

第 165 回 CERN 理事会

日本からの参加者：原（文部科学省研究振興局）・神山（Geneva 代表部）・徳宿・本橋（KEK）

会のアジェンダは <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=218449>

2012 年 12 月 13 日（木）： LHC ジャンボリー 主会議室

制限理事会に先立って、主会議室において「LHC ジャンボリー」が開催され、LHC 加速器及び、LHC の 5 実験（ATLAS, CMS, LHCb, TOTEM, ALICE）の今年のハイライトを、若手研究者が発表した。理事会参加者が招待された。以下にそれぞれの内容を簡単にまとめる。

LHC：

- 2012 年も大成功の年であった。積分ルミノシティの目標は 15fb^{-1} であったが、陽子・陽子衝突実験を 12 月まで延長したこともあって、 23fb^{-1} を達成した。一日の積分ルミノシティの記録は 0.29fb^{-1} 、一週間での最高記録は 1.35fb^{-1} となった。
- 良い性能が出ている主な原因は、バンチあたりの陽子数が設計値を上回り、ビームの広がり（エミッタンス）も小さく出来ていること、そして、コリメータをきつく設定できていることによって、衝突点でのベータ関数を小さく出来ていることによる。
- 高輝度での運転に伴い問題点も何点か出ている。ビームによるビームパイプの加熱、制御機器の放射線損傷、不明の落下物（UFO）によるビームの擾乱などが見られたが、それぞれに対して対策が取られてきた。
- 来年 1 月陽子と鉛原子核の衝突実験を行った後、長期のシャットダウンに入る。陽子・鉛の衝突は既に 9 月にテスト衝突を行い成功している。
- 長期シャットダウンの後には 2015 年初めから運転が再開される。当初の重心系エネルギーは 13TeV から始める。バンチ間隔をこれまで通り 50ns （ナノ秒）にするか、設計値の 25ns にするかは、今後の進展状況による。 25ns の方が 1 回の交差あたりの陽子・陽子衝突を少なくできるので実験側には好ましいが、安定に加速器を運転できるまでにはまだ沢山の課題が残っている。

ATLAS：

- ATLAS 実験は順調にデータを収集し、検出器もほぼ 100%稼働している。グリッドによる計算システムもうまく機能し、短期間に多くの成果を上げることができた。実験開始以来の論文発表数は 223 であり、さらに 434 の国際会議の暫定結果のレポートを出している。
- 多くの結果は、標準理論が非常に現象を説明できていることを示しており、標準理論を超える粒子の兆候は現れていない。

- 今年9月までのデータでのHiggs探索に関しては、今回、新たに2光子崩壊モードと4レプトン崩壊モードの結果を発表した。2光子モードでは、バックグラウンドから 6.1σ の有意差で信号が確認され、2光子崩壊過程単独での新粒子の発見が確立した。標準理論のヒッグス粒子の予想と比べてシグナルの強さは $1.8 \pm 0.3 \pm 0.3$ 倍であり、これまで通り、やや大きく信号が出ているが、95%の確度では標準理論と合っている。4レプトンモードでは信号領域に18事象観測され、 4.1σ の有意差である。この二つのモードそれぞれで求められた新粒子の質量はそれぞれ 126.6GeV 123.5GeV と約 3GeV ほどずれており、分解能を考慮しても 2.7σ 離れている。多くのチェックを行ったが測定におかしなところはなく、小統計によるズレと考えられるが、今後データを貯めてさらに精査していく。両者を合わせた解析での新粒子の質量は $152.2 \pm 0.3 \pm 0.6\text{GeV}$ である。ほかの崩壊モードの結果を総合した信号の強さは、標準理論の予想の $1.35 \pm 0.19 \pm 0.15$ で(若干高めだが)良い一致をしている。
- 新粒子が直接フェルミ粒子に崩壊する過程(例えば τ 粒子対や b クォーク対)はまだ有意に観測されてはいない。2光子及び4レプトン崩壊過程の粒子の各分布から、新粒子のスピンのパリティを決める解析が始まった。標準理論のヒッグス粒子の性質であるスピン=0、パリティ=プラスとしてよく説明できるが、まだほかの可能性(0⁻やスピン2)もまだ排除できていない。

CMS:

- CMS実験も順調にデータ収集・解析が進んでいる。
- ヒッグス粒子に関しては既にほとんどの結果を11月の京都での国際会議で発表しており、基本的に標準模型のヒッグス粒子とよく一致を示している。2光子崩壊反応での結果は7月以来更新していない。現段階での全ての崩壊モードを合わせた総合的なバックグラウンドからの有意さは 6.9σ に達している。新粒子の質量の測定値は $152.8 \pm 0.4 \pm 0.4\text{GeV}$ 、信号の強さは 0.88 ± 0.21 である。
- 他の測定も順調に進んでおりトップクォークの質量の測定や、トップ、ボトムクォークの生成断面積などを精度よく測定した。アトラス同様、新粒子の兆候はない。

LHCb:

- LHCb実験も順調にデータを収集した。ATLASやCMS実験と違って、この実験では衝突輝度をあまり上げずに一定に保つことが重要である。加速器チームの努力によりバンチをずらして衝突させることで輝度を一定にしての衝突が実現し、クオリティの高いデータを 2fb^{-1} 取ることができた。
- 今回のハイライトは、 B_s 中間子がミューオン対に崩壊する事象($B_s \rightarrow \mu\mu$)の初観測である。測定した崩壊分岐比は $(3.2 \pm 1.3 \pm 0.4) \times 10^{-9}$ であり、10億回に約3回という非常に稀な現象を測定できた。標準理論の予想値は $(3.54 \pm 0.30) \times 10^{-9}$ で、ここでも標準理論でよく説明できている。

- チャームクォークと反チャームクォークとの間の振動現象も、高い確度で確立することができた。

TOTEM:

- TOTEM は、CMS の衝突点から 100m 以上離れたところにあるビームに近接した小さな測定器による実験で、陽子・陽子の衝突全断面積や、弾性散乱断面積を測定する。重心系エネルギー 7 TeV 及び 8 TeV での結果を既に発表している。全断面積の測定ではいくつかの手法を試しており、それぞれが誤差の範囲で一致する、まとまった結果が出ている。既に、強い相互作用による散乱と電磁相互作用による散乱の干渉効果が観測できているが、今後ビームを絞らないで衝突する実験を行うことで、より微小な散乱角での測定を目指す。

ALICE:

- ALICE 実験は重イオン衝突のデータ収集・解析に力点を置いており、宇宙初期に起こったと考えられるクォーク・グルーオンのプラズマ状態 (QGP) の生成とその性質解明を目指している。
- QGP の生成の徴候としては、低エネルギーの光子生成の増加や、ジェットやチャームクォーク生成の抑制、J/Psi 粒子生成の抑制等の効果として現れている。
- これらの信号が本当に QGP からなのか、それとも、原子核に含まれるクォークやグルーオンが陽子の時と比べて元々変形しているからかを区別するには、これから始める陽子・鉛衝突のデータが重要である。既に 9 月に少しだけとったデータを解析した結果は、元々の変形による効果は少ないように見えているが、今後大量のデータをとって精査する必要がある。

実験グループ及び LHC 加速器グループの大きな成果に対して、また、CERN の首脳部に対して、出席していた理事やその他の聴衆から、沢山の賛辞が送られた。

2012 年 12 月 13 日 (木) : 制限理事会 Room Georges Charpak

Restricted Session の項目 1 (LHC) のみの出席が認められ、まず、オブザーバー国の出席者 (露、日、米) の紹介があった。

元ベルギー代表、元 Council President の P. Levaux 氏が 12 月 3 日に他界されたことを悼み、1 分間の黙祷を捧げた。

ロシアのオブザーバーが発言を求め、明日の公開理事会にロシアの文部科学大臣が参加し、アソシエイト国への参加手続きを始めるとの表明をすることを告げた。

「LHC ジャンボリー」に関して、SPC 議定の F. Zwirner 氏がコメントをのべ、LHC 及び各実験の素晴らしい成果と、若い発表者達の発表の質の高さを評価した。さらに、ATLAS 実験の Fabiola Gianotti 氏にとっては彼女がスポークスパーソンとしての最

後の理事会であることを指摘し、Gianotti 氏のこれまでの貢献と、理事会への協力に関して謝辞を述べた。

その後、F. Bordry 氏により、2012 年 3 月から始まる LHC 加速器の改修作業と 2015 年からの運転の見通しについての説明があった。

- LHC の加速器改修作業の主な点は、2008 年 9 月のヘリウム大流出事故を受けての最終改善を行うことである。この事故は超伝導磁石同士の接続点の不良によるもので、その後、全ての接続点を点検し異常のある場所を修理し、安全性を確認して、2009 年からの運転を行った。この補修で超伝導線の接続は安全であるが、その周りを覆う銅でできた Stabilizer の接続に弱点があることもわかり、このため、2009-2012 年の運転ではエネルギーを設計値の約半分の 7-8TeV で運転を行ってきた。今回の改修では、一万箇所近いこの Stabilizer の接続をすべて改良し安全な接続方式に替えるのが中心となる作業である。その他、19 台の磁石の交換、制御回路の放射線対策、低温システムの補修、ヘリウム流出の際の安全弁の設置、四重極磁石のダイオードの交換等があり、当初予定より 1 月長くシャットダウンが必要で、ビームによる調整開始は 2015 年になってからになる。
- この改修には、多くの人員が必要で、ポーランド、ギリシャ、パキスタンなどからの人的な協力が得られている。
- 前回の事故によって破損した磁石の改修も完了し、スペアの磁石は充分ある状況である。
- LHC 本体とともに、LHC への入射機の改修も進める。陽子シンクロトロンブースター (PSB) では、J-PARC で使われている新しいタイプの高周波空洞を設置する。PS や SPS では放射線遮蔽の強化を行う。このためこれらの加速器のユーザー利用も 2012 年 12 月で終了し、再開は PS が 2014 年 7 月、SPS は 2014 年 10 月からユーザー運転を再開する。

その後、質疑応答があり、ベルギー、スロバキア、連合王国の理事から技術的な質問があった。LHC の改修期間ヘリウムの 1/4 は保管するが、残りは一旦市場に戻して後に買い戻す。改修スケジュールは非常に詰まっているが、Web 上にダッシュボードをおき、進展がわかるようにする。

2012年12月14日（金）： 公開理事会 Council Chamber

公開理事会の冒頭でロシアの文科大臣 Dmitry Livanov 氏が発言し、ロシアが CERN のアソシエート国としての加盟を申請することを表明した。ロシアは、日本と同様に LHC に関する特別の権利を持つオブザーバー国である。「ロシアの研究者は LHC 実験のみならず CERN の多くのプロジェクトに参加しており、アソシエート国となることによってさらに関係を強めていきたい」と発言した。

項目 31. Report on the Decisions taken at Restricted, Closed and European Strategy Sessions (President of Council)

9月及び前日の制限理事会での決定事項に関して、Spiro 理事長から報告があった。主な点は以下の通り。

- 前回9月理事会の議事録が承認された。
- 各種委員会の委員の新任、再任等の報告。そのなかで
 - 2013年からの新たな陣容として、Agnieszka Zalewska 理事長[ポーランド]、W. Van Doninck 副理事長[ベルギー]が任命された。
 - Finance Committee の議長 B. Jacobsen 氏[ノルウェー]の再任
 - SPC 議長 F. Zwirner 氏 [イタリア] の再任
 - 新たな SPC メンバーとして、K. Redlich 氏[ポーランド]の任命。3年で任期が終わる、M. Harrison[英]、村山斉[日]、D. Werk[英]3氏の3年延長、F. Zwirner[伊]、の1年延長が承認された。
 - CERN 所長 Rolf-Dieter Heuer 氏の任期を特別に2年延長した。
 - CERN 首脳部の主なメンバーはそのまま継続となるが、加速器担当の副所長は、現在の S. Myers 氏は退職年齢を過ぎているため、Frédéric Bordry (フランス)が新たに任命される。
- 9月の理事会でキプロスが加盟国の準備段階のアソシエート国になることが認められた。
- 12月の理事会で、加盟国申請していたトルコが申請を取り下げ、これからはアソシエート国としての参加を進めて行くことになった。(トルコの代表がその後発言を求め、同様の趣旨のコメントを行った。)
- ヨーロッパ戦略の更新、予算審議については以下の項を参照のこと。

項目 32. Diversity at CERN (Mrs A.-S. Catherin)

CERN の職員・ユーザーに対する多様性の保証に関する取組みについての紹介があった。人種、性別などにとらわれない多様性の保証として CERN では 2010 年に Code of Conduct (行動規範) を設定するとともに、能力主義、多様性維持のプログラムを進めてきた。オンブズマン・オフィスも設置し、100 以上の問題が提起された。訴えの約 8 割は CERN 職員、12% はユーザー、6% はフェローからであった。数的には男性が多いが、雇用の男女比を考慮すれば女性からの訴えが 2 倍多い。内容は、上下関係、昇進、意思の疎通、ストレスなどの問題である。ハラスメント調査委員会も設定されているが最近までは 0 件である。

多様な人が一緒になって進めて行く上での重要な点のまとめが述べられた。

Catherin 氏の発表スライドは以下から取得できる。

<http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=26&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=218449>

オーストリア代表から Diversity への取り組みを評価するコメントがあった。

項目 33. Report by the Chairman of the Finance Committee (Dr. B. Jacobsen)

2013 年の予算を決める上で、各国の分担比率の算出方法の説明の後に議決を行い承認した。さらに Cost-Variation Index の設定、2013 年の各国の拠出比率、年金に関する議決などが行われ、最終的に 2013 年の予算を承認した。

Jacobsen 委員長からは、今回で任期を終える Spiro 理事長に対して謝辞が述べられた。

項目 34. Report by the Scientific Secretary (Prof. T. Nakada)

欧州戦略セッション科学秘書官の中田達也氏(スイス)が欧州の素粒子研究の将来ビジョンをまとめている「欧州戦略セッション」の状況を報告した

- 欧州戦略文書の更新のスケジュールは以下の通り、2013 年 1 月 21-25 日にシチリアのエリーチェで会合を開き、文書起草を行う。その後 2013 年 3 月の CERN 理事会で議論の後完成させ、5 月 23 日にブリュッセルで、各国の大臣を招待した

特別な CERN 理事会を行い最終的に完成させる。(5月の会は1週間ずれ込む可能性があり)

- 9月のクラブでの会合をもとに、準備グループが物理のサマリ文書を作成し現在ほぼまとまった。これがエリーチェでの議論のインプットとなる。エネルギーフロンティアでの物理、フレーバー物理、ニュートリノ物理、強い相互作用、宇宙物理、理論物理、加速器物理、測定器・計算機物理等についての現状把握がかかっている。
- 前回の戦略文書で挙げられている優先項目とそれに対する現状分析の報告があった。1月のエリーチェの会合で新たな優先順位をつけるので、この時点での中田氏の発表は、バランスをとったものとなった。以下の SPC 報告も参照のこと。

中田氏の発表資料は以下から入手できる。

<http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=29&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=218449>

項目 35. Report by the Chairman of the Scientific Policy Committee (Prof. F. Zwirner)

科学政策委員会(SPC)議長の Fabio Zwirner 氏から 2012 年の活動報告があった。CERN の将来計画、中期計画の議論を進めた。7月の ATLAS、CMS 両実験によるヒッグスと思われる新粒子発見に伴い、その意義に関するレポートを理事会に提出した。

ヨーロッパ戦略に関する議論も進め、中田氏からの報告や関係者へのヒアリングを行い、以下のような意見を、12月に理事会及び、欧州戦略セクションに伝えた。

- SPC は欧州戦略の議論が順調に進行していると考えている。
- SPC は LHC の高輝度化とそれに対応するための実験装置の改善により、2030 年頃までに 3000fb^{-1} のデータを蓄積し、新粒子探索とともに、ヒッグス粒子の精査、WZ 粒子の散乱の測定などを通して、電弱相互作用の破れの仕組みを研究することが最優先事項であると考えます。
- CERN は将来のエネルギーフロンティアの研究に向けての長期的なビジョンを持つべきであり、それに向けての加速器の開発研究をすすめるべきである。その具体化に関しては LHC の 2015-2017 年の運転での物理結果を見る必要がある。

- 世界規模のグローバルプロジェクトに対して、それが欧州のものであれ、他領域のものであれ、CERN 及びそのメンバー国が参加するということは、これからの大規模計画を実現するにあたって重要であり、前向きに考えるべきである。
- ヒッグスファクトリーを手始めとして、エネルギーを拡張するレプトンコライダーは、LHC と相補的であり、強い科学的な意義がある。同様に、長基線ニュートリノ実験にも、質量階層性や CP 非保存の発見につながる強い科学的な意義がある。この2つのプロジェクトの実現に向けて欧州がどのように関与していくかは戦略の重要な議論である。
- SPC は、ニュートリノのアクティビティを CERN に復活させることは重要であると考えている。それは、ニュートリノ実験が世界のどこで行われることになろうとも、欧州の寄与を集約するという点で重要である。
- SPC は LHC のトンネルをつかって、LHC と同時にやろうというプロジェクトには優位性を感じない。(例えば、LEP3 と LHeC)

Zwirner 氏の発表資料は以下から入手できる。

<http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=28&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=218449>

項目 36. Report by the Chairman of ECFA (Prof. M. Krammer)

ECFA 議長の M. Krammer 氏より、ECFA の役割、これまでの変遷、現在の活動内容に関する説明があった。

- 2012 年は、オランダ、イタリア、ポーランド、セルビアを訪問し、各国の素粒子物理学の状況と問題点を議論した。
- ICFA の近況情報の報告もあり、リニアコライダーに関して、新しい組織ができることとなった。Linear Collider Board の元 Lyn Evans (CERN) が Director となり、ILC、CLIC と Physics&Detector の 3 つの組織を持つ。ヨーロッパからの LCB メンバーは R. Heuer (CERN 所長)、J. Mnich (DESY 物理担当副所長)、V. A. Matveev (ロシア代表)、L. Rivkin (ECFA から加速器)、F. LeDiverder (ECFA から物理) の 5 人である。これだけではカバーしきれないので、European Advisory Board も設置する。

- ICFA ではニュートリノの将来計画を議論するパネルが設置される。3 領域各 5 人と議長の総計 16 人からなるパネル。ヨーロッパでの人選が進行中。

Krammer 氏のスライドは以下から取得できる。

<http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=30&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=218449>

項目 37. Other Business

加速器担当の S. Myers 氏が、数時間前の LHC 加速器のステータスを報告した。シャットダウン後の運転を見据えて、25ns のバンチ間隔での入射、加速の研究の状況を説明した。大電流を入射することで真空度をよくする「焼きだし」を進めてきた効果があって、25ns 間隔の 804 バンチの加速に成功し、ビームの寿命もどんどん改善してきた。ビームによるビームパイプの加熱などの問題はあるが、25ns での実験へ向けていい方向に加速器調整が進んでいる。

最後に、M. Spiro 議長から、理事会秘書、議事録係、通訳係などへの謝辞が述べられた。Spiro 議長から Zalewska 議長への木槌の受け渡しが行われ、議長交代となった。Spiro 議長に対する謝辞が、Heuer 所長を始め多くの人から述べられた。

以上

文責 徳宿