

頻度主義者がある明確な仮説を検定して、たとえば p 値として 0.04 という値を得た場合、その仮説を棄却する有意な証拠が得られたと見ることができる。ところがベイズ派の人々は、たとえ p 値が 0.01 だったとしても（頻度主義者の多くは、仮説がまちがっていることを示すきわめて強い証拠と見なすだろうが）、その仮説が正しいというオッズがそれでも 100 に一つはあると見る。デューク大学のベイズ派の理論家ジム・バーガーがいうように、「別に驚天動地の事態ではない」のだ。ベイズ派の人々は今でも p 値にいらだっている。ジョンズ・ホプキンス大学医学部の著名なベイズ派生物統計学者スティーブン・N・グッドマンは一九九九年に、「 p 値は、およそまともなものとはいいがたい。わたしは学生に、 p 値による検定をする気など起こさぬよう命じている」と苦言を呈している。

ユーボートの作戦は、ドイツ占領下のフランスに置かれた本部によって厳しく管理されていた。各潜水艦は命令を受けずに海に出て、大西洋沖で無線による指令を受け取る。このため暗号化された電信メッセージの奔流が、ユーボートとフランスの間を果てしなく行き交った（実際、今も四万九〇〇〇通を超えるメッセージが保管されている）。イギリスにすれば、何としてもユーボートの所在を突きとめたいところだったが、メッセージを判読することはできなかった。どのメッセージもすべて文字をごちゃ混ぜにする機械で暗号化されていて、ドイツでもイギリスでも、誰もこの暗号が解読できるとは思っていなかった。

おもしろいことに、ひょっとすると解読できるかもしれない、と最初に考えたのはポーランド人だった。ドイツとロシアに挟まれたポーランドでは第二次大戦が始まる一〇年も前に、数人の情報将校たちが、強欲な隣人たちの会話を盗聴して数字をうまく使えば情報を得られそうだとすることに気づいていた。ドイツにすれば、第一対戦の経験からいって、何が何でも器械を使って無線メッセージを暗号化する必要があった。そこで一九二三年の国際見本市でアルファベットをスクランブルする機械が紹介されると、その機械を買い入れてさらに複雑にし、より安全な暗号を作った。そしてその装置に「^{エニグマ}謎」という名前をつけた。

エニグマは、その名の通り「謎」だった。ポーランド人たちは、ドイツ軍のメッセージを解読しようと三年間がんばった末に、ようやく自動暗号作成装置の登場によって暗号学が一変していたことに気づいた。秘密のメッセージを暗号化したり解読したりする科学が、いまや数学者たちのゲームとなっていたのだ。ポーランドの秘密機関は、ドイツ語が話せる数学科学生を対象とする極機密の暗号学教室を立ち上げた。そしてその花形学生となったのが、マリアン・レイェフスキという保険数学者だった。レイェフスキは、変換に関する新たな数学、つまり群論とすばらしい推察を駆使して決定的な事実を探り出した。エニグマのホイールの配線を突きとめたのである。こうして一九三八年初頭には、ドイツ陸、空軍が発するメッセージの七五パーセントが解読できるようになっていた。ポーランド人たちは、翌年のドイツ軍の侵攻が始まる直前にフランスとイギリスの諜報員をワルシャワ郊外のピリの森にあるアジトに招き、自分たちのシステムを公開して最新の機械をロンドンに送った。

エニグマは、一見、複雑なタイプライターのような形で、通常の一六文字分のキーボードと、さらにもう一組、二六個の文字が書かれたライトがならんでいる。タイピストが文字のキーを一つ押すと、三枚のホイールを通して電流が流れ、いずれかのホイールが一刻みだけ前に進む。それと同時にランプボード上の暗号化された文字が点灯するので、一人の助手が別の助手にこの文字を読み上げて、得られた無秩序な文字がモールス信号で打電される。メッセージを受けた側は、この手順を逆にたどることになり、暗号を

受けた人物がエニグマのキーボードに暗号化された文字を打ち込むと、ランプボードにもともとのメッセージが浮かび上がるというしかけだった。エニグマのオペレータは、配線やホイールや出発点などを変えて、何兆もの組み合わせを作ることができた。

ドイツ側は、軍の意思伝達の標準手段となる装置をどんどん複雑にしていった。そして約四万個の軍用エニグマを、ドイツ陸軍、海軍、空軍、予備役、最高司令部、さらにはスペインやイタリアの国粋主義勢力やイタリアの海軍にもばらまいた。一九三九年九月一日にドイツ軍がポーランドに侵入する際に猛スピードで電撃作戦を展開できたのも、充電器つきエニグマのおかげだった。**エニグマを装備した指令車両に将校が乗り込んで、援護射撃や飛行機による急降下爆撃や戦車の動きを調整するという未だかつてない作戦を取ったのだ。**ドイツの軍艦のほとんどが——なかでも戦艦や掃海艇や補給船や気象通報船やユーボートは全艇が——エニグマを装備していた。

また、統計学関係でチェーリングの助手を務めていた I・J・「ジャック」・グッドは後に、「バンベリスムスのゲームでは、大量の確率情報の断片を組み立てなくてはならず、どことなく DNA 配列の再構成に似ていた」と述べている。グッドは帝政ロシアからやってきたユダヤ人の腕時計職人の息子で、ケンブリッジ大学で純粋数学を学び、一年浪人してから、チェスの腕前を買われて国防関係の職に就いた。グッドは「バンベリスムスを使ったゲームは、くだらないと感じるほど簡単ではなく、かといって神経衰弱になるほど難しくもないから楽しめる」と感じていた。こうして**ベイズの法則が暗号学向きだ**ということが明らかになってきた。事前の推測があって、最小コストと最短時間で決定を行う必要がある場合に、両面作戦をとるのについてつけの手段だったのだ。

ドイツがソ連に侵攻した直後に、イギリスの無線傍受部は今までにないタイプのドイツ軍のメッセージを入手した。ブレッチリー・パークの分析官たちは、おそらくテレタイプの装置で発信されたものだと考えた。そしてその読みはあたっていった。ドイツ側は、タイプと同じ速さで暗号化と解読を行っていたのだ。この新たなローレンツ暗号機やこの装置が作り出す一連の極秘暗号には、一九二〇年代に商用の機械として作られた**エニグマよりもはるかに高等な技術が使われていた**。ベルリンにいる最高司令官はもっぱらこの新しい暗号を使って、ヨーロッパ中に散らばった軍の指揮官たちと最高レベルの戦略に関するメッセージをやりとりした。それらはきわめて重要なメッセージで、なかにはヒトラー自身の署名入りのものもあった。

Tuna Fish

新たなローレンツ暗号機が作り出すこれらの暗号は「ツナ・フィッシュ」すなわちマグロをもじって **Tunny**

タニーと命名され、ここにイギリスの一流数学者のグループの一年にわたる絶望的な苦闘がはじまった。このグループは、ベイズの法則と論理学と統計学とブール代数と電子工学を使った。そしてさらに、世界初の大規模デジタル電気計算機「**コロッサス**」（これが一台目でけっきょく一〇台作られた）の設計製作に取りかかった。

グッドたちは、タニー - ローレンツ暗号の解読に取り組むにあたって、チューリングが考案したベイズの得点システムや基本的な単位であるバン、デンバン、センチバンを取り入れることにした。さらに、

オネスト インプロパー

ベイズの定理とさまざまな事前確率を使った。正直な事前確率と非正則な事前確率、わかっていることを表す事前確率やときにはそうでない事前確率を使い、そのうえ別々の場所で、トーマス・ベイズの一様な

事前確率とラプラスの等しくない事前確率を同時に使うこともあった。チューリングは一九四二年七月に、タニー・ローレンツ暗号機のホイールを取りまくカムのパターン数を減らすための、チューリングリーないしチューリングスミスと呼ばれるきわめてベイズ的な手法を編み出した。チューリングリーは紙と鉛筆を使った方法で、実際にこれを用いたウィリアム・T・タットによると、「数学というよりもむしろ芸術といった感じで……自分が直感したもの（に頼らねばならなかった）」この手法ではまず推測を行い、ベイズと同じように、その推測が正しい確率を五〇パーセントとする。そこに優れた手がかりや粗悪な手がかりなどを順次加えていって、「忍耐と運を頼みに、多くのものを消去して、さんざん行ったり来たりした末に」**平文が現れる**。こうして推測が正しいというオッズが五〇対一になった時点で、一組のホイールの設定が確定したと宣言されるのだ。

そのうえやっかいなことに、大西洋上のユーボートに備えられたエニグマに四つ目のホイールが増設されたことから、チューリングやウェルチマンが作ったポンプによる解読作業も暗礁に乗り上げ、一九四二年の終わりころまではドイツの潜水艦が送受信するメッセージをいっさい解読できずにいた。ブレッチリー・パークで「大停電」と呼ばれた出来事である。ユーボートは四カ月間大西洋上で派手に暴れ回り、八月と九月だけで四三隻の船を沈めた。アメリカの船は、平均すると大西洋を三往復して、四往復目に沈没した計算になる。

一九四二年一二月、三人の若きイギリス人水兵、アンソニー・ファソン大尉とコリーン・グレイザー上等水兵とトミー・ブラウンが、エジプト沖で自分たちの船から沈みかけているドイツの潜水艦に泳いでいき、ついに**解読の要となる暗号表の載ったコードブックをくすねてきた**。この企てでファソンとグレイザーはおぼれて死んだが、一六歳の食堂助手だったブラウンが無事暗号表を持ち帰った。こうしてようやくバンベリスミスの能力をフルに活用できるようになったのだった。この暗号表がブレッチリー・パークに届いた数時間後には、大西洋のユーボートからのメッセージが解読され、船団の経路が変更された。

世界初の大規模電気式デジタル計算機での暗号解読

ヨーロッパにおける戦争では、一九四三年に三つの決定的な転回点——うち二つは最高機密——があった。第一に、ロシア人が今なお偉大なる愛国戦争と呼ぶ東部戦線の戦いで、ソビエト軍が二七〇〇万以上の命と引き替えにドイツ軍を打ち破った。第二に、ドイツ軍のユーボートの優位がゆらぎ、五月には計二五万トンもの船を沈めたものの四一隻の潜水艦を失った。そして最後に、ブレッチリー・パークが**九〇〇〇人近くの人々を擁する大工場**となった。稼働するポンプが増えると、手間のかかるバンベリスミスの厚紙は姿を消していった。ドイツの暗号制作者が予想外の変更でもしない限り、海軍のエニグマ解読には何の問題もなかった。

日本軍の暗号担当は、主要暗号である **JN-25** を使うにあたって、メッセージを五桁ずつブロックにして送信した。それぞれのブロックが **JN-25** のコードブックから引いてきた五桁の数字からなるコードと「添加物」と呼ばれるランダムな五桁の数字を加えたものであることは、イギリスの数学者たちにもわか

っていた。したがってイギリスの暗号分析官はこの手順を逆に行えばよいはずだが、肝心の JN コードや添加物が載っているコードブックは手元にない。そこで数学者たちは、まず添加物の五桁の数字と思われるものを絞り込むことにした。そのうえで、暗号の専門家ではない一般人やイギリス海軍婦人部隊からなるチームが標準化された手法で、添加物である可能性がもっとも高い数字を迅速かつ客観的に確認しなければならなかった。特定の添加物が使われているかどうかを判断するには、解読されたコードがその添加物を使って作られている可能性、つまり確率を調べればよい。チームのメンバーは信念の指標として、推測した各コードに、それまでに解読したメッセージにそのコードがどれくらい頻繁に現れたかに応じてベイズ流の確率を割りふった。そのうえで、可能性がいちばん高いブロックや境界線上のブロックや特に重要なブロックをさらに調べていくのだ。

「じつは、ある添加物が本物であるという仮説にどれくらいの事前確率を割りふるかは、思い悩む必要はなかった」とシンプソンは述べている。「むしろ、全体としての証拠 [の重み] ……が、正真正銘の本物として受け入れられるだけの説得力を持っているかどうかを判断することのほうが重要だった……暗号分析では常にいえることだが、経験に基づいた確かな直感が何にもまして重要な貢献となる場合がある」

ブレッチリー・パークで一番上手にバンベリスムスを使いこなすことができたアレグザンダーは、一九四四年一〇月以降、ベイズの定理とチューリングのデシバンを巧みに用いた日本の暗号の解読法を開発していった。

あの戦争が終わってすでに六五年〔原著は二〇

二年に刊行されている〕が経とうとしているのに、イギリス政府は未だに戦時下での暗号学に関する多くの文書を機密扱いにしている。アメリカの若き数学者アンドルー・グリーンは日本海軍の暗号解読に取り組み、チューリングがワシントンに滞在したときにはその世話係を務めていたから、まずまちがいに戦争中にベイズの法則のことを知っていたはずだ。

対ユーボートの暗号

解読作戦のことは、機密扱いの戦史にも書かれず、ベイズやブレッチリー・パークのことや、チューリングが国家を救済するために尽力したことが世間に知れたのは、一九七三年以降のことだった。

なぜこんなにも長い間、暗号解読を巡る話が伏せられてきたのだろう。たぶんそこには、自分たちがタニー・ローレンツ暗号を解読できるという事実をソビエト政府に知られたくない、というイギリスの意図が働いていたのだろう。ソビエトは旧ドイツ軍のローレンツ暗号装置をたくさん手に入れており、冷戦下のイギリスでは、残っていた二つのコロッサスのうちの少なくとも一つを使ってソビエトの暗号が解読されていた。このため、ソビエトがローレンツ暗号装置を使うのをやめて新たな暗号システムを採用するまでは、ブレッチリー・パークの話を発表するわけにはいかなかったのだ。

チューリングの悲劇

女王エリザベス二世の治世がはじまったその日、すなわち一九五二年二月七日に、チューリングは自宅において合意の上で成人と同性愛に及んだとして逮捕された。のちにグッドは、「ブレッチリー・パークにいた当局者が、チューリングが同性愛者だということを知らなくて幸運だった。さもなければ〔チャーリ

ングは暗号解読に参加できず] イギリスはあの戦争に負けていただろうから」と皮肉をいっている。

バージェスとマククリーンを巡る大騒ぎのせいで、**チューリングは救国の英雄どころか、国の最高機密に通じたもう一人のケンブリッジ卒同性愛者と見なされる**ことになった。しかもこの同性愛者ときたら、イギリスの原爆実験で使われるコンピュータの開発にまで携わっていたのである。イギリス一の暗号分析者であるチューリングは、この逮捕によって機密情報にアクセスする権利を失い、解読の仕事続ける機会を奪われた。そのうえアメリカ議会がゲイの入国を禁じたために、アメリカで仕事をしようにもビザが下りなかった。

世界中がマンハッタン計画に関わって原爆や水爆を作った物理学者をもてはやし、ナチの戦犯が自由の身となり、アメリカがドイツのロケット専門家を雇うなか、チューリングは有罪を宣告された。イギリスという国が囚人たちに医学実験を行ったナチを相手に戦ってからまだ一〇年も経たぬというのに、判事は、獄に下るか女性ホルモン注射による化学的去勢を受けるかどちらかを選び、とチューリングに迫った。チューリングはエストロゲン注射を選び、一年後には乳房が大きくなった。そして、チューリング自身の助けがなければ不可能だったはずのノルマンディー進攻の一〇周年記念日の翌日、つまり一九五四年六月七日に**自ら命を絶った**。イギリス政府はこの二年後にアンソニー・プラントを叙勲したが、このスパイは後に、友人だったバージェスやマククリーンに情報を漏らして、同性愛者に対する魔女狩りを引き起こしたことを認めている。チューリングの最期について書いていると——そして読んでいても、今なお悲しくつらい気持ちになる。イギリスの首相——当時の首相はゴードン・ブラウンだった——が**チューリングに謝罪したのは、チューリングの死後五五年が経った二〇〇九年のこと**だった。

頻度主義者によると、「客観的な統計」イコール「長期にわたる相対頻度」であって、反復可能な観察に基づく確率にしか価値がない。頻度主義者たちは、直接関係があるデータをふんだんに扱い、サンプルを取って仮説を確かめ、未知のものについての推論を行う。何年かにわたる穀物の収穫高や遺伝学や賭博や保険、さらには統計力学のような標準化された反復可能な現象の場合にはこの手法が有効だった。

ところが企業の幹部たちは、往々にしてきわめて不確かな条件のもとでサンプルデータもなしに決断を下さなければならなかった。シュレイファーの理解したところによると「ビジネスマンは不確かなかで、事実上賭けることを強いられている。……勝ちたいと望み、しかし負けるかもしれないと知りながら」幹部たちに必要なのは、頻度主義の手法に必須の繰り返し試行をせずに確率を評価する方法だった。シュレイファーは、頻度主義を教えているうちに自分がバカのように思えてきた、と述べている。ようするに、**頻度主義はビジネスの大問題である「不確実性の下での意思決定」には向いていなかったのだ**。

パロマレス米軍機墜落事故

爆撃機が空中爆発して載せていた水爆が行方不明に

米海軍は、第二次大戦中の対ユーボート戦にベイズ統計を使って成果を上げていたにもかかわらず、なぜかこの手法を積極的に取り入れようとはしなかった。高位の将校たちがベイズに目を向けたのはほぼ偶然といってよく、はじめは統計的なお飾りがいくつかほしいというくらいのことだった。だがそのうちに自信を深め、コンピュータが強力になったこともあって、この手法に磨きをかけて対潜水艦作戦に使えるようにしようと動きだした。一方沿岸警備隊は、この手法を使えば海難事故にあった人々を救助できると考えた。ベイズの法則に関してはよくあることだが、ここでもいくつかの劇的な緊急事態が海軍に決断を

迫ることとなった。

海軍がベイズ統計に秋波を送るきっかけとなったのは、一九六六年一月一六日に端を発するある出来事だった。この日の夕暮れに、ノースカロライナ州の州都ローリー近くのセイモア空軍基地から四つの水爆を積んだジェット機 B-52 が飛び立った。この爆弾は長さ一〇フィート〔約三メートル〕、太さがゴミバケツくらいで、一個の破壊力はざっと TNT 火薬一〇〇万トンに相当した。コックピットでコーンパイプを吸うので有名だった機長と六名の乗組員は、二四時間連続で勤務し、幾度か空中給油を行うことになっていた。

当時物議を醸していた**クローム・ドーム作戦**という作戦では、カーティス・ルメイ将軍率いる戦略航空軍団 (SAC) が、ソビエトの攻撃に対する防御として、常に核兵器を搭載したジェット機を飛ばせておくことになっていた。ジェット燃料は空中給油機から補給することになっていたが、これは危険な作業で金もかかった。

さて、件のジェット機は一月一七日の朝に SAC の KC-135 給油機と落ち合い、三度目の給油を行うことになっていた。爆撃機と給油機は見事な縦列編隊で、スペインの南東海岸にあるパロマレス (スペイン語で「鳩の場所」) という孤立した村の上空六千マイル〔約一万メートル〕を飛んでいた。双方ともに伸縮ブームを使いながら、毎時六〇〇マイル〔約一〇〇〇キロ〕の速度で三、四メートルの距離を保ちつつ、最大で三〇分間飛び続けなくてはならなかった。ところが一瞬の判断ミスが原因で、給油機の燃料吹き出し口が金属でできた爆撃機の背にあたり、現地時間一〇時二分に四万ガロン〔約一五〇キロリットル〕の燃料が爆発、計一名の乗務員のうちの七名が命を落とした。

この爆発によって、乗組員と四つの爆弾と二五〇トンの飛行機の残骸が空から降り注いだ。幸い休日だったので、その地域に住む一五〇〇人の人々ほとんど畑に出ずに休んでおり、死者は出なかった。さらに重要だったのは、核爆発がまるで起きなかったことだ。爆弾の「打ち金は起こされていなかったレ——つまり作動していなかったのである。それでもパラシュートが開かなかった爆弾が二つあって、地面にぶつかった衝撃で従来型の爆薬が爆発し、周囲に放射性プルトニウムの粉末をまき散らした。計四つのうちの三つの爆弾は事故後二四時間以内に発見されたが、最後の一つはどうしても見つからなかった。

これだけでも十分深刻な事態だったのだが、さらにやっかいなことに、(公表こそされていなかったが)すでに空軍と核兵器の絡んだ深刻な事故が少なくとも二八回起きていた。このうち八つで計一〇の核兵器が海や沼地に投げ出され、あるいは廃棄されていて、おそらく今もそこにあると思われる。

昼食から戻った委員たちは、パロマレス沖で一九回目の潜水を行っていたアルヴィンの乗務員たちが、先ほど爆弾と岩の上に広がる巨大なパラシュートを発見したことを知らされた。アルヴィンから海上の船への通話によると、水爆は「まるで幽霊のような……**経帷子をまとった巨大な遺体**のようだった」という。水深一三〇〇フィート〔約四〇〇メートル〕のところで海底にぶつかり、そこからさらに海流によって急な斜面を水深約二八五〇〔約八七〇メートル〕まで引きずられていったのだ。

~~~~~

【経帷子】きょうかたびら

仏式で死者を葬る時、死者に着せる白い着物。

~~~~~


スコーピオンが発した音を分析してみると、沈没したときには、西ではなく東に進んでいたと思われた。クレイヴンは二〇年後に、問題の潜水艦が「暴走した魚雷」によって破壊された可能性があることを知った。同じ艦隊に所属するほかの潜水艦は、欠陥があることがわかった魚雷のバッテリーを取り替えていたが、海軍はスコーピオンに、まず使命を完遂することを求めた。スコーピオンが欠陥のある魚雷を発射したとすれば、目標物に達することなく、**くるりと向きを変えてスコーピオンに命中**したはずだ。

海軍研究局（ONR）は、スコーピオンの探索に使われた手法をぜひ裏付けたいと考え、ストーンに『最適探索理論』をまとめるよう依頼した。一九七五年に発表されたこの著書は、応用数学や統計学、オペレーションズ・リサーチや最適化理論やコンピュータ・プログラムを合体させた堂々たるベイズ派の著作だった。より安価で強力なコンピュータが登場したおかげで、それまで数学や分析の問題だったベイズ検索は、ソフトウェア・プログラムのためのアルゴリズムになった。そしてストーンのこの著書は、軍や沿岸警備隊や漁師や警察や原油探索者にとって大切な古典となった。

ストーンはさらに、ベイズ統計の手法の一つである初期型のカルマン・フィルタを用いて、明確な基準に照らしてデータやシグナルを分離凝縮し、目標物がたどっている可能性がある経路の一つ一つに信頼性に応じた重みをつけていった。この技法が高等教育に携わる人々の間に広まったのは、さらに下った一九九〇年代のことだったが、一九六〇年代には、すでに軍や宇宙関係の請負業者に重用されていた。というのも、当時のコンピュータはメモリーも馬力も貧弱で、この手法を使うと時間を大いに短縮できたからだ。一九六一年にルドルフ・E・カルマンとリチャード・ビューシーがこの手法を発明するまでは、新たな観察結果を得るたびに、もとの観察を一から計算し直さなければならなかった。ところがこのフィルタを使うと、毎回最初からやり直さなくても、新たな観察結果を付け足すだけですんだ。カルマンは、自分の発明はベイズの定理とはまったく関係がないと言い張っていたが、一九六七年に青木正直によって、ベイズの法則から直接カルマンのフィルタを導けるということが数学的に証明された。この手順は今日、カルマン・フィルタ、あるいはカルマン-ビューシー・フィルタと呼ばれている。

社会学者は通常何千人分にもものぼる個人データを扱い、しかも一人ひとりのデータに、年齢や人種や宗教や地方や家族構成といった何百もの変数がついて回る。ところが、これらの変数の関連を突きとめるために、五〇から二〇〇の事例にカール・ピアソンやR・A・フィッシャーが開発した**頻度主義の手接を適用**すると、**往々にして奇妙な結果が得られた**。あいまいな効果が大きな影響を及ぼしたり、正反対のことを示したり、得られた結果が後の研究で否定されるといった具合なのだ。頻度主義では、大規模なサンプルに対してたった一つのモデルを選ぶので、モデルの不確定要素が無視されるのだ。ところが、調査や実験をまったく同じ条件でやり直せる社会学者はまずいない。一九八〇年代のはじめには、**多くの社会学者たちが、仮説を検定する際は、頻度主義の手法より自分たちの直感のほうが正確な結果が得られるという結論に達していた**。

これに対してベイズ理論を使うと、社会学者の直感にはるかに近い結果が得られるように思われた。

MCMC とギブス・サンプリングは、統計学者が問題に取り組む際の手法を一瞬にしてがらりと変えた。

トーマス・クーンの言葉を借りると、これはパラダイムシフトだった。MCMCを使うと、定理ではなくコンピュータのアルゴリズムで現実の問題を解くことができた。こうしてMCMCは統計学者や科学者たちを、コンピュータの反復運用が数式に取って代わり、「正確な」という言葉が「シミュレーションによって得られた」ということを意味する世界へと導いた。これは、**統計学における画期的な前進**だった。

シュピーゲルhalterは、コンピューター・シミュレーションにベイズを用いることについて、他の人とはかなり異なる見解を持っていた。統計学者たちはいま心だかつて、他人が使うソフトウェアを作ることが自分の仕事の一部だとは考えたことがなかった。ところがシュピーゲルhalterは、コンピュータ科学や人工知能の影響もあって、ソフトウェアを作成することも自分の仕事のうちだと考えていた。そして一九八九年には、シミュレーションでグラフィカルモデル〔ベイジアンネットワークなどのグラフで表現した確率分布〕を使いたい人のための包括的なソフトウェア・プログラムを開発しはじめた。ここでもまた、クレイトンが大きな影響を及ぼし、シュピーゲルhalterは一九九一年に無料ですぐに使える **BUGS**（「ギプス・サンプリングを使ったベイズ統計」の略）プログラムをお披露目した。

BUGSのおかげでベイズは一躍人気者となった。**BUGS**は今なおベイズ解析のソフトウェアとしてはもっとも広く普及しており、これによってベイズの手法は世界中に広まった。

ベイズ統計の幅は広がり、一部がコンピュータ科学や機械学習や人工知能と重なるようになった。そして、数十年にわたる不遇な時代に熱心なベイズ派が開発したテクニックや、最近のコンピュータ革命以降にどちらの派にも与しない人々が開発したテクニックのおかげで力もついた。ベイズを使えば、何千何百もの理論モデルを考える際に不確かさを評価することも、異なる情報源から得られた完全とはいえない証拠を組み合わせることも、モデルとデータの妥協を図ることも、コンピュータによる集約的なデータ解析や機械学習に取り組むことも、混乱した観察結果の奥深くに潜むパターンや体系的な構造をたちどころに見つけることも可能だ。ベイズは**数学や統計学の範疇をはるかに超えて、巨額の金融取引や天文学、物理学、遺伝学、イメージングやロボット工学、軍事行動や対テロ政策、インターネットでのコミュニケーションや商取引、音声認識や機械翻訳に浸透した**。そして、学習に関する新たな理論の指針となり、人間の脳の働きのメタファーとなった。

これはヒントになる

全米科学アカデミーのアメリカ学術研究会議はアメリカ軍に、兵器システム——なかでもストライカーと呼ばれる一群の軽量装甲車の検査にベイズの手法を使うよう強く勧告した。軍が使っているシステムでは、頻度主義の手法に必須のサンプルサイズが大きい試験を行えない場合が多い。ところがベイズのアプローチを使うと、額似のシステムや構成部品に関する情報や、**開発の過程で行われた試験の情報といったものと検査のデータを組み合わせることが可能**になる。

ベイズ理論は、マイクロソフトの OS である Windows に深く埋め込まれている。しかもそれだけではなく、マイクロソフトの手書き文字認証や「お勧め」システムや、オフィス製品のウィンドウの右上角にある「ヘルプ」質問応答ボックスや、ビジネスの売り上げを追跡するためのデータマイニング用ソフトウェア・パッケージ、ユーザーがほしがりそうなアプリケーションを推察してあらかじめ組み込むプログラムや、車で通勤する人のために事前に交通渋滞を予測するソフトウェアにも、さまざまなベイズの技法が組み込まれている。

<読後感を紹介したブログ>

http://fudatsuki.cocolog-nifty.com/dokusho_one_hundred/2014/01/post.html