

非弾性核虹と ^{20}Ne のクラスター構造

大久保茂男

2013年7月26日

RCNP研究会:横浜
核子・ハイペロン多体系におけるクラスター現象

HIGHLIGHTED ARTICLES

Gathered here for your convenience are articles that have been highlighted in *Physics*, selected as an Editors' Suggestion, or are of special interest for other reasons.



Unification of Airy structure in inelastic $\alpha+^{16}\text{O}$ scattering and α -cluster structure with core excitation in ^{20}Ne

Y. Hirabayashi and S. Ohkubo

Published 17 July 2013 (6 pages)

014314 [View PDF (583 kB)]

PHYSICAL REVIEW C **88**, 014314 (2013)



Unification of Airy structure in inelastic $\alpha + ^{16}\text{O}$ scattering and α -cluster structure with core excitation in ^{20}Ne

Y. Hirabayashi¹ and S. Ohkubo^{2,3,*}

¹Information Initiative Center, Hokkaido University, Sapporo 060-0811, Japan

²Research Center for Nuclear Physics, Osaka University, Ibaraki, Osaka 567-0047, Japan

³University of Kochi, 5-15 Eikokuji-cho, Kochi 780-8515, Japan

(Received 16 May 2013; revised manuscript received 27 June 2013; published 17 July 2013)

講演の目的

- おもに クラスターのレーゾンデートル (**Raison d' être**)、問題意識, philosophy について語る

Ikeda ダイアグラム

元祖 池田図 Prog.

Theor. Phys. Suppl.No.68
Ikeda, Takigawa, Horiuchi

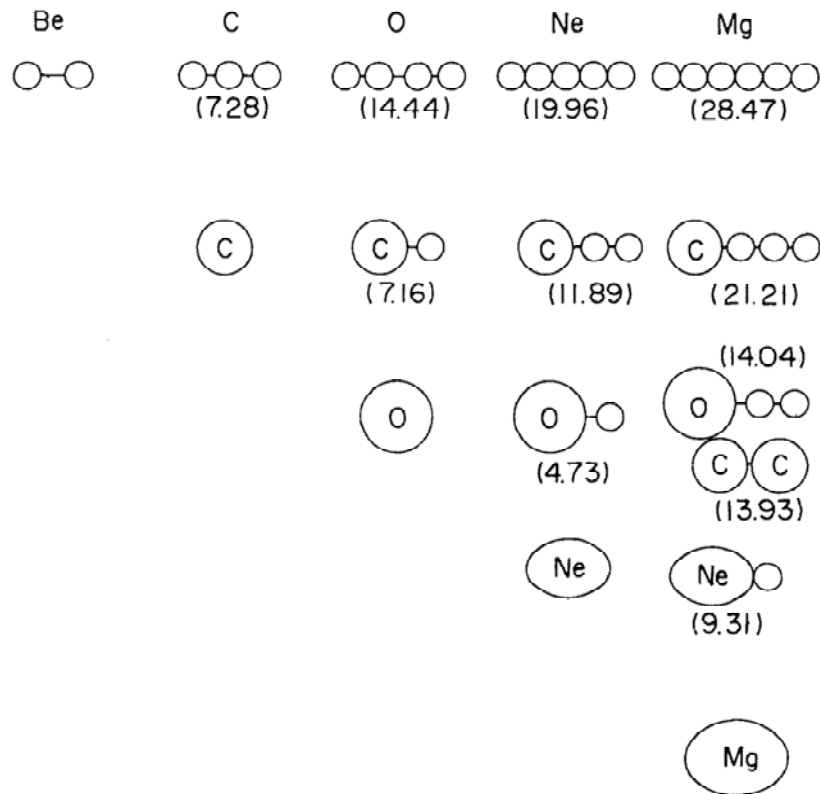
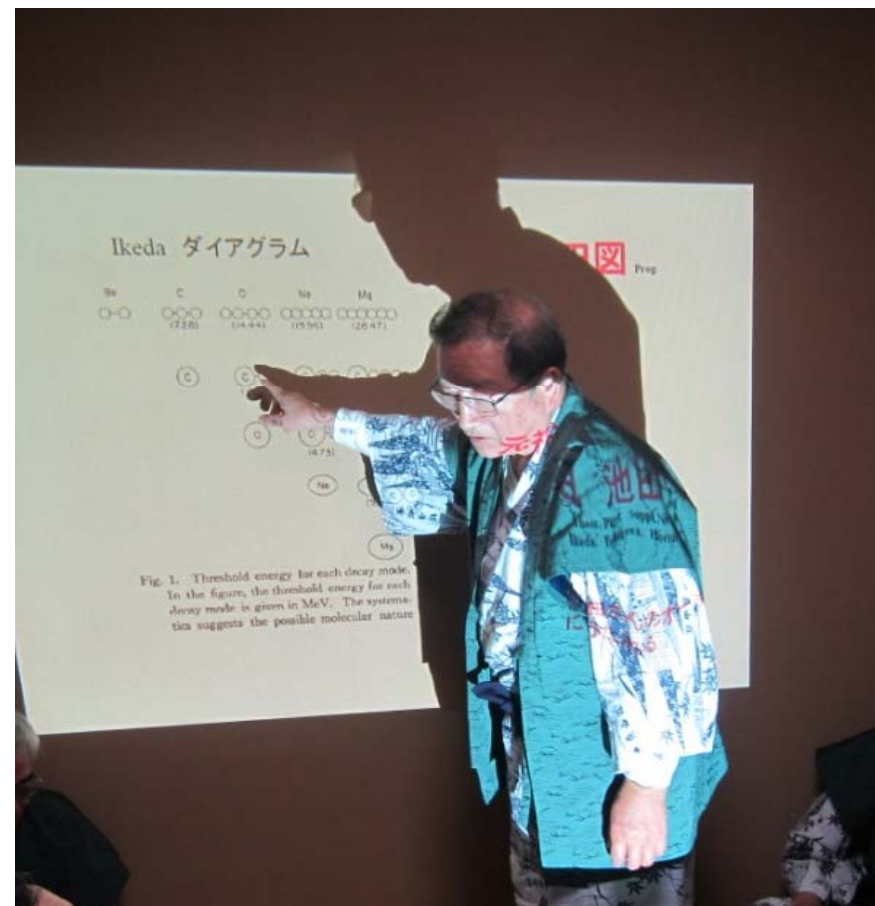
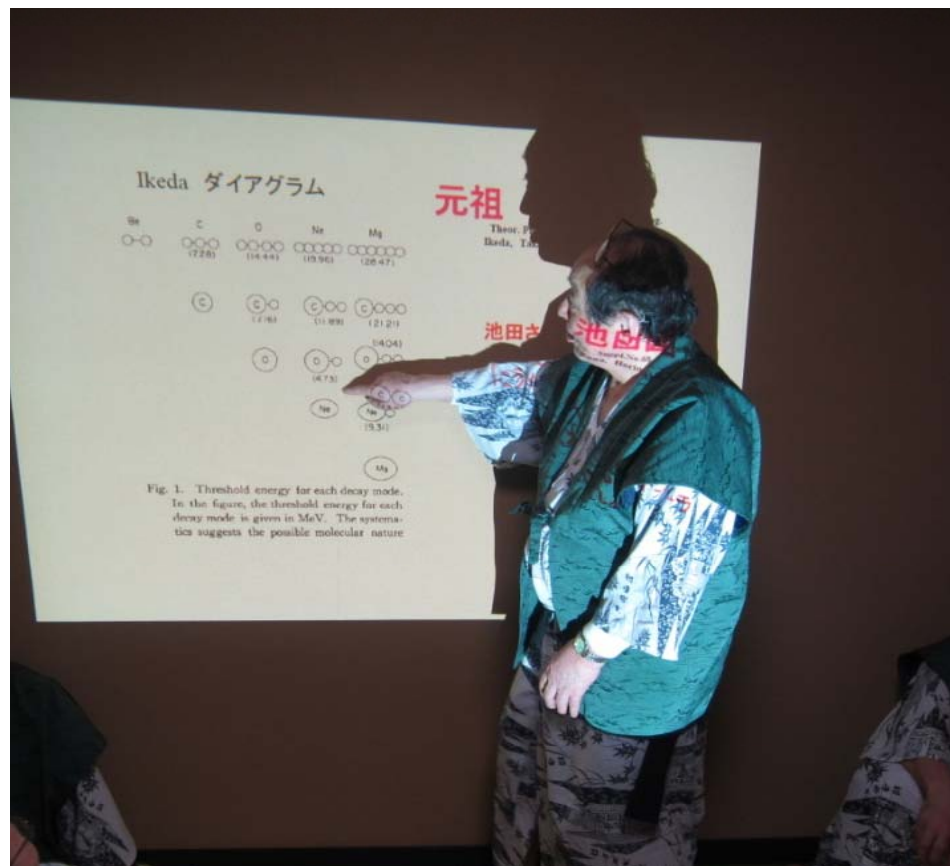


Fig. 1. Threshold energy for each decay mode. In the figure, the threshold energy for each decay mode is given in MeV. The systematics suggests the possible molecular nature

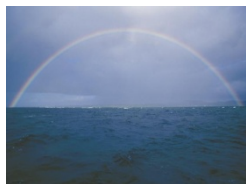
元祖が語る池田図

2012. 3. 27 大原山荘



2013年7月26日

RCNP研究会:横浜
核子・ハイペロン多体系におけるクラスター現象



天上から地をみる＝天に足が着いた研究

天上の星

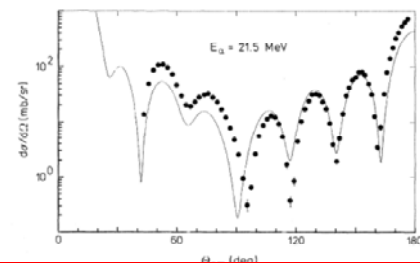
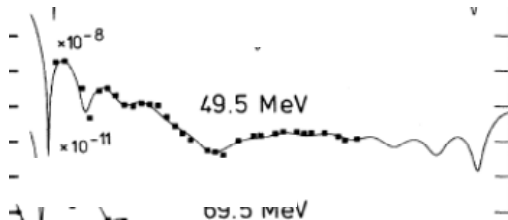
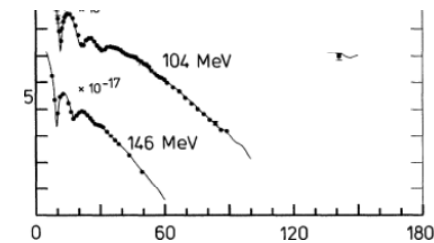
大久保の世界

閾値

地上の星

池田図の世界

地上から上をみる＝地に足が着いた研究



Ikeda ダイア
グラムの散乱
への拡張

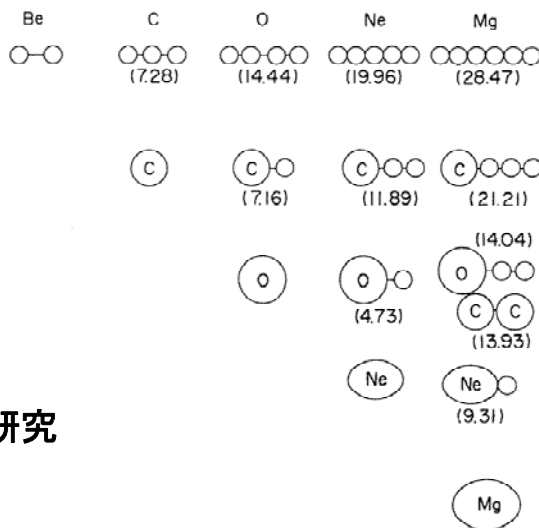
散乱と池田図 大久保の世界

プレ虹

ALAS=BAA後
方角角異常

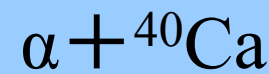
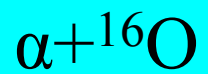
結節点 Nodal point

一体場＝殻構、
集団運動



虹・ALASからクラスター構造へ (新しいパラダイム)

(博士論文)

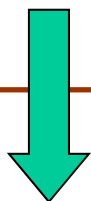


100 MeV

励起エネルギー ↑

散乱現象

高いエネルギー



束縛状態・

原子核の構造

低いエネルギー

虹

後方角異常

(BAA, ALAS

(散乱現象・虹散乱とクラスター構造の統一)

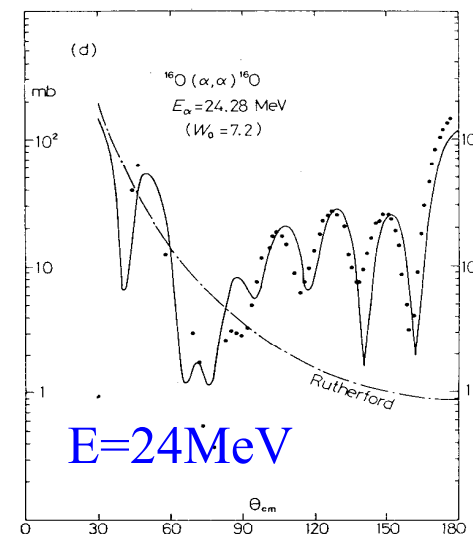
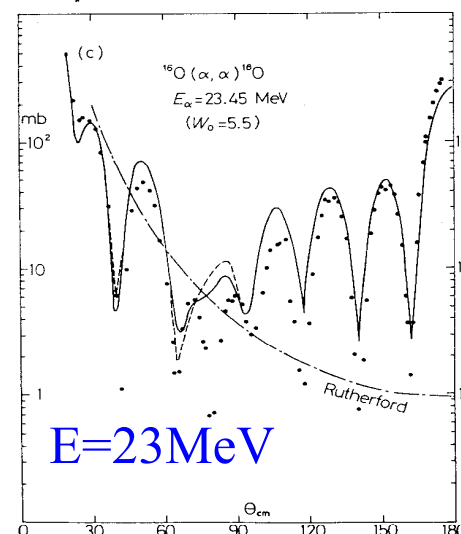
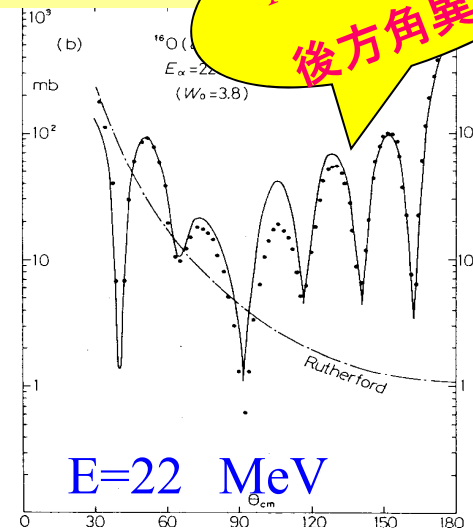
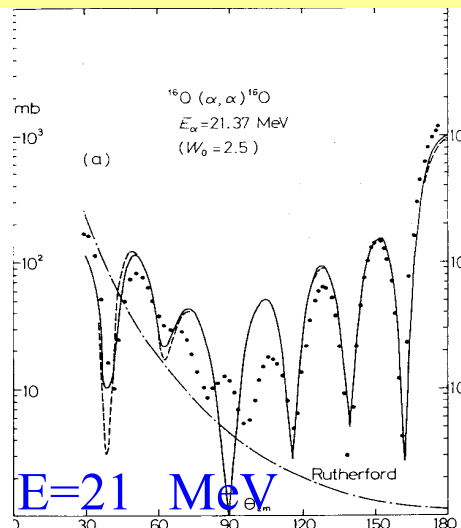
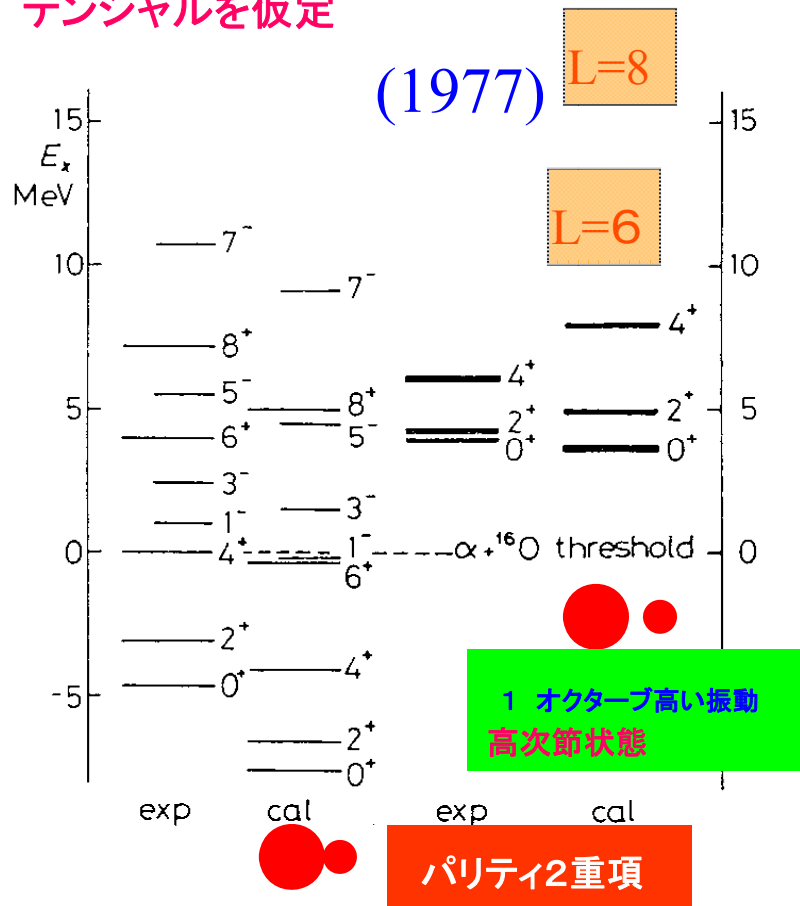


0 MeV

α - ^{16}O ポテンシャルによる ^{20}Ne のクラスター構造と α + ^{16}O 散乱の統一

ALAS, BAA
後方角異常

α - ^{16}O 間に特別な形の強い引カポテンシャルを仮定

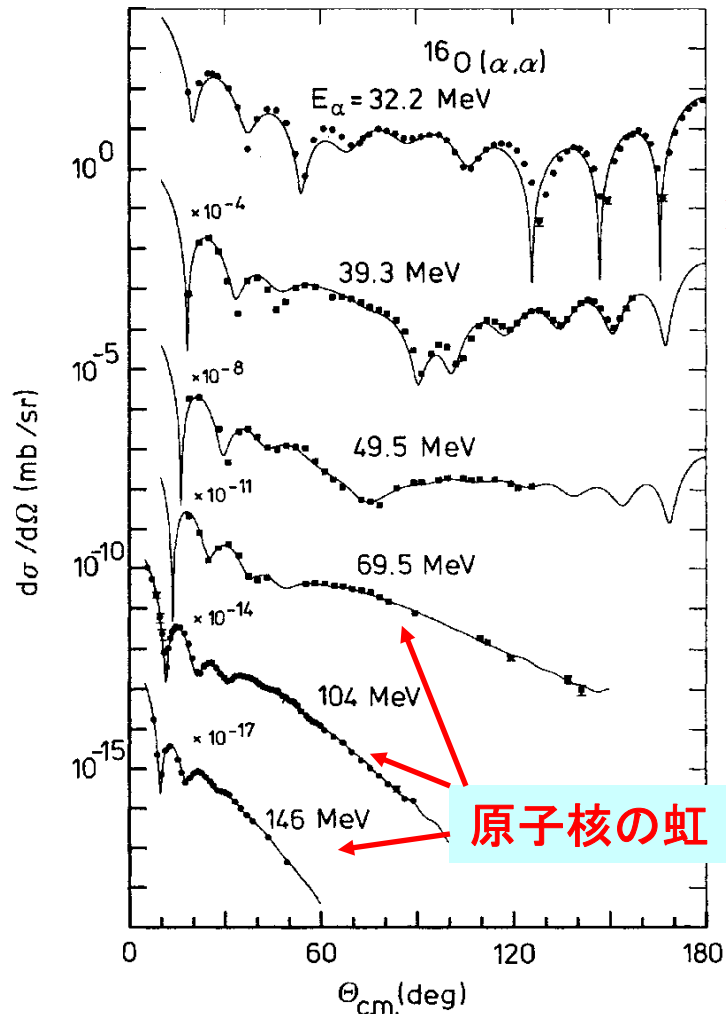


^{20}Ne の α + ^{16}O クラスター構造

α + ^{16}O 散乱 (阪大のデータ)

ベルギー グループ Michel達 による $\alpha+^{16}\text{O}$ 散乱 の高いエネルギーでの実験と解析 (1983)

(1983)

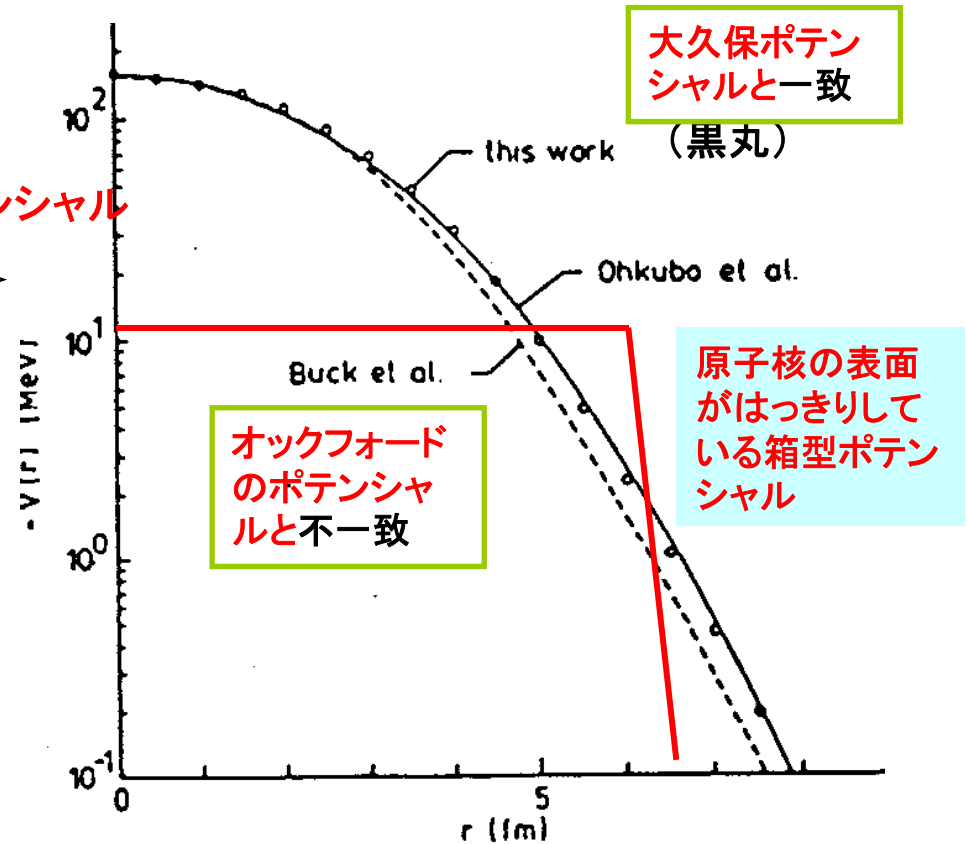


原子核の虹

Fitするポテンシャル



$\alpha-^{16}\text{O}$ 間強い引カポテンシャル



より高いエネルギーでも
成功すること判明

F. Michel et al, PRC 28, 1904 (1983)



fp領域の池田図の拡張へのチャレンジ



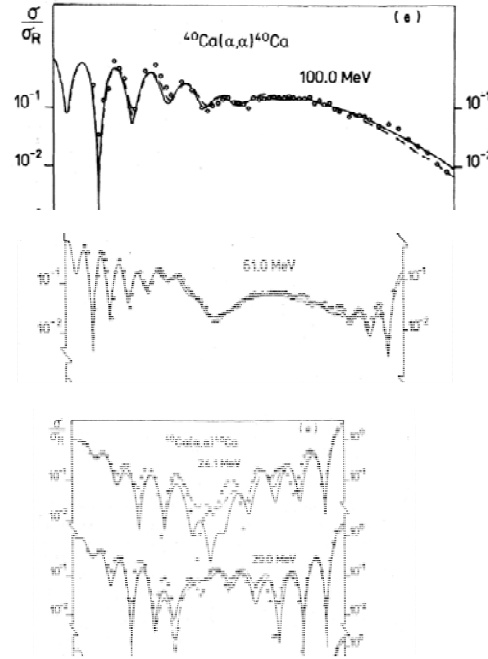
虹

プレ虹

天上の星

大久保の世界

閾値

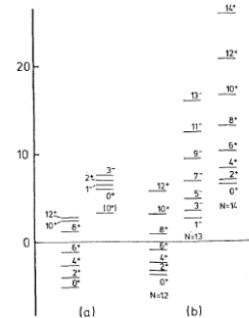
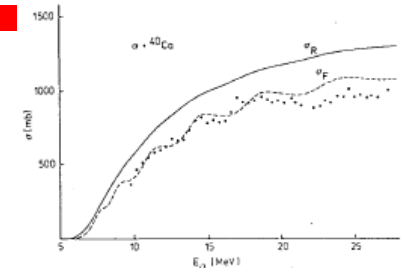
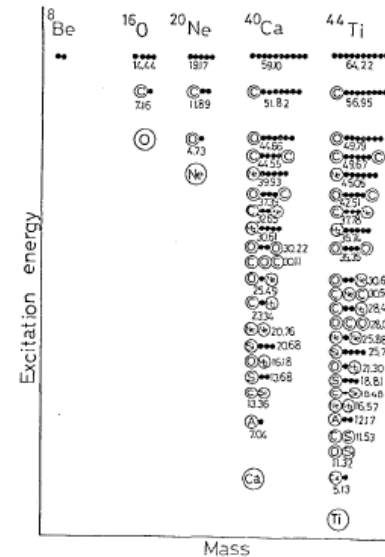


ALAS=BAA後
方角角異常
(1978Delbar)

地上の星

池田図の世界？

一体場=殻構、
集団運動



核融合

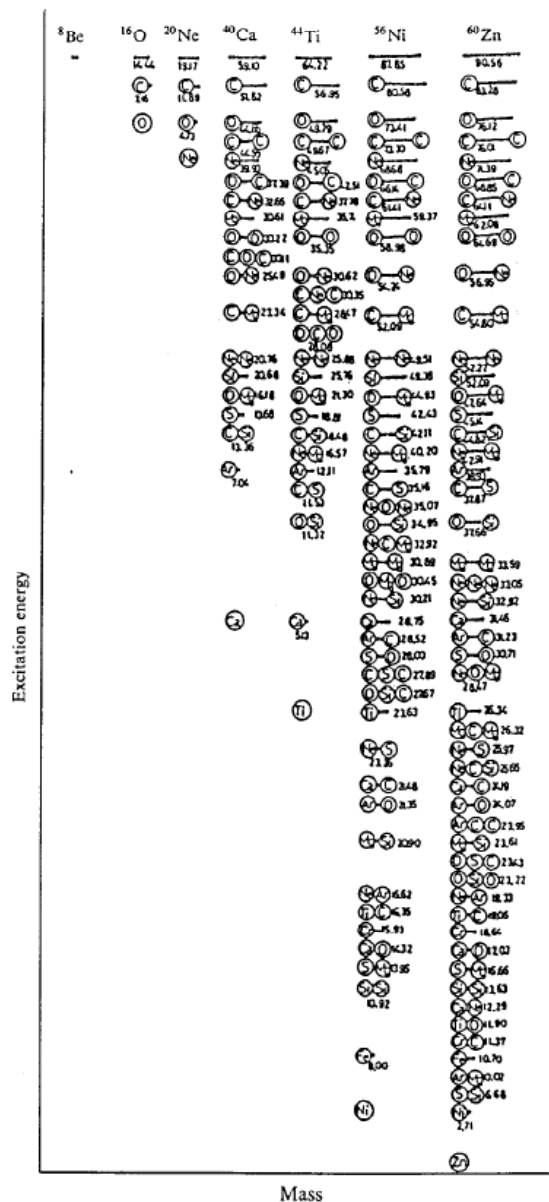


Fig. 6.22 Diagram of molecular viewpoint extended to the fp-shell region. Threshold energies [なるクラスター現象 into subunit clusters are given in MeV. (Taken from Ohkubo *et al.* [94].)

OXFORD STUDIES
IN
NUCLEAR PHYSICS

GENERAL EDITOR
P. E. HODGSON

Nucleon-Hadron Many-Body Systems

From Hadron-Meson
to Quark-Lepton
Nuclear Physics

Edited by

HIROYASU EJIRI
and
HIROSHI TOKI

Research Center for Nuclear Physics
Osaka University

OXFORD
UNIVERSITY PRESS

6

Nuclear clusters

S. Ohkubo, T. Yamaya, and P. E. Hodgson

横浜

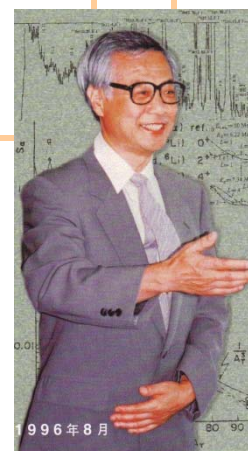
RCNP 1989 observation of ^{44}Ti K=0⁻



	<u>15.37</u> 7 ⁻
<u>11.95</u> 8 ⁺	<u>10.26</u> 5 ⁻
<u>8.78</u> 6 ⁺	
<u>4.25</u> 4 ⁺	<u>7.16</u> 3 ⁻
	<u>5.79</u> 1 ⁻
<u>1.63</u> 2 ⁺	
<u>0.00</u> 0 ⁺	
$K^\pi = 0^+$	$K^\pi = 0^-$



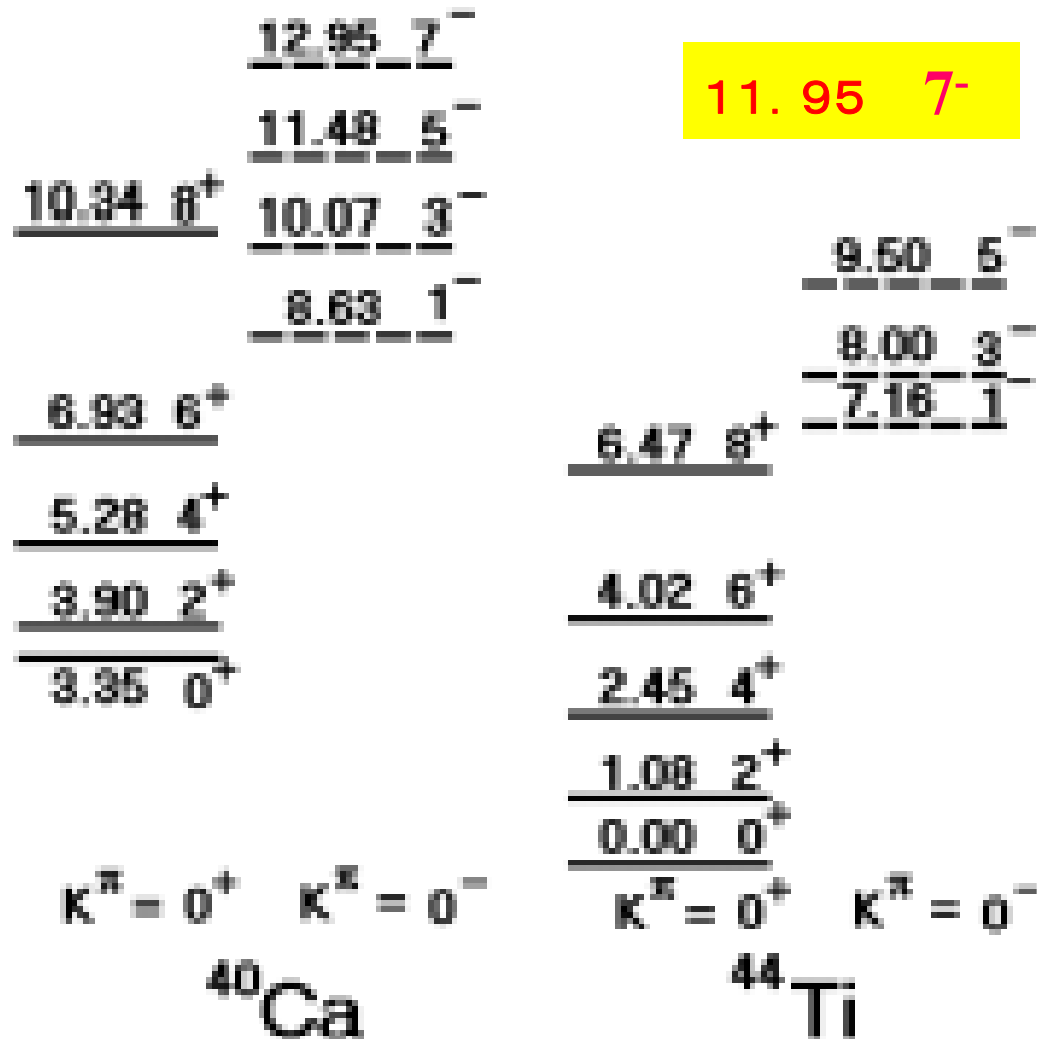
	<u>9.50</u> 5 ⁻
	<u>8.00</u> 3 ⁻
	<u>7.16</u> 1 ⁻
<u>6.47</u> 8 ⁺	
<u>4.02</u> 6 ⁺	
<u>2.45</u> 4 ⁺	
<u>1.08</u> 2 ⁺	
<u>0.00</u> 0 ⁺	
$K^\pi = 0^+$	$K^\pi = 0^-$
^{44}Ti	



^{44}Ti exp: team leader 故 山屋堯 博士
@RCNP ^{44}Ti のスペクトルを前に

^{44}Ti ^{40}Ca : alpha cluster bands

observed by Prof. Yamaya (RCNP) and
2009

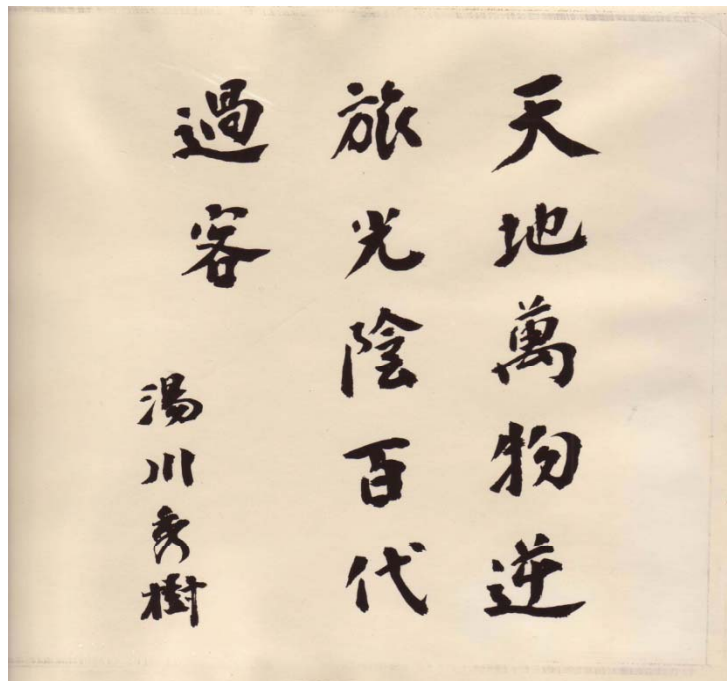


深田 et. al 京大・理 タンデム加速

Fukada, Takimoto, Ogino
and Ohkubo,

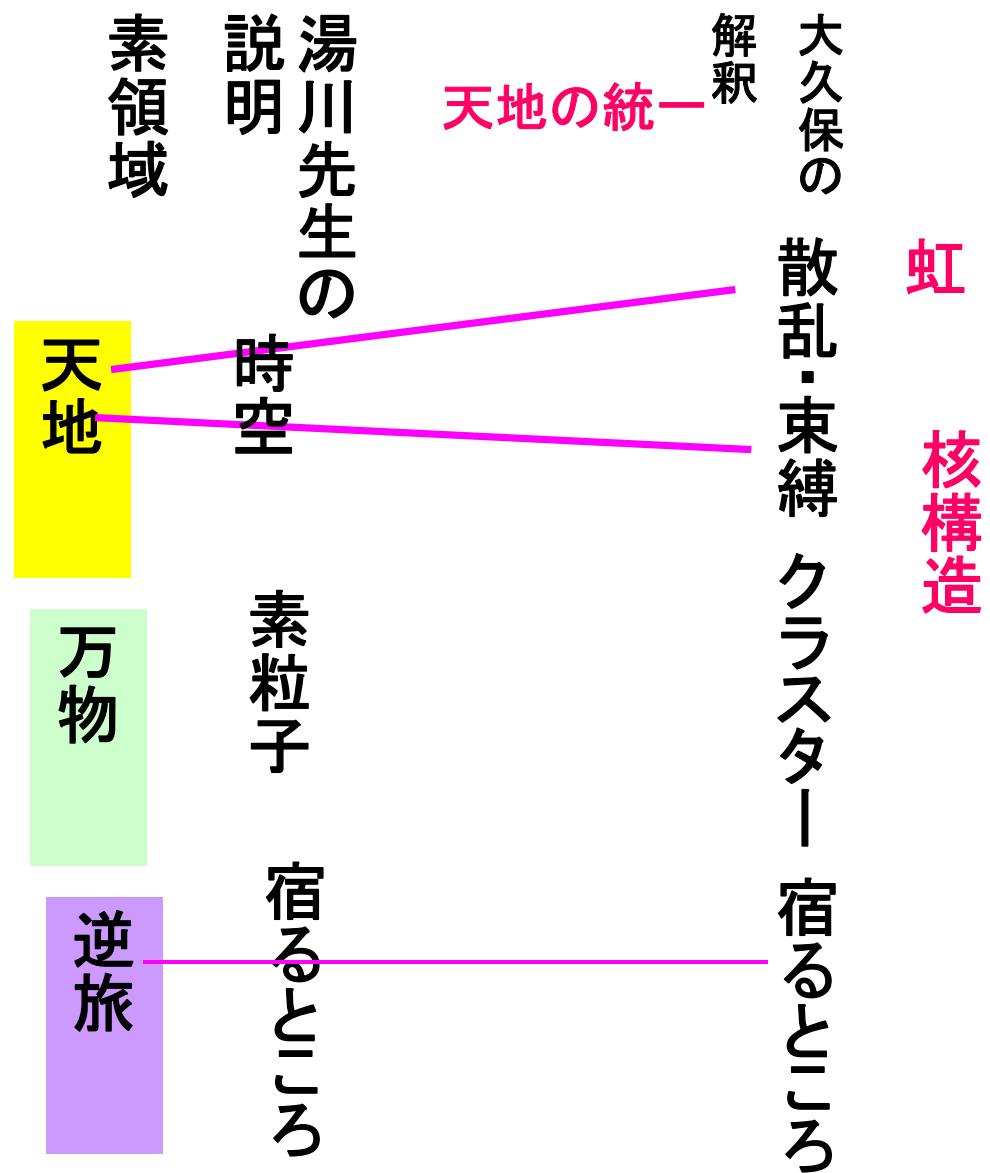
PRC C 80, 064613
(2009)

T. Yamaya et al, PTP Suppl.
132, 73 (1998)



色紙: 卒業時湯川先生から戴く

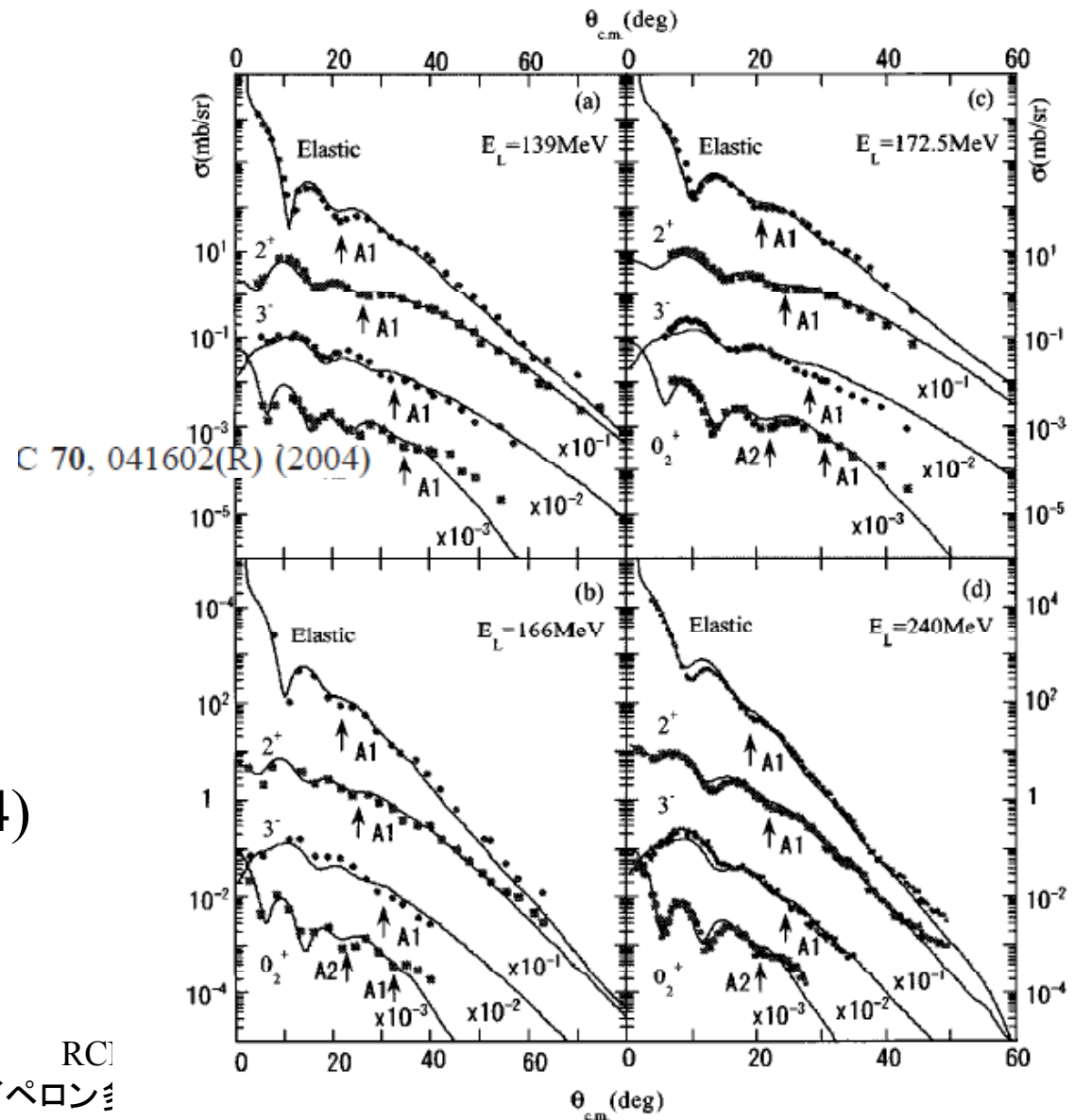
李白
芭蕉



Extension of the Ikeda threshold rule to the core-excited state and inelastic rainbow

- 弾性散乱の虹から (基底帯構造)
- **非弾性散乱の虹へ (芯励起構造)**

$\alpha+^{12}\text{C}(0_2^+)$ core-excited structure in ^{16}O and inelastic rainbow scattering



Ohkubo and Hirabayashi
 PRC 70, 04162(R) (2004)

2013年7月26日

RCI
 核子・ハイペロン

^{16}O

2013年7月26日

RCNP研究会:横浜
核子・ハイペロン多体系におけるクラスター現象

PLB2010

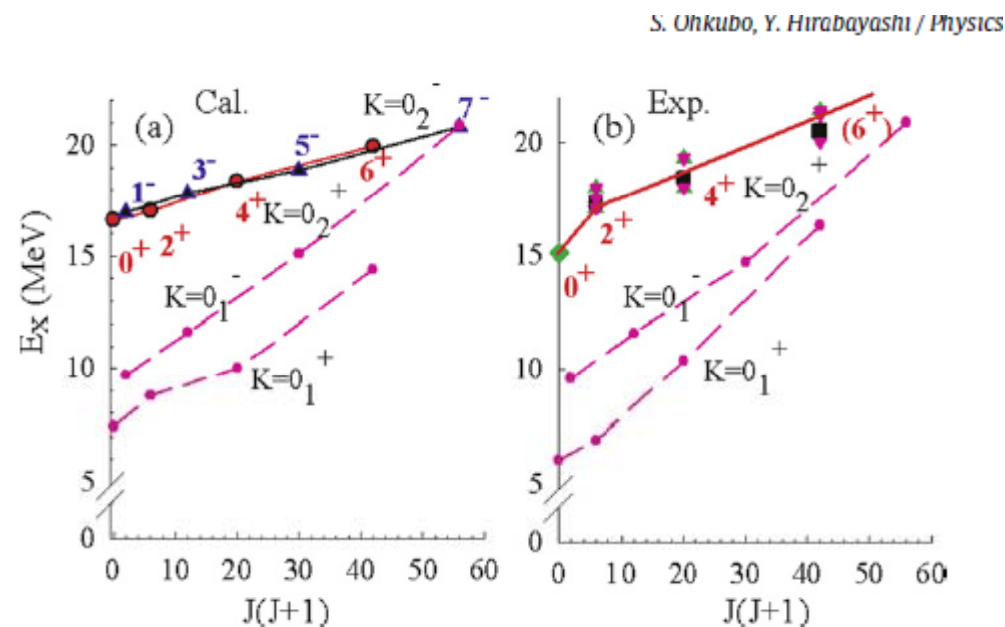
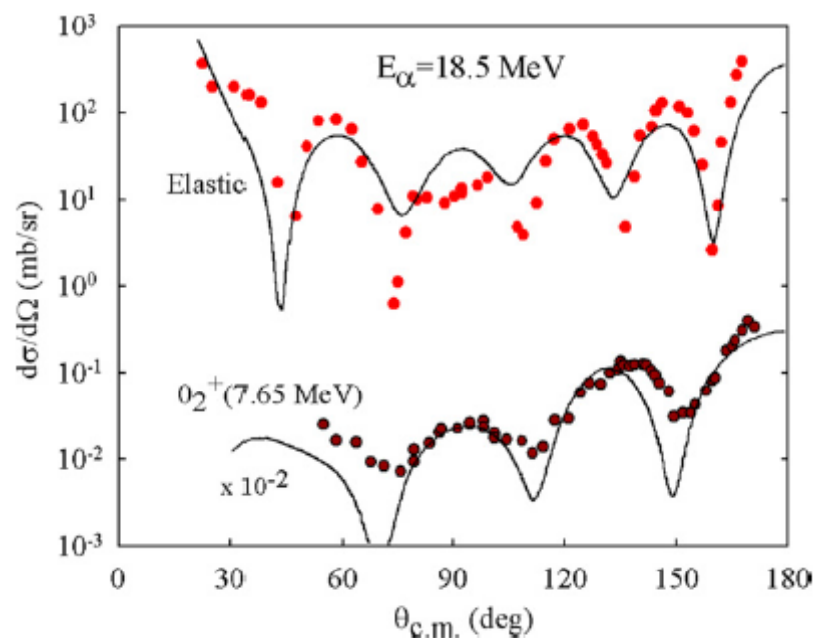
ボーズ凝縮と超流動

Physics Letters B 684 (2010) 127-131

α -particle condensate states in ^{16}O

S. Ohkubo ^{a,b,*}, Y. Hirabayashi ^c

原子核の高温での
超流動状態の可能性を示唆



^{20}Ne

2013年7月26日

RCNP研究会:横浜
核子・ハイペロン多体系におけるクラスター現象

$\alpha+^{16}\text{O}$ inelastic rainbow and prerainbow scattering

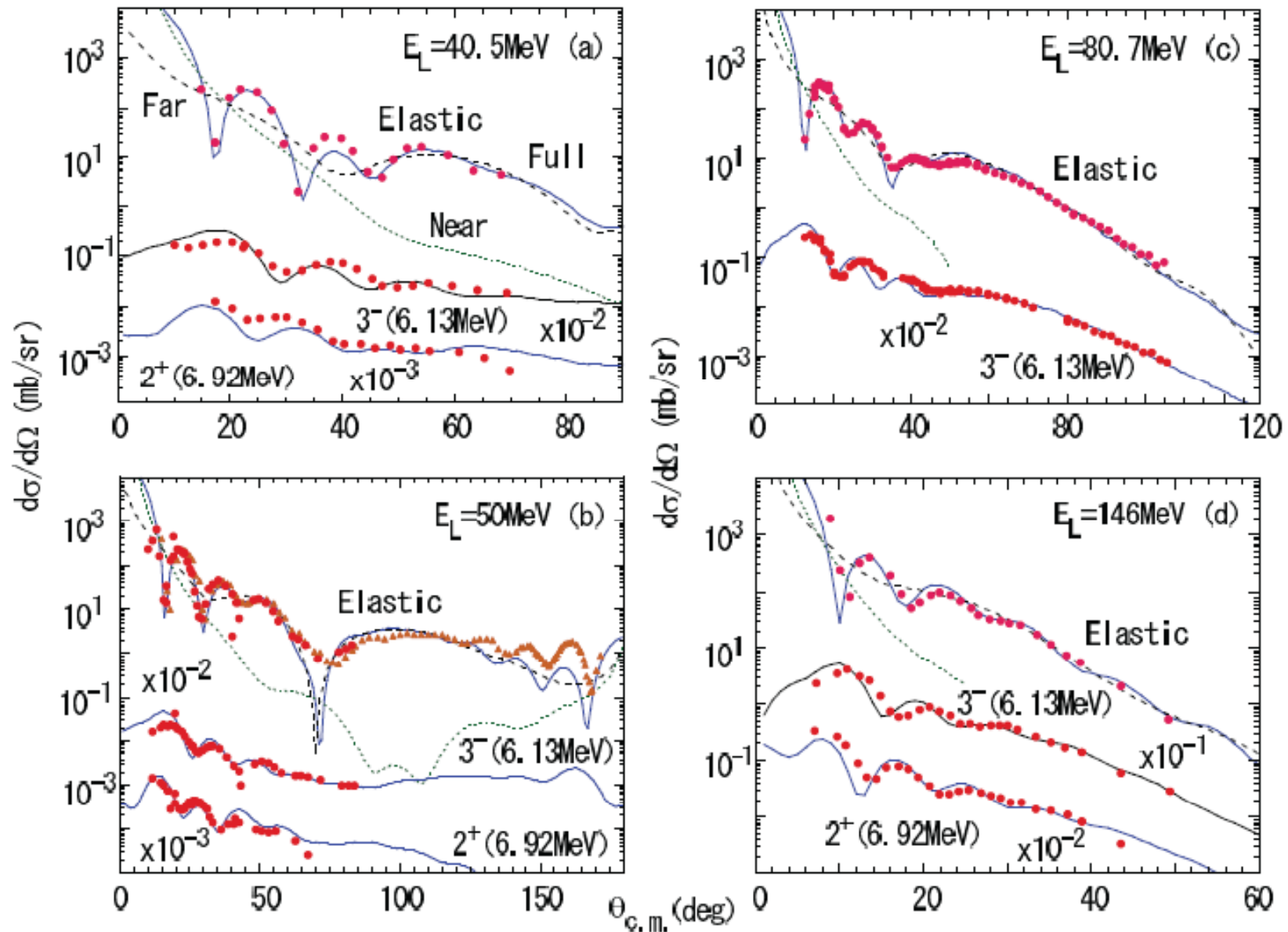
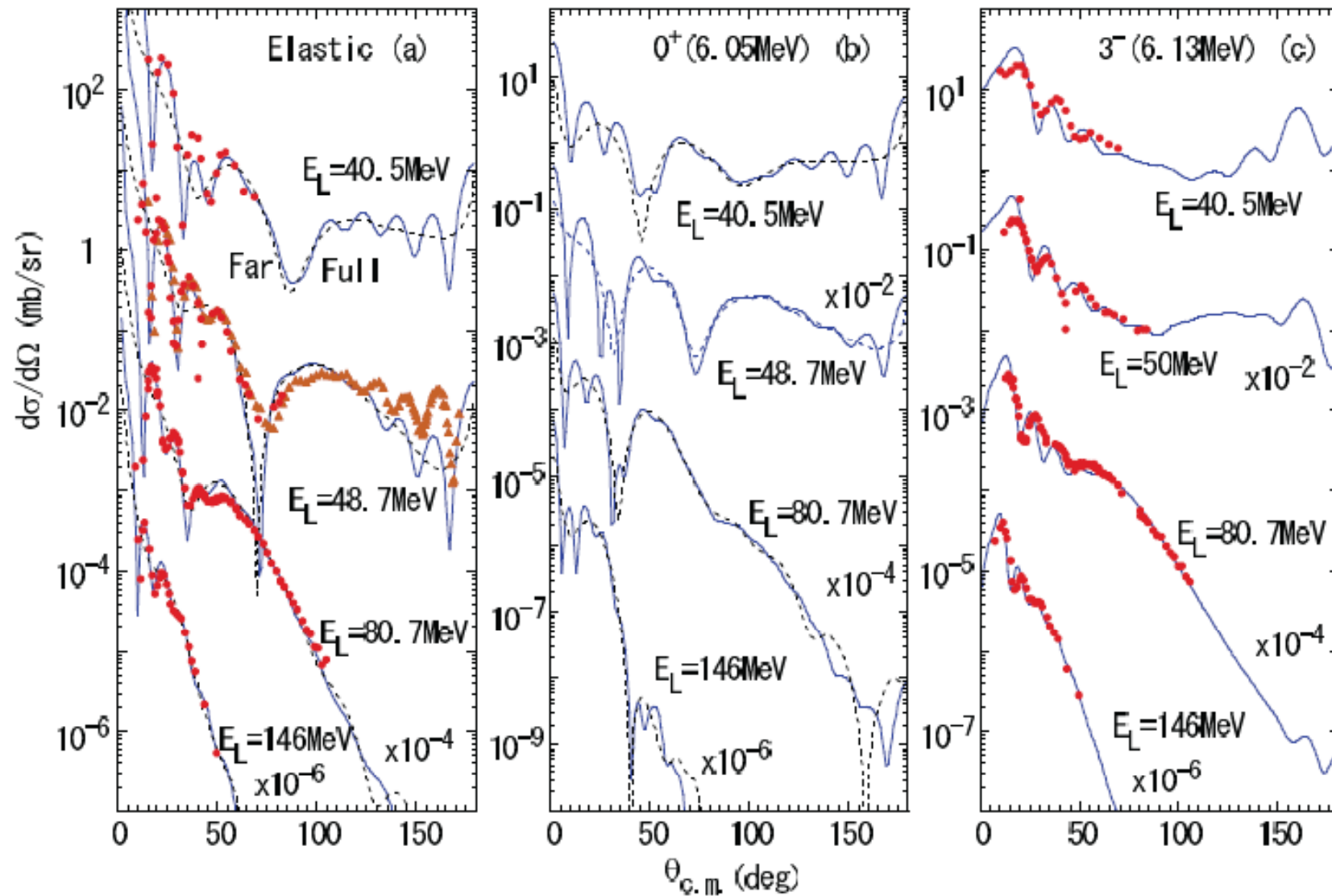


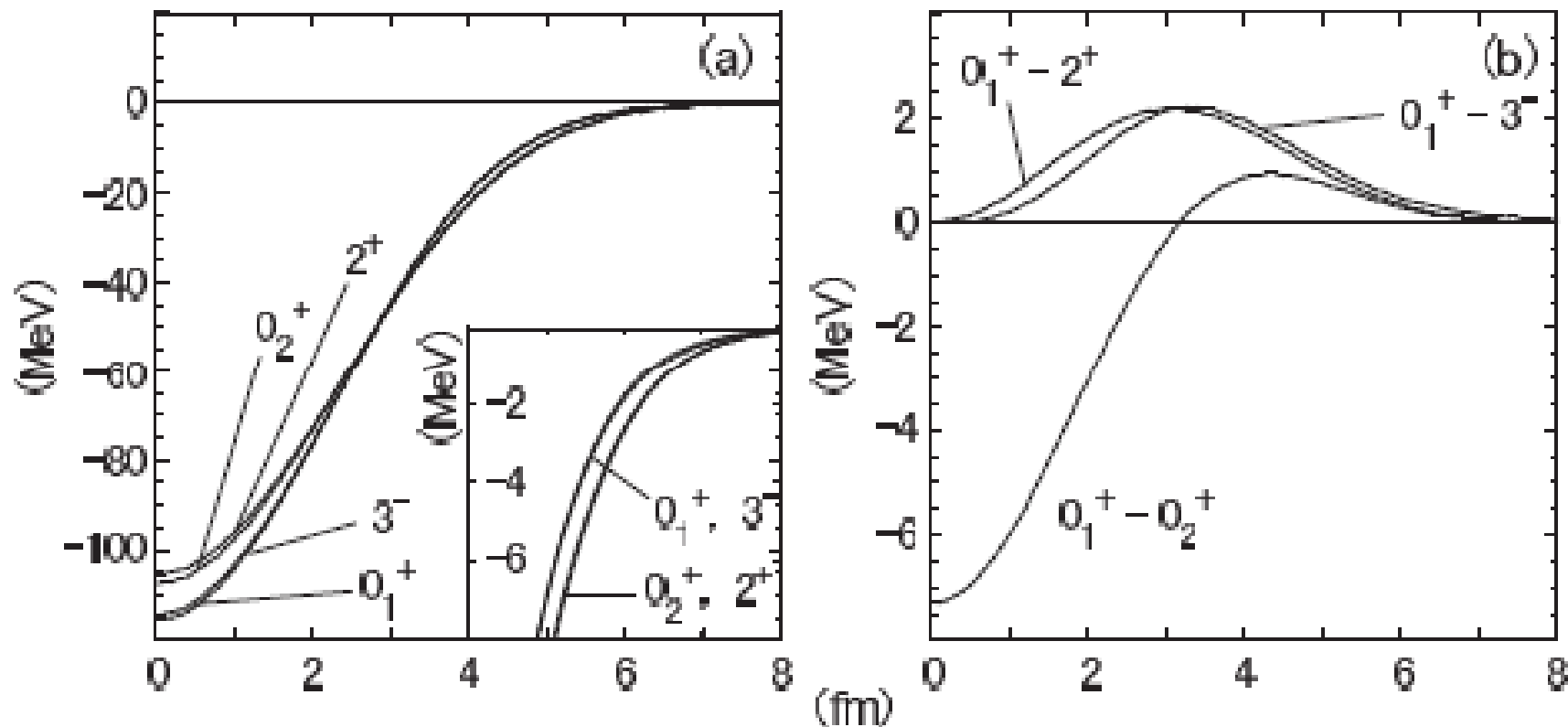
TABLE I. The volume integral per nucleon pair J_V , normalization factor N_R , root mean square radius $\langle R^2 \rangle^{1/2}$ of the folding potential, and the parameters of the imaginary potentials in the conventional notation.

E_L (MeV)	N_R	J^π	J_V (MeV fm ³)	$\langle R^2 \rangle^{1/2}$ (fm)	W_V (MeV)	R_V (fm)	a_V (fm)
40.5	1.42	0_1^+	395	3.61	5.0	5.1	0.5
		0_2^+	425	3.77	5.0	5.1	0.5
		3^-	394	3.58	5.0	5.1	0.5
		2^+	429	3.79	8.0	5.1	0.5
50	1.42	0_1^+	390	3.61	5.5	5.1	0.3
		0_2^+	418	3.77	6.0	5.1	0.3
		3^-	388	3.58	6.0	5.1	0.3
		2^+	422	3.79	11.0	5.1	0.3
80.7	1.34	0_1^+	347	3.62	7.1	5.2	0.4
		0_2^+	373	3.78	10.0	5.2	0.4
		3^-	346	3.59	10.0	5.2	0.4
		2^+	377	3.79	10.0	5.2	0.4
146	1.34	0_1^+	304	3.65	9.0	5.2	0.4
		0_2^+	328	3.80	13.0	5.2	0.4
		3^-	303	3.62	13.0	5.2	0.4
		2^+	331	3.82	12.0	5.2	0.4

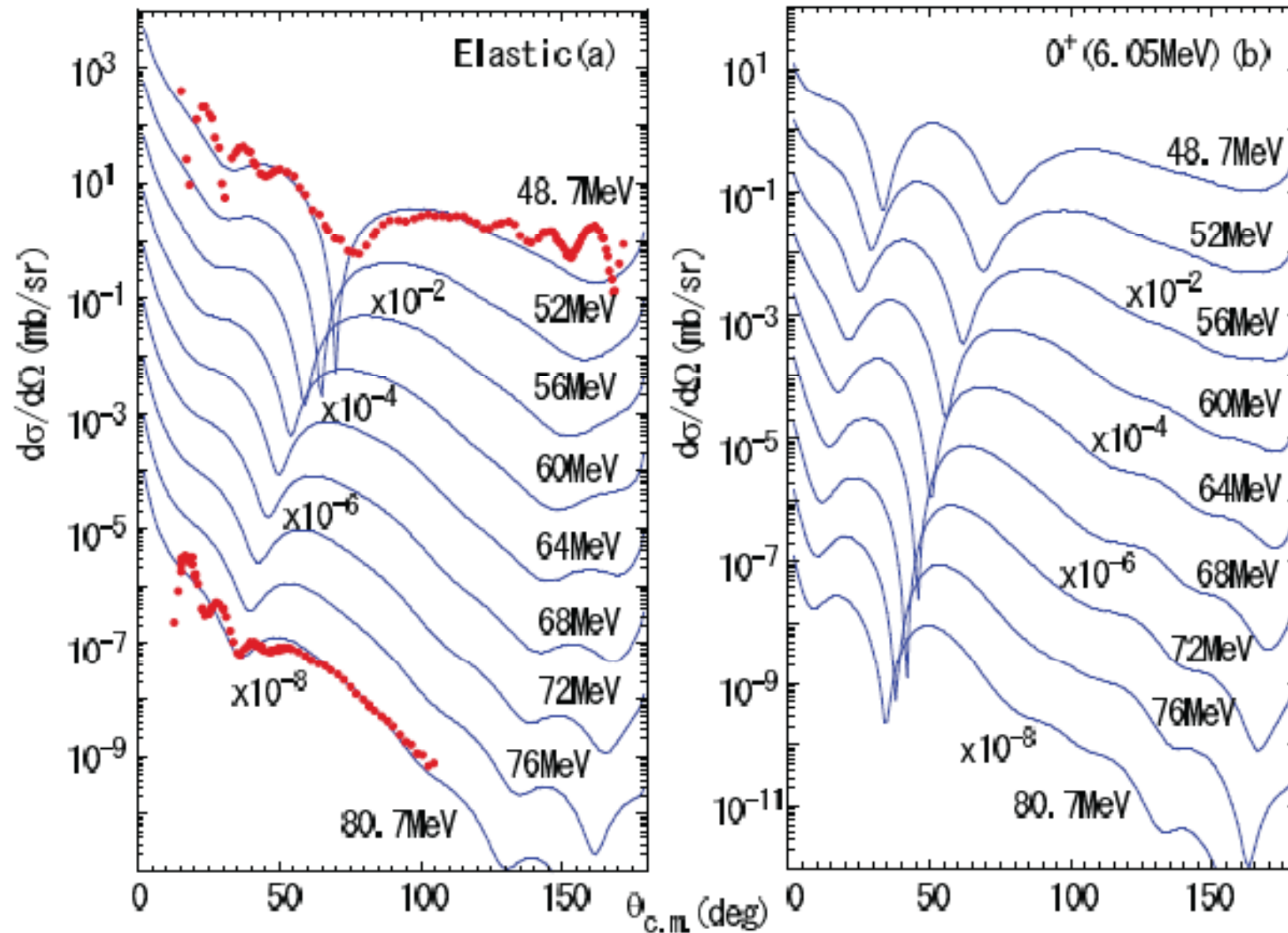
Evolution of the Airy structure in elastic and inelastic $\alpha+^{16}\text{O}$ rainbows and prerainbows



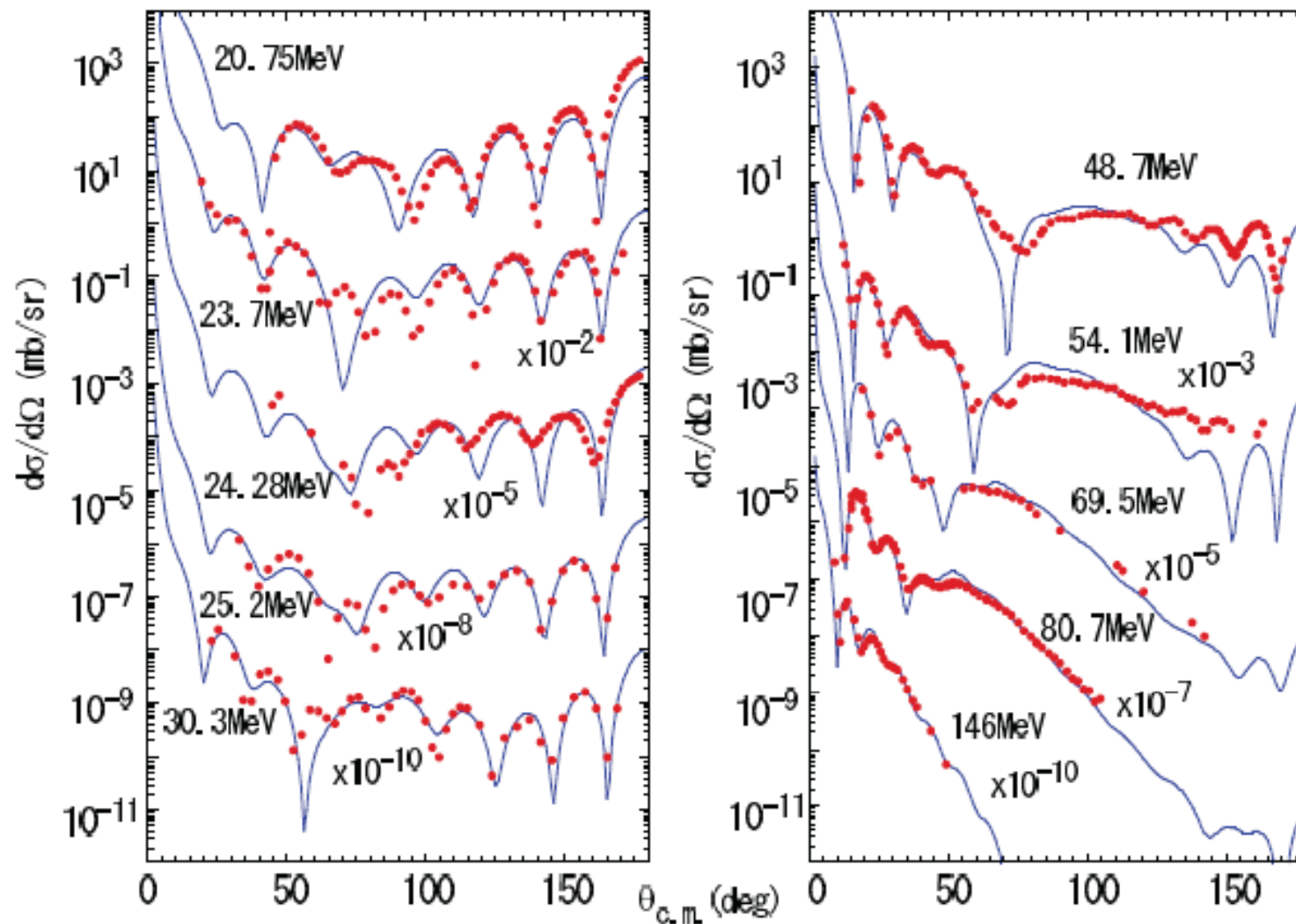
$\alpha+^{16}\text{O}$ diagonal and coupling potentials



Similarity of the evolution of the Airy structure in elastic and inelastic scattering for the $\alpha+^{16}\text{O}$ system

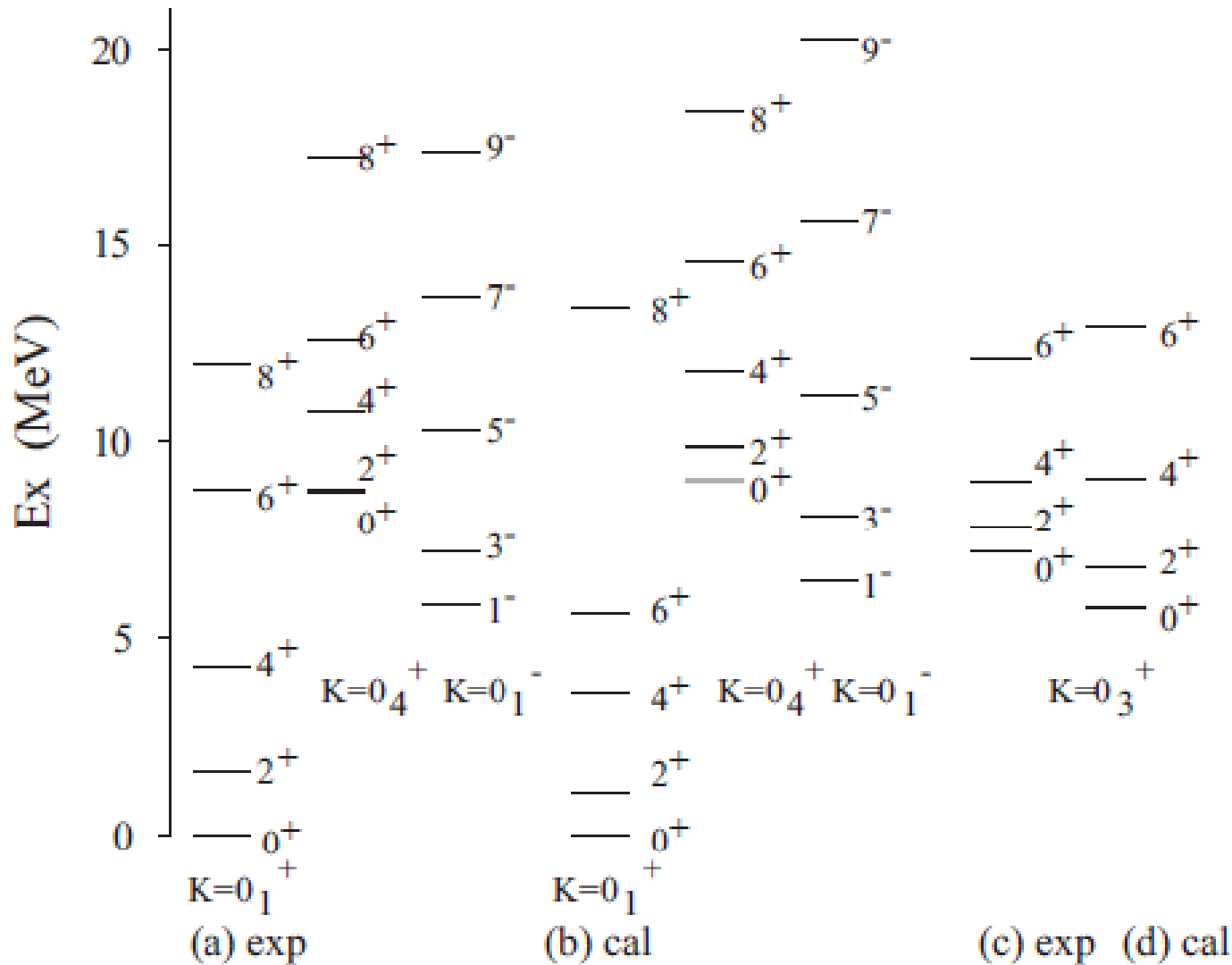


Elastic scattering for the $\alpha+^{16}\text{O}$ system: rainbow, prerainbow and ALAS



20

α cluster structure in ^{20}Ne predicted by the rainbows



summary

- 1) 芯励起クラスター状態のレーゾンデートルを非弾性虹散乱から論じた。
- 2) 池田則により閾値近傍にクラスター状態が出現することは芯励起構造についても非弾性虹の存在から根拠づけられる。
- 3) 池田則は虹の出現の閾値近傍での構造論的な表現に他ならない。