

# 物理基礎実験 水力発電シミュレーション

## 1 目的

水力発電装置の運転シミュレーションを行い、発電におけるエネルギー変換や生活における電力の使用方法などについて思考を巡らせる。

## 2 実験背景

現在の日本においては、1日の電力使用量の推移は図1のようになっている。電力需給が高まる中で電力使用制限令の発令や節電目標の設定で2011年度は前年度より3.7%減少するとともに、2016年度までその減少傾向を継続している。1日の中で見ると、昼間の電力需要が高く、それに合わせた電力供給を行う必要がある。

発電方法毎の特性を生かしたエネルギーのベストミックスを考えた際、地熱発電や石炭・ガスによる火力発電、原子力発電の電力供給量をほぼ一定として、変動部分には、太陽光発電や石油の火力発電、ダムなどの揚水式水力発電で対応する案がある。今回は、その水力発電について注目してみよう。

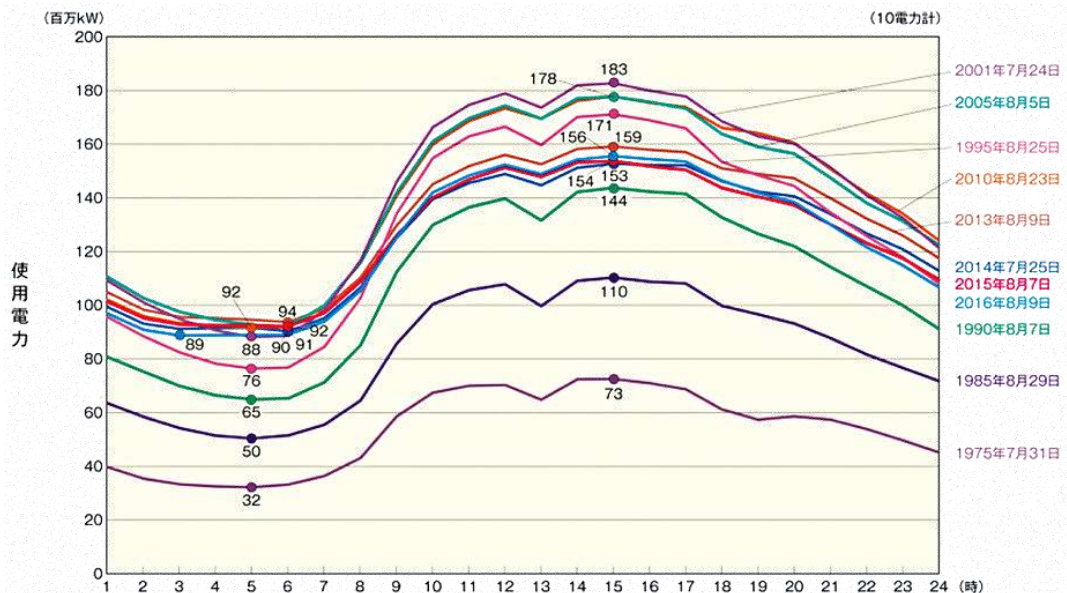


図1 【第214-1-2】最大電力発生日における1日の電気使用量の推移  
資源エネルギー庁 『平成30年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2019）』より

## 3 原理（水力発電）

岐阜県内には、御母衣ダム、大井ダム、徳山ダムなど、幾つものダムとそれを利用した水力発電所が存在する。ダムでは、高所にある水の位置エネルギーが水車の運動エネルギーに変換され、その後発電機の電気エネルギーとなり各家庭に送られる。この水力発電において得られる電力  $P$  の値は、次の式で求められる。

$$\text{電力 } P \text{ [W]} = \frac{\text{落下する水の質量 } m \text{ [kg]} \times \text{重力加速度 } g \text{ [m/s}^2\text{]} \times \text{有効落差 } H \text{ [m]}}{\text{時間 } t \text{ [s]}} \times \text{変換効率 } \eta$$

また、この有効落差とは、「発電所の取水口の水面と放水口の水面の位置水頭の差（総落差）」から「圧力損失などのエネルギーの損失を相当する高さ換算した損失高さ（損失落差）」をひいたもののことを指す。

得られる電力量についての計算は一見簡単そうに見えるが、実際は有効落差の値が時間とともに推移するため、単純にはいかない。放水して発電すればダムの水位は上がらなくなるし、発電しなければダムの水位は上がる。水位が高い方がその瞬間の発電量は多くなるのである。

#### 4 研究課題

水力発電所の運用をシミュレーションし、図1に対応した発電をおこない、最も発電量が多いと思われる運用パターンを考える。電力の需要と蓄電の問題もある。大電力の蓄電ができないため、単純に多く発電できれば良いのではなく、必要な時に必要な分発電しなければならない。

#### 5 条件

シミュレーション用エクセルファイルの設定は次の①～③のように行った。(図2参照)

① モデルダムへの流入量の時間変化は以下の表のとおりとする。(設定済み)

時刻 [時]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
流入量 [m <sup>3</sup> /s]	10	10	10	10	10	10	10	10	90	90	190	190	90	190	190	190	90	90	90	90	90	10	10	10

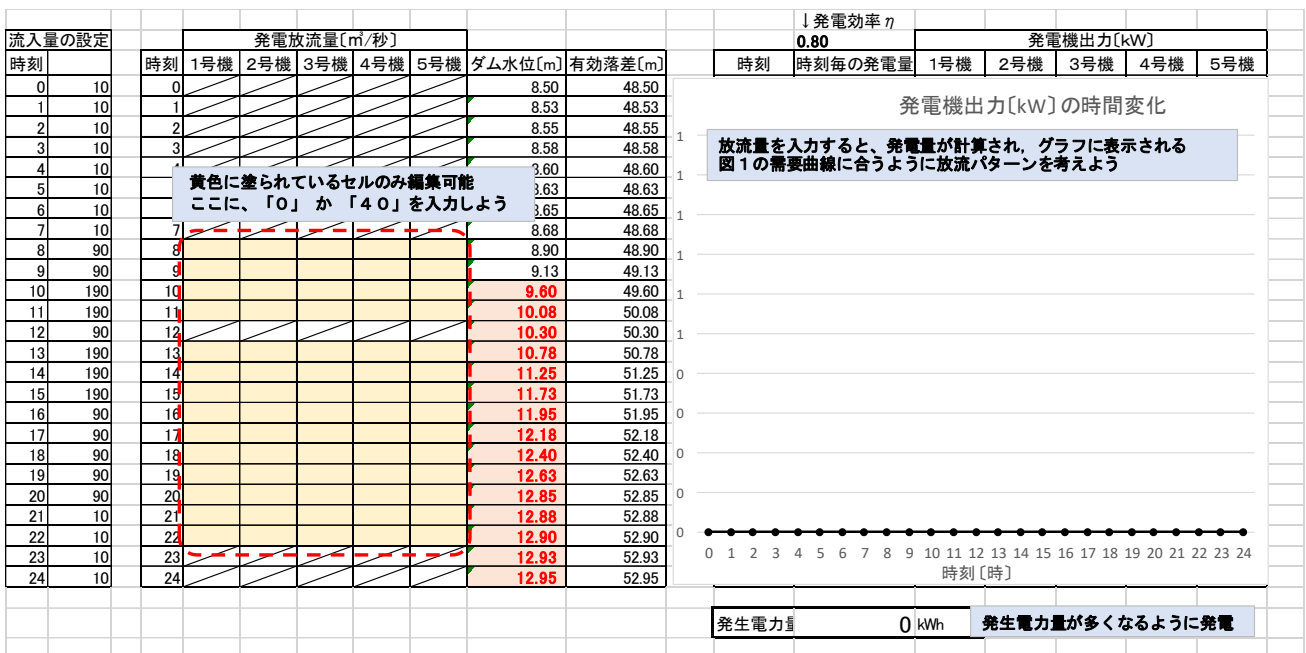
21時から翌7時までにはさらに上流のダムに貯水しておき、電力需要の高まる時間帯に放流することで、日中の流入量を増やす。

② ダムの水位については次のように扱う。(設定済み)

流入量や流出量が 4m<sup>3</sup>/s で一時間経過すると、1.0cm 水位が上昇する。

ダムがあふれたり、逆に水位が低くなりすぎたりしてはいけないため、ダムの満水位を 10m ほどと設定し、水位は 8.50m 以上 9.50m 以下の値をとるようにする。

③ ダムの放流量については、流すか流さないかの設定しかできない。複数台の発電機を設定しているが、全て 0 m<sup>3</sup>/s か 40 m<sup>3</sup>/s を入力すること。また、発電効率は 80% とする。



月 日( )	年 組 番 氏名	関心・意欲 A・B・C・D 思考・表現 A・B・C・D 実験の技能 A・B・C・D 知識・理解 A・B・C・D
--------	----------	--