数理物質融合科学センター運営協議会 2017年10月3日@B204(総合B)

前回報告: 2017.1.23

光量子計測器開発推進室の 活動報告

光量子計測器開発推進室長 金 信弘(2015.9.19-2017.3.31) 原 和彦(2017.4.1-)



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。





宇宙の起源、物質や生命の根源を解明するための先駆的学術研究が、大型加速器をはじめとする最先端の高度な光量子計 測技術を用い、世界をリードして進められています。「光・量子計測」では、TIA中核5機関の高度な光量子計測技術の力を結集 する3つのオープンな連携の場「スクエア」を設け、新しい科学と産業の創成を目指します。そして本活動をTIA-ACCELERATEとし て推進しています。

光・量子発生および 計測技術の革新と その利用研究の高度化

3つのスクエアは、それぞれ、高性能 な光量子発生技術開発、高感度・高精度・ 高分解能な光量子検出器開発と先端的 計測技術法開発、および新たに開発さ れた光量子計測技術を用いて行う物質 機能発現メカニズム解明研究と新機能 材料の基礎開発を目的としています。

	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

・ 第2回TIA光・量子計測シンポジウム 2016/11/10@エポカルつくば

TIA-かけはし連携プログラム探索支援事業

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
- 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

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(H28・H29)	田島 治	KEK	AIST、NIMS、 <mark>筑波大(金·武内</mark>)、 東大
3次元積層半導体量子イメージセンサの調査 研究(H28・H29)	新井 康夫	KEK	AIST、 <mark>筑波大(原</mark>)、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(H28)	高橋 勝利	AIST	筑波大(冨田)、KEK

ニュース項目 http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/CiRfSE/LDPPD/ppd.html

光量子計測器開発推進室発足会議

日時: 2015年11月30日 (発表:金、武内、原、冨田、西堀、近藤、原、江角、参加:15名) 会場: 計算科学研究センター・ワークショップ室

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 (発表:金、武内、冨田、近藤、新井、西堀、兵頭、安岡、鶴田、江角、高崎) 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。

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 2016/7/28 報告書発表 (IRID、経産省)

TIAかけはし「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」 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

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)

第2回TIA光・量子計測シンポジウム 2016/11/10@エポカルつくば

主催 TIA-accelerate (参加>100名:発表:原、金、他)

前回 運営協議会 20171.23

ニュース項目 http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/CiRfSE/LDPPD/ppd.html

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

2017/5/22-26 **第4回TIPP国際会議での講演(金教授、原准教授、武政研究員)**

2017/6/22 TIA かけはしH29年度採択

- 3次元積層半導体量子イメージセンサーの調査研究
- 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

2017/6/23 世界最高性能の放射線測定センサーを開発(ニュースリリース) SOI <u>http://www.tsukuba.ac.jp/attention-research/p201706231400.html./event/20170104.html</u>

2017/6/29-30 第8回SOI研究会(宮崎大学) 新学術領域研究「3次元半導体検出器で切り拓く新たな量子イメージングの展開」

福島第一原子力発電所3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 2017/7/28 中間報告書発表 (IRID、経産省)

2017/9/10-15 **第26回VERTEX国際会議での招待講演(原准教授**)

福島第一原子力発電所3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 2017/9/28報告書発表(IRID、経産省) STJ金·武内

遠赤外一光子検出のための超伝導体検出器の開発(2014-2017)

SOI極低温アンプの開発

SOI(Silicon-on-Insulator)技術を用いて作製 された増幅回路の極低温動作実証テスト 冷凍機内極低温下でパルス信号増幅を確認



超伝導トンネル接合素子Nb/Al-STJ 信号を 冷凍機内極低温下で増幅 產総研CRAVITY製20µm角 Nb/Al-STJの可視光(465nm) パルスに対する応答信号を

4.7u

Laser pulse Voltage [µV] 70 60 50 Input to SOI amp. 1600 Output from SOI amp. 1.2m -100 -80 -40 -20 20 40 60 80 100 time [µs]

極低温アンプによるSTJ信号の究極低ノイズ読出しの実現 今後の展望: 冷凍機内部の極低温下での増幅によるS/N改善を実証



7

STJ金·武内

遠赤外一光子検出のための超伝導体検出器の開発(2014-2017)



・ STJのサイズを小さくし、リーク電流の低減を目指す.

8

SOI原 Silicon-on-Insulator ピクセル検出器





した飛跡とのずれ

Nouve release 6/22

FPIX: FinePixel Detector (Pixel size :8um角)



					W31C1	case	. 0/2.
	English 中文	한국어 🚠	サイトマップ 📄 お	問い合わせ一覧	👩 アクセスマップ		枝素
第 筑波大学	本学で学びたい	い方へ	在学生の方へ		卒業生の方へ 这	般・研	完者の方へ
「」 University of Tsukuba 大	大学案内	学群・大学院	教育	研究	キャンパスライフ	社会連携	国際
OME > お知らせ・情報 > 注目の研	究 > 世界最高精度の	放射線測定センサ	ーを開発				
お知らせ・情報				in the second			
ב−ב_	世界 <mark>最高精度</mark>	度の放射線	測定センサー	を開発			
イベント	2017/06/23	放理物度		16 616	4a! 21 SIP У	G+ 共有	🖂 メールで送る
イベント 注目の研究	2017/06/23 大学共同利用機関 発研究チームが、	 株理物度 間法人高エネルキ 世界で初めて1 	ドー加速器研究機構 .µm以下という超減	止 い 構 (KEK) 、 f 高精度の位置	*A! 21 シェア 筑波大学、大阪大学、 測定が可能なSOI(S	イート G+ 共有 東北大学のSOI illicon-On-Insu	⋉ メールで送る ドレクセル共同開 lator) ピクセル
イベント 注目の研究 2017 >	2017/06/23 大学共同利用機関 発研究チームが、 センサーの開発に 反応の正確な観測	 登録を定	ドー加速器研究機構 µm以下という超調 従来のシリコンキ い技術となります。	▲ い 「 も 「 も 「 し し し し し し し し し し し し し	42:21 シェア 第波大学、大阪大学、 測定が可能なSOI(S −に比べ、位置測定新 −を使って、高い放射	イート 年北大学のSOI illicon-On-Insu 腹が1桁改善し 対線検出効率を持	⋉ メールで送る にどクセル共同開 lator) ピクセル ました。素粒子 持った信号処理
イベント 注目の研究 2017 > 2016	2017/06/23 大学共同利用機関 発研究チームが、 センサーの開発に 反応の正確な観測 回路一体型の微緒	数理物度 間法人高エネルキ 世界で初めて1 に成功しました。 凹には欠かせない 田ビクセルセンち	ドー加速器研究機構 μm以下という超調 従来のシリコンキ い技術となります。 ナーを実現しました	▲ いい 着(KEK)、1 高精度の位置 半導体センサ・ このセンサ・ このセンサ・	42.1 21 シエア 22 筑波大学、大阪大学、 測定が可能なSOI(S ーに比べ、位置測定制 ーを使って、高い放射	イート G・共有 東北大学のSOI illicon-On-Insu 態度が1桁改善し 対線検出効率を打	Iビクセル共同開 Iはor) ビクセル ました。素粒子 おった信号処理
1ペント 注目の研究 2017 > 2016 2015	2017/06/23 大学共同利用機関 発研究チームが、 センサーの開発に 反応の正確な観測 回路一体型の微統	数理物度 間法人高エネル月 世界で初めて1 こ成功しました。 即には欠かせない 面ピクセルセンち	^{ドー} 加速器研究機構 µm以下という超忍 従来のシリコンキ い技術となります。 ナーを実現しました	▲ 000 構 (KEK)、5 高精度の位置 半導体センサ・ このセンサ・ こ。	42.1 21 シエア ¥ 2 気波大学、大阪大学、 測定が可能なSOI (5 ーに比べ、位置測定料 ーを使って、高い放射	イート G+ 共有 東北大学のSOJ ilicon-On-Insu 腹が1桁改善し 対線検出効率を持	✓ ×-ルで送る (ビクセル共同開 lator) ピクセル このように、素粒子 まった信号処理
 エートーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー	2017/06/23 大学共同利用機関 発研究チームが、 センサーの開発に 反応の正確な観測 回路一体型の微線	833%変 膨法人高エネルイ 世界で初めて1 こ成功しました。 助には欠かせない 助ビクセルセンサ	ドー加速器研究機構 µm以下という超調 従来のシリコンキ い技術となります。 ナーを実現しました	▲ 000 着 (KEK) 、 5 高精度の位置 半導体センサ・ このセンサ・ こ。	42121 ジェア ソ 2 筑波大学、大阪大学、 測定が可能なSOI(5 ーに比べ、位置測定用 ーを使って、高い放射	FTFF G・共有 東北大学のSOI illicon-On-Insu 頻度が1桁改善し J線検出効率を打	
1 1 2017 > 2016 2015 2014 2013	2017/06/23 大学共同利用機構 発研究チームが、 センサーの開発に 反応の正確な観測 回路-体型の開発	833%82 動法人高エネルド 世界で初めて1 二成功しました。 即には欠かせない 副ビクセルセンサ	ビー加速器研究機構 μm以下という超減 縦末のシリコンキ い技術となります。 ナーを実現しました		44:121 シェア 2 シ 気波大学、大阪大学、 周定が可能なSOI (5) ーに比べ、位置測定用 ーを使って、高い放身 ・クロン層 FためOCMOS回路など	FTFF G・共有 東北大学のSOI illicon-On-Insu 観度が1桁改善し 掲線検出効率を打	○ x-ルで通る (ビクセル共同開 lator) ビクセル ました。素粒子 あった信号処理

図 SOIピクセルセンサーの断面図。SOI構造下部のシリコン層は集積回路から絶縁されており素粒子センサ て利用できる。センサーからの電気信号を基板上部の集積回路に直接伝えることで損失や雑音の少ないシステムを 実現。集積回路は現代のエレクトロニクスを支える高度な技術で、センサーの信号処理にはうってつけの組み合わ せ。こうしたセンサーと信号処理回路が一体となった構造は「モノリシック・ビクセル」と呼ばれる。今回開発し たセンサーは放射耐性を強化するため、通常のSOI構造に加え、中間にさらにもう1層のシリコン層を加えている。 (画像提供 Rey.Hori)





燃料装填部:17 ± 3 (stat) ± 19 (sys) tons. 燃料装填部:30±3(stat)±数10(sys) tons 圧力容器下部:156 ± 8 (stat) ± 57 (sys) tons 圧力容器下部:90±5(stat)±数10(sys) tons

^{µRadiography} 原·金 宇宙線ミューオン大規模構造の透視



ATLAS 原·受川

HL-LHC用検出器開発

Main Sensor

2

4 *

3



Pixel size: 50x250um FE-I4 \rightarrow 25x100 um FE65



量産用End-cap RO strip sensorの評価

原

新型検出器の開発



照射後:ゲインは下がるが増幅機構は保持(左:電流、右:β線応答)

薄い増幅層から十分大きな信号⇒時間分解能に優れる可能性 時間測定がポイント! Pixelの良い空間分解能+時間分解能⇒4次元飛跡検出器











Two from Aarhus,



放射光X線回折関連 ワークショップ 11/19 2016@自B118

Workshop on Advanced Structural Study

Date: 19th November, 2016. Room B118, Natural Sciences Building B, University of Tsukuba Co-hosts: International Education and Research Laboratory Program, University of Tsukuba Tsukuba Research Center for Interdisciplinary Materials Science (TIMS) Center for Integrated Research in Fundamental Science and Engineering (CiRISE),

 9:00 9:10
 Opening. Eiji Nishibori, University of Tsukuba.

 Session 1: Accurate Structural Studies on Materials Science
 9:15
 :9:45

 9:15
 :9:45
 Hidetaka Kasai, University of Tsukuba & Aarhus University.

 "Charge density study of layered metal dichalcogenides."
 9:45
 :0:15

 9:45
 :10:15
 Florian Kleemiss, Universität Bremen, Germany.

 "Crystal and enzyme environmental effects on the electron density of a cysteline protease inhibito
 10:15
 -10:45

 10:15
 -10:45
 Eiji Nishibori & Venkatesha Rama Hathwar, University of Tsukuba."
 Break

 Session 2: Advanced Experimental and Analytical Technique.
 11:00
 -11:30
 Lorraine Andrade Malaspina, Universitä Bremen, Germany.

"Hirshfeld Atom Refinement" 11:30 - 12:00 Shinobu Aoyagi. Nagoya City University, Japan. "Time-resolved structure analysis of resonantly vibrating quart: crystal" 12:30 -13:00 Bo Iversen. Aathus University & University of Tsukuba. "Accurate crystallography: densities, excited states and beyond crystals" Lunch

 Session 3: Award session and Radiation Damage.

 14:00
 -14:30

 Yoshiki Kubota, Osaka Prefecture University, Japan.

 Winner of The CRSJ Award 2016.

 14:30
 -15:00

 Simon Grabowsky, Universität Bremen, Germany.

 "Metal-organic compounds at synchrotroms. Can we overcome radiation damage?

 11:30
 -12:00

 Shinobu Aoyagi. Nagoya City University, Japan.

 "Time-resolved structure analysis of resonantly vibrating quartz crystal"

 12:30
 +13:00

 Bo Iversen, Aarhus University & University of Tsukuba,

 "Accurate crystallography: densities, excited states and beyond crystals"

Session 3: Award session and Radiation Damage.

 14:00
 -14:30
 Yoshiki Kubota, Osaka Prefecture University, Japan.

 Winner of The CRSJ Award 2016.

 14:30
 -15:00
 Simon Grabowsky, Universität Bremen, Germany.

 "Metal-organic compounds at synchrotrons. Can we overcome radiation damage?

 15:00
 -15:30
 Jacob Overgaard, Aarhus University, Denmark

 "Charge densities and slow magnetization dynamics in a linear Fe(II) compound"

 Break

Session 4: World Leading SR and Neutron Facilities in Japan. 15:45 -16:15 Takashi Ohara. J-PARC/JAERI "Single crystal neutron diffraction experiments at J-PARC"

16:15 16:45 Kunihisa Sugimoto, SPring 974 SPI "Investigation of charge density study with CdTe pixel detector"

16:45 -17:30 Open discussion, Discussion Leader, Jacob Overgaard

17:30 -17:40 Closing. Bo Iversen.







Three from Germany,

量子ビーム施設の研究 者と海外研究者を招き、 高エネルギー用CdTe 検出器の話題と将来に ついての議論







<u>SPring-8内部の高性能化課題として高エネルギー用CdTe検出器が採択</u> <u>平成29年度後半から利用可能予定!</u>

超高分解能単結晶構造解析による機能可視化技術の高性能化 (BL02B1)

本提案の計画:

● 高エネルギーX線の高効率検出可能な大面積2次元CdTeピクセル検出器 (PILATUS3 X CdTe 1M)の導入

⇒ 高効率・時間分解高エネルギーX線回折システムの高性能化

期待される計測技術高性能化:

- 高エネルギーX線を用いた超高分解能単結晶構造解析の迅速化 ⇒計測時間:1/10以下
- 検出器の高速読み出し・トリガー計測モードを用いた
 時間分解 超高分解能単結晶構造解析の実現



近藤 光量子計測器開発推進室 超高感度ヘテロダイン走査トンネル分光の実現



科研費 挑戦的萌芽研究H28-H29近藤剛弘 「超高感度ヘテロダイン走査トンネル分光の実現」

E. Matsuyama, T. Kondo, H. Oigawa, D. Guo, S. Nemoto, J. Nakamura, Scientific Reports 4 (2014) 6711

> E. Matsuyama, H. Oigawa, T. Kondo, J. Nakamura, In preparation



超伝導トンネル接合検出器(STJ)による粒子検出(I)

Counts

エネルギーとTOFの2次元スペクトル



価数を分離したTOF(質量)スペクトル





超伝導トンネル接合検出器(STJ)による粒子検出(II)



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。 SOI技術 大型構造イメージング

CirRfSEでの

主要テーマ



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:宇宙線ミュー粒子計測器として、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、プロジェクトのーテーマとして開発 22

