

第 225 回 CERN 理事会メモ

2025 年 12 月 11 日 (木) 制限理事会 CERN 503/1-001 Council Chamber

日本からの参加者：小松崎（在ジュネーブ政府代表部書記官），花垣（KEK 理事）

アジェンダ：<https://indico.cern.ch/event/1613063>

日本はオブザーバーとして、制限理事会の項目 17 (LHC and HL-LHC Matters) に出席した。はじめに、Costas Fountas 理事会議長より、日本と米国のオブザーバーの紹介があった。

項目 17 LHC and HL-LHC Matters

項目 17 (a) Status of the accelerator complex and upgrades

Mike Lamont 加速器部門長による報告内容は以下の通り。

- ・ 今年 1 年を通して、入射器・実験エリアとともに高品質のビームを安定供給できた。LHC には、 125fb^{-1} の陽子陽子衝突を供給し、LHC を開始してからの積分ルミノシティ総量は、 500fb^{-1} を超えた。イオン衝突も順調で、想定していた以上の積分ルミノシティに達した。
- ・ LHC は年明け後、2026 年 6 月 29 日まで運転を行い、 60fb^{-1} の積分ルミノシティを供給する予定である。その後、Long shutdown 3 (LS3) に入り、高輝度化(HL-LHC)に向けた作業を行う。LHC の再開、すなわち HL-LHC の開始は 2030 年の予定。
- ・ これまで HL-LHC のプロジェクトリーダーであった Oliver Bruning が 2026 年からは加速器部門長となる。それに伴い、Markus Zerlauth が HL-LHC プロジェクトリーダーを引き継ぐ。
- ・ HL-LHC 用の超伝導電磁石製造において 80% 以上が所定の温度に冷やせることを確認するなど、HL-LHC へ向けた作業は順調に進んでいる。一方で、CERN 加速器諮問委員会による調査報告で、LS3 中の作業スケジュールが非常にタイトであることが指摘されており、十分な進捗管理とガバナンスが必要とされる。
- ・ Nb_3Sn に代わる次世代超伝導磁石線材として期待される高温超伝導材の一種である REBCO を使った電磁石開発がヨーロッパワイドで進んでいる。REBCO は FCC-hh やミューオンコライダーで重要な技術である。
- ・ HL-LHC も REBCO 開発も国際協力が重要である。

項目 17 (b) Status report on the LHC experiments and computing

Joachim Mnich 研究部門長による報告内容は以下の通り。

- ・ ATLAS と CMS は今年これまでに 125fb^{-1} のデータを収集した。陽子陽子衝突における ATLAS のデータ収集効率は 96% と特筆すべきレベルであった。
- ・ LHC の 4 実験全てにおいて、総じて順調な 1 年であったが、装置の経年劣化による影響がところどころで見られる。たとえば、CMS の飛跡検出器では放射線ダメージによる出力の低下が観測されていて、出力低下を補うための調整がきめ細かく実施されている。また、LHCb の VELO 検出器でも重イオン運転中に ASIC の損傷が見られたが、検出器位置を微調整することで回避運用されている。

- HL-LHC に向けた Phase-II アップグレードは、有意な進捗があるものの、依然スケジュールが極めてタイトな項目がある。ATLAS ではシリコンストリップ検出器、CMS ではカロリメータについて、コンテンツエンサーがほとんどなくなっている。
- ATLAS、CMS ともに直流電圧調整用の IC を共通で使用するが、放射線ダメージを受けた後の低温環境では不具合が発生することが見つかった。影響範囲は ATLAS で約 7 万個、CMS で約 11 万個に及び、その原因の究明と、新たな IC 開発が進められている。
- NextGen と呼ばれる、外部資金による新たなトリガー開発において、2025 年に計画されていた開発を成功裡に終えることができた。
- Phase-II のこれまでの開発製造から得られた教訓が 3 つある。1) 500MCHF を超える大規模な計画では、あらゆる項目を MoU で規定するガバナンスが必要である。2) 技術開発においては、素粒子物理研究者だけでなく、工学の専門家が早い段階から加わるべき。3) 個々の要素技術開発だけでなく、全体を一つのシステムとした実機の動作環境に近いシステムテストをなるべく早く行うべきである。
- LS4 で予定されている ALICE と LHCb のアップグレードについては、引き続き各種検討がなされている。技術的なボトルネックはないが、IC の開発と設置作業スケジュールに関してそれぞれレビューを行うこととした。また各国の Funding Agency と予算に関する議論が行われている。
- LHC が収集するデータ量が増加中である。計算機資源の価格は、同等の性能であれば 1 年で 15% 安くなるという仮定であったが、実際にはそこまで安くなっていない。しかし、第 3 期運転期間中は、予算の増加なしで必要な計算機資源を確保できた。

Mike Lamont および Joachim Mnich の口頭発表の後、Hugh Montgomery SPC 議長から加速器の運用、HL-LHC に向けた準備状況、実験の進捗、および Phase-II アップグレードの状況に関する見解が述べられた。概ね順調ではあるものの、加速器、検出器ともに HL-LHC へ向けた準備が遅れている項目があるとの懸念が表明された。なお、予算繰りは概ね順調であり、当初計画からの増加分である 1,100 万スイスフラン程度についても確保できる見通しであるとの報告があった。

イスラエルから、NextGen の成功の定義が何であるかとの質問がなされた。Joachim Mnich 研究部門長から、各種マイルストーンに到達したかどうかであるとの回答がなされた。マシンラーニングプラットフォームの立ち上げ、AI に特化したアルゴリズム作成、人材育成、これらが行われ、既存のトリガーと同様の性能を達成した。その報告書が来年出される。

ドイツからは、Joachim Mnich 研究部門長が説明した Phase-II からの学びが重要であると強調する旨のコメントがあった。

イタリアからは、ALICE および LHCb について、技術的なボトルネックはないものの、スケジュールと予算については疑問が残るとのコメントがあった。

文責：花垣