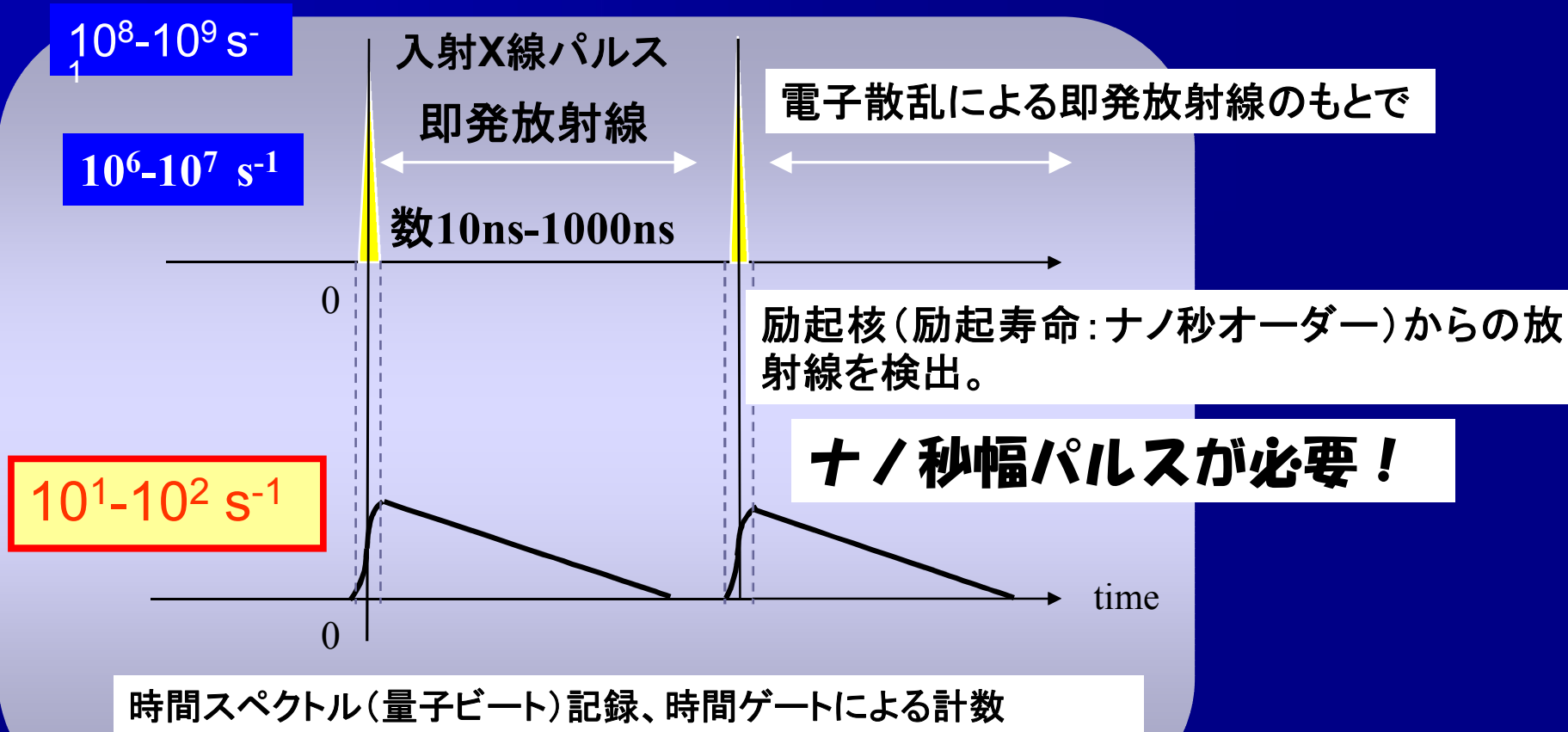


核共鳴散乱測定のための 高速シンチレータの開発

岸本俊二^{1,5}、澁谷憲悟^{2,5}、錦戸文彦^{2,5}、越水正典^{3,5}、
春木理恵⁴、依田芳卓^{4,5}

高エネ研・PF¹、放医研²、東北大³、JASRI⁴、JST/CREST⁵

1. 放射光核共鳴散乱法と高速パルス検出器



これまで

シリコン・アバランシェフォトダイオード (Si-APD)

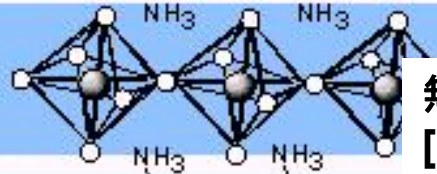
高エネルギー領域の
励起核レベルも利用



**サブナノ秒発光寿命
のシンチレータ**

2. サブナノ秒シンチレータ

有機バリア層 $[\text{RNH}_3]^+$



無機井戸層
 $[\text{PbX}_4]^{2-}$

候補として、**低次元半導体シンチレータ**
例.

有機無機ペロブスカイト型化合物結晶:

$(\text{RNH}_3)_2\text{PbX}_4$, R:アルキル基, X:ハロゲン
(Br, I)

無機層が量子井戸構造を形成: 励起子が熱的に安定化。室温でも高効率発光。

2次元内に閉じ込められた励起子による高速発光:

励起子の空間的局在化により無輻射遷移(結晶欠陥などに捕獲されることによる)が抑制される。

	Wavelength (nm)	Decay time (ns)	Light yield	Intrinsic efficiency (%)
NaI:Tl	410	230	100	50keV: 98% (1mm thick)
YAP:Ce (YAlO ₃)	370	27	40	50keV: 81% (1mm thick)
(n-C ₆ H ₁₃ NH ₃) ₂ PbI ₄ 直鎖アルキルアミン	560	0.39(28%), 3.8(29%) 16(43%)	11	50keV: 20%? <u>~ 0.2mm thick</u>

* 電子線による。K.Shibuya et al., Jpn. J. Appl. Phys., 43 (2004) L1333



Bis(phenethylammonium)tetrabromoplumbate,

略称: フェネチルアミン臭化鉛、PhE-PbBr₄

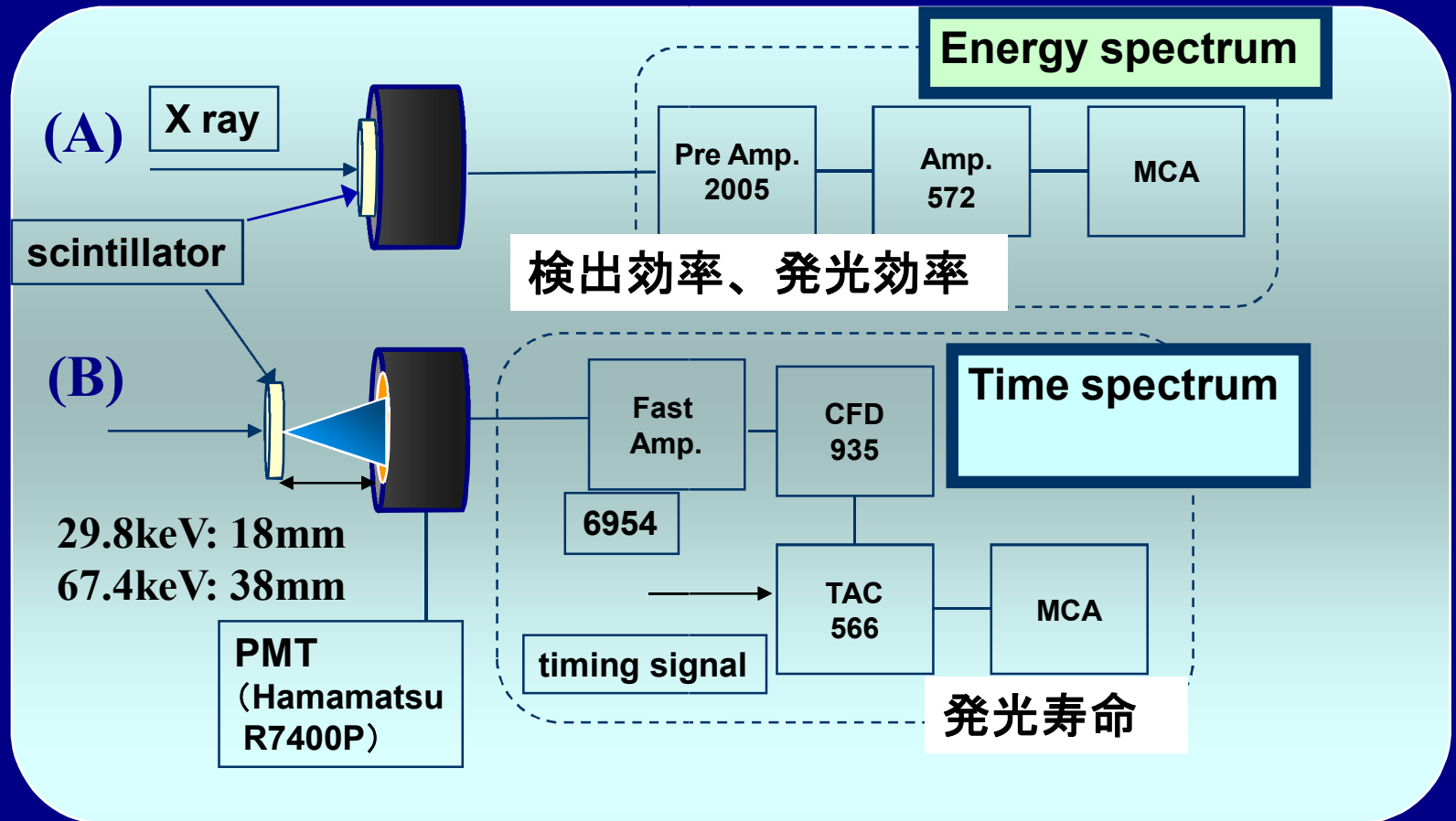
厚さ max.1.7 mm (~9x6 mm)



3. シングランバンチ・モードを利用したシンチレータ 発光特性の評価

検出器配置(A) および単一光子検出配置(B)

でエネルギーおよび時間スペクトル測定(シングランバンチモード)を放射光X線ビームにより実施 (PF BL-14A)。



4. Ni-61核共鳴散乱測定への応用

タイミング測定（時間分光）：核共鳴成分の測定に成功！

'07 5月、11月 SPring-8 BL09XUでの実験（ $\Delta E \sim 1\text{eV}$ ）

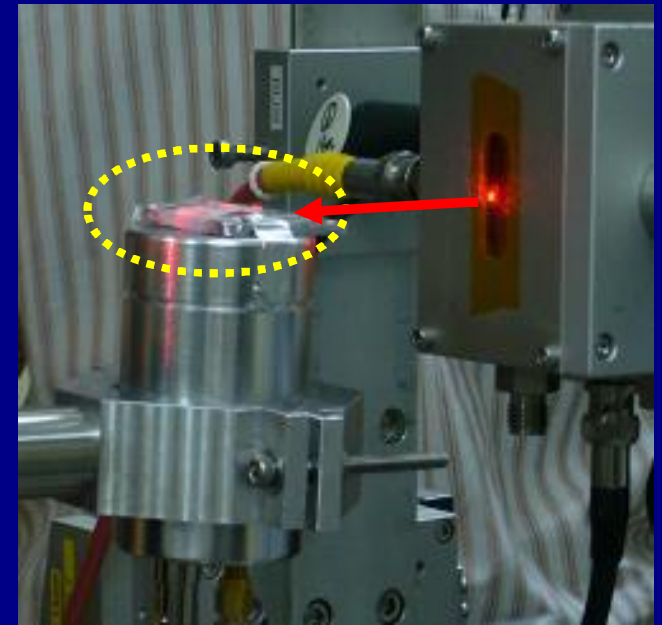
Ni-61: 67.4keV, $T_{1/2}$: 5.3 ns (τ : 7.6 ns)

シンチレータ: $\sim 8 \times 7 \times 0.9\text{t mm}$,
57.2mg

試料: Ni-61濃縮（95%）金属箔、
5x5x0.38t mm

非弾性散乱配置

（AL 3mmt の上に試料をセット）



シンチレータ特性の比較

	ε (% , 67.4keV, 1mm ^t)	発光効率 (文献値)	λ (nm)、 τ (ns)
PhE-PbBr₄	23.7 ± 0.1 (0.9mm ^t)	22 ± 2 (-)	440, 10
NE142	2.6 ± 0.1	10 ± 1 (11)	425, 2
YAP(Ce)	50.2 ± 0.2	(40)	370, 27

まとめ

1. フェネチルアミン臭化鉛 (PhE-PbBr_4)をシンチレータとして使用、Ni-61 (励起エネルギー: 67.4keV、 $T_{1/2}$:5.3ns) の核共鳴時間スペクトルの観測に成功した。
2. PhE-PbBr_4 について、発光寿命: 10 nsが主、発光強度: ~20 (NaI: 100の場合) の特性が確認できた。NE142と比較して発光寿命は長いが発光効率が大きい。また67keVでは検出効率が9倍以上ある。
3. 核共鳴散乱実験への応用では、時間遅れ事象の効率のよい観測のため、より短い発光寿命が望まれる(寿命数ns以下なら即発線の影響が $t < \sim 10$ nsにとどまる)。
4. シングルバンチモード (>数100 ns間隔) は高速X線検出器の開発に必要。短バンチ化 (FWHM:<数10 ps) も魅力。