

我々は、素粒子原子核研究所及び加速器科学コミュニティー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、アナログ集積回路開発、高密度実装、広帯域高密度アナログデジタル混在ボード開発、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。)

## 1. プロジェクト推進に関する取り組み

### 東海キャンパス

H27 年度より東海キャンパスに分室(室長：内田智久氏)を設立し J-PARC での開発,相談等アクティビティーの向上を目指している。KEK,J-PARC センター首脳部,構成員各位のご理解、ご協力により JAEA 研究 3 棟に設置した実験室の開発ブースは既に全て埋まり、COMET,その他 g-2/EDM 等の開発アクティビティーで使用されている。東海分室では主に J-PARC のプロジェクト用のシステム開発を行っており、つくばと連携し集積回路、高密度ボード実装、インテグレーションを積極的に行っている。図 1 には例として COMET,g-2 の例をあげている。

# 素核研プロジェクトへの貢献(J-PARC) -東海と筑波のサイト連携(COMET,g-2の例)-

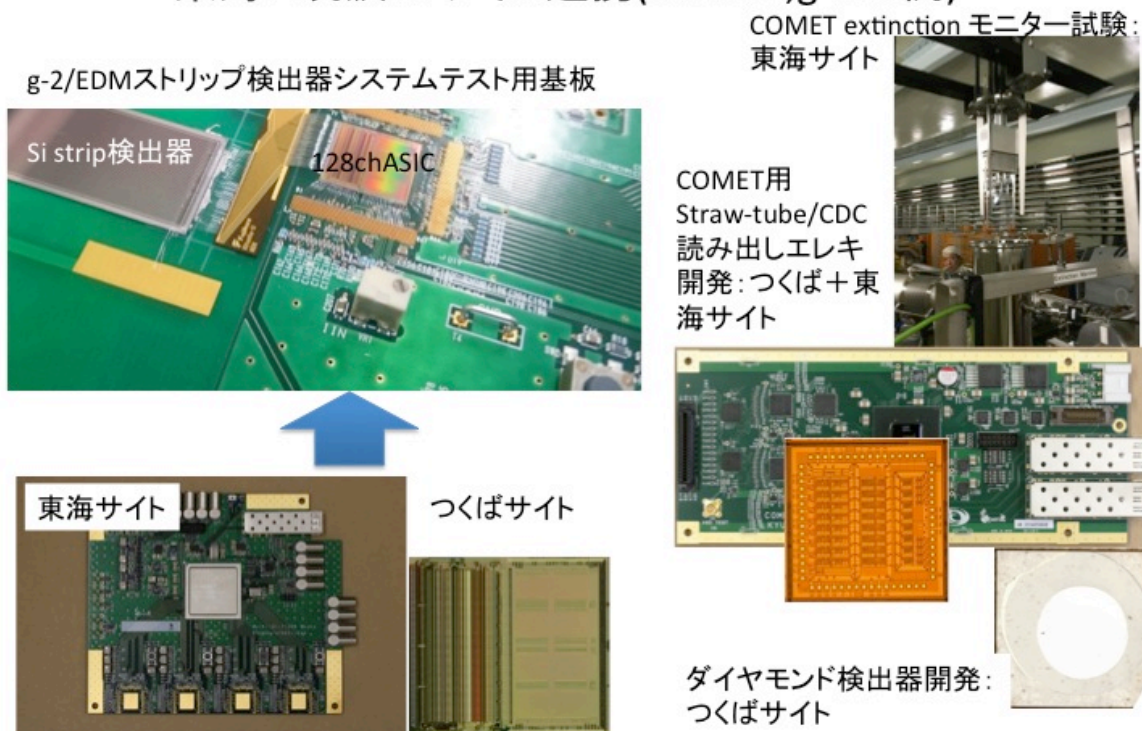


図 1 : 計測装置高集積化に対応し、つくばと東海で連携し開発した集積回路を直接基板へ実装し実験に使用する。

### つくばキャンパス

つくばキャンパスにおいては Belle-II,ATLAS その他の素核研の進めているプロジェクトを推進するために検出器信号処理用エレクトロニクスの要素開発(集積回路開発、PCB:Printed Circuit Board 開発、FPGA:Filed Programmable Gate Array 開発)及びデータ収集システム開発を

行っている。前回報告した用に EMC 対策は以前にも増して重要になってきており、Belle-II で

## 素核研プロジェクトへの貢献(Belle-II)

-モジュール開発とインテグレーション試験完了-

CDC,ARICHモジュールのノイズ耐性等の試験

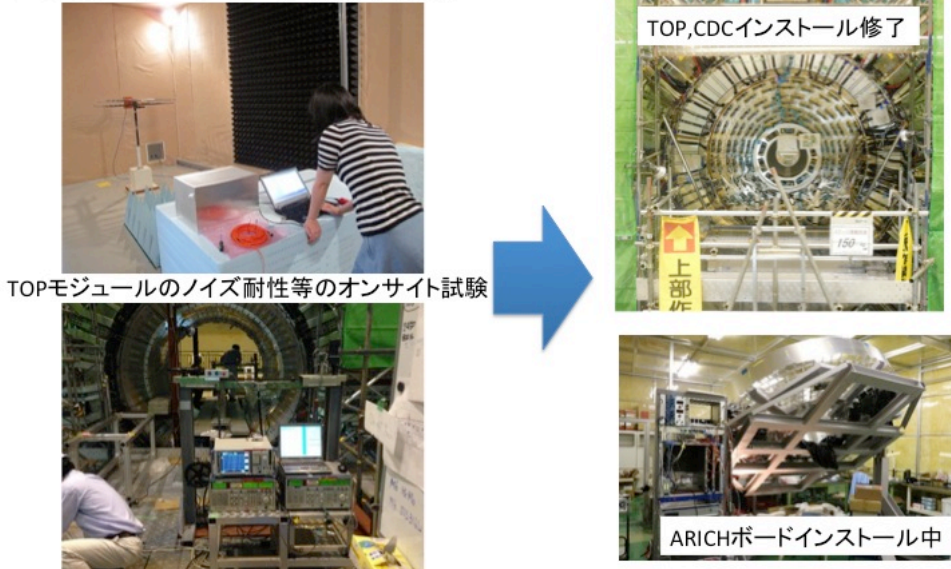


図 2 : Belle-II TOP,CDC,ARICH の EMC 評価試験の写真と現状

## 素核研プロジェクトへの貢献(ATLAS)

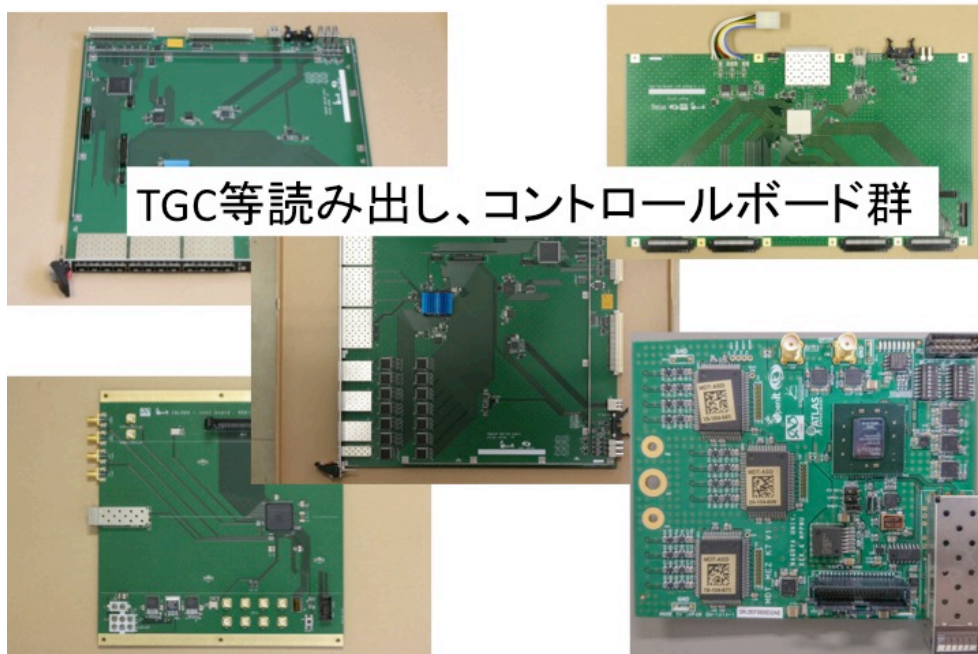


図 3 : ATLAS アップグレード用ボード群

はその技術を積極的に取り入れており、その結果 CDC、TOP、ARICH では装置組み込み後の性能も十分達成されている。

Belle-II 以外にもシステム開発を行っているが、最近では ATLAS のアップグレード用の開発



が多く進行しており、出来るだけ多くのプロジェクトに貢献できるようにグループ内で連携しつつ開発を進めている。

### 高集積化技術の展開

加速器の高強度、高輝度化のトレンドは今後も変わる事はないため、その帰結として検出装置の多チャンネル高集積、高機能化は必須となる。我々は現在半導体プロセス、FPGA、PCB等においてこの流れを先導するための開発及び技術蓄積を行っている。その中で蓄積されたノウハウを実際のプロジェクトへ展開する事は、長期的な研究開発の方向性を決める上でも非常に重要なポイントである。我々は CMOS0.18um を中心に ASIC(特定用途集積回路)の開発をいくつか周辺技術の蓄積を行ってきた。11月より新しいスタッフを迎え入れ 65nmCMOS プロセスへの展開も検討している。

### 極限環境下における計測装置開発技術の蓄積

## 高輝度高強度加速器実験用計測システム開発

センサー・エレクトロニクス部品の耐放射線リアルタイム評価用

J-PARCに設置

COMET用イクスティングションモニタ等

・65nm～130nmのSiプロセス評価

・SiC,ダイヤモンドFET評価

耐放射線ノウハウの蓄積ネットワーク

ノード(拠点)として育てる

上記に向けたピクセル・エレクトロニクスの

1.開発時の半導体デバイス特性評価

2.放射線欠陥評価

製造プロセスは維持にお金がかかるので外部へ

つくばに設置

半導体デバイス開発ネットワークの

1)提案・2)評価・3)システム開発拠点

として育てる。

1と3は立ち上がりつつあるため2を強化



図4：東海とつくばの連携による高輝度高強度加速器実験用計測システム開発へのアプローチ

読み出しエレクトロニクスが検出器の一部に組み込まれつつある現状では、種々の電子部品が検出器と同様の環境に晒されることになる。そのような環境でも動作保証するための知識はより必要となってきた。E-sysでは、これらを極限環境と位置づけて、まず低温、耐放射線、高集積環境下での低雑音に関して、複数のプロジェクトと共同で研究開発を行っている。特に今まで COMET グループ、g-2/EDM グループと協力し中性子、 $\gamma$ 線に対する電子部品の放射線耐性を調査している。低温環境では、ニュートリノグループ内の液体アルゴン検出器 R&D を行っているグループと協力しながら低温環境下での装置製作に関する R&D を行っている。

## 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 技術継承と拡散によるコミュニティーアクティビティ強化(Open-It)

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

を通し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。この体制のもと我々の持っているノウハウや開発物等は実際に若手へ伝授され多くのプロジェクトを推進する原動力になっている。H28 年度の後半では今まで継続してきた複数の教育・OJT 活動を総研大の講義と連携し展開させた。活動の詳細は <http://openit.kek.jp> を参照していただきたい。

連携による新規技術の展開(Open-It、外部資金)



図5：総研大との連携、外部機関との連携強化を目指した研究会

H28 年度から採択された TIA 連携プログラムにダイヤモンドプロジェクトではキックオフミーティングを KEK で開催した後、AIST で研究会を複数回開催し研究者同士の交流を深めた。このような活動を基盤とし、IPNS-IMSS-AL-ARL-産総研-物材機構-筑波大-東大更には北海道大学、量子機構の研究者と共に高耐放射線等の耐環境性能を有するセンサー、エレクトロニクス等への展開を目指して、研究開発を推進し外部資金獲得へつなげて行く。