

気象学第3次長期計画草案

1965年2月

この計画草案は昭和40年5月大阪で行なわれる日本気象学会総会に提出される議案としてここに掲載するものである

目次

まえがき

1. 気象学の発展

1.1 気象学の性格

1.2 現段階の気象学と将来への発展

1.3 日本における研究体制の現状とその問題点

2. 研究・調査機関の拡充および新設

2.1 基礎研究のための機関の新設

2.2 行政官庁の研究・調査部門の拡充強化

2.3 共同利用施設および設備

3. 研究者・技術者の増強養成等の問題

3.1 大学の講座および教育体制の拡充

3.2 気象学従事者間の人的交流の促進

3.3 気象学研究者の待遇および研究環境

まえがき

世界における気象学の進歩動向と我が国のそれを照らして将来における我が国の研究体制を検討し、方針と施策を確立する必要がある。

学術会議では将来計画について討論が続けられているが、日本気象学会は1963年8月学術委員会の名において独自に、気象学に関する長期計画についてのアンケートを全学会員に対して実施した（日本気象学会機関誌「天気」1963年8月号）。1964年3月には学術委員会を発展解消して長期計画委員会を設けた。委員会はそのアンケートの結果（日本気象学会機関誌「天気」1964年7月号）を参照しつつ第1次草案を1964年8月10日に作成した。この草案に対して、各理事、学会支部長、評議員、研究グループなどの意見を求め、委員会ですらにこれを討議し訂正して第2次草案を1964年10月19日に作成した。その後、11月19日の福岡における日本気象学会秋季大会において討論会を開いて広く意見を聞き、また文書で寄せられた意見を検討した。その結果をいれて、今後10年間に完成すべき研究体制・研究者養成などについてのこの長期計画を作成した。

1. 気象学の発展

1.1 気象学の性格

気象学は地球大気・惑星大気の性状運動およびその中に生じる現象を扱う自然科学の一部門である。その対象とする大気は圧縮性粘性をもつ流体であり、放射、水蒸気の相変化、大気境界層内の輸送過程等による冷熱源の

分布に応じて絶えず複雑な運動を続けている。このような大気に対して気象研究者の任務は大気を定量的に観測し、その物理的機構を解明し、将来の状態を予報し、できれば将来の状態を人工的に制御調節することである。

観測の問題は重大である。気象学においては天文学などにおける同じくその研究対象は自然であって、たとえば、いくつかの仮定の下に、気象現象を数学的に取り扱い、あるいは室内での実験により、気象現象のある様相を再現する場合でも、その仮定の正否、再現の程度は常に観測された気象現象との対比において判断されなければならない。その反面、観測によるデータは素材であってこれに正しい解釈が与えられて、はじめてわれわれは気象現象を理解したといえよう。数学的など扱い、室内実験なども気象現象を引きおこす諸因子の相対的重要性を究明し、その物理的、化学的過程に簡単な力学的表現を与えようとする努力に他ならない。

このようにして得られた知識はかならず人間の福祉に還元される。とりわけわが国はその地理的位置のため、台風、豪雨、豪雪などの激しい現象が多く、それらはときとして、気象災害をひきおこし、わが国の経済に多大な損害を与え莫大な人命の損失をまねいている。その災害を最小限におさえるためにも、気象研究の必要性は余りにも明白である。

気象が人間の社会経済活動の万般に関係しているのが民生面よりたえず新しい現実的な研究問題が提起されている。すなわち、社会が近代化されるとともに大気に関する情報およびその統御がますます強く要望されるのである。水の問題、航空機の運航、原子力時代における大

気汚染、太陽活動の人間生活に及ぼす影響、電離層と通信など、その例はまことに多い。

1.2 現段階の気象学と将来への発展

戦後、高層気象観測網がいちじるしく整備され、加えて高速度電子計算機の出現により大気の大規模の循環に関する観測研究方法に飛躍的な発展があった。数値予報の出現に象徴される気象力学の画期的な前進は、その顕著な例である。雲と降水の物理学の目覚ましい発展、さらにそれを基礎とする人工降雨に関する研究も、過去20年に得られた特筆すべきことがらである。その他、気象用レーダーの開発と航空機の利用は中規模の大気現象の観測に新機軸を開き、最近では、ロケット、人工衛星などにより気象学の対象は30km以上の高層をも包含しつつある。また気象に関連する分野がひろまってきたため気象学と関連科学との境界領域に新しい問題がおきている。

ここで将来10カ年のわが国気象学の目標と計画をたてるために、将来へ発展する気象学の問題点をあげてみたい。しかし、以下に述べることはすべてを網羅しつくすことを目的としていない。また気象学の将来像は人によって異なるであろうし、真に未来の気象学は新しく創造されるものによって自ら変貌を遂げるものである。

(1) 超高層気象学

成層圏・中間圏・熱圏における大気の組成・放射・光化学反応・解離などの基礎研究、熱収支・熱平衡・超高層の大気循環・大気振動・太陽活動の大気への影響・超高層におけるエアロゾルや宇宙塵など、電離層内の大気の運動・超高層と対流圏の相互作用。

(2) 運動と天気

回転熱流体に対する種々の力学安定度などの基礎研究・10日あるいは1ヵ月先の天気予報・中小規模現象の観測と力学的研究・それに関連し台風の発生や発達機構・低緯度気象についての観測とその力学的解釈・台風進路予報・統計的方法の予報技術への応用・乱流理論・大気境界層内での輸送過程・天気的地域性。

(3) 大規模循環

力学的方法による数値実験・海洋と大気の相互作用・地面摩擦と山や海陸分布の影響・ブロッキングなどの地球規模の現象に関する力学的解明・季節予報の可能性の検討。

(4) 気候変動・大気の起源と進化

10~100年の周期の気候変動に関する力学的熱学的機構・太陽活動との関係・地質時代における気候変動・大気の起源と進化。

(5) 惑星気象

惑星大気の大循環・惑星大気の組成。

(6) 雲物理学

雲および降水現象の物理・化学的諸過程の研究・雷雲の帯電機構・海面からのエアロゾル・熱帯地方での雲物理的過程。

(7) 人工制御

人工降雨・その他の気象の人工調節。

(8) 応用気象

例えば、生気象・農業気象・航空気象・電波気象および大気汚染、水資源・気象災害など。

(9) 観測、技術ならびに研究手段の開発

測器の開発・ロケット・気象衛星の観測資料の利用・レーダーやレーザーなどの応用・電子計算機のより広い利用・大気モデル実験。

このような広汎多岐にわたる気象学が正しく発展し学術的に進歩するとともに、それが国民の生活と福祉の向上に役立つためには基礎から応用部門にまたがる広い研究分野のすべてが有機的関連をもって均衡を保ちつつ発展しなければならない。

1.3 日本における研究体制の現状とその問題点

ここでわが国において気象学研究が遂行されてきた研究体制は次のようである。まず、戦前におけるわが国の気象学は中央気象台において維持されてきた。すなわち、気象台は観測・通報・予報等の業務とともに調査研究を同時に行ない、業務と研究は密接不可分の関係にあった。

戦後、気象事業の拡大につれて、研究の重要性が深く認識され、気象台に付属して気象研究所が設立された。これはわが国の気象学研究の振興に大いに貢献したが、一方では、以下に述べるような弊害が気象台および研究所の両方に現われた。つまり、気象台において業務からの研究的性格が消え現業面のみが強調される傾向を生じたため、地方気象官署において現実的な研究問題の解明、総合的研究観測がいちじるしく困難になってきた。また、研究所に対する弊害として、性急な問題のみが強く要請される傾向があり、現在に至っている。

その間、国立大学において気象学講座が設けられ、気象学専攻の学生を教育するとともに、理論的および実験的研究を行うようになった。しかしその後の世界的な気象学の進歩、それにとまなう研究規模の増大、あるいは社会の発展にとまなう気象上の要請に対しては、教育・研究の両面に無理が生じつつある。

2. 研究・調査機関の拡充および新設

2.1 基礎研究のための機関の新設

基礎研究の重要性は、それが自然を正しく理解し把握するための唯一の道であり、また実際の調査や直接の目的をもった実用的研究へ指導的な原理を提供する点にある。しかるに次に述べるように、研究者層のうすいことや、研究施設の不備などのために、わが国における気象学の基礎研究は近年著しく弱体化している。

その弱体化の例をあげれば、欧米の流体力学および気象学関係の学術誌 (*Journal of Fluid Mechanics*, *Physics of Fluids* など) には過去10年間に、気象学の基礎理論である各種線型安定度理論について数十編の論文が発表されたが (プラズマおよび電磁流体を除く)、日本気象学会の機関誌である気象集誌にこの種の研究が発表されたことはほとんどない、また、いわゆる Rayleigh 型の対流は、流体の中に起る対流現象の最も簡単な形態であって、その研究は、より複雑な地球物理学的な対流現象を理解する上の基礎となるものである。近年諸外国においては、この種の非線型 (有限振幅) の対流現象がしきりに議論されているにもかかわらず、わが国では研究がほとんどなされていない。

(1) で述べたように、大気中の気象現象を理解するためには、回転流体中の対流・乱流・境界層などについての十分な知識が不可欠である。それにもかかわらずこの種の流体力学の研究がわが国で極めて不活発となった理由はわが国の大学における気象学講座の数が極めて少ないこと、またこれまであった大学の物理学科・研究所等の流体力学部門のほとんどすべてが、電磁流体力学・プラズマなどにその研究対象を移したことなどである。

一方、(1) で述べたように最近の気象学はその対象が空間的に広がるとともに、他の科学との境界領域へも広がりつつある。すなわち、取り扱う空間は、対流圏のみならず成層圏、中間圏から熱圏にも及び、その関心は地球大気および惑星大気の運動・構造・物質・起源に及び、物性物理学・同位元素地球化学などとも関連している。しかるに現在のわが国にはそのような未知の領域を本格的に研究する場がないのである。

次に、研究設備について述べれば、気象学の進歩にとともに、その研究方法は理論的にせよ実験的にせよ、一段と大規模になる傾向にある。例えば近年欧米においては、大気の大循環・大気の放射平衡・各種対流現象・乱流構造・雨滴の生成など、気象学の中心問題に対して、

電子計算機が極度に用いられ多くのすぐれた研究が流出している。しかるにわが国では、大学に1個の大型計算機もなく、気象庁所属の電子計算機は、ほとんど、気象業務のためにのみ使われている。その計算機も、計算速度と記憶容量の点で、気象業務のためにさえ充分でない現状である。従って研究目的のために、さき得る余裕はほとんどない。もちろんわが国で欧米と同じ研究対象・研究方法を選び同程度の計算時間を要求する必要はないかも知れない。しかし現段階および将来での気象学研究のためには大型電子計算機がほとんど必要不可欠のものであることを思えば、上述の差は単に国力の差というよりは、基礎研究をどの程度、重要視するかとの差にあるといえよう。

このような研究の大規模化に対処し、基礎研究を推進するために、米国においては、大学の連合体によって運営される *National Center for Atmospheric Research* を新設し、多くの成果をあげつつあることを重視すべきである。

以上述べたように、わが国における気象学の基礎研究は、近年いちじるしく貧困化している。いまにして何等かの方策をとらなければ、この傾向はますます悪化し、日本の気象学は学術的に現在の国際的地位を維持できなくなる懸念は充分すぎる程ある。

気象学は熱帯・南極・中緯度乾燥地帯など、地域と直結した問題をもつ部門が多い。さらに最近における各国の気象学研究所の進歩をみると、多方面にわたる分野の歩調はかならずしも一様でない。そこで研究が遅れている地域をなくし、またそれぞれの国は分野による進歩の差をなくすために、最近、各国が共同して気象学研究所に從事し、また共同して研究者を育成しようとしている。アジアにおいてこの傾向にあった研究所を持つには、あらゆる条件から考えて、わが国が最適と思われる。これによって、先きに述べたようなわが国の気象学の水準低下を防ぎ、一方では、国際的地位を向上することができる。

以上の理由から研究者養成の重要性 (3.1) を強調するとともに、次の性格をもった学術研究機関 (大気物理研究所と仮称) の設立が必要である。

(1) 未知分野の開拓・創造性の開発をとくに要請し、研究の自由と研究者の主体制を尊重し、研究者が研究に没頭できる環境を与える。

(2) 気象学全般にわたる広範な基礎研究部門から成り、とくに大学の一講座では実施不可能のような大規模

な研究を推進する。

(3) この研究機関は共同利用施設であって、大学・行政官庁・民間を問わず全国の気象学者の研究利用に供する。

(4) 流動研究制度の如きもの(3.2)を設けて、気象学およびそれに関連した研究分野の研究者間の学術交流の場を与える。

(5) 世界の要望に沿って外国からの客員研究者との学術交流を速かに、かつ密接に行ない、また新進の研究者の養成にあたる。

2.2 行政官庁の研究・調査部門の拡充強化

行政官庁(ここでは主として気象庁)の研究および調査部門は当該官庁に必要な研究および調査を行なうことになっている。

現在、気象技術・業務は、社会の要請を十分に満たしてはいない。たとえば、社会構造の複雑化にともない天気予報の精度向上、予報期間の延長、気象資料の整備、気象災害への有効適切な警報など、社会的要請は、質量ともにいちじるしく高まってきた。現在の気象技術はこれらの要請を完全には満たすことができないばかりでなく、そのへだたりはますます大きくなりつつある。これはその基礎である気象学が、近代科学として発展の段階に入ってから、日なお浅いため、いま気象技術をここで飛躍的に進歩させることが重要な意味を持つものである。気象技術の発展には気象学の進歩が不可欠であるが、また一方気象学の進歩には現場から絶えず新しい問題点の提起が必要である。従って他の現業官庁とは異なり、気象庁においては調査研究を重視しなければ、気象技術の発展は望めないといっても、過言ではない。

気象業務の特殊性と社会からの要請を考えると、気象庁における研究部門の責任は今後ますます増大することは明白であるが、その規模・構成はここ10年来ほとんど改善されたことがなく、このままでは、増大する責任を果たすことは到底できない。

気象研究所は気象庁における研究の中核をなすものであり、気象業務に直結した研究を行なうのみにとどまらず、将来の気象業務を発展させるのに役立つ研究を行なう。そのためには各研究分野において、長期の見通しの上に立った組織的自主的研究が責任をもって行なわれるべきである。例えば長期予報は気象業務に直結した問題であるが、その解決のためには大気大循環・熱収支・海洋-大気の相互作用などさまざまな問題が複雑に関連しているので、長期にわたって系統的に研究して予報精度

の向上をはからなければならない。

気象研究所が以上の任務を全うするためには研究予算、人員、待遇、施設などの研究環境がこれに相応するようその内容、規模を大巾に充実する必要がある。また現在行なわれようとしている国立研究機関の集中移転は、気象学のみならず科学全般に大きな影響を与えるので、この問題には深い配慮を払わなければならない。

次に気象官署(ここでは気象研究所を除く)について述べれば、これまでの気象庁における研究と現業の分離という考え方から、気象官署では研究が行なわれる体制になっていなかった。その現業部門では日常の業務に忙殺され、その改善を行なうべき調査研究の要員・時間が不足している。また調査部門では統計などのルーチン業務が負担となりここでも調査研究の進展がはばまれがちである。また各地の特殊性からくる局地気象の研究や、基礎的研究の成果の実用化のためには、多くの調査研究が気象官署でなされなければならないのに、このように調査研究のための時間が十分でないのは、気象技術発展の大きな障害となっている。したがって気象官署の調査研究部門を拡充することが必要である。

気象庁においてはこれらの調査研究を有機的に能率的に推進するための措置を取るべきである。

2.3 共同利用施設および設備

i) 資料センター：気象研究にとって資料は生命であり、その蒐集・整理の如何が研究能率に大いに影響する。一方世界的にも資料の整備が要請されている。この点で資料センターは国内でのデータ利用を有効にするばかりでなく、国際的にも資料交換に役立つのは明らかであり、その設立が要望される。

ii) 計算センター：気象研究のための計算量はとみに増大し、計算機は物理学における実験の役割りと同等の必要性を持つようになってきた。とくに気象研究においては、膨大な計算量を必要とする研究題目が多く大型計算機がないために研究が立ちおくれることは必至である。この意味で電子計算機を大気物理研究所・気象研究所にそれぞれ設置することが必要である。

iii) 観測用航空機・観測船および高層・超高層観測設備など：気象現象を解明するには観測が第一歩である。現在の観測手段として考えられる航空機・観測船・大型気球・気象ロケット・特殊レーダー・気象用レーザー・風洞を含む人工気候室・環境試験機・境界層観測設備などの価値は極めて高い。これらのうち購入および維持に多額な経費を要するものは、当面共同利用に供する

ことが適当である。

iv) 特殊観測への態勢：気象庁が他の研究機関と共同して、その観測網による必要な観測を行なって、その資料を提供しようとする態勢を整えること。またプロジェクト観測なども気象庁と他の研究機関が円滑に協力できるような態勢を整えておくこと。

3. 研究者・技術者の増強養成等の問題

3.1 大学の講座および教育体制の拡充

現在気象学講座（またはそれに準ずるもの）は次の各大学にある。すなわち、北海道大学・東北大学・東京大学・名古屋大学・京都大学・九州大学である。

この気象学講座で扱うべき項目としては、一般論として気象力学・地球物理学的流体力学（対流論、乱流論を含む）気象熱力学・綜観気象学・雲物理学・大気放射能・気象電気学・レーダー気象学などがあり、さらに各論として数値予報論、成層圏・中間圏・熱圏の気象学、微気象論、低緯度気象学（台風論を含む）など実に多くのものがある。このように気象学の対象が拡大し、内容が多岐になっている現状では、従来のように、一大学一講座のみでは教育上いちじるしい無理がある。そして、この現状では(2)で述べたような必要とするだけの数の研究者を養成することは到底できない。

以上は研究者養成の立場から述べたのであるが、同時にそれは大学における気象学の各方面の研究の振興を目指したものである。すなわち一大学一講座の現状では人員の面でも研究経費の面でもいちじるしく不充分であって、国内国外の研究財団などの不安定な研究費に頼らざるをえない場合が多くある。この研究環境の悪化は、中堅の気象学者が多数海外に流出する大きな原因の一つとなっている。これらの困難な事情を改善しなければ、ごく近い将来を考えてみても寒心にたえないものがある。

諸外国においては一大学に数講座が一体となって気象学の教育ならびに研究を進めている例が多い。わが国の大学においても今後、気象学の発展に対処する教育ならびに研究体制を確立し、真に魅力的な研究を行い、必要な数の研究者を養成するためには、少くとも一大学三講座にすることがぜひとも必要である。

気象庁付属気象大学校は気象技術者の養成を目的とするが、増大する社会の要求を満すためには、現在の養成人員では極めて不十分である。養成人員を増すとともに教育内容を拡充強化し、ただ単に気象技術のみならず、

技術の基礎である理論面の教育を重視する必要がある。

最近高等学校においては、地学が必修科目になった。現在、高校地学の教授要目の4分の1は気象学に関する部分である。しかるに気象学を大学で修得した高校地学の教員は極めて少数で、おそらく30分の1以下である。また各地の大学において、一般教養の地学を担当する教授の中でも気象学を専攻した者は日本全国で数名をでない。これは先に述べた通り全国の大学の気象学講座の数が不足していたためと、教員養成を主目的とする大学に気象学講座がなかったのが大きな原因といえる。さらに先に述べたように多方面に気象学の分野が拡大してきたが、これらの新しい境界領域の問題を研究し、消化し、専門教育の段階にまで上げてゆくには、教講座を東京教育大学などに新設することが必要である。

3.2 気象学従事者間の人的交流の促進

上述の研究者養成の問題の他に、研究の急速な進歩を促進し、またその進歩に応じて研究者・技術者を新しい研究や技術の進歩におくれないようにするために、研究調査機関の間の密接な連絡を促進する必要がある。その一つの重要な手段として、ここに人的交流の問題をあげる。

内地留学制度・流動研究員制度を活用して、大学・大気物理研究所・気象研究所・現場官署の間に、少くとも1年から数年程度の人的交流を行なう。また特別な研修制度を設定して、新知識・新技術の普及の途を開く。また国外留学・外国の学者との交流を強化する。

気象学の進歩により、研究調査にたずさわる人々に、ますます高度の能力・知識・技術が要求されているとき、このような人的交流の制度のもつ意義は重大である。

3.3 気象学研究者の待遇および研究環境

現在気象学研究者の構成は気象庁に所属する者が約81%、国立大学に所属する者が約12%である。したがって国家公務員の待遇が民間に比較して悪い状態におかれているため、有能な人材を気象学研究に確保してゆくことがむずかしくなっている現状は、気象学の将来にとって寒心にたえない。特に気象学研究が本来の使命である人達が収入不足をおぎなうための労働をせずに、十分な時間を各自の研究にむけるために満足のゆく待遇がえられなければならない。

また研究の能率を高めるため、研究環境の改善は緊急に必要である。研究設備や施設の完備ばかりでなく、研究のための十分な空間（建物）、宿舍などの整備は研究を支えるための基本的条件である。