



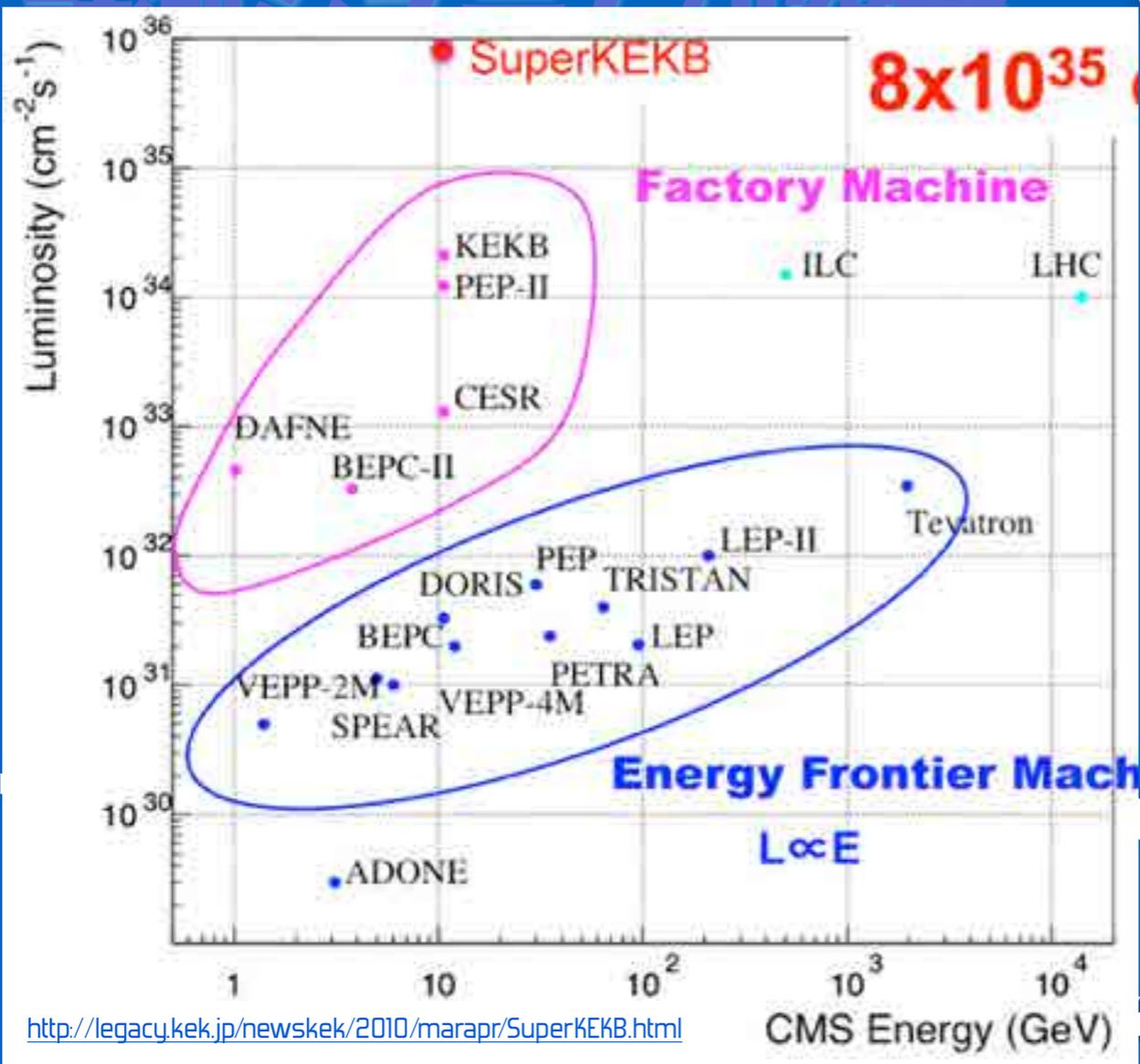
計測システム研究会

@

2014.11.20

高強度・高輝度へ向けた計測系  
開発ネットワーク

田中真伸



<http://legacy.kek.jp/newskek/2010/marapr/SuperKEKB.html>

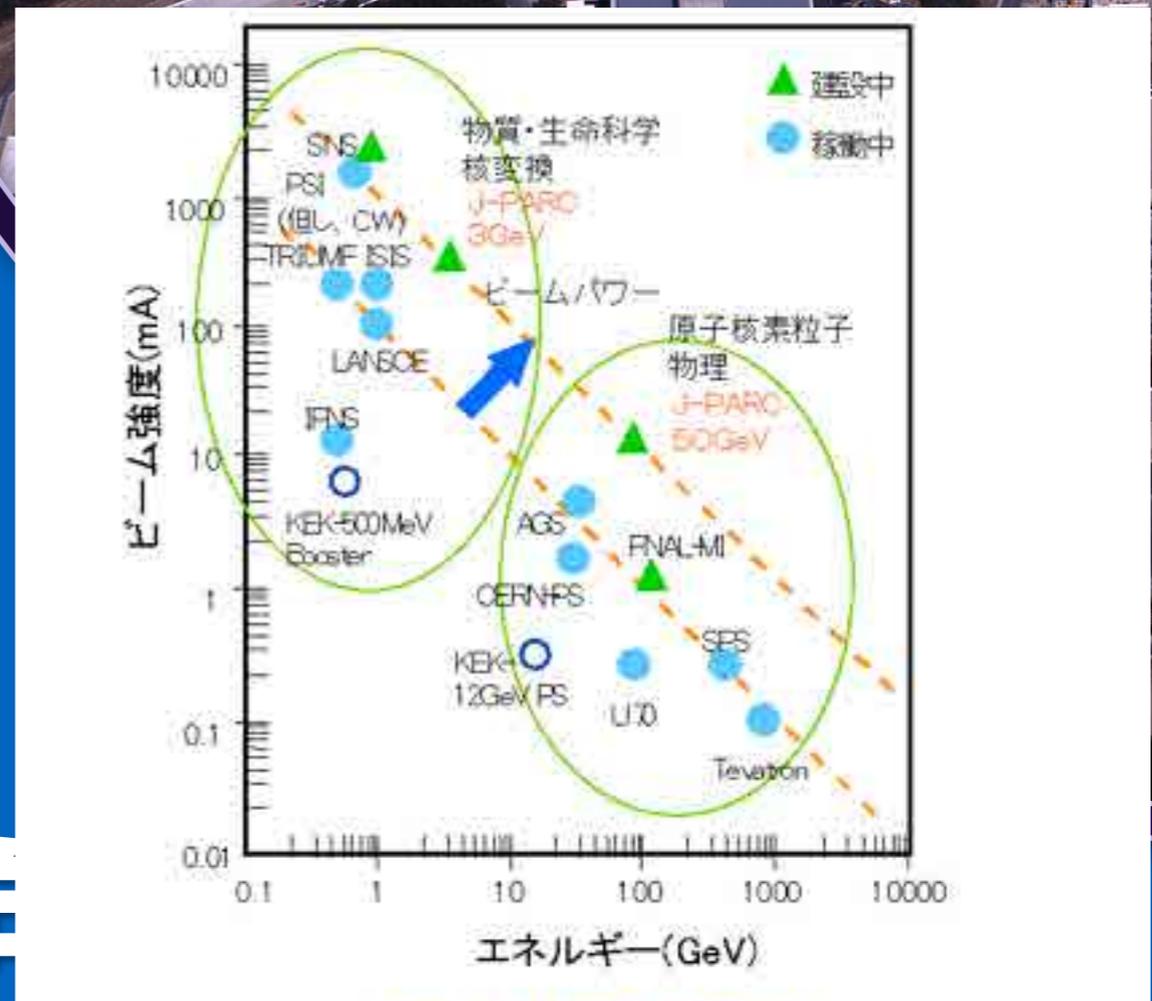


図3 世界の陽子加速器

[出典] 池田裕二郎、大山幸夫: 量子ビームテクノロジーの時代を築くJ-PARC、月刊エネルギー (日本工業新聞社)、2006年1月号、p.44 (2006)

研究不断推进

田中真伸

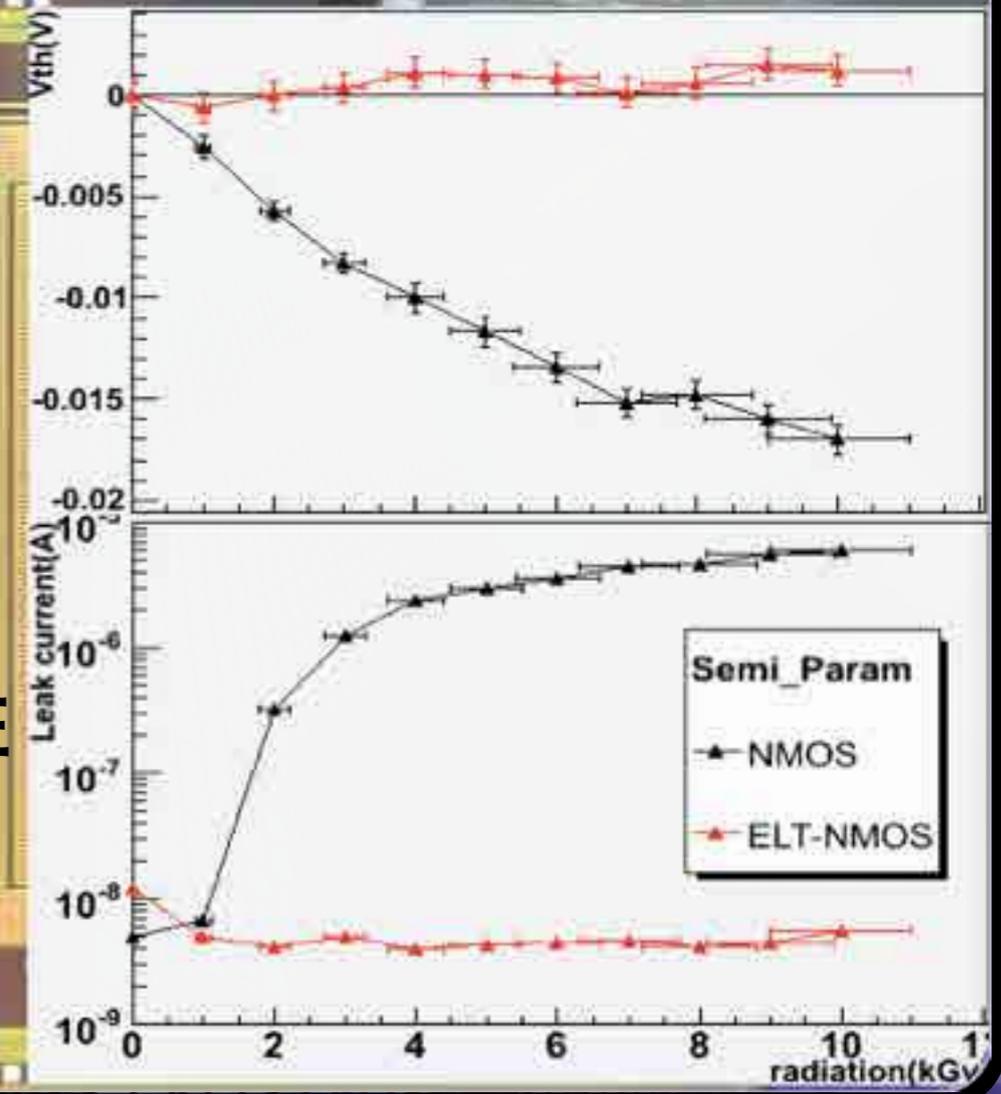
# デバイス

# 耐放射線

# 計測系への インパクト



耐放射線耐性  
評価用ASIC  
名古屋大



デバイス

耐放射線

計測系への  
インパクト

高集積  
高機能

高レート化

高速信号処理

多チャンネル化

高集積・高機能化技術

低消費電力化



デバイス

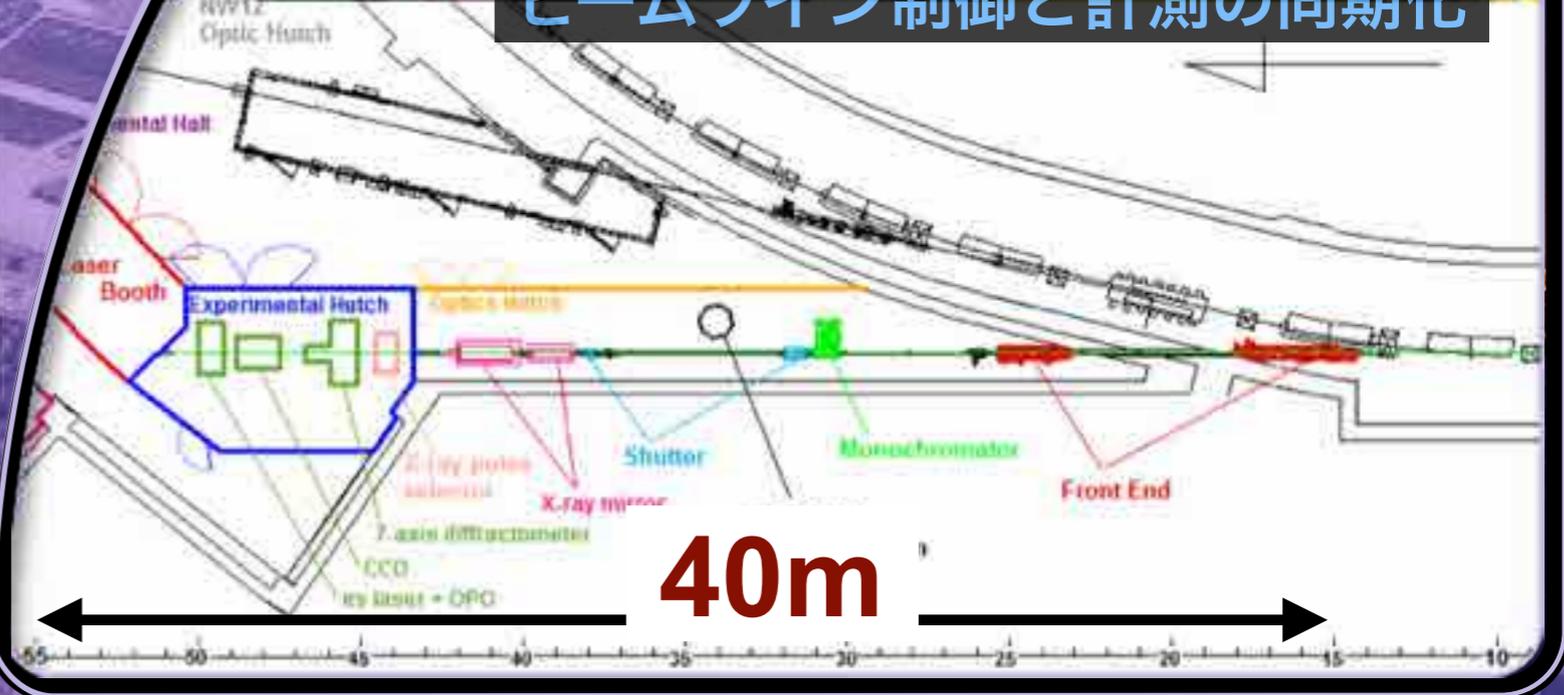
耐放射線

計測系への  
インパクト

高集積  
高機能

高レート化

大規模化



デバイス

耐放射線

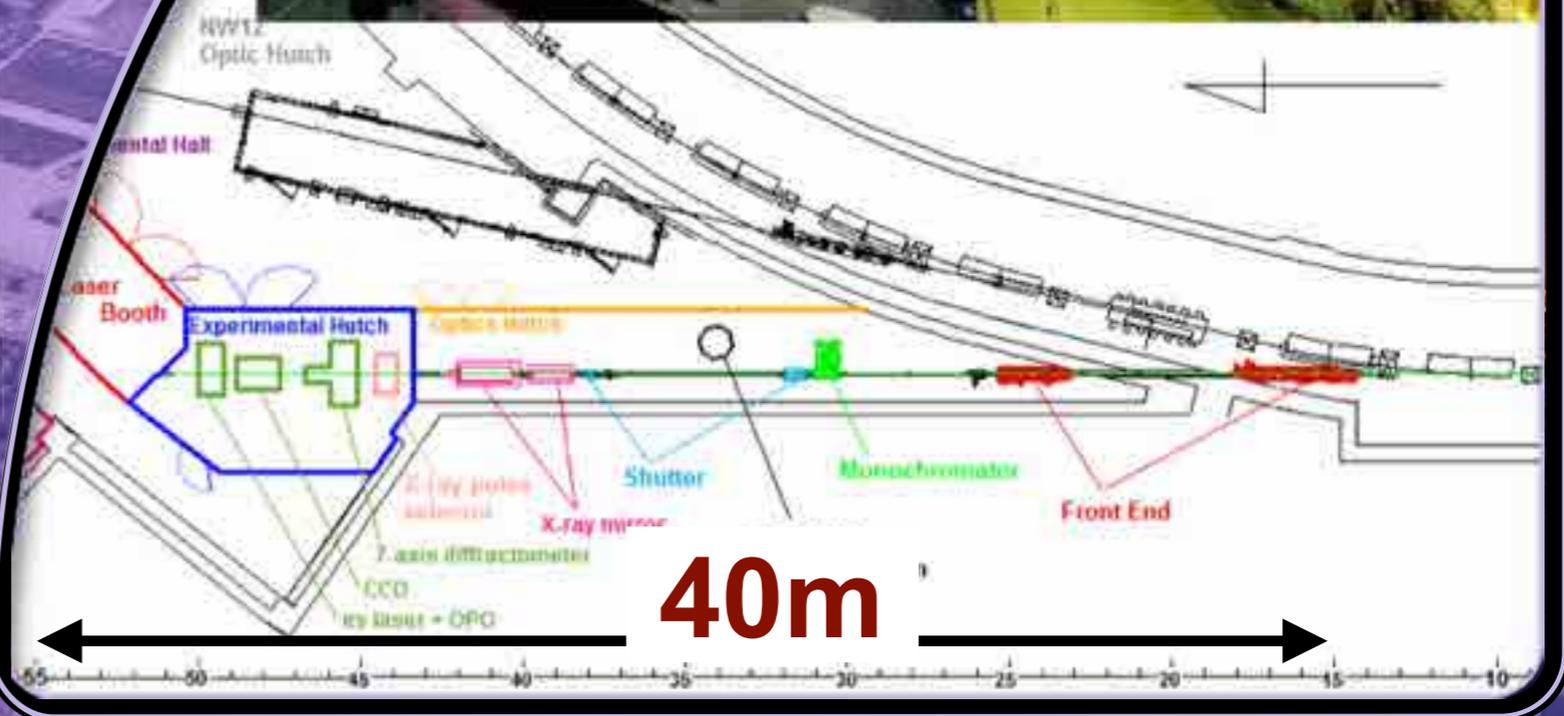
計測系への  
インパクト

高集積  
高機能

高レート化

分散

大規模化



# 計測装置開発に関する技術マップ

## -テクノロジードライバーの変遷-

全体 >70cm<sup>2</sup>/ch

科学（のための）技術の時代

NIM

CAMAC

PDP

汎用ロジックIC

トランジスタ

PrintedCircuitBoard

アセンブラ

全体 <4cm<sup>2</sup>/ch

科学（と産業/民生）技術の時代

デバイス

高集積・高機能

分散

プロセス/実装 Analog

Digital/システム化

# 計測装置開発に関する技術マップ

## -テクノロジードライバーの変遷-

全体 >70cm<sup>2</sup>/ch

### 科学（のための）技術の時代

NIM

CAMAC

PDP

汎用ロジックIC

トランジスタ

PrintedCircuitBoard

アセンブラ

全体 <4cm<sup>2</sup>/ch

### 科学（と産業/民生）技術の時代

インターポーター

FPGA

高速データリンク

高位言語

ミドルウェア

半導体プロセス

集積回路(ASIC)

Digital/システム化

プロセス/実装 Analog

# E-sysの活動

IPNSのグループとしての活動 知識の拡散と共有  
大学共同利用機関としての活動



セミナー(講義単位付与)

ASICトレーニング

FPGAトレーニング

PCBトレーニング

DAQ-Mトレーニング

若手の会

開発プロジェクト

コンサルタント

# E-sysの活動

IPNSのグループとしての活動 知識の拡散と共有  
大学共同利用機関としての活動

異なる出口を繋ぐ



200CHIPS FOR DC  
100CHIPS FOR APD  
200CHIPS FOR MPGD  
40CHIPS FOR PSD  
100CHIPS FOR MPPC  
~100CHIPS FOR TPC  
~1000CHIPS FOR TPC

積極的な共同プロジェクト受け入れ  
リソースの共有による開発  
プロジェクト間でのノウハウの移譲

# E-sysの活動

IPNSのグループとしての活動 知識の拡散と共有  
大学共同利用機関としての活動

異なる出口を繋ぐ

シーズとニーズが  
マッチした研究開発  
の積極的推進

将来を見据えた開発

多くの共同開発により得た知識  
を基に研究開発のプラットフォーム  
として活動する





# 知識の拡散と共有

広く・強く・高く



Participants of a seminar and training courses in past six years



実習開催

九州大

佐賀大

講師派遣  
実習開催

講師派遣  
実習開催

北大  
講師派遣  
実習開催

研究会開催

# Open-It内プロジェクトの分類



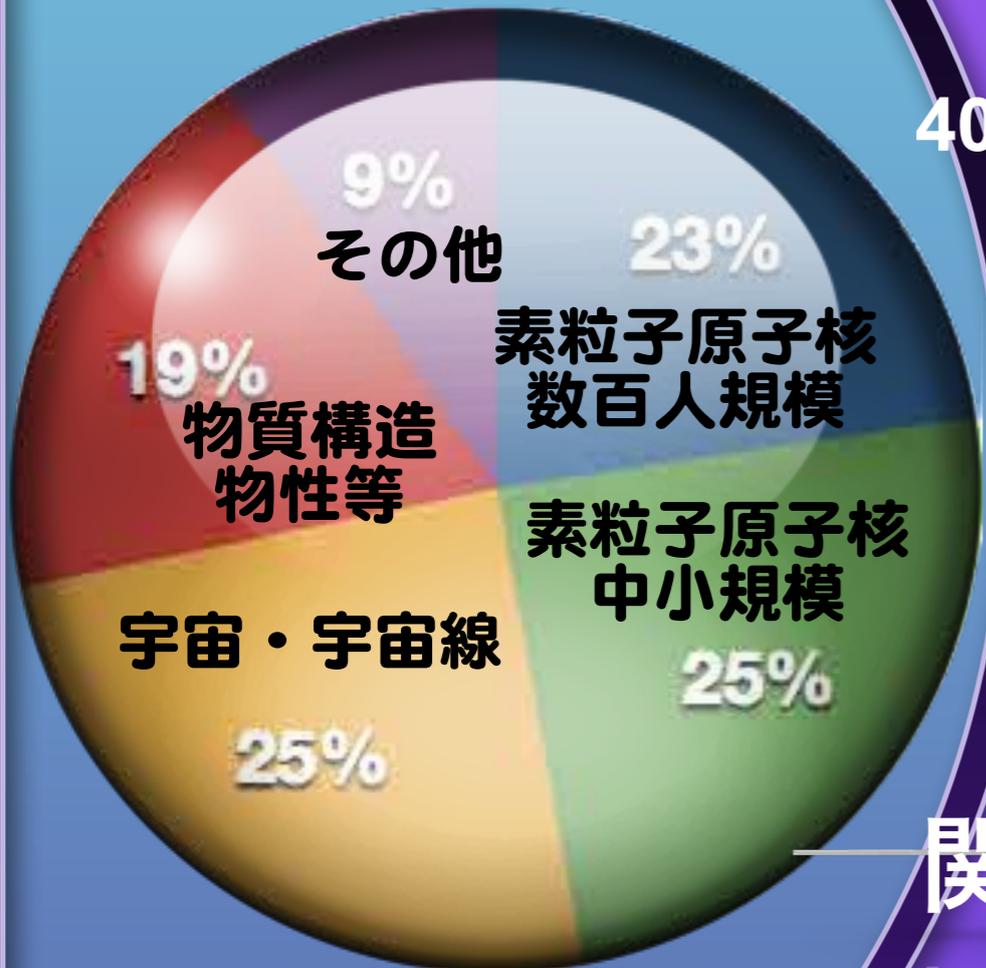
Open source consortium of Instrumentation

40プロジェクト: FYJ2013

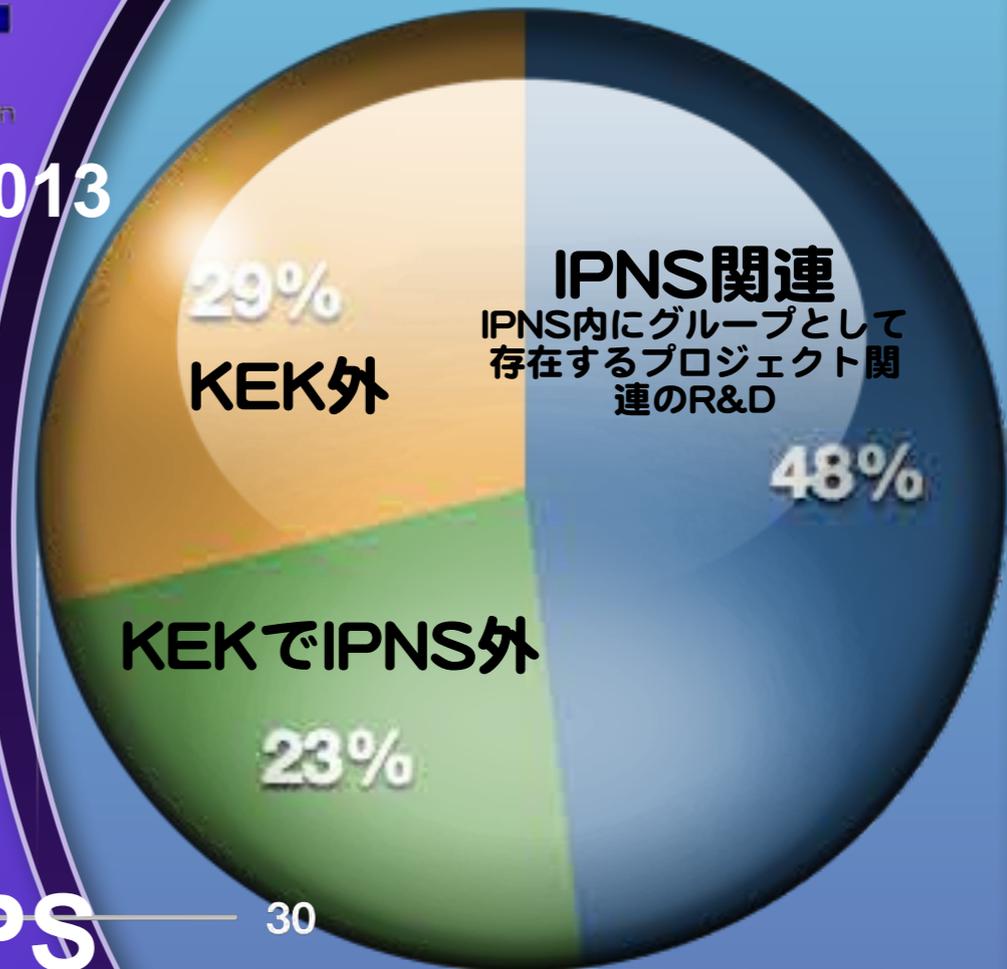
終了・進行中含む

相談案件は除く

## 分野別



## 組織別



## 関連講演数@JPS



# 異なる出口を繋ぐ

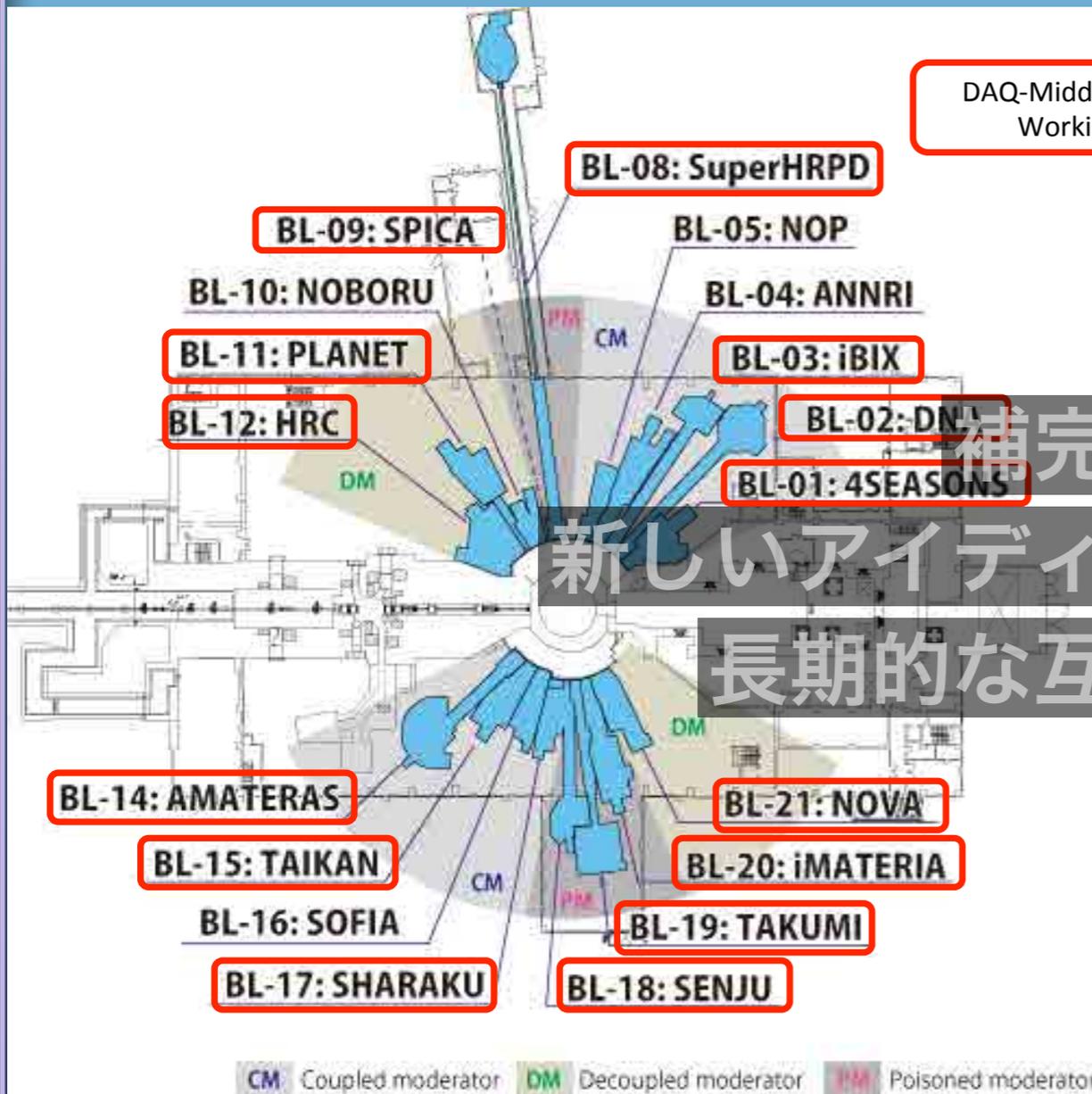
-なにができるのか-

- ミューオンや中性子との連携
- プロジェクト間でのノウハウのやり取り
- OJTでどこまでの事が出来るか

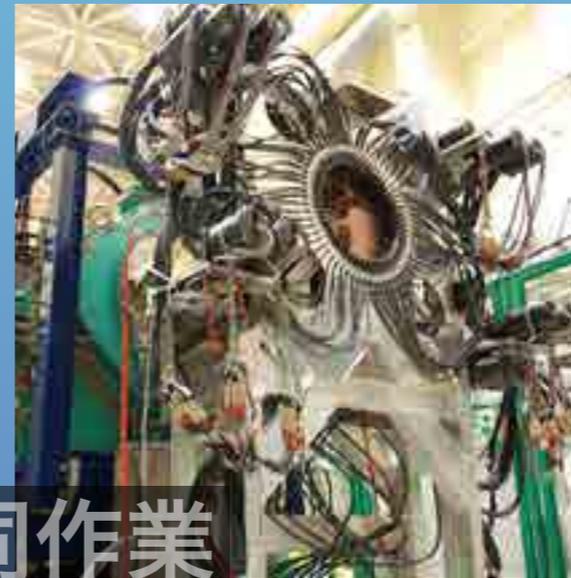
# 異なる分野との連携(MLF)

-E-sysから見て-

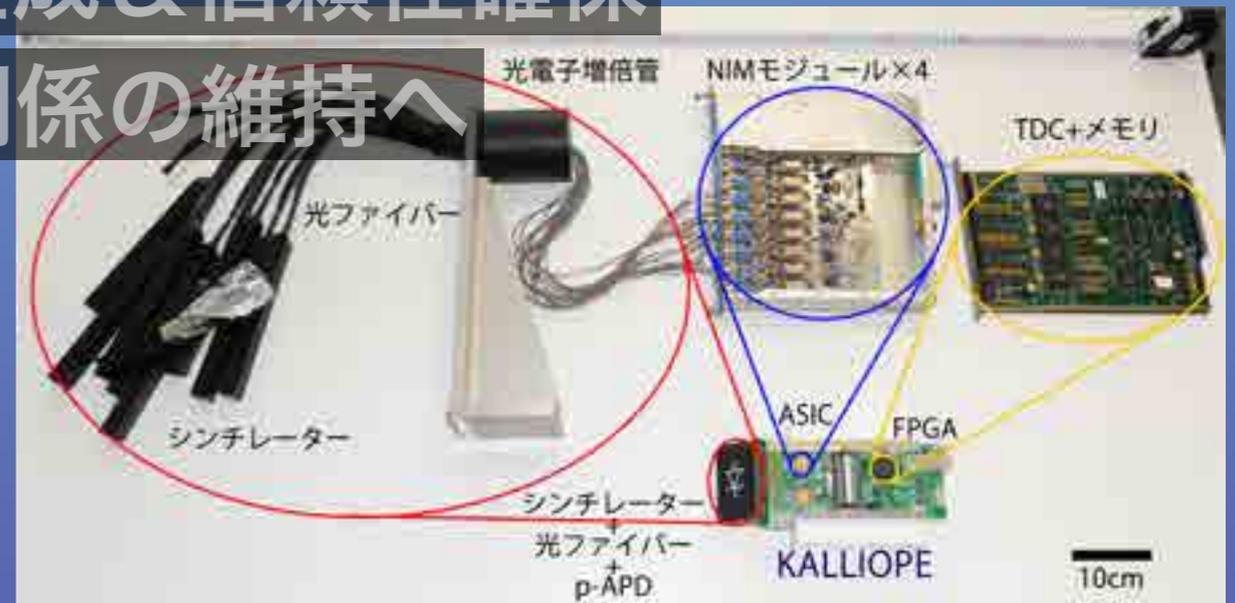
Neu-net, GbE-VME, ASIC等も



DAQ-Middleware Working



補完共同作業  
新しいアイデア生成&信頼性確保  
長期的な互惠関係の維持へ



2012年2月現在

# Project間でのノウハウの移行

-プロジェクト間-

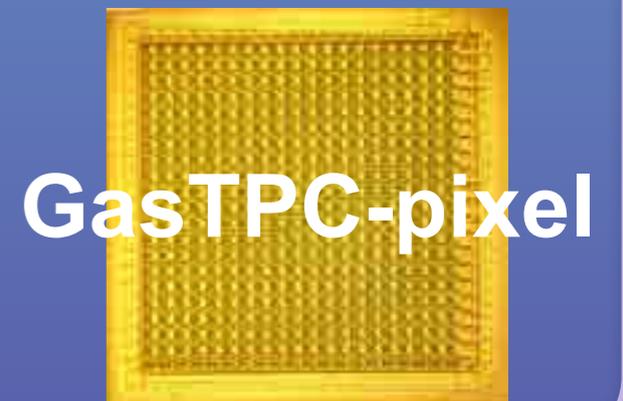
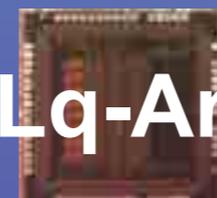
## TDC(FPGA)



## 1GHz waveform sampler



## DC/MPGD FE



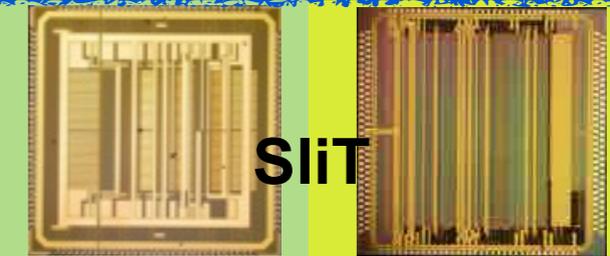
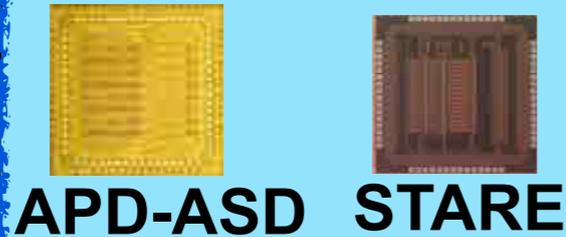
# On the Job Training

0.5umCMOS  
0.8umBiCMOS

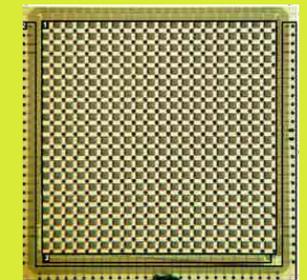
0.25um

0.18um

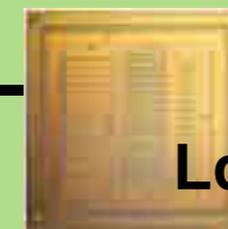
半導体センサー



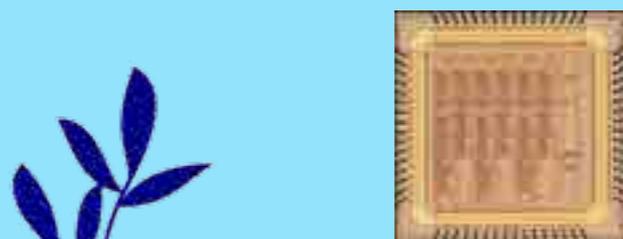
ガスセンサー



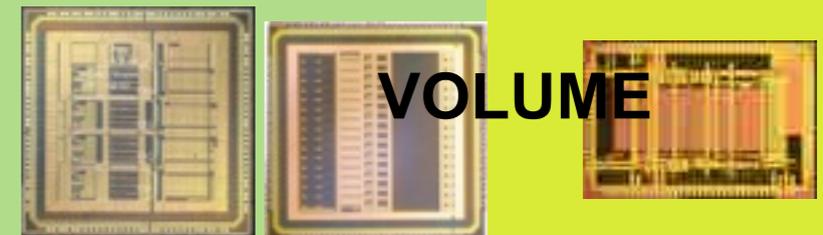
低温センサー



光センサー



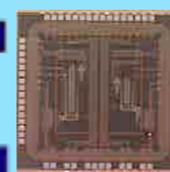
WDAMP  
WSiCaIFE



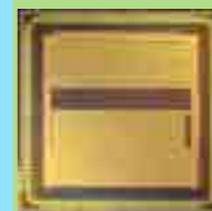
高機能化要素



Open source consortium of Instrumentation

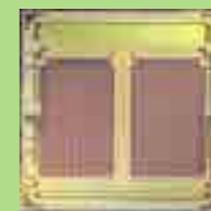


PLL

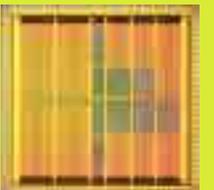


TDC

AMC



ADC  
TDC  
SiTCP



# 高輝度・高強度実験->多チャンネル化/高速化/高機能化

幅広いセンサー応用

高機能・多機能

柔軟なシステム構築

メカニカルクレートからSi-クレートへ

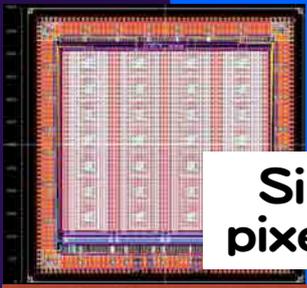
高速通信要素技術等に特色

耐放射線・真空中・低温等  
過酷環境下での  
フロントエンドとその実装

フロントエンドも含め  
ADC 8~12bit, ~Gbps  
TDC ~psec

ケーブルレス転送  
可逆データ圧縮  
10G~100G  
ネットワークベース

高機能  
ピクセル



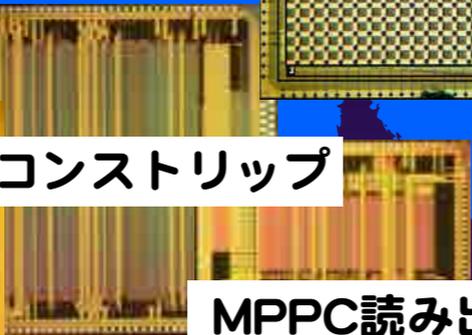
Si pixel

SOI 0.2um



Gas pixel

シリコンストリップ



MPPC読み出し

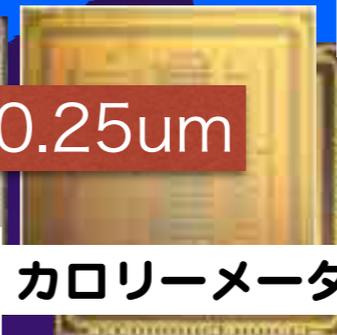
CMOS0.18um



ADC



宇宙線用波形  
サンプラー

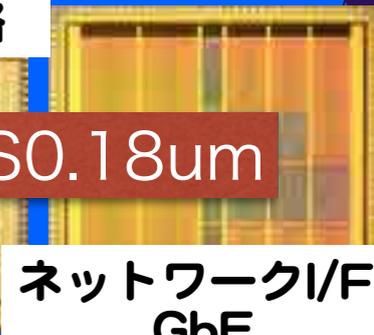


カロリメータ



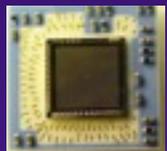
メモリを使用した  
データ処理回路

CMOS0.18um



ネットワークI/F  
GbE

TSV, Interposer, Flipchip



Drift Chamber読み出し

BiCMOS0.8um

GEM foil 読み出し

Gas TPC読み出し

CMOS0.5um

プロセス・実装 Analog

Digital

# 将来へ向けて

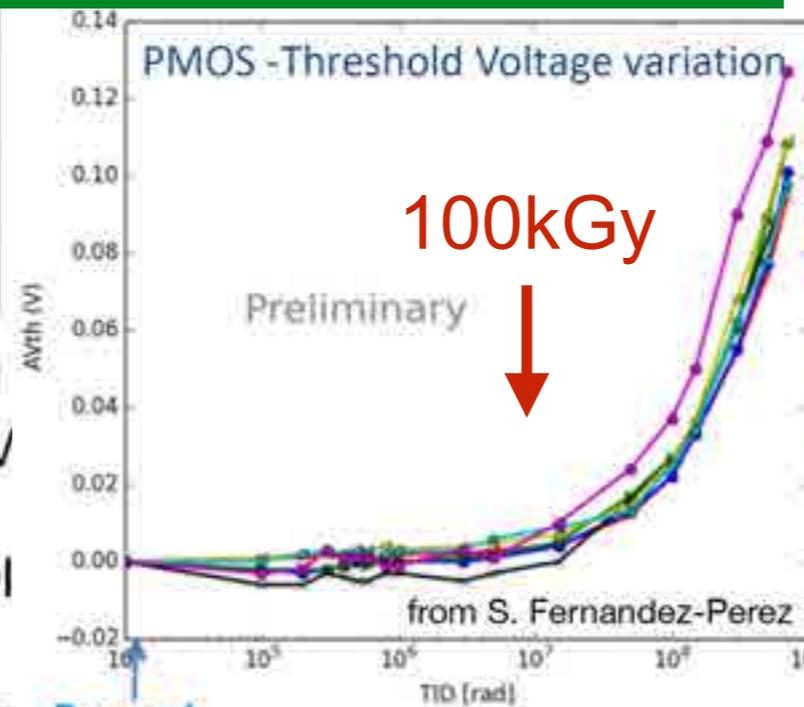
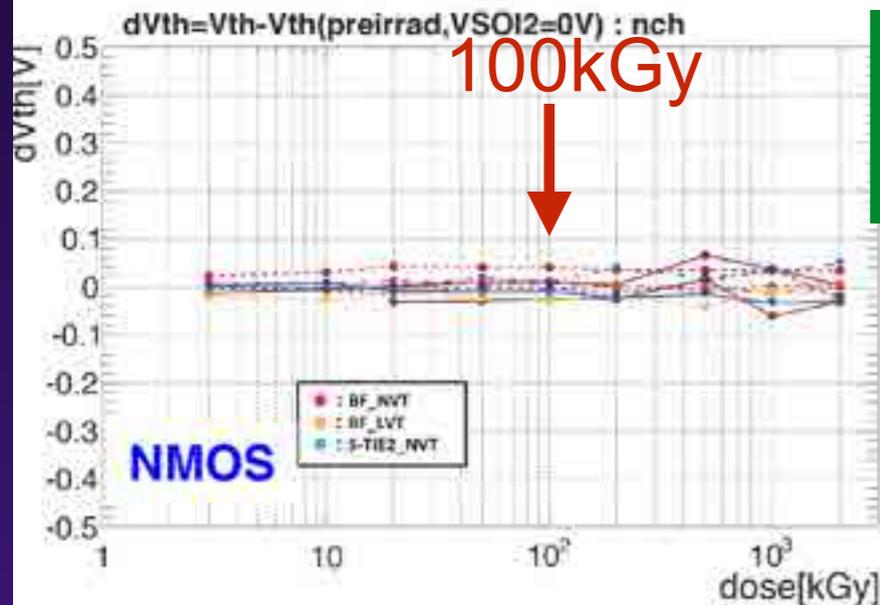
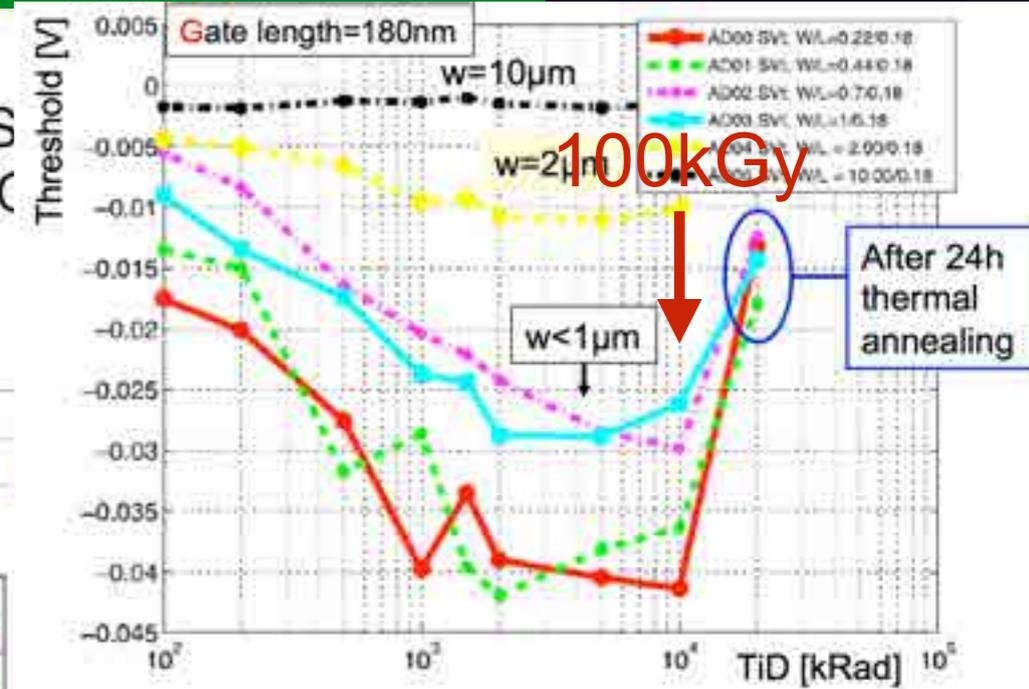
Tower Jazz 0.18um  
from H.Hillemanns

## Compensation of $V_{th}$

and after irradiation with optimum VS  
um VSOI2 of BF and S-TIE2 for NMC

LapisFDSOI0.2um  
from SOI group

XFAB SOI 0.18um  
from T.Kishishita

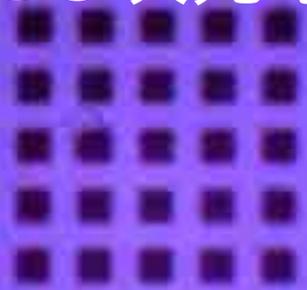


縦軸スケールが異なる事に注意

Note: 2.7/0.27 enclosed t

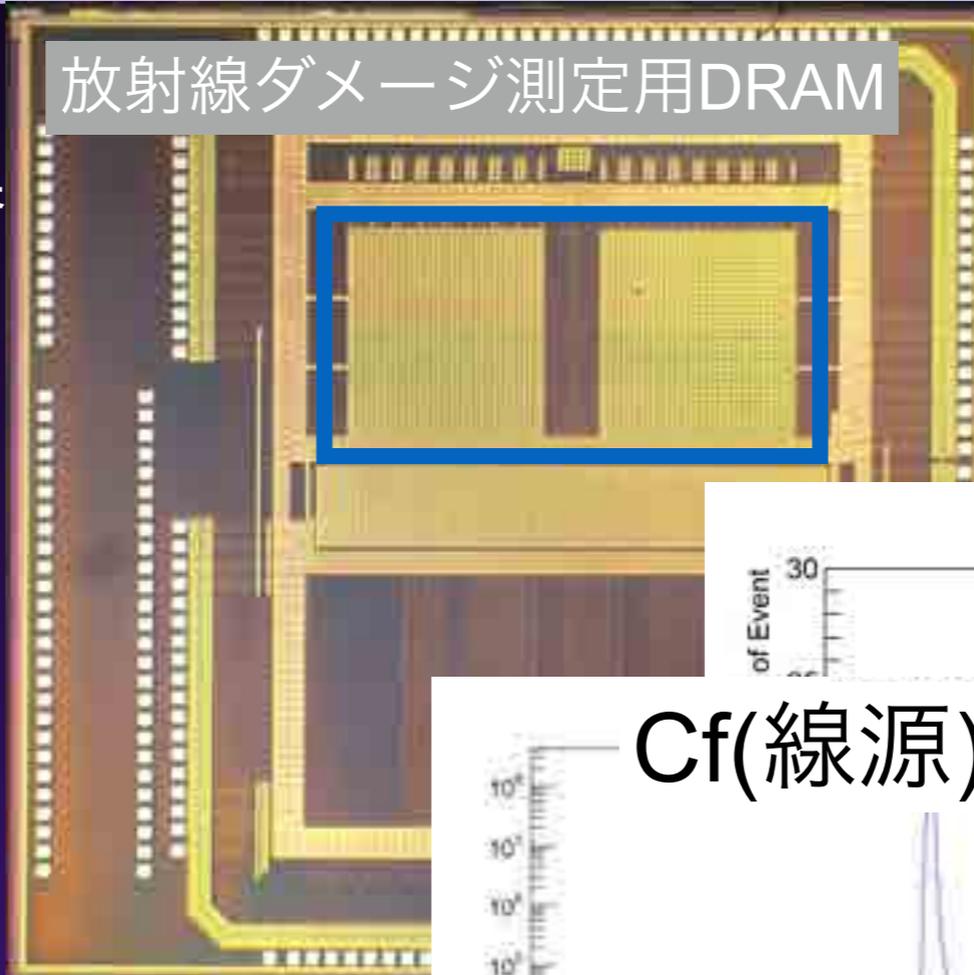
# 将来へ向けて

ワイドギャップ半導体を使用した3次元電極検出器



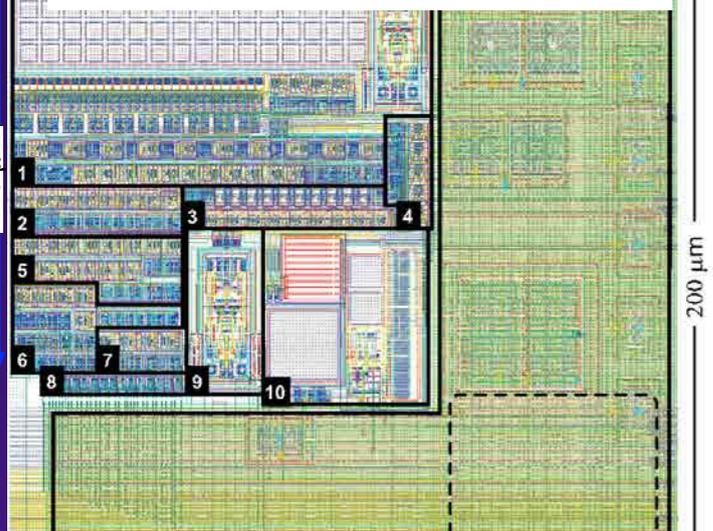
高速,耐放射線

放射線ダメージ測定用DRAM



1MW時 $5 \times 10^8$  n/s/cmとすると  
ビームモニタとしては1日程度  
数十cm離せば? (散乱検出)

高密度、高機能

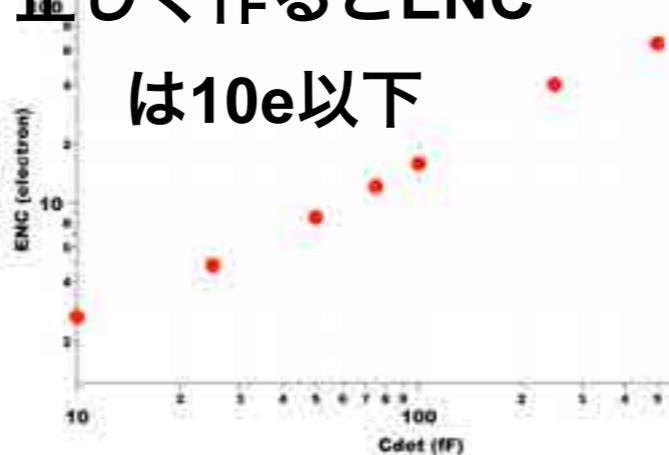


from M.Miyahara

O(350MeV)-beam

Cf(線源) +  $^{10}\text{B}$

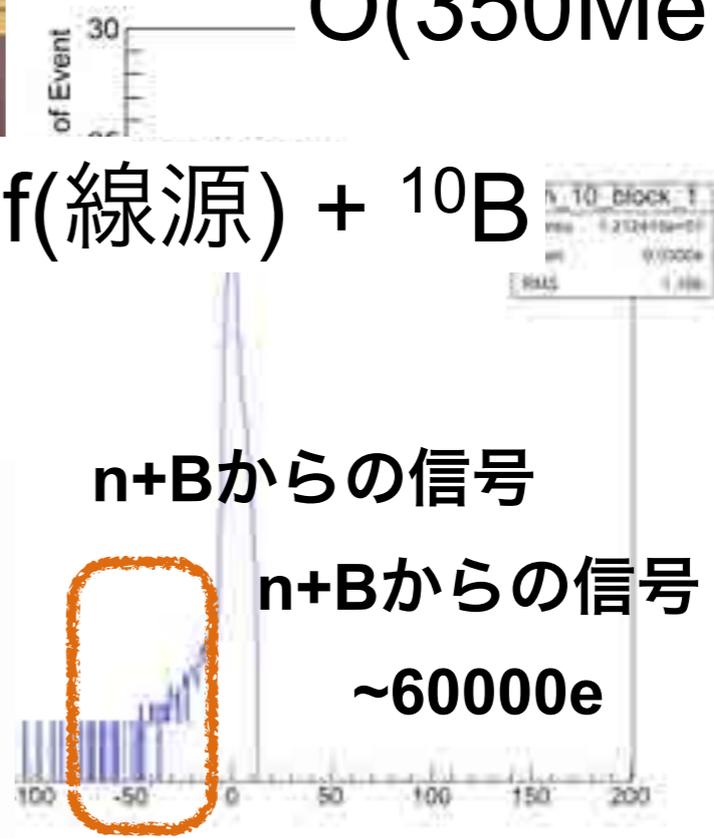
正しく作るとENC  
は10e以下



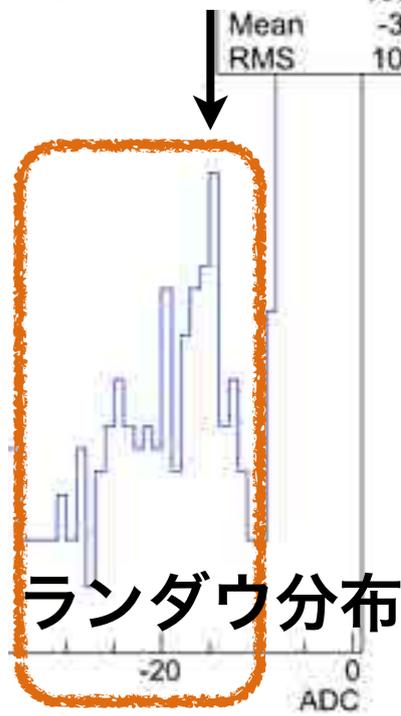
n+Bからの信号

n+Bからの信号

~60000e



ランダウ分布



# 終わりに

● すでに見せたロードマップにこだわらず皆さんとの相互作用で変化し続けたい。

● 日本が世界をリードするチャンスは今

● 計測システム開発でお互いに協力し、それぞれの出口（応用分野）で世界を自分がリードするという意識を持つ研究者を支える枠組みの強化は必須

● お互いの開発ロードマップをすりあわせてリソース協力できる体制を作り上げられればよりアクティビティは上がるのでは？