The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Local Gauge Field Induced by the Berry Phase
Author(s)	田村, 文隆
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38874
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【7】

氏　　名	田村文隆（たむら ふみたか）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学位記番号	第　11203　号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Local Gauge Field Induced by the Berry Phase **（ベリーの位相によって導出される局所ゲージ場）**
論文審査委員	（主査） 教　授　吉川　圭二 （副査） 教　授　東島　清　　助教授　佐藤　行　　助教授　窪田　高弘 助教授　糸山　浩

論文内容の要旨

本論文では，高次元時空の部分的コンパクト化に伴うBerryの幾何学的位相の効果について論じる。

一般に物理系の持つ対称性は，高いエネルギー領域において高く，低いエネルギー領域になるに従って低くなる。この代表的な例としてKaluza-Klein理論があげられる。Kaluza-Klein理論では，本来宇宙の次元は四次元より大きかったと仮定し，我々のエネルギー領域では余分な次元の部分空間がPlanck長程度の大きさの空間にコンパクト化していると考える。この仮定により，我々の世界の持つ一般座標変換とゲージ変換に対する不変性を，高次元時空の一般座標変換不変性から説明する。

一方，上記対称性の破れの機構とは逆に，Berryの幾何学的位相と呼ばれる現象に伴うゲージ対称性は，低エネルギーにおいて動的に導出されることが知られている。しかし，これまでBerryの位相を生み出す接続（Berryの接続）によって我々の世界に存在する局所的ゲージ場を説明するのは困難であると考えられてきた。その主な理由として，一般にBerryの接続はパラメータ空間内に局在するモノポールによって配位が決定されるため，局所的自由度を持つことができないことがあげられる。

この論文で具体的に提示するモデルでは，6次元時空がコンパクト化の結果4次元Minkowski空間と2次元トーラス空間との直積になったと仮定することにより，低エネルギーにおいて新たなU(1)ゲージ対称性が生成される。ここで生成されたゲージ対称性を担うゲージ場は，トーラス空間の粒子の運動が積分された結果生ずるBerryの接続によって説明される。更にこのゲージ場は実効Lagrangian中に運動エネルギー項を持つことが示される。この論文の主眼点は，Berryの接続の持つ局所的自由度を幾何学的に考察する点にある。即ち，我々はトーラス空間における量子力学を厳密に取り扱い，その際境界条件に必然的に現れるソレノイド磁束の任意性が，Berryの接続の局所的自由度を与えることを示す。又，ソレノイド磁束の作るパラメータ空間を考え，この空間の表面を一様に貫く磁場が，我々の4次元空間では，任意の関数値を取ることのできる場の強さとなって現れることを示す。

この機構により，6次元時空においてU(1)ゲージ対称性を持つLagrangianから出発すると，4次元時空における実効Lagrangianに現れるゲージ対称性はU(1)×U(1)に増加する。ただし，適当な線型結合により4次元時空における二つのU(1)ゲージ場を再定義すると，一つのU(1)ゲージ場は物質場と結合しなくなってしまう。しかし，このゲージ場は重力場との結合だけを残すため，暗黒物質の一候補とであると解釈される。

論 文 内 容 の 要 旨

田村君は，高次元の時空の一部がコンパクト化することに伴って，4次元のミンコフスキー空間に局所的なゲージ場が誘発される模型を作り，その誘発機構の解明を行った。このことは，素粒子の低エネルギー領域におけるゲージ対称性が原理として組み込まれているのではなく，力学的に誘発されたものである可能性を指摘するものとして極めて興味深い。博士（理学）論文として十分な価値があるものと認める。