第 63 回 LHC RRB 報告 2026 年 10 月 26 日

Plenary 2026 年 10 月 26 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/1718537/timetable/

1. Welcome and Approval of the minutes of the last meeting
   (Gautier Hamel de Monchenault)

- 前回の議事録を承認した。

2. CERN Status and News, Status of the Experiments
   (Gautier Hamel de Monchenault)

- CERN 戦略として、2030 年の HL-LHC の立ち上げと ATLAS・CMS のアップグレード完了、2028 年の FCC-ee の判断に向けた準備、素粒子実験用検出器の研究開発の実施、CERN におけるコライダーを用いない物理学のための長期ロードマップの策定などの優先課題が示された。
- LHC と各実験が長期シャットダウン 3（ＬＳ３）に入り、作業は概ね予定通りに進んでいることが報告された。
- HL-LHC 用磁石の 95%が低温試験を完了し、70%が断熱容器への組み込みと設置に必要な試験を完了したことが報告された。
- ATLAS と CMS における解体作業は特段のトラブルなく、予定よりわずかに前倒しで進んでいることが報告された。
- ＬＳ３では、100 を超える国籍の多数の作業者が多様な作業を並行して行うため、安全確保の重要性が強調された。安全確保の文化を支える、公正、報告、学習、情報共有、柔軟な対応の 5 つの柱が紹介された。
- ATLAS と CMS のアップグレードは進展しているが、ATLAS の内部飛跡検出器, CMS の外層飛跡検出器と高粒度カロリメータなどの状況は依然として深刻であり、2030 年 6 月のデータ取得開始スケジュールを遵守する上で懸念材料であることが説明された。
- CERN は、ATLAS および CMS のアップグレードを進めるために、27 の任期付きの技術職を追加することが説明された。
- DC-DC コンバーターbPOL12V の状況が報告された。改良版 FX1 は従来の問題を解消した一方で、高放射線照射後に新しい問題が見つかり、影響と対策を調査中である。
- Run 3 のデータ収集が高効率で完了したことが報告された。また、LHC 各実験から 2011 年以降、年間平均約 280 編、総数で 4470 編の学術論文が発表されたことが報告された。

- CERN の実験が Run 3 期間中に蓄積したデータ量は、Run 3 開始以前に蓄積したデータの総量を上回ったことが説明された。
- AI 需要による計算機価格の上昇が報告され、一定予算の方針を維持する場合の計算機資源の整備が困難になっていることが示された。
- 基盤モデル、Edge AI、解析支援 AI などを推進する CERN の AI 戦略が紹介された。
- BDF/ECN3/SHiP プロジェクトは 2025 年 3 月の CERN 研究委員会により承認されているが、現在、深刻な資金難に直面しており、長期シャットダウン４（ＬＳ４）の前に SHiP 実験から最初の物理成果を出すためには、資金提供機関からの継続的な支援が不可欠であることが示された。
- DUNE 用のクライオスタットの準備状況が報告された。
- FCC-ee の設計、資金、運営体制の検討予定と測定器開発の状況が紹介された。

3. Status of the Accelerator Complex (Matteo Solfaroli)

- LHC Run 3 の運転実績が報告された。Run3 期間全体の累計で ATLAS、CMS にはそれぞれ 352.5 fb^{-1}、LHCb には 31.1 fb^{-1}、ALICE には、207.8 pb^{-1} のルミノシティを供給した。
- 1.8×10^{11} 個のバンチあたりの陽子数、15cm の最小 β^*値を達成したことが報告された。
- OO, pO, NeNe 衝突や低パイルアップ運転など多様な運転条件にも対応したことが示された。
- 年ごとにルミノシティレベリングが進化してルミノシティ向上に貢献していることが示された。
- HL-LHC のビーム条件に対する装置の適合性を確認するため、高強度ビーム試験が実施され、ビームによる発熱などの課題が特定され、ＬＳ3 中の改修、調査が進められることが示された。
- ＬＳ3 に入り、これまでのところ作業は概ね予定通りに進んでいることが報告された。LHC は全セクターで昇温を完了し、機器の撤去作業が進められている。
- 入射器群は 2028 年から順次運転を再開し、LHC は 2029 年初めから冷却を開始する予定である。2030 年 5 月中旬に地下実験ホールを閉鎖し、同月末にビームバルブを開放する工程が示された。
- HL-LHC の Inner Triplet String 試験では、9 月 7 日に Q1 磁石にヘリウム漏れが確認されたが、9 月 24 日に修理を完了し、10 月 21 日に再び 1.9K に到達したことが報告された。

4. M&O Resources Scrutiny Group Report（Ariane Frey）

- RRB 監査グループのメンバーと任務の改定内容が紹介された。
- LHC 実験グループそれぞれの保守運用経費を精査し、2025 年度収支報告および 2027

年度予算要求の承認を推奨することが報告された。

- 未払い分担金が増加していること、CERN のサービス費用や計算機価格の上昇が保守運用経費に影響していることが報告された。

5. Computing Resources Scrutiny Group Report（Jose Hernandez）

- 計算機資源監査グループのメンバー交代予定が紹介された。
- LHC 各実験の 2027 年度計算機資源の公約状況と、2028 年度の初期資源要求に関する見解が示された。2027 年度の Tier1 および Tier2 資源の公約には引き続き不足がみられ、2028 年度の要求は全体として緩やかな増加となっている。
- 計算機価格の上昇により、一定予算で HL-LHC に必要な資源増強を賄うことは困難であり、ソフトウェアの最適化、高速シミュレーションの活用、利用されていないディスク上のデータの削減などを継続するように推奨された。

6. Summary (Gautier Hamel de Monchenault)

- 翌年の RRB が、2027 年 4 月 26 日、27 日と 10 月 25 日、26 日に開催されることが承認された。

ATLAS 2026 年 10 月 26 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/1718563/timetable/

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)

- ATLAS 実験グループの構成が紹介され、41 カ国の 175 機関、5980 名のメンバー、2516 名の論文著者、1139 名の物理系博士課程学生などからなることが示された。
- Run 4 実験に向け、前方検出器の組織を 2028 年 1 月に解消し、LUCID-3 と HL-ZDC は Technical Coordination の下で運営する体制への再編が了承されたことが報告された。
- Run 3 のデータ収集が高効率で完了し、陽子陽子衝突では 332 fb^{-1}、PbPb 衝突では 9.1 nb^{-1} を記録したことが報告された。Run 1 実験からの陽子陽子衝突データの総量は 505 fb^{-1} となった。
- 計算機、ソフトウェアは安定して稼働しており、ディスク上のデータ管理も進んでいる

ことが報告された。また、HL-LHC の Event Filter には CPU と GPU を組み合わせて運用する方式が選定されたことが報告された。

- AI 需要に伴う計算機価格の上昇により、一定予算では HL-LHC に必要な計算機資源を確保できない見通しが示され、計算機資源の利用方法やトリガーレートなどの見直しを検討していることが報告された。これらを検証するためのタスクフォースを設置予定である。
- AI/ML 戦略を検討する Study Group の活動状況が報告された。また、CERN と Mistral 社による衝突型実験向け基盤モデル開発への実験グループの関与や、他実験・企業との連携に必要なシミュレーションデータの公開について議論が進められていることが紹介された。
- Run 2 実験の全データを用いた論文が 518 編、Run 3 データを用いた論文が 57 編となったことが報告された。
- 検出器性能に関する成果として、AI 技術を用いた b ジェット同定やカロリメータのクラスタ較正などの進展が紹介された。
- 最近の物理成果として、ヒッグス粒子の測定、ヒッグス粒子対生成探索、縦偏極 Z 粒子対の初観測、新粒子探索などが紹介された。
- ＬＳ3 に入り、既存機器やケーブルの撤去が進み、設置作業への移行が始まっていることが報告された。MDT, TGC のエレクトロニクス交換などが順調に進められている。
- 地下作業のリスク評価、これまでに起こった事故と対応、安全管理の取り組みに関して紹介された。
- HL-LHC に向けたアップグレードのスケジュールは極めて厳しく、遅延への対応と CERN での統合・設置作業に追加の資源が必要であることが示された。特に 2028 年と 2029 年の資金と技術者の確保に懸念があり、建設から試運転、運転まで継続して担う人員への支援が求められた。
- 前回の RRB 以降に開催された 6 月と 10 月の ATLAS 共同研究者全体会議中に実施した行事に関する報告がなされた。
- 資金提供機関の継続的な支援に感謝の意が述べられ、アップグレードの完遂と今後の運転に向けたさらなる支援が求められた。

(質問)
Computing resource の projection の調査結果を広く公開して欲しい
(回答)
RRB の場では現在の進捗状況を示すことができるが、広く公開するのは現在の調査結果がまとまってからになる。

3. Phase II Status Update (Benedetto Gorini)

- ATLAS 検出器の HL-LHC に向けたアップグレードの進捗状況が報告され、各検出器で生産・組立、量産準備が進んでいることが示された。
- ITk pixel では、約半数のモジュールの組立が完了したが、歩留まりは約 60%と目標の 75%を下回っており、追加生産や品質検査の受入基準の見直しが進められている。
- ITk Strip では、長ストリップ・バレルモジュールの 49%、エンドキャップモジュールの 16%が製造されたが、工程には約 2〜6 ヶ月の遅延があり、生産体制の強化と組込作業の加速が進められている。
- HGTD では、読み出し ASIC の生産が完了し、センサーは 2027 年第 2 四半期に生産完了予定であるが、磁場中でのワイヤーの保護対策や、中国への輸出規制に伴う生産体制の見直しが課題となっている。
- Muon では、sMDT と TGC EIL4 チェンバーの生産が完了し、RPC チェンバーは BIL で 130 台中 12 台、BIS で 96 台中 2 台が製造された。生産計画の見直しで RPC の工程は改善したが、エレクトロニクスの進捗には引き続き注意が必要である。
- LAr では、ASIC の生産は 2026 年末に完了予定であるが、較正基板の品質不良への対応を進めており、2027 年 2 月の最終設計審査に向けた準備が進められている。
- Tile では、主要部品の生産が完了し、工程には約 10〜11 か月の余裕がある一方、メザニン基板では組立歩留まりが低いことが報告された。
- TDAQ では、読出し構成の簡素化とトリガー配信系の生産計画の見直しにより、工程の余裕の回復が見込まれている。Event Filter には CPU と GPU を組み合わせた方式が選定された。
- DC-DC コンバーターbPOL12V への対応方針が示された。LAr は対策を施して現行版 V6 を使用し、ITk Pixel と HGTD は改良版 FX1 を使用する計画である。ITk Strip では V6 と FX1 の試験結果に基づくリスク比較を行い、FX1 への切替えの要否と時期を検討している。
- 工程の余裕を回復するため、外注の追加、品質検査の受入基準の見直し、生産工程の再編・最適化などの対策が示された。多くの対策には追加資金が必要であり、品質基準の見直しではスケジュールと検出器性能の両面から検討していることが報告された。

4. LHCC Deliberations（Lorenzo Moneta）

- LHCC で議論された物理解析、Run 3 の運転実績、安全管理およびアップグレードのレビュー結果が報告された。
- 長期シャットダウン中の若手研究者の活動機会の拡充、AI 利用と倫理に関する CERN との連携、主解析形式としての PHYSLITE への移行に向けたより具体的な計画策定を LHCC が提言したことが報告された。
- HL-LHC に向けたアップグレードは進展しているが、特に ITk では工程の余裕がマイナスとなっており、必要な資源の確保、予備期間の回復、新たなリスクへの先行的な対

応が求められた。

- bPOL の問題への対策が評価され、ATLAS、CMS と CERN/ESE が CERN 執行部と連携し、改良版 FX1 の先行生産チップの配分と納入計画を調整することで、ATLAS および CMS の生産遅延を最小限に抑えるように推奨された。

5. Financial Contribution（Karin Gachet）

- 保守運用経費（M&O A）および建設・Phase-II アップグレード共通基金の収支と各国の分担金の支払い状況が報告された。

6. Budgets (David Francis)

- 2027 年の保守運用経費予算要求と各資金提供機関の分担額が示された。要求額は M&O A が 14.716 MCHF（電力費を含む）、M&O B が 6.684 MCHF である。
- Phase-II アップグレードにおいて、2026 年に実現する予定の成果物の CORE 評価額と、共通基金の分担金の徴収状況が報告された。
- アップグレードの追加費用について、MoU 記載の調達費用の増減、MoU に含まれない調達、予期せぬ技術的問題への対応、工程短縮策の 4 区分で暫定見積りが示された。2027 年 4 月の RRB で、より包括的な見積りを提示する予定である。
- 予期せぬ技術的問題やリスクに対応する「Stabilisation Fund」として、Phase-II 共通基金を 2.4 MCHF 増額し、2029 年末までに追加分担金を徴収する案が示された。使途、支出の意思決定手順、各資金提供機関の分担額について、さらなる明確化が求められており、提案を改訂することが報告された。

(質問)
MoU 記載の調達費用の増減のプラス（当初予定の CORE よりも実際の使用額が多い）とマイナス(当初予定の CORE よりも実際の使用額が少ない)の意味をもう一度教えて欲しい。マイナスはどう運用予定か？
(回答)
マイナス分は各資金提供機関で考えて使ってもらう予定である。

(質問)
「Stabilisation Fund」に関して、CERN 執行部が管理している予備費が使えるのではないか？
(回答)
CERN の予備費の用途は決まっており、この目的のために使うものではない。

7. M&O Resource Scrutiny Group Report

- ATLAS 実験の保守運用経費に関する監査結果が報告され、2025 年度収支報告および 2027 年度予算要求の承認が推奨された。

8. Summary (Gautier Hamel de Monchenault)

- 2025 年度収支報告および 2027 年度予算要求が承認された。
- 今回の RRB を最後に Resource Coordinator を退任する David Francis に対し、長年にわたる Resource Coordinator としての尽力に感謝の意が述べられた。

（文責：戸本）