



Discoveries at the Large Hadron Collider, now being upgraded, will inform designs for the next accelerator.

PARTICLE PHYSICS

物理学者達はより大きなLHCを計画している

加速器リングの周長は100kmになりLHCの7倍のエネルギーで運転される

BY EUGENIE SAMUEL REICH

欧州の大型ハドロン衝突型加速器(LHC)が2008年に立ち上がったとき、粒子物理学者達は、5億ドルのLHC加速器が動き始めるまでは、何かより大きなものを求め夢見てきませんでした。しかし、2012年のヒッグス粒子の発見でLHCはその目的を果たした。そして物理学者達は、いづれその後継の加速器となるであろう超大型ハドロン衝突型加速器(VLHC)を設計することに大変興奮し始めている。

「数十年先の未来ビジョンをスケッチしようとするのは賢明だ」とカリフォルニア州メンロパークにあるSLAC国立加速器研究所の理論物理学者マイケル・ベスキンは、11月2日の米国政府の諮問委員会にVLHCのコンセプトを示しながら述べた。

巨大な加速器(「ロード・オブ・ザ・リング」参照)はその前任者のすべてが小さく見えるほどの大きさである。その加速器では、スイス・ジュネーブ近郊の欧州粒子物理学研究所CERNのLHCの設計エネルギー14 TeVに比べ、約100兆電子ボルト(100 TeV)のエネルギーまで陽子を加速し衝突させる。それには、LHCの周長27kmに比べて、周長80~100kmのトンネルを必要とする。過去10年ほどはそのような案を検討するための資金は世界では殆どなかった。しかし今年の夏開かれたミネソタ州ミネアポリスでのスノー

マス会議には数百人の研究者が集まって、素粒子物理学分野の長期的な将来のために夢の加速器のアイデアを持ち寄った。そしてVLHCコンセプトが際立って好まれた。

VLHCは粒子物理学のグローバルな議題のほんの一部である、と一部の物理学者は注意を喚起している。他の優先事項として、7 TeVから14 TeVのエネルギーを上げるためにこの2月に運転を停止しているLHCを2年間かけてアップグレードすること、陽子衝突のLHCを補完するものとして電子・陽電子ビームを衝突させる日本での国際リニアコライダーを建設する計画、そしてイリノイ州パタビアのフェルミ国立加速器研究所で発生させる高強度のニュートリノビームを利用

LORD OF THE RINGS

Physicists are discussing a proton-colliding machine that would dwarf the energy of its predecessors.

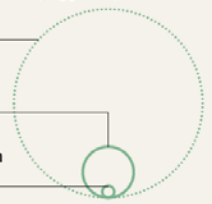
Very Large Hadron Collider (suggested)

100 km
100 TeV*

Large Hadron Collider
27 km
14 TeV

Tevatron (closed)
Circumference: 6.3 km
Energy: 2 TeV

*TeV, teraelectronvolt.



する米国の主要プロジェクトが存在する。イリノイ州シカゴ大学のジョナサン・ロズナーはスノーマス会議の結論として、素粒子物理学者はそれらの将来プロジェクトに焦点を絞るべきで、VLHC計画に焦点を集中するのはまだ時期尚早である、と述べている。

ある意味では、このVLHCへの関心の高まりは、これまでより高いエネルギーを実現することによって自然のより基本的なビルディングブロックを見つけ出すという、本来のルーツに素粒子物理学者が戻ってきているという兆候であると言える。

しかしながら、彼らはそれを正当化する必要がある。ヒッグス粒子の発見は、宇宙に広がった蜂蜜のようなヒッグス場との相互作用で、いくつかの粒子が質量を持っているという理論に支持を与えた。しかし、ヒッグス粒子の質量がなぜそんなに大きいのかの理由も含めて、発見によって明るみに出た多くの課題は理解されていない。その重い質量を説明する一つの有力な理論は超対称性理論だ。それによると素粒子はより重いものに結合しており、より高いエネルギーの粒子加速器で発見される可能性がある。LHCははまだ超対称性粒子の存在の兆候を検出してはいないが、この2010年代の終わりまでに何らかの兆候が明るみに出て、より大きな加速器の設計を後押しすることになるだろう、とベスキンは期待している。

大きな加速器の推進者は、ニュージャージー州プリンストン大学高等研究所の理論物理学者のニマ・アルカーニー・ハマドだ。彼は未来高エネルギー物理学センターと呼ばれる北京の研究所をこの12月に立ち上げる支援をしている。彼によれば、この研究所の明らかな使命は将来の陽子衝突型加速器で可能となる物理を調査することである。この仕事はドル当たりの科学成果を最大にするような加速器を設計することであり「私達は適当な意図で計画を提案するつもりはない」と加速器物理学者であるケンブリッジのマサチューセッツ工科大学のウィリアム・バルレッタは述べている。

100TeV級の加速器を建設するには、物理学者は現在の世代よりもより高い磁場、14テスラでなく20テスラ、で動作することができる超伝導電磁石を開発する必要がある、とバルレッタは付け加えている。このような電磁石のための最もよい材料の候補は、より高い磁場に耐えることができるニオブズであるが、高価であり絶対温度18度以下に冷却しなければならない。

CERNは独自にVLHCに似たコライダー計画を検討している。CERNの加速器物理学者のマイケル・ベネディクトはレマン湖の下を通過する非常に高いエネルギーの大型ハドロン衝突型加速器の研究を先導している。それはVLHC計画と似ており周長80~100kmで100TeVの衝突エネルギーを実現する。ベネディクトは、加速器がLHCの運転が終了する2035年直後に完成するように、その建設は2020年代に始まるだろう、と述べている。「高エネルギー物理学が長い期間途切れることはよくないと彼は言う。ただ彼は、いま建設コストを提示するのは時期尚早である、とも言っている。しかし他の物理学者は、政治的に妥当であるためには、次世代コライダー加速器計画は100億ドル未満のコストにしなければならない、と推測している。