
低消費電力かつ広ダイナミックレンジな シンチレーションカメラ読み出しシステム の開発

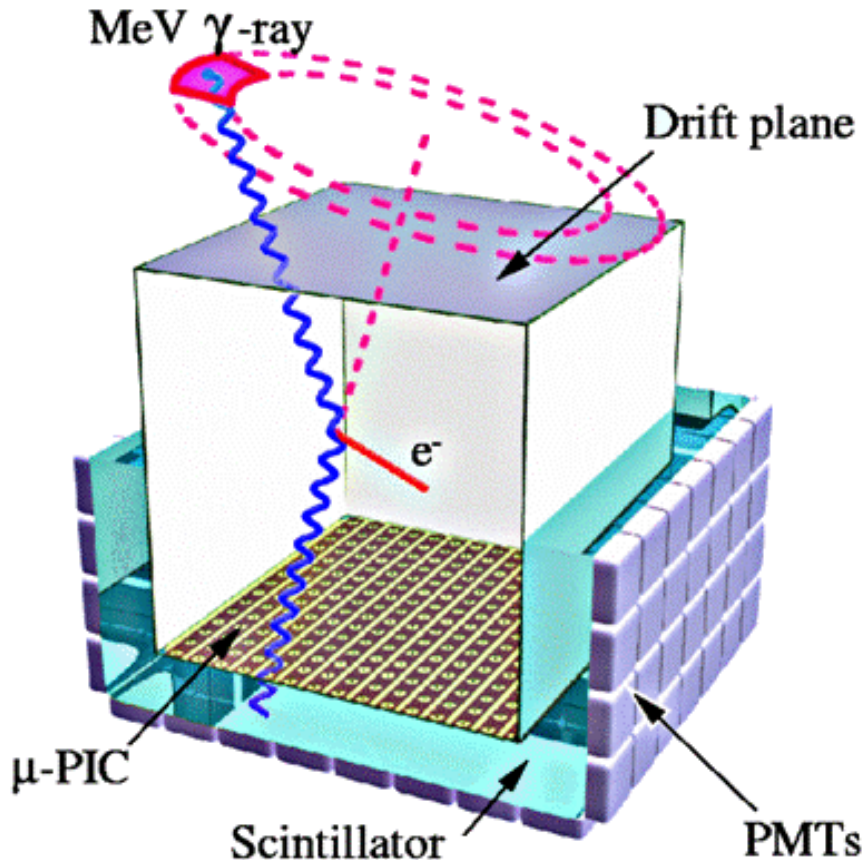
京大理 岩城 智

谷森達, 窪秀利, 身内賢太郎, 土屋兼一,
株木重人, 高田淳史, 岡田葉子, 服部香里,
西村広展, 上野一樹, 黒澤俊介, 井田知宏(京大理),
久保信(クリアパルス)

目次

- MeVガンマ線カメラ
- シンチレーションカメラの現状
- 新型ヘッドアンプを用いた
シンチレーションカメラ読出しシステム
- まとめと今後

MeV γ 線コンプトンカメラ



■ micro-TPC

- ・ μ -PICを用いた Time Projection Chamber
- ・ 反跳電子の飛跡とエネルギーを測定

+

■ シンチレーションカメラ

- ・ Pixel Scintillator Array + Multi Anode PMT
- ・ 散乱 γ 線の吸収位置とエネルギーを測定

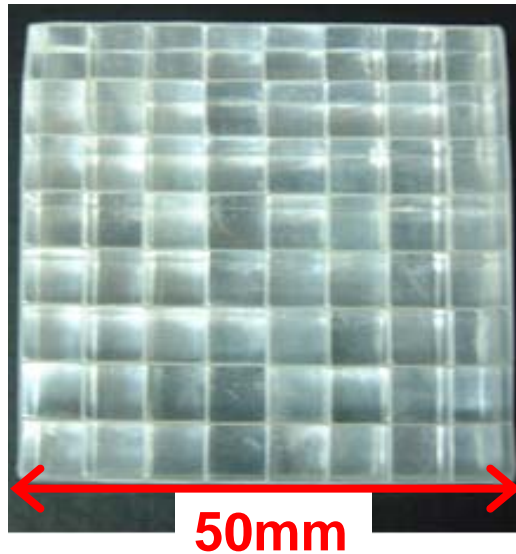
(30cm)³ コンプトンカメラ
現在開発中
⇒23pZX-7 上野講演

1event毎にコンプトン散乱を再構成
エネルギーと到来方向を一意に決定

シンチレーションカメラ

Pixel Scintillator Array

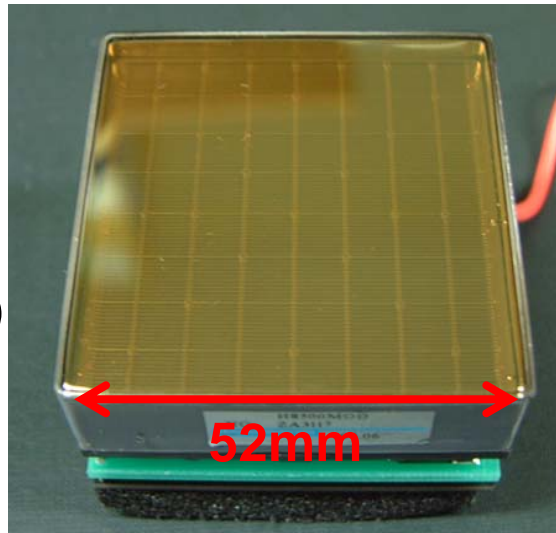
- GSO(Ce)
- Pixel size: $6 \times 6 \times 13\text{mm}^3$
- 8×8 pixels
- 各pixel間はESR(3M)で
光学的に分離



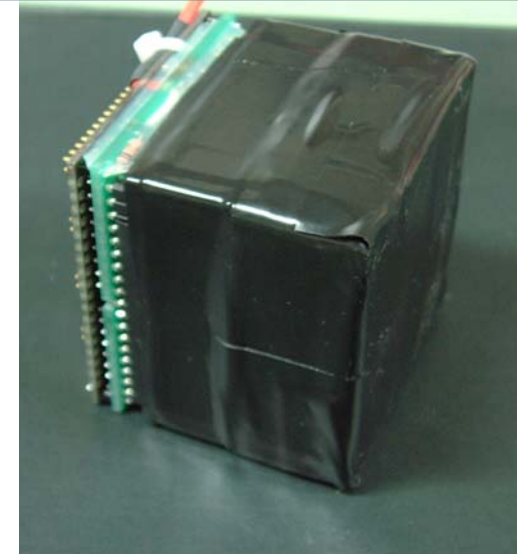
マルチアノードPMT

H8500 (浜松ホトニクス)

- 8×8 multi anode
- Size: $52 \times 52 \times 20\text{mm}^3$
- 有感領域: $49 \times 49\text{mm}^2$ (89%)
- Gain: $\sim 10^6$ @ -1000V
- Gain uniformity: $\sim 1:3$



応用光研 6262A grease
を用いて接合



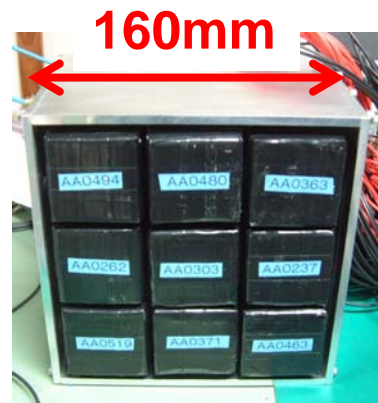
⇒2007年春JPS
西村講演

SMILE実験

*Sub-MeV gamma-ray Imaging
Loaded-on-balloon Experiment*

SMILE I 実験 (2006年9月1日)

- $10 \times 10 \times 15 \text{cm}^3$ TPC
+33MAPMTs
- コンプトンカメラの動作試験 @ 35km
- 大気散乱 γ 線と宇宙拡散 γ 線の観測



SMILE II 実験 (2009年?)

- $(30 \text{ or } 40 \text{ cm})^3$ TPC
+108 or 192MAPMTs (予定)
- Crab、Cyg X-1の観測

	搭載 PMT数	エネルギー分解能 (FWHM) @662keV	ダイナミック レンジ[keV]	消費電力 [/PMT]
SMILE I	33	~ 11.0%	80-800	2.7W
SMILE II	108 or 192	< 11.0%	80-800	400mW

現在の読出しシステム

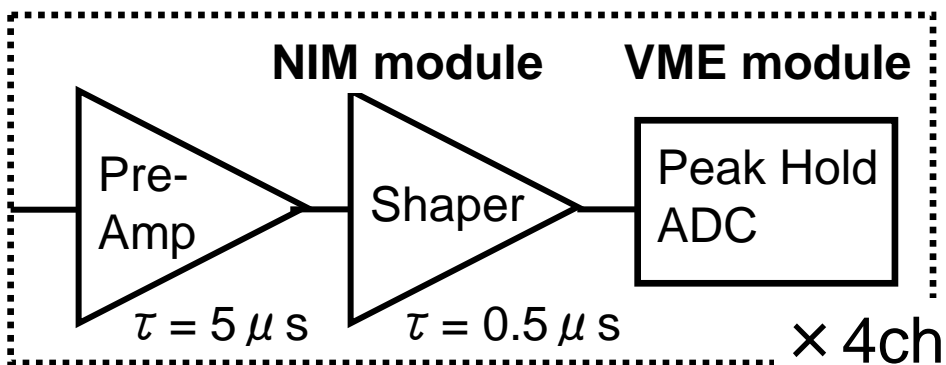
330mm



(30cm)³コンプトンカメラ用
6×6MAPMTs
シンチレーションカメラ
・192pixels分離
・エネルギー分解能
~11.0% @662keV(FWHM)

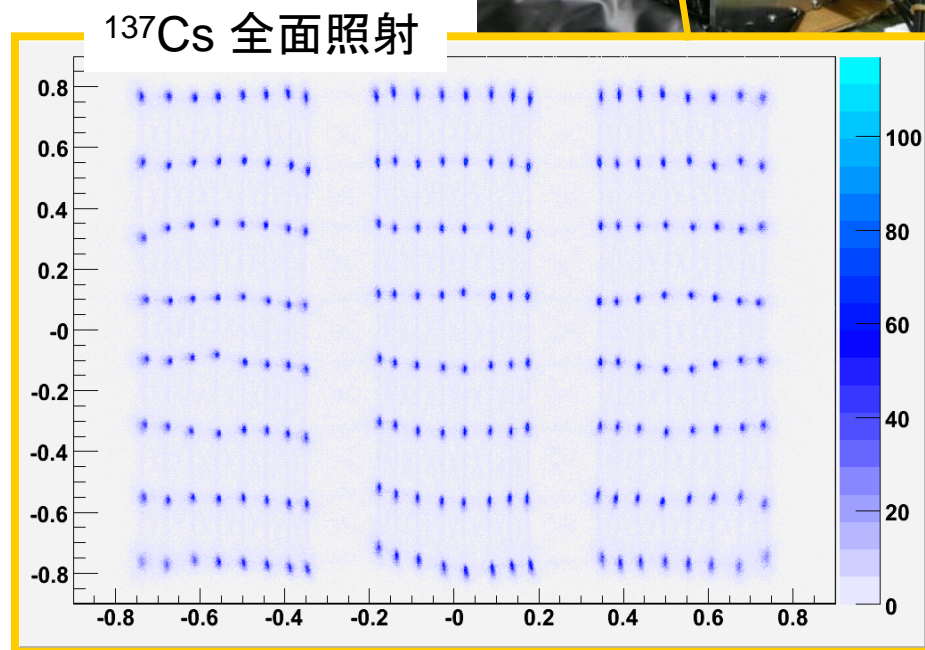
3連結抵抗チェーン

・抵抗分割により、3PMT(192pixels)の信号を4端で読み出す。



消費電力(/PMT):2.7W

>400mW(要請値)



新しい読出しシステムの開発が必要

ヘッドアンプユニット (VA/TA)

⇒2007年秋 JPS 上野講演

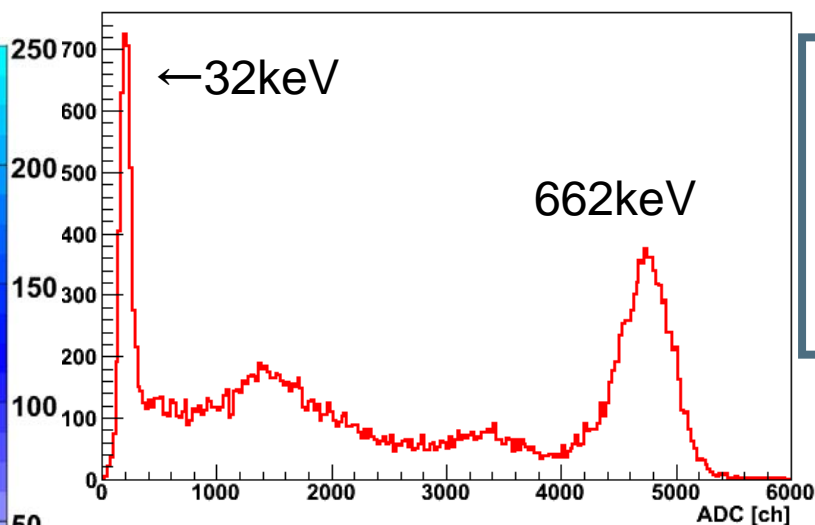
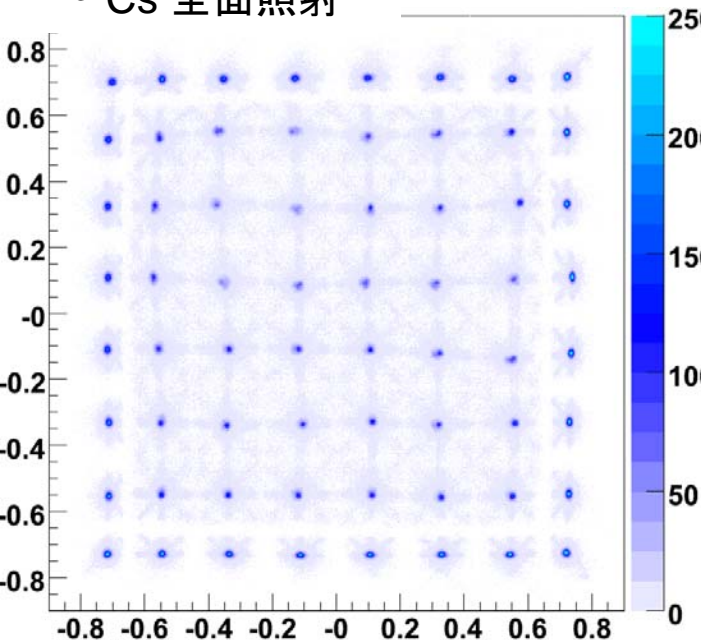
80168型ヘッドアンプユニット (Clear Pulse)

- ・32ch CMOS ASIC (by IDEAS ASA) × 2 使用
- ・64ch 個別読出し
- ・入力電荷：~35pC (減衰基板使用で約10倍)
- ・処理時間：80 μ s /event
- ・消費電力：1.05W



15cm

^{137}Cs 全面照射



- ・エネルギー分解能
：~11% @ 662keV
(FWHM)
- ・ダイナミックレンジ
：30keV~800keV

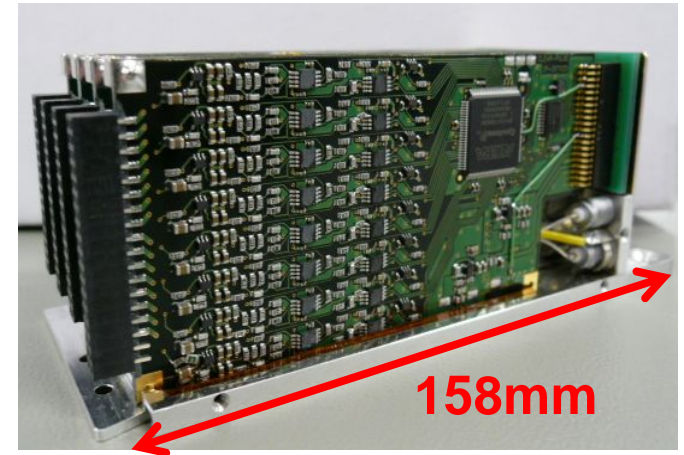
VAを用いたヘッドアンプの問題点

- ・入力ダイナミックレンジが狭い
- ・CMOSを用いているためベースノイズが大きい

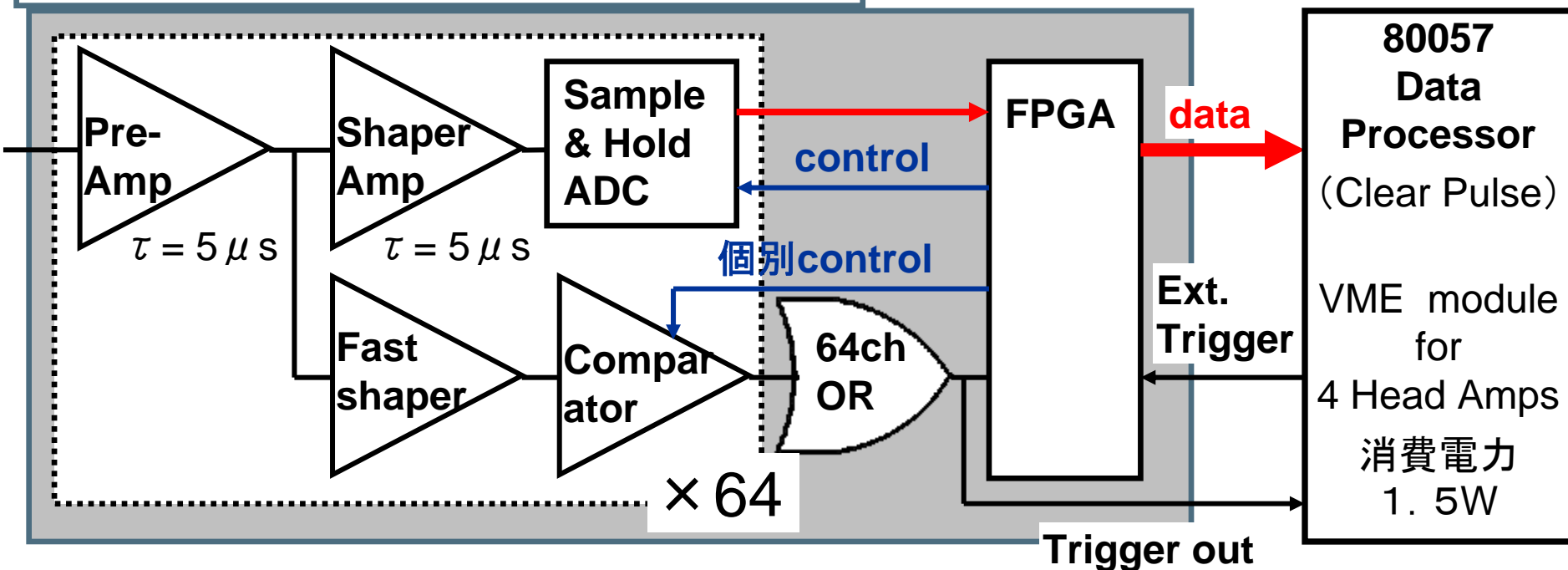
新型ヘッドアンプユニット

80190型ヘッドアンプユニット(Clear Pulse)

- ・64ch 個別読出し
- ・VA/TAを使わず、汎用部品のみ使用
- ・PreAmpのコンデンサを容量を選ぶことで入力電荷のレンジを調節(今回は800pC)
- ・消費電力: 1.2W
- ・処理時間: $20 \mu\text{s}/\text{event}$
- ・Dynode trigger有



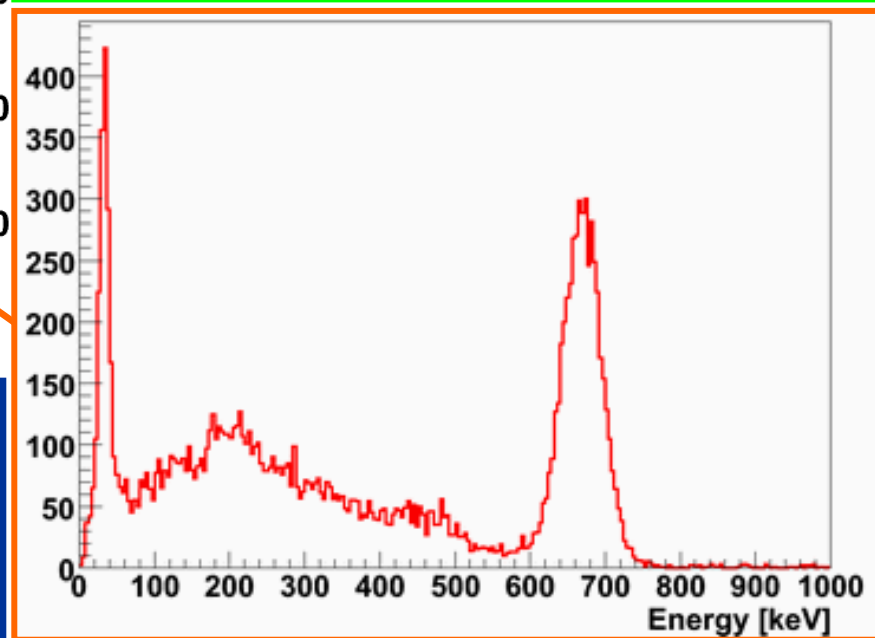
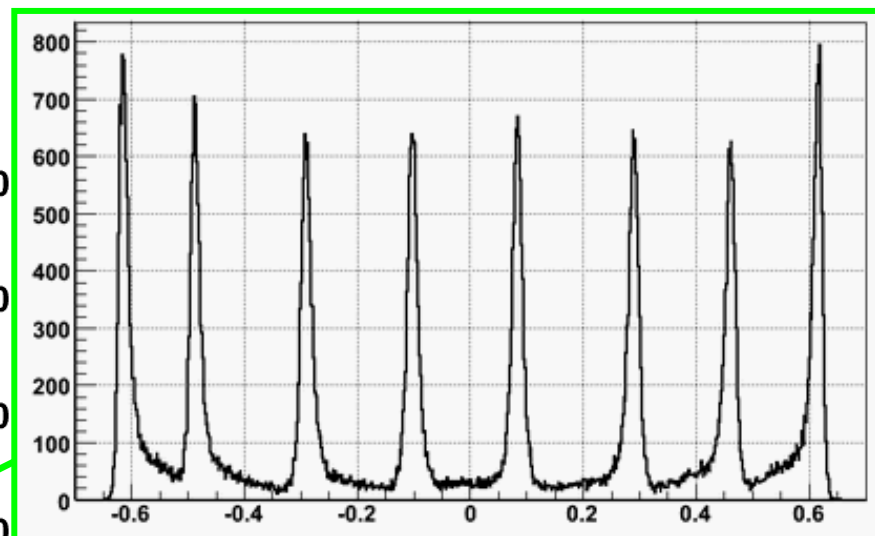
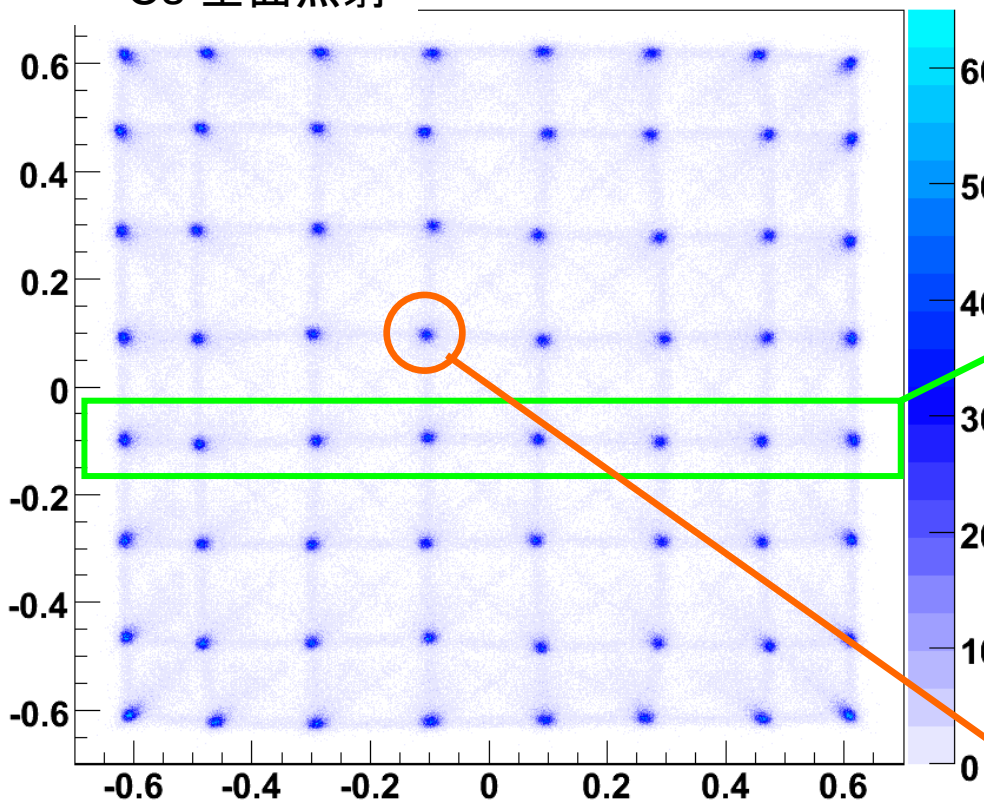
京大、クリアパルス共同開発



ヘッドアンプユニットによる読出しシステム

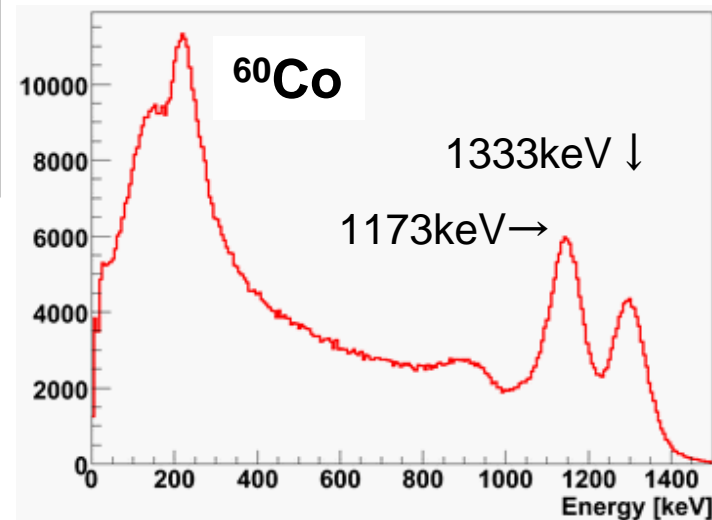
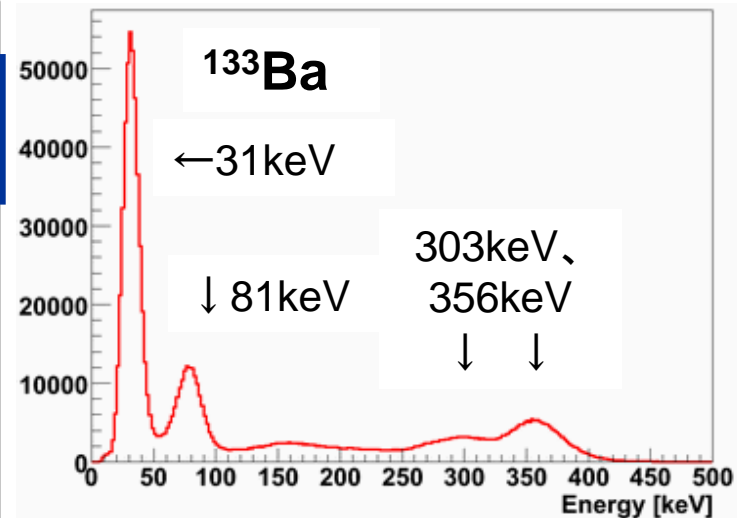
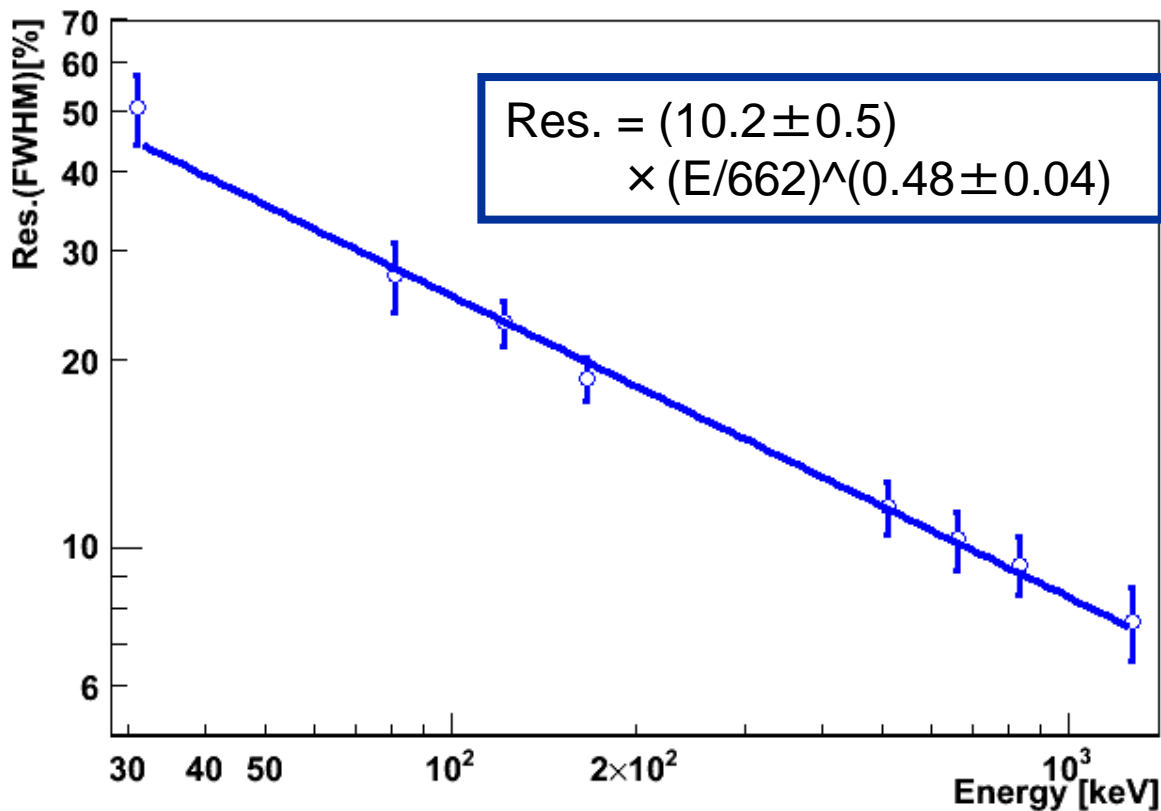
■ 再構成図及びスペクトル

^{137}Cs 全面照射



- 重心法により2次元へ再構成
- 64pixelを分離
- エネルギー分解能:
10.5% @ 662keV (FWHM)

エネルギー分解能及びダイナミックレンジ

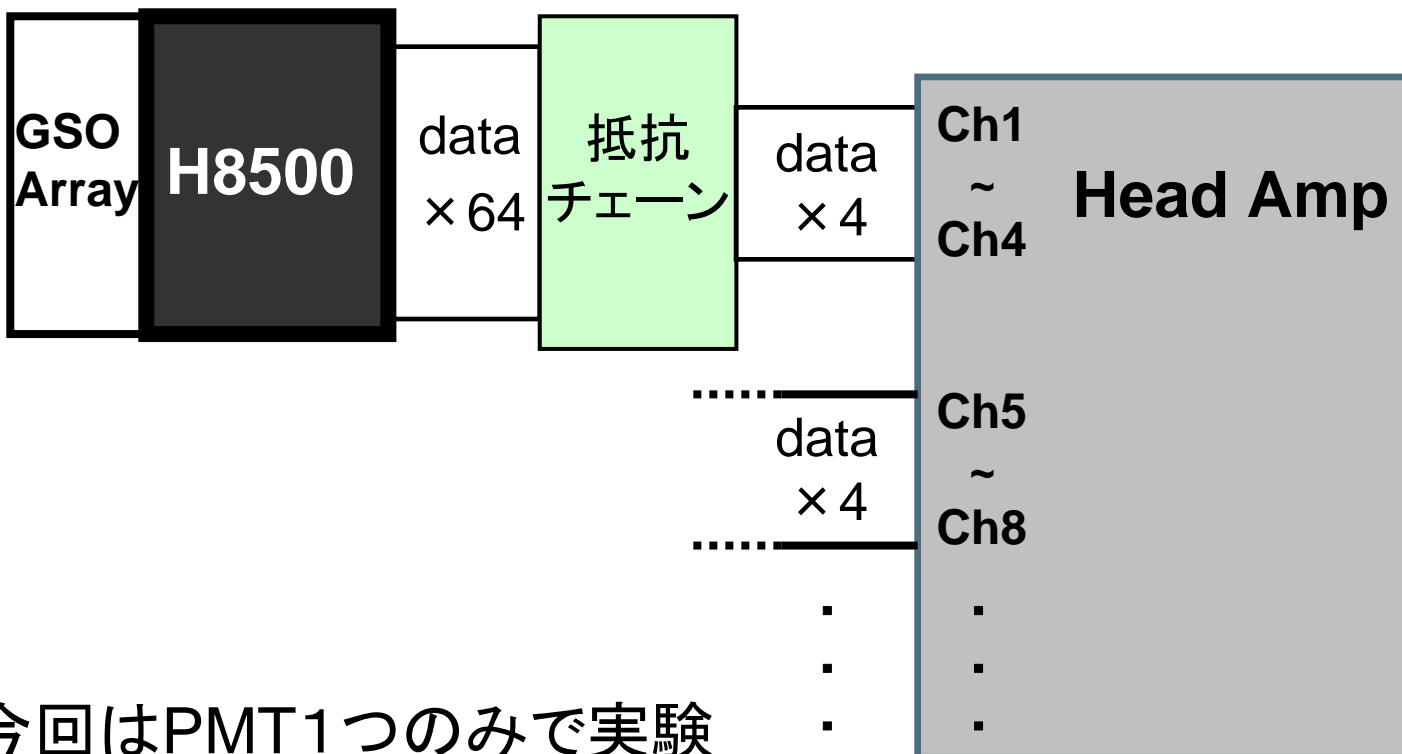


- ・エネルギー分解能:
10.5% @ 662 keV (FWHM)
- ・ダイナミックレンジ:
30 keV ~ 1.3 MeV
- ・消費電力:
1.55 W/PMT

⇒消費電力がSMILE IIでの要請 (400 mW/PMT) よりまだ大きい

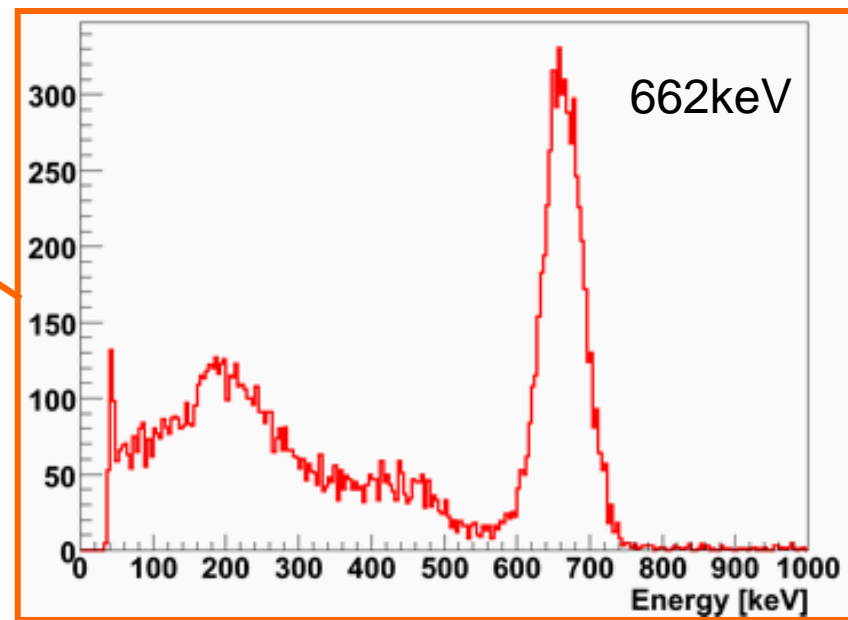
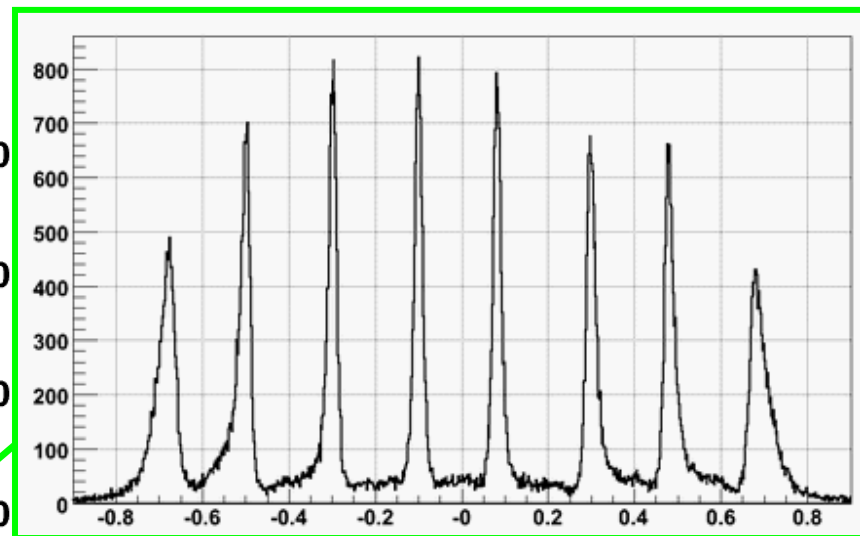
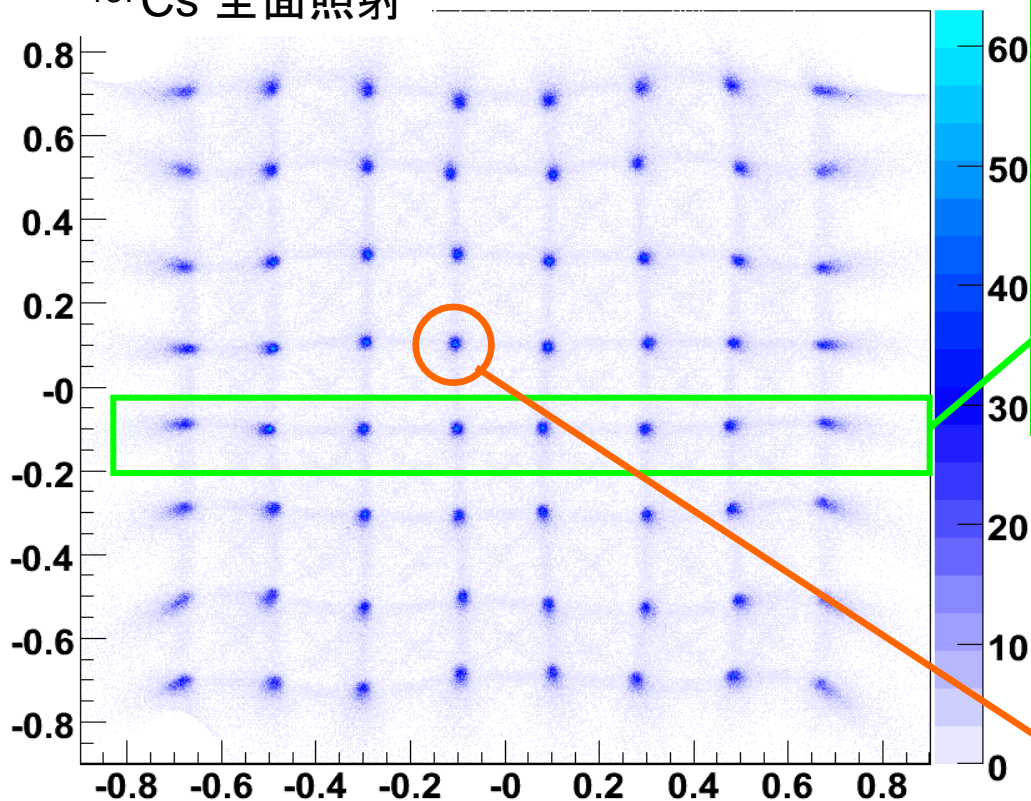
抵抗チェーン+ヘッドアンプユニットによる 読出しシステム

- SMILE II に向けては更なる省電力化が必要
抵抗チェーンを用い4端にしたものをヘッドアンプで読み出し
⇒消費電力1/16に



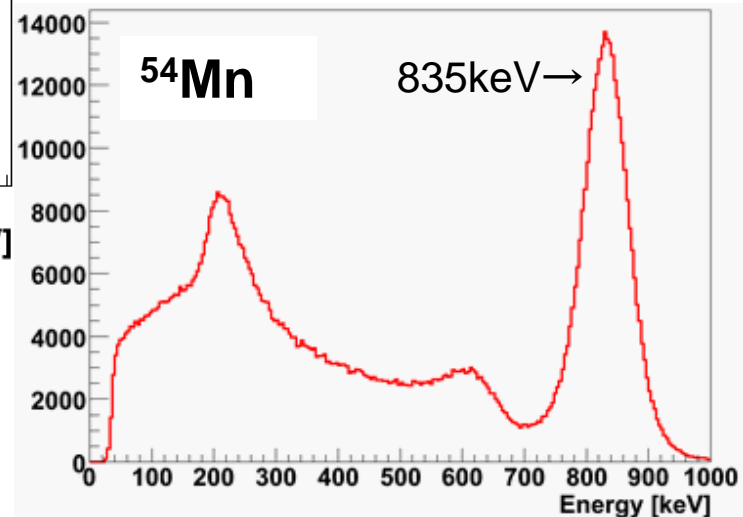
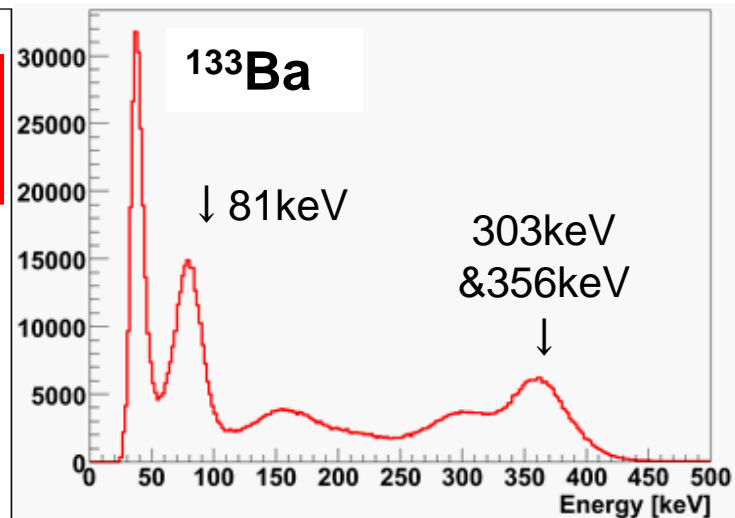
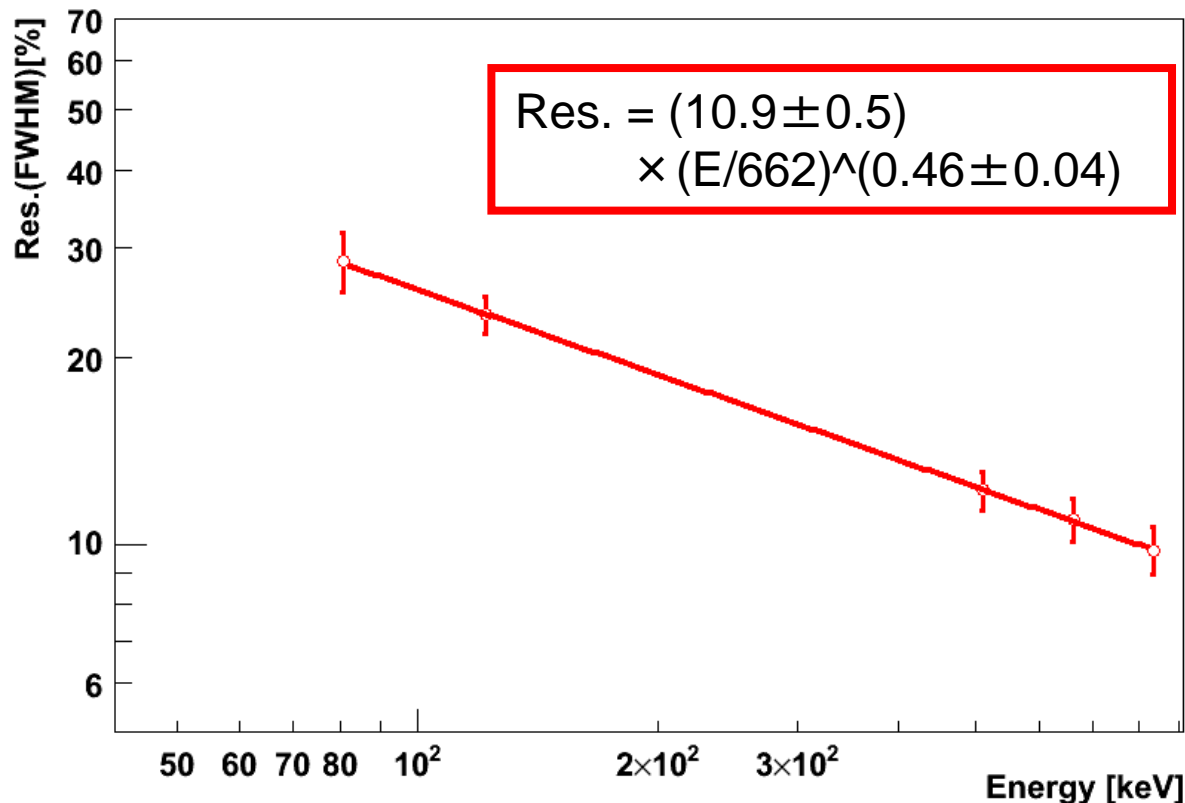
抵抗チェーン+ヘッドアンプユニットによる 読出しシステム

^{137}Cs 全面照射



- ・4隅の情報から重心法により再構成
- ・64pixelsを分離
- ・エネルギー分解能:
10.9% @ 662keV (FWHM)

エネルギー分解能及びダイナミックレンジ



- ・エネルギー分解能:
10.9% @ 662keV (FWHM)
- ・ダイナミックレンジ:
80keV ~ 800keV
- ・消費電力:
100mW/PMT

⇒ SMILE II での要請
を十分満足する

まとめ

	エネルギー分解能 (FWHM@662keV)	ダイナミック レンジ	消費電力 (/PMT)
目標値	11%	80keV~800keV	400mW
PMT3個連結抵抗チェーン+ Pre AMP+Shaper+PHADC	○11%	○80keV~ 800keV	× 2.7W
80168型Head Amp (VA/TA) (64ch読出し)	○11%	○30keV~ 800keV	× 1.4W
80190型Head Amp (64ch読出し)	○10.5%	◎30keV~ 1.3MeV	× 1.55W
抵抗チェーン4端読出し+ 80190型Head Amp	○10.9%	○80keV~ 800keV	◎100mW

今後

- 抵抗チェーン+Head Amp システムの広ダイナミックレンジ化
- SMILE II に向け、多数のMAPMTの同時読出しシステムの開発