

マリ国
キタ地域国家基礎地図作成調査
事前調査報告書

平成10年4月

国際協力事業団

序 文

日本政府は、マリ共和国政府の要請に基づき、同国のキタ地域国家基礎地図作成に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成10年1月26日より2月7日までの13日間にわたり、建設省国土地理院地理調査部長 永井信夫氏を団長とする事前調査団（S／W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、マリ共和国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS／Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年4月

国際協力事業団

理事 佐 藤 清



高精度トラバース点がある残丘；
12度平行圏測量により設置された高精度トラバース測 量の基準点がおかれている残丘状の高まり。12度平行圏測量は、マリ共和国で行われた唯一の測地測量で、高精度トラバース測量により北緯12度線に沿って実施された。この地域では、おおむねダカルとバマコを結ぶ鉄道に沿っている。



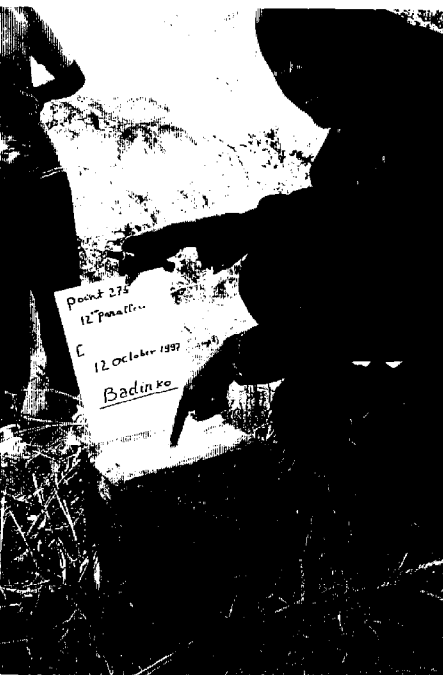
丘の上の高精度トラバース点；
金属製の鋏が岩盤に打ち込まれている。



隣接する高精度トラバース点のある残丘；
トラバース点は約20キロメートル毎に設置されている。残丘は視通がよいので基準点がおかれていることが多い。



別の天文測量点；
人物が腰掛けているコンクリート製の台が標石だ。形はいろいろあるようだ。



平地におかれた高精度トラバース点；
平地ではコンクリート製の標石になり、中央に金属製の鋏が埋め込まれている。



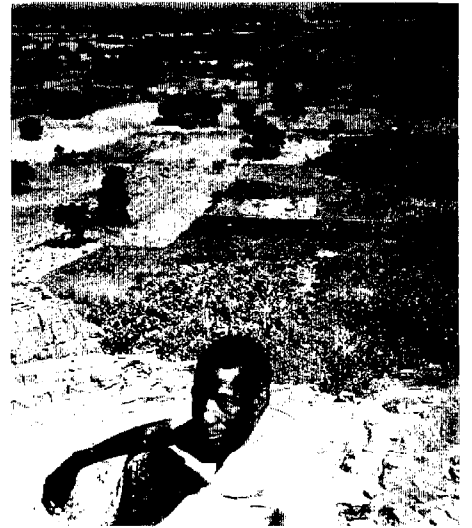
天文測量点；
マリ共和国の基準点のほとんどは天文測量によって設置されたものだ。この点は標石が新しいので再設された可能性がある。



地盤上の水準点；
適当な構造物がないときは、このようにコンクリート製の標石を設置し、その横に水準点を取り付けられている。



水準点；
水準点は建物、橋梁等人工構造物に取り付けられていることが多い。金属製の円柱が横向きに取り付けられており、円柱の上部には突起がある。その突起が水準点だ。



方形に区画された農地；
多くの農地は方形になっている。



集落とその周辺の土地利用；
この集落は大きな建物が多いが、一般には円形の小家屋が主体だ。集落の周辺には農地がある。我々が調査した範囲では、集落間の距離が十分あるので、隣接する集落と農地が接することはないようだ。



方形区画の農地；
方形区画の農地を地上からみたところ。右奥がソルダム、左が綿花、右手前は休耕地のようだ。キタ市周辺では残丘以外はこのような平原になっている。



綿花畑；
キタ市南方は丘陵地になっている、その頂面はこのように緩い起伏の緩斜面になっており、農地として利用されている。手前が綿花で、右後方がソルダム、このほか、ミレットとピーナッツも多い。



休耕地；
しばらく耕作を続けると休耕することがある。その場合このように雑草が茂り、荒地との判別がやや困難になる。



長老；
集落には長老がいる。部外者が集落に入る際には、まず長老に挨拶するのが慣例のようだ。



集落内部；
集落では、円形の小家屋が中庭を囲んで環状に置かれており、それがおそらく一族をなしている。この環状の家屋群がいくつか集まって一つの集落を構成している。



パコイ川；
調査地域内では比較的大きい川である。調査地域では道路に橋がないが、ここは平原地帯であり、容易に渡河できた。



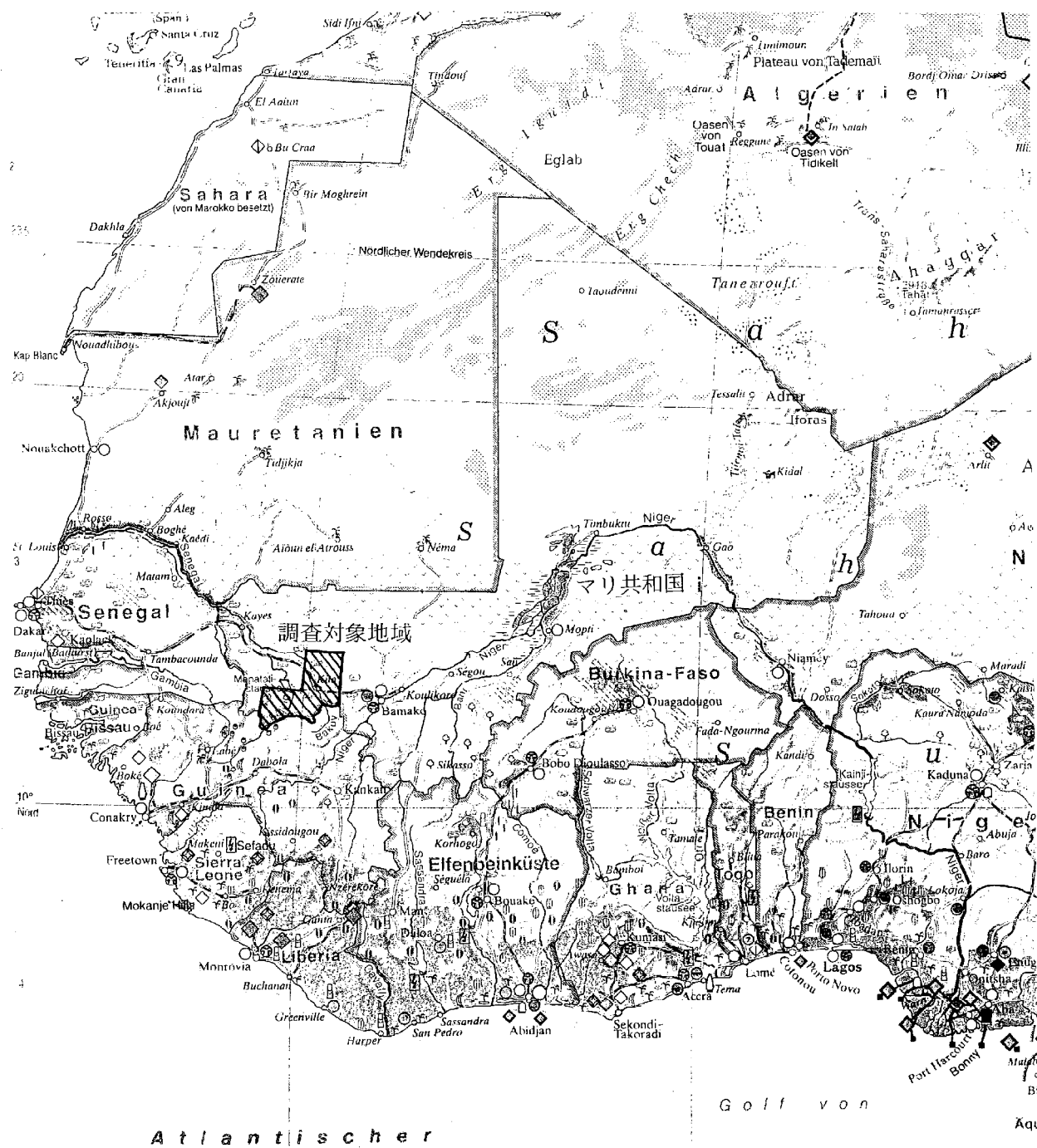
丘陵地帯の渡河地点；
丘陵地帯では川が深く浸食しているので、渡河地点はこのように険しくなる。



調査地域の道路；
舗装されていないので、時には見失うこともある。この4輪駆動車で調査を行ったが、ぬかるみなどでしばしば行き詰まった。



ガソリンスタンド；
調査地域ではキタ市内しかガソリンが入手できない。



調査対象位置図

目 次

序 文
写 真
地 図

第1章 事前調査の概要	1
1－1 事前調査実施の経緯	1
1－2 調査団の構成	1
1－3 調査の日程	2
1－4 カウンターパート機関との協議の内容	3
1－5 全体的所感	5
1－6 訪問先及び面談者	6
第2章 本格調査実施への提言	8
2－1 本格調査の目的	8
2－2 調査実施の基本方針	8
2－3 本格調査の工程	10
2－4 各工程の要点	11
2－5 本格調査への留意事項	23
2－6 調査団の構成	25
第3章 マリ国における今後の地図整備のあり方	31
3－1 マリ測量局の地図整備力	31
3－2 民間企業との業務分担の考え方	31
3－3 今後のマリ測量局業務体系とその推進方法	32
3－4 本格調査実施の意義	32
3－5 セネガル測量局の近況	32
付属資料	
資料1 要請書	37
資料2 協議結果	46
2－1 予備調査の Minutes of Meeting	46
2－2 事前調査の Scope of Work 及び Minutes of Meeting	63

資料3 調査対象地域の概要	77
3-1 マリ国の自然環境	77
3-2 マリ国の社会経済の概況	79
3-3 調査地域の概要	84
3-4 現地踏査の結果	86
資料4 主な基本図利用機関の動向	92
4-1 公共事業・交通省公共事業局(DNTP)	92
4-2 鉱業・エネルギー省地質鉱山局(DNGM)	92
4-3 地方開発・水道省村落整備局(DNAER)	92
4-4 地方開発・水道省水利・エネルギー局(DNHE)	93
資料5 マリ国における基本図などの整備状況	99
5-1 基本図の整備状況	99
5-2 空中写真の整備状況	103
5-3 基準点の整備状況	103
5-4 主題図の整備状況	109
5-5 測量に関する規程類	109
資料6 カウンターパート機関の状況	110
6-1 組織の概要	110
6-2 組織体制	110
6-3 予算	113
6-4 測量関係長期計画	114
6-5 職員の技術力	114
6-6 保有機材	115
6-7 IGN France-International の測量成果数値化援助	116
6-8 民間測量会社の状況	117
資料7 参考文献リスト	118

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査実施の経緯

マリ国(面積:124万平方キロメートル、人口:980万人)政府は国家開発計画の重要分野に鉱物資源開発を掲げ、民間投資の誘致などに積極的に取り組んでいる。調査対象地域は首都バマコの西方に位置する同国南西部地域で、森林資源にも恵まれ、環境保全に留意した農村開発、工業投資などの社会経済開発を総合的に行うべく国家開発計画が進められている。

1991年から1993年には、JICA開発調査「ブグニ地域資源開発調査」が行われ、マリ南西部地域に、金鉱脈をはじめとする鉱物資源埋蔵の可能性が提示された。

調査対象地域はマリ国内において降水量が多く、現在、世銀やGTZ(ドイツ)による農業開発プロジェクトが進められている。加えて、同地域には国営の綿花工場が存在し、流通の効率化のために首都バマコとの間を結ぶ幹線道路の改修が計画されており、これら各種開発計画を促進するための基礎情報である国土基本図が必要とされている。

しかし、マリ国の国土基本図である縮尺5万分の1地形図は、合計2080区画のうち32区画が1988年にフランス国の援助によって作成されているのみであり、また、開発計画の進む調査対象地域では1950年代にフランス国によって作成された縮尺20万分の1地形図が存在するのみである。なお、現在はフランス国を含めて地形図作成に係る援助は行われていない。

上記の背景の下、1995年9月8日付けでマリ国はキタ地方を含む南西部地域における地形図の作成を日本政府へ要請し、1998年2月3日にS/W署名・交換した。

1-2 調査団の構成

予備調査及び事前調査の日程は、表1-1、表1-2のとおりである。

表1-1 予備調査団の構成

氏名	担当	所属	派遣期間
中条賢治	総括	建設省国土地理院測地図国土基本図課長	10月20日～11月2日
杉山正憲	精度管理計画	建設省国土地理院地図部研究官	10月4日～10月12日
小澤知幸	調査企画	国際協力事業団社会開発調査第一課	10月20日～11月2日
谷岡誠一	基本図計画	国際建設技術協会	10月4日～11月13日
馬籠弘志	調査事業計画	国際建設技術協会	10月4日～11月13日
宮坂力蔵	技術移転計画	国際建設技術協会	10月4日～11月7日
松原雅男	通訳	日本国際協力センター	10月4日～11月9日

表1-2 事前調査団の構成

氏名	担当	所属	派遣期間
永井信夫	総括	建設省国土地理院地理調査部長	1月26日～2月7日
杉山正憲	精度管理計画	建設省国土地理院地図部研究官	1月26日～2月7日
小澤知幸	調査企画	国際協力事業団社会開発調査第一課	1月26日～2月7日
谷岡誠一	基本図計画	国際建設技術協会	1月26日～2月7日
松原雅男	通訳	日本国際協力センター	1月26日～2月7日

1-3 調査の日程

予備調査及び事前調査の日程は、表1-3、表1-4 のとおりである。

表1-3 予備調査の日程

日順	月日	曜日	行 程	宿 泊 地	調 査 内 容
1	10.4	土	成田～パリ	パ リ	移動
2	5	日	パリ～バマコ	バ マ コ	移動
3	6	月		バ マ コ	外務省、都市開発住宅省表敬、測量局協議；要請内容確認
4	7	火		バ マ コ	測量局協議；要請内容確認、Q／N回答確認、組織体制
5	8	水		バ マ コ	測量局協議；Q／N回答確認、組織体制、既存地図など収集
6	9	木		バ マ コ	村落整備局ヒアリング、地図の需要、流通調査
7	10	金		バ マ コ	水利エネルギー局、地質鉱山局、公共事業局ヒアリング、杉山帰国
8	11	土	バマコ～キタ	キ タ	移動
9	12	日		キ タ	現地調査；協力体制、生活環境調査、水準点標識調査
10	13	月		キ タ	現地調査；基準点標石調査、地域特性、生活環境調査
11	14	火		キ タ	現地調査；基準点標石調査、地域特性、生活環境調査
12	15	水	キタ～バマコ	バ マ コ	移動
13	16	木		バ マ コ	測量局調査；既存調査資料収集、機材稼働状況調査
14	17	金		バ マ コ	測量局調査；既存空中写真保有実態調査
15	18	土		バ マ コ	資料整理など
16	19	日		バ マ コ	現地調査；首都南西モンマンデー周辺地域特性、生活環境調査
17	20	月		バ マ コ	測量局調査；技術評価一空中写真判読
18	21	火		バ マ コ	測量局調査；技術評価一電算処理、中條、小澤着任
19	22	水		バ マ コ	外務省、都市開発住宅省表敬、測量局協議；M／M
20	23	木		バ マ コ	測量局協議；M／M、物価調査
21	24	金		バ マ コ	測量局協議；M／M、資機材価格調査、測量会社実態調査
22	25	土		バ マ コ	団内打合せ；M／M協議の調整など、資料整理など
23	26	日		バ マ コ	現地調査；首都東方クリコロ周辺地域特性、生活環境調査
24	27	月		バ マ コ	測量局協議；M／M、英仏署名文書作成方法等
25	28	火		バ マ コ	測量局協議；英仏署名文書確認、署名文書作成
26	29	水		バ マ コ	測量局協議；M／M署名交換、宮坂マラリア発症
27	30	木	バマコ～ダカール	ダカール	移動、移動後宮坂入院（11月5日まで入院後、帰国）
28	31	金		ダカール	在セネガル日本大使館、JICA事務所報告、中條、小澤帰国
29	11.1	土		ダカール	セネガル測量局調査、現地調査；既往援助地域
30	2	日		ダカール	現地調査；既往援助地域
31	3	月		ダカール	資料整理など
32	4	火	ダカール～パリ	パ リ	移動
33	5	水		パ リ	在パリJICA事務所報告
34	6	木		パ リ	仏地理院調査；マリ測量局への援助計画、空中写真撮影委託
35	7	金		パ リ	仏インターグラフ社調査；マリ測量局への情報処理機材導入計画
36	8	土	パリ～フランクフルト	フランクフルト	移動、松原帰国
37	9	日		フランクフルト	資料整理など
38	10	月		フランクフルト	G T Z調査；マリ測量局への援助実績、地図関係援助政策
39	11	火	ミュンヘン日帰	フランクフルト	マップスジオシステムス社調査；マリ国での空中写真撮影実績、同委託
40	12	水	フランクフルト～	機 中 泊	移動
41	13	木	成田		帰国

注）敬称略

表 1－4 事前調査の日程

日順	月日	曜日	行 程	宿 泊 地	調 査 内 容
1	1.26	月	成田～パリ	パ リ	移動
2	27	火	パリ～バマコ	バ マ コ	移動
3	28	水		バ マ コ	外務省、都市開発住宅省表敬、測量局協議；S／W
4	29	木		バ マ コ	団内打合せ；S／W、M／M協議の調整など、資料整理など
5	30	金		バ マ コ	測量局協議；S／W、M／M、環境省保管既往空中写真調査
6	31	土		バ マ コ	現地調査；首都近傍地域特性、生活環境調査
7	2.1	日		バ マ コ	団内打合せ、資料整理など
8	2	月		バ マ コ	測量局協議；英仏署名文書確認、署名文書作成
9	3	火	バマコ～ダカール	ダカール	測量局協議；S／W、M／M署名交換、移動
10	4	水	ダカール～パリ	機 中 泊	在セネガル日本大使館、JICA事務所報告、移動
11	5	木		パ リ	在パリJICA事務所報告、資料整理など
12	6	金	パリ～	機 中 泊	移動
13	7	土	成田		帰国

1－4 カウンターパート機関との協議の内容

カウンターパート機関との主要議論は以下のとおりである。

(1) カウンターパート機関

本件調査のカウンターパート機関は、都市計画住宅省測量局（以下「マリ測量局」という。）であることを調査団とマリ側は確認した。

(2) 要請地域における調査の必要性

マリ測量局は、キタ地方とその周辺地域におけるインフラ開発計画及び地域開発に縮尺 5 万分の 1 地形図が必要であることを説明し、調査団はこれを理解した。

(3) 調査名

対象範囲を明確に示すため、調査名を「The National Topographic Mapping of The Republic of Mali in The Kita Area」とすることで合意した。

(4) 調査範囲

マリ南西部に位置するキタ地方を対象とし、面積約 3 万 1,000 平方キロメートル、縮尺 5 万分の 1 とすることで合意した。

(5) 調査方法

調査団は 5 万分の 1 地形図を作成する手法として、以下を提案した。

- 1) 新規に取得する衛星画像とコンピューター地図作成システムを使用してデジタルマップを作成する。

2) 地物情報は航空写真(縮尺5万分の1)より判読する。

マリ測量局は道路や灌漑整備のマスタープラン策定のために、5万分の1地形図の高さの精度の重要性を主張した。調査団はこれを理解し、高さの精度を確保するために、必要なジオイド測量と標定点測量を実施することを提案し、マリ測量局はこれを合意した。

(6) 航空写真撮影

本件調査範囲のうち、G T Z (ドイツ国)がマリ国環境省への援助の一環として1995年に撮影した航空写真が存在する範囲は右写真を活用することとし、右写真の撮影されていない範囲及び右写真が雲などの影響により不鮮明な範囲については新規に航空写真撮影をすることで合意した。

なお、天候不順による新規撮影の期間延長は1年を上限とし、代替策については協議のうえ決定する旨合意した。

(7) 地名などに関する情報提供

調査団は地図編集に必要な地名、行政界、国境についてマリ測量局からの情報提供を要請し、マリ測量局はこれを合意した。

(8) 技術移転

本件調査完了後もカウンターパートが独自に地形図データを維持・更新できるように、日本側調査団の技術指導のもと、カウンターパート自らが主要な各工程に参加することで合意した。なお、マリ測量局から10名のカウンターパートをマリ国側の負担で参加させる旨申し入れがあり、調査団はこれを了解した。

また、マリ測量局から、日本での研修の実施について強い要請があり、調査団はこの要請をJ I C A本部へ伝える旨約束した。

(9) 調査用資機材の譲渡

マリ測量局から、本件調査の実施のために使用する資料や調査用機材を、本件調査終了後に同局へ譲渡することを要請し、調査団はこの要請をJ I C A本部へ伝える旨約束した。

(10) 成果の公開

調査団は、本件調査で作成される地図情報はすべて公開とすることをマリ測量局に要請し、マリ測量局はこれを了解した。

1-5 全体的所感

本調査では、カウンターパート機関をはじめとする関係機関の協力により、円滑に協議は進行された。また、キタ地方での現地踏査ではカウンターパート機関からも同行するなど、マリ国側の本件調査に寄せる期待と熱意が感じられた。

マリ国では、全国をカバーしている地形図は縮尺 20 万分の 1 であるが、作成から 40 年近く経過しているため現状との乖離が生じている。縮尺 5 万分の 1 地形図はマリ政府により国土基本図として決定されているが、全体 2080 面のうち、いまだ 32 面が整備されているのみである。また、都市計画住宅省では 1995 年から 3 年計画で縮尺 5 万分の 1 地形図の整備計画を立てたが、マリ測量局には十分な技術力や機材がそろっているとは言い難い状況であるとともに、過去にはフランス国によって地図作成に係る援助がなされていたものの、現在は同種の援助は行われていない。また、要請にある調査範囲(キタ地方)はマリ国の重点開発地域であり、今後、農業や綿花工場建設を中心として大きく発展が期待され、農地開発のための灌漑整備や流通網確保のための道路建設などが計画されている。これらをかながみるに、日本による本件調査実施の意義は大きいものと思われる。

協議においては、マリ国側より国土基本図としての高さの精度確保とともに広域な範囲(約 3 万平方キロメートル)での地図作成が求められた。この要請は、上記の諸計画の実現や、マリ国の広大な国土面積(約 124 万平方キロメートル)をかながみるに十分理解できるものである。これらを満たすとともに効率的な事業の実施、加えて本格調査終了時にはマリ国測量局職員自身によって地図作成・更新を実施できるような技術移転が重要との観点から、本予備調査団では、衛星写真と航空写真を併用するとともに必要な標定点測量を実施し、デジタルデータを作成する案を提示し、マリ共和国の合意を得た。

また、本件調査はマリ国の国家開発の基礎情報となる国土基本図を作成するものであり、マリ国の自立支援をかながみるに、所要の精度を確保することは当然ではあるが、それ以上にマリ測量局独自による地形図作成を実現することが重要と思われる。

よって、本格調査実施に際しては、地形図作成の各工程においてカウンターパートの活用を図り、これを支援・指導するに必要な日本側調査団員を配置すべきである。なお、マリ測量局からは、調査期間中 10 名のカウンターパートを常時提供する旨申し入れを得ており、彼らへの効果的かつ効率的な技術移転を実現するために、あらかじめ技術移転プログラムを作成することも有効と思われる。また、現地調査において使用した資機材の譲渡や、日本での研修についても併せて検討すべきと思われる。

マリ国では、いまだデジタル地図の整備はなされていないが、測量局や環境省などが中心となって GIS の整備の必要性をとらえているところであり、本件調査で作成される地形図データや移転される技術が、マリ国の地理情報近代化の基盤を成すものと期待される。

1 — 6 訪問先及び面談者

Direction Nationale de la Cooperation Internationale (DNCI)

Mamadi Traore; Directeur National de la Cooperation Internationale

Moussa Kouyyate; Responsable de la cooperation Mali-Japon chef du Department Asie, Europe de l'Est et le Monde Arabe a la DNCI

Ministre de l'Urbanisme et de l'Habitat (MUH)

Ali Sankare; chef de cabinet du MUH

Gaoussou Diarra; Conseiller Technique au MUH

Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie (DNCT)

Issa Coulibaly; Directeur National de la Cartographie et de la Topographie

Diakalia Ouattara; Directeur Adjoint de la Cartographie et de la Topographie

Aliou Coulibaly; chef de la Division des Infrastructures de Base a la DNCT

Mamadou Camara; Ingenieur Topographe

Modibo Camara; Ingenieur Topographe

Amadou Singare; Geometre a la Direction Nationale de la Cartographie

Yala Sidibe; Geometre a la Direction de la Cartographie

Bakari Diarra; Geometre Division Regionale de la Cartographie et de la Topographie Koulikoro

Direction de l'Amenagement et de l'Equipement Rural (DNAER)

Yafong Berthe; Directeur National de la DNAER

Soumaila Samake; Directeur National Adjoint DNAER

Yacouba Doumbia; charge de amenagements

Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie (DNHE) 1997.10.10 10:00

Amadou Tandia; chef Division Energie Interim DNHE

Karaba Traore; chef Section Hydraulique Rurale

Amadou Guindo; chef Projet Hydraulique Villageoise Eraolication du ver ole Guinee

Direction Nationale de la Geologie et des Mines (DNGM) 1997.10.10 15:00

Cheick Oumar Sissoko; Directeur National Adjoint

Direction Nationale des Travaux Publics (DNTP) 1997.10.10 16:00

Sekou Mactar Kone; Directeur National des Travaux Publics

Moolibo Kone Derbele; chef de la Division des Etudes Techniques des Travaux

Kita Cercle

Souleymane Diabate; Commaudant de Cercle

DIAMA Groupe CFAO (トヨタ自動車代理店)

Guindo Mamadou; chef de Ventes

SAMTCO 社 (日産自動車代理店)

Michel Madani

BETRAM (三菱自動車代理店)

Ousmane Diakite; Agent Commercial

Societe d'Etudes Topographiques et Environnementales Appliquees (SETEA)
Amadou Soumare; Directeur

Societe d'Etudes Techniques et d'Application (SETA)
Sory Ibrahima; Directeur

Cabinet BERTC
Daouda Coulibaly

Maps Geosystems Bamako
Siriman Dembele; Representant Local
Fouad Nseir; GIS Coordinator

TATA GROUPE (キャノン代理店)
Francouis Kone

IGN France International
Jean Claude Gourdon; Directeur Regional
Patrick Derouet; Survey Engineer, Regional Manager

Intergraph France
Patrick Dolemieux; Directeur, Division Infrastructure SIG≠Genie Civil≠Reseaux
Pascal Hameury; Responsable Technique, Division Infrastructure SIG≠Genie Civil≠Reseaux
Michel Serbah; Ingenieur d'Affaires, Division Infrastructure SIG≠Genie Civil≠Reseaux

Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ)
Ekkehard Dudech; Division Sahel et Soudan
Berthold Hansmann; Planning Officer, Multisectoral Urban and Rural Development Programmes

Maps Geosystems Munchen
Gerhard Thaller; Managing Director

GAF
Wolfgang Batz; Prokurist

Spot Image
Francois Begaud; North East Asia Sales Manager

テクノコンサルタンツ株式会社(スポット社代理店)
角野伊佐夫; 技術第一部副主任部員

マリ派遣専門家
小原 実; マリ鉱山・エネルギー・水利省地質・鉱山局技術顧問

第2章 本格調査実施への提言

2-1 本格調査の目的

本調査の目的は、第1に、このキタ地域で5万分の1地形図を整備し、これを基に総合的な地域開発計画や公共施設の基本計画が作成され、その結果、公共事業の効率化と事業コストの低減が図られること、第2に、今回作成された地図が、今後の同縮尺の地図整備のモデルを形成すること、第3に、キタ地域での5万分の1地図整備過程でマリ測量局のカウンターパートに最新の効率的な測量及び地図作成技術を移転し、マリ測量局が自らの手で本調査で作成した地図の維持管理を行い、条件が整えばそのカバーエリアを拡大できるようにすることである。

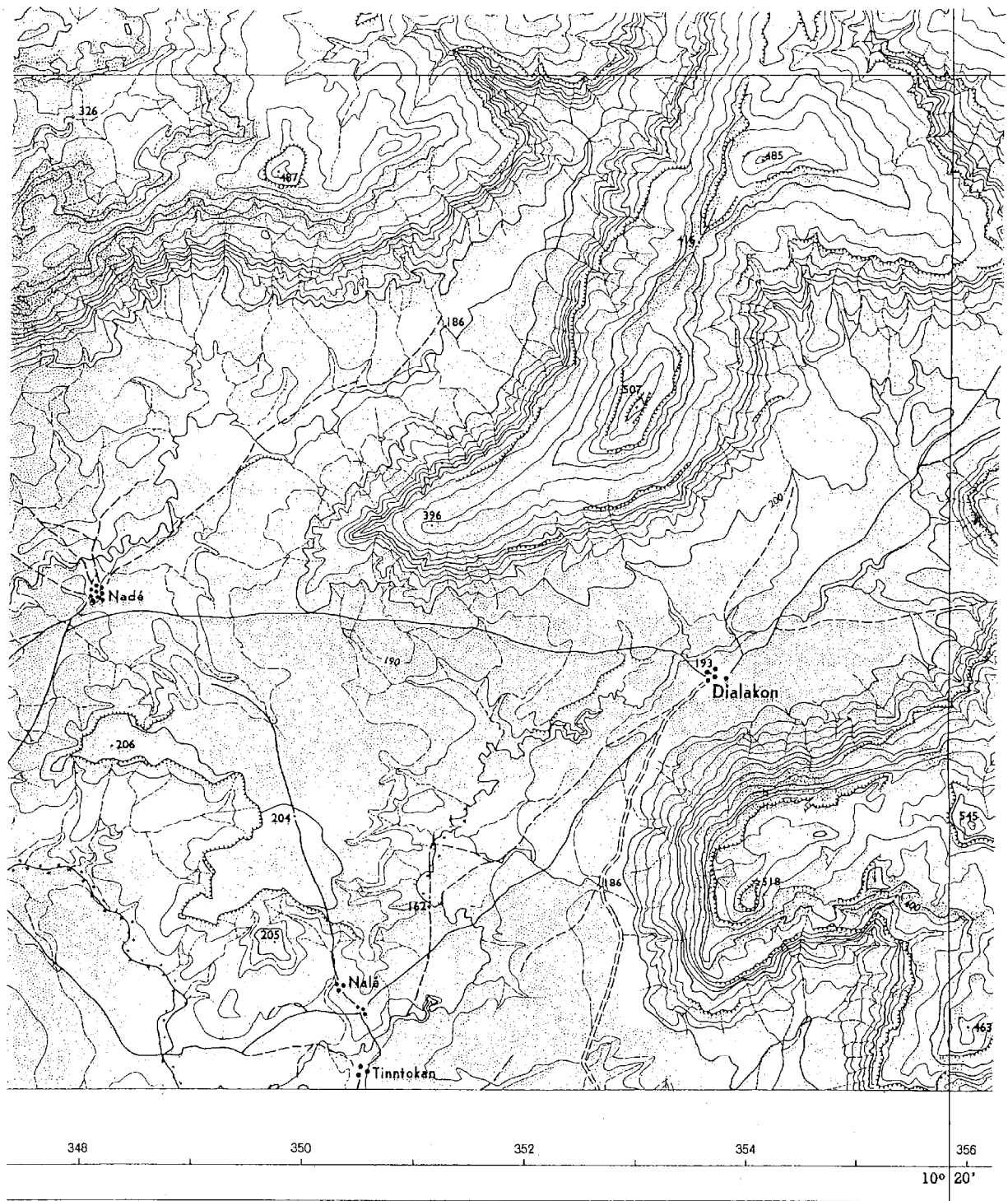
2-2 調査実施の基本方針

作成する地図の主な利用目的が道路、灌漑水路など公共施設の基本計画作成であり、20万分の1地図に比較して数段高い精度が要求されていること、キタ地域は緩傾斜の丘陵地帯であることから等高線の精度に対する要求が高いことなどから、高さの精度は航空写真測量により作成された5万分の1地形図と同等の精度にする必要がある(図2-1)。すなわち、一般斜面では等高線間隔20メートル、緩傾斜面では、10メートル間隔の間曲線を挿入できる精度が必要である。

また、要請地域は農業、林業など土地利用型の産業開発が重要な地域であり、広域を計画単位とすればするほど公共事業の総合化、効率化が進む地域である。したがって、その基礎資料である地図についても、広域をカバーすればするほどその整備効果が高まることから、このプロジェクトにおいても3万平方キロメートルを超える要請地域の全域について新規に地図情報を作成することが効果的である。

このため、人工衛星データを用いて能率的に地図情報を作成することとし、この方法の弱点である高さの精度については、簡便な方法で高さの標定点を多数設置し、これを用いて衛星データから自動的に作成した標高データの補正を行い、その精度向上を図るものとする。

マリ政府の財政状況、マリ測量局の予算実績などを勘案すると、マリ測量局自身による基準点測量の実施、人工衛星データの購入、航空写真の撮影は困難と思われる。同様の理由から図化機及び印刷機の維持管理も困難と思われる。このため、必要な基準点データ、人工衛星データ、航空写真は外部資源により供給されるという前提で、それ以降の工程、すなわち主としてパソコンとその周辺機器により、5万分の1地図を新規に作成するとともに既往5万分の1地図を修正し、インクジェットなどのプロッターで出力して、需用者に供給するまでの技術を移転するものとする。この場合、図化機及び印刷機を用いる必要はない。



Echelle : 1 / 50.000



図 2 - 1 調査地域隣接地の 5 万分の 1 地形図 (バフッラベ地区)

2-3 本格調査の工程

本格調査の工程は、S/Wに記載されたとおりであるが、これを更に詳細に記載すれば以下のとおりである。

(1) ジオイド測量

選点埋標

水準測量

G P S 測量

(2) 基礎地図数値データ作成

衛星画像の入手

航空写真の入手

標定点測量

空間三角測量、数値地形モデルの作成、正射衛星画像の作成

写真判読

現地調査

数値図化(数値地形モデルの補正、等高線描画含む)

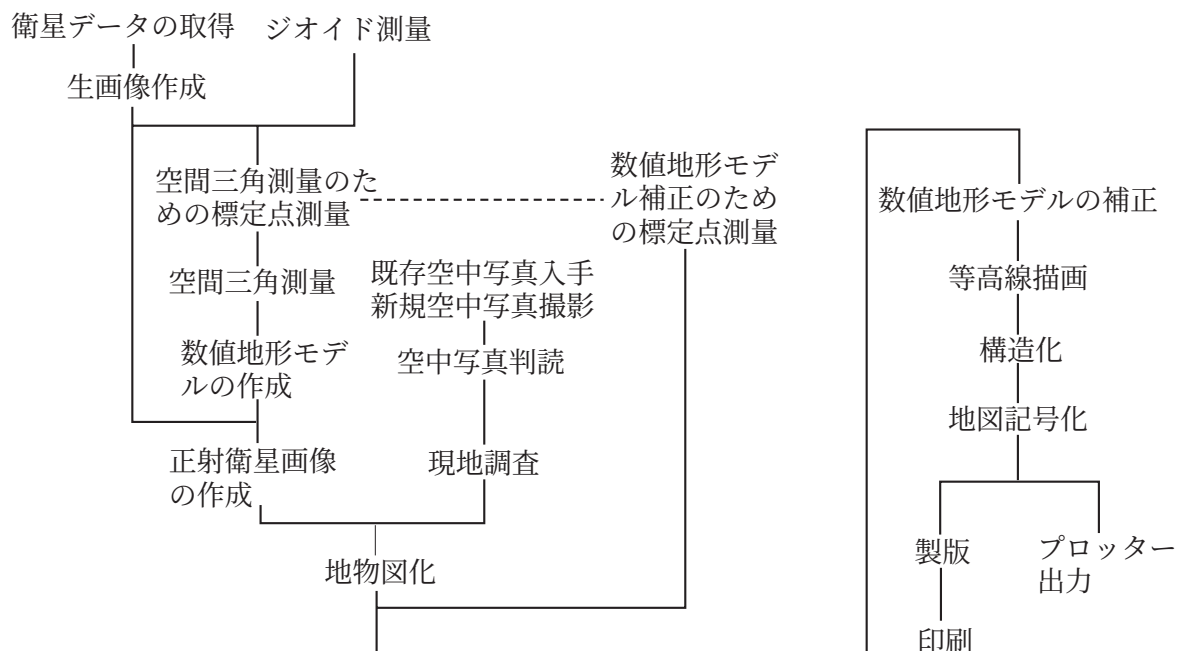
現地補測

構造化データの作成

(3) 基礎地図複製

(4) 基礎地図作成調査に関する技術移転

これらの工程は次のようにつながる。



また、観測・図化・編集の精度については、以下の値を目標とし、基準点測量からデータの編集までの精度のバランスを確保するものとする。

		最長観測距離	観測値の点検計算の許容範囲	
ジオイド測量	水準 環閉合	900km	$5\text{mm} + \sqrt{\text{距離 (km)}}$	3.5cm
	GPS	150km	$10\text{mm} + 2\text{ppm} \times \text{距離}$	31cm
	ジオイドマップ 水準測量の値と GPS 測量の値の差			35cm
標定点測量	水平位置の標準偏差の範囲			100cm
	標高の標準偏差の範囲			100cm
空間三角測量 三次元残差				1,000cm
図化、構造化データの精度				5,000cm (衛星画像図上 0.25mm)
地図記号化における転移の限度				10,000cm (出力図、印刷図上 1mm)

2-4 各工程の要点

2-4-1 ジオイド測量

標定点測量の方法を決定するとともに、その基準を与えるため、既存水準路線及び調査地域を横断する新設水準路線においてジオイド測量を実施し、ジオイドの状況を調査する。この測量は、標定点測量の基礎になるものであり、調査地域内において相対誤差 35 センチメートルを目標とする。

(1) 選点埋標

既存水準路線は、鉄道と一部河川沿いにしかないので、調査地域を横断する水準路線を新設する必要がある。その延長は少なくとも 500 キロメートル以上になるものと思われる（図 2-2）。

(2) 水準測量

既存及び新設路線で形成される環は調査地域を大きくはみ出すが、はみ出した部分は既存路線であり、既に成果が存在するので観測の必要はなく、このような大きな環を形成することの本調査での経費は軽微である。環の大きさは 900 キロメートル程度になるが、要求される精度から考えれば水準測量は 2 級で十分である。なお、新設した水準点については、設置直後の初期沈下が予想されることから、少なくとも設置後 50 日を経ってから観測することが望ましい。

(3) GPS 測量

GPS 測量は、既存水準路線及び新設水準路線の水準点において実施する。GPS 測量

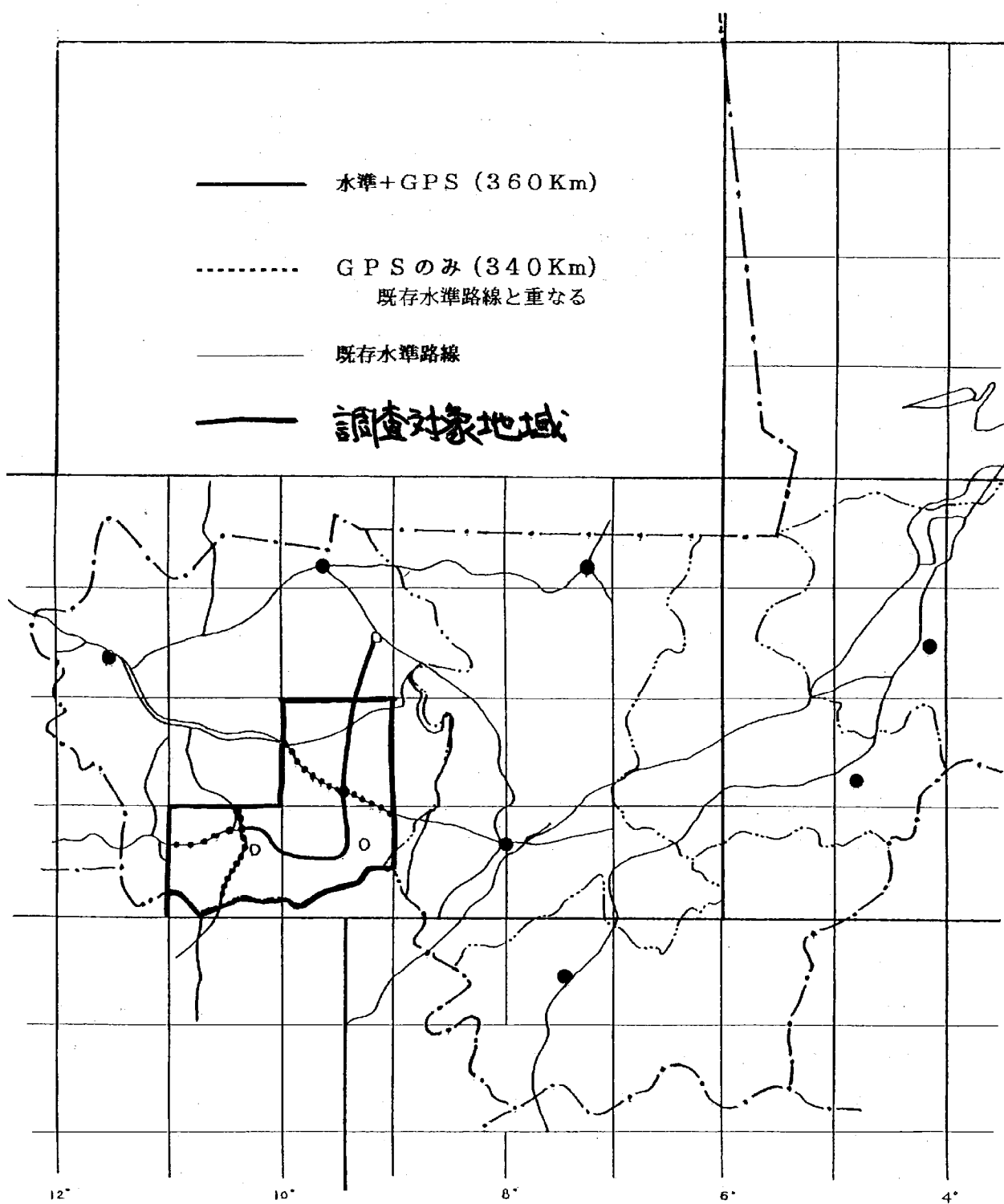


図 2—2 調査地域周辺水準路線図及びジオイド測量計画

はすべて新規観測になるので、水準路線に沿って環を形成すると調査地域外においても測量を行うことになる。このため、調査地域縁辺部の水準点を長距離GPS測量で連結して半円形の環を形成する方法が効率的である。

長距離GPS測量の精度、方法については、我が国の国土地理院が展開しているGPS連続観測網の観測成果が参考になる。GPS連続観測網では、つくば-父島、父島-本部など太平洋上の離島を結ぶ1,000キロメートルを超える基線の観測においても高さの観測値は10センチメートル程度のばらつきに収まっている。本調査で行う長距離GPS測量は、せいぜい200キロメートル以内であるので、上記観測網と同様の観測を行えば、十分であろう。このためには、2波のGPS測量機により12時間観測を行う必要がある。

2-4-2 基礎地図数値データ作成

(1) 衛星画像の入手

仮にスポット衛星のデータを利用するとした場合、調査地域を完全にカバーするには、18+4シーンについてのステレオペアが必要となる。

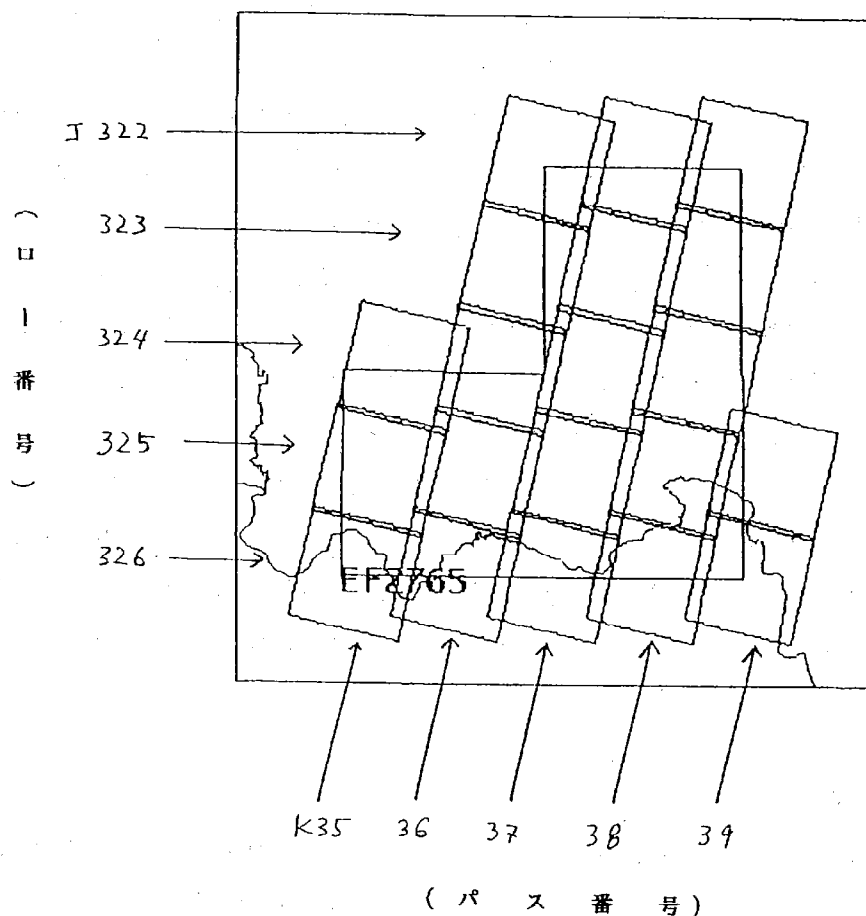


図2-3 スポットデータの必要取得シーン

(2) 空中写真の入手

空中写真は、判読のために用いるので、調査地域全域において実体視が可能なものであればよい。このための最低限の規格は、オーバーラップ 50%、サイドラップ 0 % である。また、撮影時期については、調査地域の経年変化がきわめて少ないと思われることから、最近数年内に撮影したもので十分であろう。既に述べたように、この地域の大部分においては、G T Z が 1995 年に撮影した航空写真がある。マリ測量局との協議によりこの写真を可能な限り使用することとされた。

このため、事前調査の際、版權の所在、印画焼き取得の手続き、画質などの調査を行った。

撮影当時版權を有していた地方開発環境省は、1997 年 9 月の機構改革により、現在地方開発・水道省と環境省に分離し、版權は P G R N 事務局が所属する環境省に移行した。印画焼き取得の手続きは、マリ測量局から環境省に印画焼きの許可を申請、環境省の許可書取得、許可書とともに撮影会社に印画焼きを発注、という順である。ネガフィルムは、撮影会社がおそらくギニア国コナクリの支社に保管しているとのことであった。

画質などの調査は、印画焼きを保管している P G R N 事務局に調査地域のうちキタ図葉の範囲しか印画焼きが存在しなかったので、この部分 12 コース 276 印画を対象に行った。撮影コースについては、キタ図幅の南西部と北東部で点検したが、オーバーラップは約 55 %、サイドラップは約 10% が確保されており、撮影規格を上回っていた。画質については、全数を点検したが、キタ図幅北東部と中南部に雲があった。北東部では、2 コース 3 印画の一部について厚い雲が存在し、この部分は全く判読が不可能である。中南部では、3 コース 28 印画のほぼ全域にわたり薄い雲が存在し、集落、道路などは雲を通してかすかに判読できるものの土地利用の判読は困難であった。これら不良画質の割合は約 11% である。

この写真でカバーされない部分については、新規に空中写真を撮影する必要がある。撮影の規格は、上記写真と同様で十分である。撮影時期については、マリ測量局の見解によれば、キタ地方の 12 月、1 月は霧が深く写真撮影が困難だということである。一方砂漠地帯のように、砂嵐によって航空写真撮影が阻害されるという現象は見られないとしている。参考までに、調査地域に近いフランスとドイツにおいて空中写真撮影の見積りを依頼し、下記の資料を得た。なお、マリ国及び隣国のセネガル国には空中写真を撮影する企業はない。

1) IGN-France International

撮影に使用する航空機はスーパーキングで、4 機保有している。撮影用カメラはフォワードモーション装置がついた ZeissRMK である。焦点距離 152 ミリメートルの広角レンズがついている。ディファレンシャル方式の G P S 空中三角測量システム

Trajectographieを搭載している。SERCELというシステムで後処理を行い、位置測定の精度は10センチメートルだそうである。原則としてフィルムの現像は安全で安い仏のパリ北部にある現像所で行う。かつてセネガル国でフィルムの持ち出しができなくて現地で現像したが、無駄が多い経験をしたそうである。

2) Maps Geosystems GmbH

1974年に設立された会社で、欧州、アフリカ、中近東を中心に活動しており、マリ共和国にも支社がある。撮影に使用する航空機は、コマンチェロ PA31 - 135 とセスナ 206 で、使用するカメラはフォワードモーション装置とジャイロスタビライザーがついた ZeissRMK TOP で、焦点距離 153 ミリメートルの広角レンズプレオゴンが付いている。T-FLIGHT という G P S ナビゲーションシステムを搭載している。

3) 標定点測量

空間三角測量の基準と数値地形モデルの補正の基準の 2 つの目的から標定点測量を行う。その精度はおおよそ 100 センチメートルとする必要がある。

水平方向の与点とすべき既存基準点は、その標石はいずれもよく保存されている。しかしその大部分は、精度約 30 メートル(1秒)の天文測量による点であり、その精度は、標定点測量の与点の必要精度約 10 センチメートルはおろか、標定点の精度 100 センチメートルにも及ばない。このため、これは与点には利用できない。したがって、北緯 12 度線を横断する高精度トラバース測量点を与点とする必要がある。高さの与点は、調査地域内又はその周辺に敷設された高精度水準路線上で適宜選定された水準点を利用することになる。

標定点測量の方法はジオイドの状況により次の 2 つの場合が考えられる。

ジオイドが平滑で G P S 測量により得た高さのデータが標高値に換算できる場合は、G P S 測量により水平位置と標高を同時に測定する方法が効率的である。

空間三角測量の基準とするための標定点は、水平位置の標定点及び標高の標定点合わせて約 50 点必要である。この標定点は、衛星画像のステレオペアにおいて左右画像の対応する画素ができるだけ同じ範囲をカバーするとともに、標定点が画素中心に位置する点を選定する必要がある。また、衛星画像上に正確に刺針するためには、例えば、縁が明瞭な道路を選び道路中心線の交点でなく縁辺部の延長線の交点を選定するなど、その地点の衛星画像及び現地の状況に応じて種々の工夫が必要である。このため、空間三角測量のための標定点測量については、日本人の技術者が作業班に同行し、常時技術指導を行う必要があろう。なお、既存基準点は、一般に衛星画像では目立たない場所におか

れているので、衛星画像取得前に対宇宙空間標識を設置しない限り、標定点としては利用できないものと思われる。

今回の案件では、標定点を空間三角測量の基準にするほか、衛星データによるステレオマッチングの誤差を補正するために用いるため、通常より密度の高い標定点が必要である。キタ地域の谷密度などから勘案すると、高さの標定点の密度は5～10キロメートル間隔程度が適切と思われる。この密度で点を配置すると1,200～400点になる。また、現実には標定点を置く場所としては、衛星画像上で特定しやすく、周囲の相当部分が平坦で、樹林がないところが選定されよう。そのような場所は、集落内またはその付近に見つけられることが多いものと思われる。ちなみに、ほぼすべての集落を表現していると思われる20万分の1地図により調査地域内の地名注記が付された集落数を調査した結果、全体で約990の集落が認められた。集落の中には近接しているものもあるので、全体で数百点の標定点を置くことができるものと思われる。これらのことから、本格調査では300～500点の標定点を設置するのが望ましい。この標定点の刺針は、空間三角測量の基準にする標定点に比較すれば精度を要しないので、カウンターパート機関の職員に作業を任せることもできよう。

ジオイドが不規則でGPS測量値を標高に換算できない場合は、標高の標定点測量は、旧来の簡易水準測量によらなければならない。この場合には、空間三角測量の基準を得るための標定点測量は、水平方向の標定点に関する測量と標高の標定点に関する測量を分けて実施する必要がある。

水平方向の標定測量については、三角測量、辺長測量、トラバース測量なども考えられるが、調査地域が広大であること、ほとんどの部分が平坦であること、かつ相当部分が森林に覆われており長距離を見通すことが困難であることから、やはりGPS測量により実施するのが効率的である。標定点の数は、少なくとも20点程度、空間三角測量の方法によってはより多数となる(図2-4)。

高さの標定点測量は、簡易水準測量により実施することになる。これらの標定点及び簡易水準測量路線の配置の一例を示せば、図2-5のとおりである。

数値地形モデルを補正するための標定点は、標高だけを測定すればよい。このため、適宜簡易水準測量を実施して、前述の密度で標高の標定点を設置する。

これら標定点測量は、効率的なプロジェクトの推進という観点から、測量作業の一部を現地企業に再委託することを考慮すべきである。このため、マリ測量局が選定した大手3社について、マリ測量局職員とともに訪問してその業務内容などを調査した。測量局が開店休業状態なのに比べて、これらの会社は援助プロジェクトの下請け業務で活況を呈しており、訪問時には道路建設、宅地開発などに関連した応用測量を実施していた。

マリ測量局のカウンターパートに選点、用地交渉、現地監督などを任せれば、水準点標石の埋標、GPS水準測量、簡易水準測量などを再委託することは可能と思われる。役務提供の単価は、4,000円～1万円／人日程度である。なお、マリ測量局職員の態度を見ると、これらの会社とマリ測量局は親しい関係にあるようである。

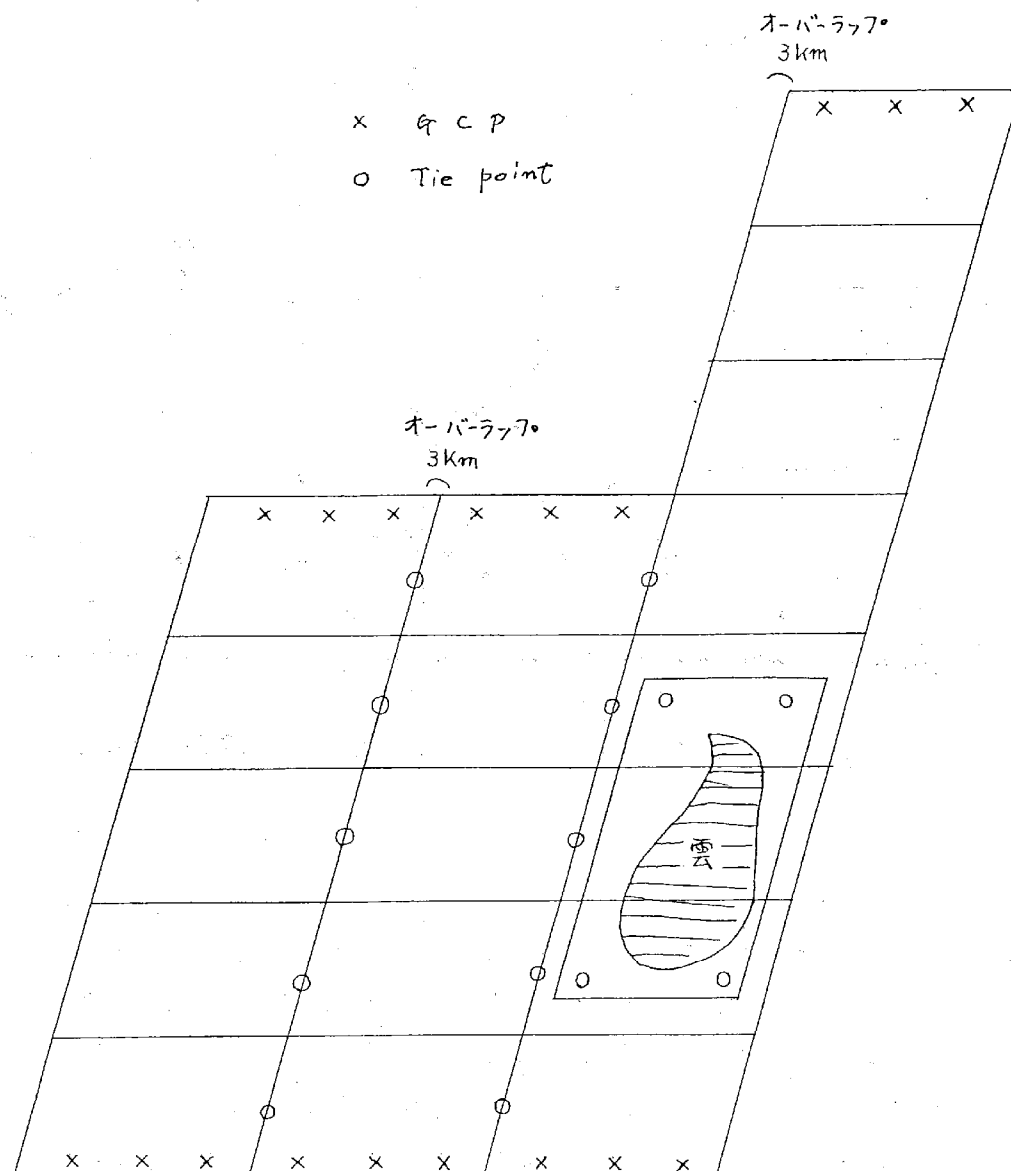


図 2-4 GCP の考え方

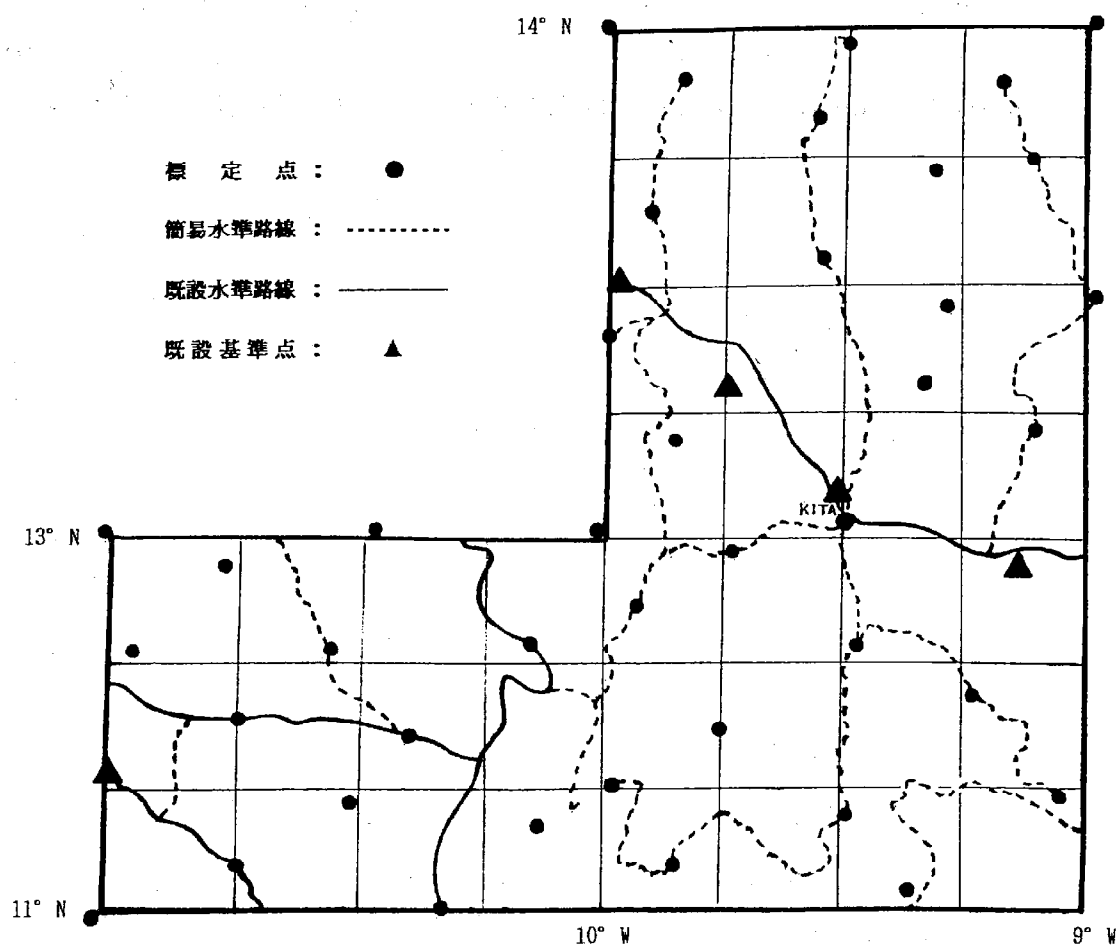


図 2-5 空間三角測量のための標定点配置及び水準測量計画図

1) SETEA 社

会社は3年前に設立され、社長は IGN-France に所属し、アルジェリア国、ナイジェリア国で仕事をしてきた経歴をもち、最終的にはナイジェリア国の測量訓練所副所長で退職した者である。道路整備などのための大縮尺の応用測量を中心に仕事をしており、地図編集にはオーストラリア国の Geocomp システムを導入している。技術者2名、高度な技能者2名、助手2名を雇用しており、雇用している者だけで水準測量などを行う班を2班編成することができ、必要な場合には外部から雇用して人員を確保するとしている。

同社は、高精度水準測量に対し、次のような提案を行った。すなわち、技術者1名、技能者2名、助手3名から現地測量チームを構成し、技術者が全体を監督するとともにひとつの班を指揮し、技能者2名がそれぞれ1班を指揮し、各班に助手がひとりずつついて合計3班を編成するというものである。ただし、高精度水準測量にもっとも望ましい機器と思われる WILD NA3003 は同社にないのでこれを調査団が持ち込むとした場合は多

少の習熟期間が必要だということで、補給関係経費は含まないという前提で、所要経費は1万7,500Fcfa/ キロメートルだとしている。単なる役務提供の単価は、表2－1のとおりである。

2) SETA 社

資本金5,000万Fcfaの有限会社で、社長も含め技術者4名、技能者8名がおり、必要なら外部から技術者を雇用することも可能だとしている。役務提供の単価は、表2－1のとおりである。

3) CABINET BERTC 社

1986年に設立された会社だが、営業は26年続けている。15年以上の経験がある非常にレベルの高い技能者を3名雇用しており、道路建設のための測量や、住宅地の測量を行っている。経営者の話によるとレベルの高い技能者をそろえ、資格はないが実際的な仕事をするをモットーにしており、したがって、仕事を取るために外部の人間を臨時雇用することはしないということである。

1級水準測量やGPSによる基準点測量に助手を役務提供することが可能で、食費、宿泊費を含む役務提供の単価は表2－1のとおりである。

2級以下の水準測量については業務を請け負うことが可能で、ひとつの班は主任技師1名、技術者1名、助手2名及び必要に応じて雇用される労務者数人から構成されるが、その1班当たり単価は、車両確保などの補給関係経費も含め、13万Fcfa／班日だとしている。

表2－1 マリ国内における民間測量技術者雇用単価見積

	SETEA 社	SETA 社	CABINET BERTC 社
技術者	60,000Fcfa／人日	900,000Fcfa／人月(30,000Fcfa／人日)	30,000Fcfa／人日
技術者	20,000Fcfa／人日	540,000Fcfa／人月(18,000Fcfa／人日)	20,000Fcfa／人日
助 手	10,000Fcfa／人日	225,000Fcfa／人月(7,500Fcfa／人日)	

(4) 空間三角測量

空間三角測量は、数値地形モデル、正射衛星画像及びそれから描画される各種地物、等高線の基礎になる作業である。5万分の1地図の各種地物の平面精度は図上0.5ミリメートル、現地で25メートル、等高線は現地で10メートルの精度が必要である。このため、空間三角測量の残差は、10メートル程度にとどめる必要がある。この精度は、地上解像力約

10メートルのスポットデータを利用するとすれば、限界に近いものの技術的に可能なレベルと思われる(European Organization for Experimental Photogrammetric Research; 1991, Keisuke KATSUTA 他)。なお、来日したスポット社職員からの聞き取りでは、注意深く選定された標定点があれば、上記精度の確保が可能であるとし、精度を確保するために最も注意すべき点の一つは、標定点測定の項で述べた刺針作業のようである。空間三角測測の方法は、1モデルごとに標定する独立モデル的な方法から、1パスごとにブロック化して標定する方法、調査地域全体を1ブロックとして標定する方法などがあるが、得られた刺針点の配置などを勘案して適切な方法を選択する。

(5) 数値地形モデルの作成

正射衛星画像及び等高線作成の基礎になる数値標高モデルは、用いた衛星データの解像力を最大限活用してできるだけ高精度に作成するものとする。仮にスポット衛星のデータを用いた場合は、データの解像力と同等の水平間隔が10メートルの数値地形モデルを作成する。

(6) 正射衛星画像の作成

空間三角測測の成果を基礎に、数値標高モデルを用いて地形の影響を除去しつつ、正射衛星画像を作成する。正射衛星画像は、空中写真判読や現地調査の成果を地図化する基礎になる重要なデータであり、幾何学的歪みを極力少なくするよう努める必要がある。

(7) 写真判読

地図に表現すべき各種地物を判読する。とともに、地形モデルの平均化処理が可能になるような平滑な地域や樹高補正が必要になる樹林地を判読する。

(8) 現地調査

写真判読で十分把握できなかった事項を中心に、地図に表現すべき地物などを調査する。

(9) 数値図化

1) 地物図化

写真判読や現地調査により把握した事項は、正射衛星画像に移写展開して幾何学的に正確なデータとし、その結果を数値化する。

2) 数値地形モデルの補正

機械的な計算処理により作成された数値地形モデルは、2種類の誤差を含んでいる。ひとつは原データの解像力に起因するランダムな誤差である。ランダムな誤差は、周囲数点を対象とする面的な平均処理により減少させることができる。平均処理を行う範囲は、写真判読などで地形の状況を把握し、その平滑度を勘案しながら平滑なところでは広く、起伏があるところでは狭く設定すると効果的である。

第2は系統的な誤差である。そのひとつは、原データが樹冠の位置を記録しているために生じるもので、機械的な計算処理により作成された数値地形モデルを含む、樹高に相当する系統的な誤差である。この誤差に対しては、適当な方法で樹高を推定し、その高さを減ずる補正を行う必要がある。樹高の補正は、これまでの経験を参考にすれば、次の方法が考えられる。

①樹冠の広がり写真を写真判読により把握するとともに、別途樹冠の広がり樹高の関係を調査し、その値により補正する。この方法は、針葉樹の植林地のように比較的成長が均一な同一樹種が分布する地域で有効であるが、自然林地や広葉樹林では適用が難しいとされている(常澄治義;1982)。

②裸地と樹林地の境界で両者の標高値の差を把握し、樹林地の標高を補正する。

③高さのGCPとその周囲の樹林地の標高値の差を把握し、樹林地の標高を補正する。

系統的な誤差の第2は、原データの幾何補正が不完全であった場合に生じるもので、標高値に緩い波状の誤差が含まれるというものである。この補正には、高さの標定点とその周囲の標高値を大局的に比較し、必要な補正を行う必要がある。

3) 等高線の描画

キタ地方は丘陵地が多く、そこでは緩く傾斜する丘陵の頂面を農地などに利用している。一部プロジェクト地域で作成されている既存の5万分の1地形図を見ると、丘陵地では20メートルごとの主曲線が2センチメートル(地上1キロメートル)程度の間隔で描かれ、ほぼすべての地域でその間に10メートルごとの間曲線が挿入されている。この地域で道路、灌漑水路などを計画するには、この程度の地形表現が必要である。このため、数値地形モデルから10メートル間隔の等高線を自動発生させ、必要な部分を20メートル間隔に間引いて等高線を作成する。また、必要な場合は、現地調査のために4倍に引き延ばした空中写真を実体視しておよその等高線を描き、これを基に等高線の細部を修正する。この方法は、傾斜の大勢を判断することは難しいが、大勢が分っている場合にその細貌を描画するためには有効であり、1万分の1空中写真の肉眼実体視による等高線描画の精度は、緩傾斜地で1~2メートルだとされている(武田通治;1949)。

4) マリ測量局職員による数値図化のためのコンピューターシステム

数値図化、構造化データの作成、基礎地図複製については、マリ測量局職員がその一部作業を分担し、実際の業務を経験しながら技術を習得することが望ましい。このため、必要なコンピューター機器をマリ測量局に持ち込む必要がある。マリ測量局では、既にドイツ国の援助でパソコン及びその周辺機器、関連ソフトが導入されており、新たにフランス国の援助で新しいパソコン関連機器が導入される予定になっている。前者はアーキインフォを基礎にしたシステムであり、後者はインターグラフを基礎にしたシステムになる予定である。本格調査で持ち込む機器はこのどちらかのシステムと整合性をもつことが望ましい。仮に現地企業から機器を購入する場合、そのおよその単価は表2-2のとおりである。

表2-2 マリ国内における GIS 関連機器の購入価格見積

1. Maps Geosystems 社（見積書あり）

パソコン HP VL5	3,350,000Fcfa
モニター 21 "	2,428,750Fcfa
スキャナー HP ScanJet6100c,600dpi	1,025,938Fcfa
デジタイザー CALCOMP 34480SER A0	3,685,000Fcfa
同上マニュアル	1,088,750Fcfa
インクジェットプリンター HP DesignJet 750c	8,628,250Fcfa

2. TATA GROUPE（Francouis Kone 氏からの聞き取り）

パソコン Packard Bell 社 XLE1420	2,490,279Fcfa	以上すべて税込
XLE1431	3,253,000Fcfa	
スキャナー Canon 社 CanoScan600	851,821Fcfa	
デジタイザー 取り扱わず		
インクジェットプリンター HP Uesinjet A0 版	4,017,674Fcfa	
キャノンコピー 本体のみ	4,000,000Fcfa	
給紙装置付	5,000,000Fcfa	
原稿自動送り、ソーター付	7～8,000,000Fcfa	

(10) 現地補測

数値図化により得られたデータに、カウンターパート機関から供給された行政界、地名などのデータを重ね、ほぼ最終成果に近いデータを作成する。その結果を検討し、調査が不十分な点やデータ間で矛盾がある点について現地で最終的な検討を行う。

(11) 構造化データの作成

データが完成した後、レイヤー別情報の相互関係などを把握しつつ、各情報に属性を与える。

2-4-3 基礎地図複製

構造化されたデータは、その真位置が記録されているので、地図として描画した場合、そのままでは図が錯綜するなどにより読みにくいことが多い。これを適切に編集し、読みやすいデータに変換する。その後このデータにより製版、印刷を行い、紙に印刷された地図を作成する。

2-5 本格調査への留意事項

2-5-1 測量に係る許認可

(1) 測量の実施

マリ測量局は、マリ国内の測量行為に関しては、特別な制限はなく、許可取得の必要もない。しかし、測量のために現地に入るには、出張命令書が必要である。出張命令書は首都バマコで取得し、調査地域を管轄するキタ県当局に提出のうえ、調査の開始前に県知事のサインをもらう必要があるとしている。

予備調査において現地調査を行った時は、カウンターパートが我々の分も含め出張命令書を取得し、県知事のサインも現地への到着日、数時間で取得することができた。

また、測量のための土地への立ち入りについて、軍事地区は立ち入れないこと、動物・自然公園では立ち入りに環境省水利森林局の許可が必要であることなどに注意する必要があるとしている。

(2) 空中写真の撮影

航空機飛行許可について民間航空局、内務省、国防省などで手続きが必要だがその窓口はマリ測量局である。必要書類がそろっていれば最短で申請後10日程度で許可が下りるとマリ測量局はしている。しかし、IGN-France Internationalでの聞き取り調査では、撮影許可が直前まででないことが多く仕事がやりにくいとしていたので、注意が必要である。なお、ギニア国の領空に入る場合の取り扱いの外務省を通じてマリ測量局が確認する。

(3) 空中写真の複製及び空中写真、地図の国外持出

マリ測量局に対応の権限があり、許可するとしている。

(4) 基準点成果、地名など基礎資料の作成及び提供

マリ測量局の権限で作成又は提供するとしている。

(5) 無線通信など

マリ測量局は、キタ周辺における近距離間の使用は問題ないが、バマコ、キタ間は長距離になり許可が必要であるとしている。

また電話は、以下の単価で通信が可能である。

区 間	一 般 電 話	電話ボックス
バマコ～キタ	220Fcfa／分	313.5Fcfa／分
バマコ～ダカール	770Fcfa／分	863.5Fcfa／分
バマコ～パリ	1,479.5Fcfa／分	1,573Fcfa／分
バマコ～日本	3,300Fcfa／分	3,393.5Fcfa／分

2－5－2 現地での調査時における宿泊地

キタ市内にはホテルがある。キタ市内以外はキャンプしか宿泊施設がない。キャンプとは、建物と部屋はあるが、電気、水道などはない宿泊施設である。ただし、場所によっては井戸があることがある。

2－5－3 衛生管理

調査地域はマラリアの蔓延地域であるため、その病原虫を媒介する蚊に刺されないよう特に注意する必要がある。また、万一罹病した場合には、素早い対応が必要であり、罹病者の運搬、応急処置、入院する医院などについてあらかじめ計画しておく必要がある。

また、マリ測量局の経験によると、測量作業における危険な動物としてサソリ、毒蛇、ブラックフィーバーがあるが、都市部では心配ない。また、毒蛇は宿舎の周りに軽油をまいておけば防げるということである。

2－5－4 軍との関係

収賄など軍の不法行為に対しては、相手を必要以上に刺激しないよう安全を確保しつつ毅然とした態度で対応する必要がある。軍に対する対抗力が少ない民間からの雇用者でなくカウンターパート職員に対応を要請するのが望ましい。この関係において、何度も通過する検問所の通過を簡便にするため、測量局又は県知事から調査団員の身分証明書などを発行してもらい、これを常時携行していることが極めて望ましい。

2－5－5 車両調達

バマコ、キタ間は非常に道が悪く、またキタ周辺は山地であることから、測量にあたっては、信頼できる新車の四輪駆動車(4WD)車が必要である。マリ測量局にはこのような車両がないので、新たに調達する必要がある。後述の班編成に従えば、最大7台の車両が必要になる。参考

までにマリ国における車両の調達価格は下記のとおりである。

なお、ガソリンを購入できる場所は、調査地域周辺ではバマコ市内、キタ市内、カティ市内しかないので、ガソリンの輸送保管施設についても配慮する必要がある。

表－ 15 四輪駆動車(4WD)調達価格

(1) DIAMA 社 GUINDO MAMADOU 氏

トヨタランドクルーザーステーションワゴン 4 ドア 6 気筒 4200cc	税なし 23,000,000Fcfa
トヨタランドクルーザーハードトップ 2 ドア 6 気筒 4200cc(現場作業用)	税なし 19,500,000Fcfa
	税込み 32,660,000Fcfa
オールリスク保険	2,500,000Fcfa/ 年

(2) SAMTCO 社 Michel Madani 氏

日産パトロール TD42SGL4200cc	税なし 27,783,000Fcfa
スペイン製日産スタンダード 2800cc	税なし 18,460,000Fcfa

(3) BETRAM 社 Ousmane DIAKITE 氏

三菱パジェロスタンダード 2800cc	税なし 17,800,000Fcfa
---------------------	--------------------

2－6 調査団の構成

この調査では、効果的、効率的に技術移転を行うため、各工程において、日本人技術者の指導のもとに極力マリ測量局職員が作業を実施するものとされている（SW）。ただし、空中写真撮影など特殊な機材、技術を要するもの、数値図化などマリ測量局の職員だけでは作業を消化しきれない工程については、第三機関に再委託するか日本人技術者が分担して実施するよう考えられている。

技術を移転される職員として、マリ測量局は、エンジニア 5 名、テクニシャン 5 名を用意するとしている。なお、カウンターパートが活動するために必要な経費（人件費、現地調査の旅費など）については、マリ政府が負担することが確認されている（事前MM）。また、その協議において、マリ測量局は、すべてのカウンターパート職員にすべての工程を技術移転してほしいと主張した。これは、我が国のように専門分化する余裕がないマリ測量局の事情から十分理解でき、その旨同意した。このためには、作業効率を多少犠牲にしても、作業の途中で担当者を交代させるか、作業班を通常より多数編成する必要がある。また、作業班以外に、作業班を指導するとともに交代要員を教育する指導、教育班を編成する必要がある。

これらの条件を勘案し、各工程における作業量、作業能率の概数、作業班及び指導、教育班の編成の一案を以下に示す。なお、この案は業務実施を希望するコンサルタントなどがより詳細な内容から成る業務見積りなどを国際協力事業団に提案するための検討材料となるものである。

2—6—1 ジオイド測量

(1) 選点埋標

既往水準路線を連結しつつ主として南北に調査地域を貫く水準路線を約 360 キロメートル新設する。10 キロメートルごとに水準点を設置するとすれば 36 点の水準点を新設する必要がある。

この作業は、選点、用地交渉、埋標から成る。標石は、標準的なコンクリート製、標識横付け方式とし、コンクリートは現場打ちと仮定する。この前提で、選点埋標の班構成は、以下のように考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者 2 名、カウンターパート職員 6 名、雇用技術者 2 名、運転手 2 名、計算処理用コンピューターシステム 1 セット、四輪駆動車 2 台で構成し、作業班をカウンターパート職員 2 名、雇用技術者 2 名、運転手 1 名、四輪駆動車 1 台で構成し、作業班を 2 班設置した場合、1.5 日当たり 1 点の割合で作業を行うことができよう。

(2) 水準測量

新設した水準路線 360 キロメートルについて 2 級水準測量を行う。

2 級水準測量については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者 2 名、カウンターパート職員 6 名、雇用技術者 2 名、運転手 2 名、計算処理用コンピューターシステム 1 セット、四輪駆動車 2 台で構成し、作業班をカウンターパート職員 1 名、雇用技術者 3 名、運転手 1 名、電子水準儀 1 台、バーコード標尺 2 本、四輪駆動車 1 台で構成し、作業班を 4 班設置した場合、1 日当たり 2 キロメートルの割合で作業を進めることができよう。

(3) G P S 測量

G P S 測量は、水準路線上で水準点 70 点の G P S 測量と調査地域縁辺の水準点 7 点間の長距離 G P S 測量が必要である。

水準路線上の G P S 測量については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者 2 名、カウンターパート職員 6 名、雇用技術者 2 名、運転手 2 名、計算処理用コンピューターシステム 1 セット、四輪駆動車 2 台で構成し、作業班をカウンターパート職員 1 名、雇用技術者 2 名、運転手 1 名、G P S 受信機 1 台、四輪駆動車 1 台で構成し、作業班を、4 班設置した場合、1 作業班を既測定点に、3 作業班を未測定点に置き、1 セットの観測で各標定点間の相対的標高差を測定するとして、1 日当たり 1 セットの観測すなわち 3 点の測定ができよう。

長距離 G P S 測量については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員2名、雇用技術者2名、運転手2名、計算処理用コンピューターシステム1セット、四輪駆動車2台で構成し、作業班をカウンターパート職員2名、雇用技術者2名、運転手1名、GPS受信機1台、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、4班設置した場合、1作業班を既測定点に、3作業班を未測定点に置き、1セットの観測で各標定点間の相対的標高差を測定するとして、3日で1セットの観測すなわち3点の測定ができよう。

2-6-2 基礎地図数値データ作成

(1) 衛星画像の入手

本作業には特殊な機材が必要であり、それを保有している機関に再委託して作業を実施する。

(2) 空中写真の入手

本作業には特殊な機材が必要であり、それを保有している機関に再委託して作業を実施する。

(3) 標定点測量

標定点は、空間三角測量に約50点、数値標高モデル及び等高線の補正に追加して約250点、合計約300点が必要である。

空間三角測量のための標定点測量については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者1名、カウンターパート職員2名、雇用技術者1名、運転手1名、計算処理用コンピューターシステム1セット、四輪駆動車1台で構成し、作業班を日本人技術者1名、カウンターパート職員2名、雇用技術者2名、運転手1名、GPS受信機1台、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、4班設置した場合、2作業班を既知点に、2作業班を新設標定点に置き、1セットの観測で各標定点間の相対的座標差を測定するとして、1日当たり1セットの観測すなわち2点の測定ができよう。

数値標高モデル及び等高線の補正のための標定点測量については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員2名、雇用技術者2名、運転手2名、計算処理用コンピューターシステム1セット、四輪駆動車2台で構成し、作業班をカウンターパート職員2名、雇用技術者2名、運転手1名、GPS受信機1台、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、4班設置した場合、1作業班を既知点(空間三角測量のための標定点が望ましい。)に、3作業班を新設標定点に置き、1セットの観測で各標定点間

の相対的標高差を測定するとして、1日当たり1セットの観測すなわち3点の測定ができるよう。

(4) 空間三角測量

本作業はすべてコンピューター処理で行われる。処理過程は、ブラックボックスであり、ソフトメーカーの技術に依存しているため、技術移転の必要性は少ない。このため、日本国内で処理を行い、マリ国においてはソフトの扱い方についての簡単な講習を行うにとどめる。

(5) 数値地形モデルの作成

本作業はすべてコンピューター処理で行われる。処理過程は、ブラックボックスであり、ソフトメーカーの技術に依存しているため、技術移転の必要性は少ない。このため、日本国内で処理を行い、マリ国においてはソフトの扱い方についての簡単な講習を行うにとどめる。

(6) 正射衛星画像の作成

本作業はすべてコンピューター処理で行われる。処理過程は、ブラックボックスであり、ソフトメーカーの技術に依存しているため、技術移転の必要性は少ない。このため、日本国内で処理を行い、マリ国においてはソフトの扱い方についての簡単な講習を行うにとどめる。

(7) 写真判読

写真判読は、約700モデル、約990の集落について実施する。

写真判読については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員4名で構成し、作業班を、カウンターパート職員1名、雇用技術者1名で構成し、作業班を、6班設置した場合、1日1モデル、2～3集落程度を判読することができよう。

(8) 現地調査

現地調査は、約3万1,000平方キロメートル、約990の集落について実施する。

現地調査については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員4名、雇用技術者2名、運転手1名、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、カウンターパート職員1名、雇用技術者

2名、運転手1名、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、6班設置した場合、1日2～3集落程度の調査ができよう。

(9) 数値図化(数値地形モデルの補正、等高線描画含む)

マリ測量局職員による数値図化は、約3,100平方キロメートル、約100の集落について実施する。その他は、日本国内において作成する。

マリ測量局職員による数値図化については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班は、日本人技術者2名、カウンターパート職員7名で構成し、作業班を、カウンターパート職員1名、雇用技術者1名で構成し、作業班を、3班設置した場合、1日1集落程度の数値図化ができよう。

(10) 現地補測

現地調査は、約3万1,000平方キロメートル、約990の集落について実施する。

現地調査については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員4名、雇用技術者2名、運転手1名、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、カウンターパート職員1名、雇用技術者2名、運転手1名、四輪駆動車1台で構成し、作業班を、6班設置した場合、1日3～4集落程度の調査ができよう。

(11) 構造化データの作成

マリ測量局職員による構造化データの作成は、約3,100平方キロメートル、約100の集落について実施する。その他は、日本国内において作成する。

マリ測量局職員による構造化データの作成については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員7名で構成し、作業班を、カウンターパート職員1名、雇用技術者1名で構成し、作業班を、3班設置した場合、1日3集落程度のデータ作成ができよう。

2—6—3 基礎地図複製

(1) 地図記号化データの作成

マリ測量局職員による地図記号化データの作成は、約3,100平方キロメートル、約100の集落について実施する。その他は、日本国内において作成する。

マリ測量局職員による地図記号化データの作成については、以下の班構成が考えられる。

指導、教育班を、日本人技術者2名、カウンターパート職員7名で構成し、作業班を、カ

ウンターパート職員 1 名、雇用技術者 1 名で構成し、作業班を、3 班設置した場合、1 日 3 集落程度のデータ作成ができよう。

(2) 製版印刷

本作業には特殊な機材が必要であるので、日本国内処理を行う。

第3章 マリ国における今後の地図整備のあり方

3-1 マリ測量局の地図整備力

マリ測量局の予算は、日本円に換算すれば年間で約3,600万円である。人的資源に関しては、測地技術者15名、地図作成技術者22名、地図複製技術者15名程度と報告されている。また、機材は地上測量用の資材は多少あるものの、図化機は稼働不能の状態であり、印刷機はない。

これらの状況を勘案し、標準的な大きさの地図を考えると、外注なら年間3～4面、直営なら6～8面の新規地図作成能力があると思なすことができる。

一方、マリ国は極めて広大であり、これを覆うには20万分の1地図なら136面、5万分の1地図なら2,080面を要する。この面数を年間の地図作成能力で除すれば、それぞれ17年（外注なら34年）、260年（外注なら520年）となる。20万分の1地図は既に整備されているので、修正を考えればこの期間は半減程度にすることも可能と思われ、20万分の1地図を維持管理することは、マリ測量局にとっても現実的な事業となる。一方、5万分の1地図は100年以上と非現実的な数字である上、ほとんどが新規測量が必要な地域であるため、マリ測量局が自力でこれを整備することは不可能であろう。更に、このほか国境画定測量、地籍測量などを行う必要があることが、その整備を一層困難なものにしている。

3-2 民間企業との業務分担の考え方

マリ測量局に比較して、民間測量会社は活動的である。しかし、あくまで需要があって始めて活動できるものであり、その守備範囲は自ずから限られる。マリ国の経済状況から考えて、大きな需要を生ずるのは、援助又は営利目的の外国資本による開発事業に限られよう。その内容は、水資源開発、道路建設、鉱山開発、農業用灌漑及び農地開発、林業開発などである。これら事業は、基本的には大縮尺図の需要を生むため、民間測量会社の守備範囲も地上測量主体の大縮尺図の整備になっている。ただし、マリ国では、地籍図に相当する地図が未整備であることから、地籍測量も民間で行うことがあるようである。

マリ国のように政府の力が弱い場合は、民間の活力を最大限に生かすべきであり、そのためには、本来国が行うべき地籍図の整備についても、標準規格と従事資格者に関する制度を定め、一定の精度と規格の情報を作成するよう誘導しつつ、できるだけ民間に作業を委ねるべきである。一方、大縮尺の地図は、比較的自由にしかしできるだけ効率的に作成できるよう環境を整え、その余力が有効に活かされるよう図るべきである。

以上の考え方を基に官民の分担を要約すれば下記ようになる。

- (1) マリ測量局による5万分の1より小縮尺の測量及び地図作成
- (2) マリ測量局と民間による地籍測量の実施

(3) 民間によるプロジェクト関連大縮尺図の作成

3-3 今後のマリ測量局業務体系とその推進方法

マリ測量局は、国家機関であるというその性格から、避けがたい業務がある。それは、国境画定測量である。また、既に蓄積があり、またその維持管理も現実的な、20万分の1地図については、直営と外部資源による20万分の1地図の改訂及び数値化を積極的に進めるべきである。これについては、マリ測量局自身の努力と主にフランス国の援助により、実現の可能性はある。

5万分の1地図については、既に述べたようにマリ測量局の資源ではもちろん、たとえ外部資源を導入しても全国的な整備が困難である。このため、プロジェクト関係又は重要地域での5万分の1地図の作成に限定して整備と維持管理を行うのが現実的である。ただし、その内容及び作成方法が地域ごとにまちまちでなく、最低限の統一が取れるよう、比較的まとまった地域でモデル的な整備と維持管理を行うことが効果的である。5万分の1地図に関しては、ごく一部の地域でドイツ国の援助による作成があるが、作成方法が航空写真測量によっており、マリ国の国情にあったものではない。したがって、今後のモデルとしてふさわしい実例はないと考えられる。

次に、本来は、国の業務と思われるが、経済的事情などから全面的な実施が困難な地籍測量の業務については、可能な限り外部資源を導入して、重要な地域でモデル的に事業を行うとともに、技術者の資格制度などを整え、民間による同種の業務を適切に指導する必要がある。

またこれらの地図はその性格から、万人が自由に利用できなくては整備効果が薄い。このため、数値的に成果を作成するよう指導し、その複製頒布は、マリ測量局が実施すべきである。

3-4 本格調査実施の意義

我が国の基本図援助は、この分野としては一般に大型であり、既に道筋のついた部分より、より困難な部分に適用すると同種の事業への起爆剤となり波及効果が大きい。マリ国の場合、5万分の1地図整備への取りかかりが最大の難問であり、これに関する標準的作業工程を確立し、その技術をマリ測量局が確保することで、同国の外部資源受入能力や民間への指導能力が大きく向上すると思われる。そのため、この部分に援助を集中すべきである。

また、極めて弱体である地図複製能力の向上が、作成された成果の有効利用とその結果期待される測量局又は民間測量会社などへの資源のフィードバックに有効である。本格調査により、コンピューターによる複製技術の移転が行われればこの問題解決に極めて有効である。

3-5 セネガル測量局の近況

本件調査計画立案の参考にするため、1988年に5万分の1地図作成の援助を行ったセネガル測量局の近況を調査した。調査は、10月31日午後及び11月1日午前に実施した。セネガル測量局

では、局長ンジャレがナイジェリア国での西アフリカ測量局長会議で不在のため、次長、地図部長ドレ、写真測量技師マルシー、マンデレが対応した。セネガル測量局は、独立前の西アフリカ測量局の敷地建物を引き継いでおり、構内には基準点(原点?)が保存されている。

JICAの援助で作成した5万分の1地図は、図葉ごとに整理され、いつでも需要に対応できる体制になっていた。また、製版フィルムなども良好に保存されており、援助の成果は有効に活用されているようである。この援助では、6万分の1空中写真の撮影をフランス国のIGNに再委託した。これは、周辺のコート・ジヴォア国、ブルキナ・ファソ国、象牙海岸とは異なり、セネガル国には航空機をもった撮影会社がないためである。セネガル測量局にはこの撮影作業の印象が強く残っており、日仏の共同事業のような感覚で受け取られているようである。この点、日本の援助だという宣伝が不足していたかもしれない。

最近では、数値地図の作成が注目されているようである。すなわち、フランス国の資金により、フランスIGNが実施機関になり、PADDUSプロジェクト(Development, Urban, Senegal)が1994年から1996年に実施された。セネガル側では測量局と都市計画局の合同プロジェクトで、ダカール郊外70平方キロメートルについて2,000分の1デジタル地図データと印刷図を作成するものである。これに関連して、測量局にパソコン、デジタイザー、XYプロッター、インクジェットプロッター及びZEISSの地図編集ソフトCADMAPが導入されている。これらは、フランスIGNがドイツ国のZEISSに発注して持ち込んだもので、導入時にZEISSの技師が出張してインストールを行ったということである。第2フェーズとしてPADELプロジェクトが計画されているが、内容は未定である。また、世銀の資金により、フランスIGNが実施機関になりPACプロジェクト(Programme, Puck, Commune)が計画されている。60の市町村を対象に、ダカールは1万分の1、その他は10万分の1の素描図(クロッキー)を作成するもので、デジタルデータと印刷図を作成し、航空写真など中間成果も含めすべて測量局に納入される予定である。

自国資金による業務より、援助によるプロジェクトが大きな位置を占めている点は、マリ測量局と同様である。その中で、資金提供国よりも実際に現地に赴いた技術者の所属国が大きな印象を残しているという事実は、今後の援助計画の参考にすべきだと思われる。

