

LC 用 MPGД・TPC の開発研究の概要と 2005 年度概算要求 (案)

GLC 物理測定器グループ CDC (+X) サブグループ

2004 年 5 月 7 日

I. LC 用 MPGД・TPC の開発研究

LC 用 TPC の研究は、概ね下記の (1) — (9) の段階を経て進むことになると考える。

World Wide LC (WWLC) の現在の公式スケジュールに合わせると、下記の基礎的開発研究 (4) は今年 (2004 年度) を含めて最大で 3 年で終了させ、LC 実験 LOI が書ける程度の LC 用 MPGД TPC の概念的設計 (5) を 2007 年頃に半年程度掛けて行い、その後 1—2 年で技術的開発研究 (6) を行って、LC 用 MPGД TPC の技術的設計 (7) (TDR 相当) を行うことになると考えられる。実機プロトタイプの試作と試験 (8) と LC 用 MPGД TPC の最終設計と製作開始 (9) は TDR 採択後である。パリで議論されたと聞く予定は、これより早く進めたい意向を反映しているように思われるが、先進各国での開発研究の現状 (予算状況を含む) を考慮すると、以下の過程を短縮することはかなり困難であると思われる。

この作業仮説に従って、今年を含めて 3 年程度の基礎開発を提案する。なお、本年 2 月に却下された 2004 年度の日米提案とほぼ同じ観点から提案し、2004 年度 IPNS (KEK) 部内予算の要求 (提出済み) はこの基礎開発の初年度計画に相当するものである。提出を要請されている 2005 年度の概算要求案は II に記載する。

LC 用 MPGД・TPC の建設開始までの過程

(1) LC における物理の目的から要求される測定器 (今の場合には主飛跡検出器) の性能

(2) LC 用主飛跡検出器の技術選択と R&D 目標設定のための作業モデルの設定：

今の場合には、MPGD を端部検出器とする TPC を選択している。従来の LC 用 CDC は (特に常温 LC における) 有力なバックアップ・オプションとする。実際、TPC もシリコン・トラカーも、概念設計 (5) を行う以前に解決すべき基本的な課題を抱えていると思われる。MPGD TPC の場合はイオン・フィードバックの問題、MPGD の動作安定性や大型化の問題、シリコン・トラカーの場合は、ジェット中での低い飛跡再構成効率、バンチ同定 (飛跡タイム・スタンプ) と読み出しエレクトロニクス (速さと搭載位置、物質量) 等の問題である。

(3) LC 用 MPGД・TPC の目標性能の設定

(4) 基礎的な開発研究 (ブルーフ・オブ・プリンシブル)

(4-a) 小型 MPGД による MPGД の最適化 :

詳細な電場並びにガス増幅シミュレーションを準備して、既存の MPGД (CERN 製 GEM、渕上マイクロ製 GEM 等、3M 製 MicroMERGAS メッシュ等) による結果を検討する。

放電、動作安定性、電子透過度、イオン・フィードバック、増幅率、パッド・レスポンス等を指標として、MPGД 構造 (GEM の厚さ、穴の径や間隔、穴形状、厚さ等、MicroMEGAS の場合はメッシュ間隔、ピラー構造等とそれらの材質) をシミュレーションで最適条件を調べる。

最適な製法 (ケミカルエッチング、プラズマエッチング等) の方法で試作して試験する。イテレーションは数回とする。

(4-b) MPGД 大型化の基礎的な調査研究

大型 GEM フォイルや MicroMEGAS メッシュの製法と品質、MPGД・TPC 端部検出器の基本的な概念 (従来の概念を踏襲するならセクター構造等) の検討である。

(4-c) 小型 TPC プロトタイプによる MPGД・TPC としての性能確認

イオン・フィードバック (distortion)、位置分解能、近接飛跡分解能、バックグラウンド等を指標として、TPC 端部検出器としての MPGД 性能の確認や TPC ガスの選択のための研究を行う。TPC シミュレーションを準備し、まずは既存の MWPC と MPGД による TPC プロトタイプの試験結果を検討し (MPI TPC プロトタイプの試験)、その後改良 MPGД による試験を行う。

小型 TPC プロトタイプとして、2004 年度に試験を行う MPI TPC プロトタイプを想定する。日米提案で考えていた STAR・TPC 型 (実機型) TPC プロトタイプ (フィールドケージとガス容器) は、今後特に必要が生じない限り製作しない。

(4-d) MPGД TPC のための読み出しエレクトロニクスの基礎的研究

MPGД TPC 端部検出器の読み出しに必要な、軽量、高集積、低電力の読み出しエレクトロニクスの設計と要素的開発を行い、特に確認が必要と思われる回路要素と技術要素の試作または試験を行う。これらは、例えば、前段増幅器部分と低電力・高集積 ADC 回路、オンボードデータ処理、TPC 端部検出器への搭載方法、冷却方法等である。

(4-e) 物理・測定器シミュレーション

MPGD TPC を想定することによるデータ解析、物理解析上、課題となる問題の検討。 例えれば、ミニジェットの除去と影響、TPC アライメントの方法と影響、中性子バックグラウンドの影響と低減、等である。

(5) LC 用 MPGD TPC の概念的設計 (LOI 相当)

(4) の課題に対する解決策を得たうえで、概念的な技術設計を経て、LC 用 MPGD TPC の詳細な概念設計を行う。十分な技術的支援を想定して、6 ヶ月程度の期間を想定する。

(6) 技術的開発研究

(5) で得た概念設計に基づいて必要と思われる、部分モデルの試作を含む技術的な開発研究を行う。例えば、MPGD TPC 端部検出器モデルの電気的・熱的・機械的解析や、部分的モデルによる確認などである。1—2 年程度の期間が必要であると思われる。

(7) LC 用 MPGD TPC の技術的設計 (TDR 相当)

(8) LC 用 MPGD TPC の実機プロトタイプの試作と試験

(9) LC 用 MPGD TPC の最終設計と製作開始