

ePIC-Japan RIKEN and U-Tokyo for SVT

TAKU GUNJI

QUARK-NUCLEAR SCIENCE INSTITUTE, UNIVERSITY OF TOKYO

MULTI-SCALE QUANTUM DYNAMICS JOINT RESEARCH GROUP,

NISHINA CENTER, RIKEN



Japan NP community

2

□ Low Energy Nuclear Physics

- ~300 researchers
- Driven by world-class facilities like RIBF (RIKEN) and RCNP (Osaka Univ.).

□ Strangness and Hadron Physics

- ~200 researchers
- Centered around J-PARC, RARIS (Tohoku Univ.), SPring-8, and JLab.

□ High Energy QCD Physics

- ~100 researchers
- Actively engaged in international frameworks including LHC, RHIC, and the upcoming EIC.
 - PHENIX, ALICE, sPHENIX

RIBF



RCNP



J-PARC



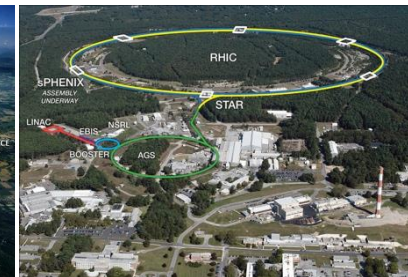
RARIS



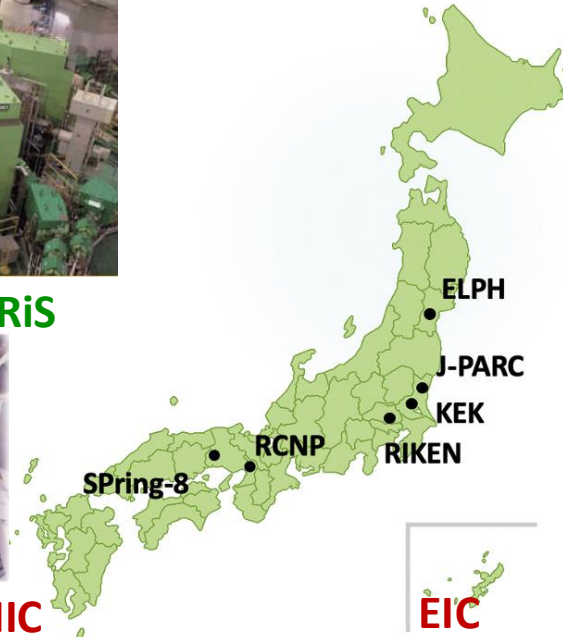
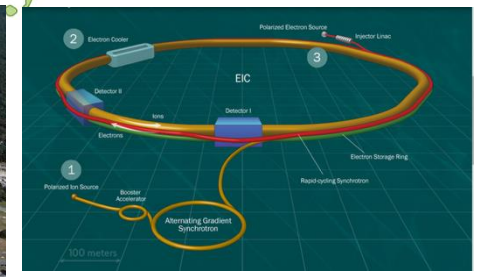
LHC



RHIC



EIC



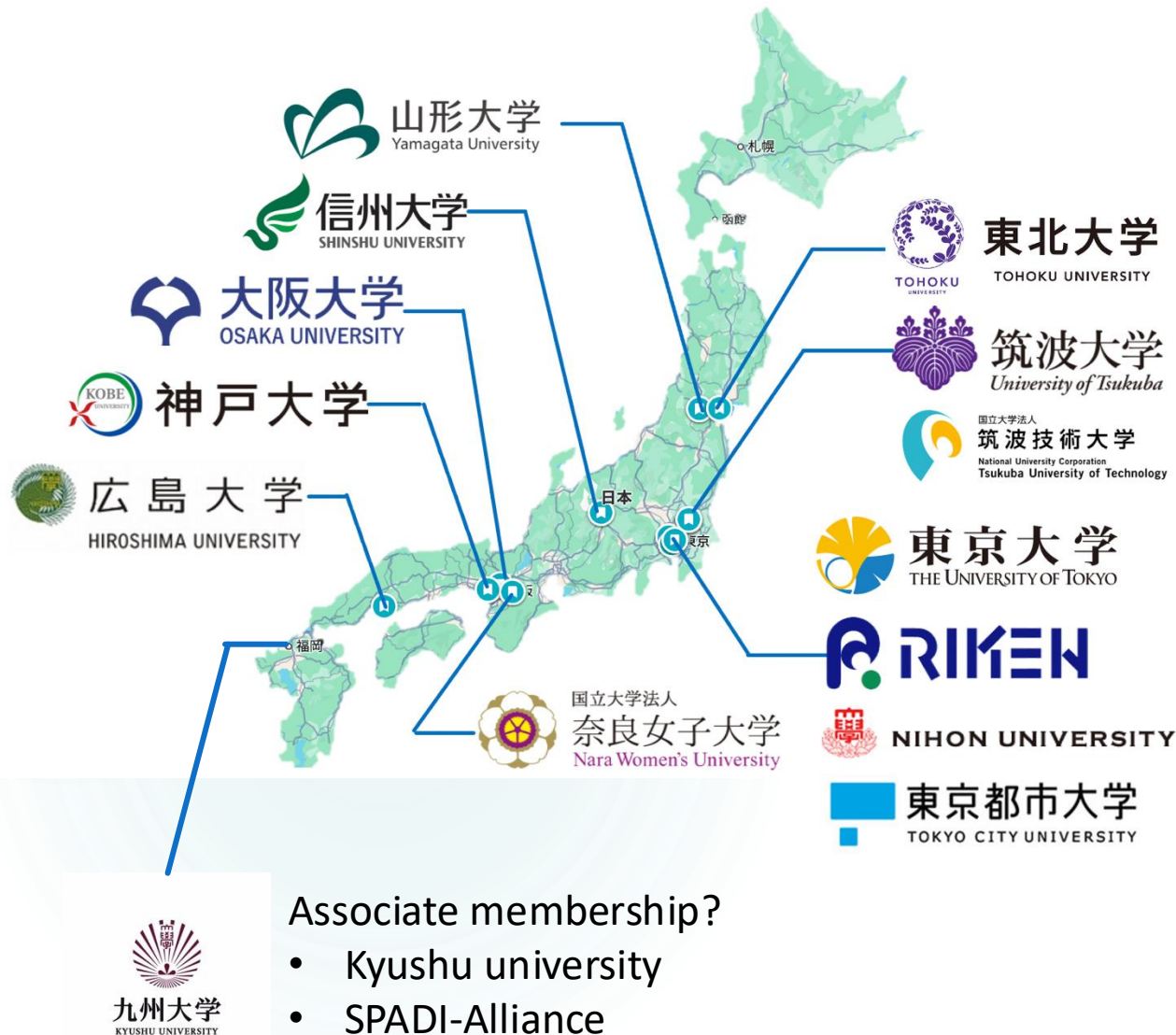
EIC: Connecting Nuclear Physics

3

- **EIC project is supported from entire NP community.**
 - **EIC is selected as MEXT roadmap 2026. (HL-LHC, IceCube, etc...)**
- **Multiscale Nuclear Physics**
 - **Understand nuclear matter from quarks and gluons to nucleons and nuclei via QCD**
 - **Connect the different scales and approaches of the Japanese nuclear physics community**
- **Advanced Detector Technologies**
 - **MAPS, LGAD, and streaming readout developed for the EIC**
 - **Strong interest in applying these technologies to RIBF, J-PARC, and future nuclear physics experiments**
- **Our commitment to the EIC should push forward experimental technologies and physics across the other scales of nuclear science.**

ePIC-Japan team

4

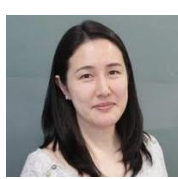


□ ePIC Japan Collaboration Growth

- 13 Domestic Institutions (~70 active members) spanning major national universities.

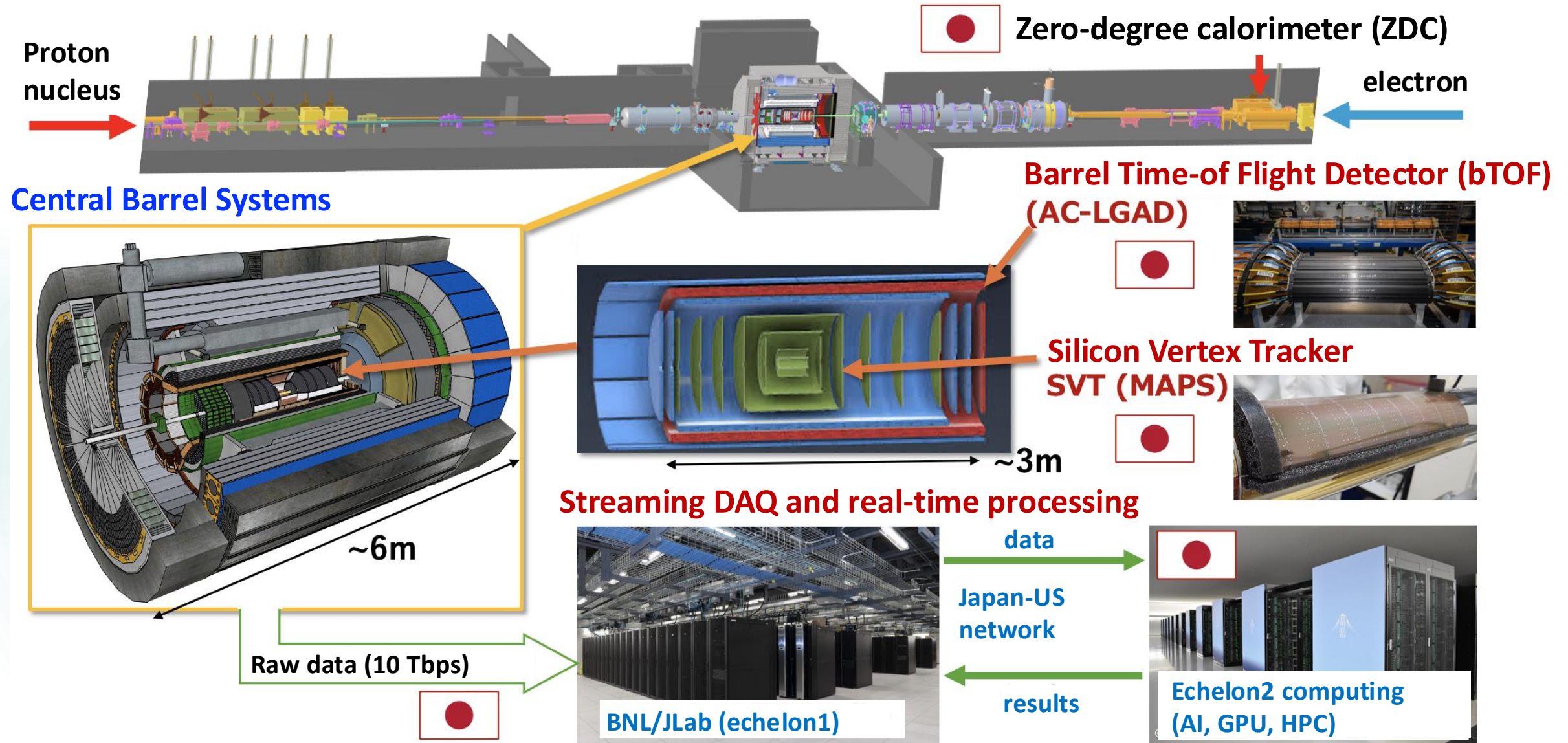
□ Leading roles in ePIC collaboration

- **Gunji (Tokyo)** :Streaming Computing WG convener
Past EB member
- **Ralf (Tokyo)**: Past Semi-inclusive PWG convener
- **Goto (RIKEN)**: Far-Forward ZDC DSTC
- **Yano (Hiroshima)**: TOF Deputy DSL
- **Shigaki (Hiroshima)**: Membership Committee
- **Shimomura (Nara-Women's)**: DE&I Committee



ePIC-Japan contributions

5



bTOF activities in Japan

6

□ Building the Infrastructure

- Development infrastructure established at **RIKEN and Hiroshima** (2025–2026)
- **100 m² Class-10,000 clean room in Hiroshima (already in use)** and **50 m² Class-1,000 clean room in RIKEN (will be built)** and dedicated detector-development facilities

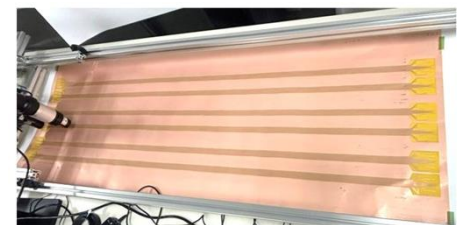
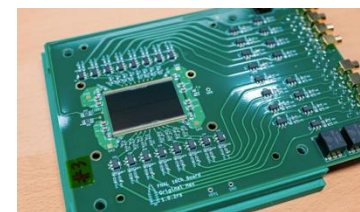
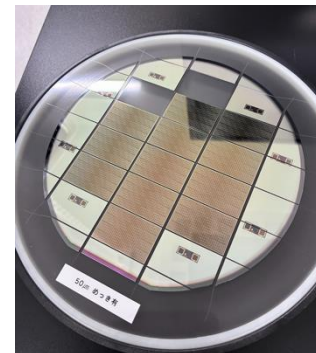
□ Leading bTOF Development

- Japan leads the development of **all major components except ASIC and RDO**
- **AC-LGAD strip R&D**: laser characterization and beam tests
- **Long FPC bus and support structure** from RHIC experiences
- Prototyping and system integration

T. Hachiya

□ Toward Production

- **RIKEN and Hiroshima**: sensor QA/QC, module production and QA/QC
- **BNL**: stave production



SRO activities in Japan

7

□ Building on Existing Expertise

- **Hardware acceleration and online computing**, building on experience from ALICE
- **SPADI-Alliance**: promoting the standardization of streaming data acquisition in nuclear physics

□ Integrating Japan's SRO Framework into ePIC

K. Oyama, T. Takahashi

- Develop **nestDAQ** as a Japanese SRO framework and integrate it into the ePIC DAQ
- Contribution through the **SRO E&DAQ WG** and **SRO Readout/Computing WG**
 - **Streaming reconstruction and streaming calibration**

T. Kumaoka

□ Demonstrated E1–E2 Integration

- **BNL–Japan metadata streaming via HTTP/SSE** and data transfer via **XRootD**
- End-to-end test-beam data path: **NestDAQ → ZeroMQ → EDM4eic → EICRecon**

□ Toward Autonomous Experiments

- Developing **Agentic AI** for autonomous operation and adaptive experimental workflows
- Forming Japanese group and collaborate with AI4EIC

Japanese General Interests in SVT

8

□ **Building on Japan's MAPS Expertise**

- **ALICE-Japan:** ITS3 at U-Tokyo and ALICE3 at Hiroshima and Tsukuba
- MAPS is a key technology of interest **across the Japanese nuclear physics community**

□ **Building a National MAPS Community**

- Japan should build and share **MAPS expertise, infrastructure, and know-how**
- Expand participation beyond the current EIC community, **as Kyushu University is doing with a view toward FASER upgrade**

H. Otono, T. Inada

□ **Developing System-Building Capability**

- Use SVT as an opportunity to develop the capability to **design, build, integrate, and operate complex detector systems**
- Transfer this expertise to **domestic experiments and next-generation projects**
- Integration of Japanese nestDAQ to advance standardization of SRO

□ **Looking Beyond Today's MAPS**

- Use SVT to explore **next-generation technologies based on MAPS**

Resources in RIKEN

9

□ A Shared Detector Development Facility

- **Small team:** Taku + PD (bTOF), Yuji, Itaru, and several RHIC-group researchers working on **ZDC/bTOF**
- Existing infrastructure can support **both bTOF and SVT**, with RIKEN maintaining the facility and U-Tokyo leading SVT activities

Cleanroom

- **Cleanroom: 50 m², Class 1,000 (under procurement; completion by March 2027)**

Assembly and Bonding

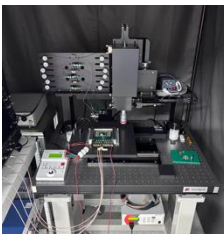
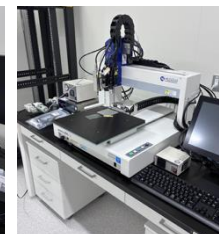
- Wire bonder: M17S — F&K DELVOTEC, fine-wire deep-access wedge bonder
- Dispenser: 350PCS-2-SM4000MEGAX
- Bond-pull tester: STELLAR4000
- Epoxy die bonder: 7200CR
- Digital microscope: VHX-X1
- **Probe Station: CM300xi (come by March)**

Electrical Characterization

- Laser system: NPIL1-106-40FC / EGI-D2-40 (NKT Photonics)
- Vector network analyzer: P5024B-400
- Oscilloscopes: WR8202 × 5, WP804HD × 2
- Source meters, LCR meters, LVPS, Digitizer: RFSoc

Computing Infrastructure

- CPU servers × 6, GPU servers × 3, RAID storage
- **Disk server (to be installed in FY2026)**



Resources in U-Tokyo

10

□ People and Expertise

- U-Tokyo provides the **core human resources** for SVT development, leveraging the infrastructure at RIKEN
- **Gunji, Lim (ALICE ITS), Kumaoka (EIC)**
 - **2 M2 students** working on ITS3 and CMOS-LGAD
 - **2 incoming M1 students** in FY2027
- **5 new PI positions** for EIC are under screening. 1 PD position will be opened.
 - We plan to involve **~2 new PIs in SVT**, together with students and existing researchers



T. Egami

□ **Target: 4–5 researchers** forming the core SVT development team

□ **Current Activities on MAPS**

- **MOSIAX characterization**, including beamtests at CERN, radiation-tolerance studies and development of evaluation tools
- **Preparation for the BabyMOSIAX beam test at KEK**
- **Streaming reconstruction and calibration**

RIKEN and U-Tokyo Contributions to SVT

11

- With limited resources, we aim to maximize synergies with ALICE ITS3/ALICE3 and focus on areas where Japan can make a distinctive contribution.
 - **Sensor & Module Production**
 - Wafer probing and sensor QA
 - Disk module production
 - **Readout & Reconstruction**
 - Full-chain readout, from detector to data acquisition
 - Streaming reconstruction and streaming calibration
 - SVT alignment : ACTS + Millepede in EICReco
 - **Beam Test & Integration**
 - KEK beam-test coordination
 - Integration of detector, readout, and reconstruction in a common test environment
- Since we do not have any expertize to lead, we will start from following LBNL, Bari, UK, MIT, etc...

Beamtest at KEK

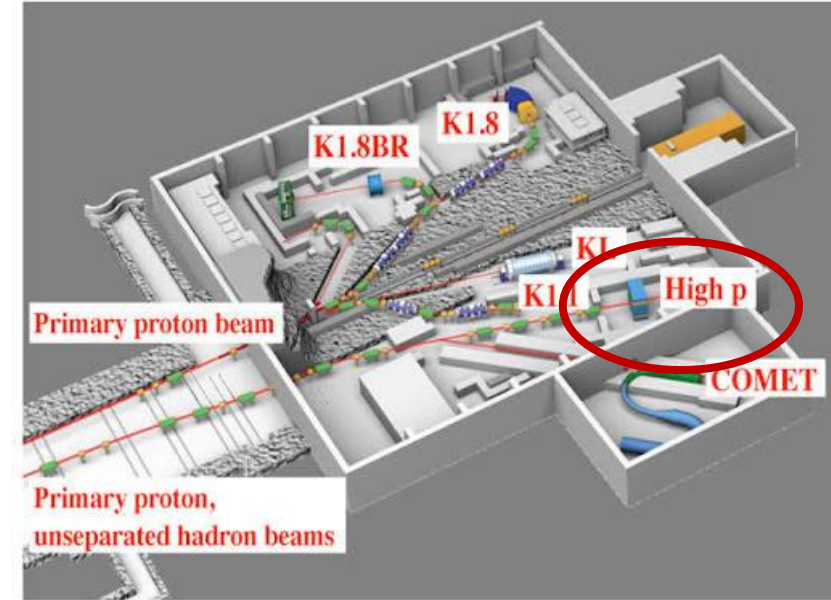
12

- **December 13–20, 2026**
Shared among babyMOSAIX telescope, SPARC, and AC-LGAD / CMOS-LGAD studies
- **Bong-Hwi Lim (U-Tokyo)** will coordinate the beam test.
- **ALICE-Driven Detector R&D**
 - **babyMOSAIX telescope + SPARC sensor:** primarily for **ALICE ITS3 / ALICE3 development**
 - **AC-LGAD / CMOS-LGAD characterization**
 - Beam time and priorities will be adjusted according to the needs of the respective projects
- **SVT Demonstration**
 - If the beam-test schedule allows, use the **last 1-2 days** for an EIC SVT demonstration
 - **nestDAQ** streaming readout and data acquisition
 - **ElCRecon** streaming reconstruction, alignment calibration

ePIC Integration Testbed : mini-ePIC

13

- A large-scale experiment requires many subsystems to operate in a synchronized and coordinated manner.
 - Detector control system
 - Streaming DAQ & real-time event building
 - Real-time reconstruction & calibration
 - Orchestration
 - Agentic AI for experiment operation
- A beam-test platform will be required for the integration of individual components and the development of integrated experiment operation.
 - J-PARC High-p beamline with secondary target under consideration with hadron community (MARC experiment)
 - This will provide $\pi/K/p$ up to 20 GeV.



Oscar in Tokyo (Sept. 2026)

Beyond SVT

14

□ From SVT to Next-Generation Silicon Detectors

- Continue developing advanced silicon technologies beyond the current SVT program.

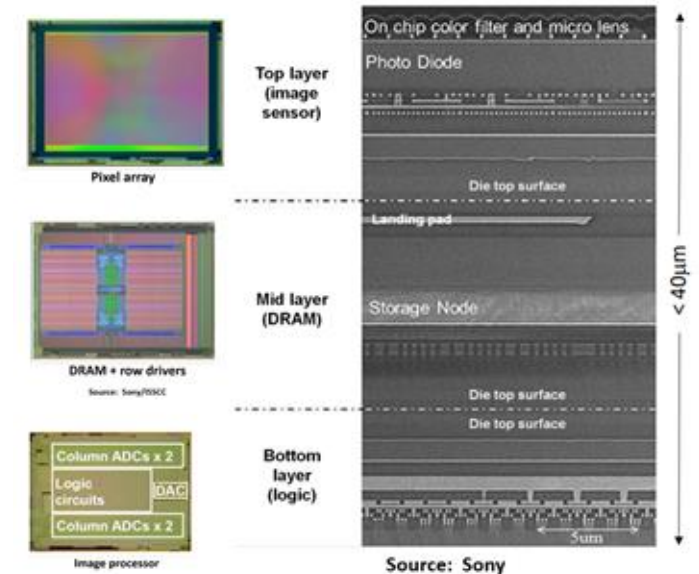
□ 3D-stacked or 3DIC on MAPS

- Build on the **~50 ps timing demonstrated with APTS**
- Develop 3D-stacked architectures enabling **precision timing + energy measurement** with advanced front-end electronics

□ AI-Enabled MAPS

- Move beyond simple hit detection toward **intelligent processing at the pixel level**
- Explore AI-enabled MAPS for **real-time feature extraction and data reduction at the sensor**

https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-981-16-4544-0_19-1



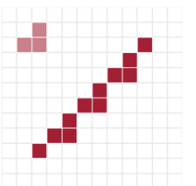
Introduction to AI on ASICs in high-energy physics

And a neural-network-based readout for a MAPS vertex detector

Jelena Lalic

MIT Pixel group

M. D. Nichitiu, R. Zheng, P. Vicente Leitao, A. T. Holtermann, I. A. Cali, G. M. Innocenti, J. Lalic



Backup slides

MEXT Roadmap

16

ロードマップ2026 掲載計画概要

※カッコ内は実施主体（中核機関）

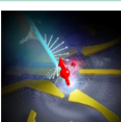
※＊はロードマップ2023からの継続掲載（9計画）

地域歴史文化の横断的保全・継承と知の創成を担う連携研究基盤の形成 （人間文化研究機構国立歴史民俗博物館）



日本各地に蓄積された多様な資料群を相互に接続可能な研究資源として再編し、地域歴史文化研究を支える総合的な研究基盤を形成するとともに、基盤維持に不可欠な人材を育成する。新たな研究方法論を確立し、地域における資料と文化の継承・保全へと結びつけ、研究と継承が循環する全国的体制の構築を目指す。

量子半導体スピントレクションと連携ネットワーク拠点＊（東京大学）



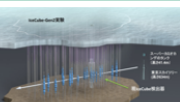
AI・量子技術の進展により半導体技術が転換期を迎える中、両技術を半導体集積技術と融合することで、量子・古典情報を統合的に扱う革新的情報基盤の創出を目指す。新たに名古屋大学を加えた6拠点大学体制により半導体研究を強化し、全国的研究ネットワークの高度化と新学術領域の確立を図る。

多様な知が活躍できるパワーレーザー国際共創プラットフォーム：J-EPoCH計画・超高压極限状態の固体・プラズマ科学のフロンティア（大阪大学レーザー科学研究所）



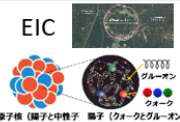
高繰り返し大型パワーレーザーを実現し、国際共創プラットフォームを構築する。これにより、物質の常識を覆すテラバスカラ圧下の固体物質科学や、エネルギー創出・同位体生成を可能にするペタバスカラ領域のプラズマ科学を開拓し、超高压の極限量子科学で世界を先導する。

IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台による高エネルギーニュートリノ天文学・物理学研究（千葉大学ハドロン宇宙国際研究センター）



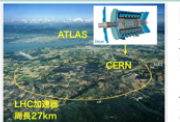
IceCube-Gen2 国際ニュートリノ天文台による高エネルギー宇宙ニュートリノ高統計観測を実現し、ニュートリノ観測と、電波からガンマ線まで分布する電磁波及び重力波観測の統合観測によるマルチメッセンジャー天文学研究を推進、観測を融合し学際的研究を発展させる。

量子色力学に基づくマルチスケール核物理研究拠点（EIC）形成計画（東京大学）



米国ブルックヘブン国立研究所に建設中の電子・イオン衝突型加速器（EIC）を活用し、核子・原子核内部のクォーク・グルーオンの三次元構造、物質の質量とスピンの起源、高密度グルーオン状態、さらに、クォーク・グルーオンから核子・原子核が形成される機構を明らかにし、物質の階層構造を量子色力学に基づいて統一的理解する。

高輝度大型ハドロン衝突型加速器（HL-LHC）による宇宙の真空構造の解明と新物理の探究 ―エネルギーフロンティアの進化―（高エネルギー加速器研究機構）



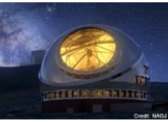
欧州合同原子核研究機関（CERN）の高輝度大型ハドロン衝突型加速器（HL-LHC）を用いた素粒子実験により、ヒッグス場の全貌を解明し、宇宙の進化の歴史に迫る。次世代エネルギーフロンティアの到達すべきエネルギー規模を明確化し、その実現に向けた加速器・検出器技術を発展させ、新しい知のフロンティアを切り拓く。

CTAO国際宇宙ガンマ線天文台（東京大学宇宙線研究所）



CTAOは次世代の国際宇宙ガンマ線天文台であり、極限宇宙の姿を捉え、ブラックホール、宇宙線の起源、暗黒物質などの解明を目指す。さらに、CTAOは従来の電磁波・宇宙線観測に加え、近年新たに開いた窓である重力波やニュートリノ観測と連携し、マルチメッセンジャー天文学の重要な柱の一つとなる。

30m光学赤外線望遠鏡計画TMT（自然科学研究機構国立天文台）



ビッグバンで始まり膨張を続ける宇宙における星、銀河、大規模構造の形成や元素生成の全貌を理解し、惑星の形成と生命誕生の課題に挑む基幹観測装置として口径30m光学赤外線望遠鏡TMTをハワイ島マウナケアに建設してすばる望遠鏡の広域探索と連携して地球型系外惑星や宇宙の初代星、宇宙膨張史等の理解を一新する研究を推進する。

強磁場コラボラトリーによる未踏領域の強磁場科学の推進＊（東京大学物性研究所）



1000テスラに至る未踏強磁場領域での物質・材料科学研究を推進し、量子ビーム施設などの他の大型施設等との連携を強化し、強磁場環境での先端的計測により、幅広い学術分野における学際的強磁場科学を開拓する。さらに、日本が先導する無冷媒超伝導磁石技術により高温超伝導材料国際評価拠点を形成し、高温超伝導線材の社会実装を実現する。

アト秒レーザー科学研究施設＊（東京大学）



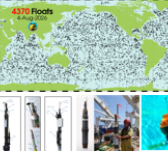
超短パルスレーザー技術と軟X線領域のアト秒パルス発生技術に基づいて最先端のアト秒レーザービームラインと計測機器群を国内外のユーザーのために提供し、物理学、化学、生物学、医学にまたがる広汎な基礎・応用科学の発展に貢献し、先端技術に基礎を置くイノベーションの創出と国際研究交流を通じた次世代を担う人材を育成する。

BSL-4施設を中核とした感染症研究拠点の形成＊（長崎大学）



BSL-4施設を中核とした特定一種病原体等に関する世界トップレベルの研究拠点形成及び当該分野で世界をリードする人材の育成により、当該病原体等による感染症の病態解明、診断・治療法の確立、有効な予防法の構築による国民の安全・安心の確保、国際的な感染症対応への貢献を通じ、世界の保健向上に資することを目標とする。

統合全球海洋観測システムOneArgoの構築と海洋融合研究の推進（東北大学）



全球海洋の深度2000mまでの水温・塩分を常時計測する現行のArgoフロート観測網を、海底まで、かつ、生物地球化学変数の計測にまで拡張する統合全球海洋観測システムOneArgoを構築する。海洋全層における気候変動シグナルの検出や、海洋酸性化・貧酸素化の実態把握と生態系の応答の解明等により、海洋融合研究を推進する。

EIC Promotion structure

17

☐ **ePIC-Japan — Institutional Participation**

- ☐ Join ePIC as a member institution
- ☐ Participate through the **ePIC-Japan group**
- ☐ Detector, DAQ, software, physics analysis, etc.
- ☐ **13 institutions are already participating in Japan**

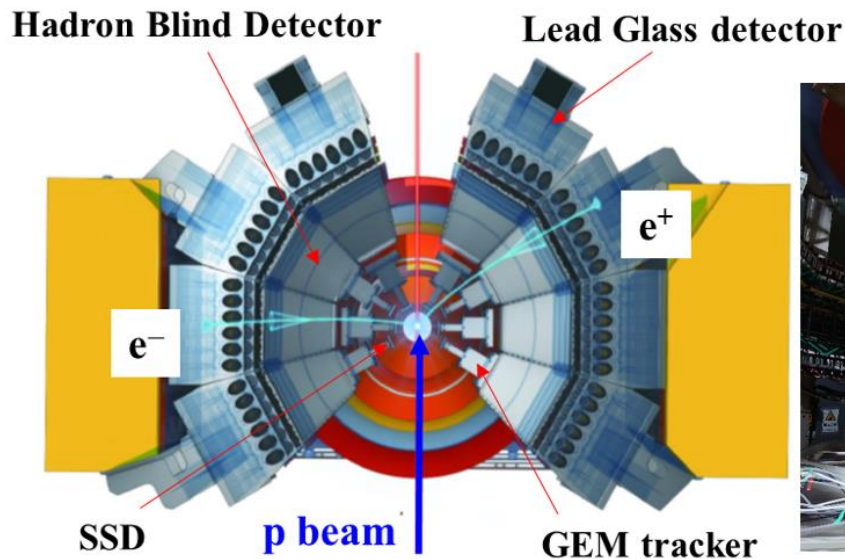
☐ **EIC-Japan Consortium — Individual Participation**

- ☐ Join EIC-related activities as an individual researcher
- ☐ Open to researchers from **physics, accelerator, detector, DAQ, AI, software, data analysis, theory, and beyond**
- ☐ Connect to the broader **EIC research community**
- ☐ **A gateway for expanding participation beyond the existing ePIC institutions**

Detectors in high-p and pi20

18

MARQ spectrometer construction



E16 setup



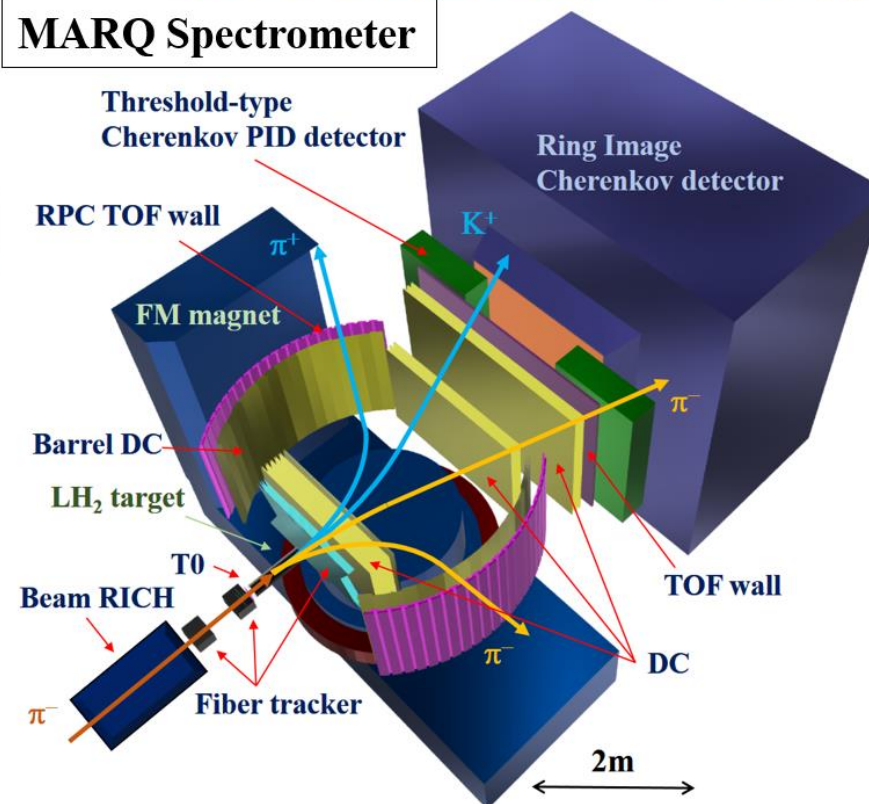
MARQ Spectrometer



10

*** Magnet pole piece to be flatten**

- Detector & DAQ preparation ongoing
 - Timing counters: Cherenkov, RPC, plastic scint.
 - Trackers: Scintillating fibers, drift chambers
 - PID: RICH, Beam-RICH, Threshold AC
 - Streaming DAQ



pi20 beamline under planning

- **pi20 beamline** : High-p beamline can provide **2ndary beams**

pi20 beamline under planning

20

- **High intensity:** $>10^7$ /spill for $\pi^\pm$, p ($>10^5$ /spill for K^- , $\bar{p}$) up to 20 GeV/c
- **High momentum-resolution beam:** $\Delta p/p = 0.1\%(\sigma)$

