

Deeply Learned Preselection of Higgs Dijet Decays at Future Lepton Colliders

SC, Shu Li, Yuichiro Nakai, Wenxing Zhang, Yufei Zhang, and Jiaming Zheng

Phys. Lett. B 833 (2022) 137301 [2202.02534]

目的、やりたいこと、これまでにやられたこと

▶ レプトン加速器でヒッグスがたくさんできる

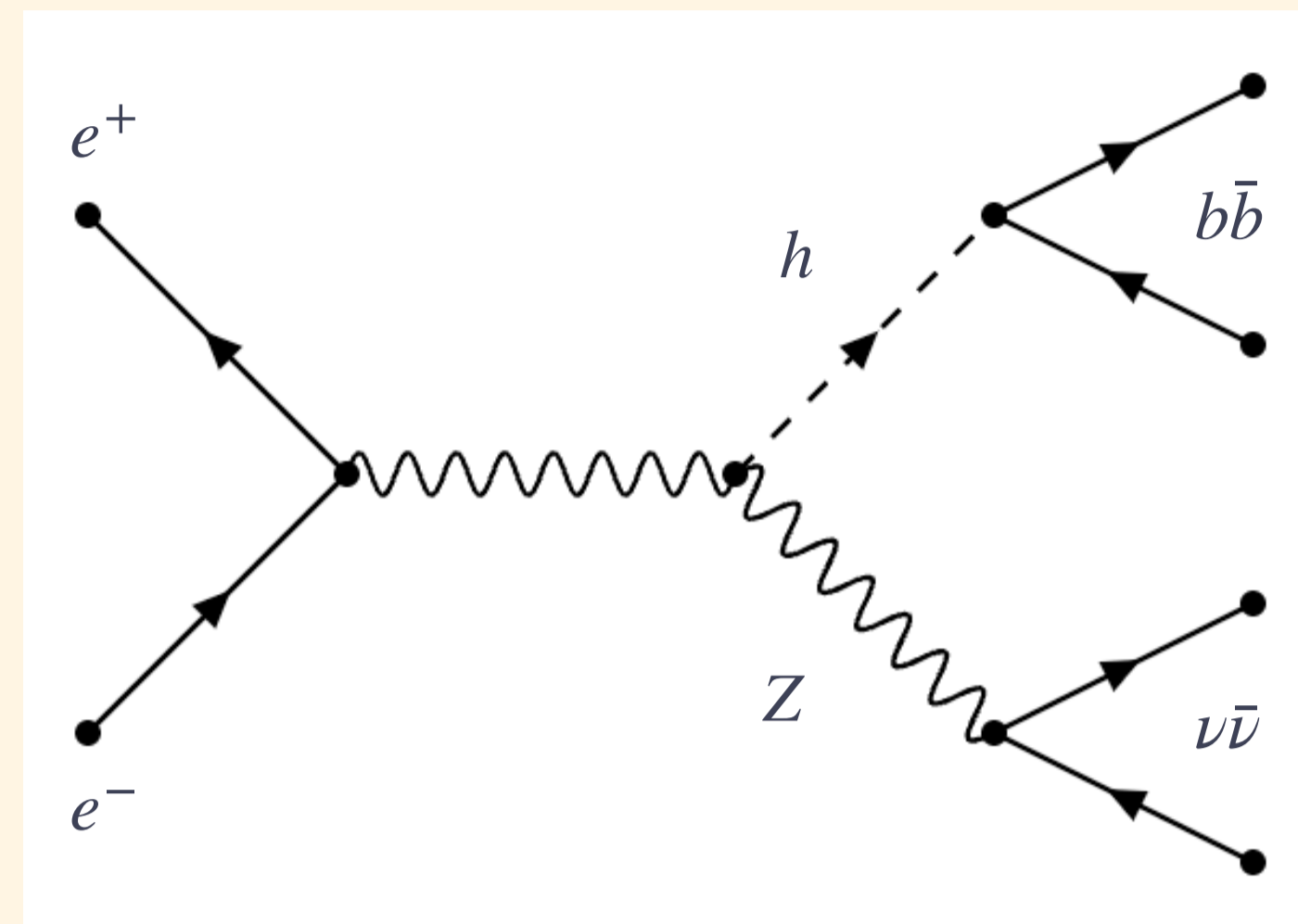
▶ $\sqrt{s} = 250 \text{ GeV}$, $\mathcal{L} = 250 \text{ fb}^{-1}$, ビーム偏極なし

▶ ヒッグスの性質の精密測定

- 湯川結合
- 自己相互作用
- 知らない崩壊モード etc.

▶ まず初めに、大量の背景事象の中からヒッグスのイベントを選び取らなくてはならない

“Higgs Preselection”



▶ いくつかのアプローチ

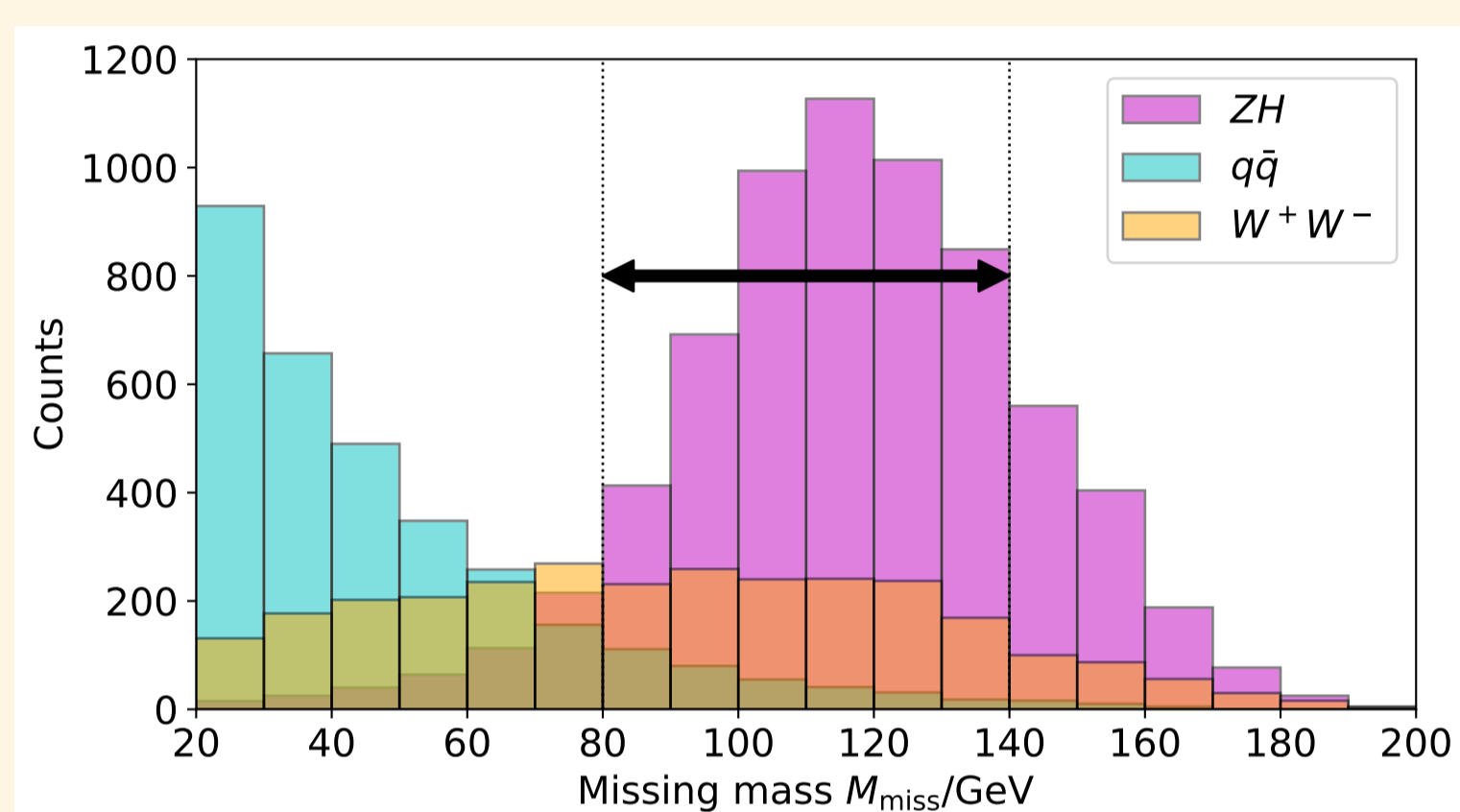
- Cut and Count Ono+ '12
- BDT talk slide by Bai '16
- Deep Learning

ヒッグスイベントの特徴量を考える

▶ 考える終状態はダブルジェット $H \rightarrow jj$ (Br = 70%)

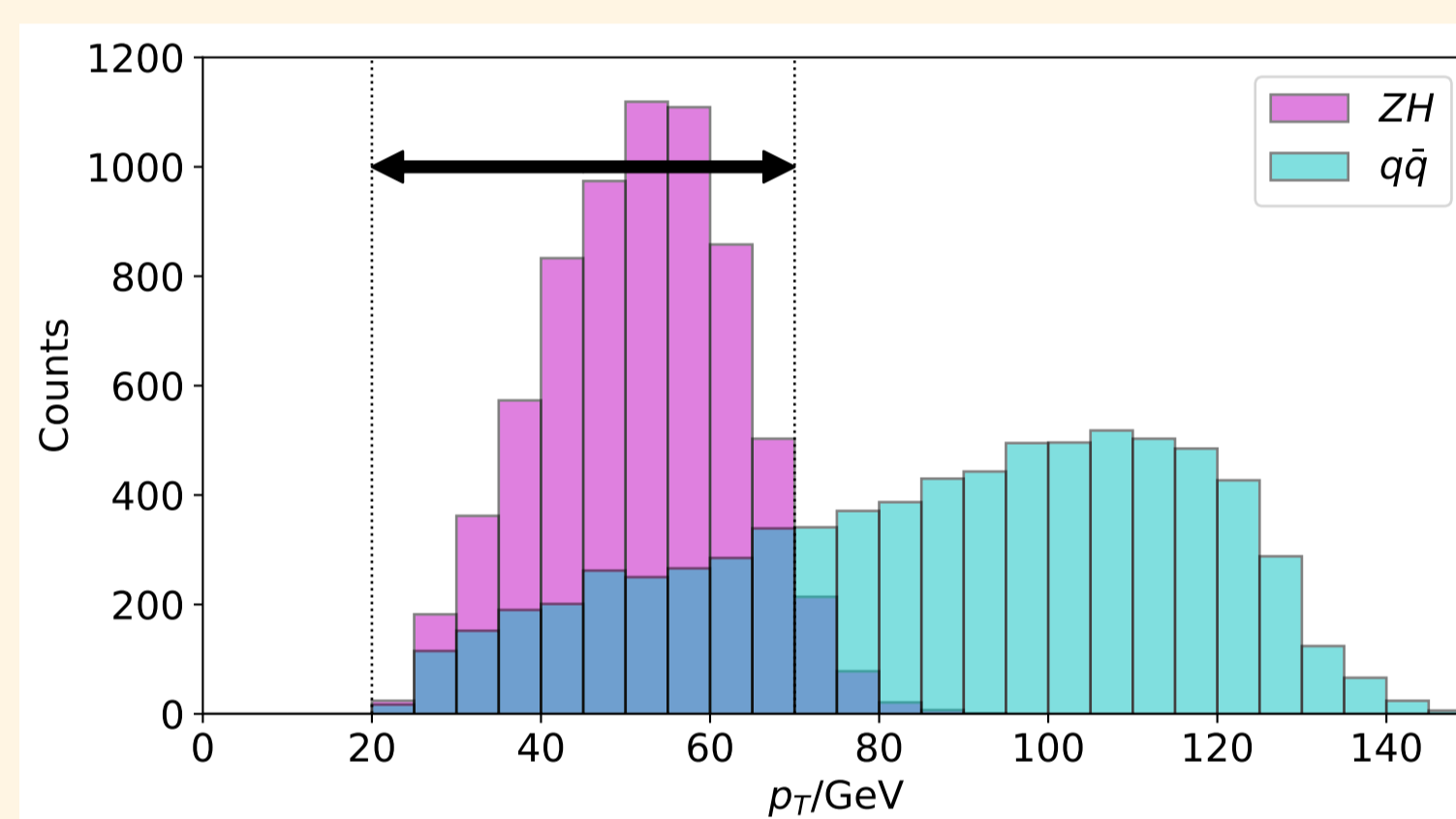
▶ 結合定数の測定に感度の高い $Z \rightarrow \nu\bar{\nu}$ (Br = 20%) に着目

① $M_{\text{miss}} \equiv \sqrt{E_{\text{miss}}^2 - P_{T,\text{miss}}^2}$

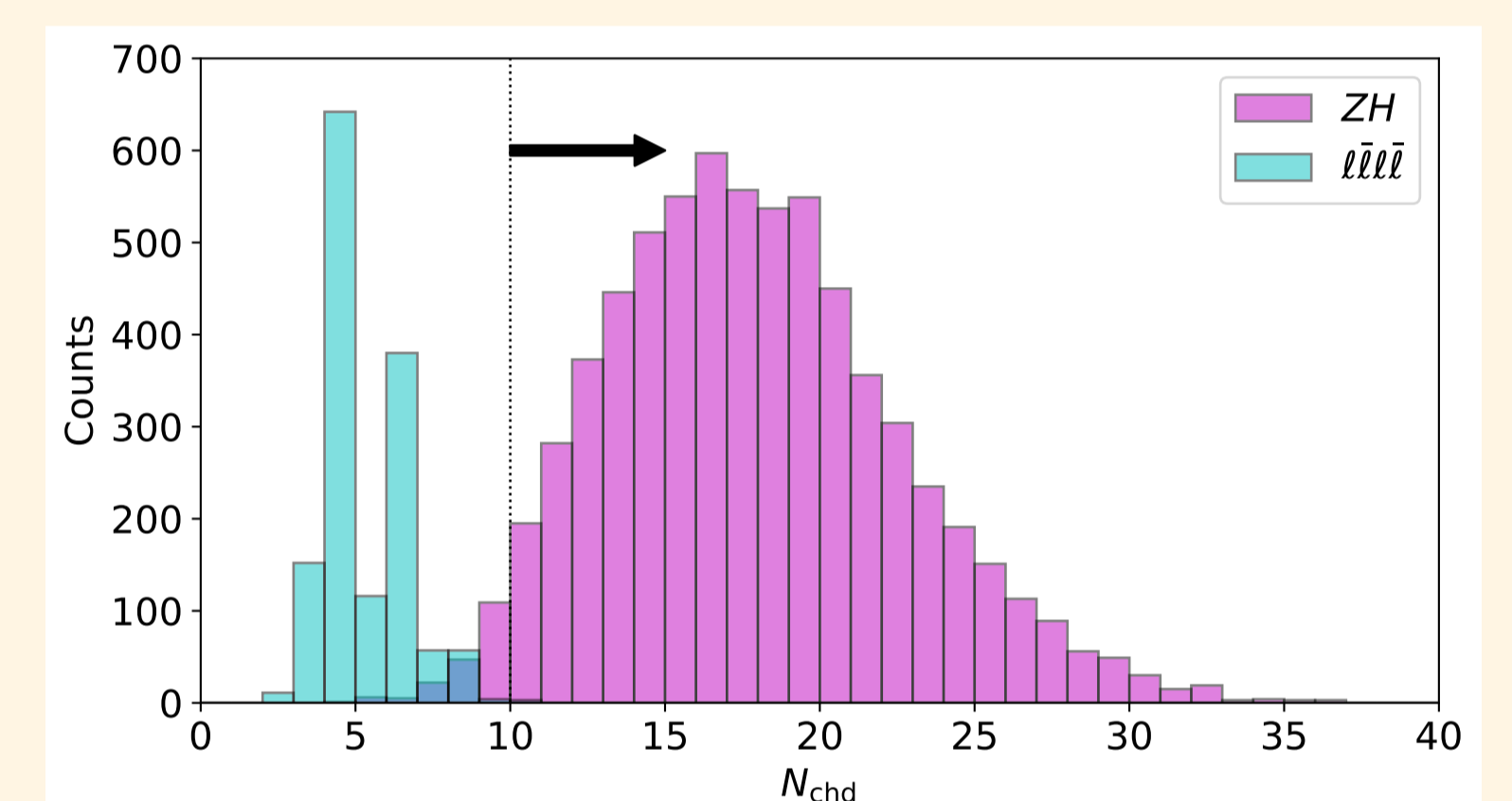


② 運動量のスカラー和 p_T, p_L

トラック運動量の最大値 p_{max}

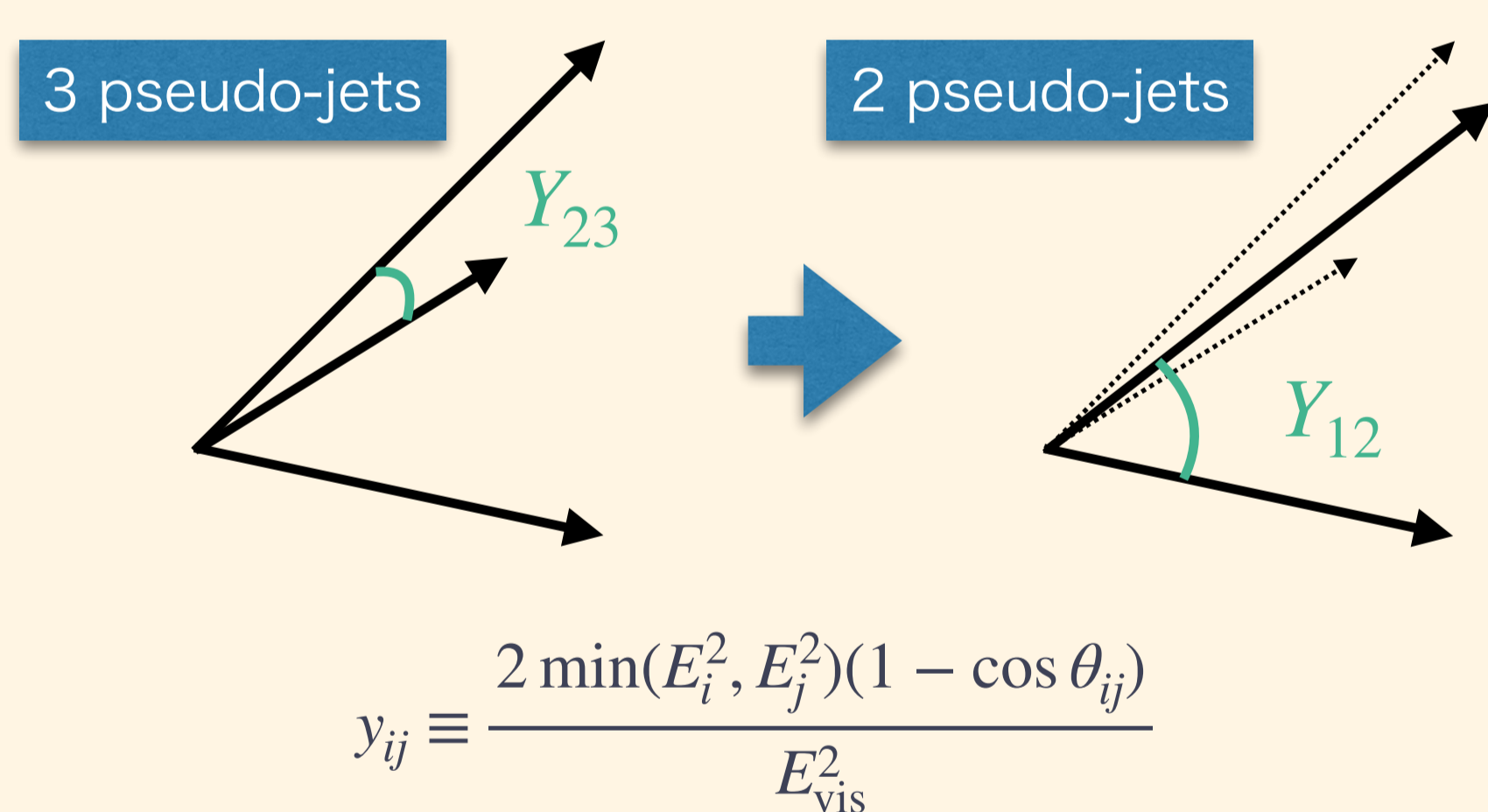


③ 荷電粒子トラックの数 N_{chd}



④ ダブルジェットイベントっぽさ

(2-jettiness, Y_{12} & Y_{23})



⑤ ジェットの不変質量 M_{jj}

Process	Signal		Background				
	$HZ(\rightarrow \nu\bar{\nu})$	$\nu\bar{\nu}H$ (WW fusion)	ZZ	W^+W^-	$q\bar{q}$	$e^\pm\nu W^\mp$	e^+e^-Z
Before cut	11725	1942	275250	3.85×10^6	1.255×10^7	1.285×10^6	1.1825×10^6
$80 \text{ GeV} < M_{\text{miss}} < 140 \text{ GeV}$	8854	1322	83565	409174	33876	242224	241020
$20 \text{ GeV} < P_T < 70 \text{ GeV}$	8161	1072	49099	291164	4376	169402	144559
$ P_L < 60 \text{ GeV}$	7967	969	16086	145018	4043	83310	38178
$N_{\text{chd}} \geq 10$	7772	946	14072	53070	4009	4478	0
$P_{\text{max}} < 30 \text{ GeV}$	6963	855	10951	27265	2619	447	0
$Y_{23} < 0.02$	4623	554	7546	4344	2193	109	0
$0.2 < Y_{12} < 0.8$	4535	500	4995	3385	2008	91	0
$100 \text{ GeV} < M_{jj} < 130 \text{ GeV}$	4331	475	856	1677	277	50	0

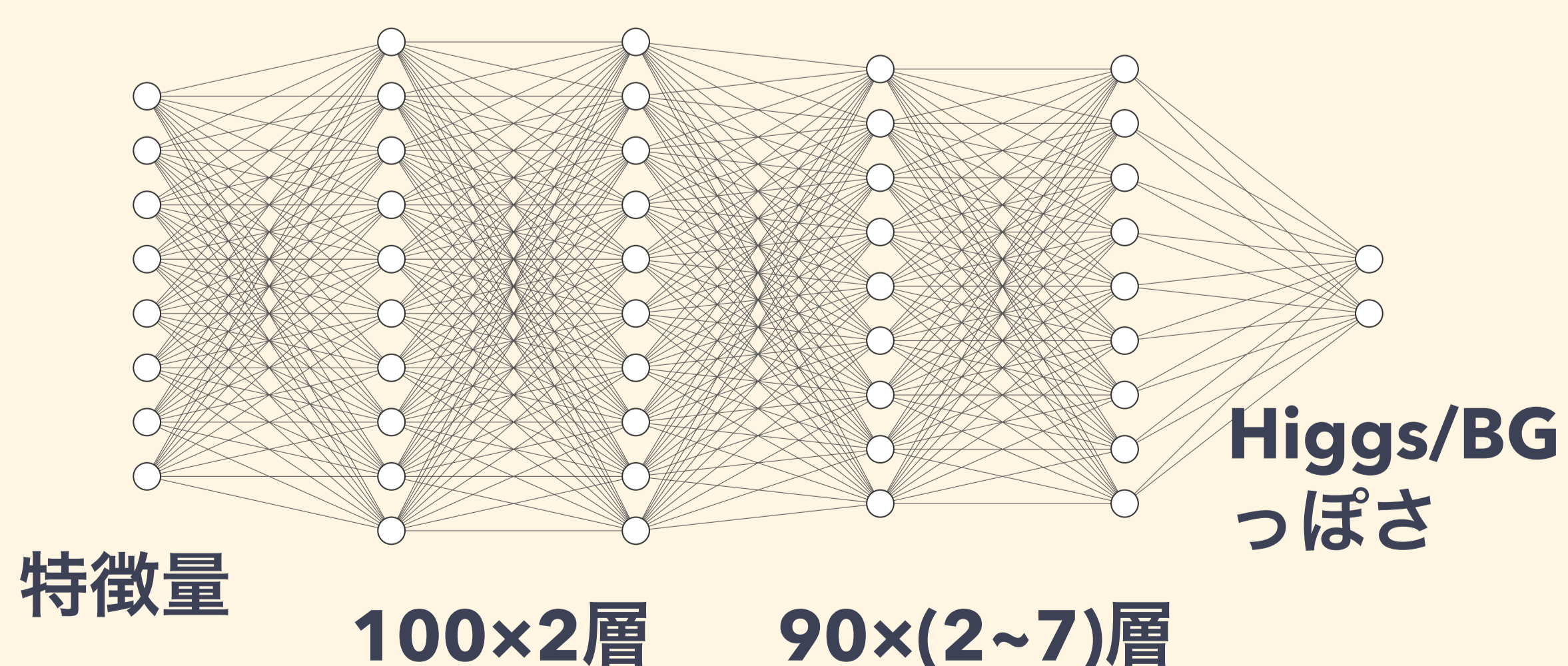
アプローチ、結果、考察

▶ 比較のため Cut and Count と BDT の解析

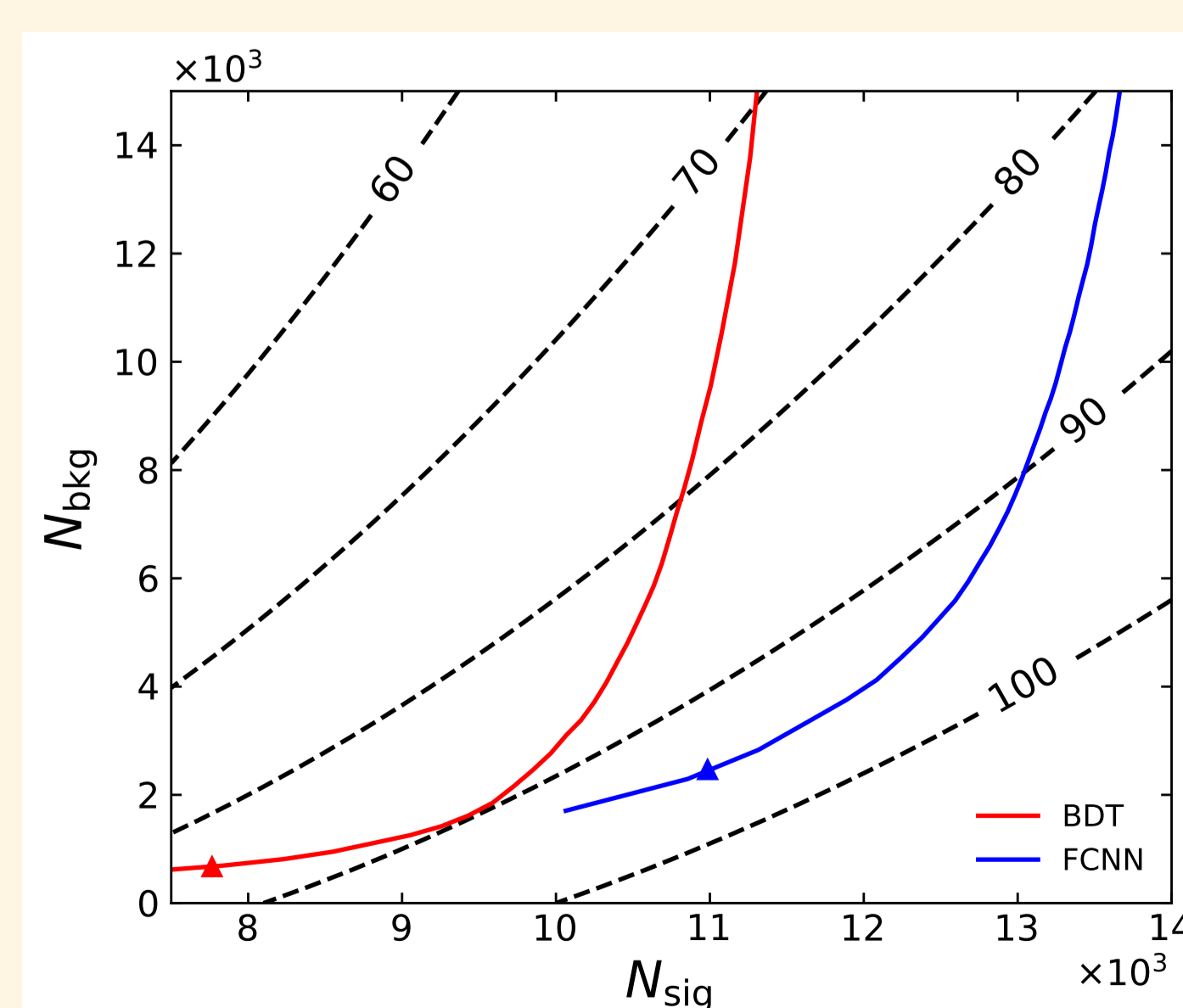
▶ 閾値の選び方と S vs B の関係図

▶ Fully-connected neural network (FCNN)

▶ 最大化したい $f(S, B)$ 毎に閾値を選ぶ



特徴量 100x2層 90x(2-7)層



▶ 湯川結合の測定 (簡易的な解析)

▶ Cut and Count の~2倍の精度

	Cut-based	BDT-only	FCNN-only
μ_{bb}	1 ± 0.021	1 ± 0.016	1 ± 0.013
μ_{cc}	1 ± 0.34	1 ± 0.16	1 ± 0.16
μ_{ss}	70	36	35

▶ Significance $S/\sqrt{S+B}$ を最大化してみる

Process	Signal		Background					Significance
	$HZ(\rightarrow \nu\bar{\nu})$	$\nu\bar{\nu}H$ (WW fusion)	W^+W^-	$q\bar{q}$	ZZ	$e^\pm\nu W^\mp$	e^+e^-Z	
Cut-based	4331	475	1677	277	856	50	0	54.9σ
BDT-only	6721	1047	61	195	399	9	0	84.6σ
FCNN-only	9562	1427	754	1101	419	109	1	95.0σ

▶ 重要な応用が多数

- 湯川結合・自己相互作用の測定をしっかりと解析
- SMEFT/HEFT への制限 (例えば N. Craig+ '15)