

# 基于DD4hep的几何管理和 事例显示软件

李贺 时倩倩 黄文昊 李腾 黄性涛

2023年6月11日

2023年粒子物理实验计算软件与技术研讨会

# Outline

---

- ❖ DD4hep简介
- ❖ HERD与STCF中的几何管理系统
- ❖ 基于DD4hep的几何显示系统

# DD4hep简介

❖ 目标：开发一个高能物理实验通用的探测器描述软件

❖ 支持实验的整个生命周期

- 概念设计
- 探测器优化
- 探测器建设与运行
- 探测器升级

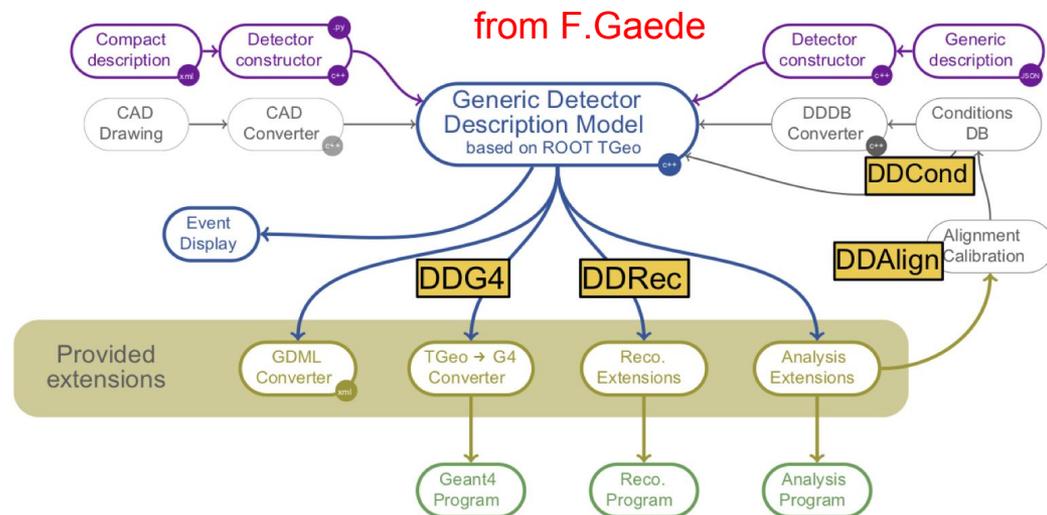
❖ 设计理念：单一源的探测器描述

- 探测器模拟、重建、分析和事例显示等

❖ 提供完整的探测器数据：

- 几何、读出、响应、校准、刻度（状态数据）

❖ 目前应用于多个加速器实验（CEPC、ILC、FCC、LHCb、CMS、STCF/SCTF）



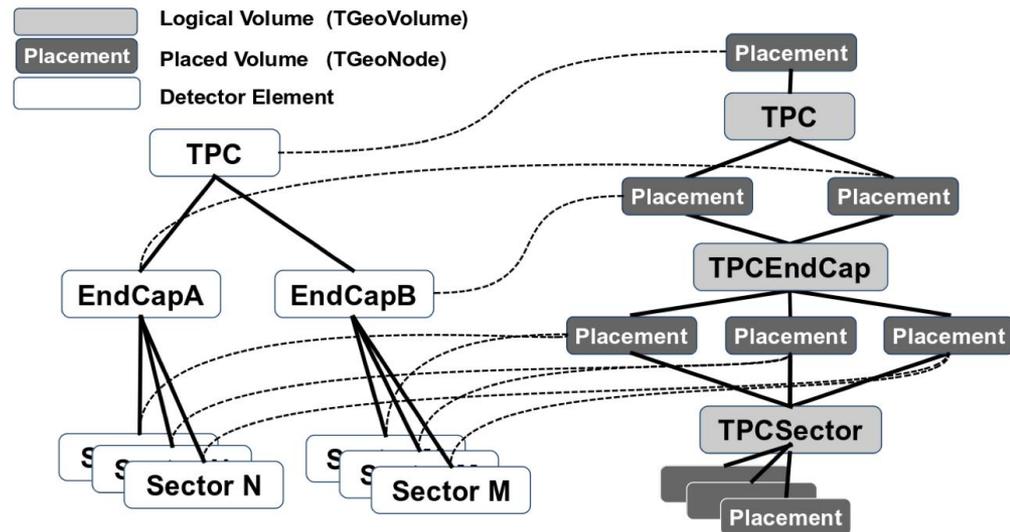
<https://dd4hep.web.cern.ch/dd4hep/>

AIDA/2020项目  
HSF孵化项目

# DD4hep核心

- ❖ DD4hep内核使用ROOT TGeo作为核心实现几何描述功能

- Logical/Placed Volume
- 提供了额外的DetElement树状结构以便提供：
  - Alignment、状态数据  
Readout (灵敏探测器)等
  - 其它用户自定义对象



- ❖ 探测器材料和几何使用XML和少量C++定义（或其它源如CAD）
  - CAD: [CHEP2021 talk](#)（适用于结构复杂但无灵敏区域）
- ❖ 几何输出格式：Geant4, GDML或其它格式（可自由扩展）

# DD4hep插件

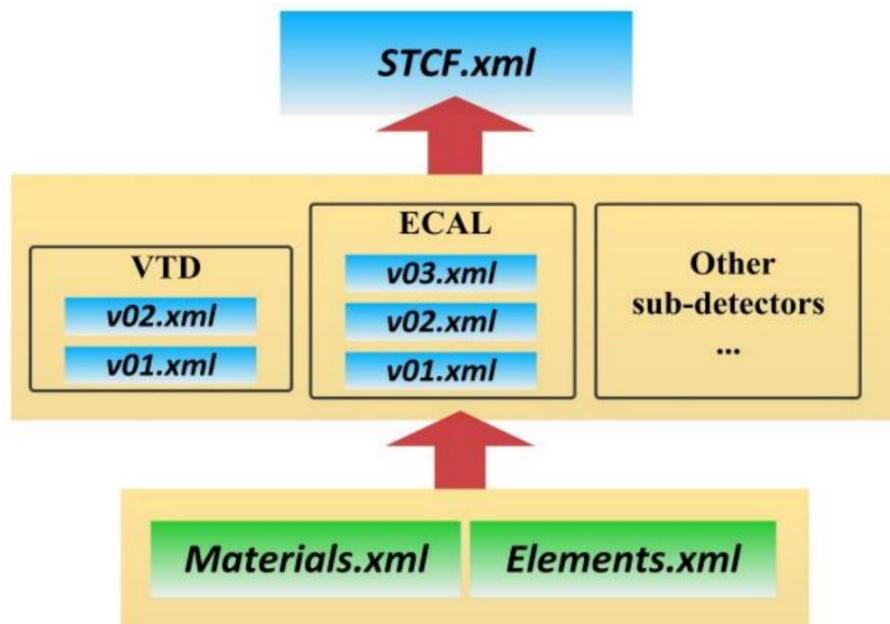
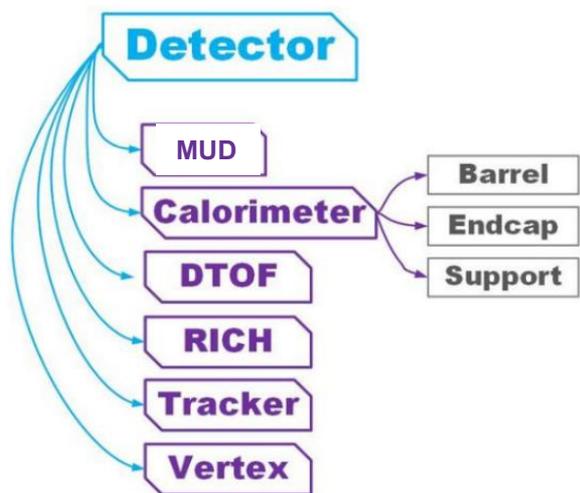
---

- ❖ DD4hep提供多种插件以便应用程序使用：
  - DDG4: 运行时将TGeo转换为Geant4几何格式；灵活定义探测器灵敏区域
  - DDDRec: 提供重建算法所需信息
    - DetectorData: 提供几何单元尺寸/形状等信息
    - CellIDPositionConverter: 通过CellID获取位置等信息
    - MaterialManager: 获取任意位置的材料信息
  - DDAAlign: 提供全局校准修正（在内存中修正几何）
  - DDCond: 连接外部数据库，获取探测器状态数据
  - DDDigi: 提供电子学模拟所需信息
    - 探测器对能量沉积的响应
    - 电子学效应：噪声、串扰等

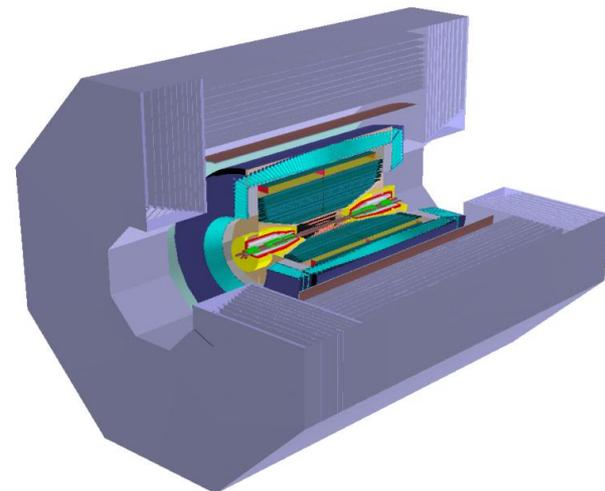
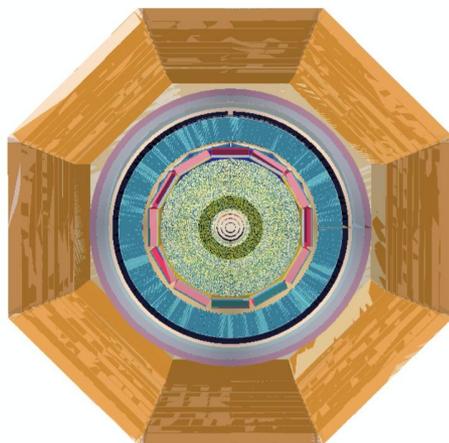
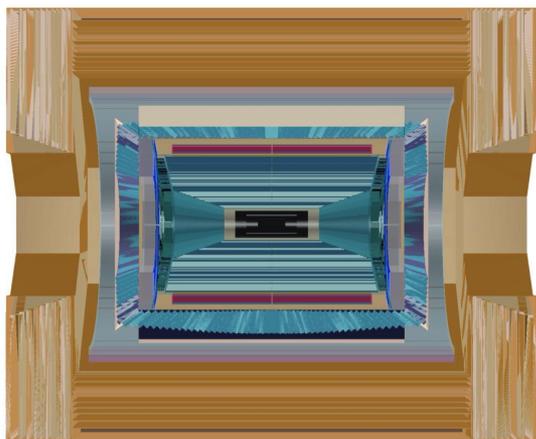
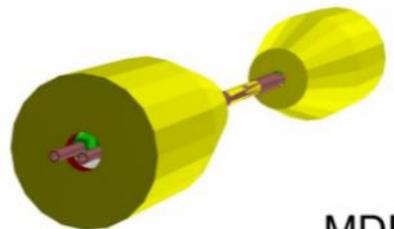
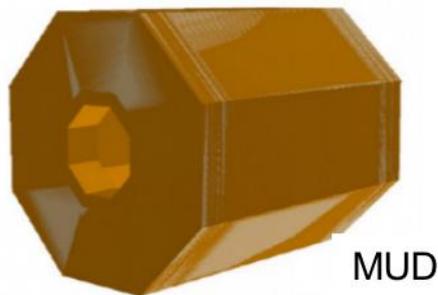
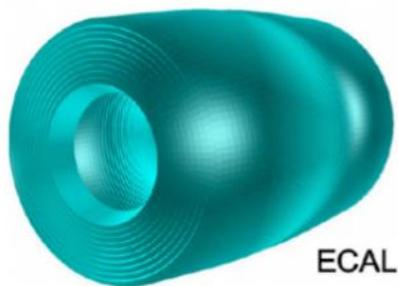
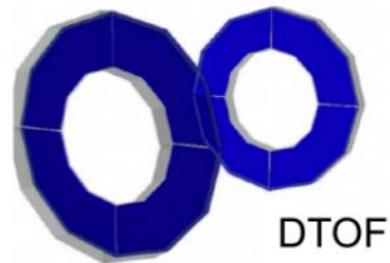
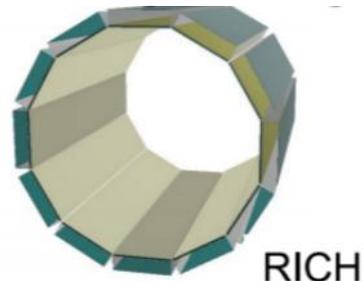
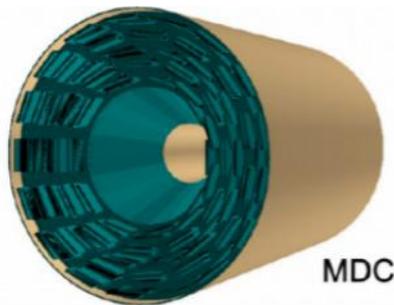
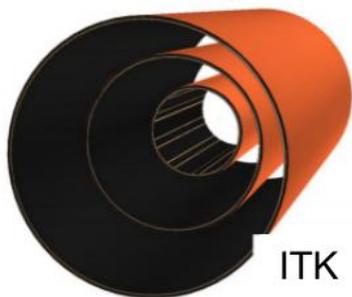
# STCF几何管理系统GMS (I)

## ❖ STCF几何信息仓库

- 材料、元素等通用信息独立定义（其它文件共享）
- 采用树状结构定义全探测器
- 子探测器有独立的版本管理（满足多种探测器设计方案，实现运行时切换）
- 定义磁场、Readout等



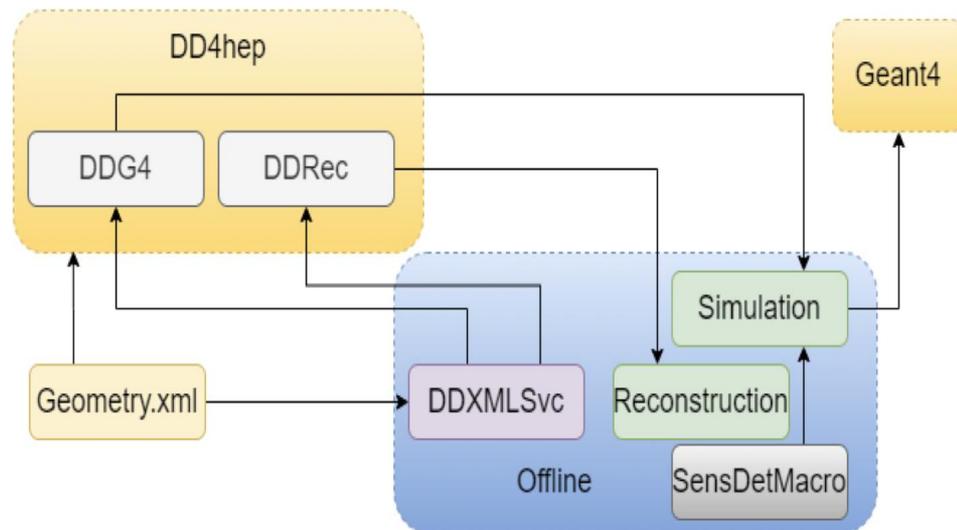
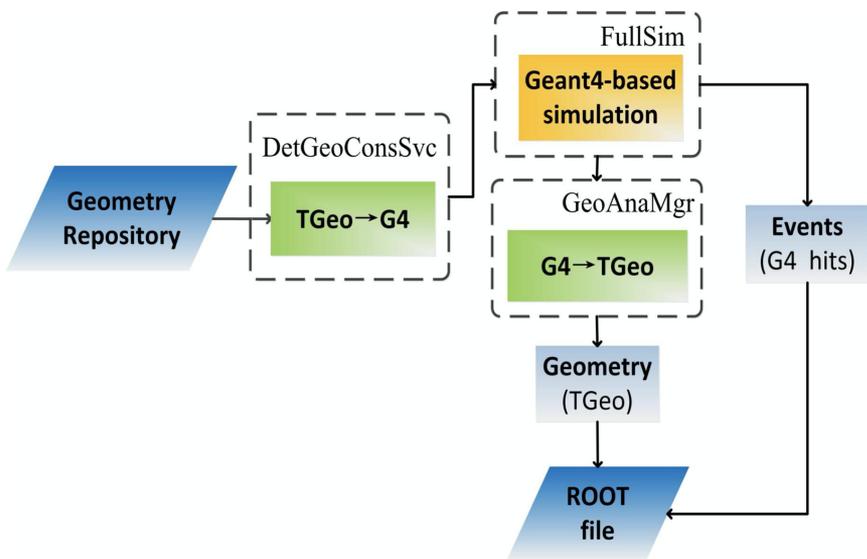
# STCF几何管理系统GMS (II)



# STCF几何管理系统GMS (III)

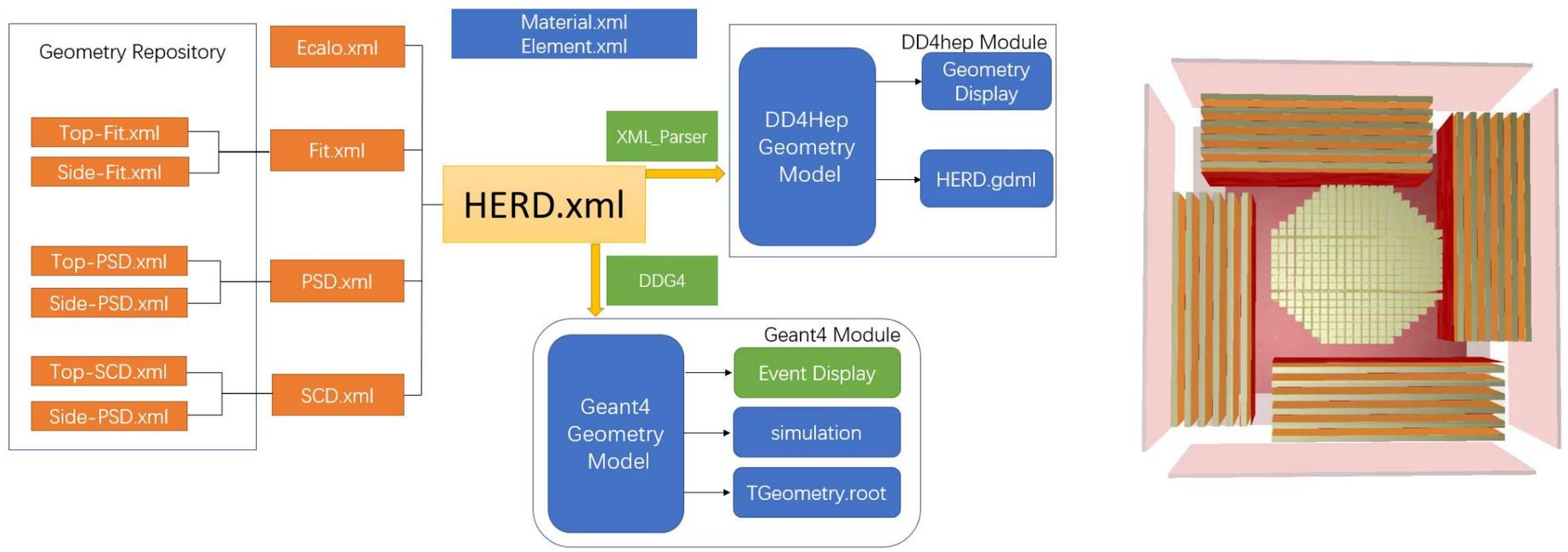
## ❖ 整合DD4hep与SNIpER框架

- DDXMLSvc: DD4hep接口服务
- DDG4和DDRec为探测器模拟、重建提供信息
- 通过宏函数定义探测器灵敏区域区域 `DECLARE_SENSDET(DetName)`



# HERD几何管理系统

❖ 在HERD离线软件（HERDOS）中基于DD4hep开发几何管理系统



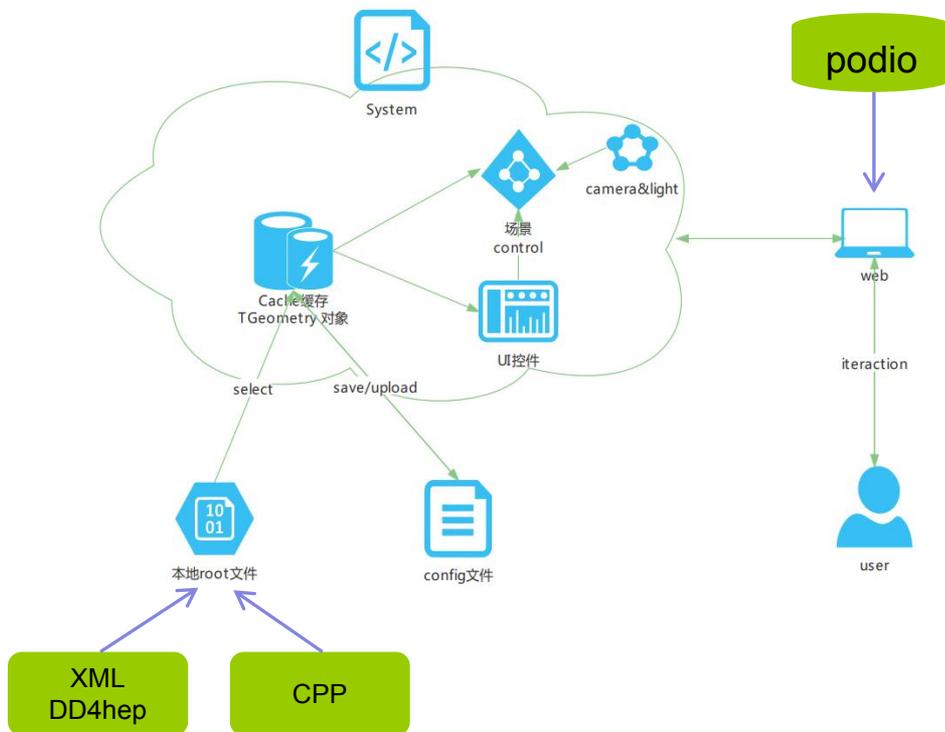
❖ 基于DetElement开发GeometrySvc，提供通用的几何服务

- 提供探测器整体信息（层级数目、整体尺寸等）、探测器单元信息（形状、位置、尺寸等）、全局与局部坐标转换、探测器单元编码转换、径迹长度计算

# 基于DD4hep和WebGL的几何显示

## ❖ 内核基于WebGL和Threejs(3D javascripts)开发

- WebGL是一种将JS和OpenGL结合起来的，可以为浏览器提供硬件加速渲染的图形管线
- Threejs基于webGL图形标准库，对webGL进行进一步的封装
- 具有webgl的灵活性，支持复杂、精美的效果，可以利用图形硬件加速性能



# 基于DD4hep和WebGL的几何显示

## ❖ 几何:

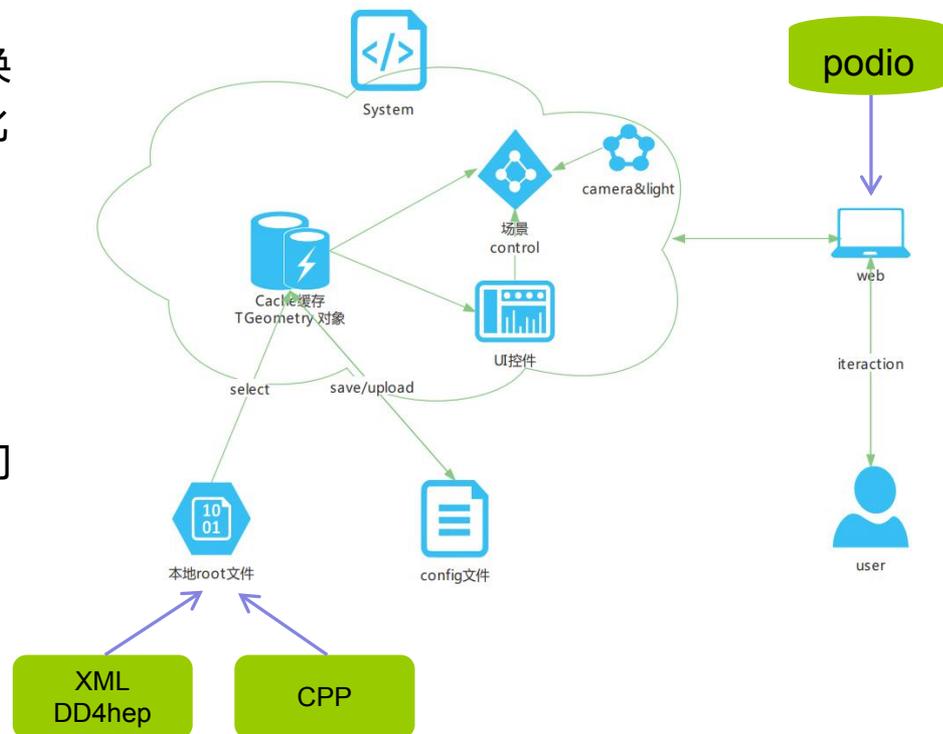
- 通过XML (DD4hep) 和C++代码转换为ROOT TGeoManager格式, 再转化为WebGL格式
- 保证多实验通用

## ❖ 客户端:

- 基于web开发, 支持云端或者本地访问
- 目前可实现透明度、旋转、Z-index、Radical、颜色等调整

## ❖ 事例数据文件:

- 使用podio格式的ROOT文件, 使用网页加载



# 基于DD4hep和WebGL的几何显示

