

## 1. 研究開発・プロジェクト推進に関する取り組み

我々は、素粒子原子核研究所で推進しているプロジェクトを成功させるため、デバイス開発、集積回路開発、高密度実装、高速高密度アナログデジタル混在ボード開発、高機能 FPGA 開発、ネットワークデータ収集システム開発を行っている。(SOI デバイスの開発に関しては、先端加速器報告での現状報告を参照されたい。)

前回報告(<http://ipns.kek.jp/report/archive/pdf/2013/e-sys%202013.12.pdf>)時に開発案件として挙げたもののうち Belle-II のルミノシティーモニター用時間測定回路、Super-KEKB ビームモニター用モジュール、High-p 用フロントエンドボード、COMET 用ドリフトチェンバーモジュール、液体アルゴン TPC 用集積回路は開発が完了し運用に移行しつつある。他の案件についても最終試験もしくは次期バージョンの開発中である。今回は素核研ニュートリノグループ、横浜国立大学、岩手大学と共同開発中の液体アルゴンタイムプロジェクトチェンバー(以下、Lq-Ar TPC と書くことにする)用読み出しエレクトロニクス及びそれを使用した宇宙線の飛跡を検出報告について述べる。

Lq-Ar TPC の信号読み出し手法には、液相中で生成された電荷信号を気相へ移動させ信号増幅させる 2 相読み出しと液相中で生成された信号を直接読み出す 1 相読み出しの 2 種類があり、信号対雑音比(S/N)・装置安定性等について長所・短所がある。今回開発したシステムは 1 相読み出し用のシステムである。1 相読み出しでは最小シグナル 24000 電子相当を S/N10 以上で検出する必要がある。更に多チャンネルの読み出しを必要とすることから CMOS プロセスを使用し低雑音エレクトロニクスを開発しその出力を波形サンプルしてコンピューターへ転送することにした。図 1 が開発した低雑音フロントエンド集積回路搭載の波形デジタルタイザである。ノイズは検出器容量 100pF において 900 電子程度という十分な低雑音性能を示しており、シリコン検出器等にも充分応用できる。このシステムを 10 リットルの Lq-Ar TPC に装着して捉えられた宇宙線飛跡を図 2 に示す。x-y 平面での飛跡情報は 4mm 角のパッド型電極を連結することにより検出し、z 方向の情報はドリフト時間により算出する。図の色はそれぞれの位置での信号強度(ADC により測定)を示す。宇宙線の飛跡と検出器内で生成された信号強度が確かに得られている事がわかる。今後ニュートリノグループと連携しながら極低温環境下において集積回路等を安定動作させる R&D を引続き行う予定である。



図 1：開発された 32ch 小型波形デジタルタイザ。低雑音フロントエンド ASIC、ADC 及び光ネットワーク転送回路等が搭載されている。

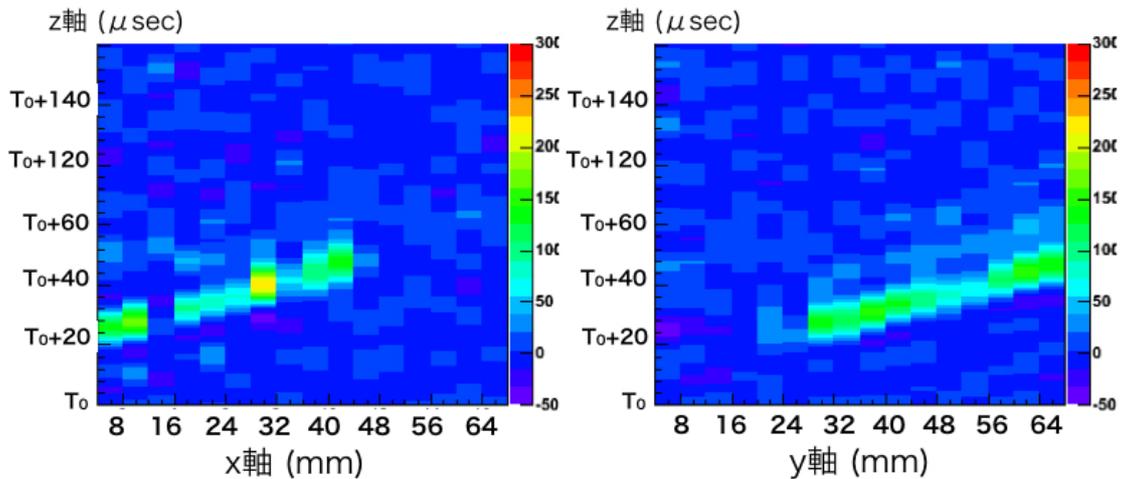


図2：素核研ニュートリノグループ、横浜国立大学、岩手大学と共同開発したボードを10リットル液体アルゴン検出器に装着して捉えられた宇宙線の飛跡。縦軸は電子のドリフト時間でT0はオフセット時間である。これにドリフト速度をかけてz軸方向の距離情報が得られる。

## 2. 先端技術の取り込み、技術継承を含む長期的視点にたった取り組み

我々は加速器科学総合支援事業の資金的援助及び素粒子原子核研究所のサポートの基に他の機関のエキスパートとのコラボレーションネットワーク”Open-It”を立ち上げ、講義、実習の教育活動及び複数プロジェクトと連携したOn the Job Trainingで若手教育とプロジェクト推進を通じたコミュニティー全体への積極的な寄与を行う体制を構築した。

2013年度までのまとめを図3、4に示す。講義等の教育活動に関しては、2014年度より総研大の共通科目及び他大学開放授業としても登録し推進している。これにより参加学生に対しては認定単位が取れるという利点が付加され、講師陣に対しても更にオーソライズされた教育活動として所属機関へ明示できる利点がある。プロジェクト受け入れに関して、分野別プロジェクト分布は大学共同利用研究機関としての高エネルギー加速器研究機構内での素粒子原子核研究所のアクティビティーを反映している。素粒子原子核研究所が推進するプロジェクト及び関連コミュニティーへの協力はもとより、高エネルギー加速器研究機構の他の研究所・施設への協力も行い全体のアクティビティー向上に寄与している事がわかる。この活動を通して多方面分野にわたって国際競争と国際協力において日本が大きな存在感を示せるように引続き連携を維持強化して行く。これら活動の詳細は<http://openit.kek.jp>を参照していただきたい。



図3 Open-It年度毎の活動推移

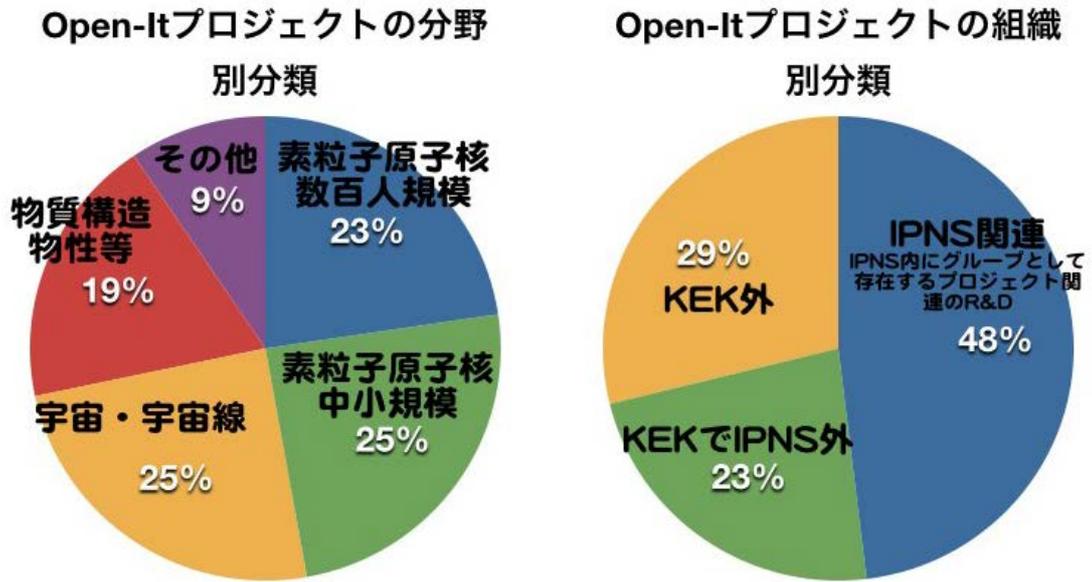


図4 受入れプロジェクト分野別分布、組織別分布