

LHC の安全について

Large Hadron Collider (LHC) では、他のいかなる粒子加速器もこれまで到達できなかったエネルギーを実現することができます。しかし自然界ではそれよりも高いエネルギーでの宇宙線による衝突現象が毎日起こっています。これまでも長年の間、そのような高いエネルギーでの粒子衝突によって作られるものはいったい安全なのかと懸念され続けてきました。新しい実験データと理論的な理解を基礎に、LHC 安全査定グループ (LSAG) は、独立した科学者から構成された LHC 安全研究グループによって 2003 年に行われた分析報告を更新しました。

LSAG は、LHC で実現する粒子衝突においては、危険はなく、かつ懸念する理由が存在しないという 2003 年の報告書を再確認し、より深めています。LHC で起こる現象は、地球や他の天体の寿命に相当するほどの長い間にわたり、自然界において何度も繰り返し起こっていることです。LSAG 報告は、CERN の運営母体である理事会に諮問する外部の科学者グループからなる CERN 科学政策委員会によってレビューを受け、支持されました。

以下は LSAG 報告書の主要な議論のまとめです。さらに詳細に興味がある人は誰でも、その報告書を直接読み、また報告書が引用している科学技術文献を参照することを勧めます。

宇宙線

他の粒子加速器の同じように LHC では、制御された研究室環境の下で、宇宙線によって起こっている自然現象を再現することにより、より詳しい研究が出来るようになります。宇宙線は宇宙で作られた粒子で、その幾つかは LHC をはるかに上回るエネルギーにまで加速されています。それらの宇宙線が地球の大気圏に到達するエネルギーと頻度は、これまで約 70 年の間、実験で測定されてきました。過去の何十億年もの間に、自然は地球上で LHC 実験の 100 万倍くらい多くの数の衝突を発生させてきました。それでもこの惑星は依然として存在しています。天文学者たちは、全宇宙にある莫大な数のより大きな天体を観察してきましたが、その全てにおいても宇宙線による衝突が起こっています。宇宙全体で合計すると、LHC のような実験が 1 秒当たり 10 兆回以上起こっています。それにも関わらず星と銀河は依然として存在することを天文学者は観測してきており、これは何か危険な結果をもたらす可能性があるのではないかという心配とは矛盾します。

微小なブラックホール

我々の太陽より非常に大きなある種の星は、それらの一生の終わりに崩壊が起こりブラックホールをつくります。そこでは非常に大量の物質が非常に小さな空間に集中します。LHC での微小なブラックホールについての憶測は、陽子対の衝突で生成される粒子に関するのですが、一つひとつの陽子のエネルギーはほぼ飛んでいるときの蚊のそれに相当します。

天体で作られるブラックホールは、LHC で生ずるものよりもはるかに重いものです。アインシュタインの相対性理論で記述される重力の理論は、非常によく確立されており、それによると、微小なブラックホールが LHC で作られる可能性はありません。しかしながら、いくつかの野心的な理論はそのような粒子が LHC で作られると预言しています。それらのすべての理論は、そのような粒子はたちどころに崩壊すると预言しています。したがって、それらのブラックホールは、物質を引き集めて肉眼で見える影響を引き起こすような時間は全くありません。安定した微小なブラックホールの存在は理論的には期待されませんが、宇宙線によるそれらが生成されたとしても、それらは無害であることがわかります。LHC 衝突で生産される新しい粒子は、宇宙線が地球などの天体と衝突して生産されるものと違って、よりゆっくり動くことになります。安定したブラックホールは帯電しているか中性です。もし帯電していれば、宇宙線でできようが LHC で作られようが、地球を横断している間に普通の物質と相互作用して止められるでしょう。この地球が依然として存在しているという事実は、危険な電荷を帯びた微小ブラックホールを宇宙線または LHC が作り出すという可能性が全くないことを示しています。もしブラックホールに電荷がないならば、地球に対する彼らの相互作用は非常に弱いでしょう。宇宙線によって作られたそれらは無害に地球を通り抜けて宇宙に行きます。ところが LHC によって作られたときは、地球上に残ることが可能です。しかし、宇宙には地球より非常に大きくてより密度の高い天体があります。中性子星と白色矮星などのそのような天体との宇宙線の衝突で生じたブラックホールは、そこで留まっています。地球と同様に、そのような密度の高い天体が引き続き存在しているという事実は、LHC ではいかなる危険なブラックホールも作らないということを示しています。

Strangelets

Strangelet とは、アップクォーク、ダウンクォーク、ストレンジクォークをほぼ等しい数含んでいる仮想の微小な「ストレンジ（奇妙な）物質」の塊りにつけられた名前です。大部分の理論によると、strangelets は 100 万分の 1000 秒以内に普通の物質に変わります。しかし strangelets は普通の物質と合体してストレンジ物質に変えることができるのでは、という疑問があります。この疑問は、アメリカ合衆国で 2000 年に重イオン核コライダー RHIC が稼働する前に最初に持ち上がりました。その時の調査は懸念の必要がないことを示しました。そして RHIC はこれまで 8 年の間運転しましたが、strangelets は見つかっていません。RHIC のように LHC も時には重いイオン核をビームにして運転します。LHC でのビームエネルギーは RHIC のそれより高いエネルギーですが、むしろそのため strangelets が形成される可能性は低くなります。お湯の中では氷が作られないと同じように、ストレンジ物質が高い温度で結びつき合うのはより困難です。その上クォークは、RHIC と比較してより薄まっており、ストレンジ物質を集めることはより困難です。したがって、LHC では strangelet の形成は RHIC でよりも起こりそうもありません。strangelets は発生しないと

いう議論は、RHIC の経験によって確認されています。

真空泡

この宇宙は最も安定した点にいたるのではなく、LHC に起因する擾乱のためにより安定した状態、真空泡と呼ぶ、に陥る可能性がある、という野心的な憶測が存在します。LHC でそれが可能なら、宇宙線衝突でも可能です。しかしそのような真空泡は見える範囲の宇宙のどこにも作られていないので、LHC によって作られることはありません。

磁気モノポール（磁気単極）

磁気モノポールは、NかSの単極の磁荷をもつ仮想的な粒子です。いくつかの野心的な理論によれば、それらが存在するならば、磁気モノポールによって陽子の崩壊を起こすことが可能になります。それらの理論では、そのようなモノポールは十分重くて LHC では作ることができないと言います。万が一モノポールが LHC で発生できるほど軽いならば、地球の大気に衝突する宇宙線がすでに作っているでしょう、そして地球はそれらを非常に効果的に止めて維持しているはずで、地球や他の天文体が継続して存在している事実により、そのような LHC で発生できるほど軽い陽子を食べるような危険な磁気モノポールの可能性を否定されています。