

ペルー国

フニン県サティボ地区地形図作成事業

総合報告書

昭和62年2月

国際協力事業団

開	1
J	R
86	133

RY



ペルー国

フニン県サティポ地区地形図作成事業

総合報告書

JICA LIBRARY



103494818J

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'87. 2. 28	709
登録 No.	16001	55.4
		SDF

## 序 文

ペルー国政府の要請にもとづき、日本政府は同国フニン県サティボ地区の地形図作成事業（対象面積：空中写真撮影約31,250 km<sup>2</sup>、地形図図化約12,500 km<sup>2</sup>）を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施した。

国際協力事業団は、1982年6月から1985年9月にわたり調査団を同国に派遣し、同国の協力を得て、空中写真撮影を含む現地作業を行い、日本において空中三角測量、図化、スクラップ、印刷等の国内作業の後、同地区の地形図（縮尺1:25,000、64面）を完成するとともに、本報告書を取りまとめた。

地形図及び本報告書が今後同地区の開発基礎資料として有益なものであり、かつ両国の友好親善に役立つことを願うものである。

最後に、本件の実施に当たり調査団に御協力、御援助をいただいたペルー国政府、ペルー国国土地理院の関係者ならびに日本側関係者に心より感謝の意を表明するものである。

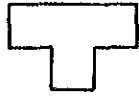
1987年2月

国際協力事業団

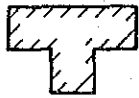
総裁 有 田 圭 輔



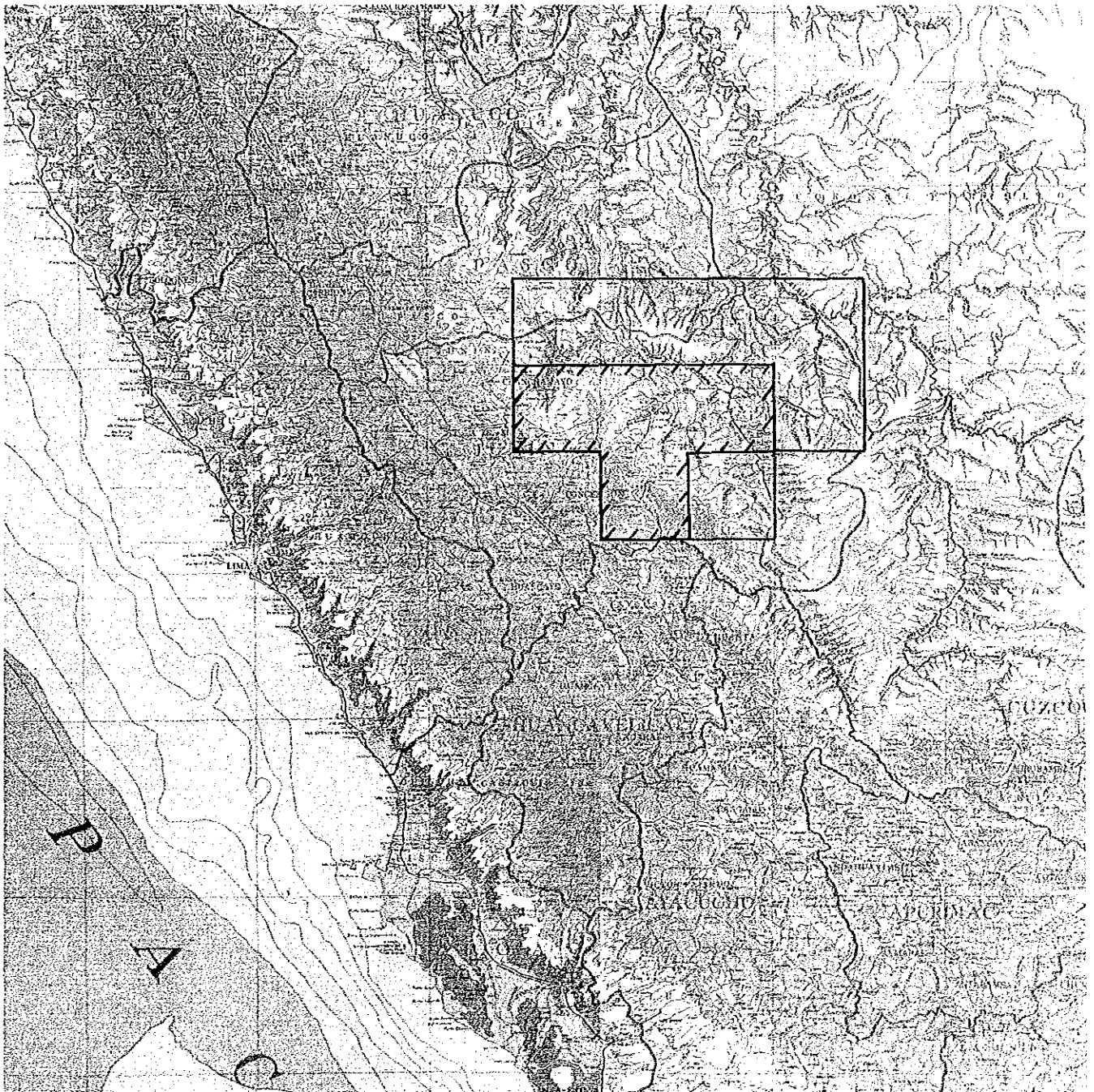
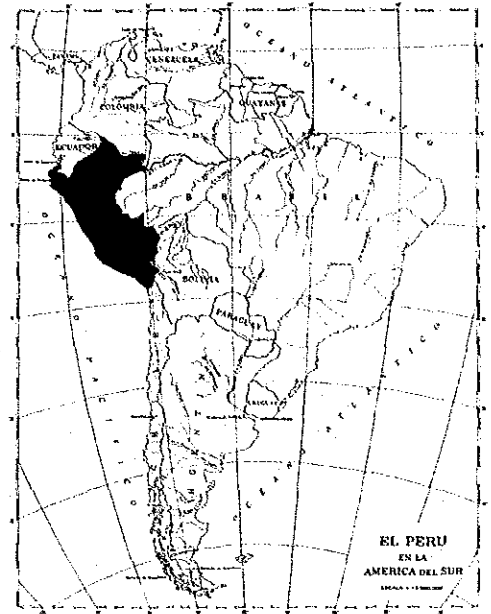
# プロジェクト位置図



撮影地域



地図作成地域



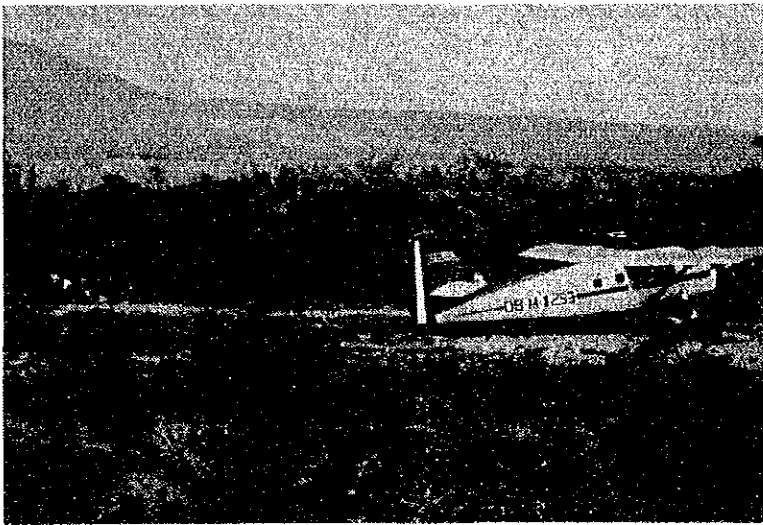




地域の特徴



山岳地帯の氷蝕地形



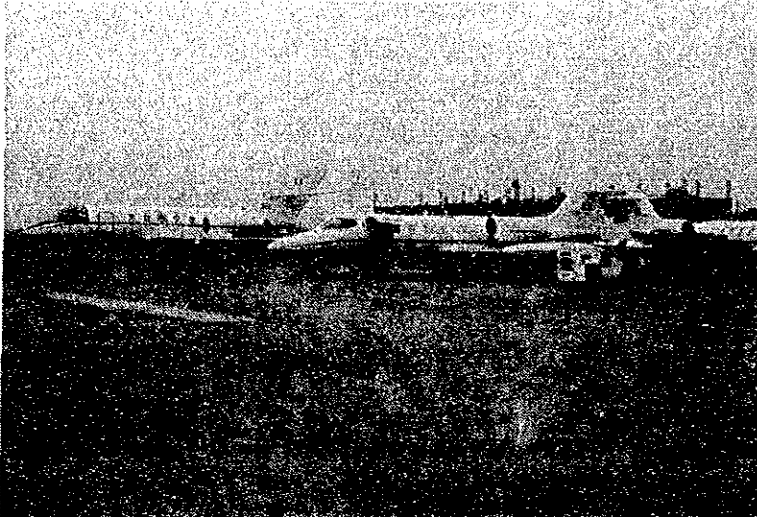
東部の森林地帯と軽飛行機  
の発着場  
(プエルトブラド)



土地利用の進んだ地域  
(サティボ郊外)



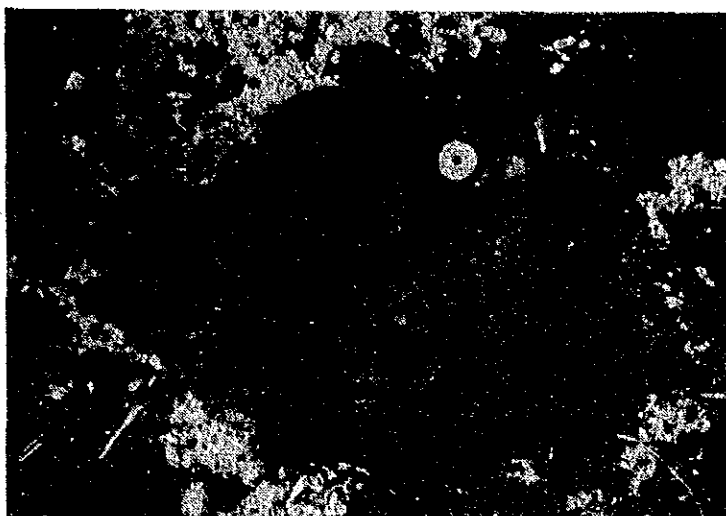
議事録調印  
(ペルー国土地理院)



空港で待機中の撮影機  
LEAR JET



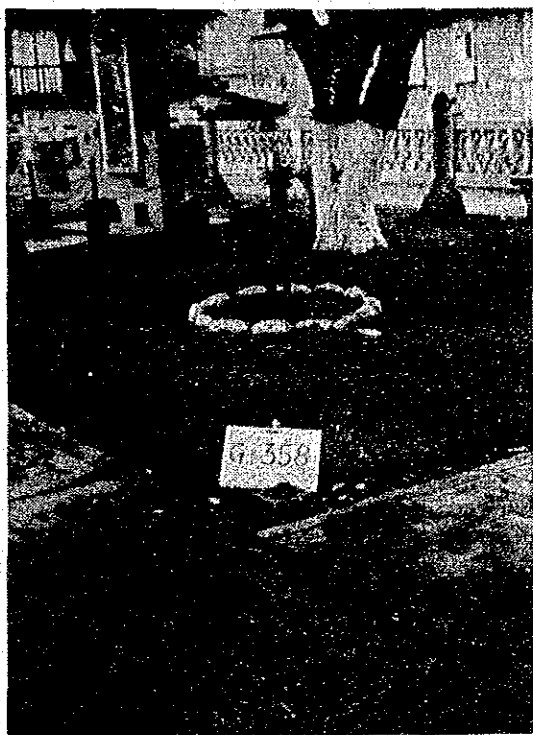
撮影結果の検討  
(SAN)



既設基準点  
(JUTISHB)



既設基準点  
(ASTRO FIX ATALAYA)



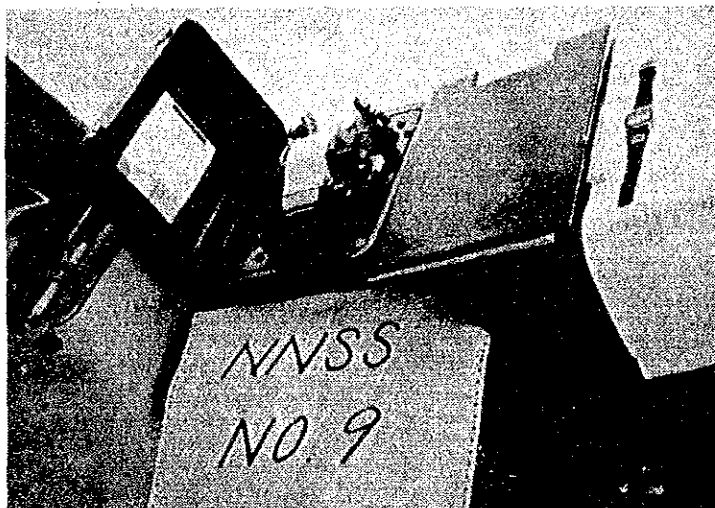
既設水準点  
(G-358)  
サンラモン



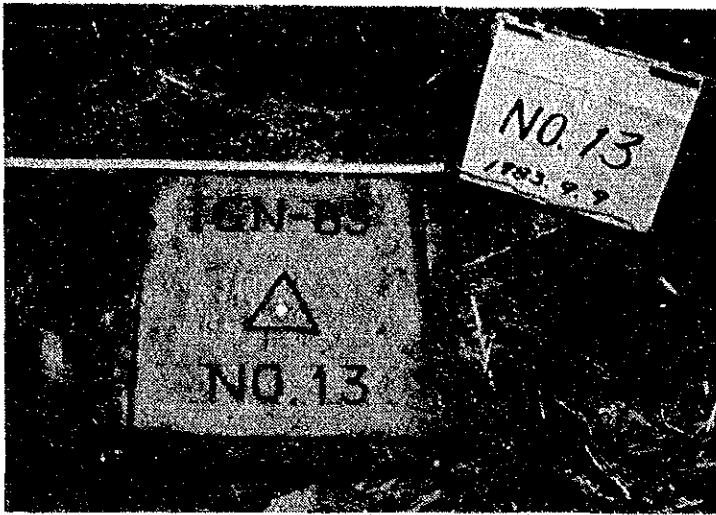
ATALAYA での人工衛星観測



JMR による人工衛星観測  
(No. 8)  
(パウル付近)



JMR-4A型



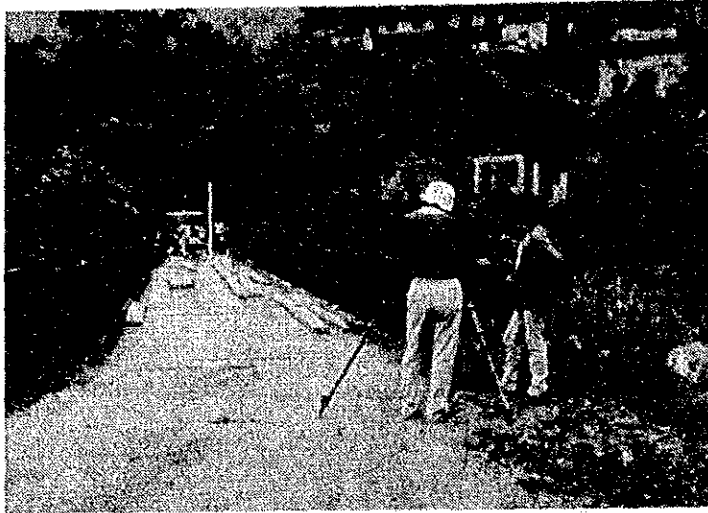
新設基準点 (多角点)  
サンラモン付近



新設基準点 (水準点)  
サン・マルティン・  
デ・パンゴア付近



刺針作業  
プエルト・ユリナキ付近



水準測量

マリボサ付近



現地調査

ベリャビスタ付近



パンガ付近での補備測量



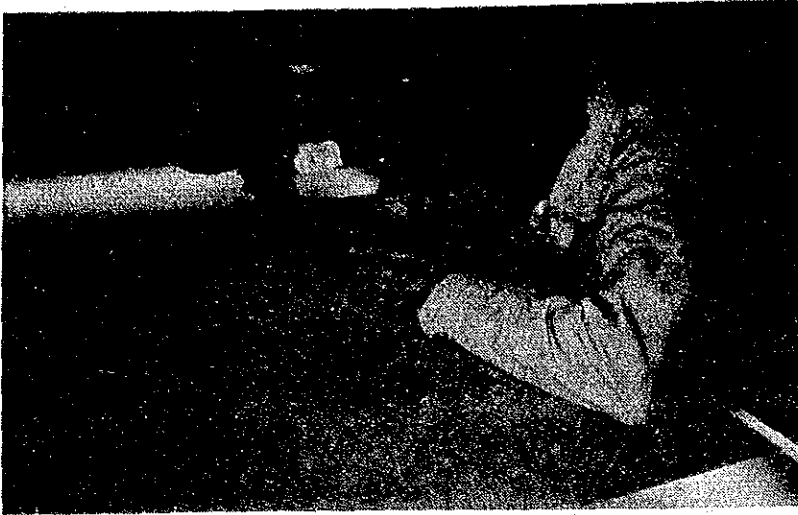
STECO MBTBR による観測



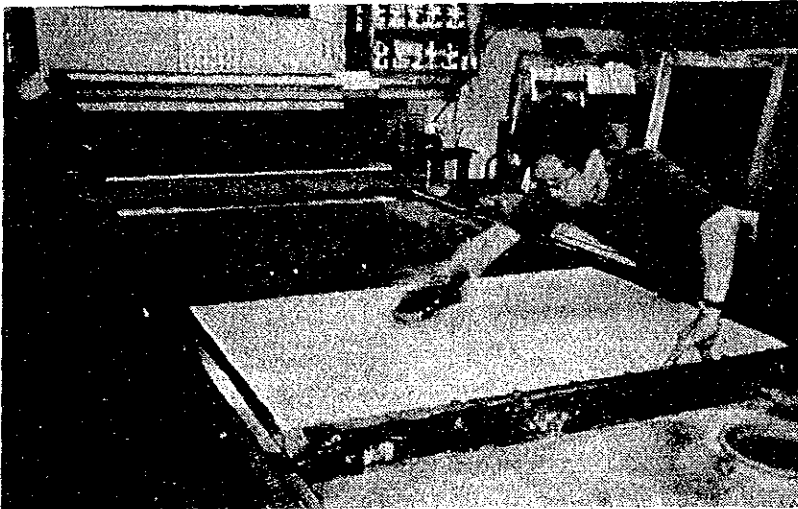
NEC ACOS 350による空中  
三角測量の計算



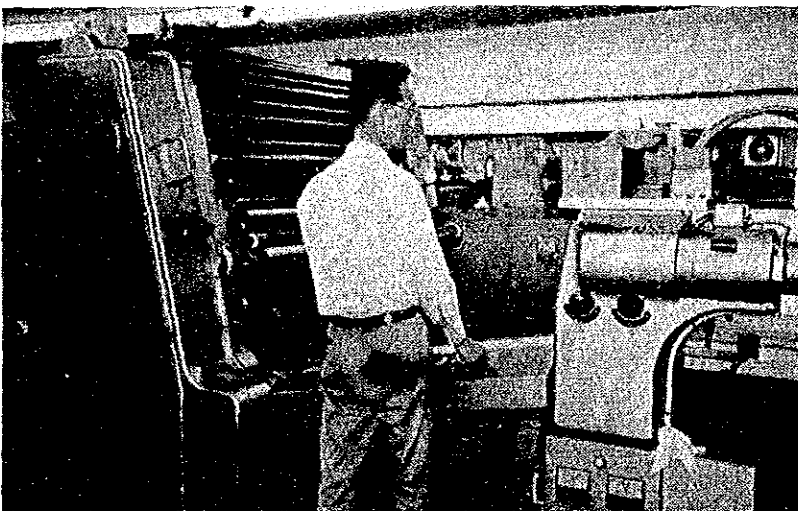
AUTO GRAPH A-8による図  
化



スクライプ作業



製版作業



地形図印刷



# 目 次

序 文

プロジェクト位置図

写 真

1. 序 論	1
2. 事業の概要	2
2-1. 事業の経緯	2
2-1-1. 要請の背景	2
2-1-2. 要請の概要	2
2-1-3. 事前調査	5
2-1-4. 事業の経緯	6
2-2. 事業の内容	7
2-3. 計画と実績	8
2-4. 現地作業監理員	9
2-5. 各年次の事業概要	10
2-5-1. 第1年次(昭和57年度)	10
2-5-2. 第2年次(昭和58年度)	10
2-5-3. 第3年次(昭和59年度)	11
2-5-4. 第4年次(昭和60年度)	12
2-5-5. 第5年次(昭和61年度)	13
3. 測量設計	14
3-1. 概 要	14
3-2. 全体計画	15
3-2-1. 測量地域	15

3-2-2. 空中写真撮影	15
3-2-3. 基準点測量	15
3-2-4. 水準測量	15
3-2-5. 刺 針	15
3-2-6. 現地調査	15
3-2-7. 埋 標	16
3-2-8. 空中三角測量	16
3-2-9. 図 化	16
3-2-10. 補備測量	16
3-2-11. 製 図	16
3-2-12. 印 刷	16
3-3. 年次計画	20
3-3-1. 当初計画	20
3-3-2. 年次計画の変更	21
4. 技術報告	22
4-1. 空中写真撮影	22
4-1-1. 概 要	22
4-1-2. 撮影作業の仕様	22
4-1-3. 撮影作業に使用した資機材	23
4-1-4. 撮 影	23
4-1-5. 写真処理	25
4-1-6. 撮影結果	25
4-2. 人工衛星観測	33
4-2-1. 概 要	33
4-2-2. 仕 様	33
4-2-3. 実 施	33
4-2-4. 計 算	35
4-3. 多角測量	38
4-3-1. 概 要	38

4-3-2. 仕	様	38
4-3-3. 実	施	38
4-3-4. 計	算	45
4-4. 水準測量		47
4-4-1. 概	要	47
4-4-2. 仕	様	47
4-4-3. 実	施	47
4-4-4. 計	算	47
4-5. 刺	針	50
4-5-1. 概	要	50
4-5-2. 刺針作業		50
4-5-3. 計算及び整理		50
4-6. 現地調査		51
4-6-1. 概	要	51
4-6-2. 現地調査の基準		51
4-6-3. 予	察	51
4-6-4. 現地調査		51
4-6-5. 資料収集		52
4-6-6. 整	理	52
4-7. 空中三角測量		52
4-7-1. 概	要	52
4-7-2. 仕	様	52
4-7-3. 使用機器		54
4-7-4. 調整計算		54
4-8. 図	化	54
4-8-1. 概	要	54
4-8-2. 仕	様	54
4-8-3. 細部図化		55
4-9. 編	集	57
4-9-1. 概	要	57

4-9-2. 編 集	57
4-10. 補 備 測 量	58
4-10-1. 概 要	58
4-10-2. 編集原図の点検	58
4-10-3. 注記の確認	58
4-10-4. 整 理	58
4-11. 製図及び印刷	59
4-11-1. 製 図	59
4-11-2. 印 刷	61
5. 考 察	65
5-1. 空中写真撮影	65
5-2. 人工衛星観測	65
5-3. 多角測量	66
5-4. 図式の特徴	67
5-4-1. 要 旨	67
5-4-2. 道 路	68
5-4-3. 鉄 道	68
5-4-4. 交通、通信・及びその施設	68
5-4-5. 建物と住居	68
5-4-6. 特別地域、構置	69
5-4-7. 人工工作物	69
5-4-8. 基 準 点	69
5-4-9. 境 界	69
5-4-10. 特殊建造物	69
5-4-11. 水 部	69
5-4-12. 地 形	70
5-4-13. 植 生	70
5-4-14. 注 記	70
5-5. 図化、編集	70

5-5-1. 要 旨	70
5-5-2. 家 屋	71
5-5-3. 河川、水部	71
5-5-4. 植 生	71
5-5-5. 等 高 線	71
5-5-6. 地 名 等	71
5-5-7. 既成図との接合	72
5-6. 製図及び、印刷	72
5-6-1. 製 図	72
5-6-2. 印 刷	73
6. 測量成果及びその利用	73
6-1. 基 準 点 成 果	73
6-2. 空 中 写 真	74
6-3. 1:25,000地形図	75

#### 図及び表

図- 1. サティボ地区撮影及び地図作成地域	3
図- 2. サティボ地域全体計画図	17
図- 3. 撮影計画図	18
図- 4. 撮影写真の標定図	19
図- 5. 既設基準点網図	29
図- 6. 基準点配点計画図	30
図- 7. 人工衛星観測点配点図	31
図- 8. 人工衛星観測埋標点	32
図- 9. 多角路線図	40
図-10. 多角点埋標図	41
図-11. 方位標埋標図	42
図-12. 水準測量路線図	48
図-13. 水準点埋標図	49

図-14. 空中三角測量計画図	53
図-15. 図名及び図面番号	56
図-16. 製図作業実施工程図	62
図-17. スクライブ作業区域	63
表-1. 事業の経緯	6
表-2. 計画と実績	8
表-3. 撮影コース別写真枚数 第1年次(1982年)	26
表-4. " 第1年次第2次(1983年)	27
表-5. " 第1年次第2次撮影(1984年)	28
表-6. 人工衛星観測パス数	34
表-7. 人工衛星観測点の標準偏差	36
表-8. UTMへの変換座標値	36
表-9. 人工衛星観測値と変換測地座標との比較	37
表-10. 水平角	43
表-11. 標高閉合差	45
表-12. 刺針点明細	50
表-13. 基準点の標準偏差	54
表-14. 印刷に使用した用紙の性質	64
表-15. 変換パラメーター	66
表-16. 人工衛星観測点成果と多角点、水準点成果との差	66

#### 参 考 資 料

1. ベルギー国1:25,000地形図図式	(1)
2. Scope of Work	(44)
3. 協議議事録	
(1) 第1年次議事録	(53)
(2) 第2年次議事録	(58)
(3) 第3年次議事録	(66)
(4) 第4年次議事録	(72)

## 1・序 論

ペルー国政府の要請により、国際協力事業団が実施したフニン県サティボ地区を対象とする縮尺1:25,000地形図作成事業は、1982年より開始し5ヶ年計画で進められ1987年2月をもって終了した。

対象地域は標高4,000mを超すアンデスの高地と、その西麓からアマゾン上流に移行する急斜面及び標高500m程度の密林地帯からなり、地形、植生、気象等の自然条件は変化に富んでいる。本地域の主たる産業は焼畑農業、牧畜、林業、果樹及び鉱業である。交通網の未整備により全般に開発が遅れており、特に東部地区はボート又は軽飛行機が唯一の交通手段で、川沿いのごく一部を除いては、その殆どの地域は自然林に覆われている。しかしアマゾン上流の豊富な水資源を利用した水力発電の構想がペルー国政府によって計画され、調査が実施されている。又農業開発、林業開発等も計画されており、首都リマの後背地として開発ポテンシャルの非常に高い地域である。

地域開発の動脈となる道路整備計画としてサティボよりマサマリを經由しバレネ河とパンガ河合流点のプエルトオコバ迄道路が開通し、更にグラン・バホナールの山麓に沿い東部に向って建設が進められている。今回作成された地形図及び測量成果が地域開発のための基礎資料として、この地域の発展に寄与することを願うものである。

## 2. 事業の概要

### 2-1. 事業の経緯

#### 2-1-1. 要請の背景

ペルー国フニン県サティボ地区は、首都リマの東北東約250 kmに位置し、東部に広がるジャングル地帯への進入基地となっている。この地区は石油、鉱石、木材等天然資源に恵まれ穀倉地帯としても重要視されており、又豊富な水量を利用したダムの建設、これに伴う道路開発が計画されている。隣接する南部ウワンカヨ地区及び西部タルマ地区には既に縮尺1:100,000地形図が整備されているが、サティボ地区を含み東部ジャングル地帯にかけては地形図が未整備のため各種開発事業に支障をきたし、計画の推進が極めて困難な状況であった。ペルー国政府は計画実現の前提として基本図整備の必要性を痛感していたが、これらを緊急に整備できる見通しがなかった。

このような背景から、本分野において豊富な経験をもつ日本に対し、1981年2月、ペルー国から「フニン県サティボ地区地形図作成計画」の案件が要請された。

#### 2-1-2. 要請の概要

1981年2月、ペルー国から提出された要請内容の概要は、次のとおりである。

(1) 計 画 名 : フニン県サティボ地区 地形図作成計画

(2) 要 請 機 関 : 国土地理院 (Instituto Geografico  
Nacional 陸軍省所属)

(3) 場所及び範囲 : フニン県サティボ地区の20,000 km<sup>2</sup> (図-1参照)

(4) 仕 様 : (a) 縮 尺 : 1:25,000

(b) 精 度 : 国際標準規格

(c) 投 影 : UTM

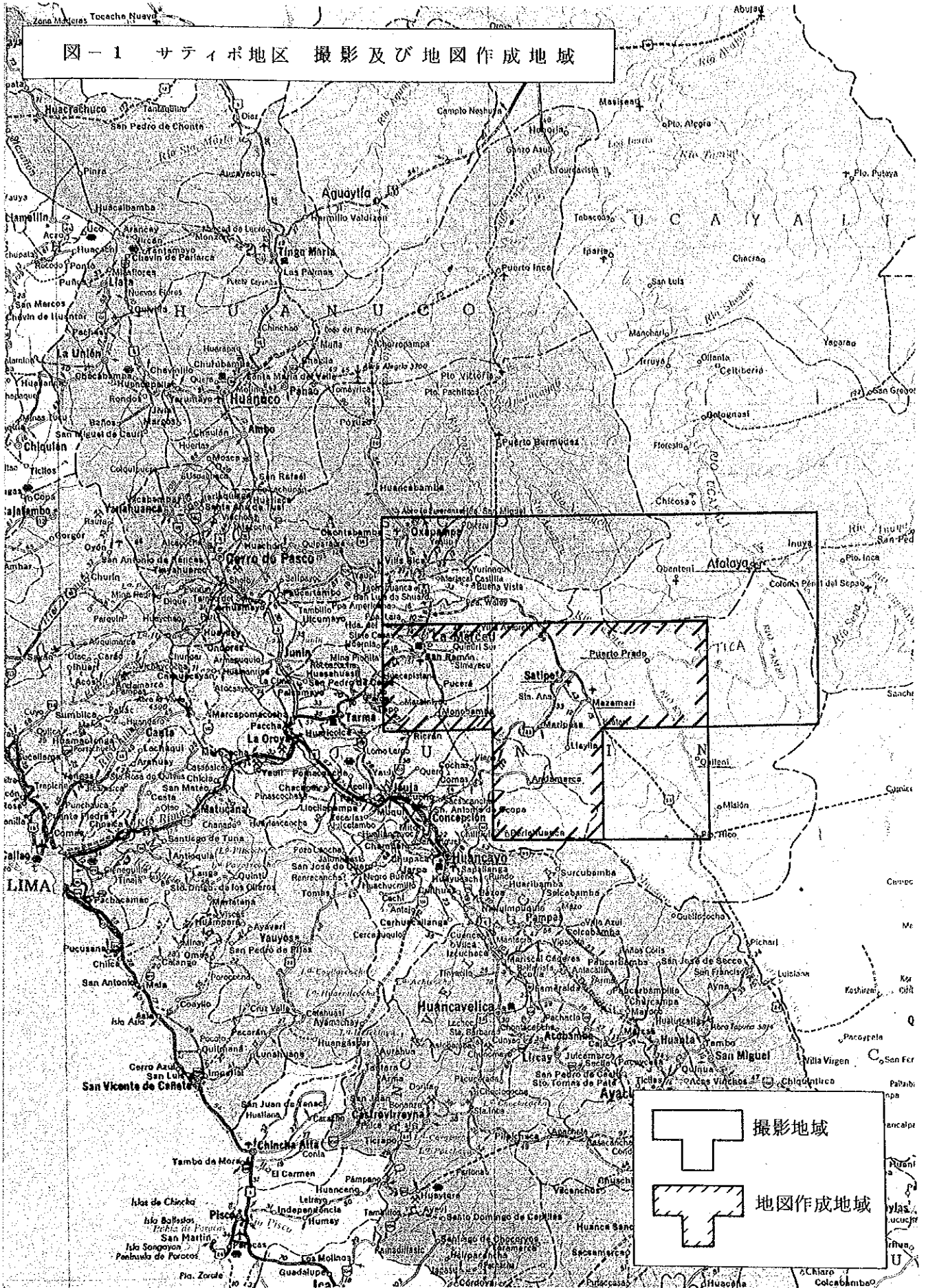
(d) 図 郭 : 7.5' x 7.5'


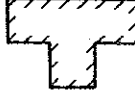
(e) 成果品 : 5色刷り地形図

25m等高線、12.5m補助等高線、なお可能であれば等高線入りの1:10,000空中写真図を加える。



図-1 サティポ地区 撮影及び地図作成地域



 撮影地域  
 地図作成地域



- ( 5 ) そ の 他：( a ) 地図作成は本来ペルー国内で行うべきであるが、必要な場合ペルー国係官を派遣したうえ日本で行うことも可能である。
- ( b ) 本件計画に使用した機器は可能であれば、計画終了後ペルー国贈与することを希望する。
- ( c ) 代替地として マードル・デ・ディオス県を提示。

### 2-1-3. 事前調査

#### (1) コンタクトミッション

ペルー国政府から要請のあつたサティボ地区地図作成プロジェクトについて、対象地域の範囲、仕様、縮尺等要請内容の確認及び協議をするため、日本政府は1982年1月コンタクトミッションをペルー国に派遣した。コンタクトミッションは、同国の地図作成機関である国土地理院（IGN）と協議するとともに現地予察を行い、下記のような事業計画案をとりまとめ、日本政府に報告した。

- ( a ) 空中写真撮影 : 約31,250 km<sup>2</sup>
- ( b ) 図化縮尺 : 1:25,000
- ( c ) 図化面積 : 約12,500 km<sup>2</sup>

#### (2) 事前調査

コンタクトミッションの調査報告にもとづき、1982年2月から4月にかけて事業内容に関するS/Wの締結を目的として、ペルー国に調査団が派遣された。調査団はIGNと協議を行い以下のように合意した。

- ( a ) 図化縮尺は1:25,000とし、仕様はペルー国国土基本図の仕様に合わせる。
- ( b ) 空中写真撮影の縮尺は1:60,000、撮影面積は31,250 km<sup>2</sup>とする。
- ( c ) 図化対象地域は基準点が少ないため、人工衛星ドップラー観測方式（既存三角点との取付けを含め、同星同時観測によるトランスロケーション方式）とし、地形、植生の状況によつては電磁波測距儀を用いた多角方式により新設する。

2-1-4. 事業の経緯

サティボ地区地図作成事業の全体の経緯は次のとおりである。

事業の経緯

表-1

年 月 日	項 目	内 容
1981年2月	要 請	日本政府に対し当該地区地図作成に関する技術協力の要請
1982年 1月10日 1月24日	事 前 調 査	事前調査のためのコンタクトミッション
1982年 2月24日 4月15日	事 前 調 査	S/W案の討議 現地調査
1982年 6月28日 10月 5日	第 1 年 次 作 業	現地作業（空中写真撮影）
1982年12月 1日 12月18日	Alberto Delgado 院長 Gerardo Perez 氏来日	個別研修（空中写真測量）
1983年 4月 8日 10月22日	第 1 年 次 作 業 第 2 次 撮 影	現地作業（空中写真撮影）
1983年 6月21日 10月22日	第 2 年 次 作 業	現地作業（人工衛星観測、多角測量、水準測量）
1983年11月 4日 12月17日	José Tasaico 副院長 Victor Montoya 氏来日	個別研修（空中写真測量）
1984年 3月29日 9月20日	第 2 年 次 作 業 第 2 次 撮 影	現地作業（空中写真撮影）
1984年 6月24日 9月20日	第 3 年 次 作 業	現地作業（刺 針、現地調査）
1984年 9月25日 11月10日	第 3 年 次 作 業	国内作業（空中三角測量）
1984年11月24日 12月22日	Guillermo Quintana氏 来日	個別研修（空中写真測量）
1984年11月15日 1985年 3月20日	第 3 年 次 作 業	国内作業（細部図化）
1985年 6月10日 10月 5日	第 4 年 次 作 業	国内作業（編集）
1985年 7月 4日 9月 5日	第 4 年 次 作 業	現地作業（補備測量）
1985年10月 5日 1986年 3月25日	第 4 年 次 作 業	国内作業（製図）

1985年11月16日 12月22日	Moises Wendorff 副院長 Oscar Arista氏 来日	個別研修 (空中写真測量)
1986年 6月24日 8月13日	Rosales Viera 院長 Victor Montoya 氏来日	個別研修 (地形図印刷)
1986年 6月 6日 1987年 2月14日	第 5 年 次 作 業	国内作業 (製図、印刷、総合 報告書)

## 2-2. 事業の内容

日本調査団とペルー国との間で合意された本事業の内容は、次のとおりである。

### (1) 空中写真撮影

縮 尺 : 1:60,000

面 積 : 図化地域を含み約31,250 km<sup>2</sup>

### (2) 基準点

人工衛星観測点 : 16点

直接水準測量 : 80 km

間接水準測量 : 300 km

気圧測高 : 8点

### (3) 地形図作成

面 積 : 12,070 km<sup>2</sup>

図 郭 : 7.5' × 7.5'

面 数 : 64面

### (4) 印刷

印 刷 : 64面、5色刷、各1,000部

2-3. 計画と実績

サティボ地区地形図作成における計画と実績は次のとおりである。

計画と実績

表-2

作業種別	計 画	実 績	備 考
空中写真撮影	4,220 km	4,097 km	雲による未撮影あり
人工衛星観測	12点	12点	
多角測量	200 km	200 km	
直接水準測量	80 km	80 km	
刺 針 (計)	107点	107点	
人工衛星観測点	11点	11点	
多 角 点	6点	6点	
水 準 点	90点	90点	
現 地 調 査	12,070 km <sup>2</sup>	12,070 km <sup>2</sup>	
空中三角測量	425枚	425枚	
図 化	12,070 km <sup>2</sup>	11,666 km <sup>2</sup>	雲による減
補 備 測 量	12,070 km <sup>2</sup>	11,666 km <sup>2</sup>	雲による減
製 図	12,070 km <sup>2</sup>	11,666 km <sup>2</sup>	64面、雲による減
印 刷	64面	64面	各1,000部、5色刷

## 2-4. 現地作業監理員

現地作業期間中、ペルー国との協議、作業監理及び指導等のため、次の各氏が訪べされた。

第1年次 野々村 邦 夫

建設省国土地理院企画部測量指導課課長

木 村 博

国際協力事業団社会開発協力部参事

第2年次 須 田 教 明

建設省国土地理院測地部計画課課長

増 田 実

建設省国土地理院測地部計画課課長補佐

浮 谷 明

国際協力事業団社会開発協力部開発調査第1課参事

第3年次 大 竹 一 彦

建設省国土地理院測図部部长

野々村 邦 夫

建設省国土地理院企画部測量指導課課長

村 上 博

国際協力事業団社会開発協力部開発調査第1課副参事

第4年次 高 橋 秀 直

建設省国土地理院測図部検査課課長

山 田 好 一

国際協力事業団社会開発協力部開発調査第1課

## 2-5. 各年次の事業概要

### 2-5-1. 第1年次(昭和57年度)

#### (1) 作業編成

総括	1名	
副総括	1名	(撮影監督)
団員	1名	(渉外)
〃	1名	(写真検査)
〃	3名	(気象観測)

#### (2) 現地作業期間

自 昭和57年 6月28日

至 昭和57年10月 7日

#### (3) 作業内容

	計	画	実	績
空中写真撮影	4,220 km		863 km	

### 2-5-2. 第2年次及び第1年次第2次撮影(昭和58年度)

#### (1) 作業編成

総括	1名	
副総括	1名	
団員	1名	(主任技師)
〃	1名	(業務調整)
〃	1名	(メカニック)
〃	6名	(人工衛星観測・3級水準測量)
〃	6名	(3級多角測量)
〃	1名	(撮影監督)
〃	1名	(写真検査)



(2) 現地作業期間

自 昭和58年 4月 8日  
至 昭和58年10月18日 (撮影)  
自 昭和58年 6月19日  
至 昭和58年10月22日

(3) 作業内容

	計	画	実	績
空中写真撮影	3,357	km	1,449.5	km
人工衛星観測	12	点	12	点
3級多角測量	200	km	200	km
3級水準測量	80	km	80	km

2-5-3. 第3年次及び第2年次第2次撮影 (昭和59年度)

(1) 作業編成

総括	1名
副総括	1名
団員	1名(主任技師)
〃	1名(業務調整)
〃	1名(メカニック)
〃	4名(刺針)
〃	4名(現地調査)
〃	1名(撮影監督)
〃	1名(写真検査)

(2) 現地作業期間

自 昭和59年 3月29日  
至 昭和59年 9月20日 (撮影)  
自 昭和59年 6月24日  
至 昭和59年 9月20日

(3) 作業内容

	計 画	実 績
空中写真撮影	1,907 km <sup>2</sup>	1,790 km <sup>2</sup>
刺 針	107点	107点
現 地 調 査	12,070 km <sup>2</sup>	12,070 km <sup>2</sup>
空中三角測量	425モデル	425モデル
細 部 図 化	64面	64面

2-5-4. 第4年次(昭和60年度)

(1) 作業編成

總 括	1 名
副 總 括	1 名
團 員	1 名 (主任技師)
〃	6 名 (補備測量)
〃	1 名 (製図打合せ)

(2) 現地作業期間

自 昭和60年 7月 4日  
至 昭和60年 9月10日

(3) 作業内容

	計 画	実 績
補 備 測 量	12,070 km <sup>2</sup>	11,666 km <sup>2</sup>
編 集	48面	48面
製 図	48面	48面

2-5-5. 第5年次(昭和61年度)

(1) 国内作業期間

自 昭和61年 6月 6日

至 昭和62年 2月14日

(2) 作業内容

	計	面	実	績
製 図	16	面	16	面
印 刷	64	面	64	面
	各1,000	部	各1,000	部

### 3・測量設計

#### 3-1. 概要

本事業対象地域は、急峻なアンデス山岳地帯と、アマゾン上流部のジャングル地帯を含んでおり自然環境の極めて厳しい地区で、主要幹線道路を除くと山岳地帯は徒歩、低地部はボート又は軽飛行機が唯一の交通機関となっている。このように現地は立入り及び移動が困難であるため、これらの条件を考慮して現地立入り作業を極力少なくすることとし、地形図の精度はJICA作業規程のBクラスとした。各作業内容は次のとおりである。

##### (1) 撮影

本地域の気象条件は極めて悪く、年間快晴日数は2～3日と言われている。撮影は後続作業の工程に重大な影響を与えるので撮影時間帯、少々の雲、コントラストの不調にこだわらず最低図化に支障のないということを目指し実施する。撮影は広角レンズを使用し、縮尺は1：60,000を標準とするが、雲の状況によつては縮尺1：40,000とする。撮影コースは雲の発生分布状況及び地形を考慮してアンデス山脈にほぼ平行するコースとする。

##### (2) 基準点測量

既設基準点は、IAGS (Inter American Geodetic Survey) 指導のもとに実施されており、その精度は信頼できると考えられるので、立入り可能な基準点は極力利用する。新設基準点は図化地域及びその周囲に必要な点数を設置する。観測方式は人工衛星ドップラー観測及び多角方式とする。

##### (3) 水準測量

空中三角測量及び水準路線整備のため、直接水準測量を行う。水準路線は既設の道路に沿つて実施し、つとめて人工衛星観測点に取付け観測を行う。

##### (4) 空中三角測量

空中三角測量は解析法とし、調整はブロック法による。

##### (5) 図化

図化は、縮尺1：25,000、等高線間隔は25mとする。図郭は経緯度7.5' × 7.5' とし、ペルー国の図式にもとづいて行う。

##### (6) 現地調査

4,000mを超える山岳地帯、あるいはジャングル地帯の現地調査を行うことは困難なため、事前に写真上での予察を十分行い、現地において聞き込み等により調査確認する。

### 3-2. 全体計画

#### 3-2-1. 測量地域 (図-2参照)

南緯11°より12°、西経75°30'より74°付近の地域、面積約12,070km<sup>2</sup>

#### 3-2-2. 空中写真撮影

(1) 撮影面積 : 約31,250km<sup>2</sup>

(2) 使用カメラ : 広角レンズ

(3) 使用フィルム : パンクロマティック

(4) 撮影縮尺 : 1:60,000

#### 3-2-3. 基準点測量

##### (1) 人工衛星観測

(a) 観測方式 : 人工衛星ドップラー観測

(b) 観測方法 : トランスロケーション

(c) 観測点数 : 12点

##### (2) 多角測量

(a) 等級 : 3級基準点測量

(b) 精度 : 1:25,000以内

(c) 作業量 : 200km

#### 3-2-4. 水準測量

(1) 等級 : 3級水準測量

(2) 往復差 : 10mm $\sqrt{S}$  (Sは片道距離、km単位)

(3) 作業量 : 80km (サティボ及びサンラモン地区)

#### 3-2-5. 刺針

基準点及び水準点の刺針を行う。刺針困難な場所は、付近の空中写真上で明瞭な地形、地物に取り付ける。

#### 3-2-6. 現地調査