



国際数理科学協会会報

No.51/2007.5

編集委員長 藤井正俊

目次

- | | |
|---------------------------|------------|
| * 赤池氏の情報量基準 AIC | * 機関会員募集 |
| * 数学と脳、画像処理、統計、日本の数理科学と脳 | * 交換誌のお知らせ |
| * on-line の論文の掲載順 | * お知らせ及び依頼 |
| * SOBA 使用説明と実験日程 | * 新会員申込用紙 |
| * 推薦された役員候補投票結果 | * 会員募集 |
| * Bylaws2007 July (draft) | |

* 赤池氏の情報量基準 AIC

情報量規準 AIC と統計的モデリング

— 赤池弘次氏の 2006 年京都賞受賞に関連して —

2006 年度の京都賞が統計数理研究所および総合研究大学院大学の名誉教授赤池弘次氏に授与された。数理科学分野におけるこれまでの受賞者は C.E. Shannon 教授 (1985 年), I.M. Gelfand 教授 (1989 年), A. Weil 教授 (1994 年), 伊藤清教授 (1998 年), M.L. Gromov 教授 (2002 年) である。日本人の受賞としては数理科学分野では伊藤清氏について 2 人目、基礎科学部門全体でも 4 人目の快挙である。

赤池氏は東京大学理学部数学科卒業後、統計数理研究所に入所され、研究部長、教授、研究主幹などを経て、1986-1994 年には所長を務められた。この間、1988-1991 年には日本学術会議会員としても活躍され、朝日賞、紫綬褒章、石川賞、大河内記念技術賞、日本統計学会賞などの数々の荣誉に輝くとともに、米国統計協会、米国数理統計学会、米国電子電気学会、王立統計協会のフェローとなられている。

稲盛財団によれば、今回の赤池氏への授賞理由は「情報数理の基礎概念に基づく、実用性と汎用性の両方を兼ね備えた、統計モデル選択のための規準 Akaike Information Criterion (AIC) の提唱により、データの世界とモデルの世界を結びつける新しいパラダイムを打ち立て、情報・統計科学への多大な貢献をした」とこととされている。赤池氏は一貫して、現実の問題に即した統計科学の研究を続け、情報化時代に適合した新しい科学的推論の方法の構築という科学史にも足跡を残しうる偉業を達成された。そのインパクトは、統計科学や知的情報処理の専門分野に止まらず、データに基づく推論が必要な広範な学術研究分野に及んでいる。本稿では、AIC とその背景、AIC の導出とその後の展開および現在のモデリングの潮流への影響について簡単に紹介する。

1 情報量規準 AIC : その背景と歴史的意義

数理統計学は、あらゆる現象を科学の対象とすることを目指した K. Pearson(1892) によって提唱された「科学の文法」を実現するものとして体系化されてきた。この流れの中で、R.A. Fisher 以来、20 世紀の数理統計学では、現象を表現するモデルは既知との仮定のもとで推定論・検定論の体系が展開されてきた。しかしながら、20 世紀後半の情報化に伴い現実社会の問題が複雑化・多様化する中で、予測や情報抽出のためのモデリングにおいては、「真のモデル」の存在を前提とする従来の統計的推論の枠組みは次第に現実にそぐわないものとなってきていた。

1960 年代の後半、赤池氏はフィードバックを持つ複雑な多変量動的システムの解析には、時間領域でのモデリングが必須であることを認識し、多変量時系列モデルの実用化に取り組んだ。いったん時系列モデルが定まれば、多変量システムの解析も予測も、また最適制御系の設計も演繹的に実現できる。しかし、それらのモデルを当該分野の理論から直接導くことはできなかった。したがって、問題解決の鍵は多変量モデルの同定にあり、特にもっとも本質的な問題はモデルの複雑さを規定する次数の選択にあった。

1973 年赤池氏は、統計的モデリングを予測の視点から捉え直し、情報量概念に基づいて、モデル評価のための情報量規準

$$AIC = -2(\text{最大対数尤度}) + 2(\text{パラメータ数}) \quad (1)$$

を提唱した。この情報量規準 AIC の導出によって、時系列モデルの次数選択に限らず、原理的にはあらゆる統計的モデルをひとつの規準のもとで評価し、相互比較することが可能になった。

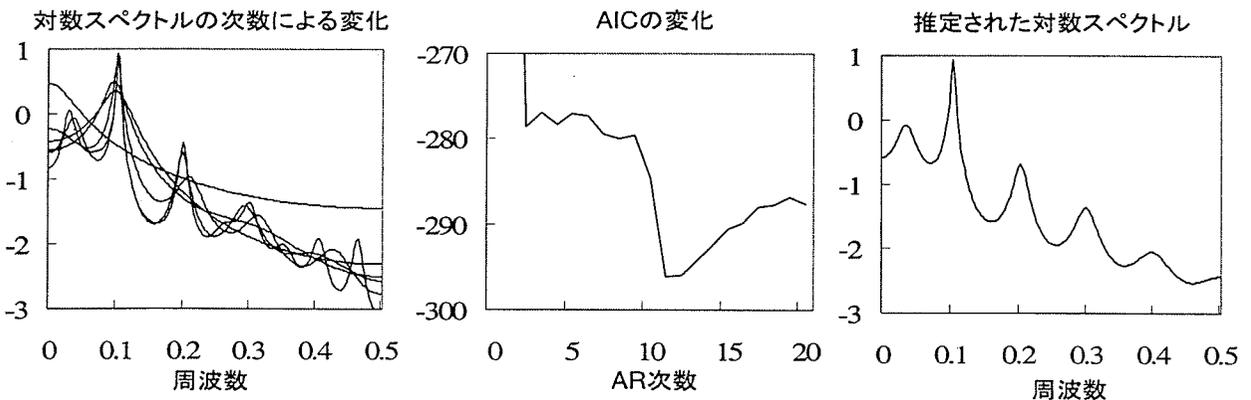


図1 AICによるAR次数選択とスペクトルの推定. 左: 次数1,2,5,10,15,20のARモデルによる対数パワースペクトル, 中: 次数によるAICの変化, 右: AIC最小の11次のARモデルによる対数パワースペクトルの推定値

図1に自己回帰 (AR) モデルの次数選択の例を示す。時系列 y_1, \dots, y_N が与えられるとき、ARモデル

は以下のように表現される。

$$y_n = \sum_{j=1}^m a_j y_{n-j} + \varepsilon_n \quad (2)$$

ただし、 m は AR の次数、 a_j は AR 係数と呼ばれ、 ε_n は平均 0、分散 σ^2 の正規白色雑音である。時系列に対してこの AR モデルが与えられると、過去の観測値に基づく予測分布や時系列のパワースペクトルの推定値などが簡単に求められる。しかしながら、現実の時系列に対しては AR の次数 m は未知である。図 1 の左は、ある時系列に対して 1,2,5,10,15,20 次の 6 通りの AR モデルを用いて、パワースペクトルを推定し、その結果を重ね書きしたものである。次数によってスペクトルの形状が変化しており、次数の合理的決定法がなければ、どのスペクトルピークが有意であるかは判断できない。同様に、時系列の予測においても、仮定する AR 次数によって、その最適な予測値は全く異なったものとなる。したがって、AR モデルに基づく情報処理においては次数選択が本質的な問題となるが、これに対して、従来の最小二乗法や最尤法では解決できないことはよく知られている。実際、AR モデルにおいては、次数を増やすと予測誤差分散は単調減少し、尤度は単調増大するので、これらの基準では常に最大次数が選択されてしまう。これに対して、 m 次の AR モデルの場合には情報量規準 AIC は

$$\text{AIC}_m = N(\log 2\pi + 1) + N \log \hat{\sigma}_m^2 + 2(m + 1) \quad (3)$$

与えられる。ただし、 N はデータ数、 m は次数、 $\hat{\sigma}_m^2$ は次数 m の AR モデルの予測誤差分散の推定値である。図 1 の中に示すように、この例の場合には、次数 11 で最小となり、最適な次数が選択できる。右図はこの 11 次の AR モデルを用いて推定したパワースペクトルの対数値である。5 つのスペクトルピークが検出されており、特に周波数 0.1 付近に顕著な山があることが明らかになる。同様に、情報量規準 AIC の利用によって、多項式の次数やフーリエ展開の次数選択、回帰モデルの説明変数の選択などを合理的に実現することができる。

坂元ほか (1983) には、最適なヒストグラムの選択法や多次元クロス集計表が与えられたときに最適な分割表を求める方法などが与えられている。また、赤池ほか (1994, 1995) には、時系列解析の分野における様々な成功例が報告されている。情報量規準 AIC によって、それまでデータ解析者によって恣意的に定められてきたモデルの自由度を自動的・客観的に決定できる実用的かつ汎用的な方法が実現したのである。

しかしながら、当初から赤池氏が主張したように、AIC の提案にはモデル選択法の確立を遥かに超える重要な意味があったのである。AIC が伝える重要なメッセージのひとつは、必要以上に複雑なモデルを用いるとかえって予測能力が低下するということである。当初はパラメータ数を最適化するために、考えるモデル族の中で AIC を最小とするモデルを選択する AIC 最小化法が試みられた。パラメータ数を制限することによって良いモデルを求めようとする方法である。しかし、有限のデータに基づいて良いモデルを求める方法はそれだけではない。赤池氏は AIC 提案直後の 1976 年ごろにはすでにベイズモデルの重要性を見抜き、ベイズモデル構築の方法の実用化に向けた研究に着手していた。その結果、1979 年には、パラメータ間に事前分布を導入することによって、パラメータ数がデータ数よりも多いような大規模パラメトリックの実用的な推定法を提案し、実用的なベイズモデリングの方法を開発した。すなわち、大量のパラメータを

用いても事前分布の利用によって良いモデルを求める方法が確立したのである。

Akaike(1980)は経済時系列の季節調整法において、新しいベイズモデルを提案した。この方法では、トレンドと季節成分を含む時系列を

$$y_n = T_n + S_n + \varepsilon_n \quad (4)$$

と表現する。ここで、 T_n はトレンド成分、 S_n は季節成分である。従来の方法と著しく異なる点は、 T_n および S_n を未知パラメータと考えることである。この場合、データ数 N に対して少なくとも $2N$ 個の未知パラメータが存在し、いうまでもなく、従来の最小二乗法や最尤法では意味のある推定値を求めることができない。しかし、赤池は T_n と S_n に対して適切なモデルを導入し、それをベイズモデルと解釈することによって、合理的な推定やモデル選択が可能となることを示したのである。

30年近くを経た現在では、MCMCなどの統計計算法の飛躍的発展にも助けられてベイズモデリングの方法は飛躍的に発展し、統計科学に限らず、多くの知的情報処理の分野で隆盛を極めている。情報量規準AICの提案を機に統計的推論の方法は、与えられたモデルの下での推定論・検定論の枠組みから、情報化時代に即した、大量データに基づく能動的なベイズモデリングへと科学的方法論における歴史的転換が生じたのである。

2 AICの導出と派生したさまざまな情報量規準

赤池氏はモデルの評価において、従来のように真の構造を推定するという立場に替って、予測の視点を導入した。すなわち、統計的モデリングの目的を真の構造の推定ではなく、将来観測されるデータの予測にあるとしたのである。しかも、その予測の良さの評価において予測誤差の大きさだけを問題にするのではなく、予測分布の良さによって評価すべきであると考え、その評価のためにKullback-Leibler (KL) 情報量を用いることにした。

以上の(1) 予測の視点、(2) 分布による評価、(3) KL 情報量による評価の3つによってモデル評価の枠組みが決まるが、そのまますぐに実際のモデル評価に適用できるわけではない。KL 情報量は真の分布を $g(y)$ 、モデルが規定する分布を $f(y)$ とするとき

$$I(g; f) = E_Y \log \left\{ \frac{g(Y)}{f(Y)} \right\} = E_Y \log g(Y) - E_Y \log f(Y) \quad (5)$$

で定義される。ただし、 E_Y は分布 $g(y)$ による期待値を表す。したがって、 $f(y)$ と $g(y)$ が与えられると、KL 情報量が計算でき、モデル $f(y)$ の良さが評価できる。実際には真の分布は未知であり、このKL 情報量を計算することはできないので、そのまま直接、統計的モデルの評価には利用できないのである。しかし、右辺第1項はモデル $f(y)$ に無関係な定数であることから、モデルの相対比較においては、平均対数尤度と呼ばれる右辺の第2項だけが評価できればよいことが分かる。ただし、確率分布が連続型の場合には

$$E_Y \log f(Y) = \int \log f(y)g(y)dy \quad (6)$$

となることから分かるように、この平均対数尤度にも真の分布 $g(y)$ が含まれるので、この項も直接計算できるわけではない。しかし、 $g(y)$ によって生成されたデータ x_1, \dots, x_n が得られる場合には、大数の法則により n が大となるとき

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log f(x_i) \rightarrow E_Y \log f(y) \quad (7)$$

が成り立ち、左辺が平均対数尤度の自然な推定量となることがわかる。

ここで、もしモデルが未知のパラメータ θ を含み $f(y|\theta)$ の形をしている場合には

$$\ell(\theta) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log f(x_i|\theta) \quad (8)$$

によって対数尤度関数を定義し、これをパラメータ θ の関数とみなして最大点を求めることによって θ の最尤推定値が得られる。この解釈によって、パラメータ推定に広く用いられてきた最尤法が KL 情報量の最小化を目指したものであることが明確になった。

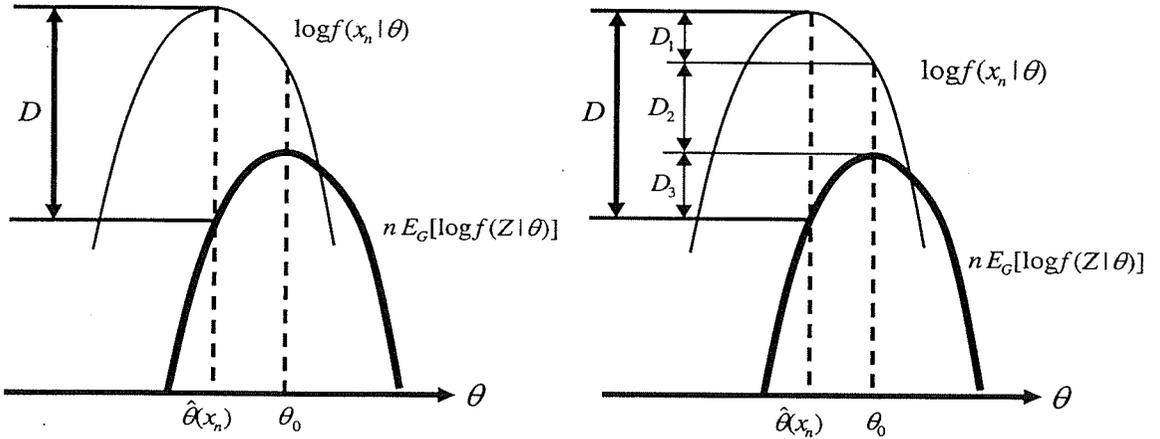


図 2 平均対数尤度 (太線) と対数尤度. D の期待値がバイアス $b(G)$. 理論的解析においては、 D を右図のように 3 つに分解するとわかりやすい。

問題は、複数のモデル候補がある場合である。これまでの議論から m 個のモデル候補があり、それに対応して m 個の対数尤度関数がある場合には $\ell_1(\hat{\theta}_1), \dots, \ell_m(\hat{\theta}_m)$ の中で最大となるものを選択することによって、予測分布の意味で最良のモデルが得られることになりそうに思われる。しかし、実際にはこの方法ではうまくいかない。それは対数尤度がモデルによって異なるバイアスを持つからである (図 2 参照)。

このバイアスは (4) 式のように θ を固定した場合には生じないが、 $\hat{\theta}$ を代入し、同じデータをパラメータ推定と平均対数尤度の推定に 2 回用いたことによって生じたものである。

Akaike(1973,1974) はこのバイアス

$$b(G) = E_X [\log f(X|\hat{\theta}) - E_Y \log f(Y|\hat{\theta})] \quad (9)$$

を漸近近似して、 $b(G) \sim 2p$ となることを示した。ただし、 p はモデルのパラメータ θ の次元、いいかえればモデルに含まれる未知パラメータの個数である。このバイアス補正を行うことによって対数尤度 $\log f(X|\hat{\theta}) - p$ を -2 倍することによって情報量規準 AIC

$$\text{AIC} = -2 \log f(X|\hat{\theta}) + 2p \quad (10)$$

が定義された。すなわち、AIC は本質的には、バイアス補正を行った平均対数尤度（あるいは KL 情報量）の推定量といえる。

AIC は工学、地球科学、生命科学、医学、金融・経済、心理学などあらゆる研究領域のモデリングに利用されている。実際、AIC を提案した 2 つの論文の被引用数は 1 万に達し、しかも 30 年以上を経過した現在も、年毎の被引用数は指数的に増加しつつある。短期的な研究評価が行われている現在、基礎科学の研究評価には長期にわたる視点が必要であることを示す好例となっている。

一般に、何らかの方法で対数尤度のバイアスを求め、その補正を行うことによって定義されたモデル評価基準は、情報量規準の系譜と考えることができる。AIC の提案後、様々な情報量規準が提案されている。竹内 (1976) および Stone (1977) はバイアスがより一般に

$$b(G) = \text{tr} \{ I(G) J(G)^{-1} \} \quad (11)$$

と評価できることを示した。ただし、 $I(G)$ および $J(G)$ はフィッシャー情報量および平均対数尤度関数のヘッセ行列の符号を替えたもので、それぞれ下記のように定義される。

$$I(G) = E_Y \left[\frac{\partial \log f(Y|\theta)}{\partial \theta} \frac{\partial \log f(Y|\theta)}{\partial \theta'} \right], \quad J(G) = -E_Y \left[\frac{\partial^2 \log f(Y|\theta)}{\partial \theta \partial \theta'} \right] \quad (12)$$

上記の補正項は、モデルが真の分布を含む場合には AIC の補正項 p と一致する。また、Sugiura (1978) は特定の線形・ガウス型のモデルについてこのバイアスを直接評価し、有限補正量 $b(G) = 2p/(n-p-2)$ を求めた。また、Konishi-Kitagawa (1996) は統計的汎関数で定義される最尤推定量以外の推定量に対しても同様に情報量規準 GIC が定義できることを示した。GIC はロバスト推定量、ペナルティ付き最尤法、ベイズ推定量などの一般の推定法に対しても適用できるが、最尤推定量に関しては (11) と同じバイアス補正量が得られる。さらに、Ishiguro ほか (1997) はブートストラップ法を用いてバイアス補正量 $b(G)$ を推定することによって、ブートストラップ法が利用できる任意のモデルに適用可能な情報量規準 EIC を提案した。

このように、AIC の提案後、多くの精密化・一般化が行われているが、現時点でも引き続き AIC がもとも利用されている理由は、そのバイアス補正項が真の分布 g と無関係に定められていることにある。その他の補正項は一般に、未知の分布に依存しており、実際の利用に当たっては、データに基づくその推定値を代入する必要がある。したがって、真の分布 g が存在し分かっている場合にはより精密な補正項を与えるにしても、データを代入した場合により良い結果を与える保証はないのである。

3 AIC をめぐる議論：AIC への批判について

AIC は提案された当初から実際の科学研究分野では積極的に利用されてきたが、統計科学や数理科学の研究者からはむしろ批判の声が多かった。代表的な議論として、次数の一致性的の問題がある。真のモデルの次数が有限のとき、AIC 最小化によって選択される次数性がないというものであり、理論的解析のほかシミュレーションの結果も多数報告されている。

しかし、このような議論にはそもそも赤池氏が想定したモデリングの目的をよく理解していないと思われるものが多い。赤池氏が目指したのは、予測のために良いモデルを求めることであり、それは真の次数と一致するかどうかとは関係がない。有限データに基づいて推定を行う場合には、真の次数と異なるモデルのほうが良いモデルであることもあり得るのは明らかであろう。また、例えば真の次数より高いモデルを推定することになっても、そのパラメータに一致性があれば、モデルには一致性がなりたつのである。

さらに赤池氏によれば、そもそも、統計的モデリングにおいては、真のモデルなどは存在するものではなく、モデルは複雑な現象から有益な情報を取り出すために便宜的に想定する近似（あるいは道具）に過ぎないのである。複雑な現象を表現するモデルを考える場合、強いていえば真の次数は無限であり、データ数が増えるときにはより複雑な構造を把握することが可能になるのであって、有限次数のモデルを真と仮定してデータ数が増大した極限を考えることは無意味ということになる（赤池ほか (1995)）。

典型的な議論が Schwarz (1978) によって提案された BIC との比較である。多くの研究者はシミュレーションによって、BIC の方が次数選択でよいパフォーマンスを示すことを報告している。しかしながら、彼らの数値実験のほとんどは有限次数のモデルを真として行ったものであり、その設定自体が現実の問題にはそぐわないものといえる。また、BIC と同様の結果を与えるものとして Rissanen (1989) の MDL が提案されている。しかし、京都賞ワークショップで甘利俊一氏が指摘したように、MDL は記述長を最小にするための基準であって、モデルによる予測の見地から MDL が良いという保証はないのである。

4 AIC が示唆した情報化時代の知的情報処理の方法

最後に赤池氏の主張がもたらした統計的モデリングにおける革命的な変革についてふれておきたい。情報量規準 AIC の背景には、「真のモデル」の推定を目指す従来の統計的な設定の放棄がある。いったん「真のモデル」の推定を目指す客観的な推論という立場を離れると、必然的により「良い」モデルを求めるという方向に進むことになる。情報量規準にもとづくモデリングは、現在利用可能なあらゆる情報を用いて良いモデルを構成するべきであることを示唆する。すなわち、従来の統計的推論においては、データに基づく客観的推論を目指すことが主流であったが、いまや、観測されたデータだけでなく、対象に関する理論や知識、これまでの経験のすべてを用いて「良いモデル」を構成することが、重要であることが認識されつつある。情報量規準はそのような主観的なモデルに対しても客観的な評価を可能にしたのである。情報量規準の提案は、科学研究におけるモデリングの重要性を明らかにするとともに、それを実現する具体的方法を与

えたことになる。

社会の情報化が急速に進展した現在、情報には物質・エネルギーと同等以上の価値があることが、認識され、同時に、情報技術の飛躍的進展によって、多くの科学研究分野や一般社会において大量のデータが時々刻々取得でき蓄積されつつある。このような、情報化の波が科学研究のあり方に影響を与えないはずはない。現在では、あらゆる科学研究分野でデータベースが構築され、大量データに基づく、予測、情報抽出、知識発見あるいはリスク管理が不可欠となっている。新しいモデリングの方法はこのような情報時代の科学的方法論の基盤となりつつある。情報量規準 AIC の提案を機に統計的推論は、与えられたモデルの下での推定論・検定論の枠組みから（アクティブ）ベイズモデリングへとパラダイムの転換が生じたのである。

参考文献

- Akaike, H.(1973). Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle, *Proc. 2nd Int. Symp. on Info. Theory*, Eds. B.N. Petrov, F. Csaki, Akademiai Kiado, Budapest, 267–281.
- Akaike, H.(1974). A New Look at the Statistical Model Identification, *IEEE Trans. Automat. Control*, AC-19 716–723.
- Akaike, H. (1980). Likelihood and the Bayes procedure”, in Bayesian Statistics, in *Bayesian Statistics*, eds. N.J. Bernardo, M.H. DeGroot, D.V. Lindley and A.F.M. Smith, Valencia, Spain, University Press, 141–166.
- 赤池弘次, 北川源四郎 (編) (1994,1995), 時系列解析の実際 I,II, 朝倉書店.
- Ishiguro, M., Sakamoto, Y. and Kitagawa, G.(1997). Bootstrapping log-likelihood and EIC, an extension of AIC, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, **49**(3) 411–434.
- 小西貞則, 北川源四郎 (2004), 情報量規準, 朝倉書店.
- Konishi, S. and Kitagawa, G. (1996). Generalized information criteria in model selection, *Biometrika*, **83** 875–890.
- Parzen, E., Tanabe, K. and Kitagawa, G. (1998). *Selected Papers of Hirotugu Akaike*, Springer Series in Statistics, Springer, New York.
- Pearson, K. (1892). *The Grammar of Science*, Black, London. (復刻版 Dover Phenix (2004)).
- Rissanen, J.(1989). *Stochastic Complexity in Statistical Inquiry*, Series in Computer Science, **15** World Scientific, Singapore.
- 坂元慶行, 石黒真木夫, 北川源四郎 (1983). 情報量統計学, 共立出版.

Schwarz, G., (1978), Estimating the dimension of a model, *Annals of Statistics*, **6** 461-464.

Stone, M. (1977). An asymptotic equivalence of choice of model by cross-validation and Akaike's criterion. *Journal of the Royal Statistical Society*, B **39**, 44-47.

Sugiura, N. (1978). Further analysis of the data by Akaike's Information Criterion and the finite corrections, *Communications in Statistics Series A*, **7** (1), 13-26.

竹内啓 (1976). 情報量統計量の分布と適切さの規準, *数理科学*, **153** 12-18.

統計数理研究所 北川 源四郎

* 数学と脳、画像処理、統計、日本の数理科学と脳

アメリカ数学会の Notices 2007 年 4 月号 (Vol.54, No.4) の表紙は人間が計算をしている時の「大脳皮質」の活動を表す画像となっています。

アメリカ数学会 (AMS)、アメリカ統計学会 (American Statistical Association)、Mathematical Association of America (MAA)、アメリカ応用数学会 (Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM) の 4 学会は、2007 年 Mathematics Awareness Month の theme として“数学と脳” (“Mathematics and the Brain”) を共同して選びました。

AMS は、この事を全会員に、端的に知って貰う為に、4 月号の表紙として「計算する脳」の画像を載せたものと思われまふ。そして、この Notices の本文中にこの theme について複数の解説記事を載せていますが、以下にその一つ (Mathematics Awareness Month announcement) を紹介します。

現代科学における最も exciting な challenges の一つは、「人間の脳のメカニズムと諸機能」とを完全に理解することである。

脳の最小要素から脳全体までのメカニズムを明かにし、その機能を理解しようとするこの研究について、数学は決定的役割を果たしている。

数学的モデルは神経細胞の理解、神経細胞間の相互作用とその機能 (function) の理解に、常に中心的な役割を果たしつづけてきた。

1963 年のノーベル賞は、A.L.Hodgkin と A.Huxley の二人に対して、興奮性細胞の電気的特性を近似する微分方程式を使った「数学 model」に対して与えられました。

彼らの独創的な model は、イカの巨大軸索における活動電位の発生と伝導 (propagation) の基礎となっているイオン活動メカニズムを記述するものであり、1 個のニューロンにおける脳活動の、その後の多くの研究発展を導くものであった。

モデルと computer simulation は、1 個の細胞、細胞集団から、相互作用をしている大きな細胞集団 network までの多くの段階において、如何に脳が機能しているかを理解しようとする実験を、補完してきた。

理論 models と computer simulation は、models から導かれた実験と相俟って、大脳皮質の情報循環と、この循環が発達し、自己組織化していく rule、又皮質の computer 型機能等をしばしば解明してきました。

Networks の dynamics における研究は、脳のような、巨大、非均質な network において、如何に広範な同期 patterns が起こるかを、分子 level と network level とにおいて理解するのに役立つ。通常は個別の behavior を産み出している細胞 network 間の、このような rhythmic activity の広範な pattern 同調は、例えば、てんかん型疾病とかパーキンソン病の解明に役立つかもしれません。

画像処理は、脳の活動とその形について情報を集める非侵襲的方法を供給するもので、機能を推察する情報を作り与えるものである。画像処理の技術は数学と computation tool に深く依存している。各画像処理法はそれぞれ違った数学処理を用いるけれども、各処理は組み合わせられ、生データを、集約された意味ある像に、まとめなくてはならない。多くの新しい画像処理が脳の諸性質を調べるのに使われている。例えば diffusion tensor MRI (磁気共鳴装置) は脳の白質の構造を解析するのに用いられている。

Diffusion MRI のような画像処理は生物の繊維の微小構造を非侵襲的に調べる方法を提供し、脳の種々の機

* 数学と脳、画像処理、統計、日本の数理科学と脳

アメリカ数学会の Notices 2007 年 4 月号 (Vol.54, No.4) の表紙は人間が計算をしている時の「大脳皮質」の活動を表す画像となっています。

アメリカ数学会 (AMS)、アメリカ統計学会 (American Statistical Association)、Mathematical Association of America (MAA)、アメリカ応用数学会 (Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM) の 4 学会は、2007 年 Mathematics Awareness Month の theme として「数学と脳」(“Mathematics and the Brain”) を共同して選びました。

AMS は、この事を全会員に、端的に知って貰う為に、4 月号の表紙として「計算する脳」の画像を載せたものと思われます。そして、この Notices の本文中にこの theme について複数の解説記事を載せていますが、以下にその一つ (Mathematics Awareness Month announcement) を紹介します。

現代科学における最も exciting な challenges の一つは、「人間の脳のメカニズムと諸機能」とを完全に理解することである。

脳の最小要素から脳全体までのメカニズムを明かにし、その機能を理解しようとするこの研究について、数学は決定的役割を果たしている。

数学的モデルは神経細胞の理解、神経細胞間の相互作用とその機能 (function) の理解に、常に中心的な役割を果たしつづけてきた。

1963 年のノーベル賞は、A.L.Hodgkin と A.Huxley の二人に対して、興奮性細胞の電気的特性を近似する微分方程式を使った「数学 model」に対して与えられました。

彼らの独創的な model は、イカの巨大軸索における活動電位の発生と伝導 (propagation) の基礎となっているイオン活動メカニズムを記述するものであり、1 個のニューロンにおける脳活動の、その後の多くの研究発展を導くものであった。

モデルと computer simulation は、1 個の細胞、細胞集団から、相互作用をしている大きな細胞集団 network までの多くの段階において、如何に脳が機能しているかを理解しようとする実験を、補完してきた。

理論 models と computer simulation は、models から導かれた実験と相俟って、大脳皮質の情報循環と、この循環が発達し、自己組織化していく rule、又皮質の computer 型機能等をしばしば解明してきました。

Networks の dynamics における研究は、脳のような、巨大、非均質な network において、如何に広範な同期 patterns が起こるかを、分子 level と network level とにおいて理解するのに役立つ。通常は個別の behavior を産み出している細胞 network 間の、このような rhythmic activity の広範な pattern 同調は、例えば、てんかん型疾病とかパーキンソン病の解明に役立つかもしれません。

画像処理は、脳の活動とその形について情報を集める非侵襲的方法を供給するもので、機能を推察する情報を作り与えるものである。画像処理の技術は数学と computation tool に深く依存をしている。各画像処理法はそれぞれ違った数学処理を用いるけれども、各処理は組み合わせられ、生データを、集約された意味ある像に、まとめなくてはならない。多くの新しい画像処理が脳の諸性質を調べるのに使われている。例えば diffusion tensor MRI (磁気共鳴装置) は脳の白質の構造を解析するのに用いられている。

Diffusion MRI のような画像処理は生物の繊維の微小構造を非侵襲的に調べる方法を提供し、脳の種々の機

能領域の間の解剖学的関係をより良く理解することを可能にする。そしてこの事は研究者が脳の異なる領域間の地図を描き、関連性を秤量化する事を可能にしている。

一方画像処理それ自体は数学的又 computation 的な challenges を引き起こしている。典型的な fMRI (functional MRI) を使った実験では、1 時間に 1 Gigabyte 又はそれ以上の Data を集めることが出来て、大容量のデータを解析する新しい統計技術を必要とする。

複雑な大きな容量の Data を処理するには、新しい解析手法が要求されており、又その一方で Data は新しい数学モデルを必要としている。

数学は脳のいろいろな領域の下部の構造と機能を解明し、これ等の構造の間の相互作用のモデルを作り、解析し理解する場において、中心的役割を演じている。

脳の動的システム系、その network 系の根底にある数学 model の更なる研究と、統計的諸手法、画像処理を強化する数学的手法は、凡ての frontier の研究を推進し、理解を進めることに役立ち続けるであろう。

更なる詳細は website : <http://www.mathware.org> を見て下さい。

さて「日本の数理学と脳」については

- (1) 「日本バイオインフォマティクス学会」の設立と活動
- (2) 2005 年 3 月 25 日発行の戸田年総、荒木令江編「疾患プロテオミクスの最前線」
- (3) 「文部省タンパク 3000 プロジェクト」
- (4) 阪大蛋白質研究所での「文部省タンパク 3000 プロジェクト」成開の公開(本年 4 月 30 日阪大イチョウ祭)
- (5) 3000 プロジェクトの成果「蛋白質の立体構造データベース(PDBj)」について
- (6) 脳内蛋白質の異常による下記疾患について最近の世界有名誌に発表された 3 つの論文
 - (i) アルツハイマー病 (Journal of American Academy of Sciences)
 - (ii) 自閉症 (Journal of Clinical Investigation)
 - (iii) Perkinson 病 (日本学士院記事)
- (7) ISMS の Bio informatics 活動
 - (i) SCMJ Honorary Editor, Prof. Arto Salomaa の Plaza での Survey
 - (ii) IAB (International Advisory Board), P.K.Sen の International Plaza での Survey
 - (iii) IAB, Prof. L.M.Ricciardi 及び Prof. Shunsuke Sato による巨大国際会議 Bio Compo 2002 及び Bio Compo2005 の開催とこの SCMJ Special Issue: Vol.58 No.2 (274p) Vol.64 No.2 (336p) (合計 610p)の発行。
- (8) 又 AMS が言及されている Imaging に関しては ISMS は中桐教授及び日本 medical Engineering 学会の方々や山縣秀雄氏、神大中桐教授等諸先生の活動
- (9) 以上の項目についての研究集会の Announcement 等を次号以降の会報に順次報告する予定です。猶 Notices from the ISMS March 2007, May2007 に announce されている様に BIO COMPO 2007 が本年 9 月 24-25 Vretric sur Mare, Italy で行われ、select され審査された論文が SCMJ Special Issue として発表される予定である。

* on-line の論文の掲載順

SCMJ 誌に accept された論文 full text の on-line 上での掲載は次の 2 通りでされています。

accept され校正済の論文の accept 順

print 版の論文順と同じ順序での on-line の掲載

この掲載様式は 2007 年 5 月発行の 65 巻 3 号とします。

2007 年 7 月発行の 66 巻 1 号以降の on-line 掲載様式を次の様にします。

accept 順の on-line 掲載

論文分野(f-1 ~ f-12)別に accept 順に掲載する。

については 66 巻 1 号以降の掲載となる論文の著者は、自著の論文の分野を次表の f-1 ~ f-12 から 1 つ選び、SCMJ 編集部迄 FAX(072-222-7987) 又は e-mail (ed2tr@jams.jp) 迄御連絡下さい。

- f-1. Mathematical logic, Set theory, Lattice theory, Ordered systems, Semi group
- f-2. Algebra, Algebraic geometry, Number theory, Cryptology
- f-3. Topology, Geometry
- f-4. Real analysis, Functional analysis, Complex functions
- f-5. Differential equations, Integral equations, Functional equations, Numerical analysis, Imaging
- f-6. Fluid dynamics, Atmospheric research, Rheology, Computer aided design, Control theory, Nanoscience
- f-7. Probability, Statistics, Combinatorics, Data mining, Decision theory, Quality control
- f-8. Game, Finance, Operation research, Mathematical economics, Ecology
- f-9. Informatics, Pattern recognition, Computer sciences, Computer simulation
- f-10. Biomathematics, Neuroinformatics, Biosciences, System biology
- f-11. Mathematical education, History of mathematics
- f-12. Over several fields.(Ex. Fixed point theory)

*** SOBA 使用説明と実験日程**

SOBA の利用方法

SOBA はサーバー不要なインターネット上の TV 会議システムです。各自自室の PC からマイクと簡単なカメラさえあれば、互いの顔を見ながらの交流が楽しめます。例えばカメラがなくとも、論文紹介などが PC の display に論文を写して行えます。しかもこの使用料が無料です。約10個の PC が同時に参加できます。スクリーンがあれば多くの方が講演を聞いてその会議に参加できます。ぜひ、SOBA に登録して試してみてください。協会もこの欄の終わりに書いています日時で test しますのでぜひ繋げてみてご確認ください。

SOBAシステムを動かすまでには

(1) SOBA の homepage <http://city.soba-project.com/> にアクセスし、前もって、ユーザ登録を行う。やり方など、詳しくは次のページに書いてあります。あらましを書くと、

SOBA より、登録された旨、メールがある。

限定セッションを作成しますので、登録されたログイン名を ISMS までお知らせください。

画像やマイクが必須ということではありません。

(2) このシステムの用途は(A)研究グループの研究集会に近くの site から(又は自分のパソコンから)参加して頂く、(B)委員会などの会議に、近くの site から(又は自分のパソコンから)参加して頂く、の2つです。

差し当たり本年度の理事会、総会が

8月8日(水) 13:30~

理事会

" 15:00~

総会

の日程で行われます。会員の方々、理事の方々の交通費や宿泊費が全くいらぬ、又交通時間もかからないこのシステムを利用して多数御参加頂きたいと考えます。

参加の方々、又研究集会にこのシステムを利用したいとお考えの方は、下の表に従いシステムの実施テストを致しますのでこの機会を御利用頂ければ良いと考えます。各テストへの御申込みは6月8日までに、登録されたログイン名を pgp7j@jams.jp 迄ご連絡下さい。

日程	時間
第一回テスト	14:30 より 16:00 まで
第二回テスト	

インターネット等を用いるのが苦手な方もおられるかもしれませんが、やってみるとそれほどでもないのを実感していただけると良いかと思えます。これからは大学など教育機関の一部はこの方向に進んでいくと思われれます。そのためにも慣れておくのも将来無駄にはならないと思えます。その一例として、ここでの SOBA をご利用下さい。



左の図は SOBA の最初に出てくる図です。ユーザ登録する画面です。ユーザ登録と書いてあるところを click すると、ただ質問に答えるだけでほぼ間違いなく、登録されます。登録すると、電子メールでその旨連絡があります。「ログイン名」はその言葉とその名前を覚えておいて下さい。なお、この「ログイン名」を ID と呼ぶときがあります。

ユーザ登録をすると、SOBA を down load する必要がありますが、ほぼ一本道で、SOBA がインストールできます。また、ある会議に参加するときは、その参加者も同じように登録および SOBA をインストールしておいて下さい。その人たちは「アドレス帳」に載ります。また、特定の会議に参加したいときは主催者に自分の「ログイン名」を知らせておく必要があります。「キーワード」で「ログイン名」を入れると「アドレス帳」から呼び出されます。今後参加者は登録し SOBA をインストールされたもとして話を進めます。



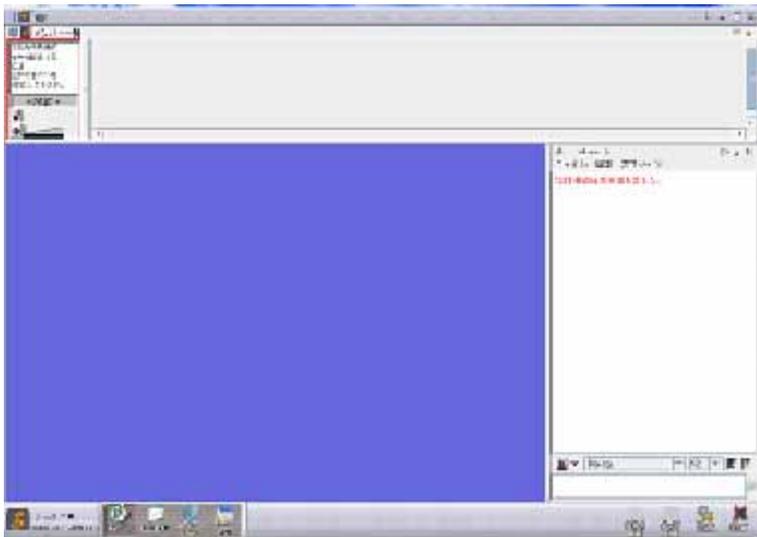
「セッション作成」を click する。公開された会議のどこかに入りたいときは、「セッション一覧」を click して入るところを探す。自分が議長となって行うとき、「限定セッション」の場合、招待されるので入っていいときはその旨返事をする。それは「受信メッセージ」に載っているの、この画面から click して対応する。画面が変わって許諾を聞いてくるので、

すでにこの会議に登録している人であれば、諾とする。



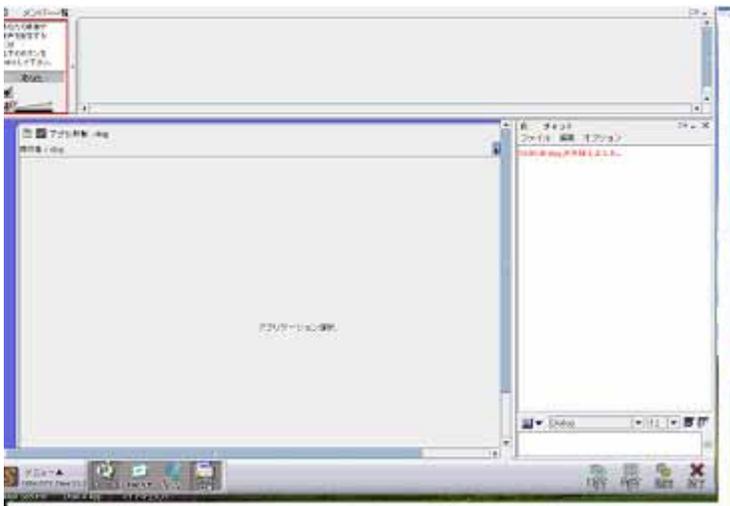
「セッション名」に自分の行う会議名を記入し、その下の「トピック」欄にはその目的等を書き入れて置くと後になって、ためになる場合がある。その後「セッション設定を選択」をクリックする。「セッション設定」の画面になり登録したも
のから選ぶか新規作成かを聞いてくるので適当な方をクリックする。すると、「セッション設定作成」の画面となり、必要なら「メンバーをアドレス帳から追加」をクリックして、「キーワード」を入れると「アドレス帳」から追加される。

「キーワード」とは出席予定者の「ログイン名」かそれを文字に含む単語であり、それを入力する。すると、次の面に「セッション設定名」等が出てくるので、それをクリックして「設定製作者」を参考にして{選択}をクリックする。すると、自動的に「選択項目」に選択したものが入る。そこで、「セッション設定」をクリックして「戻る」をクリックする。戻ると、「セッション設定」にその名称が自動的に入っている。次は「セッション作成」をクリックする。



この面が現れるには少し時間がかかりますが、程なくこの面が現れます。左上に自分を写すカメラのスイッチと音声を入れるスイッチがあり、それを入れると、カメラのある人はそのすぐ右に自分の像が写ります。また、この会議に参加している人の像がその隣に出てきます。

会議に参加する人が多ければその人の像も出ますが、10人を超すと像がでるかどうかが難しいと思います。マイクでの音声は同調するかも知れません。マイクを選択を考えて凌いでください。右の白い欄は「チャット」の欄で互いの文字による連絡です。入力のやり方は右下の欄に文字を入力してenter キーを押すと「チャット」の欄に入ります。



「アプリ共有」をクリックすると、「アプリケーション選択」という画面が出る。この画面の上に例えば議論する文章などを写したいとする。そこで、その文章を最小の形にして画面の下に出しておく。「アプリケーション選択」の画面をクリックすると、この画面は次のようになる。



上の面に最初左にある<操作占有>の表示が出る。他人に操作権を渡すときはここをクリックして操作する。また、「共有設定ダイアログ」が出て自分が表示したいタイトルをクリックして、例えば、「画面のみを共有」をクリックすると、「OK」「適用」などが

押せる状態となる。もしそのようにならなければ、「適用」をクリックして再び繰り返すと、「状態」の欄に完全という文字が現れる。そこで「OK」を押し、最小の形で画面出ているのをクリックすることによって文章が見えている。ただし、手元にある画面が他の人にも同じ範囲が写っているかどうか不明である。

なお、注意として「公開セッション」のときは、文字どおり不特定の方が入ってきて発言等を行う場合があるので注意してください。また、研究の場合にそぐわない面も出てくる可能性があります。例えば、priorityなどの問題が生じる可能性があります。注意してください。

* 推薦された役員候補投票結果

2007年2月20日理事の推薦を締め切り推薦された次の方々の信任投票を4月30日締め切りで行った結果全員信任されました。担当および氏名は次の通りです。

編集・出版	SCMJ	佐藤俊輔
-------	------	------

	Notices	Comfort, W.W. (U.S.A.) Denecke, K. (Germany) Kutateledze, S.S. (Russia) Rus, I.A. (Romania) Przeworska-Rolewicz, D. (Poland)
研究集会	IVMS	Szajowski, K. (Poland) 長田潤一 中西シズ
	協賛国際研究集会	高橋涉 Favini, A. (Italy) Preuss, G. (Germany) Ricciardi, L.M. (Italy)
協会事業運営	正会員	Arhangel'skii, A.V. (Russia)
学会賞選考委員	功刀賞	Conway, J.B. (U.S.A.)
	北川賞	Salomaa, A. (Finland) Sen, P.K. (U.S.A.)
	JAMS 賞、ISMS 賞(*) Shimizu 賞	Conway, J.B., Salomaa, A. Sen, P.K.

(*)は年齢制限のない新設の賞です。

* Bylaws 2007 July (draft)

協会の経営状態の改善の為新しい会則 Bylaws 2007(July)の案を提案し、之に基づいて可否投票をお願いしたいと思います。新しい内容は会報と同時にお届けする Notices from the ISMS May 2007 の記事を御覧下さい。

* 機関会員募集

個人会員の特典

- (1) online で SCMJ を見ることができます。
- (2) 論文の掲載時に page charge が随分と安くなる。
- (3) Net を用いて国際研究集会を催す時、アナウンス、アブストラクトの作成などお助けいたします。6,000 円を支払うと、hard-copy の SCMJ が一年を通じて手に入ります。
- (4) 10 年間個人会員を続けると、国内会員は 70,000 円、外国会員は US\$600、途上会員は US\$500 を支払うと生涯会員となります。

機関会員の特典

- (1) 本屋より SCMJ を購入すると、print 版 45,000 円であるが、機関会員になると、同額 33,000 円で online 版も見ることができます。
- (2) 会員でない 2 名の方を準会員として登録することができます。これにより、page charge が会員と同じ扱いになります。
- (3) 上の準会員 2 名は online で SCMJ を見る事ができる。
- (4) Net を用いて国際研究集会を催す時、アナウンス、アブストラクトの作成などお助けいたします。

大学、研究所等が協会から SCMJ 誌の直接購入すると、今年から online も無料で見るできるようになりました。また、2006 年より発効の機関会員制度により各機関会員に所属の研究者 2 名を会費無料で準会員として登録すると、準会員が SCMJ に accept された論文を掲載するときの page charge (別刷代金) は会員と同額とすることにしました。

この新しい制度の機関会員の P.R. を、日本国内外 (BRICS 諸国など) 400 大学に向けて、2006 年 1 月から始めています。同時に今迄の SCMJ 投稿者で会員でない方、また、個人会員および (機関会員の) 準会員加入の P.R. も始めています。

両者の P.R. について会員の御支援 (P.R. 先大学の教員の方の名前ご連絡頂く) をお願いする次第です。

雑誌 Scienticae Mathematicae Japonicae の安定的な発行のため、下のような文案を配布することにしました。どうか各会員は近くの方に声をお掛けしていただくと助かります。

**新しい世紀での数理科学の創設を考える会 ISMS
設立の趣意書
国際数理科学協会 “機関会員 100 会員” を目指して**

来る 2008 年は、(故)清水辰次郎先生が私財を投じられて、現在の雑誌 *Scientiae Mathematicae Japonicae* の礎となる雑誌 *Mathematica Japonica* を創刊されてから、60 年目すなわち還暦に当たります。清水先生がこの雑誌の刊行を企画されたのは、当時数学の研究を発表する専門の雑誌が日本には *Tohoku Mathematical Journal* 以外に全くなく、また当時のわが国では伝統的に純粋数学の研究が圧倒的であり、広く諸科学との接点を求める応用数理の研究者は、全くの少数でありました。また、この方面の研究者を育てようにもその成果を公表する雑誌はありませんでした。この打開の一つが純粋数学のみならず応用数理までをカバーした、数理科学各分野の振興を目的とした専門誌 *Mathematica Japonica* の発行でした。

それから 60 年、最近には雑誌名を *Scientiae Mathematicae Japonica* に換え、世界の数理科学誌として不動の地位を占める評価を得、わが国の数理科学を志向する研究者の数や層も増加の一途を辿っています。また、この間 *Mathematica Japonica* を編集し発行する機関として日本数理科学協会が設立されました。

しかし、他方日本数理科学協会は会員の 1/4 は海外会員 3/4 が国内会員であり、会の雑誌 *Scientiae Mathematicae Japonica* の編集陣は海外 19ヶ国の distinguished Professor 43 名を擁する国際的な学会ですが、加えて、研究集会事業もご存知のとおり IT による distance symposium が実行できるようになり、研究の国際的発展が一段と進められるようになっていきます。この様な事情を踏まえて会員の総意に基づき協会は会名を 2005 年 7 月 1 日付けで国際数理科学協会(International Society for Mathematical Sciences)と改め会員の研究の一層の国際化を図り今回に到っております。

国内においては、わが協会を取り巻く環境の変化、すなわち国公立大学の法人化は当初大阪近隣の支持大学と編集委員会を中心に運営されてきたこの協会に対して大きな変革を迫ってきています。今までのように、特定の地域や大学に支えられた協会ではなく、広く全国の組織の会員から支えられる協会を目指す必要があります。そこで、会員の方が属する大学がぜひ機関会員に入ってください会員相互間の一層の結びつきを強固なものにしたいと考えております。これにより、広く全国組織による財務が運営され、出版の安定、研究活動の一層の活浄化、推進がはかられると思います。また、数理科学の広がりに対して対応しうる雑誌の安定的にしかも迅速な供給が可能となり会員の皆様方の要望に応える事が出来るものと思います。機関会員として登録いただけますと、雑誌の受取りは勿論のこと online 版も見ることが出来、更に会員でない 2 名の方が会費を納めることなく正会員とほぼ同じ権利でもって、種々の特典を受けることが出来ます。どうか、この機会に、機関会員に貴大学が入会される様お勤めいたします。

下は機関会員の申込用紙です。必要なら御使用下さい。

***Application for Academic and Institutional Member of ISMS**

Subscription of SCMJ	Print + Online (¥33,000, US\$300)
University (Institution)	
Department	
Postal Address where SCMJ should be sent.	
E-mail address	
Person in charge	Name: Signature:
Payment Check one of the two.	Bank transfer Credit Card (Visa, Master)
Name of Associate Members	1.
	2.

* 交換誌のお知らせ

会員の属する大学等で、最近数学関係の雑誌は大学の法人化などで手に入れるのが経済的に困難なところもあるのではないのでしょうか。ここ協会には諸外国より、有名な雑誌が送られてきています。例えば、次の様な雑誌です。

- (1) Acta Scientiarum Mathematicarum
- (2) Annali scuola normale superiore - pisa - classe di scienze
- (3) Annals de L'Institut Fourier
- (4) Annals of Mathematics
- (5) Bollettino Unione Matematica Italiana (sezione A, B)
- (6) Bulletin of the Australian Mathematical Society
- (7) Canadian Journal of Mathematics
- (8) Colloquium Mathematicum
- (9) Communications on pure and Applied Mathematics
- (10) Indiana University Mathematics Journal
- (11) Journal of the London Mathematical Society
- (12) Memoirs of the American Mathematical Society
- (13) Monatshefte für Mathematik
- (14) Portugaliae Mathematica
- (15) Proceedings of the Japan Academy (series A, B)
- (16) Quarterly of Applied mathematics
- (17) Revista Matemática Iberoamericana
- (18) Revue Roumaine de Mathématiques Pures et Appliquées
- (19) Serdica Mathematical Journal
- (20) Tohoku Mathematical Journal 東北数学雑誌

その他、日本で発行の著名な雑誌もあります。もし、先生の教室でこれらの一部の雑誌を手に入れる事が出来るなら、手に入れたいと言うところが有りましたら、協会に御連絡下さいませようお願い致します。メールアドレスは pbls5@jams.jp です。

* お知らせ及び依頼

- (1)大学の教員の採用は、最近では公募が主流となってきているようです。この会報は2ヶ月に一度出しておりますので、会員所属の大学等で公募の際は、協会の方に原稿をメール等(scm4j@jams.jp)でお送り願えたら、一番近い号に載せて、会員の方々にお知らせし協力したいと思います。
- (2)シンポジウム、研究集会等予定が決まりましたらお知らせ下さい。会報を用いて案内等したいと思います。協会の方にご連絡下さい。
- (3)外国との遠隔集会開催などについては、阪大中之島センターのTV会議システムが便利です。協会に連絡を頂ければ利用料金を負担致します。従来に比べて使い勝手も良くなり新しいサービスの導入も予定されているようです。<http://www.onc.osaka-u.ac.jp>をご参照下さい。一方大がかりな遠隔会議システムが必要でないという点では、SOBAを用いた国内での遠隔会議も考えられます。使用説明は会報No.46にあります。国内での利用は無料です。遠隔会議、集会のためには、使い慣れておくということも大事です。SOBAの使用実験のアナウンスなども致しますので、お気軽にご参加下さい。
- (4)会報、Notices が今まで以上に充実します。昨年からは会報、Notices をともに年6回発行しています。特に Notices では、著名な外国人による種々の数学に関する寄稿があります。ご一読下さい。近くの方への会員勧誘にも利用して下さい。

* 新会員入会申込用紙

日本語が出来る方の入会の申込用紙が下のように変更になります。また、英語版も書いて頂くこととなります。近く net 上で申し込み可能となるようにしますので、入会しようとする方はそれをご利用下さい。

正会員入会申込書

氏名		英語名	
次の2つのうち会報等を送付先とする方に を付けてお書き下さい。			
所属先 住所	〒		
住所	〒		
専門分野	下のものより選んで で囲って下さい。 e-1, e-2, e-3, e-4, e-5, e-6, e-7, e-8, e-9, e-10, e-11, e-12		
E-mail address	電話番号		
	Fax 番号		
会員区分 該当部分にチェック	A1 一般1年 A3 一般3年 S-A1 高齢者又は学生1年 S-A3 高齢者又は学生3年 生涯会員		
所属先の 施設	ビデオ会議可能 遠隔会議可能 コンピューターセンター		
所属先の 通信システム	ISDN	IP	
所属大学等が 機関会員	会員である		会員でない
SCMJ のプリント版の購入			
希望 1年に付き 1年会員 6,000 円、3年会員 5,500 円*		希望しない	
高齢会員を申し込 む場合	生年月日	学生会員の場合は在学証を添付	
日付			
私は ISMS 会員になり、国際数理学協会に送り状に記載された年会費を 払います。ISMS 会員として受け取った Scientiae Mathematicae Japonicae のコピーは個人使用とし、機関、大学または図書館やその他の 組織の中に置かず、閲覧目的で会員購読することもしません。		署名	

*ただし、3年間一括の場合は15,000円です。

この申込みの内容は会との連絡以外には使用いたしません。

- | |
|---|
| <p>e-1. Mathematical logic, Set theory, Lattice theory, Ordered systems
e-2. Algebra, Algebraic geometry, Number theory, Combinatorics,
Cryptology
e-3. Topology, Geometry, Imaging
e-4. Real analysis, Functional analysis, Complex functions
e-5. Differential equations, Integral equations, Functional equations
e-6. Fluid dynamics, Rheology, Imaging and other applied analysis,
Control theory, Numerical analysis, Simulation
e-7. Probability, Statistics, Data mining, Decision theory, Quality control
e-8. Game, Finance, Operation research, Mathematical economics, Ecology
e-9. Informatics, Computer sciences
e-10. Biomathematics, Neuroinformatics, Genome sciences, Nanoscience
e-11. Mathematical education, History of mathematics
e-12. Over several fields.(Ex. Fixed point theory, Semi-group)</p> |
|---|

****Membership categories and their membership dues**

Categories	Domestic	Overseas	Developing countries
1-year member	A1: ¥7,000	F1: US\$50, €40	D1: US\$30, €24
3-year member	A3: ¥18,000	F3: US\$120, €96	D3: US\$70, €56
1-year students or aged (1S)	SA1: ¥3,500	SF1: US\$30, €24	SD1: US\$20, €16
3-year students or aged (3S)	SA3: ¥9,000	SF3: US\$70, €56	SD3: US\$50, €40
Life member (L)	AL: ¥70,000	FL: US\$600, €480	DL: US\$500, €400

Category S is for students and for the aged (older than 70) and Category D is for those who reside in the countries of Eastern Europe, CIS or developing countries. The figures 1 and 3 mean one year and three years, respectively.

The members who have been the ISMS members for more than 10 years are eligible for L category.

Application for an individual member of ISMS

Family Name		First & Middle Name	
Check one of the following addresses to which "Notices from the ISMS" should be sent.			
Address of your institution (university)			
Home address			
Special fields*		e-1 e-2 e-3 e-4 e-5 e-6 e-7 e-8 e-9 e-10 e-11 e-12	
E-mail address		Tel.	
		Fax	
Membership category** (Circle one)		A1, A3, SA1, SA3, F1, F3, SF1, SF3, D1, D3, SD1, SD3, AL, FL, DL	
Check the facilities your institution has.		Conference room(s) for video conference Computer center	
Communication system of your institution		ISDN	IP
Is your institution (university) an Institutional Member of ISMS?		Yes	No
I subscribe to the printed version of SCMJ.		<p>¥6,000 (US\$60, €48) per year for those members of A1, SA1, F1, and SF1, D1 and SD1.</p> <p>¥5,500 (US\$55, €44) per year for those members of A3, SA3, F3, SF3, D3, SD3, AL, FL, and DL.</p> <p>In case A3, SA3, F3, SF3, D3, SD3, AL, FL, or DL members make the payment at a time in advance, the price for 3 years is ¥15,000 (US\$150, €120).</p>	
For the aged member, write your birth year.		For the student member, student registration certificate should be attached.	
Date of Application			
I wish to enroll as a member of ISMS and will pay to International Society for Mathematical Sciences the annual dues upon presentation of an invoice. Copies of Scientiae Mathematicae Japonicae received as an ISMS member will be for my personal use only and shall not be placed in institutional, university or other libraries or organizations, nor can membership subscriptions be used for library purposes.			
Signature			

ISMS (JAMS の継続) 会員募集

ISMS の出版物: ISMS は、創刊より約 60 年、国際的に高い評価を得ている Mathematica Japonica (M.J.) と、その姉妹誌で電子 Journal と Paper 誌とを持つ、Scientiae Mathematicae (SCM) とを発行してきました。両誌は合併して、“21 世紀 MJ/SCM New Series, Scientiae Mathematicae Japonicae (SCMJ)”として、電子版は 2000 年 9 月より発行してきました。印刷版は、1978 年 1 月より、年間 6 冊、700~1200 頁を出版しています。全体として 230 巻を超える、日本で最大量を誇る数理科学の雑誌です。その特長は、下の 1)~7) です。

- 1) Editorial Board には、国内だけでなく、海外 15 カ国の著名な研究者 40 名が参加している。
- 2) 世界の research group に論文が紹介され、積極的な交流が推進されている。
- 3) Editor を窓口として直接論文を投稿できて、迅速な referee 及び出版が得られる。
- 4) 有名な数理科学者の original paper や、研究に役立つ survey が、毎号載せられている。
- 5) SCMJ は、世界の有名数理科学者による、極めて興味ある expository paper を、毎号 International Plaza 欄に掲載している。世界各国の図書館へ、広く配布されている。
- 6) 投稿論文は、accept 後 (又は組版後) 待ち時間 0 で発行されます。
- 7) Mathematical Review, Zentralblatt に from cover to cover で review されている。

ISMS の研究会集: (1)研究仲間がゆっくり時間をかけて発表、討論をする、特色ある参集型研究会が毎年行われ、非会員も含む多数の参加者の、活発な研究交流の場となっている。(2)ISMS には内外の著名な研究者が多数入っておられる。近いうちに内外を結ぶ高い level の研究会が online で行われる事を期待している。(本誌 45 号 3p 及び Notices March 2006 9p を御参照下さい)

ISMS の学術賞: 会員の優れた論文を広く世界に紹介し、更なる研究を奨励するために、ISMS 賞、JAMS 賞、Shimizu 賞、Kunugui 賞、Kitagawa 賞を設けている。(詳しくは本誌 45 号 2p 会則 13 条を御参照下さい)

< ISMS の会員の特典 > 1 . SCMJ 電子版の購読 (print out も含む) 無料。 2 . SCMJ print 版の少額での購読 (下表 1)。 3 . Page charge の discount (下表 2)。

< 機関購読会員の特典 > 1 . 機関内の 2 名の方を準会員として会費無料で登録することが出来る。 2 . 準会員は会員と同じ page charge の discount を受けることが出来る。

表 1 [雑誌購読費]

	正会員 (1 年)	正会員 (3 年)	機関購読会員	定価
Print	¥ 6,000 US\$ 60, €48	¥ 5,500* US\$ 55, €44	¥ 33,000 US\$ 300, €240	¥ 45,000 US\$ 400, €320
Online	Free	Free		
On-line+print	¥ 6,000 US\$ 60, €48	¥ 5,500 US\$ 55, €44	¥ 33,000 US\$ 300, €240	¥ 45,000 US\$ 400, €320

*3 年会員のみ、雑誌購読費 3 年前分払いの場合は ¥15,000 に

なります。

著者の方には、SCMJ を 1 冊送料込みで 1,200 円または US \$ 12 で購入できます。

表 2 [ページチャージ]

	Member/Associate Member	Non Member
Paper : P	¥3,850 (US\$ 35, €28)	¥ 4,450 (US\$ 43, €35)
Tex : T	¥ 2,200 (US\$ 18, €14)	¥ 2,800 (US\$ 26, €21)
Js : Js	¥ 1,100 (US\$ 8, €7)	¥ 1,700 (US\$ 16, €13)

表 3 [今年の会費]

Categories	国内会員	海外会員	途上国会員
単年度 A 会員	¥7,000	US\$ 50, €40	US\$ 30, €24
3 年 A 会員	¥18,000	US\$ 120, €96	US\$ 70, €56
単年度 S 会員	¥3,500	US\$ 30, €24	US\$ 20, €16
3 年 S 会員	¥9,000	US\$ 70, €56	US\$ 50, €40
生涯会員**	¥70,000	US\$ 600, €480	US\$ 500, €400

**過去 10 年以上、正会員であった方に限る

但し、A 会員は正会員を指し、S 会員は、学生会員と高齢会員(70 歳以上)を指します。

国際数理科学協会

International Society for Mathematical Sciences

〒590-0075 堺市堺区南花田口町 2-1-18 新堺東ビル内

Tel: (072)222-1850 / Fax: (072)222-7987

URL: <http://www.jams.or.jp>