

第1章 予備調査の経緯

ラオス国（2001年、人口約537.7万人、GDP/C 329ドル：以下「ラ」国）はインドシナ半島のほぼ中央部に位置する南北1,000キロに及ぶ帯状の内陸国である。面積は236,800平方キロメートルであり、東部はベトナム、南部はカンボディア、北部は中国、西北部はミャンマー、西部はタイに隣接している。気候は熱帯モンスーン気候に属し、高温多湿で、乾季（10月～4月）と雨季（5月～9月）に区別できる。年平均降雨量は、約1,500ミリから2,000ミリであり、雨季には、インド洋とシャム湾の上空で温められた湿気を含む南西の風が、中国大陸に向けて国土の上空を通過する際に、大量の降雨を連続的にもたらす。雨期で河川流量が増大した時期に台風による多量の降水が重なると、洪水等の被害が著しく大きくなる。1992年におこったメコン川の洪水は3億ドルを超える被害となった。

しかしながら、「ラ」国内の気象監視網は未整備なままであることから、ラオス政府はわが国政府に対し、気象予報精度の向上による、首都の自然災害の軽減を目的として、気象観測業務改善に必要な施設及び機材の整備に係る無償資金協力を要請したが、要請の内容や目的、実施機関の維持管理体制や技術力等が不明なため本予備調査を実施することになった。

第2章 ラオス国の概要

2-1 自然環境

ラオスはインドシナ半島のほぼ中央部に位置し、東をベトナム、西をタイ、南をカンボジア、北を中国とミャンマーに囲まれた、南北1,000kmに及ぶ帯状に広がる内陸国である。国土面積は236,800平方キロメートルであり、日本の本州の面積にほぼ匹敵する。

気候は熱帯モンスーン気候に属し、高温多湿で季節は雨季（5月～10月）と乾季（11月～4月）に分かれている。年平均降水量は1,500mm～2,000mmで、雨季にはインド洋とシャム湾の上空で温められた湿気を含む南西の風が、中国大陸に向けて上空を通過する際に、大量の降雨を連続的にもたらすことになる。

雨季の大量の降水により河川の流量が増大する雨季の後半の時期には、しばしば台風が到来し、これによる降雨が重なると洪水が発生して住民に被害をもたらす可能性が高くなる。1992年に発生したメコン川洪水は3億ドルを超える被害が発生した。

一方、乾季は中国から乾燥した低温の北東の風が、インド洋とシャム湾に向けて上空を連続的に通過するため、降雨は殆どなく、農業生産は著しく減少することになる。このようにラオスは雨季と乾季の差が激しく、洪水や旱魃によりさまざまな被害をもたらされている。

気象・水文局の記録によるとラオスでは毎年台風（Tropical Cyclone）が7月～9月の雨季の後半に年間3～5回通過している。また熱帯地方に属しているが、時として雹や霰に見舞われ農作物に大きな被害が発生することもある。更に南部のボルベン高原では年間降水量が4,000mmを超えることもあり、と共に、過去には氷点下の気温を記録したこともある等、気象変化の大きい地域もある。

2-2 社会環境

ラオスの人口は約 500 万人であり、労働人口の約 8 割が農林水産業に従事し、GDP の 5 割を占めている。ラオスの主要統計データを下記に示す。

人	口：	537.7 万人 (2001 年)			
G	D	P：	1,813 百万ドル (2001 年)		
一	人	当	り G D P：	329 ドル (2001 年)	
外	貨	準	備	高：	167.6 百万ドル (1999 年)
輸	出：	393 百万ドル (2001 年)	(電力、木材、衣料品、コーヒー等)		
輸	入：	591 百万ドル (2001 年)	(機械、原材料、食品、石油製品その他)		

ラオスはラオス人民革命党の下に穏健な社会主義建設が進められてきたが、最近になり自由主義経済の導入も図られ、2001 年の実質 GDP 成長率は 6.4%と徐々にではあるが国民経済も向上しつつある。農業分野においても食料の自給率は向上し、灌漑施設の整備等によって耕作地の拡大、農林業技術の向上等によって食料生産を 2005 年には 300 万トンの達成を目指している。

しかし、生活環境の向上に伴い人口の増加が大きいこと、また雨季の洪水や旱魃等の自然災害による経済的損失も少なくないこと等がラオス経済発展の障害となっている。

第3章 気象・水文分野の概要

3-1 気象・水文局の概要

3-1-1 気象・水文局の組織概要

気象・水文局は農業森林省に属し、気象観測・予報及び河川管理、河川の流量の観測・予報を行い、その結果を他の政府関係機関、地方政府事務所や TV・ラジオ・新聞等のマスメディア、電力会社（ナムダムダムの管理）、メコン川委員会及び空港その他に情報を送っている。

気象・水文局の本局の場所は、ヴィエンチャン国際空港近くのワッタイ地区に位置し気象観測を行うと共に予報業務を行っている。

ラオス全土には、21 の主要気象観測所と 29 の地方気象観測所及び 107 の雨量観測所があり、主要気象観測所及び地方気象観測所には気象・水文局に職員が勤務しているが、雨量観測所の業務は農業森林省の地方事務所職員もしくは地方政府事務所の職員に委託している。（各観測所の位置、観測内容及び目的は 3-2 項で詳細を記述）

農業森林省及び気象・水文局の組織図は添付資料 3-1 及び 3-2 に示すとおりである。

3-1-2 気象・水文局予算

農業森林省及び気象・水文局の 2003 年度の予算は下記のとおりである。

農業森林省	8,000,000,000Kip (US \$ 761,900-, ¥95,000,000-)
気象・水文局	540,720,000Kip (US \$ 51,497-, ¥ 6,180,000-)

また、農業森林省及び気象・水文局の過去 5 年間の予算額は添付資料 3-3 及び 3-4 に示すとおりである。

（為替換算レート、2003 年は 10500Kip=1US \$、1US \$ = ¥120 で計算）

3-2 気象観測網の現状

ラオス全土には、21 の主要気象観測所と 29 の地方気象観測所及び 107 の雨量観測所が設置されており、その位置を図 3-2-1 に示す。また、各観測所の名称その他は添付資料 3-5 のとおりである。

図や添付資料から判る様に、日本の本州に匹敵する国土面積に 160 ヶ所程度の観測施設が設置されているのみであり、十分な気象観測をできない状況にある。因みに日本国内の気象台や測候所等はおよそ 160 ヶ所、アメダス観測装置はおよそ 1,300 ヶ所に設置されている（250 平方キロメートルに 1 ヶ所の割合）。これに比べラオスの場合は、国土面積が 236,800 平方キロメートルに対し、観測所が約 160 ヶ所であり、1,480 平方キロメートルに 1 ヶ所の割合となり日本の 1/6 の施設整備状況である。しかも下記に示すとおりその大半はリアルタイムの観測情報伝送がなされておらず、日々の気象予報にはあまり役立っていないのが現状である。

以下、各観測所の観測項目及び観測データ伝達頻度を述べる。

【主要気象観測所】

主要気象観測所は 1 時間に 1 回観測を行うと共に、その観測結果を電話もしくは短波無線でヴィエンチャンの本局に伝達する。また、空港に隣接する観測所では 1 時間に 1 回観測結果を最寄りの空港事務所に伝達している。

主要観測所の観測項目は下記のものである。

- ① 最高・最低気温
- ② 風向・風速
- ③ 湿度（蒸発量を含む）
- ④ 雨量
- ⑤ 気圧
- ⑥ 日照時間
- ⑦ 地中温度（観測深さ 5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、100cm）
- ⑧ 露点温度
- ⑨ 雲高・雲量（目視観測）

- ⑩ 視程（目視観測）
- ⑪ その他の気象現象（霧、煙り、黄砂、その他）

【地方気象観測所】

地方気象観測所は1時間に1回観測を行うと共に、その観測結果を電話もしくは短波無線で3時間に1回ヴィエンチャンの本局に伝達する。なお、電話もしくは短波無線が無い観測所については1ヶ月に1度観測データを文書で本局に送付している。

地方気象観測所の観測項目は下記の様なものであるが、観測所によって多少観測項目が異なっている。

- ① 高・最低気温
- ② 風向・風速
- ③ 湿度（蒸発量を含む）
- ④ 雨量
- ⑤ 気圧
- ⑥ 地中温度（観測深さ 5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、100cm）
- ⑦ 露点温度
- ⑧ その他の気象現象（霧、煙り、黄砂、その他）

【雨量観測所】

観測所の殆んどはこの雨量観測所であり、3時間に1回観測を行うと共に、その観測結果は一部の観測所を除き1ヶ月に1度観測データを文書でヴィエンチャン本局に送付している。一部の観測所については短波無線もしくは電話で3時間に1回本局に伝達している。

この観測所の観測項目は雨量だけであるが、一部の観測所では水文部門が実施している河川の流量測定も行っている。

【水位観測所】

上記は気象部門に所属している観測所であるがこれとは別に、水文部門に所属する河川の水位観測所が各河川に設けられており、それらのデータは本局に集められ河川の水位管理、洪水予測に利用されている。

添付資料 3-6 に水門部門が管理する水位観測所(Slope Gauge)及び雨量観測所の位置を示す。

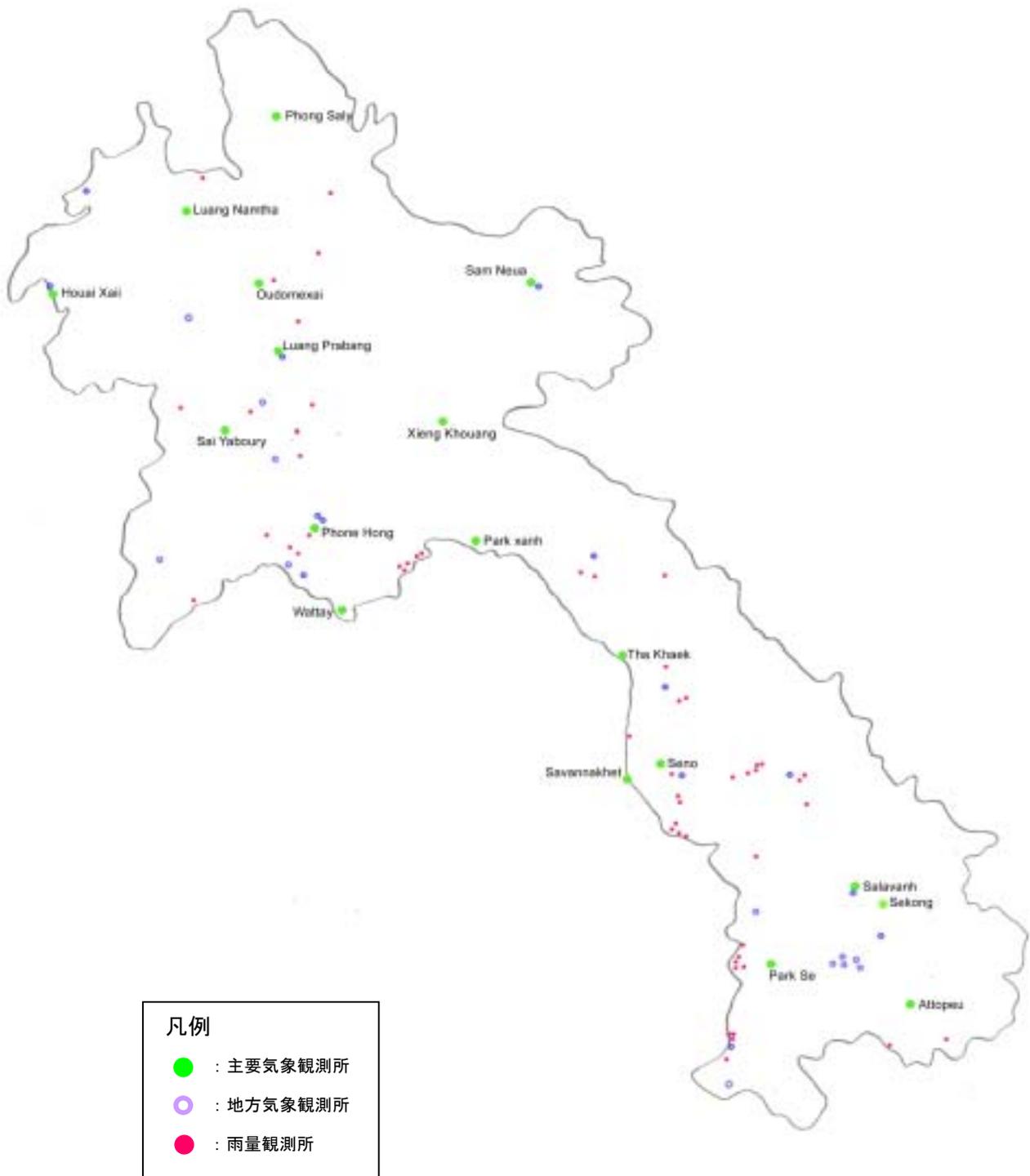


图 3-2-1 氣象觀測設施位置图

3-3 気象予報業務の現状

ラオス国内における気象予報業務はヴィエンチャンにある気象・水文局本局でのみ行われており、ここから関係諸機関に情報を提供している。気象予報官は6名おり交代制で予報業務に従事している。

3-3-1 気象予報内容

気象予報のエリア、内容、回数その他は下記のとおりである。

① 気象予報エリア及び予報内容

予報は下記のエリアに分けて行っている。

- (1) 全国気象概況
- (2) ラオス北部気象概況（北西部と北東部に分けて予報している）
- (3) ラオス中部気象概況（ヴィエンチャン、サバナケット地域を一括予報）
- (4) 南部ラオス気象概況（パクセ地域、パクセ近郊のパクソンは高地のため分離予報している）

予報内容は下記のとおりである。

- (1) 晴・雨・曇り等の一般的な天気予報（降水量予測を含む）
- (2) 風向・風速予報
- (3) 最高・最低気温予報
- (4) 雨季においては河川の水位情報及び洪水予報も実施
- (5) 上記の観測結果情報も同時に関係機関に通達

予報回数は原則1日に1回正午に配信されるが、台風時やその他特別に必要な場合は1日3～4回の予報を発信する場合もある。参考までにDMH職員が翻訳した英文の気象予報を添付資料3-7に示す。

3-3-2 気象データの収集

気象予報に不可欠な気象データに関しては前項で示したとおりラオス全土で160ヶ所の気象観測所で観測しているが、その内観測データをリアルタイム（2～3時間以内）にヴィエンチャン本局の予報官に伝達可能な観測所は全国で30ヶ所程度のみである。他の観測所は1ヵ月に1度の割合で、伝達し

ているが、リアルタイムの気象予報には活用されていない。

このため、実際の予報は主に WMO の気象データと気象衛星「ひまわり」の気象画像（添付資料 3-8 及び 3-9 参照）に頼っており、全国的な気象概況や前述したラオス北部、中部、南部程度の広い範囲の天気概況程度の予報には役に立つが、現状の気象データ収集網では局所的（日本で言えば県単位）な気象予報は困難な状態にある。

3-4 気象予報結果の利用状況

ラオスにおける気象予報情報の利用は日本ほど生活に密着したものではないが、雨季と乾季の変わり目における気象変化の激しい時期や田植え時期、雨季の河川の水位情報、洪水、その他の災害予報等に関しては一般住民も予報を頼りにしており、迅速で精度の高い予報が望まれている。特に農民にとって降雨、河川流量等の情報は刈入れ時期の設定等の営農計画にとって重要な情報であり、より精度の高いリアルタイムな気象予報が期待されている。

気象・水文局で作成された気象予報は1日1回、ラジオ、テレビ、新聞等のマスメディアや政府関係機関、その他に配信され、そこから一般住民に知らされる。この気象情報の主な流れを添付資料3-10に示す。なお、台風の接近時や河川の水位が危険水位に達した場合等は、臨時に1日数回の気象情報を流す場合もある。

ヴィエンチャン市内及び周辺地域の住民への気象情報配信は、ラジオ、テレビ及び新聞等が主流であるが、地方都市の場合は気象・水文局本局から電話又は短波無線等により地方の主要（地方）気象観測所に伝達され、その後、各地方農業森林事務所もしくは地方政府事務所に伝えられる。各集落への配信は地方政府事務所からの拡声器等による音声伝達に頼っている。

上記一般住民への気象サービスのほかに、気象・水文局はメコン川委員会（MRC）及びラオスメコン委員会への河川流量の情報提供、電力会社（EDL：Electric De Lao）への河川流量及び降水情報の提供、WMOへの気象観測データの配信等を行っている。なお、EDLへの気象情報提供は1996年に発生したナムグム川の氾濫（注1）を教訓に1997年から行われている。

また、WMOへの気象観測データ提供は、自国のみならず他国の気象予報活動に資するものであり、精度の高い観測データの提供が望まれている。（注2）

注1：

1996年に発生したナムグム川の氾濫は中流域のタゴン村の大半が水没したもので、原因は下流のメコン川本流が増水し支流のナムグム川の流れを悪くしているにもかかわらず、上流のナムグムダムの放水を行ったため中間地点のタゴン村で水位が上昇し洪水に至ってしまったものである。“ダムの水位、ダム上流の降水状況及びメコン川の水位状況等を把握していればダムの放水時期のコントロールが可能であった”との反省から、気象情報をEDLに提供することとなったものである。

注2：

WMOへの気象観測情報の提供は加盟各国に義務付けられているが、ラオス、カンボジア、ミャンマ等は提供データ量が少なく、3-3項に添付した天気図にもこれらの国の部分は空白が多くなっている。

3-5 気象・水門分野の問題点

ラオス気象・水文局の最も大きな問題点は観測体制と観測データ伝送網の脆弱さである。先にも述べたとおり日本の本州と同等の面積の国土に 160 ヶ所程度の観測点しか設置されておらず、しかもその大半が観測データを 1 ヶ月に 1 度文書で報告しているのみで、リアルタイムな気象予報には活用されていない。

ラオスの気象予報精度向上は、観測施設の量や観測内容、観測データ伝送速度等に比例するため、これら施設の整備・増設が必要であるが、国土の大半が山岳地帯というラオスの自然条件や財政状況、通信インフラの現状を踏まえると、短期間での大幅な整備・増設は困難であると考えられる。

各観測所からのデータ伝送を行うための通信設備に関しては、添付資料 3-11 に示すように主要都市間にマイクロ通信回線が整備されているのみ、かつ、その通信回線の容量も十分でない。

ちなみにラオ・テレコム (LTC : LAOTELECOM) によると、ヴィエンチャン〜ルアンプラバン間のマイクロ回線の容量は一般電話回線で 500 回線、ヴィエンチャン〜サバナケット〜パクセ間が 2400 回線程度、その他の地方都市は 100 回線以下となっており、気象データを送るための専用線の開設は、通信需要の将来増を考えた場合、困難な状況にある。更に地方の集落レベルの場合になれば一般電話回線すら整備されていない状況であり、気象観測データ伝送用の回線整備は極めて難しい状況にある。

これらの通信インフラを整備するためには莫大な経費と、長い時間が必要であり、ラオスの国情を鑑みると、今後、5~10 年程度の短期間で同整備を達成することは困難であると考えられる。

なお、地上回線の未発達の地域に対しては、通信衛星を利用した方法も考えられるが、電話 1 回線相当で 1 ヶ月あたり数百~1 千ドル程度の通信料金が必要であるのに対し、気象・水文局の年間予算が 5 万米ドル程度 (2003 年度) であることを鑑みると、このランニングコストによる負担は無視できないものと考えられる。

3-6 気象・水文局の技術レベル

3-6-1 機材保守要員

気象・水文局には、一般の気象観測施設の他に気象衛星「ひまわり」の受画装置、WMOの気象データ受信解析装置、自動天気図作成装置、短波無線電話装置等の各種電子機器が整備されており、これらの機材の保守管理は気象ネットワーク部門が行っている。

技術者のレベルとしては専門学校を卒業し、日本、ロシア等で研修を受けた比較的高いレベルの人材が従事している。新卒採用においても、大学卒業者を採用する等、良質な人材の獲得に努めており、施設の保守管理に関しては、上述した比較的高いレベルの人材を擁しておりレーダー装置導入の際に、メンテナンス訓練を受けることによって対応は十分に可能であると考えられる。特に最近の気象レーダー関連装置はメンテナンス業務のマニュアル化が進んでいること、装置の各部分はユニット化され交換が容易に行えることに加えて装置自身の自己診断機能が付いている等故障箇所の発見が容易になっており、一昔前の様な高度なメンテナンス技術を必要としない構成となっている。

3-6-2 気象レーダーを用いた予報活動

通常のレーダー観測予報業務に関しては、気象・水文局の予報官は2名程度が日本や中国等で気象レーダー観測の研修を受けており、一定の対応は可能であると考えられる。

しかしながら、気象予報は予報結果と実際の気象現象との差異を常にフィードバックしつつ予報精度の向上を図るものであり、気象レーダーの場合も同様で、レーダー観測によって得られた風向・風速や降水量のデータと一般気象観測施設の観測によって得られた実際の風向・風速や降水量状況等の気象現象を予報業務にフィードバックしつつ、必要に応じてレーダー観測データ処理プログラムを修正しながら予報精度の向上を図る必要がある。気象レーダーはラオスでは初めての導入であり、このような気象レーダー予報の精度向上のためのノウハウは、必ずしも十分でないのが現状である。

第4章 ラオス国の航空分野の概要

4-1 航空局の組織概要

航空行政を担っているラオス航空局（DCA）は通信・運輸・郵便・建設省（MCTPC）に属し、ラオス国内13空港の施設整備や維持管理、航空管制を行っている。

DCAの組織は大きく分けて航空行政及び空港整備計画の立案・建設を行うDCA本局と各空港の運営及び維持管理を行う空港公団（LAA）に分けられる。（添付資料4-1及び4-2参照）

ラオスはインドシナ半島の中央部に位置しており、国土の上空を重要な国際航空路が通過している。特に日本からバンコクに至るA1ルートは1日100便以上の航空機が通過する重要な国際航空路である。また、近年になってサバナケット上空を通過するA2ルートも開設され、この付近の航空路管制及び安全運航の維持はラオスのみならず国際的にも重要な課題となっている。添付資料4-3に国内線及び国際線の航空路図を示す。

これに対しDCAはヴィエンチャンとサバナケットに航空路を監視する航空レーダー施設を2000年から整備・運用しており、更にラオス北部の航空路を監視するためのレーダー施設の導入計画も進めている。添付資料4-4の国内空港の位置とDCAが有する航空関連施設の概要を示す。

4-2 ラオスの航空分野の現状

ラオスの航空需要は添付資料 4-5～7 に示すとおり、過去 10 年間で利用者数、便数、ラオス上空通過便数とも着実な伸びを示している。特に国際線の旅客の伸びは年平均 10%以上もの伸びを示している。なお、ラオス上空を通過する航空機から徴収される収入は、ラオスの外貨収入の大きな部分を占めており、GDP 比でおよそ 5%に達している。

このように急増する航空需要に対応するため、DCA は施設の整備やその維持管理に積極的な取り組みを示しており、1996 年から始まった国内空港整備計画の推進に際しては、我が国もヴィエンチャン国際空港の施設整備に 50 億円を超える無償資金協力（ヴィエンチャン国際空港改修計画、1995 年～1998 年）を行っている。

また、2000 年にはラオスとしては初めての航空路監視レーダー（ARSR/SSR）及び空港監視レーダー（ASR/SSR）が導入され、さらなる安全性の向上に努めている。

4-3 航空と気象予報の関係

航空機の安全運航及び定時運航には気象現象が大きく影響する。例えば、航空機が離着陸する方向は基本的にはその時点の風向きによって決定され、航空機の離着陸の可否は滑走路の視程、雲高及び風速によって決定される。また、空港の気圧、気温も航空機運航のための重要な要素となる。

これら気象状態の観測・予報に関して、日本の場合は各空港に気象庁の測候所や出張所が設けられており、風向風速、視程、雲高、気圧、降水量、温度湿度その他を観測すると共に、各気象情報配信網を利用して空港周辺の局地予報を作成し管制官や航空会社その他に情報を提供している。管制官はその観測データを航空機に情報提供すると共に空港の運用状況の決定を行っている。

図 4-3-1 に示すとおり、ラオスにおける観測と予報は日本の場合と若干異なっており、当該空港の風向風速、視程、雲高、気圧等は DCA 自身が観測している。観測結果は直接管制塔に伝送・表示され、管制官は表示された状況を航空機に伝達されている。また、空港周辺の気象予報に関しては、気象・水文本局から空港管制塔庁舎内の気象・水門局の出先事務所に伝達される予報情報に頼っており、管制塔や航空路管制所（ACC）では適時その情報を航空機の管制に活用すると共に、航空会社はその資料を基に飛行計画の作成や航空機運航の決定を行っている。

航空機の安全運航に特に重要な気象情報はダウンバースト等の局地的な気象予報であり、日本の場合は気象庁の出先機関が精度の高い観測・予報を行い、空港管理者が空港の運用可否を決定しているが、ラオスの場合は観測・予報の精度が低く、かつ、局地的な異常気象（突風・豪雨等、注1）を観測することが出来ないため、時として、航空機の運航に重大な支障が生じている。

注1：

本件調査中の3月15日に局地的な突風を伴った豪雨がヴィエンチャン国際空港北側付近で約1時間続いた。このときのヴィエンチャン周辺の気象予報は「午後遅くに雷雨が予測される」とのことであったが、午後2～3時に風速20mの突風と降水量20の豪雨が発生した。但し3kmほど離れた気象・水文局の観測では風速10m、降雨量0.5mmであった。

本来であればこのような異常気象の場合は、気象・水文局がこれを予測し空港に情報提供を行い、空港閉鎖の措置をとると共に飛行中の航空機に対しては、臨時の気象情報を流し、異常気象の回復見込み、代替空港への着陸指示及び他空港への出発制限情報の提供等の措置がとられるのであるが、このときは気象・水門局からの異常気象予報は出されず、上記の一連の措置は全く成されなかった。

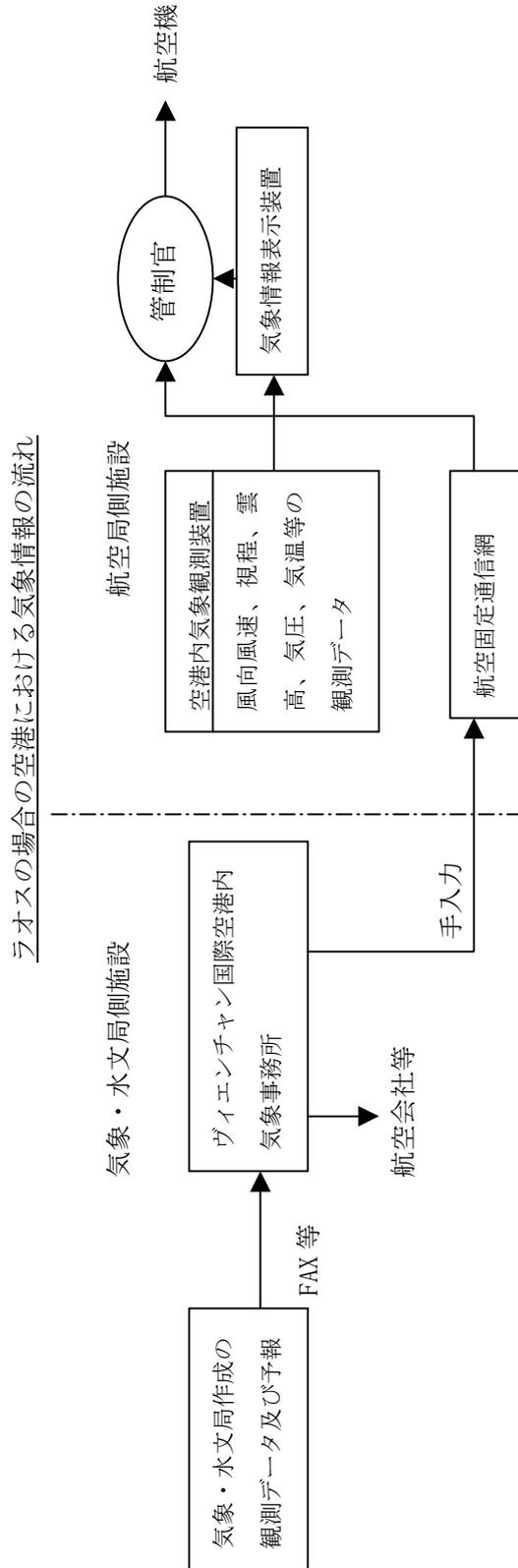
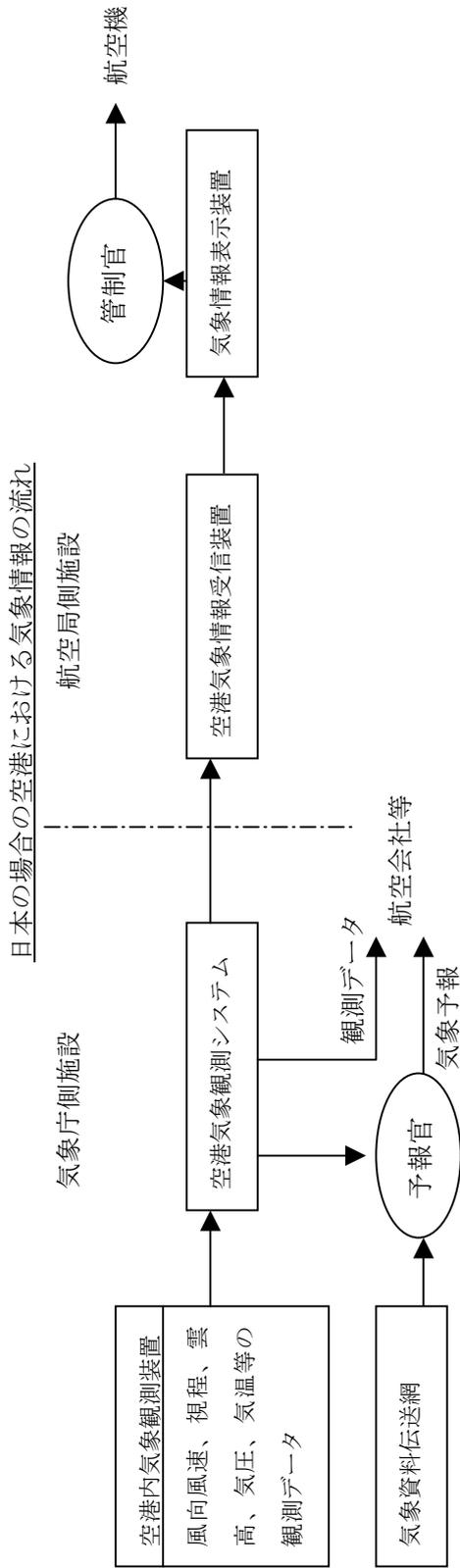


図 4-3-1 空港における気象情報の流れ

4-4 航空機に影響を与えるウィンドシヤー

空港周辺の低層域でのウィンドシヤーが航空機の運航に重大な影響を与えており、時には墜落事故等の原因になることが報告されている。

低層ウィンドシヤーは添付資料 4-8 に示したとおり、地上からおよそ高度 500m までの低層域に発生する風の急変域を指し、強風の水平方向の規模により「マクロバースト」と「マイクロバースト」に分類される。

マクロバーストは大型のダウンバーストで、風の吹き出しは水平方向に 4km 以上に広がり、風速は 60m/s に達する。マイクロバーストは小型のダウンバーストで風の吹き出しは、水平方向に 4km 以下であるものの、風速は 75m/s に達することもある。

低層域で発生した下降気流が地面にぶつかり拡散する場所を航空機が通過する場合、添付資料 4-8 のように、航空機に対し向かい風の時には揚力が増加するが、その後は追い風となるため揚力が減少する。このような揚力の急激な変化は、航空機の運航に重大な影響を及ぼすため、ウィンドシヤーの検出が航空機の安全運航にとって重要な要素であることが、昨今指摘されるようになった。

第5章 計画の概要

5-1 要請の背景・内容・目的

5-1-1 要請の背景

ラオスは熱帯モンスーン地帯に属し高温・多雨で雨季（5月～10月）と乾季（11月～4月）に分かれており、年間平均降水量は1500～2000mm（地域によっては4000mmを超えることもある）に達している。

8～10月にかけて例年3～5回程、台風（Tropical Cyclone）に見舞われており、毎年のように洪水や突風による被害を受けている。

表5-1-1は気象・水文局より報告のあった、ラオスの洪水を中心とした自然災害の被害額をまとめた結果である。この統計によると1966年～2002年の37年間に洪水、旱魃その他の自然災害でおよそ4億8千万ドル（579億円）の被害が発生している。これは年間およそ15億円近くの資産が失われていることになり、経済基盤の弱いラオスにとっては深刻な問題と言える。

ラオス政府はこれら洪水災害による損失を軽減するための一つの有効な手段として、洪水警報の精度向上を掲げており、降水量その他の観測強化に有効な気象レーダーの設置計画を立案し、日本政府に支援を要請してきた。

表 5-1-1 ラオスにおける過去の自然災害による被害額（気象・水文局とりまとめ）

No	Year	Types of Damage	Damage Cost		Place of Damage
			Flood (US\$)	Damage Cost Flood and Drought (US\$)	
1	1966	Larger Flood	13,800,000		Central
2	1968	Flood	2,830,000		Southern
3	1969	Flood	1,020,000		Central
4	1970	Flood	30,000		Central
5	1971	Large Flood	3,573,000		Central
6	1972	Flood and Drought		40,000	Central
7	1973	Flood	3,700,000		Central
8	1974	Flood	180,000		Southern
9	1976	Flash Flood	9,000,000		Central
10	1978	Large Flood	5,700,000		Central and Southern
11	1979	Drought and Flood		3,600,000	Northern Southern
12	1980	Flood	3,000,000		Central
13	1981	Flood	682,000		Central
14	1984	Flood	3,430,000		Central and Southern
15	1985	Flash Flood	1,000,000		Northern
16	1986	Flood and Drought		2,000,000	Central and Southern
17	1990	Flood	100,000		Central
18	1991	Flood and Drought		3,650,000	Central
19	1992	Flood,Drought,Forest Fire		302,151,200	Central and Northern
20	1993	Flood and Drought		21,827,927	Central and Southern
21	1994	Flood	21,150,000		Central and Southern
22	1995	Flood	15,300,000		Central
23	1996	Flash Flood,Drought		10,500,000	Central
24	1997	Flood and Drought		1,860,300	Southern
25	1999	Flood	7,450,000		Central
26	2000	Flood	12,500,000		Central and Southern
27	2001	Flood	8,000,000		Central and Southern
28	2002	Large Flood,Land-slight	24,454,546		Central and Southern
Total US\$			136,899,546	345,629,427	482,528,973
Total Thousand ¥ (1 US\$ = ¥ 120)			16,427,946	41,475,531	57,903,477

Annual Average US\$	3,699,988	9,341,336	13,041,324
Annual Average Thousand ¥	443,999	1,120,960	1,564,959

5-1-2 要請の内容

要請内容は以下のとおりである。

(1) 要請年月：1999年7月

(2) 要請金額：6億6千万円

(3) 要請機材：

①気象観測レーダーシステム 一式

レーダー空中線

空中線収容レドーム

レーダー送受信装置

レーダー情報処理装置

レーダー画像表示装置（気象・水文局及びヴィエンチャン国際空港に設置 ※）

レーダー情報伝送装置

電源装置

②気象データ受信システム 一式

MTSAT 受信空中線

MTSAT 受信装置

MTSAT データ処理装置

電源装置

要請施設：気象レーダー収容局舎（空中線塔を含む）総床面積約360㎡

設置場所：気象・水文局本局内（ヴィエンチャン市内）

及びヴィエンチャン国際空港内

※：気象レーダー情報を有効活用するために気象・水文局以外にヴィエンチャン国際空港にもレーダー画像表示装置を設置し航空の安全にも寄与する。

5-1-3 気象レーダー設置の目的

ラオス政府の要請書に拠ると、気象レーダー設置の目的は、短期的には気象観測及び予報精度の向上は首都の航空運航の安全に寄与すると共に、中長期的にはラオス人民の社会生活の向上、社会経済の発展に寄与するのみでなく ASEAN 地域全体の発展に寄与するものであるとしている。

5-2 気象・水文局の全体計画と其中での気象レーダー設置の位置付け

気象・水文局は気象観測・予報強化のため、図 5-2-1 や収集資料の通りの全体計画を立案し、実施している。主な計画内容は下記のとおり。

- ① 気象・水文観測所の改修・新築
- ② 気象レーダーの設置
- ③ 気象予報官や機材メンテナンス要員等の職員の養成
- ④ 気象水文データの収集・整理
- ⑤ 世界気象機関やメコン川委員会等の国際機関との連携促進

全体計画は大きく 2 つのフェーズに分かれており、2005 年までをフェーズⅠとし、主要 7 地域における気象・水文施設のリハビリと新設を計画しているほか、コンピューターや通信設備の整備による気象観測ネットワークの拡大を掲げている。

また、2006 年～2010 年までをフェーズⅡとして、その他の地域の気象・水文施設整備、改修を実施する計画をたてている。

さらに、施設の整備と平行して、職員の技術向上も目指しており、データ収集・整理・管理、施設維持管理、組織運営管理等の基礎能力向上を重点課題としている。

全体計画のこれまでの実績をみると、1996 年から日本から水文部門の専門家を受け入れて、施設の整備、観測データの充実及び施設の維持管理技術の習得等を行うと共に、気象・水文局の技術者の

国内研修実施、日本やその他の国に職員を派遣し研修等を実施し技術力の向上に務めている。

以上のように、気象・水文局では気象・洪水予警報精度向上のため、総合的な気象監視網整備の実施に取り組んでおり、気象レーダーの導入は全体計画の中の重要な部分に位置づけられている。

5-3 気象観測レーダーの概要

気象レーダーは大気中の水滴や氷による電波の反射を利用しており、降水を伴う大気現象を観測し、降水量を推定する装置である。

日本国内には全国に 19 ヶ所の気象レーダーが設置され更に 9 ヶ所の空港気象レーダー（内 5 ヶ所はドップラーレーダー）が設置されている。

従来の気象レーダーは表示画面上に雲画像等を表示する機能しかなかったが、現在ではレーダーによる観測データを地上の降水量観測値により較正することにより、精度の高い降水量を求めることも可能となっており、気象予報の重要な要素となっている。

5-3-1 航空用レーダーと気象レーダー

一般的にレーダー施設は目標物からの反射波を捕らえて、その映像を電算機処理して表示装置上にビジュアル化するものであるが、航空用レーダーと気象用レーダーでは目標物が異なり、その機能も全く異なったものである。航空用レーダーと気象レーダーの違いについて以下で簡単に述べる。

① 航空用レーダー

航空用レーダーは空港に設置される ASR/SSR（空港監視レーダー／二次監視レーダー）と航空路用に使用される ARSR/SSR（航空路監視レーダー／二次監視レーダー）に大別される。

ASR/SSR は空港から半径約 110 k m 以内にある航空機の映像を捉え、表示装置上に距離、方向及び SSR にて得られた便名、行き先その他の情報を表示する。日本国内では通常年間 10000 便以上の着陸回数のある一種及び二種空港に設置されている。

航空用のレーダーは図 5-1-1 に示すとおり、高速で移動する航空機を捕らえるために、空中線の回転数は 15rpm と比較的高速で回転し、電波の広がりには水平幅 1.0° 垂直方向 $+0.5^{\circ} \sim +30^{\circ}$ の扇の様なパターンとなっており、広い範囲を同時に監視できるような機能になっている。

② 気象レーダー

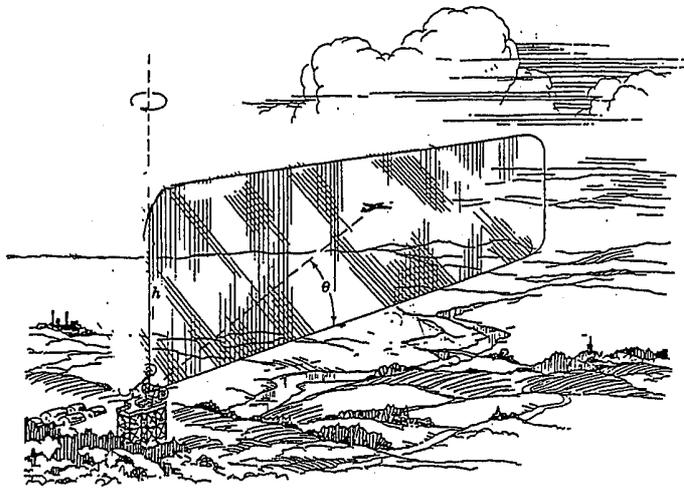
気象レーダーは図 5-1-1 に示すとおり、航空機に比べ移動速度が遅く広範囲に広がる雲、雨等を捕らえる必要があることから、ビーム幅が 0.6° 程度と狭い電波の空中線を 4~6rpm 程度で回転させると共に、 $-2^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の上下方向に振りながら観測を行っている。

日本では前述のとおり気象官署に 19 の気象レーダーが設置され、更に 9 ヶ所の空港に空港気象レーダーが設置されているが、機能的には気象官署のレーダーも空港気象レーダー同じものである。但し最近になって関空、成田、羽田、新千歳、伊丹の各空港には、雲や降水量の観測だけでなく風向・風速等の観測も可能な気象ドップラーレーダーが導入されており、航空機の安全運行に影響を与えるウインドシヤー等の検出が可能になっている。航空機の安全性の向上が図れることから気象庁では今後、装置更新に合わせ順次ドップラーレーダー化する計画としている。

今回ラオス気象・水文局から要請のあった気象レーダーは、この気象ドップラーレーダーを指している。

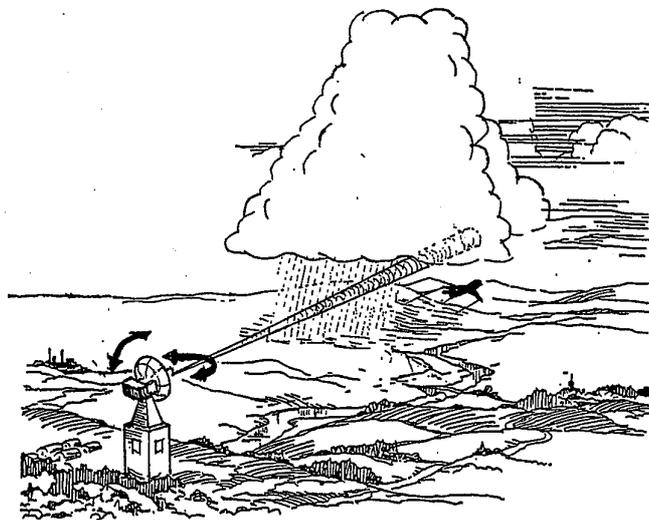
最新の気象ドップラーレーダー装置の概略仕様は以下のとおりである。

空中線レドーム直径	: 4m
空中線直径	: 5m
空中線利得	: 44dB
空中線可動範囲	: 水平 360° 、垂直 $-2 \sim +90^{\circ}$
送信機出力	: 250 kW
周波数帯域	: 5600~5650MHz
最大探知距離	: 400km (この数値は装置の探知能力であり、実際の降水や雲の観測には地球の湾曲を考え 200~250kmを有効探知距離とすべきである、ただし探知距離は空中線の設置高度によっても変化する)



斜線の広い範囲で飛行物体を捜索・探知できる

航空用レーダーの概念図



飛行機などの飛行物体はコーン状ビームの部分に入らなければ探知できない。

気象用レーダーの概念図

図 5-1-1 航空用レーダーと気象用レーダーの概念図

5-4 気象・水文セクターにおける我が国の援助実績

5-4-1 開発調査

ラオスの農業開発政策の策定に必要なとなる農業分野全般にわたる短・長期的開発事業実施計画の立案および今後我が国を含む援助機関で支援する際の優先計画の明確化を目的とした、2001年「ラオス国総合農業開発計画調査」では、上記優先計画の一つとして、気象・水文観測所の整備・強化による気象・洪水予警報精度の向上を掲げている。

また、1995年にメコン河流域4カ国（ラオス、カンボジア、タイ、ベトナム）で、持続可能な流域開発の観点から水質保全、水利用、流域管理に配慮した流域開発計画の策定及び水利用規則の設定を目的として「メコン河流域の持続的開発のための協力に係る協定」が締結されており、我が国では、2001年から「メコン河流域水文モニタリング計画調査」を実施し、水量規制策定に資する水文・気象観測とデータ分析、カウンターパートに対し観測体制強化に係る人材育成に支援活動を行っている。

5-4-2 専門家派遣

1996年以降、水文解析分野に3名の長期個別専門家が派遣されている。現在、赴任している専門家の任期は2002年11月～2004年10月までを予定。

5-5 気象・水文セクターにおける他ドナーの援助動向

気象・水文セクターに対する過去の他ドナーの援助動向は、気象・水文局に援助リスト等の資料が整理されてないため正確には把握できなかったが、聞き取り調査によると、一部の気象観測施設にフランス、イギリス、ロシア及び中国等の無償援助による機材が導入されている模様である。

イギリス、フランス等は自動観測の可能な風向風速計を一部の観測所に援助していたが、高温多湿及び雷等のラオスの気象現象に適合せず、ほとんどの装置が導入後短時間で故障し、そのまま放置されている。

他方で、ロシア、中国は職員研修等の技術協力に重点を置いている。特に、中国では気象レーダー観測に関する研修も実施しており、これまで2名程度の予報官を受け入れている。

なお、現在、他ドナーの気象・水文セクターに対する資金援助や専門家派遣等の大規模な技術協力は確認されなかった。