社会開発協力部報告書

No. 08

ジンバブエ国国鉄電化計画

調査報告書

昭和55年12月

国際協力事業団

No.

ジンバブエ国国鉄電化計画

調査報告書

昭和55年12月

国際協力事業団

ま　え　が　き

ジンバブエ共和国は、7年間にわたるローデシア内戦に終止符をうち、本年4月18日独立を達成し、その後国土の基盤整備と民生安定に力をそそいでいる。

石油を産出しない同国にとってエネルギー問題は非常に重大であり、脱石油化は国家的政策となっている。同国国鉄は現在3,374kmを有しているが、その全てをディーゼル機関車と蒸気機関車により運転している。しかし同国のエネルギー事情から豊富な電力にエネルギー転換するための国鉄電化を計画し、電気機関車につき日本政府へ円借要請があった。

外務省は当該電化プロジェクトの可能性及び妥当性を確認するため調査を実施する事を決定し、事業団にその実施を指示した。

事業団は上記調査を実施するため運輸省鉄道監督局車両工業課長 堀木常雄氏 を団長とする調査団を昭和55年11月9日より11月23日まで現地に派遣した。

同調査団は、ジンバブエ国政府及び国鉄関係者の多大な協力を得、上記目的を達し、帰国した。

本報告書は、現地調査の結果をとりまとめたものであるが、今後の検討の参考となれば幸いである。

おわりに本調査に協力されたジンバブエ政府関係者及び日本側関係者に心から感謝の意を表するものである。

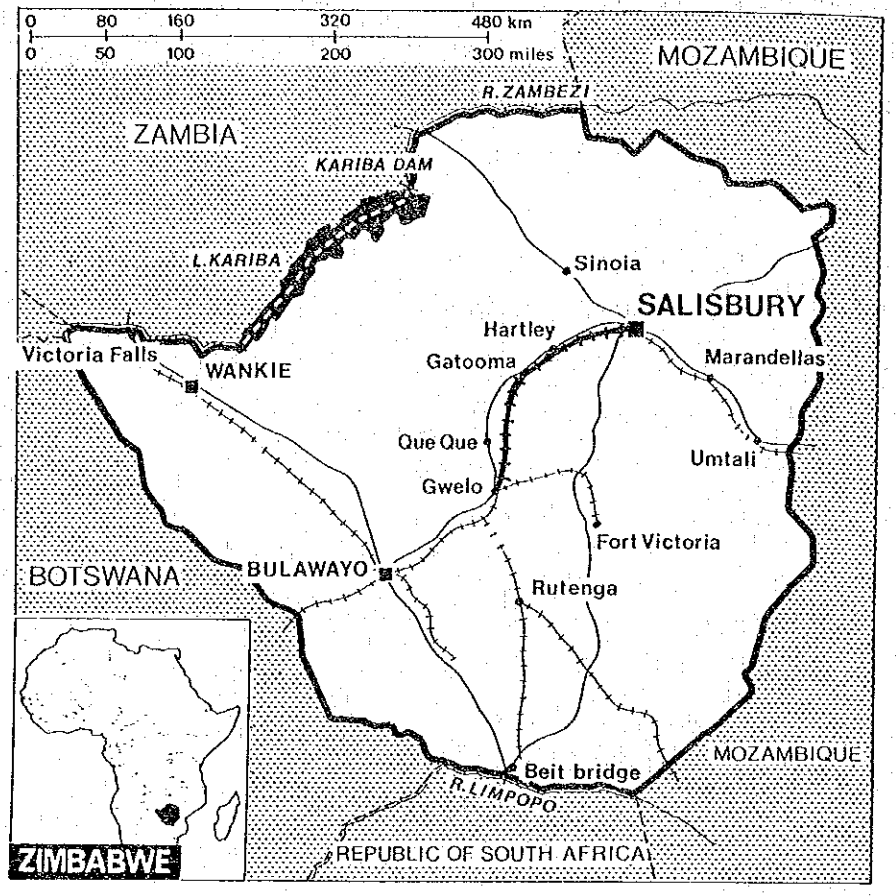
昭和55年12月

国際協力事業団

理事　中澤弐仁

目　　次

ジンバブエの概図



第１期電化計画区間

第１章　緒　　論

１－１　調査の目的

ジンバブエ共和国は、昭和５５年４月１８日に独立を達成し、７年間にわたるローデシア内戦に終止符を打った。

その後同国は、黒人と白人の共存路線をとり、国内の建て直しを図り、成果を上げつつある。同国は内陸国であり又非産油国でもあるので、最近のエネルギー問題に関する危険感は強く、水力及び石炭火力による電気へのエネルギー転換を推進している。

現在ジンバブエ国鉄は、ディーゼル機関車及び蒸気機関車により運転されており、その電化計画は、独立以前早くから検討されていた。同国鉄3,374㎞のうち第１期電化としてソールズベリーダブカ間３５５㎞が計画され、現在同国運輸電力省及び国鉄を中心として検討が進められている。

この様な背景のもと、同国から日本政府に対し、電気機関車についての円借要請がなされ、外務省は、当プロジェクトの可能性を確認するため、本調査の実施を決定した。

本調査団は、現地において、ジンバブエ政府関係者及びジンバブエ国鉄関係からの事情聴取、ジンバブエ国鉄の技術力、施設現況等の調査を実施し、本電化プロジェクトの可能性を検討することを目的として派遣されたものである。

１－２　調査団構成

団長	（総括）	堀木常雄	運輸省鉄道監督局車両工業課長
団員	（経済）	男竹昭	運輸省官房国際課専門官
団員	（電化）	小山美正	日本国有鉄道外務部参事
団員	（運転）	山口浩一	〃
団員	（車両）	小奈勝也	〃
団員	（財務）	向山雄三	海外経済協力基金業務第一部業務第一課
団員	（業務調整）	白取健治	国際協力事業団社会開発協力部

1－3　調査日程

日順	月　日	曜日	行　　程	調　査　内　容
1	11月9日	日	東　京　―ロンドン	
2	10日	月	ロンドン―	
3	11日	火	―ヨハネスブルク―ソールズベリ	運輸電力省打合せ
4	12日	水		外務省次官、次官補表敬
5	13日	木		運輸電力大臣表敬、運輸電力省次官表敬・打合せ
6	14日	金	ソールズベリ―ブラワヨ	大蔵省打合せ、ブラワヨ駅等踏査
7	15日	土	ブラワヨ―ビクトリアフォール	団内打合せ
8	16日	日	ビクトリアフォール―ブラワヨ	ワンキー火力発電所踏査
9	17日	月		国鉄表敬打合せ、現地踏査
10	18日	火	ブラワヨ―ソールズベリ(夜行列車)	国鉄打合せ
11	19日	水		大蔵大臣表敬、運輸電力省次官打合せ、在ザンビア大使報告
12	20日	木	ソールズベリ―	団内打合せ
13	21日	金	―ロンドン	
14	22日	土	ロンドン―	
15	23日	日	―　東　京	

1－4　面接者一覧

1)　在ザンビア日本国大使館　（大使ジンバブエに出張中）

西　宮　　一　　大　使

佐　藤　啓太郎　　一等書記官

2)　ジンバブエ国政府

○外務省

Mr. Mudenge　　Secretary

Mr. Chidoda　　Under Secretary

Mr. Munzou

Mr. Takabarasha

Mr. Mutsinee

○大蔵省

Hon. Sen. E. Nkala	Minister
Mr. O. Mnyaradzi	Deputy Minister
Mr. Mac. Tavish	Assistant Under Secretary
Miss Coetzee	Acting Under Secretary

○運輸電力省

Hon. E. Kadungure	Minister
Mr. Lamporl-Stokes	Secretary
Mr. P. Winship	Deputy Secretary
Mr. Clarke Farr	Assistant Secretary
Mr. Rose	Senior Administratim Officer

○ジンバブエ国鉄

Mr. Viljoen	Deputy General Manager
Mr. Bolton	Assistant General Manager (Service)
Mr. Carlisle	Assistant General Manager (Traffic)
Mr. Keefe	Chief Planning Officer
Mr. Cook	Chief Mechnical Engineer
Mr. Rankin	Assistant Chief Electric Engineer
Mr. Clark	Assistant Chief Mechnical Engineer
Mr. Chapman	Assistant Chief Mechnical Engineer
Mr. Swindells	Senior Planning Officer
Mr. Jackson	Planning Officer
Mr. Barry Aickinson	Mechnical Engineer

○ワンキー火力発電所

Mr. E. Barlowe	Assistant Foreman

第２章　ジンバブエの概要

２－１　一般概要

(1) 国　　名　　ジンバブエ（Zimbabwe）

(2) 独立年月日　　１９８０年４月１８日

(3) 首　　都　　ソールズベリー（人口約６３万人）
（Salisbury）

(4) 人　　口　　７２４万人（１９７９年１２月３１日推定）

人種別　　黒　人　６９８万人
白　人　　２４万人
カラード　　2.5万人
アジア系　　１万人

主なる部族　マショナ（Mashona）族　　主として東北部　人口の７４％
マタベレ（Matabele）族　　西部に集中

(5) 主要都市　（人口は１９７９年推定）

ソールズベリー　　６２.７万人（海抜1,500ｍ）
ブラワヨ（Bulawayo）　３６.３万人（海抜1,350ｍ）　国鉄本社がある。
グウエロ（Gwelo）　　７万人（海抜1,410ｍ）
ウムタリ（Umtali）　　6.3万人（海抜1,120ｍ）

(6) 言　　語　　英語（公用語）、ショナ語、マタベレ語

(7) 面　　積　　３９万７５７㎢

南緯１６°から２３°に位置し、北はザンベジ河（ヴィクトリア瀑布、カリバ湖がある。）と南はリンポポ河に囲まれている。ほとんどが海抜３００ｍ以上にあり、主要都市は中央高原（巾約８０㎞、長さ６５０㎞に及ぶ。）にある。

(8) 気　　候

緯度的には熱帯に属する内陸地域であるが、国土の大部分が高原であるため、気候は亜熱帯となっている。降雨は１０月から４月（夏季）に限られて年間平均７００ミリである。

(9) 元　　首　　Mr. Canaan Banana

(10) 首　　相　　Mr. Robert G. Mugabe

(11) 通　　貨　　ジンバブエドル（１ドル≒1.5米ドル）

(12) 国民総生産　（７８年世銀推定）　　３３億2,０００万米ドル

(13) １人当り国民所得　　４８０米ドル

(14) 外貨準備高　　２億ドル（ジンバブエ）

２－２　政治・外交

(1) 大統領を元首とする共和制。

(2) 議会は上院（定数４０、内訳白人１０、黒人１４、酋長議席１０、大統領指名６）及び下院（定数１００、内訳黒人８０、白人２０）の両院制、なお下院勢力分野はジンバブエアフリカ民族同盟愛国戦線党（ZANUPF）５７、愛国戦線党（ZAPU）２０、ローデシア戦線党（白人）２０、統一アフリカ民族協議会３となっている。

(3) ジンバブエは６０年前半にニアサランドローデシア連邦からニアサランドがマラウイとして、北ローデシアがザンビアとして独立し、残された南ローデシアを宗主国である英国は独立させるべく準備を進めてきたが、現地白人勢力は直接普通選挙に基づく黒人支配を拒否し、ついに６５年１１月「一方的独立宣言」を行った。このローデシアは南ア以外からは承認されず、６８年国連安保理で「対南ローデシア全面的経済制裁決議」が採択された。この間スミス政権と黒人勢力３派のゲリラ戦が行われたが、７９年１２月、ランカスター制憲会議で停戦と選挙の実施が合意された。

(4) 現在ムガベ政権は外交的には非同盟主義をかかげ、人権、部族の和解と統一を目ざした挙国一致内閣（白人２名も入閣）を発足させ、自由経済体制の維持、南アとの経済関係維持等穏健かつ現実的な内外政策をとっている。

(5) 最近、地方選挙をめぐってブラワヨ郊外のキャンプに収容されているムガベ派とヌコモ派の黒人間で銃げき戦が行なわれ、死者５６名に達するという事件があったが、国軍により制圧され、事件后調査団が同地を訪ずれたが、何ら異常な状況は見聞しなかった。

２－３　産業・貿易

(1) ジンバブエの気候は極めて温暖で農耕、牧畜等の条件に恵まれ農業が発達しているうえ、各種鉱物資源が豊富に賦存している。また、製造業も発達している。

(2) 主要産業

(イ) 農業（７８年の農業生産約５億ドル；ＧＤＰの１７％）

葉たばこ、砂糖、メイズ、綿花、小麦、コーヒー、茶、大豆、落花生、ひまわり種、牛肉

(ロ) 鉱業（７８年の鉱業生産約２億ドル；ＧＤＰの７％）

クローム、石綿、ニッケル、金、銅、石炭、錫、リチウム、ウラン、燐鉱石

(ハ) 工業（７８年の工業生産約6.4億ドル；ＧＤＰの２２％）

食品加工、金属製品、機械、繊維、化学等

(3) 貿　易（79年）

輸　出　　9.8億米ドル

輸　入　　6.7億米ドル

（79／80年度には石油の値上りで黒字巾が大巾に減少した。）

農　業　生　産

tonnes

Intake Year*	Maize	Groundnuts (unshelled)	Sorghum	Soya Beans	Coffee	Wheat	Cotton	Flue-cured Tobacco	Burley Tobacco
1964-1965	251 485	39 258	3 555	283	55	1 931	6 767	146 891	1 147
1965-1966	336 903	17 045	1 562	177	52	3 924	18 191	111 580	2 536
1966-1967	524 723	32 089	31 808	167	62	8 878	26 632	110 719	2 152
1967-1968	875 415	33 128	32 152	433	158	14 051	45 051	82 611	1 701
1968-1969	424 160	11 524	5 726	1 738	212	23 361	57 207	52 247	1 830
1969-1970	960 107	25 981	11 525	7 677	374	38 938	160 547	55 973	2 507
1970-1971	610 686	11 637	3 190	7 348	615	56 235	99 039	51 399	3 119
1971-1972	1 113 709	31 621	4 145	8 045	745	89 455	140 427	59 741	5 440
1972-1973	1 420 725	81 173	22 865	8 461	1 058	81 626	170 727	60 892	5 332
1973-1974	530 363	26 528	25 818	7 976	1 580	85 975	135 796	67 980	5 838
1974-1975	1 336 855	44 416	13 229	19 053	2 981	90 449	164 722	71 620	3 798
1975-1976	1 006 922	44 707	4 641	27 920	3 387	128 752	163 066	83 920	2 775
1976-1977	958 532	38 684	14 562	44 824	5 073	147 854	131 566	110 533	2 182
1977-1978	941 065	13 497	14 036	44 103	3 151	171 134	148 006	83 374	1 698
1978-1979	877 026	17 696	16 729	69 746	5 149	207 997	173 914	82 969	2 140
1979-1980	511 921	12 714	19 892	80 999	4 106	158 940	166 830	111 686	2 778

鉱　業　生　産　(1)

(Excludes production from sand and stone quarries)

Period	Asbestos		Gold		Chrome Ore		Coal		Copper*		Nickel*	
	'000 tonnes	$'000	'000 fine oz.	$'000	'000 tonnes	$'000	'000 tonnes	$'000	'000 tonnes	$'000	tonnes	$'000
1964	139,2	13 698	574	14 456	447,5	4 438	3 040	6 862	16,5	8 312	+	76
1965	159,8	17 052	550	13 786	585,6	5 248	3 509	7 742	18,0	12 566	+	418
1966	162,9	17 170	541	13 450	586,0	5 543	3 103	7 034	16,0	13 706	+	445
1967	154,1	14 020	493	12 504	557,8	5 662	3 206	8 638	22,2	16 078	400	214
1968	167,7	15 860	467	11 822	432,5	4 326	3 203	9 294	21,0	15 138	441	760
1969	178,9	17 062	446	13 082	370,5	3 784	3 299	9 136	28,7	24 470	5 747	9 396
1970	187,7	17 913	438	11 494	503,8	5 440	3 520	8 762	30,0	24 767	8 585	16 514
1971	205,6	21 657	399	11 917	671,7	9 421	3 360	8 087	34,4	20 456	9 278	16 720
1972	205,9	20 765	349	13 220	755,1	10 689	2 908	7 388	46,5	25 826	10 115	17 675
1973	261,9	26 044	338	19 018	790,4	10 196	3 536	10 275	51,9	39 869	10 873	18 388
1974	261,4	32 375	335	29 829	703,0	9 647	3 105	10 859	47,5	45 796	10 694	20 456
1975	261,5	41 701	354	31 956	875,7	22 056	3 300	18 677	47,6	24 686	9 121	19 616
1976	281,4	61 077	387	30 116	863,9	26 858	3 593	23 297	41,3	29 457	14 604	35 277
1977	273,2	67 032	402	37 214	677,3	19 917	3 029	21 051	34,8	21 964	16 671	42 826
1978	248,9	67 007	399	51 885	477,8	13 452	3 065	23 708	33,8	23 044	15 701	39 456
1979	259,6	65 864	386	80 912	541,8	16 139	3 188	25 843	29,6	35 149	14 591	45 077

鉱　業　生　産　(2)

(Excludes production from sand and stone quarries)

Period	Iron Ore		Silver		Cobalt		Tin Metal		Other*	Total	Indices (1964=100)	
	'000 tonnes	$'000	'000 fine oz.	$'000	Tonnes	$'000	Tonnes	$'000	$'000	$'000	Unit Value	Volume
1964	824	1 164	96	41	-	-	520	1 248	3 253	53 508	100,0	100,0
1965	1 287	1 948	83	38	-	-	511	1 396	3 752	63 948	107,8	110,8
1966	869	1 248	87	40	-	-	689	1 704	4 377	65 208	112,7	108,2
1967	1 288	1 656	113	105	-	-	875	2 024	5 847	66 748	107,0	116,4
1968	1 028	1 512	202	215	-	-	928	2 014	6 489	67 432	109,7	114,8
1969	749	1 121	167	201	-	-	972	2 356	7 397	87 706	117,3	139,8
1970	813	1 134	210	250	-	-	1 094	2 499	9 929	98 702	116,2	158,7
1971	818	1 146	252	277	-	-	1 118	2 461	9 089	101 230	111,6	169,5
1972	723	1 224	271	203	43	34	990	2 202	8 148	107 376	114,9	174,8
1973	735	1 326	270	223	23	19	1 138	2 509	8 002	135 866	132,1	192,3
1974	715	1 271	240	356	28	55	1 089	3 752	10 757	165 154	165,2	186,9
1975	1 246	3 033	242	607	18	24	997	3 971	11 513	177 838	175,9	189,0
1976	1 353	5 829	200	541	-	-	915	4 935	13 140	230 477	209,3	205,8
1977	1 176	6 833	207	599	-	-	920	6 149	13 901	237 489	226,1	196,3
1978	1 123	7 851	1 109	4 043	17	69	945	8 206	13 505	252 196	253,2	186,2
1979	1 201	7 387	977	7 259	204	5 223	947	9 946	16 005	314 804	316,0	186,0

工　業　生　産

$ million

Period*	Food-stuffs	Drink and Tabacco	Textiles including Cotton Ginning	Clothing and Footwear	Wood and Furniture	Paper and Printing and Publishing	Chemical and Petroleum Products	Non-Metallic Mineral Products	Metals and Metal Products	Transport Equipment	Other Manufacturing Groups	All Manufacturing Groups
1964 . .	92,5	37,2	25,2	27,0	13,0	20,4	49,4	8,6	59,1	31,4	4,8	368,5
1965 . .	103,2	38,8	29,8	28,3	13,7	21,9	55,8	9,8	65,5	33,4	3,0	403,4
1966 . .	103,0	36,9	29,5	29,9	13,8	22,0	52,0	11,3	62,2	20,5	3,1	384,3
1967 . .	99,5	37,9	36,1	34,3	15,2	23,4	53,8	12,6	75,0	11,4	4,1	403,3
1968 . .	111,5	39,3	42,7	35,9	16,0	25,4	61,7	17,0	80,2	11,7	4,9	446,3
1969 . .	117,0	45,0	57,7	39,6	18,2	29,2	71,8	19,6	100,1	19,5	5,8	523,4
1970 . .	138,0	49,3	57,4	46,2	22,3	34,1	82,6	24,0	134,6	20,5	6,6	615,6
1971 . .	153,6	55,3	71,6	53,4	25,3	37,7	98,5	28,3	163,1	28,1	7,8	772,7
1972 . .	174,6	63,6	88,0	60,6	28,2	43,1	112,7	33,9	182,0	33,5	9,3	829,5
1973 . .	214,1	69,7	103,0	69,7	32,2	51,5	120,6	39,2	217,1	29,8	10,9	967,7
1974 . .	231,9	80,3	138,9	84,1	38,6	65,5	166,0	45,1	290,4	44,0	13,7	1 198,6
1975 . .	260,0	92,1	136,6	89,0	36,3	74,6	184,4	48,4	330,8	51,9	13,7	1 318,8
1976 . .	295,8	103,1	151,2	85,2	37,4	65,2	181,8	45,1	326,4	45,1	13,8	1 350,8
1977 . .	327,4	105,0	156,6	79,9	33,6	65,8	192,1	41,5	306,2	46,7	14,8	1 369,6
1978 . .	351,3	121,2	165,0	80,8	37,2	71,9	205,7	38,3	338,7	42,9	17,0	1 470,0

貿　易　収　支

Period	(Value $'000)					Indices (1964=100)				
	Domestic Exports (including Gold)	Re-Exports	Total Exports	Total Imports	Visible Balance	Volume Indices		Unit Value Indices		Terms of Trade
						Imports	Exports	Imports	Exports	
1964	244 557	30 294	274 851	216 474	58 377	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1965	291 938	30 882	322 578	239 578	83 242	106,9	112,8	103,5	104,1	100,6
1966	183 787	17 008	200 795	169 414	31 380	63,7	77,2	114,0	94,6	83,0
1967	182 294	12 080	194 374	187 052	7 322	76,0	77,4	113,8	91,4	80,3
1968	179 283	8 484	187 767	207 047	-19 280	85,4	73,2	112,0	93,3	83,3
1969	225 071	6 784	231 855	199 426	32 429	80,8	84,9	114,1	99,3	87,0
1970	256 145	6 083	262 228	234 381	27 347	91,0	94,2	119,2	101,2	84,9
1971	277 569	6 450	284 019	282 379	1 640	102,7	100,7	127,1	102,5	80,7
1972	335 165	6 167	341 332	274 589	66 743	102,0	118,7	124,4	104,6	84,1
1973	395 913	6 385	402 298	308 433	93 433	110,0	128,6	129,6	113,8	87,8
1974	551 812	6 704	518 516	438 516	80 417	114,6	123,0	176,6	153,8	87,1
1975	508 642	8 502	517 144	461 761	55 383	109,3	115,2	195,1	163,3	83,3
1976	546 915	4 668	551 583	382 518	169 065	82,0	120,5	221,1	166,6	75,3
1977	536 325	4 425	540 750	388 157	152 593	73,5	111,7	223,2	176,2	78,9
1978	607 686	4 678	612 364	404 239	208 125	66,8	118,3	279,5	188,3	67,3
1979	688 281	4 021	702 302	550 908	151 394	66,9	117,5	380,2	217,1	57,1

2－4　交　　通

2－4－1　鉄道の現状

ジンバブエでは鉄道が主要交通機関である。国鉄（National Railways of Zinbabwe 以下「ＮＲＺ」と略す）は国営で、トラックによる道路輸送も行っているが、主として貨物輸送である。旅客輸送は１０％程度にしか過ぎない。ＮＲＺはヴィクトリアフォールズを経てザンビアに通じ、マプートとベイラのモザンビークの２港に連っている。ボツワナの鉄道はＮＲＺのものでＮＲＺが運営している。南アにはベイトブリッジを経て通じている。かかる路線網は歴史的には、ザイールやザンビアからの輸送路になっていた訳である。総延長は3,374㎞で軌間は1,067㎜。ＮＲＺは現在１５４台のＳＬ、２６１台のＤＬ、６４４台の客車、9,100台の貨車を所有している。輸送量、収支等の最近の数字は次表のとおりである。

鉄道の収入と輸送量

(Including operations in Botswana)

Period	Rail Services			Total Income/Expenditure			Number of Passengers	Revenue Earning Tonnes Hauled	Gross tonne km	Net tonne km
	Operating Revenue	Operating Expenditure	Operating Surplus	Total Revenue	Total Expenditure	Net Surplus/Deficit				
	$'000	$'000	$'000	$'000	$'000	$'000	'000	'000	'000 000	'000 000
Year ending 30th June:										
1968	52 586	40 651	11 935	56 930	59 110	-2 180	3 130	9 077	13 027	5 380
1969	57 401	38 162	19 239	61 561	58 572	+2 989	2 857	9 500	13 471	5 615
1970	61 359	41 727	19 632	65 512	63 834	+1 678	2 814	10 846	14 411	6 500
1971	61 280	43 900	17 380	65 285	66 961	-1 676	2 782	10 768	14 283	6 293
1972	65 776	46 624	19 152	69 895	71 821	-1 926	3 013	11 498	15 308	6 802
1973	63 692	51 437	12 255	68 194	79 190	+10 996	3 236	11 598	15 194	6 623
1974	63 003	56 664	6 339	67 375	86 514	-19 139	3 010	11 801	14 600	6 190
1975	71 666	63 183	8 483	76 607	97 833	-21 226	3 127	12 018	14 686	6 141
1976	78 754	72 736	6 018	84 291	113 410	-29 119	3 105	12 845	14 670	6 358
1977	83 273	82 171	1 102	88 738	125 650	-36 912	2 613	12 108	13 957	6 104
1978	81 322	80 772	550	86 706	122 403	-35 697	2 227	11 191	12 792	5 588
1979	102 841	89 400	13 441	108 053	137 018	-28 965	1 574	11 621	13 391	6 149
1980	128 244	115 130	13 114	134 546	166 697	-32 151	991	12 687	14 167	6 864

鉄　道　収　入

Period	Rail Traffic								
	Coaching Services	Agricultural Produce	Minerals and Ores			Basic Metal Products	Other Goods	Miscellaneous Revenue	Total
			Coal	Other	Total				
Year ending 30th June:									
1968	3 719	3 622	3 810	3 957	7 767	8 308	28 470	700	52 586
1969	3 802	3 144	5 435	3 649	9 084	10 698	30 055	618	57 401
1970	3 881	6 648	6 144	4 128	10 272	10 902	29 286	550	61 359
1971	4 064	5 052	5 388	3 528	8 866	11 963	30 732	603	61 280
1972	4 477	5 873	4 520	4 489	9 009	13 274	32 431	712	65 776
1973	5 038	5 963	5 156	4 458	9 614	9 492	32 834	751	63 692
1974	5 191	5 871	6 998	5 031	12 029	5 496	33 146	1 270	63 003
1975	6 032	7 144	5 971	6 022	11 993	6 516	38 812	1 169	71 666
1976	6 426	7 922	8 492	8 869	17 361	9 577	36 050	1 418	78 754
1977	6 308	8 995	9 479	9 973	19 452	9 858	37 039	1 621	83 273
1978	8 061	10 018	9 015	8 707	17 222	10 212	35 720	1 589	81 322
1979	5 220	13 649	11 694	9 788	21 482	19 103	41 624	1 763	102 841
1980	5 221	12 698	14 222	10 196	24 418	11 267	72 962	1 678	128 244

2－4－2　電化計画

ＮＲＺは約1,100*km*の電化計画を作成し、これを３期に分けて施工する計画である。

第１期（８０～８３.６）

○ダブカ～ソールスベリー　　３５５*km*

第２期（８３.７～８６.６）

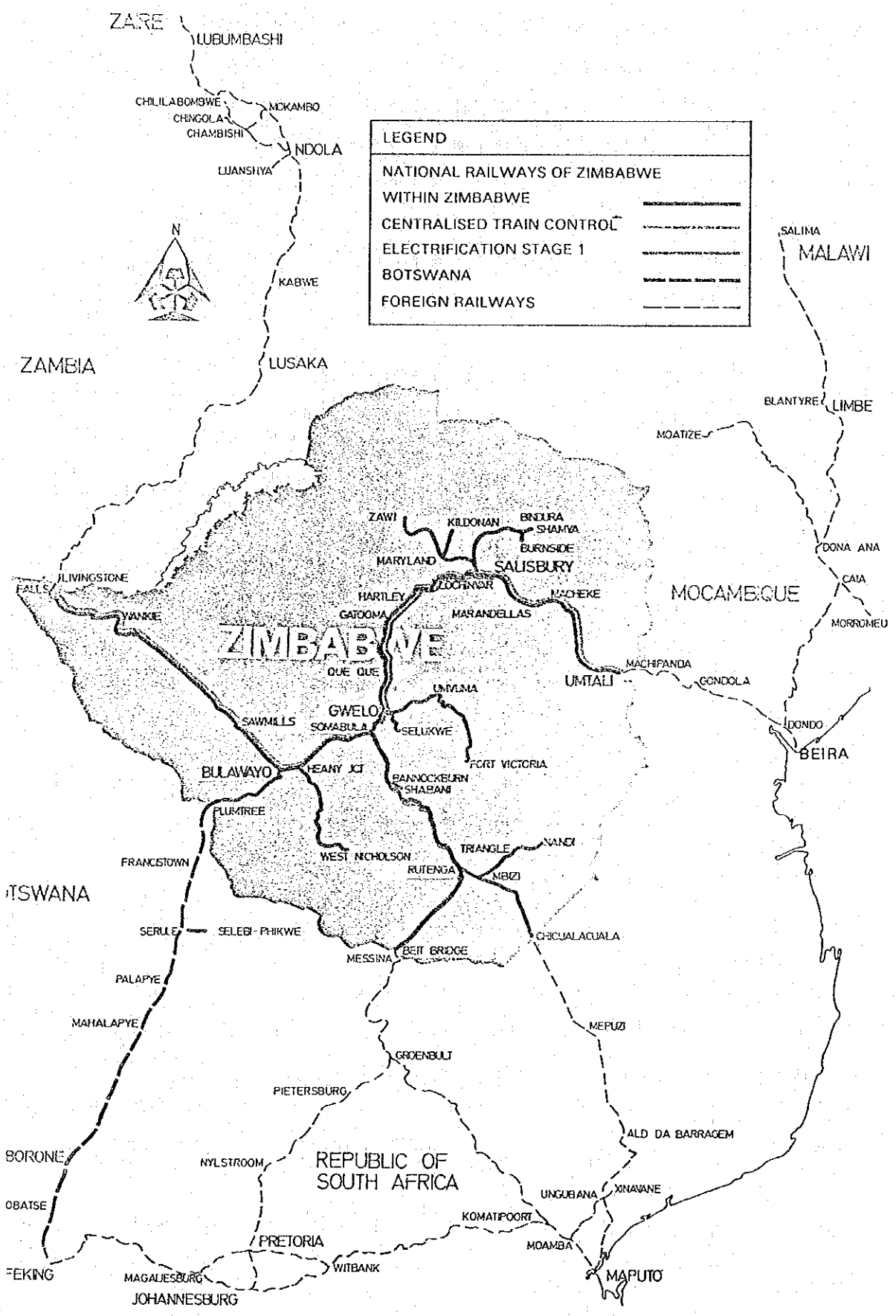
○ダブカ～ソマブラ～ルテンガ～ベイトブリッジ　　４１１*km*

○（ダブカ～ソマブラ～ルテンガ）～チクアラクアラ　　１４７*km*

第３期（８６.７～８９.６）

○ソマブラ～ブラワヨ　　１４９*km*

第１期工事は８０年７月にインフラ部分の入札を行い、１２月に英国３社に決定した。機関車については１０月１７日に入札し現在国鉄で検討中であり、本年末までにも決定したい意向である。なお、第１期工事の予定価格は約１億６３０万ジンバブエドルとなっている。うち外貨分は6,670万ジンバブエドルである。


ZAIRE
LUBUMBASHI
CHILILABOMBWE
MOKAMBO
CHINGOLA
CHAMBISHI
NDOLA
LUANSHYA
KABWE
LUSAKA
ZAMBIA
LEGEND
NATIONAL RAILWAYS OF ZIMBABWE
WITHIN ZIMBABWE
CENTRALISED TRAIN CONTROL
ELECTRIFICATION STAGE 1
BOTSWANA
FOREIGN RAILWAYS
N
SALIMA
MALAWI
BLANTYRE
LIMBE
MOATIZE
DONA ANA
CAIA
MOCAMBIQUE
MORROMEU
ZAWI
KILDONAN
BINDURA
SHAMVA
BURNSIDE
MARYLAND
SALISBURY
LIVINGSTONE
FALLS
HARTLEY
LOCHNOR
MACHEKE
WANKIE
GATOOMA
MARANDELLAS
ZIMBABWE
QUE QUE
MACHIPANDA
UMTALI
GONDOLA
UMVUMA
GWELO
SAWMILLS
SOMABULA
SELUXWE
DONDO
BEIRA
FORT VICTORIA
BULAWAYO
HEANY JCT
BANNOCKBURN
SHABANI
PLUMTREE
TRIANGLE
NANDI
WEST NICHOLSON
FRANCISTOWN
RUTENGA
MBIZI
BOTSWANA
SERULE
SELEBI-PHIKWE
CHICUALACUALA
MESSINA
BEIT BRIDGE
PALAPYE
MAHALAPYE
MEPUZI
GROENBULT
PIETERSBURG
ALD DA BARRAGEM
BORONE
NYLSTROOM
REPUBLIC OF
SOUTH AFRICA
UNGUBANA
XINAVANE
OBATSE
KOMATIPOORT
PRETORIA
MOAMBA
FEKING
MAGALIESBURG
WITBANK
MAPUTO
JOHANNESBURG

機関車については、ＮＲＺは現在エンジンの故障により使用不可能になっているディーゼル機関車１４両をＥＬに改造するほか２０両ないし３０両の新車を購入する予定であったが、その後さらに検討が行なわれた結果、改造は取りやめ（エンジンを更新する。）、新車を３０両購入することに決定した模様である。改造を取りやめた理由としては、電化区間外での輸送需要の増化に対処するためにディーゼル機関車の投入が必要になったからであるとの説明があった。

なお、機関車の購入については、現地の技術を活用してノックダウンを行うことに決定した模様である。（１２月１１日現在）この場合のコストとしては日本連合の入札価格は次のとおりとなっている。

プロトタイプ２両の完成車を含み、３０両で外貨分６４億7,533万4,000円（円建ＣＩＦ）内貨分８０５万5,000ジンバブエドル（２６億9,842万5,000円）である。

２－４－３　道　　路

道路は道路郵電省（Ministry of Road, Road Traffic, Post and Telecommunication）が管轄するが、道路交通に関する公式統計は存在していない。

ⅰ）現　　状

・国　道　１2,390.8 *km*　アスファルト舗装｛２車線　4,817.2 *km*／１車線　1,408.6 *km*｝
　　砂　利　道　6,165.0 *km*

・地方道　23,580 *km*　（舗装　1,754 *km*、砂利道21,816 *km*）

・市　道　2,700 *km*　（舗装　2,500 *km*、砂利道　200 *km*）

・郡　道　40,000 *km*（砂利道19,000 *km*、土　道21,000 *km*）

ⅱ）主要道路交通量

○道路交通によるBeitbridge 通過平均量

｛南ア向け　１日当り　２１７トン／南アより　〃　５３９トン｝

○幹線道路（１日平均）

			１９７９年現在
・Salisbury～Bulawayo	Salisbury より	７４ *km*地点	1,450トン
	Bulawayo より	１１２ *km*地点	1,020
・Salisbury～Umtali	Salisbury より	６４ *km*	1,460
・Bulawayo ～Plumtree	Bulawayo より	３７ *km*	280
・Bulawayo ～Tjolotoo	Bulawayo より	２３ *km*	260
・Bulawayo ～Nkai	Bulawayo より	６５ *km*	210

２－４－４　航　　空

ジンバブエ航空が、Ｂ707　１機、Ｂ720　３機及びバイカウントで国内線及び国際線を運航している。

主な国内空港はソールズベリー、ブラワヨ、ヴィクトリアフォールズ、カリバ等である。国際線ではすでに南ア（ヨハネスブルグ）のほかにルサカ（ザンビア）、ブランタイア（マラウイ）、マプート（モザンビーク）との間に路線が開設されているほかロンドンとの間の直航便も運航されている。（輸送実績は別表参照）

ジンバブエ航空輸送実績

Period	Distance Flown in Kilometres			Passengers Carried	Load Tonne Kilometres Flown				Capacity Tonne Kilometres Flown
	Aircraft	Passenger	Seat		Passenger	Cargo	Mail	Total	
	'000	'000	'000	'000	'000	'000	'000		'000
1968	4 456	129 103	215 176	211,9	10 836	739,2	230,8	11 806	19 801
1969	4 919	144 466	233 593	243,1	12 063	734,2	240,6	13 035	
1970	5 390	165 687	261 234	282,0	13 793	644,5	278,7	14 737	24 204
1971	5 852	188 591	299 386	325,9	15 654	732,2	236,9	16 623	27 702
1972	6 290	198 693	327 304	355,2	16 489	704,1	241,1	17 432	30 223
1973	6 269	219 386	351 003	387,0	18 156	1 025,7	215,6	19 395	33 038
1974	5 747	255 006	412 671	440,0	21 073	2 212,9	231,6	25 519	40 679
1975	5 569	256 599	406 918	451,1	21 217	1 711,0	225,8	23 145	39 792
1976	4 933	240 203	387 607	405,6	19 877	1 612,7	240,6	21 232	38 080
1977	4 948	236 658	391 115	404,6	19 603	1 566,0	249,2	21 417	38 710
1978	5 050	241 283	401 905	418,3	19 969	1 617,3	255,5	21 842	40 393
1979	4 144	210 466	345 532	341,3	17 536	2 042,5	276,3	19 854	35 159

空港別輸送実績
(Excluding Transit Passengers)

Period	Bulawayo			Salisbury			Other			Total		
	Flights In/Out	Passengers	Freight	Flights In/Out	Passengers	Freight	Flights In/Out	Passengers	Freight	Flights In/Out	Passengers	Freight
	No.	No.	t	No.	No.	t	No.	No.	t	No.	No.	t
1964	6 744	80 364	881	30 756	300 376	4 118	35 334	20 557	9	72 834	401 297	5 008
1965	7 245	88 362	888	32 275	321 030	4 777	48 215	24 323	11	87 735	433 715	5 676
1966	7 008	86 273	1 013	27 690	269 039	4 243	63 432	32 134	115	98 130	387 446	5 371
1967	9 014	94 462	1 110	29 805	289 588	3 982	117 110	71 262	129	155 929	455 312	5 221
1968	10 257	102 399	775	30 627	259 558	2 391	112 195	101 295	520	153 079	463 192	3 686
1969	10 102	111 646	707	31 569	291 804	2 269	112 726	109 590	429	154 397	513 040	3 406
1970	11 366	134 554	726	34 077	346 870	2 467	100 662	133 302	423	146 105	624 753	3 616
1971	12 322	156 598	669	32 810	392 611	2 764	111 484	174 504	380	156 616	723 713	3 813
1972	14 072	180 293	841	35 295	443 591	3 178	104 821	203 556	353	154 188	827 440	4 372
1973	13 686	200 246	956	37 900	504 019	3 985	100 742	209 491	354	152 328	913 756	5 295
1974	15 048	242 047	1 477	39 452	588 276	6 010	106 834	256 874	746	161 324	1 087 197	8 234
1975	12 837	242 126	1 207	39 970	584 121	4 924	125 834	276 784	416	178 841	1 103 031	6 547
1976	13 212	248 134	1 122	36 091	516 433	4 142	136 711	291 050	425	186 014	1 055 617	5 689
1977	16 540	274 462	955	39 583	510 303	3 955	166 966	283 366	383	233 089	1 068 131	5 293
1978	16 213	267 312	1 009	41 510	516 474	3 585	174 192	271 119	448	231 915	1 054 905	5 042
1979	15 493	231 965	1 108	46 730	436 225	3 651	150 052	186 054	369	212 275	854 244	5 128

2－5　エネルギー事情

ジンバブエは現在約1,000MWの電力需要があるが、カリバの水力発電所からとソールズベリー、ウムニャティ、ブラワヨの火力発電とザンビアからの輸入によって賄っている。

将来の電力需要に対処するため、ワンキーに火力発電所を建設する計画があり、第1期は82年に完成する予定で480MW第第2期はさらに1,200MWの発電所を建設する予定ですでに入札を終えている。

このように火力発電に力を注ぐのは自国に石油が産出しないからであり、さらに内陸国である当国にとってエネルギーの確保は重要な課題であるが、幸い、自国には石炭が豊富に埋蔵されており、水力発電の能力の拡大の可能性も残されている。また、同国は自動車のガソリンに

１５％のアルコール（砂糖きび）を混入させており、これをさらに３０％まで増加しようと研究中である。

また、現在ザンビアから電気を輸入しているが、近い将来にはザンビアに供給余力がなくなることが見込まれており、この点からも火力発電所の計画が重視されている。

発　電　と　配　電

(millions of kilowatt hours)

Period	Inputs to Central African Power Corporation Grid			Energy Distributed in Zimbabwe				
	By Kariba South Bank	By Inter-connected Thermal Stations in Zimbabwe	Total from Zimbabwe	Drawings from C.A.P.C. Grid.	From Other Sources: Non-interconnected Stations: Public	From Other Sources: Non-interconnected Stations: Private	From Other Sources: Net Imports	Total
1964	3 570,6	106,2	3 676,8	1 753,6	31,6	92,5	103,3	1 981,0
1965	3 864,2	104,7	3 968,9	1 852,3	39,8	112,0	133,6	2 137,7
1966	3 873,8	158,4	4 032,2	1 859,3	62,1	122,9	100,0	2 144,3
1967	4 471,1	276,2	4 747,3	2 022,3	72,5	131,9	98,6	2 325,3
1968	4 832,6	435,6	5 268,2	2 340,7	159,9	147,6	33,0	2 681,2
1969	5 252,9	490,5	5 743,4	2 600,0	54,9	203,2	131,6	2 989,7
1970	5 274,0	829,9	6 076,9	2 959,8	103,3	229,7	135,4	3 428,2
1971	5 622,5	809,4	6 431,9	3 234,2	176,7	191,4	139,3	3 741,6
1972	5 292,3	449,6	5 741,9	4 032,1	148,2	150,7	170,1	4 501,1
1973	5 591,1	1 401,6	6 992,7	4 888,7	130,8	152,5	72,5	5 244,5
1974	5 296,3	515,7	5 812,0	5 309,3	7,1	127,3	175,7	5 619,3
1975	5 319,3	658,2	5 977,4	5 930,5	0,5	151,3	146,1	6 228,4
1976	4 857,3	585,9	5 443,2	6 297,7	1,1	193,3	52,1	6 544,2
1977	3 451,9	260,8	3 712,7	6,287,6	0,7	202,2	10,0	6 500,5
1978	3 811,7	512,8	4 324,5	6 057,4	1,7	193,6	10,8	6 263,4
1979	3 535,2	490,2	4 025,4	6 488,0	1,5	204,0	10,1	6 703,6

産業別電力使用量

(millions of kilowatt hours)

Period	Agriculture and Forestry	Mining and Quarrying	Manufacturing, Transport and Construction	Domestic Consumers	Others	Total
1964	129,1	412,8	610,9	435,3	309,1	1 897,2
1965	145,0	437,7	685,5	435,7	325,7	2 028,9
1966	160,5	455,8	714,4	470,9	274,8	2 076,4
1967	168,4	459,4	823,4	498,2	313,1	2 267,5
1968	183,2	503,1	1 059,6	531,0	318,8	2 595,7
1969	182,1	602,0	1 219,0	550,7	341,4	2 895,2
1970	232,7	722,0	1 387,8	607,4	382,8	3 332,7
1971	267,2	773,3	1 432,7	651,3	408,8	3 533,3
1972	281,8	855,4	1 936,6	695,8	470,2	4 239,8
1973	323,2	943,9	2 463,1	732,3	462,1	4 924,6
1974	290,4	1 000,0	2 731,1	777,0	497,0	5 295,5
1975	421,0	1 043,1	3 110,0	820,4	527,2	5 921,7
1976	435,9	1 221,9	3 110,8	851,3	575,8	6 195,7
1977	471,2	1 287,3	2 942,2	849,3	579,0	6 129,0
1978	428,3	1 230,1	2 753,3	873,2	612,6	5 897,5
1979	536,7	1 221,1	3 067,9	889,7	640,6	6 356,0

電 力 需 給 状 況

(millions of kilowatt hours)

Period	Inputs to Central African Power Corporation Grid			Energy Distributed in Zimbabwe				
	By Kariba South Bank	By Inter-connected Thermal Stations in Zimbabwe	Total from Zimbabwe	Drawings from C.A.P.C. Grid.	From Other Sources: Non-interconnected Stations: Public	Private	Net Imports	Total
1964	3 570,6	106,2	3 676,8	1 753,6	31,6	92,5	103,3	1 981,0
1965	3 864,2	104,7	3 968,9	1 852,3	39,8	112,0	133,6	2 137,7
1966	3 873,8	158,4	4 032,2	1 859,3	62,1	122,9	100,0	2 144,3
1967	4 471,1	276,2	4 747,3	2 022,3	72,5	131,9	98,6	2 325,3
1968	4 832,6	435,6	5 268,2	2 340,7	159,9	147,6	33,0	2 681,2
1969	5 252,9	450,5	5 743,4	2 600,0	54,9	203,2	131,6	2 989,7
1970	5 247,0	829,9	6 076,9	2 959,8	103,3	229,7	135,4	3 428,2
1971	5 622,5	809,4	6 431,9	3 234,2	176,7	191,4	139,3	3 741,6
1972	5 292,3	449,6	5 741,9	4 032,1	148,2	150,7	170,1	4 501,1
1973	5 591,1	1 401,6	6 992,7	4 888,7	130,8	152,5	72,5	5 244,5
1974	5 296,3	515,7	5 812,0	5 309,3	7,1	127,2	175,7	5 619,3
1975	5 319,3	658,2	5 977,4	5 930,5	0,5	151,3	146,1	6 228,4
1976	4 857,3	585,9	5 443,2	6 297,7	1,1	193,3	52,1	6 544,2
1977	3 451,9	260,8	3 712,7	6 287,6	0,7	202,2	10,0	6 500,5
1978	3 811,7	512,8	4 324,5	6 057,4	1,7	193,6	10,8	6 263,4
1979	3 535,2	490,2	4 025,4	6 488,0	1,5	204,0	10,1	6 703,6

電 力 分 野 別 消 費 量

(millions of kilowatt hours)

Period	Agriculture and Forestry	Mining and Quarrying	Manufacturing, Transport and Construction	Domestic Consumers	Others	Total
1964	129,1	412,8	610,9	435,3	309,1	1 897,2
1965	145,0	437,7	685,5	435,7	325,0	2 028,9
1966	160,5	455,8	714,4	470,9	274,8	2 076,4
1967	168,4	459,4	823,4	498,2	313,1	2 262,5
1968	183,2	503,1	1 059,6	531,0	318,8	2 595,7
1969	182,1	602,0	1 219,0	550,7	341,4	2 895,2
1970	232,7	722,0	1 387,8	607,4	382,8	3 332,7
1971	267,2	773,3	1 432,7	651,3	408,8	3 533,3
1972	281,8	855,4	1 936,6	695,8	470,2	4 239,8
1973	323,2	943,9	2 463,1	732,3	462,1	4 924,6
1974	290,4	1 000,0	2 731,1	777,0	497,0	5 295,5
1975	421,0	1 043,1	3 110,0	820,4	527,2	5 921,7
1976	435,9	1 221,9	3 110,8	851,3	575,8	6 195,7
1977	471,2	1 287,3	2 942,2	849,3	579,0	6 129,0
1978	428,3	1 230,1	2 753,3	873,2	612,6	5 897,5
1979	536,7	1 221,1	3 067,9	889,7	640,6	6 356,0

第３章　鉄道電化計画

３－１　電化の必要性

ＮＲＺは約1,000㎞の電化全体計画を作成し、これを３区間に分けて施工する予定である。

ジンバブエの電力事情は１９７９年の実績によると６７億KWHの電気を消費している。この内、２億KWHは自家発電で残りの６５億KWHが電力会社ＣＡＰＣ（Central African Power Corporation）の販売量である。ＣＡＣＰの国内購入量はKariba South Bank の水力が３５億KWH、Interconnected Thermal Station in Zimbabwe の火力が５億KWHで不足分２５億KWHがザンビア国からの融通電力でまかなわれている。また、ジンバブエの電力供給設備は水力が６０万KW、火力３０万KW、ザンビアからの融通電力限度が４０万KWで電力供給が確保されている。しかしザンビアからの電力融通は将来むづかしいことから不足電力が今回の電化計画と重要な関連をもつものと考えられるが、ジンバブエ当局はワンキー発電所計画のいかんにかかわらず、今回の電化計画を優先的に実施することにしており、省エネルギー、脱石油に対するジンバブエの堅い決意の程がうかがわれる。

ＮＲＺの動力は２５年前まで良質で豊富な国内炭で蒸汽運転されてきたが、世界的な蒸汽機関車産業の崩壊と共に安価で無尽蔵と思われた石油供給力によって動力の増加と転換をディーゼル機関車に求めて今日まで来た。

この間、ディーゼル機関車の信頼性は電気機関車よりも低いため、電化の研究は１９５７年から続けられており、電化の高価な地上設備費が電気とジーゼル油の価格差と線区の輸送量を考えて常に比較検討が行なわれた。

最近、輸入石油がますます不足し、価格が高くなり機関車運用の融通性があるにもかかわらずディーゼル機関車を運転しつづけることに大きな不安を生じ、ディーゼル機関車の購入停止を決定した。

このために地元産業界と協力して１００台の強力な蒸汽機関車を修復し、１５年寿命をのばし、並行して電化を実施することになったものである。

ＮＲＺは信頼性の高い幹線電化を行うため１９７９年に第１期工事区間に２２㎞の試験線を建設し、初期の試験目的を達成した。特に今回の電化によって年間６百万ドルに達するディーゼル油の外貨節約を大いに期待しており、８年以内にジンバブエ国の最重要幹線区間は輸入燃料に依存しなくなることを念願している。

３－２　輸送計画

３－２－１　輸送の現状

電化計画区間であるSalisbury ～ Dabuka間はＮＲＺの最主要幹線であり、同国鉄の貨

物輸送量の３０％を輸送している。１９７０年以降の輸送実績は上下で一日平均約１１,０００トン（ＮＥＴ－トン）となっている。輸送品目別には、石炭、鉄鉱石、クローム鉱石などが多い。

これら貨物の輸送のため上記区間には上下で４４本の貨物列車が設定されている。鉄道線路沿線に大きな都市がないため、貨物列車は直通列車が多い。又Que Que 附近に製鉄所があり、こゝへの鉱石、石炭及び製品の輸送のため「Company Train」と称するライナー貨物列車が４往復設定されている。

この区間は全面ＤＬ化されており、大型のＤＥ－８又は小型のＤＥ－９重連で貨物輸送に当っているが、力不足のため１,７００ｔけん引時に勾配上で立往生することがしばしば発生し輸送を阻害させている。

３－２－２　輸送量の想定

前項で述べたように過去１０年間の輸送実績はほゞ横ばいであり、本年４月の独立後も漸増傾向は見せているものの予測値を下廻った結果となった。このため同国鉄も来年度以降の全国輸送量の伸びを４～６％と想定している。

電化計画区間の輸送量については下表のように想定している。

区間別輸送量の想定　　（一日当り・Gross Ton）

区間	上下別	1981.7～1982.6	1982.7～1983.6	1983.7～1984.6	1984.7～1985.6
Dabuka－Que Que	↓	20,716 (100)	20,287 (98)	20,750 (100)	20,933 (101)
	↑	14,105 (100)	15,078 (107)	15,338 (109)	16,345 (116)
Que Que－Umniati	↓	11,866 (100)	11,002 (93)	11,459 (97)	11,330 (95)
	↑	9,283 (100)	9,932 (107)	10,591 (114)	10,757 (116)
Umniati－Gatooma	↓	10,912 (100)	10,377 (95)	10,844 (99)	10,815 (99)
	↑	8,840 (100)	9,590 (108)	10,253 (116)	10,391 (118)
Gatooma－Lochinver	↓	10,392 (100)	9,894 (95)	10,412 (100)	10,486 (101)
	↑	8,584 (100)	9,268 (108)	10,070 (117)	10,299 (120)

表が示すように当該電化計画区間の輸送量の伸びが全国の輸送量の伸びを４～６％と想定している中で２～３％と低く抑えられているが、当該当間が主要幹線であるということから輸送の伸びを全国並の４％と仮定した場合の最大輸送量は下表のようになる。

区間＼年度	1981~82	1982~83	1983~84	1984~85	1985~86	1986~87
Dabuka ～Que Que（北行）	20,716	21,545	22,407	23,303	24,235	25,205

３－２－３　列車計画

輸送量の伸びをＮＲＺが想定した率で行けば電化開業時の片道最大輸送量は20,750ｔとなり、一方伸び率を全国レベルと合わせた場合は22,407ｔである。

又、貨物列車のけん引効率は、ＮＲＺでは８５％を採用しているが、一般的には８０％をとることが妥当であると考える。従って、貨物列車の平均けん引トン数は１７００×0.8＝１３６０ｔとなる。

輸送量と１箇列車のけん引トン数から必要な列車本数が求められる。輸送の伸びをＮＲＺの断定した率で適用すれば電化開業時には１６本の貨物列車が必要となる。一方、輸送の伸び率を４％とした場合の所要本数は１７本となり、電化開業の翌年には余裕がなくなるため貨物列車の増発が必要となってくる。

輸送の伸び率をＮＲＺが想定した場合と全国レベルの４％とした場合の列車設定キロは以下の通りである。

列車種別＼輸送の伸び率	２～３％	４％
旅客列車キロ	1,202	1,202
貨物列車キロ	7,932.1	8,552.1
計	9,134.1	9,574.1

３－２－４　機関車所要数

機関車の所要数を算出するためには列車ダイヤが必要である。電化開業時の列車ダイヤが確定していない現時点では、列車キロと１日当りの機関車走行キロとから算出することとなる。

前項で輸送の伸び率の差によって設定列車キロが異なることを述べたが、機関車の１日当りの走行キロには差はない。わが国の交流電気機関車ＥＤ７５型の１日当りの平均走行粁は

約４００kmであり、調査団の現地調査結果からもこの数値をそのまゝ適用することが妥当であると考える。

(1) 伸び率２～３％の場合

列車キロが9,134.1kmであるので

$$\frac{9,134.1}{400} = 22.84$$ となる。

又、予備率を日本と同様１５％と仮定すると、22.84×1.15=26.27

従って、２６両が所要数となる。

(2) 伸び率４％の場合

列車キロは9,574.1kmであるから

$$\frac{9,574.1}{400} = 23.94$$ となる。

又、予備率を１５％考慮すれば２８両となる。

しかし、今回の電化計画はＮＲＺ初の計画であることから、開業後の輸送阻害を最小限に抑える必要がある。そのためには機関車の予備を若干多めに保有することが望ましいと考える。予備率を計画の１５％から２５％に改めて計画することとし、輸送の伸び率４％のケースにあてはめると

23.94 × 1.25 = 29.93

となり、３０両の機関車を持つことが望ましいと考える。

３－２－５　運転時分の短縮

現在、出力2,000馬力のＤＥ－８型ディーゼル機関車は下り（GweloからSalisburyに向う列車）が1,700トン、上りは1,400トンけん引となっている。この差は上り列車に対し２５％の勾配があるためで、電化に伴って勾配改良が行なわれることになっている。

この1,700トンけん引の列車はGwelo ～ Salisbury 間無停車で走ったとして約４１０分運転で計画されている。電気けん引になった場合、途中の［Station］といわれている５駅には停車するものとして計算した所約３５０分となり、１時間程度のスピードアップが可能となった。従って、全面ＥＬ化の時点には貨物列車の運転速度を見直してトレーンアワーの短縮を図り、機関車の有効活用をはかるべきであると考える。

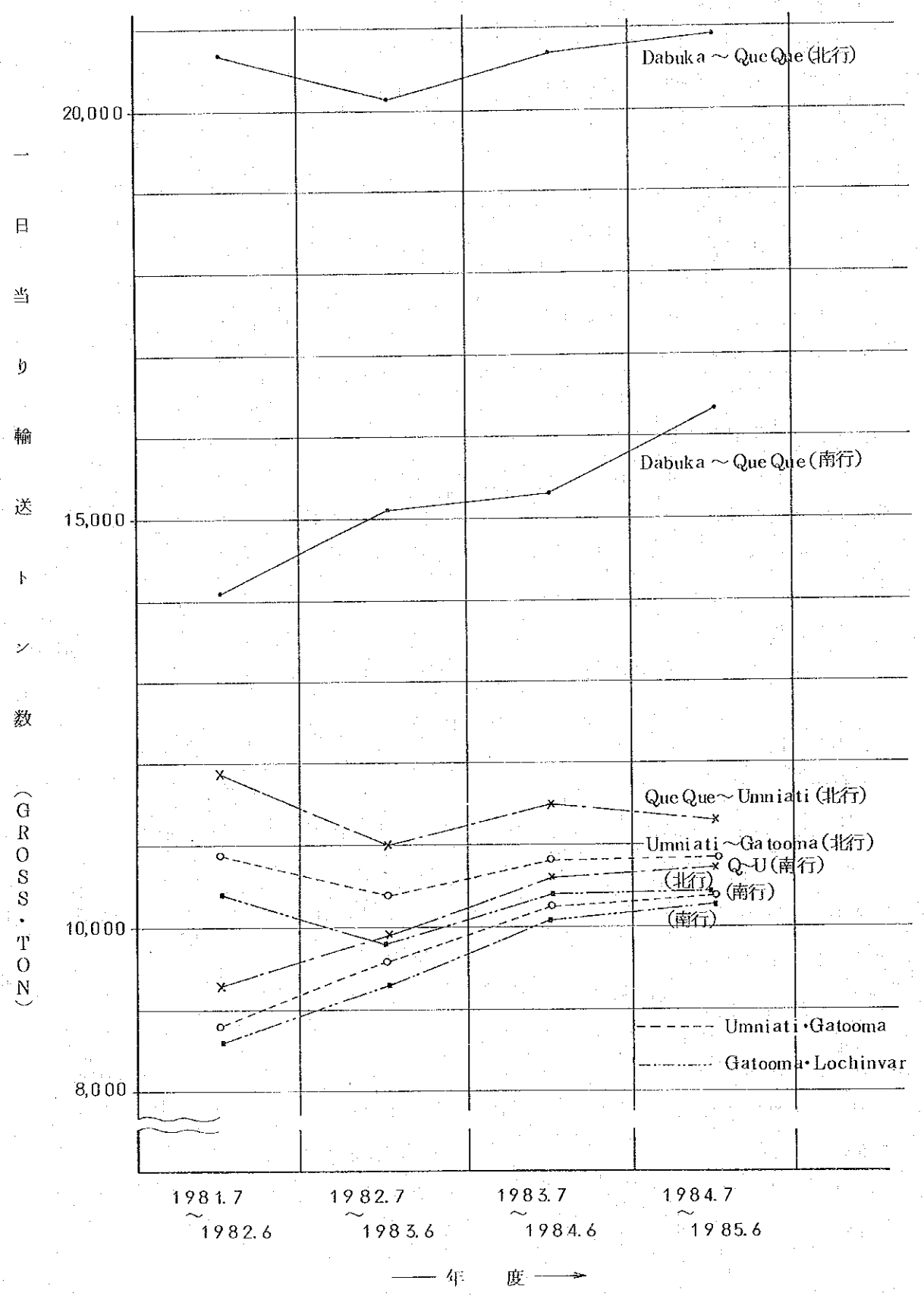
３－２－６　動力費の節約

ジンバブエは非産油国であるため石油製品の価格が非常に高い。即ち、日本でのディーゼル機関車用の軽油は１リットル約７０円に対して118.65円と1.7倍である。

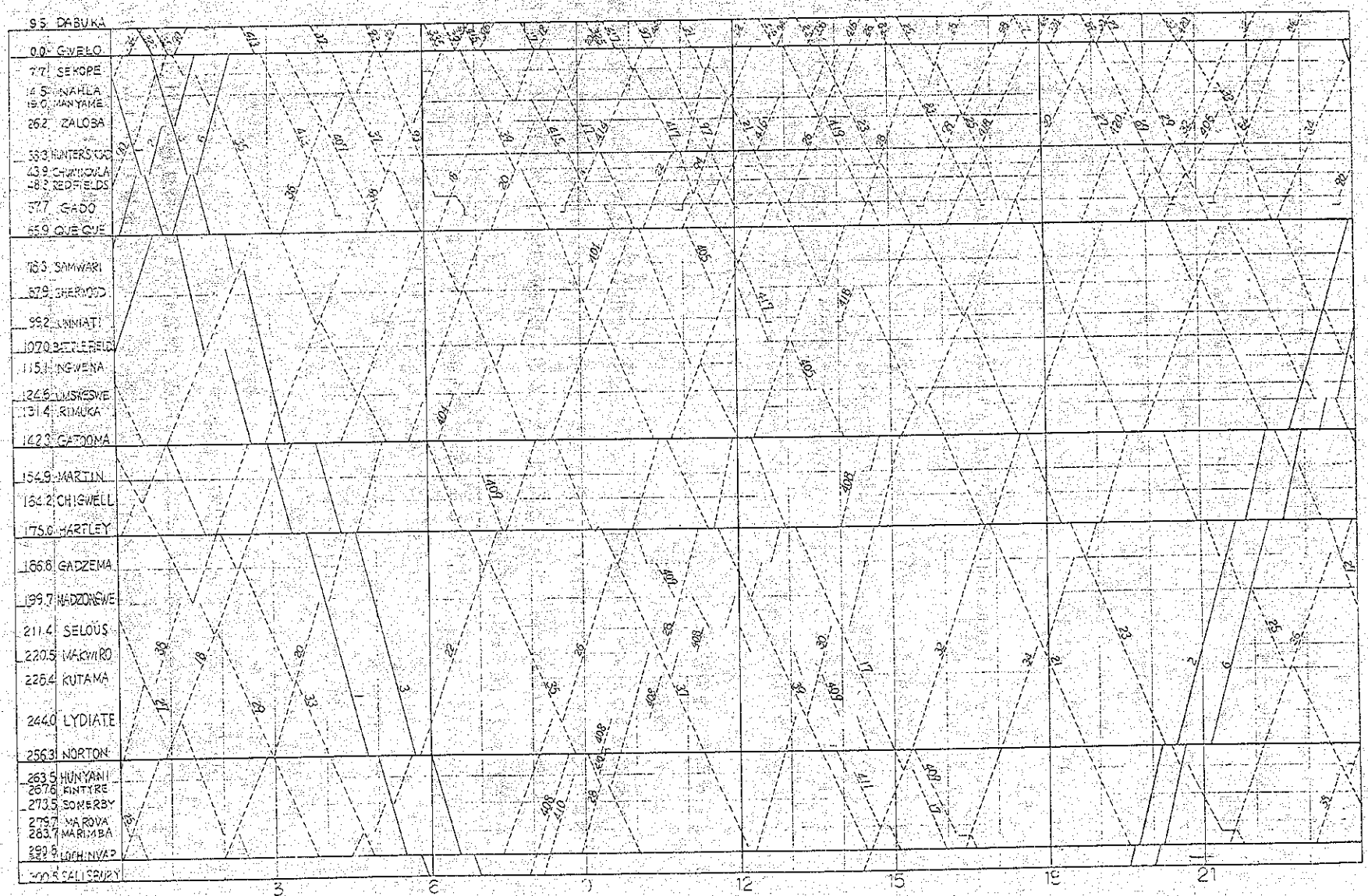
一方、国内の豊富な水力と石炭により得られる電力は安く、１MWH当りの価格は日本の１７円に対して5.52円と非常に安価である。このことから電化により生ずるメリットが大きい

区間別輸送量の想定

（ジンバブエ国鉄推定案）



Salisbury - Dabuka TRAIN DIAGRAM



ことが容易に想定される。

Salisbury ～ Dabuka間の線路条件、けん引機関車の出力、けん引トン数などを入力して電気機関車けん引の場合の電力消費量を計算すると上下列車の平均で5,648KWHが得られた。

即ち1,700トンけん引の列車では1km当り18.2KWHの電力を消費することになる。一方、ディーゼル機関車の1,700トンけん引時の燃料消費量はNRZの実績から6.25ℓ/km であるので、電気及びディーゼルけん引の1km当りの動力費は、

EL……100.5円

DL……714.6円

となる。

Salisbury ～ Dabuka間には1日当9,134kmの列車が設定されているので1日当りの動力費は、

ELけん引……　917,967円　（100）

DLけん引……6,773,774円　（7.38）

となり、1日当りの節約額は約585万円と莫大なものとなる。年間では約21億円（611万Z$）の外貨節約となる。

3－3　車両及び車両検修

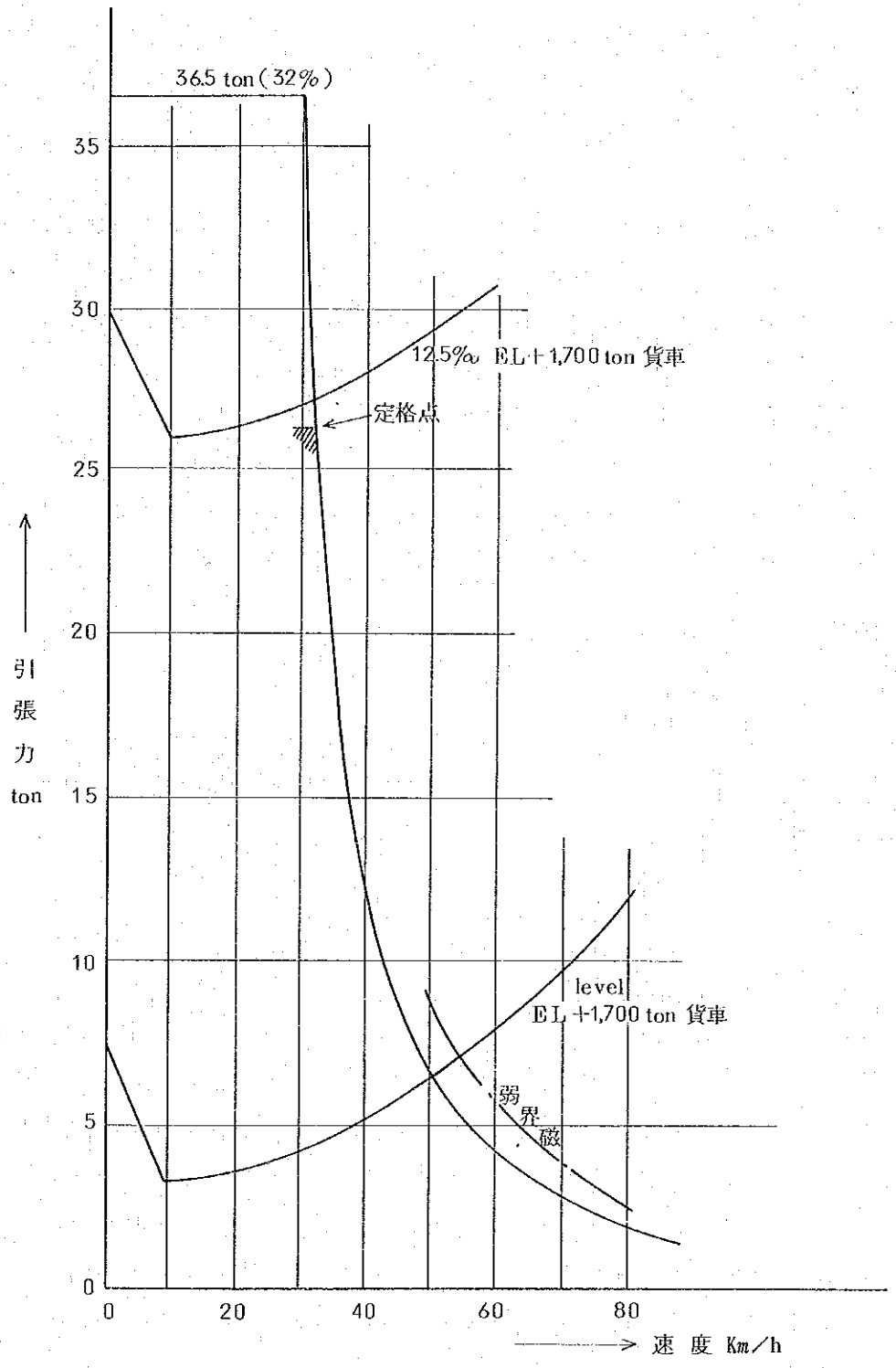
3－3－1　機関車の性能、特性

電気機関車はディーゼル機関車に比べ、a)重量当りの出力が大きくとれる。b)特に交流機関車は大きい粘着係数が期待でき、重量当りの引張力が大きい。c)低速度の引張力が大きい。などの特性上の長所を有している。今回投入する電気機関車が満すべき条件としてNRZ側から次のような諸元が提出されている。

- 出力特性　　引張力26.3 tonで均衡速度32km/h
  　　起動粘着　32%（36.5 ton）以上
- 軸配置　　Co－Co（6動軸）
- 最大軸重　　19 ton
- 最大車輪径　　1,050mm
- 最高速度　　75km/h（貨）　100km/h（旅）
- 制御方式　　重連総括制御（4重連可）

これに基いて所要出力を計算すれば2,340KW級の機関車になり、特性的には付図に示す通りとなる。この出力は現用最大級であるDE8型（Co－Co、総重量120 ton、出力2,000PS）の約2倍となる。また、12.5%の連続勾配区間を1,700 ton貨車をけん引して上る際の均衡速度は約32km/h で、同じ線路条件をDE8型でけん引する場合の倍近い速度が得

附図　　電気機関車性能曲線



られ、低速域の高加速性と相まって運転時分の短縮に大きく寄与することになる。

なお、使用線区の実情から、沿線の通信回線への通信誘導障害を最小限に抑える為、主変圧器２次巻線を分割形にするなど積極的な高調波障害防止対策が考慮される必要がある。

３－３－２　ＤＥＬの交流機化改造

計画では現在休車中のＤＥ４型（Co－Co、1,730PS、９０ｔ、1964年投入）１４両の交流機化改造（1,400KW級）を検討対象にしている。これは概略的には機関、発電機等を主変圧器、整流器などの交流機器に置換えるもので、その他の駆動電動機を初め台車、制御機器などは出来る丈現用のものを再用することにより経済的に対処することになる。しかし、この場合、a)駆動モーターは直流用（ＤＥＬ発電機からの供給電流は滑らかな直流と考えてよい）であり、改造後電流が脈流となった場合の影響についての十分な検討、確認試験が必要である。b)駆動モーターのブラシの構造上、負荷電流値に制限が加わり、折角の交流機の長所である高い起動けん引力が期待出来なくなる、などの問題点が存在している。また、改造費額と残存寿命など経済性の問題もあり実施に当っては相当な慎重さで臨むことが必要である。

３－３－３　検修体系

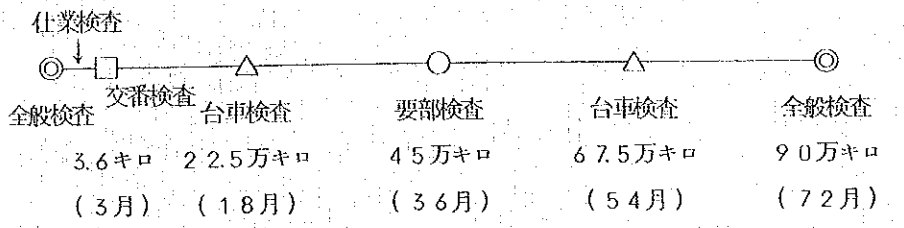
機関車の保守に当っては予防保全の考えに基いた定期検修が前提となる。現行のディーゼル機関車に適用している検査周期を参考までに示すと次の通りである。

Turn Round Service(TRM)	毎仕業	区施行
A検査	6,000km	〃
B 〃	18,000〃	〃
C 〃	36,000〃	〃
D 〃	72,000〃	〃

	DHI，DE2.3.4.5及び６型	ＤＥ８及び９Ａ型	
E修繕	225,000km	150,000km	工場施行
F 〃	450,000〃	300,000〃	〃
G 〃	900,000〃	600,000〃	〃

また、検査修繕別の作業内容、手順は別に基準が定められており、これに基いて行なわれている。一般に電気車両は一部摩耗部分を除いてはメンテナンスフリー化が進んでいる為比較的保守費が低廉におさえることが可能である。これに対しディーゼル車両は高温、往復運動部品といった構造上の理由から保守に手間と費用を要し、ＪＮＲの場合ＤＦ５０型ディーゼル機関車の修繕費は交流機の２倍を超える。今回投入する電気機関車の保守体系はＪＮＲの検修実績とＮＲＺでの使用条件（曲線が少なく、勾配でも抑速発電ブレーキが主体となるなど足まわり摩耗部分には有利な条件）などを考慮し現行ＤＥ８型の５０％増回帰で考え次

の様な検修体系とするのが適当と考えられる。



(注) 仕業・交番・台車各検査……区施行

要部・全般各検査……工場施行

3－3－4　車両検修設備

電化後の機関車保守設備はStage 1でDabukaに区を新設することを計画している。将来的には(1986年まで)Blawayo 工場(面積28万平米、従業員1,700人規模)の中に電気機関車検修設備を追設しHeavy Repair に対応できる体制を考えている。投資時期を検修発生時期に見合うように考えているのはそれ自体合理的なものであるが、初の交流車両経験であることから前びろな計画により車両技術を積んでおくことは重要である。この意味において機関車を現地技術でノックダウンすることは有益な方策の一つと考えられる。そのようになった場合、現状のNRZの技術水準からみて問題となるような事はないと考えられるが、Bulawayo工場への投資時期を早めるなど全体工事計画の一部を変更する必要が生じてこよう。

3－4　電気設備

3－4－1　国鉄専用連絡送電線

亘　　長　　約200 km

送電電圧　　88 KV

マリンバ変電所を除く6ケ所の国鉄変電所に送電する。(第1図参照)

受電点における短絡容量は、

(1)　グエロ交流変電所

132／88KV　　850MVA

(2)　シャウッド交流変電所

88KV母線　　1,600MVA

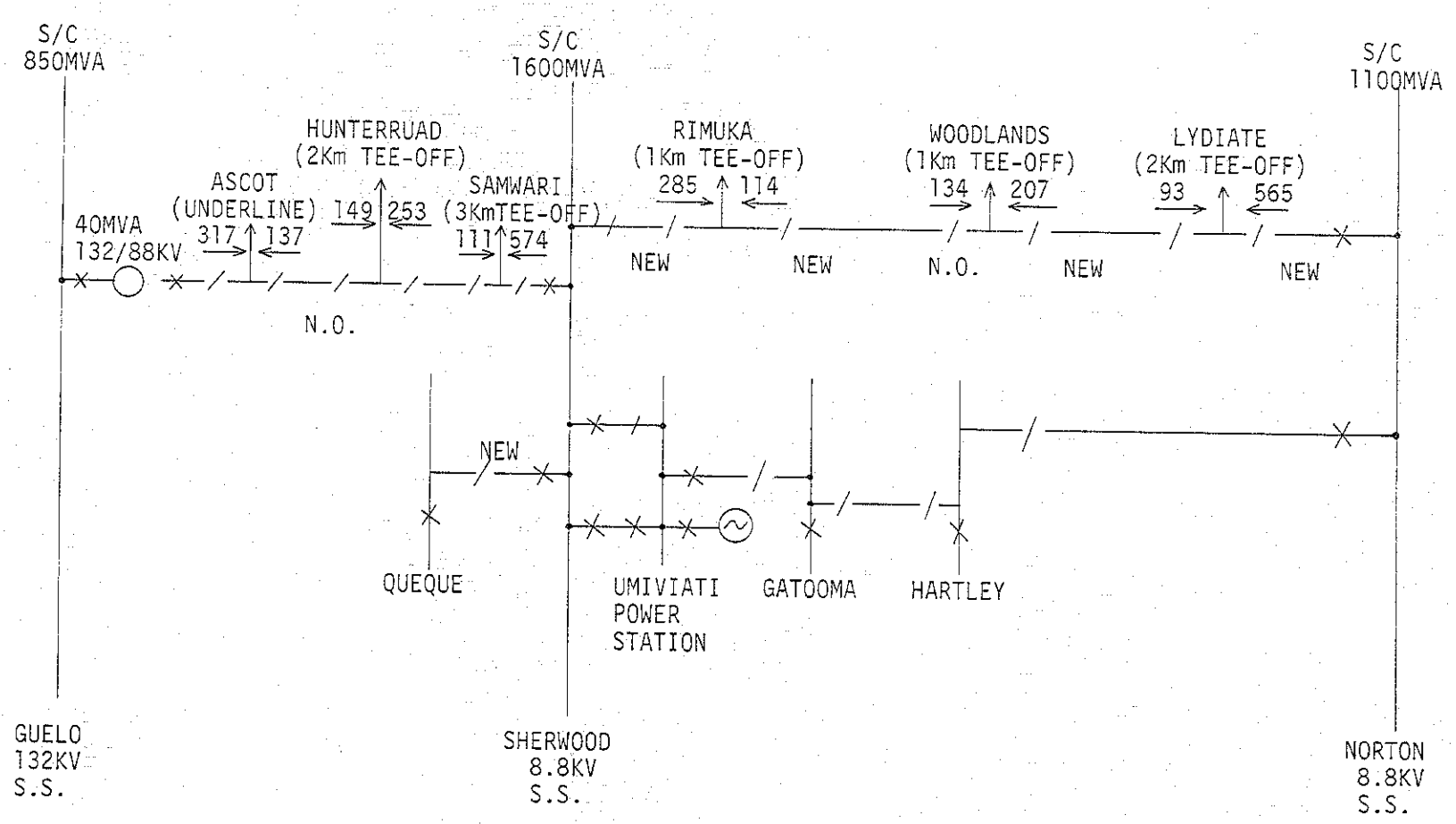
(3)　ノートン交流変電所

88KV母線　　1,100MVA

3－4－2　電鉄変電所(第2図参照)

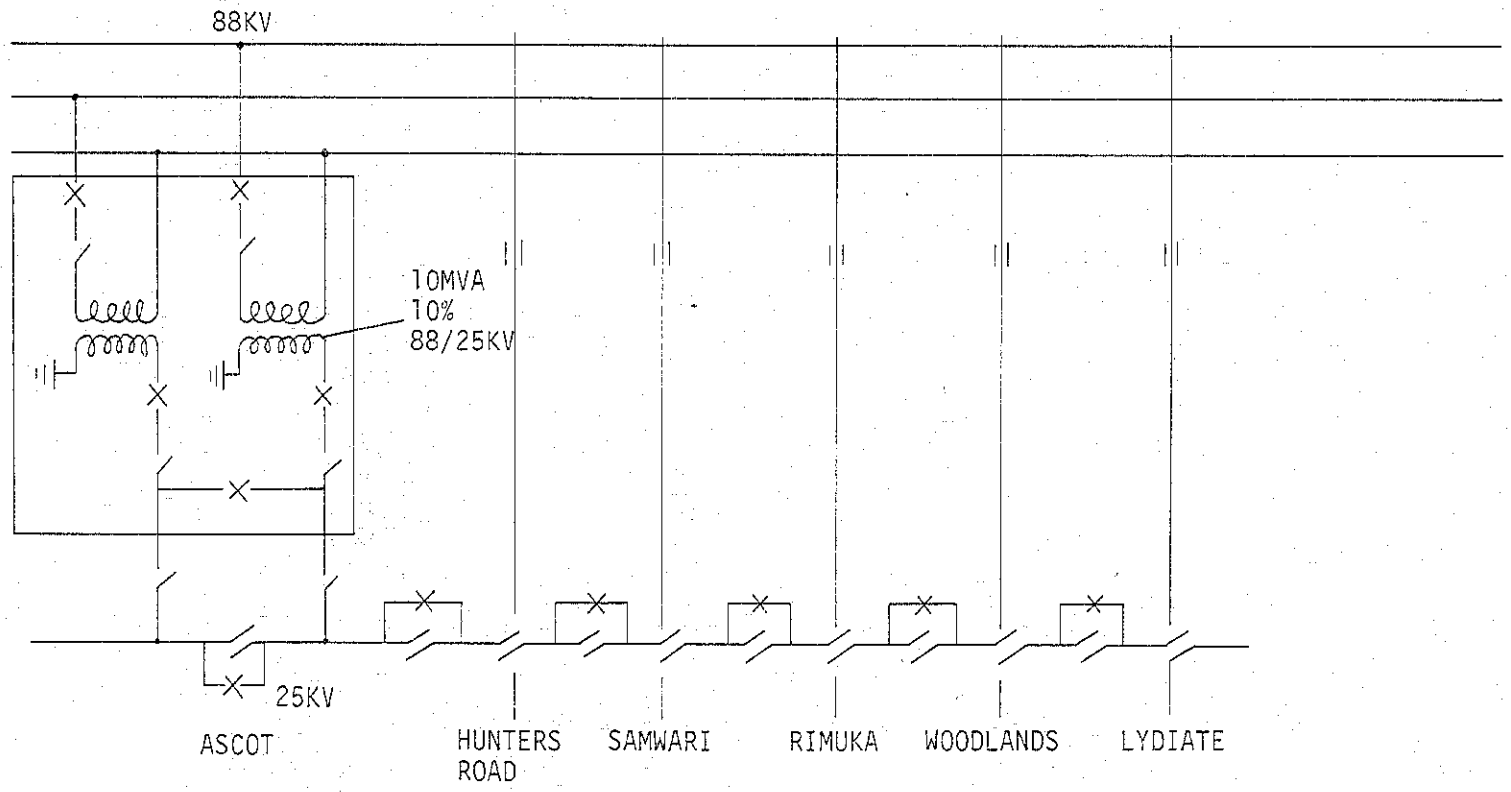
(1)　マリンバ　　(17 km)　　132／25KV

第 1 図 PROPUSEDRAILWAY ELECTKIFICATION SUPPLIES



FAULT LEVELS.～ 3 ø SYMMETRICAL-IN "MVA"

第2図　変電所結線図


88KV
10MVA
10%
88/25KV
25KV
ASCOT
HUNTERS
ROAD
SAMWARI
RIMUKA
WOODLANDS
LYDIATE

(2) リディチ　（５６km）　８８／２５KV

(3) ウッドランド（GADZEMA）　（１１４km）　〃

(4) リムカ　（１６９km）　〃

(5) サリムリ　（２２２km）　〃

(6) フンタ・ロード　（２６２km）　〃

(7) グエロ　（３００km）　〃

- キロ程はソールズベリ駅起点の駅キロ程を示す。
- 変電所の中間に帰電区分所をおく。
- 主変圧器　単相１０,０００KVA×２台
- 遠才制御装置　中央制御所はダフカのＣＴＣセンターと同じ部屋におく。

３－４－３　電車線設備（写真１参照）

トロリー線	１０７mm²	硬銅
張架線	８３mm²	硬銅より線
地線	１１０mm²	硬銅より線

- 約1,500m毎に重錘式自動張力調整装置を設ける。（写真２参照）
- 電話設備の誘導対策の必要な６ケ所にＢＴセクションを設ける。
- 主要駅の架線範囲を第３図に示す。

３－４－４　信号装置（写真３参照）

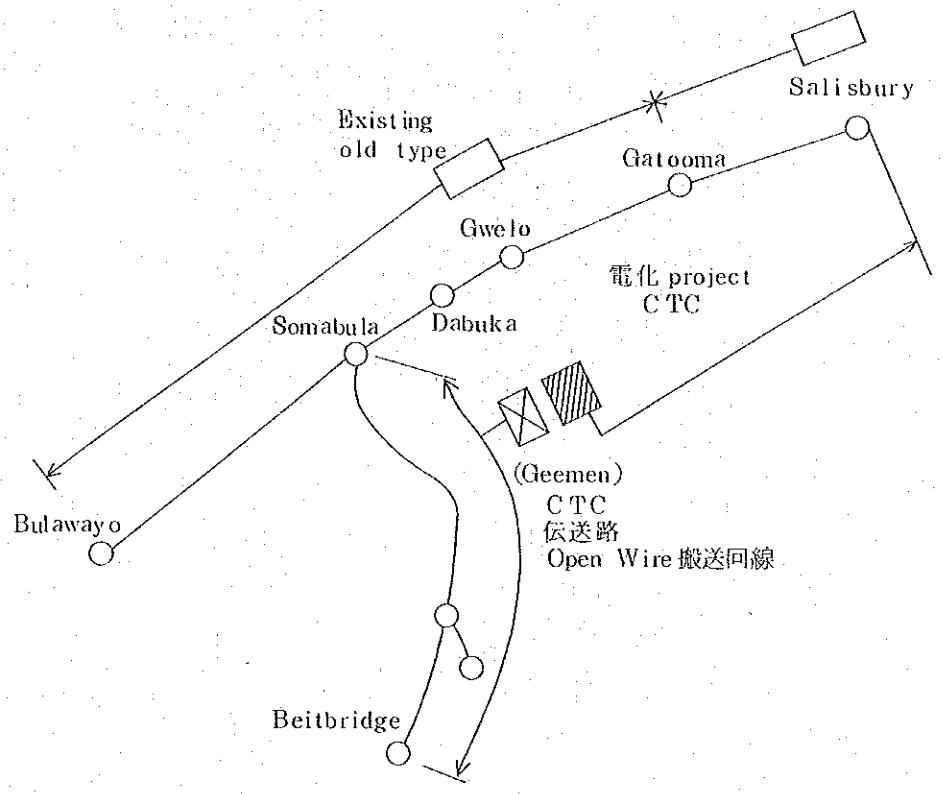
多灯式信号器と機械式信号機を使っている。最近、信号器の上部に進路表示をつけて本線、側線別を表示する様になった。

- 閉塞装置は交流軌道回路を使用している。
- 転てつ装置　幹線は全て電気転てつ機で、側線等に現場扱いのバネ式のものが使用されている。（写真４、５参照）
- リレー式ＣＴＣ装置（写真６参照）

  ＮＲＺ符号構成で幹線1,680kmに亘ってＣＴＣが行われている。ＣＴＣシステムは約2,500軌道回路を使い、色灯式電気信号で７制御所から制御されている。

  さらに、９駅が約４００トラック回路を有する信号設備を地区制御している。
- Dabukaコントロールセンター視察状況

  Gwelo駅から南へ約１０kmの平原に今回の電化Projectの中枢となるDabukaコントロールセンターが新設されることになっている。現在はMarshalling Yard（現在700両／日、能力3,000両／日）の一角にDabuka ～ Somabula ～ Beitbridge 間をコントロールするＣＴＣセンターがあり、Giemens（南ア製造）製の新しいＣＴＣ装置が１９７９年から稼動している。



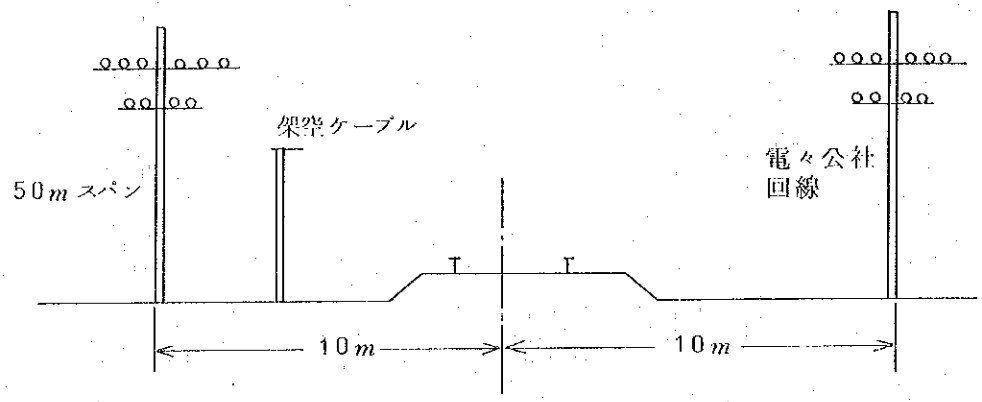
電化Project 用のＣＴＣセンターはこのYard 内の別のところに新設される。

また、Gwello 駅構内にはWestinghouse 1960年度製のリレータイプのＣＴＣが設置されており、Bulawayo ～ Gatom間をコントロールしている。今回のProject で Dabuka に新しいＣＴＣが導入されれば撤去されるとのことである。

Marshalling Yard用のコントロール機器はＩＮＴＥＧＲＡ（南ア）製自動制御装置が Hump Cabine に設置され、またYard 無線も使用されている。

３－４－５　裸通信線路

鉄道に平行して４ｍ鉄柱に添架された１２本程度の硬銅線により通信路が構成されている。搬送は電話１２回線、電信３回線となっていて、電線路の保守は良好で、がいしの破損等はほとんどみられなかった。又、一部区間に架空ケーブルが使用されている。さらに電々公社の回線が鉄道と平行しているところが見られた。



なお、建築限界、土工定規を第４、５図に示す。

３－５　要員訓練計画

電化は鉄道システムの大規模な変革である。

電化設備の保守要員の教育、乗務員の運転操作及び応急処置、車両検修要員の教育を十分実施して電気運転に備えなければならない。

従って、電化工事期間を通じて早期に電化開業後の要員規模を確定し、指導者の養成に着手する必要がある。

今回の電化計画にはGado ～ QueQue ～ Samwari 間約２２kmが試験線として先行完成されており、全線に亘って工事開始時にはすぐこの区間は試験線・訓練線として使用できるので、要員訓練上メリットが大きい。

電化開業まで２年間の期間があることは訓練計画を作る上で誠に好都合であり、要員操配面、運転事故面及び傷害事故防止の見地から余裕のある教育訓練が実施出来るものと確信する。

機関車の投入は１９８２年７月頃から開始されるが、配置された機関車を使用して乗務員の訓練、検修要員の教育に着手すべきである。

次に感電事故防止対策であるが、同国鉄初の電化が交流２５KVであることを十分認識して安全教育を実施すべきである。未だ多くの蒸気機関車が運転されており、今後も長期に亘ってＳＬが残ることとなるので機関車乗務員に対する安全教育には特段の配慮が必要である。

又、踏切通行者が架線に触れて感電しないように措置しなければならない。ＪＮＲでは踏切の両側に架線高より１m低い高さで注意線を張り通行者に予告して感電事故防止を徹底している。

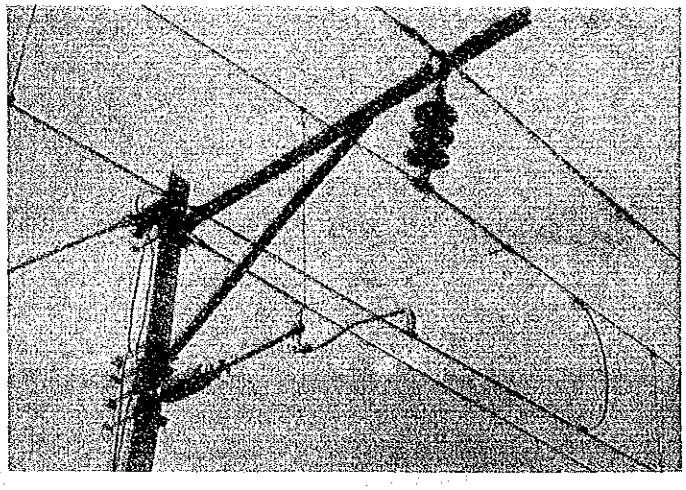


写真 1　電車線設備

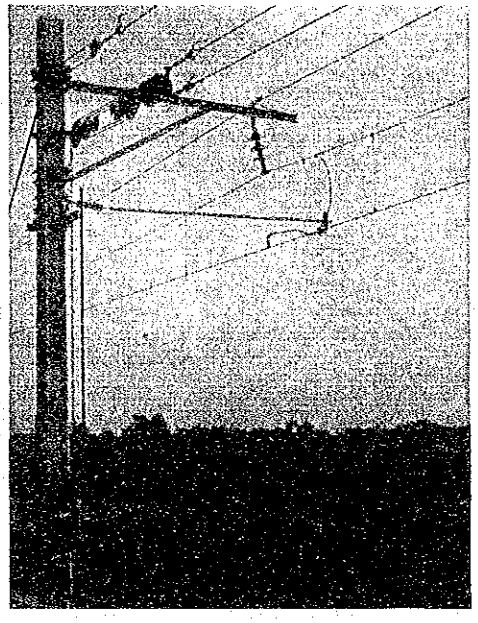


写真 2　自動張力調整装置

写真 3　多灯式信号器
（進路表示つき）

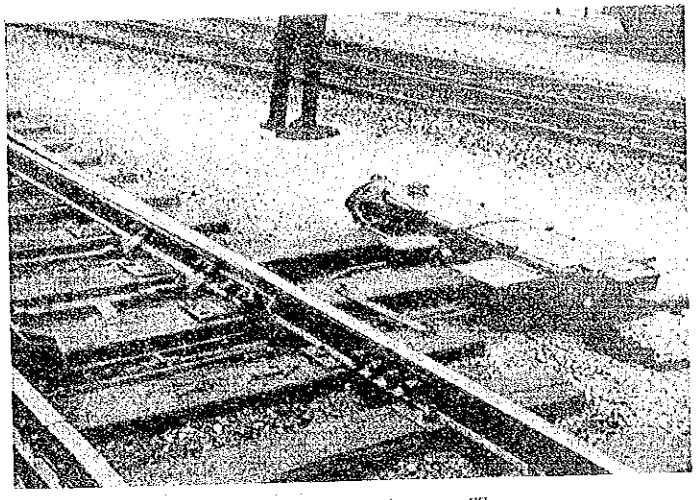


写真 4　電気転てつ器

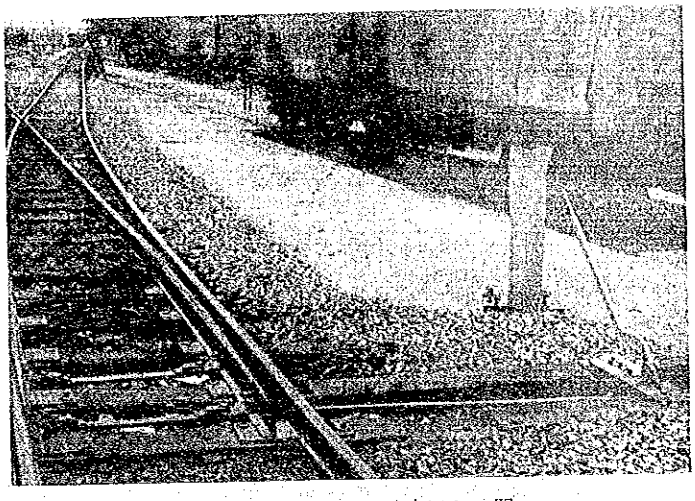


写真 5　現場扱い転てつ器

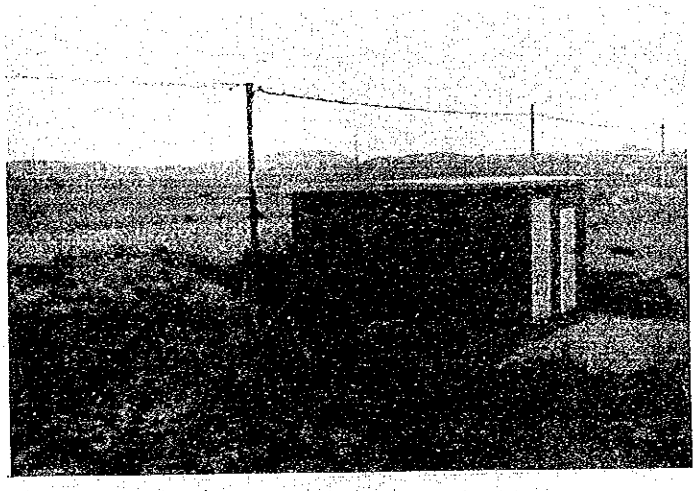
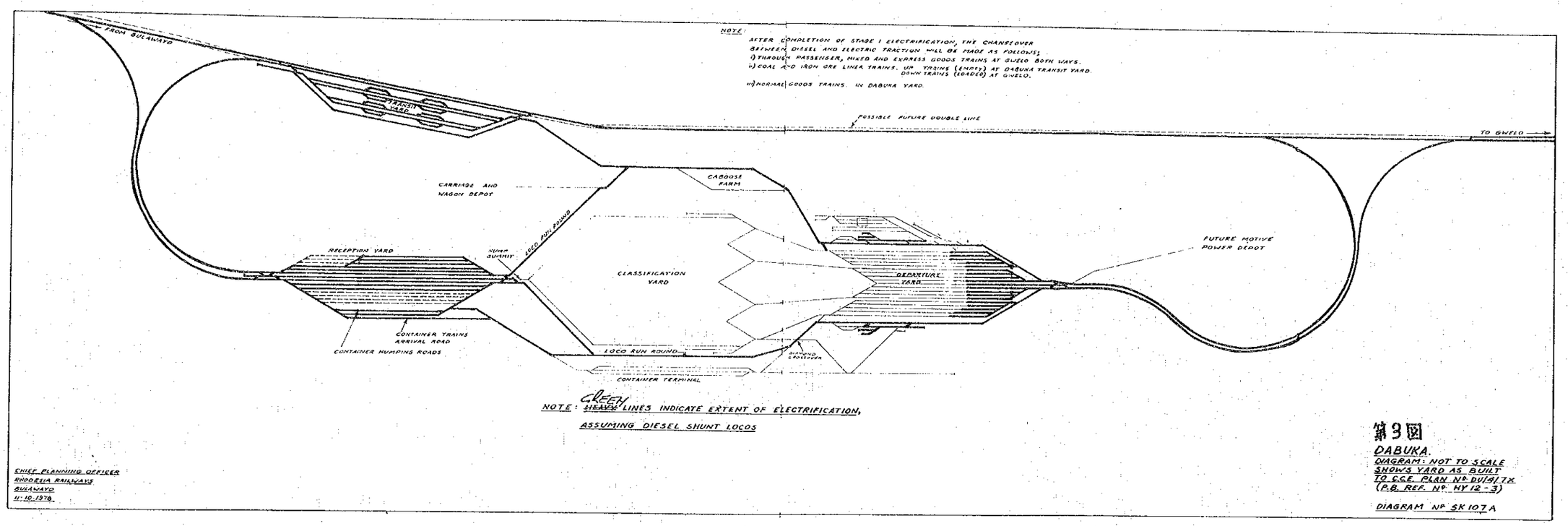


写真 6　ＣＴＣ駅制御機器室



NOTE: AFTER COMPLETION OF STAGE I ELECTRIFICATION, THE CHANGEOVER BETWEEN DIESEL AND ELECTRIC TRACTION WILL BE MADE AS FOLLOWS;
i) THROUGH PASSENGER, MIXED AND EXPRESS GOODS TRAINS AT GWELO BOTH WAYS.
ii) COAL AND IRON ORE LINER TRAINS. UP TRAINS (EMPTY) AT DABUKA TRANSIT YARD. DOWN TRAINS (LOADED) AT GWELO.
iii) NORMAL GOODS TRAINS. IN DABUKA YARD.

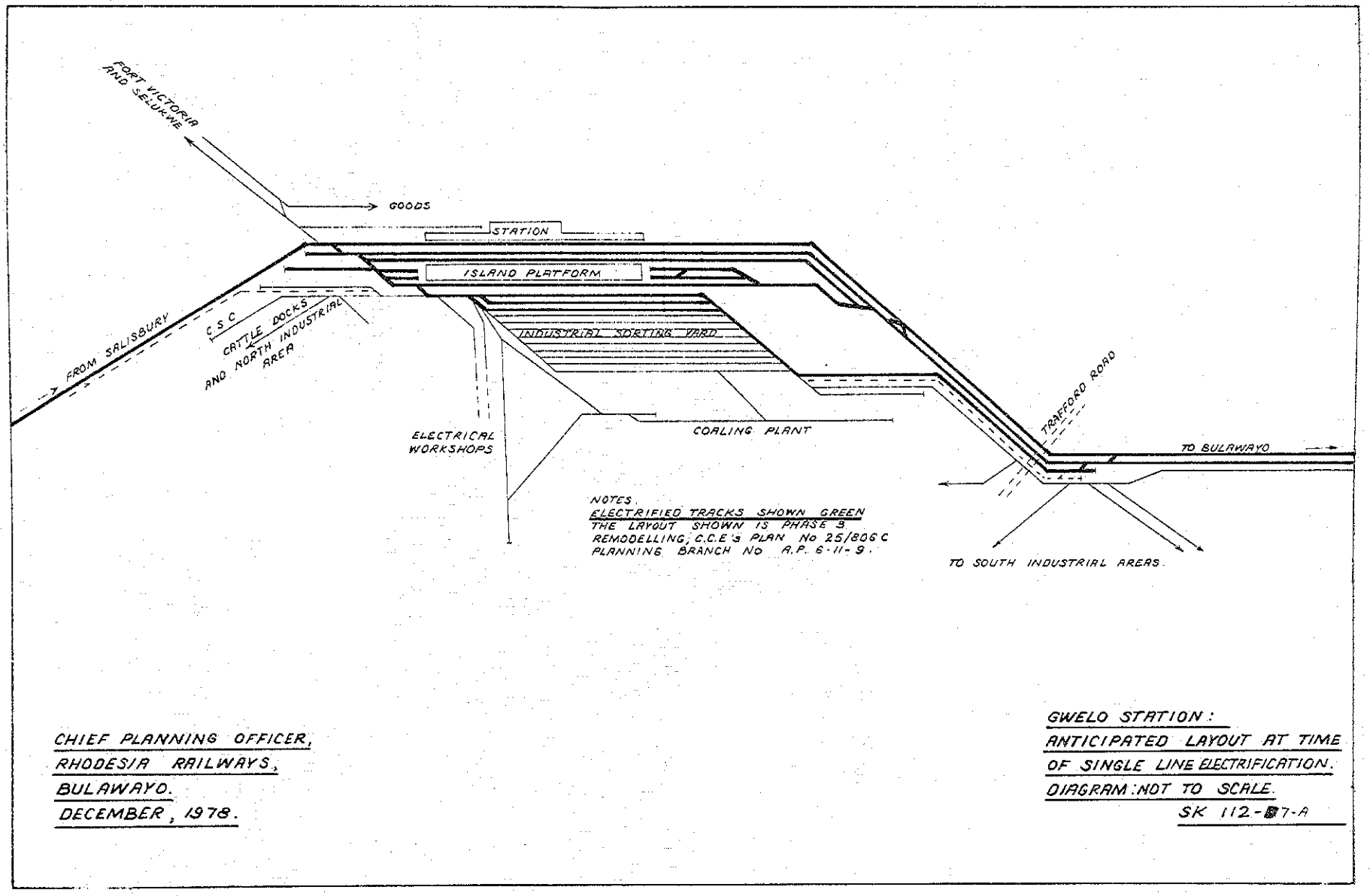
NOTE: ~~HEAVY~~ GREY LINES INDICATE EXTENT OF ELECTRIFICATION, ASSUMING DIESEL SHUNT LOCOS

第3図

DABUKA.
DIAGRAM: NOT TO SCALE
SHOWS YARD AS BUILT
TO C.C.E. PLAN Nº DU/9/7X
(P.B. REF. Nº HY 12 - 3)

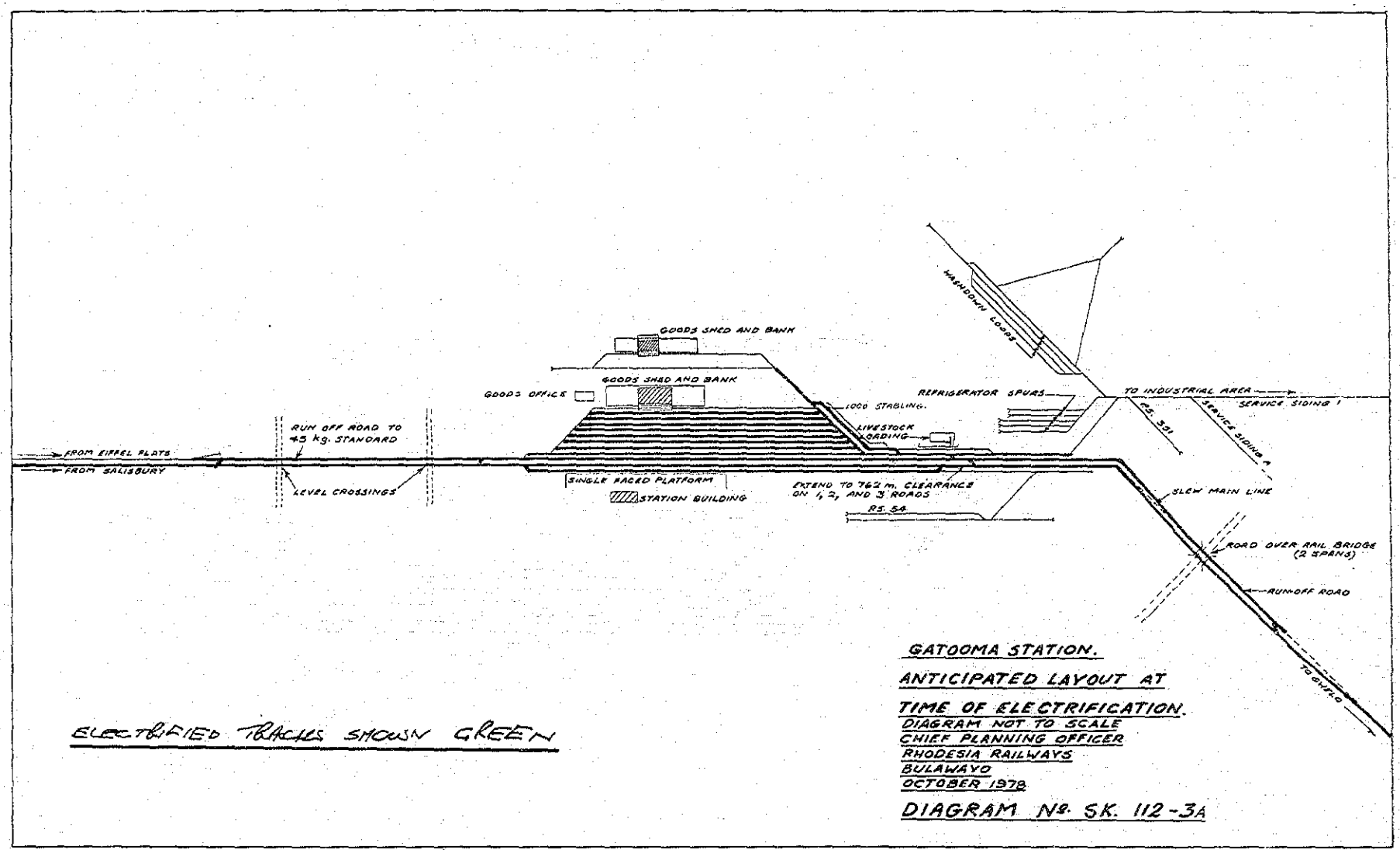
DIAGRAM Nº SK 107 A

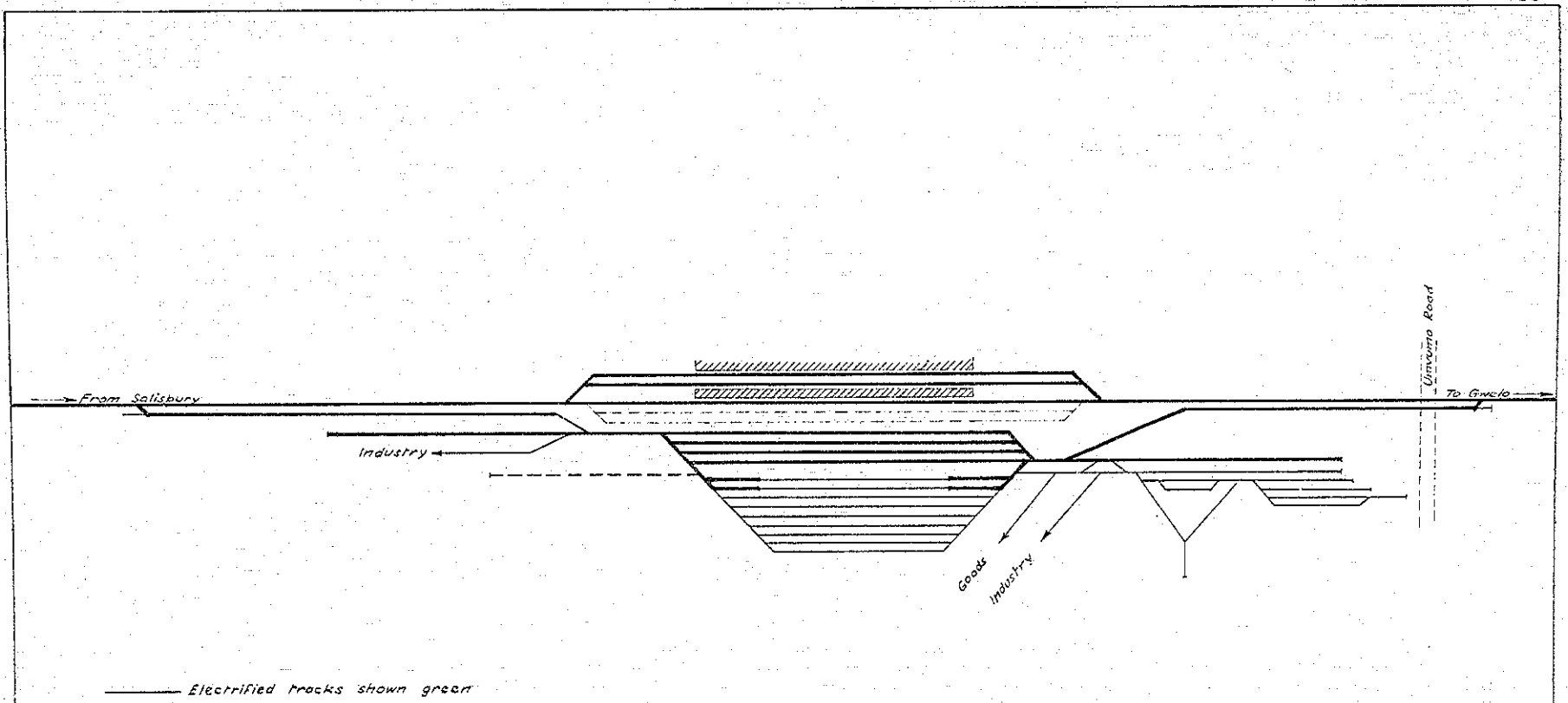
CHIEF PLANNING OFFICER
RHODESIA RAILWAYS
BULAWAYO
11.10.1978.



CHIEF PLANNING OFFICER,
RHODESIA RAILWAYS,
BULAWAYO.
DECEMBER, 1978.

GWELO STATION:
ANTICIPATED LAYOUT AT TIME OF SINGLE LINE ELECTRIFICATION.
DIAGRAM: NOT TO SCALE.
SK 112-[redacted]7-A


GOODS SHED AND BANK
GOODS SHED AND BANK
GOODS OFFICE
HANDDOWN LOADS
REFRIGERATOR SPURS
TO INDUSTRIAL AREA
SERVICE SIDING 1
SERVICE SIDING A
RS. 53
LOCO STABLING.
LIVESTOCK LOADING
RUN OFF ROAD TO 45 kg. STANDARD
FROM EIFFEL FLATS
FROM SALISBURY
LEVEL CROSSINGS
SINGLE FACED PLATFORM
STATION BUILDING
EXTEND TO 762 m. CLEARANCE ON 1, 2, AND 3 ROADS
RS. 54
SLEW MAIN LINE
ROAD OVER RAIL BRIDGE (2 SPANS)
RUNOFF ROAD
TO BULAWAYO
ELECTRIFIED TRACKS SHOWN GREEN
GATOOMA STATION.
ANTICIPATED LAYOUT AT
TIME OF ELECTRIFICATION.
DIAGRAM NOT TO SCALE
CHIEF PLANNING OFFICER
RHODESIA RAILWAYS
BULAWAYO
OCTOBER 1978
DIAGRAM No. SK. 112-3A

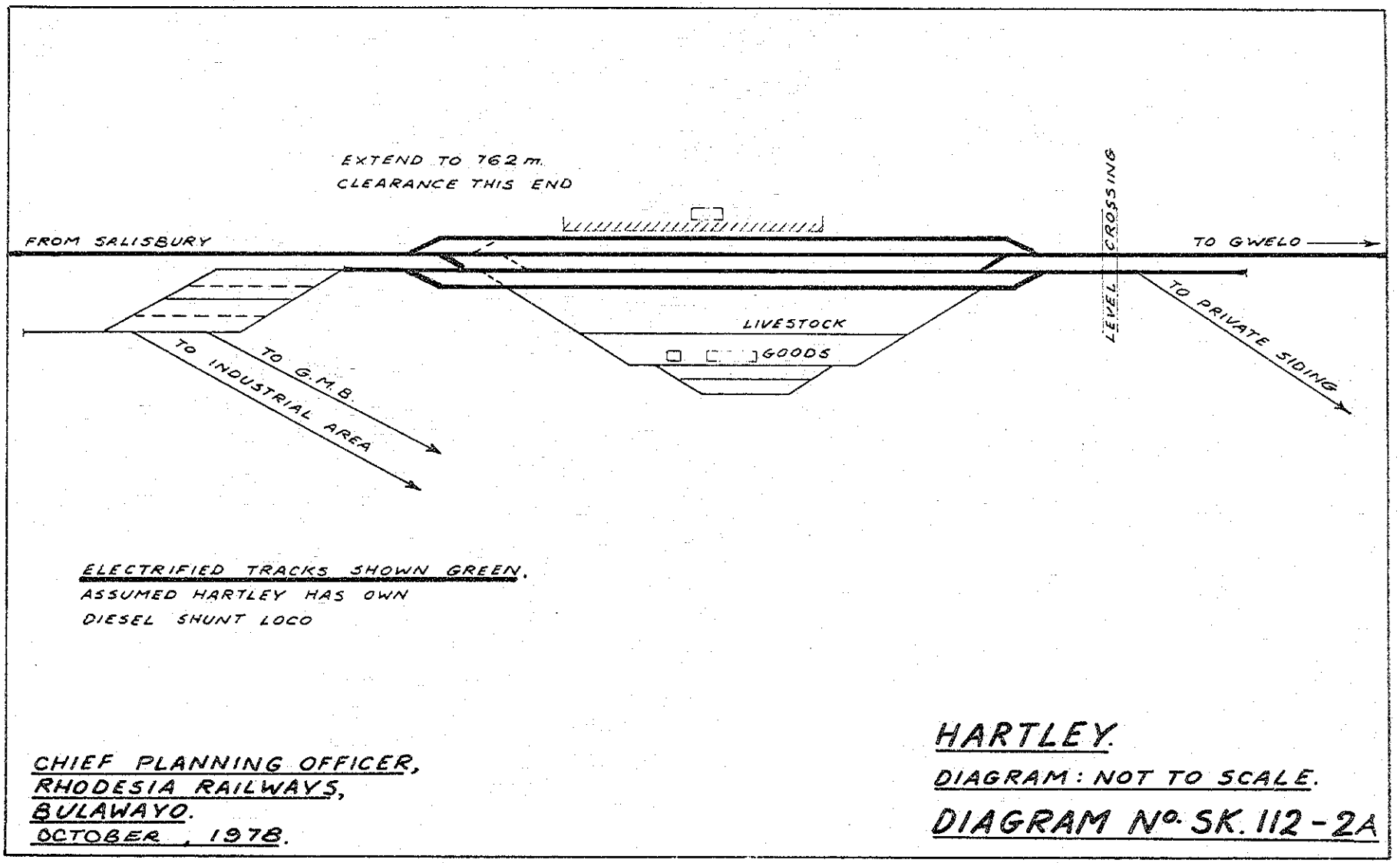


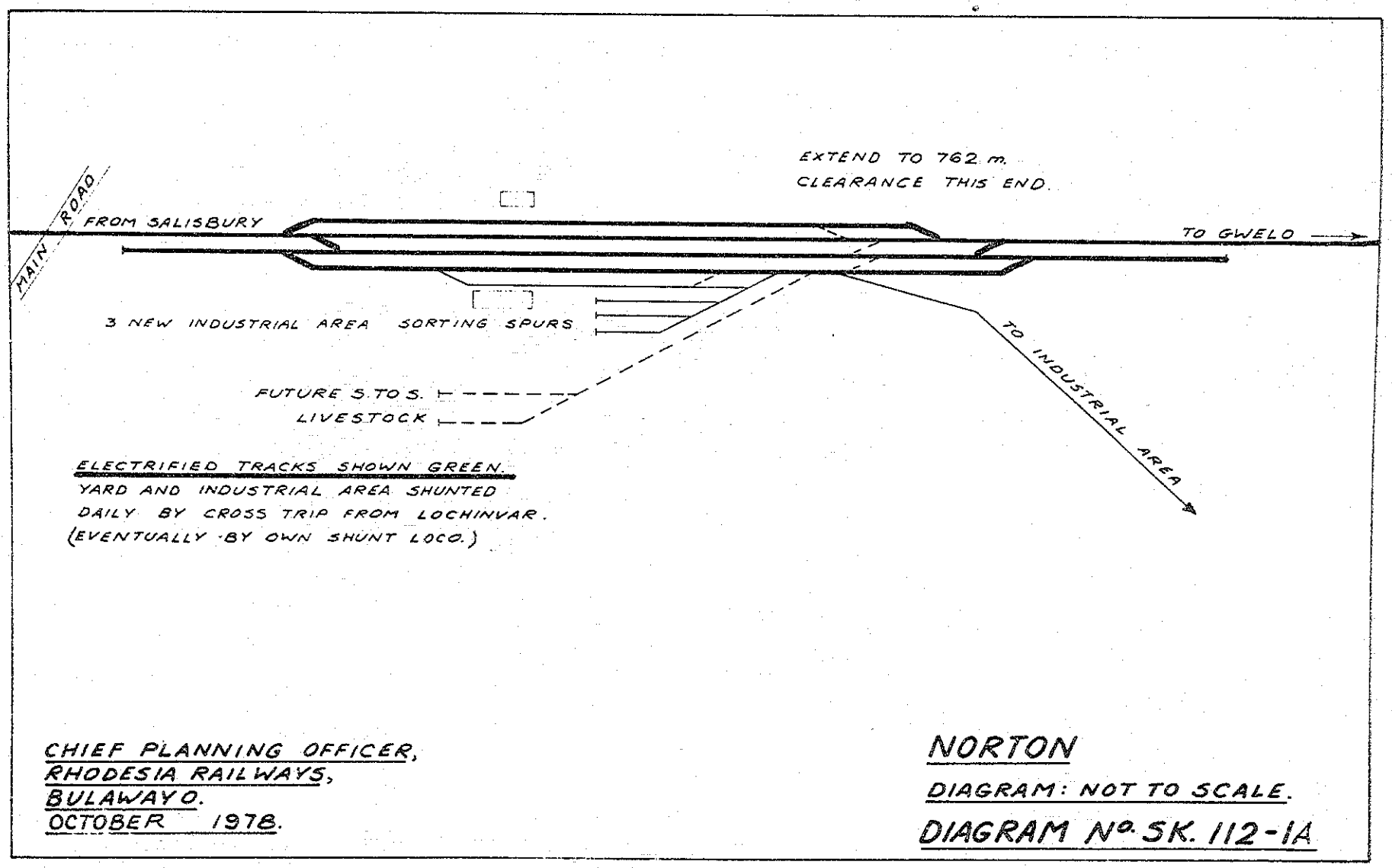
Electrified tracks shown green

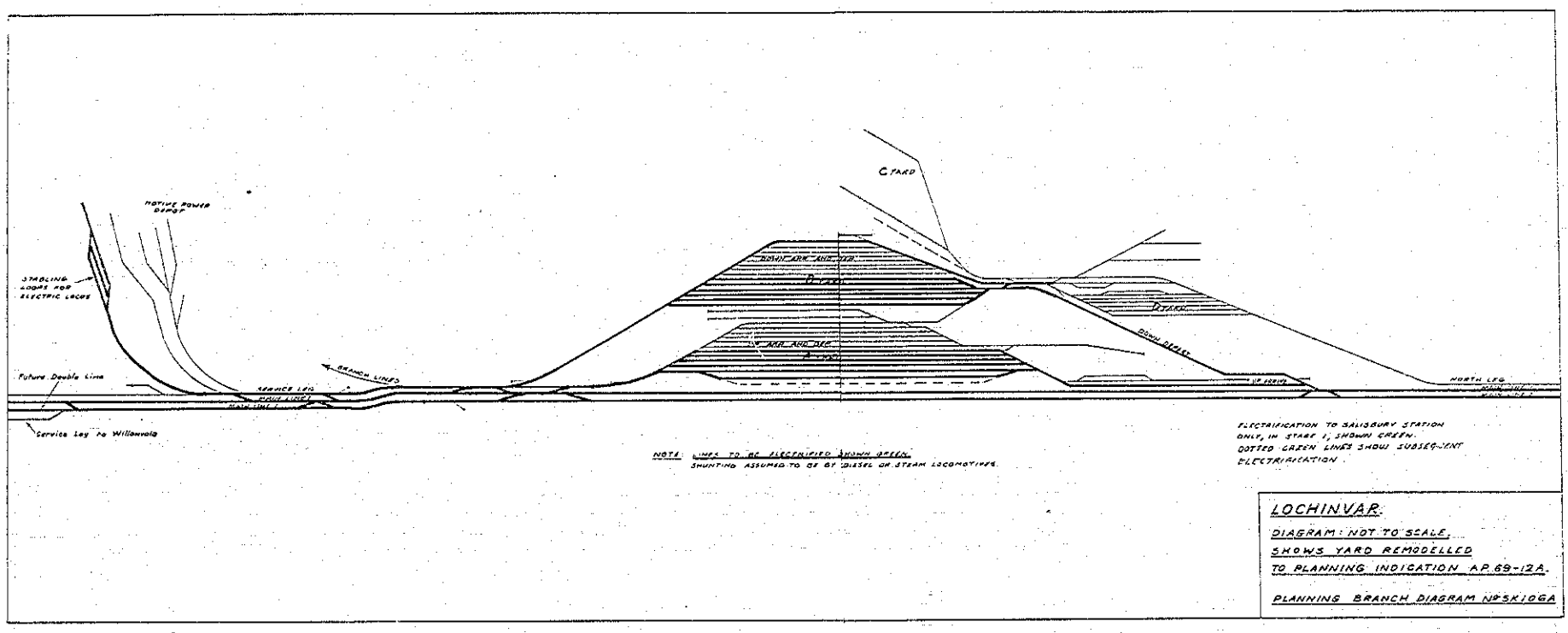
CHIEF PLANNING OFFICER,
RHODESIA RAILWAYS,
BULAWAYO.
18. 10. 78

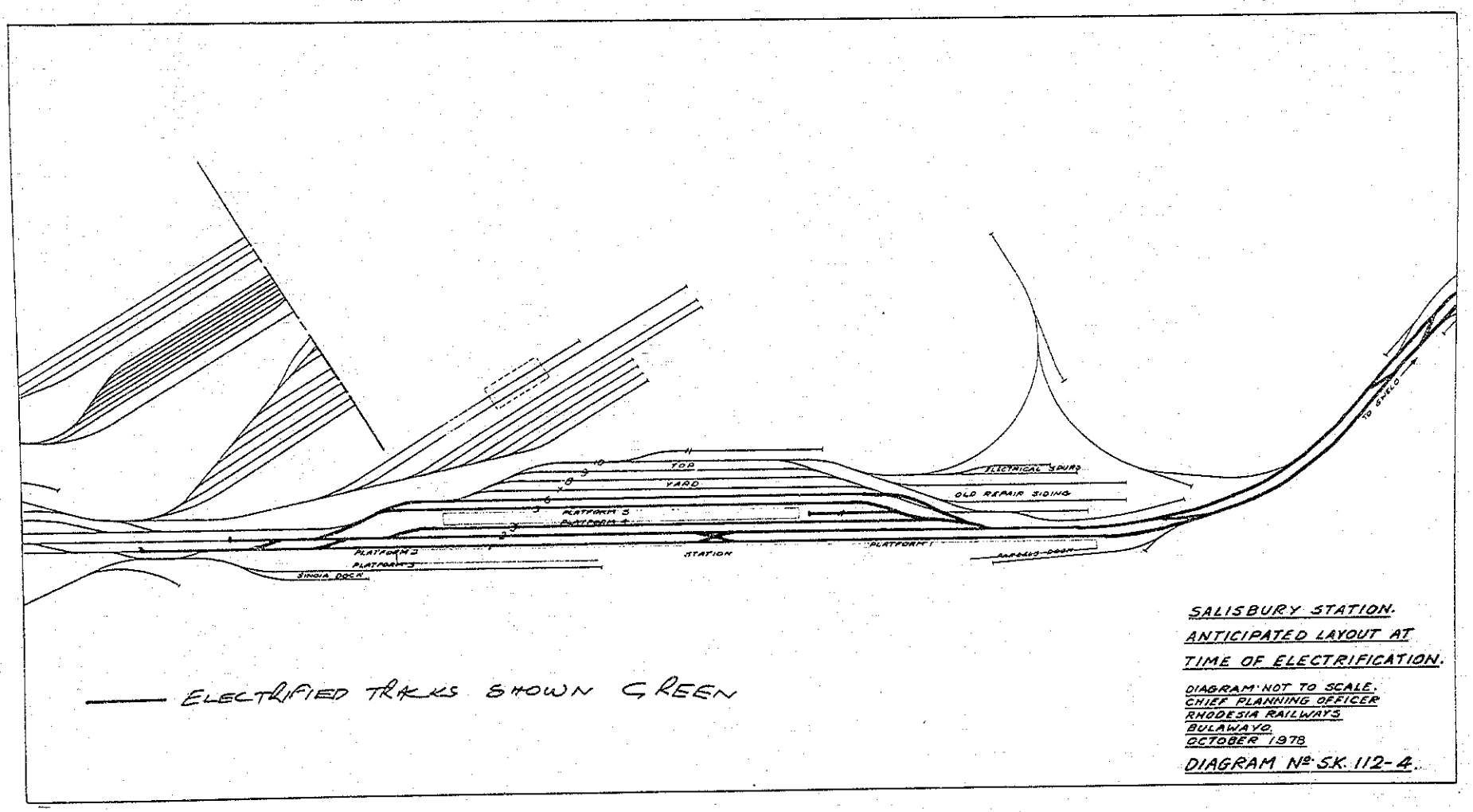
NEW QUE QUE : ANTICIPATED LAYOUT AT TIME OF ELECTRIFICATION.
DIAGRAM : NOT TO SCALE

SK 112-6


EXTEND TO 762 m.
CLEARANCE THIS END
FROM SALISBURY
TO GWELO
LEVEL CROSSING
TO PRIVATE SIDING
LIVESTOCK
GOODS
TO G.M.B.
TO INDUSTRIAL AREA
ELECTRIFIED TRACKS SHOWN GREEN.
ASSUMED HARTLEY HAS OWN
DIESEL SHUNT LOCO
CHIEF PLANNING OFFICER,
RHODESIA RAILWAYS,
BULAWAYO.
OCTOBER, 1978.
HARTLEY.
DIAGRAM: NOT TO SCALE.
DIAGRAM No. SK. 112-2A


EXTEND TO 762 m.
CLEARANCE THIS END.
MAIN ROAD
FROM SALISBURY
TO GWELO
3 NEW INDUSTRIAL AREA SORTING SPURS
TO INDUSTRIAL AREA
FUTURE S.TO S.
LIVESTOCK
ELECTRIFIED TRACKS SHOWN GREEN.
YARD AND INDUSTRIAL AREA SHUNTED
DAILY BY CROSS TRIP FROM LOCHINVAR.
(EVENTUALLY BY OWN SHUNT LOCO.)
CHIEF PLANNING OFFICER,
RHODESIA RAILWAYS,
BULAWAYO.
OCTOBER 1978.
NORTON
DIAGRAM: NOT TO SCALE.
DIAGRAM No. SK. 112-1A


MOTIVE POWER DEPOT
STABLING LOOPS FOR ELECTRIC LOCOS
Future Double Line
Service Lay to Willowvale
ADVANCE LEG
MAIN LINE
BRANCH LINES
C YARD
B YARD
D YARD
DOWN DIESEL
UP DIESEL
NORTH LEG
NOTE: LINES TO BE ELECTRIFIED SHOWN GREEN.
SHUNTING ASSUMED TO BE BY DIESEL OR STEAM LOCOMOTIVES.
ELECTRIFICATION TO SALISBURY STATION ONLY, IN STAGE 1, SHOWN GREEN.
DOTTED GREEN LINES SHOW SUBSEQUENT ELECTRIFICATION.
LOCHINVAR.
DIAGRAM: NOT TO SCALE.
SHOWS YARD REMODELLED
TO PLANNING INDICATION A.P.69-12A.
PLANNING BRANCH DIAGRAM No SK10GA



—— ELECTRIFIED TRACKS SHOWN GREEN

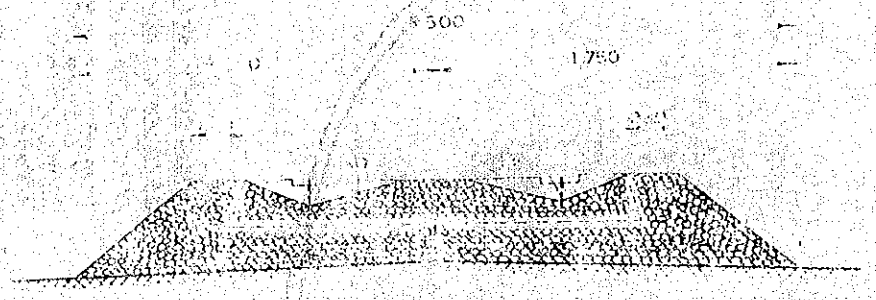
SALISBURY STATION.
ANTICIPATED LAYOUT AT
TIME OF ELECTRIFICATION.

DIAGRAM NOT TO SCALE.
CHIEF PLANNING OFFICER
RHODESIA RAILWAYS
BULAWAYO.
OCTOBER 1978

DIAGRAM No. SK. 112-4.

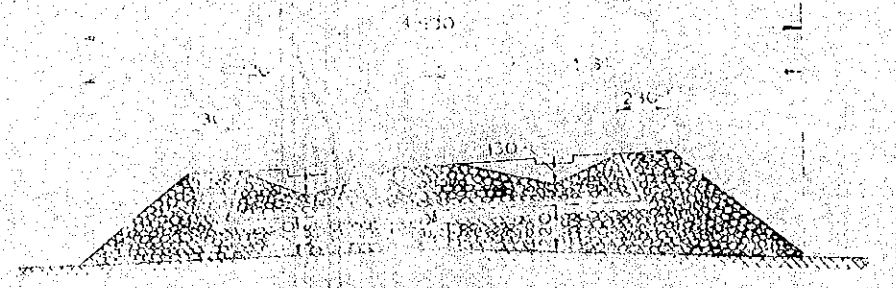
第5図

BALLAST (CONCRETE SLEEPER SECTION)



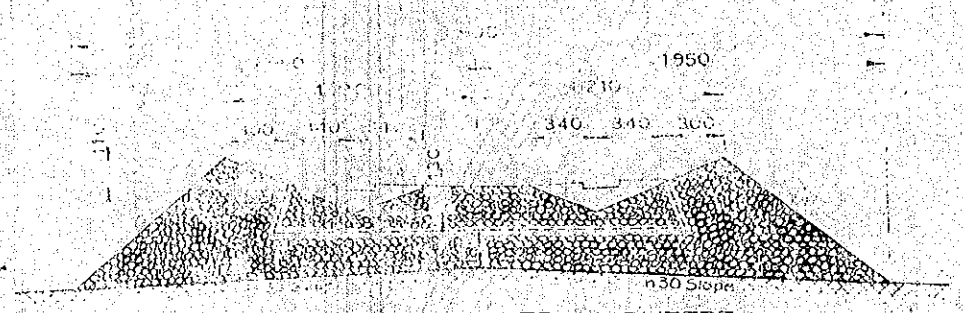
930 CU METRES PER KILOMETRE

(FOR STRAIGHT TRACK)



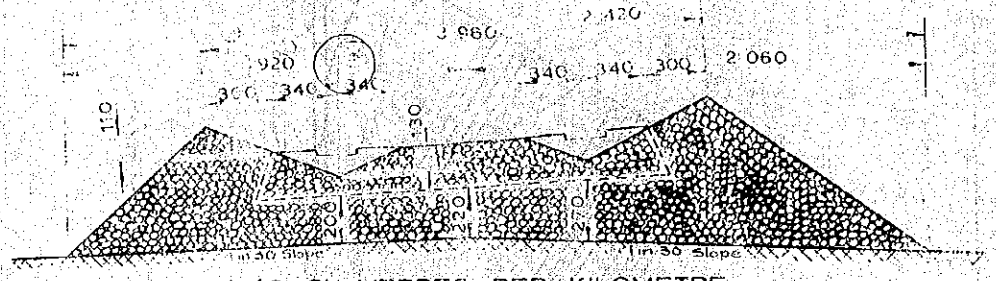
1000 CU METRES PER KILOMETRE

(FOR 50 mm CANTED CURVED TRACK)



1280 CU METRES PER KILOMETRE

(FOR STRAIGHT TRACK)

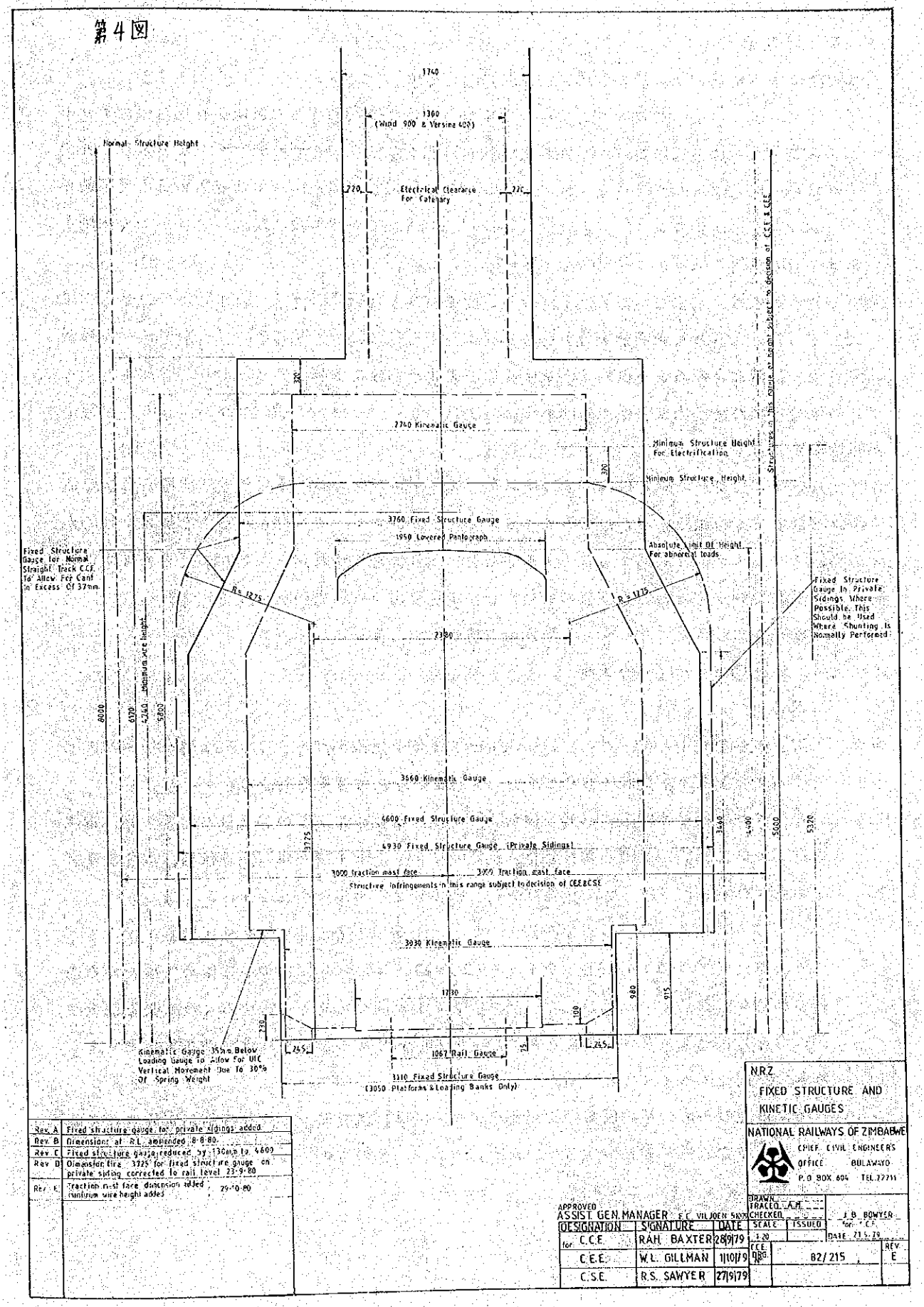


1410 CU METRES PER KILOMETRE

(FOR 70 mm CANTED CURVED TRACK)

ANNEXURE. 2, SHEET. 3.

第4図



Rev. A	Fixed structure gauge for private sidings added
Rev. B	Dimensions at R.L. amended 8-8-80
Rev. C	Fixed structure gauge reduced by 130mm to 4600
Rev. D	Dimension line 3725' for fixed structure gauge on private siding corrected to rail level 23-9-80
Rev. E	Traction mast face dimension added, minimum wire height added 29-10-80

NRZ

FIXED STRUCTURE AND KINETIC GAUGES

NATIONAL RAILWAYS OF ZIMBABWE

CHIEF CIVIL ENGINEER'S OFFICE BULAWAYO

P.O. BOX 604 TEL. 77711

APPROVED ASSIST. GEN. MANAGER E.C. VILJOEN 5/10/79

DESIGNATION	SIGNATURE	DATE
for C.C.E.	RAH BAXTER	28/9/79
C.E.E.	W.L. GILLMAN	1/10/79
C.S.E.	R.S. SAWYER	27/9/79

DRAWN
TRACED A.M.
CHECKED J.B. BOWYER for C.C.E.
SCALE 1:20
ISSUED
DATE 21.5.79
C.C.E. DRG No. 82/215
REV. E

3－6 財務評価

3－6－1 財務評価方法

本プロジェクトの財務評価方法は、電化計画とこれに代替すると仮定する現行のディーゼル体制下での輸送力維持策とを総収入の等しい個々の独立したプロジェクトと見做しそれぞれのCash Flowを作成、両プロジェクトをその「差」で捉え、費用節減額を資本投下額差に対比させる所謂"with（電化）"and"without（非電化＝現行のディーゼル体制）project"の原則によって行なうものとする。

具体的には、電化計画に於ける所要投資総額のうち現行のディーゼル体制下での輸送力維持に必要とされる投資額を上廻る部分を資本費用と見做し、電化によってもたらされる操業費用の節減額を便益と見做して"追加投資（電化）部分に帰属するReturn"の比率（＝この場合には財務的内部収益率Financial Internal Rate of Return FIRR）を算出検討するものとする。

なおここで作成されるCash Flowは電化及びディーゼル体制下に於ける実際の資金の流れを表わすものでないことは云うまでもない。即ちプロジェクト間の「差」を捉える目的から両プロジェクトに共通する資本及び操業費用項目は捨象され、またプロジェクト自体が持つ収益性を判定するという評価の性格から、金利要因を含む費用項目も除外される。

なおここではインフレーション要因も考慮しない。

3－6－2 Cash Flowの予測

1) 基本前提

以上の想定のもとに、ここでは1980～83年を建設期間とし、1983年を操業初年度とするプロジェクト期間30年にわたるCash Flowの予測を行なう。

この予測を行なうために必要な情報としては、電化予定区間の輸送量の需要予測、電化のための各種施設・設備の調達価格、電気及びディーゼル機関車の調達価格、電化及びディーゼル体制下に於ける動力費及び維持・修繕費などが挙げられる。

このうち電化予定区間の需要予測については、本報告書3－4節「輸送計画」にみるごとく、ジンバブエ側が1980／81～1985／86年の5年間について極めて緩やかな需要の増加しか見込んでいないこと、プロジェクト期間全体をカバーするような長期需要予測は存在しないことなどの理由から、Cash Flow予測の観点からは、増加率をゼロとしたものを前提に置くこととする。

また電化のための諸設備等の調達価格については、調査時点で入札評価が実施されており、調達予定価格に変動が生じていたことから、一部のものについては調査団側の推定価格を用いた。

2) 電化計画に於ける機関車導入のケース

これらを前提として、本節では電化計画に於ける機関車導入のケースを次の２案に大別して検討する。

Case Ⅰ　：　新車２０両を購入し、併せて既存のディーゼル電気機関車（以下ＤＥＬと略す。）１４両を電気機関車（以下ＥＬと略す。）に改造するケース。

Case Ⅱ　：　新車のみ２６両を購入するケース。

Case Ⅰはジンバブエ国鉄（以下ＮＲＺと略記）が電化計画立案当初想定したもので、現在では実現される可能性が低くなっているものである。それというのは、ＮＲＺでは経済制裁措置撤廃後、第三国貨物通過区間を中心とする輸送量の顕著な増加によりＤＥＬに不足をきたす状態になっており、ＥＬへの改造を予定していた１４両のＤＥＬについても、目下故障中のディーゼルエンジン及び発電機部分を新品と交替し、本来のＤＥＬとして即刻活用する可能性が高まってきていること、及び、ＤＥＬのＥＬへの改造は技術的・経済的観点からみて必ずしもその有効性が確認されているものではないことなどの理由による。

Case Ⅱは、１４両のＤＥＬのＥＬへの改造が行なわれないとした場合、電化開業時点の予測需要量から調査団側が割り出した所要新車購入数によるものである。

また、輸送需要が全国並みの増加率年４％で伸びると仮定し、かつ、予備率を２５％見込んだ場合は、新車３０両を導入することが必要となるが、この場合には前提がCase Ⅰ・Case Ⅱと異なってくるが、その点を念頭に置きつつ、Case Ⅲとして、併せて検討を加えてみることとする。

なお、ここで行なう各ケース別のＦＩＲＲ の検討は、プロジェクト選択を目的とした優劣比較を行なうためになされるものではない。各ケースはそれぞれ異なった状況の下で選択の余地が生じてくるものであり、常に等しい互換性を有しているものではない。Case Ⅱ及びCase Ⅲは、Case Ⅰが実施不能の場合に代替されようとするものである。なお、Case Ⅰ及びCase Ⅱは、当初予測に基づく電化開業時点の等しい輸送需要量を賄なうに必要にして充分な機関車の組み合わせになっている。

3－6－3　Cash Flow を構成する項目

1) 資本費用

資本費用を構成する項目につき費用推定を行なった結果は次表の通りである。

表３－６－Ａ　資　本　費　用

（単位Ｚ＄）

		Case Ⅰ	Case Ⅱ	Case Ⅲ
電化設備		71,316,700	71,316,700	71,316,700
ＥＬ	新車	23,333,333	30,333,333	35,000,000
	改造車	3,360,000	――	――
計		98,010,033	101,650,033	106,316,700
DLL	新車（DE8）	18,000,000	23,400,000	27,000,000
	修繕車（DE4）	1,260,000	――	――
計		19,260,000	23,400,000	27,000,000

i）電化の下での資本費用

a）電化に必要な施設・設備（電化インフラ）

電化計画実施にあたって、電気機関車以外に調達される新規の施設・設備等の金額は71,316,700ジンバブエドル（以下Ｚ＄と略記）にのぼる。この中には架線・変電所など電化に固有に必要とされるものがある一方、信号・通信関係の設備・機器の一部に現行のディーゼル体制下に於いても老朽化による取り替え、近代化のための新設などのために共通に必要とされると考えられるものも含まれている。しかしながら、今般の電化が交流によるものであり、誘導障害のために既存の信号・通信施設、設備が使用不能になることを考えあわせると、多少負担過多になる嫌いはあるが、新規調達額全体を電化に係わるものと見做すこととする。

なお、ＥＬ保有に伴ない新設される付属施設等（Work shop, Depot）の調達額Ｚ＄7,562,700については、本来その性格は多少異なるが、便宜的にこの電化インフラの範疇に含めた。

b）電気機関車（ＥＬ）

ＮＺＲで導入を予定しているＥＬの新車は、性能上1,700トンの荷重を牽引する能力を有する出力2,340KWのもので、これは現用最大級のＤＥ８タイプＤＥＬに比較し、約２倍の出力を有するものである。一方改造車の方は、１９６４年に購入、現在エンジン関係の故障にて非稼動中のＤＥ４タイプＤＥＬ（出力1,400KW）についてエンジン・発電機を取り外し、主変圧器・整流器などを交流機器に置き換えることによりＥＬとして再利用しようとするものである。

これらＥＬの調達価格は、表３－６－Ａの通りである。

ii) ディーゼル体制下に於ける資本費用

a) ディーゼル機関車（ＤＥＬ）

ここではディーゼル体制下の機関車に関する資本費用として、ＥＬの新車に対応する部分についてはＤＥＬの新規調達額を、ＤＥＬからの改造車に対応する部分についてはＤＥＬの修繕額を想定するものとする。

ＥＬの新車に対応する部分のＤＥＬの想定資本費用に新規調達額を充てたのは次の理由による。

理由：(イ)最近の第三国貨物通過区間を中心とする輸送量の増加により、目下ＤＥＬに不足が生じており、開業時点で新規ＥＬに対応するＤＥＬを確保することは困難なこと。(ロ)電化開業時点で、現在電化予定区間で使用されているＤＥＬは、すべて他区間に投入されることとなっていること。

以上の如く、ＥＬの新車に対応する部分については、ＤＥ８タイプＤＥＬ（@Ｚ$ ９００,０００、出力 2,000ＰＳ）同数を新規購入するものとし、その調達価格を資本費用と見做す。

ＤＥＬからの改造を予定しているＥＬ１４両に対応する部分については、目下故障中のディーゼルエンジン・発電機部分を新品に取り替え、ＤＥＬ（修繕車）として再利用を図るものと想定し、その修繕費用（@Ｚ$３０,０００）を資本費用に計上する。

2) 操業費用

操業費用を構成する項目につき費用推定を行なった結果は次表の通り。

表３－６－Ｂ 操業費用（算出基礎は表３－６－Ｄ参照）

（単位Ｚ$）

		Case Ⅰ	Case Ⅱ	Case Ⅲ
電化動力費		1,006,588	957,486	1,017,446
維持費	修理工場	782,861	621,688	660,616
	電化設備	334,000	334,000	334,000
計		2,123,449	1,913,174	2,012,062
ディーゼル動力費		7,183,020	7,007,212	7,446,026
維持費(修理工場)		2,348,584	1,865,064	1,981,847
計		9,531,584	8,872,276	9,427,873

i) 動　力　費

電力価格はカナダと並び世界的に最も低い水準にある一方（日本の価格の約⅓）、石油については世界水準の約２倍の価格で購入を行っているジンバブエにとって、石油消費の節減を図ることが政策上の大きな課題となっており、本プロジェクトもこの観点から立案されたものであることについては既に述べられている通りである。

電化計画に於ける収益性の由来も大きくここに存している。

ちなみに電気及びディーゼルのエネルギーコストを比較してみると次の通り。電気及びディーゼル機関車で、1,700トンの荷重を牽引するに必要とされるそれぞれの単位当りエネルギーコストは、ＥＬ：28.73セント／km（100.57円）、ＤＥＬ：２ドル11.93セント／km（741.75円）で、前者と後者の比率は１対7.38となっている。

ii) 維　持　費　（修理工場関係）

各種維持管理費のうちで、両プロジェクトに於いて差異が生じてくるものの一つに、修理工場関係の維持修繕費がある。

ＤＥＬはＥＬに比較し構造的に複雑で信頼度も低く、メンテナンスに要する人員数は、ＥＬの３倍になっている。

iii) 維　持　費　（電化設備関係）

電化の場合にのみ必要となる費用であり、人件費と取替費から成っている。

３－６－４　Cash Flowの検討

以上の前提によって、各資本費用及び操業費用の流れを表わすと下表の通り。

表３－６－Ｃ　Cash Flow

（単位Ｚ千ドル）

CaseI	資本費用			操業費用			便益
年度*	電化	ディーゼル体制	差額	電化	ディーゼル体制	差額	Cash Flow
80／81	24,181.8	1,926.0	22,255.8				−22,255.8
81／82	36,172.5	3,852.0	32,320.5				−32,320.5
83／84	37,655.7	13,482.0	24,173.7	1,061.7	4,765.8	3,704.1	−20,469.6
84／85				2,123.4	9,531.6	7,408.2	＋ 7,408.2
〃							
計	98,010.0	19,260.0	78,750.0				

＊ＮＲＺの会計年度は７月１日～６月３０日

CaseII	資本費用			操業費用			便益
年度	電化	ディーゼル体制	差額	電化	ディーゼル体制	差額	Cash Flow
80/81	24,545.8	2,340.0	22,205.8				−22,205.8
81/82	36,900.5	4,680.0	32,220.5				−32,220.5
82/83	40,203.7	16,380.0	23,823.7	956.6	4,436.1	3,479.5	−20,344.2
84/85				1,913.2	8,872.3	6,959.1	+ 6,959.1
〃							
計	101,650.0	23,400.0	78,250.0				

CaseIII	資本費用			操業費用			便益
年度	電化	ディーゼル体制	差額	電化	ディーゼル体制	差額	Cash Flow
80/81	25,012.5	2,700.0	22,312.5				−22,312.5
81/82	37,833.8	5,400.0	32,433.8				−32,433.8
82/83	43,470.4	18,900.0	24,570.4	1,006.0	4,713.9	3,707.9	−20,862.5
83/84				2,012.1	9,427.9	7,415.8	+ 7,415.8
〃							
計	106,316.7	27,000.0	79,316.7				

i) 資本費用

電化設備及び機関車調達の為の資本支出は、'80年後半から'83年前半の3年間に亘って行なわれる。

ii) 操業費用

a) 便益発生時点

NRZでは、電化開業予定日を'83年1月1日に置いている。開業日時点に於ても、ELへの切替未了のDELが若干数残り、この切替完了まで電化の効果はそれだけ減殺されるが、この全区間開業に先立つ82年9月1日より一部区間（Dabuka ～ Gatooma 152㎞）にて部分開業がなされていることを勘案すると、電化の効果（便益）は半年間フルに寄与すると考えられる。

3－6－5　財務的内部収益率　（FIRR）

これまでみてきたCash Flowに基づきFIRRを算出すると、これらは次のようになる。

Case I ：8.3％、Case II ：7.7％、Case III ：8.3％

これらFIRRは、一般的には当該国の資本の機会費用（Opportunity Cost）と比較

されるべきものであろう。ジンバブエの場合、長期債の代表である国債の利廻りが年率7～8%であることを期案すれば、ほぼ妥当な水準にあるといえる。

また本計画に要する資金が、政府間ベース借款のような長期・低利のものをもって調達されるのであれば、これは、その借入金利を負担しうるものであることを示している。

以上より、本計画は、いずれのケースについても、財務面からみてfeasibleなものであるといえる。

表3－6－D 操業費用算出基礎

1. 動力費（年間ベース）

（算出方法）

年間動力費＝年間運行キロ×単位当り動力消費量×動力単価

（年間運行キロ）

年間列車キロ CaseⅠ,Ⅱ：3,333,910km（1日9,134km），CaseⅢ：3,542,690km（1日9,706km）

内訳｛ 大型機関車運行キロ 2,469,563km （＝列車キロ× 20/27 ）
小型 〃 （重連使用） 1,728,694km （＝ 〃 × 7×2/27 ）

｛ 大型機関車：ELの場合 新車 DELの場合 DE8
小型機関車： 〃 DE4からの改造車 〃 DE4からの修繕車

（単位当り動力消費量）

EL｛ 新車 18.2MJ／km
改造車 10.9MJ／km

DEL｛ 新車（DE8） 6.2ℓ／km
修繕車（DE4） 3.4ℓ／km

（動力単価）

電力価格 1.578セント／MJ 軽油価格 33.9セント／ℓ

（動力費）

CaseⅠ

EL｛ 新車 Z$709,249
改造車 297,339
1,006,588

DEL｛ 新車 Z$5,190,527
修繕車 1,992,493
7,183,020

CaseⅡ

EL 新車 Z$957,486 DEL 新車 Z$7,007,212

CaseⅢ

EL 新車 Z$1,017,446 DEL 新車 Z$7,446,026

2. 維　持　費　（年間ベース）

i）修理工場関係維持費

Case I

EL	Z$782,861	DEL	Z$2,348,584

Case II

EL	Z$621,688	DEL	Z$1,865,064

Case III

EL	Z$660,616	DEL	Z$1,981,847

ii）電化設備関係維持費

労務費　Z$60,000　　取替費　Z$274,000

3－7　経済評価

(1)　今回の電化計画は次のような観点から国民経済的に評価することができる。

①　ディーゼルオイルの輸入の節減による外貨の節約（６百万～１９百万Z$）

②　安価な電力エネルギー利用による燃費コストの節減

③　機関車のメンテナンスに要する技術者の節減を含めたメンテナンスコストの節減

④　故障率の低下とスピードアップによる運行計画（輸送計画）の弾力性の増大

⑤　エネルギーの効率的利用（日本の例によれば車両キロあたりキロカロリー比、電気１：ディーゼル２：蒸気５）

上記のベネフィットはすべてコストの節約であるが、これに伴い輸送物資のコストの低減も十分期待できる。

第4章　電化計画に対する技術的所見

4－1　き電系統の信頼度向上について

7ケ所の変電所設計は単相トランス10,000KVA2台を組合せ、片側送りを構成し、常時予備のトランスを持った形であり変電所自体の信頼度は上がっている。

しかし、電車線をふくめたき電系統としてはセクションの数が13ケ所となっている。これを変電所から両送りを行えばセクションが6ケ所で済む設計となり、き電系統全体の信頼度は更に向上する。これは200余kmの国鉄専用連絡送電線があるから出来ることであり、個々の信頼度よりも系全体の信頼度を向上するために両送りの方向で検討することを勧告する。

4－2　交流電化による誘導対策について

近代鉄道はサイバネテックスに代表され、そのための情報回線網は大きな役割を果す。

この為には今回、電化区間355kmだけでなくNRZ3,374kmの情報回線計画の確立が前提であると共に交流電化による誘導障害の問題に対し充分なる対策が必要である。これについて今回の電化計画は電力設備では風速120km／h、トンネルなしの設備条件を考慮して、電車線の直上に地線を張って誘導を約50％低減可能な直接き電方式を基本とし、特別な誘導障害対策の必要な6ケ所については部分的にBTき電方式を取り入れることは適切な措置である。しかし、BTセクションは保守に問題があり、今後ATき電方式の採用を検討することを勧告する。又、情報回線網としてはマイクロウェーブ回線、同軸回線、光ファイバー回線の3つが考えられるが、ローカルケーブルは省略不可能なことを考え、経済面より複合同軸ケーブルを推奨する。又、車両では主変圧器2次側の分割制御は誘導障害の内、雑音電圧に悪影響のある高調波発生を抑制する効果が大きいのでぜひ分割制御を採用することを勧告する。

4－3　まとめ

当初、心配された交流電化にともなう電源不平衡問題、誘導問題についてNRZにおける最初の電化計画とは考えられない程、よく勉強されておったことに敬意を表する。

しかし、今後の具体的な設計、施工さらには保守面において新しい問題に直面することは充分考えられる。

たとえば、今回の電化区間は日本と同じ1,067mmの狭軌、左側通行であるとともに、日本と同様、誘導公害の許されない環境にあり、日本国鉄の経験が今後、NRZ電化の計画、施工、運用の面で発生する問題解決に大いに役に立つものと思われる。

第５章　むすび

本電化プロジェクトは、独立後約半年という黒人国家におけるプロジェクトだけに調査の実施が円滑にいくかどうか若干の危惧を抱いていたが、全く杞憂におわり、大蔵大臣、運輸大臣等数多くの政府要人と会うことができ、また、ＮＲＺも極めて協力的で、国鉄幹部との討論及び鉄道施設の実地調査も支障なく実施することができたことは誠に幸いであった。

政府要人の日本に対する期待、特に経済援助面での期待は極めて大きく、政治的経済的に必ずしも安定していない今の時期にこそ援助が必要であり、それによって政治的経済的安定が促進される旨異口同音に熱っぽく述べていた点が印象的であった。調査団のジンバブエ到着前にブラワヨ郊外で起きたムガベ派のゲリラとヌコモ派のゲリラの間の銃撃戦については、この国の安定化の過程における陣痛として極めて冷静に受け取めており、外務次官Mr. Mudenge は、両派が構成メンバーとなっている国軍が制圧に成功したことを評価してほしいと述べていた。

ＮＺＲの電化計画については政府として極めて高いプライオリティを置いており、その最大の狙いはエネルギー問題の解決にある。すなわち、ディーゼル・オイルを同国の豊富な石炭資源の活用による火力発電と水力発電に代替することによって石油消費の削減を図ろうとするものである。これによって、大巾な外貨節約（１９７９年の経常収支は９２.６百万ジンバブエドルの赤字、総合収支は９百万ジンバブエドルの赤字）が可能となるだけでなく、動力費のコスト節減効果も大きい。ちなみに、同国のディーゼル・オイルのコストはわが国国鉄の約２倍であるのに対し、電力コストは約３分の１であるので、わが国国鉄に比して電化による動力費節減効果が極めて大きいことが理解できよう。

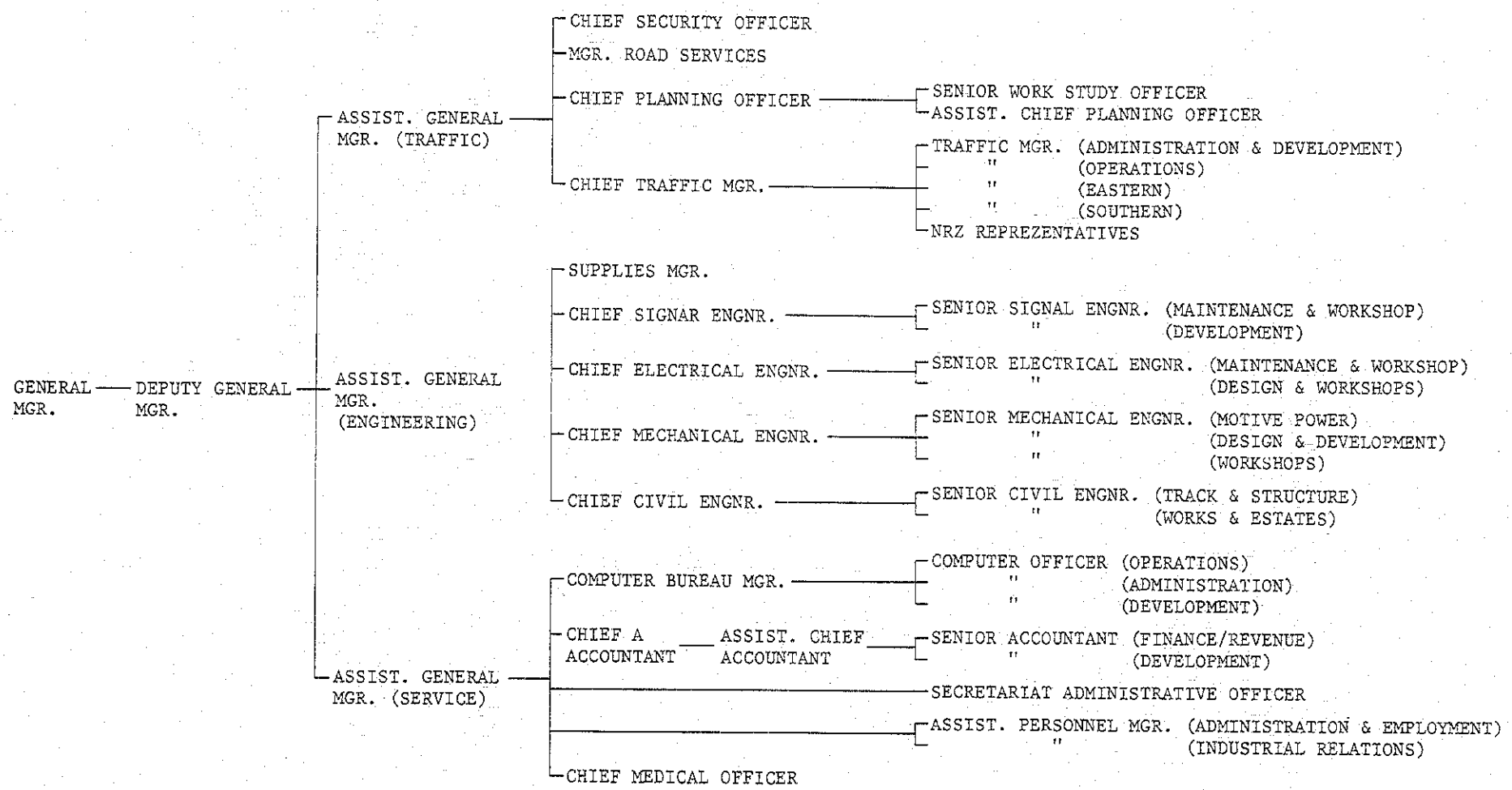
ＮＲＺの技術水準はかなり高いと認められ、電化についても自力で'７９年に２２㎞の試験線を建設して経験を積んでおり、不安はない。ただ、熟練技術者の不足に悩まされているが、技術者養成には力を入れており、また、電化によって熟練技術者の不足がカバーされる効果もあるので、特に問題はない。

今回の調査対象であるソールズベリーダブカ間３５５㎞の電化計画は約1,000㎞にわたる全体計画の第一段階をなすもので、ジンバブエ及び同国鉄にとって極めて重要な意義をもつ。中でもＥＬは、最も人目をひきやすいだけに同国鉄の電化にとってモニュメンタルな地位を占めると思われる。

また、同国鉄の路線は、ザンビア、ボツワナ、ザイール、モザンビーク等中南部アフリカ諸国にとっても交通の要衝となっており、同国鉄の電化は単にジンバブエ一国にとどまらず周辺諸国にもその効果が及ぶことになるばかりでなく、今後における鉄道電化にとってもモニュメンタルな意義を有していると云ってよい。

附属 1

ジンバブエ国鉄組織図



(ABBR. MGR.: MANAGER, ASSIST.: ASSISTANT, ENGNR.: ENGINEER)

附属2

収集資料リスト

番号	資料の名称	形態	版型	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入(価格)の別	取扱区分	利用表示	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認欄
1	Train Diagram		A-1	1	コピー	1	ジンバブエ国鉄	寄贈			外務部 山口		
2	Possible Train Diaram, Single Track		B-1	1	コピー	1	同	同			同		
3	Traffic Review		A-3	4	コピー	1	同	同			同		
4	N-R-Z Stations and Sidings		A-3	1	コピー	1	同	同			同		
5	N-R-Z Working Time Table №63 東部用		B-4	16	オリジナル	1	同	同			同		
6	〃 〃 〃 南部用		B-4	23	オリジナル	1	同	同			同		
7	Small Scale Section(Salisbury～Gatooma)		巻物		コピー	1	同	同			同		
8	〃 (Gatooma～Gwelo)				コピー	1	同	同			同		
9	〃 (Gwelo～Bulawayo)				コピー	1	同	同			同		
10	架線範囲図 (10駅)				コピー	10	同	同			同		
11	Electricity Supply Commission(付MAP)		A-4	16	コピー	1	運輸電力省	同			外務部 小山		
12	National Railways of Zimbabwe(1980.4～11)5月次		A-4	32	オリジナル	各1	地元商社	同			同		
13	Mechanical Schedule for A·B·C·D·E Services		A-5	35	コピー	1	ジンバブエ国鉄(1974.6)	同			外務部 小奈		
14	〃 〃 〃		A-5	50	コピー	1	同 (1974.7)	同			同		
15	〃 〃 〃 F·G Services		A-5	40	コピー	1	同 (1974.11)	同			同		
16	Maintenance Record of Rolling Stock		A-5	15	コピー	1	不明	同			同		
17	The Rhodesia Railways Act Chapler 261		A-4	24	オリジナル	1	ジンバブエ国鉄	同			OECF 向山		
18	Rhodesia Act 1976 General Laws Amendment №42		A-4	15	オリジナル	1	同	同			同		
19	〃 1978 〃 №41		A-4	42	オリジナル	1	同	同			同		
20	Laws of Zimbabwe Rhodesia №3 Order 1979		A-5	5	オリジナル	1	同	同			同		

収集資料リスト

番号	資料の名称	形態	版型	ページ数	オリジナルコピーの別	部数	収集先名称又は発行機関	寄贈・購入(価格)の別	取扱区分	利用表示	利用者所属氏名	納入予定日	納入確認欄
21	Amendment of Laws Order,1980 Statutory Instrument 236 of 1980		A-5	4	オリジナル	1	ジンバブエ国鉄	寄贈			OECF 向山		
22	National Railways of Zimbabwe Financial Statement for the year Ended 30th June,1980(Draft)		A-4	14	コピー	1	同	同			同		
23	Orginization Chart of NRZ (Traffic)		横長	1	コピー	1	同	同			同		
24	〃 (Engineering)		同	1	コピー	1	同	同			同		
25	〃 (Service)		同	1	コピー	1	同	同			同		

JICA