



シーズ名

高エネルギー物理学による宇宙の始まりの解明

氏名・所属・役職

山本和弘・理学研究科 数物系専攻・准教授

<概要>

物質を形作る最小単位を素粒子といい、クォークおよびレプトンと呼ばれる粒子がそれにあたります。クォークは陽子や中性子の構成要素となっており、レプトンには一般にもよく知られる電子が含まれます。(図1) また、素粒子どうしが力を及ぼしあうときにも、光子など力を媒介する素粒子が現れます。このような、自然を最もミクロな視点で見たときに、そこに現れる様々な現象を探り、根底に潜む基本法則を明らかにする学問が、素粒子物理学あるいは高エネルギー物理学とよばれる分野です。

クォーク	$\frac{2}{3}e$	アップクォーク 	チャームクォーク 	トップクォーク 
	$-\frac{1}{3}e$	ダウンクォーク 	ストレンジクォーク 	ボトムクォーク 
電荷		第1世代	第2世代	第3世代
レプトン	0	電子型ニュートリノ 	ミュー型ニュートリノ 	タウ型ニュートリノ 
	-e	電子 	ミュー粒子 	タウ粒子 

図1：素粒子：クォークとレプトン

また現代宇宙論によれば、宇宙は極めて高エネルギーでかつ極めて小さな時空からビッグバンによって始まったことが判明しているため、素粒子の世界の研究は宇宙の始まりの瞬間を研究することでもあります。宇宙をめぐる大きな謎の1つに、現在の宇宙にはなぜ「反物質」が無く、「物質」だけで成り立っているのかというのがあります。一見、この宇宙には「物質」しかなくても不都合は無いように思われるかもしれませんが、素粒子の世界では、必ず粒子と反粒子がペアになって生まれるので、ビッグバンの瞬間には粒子と反粒子が同数あったと考えられています。それが、何かの物理的メカニズムによって反粒子は消え去り、粒子すなわち物質だけが生き残ったと考えるのが妥当です。

我々はニュートリノという素粒子の一種を用いて、この謎に迫ろうとしています。ニュートリノは電子と同じレプトンの仲間ですが、電気的に中性で物質と相互作用が非常に弱く、検出が困難な素粒子です。しかし、近年の科学・技術の発展によって、稀な反応を効率よく検出できるようになり、研究が進んできました。茨城県東海村に建設された J-PARC 大強度陽子加速器施設から大強度のニュートリノビームを射出し、それを岐阜県飛騨市神岡の地下に設置されたスーパーカミオカンデ検出器で観測することで、ニュートリノ振動と呼ばれる現象を探る実験を行っています。ニュートリノ振動とは、ニュートリノが飛行している間に、始めの種類とは別の種類のニュートリノに変化してしまう現象ですが、ニュートリノにも粒子と反粒子が存在するので、もし粒子(ニュートリノ)と反粒子(反ニュートリノ)で振動の確率が違うことが発見されれば、宇宙の始まりにおいて粒子と反粒子に不均衡を生じさせる1つの原因となりえます。

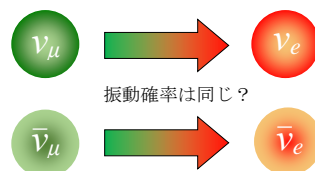


図2：ニュートリノ振動

<アピールポイント>

素粒子が従う根本法則を探り、宇宙の始まりを理解する。

<利用・用途・応用分野>

物理学、放射線検出器、計算機科学

キーワード

素粒子、ニュートリノ、宇宙