



Title	Microscopic reaction dynamics for the study of heavy baryon structure
Author(s)	Shim, Sang-In
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/77588">https://hdl.handle.net/11094/77588</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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

## Abstract of Thesis

Name ( Sangin SHIM )

Title

Microscopic reaction dynamics for the study of heavy baryon structure  
 (重いバリオンの構造を調べるための微視的反応機構の研究)

In recent years the interests of hadron physics are concentrated on new heavy hadrons. Properties of many of the new heavy hadrons which contain charm and bot- tom quarks are still not known well, including exotic states that cannot be explained by a naive quark model for hadrons with two or three valance quarks. Therefore, in order to better understand the properties of these hadrons, theoretical and experimental researches on hadron spectroscopy are necessary. In these circumstances, hadrons which include both heavy and light quarks, provide a very good environment for theoretical research on hadron spectroscopy.

In the present thesis, a new microscopic mechanism for heavy baryon production reaction  $\pi^- + p \rightarrow M + Y$  is proposed where M is a pseudoscalar or a vector meson and Y is a strange or charmed baryon. We examine how the baryon structure plays a role in the productions of heavy baryons. For the charm production, E50 experiment at J-PARC is planned to measure the production of charmed baryons with a vector meson. Since it is possible to compare with existing experimental data on strange productions and the corresponding production reactions can occur in the J-PARC experiments, it is also worth to study the strange sector sufficiently.

The main content of the present thesis is to develop a two-quark microscopic process which is called two-quark process. The two quarks process is a reaction in which two quarks inside the baryon are directly involved in the production, in addition to the one-quark process which was studied previously. However, the production of the p modes has not been studied so far because, in the one-quark process, the only possible excitation is the  $\lambda$  mode. On the other hand, it is very important that the two-quark process can excite both  $\lambda$  and p modes. In the present thesis, first the research on heavy baryons and the one-quark process in the past is introduced and then based on this, we investigate the two-quark process for the reactions of the heavy baryon productions. We calculate the production rates of various heavy baryons and discuss the relation between the structure and the production rates. We also discuss general features of the one-quark process and the two-quark process.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( Sangin Shim )		氏名
論文審査担当者	主査 教授	保坂 淳
	副査 教授	浅川 正之
	副査 教授	野海 博之
	副査 准教授	緒方 一介
	副査 准教授	石井 理修

## 論文審査の結果の要旨

近年 KEK, LHC など世界の大型加速器施設から、チャームやボトムなどの重いクォークを含む新種のハドロンの発見が相次いでいる。これらは重いクォークと軽いクォークを含むことから、異なるスケールのクォークの組み合わせが作る系の構造の解明が必要になる。さらに異種クォークの系の解析によって、クォーク間の相関の理解が進むと期待される。いわゆるダイクォーク相関はハドロン分光のみならず、クォーク物質などの多体系においても重要な役割を果たす。

このような中、軽いクォークの相関を探ることが期待されることから、現在 J-PARCにおいてチャームバリオンの生成反応研究が計画され、その実験施設の建設が進んでいる。本研究は、そこで不可欠となる生成反応機構の理論研究である。バリオンのクォーク構造に直結する生成反応の微視的理論は、Shim 君の所属研究グループが数年前に手がけた研究があるのみである。本研究はその研究を進め、より現実に近い反応理論の定式化とその数値計算を実行した。

J-PARC で行われる実験は、20GeV の高エネルギーイオンを陽子標的に衝突させ、チャームクォークを含む  $D^*$  メソンと、チャームバリオンを生成するものである :  $\pi^- + p \rightarrow D^* + Y_c$ 。本博士論文では、まず先行研究で行われた、 $Y_c$  バリオン中の 1 つのクォークが反応に関わる 1 クォーク反応の確認から出発した。その上で新たに、2 つのクォークが反応に関わる 2 クォーク反応を定式化した。この新しい反応機構の特徴をうまく引き出すために、まず初めに(1)反応が 1 回で起こる 1 段階過程に取り組み、その後に(2)反応が 2 回にわたって起こる 2 段階過程の研究を進めた。

(1) 1 段階過程において行列要素の計算を単純化するため、反応に関わる 3 つのクォーク (バリオン中の 2 個とメソン中の 1 個の合計 3 個) が 1 点で相互作用するとして計算を進めた。その結果、2 クォーク反応機構の特徴として、チャームバリオンの 2 種類の励起モードのいずれもが生成されること、チャームバリオンの生成に必要な高い運動量移行が 2 つのクォークに分配されることを示した。これらは従来の 1 クォーク反応にはない、新たな特徴である。

(2) 次により現実に近いと考えられる 2 段階過程の反応機構を定式化した。そこでは 1 段階過程で用いた単純な相互作用を改善し、Regge 理論と組み合わせたものを採用した。そして、様々なチャームバリオンの生成比を計算し、生成比と構造との関係を明らかにした。

様々なバリオンの生成反応率は、1 クォーク反応と 2 クォーク反応で異なるため、観測される反応率から構造の情報を抽出するためには、それぞれの反応過程がどんな割合で起こり得るかを決定する必要がある。この割合を推定するため、現存するストレンジバリオンの生成率データを用いて、チャームバリオン生成反応における 2 つの反応機構の比率を推定した。

以上の成果は、反応機構の新たな反応公式を導いたこと、その数値計算を実行したこと、反応率と構造の間の関係を示したことなどから、今後の当該分野研究の発展に重要な貢献と考えられる。以上理由によって、本申請者に博士の学位を授与するにふさわしい。