

ニュージーランド電力会社におけるORモデル

OR Models for Electricity Corporation of New Zealand

E. Grant Read

Energy Modelling Group, University of Canterbury

John G. Culy

New Zealand Institute of Economic Research

Victoria H. Coad

Electricity Corporation of New Zealand

Abstract

Hydro electricity plays a key role in the New Zealand economy, and OR models have been used extensively for reservoir management, planning and pricing.

These models are believed to have significantly reduced operating costs, and play a central role in the Corporation's tactical and strategic decision-making processes.

水力発電は産業および家庭用電力の安価なエネルギー源である。金属精錬や木材処理などの輸出産業の基盤として、あるいは、地域開発の刺激材として主要な役割を果たした。1958年以来、火力発電や地熱発電が導入されてきたが、電力発電の75%は未だに水力発電に頼っている。そのため、国家は20%前後の変動を見せる雨水の流入量と平均して16週間分しか流入水を蓄えることのできない貯水池の適切な管理に依存せざるを得ない結果となっている。1992年にはこの依存性が顕著に露呈した。流入水量が極端に低下し、電力のスポット価格が4倍にも上昇、自主的な電力使用の制限の要請、停止していた発電プラントの運転再開、主要な溶鉱炉の停止に至った。その結果GNPは大幅に低下した。したがって、貯水池の運用問題へのアプローチ手段としてORモデルが広範囲に使用されていること、それらのモデルが電力危機の際の詳細な調査にもとづいていることは驚きに値しない。この危機がORモデルの重要性をさらに認識させる結果となった。もっとも、危機状態でなくもっとよい状態でこの認識がされればよかったのではあるが。

水力と火力混合のシステムは降水量に関する将来1-2年にわたるリスクを考慮しながらそれぞれのサブシステムの複雑さに対応する必要があるため特に管理がむずかしいと言える。ニュージーランドにおいて

は北島と南島との間の送電量に制限があるため問題がより複雑となる。Ikuraら [1986] やTerryら [1986] が報告しているORモデルはこの種のシステムにおけるコスト削減に良い結果を挙げてきている。火力発電所が1ヶ所しかないようなシステムでは“newsagent”型のヒューリスティクスを使って貯水量があるレベルより下がるようであれば、火力発電所の能力を使って貯水量を保持すべきなどのガイドラインを決めることができる。1979年まではこのアプローチがニュージーランドで適用された。1979年にはBoshierら [1983] によるSTAGEが導入された。この手法は前述のヒューリスティクスと比べ、シミュレーションの結果、燃料と水不足に対し8%の改善が見込めることがわかった。このモデルでは確率的動的計画法 (Stochastic Dynamic Programming) における“限界”変数を使用した。SDPでは国全体の貯水集積量の関数としての水、すなわち、“限界貯水量”を燃料と見なして使用した場合の機会コストを推定するためにシミュレーションを用いている。もっと複雑なLPやNLPモデル (BoshierとLermit [1976], Read [1983]) が開発されているがSDPの方が貯水量リスクのモデルとしては秀れている。現在ではSPECTRA (Culy他 [1990]) がSTAGEに代わって用いられている。SPECTRAではふたつの島の水量関数を効果的に構成するためにSDPの新しい“双対”変数 (Read [1989]) を使用している。このモデルに対し1992年の貯水量危機の後、集中的な検討が加えられ、議会の調査委員会はこのモデルが正常に機能し、シミュレーションの結果、STAGEに比べ5-10%のコスト削減を実現したと報告した。

ORモデルはさらに拡張計画にも広範囲に用いられてきた。整数計画法がMcCutcheon [1988] により試みられたがシステム運用の現実的なモデルを提供するという理由でシミュレーション手法が好まれた。1984年

にPRISMモデル(Read[1987])が導入されて以来、同モデルは電力会社の計画手法として中心的な位置を占め、価格決定と戦略的研究に幅広く用いられている。実質的にはPRISMの短期間対応版とも言えるSPECTRAも価格決定に重要な役割を果たしている。これはSPECTRAが提示する水の価値が貯水量の変動に対する電力料金の変動の仕方を決定するからである。これらの適用例の貢献度を定量化するのはむずかしいが、おそらく運用レベルでの最適化よりは効果があると思われる。

ここ2-3年でニュージーランドはより競争的な電力市場へと移行しており、この傾向は当分続くと思われる。これはORの実践のされ方やモデル自身にとって重要な意味を持っている(Read他[1991]参照)。現在進行中の開発の対象の中には流入相関の扱いに対するよりよい手法(YangとRead[1989])、貯水要求量の最適化(Drayton他[1992])、貯水池管理の最適化、価格操作(ScotとRead[1992])を行なうために企業が放出量を調整する意志を持つ可能性のある競争的な市場でのシステムの挙動シミュレーション、電送のための最適価格と貯水量の最適価格の計算が含まれている。

この最後の問題はいくつかの価格を決定する“最適電力フロー”問題の双対問題となる。ここで決められる価格はどんな配分に対しても一致性を維持している。したがって、最適配分に悪影響を与えることなく個々の発電機に負荷配分を行なうことができる。興味あることは、ORモデルは当初貯水池管理などの主要な最適化問題に適用されてきたが、その後、価格決定、評価などの双対問題に拡大適用されるようになったことである。この傾向はより競争的で非集中的意思決定環境でさらに強まりつつある。これらの環境下では直接的な管理操作よりも価格に関する情報が効率化に対しより本質的な動機づけを行なうことになる。これはまたORモデルに管理経済の振る舞いの側面を取り入れていく必要性が高まることとScottやReadのモデルで見られるようにこれらのモデルをこのような見地で解釈する必要性が高まることを意味している。

参 考 文 献

Y. Ikura, G. Gross and G. S. Hall [1986] "PG&E's State-of-the-art Scheduling Tool for Hydro Systems" Interfaces V16 No1 : 65-82
J. M. McCutcheon [1988] "Long range Electricity Expansion Planning Using a Mixed Integer

Programming Model" APJOR V5 No1 : 53-66

E. G. Read [1983] "Reservoir Release Scheduling for New Zealand Electricity-A Non-Linear Decomposition Algorithm" NZOR V11 No2 : 125-142

E. G. Read, J. G. Culy, T. S. Halliburton, and N. L. Winter [1987] "A Simulation Model for Longterm Planning of the New Zealand Power System" in G. K. Rand (ed) OR 1987 North Holland : 493-507

E. G. Read [1989] "A Dual Approach to Stochastic Dynamic Programming for Reservoir Release Scheduling" in A. O. Esogbue (ed) DP for Optimal Water Resources System Management, Prentice Hall NY : 361-372

E. G. Read, J. G. Culy and S. J. Gale [1992] "OR in Energy Planning for a Small Country" EJORS V56 No2 : 237-248

T. J. Scott and E. G. Read [1992] "Single Period Market response Curves for a Duopolistic Electricity Market" ORSNZ Proceedings : 151-159

L. A. Terry, M. V. F. Pereira T. A. Ariripe Neto, L. C. F. A. Silva and P. R. H. Sales [1986] "Coordinating the Energy Generation of the Brazilian National Hydrothermal Electrical Generating System" Interfaces V16 No1 : 16-38

M. Yang and E. G. Read [1990] "A DDP Approach to Reservoir Management with Correlated Inflows" ORSNZ Proceedings : 21-26

J. F. Boshier and R. J. Lermitt [1977] "A Network Formulation for Optimum Reservoir Management of the New Zealand Power system" NZOR V5 No2 : 85-100

J. F. Boshier, G. B. Manning and E. G. Read [1983] "Scheduling Releases from New Zealand's Hydro Reservoirs" IPENZ Transactions V10 No2/EMCH : 33-41

J. G. Culy, V. H. Willis (Coad), M. Civil [1990] "Electricity Modelling in ECNZ Revisited" ORSNZ Proceedings:9-14

G. Drayton, B. W. Lamar and E. G. Read [1992] "Optimisation of Generation and Spinning Reserved in an Electrical Power Systems" ORSNZ Proceedings : 142-180

翻訳：山下勝比拉 (榎東芝)