

研究タイトル：

素粒子物理学の現象に関する理論的研究



氏名：	木村 大自 / KIMURA Daiji	E-mail：	kimurad@ube-k.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(理学)
所属学会・協会：	日本物理学会		
キーワード：	素粒子, ハドロン, 宇宙初期, 対称性の破れ, 強磁場		
技術相談 提供可能技術：	<ul style="list-style-type: none"> ・物理学(力学、電磁気学、熱統計力学、量子力学 等) ・物理学の工学への応用 ・物理学の教育学への適用 		

研究内容： 素粒子物理学の現象に関する理論的研究

素粒子論は、自然界の最も基本的な構成要素とその法則、宇宙の始まり等を探究する分野です。全ての物質は原子からできています。原子は、原子核と電子で構成され、原子核は陽子と中性子からできています。これらは、クォーク等が束縛された状態と考えられています。そのため、物質の最小単位を表す素粒子は、電子やクォークになります。他にも、光(光子)やニュートリノ、最近見つかったヒッグス粒子などが素粒子です。

素粒子の中には、直接観測できる粒子と観測できない粒子があります。具体的にいうと、電子や光子は観測できますが、クォークやグルーオンは観測できません。クォークやハドロンの性質は理論だけでなく、大型加速器による実験や、スーパーコンピューターを用いた数値計算により分かっています。ところが、クォークから陽子等(ハドロン)ができる仕組みは、まだ解明されていません。この問題は大変重要で難しいため、数学の懸賞金問題にもなっています。

上記の問題を直接調べることは難しいため、単純化したモデルを用いて、クォークからハドロンが形成される振舞いを調べています。

クォークからハドロンができる時期は、加速器実験を除いて、元素が形成される以前の宇宙初期になります。宇宙初期では、反物質(陽電子や反クォーク)が物質と同じ量あったと考えられています。反物質が無くなったのは、CP 対称性の破れ(C は荷電変換、P はパリティ変換)が1つの要因です。ところが、現在見つかっているクォークに関する CP 対称性の破れの値だけでは、反物質が無くなったことを説明できません。そのため、ニュートリノやヒッグス粒子に関する CP 対称性の破れを導くモデルの構築や、加速器によるその値の観測方法について研究しています。

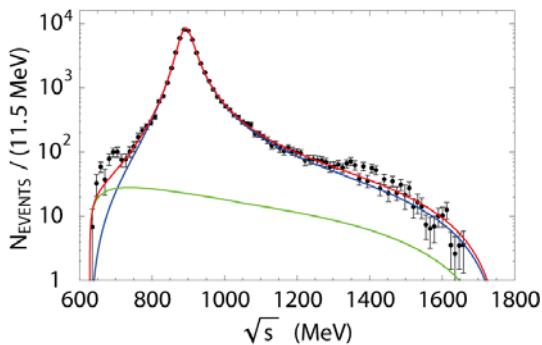


図1. 素粒子(τ レプトン)の2体ハドロン崩壊分布

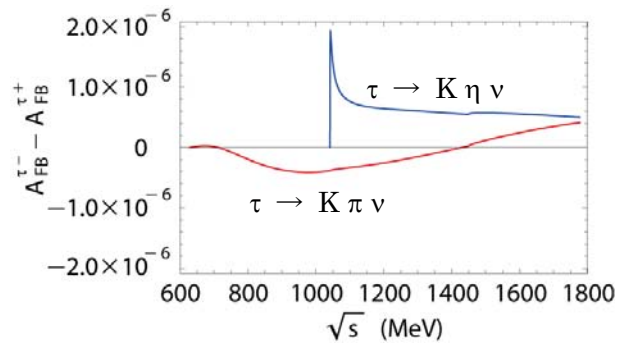


図2. τ の前後方非対称性による CP 対称性の破れ

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	

Theoretical study on phenomenology of the elementary particle physics



Name	KIMURA Daiji	E-mail	kimurad@ube-u.ac.jp
------	--------------	--------	---------------------

Status	Associate professor
--------	---------------------

Affiliations	The Physical Society of Japan
--------------	-------------------------------

Keywords	Elementary particles, hadrons, early universe, symmetry breaking, strong magnetic fields
----------	--

Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> Physics (mechanics, electromagnetism, statistical mechanics, quantum mechanics) Application of the physics to the engineering and the education
--------------------------	--

Research Contents Theoretical study on phenomenology of the elementary particle physics

The elementary particle physics describes the most fundamental particles and these laws in nature. We study the physics in the situation of the early universe. All materials are made of atoms. The atom is composed of the atomic nucleus and electrons, and the atomic nucleus is made of the protons and neutrons. The quarks and gluons are confined in the protons and neutrons (hadrons). Therefore, the elementary particles turn out to be the electrons, quarks and gluons. There are other elementary particles such as photon, neutrino, and Higgs boson which was almost found last year in the Large Hadron Collider (LHC).

Some elementary particles can not directly detect with the experiment. For example, the quarks and gluons are observed indirectly. The properties of quarks and gluons are understood by not only the theory but also the experiment with large accelerator and the numerical calculation using the supercomputer. However, the mechanism of the confinement of quarks and gluons is still unknown. Since this problem is very important and difficult, it becomes one of the Millennium Prize Problems in mathematics.

It is difficult to study the above problem straightforwardly. Using the effective theory, we consider the properties of behavior with varying environment (at temperature, chemical potential and/or magnetic field).

Except for the experiment, the period of the confinement corresponds to the early period of universe before the nucleosynthesis arises. In the early universe, the amount of matter (particles) was equal to that of antimatter (antiparticles). One of the reasons why the antimatter disappeared is the CP symmetry breaking (CP standing for Charge Parity). However, one can not explain the disappearance of the antimatter with the CP symmetry breaking of quark sector in the Standard Model. Then we construct new model including the CP symmetry breaking of neutrino sector and/or Higgs sector. We also evaluate the value of the CP asymmetry and study the observation method of it on the experiment.

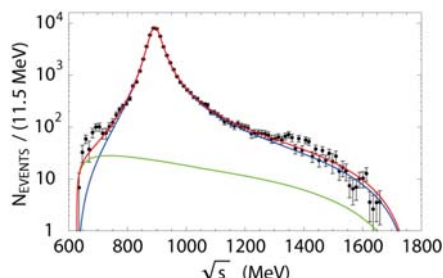


Fig.1 Decay distribution for tau hadronic decays

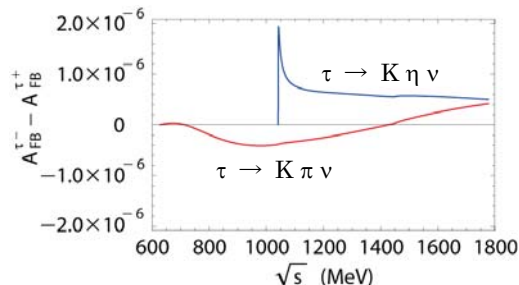


Fig.2 Forward-backward CP asymmetry of tau decays

Available Facilities and Equipment
