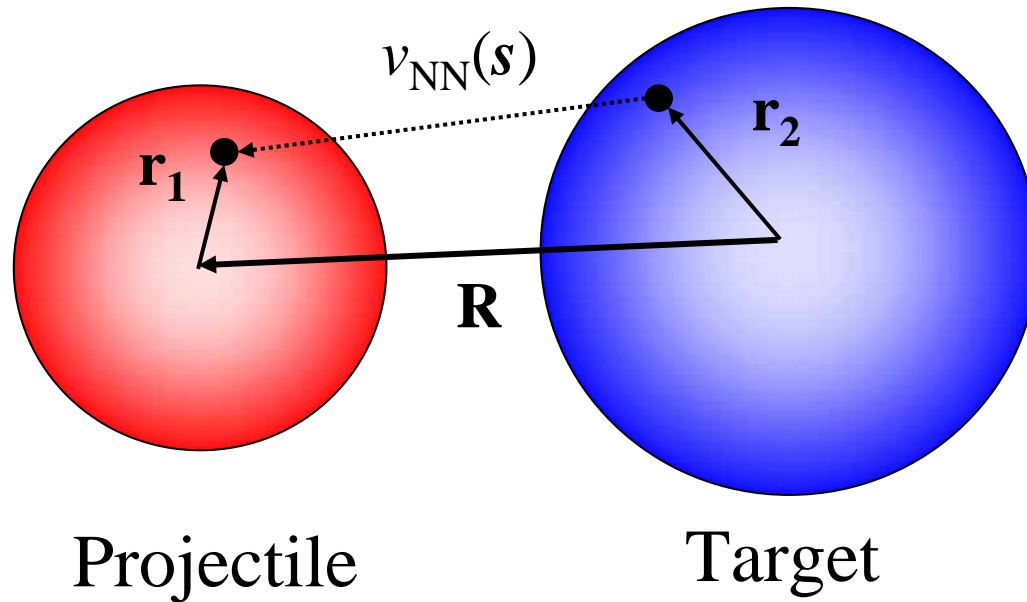


複素有効核力を用いた核子 核 および核 核相互作用の研究

(大阪市立大) 古本 猛憲, 櫻木千典

(都留文科大) 山本 安夫

Double-Folding Model (DFM)



$$U_{DFM}(\mathbf{R}) = \int \rho_1(\mathbf{r}_1) \rho_2(\mathbf{r}_2) \underline{v_{NN}(\mathbf{s}; \cdot, E)} d\mathbf{r}_1 d\mathbf{r}_2$$

Complex N-N interaction

JLM interaction

J.P.Jeukenne, A.Lejeune, C.Mahaux,
Phys.Rev.C 16, 80 (1977)

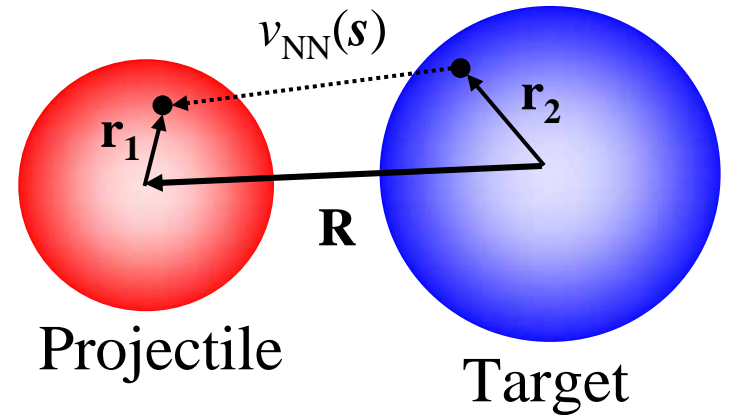
$$v_{\text{JLM}}(\mathbf{s}; \mathbf{r}, E) = g_R(\mathbf{s})V_0(\mathbf{r}, E) + ig_I(\mathbf{s})W_0(\mathbf{r}, E)$$

$$\left(\begin{array}{l} V_0(\mathbf{r}, E) = \sum_{i,j=1}^3 a_{ij} r^{i-1} E^{j-1} \\ W_0(\mathbf{r}, E) = \left[1 + \frac{D}{(E - \varepsilon_F)^2} \right]^{-1} \sum_{i,j=1}^4 d_{ij} r^{i-1} E^{j-1} \end{array} \right.$$

$$\left(\begin{array}{l} g_R(\mathbf{s}) = \left(\frac{1}{t_R \sqrt{\pi}} \right)^3 \exp\left(-\frac{s^2}{t_R^2} \right) \quad ; \quad t_R = 1.2 [\text{fm}] \\ g_I(\mathbf{s}) = \left(\frac{1}{t_I \sqrt{\pi}} \right)^3 \exp\left(-\frac{s^2}{t_I^2} \right) \quad ; \quad t_I = 1.75 [\text{fm}] \end{array} \right.$$

Complex DFM Potential

$$U_{JLM}(\mathbf{R}) = V_{JLM}(\mathbf{R}) + iW_{JLM}(\mathbf{R})$$



$$V_{JLM}(\mathbf{R}) = \int P(\mathbf{r}_1) T(\mathbf{r}_2) g_R(\mathbf{s}) V_0(\mathbf{s}, E) d\mathbf{r}_1 d\mathbf{r}_2$$

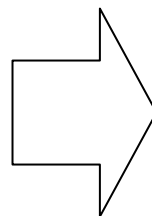
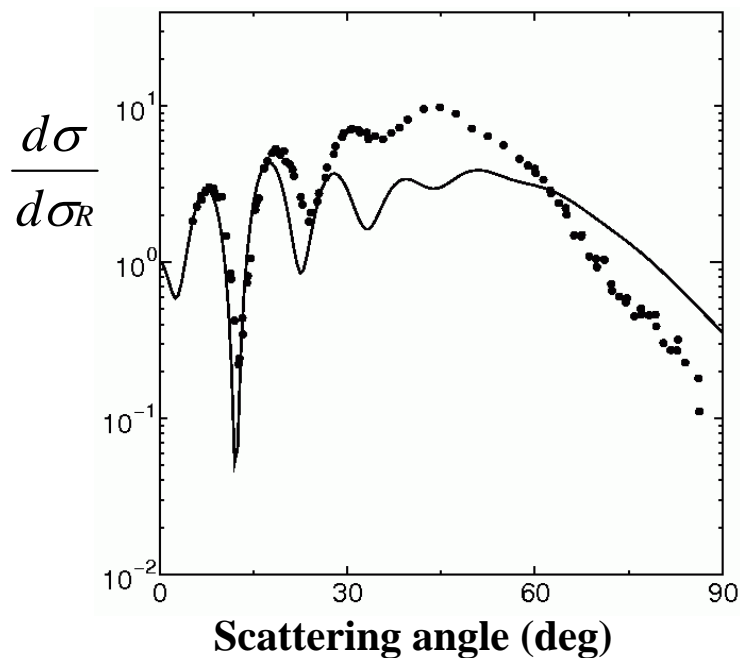
$$W_{JLM}(\mathbf{R}) = \int P(\mathbf{r}_1) T(\mathbf{r}_2) g_I(\mathbf{s}) W_0(\mathbf{s}, E) d\mathbf{r}_1 d\mathbf{r}_2$$

$$= \sqrt{P(\mathbf{r}_1) T(\mathbf{r}_2)}$$

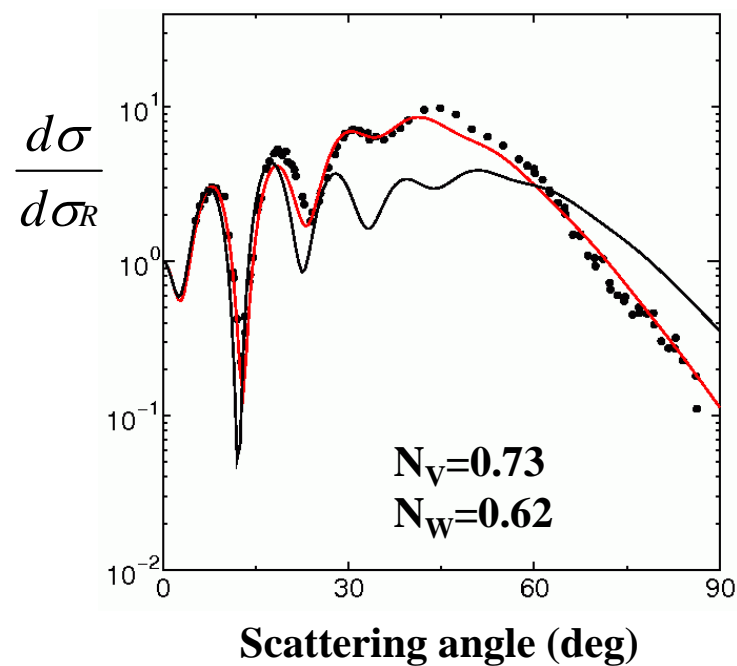
JLM interaction

$$v_{NN}(\mathbf{s}; \mathbf{R}, E) = g_R(\mathbf{s}) V_0(\mathbf{s}, E) + i g_I(\mathbf{s}) W_0(\mathbf{s}, E)$$

${}^4\text{He}+{}^{12}\text{C}$ $E=104.0\text{MeV}$

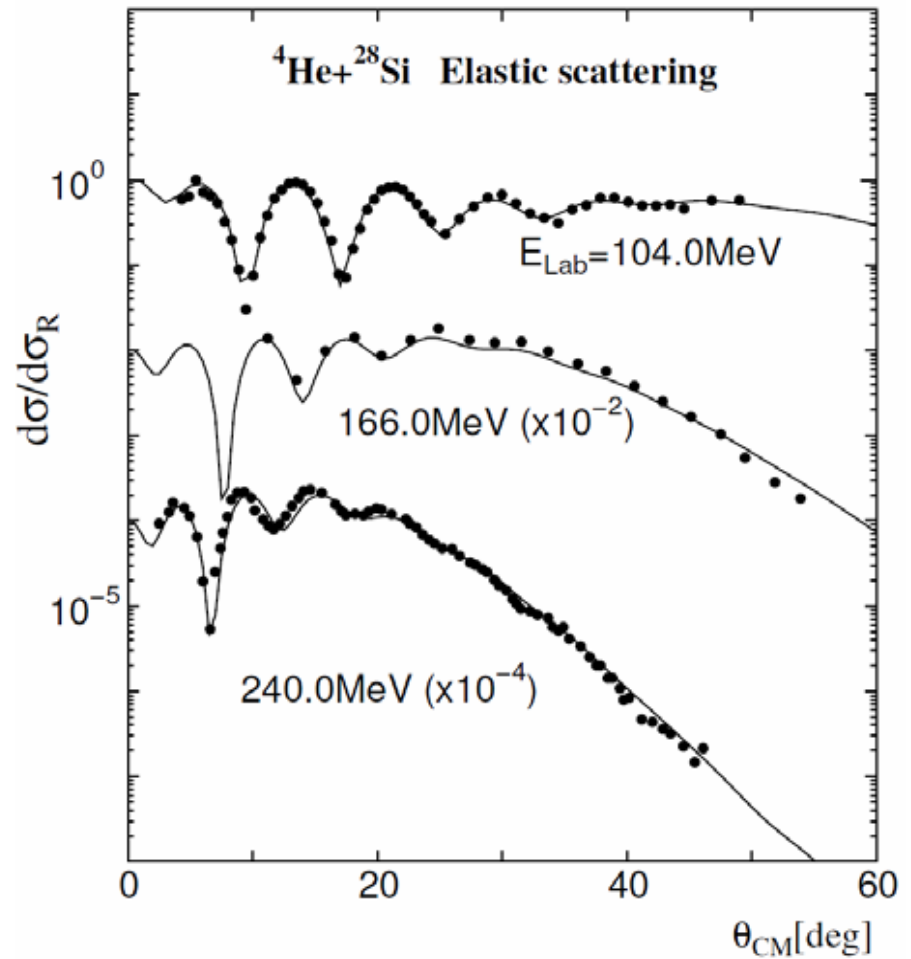
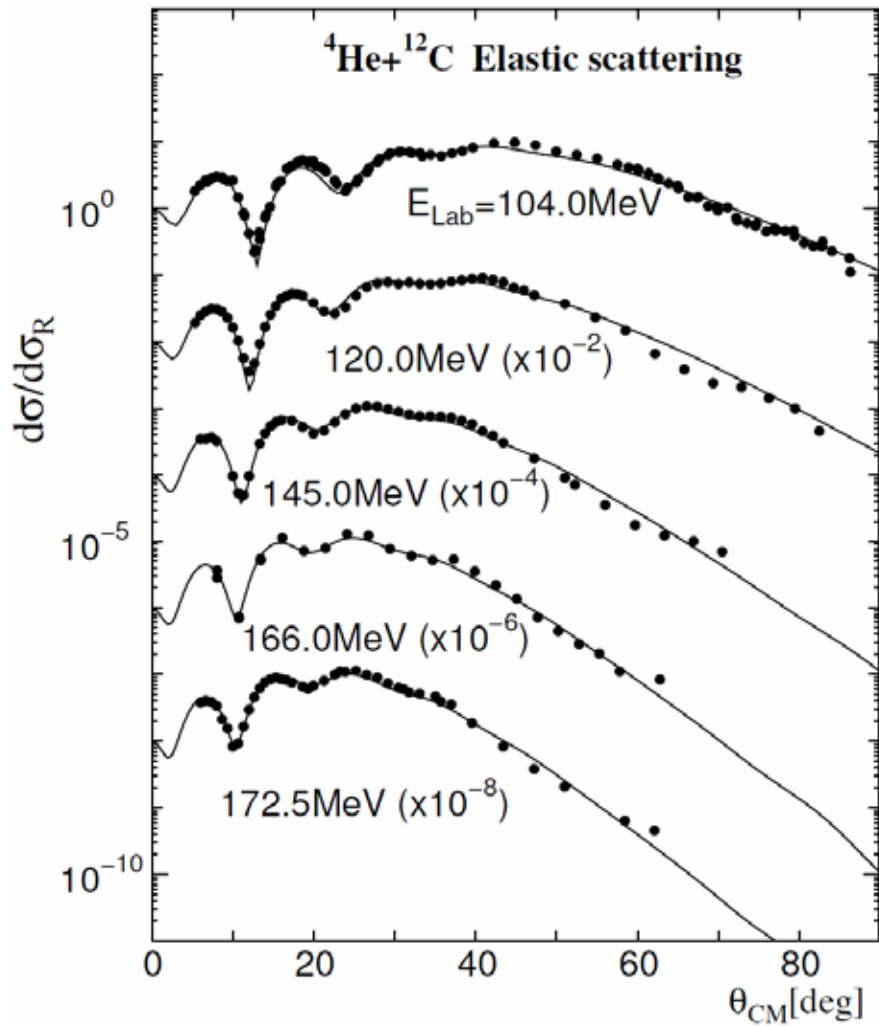


${}^4\text{He}+{}^{12}\text{C}$ $E=104.0\text{MeV}$

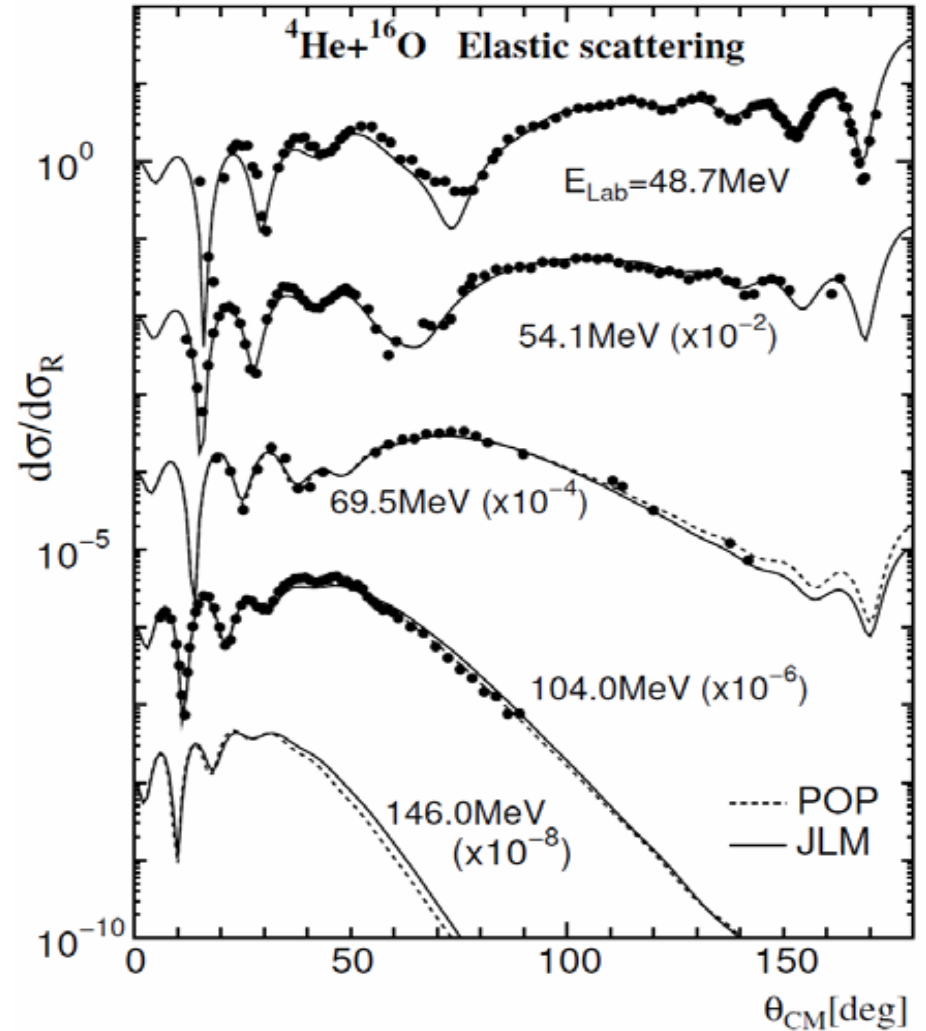
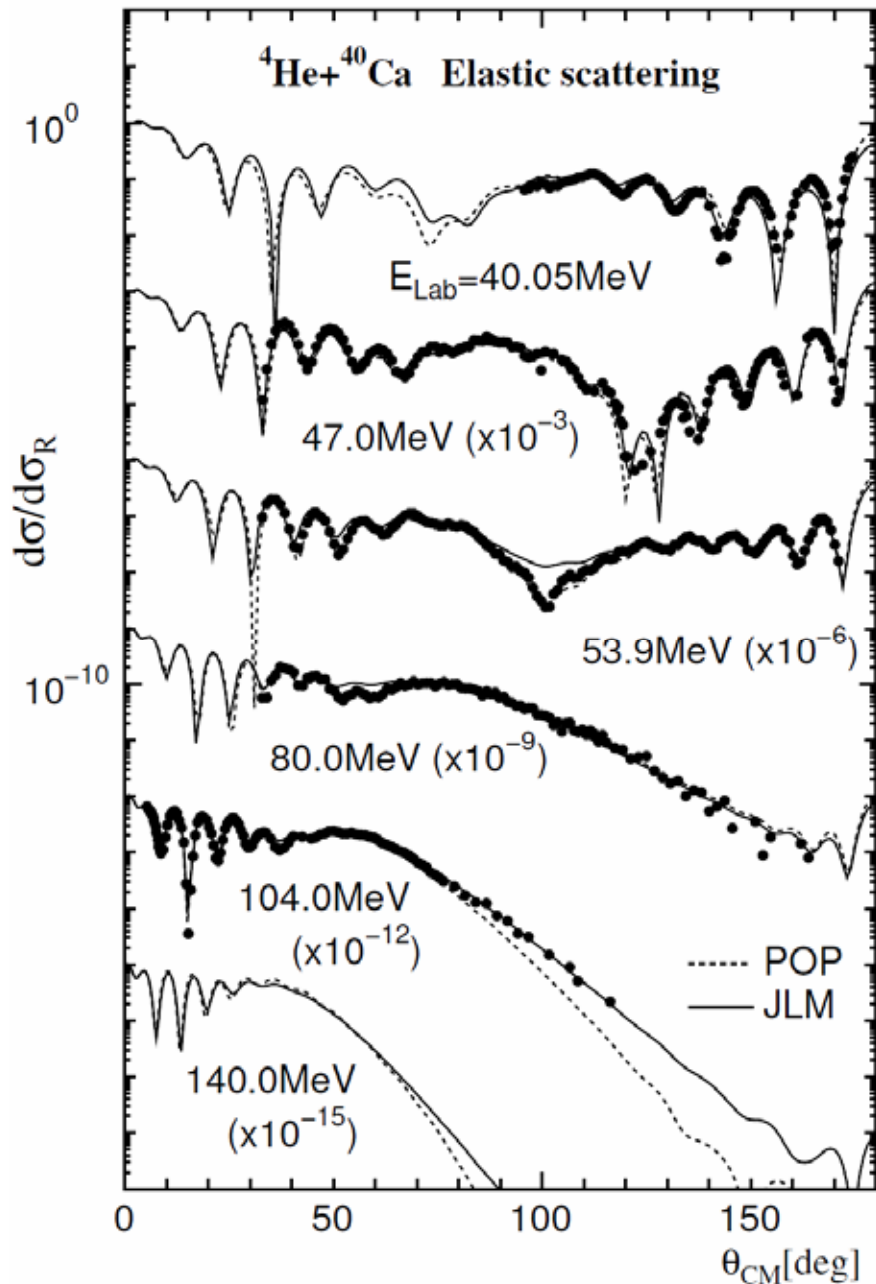


Renormalization factor

$$U_{JLM}(\mathbf{R}) = N_V V_{JLN}(\mathbf{R}) + iN_W W_{JLM}(\mathbf{R})$$

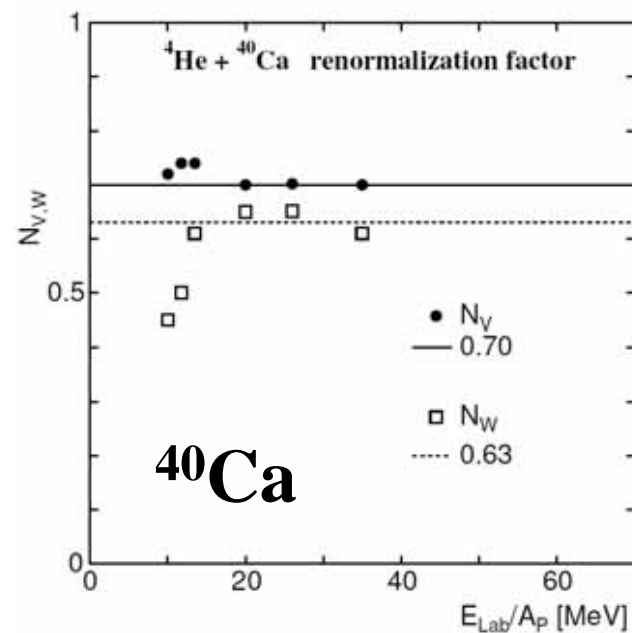
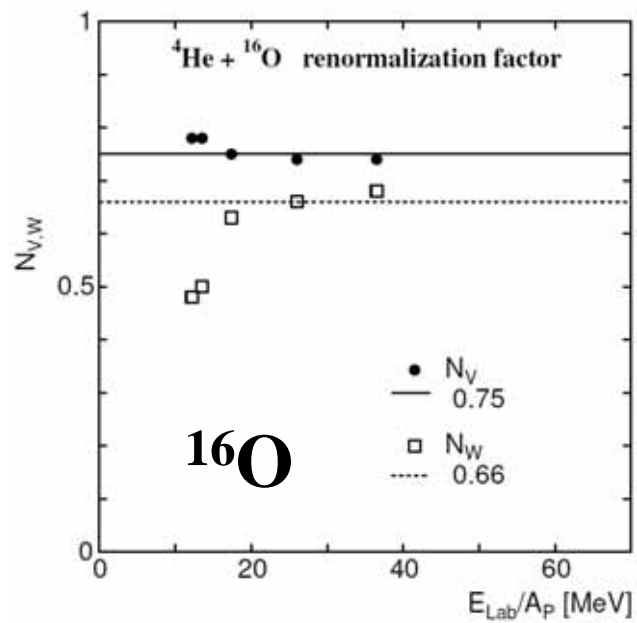
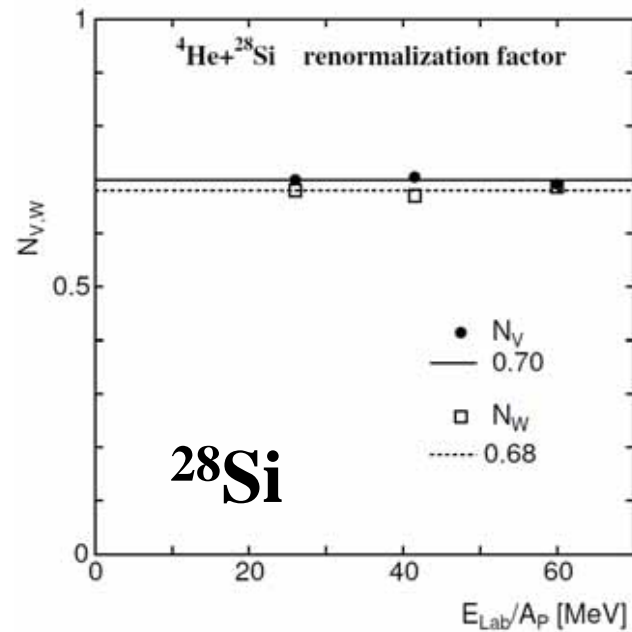
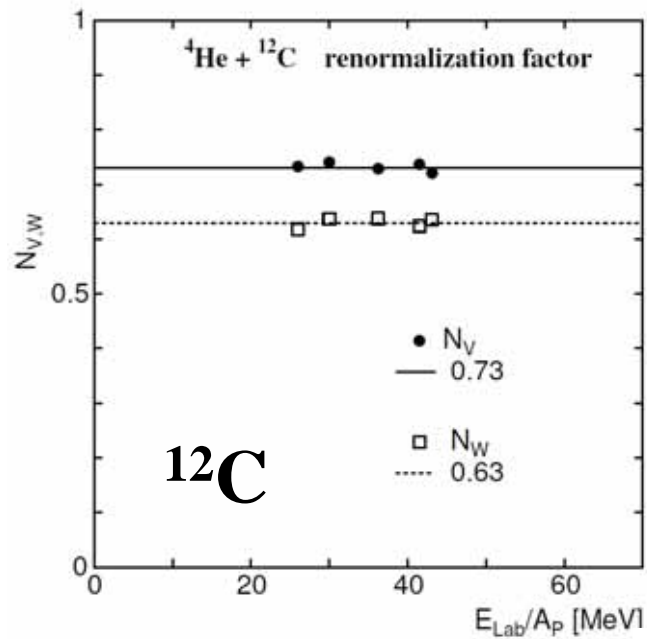


*T. Furumoto and Y. Sakuragi,
Phys. Rev. C 74, 034606 (2006)*

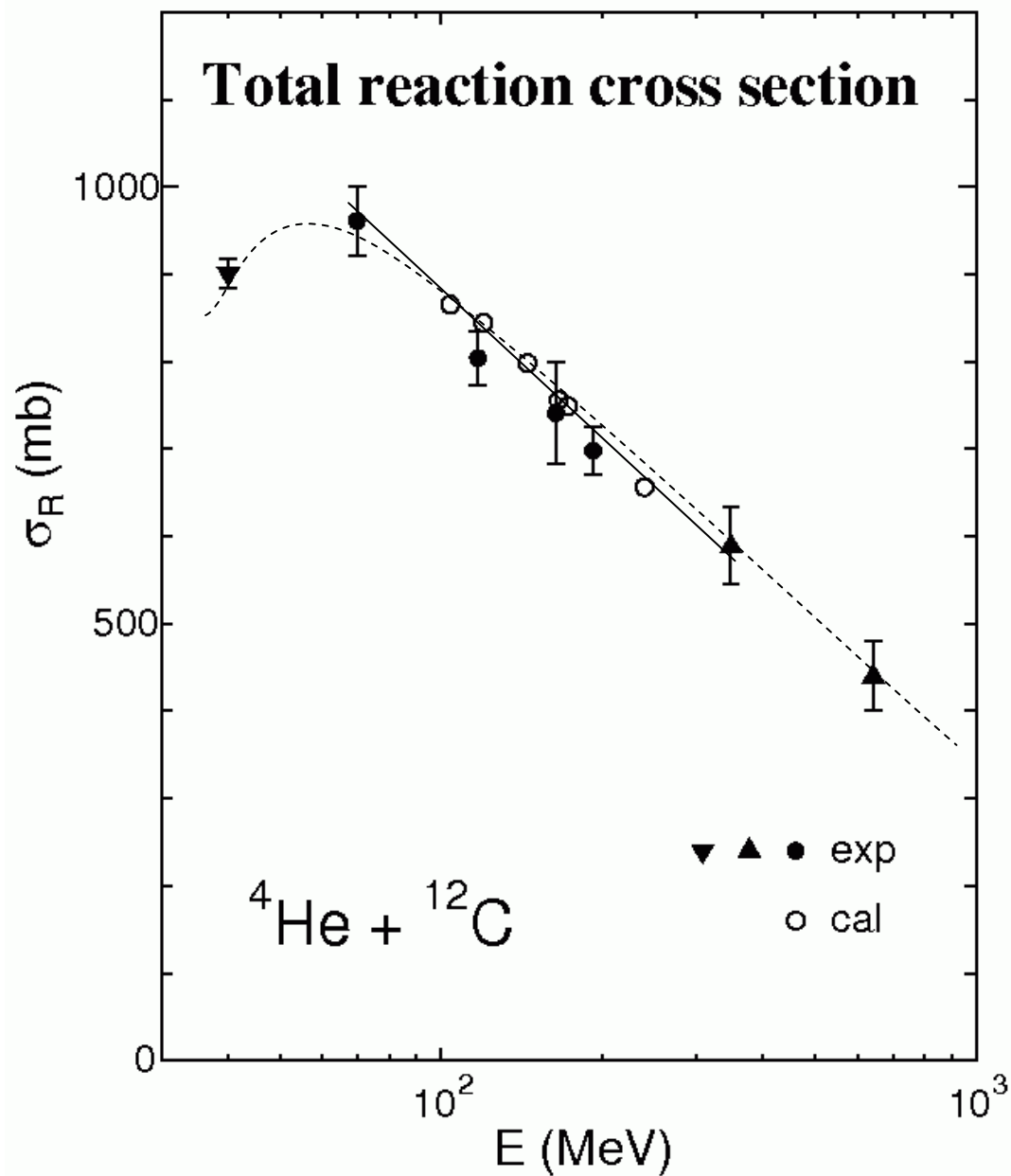


POP:(Phenomenological Optical Potential)

*T.Furumoto and Y. Sakuragi,
Phys. Rev. C 74, 034606 (2006)*



Total reaction cross section for ^{12}C target



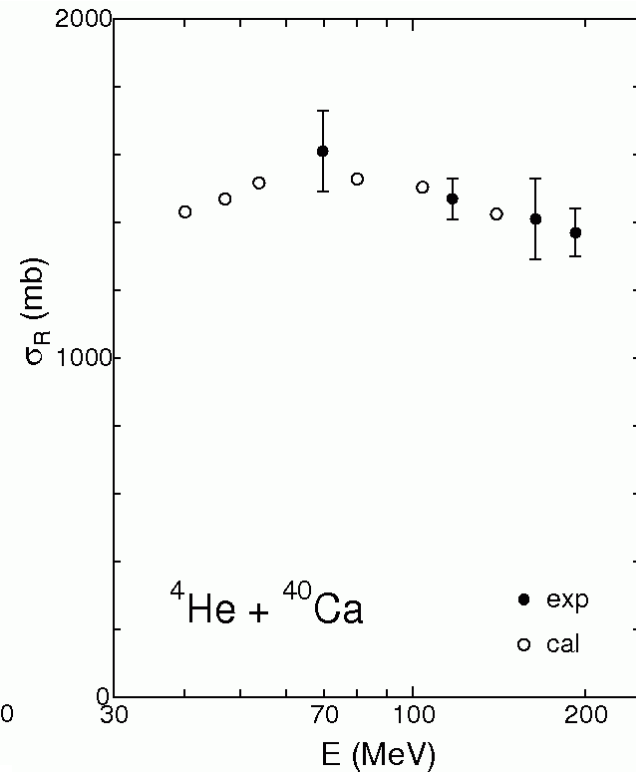
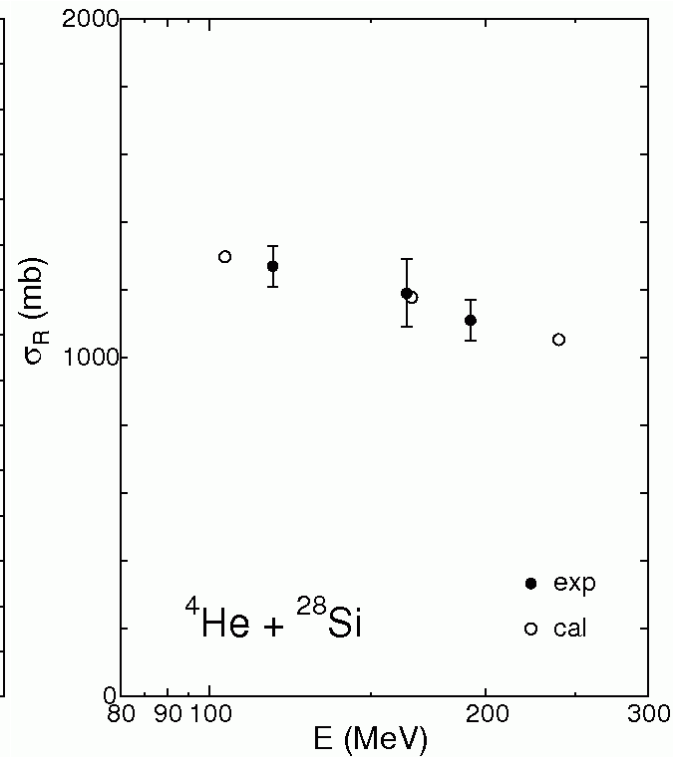
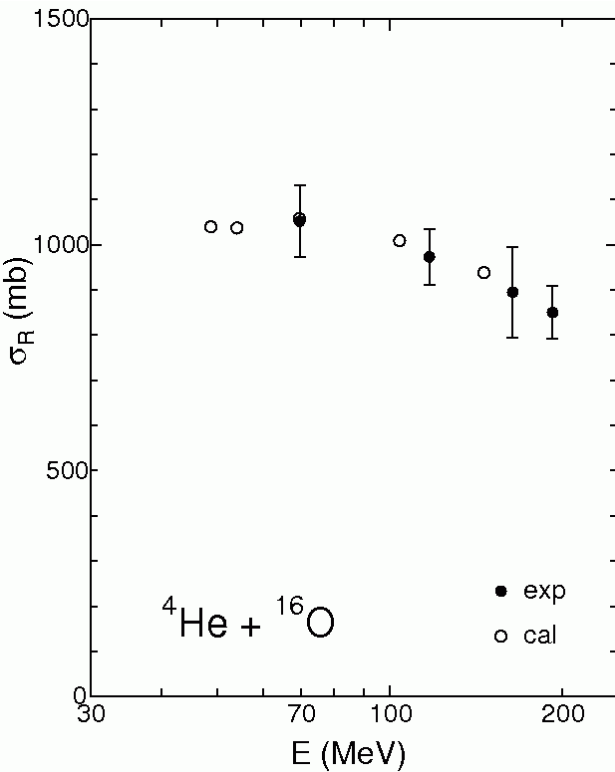
Experimental data;

*G. Igo, and B. D. Wilkins,
(Phys.Rev.131, 1251 (1963)),*

*A. Ingemarsson, et al,
(Nucl, Phys. A676, 3 (2000)),*

*R. M. DeVries, et al,
(Phys.Rev.C26, 301 (1982))*

Total reaction cross sections for ^{16}O , ^{28}Si , ^{40}Ca targets



Experimental data;
A. Ingemarsson, et al, (Nucl, Phys. A676, 3 (2000))

ここまで

-A系において弾性散乱と全反応断面積の2つの物理量を同時再現することができた。

このとき renormalization factor が必要になる。

ただ、この factor はほとんど constant ($N_V \sim 0.73$, $N_W \sim 0.63$)

-A系で弾性散乱と全反応断面積を予言することが可能！

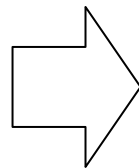
Renormalization factor の問題

なぜこのような factor が必要になるのか？

局所密度の取り方に問題が？

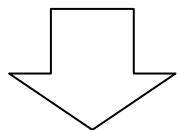
JLM “Standard”

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \quad \text{or} \quad \rho = \sqrt{\rho_1 \rho_2}$$



$$\rho = \rho_1 + \rho_2$$

しかし、JLM interaction は高密度まで計算されていない！



そこで、山本氏(都留)と共同で high density まで計算をした新しい JLM type の G-matrix を用いる。

今回用いた n-n interaction は **expanded soft core (ESC) model**
(Original の JLM は Reid's hard core n-n interaction)

現代的核力 ESC

high-density

三体斥力効果

higher-partial waves (~ f, g waves)

現代的核力 ESC

high-density

三体斥力効果

higher-partial waves (~ f, g waves)

JLM type

媒質中でポテンシャルを求め、
核子あたりの強さに変え、
有限レンジに拡張したもの

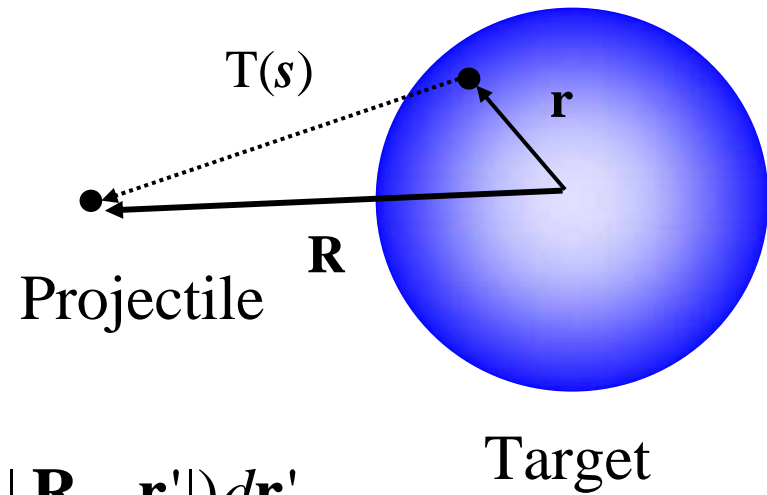
CEG type

一般的な核力の形をしたもの

Original

N.Yamaguchi, S.Nagata, J.Michiyama,
Prog.Theor.Phys.Vol.76, 1289 (1986)

CEG folding Potential



$$U(\mathbf{R}) = \int \rho(\mathbf{r}) T_D(\mathbf{R}, \mathbf{r}; k_F, E) d\mathbf{r}$$

$$+ \int \rho(\mathbf{R}, \mathbf{r}') T_{EX}(\mathbf{R}, \mathbf{r}'; k_F, E) j_0(k |\mathbf{R} - \mathbf{r}'|) d\mathbf{r}'$$

$$T_{D,EX} = \frac{1}{16} \left(\pm t^{00} + 3t^{10} + 3t^{01} \pm 9t^{11} \right)$$

CEG type interaction

$$t_{CEG}^{ST}(\mathbf{s}; k_F, E) = \sum_{k=1}^3 \left\{ v_{real}^{ST,k}(E, k_F) + i v_{imag}^{ST,k}(E, k_F) \right\} g_k(s)$$

$$g_k(s) = \exp \left\{ - (s / \lambda_k)^2 \right\}$$

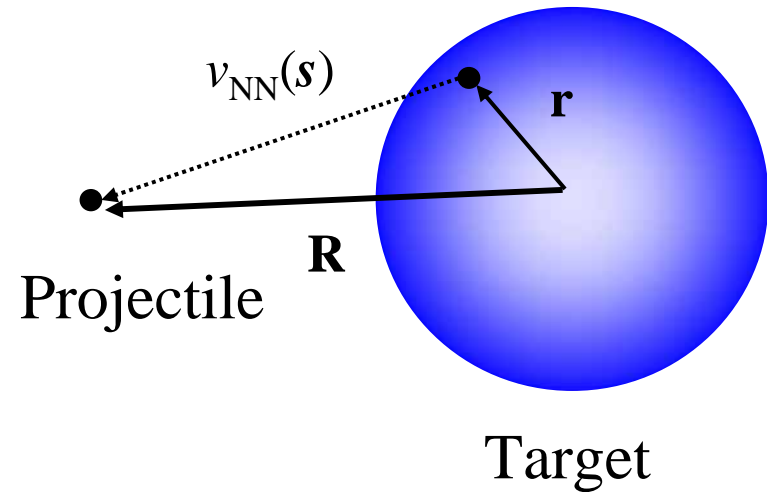
Complex SFM Potential

$$U_{SFM}(\mathbf{R}) = V_{SFM}(\mathbf{R}) + iW_{SFM}(\mathbf{R})$$

$$V_{SFM}(\mathbf{R}) = \int (\mathbf{r}) g_R(\mathbf{s}) V_0(\mathbf{r}, E) d\mathbf{r}$$

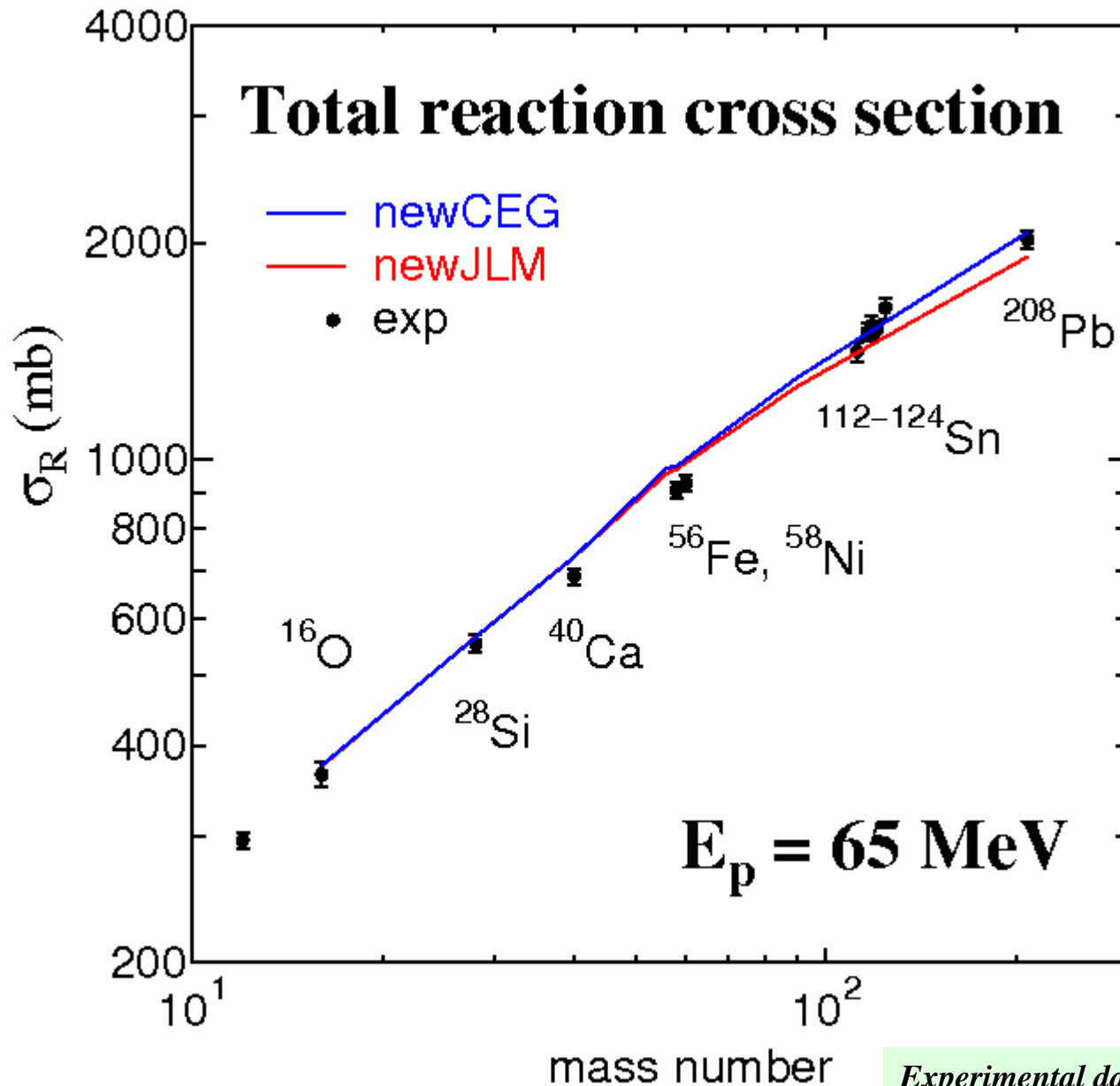
$$W_{SFM}(\mathbf{R}) = \int (\mathbf{r}) g_I(\mathbf{s}) W_0(\mathbf{r}, E) d\mathbf{r}$$

$$\rho = \rho(\mathbf{r})$$



JLM type interaction

$$v_{NN}(\mathbf{s}; \mathbf{r}, E) = g_R(\mathbf{s}) V_0(\mathbf{r}, E) + i g_I(\mathbf{s}) W_0(\mathbf{r}, E)$$



Targets:

^{16}O , ^{28}Si , ^{40}Ca
 ^{56}Fe , ^{58}Ni , ^{90}Zr

CEG: $N_W = 0.83$

JLM : $N_W = 0.80$

Target: ^{208}Pb

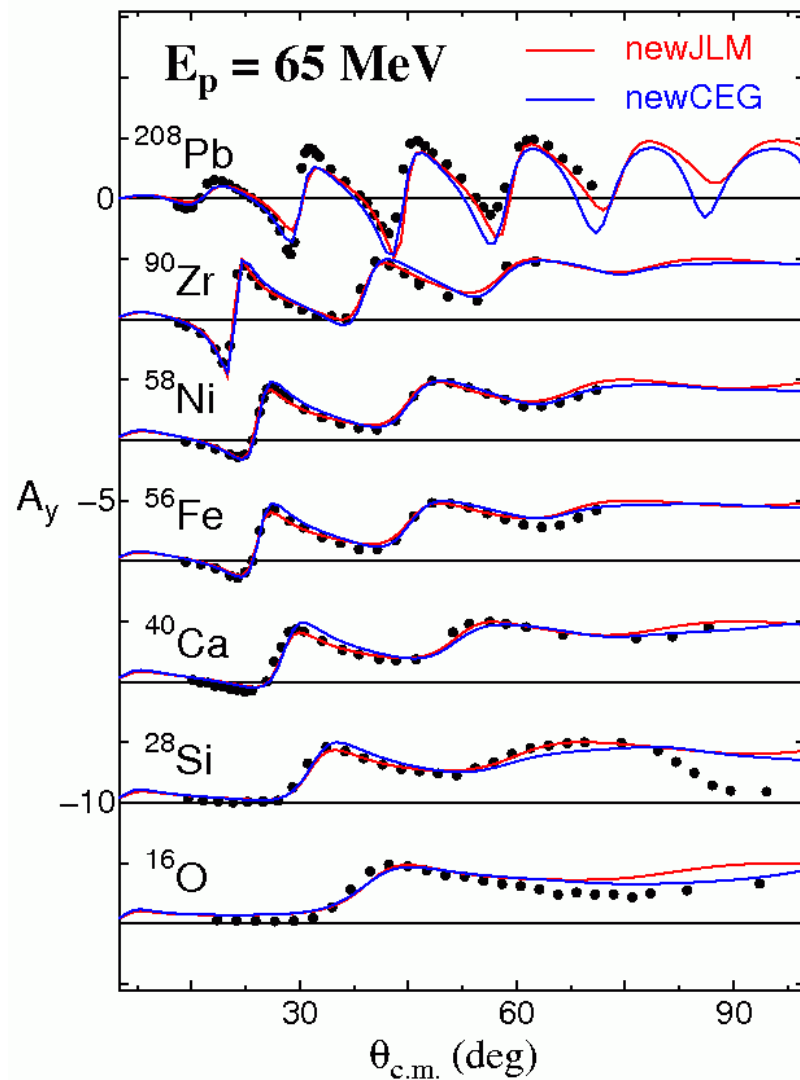
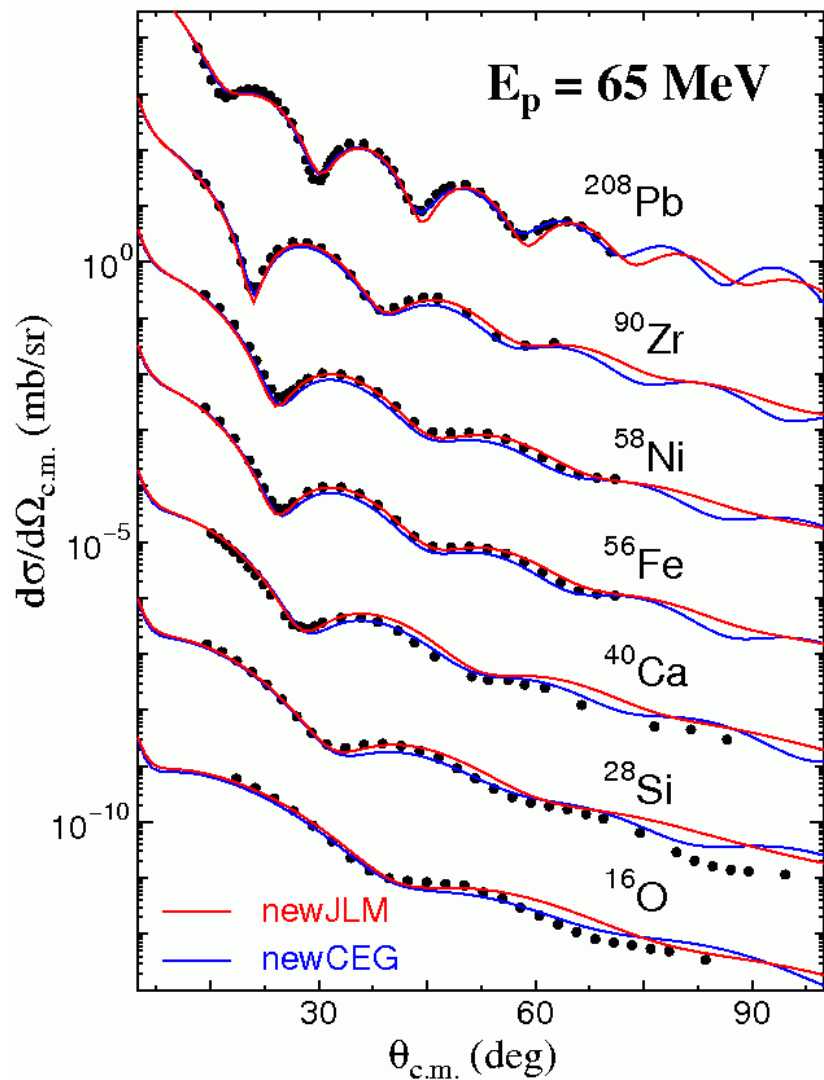
CEG: $N_W = 1.0$

JLM : $N_W = 1.0$

Experimental data;

A. Ingemarsson, et al, ((Nucl, Phys. A653,341,(1999))

Elastic scattering for any targets at $E_p = 65$ MeV



Experimental data;
H.Sakaguchi, et al, (Phys. Rev. C26, 944, (1982))

Summary

- **新しい核力(ESC)を用いて higher partial waves (f, g) まで考慮し三体力を取り入れられた複素有効核力を用いて、核子-核の target 依存性を確認した。**
よく実験を再現できた。
しかし、虚部の補正項は完全には系統的になっていない。
- JLM type では非対称ポテンシャルも考慮する。
- さらにエネルギー依存性についても検証を行う。
- その後、よく分かっている核-核の反応で解析を行い、核-核への応用に対して実用性・信頼性を確かめる。