

普遍性から導かれる最終滑り量の初期滑り速度鋭敏性

Sensitivity of the Final Slip Amount to the Initial Slip Velocity Derived from the Universal Law

*鈴木 岳人¹

*Takehito Suzuki¹

1. 青山学院大学理工学部物理・数理学科

1. Department of Physics and Mathematics, Aoyama Gakuin University

震源過程に関係する thermal pressurization と dilatancy の効果の相互作用を含んだ系を考える。支配方程式は2つの変数、正規化された滑り速度 v 及び空隙率 ϕ によって記述される。本研究では ϕ - v 空間での解軌道を考える。まず ϕ 軸が \dot{v} 及び $\dot{\phi}$ の双方のヌルクラインとなっていることに注意する。ここで上付きの点は時間微分を表す。 ϕ 軸と曲線 $v=1-\beta f(\phi)$ の交点を $(\phi_c, 0)$ と表そう。ここで β は正定数であり、 f は無次元化された空隙発展則を表す。これらの事実により ϕ 軸上の $(0, 0)$ から $(\phi_c, 0)$ の部分に線状アトラクタが生じることに注意する。加えて、解軌道は物理的には常に v 軸から開始する。点 $(\phi_c, 0)$ を通る解軌道が点 $(0, v_c)$ を通るとし、ここでは2点 $(0, v_c - \Delta v)$ と $(\phi_c - \Delta \phi, 0)$ をつなぐ解軌道を考える。ここで Δv と $\Delta \phi$ は正の量で $\Delta v \ll 1$ 及び $\Delta \phi \ll 1$ を満たす。次に $\forall j, g^{(j)}(\phi_c) = 0, g^{(n)}(\phi_c) \neq 0$ 及び $n \geq 1$ を仮定しよう。ここで j と n は正整数で $j \leq n$ を満たすとす。加えて、もし n が奇数 (偶数) ならば $g(\phi_c) > 0$ (< 0) と仮定する。これらの仮定から、解析的に $\Delta \phi$ が Δv の $1/(n+1)$ 乗に比例することが導かれる (Suzuki, 2017, PRE)。そして、 Δu が Δv の $1/(n+1)$ 乗に比例することも示される。ここで $\Delta u = u_c - u_{\infty}$ であり、 u_c は $\phi = \phi_c$ の時の滑り、 u_{∞} は最終的な滑り量である。臨界指数が $1/(n+1)$ であり、 β や $g(\phi_c)$ の詳細に依存しないこと、そして n の増加に伴って減少することは強調されるべきである。この結果は、 n が大きいほど、 ϕ 軸上の $(\phi_c, 0)$ の近傍にアトラクタであるにもかかわらず解が近付きづらいことを意味する。なぜなら冪則により $\Delta \phi$ は Δv より拡大され ($\Delta v, \Delta \phi < 1$ に注意)、かつ n が大きいほどより大きく拡大されるからである。これは非線形動力学的に重要な視点である。加えて、この結果は最終的な滑り量が初期滑り速度に鋭敏であることを示し、最終的な地震の大きさの予測が難しいことをも示唆する。

キーワード：熱、流体圧、空隙生成、解軌道、普遍性、初期条件

Keywords: heat, fluid pressure, dilatancy, solution orbit, universality, initial condition