

気象統計を理解するために

鈴木 栄 一\*

1. はしがき

気象現象を支配する諸法則を探究し、体系化するためには、他の諸科学と同様に帰納的方法と演繹的方法とが並行的に採用されることが望ましい。つまり、ある仮定と条件から出発し、モデルを設定して得られる理論的結果を実際の資料から検討すること、逆に実態そのものを克明に解析し、考えられるいくつかの法則性のうち、どれがもっとも実態に合うものであるかを明らかにすることで、統計解析はこの2つの面に役立つ手法である。

現実には日本における気象統計が、研究者の層も薄く、既存手法の適用と若干の工夫に留まっているのに反し、アメリカでは気象統計が OR 手法の導入と並行して、手法の開発、内容の高度化、電子計算機による多面的な解析技術開発により、論文数も著しく増加した。

これから気象統計に関心をもち、勉強しようとしてきている人達のために、入門書、重要文献、などのうちから筆者の知る範囲のものをあげてお役にたてたいと考え、以下にその記述をする。

2. 気象統計の入門書

気象統計と名づけられた成書としては、1945年高橋浩一郎<sup>1)</sup>により書かれたものが最初である。現在は入手困難であるし、その補注112頁にもあるように、古典統計的手法に終始しており、現代の発展した統計学水準からみて、着眼点に学ぶべき面はあっても、取扱い方に厳密をかく箇所が散見され、入門書というより、歴史的な道標というべきであろう。その後1956年、高橋浩一郎<sup>2)</sup>により同名の書物がかかっている。これは内容的にも書き直され、入門書として十分役立つもので、最近まで多くの人に読まれてきた。

最近、筆者により気象統計学<sup>4)</sup>が書かれたが、これは高校卒業程度というより、理科系大学2年終了程度の数学知識で理解できるものである。根本順吉氏の御批判(天気、本年2月号)にもあるように、統計手法に重点がかたわっている。根本氏が指摘された小河原一藤田の黒点外挿(172頁)は「1840~1945年間の変動特性がそのま

ま維持されると仮定しての結果」であり、この仮定の当否は別問題として検討し、否ならば外挿すべきでない。筆者の書物<sup>3)</sup>170頁で断ったように、\*周期性、が安定しなければ予報の手段になり得ない。

この他に Conrad らの書物<sup>5)</sup>、桜庭信一・小河原正己の気象学図表及び公式<sup>6)</sup>があり、気象研究ノート<sup>7)</sup>に気象統計が実例とともに割合よくまとまった形で解説されていることを付記しておく。

3. 統計学, OR, 電子計算機関係の入門書

気象統計に関心をもたれる方々によく聞かれることは気象統計そのものの入門書以外に、統計学の分り易い入門書はないかということである。また近年盛んになったオペレーションズ・リサーチ、統計解析に不可欠となってきた電子計算機関係の入門書はこれまでのところ記述されてないからそれらについても一括してあげることしよう。

まず増補改訂版のた統計学大辞典<sup>8)</sup>(東洋経済)の中に図書、重要文献、統計数値表の一覧があり、数学セミナー1月号<sup>9)</sup>の中にとくに電子計算機関係図書、文献目録があることを指摘しておこう。統計学大辞典の内容そのものは現代統計学のトップレベルの記事が満載された膨大なもので到底入門書ではない。松下の統計入門<sup>10)</sup>は概念をつかむのによいが、実例が乏しくあまり實際家に向かない。安川・米田の初等統計学演習<sup>11)</sup>は基本的手法が豊富な実例計算によって解説され、初学者向きである。これよりやや程度の高いのが、野中、笹井の確率統計の演習<sup>12)</sup>で、抜取検査、線型計画の演習問題も含まれている。

よく数学的に厳密なものよりも手取り早く役立つ実際のなものを望まれるが、その要望に答えるものとして増山元三郎の統計計算ハンドブック<sup>13)</sup>をあげておく。これは基本的なものの具体例が1頁ごとに誰にも分るように記述されている。河田・河沢の現代統計学上下<sup>14)</sup>は初学者向きで、難しい定理や公式の証明、導出は付編にまわされている。とくに下巻では最近発展しつつある帰帰理論、情報理論、モンテカルロ法などが要領よくまとめ

\* 気象研究所予報研究部

られているが下巻の方がやや程度が高い。

小河原正己訳の数理統計学<sup>15)</sup>はウイルスの原書の新版が出され内容も大巾に書き直されている現在、それによって再訳版が出されるのが望ましい。これはよくまとまった典型的教科書であるから一読をすすめたい。

前半は初学者向きであるが、後半にある多変量解析論は必ずしもそうではない。はじめて統計学を学ぶ人のための入門書は数多いが、森口繁一の初等数理統計学<sup>16)</sup>、浅井晃・村上正康共訳の P.G. Hoel 初等統計学<sup>17)</sup>、野中敏男の基礎の確率、統計学<sup>18)</sup>などは高校程度の数学的知識で理解できるもので内容も大同小異だから、どれか一つを読めばよい。いずれも数学専攻の人によるもので論理的誤りはないが、やや固苦しい、気楽に勉強している中に確率や統計を物にしてゆきたいという現代っ子(?)のためにも多くの単行本があるが、ここでは松井進作のおはなし統計的手法<sup>19)</sup>と大村平の確率のはなし<sup>20)</sup>をあげよう。ともに「数式」を極力排除して分りやすくし、寝ころんでも読めるポケットサイズの薄い本であるが、松井の本にはこれでよいのか(?)と首をかしげなくなる説明がある。そう考えたら固苦しい前記の書物に進まれるのがよいであろう。

時系列解析は気象統計の重要な分野であるが、この方面の単行本は極めて少ない。日本応用力学会編の応用統計学<sup>21)</sup>に小河原正己の解説があるが紙数の関係で時系列解析の全貌をつくしていない。その他、円山由次郎<sup>22)</sup>のものがあるが気象の例をとりあげていない。

確率過程(時系列の母集団)関係でも岩波の現代応用数学講座に伊藤清、河田竜夫の執筆したもの、共立社の情報科学講座に小河原正己(マルコフ過程)のものがあるが、トップレベルの内容で、入門書でない。

OR とは Operations Research (米) または Operational Research (英) の略称で、アメリカの気象統計関係でもこの方面の論文が、加速度的に増加している。日本では高橋浩一郎の応用気象論(岩波)にかなり意欲的なアプローチがあるが、OR そのものの入門書ではない。OR については有名な Morse and Kimball の本が日本で訳され、14年前に日本 OR 学会が発足してから、数多くの本が出された。

OR の定義、内容については議論百出で、多少人によりがちがうが、日本規格協会刊の工業規格 JIS Z8121 (1967) では「運営研究」とよび、「科学的方法や道具を体系の運営方策問題に適用して方策決定者に問題の解を提供する技術」を OR の内容としている。要するに、限られ

た何らかの制約条件の下で目的にそった最適解をもとめる技術である。たとえば、有限個の観測点である現象を把握する最適観測点配置方式 (T.A. Gleeson) がそれである。OR の入門書をあげよう。畏友、牧野都治の OR 入門<sup>23)</sup>、近藤次郎のオペレーションズリサーチ入門<sup>24)</sup>、室脇一男らのオペレーションズリサーチ<sup>25)</sup>、が割合うすくいずれも2~3ヵ月もあれば読める。大冊としての決定版は C.W. Churchman らの書物<sup>26)</sup>(宮沢光一らによる訳がある)、P.M. Morse らの書物<sup>27)</sup>(日科技連より訳が出ている)で、この他にも個々のテーマ(線型計画、情報理論、信頼性、PERT/CPM、動的計画など)について単行本がつつぎと出されている。

気象統計に直接役立つ電子計算機プログラムのうち FÖRTRAN でかかれたもっとも分りやすいものは、三背武の統計プログラム入門<sup>28)</sup>であろう。ポケットサイズで手頃だし実例重点主義で例題が多い。この他に浦昭二の FORTRAN 入門<sup>29)</sup>、荒川・広瀬・鈴木のプロ-GARMING/FÖRTRAN 入門<sup>30)</sup>も薄い手頃なものであるが、浦の入門書は一種の二重構造(?)になっていて第1部入門と第2部文法とで類似のことが相当頁をおいて、2度でてくるが、ともかく「よく分らなくとも読み進んでまたもどる」というつもりで読むのに好適で、広くテキストとして用いられている。この他に一般的自習書として森口繁一の JIS FÖRTRAN 入門(上)<sup>31)</sup>をあげておく、これは気象庁の電子計算機 HITAC 5020F をつかいたい人のためにもよき解説書であるが、地方の方々でも自習ができる。FÖRTRAN 以外の COBOL, ALGOL や PL/1, SL/1 については省略する。最後に、数値計算関係の入門書を紹介しておこう。

中山隆の電子計算機と数値解析<sup>32)</sup>はプログラミングの基礎から説きおこし、自動プログラミングを説明したあと、補間、数値微分、微分方程式の数値解法、モンテカルロ、行列演算のことまでを120頁にむりやり(?)収めた感があり、ポケットに入れて持ち歩きつつ読める手頃な入門書である。これよりやや高度のものとしては、山内二郎らの電子計算機のための数値計算法<sup>33)</sup>、宇野利雄の計算機のための数値計算<sup>34)</sup>がある。

#### 4. 統計関係文献の種類

和文の定期刊行物として1949年発行された「気象と統計」は1961年に11巻をもって廃刊となり、現在出されていないが、日本の気象界ではこれが唯一の気象統計の雑誌として、啓蒙的役割を果たした。たとえばその中で小河原正己による時系列解析の話は極めて有益であるが、

今の処入手困難である。廃刊前数年間に出了分(7~11卷)は気象研究所予報研究部に若干在庫があるので希望者に配布できるが、気象庁、気象研究所などの図書室には創刊以来のものがあるので希望者は利用されたい。内容は解説、研究報告、話題、紹介記事、講座となっていて気象関係に役立つことを目標とした多種多様の記事があり、これから勉強される方々にとっても参考になるだろう。この他和文として、研究時報、測候時報、気象研究所欧文報告などの定期刊行物にも論文や報告が見られることは周知の通りで、すでに**一般気象学の手引**(天気16.1. 39~42)に紹介されたものなので、ここであげるまでもなかろう。そこで、ここには気象関係の方からよく聞かれるのに答える意味で主として統計関係の雑誌のうち、しばしば引用され、よまれている主なものの概要を示すことにしよう。

- a. Journal of the American Statistical Association**  
1839年創立の ASA よりはじめ Quarterly で出され、1922年以降 Journal となり Vol. 60 (1965)
- b. Econometrica**  
年4回刊。1930年創立の Econometric Society から出されている。Vol. 33 (1965)
- c. Journal of the Royal Statistical Society**  
年4回刊らしく、1934年創立の London S.S. が1887年王立統計協会となり、Series A (一般) と Series B (方法論) の2通りある。(気象研究所図書室に一部ある)
- d. Applied Statistics**  
年3回、王立統計協会から出され、短編集のようだ。
- e. Metron**  
戦前よく見かけたもの、1920年創刊で各国語の論文があったが戦後、発行不定期となり影がうすくなった。
- f. 統計数理研究所彙報**  
所員だけの報告で、この前身は講究録(1944~1953)である。講究録は入手困難であるが筆者のもとにあるので関心ある方は連絡頂きたい。
- g. Annals of Mathematical Statistics**  
年4回刊。1930年創立の American Statistical Association がご多分にもれず(?) 数学派と、経済社会派に分れ、前者系の Institute of Mathematical Statistics の機関誌として、1935年以降刊行され、AMS という略名で統計研究者必読の雑誌となっている。(気象関係で AMS といえば American Meteorological Society

のことである。混同しないように。)

- h. Sankhya**  
年4回刊。インド統計研究所の機関誌で1933年創刊、最近(1961年) Series A (方法) Series B (応用 etc.) に分れた。インドの統計学界の長老 P.C. Mahalanobis が編集責任者で、重要な一流の論文が多い。雑誌名サンスクリットで`数、`確定した知識、ということらしい。
- i. Bulletin of Mathematical Statistics**  
不定期年1回(?)、九州大学数学教室より出されている。(編集者は北川敏男)
- j. Annals of the Institute of Statistical Mathematics.**  
年3回刊。統計数理研究所から出されている(編集者は松下嘉米男)
- k. Reports of Statistical Application Research Union of Japanese Scientists and Engineers.**  
年4回、1951年、日本科学技術連盟より刊行され、Section A は理論、Section B は応用。(編集者は石川馨)
- l. Skandinavisk Aktuarietidskrift**  
年2回刊。北欧4か国における保険のアクチアリの連合誌で保険統計関係が多いが、その他のものもある。1918年発刊。(編集者は H. Cramer)
- m. Biometrics. (Bc)**  
年4回刊。生物にかぎらず、各種の応用統計の手法がのせられている。
- n. Biometrika. (Bk)**  
年4回刊。標題とは全く無関係(?) な各種の統計理論、方法が掲載され、AMS とならぶ中心的雑誌。1914年創刊。現在 Vol. 53 (1966)
- o. Annals of Eugenics**  
年4回くらい(?) 刊。1925年 London Univ. より出され、1950年に Annals of Human Genetics となった。
- 5. 統計数値表のガイド**  
大低の統計学の書物には正規分布表をはじめ簡単ないくつかの統計数値表が補足されている。新編統計数値表(河出書房 1952) は一つの決定版として広く用いられてきたが絶版になり、日本規格協会から近く出版される予定で筆者もその一部(順序統計量関係)を分担しているが、当面役立つ最近出されたもの二つをあげておこう。

- a). **D.B. Owen, 1962: Handbook of Statistical Tables. Addison-Wesley Publishing Company Inc. 5100円.**
- b). **B.S. Person and H.O. Harthey, 1966: Biometrika Tables for Statisticians. Vol. 1. Cambrige Univ. Press \$6.50**

前者は電子計算機による計算結果 (Output) をそのまま数値表にしたもので極めて正確であり、1~2頁で、

定義式とその計算由来を解説したもので、後者は一括した解説がまずあって、後に数値表がある点で新編統計表に類似(?)し、充分実用性があり、最近の成果がとり入れられている。筆者としては前者をすすめた。

この他統計工学ハンドブック (技報堂, 1953) の数値表、日本科学技術連盟から出された数値表 A, B (森口繁一編, 1960) はともに小冊子ながら、使用法の解説、使用例もつけられているので携帯に便利なものである。

### 入門書 (気象統計)

- 1) 高橋浩一郎, 1945: 気象統計, 河出書房, 112頁
- 2) 高橋浩一郎, 1956: 気象統計, 地人書館, 106頁
- 3) E.J. Gumbel (河田, 岩井, 加瀬訳) 1966: 極値統計学, 広川書店, 404頁
- 4) 鈴木栄一, 1968: 気象統計学, 地人書館, 314頁
- 5) V. Conrad and L.W. Pollack; 1960: Methods in Climatology. Harvard Univ. Press pp468.
- 6) 桜座信一, 小河原正己, 1957: 気象学図表公式, 地人書館, 203頁
- 7) 小河原正己, 1957: 気象統計 (前編) (後編) 気象研究ノート. 8巻1号, 24~57, 59~102

### 統計, OR 電子計算機の入門書

- 8) 統計学大辞典, 1966: 東洋経済新報社, 1036頁
- 9) 電子計算機書10年のあゆみ, 1968: 数学セミナー, 日本評論社1月号75~79頁.
- 10) 松下嘉米男, 1967: 統計入門, 岩波全書, 261頁.
- 11) 安川数太郎, 米田桂三, 1956: 初等統計学演習, 同文書院, 227頁.
- 12) 野中敏雄, 笹井敏夫, 1960: 確率, 統計の演習, 森北出版, 323頁.
- 13) 増山元三郎, 1965: 統計計算ハンドブック, やさしい方法, はやい方法, 日本規格協会, 124頁.
- 14) 河田竜夫, 国沢清典, 1956: 現代統計学上下, 広川書店, 上255頁, 下234頁.
- 15) 小河原正己訳, 1962: ウィルス数理統計学, 春日出版, 452頁.
- 16) 森口繁一, 1957: 初等数理統計学, 培風館, 244頁.
- 17) 浅井晃, 村上正康共訳, 1964: P.G. ホーエル初等統計学, 培風館, 256頁.
- 18) 野口敏雄, 1963: 基礎の確率, 統計学, 理工学社, 194頁.
- 19) 松井進作, 1966: おはなし統計的手法, 日本規格協会, 132頁.
- 20) 大村平, 1965: 確率のはなし 基礎, 応用, 娯楽, 日本科技連出版社, 312頁.
- 21) 日本応用力学編, 1956: 応用統計学, 金原出版, 約300頁.
- 22) 横山保校関, 円山由次郎, 1968: 需要分析と時系列分析, 日本生産性本部, 281頁.
- 23) 牧野都治, 1968: OR 入門, 森北出版, 174頁.
- 24) 近藤次郎, 1967: オペレーションズリサーチ入門, 日科技連出版社, 215頁.
- 25) 宮脇一男, 三根久, 藤沢俊男, 1962: オペレーションズ・リサーチ, 共立出版, 188頁.
- 26) C.W. Churchman, R.L. Ackoff and E.L. Arnoff, 1957: Introduction to Operations Research, Wiley.  
(宮沢光一・松田武彦・大前義次・菅波三郎, 1961: オペレーションズ・リサーチ入門上下 769頁, 紀伊国屋書店)
- 27) P.M. Morse and G.E. Kimball, 1951: Methods of Operations Research, John Wiley. (日本科学技術連盟訳, 1955: オペレーションズ・リサーチの方法, JUSE 出版社, 212頁)
- 28) 三野武, 1969: 統計プログラム入門, 日科技連出版社, 190頁.
- 29) 浦昭二, 1967: FORTRAN 入門, 培風館, 192頁.
- 30) 荒川秀俊, 広瀬元孝, 鈴木栄一, 1969: PROGRAMMING/FÖRTRAN 入門, 地人書館, 103頁.
- 31) 森口繁一, 1966: JIS FÖRTRAN 入門, —HARP 5020 に即して—, 東京大学出版会, 219頁.
- 32) 中山隆, 1967: 電子計算機と数値解析, 槇書店, 131頁.
- 33) 山内二郎, 森口繁一, 一松信編, 1966: 電子計算機のための数値計算法 I, II, 数理科学シリーズ, 培風館, 486頁.
- 34) 宇野利雄, 1963: 計算機のための数値計算, 朝倉書店, 274頁.