

論文審査の結果の要旨

氏名 山口 頼人

本論文は 8 章からなる。第 1 章は序章であり、この研究のテーマである重陽子と重イオンの衝突からの光子生成断面積測定の背景と意義が述べられている。第 2 章では高エネルギー重イオン衝突の模型を議論し、過去の光子生成の測定をまとめた。第 3 章では測定に使った実験装置の詳細を、第 4 章は実験遂行の経過を述べている。第 5 章が論文の核となる章で、電子・陽電子対の検出と、そこから光子の断面積の測定に至るまでの解析手順の詳細が論述されている。第 6 章で得られた光子の生成断面積を提示し、第 7 章ではこの結果と、既に得られている重イオン・重イオン衝突での断面積との比較を行い、重イオン衝突で生成された高温高密度状態の考察を行っている。第 8 章はこれらの結果を受けて考察の全体のまとめになっている。

この論文は、核子あたりの重心エネルギー 200 GeV での重陽子と金原子核の衝突事象からの光子生成断面積を測定したものである。高エネルギーの原子核・原子核衝突では、衝突後に拡がりをもった高温・高密度状態が生成されると考えられるが、それが通常のハドロンの集合状態か、クォーク・グルーオンのプラズマ状態になるかという議論が長年続いている。光子は強い相互作用をしないため、衝突後の光子生成を測定することで、状態を研究するよいプローブとなる。近年、金・金の原子核衝突で、横運動量 (p_T) で 1–3 GeV/c 領域の光子が陽子・陽子衝突と比較して多く出ていることが報告され、それが熱的な放射であるとした場合に温度が 220 MeV に達していると議論されている。しかし、陽子・陽子衝突のデータと原子核衝突のデータを比較する上では、多くの仮定が必要となる。特に、原子核内の陽子や中性子は、自由な核子とは異なるのでその効果で類似の信号が出る可能性も考えられ、その場合は衝突で生成した状態からの放射を見ていることにならない可能性がある。そこで論文提出者は、衝突する片方の核子を重陽子に替えた衝突実験を行い、この結果と重イオン・重イオン衝突とを比較することにした。核内での変形などの効果は重陽子と重イオンの衝突にも現れるため、その分を加味した上で終状態の研究ができる。

重イオンを含む衝突では多数の粒子が放出されるために、その中から光子を検出するのは非常に困難である。論文提出者は、電子・陽電子対を検出することで仮想光子の生成断面積を測定しそれを実光子の断面積に変換するという手法を用いて測定を行った。電子・陽電子対の検出のために、チェレンコフ検出器を設置し、論文提出者はその測定器でトリガー判定をするシステムの開発を

進め、それがこの研究に重要な役割を果たした。

重陽子・金衝突での光子測定は、これまでの陽子陽子での測定よりよい精度で行うことができた。それをもとに原子核衝突のデータを見ると、相変わらず pT が $1-3\text{GeV}/c$ 領域の光子に超過が見られることを確認し、これが反応の初期状態の原子核効果から来るものでないことを確認した。改めて、測定したデータを基に、放出光子の温度パラメータを測定すると $220 \pm 15 \pm 18 \text{ MeV}$ であり、重イオン衝突後に高温状態が形成されていることを示唆する結果を得た。

この研究は、重陽子という原子核としては最小のもの衝突を測定することで、重イオン・重イオン衝突の結果の解釈の不定性を大きく改善したもので、その物理的意義は大きく学位論文に値する。

本論文は、国際共同実験グループ **Phenix** での共同研究であるが、この解析は、論文提出者が主体となって進めている。論文提出者は、実験遂行において電子を検出してトリガーする手法の開発導入を行い、本研究を含め、重イオン衝突からの光子生成反応の研究を進める上での本質的な役割を演じた。以上により論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。