

計量生物学の科学に対する貢献と今後の発展について考える

伊藤陽一 (北海道大学)

今年の 2 月 1 日に、復刊ドットコムで、C.R.ラオの「統計学とは何か」の復刊が決定したと知りました。昔買って持っていたことを思いだし見てみると、本には 1998 年 8 月 26 日に購入というメモ書きがあり、実に 11 年以上前に買っていたこととなります。読み返してみると、10 年以上前に書かれた本という古さはなく、今でも十分に役に立つ示唆に富んだ本でした。内容を全く覚えていなかったのも、当時の自分は全く読みこなせていなかったのだと痛感してしまいます。

ラオの統計学に関する主張は明解です。それは、20 世紀初めに起こった統計学の発展によって、帰納的推論における不確かさが数量化され、帰納的推論がより正確になり、我々の思考に大きな躍進がもたらされたというものです(p.126)。一般に、科学的方法は演繹的推論と帰納的推論を含みます。演繹的推論とは与えられた前提から結果を導く過程で、紀元前 3 世紀のギリシア人によって完成され、数学において体系化された思考過程です。たとえば、前提として「A ならば B である」と「A である」を真とすると、結論として「B である」が導かれます。一方、帰納的推論とは、不完全な前提から議論を始めて決定を行うもので、人類の創始期から行われてきたものです。たとえば、前提として「a1 は P である」と「a2 は P である」を真としたときに、結論として「全ての a は P である」とするものです。これは有限個の観察からの一般化を意味しています。直感的に明らかなように、このような帰納的推論は不確かであり、誤りを含みうるため、科学的な方法論としては認められていなかったのです。

デイヴィッド・サルツブルグ著「統計学を拓いた異才たち」によれば、カール・ピアソンは、ダーウインの進化論において説かれた適者生存による新種の発生を証明するべく、鳥のくちばしの長さなど、ある生物種の特徴量を測定し、その特徴量の分布の変化を見ようとしたようです。そのために 1901 年に *Biometrika* を創刊しています。生物が本質的にバラツキを有していると捉えられたのはこの頃からであり、この観点に立って計量生物学が創始されました。その後、フィッシャーは、バラツキを越えた違いがあるかどうかを検証する有意性検定を、不確かさの定量化手法として整備しました。これによって有限個の観察から一般化を行うという帰納的推論に伴う不確かさが定量化され、統計的手法を伴った帰納的推論が科学的な方法論として認められました。計量生物学の創始期の成果によって、上述したような科学的思考の変化が生じたことは特筆に値するものと思います。

計量生物学は、その発展の方向性として、諸々の有用な概念を確立し、その測定方法を開発してきたように思います。ピアソンとフィッシャーの違いを考えると、ピアソンが生物の特徴量の分布そのものに関心があったのに対し、フィッシャーは、特徴量の平均といった「統計量」の分布に関心があったのではないかと思います。特徴量の平均の分布という概念は、特徴量そのものの分布よりも、より概念的で、作物の収量に影響を与える因子を探索することに関心がある場合、作物の収量を「平均収量」という概念として捉えることは必須であり、目的そのものと言えます。また、医学・薬学の分野におけるランダム化臨床試験の群間差を求めることは、概念的には、ある対象にある治療法を割り付けた場合の結果と、もう一方の治療法を割り付けた場合の結果の差として定義される因果効果の、対象集団全体における平均値を確率的に求めていることに等しいと考えられます。この「因果効果の平均値」という概念は、非常に概念的で測定が困難なものです。ランダム化という方法によって初めて、「因果効果の平均値」という概念が測定可能になります。その他にも、観察研究における傾向スコア、競合リスク、代替指

標の代替性(Surrogacy)など、数々の有用な概念が確立され、その測定方法が議論されてきました。今後も、この流れは続いていくものと思います。

もうひとつの方向性としては、測定の効率性の追及が挙げられます。疫学の分野では、同じ目的を達成するために、より効率的なデザインが次々と提案されています。例えば、コホート内ケース・コントロール研究やケース・コホート研究は、コホートにおける全てのコントロールを調べることなく、目的とするハザード比やリスク比を推定できるデザインであり、測定費用の高い遺伝子研究において積極的に利用されています。

計量生物学の未来において、何がなされるでしょうか。おそらくは、まだ概念化されていない領域が積極的に概念化され、その測定方法が開発され、定量化され、また効率的に測定するためのデザインが考案されることでしょう。薬剤の開発という場面で、まだ完全には概念化されていない領域がないかと考えてみると、開発全体における複数の臨床試験をプロセスと捉えた場合のプロセスの質であるとか、その開発を行う組織の質などが挙げられるかと思います。このような人間の活動の様々な側面を概念化し、定量化していくことによって、現状を客観的に捉え、改善していくことができるように思います。

しかし、気を付けなくてはいけないこともあります。概念の定量化と改善を推し進めると、効率性を優先して人間性を軽視することになるかもしれません。ラオは「統計学とは何か」の中で以下のように述べています(p.185)。

- ・ 進歩は公平で持続的であるべきである。
- ・ 生活圏には決して致命的な損傷を与えるべきではない。
- ・ いかなる道徳的汚染(または人間の価値の低落)もあってはならない。

統計学を研究し、教育によって人々に広める立場にある者として、このラオの言葉はとても大切であると思っています。定量化によって人間を科学の道具にするべきではなく、科学を人間の道具にするべきで、そのために統計学は人間にとって最大の武器になると思います。全ての人々が、読み書きと同じ程度に、統計的な考え方を身に付けたとき、統計学は社会をもっと良くするために最大限の力を発揮してくれることと思います。計量生物学の発展と教育普及を通して、微力ながら、そのような社会を目指していきたいと思っています。

参考文献

C. R. ラオ著, 藤越康祝, 柳井晴夫, 田栗正章 共訳. 統計学とは何か. 丸善. 1993. デイヴィッド・サルツブルグ著, 竹内恵行, 熊谷悦生 訳. 統計学を拓いた異才たち. 日本経済新聞社. 2006.