



Title	Simulation study of the Burridge-Knopoff model of earthquakes.
Author(s)	森, 隆浩
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48759
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	もり 森 たか 隆 ひろ 浩
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 7 8 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学 位 論 文 名	Simulation study of the Burridge-Knopoff model of earthquakes. (Burridge-Knopoff モデルによる地震の数値シミュレーション)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 川村 光 (副査) 教 授 松田 准一 教 授 菊池 誠 准教授 廣野 哲朗 准教授 湯川 論

論 文 内 容 の 要 旨

地震は多くの未解決課題がある複雑な現象である。本論文は地震の統計的性質を明らかにするために、Burridge-Knopoff (BK) モデルと呼ばれる地震の統計モデルに基づいた数値計算を行った研究である。過去、BK モデルを用いた多数の研究があり、多くの興味深い知見が得られてきた。しかしながら、地震の時空間相関に関する解析は十分にはなされていない。そこで、本研究では特に BK モデルの時空間相関関数を中心に地震の統計的性質を調べた。

1 次元、および 2 次元の BK モデルにおいて、これまでもよく調べられてきたマグニチュード分布に加え、地震の繰り返し時間間隔分布、大地震前後の地震の時間相関、大地震前後の地震の空間相関の時間変化、大地震前後のマグニチュード分布の時間変化などの時空間相関関数を、これまでの研究よりも広いパラメータ領域に対して解析した。

地震は断層の示す固着-すべり不安定性であるが、その統計的性質は断層面における摩擦法則によって支配されると考えられる。断層面上の摩擦法則として、我々は摩擦が速度のみに依存する速度弱化摩擦則を仮定した。この摩擦則は、速度が増加したときに摩擦力の低下の程度を表すパラメータ α を含んでいる。この α を様々に変化させた時、モデルがいくつかの「相」を示すことがわかった。そこで我々はそれぞれの「相」で時空間相関関数がどのように振る舞うかを調べた。

過去の研究の多くは、相互作用が最近接のブロック間のみに働く、最近接相互作用の BK モデルによって行われてきた。これは摩擦のある断層面上に置かれた薄いプレートに、せん断応力を加えている場合を仮定したことに相当する。また、断層面から離れる方向に広がる弾性体の影響を考慮することは、ブロック間に長距離にわたる相互作用が働くことに相当する。現実には断層面の周囲に弾性体が広がっていると考えられる。そこで、より現実に近い地震断層を表現するために、1 次元、および 2 次元の長距離相互作用を取り入れた BK モデルによる数値シミュレーションを行い、最近接相互作用の場合と同様に時空間相関関数の解析を行った。

BK モデルはももとは連続体である地殻をブロックに離散化したものであり、このブロックへの離散化の妥当性を議論するのは重要である。そこで我々は BK モデルに Kelvin 粘性項を加えた。この粘性項はモデルをより現実に近いモデルにするだけでなく、連続極限の議論を可能にする。我々は 1 次元最近接相互作用の BK モデルに対して、

時空間相関関数が連続極限のもとでどのように振る舞うかを調べた。

最後に数値計算から得られた結果と実際の地震現象との関係を議論した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、Burridge-Knopoff モデルと呼ばれる、断層をバネとブロックで表現した地震の統計モデルの諸性質、とりわけその時空間相関を、数値シミュレーションによって調べた仕事である。1次元および2次元、近距離力および遠距離力のそれぞれの場合について、断層面での摩擦構成則として速度弱化則を用いつつ、地震のマグニチュード分布、平均すべり量、平均応力降下量、再来時間分布、大イベント前後の地震の時空間相関関数といった諸量を計算した。特に、最も現実的と思われる2次元長距離力モデルのシミュレーションについては、世界的にも初めての計算である。その結果、速度弱化を特徴付けるパラメータの値によって、地震現象の統計的性質がいくつかの「相」に分類できることを見出した。また、広いパラメータ領域でグーテンベルグ-リヒター則に類似した擬似臨界的なマグニチュード分布が実現していること、平均応力降下量がマグニチュードにほとんど依らないこと等、観測と良く符合する結果を得た。これらの結果は、複雑な自然現象である地震現象の基礎の解明に対し、新たな道を開くものである。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。