

## 地層内気液2相流の簡易な数値計算法の提案

## Simple numerical method for simulating underground multiphase flow

# 松本 光央 [1]

# Mitsuo Matsumoto[1]

[1] 九州大・理・院・地惑

[1] Earth and Planet. Sci, Kyushu Univ.

地層内気液2相流の簡易な数値計算法を提案するとともに、いくつかの計算例を示す。地層内気液2相流の数値シミュレーションは、熱水系を定量的に理解する上で重要である。このシミュレーションにより、単に地下の質量およびエンタルピーの流れを予測するというだけでなく、重力や自然電位、化学種の流動などを考慮した複合問題を解くことにより、地球物理学あるいは地球化学的観点からの研究において重要な制約条件を与えることも可能である。

今日、地層内気液2相流の数値シミュレーションを実施する際には、既製のシミュレータを使用するのが最も現実的な方法である。それは、標準的に用いられている数値計算手法が非常に複雑なものであるため、ソフトウェア開発を専門としない一般の研究者が、容易にプログラミングを行うのは困難であるからである。しかし、既製のシミュレータが扱える問題の種類は限られているため、様々な分野を専門とする研究者が独自の観点から数理モデルを構築し、シミュレーションを実施するのは不可能である。

そこで本研究では、陽的解法による簡易な数値計算アルゴリズムを考案した。従来用いられているのは、陰解法である。陰解法の場合には、計算領域を構成する離散点の数と未知変数の数（例えば、圧力 $P$ とエンタルピー $h$ の2個）の積だけ未知数が存在する非線形連立方程式をニュートン・ラプソン法によって解くことになる。一方、本研究が提案するアルゴリズムは単純な代入計算と、高々2個の未知数を持つ非線形連立方程式を解く計算とからなるので、容易にプログラミングを行うことが可能である。このアルゴリズムの欠点は、使用可能な時間ステップが陰解法の場合よりも数桁小さいために、並列計算を行ったとしても、陰解法よりも非常に長い計算時間を要することにある。しかし、ソフトウェアの開発から最終的に解を得るまでの総合的なコストを考慮すれば、本研究のアルゴリズムには十分に使用価値があると考えられる。

考案したアルゴリズムを用い、非定常および定常問題のシミュレーションを実施した。8個のCPUコアを搭載したPCクラスタによる並列計算に加えて、定常問題には多重格子法も適用した。その結果、HYDROTHERMバージョン3.1 (Kipp 他, 2008) による同条件の計算結果と調和的な計算結果が得られた。