

資源ナショナリズムと生物工学的アプローチ

川瀬 雅也

本特集の主題である「資源ナショナリズム」に対する生物学からの寄与は、まだ、ほとんどないと言っている。品質管理などの面で、いくつかの報告がある。たとえば、本特集で島田氏が解説しているようなメタロミクスのアプローチがあるもののごくわずかで、資源保護や栽培といった面との連携を意図した本格的な生物学からの働きかけはないと言っていると思う。そこで、本特集の最後に、今後、生物学が「資源ナショナリズム」といったものにどのように関わっていけばいいかについて考えてみたいと思う。

「資源ナショナリズム」に対して可能な生物工学的アプローチにはどのようなものがあるのか。まず、この点が、あまりはっきりとはしていないと思われる。まず、考えないといけないのは“生物学のどのような特徴が求められるのか”と言うことではないかと思う。筆者は、求められる生物学の特徴は次の2点ではないか考える。

生物学と栽培

1点目は、本特集で後藤氏が取り上げている“栽培技術の継承”に関わる点である。生物学のルーツを考えると“発酵”が一つの原点であることは間違いない。たとえば、醸造では、杜氏の熟練の技が必要とされる部分が多く、熟練技術者の退職や引退により技術力の低下を懸念し、何とかこの技術を継承しようとして、これまでにさまざまなアイデアが出されてきた。この努力が人工知能（エキスパートシステムなどとよばれていた）の発展に寄与したことはよく知られた事実である。しかし、現在でも当時意図されたようなエキスパートシステムは開発されていないと思われる。しかし、まったく人の「勘と経験」に頼るのではなくデータを蓄積し解析することで、ある程度の部分をシステム化し、安定した生産を行うこともできるようになってきている^{1,2)}。

“栽培”についても同様で、100回栽培を行えば、おそらく100通りの判断が必要となると思われる。状況に応じて、どのような判断を下すのかは「勘と経験」に頼る状況が続くことは間違いないと思われる。しかし、この状況を放置すれば、栽培技術者の不足は免れず、また、育成も進まないと思われる。そこで、生物学分野が努力してきたデータの蓄積と解析のknow-howを栽培技術

にも生かすことができるのではないかと考える。

後藤氏の解説にあるようなウェアラブルカメラの画像をどのように解析し、その時の気象条件や土壌の状態と関連づけるかは工学の人間の仕事であると言って間違いないと思う。もっと言えば、画像と関連づけるべき情報は何かを考え測定することも工学分野に課せられた仕事であると考えられるべきかもしれない。「栽培」において生物学の担うべき領域は決して狭くないので、今後積極的に「栽培」の分野との関連を模索し協力関係を樹立することが、将来的に生物学の発展に寄与し、日本の「資源確保と保全」にも寄与することになると思われる。

情報生物学

2点目は、得られた情報（データ）をどのように加工し、使うことができるようにするかということである。本特集で島田氏が解説しているように分析データから資料をグループ分けする際にさまざまな方法がとられる。主成分分析（PCA）はよく用いられる方法の一つではないかと思われる。ここで、PCAについて考えてみたいと思う。

よくPCAで分類したという話を耳にすることがある。しかし、よく考えてみるとPCAは分類手法ではない。統計学的に言えば、データの存在する空間（線形空間と考えるとよいと思う）の次元圧縮法であり、決して分類を意図した方法ではない。PCA解析を行っているとき、新しいデータを加えたとき、まったく異なるプロットになるという経験をされた方もいると思う。これは、PCAが分類法ではなく次元圧縮法であることに由来する。一つデータが加わると分散を大きくするために射影する面が変化するので、当然、プロットの形が異なってくる。このことを十分理解せずにPCAによる次元圧縮の結果を見たとき、ある程度性質の似たものは平面プロットした場合、近傍にプロットされるためPCAを分類法と誤解してしまうわけである。

生物学分野には情報を扱う分野も存在する。主に、代謝のパスウェイ解析や配列解析などのバイオインフォマティクスであるが、最近ではシステムバイオロジーといった分野も発展してきている。また、メタボロミクスとはじめとするオミクス解析の分野も参観である。しか

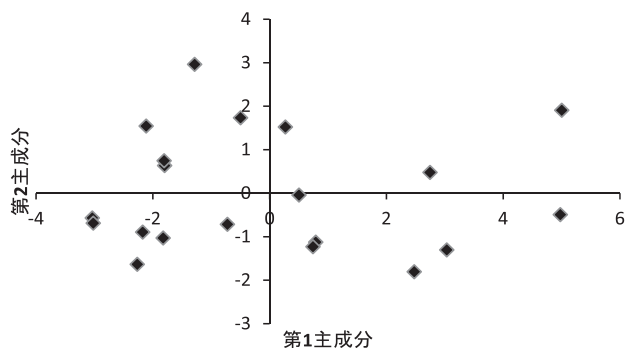


図1. モデルデータを用いた主成分分析 (PCA)

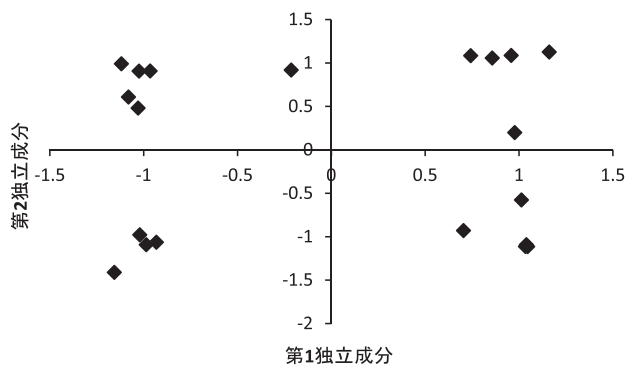


図2. モデルデータを用いた独立成分分析 (ICA)

し、これらの分野とは異なる生産関連の情報を解析し、これをもとに意思決定につなげる分野も今後、必要となると思われる。このような分野を「情報生物学」と言ってみよう。

この分野では、まず、情報の整理が必要となってくる。上記のPCAの例を使ってみよう。

図1と図2は同じデータを用いてPCAと独立成分分析(ICA)³⁾を行った結果である。両方法とも次元圧縮法であるが、まったく結果が異なっている。これを見てもわかるように、方法により結果が異なり、その結果解釈も変わってくる。データ解析法の限界を知ることが非常に重要であり、このような面でも情報の取り扱いに慣れた生物工学者の寄与が可能と思われる。

上記の例では、ICAの方が近いものは近く、遠いものは遠くにプロットされる傾向がある。この他に、最

近では、データの次元圧縮解析では自己組織化マップ(SOM)⁴⁾や多次元尺度構成法⁵⁾といった方法が採用されるケースが増えており、ほとんどPCAは見かけなくなってきた。

文献データなどの活用

本特集で松野氏が解説されているような資源探査データや松永氏の解説されている文献データも、加工しなければ十分に活用できない。

たとえば、資源探査結果の場合、どのような資源がどの位置にあるのかを地図上にプロットし、さらに解析を進める地理情報システム(GIS)を用いた空間データ解析がある。空間データ解析では気象条件や地質条件を合わせて解析することも可能である。ここで用いる方法は特殊なものと言うわけではなく生物学、特に反応工学で用いられる反応層内の流れ解析や温度分布の解析の際に用いる方法を応用できる。また、調査データの数値化も合わせて行えるという利点もある。

文献データについては“テキストマイニング”と合わせて関連づけを行う分析法を用いることで、多くの情報を得ることが可能である。

以上のように、生物学の中でもあまりメインの分野とは考えられない分野が「資源ナショナルリズム」と言う観点から重要な位置を占めるようになってくる。

幅広い領域にわたる生物学という学問からアプローチを行うことの重要性を少しでもご理解いただければ幸いです。

文 献

- 1) *Darlington, K.*: The Essence of Expert Systems. Pearson Education (2000).
- 2) *Guerreiro, M. A. et al.*: *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, **68**, 163 (1997).
- 3) 根本 幾ら訳: 詳解独立成分分析, 東京電機大学出版局 (2005).
- 4) テウヴォ・コホネン: 自己組織化マップ (改訂版), 丸善出版 (2005).
- 5) 齋藤堯幸: 関連データの解析, 共立出版 (2006).