

In-medium $N^*(1535)$ spectroscopy



理化学研究所

仁科加速器研究センター 板橋健太

In-medium $N^*(1535)$ spectroscopy

LETTER OF INTENT FOR J-PARC

SPECTROSCOPY OF η MESIC NUCLEI BY
 (π^-, n) REACTION AT RECOILLESS
KINEMATICS

K. Itahashi^{a1}, H. Fujioka^{b2}, S. Hirenzaki^c, D. Jido^d, and H. Nagahiro^e.

実験： 板橋、藤岡

理論： 永廣、慈道、比連崎

Nagahiro NPA761(05)92
Nagahiro PRC68 (03) 035205
Jido PRC66(02) 045202

理化学研究所

仁科加速器研究センター 板橋健太

In-Medium $N^*(1535)$ の理論模型

Chiral Unitary Model

$N^* = K\Sigma - K\Lambda$ の s-wave resonance

(c.f. $\Lambda(1405) = KN$)

Kaiser PLB362(95)23
Waas NPA625 (97)287
Garcia-Recio PLB550(02)47
Inoue NPA710 (02)354

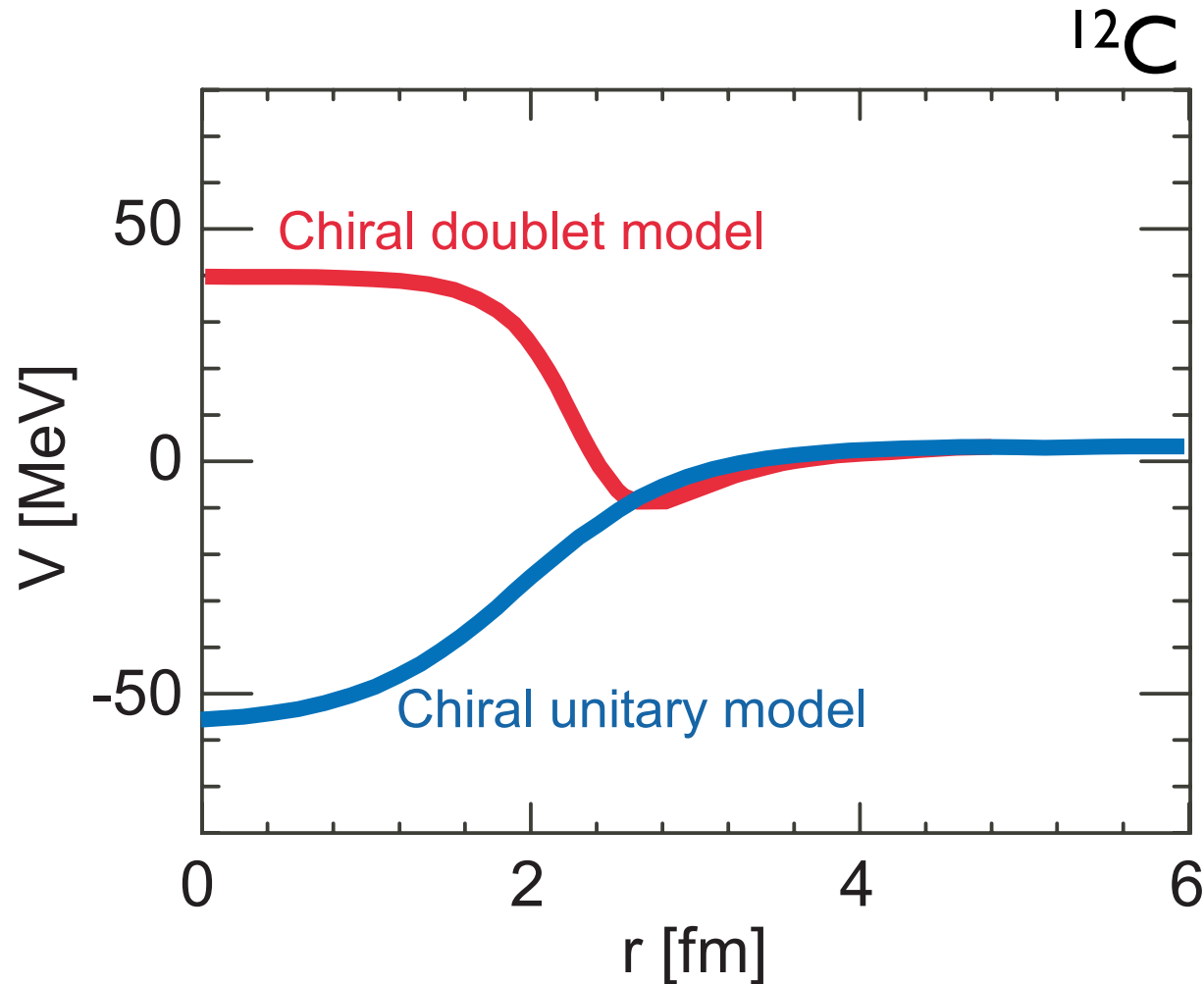
Chiral Doublet Model

$N^* =$ 核子のカイラルパートナー

DeTar, Kunihiro PRD39(89)2805
Jido NPA671(00)471
Jido PTPI06(01)873
Kim NPA640(98)77

光学ポテンシャル

(永廣さんのトラペより)



研究の目的

どちらのモデルが正しいのか知りたい

これまで、カイラル対称性は中間子で
色々研究されてきた
でも、バリオンは手つかず

研究の目的

どちらのモデルが正しいのか知りたい

これまで、カイラル対称性は中間子で
色々研究されてきた
でも、バリオンは手つかず

$N^*(1535)$? 核子のカイラルパートナー

$N^*(1535)$ の重要な特徴として...

$\eta - N$ は $N^*(1535)$ と強く結合

Grein NPA338 (80) 332
Bhalerao PRL 54 (85)865
Krushee PRL 74 (95) 3736
Benmerrouche PRL 67 (91) 1070

低い運動量の η を原子核中に作れば
In-medium $N^*(1535)$ とホールが励起

素過程 = η 生成反応

どうやって生成するのが良いか

- $p(d, {}^3\text{He})\eta$ 素過程断面積が予想より一桁小さい

(東大早野研・伊藤)

- $p(\gamma, p)\eta$ ディストーションが小さくて良さそう

Spring-8 でやるにはエネルギーが低すぎる

核理研なら良いかもしれない。

- $N(\pi, N)\eta$ @ J-PARC の可能性？

過去の実験

AGS (π^+ ,p)

proton angle at 15 deg.

過去の実験

AGS (π^+ ,p)

proton angle at 15 deg.



仁科加速器研究センター 板橋健太

J-PARCハドロン実験施設の

ビームライン設備拡充に向けて

VOLUME 60, NUMBER 25

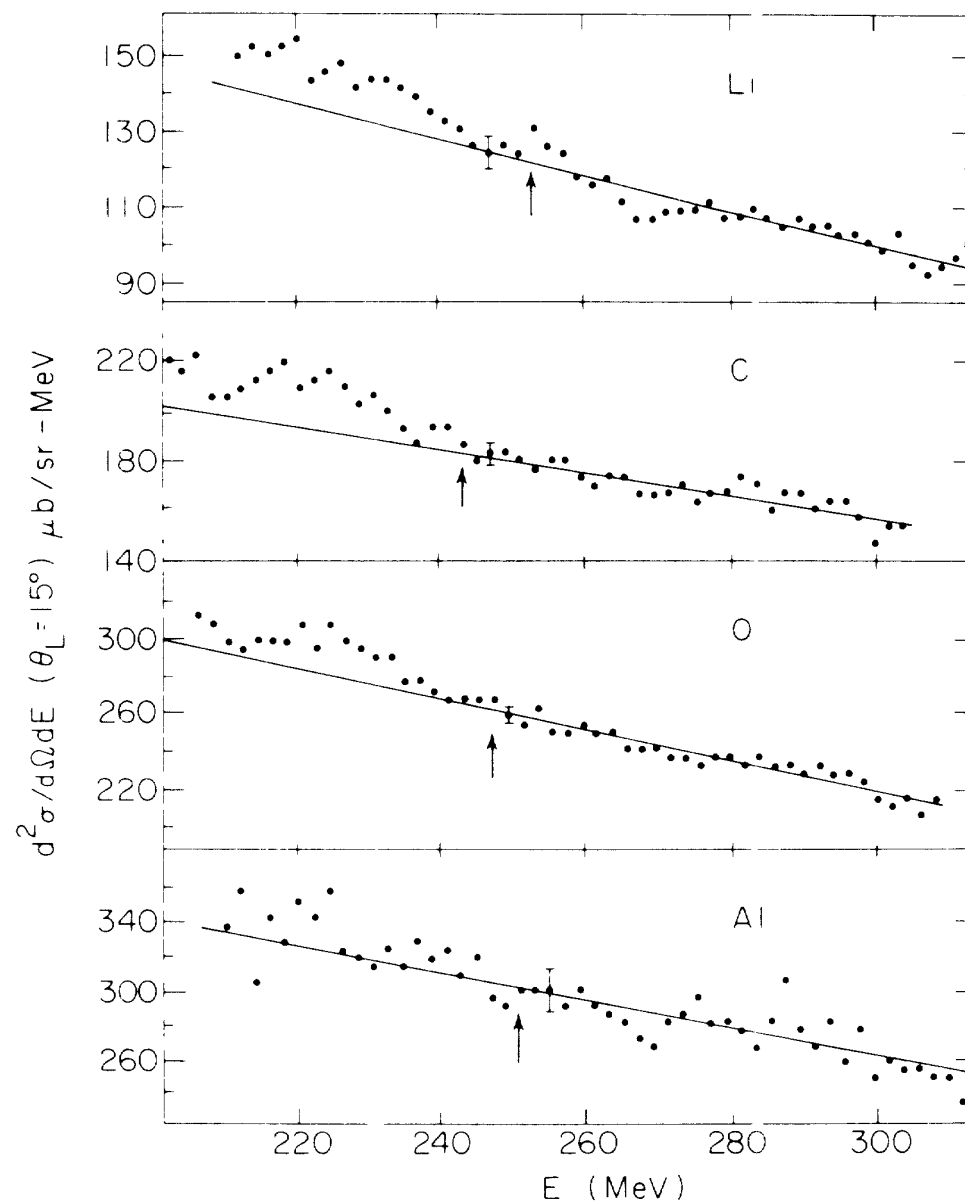
PHYSICAL REVIEW LETTERS

20 JUNE 1988

Search for Bound States of the η Meson in Light Nuclei

R. E. Chrien, S. Bart, P. Pile, R. Sutter, and N. Tsoupas

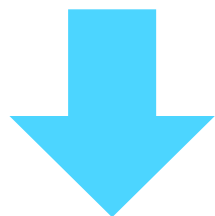
Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973



過去の実験

AGS (π^+ ,p)

proton angle at 15 deg.

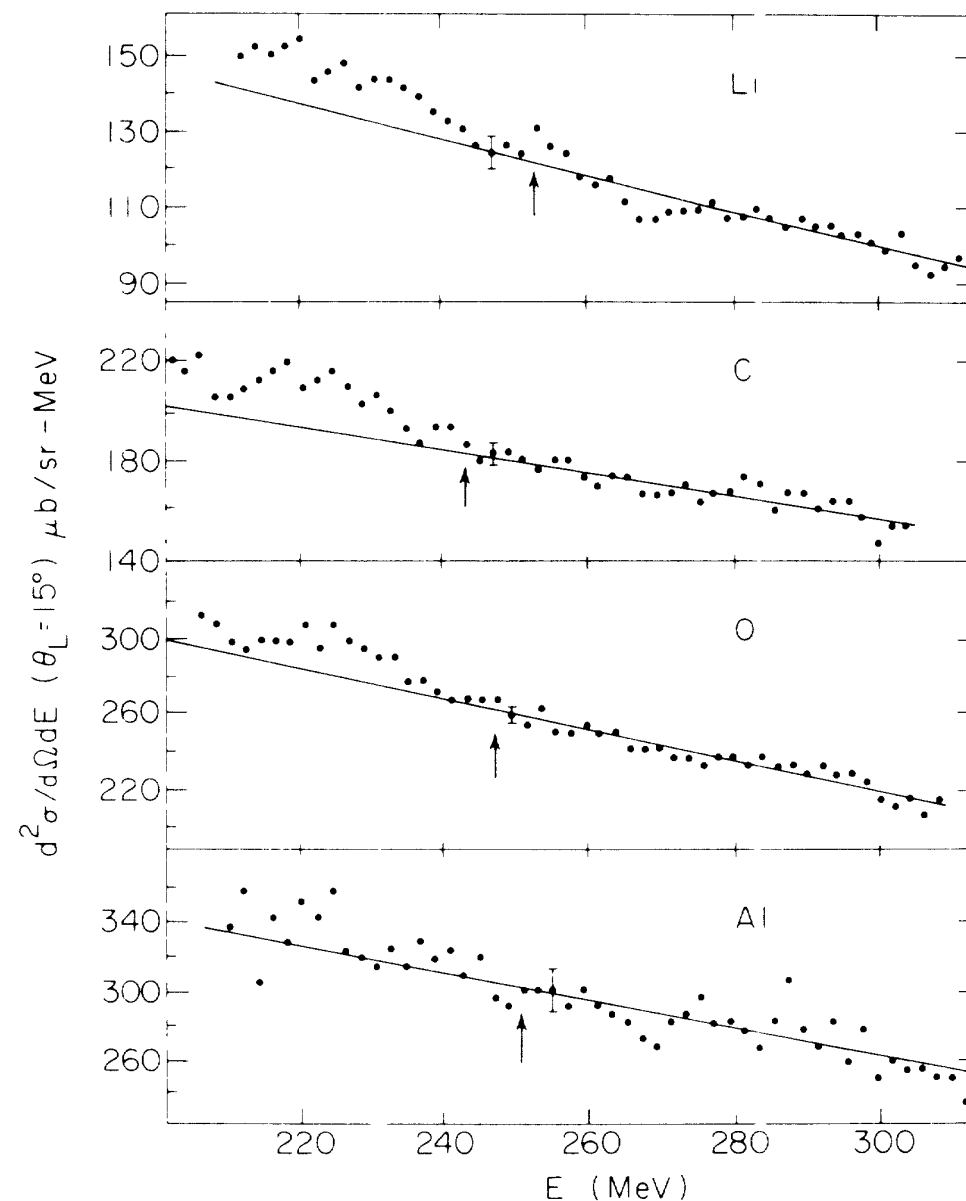


Negative Results

Search for Bound States of the η Meson in Light Nuclei

R. E. Chrien, S. Bart, P. Pile, R. Sutter, and N. Tsoupas

Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973



何故見えなかった？

運動量移行～ 200 MeV/c と大きい

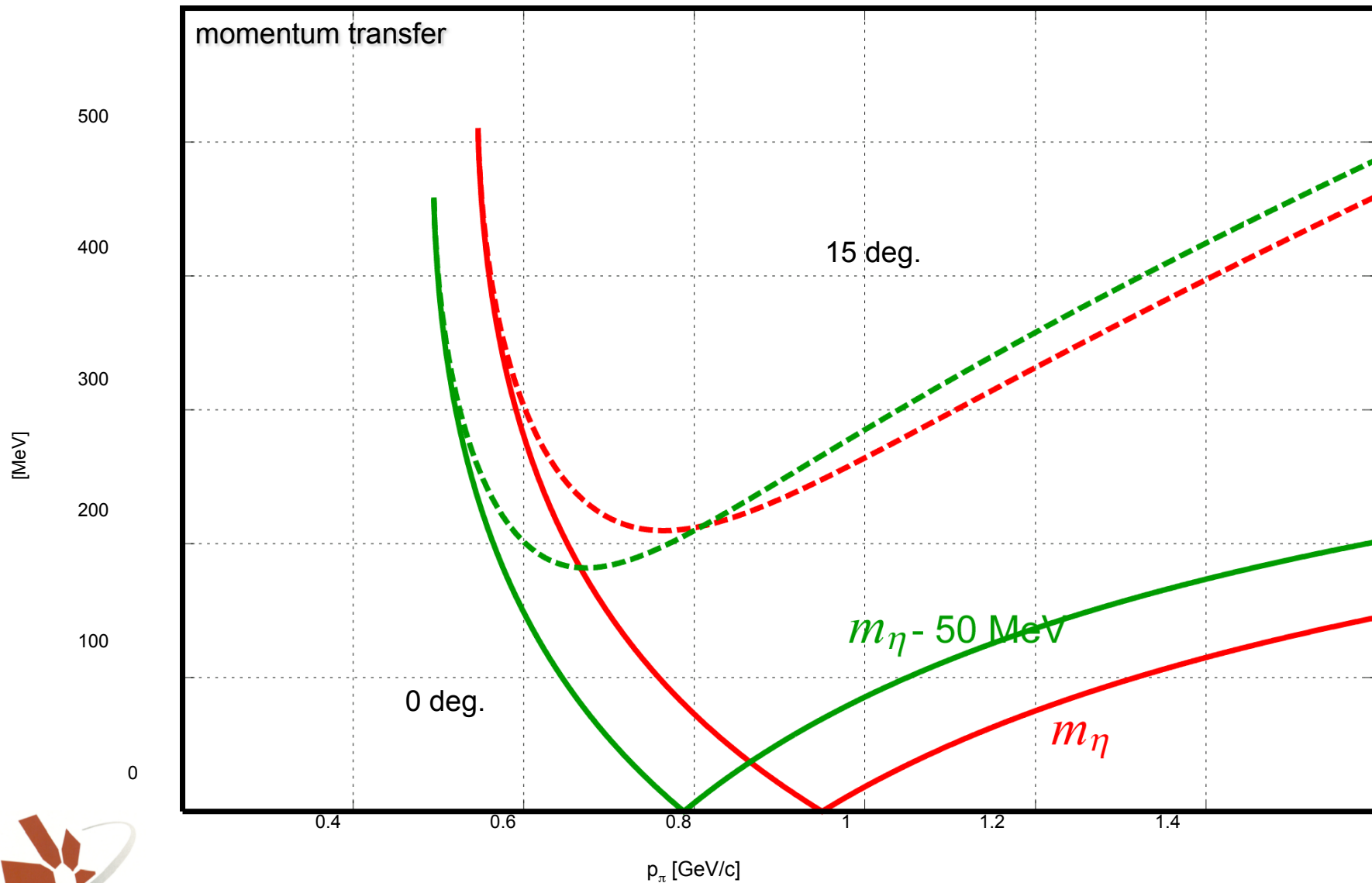
何故見えなかった？

運動量移行～ 200 MeV/c と大きい

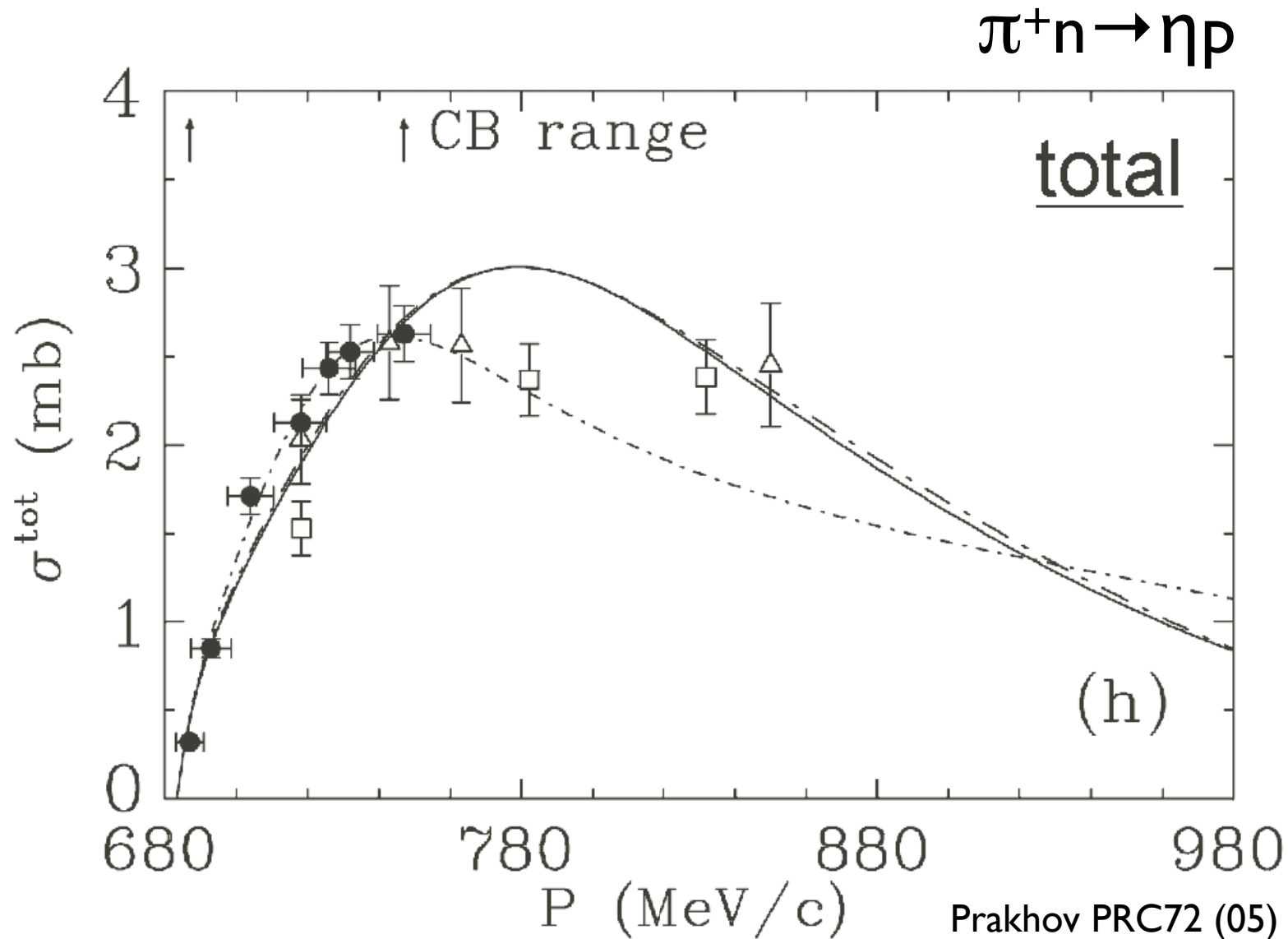
実際、永廣等の計算により計測された
スペクトルは再現されている

運動量移行

(π, N)



素過程断面積



Prakhov PRC72 (05) 015203

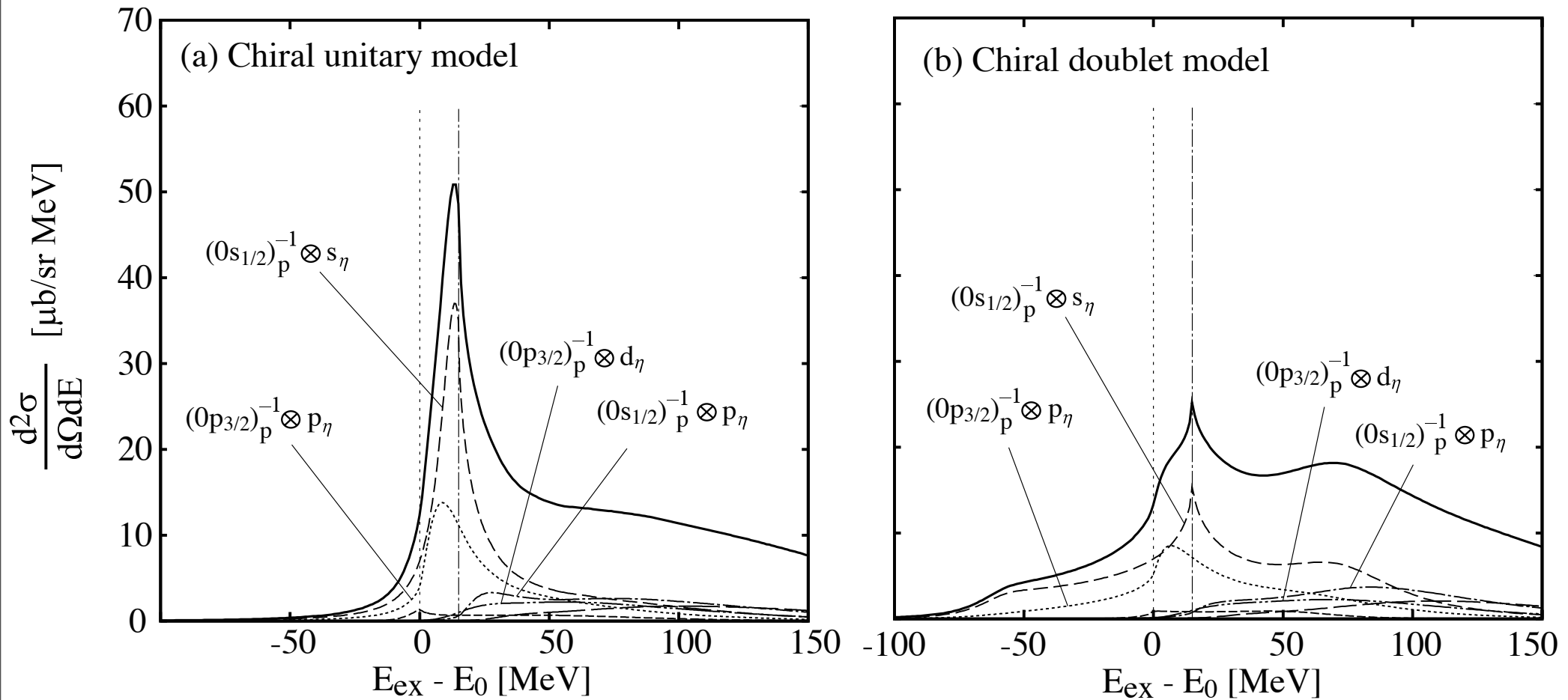
質量数依存性など見てみたいが、
最初の標的としては

リチウム

陽子ピックアップ反応なので、
p-state 陽子が炭素と比べて少なく、
相対的に s-state 陽子の寄与が期待できる

理論予想スペクトル

永廣、慈道、比連崎等

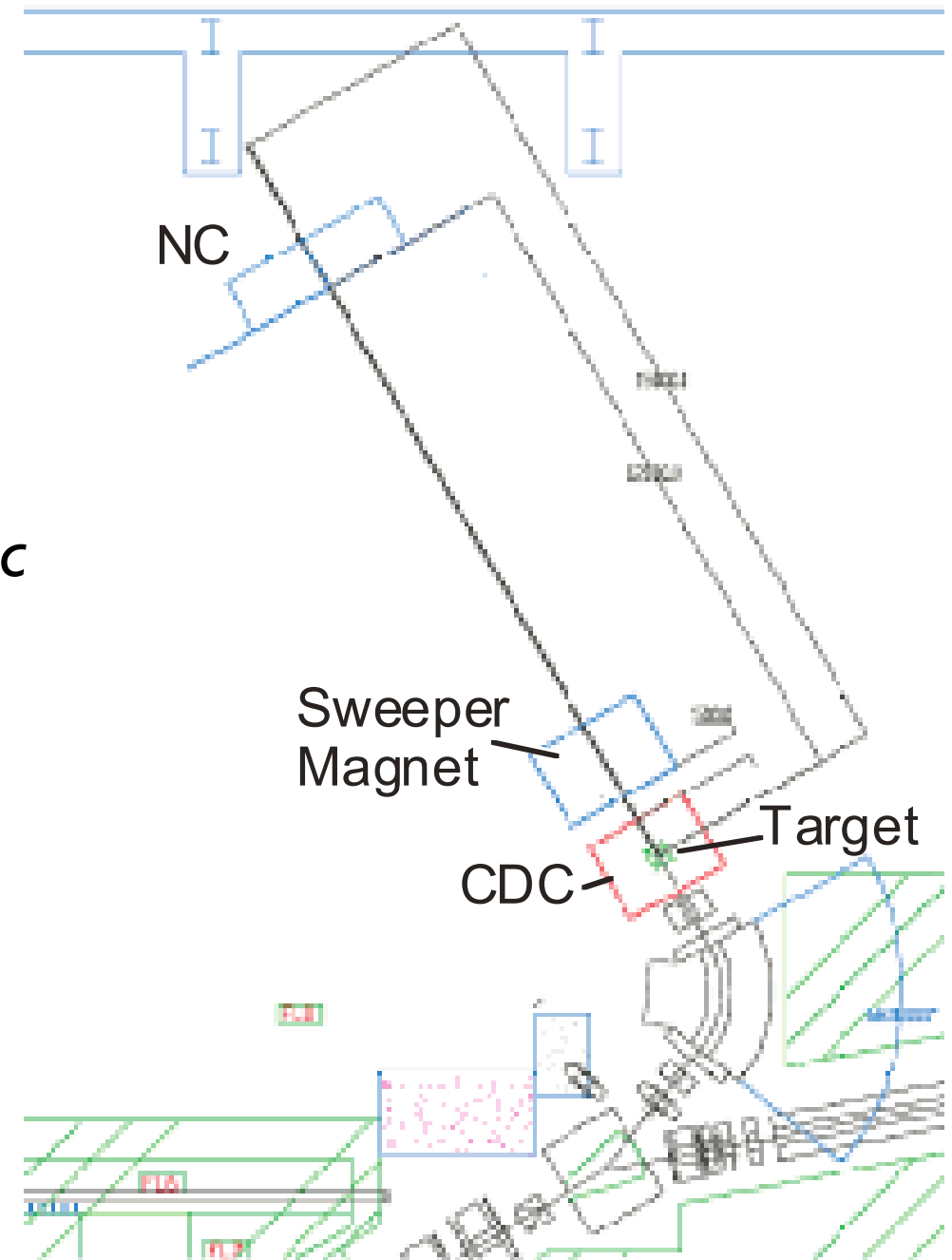


束縛

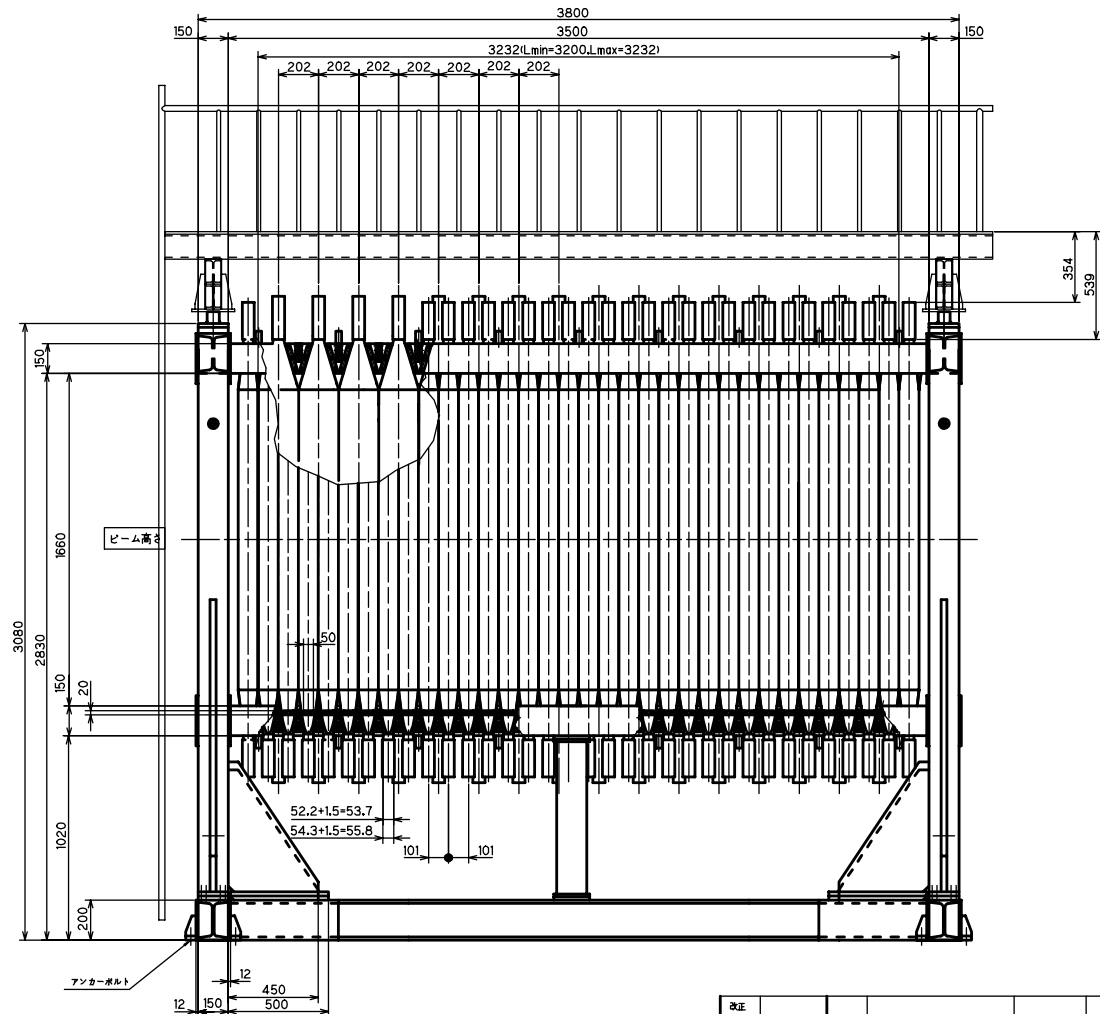
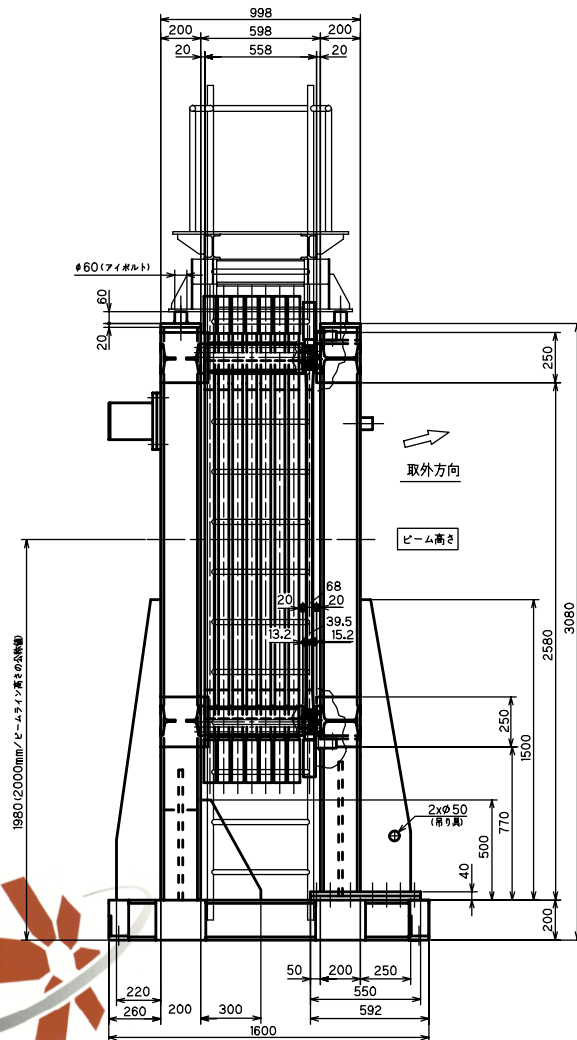
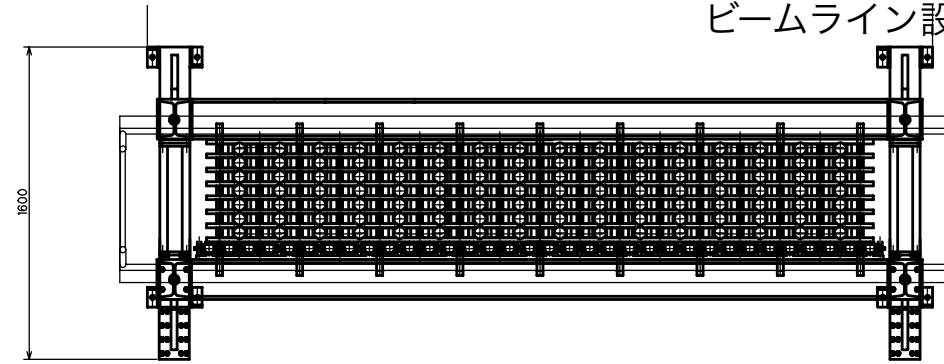
実験原理

0度で計測したいので、
素過程は $p(\pi^-, n)\eta$

- 入射ビームは π^- 780 MeV/c
- 分光は、欠損質量分光法
- 中性子はTOF 12 mで計測
(分解能= 20 MeV/c² 程度)



中性子カウンタ

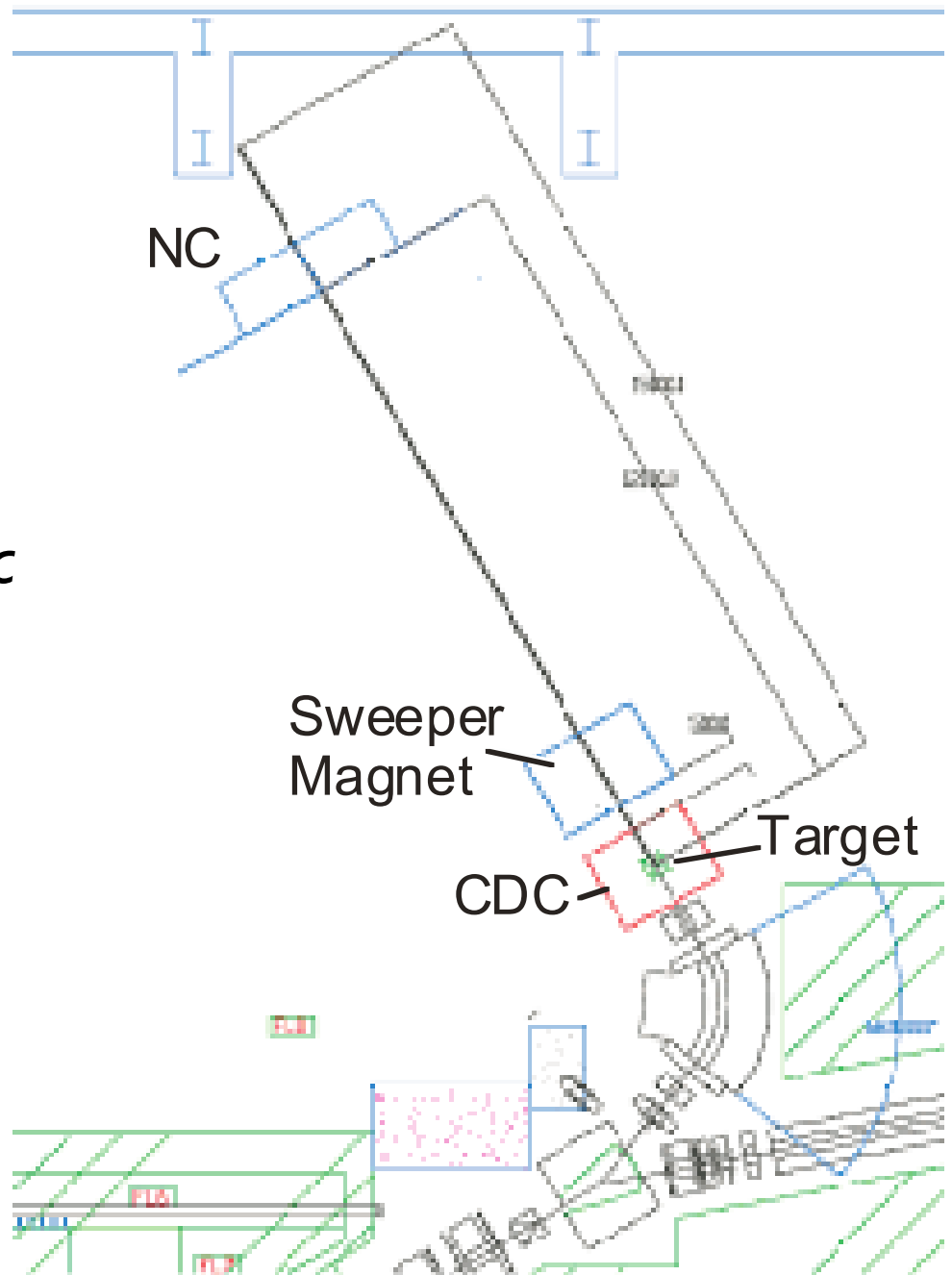


改正	番号	名称	材質	図名
改正2				J-PARC E-15用
改正1				中性子カウンタ全体
設計	設計	設計	設計	1/12
製作	製作	製作	製作	図名
2007.10.01				mm

実験原理

0度で計測したいので、
素過程は $p(\pi^-, n)\eta$

- 入射ビームは π^- 780 MeV/c
- 分光は、欠損質量分光法
- 中性子はTOF 12 mで計測
(分解能= 20 MeV/c² 程度)

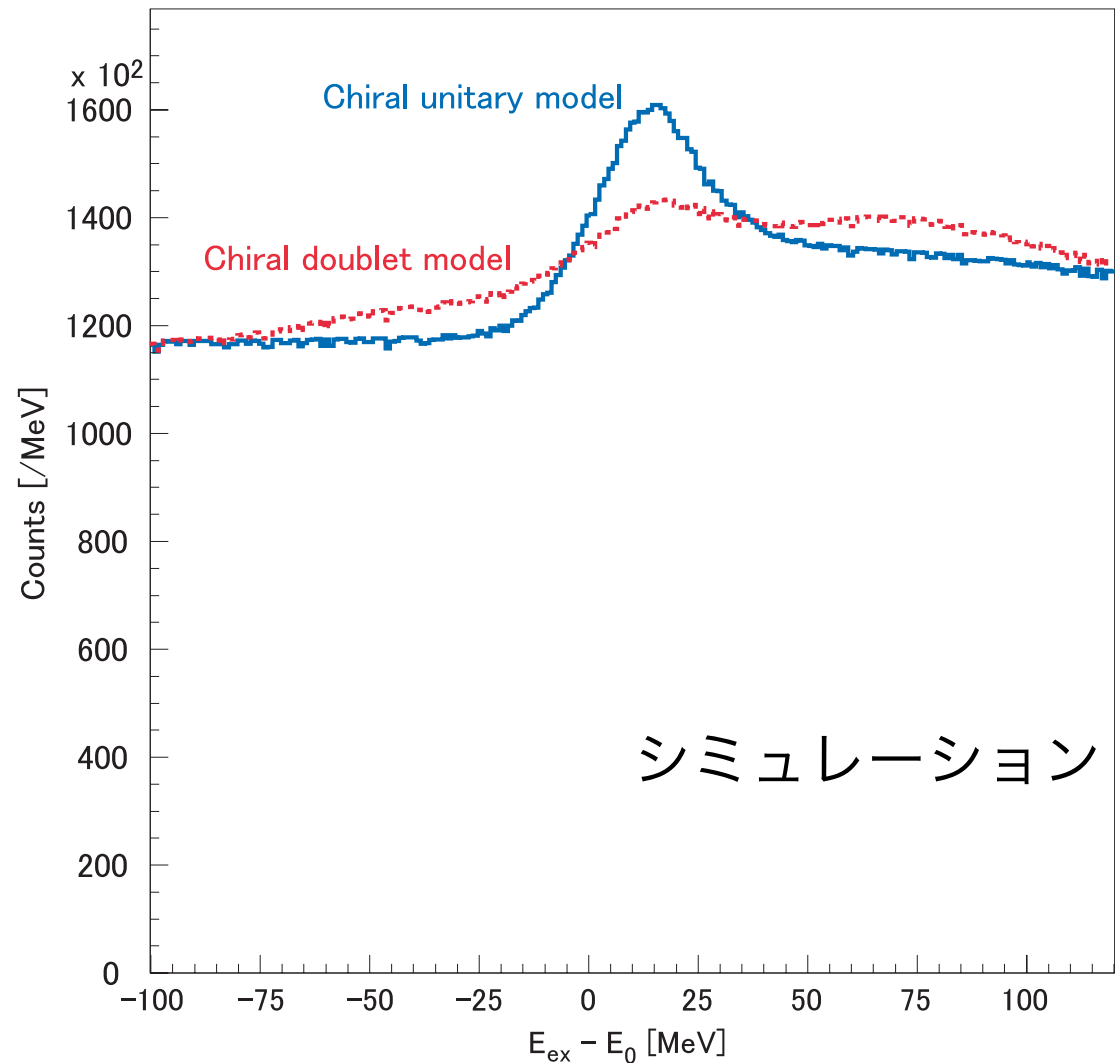


予想スペクトル

${}^7\text{Li}(\pi, n)$ @ 780 MeV/c

仮定

- 分解能 $20\text{MeV}/c^2$ (FWHM)
- Chrien とCM系で同じ
バックグラウンドレベル



本実験計画の特徴

$N^*(1535)$: 35-55% が
 $N\pi$ に崩壊

本実験計画の特徴

$N^*(1535)$: 35-55% が

$N\pi$ に崩壊

標的から放出される荷

電粒子計測→トリガ



本実験計画の特徴

不変質量計測も可能?



$N^*(1535)$: 35-55% が

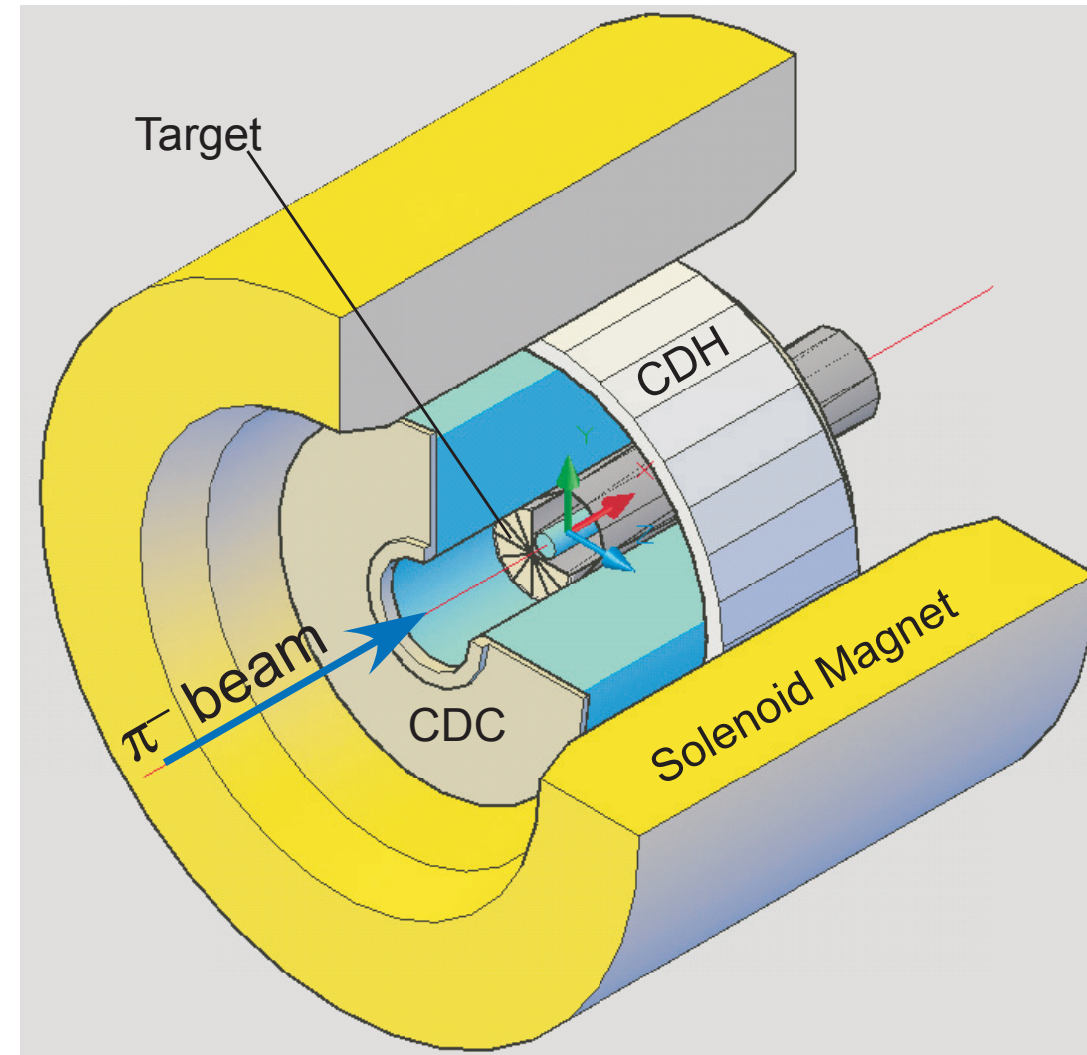
$N\pi$ に崩壊

標的から放出される荷

電粒子計測→トリガ



標的周辺の検出器群



E15: DeepK 探索実験

実験に必要なビームライン

- Pion Beam 1 GeV/c
- Intensity 数 MHz 以上
- 出来れば $\Delta p/p$ が小さい方がよい
- 中性子カウンターのTOF距離

実験に必要なビームライン

- Pion Beam 1 GeV/c
- Intensity 数 MHz 以上
- 出来れば $\Delta p/p$ が小さい方が良い
- 中性子カウンターのTOF距離

KI.I ビームライン

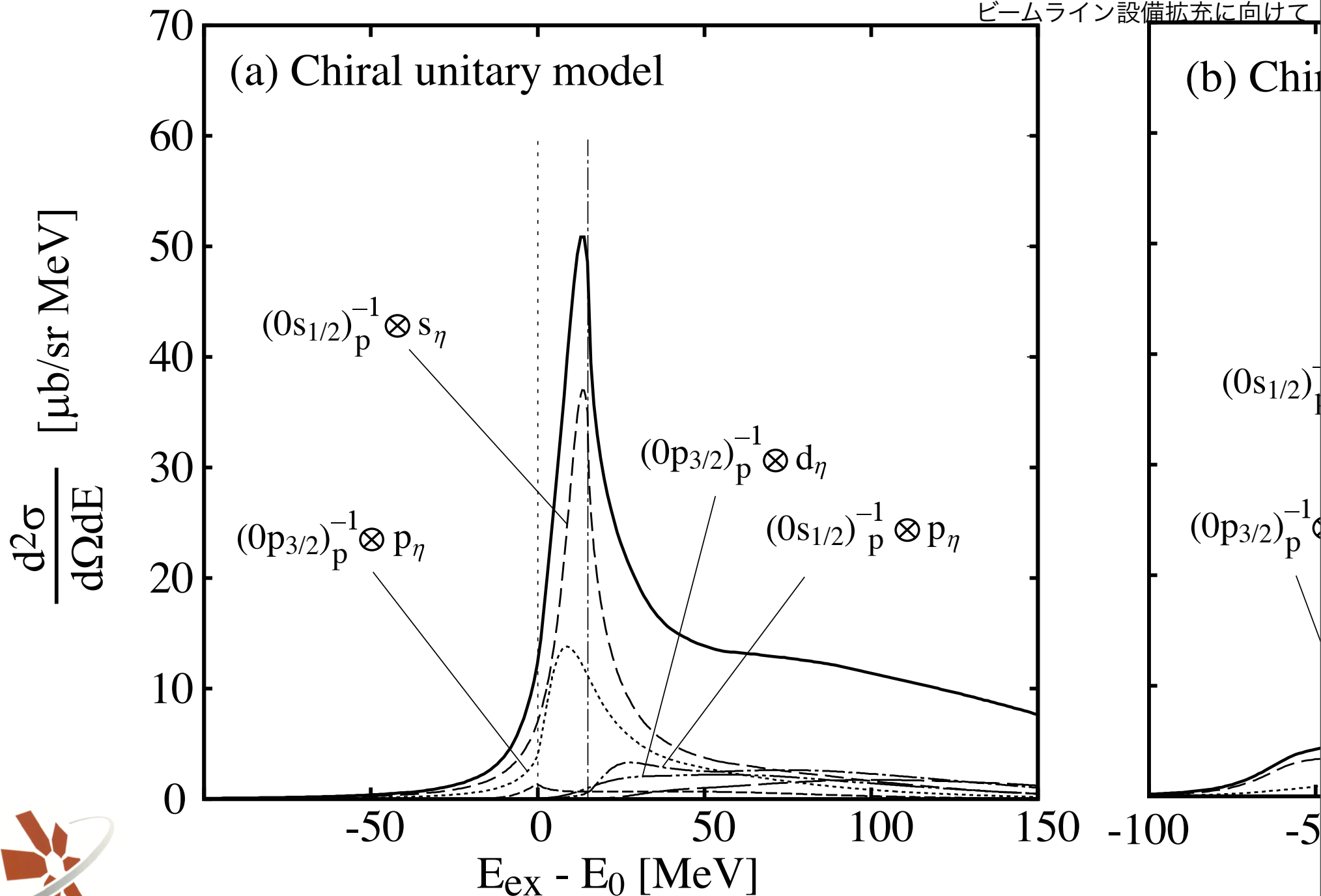
(かKI.8BRか高分解能 π ビームライン?)

まとめ

- $N^*(1535)$ を通して、バリオンセクターの
カイラル対称性に迫る研究の可能性
- E15 の装置群を使う事で、運動学的完全実験、
欠損質量法と不変質量法の同時適用
- J-PARC K1.1 ビームラインが最適
(K1.8BR でも可能)

ヘリウム3を標的にすると

n^*p や p^*n 状態が生成
→ N^* と核子の相互作用



予想スペクトルも何
もありませんが...

高分解能 π ビームライン

予想スペクトルも何
ありませんが...

高分解能 π ビームライン

素過程 $n(\pi^-, p) \pi^-\pi^-$ で π 二個の
束縛状態分光...

予想スペクトルも何
ありませんが...

高分解能 π ビームライン

素過程 $n(\pi^-, p) \pi^-\pi^-$ で π 二個の
束縛状態分光...

断面積計算できませんか？