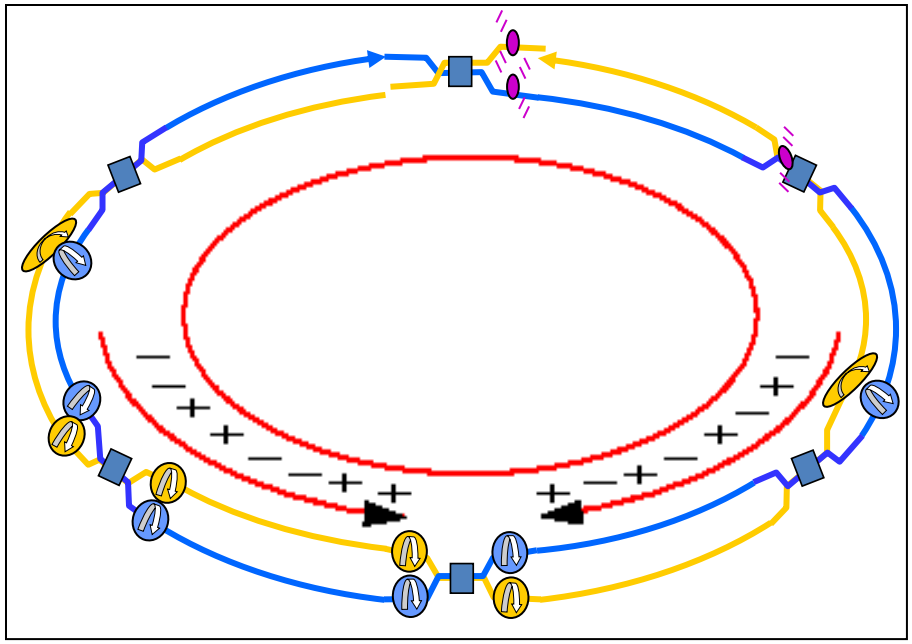
偏極陽子衝突におけるWボゾン生成の電子崩壊過程を用いたスピン非対称度の測定

岡田謙介（理研BNL研究センター）
for the PHENIX collaboration
日本物理学会2010年秋季大会　9月11日

RHICでのWボゾン



偏極陽子陽子コライダー

- 陽子中の偏極クォーク分布のための特別なプローブ。
- 測定値はパリティを破る単スピン非対称度(A_L)。

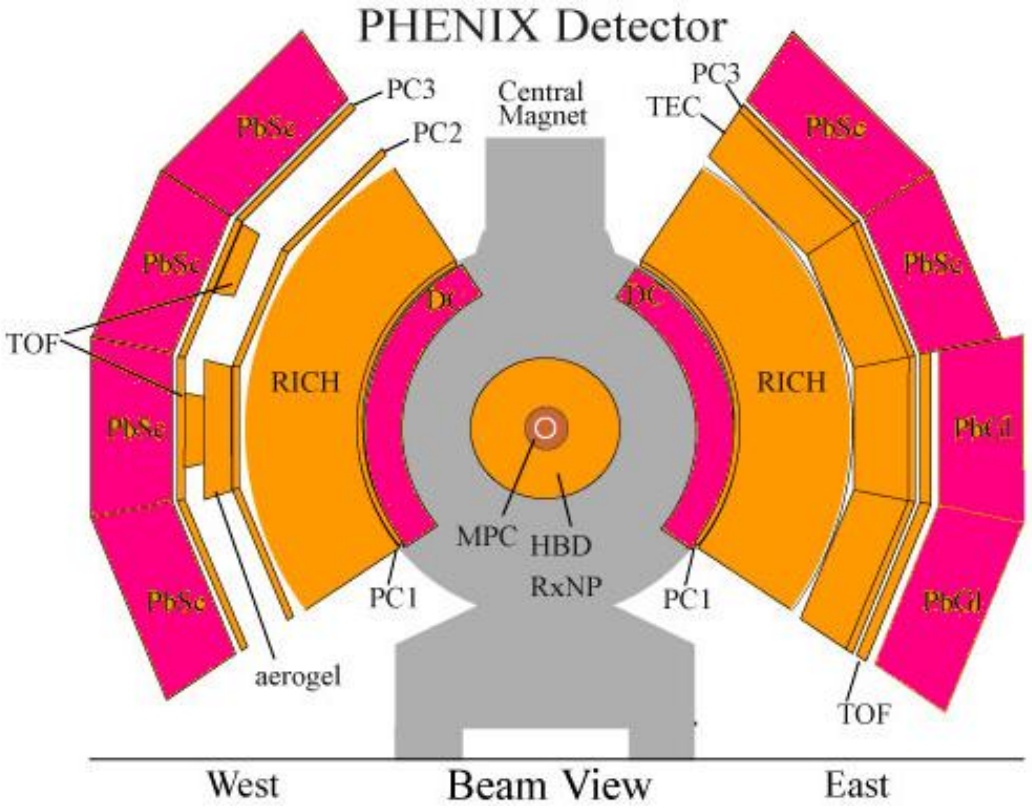
RHIC-PHENIX 初500GeVデータ

- 初の偏極500GeV*p+p*データ（2009年3～4月）
- 陽子の平均偏極度 <P>=0.39±0.04
- 積分ルミノシティ（Z_{vetex} cut 後）は∫Ldt=8.6/pb

今日の発表

Wボゾンの電子への崩壊チャンネル

PHENIXセントラルアーム



For $W \rightarrow e^{\pm}$ channel

EMCal + DC/PC1 tracking

Acceptance :

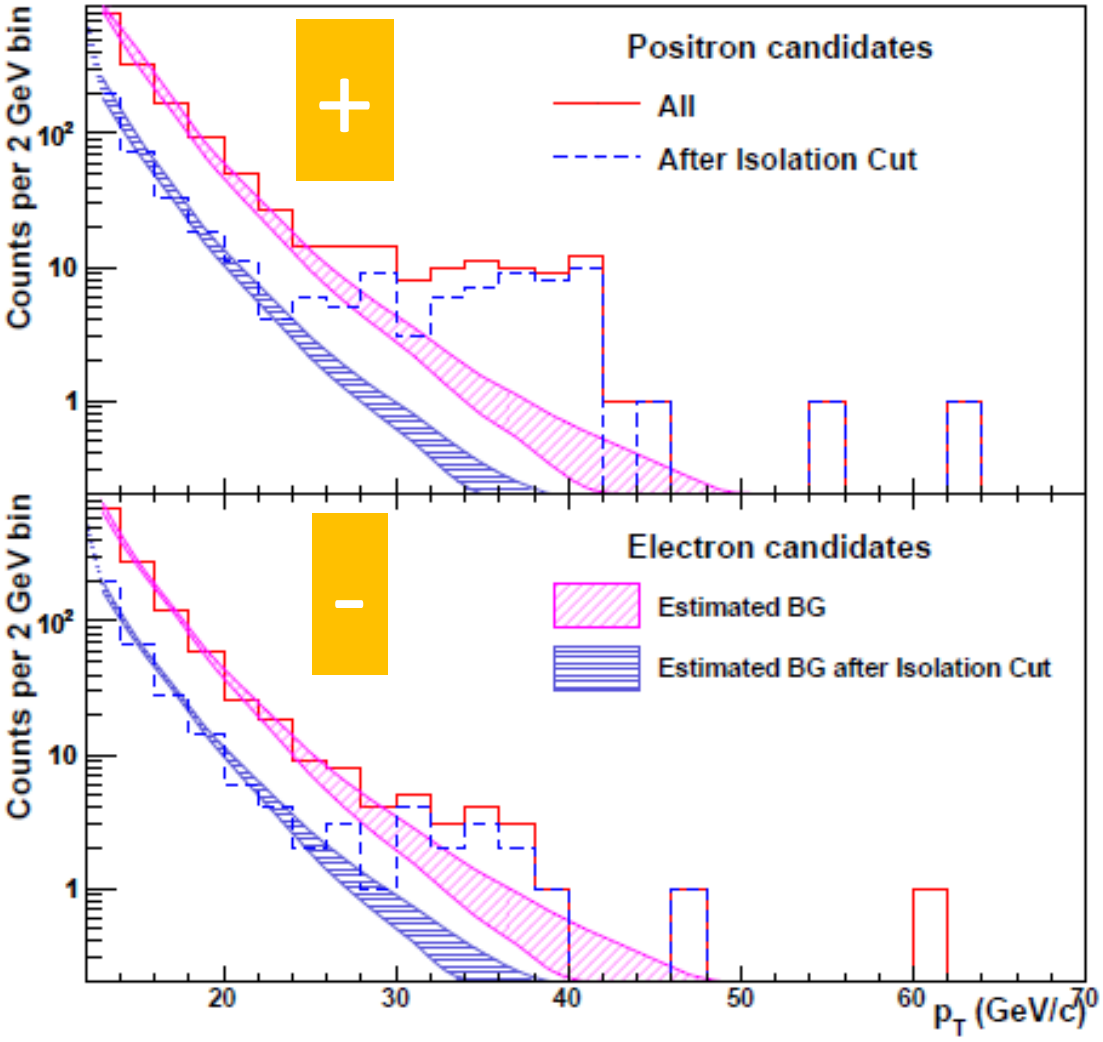
± 0.35 in rapidity

0.5π*2arms in ϕ

EMCal Trigger

Fully efficient at 12GeV

Jacobianピークの確認



pT分布

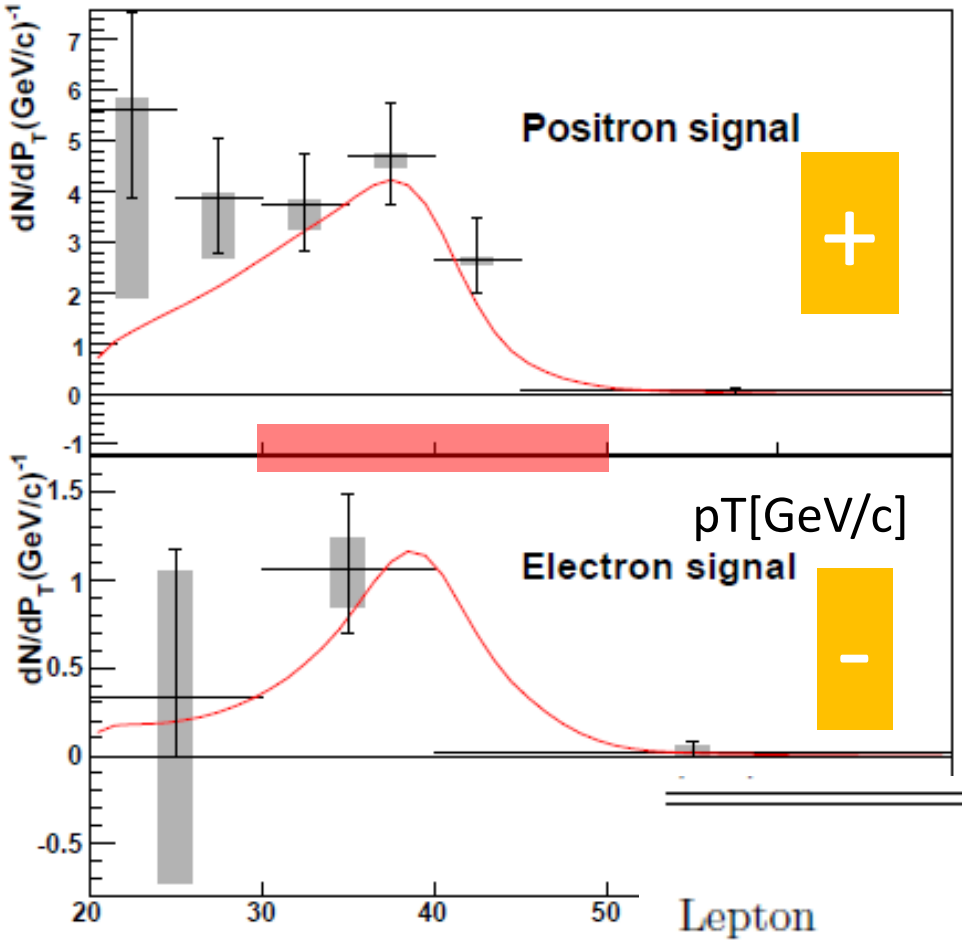
赤ヒスト：最小トラックカット

青ヒスト：イベント型カット
（孤立電子）

主なバックグラウンド：
光子の電子対生成
荷電ハドロンの衝突

Zボゾンの崩壊も含んでいる

生成断面積は期待通り



バックグラウンドを引いた後
（最小トラックカット）
赤線：NLO計算

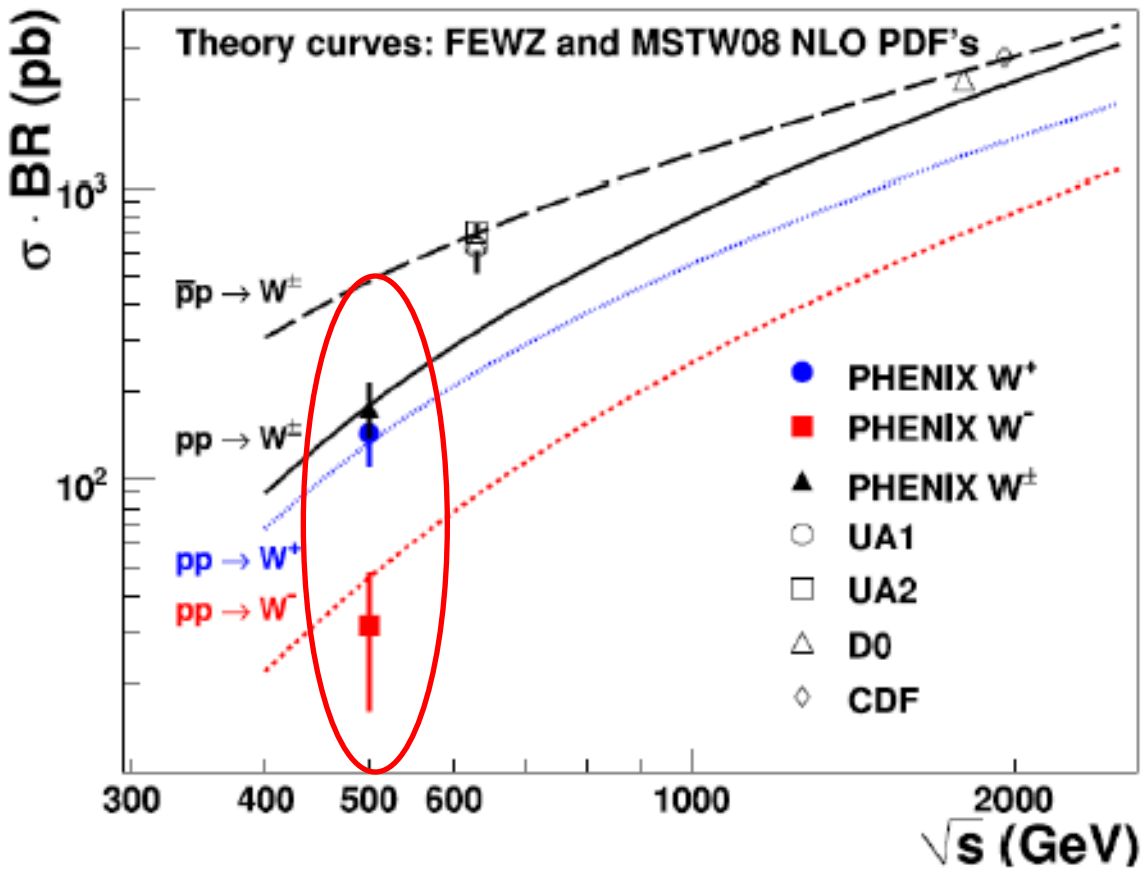
W(、Z) からの電子

stat, sys, normalization uncertainty

	$\frac{d\sigma}{dy}(30<p_T^e<50\mathrm{GeV}/c)\|_{y=0}$ [pb]		
Lepton	Data	NLO	NNLO
e^+ positron	$50.2 \pm 7.2^{+1.2}_{-3.6} \pm 15\%$	43.2	46.8
e^- electron	$9.7 \pm 3.7^{+2.1}_{-2.5} \pm 15\%$	11.3	13.5
e^+ and e^-	$59.9 \pm 8.1^{+3.1}_{-6.0} \pm 15\%$	54.5	60.3

W ボゾン全生成断面積への展開

PHENIX アクセプタンス
（pT>30GeV, |y|<0.35） → **全体へ**



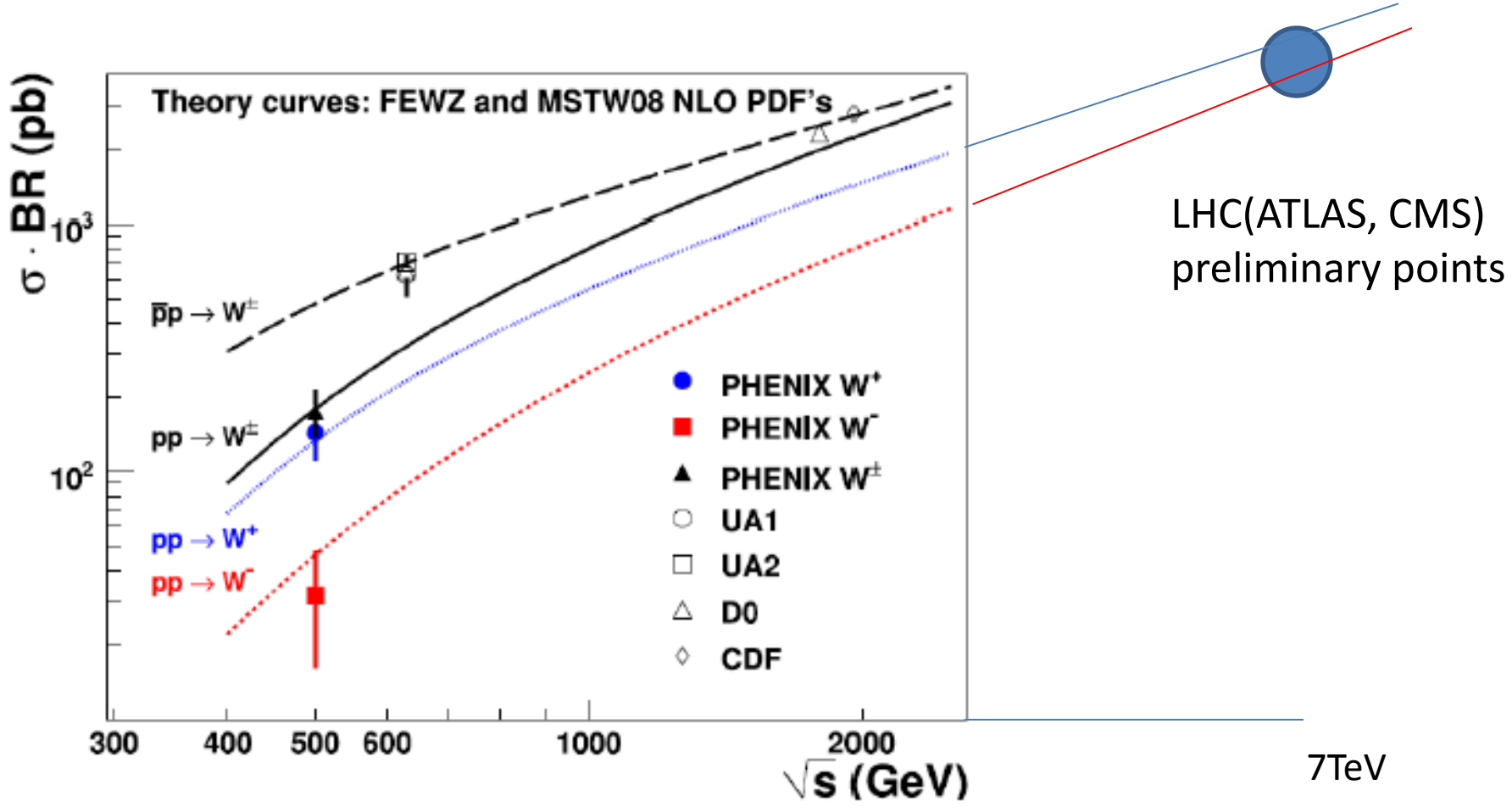
ここは理論頼み。
（しかし不定性は小さい）

Z ボゾンの寄与
＋：～7%、－：～30%
全体に占める割合
＋：～22%、－：～15%

理論計算と良い一致
初のp+pでの測定。

LHCプレリミナリーデータ

こちらも期待通り。（詳しくはICHEP2010の発表を参照）



パリティを破る単スピン非対称度

RHICのビームは120バンチ周期（106ns毎）
各バンチが縦偏極（±ヘリシティー）
→検出器の時間変動による系統誤差が抑えられる。

非対称度の概念

生非対称度：$\epsilon_L = \dfrac{N^+ - R \cdot N^-}{N^+ + R \cdot N^-}$

ヘリシティー＋1と−1の場合の生成率の差。
観測値（N)を積分ルミノシティーの比（R)で補正している。

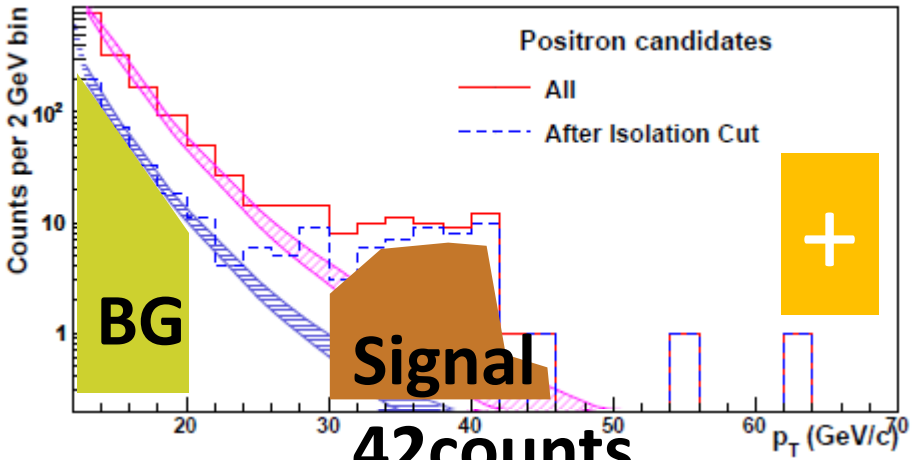
物理非対称度：$A_L = \dfrac{\epsilon_L \cdot D}{P}$

バックグラウンドで薄まっている部分の補正と
ビームの偏極度の補正

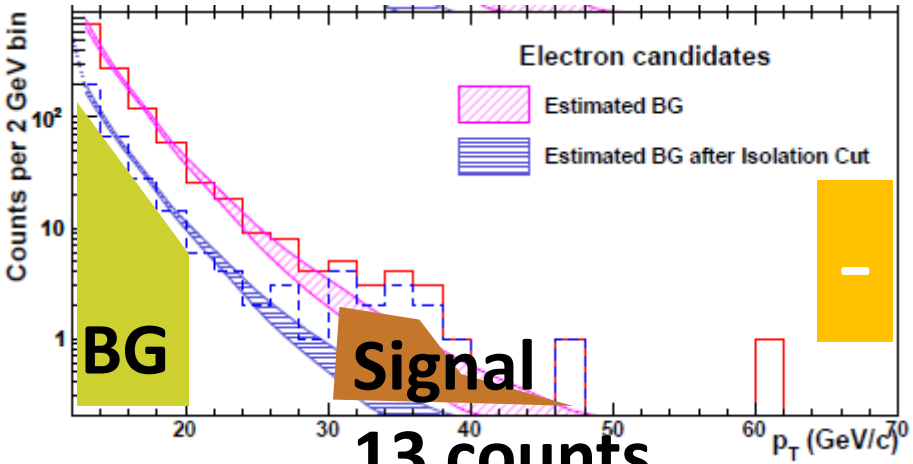
実際の計算

二つの陽子ビームの両方が偏極しているので、4種類の衝突パターンから計算。

パリティを破る(生)スピン非対称度



42counts



13 counts

Sample	ϵ_L
Bkgrnd +	-0.015 ± 0.04
Signal +	-0.31 ± 0.10
Bkgrnd −	-0.025 ± 0.04
Signal −	0.29 ± 0.20

バックグラウンドは
スピン非対称度＝0（期待通り）

シグナルは大きな非対称度
（特に陽電子の方）

物理非対称度の計算

$$A_L = \frac{\epsilon_L \cdot D}{P}$$

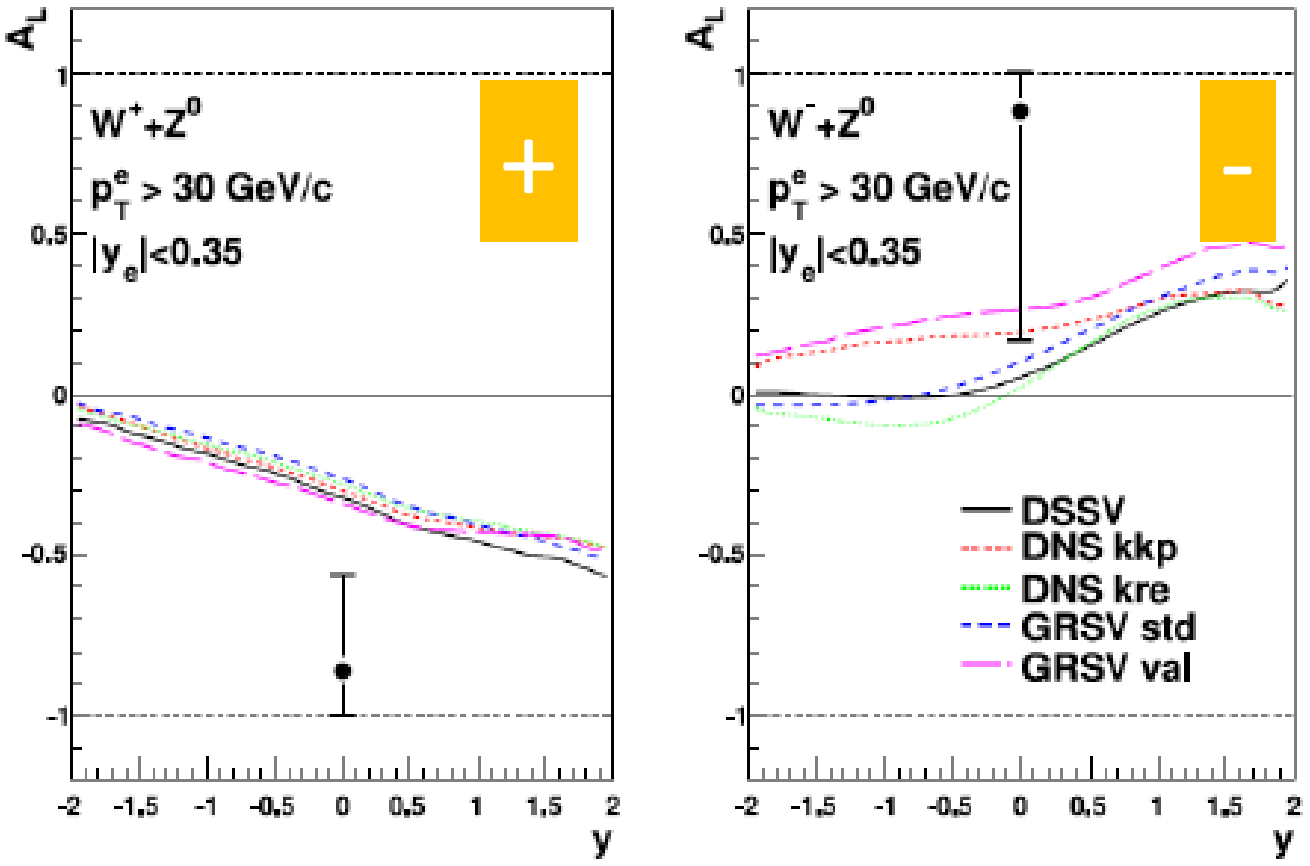
D: 1.04±0.03 (+ signal)
1.14±0.10 (- signal)
P: 0.39±0.04 (平均)

Sample	ϵ_L
Bkgrnd +	-0.015 ± 0.04
Signal +	-0.31 ± 0.10
Bkgrnd −	-0.025 ± 0.04
Signal −	0.29 ± 0.20

	$A_L^{\epsilon}(W+Z)$	68%CL	95%CL
+	-0.86	$[-1, -0.56]$	$[-1, -0.16]$
-	$+0.88$	$[0.17, 1]$	$[-0.60, 1]$

物理的に意味のある領域[-1,1]に限った場合の信頼区間。

偏極PDFモデルとの比較(68%CL)



PDFモデルは今のところは何でもあり。
陽電子でパリティー非保存の非対称度を観測。(CL=98.4%でOを棄却)

まとめ

- PHENIXセントラルアームでWボゾンからの崩壊電子を観測。
- 生成断面積は期待値通り。p+p衝突での確認は初。
- パリティを破るスピン非対称度を測定した。陽電子で有意に0でない非対称度を観測。
- 陽子中の偏極クォーク分布のWボゾンを用いた理解の第一歩。→ PRLに投稿. arXiv:1009.0505

- 今年は前方後方ミューオンチャンネルでの測定も目指している。(Seidl 12pSK-10,深尾12pSK-11, 中川12pSK-12)

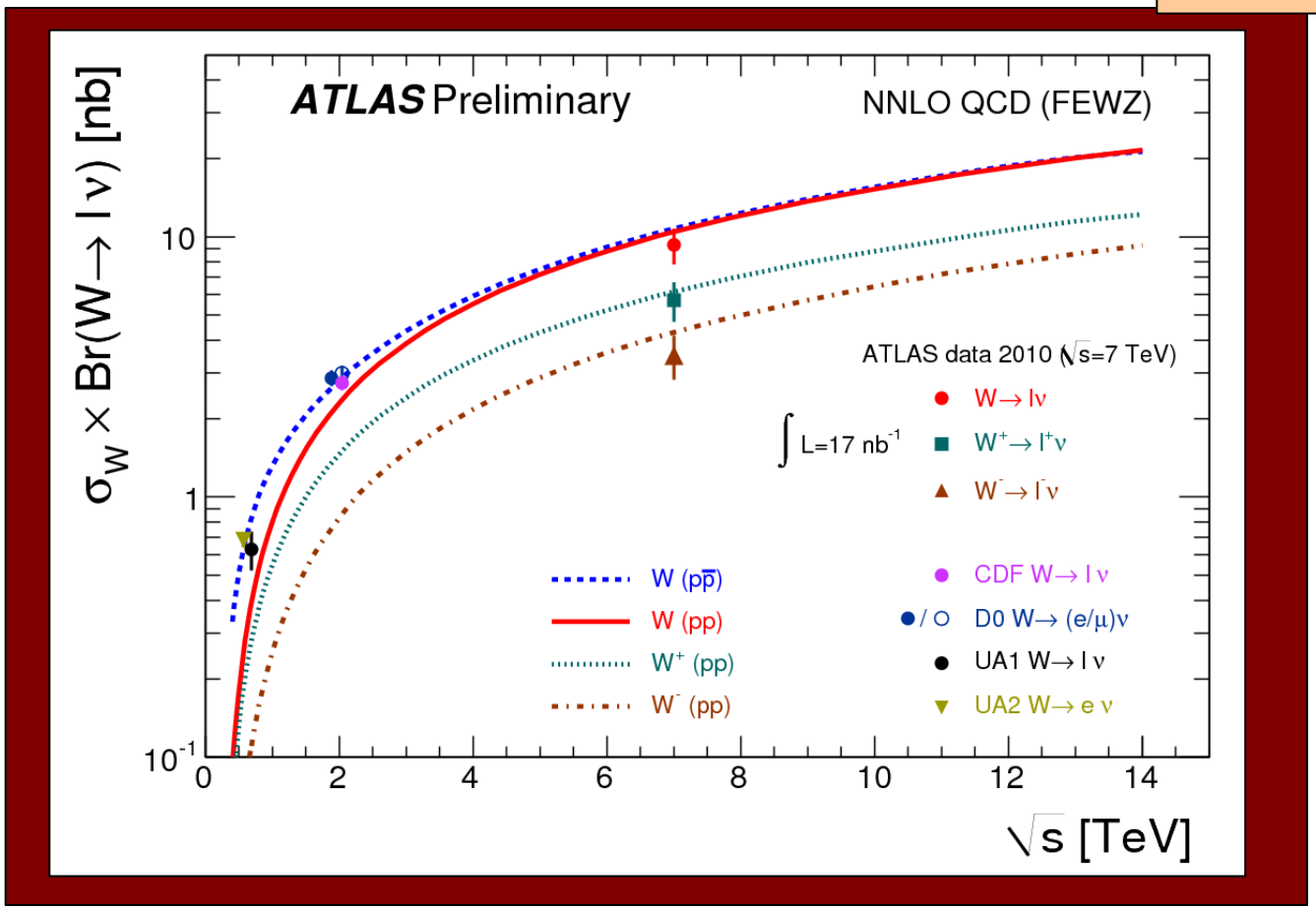
W cross-section and asymmetry measurements

118 events:
47 W→ eν
72 W→ μν

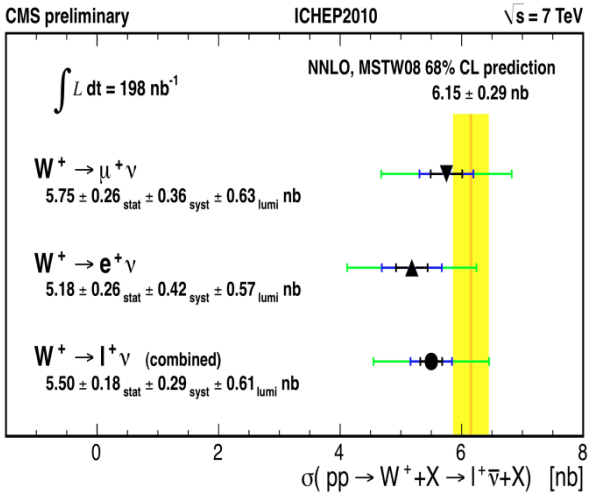
σ (W → lν) = 9.3 ± 0.9 (stat) ± 0.6 (syst) ± 1.0 (lumi) nb

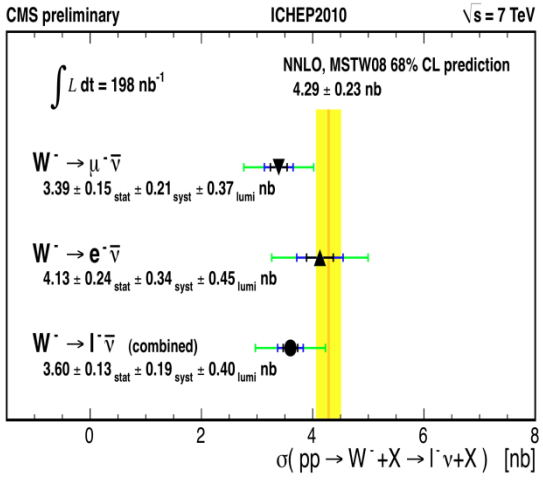
σ (W → eν) = 8.5 ± 1.3 (stat) ± 0.7 (syst) ± 0.9 (lumi) nb
σ (W → μν) = 10.3 ± 1.3 (stat) ± 0.8 (syst) ± 1.1 (lumi) nb

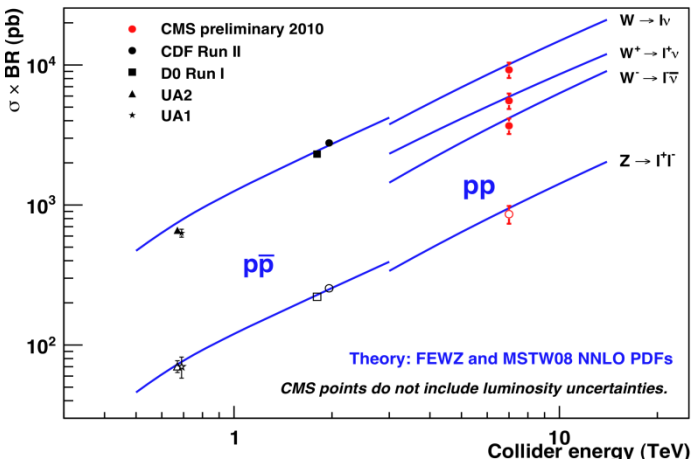
Dominant experimental uncertainties:
e: identification efficiency
μ: trigger and reconstruction efficiency

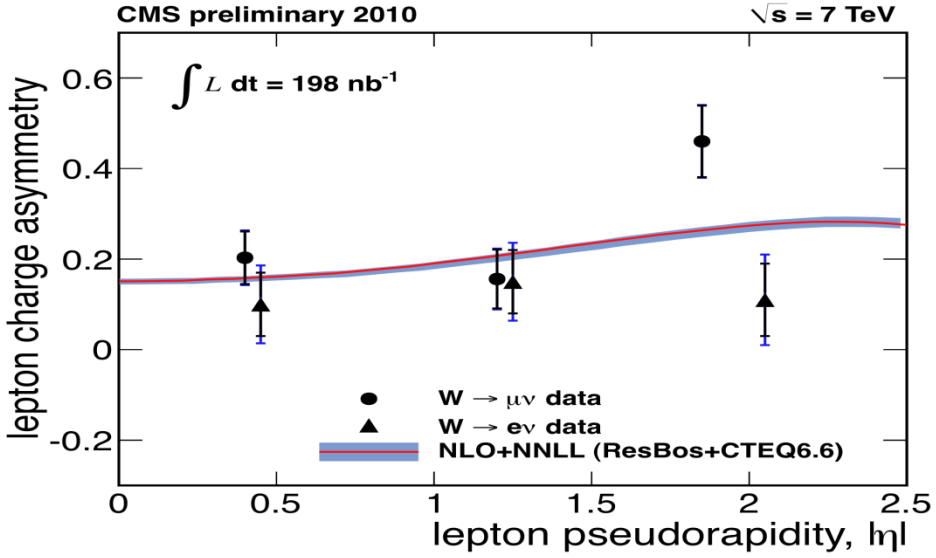


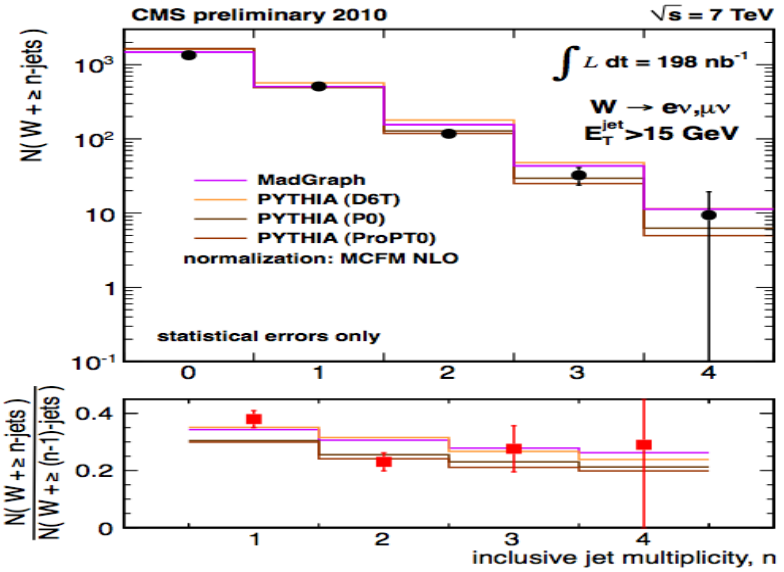
W^+,W^-, charge asymmetry and W+jets











and then we deploy everything for hunting the top