

第 62 回 LHC RRB 報告 2026 年 4 月 27 日、28 日

<https://indico.cern.ch/event/1643256>

Plenary 2026 年 4 月 27 日 Council Chamber

日本からの参加者：小松崎（ジュネーブ代表部）、戸本、小作（KEK）

アジェンダ：<https://indico.cern.ch/event/1610231>

1. Welcome and Approval of the minutes of the last meeting (Gautier Hamel de Monchenault)
 - 前回議事録が承認された。
 - 執行部交代後初めての RRB 開催であったため、Mark Thomson 所長から冒頭挨拶があり、HL-LHC が CERN の最優先事項であること、その成功に向けて各国の資金拠出機関の継続的な協力が重要であることが強調された。

2. CERN Status and News, Status of the Experiments (Gautier Hamel de Monchenault)
 - 新しい CERN の執行部と研究・計算部門（Research and Computing Sector）の紹介があった。
 - 2026—2030 の CERN の戦略が示された。欧州戦略に沿った 2 本の柱として、第 1 に、2030 年のコミッショニング開始に向けた HL-LHC の完成、FCC-ee 計画の 2028 年意思決定に向けた準備、CERN 入射器群の強化を含む加速器科学・技術における世界的なリーダーシップが示された。第 2 に、ATLAS・CMS 検出器アップグレードの 2030 年までの完了、ALICE・LHCb アップグレードを含む HL-LHC の最大活用、HL-LHC 運転に向けた計算基盤の発展、非コライダー実験の長期ロードマップの策定を含む最先端の科学研究が示された。
 - 素粒子物理学における欧州戦略から出された提言とそれを意思決定段階へ移行するためのタイムラインが示された。
 - 1 月より 49 団体の VIP を受け入れたことが報告された。
 - RRB Scrutiny Group のメンバーが紹介された。
 - 2025 年の LHC の運転状況の報告があり、ATLAS と CMS に 125fb^{-1} の陽子陽子衝突を提供するとともに、さまざまなイオン衝突も実施し、非常に成功した年であったとの報告があった。
 - WLCG の Run 3 における計算機資源量に関する説明がなされた。
 - 2025-2026 間のシャットダウン時の各実験の活動報告に関する説明がなされた。ATLAS では、HL-LHC 時に使用される CO₂ クーリングシステムの設置や試運転など

を実施した。

- 2026年のこれまでのLHC加速器運転は順調で、当初予定以上のルミノシティを貯めていることが報告された。W粒子質量精密測定のために必要となる低いパイルアップ事象環境下での陽子陽子衝突実験が実施されていることが報告された。4月26日3時40分時点でATLAS (CMS) はそれぞれ、陽子陽子バンチ交差あたりの平均パイルアップ数が3 (5)の運転で 1.22 fb^{-1} (2.14 fb^{-1}) のルミノシティを獲得した。
- 各実験からの最近の物理成果の報告がなされた。
 - LHCbからは、チャームクォークを2個含むバリオンの2例目となる Ξ_{cc}^+ を観測したとの報告がなされた。
 - ALICEからは、チャームバリオンの楕円フロー観測を行い、 Λ_c^+ バリオンの楕円フローがD中間子よりも大きいことを 3.7σ の有意度で確認したことが報告された。
 - ATLASからダイレプトン終状態、CMSはレプトン+ジェット終状態を使った、トップクォーク生成閾値近傍のトッポニウム様状態に関する測定結果が報告された。CMSが先行してダイレプトン終状態で報告した結果と同様に、いずれの測定ではトップクォーク対生成閾値近傍に有意な超過が観測された。これらの結果は、非相対論的QCDで予測される擬スカラー・トッポニウム様のトップクォーク対束縛状態の形成と整合的である。
 - ATLASとCMSは、Run 2データを用いたヒッグス粒子対生成探索の統合結果を発表したとの報告がなされた。今回、観測有意度 1.1σ でヒッグス対生成事象の信号強度が測定された。この結果の外挿から、HL-LHCでは 3ab^{-1} のデータにより 7σ 以上の有意度で観測でき、ヒッグス自己結合が30%の不確かさで測定される見通しが示された。これからHL-LHCの成功が不可欠であることが改めて主張された。
- LHCおよびHL-LHCの全体スケジュール、および、ATLASとCMS実験のアップグレードの予定が示された。
- ATLAS/CMSの検出器アップグレードの進捗報告がなされ、DC-DCコンバーター電源であるbPOL12Vの問題とその後の調査で見つけた解決策に関する説明がなされた。
- LHCbとALICE Phase-IIbアップグレード計画の状況の説明がなされた。
- HL-LHCでは計算機資源需要が大幅に増加するため従来型の計算機モデルからの転換が不可欠であることの説明がなされた。2026年にATLASとCMSは、HL-LHC時代の計算モデルに関するTDRとCDRをそれぞれ提出する予定である。

(英国の予算に関するコメント)

英国の今後数年の予算はある程度現状維持されるであろう。削減する部分の多くは効率化。長期的にはコミットし続けるが、財政状況が困難であることは間違いない。2027年に独立したパネルなどを開催し調査しながらアップデートし、対応していく。

3. Status of the Accelerator Complex (Matteo Solfaroli Camillocci)

- 2026年のLHCのスケジュールが示された。コリメータとコンプレッサの交換のために7日ほどの遅れがあったものの、短期間で立ち上げを完了させた。
- 長期シャットダウンが始まり、2026年後半から2028年前半にかけて、LHCおよび関連するCERN加速器が長期シャットダウンに入ることが示された。
- 現在のLHCの稼働効率は80.5%と非常に高い数値を達成していることが示された。
- 2026年のLHCは、最初のビームの絞りを早め、ルミノシティレベリングの時間を長くし、バンチ辺りの陽子数を増やす設定で運転することが示された。
- これまでのところ、予想を超えるルミノシティを達成していることが報告され、Run1からの全期間のルミノシティが 500fb^{-1} を超えたことが報告された。最近2年間で全期間の半分のデータを取得している。
- 今後の予定として、バンチあたりの陽子数をHL-LHCの仕様値である $2.2\text{E}11$ 個とするHigh Intensityテストを実施することが報告された。

4. Computing Resources Scrutiny Group Report (Jose Hernandez)

- 新しいComputing Resources Scrutinyグループのメンバーが示された。
- 4つのLHC実験それぞれに対して、2025年の計算機資源使用のまとめ、2026年の使用予定、2027年の要求に関して説明された。
- 共通課題として、MCシミュレーションの高速化、fast simulationの活用拡大、失敗したジョブによるCPU浪費の監視、未使用データ・解析グループデータのディスク管理改善、LS3・Run4を見据えた長期資源見通しの定期更新が求められた。

(質問)

GPUなどの使用などの変化に対するリソースの影響は考えているか？

考えている

5. Summary (Gautier Hamel de Monchenault)

- 2027年のRRBの開催日として、2027年4/26-27と2027年10/25-26が提案された。

ATLAS 2025年4月28日 Council Chamber

日本からの参加者：小松崎（ジュネーブ代表部）、戸本（KEK）

アジェンダ：<https://indico.cern.ch/event/1654900/>

1. Approval of the minutes of the last meetings (Gautier Hamel de Monchenault)

- 前回の議事録が承認された。

2. Status of the Experiment (Stephane Willocq)

- 現在の ATLAS 実験グループ構成に関する説明があった。40 の国から 176 大学・機関、6014 名の活動メンバーからなり、その内訳は、2600 名の論文共著者（日本は 3.1%）、1161 名の博士課程学生などの内訳になっていることが示された。論文著者数や博士課程学生数に変化はないことが指摘された。
- 2025 年のデータ収集状況のまとめが報告され、64 のこれまでにない高い陽子ビーム交差辺りの平均パイルアップ数でありながら、95%を超えるデータ収集効率で最も高い年間蓄積ルミノシティである 119fb^{-1} を達成した。その他、鉛鉛、陽子酸素、酸素酸素、ネオンネオン衝突などの様々なイオン衝突も行ったことが報告された。
- 2025 年末から 2026 年頭に実施された 11 週間のテクニカルシャットダウン中の作業報告がなされた。2026 年の物理データ収集に向けた検出器の維持の修復作業に加え、ITK のための CO_2 冷却システムの整備など HL-LHC に向けた準備を行ったことが報告された。
- 検出器は全体的に良い状態であるが、TRT 検出器の読み出しの冷却ガスのリークがあること、25%の sTGC 検出器に高電圧がかからない問題があるがマイクロメガス検出器の存在によりミュオントリガーの効率の影響は最小限であること、テクニカルシャットダウン中の作業により RPC のガスリークが 1200 リットル毎時から 800-1000 リットル毎時程度に軽減されたことなどが報告された。
- 2026 年のデータ収集の進捗と今後の予定が示され、陽子・陽子衝突は 28fb^{-1} 、鉛鉛衝突は 1.8nb^{-1} を蓄積する予定であることが報告された。最後に HL-LHC 時の運転を想定した、バンチ辺りの陽子数を 2.3×10^{11} 個にした high-intensity テストを実施し、6 月 29 日の 6 時より HL-LHC アップグレードのための長期シャットダウン 3 を開始する。
- 長期シャットダウン 3 におけるスケジュールが示された。
- 計算機、ソフトウェア、トリガーなどに関する進捗状況が示され、機械学習や AI、GPU を用いたトラッキングやトリガーの開発が進んでいることが報告された。
- 検出器アップグレードのための人的資源に余裕がなくますます必要であることが示された。CERN からのアップグレードのためのポストや技術者の雇用を歓迎すること、資金拠出機関からの引き続きの支援が必要であることが示された。
- 最近の物理解析の成果として、機械学習や AI を用いたフレーバー同定、クォーク/グルーオンジェット同定、ボトムクォーク対への崩壊過程を用いた高運動量ヒッグス粒子生成の観測、4 つレプトンに崩壊するヒッグス粒子の微分生成断面積測定、陽子酸素衝突断面積測定、質量縮退シナリオにおけるヒグジーノ探索、トッポニウム様状態の観測などの結果報告がなされた。

- ALICE、ATLAS、CMS、LHCb が基礎物理学ブレイクスルー賞 (Breakthrough Prize in Fundamental Physics) を受賞したことが報告された。これを記念し CERN でのアップグレード活動に従事する博士課程学生を支援するためのグラント (2026 年より年間最大 4 名を支援) が立ち上げられたことが紹介された。
- 2026 年の欧州素粒子物理学戦略 (ESPP) のアップデートに向けて、ATLAS から HL-LHC 等をはじめ 4 つのホワイトペーパーを提出したことが報告された。
- 最後に、資金拠出機関からの支援に対する感謝の意と、HL-LHC の建設・運転・物理解析成功のために引き続きの支援が必要不可欠であることが伝えられた。

3. Phase II Status Update (Benedetto Gorini)

- ATLAS 検出器の Phase II アップグレードの全体像の説明がなされた。特に、製造や建設に必要な日数に予備期間がなくなっている ITK、TDAQ、RPC に対し、それぞれ、工程の最適化により工期短縮を進めていること、スケジュール上の特性で予備期間が少なく見えていること、技術的な問題を抱えて予備期間がなくなったが問題を解決し生産率の向上により回復予定であることが示された。
- 現在抱えている最も重要な問題として、CERN が開発する DC-DC コンバーターの bPOL に問題があることが指摘されているが、故障確率は、bPOL に電源を供給されている一方で動作が無効化しているの時間、すなわち stress time の累積に依存することが報告された。それを踏まえた bPOL を使用する各検出器の対応が示された。
- 各検出器それぞれに対する進捗が示され、ITK の CO₂ 冷却用キャピラリー管がスケジュール的にクリティカルパスになっており、製造体制の強化や接合技術の最適化を進めていること、HGTD や LAr 検出器などは bPOL の問題対応のために予備期間が減ってきていること、TDAQ は Event Filter ラッキングに CPU+GPU 方式の採択を決定したことなどが報告された。
- 最後に、資金拠出機関からの絶え間ない積極的な支援に感謝の意が述べられた

4. LHCC Deliberations (Lorenzo Moneta)

- LHCC は、ATLAS の物理成果と Phase-II アップグレードの進展を評価する一方で、bPOL 問題、調達や輸送、ITK や Muon 関連のスケジュールの余裕低下に対する継続的な対応を求めたことの報告がされた。
- Phase-II アップグレードのプロジェクト推進を評価する新たな組織体制について LHCC と合意したことが報告された。技術的課題を議論する ATLAS の組織と、ATLAS・CMS 両実験のスケジュールと実行状況を横断的に評価する共通組織を新設してレビューを進める体制に移行。

5. Financial Contribution (Karin Gachet)

- 保守運転経費および Phase-II アップグレード共有経費の各国の支払い状況が報告された。

6. Budgets (David Francis)

- 2025 年の保守運用経費予算に関する決算報告と 2027 年の保守運用経費予算の暫定的な執行予定に関する説明がなされた。
- Phase II アップグレードに係る共通経費の予算執行状況と予定、各国の負担、MoU へのサイン状況が示された。
- Phase II アップグレードに係る CERN を通じた調達について、費用の増減の最新の見積もりが示された。数値は予備的なもので、全体で約 30%程度の不確かさがあるが、増加分は合計約 14 MCHF、削減分は約 18.4 MCHF と見積もられている。特に ITK CO₂ 冷却システムに大きな増加が見込まれている。これに基づく各資金拠出機関への CORE コスト増加分の配分が示された。さらに、これとは別に、スケジュール遅延を緩和するために必要となり得る追加費用を評価する "What-if" cost exercise も開始している。
- 予期しない事態に迅速に対応し、スケジュールやコストへの大きな影響を抑えるための仕組みとして Phase II "Strategic Fund" の提案がなされた。当初は Phase-II アップグレード共有経費の最大 10%、すなわち最大 2.4 MCHF を充てる案だったが、合意には至っておらず、新規資金に基づく提案を 10 月の RRB に向けて準備することになった。
- Phase II アップグレードのための統合組立や据付作業に必要な人的資源の見積もりが示された。
- 人的資源の調査 (cavass) の結果が示され、全体として必要な人員をカバーできる見通しだが、一部のプロジェクトで技術者 (エンジニア) の不足が懸念されており、10 月の RRB に向けてさらに精査を進めることが報告された。

(質疑応答)

CORE value がオリジナルから 12MCHF 減ったのは TDAQ のデザインのせいかな？

→その通りである

7. Summary (Gautier Hamel de Monchenault)

- ATLAS の Phase-II アップグレードの大きな進展に関して改めて感謝の意が述べられた。

(文責：戸本)