

ボ リ ビ ア 国

チャパレー地区地図作成事業報告書

(第 三 年 次)

- 第1部 現地作業
水準測量作業
人工衛星観測作業
現地調査作業
- 第2部 国内作業
空中三角測量作業

昭和52年3月

国際協力事業団

702

61

SD

LIBRARY

JICA LIBRARY



1054223[1]

| | |
|---------------------|-----|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '84. 3. 21 | 702 |
| 登録No. 01053 | 61 |
| | SD |

は し が き

日本政府は、ポリビア共和国政府の要請に応じ、同国コチャバンバ州チャパレー地区の各種開発計画の立案に必要な地形図作成（縮尺1/50,000,対象面積20,000 Km²）を行なうことを決定し、国際協力事業団は本件地図作成事業を4カ年計画で実施することとし、昭和49年度から第1年次作業を開始した。

当事業団は、本年度（第3年次）において（社）国際建設技術協会編成の測量調査団（団長垣下精三氏）をポリビアに派遣し、作業監理委員の監督のもとに昭和51年7月中旬から10月末まで基準点測量（水準測量、ドブラー方式測位）、現地調査を、また本邦では空中三角測量を実施した。

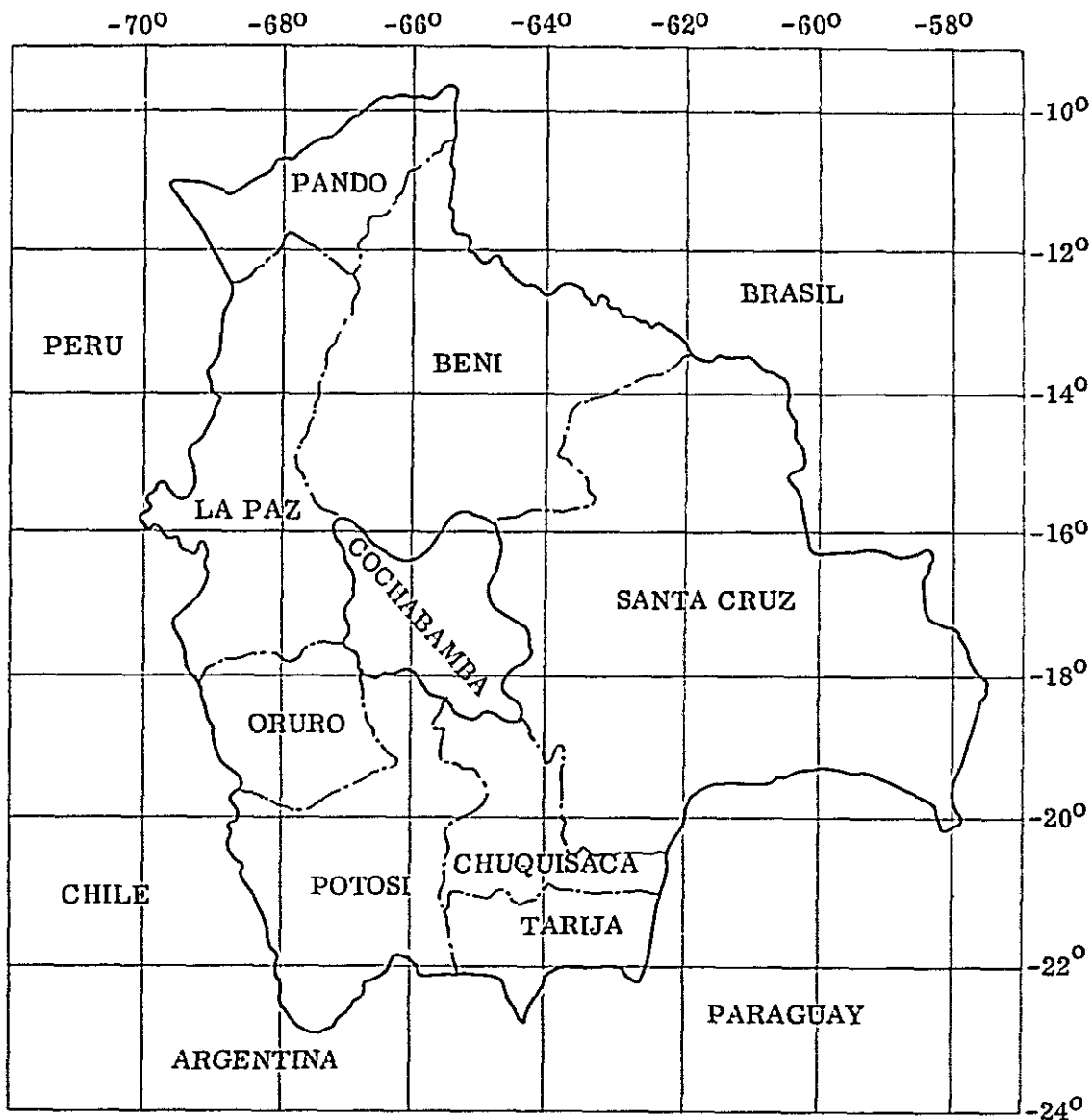
日本がこれまで技術協力により実施した地区とは極めて異なる自然条件をもつ本件対象地区では、作業に多くの困難が予想されたにも拘らず、第3年次作業は成功裡に完了した。これは調査団団員の大きな努力と共に両国の関係者の絶大な協力と支援の賜である。

第3年次作業の完了に当り、支援と協力を惜まなかったポリビア国政府関係各省、特に陸軍地図院（IGM）、コチャバンバ州開発公社（CORDECO）に対し、また在ポ日本大使館、日本国政府関係各省特に国土地理院および地図作成事業作業監理委員各位に対し、深甚の謝意を表明するものである。

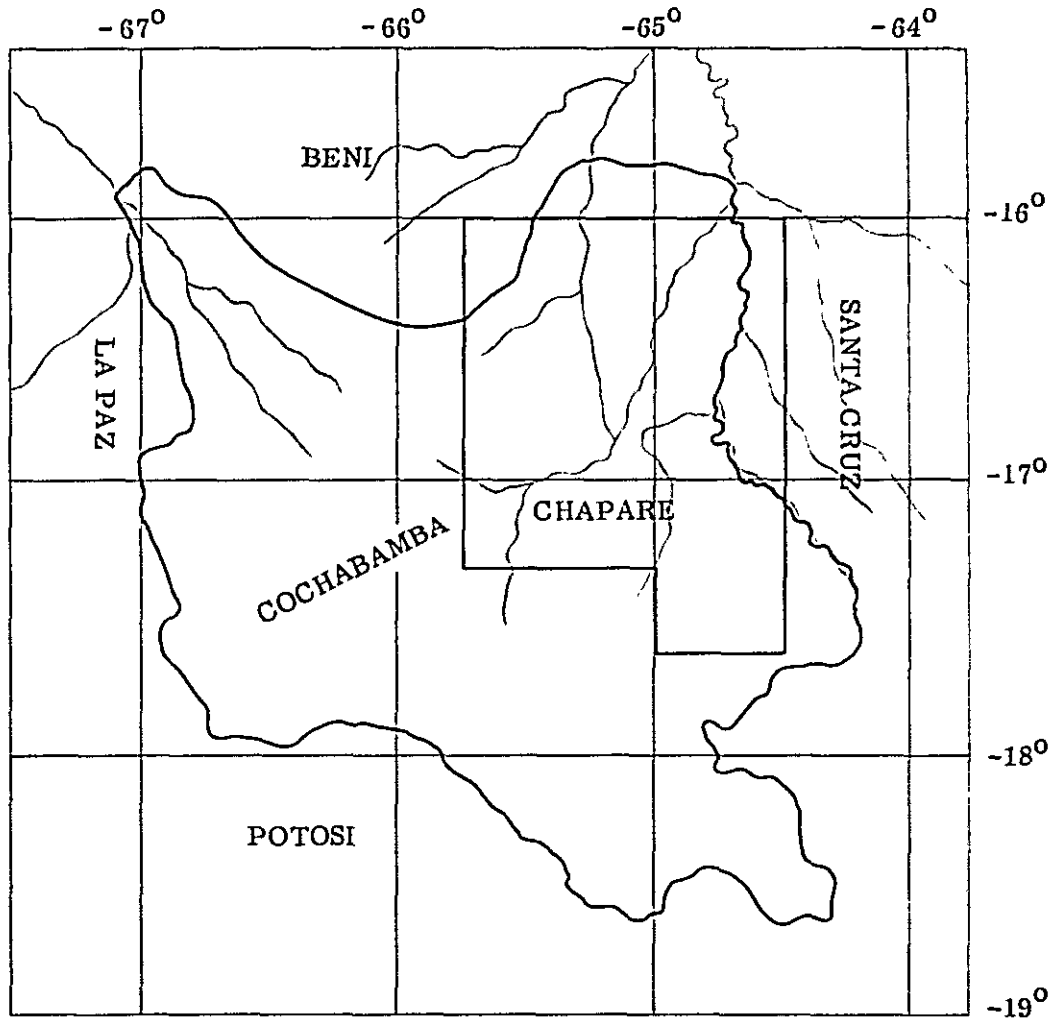
昭和52年3月

国際協力事業団
総裁 法 眼 晋 作

Location Map of Cochabamba



Location Map of Project Area



伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

貴職からの要請により、昭和51年7月より実施しましたボリビア国チャパレー地区地図作成事業第3年次現地測量作業及び空中三角測量作業の報告書が完成しましたので御提出いたします。この報告書は、第3年次作業の内容を明らかにしたものであります。そしてこの日本の測量技術と成果がボリビアの測量技術の改善進歩及び将来のチャパレー地区開発計画に対して大いに役立つものと確信いたしております。

第3年次作業実施にあたり御協力をいただいたボリビア国関係省庁の職員並びに在ボリビア日本国大使館の諸官に対し、心から感謝すると共にこれから第4年次の作業がすみやかに実施されることを祈ってやみません。

昭和52年3月

社団法人国際建設技術協会

ボリビア国チャパレー地区地図作成事業

調査団団長 垣 下 精 三

目 次

| | | |
|-------|---------------|----|
| 第 1 部 | 現 地 作 業 | 1 |
| A | 現地作業の概要 | 2 |
| 1) | 目 的 | 2 |
| 2) | 作業区域 | 2 |
| 3) | 作業期間 | 2 |
| 4) | 調査団員 | 2 |
| 5) | 作業種別及び作業量 | 4 |
| 6) | 使用した主な資機材 | 4 |
| 7) | 作業期間中の天候 | 5 |
| 8) | 計画と実績 | 5 |
| 9) | 測地内の状況 | 6 |
| 10) | JMR-1 観測器械の故障 | 6 |
| 11) | 現地作業監理要員 | 7 |
| B | 作 業 準 備 | 8 |
| 1) | 本部事務所設営 | 8 |
| 2) | ベースキャンプ設営 | 8 |
| 3) | ヘリコプター借上 | 8 |
| 4) | 人夫等の雇傭 | 8 |
| 5) | 車輛等の借上 | 9 |
| 6) | 作業班編成 | 9 |
| C | 水準測量作業 | 9 |
| 1) | 作業方法 | 9 |
| 2) | 精 度 | 9 |
| 3) | そ の 他 | 10 |

| | | |
|-------|-------------------|----|
| D | 人工衛星観測作業 | 10 |
| | 1) 作業方法 | 10 |
| | 2) 精 度 | 10 |
| | 3) そ の 他 | 11 |
| E | 現地調査作業 | 11 |
| | 1) 作業方法 | 11 |
| | 2) 精 度 | 11 |
| | 3) そ の 他 | 12 |
| 第 2 部 | 国内作業 | 13 |
| A | 空中三角測量作業の概要 | 14 |
| | 1) 目 的 | 14 |
| | 2) 作業期間 | 14 |
| | 3) 作業量 | 14 |
| B | 空中三角測量作業 | 14 |
| | 1) 計画準備 | 14 |
| | 2) 選 点 | 14 |
| | 3) 点 刻 | 15 |
| | 4) 観 測 | 15 |
| | 5) 計 算 | 15 |
| | 6) そ の 他 | 15 |

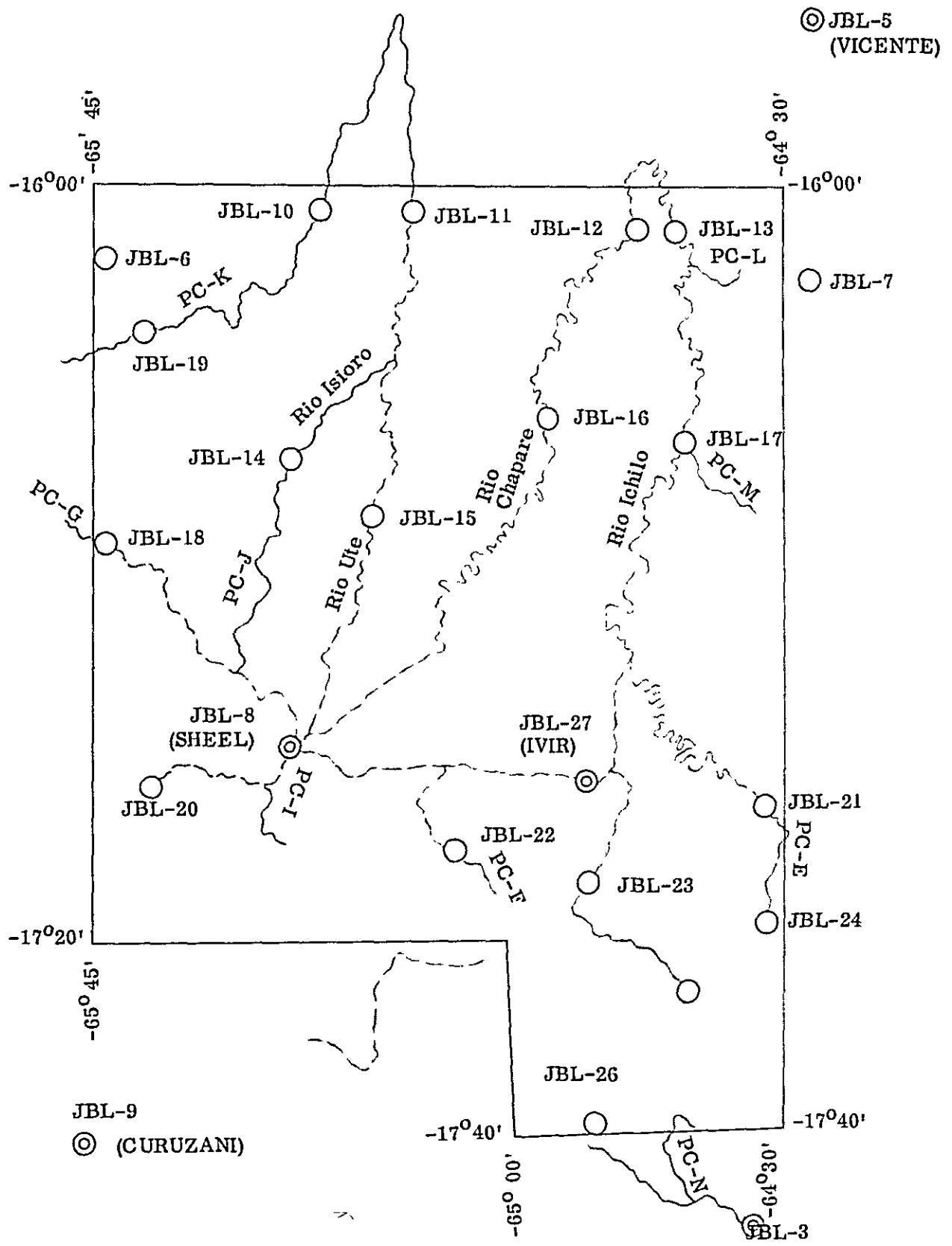
現 場 写 真

第 1 部 現 地 作 業

水 準 測 量 作 業

人 工 衛 星 觀 測 作 業

現 地 調 查 作 業



- ⊙ Satellite Station (Precise Observation)
- Satellite Station (Observation for 4 days)

- ~ Levelling Route (1st, 2nd Stage)
- ~ Levelling Route (3rd Stage)

A 現地作業の概要

1) 目的

ボリビア国チャパレー地区約21,640 km² について空中三角測量及び1/50,000図化作業実施のため、第3年次現地作業(水準測量, 人工衛星観測, 現地調査)を実施したものである。

2) 作業区域

ボリビア国チャパレー地区 約21,640 km²

3) 作業期間

自 昭和51年 7月13日

至 昭和51年10月28日

但し, 先発隊日本出発日より最終到着日迄

4) 調査団員

| | | | |
|---------|---------|-------------|--------------|
| 団 長 | 垣 下 精 三 | 自昭和51年7月13日 | 至昭和51年 8月 2日 |
| | | 自昭和51年9月21日 | 至昭和51年10月11日 |
| 副団長 | 池 島 功 | 自昭和51年7月13日 | 至昭和51年10月28日 |
| 業 務 調 整 | 今 西 泰 男 | " | " |
| 水 準 | 宮 原 作 蔵 | " | " |
| " | 和 田 宗 男 | 自昭和51年7月20日 | 至昭和51年10月21日 |
| " | 溝 口 雅 夫 | " | " |
| " | 佐 藤 泰 郎 | " | " |
| " | 林 善 三 | " | " |
| " | 熊 谷 保 | " | " |

| | | | |
|------------|-------------------|-------------|--------------|
| 水準 | 渡辺 伸 夫 | 自昭和51年7月20日 | 至昭和51年10月21日 |
| " | 大馬 吉 信 | " | " |
| " | 中沢 孝 信 | " | " |
| " | Juan Heredia F | 自昭和51年7月25日 | 至昭和51年10月20日 |
| " | Enrique Alipaz M | 自昭和51年7月25日 | 至昭和51年10月15日 |
| " | Eloy Mendoza M | " | " |
| " | Rene Luna Ch | " | " |
| " | Jose Lizarraga D | " | " |
| " | Rodolfo Camacho O | " | " |
| " | Jose Pinaya T | " | " |
| 人 工 衛 星 | 中 田 豊 | 自昭和51年7月13日 | 至昭和51年10月28日 |
| " | 古 跡 純 一 | " | " |
| " | 刑 部 孝 二 | 自昭和51年7月20日 | 至昭和51年10月21日 |
| " | 田 村 聡 | " | " |
| " | 西 村 明 | " | " |
| " | 豊 田 省 三 | " | " |
| " | 横 田 文 男 | " | " |
| " | 佐々木正道 | " | " |
| " | Eduardo Miranda J | 自昭和51年7月25日 | 至昭和51年10月15日 |
| " | Bravlia Paton M | " | " |
| " | Alfonso Vasquez V | " | " |
| 現 地 調 査 | 松 藤 栄 次 | 自昭和51年7月13日 | 至昭和51年10月28日 |
| " | 中 島 大 吉 | 自昭和51年7月20日 | 至昭和51年10月21日 |

| | | | |
|------|---------------------|-------------|--------------|
| 現地調査 | Salvador Aliaga A | 自昭和51年7月25日 | 至昭和51年10月10日 |
| # | Juan Cossio Perez | # | # |
| # | Eduardo Torrejon G | # | # |
| # | Prudencia Chuquimia | # | # |
| # | Ruben Gomez S | # | # |
| # | Roberto Ramos F | # | # |

5) 作業種別及び作業量

| | | |
|--------|------|-------------------------|
| 水準測量 | 総延長 | 610 km |
| 人工衛星観測 | 精密観測 | 5点 |
| | 粗観測 | 19点 |
| 現地調査 | 総面積 | 約21,640 km ² |

6) 使用した主な資機材

| | |
|------------------------|------|
| トヨタランドクルーザーハードトップ | 3台 |
| トヨタランドクルーザーステーションワゴン | 5台 |
| JMR-1 ドブラー方式観測セット | 3セット |
| JMR-1 CRカセットリーダー | 1セット |
| JMR-1 SSシグナルシュミレーター | 1セット |
| 2105A マイクロプログラマブルプロセッサ | 1セット |
| ±008 8KWメモリーモジュール | 1セット |
| 2102A 1/2メモリーシステム | 1セット |
| 20855A BC S/2000ソフトウェア | 1セット |
| 2752A テレプリンター | 1セット |

| | |
|-----------------|------|
| 12925A テープリーダー | 1セット |
| テルロメーター CA1000 | 1セット |
| セオドライト WILD T-2 | 2セット |
| ニコン社製 自動レベルAE | 12台 |
| 安立電気社製 無線器SS15A | 4台 |
| ストーナー社製 無線器 | 7台 |
| ヤマハ社製ボート | 6隻 |

7) 作業期間中の天候

| | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 計 | % |
|---|----|----|----|-----|-----|-------|
| 晴 | 19 | 18 | 21 | 27 | 85 | 78.7 |
| 曇 | 0 | 11 | 6 | 1 | 18 | 16.7 |
| 雨 | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 4.6 |
| 計 | 19 | 31 | 30 | 28 | 108 | 100.0 |

8) 計画と実績

| | 計画 | 実績 | 変更理由 |
|--------|-------|-------|---|
| 水準測量 | | | |
| ジャングル | 50km | 20km | ジャングル伐開が困難のため、路線の一部を河川に変更した。 |
| 山岳 | 100km | 130km | |
| 河川 | 200km | 460km | |
| 人工衛生観測 | | | |
| 精密観測 | 8点 | 5点 | JMR-1観測器械(1台)故障につき約1ヶ月間使用不能になったため、精密観測予定の一部を粗観測に変更した。 |
| 粗観測 | 16点 | 19点 | |

現地調査

図化対象全域

9) 測地内の状況

本年は第3年次であったため住民の大部分はチャパレー地区地図作成作業に関し認識があり、全面的な協力が得られ作業が非常にやり易かった。

ただ測地内の東部(Rio Ichiroの右支川)に毒矢を持った蛮族が出没するという情報を得たため安全を考えて、人工衛星観測点1点を予定変更し、水準路線の一部を作業中止した。又、作業区域の交通は、河川にたよらねばならずジャングル内を横断することは困難であった。本年度は小型ヘリコプターを使用し、主として人工衛星観測作業に使用した。

10) JMR-1 観測器械の故障

8月8日より観測点 CURUZANI で観測を始めようとしていた JMR-1, SN 75-195 が自然発生による事故のため観測不能となった。

事故の経過は次のとおり

7月26日 シグナル シミュレーターによるテスト 正常

コチャパンバにおいて人工衛星観測テスト 正常

8月7日 内部及び外部電源接続

8月8日 午前 コチャパンバより観測点 CURUZANI に移動

午後 異常発見

8月9日 断線等の点検をしたが異常なし

8月10日 責任者現地に急行、バッテリーを交換してみたが依然作動せず。

8月11日 コチャパンバに撤収

8月12日 内部を開けて断線等の点検をしたが異常なし。

8月13日 航空会社(LAB)で器械の点検を行う。

外部から5MHZの周波数を供給すれば正常のようだという
ことを発見する。故障箇所は電源又はCRYSTAL発信器
と推定され、これはコチャバンバでは修理不能と判明し、
JICAおよびJMR本社に事故発生連絡をした。

8月16日 JMR社より故障器械をロスアンゼルスJMR本社に持参す
るよう指示を受けた。

8月23日 JICAより古跡団員をJMR本社に急行させて修理するよ
う指示を受けた。

8月24日 古跡団員ロスアンゼルスへ移動

JMR本社にて点検の結果CRYSTAL発信器の故障という
ことが判明しCRYSTAL発信器を交換し修理して8月31
日コチャバンバに持ち帰り9月1日より作業が出来た。

11) 現地作業監理委員

現地作業期間中の作業監理及び作業指導のために昭和51年7月～8月
にかけて建設省国土地理院測地部宮崎大和氏がJMRの作業指導に昭和
51年8月建設省国土地理院企画部土肥規男氏が作業管理及び現地調査
の進め方について打合せのためまた昭和51年9月建設省国土地理院測
地部藤田直美氏が作業管理及び第4年次作業の打合せのために、昭和51
年10月国際協力事業団社会開発協力部木村博氏が資機材の受領保管の
ためにボリビアに出張した。

B 作業準備

1) 本部事務所設営

昨年に引き続きコチャパンバに本部事務所を設営した。ここではラパスとの交信，ベースキャンプとの交信，JMR 観測データの解析及び経理業務を行った。

事務所住所 Tumusula №5367 Cochabamba Bolivia

P.O. BOX Casilla №133 Cochabamba Bolivia

電話 Cochabamba №8986

2) ベースキャンプ設営

作業地の中心地ピアツナリにベースキャンプを設営した。ここでは作業各班との定時交信，ヘリコプターへの指示及び現地作業の整理を行った。又ベースキャンプの近くにヘリポートを特設し，ヘリコプターの発着及び待機場所とした。

3) ヘリコプター借上

アメリカ合衆国に本社を持ちコチャパンバに事務所を持っている Airlogistics company よりヘリコプターをレンタルした。機種は、Bell 206B でパイロットを含み5人乗りであった。
8月5日より10月5日まで60日間2機借上げた。

4) 人夫等の雇傭

通訳は在ボリビア日本国大使館の協力を得，サンタクルスの移住地より，運転手及び人夫は IGM.CORDECO の協力を得，ラパス及びコチャパンバにおいて契約書により雇傭した。

5) 車輛等の借上

車輛及び船はCORDECOの協力を得て契約書により借上げた。

6) 作業班編成

水準測量は，和田，溝口，佐藤，林を班長とし，4班作り，人工衛星観測は刑部，西村，横田を班長とし，3班作った。現地調査はポリビア側が行った。

C 水準測量作業

1) 作業方法

昨年度作業（第2年次作業）に引き続き同一作業方法で行った。

即ち同一標尺を日本側，ポリビア側技師がそれぞれの自動レベルを使用し，並行に観測し，各節点毎にチェックして進む方法をとった。

密着写真への刺針作業は，日本側技師が行った。

2) 精 度

閉塞した路線は，PC-J18～PC-B41間のみであった。誤差は146 kmで56 cmであり精度は規定の $10\text{ cm} \sqrt{S}$ （S：km）に十分入った。

路線は河川沿いが大部分で昨年と同様に沿岸に標尺及び機械をすえ付け観測した。河川の状態によっては，河を隔てた観測も必要になり300 mの距離になる所も出た。大気の屈折及び地球の彎曲による補正は下記の式を使用した。

$$\Delta H (\text{mm}) = 0.0000686 \times D^2 (D : \text{m})$$

3) その他

山岳地の河川は水量が多いのに加えて流れも速く、両岸は岩壁になっているため水準作業実施上苦勞した。本年はヘリコプターの使用が出来たためこのような場所での移動に役立った。また、この地域では、比高が大きく直接水準測量の出来ない箇所が生じたため、テルロメーター、セオドライト T-2 による間接水準測量も行った。

D 人工衛星観測作業

1) 作業方法

ジャングル内の測点が多かったため、選点及び移動にはヘリコプターを数多く使用した。新設点には観測終了と同時に $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ のコンクリート杭を埋石した。観測は、精密 5 点については 10 日間、粗 19 点については 4 日間行った。観測は日夜連続観測であったため気象等のデータ測定は、自記乾湿温度計、自記気圧計を使用した。

2) 精 度

観測終了したカセットテープは、コチャパンバ本部にて JMR 社の SP-3 プログラムによって計算した。観測は 6 個の衛星を使ったものは 4 日観測で約 45 パス取ることが出来、2 個の衛星を使ったものは 10 日観測で約 50 パス取ることが出来た。このデータを現地で JMR 社製の SP-3 プログラムにより経緯度及び高さの計算を行った。それらの確率誤差は平均 σ 、 λ が約 3 m、H が約 0.5 m であった。ポリビア測地座標系への変換は帰国後行った。既設三角点 5 点使用し、

交換後の誤差は X, Y の辺長で約 4 m 高さで約 2 m であった。精密暦を用いた計算はポリビア側でアメリカの D.M.A に依頼し計算中である。

3) その他

ジャングル内の観測点の一部は、ジャングルの伐開が困難なため、アンテナの下部に約 4 m 程の柱をつけブリアンプリファァーを接続して観測をした。ポリビアでは日本等に較べ 400 MHz, 150 MHz の電波障害等全くなく非常に良い観測データを取ることが出来た。

E 現地調査作業

1) 作業方法

調査した事項は、密着写真上に記入した。注記は、調査簿に調査年月日、調査者名、協力者の住所氏名を記入し作成した。調査の主体はポリビア側がすべて行った。

2) 精 度

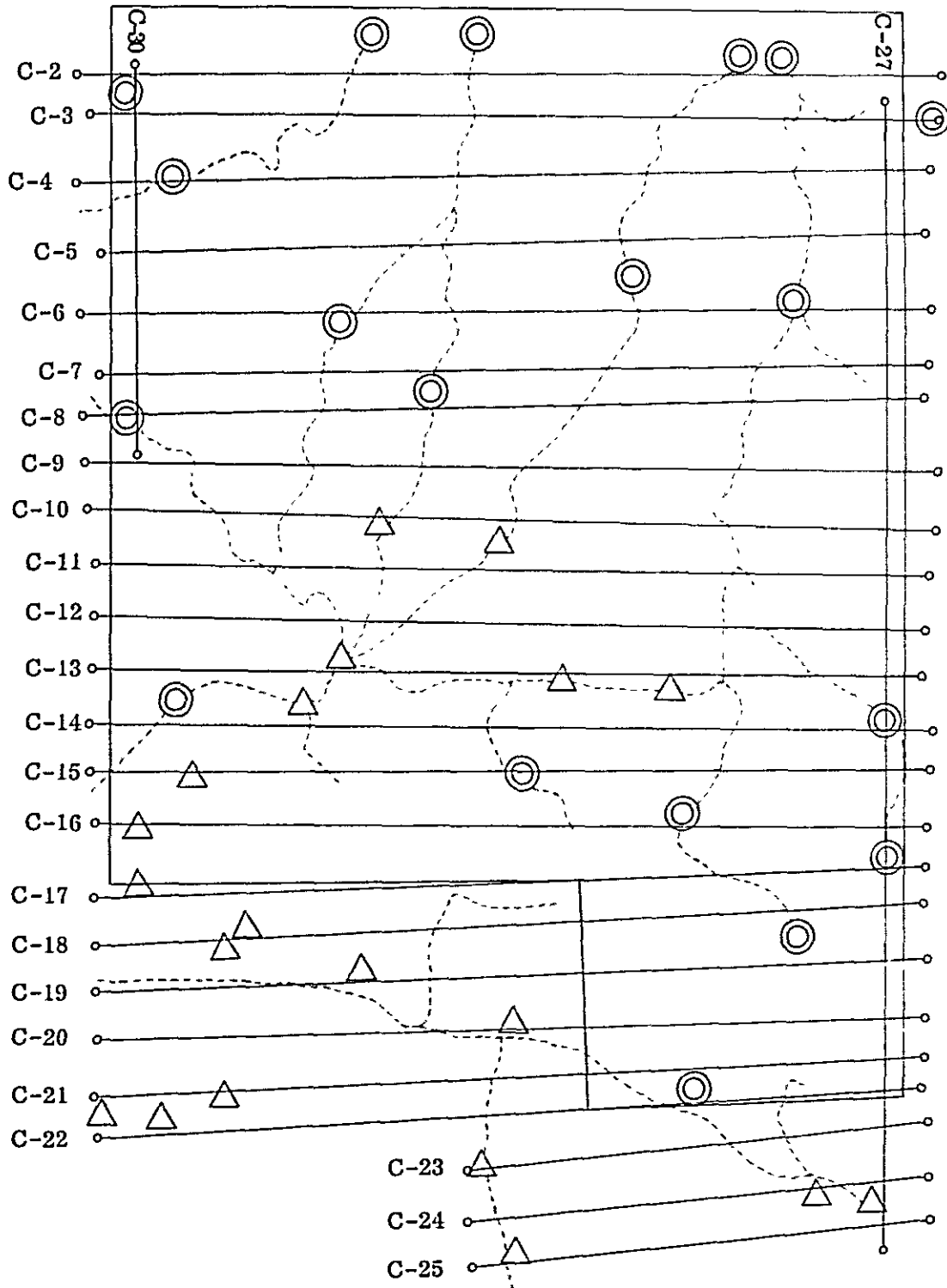
ポリビア側の行った現調は、1/50,000 地形図作成のための調査を行うということの他に 1/10,000, 1/5,000 地形図作成する時にも使用出来るよう細かいものまで調査したり、軍事上重要なものを細かく調査していた。したがって日本側は、1/50,000 地形図にもりこむ必要のあるもののみをそこから抽出し、密着写真上にデルマトグラフで区別して、ポリビア側の承認をとった。

3) そ の 他

現地調査作業の主体がボリビア側におかれた理由は、①基本的に地名、境界等の確認はボリビア側が行う。②技術協力のたてまえから技術的能力をもっている作業についてはボリビア側が行う。③注記等の調査は地元住民からの聞きこみをもとに公用語であるスペイン語で表示するので日本側が行うより効果的であるばかりでなく間違いが少いためにとられたものである。

第 2 部 国 内 作 業
空 中 三 角 測 量 作 業

Aerial Triangulation



- △ Triangulation Points C2-C13 1 block
- ◎ Sattelite Observation Points C14-C25 1 block
- Levelling Route

A 空中三角測量作業の概要

1) 目的

ポリビア国チャバレー地区約 $21,640 \text{ km}^2$ について、 $1/50,000$ 図化作業実施のため空中三角測量作業を実施するものである。

2) 作業期間

自 昭和51年11月 1日

至 昭和52年 3月10日

3) 作業量

モデル数 642モデル

B 空中三角測量作業

1) 計画準備

解析法を用い、基準点の分布（配点状況）を考慮して、全体を2ブロックに区分して、ブロック毎にブロック調整計算を実施した。尚、空中三角測量の電子計算プログラムの中には、球面補正、大気中の光の屈折の補正、焦点距離補正が加えられている。

2) 選点

バスポイント、タイポイントは、後続作業に支障のない様に、密着上及び、ポジフィルム上に正しく刺針して、写真上に於いては、赤のインクで、その刺針位置を中心に、赤円でインキングして囲み、ポジフィルム上では赤のデルマトグラフで刺針位置を中心に、円で囲んだタイポイントは、原則として1コースの片側各モデルに1点ずつ選んだ。

3) 点 刻

点刻器 WILD PUG-II 型を使用しポジフィルム膜面上に、直径約 60 μ の点刻を行った。

4) 観 測

ステレオコンパレータに依り、各モデルに含まれる、指標、基準点（レベルを含む）パスポイント、タイポイント、及び特に指示された点を選び測定した。

5) 計 算

計算機は、FACOM 230/45S (192Kバイト) を使用し、内部標定、相互標定、接続標定、測地座標への変換を行った。内部標定の誤差は最大 30 μ 、相互標定の残存縦視差の最大は 30 μ 、接続標定の誤差の最大は撮影高度の 0.50/100 とし、すべてを満足したものについて 3 モデル毎に小ブロックを形成し、ブロック計算を行った。1 ブロックの大きさは約 100 小ブロック (約 300 モデル) であった。

測地座標への変換は三次元直交変換式により行った。

6) そ の 他

空中三角測量基準点残差の中等誤差は平面位置で約 3 m 標高で約 1 m でありチェックラインの誤差は辺長で約 2 m であった。又既測空三の誤差は、辺長で約 1.5 m、高さで約 5 m 程度であった。既測図の誤差は平面位置で約 20 m 高さで約 5 m 程度であった。

Levelling



Satellite Observation



Field Identification

