

太陽光発電が大量導入された 電力系統における揚水発電所運用に関する研究

– Study on Pumped Storage Hydro Power Plant Operation in a Power system
with a Large Penetration of Photovoltaic Generation –

学生証番号 096053 相原 良太
(指導教員 横山 明彦 教授)

Key Words: Surplus Power, Genetic Algorithm, Monte Carlo Simulation, Optimal Scheduling, Photovoltaics,
Tabu Search, Pumped Storage Hydro Power Plant

近年の地球温暖化問題への意識の高まりから、風力発電(Wind Farm:WF)や太陽光発電(Photovoltaics:PV)などの再生可能エネルギー電源が電力系統へ導入される機運が高まっている。再生可能エネルギー電源は天候によってその出力が大きく変動するため、対策なしに既存の電力系統への大量導入は困難であり、その対策が多方面で議論されている。特に我が国においては地理的条件からWFよりもPVの導入が進められており、その日中しか発電できないという基本的特性から電力需給運用への影響は大きくなると言われている。PVが大量導入された電力系統においては、昼間の晴天時においては経済性を考慮し、既存の火力発電機の発電電力量をPV発電電力量にて代替する事が必要だが、PVの出力は天候に依存して変動するので、その不確実性への対応が喫緊の課題となっている。また軽負荷期においてはPV発電量が需要を上回る余剰電力問題も大量導入時には生じる恐れがある。これらの対策として、電力貯蔵装置の活用が考えられている。電力貯蔵装置としてまず考えられるのが蓄電池であり、その設置に関する研究が近年盛んになってきている。しかし、既存の蓄電池容量は現時点では系統全体の設備容量に対して僅かであるため、蓄電池によってPVの変動や余剰電力に対応するためには大量の設置が必要となり、莫大なコストが必要である。これらの問題に対し、本論文では、既存の系統にある貯蔵装置として揚水発電所に着目し、その活用について検討を行った。

まず固定の揚水発電所運用計画を作成し、その計画に対する電力系統の信頼度と運用にかかる燃料費をモンテカルロシミュレーションによって算出し、評価を行った。その結果、季節やPV導入量毎に、供給信頼度を向上させる運用計画と燃料費が少なく済む運用計画は異なり、この2つは相反する事象であることが判明するとともに、PV導入量毎における適した運用計画は大きく異なることが判明した。

次に、供給信頼度の向上と燃料費最小化を多目的最適化問題として捉え、大域的探索手法の遺伝的アルゴリズムと局所探索手法のタブーサーチを組み合わせた、最適揚水発電所運用計画作成手法を提案し、シミュレーションによる検証を行った。

最後に、出力変動に対する調整幅が大きい火力機の予備力を考慮した、揚水発電所と火力発電所の最適運用計画作成手法を提案し、シミュレーションによる検証を経て提案手法の有用性を示した。