

ので、この衛星を除いて計算した。

9月7日17時(GMT)から9月14日22時30分の間に衛星の軌道修正が行われ、位置の精度が悪くなったため、三角形No.5, No.6の再測を行った。これをそれぞれNo.5', およびNo.6'で表わす。No.6'はNo.6と全く同じ三角形であるがNo.5'はNo.5とは異なる。(図-2 および表-2参照)

- (7) ケニア測量局長 MR. Walter J. Absalomsは、9月29日 Mombasa Besa CampにおいてGPS観測装置の視察を行った。
- (8) 作業監理員は、8月27日~29日間調査地中央部MaunguのI/21水準点および作業本部においてGPS観測および計算の指導をそれぞれ行った。

3-3 計算および整理

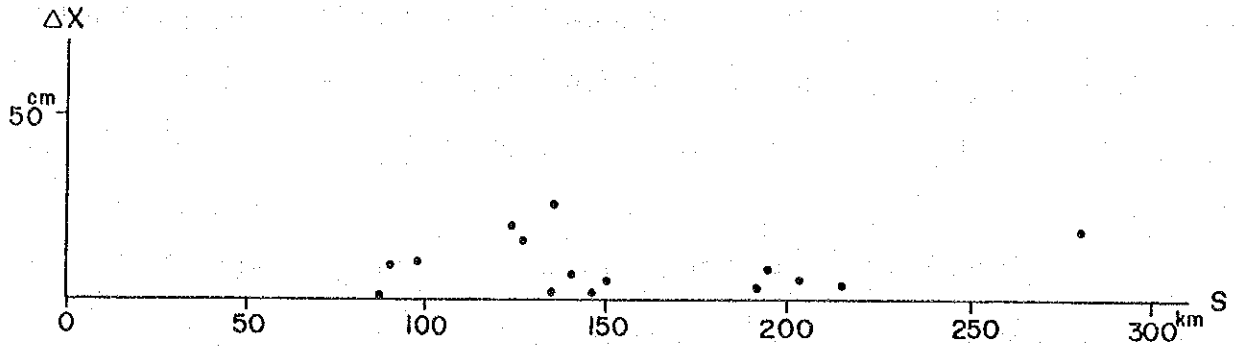
(1) 計算に使用した衛星の軌道情報は予報暦による。計算はTrimble社のプログラム“TRIUEC”の中のメニュー“Automatic Processing”を用い地心座標系で計算後、WGS-84を準拠楕円体として座標を展開する方式で行った。計算順序は、同時観測を行った3点(例えばA, B, C)を一つのグループとしてまずAの概算位置を求め、次にこれにもとづき順次AとBの座標差、BとCとの座標差を求める方式をとった。表-2では、一つの三角形について測点名の上段、中段、下段をそれぞれ上述のA, B, Cに対応させるものとする。

(2) 座標の閉合

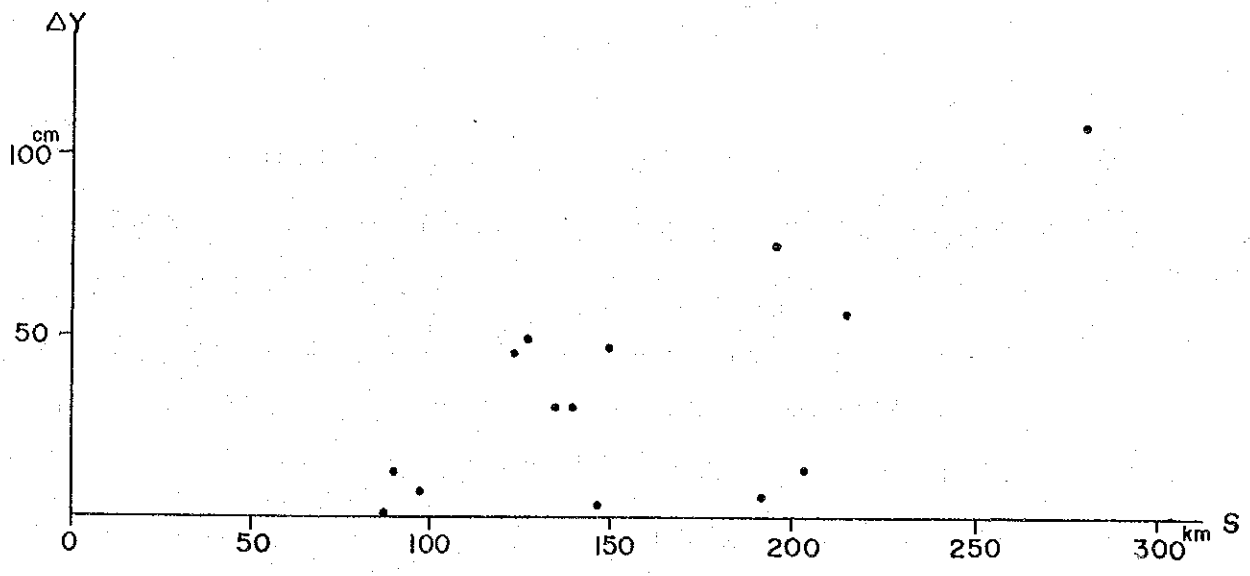
上記の計算に加えて更に、C→Aの座標差を求める。A→B→C→Aの計算によって求められるA点の座標閉合を計算することにより、この群の観測の良否(或いは目的にかなう精度内にあるか否か)を判断する材料とした。

表-2に三角形の組合わせと各座標のAにおける閉合が揚げられている。ここに閉合は出発時のAの値が閉合したときのAの値よりも小さい時は+, 大きいときは-の符号をつけるものとする。また、x, yはWGS-84上でそれぞれ緯度および経度方向の成分を表わし、hは楕円体に垂直な方向の成分を表わす。

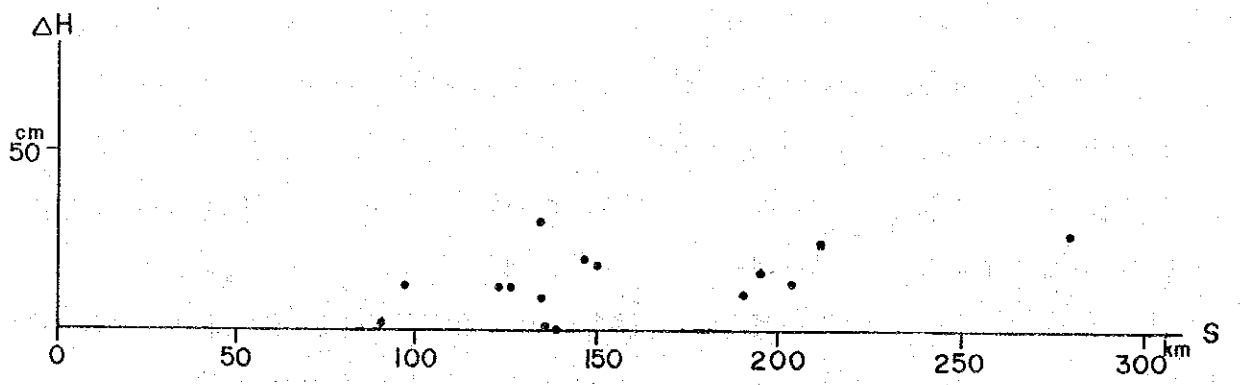
Δx , Δy , Δh はそれぞれの成分の閉合を示す。各三角形の辺の和(S)と各成分の閉合との関係を図示すると図-3(a)(b)(c)のようになる。但し同図では閉合の絶対値について描示した。また、同図(d)は閉合のベクトル和($\Delta s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta h^2}$)とSとの関係が示されている。



(a) ΔX

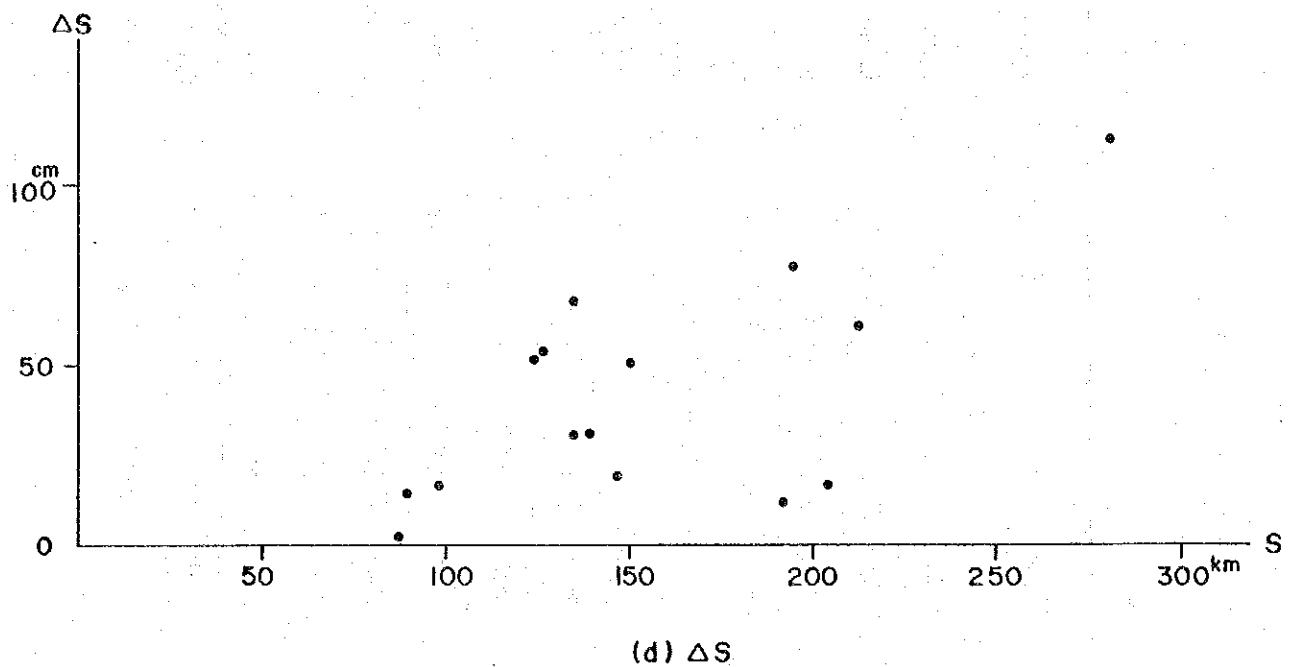


(b) ΔY



(c) ΔH

図-3 三角形の閉合 (1)



図一 3 三角形の閉合 (2)

計算結果をまとめると次のようになる。

	範 囲	平 均	
総辺長 (三角形)	87km~280km	155km	
辺 長 (一辺)	21km~126 km	52km	÷ 3
閉 合 (絶対値)	1 cm~26cm	9 cm	3 cm
△x	1 cm~108 cm	37cm	12cm
△y	0 cm~30cm	14cm	5 cm
△h			

(3) 辺長測定の精度

計算の途次辺長測定の標準偏差が算出されるが、その結果を表一 3 および図一 4 に示す。

測定辺長は上述のように21km~126 kmに亘りその平均辺長は52km、測定の標準偏差は0.000 m~0.103 m平均 0.015mであった。

表-3 辺長の測定 (1)

三角形番号	辺名	辺長	標準偏差	三角形番号	辺名	辺長	標準偏差
1	188PT1 - J-2	45,472.41 m	0.011 m	5'	190S2N - R-2	29,052.37 m	0.000 m
	J-2 - R-6	51,586.11	0.021		R-2 - I/2IT	27,029.84	0.008
	R-6 - 188PT1	42,448.17	0.012		I/2IT - 190S2N	30,897.11	0.007
2	R-6 - SKP49E	55,834.65	0.011	6	I/2IT - 199STIN	55,178.51	0.014
	SKP49E - J-3	39,166.21	0.010		196ST4N - 199STIN	32,270.28	0.003
	J-3 - R-6	55,510.06	0.000		196ST4N - I/2IT	47,874.83	0.018
3	195PT2 - 196ST4N	35,294.41	0.002	6'	I/2IT - 199STIN	55,178.35	0.009
	196ST4N - J-3	50,855.11	0.004		196ST4N - 199STIN	32,270.26	0.002
	J-3 - 195PT2	38,193.17	0.011		196ST4N - I/2IT	47,874.49	0.017
4	I/2IT - 190S2N	30,897.40	0.006	7	200S8 - 199ST2N	26,883.85	0.005
	190S2N - J-2	86,078.14	0.007		199ST2N - 199STIN	20,510.69	0.000
	I/2IT - J-2	87,097.69	0.000		199STIN - 200S8	43,035.90	0.005
5	191S2 - R-2	34,744.94	0.019	8	200S8 - 202S3	56,466.91	0.006
	R-2 - 190S2N	29,052.90	0.000		202S3 - BM-IT	28,265.17	0.002
	190S2N - 191S2	33,335.11	0.011		BM-IT - 200S8	42,891.34	0.010

表-3 辺長の測定 (2)

三角形番号	辺名	辺長	標準偏差	三角形番号	辺名	辺長	標準偏差
9	SKP62 - 202S3	125,867.83 m	0.103 m				
	202S3 - 197S1	94,916.74	0.038				
	197S1 - SKP62	59,275.87	0.051				
10	197S1 - I/21T	71,354.91	0.007				
	I/21T - R-2	27,029.86	0.005				
	R-2 - 197S1	48,506.76	0.000				
11	192S6 - 198S8	54,470.02	0.014				
	198S8 - R-2	60,411.87	0.021				
	R-2 - 192S6	82,440.65	0.037				
12	SKP62 - 192S6	72,368.66	0.000				
	192S6 - 193S2	68,261.17	0.012				
	193S2 - SKP62	51,281.17	0.027				
13	197S1 - R9-47A	47,493.46	0.034				
	R9-47A - BM-1T	79,510.97	0.072				
	BM-1T - 197S1	87,618.16	0.024				

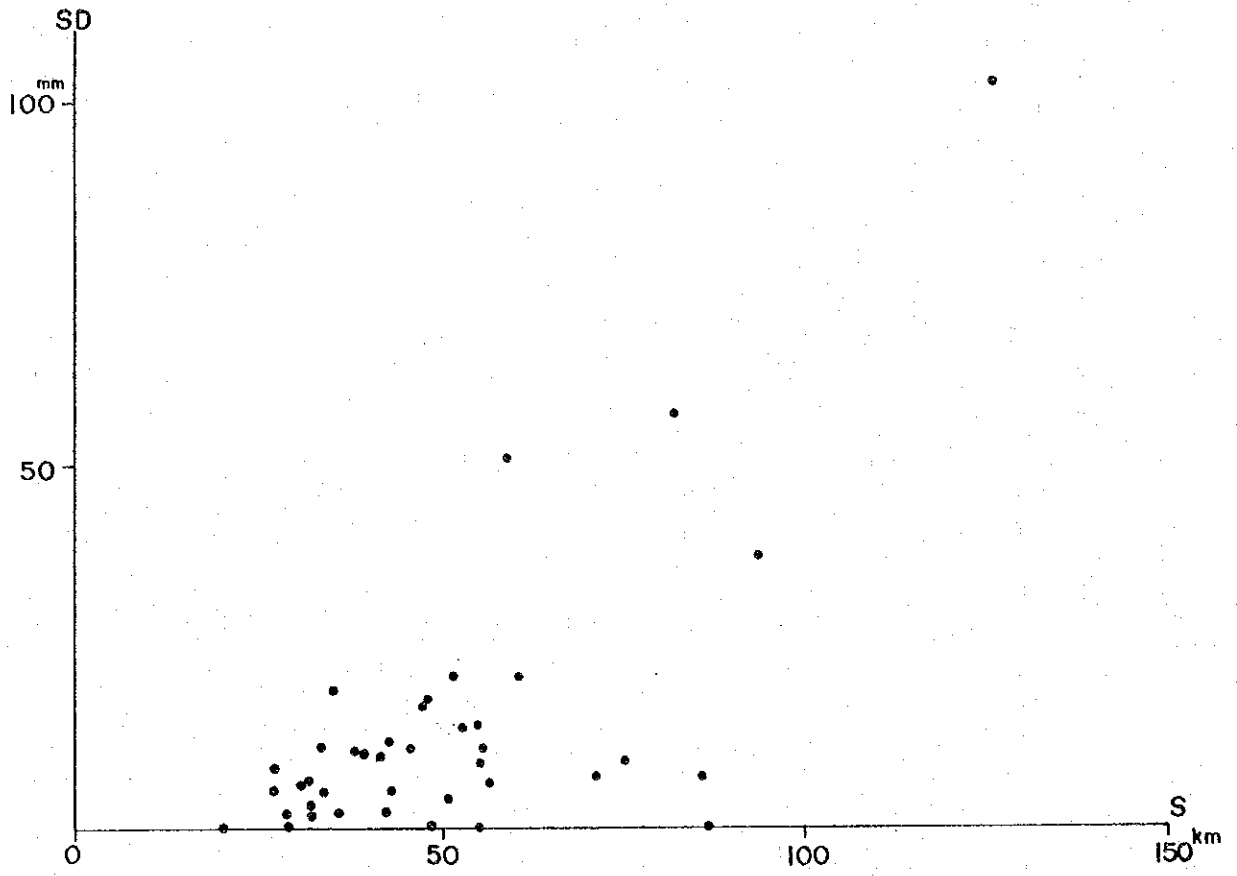


図 - 4 辺長測定の精度

なお、クラーク1880楕円体により表されている与点の測地座標を計算の必要上WGS-84に変換するには、原点の移動についてケニア国に於てNNSS観測によりWGS-72に対し、暫定的に求められている次の値を試用した。

$$\begin{aligned} x &= -142.2567 \\ y &= -22.6533 \\ z &= -303.6667 \end{aligned}$$

本項および前項により本方式は通常の1等距離の辺長測定(30km~50km)では標定点測量として十分使用しうると判断される。

(4) 測定の再現性

3-2節第(6)項に述べたように、観測中に再測を行ったので、同一辺を2回異った時期の測定値が得られた。下表で第1回測定は衛星軌道修正があったために第2回測定が行われたもので、前者は成果として採用しなかったが、参考のためにこの両者を比較するために表-3より抜粋したものである。観測日時については表-2参照のこと。

このうち最下の2欄のものは、たまたま同辺が2度測定された場合である。

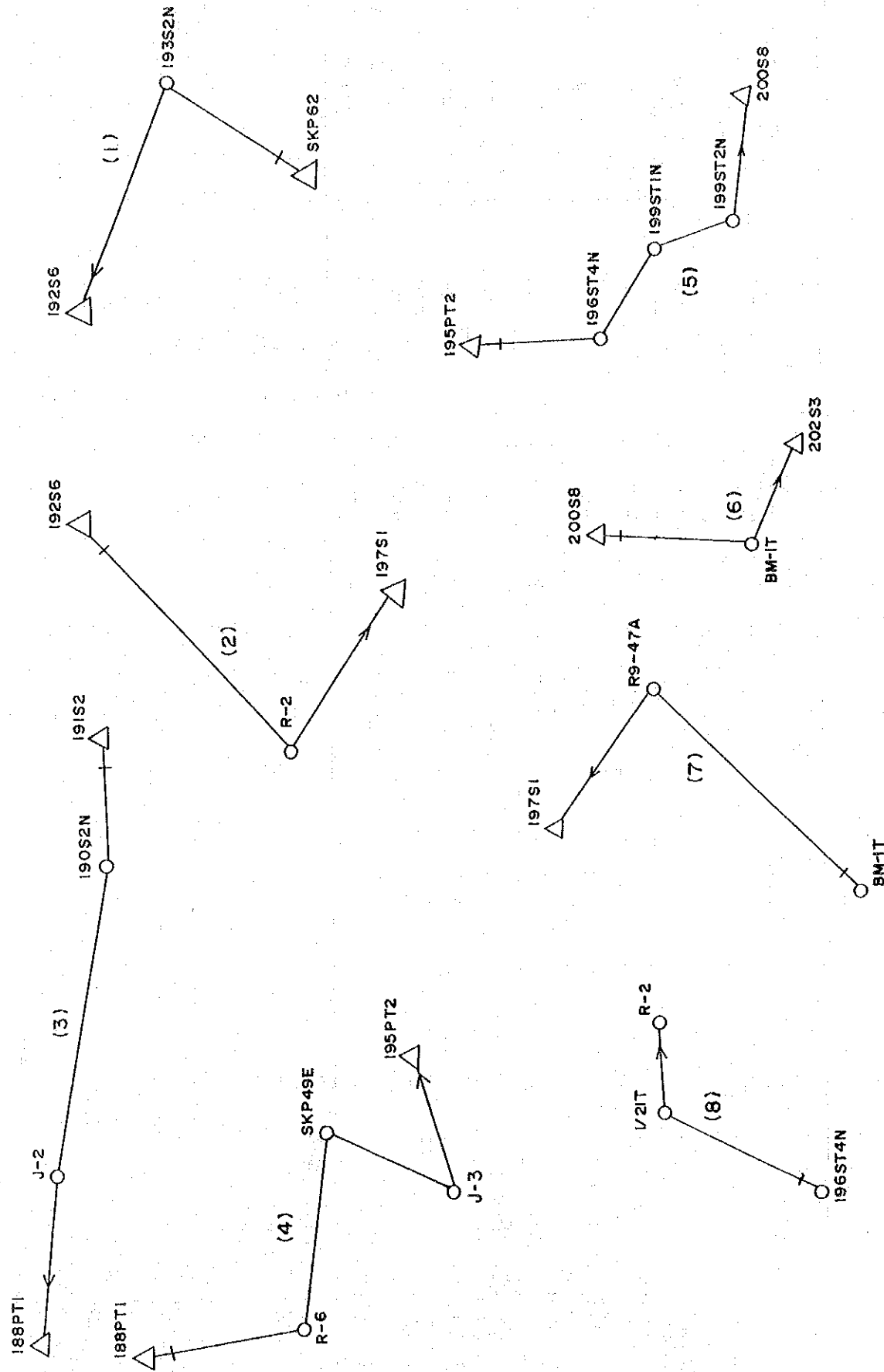
辺名	第1回測定(1)	第2回測定(2)	(1)-(2)
	m	m	m
190S2N-R-2	29,052.90	29,052.37	+0.53 (1/55,000)
I/21T-199ST1N	55,178.51	55,178.35	+0.16 (1/340,000)
199ST1N-196ST4N	32,270.28	32,270.26	+0.02 (1/1,610,000)
196ST4N-I/21T	47,874.83	47,874.49	+0.44 (1/110,000)
I/21T-190S2N	30,897.40	30,897.11	+0.29 (1/106,000)
R-2-I/21T	27,029.86	27,029.84	+0.02 (1/1,350,000)

(5) 座標の計算

座標算出のための計算はすべて衛星が準拠する楕円体WGS-84上で行った。計算プログラムの関係で一つの三角形内で計算順序により、座標値が多少変動することがわかったが、今回の目的には無視できる量であったので、本節第(1)項で得られたA→B→Cの順により計算値のみを用いた。更にC→Aの計算によりAに於ける閉合が計算されるが、今の段階では考慮

していない。

次に出発点と閉合点に与点座標を与えて求点の座標を算出した。この際与点間の座標の閉合は測定辺数に応じて配分をした。求点算出のための点の配置は図-5 および表-4 に示される。



図一 5 水平位置の計算過程 (7)と(8)は2次路線

表-4 水平位置の計算

路線番号	路線長	節点数	水平位置閉合差			閉合比
			Δx	Δy	$\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$ cm	
(1) SKP62 ~ 192S6	km 119.5	1	秒 -0.0188	秒 +0.0137	70	1/170700
(2) 192S6 ~ 197S1	130.9	1	+0.0030	+0.0231	70	1/187000
(3) 191S2 ~ 188PT1	164.8	2	-0.0316	+0.0671	223	1/73900
(4) 188PT1 ~ 195PT2	175.6	3	+0.0096	-0.0834	252	1/69600
(5) 195PT2 ~ 200S8	114.9	3	+0.0240	+0.0423	146	1/78600
(6) 200S8 ~ 202S3	71.1	1	+0.0150	-0.0003	45	1/158000
(7)* BM-1T ~ 197S1	127.0	1	-0.0042	-0.0051	20	1/635000
(8)* 196STAN ~ R-2	74.9	1	+0.0256	+0.0569	187	1/40900

* 二次路線としての閉合

ここに、路線(7)の BM-1Tおよび距離(8)の R 2 および 196ST4Nはそれぞれ路線(6)および路線(2)並びに路線(5)より算出されたものを与件とした。

かくして計算された点のWGS-84準拠楕円体上における暫定座標値を表-5に示す。同表で上段の群の水平座標値は成果表より換算したもの、下段の群は観測より計算されたものである。これら座標値は最終的にはケニア国の準拠楕円体クラーク1880上に換算された、

(表-9および10)

(6) 標高の計算

GPSによる観測で標高はWGS-84楕円体面上からの高さであるので、標高についてはこれをジオイド面からの高さに変換した。

高さの与件はすべて直接水準測量によって求められ、求点に関しては与件間の楕円体上の高さ、ジオイド上の高さの差を楕円体面とジオイド面との差として、これを求点については内挿又は外挿して補正するという方法をとった。例えば図-6において、与点をA、B、求点をCとするとき、それぞれの楕円体上からの高さをAA"、BB"、CC"、ジオイド面からの高さをAA'、BB'、CC'とするとき、A、Bにおける楕円体面とジオイド面との差

$$(AA'' - AA') - (BB'' - BB')$$

をA" C"、C" B"の割合に比例配分しC点における楕円体面とジオイド面との差

$$\{ (AA'' - AA') - (BB'' - BB') \} \times \frac{A'' C''}{A'' B''}$$

を加えることによりC点のジオイド面からの高さCC'は

$$C' C'' = A' A'' + \{ (AA'' - AA') - (BB'' - BB') \} \times \frac{A'' C''}{A'' B''}$$

$$CC' = CC'' - C' C''$$

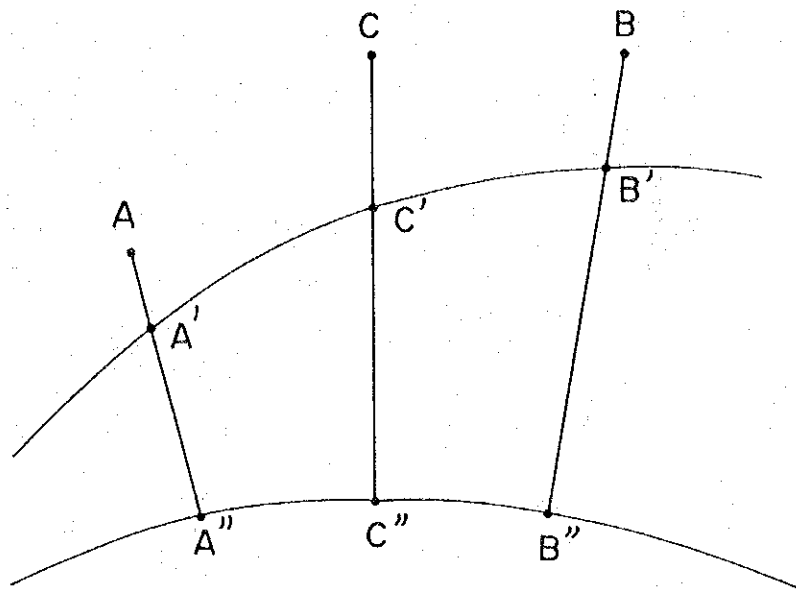
として求められる。但し実際に観測される量はAA" - BB"、AA" - CC"、等であるので上式を変形すると

$$CC' = AA' + (CC'' - AA'') + \{ (AA'' - BB'') - (AA' - BB') \} \\ \times \frac{A'' C''}{A'' B''}$$

となる。

表-5 基準点等座標値 (WGS-84上)

STATION NO.	WGS 84								H m
	Latitude				Longitude				
	°	'	"		°	'	"		
SKP 49	3	24	54.	6218 (S)	38	17	32.	7252 (E)	
SKP 62	3	37	47.	1051 (S)	39	51	18.	6599 (E)	74.29
191 S 2	3	16	51.	7028 (S)	39	10	18.	7736 (E)	477.08
192 S 6	3	02	59.	5797 (S)	39	33	11.	8510 (E)	174.33
197 S 1	3	47	44.	3228 (S)	39	20	52.	0144 (E)	292.01
198 S 8	3	31	26.	7317 (S)	39	32	13.	4995 (E)	350.69
200 S 8	4	10	23.	5996 (S)	39	11	19.	3583 (E)	327.23
202 S 3	4	39	13.	9607 (S)	39	21	37.	4526 (E)	34.45
188 PT 1	3	00	25.	1588 (S)	37	43	51.	2013 (E)	1258.54
195 PT 2	3	38	09.	8536 (S)	38	27	28.	0830 (E)	980.43
SKP 49 (B)	3	26	10.	5597 (S)	38	17	34.	0499 (E)	1684.67
196 ST 4 N	3	56	27.	3802 (S)	38	33	06.	0455 (E)	642.47
199 ST 1 N	4	03	04.	1547 (S)	38	49	14.	5691 (E)	483.02
199 ST 2 N	4	11	11.	5613 (S)	38	56	49.	0157 (E)	374.09
190 S 2 N	3	18	21.	8432 (S)	38	52	22.	7555 (E)	438.91
193 S 2	3	15	29.	6142 (S)	40	07	52.	9542 (E)	40.74
J - 2	3	04	13.	2430 (S)	38	08	05.	8981 (E)	676.67
J - 3	3	45	08.	5495 (S)	38	08	02.	8425 (E)	803.90
R - 2	3	32	20.	9114 (S)	38	59	36.	9964 (E)	403.75
R - 6	3	23	08.	4296 (S)	37	47	34.	8429 (E)	930.13
I/21T	3	33	25.	6834 (S)	38	45	03.	6845 (E)	555.99
BM 1T	4	33	20.	8710 (S)	39	07	30.	6631 (E)	77.89
R9 - 47A	4	05	00.	3476 (S)	39	39	54.	7702 (E)	40.32



図一 6 標高の計算

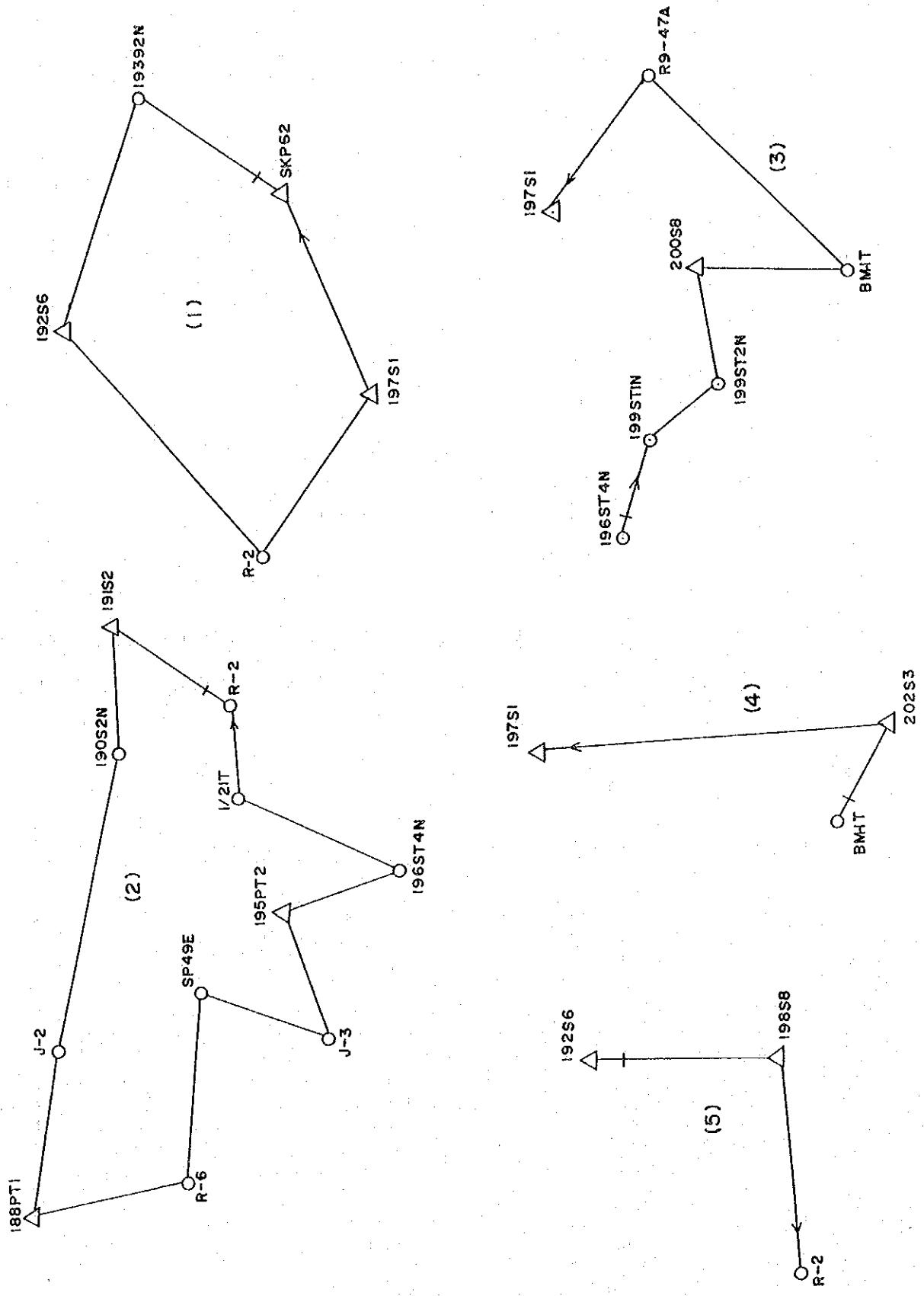
標高の計算順序を図一 2 に示す。同図で路線(1)において SKP62を固定点として環閉合を行い誤差を節辺数に比例させて配布し、これで得られたR-2の値をもとに路線(2)の閉合を行い、これらで平均された標高を固定して順次他の路線について調整を行った。

GPS 観測による標高の閉合は表一 6 に示される、閉合補正後の点の楕円体上

表一 6 標高の閉合

	路線名	路線長	節辺数	閉合
(1)	SKP62 ~ SKP62	km 309.7	5	cm 46
(2)	R-2 ~ R-2	485.4	11	163
(3)	196ST4N ~ 197S1	249.5	6	22
(4)	BM1T ~ 197S1	123.1	2	9
(5)	192S6 ~ R-2	112.8	2	4

の高さを表一 5 の右端に示す。



図一七 標高の計算過程

それらのうち直接水準測量で標高を測定したものについて、ジオイドよりの高さ と GPS 観測によつて求められた楕円体上の高さを比較すると、表-7に示される如くなる。

ここに SKP62の楕円体上の高さには GPSの Point positioningによつて求められた概算値である。同表から楕円体からのジオイド高を、SKP62 の両者が一致するものとして計算される。(同表右端)この地域的分布を図-8に示す。

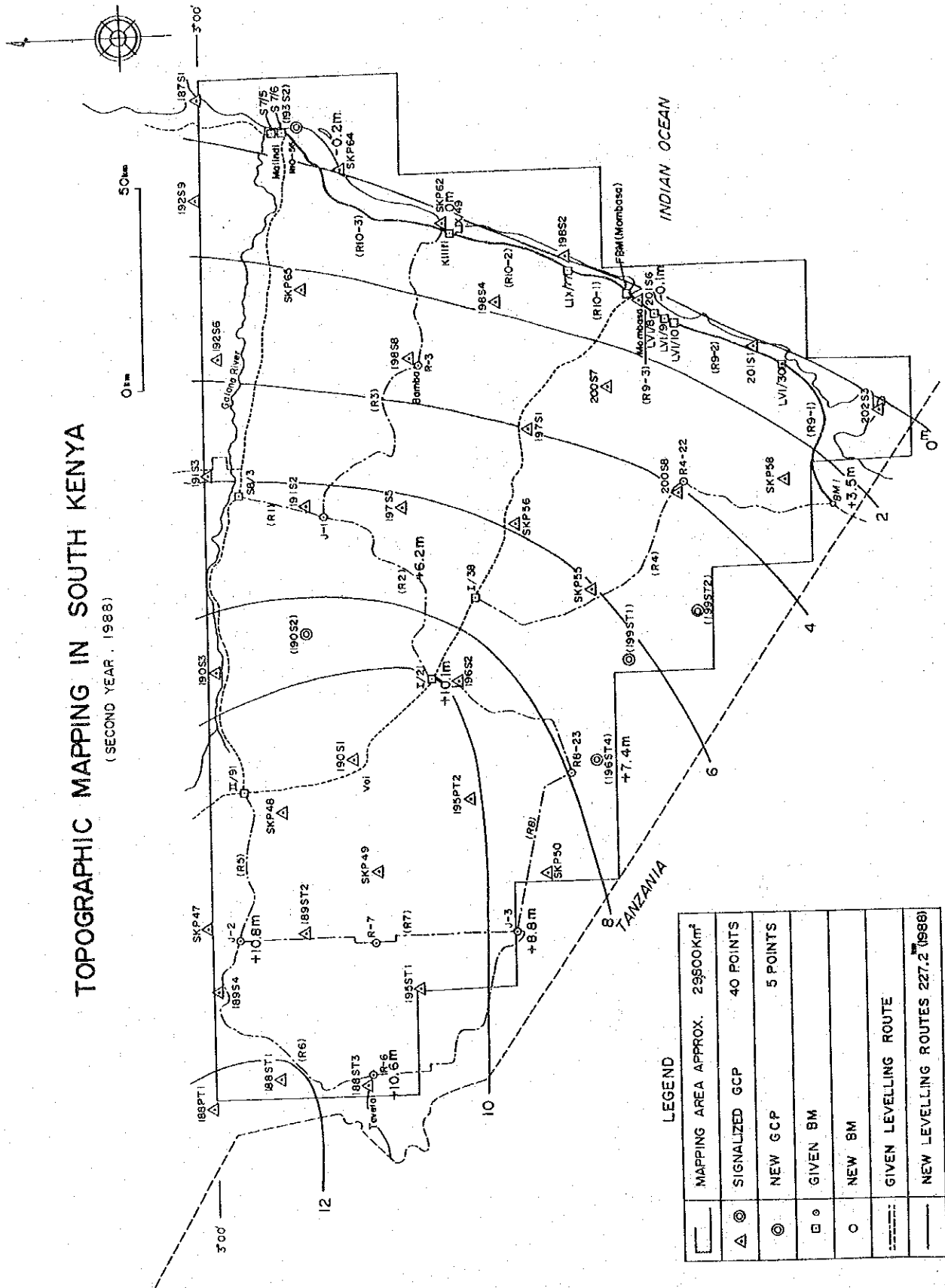
表-7 与点の標高

点 名	楕円体より	ジオイドより	ジオイド高	相 对 的
	(1)	(2)	(1)-(2)	ジオイド高
	m	m	m	m
SKP62	74.29 *	45.78	+28.51	0
193S2	40.74	12.43	+28.31	-0.20
R2	403.75	369.00	+34.75	+6.24
J-2	676.67	637.32	+39.35	+10.84
R-6	930.13	891.05	+39.08	+10.57
J-3	803.90	766.55	+37.35	+8.84
196ST4N	642.47	606.57	+35.90	+7.39
I/21T	555.99	517.35	+38.64	+10.13
R9-47A	40.32	11.94	+28.38	-0.13
BM-1T	77.89	45.92	+31.97	+3.46

* 固定点

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA

(SECOND YEAR, 1988)



LEGEND

	MAPPING AREA APPROX. 29500Km ²
	SIGNALIZED GCP 40 POINTS
	NEW GCP 5 POINTS
	GIVEN BM
	NEW BM
	GIVEN LEVELLING ROUTE
	NEW LEVELLING ROUTES 227.2 (1988)

図-8 相対的ジオイド高

この図におけるジオイド高の分布を参考にして、適当な与点と求点の組合せにより、内挿法又は外挿法により求点のジオイドの高さを求めた。この際点検のため、1点につき3～4組の組合わせをとりその平均を以てその点のジオイド高とした。その組合せを表-8に示す。

(7) 暫定成果

第(5)項および第(6)項において得た成果を暫定成果として表-9に掲げる。これらは空中三角測量における与件として使用することを目的とした。但し三角点 191S2に関するもの以外は三角形5'および6'より算出したもののみを用いた。ここに

準拠楕円体： クラーク 1880

測地座標系： New Arc 1960

高さの基準： モンバサ港平均海面

である。

同時に、付随的に、或いは求点算出上必要とする、他の点の未知量についても計算が行われた。その成果を表-10に示す。また新しく求められた点のUTM座標および子午線収斂角を表-12に掲げる。

表-8 ジオイド高の計算 (1)

求 点	与 件	ジオイド高
197S1	R-2 -- R9-47a	31.40 ^m
	SKP62 -- 196ST4N	31.49
	I/21T -- R9-47A	32.33
	J-2 -- R9-47A	30.81
	平 均	31.51
SKP49E	R-6 -- I/21T	38.85
	J-2 -- J-3	38.34
	J-3 -- 196ST4N	38.02
	平 均	38.40
192S6	J-2 -- 193S2	31.56
	196ST4N -- R-2	33.27
	BM-1T -- 197S1	31.04
	平 均	31.96
200S8	R-2 -- BM-1T	32.97
	196ST4N -- R9-47A	31.53
	197S1 -- BM-1T	31.75
	平 均	32.08
195PT2	J-3 -- I/21T	38.03
	J-2 -- 196ST4N	38.01
	SKP49E -- 196ST4N	37.25
	平 均	37.76
190S2N	SKP49E -- 192S6	35.47
	J-2 -- SKP62	34.83
	R9-74A -- R-2	36.56
	J-2 -- R-2	35.85
	平 均	35.68

表-8 ジオイド高の計算 (2)

求 点	与 件	ジオイド高
188PT1	J-3 - R-6	40.25 ^m
	190S2 - J-2	41.38
	J-3 - J-2	39.58
	SKP49E - R-6	39.21
	平 均	40.11
199ST1N	200S8 - 196ST4N	34.47
	196ST4N - BM-1T	34.85
	197S1 - 196ST4N	34.69
	195PT2 - BM-1T	35.17
	平 均	34.80
199ST2N	196ST4N - BM-1T	33.92
	196ST4N - 200S8	33.56
	R9-47A - 200S8	34.23
	199ST1 - BM-1T	33.88
	平 均	33.90
202S3	R9-47A - BM-1T	31.52
	200S8 - BM-1T	31.94
	199ST2N - BM-1T	30.88
	平 均	31.45
191S2	190S2N - 193S2	33.84
	R-2 - 192S6	33.51
	190S2N - SKP62	33.67
	平 均	33.67
198S8	R-2 - SKP62	30.88
	192S6 - 197S1	31.70
	191S2 - SKP62	30.74
	197S1 - 193S2	30.43
	平 均	30.94

表-9 求点の暫定成果

STATION NO.	CLARKE 1880								
	Latitude				Longitude				H
	°	'	"		°	'	"		m
190 S 2 N	3	18	13.	1910 (S)	38	52	19.	8810 (E)	403.23
193 S 2	3	15	20.	9485 (S)	40	07	49.	9913 (E)	12.43 *
196 ST 4 N	3	56	18.	9387 (S)	38	33	03.	1922 (E)	606.57 *
199 ST 1 N	4	02	55.	7505 (S)	38	49	11.	6964 (E)	448.22
199 ST 2 N	4	11	03.	2025 (S)	38	56	46.	1336 (E)	340.19
R - 2	3	32	12.	3370 (S)	38	59	34.	1128 (E)	369.00 *
SKP 49	3	24	46.	0069 (S) **	38	17	29.	8922 (E) **	2206.99
188PT1	3	00	16.	4060 (S) **	37	43	48.	4089 (E) **	1218.43
195PT2	3	38	01.	3108 (S) **	38	27	25.	2373 (E) **	942.67
202S3	4	39	05.	7588 (S) **	39	21	34.	5398 (E) **	3.00

* 直接水準測量による。 **三角点成果による

表-10 その他の点の暫定成果

STATION NO.	CLARKE 1880								
	Latitude				Longitude				ll
	°	'	"		°	'	"	m	
SKP 49 E	3	26	01.	9511 (S)	38	17	31.	2166 (E)	1646.27
191S2	3	16	43.	0430 (S) **	39	10	15.	8781 (E) **	443.41
192S6	3	02	50.	8435 (S) **	39	33	08.	9291 (E) **	142.37
197S1	3	47	35.	8346 (S) **	39	20	49.	1051 (E) **	260.50
198S8	3	31	18.	1536 (S) **	39	32	10.	5776 (E) **	319.75
200S8	4	10	15.	2370 (S) **	39	11	16.	4592 (E) **	295.15
J - 2	3	04	04.	5112 (S)	38	08	03.	0765 (E)	637.32 *
J - 3	3	45	00.	0443 (S)	38	08	00.	0194 (E)	766.55 *
R - 6	3	22	59.	8020 (S)	37	47	32.	0451 (E)	891.05 *
1/21T	3	33	17.	1146 (S)	38	45	00.	8180 (E)	517.35 *
BM 1T	4	33	12.	6356 (S)	39	07	27.	7672 (E)	45.92 *
R9 - 47A	4	04	51.	9560 (S)	39	39	51.	8377 (E)	11.94 *
SKP62	3	37	38.	5626 (S) **	39	51	15.	7154 (E) **	45.78 *

* 直接水準測量による。 **三角点成果による

表-11 新点のUTM座標

点 名	UTM座標 (Zone 37)		子午線の収斂
	N	E	
SKP49E	9620 456.892 ^m	421 354.942 ^m	-0° 2' 32." 6713
196ST4N	9564 686.776	450 140.780	-0 1 51. 0565
199ST1N	9552 515.272	480 010.411	-0 0 45. 7746
199ST2N	9537 551.743	494 023.403	-0 0 14. 1452
190 S2N	9634 874.507	485 801.068	-0 0 26. 5157
193 S2	9640 093.043	625 610.943	+0 3 51. 1824
J - 2	9660 891.767	403 788.578	-0 2 46. 8298
J - 3	9585 495.577	403 762.024	-0 3 24. 0730
R - 2	9609 112.734	499 201.334	-0 0 1. 5970
R - 6	9625 992.702	365 826.319	-0 4 16. 6334
I/21T	9607 120.241	472 259.080	-0 0 55. 7513
BM-1T	9496 734.801	513 797.219	+0 0 35. 5483
R9-47A	9548 919.372	573 747.763	+0 2 50. 2310

(8) 与点の点検

表-4では同時に与点間の閉合状況が示されるが、これ以外に測定の途次与点間が直接統合される場合があった。これを表-12に示す。

表-12 与点間の閉合

辺 名	辺 長	水平位置閉合			閉合比	備 考
		Δx	Δy	$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$		
SKP62-197S1	59 277.614 ^m	-47.7 ^{cm}	+1.5 ^{cm}	47.7 ^{cm}	1/124,000	
SKP62-192S6	72 368.796	-56.5	-37.4	67.8	1/107,000	
198S8-192S6	52 469.993	+29.3	+2.4	29.4	1/178,000	
202S3-200S8	56 466.862	-46.9	+6.4	47.3	1/119,000	
20SS3-197S1	94 916.246	-33.1	-9.4	34.4	1/276,000	

表-4および表-12より標定点測量に使用した基準点相互の関係位置は、十分所要精度内にあることが分った。

4. 簡易水準測量

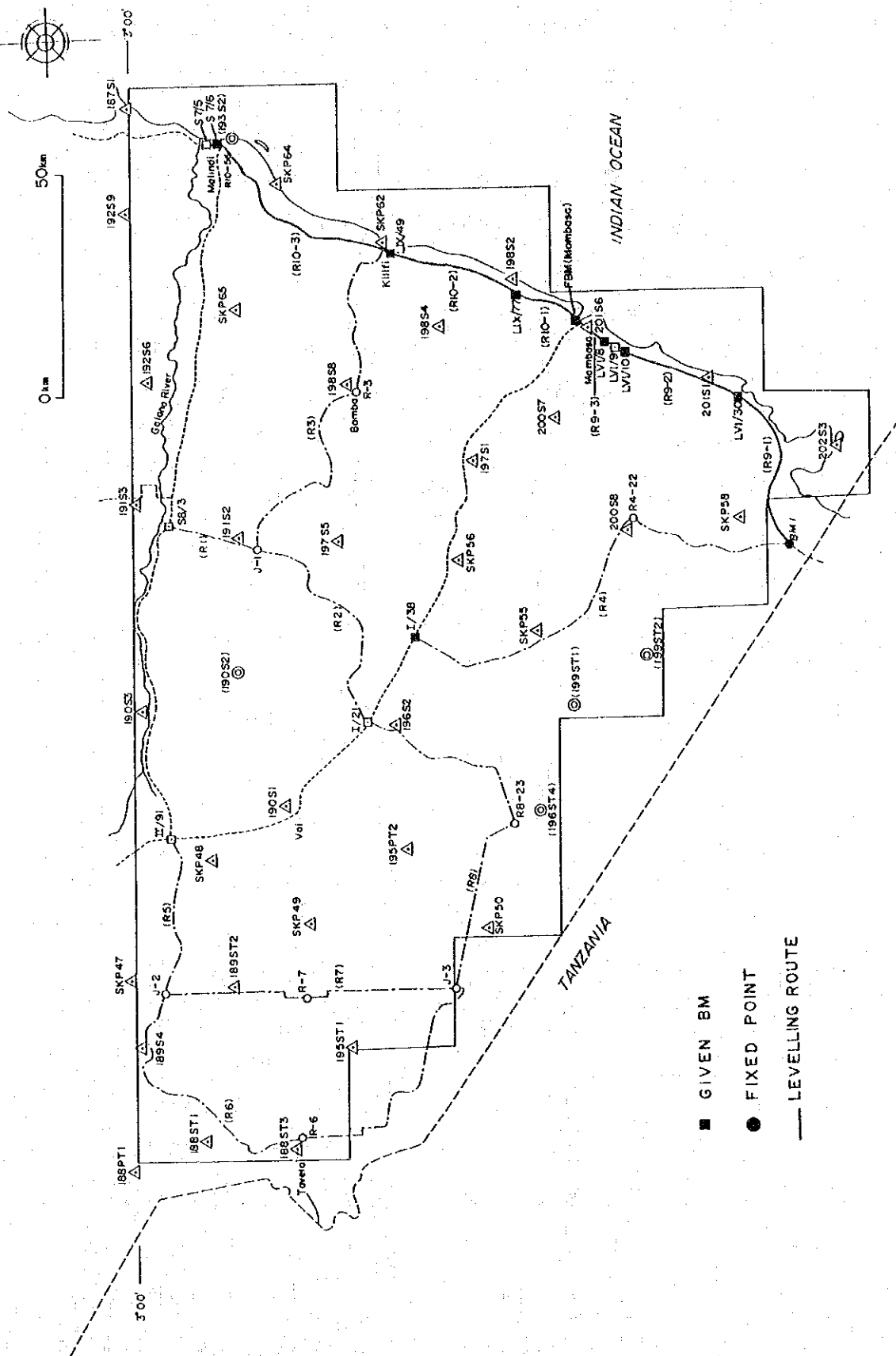
4-1 概要

第1年次作業で殆ど水準点を発見できなかった印度洋沿岸の街道（ルートA14およびB8）沿いの既設1級水準路線（図-9のとおり）について水準儀、水準標尺および標尺台を用いて、空中三角測量および図化に必要な標高点を定めるための水準測量を実施すると共に、測点の刺針を行った。

計画	簡易水準測量	200km	（渡海水準2カ所を含む）
実施	〃	245.1km	（渡海水準2カ所、点検測量および三角点等への取付けを含む。）

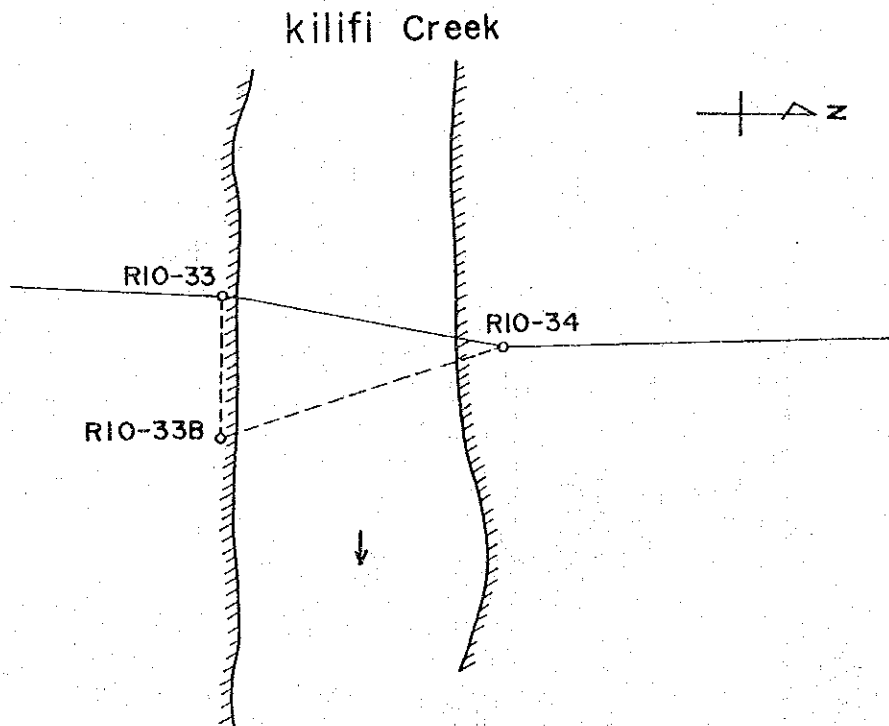
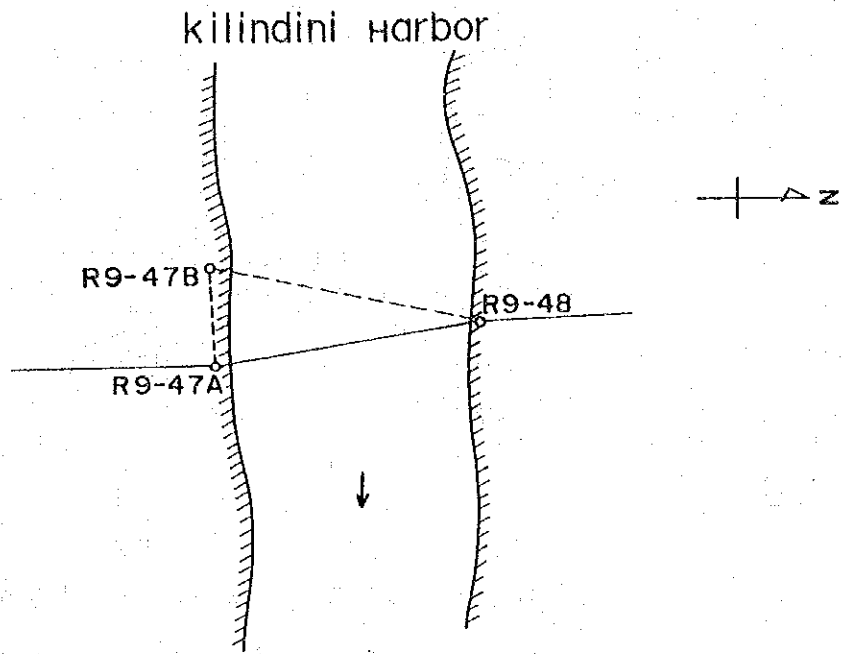
4-2 観測の実施等

- (1) 簡易水準測量の精度は S/W に示されている $50\text{mm}\sqrt{S}$ とした。Sはkm単位（片道）
- (2) 水準路線は既設水準点に結合し、観測は標尺台を用い往復観測を行った。
- (3) モンバサ市キリンディーニ港およびキリフィ・クリークは渡海水準測量（三角水準測量）を行った。実施概要を図-10に示す。



图—9 水准测量路线图

Trigonometric Cross-sea Levelling



图一10 渡海水準測量实施图

(4) 水準路線長および標識数

水準測量はBM-1とS7-6との間をR9, R10 の二路線に分け、中間の既設点を考慮しながら、次のように更に分割して行った。これら二路線のほか、測地基準点 193S2, SKP62, 196ST4 への標高の取付 (計12.8km) および既設水準点 LVI/8, LVI/10の間並びに S7-5, S7-6 間の点検測量 (計 5.1km) を行った。これを含め水準実施紘数は 245.1kmとなった。更にBM-1T, R-6, 1/21T への取付のための若干の水準測量が加わる。これらをまとめると以下の如くなる。

路線番号	水準点番号	水準路線長 (km)	標識数 (点) *
R9-1	BM1, R9-1.....R9-25, LVI/30	50.9	25
R9-2	LVI/30, R9-26.....R9-41, LVI/10	32.8	16
R9-3	LVI/8, R9-42.....R9-48, FBM	14.0	7
R10-1	FBM, R10-1.....R10-10, LIX/77	21.0	10
R10-2	LIX/77, R10-11.....R10-34, LIX/49	42.6	24
R10-3	LIX/49, R10-35.....R10-56, S7-6	65.9	34
	R10-56-193S2 (標高取付)	5.3	
	LIX/49-SKP62 (")	1.1	
	R8-23-196ST4 (")	6.4	
	LVI/8-LVI/9 (点検測量)	1.7	
	LVI/9-LVI/10 (")	1.7	
	S7-5-S7-6 (")	1.7	
合 計		245.1	116

* 両端点渡海水準補助点 R9-47B および R10-33Bは含まない。

(5) 標識の埋設

第1年次同様水準標識を約2km毎に埋設した。

今回の水準路線はすべて舗装道路であったので一時標識設置に当っては前年のように木杭を用いることなく、路面上にリベットを打込むこととした。その他適当な地物がある場合にはできるだけ地物を利用した。特に路線の一部には多角点があり、利用可能な場合には柱石の側面にリベットを打込んだ。(写真・3-6参照)。その他約10km毎および渡海水準量箇

所には補助点を含め永久標識を埋設した。(写真・3-7参照)これらの形式と数は次の通りの通りである。

イ. 舗装道路上にリベットを打ち込んだ点	66点
ロ. 地上の構造物, 露岩にリベットを打ち込んだ点	13点
ハ. 多角点標識の側面に	15点
ニ. 水準点標識を埋設した点	14点
(渡海水準補助点標識2点を含む)	

合 計 108点

これら標識を設置した点については, その発見を容易にするために点の記を作成した。

(6) 観測器材

イ. 水準儀	ニコンAS自動レベル, CARL ZEISS Ni2自動レベル
ロ. 標尺	金属標尺
ハ. 標尺台	鋼鉄製
ニ. 経緯儀	ウィルド T2 (渡海水準測量)
ホ. 光波測距儀	ウィルド DI-3000 (渡海水準測量)
ヘ. 無線機	(渡海水準測量)

4-3 計算および整理

(1) 点検測量

現存する1等水準点について観測比高と成果表より求められる比高との差が今回の測量の制限 $50\text{mm}\sqrt{S}$ (Sは点間距離) 以内であれば成果表の値を用いることとして点検測量を行ったが, その結果次の3組については観測が制限以内にあることがわかったので

S7/6, LVI/8, LVI/10

の成果を与件として採用した。

区 間	成果表の比高 (m)	観測の比高 (m)	差 (mm)	距離 (km)	制限値 (mm)
LVI/8-LVI/9	-1.595	-1.591	-4	1.7	65
LVI/9-LVI/10	-0.475	-0.473	-2	1.7	65
S7-5 - S7-6	-10.416	-10.424	+8	1.7	65

LIX/49, LIX/77, FBM, LVI/30

については、その近傍に水準点がなく、点検測量を行うことができなかったが、次項でわかるように水準測量の結果

I/38-LVI/30, LVI/30-LVI/10, LVI/8-FBM,

FBM-LIX/77, LIX/77-LIX/49, LIX/49-S7/6

間の閉合が何れも制限値以内であったので上記4点の成果も与件とした。

現存する水準点は R10-51 ~ R10-56間に10点 (LIX/28~LIX/23, LIX/19, LIX18, LIX/16, LIX/11) があるが点検測量の結果何れも与件として採用すべき条件を満たして居なかったの
で新点と見做し今回の測量により新たに標高を与えた。

(2) 閉合差および制限値

路線の各部における閉合は下表に示す通りである。

	区 間	閉合差 (mm)	制限値 (mm)	備 考	距離 (km)
R4+R9-1	I/38-LVI/30	57	683	第1年次の 135.8km (I/38-BM1)を含む 186.7 km	186.7
R9-2	LVI/30-LVI/10	26	286		32.8
R9-3	LVI/8-FBM	13	187		14.0
R10-1	FBM-LIX/77	68	229		21.0
R10-2	LIX/77-LIX/49	61	326		42.6
R10-3	LIX/49 - S7-6	29	406		65.9
	R10-56 - 193S2	3 (往復差)	115	(標高取付)	5.3
	LIX/49 - SKP62	3 (")	52	(")	1.1
	R8-23 - 196ST4	1 (")	126	(")	6.4

R10-1 と R10-2の閉合差はその符号が逆であるので両者を通じた閉合は極めて小さくなるが (7 mm) 個々の部分の閉合が制限以内であったのでLIX/77の値は与件とすることとした。

第1年次に行ったR4の終点BM-1は固定点でその値が不明であったので今回のR9-1路線と連結してLVI/30へ閉合させてその値を算出することとした。

参考として第1年次に行った水準測量の精度検討の為に各路線における閉合を次に掲げる。

区 間	閉合差 (mm)	制限値 (mm)	距離 (km)	備 考
R1+R2	-98	504	102.0	
R1+R3	-274	594	141.4	
R2+R3	-362	669	179.2	
R5+R6+R8	-337	870	303.2	
R5+R7+R8	-342	745	222.6	
R6+R7	+235	778	242.6	

(3) 渡海水準測量の閉合差

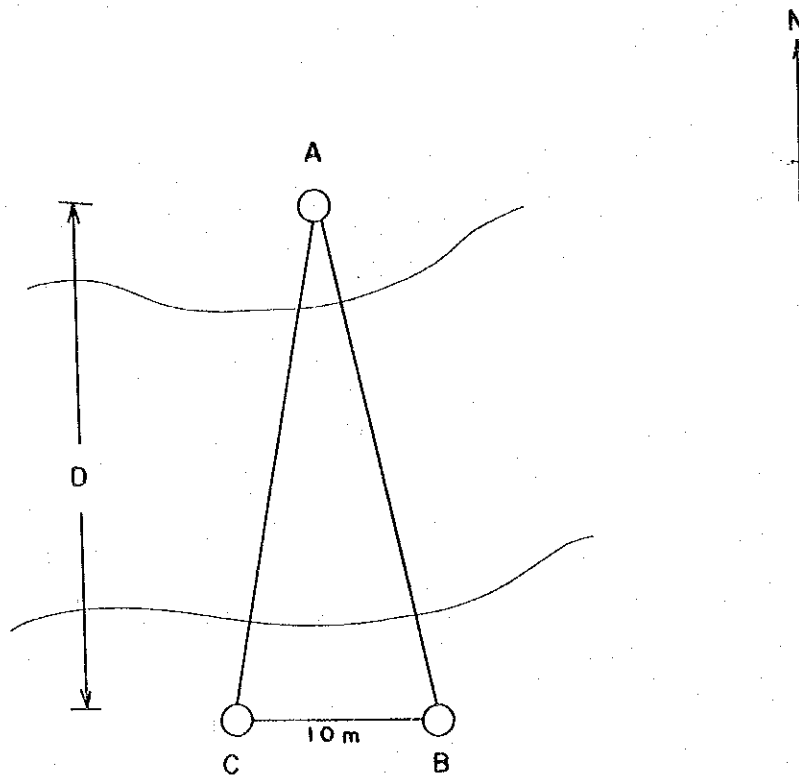
モンバサのキリンディーニ港およびキリフィのキリフィ クリークを横断する渡海水準測量をリコニおよびキリフィにおいて行った。方式はウィルドT2経緯儀2台、光波測距儀ウィルドDI-3000を用い、三角水準方式により行った。渡海距離はそれぞれリコニでは540m、キリフィでは470mであった。

観測は図-10に示されるような配置で行った。観測を模式的に図-11で示すと、海の一方の側に1点A、他方の側に2点B、Cを設け、AB（およびAC）間の鉛直角観測はそれぞれ同時観測で2対回、その間に測距を行った。BC間は何れも10m程度で直接水準により比高を求めた。AB、AC間の観測を点検したが、その閉合は次表に示されるようにそれぞれ2mm、3mmであり、それぞれの平均を採用し、前者ではR9-47A～R9-48間、後者ではR10-33A～R10-34の比高とした。

渡海水準測量（三角水準測量）の閉合差

箇所および区間	距離	比高	比高の閉合差
モンバサ市キリンディーニ港の渡海水準測量	m	m	m
R9-47A → R9-47B (直接水準測量)	7.00	-0.148	+0.002
R9-47B → R9-48 (三角水準測量)	539.22	-0.576	(0.039)
R9-48 → R9-47A (")	538.54	+0.726	
		平均) +0.725	
キリフィ・クリークの渡海水準測量	m	m	m
R10-33A → R10-33B (直接水準測量)	8.30	-0.011	+0.003
R10-33B → R10-34 (三角水準測量)	470.72	-0.676	(0.033)
R10-34 → R10-33A (")	469.06	+0.684	
		平均) +0.686	

注) 比高の閉合差の()内の数値は制限値 ($=50\text{mm}\sqrt{S}$ Sは距離km単位)



図一 11 渡海水準測量観測模式図

(4) 暫定成果

各水準点の標高は与点への閉合を点間距離に比例して配分することにより求めた。これを表-13に示す。

同表では前年度実施したR 4路線の成果を新に加える。

また埋標の様式は次の5種類に分類した。

- A : 路面にリベットを打込んだもの
- B : 地物に ”
- C : 多角点標識の側面に ”
- D : 永久標識
- E : 木杭又は木の切り株に釘を打ち込んだもの

ここで様式Cについては該当する多角点の標識番号を掲げる。

表-13 水準点暫定成果 (1)

A : 路面にリベット打ち込み
 B : 地物 "
 C : 多角標識に "
 D : 永久標識
 E : 仮杭 (木杭又は切り株)

測点番号		標高	埋標様式					測点番号		標高	埋標様式						
			A	B	C	D	E				A	B	C	D	E		
R4																	
BM1	10	m 45.799				○		R4-22	422	m 252.083		○					
R4-1	401	71.839		○				-23	423	251.916		○					
-2	402	63.977		○				-24	424	270.499		○					
-3	403	65.606		○				-25	425	245.128							○
-4	404	74.886		○				-26	426	246.150							○
-5	405	102.819					○	-27	427	249.611		○					
-6	406	118.350		○				-28	428	260.973							○
-7	407	132.067		○				-29	429	275.015		○					
-8	408	111.768		○				-30	430	291.382							○
-9	409	151.961		○				-31	431	286.045							○
-10	410	126.942		○				-32	432	289.608							○
-11	411	118.790		○				-33	433	286.866							○
-12	412	131.770		○				-34	434	288.706							○
-13	413	125.774		○				-35	435	309.208		○					
-14	414	127.576		○				-36	436	324.535							○
-15	415	154.989		○				-37	437	312.497		○					
-16	416	164.033		○				-38	438	330.597		○					
-17	417	147.606		○				-39	439	329.419							○
-18	418	177.123		○				-40	440	336.319							○
-19	419	206.678		○				-41	441	345.534							○
-20	420	203.732		○				-42	442	366.806		○					
-21	421	228.322		○				-43	443	366.614		○					

表-13 水準点暫定成果 (2)

A : 路面にリベット打ち込み
 B : 地物 " "
 C : 多角標識に " "
 D : 永久標識
 E : 仮杭 (木杭又は切り株)

測点番号		標高	埋標様式					測点番号		標高	埋標様式				
			A	B	C	D	E				A	B	C	D	E
R4-44	444	373.598					○	R9-1							
-45	445	416.109					○	LVI/30	3000	4.8980				○	
-46	446	403.063					○	R9-25	925	16.768	○				
-47	447	381.911					○	-24	924	15.980	○				
-48	448	386.332					○	-23	923	20.278				○	
-49	449	392.558					○	-22	922	17.526	○				
-50	450	394.378		○				-21	921	11.430				○	
-51	451	394.432					○	-20	920	10.075	○				
-52	452	397.238					○	-19	919	12.237	○				
-53	453	412.147		○				-18	918	7.040		○			
-54	454	409.796					○	-17	917	5.112	○				
-55	455	420.912					○	-16	916	12.351	○				
-56	456	428.852					○	-15	915	13.134	○				
-57	457	418.918					○	-14	914	15.595				○	
-58	458	400.942					○	-13	913	22.138	○				
-59	459	398.390					○	-12	912	20.992	○				
-60	460	409.887					○	-11	911	27.068				○	
-61	461	411.201					○	-10	910	29.053	○				
-62	462	407.542					○	-9	909	57.643	○				
-63	463	427.088					○	-8	980	58.822				○	
-64	464	439.488		○				-7	907	80.486	○				
I/38	3800	441.1230					○	-6	906	59.252	○				
								-5	905	31.031		○			

表-13 水準点暫定成果 (3)

A : 路面にリベット打ち込み
 B : 地物 " "
 C : 多角標識に " "
 D : 永久標識
 E : 仮杭 (木杭又は切り株)

測点番号		標高	埋標様式					測点番号		標高	埋標様式				
			A	B	C	D	E				A	B	C	D	E
-4	904	42.818	○					LVI/10	1010	21.0770				○	
-3	903	47.219				○		R9-3							
-2	902	61.900	○					LVI/8	8	23.1470				○	
-1	901	76.287	○					R9-42	942	22.549	○				
BM-1	10	45.799				○		-43	943	21.544	○				
R9-2								-44	944	15.202	○				
LVI/30	3000	4.898				○		-45	945	11.738		○			
R9-26	926	10.547	○					-46	946	14.089		○			
-27	927	7.458	○					-47A	947	11.943				○	
-28	928	5.019				○		-48	948	11.218				○	
-29	929	11.332	○					FBM	1000	21.0410				○	
-30	930	18.164	○					R10-1							
-31	931	20.229		○				FBM	1000	21.0410				○	
-32	932	25.965	○					R10-1	1001	17.692	○				
-33	933	28.636	○					-2	1002	16.820	○				
-34	934	28.021				○		-3	1003	15.493	○				
-35	935	27.562	○					-4	1004	21.889		○			
-36	936	18.086	○					-5	1005	15.121		○			
-37	937	8.114		○				-6	1006	9.535		○			
-38	938	26.358		○				-7	1007	14.896			○		
-39	939	30.933	○					-8	1008	7.688	○				
-40	940	29.126	○					-9	1009	13.134	○				
-41	941	35.258		○				-10	1010	14.912	○				

表-13 水準暫点定成果 (4)

A : 路面にリベット打ち込み
 B : 地物 " "
 C : 多角標識に " "
 D : 永久標識
 E : 仮杭 (木杭又は切り株)

測点番号		標高	埋標様式					測点番号		標高	埋標様式				
			A	B	C	D	E				A	B	C	D	E
LIX/77	77	2.3640				○		-31	1031	25.971	○				
R10-2								-32	1032	24.602	○				
LIX/77	77	2.3640				○		-33A	1033	18.789				○	
R10-11	1011	22.364			198 TT6			-34	1034	18.104				○	
-12	1012	20.356	○					LIX/49	49	15.8660				○	
-13	1013	19.561	○					R10-3							
-14	1014	19.456	○					LIX/49	49	15.8660				○	
-15	1015	21.690			198 TT12			R10-35	1035	27.338			198 TT32		
-16	1016	22.730	○					-36	1036	19.816	○				
-17	1017	22.454	○					-37	1037	15.692	○				
-18	1018	25.654		○				-38	1038	13.215			198 TT37		
-19	1019	24.965			198 TT18			-39	1039	15.259	○				
-20	1020	26.119			198 TT19			-40	1040	13.058	○				
-21	1021	19.157	○					-41	1041	15.036	○				
-22	1022	22.765			198 TT21			-42	1042	16.982			198 TT42		
-23	1023	31.253		○				-43	1043	18.726	○				
-24	1024	32.133	○					-44	1044	12.565	○				
-25	1025	26.172	○					-45	1045	17.398	○				
-26	1026	39.949			KIBA ON1			-46	1046	22.678			193 TT3		
-27	1028	53.219	○					-47	1047	21.364	○				
-28	1028	9.037	○					-48	1048	24.798	○				
-29	1029	46.366			198 TT20			-49	1049	17.882	○				
-30	1030	17.789	○					-50	1050	16.127			192 TT7		

表-13 水準点暫定成果 (5)

A : 路面にリベット打ち込み
 B : 地物 " "
 C : 多角標識に " "
 D : 永久標識
 E : 仮杭 (木杭又は切り株)

測点番号		標高	埋標様式					測点番号		標高	埋標様式									
			A	B	C	D	E				A	B	C	D	E					
-51	1051	10.330	○																	
LIX/28	28	8.828				○														
/27	27	3.210				○														
/26	26	3.319				○														
/25	25	6.252				○														
/24	24	3.872				○														
/23	23	6.622				○														
R10-59	1059	16.377	○																	
-60	1060	14.662	○																	
LIX/19	19	17.910				○														
/18	18	20.555				○														
/16	16	19.288				○														
R10-52	1052	20.634			193 TT14															
-53	1053	27.789			193 TT15															
-54	1054	31.439	○																	
-55	1055	23.229	○																	
LIX/11	11	18.790				○														
R10-56	1056	9.892	○																	
S7/6	706	16.550				○														

5. 図式等

本年次調査に先立ってSKと、本年次および次年度以降の調査に必要な事項および、資料収集についての協議を行った。

5-1 図式および図式の適用

ケニア国では地図作成に当り、図式等を「東アフリカ統一図式」を基準とすることとしているが、国情に応じてこれを若干修正している。

なお、今回は一部JICAが1975年より1980年に亘り実施した「ケニア国東部地区地図作成事業」に際し適用した「日ケ合意図式および図式適用基準」（1981年3月）に依った。

現地調査および後続作業に必要とする図式およびその適用について協議を行ったが、その内容は下記の通りである。

(1) 道路

東部地区図式を使う。

(2) 堤、垣、被覆

図上1cm以上の物を表示する。

(3) 送水管、油送管

地上、地下の区別なく実線で表示する。但し、道路下の場合は表示しない。油送管は編集原図上のみに表示する。

(4) 電力線、電話線

幹線については原則として総て表示する。

(5) 鉄道の高架部

脚のあるものは高架物の記号を用い、脚のないものは橋の記号を用いる。

(6) 盛土、切土

原則として長さ250m以上、高さ5m以上のものを表示する。

(7) 水準点

現地確認したもののみを表示する。その際成果を小数点以下を四捨五入してm単位で表示し、数字の後に「BM」を付する。

- (8) 魚とりわな
永久的なもののみを表示する。
- (9) 写真主点
図上に図化時に使用した写真の主点を3桁で表示する。(例 001)
- (10) 水上飛行基地
現地を確認の上表示する。
- (11) 河川
図上5mm以上のものを表示する。但し、平坦地では図上1cm以上のものを表示する。
- (12) 農場
図式に規定されるもの以外の作物については、その作物の綴りの頭文字を記入する。
- (13) 井戸, 泉, 水溜, 掘抜井
新しい記号に変更する。
- (14) 飛行場
裸地の場合は「草地」の分類に入れる。
- (15) 黒末建物
その形により丸, 或いは角に表示する。
- (16) 墓地
記号は用いず, "Cem" と注記する。
- (17) 官有地 (registered land)
境界と分類番号を表示する。
- (18) 特定界, 区域界
表示しない。
- (19) 橋
小さいものでも確認出来る範囲ですべて表示する。
- (20) 鉄道
平面交差の個所には「LC」と注記する。
- (21) 磁針偏差
分以下は四捨五入して分表示とする。時期は1991年1月1日現在とする。

② 行政界

sub-district界とその他の境界が重なる時には、sub-district界は省略する。

5-2 資料収集

次のものに関する資料を収集し、一部は調査前、一部は調査後受領し、一部は来期「訪ヶ」の際に受領するとした。

道路の分類

送水管, 送油管

電力線, 電話線

行政界, 森林界, 一般地籍界, 地籍番号

行政名および地名

図名および図葉番号

6. 現地調査

6-1 概要

現地調査は、地形図を作成するために空中写真の判読事録の現地照合、必要な各種表現事項、名称等を図式を考慮して現地において調査確認し、その結果を空中写真および参考資料に記入して図化、編集に必要な資料を作成する作業である。

今年度の現地調査実施面積は、地形図作成計画地域 29,800 km²のうち第1年次作業で空中写真が未撮影となった部分（図-13参照）約 3,000km²を除き約 26,800 km²である。（図-12参照）

なお、未調査部分については空中写真を用いての現地調査は行わず、第3年次作業の現地補測作業の際に編集原図を用いて実施することとした。

6-2 計画・準備

「訪ヶ」前、日本国内において下記の予察を行い現地調査に必要な資料の準備を行った。

- (1) 図式を検討した結果、SKより提供を受ける必要がある資料リストの作成
- (2) 各資料間の矛盾と疑問事項の整理
- (3) 調査に使用する空中写真の判読を行い、必要な判読キーの原稿作成と判読が困難な事項および調査範囲の確認
- (4) 現地調査用の2倍引伸空中写真

6-3 現地調査内容

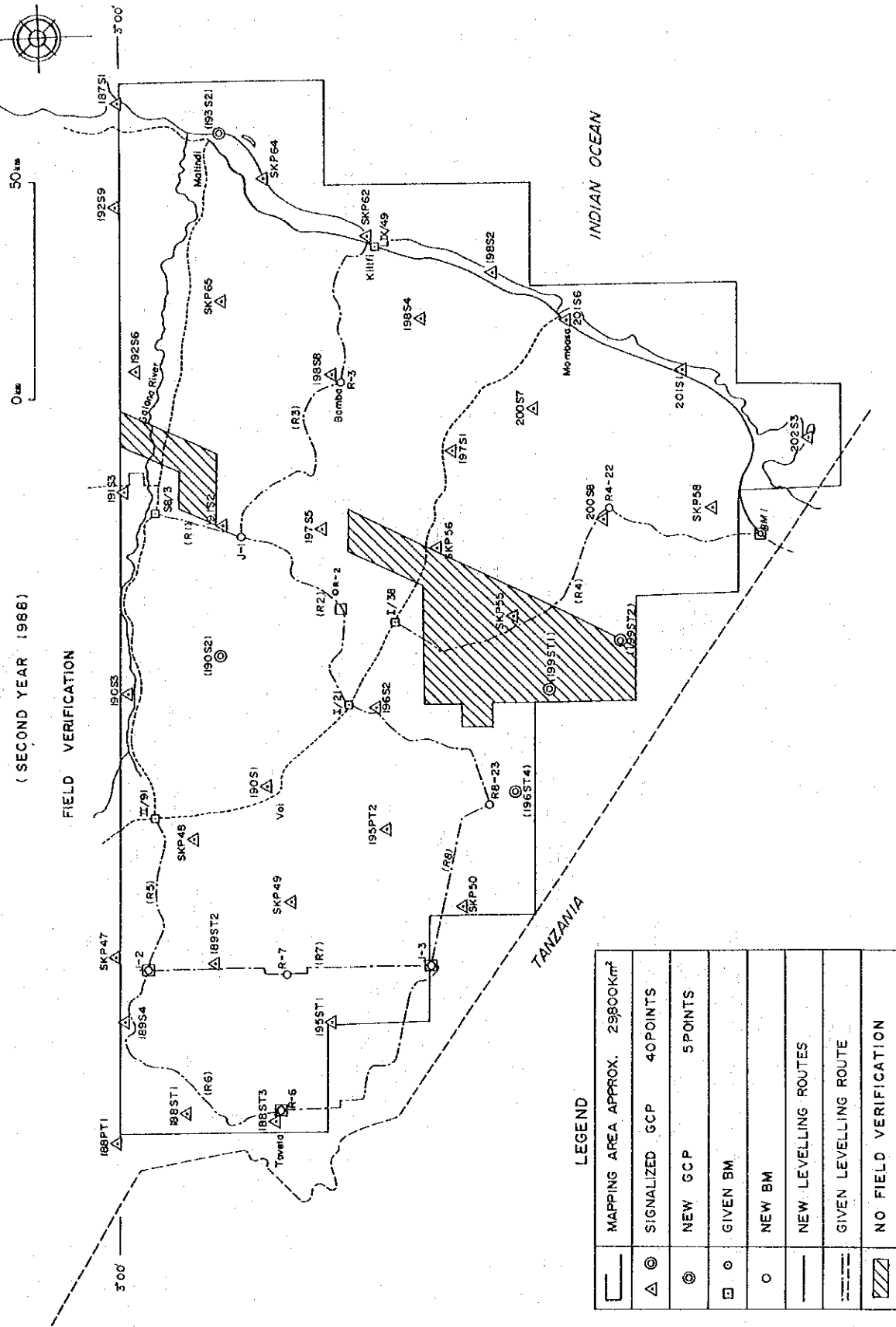
図式および同適用基準にしたがって下記の事項について調査確認した。

- (1) 予察結果の確認および空中写真の判読キーの作成
- (2) 空中写真上での判読困難な事項の確認調査
- (3) 図式の適用上必要な、道路、鉄道、建物（遺跡、廃墟を含む）、パイプライン、基準点、特定地区、河川、植生、地形等の事項の確認調査
- (4) 注記に必要な各種名称等に関する資料の収集とその現地確認
- (5) 地名調査はSKのカウンターパートにより行われた。この調査には、地名の記載されている旧図や地名調査表を活用して調査の効率化を図りながら行った。これらの調査では、旧図等に収録されている地名の確認、誤りの訂正、新しい地名または注記を必要とする名称等の

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA

(SECOND YEAR 1988)

FIELD VERIFICATION



LEGEND

	MAPPING AREA APPROX. 29800km ²
	SIGNALIZED GCP 40 POINTS
	NEW GCP 5 POINTS
	GIVEN BM
	NEW BM
	NEW LEVELLING ROUTES
	GIVEN LEVELLING ROUTE
	NO FIELD VERIFICATION

图-12 現地調査範囲图

調査の順で実施し、効率的に作業を進めることができた。

なお、収集した地名資料はSKの審査を経た後、受領することとした。

6-4 整理および接合等

(1) 現地調査結果は引伸し空中写真上に図式および作業規程に従い図化・編集に支障のないように整理した。

(2) 接 合

地形図作成範囲と作成済地形図との接合は、接合部分に調査もれのないように十分な配慮をした。なお、経年変化等により接合のつかない部分の取り扱いについては、SKと協議した結果、あきらかな理由によったものは特別な修正は行わないこととした。

(3) 精度管理

現地調査の結果に基づき、下記事項について検査し精度管理表を作成した。

イ. 調査地域の空白部の有無

ロ. 調査もれの有無および整理の良否

ハ. 判読困難な表現事項の描示の良否

ニ. 各種名称の表示の良否

ホ. 隣接する各空中写真間の接合の良否

ヘ. 空中写真および各種資料相互間の矛盾の有無

7. 空中写真撮影

7-1 概要

1 : 50,000地形図作成地域 29,800 km²の図化に必要な空中写真のうち第1年次で撮影が未了となった約 3,000km²について、超広角カメラを用い、縮尺 1 : 60,000の空中写真撮影(図-13のとおり)を行った。

計画 14 コース 780km (撮影航長)

実施 13 コース 760km (")

空中写真撮影は、第1年次で撮影を行ったフォトマップ社 (PHOTOMAP) と空中写真撮影に関する契約を締結し実施した。

撮影のための技術仕様は本事業の第1年次において図化用写真の撮影の際に指定した通りとした。(ケニア国南部地区国上基本図作成事業(第1年次作業), 昭和63年3月, JICA参照)

撮影契約期間は、昭和63年8月10日から同年8月19日までの10日間および平成元年2月13日から同年2月27日までの15日間である。

前者の期間には一枚の写真も撮影することができず、後者の期間において行った。

当初契約数量より2%強下廻ったが、後続作業に支障のないことが分ったので作業はそのままですでに打切った。

7-2 撮影の実施等

(1) 撮影計画

図化用写真の撮影は、S/Wで述べているとおり、超広角カメラを用いて縮尺 1 : 60,000の撮影を行うこととした。

撮影コースの方向とコース数は、

地 区	コース数	基準面
中 部	13コース	1,000 m
タンザニア国境沿い (タイ・コース)	1コース	500 m

とした。オーバーラップは60%、サイドラップは30%を標準とした。

(2) 撮影基地

マリンディ空港(昭和63年8月10日~8月19日)

FLIGHT COURSES FOR AERIAL PHOTOGRAPHY

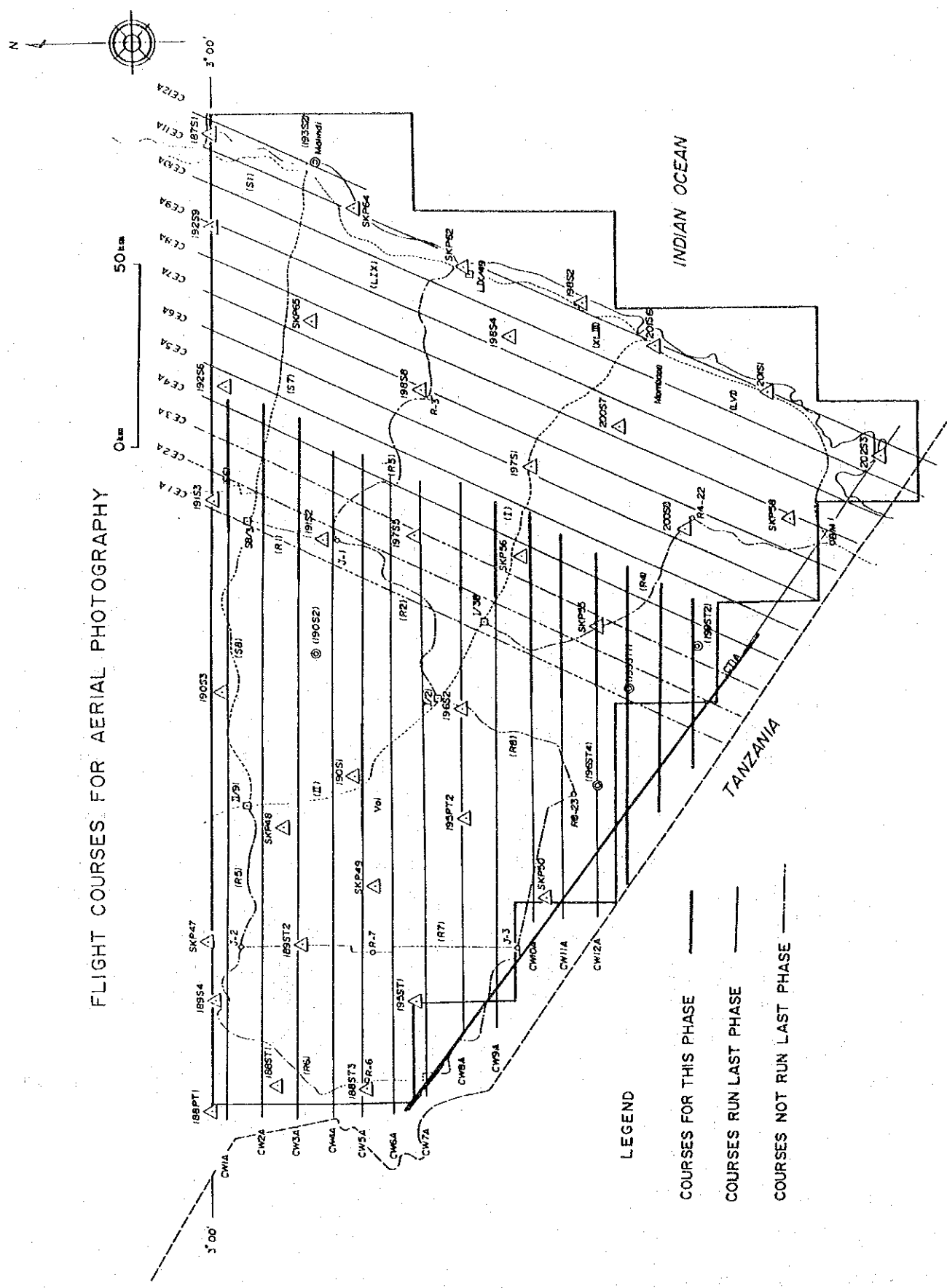


図-13 空中写真撮影コース図

マリンディ空港（平成元年2月13日～2月27日）

(3) 撮影機および航空カメラ

撮影機 : Cessna 404 Twin Engtne Turbo Charged

航空カメラ : Wild RC-10/88mm lens cone

(4) 航法装置

Teledyne Ryan Doppler

Sperry C-12 Compass System

(5) 航空フィルムおよび印画紙

航空フィルム : Kodak double X Panchromatic Aerographic type 2405

印画紙 : Kodabrome 11 RC

(6) 撮影作業

a. 第1回撮影

昭和63年8月10日より同年8月19日まで10日間マリンディ空港に待機したが天候不良のため撮影不能であった。

b. 第2回撮影

平成元年2月13日より同年2月27日まで15日間マリンディ空港に待機して撮影を行った。撮影作業の経過および撮影実施状況は付録4、撮影作業記録にとりまとめた。撮影作業日数および飛行回数は次の通りである。

撮影作業日数	15日
飛行回数	4回（撮影できた飛行回数）
撮影時間	5時間42分

(7) 撮影結果

撮影作業実施の結果は次の通りである。（付録4、表-14、図-13参照）

撮影フィルム本数	1本
撮影コース数（延）	13コース
撮影写真枚数	179枚

(8) 撮影検査者

技師 : 細田 秀人

表-14 撮影コース別写真枚数

コース番号	写 真 番 号	写真枚数
W1	2 2 1 6 ~ 2 2 2 2	7
W2	2 2 4 1 ~ 2 2 4 7	7
W3	2 2 5 2 ~ 2 2 6 2	11
W5	2 3 0 5 ~ 2 3 1 0	6
W8	2 3 1 4 ~ 2 3 2 1	8
W9	2 4 8 6 ~ 2 4 7 8	9
W10	2 4 8 9 ~ 2 5 0 3	15
W11	2 5 0 7 ~ 2 5 2 4	18
W12	2 5 2 6 ~ 2 5 3 8	13
W13	2 5 7 1 ~ 2 5 8 8	18
W14	2 5 9 3 ~ 2 6 0 7	15
W15	2 6 1 4 ~ 2 6 2 3	10
T	2 1 1 7 ~ 2 1 5 5	39
合 計		176

7-3 写真処理および整理

(1) 現像フィルムの検査

撮影後現像したフィルムは下記について検査を行った。

- イ. 画像の調子が均一で、コントラストが適切であるか。
- ロ. 感光乳剤、処理薬品が完全に除去されてるか。
- ハ. フィルムの乾燥不適當による画像の歪みがないか。

(2) 密着写真による検査

写真の焼き付け後、検査の対象にした項目は下記の通りである。

- イ. オーバーラップ、サイドラップ
- ロ. 雲、雲影、現像むら
- ハ. 撮影飛行計画に対する軌跡のずれ

ニ、ハレーション

ホ、ミスト、煙り

ヘ、フィルムのキズ

(3) フィルムの注記

フィルムの注記は、SKと協議済の仕様で下記の通り実施した。

各ロールの最初にロール番号を、各コースの最初と最後の写真には、JICA SOUTH KENYA MAPPING 1:60,000 FEB. 1988コース番号および写真番号を、その他の写真にはコース番号と写真番号のみを注記した。

標定図の基図には1:250,000地図を使用して、標定図の編集は次のように行った。

コース番号は北から南へ順次付け、写真番号は西から東へ順次つけた。また、同一コースで2回以上撮影を行っている場合は西側よりA、B、Cの文字をコース番号に付けた。

(4) 写真処理

イ、第2年次に撮影した空中写真の写真処理は、撮影の受注業者がフィルムの現像、検査用密着写真の作成を行った。

ロ、写真処理の員数は次のとおりである。

撮影フィルム数	1本
撮影コース数	13コース
写真枚数	179枚（撮影コース別写真枚数は表-14の通りである）
密着焼	各2部
※ ”	各1部（空三用）
※ 2倍引伸し	各2部（現地調査用）
※ ポジフィルム	各1部（空三、図化用）

注）※印は日本国内で作成

(5) 写真検査従事者

技 師 : 細田 秀人

8. 空中三角測量

8-1 概 要

ステレオコンパレーターを使用して、図化作業に必要なパスポイントおよび基準点等の座標を測定し、解析法により独立モデルによるブロック調整法による調整計算を行い、写真の標定要素、パスポイント等の座標を決定した。

当初計画では、全地域を一つのブロックとして調整計算を行う予定であったが、本年次実施予定であった空中写真撮影が遅れたこと、そのために後続の図化編集作業に支障を生じさせないために、地域の一部を分割して調整計算を行うこととした。作業の範囲は図-14に示される本年次の図化範囲に対応させた。残部は空中写真撮影の完了を待って上記分を含めて改めて計算を行った。(総モデル数755)

従って、前売で得られた結果は暫定的なものであるが、併分1:50,000地図作成の目的には十分合致する結果を得た。

今年次図化地域について部分的に行った空中三角測量の結果は以下の通りである。

(1) 仕 様

写 真 縮 尺	1 : 60,000 (対地飛行高度 5,300m)
撮影コース数	19コース
モ デ ル 数	332 モデル
標 定 点	平面48点 標高 165点
調 整 計 算	独立モデル法 (PAT M 43プログラム使用)

(2) 主要機器

点 刻 器	PUG 4型 (ウィルド社)
ステレオコンパレーター	ステコメーター (ツァイス イエナ社)
電子計算機	FACOM-M340 (富士通社)

(3) 航空カメラ諸元

航空カメラ	WILD RC10
	焦点距離 88mm
	レンズ名 8.8 SAG II

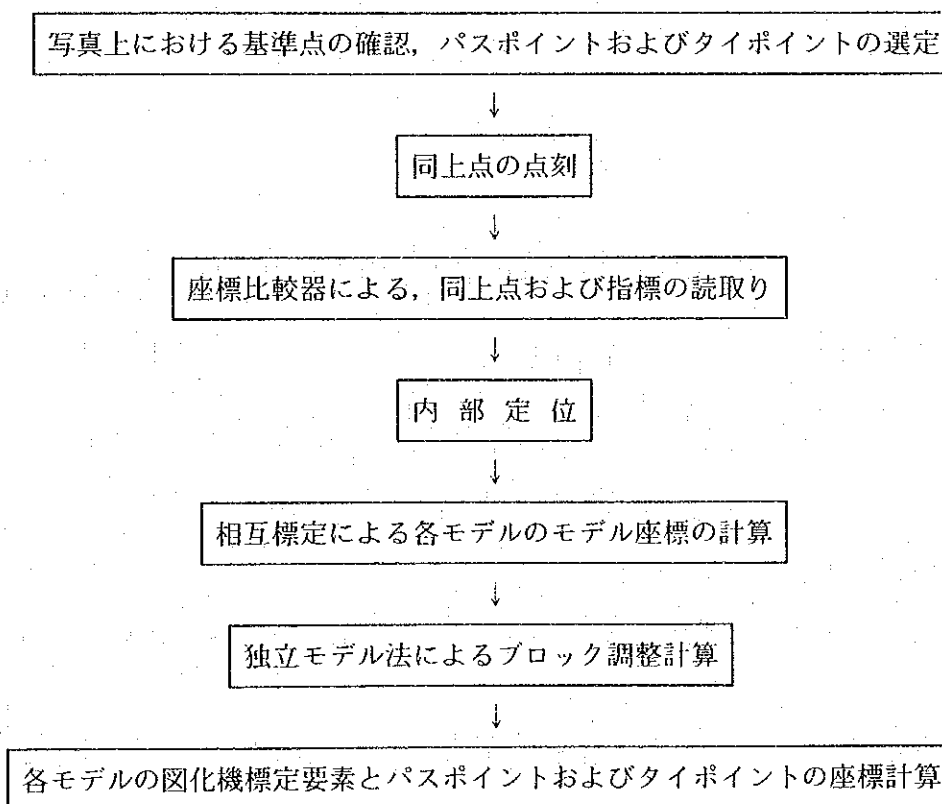
ディストーション

R a d i u s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Distortion	0	-2	-3	-4	-4	-4	-4	-1	1	3	4

R a d i u s	110	120	130	140	145	グレード
Distortion	3	2	-1	0	0	μ

8-2 工 程

作業は次の工程により行った。



8-3 選 点

選点は、密着写真を用い、パスポイント、タイポイント等の選点を行った。独立モデル法によるブロック計算を考慮し、パスポイントは各モデル毎に6点、タイポイントはコース重複部に、各モデル毎に1点を選点した。

パスポイント、タイポイントの位置は密着写真上に直径約7mmの赤丸で表示した。

ポジフィルムへの点移写には、点刻器 PUG 4 型を使用した。ポジフィルム上にはその点を中心に直径約 7 mm の赤丸を表示した。

刺針によって位置を定めた基準点等のポジフィルム上への移写は、刺針写真、基準点刺針明細簿および水準点見取図等を資料とし、点刻器を使用して実体視しながら行った。

8-4 写真座標の測定

空中写真四隅の指標、基準点、パスポイントおよびタイポイントの座標の観測は、ステコメーターを使用して、1 μ の単位で実施した。

上記の観測は、独立に 2 回行った。

8-5 内部定位

指標の残差はカメラの投影中心を原点とした座標系に変換し、四隅の指標の観測値をヘルマート座標変換式を用いて算出した。

指標の残差の標準偏差および最大値は下記のとおりである。

標準偏差	最大	摘要
13.3 μ	20.0 μ	作業規程制限値 最大 30 μ

8-6 相互標定

相互標定は、モデルに含まれる全ての点を使用して行い、かつ気差の補正を行った。

8-7 調整計算

調整計算は対象地区全域を 1 ブロックとしたブロック調整計算独立モデル法による PATM 43 プログラムにより平面と高さを同時に行った。この際に「東部地区」地図作成事業に伴って作成された本事業範囲と重複する部分に設置された空中三角測量用の点を、今回の写真に移写して基準点として用いた。その数は平面、高さ共それぞれ 23 点で、下表の基準点数に含まれる。

調整から除かれた基準点はなく全点使用で実施した。

空中三角測量による基準点残差並びにタイポイント較差の標準偏差および最大値は、それぞれ下記のとおりである。

(基準点残差)

コース数およびモデル数	基準点数		標準点残差 (平面位置)		基準点残差 (高さ)		摘 要
	平面	高さ	標準偏差	最大値	標準偏差	最大値	
19 コース 332 モデル	点 48	点 165	m 0.92	m 2.03 (0.38%)	m 0.38	m 1.63 (0.31%)	作業規程制限値 対飛行高度比 平面位置 1.4‰ 高 さ 1.4‰

(タイポイント較差)

平 面 位 置		高 さ		摘 要
標準偏差	最大値	標準偏差	最大値	
0.38 m	0.96 m (0.18%)	0.22 m	0.71 m (0.13%)	作業規程制限値 対飛行高度比 平面位置 0.8‰ 高 さ 0.8‰

作業規程の制限値を大巾に下回る好成果が得られたのは、基準点の配点が良かったこと、撮影が計画コースどおり行われたこと、空中三角測量に独立モデル法のプログラムを使ったことなどがあげられる。

9. 図 化

9-1 概 要

空中三角測量および現地調査等の結果に基づき、地形図に必要な各種表現事項を図化機を使用して測定描画し、図化素図を作成した。本年次における図化範囲は図-14の図郭割図において斜線により囲まれた部分である。

9-2 仕 様

図化縮尺	1 : 50,000
面 積	11,475km ²
面 数	15面
等高線	主曲線 20m 計曲線 200m 間曲線 10m (平坦地)
投影法	UTM図法
図郭線	東西15' ×南北15'
図郭割	図葉番号および図葉名は図-15のとおりである。
図 紙	ポリエステルベース#500

9-3 使用機材

図 化 機	ステレオプロッター A-8 (ウィルド社)
”	メトログラフ (ツァイス社), その他
座標展開器	XP1100 (第2精工舎)

9-4 基準点等の展開

図郭線, 方眼線, 経緯線, 標定点, 基準点 (受領した成果の全て) およびパスポイント, タイポイントを図紙上に座標展開器により展開した。

展開誤差は, 図上 0.2mmを越えないこととした。

9-5 標 定

(1) 相互標定は6個のパスポイントを使用して行った。残存縦視差は密着ポジフィルムで0.02

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA
(SECOND YEAR, 1988)

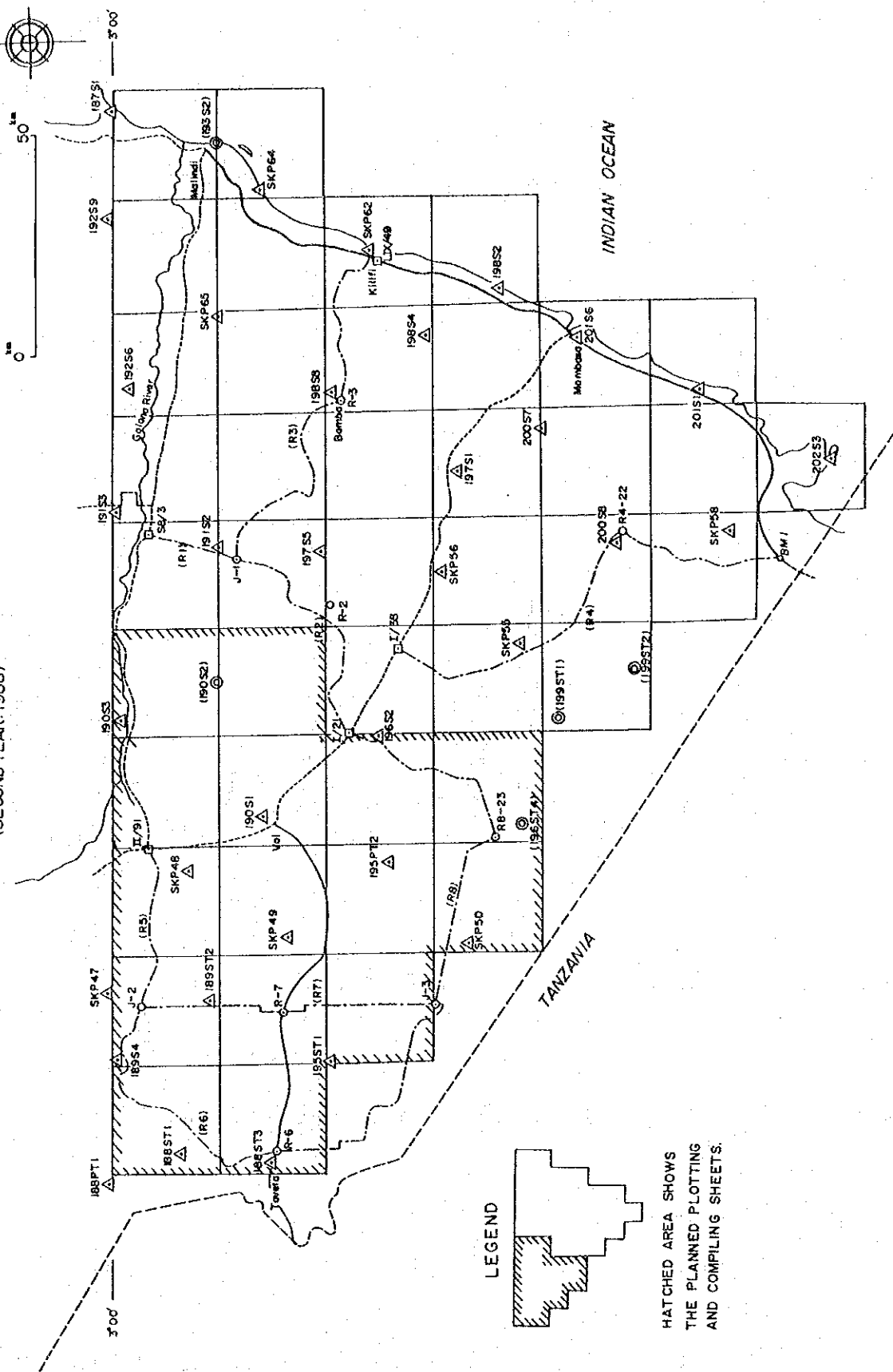


图-14 第2年次図化編集範圍

mmを越えないこととした。

- (2) 対地標定は、空中三角測量によって決定されたパスポイント、タイポイント成果および基準点、刺針点、水準刺針点等を用いて行った。対地標定の許容誤差は、平面位置で 0.3mm以内、標高で 5 m以内とした。

対地標定完了後その結果は図化標定記録簿に記録した。

9-6 細部図化

- (1) 図化作業のオペレータには、図式、図式適用規程、細部図化の具体的な方法、接合のとり方等について、図化作業指示書により細部図化の仕様を説明し、オペレータ間に不統一、不均等を生じないように配慮した。
- (2) 細部図化は、現地調査写真を使用し、JST・SK双方合意した図式に基づいて、道路、河川、鉄道等の線状地物、家屋、植生、等高線の順に測定描画した。
- (3) 図化に使用した色区分は以下のとおり。

黒	二条道路、鉄道、建物、線状物体、植生記号
赤	小径、指示点、構囲、小物体、被覆
緑	植生界、庭園路
橙	等高線
紫	海岸線、河川、湖沼、養魚場、塩田、水生作物
- (4) 対象地域の建物は、原則として総描することなく描画したが都市等の密集地では、画線が不明瞭にならないよう注意し総描描画した。
- (5) 等高線の描画は、標高精度の保持と地形の形状を損なわないことに注意を払って実施した。
- (6) サーボ国立公園、山頂付近まで耕作された急傾斜地、枯れ川などについては、その地形・地理的な特性が適切に表現されるよう配慮した。
- (7) 等高線の描画においては、地形をよく表わすように十分な注意を払って行った。変形地は等高線モレを防ぐため、標高点とは別に標高を測定しておいた。
- (8) 標高点は独立に 2 回測定を行い、その平均値を採用し、測定単位は 1 mとした。

標高点の測定密度は、基準点を含み地形に応じて適宜変化させた。なお、これは更に編集時に地形の状況により取捨選択を行った。

標高点の位置は、基準点資料図および図化素図に刺針し、測定値は基準点資料図に記録し

た。

標高点の測定位置は下記を原則とした。

- イ. 主要な山頂，大きな鞍部
- ロ. 道路の主要な分岐点
- ハ. 主な傾斜の変換点
- ニ. その付近を代表する地点
- ホ. 凹地の底
- ヘ. その他地形を明確にするために必要な地点

9-7 点 検

図化作業終了後，図化素図上で現地調査空中写真および収集資料との照合，図式との整合等を点検し，図化もれを補入し，誤りは修正した。

また，疑問事項については，現地補測時の確認事項とした。

9-8 成 果 品

図化作業の成果として次のものが作成された。

図化素図 …… 地物版，曲線版

基準点資料図

10. 編 集

10-1 概 要

図化素図を基図として、現地調査成果、収集資料等を用いて、図式および同適用規程に従って、表示内容を編集し、編集原図を作成した。範囲は図化素図作成の範囲と同じである。(図-14参照)

10-2 仕 様

編集縮尺	1 : 50,000
面 積	11,475km ²
面 数	15面
図 郭	15' × 15' (UTM 37 ZONE)

使用図紙

編集に使用する図紙は伸縮のない下記の図紙を使用した。

編集素図	……	ポリエステルベース	#500
資料図	……	ポリエステルベース	#300

展 開

図郭、基準点等は、座標展開器を使用して展開した。図郭線および対角線の所定の長さに対する誤差は、図郭線 0.3mm以内、対角線 0.4mm以内とした。

10-3 編集作業

(1) 編集素図は、JST・SK双方合意した図式に従って作成した。

また地図の表現内容の均一性を保つため、編集作業指示書を作成し、作業要領の統一を図って実施した。

(2) 編集方法はオーバーレイ方式とし、平面、等高線ともに同一シート上で行った。なお注記については、別版として注記版を作成した。後続のスクライプ作業を効率的に実施するため別に道路資料図、植生資料図、水海面資料図および基準点資料図の4種の資料図を作成した。

(3) 編集原図用の図紙は、伸縮の少ない厚さ#500のポリエステルベースを使用した。

図郭には5'毎の経緯度線ティック、1km毎のUTM方眼ティックを挿入した。

(4) 図葉名称および図葉番号は、SKより提供されたものを使用した。(図-15)

(5) 編集素図の色区分は下記のとおりとした。

黒 …… 二条道路, 鉄道, 建物, 標高点, 植生記号, 線状物体, 等高線数値

赤 …… 小径, 行政界, 小物体, 構囲, 副記号

緑 …… 植生界, 公園

橙 …… 等高線

紫 …… 海および河川, 湖沼等の水部, 養魚場, 塩田

(6) 編集にあたっては、所要事項の誤描、脱落が生じないように留意して作業した。

編集時に疑義を生じた場合は、オーバーレイ等にその箇所と必要事項を注記し現地補測への指示として整理した。

10-4 編集上の細部事項

(1) 行政界, 行政名はSKの調査資料によった。

(2) 道路は総て記号道路とした。

(3) 鉄道は単線, 複線とも軌道の中心線を2条線で表示した。

(4) 到達注記は補測時に記入することにした。

(5) 集落の総描は, 図式に従って実施した。

(6) 点描された建物は, その地域の形状に合うように注意した。

(7) 山岳地は等高線が錯綜しており, 地形を損なわないように留意した。

(8) ガス, 送電線およびパイプラインは図化判読できないのでSKの資料より記入した。

(9) 凹地および道路, 河川に沿った等高線の表示については特に配慮した。

(10) 既成図との接合は, SKより受領した複製写図を使用して, 新規作成の図葉間の接合はポリエステルベースの複製図を使用した。

(11) 注記は別版として作成した。

字大, 字隔, 書体位置はSKの指定に従い写真植字で行ったが, 日本で入手できない書体については後日SKと協議することとした。

(12) 資料図は後続作業における効率をよくするため下記の4種に分類して作成した。

イ. 道路資料図

道路の種別毎に色分けし, 表示もれ, 接合不良, 誤りをなくすよう注意した。

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA
(SECOND YEAR, 1988)

SCALE 1 : 1,000,000

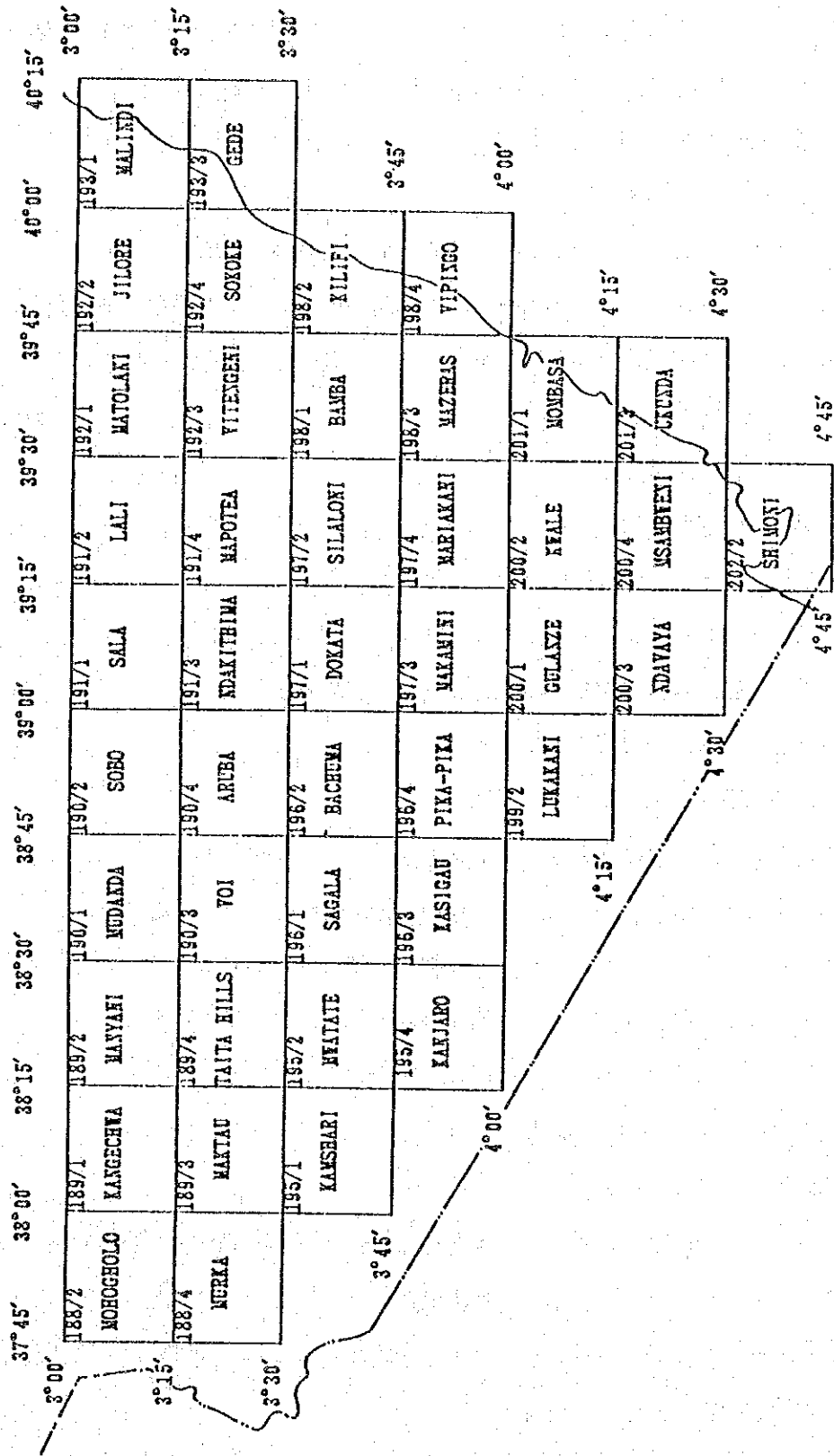


図-15 1 : 50,000 図番号および図名

ロ. 植生資料図

ハ. 水系資料図

平面地物の正描が完了した時点で、ポリエステルベースの複製図を作成し、植生種別毎に色区分し、表示もれ、接合不良、誤りをなくすよう注意した。

ニ. 基準点資料図

基準点、水準点、標高点を表示した。

10-5 点 検

作業終了後ポリエステルシート#150を被せ、現調写真との照合、等高線と標高点との関連性、図式規程との整合を点検した。これと同時に疑問事項も記入し、現地補測時の確認事項とした。

特に、注記資料図の点検は、SKのカウンターパートにより、入念に行う必要がある。

10-6 成 果 品

編集作業の成果として次のものが得られた。これは、SKよりの要請を、JST側からの提言を加味したまとめ方である。

- (1) 編集原図 ……
 - a. 曲線および平面の合版
 - b. 注記版
- (2) 資料図 ……
 - a. 道路資料図
 - b. 植 生 ”
 - c. 水 系 ”
 - d. 基準点 ”

11. 第2年次作業についての所感

ケニア国南部地区国土基本図作成調査第2年次作業を実施しての所感は概ね次のとおりである。

1) 標定点測量

標定点測量に使用したGPS観測機(米国トリンプル社製 4000SX)は、公称の性能を十分に発揮し、効率的な作業が実施できた。今後、海外地図作成調査作業における基準点測量は、本装置の使用によってより効率的な基準点測量作業が実施されることになるものと思われる。

2) 簡易水準測量

水準路線は、調査地東海岸に沿った比較的平坦な道路で、多くの観光バス、物資運搬の大型車両が高速で通行していた。このため、測量作業中に於ける事故防止に十分注意しながら作業を進めた。

3) 空中写真撮影

第1年次で撮影が未了となった箇所は、天候が変わりやすく雲が多く発生しやすい、いわゆる気候区の境界付近であった。このような箇所の撮影には困難がともなった。

4) 空中三角測量

空中三角測量における基準点残差、その標準偏差、最大値およびタイポイント較差等は、作業規程で定めている制限値を大巾に下回る良好な結果であった。この原因は、既設基準点、標定点および水準路線の配置が適切であったことによるものと考えられる。

5) 現地調査

SKの資料提供およびカウンターパートの積極的な協力により調査作業は順調に行われた。

6) 図化・編集

空中写真撮影遅延のため、部分的に行った空中三角測量の結果をもとに今年次分の図化・編集を行ったので、第3年次において図化・編集を行う際には、今年次分との接合に細心の注意を払う必要がある。

7) 技術移転

カウンターパートに対する技術移転は、ケニア国および日本国内においてJSTが実施した各種測量、調査、これらに伴う工程管理および精度管理を通じて適切かつ詳細に行われた。

12. 第3年次作業への所見

第3年次は、第2年次に引き続いて図化および編集を実施し、新たな作業として現地補測を実施することになる。第3年次での図化・編集作業においては、第1年次に一部未撮影であった部分（全体の約10%）も含まれるが、この写真による現地調査を行わないで図化・編集を行った部分については十分かつ慎重な現地補測を行うことにより現地調査の不足分を行うことにより対応することとする。

特に当該地域は大部分国立公園内に当るので、けもの道の判別については注意する必要がある。

現地補測ではSKのカウンターパートにより、現地の詳細な状況の資料が提供されることによってより正確な地図作成がなされる。従って、SKとのより密接な協力関係を保持していく必要がある。

付 録

- 1 . 現地作業の日程.....(1)
- 2 . ケニア測量局との協議文書.....(7)
 - 2-1 現地作業開始時の協議議事録.....(7)
 - 2-2 現地作業終了時の協議議事録.....(49)
- 3 . 撮影契約書.....(64)
- 4 . 撮影作業記録.....(81)

1. 現地作業の日程

1) 自昭和63年7月25日～至昭和63年10月27日

月 日	曜日	行 動 概 要
7 / 25	月	斉藤総括外7名LH 711便にて成田発フランクフルト着
26	火	LH 580便にてフランクフルト発ナイロビ着
27	水	JICA事務所, 日本大使館に挨拶
28	木	ケニア測量局長表敬, 測量本部(SK)挨拶, 打合せ
29	金	SKとP.O.に関する協議および準備作業
30	土	準備作業
31	日	”
8 / 1	月	SKと図式および同適用規程に関する打合せ
2	火	”
3	水	SKが用意する資料に関する打合せ
4	木	”
5	金	SKとP.O.に関する議事録(案)打合せ 総括外 1名現地概査
6	土	準備作業 ”
7	日	” ”
8	月	JICA, SKと議事録(案)打合せ ”
9	火	P.O.に関する議事録署名 現地調査班6名ナイロビ着
10	水	JICA, SKおよび日本大使館領事に現地進入に関する挨拶 総括ナイロビ発
11	木	本部, 現地調査班および水準班モンバサ・ニャリーに移動
12	金	本部設営 モンバサ地方測量部長表敬
13	土	準備作業 総括成田着
14	日	休 務
15	月	現地調査 水準測量
16	火	” ”

月 日	曜日	行 動 概 要
17	水	現地調査 水準測量
18	木	" "
19	金	" " 標定点班 4名ナイロビ着
20	土	" " 標定点班モンバサに移動
21	日	休 務
22	月	現地調査 水準測量 標定点測量準備作業 作業監理員ナイロビ着
23	火	" " "
24	水	現地調査班移動 水準測量
25	木	現地調査 水準測量 標定点測量(GPS)
26	金	" " "
27	土	" " "
28	日	休 務
29	月	現地調査班移動 水準測量 標定点測量準備作業
30	火	現地調査 " "
31	水	" 水準測量 GPS 測量 作業監理員ナイロビ発
9 / 1	木	" " "
2	金	" " 標定点選点・埋標
3	土	" " GPS 測量
4	日	現地調査班移動
5	月	水準測量 標定点計算
6	火	現地調査整理 標定点計算 標定点班移動
7	水	現地調査 水準測量 対空標識設置
8	木	" " GPS 測量
9	金	" " "
10	土	" " "
11	日	標定点班移動

月 日	曜日	行 動 概 要
12	月	現地調査 水準測量
13	火	" " 標定点測量準備作業
14	水	" " 標定点調査
15	木	" " 標定点選点
16	金	" " GPS 測量
17	土	現地調査班移動 渡海水準測量(LIKONI) 標定点班移動
18	日	渡海水準測量(KILIFI) GPS測量
19	月	現地調査班移動 水準測量
20	火	現地調査 水準測量 GPS 測量
21	水	" " 標定点調査
22	木	" " GPS 測量
23	金	" " "
24	土	現地調査班移動 水準測量 GPS 測量
25	日	GPS 測量
26	月	現地調査 水準測量 標定点測量準備作業
27	火	" " 標定点偏心測量
28	水	" " "
29	木	" " 標定点測量準備作業
30	金	現地調査整理 水準測量 標定点測量計算
10/1	土	" 渡海水準測量計算 標定点測量計算
2	日	渡海水準測量計算
3	月	現地調査整理 渡海水準測量計算 標定点測量準備作業
4	火	" 水準測量計算・整理 GPS 整理
5	水	" " "
6	木	" " 標定点班移動
7	金	" " GPS 測量

月 日	曜日	行 動 概 要
8	土	現地調査整理 水準測量計算・整理 標定点班器材梱包
9	日	標定点班ナイロビに移動
10	月	現地調査整理 水準測量計算・整理 標定点班帰国準備
11	火	” ” ”
12	水	SKにて図式会議 水準測量点の記作成 標定点班4名ナイロビ発
13	木	” ” 総括成田発
14	金	” ” 標定点班4名成田着
15	土	本部撤収作業 ” 総括ナイロビ着
16	日	休 務
17	月	本部, 現地調査班および水準測量班ナイロビに移動, 総括 外3名JICA, 日本大使館, およびSK測量本部に挨拶等
18	火	ケニア測量局長並びにSK測量本部に対し作業経過説明
19	水	議事録作成についてSKと協議, 現地調査班7名ナイロビ発
20	木	議事録(案)作成(ケニア国祝日)
21	金	議事録(案)について協議の後, 署名, 現地調査班7名成田着
22	土	帰国準備(車両返納, 資料整理等)
23	日	帰国準備
24	月	JICA, 日本大使館に帰国挨拶 総括外6名AF 498便にてナイロビ発
25	火	パリ着
26	水	AF 272便にてパリ発
27	木	総括外6名成田着

2) 自平成元年1月29日～至平成元年2月27日

月 日	曜日	行 動 概 要
1 / 29	日	撮影管理員BA 008便にて成田発ロンドン着
30	月	BA 005便にてロンドン発ナイロビ着
31	火	JICA事務所に挨拶
2 / 1	水	日本大使館に挨拶, PM社と打合せ
2	木	撮影待機
3	金	"
4	土	"
5	日	"
6	月	"
7	火	ボイへ移動
8	水	マリンディへ移動
9	木	撮影待機
10	金	"
11	土	"
12	日	ナイロビへ移動
13	月	撮影待機
14	火	"
15	水	"
16	木	W5, Tコース撮影
17	金	検査
18	土	W1, W2, W3コース撮影 検査 TコースOK, W5 NG
19	日	W5, W8コース撮影 "
20	月	" W5, W8 OK
21	火	"
22	日	" W1, W2, W3 OK

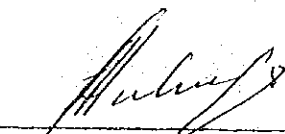
月 日	曜日	行 動 概 要
2 / 23	木	撮影待機 検査
24	金	W9~W15 撮影 " W9~W15 OK
25	土	BA 068便にてナイロビ発ロンドン着
26	日	BA 007便にてロンドン発
27	月	成田着

2. ケニア測量局との協議文書


2-1 現地作業開始時の協議議事録

MINUTES OF MEETINGS
ON
THE SECOND YEAR WORK
FOR
TOPOGRAPHIC MAPPING
OF
SOUTH KENYA

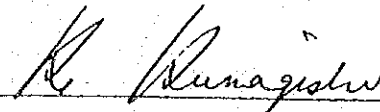
NAIROBI 9TH AUGUST, 1988



MR. E. M. GIKINYA
FOR: DIRECTOR OF SURVEYS



MR. SHO SAITO
LEADER
J I C A STUDY TEAM



MR. K. KUMAGISHI
RESIDENT REPRESENTATIVE
J I C A KENYA OFFICE

MINUTES OF MEETINGS ON THE START OF THE SECOND YEAR WORK
TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA

Dates: The meetings were held on Thursday 28th July, Friday 29th July, Monday 1st August and Tuesday 2nd August, 1988.

Present:

Survey of Kenya:

W. J. Absaloms	Ag. Director of Surveys
E. M. Gikinya	Ag. Assistant Director of Surveys, Mapping
O. M. Wainaina	Superintending Surveyor Mapping
F. Ito	JICA Expert Attached to Survey of Kenya
P. Ndunda	Chief Cartographer
J. Kibore	Chief Photogrammetrist
D. Chabeda	Chief Lithographer
C. Kimele	Oi/C 1:50,000 Topo Drawing Office

JICA Kenya Office

Ryuji Matsunaga Assistant Resident Representative,
JICA Kenya Office

JICA Study Team

S. Saito	Leader
K. Muraoka	Deputy Leader
M. Yoshida	Mapping Planner
Y. Kyakuno	Chief Surveyor
T. Hidaka	Chief Surveyor
M. Nakai	Surveyor
K. Miyakawa	Surveyor

1. Report to the Director of Surveys:

The JICA Study Team (hereinafter referred to as the "Team") held the first meeting with the Ag. Director of Surveys in his office on 28th July, 1988. The Team reported briefly on the progress of work and presented the Ag. Director with copies of the report on what had been accomplished during the first year. The Team also presented him with a copy of the plan of operations during the just beginning 2nd year work. *See Attachment*

SS.
R/c
E.M.G.

2. Review of first year work

The team made a brief review of the first year's work during the rest of the meetings with the Survey of Kenya (SK) at the Survey Field Headquarters.

3. Plan of Operations for the Second Year (Phase II)

The Team presented copies of the plan of operations for the second year (Phase II) to the Survey of Kenya (SK). The whole of Phase II would involve Aerial Photography, Levelling, Geodetic Control Point Survey, Field Verification, Aerial Triangulation, Stereo Plotting and Compilation. However, Plotting and Compilation will be continued to the third year. It was expected that all the work would be completed by the end of the fourth year during March, 1991.

After a detailed discussion the plan of operations for the second year was adopted. The map symbols and annotations contained in the plan of operations for the first year were reviewed in detail.

4. Counterparts

It was agreed that Survey of Kenya would provide the following:-

- (a) At least 1 counterpart for geodetic control point survey party.
- (b) 3 counterparts for the field verification parties.

5. Materials to be provided by Survey of Kenya (SK)

- (a) Composite copies on stable material for all the maps at the edges of the mapping area. The Team will provide the material to SK for printing.
- (b) Pricked diapositives, contact prints, photo index and aerial triangulation results for the old JICA maps in the North of the mapping area. This should cover 2 strips along the southern edge of the old JICA mapping area.
- (c) Photographs of the old JICA levelling bench marks.
- (d) Copies of the field revision data on the old maps within the mapping area where available.

6. Data to be provided by Survey of Kenya (SK)

- (a)- Details for the location of water pipelines, powerlines and telephone lines.
- (b) Information on road classifications

S.S.

E.M.G.

R.H.

- (c) Administrative and Cadastral boundaries. Survey of Kenya will mark the boundaries and send back to the Team. SK will also do a final checking on the boundaries before printing.
- (d) SK will supply up-to-date symbols for some of the items which were not concluded like different water features, built-up areas etc., Survey of Kenya will also provide material for coral and cliffs symbols to be reproduced by the Team. A complete set of all the standard symbols and annotations were also to be provided to the Team.
- (e) Survey of Kenya will also provide a list of coordinates, heights and descriptions for all the triangulation and traverse points to be shown on the maps. Survey of Kenya will also clarify the heights to be used in instances where two heights exist at a station or benchmark.

7. Administration

The Survey of Kenya will assist in obtaining permission to enter the National Parks and other restricted areas. Letters should also be sent to the Local Administration introducing the Team. The Mombasa Provincial Survey Office will also assist as during the first year. The Team provided Survey of Kenya with a list of vehicles that would be used during the field survey to enable SK obtain duty passes for the national parks.

8. Map symbols and their application

- (a) Following were discussed and confirmed.
 - (1) Embankments, hedges, walls and similar features shall be shown, if they are longer than one centimetre on the map.
 - (2) Underground water pipe line shall be shown, except when it lies under the road.
 - (3) Oil pipe line shall not be shown.
 - (4) Telephone, telegraph and power lines are shown only for main lines.
 - (5) Road cuts and fills shall be at least 250 m long and 5 m high to be shown.
 - (6) For viaduct, the symbol is used only when it has intermediate pillars. Otherwise, the same symbol as the bridge shall be used.
 - (7) Buildings shall be shown as square, or round dot symbols according to their shapes.
 - (8) Annotation "Airfield (earth)" shall be included in "Grass."

S.A.
R.K.

E.M.G.

- (9) The symbol for cemetery shall not be used, but a annotation "Cem" shall be used.
 - (10) Rivers shall be shown, if they measure at least one centimetre on the map for the Coastal and plains, but at least five milimetres in hilly areas.
 - (11) For plantation not stated in the application rules the first letter of the plant name shall be shown.
 - (12) For registered land the boundary and land reference number shall be shown.
 - (13) Photo-number at the principal point of the aerial photograph shall be noted in three figures, for example, 001 .
 - (14) Bench marks shall be shown only when confirmed in the field.
- (b) Concerning the application of the annotation "Pan", discussions shall be made with counterparts in the field.
 - (c) Concerning generalization of built-up areas further discussions shall be necessary.
 - (d) SK requested sub-district, boundaries to be shown. The Team took note of the request.
 - (e) In connection with the item 6 (d), the Team proposed to modify symbols of features, like long reefs or cliffs, which cannot be shown by zipatone and not suitable to work out by scribing method. However, both parties did not reach to agreement. Further discussion shall be necessary.

9. Training

SK requested to have one person trained on photo-processing. The Team took note of the request.

A.S.

F.M.G.

K.K.

Attachment

PLAN OF OPERATIONS
FOR THE
TOPOGRAPHIC MAPPING
OF
SOUTH KENYA
IN THE
REPUBLIC OF KENYA

--- 2nd Year ---

July, 1988

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

PLAN OF OPERATIONS
FOR THE
TOPOGRAPHIC MAPPING
OF
SOUTH KENYA
IN THE
REPUBLIC OF KENYA

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "Kenya"), the Government of Japan (hereinafter referred to as "Japan") decided to conduct the Topographic Mapping of South Kenya in Kenya (hereinafter referred to as the "Study").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities concerned of Kenya. Survey of Kenya, Ministry of Lands and Settlement, (hereinafter referred to as "SK") shall act as counterpart agency to the Japanese study team (hereinafter referred to as the "Team") and also as coordinating body in relation to other governmental and non-governmental organizations concerned of Kenya for the smooth implementation of the Study.

Table 1 Volume of the Study

Item	Volume	Remark
Aerial photography	approx. 29,800km ²	scale 1/60,000 (whole project area)
Leveling	approx. 920km	minor order leveling (including pricking)
Geodetic control Point Survey	9 points	satellite geodesy
Aerial signal	40 points	
Pricking	approx. 500km	existing bench marks
Field verification	approx. 26,800km ²	
Aerial triangulation	approx. 725 models	
Plotting and Compilation	approx. 29,800km ²	
Field completion	approx. 29,800km ²	
Drafting	approx. 29,800km ²	
Printing	43 sheets	in 6 colours 1,000 copies each

IV. WORK PLAN

The entire work shall be carried out under a four-year programme starting from October, 1987, and accomplishing in March, 1991. It shall consist of the following four phases in accordance with the time schedule shown in Fig. 2.

1. Phase I (First Year, 1987): Aerial Signal, Aerial Photography,
Pricking and Leveling

1 - 1. Aerial Signal

To secure the proposed map accuracy, the accuracy of horizontal control point shall be not more than

0.07 mm x 1/plotting scale (= 0.07 mm x 50,000 = 3.5 m).

For horizontal control of photographs for aerial triangulation, 40 points of existing 1st and 2nd order triangulation and traverse points shall be used. The distribution plan is shown in Fig. 3. Aerial signals shall be set up on these proposed photo-control points.

1 - 2. Aerial Photography

Black and white panchromatic aerial photography shall be carried out in dry season with a super-wide angle camera (f = 8.8 cm) in two missions.

1 - 2 - 1. Mission I.

For pricking of existing bench marks and along proposed leveling routes, aerial photography shall be carried out in a form of strip courses for approximately 1,500 line km along these leveling routes at a scale of 1/40,000. This mission is done for the efficiency of the time schedule.

1 - 2 - 2. Mission II.

For mapping, the proposed mapping area of approximately 29,800km² shall be flown at a scale of 1/60,000 as shown in Fig.

4.

1 - 3. Pricking.

For vertical control of aerial photographs for aerial triangulation and mapping, existing bench marks shall be pricked (approximately 500 km). Pricking of proposed leveling routes (approximately 920 km) shall also be done for the same purpose at the time of leveling work. Twice enlargement of 1/40,000 aerial photograph shall be used in the field and later pricked points shall be transferred onto the 1/60,000 aerial photograph when necessary.

1 - 4. Leveling.

To secure the proposed map accuracy, the accuracy of vertical control points shall be not more than

$$0.07 \times \text{contour interval} (= 0.07 \times 20 \text{ m} = 1.4 \text{ m}).$$

For vertical control of photographs for aerial triangulation and mapping, existing 1st and 2nd order bench marks shall be used. The distribution of existing bench marks, however, is not sufficient for aerial triangulation and mapping. Consequently, minor order leveling shall be carried out to supplement existing bench marks. Minor order leveling of the accuracy of $5 \text{ cm} \times \sqrt{S}$ (Where S is the route length in km.) shall be carried out for approximately 920 km along main roads or national park boundaries where leveling work is found feasible, starting from and closing to existing bench marks. (Fig. 5)

Marking shall be done by utilizing conspicuous ground features or setting up marks every 2 km in average.

Pricking shall be done on aerial photographs for the vertical control for aerial triangulation and mapping on the above points and at knick points of topography along leveling routes at the time of leveling work.

Prior to the execution, reconnaissance shall be carried out for proposed leveling routes to allocate marks and for existing bench marks to find out if it is necessary to recover them in order to use them as given points for the minor order leveling.

2. Phase II (Second Year, 1988). Aerial Photography, Leveling,
Geodetic Control Point Survey,
Field Verification, Aerial Tri-
angulation, Stereo Plotting and
Compilation

In view of the results and progress of the Phase I's study, work plan for this Phase shall be modified from the original.

2 - 1. Aerial Photography

Of the aerial photography covering the project area of about 29,800 Km² at a scale of 1:60,000, about 3,000 Km² which were not successful in the first year's flight shall be flown (Fig. 4)

2 - 2. Leveling

It was found that among existing leveling routes, almost all bench works were destroyed or lost along the route along coast. Minor order leveling shall be executed along this route for about 200 Km² to establish photo control points (Fig. 5).

2 - 3. Geodetic Control Point Survey.

Of the existing geodetic control points, three dimensional measurement for 5 missing points and height measurement for 4 points shall be executed by satellite geodesy.

2 - 4. Field Verification

Prior to field survey for verification of aerial photographs, reconnaissance study (photo-interpretation) shall be carried out using aerial photographs and reference data collected beforehand.

In compliance with the map style and its application rule, selection of items to express on the map and topographic information related to classification of ground features shall be verified and objects which are hard or impossible to interpret on the aerial photograph shall be clarified in the field. The key for photo-interpretation needed for mapping shall be prepared. Geographical and administrative names shall be collected by SK.

2 - 5. Aerial Triangulation.

To obtain coordinates of pass points and tie points, aerial triangulation shall be carried out by analytical method using 1/60,000 aerial photographs, comparators and electronic computers. Approximately 725 models shall be adjusted by block adjustment method.

The residual of the ground control points after adjustment and discrepancy at tie and pass points between adjacent models shall be not more than

1.4 per mil of the flight height

$$= 5,400 \text{ m} \times 1.4 \text{ per mil} = 7.6 \text{ m}$$

for both planimetry and altitude.

2 - 6. Stereo Plotting and Compilation

Stereo plotting shall be carried out by 1/60,000 aerial photograph and stereo plotting machine at the scale of 1/50,000 using the results of aerial triangulation and those obtained by field verification. Intermediate contour shall be plotted at 20 m intervals. 10 m of supplementary half interval contour shall be plotted for flat area, if necessary. The photogrammetric spot height shall be plotted every 5 cm in principle, taking the topography and distribution of control points into consideration.

Results shall be compiled in the format of the sheet lines of 15' x 15'. Along the northern boundary of the Study area lie the area mapped by JICA in the eastern part and that by Canada in the western part. Along the southern boundary to Tanzanian territory, the Ordnance Survey, United Kingdom, is executing mapping. The connection of maps among these maps shall be taken into consideration. Necessary data for the connection, such as pricked diapositives, results of aerial triangulation, copies of original manuscript of maps, etc., shall be obtained through SK. The discrepancy of connection to existing maps shall be adjusted in principle. If it is found difficult to tie, however, the treatment shall be discussed with SK.

This work shall be continued to Phase III.

3. Phase III (Third Year, 1989): Stereo Plotting and Compilation
(continued) and Field Completion

3 - 1. Stereo Plotting and Compilation (continued)

A part of the stereo plotting and compilation works shall be continued to this phase.

3 - 2. Field Completion

Topography, ground features, vegetation, etc., which cannot be properly identified on the aerial photographs during plotting and compilation works, shall be verified in the field and inscribed on the copies of the compiled manuscript printed on the synthesized polyester sheets. Administrative and geographical names and administrative boundaries etc. shall be verified, confirmed and indicated on the paper copy of the compiled manuscript by SK.

4. Phase IV (Fourth Year, 1990). Drafting and Printing

4 - 1. Drafting

Based on the field completed compiled manuscript (original manuscript), negative scribing and preparation of masks and sheets for marginal information for printing plate making shall be carried out on stable polyester bases for 6 colour separation. Map style and symbols shall be discussed with SK. These sheets shall be composed so that one colour may be in one sheet for the sake of printing plate making (preparation of composite negative). A composite positive shall also be prepared consisting mainly of linear elements for the maintenance (revision) of maps.

4 - 2. Printing.

Making of printing plate shall be carried out using 1/50,000 composite negatives by photo-lithography.

Printing shall be carried out in 6 colours by the offset printing machine. Number of copies to be printed shall be 1,000 for each map. Specifications and size of printing paper shall be decided after discussion with SK.

5. Work Schedule.

Work schedule is shown in Fig. 2.

V. PLAN OF OPERATIONS FOR PHASE II (SECOND YEAR, 1988)

The study for Phase II comprises field survey and laboratory work: The field survey consists of aerial photography, leveling, geodetic control point survey and field verification. The period shall be from 25th July, 1988 to 27th October, 1988 (95 days).

The work volume is as follows:

Aerial photography	: scale 1:60,000, 14 coarses, 780Lkm.
Leveling	: about 200 bm along coast line
Geodetic control point survey	: 9 points by satellite geodesy 5 points ... new points 4 points ... height measurement
Field verification	: 26,800 Km ²
Plotting	: 1:50,000, 11,475 Km ² (15 sheets)
Compilation	: 1:50,000, 11,475 Km ² (15 sheets)

1. Preparations in the office

1 - 1. Planning of field survey

Chief engineer and engineers in charge of respective items of field survey shall prepare detailed plan for the efficiency of work.

1 - 2. Preparation of equipment and material

Followings shall be executed :

- a. Preparation of the survey equipment and material necessary for field survey.

- b. Pre-arrangement of necessary procedures for export and import of equipment and material out of Japan to Kenya.
- c. Request of obtain licence of using radio.

1 - 3. Reconnaissance by aerial photograph

Proir to proceeding into the field, reconnaissance study shall be carried out in Japan to prepare materials which need field verification.

- a. Thorough study of collected materials and pointing out of doubtful points,
- b. Execution of photo-interpretation and picking up of keys necessary to verify,
- c. Study of aerial photographs to point out points difficult to interpret and confirmation of the Study area,
- d. Preparation of double enlargement of 1/60,000 aerial photographs which shall be used for field verification.

2. Field Survey

Field survey shall be carried out during 25th July, 1988, and 27th October, 1988 (95 days). During the period, team leader, deputy leader, mapping planner, 2 chief engineers, mechanic and 12 members consisting of 5 parties, - totaling to 18 member shall be dispatched for about 3 months and one member for the inspection of aerial photographs for about 1 month to the field.

2 - 1. Preparation

Before arrival of the main team to Kenya, team leader, deputy leader and other 6 staffs shall arrive in Nairobi to prepare for their reception. The main duties are as follows. Of those, the items especially indebted to the cooperation of SK are:

- a. To discuss plan and execution of operations with SK, Concerning field verification, stereo-plotting and compilation, items to discuss with SK and to be confirmed are as follows:
 - i. Map style and its application rule,
 - ii. Administrative names and boundaries,
 - iii. Data concerning names of following items:
public building, church, mosque, road, railway,
mountain, river, park, etc.,
 - iv. Representation of military facilities,
 - v. Name and/or number of each map sheet,
 - vi. Marginal information and legend.
- b. To secure permission for the flight for the aerial photography and use of airports (Malindi and/or Tsavo),
- c. To secure licence for the use of communication facilities. The team is equipped with 7 JRC 10 W Portable HF SCB Radiotelephones JSB-20 with frequencies of 4055 and 6098 KHz.
- d. To provide rangers, watchmen, laborers and drivers,
- e. To arrange to study and/or copy materials related to the Study, such as existing aerial photographs, survey results and descriptions of points and place names kept by SK, for reviewing survey plan,

- f. To announce to authorities concerned,
- g. To ask SK to prepare tie-strips for tying adjoining existing maps,
- h. To ask SK to assign counterpart personnel,
- i. To ask SK to obtain credentials or identification cards to the Team members,
- j. To ask SK to issue permit to enter into private properties and national parks to execute survey work when necessary.

Besides the aboves, followings shall be dealt with chiefly by the Team:

- k. To prepare to establish headquarters and sub-camps in the field.
- l. To receive shipped equipments, machinery and other materials,
- m. To purchase equipments, machinery and other materials in Nairobi,
- n. To hire vehicles,
- o. To contract with local private aerial survey firm for aerial photography.

2 - 2. Aerial Photography

Aerial photography shall be carried out by contracting with a local private aerial survey firm. The air base for the work shall be in Malindi and/or Tsavo and final products shall be prepared in Nairobi. For the contract, supervision of the work

and inspection of the results, two engineers shall be dispatched. Except the inspection of the results, the works shall be in charge of members of the field headquarters.

Aerial photography shall be executed covering the proposed mapping area of approximately 29,800 Km² east of Long. 37 45' E and south of Lat. 3 down to the Tanzanian border.

In Phase I, the flight was executed. However, owing of the bad weather conditions, about 14% (3,000 km²) remained unsuccessful. In this phase, this part shall be flown. (Fig. 4)

Main specifications for the aerial photography shall be as follows:

- a. Period : August, 1988 and/or January, 1989
- b. Camera : Super-wide angle camera with calibration record
- c. Area to be covered: proposed area of approximately 3,000 km² in the South Kenya region as shown in Fig. 4 shall be covered.
- d. Photographic scale: approximately 1/60,000
- e. Flight course: 14 courses (including one tie course)

eastern block (east-west)	13 courses
tie course (along Tanzanian border)	1 course
- f. Flight length: Total flight length shall be approximately 780 km including tie-course
- g. Flight height: 5,840 m (datum plane 500 m)
- h. Forward overlap: 60% + 5%
- i. Lateral overlap: 30% + 5%

For connection with the photograph taken in the Phase I, at least two models shall be overlapped.

- J. α : not more than 10 degrees

ψ and ω : not more than 5 degrees

k. Cloud coverage: Amount of cloud shall not exceed 3 % in successive 5 photographs. However, important areas for orientation and cartography shall not be covered with clouds.

l. Number of models: approximately 128

m. Number of photographs: approximately 142

n. Film: black and white panchromatic

o. Printing paper: Kodak RC paper or equivalent

p. Results:

original negative	1 set
contact print	2 sets
index map	2 sets
flight record	1 set

Exposed original negatives being taken out to Japan, extra copy of contact prints shall be prepared and left in Kenya for security.

2 - 3. Leveling

2 - 3 - 1. Planning and point selection

In Phase I, although all existing bench marks were investigated to prick them on the aerial photographs, it was not able to find points except along the routes shown in thick lines in Fig. 5.

Minor order leveling shall be executed along the routes along coast for about 200 Km to establish height control of photographs.

2 - 3 - 2. Observation

Observation shall be made by double observation starting from an existing bench mark and closing to another existing one. Otherwise, routes shall close to themselves. Prior to observation, check observation shall be made for at least two neighboring existing bench marks, on one of which the minor order leveling is based. When the result of check observation is coincident with the nominal value within the accuracy of the check observation, the nominal value of the bench mark shall be adopted as given value. Otherwise check observation shall be extended to reach within the tolerable closure and newly observed value shall be taken as given.

Observed marks shall be pricked on the double enlargement of 1/40,000 aerial photographs at the time of observation and later they shall be transferred on to the 1/60,000 aerial photographs as in the case of pricking of existing bench marks.

Kilindini Harbor, Mombasa, and Kirifi Creek shall be crossed over by trigonometric crossrivers leveling method.

Accuracy of observation:	$50 \text{ mm } \times \sqrt{S}$, where S is the route length in km.
Instrument to be used:	Autolevel
Staff:	wodden folding staff
Staff stand:	
Theodolite:	Wild T2
Distance meter :	electro-optical distance meter

2 - 4. Geodetic Control Point Survey

2 - 4 - 1. Outline

Of 40 signalized geodetic control points, geodetic control survey shall be executed for 5 missing points and 4 points whose height is unknown.

2 - 4 - 2. Method of observation

The survey is executed by satellite geodisy, applying Global Positioning System (GPS). Three Trimble 4000SX instruments shall be used. Measurement is executed geometrically. For high accuracy, simultaneous observation shall be made at two points (interference). Measured value is the coordinate difference of the two points on the reference ellipsoid. Consequently, by executing observation at three points, from the closure of a triangle, it is possible to check the accuracy of the observation. Choosing one known point, the co-ordinates of other points can be obtained. Measured height, however, being that on the basis of the reference ellipsoid, in order to make it for leveling data, it is necessary to convert it to the height on the basis of geoid. The height of a point from geoid is calculated by putting unknown point between two known points (leveled points) and adjusting the observed results by interpolation.

2 - 4 - 3. Obsevation

Observation is made by classifying the points into following two groups and shall start from a given point and close to another given point.

a. Planimetry and height

Planimetry and height shall be obtained for the following 5 points:

190S2, 193S2, 196ST4, 199ST1 and 199ST2.

b. Height

Height shall be obtained for the following 4 points:

188PT, SKP49, 195PT2 and 202S3.

2 - 4 - 4. Accuracy required

Accuracy for photo control points is required as follows:

Planimetry : 0.07 mm/map scale (=3.5m)

Height : 0.07 x contour interval (=1.4m).

2 - 4 - 5. Monumentation

Monumentation shall be executed , when necessary. Style of the monument shall be decided after consulting SK.

2 - 4 - 6. Computation and adjustment

From the observed data, following computation shall be executed:

- a. Coordinate difference or relative height between two points
- b. Coordinates or Height of a point
- c. Geoditic coordinates (Transformation of the computed values obtained in WGS-84 system to the values in New Arc 1960 system)

2 - 5. Field Verification.

Using aerial photographs, the keys for photo-interpretation needed for plotting and cartography shall be prepared by verifying them in the field.

Based on the application rule of the map style, necessary items to represent on the map shall also be collected and verified in the field. Close cooperation of the SK counterparts is cordially requested.

The area for field verification of aerial photographs will be confined to that where aerial photographs were taken in Phase I, ground feature or topography in the remaining area are thought not complex. The field verification for the latter area will be executed by using compiled manuscript at the occasion of field completion in Phase III.

2 - 5 - 1. Items of field verification.

In compliance with the map style and its application rule, followings shall be investigated and confirmed in the field:

- a. Result of reconnaissance study,
- b. Key for photo-interpretation,
- c. Items difficult to interpret on the photograph,
- d. Following items to represent on the map:
 - road, railway, building, control point, specified area, river, vegetation, topography, etc.,
- e. Names necessary for annotation.

2 - 5 - 2. Adjustment.

Results of field verification shall be adjusted on the double enlargement of 1/60,000 aerial photographs.

2 - 5 - 3. Tying

It is necessary to investigate carefully tying among aerial photographs and between mapping area and existing maps. On account of changes in ground features, if it is impossible to tie, the treatment shall be discussed with SK.

3. Laboratory Work.

3 - 1. Aerial triangulation.

Aerial triangulation is carried out as follows:

- a. Using pricked diapositives of 1/60,000 aerial photograph on which aerial signals are photographed, coordinates of pass points, control points, etc necessary for plotting are measured by stereo-comparator.
- b. Adding the results of ground control point survey, adjustment computation is executed.
- c. Coordinates of pass points and orientation elements of aerial photographs are calculated.

3 - 1 - 1. Method.

Aerial triangulation is done analytically by the block adjustment method by means of independent models. PAT-M43 program shall be used.

3 - 1 - 2. Area covered.

The area for aerial triangulation covers the whole area of 1/50,000 topographic mapping.

3 - 1 - 3. Distribution and number of control points.

Distribution of horizontal control points is shown in Fig. 3. Their number shall be 40. Vertical control points shall be selected among pricked bench marks and spot heights. (Fig. 4)

3 - 1 - 4. Selection of pass points.

Pass points shall be selected so that their position shall be appropriate for orientation of aerial photographs and that it shall be correctly measurable on the photograph.

3 - 1 - 5. Adjustment computation.

- a. The residuals of ground control points and discrepancies of pass points and tie points between adjacent models after adjustment shall be less than 1.4 per mil of the flight height for both planimetry and altitude.
- b. When adjustment computation is made by dividing into blocks, the discrepancy of tie points between adjacent blocks shall be less than 1.5 per mil of the flight height for both planimetry and altitude.

3 - 2. Stereo Plotting (Restitution).

Using the results of aerial triangulation and field verification, necessary items for representing on the map shall be measured and plotted by stereo plotting machine and plotted manuscript of the topographic map shall be prepared.

Map index is shown in Fig. 1, where plotting area in Phase II is surrounded by shaded lines. The work for remaining part will be continued to Phase III.

3 - 2 - 1. Material.

For restitution, stable polyester sheet shall be used.

3 - 2 - 2. Neat lines.

Neat lines shall be 15' x 15'.

3 - 2 - 3. Plotting.

Neat lines, control points and grid lines are plotted using automatic coordinategraph. The maximum discrepancy shall not exceed 0.2 mm on the map.

3 - 2 - 4. Orientation.

- a. After absolute orientation of the photographs, the discrepancy between the plotted points and their model points shall be not more than 0.3 mm on the map.
- b. For orientation of height, pricked leveling points shall be used as many as possible for the sake of accuracy of height.

3 - 2 - 5. Restitution.

- a. Restitution shall be executed in accordance with the map style and its application rule in the order of linear elements, like roads, rivers, railways, etc., buildings, vegetation and contour lines.
- b. If necessary, planimetry and contour lines can be restituted on separate sheets.

c. Intermediate contour shall be 20 m and half interval contour lines of 10 m shall be supplemented according to topography. Care must be taken for the representation of micro topography, the project area being rich in various types of ground features and topography like hill, plain, forest, wadi, cultivated land, etc.

3 - 2 - 6. Measurement of spot height.

- a. Spot height shall be measured photogrammetrically at distinct knick points of topography.
- b. Spot height shall be distributed taking the topography into consideration.

3 - 2 - 7. Tying

Map tying shall be made between

- a. existing 1/50,000 topographic map along the northern edge of the project area,
- b. 1/50,000 topographic map being worked by the Ordnance Survey along the western and southern borders to Tanzania.

Connection shall be made in principle. However, if it is found difficult to tie, the treatment shall be discussed with SK.

4 - 3. Compilation.

- a. On the basis of the plotted manuscript, compilation shall be carried out using the results of field verification and materials collected. The sheets in the area

surround by shaded lines in Fig. 1 shall be compiled in Phase II. The remaining sheets will be worked out in Phase III.

- b. If any doubtful point arises during compilation, it shall be noted to clarify at the time of field completion.
- c. Annotation items shall be compiled on a separate sheet using plotted manuscript and data obtained by field verification.

VI. REPORT

The progress report of Phase II shall be prepared.

VII ORGANIZATION OF THE TEAM

Organization of the Team is as follows:

Duty	Member	Number for a party	Number of parties	Total
Leader	Japanese engineer			1
Deputy-leader	"			1
Mapping planner	"			1
Chief-engineer	"			1
Mechanic	"			1
Geodetic control point survey	"	4	1	4
	counterpart			1
	laborer	18	1	18
Inspection of Aerial photography	Japanese engineer			1
Leveling	"	2	1	2
	laborer	6	1	6
Field verification	Chief-engineer (Japanese engineer)			1
	Japanese engineer	2	3	6
	counterpart	1	3	3
	laborer	4	3	12

VIII WORK SCHEDULE

VIII. WORK SCHEDULE

The work for Phase II (2nd year) starts on 25th July, 1988, and shall continue to March, 1989. Detailed work schedule is shown in Fig. 6.

IX. FINAL PRODUCTS AND MATERIALS

Final products and materials of Phase II. (2nd year) are as follows:

1. Geodetic control survey
 - a. Note of eccentric calculation 1 set
 - b. Observed data 1 set
 - c. Computation notes 1 set
 - d. Final results 1 set
 - e. Others 1 set

2. Aerial Photography
 - a. Negative film 1 set
 - b. Contact print 2 sets
 - c. Photo index 2 sets
 - d. Others 1 set

- 3. Levelling
 - a. Observation note 1 set
 - b. Final result 1 set
 - c. Route map 1 set
 - d. Pricked Photograph 1 set
 - e. Point description 1 set
 - f. Others 1 set

- 4. Field verification
 - g. Photograph with verified data 1 set
 - h. Others 1 set

- 5. Aerial triangulation
 - a. Final result 1 set
 - b. Index map 1 set
 - c. Pricked dispositive 1 set
 - d. Pricked contact print 1 set
 - e. Computation sheet 1 set
 - f. Table for accuracy check 1 set
 - g. Others 1 set

6. Stereo plotting and compilation

a. Plotted original	1 set
b. Map showing control point distribution	1 set
c. Record of orientation	1 set
d. Compiled original	1 set
e. Annotation data	1 set
f. Vegetation data	1 set
g. Road data	1 set
h. Marginal information data	1 set
j. Others	1 set

Fig. 1 Map Index

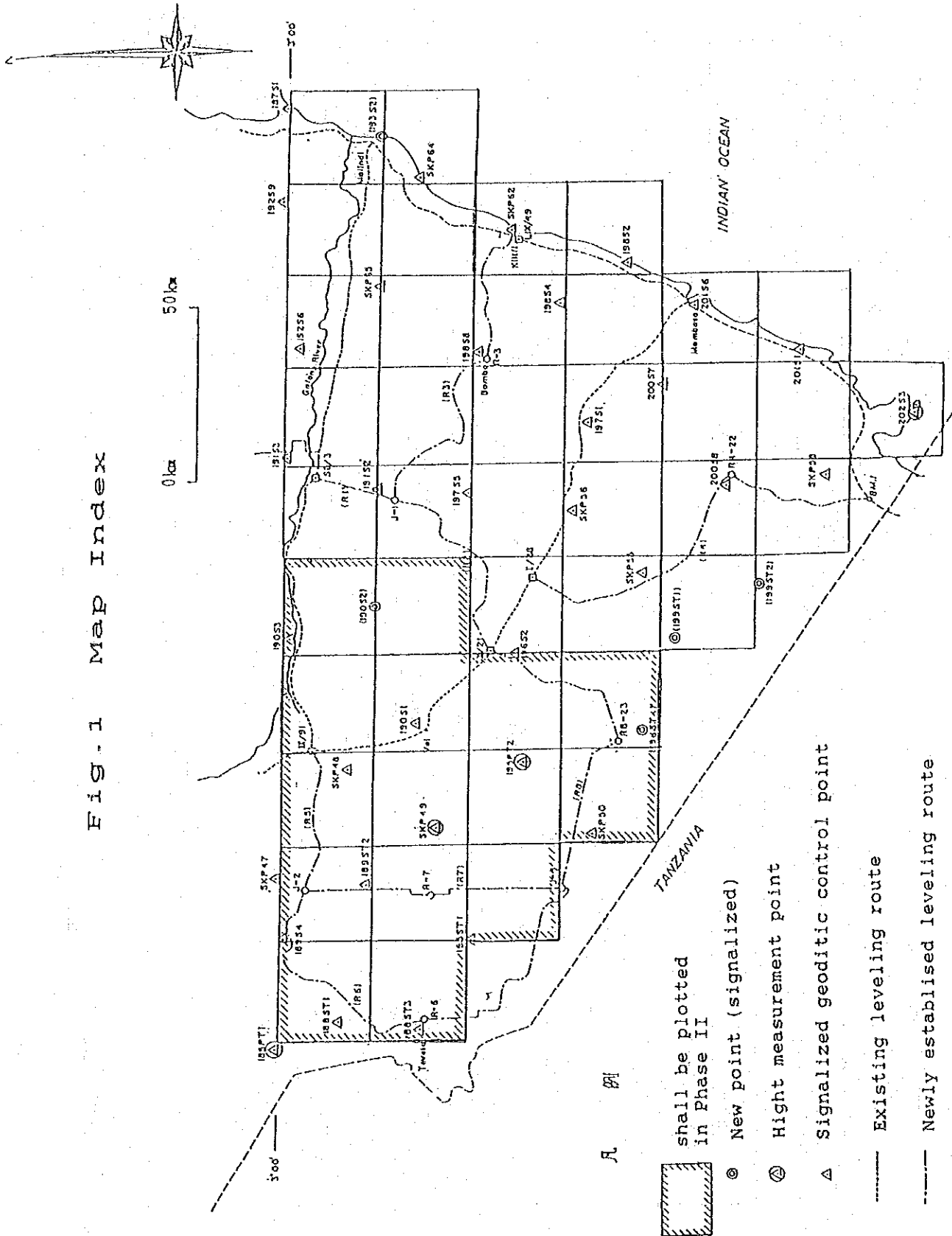


Fig. 2 WORK SCHEDULE

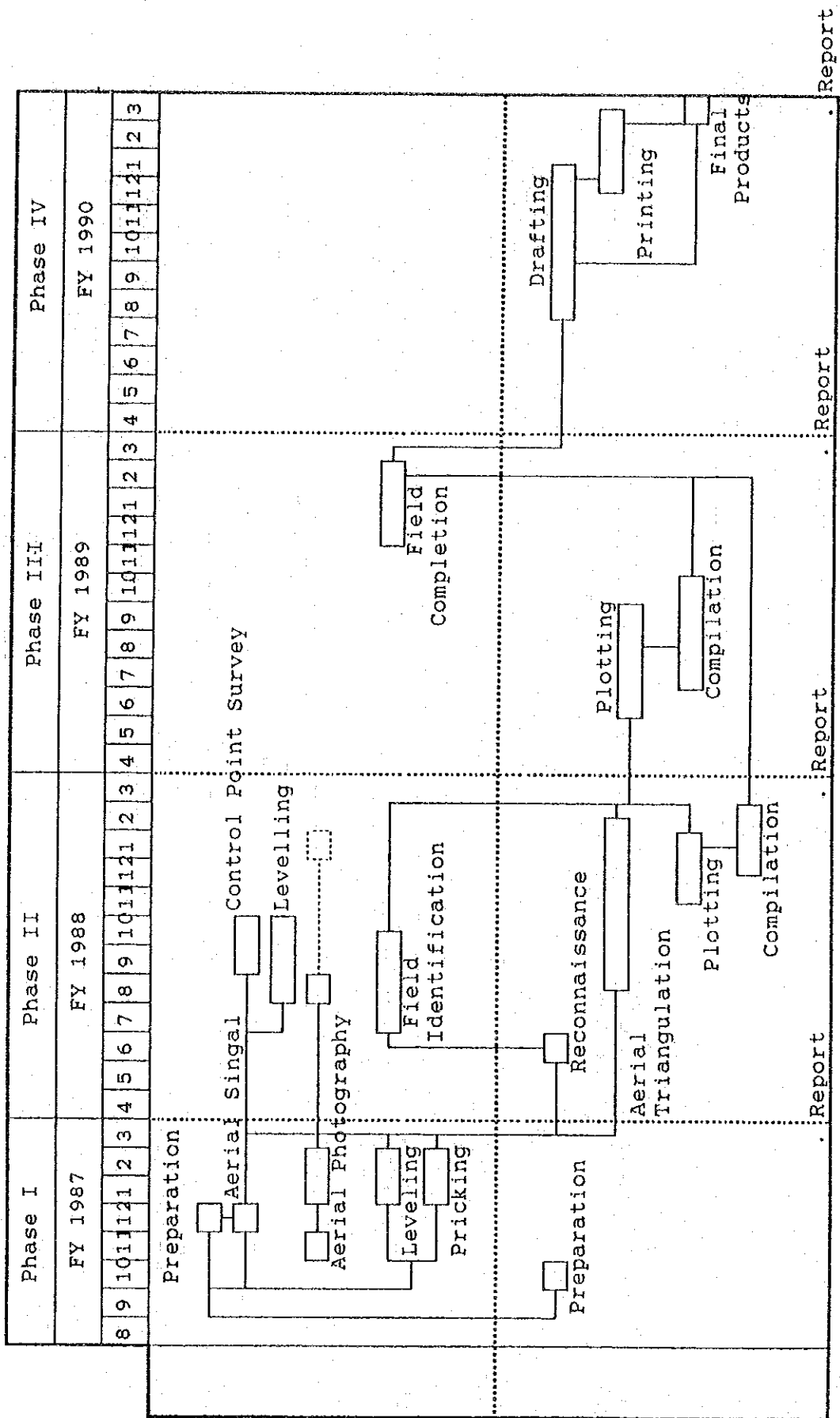
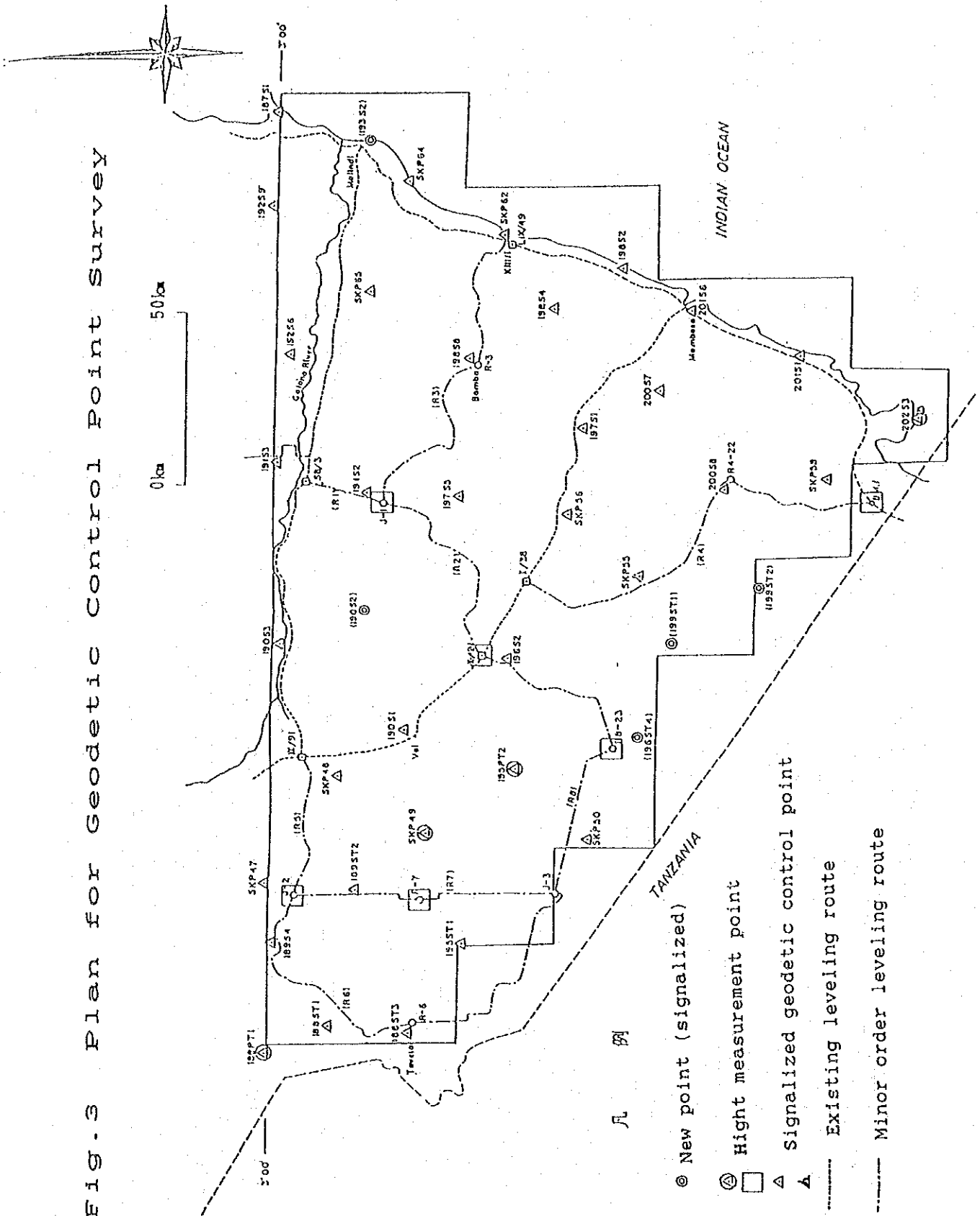


FIG. 3 Plan for Geodetic Control Point Survey



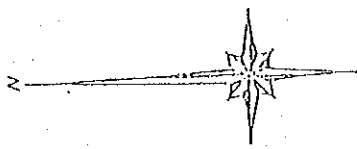
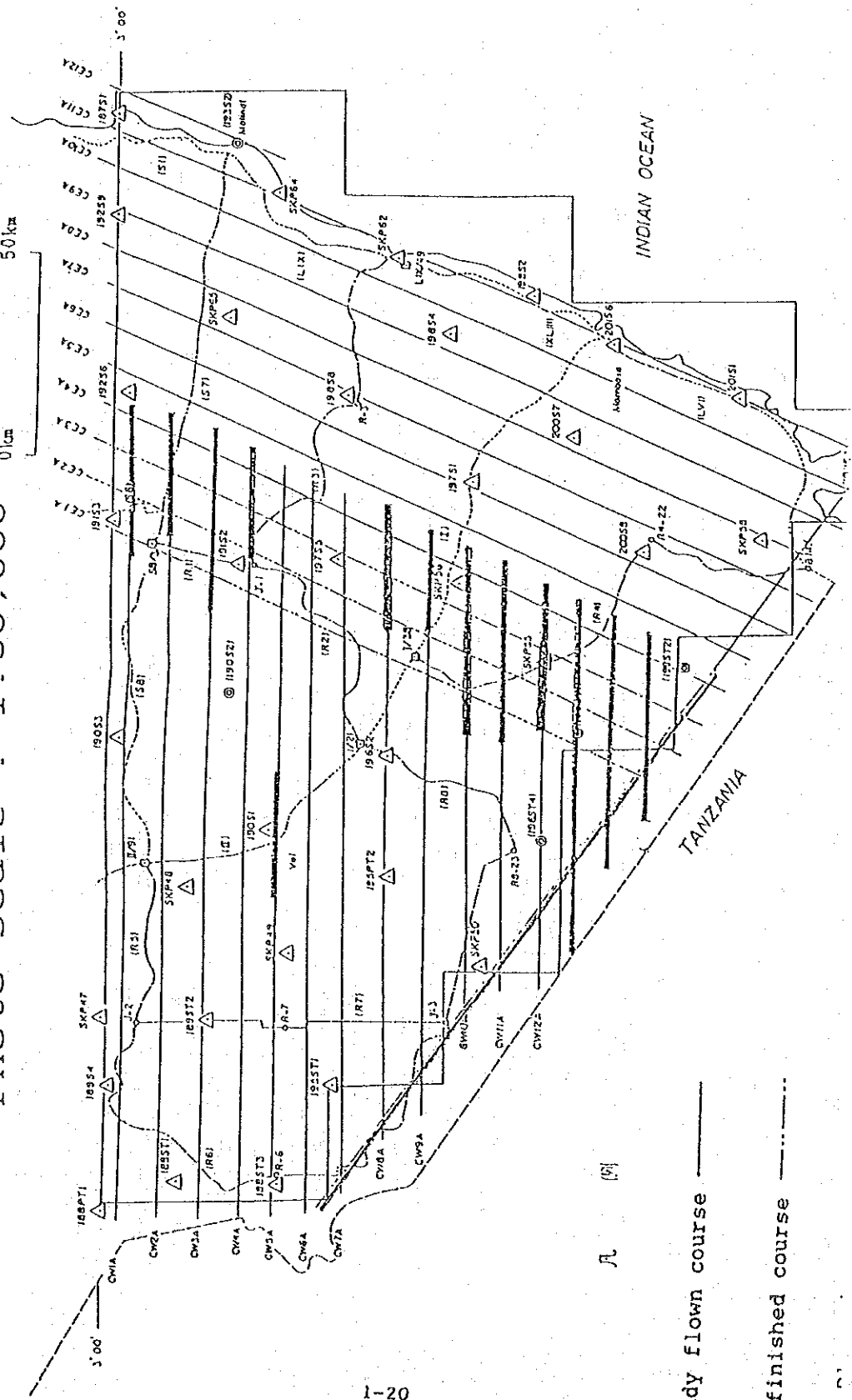


Fig. 4 Plan for Aerial Photography

Photo scale : 1:60,000

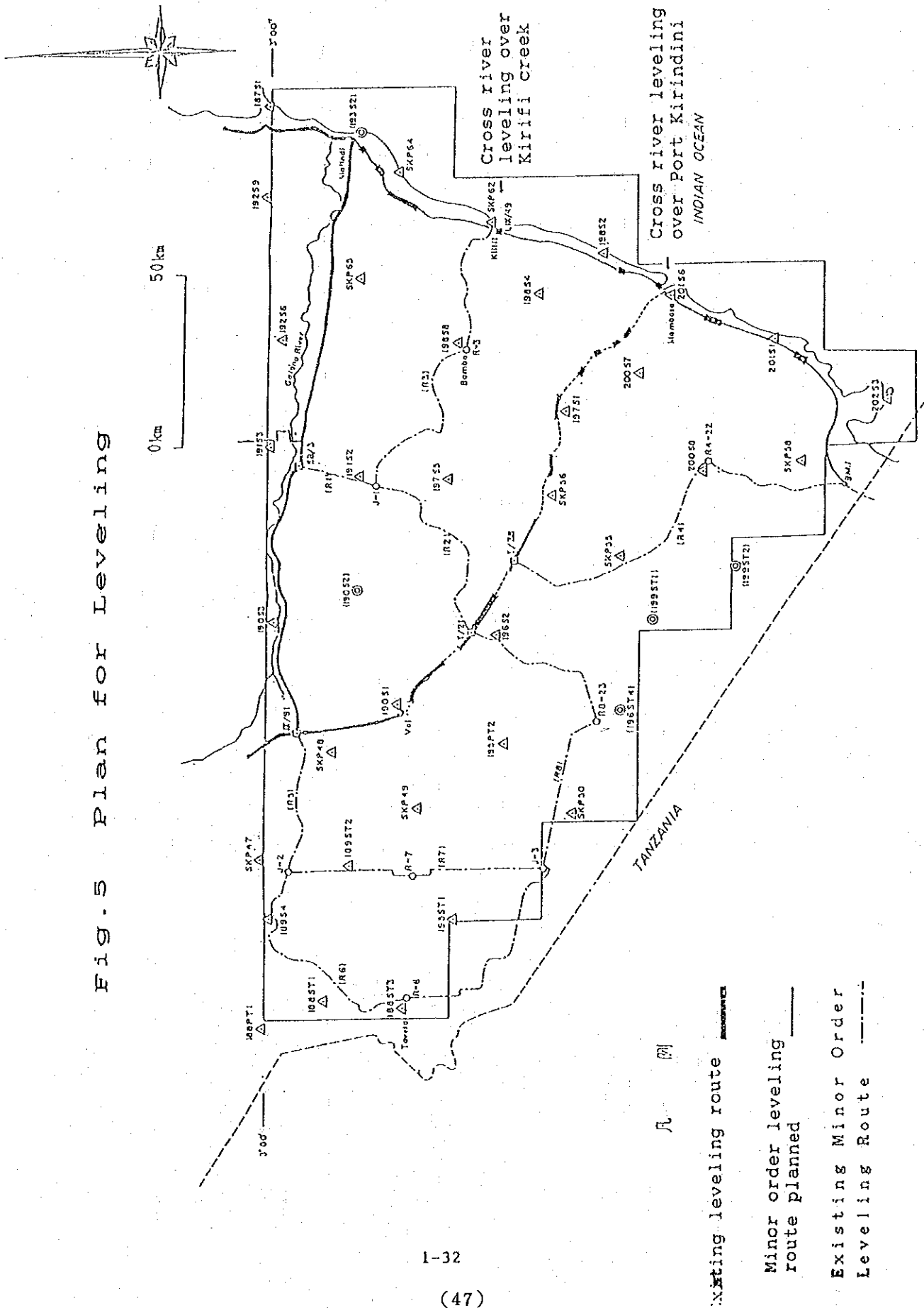
50 km

0 km



Legend:
 ——— already flown course
 - - - - - unfinished course

Fig. 5 Plan for Leveling



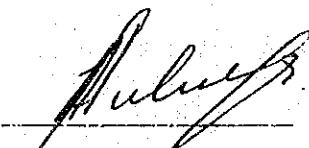
- Existing leveling route
- Minor order leveling route planned
- Existing Minor Order Leveling Route

FIG. 6 Work Schedule for Phase II

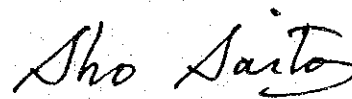
Item	Date	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Field work	Mob. demob.		7/6 - 7/8		8/5 - 8/7					
	Aerial Photography		7/6	7/9				7/6		
	Control Point Survey			7/7	7/7					
	Leveling		7/6							
	Field Verification		8/5							
Lab. work	Aerial Triangulation									
	Plotting									
	Compilation									

MINUTES OF MEETINGS
AT THE END OF
THE SECOND YEAR'S FIELD WORK
OF
TOPOGRAPHIC MAPPING
OF
SOUTH KENYA

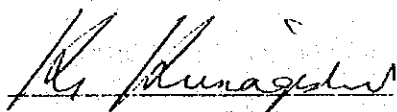
NAIROBI 21ST OCTOBER, 1988



MR. E. M. GIKINYA
FOR: DIRECTOR OF SURVEYS



MR. SHO SAITO
LEADER
JICA STUDY TEAM



MR. K. KUMAGISHI
RESIDENT REPRESENTATIVE
JICA KENYA OFFICE

MINUTES OF MEETINGS AT THE END OF THE SECOND YEAR'S FIELD
WORK OF TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA

Dates: The meetings were held on Wednesday 12th October,
Thursday 13th October, Monday 17th October and
Tuesday 18th October, 1988.

Present:

Survey of Kenya:

A. K. Wajuki	Deputy Director of Surveys
E. M. Gikinya	AG Assistant Director of Surveys, Mapping
O. M. Wainaina	Superintending Surveyor, Mapping
P. Ndunda	Chief Cartographer
J. Kiboro	Chief Photogrammetrist
G. Chabeda	Chief Lithographer
P. D. Amiani	O/C Technical Section
C. Kimele	O/C 1:50,000 Topo Drawing Office
F. Ito	JICA Expert Attached to Survey of Kenya

JICA Study Team

S. Saito	Leader
K. Muraoka	Deputy Leader
M. Yoshida	Mapping Planner
Y.L. Kyakuno	Chief Surveyor
T. Hidaka	Chief Surveyor
M. Nakai	Surveyor

1. Review of the Minutes of Former Meetings

The Minutes of Meetings on the Start of the Second Year Work signed on 9th August were reviewed. The items to be noted are:

- (a) Concerning item 5-(a), a set of tie strips were provided by Survey of Kenya (hereinafter referred to as SK).
- (b) Concerning item 5-(b), pricked diapositives, contact prints and aerial triangulation results for the old JICA maps necessary for tying were lent to the JICA Study Team (hereinafter referred to as the "Team") and photo index was provided by SK. The contact prints of the Canadian project area were also lent to the Team.
- (c) Concerning item 5-(c), description of bench marks was provided.
- (d) Concerning item 5-(d), copies of field revision data were provided.

E.M.G.

S.A.

- (c) Concerning items 6-(a) and 6-(b), data for water pipelines and powerlines were provided. However, those for telephone lines and information on road classification were not available to the Team. They requested to SK to check the result and supplement the compiled manuscript, if necessary.
- (d) Concerning item 6-(c), SK will mark the boundaries on a sheet to be provided by the Team.
- (e) Concerning 6-(d), SK prepared positive films of symbols and ziptones, including coral and cliffs symbols.
- (f) Concerning item 6-(e), for the height of existing bench marks, nominal values given on the description of point were used and when they were not available, those on the final resultant table were used by the Team. SK agreed to the treatment.
- (g) In connection with item 8-(a)-(8), aviation facilities shall be classified as follows:
 - Airfield - runway with permanent building.
 - Airstrip - runway
 - Airport - Mombasa and Malindi.
- (h) Concerning item 8-(b), discussions did not reach to conclusion. Reference shall be to the old maps.
- (i) Concerning item 8-(c), generalization shall be classified into two categories: permanent buildings and others.
- (j) Concerning item 8-(d), SK requested to prepare maps showing sub-district boundaries as overprint using the seventh colour for the half part of the number of copies to be printed. SK will prepare necessary data. The Team took note of the request.

*E.M.G.
S.S.*

2. Materials provided by SK

Besides the materials described in para. 1, following were also provided by SK:

- (a) Copy of a booklet showing map symbols, application rule of lines and annotation, etc.
- (b) Transparency of marginal information plate for black.
- (c) Sample sheet of legend.
- (d) Magnetic information.

E.M.G.

S.S.

3. Reporting

The Team reported briefly the progress of the second year's field work for the Study, presenting the "Progress Report of the Second Year's Field Work for the Topographic Mapping of South Kenya in the Republic of Kenya" prepared by the Team. (Attachment) SK appreciated the report.

4. Compiled manuscript

SK requested that the form of compiled manuscript to be provided by the Team shall be

- (a) Contour sheet.
- (b) Composite of planimetry with annotation sheet.

They shall be printed on stable material in mirror image.

The Team proposed to add following sheets:

- (c) Overprint of vegetation boundary in colour on (b).
- (d) Overprint of double line roads in colour on (b).
- (e) Overprint of water systems in colour on (b).

5. Future work

The Team explained the tentatively planned future works as follows:

- (a) Second year (November 1988 - March 1989)

In accordance with the "Plan of operation for the Topographic Mapping of South Kenya in the Republic of Kenya -2nd Year-", the Team explained remaining works for this year, adding that in January - February, 1989, aerial photography is planned again for the remaining area.

- (b) Third year (April 1989 - March 1990)

In accordance with the tentative plan of operations described in the "Plan of Operations for the Topographic Mapping of South Kenya in the Republic of Kenya -1st Year-", the Team explained the schedule, in which in view of the modification in the second year's work schedule, more works will be needed to field completion than originally planned. Consequently, more number of counterparts will be required for field work. SK took note of the request.

E.M.G.
A.A.

6. Repair of aerial signals

The Team requested to repair some of the aerial signals in the area to be flown in January-February, 1989. The description of aerial signals shall be provided by the Team. SK took note of the request.

E.M.G.

A.A.

Attachment

PROGRESS REPORT
OF
THE SECOND YEAR'S FIELD WORK
FOR
THE TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA
IN
THE REPUBLIC OF KENYA

--- October, 1988 ---

STUDY TEAM
OF
THE TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA
IN
THE REPUBLIC OF KENYA

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

The topographic mapping of South Kenya started in October, 1987, in four-year term study, as a technical cooperation program of JICA.

In compliance with the Scope of Work agreed upon between the Ministry of Lands and Housing and JICA on the 19th March, 1987, the JICA Study Team, composed of 18 members, was despatched on the 25th July, 1988, for 95 days to execute the second year's field work. Meanwhile Kenyan counterparts from Survey of Kenya joined the work from time to time.

In accomplishing the second year's field work, the summary of the progress of the work is reported.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to prepare 1/50,000 topographic map covering an area of approximately 29,800 km² in South Kenya from east of Long. 37°45'E to the coast and from south of Lat. 3°S to the Kenyan territory of the Tanzanian border. Main items of the Study are as follows:

1. Aerial photography approximately 29,800 km²
2. 1/50,000 topographic mapping approximately 29,800 km².

III. SCOPE OF WORK FOR THE CAPTIONED PERIOD

In view of the progress of the first year's study, the scope of work for the second year is modified from the original as follows:

1. Field work
following works shall be executed in the field.
 - a. Aerial photography
About 15% of the project area which was not covered by aerial photographs in the first year's period shall be covered by 1/60,000 aerial photographs.
 - b. Geodetic control survey
5 missing or destroyed geodetic control points shall be reestablished and height of 4 points shall be measured. The survey shall be executed by Global Positioning System (GPS).
 - c. Leveling
Minor order leveling shall be executed along coast from Lunga-Lunga to Malindi (approximately 200 km).

- d. Field verification
Items needed for map representation on the aerial photographs and other materials shall be verified in the field.
2. Office work
Following works shall be carried out in Japan.
 - a. Aerial triangulation
Using field surveyed data, aerial triangulation shall be executed in preparation for plotting.
 - b. Plotting and compilation
Using the result of aerial triangulation and field verified materials, stereo-plotting and then compilation shall be executed to prepare the manuscript of the 1/50,000 topographic map. The work shall be continued to the third year.

IV. AERIAL PHOTOGRAPHY

Due to unfavorable weather conditions, no aerial photograph was taken during this period (July-Oct., 1988). Another flight is planned in Jan.-Feb., 1989.

Repairs of aerial signals were done for 9 points in the planned area and identification of aerial signals for 4 points on the aerial photographs taken in the last period.

V. GEODETIC CONTROL SURVEY

Geodetic control survey was executed by satellite geodesy applying GPS. Three Trimble 4000SX instruments were used by making simultaneous observation at three points.

1. Observation
Observation was made at every three points simultaneously. Due to the limitation of the passing hours of satellites it was made from 09:00 to 11:00 local time (2 hours). 3 - 5 satellites were observed. (Nos 3, 6, 9, 12 and 13).

Observation was not successful on SKP 49. In its neighbourhood, there is a transmitting station with a power plant. Observation was made on a hill about 1 km apart from the point and the eccentricity measurement was made.

2. Unknown points
The planned points to obtain the planimetry and/or height are as follows:

188PT1, SKP49, 190S2, 193S2, 195PT2,
196ST4, 199ST1, 199ST2 and 202S3.

- a. 190S2, 196ST4, 199ST1 and 199ST2 were not found. Monumentation was done at places different from their supposed position. To distinguish newly established monuments from the original ones, numbering was applied by adding suffix N to the original number:

190S2N. 196ST4N, 199ST1N and 199ST2N.

- b. The monuments of 188PT1 and 193S2 were missing and monuments were buried at the same hole as the originals. The monument of 203S2 was also missing. New monument was buried at the intersection of diagonals of a quadrangle formed of four reference marks.
- c. Geodetic control point R2 was newly established close to BM R2-16, in reference to which the height was measured by direct leveling.

3. Given points

Following points were adopted as given points for computation.

- a. For planimetry

188PT1, 191S2, 192S6, SKP49, 195PT2,
197S1, 198S8, SKP62, 200S8, 202S3.

- b. For height

J-2, J-3, R-6, 196ST4, R-2, R9-47A, SKP62,
193S2.

For the above points, measurement was done on the spot. Their planimetry can be computed at the same time.

Close to the bench marks I/21 and BM-1, temporary marks were set up exclusively for height control. Their height was measured by direct leveling. They are designated as I/21T and BM-1T to distinguish them from I/21 and BM-1.

4. Observation scheme

Combining unknown points with the known points, observation was made following the scheme shown in the following table and Fig. 1.

Group	Points
1.	188PT1 J-2 R-6
2	SKP49 J-3 R-6
3	195PT2 196ST4N J-3
4	109S2N I/21T J-2

5	191S2	R-2	190S2N
6	I/21T	199ST1N	196ST4N
7	200S8	199ST2N	199ST1N
8	200S8	202S3	BM-1T
9	202S3	SKP62	197S1
10	197S1	I/21T	R-2
11	192S6	198S8	R-2
12	SKP62	192S6	193S2N
13	197S1	R9-47A	BM-1T

4. Results

The coordinate closures of each triangle were computed by approximate computation in the field to check the reliability of the observation. The result is tentatively as follows, where groups 9 and 11 are excluded.

	Range	Mean
Side length	21 km - 96 km	50 km
Closure (absolute value)		
dX	1.0 cm - 25.8 cm	9.5 cm
dY	3.0 cm - 56.3 cm	31.1 cm
dH	0.0 cm - 29.9 cm	14.2 cm
Mean error of side length	0.0 cm - 7.2 cm	1.1 cm

where dX, dY and dH stand for coordinate closures in X, Y and H directions on WGS-84 ellipsoid to which GPS is referred.

VI. FIELD VERIFICATION

By using twice enlargement of 1/60,000 aerial photographs, field verification was carried out.

Main items worked out are:

1. Classification of roads and identification of their attributes.
2. Identification of public buildings.
3. Collection of key for photo-interpretation of vegetation.
4. Verification of telephone lines, power lines, water pipe lines.
5. Verification of other ground features.

LEVELING

Minor order leveling (tolerance 50 mm /S, where S is the route length) was carried out for about 240 km from Lunga-lunga to Malindi along coastal main road (A14 and B8), dividing it into two routes:

Route number	Bench marks	Length
R 9	BM-1, R9-1.....R9-25, LVI/30	50.9 km
	LVI/30, R9-26.....R9-41, LVI/10	32.8 km
	LVI/8, R9-42.....R9-48, FBM	14.0 km
R10	FBM, R10-1.....R10-10, LIX/77	21.0 km
	LIX/77, R10-11,...,R10-34, LIX/49	42.6 km
	LIX/49, R10-35,...,R10-56, S7-6	55.9 km
Total		227.2 km

The routes are shown in Fig. 2.

Besides, check measurement among existing bench marks totaling 5.1 km (1.-a.) and measurement to give height for geodetic control points totaling 12.8 km (3.-a.) were executed.

The total length of leveling is 245.1 km.

The observation was made by double observations with automatic level Nikon AS, metal staves and staff stands.

1. Reference bench marks

There are some first order bench marks scattered along the routes (Fig. 2). Leveling was carried out passing through all these bench marks. When the closure among them was within the tolerance, the nominal values were accepted as given and they were regarded as starting and ending points.

- a. Check measurement of the spans among LVI/8, LVI/9 and LVI/10 and between S7-5 and S7-6 were consistent one another. (Total length is 5.1 km) - LVI/8, LVI/10 and S7-5 were adopted as given points.
- b. LIX/49, LIX/77, FBM and LVI/30 are isolated, but viewing from the result of leveling, their nominal values were taken as given. (Table in paragraph 3.)
- c. Between R10-51 and R10-56 there are 10 existing bench marks. The check measurement among them, however, did not come within the tolerance. Consequently, they were regarded as unknown points and gave them new value.

2. Results

Closures between given points are,

Route number	Bench marks	Closure	Tolerance	S
R4+R9	I/38 - LVI/30	80 mm	683 mm	186.7 km
R9	LVI/30 - LVI/10	27 mm	286 mm	32.8 km
	LVI/8 - FBM	15 mm	187 mm	14.0 km
R10	FBM - LIX/49	7 mm	399 mm	63.5 km
	(FBM - LIX/77)	68 mm	229 mm	21.0 km
	(LIX/77 - LIX/49)	61 mm	326 mm	42.6 km
	LIX/49 - S7-6	27 mm	405 mm	65.9 km

Route R4 between I/38 and BM-1) was measured during Dec., 1987. - Feb., 1988.

3. Height control of geodetic control points

Some geodetic control points and bench marks were used for height control in geodetic control survey.

- a. The height of 193S2, SKP62 and 196S4T4N was measured by direct leveling starting from R10-56, LIX/49 and R8-23, respectively. Closure of double measurements is as follows:

Route	Closure	Tolerance	S
R10-56 - 193S2	3 mm	115 mm	5.3 km
LIX/49 - SKP62	3 mm	52 mm	1.1 km
R8-23 - 196ST4N	11 mm	126 mm	6.4 km
Total			12.8 km

- b. I/21T, R-2 and BM-1T were used for height control in geodetic control survey. Their height was measured by direct leveling in reference to the nearest bench marks I/21, R2-16 and BM-1, respectively.

4. Cross-sea leveling

To cross over the Kilindini Harbour and Kilifi Creek, cross-sea leveling was executed at Likoni and Kilifi, respectively

Trigonometric leveling was applied by using two theodolites Wild T2 and an electro distance meter Wild DI-4. Cross-sea distances are 540 m and 470 m for Likoni and Kilifi, respectively. Observation triangle is shown schematically in Fig. 3, where

	LIKONI	KILIFI
D	540 m	470 m
A	R9-48	R10-34
B	R9-47A	R10-33A
C	R9-47B	R10-33B
Vertical closure	2 mm	4 mm

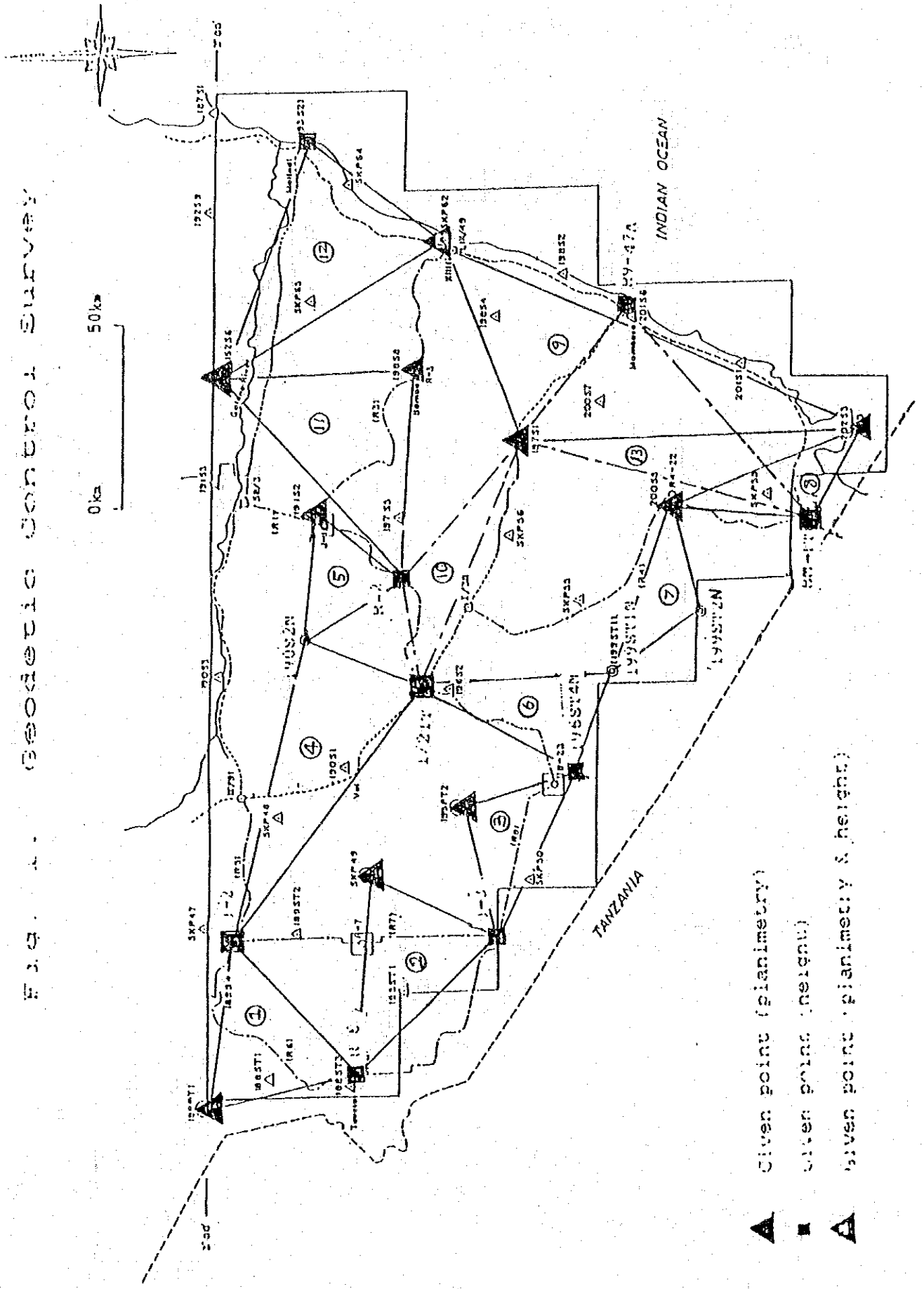
The distance between A and B is approximately 10 m for both cases. Their relative height was measured by direct leveling. The observation was checked by comparing two measurements AB and AC. The closures in the above table stand for the discrepancy between these two measurements.

5. Monumentation

Approximately every 2 km, marks were set up. The types are classified as follows:

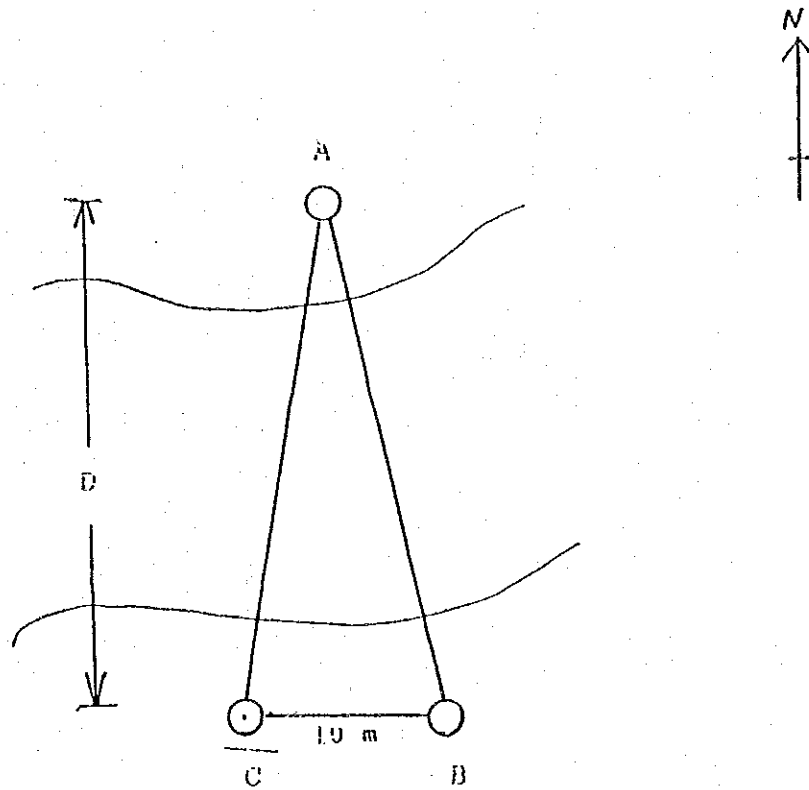
	Number
1. Rivet driven on the paved road	69
2. Rivet driven on stable ground feature	14
3. Rivet driven onto the side of the monument of the tertiary traverse point	15
4. Permanent monument (including 6 for cross-sea leveling)	13
Total	111

FIG. 1. Geodetic Control Survey



- ▲ Given point (planimetry)
- Given point (height)
- △ Given point (planimetry & height)

Fig. 3. Cross-Sea Leveling



3. 撮影契約書

CONTRACT FOR AERIAL PHOTOGRAPHY
OF
SOUTH KENYA MAPPING PROJECT

This contract made and entered upon on this 15th day of the month of July of the year, 1988 between International Engineering Consultants Association (Japan), a corporate judicial person established in accordance with the laws of Japan with its principal office at No.3-23, Kojimachi 5-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan (hereinafter referred to as "IECA") as the representative of the consortium for the South Kenya Mapping Project and PHOTOMAP International Inc., a company established in accordance with the laws of Liberia with its principal office at La Motte Chambers, St. Helier, Jersey, Channel Islands (hereinafter referred to as "PHOTOMAP"). IECA and PHOTOMAP are sometimes referred to herein together as the PARTIES.

WITNESSETH

WHEREAS, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and Ministry of Lands & Settlement in the Republic of Kenya have agreed upon to perform the aerial photography of an area of 29,800 sq. km. over Coast Province, the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "WORK") as a part of the South Kenya Mapping Project in accordance with the Scope of Work signed on 19th March, 1987, and

WHEREAS, JICA entrusted the above-mentioned WORK to the consortium for the South Kenya Mapping Project of IECA and Pasco International Inc. (hereinafter referred to as "CONSORTIUM") with IECA acting as a representative, and

WHEREAS, CONSORTIUM desires to sublet Work to be done by PHOTOMAP, and whereas, PHOTOMAP is willing to do so.

Now, THEREFORE, the PARTIES hereby agree as follows:-

ARTICLE 1. Work

PHOTOMAP shall perform aerial photography at scale of 1/60,000 covering the area of approx. 3,000 sq. km. (hereinafter to as "Mission") according to Flight Plan as shown on Fig. 1 of the Specifications, Exhibit A, and CONSORTIUM shall pay PHOTOMAP for said WORK.

ARTICLE 2. Specifications

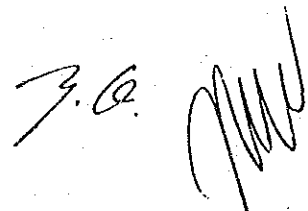
WORK shall be performed in accordance with the attached Specifications, Exhibit A, which is considered to be an integral part of this Contract.

ARTICLE 3. Preparation for the Work

PHOTOMAP shall provide all the necessary skilled and well-trained personnel for taking the aerial photographs and developing the aerial film as well as the required materials. CONSORTIUM will be responsible for supplying PHOTOMAP with Flight Plan prepared on the available map at a scale of 1/500,000 showing the area to be photographed. The Flight Plan will show the runs to be flown

ARTICLE 4. Commencement of the Work

PHOTOMAP shall mobilize the aircraft, crew and necessary equipment to Nairobi or Malindi or Mombasa Airport (or other suitable airport), unless hindered by force majeure, after the receipt of instruction of commencement from CONSORTIUM and shall commence the Work as soon as possible.



ARTICLE 5. Work Period

PHOTOMAP shall complete all aerial photography and laboratory work within the period specified hereunder after the mobilization to above-mentioned Airport subject to weather conditions.

Work Period

Mission Case 1 : within (10) days from 10 August 1988 to 19 August 1988 (mob/demob will be made once)

Mission Case 2 : within (10) days from 10 August 1988 to 19 August 1988 and within (15) days from 26 January 1989 to 9 February 1989 (mob/demob will be made twice)

ARTICLE 6. Representative of Consortium on Site

CONSORTIUM will send its personnel to Kenya as its representative during the flying period in order to coordinate with the crew and promote the flight of PHOTOMAP. Representative will have the following claims and obligations:-

1. Inspection and check of the progress and final results of aerial photography.
2. Instruction of reflight and re-print when the results are out of Specifications.

J. G. Omu

ARTICLE 7. Inspection of Results

When each roll of film has been photographed and photo processing has been conducted thereafter, PHOTOMAP shall give a notice of completion to CONSORTIUM's representative in Kenya. PHOTOMAP shall submit each one (1) set of check prints and a preliminary flight index to CONSORTIUM's representative immediately upon completion of each photo processing for the inspection and approval. If and when such results are not accepted by CONSORTIUM's representative because of nonconformance with the attached Specifications, PHOTOMAP shall perform reflights and submit the results to CONSORTIUM for its approval.

ARTICLE 8. Reporting

PHOTOMAP shall submit a written weekly report of WORK in English to CONSORTIUM (or CONSORTIUM's Representative), as well as the flight record. Flight record form shall be provided by CONSORTIUM.

ARTICLE 9. Liability

CONSORTIUM shall be exempted from or kept harmless against any claim, damage, loss and/or accident incurred on or arisen on the third party in connection with any activity of PHOTOMAP during the period of WORK.

ARTICLE 10. Insurance

PHOTOMAP shall be held liable for injuries to third parties resulting from PHOTOMAP's negligence. PHOTOMAP shall be responsible for holding negotiations with injured parties and implementing all necessary steps which will insure the settlement of the matter.

ARTICLE 11. Contract Price

Total Contract Prices and Breakdowns of Case 1 and Case 2 including mob/demob. charges shall be as follows:-

Case 1: Total Contract Price
US\$ 54,836.--(Say US Dollars Fifty Four Thousand Eight Hundred Thirty Six only).

Breakdown
Mob/Demob. US\$
Aerial Photography US\$
Photo Processing US\$

Case 2: Total Contract Price
US\$ 69,236.--(Say US Dollars Sixty Nine Thousand Two Hundred Thirty Six only).

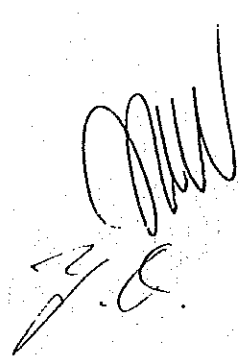
Breakdown
Mob/Demob. US\$
Aerial Photography US\$
Photo Processing US\$

ARTICLE 12. Actual Flying Costs

Landing, parking, fuel and any other fees concerning actual flying shall be borne by PHOTOMAP.

ARTICLE 13. Payment Conditions

Payment of Case 1 and Case 2 shall be made as follows:-

Handwritten signature and initials, possibly 'J.C.', located in the bottom right corner of the page.

Case 1:

- a) US\$ as advance payment.
- b) US\$ within 30 days after the completion of Aerial
Photography and Photo Processing of "Case 1" and the
acceptance of Results by CONSORTIUM's
representative.

Case 2:

- a) US\$ as advance payment.
- b) US\$ within 30 days after the completion of "case 2" and
photo processing and the acceptance of results by CONSORTIUM's
representative.

In case that all the aerial photography and processing could not be completed due to the reason not responsible to PHOTOMAP, payment shall be made on a pro rata basis plus mob/demob. fee for the WORK completed.

TA X (Total contract price minus mob/demob. charges)

TF

Note : TA is the total line kilometres of acceptable flight runs and
TF is the total extended line kilometres of flight runs shown
in the attached Flight Plan, Fig. 1 of Exhibit A.

Payment shall be made by cash and/or telegraphic transfers to
PHOTOMAP's account mentioned below against the invoice countersigned
by CONSORTIUM's representative:

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

Royal Trust Bank (Jersey) Limited
P. O. Box 194
Royal Trust House
Colomberie
St. Helier
Jersey
Channel Islands

Telex: 4192351

A/C No: 9020-778680-861 PHOTOMAP INTERNATIONAL INC.

ARTICLE 14. Force Majeure

- a) Any failure by PHOTOMAP to carry out any of its obligations under this Contract shall not be deemed a breach of Contract, if such failure is caused by force majeure or reasons beyond such party's reasonable control. For purposes of this Contract force majeure shall include wars, insurrections, civil disturbances, blockages, embargos, strikes and other labour conflicts, riots, earthquakes, epidemics, storms, floods, explosions, fires, lightning, orders or directions of any government or instrumentality or sub-division thereof, acts of God or the public enemy, and any other causes (whether or not the kind hereinabove described) over which PHOTOMAP has no reasonable control and which is of such a nature as to make timely compliance with its obligations under this Contract impossible.
- b) In this event, PHOTOMAP shall notify CONSORTIUM thereof in writing, stating the cause, and PHOTOMAP and CONSORTIUM shall do all reasonably within their power to remove such cause; provided however that neither party shall be obligated to resolve or terminate any disagreement with third parties, including labour disputes, except under conditions acceptable to it or pursuant to the final decision of any arbitral, judicial or statutory agencies having jurisdiction to finally resolve the disagreement.

- c) If PHOTOMAP is by force majeure rendered unable, wholly or in part, to perform its obligations and meet its responsibilities of PHOTOMAP under this Contract, then PHOTOMAP shall be suspended to the extent of its inability to perform them, and for as long as such inability continues.
- d) The crew is subordinated flight captain who has the final responsibility for the safety of the aircraft and crew and also has the responsibility to carry out the air photo operations according to regulations.

ARTICLE 15. Property

All materials, survey results and information which will be obtained by and furnished to PHOTOMAP under this contract shall remain the property of CONSORTIUM (and will be transferred to the Kenya Government by the Japanese Government) and PHOTOMAP shall not disclose them to others in whole or in part for any other purposes.

ARTICLE 16. Replacement of Crew and Materials

PHOTOMAP shall provide replacements for the aircraft, the aerial camera or any other piece of equipment when such equipment is rendered unusable for any reason. PHOTOMAP shall also provide replacements for the flight crew and necessary laboratory technician, if for any reason, they are not able to carry out their assigned work. Costs for replacements shall be borne by PHOTOMAP.

ARTICLE 17. Assignment and/or Subcontractor

Without written consent of CONSORTIUM, PHOTOMAP shall not assign part or all of this contract to the third party or subcontract any portion of the WORK.

ARTICLE 18. Termination of Contract

CONSORTIUM has the right to terminate this contract without any payment in the following cases:

- a) Except as provided in Article 14, force majeure, if PHOTOMAP does not mobilize the aircraft after the instruction by CONSORTIUM or fail to commence or suspend the WORK for a certain period without justified reasons.
- b) If WORK is not fully performed by PHOTOMAP in accordance with this Contract and Specifications and not rectified it without justified reason.

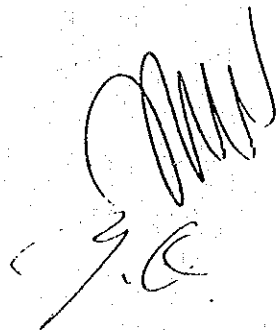
CONSORTIUM may terminate this contract when they judge it's necessary, by giving PHOTOMAP a written notice which will be delivered at least five (5) days before date of termination. In this event, payment shall be made on a pro rata basis, which is specified in Article 13, Payment Conditions.

ARTICLE 19. Arbitration

All disputes arising in connection with this Contract shall be finally decided under the Rules and Conciliation and Arbitration of the International Chamber of Commerce by one or more arbitrators appointed in accordance with the Rules.

ARTICLE 20. Changes in WORK Program

CONSORTIUM has the right to change the content of WORK at any time, if necessary, subject to agreement with PHOTOMAP.

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

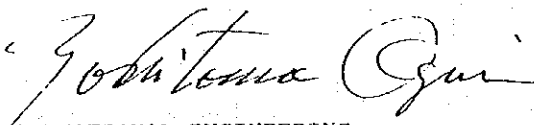
ARTICLE 21. Effective Date of this Contract

This contract shall become effective on the date when the contract is duly executed and signed by both PARTIES.

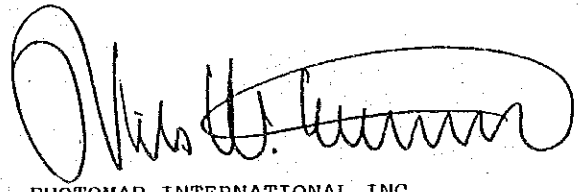
ARTICLE 22. Fairness, Doubt or Items not specified

In entering into this contract, the PARTIES recognize that it is impracticable to make provision for every contingency that may arise in the course of WORK. Accordingly, the PARTIES hereby confirm it to be their intention that this contract shall operate between them with fairness. Any doubt in connection with this contract or any item not specified in this contract shall be determined amicably by mutual agreement of the PARTIES.

IN WITNESS THEREOF, the PARTIES have executed this Contract by their duly authorized representatives as of the date first written above.


INTERNATIONAL ENGINEERING
CONSULTANTS ASSOCIATION (JAPAN)
(IECA)

Yoshitomo OGURI
Director in Chief


PHOTOMAP INTERNATIONAL INC.
(PHOTOMAP)

INTERNATIONAL ENGINEERING
CONSULTANTS ASSOCIATION

New Kojimachi Bldg., No. 3-23
Kojimachi 5-chome, Chiyoda-ku,
Tokyo Japan

b) Aerial Camera

A Wild RC-10 camera with a super wide-angle lenscone (88 m.m.) shall be used for aerial photography.

c) Navigation Instruments

Aircraft shall be equipped with proper navigation aids, such as Teledyne Ryan Doppler, Sperry C-12 Compass System, etc. (or similar), which are essential for accurate navigation.

d) Film

Kodak double x Panchromatic Aerographic type 2405 distortion free film (or Agfa film of same quality) shall be used.

e) Printing paper

Ilford 24M paper, Kentmere, Kodak RC2 or equivalent paper shall be used for the reproduction of contact prints.

4. Requirement of Photographic Flying

a) Aerial photography shall be performed to cover the mapping area which consists of 14 Flying runs in total 780 line Km as follows:-

East Block (nearly North-South):	13 runs
Tie course (Boundary with Tanzania):	1 runs

b) Photo Scale, Altitude and Flight Direction

Aerial Photography shall be undertaken at scale of 1/60,000. Flying altitude shall be Approx. 5,840 m. (Datum Level, 500 m)

c) Overlaps

The forward overlap between successive exposures in each run shall be a standard between 55 and 65 percent. The lateral overlap between adjacent runs shall be standard between 25 and 35 percent.

d) Crab

Crab shall not exceed 10 degrees when measured between the base line and a line parallel to the frame of the negative nor be such that stereoscopic gaps in the photography result from it.

e) Tip and Tilt

Tip and Tilt shall not exceed 5 degrees.

f) Cloud

Although cloud free photographs shall be required, in the case of unfavourable weather conditions, the tolerable volume of cloud shall not exceed 3 percent of the successive 5 photographs. However, the important areas for orientation and cartography shall not be covered with clouds.

5. Final Materials to be Delivered

- a) One (1) set of original film negatives
- b) Two (2) sets of contact prints
- c) Two (2) sets of sepia copy and dyeline paper copy of flight Index map
- d) One (1) set of flight records
- e) One (1) set of weekly progress report on flying

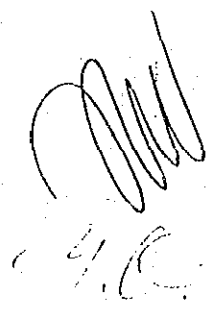
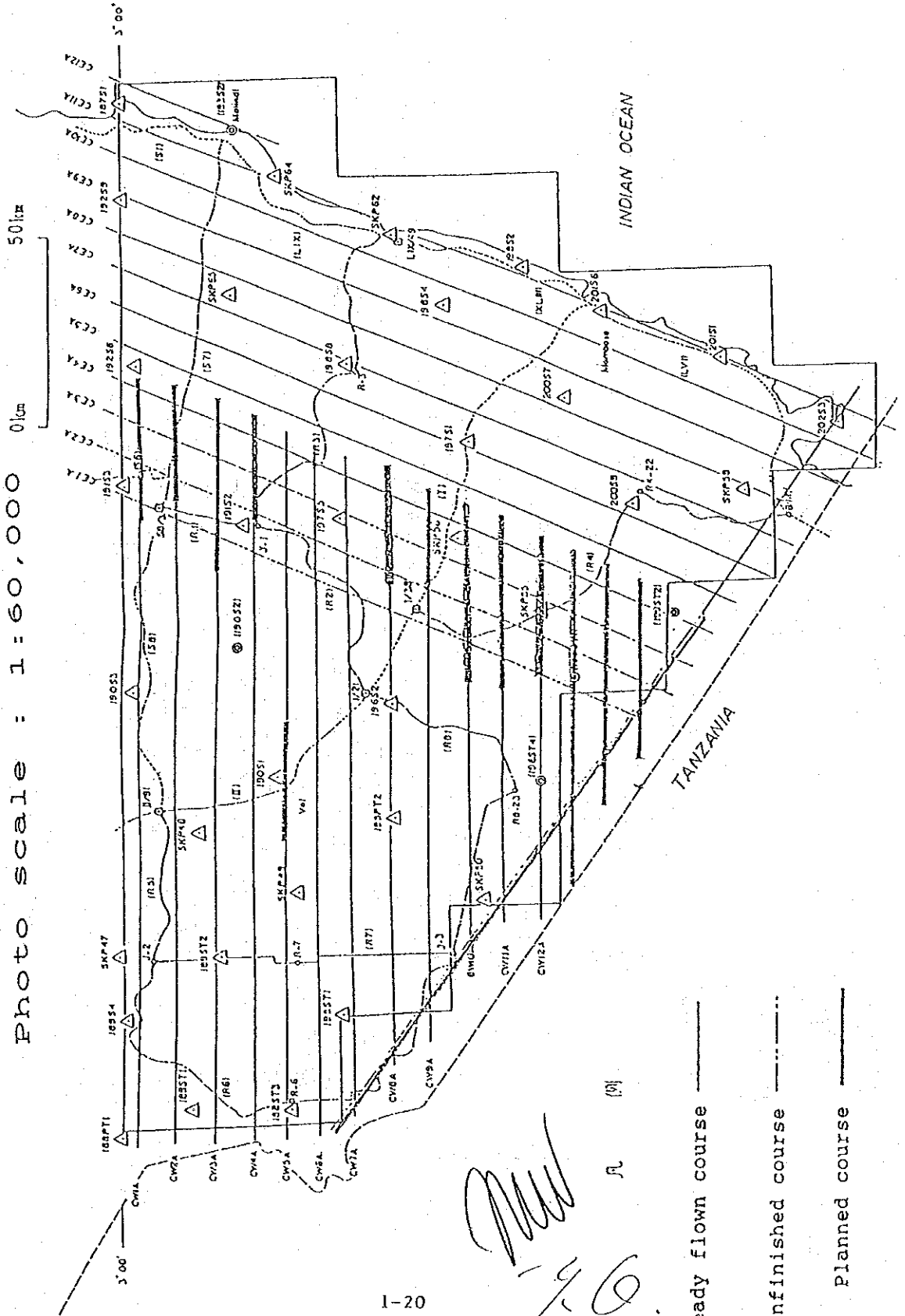
Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.



Fig. 1 Plan for Aerial Photography



1-20

(77)

[Handwritten signature]

- Already flown course ———
- Unfinished course - - - - -
- Planned course ———

MINUTES

AERIAL PHOTOGRAPHY OF
SOUTH KENYA MAPPING PROJECT

This minutes made and entered upon on this 13th day of the month of February of the year, 1989 between International Engineering Consultants Association (Japan), a corporate judicial person established in accordance with the laws of Japan with its principal office at No.3-23, Kojimachi 5-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan (hereinafter referred to as "IECA") as the representative of the consortium for the South Kenya Mapping Project and PHOTOMAP International Inc., a company established in accordance with the laws of Liberia with its principal office at La Motte Chambers, St. Helier, Jersey, Channel Islands (hereinafter referred to as "PHOTOMAP"). IECA and PHOTOMAP are sometimes referred to herein together as the PARTIES.

In accordance with Contract for Aerial Photography of South Kenya Mapping Project signed on the 15th of July 1988 by Mr. Yoshitomo OGURI, Director in Chief on behalf of International Engineering Consultants Association (Japan) and Mr. Nils Wiklund on behalf of Photomap International Inc., (hereinafter referred to as "CONTRACT"), the PARTIES hereby agree as follows:-

Article 1

Referring to "Article 20. Changes in WORK Program" of CONTRACT, and in view of the fact that all WORK of aerial photography was not able to execute within the Work period stipulated on "Article 5. Work Period" of CONTRACT, PHOTOMAP shall perform aerial photography within (15) days from 13th February to 27th February 1989.

Article 2

Aerial Photography as agreed on above Article 1 shall be performed within the Contract Price stipulated Article II of CONTRACT.

Article 3

Other Terms and Conditions of CONTRACT shall remain unchanged.

This Minutes is signed by the undermentioned;

INTERNATIONAL ENGINEERING
CONSULTANTS ASSOCIATION (JAPAN)
(IECA)

PHOTOMAP INTERNATIONAL INC.
(PHOTOMAP)

Yoshitomo OGURI
Director in Chief

Nils WIKLUND

INTERNATIONAL ENGINEERING
CONSULTANTS ASSOCIATION

New Kojimachi Bldg., NO. 3-23
Kojimachi 5-chome, Chiyoda-ku,
Tokyo Japan