

## 特別寄稿

### 時系列解析，情報量規準との出会い

## Encounter with Time Series Analysis and Akaike Information Criterion

東京海洋大学先端科学技術研究センター 特任教授 大津 皓平

Kohei Ohtsu , Emeritus Professor

Tokyo University of Marine Science and Technology

私事ながら、著者は小さい頃から、家の前を私鉄が通っていたこともあって乗り物が好きであった。ある時などは、夜になっても帰宅しないので大騒ぎとなり母親がかけずり回って見つけた時、なんと産業道路の道路縁に腰掛けて自動車の流れを見ていたというから半端ではなかった。そのせいか船乗りになりたくて商船大学に入学した時は本気で船乗りになろうとした。所が4年生ぐらいになって卒論が始まった時、船の流体力を測る面白い実験をやってから、ダイナミックに動く船の運動に興味を湧き大学に残ることになった。

さて、大学に残ってからも乗り物好き、動くもの好きはなおらず実際の船の動揺時系列、波の時系列の不規則な動きを見ているうちにどうしても時系列理論がやりたくなかった。当時日本語の本で、難解で有名なウイナーの例の黄色い本の解説書みたいな本があった。そんな本を読むうちに、その本に書かれてあることは実は理論としては良いが、さて実際のデータにあてはめて計算すると全くひどいことになることに気がついた。それで実際の船の時系列データの解析法を学びたくなり当時の船舶技術研究所の門を叩き、その道の権威であった山内保文博士に師事をした。ここで初めて読んだのが有名なBlackman-Tukeyの本である。この本に書かれているダイナミックな英語

もさることながら、Windowとかエリアシングとか、今では当たり前になっている単語に出会い、その意味が分かるたびに益々時系列理論に惹かれるようになった。ウイナーが言ったことは、データが過去から未来に涉り無限時間あることを前提にしているが、実際のデータはサンプリングされた有限個なので、いわば窓から一部を眺めていることになり、統計的にきちんとしないと使い物にならないことを知った。山内博士は水槽で起こした不規則波浪中の模型船の動揺データを使って、従来の方法で周波数応答関数を求めると相互相関関数の原点での非対称性から、Windowをかけると大事な情報を失うことを発見されたのもその頃のことである。

さてその頃、山内博士は私を統計数理研究所の赤池弘次博士の所に連れて行って下さった。そこで始めてスペクトラムを求める別の道があることを知った。すなわちスペクトラムの推定法を時間領域で過去に得られたデータから統計モデルを使って推定する方法であった。このモデルは、Yuleが黒点の時系列の解析に用いた自己回帰モデルとして知られていたが、自己回帰モデルの次数、すなわち過去どの程度のデータをモデルに取り入れれば良いかを定める合理的な方法が無かったので、余り使われていなかった。次数を多く採り過ぎると雑音に応答し、少なすぎると信頼性

## プロフィール:

1943年大阪府生，67年東京商船大学航海学科卒業，甲種2等航海士免状受有，同年，同大学助手，77年練習船汐路丸船長，88年統計数理研究所併任，89年教授昇任，04年東京海洋大学海洋工学部長，07年退職，日本造船学会賞，航海学会賞，計測自動制御学会技術論文賞などを受賞。工学博士。



を失うのである。この次数を決める情報量として FPE (Final Prediction Error) と呼ばれる量を最低にする次数を選べば統計的に見て良いことを、赤池博士がセメントキルンの制御の問題の解析から発見された。これが、今日でも改版を重ねている有名な赤い本「ダイナミックシステムの統計的解析と制御」となって出版されていた。

これを機に統計数理研究所に足繁く通う毎日となった。統計数理研究所第5研究室は制御を扱っており部長は赤池博士，研究員は現在の所長北川源一郎博士であった。その頃，赤池博士は IEEE から有名な AIC (今日では赤池情報量規準と呼ばれている) に関する論文を出され，その応用をすさまじい勢いで広げていた時期であり，著者も船のオートパイロットに応用し実用化した。九州電力の中村秀雄さんはボイラの最適制御に成功された。その後のことは余りにも沢山の応用があるので枚挙の暇がない。いま京都大学で山中教授が万能細胞を作り出すことに成功し，日本中の学者を集めて火急的すみやかに日本がこの分野で外国の足場が無い位にすると報道されている。この雰囲気は，あのときの赤池情報量規準の発見時そこにいた者として良くわかる。赤池博士はこの功績で昨年京都賞を受賞された。

AIC は，最大平均対数尤度の偏りを修正した推定量であるが，その定義は2つの項からなっている。第1項は自己回帰モデルの場合を例にとると次数が大きくなれば過去のデータを多く取り入れるので誤差が小さくなり信頼性が増すことを言っている。しかし，それでは次数を大きくすれば雑音まで拾う可能性があり，情報過多となる。この情報過多を抑える役目をするのが第2項で，そのモデルで使われるパラメータの数である。この量は次数が高くなれば大きくなる。実際の場面ではこの AIC が最小の次数を選ぶことになる。論理学で言う「オッカムの剃刀」とも言えよう。この量を使って，著者も色々な応用を船舶機器の分野，運動解析の分野で使わせていただいた。赤池博士口癖は「実際のデータを穴のあくほど見よ。それまでは何も語るな」である。もちろん筆者の銘肝でもある。