

# 博士論文公聴会

## ご案内

下記の要領で博士論文公聴会を開きますのでご来聴下さい。

### 記

日 時 : 2015年2月5日(木) 14:40~16:10

場 所 : 理学研究科H棟7階物理セミナー室A (H701)

発表者 : 伊藤 伸一  
宇宙地球科学専攻  
大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 後期課程

題 目 : Dynamical and Statistical Properties on Desiccation  
Crack Pattern  
(乾燥亀裂パターン<sup>の</sup>動的および統計的な性質)

宇宙地球科学専攻 大学院教育教務委員  
佐々木 晶

学位申請者：伊藤 伸一

論文題目：Dynamical and Statistical Properties of Desiccation Crack Pattern  
(乾燥亀裂パターンの動的および統計的な性質)

論文要旨：

夏の暑い日に水田を観察すると、地面が干上がってできるひび割れを見る事ができる。このような粉-水混合系(ペースト)の乾燥亀裂の時間発展は比較的ゆっくりで、その統計的性質は時間で変化する事が予想できる。例えば破片サイズ分布に関しては、乾ききった終状態の分布形は乾燥している途中の履歴に依存しているはずで、その終状態の分布形から乾燥の履歴などを読み取る事ができるかもしれない。しかし、履歴を考慮した乾燥亀裂パターンの統計的性質はおろか終状態の分布形すらこれまであまり調べられていなかった。乾燥亀裂パターンの時間発展する統計的性質を調べる事は、パターンの予測・制御に対しても重要な知見になり得るので、それを調べる事は重要である。本研究では乾燥破壊パターンの理論モデルの解析を行ない、実際の実験と比較して、その妥当性を検証した。

はじめに、時間の線形関数の乾燥応力(水の蒸発により発生する負圧)を考慮した粘弾性体でペーストを表現し、smoothed particle hydrodynamics (SPH)法を用いた連続体シミュレーションによって計算機上で時間発展する亀裂パターンを再現した。そして、そのパターンの時間発展から、平均破片サイズの時間発展と破片サイズ分布の時間発展を得た。結果として、平均破片サイズは時間に反比例して減衰する事がわかった。さらに、時間発展する破片サイズ分布はその平均破片サイズでスケールする事で時間不変の分布形へ収束する事がわかった。この法則を破片サイズ分布の動的スケールリング則と呼んでいる。

次に、動的スケールリング則が実現する要因を調べる為、乾燥破壊過程を確率過程でモデル化した。その確率過程はGibratの確率過程に前述の乾燥収縮モデルから計算される破片の寿命を取り入れる事でモデル化される。そのモデルは確かに破片サイズ分布の動的スケールリング則を再現する。さらにその確率モデルのマスター方程式のスケールリング解析から動的スケールリング則の成立条件を導く事ができ、動的スケールリング則が成立するためには乾燥応力が時間のべき関数でなければならない事が示される。さらに乾燥応力が時間のべき増加関数で与えられる場合、平均破片サイズはそのべきの負のべきの関数で減衰する事が理論的に示される。これはSPH法による連続体計算の結果と整合している。

最後に、炭酸水酸化マグネシウム粉体と水の混合ペーストの乾燥破壊実験を行なった。実験で得られたパターンの写真の時系列を解析し、理論で予測された動的スケールリング則が成立する事を確認した。動的スケールリング則が成立している時間領域では平均破片サイズは時間のべき関数で減衰している事が確認された。