

## 統計気候学国際会議について\*

鈴木 栄 一\*\*

## はしがき

この会議は、国際統計協会 (International Statistical Inst.) の第42回セッション (1979年12月4日~14日, マニラで開催) の衛星的会議 (Satellite Meeting) という位置づけで、11月29日~12月1日八王子の大学セミナー・ハウスで開催された。

昨年5月頃から、ベルギー王立気象研究所の R. Sneyers とアメリカ統計協会 (American Statistical Inst.) の F.C. Leone の協議が行われ、その要請をうけて、創価大学教授池田貞雄、東京大学教授鈴木雪夫が必要な準備を進められた。気候学というテーマの関係で気象学会への共催申入れがあり、気象研究所予報研究部長内田英治 (気象学会常任理事) が中心となって協力することとなった。日本側組織委員会には、筑波大学教授吉野正敏、予報第2研究室長広瀬元孝の他に筆者が途中から参加し、お手伝いをしてきた。

実施計画は、R. Sneyers を中心に逐次立案され、「天気」Vol. 26, No. 4, No. 10 に紹介された。8つのトピックス (理論面と応用面) をもとに、関係する研究者の参加を呼びかけることとなった。

最初の計画として、日本での開催という条件もあって、どの位参加者があるか、多少懸念もあったが、結果的には傍聴者も含め48名 (論文のみ寄稿された方含まず) 参加し、一応成功したといえよう。この計画実施に伴う予算措置と開催場所交渉 etc. は、池田貞雄が終始中心となって努力され、創価大学情報科学研究所と U.S. Office of Naval Res. との資金援助を得ることができた。

\* On the International Meeting on Statistical Climatology.

\*\* Eiichi Suzuki, 青山学院大学経済学部

こうして開催された国際会議であるが、参加者の研究発表テーマは大変バラエティがあって、全体的まとめは大変困難であるが、一応筆者の見方で分類すると、

- (a) 気候変動や予報, 気候データ解析への統計手法利用
- (b) 気候学への応用を意図した統計手法の開発工夫 (innovative development) とその事例提示
- (c) 統計理論の研究と成果の発表 (気候学への応用例を含まない)

となろう。ここで (c) の意義は、気候学への応用も将来あり得るものとして関心をもたれている手法の理論的成果を知ってもらうことにある。

以下、研究報告の要点をなるべく当初のトピック分類に従って紹介するが、二つ以上のトピックスに所属し得るもの、どのトピックにも入れにくいものもあった。

それほど多様な研究報告であり、ここでは筆者の見方による便宜的分類をした点をお断わりしておきたい。

## 1. 時系列としての気候変化

まず、山元龍三郎は、北半球地表平均気温の100年間にわたる長期変動をしらべるため、Gandin の最適内挿法による格子点値推定 (この1例は「天気」Vol. 26, No. 5, 281頁にある) を行い、その推定誤差を示し、変動特性、Zonal mean pattern などについて興味ある図的結果を詳しく述べ、高橋浩一郎は4年サイクル気候変動を A. Shuster 流の簡潔な調和解析で調べ、これが天文学的活動変化 (solar corpuscular flow や geomagnetic disturbance) との関連でうまく説明できるとした。北半球規模で大気振動の4年サイクルがあらわれている点が強調された。

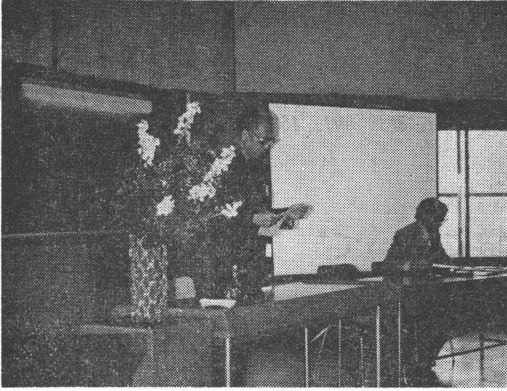


写真 1 あいさつは吉野教授.

また、小河原正巳は気候要素の平均をもとめる WMO 方式（最近30年の単純平均を平年値とし、10年ごとに再計算する方式）と指数平滑化方式との比較を日本の気温や降水量の経年変化具体例をとりあげて行い、最適な指数平滑化の係数や最近何年平均が妥当かを MSE (Mean Square Error) → 最小化の観点で、bias の問題を含め理論的に考察し、いくつかの日本での具体例で、検討した結果をのべた。

O.M. Essenwanger は、パワースペクトラムとフーリエ解析を巧妙に適用して時系列を三つの成分 (cycles, quasi-cycles, red (or white) noise) に分離する方法を示し、気温の時系列に関する応用例をあげた。しかし、問題は quasi-periodicities がたとえば気温時系列においても、そのパワースペクトラム上で統計的に有意な結果とは必ずしもならない点にあり、そうした点はむしろ赤色雑音との対比でこの存在がチェックされるとした。ある気温時系列の quasi-cycles は synoptic scale の現象との関連で説明されたようである。

## 2. 気候要素、極値の理論分布およびマルコフ・チェン

鈴木栄一は、多くの気候要素の分布モデルおよび極値の理論分布について総括的展望をし、マルコフ・チェンによる二者択一の天候系列のモデル化の総合的紹介をしたあと、次の問題点を指摘した。

(1) 分布モデルのパラメーター最尤推定量を得るための漸近解法の精度と推定量の分散共分散行列が十分具体例で究明されていないこと。同一要素にはなるべく一つの分布モデルが望ましく、種々の気候学的ちがいや特徴はむしろ分布にふくまれるパラメーターのちがいとして把握される方がよいのではないか。

(2) 極値分布としては Gumbel 二重指数型がやや乱用されているが、むしろ A. Jenkinson の 3 パラメーターをもつ一般化極値分布をもとに柔軟な取り扱いを QA (Quartile analysis) と併用しながら行う方がよいであろう。

(3) マルコフ・チェンでは、その Order 決定に、AIC 基準が用いられているが、エルゴード性の確認、季節変動への吟味が不十分で今後の手法開発が望まれること。この他の諸問題も指摘した（あとで R. Katz は AIC よりも SBC が天候のチェン Order 決定に Optimum であるとの事例をあげた書簡をよせられた）。

G. Ibrahim はジャカルタの年最大一雨降水量の度数分布モデルとして Gumbel 型が適合すると報告する予定であったが欠席された。

鈴木・宮田・本郷（報告者は宮田雅智）は、極値分布が有限小標本の場合、解析的に同定予測できにくい点を指摘し、その再現期間の予測や外挿には、非正常性もある程度 explicit に考慮し得る、カルマンフィルターモデルの修正導入が有効であると報告し、従来の極値推測法が、定常性仮定下で構成され、外挿がうまくいかない問題点に対し、一つの有効なアプローチを示した。

G.R. Rao は Pabhani の降水分布モデルとしてマルコフ・チェン化と幾何モデルを提示するはずであったが、欠席された。

小川潤次郎は  $\sigma^{-1}f((x-\mu)\sigma^{-1})$  型分布モデルの location パラメーター  $\mu$ 、scale パラメーター  $\sigma$  を  $k$  コの標本 quantile をつかって推定するための最適スペーシングを理論的に究明し、正規分布の場合の詳細な数値的結果をあげ、 $\mu$ 、 $\sigma$  の同時推定には対称なスペーシングが optimum であるが、他の連続分布に対しても最適スペーシングについての示唆を与えた。

L. Billard は、天候系列のマルコフ・チェンモデル化で、パラメーターの最尤推定とその実際適合性をしらべ、run test その他の適時適当な検定例を示したが、マルコフ・チェンとしては、むしろ primitive な具体例の提示に他ならない。

M.M. Ali は指数型分布モデルでの最小、最大、順序統計量の分布を考察し、予測分布モデル化（一種の条件つき分布モデル化）を行っているが、将来おこり得る観測値の予測に必要な条件つき分布は、パラメーターが既知であるとの条件下で構成されており、この条件下の数値列をあげているが、パラメーターが未知であったり、変化した場合は考察されていない。

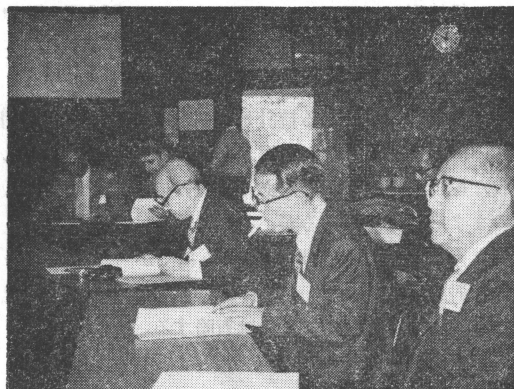


写真 2 日本人の出席者。

R.R. Davidson は、次のような一般化された Logistic 分布の family が気候極値解析のある限定された目的に有効であることを強調した。つまり、

i)  $U$  がパラメーター  $\theta, \nu$  をもつ gamma 分布に従うとき、 $X = -\log U$  は一般化された極値分布のモデルであり、 $X_1, X_2$  が  $X$  の independent copies (独立標本の意) であるとき、差  $D = X_1 - X_2$  はパラメーター  $\nu$  をもつ一般化された Logistic 分布となり、この応用が特定目的に対し有効である。

ii)  $T$  がパラメーター  $\nu, n$  をもつ beta-分布に従い、 $T=t$  の条件下で  $U$  がパラメーター  $\theta t, \nu+n$  をもつ gamma 分布に従うとき  $Z = -\log U$  の分布を考える。 $Z_1, Z_2$  が  $Z$  の independent copies であるとき、差  $D = Z_1 - Z_2$  がやはり一般化された logistic 分布となり、この応用も極値解析の特定目的に応じ有効となり得る、という訳である。

こうした気候要素、極値の理論分布、マルコフ・チェンモデル化でもっとも大きな問題は、“実際現象のどの側面をどうモデル化するかで、結果がちがってくる”ことにあり、地域のちがひ、期間やサンプル数のちがひおよび気候学的特性のちがひの取り上げ方にうまく即応し、モデルの簡単化は意図されても、なかなか普遍性のある一般的結果を提示しにくいことであろう。

### 3. 同時分布と多変量解析の応用

I.B. MacNeill は、時系列の周期的、偽似周期的変動システムを示す多変量回帰モデルでパラメーター (回帰係数) にあらわれる変化を回帰残差蓄積状況から発見する方法に代り、尤度比型検定基準で発見する方法を提示したらしい(筆者外出していたため聞いていなかった)。

適当な位数の自己回帰型で係数パラメーターの変化を容認することは非正常性存在を意味する。(位数のちがひか、パラメーターの変化かを見極めるのはちょっと困難である。)

Y.P. Chaubey は、計量経済学などでよく取り上げられる連立線形モデルでは、データを適当な 2 群に分けて等分散無仮説をたて、検定することが多かったが、この時の power (検定力つまり第 2 種のエラーの確率) は必ずしもよくなかった。そこで power をより向上させる一般性をもった別の分散仮説漸近検定法を提示した。これは多変量回帰モデルでのパラメーター推定量の分散共分散行列が正則の場合であり、結局  $\chi^2$ -検定に reduce される。ただ観測値のある一部が同一分散をもつか否かを適当にスリッさせながら事後的に検定を行う powerful な手法のように見受けられた。

M. Csörgö は、多変量解析における分布間距離を示す統計量 (Cramér-von Mises statistic) の一般化されたもの、およびその special case について、極限分布と、収束の速さ (rates of convergence) の問題を理論的に考察しているが、こみ入った数式が多すぎていたためか、正直いって半分位しか分らなかった。つまり、 $d(\geq 2)$  次元ユークリッド空間での連続分布クラス  $F$  が 2 つの分布クラスファミリー  $F_1, F_0$  のどちらに属するかの仮説検定に用いられる距離統計量の基本性格が分らなかったのである。筆者の不勉強のためでもあろうが、気候変動プロセスへの応用例を示してもらいたかった。

一方、T.D. Dwivedi は線形モデル 
$$Y = X \cdot \beta + \epsilon$$
 
$$\begin{matrix} n \times 1 & n \times k & k+1 & n \times 1 \end{matrix}$$
 で、偏りがある  $\beta$  の推定量の諸問題、および  $X'X$  が ill-conditioned matrix (たとえば逆行列が通常形で存在しない rank おちした行列) のとき、Ridge 推定量や他の新しい推定量の不偏性その他を一般的に考察している。Ridge 推定量の意味はよく分らなかったが、標本全部つかわないで、その一部を用い、不偏性をもたせる工夫をしたものようである。

最近ではガウス・マルコフ模型で、正則な分散共分散行列でなく、特異な分散共分散行列の場合もパラメーター推定問題が盛んに研究されつつあり、それらとの対比でこの研究の位置づけが明確となろう。

さらに、A.M. Abouammoh は多次元分布における 2 つの特性 (exchangeability と majorization) に関する研究結果を報告した。

たとえば、確率変数  $X_1, \dots, X_n$  は  $X = (X_1, \dots, X_n)$  のすべての順列 ( $n!$  個) がすべて同じ多変量分布を

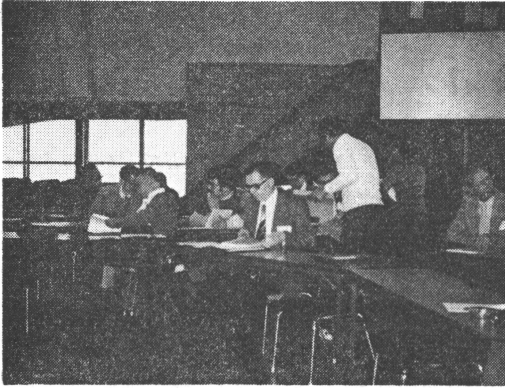


写真 3 前列手前はスネーヤーズ博士，その横はレオーネ博士。

もつとき exchangeable とよばれる。今回はこれよりさらに一般的な related exchangeability の概念を提示し、さらに random vectors の majorization の概念から生ずる Schur-分布および、その他の related sub-classes について考察し、それらの応用例をいくつか示したが、正直いってよく分らなかった。というのはわれわれが具体的に取り扱い、多次元正規分布、その他多くの分布は、大抵 exchangeable であるし、Schur-関数が驚くほど多くの分布ファミリーをカバーしているといわれてもなかなかピンとこないからである。(また模図の具体例も示されたが、理解困難であった。)

広瀬元孝は気候の長期予報を目指し、500 mb 月平均高度の主成分分析で主要成分を抽出し、北半球規模のパターン予報用の重回帰モデルを作った。これは1カ月単位の回帰予報を逐次くりかえして、12カ月先までのばす目的で、開発され、当然それらの係数も逐次変化する。複雑すぎる北半球パターンでは主要成分に分解し、それぞれの特性を究明するのに主成分分析は有効であろう。同様の主成分分析は L.J. Ogallo も試みているが、欠席された。

一般に、北半球スケールでの気圧(または等圧面高度)、気温、降水量の時間的変動は多変量解析の諸手法を応用する絶好の対象である。しかし、これまで、成分分析(これと同等な経験的直交関数)ぐらいしか応用されていない。多変量解析の多様な手法および、定性定量の両変量をとり入れたシステム・モデル的アプローチが実態に即して行われることが今後の課題となろう。

さらに、鈴木・大橋・本郷(報告者は大橋常道)は定性的変量と定量的変量とが説明変数の中に混在すると

きの一般線形モデルで、パラメーターの BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) を一意にきめる新手法として推定量分散共分散行列の対角和最小化にもとづく、線形制約式をとり入れる統計処理法を開発し、新幹線関係での湧水現象のモデルを提示した。これは、もっとも一般的な線形回帰モデルでもあり、気候の推定や予測にもそのまま応用可能であるが、行列のダブルダガーという表現とそれをういた定理が馴染みにくかったせいか、十分な討論はなかった。(あとで、Y.P. Chaubey ら理と論面の討論をしたがここでは省略する。)

#### 4. 予報の検証と統計的品質管理

A.H. Murphy は天気予報の検証に用いられてきた諸方法の概要を述べ、アメリカにおける予報の効果評価の現状を報告し、確率予報の評価に関する未解決の諸問題に対する自分のアプローチを明示した。Brier Score などの伝統的検証方法に経済効果を導入するには、対策コスト  $C$  と予報外れに伴う損失  $L$  との比  $C/L$  が、予報カテゴリーの関数としてモデル化されることが必要であり、種々の研究が行われてきた。とくに利用者の payoff 関数の構造を反映した measure の定式化と利用、評価 measure の確率分布モデルの提示と予報者の行うべき予報改善策への示唆は、今後の確率予報のあり方に有力な示唆となるであろうが、予報評価 (evaluation) は不確実な将来事象の予測評価と同様、経済学におけるような効用 (utility) の適切な定式化がなされない限り、統計的問題となりにくいであろう。

E.L. Scott は、Walnut Gulch 地区 (26地点) outlier における降雨の experimental seeding 効果を判断する1つのモデルを示した。まず seeded case と not seeded case の図的比較を説明し、つぎに、各 case について、降雨観測系列  $\{X_n\}$  のデータをもとに変換量  $(X_n - \bar{X}) / (X_{n-1} - \bar{X})$  をつくり、この分布モデルを考察し、それが基準線の上下にどんな現われ方をするかで、品質管理的アプローチになるそうだが、これが skewed distribution とどう関連するのかよく分らなかった。降水量の実際系列  $\{X_n\}$  が、gamma 分布に従う標本時系列のとき、 $X_n - X_{n-1}$  の代わりに上記変換量をとった方が正規分布に近いのであろうか(そうはならないはず)。skew distribution に従う短時間降雨量の適当な正規化がなされない、素朴な品質管理の対象になりにくい。(むしろ平方根、立方根ないし対数をとって近似的に正規分布に従う変量に変換し、その時間プロセスを追跡する古典的

品質管理でよさそうである。)

ともかく、従来の品質管理の枠組とはちがう予報管理の困難さを強調したようである。

### 5. 気候学的空間場の確率的モデル

まず、長期気候変動に確率的攪乱 (stochastic perturbation) が、加わったときのモデル化を A. Sutera が報告しているが、error がある時点以降で bias になり得る点への注意は当然行われるはず。Abstract 提出がなかったが、これは統計学上、むしろ primitive な事柄である。

P.N. Somerville は、世界的な規模の雲量分布統計モデル作りという大きな問題に対し、TIROS のデータを広く用い、毎日昼夜観測記録を整理し、季節ごとの興味あるベータ分布型雲量分布モデル状況とその推移を報告した。結果として、度数分布の shape criteria から各季節ごとに3つの雲量分布モデルが得られた。昔から、観測された雲量の度数分布型はU字型といわれているが、現在は、気候学的に全天の何%が雲となっているかに関心があり、ベータ分布型とされ、shape criteria が定量化されたのは進歩だが、分布の適合度テストに問題が残る (不完全ベータ関数の数値計算が必要だから)。

石原健二は、格子点気候値たとえば気候学的な積雪深確率値といったものを地形諸因子を計量化して重回帰モデルにより推定する手法と、その本邦中部地域への応用諸例を報告した。この際、Dependent data の数と変数増加法で選定された地形因子数との関係、および重相関の値をキチンと確かめておくことが強調され、佐渡のような観測所の極めて少ないところでも、地形からみて妥当ないくつかの Contour line がひかれることが述べられたが、測定単位や相関の値および精度について若干の質問があった。

### 6. 分類、判別手法による解析と予報

気候学的な諸指標 (たとえば、index of moisture availability) と変動特性 (year-to-year fluctuation) によってモンスン気候の分類を試みるのが、V.P. Subrahmanyam により提示された。この指標は (毎月 of evapotranspiration) / (気候学的な年単位の evapotranspiration/12) であるが、同時にこの index の範囲とか、水収支 diagram の形態をも併せ考慮するモンスン気候の分類であって、とくに判別手法が用いられている訳ではない。

A.K. Bansal は分散に相当する precision (精度) 未知

の正規母集団に関するベイス決定方式を考慮し、これがベイス予報 (判別予報と本質的に同じ!) にも役立つことを述べた。

$X_1, X_2, \dots, X_n$  が  $N(m, R)$  ( $m$  は未知平均,  $R$  は未知 precision とする) からの標本であるとする。条件つき分布  $f(m|R=r(>0))$  が ESD (Edgeworth Series Distribution) で、 $R$  の周辺分布が gamma 型であるとき、 $m$  と  $R$  の同時事後分布を研究し、ベイス推定とリスクを定式化し、ベイス予報の頑健性研究 (robustness study) を試みている。直接判別予報を具体化したものではないが、その基本となるものである。 $(m, R)$  の最尤推定は一応可能であり、その同時分布は容易にもとめられるであろうが、元来  $m$  と  $R$  は未知母数であり、その分布はあり得ないのではないだろうか?)

P.R. Lowe は西太平洋における熱帯ストームの判別予報を報告する予定であったが、欠席された。

これは、日本での判別解析による統計予報とまったく同じ手法であろう。

Der Megreditchian は、経験的判別分析、従来のパラメトリック因子分析、non-parametric 因子分析 (Fix-Hodge's 法など) の総合展望と、いくつかの一般化距離 (Mahalanobis 距離や、Kullback-Leibler 分布距離 etc.) による判別精度の検討結果をのべ、フランスでの判別予報の諸例をコンピューターリストで紹介し、要因選別の問題にも言及した。手法的には多群判別関数の経験的モデルであるが、エネルギーに判別予報を推進しており、インドその他での判別理論の研究成果を大いに気象予報に導入すべきであると強調した。研究発表としては飛び入りであるが、日本人の研究文献を多く収集して交流を深めるための来日であり、フランス語での文献を各方面に寄贈して、帰国した。(大阪大学の丘本正教授および筆者の研究も引用された)。

判別分析自身についても、よく研究努力しているようであるが、短時間の間に数十枚のコピースライドで報告されたので、その要点理解に苦勞した。

### 7. 数学的モデルと確率的モデル

柴田利貞は、自己回帰モデル、重回帰モデルにおけるパラメーターの数 (つまり予測要因の数) の最適選択基準について考察し、4つの統計量  $AIC$ ,  $Cp$ ,  $S_B$ ,  $BIC$  の検討を行い、結果として  $AIC$  と  $Cp$  が漸近的に最適であることを述べていたが、今回はコンピューター・シミュレーションによる実験の結果を報告した。

この漸近的最適選択理論についての定式化を、柴田は一応キチンと体系的に検討した上で、必要なシミュレーションを多項式回帰、フーリエ型回帰の小標本例で行い、AIC 基準が比較的有用である場合を具体的に示した点を評価できよう。しかし、予測誤差 2 乗和 (ノルム) に相当する Loss function の Lower bound にもとづく議論のところでは選択数  $k_n^*$  が漸近的に最適なパラメーター数を示すこととなる点が理解困難であった。

一方、J. Gould は対流圏中層における二酸化炭素の空間分布に対する数学モデルを提示した。非定常乃至定常な地表の source と sink による  $\text{CO}_2$  の対流輸送拡散の球座標表示による数値解法を示しているが、非定常解は分離形関数  $f(t)g(z)$  の形で与えられるとしてかなり面倒な数式的解表現がとられており、どこに統計的アプローチが含まれているか分りにくかった。

通常の diffusion model での濃度を  $C(\theta, \phi, r, t)$  でかく時その解は基本的に Gauss 型であるが、ここにはその重ね合わせ関数が示され、濃度が advection でどんな分布をするかに関心があり、若干の具体例も示されたようである。(この Gauss 型では当然パラメーターが時間とともに変化することになる。)

## 8. 円周分布 (circular distribution) と調和解析

円周分布とは風向のように円周上を 1 まわりする角度の度数分布モデルであり、R. Sneyers は R.V. Mises (1918) や E.J. Gumbel (1953) などの circular normal distribution の一般化を試みた。元来 circular normal distribution とは、その密度関数が

$$\left. \begin{aligned} f(x) &= C^{-1} \exp \varphi(x), \\ \varphi(x) &= r \cos(x - x_0) \\ &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} 0 \leq x \leq 2\pi \\ \text{その他の } x \end{array} \quad (8.1)$$

で与えられ、 $C$  は

$$\int_0^{2\pi} f(x) dx = C^{-1} \int_0^{2\pi} \exp \cdot \varphi(x) dx = 1 \quad (8.2)$$

となるようあとから決められ、 $r, x_0$  は分布のパラメーターである。

この広い一般化で、方向  $x$  の連続関数  $\varphi(x)$  は  $\varphi(0) = \varphi(2\pi)$  となるように決められればよい。そこで、R. Sneyers は有限フーリエ展開

$$\varphi(x) = \sum_{j=1}^N (a_j \sin jx + b_j \cos jx) \quad (8.3)$$

で  $\varphi(x)$  をあらわし、方向  $x$  の標本  $x_1, \dots, x_n$  による尤度

$$L = C^{-n} \exp \sum_{j=1}^N (a_j \sum_{i=1}^n \sin jx_i + b_j \sum_{i=1}^n \cos jx_i) \quad (8.4)$$

を最大にするパラメーターベクトル  $(a_j, b_j)$  ( $j=1, \dots, N$ ) の集合について考察し、それが十分推定量で unique かつ MVB 共分散行列をもつことを示した。

さらに理論的結果をいくつか示すとともに、Brussels の Uccle 1 月風向度数表 ( $n=669, 97$ ) を用いて  $N=1, N=2$  としたときの分布適合性、フーリエ係数推定値などの数値的結果を示した。同地点は  $S \sim W$  寄りの風向が圧倒的に多い地点で  $N=2$  としたモデルがよく合うことが分った。

## 9. トピックとしての統計理論と応用面

上記の 8 トピックスは統計気候学の主要部分を一応カバーする (8 topics are scheduled to cover the vital parts of Statistical Climatology) との見通しでリストアップされたものの、実際に研究発表されたものをかなりむりしないとこの 8 トピックスに入れにくいことが分った。

もちろん vital parts であって all parts でないから 8 トピックス以外のものもあり得る訳で、今回のような最初の国際会議では参加者が、8 トピックスに必ずしも拘束されずに、それぞれの個性ある研究を報告されたので、必ずしも気候学的 examples をあげていない。

最後に closing remarks で吉野正敏が気候学、気象学における統計手法の導入、応用の詳しい歴史的展望を具体的に述べられ、今回の meeting の位置づけを明示されるとともに、今後の発展方向への示唆を種々与えられた点は分りやすかった。

そこでは、気候学のもつ複雑かつ多様な諸問題に即応する統計手法はかなり flexible であり、かつ現在までに用いられなかった理論や方法論が、いつかは応用され得る可能性をもっていると考えられ、統計学者と気候学者が一堂に会しての討論が今後とも望ましい訳であろう。

したがって気候学への応用例を含まない統計理論面の成果発表でも、参加者が「統計気候学会議」であることを十分承知した上で報告されたものは快よく受け入れ、理解につとめることが望ましいと考える。

筆者の会議に出席しての印象的事後分類としては、はしがきでも述べたように次のように分けられよう。

(a) 気候学上の統計的諸問題解決に、従来のよく知られた統計手法の導入と応用を試み、気候学への寄与をしたものと考えられるもの。

(b) 気候学への応用を一応念頭において統計理論や手法の開発工夫を試みた上で成果を報告したもの。具体例は広い意味での気候学的な問題である。

(c) 気候学への直接的利用はそれほど意識せずに統計理論面の方法的な研究や開発に興味があり、その現況、問題点の究明に関する自分の成果を述べたもの。

また応用面として当初リストアップされたものをみて分るように、気候モデル (climatic models) づくりには topics として theoretical distributions, stochastic models, circular distribution の3つがあげられていた。つまり、複数の topics がモデル作りや、予測に登場してくるので、あまり機械的な分類は統計気候学の発展に必ずしも役立つまいであろう。これまで無縁と考えられていた統計手法や理論が将来どんな形で気候学上の問題解決に登場するか分らないといった柔軟な対応の仕方がむしろ歓迎されるべきであり、応用内容を豊かにしてくれるはずである。

卒直にいて3日間にわたるこの会議の全研究発表を完全に理解するという事は確かに難しかったと思われる。また筆者自身、この報告を書くのにはじめ躊躇したのであるが、気象学会会員の誰かが書かねばならない状況でもあったので、敢て不十分な理解を承知の上でとりまとめた次第である。

#### あとがき

以上で、今回の統計気候学国際会議に関する印象的報告を終るが、最後の closing address で F.C. Leone はいくつかの事項の補足的しめくりをした。

第1に、この会議の記録としての Proceeding 作りの日程計画であるが、これは省略する。ただ、ここでの印象的報告は必ずしも正確に参加者の研究発表を伝えていない面があり、誌面の都合で簡潔に要約したから、詳細を知りたい方は1980年秋頃に刊行される予定の Proceeding を是非御覧頂きたい。

第2に、アメリカ気象学会が中心となって2年に1度行ってきた「大気科学に関する確率・統計の Conference」との関係であるが、これは参加者との質疑応答の結果、こちらは ISI およびベルヌーイ協会主催の「気候学」中心の統計に関する会議でもあり、主催団体の組織が異なるといった性格のちがいがあるので、ここだけの判断ですぐ結論を出せないが、今後検討してゆくこととなった点である。実際上記 Conference は昨年10月にカナダで開催されており、情報交換や研究交流は必要であろう。

最後に、次回は、とりあえず検討設置された Search Committee や Organizing Committee によって日本以外のところで多分2~3年後に行われることになろうが、WMO や ICSU の世界気候計画とも関連して行われることが望ましいと念願しつつ、この報告を終りたい。

#### 文献

Abstracts of Papers, International Meeting on Statistical Climatology, Nov. 29-Dec. 1, 1979, Inter-University Seminar House Hachioji, Tokyo, Japan.