Meteorological Society of Japan

〔解　説〕　　105：601（特別研究）

揺籃期のメソ気象学：先人の隠れた偉大な業績

—2008年度藤原賞受賞記念講演—

松　本　誠　一*

1．はじめに

最近メソ気象学が目覚しい発展を続けており，今昔の感に耐えないが，この度藤原賞受賞の栄を受けるに当り，メソ気象学発祥の時代を回想してみることにしたい．

藤原咲平先生は，永らく中央気象台（当時）の台長を務められたが，東京大学においても気象学の教授を併任しておられた．その後，同大学の地球物理学教室に気象学の講座が設置され，藤原先生の退官を受け初めて専任の教授となられたのが正野重方先生である．筆者はその第1期生としてご指導を受けた者の1人であるが，当時はメソ気象学というものの影すらなかったと言える．

当時，メソ気象学を盛んに唱道されたのは藤田哲也博士であった（Fujita *et al.* 1956；Fujita 1963）．台風の微細構造を解析した初期の論文の価値を認め，藤田博士がシカゴ大学に招聘される道を開かれたのが正野先生であった．当時の話題はスコールラインであり（Fujita 1955，1959），トルネードでもあったが，藤田博士はこれらの問題に精力的に取組み，独特の緻密な解析手法によりその構造を明らかにした．また，トルネードの強度を示すために「藤田スケール」を提唱し，これが現在も広く用いられているのは周知の通りである．

藤田博士の解析手法は気象衛星雲画像の処理にも活かされ，人工衛星が気象学に有効に利用できることが立証された．第2次世界大戦後，ロケット技術が各国に拡散して宇宙開発競争を引き起したが，その反面，これが「全球大気研究計画（GARP）」へと進む端緒となった訳であり，ここに果した藤田博士の役割と功績は大きい．

正野先生はこの藤田博士を世界に送り出されたばかりでなく，ご自身も学生を指導して大雨の解析を論文にまとめ（Syono *et al.* 1959），“vortical rain”や“irrotational friction”などのアイディアを提唱している．この論文では「ブロードスケール」，「スモールスケール」という用語が用いられている．

戦後気象学に大きな飛躍がもたらされたのは，電子計算機の開発に負うところが大きい．プリンストン大学に世界初のコンピューター（ENIAC）が出現したのは1949年である．これを主導したノイマン博士と気象学の大御所ロスビー博士は，相計ってこれを気象予測に使うことになり，ここに数値予報成功の出発点があった．その成功が明らかにされた時，正野教授は「これが我々の目指すところであった」と切歯扼腕され，いち早く数値予報（NP）グループを立ち上げて，その指導にあたられたことは周知の通りである．

ここで先見的指導性を発揮されたのが和達清夫気象庁長官である．米国・カナダに出張視察の折，数値予報の実情に接し，ロスビー博士とも接触して啓発されるところがあった．一方，当時の大蔵省主計官は，気象庁にも多くの人脈を持つ相沢氏であった．コンピューターに対する彼の先見性と相俟って，当時最大で世界に何台もないというIBM704の気象庁への導入が実現することとなった．その翌年（1960年）には，正野教授の努力で，気象庁幹部の協力の下，世界で初めての数値予報シンポジウムが東京で開かれ，絶大な成果を生み出した．

その後，気象庁のコンピューターの更新時には国産機を導入することが決定され，我が国のコンピューター産業発展の重大な契機となった．コンピューター

* 元気象庁．

—2008年6月30日受領—
—2009年1月13日受理—

© 2009　日本気象学会

NII-Electronic Library Service

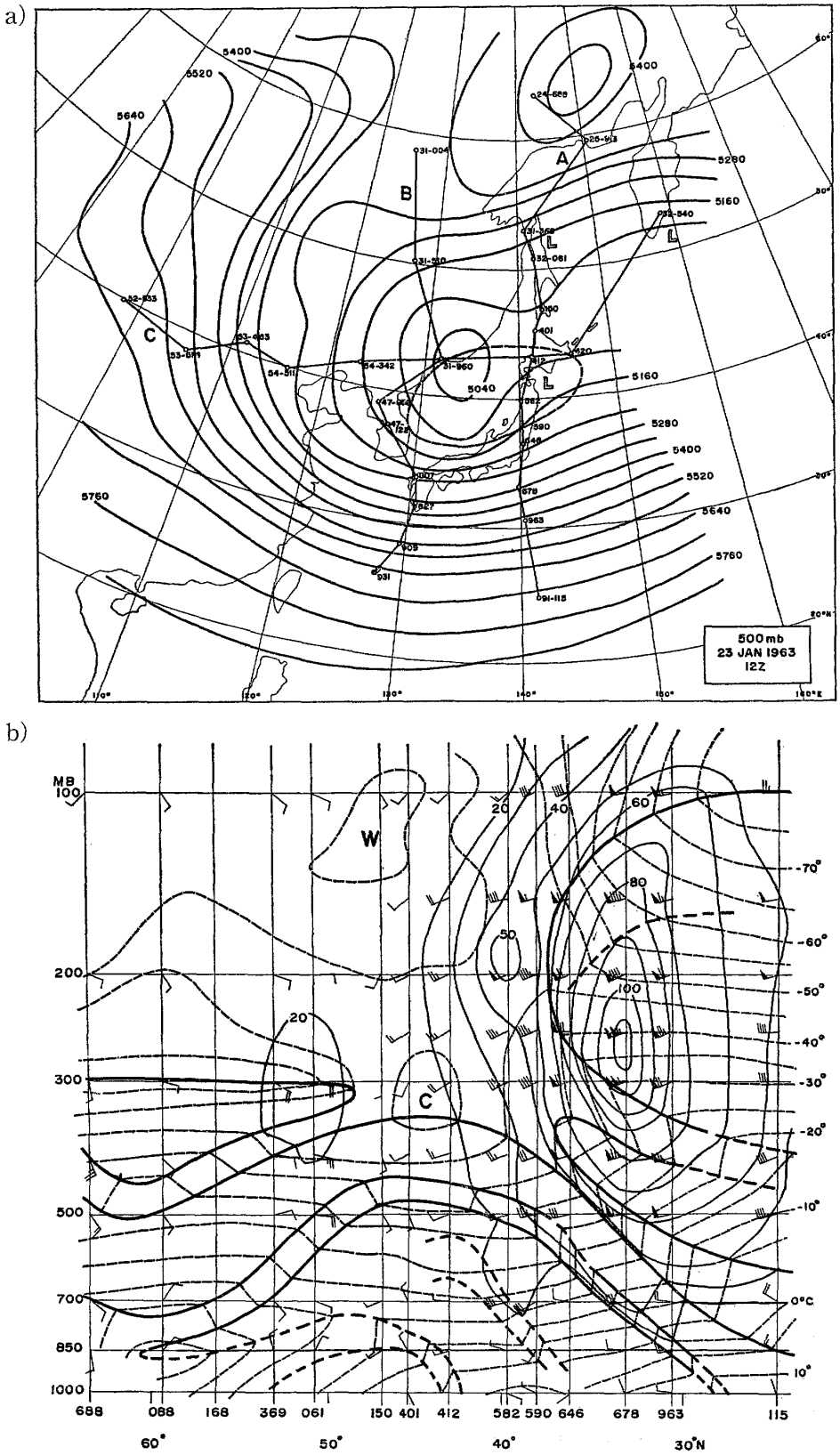
Meteorological Society of Japan

がその出発点から気象学と深く関ってきたことは上述の通りであるが，以来気象学はコンピューターの最大最高のユーザーであり，研究環境に大きな恩恵をもたらしているということが出来るであろう．

2．特別研究発足の経緯

1960年代にかけて各地で大雨による災害が頻発し，報道関係では「集中豪雨」という用語が用いられ，これが一般に定着した．気象研究所予報研究部ではこの問題に取組むためにチームを編成し，昭和36年（1961年）に西日本各地を襲い「36・6豪雨」と命名された集中豪雨の共同研究を行った．

気象庁の和達清夫長官はこの問題を重視して予算を獲得し，気象研究所で特別研究を行うよう指示した．だが，担当すべき予報研究部では，長期予報を目標とした解析に取組んでいた最中であり，手を挙げる者が居なかったばかりでなく，巨額の特別予算には反対意見すら強く，事態は難航を極めていた．長官は，部長ら幹部を招集して打開策を求めた．この席には予報研究部第1研究室長（筆者）も同席し，「得られている観測資料を収集分析することを研究手法としており，自ら観測を行うことは職分が異なる」と訴えた．これに対し長官は「物理学者が自らの物差しで測ることを



第1図　1963年1月22・23日に日本付近で観測されたドーム状寒気の構造．(a) 23日2100 LSTにおける500 mb高度（60 m毎）．(b) 140°Eにほぼ沿った観測点（(a) における実線A）に基づく高度緯度断面図（22日2100 LST）．細実線は等風速線（10 m/s毎），細破線は等温線（5°C毎），太線は安定層の境界．Matsumoto *et al.*（1965）に拠る．

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

避けるべきではない」と諭した上，「予算は返上してもよい」と付け加えられた．この発言は極めて重大であり，長官の強い決意を体して，第1研究室が中心となって実行することに決した次第である．当時，気象庁に電子計算室が発足し，研究室の主要メンバーがこれに参加したため，補充に迎えた新鋭のメンバーで観測・研究を実施することになった．この人事では，従来全く停滞していた東京・京都間の人事交流にも先鞭をつけたことを付言しておく．

3．北陸豪雪特別研究（1962～67）

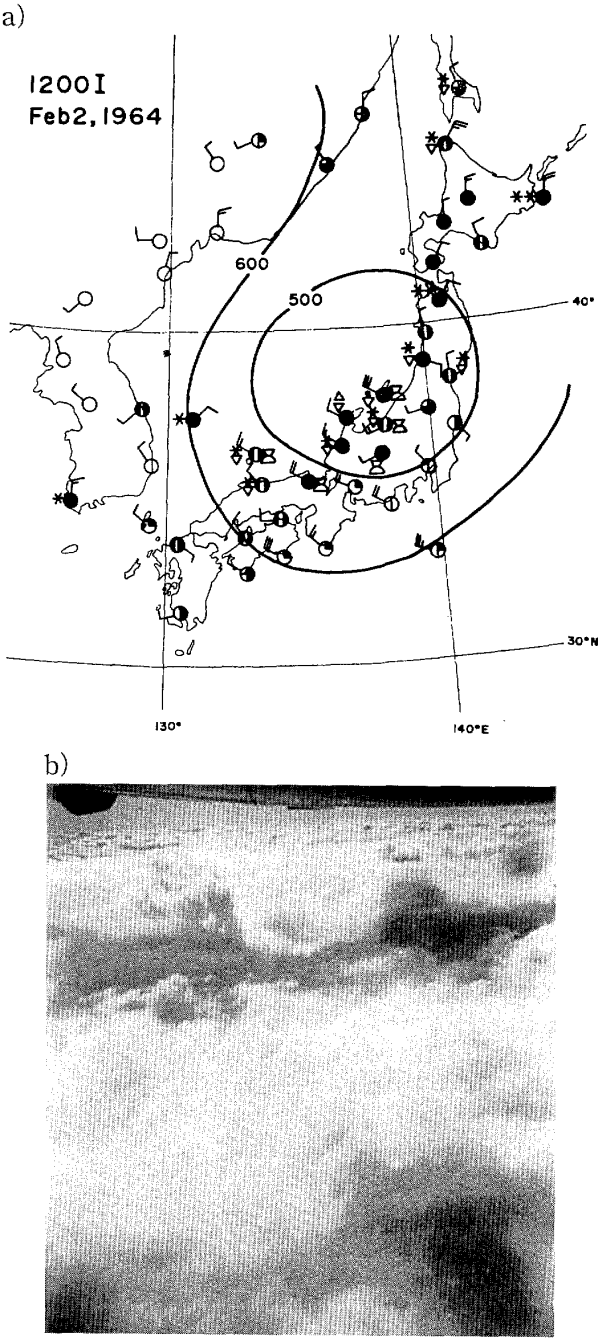
北陸地方では例年12月～1月に豪雪に見舞われており，これについては，地方気象台を始め，地元の気象官署が協力し合って一丸となり，意欲に燃えて調査研究が行われていた．蓄積された知見と熱意があり，さらに対象地域を固定できるという利点もあったため，特別研究の表題を「集中豪雨雪」と拡張させてスタートすることになったものである．

観測項目は，i）通常の地上観測，ii）高層観測（現業観測が行われている輪島に加えて，相川，長岡，高山に特別観測地点を展開），iii）飛行機観測（小型機による北陸沿岸の航空写真観測，ドロップゾンデ観測，ジェット機による日本海上の斜写真観測），iv）船舶観測（凌風丸・清風丸による日本海中部の観測）とし，それぞれの官署・部署の協力の下，各年1週間程度の総合観測を実施した．以下，観測資料を分析して得られた結果の概要と，従来知られていた諸事実の概要を列挙しよう．

3.1　豪雪時に出現するドーム状の寒冷渦

特別観測を開始した昭和38年（1963）1月末には「38豪雪」と呼ばれる豪雪が発生した．この時の500 mb面天気図を示した第1図aには，極地方の寒気から切離された（カットオフ）低気圧が日本上空に見られる．このときの南北断面が第1図bに掲げてあるが，成層圏から垂れ下っている顕著な安定層によって境された極気団の中に，更に安定層で境されたドーム状の寒気が認められる（Matsumoto *et al.* 1965）．寒気ドームの高さは中心部では500 mb面を越えており，ここで豪雪タイプの強いエコーが観測されている．

現地の気象官署では，高層観測を実施している輪島上空の500 mb気温に着目して，−40°Cを指標として豪雪の危険を判断し予報に活用した．このことは広く予報現場で認められ，現在でも豪雪の指標となっている．その例として，第2図a, bに1964年2月2日に出現したコールドドームの形状と，その中心部で発達した積乱雲群を捉えた飛行機観測の写真をそれぞれ示した（Matsumoto and Ninomiya 1965 a, b）．寒気ドームの中心部で豪雪が発現している．このことは第3.3節でも触れることにする．



第2図　1964年2月2日の（a）ドーム状寒気に伴う地上の天気分布（等値線は寒気を境する安定層の高度（mb））と，（b）ドーム内部に発現した積雲対流システムの航空写真．雲頂は約450 mb面に達する．Matsumoto and Ninomiya（1965 a, b）に拠る．

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

3.2 メソ低気圧と収束域

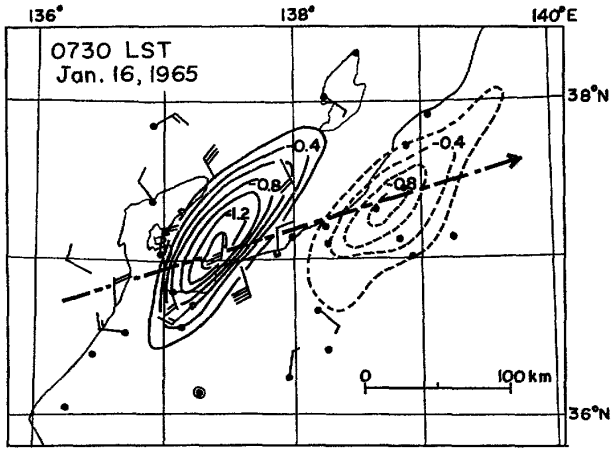
特別観測期間中の北陸管内の自記地上観測記録を集収して，0.5時間毎の読取数値表を作成した．この数値時系列の5項移動平均をとり，その平均からの偏差の分布を図示した例を第3図に掲げた（Matsumoto *et al.* 1967 a）．これは現場向きの簡便な演算で，ノイズを除去し必要とする変動成分を抽出することができる．変動成分として現れた気圧偏差パターンがメソスケールの低気圧に対応する（第3図実線）．このメソ低気圧は次の時刻には破線で示された位置に達しており，時速100 km に近い速度で東進していたことが明らかとなった．

また，第3図に矢羽根で示された風の分布から，このメソ低気圧が強い収束域を伴っていたことが判明した．その収束量は10^{-4} s^{-1}のオーダーで，総観規模低気圧に付随する収束量よりも1桁大きく，豪雪をひき起こす原因となったことが理解される．メソ低気圧は上述の通り時速100 km 以上で伝播し，重力波的性質を持つものと推論される．

なお，図示された矢羽根分布を見ると，ここに何らかの前線があると推察される．現地の予報現場ではこれを「北陸不連続線」と名付け，調査・予報に役立てていたことを付言しておこう．

3.3 収束域と対流活動

豪雪時に一発雷があることは，現地では周知の事実である．これは積乱雲の発達を暗示するものである．これを実地で確認するために飛行機観測を計画した．



第3図 1965年1月16日0730 LST の地上気圧偏差分布（実線；0.2 mb 毎）及び地上風偏差（矢羽根）．破線は1.5時間後の気圧偏差分布．矢印は低気圧性擾乱の移動経路．Matsumoto *et al.*（1967 a）に拠る．

実際に観測された発達する積雲の1例を第2図bに示した．

メソ低気圧の解析例は既に第3.2節で第3図に示した通りであるが，第4図a, bには別の事例における地上気圧分布と収束分布図をそれぞれ掲げた（Matsumoto *et al.* 1967 b）．このメソ低気圧に関する力学的解析を行なう為に，東西・南北両方向の運動方程式から導かれる発散方程式とうず度方程式を用いて，有効な物理量の議論を行った．観測資料に基づき．発散方程式の各項をメソ低気圧のエリアについて計算すると，第4図cに示すように，大きな残差が生じていることが判明した（Matsumoto *et al.* 1967 a）．この図には収束・発散量の分布が点線で重ねてある．発散方程式における大きな残差が収束域に限って現われていることが分る．残差が生ずる原因は，計算に用いた力学量がメソスケールの運動場を代表するものであり，それより小さい規模の対流活動を代表する場が残差項の中に含まれているためと解釈できる．この図から推論できることは，メソスケールの収束場に対流活動が活発化されていて残差として現われたもので，対流による物理量の輸送が重要な役割を果たすものと考えられる．

3.4 対流輸送による重力波の不安定化

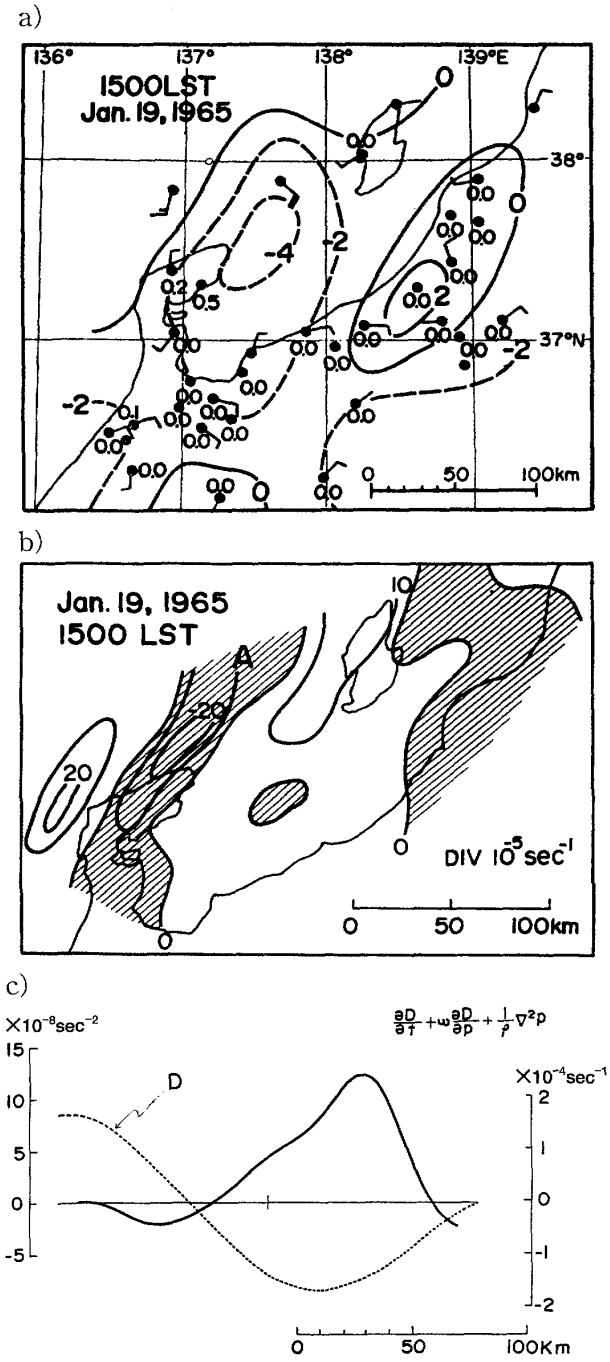
組織的な対流が起っていれば，物理量の輸送により風速や湿度等の分布に変化を生む可能性がある．下層ジェット気流の生成（Matsumoto 1973）や対流に伴う昇温などは，その結果と考えられる．

メソ気象現象は単なるノイズに過ぎないのか，あるいは物理的に意味のある現象として取扱うべきなのかを論ずるためには，総観規模擾乱に対して傾圧不安定理論が裏付けになっているのと同様，不安定理論を求めなければならない．試みに傾圧不安定理論に関与するパラメーターの1つである大気の静的安定度を極限に近付けてみると，メソスケールの擾乱が不安定化することを示すことができる．しかし，このような機構には無理があろうから，次のような理論を考えた．

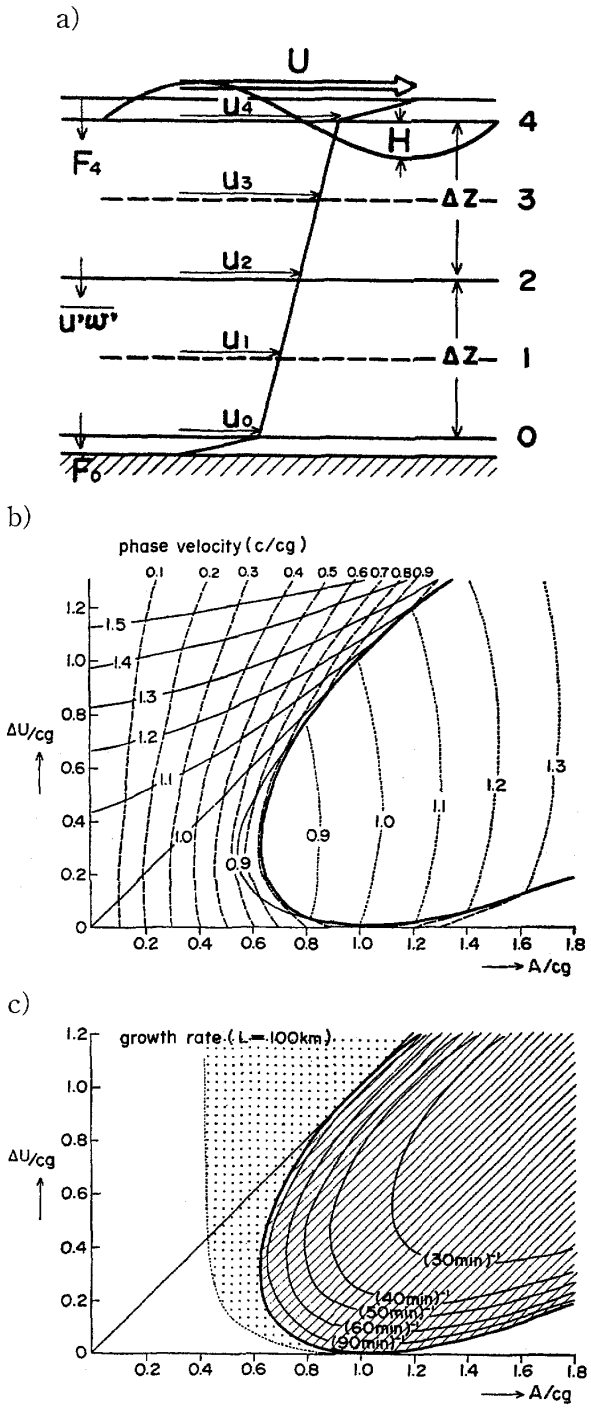
前述のように，メソ低気圧の進行速度は重力波とも理解できるので，第5図aに示すような風速シアのある2層モデルにおいて，界面の高まり（H）を伴う重力波を考える（Matsumoto and Ninomiya 1969）．前節で述べたように，収束域では対流活動が活発化し，収束量に比例する水平運動量の鉛直輸送（$u'w'$）が働くものとし，この比例定数をAと置いて計算してみた．すると，波長100 km の重力波に対し，第5図

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan



第4図　1965年1月19日1500 LSTの観測に基づくメソ低気圧に伴う（a）地上気圧偏差（0.2 mb毎；破線は負値）と地上風偏差（矢羽根）．観測点下の数字は30分間の降水量（cm）．（b）地表風発散分布図（10^{-5} s^{-1}毎，陰影は収束域）．Matsumoto *et al*.（1967 b）に拠る．（c）このメソ低気圧について計算された発散方程式の残差項（実線；左軸）と発散（点線；右軸）の分布（Matsumoto *et al*. 1967 a）．



第5図　（a）鉛直シアのある東西風の2層モデルの概念図．その基本場に重畳する100 km波長の重力波的擾乱の（b）位相速度（破線；内部重力波の位相速度で規格化）と（c）発達率（時間スケール（分）で表示，斜線は不安定領域）．（b），（c）において，横軸は対流による西風運動量の鉛直輸送の下層収束量に対する比例係数 A，縦軸は西風風速の鉛直シア（共に内部重力波の位相速度で規格化）．Matsumoto and Ninomiya（1969）に拠る．

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

cに示す不安定領域（斜線を施してある）が存在することが判明した．但し，図の横軸は比例定数 A，縦軸は上下層の風速シア ΔU である．シアのある基本流において，対流に伴う運動量輸送が不安定効果を持つことが示唆される．

4．梅雨末期集中豪雨特別研究（1967-71）

第2次世界大戦後始まった宇宙開発計画はGARPへと展開し，わが国では1966年（昭和41年）にGARP小委員会の活動が始められた．5年間実施された北陸豪雪特別研究はその頃終了したが，引続き観測地域を九州および南西海域に移し，梅雨末期集中豪雨特別研究を1967年（昭和42年）より更に5ヶ年実施する計画が進められた．これがGARP小委員会の審議を経て，各大学・研究機関が協力して「集中豪雨特別観測—GARP」の名称の下に実施されることになった．得られた観測資料を分析した結果について，以下にその概要を述べる．

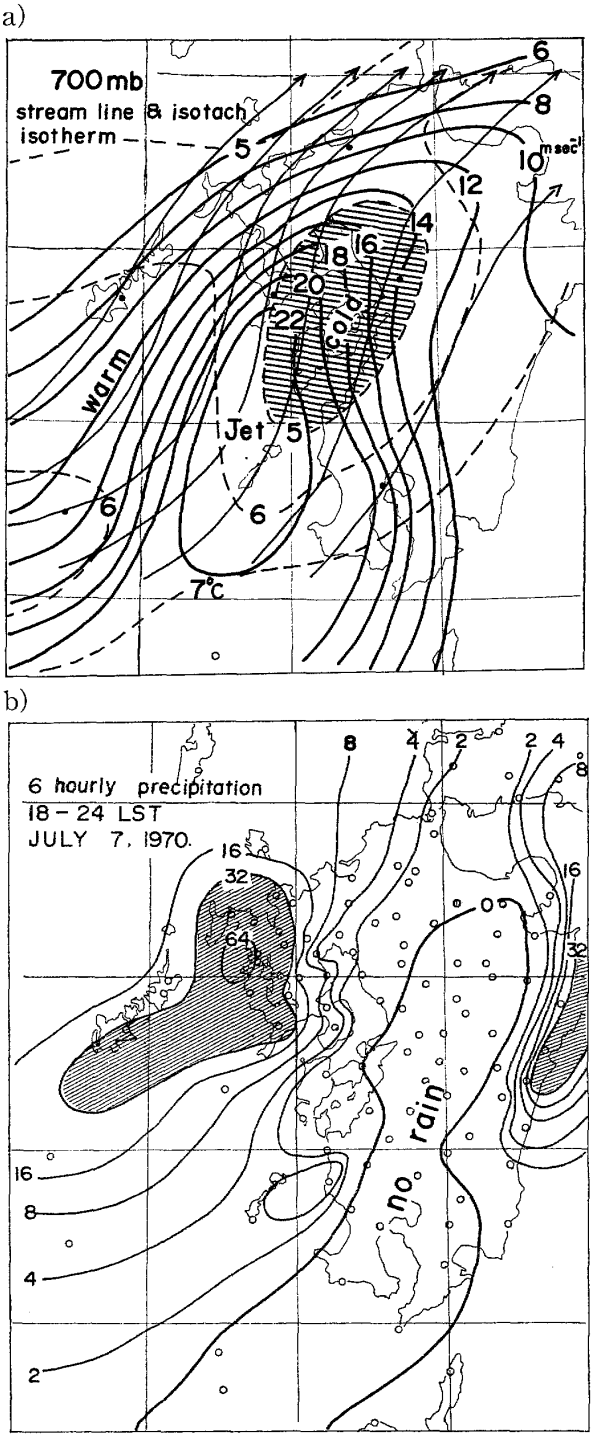
4.1 卓越する下層ジェット

大雨時に見られる著しい特徴の1つに下層ジェットの存在がある．その1例として，第6図aに1970年7月7日の700 mbにおける等風速線（太実線）と流線（細実線）を示した（Matsumoto 1972）．風速10 m/s以上の強風域が舌状に伸びていることが分かる．

既に予報現場では「湿舌」に注目して大雨の予想に役立てていた．それと形状は類似しており，水蒸気の収支計算を行えば降水は舌状の先端部に現われる筈である．しかし，第6図bでは，強風軸の左側に降雨域，右側に無降水域がそれぞれ現れている．降水の水蒸気源が湿潤空気の流入側にあるというよりは，水蒸気が強風域の側面より補給されているものと見られる．

4.2 ソレノイド循環と湿度分布に現れる特異なパターン

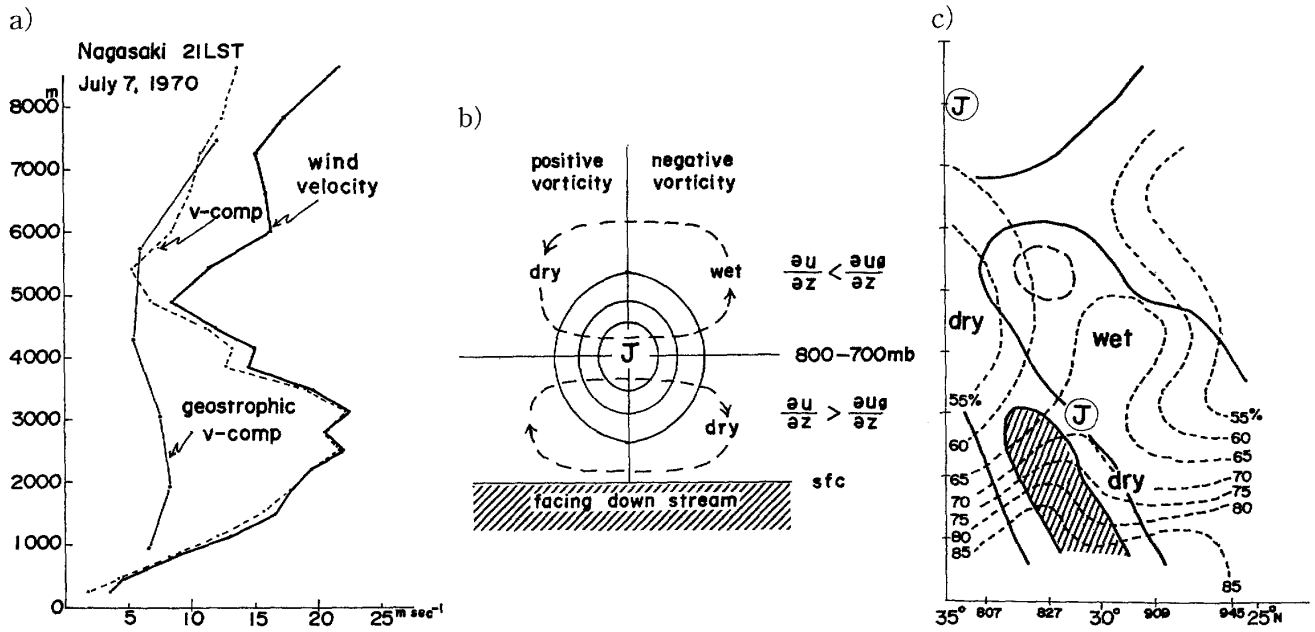
700 mb面付近に出現する下層ジェットは，第7図aに実線で示された風速の高度分布において，風速20 m/sを超える強風として現れる．これに対応する地衡風は図に破線で示すように弱く，極めて強い非地衡風成分が寄与していることが判明した（Matsumoto 1972）．下層ジェットの軸廻りの循環を論ずるために，この軸方向のうず度方程式を考察した．下層ジェット軸より下の層では正の循環の強化が，上の層では負の循環の強化がそれぞれ働くので，第7図bに矢印で示すような循環が存在するものと考えられる．上昇流域では凝結が起るため湿潤域となる一方，逆に下降流域では乾燥域となることが推察される．第7図cは月平均の南北断面図で，「J」が下層ジェットの軸を示



第6図 (a) 1970年7月7日に九州付近にて観測された700 mb面における下層ジェット．等風速線（実線；2 m/s毎）と等温度線（破線；1°C毎）．(b) 九州付近の6時間雨量（18～24 LST；実線）．Matsumoto (1972) に拠る．

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan



第7図 (a) 1970年7月7日2100 LSTに長崎で観測された風速の高度分布（太実線）．破線は観測された南風成分，細実線は対応する地衡風の南風成分．(b) ソレノイド循環モデルの概念図．下層ジェット「J」の上流側から下流側を眺めた図，ジェット軸より上層（下層）では，実際の風速の鉛直シアが対応する地衡風シアより小さい（大きい）．「wet」は湿潤域，「dry」は乾燥域を示す．(c) 1970年7月の平均相対湿度の緯度高度分布（破線；5％毎）．ジェットのコアの位置を「J」で示し，非地衡風成分の鉛直シアの顕著な領域に斜線を施してある．Matsumoto (1972) に拠る．

し，相対湿度の分布を破線で示している．湿潤域（wet）と乾燥域（dry）が第7図bの循環パターンとよく合致していることが認められるであろう．

4.3 降水域の特性

梅雨前線に伴う強雨域を特定し，20分間隔で追跡した1例を第8図aに示す．これによれば，降水域は時速100 kmを超える速度で西風の下流方向に移動していることが分かる（Matsumoto and Tsuneoka 1969）．

降水域にはこのような移動性のものと停滞性のものが存在する．降水域のサイズをレーダーエコーのサイズで計り統計解析した結果を，空間スペクトルとして第8図bに掲げた（Matsumoto 1973 b）．エコーサイズの頻度分布から，波長に換算すると150 km程度のエコーが卓越していることが判明した．エコーサイズの特徴的数値から，降水細胞がメソスケールの特徴を持つことが示された．

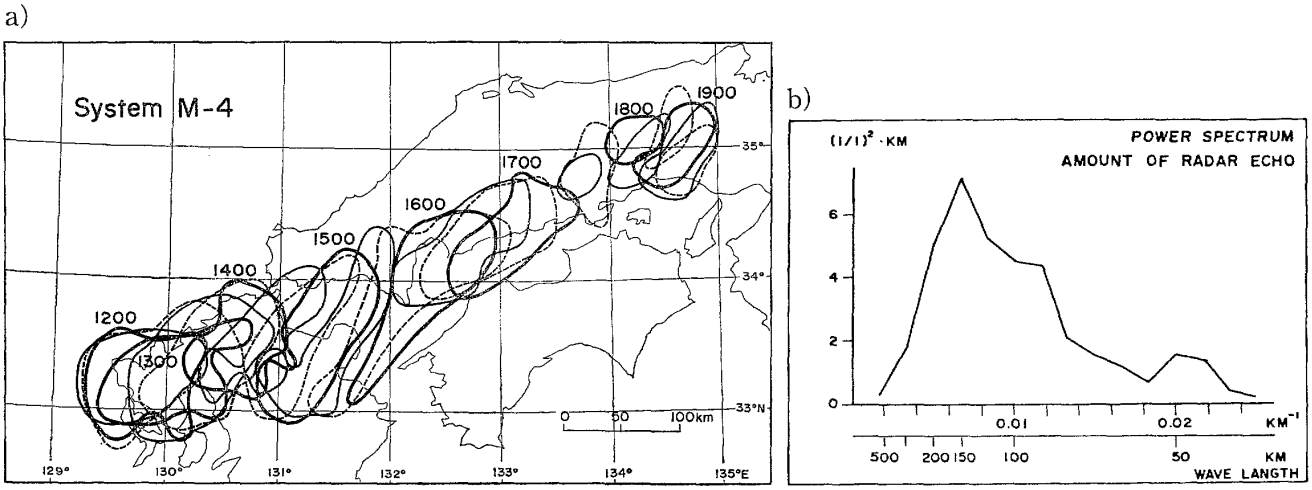
4.4 梅雨前線の構造・中間規模擾乱

九州およびその西方海域に展開した特別観測の資料に基づき，時空間変換の手法を使って，梅雨前線の構造，中間規模擾乱に関する解析を行った（Matsumoto and Tsuneoka 1970）．第9図は1968年7月8日～12日の資料に基づく分析結果で，時間軸を右から左に採り東西分布に対応させている．第9図aとbは，500 mb面および800 mb面天気図にそれぞれ相当する．南北方向には福岡から名瀬までの範囲を表わし，実線で各気圧面の等高線，破線で等温線，点線で露点温度を示している．一般に「梅雨前線」と称されてはいるが，極前線理論で示される前線構造とは異なり，温度傾度の集中化は見られない（Matsumoto *et al.* 1971）．梅雨前線の実態は，むしろ露点温度傾度の集中化として特徴づけられることが認められる．以下に述べるように，この前線付近では雨が降りやすいということができる．第9図cのパターンは，地上天気図に相当するもので，等雨量線とともに主要降水域に影を付してある．実際，この期間中毎日強い雨が降ったことが示されている．

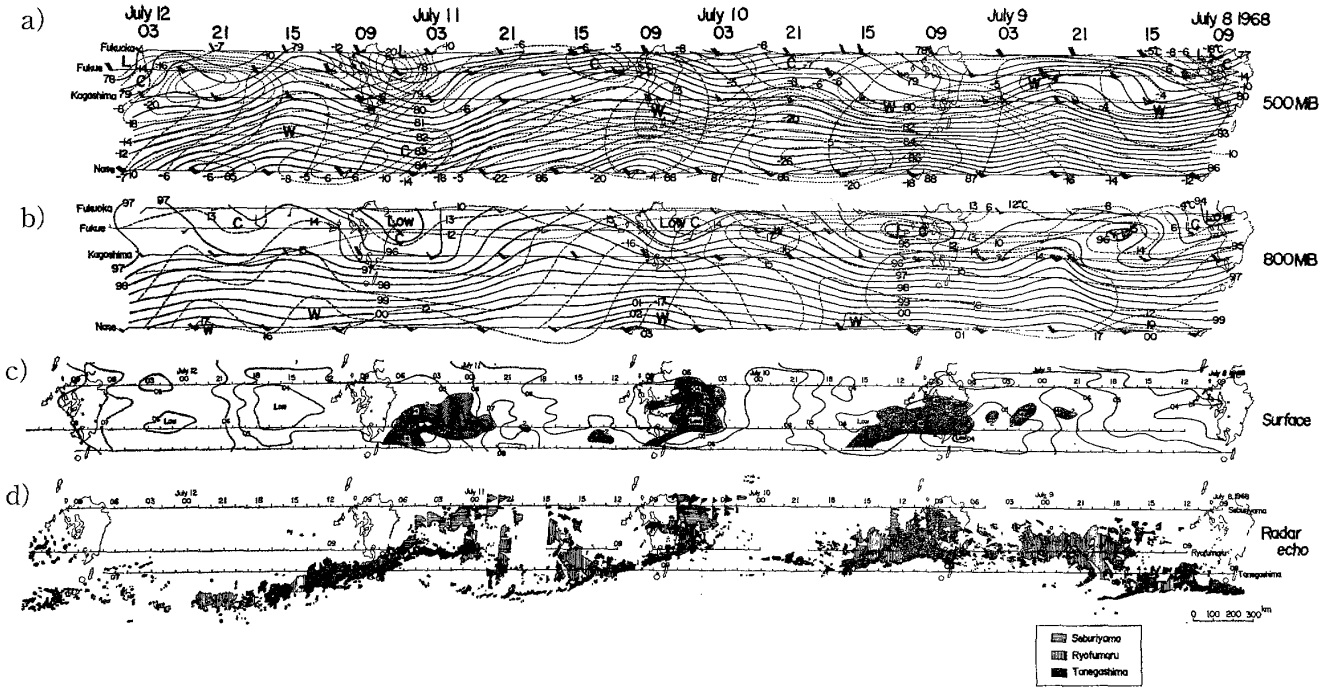
第9図dに示したのは，ルーチン観測の背振山（福岡）及び種子島のレーダーと，西方海上に配置された観測船「凌風丸」のレーダーの画像を，時空間変換の手法で合成することにより得られたレーダーエコーパターンである．時間スケールは図の上方に，空間スケールは図の右下にそれぞれ記入してある．エコーパターンには，約600 kmの水平波長を持つ波状

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan



第8図 (a) 1967年7月9日に西日本で観測された強雨域（時間雨量2mm以上）の20分毎の移動（実線は毎時00分，細線は毎時20分，破線は毎時40分）．Matsumoto and Tsuneoka (1969) に拠る．(b) 1970年6月26日に下層ジェット軸の北側に出現した降雨帯沿いのレーダーエコーの空間スペクトル．Matsumoto (1974) に拠る．



第9図 1968年7月8～12日の九州付近の梅雨前線の構造を時間空間変換の手法で示した図．(a) 500 mb 及び (b) 800 mb の天気図．実線は等圧面高度（10 m 毎），破線は等温線（1°C毎），点線は露点温度（1°C毎）．(c) 海面気圧（実線；2 mb 毎）と降雨域（陰影）．(d) レーダーエコーの合成図（陰影が降水域）．Matsumoto and Tsuneoka (1970) に拠る．

の擾乱が明瞭に現れている．この擾乱は，総観規模擾乱とメソスケール擾乱の中間の波長をもつ意味で「中間規模擾乱」と名付けられよう．この擾乱こそが梅雨前線の強雨をもたらすものと言える（Matsumoto *et al.* 1970）．

5．記憶すべき先人の偉大な業績と遺産

既に第1節において，正野重方教授と和達清夫気象庁長官が示された先見性と，我々が受けてきた恩恵について述べたが，この機会に本節では戦前の先輩が残された埋もれ知られざる偉大な業績について述べた

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

い．

気象事業発展の端緒には大きな気象災害があったことが多い．明治43年（1910年）房総沖で発達した低気圧によって漁船の大海難事故が発生した．これを契機に，高層気象観測所設置が衆議院に建議され，満場一致で可決された（高層気象台時報 1995；饒村 1998）．その頃欧米の気象事業及び高層観測の視察を終えた大石和三郎博士が，新らたに設置された高層気象台長に任ぜられたのは大正９年（1920年）であった．大石は，住民に影響の少ない広大な土地を，筑波山麓の茨城県小野川村舘野に求めた．松林を切り開き道路を造ることに始まり，多大な困難を乗り越えて高層気象業務を開始した．

大正12年（1923年）から１日２回の気球による観測が開始され（饒村 1984），「舘野」の観測地点名で発表された．その後幾多の困難に立ち向い，観測精度の向上に努めた．翌大正13年の観測により，高度8000 m の高層で風速100 m/s に近い顕著な強風が吹くことを発見し，このことを世界に向けエスペラント語で報告している．気球を測距儀で追跡する際には，強い風の吹く場合気球が遠くに流されてしまい，測定は低高度角となり極めて困難となる．当時の気象学の常識では，このような強風は到底考えられないとして無視されていた．

第２次世界大戦で航空機が高高度を飛行するようになると，かつて予想できなかったこの強風に驚かされ，多大な損失を被ることになった．高高度からの東京空襲を目指した米国の B29爆撃機は，この強風に遭遇して目的を達せられず，やむなく低高度の空襲に変更せざるを得なかった．これが低空からの侵入という不意打ちを受けたあの東京大空襲（1945年）であった（Reiter 1967；松本誠一 訳 1970）．

この強い西風は「ジェット気流」と名付けられ，戦後の気象学に大きな転機を付与することになった．ジェット気流に関する研究が各国で組織的に行われるようになり，気象学の近代化はここに始まったと言っても過言ではない．

米国の気象学者 J. M. Lewis はジェット気流の発見を展望し，「Oishi の観測」として大石博士の功績を米国気象学会機関誌に発表している（Lewis 2003）．高層観測地点である舘野の名声は高められたのであるが，現在の地図上でこの地名を見出すことは困難になっている．しかしながら，この舘野こそが現在目覚しく発展する「つくば研究学園都市」の出発点をなすものであり，多くの学者がその恩恵を受けていることを知るべきであろう．

大石和三郎博士と同じく，大正９年（1920年）には岡田武松博士が海洋気象台長に任ぜられている．岡田博士は，後に中央気象台長に任ぜられ多くの実績を残し，日本の気象学の父とも仰がれていることは周知の通りであるが，殆ど知られていない業績の１つをここで紹介したい．しばしば冷害に見舞われていた東北地方を襲った昭和９年（1934年）の大冷害を契機として，東北振興調査会の冷害対策答申に基づき，気象機関を拡充強化することが国会において決議された．これを受け，翌昭和10年には宮古（県立観測所が存在していた）と八戸に国営測候所が設置され，海洋観測船も配置された．さらに，上空の状態を把握するため，岩手山に観測所（後に測候所となった）を新設するとともに，盛岡の県営測候所を国営とし，中央気象台支所として東北地方における凶冷の調査研究を統括させることになった．この時の中央気象台長が岡田武松博士であった．岡田台長は自ら現地を調査し，岩手山観測所の場所を選定するなど積極的に指導した．このことは岩手山測候所沿革誌（盛岡地方気象台 1977）に詳しいが，歴史に埋もれた実に雄大な計画であったというべきであろう．

その後，冷夏に対する海の影響は２次的要因との説が有力となる一方，全国的に高温豊作が続いたため，政府の行政改革と相俟って，観測網は次第に縮小されて行った．観測船は函館・舞鶴の両海洋気象台に移管され，ラジオゾンデ観測網の展開と共に岩手山測候所は縮小閉鎖されて行った．所長ポストは盛岡地方気象台長が併任して存続していたが，昭和48年（1973年）４月16日に遂に廃止となった．この同じ日，気象衛星課が気象庁課長ポストとして発足しており，新しい生命に受け継がれたというべきであろう．正に，「ひまわり」成功への道が拓かれたのであった．

謝　辞

藤原賞の受賞に当り，種々回想の機会に恵まれ，特別研究当時の事情などが蘇った．この計画を推進された諸先輩に敬意を表したい．研究グループのメンバーと多くの困難を乗り越え，一致協力して未知の世界に立ち向ったことなど，感謝の思いを込めて懐しく思い起される．特別観測に参加された気象庁高層課の方々，長年途絶えていた日本海での船舶観測を推進された方々，そして何よりも有形無形の支援を与えられ

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

た北陸現地官署の方々に心からの感謝を申し上げる．このような機会を与えて下さった日本気象学会の関係の方々に厚く御礼申し上げます．

参 考 文 献

Fujita, T., 1955：Result of detailed synoptic studies of squall lines. Tellus, **7**, 405-436.

Fujita, T., 1959：Precipitation and cold air production in mesoscale thunderstorms system. J. Atmos. Sci., **16**, 454-466.

Fujita, T., 1963：Analytical mesometeorology：A review. Meteor. Monogr., **5** (27), 77-125.

Fujita, T., H. Newstein and M. Tepper, 1956：Mesoanalysis -An important scale in the analysis of weather data. Res. Paper, No.39, Washington, D. C., U.S.W.B., 83 pp.

高層気象台，1995：高層気象台時報，**56**，1-2.

Lewis, J. M., 2003：Ooishi's observation：Viewed in the context of jet stream discovery. Bull. Amer. Meteor. Soc., **84**, 357-369.

松本誠一（訳），エルマー・R.ライター，1970：ジェット気流—天気にどう影響するか．現代の科学34，河出書房，217 pp.

Matsumoto, S., 1972：Unbalanced low-level jet and solenoidal circulation associated with heavy rainfalls. J. Meteor. Soc. Japan, **50**, 194-203.

Matsumoto, S., 1973：Lower tropospheric wind speed and precipitation activity. J. Meteor. Soc. Japan, **51**, 101-107.

Matsumoto, S., 1974：Meteorological aspect of precipitation. J. Recherches Atmospheriques, **8**, 205-213.

Matsumoto, S. and K. Ninomiya, 1965 a：An aerophotographic observation of convective clouds in the vicinity of a cold dome center. J. Meteor. Soc. Japan, **43**, 218-230.

Matsumoto, S. and K. Ninomiya, 1965 b：Meso-scale disturbance observed in the vicinity of a cold vortex center - with special regards to gravity waves. Pap. Meteor. Geophys., **16**, 9-22.

Matsumoto, S. and K. Ninomiya, 1969：On the role of convective momentum exchange in the mesoscale gravity wave. J. Meteor. Soc. Japan, **47**, 75-85.

Matsumoto S. and Y. Tsuneoka, 1969：Some characteristic features of the heavy rainfalls observed over the Western Japan on July 9, 1967, Part 2：Displacement and life cycle of mesoscale rainfall cells. J. Meteor. Soc. Japan, **47**, 267-278.

Matsumoto, S. and Y. Tsuneoka, 1970：Time lapse composite echo pattern of wave disturbances embedded in the Baiu front. J. Meteor. Soc. Japan, **48**, 198-203.

Matsumoto, S., T. Asai, K. Ninomiya, M. Iida and M. Takeuchi, 1965：Behavior of the extraordinary cold vortex over the far east coastal area observed during the period from 22 January to 24 January, 1963. J. Meteor. Soc. Japan, **43**, 100-115.

Matsumoto, S., K. Ninomiya and T. Akiyama, 1967 a：A synoptic and dynamic study on the three dimensional structure of mesoscale disturbances observed in the vicinity of a cold vortex center. J. Meteor. Soc. Japan, **45**, 64-82.

Matsumoto, S., K. Ninomiya and T. Akiyama, 1967 b：Cumulus activities in relation to the mesoscale convergence field. J. Meteor. Soc. Japan, **45**, 292-305.

Matsumoto, S., S. Yoshizumi and M. Takeuchi, 1970：On the structure of the "Baiu" front and the associated intermediate-scale disturbances in the lower troposphere. J. Meteor. Soc. Japan, **48**, 479-491.

Matsumoto, S., K. Ninomiya and S. Yoshizumi, 1971：Characteristic features of "Baiu Front" associated with heavy rainfall. J. Meteor. Soc. Japan, **49**, 267-281.

盛岡地方気象台，1977：岩手山測候所沿革史．測候時報，**44**，27-42.

饒村　曜，1984：天気予報100年．天気，**31**，371-373.

饒村　曜，1998：黎明期の高層気象観測～ジェット気流発見までの道のり～．気象，**42**(4)，40-44.

Syono, S., K. Miyakoda, S. Manabe, T. Matsuno, T. Murakami and M. Okuta, 1959：Broad-scale and small scale analyses of a situation of heavy precipitation over Japan in the last period Baiu season, 1957. Japan J. Geophys., **2**, 59-103.

NII-Electronic Library Service

Meteorological Society of Japan

Early History of Meso-Scale Meteorology：Memorable Pioneering Achievement by Predecessors —Memorial Lecture for the 2008 Fujiwhara Award—

Seiichi MATSUMOTO*

* *Formerly Japan Meteorological Agency.*

(Received 30 June 2008；Accepted 13 January 2009)

新刊図書案内

表　題	編　著　者	出　版　者	出版年月	定　価	ISBN-13	備　　考
気象予報士試験　問題と正解シリーズ　平成20年度第１回	気象庁	気象業務支援センター	2008.11	¥1,600		気象業務支援センター TEL：03-5281-0440 FAX：03-5281-0443 URL：www.jmbsc.or.jp
数値予報研修テキスト平成20年度　数値解析予報システムの検証と改良	気象庁	気象業務支援センター	2008.11	¥1,344		気象業務支援センター TEL：03-5281-0440 FAX：03-5281-0443 URL：www.jmbsc.or.jp
環境教育を学ぶ人のために　環境教育／環境保護　公害／リスク／循環型社会　環境教育学の挑戦	御代川貴久夫 関　啓子	世界思想社	2009.01	¥2,300	978-4-7907-1385-2	
考えよう！地球環境身近なことからエコ活動１ ストップ！地球温暖化	環境情報普及センター 松井京子 竹内聖子	金の星社	2009.02	¥3,200	978-4-323-05691-3	
環境年表　第１冊（平成21・22年）理科年表シリーズ	国立天文台	丸善	2009.02	¥2,000	978-4-621-08068-9	
クリーンエネルギー Vol.18　No.2（2009-2）地球温暖化問題に関する国際的な取り組み２　環境・産業・経済の共生を追求するエネルギーの専門誌	クリーンエネルギー編集委員会	日本工業出版	2009.02	¥1,810		
子どものための環境用語事典	環境用語編集委員会	汐文社	2009.02	¥3,200	978-4-8113-8564-8	

NII-Electronic Library Service