

宇宙線ミュオンと大気ニュートリノを用いたラジオグラフィー

Radiography of the earth by using cosmic muon and atmospheric neutrino

平 秀昭 [1]; 山田 明憲 [2]; 田中 宏幸 [3]; 川勝 均 [4]; 渡辺 秀文 [5]

Hideaki Taira[1]; Akinori Yamada[2]; Hiroyuki Tanaka[3]; Hitoshi Kawakatsu[4]; Hidefumi Watanabe[5]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東大・理・地惑; [3] 東大・地震研; [4] 東大・地震研; [5] 東大・地震研

[1] EPS, Univ of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [3] ERI, Univ. Tokyo; [4] ERI, Univ of Tokyo; [5] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

宇宙線ミュオンや大気ニュートリノを用いた、高エネルギー地球科学の可能性について探る。

現在、火山噴火のメカニズムやその予知、また地球の内部構造の推定に関する研究は精力的に行われている。しかし、活火山では活動が活発になると航空機による観測は危険であり、得られる情報は限られてくる。また、地球の内部構造の推定は地震波トモグラフィー等によって積極的に行われているが、密度を直接測定できるわけではなく、またそれによって得られるコアマントル境界付近の情報は非常に限られている。そのため、ミュオンやニュートリノを用いたラジオグラフィによって直接火山内部や地球内部の密度構造を見ることができれば、火山噴火のメカニズムの解明や、地球内部ダイナミクスの解明に役立つ。X線を用いて人体の内部を視覚化するように、より透過力の強いミュオンやニュートリノを用いて火山や地球内部の密度構造を視覚化することを目指す。

ミュオンとは、電荷を持った素粒子であり、物質中を透過するとき物質中の電子や原子核と電磁相互作用をする。そのため、ミュオンは物質中を透過するときエネルギーロスをするが、そのエネルギーロスの量はパスの密度長に依存する。またそのエネルギーロスによって、物質中を透過するときミュオンの一部は吸収される。それを利用して、火山でのミュオンの吸収量を測ることによってミュオンのパスの密度長が分かるので、地形データとあわせることで火山内部の密度構造を決定することができる。本研究では、まず地表でのミュオンフラックス、物質中でのエネルギーロスをモンテカルロシミュレーションによって計算し、物質中でのミュオンの吸収量を見積もった。そして、これまでに報告されている浅間山、有珠山での観測データと比較し、この計算が正しいことを確認した。この発表では、その計算結果を利用して、他の活動的な火山への本手法の適用可能性を示した。また、それに必要な観測装置の設計、測定にかかる期間を見積もった。

次に、ニュートリノは質量が非常に小さい素粒子であり、他の素粒子との反応はほぼ弱い相互作用のみとなるので、ミュオンよりさらに透過力が強い。そのため、地球を長い距離通過しても吸収量はわずかである。現在南極に建設中のニュートリノ検出器 IceCube で、地球による吸収量を測定することができるかを検討した。検出されるニュートリノの量は少ないため、S/N比をあげるためにある程度まとまった期間の観測が必要になる。本研究ではモンテカルロシミュレーションによって、IceCubeで検出されるニュートリノの量の天頂角とエネルギー分布を求めた。これをもとにして、コア付近の構造を観るために必要な観測期間と最適なカットオフエネルギーを決定した。