



LHC-ATLAS実験における 4b終状態を用いた ヒッグス対生成事象の探索

N研 D3 林田 翔太

(指導教員：戸本 誠、中浜 優)

7月28日 KMI Flash

✓ 「素粒子標準理論 (Standard Model) 」

- 素粒子の性質、素粒子間の相互作用を説明する理論として確立されてきた
e.g. 2012年 LHC-ATLAS, CMS実験でヒッグス粒子の発見 [1,2]
- いまだ説明できていない問題が存在する

- 暗黒物質問題 → 超対称性理論
- バリオン非対称宇宙 → 電弱バリオジェネシス など

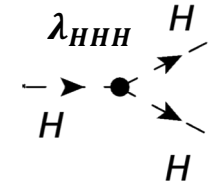
これらを説明可能な新物理の証拠をつかむことが

現在の素粒子エネルギーフロンティア実験の重要テーマとなっている

➤ 本研究の目標

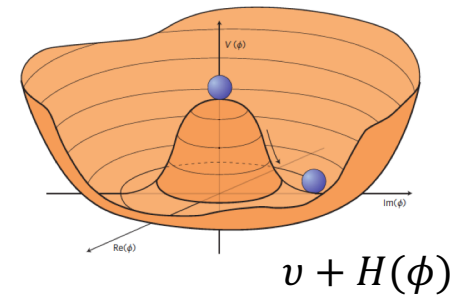
3/6

ヒッグス粒子同士の
自己結合定数



ヒッグス三点結合定数の測定を通じて新物理の証拠をつかむ

$$V(H) = \frac{1}{2} m_h^2 H^2 + \frac{1}{3!} \lambda_{HHH} H^3 + \frac{1}{4!} \lambda_{HHHH} H^4$$
$$\lambda_{HHH}^{SM} = \frac{3m_H^2}{v} \simeq 190 \text{ GeV}$$



- ✓ 多くの新物理理論で素粒子標準理論の予想値からずれることが予言されている
 - 例えば、電弱バリオジェネシス： $|\lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM}| > 1.10$ [3,4]
- ✓ ヒッグスポテンシャルの形を決定づけ電弱対称性の破れの全貌解明につながる

[3] S. Kanemura, Y. Okada, E.S., PLB606 (2005) 361

[4] S. Kanemura, E.S., T. Shindou, T. Yamada, JHEP05 (2013) 066

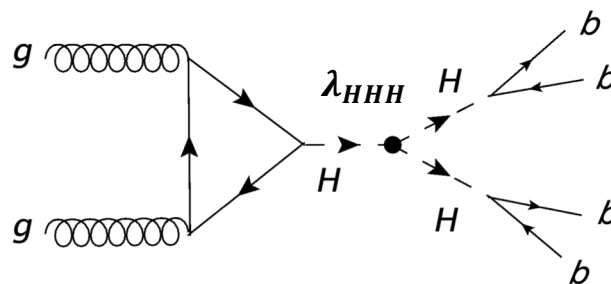
➤ 本研究内容：ヒッグス対生成事象の探索

4/6

LHC-ATLAS実験で4b終状態のヒッグス対生成事象を探索する

ヒッグス三点結合定数を
直接測定できる

4b終状態は
最大の信号事象数を誇る



現在LHC加速器でのみ
探索可能

✓ ヒッグス三点結合定数の測定に特化した解析は本研究が実験史上初の試み

- 信号事象の特徴を活かした信号領域の定義 (日本物理学会第76回年次大会 13pT1-3)
- 機械学習を活用した背景事象の見積もり

✓ LHC-ATLAS実験のRun2 (2015-2018年) データを使って、

先行研究から
おおよそ3倍ほど向上※2

$\lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM} < -3.5, 10.5 < \lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM}$ の範囲を探索できる見積もり※1

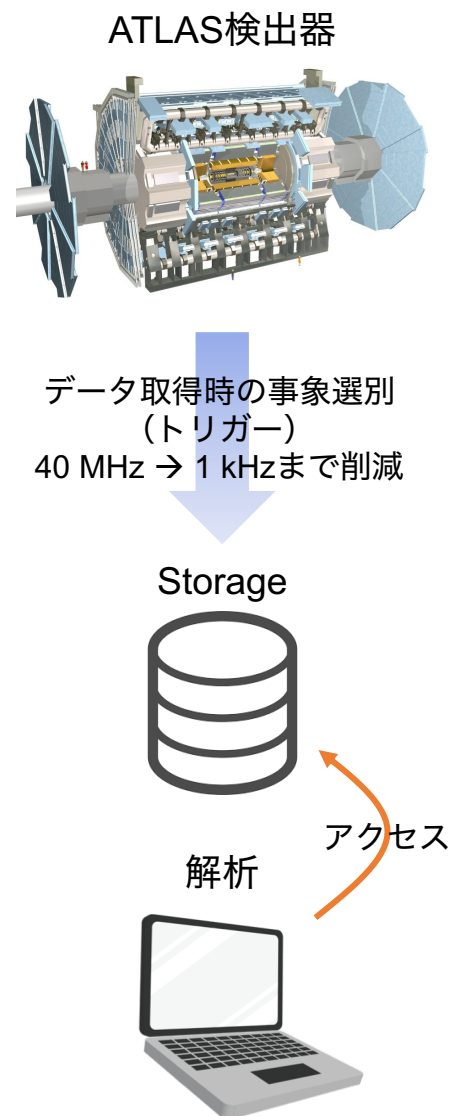
※1 先行研究の見積もりは $\lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM} < -9.8, 16.3 < \lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM}$ (Reviews in Physics, 5(2020), 100045)

※2 SM HH生成断面積の上限予想値において本研究/先行研究 = 7.0/21.0 (統計による向上：2倍、解析技術による向上1.5倍)

➤ 本研究内容：将来実験に向けて

5/6

- ✓ Run2のデータではトリガーによって信号事象が大幅に削られてしまっており解析が制限されている
 - 全信号事象のうち30%ほどしか取得できていない
- ✓ 2022年開始予定のRun3運転に向けてヒッグス対生成事象4b終状態のためのトリガーを開発
➔ 信号事象の取得効率が50%向上（30%→45%に増加）
(日本物理学会2021年秋季大会で講演予定)
- ✓ LHC-ATLAS実験全体でもメインターゲットの1つとして、今後ますます期待できる解析の一つになっている

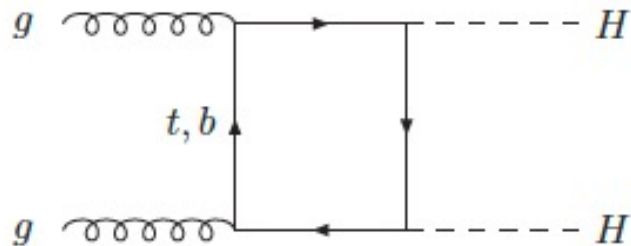


- ✓ 現代素粒子実験では“新物理の証拠をつかむ”ことが重要なテーマとなっている
- ✓ 本研究では、LHC-ATLAS実験でヒッグス対生成事象の探索を進め、ヒッグス三点結合定数の測定を目指している
 - ➔ 実験史上初となるヒッグス三点結合定数測定に特化した解析を進めている
- ✓ LHC-ATLAS実験のRun2データでは、 $\lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM} < -3.5$, $10.5 < \lambda_{HHH}/\lambda_{HHH}^{SM}$ の範囲を探索する
- ✓ Run3以降の将来実験も見据えてヒッグス対生成事専用のトリガーを開発し、今後ますます期待できる解析となっている
- ✓ 今年の秋-冬にRun2の結果公表を目指し突き進んでいるのでお楽しみに

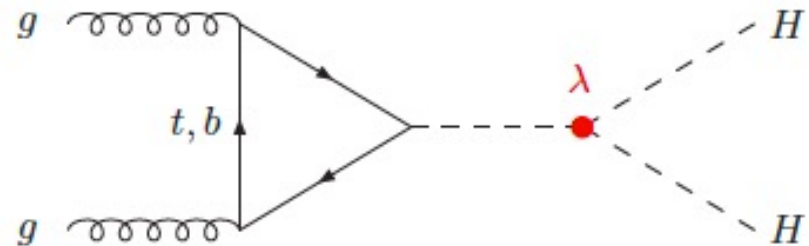
➤ ヒッグス対生成事象の生成過程

8/6

Triangle diagram

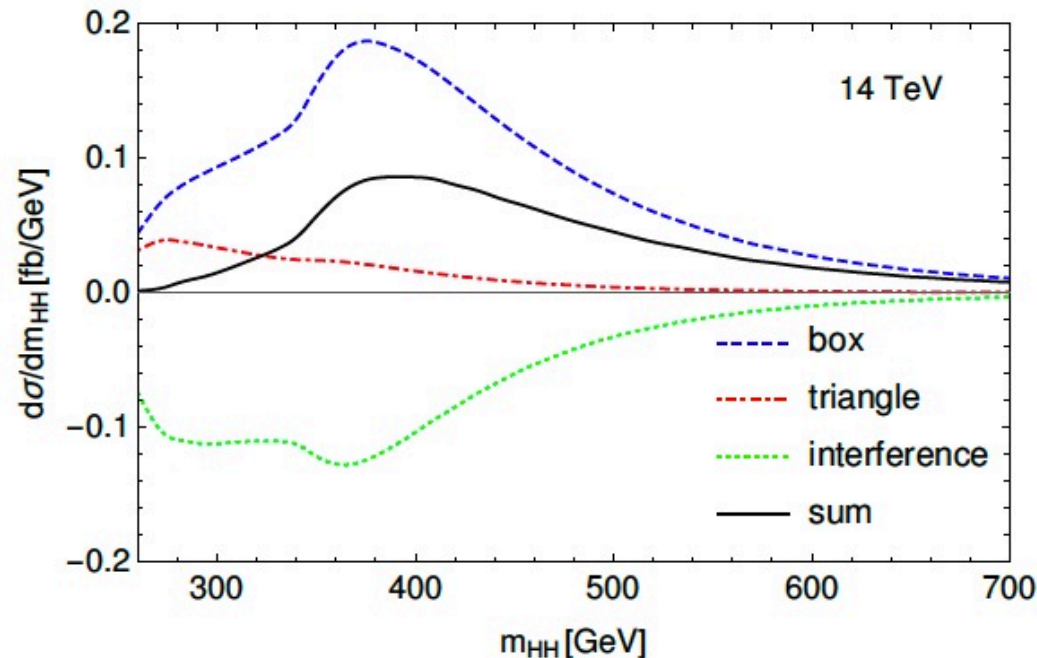


Box diagram



➤ ヒッグス対生成事象の微分生成断面積

9/6



ヒッグス三点結合が大きくなるとtriangle diagramの成分が大きくなり、
低質量領域の信号事象が増大する