

# 非ステップ状に正の反応度が印加された際の出力挙動

千葉豪

平成 26 年 7 月 18 日

フィードバックが全く無い中性子増倍体系の過渡応答について考える。

ステップ状に即発臨界未満の正の反応度が印加された場合、原子炉の出力は瞬間的にあるレベルまで上昇し（即発跳躍）、その後は原子炉安定ペリオドに従って緩慢に上昇していくことがよく知られている。

それでは、下の左図のように、鋸状に正の反応度が印加された場合の出力挙動はどのようなようになるであろうか？正の反応度が与えられている以上、原子炉出力は上昇傾向となる、と言えるであろうか？

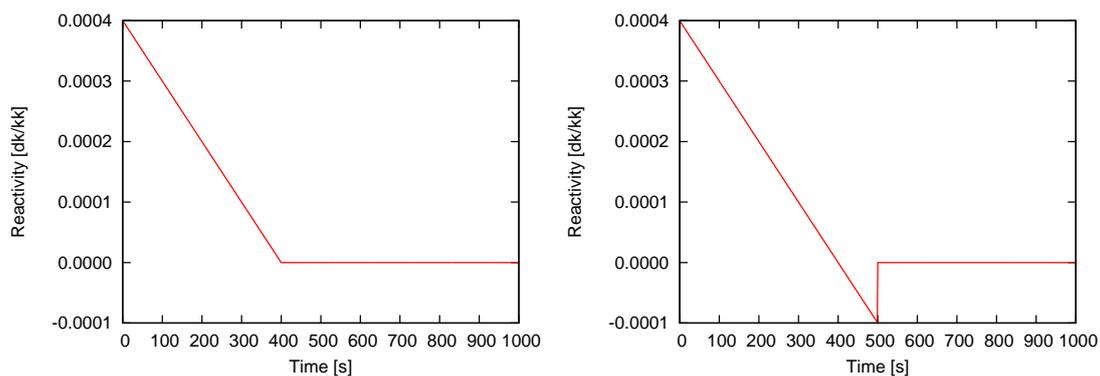


Fig. 1: Reactivity insertion patterns (left: case 1, right: case 2)

そこで、即発中性子寿命  $l = 0.0000492$  [s]、遅発中性子割合  $\beta = 0.007611$  の臨界体系に、 $\rho = 0.0004$  (約 5.3 セント) の反応度を瞬間的に与え、それが時間とともに線形に減衰していくときの出力変化を計算により求めた。なお、反応度の時間変化は、Fig. 1 に示しているように、ゼロまで低下した後はそのままゼロを保つ「Case 1」と、ゼロまで低下した後は  $\rho = -0.0001$  まで低下し、その後ゼロとなる「Case 2」の 2 通りを考えた。

また、反応度印加後の時間変動率をいくつか変えた計算を行なった。計算結果は次ページに示すが、果たして全てのケースで出力は上昇していくであろうか？

以下の図の「見方」であるが、横軸に示された最大値の「10分の4」の時点で、Case 1、2ともに反応度がゼロとなる。例えば、左上の図では、0.4[s]の時点で反応度がゼロとなる。また、原子炉出力は  $t=0$  の時点で 1.0 とする。

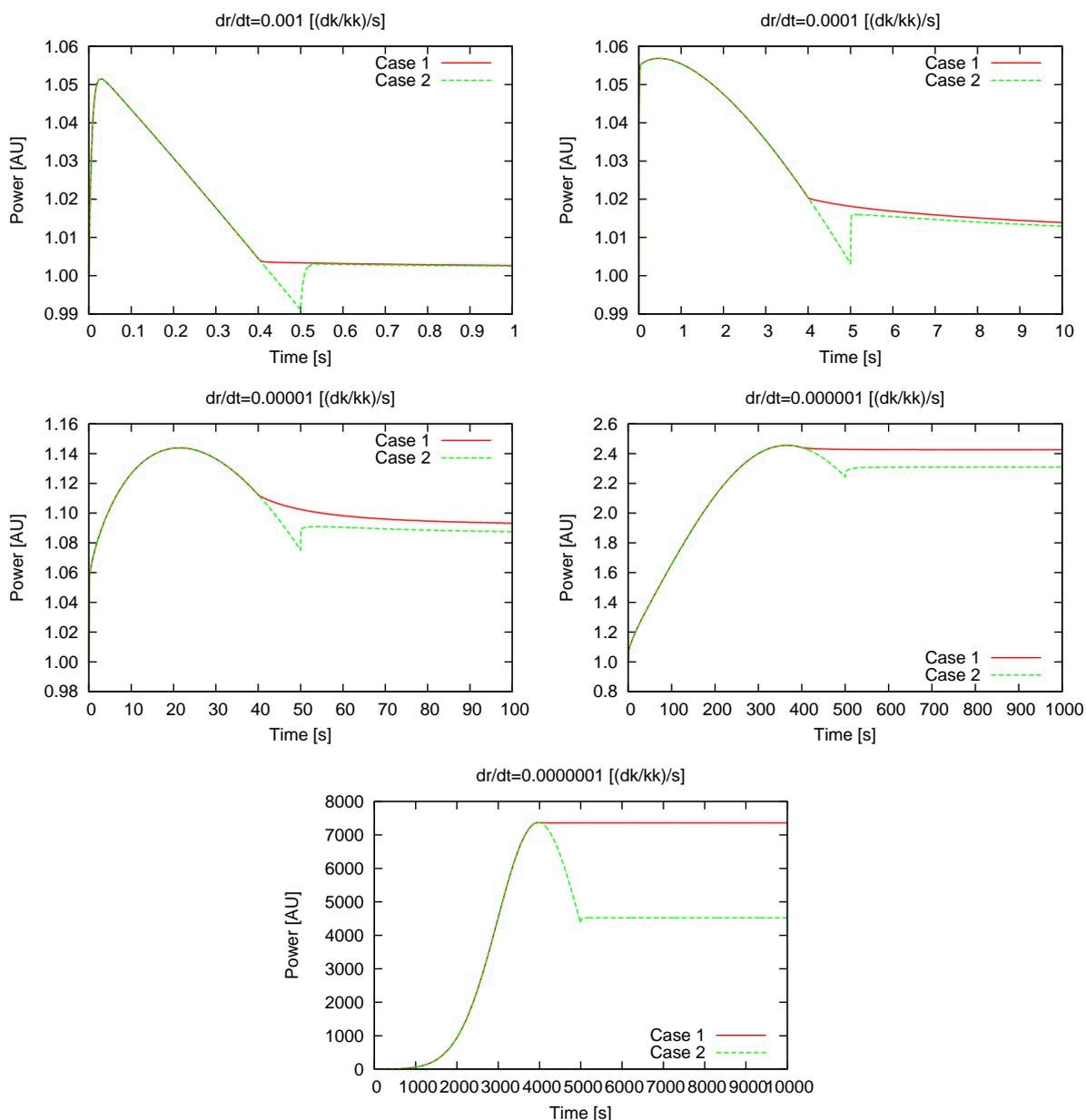


Fig. 2: Reactor power transient after reactivity insertion

反応度の減少率が非常に大きい場合（左上図）は、原子炉出力は反応度印加直後に増加したあとは緩慢に減少していき、初期値よりわずかに大きい値で定常状態となっている。これは、反応度がパルス状に入ったとみなせば理解しやすいであろう。つまり、反応度が印加されている時間が遅発中性子先行核が有意に上昇するのに十分に長くないため、この過渡挙動は即発中性子のみで説明できる、ということである。原子炉出力は即発中性子数に比例するであろうから、出力は反応度に追従して変化する。なお、反応度減少率を無限大にするならば、反応度印加後の原子炉出力は初期値に一致することになるであろう。

一方、反応度の減少率が小さくなるにつれて、原子炉出力のピークは図の右側にずれていき、

4,000 秒かけて反応度が減少していく場合（最下図）では、原子炉出力のピークは反応度がゼロとなる時点と一致する。この場合は、過渡応答の時間スケールが遅発中性子放出の時間スケールよりもずっと大きいため、即発中性子と遅発中性子の区別をそれほど考慮することなく、中性子の増倍を考えればよいということになる。