

セネガル共和国ファレメ鉄道建設計
画に関する正射投影写真図作成作業

作 業 報 告 書

昭和53年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
輸入 月日 87.1.9	526
登録No. 09478	61.4 SD

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52年12月より昭和53年8月まで実施いたしましたセネガル共和国ファレメ鉄道建設計画に関する正射投影写真図作成作業が、予定通り完了しましたので、報告書を御提出いたします。

この報告書は、航空写真撮影、基準点測量、空中三角測量及び正射投影写真図作成作業の内容を明らかにしたものでありますが、調査団派遣期間中及び日本国内におきまして実施した日本の測量技術と成果がセネガル共和国の測量技術の改善進歩と、ファレメ鉄道建設計画に対して、大いに役立つものと確信いたしております。

現地調査実施にあたり、御協力をいただいたセネガル共和国関係省庁の職員並びに在セネガル日本国大使館の諸官に対し、心から感謝いたします。

昭和53年8月



セネガル共和国ファレメ鉄道建設計画(地形図作成)

調査団団長 林 喜 郎

MAURITANIE



SAINT-LOUIS

DAKAR

SENEGAL

ATLANTIC OCEAN

TAMBACOUNDA

GUINEA-BISSAU

MALI

KEDOUGU

GUINEE-BISSAU

GUINEE

目 次

	頁
I 経 緯	2
II 事前調査団の派遣	2
1. 調査団の構成及び調査期間	2
2. 調査目的と内容	3
2－1 調査目的	3
2－2 調査内容	3
3. 調査結果及び作業方式の検討	3
3－1 航空写真	3
3－2 基 準 点	3
3－3 写真図作成	3
3－4 便宜供与	3
III 作業の実施	4
1. 作業概要	4
1－1 作業内容	4
1－2 作業区域	4
1－3 作 業 量	4
2. 現地作業	4
2－1 調査団の構成及び作業期間	4
2－2 作業準備	5
2－2－1 行動概要	5
2－2－2 討議事項	6
2－2－3 タンバクンダ出張	6
2－2－4 資材準備	7
2－3 航空写真撮影	7
2－3－1 行動概要	7
2－3－2 使用機材	8
2－3－3 天 候	8
2－3－4 撮影基地	8

2-3-5	作業仕様	9
2-3-6	写真処理	9
2-3-7	撮影結果	9
2-4	人工衛星観測	9
2-4-1	概 要	9
2-4-2	行動概要	10
2-4-3	使用機材	11
2-4-4	選点、観測及び計算	11
2-5	気圧測高	13
2-5-1	行動概要	13
2-5-2	使用機材	13
2-5-3	選点及び観測	13
3.	国内作業	14
3-1	写真処理	14
3-1-1	フィルム注記	14
3-1-2	標定図作成	14
3-1-3	密着写真、ポジフィルム焼付	14
3-2	空中三角測量	15
3-2-1	概 要	15
3-2-2	座標測定	15
3-2-3	調整計算	16
3-3	正射投影写真図作成	17
3-3-1	概 要	17
3-3-2	断面走査	18
3-3-3	等高線描画	18
3-3-4	モザイク	19
3-3-5	納入成果品作成	19

国際協力事業団は、外国に対する技術協力計画の一環として、セネガル共和国ファレメ鉄道建設計画に関する正射投影写真図作成作業を実施した。

本計画は、東部セネガル州ファレメ地区に埋蔵される鉱物資源の鉱石を運搬する鉄道新線建設計画に必要とする写真図を、タンバクンダからファレメ地区までの延長約300kmについて作成するものであり、作業は現地と日本国内とで行われた。

現地ではタンバクンダに基地を設置し、日本の航空機と撮影班による航空写真撮影作業と、測量班による人工衛星観測及び気圧測高の基準点測量作業を行った。これらの作業は、セネガル側関係省庁及び在セネガル日本大使館の協力を得て、予定通り進み、所期の成果を挙げて帰国した。

日本国内では、現地作業で得た成果を基にして、空中三角測量を実施し、最終的に1/1万写真図を作成した。この写真図は、地図の如く正射投影で焼付けられており、5m間隔の等高線が入り、セネガル地理局指定の図郭割及び整飾で80面からなっている。

この成果品が、ファレメ鉄道建設計画に十分利用される事を確信する。

I 経 緯

1950年代、セネガルがまだ独立していない時代に、フランス政府はファレメ地区の鉄、非金属資源開発について調査を開始し、その結果、膨大な鉄鉱石の埋蔵量とその高品位が注目されるにいたった。1975年2月、この鉄鉱床を精査し開発計画を促進するために、MIFERSO（東部セネガル鉄鉱山調査開発合併会社）が設立され、現在この組織により、フイージビリティ調査が行なわれている。

一方、この鉱山開発にともない、ダム、鉄道、港湾等の関連施設の整備が必要となり、それぞれ建設のための調査等が実施されている。このうち、鉄道については鉱石を現在予定しているセネガル西部のカヤール港まで輸送する手段として、道路等と比較して、最も適当であるとの結論に達したため、その建設が検討されている。

セネガル政府は、この鉄道新線建設計画調査について、日本側に技術協力の要請をしてきたものである。この計画は、大西洋岸の積出し港からタンバクンダまでの約500kmは、既設の鉄道路線とほぼ同一のルートとし、タンバクンダからファレメまでの約300kmについて、既設線と離れた全く新たなルートで計画されている。

本鉄道建設計画のフイージビリティ調査に先だち、ルート検討に必要な写真地図が必要となり、日本政府はとりあえずタンバクンダからファレメまでの縮尺1/1万の正射投影写真図を作成することを決定し、まず昭和52年6月から7月にかけて事前調査を実施することにした。

II 事前調査団の派遣

1. 調査団の構成及び調査期間

団 長	新 藤 卓 治	運輸省鉄道監督局車輛工業課長
団 員	大 川 博 士	運輸省大臣官房国際課調査員
〃	宮 本 潔	日本国有鉄道外務部参事補
〃	林 良 一	日本国有鉄道東京第一工事局調査課首席特定
〃	宮 田 宗 彦	海外鉄道技術協力協会調査員
〃	春 日 敬 三	国際協力事業団社会開発協力部

昭和52年6月29日～昭和52年7月17日

2. 調査目的と内容

2-1 調査目的

当事前調査は、写真図作成について、セネガル政府側の要請内容の確認を行ない、あわせてS/W(案)を協議し、写真図作成の範囲、方法、期間等を明確にすることを目的とする。

2-2 調査内容

調査は前述の目的を達成するため、下記に示す内容を中心に行なわれた。

- (1) ファレメ鉱山開発計画ならびに鉄道建設計画等のファレメ鉱山関連開発計画に関する事情聴取
- (2) 写真図作成方法全般を検討するために必要な各種の情報及び資料の集収
- (3) 現地測量作業方法を検討するための現地調査及び現地に関する各種の情報、資料の集収

3. 調査結果及び作業方式の検討

3-1 航空写真

航空写真は1953年～54年に1/5万で全国土が撮影されているが、古い上、ネガフィルムがフランスに保管されていることから、新たに1/4万航空写真を撮影することを提示した。

3-2 基準点

国家三角点は、鉄道路線に沿って設置されており、他の地域は整備されていない。又、水準点も、本調査区域の始終点付近にのみ設置されて他の地域にはないため、人工衛星観測による位置決定及び気圧測定による標高決定を実施することを表明した。

3-3 写真図作成

写真図は、正射投影のものとし、5m間隔の等高線を入れることにする。作成範囲はセネガル側が地図上に示す路線を中心として全区間を3つに分け、それぞれ巾員を決定した。

3-4 便宜供与

セネガル外務省と在セネガル日本大使館との間で、調査団が提示したS/W案にもとづいて協議することとした。

Ⅲ 作業の実施

事前調査にもとづき、昭和52年12月から昭和53年8月までの間本作業を実施した。

1. 作業概要

1-1 作業内容

最終成果品として、1/1万正射投影写真図を作成するものであり、下記の工程に分かれる。

- (1) 航空写真撮影
- (2) 基準点測量
- (3) 空中三角測量
- (4) 正射投影写真図作成

1-2 作業区域

セネガル共和国東部セネガル州の州都であるタンバクンダより、ファレメ地区迄の約300kmの区間である。

1-3 作業量

- (1) 航空写真撮影 1/4万 8コース
- (2) 基準点測量
 - 1) 人工衛星観測 12点
 - 2) 気圧測高 500km
- (3) 空中三角測量 180モデル
- (4) 正射投影写真図 2,100km²

2. 現地作業

現地作業は、作業準備、航空写真撮影及び基準点測量からなっている。

航空写真撮影は、ナイジェリア国に駐留していた国際航業株式会社の航空機及び撮影班が担当した。

基準点測量は、日本側隊員が、セネガル政府地理局及び地籍局職員の協力を得て実施した。

2-1 調査団の構成及び作業期間

作業監理要員

陸 路 栄 一 運輸省鉄道監督局車輛工業課補佐官

井 沢 晃 日本国有鉄道技術開発室主任部員

春 日 敬 三 国際協力事業団社会開発協力部

昭和53年1月6日～昭和53年1月20日

団 長 林 喜 郎 国際航業株式会社

昭和53年1月6日～昭和53年2月7日

業務調整 庄 司 恒 雄 国際航業株式会社

測量班長 井 澤 巧 国際航業株式会社

昭和53年1月6日～昭和53年4月19日

測量班員 国際航業株式会社

人工衛星観測 西 村 明 ・ 刑 部 孝 二

田 尻 重 喜 ・ 佐 藤 文 明

古 堅 和 男 ・ 田 口 忠 博

福 井 満 ・

気 圧 測 高 藤 井 信 ・ 伊 藤 量 輔

金 高 博 ・ 西 沢 徳 保

昭和53年2月17日～昭和53年4月7日

撮影班長 山 本 勇 国際航業株式会社

操 縦 士 光 村 淳 二

整 備 士 伊 藤 祐 彦

撮 影 士 矢 島 雄 二

写 真 技 師 美 山 昌 次

昭和53年2月1日～昭和53年3月1日

2-2 作業準備

セネガル入国後、同行の作業監理要員と共に、関係省庁と Scope of Work の検討、作業内容の討議及び作業上必要な許可取得交渉、測量班撮影班受入の準備、日本より送付した資機材受領等に当つた。

2-2-1 行動概要

1月7日 監理要員及び先発隊ダカール着

1月9日 日本大使館表敬訪問

- { 公共事業省計画局、地理局、工業開発環境省鉱山局及び
- 1月14日 MIFERSO（東部セネガル鉄鉱山調査開発合併会社）にて討議
- 1月16日 タンバクンダ出張
- { 東部セネガル州庁、公共事業省計画局支所、地籍局支所にて
- 1月18日 作業内容説明
- 1月18日 監理要員帰国のためダカール出発
- 1月19日 計画局、地理局及び地籍局にて作業内容討議
- {
- 2月 2日
- 2月 3日 撮影機及び班員ダカール着
- 2月 5日 林帰国の為ダカール出発

2-2-2 討議事項

(1) S/W 関係

- 1) 航空写真撮影の許可取得
 - 2) カウンターパートの協力要請
 - 3) 無線機の使用許可取得
 - 4) 関係する公的機関に対する情報の公示要請
- 等につき討議し認可された。

(2) 作業実施関係

- 1) 正射投影写真図の整飾
- 2) 正射投影写真図の図郭割
- 3) 既存国家基準点成果

等について地理局と討議、細部内容を決定し、既存成果を受領した。

2-2-3 タンバクンダ出張

出張前に工業開発環境相の関係各機関に対する本プロジェクト実施上の協力依頼書を受領する事ができ、又、タンバクンダ各官庁にも公報が行きとどいており、十分な協力依頼を説明することができた。

第2日目は、自動車を借り上げ、作業予定地を片道約100km現地踏査を行ない、地形の把握、水、食糧等の購入について調査を行なった。

第3日目は、タンバクンダ空港長と撮影機の空港使用につき討議し、ダカールに戻った。

2-2-4 資材準備

(1) 作業用車輛

現地作業用として、ランドローバー及びフォルクスワーゲンのマイクロバスを予約した。

(2) 航空燃料

モービルオイル・ダカール事務所においてタンバクンダ空港における航空燃料の確保について予約した。

(3) 資機材輸送

日本より送付した資機材を現地に輸送する手段として、フランス系運送会社に委託し、陸送することを予約した。

2-3 航空写真撮影

正射投影写真図を作成する為に、鉄道建設予定ルートに沿った航空写真撮影を実施した。

撮影には、ナイジェリア国エヌグ空港に駐機中の航空機及び乗員が、セネガルに移動し、作業に当った。同撮影班は既に2年間アフリカにおいて撮影に従事し、西アフリカの気象状況についての知識もあり、この地区の撮影を安心して委ねることができた。

2-3-1 行動概要

2月1日 撮影班、自社機によりラゴスよりアビジャンに移動

2月2日 アビジャンよりフリータウンに移動

2月3日 フリータウンよりダカールに移動

2月4日 地理局にて討議

2月6日 ダカール空港にて機体整備

2月8日 タンバクンダに移動

2月9日 タンバクンダ空港を基地として撮影作業

～16日

2月17日 ダカールに移動

2月18日 地理局及び地籍局施設において写真処理作業実施

～28日

2月24日 撮影機ダカールよりモノロビアに移動

2月25日 モノロビアよりアビジャンに移動

2月26日 アビジャンよりエヌグに移動

3月 1日 写真技師、ダカールよりエヌグに移動

2-3-2 使用機材

- | | |
|------------|--|
| (1) 航空機 | : エアロコマンダー 680E |
| (2) 測量用カメラ | : ツァイス社製 RMK ¹⁵ / ₂₃ №2.1058 |
| (3) レンズ | : プレオゴン №98081 f=152.95 mm |
| (4) フィルム | : フジ航空フィルムSS |
| (5) 写真焼付器 | : ツァイス社製 KG-30 密着プリンター |

2-3-3 天 候

セネガルの気候は、雨期(6月~10月)と乾期(11月~5月)に分かれている。雨期はサハラ砂漠に向かつて、湿度の高い南東の季節風が吹き、セネガル全土に雨をもたらす。乾期は、雨がまったく降らず、強い北西貿易風が吹き、時には大量の砂が微粒子となつて舞い上り、空が薄つすらと黄色くなるほどである。

この様な気候で撮影に適する時期について検討の結果、1月下旬から2月一杯が良い時期として作業に入つた。

2月8日にタンバクンダ空港に基地をおき、ファレメ地区迄の予定撮影区域の撮影にあたつたが、2月12日及び14日、区域全般の天候に恵まれ、予定の8コースの撮影を完了した。タンバクンダ付近の第1コースに若干雲の影が写っている為、その後も補備撮影をするべく待機したが、次第に霞がかかる状態が多くなり、黄砂の舞う日も出はじめ、2月17日をもつてダカールに引上げた。

2-3-4 撮影基地

本区域撮影に当り、ダカールにおいて空港調査の結果、基地としてタンバクンダ空港が最適であると判断し、使用した。

同空港は、滑走路の延長、巾員共に十分で全面アスファルトで舗装されており、週6便の旅客機が発着している。予備空港としてケドウグ空港を考えていたが使用することなく作業を終了することができた。

2-3-5 作業仕様

・ 本作業実施にあたり、次の仕様によつた。

(1) 撮影縮尺 $1/40,000$ とする。

(2) 撮影高度

撮影基準面は撮影地域の平均標高とし、高度の許容誤差は指定高度に対し、 $\pm 7\%$ 以内とする。

(3) 重複度

オーバーラップは 60% 、サイドラップは 30% を標準とする。

(4) カメラの傾き

カメラ光軸の鉛直方向に対する傾きが 5 度以内である事を標準とする。

(5) 偏流角

偏流角は 10 度以内を標準とし、後続の作業に支障のないものとする。

(6) 許容雲量

ステレオ有効範囲内において、基準点や写真主点の位置に雲がなく、かつ、後続の写真図作成に支障がないものとする。

2-3-6 写真処理

写真処理はダカールにおいて実施した。撮影されたフィルムは、タンバクンダより輸送され、セネガル地理局内の暗室において、日本側写真技師の手により、現像処理を行つた。焼付は、地籍局の設備を使用し、作業用密着印画を作成した。

2-3-7 撮影結果

撮影の結果は、写真処理後点検され、仕様に合致し、後続作業に支障ないものとして採用した。

2-4 人工衛星観測

正射投影写真図作成の過程で、縮尺及び方向を図に示す為に写真上明瞭な地点の座標が必要である。

作業区域にセネガルの国家基準点が、タンバクンダ市内の 1 点しかない為、本作業実施上必要な基準点を、人工衛星を観測し、測定位置の座標を算出する方式を採用した。

2-4-1 概要

本作業は、アメリカ海軍航行衛星システム、通称 NNSS を利用して行つ

た。NNSSは極軌道をとる5個の人工衛星と、4ヶ所の地上追跡局とからなるシステムで、各衛星からは2分毎に軌道予報値が150 MHz及び400 MHzの2つの搬送波に乗せて送られてくる。測量側は、地上にアンテナを立てて、この電波を受信し、2分毎の衛星の軌道要素とその時間間隔の間の2つの周波数のドプラー偏位量を観測する。観測データを解析すれば、アンテナの三次元的位置が求められる。

電波の受信装置として、我々はアメリカのJMR社のJMR-1を使用した。この種の機械としてはこの他に、アメリカのマグナボックス社やカナダのマルコニー社の製品などがあるが、JMR-1はこれらに比べ

- (1) 小型軽量で携帯に便利である。
- (2) カセットテープを用いる為、消費電力が少い。
- (3) 電離層屈折の補正計算を内部の回路で行うので、その分だけ出力データが少い。
- (4) パスセレクト機能（有効なパスの通過時のみ自動的にスイッチが入り、電力消費を少なくする機能）が備わっていて、観測が容易である。

というような点がすぐれていたため、本機を購入、使用した。

電力消費が少いということは、バッテリーの長時間使用を可能にし、電力供給の困難な現地作業にとつて最大の利点である。我々は、鉛電池と共に、燃料電池を用いたが極めて有用であつた。

2-4-2 行動概要

2月18日	測量班ダカール着
2月19日	現地出発準備
～21日	
2月22日	ダカールよりタンバクンダに移動
2月23日	タンバクンダ関係官庁表敬訪問
2月24日	現地作業用資機材整備
～26日	
2月27日	観測開始
3月8日	セネガル地理局担当課長、作業状況視察
～11日	
3月31日	観測完了

4月 1日 タンバクンダよりダカルに移動

4月 4日 帰国の為ダカル出発

2-4-3 使用機材

- (1) JMR Doppler Receiver Set
- (2) JMR-1 CR Cassette Reader
- (3) JMR-1 SS Signal Simulator
- (4) Hewlett Packard Computer Set
- (5) Teleprinter
- (6) Paper Tape Reader
- (7) FACOM 230-45 S Computer Set

2-4-4 選点、観測及び計算

観測点を選ぶに当つては、次のようなことを考慮した。

- (1) 航空写真上で観測点が判別できるような地点とする。
- (2) 上方の視界が充分に開けていること。特にアンテナを中心にして東西南北が同じような条件のところとする。
- (3) アンテナの近くに、電波の反射体または電波を減衰させるようなものがないところとする。
- (4) 観測作業が昼夜にわたる為、猛獣等の危険を考え、部落に近いところとする。観測点は密着写真上に刺針し、見取図をセネガル方式に従つて作成した。

観測は、作業区域内にある唯一のセネガル国家三角点(229-KOUKARI)と、新点12点について行つた。最初229-KOUKARIと区域の中間部に当る $\lambda 6$ を同時観測して $\lambda 6$ を決定し、他の点はN0.6と同時に観測し、結果をカセットテープに記録した。

カセットテープは、タンバクンダの本部に設置した小型電子計算機を使用し解析した。解析用のプログラムは、JMR社が開発したSP-3を使用した。このプログラムは8kメモリーの小型計算機用に作られている為初めにやや近似的な方法で高さを求め、それから経度、緯度を求める簡易法である。従つて精密計算は、日本にデータを持ちかえり、より大きな電子計算機を使用し、JMR、SP-2Tプログラムにより行つた。

人工衛星が準拠する楕円体は、WGS-72であるが、セネガルはクラーク 1880 を採用している為、三次元座標の変換を唯一の既知点 229-KOUKARI によつて行つた。

算出成果は下表である。なお、標高については気圧測高により求めた値を記入した。

Liste des Resultats Finals

NOM DE LA STATION	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
	E	N	
229-KOUKARI	13° 46' 27" 248	- 13° 44' 06" 206	31. 04
	636 747. 20	1522 981. 77	
No 1	13° 41' 27" 899	- 13° 25' 47" 893	44. 34
	669 795. 27	1513 977. 77	
No 2	13° 38' 24" 633	- 13° 05' 10" 416	52. 05
	707 026. 10	1508 613. 16	
No 3	13° 32' 39" 253	- 12° 52' 03" 424	40. 50
	730 776. 70	1498 194. 52	
No 4	13° 27' 36" 812	- 12° 29' 38" 828	93. 15
	771 314. 96	1489 280. 05	
No 5	13° 20' 52" 568	- 12° 06' 27" 980	162. 67
	813 320. 58	1477 308. 09	
No 6	13° 14' 14" 759	- 11° 54' 14" 520	102. 75
	835 562. 87	1465 339. 45	
No 7	13° 10' 24" 120	- 11° 47' 15" 152	99. 94
	848 291. 69	1458 404. 49	
No 8	13° 04' 57" 663	- 11° 30' 49" 101	101. 15
	878 158. 79	1448 756. 73	
No 9	12° 56' 21" 848	- 11° 33' 39" 967	152. 65
	873 219. 67	1432 816. 59	
No 10	12° 49' 18" 422	- 11° 30' 00" 397	116. 38
	880 024. 05	1419 878. 77	
No 11	12° 38' 36" 737	- 11° 25' 10" 325	120. 35
	889 055. 62	1400 254. 53	
No 12	12° 32' 46" 766	- 11° 27' 11" 351	120. 08
	885 543. 91	1389 436. 57	

2-5 気圧測高

正射投影写真図には、主曲線間隔 5 m の等高線を入れることになっている。その為、空中三角測量に必要な水準測量を実施する必要がある、本作業では気圧測高計による標高測定を行った。

2-5-1 行動概要

2月18日	測量班ダカール着
2月19日	現地出発準備
～21日	
2月22日	ダカールよりタンバクンダに移動
2月23日	タンバクンダ関係官庁表敬訪問
2月24日	現地作業用資機材整備
～26日	
2月27日	観測開始
3月31日	観測完了
4月1日	タンバクンダよりダカールに移動
4月4日	帰国の為ダカール出発

2-5-2 使用機材

- (1) 精密アネロイド気圧計 M-2236 型
- (2) アスマン乾湿温度計

2-5-3 選点及び観測

大気圧は高さの関数であるから、2点間の気圧差を測定してその高低差を求めることができる。気圧は時間的にも変化しているから、2点間の気圧差を精度よく求めるためには、同種の器機で同時測定を行うか、同一の器機で短時間に測定することが望ましい。

選点は、航空写真上観測点が判別できるようなところとし、点間を平均 2.5 km とした。写真への表示は、表面に刺針し点名を書き、裏面に見取図を描いた。

観測は、トランシーバーを使用し、同時に 5 回観測し、その平均値を採用した。

本作業区域の起点であるタンバクンダ及び終点近くのサラヤ、サタドグバ

フェにセネガルの国家水準点があり、水準路線の閉合差を見ることができた。

(1) タンバクンダ (Mle EFK-1) ~ サラヤ (Mle-147)

延長距離 316 km、閉合差 +3.77 m

(2) サラヤ (Mle-147) ~ サタドグバフェ (Mle-157)

延長距離 52 km、閉合差 +1.65 m

本作業において、比較的好結果が求められたのは、自記気圧計により示されている気圧の安定が最大の要因であると思われる。

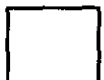
3. 国内作業

現地作業により求めたデータは、日本国内に持ち帰り整理され、国際航業株式会社日野技術所において、昭和53年5月から8月まで国内における作業を実施し、最終成果品である正射投影写真図を作成した。

3-1 写真処理

3-1-1 フィルム注記

セネガルにおいて現像されたネガフィルムは、国内において、セネガル地理局において打合せた仕様により注記を行った。

			
C 2-26	FEV. 12.'78	1:40,000	FALEME
写真番号			
撮影コース番号			
	撮影年月日	写真縮尺	地区名

3-1-2 標定図

写真の撮影状況を知り、今後の写真の使用に便利な様に、地図上にその写真の撮影地点を表示するもので、本作業ではIGN発行の $\frac{1}{20}$ 万図を使用した。

3-1-3 密着写真、ポジフィルム焼付

注記したネガフィルムより、密着写真及びポジフィルムの焼付けを行った。これらは、空中三角測量及び正射投影写真図作成に使用するため、調整に注意して作業した。

(1) 使用機械

自動プリンター : MARK-IV Log Etronics 社製

密着プリンター : KG-30 Zeiss 社製

(2) 使用材料

ポジフィルム : フジグラフィアフィルム

密着写真 : フジ航空印画紙

3-2 空中三角測量

3-2-1 概 要

写真図を作成するために、各モデルに位置、標高の既知の点が数点必要である。これを、現地において実測により求めるのは多大の経費と日数を要する。この問題の解決のために開発されたのが空中三角測量で、電子計算機の普及と測定機の改良により、近年では解析法で行われることが多くなっている。

本作業も、解析法で作業を実施し、当社の開発したブロック調整法によった。

使用機械

点 刻 : PUG-II 型 WILD 社製

観 測 : Stecometer Zeiss Jena 社製

計 算 : FACOM 230-45 S (256 KB)

3-2-2 座標測定

(1) 選 点

密着写真を用いて、バスポイント及びタイポイントを選んだ。バスポイントは、写真の上下両端及び主点付近の3点であり、隣接する写真は約60%の重複があるためにモデルに6点のバスポイントが入ることになる。

(2) 点 刻

精密点刻機を用いて、ポジフィルム上にあらかじめ選点された位置に点刻した。点刻の直径は約0.06mmである。

(3) 測 定

ポジフィルム上に点刻された測定点はステレオコンパレーターを用い、

0.001 mm単位で測定し、紙テープにデータを納めた。

3-2-3 調整計算

(1) 写真座標への変換

ステレオコンパレーターで測定した座標値を、写真の指標に基づいた写真座標に変換した。変換は、一次等角写像変換で行い、指標の残差は0.03 mm以内とした。

(2) 相互標定

隣接する2枚の写真から立体模像を作るための、いわゆる相互標定を行うために標定要素としては、右方の写真の κ 、 φ 、 ω 、 b_y 、 b_z を用いた。

κ はカメラの光軸についての回転、 φ は飛行方向と直交する軸についての回転、 ω は飛行方向の軸についての回転、 b_y と b_z は飛行方向に直交する方向への移動量と、鉛直方向の移動量である。

相互標定は、6つのバスポイントを用いて行い、残存縦視差の制限はポジフィルム上で0.03 mmとした。

(3) ブロック調整

2枚の写真の相互標定が完了したら、さらにそれに続く写真の接続標定を行い、3～4モデルを1つの小ブロックにまとめ、これらの小ブロックに三次元空間での回転と、平行移動及び伸縮を与えた。この調整は、基準点の測地座標と、計算座標との差及び、小ブロックを結ぶタイポイントにおけるそれぞれのブロックでの計算座標の差の自乗和が最小になるような計算方式をとった。

(4) 補正

調整計算に当り、下記の補正を条件に入れた。

- 1) レンズのディストーション
- 2) 屈折率
- 3) 地球の彎曲率

(5) 計算結果

調整計算の結果、現地で測定した基準点の残差は次表の通りとなつた。

ブロック	最 大 誤 差		標 準 偏 差	コ ー ス 番 号
	位 置	高 さ		
1	5.19 ^m	3.99 ^m	2.96 ^m	C-1
2	1.40	3.60	2.71	C-2・3
3	5.10	3.93	2.52	C-4・5
4	2.89	3.08	3.10	C-6・7・8

3-3 正射投影写真図作成

3-3-1 概 要

正射投影写真図は、従来使用してきた地形図の精度と、航空写真の写実性を併せもつた新しい地図といえる。地形図が記号が主となるため、表現が限られていたのに対し、写真図は、写真のもつ情報がすべて読みとれ、さらに中心投影の写真を正射投影に変換し、等高線、標高点も描入し、計画図として十分活用できるものとなっている。ヨーロッパ諸国では、国土基本図の大部分が正射投影写真図であり、アメリカやカナダでは、国土開発プロジェクトについて使用されている。

写真は、レンズを通した中心投影であり、これを一般地図の様に正射投影にするためには、特殊な機械が必要で、すでに両ドイツやスイス等で作られている。これらの正射投影写真作成装置を分類すると、機械的な方式と解析的な方式とに大別することができる。

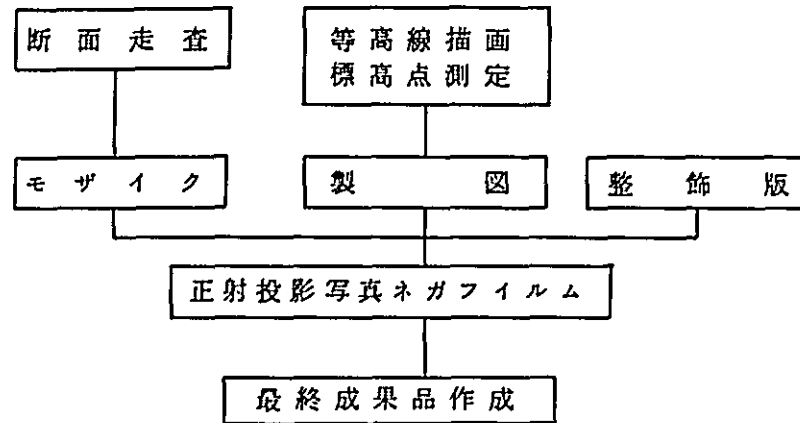
機械的な方式は、実体図化機により実体像を測定して、正射投影写真を焼付けるもので、実体図化機と正射投影焼付器との組合せからなっている。一方、解析的な方式は映像相関装置により、実体像測定の代りに解析的に多くの点の標高を算出して、正射投影写真を焼付ける方式である。

又、作業方法的に区分すると、直接法と間接法とに分類することができる。直接法とは、地形データの取得と正射投影写真の焼付けとを直結して同時に実施する On-line 方法で、実体図化機と正射投影焼付器とが連結されている。間接法とは、地形データの取得と正射投影写真の焼付けとを切離して行う Off-line 方法で、地形データの測定記録は何らかの方法で記録され、又、プリンターの側にも記録された地形データを読取る装

置が付いている。

本作業では、機械的で直接法的方式により、スイスWILD社製A-8 PPO-8を使用した。

作業工程は下図の如く行つた。



3-3-2 断面走査

(1) 標定

実体図化機A-8にポジフィルムをセットし、内部定位、相互標定、対地標定を行う。

(2) 正射投影装置への接続

ドラムにフィルムをセットし、焼付縮尺を決定する。次にSlit-Maskを挿入し、アナログコンピューターへの左側投影器に関する標定要素を設定し、走査速度の決定を行い、補正装置へのデータ導入を行う。

(3) 走査

Z盤からZを切り離し、Yハンドルに接続し、Zの動きを駆動し走査させる。走査の巾は、平地8mm、山地4mmで行つた。

3-3-3 等高線描画

(1) 等高線描画及び標高点測定

一方で断面走査を進めながら、他の実体図化機により、等高線の描画と標高点の測定を行つた。

等高線間隔は、主曲線5m

標高点間隔は、図上約10cmに1点

とした。

(2) 製 図

ポリエステルベース上に、等高線及び標高点を製図し、さらに地名、川名等の注記を記入した。

(3) 整飾版

セネガル地理局との打合せによる整飾版をポリエステルベースに作成した。

3－3－4 モザイク及びネガフィルムの作成、走査された各モデルのネガフィルムからポジフィルムに焼付け、所定の図郭割に従がつて編集した。

この上に等高線版及び整飾版を重ねて複写し、正射投影写真図のネガフィルムを作成した。

3－3－5 納入成果品の作成

ネガフィルムより、成果品であるポジフィルム及び印画紙をそれぞれ納入部数焼付けた。

使用材料は下記の通りである。

- (1) 複写ネガフィルム：フジグラビアフィルム
- (2) ポジフィルム ：フジプロジェクションフィルム
- (3) 印 画 紙 ：フジC H印画紙
- (4) 正射投影フィルム：サクラSH175フィルム

