

フィリピン共和国
気象通信網整備計画
調査報告書

昭和60年1月

国際協力事業団

開一

85-015

No.

フィリピン共和国
気象通信網整備計画
調査報告書

JICA LIBRARY



1031479[7]

昭和60年1月

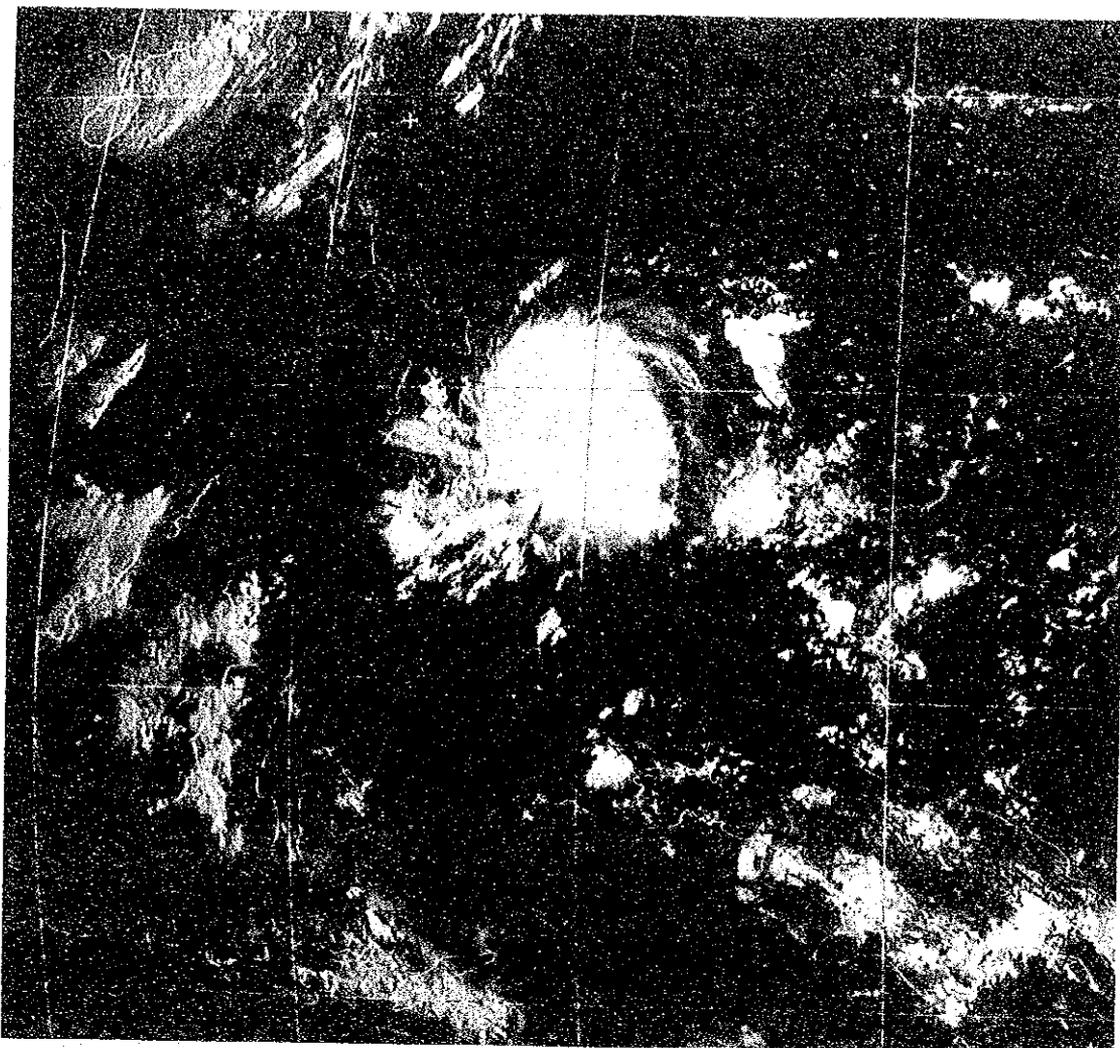
国際協力事業団

開一

CR (3)

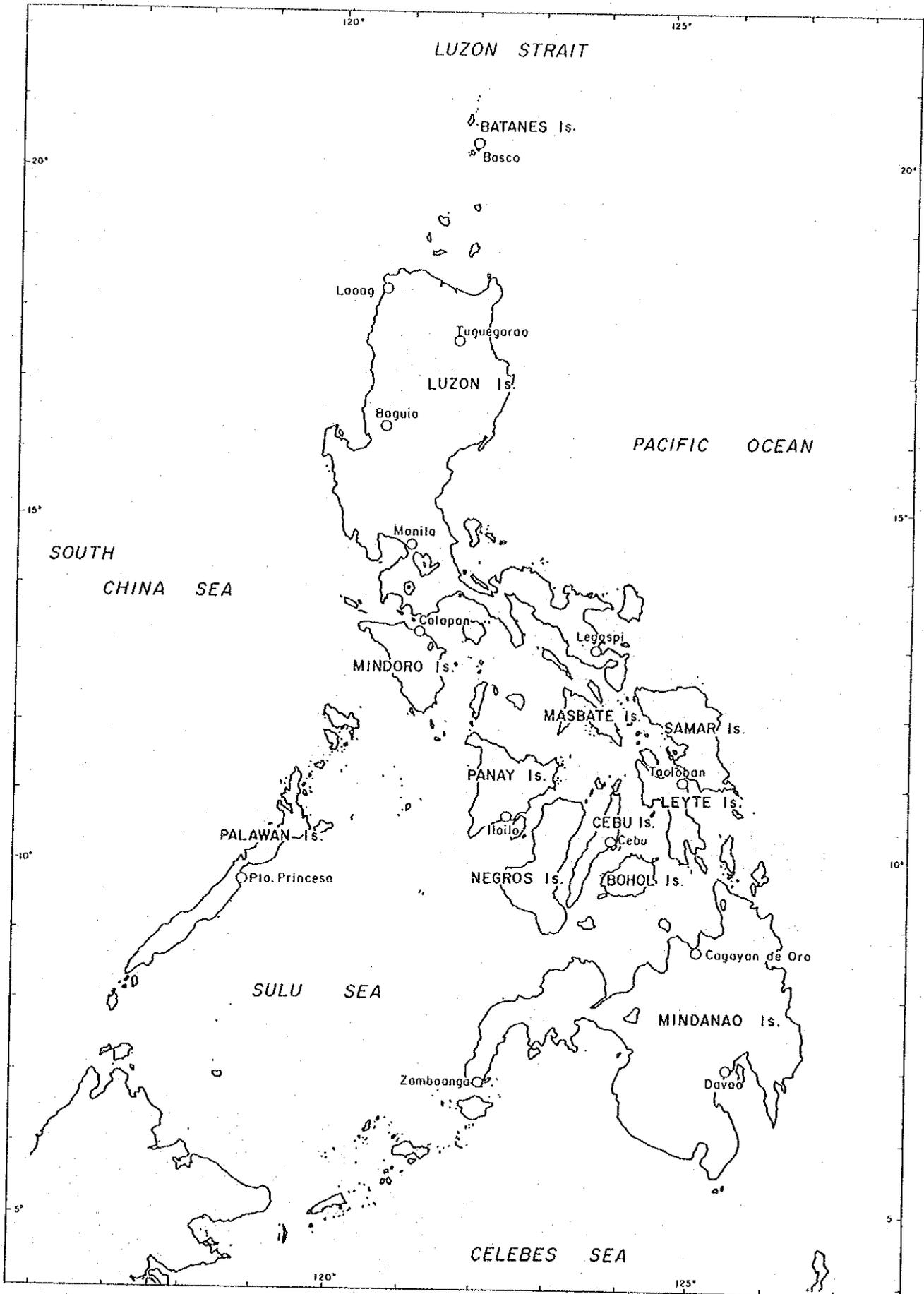
85-015

巨餘部号茶团	
交付 月日 85. 3. 25	118
登録No. 11283	55.1
	SDF



静止気象衛星による台風 NITANG (8411号) の雲写真
(1984年9月1日00Z時)

Map of the Philippines



序 文

日本国政府は、フィリピン国政府の要請に基づき、気象通信網整備計画についてフィージビリティ・スタディを行うことを決定し、国際協力事業団がその調査を実施した。

当事業団は、上記計画の重要性に鑑み、財団法人日本気象協会研究所調査役 丸山栄三氏を団長とする9名の専門家からなる調査団を編成するとともに、気象庁予報部無線通信課長 成井満男氏を委員長とする作業監理委員会を設け、調査の推進を図った。

調査団は、昭和58年9月から6ヶ月に亘り現地においてフィリピン国政府関係者との討議ならびに現地調査、資料収集等を行い、帰国後、更に解析・検討作業を進め、本報告書を取りまとめた。

本報告書が、プロジェクトの進展に寄与するとともに、日本・フィリピン両国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

最後に、この調査の実施にあたり、多大な御協力と御支援をいただいたフィリピン国政府ならびに日本国政府関係機関の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和60年1月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

目 次

1 序 論	1
1.1 序	1
1.2 経 緯	1
1.3 調査の目的	2
1.4 調査の実施体制	2
1.5 調査の工程	3
2. プロジェクトの背景	4
2.1 フィリピン国の社会・経済	4
2.1.1 国土の人口	4
2.1.2 フィリピン国の経済	4
2.1.3 農 業	6
2.1.4 工業セクター	7
2.1.5 通信システム	7
2.1.6 経済開発計画	8
2.1.7 地域別所得水準	8
2.2 フィリピンの気候	9
2.2.1 風 系	9
2.2.2 熱帯低気圧	9
2.2.3 雷 雨	10
2.2.4 降 雨	10
2.2.5 洪水と干ばつ	11
2.2.6 気 温	12
2.3 フィリピンにおける気象業務の現況と問題点	12
2.3.1 気象業務の現況	12
2.3.2 気象業務遂行上の問題点	12

2.4	プロジェクトの必要性と目的	15
2.4.1	フィリピンにおける自然災害	15
2.4.2	フィリピンにおける台風被害	16
2.4.3	悪天候による被害とプロジェクトの効果	17
2.4.4	プロジェクトの必要性と目的	21
3.	調査結果と解析評価	22
3.1	気象通信網	22
3.1.1	気象通信網の現況	22
3.1.2	気象通信網の調査	22
3.2	観測・予報業務の現状	40
3.2.1	現地調査	40
3.2.2	気象観測業務	41
3.2.3	天気予報業務	42
3.2.4	解析評価	44
4.	プロジェクトの概要	45
4.1	プロジェクトの定義	45
4.2	気象通信システムの構成	45
4.2.1	気象通信網	45
4.2.2	通信制御装置	50
4.2.3	予備電源	50
4.2.4	観測機器	50
4.3	運用・保守体制	51
4.3.1	運用体制	51
4.3.2	保守体制	51

5.	プロジェクトの予備設計	52
5.1	予備設計の基本概念	52
5.1.1	予備設計の目的	52
5.1.2	予備設計の前提	52
5.1.3	予備設計の範囲	52
5.2	気象通信網に関する設計	53
5.2.1	設計条件	53
5.2.2	幹線通信システム	56
5.2.3	ルソン地域通信システム	61
5.2.4	ピサヤ地域通信システム	62
5.2.5	シンダナオ地域通信システム	62
5.2.6	PFCの通信制御システム	62
5.2.7	無線周波数計画	63
5.3	気象観測業務に関する設計	66
5.3.1	気象測器の更新	66
6.	運用・保守体制	67
6.1	運用体制	67
6.1.1	運用組織の強化	67
6.1.2	運用要員の確保	67
6.2	保守体制	67
6.2.1	保守組織の強化	67
6.2.2	保守要員の確保	68
6.2.3	修理センター	68
6.3	総合運用の可能性	68
7.	費用見積	69
7.1	総論	69
7.2	プロジェクトの経費見積	69
7.3	保守運用経費と研修経費	69

8.	プロジェクトの実行計画	74
8.1	実行計画の策定の方針	74
8.2	気象通信網実行計画	74
8.2.1	第1案	74
8.2.2	第2案	81
8.2.3	比較検討の結果	81
9.	プロジェクトの評価	83
9.1	プロジェクトの予想便益	83
9.1.1	プロジェクトの災害防止と生産向上に及ぼす効果	83
9.1.2	デルファイ法による台風被害の減少予想	84
9.2	プロジェクトの経済評価	86
9.2.1	総論	86
9.2.2	フィリピンにおける台風被害の将来予測	86
9.2.3	プロジェクトの便益の検討	87
10.	結論	88

Figure List

		Page
Fig. 2.1	Map of the Philippines	5
Fig. 2.2	Surface Air Flow in the Philippines in January	91
Fig. 2.3	Surface Air Flow in the Philippines in July	92
Fig. 2.4	Typhoon Tracks in the Philippines Area of Responsibility in 1981	93
Fig. 2.5	Distribution of Mean Annual Number of Days with Thunderstorm in the Philippines	94
Fig. 2.6	Distribution of Mean Annual Rainfall (mm) in the Philippines	95
Fig. 2.7	Distribution of Mean Annual Number of Rainy Days in the Philippines	96
Fig. 2.8	PAGASA Weather Station's Location	13
Fig. 2.9	Path of Typhoon Nitang September 1984 .	97
Fig. 2.10	Estimated Damages by Various Causes of Adverse Weather in the Philippines and their Percentages to GDP	98
Fig. 2.11	Correlation between Magnitude of each Typhoon and Number of Death and Missing for the Period of 1970 - 83	99
Fig. 2.12	Correlation between Magnitude of each Typhoon and Number of Death and Missing	99
Fig. 2.13	Disaster Operations Flow Chart	100
Fig. 3.1	Routing Plan for Multiplex Radio Trunk Line	101
Fig. 3.2	Systematic Diagram of Propagation Test (OH)	102
Fig. 3.3	Figure of OH Propagation Test Transmitting Site	103

	Page
Fig. 3.4	Receiving Site 103
Fig. 3.5	Propagation Test/Route Survey Span 104
Fig. 3.6	Estimated Value for Propagation Test .. 105
Fig. 3.7	Outline of OH Link 106
Fig. 3.8	Multiplex Radio Link 107
Fig. 3.9	Process of Weather Data Analysis 108
Fig. 3.10	PAGASA Dissemination and Information Network 109
Fig. 3.11	Storm Warning Signal 109
Fig. 4.1	Meteorological Telecommunication System 47
Fig. 5.1	Multiplex Radio Link for Meteorological Communication 110
Fig. 5.2	Trunking Plan 111
Fig. 5.3	Allocation Plan of VHF 112
Fig. 5.4	Plan of Frequency Allotment (VHF) 113
Photograph 1	Geostational Meteorological Satellite 114

Table List

	Page
Table 1.1	Member of the JICA Study Team 117
Table 1.2	Main Staff of PAGASA..... 118
Table 1.3	Member of the Supervisory Committee ... 119
Table 1.4	The Schedule of the Study 120
Table 2.1	Socio-Economic Data in the Philippines 121
(1/2 - 2/2)	
Table 2.2	Data on Agricultural Production 123
Table 2.3	GDP of Industrial Sector 123
Table 2.4	GDP Composition of Selected Manufac- turing by Industry Group 124
Table 2.5	Telecommunication Facilities for Public Service (1982) 124
Table 2.6	Number of Licensed Radio Stations by Type from 1975 to 1982 125
Table 2.7	Projected Regional per Capita Output (1978 - 1987) 125
Table 2.8	Mean Monthly and Annual Frequency of Tropical Cyclones in the Philippines (1944 - 1983) 126
Table 2.9	Mean Monthly and Annual Rainfall (mm) for Stations in the Philippines (1951 - 1970) 127
Table 2.10	Mean Monthly and Annual Number of Rainy Days for Stations in the Philippines 128
Table 2.11	Mean Monthly and Annual Temperatures (°C) for Stations in the Philippines (1951 - 1970) 129
Table 2.12	Natural Disasters in the Philippines for (1/4 - 4/4) the Period from 1970 to 1983 130

	Page
Table 2.13	Estimated Damages by Various Causes of Adverse Weather in the Philippines 133
Table 2.14	Natural Disasters in Japan for the Period from 1977 to 1982 138
Table 2.15	Monthly Frequency of Passage of Tropical Cyclone Centers over Regions in the Philippines from 1948 to 1977 .. 134
Table 2.16	Data on Typhoon entered the Philippine Area of Responsibility for the Period of 1970 - 1983 135
Table 2.17	Damages by the Biggest Typhoon in Each Year from 1978 to 1983 137
Table 2.18	Yearly Marine Protests Filed by Classification (1972 - 1982) 138
Table 3.1	Presumed Radio Link Design 139
Table 3.2	Schedule of Site Reconnaissance 140
Table 3.3	Result of Site Survey at the New OH Relay Station 141
Table 3.4	Schedule of OH Propagation Test 142
(1/4-4/4)	
Table 3.5	Outline of Test Equipment 146
Table 3.6	Test Results of OH Link 147
Table 3.7	Test Results of OH Alternative Route .. 147
Table 3.8	
(1/2)	Study of BALOD to TINAMBACAN Route 148
(2/2)	Superiority or Inferiority List for BALOD-TINAMBACAN Route 148
Table 3.9	
(1/2)	Test Results for Main Route and Alternative Routes 149
(2/2)	Superiority or Inferiority List for Main and Alternative Routes 149

	Page
Table 3.10 VHF Link Budget Estimation Value (1/2-2/2)	150
Table 3.11 Schedule of VHF Propagation Test (1/2-2/2)	152
Table 3.12 Equipment for VHF Propagation Test	154
Table 3.13 Test Results of VHF Link	154
Table 3.14 Transmitting Test Message (Sample)	155
Table 3.15 Q Code	155
Table 3.16 Results of HF SSB Propagation Test (1/2-2/2)	156
Table 3.17 List of Instruments at Weather Stations	158
Table 3.18 Status of Meteorological Instrument (1/5-5/5) in PAGASA	159
Table 5.1 Design of Multiplex Radio Link	164
Table 5.2 (1/2) List of Improved Observation Instruments	165
(2/2) List of Additional Meteorological Observation Instruments	166
Table 5.3 List of Improved Meteorological Observation Instruments	166
Table 6.1 Training Course	167
Table 6.2 Personnel Necessary for Operation and Maintenance	168
Table 7.1 Cost Estimation	70
(1/2-2/2)	
Table 7.2 Break Down of Cost Estimation	72
Table 7.3 Estimation Cost of Meteorological Observation Instruments and their related Matters	73
Table 8.1 Schedule of Implementation Plan on (1/2-2/2) the Project	75

	Page
Table 8.2 (1/4-4/4)	Cost Estimation 77
Table 8.3	Derivation of Benefit Less Cost of Alternative Plan 1 (at Discount Rate of 10%) 169
Table 8.4	Derivation of Benefit Less Cost of Alternative Plan 2 (at Discount Rate of 10%) 170
Table 9.1	Historical Typhoon Damages, per Capita GDP and Population Density from 1970 to 1983 171
Table 9.2	Projection of Future Typhoon Damage under "Without Project" Condition and Derivation of Mitigation Typhoon Damage 172
Table 9.3	Derivation of Typhoon Damage Mitigation Ratio to Equalize the Benefit of the Project to the Cost of the Project (For Plan 1) 173
Table 9.4	Derivation of EIRR based on Mitigation Ratio of 5% (For Plan 1) 174

Note:

Appendix A: Additional Explanation and Figures & Tables concerning Chapter 3 (Main Report)

Appendix B: Additional Explanation and Figures & Tables concerning Chapter 5 (Main Report)

Appendix C: "Delfi Method" in Chapter 9 (Main Report)

ABBREVIATIONS

ABBREVIATIONS	EXPLANATIONS
AC	Alternating Current
AM	Amplitude Modulation
AN	Alpha Numeric
ARQ	Automatic Request for Repetition
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AVR	Automatic Voltage Regulator
BAT	Bureau of Air Transportation
B/C	Benefit/Cost
BDCC	Barangay Disaster Coordinating Center
BFO	Beat Frequency Oscillator
BPI	Bit Per Inch
B-4	257mm x 364 mm (paper size)
CCD	Charge Coupled Device
CCIR	International Radio Consultative Committee
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee
CDOC	Civil Defence Operations Center
CHS	Channels
CIF	Cost, Insurance and Freight
COWS	Committee on Warning System
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct Current
DCC	Data Collection Center
DMA	Direct Memory Access
DRS	Data Relay Station
EBS	Emergency Broadcast System
ECC	Error Checking and Correction
EIA	Electronic Industries Association
EIRR	Economic Internal Rate of Return
ESCAP	Economic and Social Commission for Asia and Pacific
FAX	Facsimile
F/B	Front/Back
FD	Frequency Diversity
FEC	Forward Error Correction
FFWO	Flood Forecasting Warning Office
FFWS	Flood Forecasting Warning System
FM	Frequency Modulation
FOT	Frequency of Optimum Traffic
FS	Frequency Shift

GDP	Gross Domestic Product
GMS	Geostationary Meteorological Satellite
GMT	Greenwich Mean Time
GNP	Gross National Product
GPA	Grid Parabolic Antenna
GTS	Global Telecommunication System
G-I	Group I
G-II	Group II
HF	High Frequency
HPF	Highest Probable Frequency
HYB	Hybrid
IA	Implementing Arrangement
IPS	Inch Per Second
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japan Industrial Standard
JMC	Japan Maritime Commission
LED	Light Emitting Diode
MCC	Main Communication Center
MDCC	Municipal Disaster Coordinating Center
MDUS	Medium Data Utilization Station
MF	Medium Frequency
MFM	Modified Frequency Modulation
MIA	Manila International Airport
MOTC	Ministry of Transportation and Communication
MOND	Ministry of National Defence
MPWH	Ministry of Public Works and Highway
Mt	Mountain
MTS	Meteorological Telecommunication System
MUF	Maximum Usable Frequency
na	not available
NEDA	National Economic of Development Authority
NF	Noise Figure
NFFO	National Flood Forecasting Office
NIA	National Irrigation Administration
NPC	National Power Cooperation
NSTA	National Science and Technology Authority
NTC	National Telecommunication Commission
NWO	National Weather Office
OCD	Office of Civil Defence
OH	Over Horizon
pa	per annual
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PAGASA	Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration

PAL	Philippines Air Line
PAR	Philippines Area of Responsibility
PCIC	Philippines Corp Insurance Corporation
PCO	PAGASA Central Office
PDCC	Provincial Disaster Coordinating Center
PE	Phase Encoding
PFC	PAGASA Forecast Center
PM	Phase Modulation
PNR	Philippines National Railway
PNRC	Philippines National Red Cross
RAM	Random Access Memory
RDCC	Regional Disaster Coordinating Center
REQ.SIG	Request Signal Strength
ROM	Read Only Memory
RS	Radio Sonde
RX	Receiver
SD	Space Diversity
S/N	Signal/Noise
SSB	Single Side Band
SS-FM	Single Side Band - Frequency Modulation
SS-PM	Single Side Band - Phase Modulation
S/W	Scope of Work
TCS	Typhoon Committee Secretariate
TDM	Time Division Multiplex
TMRDO	Typhoon Moduration Research and Development Office
TV	Television
TX	Transmitter
UHF	Ultra High Frequency
UT	Universal Time
VHF	Very High Frequency
VSB	Vestigial Side Band
WMO	World Meteorological Organization
WWW	World Weather Watch

Exchange Rate US\$1 = ₱18.002 = ¥237.50
 ₱1 = ¥13.19
 (Based on the rate on 30 June 1984)

1. 序 論

1.1 序

フィリピン共和国は、西太平洋の北緯4度～21度付近に位置することにより、台風およびモンスーンの影響を受け、毎年多大の人的物的損害を被っている。

このような気象災害を軽減するには、気象業務の基盤である気象観測施設、及び気象データ・情報の収集、配信をする気象通信網の改善が不可欠である。フィリピン国政府は、この要請に応えるために、これまで大きな努力を払ってきた。しかし、この改善は緊急を要するものであることから、フィリピン国政府は日本国政府に対し気象通信網整備計画に関する協力を要請した。

これを受けて国際協力事業団(JICA)は、調査団を派遣し、気象通信網の改善に関する Feasibility Study を実施した。この報告書はその調査結果をまとめた最終報告書である。

1.2 経 緯

フィリピン共和国は、台風による気象災害により毎年多くの生命と莫大な物的損害を被っている。例えば、1970年には死者不明者820人、1978年には同じく1,050人という多くの犠牲者が出ている。このため、1978年第11回の、ESCAP/WMO 台風委員会は、日本国政府に対し、日本の協力によりフィリピン国気象通信システムを改善してほしいと要請した。この要請に応じてJICAは、フィリピン国に対し1980年、1981年の2度にわたり、気象専門家を派遣し、フィリピン国の気象業務システムの改善に関する基本調査を実施した。

フィリピン国政府は、日本国政府に対し、1982年6月、フィリピン国気象通信網整備計画に関する Feasibility Study の実施を要請し、これに応じて日本国政府は、JICAに実施を委任し、1982年11月矢島昇を団長とする事前調査団を派遣して本計画調査に関する Scope of Work (S/W) をとりきめた。この両国政府間で合意された S/W に沿って、1983年9月丸山栄三博士を団長とする現地調査団がフィリピン国に派遣され1984年3月まで現地調査を実施し、その後日本において解析評価作業を続け、ここに、ファイナルレポートを提出するはこびとなった。

これまでに、フィリピン国政府の実施機関 Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration (PAGASA) に提出された報告は下記のとおりである。

- 1983年 9月 : Inception Report
- 1984年 1月 : Progress Report
- 1984年 3月 : Interim Report
- 1984年10月 : Draft Final Report

1.3 調査の目的

調査は、フィリピン全土に設置されている気象官署を有機的に結び、気象データの収集配信に供する、気象通信網の改善に資する Feasibility Study を実施することである。調査のおもな内容は次のとおりである。

- 気象通信網に関する電波伝搬試験 (OH, VHF, HF) 及び予備設計
- 収集データの解析
- 観測施設・予備電源の調査及び設計
- 気象情報提供システムの予備設計
- 運用・保守計画
- 経済・社会評価
- 費用見積と実行計画

1.4 調査の実施体制

本調査に係わる調査団の構成を Table 1.1 に、フィリピン国政府 (PAGASA) の関係スタッフを Table 1.2 に、又本調査を実施するために設置された作業監理委員会の構成を Table 1.3 にそれぞれ示す。

1.5 調査工程

本調査の調査工程は Table 1.4 に示され、下記のとおりである。

1983年10月	: 置局踏査
1983年11月～1984年3月	: 置局調査
1983年11月～1984年1月	: OH電波伝搬試験(マニラから南部ルソン、サマール、セブ、ミンダナオ)
1984年 2月～3月	: VHF及びHF電波伝搬試験(上記区間)
1984年 6月～9月	: 取得収集資料解析(日本国内)
1984年 7月	: 現地調査(周波数割当及び経済社会評価)
1984年10月	: 現地説明(ドラフト ファイナルレポート)

現地調査を実施するにあたっては、PAGASAを始めとするフィリピン国政府諸関係機関、すなわち国防省防災庁・OCD(Office of Civil Defence, Ministry of National Defense)、公共事業省・MPWH(Ministry of Public Works and Highways)、電気通信省・MTC(Ministry of Transportation and Communication)、フィリピン電力公社・NPC(National Power Corporation)、フィリピンかんがい局・NIA(National Irrigation Administration)、フィリピン鉄道公社・PNR(Philippine National Railway)、フィリピン農業保険公社・PCIC(Philippine Crop Insurance Corporation)、フィリピン赤十字・PNRC(Philippine National Red Cross) に協力を得た。

2. プロジェクトの背景

2.1 フィリピン国の社会・経済

2.1.1 国土と人口

フィリピン共和国は、北緯4～21度、東経117～127度に広がる大小7,000以上の島々からなる。フィリピン国土の総面積は、約301,000 km²であるが、11の主要な島がその96%を占めている。最大の島はルソン島(105,708 km²)で、ミンダナオ島(95,587 km²)がこれに続く。フィリピンは、南北1,850 kmに広がる島嶼国家であり、行政的には12の地区(Region)、66の州(Province)に分かれる。(Fig. 2.1参照)

フィリピンの人口は、1980年5月の人口調査によると48,098,000人である。(Table 2.1参照) 同時期におけるルソン・ビサヤ、それにミンダナオの各地域の人口は、それぞれ約22,604,000人、14,589,000人、10,905,000人であった。ルソン島の人口は、全人口のおよそ半分(48%)を占める。

1980年5月現在の全国平均人口密度は、約160人/km²である。最も過密な地域は、マニラ首都圏の9,317人/km²で、これに中部ルソン(Region 3)の263人/km²が続く。最も過疎な地域は、カガヤンバレーで、その人口密度は、60人/km²である。

フィリピンの人口増加率は、年平均2.7%(1970～1980)である。一方、同期間におけるマニラ首都圏の人口増加率は、4.1%である。

2.1.2 フィリピン国の経済

フィリピンのマクロ経済データは、Table 2.1に示すとおりである。フィリピンの経済は、1980年の第二次石油危機以降の世界不況のため停滞している。同国の国内総生産(GDP)は、1970～1980年に実質6.2%の成長を遂げたにもかかわらず、1980～1983年は、2.6%にとどまった。1983年のGDP及び1人当りのGDPは、名目でそれぞれ約3,808億ペソと7,330ペソ(660 USドル)であった。

GDPを産業別に見ると、工業セクターは、1970年に30%であったものが、1982年には、36%に上昇しているが、同一期間における第1セクター(農林・

REGIONAL OFFICES

**METROPOLITAN MANILA AREA
(NATIONAL CAPITAL REGION)**

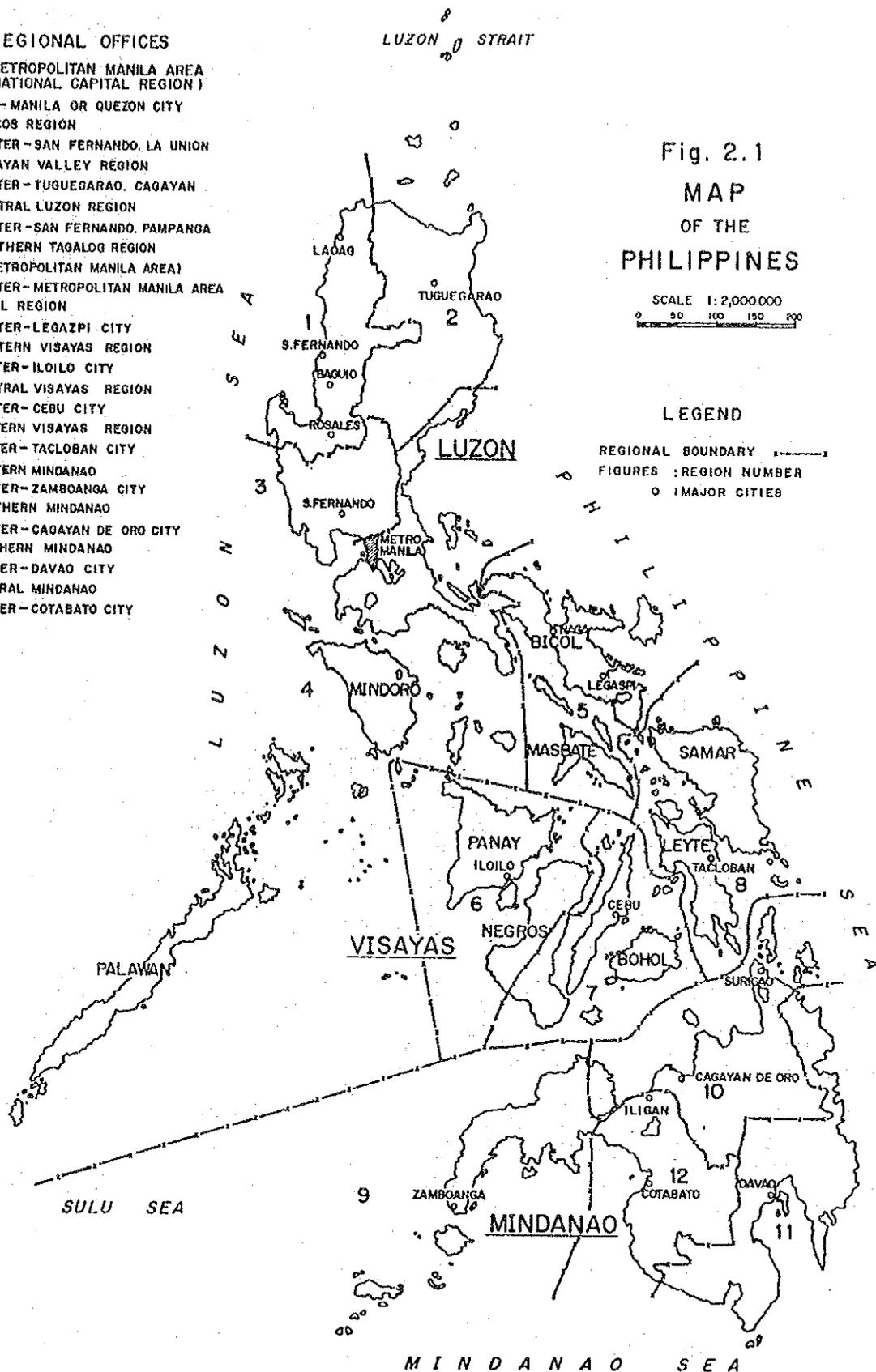
- REGIONAL CENTER - MANILA OR QUEZON CITY
- REGION No.1 - ILOCOS REGION
REGIONAL CENTER - SAN FERNANDO, LA UNION
- REGION No.2 - CAGAYAN VALLEY REGION
REGIONAL CENTER - TUGUEGARAO, CAGAYAN
- REGION No.3 - CENTRAL LUZON REGION
REGIONAL CENTER - SAN FERNANDO, PAMPANGA
- REGION No.4 - SOUTHERN TAGALOG REGION
(EXCLUDING METROPOLITAN MANILA AREA)
REGIONAL CENTER - METROPOLITAN MANILA AREA
- REGION No.5 - BICOL REGION
REGIONAL CENTER - LEGAZPI CITY
- REGION No.6 - WESTERN VISAYAS REGION
REGIONAL CENTER - ILOILO CITY
- REGION No.7 - CENTRAL VISAYAS REGION
REGIONAL CENTER - CEBU CITY
- REGION No.8 - EASTERN VISAYAS REGION
REGIONAL CENTER - TACLOBAN CITY
- REGION No.9 - WESTERN MINDANAO
REGIONAL CENTER - ZAMBOANGA CITY
- REGION No.10 - NORTHERN MINDANAO
REGIONAL CENTER - CAGAYAN DE ORO CITY
- REGION No.11 - SOUTHERN MINDANAO
REGIONAL CENTER - DAVAO CITY
- REGION No.12 - CENTRAL MINDANAO
REGIONAL CENTER - COTABATO CITY

**Fig. 2.1
MAP
OF THE
PHILIPPINES**

SCALE 1:2,000,000
0 50 100 150 200

LEGEND

- REGIONAL BOUNDARY ————
- FIGURES : REGION NUMBER
- : MAJOR CITIES



漁業)は、逆に28%から23%と減少した。これは同一時期における工業セクターの発展を示唆するものである。1982年のGDPに占める農林・漁業セクターの割合は23%、工業セクター36%、サービス・セクター41%であった。

輸出は1970年に11億4,200万USドルであったものが、1982年には49億9,500万USドルに拡大している。輸入も同様に、1970年の11億5,900万USドルから1982年の78億USドルと著しい増大を示している。輸出品のうち、伝統的生産物であるコブラ、砂糖、バナナの輸出に占める割合は減少傾向にあり、1970年に75%であったものが、1982年には37%を占めるにすぎない。これに反し、非伝統的加工産物の輸出は目覚ましい伸びを示している。また、輸入に占める中間財の割合は、政府の工業開発政策もあって、1970年以降増大の一途にある。

フィリピンの国際収支は、1975年以降赤字を続けている。赤字の主たる原因は貿易赤字にある。すなわち、1970年以降輸入が輸出を上回っている。貿易赤字は、同国の輸出産物である一次産品の価格が、世界不況のために下落したのも一因とされている。これに反し、資本のバランスは、長・短期資本の流入もあって、健全に推移している。

労働力雇用状況は、1970年代を通じて、ほとんど変化は見られない。1978年の総雇用人口は、16,118,000人である。全体の労働力の52%は、農林・漁業セクターに従事している。1978年の工業セクター及びサービス・セクターの雇用率は、それぞれ14%と34%である。また1982年の失業率は5.1%である。

2.1.3 農 業

農業生産に関するデータは、Table 2.2に示すとおりである。農業は、同国経済において、現在も重要セクターであることに変わりない。主要な農産物は、米、トウモロコシ、ココナッツ、砂糖きび、バナナ(生産量順)である。1982年産、米(粳)の総生産高が、123億3,500万ペソ(時価)であるのに対し、同年の総農生産高は、444億600万ペソであった。

農業生産物は、大別すると自家消費用穀物と輸出用換金作物に分られる。主な主食作物は、米、トウモロコシであり、商品作物としては、ココナツ、砂糖きび、アバカ(麻)があげられる。ここで注目されるのは、農業生産物に占める換金作物の割合

が、1970年の41%から、1982年には30%に減少した点である。これは、伝統的輸出作物（そのうちの大半は農産物）が減少した割合に見合うものである。

フィリピンにおいて、米の自給は1970年代に達成された。1ヘクタール当りの米の収量は、1970～1982年の間に1.68トンから2.36トンに増加した。主要穀物（米、トウモロコシ）の生産性は増大したものの、換金作物（ココナッツ、砂糖きび）の生産の伸びは芳しくない。

2.1.4 工業セクター

工業セクターに関するデータは、Table 2.3と2.4に示す。工業セクターのGDPは、1970年の125億8,100万ペソから、1982年には、1,222億4,200万ペソにのぼった製造業は、1982年のGDPに占める工業セクターの68%である。主な製造業としては、食品、石油化学、石炭、化学製品、織物（粗付加価値順）などがある。中でも食品加工は、最大の産業で、その粗付加価値は271億8,900万ペソにのぼり、これに粗付加価値116億1,700万ペソ（1982年）の石油化学・石炭が続く。

2.1.5 通信システム

通信システムに関する統計は、Table 2.5及び2.6に示す通りである。社会・経済活動の発展に伴い、電信、電話、テレックスといった通信システムの重要性は増大し、フィリピンにおいて、不可欠なものとなっている。電話サービスは、およそ219の公共施設によって行われている。総計2,153の公共サービス用ステーションが全国の通信サービスを担っている。

放送局（テレビ及びラジオ）は、地方にも配置されているが、とりわけマニラと西部ルソン地域に集中している。認可無線局数も増えているが、これらは政府直営もしくは個人経営で運営されている。沿岸局、空港局、それに船舶局も気象情報提供の面で重要な役割りを演じている。また、各地に張りめぐらされたテレビ及びラジオ放送網も、一般大衆に対し、緊急情報を提供するという重要な役割りを担っている。

2.1.6 経済開発計画

先の5ヶ年開発計画(1978~1982年)においては、GNP成長率7.5%が目標値として掲げられた。しかしながら、達成成長率は年率3.6%であった。これは主に、1980年の第二次石油危機に端を発した世界不況が原因している。しかし5ヶ年計画後期における経済停滞にかかわらず、フィリピン経済は計画期間全体では飛躍的な伸びを示した。

顕著な経済の伸びを示したのは、農業、工業それにインフラの各分野である。農産物の生産拡大と米の自給は成功裡に達成された。工業セクターも地道な伸びを示し、この結果、電気及び電子設備といった製造業→製品の輸出が飛躍的に増大した。

現行の5ヶ年開発計画(1983~1987年)において、フィリピン国政府は「継続した経済成長」と「開発によってもたらされた富の公正分配」の達成を目指しており、セクター間及び地域間のバランスをとるために、投資ないしは資源の有効配分を推進するよう計画されている。

計画期間中の経済成長率は、実質で年率6%が計画されており、1987年までにGNPは、7,490億ペソを達成し、この結果、1人当たり所得(時価)は13,199ペソになるものと計画されている。インフレは、年率約9%が見込まれている。

2.1.7 地域別所得水準

1人当たりの生産高で見た地域別の所得水準は、Table 2.7に示すとおりである。1978年の1人当たりの生産高はルソンが一番高く210万8,000ペソ、次いでビサヤの156万9,000ペソ、ミンダナオの133万3,000ペソと続く。最小は、東部ビサヤ(レイテ島及びサマル島)の99万ペソである。ルソンの所得水準が高い理由は、同国の社会、経済活動が集中しているマニラ首都圏が含まれることによる。

なお、1944年から1983年までのフィリピンの台風統計(Table 2.8)によると、台風が頻りに襲来する地域は、ルソン全域(ただし、マニラ首都圏が所在する中部ルソンは除く)と東部ビサヤである。注目されるのは、台風襲来地と低所得地が一致する点である。

2.2 フィリピンの気候

2.2.1 風 系

フィリピンの気候に影響を及ぼす主風系としては、北東季節風、南西季節風、北太平洋貿易風、温帯偏西風および南太平洋貿易風の5風系である。最初の2風系は、フィリピンの気候に北太平洋貿易風、温帯偏西風、南太平洋貿易風よりも大きい影響を及ぼす。

(1) 北東季節風

この風系は、冬のアジア大陸の寒冷で強大な高気圧から吹きだすもので、一般に日本列島を横切り、西太平洋の方へ向う。最後に、フィリピンに一般に北東気流として吹きこむ。しかし時には、北寄りまたは東寄りの風となることもある。風は弱いが10月には、フィリピンに吹き込み始め、1月には最も強風が吹く。3月となると徐々に弱まり、4月にはほとんど消滅する。Fig. 2.2は北東季節風さらされた1月のフィリピンの風系を示す。

(2) 南西季節風

この風系は、冬の間南半球でインド洋高気圧からインド洋貿易風として発生し、赤道を超えて北半球に流れ込んで右に偏向し、フィリピンには、南西風として吹き込む。しかし時には西風や南風になることもある。フィリピンでは、5月始めに出現し、8月に最強になり、徐々に弱まり10月にはなくなる。しかし、南西季節風は、時には4月に出現することもあり、11月や12月までねばり強く居残ることもある。Fig. 2.3は、南西季節風卓越期の7月の風系を示す。

2.2.2 熱帯低気圧

フィリピンは、世界における熱帯低気圧の最多襲来地域として認められている。

1944～1983年の40年間にフィリピンに上陸または近傍を通過して実際に被害を与えたと思われる熱帯低気圧は、318個で年平均8個となっている。

被害をもたらす熱帯低気圧の発生回数は、年による変動が大きく、50、55、58、59年は最小年で年間4個、最大年は64年の年間17個である。(Table 2.8)

熱帯低気圧の発生時期は、6月から12月まで続くが、他の月でも熱帯低がないわけではない。1944～1983年の記録に基づいた調査によると、6月～12月の間

に年間85%の熱低がフィリピンに被害を与えている。

熱帯低気圧の経路は、フィリピンの近くでいろいろの経路をとる。4、5、6月は、一般的にいてピサヤを横切る経路をとる。7、8、9月の間は、大部分が北ルソンかバタネス諸島を横切る。10～3月までは再びピサヤを横切る。

北ルソン、バタネス、サマール、ソルソゴンおよびマスバテを横切る割合は31～40%、北ルソン、南ルソンおよびレイテを横切る割合は21～30%、北西ルソン、南ルソンの大部分および中央ルソンが10～20%、ミンダナオを通るのは10%以下となっている。

1981年にフィリピンに侵入し又は形成された熱帯低気圧の経路は、Fig. 2.4に示されている。

• 熱帯低気圧の分類

- | | | | |
|------------------------|---|-----------|-----------------|
| 1. Tropical Depression | : | 中心付近の最大風速 | < 17.2 m/s |
| 2. Tropical Storm | : | " | 17.2 ~ 32.6 m/s |
| 3. Typhoon | : | " | ≥ 32.6 m/s |

2.2.3 雷 雨

熱帯低気圧にくらべて雷雨は比較的少なくなかつ短期間の擾乱である。それにもかかわらず気流が湿潤でかつ不安定のため、山岳の上昇効果と相俟って雷雨が年間を通じて発生する。Fig. 2.5は、フィリピンにおける年間発雷日数の分布図を示す。

2.2.4 降 雨

フィリピンの雨は、広くその時の風系、台風、熱帯低気圧、熱帯収束帯および地形が関係する。

(1) 年平均降水量

ルソンの年平均雨量は2,705.4mm、ピサヤが2,295.4mm、ミンダナオが2,235.2mmとなっている。ミンダナオの東海岸HINATUANが、年間雨量4,360.3mmで最大雨量を記録している。Fig. 2.6は、フィリピンの年間雨量分布図を示す。

Table 2.9の42地点の観測所のなかで、年間雨量が1,000mm以下の所は、ミンダナオのGENERAL SANTOSの1カ所にすぎない。14観測所が1,000～

2,000 mm、17観測所が2,000~3,000 mm、9観測所が3,000~4,000 mmで、4,000 mm以上が2観測所である。3,000 mm以上の11観測所のうち、8観測所は北東季節風にさらされている所であり、残りの3つは南西季節風にさらされている所である。

一方、西海岸にある大概の観測所は、北東季節風や北太平洋貿易風からは雨が期待できない。年間雨量2,000 mm以下の観測所は、大部分が谷地や平野もしくは山陰にあり、卓越風から遮蔽された所にあっている。(Fig. 2.6)

(2) 月平均雨量

42観測所の月平均雨量を調べてみると、8月が最高で全国平均で約300 mm、4月が約100 mmで最低となっている。6月から12月までが雨季で、1月から5月までが乾季と言える。

明瞭なる事実は、東海岸にある大概の観測所は、10月から3月の間の北東季節風の雨季に大雨が降る。一方、西海岸の観測所は、6月~10月の南西季節風および台風季に雨が降っている。

(3) 降水日数

降水日とは、1日に0.1 mm以上の降雨のあった日を定義する。フィリピンの42観測所の降雨日数を Table 2.10 に示す。同表から全国年平均降水回数は173日で、東海岸にあるほとんどの観測所がこれを上まわっている。また一方、西海岸にある観測所は、平均値を下まわっている。

また、内陸部や山陰にある観測所の降水日数は、平均値を下まわっている。降水日数の多い期間は、降水量の多い期間と一致している。(Fig. 2.7)

2.2.5 洪水と干ばつ

豪雨の結果、特に熱帯低気圧の通過時や季節風の卓越期に内陸部の大河(特にルソンやミンダナオ)の堤防が溢水し、1~5日に亘って洪水を起こす。洪水は毎年大きな河川の流域で起っている。一方、乾季で30日、時に100日も越える無降水日が続くことがある。特に、ルソンの西海岸で干ばつが起こる。1953年ミンダナオ北部で大干ばつが発生、パイナップル畑が大被害をうけている。干ばつは、洪水と異なり毎年起こるわけではなく、むしろたまに発生している。

2.2.6 気 温

Table 2.1.1 に、月および年平均値を示す。フィリピンは熱帯に属するため、地域による差はあまり認められない。

2.3 フィリピンにおける気象業務の現況と問題点

フィリピンの気象業務を管轄している PAGASA は、科学技術庁に属し、そのヘッドクォーターはケソン市のアジア信託銀行ビル内にある。

PAGASA の役割は、民間の福祉と自然災害の防止と軽減に貢献することである。

PAGASA の観測所の配置図を、Fig. 2.8 に示す。

フィリピンの気象業務は、観測業務、予報業務及び通信業務にわたっており、その現況と問題点は以下のとおりである。

2.3.1 気象業務の現況

気象観測業務では、地上、高層、レーダー、地震、海洋の観測が実施されている。

天気予報は、収集されたデータの解析に基づき主に PAGASA の NWO (National Weather Office) で、全国及び地域を対象として実施されている。

また、気象通信業務においては、PAGASA Forecast Center (PFC) と各観測所の短波無線電話 (SSB、Single Side Band) を用いて、観測データの収集及び気象情報の配信が実施されている。

2.3.2 気象業務遂行上の問題点

(1) 気象観測業務

(i) 観測機器が老朽化し、劣悪な条件下にあり、かつ交換及び予備部品の入手も困難である。

(ii) 観測システム全体は、旧来のものを踏襲している。自動化システムを徐々に導入して、迅速に観測データを取得することを容易にすることが望しい。

(2) 通信施設

(i) 通信の手段は、SSB (地上気象 1 波、RADAR 1 波、地震 1 波) が主体で、1 種目 1 波であるため、電波干渉及び時間的制約から運用にしばしば支障を来している。

PAGASA WEATHER STATION'S LOCATION

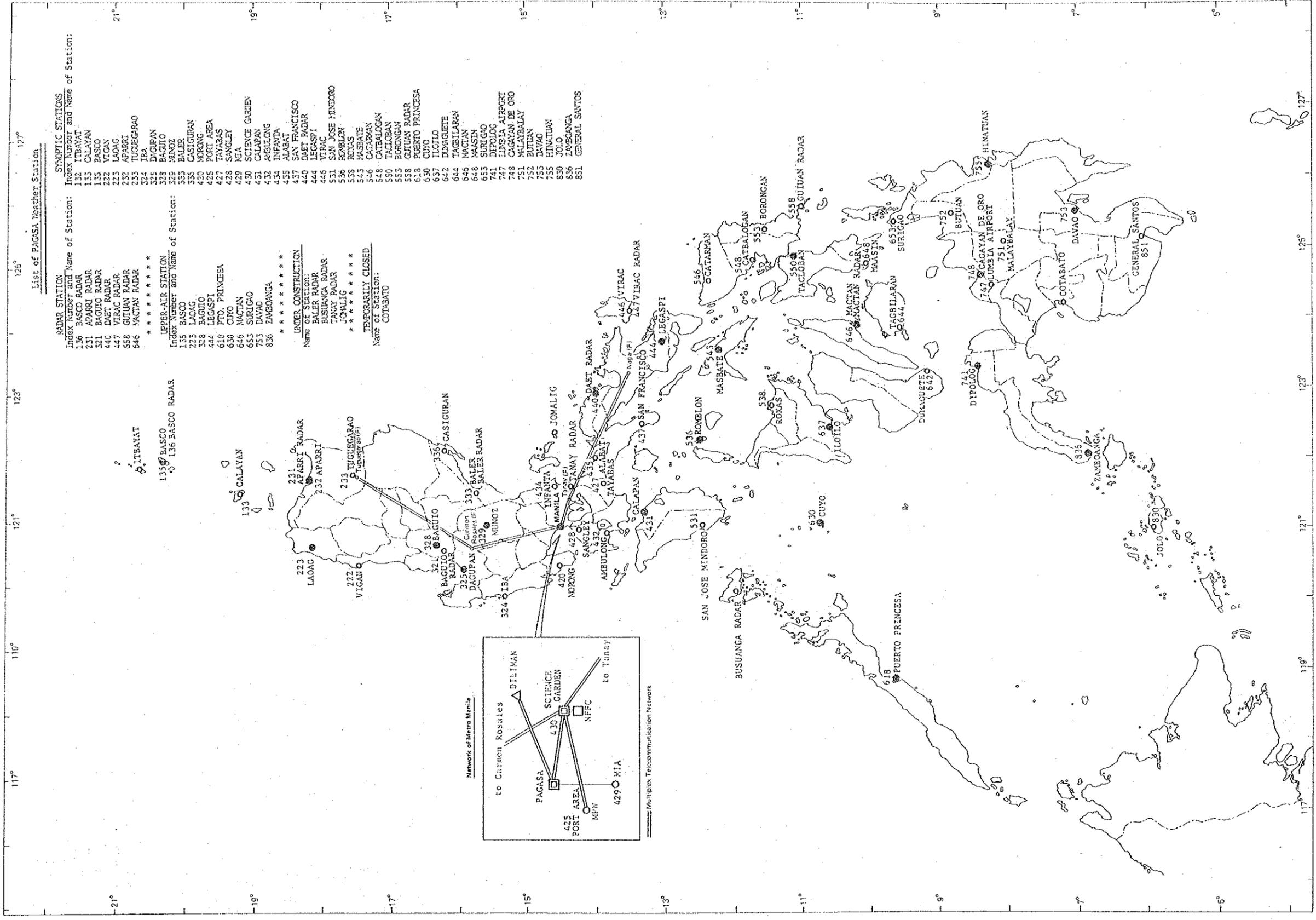


Fig. 2.8

(ii) 機器は旧式であり、かつ、通信網が系統的に組織化されていない。

(iii) 機器の故障修理に必要な予備部品は、入手困難である。

(3) 予報業務

予報に必要な国内観測データの収集率が低いため、高い予報精度の確保は難しい。

(4) 予備電源

予備電源が老朽化し、高い頻度で発生する商用電源の停電時に使用できない。

2.4 プロジェクトの必要性と目的

2.4.1 フィリピンにおける自然災害

フィリピンは、多くのアジア諸国の中でも自然災害の多い国である。甚大な被害は、特に毎年台風によってもたらされている。例えば、台風 Nitang (8411) は、1984年8月27日にカロリン諸島近辺で発生し、勢力を増して西に進み、ミンダナオ北部を通過した後、中部ビサヤ地域を直撃した。その後、この台風は、北西に進路をとり、最後は南支那海を経て中国大陸南部に上陸し衰弱した。この台風は、9月1日グリニッチ標準時0時、ミンダナオの東約300kmで最低気圧955mbを記録した。この台風は、9月の2～3日にフィリピン中部を通過、未曾有の被害をもたらした。台風による死者及び行方不明者数は、約1,000人にも達し、家屋倒壊、地すべり、高潮が発生した。この台風の進路は、Fig. 2.9に示すとおりである。同様に、気象衛星(GMS)による写真は、写真-1に示されている。

1970年から1983年までにフィリピンで発生した自然災害の経年記録を Table 2.12 に示す。本記録には、台風、干ばつ、洪水、地震、竜巻、地すべり及び海・空の災害が含まれている。

死者及び行方不明を含む死傷者の数の内、台風のみによる死者・行方不明者数は、1975年最低で47人、1970年が最高の1,823人で、この14年間平均は、459人となる。

一方、洪水による死者・行方不明者数は、1980年に最高4,600人を記録した。地震による犠牲者は、1976年に、ミンダナオのモロ湾で発生した地震による5,700人が最高である。

自然災害による被害は、Table 2.12 から抜粋し、Table 2.13 に各々原因別にとめるとともに、Fig. 2.10 に示した。自然災害の総被害額は、1975年の1,970

万ペソから、1980年の23億2,530万ペソにわたっている。GDPに対する自然災害の割合は、1975年の0.02%、1970年は1.18%で、この間の平均は推計0.5%である。Table 2.13が示すように、台風による被害は、フィリピンの自然災害によってもたらされる被害の大部分を占めている。

日本の自然災害記録を比較のため、Table 2.14に示す。これによると、1977年から1982年までの6年間の死者・行方不明者数は、153~524人となっている。

2.4.2 フィリピンにおける台風被害

前節で述べたように、台風は、フィリピンにおいて最大の自然災害である。1984年から1977年までの地域別台風の月間襲来頻度についての経年記録は、Table 2.15に示すとおりである。地域別に見てみると、台風の約半数は、北部及び中部ルソンのFig. 2.1に示すRegion 1、2及び4の3地域を通過している。

1970年から1983年の間に、フィリピン管轄地域(PAR)を通過した42の台風についての個別なデータは、Table 2.16に示すとおりである。これらのデータに基づき最低気圧(PAR内)で表わした各台風の規模を死者・行方不明を含む死傷者数との相関関係をFig. 2.11及び2.12に示した。

上述の相関関係は、1970年から1976年と1977年から1983年の2期間についての2つの直線回帰によって示されている。(Fig. 2.11 参照) 1970年から1976年の期間の直線回帰の勾配は、1977年から1983年の期間のそれより大きい。これは、同じ規模の台風でも、時の経過につれて死傷者数が減じていることを示している。つまり、台風に対する社会の対応策が、1970年から1983年の間に増大したことを意味する。

同様の相関関係が、北、中部ルソンと南部ルソン・ビサヤ・ミンダナオの2地域についての直線回帰によって、Fig. 2.12に示されている。これら2つの直線回帰の勾配には、さしたる違いは見られない。これは、これらの地域の間には、台風に対する社会の対応力に違いがないことを意味している。

台風が各種資産にもたらした被害は、Table 2.17に示すとおりであるが、この中に特に1978年から1983年までの各年における最大の台風による被害を示した。甚大な被害は、農作物、家畜、内水漁業で発生した。これらの被害の総台風被害に占

める割合は、1978年から1983年の期間で49.5%であった。

上記の第一次産業に次いで被害の多かったのは、港、棧橋及び防波堤、学校建造物、洪水防御施設、灌漑設備、道路、橋を含む政府公共資産である。台風的全被害額に占める政府公共資産の割合は、同期間で31.1%であった。台風的全被害額に占める民間家屋の被害の割合の方は、同期間で19.4%であった。

2.4.3 悪天候による被害とプロジェクトの効果

(1) 農業及び漁業

台風は、それがもたらす豪雨、洪水、それに強風により農作物に多大の被害をもたらす。台風、とりわけ洪水による稲の被害額は、1983年の農作物被害総額の中の最大のものとなっている。ちなみに、農作物被害総額に占める稲の被害の割合は、1983年で40%であった。コーヒー、砂糖きび、バナナ、ココナツの被害がこれに続いている。

気象災害から、農民を保護することを目的として、1981年にフィリピン農作物保険会社(PCIIC)が設立された。この農作物保険の対象は、現在のところ、稲とトウモロコシに限られている。同保険でカバーされるのは、台風、洪水、干ばつ、ないしは病虫害によって失われた種子、肥料、農薬、労働は、PCIICにより農民に補償されることになっている。1983年にこの農作物保険に加入している農家は、220,000戸で、これはフィリピン全農家の約20%に当る。

プロジェクトの予想される効果については、現地調査の時のインタビューによると、もし台風のコースがより正確にしかも十分な時間的余裕をもって事前にその襲来がわかれば台風による農作物の被害は、かなり減少するだろうとの回答が得られた。

台風の襲来がかなり時間的余裕をもって事前に把握できれば、多くの家畜が安全な場所に移せるだろうし、また、養魚池の水門操作により養魚の損失も減少することになるだろう。

(2) 家屋及び建造物

1983年の台風Bebengの被害記録によると、民家、学校施設、公共建造物の被害は、総被害の12%を占める。ニッパぶきの民家は一般に強風に弱い。しかしながら、現地調査中実施したインタビュー調査によれば、台風襲来に先立ち何ら

かの防護手段が講じられれば台風の被害は、かなり減じるものと見られる。日本、フィリピン双方とも台風に見舞われる国だが、台風の保険料率は、現在日本よりフィリピンの方が高い。

もし、台風の襲来が十分な時間的余裕をもって予報され、住民が自分の家屋を補強できるとすれば、家屋の被害も軽減されるだろう。

(3) 鉄道、道路及び橋梁

フィリピン国有鉄道(PNR)は、マニラを起点として北方に265km、南方に460km伸びている。PNRは、まだ電化されてなく、ディーゼル・エンジン車輛による単線運行である。北方路線には多くの仮設橋梁があり、これらのいくつかは台風襲来時に洪水に押し流されている。これら仮設橋梁の浸水は頻繁に見られるため、年間を通じて監視が行われている。フィリピン国有鉄道(PNR)の台風被害は、年平均約200万ペソと推計されている。

台風が接近すると、PAGASAはPNRに対し通報(Bulletin)を流すことになっている。暴風雨警報シグナルNo.3が発せられると、すべての車輛は規則に従い運行をストップし、最寄りの駅に避難することになっている。

もし、台風のコースがもっと正確に予測できるならば、PNRは浸水橋梁の復旧に必要な食糧、飲料水、資機材を含む各種の救援物資を事前に輸送しておくことが可能となろう。

公共事業・道路省(MPWH)の維持・修繕局によると、1981年から1983年の過去3年間に台風で被害を受けた高速道路及び公共施設の修繕・復旧に要した経費は、推計で3億6,540万ペソに達したといわれる。

その内訳は、

	<u>修理・復旧費</u>
1. 国道(高速道路)と橋梁	1億3,430万ペソ
2. 学校施設	1億6,600万ペソ
3. その他公共事業設備	6,510万ペソ
合 計	3億6,540万ペソ

地すべりにより崩壊した道路の復旧は、もし台風のコースがより迅速かつ的確に予測されるようになれば、救援隊及び機材配備の面で、かなり改善されるようになるだろう。

(4) 航 空

航空局 (B A T) で入手した航空機事故統計によると、1981年から1983年の過去3年間にフィリピンでは12件の人命損失を伴う航空機事故が発生している。上記12の航空機事故のうち、その原因が悪天候に起因すると考えられる3つの事故について、その概況を以下に記述する。

- (i) 1982年2月9日、36人乗りのDC-3機は、視界が悪かったため、バナイ島の北西に位置するシコゴン島の山の中に強行着陸を行った。この事故でクルー2名と乗客1名が死亡し、その他多くの乗客が負傷した。
- (ii) 1982年5月9日、悪天候のため、セスナ機がミンダナオ島のクタバト近辺の海に墜落し、クルー1名と乗客3名が死亡。
- (iii) 1983年9月26日、悪天候のため軽飛行機がルソン島のバタンガス近辺の丘に激突し、パイロット1名が死亡。

フィリピン航空 (P A L) は、毎日3度 P A G A S A より、フィリピン全土の気象データを入手している。目的空港の気象状況が悪く着陸が難しいと判断される場合は、通常出発を延期するか、フライト・スケジュールをキャンセルしている。空港が悪天候のために着陸が危険と見なされる場合は、代替空港に着陸することになる。

正確な気象予測ができれば、代替空港への進路変更もしくは、運航中の天気状況の悪化による引き返しといった無駄を回避することが可能となり、燃料消費の節約にもつながる。

(5) 海 運

海事調査委員会の海難統計 (Table 2.18) によると、悪天候に起因する海難事故はそう多くない。1972年から1982年の期間に発生した海難事故2,254件のうち、天候に起因する海難とみなされるものは283件、全体の13%でしかない。海難事故の多くは、モンスーンによって生じる大波やうねりによって引き起こされている。モンスーン期には多くの小型船が大波やうねりにより転覆するという事故が発生している。

海運会社は、日に2度、PAGASAより気象情報を入手している。台風が発生するとこれらの海運会社は、フィリピン以外の組織、例えば日本海運委員会 (J M C) や沖繩、グアム島のアメリカ海軍基地や香港からも気象情報を収集して

いる。なお、航行中の船舶も、日に2度、マニラの本社に気象及び海象状況についての情報を送っている。

台風警報シグナルNo 1が発せられると、暴風影響圏内を航行中の船舶は、港湾などの避難所に直行することになっている。台風警報シグナルNo 2、No 3が発せられると、港湾に避難中の船舶は、港湾施設の破壊を避けるために、港の外に出なければならない。

気象情報の正確さと迅速性が改善されれば、船舶は航行時間を短縮し、その結果燃料費、人件費等諸々の支出を節約することができるようになる。特に漁業会社にとっては、悪天候によって操業前に港に帰らねばならない場合、生じる燃料費、人件費、冷凍経費等のロスが回避できるようになる。

(6) 電力事業

台風、豪雨、雷といった悪天候に起因した電力事業の被害に関するデータは、現地調査中に入手できなかった。しかしながら、フィリピン電力公社(NPC)作成の“送配電事故報告書”によると、台風、雷、強風、豪雨等により毎年数回かなりの規模の停電が起きている。

台風のコース予測が改善されれば、事前に修理・維持スタッフを配置することで、停電に際しても復旧が容易にできるようになる。水力発電のための貯水池の操作にしても、もし、テレメータリングシステムが気象通信システムと連結していれば効果的な操作が可能となる。

(7) 災害対策活動

緊急の際には国防省、災害対策室(OCD)の中に設けられる災害対策救援センター(CDOC)の指揮の下で、災害救助活動が実施される。

災害救助活動の手順は、Fig. 2.13に示す通りである。PAGASAからの警報を受けて、情報・災害分析課(IDAS)で被災状況の分析が行われる。この分析のあと、同課は、救援計画課(POS)に警報を発する。災害救助活動の実施計画は、POSからOCD地方センター、MPWH、NPC、PNR、PNRC等の各実施機関およびその他関係機関に通報される。OCDは、その通信手段として、長距離にはSSB無線、都市内通信には電話を使用している。しかし、PNRCは、マニラ本部と各地域センターを結ぶ通信手段を欠いている。

気象通信網が改善されれば、災害救助活動に当たるOCDの通信能力は向上する

だろう。マニラと被災地との間の迅速かつ十分な通信が確保されれば、救援活動もスムーズになり適切な医療手当及び食糧補給を通じて多くの人命を救助できるようになるであろう。

2.4.4 プロジェクトの必要性と目的

人道主義及びフィリピンの社会・経済の観点からも、前節に記述した自然災害による人命の損失と資産の損害を軽減することが強く望まれる。天気予報の効果的な流布と一般大衆に対する警告によって、気象に起因する災害は、かなり軽減されることになろう。

しかしながら、2.3節で述べたように、現在気象通信網（MTS）及び観測施設には数多くの問題が存在しており、気象情報の迅速かつ効果的な配信が非常に困難となっている。かかる状況において、気象通信網の整備が緊急に必要とされている。

本プロジェクトは、上述のごとき要請のもとに適切なMTSの建設とともに、観測施設の充実をその狙いとしている。データの迅速な収集、正確な予測と警報は、本プロジェクトが実施されれば可能となる。この結果として、気象に起因する災害も大巾に軽減されることになろう。本プロジェクトは、人々の福祉の向上に貢献するのみならず、フィリピンの近隣諸国の気象観測業務の改善にも貢献することになろう。

3. 調査結果と解析評価

3.1 気象通信網

現在のPFCの通信体制では、日常のデータ交換が効率よく行なえず、業務に支障をきたしている。

そこで現状の通信手段などを改善するため、多数の島からなるフィリピンの地理的特徴を考慮し、効果的かつ経済的な気象通信網を構築するための調査を実施した。

この項では、気象通信網の現況、電波伝搬試験、試験結果及び解析評価などについて述べる。

3.1.1 気象通信網の現況

全国の観測所とPFCとの間は、SSB回線が唯一の通信手段として用いられている。

SSBによる観測データの収集は、DILIMANの運用統制下で、PFC、MIA及びDILIMANが担当しており、SSBなどの障害に対するバックアップがとれる体制となっている。

しかし、これら3カ所はそれぞれUHF多重回線で接続されているが、正常に機能はしていない。

現在のSSB、7995 KHzの1回線の構成では、各観測所からの通信が観測時間に集中し、データの収集が迅速にできないこともあり、又、日没時などに電波伝搬の条件が悪化した時に観測データの収集が不能となることがある。

外国については、GTS回線でTokyo及びSingaporeとデータ交換を行なっている。

3.1.2 気象通信網の調査

(1) 調査の方針

ルソン島及びその周辺、ビサヤ地域及びミンダナオ地域に散在している全国の観測所とPFCとの接続を考える場合、直接各々の観測所と接続する必要はない。

各地域ごとブロックに分け、ブロック内にデータを収集するセンターを設け、これらとPFCを接続する方が、経済的、運用的に見て効果的である。

このため、気象通信網を構築するために収集センターとPFCを幹線(多重通信)

で結び、他の観測所とは支線（VHF又はHF通信）で結ぶルートを選定した。

次に調査方針の具体的内容について述べる。

(i) 調査内容

回線予測

置局踏査

電波伝搬試験

解析評価

(ii) 回線構成

この気象通信網は、幹線及び支線より構成される。

幹線は、多重通信回線とし、支線はVHF通信回線を考え、VHFで回線構成が困難な区間についてはHF通信とする。

(iii) 多重通信回線

多重通信回線については、回線を構成する各々の区間の距離が長く、かつ区間の途中に海があり、中継所が置けないなどを考慮し、見通し外（OH）通信とする。幹線ルート選定に必要な基準の回線品質は、次のとおりとする。

A. 標準時（時間率50%の時）の無評価値

S/N 5.5 dB/Hop 以上（但し、6.0 dB/Hop 以上を目標）

B. 無評価値 $S/N=3.5$ dB 以上が確保される信頼度

99.95% /Hop 以上

(2) OH通信網

OH通信網は、フィリピン諸島が広範囲に亘り点在している事、さらに複雑な地形で形成されている点を考慮すると、山岳回折や対流圏散乱を利用するUHF帯見通し外通信システム（OH通信システム）が経済的かつ効果的であると考えられる。

この考えに基づき幹線であるOH通信網のルートを机上により選定し、その実現性を確認する為、電波伝搬試験及び伝搬路調査を行ったので、その結果と解析評価を次に述べる。

(i) 回線予測

A. ルート選定の検討と選定ルート

幹線ルート案をFig.3.1に示す。図中点線ルートは、代替ルートである。

これは、1/50,000 地図を基にルート選定を行ったもので次の項目を基本条件とする。

- a. 無線区間数は可能な限り少なくする。
- b. 無線局の場所は可能な限り、気象官署敷地内又はその近辺とする。
- c. 幹線と接続する観測所のVHF又は、HF無線網が最適に構成できるよう考慮する。

実際には、回線品質がどのくらい得られるか、保守・運用等の運営上の効率はどうか、経済性は、等の項目も検討し、幹線の無線区間として49区間を地図上で調査・検討した。これら網の目のような区間を組み合わせて12のルート案を選定し、さらに総合的判断により次のルートを選定した。

PFC - SCIENCE GARDEN - TANAY^① - Mt. MACLAYAO^②
LEGASPI^③ - CATARMAN^④ - TINAMBACAN^⑤ - CATABALOGAN^⑥
TACLOBAN^⑦ - MACTAN RADAR^⑧ - MAASIN^⑨ - CAGAYAN DE
ORO

(PFC - SCIENCE GARDEN - TANAY 間は既設回線を利用)

各区間のプロフィールを Appendix Fig. A. 1、(1/19) ~ (19/19) に示す。

しかし、上記ルートのうち、②、④、⑦、⑧の区間は、たとえ大規模な設備を施したとしても、基準とする品質を得ることが困難との検討結果が得られた。従って、次の追加検討が行われた。

- Mt. MACLAYAO は、メイン道路より離れた場所に位置するので、保守上多少困難が予想された。そこで、電波伝搬上及び保守上からみて GAPAS を追加検討した。
- LEGASPI は、3方が山に囲まれているので、離れた観測所と直接回線を構成することが難しい地形となっていた。そこで、LEGASPI 近辺に中断所を設置して回線構成を考えた。MALABOG が中断所として適当であるかどうかを追加検討した。
- CATARMAN - TINAMBACAN の回線構成は、比較的距離が短いにもかかわらず、周辺の山岳によるしゃへい損が多く、基準の回線品質が得られない。そこで、CATARMAN に近い BALOD を中継所として選び、BALOD

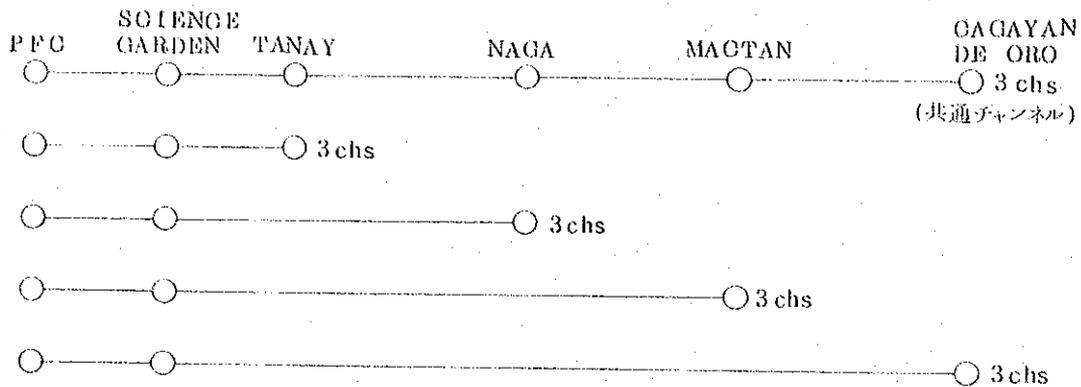
から無給電中継を通じて TINAMBACAN へのルートに、6、7 GHz 帯マイクロ多重回線を構成することで再検討した。無給電中継地点としては、CAPACUAN 近辺の高地が適切と考えられた。LEGASPI と TINAMBACAN のルートも検討された。このルートは、山岳によるしゃへい損が多く多重通信回線の基準の回線品質と信頼性が得られなかったため、今後の検討より外した。

- MACTAN RADAR からの両方向区間⑦、⑧については、基準の回線品質と信頼性を得ることができない。さらに、CATABALOGAN、TACLOBAN 及び MAASIN は、必ずしも幹線のルートとする必要がない。無線区間数を減らす基本条件に沿う為に、TINAMBACAN - DANA O - MALASAG - CAGAYAN DE ORO までのルートを再検討した。DANA O は、MACTAN RADAR の代りに中継所として選定された。これにより、TINAMBACAN 及び MALASAG の両方向に対する伝搬路の不具合（海面の反射波による反射損が大きい）が解決され、伝搬条件が改善されることになった。
- 追加検討され選定された MALABOG - BALOD - 無給電中継 - TINAMBACAN のルートに対しては、現地状況によって無給電中継地点が局設置に適さない場合も考えられたので、MALABOG - MASBATE - TINAMBACAN の代替ルートを準備することにした。

B. 選定ルートの回線予測

回線予測は、次の条件にて行い、その結果を Table 3.1 に示す。各区間のプロフィールは、Appendix Fig. A. 1、(1/19) ~ (19/19) に示す。

- a. 可能な限り 1/50,000 の地図を基にプロフィールを作成した。伝搬路上には高さ 20 m の樹木が繁茂しているものとした。
- b. 空中線地上高は、15 m と仮定し、給電線は一律 50 m と仮定した。
- c. 以下の如くの通話路容量とした。



d. 装置諸元は次のとおりとした。

- 標準型 $PM \begin{matrix} 6 \\ 12-800-5 \\ 24 \end{matrix}$

- 高出力型の Diversity 方式 (NF は 3 dB)

$$PM \begin{matrix} 6 \\ 12-800-70FD \text{ or } SD \\ 24 \end{matrix}$$

}	PM	: 変調方式
	$\begin{matrix} 6 \\ 12 \\ 24 \end{matrix}$: 通話路容量 (chs)
	800	: 周波数帯 (MHz)
	$\begin{matrix} 5 \\ 70 \end{matrix}$: 送信出力 (W)
	FD or SD	: Diversity 方式
	$\begin{matrix} FD : \text{Frequency Diversity} \\ SD : \text{Space Diversity} \end{matrix}$	

- 6.7 GHz 帯 SS-FM 多重通信装置は、通話路容量 60 chs 送信出力 1 W とする。

e. 回線予測の段階では次の補正值を考慮した。

- 実験による補正值 — 6 dB (presumed)
- Safety Factor — 3 dB

(ii) 置局踏査

前項、回線予調のA項にて多重幹線ルート案1/50,000地図上にて検討し、Fig. 3.1を作成した。これらの局のうち、電波伝搬試験を予定しているTANAY GAPAS, Mt. MACLAYAO, NAGA, MALABOG (LEGASPI), BALOD (CATARMAN), TINAMBACAN, DANA O (MACTAN RADAR), MASBATE, CAGAYAN DE ORO (MALASAG) の場所について Table 3.2 のスケジュールにて、現地踏査を行った。本現地踏査は、マップサーベイポイントが電波伝搬試験を行うのに適している場所であるかどうかとともに、多重幹線の中継所の設置場所として適切であるかを決定するために行われた。又、上記場所により、Mt. MACLAYAO, MASBATE, MACTAN RADAR, LEGASPI, CAGAYAN DE ORO の5局を除いた残り9局に対する今後の中継所設置に必要な情報を、Table 3.3 に示す。この9局の中継所の地図は、Appendix Fig A. 2、(1/12)~(12/12) に収録されている。

(iii) 電波伝搬試験及び伝搬路調査

OH通信システムは、山岳や地表の回折を利用する場合と対流圏散乱を利用する場合とに大別される。いずれの場合も、詳細地図に基づくプロフィールを得ることにより、ある程度までは伝搬損失の予測は可能である。しかし、最終的には電波伝搬試験を行い、計算値に対し“実験による補正值”を求め、“実験による伝搬損失”を求める必要がある。

6.7 GHz 帯等のマイクロ波による通信路の場合や、UHF帯でも障害物が少なく距離が短い場合に対し、電波伝搬試験の代わりに、電波伝搬路上の障害物の測量を行い、正確なプロフィールを求め、伝搬損失や必要最低空中線地上高を得ることは可能である。

以下に、OH通信システムの電波伝搬試験及び伝搬路調査の方法、結果の概略を述べる。

A. 電波伝搬試験のスケジュール

電波伝搬試験のスケジュールを Table 3.4、(1/4)~(4/4) に示す。

B. 電波伝搬試験方法、伝搬路調査方法及びその区間

a. 電波伝搬試験方法とデータの解析方法

垂直偏波の空中線を用いて試験が行われた。試験を行う為に用いられた機

材の配置は、Fig. 3.2、3.3、3.4に、主な機材の仕様は、Table 3.5に示す。

- 受信入力レベル

受信入力の測定は、1日当たり5回以上実施された。1回当たりの測定時間は標準30分以上である。測定間隔は、2時間おきとし、これを5日以上行われた。フェージングの状態は、記録計の記録により観測された。

- 地表屈折率測定

受信入力レベル測定時、気温・気圧及び湿度の大気要素の測定が行われた。地表屈折率は、上記の測定値を用いて計算して求められた。この屈折率は、電波伝搬試験結果検討の際、参考とした。

受信入力、電波伝搬試験に基づいた補正值及び大気屈折率を求める詳細は Appendix A (*1) に示されている。

- b. 伝搬路調査方法とデータの解析方法

トランシット等を使用し、必要な測定をして、幾何学的式により伝搬路上の障害物の海拔高を求めた。その求め方は、Appendix A (*2) に示されている。

測定結果は、プロフィールの作成に用いられ、これを基に電波伝搬路上の障害物に対し、クリアランスを確保するための必要最低空中線地上高及び電波伝搬路上の障害物によるしゃへい損が求められた。必要最低空中線地上高の算出法の詳細は、Appendix A (*3) に示されている。

- c. 調査区間

試験・調査区間は、Fig. 3.5に示されている。そして、これらの区間のプロフィール及び電波伝搬試験用の回線設計書を Appendix Fig. A.1、(1/19)~(19/19)、Table A.1、(1/11)~(11/11)にそれぞれ示す。地図を使って得られた机上用試験回線設計表に基づいて電波伝搬試験時の標準受信入力レベル及び伝搬損失のまとめを Fig. 3.6に示す。

- C. 電波伝搬試験及び伝搬路調査結果

以下に各種結果のまとめを列記する。

それらのプロフィール (Fig. A.1、1/19~19/19)、回線設計書 (Table A.1、1/11~11/11)、受信入力レベル及びフェージングライズ/デプス

(Fig. A.3、1/32~32/32)、及び時間率対受信入力レベル (Fig. A.4、1/22~22/22) は Appendix A (※4) に収録されている。

a. 800 MHz 帯電波伝搬試験が予定されていた13区間のうち、6区間の多重幹線ルートの特ANAY-GAPAS、GAPAS-NAGA、NAGA-MALABOG、MALABOG-BALOD、TINAMBACAN-DANAO、DANAO-MALASAGを試験した結果、“実験による補正值”及び“伝搬損失”が得られた。これをまとめると Table 3.6 となる。“実験による補正值”及び“伝搬損失”は以下の式で表わされる

(実験による補正值)

= (試験結果による時間率50%時の受信入力レベル)

- (サイト用試験回線設計による標準受信入力レベル)

(伝搬損失)

= (サイト用試験回線設計による自由空間損失)

+ (サイト用試験回線設計による付加損失)

+ (実験による補正值)

時間率50%時の受信入力レベルの累積百分率曲線は、Appendix Fig. A.5、(1/6)~(6/6) に示されている。

b. 次に alternative ルートとして検討されていた6区間のうち、4区間 MALABOG-MASBATE、MASBATE-TINAMBACAN、TINAMBACAN-MACTAN RADAR、MACTAN RADAR-MALASAG の“実験による補正值”及び“伝搬損失”をまとめると Table 3.7 となる。これらの区間は、マップサーベイに基づいた机上検討の結果、MASBATEは電源事情の悪さ及び保守性の悪さ、そしてMACTAN RADARとTINAMBACANの間、伝搬路の不具合(海面反射による大きな反射損)とそれぞれの理由により、alternative ルートとなっていたものである。従って、これらデメリットを埋め合わせるだけの良好な電波伝搬路と判断された場合について、通常データ取得を行う予定でしたが、どの区間も伝搬損失が大きく効果的な回線構成が望めそうもないと考えられるので、約1日のデータ取得にとどめた。その為、Table 3.7における“実験による補正值”及び“伝搬損失”は参考値として取扱う。

c. alternative ルートの残り2区間 TANAY—Mt. MACLAYAO、Mt. MACLAYAO—MALABOG の Mt. MACLAYAO については、マップサーベイの段階で予想がついていた通り主幹線道路より遠く離れており、さらに、候補地点までの徒歩アクセスも非常に時間がかかり、多重幹線の中継所としては、不相当との結論に達した。従って、TANAY—Mt. MACLAYAO、Mt. MACLAYAO—MALABOG の2区間については、電波伝搬試験は行なわないものとした。

d. マップサーベイに基づいた評価によると、BALOD—TINAMBACAN区間は、比較的距離が短い区間であるけれども、山岳回折によるしゃへい損が多く、しかも直接ルートでの回線構成が困難であった。従って、CAPACUAN 付近の山頂に反射板をおき、これによって6.7 GHz 帯マイクロ多重回線を構成することを計画した。しかし、現地調査によりCAPACUANのBALOD 方向約8.2 km先にマップサーベイでは見当らなかった障害物(山)が発見された。初めの案通りの反射板を用いた無給電中継方式の場合、BALOD局の必要最低空中線地上高は、60 m以上となる。従って実現性に乏しい案であることが判明した。

そこでこの区間の回線構成案として更に次の案の検討を含め試験、調査を実施した。

○ CAPACUAN を反射板による無給電中継地点とするBALOD—CAPACUAN—TINAMBACAN のルートの6.7 GHz 帯マイクロ多重回線。

(原案)

○ 同上ルートでCAPACUAN を背面結合の空中線による無給電中継地点とする6.7 GHz 帯マイクロ多重回線。

○ 同上ルートでCAPACUAN を太陽電池システムの電源供給を行う無線中継地点とする800 MHz 帯多重回線。

○ BALOD—490m高地—TINAMBACAN のルートで、490m高地を無給電中継地点(中継方式は反射板による場合と背面結合の空中線による場合との2通り)とする6.7 GHz 帯マイクロ多重回線。

490m高地は、CAPACUANの代替地でCAPACUANに対し、西北西約6 kmの地点である。

BALOD—CAPACUAN、CAPACUAN—TINAMBACAN、
BALOD—490m高地—TINAMBACAN及びCAPACUAN—BALOD
の選択された区間上の障害物に関する測量結果及びアプローチ回線に対する
結果は、Appendix A (*5) に収録されている。

(v) 解析評価

A. 調査結果の解析

電波伝搬試験及び伝搬路調査結果の解析検討結果を列記する。

a. 800 MHz 電波伝搬試験を実施した11区間とも“実験による補正值”
は6 dB以内である。このことによりマップサーベイで行った電波伝搬路の
検討結果と実際現場にて行った電波伝搬試験の結果とがほぼ一致していた。
従って、各区間とも机上での回線設計とほぼ同様な値で、多重無線通信網の
構築が可能と考えられた。各区間の“実験による補正值”は、Table 3.6、
3.7 Appendix、Table A.1、(1/11)~(11/11)を参照。

b. 海上伝搬部分の占める割り合いが多いTINAMBACAN—DANA O、
DANA O—MALASAG とも予想通りしばしば受信入力の変動が観測され
た。

一方、同様な伝搬路を持つTANAY—GAPAS、MALABOG—BALOD
については、あまり激しい受信入力レベルの変動は観測されなかった。受信
入力レベルの変動は、季節の特性及び天候の影響を受ける自然環境と密接に関
係しているため、他のGAPAS—NAGA、NAGA—MALABOGも含め、今
回のデータ取得期間だけで、その区間の受信入力レベル変動の変動量を判断
することは非常に困難と考える。従って運用回線の設計に際しては、マップ
サーベイに基づいた回線設計と同様レーレーフェージング及び、これに対す
る措置が検討されるべきである。

c. BALOD—CAPACUAN—TINAMBACAN、BALOD—CAPACUAN、
CAPACUAN—TINAMBACAN及びBALOD—490m高地—TINA-
MBACANの各回線構成に対する必要最低空中線地上高が検討された。必要
最低空中線地上高の検討結果は、Appendix A (*6) に収録されている。

各ルート及びシステム案について、必要最低空中線地上高等の解析結果一
覧を Table 3.8、(1/2)~(2/2)に示す。

電波伝搬試験及び伝搬路調査を実施した区間について、解析結果を踏まえ
 実用回線設計を行い Fig. 3.7 に設計の概要を示す。各区間の詳細実用回線
 設計は、Appendix Table A. 2、(1/20)~(20/20) に収録されてい
 る。

実用回線設計は次の条件にて行った。

① 回線品質

標準時(時間率50%時)の無評価値

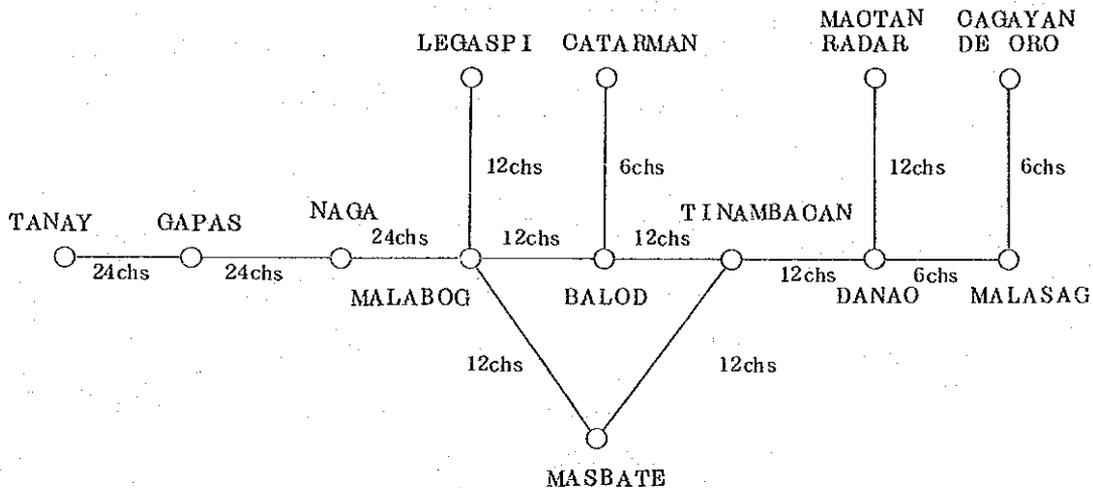
$S/N \geq 5.5 \text{ dB/Hop}$ 以上(但し、 6.0 dB/Hop 以上を目標)

○ 無評価値 $S/N = 3.5 \text{ dB}$ 以上を確保する信頼度

99.95%/Hop 以上

② 通話路容量

各無線区間での通話路容量は、回線予測時と同じとした。



③ 装置諸元

装置諸元は、回線予測時と同じとした。Diversity 方式に対しては、次
 の条件にて Space 又は Frequency Diversity が選択された。

○ 限りある周波数の使用を出来る限り少なくし、周波数の取得を少しでも
 たやすくする為に space diversity を基本として採用した。

○ 但し、既設 NAGA 局は、サブアンテナの設置が同一敷地内に得られな
 い為、frequency diversity 方式を採用した。

④ 空中線地上高は、電波伝搬試験時の空中線取付位置を基本とした。従って、
 実用回線設計表の空中線地上高は、必要最低空中線地上高を示す。

- (5) 給電線は、空中線地上高に1.5 mを加えた長さとした。
- (6) 見通外通信区間については、その伝搬特性上 safety factorとして-8 dBを考慮した。
- (7) 電波伝搬試験を行った区間に対しては、試験によって求められたそれぞれの“実験による補正值”を使用した。その他の区間については、6 dBと推定した。(但し、マイクロ波多重回線については8 dBとした。)
- (8) space diversityのサブアンテナは、メインアンテナより1ランク下の口径のものを使用した。この為、メインアンテナからの受信入力レベルとサブアンテナからの受信入力レベルが異なる不等ダイバーシティとなり、ダイバーシティを悪化させるが経済性を優先した。

B. 評 価

多重無線中継装置で構成される幹線に関し、回線評価のための現地試験と調査がなされた。この検討の結果に基づいて実用回線設計がFig.3.7にまとめられた。どれが最適かを下記項目について検討し、多重通信幹線として、TANAY-GAPAS-NAGA-MALABOG-BALOD-CAPACUAN-TINAMBACAN-DANAO-MALASAG-CAGAYAN DE OROを最適ルートと決定した。検討ルートをFig.3.8に示す。ルートの優劣は、次の項目により検討された。

- 空中線、装置規模の大小
- 回線品質の良否
- 鉄塔規模の大小
- 伝搬路条件の良し悪し
- 局建設時の置局条件
- 電源事情の良し悪し
- マニラからの車、船の交通の便

a. MASBATEルートについて

MALABOG-BALOD-TINAMBACANのメインルートとMALABOG-MASBATE-TINAMBACANのalternativeルートとの伝搬特性上の比較表をTable 3.9、(1/2)に示す。

総合的に MALABOG—BALOD—TINAMBACAN ルートが最適と考えられる。特に MASBATE は今後電源事情が好転する材料もなく、マニラからの車、船の交通事情も劣り、保守上の悪さも考えられた。検討比較した結果を Table 3.9、(2/2) に示す。

一方、伝搬路の状態も、Table 3.9、(1/2) に示すようにあまり良いとは言えず、大規模な空中線を必要とする構成となっている。

b. MACTAN RADAR ルートについて

MASBATE ルートと同様の比較を行うと総合的に MACTAN RADAR ルートは、好ましくないと考えられた。特に伝搬路状態が悪い。TINAMBACAN と MACTAN RADAR の間では、基準の回線品質及び信頼性が確保されない。

c. BALOD—TINAMBACAN のルートと付帯システム

BALOD—TINAMBACAN ルートは、Table 3.8、(1/2) に示すように5通りの計画が用意された。太陽電池による電源システムはメンテナンスが少ないとは言っても、他の無給電中継システムに比べると、保守上明らかに不利となっている。

CAPACUAN と 490 m 高地での反射板を用いる無給電中継システムは、BALOD 局の鉄塔の高さ 60 m を必要とし実現性に乏しい。このように検討を行うと、CAPACUAN 空中線背面結合による無給電中継を使う

BALOD—CAPACUAN—TINAMBACAN のルートが最適と考えられた。このルートの優劣を Table 3.8、(2/2) に示す。

d. LEGASPI, CATARMAN, MACTAN RADAR 及び CAGAYAN DE ORO の回線は、実行ルートとして特に問題ない。

(3) VHF 通信システム

(i) 回線予測

A. ルートの選定

ルートの選定には、次の各項目を基本条件とし、1/50,000 の地図をもとにプロフィールが作成された。

a. 設置場所は可能なかぎり観測所の構内とする。

b. 無線中継所の新設は、原則として行わないものとするが、中継所の新設に

よって、複数の視測所と VHF 回線が構成できる場合は例外とした。

今回のルート選定では、新設中継地点として、ROMBLON (Mt) と AMPUCAO を考えた。

B. 回線予測の前提条件

作成したプロフィールを用い、次の機器の使用を想定して VHF 電波伝搬回線の予測設計を行った。

周波数、電波形式	150 MHz F3E
送信機出力	25 W (14 dBw)
アンテナ	8 素子八木 (利得 11 dB)
フィーダー	8 D2V 25m (損失 0.1 dB/m)
受信機の雑音指数	9.5 dB
スレシヨルドレベル	-144.7 dBw
スレシヨルド S/N	21.2 dB
フェーディング予想値	0.1 dB/km
外部雑音レベル	無視できる程度

C. 回線予測値

VHF 回線の設定計画のため作成されたプロフィールを Appendix Fig.A.8、(1/31) ~ (31/31) に示す。また、これらのプロフィールを用いて計算した VHF 回線予測値を Table 3.10、(1/2) ~ (2/2) に示す。

D. 伝搬試験実施区間の選定

選定した VHF 区間のうち、回線予測結果等を検討し電波伝搬試験を実施する必要があると思われる、次の 16 区間を決定した。

V-6	BAGUIO RADAR - DAGUPAN
V-4	BAGUIO RADAR - VIGAN
V-30	BAGUIO RADAR - LAOAG
V-24	MALABOG - MASBATE
V-3	VIGAN - LAOAG
V-10	CARMEN ROSALES - MUÑOZ
V-11	MUÑOZ - BALER RADAR
V-13	BALER RADAR - CASIGURAN

V-15	TANAY	—	AMBULONG
V-16	TANAY	—	GALAPAN
V-18	TANAY	—	ALABAT
V-19	TANAY	—	JOMALIG
V-20	TANAY	—	INFANTA
V-25	ROMBLON(Mt)	—	MASBATE
V-26	ROMBLON(Mt)	—	SAN FRANCISCO
V-29	TACLOBAN	—	GUIUAN RADAR

(ii) 電波伝搬試験

電波伝搬試験スケジュール表を Table 3.11、(1/2)(2/2) に示す。

A. 電波伝搬試験の目的

伝搬試験は、回線設計から得られた値が果して得られるかどうか、実際に電波を発射して実験するために実施された。試験によって得た実測値は、付加損失を修正して、回線に必要な送信電力、使用アンテナの種類、アンテナの地上高を最終的に決定する際の資料とするものである。

B. 電波伝搬試験項目

- a. アンテナ指向パターン
- b. アンテナハイトパターン
- c. 伝搬試験用無線機での信号対雑音比
- d. 受信入力電圧
- e. フェージング(フェージングが激しい場合)

電波伝搬試験に使用した機器の一覧表を Table 3.12 に示した。

C. 電波伝搬試験の結果

電波伝搬試験によって取得されたアンテナハイトパターンを Fig. A.9、(1/36)～(36/36) に、アンテナローティションパターンを Fig. A.10、(1/38)～(38/38) に、回線レベルダイヤグラムを Table A.3、(1/16)～(16/16) の Appendix にそれぞれ示す。又、伝搬損失と回線 S/N を Table 3.13 に示す。

(iii) 解析評価

A. 伝搬試験結果の解析

伝搬試験によって取得された実測値と、回線設計予測値とを比較すると、伝搬損失の差は、数 dB 以内に納まっているものが多い。しかし、若干の区間ではその差が 10 dB 程度となっている。これは、下記の理由等で実際の地形が、プロフィールと一致しないためと思われる。

- a. 使用した地図の記載内容が不完全であった。
- b. 1/50,000 の地図が入手できないため、1/250,000 の地図によったものがあり、また地図がないため、プロフィールの一部が空白となった。
- c. 観測所の位置（緯経度）や標高を示す資料が詳細を欠いていた。ミスプリントと思われるものがあった。

B. 結果の評価

伝搬試験の結果、S/N が 40 dB 以上のものが 15 区間、S/N が 20 ~ 30 dB が 1 区間であった。S/N が 40 dB 以上の区間は 2 チャンネルの多重回線の設定が技術的には可能と思われる。フェーディングについては各区間ともほとんど望められなかった。

(4) HF 通信システム

(i) 電波伝搬試験

A. 試験の実施方法

現在、PAGASA は、おもに HF-SSB 回線で、全国の気象観測所とデータの集配信を実施している。今回の伝搬試験は HF 回線の通信状況を確認するとともに、HF 予定回線の伝搬状況を推定する資料を入手するため下記区間を選定して実施された。

試験は、下記のとおり実施された。メッセージの送受信によって得られた受信記録から誤り率と通信所要時間を決定し、伝搬状況は、QSA（信号強度）、QRN（雑音妨害）、QRM（混信妨害）を 5 階級の数字で表す方法によった。伝搬試験には、データの集配信に現用している装置が使用されるので、業務への影響をなるべく少なくするよう配慮された。伝搬試験を実施する端末の観測所に、それぞれ 1 日を割当て、0900 GMT と 2100 GMT の 2 回実施された。

使用した装置は、既設のものであり、アンテナの指向方向やアンテナの地上高なども、相手局に対し、必ずしも最適とは言えないものであった。

試験に使用したテストメッセージは、数字100ケと英字50ケから構成されたもので意味のない集まりである。(Table 3.14参照)

実施期日と実施区間(回線)は、次のとおりである。

3月1日	P F C	—————	GUIUAN RADAR
			MACTAN RADAR ————— "
3月2日	P F C	—————	TACLOBAN
			MACTAN RADAR ————— "
3月3日	P F C	—————	SAN JOSE MINDORO
			MACTAN RADAR ————— "
3月4日	P F C	—————	PTO. PRINCESA
			MACTAN RADAR ————— "
3月5日	P F C	—————	ILOILO
			MACTAN RADAR ————— "
3月6日	P F C	—————	DAVAO
			MACTAN RADAR ————— "
3月7日	P F C	—————	ZAMBOANGA
			CAGAYAN DE ORO ————— "

B. 伝搬試験の結果

伝搬試験結果(受信記録紙と通信状態)の報告を観測所から受け、送信原稿と照合して受信の誤り率を求め、また通信所要時間、通信状況を調査し集計した。試験結果は、Table 3.16、(1/2)(2/2)に示した。Qコードの説明表を Table 3.15 に示す。

(ii) 解析評価

A. 電波伝搬試験結果の解析

- a. 試験結果の一覧表が示すように、HFの通信状態は良好とはいえず、特に2100GMTの時間帯の通信状態は悪い。こうした通信状況は今回の伝搬試験の際に偶然に発生したものではなく他の研究で得られたデータから判断してほぼ定常的と見られた。

b. 電波が微弱である場合の最大の原因としては、使用する電波の周波数が7 MHz帯の1波であることにある。

HF帯の電波の伝搬は、電離層の電子密度や電離層の高さの変動によって左右されるので、これに応じて使用する周波数を変更するのが一般的である。

この周波数を変える運用がHF観測所では、行われていない。

c. 混信は、多数の観測所が同一周波数で交信を行う場合当然発生する。地域的に別々の周波数を使用する必要がある。

d. 次に使用するアンテナの指向特性、もしくは電波の放射角（アンテナの地上高にも関係する）が不適当な場合が考えられるが、相手局が多数の場合にはすべての相手に対して満足させることはできない。

e. HFの伝搬試験としては、時刻、季節、太陽黒点数、通信範囲、周波数などをパラメータとする各種の条件による実施が必要である。

今回の試験では上記の必要条件をほとんど満足していない。従って十分なデータの取得ができなかった。

B. 伝送方式の評価

現在の音声通話によるデータの伝送方式には、伝送し得るデータ量、通信所要時間及び労働力について多くの問題がある。

HF通信は本来、雑音、混信の妨害を受けやすいので、これら擾乱の軽減対策（例えば、指向性アンテナの使用とか、都市雑音の多い場所での受信をさける）をとり、一方では、これらの妨害に強い伝送方式（例えば、ARQ装置付きのテレタイプ通信方式とか、ファクシミリ通信方式など）の使用が検討されねばならない。

C. コンピューターシミュレーションによる電界計算

コンピューターシミュレーションにより各種の条件における、HFの電界強度の計算結果を、Appendix Table A. 4、(1/40)~(40/40)に示した。

この計算では雑音が計算条件に入力されていないため、S/Nが数値として表示できないが、電界強度が、10 dB μ 以上あれば通信が可能であり、20 dB μ 以上では良好な通信が行えると推定された。

(5) 各通信系の総合評価

前項までに提示された結果に基づき、総合的にみて回線評価は、下記のとおりである。

- (i) O H回線の各区分に対しては、予測した伝搬損失とほぼ近い実測値が得られた。従って、設定どおりの経路の回線構成が可能と思われる。ただし、長距離の伝搬区分に対しては、フェージング軽減対策が必要である。
- (ii) 若干のV H F回線に対しては、一部区分に予測した伝搬損失値と実測値との差が、10 dB 程度のものがあつた。

これは、プロフィール作成上の不備に起因していると思われる。1区分を除き、他の伝搬試験実施区分は、良好な通話品質と信頼性の回線が提供可能と判断された。

- (iii) H F回線の電波伝搬試験は、既存の設備が使用されたため、定量的な結果が得られなかったが、常に良好な通話品質を維持するには、使用周波数の増波と同時に、使用するアンテナ系の改善が必要である。

以上のことから、各種回線を有機的に結合する気象通信網は、実用的に実現できると判定された。

3.2 観測・予報業務の現状

3.2.1 現地調査

プロジェクトの実行計画を進めるため、チームを編成し、各観測所の現地調査を実施した。その調査結果を次に述べる。気象観測所は、フィリピン全土の64地点に展開しており、地上気象観測を実施していて、そのうち気象レーダーが10地点、高層観測が10地点、航空観測が7地点、地震観測が8地点、海洋観測が3地点である。

また、台風制御・研究開発部(TMRDO)には、MDUS受信所が設置されていて、日本の気象衛星からの画像を受信している。

(i) PAGASA Central Office (PCO)

PCOは、予報・警報/情報・観測・統計・地震・洪水予報/注警報・研修などの広範な業務を実施している。調査研究も行われている。また、SCIENCE GARDEN には、農業気象課の実験圃場もあり、微気象観測や、長・短波放射の測定も続けられている。

(2) 気象観測所

ほとんど全観測所について、局舎、観測器機、施設、Access 道路について現地調査をおこなった。Fig.A.11、(1/86)~(86/86) に選定した観測所のスケッチマップを、Fig.A.12、(1/3)~(3/3) に代表的観測所の写真を Appendix に収録した。

3.2.2 気象観測業務

気象観測は、地上気象観測、高層観測、レーダー観測、航空気象観測等である。

(1) 観測計画

(i) 地上気象観測

気圧、気温、風、雨量、相対湿度、視程、雲などの気象基礎要素の観測が、3 時間毎(00Z から 21Z)に実施されている。

(ii) 高層気象観測

これは、ラジオゾンデ、レーウィンゾンデ及びパイロット観測である。観測は 1 日 4 回(00Z から 18Z) 6 時間毎に実施している。

(iii) レーダー観測

1 日 8 回(00Z から 21Z)の定時観測が実施されている。さらに、PFC の指令によって、台風接近時には臨時観測が実施されている。

(iv) 航空気象観測

これは、マニラ国際空港(MIA)とローカル空港観測所で実施されている。

A. MIA

地上気象観測、航空気象観測を毎時実施している。

雷雨や雨の発生・終了、視程の変化、雲高、風の変化、突風のような天候が空港運用に障害を及ぼす時に臨時観測が行われる。

B. ローカル空港観測所

地上気象観測、定時 8 回のほか、航空機の発着時に臨時観測を実施する。

(v) 海洋気象観測

マニラ港気象局で、地上気象観測を別にして、3 時間毎に海水温、うねり、潮位、波高、波向の観測を実施している。

(vi) 地震観測

機械の保守と監視、毎日。

地震記録紙は、日又は週毎にかえられる。地震がある時はいつでも、地震情報としてPFCに報告される。

(vii) MDUS

1日8回、00Zから21Zまで気象衛星観測(可視と赤外)資料の受信

(2) 観測測器

(i) 観測種類別の使用測器

Table 3.17 は、地上気象、高層、レーダー、地震の観測に一般的に使用されている測器の分類表を示す。

(ii) 観測所の使用測器(主に地上気象観測)

各観測所における使用測器を Table 3.18、(1/5)~(5/5) に示した。

表に示すとおり、特に地上気象観測測器は、機種が一定でない。ほとんどが10年以上を経過している。スペアパーツが、市場にないか、あるいは、全然作られていないため、修理ができないでいる。新しい機器の調達は予算上困難である。

3.2.3 天気予報業務

予報業務は、気象資料の収集、天気図作成と解析、予測、天気予報と通報及び各種気象情報の作成であり、天気予報、情報の地方及び一般大衆またはマスメディアへの伝達である。

(1) 気象資料の収集

PAGASA の NWO (National Weather Office) では、国内の地上気象観測所およびレーダー観測所の観測資料をSSB回線で入手するほか、GTS回線により、国外の必要気象資料を入手している。(Fig.3.9)

NWOの予報部門では、これらの資料を解析して天気図の作成を行っている。

(2) データの解析

天気予報解析のために、次の資料が作成されている。

- (i) 6時間毎(00、06、12及び18Z)の地上天気図と00Z及び12Zの高層天気図(850 mb、700 mb、500 mb、300 mb、200 mbの5層)

(ii) 補助天気図

A. 選定格子点での6時間毎の24時間気圧変化図

B. 24時間降水分布図

C. 断面図の作成

(Clark Field, LAOAG, MACTAN, Guam, Truck Is.,
Yap Is., Ishigaki Is., Naha)

D. 中間時間毎の地上天気図(03、09、15及び21Z)

(iii) その他の資料

気象衛星(GMS)画像が、MDUSで受信される。

MDUS受信所が故障の場合、衛星画像及び解説のフクシミリが日本から傍受できる。

(3) 気象情報と発表日時

A. 一般予報 : 午前4^h30^m、9^h30^m及び午後3^h30^m

B. 台風情報 : 台風がフィリピン領内にある場合

6時間毎(午前5時、11時、午後5時、11時)

特にマニラ及び他の大都市に来襲時には頻繁

C. 洪水注警報 : 1日2回、午前8時と午後8時

D. 延長予報 : 3日先までの延長予報は、月曜、水曜、金曜毎に発表

E. 特殊天気予報 : 要望された時、臨時

F. 船舶予報 : 午前5時、午後5時

G. 航空路及びターミナル予報 : 国内航空向け随時

H. 航空路予報 : 国外航空向け随時

I. 異常天候情報 : 飛行情報区域内

(4) 予報、その他の気象情報の提供

PAGASAにて作成された気象情報の伝達方法は、Fig. 3.10に示すとおりで、一般大衆および関係利用機関に伝達される。

(i) 公衆に対しては、気象情報はラジオ・テレビ・新聞を通じて伝達される。マニラやケソン市のような大都市においては、午前8時と午後5時の1日2回、天気予報や気象情報がOCDの防災部門に伝達されている。また、地方の小都市では、観測所がPFCからSSB回線で気象情報を受け、そして直接電話又は配達

人を通じて、報道機関や市町村に伝達している。台風接近時には、新しい気象情報・警報及び関連情報は速やかに関係機関に伝達される。Stormの強さによる3段階のStorm Warningが決められていて、緊急時にはサイレンの吹鳴によって公衆に知らせている。その警報の基準は、Fig. 3.1.1に示す。

- (ii) 船舶や航空機に対しては、運航の安全に必要な情報を海岸局を通じて及び航空局による Sigmetとして利用機関に提供される。

3.2.4 解析評価

(1) 観測測器

- (i) Table 3.18に示されたとおり、特に地上気象観測測器の機種が統一されておらず、かなり古いものが使われている。観測精度向上のため、将来一層良好なシステム即ち、WMO規則により要請されているような新らしい或いは、近代的な機器を採用することが必要である。

- (ii) レーダーの資料がPFCに必ずしもタイムリーに送信されていない。

- (iii) 高層観測の資料は、WMO規則によれば、パート1～パート4まで報告することになっているが、GTS回線で実際に伝送される資料は、パート2までである。通信状態の悪い現在では、避けられない。

(2) 天気予報業務

天気予報、その他の気象情報の地方への伝達を更に速やかにする必要がある。災害時・通常時を問わず気象情報は、刻々変化する気象現象に追随すべきであり、地域や目的の範囲を拡大して伝達する必要がある。

4. プロジェクトの概要

4.1 プロジェクトの定義

すでに、1章、2章で述べたとおり、このFeasibility Studyは、ルソン地域、ビサヤ地域、ミンダナオ地域の気象通信網の整備計画を策定するための調査である。この調査をもとにして気象観測データを各気象官署から迅速かつ正確に収集し、そして処理解析したのち、諸種の気象情報を各気象官署に配信する気象通信システムを構築することが本プロジェクトの目的である。

Fig. 2.8にフィリピンの観測所配置図を示す。

4.2 気象通信システムの構成

4.2.1 気象通信網

(1) 全体システム

フィリピン気象通信網の全体システムをFig. 4.1に示す。全体システムは、総計64ヶ所の気象観測所とそれらを結ぶ幹線・支線とから成り、各観測所からPFCへ気象データを送信し、PFCで処理、解析後の気象情報を各気象観測所へ配信する機能を有している。

幹線は、ルソン北部のTUGUEGARAOから、ミンダナオのCAGAYAN DE OROまで全長約1,300kmにわたっており、PFC, SCIENCE GARDEN, DCC (Data Collection Center) 3ヶ所、DRS (Data Relay Station) 3ヶ所および8ヶ所の中継所を結んでいる。

本システムの中で、マニラのMain Communication Center (MCC)は全ての気象データの集信、配信の中枢であり、後述する(4.2.2)ミニコンピューター(ミニコン)によりデータ解析、処理を行なう。

DCCおよびDRSはいずれも、その地域の個々の支線を通して、これらの関連観測所とのデータ収集配信中継点である。

DCCは、経済・社会のニーズに答え、かつ緊急時に対応するために、常時オペレーターを駐在させる必要のある気象官署である。一方DRSは、データの集配集を自動的に行う気象官署である。

本システムは、ルソン北部TUGUEGARAOからビコール地域NAGAまでの間

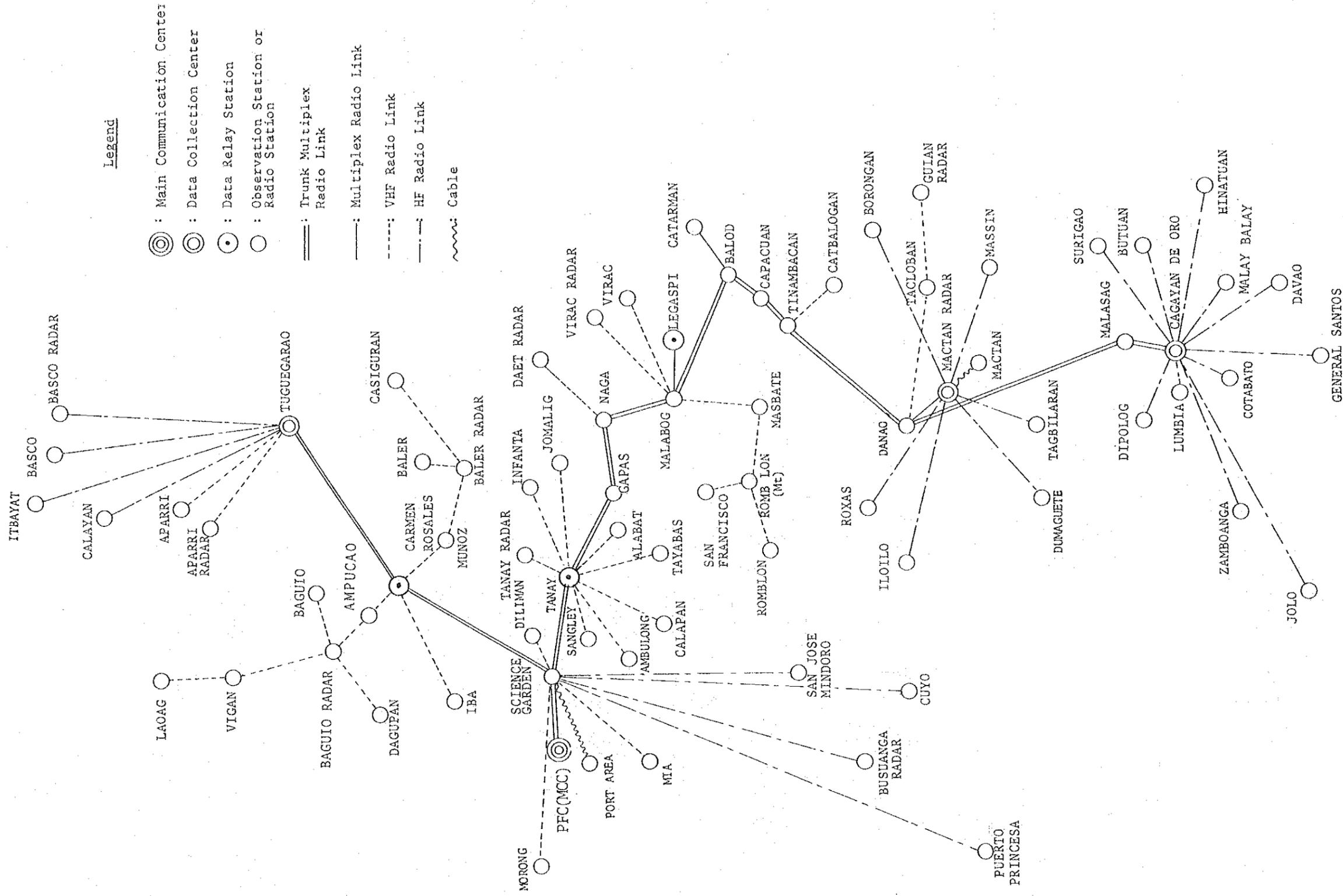


Fig. 4.1 Meteorological Radio Communication System

は既設のFFWS (Flood Forecasting and Warning System) の回線を供用するよう計画している。従ってNAGA 以降ミンダナオのCAGAYAN DE ORO までが延長新設されることになる。

(2) 幹線系統

幹線系統は、ルソン北部よりマニラ経由ミンダナオまで、下記地点を結ぶシステムである。

TUGUEGARAO	(DCC)	
CARMEN ROSALES	(DRS)	
SCIENCE GARDEN		
P F C	(MCC)	
TANAY	(DRS)	
GAPAS		
NAGA		
MALABOG		LEGASPI (DRS)
BALOD		CATARMAN
CAPACUAN	(無給電中継点)	
TINAMBACAN		
DANAO		MACTAN RADAR (DCC)
MALASAG		
CAGAYAN DE ORO	(DCC)	

- (i) 幹線は、800 MHz 帯の見通し外 (OH) 多重通信を主体とする。
- (ii) 幹線は、DCCおよびDRSに直結したそれぞれ独立の電話チャンネル、データチャンネル及びファクシミリと共用電話チャンネルとで構成される。いずれのチャンネルも全二重通信とする。

(3) 支線網

- (i) 支線網はDCCまたはDRSに接続される。ただし一部支線は、SCIENCE GARDENに接続される。
- (ii) 支線網は、VHF (150 MHz 帯) またはHF帯 (SSB) より構成される。
- (iii) VHF支線網は全二重通信とし、さらに各端局とも、2つの無線周波数を持ち、1つはデータ伝送専用、他はファクシミリと共用する電話チャンネルとする。

- (iv) HF支線網は、ARQ付テレタイプ装置を付加し、半二重通信として、デジタルによるデータ伝送も可能とする。
- (v) HF支線網のうち、レーダー観測所にはフックスミリを設備する。
- (vi) SCIENCE GARDEN におけるHF帯送受信局は、メインシステム停止時には、HF設置官署のバックアップをする。

4.2.2 通信制御装置

幹線のデータ伝送を制御し、データの集配信及び編集を行うため、MCOにミニコン2台(1台は予備)を設置する。なお、この予備機を利用して、月報・年報などの統計資料を作成する。

4.2.3 予備電源

- (1) 幹線系各局は、24時間稼働であるうえ、電源は商用電源を利用する。停電に備えて予備自家発を設置し、自動的に切り替え可能にする。
- (2) 支線網各局は、平常時は、24時間稼働の必要はない。商用電源が利用不能の局は、自家発または電池を電源とする。太陽電池はAMPUCAO及びROMBLON(Mt.)の2ヶ所で用いられるようにする。

4.2.4 観測機器

- (1) 現在稼働中の気象測器は、更新の必要あるものも非常に多くPAGASAも更新を強く希望している。
- (2) 今回の現地調査では、約3分の1に当たる観測機器の更新を必要としている。
- (3) 更新測器は、風向風速計、自記雨量計、乾湿計、全天日射計、フオルタン気圧計、バンザーマストなどである。

4.3 運用・保守体制

4.3.1 運用体制

効果的な運用体制は次の事項を基礎として確立されるべきである。

- (1) 運用組織の強化と管理体制の確立
- (2) 適当な予算の確保
- (3) 適切な運用費員の配置
- (4) 運用費員の適時研修等による資質の向上

上述の基本的概念に基づき、検討した結果の詳細を6章に示す。

4.3.2 保守体制

確実な保守体制は次の事項を基礎として確立すべきである。

- (1) 信頼性工学概念の導入
- (2) 定期点検整備を確実に実施するための保守要領の制定
- (3) 保守組織の強化（修理センター設立を含む）
- (4) 適正な保守費員の確保と資質の向上

上述の基本的概念に基づき、検討した結果の詳細を6章に示す。

5. プロジェクトの予備設計

5.1 予備設計の基本概念

5.1.1 予備設計の目的

現地調査及びこれに基づく解析の結果、WMO規則に定める気象業務を満足させるためには、気象観測、通信、データ処理などに係わる機器及び施設を整備し、運用体制、保守体制を確立することが必要であることが明らかになった。

本章で扱う予備設計では、WMO規則に沿って必要とするハードウェア及びソフトウェア全体を含み、本プロジェクトの Feasibility を明確にすると共に、今後、本プロジェクトを実行するために必要な技術的仕様の概要を明示するものである。

5.1.2 予備設計の前提

予備設計を行うに当り、次の事項を前提とした。

- (1) 予備設計の最低の基準はWMO技術規則に適合させる。
(Manual on the Global Telecommunication System)
- (2) 現在及び運用時における技術水準を配慮する。
- (3) 気象業務の合理的運用並びに長期に亘る安定した保守の実行が可能となるよう配慮する。

5.1.3 予備設計の範囲

予備設計は、機器、設備などのハードウェアとこれを運用する業務システムに大別される。それぞれの分類は下記のとおりである。

- (1) ハードウェアの予備設計
 - (i) 気象観測機器
 - (ii) 気象通信システムに関する施設及び機器並びに付帯設備
 - (iii) 気象通信施設に付随する土木工事
- (2) 運用システムの予備設計
 - (i) 気象データの伝送システム
 - (ii) 気象データ編集処理及び統計処理システム
 - (iii) 気象情報提供システム

(iv) 設備の運用システム

(v) 設備の保守システム

5.2 気象通信網に関する設計

5.2.1 設計条件

(I) 伝送すべきデータの量及び所要時間

(i) 集 信

集信は、ANデータ、画像データ、通話とに分れる。

A. 気象観測データ

- a. 地上気象観測 3時間間隔
- b. 高層気象観測 1日4回
- c. レーダ観測データ 1日8回

画像モード (Facsimile) 又はANモード

- d. その他気象情報報告 随時 ANモード

B. 地震、火山噴火等緊急情報 随時 ANモード

C. 業務連絡電話 随時

(ii) データ配信

配信は、ANデータ、画像データ、通話とに分れる。

A. 予報関係情報

- a. 天気予報 1日数回 ANモード
- b. 注意報、警報、情報 随時 ANモード
- c. その他の気象情報 随時 ANモード
- d. 天気図 1日数回 画像モード
- e. レーダー、エコー図 随時 画像モード

ANモード

- f. 気象衛星写真 1日数回 画像モード

B. 地震・火山噴火等緊急情報 随時 ANモード

C. 業務連絡電話 随時

(iii) 伝送所要時間

A. ANモード

観測開始からデータ伝送完了迄、15分以内を目標とする。

B. 画像モード

GII規格は、1画面について3分程度とする。

GI規格は、1画面について10分程度とする。

(2) 回線網の構成及び伝送品質

(i) 回線構成の前提条件

A. 観測所(全国で64ヶ所、将来増を折り込む)で観測したすべての観測データは、PFCに集める。

B. 観測データの集信にあたっては、原データのフォーマットをできる限り維持する。即ち、ANデータはデジタル信号で、画像データは画像モードで伝送し集信する。

C. PFCで処理加工、編集された気象情報は、各観測所の気象情報提供機能に見合ったレベルの情報内容と形式にして、観測所に配信する。

(ii) 伝送の質

所要S/Nは次のとおりとする。

A. 幹線	無線区間	50%	回線信頼率で60dB目標
		99.95%	" 35dB以上
		総合	99.5% " 35dB以上
B. 支線	VHF	30dB以上	
	HF	20dB以上	

(3) 機器構成の概略

(i) マニラ地区

A. SCIENCE GARDEN

- a. 北方幹線無線装置 (対 CARMEN ROSALES)
- b. 南方幹線無線装置 (対 TANAY)
- c. マニラ回線無線装置(対 PFC)
- d. VHF送受信装置
- e. SSB送受信装置及びARQ付テレタイプ端末

f. インテリジェントターミナル

g. ファクシミリ

h. 電 話

B. P F O

a. マニラ回線無線装置 (対 SCIENCE GARDEN)

b. 通信制御用ミニコン

c. ファクシミリ

d. 電 話

C. DILIMAN, MIA, MORONG

a. V H F 送受信装置 (電話機器を含む)

b. インテリジェントターミナル (DILIMAN を除く)

c. ファクシミリ

(ii) D C C

A. 幹線又は、アプローチ回線無線装置

B. S S B 送受信装置及び A R Q 付テレタイプ端末

C. V H F 送受信装置 (V H F 網を含む場合)

D. インテリジェントターミナル

E. ファクシミリ

F. 電 話

(iii) D R S

A. 幹線又は、アプローチ回線無線装置及び端末

B. V H F 送受信装置 (但し、LEGASPI を除く)

C. インテリジェントターミナル (但し、LEGASPI を除く)

D. ファクシミリ (但し、LEGASPI のみ)

E. 電 話

(iv) C A T A R M A N

A. アプローチ回線無線装置

B. インテリジェントターミナル

C. ファクシミリ

D. 電 話

(v) 中継局

A. 中継装置

(vi) VHF支線網端局

A. VHF送受信装置(通話機器を含む)

B. インテリジェントターミナル

C. ファクシミリ

(vii) HF支線網端局

A. SSB送受信装置(通話機器を含む)

B. ARQ付テレタイプ端末

C. ファクシミリ(レーダ観測所のみ)

(4) テレタイプ、ファクシミリ及び通信システムの詳細は、Appendix B (*1)

を参照されたい。

5.2.2 幹線通信システム

PFOと観測所間の通信は、既述したDCC、DRSを経由して行われる。幹線とは、このうち次のものである。

SCIENCE GARDENよりCAGAYAN DE OROに至る回線

アプローチ回線

既設FFWS回線の共用部分

(1) 幹線通信ルート

全体の幹線ルートをFig. 5.1に示す。

次に上述の各回線につき略述する。

(i) 幹線

SCIENCE GARDEN — TANAY — GAPAS — NAGA — MALABOG — BALOD — TINAMBACAN — DANA O — MALASAG — CAGAYAN DE ORO の9区間の回線網であり、全長約950kmに達する。

SCIENCE GARDEN — TANAY は既設FFWSの通信回線の通話路増設を行い、既設通信施設を本プロジェクトの遂行に利用する。既設通信回線は、途中空中線背面結合による無給電中継の6.7GHz SS-FM多重通信回線であり、本プロジェクト遂行の為に充分使用し得るものである。

TANAY - NAGA 間の多重回線は、気象通信網として機能するのに必要とされる回線品質を確保するのに不十分となるため、新しく GAPAS 地点に中継点を設置し、TANAY - GAPAS - NAGA にルートを変更する。既設 TANAY - NAGA 回線は、800 MHz band SS-PM 周波数ダイバーシティ方式の多重無線装置を使用しており、本プロジェクトで計画している多重通信装置と整合がとれている。既設装置を有効に利用するため受信機の帯域、送信機の通話路容量の改造変更等を行うよう計画している。

NAGA - MALABOG - BALOD - TINAMBACAN - DANAO - MALASAG - CAGAYAN DE ORO の6区間は本プロジェクトで新しく計画、設計を行う無線区間でルソン島、サマール島、セブ島を経て、ミンダナオ島に至る区間である。途中、BALOD - TINAMBACAN は空中線背面結合による無給電中継を行う 6.7 GHz band SS-FM 多重無線回線で、他の区間はいずれも 800 MHz band SS-PM 周波数又はスペースダイバーシティ方式を採用している。

これらの区間は、距離が長い上、山岳による干渉を受けるので、所要の回線品質を得るのに必要な回線設計を行う。

(ii) アプローチ回線

MALABOG - LEGASPI, BALOD - CATARMAN, DANAO - MAC-TAN RADAR の回線を言う。

これらの回線は、幹線へアプローチする為の多重回線で、800 MHz band SS-PM 標準形の多重通信装置を使用する。いずれの区間も距離も短かく、しゃへい損もあまり予想されない比較的小規模な多重通信回線である。

(iii) 既設 FFWS 回線の共用部分

マニラより北方に位置する TUGUEGARAO (DCC) 及び CARMEN ROSALES (BAGUIO RADAR 等の官署に対する VHF 回線の DRS) からの通信は、既設 FFWS の通話路を利用する方法で基本的検討がされている。

この区間の既設 FFWS の増設は必要としない。

SCIENCE GARDEN - PFC は、既設 FFWS で 800 MHz band SS-PM チャンネル実装の多重回線が設置されている。しかし、本プロジェクトの PFC と各 DCC 及び DRS との気象通信網の構成を進める上で、既設多重回線

の通話路容量の増強だけでは、通話容量をカバー出来ない事が明らかになった。この区間には通話路容量60チャンネル程度の無線回線の設置が必要である。保守性が良く、経済性の高い、しかも周波数の取得しやすい800MHz band SS-FM 60チャンネル容量の多重無線通信回線を設備することとする。これにより、SCIENCE GARDEN-PFC間に必要な、40チャンネルの通話路数の確保が可能となる。既設装置は、通話路容量変更等の改造を行い、アブローチ回線の一つであるMALABOG-LEGASPI間に移設し有効利用を計る。

(2) 幹線の回線設計

“伝送すべきデータ”を所要回線品質で伝送する事を条件に回線設計を行う。回線設計の結果を Table 5.1 に示す。それぞれの区間の回線設計表は、Appendix A を参照されたい。

(3) トランキンングプラン

幹線通信システムのトランキンングプランを、Fig. 5.2 に示す。トランキンングプラン作成の基本条件は次の通りである。

(i) PFC-DCC (MACTAN RADAR, CAGAYAN DE ORO)

LEGASPI 及び SCIENCE GARDEN

2 channels*電話*

(PFC 側交換機へ接続。DCC, LEGASPI, SCIENCE GARDEN 側は電話機に接続)

1 channelデータ

(データ処理装置へ接続)

1 channelファクシミリ及びHF/VHF局との通話

(通信制御卓へ接続)

(ii) PFC-DCC (TUGUEGARAO) 及び DRS (CARMEN ROSALES, TANAY)

1 channelデータ

(PFC 側及びTUGUEGARAOは、データ処理装置へ接続。

DRS側はVHF装置に接続。)

1 channel ……………ファクシミリ及び HF/VHF 局との通話

(PFC 側及び TUGUEGARAO は、通信制御卓へ接続。

DRS 側は、VHF 装置に接続。)

(Ⅱ) その他

各所における channel 数は、次のとおりである。

A. CAGAYAN DE ORO

PFC との間に必要な 4 チャンネルのほか、2 チャンネルのスペアチャンネルを準備する。

B. MACTAN RADAR

PFC との 4 チャンネルのほか、DANA O 及び TINAMBACAN に 2 チャンネル計 4 チャンネルを用意する。

C. DANA O, TINAMBACAN

MACTAN RADAR との間それぞれ 2 チャンネルを用意する。

D. CATARMAN

LEGASPI との間 2 チャンネルを用意する。

E. BALOD

CATARMAN との間 2 チャンネルを用意する。

F. LEGASPI

PFC との間に必要な 4 チャンネルのほか 2 チャンネルのスペアチャンネルを用意する。その他 CATARMAN との 2 チャンネル、MALABOG 及び NAGA との間それぞれ 2 チャンネルを用意する。

G. MALABOG

NAGA, BALOD (CATARMAN), LEGASPI との間それぞれ 2 チャンネル、計 6 チャンネルを用意する。

H. NAGA

MALABOG (LEGASPI) との間 2 チャンネルを用意する。又、既設 FFWS の 6 チャンネルはそのままとする。

I. TANAY

PFC との間 2 チャンネルを用意するほか既設 1 チャンネルはそのままとする。

J. TUGUEGARAO, CARMEN ROSALES

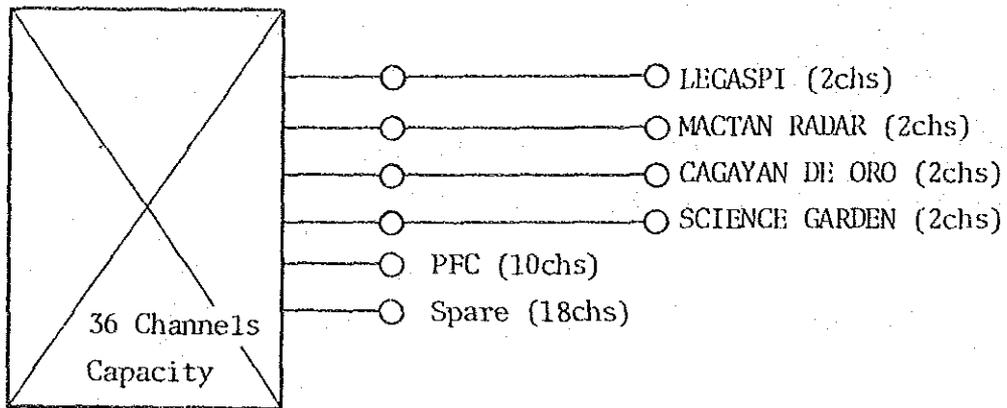
既設 FFWs の通話路のうち、それぞれの局とも 2 チャンネルを利用する。

K. MALASAG, GAPAS

Base band 中継とする。

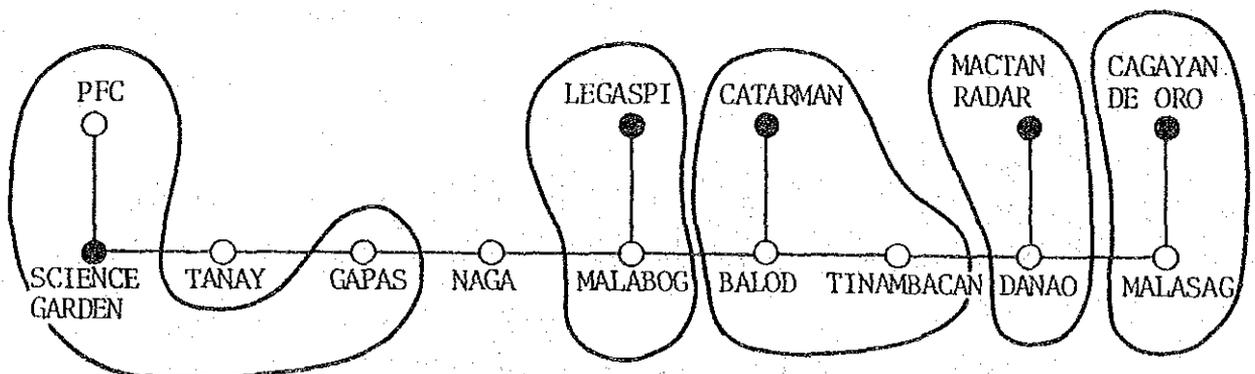
(4) 交換機

36 回線の収容可能な交換機を PFC に設置し、内線交換を行う。概略図下記。



(5) 制御、監視システム

PFC, DCC (TUGUEGARAO を除く)、SCIENCE GARDEN, LEGASPI, CATARMAN で中継所等の通信装置、電源装置の状態を監視ができるようにする。又、これら装置の切替、制御が行なえるようリモコン装置を設置することが保守運用の面から必要と考える。この場合、リモコンには専用チャンネルを必要としない。多重通信装置のエンジニアオーダーワイヤの帯域の一部を使用すべきである。制御、監視システムの系統を以下に示す。



● 印はそれぞれの ○ 印エリアの制御、監視をする地点である。

(6) 通信機器及び付帯設備

通信機器、通信施設、電源設備等については、Appendix B (*2)を参照されたい。

5.2.3 ルソン地域通信システム

(I) 回線構成

(i) 5.2.2で述べたとおり、ルソン地域の幹線は、TUGUEGARAO から MALABOG まで計画されている。

TUGUEGARAO (DCC), CARMEN ROSALES (DRS) 及び TANAY (DRS) は、この幹線上にあり、LEGASPI (DRS) は、アプローチ回線より幹線に接続される。

(ii) TUGUEGARAO (DCC) には、2 観測所が VHF 回線により、4 観測所が HF 回線により接続される。

(iii) CARMEN ROSALES (DRS) には、10 観測所が VHF 回線により接続される。CARMEN ROSALES と BAGUIO RADAR 間の回線に直接無線回線で接続することが困難なので、無人中継所を回線の中間の AMPUCAO に設ける。

(iv) TANAY (DRS) には、8 観測所が VHF 回線により接続される。

(v) LEGASPI (DRS) には、MALABOG で中継され、6 観測所が VHF 回線で接続される。

(vi) SAN FRANCISCO 及び ROMBLON の回線構成は直接 MALABOG へは困難なので、ROMBLON (Mt) に無人中継所を設け、MASBATE を経由して、MALABOG に接続する。

(vii) 4 観測所 (SAN JOSE MINDORO, BUSUANGA RADAR, CUYO, PTO. PRINCESA) は、HF 回線により SCIENCE GARDEN に接続する。

SCIENCE GARDEN には、DCC、幹線故障の際のバックアップ機能を持たせる。そして、新たにオペレーションのための庁舎約 $100m^2$ が必要である。

(viii) SCIENCE GARDEN には、MORONG (観測所)、DILIMAN (修理センター)、MIA (国際空港) が VHF 回線により接続される。

ルソン地域通信システムのルートは、Fig. 4.1 に示す。

(2) 通信機器、及び付帯設備

通信機器、通信施設、電源設備等については、Appendix B (*3) を参照のこと。

5.2.4 ビサヤ地域通信システム

(1) 回線構成

(i) 5.2.2 で述べたとおり、幹線は、BALOD から DANA O まで計画されている。

(ii) MACTAN RADAR (DCC) については、DANA O の幹線アプローチ回線経由で接続される。

(iii) MACTAN RADAR (DCC) には、VHF 回線により、3 観測所が DANA O 経由で接続され、HF 回線により、6 観測所が接続される。

ビサヤ地域通信システムのルートは、Fig. 4.1 に示す。

(2) 通信機器及び付帯設備

通信機器、通信施設、電源設備等については、Appendix B (*3) を参照のこと。

5.2.5 ミンダナオ地域通信システム

(1) 回線構成

(i) 5.2.2 で述べたとおり、ミンダナオ地域の幹線は、MALASAG から CAGAYAN DE ORO まで計画されている。

(ii) CAGAYAN DE ORO (DCC) には、1 観測所が VHF 回線により、10 観測所が HF 回線で接続される。

ミンダナオ地域通信システムのルートは、Fig. 4.1 に示す。

(2) 通信機器及び付帯設備

通信機器、通信施設、電源設備等については、Appendix B (*3) を参照のこと。

5.2.6 PFC の通信制御システム

今回の気象通信網を整備することにより、PFC は国内で観測した各種の気象データを即時に入手することができ、これらのデータを中継、編集処理などをして迅速かつ正確に、必要とする所へ配信することが可能となる。

一方、外国とは、GTS 回線により Tokyo, Singapore と気象データの交換を行

なっており、特に Tokyo から1日約60万字もの大量の気象データを手に入れている。

上記のことを考慮して、PFCには、オンライン・リアルタイムによる気象データの収集、配信及び気象情報の提供などを行なうため、ミニコンによる通信制御システムを導入する。

通信制御システムの機能、構成、データ処理などについての詳細は、Appendix B (*4) に記述する。

5.2.7 無線周波数計画

(1) 無線周波数の確保

気象通信網の実施に必要な無線周波数は次のとおりである。

主幹線とアプローチ回線

UHF帯 (800 MHz)

SHF帯 (6.7 GHz)

支線

VHF帯 (150 MHz)

HF帯 (3-12 MHz)

使用する無線周波数は、通信システムの計画にきわめて重要な役割を持っている。もし希望した周波数と実際に割当てられた周波数に大きな相違があると、アンテナ鉄塔の建設だけでなく、通信網計画全般に影響する。

PAGASAに割当てられている無線周波数は次のとおりである。

HF帯 (2-11 MHz)	9波	気象データ収集用
VHF帯 (130-140 MHz)	4波	洪水予警報用
UHF帯 (400 MHz)	2波	
UHF帯 (800-900 MHz)	12波	
SHF帯 (6.7 GHz)	2波	
VHF帯 (130-170 MHz)	13波	ダム運用
UHF帯 (700-900 MHz)	16波	
UHF帯 (2 GHz)	2波	
SHF帯 (6.7 GHz)	4波	

上述の周波数帯の周波数をすべて新通信網に利用しても、電波干渉を考えると、周波数の要求に対して十分ではない。このため相互干渉の生じない新たな割当て周波数(2~4項を参照)の取得を要望する。

PAGASA は National Telecommunication Commission (NTC) 及びその他の関係機関に対し、上記の周波数帯の電波の割当てを確保する必要がある。

(2) 多重回線

(i) UHF回線(800MHz)

TANAY — GAPAS	2 対 (周波数ダイバシティ方式)
GAPAS — NAGA	" (")
NAGA — MALABOG	" (")
MALABOG — BALOD.....	1 対
TINAMBACAN — DANA O	"
DANA O — MALASAG	"
SCIECE GARDEN — PFC.....	"
MALASAG — CAGAYAN DE ORO	} 1 対 (4 区間共用)
DANA O — MACTAN RADAR	
MALABOG — LEGASPI	
BALOD — CATARMAN	

UHF帯の周波数は、11対(22波)必要とする。送受信周波数の間隔は、約30—60MHzとする。周波数ダイバシティ方式の場合、2つの送信周波数は、約10MHz離す必要がある。

(ii) SHF回線(6.7GHz)

BALOD — TINAMBACAN.....	1 対
-------------------------	-----

SHF帯の周波数は、1対(2波)必要とする。送受信周波数の間隔は、約150MHzとする。

(3) VHF回線

VHF回線には150MHz帯を使用する。

1観測所には、全二重の2回線設けるので、送信と受信に2周波数ずつ計4周波数を使用する。

観測所及び中継所は、ルソン地域、ビサヤ地域及びミンダナオ地域を合わせると44局ある。

相互干渉を検討した結果、遠距離にある局は、同一周波数を使用できるので、24周波数で全VHF回線を構成できる。24周波数の割当プランを Fig. 5.3 に示す。各回線の周波数配置計画を Fig. 5.4 に示す。

(4) HF回線

HF回線のスパンは、80km～600kmの距離があるので、24時間通信を可能とするためには、3MHz帯(3～4MHz)、7MHz帯(6～8MHz)及び10MHz帯(9～12MHz)の各1周波数を備え、使用時刻及び季節により使い分ける必要がある。

また、交信状態が悪い場合に備え、他の地点との交信が出来ることが望ましい。このための周波数計画を次に示す。

• TUGUEGARAO (DCC)とその所属観測所

TUGUEGARAO用周波数	3 T、7 T、	10 T	} 合計6波
SCIENCE GARDEN用周波数	3 S、7 S、	10 S	

ただし、数字は周波数帯を、英字は観測所のイニシャルを示す。

• SCIENCE GARDEN

SCIENCE GARDEN用周波数	3 S、7 S、	10 S	} 合計3波
--------------------	----------	------	--------

• SCIENCE GARDENの所属観測所

SCIENCE GARDEN用周波数	3 S、7 S、	10 S	} 合計6波
MACTAN RADAR用周波数	3 M、7 M、	10 M	

• MACTAN RADAR (DCC)とその所属観測所

MACTAN RADAR用周波数	3 M、7 M、	10 M	} 合計6波
SCIENCE GARDEN用周波数	3 S、7 S、	10 S	

• CAGAYAN DE ORO (DCC)とその所属観測所

CAGAYAN DE ORO用周波数	3 C、7 C、	10 C	} 合計7波
MACTAN RADAR用周波数	7 M、	10 M	
SCIENCE GARDEN用周波数	7 S、	10 S	

全使用周波数は、12波とする。

周波数割当条件は、下記とする。

3 T、 3 S、 3 M、 3 C	相互周波数間隔	10 KHz ~ 150 KHz
7 T、 7 S、 7 M、 7 C	相互周波数間隔	10 KHz ~ 350 KHz
10 T、 10 S、 10 M、 10 C	相互周波数間隔	10 KHz ~ 500 KHz

5.3 気象観測業務に関する設計

5.3.1 気象観測器の更新

最近、各国では観測施設の近代化に向う傾向がある。しかし、電源事情や通信状態の悪いフィリピンでは、直ちに近代化するわけにはいかないので、とりあえず、主要な地域に展開されている23観測所の観測測器を更新することとする。

なお、PAGASA の要望により、全天日射計 (Pyranometer) を新たに選ばれた15観測所に展開することにする。更新する測器の地点別測器名を Table 5.2 (1/2) に、新設する測器の地点名を Table 5.2 (2/2) に示す。更新及び新設する測器の名称・規格及び測定精度を Table 5.3 に示す。

又、それぞれの測器の姿図を Appendix Fig. B. 3.1 に示す。

6. 保守運用体制

6.1 運用体制

6.1.1 運用組織の強化

MCC、DCC及びSCIENCE GARDENにおける運用機能を新たに強化する必要がある。本システムは、それぞれ24時間運用となるので、3交替制勤務が必要であり、気象通信技術者による構成が必要である。これらの人員は、研修等の手段を用いて強化すべきである。特に、PAGASAの人員構成は、気象専門家が多く、観測と通信を同時に担当することができるので、実務研修を含め人材育成が重要である。

6.1.2 運用要員の確保

確保すべき運用要員は次のとおりである。

- (1) PFCは、1班3名の3交替制4班編成とし、責任者1名を加えた計13名とする。1班3名の内容は、通信関係に2名、ミニコンによる通信制御関係要員1名である。
- (2) DCC(3局)とSCIENCE GARDENは、1班2名の3交替制4班編成とし、責任者1名を加えた計9名とする。
- (3) その他の観測所は、1班1名の3交替制4班編成とし、責任者1名を加えた計5名とする。(観測と兼務)

6.2 保守体制

6.2.1 保守組織の強化

本システムの円滑な運用を図るため、保守と修理を担当する部門の強化を図る必要がある。このため、DILIMANに修理センターを新設することが必要である。

また、DCCとDRS(TANAYを除く)には、所属観測所の保守と軽微な修理を担当する保守要員を配置して保守体制の強化を図る必要がある。各種機器の保守作業に必要な測定器、部品、材料、工具などを配置し、また巡回保守等のために、自動車の配置も必要である。

6.2.2 保守要員の確保

円滑な運用を行なうためには、気象業務に係わる各種機器の性能を完全に維持することが、不可欠なことである。適正な保守業務を実施するためには、保守要員の確保が先決である。

保守要員の任務は、一定期間ごとに定められた手順に従い機器の定期点検を行い、早期に異常の有無の発見と、適切な処置を行なうことである。

DCC (3ヶ所)、DRS (TANAYを除く2ヶ所) 及びSCIENCE GARDENの各局は、各1名の保守要員を必要とする。PFCでは3名が必要である。修理センター要員は、5名を必要と考える。以上の保守要員の研修は、委託研修と部内研修とに分けられる。なお、新施設の運用開始時の要員増の需要に対応するため、研修施設の充実と指導教官の充足を図る必要がある。また本プロジェクト実行の際の試験調整作業等においては、現地職員を積極的に参加させるよう配慮がなされねばならない。

このことは、関連運用技術になれさせる機会を与え、新装置の保守運用に対する任務を円滑に遂行させる機会を与えることになる。

6.2.3 修理センター

保守要員は、システムの保守に責任を持つが、機器の修理までを行うものではない。故障機器の修理は原則としてDILIMANに新設立する修理センターで行うこととする。輸送が困難な機器等に対しては、出張修理がなされるべきであろう。修理センターは、いつでも需要に応じられる数量の予備部品、材料、消耗品等を常時保有し、全体システムの維持を一元的に管理すべきである。

6.3 総合運用の可能性

各分野ごとに、それぞれ要員を置くことは無駄が多いので、観測測器、通信、電子機器などを各人が総合的に運用できるよう、全般にわたって習熟させることが必要である。研修や現場における技術指導は強化されるべきである。

研修コース一覧は、Table 6.1に、運用および保守要員計画は Table 6.2 に示した。

7. 費用見積

7.1 概説

プロジェクトの直接経費は、1984年6月の価格基準に基づいて現場着のCIFベースで見積った。この直接工事費は税金・公課を含んでいないのでこれを以てプロジェクトの経済費用とみなした。設計監理費及び物的予備費はそれぞれ直接工事費合計の10%と想定した。

プロジェクトの総工事費(財務、費用)を算定するためにインフレ率を外貨については年率2%、内貨については年率15%と想定した。外貨交換レートは、1米ドル=18.002ペソ=23.750円、1ペソ=13.19円を採用した。

7.2 プロジェクトの経費見積

Table 7.1、(1/2)~(2/2)にプロジェクトの見積経費を示し、Table 7.2に外国及び国内通貨にした内訳を示した。

Table 5.2に測器の更新と新設が計画されている官署名を示し、その経費概要は、Table 7.3に示した。

7.3 保守・運用経費と研修経費

保守運用経費は、工事費・商用電源・輸送費を除いたプロジェクト全経費の3%として算出された。この経費は、保守部品、スペアパーツ補充及び保守点検の年間経費を含んでいる。保守運用経費は、次のようにして算出された。

$$(255.198 - 49.577) \times 0.03 = 6.169 (\text{P}10^3)$$

研修費は、次のとおりである。

ハード研修	5.825
ソフト研修	3.732
計	9.557 (P10 ³)

Table 7.1 (1/2)

Cost Estimation

Unit: #10³

Items	Luzon Area			Visayas & Mindanao Area			Total		
	*1 F	*1 L	Total	F	L	Total	F	L	Total
OH equipment	(7)*3 31,016		31,016	(8) 34,011		34,011	65,027		65,027
Improvement of OH equipment	(3) 3,548		3,548				3,548		3,548
VHF equipment	(37) 15,000		15,000	(7) 2,646		2,646	17,646		17,646
HF equipment	(10) 3,260		3,260	(18) 5,868		5,868	9,128		9,128
FAX equipment	(35) 2,881		2,881	(7) 531		531	3,412		3,412
Peripheral or ARQ	(41) 9,765		9,765	(22) 6,566		6,566	16,331		16,331
Mini computer	(4) 43,381		43,381	(2) 1,880		1,880	45,261		45,261
Stand-by power supply	(44) 5,970		5,970	(27) 7,908		7,908	13,878		13,878
Installation cost for all the aboves	21,406	357	21,763	19,913	371	20,284	41,319	728	42,047
Transportation cost for all the aboves	2,080	281	2,361	2,014	257	2,271	4,094	538	4,632
Antenna tower	(2) 1,818	908	2,726	(5) 4,454	2,852	7,306	6,272	3,760	10,032
Commercial power		(3) 987	987		(4) 1,911	1,911		2,898	2,898
Station building		(13) 4,048	4,048		(6) 2,957	2,957		7,005	7,005
Access road		(3) 2,617	2,617		(5) 4,363	4,363		6,980	6,980
Meteorological *2 instrument	(23) 7,183	190	7,373				7,183	190	7,373
Total	147,308	9,388	156,696	85,791	12,711	98,502	233,099	22,099	255,198

Notes:

*1 F: Foreign currency portion

L: Local currency portion

*2 Including installation and transportation cost.

*3 () shows the number of setting place.

Table 7.1 (2/2)

Cost Estimation

Unit: # 10³

Items	OH		VHF		HF		Meteorological Instruments		Total		
	*1F	*1L	F	L	F	L	F	L	F	L	Total
OH equipment	(15)*3 65,027								65,027		65,027
Improvement of OH equipment	3,548								3,548		3,548
VHF equipment			(44) 17,646						17,646		17,646
HF equipment					(28) 9,128				9,128		9,128
FAX equipment	(4) 379		(36) 2,730		(2) 303				3,412		3,412
Peripheral or ARQ	(5) 1,168		(34) 7,096		(24) 8,067				16,331		16,331
Mini computer	(5) 44,321		(1) 940						45,261		45,261
Stand-by power supply	(12) 11,543		(35) 1,607		(24) 728				13,878		13,878
Installation cost for all the aboves	26,459	607	7,733	53	7,127	68			41,319	728	42,047
Transportation cost for all the aboves	2,957	212	606	136	531	190			4,094	538	4,632
Antenna tower	(7) 6,272	3,760							6,272	3,760	10,032
Commercial power		(6) 2,819		(1) 79						2,898	2,898
Station building		(7) 4,013		(8) 1,478		(4) 1,514				7,005	7,005
Access road		(7) 6,889		(1) 91						6,980	6,980
Meteorological *2 instrument							(23) 7,183	190	7,183	190	7,373
Total	161,674	18,300	38,358	1,837	25,884	1,772	7,183	190	233,099	22,099	255,198

Notes: *1F: Foreign currency portion, L: Local currency portion *3 () show the number of setting cost.
*2 Including installation and transportation cost.

Table 7.2

Break Down of Cost Estimation

Classification	Foreign Portion	Remarks	Local Portion	Remarks
OH equipment	○	Cost		
Improvement of OH equipment	○	Improved cost		
VHF equipment	○	Cost		
HF equipment	○	Cost		
Facsimile equipment	○	Cost		
Peripheral or ARQ	○	Cost		
Mini computer	○	Cost of computer and programming cost		
Stand-by power supply	○	Cost		
Installation cost for all the aboves	○	Installation cost	○	Labor fee
Transportation cost for all the aboves	○	Shipping fare	○	Inland
Antenna tower	○	Cost	○	Construction cost
Commercial power			○	Wiring of commercial power
Station building			○	Construction of building
Access road			○	Construction cost
Meteorological instrument	○	Instrument cost and installation cost	○	Labor fee and shipping fare

Table 7-3

Estimation Cost of Meteorological Observation Instruments and their related Matters

Unit: P10³

Name of Instrument	Specification	Unit	Quantity	Unit Cost	Total Cost
Propeller and vane type wind sensor and recorder	FF3R - 13	set	23	72,500	1,667,500
Tilting-Bucket type rain gauge Recorder (1 month)	LRF - 100 1 pulse 0.5 mm	set	23	30,700	706,100
Psychrometer	HP-2 SY-H5 B	set	23	11,900	273,700
Fortin barometer	PM-2 M10-A	set	23	29,300	673,900
Pyranometer (Epply) including Recorder	MS - 42	set	15	55,500	832,500
Transformer	(AC-220V-100V)	set	32	4,900	156,800
Packing cost	1: 50 kg. 38 2: 70 kg. 23		61	6,000	366,000
Transportation cost	Tokyo - Manila		3,510	76	266,760
Installation cost	Panza mast	set	23	97,380	2,239,740
Total					7,183,000