

新しいアルゴリズムによる週間発電計画システムの開発

火力・揚水機総合運用の効率化を目指して

Development of a Weekly Generation Planning System Using a New Algorithm

Aimed at total economy for thermal power plants and pumped storage hydropower plants

(電力技術研究所 情報ネットワークG)

系統運用部中央給電指令所の業務である、週間発電計画に使用する新しいシミュレーションシステムを開発した。当社の需給運用は、電源構成の7割を占める火力発電所および、深夜の安い電気で汲み上げた水による揚水発電との組み合わせが中心となる。LNG火力機のようにタイトな燃料制約を強いられる電源の比率も多い。制約の多さ故に、別々に計算され組み合わせていたこれらの運転計画を統合し、効率的に計画できるシステムを開発した。

(Information and Network Group, Electric Power Research & Development Center)

We have developed a support system for weekly dispatch planning, which is one of the main duties of our Central Dispatching Center. It is important in Chubu Electric to optimize the scheduling of thermal power units and pumped storage hydropower units, which are our main resources for economical dispatch. There are many constraints though concerning these thermal power units and pumped storage hydropower units. For example, an LNG tanker's constraint such as a take or pay contract is very strict. We have developed a new simulation system which can optimize the scheduling of thermal power units and pumped storage hydropower units considering the many kinds of constraints which can very effectively help planners.

1 研究の背景と目的

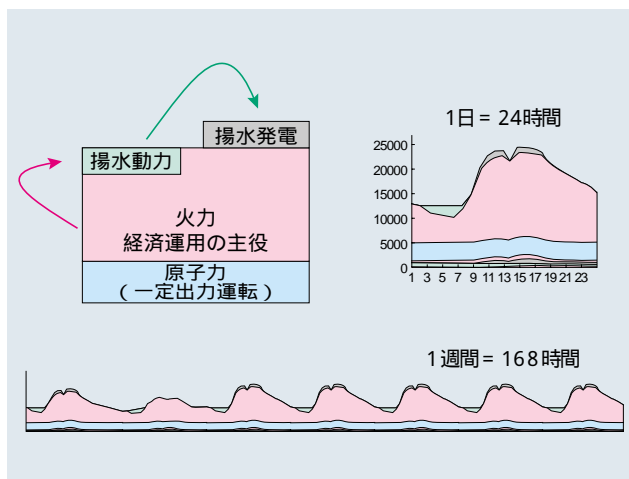
週間発電計画は、中央給電指令所において、主要発電機の出力をコントロールする際のベースとなる。1週間各時刻について、供給力の確保と燃料コスト削減という相反する条件を満たさねばならない。火力機や水力機は、需要の上昇に応じて起動し、需要が下がる夜間や休日などには燃料費の無駄を防ぐため停止させている。供給力確保は電力会社の使命であり、かつ燃料費が当社の収支に占める割合は極めて大きい。

一方、火力機にはその性能を維持するため、最大・最小出力、並解列時の負荷カーブ、最小停止・運転時間を始めとする様々な運転制約が課せられている。こうした制約は発電機毎に異なるため、週間起動停止計画作成上の大きな負担となっている。経済運用のためには、こうした様々な運転制約を整理し、火力機・揚水機の総合的な起動停止計画含む週間発電計画を自動作成する必要がある

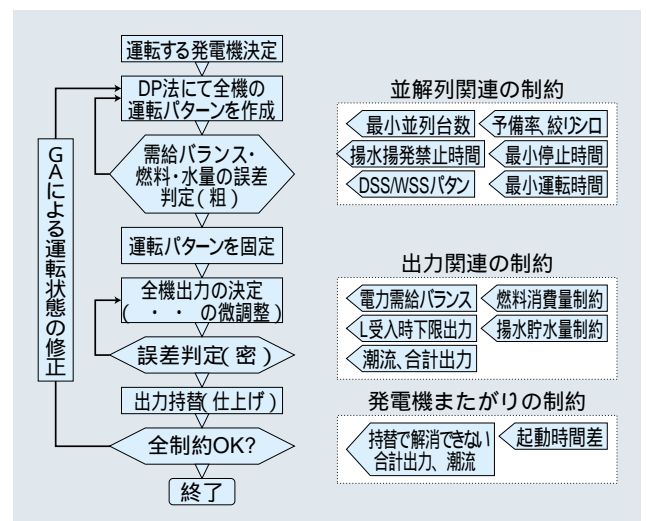
2 開発の概要

全火力発電所と揚水発電所とについて、計画策定上考慮すべき制約を調査した。運用者の負担を軽減するために、発電機出力、運転時間制約、燃料消費量、上下の貯水池の容量(揚水)、系統等さまざまな制約を計算に織り込み、総合的に1工程で計算し、実用化への目的を着けた。

計算アルゴリズムにはオーソドックスな数値計画に加えて新たに遺伝的アルゴリズム(GA)の応用も試みた。



第1図 当社の供給力構成



第2図 計算アルゴリズム

3 開発機能

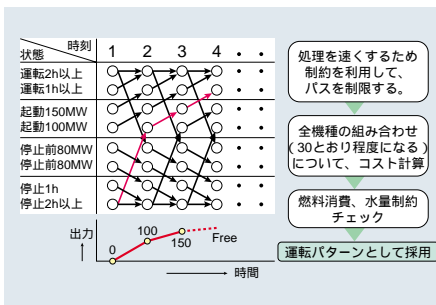
(1) 運転制約の調査と整理

全火力発電所と揚水発電所とについて、週間計画上考慮すべき運転制約を調査した。出力に関する制約、

運転操作の時間制約、燃料の消費量制約、揚水発電所では上下の貯水池の容量制約、発電した電気が流れる電力系統上においても作業状況と時間帯によっては制約が生じる場合もある。運用者と打合せを十分重ねてこうした制約を洗い出し、整理・分類し、数値設定だけで表現できるようにする必要があった。

(2) アルゴリズム設計

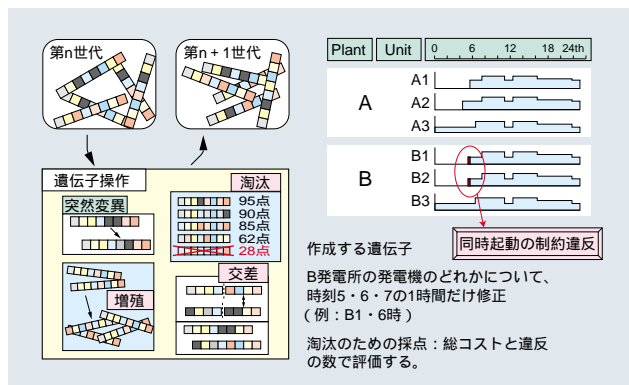
全部で70機余りある火力・揚水機の起動・停止計画の最適化には DP (Dinamic Programing) を使用し、ラグランジェ緩和法 (Lagangian Relaxation Method) と組み合わせると



第3図 DP法による起動停止計画の作成

時間毎の各発電機出力を決定する。発電の組み合わせは無数にあるよう感じるが、DP法では運転制約を逆に利用して組み合わせを減らす。繰返し計算の際、誤差を表現するラグランジェ定数として、総燃料費・LNG機群単価乗数・揚水貯水容量を設定。適正供給予備力を確保しながら、これらの条件を満足するように計算させる。

(3) 遺伝的アルゴリズム (GA) の応用



第4図 遺伝的アルゴリズムの応用

新しい試みとしてGA (Genetic Algorithm: 遺伝的アルゴリズム) を応用した修正部分を設けている。数理計画法だけでは実用的な時間内 (5分程度) 以内に結果を得ることができない場合も考えられる。制約に違反している付近の運転状態を符号化 (遺伝子化) し、ランダムに交差や突然変移、淘汰、そして増殖を行う過程を繰り返す (世代交代) ことにより、比較的短時間で良い結果を得ることができる。

(4) フィールド試験・評価

数ある発電機の運転計画は、答が1つとは限らない。

しかし、ベテラン指令員は経験により巧みに組み立てて行く。

ここでは運用者に使っていただく「感覚」というものが大切と考えた。数式では表現できない「味付け」のような感覚を十分取込むためには、結果を正確に把握する必要があるため、視覚化の工夫も行った。(第5図) 1画面中に、それぞれの発電機毎の出力変化、燃料種別、点検停止の種類や期間、発電単価の情報を集約



第5図 視覚化ツール

して表示させている。最後に半年間、プロトタイプを実際に中給に設置し、試験的に使用して、良い評価を得ている。(第6図)



第6図 フィールド試験 (中央給電指令所)

4 効果と今後の展開

今回の開発により、真に効率的な運用計画の作成が可能となるとともに、計算の修正や試行錯誤による手間を大きく削減することができる。これまで毎週6人・日かけていた週間計画作業時間は、半減されるものと予想できる。

現在研究はフェーズを移行し、中央給電指令所に LNG基地間パイプライン連携の模擬や帳票など、実用システムのための詳細検討を進めている。今後はオンライン自動給電システムそのもののアルゴリズム研究開発を行いたい。