

報告番号 ※ 甲 第 2146号

# 主論文の要旨

## 題名

ハドロン・原子核反応で生成されるチャーム・ビューティー粒子  
検出の為の複合実験におけるエマルジョン技術の開発とその応用

氏名 児玉 康一

# 主論文の要旨

報告番号

※ 甲 第

号

氏 名

児 玉 康 一

ハドロン反応におけるチャーム・ビューティー粒子の生成・崩壊の研究を目的として開発した、原子核乾板・カウンターハイブリッド実験の技術、特に原子核乾板の照射・解析技術について述べる。この技術は、350 GeV/c  $\pi^-$ ・原子核反応で生成されるビューティー粒子の直接検出を主目的として CERN で行った、日本とヨーロッパの国際共同実験 WA75 で初めて使用し、日本グループで、全解析反応数  $10^4$  のうち 73% を解析した。著者は、主に、原子核乾板の半自動解析システムのハード・ソフト両面の改良と機能強化を行い、実験を成功に導いた。

ハドロン・原子核反応で生成されるビューティー粒子の検出には、 $10^3$  という大量の反応を蓄積する必要がある。ハイブリッド実験においては、原子核乾板に入射可能なビーム密度（反応密度）は組み合わせるカウンターの精度によってその上限が決められてしまう。WA75 実験では、現在、最高の位置分解能を持つ SSD（50  $\mu\text{m}$  ピッチ）を主体とする飛跡検出器を使用して、 $5 \times 10^4$  ビーム/cm<sup>2</sup> の高密度照射を実現している。この照射密度で必要な反応数を限られた照射時間内に蓄積する為に、大面積（従来使用してきたものの 5.5 倍）・高精度のスタックと、これを、3mm  $\phi$  のペンシルビームに、照射密度一定で照射する為のターゲットムーバーを開発した。また、スタックの大型化に伴い、照射済みのスタックを、解析作業に最も適した形状に加工する、ミニプレート方式を開発し、解析作業のネックであったプレート交換の時間を、無視できる所まで短縮した。

原子核乾板の解析には、人間主体の解析作業を補助するために開発した、半自動解析システムを使用した。このシステムのハードウェアは、テレビ計測ユニット付きの顕微鏡ステージと、これをオンラインで制御するための制御ユニットで構成され、ホストコンピュータ上のソフトウェアで制御する。ハードウェアで、ホストコンピュータの端末画面、グラフィック画面、原子核乾板中の飛跡の映像を単一画面上にスーパーインポーズし、飛跡の測定等の全ての作業をその画面上だけで行える様にした。このハードウェアを活用して、原子核乾板中の飛跡を『測定』する代わりに、グラフィック画像と『比較』するグラフ

イックマッチの解析手法や、原子核乾板中の飛跡の追跡・測定を、グラフィックのガイドを頼りに行う解析手法を開発した。この解析システムを、WA75 実験においては日本グループ全体で約 10 台使用し、その結果、過去の最も解析能力に優れた実験 ( E531 ) の 10 倍の解析能力を実現した。更にこのシステムは、他の実験グループにも使用されるに至っている。

この様な技術開発により、WA75 実験では、ビューティー粒子の崩壊を伴う反応 1 例とチャーム粒子対 2 対の同時発生を伴う反応 2 例を世界で初めて検出する等の物理的成果をあげる事ができた。またこのハイブリッド実験の技術は、ハドロン・原子核反応におけるチャーム・ビューティー粒子の研究 ( FNAL E653 実験 ) だけでなく、原子核・原子核中心衝突反応の研究 ( CERN NA34・エマルジョン実験 ) や、低エネルギー原子核物理の分野の重要課題の 1 つである、ストレンジネス = - 2 を持つダブルハイパー核の存在の確認 ( KEK E176 実験 ) にも応用されている。E653 実験および E176 実験の解析は、現在進行中である。NA34・エマルジョン実験の解析は終了しつつあり、素過程の核子・核子反応におけるチャーム粒子の生成断面積として、以下の様な結果を得ている。

$$\sigma_{\text{CHARM}} = [ 17.1 \pm 6.5 \text{ ( statistical ) } \quad + 6.3 \text{ ( systematical ) } ] \mu\text{b} \\ - 10.3$$

将来計画として、1990 年に CERN で予定されている 200 A・GeV/c の  $^{32}\text{S}$  原子核ビームを使って、原子核・原子核中心衝突反応におけるチャーム粒子の生成を調べる実験、500 リットルの原子核乾板中に  $10^5$  程度の  $\nu$  反応を発生させ、 $\nu_{\tau}$  と  $\nu_{\mu}$  のオシレーションの上限値を、現在の上限値の 1/10 に下げる事を目的とする  $\nu$  実験等を計画しているが、これらの実験には、原子核乾板・カウンターハイブリッドの手法が最適であり、現在の技術を一層発展させる事により充分可能であると考えられる。

## 論文要旨

ハドロンの反応におけるチャーム・ビューティー粒子の生成・崩壊の研究を目的として開発した、原子核乾板・カウンターハイブリッド実験の技術、特に原子核乾板の照射・解析技術について述べる。この技術は、350 GeV/c  $\pi^-$ ・原子核反応で生成されるビューティー粒子の直接検出を主目的として CERN で行った、日本とヨーロッパの国際共同実験 WA75 で初めて使用し、日本グループで、全解析反応数  $10^4$  のうち 73% を解析した。著者は、主に、原子核乾板の半自動解析システムのハード・ソフト両面の改良と機能強化を行い、実験を成功に導いた。

ハドロンの原子核反応で生成されるビューティー粒子の検出には、 $10^8$  という大量の反応を蓄積する必要がある。ハイブリッド実験においては、原子核乾板に入射可能なビーム密度（反応密度）は組み合わせるカウンターの精度によってその上限が決められてしまう。WA75 実験では、現在、最高の位置分解能を持つ SSD（50  $\mu\text{m}$  ピッチ）を主体とする飛跡検出器を使用して、 $5 \times 10^4$  ビーム/cm<sup>2</sup> の高密度照射を実現している。この照射密度で、必要な反応数を限られた照射時間内に蓄積する為に、大面積（従来使用してきたものの 5.5 倍）・高精度のスタックと、これを、3mm $\phi$  のペンシルビームに、照射密度一定で照射する為のターゲットムーバーを開発した。また、スタックの大型化に伴い、照射済みのスタックを、解析作業に最も適した形状に加工する、ミニプレート方式を開発し、解析作業のネックであったプレート交換の時間を、無視できる所まで短縮した。

原子核乾板の解析には、人間主体の解析作業を補助するために開発した、半自動解析システムを使用した。このシステムのハードウェアは、テレビ計測ユニット付きの顕微鏡ステージと、これをオンラインで制御するための制御ユニットで構成され、ホストコンピュータ上のソフトウェアで制御する。ハードウェアで、ホストコンピュータの端末画面、グラフィック画面、原子核乾板中の飛跡の映像を単一画面上にスーパーインポーズし、飛跡の測定等の全ての作業をその画面上だけで行える様にした。このハードウェアを活用して、原子核乾板中の飛跡を『測定』する代わりに、グラフィック画像と『比較』するグラフィックマッチの解析手法や、原子核乾板中の飛跡の追跡・測定を、グラフィックのガイドを頼りに行う解析手法を開発した。この解析システムを、WA75 実験においては日本グループ全体で約 10 台使用し、その結果、過去の最も解析能力に優れた実験（E531）の 10 倍の解析能力を実現した。更にこのシステムは、他の実験グループにも使用されるに至って

いる。

この様な技術開発により、WA75 実験ではビューティー粒子の崩壊を伴う反応 1 例とチャーム粒子対 2 対の同時発生を伴う反応 2 例を世界で初めて検出する等の物理的成果をあげる事ができた。またこのハイブリッド実験の技術は、ハドロン・原子核反応におけるチャーム・ビューティー粒子の研究 ( FNAL E653 実験 ) だけでなく、原子核・原子核中心衝突反応の研究 ( CERN NA34・エマルジョン実験 ) や、低エネルギー原子核物理の分野の重要課題の 1 つである、ストレンジネス = -2 を持つダブルハイパー核の存在の確認 ( KEK E176 実験 ) にも応用されている。E653 実験および E176 実験の解析は、現在進行中である。NA34・エマルジョン実験の解析は終了しつつあり、素過程の核子・核子反応におけるチャーム粒子の生成断面積として、以下の様な結果を得ている。

$$\sigma_{\text{CHARM}} = [ 17.1 \pm 6.5 \text{ ( statistical ) } \quad + 6.3 \text{ ( systematical ) } ] \mu\text{b} \\ - 10.3$$

将来計画として、1990 年に CERN で予定されている 200 A・GeV/c の  $^{32}\text{S}$  原子核ビームを使って、原子核・原子核中心衝突反応におけるチャーム粒子の生成を調べる実験、500 リットルの原子核乾板中に  $10^5$  程度の  $\nu$  反応を発生させ、 $\nu_{\tau}$  と  $\nu_{\mu}$  のオシレーションの上限値を、現在の上限值の 1/10 に下げる事を目的とする  $\nu$  実験等を計画しているが、これらの実験には、原子核乾板・カウンターハイブリッドの手法が最適であり、現在の技術を一層発展させる事により充分可能であると考える。