

# 生態環境計測学 2018.06.06 の質問・補足

回答者 : 植山

1. 最適化と逆解析に関して説明がほしい。

[Answer]

入力データ（原因）をモデル（過程）に入力して出力（結果）を得る使用法が通常のモデルの使用法だとすると、逆解析とは、通常はモデル（過程）の出力（結果）となるデータをモデルに入力して入力データ（原因）に該当するデータを得る解析のことをさす。例えば、ある地点の大気 CO<sub>2</sub> 濃度は、発生源からの CO<sub>2</sub> と吸収源に取り込まれた CO<sub>2</sub>、そして拡散・輸送された CO<sub>2</sub> の量によって決まる。通常、吸収・放出源からの CO<sub>2</sub> 収支（原因）と大気輸送モデル（過程）による CO<sub>2</sub> の移動を計算すると、各場所での CO<sub>2</sub> 濃度（結果）を推定できる。逆解析を用いると、大気 CO<sub>2</sub> 濃度（結果）と大気輸送モデル（過程）から、吸収・放出源の空間分布を得ることができる。つまり、結果から原因を類推するようなモデルの利用法を逆解析という。解析によって得られた結果は、検証が不可欠である。例えば、上記の CO<sub>2</sub> 吸収・発生源の地理的分布であれば、観測で得られた CO<sub>2</sub> フラックスとレンジや傾向が一致しているかや、衛星観測により推定された CO<sub>2</sub> フラックスと一貫した傾向が得られているかなど、多面的なデータとの検証が行われている。

最適化とは、入力データ（原因）と出力（結果）に該当するデータをモデルに入力することで、モデル内のパラメータ（過程）を決定する解析のことをさす。与えられた入力データから出力を最も説明することのできるパラメータを類推する技法である。最適化については、得られたパラメータが観測や理論により得られるパラメータと同程度であるかなどを検証する必要がある。

2. モデルを利用する際の誤差の考え方について教えてほしい。

[Answer]

モデルが不確実性を持つことは避けることはできない。不確実性には、検証した際の誤差だけでなく、考慮できていないプロセスによる不確実性、適切なパラメータを使用していないことによる不確実性、入力データの不確実性などさまざまなものが含まれる。モデルの使用において留意することは、使用の目的に際してモデルに内在する不確実性が十分に小さいか、あるいは、結果を解釈する際に不確実性を踏まえた考察が可能であることである。不確実性はさまざまな理由に基づくため、すべての不確実性を定量化することは容易でないが、考えられる不確実性については事前に定量化しておくことが望ましい。

不確実性を考慮したうえで、どういったモデルが目的に対して最適であるかは変わりうる。取得されたデータの欠測補完や理解が目的であれば、経験モデルが望ましいかもしれない。あるいは、さまざまなプロセスが考慮されていることが必要であったり、将来予測が必要な場合はプロセスモデルが最適である可能性もある。近年では、経験モデルであっても汎化性能を向上させる手法が利用できるようになっているため、経験モデルによる予測性能がプロセスモデルよりも劣るとは限らない。目的に応じた最適なモデルがどのようなものかを考えて、最適なモデルを選定、あるいは構築・改善することが望ましい。

### 3. 陸域生態系モデルにおいて光合成速度の予測が大きく異なる理由はなにか？

[Answer]

群落光合成の推定の方法には様々な手法がある。回帰に代表される経験モデルから、個葉の植物生理を考慮したモデル、またその考慮の方法に対しても様々な手法が存在する。モデルの構造が比較的近いものであったとしても、利用するパラメータが異なれば、予測の結果が異なる可能性がある。さまざまなサブモデルを結合させて作ったモデルの場合、それぞれのサブモデルの選択によりモデル全体の感度が大きく変わることもある。例えば、気孔開閉のメカニズム、バイオマス分配、微生物分解についても、科学的な理解が完全でないため、その定式化はさまざまある。酵素反応を計算する場合に、温度と反応の間に線形関係を仮定するか、指数関係を仮定するかでは、低温の場合は予測に大きな差を生まないが、高温の場合は大きな差が生まれる。こういったわずかなモデル化の違いが、時間的に積分されることにより、大きな不確実性となることがある。プロセスモデルであっても、すべてのプロセスを説明するのは困難であるし、検証やパラメータリゼーションに用いたデータに偏りがあれば、偏った感度を持つことになる。

### 4. 天気予報はどのようなモデルによりされているか？

[Answer]

以下の気象庁のホームページが参考になるので、一読してほしい。

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4.html>