

気団変質観測計画 (AMTEX) に関する研究会議について*

GARP 国内委員会**

昭和47年度気象学会総会において、気団変質観測計画 (AMTEX) に関するシンポジウムが行なわれることになったので、AMTEX に関する最近の事情を紹介して、討論に役立てたいと思う。AMTEX が GARP 国内委員会で計画されて以来、最初の大きな問題は、1971年2月のJOCの第5回会合に提出された Ad hoc Study Group の報告書で、気団変質の研究には日本海の方がより適切な気象条件を備えていることが指摘され、同時に AMTEX の主目的をどこにおくべきかが問題にされたことである。これに関連して、国内委員会では、AMTEX の主目的並びに日本海での観測計画について検討を重ねた。その結果、日本海は冬季、風雪が強く、寒冷で測器の保守が困難であること、また南西諸島のように観測基地となる島がないこと等のために、日本海での観測は断念するしかないという結論に達した。一方、南西諸島海域においても、強い気団変質があり、さらに小低気圧等の発生が多く、研究対象としての価値が充分高いことが確認された。このような状況の中で1971年11月10～13日に、WMO/ICSU GARP 組織委員会 (JOC) 副委員長 R.W. Stewart を初め、カナダの G. McBean、オーストラリアの A. Dyer、アメリカの G. Lenschow の諸氏の参加を得て、AMTEX に関する研究会議が開かれることになった。国内委員会では、この研究会議に向けて、南西諸島海域の気候、大気境界層、積雲対流の役割、中間規模現象の発生等に関する研究上の諸問題を提起し、AMTEX の目的を明確にするとともに、観測計画の日本側の案を固めた。こうして、AMTEX 研究会議を迎えたわけであるが、ここで多くの批判と意見が出され、それに基づいて AMTEX 計画の一層の改善を進めているのが現状であると云ってよいのではないか

と思う。AMTEX 研究会議の概要報告は別に出されているが部数が少ないので、関係者以外には配布されていない。ここには、その主要な部分を紹介して、シンポジウムでの討論の資料にして頂きたいと思う。

1. AMTEX の研究目的

これについては、国内委員会から研究会議に提案されて、その主旨が承認された全文を次に紹介する。

* * *

この研究計画は GARP 地空相互副計画の立場で作成されたものであるが、その目的とするところは、気団変質の大きい地域において、地表面 (海面) から大気境界層を通して自由大気中に種々の形でエネルギーや運動量が供給される過程 (あるいはこの逆向きの過程) を明らかにすることである。

Global に見て、冬期中緯度の大陸東側の洋上では、一般に海面からのエネルギー供給が極めて大きい。南西諸島はそのような位置にあり、種々の規模の気象じょう乱の発生、発達が顕著であるという地理的特徴があり、これらとエネルギーフラックスの結びつきが併せて研究できるという点もこの研究計画の狙いの一つである。

さらにこの海域では“くろしお”が北乃至北東方向に流れており、これに沿った著しい水平方向の海面温度勾配も地表面の条件として注目しなければならない。冬期、寒冷な大陸上から吹き出した気団は高温かつ水平温度勾配の大きい海面によって急げぎに変質される。従ってこの研究では海洋についての情報も極めて重要である。

以上のことから、このように気団変質の著しい地域においてはこの研究計画に対する科学的要請は次のようにまとめることができる。

1) 接地層におけるエネルギー輸送

海面における運動量、熱並びに水蒸気の垂直輸送のメカニズムを物理的に明らかにし、その水平分布を広範囲

* Study Conference on Air Mass Transformation Experiment.

** Japan National Committee for GARP

に明確にする必要がある。

2) エクマン層におけるエネルギー輸送

エクマン層では垂直輸送は高さと共に変化する。従ってこの層の3次元的な力学的熱的構造を明らかにするような観測が望まれる。

3) 対流雲

下層からのエネルギーや運動量は積雲対流を通して自由大気中に再配分されるが、その過程を明らかにすることが望ましい。

4) メソ・中間スケールの気象じょう乱の発生とエネルギー供給との関係

下層大気の変質に伴いメソ、中間スケールの気象じょう乱の発生、発達が見られる。このような過程に地表面からのエネルギーの供給がどのように影響しているかを明らかにすることが AMTEX の主要な側面である。

2. AMTEX 観測計画

GARP 国内委員会から研究会議に提案された観測計画案を紹介する。この案はそのまま研究会議で容認されたわけではなく、多くの批判、意見があり、会議後さらに検討が重ねられており、今回のシンポジウムの主要な問題になっているわけである。いわゆる Core Experiment と呼んでいるのは、AMTEX の目的に沿った観測計画の中核となる部分を指しているものと解釈される。

* * *

I. 序文

南西諸島で行なわれる気団変質の研究に関して解決を要する主要な問題として、次の点が挙げられた。

- i) 接地境界層における諸種の物理量の輸送機構
- ii) 大気境界層の力学的熱力学的構造
- iii) 積雲対流の生成とそれによる諸種の物理量の輸送機構
- iv) 海面からのエネルギーの補給とメソ並びに中間スケールのじょう乱の発生、発達との関係

これらの問題の中には、ある程度の解決の糸口の見出されているもの、または理論的考察の進んでいるものもあるが、研究の進展を妨げている最大のものは実際の観測資料が不足していることである。海上での観測には多くの困難につきまとうが、日本の現状で可能な観測計画を提示し、多くの研究者の批判や意見をお願いするとともに諸外国の積極的な援助協力を要望するものである。

II. 観測期間

AMTEX 計画は、次のように2ケ年にわたって実施

される予定である。

- i) 予備観測 (各種測器による乱流輸送に関する比較観測) 1973年5月
- ii) 第1次観測 1974年2月4週間
- iii) 第2次観測 1975年2月4週間

III. 観測区域

南西諸島域から東支那海にわたって、中間スケールのじょう乱を把握できるような高層観測網が計画されている。また、海面からの顕熱、水蒸気の輸送機構、積雲の構造、メソスケールのじょう乱の機構解明のため、宮古島付近で集中的な精密観測を行なう計画である。

IV. 観測計画の概要

さきに挙げた4つの問題点に関連して観測計画の概要を述べる。

i) 接地境界層

100~300km 程度の海域での平均的な熱、水蒸気の鉛直輸送量を求め、Bulk 法のようなパラメタリゼーションの方法の確立を目指す。海面からの顕熱、水蒸気の鉛直輸送を推定するために、風、気温、湿度の20~30mまでの各高度における平均値並びに輸送量の直接測定を沿岸、船舶、ブイ等で行なう。宮古島、多良間島、白鳳丸では固定点において観測するが、凌風丸を移動させ固定点周辺域での乱流輸送観測を実施し、乱流輸送の水平分布の研究に役立てる。

ii) 大気境界層

宮古島、多良間島、白鳳丸の3点において Ekman 層内の風、気温、湿度を係留気球によって観測し、その力学的、熱的構造とともに輸送機構の解明に資する。なお、航空機、ドロップゾンデによる観測によって補強する。

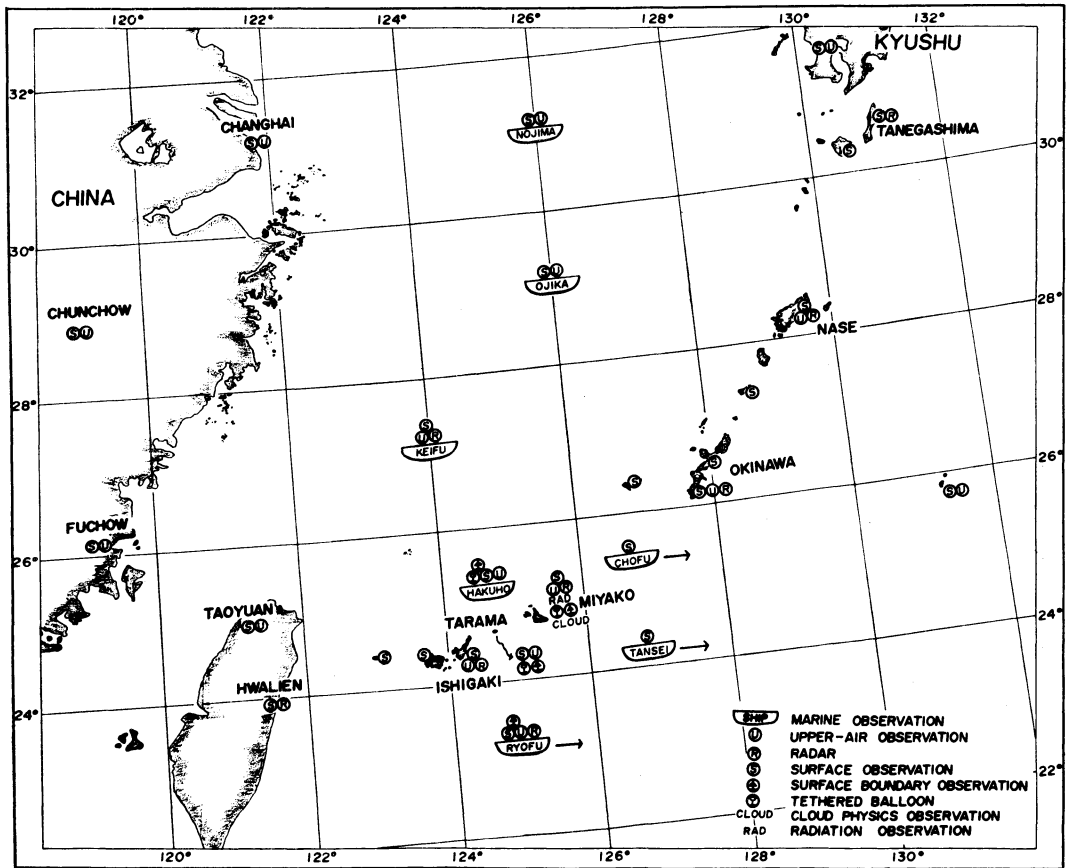
iii) 積雲対流

対流雲群のより大きいスケールの運動に対する効果を明らかにして CISK や対流調節等のパラメタリゼーションの方法を改善する必要がある。積雲対流群に対しては気象レーダー、地上写真、航空写真撮影等を実施し、さらに気象衛星の写真を利用して、その動向を把握し、また、積雲内外の気温、湿度、風、上昇流、雲粒分布、雲水量等その構造を明らかにするためにドブラーレーダー、ドロップゾンデ並びに航空機による観測を行なう。

iv) メソ並びに中間スケールのじょう乱

地上または海上気象観測、気象レーダー、高層観測を実施し、これらのスケールのじょう乱の構造を明らかにするとともに、境界層並びに積雲対流群によるエネルギー

OBSERVATIONAL SYSTEM IN THE SOUTHWEST ISLANDS



第1図

輸送との関係进行研究する。

v) 放射観測

熱収支を考える際に必要な放射観測を行なう。

vi) 海洋観測

海水温、海流、波浪等の観測を行ない、接地層におけるエネルギー輸送との関係を明らかにする。

V) 観測網 (第1図)

各種観測の Network は次の通りである。

地上観測 (鹿児島、種子島、屋久島、名瀬、沖永良部島、那覇、名護、久米島、石垣島、宮古島、西之表島、与那国島)

高層観測 (鹿児島、名瀬、那覇、石垣島、南大東島、宮古島*、多良間島*、上海、衢州、福州、桃園、啓風丸*、白鳳丸*、のじま*、おじか*) *印は臨時観測点
気象レーダー (種子島、名瀬、那覇、宮古島、石垣島、

花連港、啓風丸、凌風丸)

係留気球観測 (宮古島、多良間島、白鳳丸)

乱流輸送観測 (宮古島、多良間島、白鳳丸、凌風丸)

海洋観測 (各観測船)

特殊レーダー、特殊ゾンデ (宮古島、多良間島)

放射観測 (宮古島、多良間島、白鳳丸)

小型航空機 (風、気温、湿度、乱流輸送、雲)

定期航空路 (雲の写真)

VI) 観測実施要領

i) 高層観測

1日4回レーウィンゾンデ、指定日6~8回、観測高度200mbまで。

ii) レーダー観測

気象庁ルーチン観測に準ずる。

指定日 1分間隔の自動連続 PPI 撮影、指定時に高

度角並びにレンジを変えた PPI 並びに RHI のステール写真撮影。

iii) 係留気球観測

1日4回, 指定日8回

地上から500mまでの風速, 風向, 気温, 湿度の平均値の垂直分布(50~100m毎)

iv) 乱流輸送観測

1日4回, 指定日8回

観測項目

- a) 風, 気温, 湿度の平均値の垂直分布。
- b) 直接法による運動量, 顕熱, 水蒸気の垂直輸送量
- c) 凌風丸による移動観測。
- v) 海洋観測

固定観測船においては, 海水温, 塩分の鉛直分布の観測, 波浪観測を1日4回行ない, 移動観測船においては黒潮を横切る海水温, 塩分並びに海流の水平分布の観測を行なう。

vi) 放射観測

海面での放射収支の観測, 放射の波長別測定は乱流輸送観測に合わせて行なう。日射, 放射, 雲水量, エーロゾルゾンデによる観測は1日3回実施する。

vii) 特殊レーダー, 特殊ゾンデ

ドップラーレーダー, ミリ波レーダー等により, 積雲の構造, 降水要素の観測を気象レーダーに合わせて行なう。また航空機からのドロップゾンデによっても行なう。

viii) 雲の写真観測

地上における2点撮影を適時に, また航空機から写真撮影を行なう。

なお, 観測の実施に当っては, それぞれの分野の観測の統一的な連繫, 観測機材, 人員等の能力, 実施時の天気状態等を総合的に判断して, 強化観測日の指定を最も効果的, 能率的に行なうことが望まれる。そのためには現地に適切な人員構成をもった総合観測指導本部を置いて強化観測日の指定を行なうとともに, 測器の破損や強風等によって観測が不可能な場合等不測の事態に臨機応変の措置をとる必要がある。

3. 研究会議の総括報告

AMTEX 研究会議での討論の総括は, 会議で採択された総括報告にまとめられているので, その全文をここに紹介する。シンポジウムでの討論の基礎として活用するよう希望する。

* * *

大陸の風下側における気団変質過程の研究のための基礎的な研究計画として, また東支那海において急速に発達する中間規模のじょう乱の予報精度の向上のために有用な実用的な研究計画として AMTEX の重要性は全参加者によって認められた。

日本の GARP 国内委員会から提案された観測計画が是認され, またアメリカの NCAR の研究用航空機を含め, オーストラリア, カナダおよびアメリカからの観測への参加の可能性が述べられ, 他の国, 特にソ連からの参加が希望された。

観測計画の詳細についての討論を通して, 次の問題点があげられた。

AMTEX の主目的は, 大気の諸要素の空間的変化を理解することであるから, 出来るだけ, 必要な全領域を覆うようあらゆる努力がなされなければならない。この目的に対しては, 風, 気温, 湿度, 海面温度を測定するために, 漁船を含めて, 民間の航究機および船舶上で使用できる簡単な測定手段が開発されなければならない。

中核となる実験観測には直接属さない観測計画が AMTEX の枠内に含まれるのはよいが, 特に航究機や船舶を使用する場合には同時に行なえる観測の種類は制限されるので, どの実験に優先権を与えるべきかは慎重に考えなければならない。

観測資料のうちのあるものは少なくとも, 実時間あるいは, 準実時間で処理されるべきである。また一つの理論的モデルを選定することが望ましく, それは観測期間中走査されるべきである。それによって観測資料の質の管理を続けるとともに, 資料に対する要求が満たされているかどうかを知ることは極めて重要なことである。

集中的な観測を行なうよう選定された地域においては, 純放射量および渦相関法を用いた乱流フラックスの測定を, 船舶, ブイ, 塔を用いて行なわなければならない。同時にフラックスを間接的に推定できる簡単な観測が総観規模の観測網のすべての研究対象領域で立体的に行なわれることが望まれる。上部境界層の研究のために航究機と係留気球による観測が必要であり, また海況に関する情報, すなわち全対象領域における海流と海水温の分布もまた必要である。

人工衛星, 航空機, レーダーその他の方法を用いて全地域にわたって雲の分布, 雲の高さおよび降水量を観測しなければならない。集中的な観測を行なう地域においては雲の内外における含水量, 雨滴の大きさ分布, 風速, 温度, 湿度, 放射フラックスの測定が必要とされる

であろう。

総観規模については、航空機の補充観測を含めて、できるだけ多くの地点において高層観測を行なう必要がある。また海洋上の観測網を密にするために、あらゆる可能な観測点において、天気や海況に関する地上観測を行なわなければならない。

<決議事項>

AMTEX の運営を次の2つの委員会に委ねるよう提案する。

1) 企画委員会 (Steering Committee)

この委員会の目的は、この実験の全般的な方策と指針を打ち出すことである。この委員会は日本4名、外国4名計8名の委員によって構成される。議長として山本義一教授を推すよう勧告する。それぞれの国の GARP 国内委員会がこの問題について検討するまで委員として次の会議参加者を臨時に指名する。

オーストラリア A.J. Dyer

カナダ G. McBean

アメリカ D. Lenschow

ソ連 参加を要請する

日本 岸保・北岡・光田・山本

2) 実行委員会 (Management Committee)

この委員会の役目は、AMTEX の詳細な実験計画を立案することになるであろう。この委員会は多くの地域的な問題を処理しなければならないであろうから、委員は全員日本側の委員によって構成されるよう提案する。

実行委員会は最初の仕事の一つとして、中核となる実験 (Core Experiment) を計画するに当って指針として役立つ理論的モデルを撰定する作業委員会を任命するよう勧告する。作業委員会は、このモデルが観測期間中に、どの程度準実時間で走査し得るか、またその時点でどんな観測資料が要求できるかを決定しなければならない。

(GARP 組織委員会 (JOC) への働きかけ)

AMTEX 研究会議の概要報告を JOC に提出し、AMTEX に関心を持ち、さらに AMTEX に参加するよう、JOC が加盟各国に概要報告を配布するよう要請することを勧告する。

(文責 曲田光夫)

昭和47年度 学会賞、藤原賞受賞者

昭和47年度日本気象学会賞、藤原賞の受賞者は、下記のとおり決定した。

記

学会賞 台風の数值実験および熱帯波動じょう乱の不安定理論

大山勝通 (ニューヨーク大学)

山岬正紀 (気象研究所)

藤原賞 研究および著述を通じての永年にわたる気象物理学ならびに気象熱力学への貢献、および日本の気象災害史の研究

荒川秀俊 (東海大学教授)