

大規模国際共同プロジェクト における共同参画の在り方 — Belle II 実験の経験から —

平成29年4月7日

ILC有識者会議・体制及びマネジメントの在り方検証作業部会

名古屋大学

素粒子宇宙起源研究機構 (KMI)

現象解析研究センター

飯嶋 徹

要旨

- 前回資料5 「体制及びマネジメントの在り方検証作業部会における論点（イメージ）」より：

3. 国際研究機関を我が国に設置する場合の国内における実施体制の在り方の検討
 - ・ 国際研究機関への国内研究機関、大学及び産業界等の共同参画の在り方の検討
 - ・ 高エネルギー加速器研究機構、大学等の関連研究者を中心とする国内体制の在り方の検討

- 現在KEKで進行中のSuperKEKB/Belle II 実験での経験をもとに、大規模国際共同プロジェクトにおける国内体制の在り方について述べたい。
- 観点: 日本人（特に大学グループの）研究者が独自性・主導性をもって参画できること。

SuperKEKB/Belle II 実験

- 世界最高衝突性能（ルミノシティ）を達成したKEKB加速器のルミノシティを40倍に増強 ($L_{\text{peak}}=8 \times 10^{35} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)。
- Belle 実験装置を改良して、約50倍のデータ蓄積を目指す。



2017年度中に衝突実験開始, 2018年度中に最終形態で本実験開始

Belle II実験が目指す物理

Belle

素粒子の物理

粒子・反粒子の違い (CP対称性の破れ)

(小林益川理論)



2008年 小林博士・益川博士

新しい物理

新物理におけるCP対称性の破れ

未知の素粒子 (暗黒物質候補) の理解

粒子・反粒子の違いから、私たちの物質優位の宇宙ができた可能性

138 億年後の現在の宇宙



圧倒的に物質優位



マイナス
270°C

標準理論
の世界

物質・反物質のアンバランスはこの間には変わらず。

100兆°C

未知の物理が支配



物質・反物質のアンバランスはこの間に起こった。

超々高温

ビッグバン



物質と反物質は対等

Belle II コラボレーション



23 countries/regions
101 institutions
~750 researchers



Europe	285
Austria	14
Czech	7
Germany	110
Italy	73
Poland	11
Russia	46
Slovenia	17
Spain	4
Ukraine	3

Asia	
Saudi Arabia	3
Australia	36
China	29
India	40
Japan	161

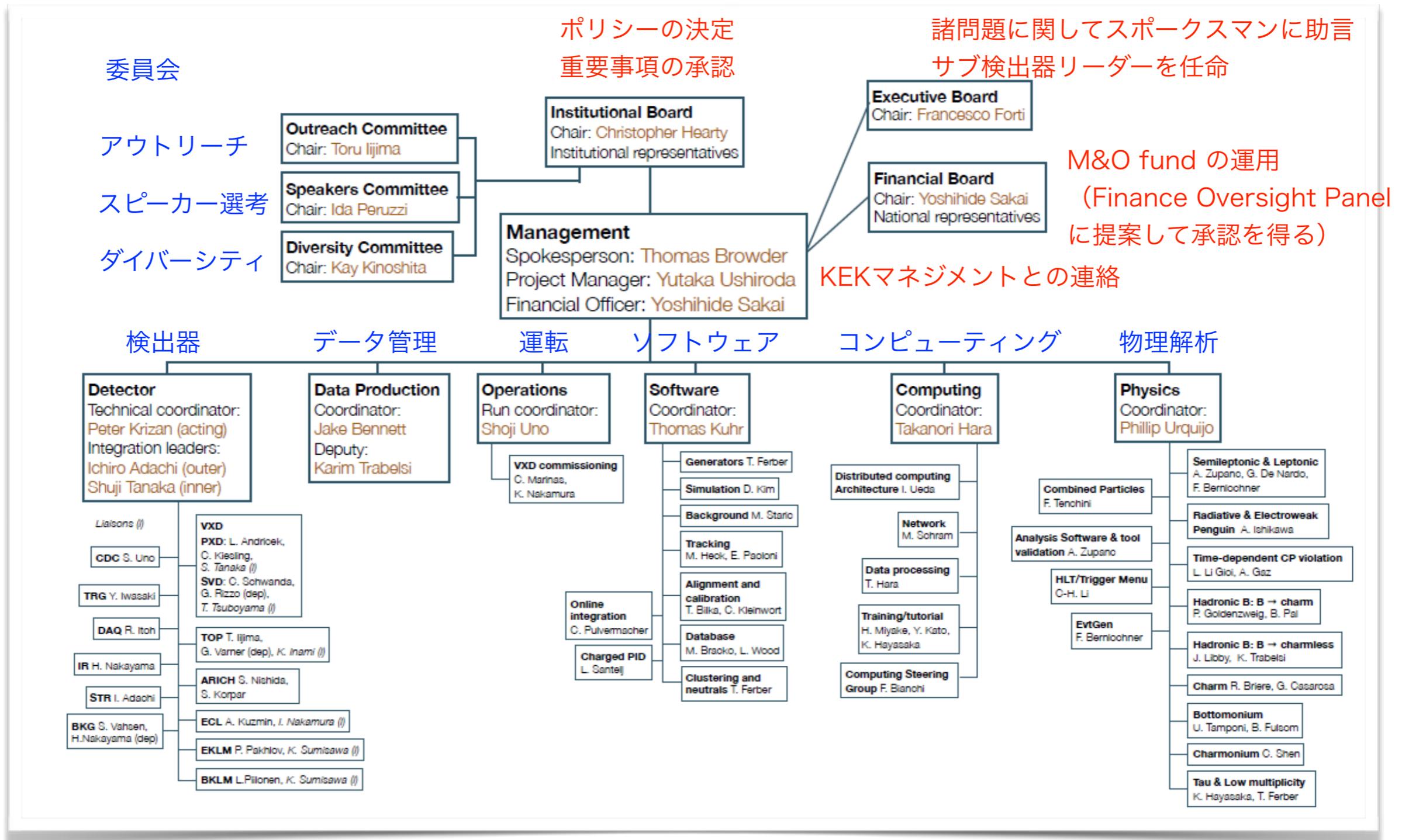
	346
Korea	44
Malaysia	5
Vietnam	2
Taiwan	22
Thailand	2
Turkey	1

America	119
Canada	23
Mexico	11
USA	85

日本からは13機関が参加：KEK, 名古屋大, 東北大, 首都大学東京, 東京大, 奈良女子大, IPMU, 山形大, 東邦大, 千葉大, 核物理コンソーシアム（全161名）

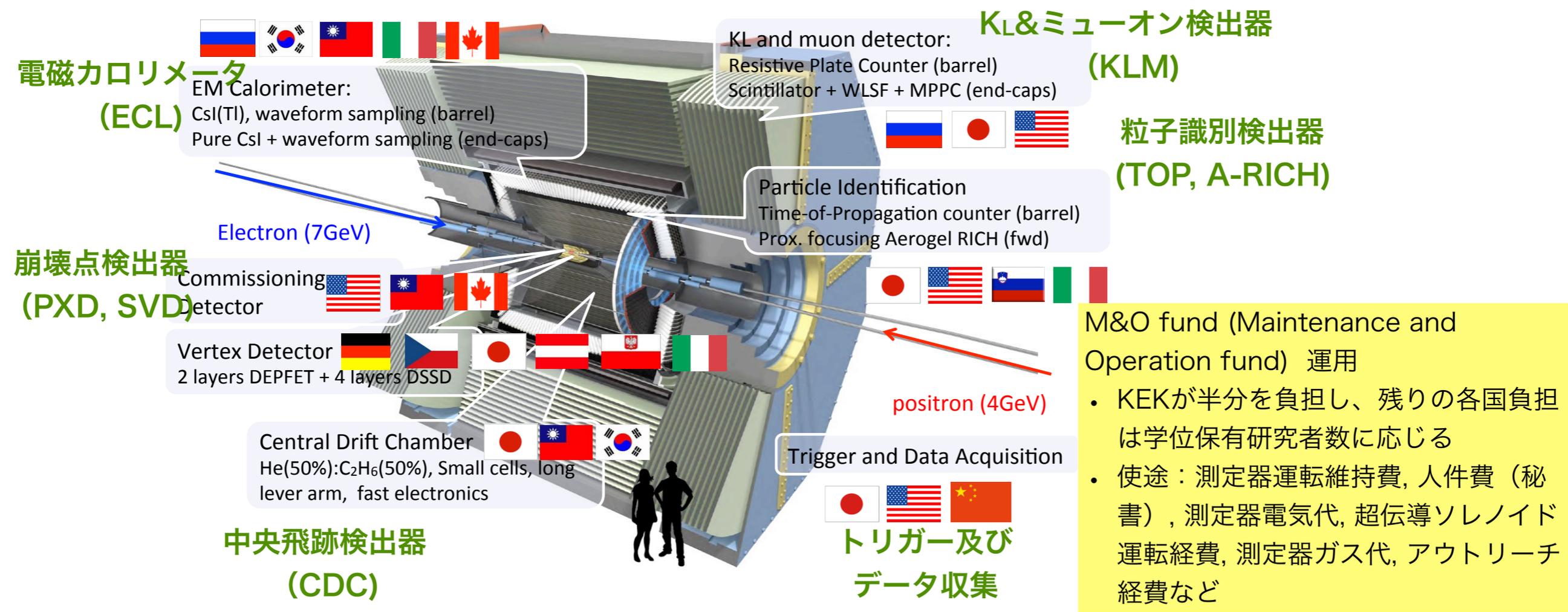
約5分の4が海外からの参加

Belle II の組織



Belle II 測定器

- 高ルミノシティ化に対応するために、Belle測定器の各コンポーネントの性能改良を国際協力で進めている。
- KEKは加速器の建設と運転、測定器構造体やサブ検出器に共通するデータ収集系などのインフラ整備に責任を持ち、各サブ検出器は参画する研究機関（KEKを含む）がMoUに基づいて持ち寄る形態（In-kind contribution）。

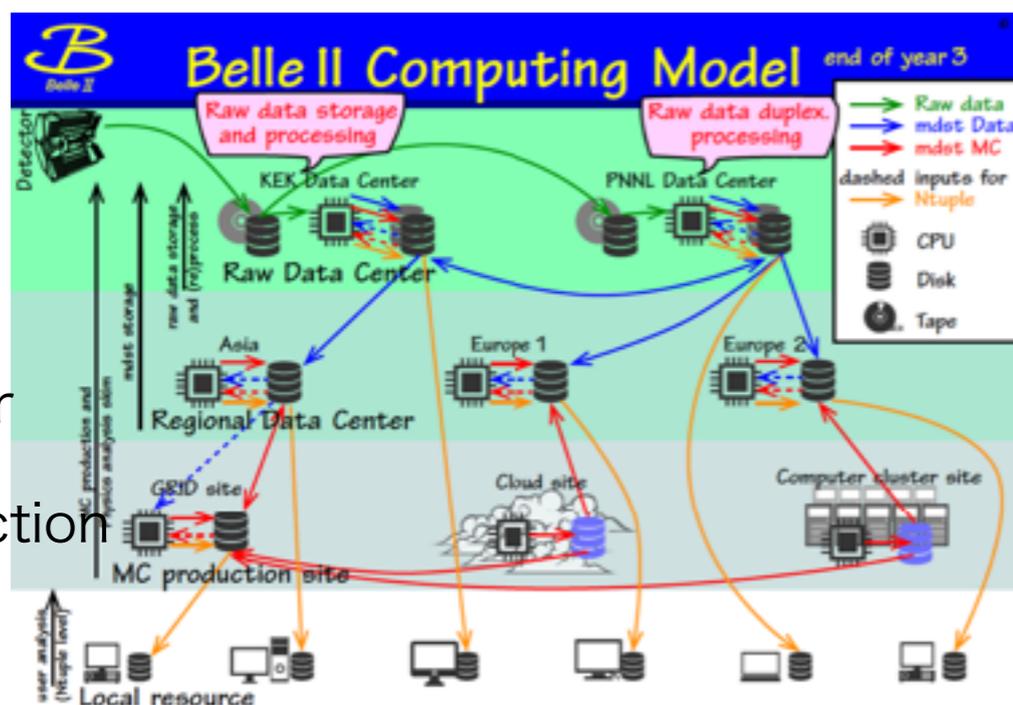


国際共同実験のマネジメントに関する実績を積み上げている

Belle II コンピューティング

- 近年の高エネルギー実験においては、加速器、測定器と並んで、コンピューティングが第3の重要な柱。
- 大量のデータ解析は1研究所の計算機の処理能力を超えるため、参画研究機関を高速ネットワークで繋いだ分散処理（グリッドコンピューティング）が必須
 - ・ Belle II では、1.8GB/秒の生データが生成され、約 10^5 CPUコア、200PBテープ（生データ）+100PBディスク（2次データ、シミュレーション）が必要。

Belle II コンピューティング・モデル

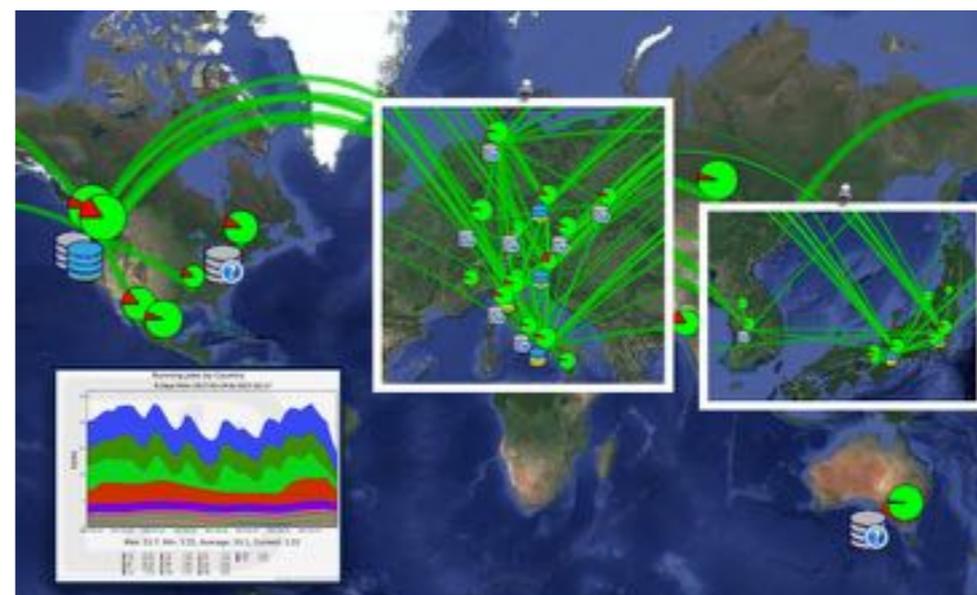


Raw data
center

Regional
data center

MC production
site

モンテカルロ事象生成における
グリッド計算稼働状況



日本人研究者の貢献

TOP (名古屋大, KEK)



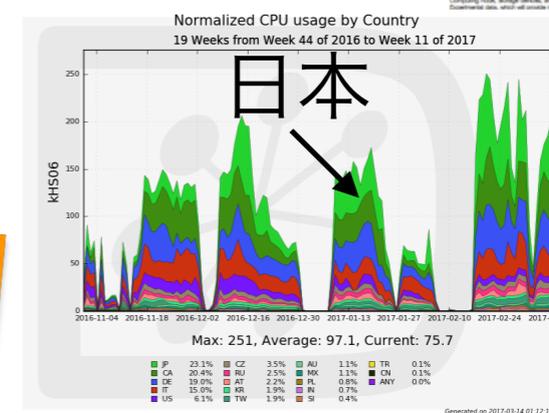
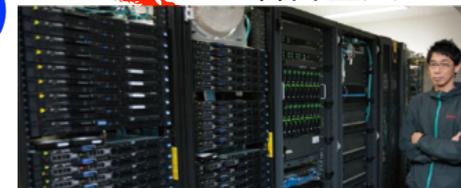
大学研究室で新型粒子識別装置を独自に考案し建設を主導

ECL (奈良女大)

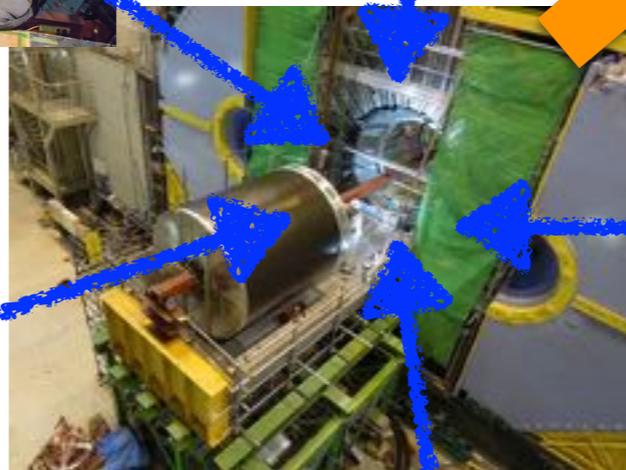
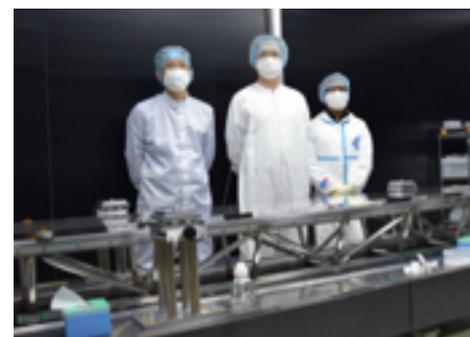


コンピューティング (各大学, KEK)

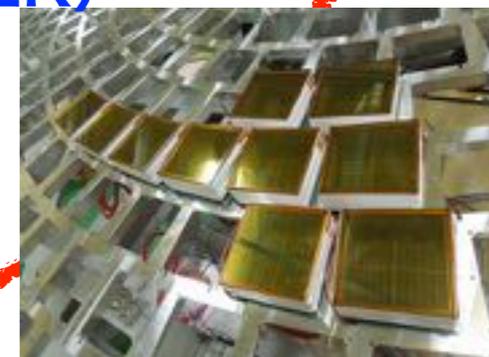
名古屋大KMI



モンテカルロ事象生成に対する国別貢献度



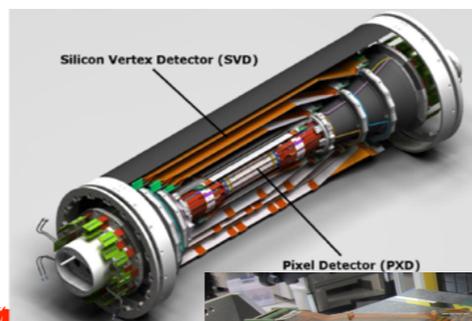
A-RICH (首都大, 新潟大, 千葉大, 東邦大, KEK)



CDC (大阪市大, 核物理, KEK)



SVD (東大, IPMU, 東北大, KEK)



半導体検出器の製作ファシリティーを整備して製作を主導

トリガー・DAQ (KEK)



国際共同実験における課題

Belle II実験は、日本がホストする大型国際共同実験として、概ねうまく進行しているが、大学研究者が主導性を発揮するうえで改善すべき点も幾つかある（私見）

● 日本人研究者、大学のビジビリティー

- ・ 実験プロジェクトの大型化に伴い、大学の研究室レベルで目に見える貢献をすることは容易ではない。資源を研究所に集中することで効率的な面もあるが、国際共同実験においては、大学が埋没しやすい
- ・ In-kind contribution で進む実験プロジェクトにおいて、諸外国が特定のサブ検出器に資源を集中投下しているのに対して、ホスト国がサブ検出器の全てに人的資源を分散すると、ビジビリティーが逆に薄まりかねない。

● 研究支援体制と言語の問題

- ・ 研究支援体制（テクニカルサポート、事務的支援など）が不十分、かつ英語対応が不足しがち。結果、大学を含む日本人研究者がサポート業務に忙殺される傾向がある。

つづき

● 大学院生の教育

- ・ 研究所と大学の教員が協力して大学院生を教育できるフレームワーク（連携講座など）を強化し、研究所スタッフの教育機会も増やした方がよい
- ・ 特に、加速器、最先端の半導体や電子回路技術、コンピューティングなどの専門性の高い技術教育では連携が必要。

● 大学の国際化

- ・ 多くの外国人研究者が来日しているメリットを、大学も含めたコミュニティーレベルでの国際化につなげられないか？

事例：

名古屋大学 素粒子宇宙起源研究機構（KMI）
重フレーバー素粒子物理学国際研究ユニット

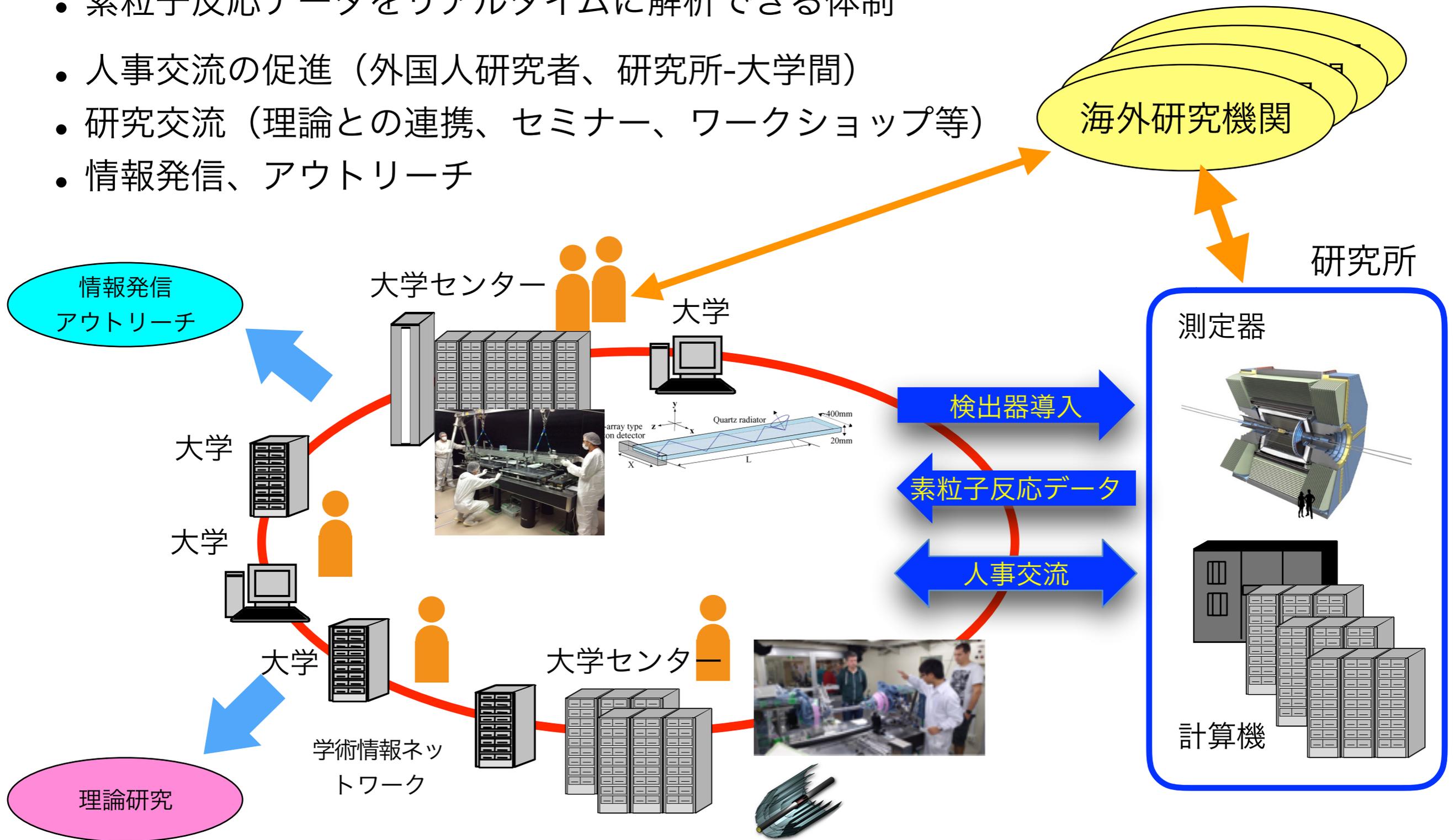
- ・ 学内メンバー
- ・ 外国人客員教授
- ・ 外国人特任准教授
- ・ 特任教員
- ・ 協力研究者
- ・ 事務職員



国内コンソーシアムの構築

- 大学の独自開発し製作した検出器の導入
- 素粒子反応データをリアルタイムに解析できる体制
- 人事交流の促進（外国人研究者、研究所-大学間）
- 研究交流（理論との連携、セミナー、ワークショップ等）
- 情報発信、アウトリーチ

図はイメージ



まとめ

- 日本がホストする国際共同実験としてBelle II実験の準備が進んでいる。国際共同実験のマネジメントに関する実績が積み上がっており、ILC実験においても活かすことができる。
- ILC実験では、さらに大規模化、国際研究機関がホスト研究所となるため、そこで大学が埋没しないような運営上の工夫の検討が必要。
- そのために、コンソーシアムを構築し、検出器製作やデータ解析の拠点を幾つか作ることは、日本の大学が目に見える貢献をし、大学に外国人研究者を還流して国際化を進めるうえでも有効と考えられる。