

光量子計測器開発推進室の活動報告

数理物質融合科学センターワークショップ

2017年1月23日

金 信弘(光量子計測器開発推進室長)

光量子計測器開発推進室

Laboratory for Development of Photon and Particle Detectors

数理物質融合科学センター

Center for Integrated Research in Fundamental Science and Engineering, University of Tsukuba



光量子計測器開発推進室

センター共有の光量子計測機器開発基盤+つくば地区連携大学拠点

筑波大およびつくば研究機関における理工学分野の密接な連携により、計測器開発に関する情報共有、計測器開発の融合共同研究、新しい計測器のアイデアの創出、計測器技術の産業社会応用を推進する。

数理物質融合科学センター (CiRfSE)

宇宙史国際研究拠点

融合研究企画室

環境エネルギー材料研究拠点

光量子計測器開発推進室

開発室員：金(室長)、富田、江角、原、西堀、近藤

超伝導検出器の開発, SOIピクセル検出器の開発, MPPC読み出しミュー粒子検出器等+公募プロジェクト

TIA-ACCELERATE
(TIA光・量子計測)
における筑波大学の
活動拠点。

2015/10/19 発足

つくばの他機関との連携

TIA光・量子計測
(TIA-ACCELERATE)
KEK, NIMS, 筑波大, 産総研, 東大

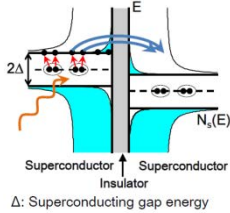
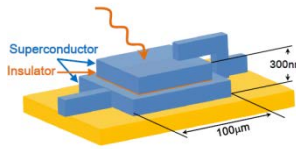
KEK 測定器開発室
産総研 CRAVITY施設

光量子計測器開発プロジェクト

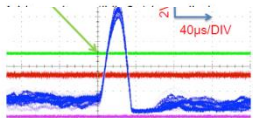
光量子計測器開発プロジェクトの基盤テーマとして、以下の計測技術の開発を推進する。

超伝導検出器

- Superconductor / Insulator / Superconductor Josephson junction device

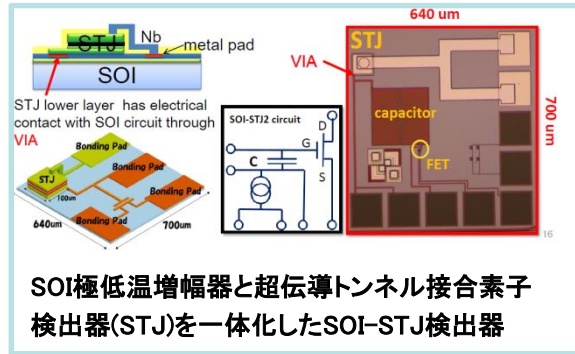


Δ: Superconducting gap energy



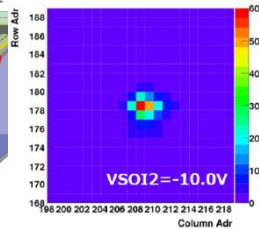
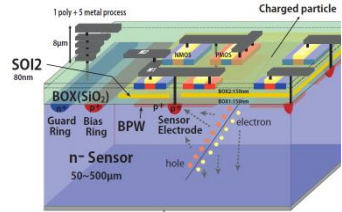
Pulse height dispersion is consistent with 10-photon detection in STJ

超伝導トンネル接合素子検出器(STJ)の構造(上)と可視レーザー光(10光子相当)に対する応答信号(下)



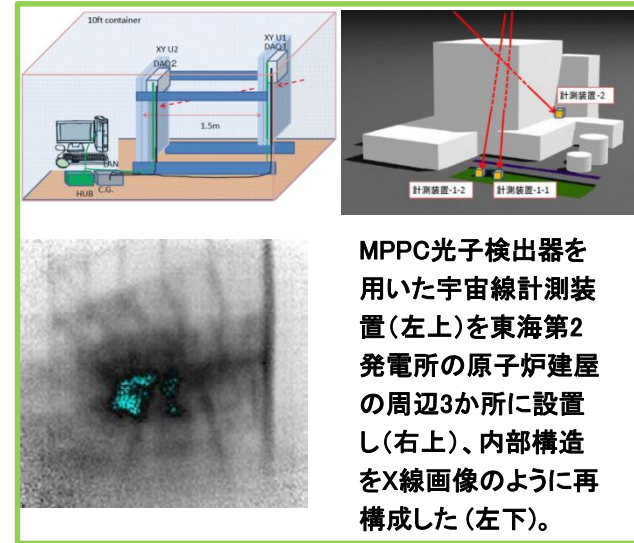
SOI極低温増幅器と超伝導トンネル接合素子検出器(STJ)を一体化したSOI-STJ検出器

SOI技術



SOI技術による電子回路と半導体飛跡検出器を一体化したSOIピクセル飛跡検出器(左)と100kGyガンマ線照射後の赤外レーザー光応答信号(右)。

大型構造イメージング MPPC光子検出器



MPPC光子検出器を用いた宇宙線計測装置(左上)を東海第2発電所の原子炉建屋の周辺3か所に設置し(右上)、内部構造をX線画像のように再構成した(左下)。

1. 超伝導検出器: 遠赤外線光子カウンター、高エネルギー分解能光量子計測器として宇宙史研究・物質科学研究・産業応用
2. SOI技術: 高集積電子回路・極低温電子回路・粒子ピクセル検出器として宇宙史研究・物質科学研究・産業応用
3. 大型構造イメージング用MPPC: 宇宙線ミュオン粒子計測器として、宇宙線研究・インフラ診断・火山活動予測

さらに、上記以外の計測技術についても、本センターにおける基礎科学・産業応用に用いられる計測技術の提案検討に基づいて、プロジェクトの一テーマとして開発

TIA光・量子計測(TIA-ACCELERATE)

「TIA光・量子計測」はTIA5機関(KEK, NIMS, 筑波大, 産総研, 東大)の高度な光・量子計測技術の力を結集し、新しい科学と産業の創成を目指す。高性能の光・量子発生技術開発、光・量子検出器と先端的計測技術法開発、および光・量子ビーム利用による基礎物性研究を推進。

光・量子計測

(TIA-ACCELERATE)

光量子発生技術スクエア

(主なテーマ)

- SiC半導体を用いた高性能加速器電源開発
- 超小型加速器開発

光量子センシングスクエア

(主なテーマ)

- SOI技術
- 超伝導検出器
- 大型構造イメージング

光量子ナノ材料スクエア

(主なテーマ)

- 構造材料
- 環境・エネルギー
- エレクトロニクス材料
- 基礎物性

TIA光・量子計測MG:

野村、幅、池田、羽入 山中、高瀬(以上KEK)、大久保、井藤(以上AIST)、北澤、櫻井、菱田(以上NIMS)、大塩、守友、金(以上 筑波大)、佐々木(東大)

TIA光・量子計測MG会議 2016年4月15日、8月1日

- TIAかけはし:TIA連携プログラム探索推進事業
- TIA光・量子計測シンポジウム

TIAかけはし:TIA連携プログラム探索推進事業

TIA5機関(産総研、物材機構、筑波大、KEK、東大)は、平成28年度新規共同事業として

「TIA連携プログラム探索推進事業」を開始(事業経費総額(5機関総計):約7000万円)。

本事業は、TIA5機関の連携基盤を強化しつつ、新規領域の開拓や大型研究資金獲得のための戦略の立案と体制の構築等を行い、「知の創造と産業界への橋渡し」を目指す。

●TIA連携プログラムとは: TIA5機関の連携に寄る共同研究・共同事業に関する調査研究

光・量子計測センシングスクエアの筑波大参加の採択テーマ(H28年7月22日)

テーマ	代表者	代表者機関	参加機関
簡単・便利な超伝導計測—100倍精度の計測を非専門家の手で	田島 治	KEK	AIST、NIMS、 筑波大(金) 、東大
3次元積層半導体量子イメージセンサの調査研究	新井 康夫	KEK	AIST、 筑波大(原) 、東大
トンネル接合型超伝導検出器と静電型蓄積リングを用いたO結合型糖ペプチド構造解析技術の開発のための調査研究	高橋 勝利	AIST	筑波大(富田) 、KEK

平成29年度募集

募集期間 H29年2月1日～4月7日

結果発表 6月中旬

TIAかけはし関連研究会(1)

TIA かけはし(連携フロクラム調査) 研究課題

「簡単・便利な超伝導計測 - 100倍精度の計測を非専門家の手で」

によるフレインストーミング研究会

オーター・ケルビン環境で「簡単・便利計測」を実現できるか?

日時: 2017年1月4日 14:00 - 17:20

会場: 物質・材料研究機構(NIMS)千現地区 本館一階会議室

参加者: 27名

多様な分野で実際に使える超伝導計測技術を提供することを目指している。広い提供が実現した暁には、既存の半導体計測機器にとって変わり、100倍高精度な計測能力を多くのユーザーが利用可能となる。このような計測デバイスの産業革命をめざして、KEK, NIMS, AIST, 筑波大, 東大の連携研究をスタートした。超伝導計測分野の主流は、究極性能の追究を優先して1ケルビン未満の温度下で使用する開発であった。一方、温度仕様制限を緩めることで、「簡単・便利」を実現する有力パスとなる可能性もある。本研究会は、そこに焦点をあてて計測アイデアを検討した。

プログラム

14:00 - 14:05 はじめに - 田島治 (KEK)

14:05 - 14:25 STJ の応用アイデア紹介 - 浮辺雅宏 (AIST)

14:25 - 14:45 ボロメトリックな応用アイデア紹介 - 高橋浩之 (東大)

14:45 - 15:05 KID の応用アイデア紹介 - 美馬覚 (理研)

15:05 - 15:25 GM, PTC、冷媒等の重機器以外の可能性検討 - 田島治 (KEK)

15:25 - 15:45 議論

フレイク (15:45 - 16:00)

16:00 - 16:20 高温超伝導材料の適用可能性 - 高野義彦 (NIMS)

16:20 - 16:40 **冷却エレクトロニクス・SOI 低温アンプ** - 武内勇司 (筑波大)

16:40 - 17:00 室温エレクトロニクス・安い KID 読み出し装置 - 小栗秀悟 (KEK)

17:00 - 17:20 議論

TIAかけはし関連研究会(2)

【第1回 TIAかけはし「3次元積層半導体量子イメージセンサ」研究会】

日時: 2017年1月30日 13:30 - 17:30

会場: つくば国際会議場 中会議室202

TIA連携プログラム探索推進事業「かけはし」の
“3次元積層半導体量子イメージセンサの調査研究”
グループ(KEK、AIST、東京大学VDEC、筑波大)
が主催。

本研究会では、最新の3次元積層技術や、
量子イメージングセンサー技術を持ち寄り、
今後の研究開発の方向性に関する活発な議論を
行います。

第1回
3次元積層
半導体量子イメージセンサ研究会

2017. 1/30 (月)
13:30-17:30

参加費 無料
定員 150名

会場
つくば国際会議場
中会議室202室

招待講演

- ウエハ積層を用いた次世代三次元大規模集積回路
東京工業大学 大地 隆之志
- ウルトラメモリ社における3Dメモリへの取り組み
株式会社ウルトラメモリ 安達 隆徳
- ソニーの3次元積層型CMOSイメージセンサ
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 梅村 英治
- 3D-IC Processes for sensors and detectors
東京エレクトロニクス株式会社 元香 真哉

一般講演

- 筑波大学 藤田 隆夫
- 筑波大学 藤田 隆夫
- 筑波大学 藤田 隆夫

お問い合わせ
筑波大学 藤田 隆夫
筑波大学 藤田 隆夫
筑波大学 藤田 隆夫

詳細はサイトをご覧ください
<http://tiahk.jp/project/tia/>
TIA_TIA01.html

お問い合わせ先
筑波大学 藤田 隆夫
筑波大学 藤田 隆夫
筑波大学 藤田 隆夫

第2回TIA光・量子計測シンポジウム

第2回 TIA光・量子計測 シンポジウム

参加費
無料
定員150名

光・量子が繋ぐTIA計測連携～新しい科学と産業の創成をめざして～

日程 平成28年11月10日(木)

場所 つくば国際会議場 2F 中会議室

招待講演 「AI for scienceとデータ駆動科学：
ベイズ計測とVMAによる計測科学の新展開」

岡田 真人

東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
物質・材料研究機構 情報統合型物質・材料研究開発イニシアティブ副PL 物理モデルGL兼任

「リチウムイオン電池 現在・過去・未来」

吉野 彰

旭化成株式会社 顧問
技術研究組合 リチウムイオン電池材料評価センター 理事長
九州大学 客員教授

一般講演

ポスター発表

詳細・参加申込



詳細はサイトをご覧ください。
<http://www2.kek.jp/UAA/tiaacc2016.html>
※事前登録申し込み期限は10月31日(月)

お問い合わせ

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
研究支援戦略推進部 大学・産業連携推進室
TEL.029-879-6239



主催：TIA 光・量子計測 IAG、高エネルギー加速器研究機構
共催：産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、筑波大学、東京大学
後援：TIA、筑波大、つくばエクスプレス、アカサニ

【参加者数】約100名

「光・量子計測」はTIA5機関の高度な光・量子計測技術の力を結集し、新しい科学と産業の創成を目指す。高性能な光・量子発生技術開発、光・量子検出器と先端的計測技術法開発、および光・量子ビーム利用による基礎物性研究を推進。

プログラム

第2回 TIA光・量子計測シンポジウム 2016/11/10

光・量子が繋ぐTIA計測連携～新しい科学と産業の創成をめざして～

9:30	■開演挨拶		
9:35	■来賓挨拶		
9:45	■招待講演		
	「AI for scienceとデータ駆動科学：ベイズ計測とVMAによる計測科学の新展開」	東京大学	岡田 真人
10:25	■一般講演		
	「宇宙線を用いた大型構造イメージング」	筑波大学	原 和彦
10:45	「コンクリート内部を可視化する後方散乱X線装置の開発」	産業技術総合研究所	豊川 弘之
11:05	◆◆◆ 休憩 ◆◆◆		
11:15	■招待講演		
	「リチウムイオン電池 現在・過去・未来」	旭化成株式会社	吉野 彰
11:55	■一般講演		
	「電池型熱セルによる排熱利用」	筑波大学	守友 浩
12:15	◆◆◆ ポスターセッション&昼食 ◆◆◆		
14:45	「戦略的イノベーション創造プログラム 革新的構造材料 先端計測拠点(SIP-IMASM)の進展」	産業技術総合研究所	大久保 雅隆
15:05	「ポータブル中性子構造解析技術に関する調査研究」	産業技術総合研究所	藤原 健
15:25	「小型中性子線源で用いる可搬型イメージング装置の開発」	高エネルギー加速器研究機構	宇野 彰二
15:45	◆◆◆ ポスターセッション&コーヒーブレイク ◆◆◆		
16:15	「超伝導トンネル接合素子STJを用いた光・量子計測」	筑波大学	金 信弘
16:35	「融合物質の構築と機能創出:人工光合成を指向した高効率な光酸化・還元触媒系の開発」	筑波大学	小島 隆彦
16:55	「超高压物質科学：新奇高密度相の探索から材料応用へ」	物質・材料研究機構	谷口 尚
17:15	■閉会の辞		

光量子計測器開発推進室

センター共有の光量子計測機器開発基盤+つくば地区連携大学拠点

筑波大およびつくば研究機関における理工学分野の密接な連携により、計測器開発に関する情報共有、計測器開発の融合共同研究、新しい計測器のアイデアの創出、計測器技術の産業社会応用を推進する。

数理物質融合科学センター (CiRfSE)

宇宙史国際研究拠点

融合研究企画室

環境エネルギー材料研究拠点

光量子計測器開発推進室

開発室員：金(室長)、富田、江角、原、西堀、近藤

超伝導検出器の開発, SOIピクセル検出器の開発, MPPC読み出しミュー粒子検出器等+公募プロジェクト

TIA-ACCELERATE
(TIA光・量子計測)
における筑波大学の
活動拠点。

2015/10/19 発足

つくばの他機関との連携

TIA光・量子計測
(TIA-ACCELERATE)
KEK, NIMS, 筑波大, 産総研, 東大

KEK 測定器開発室
産総研 CRAVITY施設

第1回光量子計測器ワークショップ

日時： 2016年3月2日13時
会場： 筑波大学総合研究棟B0110室
主催： 光量子計測器開発推進室 共催： TIA光・量子計測
プログラム：

13:00 - 13:05	開会の挨拶	金 信弘
13:05 - 13:35	<u>超伝導検出器とSOI極低温アンプ</u>	武内 勇司
13:35 - 14:05	<u>超伝導検出器の生体分子研究利用</u>	富田 成夫
14:05 - 14:35	<u>分光分析による表面物理化学</u>	近藤 剛弘
14:35 - 15:05	<u>SOIピクセル検出器とその応用</u>	新井康夫
15:05 - 15:35	<u>放射光X線回折</u>	西堀 英治
16:00 - 16:30	放射光単色X線、cERL等でのX線イメージングの開発とその応用	兵藤 一行
16:30 - 17:00	<u>BNCT治療と計測器</u>	安岡 聖
17:00 - 17:30	<u>脳神経外科診療と計測・イメージング</u>	鶴田 和太郎
17:30 - 17:50	<u>シリコン電磁カロリメータ等</u>	江角 晋一
17:50 - 18:10	<u>宇宙線を用いた大型構造イメージング</u>	高崎 史彦



光量子計測器に関する情報の共有、融合共同研究、新型計測技術の創出、産業・社会への応用を推進するために、理工連携・つくば連携のもとに光量子計測器開発研究の情報交換と議論を行った。

KEK、産総研、東大からの参加者を含めて22名の研究者が参加。医学医療系の講演者2名による講演を含む。

第1回SOI-STJ研究会

日時場所: 2016年9月2日15時 筑波大学自然科学系棟B118

参加者: 16名 (JAXA/ISAS, 関西学院大学, KEK, 福井大学, 近畿大学, 産総研の研究者10名を含む)

SOI-STJ検出器は極低温SOI増幅器と超伝導トンネル接合素子(STJ)赤外線検出器を一体化した新型検出器で、その開発は数理物質融合科学センター光量子計測器開発推進室の推進プロジェクトの一つ。この検出器開発は数理物質融合科学センター宇宙史国際研究拠点で強力に推進している宇宙背景ニュートリノ崩壊探索実験(COBAND実験)に用いるために行っていますが、それ以外にも遠赤外線1光子検出器として多くの分野での応用が期待される。

SOI-STJ検出器の開発研究およびCOBAND実験準備についての報告・議論を行い、情報共有と研究進展を推進した。

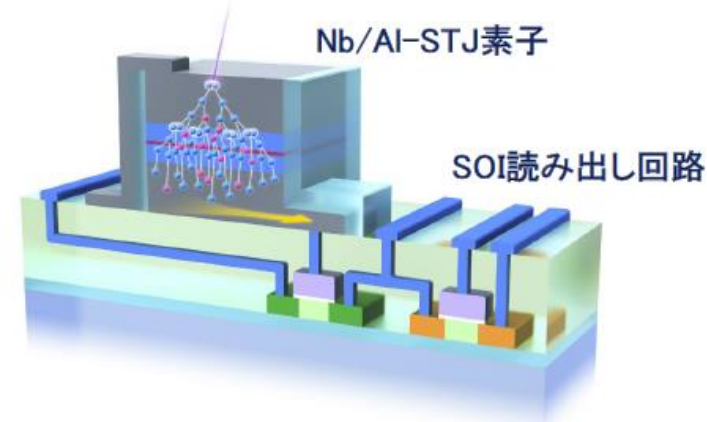
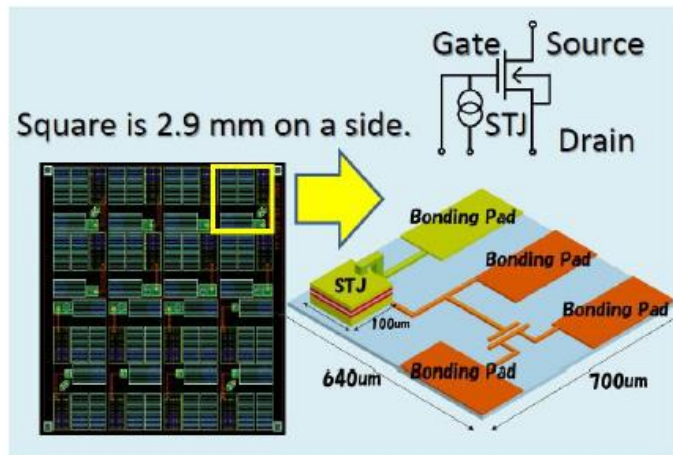
プログラム

15:00 - 15:40	SOI-STJ4極低温アンプ 性能評価	八木俊輔 (筑波大)
15:40 - 16:00	STJ光応答試験	若狭玲那 (筑波大)
16:00 - 16:15	遠赤外線光源開発	浅野千紗 (福井大)
16:15 - 16:45	SOI-STJ作成開発	藤井剛 (産総研)
16:45 - 17:00	SOI-STJ5極低温アンプ 設計	武内勇司 (筑波大)
17:00 - 17:20	最近のISASロケット事情	松浦周二 (関西学院大)
17:20 - 18:00	議論	

超伝導トンネル接合素子STJを用いた光・量子計測

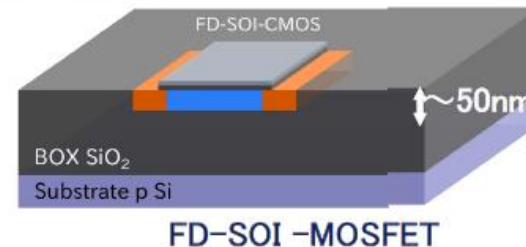
超伝導トンネル接合素子STJ検出器の開発

1. **SOI-STJ:** 筑波大, KEK, 産総研等との共同研究で, SOI(Silicon-On-Insulator)技術を用いた極低温増幅器と超伝導トンネル接合素子STJを一体化したSOI-STJ検出器を開発中



© Rey.Hori / KEK

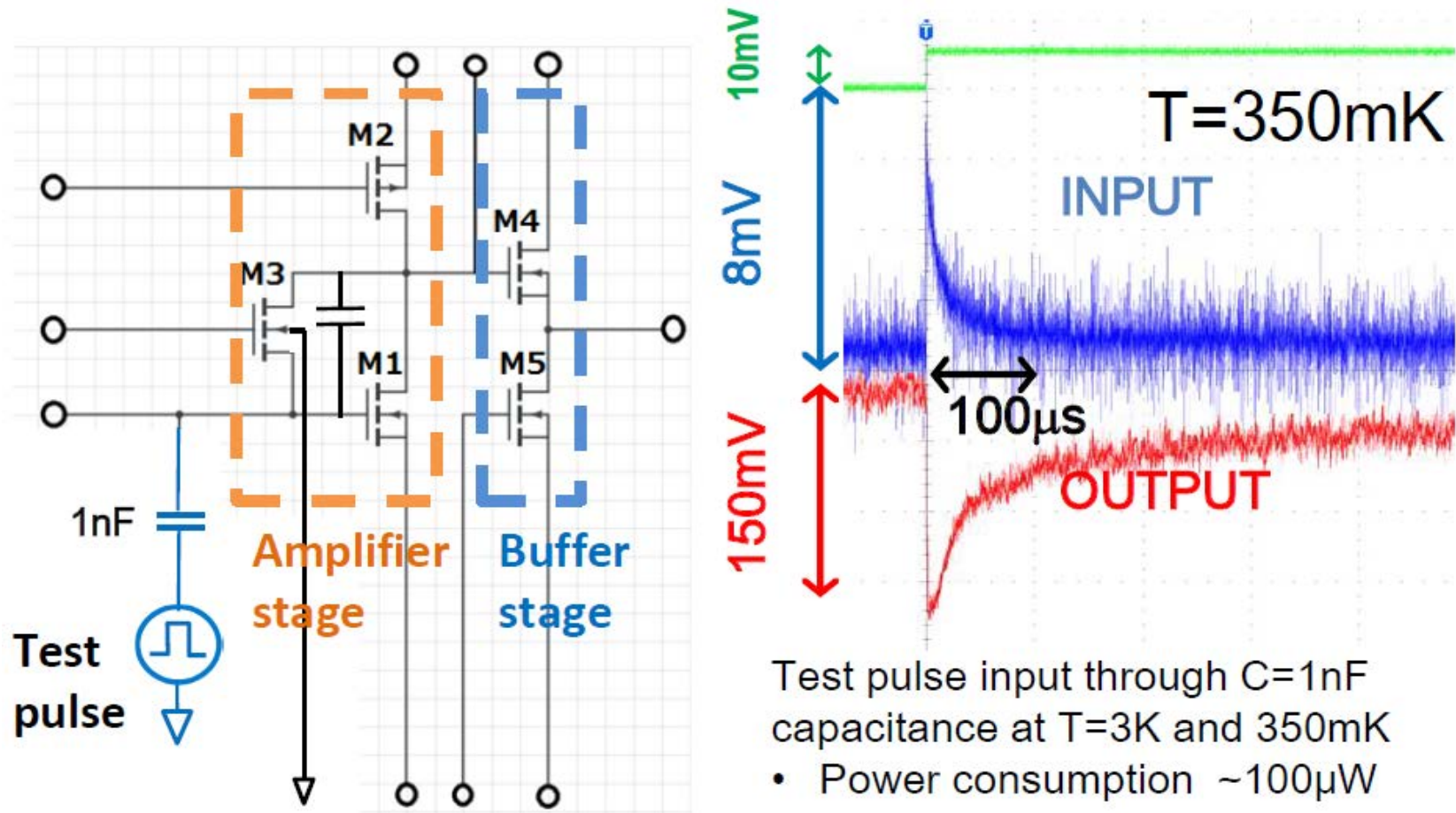
- + SOI (Silicon-On-Insulator) 技術
MOSFET4Kで動作
(by T. Wada (JAXA) et al. J. Low Temp Phys. 167 602 (2012))
- + SOI回路と一体化したSTJ検出器
Nb/Al-STJをSOI回路基板上に作成



SiO₂絶縁膜上にMOSFETを形成→非常に薄いチャンネル層
3K以下の極低温でも動作

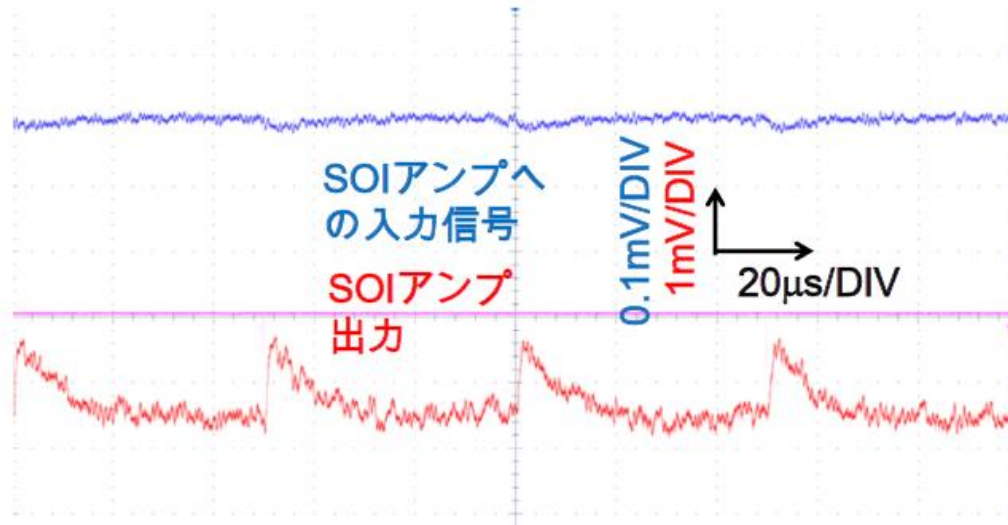
2. **Hf-STJ:** 筑波大, KEK等との共同研究で, Hfを用いた超伝導トンネル接合素子Hf-STJを開発中

SOI prototype amplifier



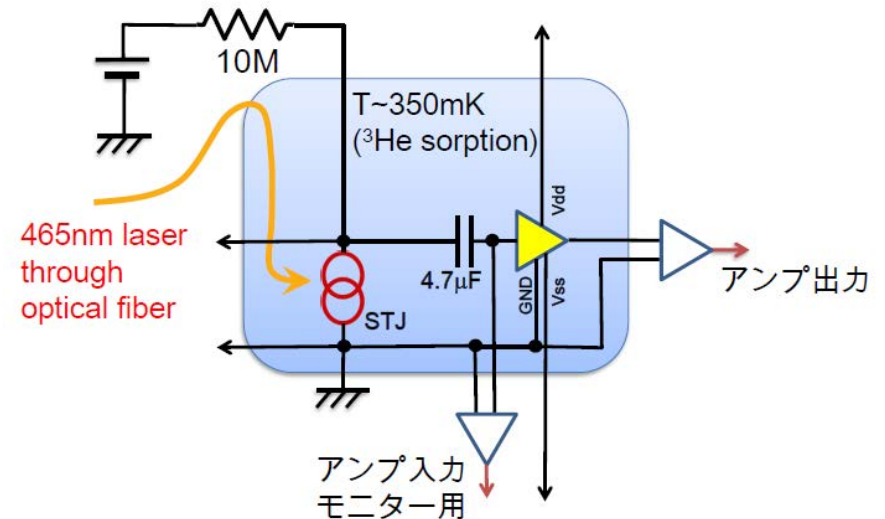
We can compensate the effect of shifts in the thresholds by adjusting bias voltages.

STJパルス光応答信号のSOI極低温アンプによる増幅



350mKで、STJ光応答信号の極低温アンプによる増幅(約40倍)に成功

- 465nmパルス光レーザー照射($f=20\text{kHz}$)
- 512回アベレージ波形



超伝導検出器の生体分子研究利用

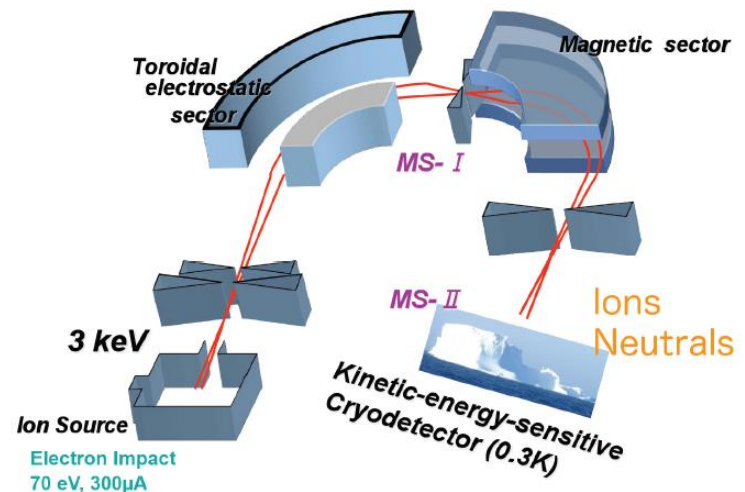
筑波大, KEK, 産総研、京都大の共同研究

超伝導トンネル接合素子STJ検出器を用いて、電氣的に中性の生体分子の運動エネルギーと飛行時間を測定（運動エネルギー $E < 3\text{keV}$, $\Delta E = 200\text{eV}$ ）

生体分子の質量を測定

糖ペプチドの構造解析、結合位置の決定

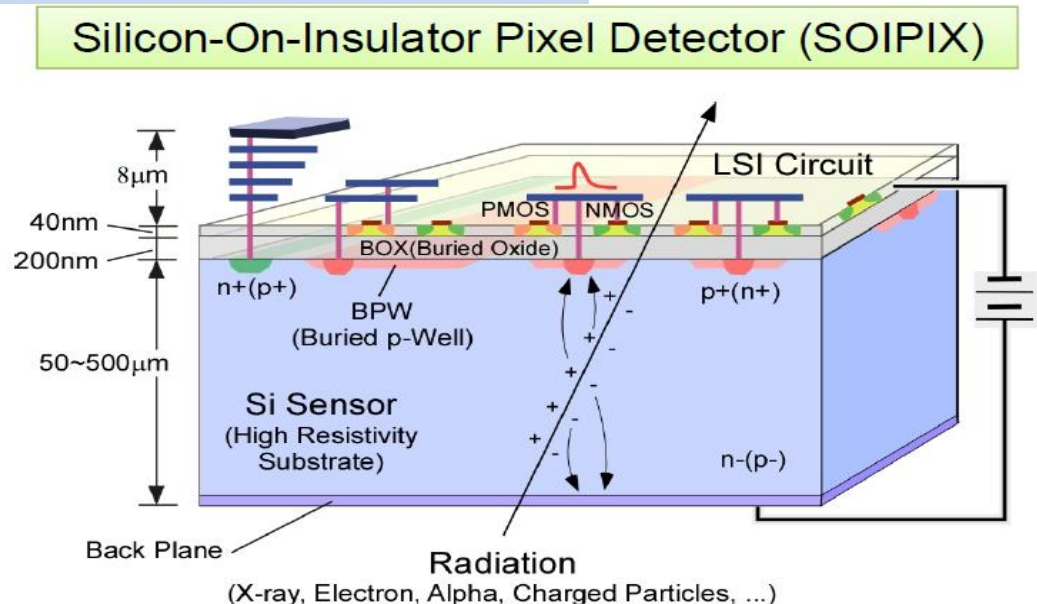
STJ with mass spectrometer



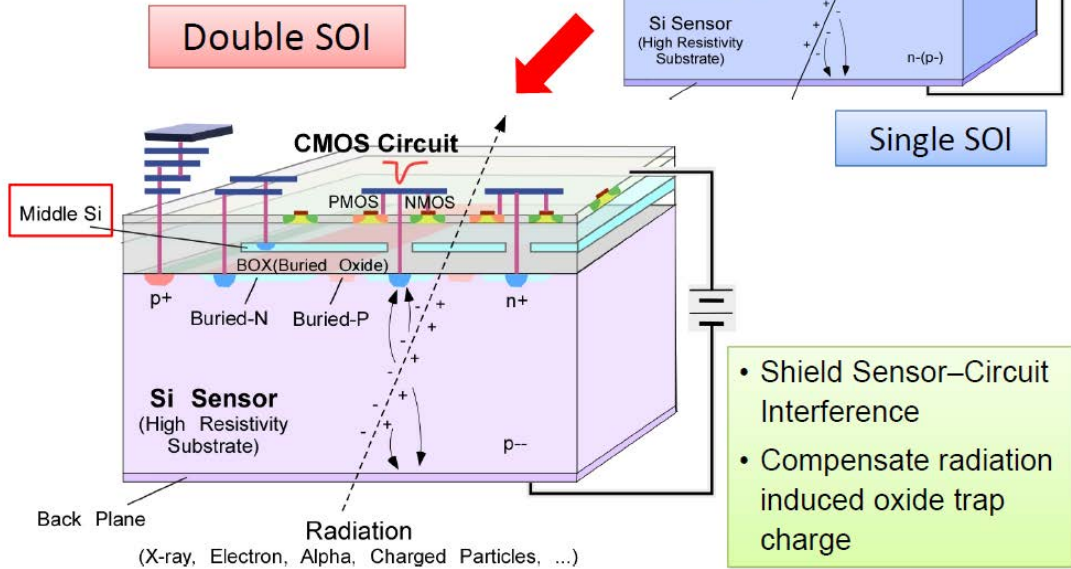
今後の課題： 分解能の向上、有感面積の改良

SOIピクセル検出器とその応用

- 機械的接合がなく、半導体微細加工のみで製造。
高信頼性、高分解能、低価格が望める。
- 超薄型センサ(~50 μm)による、多重散乱を防ぐ荷電粒子検出。
厚い空乏層(~500 μm)による、X線・赤外線への高い感度。
- 高度信号処理回路やメモリーを持つインテリジェント・ピクセルが可能に。
- 過酷な環境(極低温、放射線)への強い耐性。
- 基本は産業界の標準技術。
(技術発展の取り込みが容易)
日本発の最先端技術。

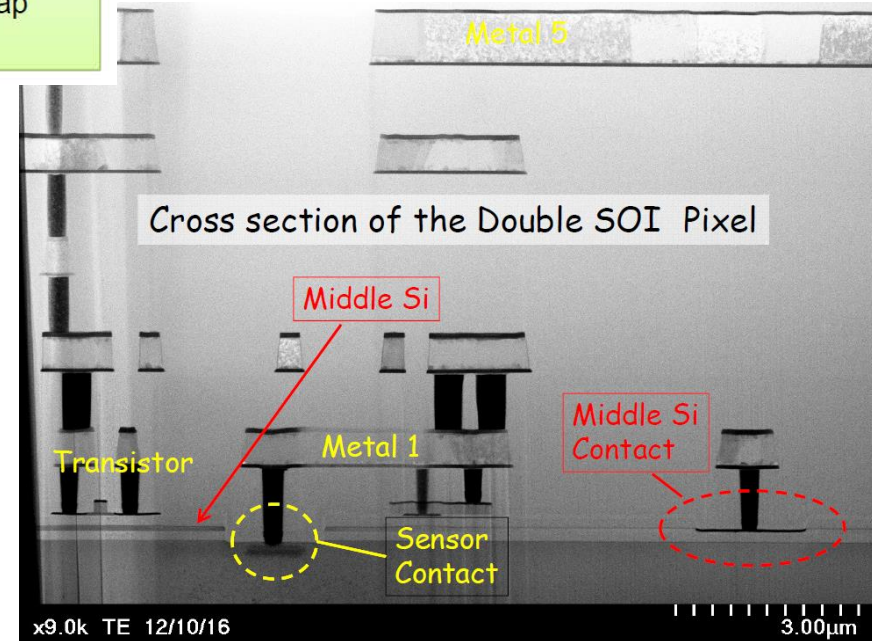
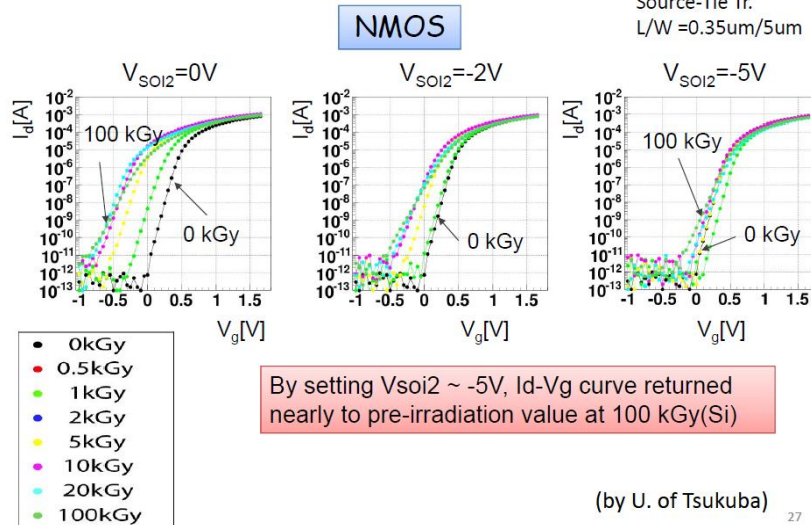


Single to Double SOI



Gamma-ray Irradiation Test

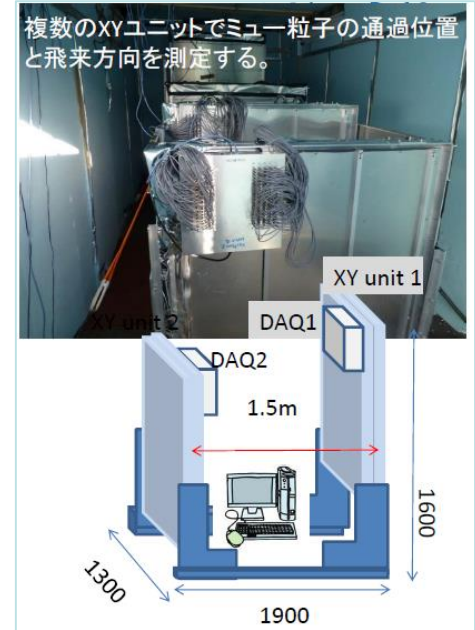
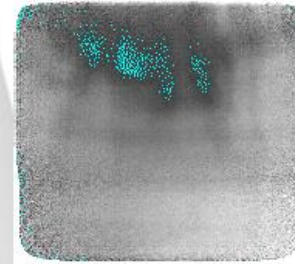
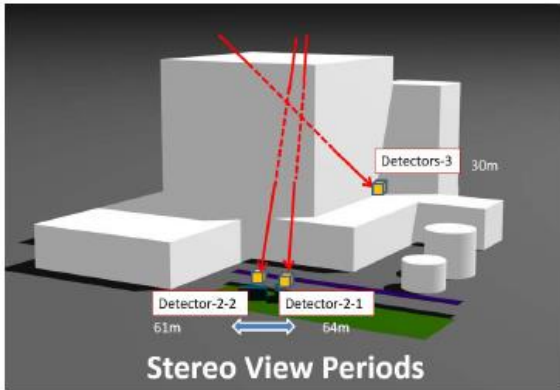
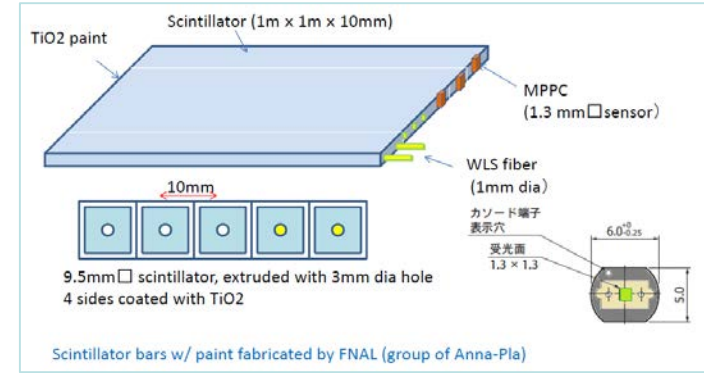
(I_d - V_g Characteristics v.s. V_{SOI2} Potential)



宇宙線を用いた大規模構造のイメージング

大規模構造の遠隔透視 — 火山、ピラミッド、原子炉

日本原子力発電東海第二発電所原子炉 での実証試験:3方向測定

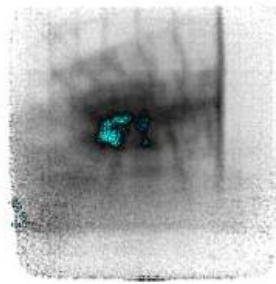


燃料プールを1m立法で区画

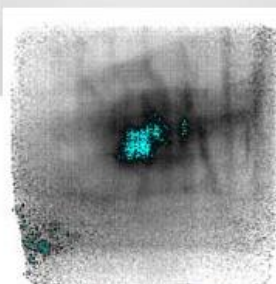
吸収が多い区画を青

$\ln(\text{Nobs}/\text{Nexp}) > 1.35, 1.4, 1.9$

2/3の測定で青区画 \Rightarrow 緑



Point-1
(173days, 1524kEv)



Point-2
(94days, 722kEv)

Point-3
(208days, 816kEv)

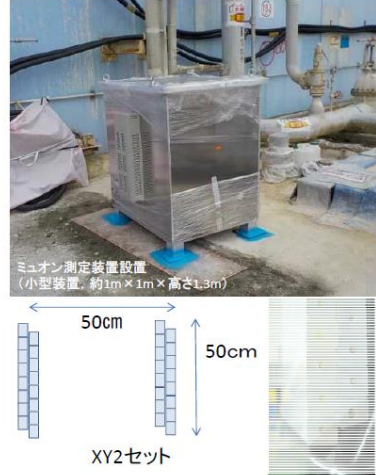
宇宙線を用いた福島第1原子力発電所2号機の観測

福島第一原子力発電所2号機の観測

福島第一原子力発電所1号機用装置



福島第一原子力発電所2号機用装置



1m×1mユニットを3セット使用

XY2セット

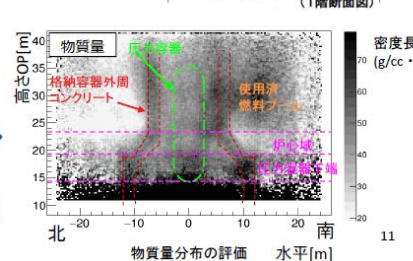
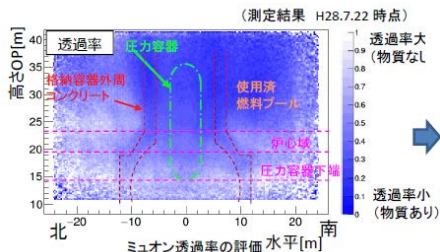
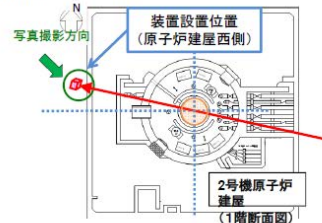
2号機の観測

東京電力ホールディングス株式会社プレスリリースより

- 国プロ「原子炉内燃料デブリ検知技術の開発」にて、原子炉を通過する宇宙線ミュオンの測定により、炉内燃料デブリを検知する技術を開発。
- 2号機において平成28年3月～7月にミュオン透過法の測定を実施。

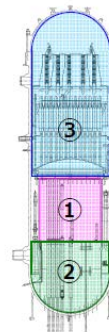


ミュオン測定装置設置 (小型装置、約1m×1m×高さ1.3m)



圧力容器内の物質量の定量評価

- ミュオン測定結果から圧力容器内の物質量を定量評価
 - ▶ 2次元的な測定情報から、原子炉建屋の構造の影響などを考慮し、圧力容器内に存在する物質量を評価



<定量評価結果>

(測定結果 H28.7.22 時点)

	評価結果 [ton]	(参考) 事故前の物質量* [ton]
① 炉心域 (シユアウト内)	約20~50	約160 (燃料集合体) 約15 (制御棒)
② 圧力容器底部	約160	約35 (構造物) 水の影響は非考慮
合計 (①+②)	約180~210	約210
(参考) ③ 圧力容器上部	約70~100	約80 (構造物)

※ 設計上の重量。簡便のため、一部考慮していない構造物あり。また、ミュオン測定は実際には斜めに見上げる方向に測定しているため、正確に一致するものではない。

- 定量評価の結果から、燃料デブリの大部分は圧力容器底部に存在していると推定

東京電力ホールディングス株式会社プレスリリースより

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images1/images2/1160729_08-j.pdf

東京電力ホールディングス株式会社プレスリリースより

福島第一原子力発電所 2号機 ミュオン測定による炉内燃料デブリ位置把握について

2016年7月28日

TEPCO

KEK 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

首都大学東京 TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

筑波大学 University of Tsukuba

東京電力ホールディングス株式会社

IRID

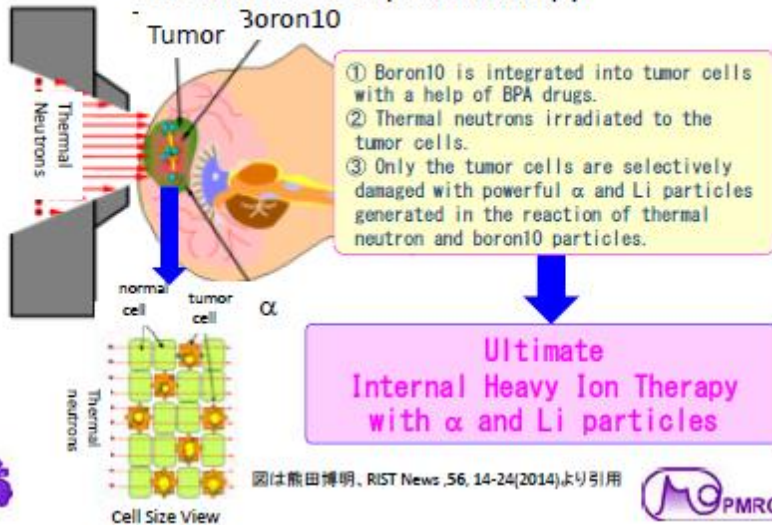
本資料の内容は、技術研究組合国原産イノベーション機構 (IRID) の事業の一環として、東京電力が実施するものである。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

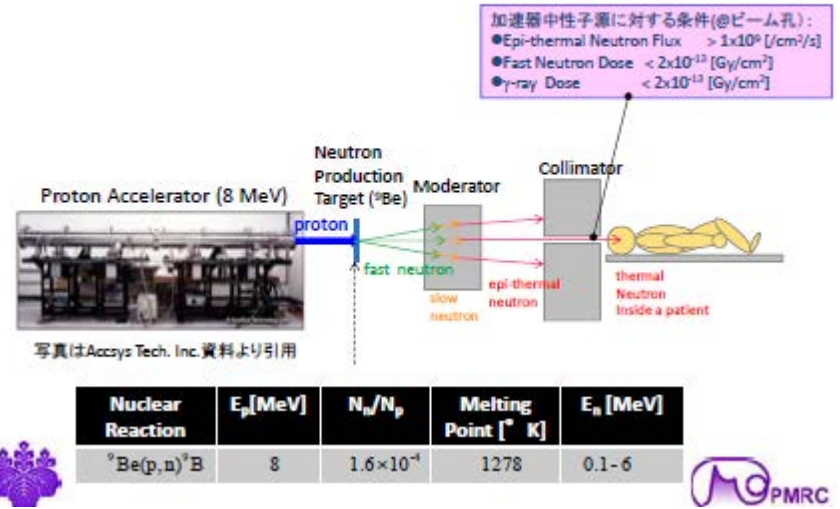
BNCT治療と計測器

What is BNCT?

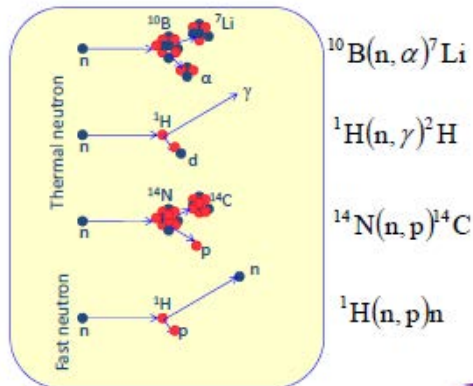
Boron Neutron Capture Therapy



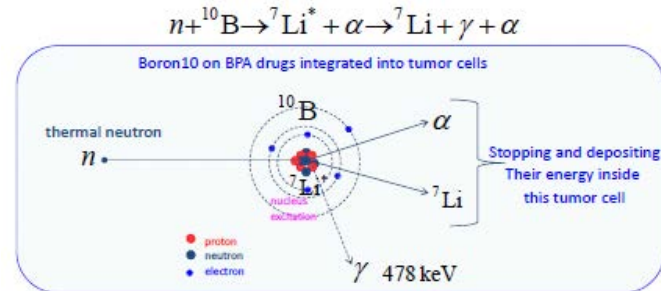
陽子線加速器を使った中性子源



Dominant Reactions of Thermal Neutron in a Patient



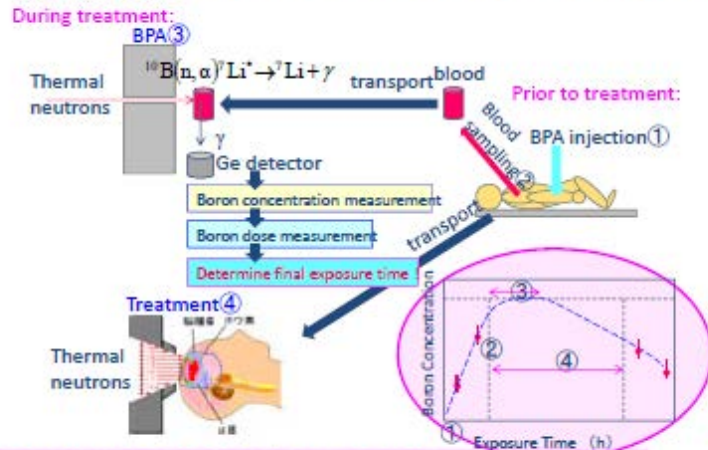
Boron-Thermal Neutron Reaction



BNCT治療と計測器

現在使用されている方法

PGA (Prompt Gamma-ray Analysis)



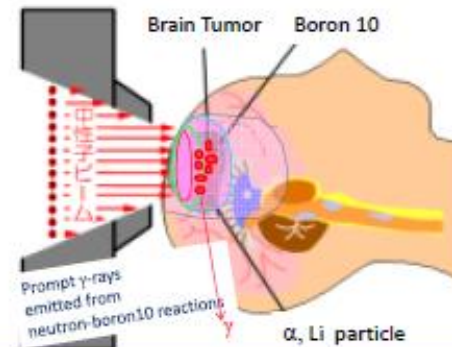
問題点: 治療中の患者体内ホウ素濃度モニターではない!



ホウ素線量とその分布

@BNCT

Online Measurement of Boron Concentration and Boron Dose.



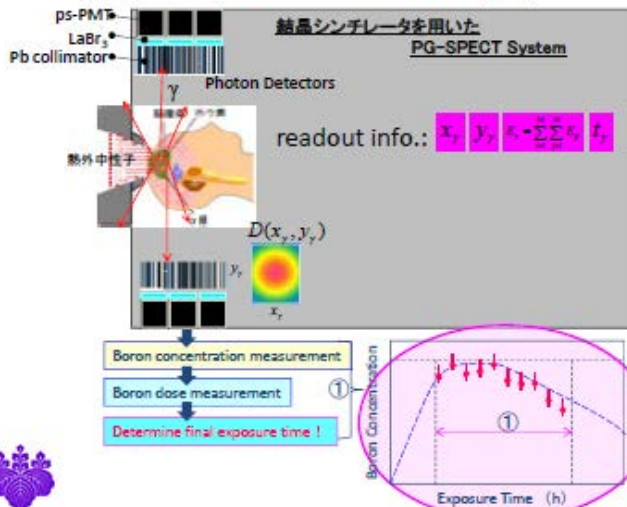
PG-SPECT: 即発 γ 線の計測により、患者体内のホウ素線量とその分布をリアルタイムでモニターするシステム

図は熊田博明, RIST News ,56, 14-24(2014)より引用



新しい方法

PG-SPECT system (Realtime Boron Dose Monitor System)



まとめ

- いばらき中性子医療研究センター(東海村)におけるBNCT治療にて、照射線量のうち最も重要なホウ素線量をリアルタイムでモニターし、照射時間の決定に使用するため、筑波大学陽子線医学利用研究センターはLaBr₃結晶を用いたPG-SPECT計測器の開発を行っている。
- H28年度からこの計測器に対して中性子ビーム試験を開始し、ホウ素濃度とその空間分布の測定に対するこの計測器の実用性を検証する。



脳神経外科診療と計測・イメージング

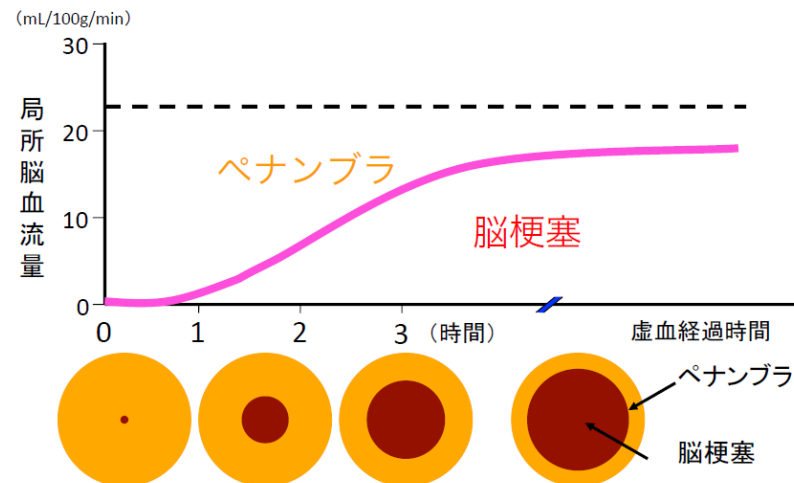
脳神経外科臨床医の悩み

- 脳梗塞急性期
どこが助かる脳なのか？
- 脳動脈瘤
頭蓋内ステントが見えない。ステント留置後の血管の状態を知りたい。
- 脳血管外科手術の蛍光血管撮影
みたいものがみえてるようでみえていない。

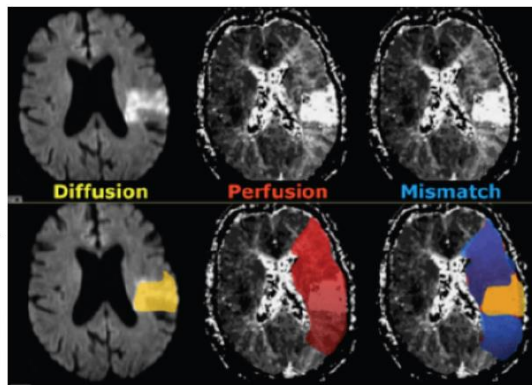


脳血流と脳梗塞

血管閉塞 → 血流低下 → 脳梗塞



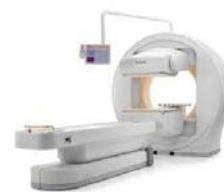
脳梗塞の画像評価 MRI



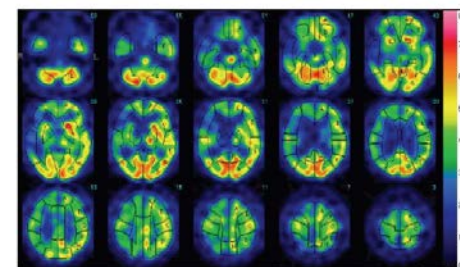
撮影時ワンポイントの評価
15-20分の検査時間



核医学検査: 脳血流SPECT



核種: ¹²³I-IMP
^{99m}Tc-ECD



予約が必要 緊急対応できない

脳神経外科診療と計測・イメージング

近赤外線分光法

Near Infra-Red Spectroscopy (NIRS)

近赤外線分光法

- ・ 脳組織酸素飽和度 (TOI)
- ・ 総ヘモグロビン濃度 (cHb)
- ・ 酸素化ヘモグロビン濃度 (O₂Hb)
- ・ 脱酸素化ヘモグロビン濃度 (HHb)

の変化を非侵襲的に測定



NIRO-200NX
(浜松ホトニクス社)

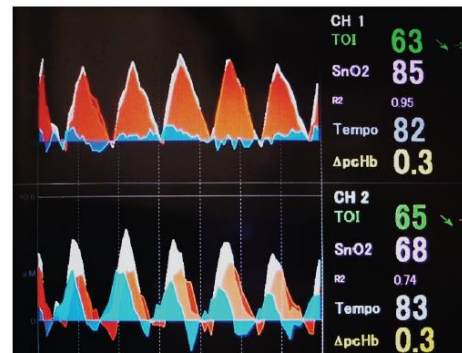
脳血管障害における脳循環代謝の評価法

助けるべきはペナンブラ

- ・ 理想: リアルタイムの血流評価によるペナンブラの同定
- ・ 現実: Perfusion MRIが一部の施設で施行可能
症状、発症時間などから推測

近赤外線分光法

Near Infra-Red Spectroscopy (NIRS)



数値パラメータ

- TOI (%) : 組織の酸素飽和度
- SnO₂ (%) : 脈波の酸素飽和度
- ΔpcHb : 総ヘモグロビン濃度の振幅

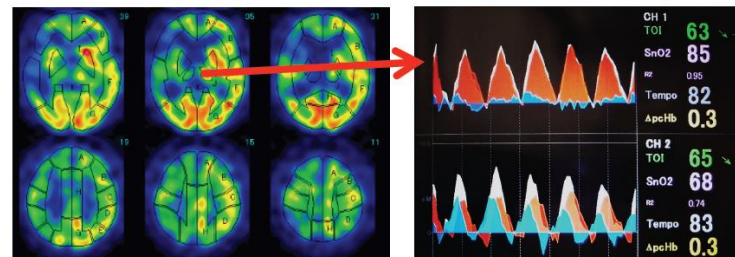
脈波

- 酸素化ヘモグロビン濃度 (O₂Hb) 赤
- 脱酸素化ヘモグロビン濃度 (HHb) 青
- 総ヘモグロビン濃度 (cHb) 白

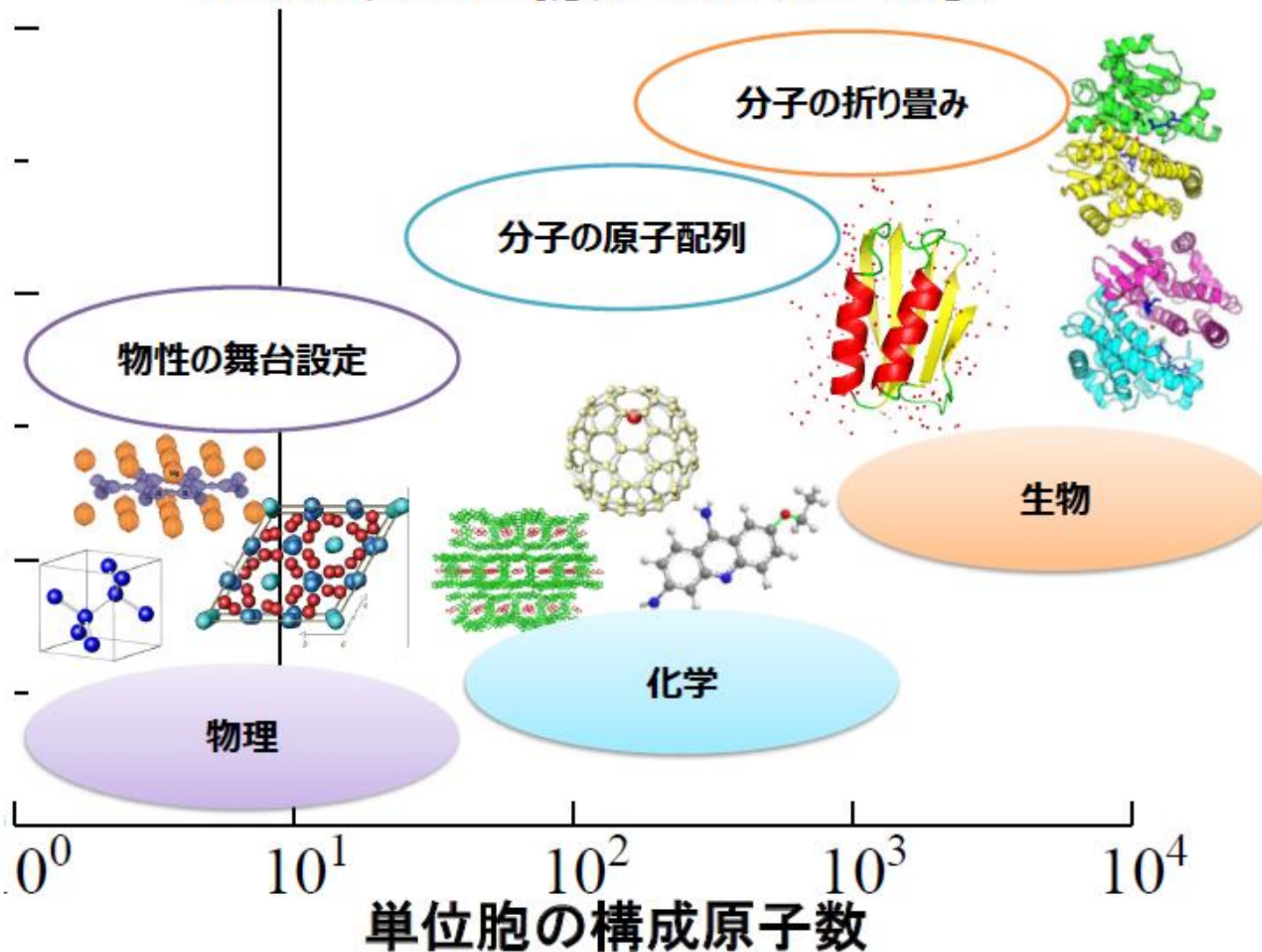
脳循環代謝の変化をリアルタイムで計測するが、左右大脳半球での評価のみ

完璧な脳血流評価

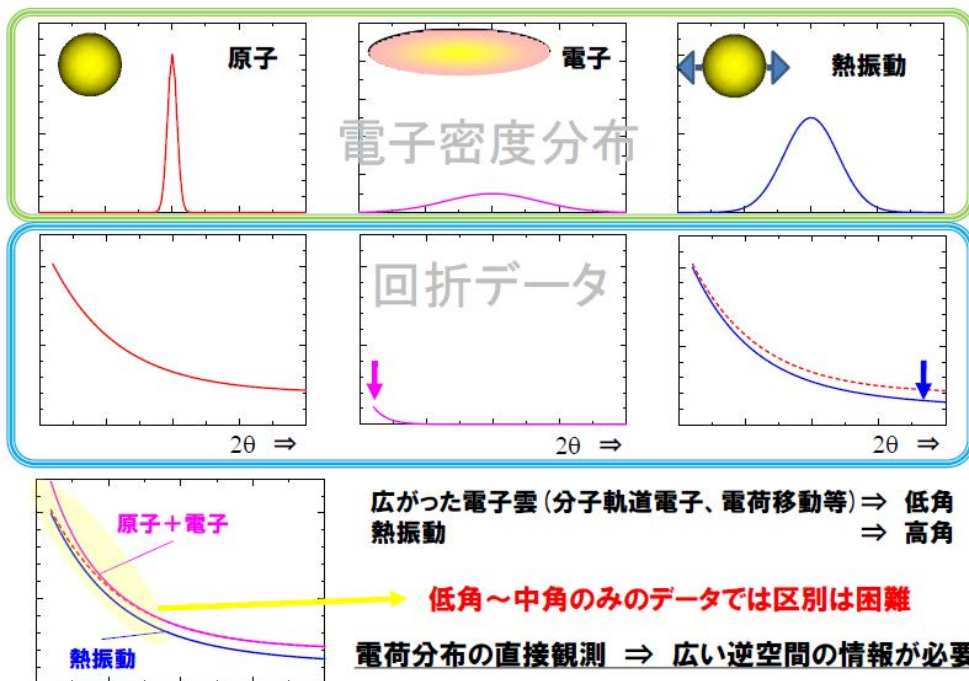
- ・ リアルタイム
- ・ 血管支配領域別
- ・ 定量評価
- ・ 検査室、手術室、病棟で使用



放射光X線回折の対象



電子密度分布と回折データ



まとめ

X線回折の観測量は波数空間の強度データであり、高次の波数までの測定が物質の基礎科学の推進には必須。放射光の高エネルギーX線の利用がそれを可能にする。

現状、放射光X線回折用の検出器は、Si半導体に基盤としたものが殆ど。実験室や生体高分子の利用には最適。しかし、波長0.5 Å程度からの検出効率は著しく低い。

海外検出器メーカーと高エネルギー放射光施設では、既に次世代に向けた高エネルギー回折の実験が始められている。

Need for faster readout time

Replacing IP technology with single photon counting detector

Required reading and erasing time (> 7 min.)



Image plate (IP) currently installed at BL02B1

Fast readout

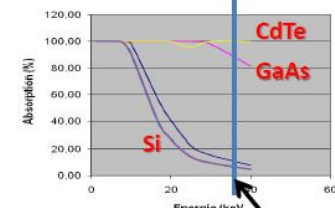


Blind time less than 3 msec Si-chip based

XPAD3 detector

A semiconducting layer of Silicon is not sufficient at high X-ray energies

Replacement of SC material required

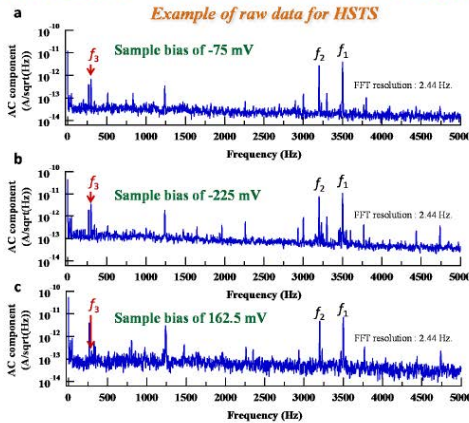


BL02B1

分光分析による表面物理化学

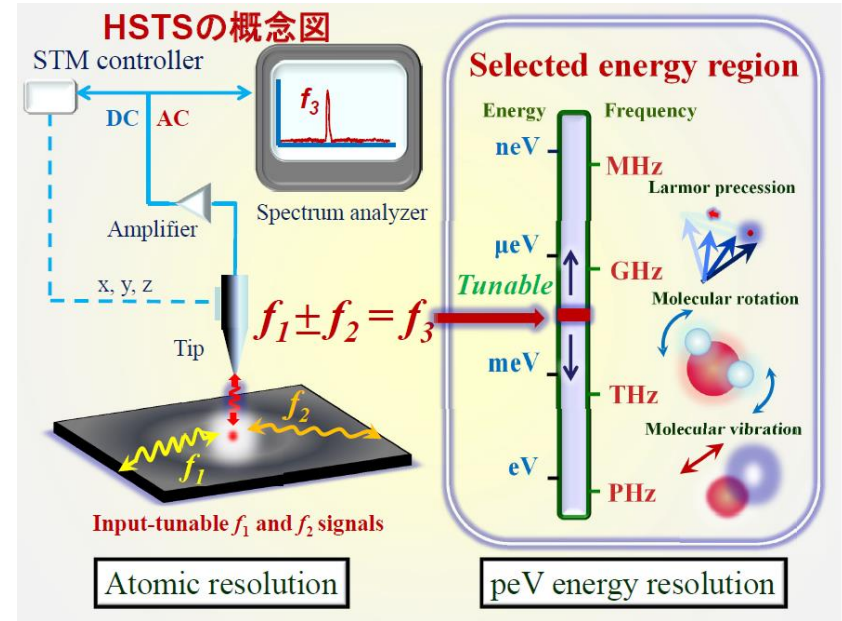
新しい超精密分光法: Heterodyne scanning tunneling spectroscopy (HSTS) の原理
 ~高精度で情報量の多いSTS計測を実現可能~

例2: 走査トンネル分光(STS)計測(局所状態密度の測定)に応用

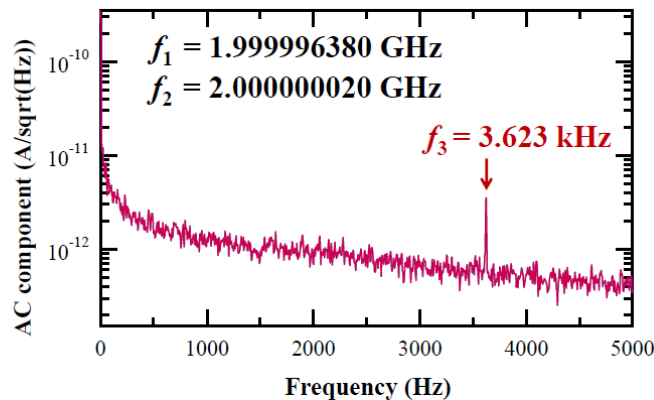


試料バイアスを変化させ
 入力信号 f_1 と f_2 および
 ビート信号 f_3 の強度を
 プロットする

Set point: 100 pA, 150 mV
 Feedback off
 Temp.: 3.23 K



実際にGHz波のヘテロダイミキシングをSTMで実現



2つのGHz信号をトンネル接合でヘテロダイミキシング
 → kHzの差周波信号にビートダウンさせて検出!

まとめ

ALMA電波望遠鏡の検出技術をSTMIに導入し
 THz帯域の信号を原子分解能で検出可能な
 新しい計測手法: **Heterodyne scanning
 tunnelling spectroscopy (HSTS)**法を提案した

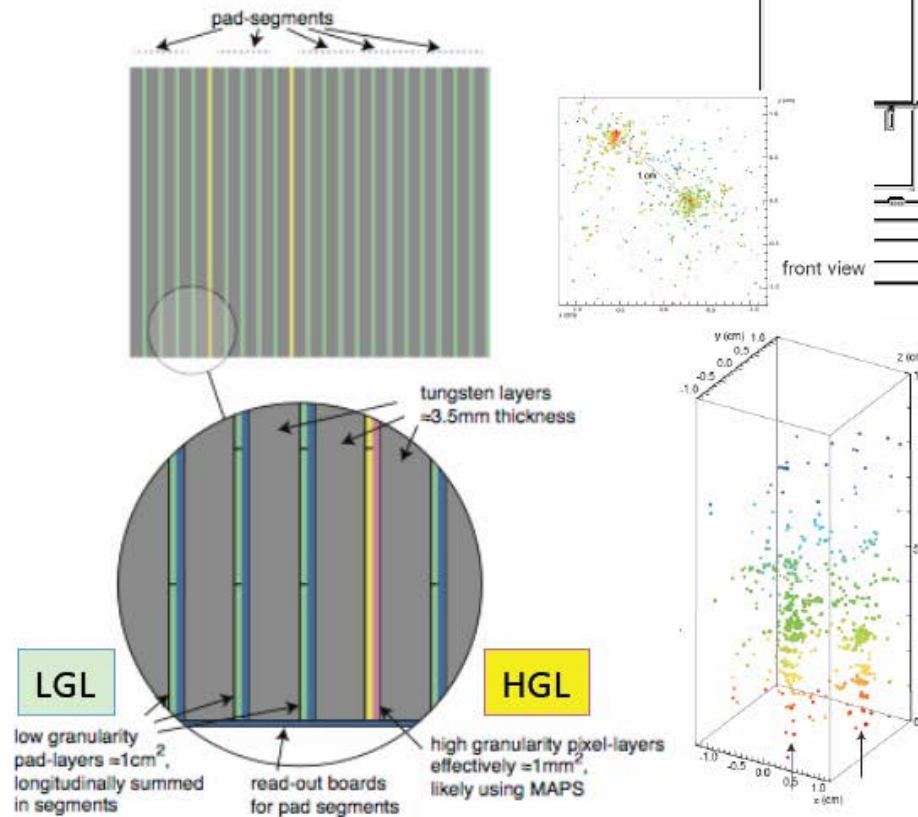
HSTSの特徴

- (1)トンネル接合で起こるため空間分解能は原子分解能以下(1 Å)
- (2)微弱信号で良いため試料に熱などの擾乱を与えない
- (3)THz領域を含む様々なエネルギー領域の分光が可能
- (4)高いエネルギー分解能(peV)と時間分解能の分光が可能
- (5)スペクトルの超精密解析が可能

シリコン電磁カロリメータ等

ALICE FoCal upgrade

for forward photon and π^0
 W/Si sampling EM-calorimeter
 Moliere radius $\sim 9\text{mm}$
 Radiation length $\sim 3.5\text{mm}/\text{layer}$



LGL : low granularity layer
 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ Si-pad
 Analog read-out per 4 layers
 5 LGL modules

HGL : high granularity layer
 $25 \times 25 \mu\text{m}^2$ CMOS-pixel (MAPS)
 digital sum (40x40 pixels)
 $1 \times 1 \text{ mm}^2$ effective cell per 1 layer
 2 HGL modules

光量子計測器開発推進室の活動計画

先端基礎科学と最新産業応用のための光量子計測器開発の推進

- 光量子計測器ワークショップ
- TIA光・量子計測(TIA=ACCELERATE)と連携して、
TIAかけはしプログラムの推進
TIA光・量子計測シンポジウム

2017年4月よりの推進室体制

光量子計測器開発推進室

開発室員： 原(室長)、金、富田、江角、西堀、近藤、武内

超伝導検出器の開発, SOIピクセル検出器の開発, MPPC読み出しミュ粒子検出器等