

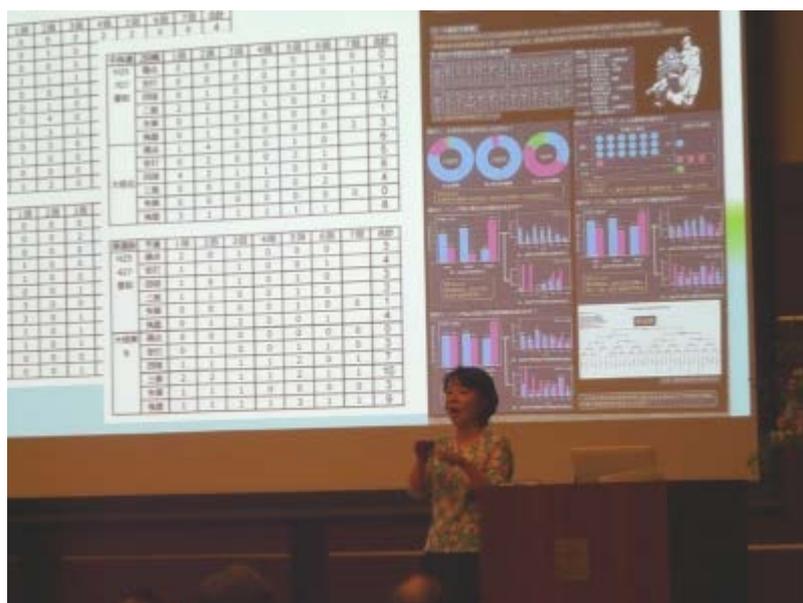
平成 28 年度講演会

「問題解決と合理的意思決定のための統計思考力

～身近なデータ活用、ことはじめ～

慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科教授

渡辺 美智子



国際社会は、「統計思考力」という考え方を 1980 年代後半、日本メーカーが造り出す高品質の製品が **Japan as No.1** として世界を席卷したときから、データで問題を見える化し改善策の科学的検証と管理で恒常的にモノゴトのカイゼンを重ねていく思考の方式を、科学技術推進の「第 3 の腕」として位置づけてきました。プロジェクトに係わるメンバー全員が、レベルに応じた「第 3 の腕」を持つことが、早く課題を発見し、現状を改善し問題を解決する上で効果的と共通認識し、そのための教育体系と人材育成に国家的に取り組んでいます。それらは現在、急速なグローバル化と技術革新社会の中で、自動車の自動運転やロボット、コンピュータ囲碁棋士のアルファ碁が人間のトップ棋士を破ったことなど人工知能技術に集約され、少し前なら SF の世界だったことが急速に社会で実装化されてきています。これらは、科学技術革新の方法論にデータ中心科学 (The Forth Paradigm) をもたらし、第 4 次産業革命 (データ駆動型サービスによる自動化) の時代に突入したとまで言われています。

この、これまでいろいろな規格とかメーカーを支えていた TQM (Total Quality Management) という日本式の PDCA サイクルの考え方は、2015 年 12 月には、国際社会は、シックスシグマ基準 (DMAIC サイクル) をプロセス改善の国際標準として認定

し、さらに拡大化していく様相です。DMA I Cとは、Plan、Do、Check Act のPDCA サイクルを更に、データの活用を明示的に位置づけたサイクルで、Define the problem、Measure the process、Analyze the process、Improve the process、Control the process の頭文字です。Define は問題をデータで解ける問題として定義し直す（結果の評価指標を明確にする）こと、Measure は原因と結果のプロセスを通してデータを取ること、そして原因分析を意識したデータ分析、原因に手を打つ効果的なプロセス改善とプロセス管理を意味し、各ステップで、データに基づく統計的な考え方と処理のスキルが要求されます。

統計的な問題解決の考え方は、昔からありました。古くは、19 世紀に福澤諭吉が明治維新を指導するとき、「西洋にあつて日本にない学問が2つある。哲学と統計である」と言っています。福澤諭吉は、統計はとても重要で、あいまいな印象を統計数字で確かなものにし、その関係性を明らかにしていくことが文明の進歩であり、その統計を理解できる国民が普通にたくさんいることが文明国であるという内容の言葉を本の中に次のように残しています。」

『・・・政治、法律、経済等の由来を尋ねても、その進歩発達は数理の賜（たまもの）に非（あら）ざるはなし。西洋諸国の人々が夙（つと）に統計の法を重んじ、人間万事の運動を視察するに統計の実数を利用して、以（もつ）て最大多数の最大幸福を謀（はか）るが如き、亦以てその思想の所在を窺うにたるべし。・・・

文明進歩の目的は国民全体を平均して最大多数の最大幸福に在るのみならず、その幸福の性質をして次第に上進せしむるに在り。歴史百千年の前後を比較してこの幸福の数果たして増したるや減じたるや、幸福の性質上進したるや低落したるや、即ち是れ統計の数字に見るべき所にして、我輩は断じてその増進を明言して尚お未来の望を抱く者なり。苟もこの統計全体の思想なき人は共に文明の事を語るに足らざるなり。』

この背景には、19 世紀のヨーロッパは、統計万能の時代といわれるほど統計学が社会から期待されていることがあり、その時代の女性の統計学者でもあるナイチンゲールも、『神の御心を知るには、統計を学ばなければならない』と言う有名な言葉を残しています。ここで、神の目（ゴッドアイ）をもつ、つまり、マクロな視点で、モノゴトの全体を知る、それが統計学の重要な概念であるところの分布を通して個々の現象を判断するということを意味しています。

しかし、全体の分布を知るだけなら、単なる調査や調べ学習ということで、統計学が「最強の学問」とは言われなかったでしょう。実は、現状の分布を動かす(変化させる)条件や施策を見出すことができるから、統計学は「最強の学問」と言われるのです。「統計万能の時代」と呼ばれた 19 世紀に、ロンドンのごみごみした街中のコレラの蔓延を防ぐ施策を探し出すとき、コレラになった家、ならなかった家をスノウという疫学者が訪ねていき、そこ

で作り出した統計地図から、「この水を飲んだらコレラになる」とルールを見つけたのです。それは主因ではないかもしれませんが、とりあえずそのルールを見つけるだけでも短期的には、コレラの蔓延を解決することができ、10万人規模の人命を救っていますつまり、この水を飲んだ世帯のコレラ発症の分布と飲まなかった世帯の分布の違いが、ルール（福澤諭吉が言うところの統計の法）を見いだすヒントになったのです。

日本も世界に30年は遅れましたが、ようやく、学習指導要領の改訂を通じて、学校教育の中で、統計思考力育成に力を入れてきています。ことし1月の大学入試センター試験の数学Iの「データ分析」の問題は、家計調査と気象庁からの公表データを結合させて作った散布図になっています。縦軸が1世帯当たりのアイスクリームの消費金額。横軸は消費金額の分布を動かす要因を気象庁の気温や湿度のデータからグラフで判断させる問題です。これまでの文脈のない数式と計算の問題から一転し、社会を現実のデータから考える問題が、文系・理系共通に必修となる数Iで、出題されました。現在、高校生は、このような内容を勉強しています。

また、数年前の統計グラフコンクールで、岐阜県の中学3年生が総務大臣特別賞を取りました。「終わらない夏～最後の大会～」というタイトルで発表したものです。作者は、強い野球部に所属し、優勝して卒業するのが理想と思っていたら、まさかの予選敗退。そこで、中学校数学で学習した「資料の活用」領域を思い出し、試合のデータ分析で自分のチームの強み弱みを明らかにし、勝つための戦略を立てて、チームを見事、準優勝に導いたという内容で、その統計分析の結果と解釈が実に論理的に1枚のポスターに展開されていました。

一方で、わたしたちが、統計分析と言うとき、出された集計結果のみで判断しがちです。しかし、そこには、集計に出てこなかったデータの要素を入れると、簡単に結論が変わる可能性があるということをつねに、意識する、これが重要です。

例えば、裁判の例でいくと、カリフォルニアUCバークレー大学が、むかし、大学院に合格した女子の割合と男子の割合を出されて女子のほうが不合格の割合が高いから「性差別だ」と訴えられたことがあります。1つの集計結果が、性別が合否に関連するという、原因と結果の一つのパスの、一見すると動かぬエビデンス(証拠)のようになっています。大学はそこで、受験者の希望学部という別の要因で集計し直すと、つまり、学部別に考えると、ほとんどの学部で、女子学生の方が、合格率が男子学生より高いという結果が出ました。他の例では、野球でバントが有効な作戦かどうかの判断をデータ分析に委ねるというシーンが、映画「マネーボール」にあります。イニングを全部集計して、バントしたとき、しないときの平均得点を比べると、バントしないほうが平均得点、得点確率が高い、ことを証拠に、“ノーバント”が主張されます。わたしも日本のデータで集計をしました。確かに、単純な集計では、バント無しのほうが、そのイニングの平均得点や得点確率が高い結果がでました。ですが、これを公平な比較でしょうか？ここからが統計的探求です。よく、統計の集計は、袋に入っている黒玉や白玉、コイントスの裏と表、サイコロ投げの出る目

で、学校で練習しますが、現実には、集計と対象となっているイニングの状況は1回1回、違っているということです。監督がバントをさせるということは、しなければ点が入らないぐらい不利に追い込まれている状況があり、その状況の違いを集計に賢く反映させること、これが統計思考力、統計分析のスキルです。

今度のイギリスのユーロ離脱にしても、賛成、反対がそれぞれ何%です。そこで終わらず、賛成と答える人、反対と答える人の背景や状況、年代で分けるところだとか学歴で分けるところだとか、新しい要因を持ってきて、集計すれば反対、賛成の傾向は変わります。実は結論がどこにあるか、はっきりしないのです。つまり、統計が難しいのは、2つの変数、XとYという関連性に、第3の変数Zを持ってくると、XとYの関係がころころ変わる可能性があるからで、そこをどこまで解きほぐせるかが、データアナリストの腕のみせどころです。また、データの背景に関する知見やセンスが必要となるところです。

先ほどのDMAICはISOによる国際認証で、その文書はダウンロードするにはお金がかかりますが、学校教育の中で似たようなサイクル図として、PPDACメソッドがスーパーグローバルの教育で使われています。**Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion**の統計的問題解決のサイクルです。こちらはフリーです。このサイクルでも、問題を定式化する段階がとても重要視されます。概念図、俯瞰図、特性要因図など、現象で何が何に関連するのか、プロセス全体をブレインストーミングし、その中で、KPI (key performance indicator)、KGI (Key Goal Indicator) を決定し、これらの評価指標のデータの変動を説明する原因にあたりをつけて、見通しをもった上で、データ収集と集計する。行き当たりばったり分析して、何が出たからこうだ、というということではない、本格的なデータサイエンス教育が目指されています。

重要なことは、モノゴトのプロセスを見極め、問題解決というのは原因分析なのだということを認識し、そのエビデンスづくりに統計思考力で対峙すること。分析技術が高度であることだけを目指すのではなくて、分析の前段階、現象への理解、そしてそれが結果を動かすという仮説をきちんとつくれること。あとは分析の後段階。文脈に沿って結果が解釈できること。エビデンスに基づく意思決定の適切性がそこで決まってくるので、情報をきちんと共有して議論して統合するという、この問題解決の一連のプロセスがDMAICやPPDAC、PDCAサイクルの目指すべきところですが、そのための社会での統計思考力の育成と普及を行政、民間、アカデミア、学校等、すべてが協力して、推進していかなければならない時代になっていると思います。