

Charmonia production in $\bar{p} + A$

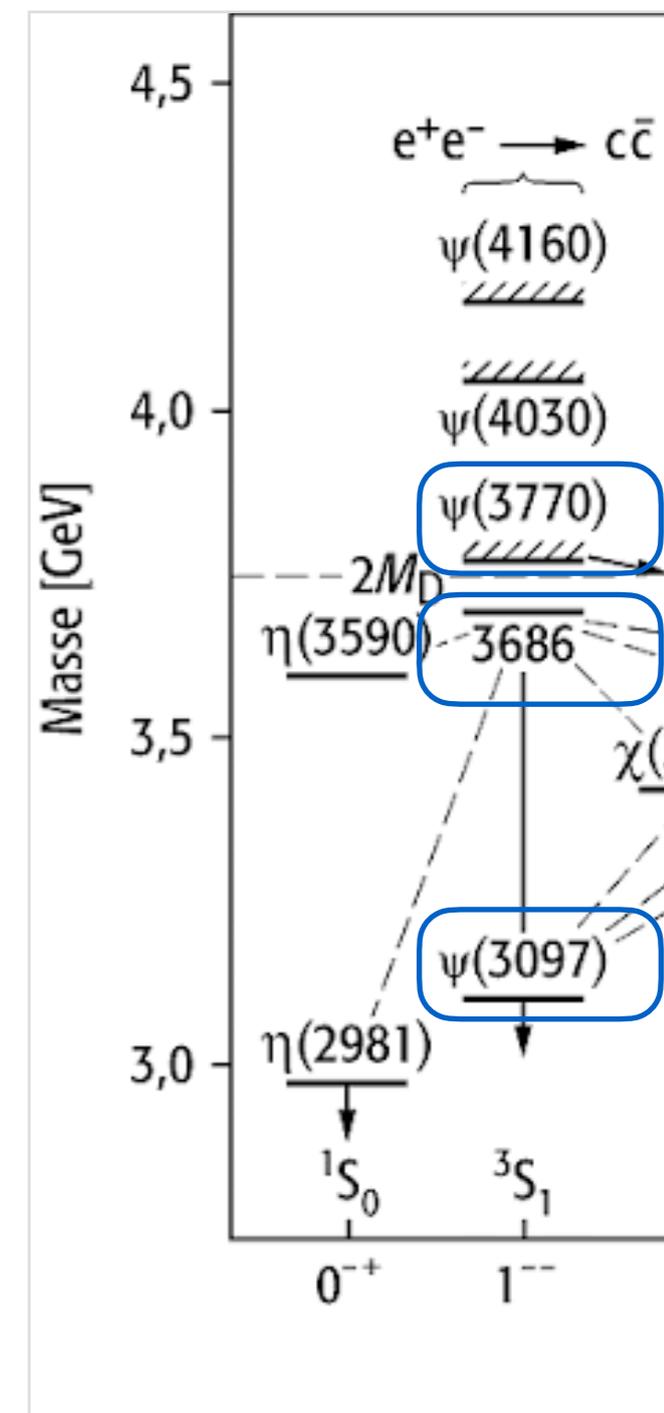
Ref: arXiv:nucl-th/0310080v1 (이수형, Hadron2003 프로시딩)

- $\bar{p}+A$ 충돌에서 J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$ 의 불변질량 스펙트럼 측정
- $e^+ + e^-$ 채널 활용
- 4 - 6 GeV/c 의 \bar{p} 빔은 타겟 핵 내부에서 흡수되고, 이 과정에서 ψ 가 생성되면 $\sim 10\text{fm}/c$ 정도 표류하고 핵 속에서 붕괴됨
- Nuclear matter에 의한 Stark Effect로 인해 질량이 줄어들 것으로 예상하는데, 2nd order 여서 color dipole size에 비례해서 효과가 커질 것으로 예상

TABLE 1. Charmonium Mass shift in nuclear matter in MeV

Charmonium	J^{PC}	QCD 2nd order Stark Effect	QCD sum rules	Effects of $D\bar{D}$ loop
η_c	0^{-+}	- 8 MeV	-5 MeV	No effect
J/ψ	1^{--}	-8 MeV	-7 MeV	< 2 MeV
$\chi_{0,1,2}$	$0, 1, 2^{++}$	- 40 MeV	-60 MeV	No effect on χ_1
$\psi(3686)$	1^{--}	-100 MeV		< 30 MeV
$\psi(3770)$	1^{--}	-140 MeV		< 40 MeV

- $\psi(2S)$ 와 $\psi(3770)$ 은 각각 -100 MeV, -140 MeV 쉬프트 예상
- 연구의 최종목표?
 - Cold Nuclear Matter effect의 직접적인 확인
 - 핵 속의 Gluon condensate $\langle \frac{\alpha_s}{\pi} G^2 \rangle$ 측정



Charmonia production in $\bar{p} + A$

- 지금까지 다른 heavy ion 실험에서는 왜 mass shift를 측정하지 못했나?
 - ψ 가 핵 속에서 붕괴하게 하려면 4-6 GeV의 낮은 에너지 필요
 - 이 에너지 레벨에서는 \bar{p} 속의 valence anti-quark가 필수
- 원래 PANDA 실험에서 제안하였으나, K10도 가능할 듯. Luminosity와 검출기 성능이 관건.
- 좋은 EMcal과 Hcal 혹은 pre-shower 실리콘 검출기가 필요

TABLE 3. Measurable decay channel and expected event rate at GSI future accelerator.

Charmonium	$\Gamma_{Total} + \Gamma_{medium}$	Final state	cross-section to final state	events per day
$J/\psi(3097)$	87 KeV+ 20 MeV	$e^+ + e^-$	6pb	100
$\psi(3686)$	300 KeV+ 20 MeV	$e^+ + e^-$	0.6 pb	10
$\psi(3770)$	23.6 MeV +20 MeV	$e^+ + e^-$	1 pb	17
$\chi_{c0}(3417)$	16.2 MeV+ 20 MeV	$J/\psi + \gamma$	200 pb	3400
$\chi_{c1}(3510)$	0.92 MeV+20 MeV	$J/\psi + \gamma$	80 pb	1360
$\chi_{c2}(3556)$	2.08MeV+20 MeV	$J/\psi + \gamma$	350 pb	5950

- GSI FAIR 기준 ($L = 2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1} = 200 \mu\text{b}^{-1}/\text{s}$), 매일 17개의 $\psi(3770)$ 을 볼 수 있다고 함.