

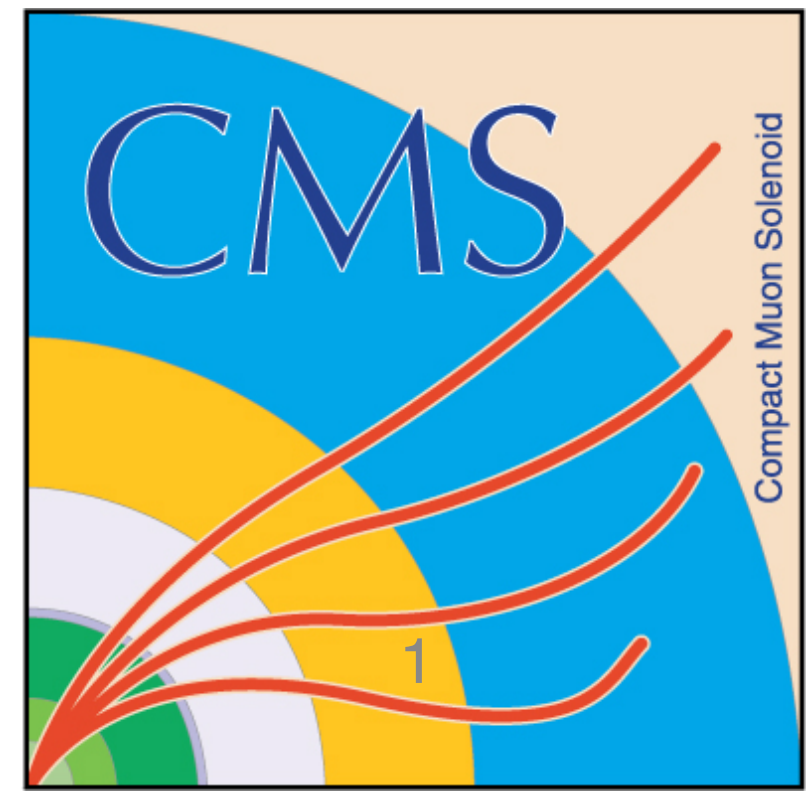
# 2023年1-4月考核报告

姓名：张镇轩

导师：陈明水，陶军全



中国科学院高能物理研究所  
*Institute of High Energy Physics*  
*Chinese Academy of Sciences*



# outline

## contents

- 分析1: 共振态粒子衰变到双希格斯粒子到  $WW\gamma\gamma$  末态的寻找 ( $X \rightarrow HH/HY \rightarrow WW\gamma\gamma$ )
- 分析2:  $H \rightarrow \gamma\gamma$  末态希格斯粒子质量和宽度的精确测量
- 硬件工作: 主要和师弟师妹对接, 到CERN后参与其他工作

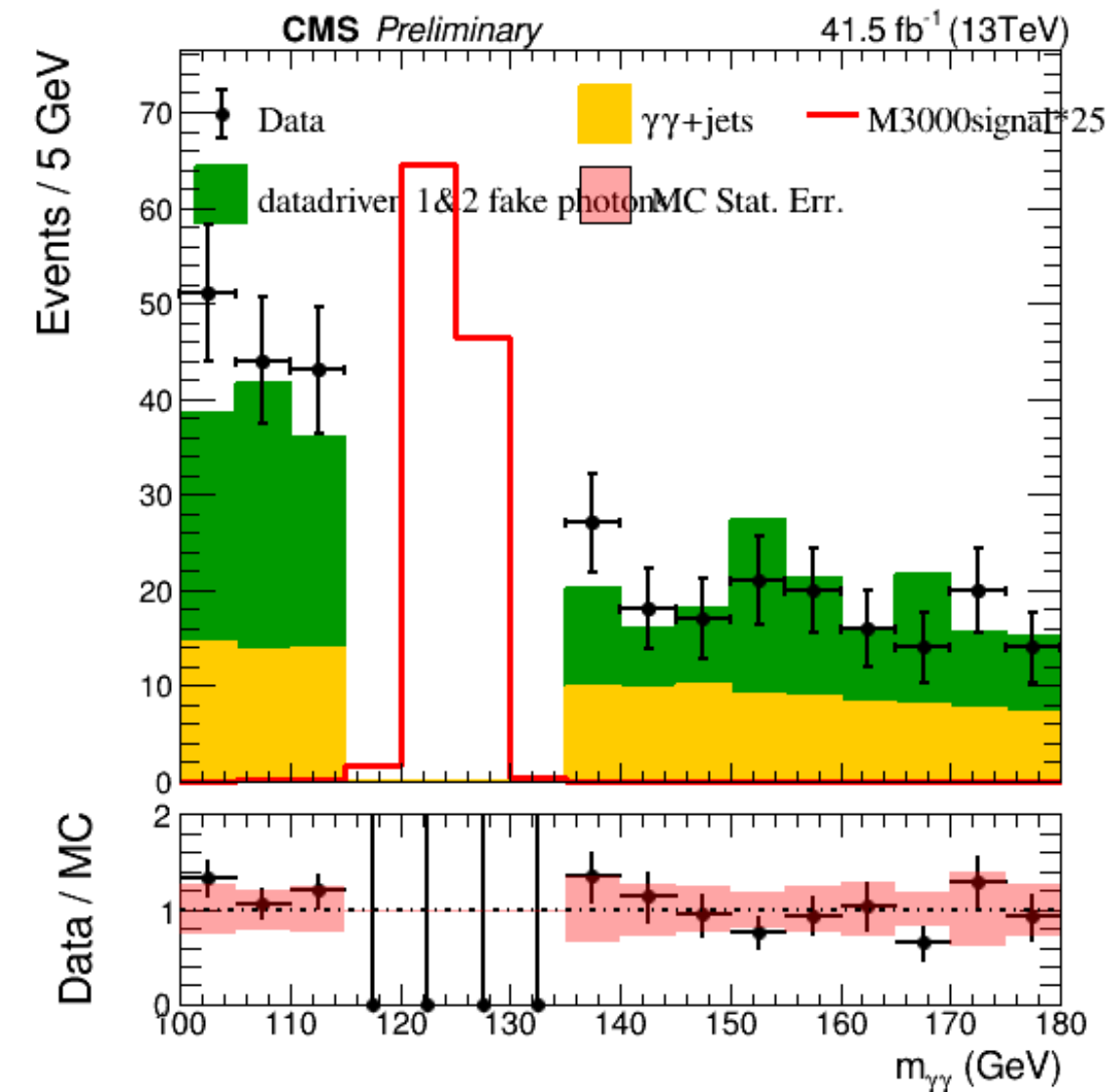
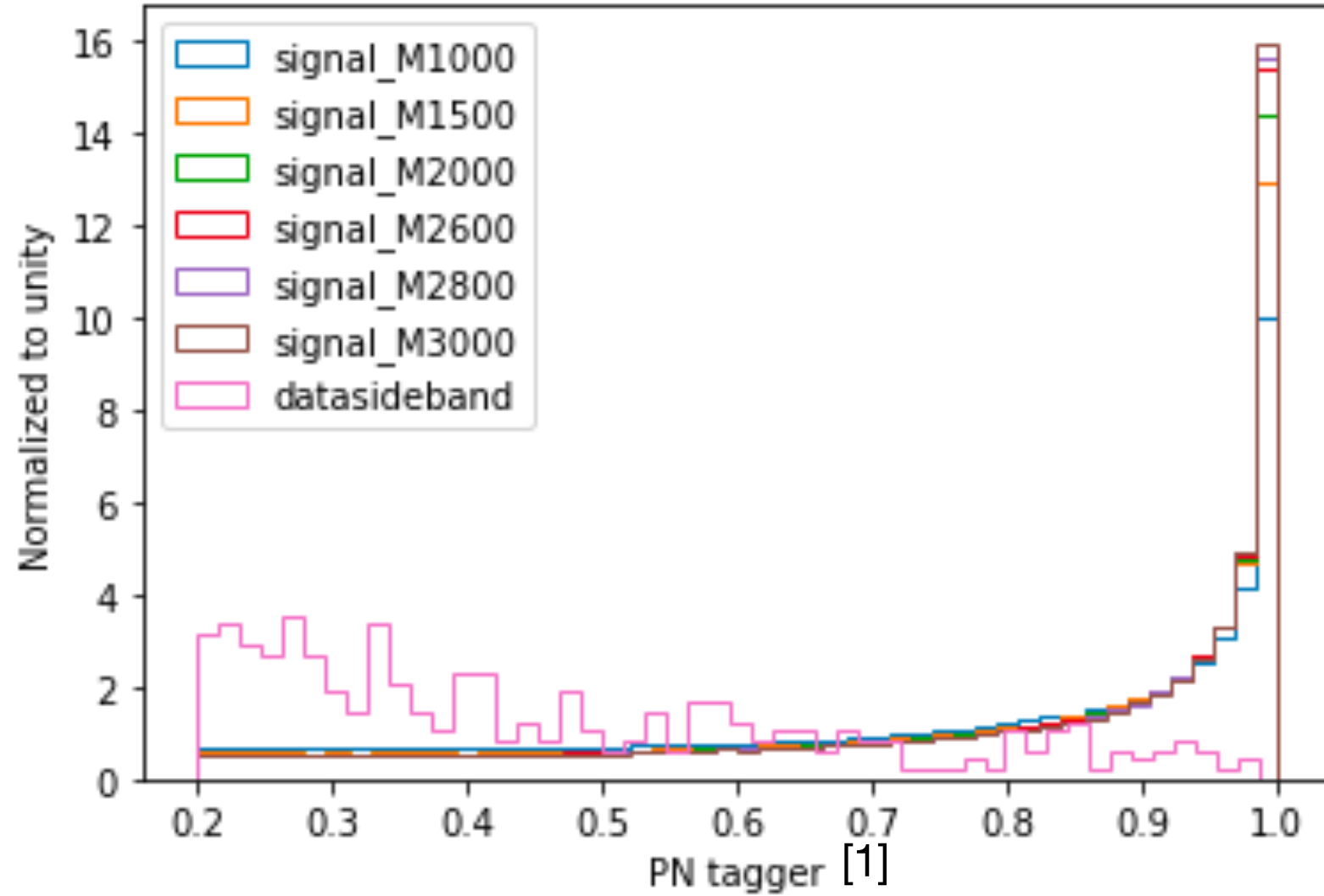


# 分析1: $X \rightarrow HH/HY \rightarrow WW\gamma\gamma$ 分析进展

## ● 聚焦 Boosted category:

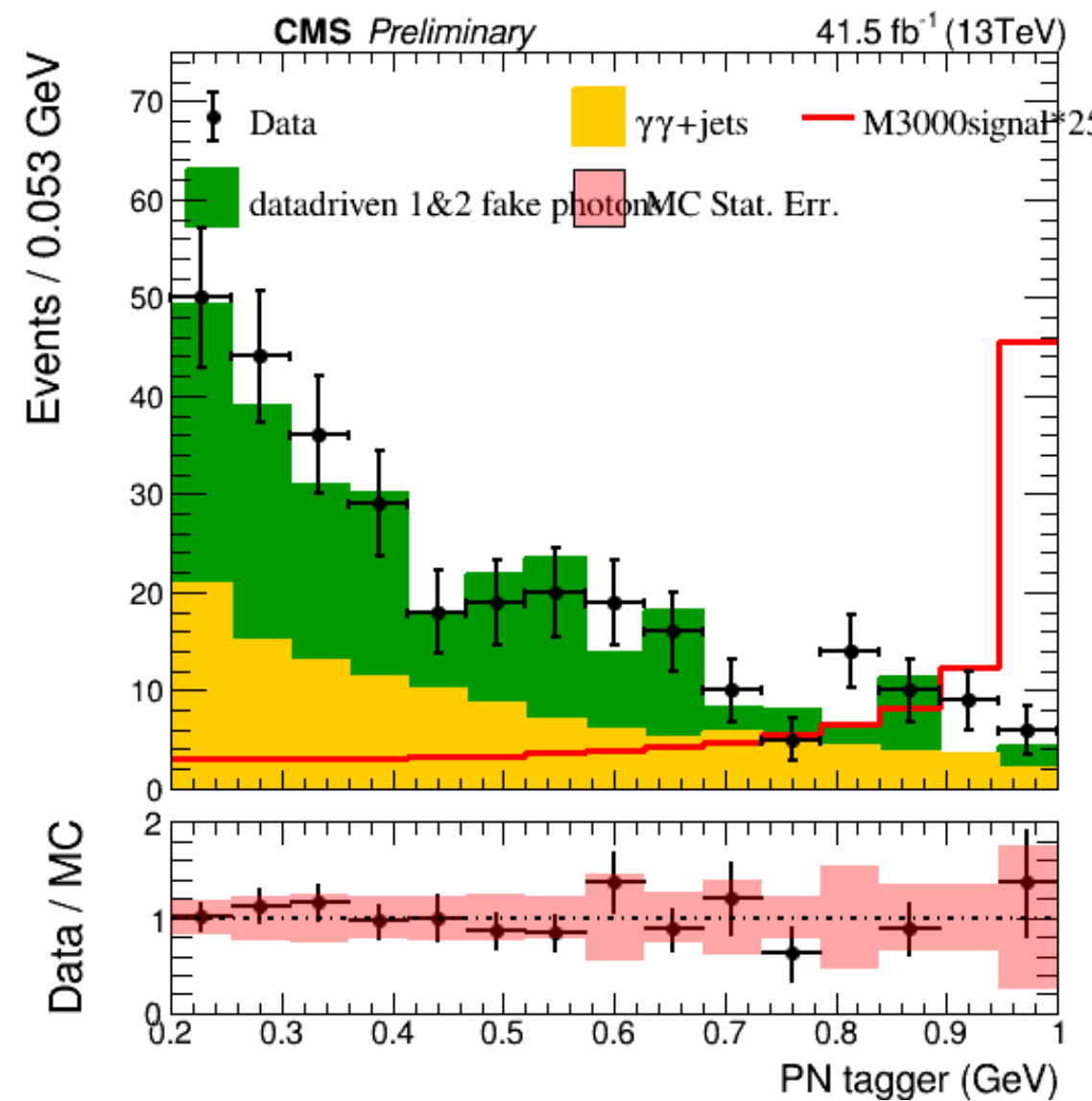
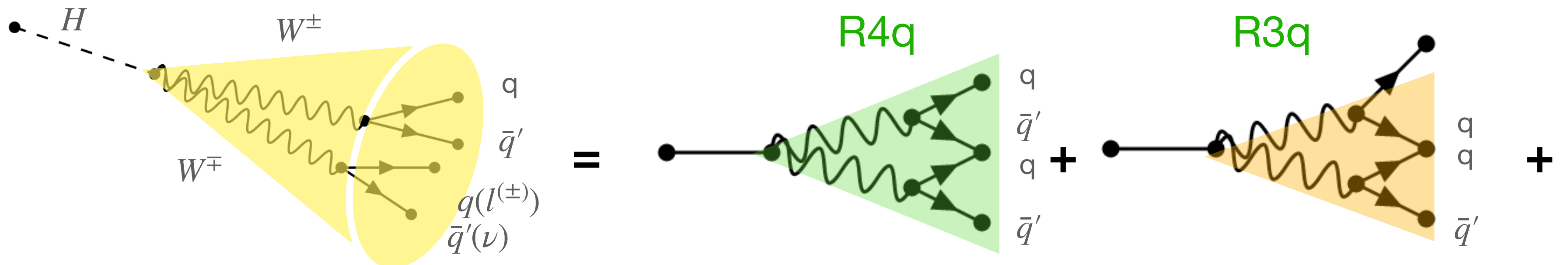
- 信号提取
- 使用了PN tagger去区分R4q,R3q,Rlqq和本底
- 合并了全强子和半轻子末态
- 本底分析
- 验证了MC本底成分 (QCD+diphotonjets)
- 基于数据驱动的方法, 得到合适的本底组成

PN tagger distribution of all signal mass points samples and datasideband samples



$$PN_{tagger}^{[1]} = \frac{H3q + H4q + H_{evqq} + H_{\mu\nu qq} + H_{\tau\nu qq}}{H3q + H4q + H_{evqq} + H_{\mu\nu qq} + H_{\tau\nu qq} + QCD_{bb} + \dots + QCD_{others} + Top}$$

Topology is validated by GEN level study with  $dR(q,j) < 0.2$



# 分析1: $X \rightarrow HH/HY \rightarrow WW\gamma\gamma$ 分析进展

## ● 聚焦 Boosted category:

- 更新了匹配particle-net tagger的分析策略
- 使用新的分category方法分类
- 计算了新的preliminary limit值
- 分析灵敏度显著提高

## ● Categorisation

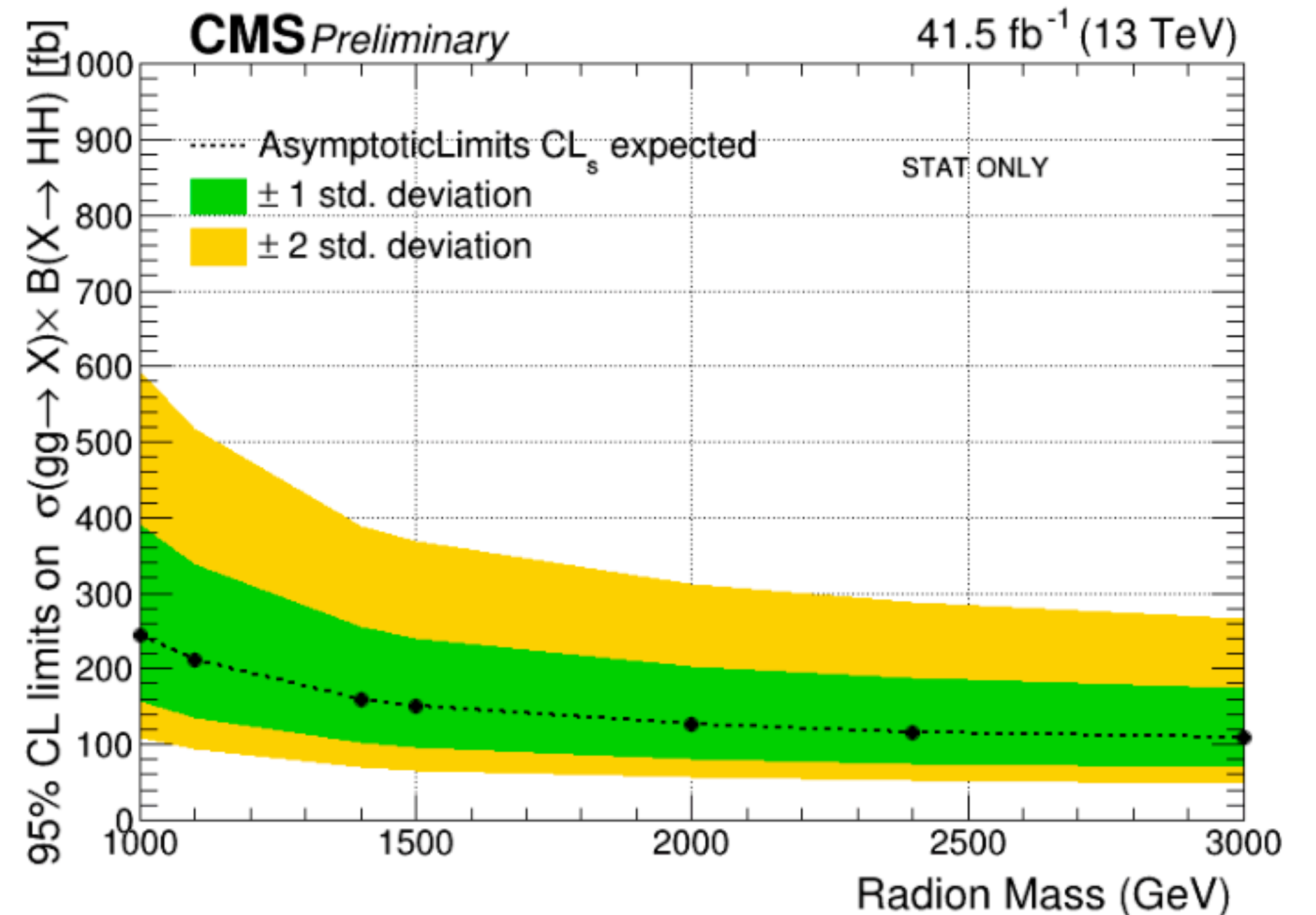
Boosted case: Scan significance for PN score

继承于resonant  $\tau\tau\gamma\gamma$  analysis (HIG-22-012)的事例分类优化技术

以diphoton mass sideband中10个事例或者20个事例（假如信号显著性增加<1%）为间隔扫描, 极大提高了信号的显著性 (significance)

mass	Old Limit (Boosted FH only)	New limit (Boosted FH+SL only)	% improvement
1000	2363.28	245	90%
1500	1787.11	149.75	92%
2000	1645.51	126.5	92%
3000	1518.55	108	93%

Combined Boosted limit [1000,3000]GeV



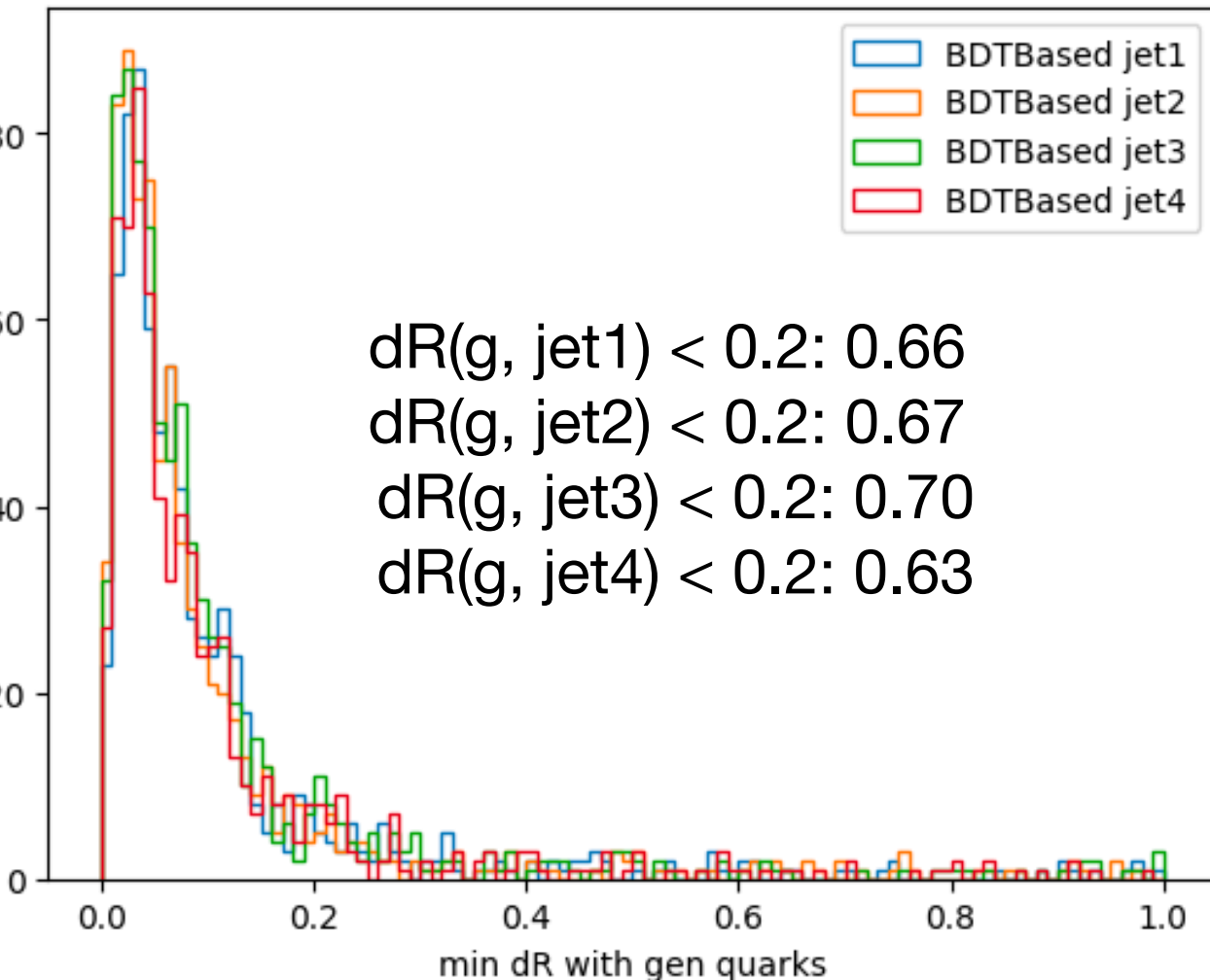
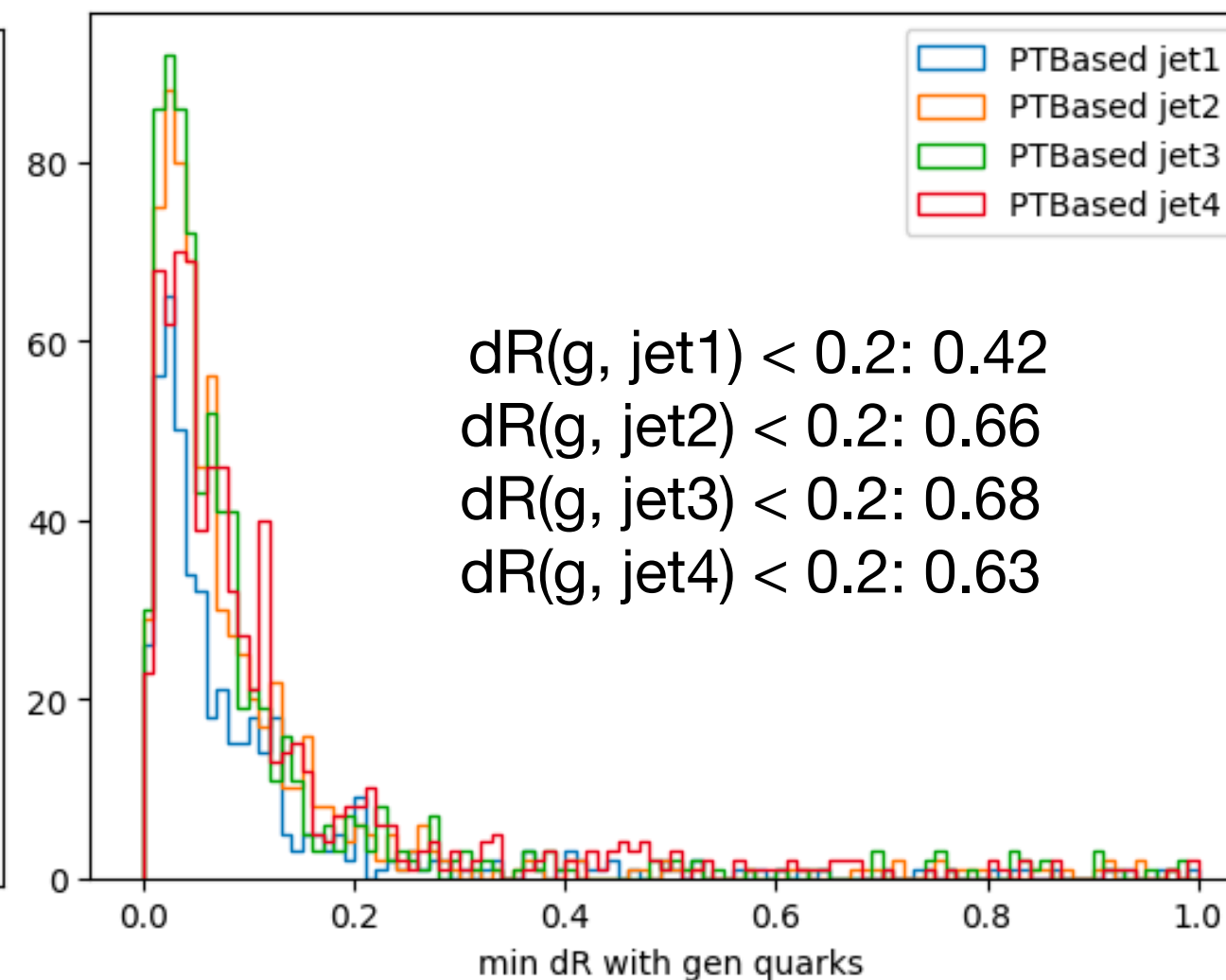
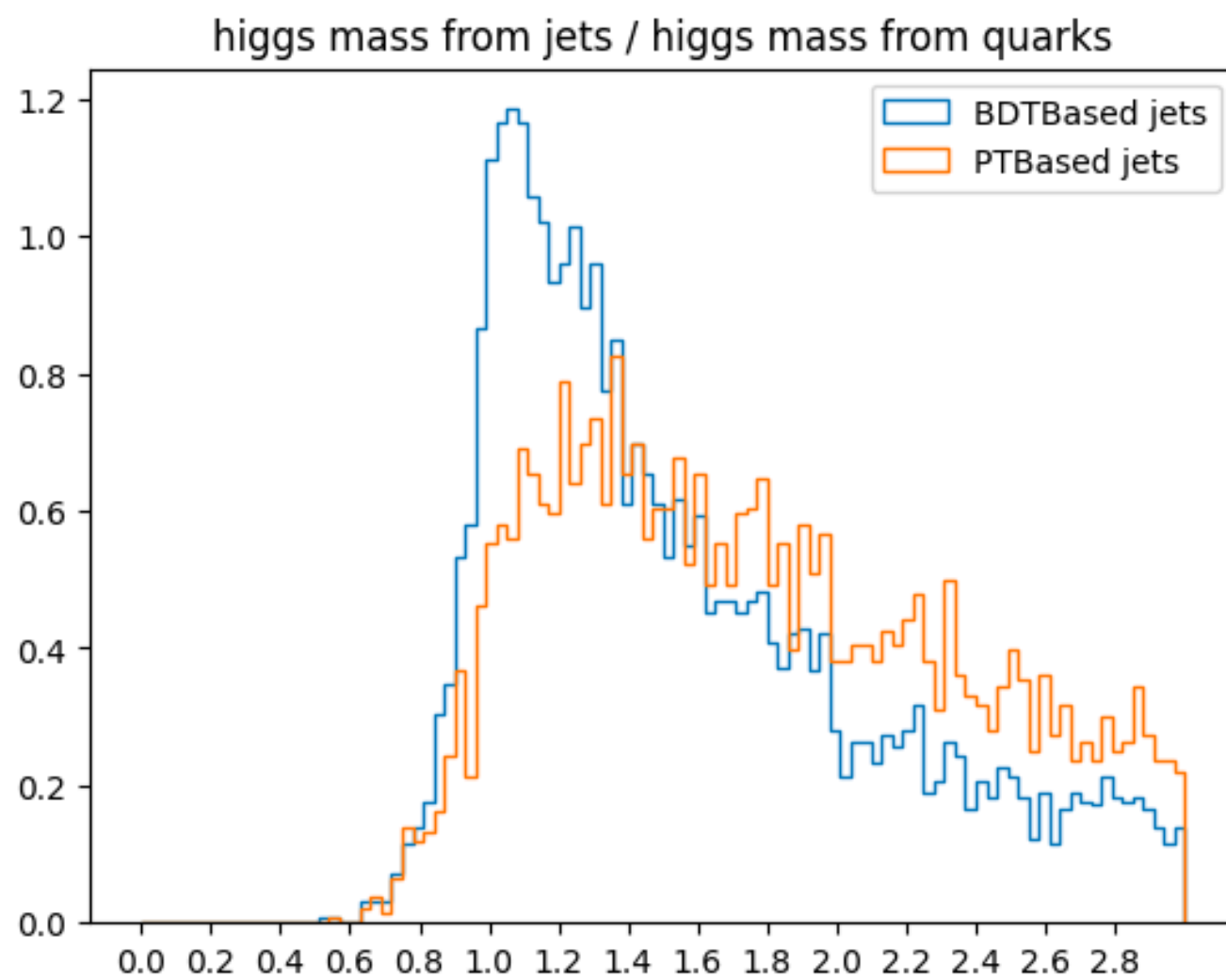
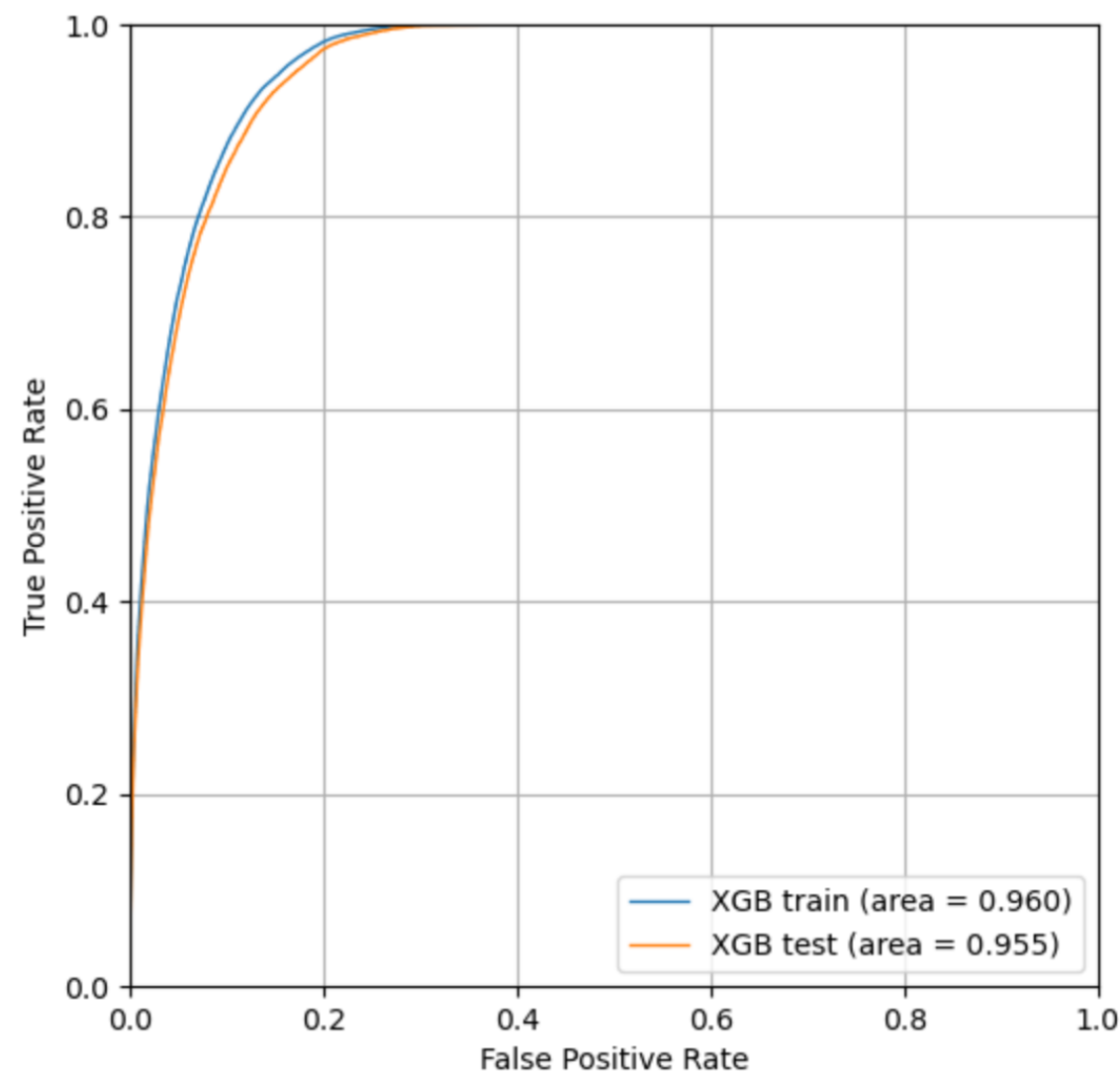
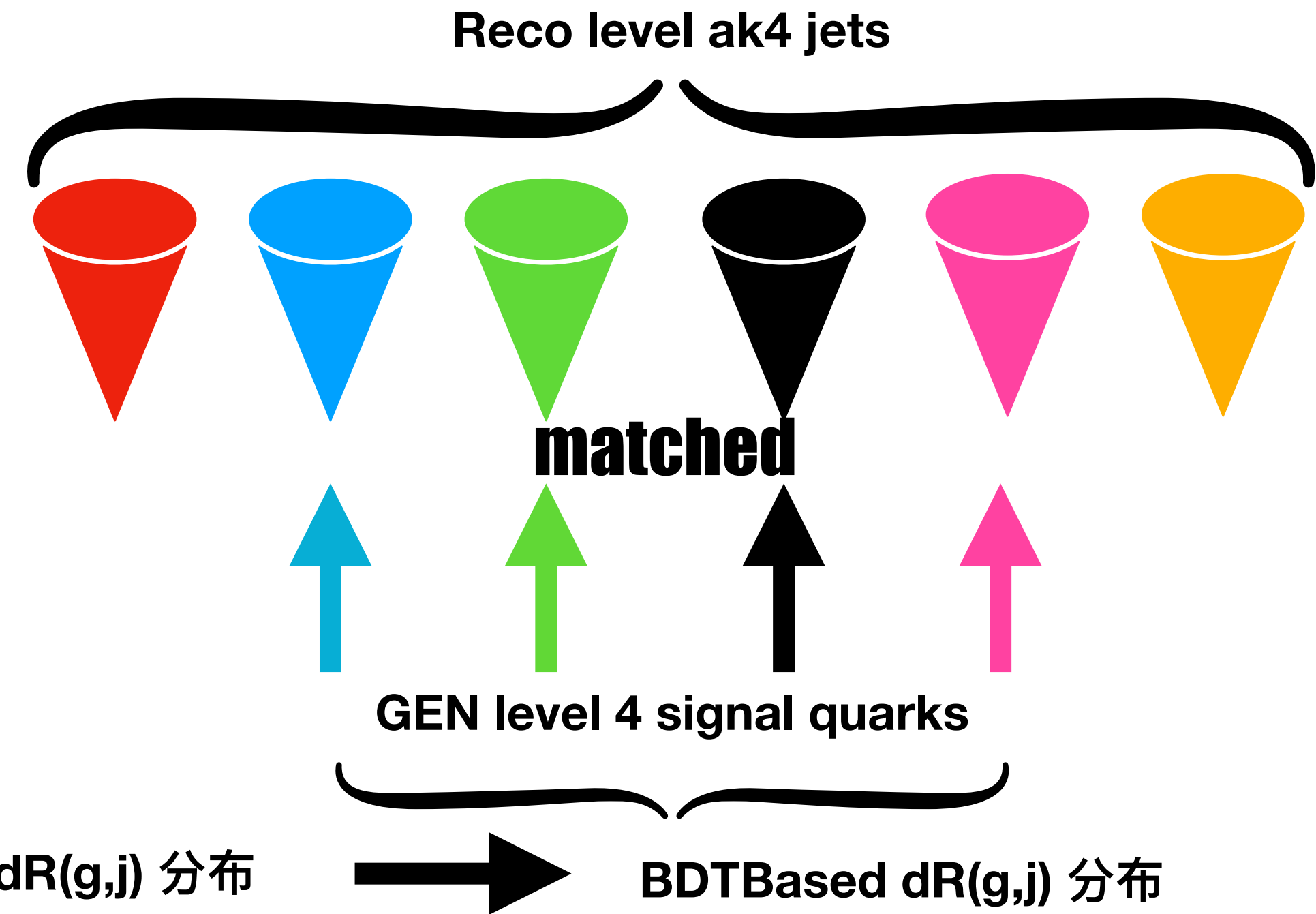
# 分析1: $X \rightarrow HH/HY \rightarrow WW\gamma\gamma$ 分析进展

## ● Fully resolved 全强子末态, 信号事例 BDT

- 由于信号样本中存在许多辐射jets, 在信号样本中通常能重建出不只4个的ak4 jets, 希望在事例中, 寻找真正的4个信号jets
- XGBoost api 的BDT训练, bayes optimization tune超参
- 30个input features(4D动力学信息, 球面度等)
- 利用矩阵方法进行  $dR(q,j) < 0.2$  match, 并根据排列组合的方法tag 正样本和负样本

## ● 结果:

- $dR(g,j)$ 更接近小于0.2,  $m_{genHiggs}/m_{recoHiggs}$ 分布更接近1
- RECO level Higgs的信号jets的纯度从从18% 提升到40%



# 分析2: $H \rightarrow \gamma\gamma$ 质量和宽度精确测量 分析进度

- 完成了初步 **UL Full Run2 数据分析** 的AN的书写
- 完成了IHEP组和UMN组间的事例同步 (**synchronization**) :
  - 两个小组间事例数有区别, 所以进行了同步检验
  - 发现是由于不用CMSSW版本导致的photon ISO 修正有所区别, 导致 **photon ID MVA** 值有所差异、**最后导致用来事例分类的Diphoton BDT** 值有所差异
- 更新了FNUF误差(**其中关键系统误差之一, 即光收集效率对电子和光子重建能量精度的差别**)
- 完成了 **pf+ff** 成分基于DataDriven方法的Diphoton BDT的重新训练 (下一页)
- 

Available on the CMS information server

CMS AN-20-217

## CMS Draft Analysis Note

*The content of this note is intended for CMS internal use and distribution only*

2022/12/11  
 Archive Hash: 1ccae32-D  
 Archive Date: 2022/09/22

Measurement of the mass of the Higgs Boson, in the diphoton decay channel, in pp collisions at 13 TeV with the legacy Run2 dataset

Rajdeep Mohan Chatterjee<sup>1</sup>, Roger Rusack<sup>1</sup>, Neil Schroeder<sup>1</sup>, Fabio Lemmi<sup>2</sup>, Ram Krishna Sharma<sup>2</sup>, Junquan Tao<sup>2</sup>, Chu Wang<sup>2</sup>, and Zhenxuan Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Minnesota, United States  
<sup>2</sup> Institute of High Energy Physics, Beijing, China

## Synchronization



	IHEP	UMN	(IHEP - UMN)	IHEP only	UMN only
Untag0	8919	9038	-119	55	174
Untag1	53284	53174	110	447	337
Untag2	541252	541248	4	3016	3012
Untag3	205584	205676	-92	3957	4049

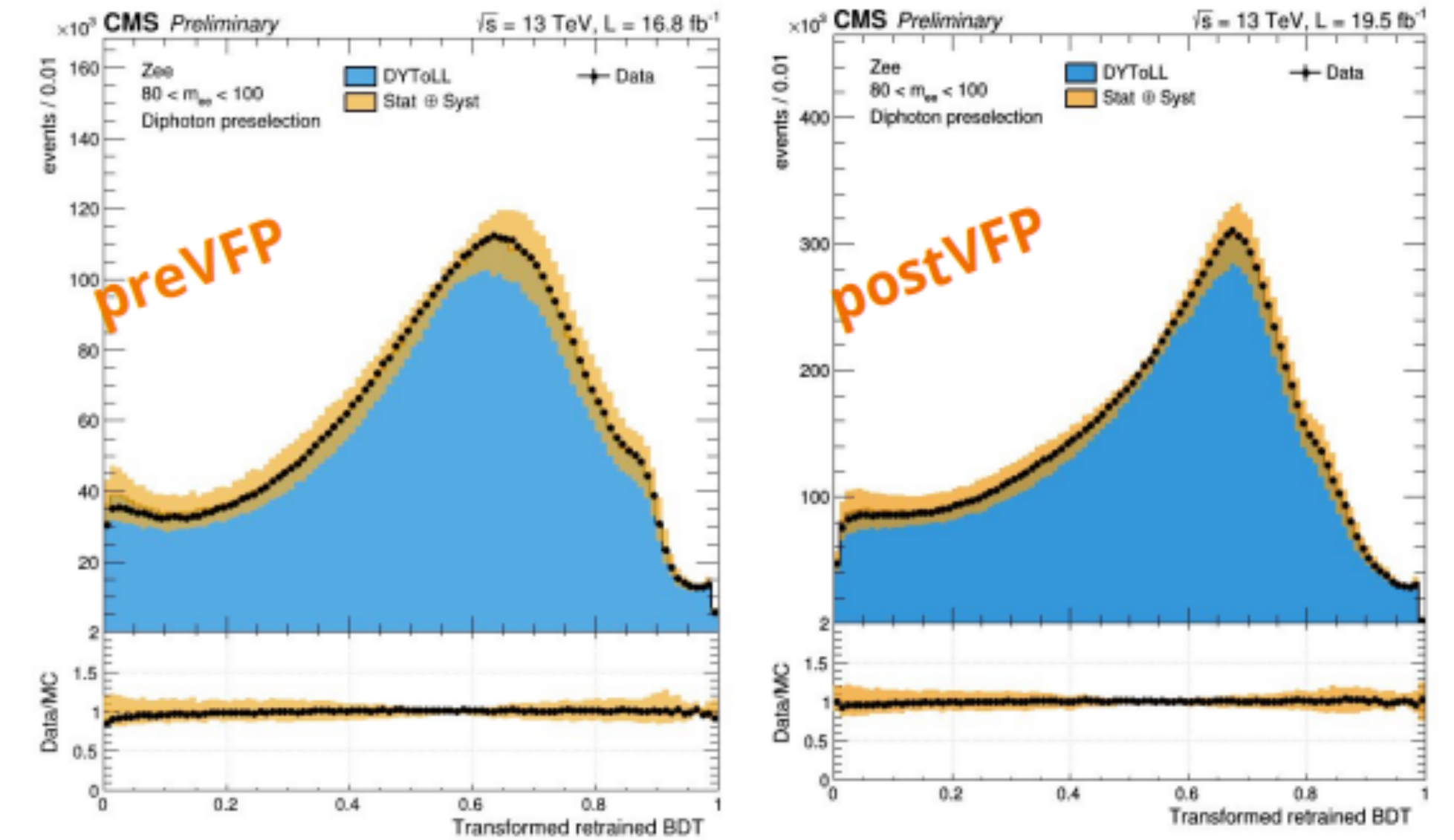
	IHEP	UMN	(IHEP - UMN)	IHEP only	UMN only
Untag0	8919	8919	0	0	0
Untag1	53284	53284	0	0	0
Untag2	541252	541252	0	0	0
Untag3	205584	205584	0	0	0

# 分析2: $H \rightarrow \gamma\gamma$ 质量和宽度精确测量 工作进展

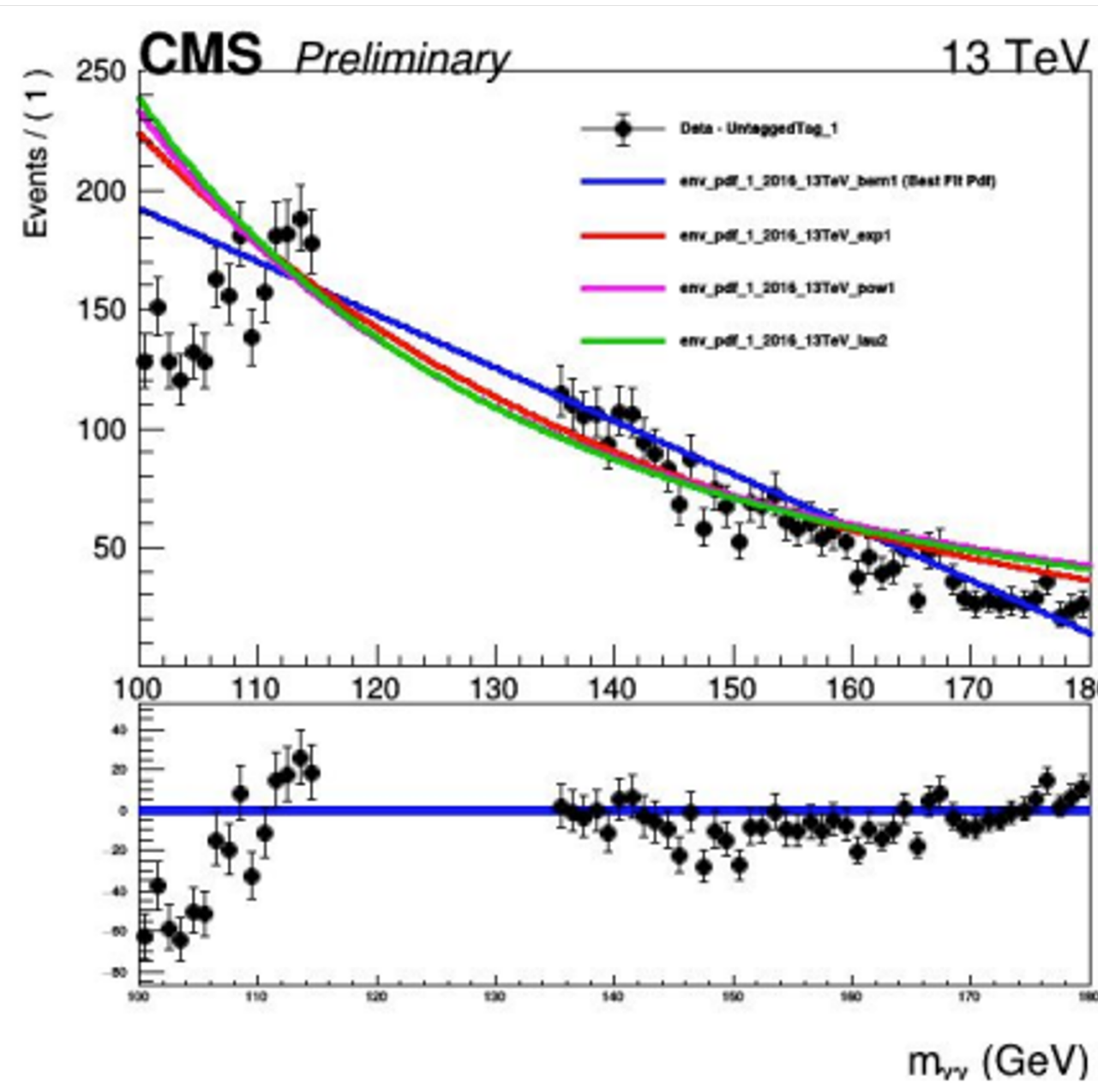
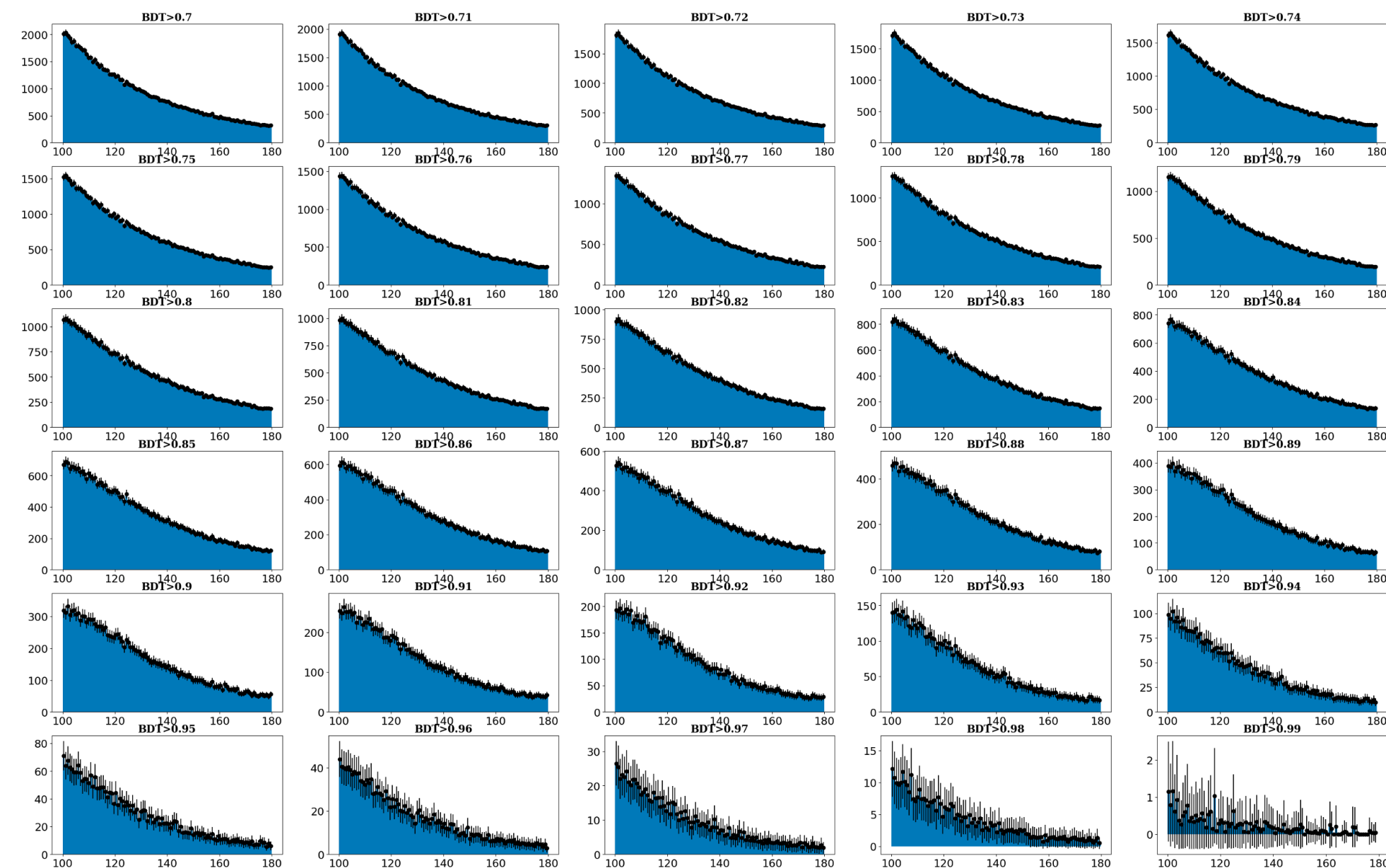
- 解决了2016年preVFP/postVFP Mass turn on的问题:

- 在BDT高分区域, datasideband在110GeV左右会有一个质量凸起 (模型学到了质量信息)
- 解决方法: mass truncation [115,135] GeV质量区间样本进行训练

- 2017年数据: 在原有[100,180]质量区间样本进行训练的基础了, 也进行了[115,135]质量区间样本的训练
- 2018年数据: 解决了phoID MVA weight 文件的bug, 并重新进行了两种训练 [100,180]GeV样本 vs [115,135] GeV
- 根据各年Diphoton BDT结果进行事例分类的boundary 优化得到不同事例类的边界值
- 正根据最新事例分类结果重新运行所有数据和信号作业, 之后能得到统计分析结果



preVFP pp bkg with all samples masswindow [115,135]



performance(new samples)	UL18 STXS	UL18 mass range [115,135]	UL18 full mass range	UL18 old BDT to new samples
AUC	0.885	0.895	0.897	0.902
mass resolution in class0	0.0204	0.01721	0.01721	0.0240

- 分析1：共振态粒子衰变到双希格斯粒子到 $WW\gamma\gamma$ 末态的寻找工作
  - 完成了boosted category的优化，得到了更好的limit结果
  - 计划：完成PN tagger的校正，加入系统误差，开展 $YH \rightarrow WW\gamma\gamma$ 的研究
- 分析2： $H \rightarrow \gamma\gamma$ 末态希格斯粒子质量和宽度的精确测量
  - 完成了DiphotonBDT的训练
  - 计划：跑完所有作业样本，得到最终的分析结果