーションに係る動き**

サブサハラ・アフリカ各国の電力セクターにおいては、3.1 節で概観したように、今も伝統的な垂直統合型の電力システムが多くの国において現存しており、民営化・自由化のスピードについてはやや遅い印象を受ける。加えて電力事業に関わる法整備、融通政策の取り決めも不十分であるとされる<sup>24</sup>。他方、今後これら各国の電力セクターの自由化が進み、(エチオピア等の一部の国に見られるように)発電・送電事業等への投資が活発化し、政府によるセクターの一元管理が困難となる場合は、当然ながら電力セクター全体をコントロールする規制機関の設立、役割強化等が重要なマイルストーンとなる。

上記を背景に、(各国の電力セクターの自由化度に温度差はあるものの)以下のように電力規制機関の設立が進んでいる。これら電力規制機関の設立により、透明性のあるルールの確立の担保、内部補助金の削減、電力料金構造の適正化が期待されるが、一方で経験の蓄積不足、人的資源不足等が指摘されている<sup>25</sup>。

Country	Year	Authority	Parent Ministry / Agency	Other Stakeholders	Current Activities
Algeria	2002	Electricity Regulator	Ministry of Hydrocarbons and the Energy Sector	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Libya	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Mali	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Morocco	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Nigeria	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Tanzania	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Zambia	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service
Zimbabwe	2002	Electricity Regulator	Ministry of Energy and Power	Ministry of Economy and Finance	Regulation of electricity prices and quality of service

出典: UNECA and UNEP (2007) Making Africa's Power Sector Sustainable – An Analysis of Power Sector Reform in Africa, pp.70

上記の動きに加え、これら各国電力規制機関を束ねる「地域電力規制機関」が設立されるに至っている。南部アフリカにおいては RERA (Regional Electricity Regulators Association of Southern Africa)、アフリカ地域全体においては AFUR (The African Forum for Utility Regulators、ただし電力のみならず水道等其他 Utility を含む)と呼ばれる機関がそれぞれ 2002 年に設立されている。特に AFUR については、

- 情報の共有 (Information Sharing)
- 能力開発 (Capacity Building)
- 規制ルール・立方法規の域内調和化 (Harmonization of Regulatory Policies and Legislation)
- 規制機関の自立およびグッドガバナンスの促進 (Promotion of the Philosophy of Autonomous Utility Regulation and Good Governance)
- NEPAD 等のアフリカイニシアティブへの助力 (Support to African Initiatives)
- 各国政府・ステークホルダーとの健全な関係強化 (Promotion of Sound Relationships with Governments and other Stakeholders)

の6点を上位戦略とし、20の電力規制機関を含む25機関の加盟のもと、アフリカ大陸内(北アフリカを含む)の電力・公益事業セクター政策に係る各種のコーディネーション業務を行っている。一方 AFUR の職員は現在わずか3名に過ぎず<sup>26</sup>、上記の政策を具体的に実現していくには、人的・物的リソースが圧倒的に不足している。

<sup>24</sup> 出典: UNECA and UNEP (2007) Making Africa's Power Sector Sustainable – An Analysis of Power Sector Reform in Africa

<sup>25</sup> 出典: 長山 (2006) 電力セクター改革下における発展途上国の電力規制機関の持つべき機能を考慮した電力規制機関の適正規模の計測、平成 17 年度 JICA 客員研究員報告書

<sup>26</sup> 今後半年間で5名に増員する計画がある。(出典: AFUR に対するインタビュー結果より)

## 4.2 域内電力融通に係る技術基準及び制度

### 4.2.1 南部アフリカにおける SAPP の電力融通に係る規則

SAPP は SADC 地域の電力設備への投資環境を整備し、地域間の電力の調達および電力市場の開発を促進する機関であり、1995 年に設立された。SAPP を統制する文書には、政府間 MOU (Inter-Governmental MOU)、電力会社間 MOU (Inter-Utility MOU)、運用メンバー協定書 (Agreement Between Operating Members) および、運用ガイドライン (Operating Guidelines) の 4 つがある。

内部組織として、環境、市場、運用、計画の各小委員会、および電力取引を司る Coordination Center がある。Coordination Center は、マルチバイヤーの電力取引を担当するセクションであり、NORAD (ノルウェー)、Sida (スウェーデン)、世銀、DBSA、USAID などの支援を受けている。SAPP のプログラムを推進することで期待される効用は以下のとおりである。

- 域内電力融通を活発に行うことで、必要な発電設備容量を減らすことができる
- 火力発電所の燃料使用量が低減される
- 水力発電所の水資源を有効に活用できる
- また、セミナーや、ワークショップの開催、研修などを通して、電力関連技術のスキルアップ、知識の共有化を図っている

SAPP のメンバー国はボツワナ、モザンビーク、アンゴラ、マラウィ、南アフリカ、レソト、ナミビア、コンゴ共和国、スワジランド、タンザニア、ザンビア、ジンバブエであり、このうち、マラウィ、アンゴラ、タンザニアは、SAPP の電力系統とは未連系であり、非運用メンバーとなっている。SAPP に参加している電力会社を表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1 SAPP の参加者

電力会社	国名	:運用メンバー :非運用メンバー
BPC	ボツワナ	
EDM	モザンビーク	
ESCOM	マラウィ	
ENE	アンゴラ	
ESKOM	南アフリカ	
LEC	レソト	
Nam Power	ナミビア	
SNEL	DRC	
SEB	スワジランド	
TANESCO	タンザニア	
ZESCO	ザンビア	
ZESA	ジンバブエ	

出典: SAPP Annual Report 2007

現在、南部アフリカ域内の電源と各電力会社間の連系線の容量は不十分であり、自由競争的な電力取引市場 (Competitive Power Market) を志向しているものの、現状の取引は、IPP から ESKOM、ZESCO から ESKOM など、中長期の二者間の契約をベースとした電力融通が主流である。マルチバイヤーの取引としては、ごく限られた量と期間で、短時間取

引（Short Term Trade）が行われている。電力融通は最近まで、以下のような形で行われていた。

カハラバッサ水力発電所（HCB）から南アフリカ（Eskom）への輸出  
 南アフリカから、ボツワナ（BPC）、レソト、モザンビーク（EdM）、ナミビア（NamPower）およびスワジランドへの輸出  
 ピーク時にザンビア（ZESCO）およびコンゴ民主共和国（SNEL）から南アフリカへの輸出  
 ベース電源として、南アフリカおよびカハラバッサ水力からジンバブエ（ZESA）への輸出

後述するように南部アフリカ地域の電力取引は二者間契約に基づくものが大部分を占める。2008年に調査団が入手した、二者間契約の内容を表4.2.2に示す。

表 4.2.2 SAPP 内の二社間電力取引契約

From	To	Supply Capacity MW	Expiry date	Comments
ESKOM	SEB	96		Expiry date not given
ESKOM	BPC	210	2006	
ESKOM	NamPower	200		Expiry date not given
ESKOM	EdM	120	open ended	
ESKOM	LEC	100		Not given
ESKOM	ZESA	150	2003	Extended on prepayment arrangement
HCB	ZESA	250	2005	
HCB	ESKOM	1,370	open ended	
SNEL	ZESA	100		Extended
SNEL	ESKOM	150		Extended
ZESCO	ESKOM	180		

出典: SAPP 資料、BILATERAL SUPPLY AGREEMENTS IN SAPP

二者間契約による取引の他、SAPPでは、現在、STEM(Short Term Energy Market)による、月間（電力量と価格を月単位で指定）、週間（週単位で指定）、および日間（時間単位で指定）の取引が行われている。それぞれ、事前にSAPPのCoordination Centerへ応札される。STEMにおける取引のプロセスを以下に示す。

関係する電力会社、およびSAPP Coordination Centerに、取引区間や、電力量、価格などの契約内容を伝える。

電力会社およびCoordination Centerでは、既存の二者間電力契約や、送電の制約と取引内容を照合し、取引が可能かどうか確認する。連絡は、基本的にインターネット経由で行われる。（Faxも可）

応札は午前中に行われ、午後にSAPPのCoordination Centerで、売買のマッチングが行われる。この作業では、既存の二者間の電力取引や、最新の系統の混雑状況、および電力託送料金が考慮される。

各 SAPP メンバーは、電力の託送を定められた価格で行い、託送料金は買主が支払う。電力会社は、翌日の電力融通の予定を確定する。

託送料金は、託送者と区間によって細分され、半年程度毎に見直される。また、最大電力に応じた料金(US\$/kW/year)と、電力量に応じた料金(Us¢/kWh)に別けられている。

SAPP の STEM による電力取引の実績を表 4.2.3 に示す。SAPP 内の電力輸入の合計は 20,000GWh 程度であるため、STEM による取引量は、SAPP 地域の電力輸出入量の 1%以下である。すなわち、SAPP 地域の電力輸出入の大部分は、二社間の契約ベースで行われていることを示している。

**表 4.2.3 SAPP の STEM による電力取引の実績**

期間	取引成立 (GWh)	需要応札 (GWh)	供給応札 (GWh)	平均価格 (Us¢/kWh)	販売額 (million USD)
2005 4/1-2006 3/31	178	3,700	423	0.96	2.2
2006 4/1-2007 3/31	226	1,118	377	1.38	3.1

出典: Short Term Energy Market Book Of Rules

SAPP は、北欧の Nord Pool などの支援を受けて、自由競争の電力市場(Competitive Market)を志向しているが、自由な電力取引市場の整備はまだ始まったばかりであり、欧州に見られるような、マルチの電力取引は、なかなか進展していない。この方向への進捗としては、2006 年 10 月～11 月にかけて、前日市場取引のソフト(Day-ahead Market Trading Platform(DAMTP))の機能試験を、Nord Pool がヨハネスブルグで実施している。2007 年の 2 月には、ハラレの SAPP Coordination Center に DAMTP が設置された。運転員の研修も実施されている。

現状の SAPP の主な機能は、セミナーや研修などを通じた南部アフリカ諸国の技術的スキルの底上げや、地域間連系線のマスタープランの作成などによる南部アフリカ諸国の電力設備開発環境の整備である。SAPP のメンバー国は、SAPP の役割を重視している。

### 4.3 域内協力に係る電力設備の概要

#### 4.3.1 南部アフリカにおける SAPP 系統電力設備

1995年8月、SADC域内に設立されたSAPPは12ヶ国からなり、2007年各国の発電設備は表4.3.1に示す通りである。SAPP域内の設備容量は54,700MWあり、有効発電容量は45,800MWであった。2007年のSAPP域内ピーク電力需要は43,800MW、有効電力の95.6%であり供給予備率は4.4%であった。

表 4.3.1 2007年 SAPP 域内電力供給設備とピーク需要

	国	電力会社	設備容量 (MW)	有効発電容量 (MW)	2007年ピーク電力 需要(MW)
1	アンゴラ	ENE	1,127	943	476
2	ボツワナ	BPC	132	120	493
3	コンゴ民主共和国	SNEL	2,442	1,170	1,075
4	レソト	LEC	72	70	109
5	マラウイ	ESCOM	302	246	240
6	モザンビーク	EDM	307		343
		HCB	2,250	2,075	
7	ナミビア	NamPower	393	390	449
8	南アフリカ	Eskom	43,061	37,258	36,513
9	スワジランド	SEB	51	50	196
10	タンザニア	TANESCO	897	680	635
11	ザンビア	ZESCO	1,632	1,630	1,468
12	ジンバブエ	ZESA	2,045	1,125	1,758
	合計		54,711	45,757	43,755
				83.6%	95.6%
				(有効発電容量/設備容量)	(ピーク需要/有効発電容量)

出典: Overview of SAPP and SAPP Operations in January 2008

#### 有効発電容量の低下

2007年のSAPP内の有効発電容量は設備容量の83.6%であり、既存設備の出力が低下している。SAPP各国の電力設備は、1960年から1970年代に建設されたものが多く既存設備の老朽化による出力低下、内戦による維持管理の不十分と設備破損による出力低下が、主な原因となっている。1990年代に入り内戦の終了と民主化により、各国の既存電源設備の補修が進んできている。

南アフリカは、国内の豊富な石炭を利用した石炭火力発電が自国内電源の88%を占める。しかし既存石炭火力発電所は建設後20年以上経過し老朽化している設備が多く、既存石炭火力発電設備の補修を継続中である。また引退している設備を更新し、2007年から2011年迄3ヶ所の石炭火力発電所（Camden火力780MW、Groovtvei火力1,170MW、Komati火力965MW）を再投入する予定である。しかし、南アフリカは2007年末より電力不足に陥り2008年1月末より計画停電を行っている。計画停電の原因は複数の要因によるが、早期に既存石炭火力発電所の補修と増強を進め、新規電源の投入を図る必要がある。

ザンビアでは、既存3ヶ所の水力発電所（Kafue Gorge 水力 930MW、Kariba North Bank 水力 660MW、Victoria Fall 水力 108MW）の補修が進み 2009 年 3 月には終了する予定である。コンゴ民主共和国のコンゴ河に建設されて Inga 1 水力（351MW、1972 年運転開始）と Inga 2 水力（1,424MW、1982 年運転開始）は、内戦により維持管理が十分に行われず出力が低下（約 40%）していたが、世銀の Grant により補修と出力増加が 2007 年から開始した。モザンビークでは、1995 年内戦終了により 1976 年に建設されたカホラッパサ水力発電所（2,075MW）の発電設備と送電線（550kV 直流送電線 1,410km）の復旧が行われ、1997 年から運転を再開している。この他にマラウイ、タンザニア、ジンバブエでの有効電力の低下が顕著であり、既存発電設備の補修と増強が早急に必要である。

#### 余剰電力の不足

2007 年 SAPP 域内においてピーク電力需要が有効発電容量を上回っている国は、ボツワナ、レソト、スワジランド、ジンバブアである。これらの国は、南アフリカ及び隣国から電力輸入により電力を供給している。またほとんどの国の供給予備率が 10%以下であり、特に南アフリカとマラウイが 2%前後と低く、既存発電設備の維持管理と補修による停止、または事故停止により電力不足になる可能性がある。

南アフリカの電力不足は、余剰電力の不足と既存電源の補修と事故停止が重なったことが主要な原因のひとつとして指摘されている。南アフリカ電力系統には、20 年間新規発電所設備の建設がなく 2012 年迄新規電源が投入されず、今後電力不足が 7 から 8 年継続すると考えられる。石炭火力発電、原子力発電、揚水発電を含む新規大型電源の投入が必要である。電力不足に対する対策として Eskom は、短期的には 1) 10%の計画停電、2) 効率的な電力使用、3) 安価な電力料金（us ¢ 2/kWh）の値上げによる電力使用量の低減、中期的には 1) Demand side management の実施、2) Co-generation の実施、3) モザンビークの天然ガスの開発とガス火力発電所の実施、4) SAPP 域内の電力融通、長期対策として原子力発電所の投入を考えている。

ザンビアは、5%の経済成長率を達成し今後 6%が見込まれており、新規の銅鉱山も開かれ、電力需要はさらに増大する見込みだが、現在の電力供給設備では需要に追いついていない。設備容量 1,632MW に対し余剰電力が少なく、水力発電所の補修が終了する 2008 年 12 月まで、400MW 不足し、計画停電を行う必要がある。ザンビアの電力会社 ZESCO は電力不足に対する対策として、1) 短期対策として既存電源と送電線の補修、2) 中期対策として自国と隣国送電線の補強、3) 長期対策として新規電源の開発（Kariba Gorge Lower 水力 750MW、Itezi-Tezhi 水力 120MW、Kariba North 水力増設 600MW）を計画している。

他の国でも供給予備率を向上し電力不足と計画停電を事前に防止するため、既存電力設備の補修と増強及び新規電源の開発が必要である。

## 4.3.2 域内電力融通における電力設備形成と運営上の課題

## (1) SAPP 内電力設備の形成

SAPP 内電力設備は、南アフリカに豊富に存在する石炭を利用する石炭火力発電、北部のザンベジ河とコンゴ河に賦存する水力発電、東部海岸の On-shore に埋蔵するガスを利用するガス火力発電が大きな電源と考えられる。南部の石炭火力発電所は安定的にベース電力を供給し、北部の水力発電所は中間ピーク電力を供給し、東部海岸のガス火力発電所はピーク電力を供給することにより、SAPP 域内の需要を賄っていくことが出来る。このように南部と北部、東部海岸に偏在する電源を有効利用し、各大規模電源を結び域内電力融通を効率よく行うため、連系する基幹送電線が必要となってくる。この基幹送電線により南部・北部・東部海岸に偏在する電源から、電力を SAPP 域内に効率良く供給することが可能となる。図 4.3.1 に SAPP 内電力設備の形成と電力の流れを示す。

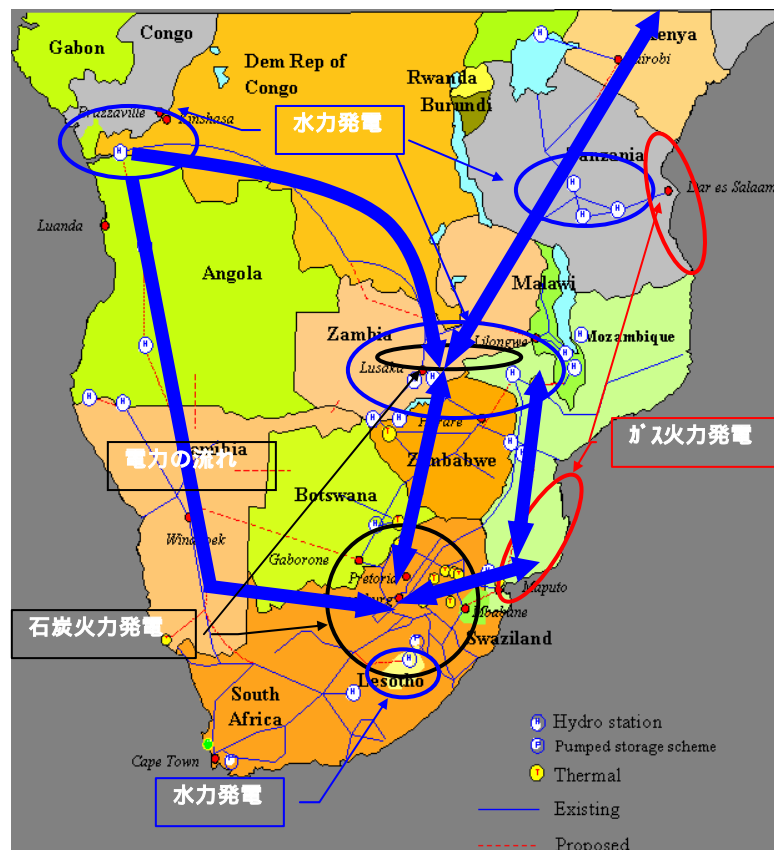


図 4.3.1 SAPP 内電力設備の形成と電力の流れ

SAPP 域内の電力を効率よく融通するため、SAPP 域内の電源の新設と既存電源の増設、SAPP 内連系送電線の補強と新設が、以下の通り考えられる。

## 1) 電源開発

南アフリカの 2 ヶ所の石炭火力発電所、ガス火力発電所、揚水発電所の早期投入

ザンビアのザンベジ河沿いの 3 ヶ所の水力発電所 (Itezhi-Teshi、Kariba North 増設、Kafue Gorge Lower) の実施

モザンビークのガス火力 (Temane) と新規水力発電 (Mphanda Nkuwa) の実

施

モザンビークの既存水力発電の北岸発電所（Cahora Bassa North Bank）の増設

コンゴ共和国の大規模水力発電（Inga 3 及び Grand Inga）の実施

レソト揚水発電（Monotsa）の実施

2) 連系送電線

コンゴ民主共和国-ザンビア連系送電線補強（220kV 1 回線増設と 330kV 新設）の早期完成

モザンビーク-マラウイ連系送電線（220kV、210km）の建設開始

モザンビークのバックボーン送電線（400kV2 回線）の実施

タンザニア-モザンビーク連系送電線（220kV 1 回線）の実施

ザンビア-タンザニア-ケニア連系送電線（330kV2 回線）の実施

ザンビア-ナミビア連系送電線の実施

南部アフリカ西部回廊送電線（400kV あるいは 765kV）の実施

(2) SAPP 域内電力融通における運営上の課題

1) SAPP 域内連系送電線のボトルネック

SAPP 域内では隣国間の送電線が繋がり、現在二国間の電力融通が主に行われている。コンゴ民主共和国（DRC）とザンビアを繋ぐ送電線は、DRC の Inga 水力発電（Inga 1 & 2 合計 1,775MW）の電力を、DRC 国内 500kV 直流送電線を通じザンビア国内に送電しているが、500kV 送電線をザンビアに繋ぐ老朽化した 220kV 送電線がボトルネックとなっている。この 220kV 送電線の補強と新規 330kV 送電線の建設が進められているが、未だ完成に至っていない。このように SAPP 内隣国間送電線の整備の進捗が悪く、電力の効率的な融通が依然として実現されていない。SAPP 域内の各国間の電力融通を効率よく行うため、送電線の補修・補強と整備が急務である。

2) 将来の系統運用と系統安定性の問題

SAPP の計画連系線がすべて建設されると、世界的にも有数の大規模な電力系統となるが、一般に交流系統が大規模になると、運用が難しくなる傾向にある。系統全体の発電量は常にロスを含めた負荷に等しくなるように調整されているが、送電線網の中で連系された多数の発電力の調整がうまくいかないと周波数が変動し、送電線網の局所的容量の制約により、発電力がうまく調整できない場合などに、系統全体がブラックアウトする可能性がある。また、交流系統の送電線網が脆弱なままに系統の建設・拡張を続けると、系統の安定性が損なわれ、大事故を誘発しやすくなる。近年でも欧米などで、しばしば、大規模停電が引き起こされているが、これは、大規模系統が極めて経済的であることと、表裏をなしている。

現在比較的強固な SAPP 内の連系線は、ザンビア - ジンバブエ - 南アフリカ北部と、



モザンビーク - 南アフリカであるが、前者は、1,000km 程度であり、後者は 1,500km であるが直流連系されているので、系統の安定性の問題は大きくない。また、調査団が現地で把握した限りでは、各連系線の計画規模をモデル化して、系統全体の電氣的な安定性を検討した調査・検討は存在しないが、これはまだ、SAPP 間の各連系線計画が Pre-Master Plan と呼ぶべき段階であるからであると考えられる、

しかし、将来系統が拡大していったとき、系統全体の周波数調整や、安定性維持の問題が生じるため、各連系線の計画が具体化していく過程で、個別の連系線の詳細計画のみではなく、システム全体から見た各国電力会社の給電所の役割分担や、SAPP 内の中央給電所の必要性、系統全体の安定性からみた各連系線の潮流制約値の検討など、給電や系統制御方法のあり方を含めシステム全体の運用面から検討されるべき課題が生じてくると考えられる。

### 3) 南アフリカの石炭火力発電の運転上の課題

SAPP 域内では、南アフリカの石炭火力発電所が域内電源の 69%を占め、ベース電力を供給する大きな電源となっている。しかし 2007 年末からの南アフリカの電力不足と計画停電に見られるように、老朽化した設備、発電所運営上のマネジメント能力の不足、石炭備蓄量の低下により、信頼性のある電力を供給することが出来なくなっている。また、電力不足により南アフリカは、隣国への電力輸出を 10%削減している。南アフリカから電力を輸入している 6 カ国（ボツワナ、ナミビア、ジンバブエ、レソト、スワジランド、ザンビア）の内、ボツワナ、ナミビア、ジンバブエ、スワジランドは電力の南アフリカからの輸入が国内需要の供給に大きな割合を占め、2008 年 1 月末から開始した電力輸出カットの影響を受けると推定される。特にナミビアでは南アフリカからの電力輸入は、2007 年国内電力量の 48%を占めており 2008 年の 10%の電力カットは工業と民生用に大きな影響があると推定される。南アフリカでの石炭火力発電所の老朽化した設備を良好に維持管理し、また補強と更新を行い、新規石炭火力発電の投入を計画通り実施することで安定した信頼性のあるベース電力を供給することが課題である。

### 4) 北部に偏在する水力発電の渇水による影響

南部アフリカの北部地域に偏在する、ザンビア、ジンバブエ、モザンビーク、コンゴ民主共和国の大規模河川の包蔵水力を利用し発電することは、域内の安定した電力供給にとって不可欠な電源である。水力発電は、自然循環エネルギーであり枯渇の心配はないが、その発電電力量は気象・水文条件に左右され、特に渇水期には発電電力量が落ち込むことにより、電力供給上の信頼性が低下する。渇水期の水力発電の電力低下を補う電力設備が必要となる課題がある。

## 5) 東部海岸に賦存するガス発電への依存

モザンビーク東部海岸 On-shore に賦存するガスは南アフリカへの燃料供給用に開発され、またモザンビークのガス火力発電用に使用される計画である。ガスは、ガス電力用以外に燃料としての用途があり、電力だけに利用することは困難である。また最近の原油の高騰によりガスの価格も上昇してきており、またいずれは枯渇することが考えられる。供給力の安定化を図り信頼性のある電力を供給するためガスに極端に依存することは避ける必要がある。

## 6) 電源開発に民間資本の参入を可能にする電力料金の設定

南アフリカの石炭火力発電は、国内に豊富に賦存する石炭を利用する山元発電であり発電単価が非常に安く、南アフリカの平均電力料金は US ¢ 2/kWh と安価である。一方、1980 年代に建設した石炭火力発電所以降新規電力設備の建設がなく、今後新規電源は Eskom が 70%、民間 IPP が 30%建設する予定である。新規発電所を民間資本（IPP）により建設する場合、IPP と電力会社との売電料金は US ¢ 4/kWh 以上に設定される場合が多く、東南アジアのラオスの民間水力 IPP とタイ電力会社（EGAT）との売電料金は US ¢ 5.5-6.0/kWh 程度になっている。新規電源を民間資本により実施する場合、現在の電力料金 US ¢ 2/kWh では安価過ぎ、民間資本の活発な参入を促す電力料金ではなく、民間資本が財務的に耐えうるように電力料金を引き上げることが可能か課題である。

## 4.4 域内電力輸出／輸入

### 4.4.1 南部アフリカにおける SAPP 系統の電力流通の実績

南部アフリカの電力会社の発電量と電力輸出入の実績（2006年度）を表4.4.1に示す。なお、SAPPの会計年度は4月から翌年の3月までである。

表4.4.1から読みとれるように、ボツワナ（BPC）、モザンビーク（EDM）、ナミビア（Nam Power）、スワジランド（SEB）では、自系統での発電量よりも、輸入分の方が多く、南アフリカ（Eskom）やカホラバッサ水力から電力が供給されている。

表 4.4.1 アフリカ南部の電力会社の発電量と電力輸出入の実績（2006年度）

電力会社	国	発電量 (GWh)	輸入 (GWh)	輸出 (GWh)
ENE	アンゴラ	2,982.0	19.6	0
BPC	ボツワナ	977.0	2,050.4	0
SNEL	DRC	7,214.0	13.8	1,322
LEC	レソト	466.0	39.0	22
ESCOM	マラウイ	1,177.0	0.0	0
EDM	モザンビーク	222.0	1,870.0	174
NamPower	ナミビア	1,606.0	1,948.0	0
ESKOM	南アフリカ	221,985.0	8,643.0	5,515
SEB	スワジランド	125.8	894.0	0
TANESCO	タンザニア	3,674.0	43.0	0
ZESCO	ザンビア	9,480.0	0.0	505
ZESA	ジンバブエ	7,781.0	4,241.0	414

出典：SAPP Annual Report 2007

域内の輸出量としては、電力会社の他に、モザンビークのカホラバッサ水力発電所からの電力が加わる。カホラバッサ水力発電所は、IPPであり、1976年にポルトガルの援助で建設され、カホラバッサ事業会社（Hydroelectric de Cahora Bassa（HCB）：出資比率ポルトガル85%：モザンビーク15%が、2007年11月にポルトガルの15%：モザンビーク85%に変更）が所有している。表4.4.2に2006年のカホラバッサ水力発電所の送電先別の送電電力量を示す。2006年のカホラバッサ水力発電所の発電電力量は14,490GWhに達し、これは、南部アフリカ域内の電力融通量の6割以上を占める。

表 4.4.2 カホラバッサ水力発電所の送電電力量

送電先	送電電力量
南アフリカ(Eskom)	7,870
ザンビア(ZESA)	3,023
モザンビーク北部(EdM)	460
モザンビーク南部(EdM)	1,650
送電ロスその他	1,487
計	14,490

出典：Technical Due Diligence of the Restructuring of

Hydroeléctrica De Cahora Bassa, Supplementary Report

表4.4.1をグラフ化した図4.4.1から分かるように、南部アフリカ域内ではEskomの発電量が圧倒的な割合を占める。南アフリカの需要規模が極めて大きい一方で南アフリカの

電力供給の大部分は、自国内の電源で賄われているため、相対的に南アフリカの輸入量は小さく南アフリカの発電量と比較し、域内の電力融通量が小さくなっている。しかし、前述のとおり、ボツワナ（BPC）、モザンビーク（EDM）、ナミビア（Nam Power）、スワジランド（SEB）など、電力の輸入が国内需要への供給にとって大きな割合を持っている国も多い。

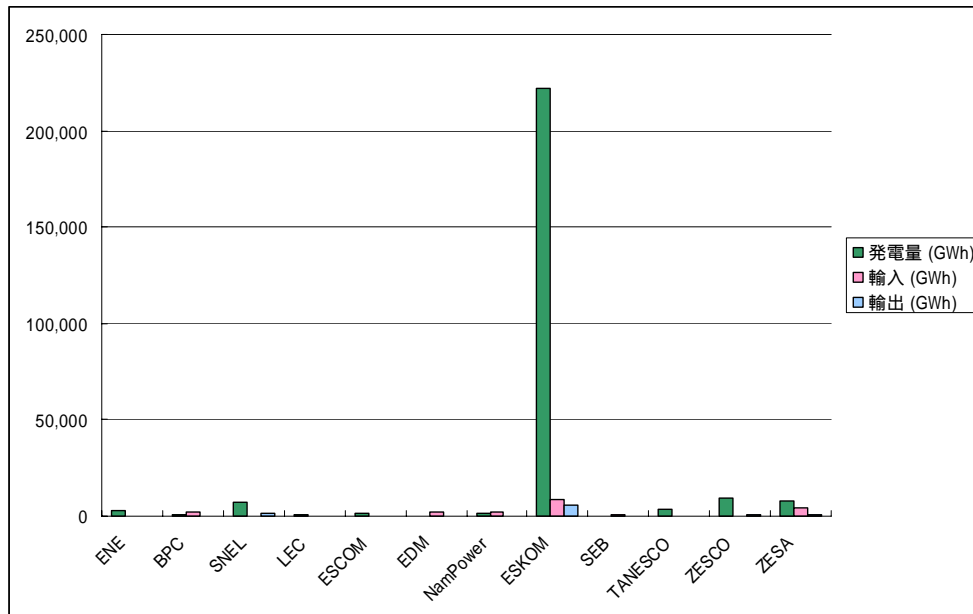
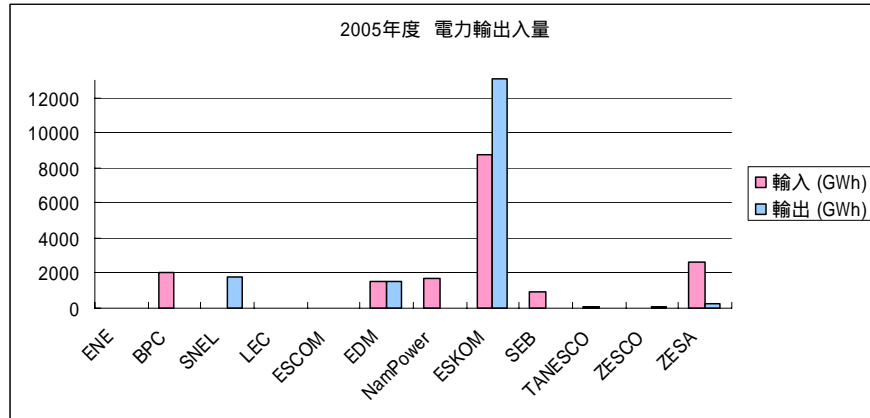


図 4.4.1 アフリカ南部の電力会社の発電量と電力輸出入の実績(2006 年度)

図 4.4.2 に 2005 年度のアフリカ南部の電力会社の電力輸出入の実績、図 4.4.3 に 2006 年度の実績を示す。

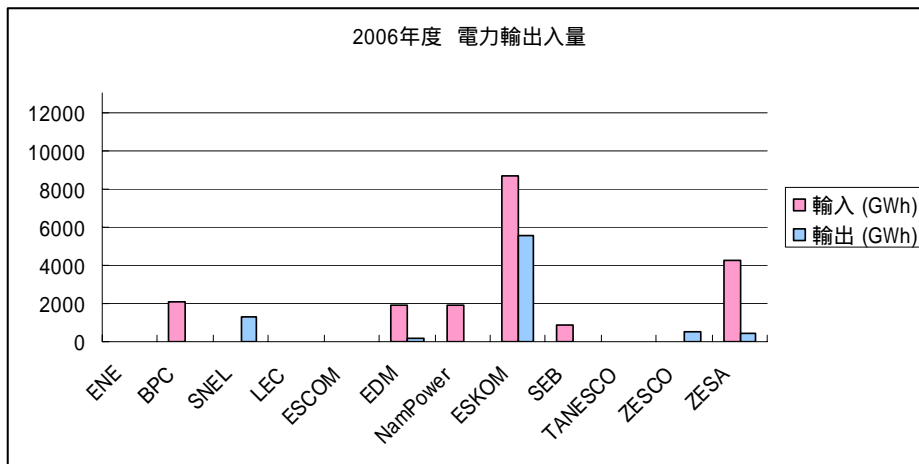
2005 年度と 2006 年度の電力輸出入量を比較すると輸出入量が減っている。特に南アフリカの ESKOM の輸出入量の減少が著しい。これは、南アフリカ（ESKOM）の電源不足によるものであり、従来輸出すべきであった電力が輸出できなくなっていることを示している。

輸入量が前年と同程度に保たれている理由は、カホラバッサ水力発電所などからの電力供給が好調であったためであると考えられる。ただし、カホラバッサ水力発電所はベース電源であるため、ピーク対応時には電力が大幅に不足していたことが推測される。



出典: SAPP Annual Report 2005

図 4.4.2 アフリカ南部の電力会社の発電電力輸出入の実績(2005 年度)



出典: SAPP Annual Report 2006

図 4.4.3 アフリカ南部の電力会社の発電電力輸出入の実績(2006 年度)

4.4.2 電力需給バランスの検証と可能電力融通量の算定

現状の SAPP 系統は、電源と域内間の連系線容量が十分ではないため、域内の電力融通は限られたものとなっている。特に近年、南アフリカを中心とした旺盛な需要の伸びに対応した電源開発が進んでいないことから、電力不足が深刻な問題となっており、南部アフリカ域内の電力融通を活性化させ、効率的に電力を供給することが、有効と考えられる。

SAPP の将来の電力需給バランスを検討し、必要な域内連系線を求める調査として、パワープールのマスタープランがあり、現在、世界銀行の資金により、2001 年の Power Pool Plan を見直し中である。その Draft Executive Summary(2007 年 11 月)の概要を以下に紹介する。

域内の電源および連系線の開発ケースとして、以下の二つを想定している。

- 南アフリカの石炭など南部の火力を開発するケース(ベースケース)
- 域内北部の水力、送電線を重点的に開発するケース(代替えケース)

両ケースの需給バランス、連系線の予想潮流を検討し、電源と連系線のコスト比較を実施している。結論として、 のケース

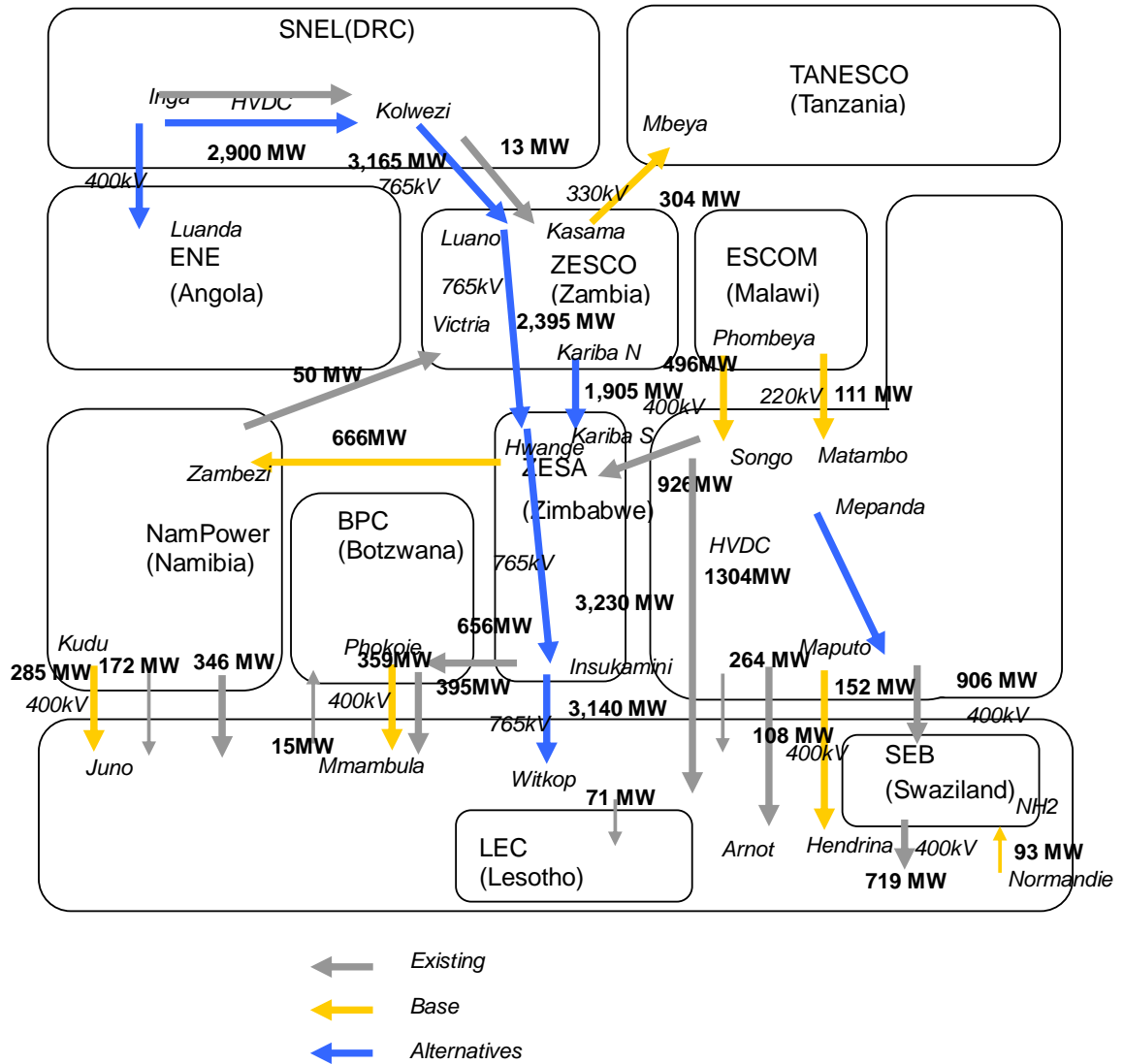
- 765kVのSuper Gridを構築し、またモザンビーク国内の背骨の送電線(Back Bone)を増強して、域内北部の水力、送電線を重点的に開発するケース

が推奨されている。しかし、最も優先度が高い推奨案には、両ケースにほぼ共通に必要な以下の事項が挙げられている。

- アンゴラ(ENE)、マラウイ(ESCOM)、およびタンザニア(TANESCO)と既存のSAPP送電網の連系を早急を実施
- 域内の電力会社同士が協調をとって電力開発を実施
- コンゴ民主共和国(DRC)から、ザンビア(ZESCO)、ジンバブエ(ZESA)を通り、南アフリカ(Eskom)に向かう765KVの多国間連系線「Super Grid」の構築の一步を踏み出す

SAPPに連系されていない、アンゴラ、マラウイ、タンザニアを早急に連系させることで、SAPP内の水力発電を有効に活用し、効率的な電力供給を図ること、およびInga水力発電所や、ザンベジ川の水力を、多国間連系線を構築することで効率よく南アフリカに送電することが推奨されている。図4.4.4に2025年のアフリカ南部域内の電力融通潮流の予想を示す。

ただし、上記の結果は、ドラフト段階のものであって、調査団がEskomで聞き取ったところでは、ケースを追加する可能性や、西部回廊(アンゴラ-ナミビア-南アフリカ)に、765kVの多国間連系線を適用する案などがあり、ファイナルでは、結論を若干変更する可能性があるということである。



出典：SAPP Regional Generation and Transmission Expansion Plan Study DFR Executive Summary

図 4.4.4 2025 年のアフリカ南部域内の電力融通潮流の予想 (最大時)

## 4.5 域内各国の技術協力・交流

SAPP には、経営委員会（Management Committee）の下に、「運用」、「環境」及び「計画」の委員会（sub-committee）が存在しており、SAPP の月次報告書 8 月号によれば、域内技術協力・交流の場として以下のような会議の開催が開催されており、情報交換・共有化が行われている。

表 4.5.1 SAPP 加盟国と電力事業者

No.	国名	日時	場所
1	SAPP 人材開発ワーキンググループ	2007/9/26-27	ハラレ、ジンバブエ
2	トレーダーとオペレーターフォーラム	2007/9/27-28	マプト、モザンビーク
3	メンバー間協定と運用ガイドラインレビュー	2007/10/8-9	マプト、モザンビーク
4	SAPP プール計画レビューワークショップ	2007/10/29-30	ヨハネスブルグ、南ア
5	UPDEA 会議	2007/10	モロッコ
6	23 回 SAPP 実行委員会会議	2007/10	ガボロネ、ボツワナ

出典: SAPP 月次報告書(2007 年 8 月)



## 4.6 パワープールに期待される機能と課題

### 4.6.1 アフリカパワープール誕生の経緯と機能

パワープールは以下の個別パワープールの活動方針などに見るとおり、以下の役割を担うことが期待されている。

- 地域内のマスタープラン策定（発送電）
- メンバーの capacity building（技術面、法制面、PPP・IPP 契約などに関する契約交渉力）
- 短期電力取引の仲介機能
- 地域規制当局との調整機能
- 個別プロジェクトに係わる調整機能（\*）・資金集めのための活動

（\*）メンバー間長期売電契約交渉支援も場合によっては含む。

### 4.6.2 パワープールの課題

今回の調査の対象地域には2つのパワープールが存在している。東アフリカパワープール（EAPP）は設立が05年と新しいため、組織の拡充、資金確保などすべきことは多いが、南部アフリカパワープールを念頭に置いて、これまでの経緯を振り返りつつ、現在直面する課題を以下に示す。

#### （1）これまでの経緯・現状・設備

南部アフリカは、南アの豊富な余剰電力をベースに短期・長期の電力取引を行ってきたが、98年の電力白書でDME(鉱山エネルギー省)が、翌年から新規電源開発の検討を進めないと07年には余剰電力は消滅すると指摘した一方、国営電力 Eskom は新規電源開発から外され、IPP で開発を行う方針としたが、電気代が安い南アで、限界費用で電気を供給するIPPが受け入れられることはなく、04年に公共企業省の大臣がラデベからアーウィンに交代して、初めて危機感を持って Eskom に新規電源開発の7割を所管させることとした経緯がある。

南部アフリカでは、SADC エネルギー大臣会合の決議により、SAPP が主催者となり、05年9月にナミビアのビンドックで、同11月にはヨハネスブルグで電力投資会合を開催し、外資などの投融資などを呼び掛けたが、発電案件については、南アの買電のコミットはこれまで1件も得られず、南アを売電先とする電力案件は実現していない。

送電線の案件については、南ア以外の有力供給源であるDRCから南アへの送電線で、DRC・ザンビア間とジンバブエ国内の増強が望まれており、調査団にも支援の要請があったが、ジンバブエについては、ムガベ大統領の退陣などの直後に着手できるような体制整備ができれば、新規の電源開発なく、電力供給を増強できるというメリットがある。（500MWの内300MWは南アへの供給が可能と言われている）

#### （2）これまでの経緯・現状・電力売買

南アはこれまで、モザンビーク・DRC から供給を受けると同時に、ボツワナ・ナミビ

ア・ジンバブエなどの近隣国に中期契約に基づき電力の供給を行ってきた。南アが供給側となるこれら近隣国との中期売電契約は、ここ数年の間に、取引量を大幅に削減した上で更改されたようであるが、価格などの情報は、SAPP にも開示されていない。また、これらの契約も不可抗力条項を Eskom は一方的に適用して、供給義務を果たさない状況が生じていると言われている。

また、南アの電力不足により、短期の電力融通も極端に細ったと想定され、SAPP からの月次レポートのメール配信もここ暫くの間停止されている。

### (3) 課題

サブサハラ内では電力関係の国際会議が地域版を含めると年に4～5件は開催されており、都度、発電・送電・電化等の案件紹介がなされている。このような場では、資金調達が問題であるとの声も多く聞かれるが、多くの金融機関は、オカネはあるけど bankable (資金調達可能な) 案件がないとの考え方で一致している。

電力融通を行うためには、先ず、発電能力を増やし、同時に送電線を新增設することが必要となるが、先ず bankable な売電先を手当てすることが課題と言える。最近では、鉱山開発プロジェクトの進展で、ガーナやザンビアなどの鉱業国で鉱山会社も協力する形で発電案件の形成が進んでいるような報道もあるが、電力公社が bankable でなければ、このような形での電源開発・送電線建設も必要となろう。

また、百戦錬磨の外資が民間発電事業者として、契約交渉の相手方となる場合、優秀な financial advisor や legal counsel を起用できるか、その辺の金銭的な支援も実際重要となっている。(我が国でも、世銀・IFC・アフリカ開発銀行などに、コンサル・アドバイザーの起用のための trust fund を設けているとの話もあるが、このような形で優秀なアドバイザーを宿主国サイドが起用できれば、意義があるものと考えられる。)

その他、SAPP で聞いた課題としては、取引システムの整備(現在北欧が支援中)・運営面の技能確保、技術・法制/契約面の capacity building などが挙げられる。

なお、東アフリカについては、EAC・EAPP・COMESA・Nile Basin Initiative (NBI; Power Trading) の4箇所でマスタープラン策定(改定)の話がある。COMESA と NBI は加盟国が同じで、EAPP は現在 COMESA 傘下となっていることから、何らかの調整が必要と考えられる。なお、NBI Power Trade のチームは本年6月に役割を終えて解散することになっているが、業務があって資金の目途がつけば、年内まで存続が延期されることが決まったようである。(EAC のマスタープランは、3カ国が5カ国に増えたこともあり必要との説明であったが、これの改定があれば、東部アフリカ全体のマスタープラン作りに資すると考えることは可能である。)

#### 4.6.3 SAPP の活動方針

SAPP の活動方針などを以下に記す。

##### ビジョン

- SADC 地域の競争的な電力マーケットの発展に資すること
- 最終需要家に電力供給者の選択肢を与えること
- エネルギー多消費型のユーザーが南部アフリカを投資優先地域とすること
- 健全な経済・環境・社会的な業務を通じて維持可能なエネルギー開発を行

## うこと

## 目的

- 南部アフリカ地域に世界一流で安全・効率的・信頼可能な安定的接続電力システムを構築するための場を提供する
- 供給品質やシステムパフォーマンスの計量・管理面で地域共通の基準を作成し、これを遵守させる
- メンバー企業間の関係を調和させる
- 訓練計画や研究を通じて地域的な専門性の発展に資する
- 地方の村落での電力アクセスを拡大する
- 持続可能な優先的な開発を支援するための戦略を実施する

## ミッション

- 最小費用で環境的に優しく安価なエネルギーの提供と地方村の電力アクセス向上を狙う

## 戦略

- エネルギー多消費ユーザーの投資について費用対効果により最優先地域となる。

## 価値

- 他者を尊重し、相互信頼を高める
- 正直さ・完全な公平性・integrity を持って課題に対応する
- 責任の selfless な遂行
- 組織と利害関係者に対する完全な説明責任
- Openness と客観性を高める

## 4.6.4 SAPP の実績

これまでの SAPP の活動について以下にまとめた。

Coordination Center の設立 (2002 年 11 月)

政府間 MoU と電力会社間の MoU を改定、民間事業者の加盟も可能に (2007 年 4 月)

Regional Electricity Regulators Association of Southern Africa (RERA) と MoU 締結 (07 年 4 月)

託送料の決定 (03 年 1 月)

競争的電力市場の創設

- 01 年 4 月：STEM=short term energy market 設立、参加者は 2 社から現在は 8 社に拡大
- 04 年 7 月：スウェーデンの Sida の支援が決定し、これにより、長期託送費用政策と実施手続き、補助サービス市場を策定・設立

- 07年2月：Nord Pool の支援により、day ahead market (DAM) の取引システムが導入、4月には試験的運用開始  
国境を跨ぐ送電線の建設
- 95年：南ア・ジンバブエ；400kV
- 97年：モザンビーク・ジンバブエ；330kV
- 98年：モザンビーク・南ア；533kV
- 00年：南ア・スワジランド・モザンビーク；400kV
- 01年：南ア・ナミビア、南ア・モザンビーク；400kV
- 06年：ザンビア・ナミビア；220kV  
環境ガイドライン策定：送電・火力  
その他
- 01年：SAPP Pool Plan 策定、現在、世銀の支援で改定案策定中

#### 4.6.5 EAPP が要望する業務

エチオピア所在の EAPP は、現在、アフリカ開発銀行と EC から支援を得ており、USAID・GTZ・オーストリア ADA・スウェーデンに支援を依頼しているが、スウェーデンの在エチオピア大使館に提出した要請書に記載がある EAPP としての要望業務とアフリカ開発銀行・EC の支援内容を以下に示す。これにより、パワープールに期待される役割も理解できるが、日本政府に対する支援の要望も調査団との面談時に表明があった。

##### EC の支援内容

- データベース構築、既存調査の review、既存調査に基づく将来見通しの策定
- 戦略・事業計画の策定：法制面・料金面・EAPP の組織面の分析を含む、戦略目標の設定、戦略目標に向けたロードマップの策定
- 行動計画の策定、3年間の事業計画の策定

##### capacity building

##### アフリカ開発銀行の支援内容

- 地域電力システムのマスタープラン策定、EAPP Grid Code の策定
- 教育訓練：プロマネ・PPP

##### 現在要望中の主な支援

- EAPP 内技術小委員会の設立：計画・運転・環境の3分野
- 域内各国規制当局との調整メカニズムの構築
- Coordination Center の設立検討

## 4.7 各ドナー(世界銀行・USAID・EU・AfDB)の域内協力への取組み

### 4.7.1 世界銀行

以下に、世銀のアフリカ電力関係で実施済みの案件リストと現在仕掛り中の案件リストを本項末尾に示すが、主要なポイントを以下に示す。

#### 採り上げ済み案件

- アフリカの電力関係は、2000年以降のアフリカで採り上げた案件(577件、USD 2.1m)の内40件、USD 2.7mと12%の比率となっている。このなかで、地域案件と言えるのは、南部アフリカの Pool Plan (マスタープラン) の改定(07年5月)、Nile Basin Power Trade (04年5月)の2件となっている。

#### パイプライン案件

- 現在検討中の案件28件の内、アフリカの電力関係は、17件

この内、複数国を跨ぐ案件は以下の3件で、東部・南部案件は2件となっている。

- 西アフリカ セネガル川流域 Felou 水力
- Nelsap Susumo Falls 水力(タンザニア・ルワンダ・ブルンジへの電力供給などが目的)
- Eastern and Southern Africa Technical Advisory Services APL Phase 1

#### 特記事項

- SAPP は5年毎に域内の発電所計画を見直すことになっているが、若干の遅れで、現在世銀が資金を出す形で Pool Plan の見直しを行っているところ。
- ドラフト段階であるが、このレポートは、これまでの計画をベースケースとした上で代替ケースとして、石炭火力から水力へのシフトを促す内容。
- これは、南ア国内はボツワナの5,000MW級のママブラ火力も劣後させることになり、レポートでも、政治的に受け入れられるか、また、水力は年による変動も大きいことから、高い予備率を設定する必要があるなど、問題点も指摘している。

表 4.7.1 世銀のサブサハラアフリカ電力に係わる仕掛中(パイプライン)案件リスト(参考)

	Project Name	Country
1	Guinea- GEF- Electricity Sector Efficiency Improvement Project	Guinea
2	Kenya KenGen Carbon Finance umbrella	Kenya
<u>3</u>	<u>OMVS Felou Hydroelectric Project</u>	<u>Africa</u>
4	Rw: Urgent Electricity Rehabilitation (GEF)	Rwanda
5	Rw: Lake Kivu Methane-to-Power (Guarantee)	Rwanda
6	DBSA Regional Carbon Finance Operation	Africa
7	CF Kengen, Sondu Miriu, Kipevu	Kenya
8	SN -Energy Sector Recovery DPL (FY07)	Senegal
<u>9</u>	<u>NELSAP: Regional Rusumo Falls Hydroelectric and Multipurpose Project</u>	<u>Africa</u>
10	Zm: Increased Access to Electricity	Zambia
<u>11</u>	<u>Eastern and Southern Africa Technical Advisory Services APL Phase 1</u>	<u>Africa</u>
12	CM-Energy Sector Development SIL (FY08)	Cameroon
13	Uganda: Kakira Bagasse Cogen (Carbon Offset)	Uganda
14	Zm: Increased Access to Electricity & ICT Services - GEF	Zambia
15	Sustainable Energy Management Project	Burkina Faso
16	African Rift Geothermal Development Facility	Africa
17	Kenya KenGen Carbon Finance umbrella	Kenya

出典: The World Bank Proposed Projects: (Website:  
<http://web.worldbank.org/external/default/main?menuPK=258672&pagePK=146740&piPK=512754&theSitePK=258644>)

表 4.7.2 世界銀行の2000年以降のアフリカ電力案件リスト(参考)

No.	Project Name	Country	Approval Date
1	Southern African POWER Market Program: Mozambique-Malawi Transmission Interconnection Project	Africa	17-Jul-07
2	Regional and Domestic POWER Markets Development Project (Southern Africa POWER Market Project: APL-1b)	Africa	29-May-07
3	WAPP APL 1 (1st Phase - COASTAL TRANSMISSION BACKBONE)	Africa	30-Jun-05
4	SVP: Regional POWER Trade (Nile Basin Power Trade)	Africa	5-May-04
5	3A-Southern Afr POWER Mrkt APL 1 (FY04)	Africa	11-Nov-03
6	Burkina Faso ENERGY Access Project	Burkina Faso	26-Jul-07
7	POWER Sector Development Project	Burkina Faso	30-Nov-04
8	ERITREA POWER DISTRIBUTION AND RURAL ELECTRIFICATION PROJECT	Eritrea	6-Jul-04
9	Ethiopia/Nile Basin Initiative: Ethiopia-Sudan Interconnector	Ethiopia	20-Dec-07
10	Electricity Access (Rural) Expansion Project Phase II	Ethiopia	3-Jul-07
11	Accelerated Electricity Access (Rural) Expansion	Ethiopia	22-Jun-06
1	ENERGY ACCESS PROJECT	Ethiopia	19-Sep-02
2	Ghana: ENERGY Development and Access Project	Ghana	26-Jul-07
13	Ghana Rural ENERGY Accesss	Ghana	26-Jul-07
14	Guinea Electricity Sector Efficiency Improvement	Guinea	22-Jun-06
15	DECENTRALIZED RURAL ELECTRIFICATION PROJECT	Guinea	2-Jul-02
16	Decentralized Rural Electrification Project	Guinea	2-Jul-02
17	Energy Sector Recovery Project	Kenya	13-Jul-04
18	POWER/Water Sectors Recovery and Restructuring Project	Madagascar	13-Jul-06

19	Household Energy and Universal Access Project	Mali	4-Nov-03
20	Mozambique: Energy Reform and Access Program	Mozambique	2-Sep-03
21	Energy Reform and Access Project	Mozambique	19-Aug-03
22	Nigeria National Energy Development Project	Nigeria	1-Jul-05
23	SN - Electricity Sector Efficiency Enhancement - Phase 1, APL-1	Senegal	17-May-05
24	SN-Elec Sec Efficiency Enhance GU (FY05)	Senegal	17-May-05
25	SN-GEF Elec Svc for Rural Areas (FY05)	Senegal	9-Sep-04
26	SN-Elec. Serv. for Rural Areas (FY05)	Senegal	9-Sep-04
27	SL Bumbuna Hydroelectric Environmental and Social Management project	Sierra Leone	16-Jun-05
28	POWER and Water Project	Sierra Leone	1-Jul-04
29	Renewable ENERGY Market Transformation	South Africa	28-Jun-07
30	TZ-ENERGY Development & Access Expansion	Tanzania	13-Dec-07
31	TZ-GEF ENERGY Dvpt and Access Expansion	Tanzania	13-Dec-07
32	PPIAF: TANZANIA: Legal Advisors for the Ruhudji Hydro POWER Project	Tanzania	12-Oct-07
33	Songo Songo Gas Development and POWER Generation Project	Tanzania	9-Oct-01
34	UG - Private POWER Generation (Bujagali) Project	Uganda	26-Apr-07
35	Uganda POWER Sector Development Project	Uganda	26-Apr-07
36	Canceled-UG-Bujagali HydroPOWER GU(FY02)	Uganda	18-Dec-01
37	ENERGY for Rural Transformation Project	Uganda	13-Dec-01
38	ENERGY for Rural Transformation Project	Uganda	13-Dec-01
39	POWER Project (04)	Uganda	3-Jul-01

出典: The World Bank Website( Active Project)



## 4.7.2 USAID

USAID の南部アフリカ、東アフリカへの取り組み方針を本項末尾に示すが、インフラ・経済開発支援というよりは、政治・治安面やガバナンスの向上を目的とした支援が主目的と考えられる。

他方、EU Capacity assessment power pools のレポートによると、SAPP に嘗て NY パワープール在籍経験者を派遣していた他、WAPP と CAPP に支援を行っているが、EAPP に対しての支援は行っていない。

USAID の WAPP に対する支援は、アドバイザー的支援と技術援助で、08 年 9 月を期限として (+10 年までの延長オプション付きで) 行っている他、5 年間の開発計画を策定 (USD7m)。また、US Energy Association を通じて、WAPP 及びその加盟企業と米国の電力・パワープールとの間で人的交流も支援している。

なお、米国は、08 年 2 月に ブッシュ大統領がタンザニアを訪問した際、Millennium Challenge Corporation (MCC) を通じて同国に対し総額 698 百万ドルの無償援助を行うことを表明した(<http://www.mcc.gov/documents/factsheet-021708-tanzania.pdf>)。この内訳は、運輸部門 373 百万ドル、水部門 66 百万ドル、エネルギー部門 206 百万ドルとなっているが、エネルギー部門に対する支援の内容は以下のとおり。

ザンジバル (メインの Unguja 島) への海底ケーブル敷設。既存ケーブルの老朽化・容量不足のための支援

Malagarasi 水力立地と Kigoma 地域のミニ grid の延長。これにより、ディーゼル発電を置き換え

配電網のリハビリと延長。タンザニア政府が希望した 6 地域にて実施

米国の途上国支援は、ガバナンスや民主化の進展に応じて対象国を選別して支援を拡大していく方針を採っているように思われる。このような援助の実施部門が MCC となっており、段階的なプロセスを経た上で支援対象国に認定されると数千万～数億ドルの支援が施されることから、受益国側も、支援が決まった際にはお祭り騒ぎのような高揚感がある。

27

<sup>27</sup> インフラの広域連携は、経済単位として満たない国が多いアフリカでこれを纏めていくために、法律・共通関税などの制度面に加え、経済インフラの連係が必要であることは論を待たないが、日本の場合、特に、一般市民や民間企業には馴染みのある国が少なく、アフリカ支援の必要性について広範なコンセンサスが得られているか判然としない面もあることから、選別的に戦略的な関係作り・支援を行っていくような米国の行動は日本として参考となる部分があるように思われる。以前、南部アフリカの広域連携の一つとして、DRC 国内の Inga 3 水力の開発と南ア・ボツワナまでの送電線の建設に関して、同プロジェクトの責任者から FS で資金目途がついていない部分について 5～10 百万ドルを支援して欲しいとの要望があった。多くの国に跨るプロジェクトで、日本として特段の技術的な優位性がなく、ドナーの一員として支援することの意義を見出すことは、単なる国際協調の観点を除けば容易ではない。従って、広域インフラ支援についても、今後経済面から国際社会で一層の地盤沈下が予想される日本にとって、例えば食料や資源の面なども含め、困ったときに相談できるような友好国をアフリカでも作っていくような観点から協力を進めることも一つの考え方と思われる。

表 4.7.3 USAID の南部アフリカに対する取り組み(参考)

## 南部アフリカに対する USAID の戦略

米国は、南部アフリカにおいて以下4分野に関心を有する。すなわち 1)貿易促進および経済的連携の強化、2) HIV/AIDS 危機の沈静化、3) 食糧危機の回避、4) 紛争リスクを減じるための民主化の促進、である。

### 貿易促進

USAID は 2002 年 6 月に、ボツワナ・ハボローネにおいて「Southern Africa Global Competitiveness Hub (通称“Trade Hub”）」を設立している。この Hub は、貿易協定に係る交渉および実行のための域内キャパシティを確立するものであり、同 Hub に在籍しているアフリカ成長機会法 (AGOA) アドバイザーが、米国-南部アフリカ間のビジネス連携を促進し、各国の AGOA 輸出戦略に係る助言を行っている。輸出の優先セクターである農業関連産業、繊維業および衣料品、観光業において、同 Hub は市場成長へのボトルネックを識別し、国際的なビジネス連携を促進する役割を有するほか、モノ・サービスの越境移動を妨げる高取引コストを縮小するための域内努力を支援する役割を有する。さらに本 Hub は、貿易促進への政策・制度障壁を分析するための民間セクターの能力を強化する役割も有している。

### 地方農村における生計の多様化

南部アフリカにおける慢性的飢餓、持続的な栄養失調およびその脅威に対応するため、USAID は、生産支援サービス、市場支援サービス、飢餓・災害の早期警戒および緩和に焦点を当てている。また小規模果物・野菜農家がフォーマルな市場へ生産物を供給できるよう支援活動を実施している。また畜産と海産物に関し、マーケット整備とともに加工プラントにおける衛生・品質管理システムの導入を支援している。さらに各種資源の不足している農民の経済危機対応能力、気候変動危機対応能力を強化するため、農業生産の多様化に向けた努力を行っている。

### 共有河川流域の管理手法の改善

南部アフリカにおける水不足に対する懸念は依然として高まっており、域内の分水嶺の 70 パーセントは 2 カ国間、あるいはそれ以上の国によって共有されている。これらを背景として USAID は現在、オカヴァンゴ河川流域を皮切りとして、共有河川流域の管理手法の改善に焦点を当てている。

### 自由かつ公平な選挙実施の促進

政治プロセスにおける市民参加の不足が、政治システム内の公平な競争を阻害していること等を背景に、USAID は南部アフリカにおいて、自由かつ公平、オープンな選挙の実施を促進している。

### 米国大統領イニシアティブに係る支援

南部アフリカ USAID は、米国大統領および米国政府機関によるいくつかのイニシアティブに関する域内支援を行っており、これらのイニシアティブは「The African Global Competitiveness Initiative」「The Initiative to End Hunger in Africa」「The Anti-Corruption Initiative」「The Conflict Initiative」を含んでいる。

出典：USAID (Website: <http://www.usaid.gov/locations/sub-saharan-africa/countries/rcsa/index.html>)より抜粋

表 4.7.4 USAID の東部アフリカに対する取り組み(参考)

### 東部アフリカに対する USAID の戦略

USAID の東部アフリカにおける域内プログラムは、24 カ国を包含している。本地域は貧困、紛争、疾病等の問題を抱え、これらは弱い政治的リーダーシップかつ蔓延している腐敗によってさらに増幅されている。さらにこの状況は民主主義の浸透を阻み、経済進歩を抑え、インフラを腐食し、公共サービスの質の低下に寄与し、地域の安定を脅かしている。最も重大な問題のうちのいくつかは、根元的には地域に既存している。ソマリア国境域における紛争が不法な貿易と武器取引を増長させ、過激派や他の不安定勢力に対する機会を提供している。持続的な食糧不安や多発する食糧危機は、何百万もの社会的弱者に負のインパクトを派生させている。政策の問題や官僚機構に付随する諸問題とともに、不十分かつ質の劣化している輸送インフラ及び通信インフラが域内貿易の促進を阻害し、国境地帯に沿った国内紛争および越境紛争をさらに悪化させている。

結果として、域内を通じて政局の安定および経済発展への可能性は引き続き脆弱なままである。さらに、サブサハラアフリカにおける約 3,000 万人の HIV/AIDS 感染者の存在は、既に過度の負担を強いられている公的保健制度(マリアアおよびその他感染症等の深刻な健康問題に対処不能)の不備を増幅し、かつ高い母子死亡率をさらに悪化させている。当面の間は、HIV/AIDS の問題がアフリカ地域の至るところにおいて、開発に対して(セクター横断的に)壊滅的なインパクトを及ぼし続けるであろう。

東部アフリカ USAID は、域内の各種活動に係る独自かつ革新的なプログラムをマネジメントしつつ、右プログラムを支援、補完、強化することにより、域内の米国の国益を積極的に増進している。経済成長、外国投資の増加および国際・域内貿易の促進は、米国政府が本地域で進めている各種努力の本質的なコンポーネントであり、これは本地域が国際的なテロ活動の温床となる可能性を減じることを目的としている。紛争緩和を目的に、各種トレーニング及び新システムを通じてアフリカ地域組織/機関を強化することは、当該国政府の強化を促進し、固有の経済・社会問題に対するアフリカならではの解決策の適用を促進することになる。また HIV/AIDS および他の感染症の蔓延・感染の減少は、各国民の健康を増進させ、域内全体の将来の経済混乱および政治的分裂の危険を減少させることとなる。

出典: USAID (Website: <http://www.usaid.gov/locations/sub-saharan.africa/countries/redso/index.html>)より抜粋

#### 4.7.3 EU

EU の対南部・東部アフリカに対する支援については、第 2.3.2 項の欧州との協力の詳細に詳しく説明されているが、最近では、サブサハラ 4 つのパワープールと、電力・水の規制当局のアフリカ全体の集まりである AFUR (African Forum for Utility Regulators) への支援を決定している。(EU やその代理となる欧州投資銀行のウェブサイトでも詳細開示がなかった。)

#### 4.7.4 AfDB

AfDB は地域開発銀行としての戦略的なミッションを具体的に規定する目的で、2003 年から 2007 年までの 5 年間を目標期間とする「The Strategic Plan of the African Development Bank Group」を初めて策定した。このなかで 1) 農業および持続的な地方開発(特に水不足の顕著な農村および都市周縁地域における水資源開発等)、2) 初等教育および基礎的医療サービスの付与を通じた人的資源開発、3) 必要不可欠なインフラの整備、の 3 点が重点支援分野に掲げられており、このうち 3) のインフラ整備において、運輸分野、通信・IT 分野、水資源・衛生分野とともに電力開発が含まれている。特に、電力分野の問題点として近代的な電力源にアクセスできる人口はサブサハラ地域人口のわずか 5% と指摘しつつ、「域内の電力供給能力は不十分であり、かつ信頼性が低い」と断じている。これらを背景に、地域協力・地域統合にも資する「域内の電力相互接続プロジェクト」( =

すなわちパワープール)の推進が必要であるとしている<sup>28</sup>。

なお上記 Strategic Plan には、地域別(たとえば南部アフリカや東部アフリカ)の具体的なエネルギー開発戦略は記載されていない。

---

<sup>28</sup> 出所: AfDB (2002) Strategic Plan 2003-2007

## 第5章 電力セクター域内協力の方向性と具体的案件の提案

### 5.1 機構協力実績のレビュー

#### 5.1.1 機構調査・研究報告書の概要と方向性の検討

日本はこれまでに、TICAD プロセスを通じ南部/東部アフリカに限らずアフリカ全土に涉り広く農業開発、人道・復興支援を行ってきた。また、経済成長を通じた貧困削減というスローガンの下、社会・経済インフラ整備を支援することで、アフリカ各国の自助努力（オーナーシップ）の醸成に貢献している。

南部/東部アフリカにおける電力セクターへの支援は、現在まで日本国政府、貴機構およびJBICが中心となって行っており、これまでの取り組みは図5.1.1にまとめたとおりである。

支援の傾向として、無償資金協力、開発調査、技術協力および円借款事業と共に国別の支援となっており、その中でもケニア、ウガンダ、タンザニアおよびマラウィでの案件が多数を占めている。電力セクター開発計画の主な対象は、水力発電、配電・送電網整備および地方電化などが実施されている。この中で、水力発電は円借款事業、配電・送電網の整備は無償資金協力にて行われている実績がある。

これまでの日本による南部/東部電力セクターへの取り組みは上述したように、ケニア、ウガンダ、タンザニアおよびマラウィなど東部地域において多くの案件が実施されてきた。今後のアフリカにおける地域全体の効率性を重視した開発を展開していく為には、エネルギー資源の相互融通が重要な要素となってくる。この実現の為には、まずは域内各国の社会基盤の整備が前提であり、今後の方向性として、開発調査が十分に実施されていない国を対象に重点的に支援を行い、電力セクターにおける最低限の社会経済基盤に底上げしたうえで、域内のパワープールの実現を目指した支援に移行していくシナリオが有効と考えられる。



**中・西部アフリカ地域**  
 ・ガーナ、ナイジェリア、シエラレオネ電力経営組織開発  
 ケーブル予備調査  
 ・サンチャゴ諸島における電力供給及び送配電網プロジェクト(2007)  
 ガーナ  
 ・地方電化計画(V)  
 ・電力供給システムマスタープラン調査  
 ・PVシステム普及のための人材開発プロジェクト  
 シエラレオネ  
 ・フリータウンにおける電力供給システムに係る緊急整備プロジェクト  
 ナイジェリア  
 ・ナイジェリア連邦共和国 クロス・リバー州及びアクワ・イボム州地方電化計画基本設計調査

**ルワンダ**  
**【開発調査】**  
 1) トンバハ高等技術専門学校強化支援プロジェクト(2007)  
**【有償資金協力】**  
 2) ムカンクワ第2水力発電所事業(1989)

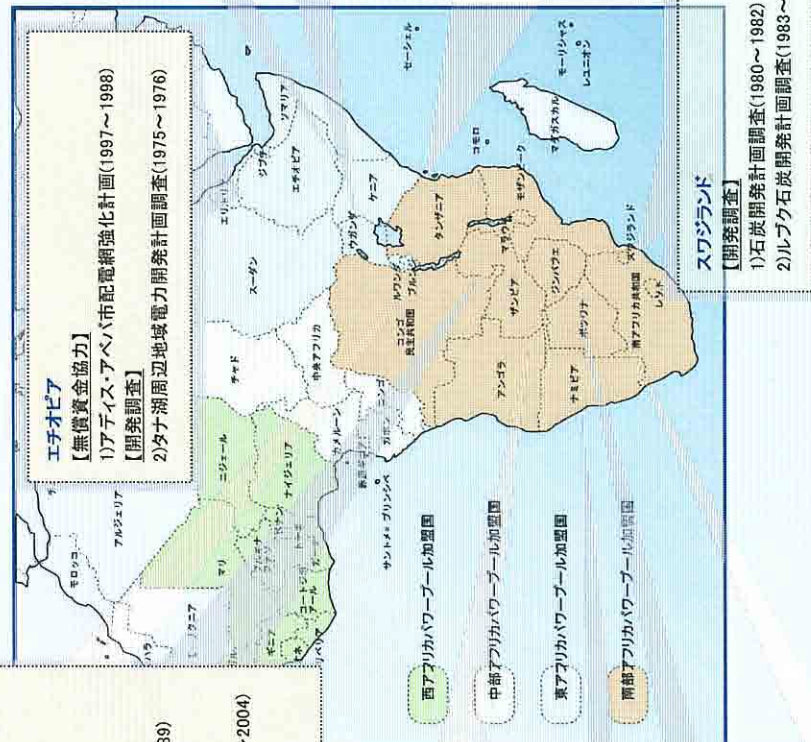
**マラウイ**  
**【無償資金協力】**  
 1) 地方電化プログラム4(2002～2004)  
 2) 太陽光発電設備設置プロジェクト(2004)  
 3) 地方電化プログラム5(2007)  
**【開発調査】**  
 4) ヌギヤナ(ガーナ)炭田石炭開発計画調査(1977)  
 5) シンクラB-リロングウェB送電線建設計画調査(1988～1989)  
 6) 地方電化マスタープラン(2001～2002)  
**【技術協力】**  
 7) 専門家派遣-地方電化アドバイザー(1999～2001、2002～2004)  
 8) SV派遣:太陽光発電強化システム(2005)  
 6) 地方電化推進プロジェクト(2006～2009)

**ザンビア**  
**【開発調査】**  
 1) 豆炭生産計画調査(1985～1986)  
 2) 地方電化マスタープラン開発調査(2006～2007)  
**【技術協力】**  
 3) 地方電化プロジェクト(2007)

**ナミビア**  
**【開発調査】**  
 1) 全国電力開発計画調査(1996～1998)

**ジンバブエ**  
**【開発計画】**  
 1) 太陽光発電地方電化促進計画調査(1996～1998)

**ボツワナ**  
**【開発調査】**  
 1) 太陽光発電利用電化計画調査(2000～2002)  
**【有償資金協力】**  
 2) モルブール石炭火力発電所建設事業(1986)



**ケニア**  
**【開発調査】**  
 1) リフト渓谷地熱開発計画調査(1972～1982)  
 2) ソンドウ川水力発電開発計画予備調査(1983～1985)  
 3) 水資源開発計画調査(1989～1992)  
 4) マグワグワ水力発電開発計画調査(1989～1991)  
 5) グランドフォールズ水力発電所開発計画(1993～1997)  
**【有償資金協力】**  
 6) ソンドウ・ミリウ水力発電事業(1989～2004)  
 7) モンバサディーゼル発電プラント建設事業(1995)  
 8) ソンドウ・ミリウ/サンゴロ水力発電所建設事業(2007)

**ウガンダ**  
**【無償資金協力】**  
 1) カンバラ配電網整備計画(1991～1992)  
 2) 首都圏配電網整備計画(1993～1994)  
 3) 地方電化計画基本設計調査(1998)  
 4) 第2次地方電化計画(2007)  
**【有償資金協力】**  
 5) ブジャガリ送電網整備計画(2007)

**タンザニア**  
**【無償資金協力】**  
 1) ダルエスサラーム送配電網整備計画(1984～1992)  
 2) ダルエスサラーム送電網整備計画(1986)  
 3) キリマンジャロ州送配電網整備計画(1995)  
 4) ダルエスサラーム電力供給拡充計画(1996～1997)  
 5) 第2次ダルエスサラーム電力供給拡充計画(1997～1998)  
 6) オイスターベイ送配電網強化計画(2007)  
**【開発調査】**  
 7) ダルエスサラーム送配電網計画調査(1984)  
 8) キリマンジャロ水力発電開発計画調査(1987～1988)  
 9) キハンシ水力発電計画調査(1980～1990)  
 10) ダルエスサラーム市電力供給拡充計画(1992～1993)  
 11) 主要都市配電設備リハビリテーション調査(2001～2002)  
 12) キリマンジャロ州送配電網計画調査(1978-1979)  
**【技術協力】**  
 13) 安定的な電力供給確立支援プロジェクト(2008)  
**【有償資金協力】**  
 14) キリマンジャロ州送配電網事業(1981)

図 5.1.1 日本による電力セクターへの取組み

## 5.2 他域内の域内協力先進事例のレビュー

パワープールとは電力の卸売市場を指す。もともと電力は電力会社が発電から、送電、配電までを一貫して行い、最終消費者に売電されていた。従って「電力会社が他者から電力を購入し、消費者に売る」というシステムは存立しえなかった。一般に商品や製品の売買はすべて卸売市場と小売市場において行われるが、電力に関しては例外的に小売市場のみ存在する市場であった。

他方、欧州で電力自由化が深化し規制緩和が進行するに従い、電力卸売市場が発生した。自社で発電するよりも安価な電力を他の電力会社から購入できるのであれば、電力会社側にとっては莫大な資本を投下して発電所を建設するより卸売市場からの買電の方がメリットを見出せる。右を背景に各地で電力卸売市場（パワー・マーケット、パワー・プール）が発展・成熟していくことになる。例えば欧州では北欧とドイツに2大パワー・プールが発展し、米国でも電力自由化の進展に伴い電力卸売市場が発達した。

本節では、アフリカ以外のパワープール発展地域における先進事例としてEU、米国、インドシナを取り上げ、その概要についてレビューする。また西アフリカで進行中の「西部アフリカパワープール（WAPP）」の動向についても俯瞰する。

## 5.2.1 EUの域内協力事例の検証と課題

(1) 欧州における卸電力市場の歴史:英国の失敗<sup>1</sup>

英国の電力セクターは第二次大戦後、国営企業 Central Electricity Generating Board (CEGB) による発送電独占、地方配電局による配電・小売独占が続いていたが、1979年に誕生したサッチャー政権による民営化政策により、卸電力市場の導入に伴う電力自由化が進められた。

第一の動きは、1983年の電力法 (Electricity Act of 1983) 制定である。これにより本電気事業者の発電市場への参入障壁の撤廃が担保され、IPPによる送電線への自由なアクセスが制度上認められることとなった。しかしながら、CEGBが採用していた報酬率の低さに起因してIPPからの電力買入価格が安い水準となってしまう、IPPにとっての魅力が薄れる結果となったほか、送電線へのフリーアクセスに関しても、参入障壁は完全に消滅していなかった。

第二の動きは、1989年の電力法 (Electricity Act of 1989) 制定である。これによって電気事業の再編・民営化が行われ、発電・送電・配電の垂直統合の分離<sup>2</sup>と、卸電力取引制度 (パワープール) の導入を柱とする新たな電力供給体制が整備され、1990年からの段階的な自由化範囲の拡大、および1999年5月に小売市場の全面自由化が実現した。原則的に卸電力のすべてはパワープール経由の取引が必須とされたため、「強制プール制度」とも呼ばれた。

上記の「強制プール制度」に対しては、貿易産業省 DTI により 価格設定が競争制限的になっている、需要サイドの参加がない、入札と価格設定に技術的な複雑さが存在する、コストと価格が乖離している、強制的なプール市場への参加義務がある、等の問題が指摘された。特に 価格については、同パワープールが全国一律の卸電力市場の役目を担い、同市場を通じた競争的な価格を形成することが最も初期待されていたが、実際には発電会社と需要家 (配電会社や大口需要家) の間で相対 (あいたい) 契約<sup>3</sup>を結ぶことが容認されており、双方はプール市場での価格変動リスクを回避するための価格差契約 (CfD: Contract for Difference<sup>4</sup>) も締結されていた。これらを背景に、イギリスがプール制を採用していた1990年から2000年までの10年間、小売価格は低下傾向にあったものの、卸価格 (プール引出価格) は、以下表に示したように期待に反して高止まることとなった。

なお1997年より強制プール制度の見直しに着手し、2001年3月より同制度が廃止され、相対取引や私設取引所を中心に電力取引が行われる新たな電力取引制度 (NETA: : New Electricity Trading Arrangements) がスタートしている。

<sup>1</sup> 松井 (2005) エネルギー・地球温暖化問題と知識: 早稲田大学審査学位論文 (博士) 等を参考とした。

<sup>2</sup> それまで発電設備と送電設備を独占的に保有していた CEGB は 1990 年 3 月 31 日に解体され、発電設備は、原子力を保有する Nuclear Power (後の British Energy)、及び National Power と Power Gen の 3 社に分割され、送電設備は 12 の地域配電会社によって所有される National Grid のものとなった。

<sup>3</sup> 「何年にわたって、いくらで、どれだけのを欲しいか」という要望に双方が合意し、仲介運用会社に最終確認を取って OK であれば契約が成立するような取引。メリットは、数年にわたって「量」と「価格」を固定するため価格のリスクヘッジが可能。(出典: 横山 (2007) 電力自由化時代の電力システムとエネルギー有効利用 (前編), 三菱電機ウェブサイト)

<sup>4</sup> CfD は、発電会社と電力購買者が、事前に同意価格 (ストライク価格) を合意し、たとえプール価格が変動しても、双方はそのリスクをヘッジできるという契約である。



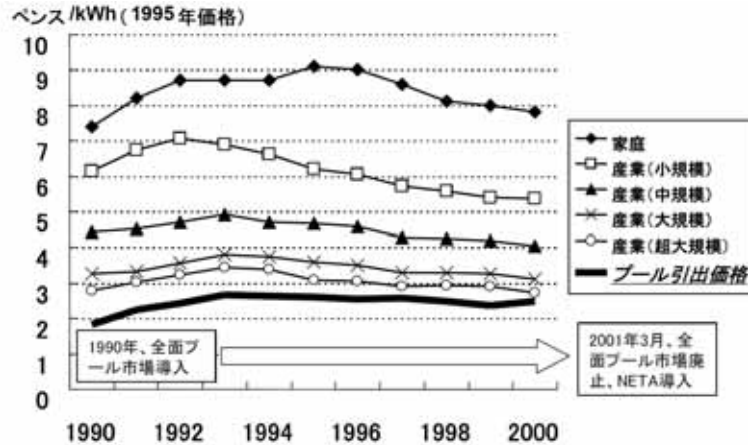


図 5.2.1 英国における卸電力価格と実質小売価格の推移

出典：関西電力（2002）海外の電力自由化の状況，

(2) 北欧 Nord Pool の概要と特徴<sup>5</sup>

北欧諸国（ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマークの4カ国）における電力自由化は、ノルウェーで1991年エネルギー法が制定され、電気事業の再編と電力市場の自由化を行ったことに始まる。次いで、1996年1月にはスウェーデンで新電気法により、国内の電力市場は自由化を行い、同時にノルウェーと電力市場を統合し、ノルウェー市場（いわゆる Nord Pool）が開設された。1998年6月にフィンランド、1997年7月にデンマーク西部地域、2000年10月にデンマーク東部地域が Nord Pool に加入し、北欧4ヶ国にまたがる国際電力取引市場が実現した<sup>6</sup>。

Nord Pool は世界初の多国間共通電力市場である<sup>7</sup>。電力取引の地域区分としてゾーンを設定しているが、その区分は各送電会社のエリアが基準になっている（ノルウェーのみ2地域に分割されている）。Nord Pool の機能は、これらゾーン間の混雑管理と価格形成にある。ゾーン内の混雑管理は、各送電会社に委ねられている。その意味で Nord Pool はカリフォルニア電力卸売市場と非常に類似した機能を持っていると言えよう。価格形成機能については、Nord Pool は任意プールであり、相対契約も可能である（Nord Pool を通じたスポット取引は約2割）。しかしながら相対契約において Nord Pool で形成される価格は参照される場合が多く、地域の指標価格としての役割を果たしている。

<sup>5</sup>小笠原・十市(2001)「電力自由化を巡る海外の現状と今後の日本での展開」を参考。

<sup>6</sup> 北欧諸国は各国の電源構成の違い等を背景に、域内電力融通に関して長い歴史を有している。ノルウェーは水力、デンマークは火力といった発電ポートフォリオの違いに加え、地域全体として水力発電が全発電設備容量の半分を占めているため、水力の季節変動性に基づき、国際的な融通の必要性は高かった、とされる。(出典：小笠原・十市(2001)電力自由化を巡る海外の現状と今後の日本での展開、オペレーションズ・リサーチ)

<sup>7</sup> 1993年に設立され、ノルウェーの Statnett SF が50%、スウェーデンの Svenska Kraftnat が50%所有している。Nord Pool はオスロ、ストックホルム、オーデンセに60人を越える従業員がいる。フィンランドではヘルシンキの EL - EX 取引所によって代表されている。

欧州における主な卸電力取引所

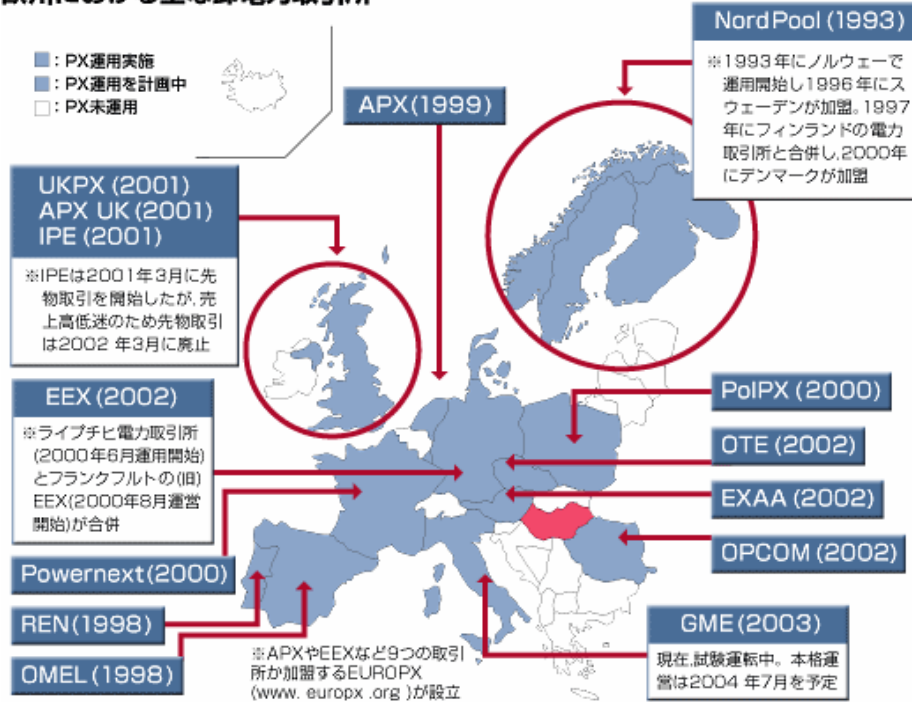


図 5.2.2 欧州における卸電力取引所 (PX)

出典：横山（2007）電力自由化時代の電力システムとエネルギー有効利用（前編），三菱電機ウェブサイト  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/shoene/kouza/vol04/index.html>

(3) 欧州の事例から得られた教訓

英国のケースでは「強制パワープール」制度を採ったため、卸電力価格の硬直化を招くこととなった。他方、Nord Pool は、前述のように取引規模が順調に拡大し、欧州では高い評価を受けている。一見システム的には単純であるが、豊富な水力による安定供給に支えられ、供給信頼度維持のための担保等を現状では必要としていない。

アフリカにおけるパワープールは、アフリカ大陸各国での絶対的電力不足を補う相互扶助を目的として創設された市場であり、既述のように価格低下機能を第一の目的とするものではないが、Nord Pool の「システム的には単純」との点は、今後の制度設計の面で大いに参考となるものと思われる。参考までに Nord Pool で採用されている「ハイブリッド型」電力市場の取引フローを次図に示した。

ハイブリッド型電力市場の取引フロー

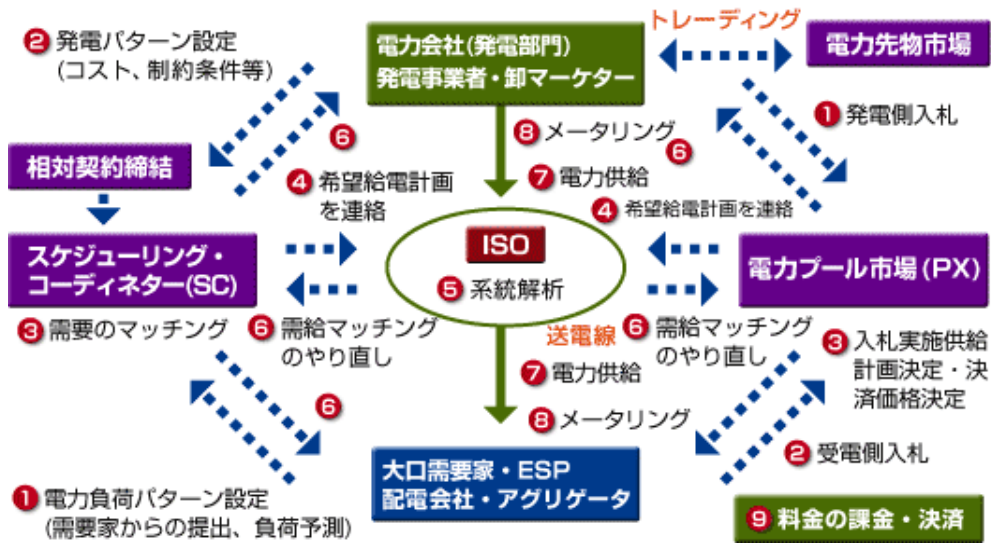


図 5.2.3 ハイブリッド型(Nord Pool 型)電力市場の取引フロー

出典：横山 (2007) 電力自由化時代の電力システムとエネルギー有効利用 (前編), 三菱電機ウェブサイト <http://www.mitsubishielectric.co.jp/shoene/kouza/vol04/index.html>

5.2.2 米国の域内協力事例の検証と課題

(1) 米国の電力セクターの構造

2000年夏及び2001年初冬に起きたカリフォルニア電力危機および2003年8月に起きた北米北東部大停電(ニューヨーク大停電)は、米国の供給信頼度維持の枠組みが十分機能していないという懸念を生じさせた。また連邦の進める発送電部門改革と州の進める小売自由化を中心とした電気事業規制改革とが別個に行われ、電気事業供給体制が複雑化すると共に、安定供給の担い手が多機能化・分散化する事態となった。こうした状況を踏まえ、電力システムの安定運用の確保および送電網への投資の促進を目的とした、電力セクターの見直しが行われ、2005年にエネルギー政策法(Energy Policy Act)が発効となった。

連邦エネルギー省 (Department of Energy : DOE) は主に電力行政における政策面を担当し、規制機関として、連邦エネルギー規制委員会(Federal Energy Regulatory Commission : FERC) が天然ガス・石油と共に各州間の電力輸送を規制している。

FERC は電力信頼度機関(Electric Reliability Organization : ERO) を認証し、ERO は送電網の開発計画を策定する機関の認証を行う。現在は自主規制機関である北米信頼度協議会 (North American Electric Reliability Council : NERC) が ERO として認証されている。(2006年7月認証)

NERC は、大規模送電網の信頼度向上のために8地域の事業者と共に活動をしている。

独立系統運用者 (Independent System Operator : ISO)は、米国の州内の送電網、時として数州にわたる送電網を運用している。より広範囲における送電網を運用するために、ISOと同様の機能をもった地域送電機関(Regional Transmission Organization : RTO) が設置されている。さらに、各地域の RTO や ISO が集まり、地域信頼度協議会 (Regional Reliability Council : RRC)が形成され、NERC と協調して信頼度基準の遵守状況の確認、および各地域の事情に即したルール作成を行っている。(図 5.2.4 参照)

米国国内の電力会社はすべて FERC の監督下にある。一方、より大きな機関である NERC は FERC の管轄地域をすべてカバーしており、さらにメキシコおよびカナダのいくつかの電力会社の地域も NERC の管轄下となっている。

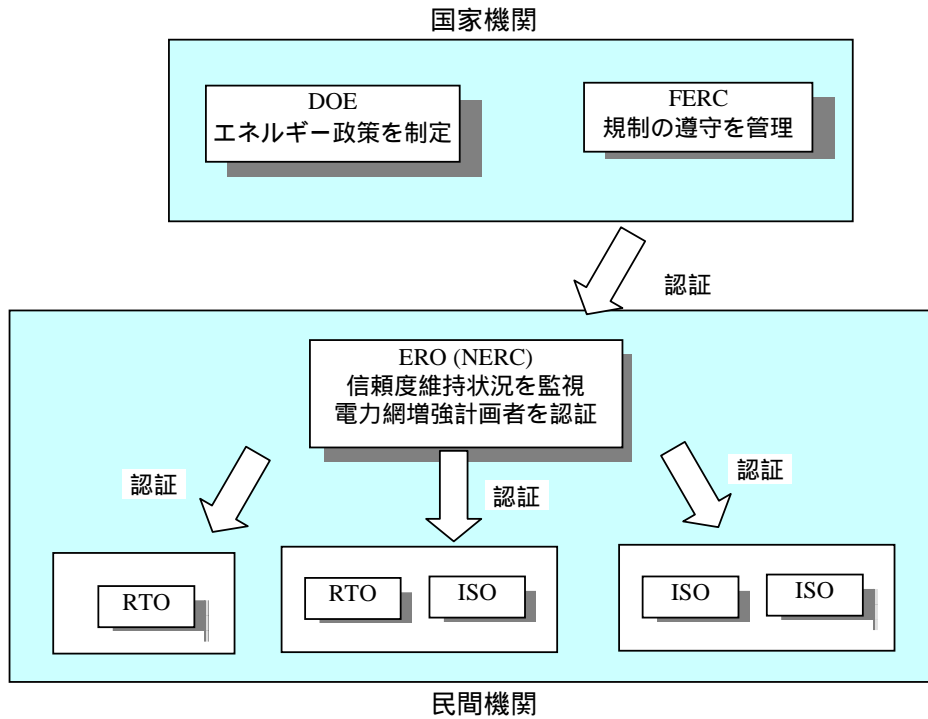


図 5.2.4 米国電力セクターの構成図

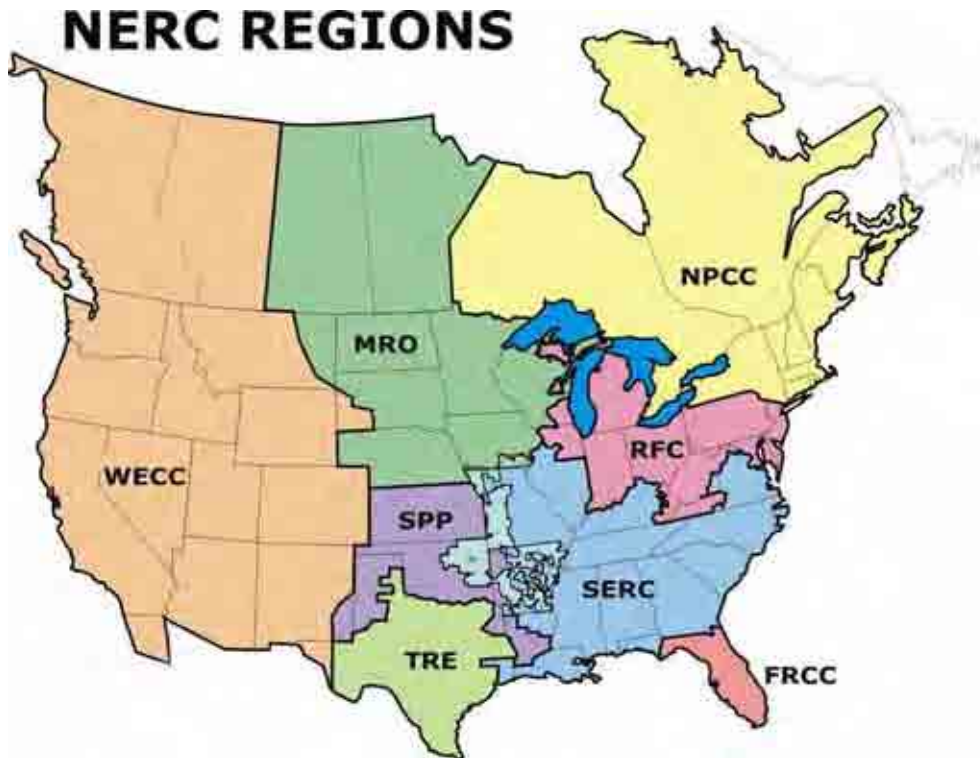


図 5.2.5 北米の地域信頼度協議会 (RRC)

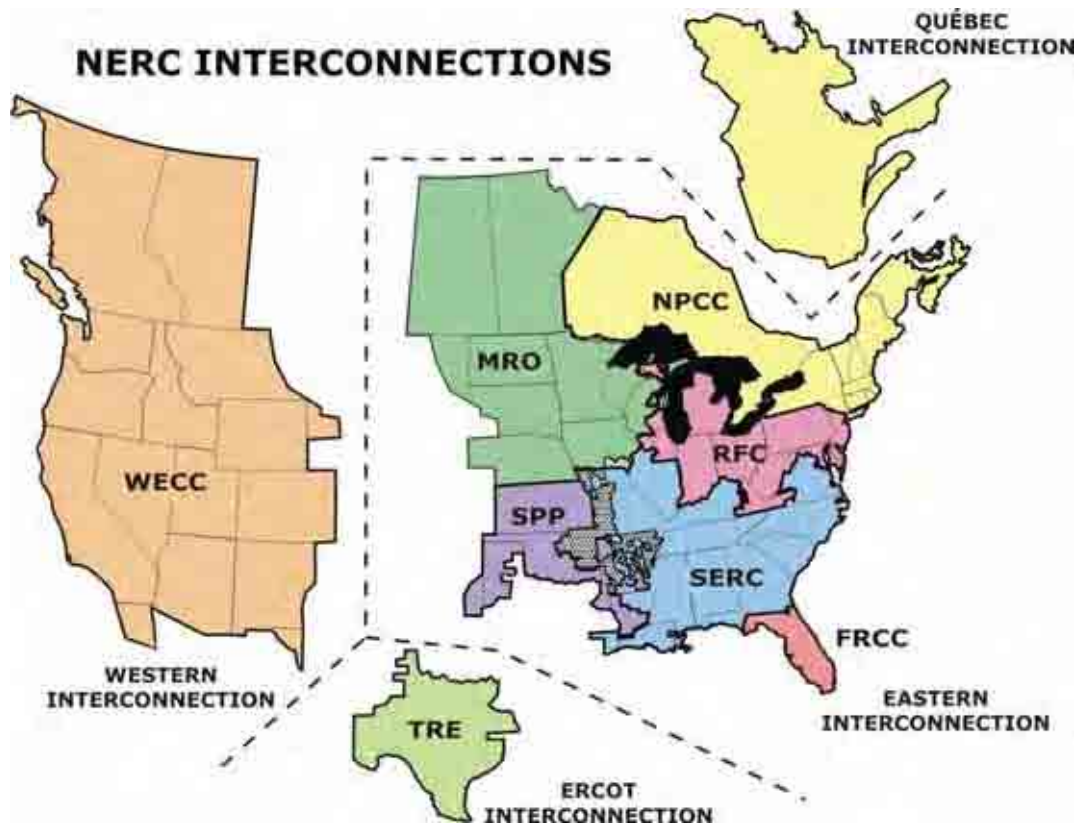


図 5.2.6 北米の NERC 連系系統

(2) 米国における系統整備および運用ルール

米国における送電系統整備のルールに関しては，NERC の制定している Reliability Standard に記載されている。この Reliability Standard の記載事項は多岐にわたっており，これは 2003 年のニューヨーク大停電が発生した際に，NERC の枠組みは自主規制方式に基づくものであり，最終的な取り決めに従うか否かは自主性に委ねられ，違反した場合に何かの強制的な措置がとれなかったことを，改めたものである。

表 5.2.1 米国の信頼度基準 (Reliability Standard)

需給調整	原子力
重要インフラ設備の保護	組織の認証
通信設備	人材育成および資格認
緊急時への対応とその準備	系統保護と制御
設備設計・系統連系およびメンテナンス	送電網の運用
電力融通の計画および協調	送電網の開発計画
系統連系時の信頼度維持のための運用・協調	系統電圧と無効電力
系統解析のための系統構成・データ作成	

5.2.3 西アフリカの域内協力事例の検証と課題

西アフリカでは、Ecowas の下部組織として WAPP (West African Power Pool) を設立することが 1999 年 12 月の元首会合で決議され、2000 年に正式に発足した。

WAPP 域内では、電力需要の 46% が満たされていない、2.3 億人の潜在顧客の内、電力の供給を受けているのは 1/3 との調査もあるが、国別に見ると、ガーナの半分に対し他の国々は概ね 1/4 と、他のサブサハラ地域と比べても電化率は高くない。

WAPP の加盟国、加盟企業は以下の通りとなっている。

**表 5.2.2 WAPP の加盟国・加盟企業**

1	BENIN	1	Société Béninoise d Énergie Électrique(SBEE)
2	BURKINA FASO	2	Société Nationale d Électricité du Burkina(SONABEL)
3	COTE D'IVOIRE	3	Société d Opération Ivoirienne d Électricité (SOPIE)
		4	Société de Gestion du Patrimoine du Secteur de l Electricité (SOGPEPE)
4	GHANA	5	Volta River Authority (VRA)
		6	Electricity Company of Ghana (ECG)
5	GAMBIA	7	National Water and Electricity Company (NAWEC)
6	GUINÉE	8	Electricité de Guinée (EDG)
7	LIBERIA	9	Liberian Electricity Corporation (LEC)
8	MALI	10	Energie du Mali (EDM)
9	NIGERIA	11	Power Holding Company of Nigeria (PHCN)
10	SENEGALL	12	Société d'Électricité du Sénégal (SENELEC)
11	SIERRA LEONE	13	National Power Authority (NPA)
12	TOGO	14	Communauté Électrique du Bénin (CEB)

WAPP で、系統連係が確保されているのは、セネガル川流域開発に絡んで、セネガル・マリと、ベニン・トーゴ・ガーナ・象牙海岸の主に二つの系統。これらに加え、07年にナイジェリアとベニンの連係が実施された。その他、ナイジェリア・ニジェール間など小規模の接続は存在するが、リベリア・シエラレオネ・ギニア・ギニアビサウ・ガンビアの5カ国は他国とは全く繋がっていない状況となっている。

送電線建設計画では、WAPP は、以下の5つの連係を priority と位置付けている。

- Coastal Transmission Backbone Subprogram  
(Cote d'Ivoire, Ghana, Benin/Togo, Nigeria).
- Inter-zonal Transmission Hub Sub-program  
(Burkina Faso, OMVS via Mali, Mali via Cote d'Ivoire, LSG via Cote d'Ivoire).
- North-core Transmission Sub-program  
(Nigeria, Niger, Burkina Faso, Benin).
- OMVG/OMVS Power System Development Subprogram  
(The Gambia, Guinea, Guinea Bissau, Mali, Senegal)
- Liberia-Sierra Leone-Guinea Power System Redevelopment Subprogram  
(Liberia, Sierra Leone, Guinea).

出典： 07年にアブジャで開催された WAPIC 会議資料、WAPP ホームページ 所在



また、Ecowas のホームページには、以下の2件について優先案件として、支援機関などへの説明がなされている。

表 5.2.3 WAPP 内優先送電線の事例

区間	電圧	金額(US\$m)	距離(km)	支援機関
225 kv Bobo Dioulasso-Ouagadougou Transmission Line (Burkina Faso)	225kv	90		AfD, WB, Danish Credit, Nordic Fund, FMO, DANIDA
Volta-Mome Hagou Sakete (Ghana-Togo-Benin Interconnection)	330kV	97	340	WB, AfDB, IsDB, BOAD, EBID

発電分野については、以下の分野を中心とした計画がある。

- ナイジェリアからガーナまでの西アフリカ ガスパイプラインの完成済みによる、ナイジェリアのガスを利用したコンバインドサイクル：ベニン・ガーナ・トーゴ
- ガンビア川流域開発 (OMVG) に係わる水力開発：ギニア；240MW Kaleta 他
- セネガル川流域開発 (OMVS) に係わる水力開発：マリ；62MW Felou 他

WAPP に対する域外国の支援については、主に以下の通りとなっている。

米国が、USAID を通じてアドバイザー的支援と技術援助を 08年9月を期限として(+10年までの延長オプション付きで)行っている他、5年間の開発計画を策定(US\$7m)。また、US Energy Association を通じて、WAPP 及びその加盟企業と米国の電力・パワープールとの間で人的交流も支援。

フランスの AFD は域内国間の電力取引を規制するための地域規制機関設立に向けた資金援助を実施(€5m)。また、仏外務省も支援を提供。

世銀は06-09年のWAPP事業計画策定の資金を06年に供与。

EU は、アフリカ・カリブ・太平洋諸国 (ACP) への支援一環としての ACP – EU Energy Facility で サブサハラ4つのパワープールと African Forum for Utility Regulators への技術面の支援を決定。WAPP に対して、EU-Africa Infrastructure Trust Fund を通じ、€3m の無償資金供与を07年12月に決定。これは、象牙海岸・リベリア・シエラレオネ・ギニア間の系統連係2件の事前調査費用に充当される。

韓国は、07年12月に、ベニンの Cotonou に設立される予定の WAPP の Information and Coordination Center の F/S と基本設計を支援するため、2.5mドルの資金提供を合意。

#### 5.2.4 インドシナの域内協力の研究の検証と課題

インドシナ域内の電力セクターにおける共同開発の実績として、表 5.2.4 に示す IPP および連系線がある。

表 5.2.4 インドシナ域内の電力セクターにおける共同開発の実績

Theun Hinboun 発電所	ラオス中央部に位置する流れ込み式の水力発電所。発電した一部の電力はラオス国内でも使用されるが、そのほとんどは 230(kV) 2 回線送電線でタイへ輸出される。 発電容量：210(MW) 運転開始：1998 年 開発費用：約 240 百万US\$ 出資比率：EdL(ラオス)60%、MDX Lao Company(タイ)20%、Hydropower AB(ノルウェー)20%
Houay - Ho発電所	ラオス南部に位置する貯水式の水力発電所。発電された電力の 98%は 230(kV)送電線でタイへ輸出され、残りの 2%はラオス国内で消費される。 発電容量：152(MW) 運転開始：1998 年 開発費用：約 243 百万US\$ 出資比率：EdL(ラオス)20%、Suez Energy International(ベルギー)60%、Houya Ho Thai(タイ)20% (開発当初はDaewooなどが出資していたが、これらは 2002 年に譲渡)
Nam Theun 2 発電所	ラオス国内の電源をタイに輸出するプロジェクト。世界銀行、ADBの資金協力および民間資本JV(EDF、EGCO、イタルタイおよびLHSE)でIPPプロジェクトとして 2009 年後半の運転開始を目的に建設中。
ベトナム-中国間	110 kVおよび 230 kVの連系線があり、中国からベトナムへ電力を供給している。220KVにより、ベトナムの本系統から切り離されたベトナム北部の 200MW程度の負荷へ中国から電力を供給している。
ベトナム-ラオス間	連系点は 3 ヶ所あり、ベトナムから 35kVもしくは 22kVで電力を供給している。いずれも、中圧配電線のため、容量は数MW程度。売電価格はベトナムの小売価格と同じ。
ベトナム - カンボジア間	連系点は 7 ヶ所あり、ベトナムから 35kVで電力を供給している。電力供給価格は 7 セント/kWh程度である。プノンペンに 220kVで電力供給を行う計画は、ADBとWBの協調融資により進められており、すでにベトナム側の送電線は完成している。送電量は、運転開始当初は 80MWであるが、最終的には 200MWまで増加させる予定である。
タイ - ラオス間	ラオスのHouay Ho発電所からの電力と、Theun Hin Beun発電所からの電力を輸出する 2 つの 230kV送電線、タイとラオス系統を連系する 115kV送電線、およびタイからラオス北部へ配電する 22 kV配電線がある。230kV送電線は、IPPの所有である。
タイ - カンボジア間	タイのWatthana NakhonからカンボジアのBattanbang変電所まで電力を供給する 115 kV送電線が運転を開始した。
ラオス - カンボジア間	世銀の資金により、ラオスから、カンボジアのStrung Trengまで電力を供給する 115kV送電線を建設することが決まり、FSが世銀資金にて実施された。現在、工事着工に向けて準備を進めている。

メコン地域開発に関する国際的枠組みは多岐にわたっているが、公的機関が主催する主要な枠組みは表 5.2.2 のとおりである。



表 5.2.5 メコン開発域内協力プログラム(下線は提唱者)

1. 新・旧メコン川委員会(MRC) - 1957年設立(1995年再発足) 1957年に国連開発計画(UNDP)により、カンボジア、ラオス、南ベトナム、タイによって「メコン川下流域調査調整委員会」が設立。1995年に「メコン川委員会」として再編されたメコン川流域の水資源管理と流域開発を目的とする政府間機関。委員会事務局はバンコクに置かれたが、1998年にプノンペンへ移転し、2004年にはビエンチャンに移転した。メコン川流域開発に特化した戦後初の国際機関。3-1. 参照。
2. アジア・ハイウェー構想(AH) - 1959年開始、 <u>ESCAPの枠組み</u> 1959年、国連アジア極東委員会(ECAFE、現 ESCAP)がアジア諸国 15カ国を連携する道路ネットワークとしてアジア・ハイウェー計画の実施を決定した(計6,5万km、40路線)。その後、1960-70年代のインドシナ紛争の激化などで進展しなかったが、冷戦の終焉と各国の市場経済化の新手員により状況が好転し、同計画推進への機運が再び高まった。2005年に見直された最新計画では総延長14万km、55路線に拡大された。
3. HAPUA (Heads of ASEAN Power Utilities/Authorities) - 1997年開始 1986年6月にマニラにおいてASEAN加盟国内の電力系統(ASEAN Power Grid(APG))を整備し電力融通の枠組みを創設することに合資した。APGの計画、建設、運転管理を検討するために、加盟国の電力担当省庁および電力会社の責任者からなる委員会が設置された。事務局はASEAN Center for Energy(ACE)でジャカルタに常設。 ASEANにおける国際連系線整備計画として、2003年にASEAN域内電力連系系統計画(ASEAN Interconnection Master Plan Study; AIMS)を取りまとめた。これによると、2015年までにASEAN各国の電力需要増加を賄うために多くの電源を開発する必要があるが、現状の需要規模が小さい国にとって、将来分の電源開発の投資資金を電気料金収入だけで賄うことは困難である。このため、需要規模の大きな国と共同開発が促進され、そのためには国際連系線が必要となる。HAPUAではこの域内連系系統計画の見直しを開始し、AIMS2として2007年11月にダナンにおいて最初のワーキンググループを開催した。
4. GMS経済協力プログラム - 1992年開始、 <u>ADB</u> インドシナ地域 6カ国(カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム、タイ、中国雲南省)を拡大メコン圏(GMS)として、ADBが事務局となり1992年にマニラで設立合意。2.3.3参照。
5. 日・ASEAN経済産業協力委員会(AMEICC) - 1994年設置(1998年改組)、 <u>日本</u> 日・ASEAN経済大臣会合(AEM-METI)で、ASEAN加盟を控えたインドシナ諸国を支援するためにインドシナ産業協力作業部会(IC-WG)を設置。1998年に日・ASEAN経済産業協力委員会(AMEICC)に発展的改組。ASEAN全域に対する経済協力を対象としつつ、CLMV諸国への支援を主要目標としている。
6. インドシナ総合開発フォーラム - 1995年設置(FDCI)、 <u>日本</u> 日本が宮沢元首相の提唱で主催した閣僚会議。1995年に東京で第1回閣僚会議が開催され、日本が議長国を勤めた。ミャンマーを除くメコン川流域諸国等24カ国と国際機関が参加した。しかしながらその後は開催されておらず、HI-FIプラン(HI-FI plan for Private Sector Development in the GMS)がFDCIの枠組みを一部利用しているに過ぎない。
7. ASEANメコン流域開発協力(AMBDC) - 1996年設置、 <u>ASEAN(マレーシア)</u> インドシナ諸国のASEAN加盟に際し、既往ASEAN加盟国との格差是正と経済協力促進のため1996年に発足。アジア経済危機による停滞を経て2000年から再開されている。
8. ASEAN統合イニシアティブ(IAI) - 2000年設立、 <u>ASEAN(シンガポール)</u> 2000年にシンガポールで開催されたASEAN非公式首脳会議で、新旧加盟国間の経済格差を是正しCLMV諸国のASEANへの統合を主目的として設立された。
9. イラワジ - チャオプラヤ - メコン経済協力(ACMECS) - 2003年設立、 <u>タイ</u> 2003年、タイのタクシン首相はカンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ間の経済格差是正と所得向上を目指して経済協力(ECS)構想を提唱し、当該地域を流れる河川の頭文字を取り「イラワジ - チャオプラヤ - メコン経済戦略(ACMECS)」をバガン宣言として発表した。後にベトナムも参加して加盟国は5カ国となった。貿易・投資、農工業、輸送、観光、人材開発など5分野におけるプロジェクトを立案し、日独仏豪やADB等にも協力を求めている。

1) 日本の経済協力量針

戦後賠償を起点とする日本のインドシナ地域に対する支援は、東西冷戦の終結及びその後のインドシナ和平を経た 1990 年代より本格化し、以降トップドナーの地位を維持している。特に近年はカンボジア、ラオス、ベトナム（CLV）の 3 カ国を重点支援国として位置づけ、日本が CLV を重視する姿勢を明確に打ち出している。東南アジアの現在の発展は日本の ODA が寄与したところが大きく、本調査対象のインドシナ 5 カ国に対する日本の支援も戦後賠償にその起源を遡ることができ、5 カ国の賠償・準賠償の総計は 1,800 億円以上にのぼる。

2004 年には開発の遅れた「CLV 開発の三角地帯」をはじめとするメコン地域開発に対し、3 年間で 15 億ドルの支援を行うことを表明し、CLV を援助重点国に位置づけた。さらに、2007 年には「日本・メコン地域パートナーシップ・プログラム」として CLV 各国に対して今後 3 年間の ODA 拡充を約束するなど、インドシナ 5 カ国との関係強化をめざしている。他方で、日本が最大のドナーとなっているにもかかわらずカンボジアやラオス、ミャンマーに対する日本の外国直接投資は中国よりも低く、経済協力が投資の呼び水効果になっているとは言いがたい。今後は、日本のこれまでの経験を生かしながらも、これらの国の経済開発ニーズを把握しながら援助をしていく視点も求められる。表 5.2.3 にインドシナ 5 ケ国に対する経済協力の実績を示す。

表 5.2.6 インドシナ 5 カ国に対する経済協力の実績

		カンボジア	ラオス	ミャンマー	タイ	ベトナム
各ドナー 経済協力実績(2004 年, 百万ドル)	1 位	日本: 86.4	日本: 71.7	日本: 26.8	CEC: 18.3	日本: 615.3
	2 位	ADB: 78.8	ADB: 39.1	英国: 12.0	デンマーク: 11.1	世銀: 435.7
	3 位	米国: 48.1	世銀: 29.2	CEC: 11.1	米国: 10.1	ADB: 179.3
日本の二国間経済協力実績(2005 年, 億円)	順位	8 位	19 位	-	-	3 位
	円借款	3.18	-	-	354.53	908.20
	無償 技協	69.09 45.93	42.35 25.76	17.17 16.41	2.36 35.53	44.65 56.61
日本の二国間経済協力累計 (~2005 年, 億円)	円借款	133.19	164.30	4,092.72	20,447.53	10,982.13
	無償	1,090.67	1,061.77	1,772.55	1,589.86	1,186.10
	技協	392.48	410.97	326.29	2,002.45	671.26
外国直接投資累計('95~'04, 百万ドル)	総計	1,764.1	519.3	3,792.5	33,420.6	16,203.9
	日本	3.5	19.0	119.3	8,785.0	2,474.0
	中国	119.4	34.4	347.4	2,549.6	1,447.0
	(+香港)					

出典：OECD/DAC, 外務省 国別データブック, JETRO 投資統計, 日本 ASEAN センター

2) ADB の GMS プログラム

ADB は、1992 年にインドシナ 5 カ国と中国雲南省代表をマニラに集め、6 カ国からなる地域を対象に「大メコン圏：Greater Mekong Subregion (GMS)」と称するプログラムを開始した。この GMS プログラムは ADB の支援の下、メコン川流域国、カンボジア、ラオス人民民主共和国、ミャンマー、タイ、ベトナム、および中華人

民共和国雲南省の6カ国から構成されている地域協力プログラムである。融資による資金を Energy、Transport、Environment、Tourism、Trade Facilitation と関係があるプロジェクトに供給している。プログラムは各国が資源の開発と共有を可能にするためのインフラを開発するのを助け、経済の発展に寄与しようとするものである。2012年までには、域内の商品と人々の、より自由な流れを促進し、より公正な状態を設立することを目指している。

メコン川委員会との違いは、ADB が事務局としてメンバー間の仲介機能を果たすことで計画から建設資金までの決定・実施が早い点である。開発の対象分野はインフラ整備のほか人材育成や法整備などのソフト分野の支援にも及んでおり、国境を跨ぐ開発事業を重視していることが最大の特徴である。

GMS プログラムにおける電力セクターの取り組みとして、インドシナ5カ国に中国を加えたGMS諸国(6カ国)はADB主導のもと、1) 電力供給信頼度の向上、2) 発電設備の建設・運転の協調、3) 設備投資及び運転コストの削減、4) 送電線連系により生じる便益の共有を基本理念に、1995年に電力フォーラム(EPF: GMS Electric Power Forum)を開設、1998年には専門家グループ(EGP: Experts' Group on Power Interconnection and Trade)を設置した。これらの会合での議論を踏まえ、2000年の第9回GMS閣僚会議において政策方針(Policy Statement on Regional Power Trade in Greater Mekong Sub-region)が締結され、政府間協定(IGA: Inter-Governmental Agreement on Power Trade in the GMS)が2002年に締結された。同協定には域内電力取引調整委員会(RPTCC: Regional Power Trade Coordination Committee)の開催が規定されており、これを契機にADB主導のもと世銀や日本をはじめ仏・豪州・スウェーデン等の二国間ドナーが協調して域内電力取引市場の創設をめざす場が設けられた。2004年以降、これまでに計6回のRPTCCが開催されるとともに、2つのサブ・グループ(FG: Focal Group、PWG: Planning Working Group)が設けられ、優先課題を設定し実務者レベルでの協議が行われている。

GMSプログラムによる電気市場の設立は次のステップに基づいて整備しようと計画されている。

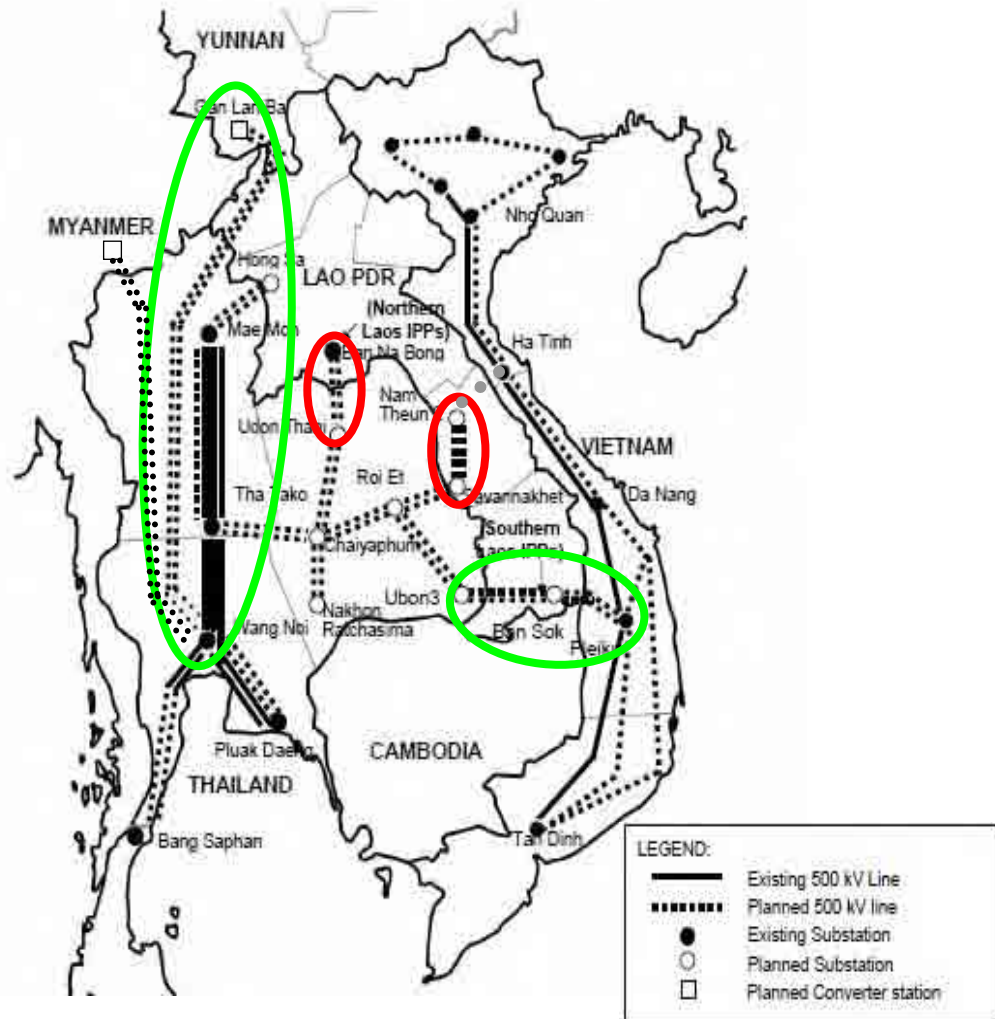
- ステージ 1:           2 国間取引のみの状態。
- ステージ 2:           連系設備の開発によって、ほとんどのGMS国間でPPAsに基づいて取引が行われる状態。しかし、連系線容量の制約により電力取引は制限される。
- ステージ 3:           連系容量の増大により域内取引が増加できる状態。

ステージ4: 競争力に基づく、複数の参加者によるエネルギー地域市場が設立されている状態。現在の進捗はステージ1。

2003年に最初のGMS域内連系による電力開発計画の協調がADBのTA支援により図られ、“Indicative Master Plan on Power Interconnection”としてまとめられた。これに基づく形で、Nam Thuen2水力発電所、Nam Ngum2,3水力発電所の建設ならびに送電線建設が行われている。

マスタープランで効果が高いとされた最初の多国間連系送電線として、タイ、ラオス、ベトナム連系送電線FSがADBにより実施された。しかし、当初の計画であるベトナムHa ThinとNam Thuen2 - タイ Roi Et間の連系線は、IPPプロジェクト実施主体であるNam Thuen2 Power Companyに接続を拒否されたことから頓挫した。民間との協調は、計画段階から考慮する必要がある。

図5.2.1にADBのマスタープランで検討された基幹系連系送電線計画を示す。赤丸で囲まれたものは、現在建設中または近く建設されるもの（500kV Na bong - Udon3送電線、500kV Nam Theun2 - Savananchet送電線）、緑丸で囲まれているものは、FSが行われたもの（500kV HVDC Yunnan - Laos - Thailand送電線、500kV Hong Sa - Mae Moh送電線、500kV Ubon3 - Ban Sock - Pleiku送電線）である。進捗しているものは、大規模電源開発関連が多い。



出典：JBIC マレースマトラ連系線セミナー資料

図 5.2.7 ADB GMS MP による 500kV 連系構想

### 3) メコン川本流開発

1999年に結成された新たなMRCの加盟国であるカンボジア、ラオス、ベトナム、タイは、メコン川本流でのダム開発については各国が利害調整を行うことになっている一方で、メコン川流域の上流域に位置し、近年政治的発言力を増してきている中国は、MRCの加盟国でない（オブザーバー）ことから、着々とメコン川本流における水力発電ダム建設を進めてきている。

このような状況のもと、近年の原油価格の高騰やタイやベトナムの電源不足を背景に、2007年に入るとメコン川下流域国においても本流の水力ダム開発計画が急速に持ち上がっている。現在は中国やロシア、地元企業によるタイやベトナムへの電力輸出を目的とした水力IPP建設のFS調査等が実施されているところであり、環境や生態系に与える今後の影響やMRC加盟国内での調整の行方に注目が集まっている。

## 4) 中国の進出

1997 年のアジア通貨危機以前は、先発 ASEAN 加盟国であるタイが他のインドシナ諸国に対して影響力を保持していた。実際に現在でもラオスやミャンマー東部では、タイ・バーツが現地通貨より信頼を持った通貨として使用されている。しかしながら、アジア通貨危機以降はタイの影響が弱まり、代わりに中国や投資や援助の面で急速に存在感を増している。

中国にとっては、インドシナ 5 カ国を含む ASEAN との経済交流を雲南省など内陸部の開発の梃子にしたいとの思惑がある。加えて、ASEAN との間で予定されている FTA 締結によって貿易・投資の促進にも大きな期待を寄せている。中国全体の 4 分の 1 の発電量を担う能力がある同省は、現在は主に大消費地の沿岸部（東部）に送電するとともに、将来的には国外への電力輸出も検討しており、メコン川沿いで建設中のダムからベトナムやタイに売電する計画である。

また、中国の経済協力は、資源獲得や政治的影響力を高めることを目的に年間 15～20 億ドルに達していると言われ、透明性が低く実態を正確に把握することは困難であるものの、近年は周辺国との関係に大きく依存するラオスやカンボジア、軍政による人権問題のため国際社会から孤立しているミャンマーへの投資を含む経済援助を加速させている。

ラオスは旧来からのベトナムとの「特別な関係」に配慮しつつも、中国の政治・経済的影響は急速に増大してきており、ナムグム第 5 発電所、ナムリク発電所、ナムオウ第 8 発電所、セポン第 3 発電所、ナムデン発電所、ナムタ第 1 発電所、ナムカン第 2、第 3 発電所、ナムバク第 1、第 2 発電所等の IPP 建設及びこれらに付随する送電線や変電所建設への中国による支援や投資によって実施される予定となっている。

カンボジアにおいても中国のプレゼンスは急速に高まっており、カムチャイ水力発電所、キリロム第 3 水力発電所、ストゥン・アタイ水力発電所、ルセイ・チュルム水力発電所、ストゥン・チャイ・アレン水力発電所の IPP 建設やプノンペン～バットバン送電線建設を中国が計画している。

ミャンマーにとって国内の人権問題に口を出さない中国の援助は貴重であり、タサン水力発電計画（7,000MW）の先鞭をつける形でハッジー水力発電所（600MW）に対するタイとの合弁事業が実施されているほか、パウンラン水力発電所、イェイワ水力発電所、イラワジ川沿いの複数の水力発電所に加えて、天然ガス・パイプライン建設事業を中国の支援及び投資により計画している。

表 5.2.4 に中国からインドシナ 5 カ国への外国直接投資の実績を示す。

表 5.2.7 中国からインドシナ 5 カ国への外国直接投資(単位:100 万ドル)

	1995	2002	2003	2004	'95 - '04
カンボジア	NA	49	26	33	111
ラオス	1	1	2	0	33
ミャンマー	3	5	0	5	18
タイ	2	20	21	1	51
ベトナム	7	9	1	86	189

出典：ASEAN Statistical Pocketbook 2006

## 4) 民間投資

インドシナ 5 カ国に対する民間投資については、ラオス・カンボジア・ミャンマーへは比較的低調であるものの、今後はラオスの豊富な水力資源を活用して、タイ及びベトナム向けの輸出用水力発電プロジェクトが建設される見込みである。表 5.2.5 に中国からインドシナ 5 カ国への民間投資状況を示す

表 5.2.8 インドシナ 5 カ国への民間投資状況(1990～2006 年)

	エネルギー		通信		運輸		上下水道	
	件数	百万ドル	件数	百万ドル	件数	百万ドル	件数	百万ドル
カンボジア	8	231	5	331	5	445	0	0
ラオス	4	2,586	2	198	2	0	0	0
ミャンマー	2	719	0	0	1	50	0	0
タイ	55	12,244	8	14,254	17	3,576	14	596
ベトナム	10	2,715	2	946	3	115	2	213

出典：WB Private Participation in Infrastructures Database

インドシナ 5 カ国と日本の貿易・投資については、2007 年にタイとの間で経済連携協定 (EPA) が発行し、またベトナムとも交渉を継続しているなか、11 月には日 ASEAN 包括的経済連携 (AJCEP) 協定の交渉が妥結に至っており、今後の貿易・投資の一層の拡大が見込まれる。

### 5.3 域内電力セクターの課題と協力の方向性

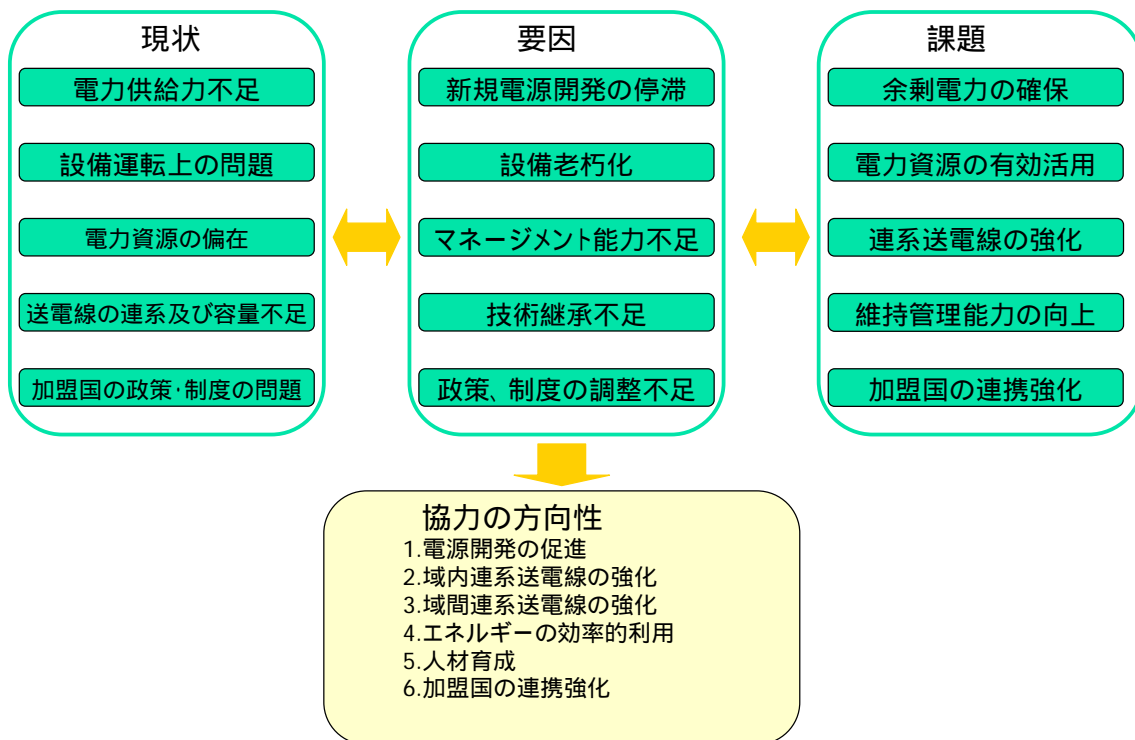
#### 5.3.1 域内電力セクターの課題

東部アフリカパワープール(EAPP)は、連係送電線による電力融通の実績として、ウガンダ - ケニアの2国間の連係送電線が存在するが、域内としての電力融通の実績は少ないため、域内電力セクターの課題として、南部アフリカパワープール(SAPP)に焦点をあてて、以下の考察を行った。

SAPPは1995年の設立以来、域内の電力融通による加盟国の電力不足を補完すべく電力の安定供給を目指してきた。一方で、SAPPの80%以上を占める最大の電力供給国であり消費国でもある南アフリカ共和国(南ア)主導によって運営されてきた。域内の電力融通を可能とする二国間にまたがる連係送電線が存在するものの、モザンビークのカホラバッサ水力発電所から南アへの電力供給を除き、主に南アの余剰電力を隣国へ供給する構図になっていた。

昨年末から深刻となった南アの電力危機は、経済成長を上回る急速な電力需要の伸びが数年前から予測されていたなか発生したものであり、隣国への電力供給が10%削減され、電力融通の機能が低下してしまったことは、相互に電力を融通して電力不足を解消するという当初のSAPPの方針を覆すものであった。電力危機の要因として、南ア自体の余剰電力がマイナスに陥ったという電力事情が挙げられるが、域内で補完する電源の開発及び送電線の整備が不足していたことも、電力融通の観点から挙げられる。南アの安定した電力供給を確保することは、域内全体の電力安定供給にも繋がるものであり、域内の電力セクターを考える上で今後とも必要なファクターである。

前述の3章及び4章における域内電力セクターの現状と課題についての考察の結果から、電力セクターの現状、その要因及び今後の対応に向けた課題を以下に図式化した。





また、上記の図式の電力セクターにおける課題を解決する対応策として、6つの協力の方向性を示した。これらの南部・東部アフリカ電力セクターにおける協力の方向性の確認は次節に述べるが、その基本的な方針を以下に示す。

電源開発の促進：

電力の安定供給に不可欠な余剰電力を確保することを目的として、域内に偏在する電力資源（北部の水力、南部の石炭及び東部のガス）を有効活用した電源開発計画を促進する。

域内連系送電線の強化：

2 国間の連系送電線及び国内送電線の電力容量が、域内での電力融通が安定して行えるよう送電線網を強化する。

域間連系送電線の強化：

SAPP 及び EAPP を連系することにより、より広範囲な電力融通を行い、電力資源のさらなる有効活用と電力コストの低減を図る。

エネルギーの効率的利用：

電源サイドにおける有効発電電力の増加、送電線などの流通サイドにおける送配電ロスの低減、需要者サイドにおける省エネルギーによる消費電力の削減を図る。

人材育成：

電力設備を継続して維持管理していく能力を保持するために、設備の維持管理技術及びマネジメント能力の強化を図る。

加盟国の連携強化：

パワープールに属している諸国間の連携強化を企図した政策・制度策定、実行支援を強化する。

### 5.3.2 電力セクターの域内協力の方向性の確認

前節に電力セクターの域内協力の方向性を挙げたが、域内協力は、加盟国の政治・社会経済状況、エネルギー需給状況、電力資源の分布、電力開発の進捗、裨益効果及び経済性などを勘案して策定される必要がある。また、日本の援助方針や各ドナーの支援動向及びアフリカ諸国で関与を強める中国などの動向を合わせて考慮する必要がある。これらの視点から6つの域内協力の方向性を、南部・東部アフリカ電力セクターに照らし合わせて確認する。

#### 1) 電源開発の促進

電力セクターの最大の課題は、如何に安定した電力供給を確保していくかにある。安定した電力供給の目安とされる10-15%の余剰電力を常に確保することが供給信頼性を維持していく観点から必要である。2007年のSAPPの余剰電力は加盟国全体で4%と報告されているが、計画停電を実施している南アの現状を考慮すると、現時点の余剰電力はマイナスとなっている。域内の電源開発計画においては、これまでの電力供給の80%近くを南アの電源（特に石炭火力）に依存している構図を見直す必要がある。SAPPで現在実施されている電力拡張マスタープランのレビューにおいても、代替案として、南アの石炭火力を北部の水力発電に置き替える検討が行われている。

南アの石炭火力は、自国の埋蔵資源による安価な電力供給に大きく貢献しており、今後ともベースロード電源としての開発は意義がある。しかし、単一の電力資源への偏重は、今回の電力危機に見られるように、一旦供給の困難が生じた場合、その波及する影響は大きく、複数の電力資源による電力の有効活用が可能となるような電源構成が不可欠である。南アは、新たなベースロード電源として原子力発電の開発を政策に掲げ、2025年までに20,000MWの開発を計画している。電力融通による域内協力という観点から見ると、SAPP北部（DRC、アンゴラ、ザンビア、タンザニア、マラウィー、モザンビーク）に広がる莫大な包蔵水力資源の開発は、南部の石炭火力・原子力及び東部のガスとの相互融通を実現化するために有効であり、今後とも注力していく貴重な電力資源である。水力開発は燃料費が抑制される一方で、発電電力は気象条件に左右されるリスクがあるが、域内の複数の国で水力資源開発のポテンシャルがある利点を生かし、渇水時の出力低下時の供給力確保として、ミクロ的には隣国間での電力融通、また、マクロ的に北部水力と南部の石炭火力・原子力と東部のガスの電力融通が可能となるような電源開発計画を策定することが肝要である。

また、水力発電開発においては、環境影響低減の観点から、既存発電所の増設または大規模ダムを必要としない流れ込み式発電が有効である。さらに、南アのベースロードとして開発が計画されている原子力発電の夜間の余剰電力を利用する揚水発

電の開発は、日本の技術が生かせる分野であり電力の効率的利用の観点からも有効である。既に、南アでは 1,332MW の揚水発電（イングラ）の建設が開始されたが、今後の揚水発電の開発は、20 年後の原子力発電による 20,000MW の稼働を見据えて策定する必要がある。

## 2) 域内連系送電線の強化

電源開発を策定するにあたり、その発電電力を需要地まで送る送電線の計画を同時に立てる必要がある。発電された電力は、発電電力量と整合され、かつ供給信頼性に裏付けされた送電容量を持つ送電線によって消費者に届けられて、初めて効果が具現化されるものである。SAPP には既に二国間に亘る連系送電線が存在するが、発電電力を安定して送電するには必ずしもなっていない。その一例として、インガ 1 & 2 の電力を送る延長 1,700km におよぶ 500kV 直流送電線が DRC 国内に存在するが、その先の DRC - ザンビア間を結ぶ 220kV 連系送電線は容量不足のため DRC からの電力を十分に送電できない状態となっている。電源開発に見合った容量を持つ送電線を、二国間の連系部分に限らず、国内の送電線についても整備していくことが、域内の電力の安定供給には不可欠である。

一方、対象国の多くは電化率が 30% 以下と電気の普及率は極めて低いレベルにある。各国とも電化率向上のため、送電線・配電線の拡張、分散型電源の整備など電化率の向上を優先課題として取り組みを行っている。電化率の向上には、電源となる電力及び需要者に至る送電線・配電線が必要となるが、域内の電力融通を行う連系送電線は、加盟国内を縦断または横断することになるため、電力需要が都市部に集中している国においては、国境周辺に連系送電線と繋がる変電所を配備することにより、国境周辺の過疎地の電化率向上に寄与する相乗効果が期待できる。

従い、域内各国における電源、送電線、配電線、地方電化の電力開発計画は、域内の電力融通開発計画との関連性を考慮に入れて策定することが肝要である。

## 3) 域間の連系送電線の強化

SAPP は域内電力融通に関する電源開発及び送電線計画などの検討に取り組んでおり、Cooperative Pool から Competitive Pool への脱却を図っている。また、域内の電力開発マスタープランの見直しも現在行われている。一方、EAPP は設立後日も浅く、域内に連系する送電線もケニア - ウガンダ間のみであり、いまだに準備段階の域を脱していないように見受けられる。その機能を発揮するためには、人材、設備面での充実を図ると共に、域内電力融通の構想を立ち上げることが肝要である。一部の加盟国を対象とした電力マスタープランは存在するが、それらの見直しを含め加盟 9 カ国を包括した電力開発計画の策定が急務である。策定にあたっては、EAPP 域内の電力融通を検討することは勿論であるが、豊富な電力資源を有する SAPP と

の連系を視野に入れ、より効果的な電力融通を考察することが求められる。SAPP と EAPP 諸国には 1 時間の時差があり、電力融通の利点である時間差によるピーク時電力の供給を行うことにより、電力コストの低減が期待できる。

#### 4) エネルギーの効率的利用

電力セクターの課題として挙げた項目に有効電力の増加がある。SAPP の発電設備容量に対する可能発電容量(有効電力)は 83.6%であり、設備容量の 16.4%にあたる 9,300MW の電力が失われている計算になる。有効電力が低下する理由として、電源に使われる一次エネルギーの供給の問題が挙げられる。水力発電の例では、渇水により水量が減少し定格運転が出来ず出力が低下する場合である。さらに、ダム の堆砂により使用水量が減少し、発電能力が低下していることも考えられる。一方、石炭火力は燃料である石炭の質に左右され、今回の電力危機の一因として、湿気を帯びた石炭を燃焼したため発電設備に過度の負荷が掛かり冷却パイプの損傷により、予期せぬ停止を強いられたと報告されている。燃料の質に見合った設備対応及び大気汚染など環境影響の対策が石炭火力には求められる。また、域内の発電設備は、20 数年前に建設された発電所であり、機器の損傷、劣化による発電効率の低下も、その一因と考えられる。今回の調査では、発電所の詳細な運転状況の確認までは時間的な制約のため出来なかったが、域内の火力・水力発電所の運転状況の総点検を実施し、発電能力を改善する対応策を講じることは電力供給の強化に繋がるものである。

発電所における発電能力向上と共に、電力を送る送電線及び配電線による電力損失(送配電ロス)を削減することが、効率的な電力供給に求められる。送配電ロスは送電線に使われる電線による抵抗損失が主な原因である。この技術的に発生する損失(Technical Loss)のほかに、盗電、電力料金徴収システムの不備、計量メーターの経年劣化等による損失(Non-Technical Loss)が開発途上国では問題となるケースが多く、送配電ロスを 20-30%と高いレベルに押し上げる要因となっている。日本を始めとする先進国の送配電ロスは 10%以下に抑制されている。Non-Technical Loss は、電気事業者の電力料金徴収システムの問題にも起因するものであり、事業運営体制などの根本的な改善が求められる。今回の調査で、送配電ロスが比較的高い国として、SAPP ではタンザニア、マラウィー、スワジランド、アンゴラ、EAPP ではエチオピアなどがあり、早急な対策が求められている。

南アの電力危機は電力供給力の低下が一因であるが、当面の危機を乗り越える手段として、需要者側の電力消費を削減する省エネルギー対策(Demand Side Management: DSM)を南ア政府は打ち出した。Marshall Plan と呼ばれる省エネルギー対策は、全体消費を 10%削減することを目標とし、工業施設で 10%、一般需要家で 10%、農業で 5%、商業施設で 15%、ホテル・ショッピングモールで 20%の消費

削減が必要としている。全体消費の10%削減は、ピーク時において約3,600MW(=南アの2007年ピーク消費電力36,000MW x 0.1)の電力削減に相当する。このような省エネルギー政策を確実に実行していくためには、省エネルギーの最先進国である本邦の技術支援が有効である。

#### 5) 人材育成

複数の構成要素からなる電力設備は、その運用維持管理を適切に行うことによって、長期に亘る継続した安定運転が可能となる。そのためには設備に対する基本知識、維持管理計画を策定する能力、実行する技量などの技術面と維持管理費用を捻出する財政面が整合性をもって両立する必要がある。電力機器は、経年と共に機能が低下することは避けられないが、定期的な点検(日ベース、月ベース、年ベース及びオーバーホール)を確実に実行することにより設備状況を的確に把握し、消耗品・予備品の補充を適時に行うことで、劣化の進行を抑えトラブルにより波及する被害を物理的・時間的に最小限に抑えることが可能である。電力設備の据付工事期間に、メーカーによる技術研修が行われ電気事業者を引き継がれるが、その後のメーカーの関与は、修理・予備品の補充などを有償ベースで行う程度である。従い、運用維持管理能力は、電気事業者が継承していくことが求められる。SAPP域内では、ザンビアのカフエゴジ水力発電所建設(1971年)に合わせて、ZESCOの研修センターが発電所に隣接して設置され、ザンビアに限らずアフリカ諸国からの研修生を受け入れている。その成果は高く評価されており研修センターとしての機能が十分に発揮されている好例である。現在は、37の研修コースがあり水力発電系、制御系、送電系の研修を主に行っている。近年、研修生の数が増加しており、研修設備の拡充が必須の状況にある。この研修センターを、さらに充実させることは、アフリカ諸国の電力事業者の運用維持管理能力の向上に大きく貢献するものと期待される。

一方、南アにおいては、今回の電力危機の一因として、技能を持った幹部職員の減少により、電力設備の運用維持管理能力の技術継承が有効に行われなかったことが挙げられている。電力の安定供給を確保するために、基礎技術を習得し、高度な専門技術に対応できる技術者の育成が求められている。電気事業者は、独自の研修システムにより技術の維持・継承に努めていく必要がある。Eskomは、Eskom Collegeを有しているものの職員の一般教育に利用されているのみで、技術研修は各発電所の実際の運転研修に委ねられている。域内の電力融通の中心的な存在であるEskomの幹部職員に対して、最新の運用技術による地域連系を行っている本邦の設備の運用・保守管理技術・方法を紹介・会得する機会を与えマネジメント研修を行うことは、幹部職員の意識改革を芽生えさせ、現場力の維持・強化に非常に有効である。

#### 6) 域内加盟国の連携と協力

SAPP及びEAPPの内外の連携を深化・発展させるためには、両パワープール内及

びパワープール間の機能強化が不可欠な状況となっている。まず着手すべき事項は、パワープールの属している諸国間の連携強化であり、域内加盟国の連携強化を企図した政策・制度策定、実行支援として以下の対応策が挙げられる。これらの支援に関してはこれまでJICAが諸外国で実施してきた支援ツールも活用できるものである。

#### 情報共有に資する枠組みの構築

SAPP 諸国及び EAPP 諸国の電力セクターの政策・制度の共有化を促し、連携に向けた取り組みを円滑化し得るプラットフォーム(データ・ベース)の構築。

連携に向けた政策・制度分野の人材の開発及びスキルの向上

連携を念頭に置いて各国の電力セクターの政策・制度のあり方を構築する人材の育成及びスキルの取得に向けた研修の実施。

政策・制度の共通化に向けた政策・制度改善プロセスへの着手に向けた支援

連携に向けた政策・制度の共通化プロセスの策定及び手続きの簡素化の実施。

政府、規制機関及び電力供給者のネットワーク化・共通化

域内連携を強化するためには、政府間、規制機関間及び電力供給者間のネットワーク化だけでは不十分であることに鑑み、これら主体間のネットワーク化・共通化を促すための枠組みの構築。

#### 国際機関との連携強化

SAPP 及び EAPP の連携強化を円滑化させるためには、AU や NEPAD といった国際機関との連携強化も不可欠であるとともに、二国間・多国間のドナーを巻き込んだ技術及び資金の移転も必要不可欠であり、これら機関との連携戦略の構築。

## 5.4 具体的な域内電力セクター協力案件の提案

南部・東部アフリカ域内電力セクター協力のプログラム案の目標、成果達成のために、域内の電力セクターの現状と課題に応じて、電力融通による効果が期待される案件として、本調査の結果を踏まえ優先的に実施すべき具体的な案件の検討を行なった。具体的な案件として、6つの協力の方向性に沿って以下の16案件を挙げた。域内協力を念頭に置いた対象国への協力のあり方として、提案された案件の概要、裨益効果及び阻害要因を、次頁以降のプロジェクトシートに個別にまとめた。

協力の方向性	提案案件	対象国
1. 電源の開発	1) カホラバッサ北岸水力発電所増設	モザンビーク
	2) モノンサ 揚水発電所新設	レソト
	3) コンゴ河水力発電計画 (Inga 3, Grand Inga)	DRC
	4) アヤゴ水力発電計画	ウガンダ
2. 域内連系送電線	5) ザンビア - タンザニア連系送電線	ザンビア、タンザニア
	6) エチオピア - ケニア連系送電線	エチオピア、ケニア
	7) DRC - ザンビア連系送電線	DRC、ザンビア
	8) モザンビーク北部 - 南部基幹送電線	モザンビーク
3. 域間連系送電線	9) EAPP のマスタープラン	EA9 カ国
	10) タンザニア - ケニア連系送電線	タンザニア、ケニア
4. エネルギーの効率的利用	11) 省エネルギー技術支援	南アフリカ
	12) 既存発電所運転状況総点検	SA、EA 諸国
	13) 送配電ロス低減	エチオピア、タンザニア他
5. 人材育成	14) カフェ ゴージ 研修センターへの技術支援	ザンビア
	15) 電力幹部のマネジメント研修	南アフリカ
6. 域内加盟国の連携と協調	16) 域内加盟国の連携強化を企図した政策・制度策定・実行支援	SAPP, EAPP 諸国

# プロジェクトシート



## プロジェクトシート 1

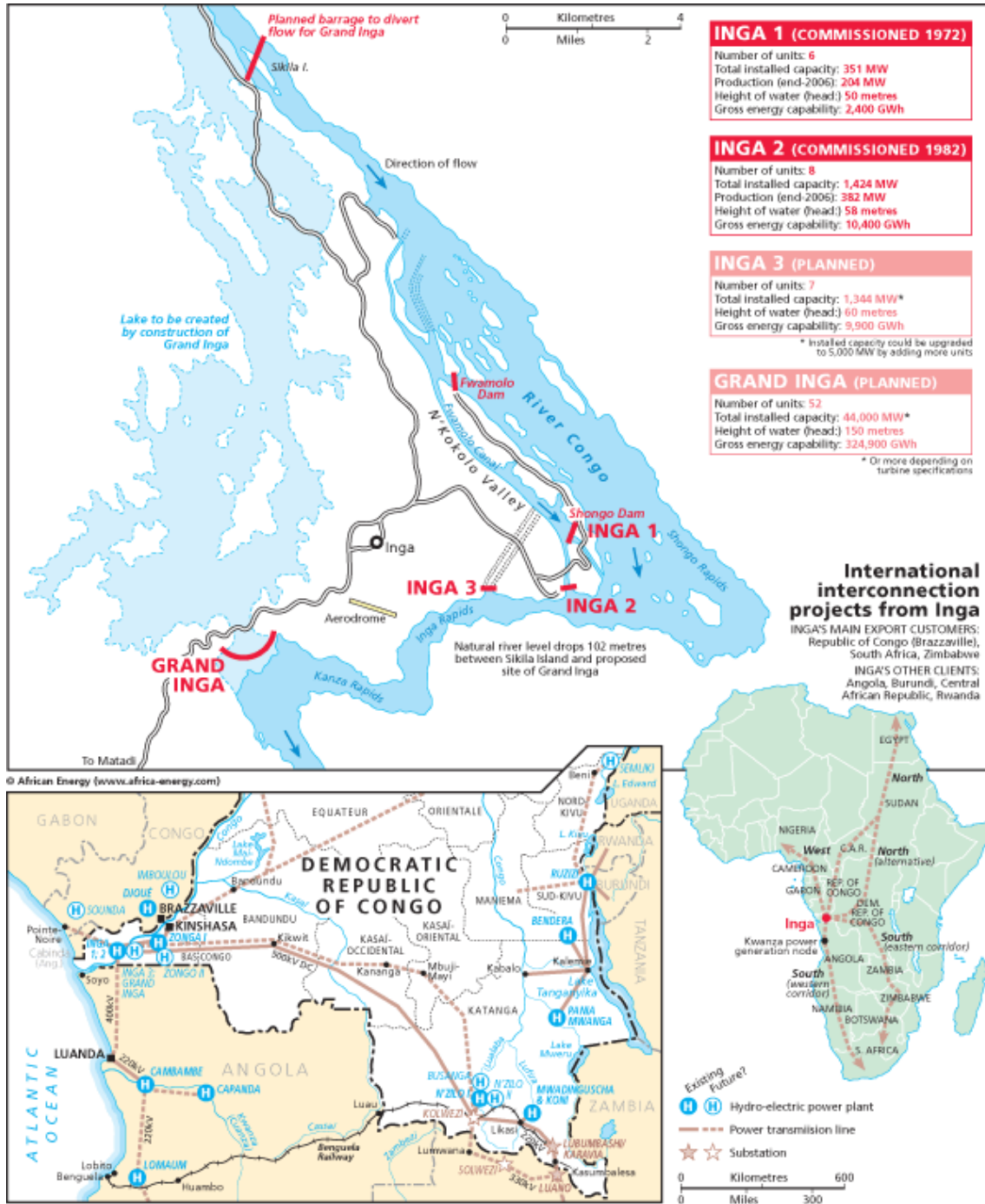
	項目	内容
1.	案件名	カホラバッサ北岸発電所増設（ザンビア国）の Upgrading F/S の実施
2.	概要	<p>&lt; 現状と課題 &gt;</p> <p>既存カホラバッサ水力発電所（ダム式発電所、設備容量 2,075MW、163m 高さアチダム、有効貯水容量 570 億 m<sup>3</sup>、535kV 直流送電により南アフリカへ売電）は、内戦により送電線が破壊されたが、1995 年内戦終了後復旧し、2000 年より南アへの売電を再開し、2007 年には、14,500GWh を発電している。</p> <p>水の有効利用を図るため既存発電所に追加し、北岸に発電所を建設する案が当初から計画されていた。カホラバッサ北岸水力発電所の開発に関し、1991 年に南アの Eskom が Pre-F/S、2002 年に独、仏、英国のコンサチント JV が F/S、2002 年にポルトガルのコンサチントが Updated F/S を実施した。2007 年に日本のコンサチントが既存 F/S のレビューを行い、最適規模を選定（1,245MW、4,000m<sup>3</sup>/s）し、実施計画を作成した。計画概要は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備容量：1,245MW（3x415MW）、8 時間ビーク運転</li> <li>● 年間発生電力：2,890GWh、2 次電力 580GWh</li> <li>● 発電所：導水路（3Nos.x9.8m 内径）地下発電所/変圧器室</li> <li>● 追加洪水吐：容量 4,000m<sup>3</sup>/s、トシ洪水吐き（2Nos.x13m 内径）</li> <li>● 送電線：既存送電線 535kV 直流送電線 1,410km の Upgrade</li> <li>● 事業費：US\$890 百万（送電線 Upgrade US\$199 百万を含む）、EIRR 19%</li> </ul> <p>&lt; 技術協力の概要 &gt;</p> <p>技術面、経済・財務面、環境面から事業性の最終確認のため Upgrading F/S の実施が必要である。Upgrading F/S により確認する項目は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 追加調査の実施</li> <li>● 規模とレイアウトの確認</li> <li>● 事業費の確認</li> <li>● 経済・財務の確認</li> <li>● 環境影響の確認</li> <li>● 実施計画の策定</li> </ul> <p>注）カホラバッサ事業会社（HCB）は、2007 年 11 月にポルトガルとザンビアの出資比率が 85%：15% から 15%：85% に変更</p> <div style="text-align: right;"> </div>
3.	裨益効果	カホラバッサ北岸水力発電所を増設することにより、電力が不足する南アフリカへビーク電力を売電し、既存発電所の南アフリカへの売電に追加し、ザンビアは電力収入を得る。また、発電所近隣のツゴ変電所から 220kV 送電線を通じ、北部地域の需要地に送電することができ、自国の電化に大きく貢献する。尚、既存水力発電所の北岸への増設のため環境影響は少ない。
4.	阻害要因	南アフリカへの売電量とザンビア国内への送電量につき、既存カホラバッサ水力発電所同様協定を結ぶ必要がある。また、HCB は民間資本による事業実施を期待しており、SAPP 内電源開発 IPP のように他国の参入前に、事業の実施に対し日本の支援を行えるようにする必要である。

## プロジェクトシート 2

	項目	内容
1.	案件名	モノンサ揚水発電所 (新設)の F/S レソト王国
2.	概要	<p>レソト王国は、四方を南アに囲まれた内陸国で、海拔 1,000m 以上の高地からなる面積約 3.4km<sup>2</sup>、人口 180 万人の国である。</p> <p>エネルギー部門では、天然資源省(MNR)、レソト電力公社 (LEC)、エネルギー局(DOE)及びレソト高地開発機構(LHDA)の 4 機関から構成されている。大規模プロジェクトとして「レソト高地水利プロジェクト(LHWP)」の協定が 1986 年に南アとの間で締結された。そのフェーズ 1 において、ムレア水力発電所 (72MW)が建設され、1999 年より運転を開始した。</p> <p>それまでは国内電力需要のすべてを南アから輸入していたが、ムレア発電所が運開したことで、逆に南アへの輸出が可能となっている。夏場の電力需要は約 60MW で国内の発電所でカバーできる範囲であるが、冬場の需要は 100MW に増加するため、不足分は南アからの輸入に頼ることになる。しかし、今年の冬は南アの電力危機から輸入ができないのではと危機感を募らせている。</p> <p>レソトの年間雨量は 900-1000mm であり北東部に広がる 2,000-3,000m クラスの山岳地から降下する急峻な地形は揚水発電の開発に適した地形となっている。揚水発電のスタディが Eskom との共同で 2002 年に実施され、報告書によれば、開発候補地点として 3 箇所(Monontsa、Pelaneng 及び Malometsa)が上げられている。可能発生電力として、いずれの地点も 1,000MW となっている。</p> <p>主な仕様を下記に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電容量：3x334MW=1,000MW</li> <li>・落差：666m</li> <li>・上池標高：2,807.5m</li> <li>・下池標高：2,125m</li> </ul> <p>レソトの電力需要は今後増えると予想されるも 140-200MW と想定され、その対応はムレア水力の拡張 (110MW)、オックスボー水力 (80MW) の開発で賄える計画である。豊富な包蔵水力を利用した揚水発電が開発されれば、電力は南アに送電される計画である。総土木工事費として約 650 億円相当と概算が示されているが、機器費用を含めた試算はなされていない。南アとの至近距離(160km)の優位性から送電線コストは縮小される利点がある。</p> <p>南アは、今後 20 年間にベースロードとして 20,000MW の原子力発電を開発する計画であり、南アのピーク時の電力供給の一躍を担うと伴に夜間の余剰電力の有効利用など、原子力発電の開発と相まって検討を要する案件である。</p>
3.	裨益効果	SAPP 最大の電力消費国である南アへのピーク時の電力供給の役割を担い、夜間の余剰電力を有効利用できると共に、その地理的優位から、他国の電源では問題となる長距離送電線の建設コストを大幅に縮減できることから、安価な電力コストが期待できる。
4.	阻害要因	2002 年の調査実施後、本件を Eskom は棚上げするとの情報があるが、今回の電力危機により原子力をベースロードの主流にしていくなど状況が変化しているので、南アの意向について確認が必要である。

### プロジェクトシート 3

	項目	内容
1.	案件名	インガ水力発電所 (新設)の F/S DRC
2.	概要	<p>コンゴ民主共和国を流れるコンゴ河の包蔵水力は、50,000MW にも及ぶと推定され、その数値もこれまでの 39,000/44,000MW から上昇している。その莫大な水量を利用してインガ 1 (351MW)の水力発電所が 1972 年、インガ 2 (1,424MW)が 1982 年に、運転を開始した。1970 年に設立された国有電力会社 SNEL が管轄しており、コンゴ国の 99%が水力発電で賄われている。</p> <p>インガ 1&amp;2 で発電された電力は、約 1,200km に及ぶ 500kV の直流送電線により DRC 南部に送電され、ザンビアと 220kV の連系送電線で結ばれており、南アを含む SAPP 諸国へ電力を輸出している。</p> <p>インガ 1&amp;2 は運開後 30 年近く経過しており修復が行われたが、2006 年末の電力はインガ 1 が 204MW、インガ 2 が 382MW と極端に下がっている。</p> <p>インガ 1&amp;2 の下流に、インガ 3( 3,500MW )及びグランインガ(44,000MW)の計画があり、AfDB の資金により仏の EdF が F/S を過去に行っている。インガ 3 は既存のダムより導水トンネルにより発電する流れ込み式の発電所である。グランインガはその詳細は不明だが、African Energy の資料によれば、ダムを建設するダム式発電の計画となっている。またグランインガはフェーズ 1 として 6,000MW の発電を先行する計画である。これらの発電電力は、南アの総発電容量を上回るものである。電力の送り先として、アンゴラ・ナミビアを経由して南アへ送電する西部回廊(Westcor)、ザンビアを経由して南アへ行く中央回廊、さらにエジプトへの送電また西アフリカを経由して欧州まで送電する構想があるが、送電線も強大なものとなるため、そのスタディーが資金の調達から進展していない。</p> <p>今回の南アの電力危機により、今後 20 年間で発電容量 40,000MW の追加電源が必要との計画を受けて、これまでの夢構想から実現化へと動き出している雰囲気、AfDB 本部訪問時に感じとれた。ヒアリングによるインガ 3 とグランインガフェーズ 1 の事業費は共に 70 億ドルと試算されており、より発電電力が大きいグランインガの開発を先行する気運であった。また、西側回廊が通過する 5 ヶ国の出資により設立された WestcorCompany LTD は、西部回廊送電線実現に向けて Advisory Services の入札を実施中である。</p> <p>巨大水力発電の電気を、直流送電線で遠隔の需要地に送る構想は、電力不足を解消する手段として注目されており、プロジェクトが巨大なだけに、今後の動向が注目されるが、本邦も何らかの形でプロジェクトに関与していくことが望まれる。</p>
3	裨益効果	<p>コンゴ河の莫大な水力資源をフルに活用することにより、現在の南アの総発電容量を上回る電力が 1 水系で可能であり、南部アフリカのみならず、東部アフリカ、西アフリカ諸国への送電も可能とする巨大プロジェクトである。</p>
4.	阻害要因	<p>巨大なプロジェクトだけに環境、技術、資金面の問題を含め、解決しなくてはならない課題は多くあると思われるが、まず送電線計画を含めた F/S を実施する必要がある。</p>



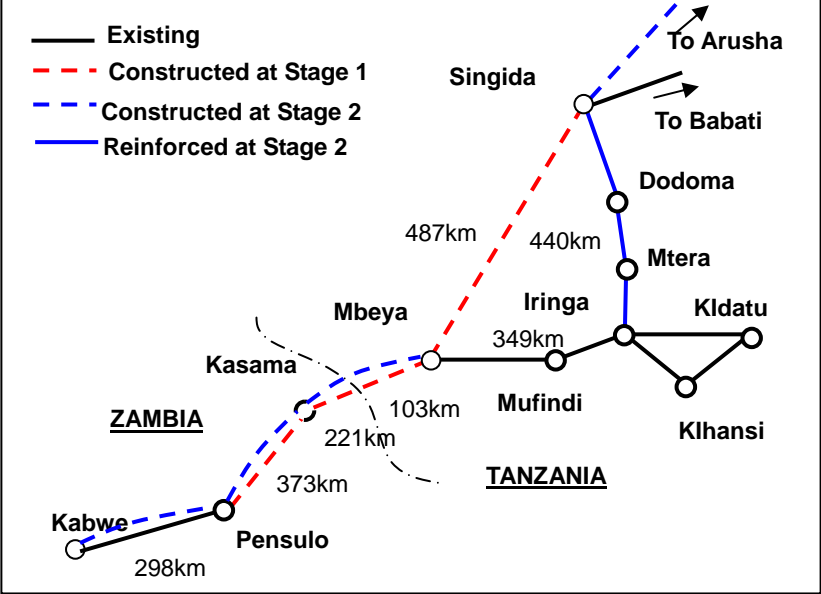
出典：African Energy (Issue 129 Dec.21,2007)

図 コンゴ民主共和国の電源開発と連系送電線

## プロジェクトシート 4

	項目	内容
1.	案件名	アヤゴ水力発電所 (新設)の F/S 調査 ウガンダ共和国
2.	概要	<p>ウガンダは、ケニアの西方ビクトリア湖に面した、面積 24 万 km<sup>2</sup> 人口 250 万人の国で、肥沃な土壌、安定した雨量、銅、コバルトなど豊富な天然資源に恵まれた国である。</p> <p>電力セクターでは、国営ウガンダ電力公社 (UEB) が 1948 年に設立され、以後国内の電力供給を独占的に行ってきた。電力供給の 95% 以上を水力発電が占めており水力発電設備容量は 380MW である。2007 年はビクトリア湖水不足により、この年の水力を含む総電力供給は 270MW にまで低下したため、最大需要 365MW をカバーできず計画停電が実施された。</p> <p>主要な発電所は、1950 年代に建設されたオーウェンフォールズ水力発電所で、世界最大級の総貯水量 (2 兆 7 千億 m<sup>3</sup>) を持つ重力式コンクリートダムを有している。オーウェンフォールズは、2005 年に増設され初期発電容量 150MW が 200MW に増強された。</p> <p>ナイル川の上流域を有するウガンダの水力の潜在的開発可能容量は 2,000MW 以上と推定されており、2002 年にはブジャガリ水力発電所 (250MW) の建設が世界銀行の支援により開始された。しかし、環境問題などにより建設が遅れ、現在 2011 年運開の予定で建設が進められている。</p> <p>ウガンダの電力供給は、その大半を水力に依存しているため、湯水などによる影響を受けやすく不安定であることに加え、ブジャガリ水力発電の遅延により、深刻な電力の供給制限を招いている。一方で、電力需要は今後年 8.5% と高い水準で伸びることが予測されている。このような状況から、新規電源開発と送配電線網の拡充が緊急課題となっている。</p> <p>アヤゴ水力発電は、流れ込み式による 538MW の発電容量を持つ計画である。ナイル川とアヤゴ川の合流地点に位置し、カンバラ、エンデベの都市部に加え、北部、中部、西部地域への電源供給として期待されている。F/S 調査が 1984 年に行われ、1997 年には見直しがカナダの支援により実施されている。計画はアヤゴ北とアヤゴ南の 2 つの計画が策定されている。主な諸元は以下である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アヤゴ北：総出力 304MW 年間発電電力量 2,624GWh 事業費 US\$557mil.</li> <li>・ アヤゴ南：総出力 234MW 年間発電電力量 2,050GWh 事業費 US\$437mil.</li> </ul> <p>ウガンダ政府は、わが国にアヤゴ水力の F/S 追加調査支援を要請し、2008 年 3 月に東アフリカ地域電力分野プロジェクト形成調査が行われた。本計画は、実施計画が策定済のカルマ水力発電計画 (200MW) と併せた一体の案件として、関連送電線を含めた F/S 調査を実施することが望ましく、また、ウガンダ国内のみではなく EAPP 諸国との電力融通を視野に入れた調査が求められる。</p>
3.	裨益効果	ウガンダの経済成長を通じた貧困削減施策として電源開発の重要性が高まっている。また、東アフリカの域内協力の観点から、ウガンダの豊富な水力発電電力を電力融通で有効に活用していくことは有益である。
4.	阻害要因	アヤゴ水力発電の開発予定地は、国立公園内に位置しており特段の環境配慮が求められる。

プロジェクトシート 5

	項目	内容
1.	案件名	ザンビア - タンザニア連系線 (ザンビア - タンザニア - ケニア連系線 Stage1)
2.	概要	<p>ザンビア - タンザニア - ケニア連系線プロジェクトは2つのStageに別れる。概要を図に示す。</p>  <p>The map shows the project route across the border between Zambia and Tanzania. Key locations include Kabwe, Pensulo, Kasama, Mbeya, Singida, Dodoma, Mtera, Iringa, Kldatu, Mufindi, and Kihansi. Distances between stations are marked: Kabwe to Pensulo (298km), Pensulo to Kasama (373km), Kasama to Mbeya (221km), Mbeya to Singida (487km), Singida to Dodoma (440km), Dodoma to Mtera, Mtera to Iringa, Iringa to Kldatu (349km), and Iringa to Mufindi (103km). A legend indicates: Existing (solid black line), Constructed at Stage 1 (dashed red line), Constructed at Stage 2 (dashed blue line), and Reinforced at Stage 2 (solid blue line). Arrows point towards Arusha and Babati from Singida.</p> <p>このうち、本プロジェクトは、Stage1 の Pensulo-国境 - Mbeya - Singida 間を建設するものである。          なお、Stage2 は、およそその6年後に実施予定          調査レポートとしては、ザンビアの OPPPI が実施した次のものがある。          Zambia-Tanzania-Kenya Interconnector and Reinforcement of the Tanzania Transmission System, Phase 1, Main Report, Feb 2004</p> <p>建設費 (Stage1、本プロジェクト分)          ザンビア : 150.8 million USD          タンザニア : 154.34 million USD</p>
3.	裨益効果	<p>ザンビアの水力発電力をタンザニアへの電力供給に活用できる。また、ザンビア北部に 330kV 変電所を新設することでザンビア北部の電化へ寄与することができる。          ザンビアおよびタンザニアの水力の活用拡大量を経済換算すると、約 404.6 million USD</p>
4.	阻害要因	<p>SAPP や関係諸国の間で常に最優先となっているプロジェクトの一つであるが、一部環境影響評価が未実施であるとの資料があり、また、本プロジェクト線のザンビア側の近傍の 200MW 以上の水力発電所の構想浮上や、現在計画中の Kafue Gorge Lower や Kariba North 水力発電所との整合など、資金調達の確定前に、再度、FS に向けた詳細調査が必要。</p>

## プロジェクトシート 6

	項目	内容
1.	案件名	エチオピア ケニア 連系送電線
2.	概要	<p>エチオピアは非資源国ではあるが、多くの水力発電プロジェクトを実施中であり、地方電化を含む国内の需要増加を考慮しても、発電能力に余裕が出来る。また、2005 年における総発電量の 98% は安価な水力によって発電されており、ケニア、スーダン、ジブチ、ソマリア等の火力発電が主体となっている隣国への電力輸出に照準を合わせている。この余剰電力を隣国へ送電するために、以下の送電線プロジェクトの実施が急がれる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ethiopia Sudan 230kV, 2-cct, 300km, 200MW</li> <li>2. Ethiopia Djibouti, 230kV, 1-cct, 100MW</li> <li>3. Ethiopia Kenya, 400kV AC, 500kV DC, 1,200km, 600MW</li> <li>4. Ethiopia Somalia, 230kV, 50MW</li> </ol> <p>Ethiopian Power System Expansion Master Plan Update, May 2006 によると上記、3 Project の早期実施が推奨されており、その中で Ethiopia Sudan 連系送電線は現在工事中であり、Ethiopia Djibouti 連系送電線も、着工を控えている。Ethiopia Kenya 連系送電線に関しては、現在工事中の Gibe-III 水力発電所の完工(完工予定 2011 年)に照準を合わせて建設を模索しているが、現在 KfW の支援による調査を実施中であり、その調査は 2008 年末の完了を予定している。</p> <p>建設費用 : million 533 US\$ (Report of the Meeting : EAC, 3<sup>rd</sup> Meeting of the Standing Committee on the Implementation of the East African Power Master Plan による)</p>
3.	裨益効果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ケニアは現在 Load Shedding を実施しており、経済成長に伴う電力需要に対応できることになる。</li> <li>2. 計画中の Tanzania Kenya 連系送電線と協調して、タンザニアへの電力輸出が可能となる。タンザニアの現状 (タンザニアの 2001 年における総発電量の 97% は、水力発電によって供給されていたが、気候変動に伴う降水量の減少により、2005 年にはガスタービン発電設備の建設も要因となって、水力による供給比率は約 50% となった。そのために、TANESCO は、電力不足に見舞われ Load shedding を余儀なくされ、現在はさらなる電力不足を回避すべく、緊急電源開発計画を実施中である。)</li> <li>3. 電力輸出によるエチオピアの経済発展のみならず、ケニア、タンザニアの経済発展に寄与できる。</li> </ol>
4.	障害要因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 送電線巨長が約 1,200km と長く、その費用も約 US\$533million と想定されており (EAC, 3<sup>rd</sup> Meeting of the Standing Committee) 資金調達。</li> <li>2. EAPP における最初の直流連系送電線となるため、直流変換設備運用のためのトレーニングが必要。</li> </ol>



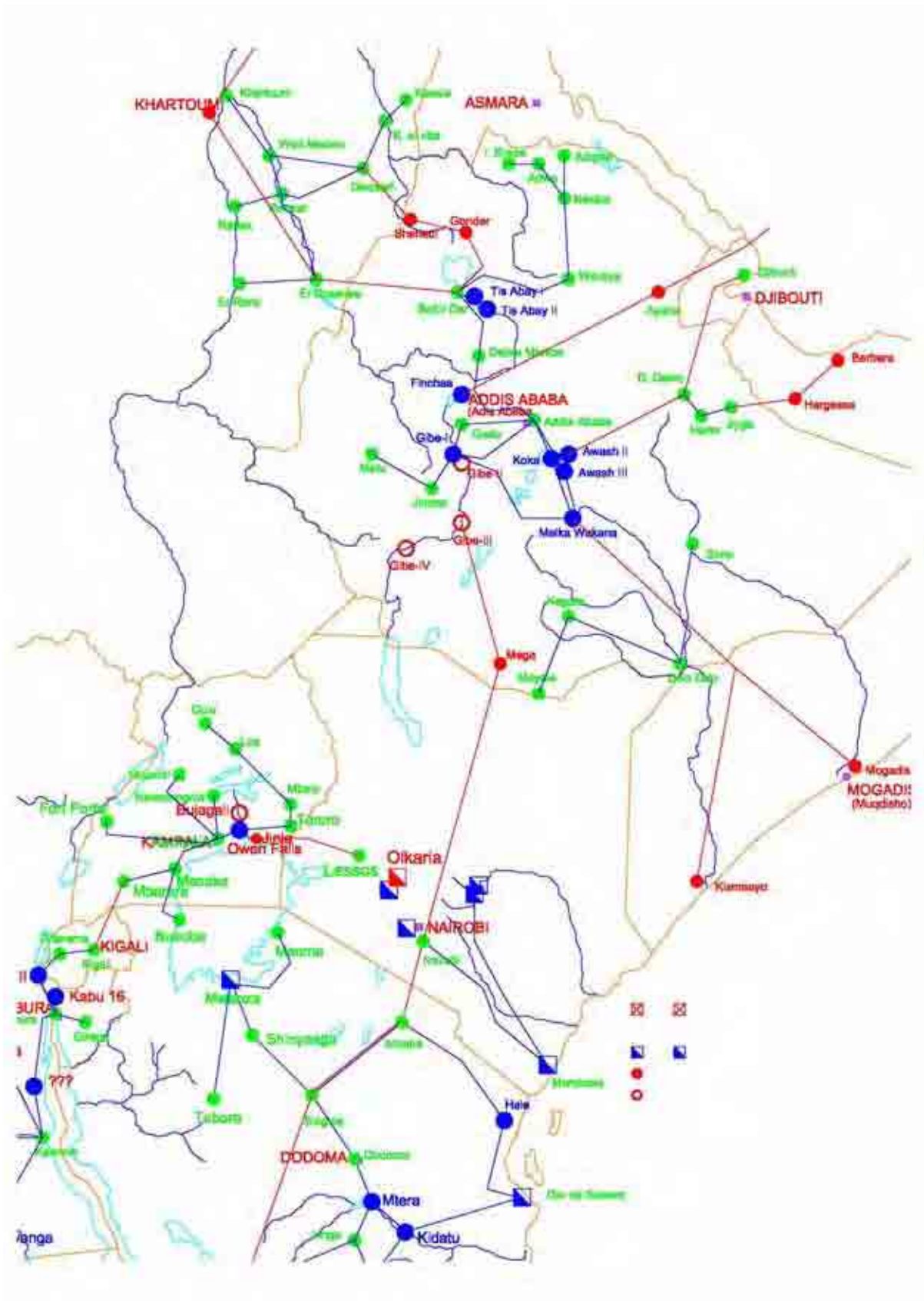


図 エチオピア ケニア連系送電線



## プロジェクトシート 7

	項目	内容
1.	案件名	コンゴ民主共和国-ザンビア連系送電線への技術支援及び水力開発調査の実施
2.	概要	<p>JICA は、2006 年-2007 年にザンビア国地方電化マスタープランを実施した。また、2008 年には電力開発マスタープランを行い、最適電源開発計画、送電システム開発計画、国際電力融通計画の電力開発マスタープランの策定を行う予定である。</p> <p>ZESCO は不足する電力対策として、1) Short term は既存電源と送電線の改修、2) Medium term は自国と隣国送電線の補強、3) Long term はザンベジ河沿いと北部の既存水力の増設と新規水力開発を考えている。</p> <p>ザンビア国の隣国を含む送電線の補強と新設は以下の通りである。</p> <p>1) SAPP 電力融通</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ェンビ-クマライ連系送電線</li> <li>• ザンビア-タンザニア連系送電線</li> <li>• 南部アフリカ西部回廊（コンゴ民主共和国-アンゴラ-ナミビア-南アフリカ）送電線</li> </ul> <p>2) 既存連系線の補強</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• コンゴ民主共和国-ザンビア連系送電線の増強</li> <li>• コンゴ民主共和国、ザンビア、ジンバブエ、南アフリカ送電線</li> </ul> <p>この中で、コンゴ民主共和国(DRC)の既存インガ水力発電所(Inga 1:351MW、Inga2:1,424MW)の電力を効率よく送電するため、現在ボトルネックとなっている DRC とザンビア間の 220kV 送電線を増強する DRC-ザンビア間の 330kV 送電線の増強が急務である。既にザンビア国内は 50km を残し建設され、DRC 国内が世銀の資金がついたものの未着手である。</p> <p>一方、包蔵水力が豊富なザンビアでは、ザンベジ河に技術的開発可能水力は 6,000MW あると推定されている。ザンベジ河沿い既存 3 箇所の水力発電所に追加し、4,300MW の水力発電所の開発が可能である。ZESCO は、ザンベジ河の既存水力の増設と新規電源開発、北東部の水力開発を電源開発候補として考えている。電源開発計画は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kafue George Lower 水力(750MW)、Itezhi Tezhi 水力(120MW)、Kariba North Bank 水力増設(360MW)、Batoka Gorge 水力(1,600MW)、Mputa Gorge 水力(640MW)、Devils Gorge 水力(1,600MW)、Victoria Falls 水力増設(90MW)、Kabompo Gorge 水力(34MW)、Kalungwishu 水力(218MW)、Mumbotuta Falls 水力(301MW)、Mambilima Falls 水力(124MW、202MW)</li> </ul> <p>ザンビアのザンベジ河沿いと北部地域に賦存する水力発電計画を調査し、開発可能な案件の F/S を実施する必要がある。</p> <p>JICA 電力開発マスタープランの調査の結果を待ち、次のステップとして連系送電線への技術支援と電源開発案件の調査をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• コンゴ民主共和国-ザンビア連系送電線の補強への技術援助</li> <li>• ザンベジ河の既存水力発電の増強と新規水力発電、ザンビア北部に計画されている新規水力発電の F/S 実施</li> </ul>
3.	裨益効果	<p>コンゴ民主共和国-ザンビア連系送電線補強への技術援助は、既存インガ水力発電所の電力を効率良くザンビア国内に送電しザンビアの電化に貢献する。</p> <p>またザンベジ河と北東部水力開発は、ザンビア国内の需要地に送電することができ電化に大きく貢献する。またナミビア国境近傍に位置するため、ナミビアへの電力融通を行うことが可能となりナミビア北東部の電化に寄与する。</p>
4.	障害要因	<p>連系送電線補強のため、送電線に沿う土地補償の問題が発生する可能性がある。また新規電源開発の中に、ダム式発電所がある場合もあり環境への影響の可能性もある。</p>

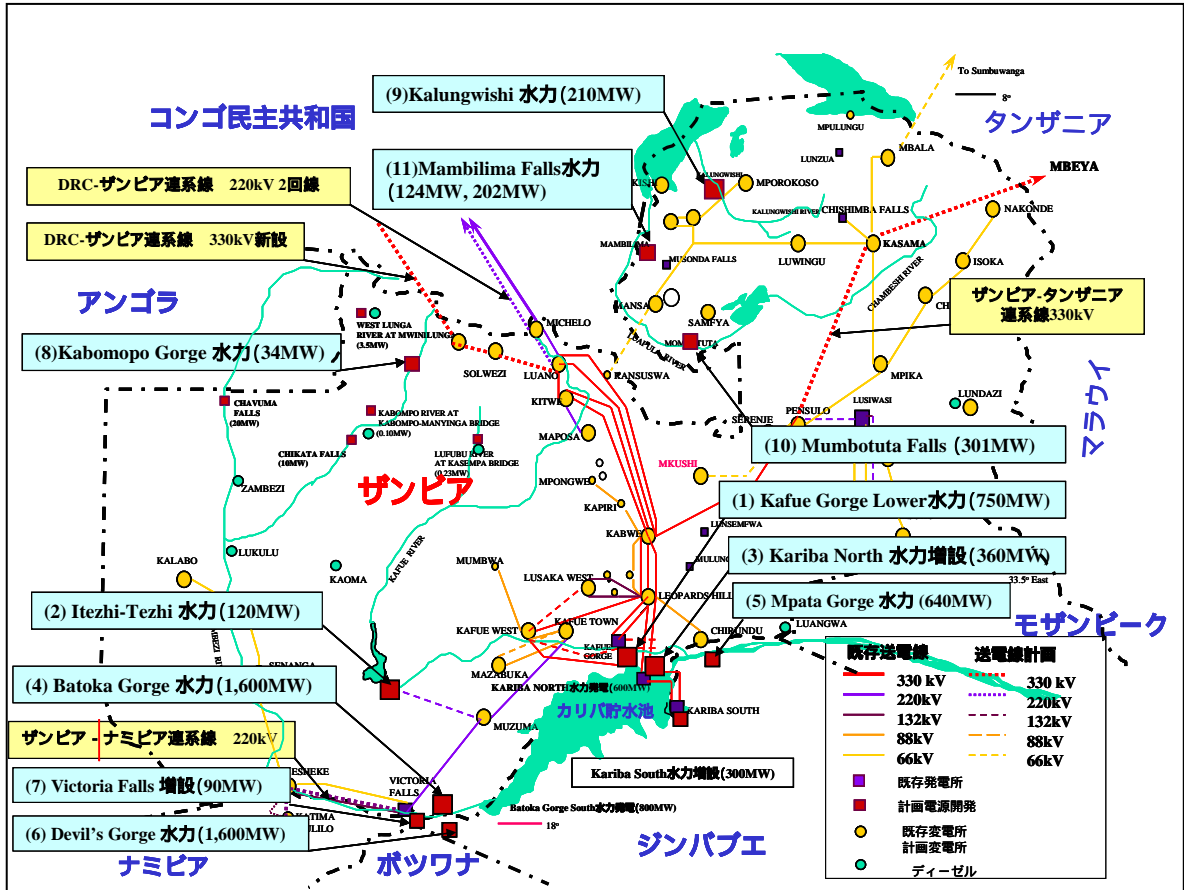
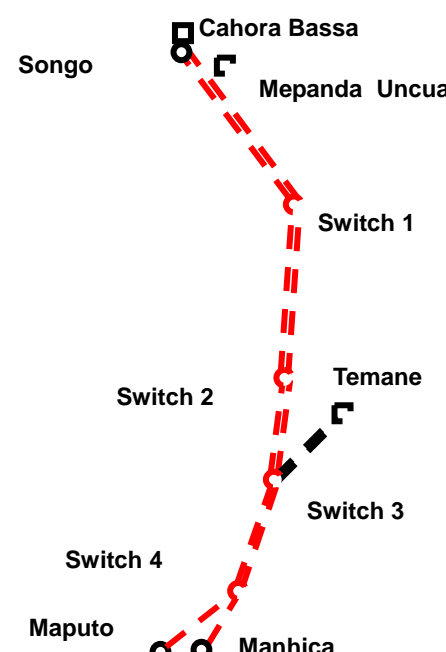


図 ザンビアの連系送電線と電源開発案件位置図

プロジェクトシート 8

	項目	内容
1.	案件名	モザンビーク北部 - 南部間国内基幹送電線
2.	概要	<p>モザンビークでは、北部の Mupanda Uncua 水力発電所 (1,300MW)、Cahora Bassa 北岸発電所増設 (850MW)、中南部の Temane CCGT (750MW) などの開発が予定されており、これらの電力を効率的に送電する Backbone の送電線 (AC2 回線 1,600m) の建設が急務である。またモザンビークの電化率は現在 10%程度であるが、この送電線により配電網が整備され各地域の電化が進捗することが期待される。さらに、SAPP 大では、将来、この送電線が、域内北部の他国の電源を、南アフリカに送電する役割を持つことが期待される。</p>  <p>世銀資金による、EdM をカウンターパートとした Least Cost Study が 2008 年 5 月に終了予定 その後、同資金にてモザンビーク・エネルギー省をカウンターパートとした Commercial Structure の調査を実施予定</p>
3.	裨益効果	モザンビーク北部中央部の電力を、ロードセンターであるマプトを含む南部地域に送電するものであり、電力供給力の増強及び電化率の向上に貢献する。
4.	阻害要因	複数の民間発電事業者や、EDM など、意向が関係する送電線であり、カスケード状に開発される電源の容量、国内の Backbone 送電線として、国内への供給をどのように実現していくか、南部アフリカ域内電力融通など、将来を見据えた規模 (容量) の決定、および資金調達先の構成など、検討すべき多くのことが残されている。

## プロジェクトシート 9

	項目	内容
1.	案件名	東部アフリカパワープールマスタープラン (M/P) の策定
2.	概要	<p>東部アフリカパワープール(EAPP)は東南部アフリカ共同市場(COMESA)及びナイル河流域先導会議(NBI)加盟9カ国による政府間覚書を2005年5月に締結することによりスタートした。事務局はアディスアベバに設立された。機能はスタートしたばかりであり基本的な運営規則などの作成段階であり、組織的にも未だ準備段階の域を脱していない。</p> <p>EAPPの機能強化のため、東アフリカ共同体(EAC)の大臣協議会において、東アフリカ電力マスタープラン(EAPMP)が2005年世銀の資金により実施された。しかしEAPMPはウガンダ、ケニア、タンザニアの3カ国を対象にしたプランで、EAPP加盟国全体を包括する内容となっていない。従い内容は3カ国を連系する系統が推奨されているに止められているが、新規に加盟したルワンダ、ブルンジへの系統連系のスタディの必要性が求められている。</p> <p>一方、東部ナイル地域の開発(エチオピア、スーダン、エジプトの3カ国が対象)を担当するEastern Nile Technical Regional Office(ENTRO:アディスアベバに事務局)は、AfDBの資金により、3カ国にまたがる電力開発のプログラムスタディを実施中である。スタディはフェーズ分けされ、フェーズ1は2007年に終了し、現在フェーズ2として3カ国にまたがる連系系統としてフェーズ1で推奨された発電サイトと連系送電線のF/Sが行われている。エチオピアに位置する青ナイルの水力発電サイトからエジプトのカイロ近郊までの約2,000kmの送電線が計画されている。F/Sは今年の9月完了を予定している。</p> <p>このように、EAPPの加盟国の電力開発を部分的に検討するスタディが行われているが、既存及びENTRO実施中のスタディーを踏まえた、ブルンジ、ルワンダを含む加盟国全体をを包括するマスタープランの策定が急がれている。また、DRCのインガ及びSAPPとの連系もスタディに含むことが必然的に求められるため広範囲なスタディが要求される。</p>
3.	裨益効果	包括したスタディを行うことにより、各国の電力開発計画の整合性をとり効率的な開発が促進できるよう域内協力の方向性を示すガイドライン的存在となる。SAPPとの連系は、時間差によるピーク電力の対応が可能となり電力コストの低減につながる。
4.	阻害要因	EAPP加盟国9カ国を包括するマスタープランだが、DRCインガとの連系またパワープール間の連系となるためSAPPとの連系など広範囲なスタディとなる。

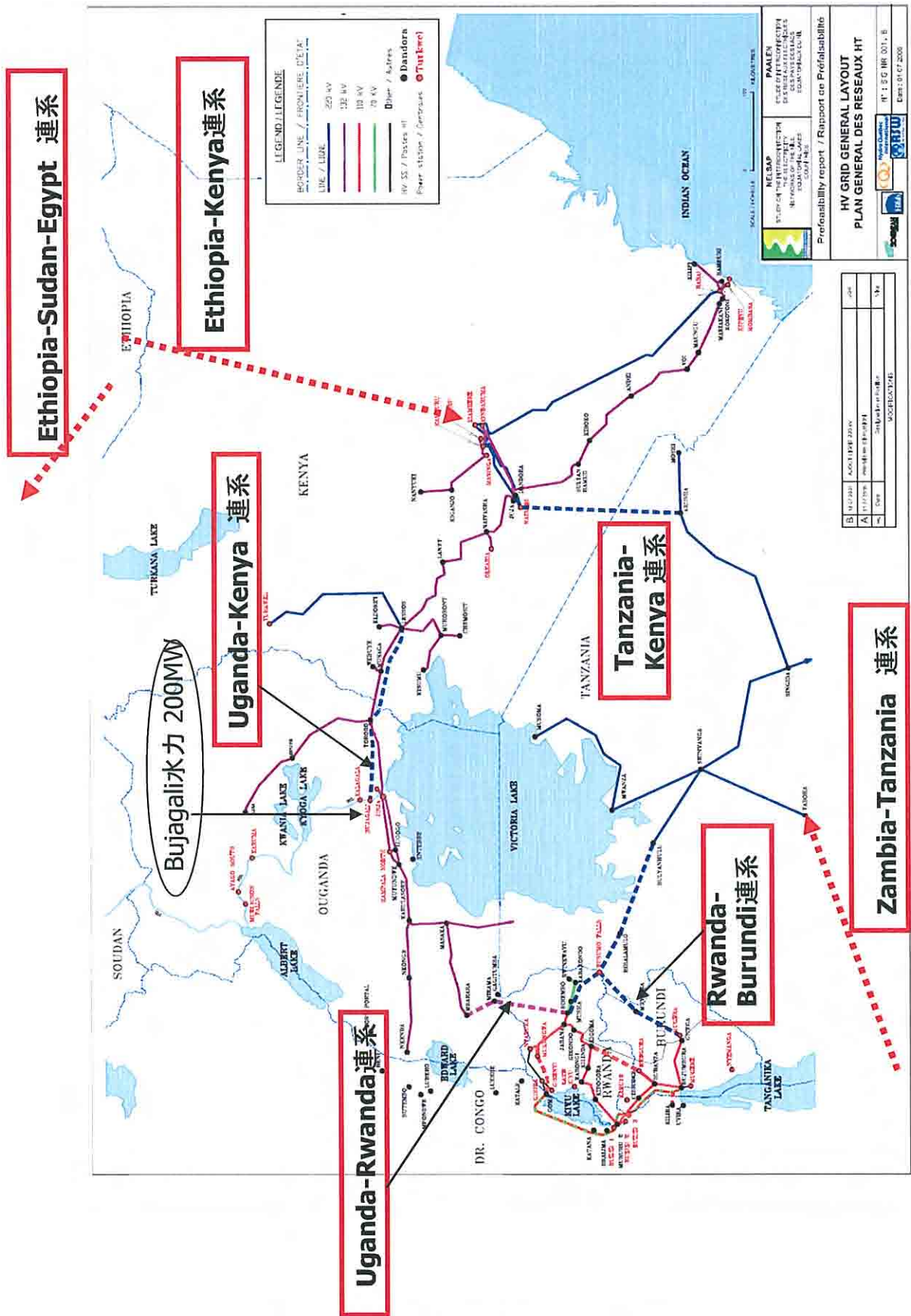


図 EAPP 域内及び域間連系送電線

## プロジェクトシート 10

	項目	内容
1.	案件名	タンザニア ケニア連系送電線（ザンビア タンザニア ケニア 連系送電線 Stage II）
2.	概要	<p>EAC Mr. Peter N. kinuthia によると、本計画に関する調査は、2002年11月に完了し、現在はドナーを探している状況である。送電電圧は330kVにて検討をしているようであるが、Scot Wilson Piesold によって作成された報告書（Zambia Tanzania Kenya Interconnector and Reinforcement of the Tanzania Transmission System, February, 2004）との関連は確認できていない。</p> <p>また、Scot Wilson Piesold の作成した報告書においては、Arusha Nairobi間の建設コストは記載されていない。本送電線は、ザンビア タンザニア ケニア 連系送電線の一部となるために、ザンビア タンザニア連系送電線と協調した設計にすることが必要となる。</p> <p>本計画において、送電容量を400MWと想定すると、別途以下の費用が必要となる。（Scot Wilson Piesold によって作成された報告書：Zambia Tanzania Kenya Interconnector and Reinforcement of the Tanzania Transmission System, February, 2004 による。）</p> <p>建設費（Stage-II）</p> <p>ザンビア：127.4 million US\$</p> <p>タンザニア：156.43 million US\$（Arusha 迄の建設費, Arusha – ケニア国境までの費用は含まれていない。）</p> <p>ケニア：建設費用不明</p>
3.	裨益効果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SAPP と EAPP が連系され、相互の電力融通が可能となる。</li> <li>2. ザンビアの安価な電力をタンザニア、ケニアへ供給出来る。ザンビアから、ケニアへの電力輸入が可能となり、ケニアにおける発電設備への投資が抑制でき、SAPP, EAPP 域内での設備を有効利用できる。</li> <li>3. また、SAPP 域内の緊急時に、EAPP 域内よりバックアップが可能となり、系統の安定に寄与出来る。</li> </ol> <p>ザンビア、タンザニア国境周辺地域の電化を推進出来る。</p>
4.	阻害要因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本送電線を Zambia – Tanzania – Kenya 連系送電線の一部と考えると、南アの電力不足が解消するまで、ザンビアからの電力輸入は期待出来ない。</li> <li>2. 本送電線が十分に機能するためには、ザンビア – タンザニア 連系送電線およびエチオピア – ケニア連系送電線が建設される必要がある。</li> <li>3. タンザニア国内において、330kV 送電線の建設が必要である。</li> </ol>





図 ザンビア タンザニア ケニア連系送電線ルート

## プロジェクトシート 11

	項目	内容
1.	案件名	南アフリカにおける省エネルギー・気候変動対策技術支援
2.	概要	<p>背景及び目的:</p> <p>2007 年後半より電力危機に見舞われている南アにおいて、省エネルギー (Energy Conservation) に対する意識が高まりつつある。気候変動対策に係る地球規模の関心も先鋭化しつつあるなかで、今次電力危機を省エネ普及・地球環境対策実施への好機と捉え、南アの電力関係機関・企業に対する無償・技術協力・円借款を組み合わせた総合的な気候変動・省エネ対策プログラムの実施を目指すもの。</p> <p>案件の具体的コンポーネント:</p> <p>別紙表に示した「温室効果ガス削減対策・省エネ技術」のメニューから、南ア電力セクターのニーズに見合う技術の洗い出し(「気候変動・省エネ対策案件プレ発掘調査」(仮称)の実施)</p> <p>上記 でリストアップした各技術の活用を前提とした、具体的な「気候変動・省エネ案件(無償・技術協力・円借款)の発掘・F/S 調査の実施</p> <p>各案件の包括的な実施(プログラムアプローチによる)</p> <p><u>想定される具体的な案件</u></p> <p>(a) 地方配電会社向け環境・気候変動対策ツーステップローン(円借款 / 環境対策技術装置の購入支援、技術指導、関連インフラの整備、環境対策のために必要な設備投資資金を低利で融資する等 / DBSA を通じて実施)</p> <p>(b) 低効率な石炭火力発電所を対象とした省エネ技術移転プロジェクト(技プロ / 省エネマニュアル作成、エネルギー診断、発電所運営指導など、カウンターパートは Eskom 等)</p> <p>(c) CDM (Clean Development Mechanism) の手続き関連の研修実施(技術協力 / 第三国・本邦実施を含む)</p> <p>(d) 電力政府機関・電力事業会社・地方配電会社職員および消費者を対象とした「地球環境対策・省エネ対策キャンペーン」の実施(無償)</p>
3.	裨益効果	<p>(a) 南アフリカ電力業界の省エネルギーへの貢献</p> <p>(b) 関連ステークホルダーの地球環境・省エネに対する意識の向上</p> <p>(c) わが国の環境先進技術を必要とする中進国に対するパイロット支援としての位置づけ</p> <p>(d) 環境先進技術の活用により、効率的な温暖化対策の実施に資する</p> <p>(e) わが国の環境先進技術のアフリカ地域における普及促進、ひいては右技術のアフリカ地域におけるグローバルスタンダード化</p>
4.	阻害要因	<p>(a) 省エネルギー・気候変動対策に対する南アフリカ側カウンターパートの認識不足に伴う案件実施の遅延、スコープダウン等</p> <p>(b) わが国企業の一部は、最先端技術を対象とした技術協りに消極的な場合がある</p> <p>(c) 南アの電力危機が(万が一)短期に解消された場合は、省エネに対するニーズが消滅</p>



表 温室効果ガス削減対策・省エネ技術の一覧

エネルギー転換部門	電力供給	火力発電所の効率向上
		火力発電の燃料転換
		非炭素電源の利用(新エネルギー等を除く)
		新エネルギー等の利用
		送配電ロスの削減
その他		
都市ガス製造・供給	低炭素原料への転換	
	転換効率の向上	
	石油精製	
	精製効率の向上	
	熱供給	
未利用熱エネルギーの利用		
一次生産	炭田ガス対策	
電力需要	電力負荷平準化	
産業部門	エネルギー多消費業種における省エネルギーの推進	鉄鋼業における対策
		セメント製造業における対策
		紙・パルプ業における対策
		石油化学工業における対策
		自家発電施設の高効率化、自然エネルギー導入、小型分散電源、燃料転換
エネルギー供給	熱管理	
生産工程における省エネルギー	電力管理	
資源循環	新素材の利用	
	資源の有効利用	
	生産システムのグリーン化	
	業界間でのエネルギー融通	
輸送部門	個別輸送機器のエネルギー消費効率の向上	自動車:燃費の向上
		自動車:低公害車の導入
		鉄道:省エネルギー型車両の導入
		船舶:エネルギー効率向上
		航空機:エネルギー効率向上
物流の効率化	モーダルシフトの推進	
	トラックの積載率の向上	
	物流の情報化	
	自転車の利用促進、電車、バスの利用促進	
	都市内公共交通機関の整備	
公共交通機関の利用	ITS(高度道路交通システム)の推進	
	交通需要マネジメント(TDM)	
	エコドライブの推進	
	自動車利用習慣	
	交通需要の低減・平準化	
交通対策の推進	自動車の選択	
	冷暖房	
	暖房・給湯	
	給湯・厨房	
	その他電力	
民生部門	家庭用	照明
		建物内エネルギー供給システム
		空調用
		その他動力
		照明
業務用	建物内エネルギー供給システム	
	家畜の消化管内発酵	
	家畜の糞尿処理	
	稲作	
	施肥	
生物資源等部門	農業	焼却
		埋立
		下水処理
		焼却
		木質バイオマスのエネルギー利用
廃棄物	他材料(建築資材等)の木材による代替	
	都市緑化・屋上緑化	
	木材の耐久的利用(木造住宅の長寿命化、木製品のリサイクル等)	
	土地利用、土地利用変化及び林業	

出所：中央環境審議会 地球環境部会「目標達成シナリオ小委員会」中間取りまとめ 参考資料 1-3

## プロジェクトシート 12

	項目	内容
1.	案件名	既存発電所運転状況総点検
2.	概要	<p>電力セクターの課題として、発電設備容量に対する可能発電電力（有効電力）の低下が挙げられる。SAPP の発電設備容量に対する可能発電容量(有効電力)は 83.6%であり、設備容量の 16.4%にあたる 9,300MW の電力が失われている計算になる。</p> <p>有効電力が低下する理由として、電源に使われる一次エネルギーの供給の問題が挙げられる。水力発電の例では、渇水により水量が低下し定格運転が出来ず出力が低下する場合である。一方で、域内の発電設備は、20 数年前に建設された発電所であり、機器の損傷、劣化による発電効率の低下も、その一因と考えられる。</p> <p>また、水力発電所ではダム堆砂により使用水量が減少し、発電能力が低下していることも考えられる。一方、石炭火力は燃料である石炭の質に左右され、今回の電力危機の一因として、湿気を帯びた石炭を燃焼したため発電設備に過度の負荷が掛かり冷却パイプの損傷により、予期せぬ停止を強いられたと報告されている。燃料の質に見合った設備対応及び大気汚染など環境影響の対策が石炭火力には求められる。</p> <p>域内の火力・水力発電所の運転状況を調査する総点検を実施し、発電能力を改善する対応策を提案することは電力供給の強化に繋がるものである。</p>
3.	裨益効果	<p>総点検を実施することにより発電電力低下の原因を明らかにし、設備の修復・更新または土木設備の改修を行うことにより、発電効率を上げることが基より、運用維持管理上の課題も浮き彫りにすることが出来る為、維持管理システムの改善が期待できる。</p>
4.	阻害要因	<p>運転記録、事故記録などが運転状況を把握するために重要な資料となるが、保管状況により満足に収集できないことが想定される。</p>

## プロジェクトシート 13

	項目	内容																																																																			
1.	案件名	送配電ロス低減																																																																			
2.	概要	<p>開発途上国においては、大きな送配電ロスが問題となるケースが多い。送配電ロスは Technical loss と Non-technical loss に分類できるが、その要因として以下が挙げられる。</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 小サイズ電線による長距離配電</li> <li>b. 電線接続に際しての不適切な接続方法</li> <li>c. 電力量計経年劣化（誘導型電力量計の場合）</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>Non-technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 盗電</li> <li>b. 電力料金システムの不備</li> <li>c. 計量メーターの経年劣化</li> </ul> </td> </tr> </table> <p>従って、送配電ロスを低減するためには、まずロスの発生源を特定することが必要である。SAPP 加盟国の送配電ロスの傾向を下表に示すが、タンザニア、マラウイ、スワジランド、アンゴラが 15%以上の高い値となっている。また、調査団が訪問した国では、エチオピアのロスが多く 28%と報告されており、ロス低減へ向けた取組みが急務となっている。</p> <p>これらの送配電ロスが多い国を対象として、ロス低減をモデルケースとした地域的な実証試験を行い、電力料金徴収システムと合わせてロス低減への改善策が全国規模へと波及していくような支援が必要である。</p> <div style="text-align: center;"> <p>送配電損失カーブ</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <caption>送配電損失カーブのデータ (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>国</th> <th>2004 (%)</th> <th>2005 (%)</th> <th>2006 (%)</th> <th>2007 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Angola</td><td>26.0</td><td>25.0</td><td>25.0</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>Botswana</td><td>20.0</td><td>20.0</td><td>20.0</td><td>19.0</td></tr> <tr><td>DRC</td><td>5.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>Lesotho</td><td>20.0</td><td>22.0</td><td>20.0</td><td>13.0</td></tr> <tr><td>Malawi</td><td>19.0</td><td>19.0</td><td>19.0</td><td>19.0</td></tr> <tr><td>Mozambique</td><td>20.0</td><td>20.0</td><td>20.0</td><td>19.0</td></tr> <tr><td>Namibia</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>S.A.</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td><td>8.0</td></tr> <tr><td>Swaziland</td><td>16.0</td><td>16.0</td><td>16.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>Tanzania</td><td>22.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>Zambia</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>Zimbabwe</td><td>12.0</td><td>14.0</td><td>12.0</td><td>4.0</td></tr> </tbody> </table> </div>	<p>Technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 小サイズ電線による長距離配電</li> <li>b. 電線接続に際しての不適切な接続方法</li> <li>c. 電力量計経年劣化（誘導型電力量計の場合）</li> </ul>	<p>Non-technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 盗電</li> <li>b. 電力料金システムの不備</li> <li>c. 計量メーターの経年劣化</li> </ul>	国	2004 (%)	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	Angola	26.0	25.0	25.0	24.0	Botswana	20.0	20.0	20.0	19.0	DRC	5.0	6.0	6.0	6.0	Lesotho	20.0	22.0	20.0	13.0	Malawi	19.0	19.0	19.0	19.0	Mozambique	20.0	20.0	20.0	19.0	Namibia	8.0	8.0	8.0	8.0	S.A.	8.0	8.0	8.0	8.0	Swaziland	16.0	16.0	16.0	16.0	Tanzania	22.0	24.0	24.0	24.0	Zambia	3.0	3.0	3.0	3.0	Zimbabwe	12.0	14.0	12.0	4.0
<p>Technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 小サイズ電線による長距離配電</li> <li>b. 電線接続に際しての不適切な接続方法</li> <li>c. 電力量計経年劣化（誘導型電力量計の場合）</li> </ul>	<p>Non-technical loss :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 盗電</li> <li>b. 電力料金システムの不備</li> <li>c. 計量メーターの経年劣化</li> </ul>																																																																				
国	2004 (%)	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)																																																																	
Angola	26.0	25.0	25.0	24.0																																																																	
Botswana	20.0	20.0	20.0	19.0																																																																	
DRC	5.0	6.0	6.0	6.0																																																																	
Lesotho	20.0	22.0	20.0	13.0																																																																	
Malawi	19.0	19.0	19.0	19.0																																																																	
Mozambique	20.0	20.0	20.0	19.0																																																																	
Namibia	8.0	8.0	8.0	8.0																																																																	
S.A.	8.0	8.0	8.0	8.0																																																																	
Swaziland	16.0	16.0	16.0	16.0																																																																	
Tanzania	22.0	24.0	24.0	24.0																																																																	
Zambia	3.0	3.0	3.0	3.0																																																																	
Zimbabwe	12.0	14.0	12.0	4.0																																																																	
3.	裨益効果	送配電ロス低減に伴う料金収入の増加、及び電力会社の収支改善。それに伴い、設備投資予算が確保でき、さらなる設備改善が行われる。																																																																			
4.	阻害要因	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電力会社よりの反発(電力会社の関係者が関与しているケース)</li> <li>2. 電力会社の組織改革の可能性 (料金徴収システムに関して)</li> </ol>																																																																			

## プロジェクトシート 14

	項目	内容
1.	案件名	Kafue Gorge Regional Training Center 拡充への技術支援（ザンビア）
2.	概要	<p>Kafue Gorge Regional Training Center (KGRTC) は、1971 年に Kafue Gorge 水力発電所の建設時に ZESCO の Training Center として設置された。1989-1992 年に Phase 1 の改修と拡張、1993-1995 年にスーデン、ルワンダ、ZWSCO の資金援助により Phase 2 の改修と拡張、1996-1999 年に Phase 3 の拡張を実施している。KGRTC の組織と Training の内容は以下の通りである。</p> <p>1) 組織</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KGRTC の Board は、ZESCO の Chairman と南部・東部アフリカの電力会社 8 社から構成。KGRTC 内の組織は Director の下に、Training Manger、Marketing、Registrar、Account からなる。</li> <li>• Training Manger の 4 名の講師が常勤。Training の必要に応じ契約ベースで雇用。また非常勤講師はパートタイムにより雇用。</li> <li>• KGRTC の運営は、30% を ZESCO、70% を KGRTC の収入より行っている。職員の人件費は、ZESCO により支払われている。</li> </ul> <p>2) トレーニングコース</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KGRTC の Training course は 37 コースからなり、水力発電、システム、送電関係が 80%、その他の技術が 20% である。</li> <li>• 研修期間は 2 から 3 週間である。最長 13 週間である。</li> <li>• 研修費用は、平均 US\$3,000（研修費、3 食の衣食住を含む）である。</li> <li>• 研修生はアフリカ地域 16 ケ国から、年間平均 100 名である。</li> <li>• 研修の最小人数は、3 名で、平均 8-10 名である。</li> <li>• 研修内容は、講義と Model と Simulator を使用した実務研修、現場見学からなる。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>水車・発電機等</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>シミュレーターを使用した発電システムの研修設備</p> </div> </div> <p>KGRTC は、以下の技術支援を日本政府に期待している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 現在の研修設備のキャパシティは、77 名収容である。Trainer の増加により手狭になっており施設の拡張と研修機器の更新が必要である。施設の拡張費用と研修機器の更新に対する資金援助。</li> <li>• 発電所維持管理と効率運用のため、維持管理体制の充実した日本の発電所での講師の実務研修の受講。</li> <li>• 講師の研修能力向上のため、日本で講師の技術研修の受講。</li> </ul>
3.	裨益効果	Kafue Gorge Regional Training Center の研修施設の拡張と機器の更新と講師のトレーニングに技術協力を行うことで、SAPP 域内と EAPP 域内の電力関係者の研修を充実し、各国の電力設備の効率運用とメンテナンス力の養成に寄与する。
4.	阻害要因	スーデン、ルワンダの資金と技術援助が継続してきており、日本が技術支援する場合、これかの役割分担を決め援助する必要がある。

プロジェクトシート 15

	項目	内容
1.	案件名	マネジメント研修 (Eskom 南アフリカ共和国)
2.	概要	<p><b>&lt;現状と課題&gt;</b>            南アの電力危機は、一日 2-3 時間の計画停電及び需要者に対して 10%の消費削減を奨励するなど、社会経済活動に大きな影響を与えている。Eskom の電力の 8 割以上は国内の安価な石炭を使った火力発電であり、10～20 年前は、隣国に輸出できるほどの余剰電力を有していた。しかし、需要予測を上回る電力需要の急速な伸びの一方で、過去 20 数年間新規の電源開発はなく、また石炭火力の老朽化も懸念されるなか、電源開発計画が充分機能しなかった事が、今回の電力危機の一因として挙げられる。これに加えて、技能を持った旧幹部クラスの減少により、設備計画や、運用保守管理の技術継承が有効に行われなかった事も一因であり、Eskom のマネジメント能力の強化が急務となっている。</p> <p>このような状況を受け、Eskom の幹部級職員を日本に招き、日本の電力会社設備を視察、最新の設備の保守・運用管理技術・方法を直に会得してもらう機会を設け、研修を実施することは非常に有益と判断される。Eskom の今後の発電設備計画の概要は下記となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・停止していた石炭火力の復帰、既設の補修</li> <li>・石炭は今後ともベースロードとして主流であり負荷追従性の確保から、揚水発電所の開発。(南アフリカパワープール大での優先プロジェクトの中でも上位の位置付け)</li> <li>・ガスタービンの建設</li> <li>・原子力発電の建設 (2025 年までに 20,000MW)</li> </ul> <p>本研修の設備視察では、上記を踏まえた視察を策定する。</p> <p><b>&lt;研修の概要&gt;</b>            目的：Eskom の幹部クラスを対象とした、日本の電力会社の経営管理および設備運用管理・維持に関する研修を行う。            場所：日本、電力会社            期間：約 2 週間            内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力経営管理の現状と課題</li> <li>・会社概要紹介ほか</li> <li>・火力部門の運営管理</li> <li>・設備視察               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭・ガス火力発電所</li> <li>- 揚水発電所</li> <li>- 原子力発電所</li> <li>- UHV 設備</li> <li>- 電力館</li> </ul> </li> </ul>
3.	裨益効果	Eskom の幹部級のマネジメント能力が向上し、安定で信頼性の高い電力の供給に寄与し、社会的に大きな裨益を生む。
4.	阻害要因	

プロジェクトシート 16

	項目	内容
1.	案件名	域内加盟国の連携強化を企図した政策・制度策定・実行支援
2.	概要	<p>アフリカの電力連携の現状を見ると、SAPP 及び EAPP の連携のための技術的な側面に目を奪われやすい。しかし、実際に連携を強化するためには、各パワー・プール内の国々の電力政策、制度、組織、体制に齟齬があり、これらの諸側面から連携のあり方と方法を準備しておく必要がある。同時に、本調査で扱った現行の南部（SAPP）及び東部（EAPP）のみならず、中央部、西部等との連携を想定しておく必要がある、そのためには技術面のみならず、政策・制度の調和化が必要不可欠である。</p> <p>既述した現状及び問題点を踏まえ、実際に実施すべきプロジェクトは以下の5点である。</p> <p><u>情報共有に資する枠組みの構築</u></p> <p>SAPP 諸国及び EAPP 諸国の電力セクターの政策・制度の共有化を促し、連携に向けた取り組みを円滑化し得るプラットフォーム（データ・ベース）を構築する。</p> <p><u>連携に向けた政策・制度分野の人材の開発及びスキルの向上</u></p> <p>連携を念頭に置いて各国の電力セクターの政策・制度のあり方を構築する人材の育成及びスキルの取得に向けた研修を実施する。</p> <p><u>政策・制度の共通化に向けた改善プロセスへの着手に向けた支援</u></p> <p>連携に向けた政策・制度の共通化プロセスの策定及び手続きの簡素化に向けた支援を実施する。</p> <p><u>政府、規制機関及び電力供給者の機能強化、ネットワーク化・共通化</u></p> <p>域内連携を強化するためには、政府間、規制機関間及び電力供給者間のネットワーク化だけでは不十分であることに鑑み、これら主体の機能強化及び主体間のネットワーク化・共通化を促すための枠組みを構築する。</p> <p><u>国際機関との連携強化</u></p> <p>SAPP 及び EAPP の連携強化を円滑化させるためには、AU や NEPAD といった国際機関との連携強化も不可欠であるとともに、二国間・多国間のドナーを巻き込んだ技術及び資金の移転も必要不可欠であり、これら機関との連携戦略の策定も必要である。</p>
3.	裨益効果	<p>パワー・プール内及びパワー・プール間の連携のあり方及び方法を政策・制度の観点から予め準備することで、連携の円滑化を図り得る。</p>
4.	阻害要因	<p>日本の技術協力が二国間をベースに実施されてきたが、もとよりパワー・プール内及びパワー・プール間の連携の円滑化を企図する本プロジェクトでは、複数国を相手にしたプロジェクトを形成する必要がある。</p>