

気象サービスの長期的展望*

小野 俊行**

要旨

気象庁の将来について傾向外挿的に予想してみると明暗2つの面があると思われる。明るい面とは静止気象衛星計画、数値予報技術の発展、データ通信技術の大巾な導入等、人工衛星、コンピューター等最新の科学技術の成果に立って進められつつある技術の近代化である。暗い面とは、地域社会における気象官署の相対的な地盤沈下傾向（筆者の偏見であれば幸いであるが）、職員の高年令化に伴なう問題等である。相対的な地盤沈下の不安とは（とりわけ気象サービスの最前線で社会に対面している方々のかなり多数が感じていることと思うのだが）社会の各方面において近年「気象情報は大いに必要だが気象官署はたのむに足らない」といった空気が増大しているのではないかとということである。技術の近代化という明るい面をストレートに社会へのサービスの拡大に結びつけ暗い面を解消させるためには、気象サービスのかなりの部分についての大巾な転換が必要であると思う。

本論において気象サービスとは、気象庁の業務（地震、海洋等は除く）といった程度のもので特別な意味はない。気象サービスという言葉を含めた広いものとしてとらえ、国全体の気象サービスにおける気象庁のサービスの位置づけを考えることは、本質的な重要性があると思うのであるが、そのことについては、最後に簡単にふれる程度にとどめる。

なおあらかじめ次のことをおことわりしたい。本論は基本的には、1 会員としての個人的な立場からの気象サービスに関する長期的な展望である。ただ筆者は、最近において気象庁の長期計画に関連して、公的な立場で“社会各方面からの気象サービスへのニーズ”や“気象技術、情報技術の将来予測”といった調査を行なったのでその調査結果の一部を参考資料として紹介させていただくという意味も若干含めた。従って本論には、調査結果の抜粋部分と個人的な見解の部分が混在している。即ち1, 2は調査結果の抜粋であり3は個人的見解である。4.1, 4.2, 4.3 は、気象庁の公式の計画を下敷として若干個人的な見解を加えた延長予想を行ない「将来こうなるだろう」という立場から記述したものである。4.4, 4.5, 4.6 は、全く個人的な見解として「将来かくあるべし」という立場から記述したものである。

1. 気象サービスに関する社会的ニーズ

現代社会においては、技術革新を背景に社会の急激な変化、巨大化が進行している。一方有限な地球における成長の限界への認識が強まり相互に依存する各システムのバランスが最重要な問題としてクローズアップされて来た。自然環境と社会環境の関わり合いが増大する中で自然災害防止、環境保全、資源の有効利用等の見地から気象情報の利用に関する社会的ニーズは、多様かつ高度なものに変化している。以下いくつかの特徴的な問題をひろって見る。

1.1 きめこまかい気象情報へのニーズの増大

狭い国土に多くの人口を抱える我が国では、自然災害防止、環境保全、資源の有効利用等に関する諸分野において世界に例を見ないほど時間的、空間的にきめこまかい、繊細なシステム運用を行なう場合が多い。そのため必要な気象情報は、特殊目的に合致した、地域的・時間的にきめのこまかい量的な情報である。その若干例を以下にのべる。

例 1: 「自然災害態様の変化」

きわめて急速な開発、都市化の進行と共に自然災害態様が大きく変化してきた。大河川洪水の頻度が減少する一方で集中豪雨による中小河川の氾濫、地すべり・がけくずれ災害、一時的豪雨による市街地の浸水（特にゼロメートル地帯の拡大と関連）が増大している。このよう

* Meteorological Services in Prospect

** T. Ono 気象庁企画課

—1973年10月19日受理—

な局地的、突発的な災害に対処するため局地的な雨量実況、予報の即時伝達が望まれている。

例 2: 「陸上高速交通網」

新幹線鉄道網、高速道路網の全国展開が急速に進められているが、これらはいずれもその高速性と関連して在来鉄道、道路以上にきめのこまかい気象情報を必要としている。高速道路について見ると現在気象上の難所は、例えば名神関ヶ原附近、東名御殿場附近であるが今後開通予定の路線は、気象的、地形的によりきびしい条件の地域を通るものが多い。このため数時間から半日程度前の局地的なかつ時間的にきめのこまかい気象予報（降雪、地吹雪、凍結、霧、風）が必要である。

例 3: 「大気汚染防止システム」

大都市等における（緊急措置的な）大気汚染防止システムは、現在の「測定・警告システム」から「予測・制御システム」へと発展しつつある。汚染予測のために数時間～1日程度の混合層高度、局地風系等の予測が必要である。

例 4: 「多目的ダム管理システム」

洪水制御、水資源確保のいずれについても近年社会的な重要性が一そう増加してきたため雨量予報を利用した有効なダム管理が必要となってきた。特に予備放流操作において有効な雨量予報利用を行なうために河川流域についての数時間～1日程度の雨量予測が必要である。

1.2 環境アセスメント技術へのニーズの増大

人間活動の自然環境への影響力の増大に伴ない環境問題は、人類の未来を決定的に支配する重要性を持つに至った。一方いわゆるゼロ成長論の実現化は世界的にも国内的にもきわめて困難な状況にあり開発とそれに伴う自然環境への何らかの影響は完全には避けられないだろう。従って開発に伴う環境への影響を事前に評価し不用意な影響をさけるためのいわゆる環境アセスメント技術への社会的ニーズは、きわめて大である。その一環として人間活動の大気環境への影響および大気環境を介在しての汚染質の移動拡散等に関するアセスメント技術への社会的ニーズは気象サービスに対するきわめて大きいニーズの1つとなってきた。

その若干の例をのべる。

例 1: 地域計画について

都市計画（再開発計画を含む）、工業基地計画の時点において自動車排ガス、工場排煙等の汚染質がどのように移動、拡散、化学変化するかについての推定調査は既に一部実施されているが今後大巾な進歩を必要として

いる。従来は、工場予定地のごく周辺（10km程度）についての汚染拡散調査が主として行なわれてきたが近年の汚染の広域化や複合汚染に関連してより大規模（100kmスケール）な調査と高度な推定モデル開発が必要となってきた。

さらに、汚染質および人間活動による放出熱の局地的な気候への影響の推定技術へも今後大きな社会的ニーズがあらう。

例 2: 人間活動の全地球規模での自然への影響について

全地球規模での人間活動による汚染、熱、化学組成変化等の気候への影響の推定、さらにシベリヤ海計画、アフリカ海計画のようなきわめて大規模な開発計画に関連しての気候への影響の推定が必要となるかも知れない。当面は実態監視のための全地球的モニタリングシステムの整備を急がされている。

1.3 情報化の進展

巨大化し、相互依存化の強まった現代の社会システムを効率的に運用するために、コンピュータ技術・通信技術の発展に基礎をおきたいいわゆる情報化社会が進展している。我が国の情報化のプロセスとしては、1960年代の1企業、官庁内の閉じた情報化の段階から、1970年代は、オンラインリアルタイム、TSSの普及等により社会的に開いた情報化の段階に入りつつある（さらに1980年代後半には、ホームターミナル普及による個人ベースの情報化に入る可能性も大きいとされている）。

気象情報利用の各分野においても、急速にコンピュータを中心とする情報化が進展している。気象庁の情報化、利用機関の情報化が各々閉じた形で進行するのではなく、相互に開いた形で結びつき総合的な気象情報ネットワークとして形成されねばならないだろう。

なお1.1で述べたきめこまかい気象情報へのニーズの増大は、情報化の進展と密接な関係を持っている。即ち利用者側で従来は、膨大な量の生データ、基本的な解析データを受けても即時的に処理利用することが困難であったが、情報化の進展によりこれが可能になってきている。

気象情報利用側において、既存ないし今後形成されるであろう情報システム（概ねコンピュータを中核としたもの）としては例えば以下のようなものがあげられる。

「広域大気汚染防止システム」、「道路、鉄道、航空等交通機関の運行管理システム」、「水資源管理システム」、「農業管理システム」、「広域漁海況システム」、「観光情報シ

ステム」

1.4 国際化の進展

世界経済の発展に伴う国際分業化の進展、有限な地球における運命共同体として認識増大、交通通信の発達等を背景に国際化は急速に進んでいる。

このため国益的立場から世界の気象情報を必要とする面が増大し、さらに国際機関を中心として全地球的な立場からの情報利用の必要性が高まっている。前者は、例えば国の農業政策、貿易計画等において世界の気象資料、長期予報が要請されているというようなことである。後者としては今のところ特に環境問題において全地球的な汚染モニタリングシステム、環境アセスメント技術開発が必要とされているが、今後食料問題、資源問題等あらゆる面においてこの立場での情報利用への社会的ニーズが高まろう。

また開発途上国への技術援助等の大巾な拡大が必要である。多くの開発途上国にあっては、GNP増加率と人口増加率がほぼ同じであり質的な面で南北格差は、増大の傾向にある。国連人間環境会議においても開発途上国の環境問題とは、低い栄養、疾病、自然災害といった貧困からの脱出が最大の問題としてとりあげられ世界的自然災害警報システムの創設、早ばつ発生の頻度・強度に関する研究の推進等と平行して技術協力援助の推進が勧告された。

2. 気象技術、情報技術の将来

昭和47年度に気象庁総務部企画課が行なった「気象・海洋・地震技術予測調査」の結果の一部を2.1に要約する。(なおこの調査は、アンケートによるコンセンサス法の一つであるデルファイ法に準じて、気象部門については、約250名の専門家の御協力を得て実施したものである)

情報技術については、2.2に現在利用可能な技術を中心にその動向について述べる。

2.1 気象技術

今後10年以内に以下のような技術が開発されよう。

(1) 現在オペレーションに実施しているような地上気象観測、船舶上の気象観測、高層気象観測、レーダー観測については、おおむね自動観測・テレメタリングシステムが可能となる。

(2) 洋上における三次元空間のシノプティック気象観測は、気象衛星を中心として大巾な拡充が行なわれる。すなわち気象衛星に搭載した可視赤外放射計、赤外分光計等により広範囲空間の雲の分布、表面温度、気温・水

蒸気の垂直分布測定が可能となり、風の分布についても雲の解析あるいは定高度気球との組み合わせによりかなりの精度が期待される。またパイロバットによる降水量、蒸発量を含めた海上気象観測網が実用化する。

(3) 局地的な気象要素のリモートセンシング技術として、レーダーによる細域面積雨量測定、レーザーレーダー等の特殊レーダーによる霧、CAT、風の測定技術が実用化する。CAT観測を除き多数のポイントで直接測定の方が一般的にはコスト的に安価でありかつ精度も高いと思われるが、大都市、飛行場周辺等では、特殊施設の設置・気球飛揚が困難な情勢となっているため、リモートセンシング技術の必要性は大きい。

(4) 大都市を含めた地域において、大気汚染インデックスを組みこんだ広域気象観測ネットワークが確立する。関連して6時間前、10kmメッシュ程度のきめこまかい汚染予測が可能となり汚染制御システムに気象予測システムがオンライン結合する。

(5) 全地球的な汚染モニタリングシステムの確立。

(6) 日本列島スケールの総合的気象解析システム(地上、高層、レーダー、気象衛星データの総合的即時利用)がかなり整備される。このシステムと関連して特定地点の気温予測(6時間程度)、悪視程の予測が高い精度で可能となる。

(7) 実験、理論の進歩により、ビル風等小スケールの風の高い精度での推定が可能となる。

(8) 国内の任意地点の気候値推定が実用化する。

(9) 大気汚染に関して、加害者工場の気象的立場からの推定、工場設置前段階での中規模汚染(10kmスケール)の推定、工業基地計画段階での広域的汚染(100kmスケール)の推定、工業地域、大都市の熱・汚染質の局地気候への影響の推定についてかなり高い信頼度で可能となる。

今後10~20年以内に以下のような技術が開発されよう。

(1) 大気汚染防止システム等に関連して大気境界層内のきめこまかい気温分布のオペレーションな測定。

(2) 中小規模現象の解析予測のための密な高層風観測網の全国的展開。

(3) 氷晶核・凝結核のオペレーションな観測網展開。

(4) 日本列島スケールのきめのこまかい観測、解析システムの整備により、6時間前、10kmメッシュ程度のきめこまかい面積雨量予測、境界層内の風・気温・水

蒸気分布の予測の実用化。

(5) CAT 予測が3時間前に位置の誤差 100km 程度で可能となる。

(6) 台風の3次元数値予報モデルがルーチン化し、3日先位までの予報がかなり高い精度で可能となる。

(7) 通常の天気予報がほぼ確実化され府県内細域の天気予報が実用化する。

(8) 週間予報の精度が現在の短期予報程度に向上し、3週間先までの延長天気予報が可能となる。

(9) 海況長期予測等と組み合わせた気象長期予報により、長期予報精度はかなり向上し災害のポテンシャル予報も可能となる。また1~5年程度の延長長期予報が可能となる。

(10) 地すべり・土砂崩壊の予測、医学気象予報の広汎な実用化。

(11) 霧・雷・ひょう・単独積乱雲による豪雨等の制御。人工降雨の年間を通じての実用化。

(12) 大規模な開発によるアルペード等の変化、大気汚染、海洋汚染、熱汚染等の気候への影響についての精度の高い推定。

20年以降または不可能と考えられるものを、以下に述べる。

(1) 日平均気温の1ヶ月先までの予測期間延長。(問題は天気の1ヶ月予報)

(2) 半月雨量の3ヶ月程度前の予測。

(3) 5~10年程度の超長期予測。

(4) 台風の進路・勢力の制御、積乱雲群以上の規模の擾乱による豪雨の制御、豪雪の制御。

2.2 情報技術

コンピュータシステムは単なる計算機としての単一システムからマルチコンピュータシステムへ、さらに情報ネットワークシステムへと急速に進展しつつある。近年普及の緒についたいわゆるデータベース・データコミュニケーションシステムの特徴は、大容量記憶、多数の周辺機器、遠隔地へのデータのオンライン配布といったことである。今後特に低価格小型コンピュータがシステムの中で大きな位置を占めることになろう。即ちこのようなシステムでは、中央処理装置の充実も必要ではあるが、周辺処理装置制御機能やデータ通信処理機能の拡大が重要である。遠隔地における端末装置は、低価格汎用コンピュータを利用することによって簡単な処理(地方内でのメッセージ交換等)を行ない、場合に依りて中央

の大型コンピュータを通信網を通じてアクセスするといった方向に進むと考えられる。以下情報技術に関連した若干の事項をピックアップする。

(1) 中央処理装置および主記憶装置について

3.5世代のコンピュータといわれる IBM 360 シリーズにおいては、MOS 等モノリシック LSI メモリーの採用により、サイクルタイムは、バックアメモリー80ナノセカンド、主メモリー500ナノセカンド程度の高速度が行なわれたが第4世代のコンピュータでは、主メモリーについても100ナノセカンド以下になると見られている。高速メモリーの採用に加えて、組みこみハードウェア(ファームウェア)、並列処理装置等の進歩によりシステムのスループット効率は10年で10倍程度の割合で増大している。さらにやや将来の問題ではあるがレーザービームの利用による画期的な大容量化・高速化(記憶容量10倍、アクセスタイム1/10、コスト1/10程度のレベルアップ)やパターン認識等画像処理の飛躍的高度化が技術開発されつつある。

(2) 外部記憶装置について

一般的にはディスクパックがテープをりようがする傾向にある。1ユニットにつきより大容量のかつ多数のディスクをつなぐことにより全ディスク容量は急速に増大してきた。今後数年内に利用可能と思われるディスク性能としては、 10^{12} ビットでアクセスタイム1sec以下、 10^{10} ビットで1msec以下、 10^8 ビットで1 μ sec以下程度のものが考えられる。

(3) 周辺装置について

周辺装置の多くがメモリーを持つようになろう。特に遠隔端末には多量の記憶容量、データ処理機能をもたせる傾向が強まろう。入力装置についてはOCR、出力装置についてはCRT等の表示装置について低価格化、高性能化が進んでいる。CRTと接続したハードコピーアダプターにより乾式処理のハードコピーが得られる。またCRTは、マンマシン端末としての利用意義が大きい。

(4) ソフトウェア

プログラムのモジュール化が進み、プログラムパッケージの組み合わせで種々の特殊な問題が解けるようになる。マンマシンシステムを普通の利用者が容易に使用できるように映像表示ターミナルに関するソフトウェアが発達する。利用者がデータバンクを容易に使用できるような高いレベルの機能を有する問題指向型言語の開発が進む。

(5) マイクロフォーム

高度の縮小化が進められており、PCMI（写真クロミック・マイクロイメージ）では 10×15 (cm) のネガに行列形式で3,200像を収容できるので約100万ページの書類が400枚のカードにマイクロイメージとして収められる。

またCRT（陰極線管）や磁気テープからの直接変換技術、自動検索技術も急速に進歩しつつある。PCMIシステムではコンピュータで作動できるファイルと視覚装置を持っているがこのように他の情報処理装置との連結によりさらに大巾な進歩が見込まれる。

(6) 通信技術

マイクロウェーブ、同軸ケーブルの発展により、大束回線が容易につくられるようになりつつあるが、今後導波管、レーザー等の新技術により一層の発展が見込まれる。伝送方式の面でも周波数分割、PCM等の技術進歩により、現在のビット誤り 10^{-5} の専用回線は 10^{-8} 以下への改善が可能になってきた。これらの進歩により通信速度は、回線よりもむしろ通信装置の機能により決められることになる。電子交換機の採用により現在例えば帯域1.5MHZのテレビ電話が可能であるがこの回線を使っての高速データ伝送、画像伝送システムの発展が見込まれる。（このシステムを用いれば、天気図伝送が秒の単位で可能）

テレビ放送における多重通信技術の進歩により近年静止画伝送システムの技術的可能性が明らかにされた。静止画であれば、10秒間に100種類前後の番組の同時多重放送が可能とされている。ニュース解説、天気予報等の場合静止画で十分内容伝達が可能である。

3. 気象サービスの問題点

はじめに述べたように気象技術の近代化は、人工衛星、コンピュータ等先端技術の進歩をとり入れつつ着々と進んでいる。特にWWW計画のように国際的な関連において着々と業務整備が進められつつある。このような近代化の延長上に短期天気予報の精度向上と期間延長、長期予報の精度向上等についての明い見通しが開けているとも言えよう。

しかし、このことによって同時に地域社会における気象官署の相対的な位置づけの沈滞ないし緩下降傾向に歯止めをかけ上昇に転ぜしめる結果になるとは必ずしも楽観できない。我々としては、2に述べたような我々をとりまく社会的環境の変化、気象サービスへの社会のニーズにさらに有効に対応するべく業務の大きな部分につい

での転換を必要としていると思われる。

気象サービスにおいて大きな転換が必要と思われる問題点を以下の3点に要約して見た。

3.1 情報ギャップ～対社会情報チャンネル拡大の必要性～

気象庁の有する情報量と社会に提供している情報量の間に大きなギャップがある。社会が必要とする気象情報は、2にも一部述べた如くきわめて多様化しており、気象官署の行なっている一般の天気予報によっては充足されないものが急速に増大している。身近な例として建設工事について見ると、高層建築工事や巨大クレーンを用いた海上工事等のためには、100m近い高所の風の予報が必要である。また高速道路管理のためには、降雪量だけでなく、風、気温等の複数の気象要因がくみあわさった形で降雪強度、吹雪、雪質、凍結等が問題になる。しかも利用側の体制等とからんで時間の要素が大きな問題である。これらの特殊目的に沿った時間的、局地的にきめのこまかい気象情報を最終的な形で各々の利用者に対して気象官署が提供することは無理であろう。高度の気象知識を有する情報利用者自らあるいはコンサルタントによって各々特殊目的に応じた2次加工処理が行なわれねばならない。気象官署側からは、基礎的な1次加工情報を流す必要があるがそのためには、現在の気象官署と社会を結ぶ情報チャンネルが細すぎると思われる。現在でも気象庁に収集され、解析された結果生じる情報量は、かなりのものである。他方利用側では情報化、専門化の進展によりかなりの情報量を使いこなすことが可能となっている。しかし情報チャンネルが細いため、利用側から見れば「気象庁は情報の持ちぐされ」という状況におかれている。

3.2 技術ギャップ～技術開発の必要性～

大気科学として気象庁が有する科学技術水準と現場において社会にサービスを行なっている技術水準の間に大きなギャップがある。一般的に言って社会の複雑化に対応して、問題解決のためには学際的（インタディシプリナリー）なアプローチを要請されるケースが増加してきている。環境アセスメント技術へのニーズに代表されるように気象サービスに対する社会ニーズもきわめて応用的な色彩の強いものが多くなっている。我々の現在の状況を眺めて見ると科学的知識水準としてはかなり高いものを持ちながら、それを社会へのサービスに余り有効に生かしているとは言えないのではないか。社会的ニーズに対応して目的意識的に既存の科学的知識をフルに組織

化することが強調されねばならないだろう。

3.3 能力・職務ギャップ～人間能力の高度利用の必要性～

この問題は、このような場でとりあげるのには適当でないように思うがある意味で気象サービスの将来を左右する問題なのでここで簡単にふれてみたい。

概して官庁における職員の年齢構成は中ぶくれと言われるが、気象庁の場合は、特に顕著であり、40才代が他の年代の2倍以上という状態にある。このためこの年代以下では、一般的に職務上の頭打ち傾向を生じ20年以上の経験を有する職員が、1年程度の経験の職員と実質的にほとんど同じ職務に従事しているという例がかなり多い。これは、貴重な人間の能力のもったいない使い方であり将来に大きな後遺症を残すおそれもある。一方このまま事態が推移すれば、夜間勤務という肉体的負担の大きい職務にかなり多数の高年齢者が従事する状況がきわめて深刻になる。人間能力を職務に適合させるための研修等とならんで、職務（のやり方）を人間能力に適合させるための機械化等の推進が必要であろう。

4. 気象サービスの将来像

気象庁の現在の諸計画の延長線上を眺め、ほぼ10年後の時点を推定して「このようになるであろう」という立場から、全地球的気象監視業務、国内地域的気象業務、環境保全業務に分けて記述する。次いで3に述べた問題点に関連して「将来かくあるべし」という立場から、対社会情報システム、技術開発体制、機械化についての記述を行なう。

4.1 全地球的気象監視業務

気象衛星、観測船、大型パイロロボット、陸上の観測所を、より多目的に利用することによって、地球物理的要素のみならず、汚染、化学的要素、生物的要素を含めた観測システムの整備が進むであろう。また GARP の成果に立って大循環に関する知識が大きく進歩し全球（または半球）数値予報モデルによる1～2週間先までの延長予報が業務化するだろう。長期予報については、技術開発を要する部分がきわめて大きい、長期予報体制が大巾に拡充され海洋とのカップリング、放射の影響等についての改良モデルによりある程度予報精度の向上が見込まれる。国際協力の下に国内のみならず世界の広い地域を対象とした長期予報が業務化の緒につくのではなからうか。

以下気象衛星システム、気象解析予報システムについてやや詳しく述べる。

1974年1月

(1) 気象衛星システム

1976年、東経140°の赤道上に我が国初めての実用衛星としての静止気象衛星が打ち上げられる計画が進んでいる。これは WWW における世界気象衛星システムの重要な一環であり引きつづきほぼ3年おきに更新打ち上げが行なわれよう。静止気象衛星は、観測と通信のミッションを持っているが、近年のリモートセンシング技術、通信技術の進歩によりきわめて応用範囲が広がっている。静止衛星のもつ一般的特性を利用していわば地球環境監視システムのかなめとして応汎な利用拡大が行なわれよう。地上施設として超大型コンピュータを中核とする資料処理センター（DPC）等が整備され、画像解析（風の解析を含む）等高度な処理が行なわれる。

軌道衛星については、現在米国の超高解像度放射計搭載の現業用軌道衛星のデータ受信施設の整備が進められている。今後さらに高性能の現業用軌道衛星の利用により気温、水蒸気の三次元分布のデータも利用可能となる。また実験用資源衛星（ERTS-A）から得られたデータについて現在では一部研究的に利用しているが、今後の地球資源探査計画（ERSP）の進展につれ気象庁でも、大気汚染、積雪等についてのデータ利用システムを整備することになる。

(2) 気象解析予報システム

現在主として気象数値予報に用いられている超大型コンピュータは、1973年度中に更新がほぼ完了する。これによってアジア地域をきまこまかく予報するための水平格子間隔150kmのファインメッシュモデルがルーチン化する等大巾な拡充が見込まれている。今後もさらに、世界気象観測網の整備に伴うデータ量の増大と4次のデータ処理、モデルの高度化、広い地域を対象とするファインメッシュ化等により精度向上、予報期間延長を図ることおよび波浪数値予報等ルーチンの海洋の解析予報にも対応することが予定されている。このため最新の大容量コンピュータを導入しつつ5年以内のサイクルで更新拡充する他適宜部分的増強を行なうことになると思われる。

4.2 国内地域的気象監視業務

社会的ニーズは、1.1でも述べたように、また1日行動圏の拡大といった生活パターンの変化にも伴ない従来型の短期天気予報から局地的な短時間予報ならびに実況の即時的利用へとウエイトを移しつつある。これに対応するため地域的なきまこまかい気象観測網、即時的情報処理伝達ネットワークの整備が急速に進みつつある。

このシステムの生命はその即時性にあり、そのためには、観測→データ収集→加工（予測を含む）→情報提供に至る一連の流れが高度にシステム化されねばならない。このシステムを仮に NWW (National Weather Watch) システムと呼ぶことにする。NWW システムのうち予測については未開発部分がきわめて大きい（一般的に言ってライフタイム数時間までのマイクロスケールの現象については、統計のないし外挿の予測が用いられ、ライフタイム数時間～半日のメソスケールの現象については、物理モデルと統計のないし外挿的手法の両面からアプローチされよう）。従って今後10年は、実況監視システムを中心とした整備が進められるものと思われる。きまこまかい観測、情報ネットワークの全国的展開には、きわめて多額の予算・人員が必要である。建設省、農林省、運輸省、海上保安庁、地方公共団体、国鉄、道路公団等の諸機関において各々の目的に沿った気象観測網が整備されつつある現状に照らし気象庁としては、これら諸機関とのシステム化を図り、全体としての気象情報ネットワークの中核としての役割を果たすか全体システムの効率的運営を図る方向に進むであろう。以下地域気象観測網計画その他につきやや詳しく述べる。

(1) 地域気象観測網計画

1976年には、全国約1300ヶ所の気象観測点と気象官署をデータ通信で結ぶネットワークが形成される。ひきつづいて、部外観測点を含めたよりオープンなデータ集信システムへと拡大することにより10年以内に雨量については全国平均10km メッシュ程度の観測網にすることは可能であろう（47年10月1日現在、気象庁に届け出のある他機関の雨量観測点は合計6,889地点、うちテレメーター方式のもの621地点、転倒ます型自記雨量計による隔測方式のもの2,526地点である）。

(2) レーダー観測網

レーダー観測所ならびに準即時ローカル伝送網の展開はほぼ完成されている。予測を含めた即時処理システムに効率的にくみこむための技術開発が行なわれよう。

(3) 沿岸観測網

沿岸防災のための風、潮位等の従来の観測システムに加えて、沿岸波浪、狭水道等における霧観測についてテレメタリングシステムの整備が進みつつある。沿岸波浪計については、港湾局の観測点と気象庁の観測点あわせて約70地点が全国展開される見込みであり、地域気象観測網の通信システムへつなぎこむことも考えられる。

(4) 地方中枢情報処理システム

地方中枢における気象予報、通信センターとしての役割りを強化するため、小型コンピュータの導入ならびに全国中枢 (ADESS) との通信線高速化が行なわれよう。地方の小型コンピュータは、中央の大型コンピュータのバックアップを受けながら、一部の地方範位の情報処理については自ら行ない中央の大型機に依存しないという一部独立方式のものとなる。

4.3 環境保全業務

気象サービスの最重要な目的は（地球物理的）自然環境から人間へのマイナスの影響を防止軽減することである。しかし人間活動が飛躍的に増大したため、人間活動の自然環境に対する影響が無現できなくなり、その結果が直接的にあるいは生態的自然環境を通して人間にマイナスの影響を及ぼすおそれが現実のものとなってきた。環境保全の問題は、人類の未来を決定的に左右する大きな問題であり、同時にきわめて多くの分野にまたがった総合的かつ学際的なアプローチを必要としている。気象サービスの側からも積極的な役割りを果たすべき分野は非常に広い。

主なものを述べる。

(1) 全地球汚染モニタリングシステム

全地球的な大気汚染モニタリングシステムについては、国際的に計画の大わくがとりきめられている。大気汚染に関する基準観測所（世界で約10ヶ所）または地域観測所（世界で100以上）として、我が国でも微量な汚染質、化学組成の観測ステーションを1977年頃には設置することになろう。他方成層圏を含めた高層の汚染観測のための衛星、ライダーによるリモートセンシング技術の開発が大巾に進展するであろう。後述するような汚染等の人間活動の気候への影響の評価技術開発と相まって全地球的汚染に対する警告システムが業務化の緒につくと思われる。

(2) 大都市・工業地域における大気汚染予測システム

大都市・工業地域における短期的な大気汚染防止システムは、現在の「測定・警告システム」から70年代後半には「予測・制御システム」へと全面的に移行すると思われる。気象サービスの面においては、低層ゾンデ等を利用した大気汚染気象予報の目的に沿った観測システムの整備、局地的予測技術の開発が大きく進むと思われる。また過密地域においては、気球等飛揚物による測定が困難性を増すためレーザーレーダー等によるリモート

センシング技術の開発が大巾に進もう。

(3) 人間活動の気象に与える影響のアセスメントシステム

不用意な人間活動による局地的および全地球的な気象への影響の評価はきわめて緊急な問題である。種まき効果等を利用する気象調節の評価および大規模な開発、産業活動等の気象への影響の評価のシステム確立は、気象サービスの重要な一部となろう。例えば、人工降雨についても国の責任において評価を行なう必要性に迫られる事態が予想される。さらにそれ以上に世界規模、全国規模での開発計画に対する評価システムへの寄与の責任は大きい。具体例としては1.2で若干述べたがこれらについては現在は社会的ニーズと技術、体制間のギャップが特に大きい。今後技術開発と同時に国際的国内的な大気環境アセスメント制度等、制度面での整備が進められるであろう。

4.4 対社会情報システムについて

社会構造の変化とりわけ情報化の進展に伴ない、気象情報サービスへの社会各方面からのニーズは急速に高度化、多様化してきた。気象官署間の情報システムとしては、ADESS や地域気象データ集配信システムを始めとして大巾な拡充が進んでいる一方、気象官署と社会の間をつなぐ情報システムの整備はきわめて不十分である。現在気象官署から社会への情報チャネルとしては、マスメディアを通じるもの、電話サービスによるもの、無線FAX 放送によるものが主であり、専門的ユーザーからの特殊情報需要、大量高速のデータ需要に対応できない。急速に発展しつつある情報処理、通信技術の高度利用により社会の情報システムと気象庁内の情報システム間の結合を行なうこと、言い換えれば気象庁の情報システムを社会的によりオープンな形にすることが必要であろう。以下この問題について2つの具体的提案を述べる。

(1) 気象データバンクの整備

気象に関する情報システムを気象庁を始め諸機関が展開している。これら全体をつなぐ情報ネットワーク整備によって、気象情報の全体的な有効利用を図ることが重要であるがそのためには、ネットワークの中核的システムが不可欠である。気象庁の現在整備しつつある情報システムは、諸機関の観測データの収集という点では、ほぼ十分な中核的機能を持っていると思われる、反面ユーザーの要求に応じたサービスという点についての機能が弱い。このことが前に述べた「情報の持ちぐされ」を生

じる最大の理由である。

大量かつ多種類の気象データをおおむね一元的に保管し、ユーザーの要求に応じて必要な加工を行ない迅速にサービスしうるデータバンク機能を持つシステムの整備はきわめて重要であろう。このデータバンクの特性としては、従来のサービス機能に比し、大量データを高速でオンライン伝送すること、双方向性の高いサービス機能（高い検索機能）を持つことが特に重要と思われる。特定の専門的ユーザー等に対しては多くの場合このデータバンクを介在して既存または整備中の気象庁の情報システムと社会の情報システムを結合することが有効と思われる。

(2) 他機関の伝達システムの有効利用

社会への気象情報伝達の方法として、例えば現在アメリカで広く行なわれているような専用電波（UHF 帯）による地域サービスシステムのような方式も考えられ既に若干の検討も行なわれているが、その前に他機関の伝達システムをより有効に利用する方向を拡大する必要がある。以下若干の例をあげる。

例 1：「防災無線システムとの接続」

現在国←→県の防災無線網は既に整備されており、さらに県←→市町村間の防災無線通信システムの整備が進行中である（48年2月現在6県で整備済み、6県で工事中）。従来気象官署の発表する情報が市町村に伝達されるのに数時間を要するといった例がしばしばあった。今後は、防災無線システムと気象官署の伝達システムを直結し即時化を図る必要がある（既に数県で実施中）。

例 2：一般放送の有効利用

現在ラジオ放送は、交通情報等の生活情報の即時的伝送メディアとしての機能が強い。即ち随時国民生活に役立つ情報を流しうるといことである。さらに多重送信技術の進歩により静止画像伝送等テレビ電波における特殊チャンネルの増加も技術的に可能となってきた。これら一般放送によって、地域的な気象情報等をより積極的に国民に伝達することが必要であろう。

例 3：電話サービスの有効利用

177 サービスは、全国至る所から多くの国民が随時情報入手可能という特性を有している。現在は、府県天気予報中心のサービスを行なっているが、必要に応じてチャンネルを拡大し、海上情報の電話サービス、異常気象時の防災サービス等きまこまかい情報サービスのメディアとして利用しうるのであろう。

例 4：地域情報システムの利用

やや将来の問題ではあるが、例えば CATV を根幹とする地域情報システムの展開により、気象情報チャンネルの拡大が考えられる。また郵政省において検討中の現在の有線放送を主体とする農村総合通信システムとの接続により即時性の高い地域気象情報システムが可能となる。

4.5 技術開発体制について

ここでは技術開発とは、科学研究の成果にもとづき社会的ニーズに対応して技術を実用化するプロセスをさすこととする。基礎的科学研究の重要性は言うまでもないことだがその成果を集積し組織化し実用化に持って行くことの重要性を特に強調したい。

大気科学は、科学技術的進歩の時代から応用の時代への転換期にさしかかったと言われる。科学技術水準はきわめて高くなり、社会の高度なニーズに応じうる潜在的能力を持つ段階に至ったということであろう。例えば大気の数値モデル、衛星によるリモートセンシング技術、種まき効果によるハリケーン調節の可能性等画期的な進歩が見られた。

一方社会の変化に伴ない気象サービスへの社会的ニーズはきわめて高度化・複雑化しつつある。とりわけ顕著なことは環境問題に関連する気象サービスへのニーズの増大である。

近年「技術開発の重要性」が気象関係者の諸会合においてしばしば大きな問題としてとりあげられるようになってきた。このことは、大気科学の水準と気象サービスとしての国民への技術サービス水準との間の大きなギャップへの認識が主要な背景であろう。このギャップを埋め社会的ニーズに応えるように既存の科学技術知識を目的指向に有効に集積し組織化すること、即ちサイエンスブッシュ型からディマンドプル型への転換が技術開発のカギであると思われる。「アポロ計画の1つの特徴的な本質は、それがマネジメントタスクであること」と言われる。即ち月に人間を送るという目的に向けて既存の科学技術をインテグレートしたということである。近年の環境問題、大都市防災の問題等は、アポロ計画以上にシステム構成要素の多い複雑な問題であり、これらの問題解決のための気象サイドから寄与すべき部分は、1部分でしかないが同時に不可欠の部分でもある。技術開発強化のためのやや具体的な提案を以下に述べる。

(1) 技術開発分野の人員増

気象研究所は、基礎的科学研究をうけ持つと同時に技術開発についても気象庁の技術開発体制のかなめである

う。研究所の定員およびその気象庁総定員に対する比率は、最近10年間低下傾向にある。〔昭和39年定員215名(3.6%)、昭和48年定員191名2.9%〕気象庁の技術開発部門全体(例えば電子計算室を含めて)として人的資源の比重が低下しつつあるかどうかは、検討の余地があるが、いずれにせよ今後この部門の人員を増加の方向に持って行くことは技術開発強化の前提条件であろう。

(2) 技術開発組織の整備

短期天気予報について見ると現在電子計算室が基礎研究と現業間をつなぐ強力な技術開発機能を持つセクションとして大気予測モデルの開発を進めている。一方近年その社会的ニーズが急速に高まってきた環境アセスメント技術、あるいは、局地的短時間予測技術に関しては、技術開発組織は弱い。今後たとえば、現在の産業気象課の機能を大巾に拡大して、強力な環境アセスメント技術開発のセクションとすること等の部分的組織強化を図ると同時に気象研究所の地方共同研究に見られるような弾力的な共同調査体制の拡大が有効であろう。即ち問題に応じて、既存の組織にこだわらずプロジェクトチーム方式を活用することが必要と思われる。近年開発を要請される技術は一般的にかなり高度かつ複合的な技術であるところから、有効な技術開発のためには、大がかりなプロジェクト調査を必要としている。個人的な対応でなく組織的な対応が技術開発の本質であろう。

(3) 開かれた技術開発体制

すでに述べたように気象技術の開発といってもそれは、たとえば大都市防災、地域開発、環境アセスメントといった大きな目的の一部としての性格を強めている。局地的短時間予測といってもそれは地域社会のシステム(ex. 大気汚染制御、ダムコントロール、交通管理)との密接な関連において多様な要素についてのきめこまかい予測が求められている。気象庁の内側での閉じた技術開発でなく、他の社会システムとの密接な関連において共同調査体制等開かれた技術開発体制に積極的に取り組む必要がある。気象サービス技術を支える基礎的科学技术分野は、気象学、数理統計学、材料工学、OR、システム工学、情報処理技術、通信技術……と理学、工学、社会工学さらには人間工学にもおよぶ広汎な分野にわたっている。広い視野で広汎な科学技術の成果にもとづく技術開発を進めるためにも開かれた技術開発の体制が特に重要であろう。

さらに気象官署の直接的な対社会サービスのために用いる技術の開発に止まらず開発された技術それ自体を社

会の利用に供するためというより広い範囲の技術開発を業務としてオーソライズすることも必要であろう。

4.6 機械化について

3で述べた人間能力と職務間ギャップの解消のためにいくつかの対策が考えられるであろうがここではその1つとしての機械化について述べたい。

気象サービスのための観測、通信、解析、予報等の作業のうちくり返えし的要素の多いもの、重複的要素の多いものについて可能な限り自動化を始めとする機械化を行なうことはきわめて重要である。機械化は、機械を利用しての人間能力の拡大、省力化に伴う人間能力の人間の仕事への転換の2つの意味から必要である。通信技術関係については、既にかんりの機械化が進展してきたが、今後さらに、自動観測・テレメタリング化、プロット自動化、FAX 放送の高感度高速化等に加えて多方面にわたるコンピュータの広汎な利用が促進されるべきであろう。

〔あとがき〕

今後の気象サービスのあり方について筆者の意とする所をやや乱暴な表現で明らかにしたい。まず筆者の最近の見聞から3話。

(1) 某官庁の気象関係官がある会合の席上次のように語った。

「私共では、大気汚染予測システムを開発したいと考えている。前日予報のための重要な因子のうち、天気については気象庁さんをお願いする他ないが、混合層高度、局地風系等についての子測システムを手がけたいと思っている」

(2) あるダム管理所(比較的小きなダム)では、台風予報のマニュアルを自ら作っている。その内容は、北緯20°を台風が通過した時の経度(5度おき)によって過去の例から台風の襲来率を決めるもので確率50%をこえた場合待機の体制をとっている(2日位前から待機する必要あり)。所長さん曰く「専門家から見れば単純かも知れないが気象官署に問い合わせても、今の時点では何とも言えないとしか返事がもらえないから自分で判断するより仕方がないですよ。雨量予報も自分達でやっています。気象官署から発表される予報は、山間部では、総降水量……ミリの見込みといった大雑把なものなのでどう利用したら良いのかわからない」

(3) ある行政ベースの気象調査計画の打ち合わせ会の席上の気象関係者の発言より。

「このような調査には賛成できない。この調査が気象

学の発展にどう結びつくのか疑問だ」

「このような調査に首をつっこむと気象以外の社会的問題にまきこまれて面倒なことにならないか。」

従来の気象サービスは、純粹の気象サービス、学問的に良心的な気象サービスといったワクにとらわれすぎて狭い領域に自らを閉じこめすぎたのではなからうか。気象庁といえば「明日は晴れ時々曇り」といった天気予報の発表機関というのが世間のイメージであろう。しかし気象サービスへの社会的ニーズは、きわめて高度化、多様化してきた。一般的な天気予報はごく一般的な日常生活、レジャー、農業用には、今の技術水準からすれば満足すべきものであろう。しかし防災目的にせよ、環境保全の目的にせよ、資源の効率利用の目的にせよ近年急増しつつある種類の気象情報へのニーズに対しては、隔靴搔痒の感じがあまりにも強い。我々が一般的天気予報によって事足りるとし、特殊目的の情報ニーズ(情報伝達手段を含めてのニーズ)に対応できなければ気象官署の地盤沈下即ち気象サービスの社会への寄与率の低下はまぬがれないだろう。

特殊目的に応じたきめのこまかい情報サービスを行なうことに対し「技術的に困難」、「サービス要員、予算獲得が困難」という反論があろう。

技術的には難かしい面は多いだろう。しかし理学的な学問的に良心的すぎる考え方から転換し“素人よりはましな”、“使わないよりは使った方がトクな”情報サービスということで割り切れば、現在の技術によっても社会的にもっと役立つ余地は非常に大きいのではないだろうか。そのような割り切った情報サービスを行なう場合、ある利用者にとっては有益だが別の利用者にとっては無用の混乱を招くということがある。ここで一般の利用者向けの情報チャンネルと別個のプロ向け情報チャンネルを整備しかつ適切な解説・PR(情報の使い方)を行なうことの必要性が生じる。

サービス体制についても困難な面は多い。特に定員面でのワクといった制約がきびしい。しかし気象官署が全く自らの人と金で社会へのサービスのフルコースを行なうのではなく、基礎的な資料提供、技術開発援助、技術そのものの提供等状況に応じたいろいろなサービス形態がありうるだろう。ここまでは便宜上気象サービスという言葉で気象官署のサービスに限定して用いてきた。実際には広汎な気象サービスが多数の他機関、民間コンサルタントによって行なわれている。筆者は、広い意味で

の気象サービスへの全ての社会的ニーズに気象庁は何らかの形で対応する責任を負っていると考え。しかし自ら直接的に実施する仕事は、その一部にすぎない。全ニーズに対し全サービスシステムを如何に有効に配置し、かつサービスシステムの中核的役割りを果たすが気象庁

の大きな課題であろう。その意味で気象庁のサービスとして特に重要なことは、基本的な観測、通信、予報システムの整備のみならず社会的に開かれた情報ネットワークの整備、社会的に開かれた、技術開発および社会的に開かれた人材養成であると考え。

GARP NEWS

GARP/MONEX 勉強会のお知らせ

国際地球観測特別委員会 GARP 分科会

周知のように、GARP にはいくつかの Subprogram があり、AMTEX (気団変質観測計画) もそのうちのひとつです。(詳しくは、浅井富雄, 1973: GARP に関する最近の動向 (GARP News), 天気, 20, 364-368 参照)。他の Subprogram 中の MONEX について、GARP/JOC (合同組織委員会) から日本の参加を要請してきております。

MONEX とは Monsoon Experiment (モンスーン観測計画) のことで、インドが提案しています。この実験観測計画の主目的は、アジアの南西モンスーンの開始をシミュレートできるようなモデルの開発について、いろいろ研究する所にあります。

この目的のために、1977年に予定されている FGGE 中の特別観測期間のひとつを、モンスーンの開始時(5月~6月)にあわせることと、モンスーンに関連した重要な中規模現象と海気相互作用の過程にしばった実験観測と理論研究を行うことのふたつが計画されています。

MONEX の提案に対して、国際的には既に第1回の JOC Study Group Conference on MONEX が、昨年3月ソ連のイェレバンで開かれています。また、本年1月のオーストラリアにおける IUGG の総会でも、非公式のモンスーンに関する集会被開かれるときいています。更に、本年3月インドのニューデリーで、第2回の JOC Study Group Conference on MONEX が予定されていて、日本からの参加も要請されています。

日本の現状としては、直ちに MONEX の観測計画に参加するとはいえない情勢にあります。アジアのモンスーンが梅雨をはじめとして、わが国の気象に密接に関連することから考えても、また最近の世界的な研究動向のひとつとして、大気大循環の季節変動の具体的なあらわれとしてモンスーンが注目されはじめていることをみても、この機会にモンスーンをめぐる気象学の問題点を明らかにすることは意味があると思います。

そこで、当分科会の中に study group [スタッフ: 朝倉(気象庁), 新田(気象庁), 広田(気研), オブザーバー: 岸保(東大)] を設けて検討した結果、総観解析、力学解析、雲物理、境界層、放射過程、衛星気象、数値シミュレーションなどの分野を中心に、モンスーンをめぐる諸研究テーマについての問題点の指摘と情報交換のための集会被開くことにしました(これを MONEX 勉強会と呼ぶことにします)。予定としては、

日時: 3月7日(木) 13時30分から

場所: 気象庁内(会場は2月中旬に決定)

を考えています。

関心のある方々がふるって参加下さることを希望します。なお、会場その他についての連絡は

気象庁予報部電子計算室 新田 尚

Tel. (03) 212-8341 内線 449

まで。