

「不均質媒質における異常拡散の数理と環境問題への応用」

2013年3月7-8日

場所：東京大学数理科学研究科 123号室

会場へのアクセスは下記にてご確認ください。

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/map02_02_j.html

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam02_01_27_j.html

産業現場の諸課題や環境問題と関連している不均質媒質における異常拡散の数理と応用に関して研究発表を行い、この分野における数学者、工学者、産業関連の研究者の間で討論を行い、数理的側面とその応用、実践につき理解を深め、平成25年度以降の定期的な研究会開催のためのキックオフとします。

なお、本研究集会は科学技術試験研究委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」により開催され、東京大学大学院数理科学研究科 GCOE との共催です。

オーガナイザー：坪井俊、山本昌宏（東京大学大学院数理科学研究科）

連絡先：山本昌宏（myama[at]ms.u-tokyo.ac.jp）（[at]は@）

3月7日（木）

13:00-13:10 開会の辞 坪井俊 東京大学大学院数理科学研究科長

13:10-14:00

中川淳一（新日鐵住金株式会社 先端技術研究所）

「不均質媒体中の異常拡散のマルチスケール数理解析の側面について」

要旨：土壌中の異常拡散をテーマに、数年に亘り数学・工学・物理・産業の異分野連携のオープンイノベーション・プラットフォームで議論してきた内容を、マルチスケール数理解析の視点から紹介し、今後の展開について議論したい。

14:00-14:50

熊谷隆（京都大学数理解析研究所）

「ランダムコンダクタンスモデルにおける異常拡散」

要旨：正方格子上的各ボンドにランダムな抵抗（あるいはコンダクタンス）を置く事により、ランダムなネットワークを考える。本講演では、このようなネットワーク上の熱拡散に関する近年の研究についてサーベイ講演を行う。特に、コンダクタンスが heavy tail を持つとき trapping の影響で異常拡散が現れることに焦点を当て、そのメカニズムを解説する。

15:00-15:50

羽田野祐子（筑波大学システム情報 工学研究科）

「放射性核種による地表汚染とそのゆらぎについて」

要旨：チェルノブイリや福島における事故で、放射性核種の地表汚染の状況について説明し、レビフライトモデルによって 地表汚染濃度の予測を行う方法を提案する。10年後の汚染マップを作成するため、数値計算によって非整数階微分方程式の解を求めた。また、大気中核種濃度のゆらぎの性質を調べ、平均からのずれが $\pm\sigma$ 、 $\pm 2\sigma$ 、 $\pm 3\sigma$ となる大気中濃度の推移をグラフ化した。これは内部被曝のリスク推定に役立たせたい。

16:00-16:50

松島巨志（筑波大学システム情報工学研究科）

「粒状体堆積構造の統計力学的性質について」

要旨：地盤などの粒状体中の様々な物質移動には、粒子スケールの堆積構造が影響を及ぼす。本講演では、数値シミュレーションで作成した単純な2次元円粒子群の堆積構造を対象として、その統計力学的性質について検討した結果を報告する。

3月8日（金）

10:00-10:50

筈本英貴（産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター）

「不規則形状粒子からなる多孔質体内の間隙流体の流動様式-可視化実験結果と格子ボルトマンシミュレーション結果の比較-」

要旨：砂粒子のような不規則形状粒子からなる多孔質体内の間隙流体の挙動を定量的に把握することを目的として、レーザー光を援用した試験体内の可視化および数値流体解析を行ってきた。今回の発表では、これらの手法から得られた間隙流体の速度分布や流体粒子の流線を示し、理想的な移流・拡散との違いについて議論したい。

11:00-11:50

赤木剛朗（神戸大学大学院 システム情報学研究科）

「非線形拡散方程式の解の挙動について」

要旨：非線形拡散方程式の解の挙動は、古典的な線形の拡散方程式の解とは大きく異なる様相をしばしば表す。また方程式自体に着目すると、拡散係数が解（つまり拡散する物質の密度）に依存しているため、方程式が記述する拡散現象は広い意味で異常拡散の一種と見なすことができる。本講演では、主に講演者が近年取り組んできた非線形拡散方程式の解の挙動に対する研究について概説する。特にプラズマの特異拡散の記述などに現れる Fast diffusion 方程式、多孔質媒体中の流体の拡散を表す多孔質媒体方程式、変動指数を含む非線形拡散方程式、無限大ラプラシアンと呼ばれる非線形作用素を含む拡散型方程式について触れ、それらの解の挙動について（正常）拡散方程式の解の挙動と比較しながら説明する。余裕があれば、異常拡散を記述する偏微分方程式に関連する話題についてもふれたい。

13:30-14:20

N. Pozar（東京大学大学院数理科学研究科）

「Homogenization of a Hele-Shaw-type problem in periodic time-dependent media」

要旨：In this talk we discuss a generalization of the Hele-Shaw problem, a popular model of the flow in a porous medium, and study the behavior of its solutions as the size of inhomogeneity of the medium approaches zero. The main new feature of this nonlocal free boundary problem is the periodic dependence of the free boundary velocity on time as well as on position.

Unfortunately, this dependence breaks the obstacle problem structure, which is usually used to define weak solutions and facilitates homogenization, and therefore a notion of viscosity solutions is necessary. We extend the comparison principle to allow for time-dependence and even discontinuity of the free boundary velocity, and obtain well-posedness of viscosity solutions. This provides a reasonable setting for homogenization. Since the standard technique of correctors is not available, we

improve the geometric method of I. Kim (2007), based on the pioneering work of Caffarelli, Souganidis and Wang (2005), featuring an auxiliary obstacle problem. In contrast to the previous works, we identify the homogenized free boundary velocity via a "mesoscopic flatness" of the free boundary. We develop new tools to handle this quantity, in particular a boundary cone flatness estimate. Finally, we show that, in the homogenization limit, the solutions converge to the solution of a homogenized Hele-Shaw-type problem.

14:30-15:20

上坂 正晃(東京大学大学院数理科学研究科)

「Homogenization in a Thin Layer with an Oscillating Interface and Highly Contrast Coefficients」

要旨 : We consider the homogenization problem of the elliptic boundary value problem in a thin domain which has a high and low conductivity zones. In our model, two media are separated by a highly oscillating interface. The asymptotic behavior is governed by the order of the thickness of the domain, oscillation period of the interface and contrast between two media. In this talk, we show that the limit problem is changed by these parameters and introduce the two-scale convergence result in a thin domain which is the key ingredient of the proof.

15:20-15:50

金川 哲也(東京大学大学院工学系研究科)

「気泡を含む不均質液体に対する非線形波動方程式の統一的導出」

要旨 : 液体中の多数の気泡の非線形振動と, そこから誘起される音の分散・散逸などが競合する, 気泡流中の非線形波動現象を紹介する. 非線形・分散・散逸などの波の諸性質のさまざまな競合を, 弱非線形のレジームで統一的に取り扱う一手法を述べ, KdV 方程式や非線形 Schrodinger 方程式などの非線形発展方程式を導出する.

以上