

スパース回帰を用いた全地球マグマ化学組成の分類と特徴抽出

海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野 上木賢太

統計数理研究所・モデリング研究系 日野英逸

海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野・JST さきがけ 桑谷立

岩石形成プロセスを解明することは、地球惑星の進化や火山地震現象などの理解の鍵となる。岩石から得られる情報は、広い温度や圧力幅、そして様々な物質が関与した過程の積算であるため、岩石から地球内部プロセスを理解するためには、複雑なデータから客観的かつ解釈性の高い少数の重要なシグナルを抽出するデータ解析手法を確立することが重要となる。本報告では、スパース回帰を用いた多次元・多サンプルでの全地球マグマ化学組成の分類と特徴抽出の結果を示す。日本列島などプレート沈み込み境界、ハワイ諸島などのプレート内部、そしてプレート拡大境界など、地球表面では様々なプレート場でマグマ活動が起きている。化学組成に基づいて様々なプレートのセッティングの場で産出するマグマの分類・特徴抽出を行うことは、マグマ生成をもたらす地下プロセスの多様性を議論するため、そして、未知試料の分類のために重要となる。

本研究では、溶岩の化学組成に基づいた教師あり分類を行う。ウェブデータベース[1,2]を用いて、全世界で採取された溶岩化学組成データを 2074 データ所得した。データは 24 の元素濃度および 5 つの同位体比からなり、8 つのテクトニックセッティングにラベル付けされている。化学組成データは Box-cox 変換による正規化を行った。個々のサンプルがあるテクトニクスに所属する確率を、サンプルの化学組成と、射影ベクトルの内積に比例する量で表現した。この射影ベクトルの各成分は、分類の際の特徴量の重みを示す。個々のサンプルが実際に採取されたテクトニクスに所属する確率を最大化するように L1 正則化を用いたスパース多項回帰を行い、テクトニクス毎に射影ベクトルを定義することで分類を行った。また、個々のサンプルが様々なセッティングに所属する確率も本手法によって定義される。このように、本手法にて、分類と同時に、テクトニクス及びサンプルに関する情報が得られた。

ほとんどのセッティングで 80-90%の判別率が得られた。採用した手法は線形手法のため判別率はやや落ちるが、サポートベクターマシーンやランダムフォレストに匹敵する判別率が得られている。この結果や射影ベクトルから得られたそれぞれのセッティングの特徴から、異なる場に産出するマグマは、それぞれ異なる化学組成、すなわち異なる地下プロセスを経て生成されているマグマであることが示された。また、それぞれのテクトニクスへの個々のサンプルの所属確率から、最も特徴的なサンプルを定義した。これらの各セッティングの特徴ベクトルや特徴的サンプルなどの情報は地球科学的解釈のために重要である。

参考文献 [1] <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/> [2] <http://www.petdb.org>