

Evidence for deconfinement of quarks and gluons from the J/ψ suppression pattern measured in Pb-Pb collisions at the CERN-SPS

NA50 Collaboration

Abstract

The analysis of the data collected by the NA50 experiment in 1998, reported in this paper, extends and clarifies the pattern of the previously observed J/ψ anomalous suppression. This new measurement, besides providing a deeper understanding of the previous observations, reveals a steady significant decrease in the J/ψ production rate up to the most central Pb-Pb collisions. It clearly rules out the presently available conventional (hadronic) models of J/ψ suppression, which unanimously predict a saturation of the J/ψ rate for central Pb-Pb collisions. On the contrary and together with the sharp onset of the anomalous suppression previously reported, the new observation leads to a global production rate pattern which finds its natural explanation in the framework of the formation of a deconfined state of quarks and gluons. © 2000 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

A+AでのNA38/NA50によりJ/Psi測定の最新結果
Pb+PbでのJ/Psi抑制のパターンから、QGPの証拠(evidence for)が
得られたと主張している。

- hadronic comover model は全て抑制が中心衝突で飽和すること予言している
ので、このデータでrule outされる
- 抑制パターンは非閉じ込め相が生じたとすると、自然に説明できる

Table 1
Comparison of some characteristics of the three Pb-Pb data taking periods.

Data period	Target thickness	Number of sub-targets	Beam intensity (ions/burst)	Number of J/ ψ
1995	17% λ_1	7	3×10^7	50000
1996	30% λ_1	7	5×10^7	190000
1998	7% λ_1	1	5.5×10^7	40000

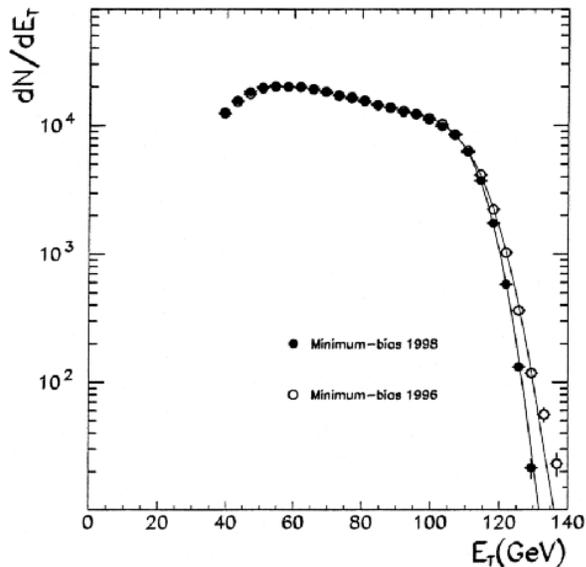


Fig. 1. Comparison of the Pb-Pb neutral transverse energy distributions collected in 1996 and 1998 with the minimum bias trigger.

Pb+Pbデータは95,96,98にとった。

95年

J/Psiのanomalous抑制(p+A, light ionでのパターン $\sigma \sim 6\text{mb}$ からのずれ)を観測。

96年

統計を増やす。95年データを確認。周辺衝突では $s \sim 6\text{mb}$ と合うこと確認。Min. Bias 解析法の導入。しかし、標的内での2回反応のため中心衝突でのデータが不正確

98年

標的を薄くして(7%)中心衝突データの質を改善。

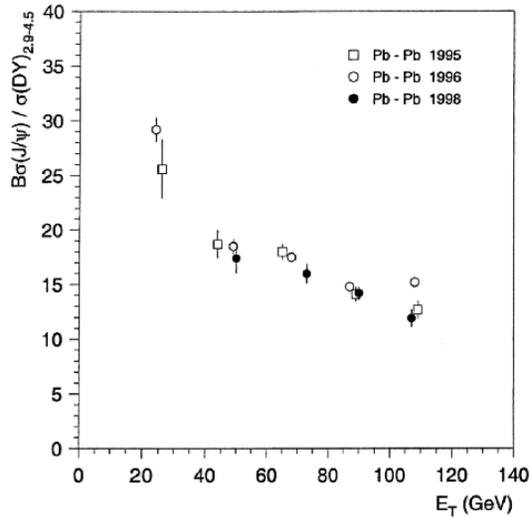


Fig. 3. $\sigma_{\psi} / \sigma_{DY}$ ratio as a function of E_T , obtained with the standard analysis of the 1995, 1996 and 1998 data samples.

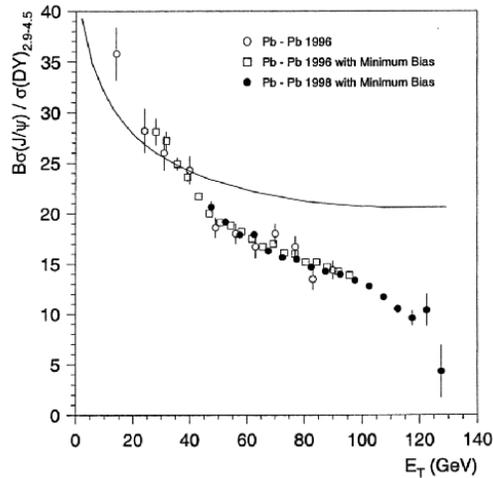


Fig. 4. $\sigma_{\psi} / \sigma_{DY}$ ratio as a function of E_T , obtained with the standard and minimum bias analyses of the 1996 and 1998 data samples. The curve represents the J/ψ suppression due to ordinary nuclear absorption.

98年の新データ。
中心衝突でさらにJ/Psi抑制が強まっていることをしめす。

$$\text{抑制} = N(J/Psi)/N(DY)$$

Drell Yan過程はpoint likeで原子核効果がないので、partonレベルでのluminosity monitorとしてつかえる。しかし、統計が少ない。実験がJ/Psiの統計でなく、DYの統計でリミットされてしまう

Min.Bias 解析

Luminosityのreferenceとして、min. bias. event を用いる。

Observation of a threshold effect
in the anomalous J/ψ suppression

NA50 Collaboration

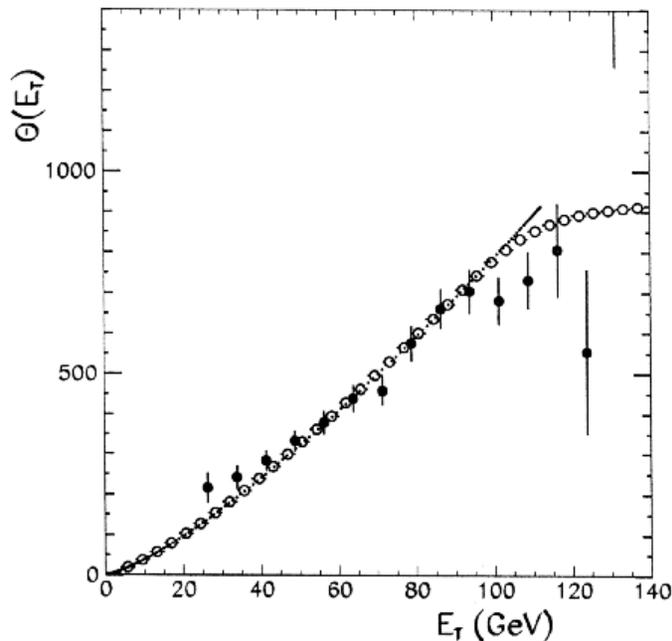


Fig. 7. The ratio $\Theta(E_T)$ of Drell-Yan to minimum bias theoretical E_T distributions (open circles). Also shown is the corresponding ratio for the data (closed circles) and the calculated number of elementary nucleon-nucleon collisions (dotted line).

Min. Bias. Event 解析法

$$(dN/dE_T)_{MB}^{th} \propto \int P(E_T, b) b db$$

$$(dN/dE_T)_{DY}^{th} \propto \int N_{AB}(b) P(E_T, b) b db$$

$$(dN/dE_T)_{DY}^{exp} = (dN/dE_T)_{MB}^{exp} \Theta(E_T)$$

with

$$\Theta(E_T) \propto (dN/dE_T)_{DY}^{th} / (dN/dE_T)_{MB}^{th}$$

The ratio between the theoretical E_T distributions of Drell-Yan and minimum bias events, $\Theta(E_T)$, is plotted as a function of E_T in Fig. 7. For comparison purposes, the same figure also shows the ratio of the

Et分布 dN/dEt と各Etビン内に生ずるDrell Yanの分布をモデル計算で求めて、これと実際のデータを比較する。

PHENIXでもこの方法は有効。これを使わないと、統計がまったく足りない。

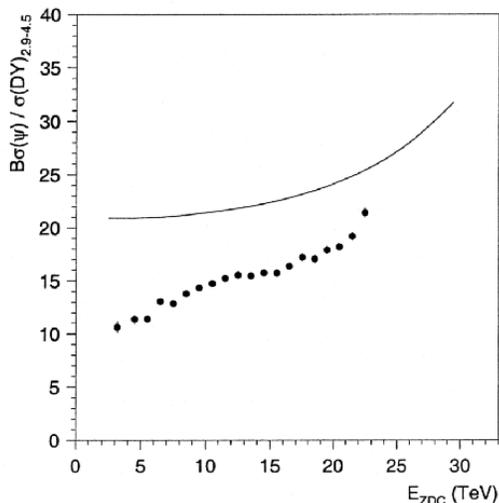


Fig. 5. $\sigma_\psi / \sigma_{DY}$ ratio as a function of E_{ZDC} , obtained with the minimum bias analysis of the 1998 data sample. The curve represents the J/ψ suppression due to ordinary nuclear absorption.

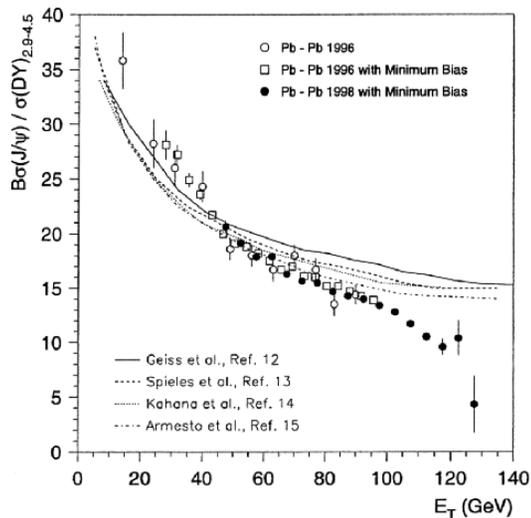


Fig. 6. Comparison between our data and several conventional calculations of J/ψ suppression.

Min. Bias. 法として、Etを用いても、EZCALを用いても定性的に同様の結果が得られる。

中心衝突で、J/Psi抑制は飽和しない。

この実験データに対し、hadronic comoverモデルはすべて抑制効果が飽和すると予言。

——> comover モデルは排除された。

Bjorken公式を用いて、エネルギー密度を推定して抑制効果をプロットすると、密度2.3 GeV/fm³と3GeV/fm³の2段階の抑制が起こっている。前者はc,後者はJ/Psi自身の抑制と解釈できる。

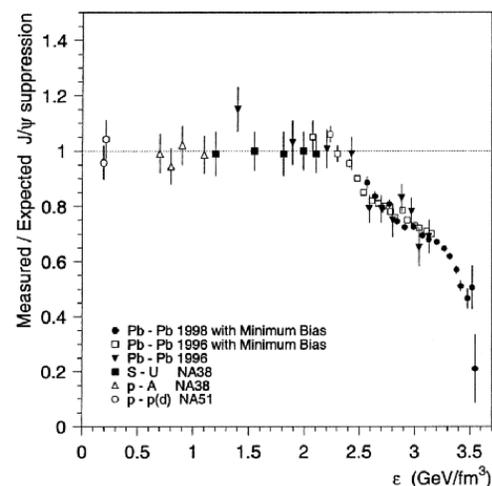


Fig. 7. Measured J/ψ production yields, normalised to the yields expected assuming that the only source of suppression is the ordinary absorption by the nuclear medium. The data is shown as a function of the energy density reached in the several collision systems.

