

LGAD ワークショップ : Fast-timing 半導体検出器の開発と応用

KEK 素粒子原子核研究所

中村 浩二

Koji.Nakamura@cern.ch

筑波大学 数理物質科学研究科

原 和彦

hara@hep.px.tsukuba.ac.jp

2019 年 (平成 31 年) 2 月 4 日

1 ワークショップの趣旨

現在、様々な分野で高時間分解能かつ高位置分解能をもつ検出器の必要性が議論されている。高エネルギーハドロン衝突型加速器実験の検出器は近年の高輝度化にともなう多重陽子衝突の事象を識別するため $O(10)$ ps 程度の時間分解能をもつ飛跡検出器の開発が急務である。また、医療機器開発の分野でも癌の位置特定に極めて重要なポジトロン・エミッション・トモグラフィー (PET) の検出器として、時間分解能の良い X 線検出器の開発が期待されている。いずれの検出器にも共通する「単一粒子通過に対して高時間分解能かつ高位置分解能を持つ検出器の開発」という課題を技術的な視点はもちろんアプリケーション側からの要求を含めて自由に議論を行う場として本ワークショップを企画した。

2 ワークショップの概要

ワークショップは 2018 年 12 月 8 日筑波大学東京キャンパス (大塚) にて、国内外から参加者 19 名 (図 2) を招いて行った。講演リストやスライドはワークショップ URL¹を参照いただきたい。

参加者は、高エネルギー加速器実験からは ATLAS 実験、LHCb 実験および ILC 実験の国内外の研究者、医療機器開発からは量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所イメージング物理研究チームリーダーの山谷泰賀氏他二名を招待させていただき異分野交流が実現し活発な議論が行われた。

3 ワークショップの講演および議論

検出器の一つの候補として増幅機能付きシリコン検出器 (Low Gain Avalanche Detector, LGAD 検出器) がある。我々の研究で単一粒子通過に対して約 30ps 程度の時間分解能を達成できることがわかった。この検出器を

軸に様々な検出器のアイデアおよび応用例に関して (イントロとまとめを含む) 全 11 本の講演があり活発な議論が行われた。詳細はワークショップサマリーの URL²をご覧ください。

最初の 3 つの講演では現在開発中の LGAD 検出器の現状と放射線耐性および不感領域の低減に対する今後の課題について ATLAS 実験および ILC 実験の学生からの報告があった。現在開発中の検出器は、電極の細分化に課題があること、その解決策として、トレンチによる電極分離、低ドープ層の導入、裏面に増幅層を持つ検出器などの提案があり、今後プロトタイプ検出器の製造へ向けて協力することを確認した。

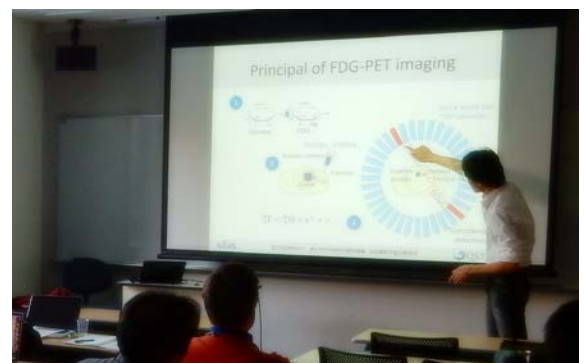


図 1: 次世代 PET に関して解説する山谷氏

続く二つの講演は医療機器開発の分野から国内の PET の検出器の開発状況と高時間分解能が実現した際の感度の向上に関する報告 (図 1) と、ジュネーブ大で PET 用に開発中の低ノイズ Bi-CMOS 回路を用いた高時間分解能検出器に関して報告があった。PET 検出器として半導体検出器を導入する時課題になる点は X 線に対する検出効率である一方で、 $O(10)$ ps の時間分解能が実現すると検出効率に対する要求値が緩和される可能性に関して活発に議論が行われた。

¹<https://indico.cern.ch/event/747424/>

²<http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/TCHoU/LDPPD/event/LGADworkshopSummary.html>