

RCNP研究会「重イオン蓄積リングの物理」(Sep. 24-25, 2010 at RCNP)

陽子・中性子過剰核散乱の 系統的解析に向けて

古本 猛憲

(京都大学基礎物理学研究所)

板垣 直之 (京都大学基礎物理学研究所)

肥山 詠美子 (理化学研究所)

櫻木 千典 (大阪市立大学・理学研究科)

Motivation

$A = 7$: ${}^7\text{Be}$, ${}^7\text{Li}$ ($\alpha + 3\text{N}$)

⇒ テスト計算

(二体への分解過程、標的核の励起の効果)

$A = 8$: ${}^8\text{B}$, ${}^8\text{Li}$ ($\alpha + 3\text{N} + \text{N}$)

⇒ Three-body cluster 状態が発達していると考えられる。

⇒ 閾値と共鳴状態の準位の関係

${}^8\text{B}$ と ${}^8\text{Li}$ で大きく異なる。

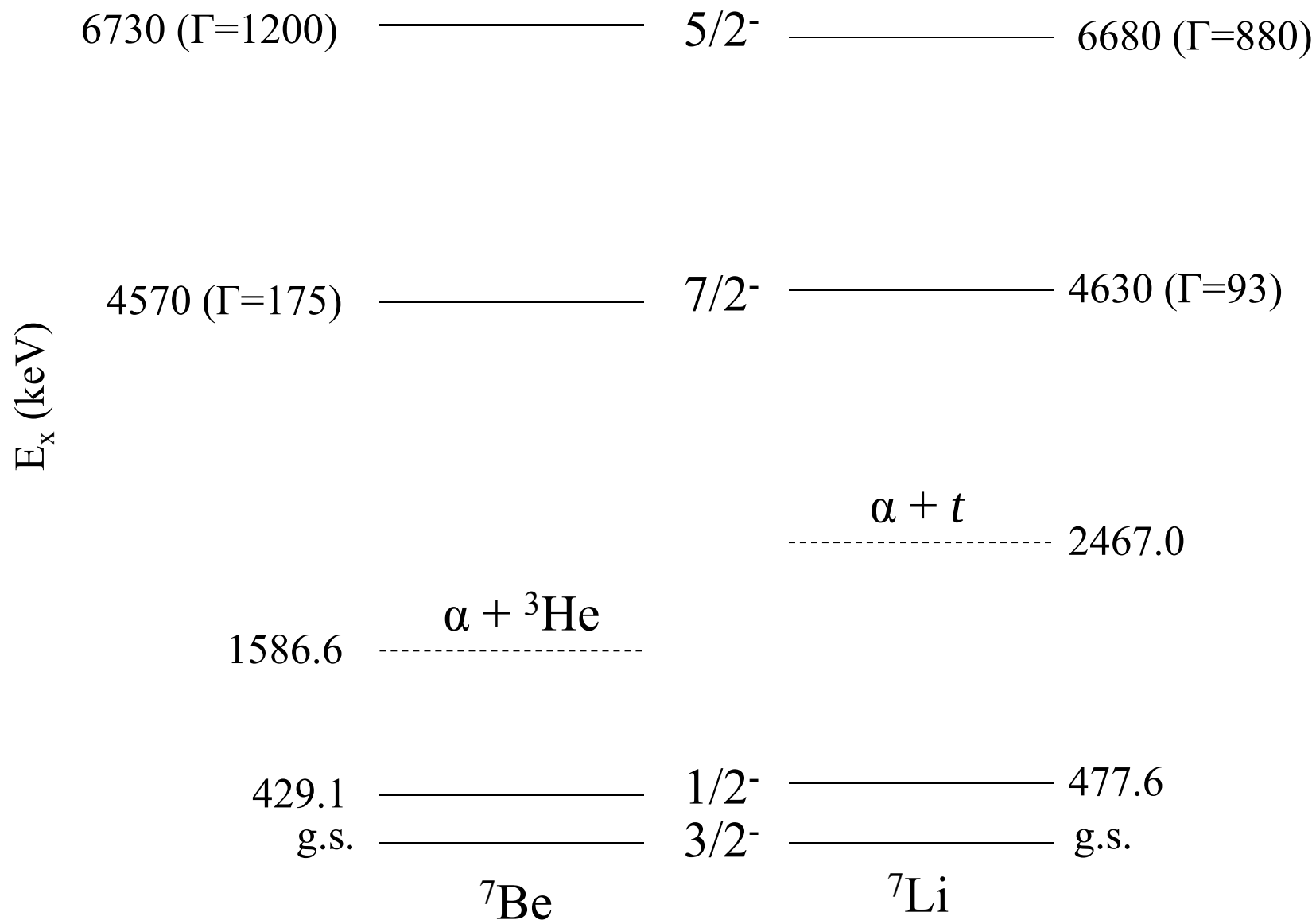
➡ 原子核散乱で違いが見られるか？

$A = 7$: ${}^7\text{Be}$, ${}^7\text{Li}$ ($\alpha + 3\text{N}$) と $A = 8$: ${}^8\text{B}$, ${}^8\text{Li}$ ($\alpha + 3\text{N} + \text{N}$) の比較

⇒ nucleon を1つ加えたときにクラスターの配位等
どのような違いがみられるか？

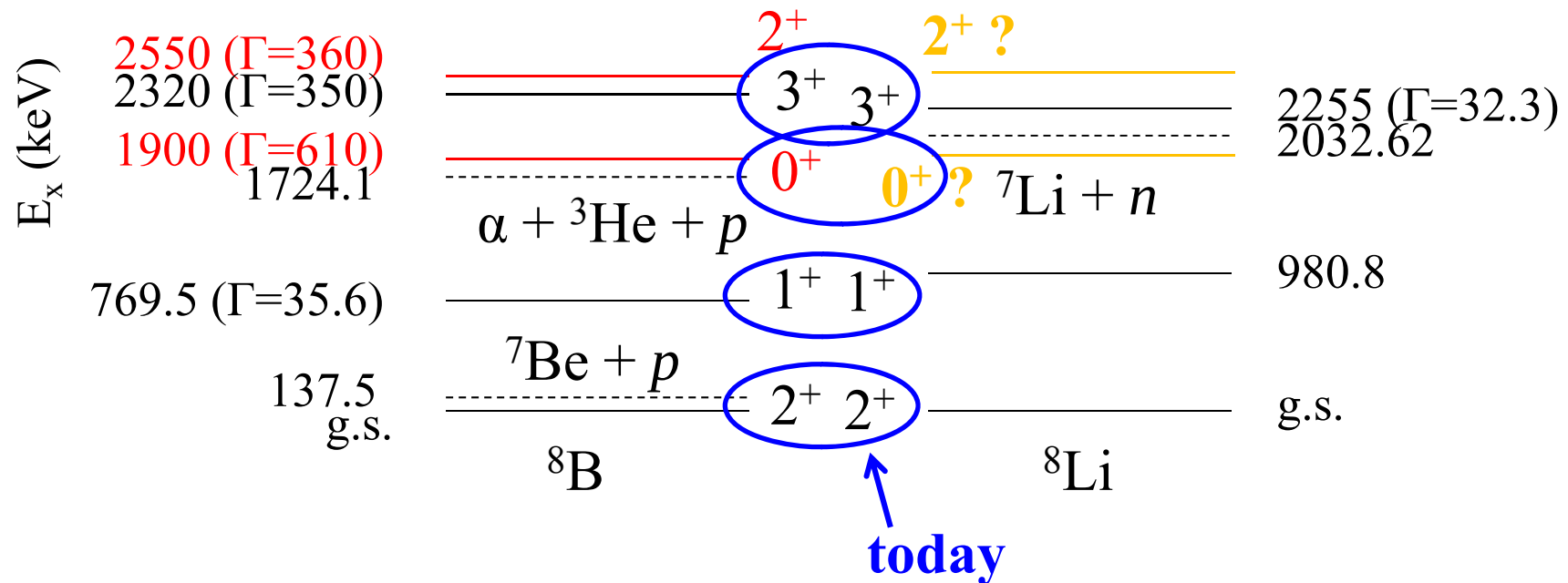
また、それが散乱でどのように見られるか？

Levels of $A = 7$ systems



Levels of $A = 8$ systems

*J. P. Mitchell, et al.,
(Phys. Rev. C.82 (2010) 011601(R))*



微視的チャネル結合法

チャネル結合方程式

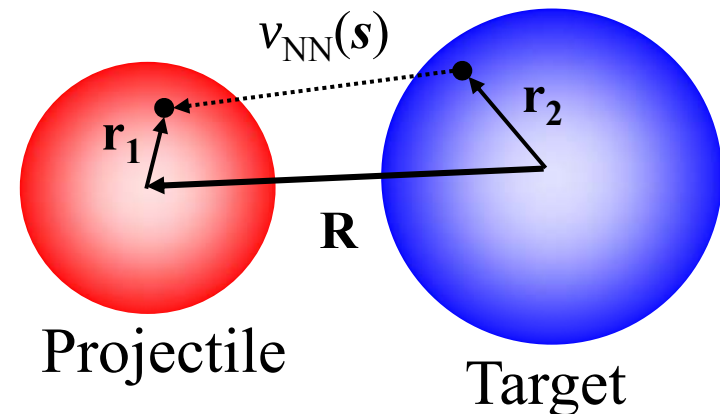
$$\left[T_R + V_{\alpha\alpha}(R) - E_\alpha \right] \chi_\alpha(R) = - \sum_{\beta \neq \alpha}^N V_{\alpha\beta}(R) \chi_\beta(R)$$

チャネル結合方程式に用いられるポテンシャルを、
微視的に(CEG07と遷移密度から)導出する。

$$V_{\alpha\beta}(R) = \int \underbrace{\rho_{\alpha\beta}^{(P)}(r_1)}_{\text{transition density}} \underbrace{\rho_{\alpha\beta}^{(T)}(r_2)}_{\text{CEG07}} v_{NN}(\mathbf{s}; \rho, E) dr_1 dr_2$$

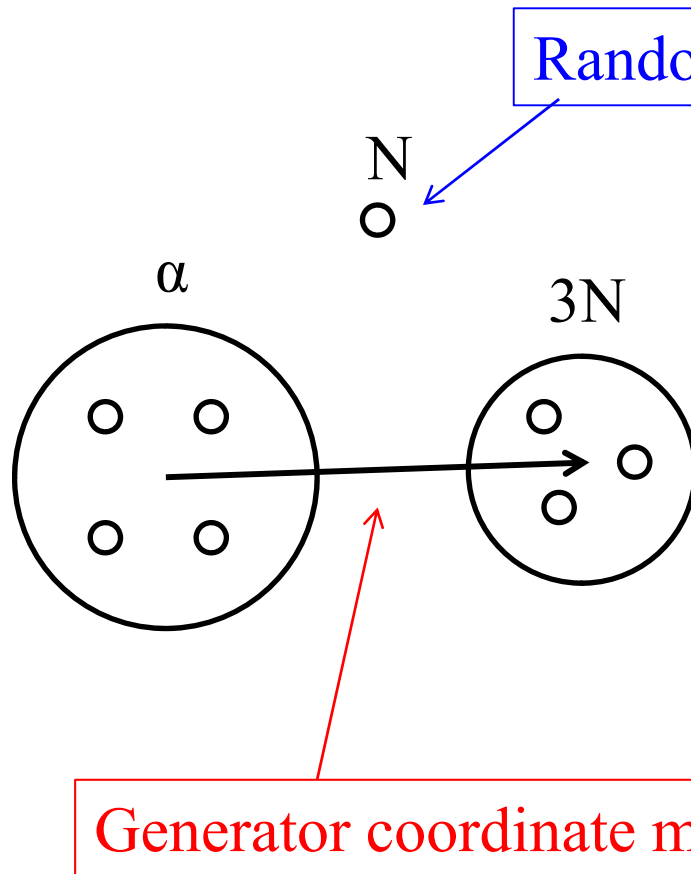
遷移密度

$$\rho_{ik}(\vec{r}) = \langle \varphi_i(\xi) | \sum_i \delta(\vec{r}_i - \vec{r}) | \varphi_k(\xi) \rangle$$



Transition density of the ^8B , ^8Li nuclei

Microscopic $\alpha + 3\text{N} + \text{N}$ model



- Total wave function

$$\Psi = \sum c_i P^{\text{I}\pi} A(\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4 \cdots \varphi_8)_i$$

- Single-particle wave function

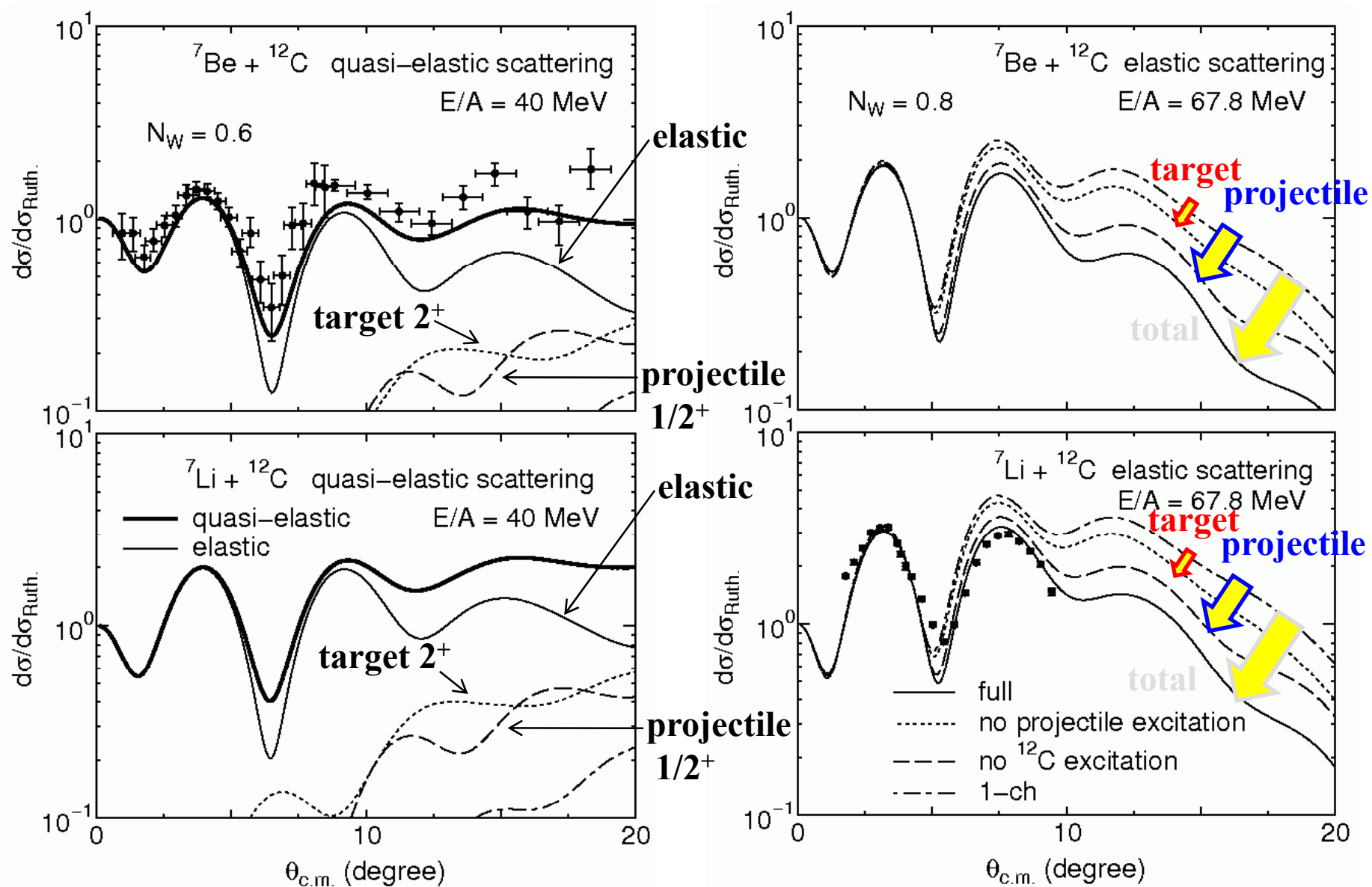
$$\varphi_i = \left(\frac{2\nu}{\pi} \right)^{\frac{3}{4}} \exp[-\nu(\vec{r} - \vec{\zeta}_i/\sqrt{\nu})^2] \chi_i$$

spin-isospin part

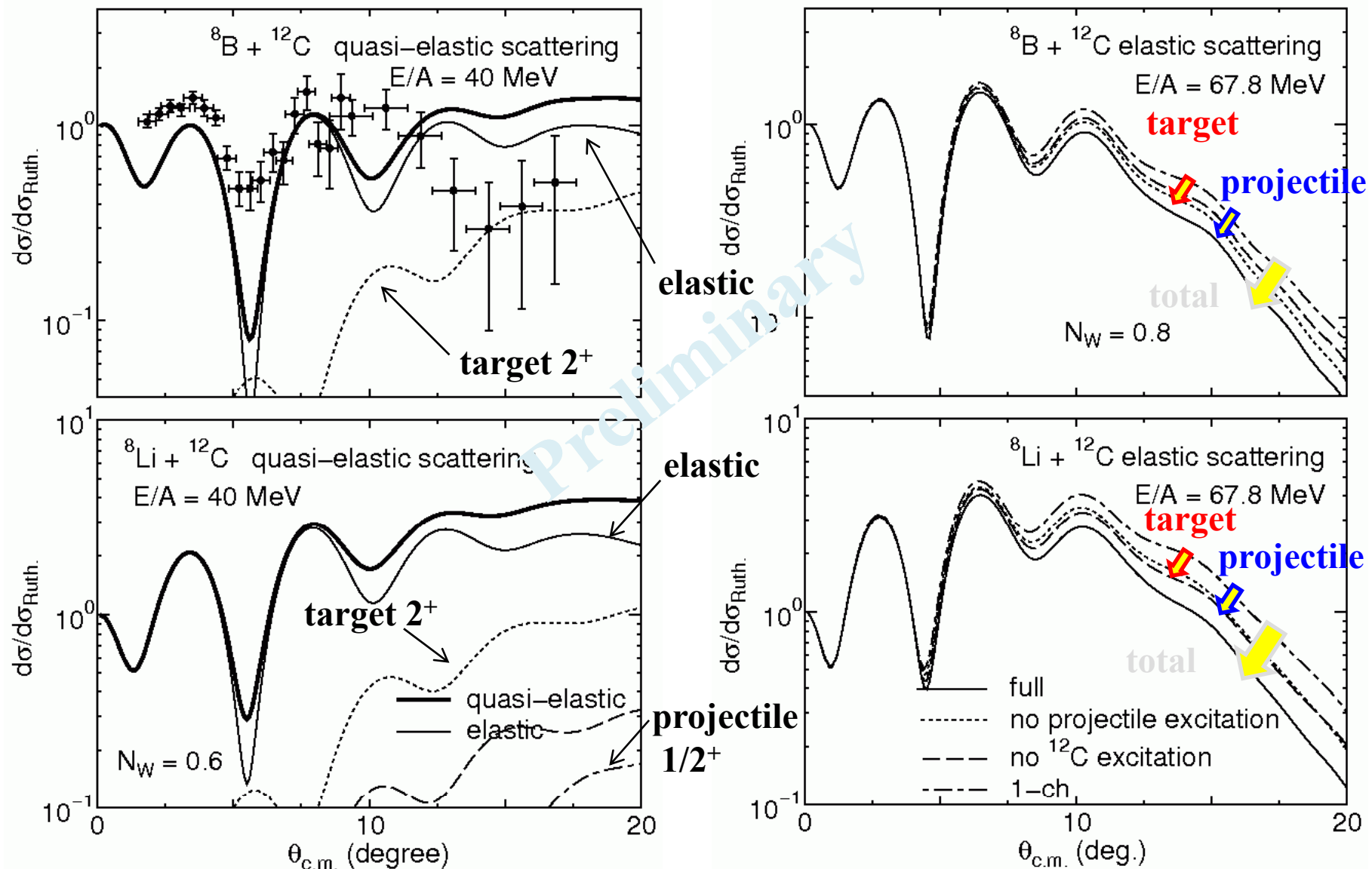
$$\begin{cases} \text{Central} & : \text{Volkov No.2} \\ \text{Spin-orbit} & : \text{G3RS} \end{cases}$$

Important basis states are selected as in stochastic variational method (c.f. Suzuki-Varga)

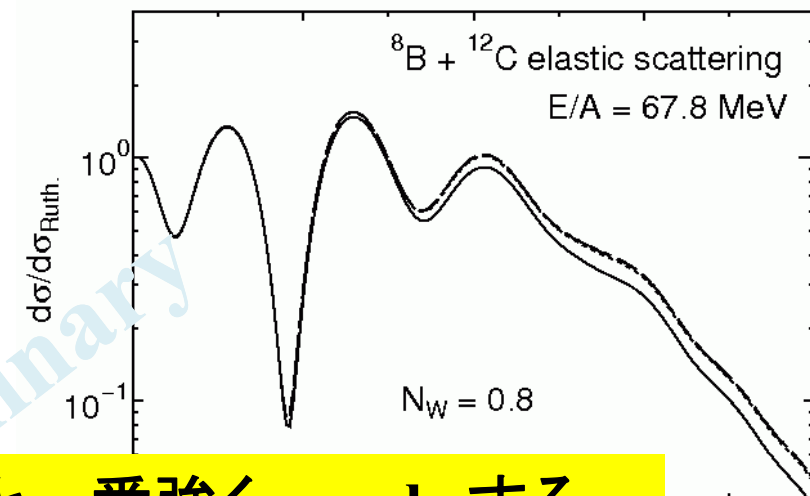
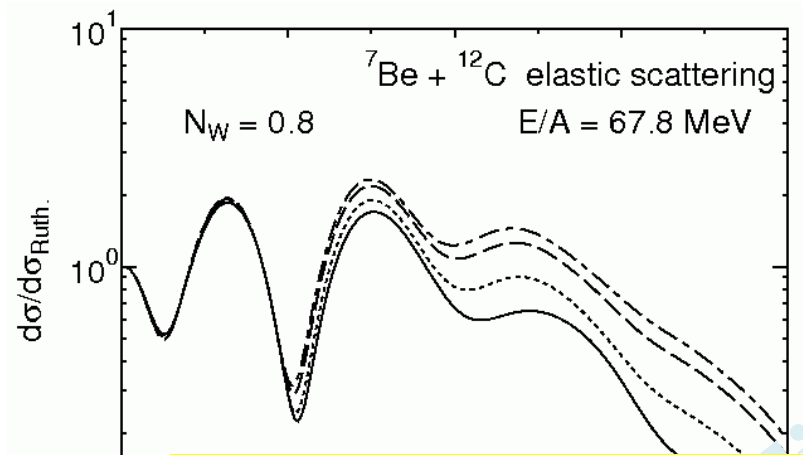
^7Be , ^7Li + ^{12}C elastic and quasi-elastic scatterings



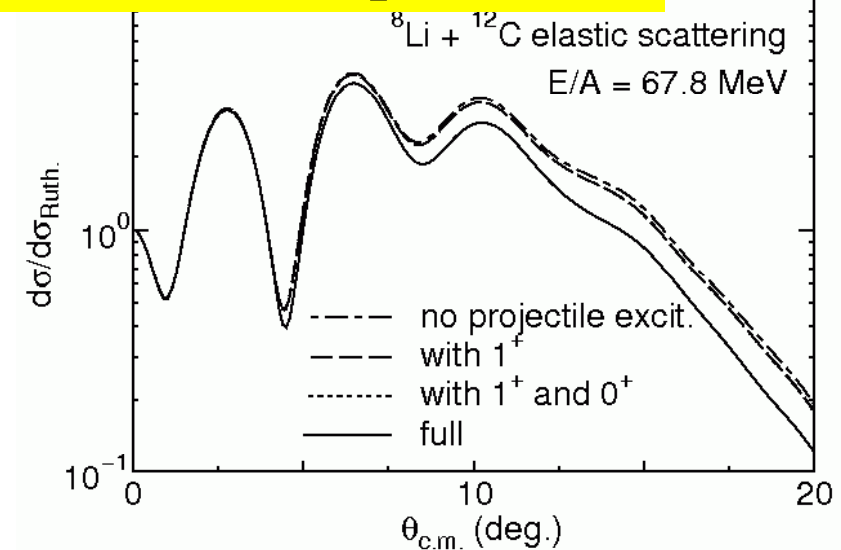
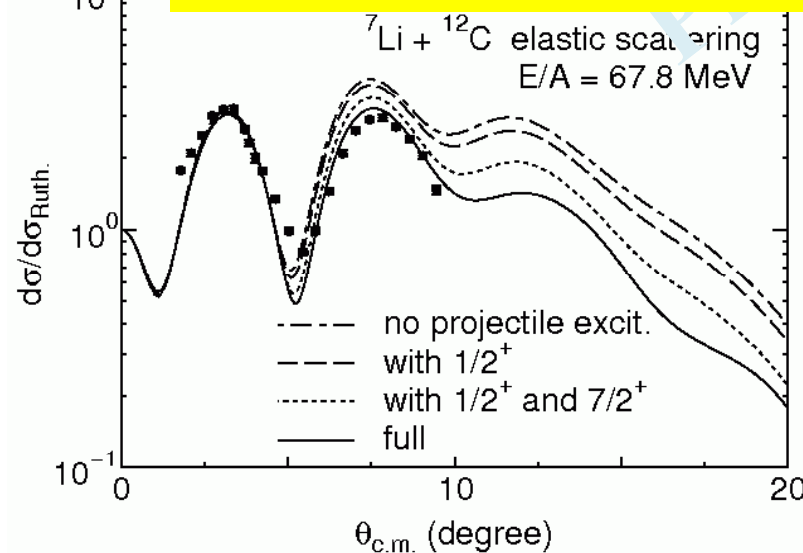
${}^8\text{B}$, ${}^8\text{Li}$ + ${}^{12}\text{C}$ elastic and quasi-elastic scatterings



**Comparison $A = 7$ ($\alpha + 3N$) with $A = 8$ ($\alpha + 3N + N$)
at $E/A = 67.8$ MeV**



3⁺ 状態が elastic channel と一番強く couple する



回転バンド

$4^+ ?$ _____

$3^+ ?$ _____

$4^+ ?$ _____

$2^+ ?$ _____

2^+ _____
 3^+ _____
 0^+ _____

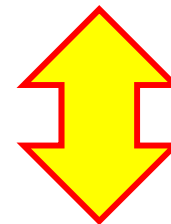
1^+ _____

2^+ _____

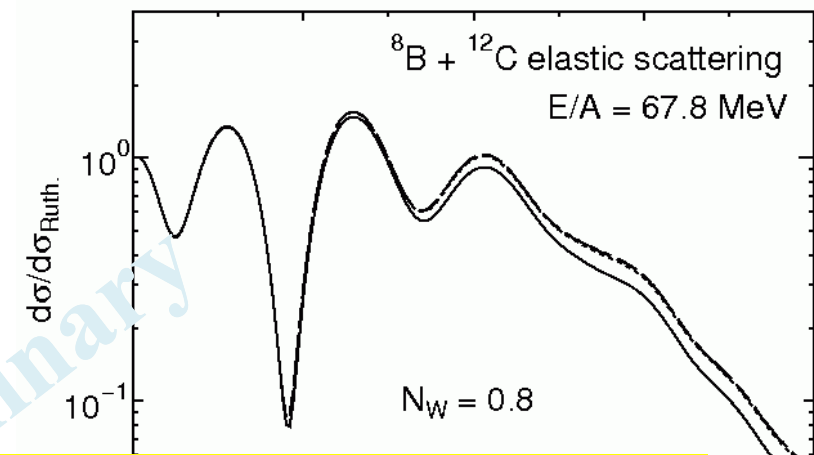
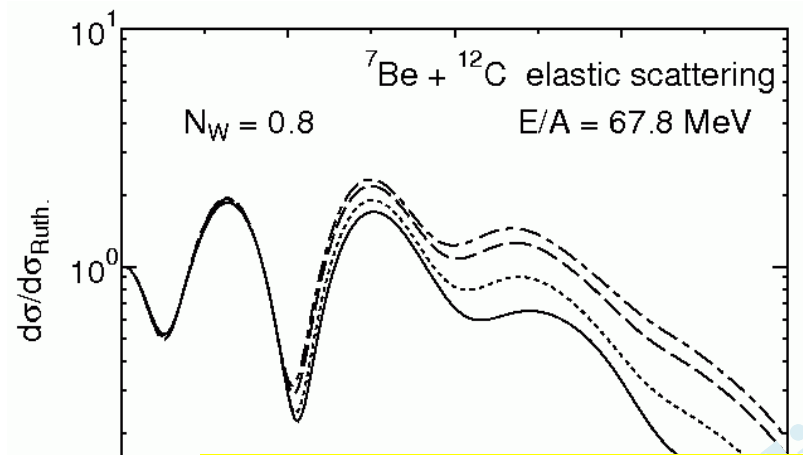
$$K^\pi = 0^+$$

$$\begin{matrix} A=8 \\ K^\pi = 1^+ \end{matrix}$$

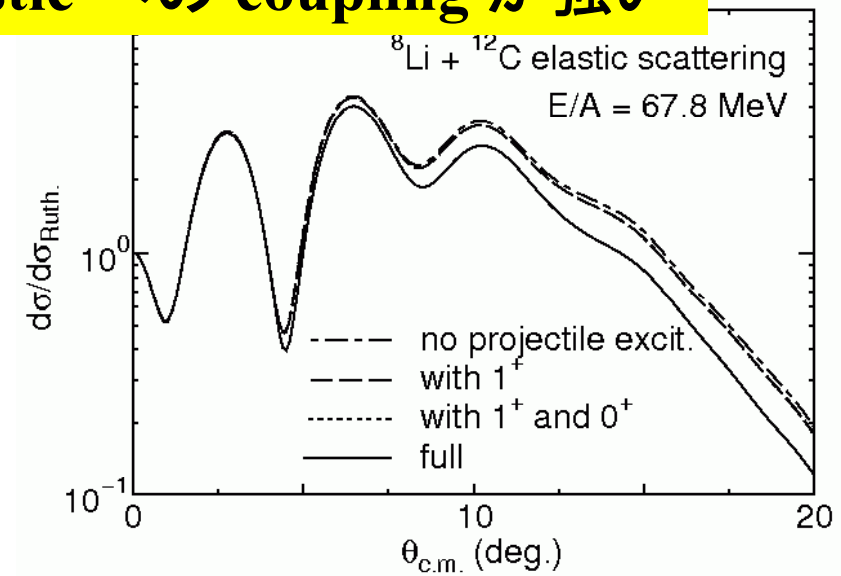
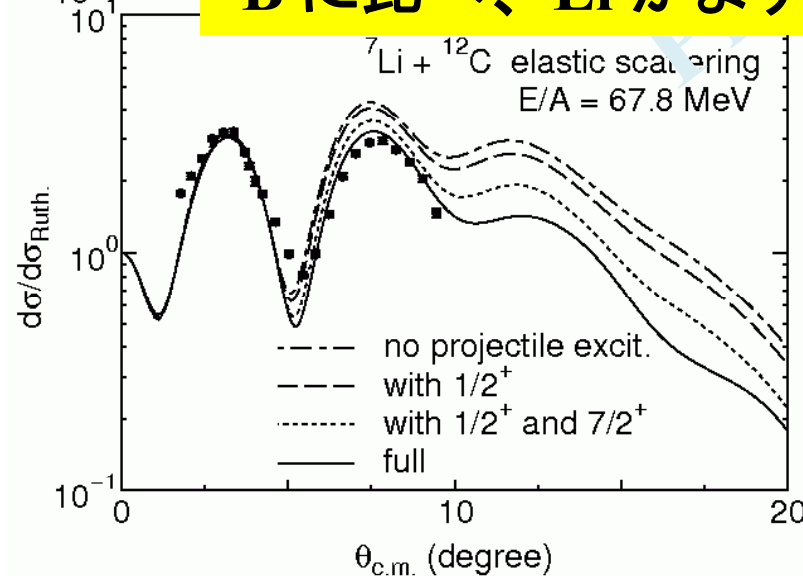
$$K^\pi = 2^+$$



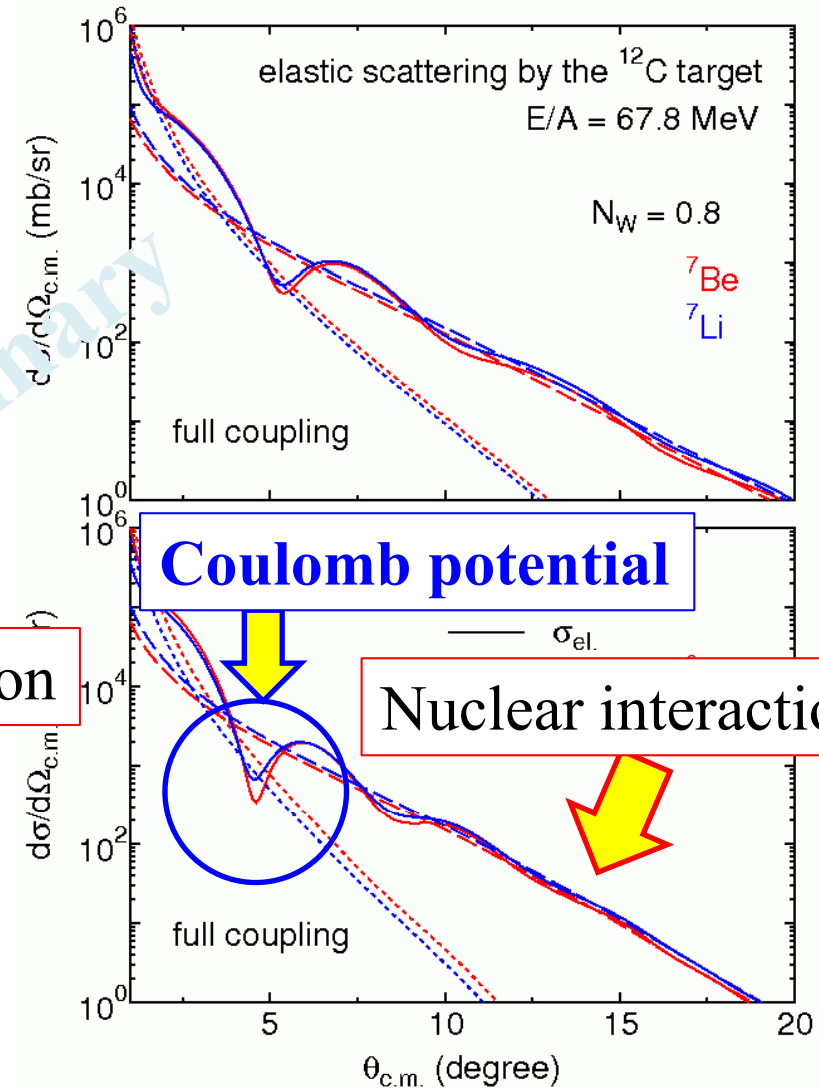
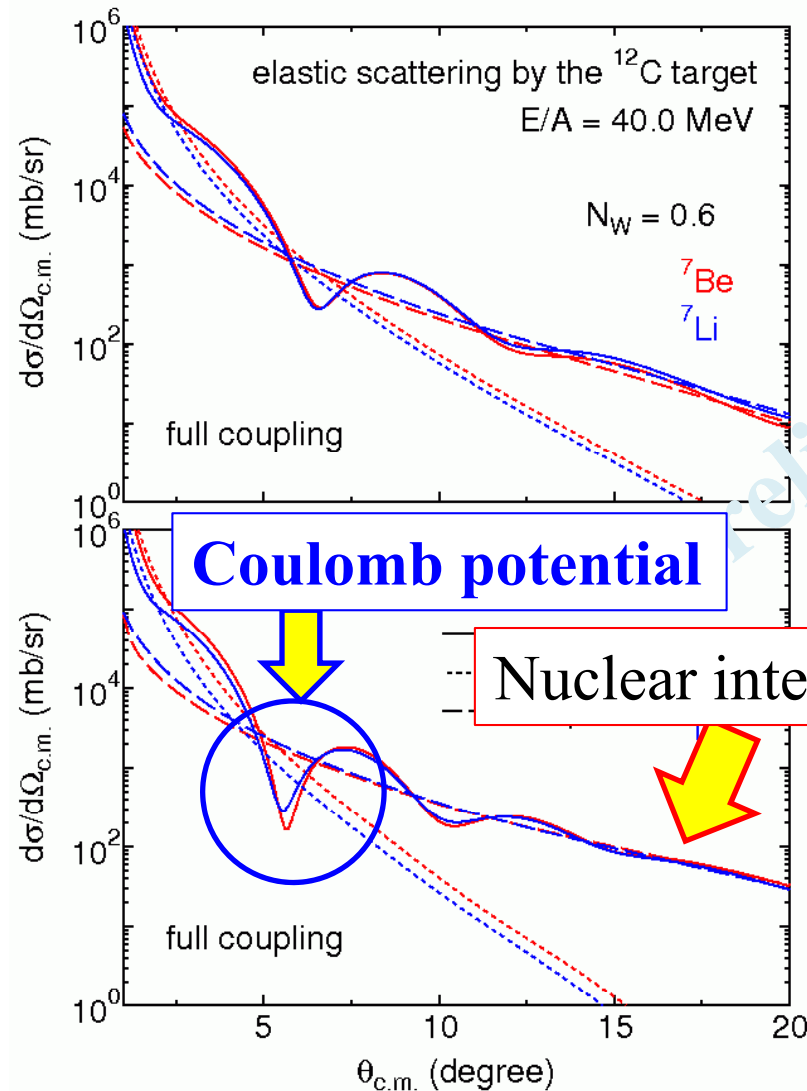
**Comparison $A = 7$ ($\alpha + 3N$) with $A = 8$ ($\alpha + 3N + N$)
at $E/A = 67.8$ MeV**



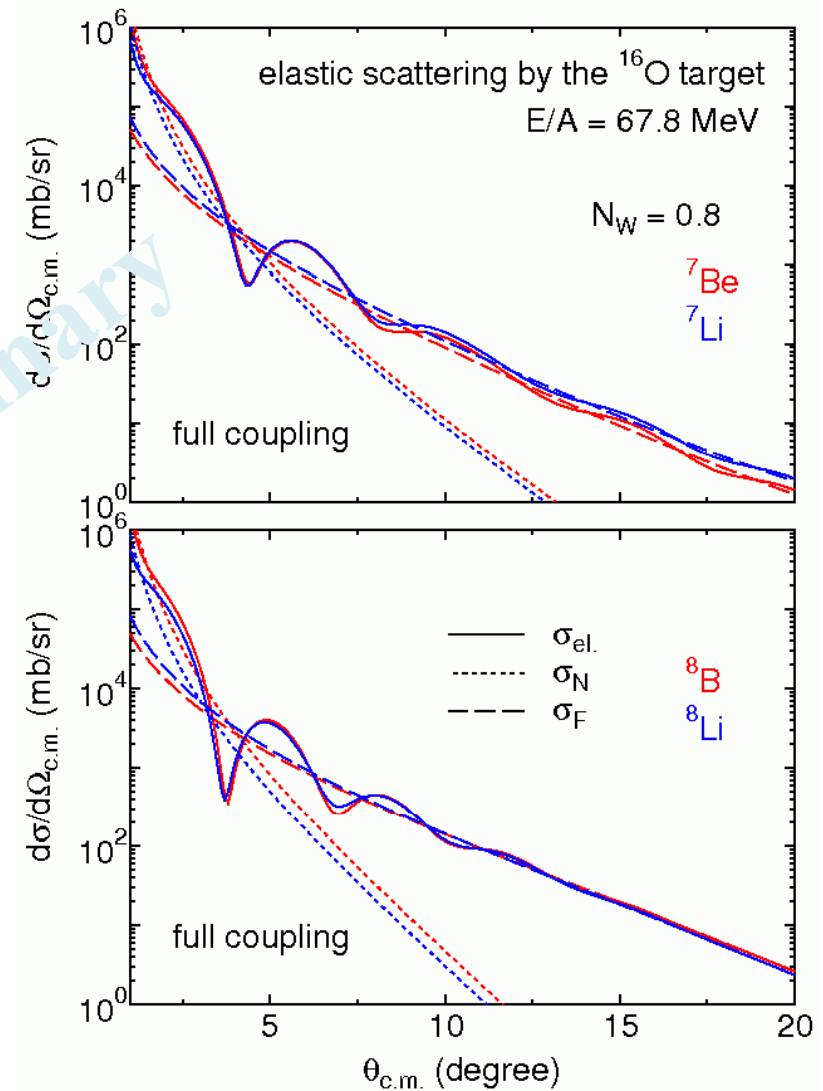
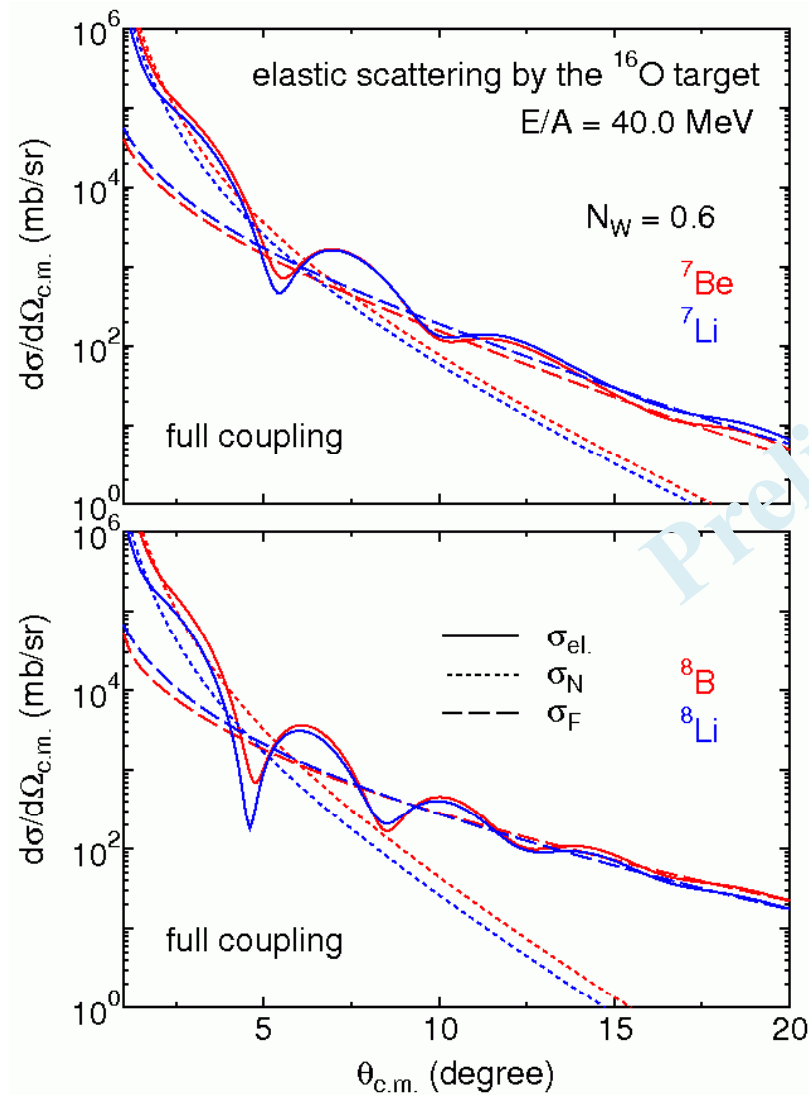
${}^8\text{B}$ に比べ、 ${}^8\text{Li}$ がより elastic への coupling が強い



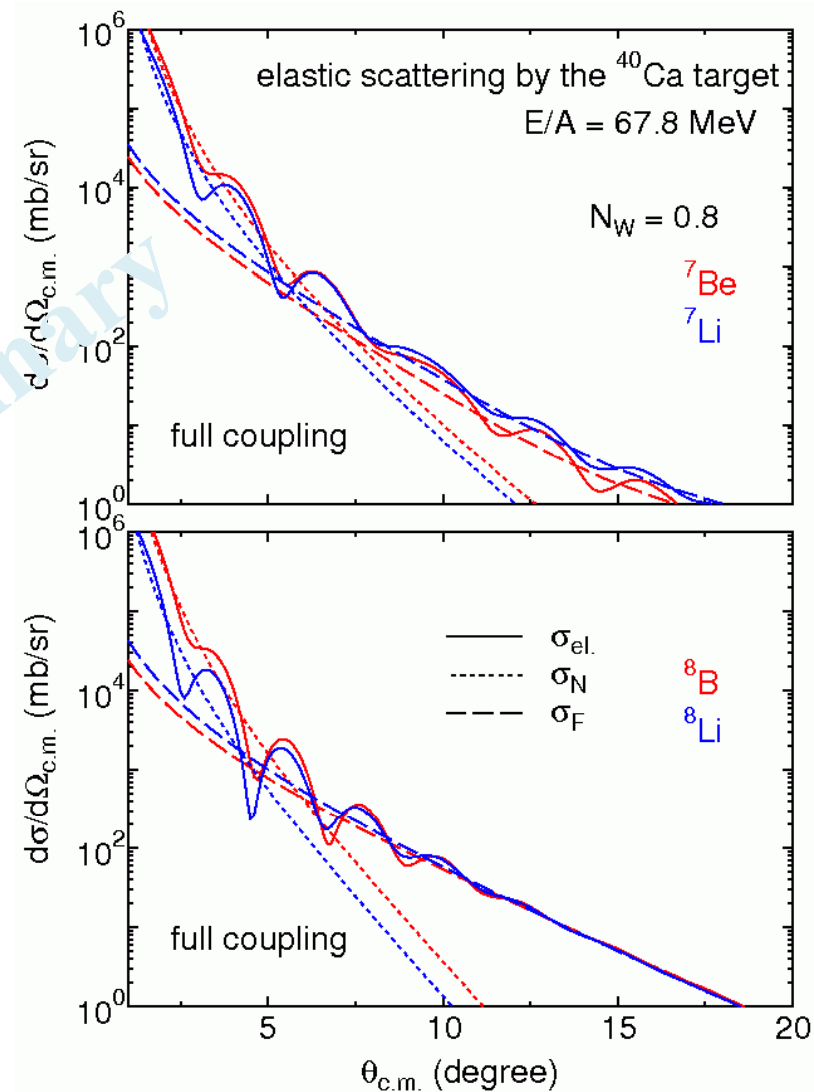
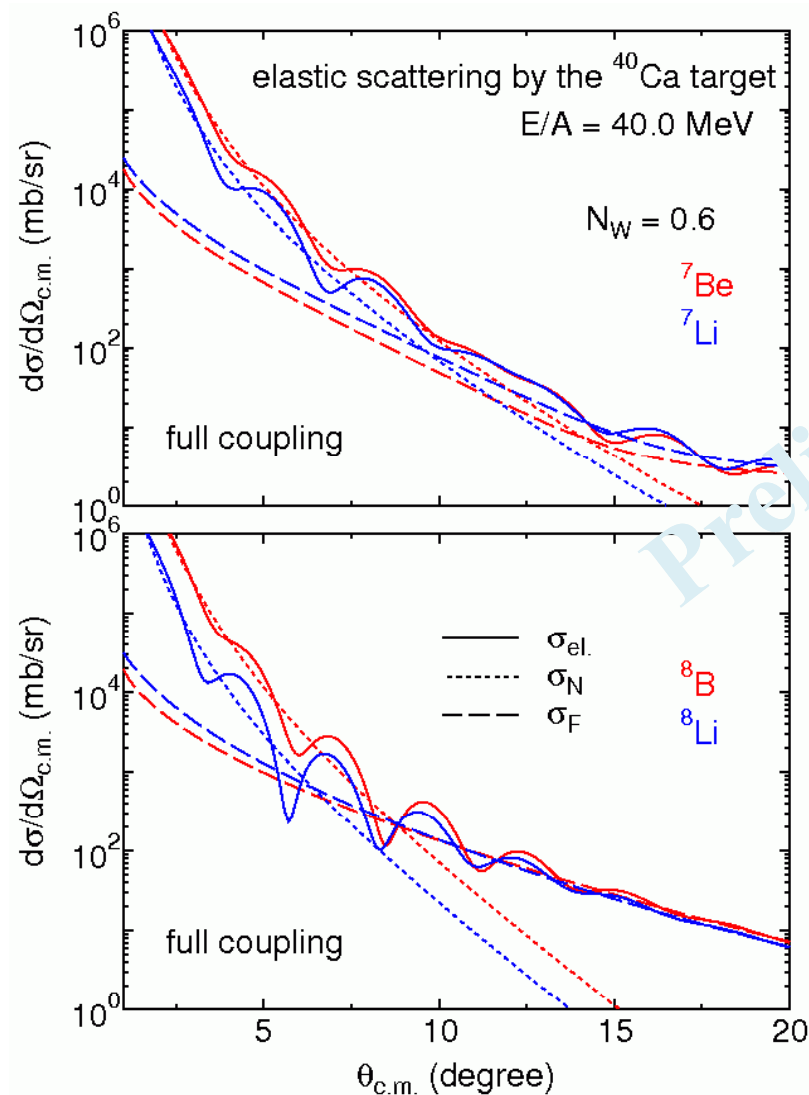
Comparison ${}^7\text{Be}$ with ${}^7\text{Li}$ and ${}^8\text{B}$ with ${}^8\text{Li}$ (mirror) at $E/A = 40.0$ and 67.8 MeV



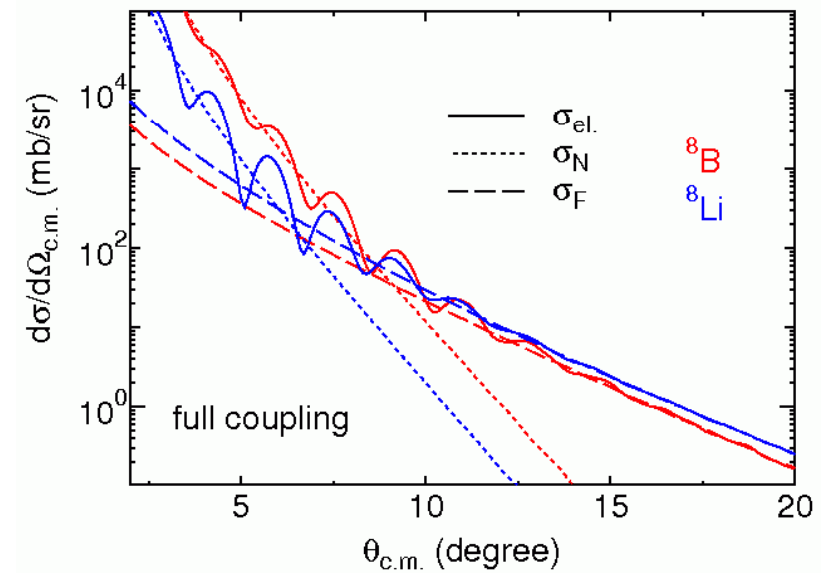
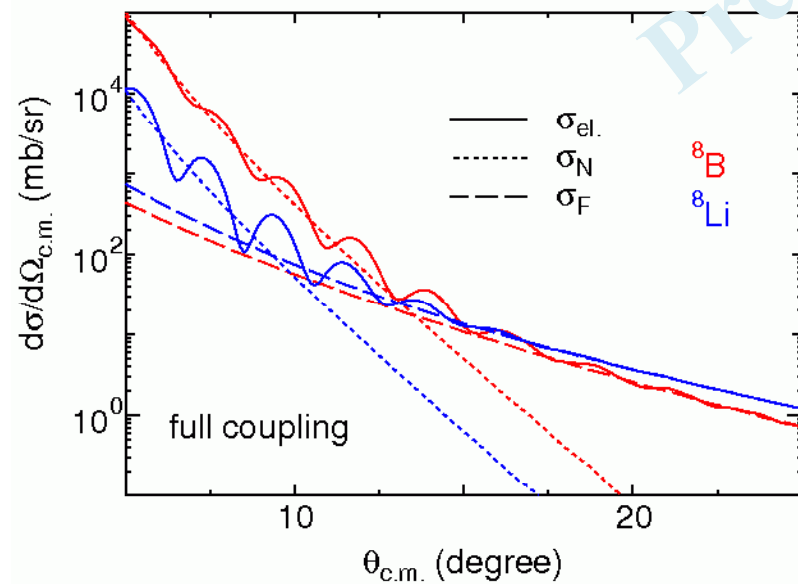
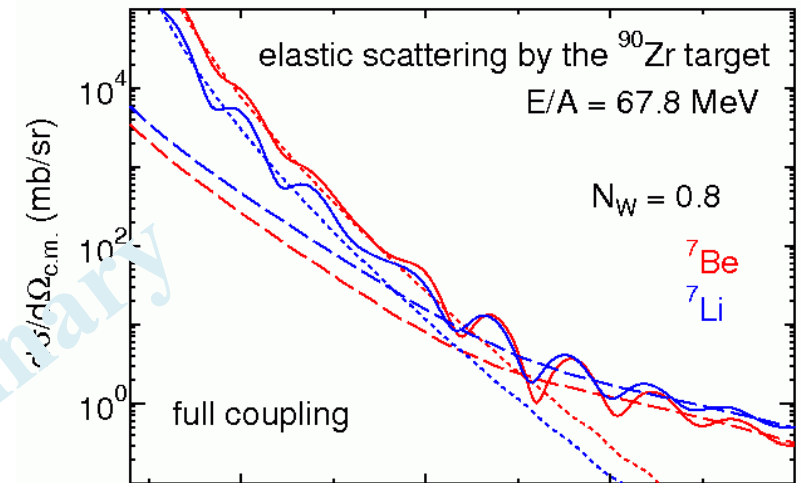
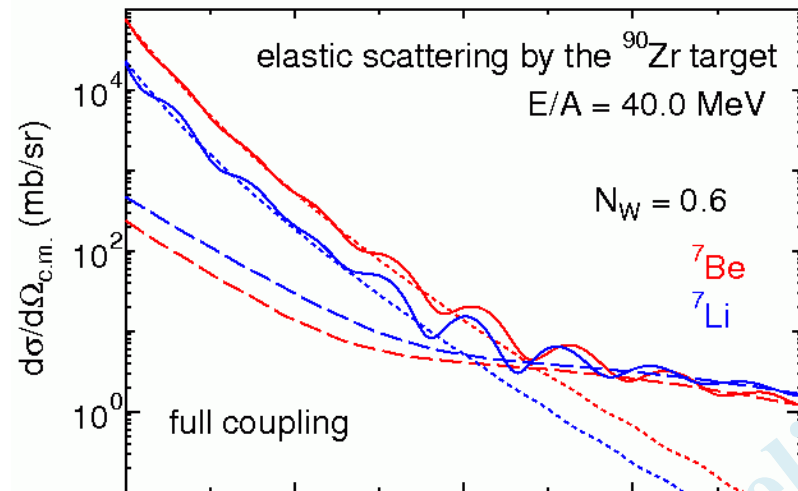
^{16}O target at $E/A = 40.0$ and 67.8 MeV



^{40}Ca target at $E/A = 40.0$ and 67.8 MeV



^{90}Zr target at $E/A = 40.0$ and 67.8 MeV



Summary

- 質量数7, 8の鏡映核を入射粒子として散乱解析を行った。

1. ^8B , ^8Li 弾性散乱解析

- 強くカップルする状態は 3^+ 状態であることが分かった。

2. 原子核散乱で見た鏡映核の特性

- Coulomb potential の違いによる N/F の違い
⇒ Fraunhofer-type diffraction で違いが見られた。
- $E/A = 40 \text{ MeV}$ で ^8B , ^8Li 弾性散乱の cross section が重なる。
⇒ 閾値則による違い(対称性の破れ)が散乱で見えている。

3. 標的核依存性 ($^{12}\text{C} - ^{90}\text{Zr}$ targets)

- 標的核が適度に大きいほうが対称性の破れが見えやすい。
- * ただし、 Z が大きすぎると Coulomb が支配的になって鏡映核の対称性の破れを見るのは難しくなる。

入射核の系統性

