



Title	Analyses on Higgs-Goldstone Sector in Extended Model with Two Higgs Doublets
Author(s)	唐山, 英明
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41551
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

氏 名	唐 山 英 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 3 7 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成11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	Analyses on Higgs-Goldstone Sector in Extended Model with Two Higgs Doublets (二つのヒッグス二重項を持つ拡張標準理論のヒッグスセクターに関する理論的研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高杉 英一 (副査) 教 授 吉川 圭二 教 授 東島 清 助教授 窪田 高弘 助教授 太田 信義

論 文 内 容 の 要 旨

縦波に偏極した弱ゲージ粒子 (W_L , Z_L) を外線に伴った素粒子反応の各々の振幅は, その偏極ベクトルによって高エネルギー領域で大きくなり, 潜在的にユニタリー性が損なわれる可能性がある。実際には「ゲージ理論相殺機構」によりそのような危険な振舞いはなく, ユニタリー性は保持される。そこではその素粒子反応に関与するファインマン図の間で非自明な相殺が起こり, 従って縦波偏極ベクトルが大きくなる高エネルギー領域でも大きな振幅は期待できないと思われる。しかしそのゲージ相殺の結果, 縦波振幅は自発的対称性の破れのセクターと密接に関係しており, その振幅が大きくなるかどうかは対称性の破れの詳細に依存する。

本博士論文では, そのような縦波偏極反応を通して電弱統一対称性の自発的な破れを引き起こす拡張されたヒッグスセクターの物理を議論した。中でも, 粒子加速器実験で探索可能な WW 散乱 ($W_L^+ W_L^- \rightarrow Z_L Z_L$), ヒッグス粒子崩壊 ($H \rightarrow W_L^+ W_L^- / Z_L Z_L$), W 対生成 ($e^+ e^- \rightarrow W_L^+ W_L^-$) に着目し, 素粒子現象論また宇宙論からの動機から広く研究されている最も一般的な2つのヒッグス二重項を持つ拡張標準理論を調べた。この理論はフレーバーを変える中性カレント過程やオブリーク補正などの実験からの制限でも排除されず, デカップリングの性質を持つ超対称標準模型のヒッグスセクターを含む。注目すべきは, 計5つの物理的なヒッグス粒子が出現することに加えて, それらの自己相互作用が強くも弱くもなり得ることである。上のような縦波偏極反応へのヒッグスセクターによるデカップルしない寄与を調べるため, 摂動の高次まで「南部ゴールドストン等価定理」を使って計算を行った。特にそのヒッグスセクターが強く相互作用している場合には, 縦波偏極反応に大きな効果をもたらすことが分かった。 W 対生成に関しては摂動の最低次では標準模型との差は見られないが, その高次で約5%の差が可能であることが分かった。またここでは一般的な2つのヒッグス二重項を持つ拡張標準理論のデカップリングの性質について3点ゲージ頂点において解析的に議論した。ヒッグス粒子崩壊に関しては, 崩壊幅はかなり大きくなり他の崩壊モードに比べて優位になる。輻射補正の大きさは最低次の結果の10%に達することが分かった。 WW 散乱に関しても, 強く相互作用するヒッグス粒子の効果は既に摂動の最低次で大きく見ることができた。ヒッグス粒子が共鳴するエネルギー領域において, 標準理論との差は1000%以上, さらに高エネルギーでも100%以上にもなることが可能である。その微分断面積に対する輻射補正の効果は散乱の重心エネルギーが1.5TeVにおいて50%またはそれ以上にもなる一方, 低エネルギー領域 (0.5TeV) においては比較的小さいことが分かった。この博士論文における研究により, 高エネルギーの縦波反応において輻射補正を計算することは新しい物理を探る上で非常に重要であり, また次世代の粒子加速器において縦波偏極過程を通

して強く相互作用する拡張模型のヒッグスセクターの探索が可能である、と結論する。

論文審査の結果の要旨

ヒッグス粒子は、電弱相互作用の統一理論（標準理論）における、最重要な構成要素であるにもかかわらず、発見が待たれている部分である。このため、ヒッグス粒子の構造についていくつかの可能性が考えられている。特に、ヒッグス粒子は1個のみか、複数個あるのかは大きな問題である。超対称性標準模型では、標準理論の1個に対して、複数個（5個）存在する。

本論文では、ヒッグス粒子が複数個存在する場合に、複数個存在することをどのようにして検証するかを研究した。当面の実験では、もっとも軽いヒッグス粒子が発見されたとしても、他の粒子を直接作ことはエネルギー的に難しいことによる。実際には、もっとも軽いヒッグス粒子の崩壊や、ゲージ粒子（WやZ粒子）の散乱に重いヒッグス粒子がどのような効果を及ぼすのかを、摂動の1ループを取り入れた計算を行い詳しく検討した。この結果、標準理論とは大変異なった振る舞いをする場合があり、これらを総合するとヒッグス粒子が1個しか存在しないのか、複数個あるのかを区別できることを示した。この仕事は、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。