

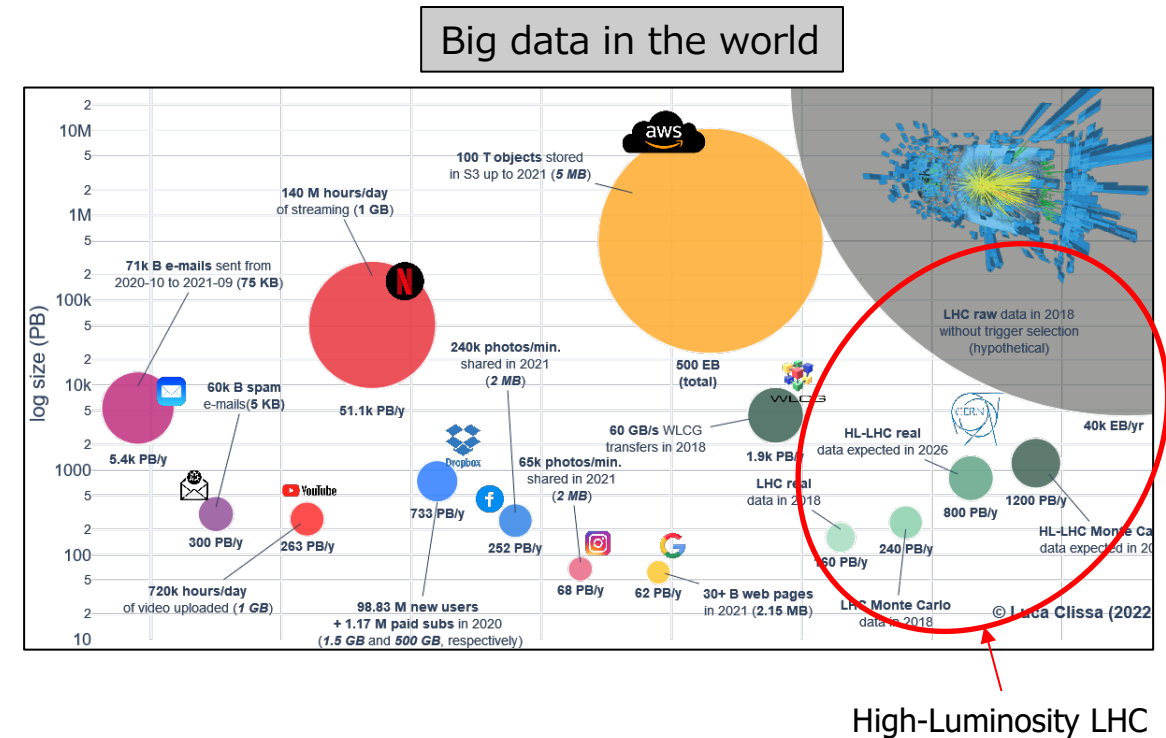
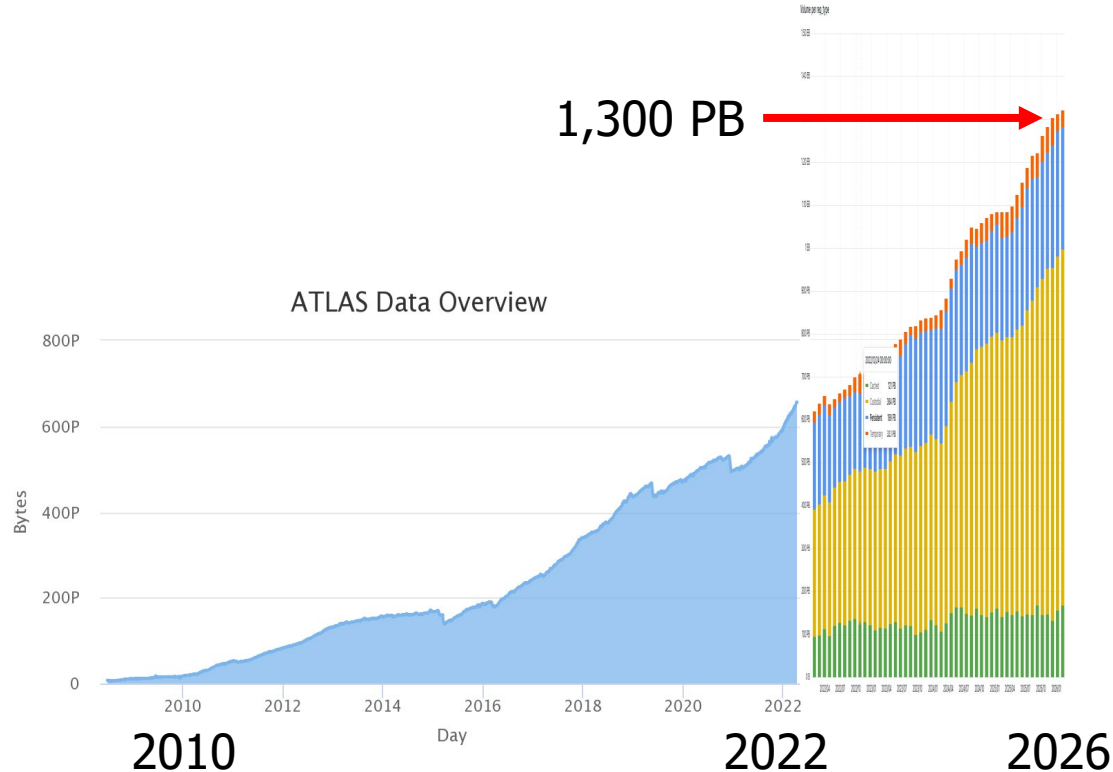
(古典) 計算機・ソフトウェア・人工知能からアプローチする 素粒子物理研究紹介

**東京大学 素粒子物理国際研究センター
澤田 龍・田中 純一**

ICEPP大学院進学ガイダンス 2026年5月23日

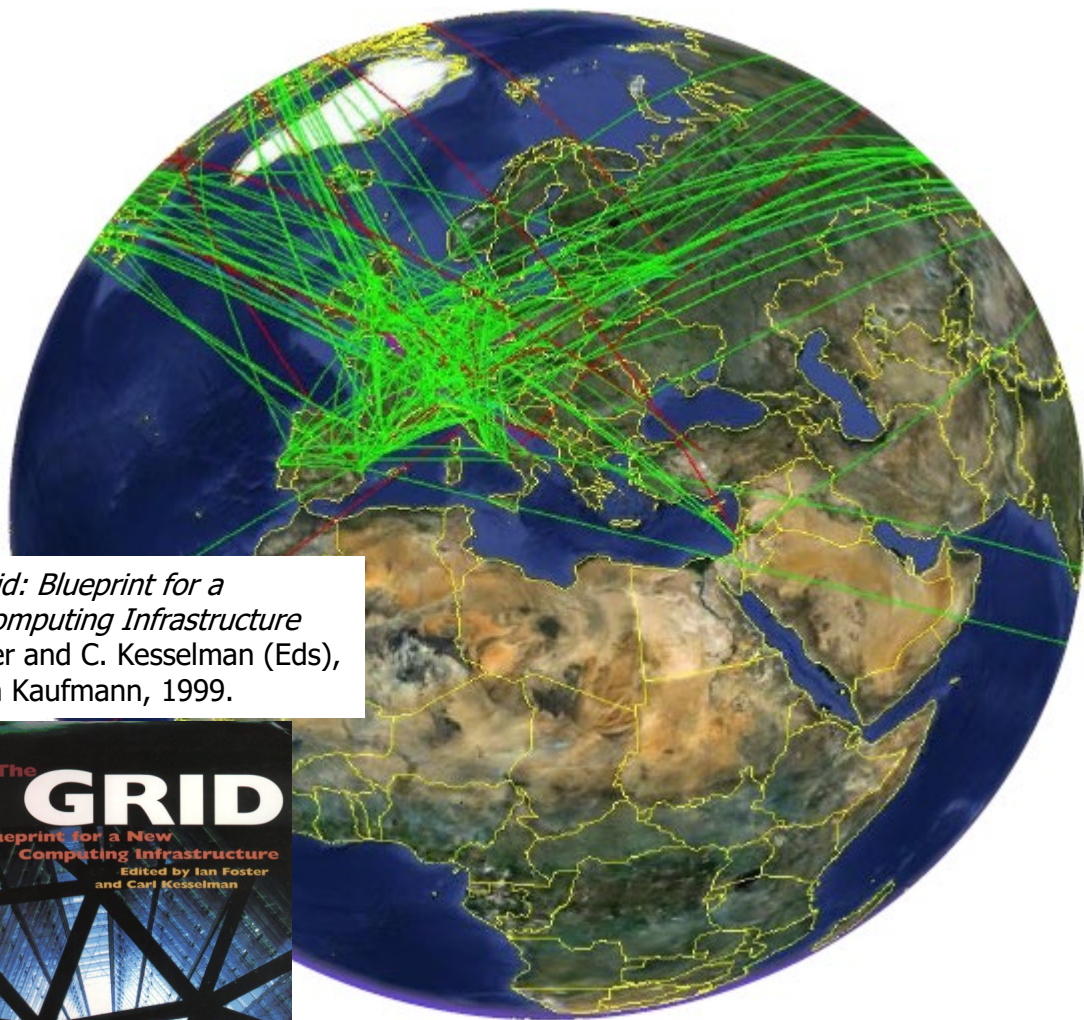
膨大なデータと計算量

- 今は昔、計算機の発展に加速器実験は貢献していた。
- 今でも、加速器実験に計算機は必須。

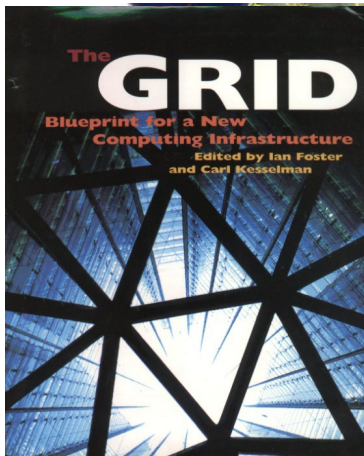


ATLAS実験のデータ(実験データ+MCデータ) > 1,300 PB = 1,300,000 TB = 1,300,000,000 GB
 ATLAS実験のRaw data = ~ 100 PB, $\sim 60 \times 10^9$ events = 約600億

グリッド技術により、世界中の計算機クラスターが一元管理され、実験のデータ解析に利用されている



The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure
I. Foster and C. Kesselman (Eds),
Morgan Kaufmann, 1999.



ATLAS実験だけで、
常時約70万CPUコアのジョブが走っている



理学部1号館

約16000CPUコア

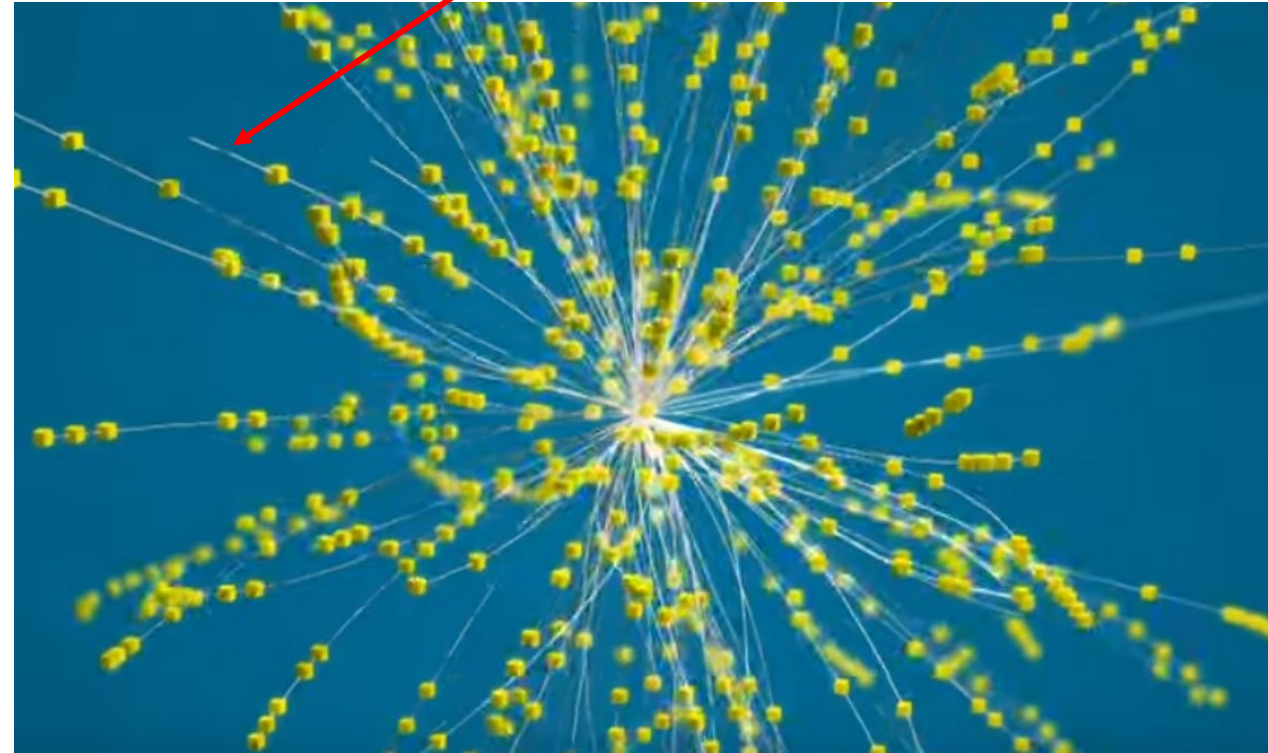
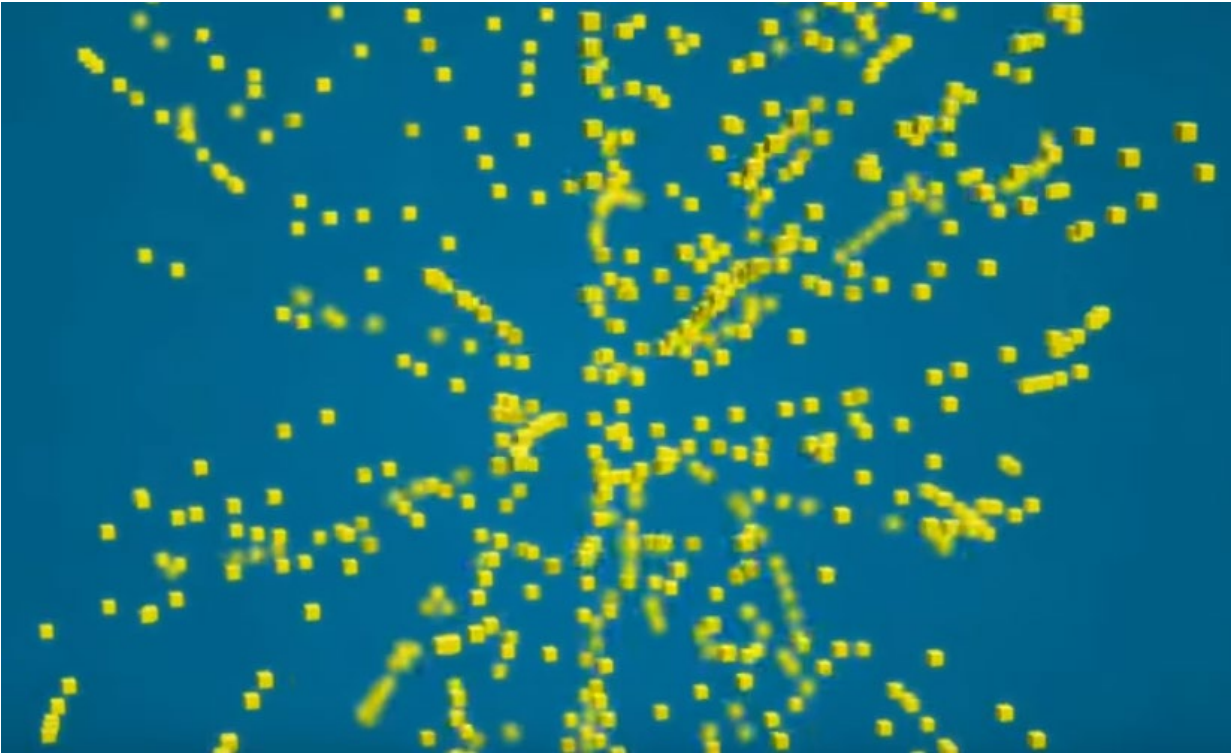


理学部1号館

約37PB

検出器データ

再構成データ



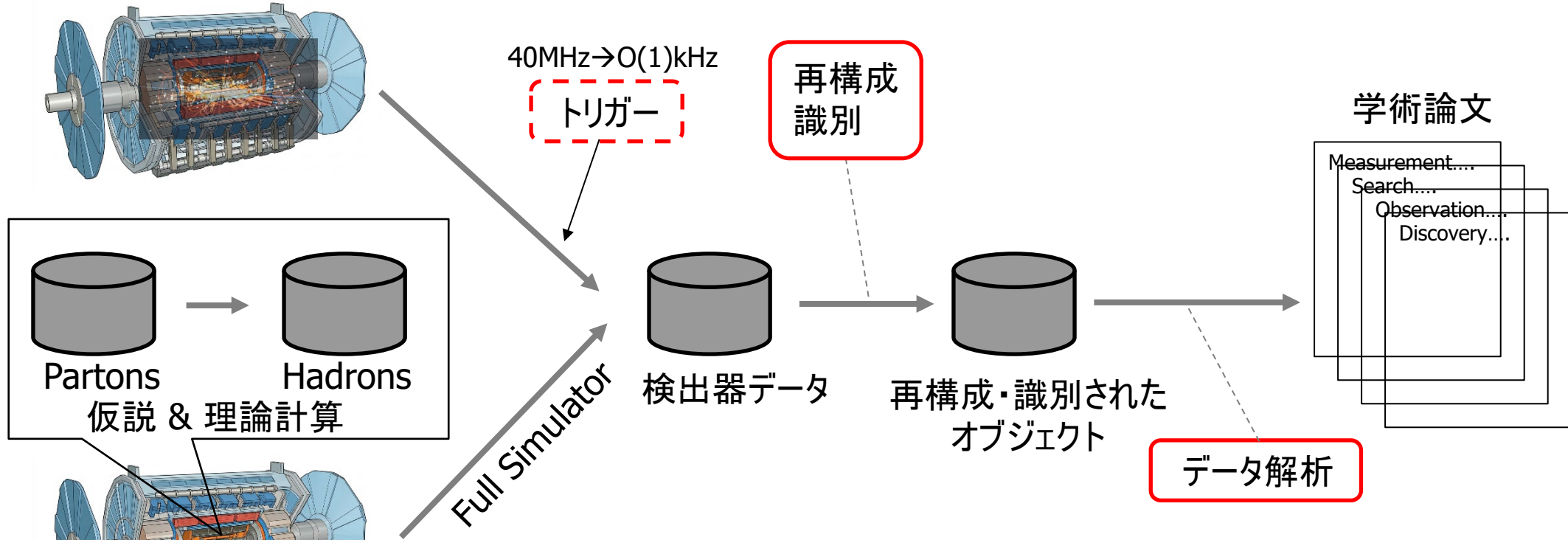
我々のデータ解析: 1個1個の陽子・陽子事象がどの物理プロセスから生じたのか、判断する

検出器データは“点”情報 → 粒子(オブジェクト)に再構成

ソフトウェア開発は重要な研究

素粒子実験のワークフロー

リアルな実験



検出器シミュレータ

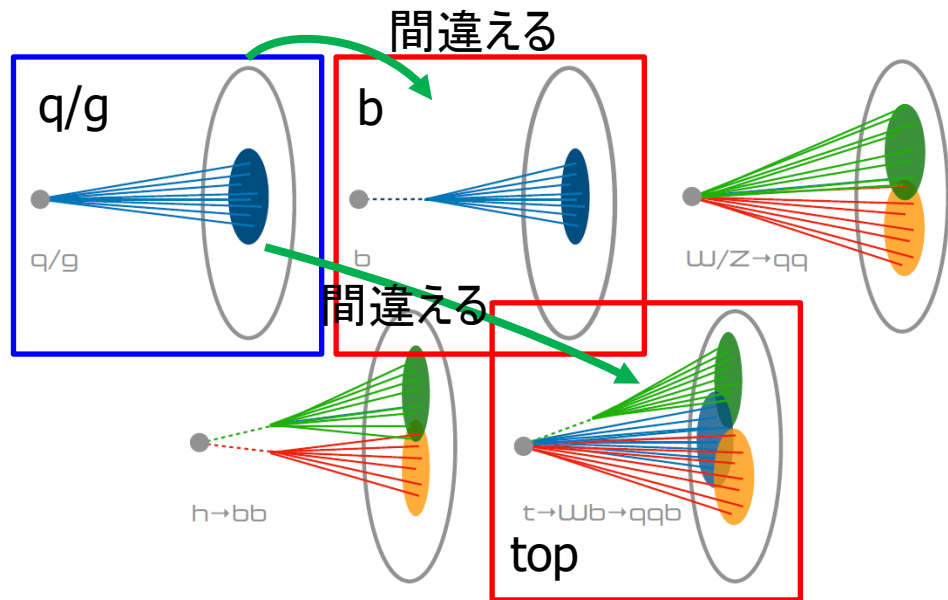
はソフトウェア → 開発・メンテナンス



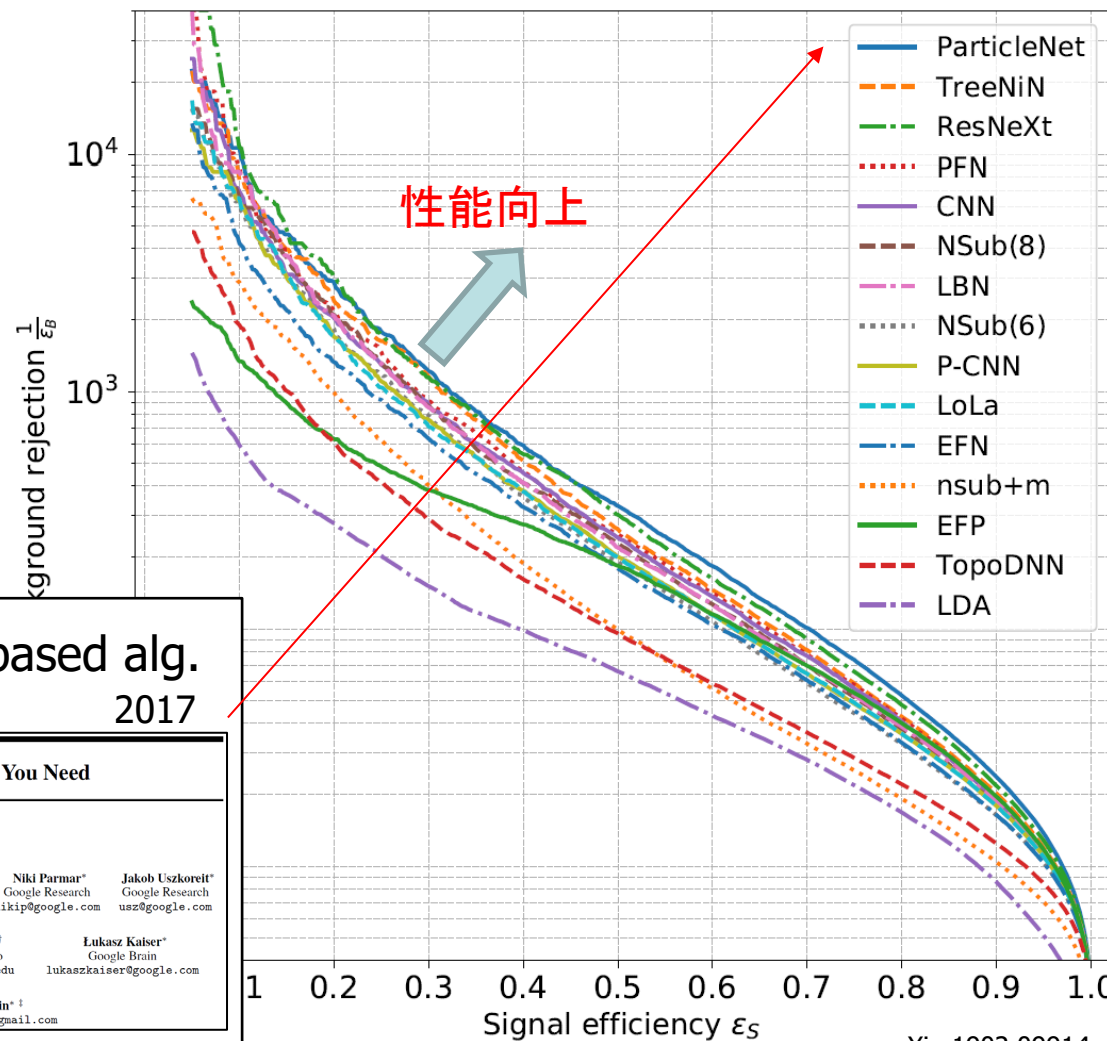
C++ 約400万行, python 約200万行

各ステップで機械学習を導入 → 最先端のAIを使ってもっと性能の良いもの、新しいアイデアの追求

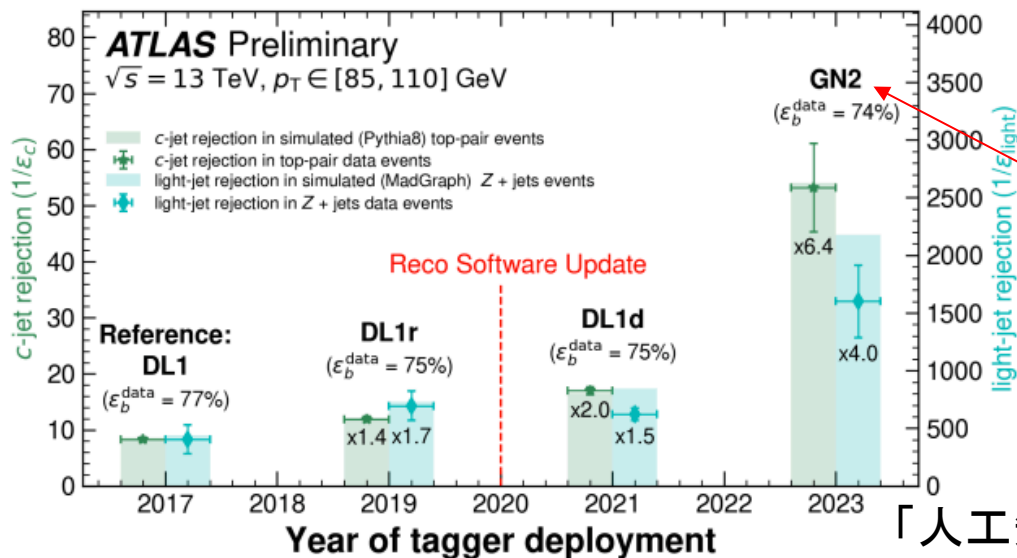
例：ボトム・トップクォーク由来のジェットの識別問題



トップクォークの識別性能



ボトムクォークの識別性能



Transformer-based alg. 2017

Attention Is All You Need

注意機構

Ashish Vaswani*
Google Brain
avaswani@google.com

Noam Shazeer*
Google Brain
noan@google.com

Niki Parmar*
Google Research
nikip@google.com

Jakob Uszkoreit*
Google Research
usz@google.com

Llion Jones*
Google Research
llion@google.com

Aidan N. Gomez*[†]
University of Toronto
aidan@cs.toronto.edu

Lukasz Kaiser*
Google Brain
lukaszkaiser@google.com

Illia Polosukhin*[‡]
illia.polosukhin@gmail.com

「人工知能」の分野では日々新しいアイデアが生まれている → 素粒子物理への応用

arXiv:1902.09914

粒子識別等の性能改善(識別問題)

- b-tagging, c-tagging, tau-ID, q/g tagger
- W/Z, Top, Higgs tagger
- (Low p_T) electron, (low p_T) muon etc.
- 信号事象と背景事象の分類
- Particle flow

シミュレーション(生成AI)

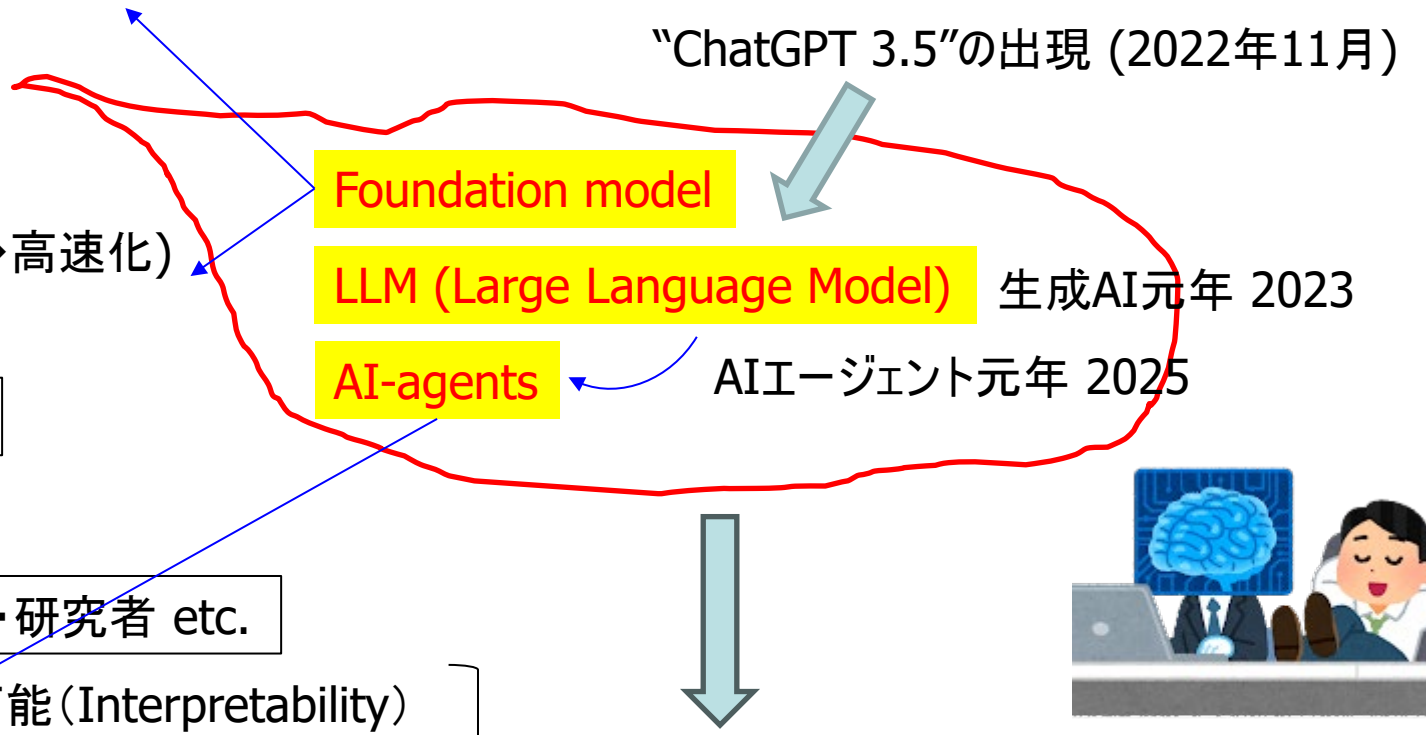
- 検出器シミュレータ (Geant4の代替→高速化)
- 物理現象のシミュレータ: ジェット生成

ビッグデータから新粒子を発見できるのか?

- 異常検知

科学するAI・オートメーション化(自動運転)・研究者 etc.

- 説明責任 (Explainable AI), 解釈可能 (Interpretability)
- 物理法則、対称性などの抽出
- 素粒子実験の一連の流れを(半)自動化するようなシステム
- データ解析するAI arXiv:2603.20179



新しい研究スタイルの創造

素粒子物理も人工知能(データサイエンス)も研究したい方、大歓迎!