

## 観測システムとモデリングの結合

### Integrating the observing system and numerical modeling

# 沖 大幹 [1]  
# Taikan Oki[1]

[1] 東大・生産研  
[1] IIS/UT

<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~taikan/taikanJ.html>

観測システムとモデリングとの結合に関して、最も密な結合と呼べるのは、いわゆるデータ同化であろう。すなわち、観測物理量とモデル予測値との誤差が最小になるような最適推定値を作成する手法である。単に時間的・空間的内挿と誤差分散を考慮した重み付平均手法を用いるものから、カルマンフィルターや4次元変分法を用いるものまで複雑さはいろいろである。こうしたデータ同化は、数値予報のより適切な初期値の作成手法として有効なばかりではなく、空間的にも時間的にもまばらな観測値を数値モデルの予測値によって空間的、時間的に補間し、扱いやすい格子点情報を作成することができる、というメリットがある。

気象学分野では、数値天気予報の精度向上のために特にデータ同化手法が発達してきているが、そうした取り扱いやすさのため、実時間での予測の初期値作成のためではなく、過去に遡って利用できる限りの観測データと数値モデルとを組み合わせるデータ同化を行ういわゆる「再解析」も日欧米の主要気象機関で実施されている。そうしたデータ同化によって得られる推計値(以下、再解析データと呼ぶ)は、気象分野では極めて一般的になり、あたかも観測値そのものであるかのように取り扱われることも多い。

観測がなくとも、観測があった場所、時刻の情報が数値モデルを通じて伝播するとはいえ、観測がない場所、時間における再解析データの物理量は基本的には数値モデルの予測値であり、まして、降水量や地上から大気へのフラックス量のように、直接の同化が容易ではない物理量に関しては数値モデルの算定値そのままであって、その統計的性質が現実とは大きく異なる可能性も高い。別の数値計算や推算値の参照・検証用として用いるにも注意が必要であろう。もしフラックス量が同化されている場合には、逆に、フラックス推計値の検証に再解析データは使えないという点もいわずもがなである。

これに対して、観測システムとモデリングとの疎な結合というものもある。それは、観測に基づくプロセスの理解と概念化、という昔ながらの科学のありかたそのものである。ただし、現代的には、やみくもに観測していて、もし仮に新たな発見があった場合には何か新しいモデリングを行う、というのではなく、短期、長期の予測にとって理解が不足している観測が必要なプロセスを積極的に観測しようという方向に移りつつある。観測とモデリングの研究者が分離している場合には、観測研究が自己目的化しやすいのに対し、モデリングは本来常に観測データによる検証、裏づけが必要なため、モデリングに携わる研究者が構想企画する観測の方が焦点も絞られ、短期的に効率よく成果が出やすい傾向にある。

もちろん、一方で、気候変動の影響探知のように、長期にわたる観測によって初めて価値が生まれる観測もあり得るが、だからといって、100年経たないと成果が上がらない研究観測を継続することは極めて難しい。やはり、長くとも数年で成果が出るような観測研究をつないで、長期的な観測が続けられるような用意周到な戦略が必要になるだろう。

さらに疎な観測システムとモデリングとの結合というものもある。それは、論文やデータセンターを介した結合である。すなわち、観測者とモデラーが直接の面識はなくとも、お互いに観測データやモデル推計値を利用しあう、ということが、インターネットの普及とともに、データベースのWebを通じた公開などで非常に容易になってきている。

気象分野では、天気予報のために観測情報をリアルタイムで相互に交換し合う国際的枠組みができていたこともあり、特に各国気象庁など現業部門において比較的早くからそうした非常に疎な観測とモデルの結合がなされてきている。気象と水文との境界領域である大気陸面相互作用分野では、GEWEX/GAMEやAsian Flux Netなどの活動を通じて、フラックスタワーデータが利用しやすい形で公開されるようになっており、最近ではそうした疎な観測とモデルの結合ができるようになってきている。

地球温暖化問題対応の研究を考えると、気温、降水量など気候要素に加えて大気中の二酸化炭素濃度の変化が植物の生育や作物の収穫量に将来どのように影響するかを推計することが重要であるが、FACE実験などは限られていることもあり、また、そもそも気象要素と農作物の収穫量に関する圃場レベルの観測データは現在はいまなかなか公開されておらず、今後この分野での観測とモデルの疎な結合の推進が期待される。

また、モデルが観測データを利用するばかりではなく、観測研究者側がプロセスを理解する思考実験の道具として数値モデルを容易に利用できる研究環境の整備も研究コミュニティとしては重要であると考えられる。予測ばかりがモデルの能ではない。