

高エネルギー加速器研究機構量子場計測システム国際拠点 (量子場計測システム国際拠点・准教授・中浜 優)

研究交流計画の目標・概要

【研究交流目標】 交流期間(最長5年間)を通じての目標を記入してください。実施計画の基本となります。
(自立的で継続的な国際研究交流拠点の構築と次世代の中核を担う若手研究者の育成の観点からご記入ください。)

日本は、これまで、世界の高エネルギー物理学(HEP)分野を牽引し、重要な役割を果たしてきた。現在、HEP 分野では実験の大型化が進み、さらなる発展のためには知識・技術を集約するシステム化自動化(「スマート化」)が必須である。一方、世界では、HEP・加速器・宇宙分野で、AI 応用研究が急成長している。申請者らは高エネルギー加速器研究機構 KEK の WPI である QUP に、スマート化を進める国際研究ネットワーク拠点(「AI-SMART x HEP 国際連携コンソーシアム」)を形成する。本研究交流では、HEP 実験において日本が保有する一連の先端要素技術(加速器制御、計測器開発、ビッグデータ収集、データ解析技術)へ、AI 技術を用いて、スマート化し、HEP 分野の発展への寄与を目指す。なお、当該拠点は、既存の国際共同実験にて構築済の協力体制も活用しながら、世界で活躍する若手 PI を中心に組織され、各国拠点機関として海外の研究所や大学(バークレー国立研究所(米国)、欧州原子核研究機構 CERN(スイス)、オックスフォード大学(英国)、マックスプランク宇宙物理研究所(ドイツ))と連携する。分野・実験の垣根を超えたスマート化を目指す当該交流拠点は、交流期間終了後も継続し、本事業を通じて、加速器・宇宙・測定器開発と広範囲で、より大規模な国際ネットワークが構築できる。この発展に向けては QUP の支援を受けるが、KEK の大学共同利用制度や HEP 分野の研究所間協定の活用範囲を拡大し、さらに英国・ドイツ等海外大学の学生共同指導等も導入する。これにより次世代に向けて、分野・実験をまたがる「AI-SMART」を進める若手人材を育成する、自立的で継続的な国際拠点を構築することを目標とする。

【研究交流計画の概要】 我が国と交流相手国の拠点同士の協力関係に基づく多国間双方向交流として、どのように①共同研究、②セミナー、③研究者交流を効果的に組み合わせる実施するか、研究交流計画の概要を記入してください。

以下①共同研究の推進と並行して、②セミナーと③研究者交流を組み合わせる実施。上記の目標を達成。

①共同研究：世界第一線の要素技術研究の中核研究者8名(下記)がPI、co-PIとなる。上述の海外拠点と連携して、以下のテーマでAI応用の融合研究を戦略的に進める。

【先端AI・データ解析】 PI 中浜優(KEK QUP データサイエンスクラスター)、co-PI 茅根裕司(KEK QUP 精密測定クラスター)：CERNの現行ATLAS実験のビッグデータを用いて異常探知等の先端AI技術を開発すると同時に、HEP実験の各要素技術への実装手法、データ解析への実用化を研究する。南米チリで進められる世界最高感度の宇宙マイクロ波観測データにも応用し、AIによる信号抽出の完全自動化を実現。

【加速器制御】 PI 中山浩幸(KEK 素粒子原子核研究所(IPNS) BelleII 実験)、co-PI 三塚岳(KEK 加速器研究施設)：KEKの世界最高輝度のSuperKEKB加速器で要求される高難易度の加速器制御を、AIで自動化。

【計測器開発】 PI 外川学(KEK QUP 放射線耐性測定器開発クラスター)、co-PI 生出秀行(KEK IPNS エネルギーフロンティアグループ)：次世代超高エネルギー実験に向けて、先端実験で直面する極環境下(高放射線環境等)においても駆動する革新的半導体検出器を、AIで創出。

【ビッグデータ収集】 PI 長野邦浩(KEK IPNS ATLAS 実験)、co-PI 谷口七重(KEK IPNS BelleII 実験)：AI応用によるスマートトリガー・データ収集技術を世界に先駆け開発し、世界最高エネルギー実験や世界最高輝度実験の実地で検証運用し、次世代実験データ収集技術基盤を確立。

②セミナー：“AI-SMART x HEP”国際研究会を毎年開催し、①の最新成果を共有する。初年度は全体戦略を共有し、AI応用を新機軸とした要素横断の国際的コネクションを創出する。第2、3、4年度は海外拠点でトピックに絞った研究会を開催する。最終年度は、QUPで成果まとめと継続性を議論するワークショップを開催する。また、若手主体の分野横断の情報交流会も定期開催する。国際スクールを開催すると共に、海外拠点が主催する欧州米国のスクールとの相互乗り入れも行い、世界規模の若手交流を行う。

③研究者交流：若手研究者を海外拠点へ長期派遣(1-3ヶ月間/回、年のべ10名)し、最先端施設を使った①の共同研究を加速させ、AI応用の方法論を実証する。また、海外拠点研究者の積極的な受入、中核研究者も含めた短期派遣も効果的に行い、密接に連携する。

高エネルギー加速器研究機構量子場計測システム国際拠点 (量子場計測システム国際拠点・准教授・中浜 優)

[実施体制概念図] 本事業による経費支給期間(最長5年間)終了時までに構築する国際研究交流ネットワークの概念図を描いてください。

AI-SMART x HEP 国際連携コンソーシアム

目標:

- ・ 実験グループの枠を超えて、高エネルギー物理学実験(HEP)をAIの力でスマート化
- ・ 分野をまたがるAI-SMARTの素養を身につけ、大型プロジェクトを先導できる若手研究者の育成

大型実験プロジェクト

次世代大型加速器プロジェクト

次世代プロジェクトX

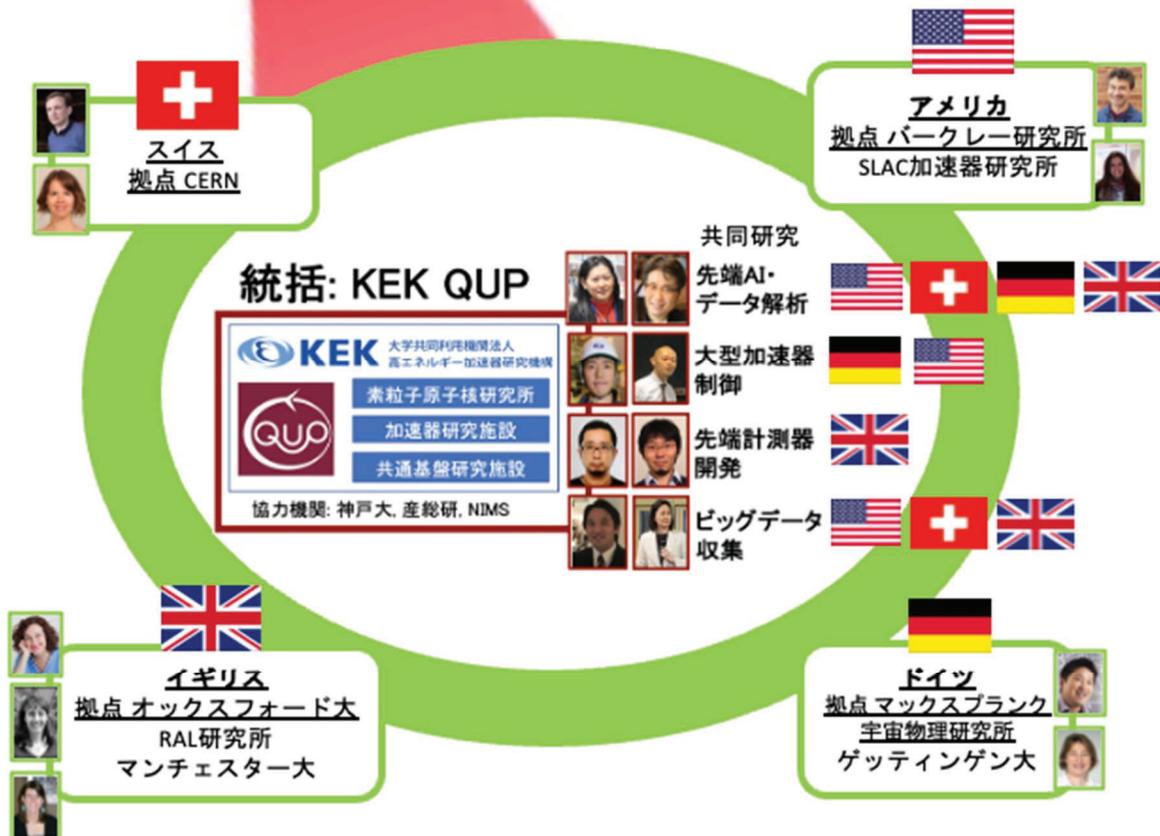
次世代プロジェクトY

(将来)高輝度LHC-ATLAS実験

宇宙背景放射観測

(現行)LHC-ATLAS実験

(現行) BelleII実験



背景: HEPは大型化、高度化、細分化。さらなる発展のためには、知識・技術集約をするシステム化自動化が必須
 手段: 日本が先行する一連の要素技術へ、先端AI技術を応用。要素技術・実験・分野の垣根を超える
 交流内容: 共同研究、若手海外長期派遣、若手交流会、国際スクール開催・乗り入れ、国際ワークショップ