

## 論文の内容の要旨

# Search for Long-lived Chargino via Gluino Pair Production in pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS Detector ( ATLAS 実験における重心系エネルギー 13 TeV での陽子陽子衝突による グルイーノ対生成チャンネルを用いた 長寿命チャージーノ探索 )

小坂井 千紘

これまでのさまざまな素粒子物理学実験の結果は、標準理論によって説明することができ、標準理論の予言する最後の粒子であるヒッグスボゾンも2012年に発見された。しかし、標準理論は暗黒物質が説明できない、重力が含まれないなどの問題があり、万物の理論と言えるものではない。標準理論を超える新物理が必ず存在するはずである。超対称性理論は、標準理論を超える理論の中で特に有望なものの一つである。超対称性理論のモデルの中でも、もっとも軽い超対称性粒子がWボゾンのパートナーの中性ウィーノであるモデルは、宇宙論的にも観測と矛盾がなく特に魅力的である。これらのモデルでは、2番目に軽い超対称性粒子が荷電ウィーノで、中性ウィーノとほとんど縮退することが予言されている。荷電ウィーノが生成されると中性ウィーノとパイオンに主に崩壊するが、縮退のために荷電ウィーノの寿命は0.2ナノ秒程度と長寿命になる。飛跡は数センチ程度になるため、荷電ウィーノを直接内部飛跡検出器で再構成できる可能性がある。崩壊生成物のうち中性ウィーノはATLAS検出器では捕らえられず、荷電パイオンは運動量が低すぎて再構成できない。そのため、荷電ウィーノの飛跡は崩壊点で消失したか

のような短い飛跡となる。このような消失飛跡は荷電ウィーノ特有の信号である。この論文では、ATLAS 実験における LHC の重心系エネルギー 13 TeV での陽子陽子衝突によるグルイーノ対生成チャンネルを用いた長寿命ウィーノ探索について論じる。使ったデータは、ATLAS で 2015 年から 2016 年にかけて取得されたもので、積分ルミノシティ  $36.1 \text{ fb}^{-1}$  に当たる。グルイーノ対生成から、グルイーノが荷電ウィーノまたは中性ウィーノと、2本のジェットに崩壊するチャンネルに焦点を当てた。この探索で初めて、ピクセルトラックレットというピクセル検出器の4つのヒットのみから再構成された短い飛跡を利用した。ピクセルトラックレットは、ATLAS の標準の飛跡再構成の後に使われなかったヒットを利用して、この短い飛跡に最適化して改めて再構成し直している。標準の飛跡再構成では 30 cm 以上の飛跡にしか感度がほぼなかったのに対し、ピクセルトラックレットでは 12 cm 以上の飛跡を捉えることができるため、予想される信号の数を大幅に増やすことができる。バックグラウンドは、電子・ミュオン・ハドロンでうまく再構成できず消失飛跡に見えるものと、間違っただけのヒットを組み合わせるとして再構成してしまうものがある。主要なバックグラウンドは電子とハドロンである。バックグラウンド推定では、ピクセルトラックレットの長さによる運動量分解能の低さをスメアリングによって再現したり、電子が消失飛跡となる比率を測定するときの手法でカロリメータクラスターを使うなど、ピクセルトラックレットを使うために従来の解析手法から更新されている。観測されたピクセルトラックレットの横方向運動量分布は、最尤法を用いた統計解析の結果、背景事象のみの仮説と一致した。荷電ウィーノの寿命を 0.2 ナノ秒と仮定したとき、直接生成チャンネル探索による上限である荷電ウィーノ 460 GeV で、グルイーノ質量 1650 GeV 以下を棄却した。また、荷電ウィーノとグルイーノの質量差が 100 GeV の領域において、荷電ウィーノ質量 1050 GeV 以下を棄却した。さらに、荷電ウィーノの寿命を 1.0 ナノ秒と仮定したとき、荷電ウィーノ 580 GeV で、グルイーノ質量 1750 GeV 以下を棄却した。また、荷電ウィーノとグルイーノの質量差が 100 GeV の領域において、荷電ウィーノ質量 1200 GeV 以下を棄却した。特に PGM モデルにおいて、荷電ウィーノの寿命を 0.2 ナノ秒と仮定したときにグルイーノ質量 1500 GeV 以下、1.0 ナノ秒と仮定したときにグルイーノ質量 1600 GeV 以下を完全に棄却した。