


モンゴル国  
自然災害防止計画  
基本設計調査報告書

平成10年1月

JICA LIBRARY  
  
J 1142651(7)

国際協力事業団  
財団法人 日本気象協会

調無二
CR(2)
98-017

REPRODUCTION

LIBRARY



モンゴル国  
自然災害防止計画  
基本設計調査報告書

平成10年1月

国際協力事業団  
財団法人 日本気象協会



1142651(7)

## 序 文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国の自然災害防止計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年8月9日から8月30日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、モンゴル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年10月10日から10月18日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成10年1月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝 達 状

今般、モンゴル国における自然災害防止計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊会が、平成9年7月31日より平成10年1月16日までの6ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、モンゴルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年1月

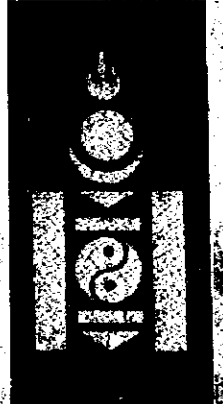
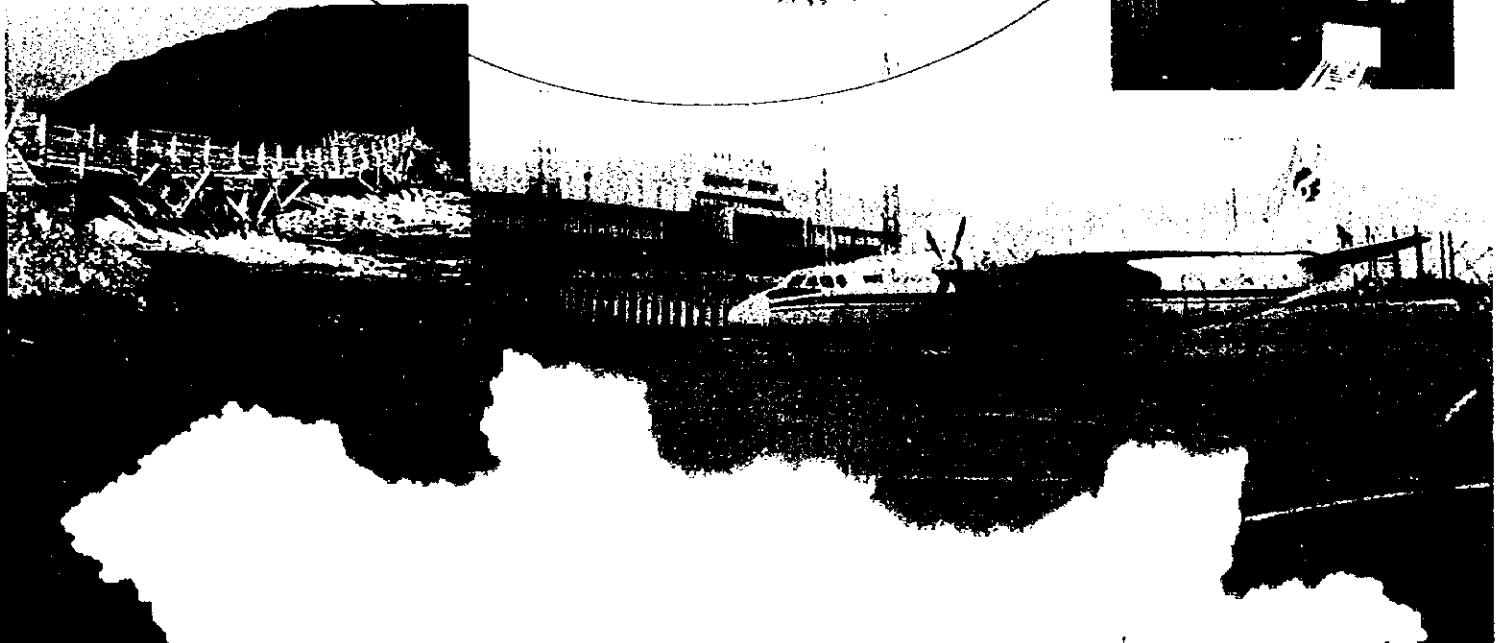
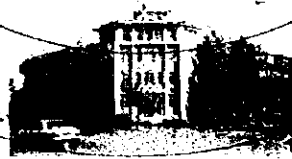
財団法人 日本気象協会

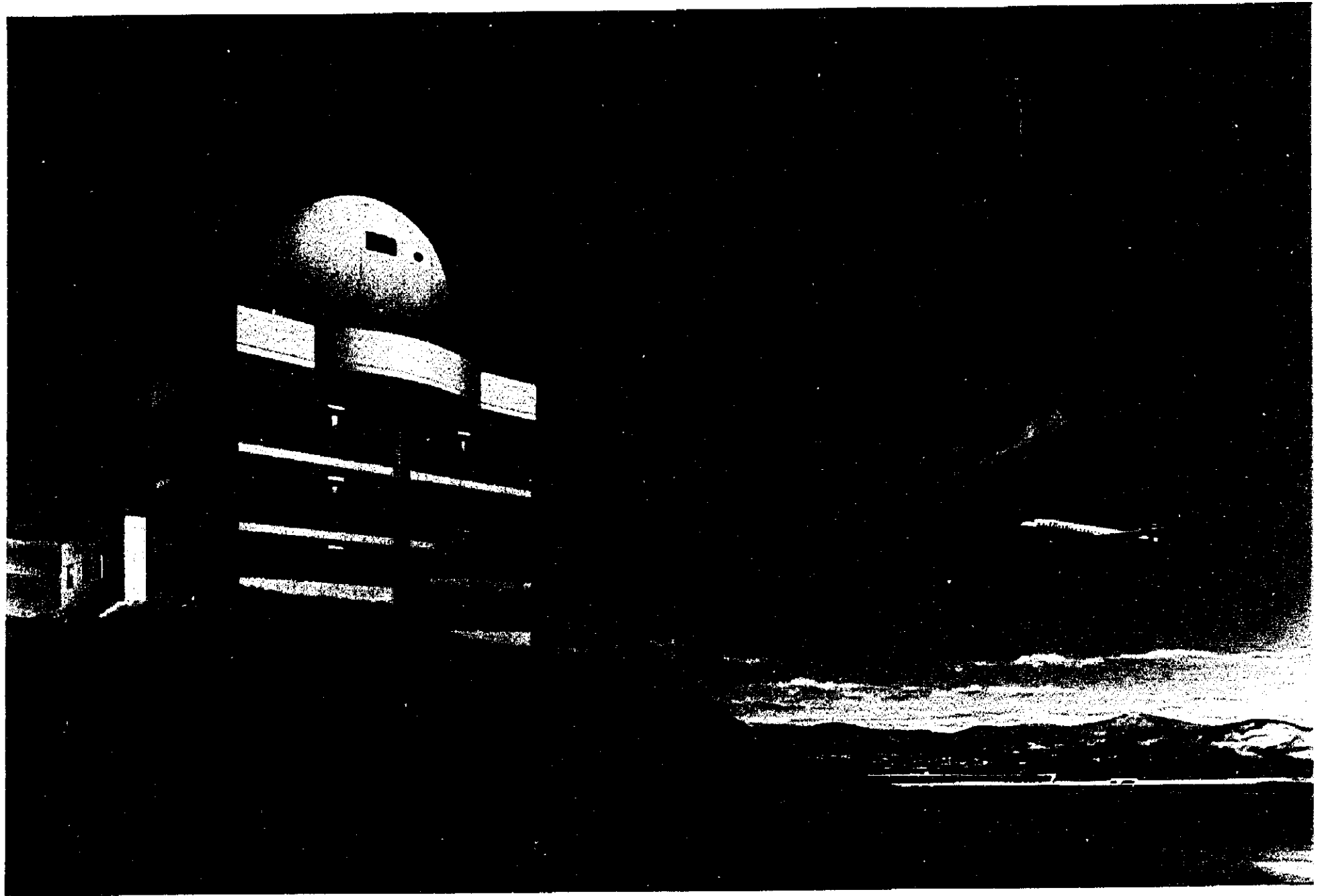
モンゴル国

自然災害防止計画基本設計調査団

業務主任 赤津 邦夫

# THE PROJECT FOR NATURAL DISASTER REDUCTION IN MONGOLIA





モリンウール レーダ塔

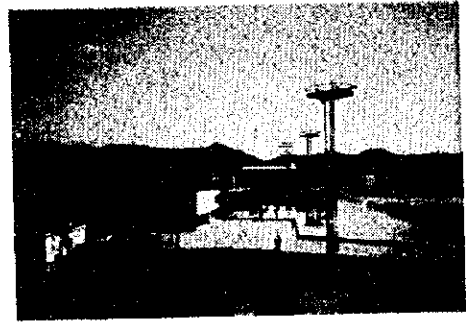


# モンゴル国自然災害防止計画



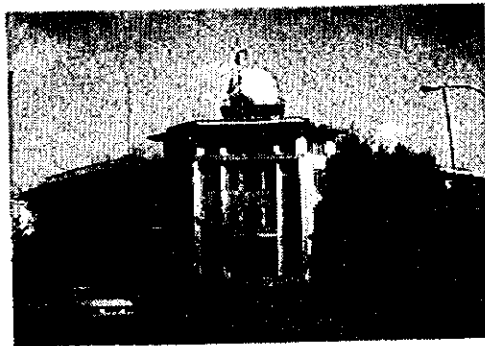
モリンウール気象レーダ観測所

Microwave Link



ウランバートル国際空港

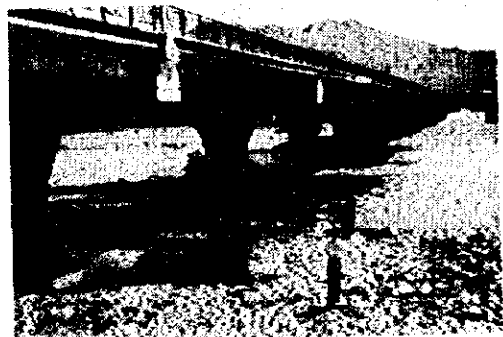
Microwave Link



気象水文環境監視庁

UHF Link

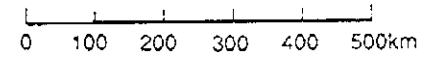
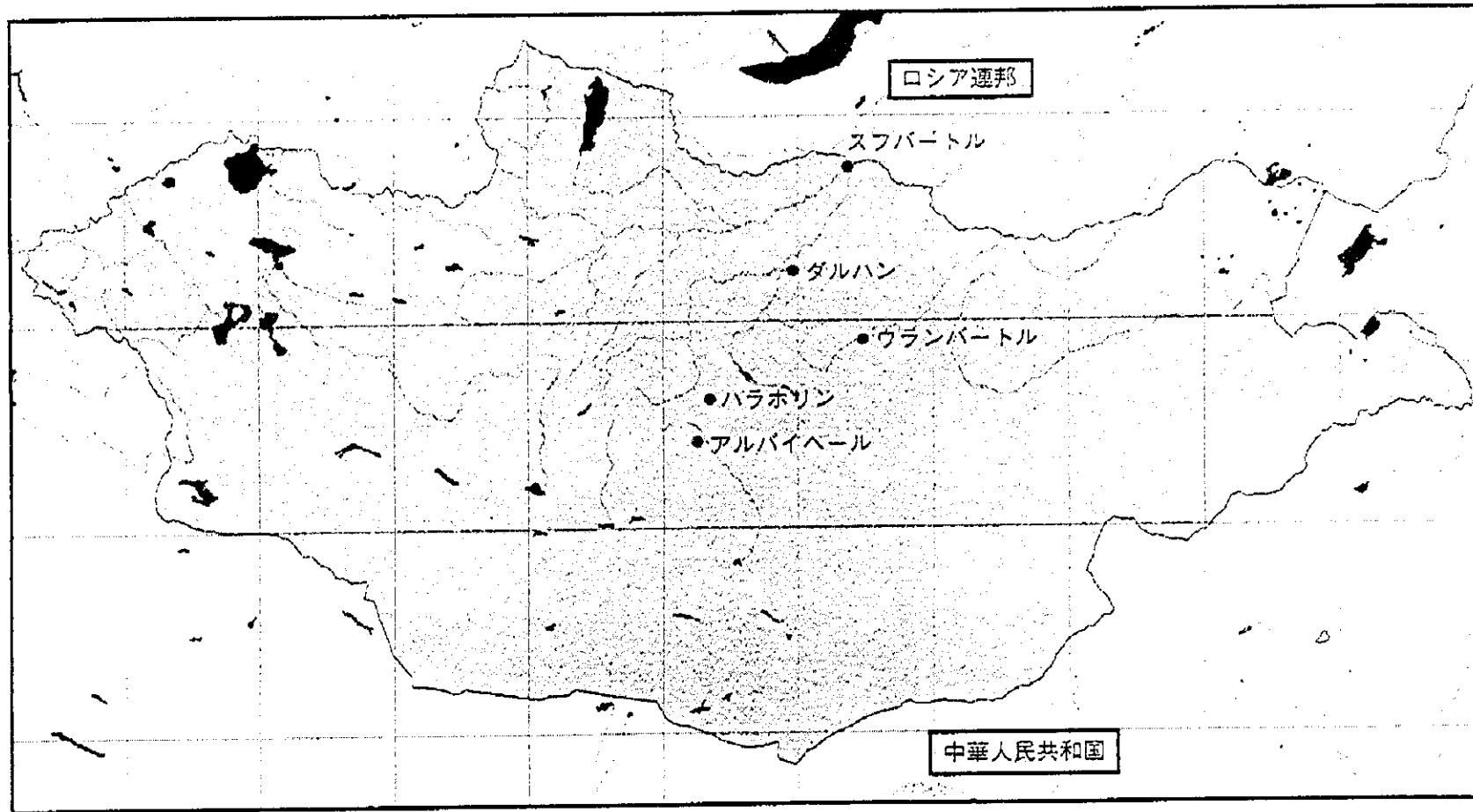
Microwave Link



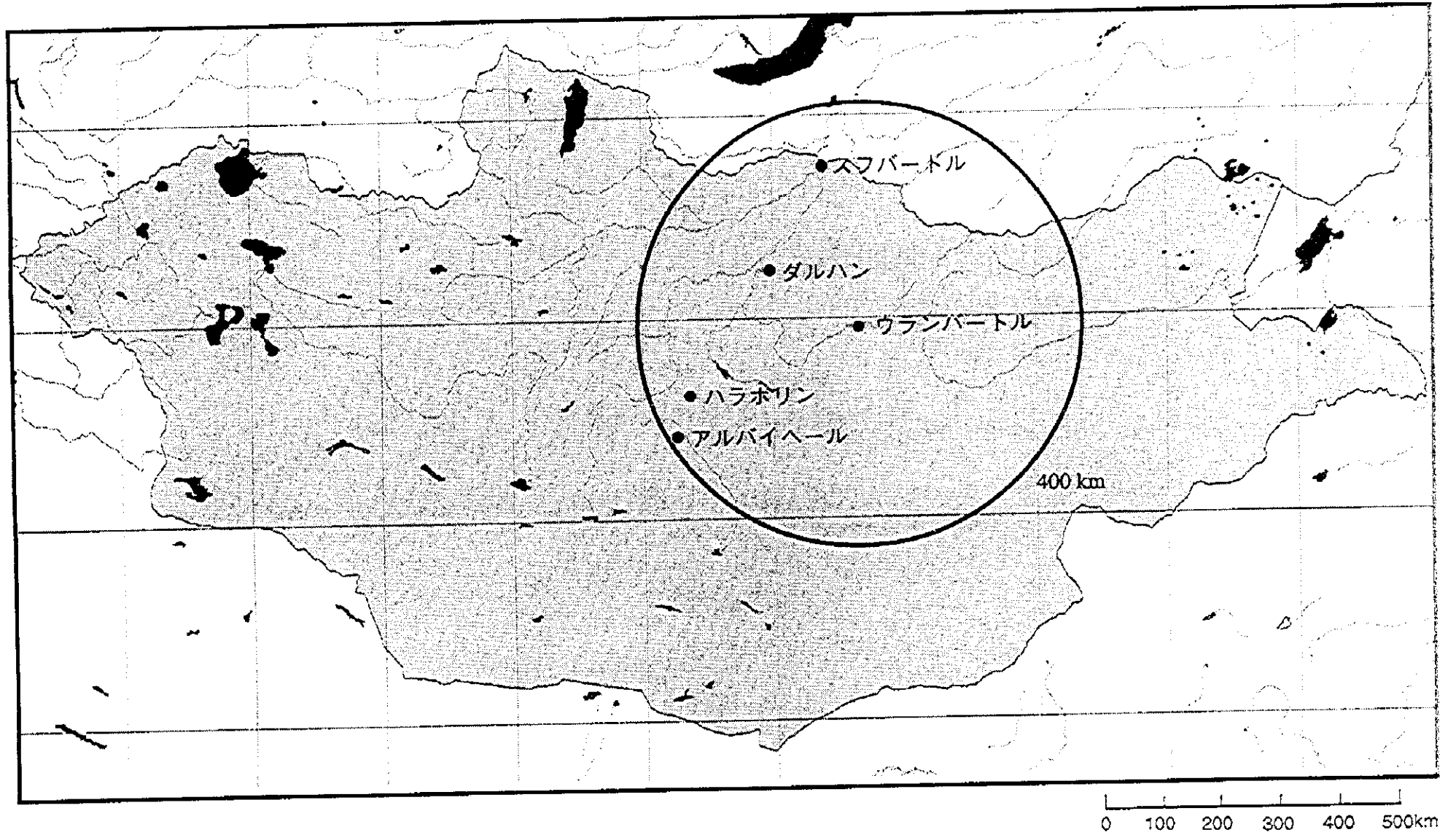
トール川水位観測所



モンゴルテレビラジオ局



モンゴル国周辺地図



気象レーダ観測範囲図

## 略語集

### 1. 一般

AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	航空固定通信網
BER	Bit Error Rate	ビット誤り率
NAMHEM	National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring	気象水文環境監視庁
CPU	Central Processing Unit	中央処理装置
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GTS	Global Telecommunications System	全球気象通信網
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ITU	International Telecommunications Union	国際通信連合
PSK	Phase Shift Keying	位相偏移変調
RVR	Runway Visual Range	滑走路視距離
SSB	Single Side Band	単側波帯伝送方式
UHF	Ultra High Frequency	極超短波
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関

### 2. 単位

A	Ampere	アンペア
AH	Ampere Hour	アンペア・時
dB	Decibel	デシベル
dBm	Decibel Milliwatt	デシベル・ミリワット
GHz	Giga Hertz	ギガヘルツ
hPa	Hecto Pascal	ヘクトパスカル
kVA	Kilo Volt Ampere	キロボルト・アンペア
kW	Kilo Watt	キロワット
Lx	Lux	ルクス
Mbps	Mega Bit Per Second	メガビット/秒
m/s	Meter per second	メートル/秒
MHz	Mega Hertz	メガヘルツ
rpm	Revolution per minute	回転/分
V	Volt	ボルト
W	Watt	ワット

# 目 次

序 文

伝達状

プロジェクト概念図

気象レーダ施設鳥瞰図

気象通信網及び設備図

モンゴル国周辺地図

気象レーダ観測範囲図

略語集

要 約.....	要-1
第1章 要請の背景.....	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況.....	2-1
2-1 当該セクターの開発計画.....	2-1
2-1-1 上位計画.....	2-1
2-1-2 財政事情.....	2-1
2-2 他の援助国、国際機関等の計画.....	2-1
2-3 我が国の援助実施状況.....	2-2
2-4 プロジェクト・サイトの状況.....	2-2
2-4-1 自然条件.....	2-2
2-4-2 社会基盤整備状況.....	2-3
2-5 環境への影響.....	2-3
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3-1 プロジェクトの目的.....	3-1
3-2 プロジェクトの基本構想.....	3-2
3-2-1 全体構成に関する基本構想.....	3-2
3-2-2 各構成要素に関する基本構想.....	3-3
3-3 基本設計.....	3-7
3-3-1 設計方針.....	3-7
3-3-2 基本計画.....	3-13

3-4	プロジェクトの実施体制.....	3-27
3-4-1	組織.....	3-27
3-4-2	予算.....	3-29
3-4-3	要員・技術レベル.....	3-30
第4章	事業計画.....	4-1
4-1	施工計画.....	4-1
4-1-1	施工方針.....	4-1
4-1-2	施工上の留意事項.....	4-2
4-1-3	施工区分.....	4-3
4-1-4	施工監理計画.....	4-4
4-1-5	資機材調達計画.....	4-7
4-1-6	実施工程.....	4-10
4-1-7	相手国側負担事項.....	4-11
4-2	概算事業費.....	4-12
4-2-1	概算事業費.....	4-12
4-2-2	維持・管理計画.....	4-13
第5章	プロジェクトの評価と提言.....	5-1
5-1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果.....	5-1
5-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	5-2
5-2-1	技術協力.....	5-2
5-2-2	他ドナーとの連携.....	5-3
5-3	課題.....	5-3

〔資料〕

1.	調査団員氏名、所属.....	資1-1
2.	調査日程.....	資2-1
3.	面談者リスト.....	資3-1
4.	当該国の社会・経済事情.....	資4-1
5.	WMOによる気象関係職員のクラス基準.....	資5-1
6.	参考資料リスト.....	資6-1

# 要 約





## 要 約

モンゴル国はアジア大陸の深奥部の北緯50度～55度、東経90度～120度に位置している。気候区分的には亜寒帯（冷帯）冬季少雨気候区に属しており、周囲を山脈に囲まれているため、内陸性で乾燥した気候を示す。これらの自然条件が、モンゴル国に激しい気象現象による自然災害を引き起こす要因の一つにもなっている。即ち、春先にモンゴル国南部を急激に発達、通過する低気圧は、西シベリアからこれらの山脈に沿って南下する冷湿な空気をエネルギー源とし、ゴビ砂漠の日射が低気圧を強く発達させる原動力にもなっているのである。また夏期を中心に発生する自然災害は、日中の強い日射で起こる強い大気的不安定現象によって発生する積乱雲からもたらされることが多い。

このような背景によりモンゴル国で発生する自然災害は、吹雪や大雪、砂嵐のように時間、空間スケールの大きなものから夏期の比較的短時間、空間スケールの小さな現象（大気的不安定による積乱雲）によるものまで多種多様であり、このような気象現象によってもたらされる様々な自然災害は、毎年のようにモンゴル国に人的、社会的に大きな被害を与え続けている。

現在、モンゴル国は、民主化・自由市場化を推進しているが、急激な変革の波を受けて経済は混乱の真中にある。このような社会的状況下において受ける自然災害のダメージは、経済および社会の成長および発展の速度を鈍らせるばかりか、後退すらさせてしまうことになる。発展途上国において自然災害による被害を極力軽減することは極めて重要なことである。特に首都であるウランバートル市およびその郊外に位置するウランバートル国際空港をこのような自然災害から守ることは、モンゴル国の将来にとり不可欠な要素である。

モンゴル国において、自然災害を軽減すべく気象現象を的確に把握し、国民に伝達する役目を担っているのは、気象水文環境監視庁である。しかしながら、これまでのところ、気象水文環境監視庁による各種予報の精度は全般に低いものである。特に夏期の中～小スケールの気象現象の予報精度はさらに低いレベルにあると言わざるを得ない。そしてその結果毎年、特にモンゴル国の全人口の約25%が集中し、しかも年々増加傾向にあるウランバートル市周辺の丘陵地において集中豪雨により発生する鉄砲水によって、多くの人命が奪われていると共に家畜、財産などが流亡してしまうという被害が発生している。

このような中～小スケールの気象は一般に激しい現象を伴うことがおおく、航空機がこれに遭遇すれば取り返しのつかぬ事故につながる。内陸国であるモンゴル国においては国際的な交流は、人的にも経済的にもそのほとんどがウランバートル国際空港を玄関口として行われている。それ故、ウランバートル国際空港の安全を確保する事は、モンゴル国の将来の安定と拡充のために、必要不可欠な要素である。また近年、国外からモンゴル国へ観光・仕事などさまざまな目的で訪れる人が増加している状況を考慮すれば、夏期の気象現象に対する予報精度の向上は、モンゴル国の気象業務において最優先しなければならないのである。

中～小スケールの気象現象に対する観測・予報は、現在の学問レベルにおいても困難な分野であり、現在、最も有効な手段は気象レーダによる的確な観測と迅速な情報伝達である。

モンゴル国における気象レーダ観測所は全国で4箇所となっているが、さまざまな事情で現在は、ウランバートル国際空港を見下すモリンウール気象レーダ観測所の一基が稼働しているのみである。しかしこ

の気象レーダにしても1978年に導入されたものであり、老朽化が著しく、旧ソ連製であるため現在は製造されておらず、スペアパーツの調達も不可能な状態にあり、いつ停止してもおかしくない状況である。

しかしながら、気象水文環境監視庁は、モンゴル国政府の財政窮乏のため、新レーダシステムを導入することが出来ず今日に至っている。

このような背景から、モンゴル国政府は、以下について我国に対し、無償資金協力を要請して来た。

- ① モリンウール気象レーダ観測所内の気象レーダ塔施設の建設
- ② 降水の監視、乱気流監視機能のある気象レーダへの更新
- ③ 航空機の安全運航のための自動気象観測装置の設置
- ④ トール川における水位観測装置の設置
- ⑤ 気象通信システムの構築
- ⑥ 気象情報放送システムの設置
- ⑦ 気象警報システムの設置
- ⑧ 気象観測研修用機材の導入

本計画は、モンゴル国経済に大きな影響を与える自然災害に対して、的確な観測、迅速な伝達、適切な予警報を発する体制を構築するため、モリンウール気象レーダ観測所内に降水監視および乱流監視機能付きの気象レーダを更新し、気象レーダ観測データをウランバートル市内の気象水文環境監視庁およびウランバートル国際空港にマイクロウェーブで伝送すると共に、気象水文環境監視庁よりモンゴルテレビラジオ局にマイクロウェーブで気象情報を配信し、自然災害危険地域の住民にサイレンによって警報を伝達することである。また、今後の気象業務従事者の観測技術向上のため、モンゴル国立大学に気象観測研修機材を導入するものである。

これにより、ウランバートル国際空港における航空機の安全な離発着に寄与すると共に首都ウランバートルにおける自然災害の軽減による、社会基盤の安定化が計られることになる。

この要請に対し日本政府は、モンゴル国の自然災害の現状、気象業務の現状と将来計画を調査し、本計画の妥当性を検証するため、1997年8月9日から8月30日まで基本設計調査団をモンゴル国へ派遣した。

調査団は、機器・施設整備に関する要請内容の確認、計画の妥当性および機器・施設の規模等の検討を行ったほか、モンゴル国の気象業務の現状の把握、関連既存機器・施設の稼働状況、本計画の実施体制、気象水文環境監視庁の運営管理計画、施設建設予定地の現地調査、インフラストラクチャーの整備状況、輸送関係およびその他本計画に関連する事項について調査を実施した。また、モンゴル国政府と調査内容および協議結果を議事録にしてとりまとめた。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、本計画の妥当性を検討すると共に本計画の内容、形式、規模等について更に検討を加え、機器・施設の設計、概略工事量の算出、施設計画および概算事業費の算定を内容とする基本設計および事業評価を実施し、これらの内容を取りまとめた基本設計調査報告書案を作成した。

さらに国際協力事業団は、基本設計調査報告書案の内容を説明するために、1997年10月10日より10月18日まで現地へ調査団を派遣し、基本設計概要書案の内容説明および打合わせを行ったほか、モンゴル国政

府関係機関と本計画内容についての最終確認を行った。

本計画の主なコンポーネントは施設建設工事および機器製作・設置・調整工事である。

主要機材は以下の①～⑦のとおりである。

① 気象レーダ（1式）

探知距離：400km（乱流監視の場合：100km）

周波数帯：Cバンド（波長約5cm）

降水量および乱流監視のため、ウランバートル市周辺域を探知範囲とする気象レーダをモリンウール気象レーダ観測所に設置する。

② 自動気象観測装置（1式）

航空機の安全運航を図るため、自動気象観測装置をモリンウール気象レーダ観測所に設置する。観測要素は風向・風速、気温、湿度、降水量、気圧の気象要素とする。データはウランバートル国際空港へ無線で伝送し、航空気象台と航空管制塔に置かれたデータ表示装置に表示する。

③ 水位観測装置（1式）

トール川の水位を観測するため、イヒテンゲル橋に水位観測装置を設置する。河川の凍結等を考慮して、非接触型の超音波式水位計とする。

④ 気象通信システム（下記4区間）

自然災害の予警報に活用するため、レーダおよび自動気象観測装置、水位観測装置のデータを各関係機関に伝送する。

- a. モリンウール気象レーダ観測所～気象水文環境監視庁
- b. モリンウール気象レーダ観測所～ウランバートル国際空港
- c. トール川水位観測所～気象水文環境監視庁
- d. 気象水文環境監視庁～モンゴルテレビラジオ局

⑤ 気象情報放送システム（1式）

モンゴルテレビラジオ局に新設する本システムは、モンゴル国の地図の上に天気マークが表示できるようにすると共に、降雨域の状況を放送できるようにするものである。

⑥ 気象警報システム（1式）

- ・災害の発生する地域はウランバートル市周辺に散在しているため、指向性の強い拡声器を一ヶ所に複数個放射状に設置する。
- ・設置箇所は気象水文環境監視庁に高いポールを設けた上に設置することとする。

#### ⑦気象観測研修用機材（1式）

モンゴル国立大学・気象学科に以下の気象観測研修用機材を設置する。

- ・世界気象機関（WMO）の規準に合致したものとする。
- ・機材は、風向、風速、気温、湿度、降水量、気圧および日射量を測定する装置
- ・データ保存のためのコンピューターシステムおよび画像表示装置

コンピューターシステムを導入することによって、本計画で導入されるモリンウールのレーダ画像を教育的プログラムとして活用する事が可能となる。

施設は下記の通りである。

- ・気象レーダ塔施設（モリンウール気象レーダ観測所）

計画敷地：気象水文環境監視庁モリンウール気象レーダ観測所敷地内

構 造：鉄筋コンクリートラーメン構造、地下1階、地上2階建

（建物の高さ10.6m レドーム中心までの高さ13.25m）

延床面積：372.8㎡

本計画を日本国の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、概算で約10.70億円と見込まれている。工期は、実施設計が3ヶ月、施設建設に8.5ヶ月、機材調達・据付調整に8.5ヶ月がそれぞれ見込まれる。また、施設完成後の維持管理費は1,077,000Tg/年であり、先方政府として予算措置が十分出来る旨確認した。

本計画は、自然災害の内、特に予報の困難であった集中豪雨災害、およびそれと関連する航空機災害を軽減するものであり、これにより同国の気象業務遂行のための設備は飛躍的に強化される。さらに、国際空港に必要な航空安全のための気象情報が充実し、同時に自然災害に対し迅速かつ適切な予警報業務および予警報精度の向上により、敏速にマスメディア（テレビ、ラジオ等）を通じて国民に伝達できるようになる。ところで、言うまでもなく気象現象には国境がない。特にモンゴル国は、日本の西側に位置しているため、同国で観測・解析されたデータは我が国の気象業務にも活かされるという特徴をもっている。

以上のように本計画における裨益効果は、一般市民、防災機関、航空機関等にとっても多大である。本計画実施による効果を列挙すると以下の通りである。

- ・モリンウール気象レーダ観測所に設置される気象レーダは、降雨観測はもちろん半径およそ100km以内の乱流（気流の乱れ）を監視できる機能を持っており、併せて自動気象観測装置を設置することにより、特に無降水時のウィンドシヤおよび山岳波等の気流の乱れをリアルタイムに把握することが可能となり、さらに気象通信網の整備と併せて、ウランバートル国際空港を離発着する航空機の安全確保に大きく貢献できる情報が得られる。

- ・モリンウール気象レーダ観測所の気象レーダの更新により、首都ウランバートルを中心に半径およそ400km以内の降水分布状況が把握でき、ウランバートル市内を流れるトル川の水位観測装置の更新、

気象通信網および気象警報システムを整備することと併せて、ウランバートル市民に対し迅速で確実な予警報および避難警報を発することが可能となり、洪水および鉄砲水による災害を大幅に減少させることができるため、自然災害による死者および農業、牧畜業への被害を最小限にとどめる上で大きく貢献する。

- ・気象通信網の整備の一環として、気象水文環境監視庁とモンゴルテレビラジオ局との間に気象専用回線を設置することにより、気象レーダデータ、気象衛星画像や天気図などの情報をオンラインで配信することができるようになる。これによって、画像情報を含む気象予警報をマスメディア（テレビ、ラジオ）を通じて迅速に国民に伝達することが可能となり、天気予報、解説番組の内容を飛躍的に向上させることが可能となる。
- ・研修用気象観測々器をモンゴル国立大学に導入することにより、新しい気象観測装置に対する保守・点検技術の向上および、技術者の増員が計られ、本計画で導入する自動気象観測装置が最適な状態で長期間運用できることが期待できる。

本計画に前述のように多大な効果が期待されるとともに、広く住民の基礎生活分野（BHN）の向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認できる。さらに、本計画の運営・管理についても、モンゴル国側体制は人員・資金ともに問題はないと考えられる。なお、以下の点が改善・整備されるならば、本計画の実施による効果はより一層発揮されよう。

- ・気象レーダの的確なる運用と、自動気象観測システムおよび水位観測システム等の観測業務の円滑化を図り、気象通信網の活用と併せて、気象水文環境監視庁が気象観測を総合的に運用・管理する機能を持つことが望まれる。
- ・本計画では気象レーダだけでなくレーダ画像を伝送する通信機器が導入される。これらの機器を的確に運用・保守するには、これら新しい機器を含めた保守技術者の確保および機器の維持管理体制を、各関係機関の連携をもって確立することが要望される。またこのためには、効率的かつ効果的な研修計画を立て、保守技術者を継続的に養成することが望ましい。
- ・本計画により気象水文環境監視庁でモリンウール気象レーダ観測所のレーダ画像を見ることが出来るようになり、予報業務に利活用されることになる。気象レーダで空間的且つ連続的な観測データおよび地上実測データを総合的に活用するとともに、新たな予報官の養成や短時間予報の技術開発を継続的な実施と併せて、レーダ情報を利用した予報精度のより一層の向上が望まれる。

# 第 1 章 要請の背景

## 第1章 要請の背景

アジア大陸の深奥部に位置し、周囲を山脈で囲まれているモンゴル国は、内陸性で乾燥した気候を示しており、毎年、以下のような激しい気象現象による自然災害が発生し、人的、経済的および社会的に大きな打撃を受けている。

- ・夏期の集中豪雨・洪水害
- ・春秋の吹雪・寒冷害
- ・猛烈な砂嵐等の強風害
- ・雨が長期間降らない干ばつ

特に、夏期の集中豪雨・洪水害は、首都ウランバートルおよびその周辺に被害を及ぼしている。ウランバートル市はモンゴル国の全人口の約25%が集中しており、さらに年々増加傾向にある。被害の大きかった過去の事例としては、1966年7月12～13日、1983年8月3日の洪水が上げられ、この時の死者は100人以上にものぼっており、主産業である農業、牧畜業にも、多大な被害を及ぼしている。また、ウランバートル市郊外には、ウランバートル国際空港を擁しており、これら集中豪雨・洪水害を引き起こす要因である雷雲および雹等を伴う激しい気象現象は、同時に航空機の安全航行にも大きく影響を与えるものである。内陸国であるモンゴル国における国際的な交流は、人的にも経済的にもそのほとんどはウランバートル国際空港を通じて行われている。特にここ数年間、夏期を中心にして観光や仕事の目的でモンゴル国を訪れる人口が増加の一途を辿るのに伴い、国際空港の離発着便が国際、国内線とも増加が見込まれており、航空機の安全航行の確保は急務である。

モンゴル国の社会および経済の安定・拡充を望む上で、首都ウランバートル市およびその周辺、さらにウランバートル国際空港の安全を確保することは最重要課題であり、そのために気象情報を正確かつ迅速にとらえ関連機関に情報提供することは必要不可欠な要素である。

モンゴル国における気象業務は、自然環境省に属する気象水文環境監視庁がその全般を担当しているが、現在の気象観測機器は旧ソ連製のものが多く、そのほとんどが旧式で老朽化しており、現在世界の気象機関と航空機関が使用している気象観測機器と比べると技術レベルが低い。また特殊な仕様で造られているため、他のシステムとの接続等は不可能である。加えて、旧ソ連体制が崩壊してしまった現在、ロシアにおいてはすでに生産が中止されており、スペアパーツの入手は不可能な状態にある。

ウランバートルの南西約3.5Kmに位置するモリンウール山の山頂に設けられているモリンウール気象レーダ観測所の気象観測レーダは、スペアパーツ等の不足から夏期のみ稼働となっている上、精度の高い観測は困難な状態で雨雲の位置がどうにか確認できる程度である。しかも現在のレーダ観測は、観測者がブラウン管上の雨量の状況を手早くスケッチした図から読みとった情報を、電話で航空気象台と気象水文環境監視庁本局に伝達するという方法をとっているため、ウランバートル国際空港は上空の気象状況を把握出来ないまま運用されていると言っても過言ではない。しかもレーダの心臓部とも言うべきマグネトロンが現レーダ生産国の旧ソ連において調達不可能である現在、ここ数年でレーダ観測は困難になることが確実である。

また、ウランバートル国際空港は盆地の底に位置し周囲を山で囲まれている。このような地形の所では、航空機の離発着に障害を引き起こす気象現象が発生しやすい。これを防ぐためには、盆地の上部および底部双方の気象観測データが重要な情報となる。盆地底部での気象現象の監視体制としては、現在のところウランバートル国際空港気象台において1994年からバイサラ社製の地上気象観測装置が稼働中である。問題となる空港上空の風向・風速を知る上で重要なモリンウール気象レーダ観測所では、地上気象観測装置が設置さ

れているが老朽化が著しく、雨量も出来ず観測員が毎時野外で観測を続けているという状況であり、早急な改善が必要である。

さらに、多大な被害をもたらす洪水にたいしては特に警戒が必要である。ウランバートル市内を流れるトール川は1966年以降氾濫を引き起こしてはいないが、警戒水位にまであと20cm近くまで達することもあり、一方、氾濫を引き起こせばその被害は甚大なため、引き続き河川水位の観測が必要である。

また、国民に提供される気象情報としては、モンゴルラジオによる1日1～5回の天気予報（気象情報の種類によって異なる）とモンゴルテレビによる1日2回四季風景の画面の下に音声無しで文字情報のみで天気予報が流されるだけである。

そこで、気象レーダを更新し、気象通信システムを構築することにより、正確な気象観測および気象情報のリアルタイムな伝送が可能となれば、自然災害を軽減する上で極めて意義が高いものとなる。特に、モリンウール気象レーダ観測所における気象レーダの更新、自動気象観測装置の設置、さらに気象観測データを各関係機関へリアルタイムに配信することが可能となれば、上空の気象状況をリアルタイムに把握でき、首都ウランバートルおよびウランバートル国際空港の安全を確保する上で、大きく貢献することになると考えられる。さらに、配信された気象データが、テレビによりレーダ画像、天気図などの画像情報として提供できるようになれば、一般国民に理解しやすくかつ効果的な天気予報番組を製作することができる。

また、トール川の水位観測システムを強化し、同時に雷雨、洪水等に対する警報システムを整備する事は、ウランバートル市民62万人の生命および財産の安全を補償すると同時に、農業、牧畜業の生産向上に資するところは非常に大きなものとなろう。

一方、気象水文環境監視庁の職員の研修体制は整っているものの、研修用機材は不十分な状態であり、国際標準レベルの観測機材の維持管理は、現状のままでは困難な状況である。

このような背景からモンゴル政府は、日本国に対し無償資金協力要請の内容として、以下に述べる施設・機材設置を要請してきた。

- ① モリンウール気象レーダ観測所内の気象レーダ塔の建設
- ② 降水の監視、乱気流監視機能のある気象レーダへの更新
- ③ 航空機の安全運航のための自動気象観測装置の設置
- ④ トール川における水位観測装置の設置
- ⑤ 気象通信システムの構築
- ⑥ 気象情報放送システムの設置
- ⑦ 気象警報システムの設置
- ⑧ 気象観測研修用機材の導入

本計画は、気象レーダ観測システムを整備するとともに、気象情報処理能力の向上、モリンウール気象レーダ観測所から気象水文環境監視庁およびウランバートル国際空港、さらに気象水文環境監視庁からモンゴルテレビラジオ局に対する気象情報提供機能の強化により、防災体制の強化、洪水等の自然災害の軽減に寄与することを目的とする。



## 第 2 章 プロジェクトの周辺状況



## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

モンゴル国は現在、市場経済体制への急激な移行により経済状態は混乱している。将来、モンゴル国が社会および経済共に、発展・成長を遂げていくためには、その大きな障害となっている自然災害の軽減は不可欠である。ことに内陸国であるモンゴル国にとり、その玄関口としてのウランバートル国際空港の安全およびモンゴル国の総人口のおよそ25%が集中する首都ウランバートル市周辺の安全を確保することは、将来のモンゴル国の発展および成長に不可欠な要素である。そのため自然環境省は首都ウランバートルを中心とした気象プロジェクトを策定中である。

気象水文環境監視庁は、自然環境省に属し、その業務担当範囲は気象・水文はもとより、自然災害、水質・大気汚染等の環境汚染監視とその防止に関する分野にまで及んでいる。しかしながら気象水文環境監視庁も経済状態の悪化に伴い、予算削減等の影響を受け、自力での業務の改善および拡充がおぼつかない状況である。本基本設計ではこのような実状を現地調査し、問題点と今後の方向性を見極めた上、下記のような提案をおこなった。

#### 2-1-2 財政事情

モンゴル国の経済開発については、日本および他のモンゴル支援国や国際通貨基金（IMF）など国際機関の協力を得て作成したプログラムに沿い、モンゴルの民主化、自由・市場経済化政策を進めている。その成果としてインフレ率減少、生産も回復。90年から93年まで連続してマイナス成長だった国民総生産（GNP）が94年には2.1%とプラスに転じた。94年における国内総生産（GDP）の実質成長率は2%であり、今後さらに伸びが期待されている。

しかし、一方では90年以前には殆ど存在していなかった失業や貧困の問題が生じている。労働力の縮小、公的企業に係わる諸問題、社会保証制度の崩壊、インフレの悪化、COMECON諸国（旧ソ連・東欧諸国）による援助の取りやめ等の為、失業者数は94年四半期までに75,000人以上と90年末に比べて3倍以上となっている。また、総人口に対する貧困者数は94年には26%で全人口の4分の1を占めている。

## 2-2 他の援助国、国際機関の計画

各国のモンゴルに対する経済協力は、近年まで旧ソ連、東欧諸国が中心であった。しかし、1991年のベレストロイカによるソビエト連邦崩壊の前後からソ連/ロシアの対モンゴル援助には大きな弱りがみえ、これはモンゴル経済の発展に対する不安材料になったが、それと同時に他の国に積極的に協力並びに援助を求めるきっかけにもなった。

現在最も深刻なのは旧ソ連の援助で建設されたインフラ施設の機能の麻痺である。システムの老朽化と部品不足でその多くが機能していない。また、食糧等の生活関連物資の安定的供給も順調な市場経済化の為には不可欠である。

過去には、モンゴルに対する気象分野における外国・国際機関からの援助は、主としてUNDPおよび世界気象機関(WMO)により実施されてきた。水文気象研究所のリモートセンシング課には、1995年に米国NASAより供与された気象衛星NOAAの受信システムがあり、NOAA画像を予報課に送るだけでなく、植生指数や積雪図等を作成して、農業・畜産・交通・通信・エネルギー・土木建築等の関係省庁へも提供している。さらに、1995年7月にWMOの協力により自動地上気象観測装置が全部で3台寄贈され、ウランバートル国際空港気象台の観測露場に1台、ウランバートル国際空港の滑走路の端に1台、もう1台は気象水文環境監視庁屋上に据え付けられており、いずれも稼働している。

## 2-3 我が国の援助実施状況

我が国は1990年度から無償資金協力を含む援助を本格的に開始した。現在まで累計で技術協力33.6億、無償149億、有償96億円(～1993)の援助を実施した。

現在では、我が国はモンゴル国に対する世界最大の援助国であり、世界がモンゴル国に対して実施した援助額全体の三分の1(106億円/1994年度)を占めている。加えて、日本の援助額はモンゴルの国家予算にも匹敵しており、それだけに効果も絶大である。

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

#### ・モリンウール気象レーダ観測所

##### 1) 地形・地質条件

本計画において設置される気象レーダ塔の計画地は、モリンウール気象レーダ観測所敷地内にある。モリンウール気象レーダ観測所は、ウランバートル市郊外のウランバートル国際空港より直線距離にして南西に約3.5km離れたモリンウール山の山頂に位置し、旧ソ連製気象レーダシステムが設置されており夏季のみ観測している。

モリンウール山は、ウランバートル国際空港より約200m標高が高く、首都のウランバートル市、ウランバートル国際空港およびウランバートル市周辺の牧畜および農業地帯の気象監視を行うには最適な場所であり、商用電源も整備されている。ただし山頂には十分に広い平坦地が無いため、硬質な地盤面を掘削する必要がある。

地質状況は、非常に固結度の高い緻密な火山性岩で覆われ、表層の2～3mまでは、節理の発達した風化層となっている。従って表層部分を除けば、極めて堅牢な地耐力を示す地盤である。

## 2) 気象条件

モリンウール山頂の気象観測資料によると、気象レーダ観測システムおよび気象レーダ塔の設計に必要な気象条件（風速、気温、降水量）は以下の通りである。

最大風速：52m/s（起日 1982年4月）

月平均気温の最低値：-18.31℃（1月）

最低気温の極値：-32.6℃（起日 1988年1月22日）

3時間降水量の最大値：30.5mm（起日 1986年7月29日）

冬期間の3時間降水量の最大値 12月：3.4mm

1月：1.7mm

2月：2.9mm

## 2-4-2 社会基盤整備状況

### ・モリンウール山（ウランバートル）

モリンウール山頂における電気および電話設備はすでにモリンウール気象レーダ観測所内にあるが、水道設備は無く、給水に関してはポリタンクを使用している。新設のモリンウール気象レーダ塔の給水設備として、上水については簡易給水タンクを用い、雑用水については雨水を利用することとする。

また汚水および雨水処理については、周辺に処理施設がなく、雨水処理は直接斜面を利用して自然浸透、蒸散とし、また汚水については浄化槽で一次処理をした後、斜面に自然浸透処理することとする。

## 2-5 環境への影響

本計画は、気象案件であり、自然状況を監視し、自然災害の軽減を目的としたものである。また気象レーダ塔建設予定地は、ウランバートル市郊外のモリンウール気象レーダ観測所内であり、自然環境に影響を与えるようなことは予想されない。

## 第 3 章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

モンゴル国における自然災害のほとんどは、冬季・春季・秋季に発生する大雪・雪嵐、寒冷害、砂嵐および夏季の大雨、豪雨、雷害などによって引き起こされている。特に、夏季の自然災害（鉄砲水）はウランバートル市周辺で必ず毎年発生して、人的被害も大きく、しかも他の季節の気象現象に比べ予報ができなかった例が目立つ。夏季のこのような気象現象は、比較的短時間で発生し、急激に発達する。しかも非常に激しい気象現象をもたらすのが特徴で、通常の「今日、明日、あさって」単位の時間を対象にした気象予報技術では、現実的な予報が不可能なものである。

このスケールの気象現象の予報精度の向上には現在のところ、気象レーダの活用が最も効果的である。現在モンゴル国内には4基の気象レーダがあるが、稼働しているのはウランバートル南西のモリンウール気象レーダ観測所にある気象レーダのみである。しかし、この気象レーダも現在世界の気象機関が使用しているレーダシステムと比べると技術レベルが低く、旧ソ連の特殊な仕様で作られているため他のシステムとの接続等は不可能である。また現在のニーズに対応できるものではないばかりか、現ロシアにおいても既に生産されておらずスペアパーツ等の入手も不可能な状況である。

一方、内陸国であるモンゴル国において、国際的な交流は人的にも、経済的にもそのほとんどはウランバートル国際空港を通じて行われている。今後のモンゴル国の社会および経済の安定・拡充のためには、このウランバートル国際空港の安全確保は不可欠である。しかしながら、現在、航空機の離発着の安全に関連する気象観測の状況は、上記のモリンウール気象レーダ観測所およびウランバートル国際空港気象台のみであり、十分とは言えない。そこで、本プロジェクトでは、上記のモリンウール気象レーダ観測所の気象レーダを更新し同時に自動気象観測を設置、その観測データをリアルタイムに伝送するための気象通信システムを構築することによって、ウランバートル国際空港における航空機の安全運航に寄与するものである。

同時にこれらのシステムは、モンゴル国の人口の25%が集中する首都ウランバートル市およびその周辺の安全をも確保するものである。また、モンゴルテレビラジオ局を通じて国民にそれらの気象情報を迅速に伝達する事が可能となり、自然災害から国民の財産、生命を守り、また農業、牧畜業等の産業の発展に貢献するものである。

## 3-2 プロジェクトの基本構想

モンゴル国政府からの要請内容は以下の通りである。

- ① モリンウール気象レーダ観測所内の気象レーダ塔の建設
- ② 降水の監視、乱気流監視機能のある気象レーダへの更新
- ③ 航空機の安全運航のための自動気象観測装置の設置
- ④ トール川における水位観測装置の設置
- ⑤ 気象通信システムの構築
- ⑥ 気象情報放送システムの設置
- ⑦ 気象警報システムの設置
- ⑧ 気象観測研修用機材の導入

上記の点につき調査を行なった結果、本計画の基本構想は以下の通りとする。

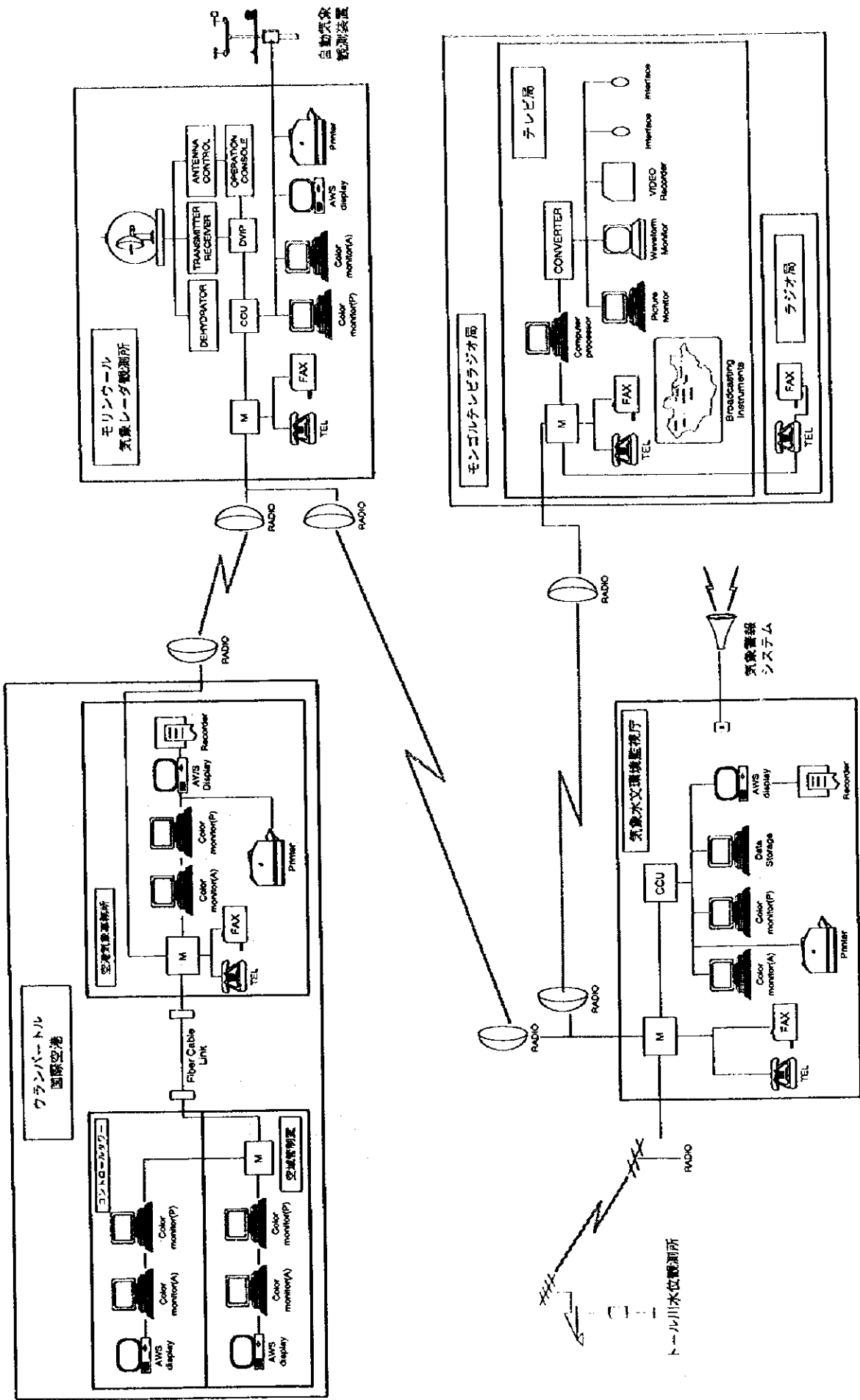
### 3-2-1 全体構成に関する基本構想

本プロジェクトの全体構成についての基本構成は以下の通りである。

- 1) ウランバートル国際空港を見下ろす位置にあるモリンウール気象レーダ観測所の気象レーダを、降水監視機能および乱流監視機能を有するデジタルレーダに更新するとともに、気象レーダ塔を既存施設に隣接して建設する。
- 2) 同観測所に自動気象観測装置を設置する。
- 3) 同観測所の気象レーダデータおよび自動気象観測データをウランバートル市内にある気象水文環境監視庁に新設する気象専用回線で伝送する。
- 4) 同上データをふもとのウランバートル国際空港内の航空気象測候所に新設する気象専用回線で伝送するとともに、航空管制室および管制塔にも情報を配信する。
- 5) 気象水文環境監視庁とモンゴルテレビラジオ局の間に気象専用回線を新設し、レーダデータやその他の気象情報の伝送・受信システムを構築する。
- 6) ウランバートル市郊外を流れるトール川に自動水位観測装置を設置し、無線によって気象水文環境監視庁まで観測データを伝送する。
- 7) 気象水文環境監視庁に気象警報システムを設置する。
- 8) 新しい気象観測装置の保守点検技術に習熟した職員の育成・採用を考慮して、モンゴル国立大学に研修用の気象観測装置を設置する。

次ページに本計画の構成図を示す。





プロジェクト構成図

### 3-2-2 各構成要素に関する基本構想

#### 1) モリンウール気象レーダ観測所の気象レーダ塔の建設について

現在の気象レーダ施設は1978年に建設され、かなり老朽化しており、同施設の屋上に新レーダを設置できるほどの重量的耐久性がない。また、既存の気象レーダ施設は山頂に設置されているため、周辺には十分な広さの敷地がないのが現状である。そこで、気象レーダ観測に必要な機材・設備および職員の観測従事スペースを確保する目的で同施設に隣接して気象レーダ塔を新設する。

#### 2) 降水の監視、乱気流監視機能のある気象レーダへの更新

モリンウール気象レーダ観測所の気象レーダは、気象水文環境監視庁の気象予報に役立たせるばかりではなく、ふもとのウランバートル国際空港で離発着する航空機の安全運航に寄与することも大きな目的の一つである。モンゴル国は内陸性の乾燥した大気に包まれ、時として航空機の運行に重大な影響を与える激しい気象現象が起きている。そこで、新しい気象レーダは、降水量監視とともに、乱流が監視できることを念頭に置いて、ビーム幅は狭く近距離探知精度が高いCバンド（波長：約5cm）乱流強度監視機能付きとした。

#### 3) 航空機安全運航のための自動気象観測装置の設置

ウランバートル国際空港は、周りを山で囲まれているためウインドシヤ（下記参照）による航空機災害の発生が懸念されている。このウインドシヤは、降水を伴わなくても発生するので、気象レーダによる乱流監視だけでは不十分である。そこで、モリンウール気象レーダ観測所に自動気象観測装置を設置し、リアルタイムにウランバートル国際空港にデータを伝送し、滑走路付近に位置する既存気象観測装置の観測データと比較することによってウインドシヤの有無、強さが検出できる。

測定項目は、風向・風速、気温、湿度、雨量、気圧とする。

\* ウインドシヤについて：周りを山で囲まれている盆地では、盆地上空と底部では、風向や風速が大きく異なる場合がある。このような風向や風速が大きく異なることをいう。

#### 4) トール川における水位観測装置の設置

ウランバートル市郊外を流れるトール川は、かつて大洪水を引き起こし、その氾濫域は市の行政の中心地域であるスフバートル広場まで及んだ。その後氾濫は抑えられているものの、1995年には、警戒水位まであと20cmまで達したことがあり、引き続き監視する必要がある。また、現在の河川水位観測手法は、観測員が川の横断線上に一定の間隔で打設してある量水標を目視実測し、通報している状態で、万一氾濫した場合の通報時間の遅れなどが問題となる。また、トール川の河川水は地下に浸透し地下水となって首都ウランバートルの住民の貴重な飲料水となっている。人口の増加や渇水対策を考慮すれば、常にリアルタイムで水位観測を行うことが重要である。

### 【水位計を設置する場所】

水位計を設置する場所は、設置上の難易度、盗難防止、メンテナンス等を考慮して、現在の水位観測所から2 kmほど上流にかかっているイヒテンゲル橋とする。

### 【設置する水位計の種類】

河川の水位計は、フロート式、水圧式、非接触式等があるが、前2者は井戸設置の必要性や、河床掘洗等によるセンサーの流失等の心配があり、さらにモンゴル国では冬季河川が凍結するので非接触式が適当である。そこで、本計画では、超音波式の非接触型水位計を設置する。

## 5) 気象通信システムの構築

モリンウール気象レーダ観測所の気象レーダデータ、地上気象観測データおよびトール川水位観測データを有効に活用するためには、これらデータをリアルタイムに伝送することが不可欠である。

### (1) モリンウール気象レーダ観測所～ウランバートル国際空港

モリンウール気象レーダ観測所の気象データをウランバートル国際空港に伝送することにより、航空機の安全運航に寄与する。ただし、気象レーダ観測所から気象水文環境監視庁およびウランバートル国際空港にマイクロウェーブで伝送する場合、電波は滑走路を横断して通過することになる。しかしながら、レーダデータは、頻繁に情報を送る場合でも、10分間に数秒程度、一方航空機が電波ビームを横断する時間も瞬間的なもので、交信中の電波を瞬断させる可能性はかなり低い。仮に瞬断が発生した場合には、再送機能により瞬断の影響を取り除くことができるため問題はない。また、マイクロウェーブが飛行する航空機に当たっても航空機の計器への影響はない。また、ウランバートル国際空港においては、航空気象台ばかりでなく、航空局所轄の航空管制室および管制塔でも同様な気象データ等が活用できることが肝要である。一方、ウランバートル国際空港においては、アジア開発銀行（ADB）の援助で新しい管制室および管制塔が、現在の建物からおよそ700mほど東側に建設中（1998年6月に完成）である。従って、管制室および管制塔において気象レーダデータ等を活用するには航空気象台からデータを分岐して回線を伸延させる必要があるが、これについては航空気象台と新管制室および管制塔間は航空局がADBの援助で敷設する回線を用いることとする。なお、回線の利用については1997年8月および10月において航空局との2回の打合せで、了解・確認済みである。

### (2) モリンウール気象レーダ観測所～気象水文環境監視庁

モリンウール気象レーダ観測所の気象観測データを気象水文環境監視庁に伝送することにより首都ウランバートルの安全を確保することができる。ただし、モリンウール気象レーダ観測所からのマイクロウェーブは、ウランバートル国際空港の上空を横断して通過するが、その高さはおおよそ200mであるため、離発着する航空機からは十分なクリアランスが確保されているので、データ伝送上問題はない。

(3) トール川水位観測所～気象水文環境監視庁

トール川の水位観測データをリアルタイムに気象水文環境監視庁に伝送することにより、氾濫等の警報発令等に役立てる。

(4) 気象水文環境監視庁～モンゴルテレビラジオ局

気象水文環境監視庁に伝送されたこれらデータを、さらにモンゴルテレビラジオ局に伝送することにより、充実した気象情報を全国に放送することが可能となる。

6) 気象情報放送機材の設置

モンゴルテレビラジオ局による現在のテレビの天気予報番組は、21時30分頃と22時50分頃の1日2回で、内容は、風景等をバックに、全国4ブロック毎の最高・最低気温、降水の有無について文字情報のみで放送している。番組としては魅力に乏しく情報も不十分である。またこれらの気象情報は、気象水文環境監視庁から電話またはテレタイプで受信している。本計画で気象水文環境監視庁からモンゴルテレビラジオ局に天気予報文とともに、気象レーダ画像を伝送することによって、現在の文字による天気予報ではなく、モンゴル国の地図の上に分かりやすい天気マークで表示ができるとともに、気象レーダによる降雨域の状況をリアルタイムに放送することができる。

本計画では、モンゴルテレビラジオ局に気象レーダ画像受像端末等を置くことにする。

7) 気象警報システムの設置

(1) 洪水害(水による災害)についての状況

ウランバートル市および郊外での水による災害は、トール川の氾濫によるものとウランバートル市郊外の丘陵地に発生する鉄砲水によるものがある。トール川の氾濫については毎年のように発生するものではないが一度起これば被害は甚大である。一方、鉄砲水によるものは、河川氾濫ほど甚大な被害は被らないものの、毎年数回必ず発生している。

【河川氾濫に対して】

河川氾濫に対しては、河川水位が一定程度以上になる条件を基準として、警報を出す。

【鉄砲水害に対して】

夏季の雷雨等の豪雨は、ウランバートル市郊外を流れるセルベ川の右岸丘陵地からウランバートル市街地の北部丘陵地域の谷地で鉄砲水を発生させる。これらの鉄砲水は、付近に分布する住宅を押し流し、人命を奪い、家畜を死亡させ、住宅を破壊する。そこで、鉄砲水による災害警報は、新設の気象レーダによる降水量分布データを基準にして発令する。

## (2) 警報を発令する組織について

ウランバートル市には、Civil Defense Committee(市防災委員会)が設置されている。この市防災委員会では、市内27ヶ所に自然災害による警報のみならず、待避等も含めて、さまざまな避難命令を出す任務があるが、実際の警報システムは、電気信号的な不整合もあって、稼働しているのは現在数カ所のみである。一方、水文気象現象による災害警報は、気象水文環境監視庁が実質的に出している。そこで、洪水等の災害に関する警報は気象水文環境監視庁で発令することにし、同時に公衆回線にて市防災委員会に伝える仕組みとする。

## (3) 警報発令のシステムについて

河川増水に伴う洪水や、鉄砲水による災害は、気象水文環境監視庁が責任を負う。一方、災害の発生する地域は散在しているが、ウランバートル市周辺である。そこで指向性の強い拡声器を一箇所に複数個放射状に設置して、エリアを特定して警報音(サイレン)を発すれば十分現地に届くことができる。サイレン警報装置設置場所は気象水文環境監視庁に支柱を設置し、その支柱上に置くものとする。

## 8) 気象観測研修機材の導入

気象水文環境監視庁の気象観測装置は、旧式であると同時に老朽化しており自動気象観測データの精度・信頼性にも問題がある。本計画においてはモリンウール気象レーダ観測所に新型の自動気象観測装置を設置する予定であるが、それらの測器の保守点検技術レベルが保持されていることが重要である。

一方、気象水文環境監視庁の職員の研修体制は整っているものの、研修用の機材が不十分な状態である。また、モンゴル国立大学・気象学科の卒業生のほとんどは気象水文環境監視庁に就職しているのが現状である。しかしながら、ここでも気象学の基礎である気象観測の測器は、気象水文環境監視庁より上回るものはなく、気象観測の方法等の教授に困難を強いられている。

本計画では、モンゴル国立大学に、風向・風速、気温、湿度、雨量、気圧および日射量の測定装置を導入する。なお、日射量以外は、モリンウール気象レーダ観測所に併設される自動気象観測装置と同等な測器とする。これらを用いて学生および気象水文環境監視庁の職員は観測装置・観測手法について習熟することが出来、同時に、観測データのデジタル表示、アナログ記録およびコンピュータ処理ができるシステムを導入する事によって、データの保存および取り出しがいつでも可能となる。また気象水文環境監視庁からの災害時の気象現象のレーダ画像をいつでも見ることが可能となれば、学習および研修の効率は飛躍的に向上するものと思われる。また、将来的にはインターネットの接続等により、モンゴル国内だけでなく、地球規模での気象についてもデータの交信が可能となる。

## 3-3 基本設計

### 3-3-1 設計方針

#### 1. 設計の基本方針

##### 1) 機器設計の基本方針

本計画で新設するシステムの設計に当たっての基本方針は以下の通りとする。

- ・新たに導入する各システムの使用目的を十分に考慮した最適な設計を行う。
- ・厳寒地であることを十分考慮し、適切な機種・方式とする。
- ・気象情報をマイクロウェーブで伝送するにあたり、将来にわたりルート上の障害を考慮した設計とする。
- ・水位観測システムの設計にあたっては、河川の凍結等を考慮する。
- ・気象水文環境監視庁の運用・保守体制、その技術力を十分に考慮する。
- ・気象水文環境監視庁の維持管理費が極力少なくなるよう考慮する。

##### 2) 施設設計の基本方針

###### (1) 施設計画

気象水文環境監視庁の将来計画を踏まえ、気象レーダ観測業務の拠点となる気象レーダ施設としての機能を備え、またシステム・機材・職員の適切かつ効率的な稼働および収容が可能な施設建設のための計画を作成する。

以下の7つの機能を有する施設として設計を行う事を基本方針とする。

- ① 気象レーダ観測施設としての多様な気象業務を遂行可能な施設であること。
- ② 気象業務の流れに沿った動線計画とし、効率的かつ能率的に行える施設とする。
- ③ 24時間の観測体制を必要とするため、特に冬季の夜間勤務にも対応できる施設・設備とする。
- ④ 施設設備に関しては、1年を通して24時間体制で稼働する気象観測システムに適応したものを整える（無停電電源装置および電圧安定装置等）。
- ⑤ 雷雨・大雪・雹等の来襲時でもレーダ観測・予報・警報を出し続ける使命を帯びているため、自然災害に対する十分な対策と配慮のある施設・設備とする。
- ⑥ 本計画の気象レーダ関連システムおよび機器に対応可能な施設・設備計画とする。
- ⑦ 本計画の気象業務とそれに付随する職員数に対応できる施設・設備計画とする。

## (2) 構造計画

現地で容易に入手可能な構造材料を選定し、自然災害に耐え、安全で経済的な構造方式を採用する。基礎構造の選択にあたっては、地盤が岩盤であることを考慮、検討し決定する。

## (3) 設備計画

年間を通じ24時間体制で稼動し、自然災害等の来襲時にもレーダ観測を続ける使命を遂行するため、必要とされる設備を計画し、安全性、経済性に留意し、運転・操作・保守の容易な機器システムとする。特に厳寒地であるため、冬季における暖房・保温性の確保には、注意を要する。

## (4) 施工計画

極力、現地で入手可能な材料を使用し、現地の工法を採用して適切で経済的な施工計画を立案する。

## (5) 運営・維持管理費の低減

施設建設完了後、気象水文環境監視庁の運営・維持管理に対して技術的にも経済的にも過度の負担とならないよう適切な規模と建物のグレードの設定を行う。そのため建設資機材は耐久性が高く、かつ経済的でモンゴル国内にて容易に入手可能なものを極力選定する。

## 3) 工期設定に対する基本方針

本計画は日本国の無償資金協力により実施されるため、施主である気象水文環境監視庁には円滑なプロジェクト実施のため必要手続きを十分に理解してもらう必要がある。

全体工事行程では、機器設置工事は7ヶ月、建設工事は8.5ヶ月であるが、厳冬期の工事は不可能であり、連続工事工程とすると厳冬期に掛かってしまうため、工事期間は2回に分け、輸送期間等を含めると全体では約17.5ヶ月程度を要する。そのため円滑なプロジェクト実施のためにはモンゴル国側の受入体制および協力は重要なポイントであり、施主である気象水文環境監視庁とコンサルタントは連携して迅速なる必要手続きおよび準備等を行うことが肝要である。

## 2. 設計条件

### 1) 機器の設計条件

#### (1) 気象レーダシステム

- ・ウランバートル国際空港を離発着する航空機の安全航行および首都周辺の安全を確保するため、降水監視機能および乱流監視機能を持ったレーダとして設計する。
- ・気象レーダの探知距離は、レーダの設置高度、空中線から発射される電波の仰角（ビーム角度）、地球の曲率、降水をもたらす気象現象の高さ（積乱雲の高さは6～12km）等によ

り決まってくる。本計画では、それらの気象現象を監視するため近距離探知精度の高い気象レーダとして設計する。

- ・本計画において導入予定の気象レーダは、Cバンドとし、ビーム幅を絞るために、アンテナの直径は5mとした。

## (2) 自動気象観測システム

- ・新設する自動気象観測システムは、世界気象機関（WMO）の基準に準拠するものとする。
- ・観測項目は、一般気象要素である風向・風速、気温、湿度、降水量、気圧とする。
- ・観測装置は更新するモリンワール気象レーダ塔の屋上に設置する。

## (3) 水位観測システム

- ・新設する水位観測システムでは、気象水文環境監視庁が洪水予報作業に必要となる水位観測データをリアルタイムに収集できるものとする。
- ・水位計は、河川の凍結等を考慮して超音波式の非接触型水位計とする。

## (4) 気象通信システム

新設するマイクロウェーブ回線は、ITU（国際電気通信連合）勧告等の国際標準に準拠するものとする。

### ① 回線品質

デジタル無線回線の回線品質は、ITU-R勧告F.556に準拠し、ビット誤り率は次の条件を満足すること。

- BER (Bit Error Rates：誤り率) が  $10^{-3}$  を越える時間は、いかなる月においても0.054%を越えないこと。
- BERが  $10^{-6}$  を越える時間は、いかなる月においても0.4%を越えないこと。
- エラー時間は、いかなる月においても0.32%を越えないこと。

### ② 無線周波数

無線周波数は2GHz帯および400MHz帯とし、ITU-R勧告F.283-5に準拠する。

### ③ アンテナ地上高

アンテナの地上高は、マイクロウェーブの性質上、将来も含めて遮蔽物を避ける高さを確保する。また可能な限り等価地球半径係数  $K = 4/3$  でクリアランス係数が1.0以上を満足することとする。



④ 設計諸元

(区 間)	(区間距離)
i) モリンウール気象レーダ観測所～ウランバートル国際空港	3.5km
ii) モリンウール気象レーダ観測所～気象水文環境監視庁	17.3km
iii) 気象水文環境監視庁～モンゴルテレビラジオ局	2.1km
iv) トール川水位観測所～気象水文環境監視庁	4.2km

上記区間 i ~ iii については、次の諸元を前提として基本設計を行うものとする。

無線周波数	2 GHz
伝送容量	2 Mbps
変調方式	4 PSK
送信出力	+27dBm
最小受信入力(10 <sup>-3</sup> BER) <sup>*)</sup>	-93.5dBm
アンテナ 直径	i),iii)について 0.9~1.2m ii) について 1.2~1.8m
利得 <sup>*)</sup>	アンテナ直径 0.9mの場合 22.5dB アンテナ直径 1.2mの場合 25.3dB アンテナ直径 1.8mの場合 28.5dB

上記区間 iv の区間については、次の諸元を前提として基本設計を行うものとする。

無線周波数	4 0 0 MHz
伝送容量	電話回線換算 6 Ch
変調方式	FM
送信出力	+30dBm
最小受信入力(10 <sup>-3</sup> BER) <sup>*)</sup>	-80dBm

\*) アンテナ利得は、その直径と無線周波数によって決まる標準的値を示した。

最小受信入力は、平均的な値を示す。

直流電源装置は、新設するマイクロウェーブ無線装置に対し停電等による電源断を防ぐため無停電電源装置 (UPS) から電力を供給しようとするものとする。

本計画のサイトにはウランバートル国際空港が含まれており、モリンウール気象レーダ観測所および気象水文環境監視庁と空港ターミナルを結ぶ通信回線の構築等が実施される予定である。そのため、既存設備との関連、特に空港施設、管制塔、空港内での無線通信 設備、また航空機の進入・出路との関係等について、慎重かつ綿密な検討が必要である。

⑤ 気象情報放送システム

・モンゴルテレビラジオ局

モンゴルテレビラジオ局に新設する気象情報放送システムは、気象レーダ画像を伝送する

ことにより、モンゴル国の地図上に天気マークが表示できるようにするとともに、降雨域の状況をリアルタイムに放送できるようにするものとする。

#### ⑥ 気象警報システム

- ・災害の発生する地域はウランバートル市周辺に散在しているため、指向性の強い拡声器を一箇所に複数個放射状に設置する。
- ・主な災害は集中豪雨等による鉄砲水および洪水等であるため、設置個所はモンゴル気象水文環境監視庁に高いポールを設けた上に設置することとする。

#### ⑦ 気象研修用機材

本計画で設置される気象観測測器の維持管理技術の向上のため、モンゴル国立大学気象学科にモリンウール気象レーダ観測所に新設する自動気象観測装置と同じものを設置する。

- ・WMOの規準に合致したものとする。
- ・研修用機材は、風向、風速、気温、湿度、降水量、気圧および日射量を測定する装置とする。
- ・データ保存のためのコンピューターシステムおよび画像表示装置

コンピューターシステムを導入することによって、本計画で導入されるモリンウール気象レーダ画像を教育的プログラムとして活用する事が可能となる。

## 2) 施設の設計条件

施設計画および設備計画について、以下の設計条件の検討を行う。

### (1) 施設計画（気象レーダ塔に必要な規模の検討）

- ・気象レーダ塔の計画は、気象現象の監視施設として必要な要員が効率よく活動できるスペースを確保し、新設のシステム・機器の適切かつ効率的な稼動および収容が可能な規模とすることを検討する。
- ・施設の適正な規模は、気象レーダ観測施設としての機能と役割、気象業務計画を実施するための要員計画、システム計画、機器計画により算定されるため、これらの計画と連動して適正な規模を検討する。
- ・極寒地であるため、暖房効率および保温性を考慮し必要な室がコンパクトに収まるよう慎重に検討する。

## (2) 設備計画

- ・ 施設全体の電源容量の算出には、システム計画、機器計画により設定されたシステムと機器、計画される施設の一般照明、設備機器（空調設備・暖房設備等）等の電源容量が必要となる。特に冬季の暖房設備の電源確保には、注意を要する。
- ・ 空調設備の規模算定には、要員、新設システムと機器、照明、その他発熱が考えられる物の発熱量を算出し、空調設備方法・種類および容量を決定する。
- ・ 暖房設備の規模算定には、厳寒地であるため熱損失、結露、凍結等を考慮し、方法・機種および容量を決定する。
- ・ 電源設備においては、1年を通して24時間体制で稼働し、自然災害等の来襲時および冬季夜間でもレーダ観測を実施するための無停電設備および発電装置、システムと機器等を適切に稼働させるための電源設備の導入を検討する。

### 3-3-2 基本計画

#### 1) 機器の基本計画

本計画の内容は、モリンウール気象レーダ観測所の気象レーダ塔更新と、自動気象観測システムのモリンウール気象レーダ観測所への設置、水位観測システムのトール川イヒテンゲル橋への設置および必要区間への気象通信システムの構築により、気象観測・データ収集・処理機能の向上ひいては気象予警報業務の強化を計り、さらにモンゴルテレビラジオ局に気象情報放送システムを設置にすることにより情報提供能力を向上させるものである。また、モンゴル国立大学に気象研修用機材を提供することにより、観測技術および新しい気象観測装置の維持管理技術の向上を図るものである。

本計画における機器の基本計画は下記のシステムにより構成される。

- ① 気象レーダシステム
- ② 自動気象観測システム
- ③ 水位観測システム
- ④ 気象情報放送システム
- ⑤ 気象通信システム
- ⑥ 気象警報システム
- ⑦ 気象研修用機材

システムごとの各機材名、主な仕様、数量および使用目的を、次ページの主要構成品リストに示す。

表1-1 主要構成部品リスト

(1) 気象観測レーダシステム

レーダ本体はモリノール気象レーダ観測所に、表示装置はウランバートル国際空港、気象水文環境監視庁およびモンゴルテレビラジオ局に設置される。

機器名称	仕様	数量	使用目的
(a) 気象レーダ装置			
レドーム	直径：約9m 耐風速70m/s、警告灯、避雷針	1台	レーダ用空中線装置および保守員を過酷な気象条件から保護する。レドーム頂上に避雷針を設け、落雷から保護する。
空中線装置	直径：約5m (パラボラ) ビーム幅：1.2°以下 利得：42dB以上 ヒーター付	1台	パラボラアンテナを方位角で360° 仰角で0~45°の任意の方向に旋回、あるいは回転させ、送受信装置からの送信電波をペンシルビーム状に空間に放射し降水粒子等から散乱して返って来る電波を受け、送受信装置に送り込む。
空中線制御装置	動作範囲： 水平360deg・垂直2~+60deg 角度精度：±0.3°以下	1台	レーダ観測モードに従った空中線制御信号により、空中線の水平、垂直用モータを駆動し、空中線の方位角と仰角とを制御する。
送受信装置	送信周波数：Cバンド 送信出力：250kW スーパーヘテロダイン方式 ダイナミックレンジ：60dB以上 位相検波器	1台	送信部において発生したマイクロ波電力を送信電波として空中線装置に送り、受信された電波の強弱に応じたビデオ信号を得る。ビデオ信号をデジタル値に変換後、信号処理装置へ出力する。
信号処理装置	強度系処理 地形エコー消去：MTI処理方式 信号平均化：距離/方位方向	1台	受信機からのビデオ信号をデジタル値に変換後、地形エコーの除去、受信信号の平均化および距離に関するエコー強度補正等の処理を行い、8ビット・ビデオデータを得て、データ伝送系装置へ出力する。
指示装置	スキャンコンバータ方式 距離マーカ表示	1台	送受信装置から出力される信号により、エコーの距離、方位位置及びその強さを表示するもので、空中線装置から送受信装置までの信号系の動作点検に用いるものである。
動作監視装置	コンピュータによる処理方式 CPU：EWS ハードディスク：2Gbyte メモリ：64Mbyte以上 CRT：カラーCRT LAN：1ch以上	1台	空中線の角度データに基づき、ビデオデータを極座標から直交座標に座標変換後、任意のレンジで表示する。 エコーの位置を認識しやすくするため、マップおよびマーカにエコーデータを重ねて表示する。各レーダ局で観測されたデータを合成するための定時観測を自動的に実施する他オペレータによる手動観測を行う。
導波管加圧装置	供給能力：2 liter/min以上	1台	空中線装置と送受信装置とを接続する導波管内に乾燥圧縮空気を充填し、電波伝搬損失の低減および安定化をはかる。
接続導波管	WR159	1式	接続導波管は、空中線、送受信装置間の電波伝達を低損失で行うものである。
AVR	電源容量：約7.5kVA 入力：AC 230V ± 20%, 単相, 50 Hz 出力：AC 200V ± 3%, 単相, 50Hz	1	レーダ装置が安定して動作できるよう電源電圧を安定化させる。
UPS	電源容量：約15kVA 入力：AC100V±10%単相, 50Hz 出力：AC100V±2%単相, 50Hz バックアップ時間：全負荷時10分以上	1式	商用電源の瞬断によるレーダ装置の誤動作あるいは障害が起きないように短時間の電源バックアップを行う。

表1-1 主要構成部品リスト

(1) 気象観測レーダシステム

レーダ本体はモリンウール気象レーダ観測所に、表示装置はウランバートル国際空港、気象水文環境監視庁およびモンゴルテレビラジオ局に設置される。

機器名称	仕様	数量	使用目的
<b>(b) レーダ画像表示システム</b>			
カラーモニター表示装置	コンピュータによるレーダの制御・監視方式 CPU：EWS ハードディスク：2 Gbyte メモリ：64Mbyte以上 CRT：カラーCRT LAN：1ch以上	8台	エコーの距離、方位位置及びその強さをある一定のレベルごとに雨量強度データとして、地図データとともに重ね合わせ表示を行うものである。また、強度データと擾乱度データは別々に表示を行う。モリンウール気象レーダ観測所、ウランバートル国際空港、気象水文環境監視庁およびモンゴルテレビラジオ局に設置される。
レーダ画像処理装置	コンピュータによる処理方式 CPU：EWS ハードディスク：2 Gbyte メモリ：64Mbyte以上 CRT：カラーCRT LAN：1ch以上	1台	モリンウール気象レーダ観測所に設置され、観測された気象観測画像データを受信し、強度データと擾乱度データごとに別々に解析処理を行ない、カラーモニター表示装置にその結果を伝送する。
<b>(c) レーダ画像伝送システム</b>			
ネットワークシステム	LANネットワーク：Ethernet ルータ モデム プリンター	1式	遠隔制御監視装置、レーダ画像表示装置、データ収集解析処理装置間の接続を行うコンピューターネットワークを行うものであり、モリンウール気象レーダ観測所、ウランバートル国際空港、気象水文環境監視庁およびモンゴルテレビラジオ局に設置される。
UPS	容量：約1 kVA AC220V 50Hz	1台	一次電源電圧の瞬間的な変動あるいは瞬時停電に対し、システム電源電圧の安定を図るものである。

表1-1 主要構成部品リスト

(2) 通信システム

気象水文環境監視庁、ウランバートル国際空港気象台、モンゴルテレビラジオ局及びモリンウール気象レーダ観測所の間を結ぶ

機器名称	仕様	数量	使用目的
マイクロ無線装置	多重無線装置： 周波数 2GHz帯 回線容量 2Mbps 送信出力 1W 空中線： グリッドパラボラアンテナ	1式	マイクロ無線装置は、気象観測レーダデータおよび自動気象観測装置で得られたデータを伝送するものである。  区間：①モリンウール気象レーダ観測所～気象水文環境監視庁、②モリンウール気象レーダ観測所～ウランバートル国際空港気象台、③気象水文環境監視庁～モンゴルテレビラジオ局
デジタル端局装置	1次群(64kb/s換算で30CH相当)伝送路を4本以上の入出力が可能なことデジタルインターフェイス(64kb/s)デジタルインターフェイス(V.24)4W アナログインターフェイス	1式	データ信号、音声信号等をPCM符号に変換し、2.048 Mb/sに多重化する装置である。
電源装置  蓄電池  耐雷変圧器	AC入力：220V(単相)±10% 周波数：50Hz 力率：80%以上 効率：80%以上 定格出力：設置機器の負荷に見合う容量とする。  リップル雑音：100mVp-p以下 10時間の停電に見合う容量とする。  電圧：220V, 50Hz 耐電圧：AC10kV, 1分間 容量：負荷電力に見合う容量とする	1式	商用電源停電時バックアップするための無停電電源装置。平常時は整流器にて直流電源を負荷に供給しながら、バッテリーにも充電を行っており、停電時、貯めていたバッテリーから負荷に電力を供給するもの。  通信機器への誘導雷サージの移行を防止し、通信機器の障害事故を防ぐ。

(3) 自動気象観測システム

モリンウール気象レーダ観測所

機器名称	仕様	数量	使用目的
自動気象観測装置	観測要素：風向・風速、気温・湿度、降水量、気圧・観測方法についてはWMOおよびICAOの基準に適合すること。	1式	モリンウール気象レーダ観測所付近に設置し、左記の気象要素を自動的に観測する。
デジタルデータ処理装置	CPU：Pentium 166 MHzまたは同等以上 ハードディスク：1Gbyte以上 メモリ：64Mbyte以上	1式	モリンウール気象レーダ観測所において、デジタル変換されたデータの表示・各種解析・処理・蓄積および伝送処理を行う。
観測表示装置	サーバホスト等を接続するPC CPU性能：EWSorPC ハードディスク：1GB以上 メモリ：64MB以上	1式	ウランバートル国際空港および気象水文環境監視庁において、観測表示装置は、モリンウール気象レーダ観測所から伝送された地上気象データの受信、処理、解析、表示を行う。
UPS	容量：約1kVA AC220V 50Hz	1式	UPSは、一次電源電圧の瞬間的な変動あるいは瞬時停電に対し、システム電源電圧の安定を図るものである。

表1-1 主要構成品リスト

(4) 川水位観測システム (トール川水位観測所、気象水文環境監視庁)

機器名称	仕様	数量	使用目的
テレメータ水位センサー	超音波型	1式	テレメータ水位センサーはトール川水位の観測に用いるものである。
UHF無線装置	多重無線装置： 周波数 400MHz帯 回線容量 電話換算6CH 送信出力 1W アンテナ：八木アンテナ 給電系：低損失給電線 同軸避雷器	1式	UHF無線装置は、水位データの伝送をUHF無線で気象水文環境監視庁との間で行うものである。
データ処理装置	CPU：Pentium 166 MHzまたは同等以上 ハードディスク：2 Gbyte メモリ：32 Mbyte以上 プリンター	1式	データ処理装置は、観測された水位データの蓄積・表示を行うものである。
UPS	容量：約1 kVA AC 220V 50Hz バッテリーバックアップ付	1台	UPSは、一次電源電圧の瞬間的な変動あるいは瞬時停電に対し、システム電源電圧の安定を図るものである。

(5) ビデオ信号変換システム (モンゴルテレビラジオ局)

機器名称	仕様	数量	使用目的
データ受信・編集処理装置	マイクロ波回線接続モデム PC1方式	1式	気象水文環境監視庁から送出されたデータを受信し、観測された気象観測画像データを受信し、地図データとともに重ね合わせ、テレビ用の画像に編集を行う。
レーダ画像オンエア送出装置	クロマキー方式	1式	レーダ画像オンエア送出装置は、観測データと地図の重ねあわせを行い、かつその合成画面を、ビデオカメラで撮影されたスタジオ画像と重ねあわせることにより、天気予報番組を作り、それをオンエアするものである。
信号変換システム	RGB->PAL変換 入力: RGB Signal (VGA) 出力: PAL-b 625/50, CCVS(IPP) 入力端子: 2 port or more 出力端子: 5 port or more	1台	コンピュータ上のビデオ情報をPAL信号に変換し放送を行えるようにする。
UPS	容量：約1 kVA AC 220V 50Hz	1台	UPSは、一次電源電圧の瞬間的な変動あるいは瞬時停電に対し、システム電源電圧の安定を図るものである。

(6) 気象警報システム (NAMHEM：気象水文環境監視庁)

機器名称	仕様	数量	使用目的
気象警報システム	インターフェース：シリアル方式 通信方式：有線 伝送速度：2400bps以上 適用回線：専用回線 サイレン：スピーカ	1式	気象警報システムは、雨量データからある基準以上の雨量データを検出する都度サイレンを鳴動し、警報を発するものである。

(7) 気象研修用機材 (モンゴル国立大学)

機器名称	仕様	数量	使用目的
自動気象観測装置	観測要素：風向・風速、気温・湿度、降水量、気圧・観測方法についてはWMOおよびICAOの基準に適合すること。	1式	モンゴル国立大学に設置し、左記の気象要素を自動的に観測する。
デジタルデータ処理装置	CPU：Pentium 166 MHzまたは同等以上 ハードディスク：1Gbyte以上 メモリ：64Mbyte以上 CRT：カラーCRT	1式	デジタル変換されたデータの表示・各種解析・処理・蓄積を行うものである。
観測表示装置	70cmモニターを標準とするPC。 CPU性能：EWSorPC ハードディスク：1GB以上 メモリ：64MB以上 CRT：カラーCRT	1式	観測表示装置は、データ処理装置から送られる地上気象データの受信、処理、解析、表示を行う。



## 2) 施設の基本計画

### (1) 敷地・配置計画

本計画における気象レーダ塔の敷地はモリンウール気象レーダ観測所の敷地内である。同敷地内には既存のレーダ観測施設があり、山頂であることもあり敷地は狭く限られている。そこで、新規の気象レーダ塔は既存の観測施設の東側に、既存施設の壁面から2mの位置に建設することとした。

ウランバートル郊外モリンウール山頂のインフラストラクチャーの状況については、電気および電話設備は敷地内にあるが、上下水道は整備されていない。

- ・ レーダシステムに必要とされる電源（380V, 50Hz, 3 Phases, 4 wires）は、斜面を200m下った所に設置されているトランスより既存の施設と同様に容易に取ることが可能である。
- ・ 給水に関して現在はポリタンクを使用しているが、本計画において建設予定のレーダ施設では、上水は簡易タンクを使用し、雑用水は雨水利用の給水設備とする。
- ・ 汚水および雨水処理については、周辺には処理施設がないため、雨水処理は直接斜面を利用して自然浸透、蒸散処理することとし、また汚水については浄化槽で一次処理をした後、斜面に自然浸透処理することとする。

### (2) 建築計画

#### ① 平面計画

平面計画では平面形をシンメトリーとし、偏心をさけることにより安定した建物の構造設計が可能となるよう配慮した。新設する気象レーダ塔の平面計画は、避難路でもある階段室を中央に配置し、その両側に関連する各室を配するよう平面計画を行った。

施設のグレードについては、現地にて一般的に採用されている工法・資材を採用するため、標準的グレードの施設となる。

また、気象レーダ塔は、基本的にレーダ観測官と予報官がレーダ画像表示装置およびレーダ操作コンソールで作業を行う。この場合、北に向かって作業を行うことが作業能率上および観測官と予報官の方向感覚上最適であるとされている。これはレーダ画像表示装置・レーダ操作コンソール等に表示されるレーダ画像の画面上部が北であり、観測官と予報官が向いている方角と一致するため、各業務が効率良く行えるメリットがある。そのためレーダ施設の配置は、レーダ画像表示装置・レーダ操作コンソール等の背が北側となるよう、各機器の配置と各室の平面計画を考慮して施設計画を行う。

面積表

階数		面積 (m <sup>2</sup> )
2階	12.9×8.0	103.2
中2階	7.9×8.0	63.2
1階	12.9×8.0	103.2
中地階	5.0×8.0	40.0
地階	7.9×8.0	63.2
合計		372.8

気象レーダ施設の各床面積、収容人員、面積算定根拠および既存施設との比較等を以下の表に表す。

気象レーダ施設各室の概要と収容機器

部屋	床面積 m <sup>2</sup>	収容人員 人	設置レーダ機器、部屋の機能
屋上	118.76	—	空中線装置、レーダアンテナ、レドームを設置 A/C屋外機設備(コンクリート基礎)、自動気象観測装置
レーダ機械室	40.00	昼 5 夜 3	A/C (11.6kw/h) x2台、レーダ送受信機、 電圧安定装置、無停電電源装置、信号処理装置設置
レーダ観測室	40.00		A/C (11.6kw/h) x2台、レーダ運用操作装置、 画像表示装置、気象通信装置、無停電電源装置設置
維持管理室	25.00	—	予備部品、測定器および特殊工具の収納、修理作 業スペース
スペアパーツ室	15.00	—	維持・管理用工具の収納
オペレーションルーム	17.50		レーダ塔の運用・管理
電気室	22.55	—	施設用受電盤および分電盤、ケーブルラック
解析室	25.00	3	レーダエコスケッチの解析、データの保存・管理
受水槽室	8.40	—	受水槽タンク (FRP0.5m <sup>3</sup> )、点検スペース
浄化槽室	15.00	—	浄化槽の設置
倉庫	25.00	—	オイル、グリース等消耗品および清掃用具の収納 施設スペアパーツ保管
予備電源室	62.40	—	予備発電機2台、周辺機器およびサービスタンク等の 設置
ティークitchen	6.52	1~2	湯沸レンジ、キッチンセット、食器棚
便所	3.30	—	便器、ロータンク
その他	67.13		廊下、階段室、PS等
合計	491.56		

部屋面積算定根拠

部屋	床面積	部屋面積算定根拠
	m <sup>2</sup>	
屋上	118.76	レーダアンテナ、レドーム、自動気象観測装置およびA/C屋外機設置（コンクリート基礎）等の設置スペース、全周点検スペースとして、84m <sup>2</sup> 程度必要となる。
レーダ観測室	40.00	必要機器・機材の設置スペース、および執務スペースとして7~8m <sup>2</sup> /1人必要となり、最大5人として40m <sup>2</sup> 程度とする。
レーダ機械室	40.00	必要機器・機材の設置スペース、および執務スペースとして7~8m <sup>2</sup> /1人必要となり最大5人として40.0m <sup>2</sup> 程度とする。
維持管理室	25.00	予備部品、特殊工具等の収容スペースとして5.0m <sup>2</sup> と想定される。機械の修理作業も同室にて行いそのスペースとして10m <sup>2</sup> を見込み、2名分で20m <sup>2</sup> が必要である。
スペアパーツ室	15.00	工具およびスペアパーツの収納スペースとして15.00m <sup>2</sup> 程度必要である。
オペレーションルーム	17.50	施設全体を管理するため、執務スペースとして7~8m <sup>2</sup> /1人必要となり最大2人として15.0m <sup>2</sup> 程度とする。
電気室	22.55	主配電盤、電源用各種パネル、ケーブルラック、圧力ポンプ等の機器収容スペースとして、20m <sup>2</sup> 程度必要である。
解析室	25.00	職員3名を収容し、1人当たりの占有面積を8~9m <sup>2</sup> とし、計25m <sup>2</sup> 前後とする。
受水槽室	8.40	受水槽FRP（1.5m×1.5m×1.0m）6面点検スペースとして、8.0m <sup>2</sup> 程度必要。
浄化槽室	15.00	浄化槽（0.5m <sup>3</sup> ）、保守点検スペースとして15.0m <sup>2</sup> 程度必要。
倉庫	25.00	オイル・グリース等の消耗品、清掃用具および建物維持管理のためのスペアパーツの保管場所として、25.0m <sup>2</sup> 程度とする。
予備電源室	62.40	60KVAの発電機2台、ダイタンク（420ℓ）、自動切換盤収容することから60m <sup>2</sup> 強のスペースが必要である。
ティークitchen	6.52	湯沸スペースおよび食器棚等の設置スペースを確保すると6.0m <sup>2</sup> 程度必要である。
便所	3.30	
その他	67.13	廊下、階段室、P/S等

## ② 断面計画

### a 施設の高さおよび階高

モリンウール気象レーダ塔の建設計画地内には、既設の気象レーダ観測施設がありレドームの最高高さは10.6mである。気象レーダ観測のためには、レーダアンテナの範囲に障害物があってはならない。そこで新設のレドーム基礎は10.6mとし、新規気象レーダのアンテナに既設のレドームがかからないようにした。

また、山頂であることもあって平地が少なく、建設用地は非常に限られている。そこで必要な部屋面積を確保するため、中2階および中地階を設けることとした。

階高については、推定される機器の高さ、寸法、天井裏配線スペース等を考慮したレーダ機械室およびレーダ観測室の適正階高寸法は4.0mであり、高層部はこれを階高とする。

中2階および中地階の各室については、通常の執務空間を確保し、かつ、冬季の暖房効率を考慮して、3.0mとする。

予備電源室は発熱を考慮に入れ、天井高を高くする目的から階高を4.5mと設定する。また電気室は、機器の高さ、寸法、天井裏、床面ピット配線スペース等を考慮して4.5mとする。

既設の気象レーダ施設との取り合いを考慮して、1階高さは、既設の気象レーダ施設の平均地盤面より1.5mの高さとする。

### b. 天井

レーダ機械室、レーダ観測室および居室はシステム吊り天井とする。天井材料は天井裏の結露および凍結等を考慮し、ワイヤーメッシュとする。高さは推定される機器の寸法および暖房効率より2.5mとする。

### c. レドームとレーダ機械室

レドームおよび自動気象観測装置の基礎は屋上床スラブと一体とし、レドーム・自動気象観測装置の荷重は屋上スラブ中央部に設ける小梁に負担させる。レドーム内部床は簡易な防水処理（防水モルタル）を施す。レドーム内部へのアクセスは下階の階段室より行う。

### d. 機器の搬入方法

レーダ機械室およびレーダ観測室へ外部から機器を直接搬入する方法は、当該室に大きな開口部を設けねばならず、気密性・防塵性の観点から好ましくない。従って、機器の搬入は隣接する階段室の外に搬入用バルコニーを設けて屋上スラブ下、バルコニー上部に搬入用フック（2トン用）を突出させて設ける。

## ③ 立面計画

躯体そのものの保温性を考慮して、躯体をレンガで覆うため柱型が出ないようにした。また、モンゴル国の表玄関であるウランバートル国際空港を臨む位置にあるため、シンボル性にも配慮した。

④ 材料計画

外部仕上げ、内部仕上げの材料はメンテナンスを考慮して、極力現地調達可能なものから選定した

		仕上げ・工法
外部仕上	屋上	防水モルタル (厚サ30mm) 下地 アスファルト防水 断熱材 (厚サ200mm) 押さえコンクリート打、セメントタイル貼
	外壁	気泡軽量コンクリート板 (厚サ125mm) 焼成レンガ (厚サ210mm) 積み
内部仕上	床	モザイクタイル貼 モルタル金ゴテ、エポキシ防塵ペイント ビニルタイル貼
	壁	気泡軽量コンクリート板 (厚サ125mm) モルタル金ゴテVP塗 100角タイル 床面より1.5mまで
	天井	コンクリート打放し補修VP ワイヤーメッシュSOP (システム天井下地)
建具	外部	アルミ製網入り複層ガラス窓 アルミ製ガラリ アルミ製ドア スチール製ドア (断熱材入り)
	内部	木製建具

		採用理由	現地工法
外部仕上	屋上	冬季外気温が最低-32度に達するため、断熱材は不可欠である。従って断熱材厚サ200mmを確保し、防水材として最も信頼のおけるアスファルト防水を施し、保護のためモルタルおよびセメントタイルにて施工する。	現地調達に不可能なものに限り、日本よりの調達とする。
	外壁	構造用レンガ積みとする。保温性および施工性の点からいずれも現地に一般的に用いる材料であるため信頼性が高い。また断熱性から内側に気泡軽量コンクリート板を張ることとする。	全て現地調達可能である。
内部仕上	床	耐久性、維持管理に優れた材料を適材適所に使用する。エントランス廻りおよび、業務を行う室にはビニルタイル、また塵等を嫌う部屋には防塵ペイント仕上げとする。	現地調達に不可能なものに限り、日本よりの調達とする。
	壁	保温性を重視し気泡軽量コンクリート板下地モルタル金ゴテとし、ビニル系の塗装とする。また便所には100角タイル(床面より1.5m)を使用する。	全て現地調達可能である。
	天井	居室に共される部屋には保温性、天井裏の結露および凍結等を考慮し、ワイヤーメッシュを使用する。その他の部屋は、直天井(コンクリート打放し補修VP)とする。	現地調達に不可能なものに限り、日本よりの調達とする。
建具	外部	耐久性、扱い易さ、精度の点からスチール製およびアルミ製とする。保温性の点からガラスは複層ガラスとし、二重サッシとする。	日本よりの調達とする。
	内部	施工性、維持管理の点から木製・オイルペイント塗りとする。	全て現地調達可能である。

### (3) 構造計画

#### ① 構造設計基準

モンゴル国の建築基準法は、旧ソ連の基準に準拠して定められたものであるが、構造に関しては特にモンゴル国独自の設計基準は確立されていない。従って、本施設の構造設計は、風圧力および地震力については実測値に基づきその外力の設定を行い、モンゴル国の実状にあった設計を行うこととする。また必要に応じて、日本の建築基準法、日本建築学会設計基準(AII)を参考にする。

#### ② 架構形式

架構は現地で一般的な鉄筋コンクリート・ラーメン構造とする。  
床版は鉄筋コンクリート造とし、外壁は素焼きブリック(厚さ210mm)および気泡軽量コンクリート板とし、間仕切壁は気泡軽量コンクリート版とする。

### ③ 基礎

モリンウール山頂の気象レーダ観測所周辺の地盤は試掘による地質調査の結果、表層の2~3mを除けば、非常に堅い岩盤であるため、そこを支持層として岩着工法により気象レーダ塔を支持するものとする。

### ④ 構造設計基準

#### ・応力計算

弾性解析とする。

#### ・構造設計

鉄筋コンクリート造は弾性設計法を適用し、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算基準」に基づき設計する。

### ⑤ 設計用荷重・外力等

#### ・固定荷重

建築構造物・仕上げ材の自重を全て計算する。また特殊固定荷重として屋上に架設されるレドームおよび自動気象観測装置の推定総重量約4.5tを見込む。

#### ・積載荷重

レーダ塔内のほとんどの部屋は、機器を収容するかあるいは倉庫としての貯蔵機能を持つものであるため、積載荷重は屋上を除き一率とする。日本国における通信機械室の積載荷重と同程度とみなし、以下を採用する。

床スラブ・小梁用： 500kg/m<sup>2</sup>

大梁、柱又は基礎用： 400kg/m<sup>2</sup>

地震用： 300kg/m<sup>2</sup>

また、屋上はレドームのメンテナンス要員が歩行するものとして、日本国建築基準法に基づき、それぞれ180、130、60kg/m<sup>2</sup>とする。

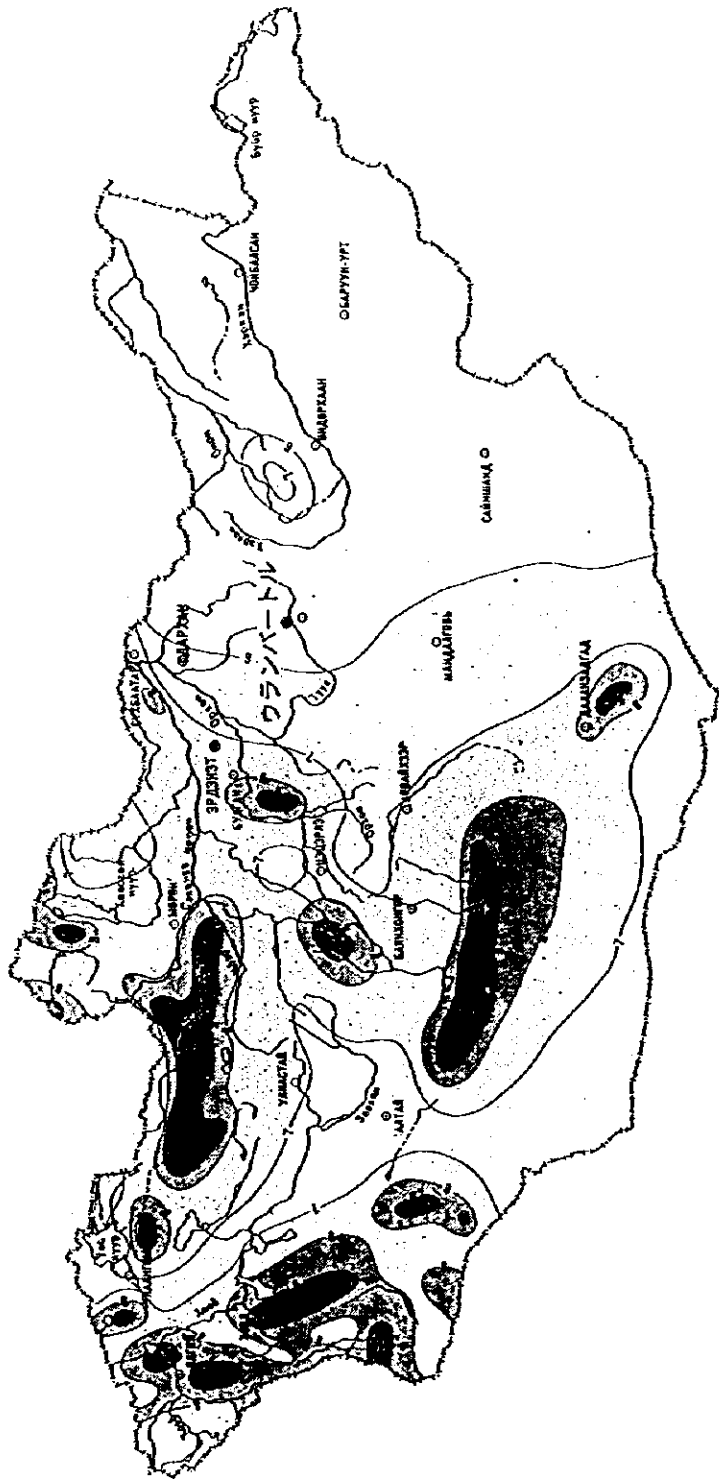
#### ・風圧力

モリンウール山頂は周辺でも標高が高いため、常に強風が吹き、現在までに観測されている瞬間最大風速は52m/sである。本計画においては風荷重計算用の設計基準風速としてこの52m/sを採用し、またこれに安全率1.5倍を加算する。

#### ・地震力

アメリカ合衆国の設計基準であるUBC規格に基づき算出する。モンゴル国の国勢図（1957~1989年）によると地震震度分布図は下図に示すとおりであり、ウランバートル周辺は日本の震度に換算して最大で震度4~5である。本計画においては、地震力計算基準の地域係数(Zonal Factor)をZ=1として、標準せん断力係数(Basic Seismic Coefficient) Co=0.08を採用することとする。

モンゴル国の地震震度分布図を次ページに示す。



日本・モンゴル 震度階級比較表

モンゴル規準

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

日本規準

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Ишлэ болролтын шугам (MSK-64 шалхамын боллоор)  
 Дорнолтын эрчим (боллоор)  
 0оош 6 7 8 9 0ээш

モンゴル国 地震震度分布図



・地耐力

モリンウール山頂の地質調査結果、地下約2～3m付近より地下には非常に堅固な岩盤となっており、木構造物に適した支持層がある。

⑥ 使用構造材料と材料強度

・コンクリート

普通コンクリートを使用する。

設計基準強度  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (28日圧縮強度)

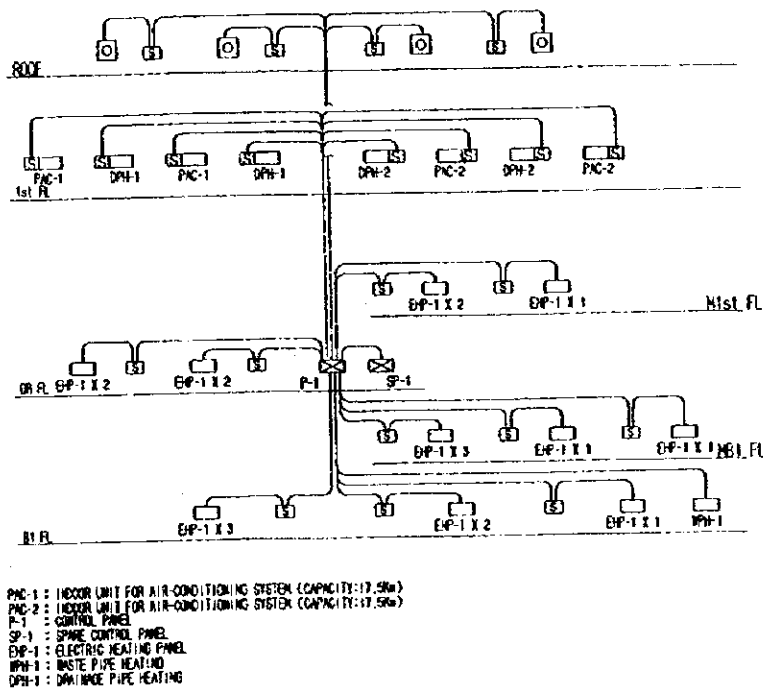
・鉄筋

鉄筋	規格	降伏強度 (MPa)
異形鉄筋	グレード'235	235MPa
	グレード'275	275MPa

(4) 電気設備計画

① 電力引込設備

電力引込設備は、低圧配電盤までの引込工事、配線、入線工事をモンゴル国負担工事とする。380Vの低圧電力設備は、計画敷地内にハンドホールを設け、ハンドホールからグランドフロアに設置される低圧配電盤との間は地中配管150mm<sup>φ</sup>を埋設する。電気定格は3相4線、50ヘルツ2回線とする、また電気設備計画は下記の系統図の通りである。



POWER WIRING DIAGRAM

### ② 自家発電機設備

レーダ機器、最低限必要な一般照明、空調設備および冬季の暖房設備等を運用するための商用電源停電時のバックアップ設備として、自家発電機設備を設置する。燃料タンク容量は、約24時間以上の連続運転が可能となる容量とする。

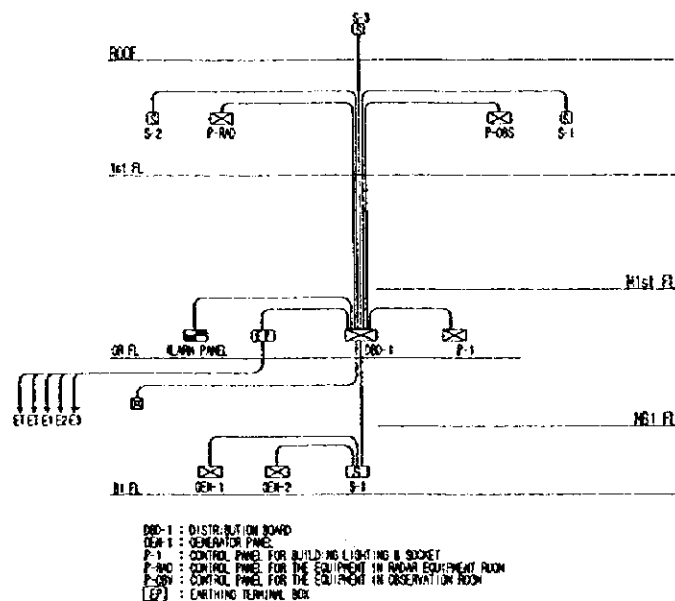
計画地があるモリンウール山頂は落雷による停電が多く、気象観測上最も重要である豪雨時の連続観測等も可能となるよう、また特に冬季に電源が確保できないようなことがあると、凍結により施設の機能そのものが被害を受ける危険性さえあるため、十分なるタンク容量が必要となる。

容量：80KVA

電圧：3PH4W, 380V, 50Hz

### ③ 幹線・動力設備

外部配管および地中配管は対食性を考えポリエチレン系パイプを使用する。建物内部は鉄製配管方式とする。空調機等は個別発停方式とする。幹線・動力設備計画は下記の系統図の通りである。



POWER FEEDER DIAGRAM

④ 電灯・コンセント設備

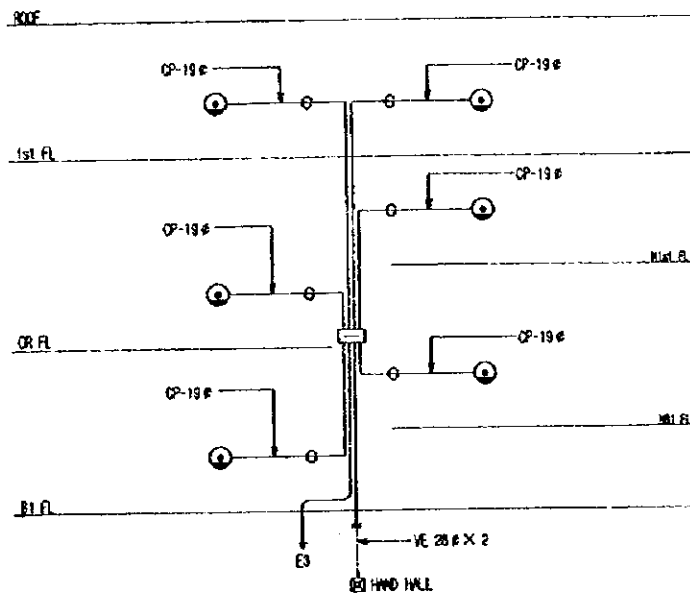
配線はモンゴル国の電気設備技術基準を適用する。使用電圧は単相220Vとし、すべての器具類には接地極を設ける。配管はモンゴル国にて通常使用されてる鉄製鋼管とする。照明器具はエネルギー消費の少ない蛍光灯を主体とし、建物の使用目的によっては一部白熱灯を使用する。また気象レーダドーム上およびパラペットの各端部に、航空障害灯を設置する。各室の照度基準は下記の程度とする。

レーダ機器室	400lx	発電機室	250lx
観測室	400lx	受水溝室	300lx
オペレーションルーム	350lx	電気室	250lx
解析室	350lx	メンテナンス室	350lx
その他	200lx		

一般電源のコンセントはスイッチ付のものとし、5mから8m間に2口用1個を設置する。

⑤ 電話空配管設備

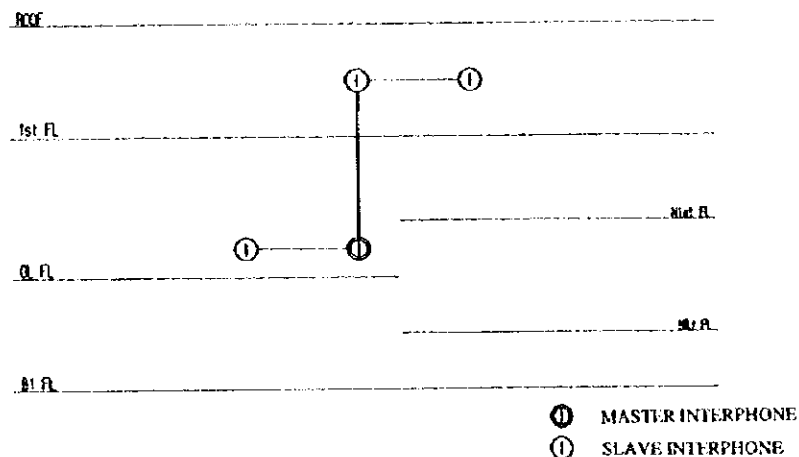
敷地内にハンドホールを設置し、ハンドホールから建物内に設ける端子盤迄はビニール系空配管を設ける。端子盤から各電話アウトレット間は鉄製空配管とし呼び線を入線する。配線・入線工事はモンゴル電信電話会社が行い、モンゴル国側の負担工事とする。電話空配管設備計画は下記の系統図の通りである。



TELEPHONE DIAGRAM

⑥ インターホン設備

現業部門（レーダ機器室、観測室）の夜勤職員と夜間の来訪者の防犯管理のため、1階の玄関口および各現業室内にインターホン設備を設置する。インターホン設備計画は下記の系統図の通りである。

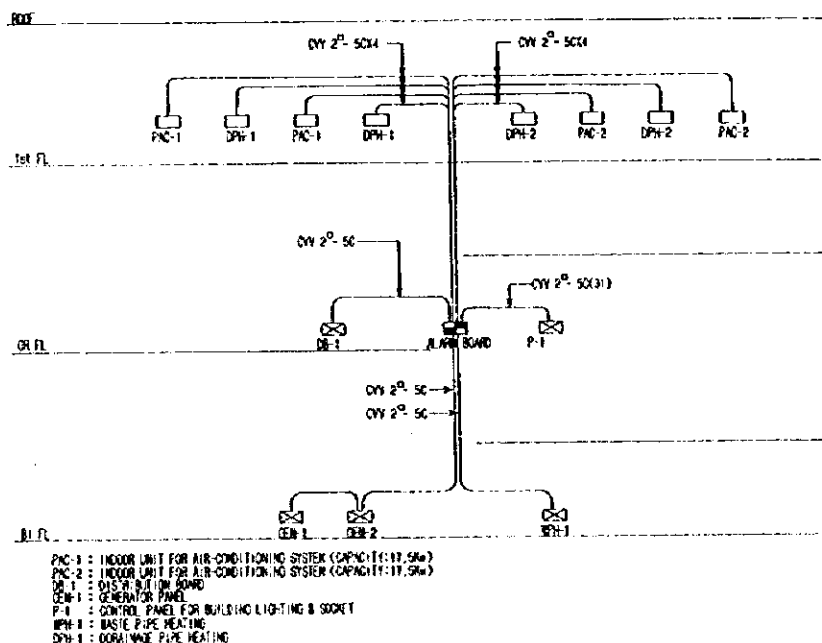


INTERPHONE DIAGRAM

⑦ 警報設備

警報盤20窓を設ける、下記設備の警報を出し表示する。警報設備計画は下記の系統図の通りである。

- No. 1：エアコン（ユニット）の故障およびオーバーヒートの警報および表示
- No. 2：発電機の故障およびオーバーヒート警報および表示
- No. 3：低圧配電盤の故障およびオーバーヒートの警報および表示
- No. 4：給排水管のヒーティングシステムの故障警報および表示



ALARM SYSTEM DIAGRAM

### ⑧ 接地設備

地盤が岩盤であるため十分な接地抵抗を確保することが困難であることが予想される。そのため、接地箇所は2ヶ所とする。

各階に機器用接地端子を設け、接地線5.5sq以上を、グランドフロアーに設ける設地用端子盤に接続し接地する。

電気室内機器の接地工事は接地端子盤を経て接地する。

### ⑨ 避雷針設備

屋上に接地ボックスを設ける。建物内は導線2.6mm<sup>φ</sup>×17、ビニル管28mm<sup>φ</sup>で配線し、試験用端子盤を経て接地する。レドームに付帯している避雷針から、屋上の接地ボックスまでの接続は機器工事の一部とする。

## (5) 給排水衛生設備計画

### ① 給水設備

上水道が整備されていないため、飲料水は上部に水タンクを置き給水栓の付いたタイプの簡易給水機を使用し、便所用水は雨水を受水槽に貯水して利用することとする。

### ② 排水設備

汚水は浄化槽で一次処理した後、斜面へ自然浸透処理することとし、雨水処理も斜面を利用して自然浸透、蒸散処理とする。また雨水排水工事は建築工事に含むものとする。

### ③ 衛生器具設備

大便器、小便器、洗面器等必要箇所に使用する。

### ④ 消火器（6本）は、必要箇所に設置する。

## (6) 空調・暖房・換気設備計画

レーダ機器室・レーダ観測室には、大型のエアコンディショニングシステムを設置する。また維持管理室、解析室、管理室等全ての居室には暖房設備を設置する。

### ① 環境条件

#### ・外気条件

夏期	30℃	(最高外気温)
冬季	-33℃	(最低外気温)

#### ・内部条件

夏期	室温：25℃	湿度：30～50%
冬季	室温：18℃	湿度：30～50%

## ② 空調機

空調機器は、パッケージシステムとする。省エネおよび目的用途の面から個別方式とする。空調設備の屋外機は、施設屋上へ設置する。

## ③ 暖房機

暖房機は小型の電気パネルヒーター機器を各居室に複数個配し故障、停電等のトラブル時にも暖房が完全にストップする事のないよう非常用電源設備等も配慮する必要がある。

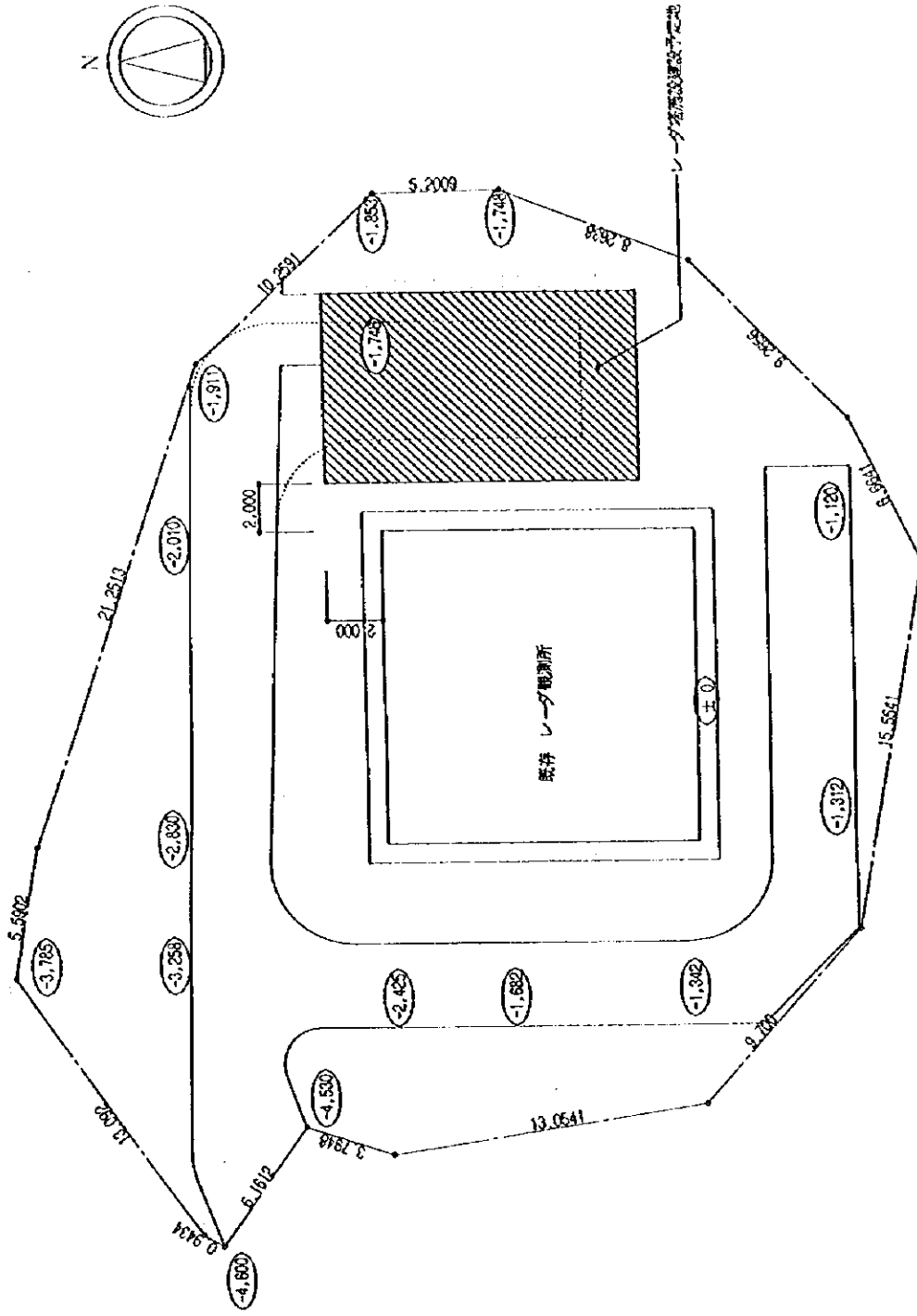
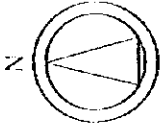
## ④ 換気設備

湯沸室および便所などの臭気を生ずる部屋には、換気扇を設置し強制換気を行う。その他の部屋は、適切なる室内環境を保持する必要があると思われる部屋に換気設備を設ける。また、各室へは階段室を通じて出入りすることにより、冬季の暖房負荷の軽減を図る。

吸気はエアーカーンパーとしての階段室から取ることにより、冬季の結露の軽減を図る。


## (7) 施設の基本設計図面

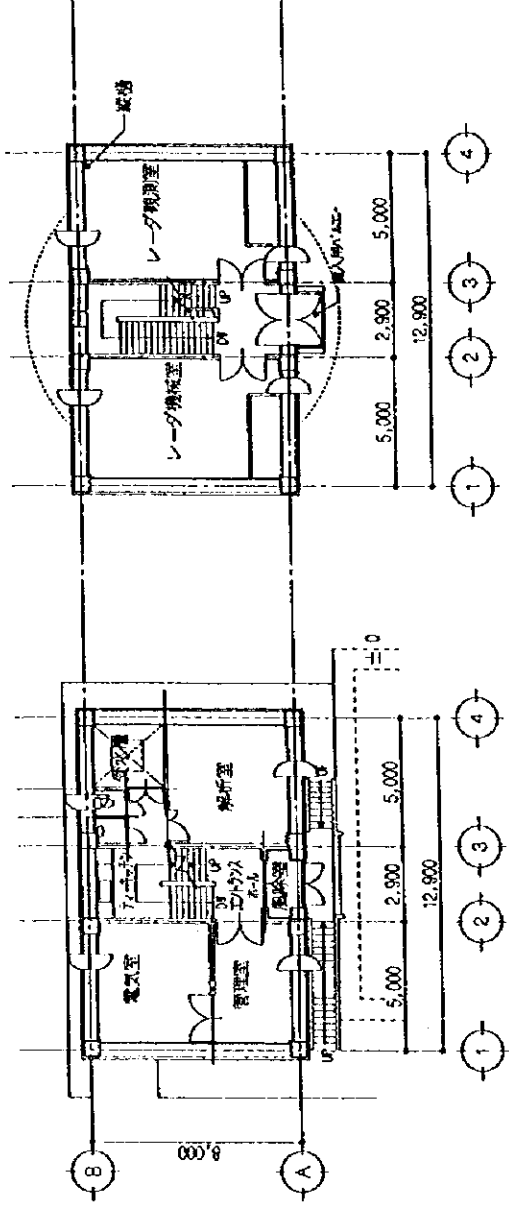
・配置図	A-01
・平面図	A-02
・立面図・断面図	A-03



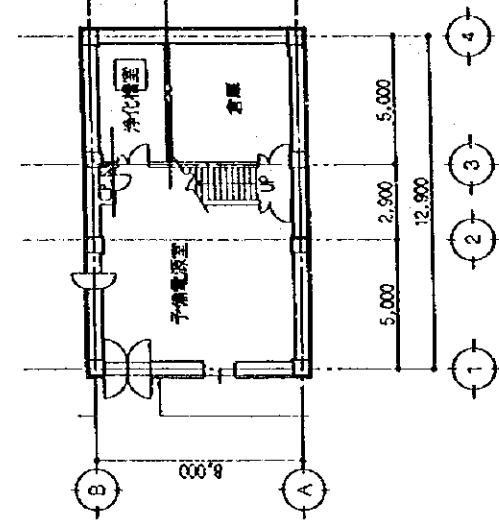
0 1 2 3 4 5m

DRAWING NO. A-01	SCALE:	DRAWING TITLE: 配置図	PROJECT: モリソール レーダ塔施設
---------------------	--------	-----------------------	--------------------------

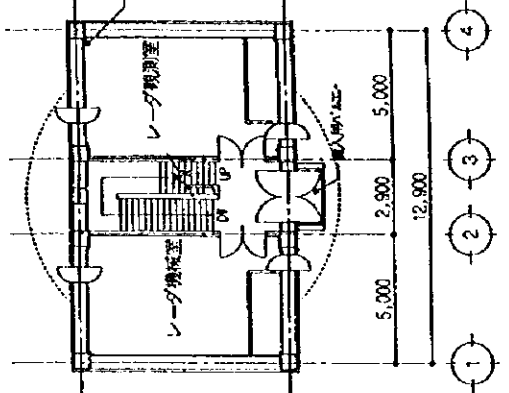

**JWA** Japan Weather Association  
 International Affairs Dept. : 5-2-1, Nishi-Shinjuku, Tokyo, 170 Japan  
 Tel. +81-3-5558-0161 Fax. +81-3-5558-0162 E-mail: kokuwa@jwa.or.jp



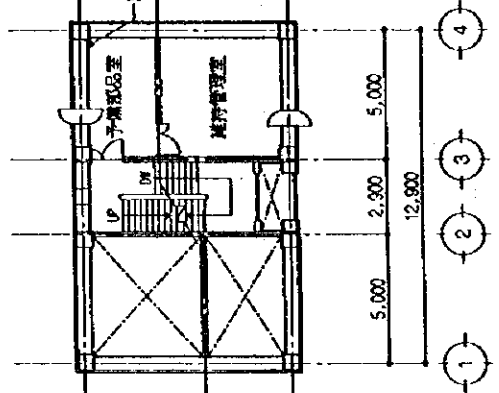
1階平面図



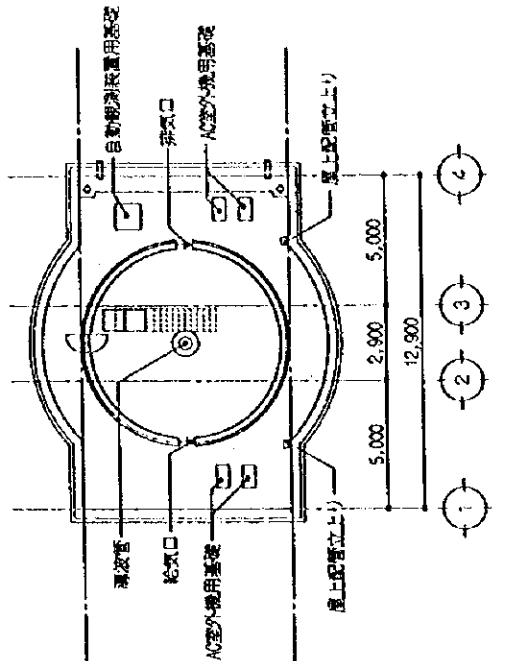
地下1階平面図



2階平面図

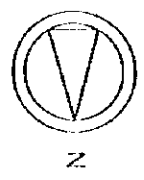


中2階平面図



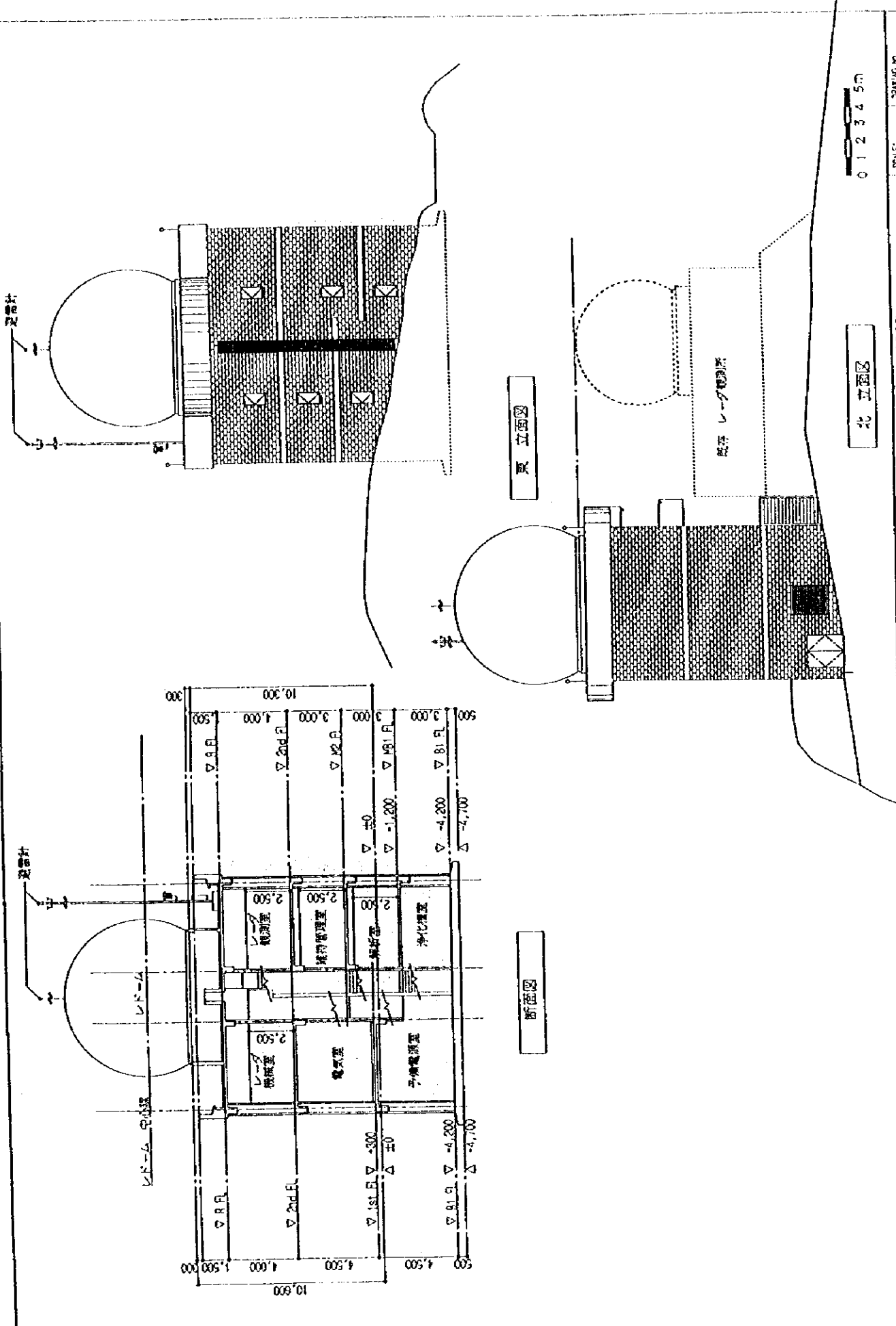
屋根状図


階			
2階	12.9 x 8.0	103.2	
中2階	7.9 x 8.0	63.2	
1階	12.9 x 8.0	103.2	
地階	12.9 x 8.0	103.2	
合計			372.8



0 1 2 3 4 5 m





 <b>Japan Weather Association</b> <small>International Affairs Dept., Sunshine Bldg., 53F, 3-1-1, Higashi, Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo, 170 Japan</small> <small>Tel. +81-3-55584161 Fax. +81-3-55944161 E-mail. jawa@jwa.or.jp</small>	PROJECT:	モリソール レーダ塔施設	DRAWING TITLE:	断面図 立面図	SCALE:		DRAWING NO.	A-03

### 3-4 プロジェクトの実施体制

気象水文環境監視庁は、モンゴル国における気象事業を実施する政府機関である。同気象水文環境監視庁は一般の天気予報の他に、集中豪雨・洪水、砂嵐、雹等による自然災害の防止・軽減、航空機等の安全運航、農業生産性の向上などを目的として、さまざまな気象観測を実施し、観測データを収集・解析し、その結果を気象予警報、気象情報として、各関係機関や国民に提供している。従って、本計画で導入されるさまざまな気象観測装置、解析処理装置などを日々、適正に運用していく責任を有している。

#### 3-4-1 組織

##### 1) 組織・管理体制

本計画の実施運営機関である気象水文環境監視庁は、ウランバートルに全体を統括する本庁を置くほか、全国に21の気象台、93の測候所、284の農業気象観測所を有している。

気象水文環境監視庁は6つのセクションから構成されている。

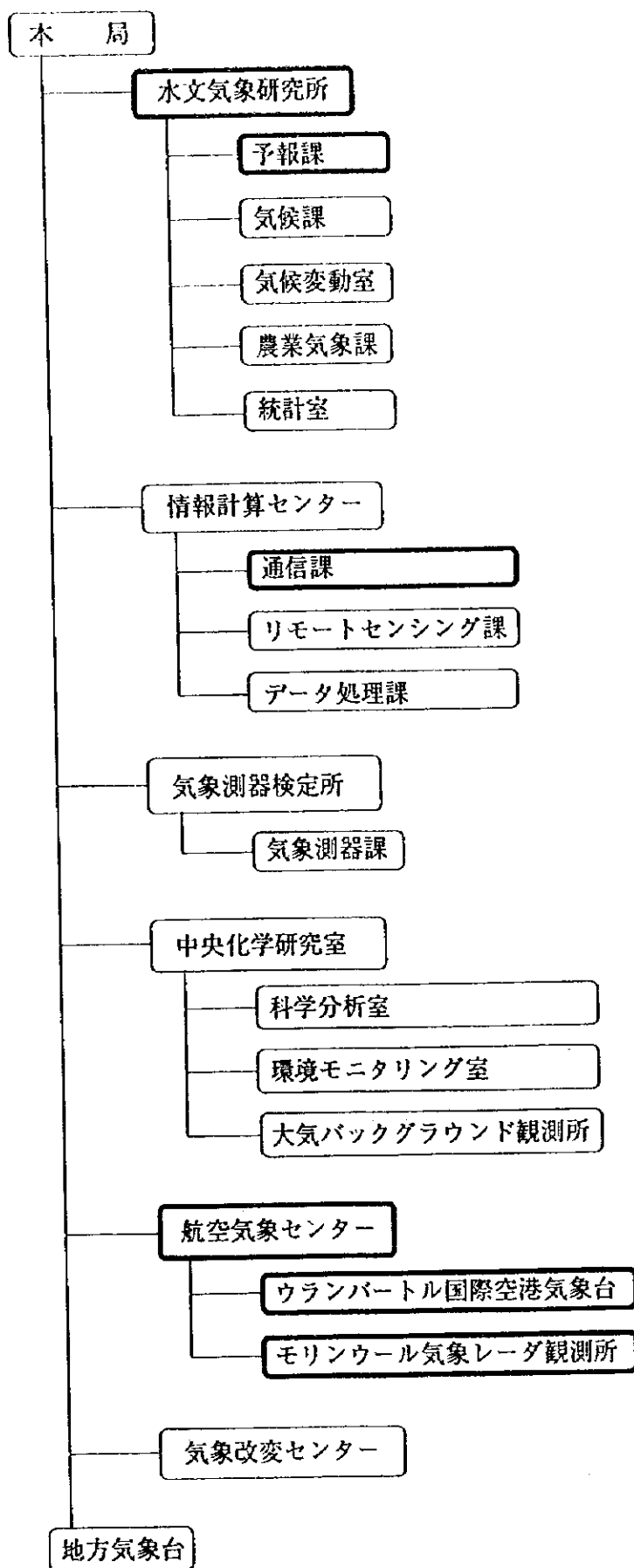
水文気象研究所	：	予報課、図書館など6つの部門から成る。
情報計算センター	：	気象通信課、リモートセンシング課、データ処理課の3課で構成される。
気象測器検定所	：	気象測器課、ウランバートル気象台(高層課を含む)
中央化学研究所	：	化学分析室、環境モニタリング室、大気バックグラウンド観測所からなる。
航空気象センター	：	ウランバートル国際空港気象台とモリンウール気象レーダ観測所からなる。
気象改変センター	：	移動用小型レーダ2基、沃化銀弾打ち上げ砲18門を有し、降雹抑制を図る。

図3-4-1に気象水文環境監視庁の組織図を次ページに示す。

この他地方に、多くの水文観測所、大気汚染観測所、水質汚染観測所等がある。

本計画で供与される予定の機器について同気象水文環境監視庁で維持管理を行うが、それに伴い技術部門の拡充、人材育成を考慮している。

図3-4-1 モンゴル気象水文環境監視庁組織図



## 2) 業 務

気象水文環境監視庁の業務は、主として、観測、データ集信・伝送、データ処理・解析、予報、情報伝達から構成される。以下それぞれの業務について概要を述べる。

### (1) 観測

#### ① 地上気象観測

全国114ヶ所の観測所で3時間毎、1日8回の観測が行われている。

全国23ヶ所の観測所で6時間毎、1日4回の観測が行われている。

全国284地点の農業気象観測所で、1日3回の観測が行われている。

#### ② 高層気象観測：

大気を立体的に観測し、貴重な高層までの気象データ（気圧、気温、風向風速）を予報資料として提供する高層気象観測は、消耗品としてのラジオゾンデが高価でその調達に問題があるため、観測はウランバートルのみ1日2回、他の6カ所は1日1回、残る1ヶ所では飛揚していない。

#### ③ レーダ観測

現在国内には4基の気象レーダがあるが、いずれも旧ソビエト製で老朽化が著しく、ロシアでも生産されていないためスペアパーツの入手が不可能な状態にあり、実際に稼働しているのは、ウランバートル郊外のモリンウール気象レーダ観測所のみである。

### (2) データ集信・伝送

国内の気象観測データは気象水文環境監視庁の情報計算センターに一元的にコンピューターネットワークで結ばれているが、公衆回線の品質上の問題でコンピューターの利用率は高くない。

国際的にはロシアのノボシビルスクと世界気象通信網（GTS）によって通信速度1,200bpsの地上回線で接続され、また通信衛星を介して75bpsで北京と接続されている。

### (3) データ処理・解析、予報

入電する国内外の地上気象、高層気象、上層風等の観測データや、無線気象ファクスをもとにユーラシア大陸天気図とモンゴル天気図をプロッターの打ち出しにより作成している。また、気象衛星からの画像により雲解析を行い、予報課や地方気象台へ情報を提供している。中央で発表する予報はモンゴル全土を4区分したものであり、地方気象台が県単位の予報を担当している。

本計画が実施されれば、気象予報内容は飛躍的に充実したものとなる。

### (4) 気象情報の提供

気象水文環境監視庁から発表された予報・警報は、主にマスコミを通じて一般国民に提供されているが、特に重要となるテレビによる放送内容は、文字のみの情報であり貧弱といわざるをえない。そのほかに、航空機、エネルギー産業、農業、鉄道向けなどの予報を提供している。

本計画実施後には、レーダ画像などを含む気象情報の提供が可能となる。特に、ウランバートル国際空港、モンゴルテレビラジオ局に無線伝送される情報については、大きな裨益効果が期待される。

### 3-4-2 予算

モンゴル国気象水文環境監視庁の最近3年間の予算の推移を下記に示す。

百万Tg

予算種別	年間予算額*		
	1995年	1996年	1997年
1.中央予算	277.6	231.0	390.0
・通信費	76.0	68.0	80.0
・スベアパーツ等費	188.8	153.7	297.0
・その他	12.8	9.3	13.0
2.管理運営費	589.1	753.2	851.6
・本庁管理	130.7	146.5	153.8
・地方气象台	458.4	606.7	697.8
3.設備投資(コンピューター)	10.1	10.2	—
4.建物維持管理費	3.5	3.5	0.6
合計	880.3	997.9	1,242.2

\* 1995年、1996年は実績額。

気象水文環境監視庁の予算も年々増加しているが、この増分は、市場経済化の混乱によるインフレを考慮してのものである。しかしながら、今後の維持管理費および人件費等の増大分は予算要求する予定である。

### 3-4-3 要員・技術レベル

#### 1) 要員

気象水文環境監視庁職員は1997年8月現在1,308名である。その職種別の内訳は次の通りである。

長官	1名
次長	7名
気象技術者	
WMO Class I	207名
WMO Class II	
WMO Class III~IV (気象観測員)	906名
電気・機械技術者	
電気技師	6名
機械技師	2名
その他の技師	9名
技術員	38名
補助員	112名
計	1,308名

既設の気象レーダは、主任技師を管理責任者として運用維持管理している。気象水文環境監視庁では、本計画の実施に合わせ、エンジニアリング部門の強化を考慮している。これは、本計画で導入される気象レーダを始め、気象通信システム、水位観測システムなどの電子機器の維持管理を念頭に計画されるが、まず気象水文環境監視庁内のポストの確保が必要であり、具体的な拡充内容は検討中である。

#### 2) 要員の技術レベル

気象水文環境監視庁の気象技術者を資料5で示すWMOの基準で分類すると、上記のように最高レベルであるクラスIが207名、クラスIIが20名、クラスIII, IVが906名である。電気・機械技術者を含め上位レベルの技術者については、モンゴル国立大学等の大卒者が占めており、教育程度としては問題はない。

これまでの気象観測業務によって基本的な運用・維持管理の経験・技術はある。特に気象レーダについては、旧式のレーダとは言え、基本的な仕組み・構成・機能について熟知している。しかしながら、導入する気象レーダは、これまで用いて来たレーダとは処理装置等異なる部品が多い等、本計画で導入される観測機器の維持管理に対しては不安があるので、維持管理技術レベルの向上を図る必要がある。

### 3) 職員の研修

気象水文環境監視庁では以下のような研修が行われている。

① 気象水文環境監視システム	3.5 h
② 地球大気環境	1.5 h
③ 気象観測技術および測器	1.0 h
④ 太陽放射エネルギー	2.0 h
⑤ 地熱バランス	8.0 h
⑥ 気熱バランス	16.0 h
⑦ 水蒸気および雲	18.0 h
⑧ 降水量	10.0 h
⑨ 大気圧	6.0 h
⑩ 大気測器および電気	6.0 h
⑪ 牧草地および耕作地の農業気象	4.0 h
⑫ 気象観測：データ転送	24.0 h
⑬ 測データの管理および報告準備	8.0 h
⑭ 気象データの行政機関への提供	20.0 h
⑮ 試験および審査	16.0 h

この他、地方気象台においても様々な研修を行っている。