

JAERI-M

7175

$^{244}\text{Cm}$ の中性子核データの評価

(受託研究)

1977年6月

五十嵐 信一・中川 康雄

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

$^{244}\text{Cm}$  の中性子核データの評価

日本原子力研究所東海研究所物理部

五十嵐信一・中川 康雄

(1977年 6月29日受理)

$^{244}\text{Cm}$  の中性子核データの評価を 16 MeV 以下の全エネルギー領域にわたって行った。共鳴パラメータが与えられている 1 keV 以下の領域とそれより上の領域に分けて測定データの検討を行った。1 keV 以下の領域では共鳴パラメータの検討を行い、採用した共鳴パラメータを使って 0.0253 eV の捕獲断面積と核分裂断面積を計算した。1 keV 以上の領域での核分裂断面積は測定値の大まかな構造を与えるように計算され、又、全断面積、捕獲断面積、弾性散乱、非弾性散乱 ( $n, 2n$ ) 反応などは光学模型と統計模型とにより計算された。核分裂当り放出される中性子数は系統性を考慮した半経験式を使って求めた。

JAERI-M 7175

Evaluation of Neutron Nuclear Data for  $^{244}\text{Cm}$

Sin-iti IGARASI and Tsuneo NAKAGAWA

Division of Physics, Tokai Research Establishment, JAERI

( Received June 29, 1977 )

Evaluation of neutron nuclear data for  $^{244}\text{Cm}$  was performed below 16 MeV. The energy region above 1000 eV was separated from the lower region where the resonance parameters were given. Evaluation was made to select suitable resonance parameters, and thermal values of the capture and fission cross sections were obtained with the adopted resonance parameters. Using a semi-empirical formula, the fission cross section was reproduced above 1000 eV. Optical and statistical model calculations were made in order to obtain the total, capture, inelastic and elastic scattering, and  $(n,2n)$  reaction cross sections. The number of neutrons per neutron-induced fission was estimated with an empirical formula.

Keywords : Evaluation, Curium-244, Neutron Nuclear Data, Optical Model  
Statistical Model, Neutron Cross Sections, Resonance  
Parameters.

---

The work performed under contracts between Power Reactor Nuclear Fuel Development Corporation and JAERI.

## 目 次

1. 序 文.....	1
2. 実験データの現状.....	6
2.1 1 keV 以下のデータ.....	6
2.2 1 keV 以上のデータ.....	8
3. 核データの評価.....	14
3.1 1 keV 以下の核データの評価.....	14
3.2 1 keV 以上の核データの評価.....	15
3.2.1 核分裂断面積の評価.....	16
3.2.2 捕獲断面積および非弾性散乱断面積.....	18
3.2.3 核分裂当りの放出中性子数.....	19
4. 評価結果の検討.....	27
5. 結 言.....	28
参考文献.....	35

## 1. 序 文

$^{244}\text{Cm}$ は $^{243}\text{Cm}$ の中性子捕獲や $^{244}\text{Am}$ および $^{244\text{m}}\text{Am}$ のベータ崩壊、 $^{246}\text{Cf}$ のアルファ崩壊などにより作られ、半減期18年位でアルファ崩壊する他に自発核分裂を起して消滅する。 $^{244}\text{Cm}$ の核データの測定の現状を見ると、この自発核分裂に関する実験が多く、特に分裂当りの中性子数の測定がかなりの割合を占めている。しかし断面積の測定はあまり多くなく、熱中性子領域の測定は5件程があるのみであり、全断面積の測定も1keV以下の領域には4件程あるが、1keV以上には1件もない状況である。核分裂断面積は熱中性子領域以外に4件の測定があり、そのうちの2件は地下核爆発を利用したものである。このように、 $^{244}\text{Cm}$ の測定は件数が少いばかりでなく、測定されている物理量の種類も少い。

一般に超重元素の核データの測定はむつかしく、核データの評価に果す理論的推定の役割は大きい。<sup>1~4)</sup>我々は理論的な推定を主体とした $^{241}\text{Am}$ および $^{243}\text{Am}$ の核データの評価<sup>1~4)</sup>を行い、良い成果を収め、超重元素の核データの評価を進めるうえでの一つの方法を示した。この報告では、 $^{244}\text{Cm}$ を取りあげ、その核データを調べるとともに、行った核データの評価について述べる。第2章では測定データの現状を概観する。 $^{244}\text{Cm}$ の場合、共鳴パラメータが与えられている領域は1.0 keV以下である。そこで我々は1.0 keVを境に取りエネルギー領域を上下に分け、それぞれの領域のデータを調べることにした。

1.0 keV以上の領域に測定があるのは核分裂断面積のみである。測定値は約3.0 MeV附近まで連続的に存在し、Amに見られたような疑問<sup>1~4)</sup>は起っていない。我々はこの測定値から大まかな平均構造を求め、その値を捕獲断面積や非弾性散乱断面積の競争として、これらの量を計算する際に用いた。これについては第3章で述べる。

この研究により我々は16 MeV以下の全領域にわたり $^{244}\text{Cm}$ の一貫した評価ずみ核データを求めることが出来た。 $^{244}\text{Cm}$ については方々の国で核データの評価が進められており、最近ではENDF/B-VのためにMann等<sup>5)</sup>が $^{244}\text{Cm}$ を含む16核種の核データの評価を行っているし、イギリス<sup>6)</sup>、ソ連、西ドイツ、フランス、イスラエルなどでも進行している模様である。超重元素の核データの評価に關し国際協力をうようにとの勧告<sup>7)</sup>は1975年に開かれたIAEAの諮詢委員会から出ているが、現在その勧告に従った動きが具体化しつゝある。このような状況を考えると、我々自身のデータを持ち、データに対する適確な判断を行い得るようにしておくことは極めて重要で、上記諸国との協力に際し不可欠な要素である。この研究で得られた結果は、いずれ、こうした場合の素材となり、又、JENDL-2の素材にもねるであろう。なお、この研究は動燃事業団と日本原子力研究所との業務契約によって行ったものである。

Table 1 Status quo of the nuclear data measurements for  $^{244}\text{Cm}$ .

著者、文献略記号	測定量	エネルギー範囲		文献番号
1. 54Stevens	$\sigma_{n,\gamma}$	thermal	Pu-sample を Material Testing Reactor で照射し、 Cm-isotopes を生成。 mass spectrometric analysis. $T_{1/2}(\alpha)=19.2\pm0.6$ years, $\sigma(n,\gamma)=25\pm10$ barns. BNL 325, 3rd edition で引用。	9
2. 56Crane	$\bar{v}_{sp}$		Coincidence method. LiI(Eu) crystal neutron detector. close parallel-plate type fission counter. $\bar{v}_{sp}=2.61\pm0.13$ . BNL 325, 3rd edition で引用。	10
3. 56Diven	$\bar{v}_{sp}$		large liquid scintillator. oscilloscope. fission neutron の multiplicity も測る. $\bar{v}_{sp}=2.810\pm0.059$ . BNL 325, 3rd edition で引用。	11
4. 56Hicks	$\bar{v}_{sp}$		Cd-loaded liquid scintillator. parallel-plate fission chamber. multiplicity も測る. $\bar{v}_{sp}=2.84\pm0.09$ . BNL 325, 3rd edition で引用。	12
5. 64Bolshov	$\bar{v}_{sp}$ $\bar{E}_k$		dual ionization chamber. boron counter. $^{235}\text{U}$ の $\bar{E}_k$ および $^{240}\text{Pu}$ の $\bar{v}$ を standard. $\bar{E}_k=182.3\pm2.3$ MeV. $\bar{v}_{sp}=2.71\pm0.04$ . BNL 325, 3rd edition で引用。	13

6.	64Coté	$\sigma_{tot}$	0.01~900eV	transmission method. fast chopper. resonance parametersも求める。 BNL 325, 3rd editionで引用。	14
7.	67Fomushkin	$\sigma_{n,f}$	14.5MeV fission spectrum	D(t,n) <sup>4</sup> He source. glass-plate fragment detectors. ionization chamber. <sup>238</sup> U(n,f), <sup>237</sup> Np(n,f) を standard.	15
8.	68Folger	$\sigma_{n,\gamma}$ $I_\gamma$	thermal $\leq$	Savannah River heavy water reactor でsampleを照射。 mass spectrometry or $\alpha$ -particle pulse analysisで生成量を定量。 <sup>59</sup> Co(n, $\gamma$ ) <sup>60</sup> Co を flux monitorに使用。 BNL 325, 3rd editionで引用。	16
9.	68Fullwood	$\sigma_{n,f}$	20eV~2MeV	地下核爆発。 solid state detectors. digitized film reading method. <sup>6</sup> Li(n, $\alpha$ ), <sup>235</sup> U(n,f) standard.	17
10.	68Koontz	$\sigma_{n,f}$	1.0~14.9MeV	VdG. with Mobley buncher. solid state detectors. <sup>235</sup> U(n,f) を standardに使用。	18
11.	68Smith	$\sigma_{n,f}$ $\sigma_{n,\gamma}$ $I_\gamma$	thermal $\leq$	<sup>242</sup> Pu-sample を Savannah River heavy water reactorで照射。 mass spectrometry および $\alpha$ -pulse analysisで生成量を定量。 BNL 325, 3rd editionで引用。	19
12.	70Keyworth	$\alpha$	100eV~5keV	地下核爆発。 resonance analysis. 中間共鳴構造を暗示している。	20
13.	70Kroshkin	$v_{sp}$		TOF で neutron spectrumを測る。 gas scintillation chamber. plastic scintillation neutron detector. semiconductor $\alpha$ -spectrometer および mass spectrometerで isotope	21

			compositionを定量。 $\bar{v}=2.77\pm 0.08$ . BNL 325, 3rd editionで引用。	
14. 70Jaffey	$\bar{v}_{sp}$		Argonne CP-5 reactor. coincidence method. gas ionization chamber. $^{243}Cm$ と $^{245}Cm$ の $\bar{v}_p$ の補正をする ために測定。 $2.692\pm 0.024$ . BNL 325, 3rd editionで引用。	22
15. 71Moore	$\sigma_{n,f}$ $\sigma_{n,\gamma}$	20eV~3MeV	地下核爆発。p-n junction silicon solid-state detectors. Moxon-Rae detector. photographic film recording and magnetic disk recording method. $^6Li(n,\alpha)$ , $^{235}U(n,f)$ をstandard. resonance analysis (20~1000eV). mixed Cmについて $\sigma_{n,\gamma}$ を測る。	23
16. 71Prokhorova	$\bar{v}_{sp}$		$^{235}U$ の $\bar{v}_p$ を測った実験で, $^{244}Cm$ と $^{240}Pu$ の $\bar{v}$ も示している。 $\bar{v}_{sp}=2.690\pm 0.015$ .	24
17. 71Thompson	$\sigma_{n,\gamma}$ $I_\gamma$ $\sigma_{n,f}$ $I_f$	thermal <	classical radio-chemical technique. mass spectrometry. Ge(Li) detectorでFPからの $\gamma$ -ray spectrumを測る. BNL 325, 3rd editionで引用。	25
18. 72Benjamin	$\sigma_{n,f}$ $I_f$	thermal <	SP research reactor. plastic fission track recorder. dual fission chamber. $^{235}U(n,f)$ をstandard. BNL 325, 3rd editionで引用。	26
19. 72Berreth	$\sigma_{tot}$	0.01~90eV	MTR fast chopper. transmission method. $BF_3$ counter. Reich-Moore multilevel formula	27

			によるresonanceの解析。 BNL 325, 3rd editionで引用。	
20. 72Prokhorova	$\bar{\nu}_{sp}$		$^{252}\text{Cf}$ の $\bar{\nu}=3.756$ を standard. $\bar{\nu}_{sp}=2.700\pm 0.014.$ BNL 325, 3rd editionで引用。	28
21. 73Balanova	$\sigma_{tot}$	1.0~300eV	SM-2 reactor. transmission. area および shape analysisにより resonance を解析。 18 levels.	29
22. 73Dakovskii	$\bar{\nu}_{sp}$		$^3\text{He}$ proportional counter. Si(Au) surface-barrier detector. multiplicity も測る。 $\bar{\nu}_{sp}=2.69\pm 0.01.$	30
23. 73Fomushkin	$\sigma_{n,f}$	fast reactor spectrum	dielectric silicate glass detectors. fission neutron spectrumに近い spectrum で平均。	31
24. 73Golushko	$\bar{\nu}_{sp}$		gas scintillation counter. proportional counter. $^{252}\text{Cf}$ の $3.756\pm 0.01$ を standard. $\bar{\nu}_{sp}=2.680\pm 0.027.$	32
25. 73Zhuravlev	$\bar{\nu}_{sp}$		TOF method. gas scintillation counter. plastic scintillation counter. energy spectrumも測定。 $\bar{\nu}_{sp}=2.680\pm 0.027.$ 73 Golushko と同一group.	33
26. 75Belanova	$\sigma_{tot}$	7 ~ 70eV	reactor neutron $\Gamma_\gamma=37\text{meV}$ を仮定して, one-level resonance formula により 6 levels の parameters を求める。 75 Kiev と同じ data.	34

## 2. 実験データの現状

CINDA 76/77<sup>8)</sup>に収録されている文献とCCDNのNEUDADAライブラリーに収納されている数値データを主な対象として、<sup>244</sup>Cmの測定データの現状を調べた。入手出来なかった文献やプログレスレポートの類を除き、調べた文献<sup>9)-34)</sup>とその内容の要点をTable 1に示した。このTableには文献の発行年と第1著者とを組合せて、例えば、54 Stevens は Stevens を第1著者とする1954年の論文であることを示すようにしてある。最後の欄の文献番号は参考文献番号を示している。こゝに挙げた文献は<sup>244</sup>Cmの測定の現状の大凡を示しているが、未発表の測定もあるようである。<sup>35)</sup>

このTableを見る限りでは、自発核分裂当りの中性子数  $\nu_{sp}$  の平均値を求めた測定が比較的多い。これは<sup>244</sup>Cmの測定データの現状の1つの特徴と考えられる。熱中性子の捕獲断面積および核分裂断面積の測定は比較的少く、全体で5~6件程度である。共鳴パラメータを求めている測定も5~6件で、現状ではほど1 keVが共鳴パラメータの上限になっている。

この章では共鳴パラメータのある1 keV以下とそれより上の領域とに分けて測定データの現状を調べ、<sup>244</sup>Cmのデータの特徴を把握する。

### 2.1 1 keV 以下のデータ

Table 1に示した文献から熱中性子エネルギーでの各断面積の測定値と共鳴積分の値を取り出し、それぞれTable 2とTable 3に示した。これらのTableにはBNL-325, 3rd edition<sup>35)</sup>の推奨値も載せてある。熱中性子の捕獲断面積の測定はMTRを使った54 Stevens<sup>9)</sup>が最初で、その時の測定値は  $25 \pm 10$  パーンであった。その後の68 Smith<sup>19)</sup>や71 Thompson<sup>25)</sup>では14パーン前後の値を出しており、又、68 Folger<sup>16)</sup>では8.4パーンの小さな値を報告している。72 Berreth<sup>27)</sup>は全断面積の測定を行って、 $23 \pm 3$  パーンを報告しているが、54 Stevens の捕獲断面積はこれよりも大きい。核分裂断面積の測定は68 Smithと71 Thompsonが行っていて、それぞれ1.2パーン、 $1.5 \pm 1.0$  パーンを得ている。

共鳴積分については、68 Folger, 68 Smith, 71 Thompson, 72 Berreth が捕獲断面積を、<sup>26)</sup> 71 Thompson と 72 Benjamin<sup>27)</sup> が核分裂断面積を測っている。共鳴パラメータから求めた72 Berreth の  $605 \pm 40$  パーンを除くと、捕獲断面積の共鳴積分は  $620 \sim 700$  パーンである。72 Berreth の値も誤差の範囲でこの中に入っている。

共鳴パラメータは71 Moore<sup>23)</sup>, 72 Berreth<sup>27)</sup>, 75 Belanova<sup>34)</sup>の3件の報告がある。このうち71 Moore は972 eV以下の領域で、72 Berreth は90 eV以下で、75 Belanova は180 eV以下でそれぞれパラメータを与えている。これらのパラメータをTable 4に示した。このTableにはBNL 325, 3rd edition<sup>36)</sup>の推奨値と、Benjamin et al. の評価値も載せてある。Benjamin et al. の評価値は何件かの断面積測定値を使ってパラメータ適合を行った結果である。彼等の評価値のうち、例えば329.5 eVや471 eVの中性子巾は71 Moore の測定値と大きく異っている。又、35 eVや70

eVの核分裂巾も71 Mooreとは異っている。71 Mooreの中性子巾は75 Belanovaの値と一致している。捕獲巾については71 Mooreが37 meV, 72 Berrethが40 meVを仮定しているが Benjamin et al.ではレベルごとに変化を与えていて、19~51 meVにわたっている。

Table 2. Thermal cross sections of  $^{244}\text{Cm}$ 

	$\sigma_{n,\gamma}$ (barns)	$\sigma_{n,f}$ (barns)	$\sigma_{tot}$ (barns)
54 Stevens	25 ± 10		
68 Folger	8.4		
68 Smith	14.5	1.2	
71 Thompson	14 ± 4	1.5 ± 1.0	
72 Berreth			23 ± 3
BNL 325, 3rd edition	13.9 ± 1.0	1.2 ± 0.1	23 ± 3

Table 3. Resonance integrals for  $^{244}\text{Cm}$ 

	capture (barns)	fission (barns)
68 Folger	700	
68 Smith	621	
71 Thompson	650 ± 50	12.5 ± 2.5
72 Benjamin		18.0 ± 1.0*
72 Berreth	605 ± 40**	
BNL 325, 3rd edition	650 ± 50	12.5 ± 2.5

\* Cut-off at 0.625 eV.

\*\* Calculated from resonance parameters.

## 2.2 1 keV 以上のデータ

Table 1 によると、1 keV 以上の測定は 67 Fomushkin,<sup>15)</sup> 68 Fullwood,<sup>17)</sup> 68 Koontz,<sup>18)</sup> 70 Keyworth,<sup>20)</sup> 71 Moore,<sup>23)</sup> 73 Fomushkin<sup>31)</sup> の 6 件である。このうち 70 Keyworth は  $\alpha$  一値の測定であり、これを除く他の 5 件はすべて核分裂断面積の測定である。73 Fomushkin は高速炉スペクトルでの平均断面積を測っているので、核分裂断面積の微分測定は結局 4 件のみである。

67 Fomushkin と 68 Koontz は加速器による測定で、共に 14 MeV のデータも与えている。両者の値にはかなりの違いがあり、68 Koontz が 14.9 MeV で 2.6 バーンを与えていたのに対し、67 Fomushkin では 14.5 MeV でこれよりも大きい 2 通りの値を与えている。その 1 つはイオンチャンバーを使った  $3.10 \pm 0.30$  バーンで、他は核分裂片の角度分布を測定し、これを積分して得た  $3.28 \pm 0.30$  バーンである。Fig.1 には後者を示している。しかし、この 2 つの値は大きすぎるようと思われる。次章で述べるように、これらの値は光学模型で計算した複合核形成断面積の 2.7 バーンよりも大きい。

68 Fullwood と 71 Moore は地下核爆発を使った測定である。原論文および NEUDADA は前者の数値データを 1.4 keV 以下にきり与えていない。100 keV 附近から上はグラフで与えているのみである。後者は 3 MeV 以下 20 eV までほど連続的に与えているが、データのばらつきは大きい。この様子を Fig.1 に示した。71 Moore と 68 Koontz の 1 ~ 3 MeV の傾向は一致しているようである。

70 Keyworth には未だ最終報告がなく、プログレスレポートだけであるので、こゝで議論出来る材料がない。捕獲断面積を知るうえで貴重な測定と思えるが、今の所データ入手出来ない。

Table 4. Resonance parameters of  $^{244}\text{Cm}$ .

- Col. 1 : resonance energy in eV.
- Col. 2 : neutron width  $\Gamma_n$  in milli-eV.
- Col. 3 :  $g\Gamma_n^{\circ}$ .
- Col. 4 : capture width  $\Gamma_{\gamma}$ .
- Col. 5 : fission width  $\Gamma_f$ .
- Col. 6 : marks GT, GGS and GFS stand for the total width  $\Gamma$  (milli-eV),  $\sigma_0\Gamma_{\gamma}$  (barns.eV) and  $\sigma_0\Gamma_f$  (barns.eV), respectively.
- Col. 7 : reference. In this table, Moore71 for example is 71Moore in Table 1. BNL 325 means its 3rd edition Vol. I<sup>35)</sup>, and Benjamin77 is the reference 36.

Table 4

7

ENERGY (EV)	NEUTRON WIDTH (MEV)	GWR N-WIDTH(O)	GAMMA WIDTH (MEV)	FISSION WIDTH (MEV)	MISCELLANEOUS	REFERENCE
-1.48	0.0633		23	0.50		BENJAMIN77
7.66 ± 0.03		3.4 ± 0.2	35 ± 2			BERRETH72
7.69 ± .03	9.71 ± 0.56	3.5 ± 0.2	36 ± 2			BNL325
7.67	10.4 ± 0.4				GT = 44 ± 3	BELANOVA75
7.667	9.4		32	0.45		BENJAMIN77
16.77 ± 0.08		0.40 ± 0.04	(40)			BERRETH72
16.81 ± .08	1.80 ± .16	.44 ± .04	37 ± 3			BNL325
16.77	1.90 ± 0.30				GT = 37 ± 5	BELANOVA75
16.785	1.88		37	1.40		BENJAMIN77
22.85	0.88 ± 0.09		(37)	3.7 ± 0.3	GGS= 89.1 ± 6.4 GFS= 8.91 ± 0.38	MOORE71
22.8 ± 0.1		0.165 ± 0.025	(40)			BERRETH72
22.85 ± .05	.86 ± .10	.18 ± .02	40	3.7 ± .3		BNL325
22.85	0.84 ± 0.10				GT = 36 ± 10	BELANOVA75
22.825	0.855		35	3.50		BENJAMIN77
34.99	3.5 ± 0.3		(37)	2.51 ± 0.07	GGS= 222.8 ± 5.7 GFS= 15.09 ± 0.19	MOORE71
34.9 ± 0.2		0.5 ± 0.1	(40)			BERRETH72
34.95 ± .05	3.49 ± .30	.59 ± .05	43.5 ± 8.0	2.51 ± .07		BNL325
35.0	5.1 ± 0.8				GT = 33 ± 5	BELANOVA75
35.0	3.79		23	1.57		BENJAMIN77
52.78	0.56 ± 0.08		(37)	1.7 ± 0.2	GGS= 26.1 ± 3.2 GFS= 1.21 ± 0.06	MOORE71
52.5 ± 0.4		0.072 ± 0.015	(40)			BERRETH72
52.78 ± .07	.54 ± .07	.075 ± .010	37	1.7 ± .2		BNL325
52.8	0.56 ± 0.15					BELANOVA75
52.8	0.61		35	1.60		BENJAMIN77
67.99	0.67 ± 0.07		(37)	3.0 ± 0.3	GGS= 22.9 ± 1.9 GFS= 1.85 ± 0.06	MOORE71
69.6 ± 0.4		0.062 ± 0.015	(40)			BERRETH72
69.99 ± .07	.55 ± .08	.065 ± .010	37	3.0 ± 0.3		BNL325
69.8	0.44 ± 0.25					BELANOVA75
70.05	0.653		20	1.70		BENJAMIN77
85.96	24.5 ± 2.3		(37)	0.65 ± 0.02	GGS= 452 ± 13 GFS= 7.96 ± 0.13	MOORE71
85.4 ± 0.4		2.4 ± 0.5	(40)			BERRETH72
85.96 ± .09	22.3 ± 1.9	2.4 ± 0.2	37	.65 ± .02		BNL325
85.6	26.0 ± 4.8					BELANOVA75
86.05	25.6		30	0.52		BENJAMIN77
96.12	7.3 ± 0.6		(37)	1.54 ± 0.05	GGS= 160.4 ± 3.8 GFS= 6.68 ± 0.13	MOORE71
96.12 ± .11	7.0 ± .9	.71 ± .06	37	1.54 ± .05		BNL325
95.5	7.8 ± 2.2					BELANOVA75
96.3	6.77		51	2.33		BENJAMIN77
132.8	15.5 ± 2		(37)	1.17 ± 0.04	GGS= 203.8 ± 7.0 GFS= 6.49 ± 0.13	MOORE71
132.8 ± 0.2	15.3 ± 1.2	1.33 ± .10	37	1.17 ± .04		BNL325
132	16 ± 5					BELANOVA75
132.9	11.53		46	1.62		BENJAMIN77
139.1	2.5 ± 0.3		(37)	2.8 ± 0.3	GGS= 41.4 ± 3.8 GFS= 3.18 ± 0.13	MOORE71
139.1 ± 0.2	2.5 ± .3	.21 ± .03		2.8 ± .3		BNL325
139	2.2 ± 0.9					BELANOVA75
139.2	2.36		30	2.70		BENJAMIN77
171.2	3.3 ± 0.5		(37)	1.3 ± 0.2	GGS= 44.6 ± 5.1 GFS= 1.53 ± 0.06	MOORE71
171.2 ± 0.3	3.3 ± .5	.25 ± .04		1.3 ± .2		BNL325
171	3.6 ± 1.8					BELANOVA75
171.3	3.01		34	1.17		BENJAMIN77
181.6	10 ± 0.9		(37)	2.1 ± 0.1	GGS= 108.2 ± 5.7 GFS= 6.18 ± 0.19	MOORE71
181.6 ± 0.3	9.6 ± .9	.71 ± .07	37	2.1 ± .1		BNL325
181.6	8.76		34	1.84		BENJAMIN77
197.0	43 ± 5		(37)	1.00 ± 0.06	GGS= 261.0 ± 10.8 GFS= 7.07 ± 0.32	MOORE71
197.0 ± 0.3	37.9 ± 5.6	2.7 ± 0.4	37	1.00 ± .06		BNL325
197.0	32.28		50	1.34		BENJAMIN77
209.8	42 ± 5		(37)	0.52 ± 0.04	GGS= 241.9 ± 10.8 GFS= 3.37 ± 0.25	MOORE71
209.8 ± 0.3	42.0 ± 3.6	2.90 ± .25	37	.52 ± .04		BNL325
209.8	45.19		34	0.48		BENJAMIN77
220.1	54 ± 16		(37)	1.25 ± 0.16	GGS= 253.4 ± 30.6 GFS= 8.66 ± 0.38	MOORE71
222.1 ± 0.4	39 ± 4	2.6 ± 0.3	37	1.25 ± .16		BNL325
222.1	41.43		52	1.80		BENJAMIN77
230.5	30 ± 7		(37)	0.40 ± 0.07	GGS= 184.0 ± 26.1 GFS= 1.97 ± 0.19	MOORE71

(continue)

2

ENERGY (EV)	NEUTRON WIDTH (MEV)	G=(R N-WIDTH)O (MEV)	GAMMA WIDTH (MEV)	FISSION WIDTH (MEV)	MISCELLANEOUS	REFERENCE
230.5 ± 0.4	23 ± 5	2.0 ± .5	37	.40 ± .07		BNL325
230.7	15.04		50	0.50		BENJAMIN77
234.9	3.8 ± 1.2		(37)	0.9 ± 0.3	GGS= 38.2 ± 10.8	MOORE71
234.9	3.8 ± 1.2	.25 ± .08	37	.9 ± .3	GFS= 0.95 ± 0.19	BNL325
234.5	3.98		41	0.85		BENJAMIN77
242.7	1.3 ± 1.2		(37)	>2.2	GGS= 12.7 ± 12.1	MOORE71
242.7	1.3 ± 1.2	.083 ± .077	37	2.2	GFS= 1.34 ± 0.19	BNL325
242.7	1.293		36	2.20		BENJAMIN77
264.9	10 ± 5		(37)	0.9 ± 0.4	GGS= 78.9 ± 30.6	MOORE71
264.9	10 ± 5	.61 ± .31	37	.9 ± .4	GFS= 1.97 ± 0.25	BNL325
264.8	11.39		40	0.92		BENJAMIN77
274.1	16 ± 7		(37)	0.6 ± 0.2	GGS= 104.4 ± 31.8	MOORE71
274.1	16 ± 7	.97 ± .42	37	.6 ± .2	GFS= 1.78 ± 0.25	BNL325
274.2	21.53		35	0.39		BENJAMIN77
316.8	5.5 ± 0.7		(37)	0.3 ± 0.07	GGS= 39.5 ± 3.8	MOORE71
316.8	5.5 ± .7	.31 ± .04	37	.30 ± .07	GFS= 0.32 ± 0.06	BNL325
317.4	6.06		35	0.28		BENJAMIN77
329.5	6.6 ± 1.4		(37)	0.29 ± 0.03	GGS= 187.2 ± 13.4	MOORE71
329.5	6.6 ± 1.4	.36 ± .08	37	.29 ± .03	GFS= 1.46 ± 0.13	BNL325
329.5	42.29		45	0.41		BENJAMIN77
343.6	26 ± 5		(37)	1.16 ± 0.16	GGS= 112.7 ± 14.0	MOORE71
343.6	26 ± 5	1.40 ± .27	37	1.16 ± .16	GFS= 3.57 ± 0.25	BNL325
343.6	47.08		30	0.80		BENJAMIN77
353.1	101 ± 23		(37)	1.28 ± 0.11	GGS= 196.7 ± 12.1	MOORE71
353.1	101 ± 23	5.37 ± 1.22	37	1.28 ± .11	GFS= 6.88 ± 0.38	BNL325
353.1	117.4		35	1.22		BENJAMIN77
361.7	34 ± 8		(37)	1.03 ± 0.16	GGS= 124.8 ± 15.9	MOORE71
361.7	34 ± 8	1.79 ± .42	37	1.03 ± .16	GFS= 3.50 ± 0.25	BNL325
361.8	22.83		42	1.38		BENJAMIN77
364.4	10 ± 2		(37)	2.1 ± 0.4	GGS= 54.1 ± 10.8	MOORE71
364.4	10 ± 2	.52 ± .11	37	2.1 ± .4	GFS= 3.06 ± 0.19	BNL325
364.6	6.11		39	2.20		BENJAMIN77
386.2	26 ± 3		(37)	1.11 ± 0.09	GGS= 100.6 ± 5.1	MOORE71
386.2	26 ± 3	1.32 ± .15	37	1.11 ± .09	GFS= 3.06 ± 0.19	BNL325
386.3	26.14		30	0.90		BENJAMIN77
397.6	23 ± 3		(37)	0.66 ± 0.08	GGS= 92.3 ± 5.1	MOORE71
397.6	23 ± 3	1.15 ± .15	37	.66 ± .08	GFS= 1.66 ± 0.19	BNL325
397.6	17.95		39	0.70		BENJAMIN77
415.0	19 ± 2		(37)	0.27 ± 0.06	GGS= 77.7 ± 5.7	MOORE71
415.0	19 ± 2	.93 ± .10	37	.27 ± .06	GFS= 0.57 ± 0.13	BNL325
414.0	21.36		35	0.21		BENJAMIN77
420.6	93 ± 6		(37)	0.89 ± 0.08	GGS= 161.7 ± 7.0	MOORE71
420.6	93 ± 16	4.53 ± .78	37	.89 ± .08	GFS= 3.95 ± 0.32	BNL325
420.6	123.1		33	0.85		BENJAMIN77
426.9	13 ± 2		(37)	0.35 ± 0.12	GGS= 59.8 ± 4.5	MOORE71
426.9	13 ± 2	.63 ± .10	37	.35 ± .12	GFS= 0.57 ± 0.19	BNL325
426.9	20.66		19	0.18		BENJAMIN77
443.4	86 ± 19		(37)	0.82 ± 0.11	GGS= 150.2 ± 9.5	MOORE71
443.4	86 ± 19	4.08 ± .90	37	.82 ± .11	GFS= 3.37 ± 0.38	BNL325
443.7	57.41		41	1.00		BENJAMIN77
470.9	167 ± 58		(37)	1.84 ± 0.16	GGS= 165.5 ± 10.8	MOORE71
470.9	167 ± 58	7.7 ± 2.7	37	1.84 ± .16	GFS= 8.28 ± 0.45	BNL325
471.1	44.28		46	2.80		BENJAMIN77
488.9	15 ± 2		(37)	0.50 ± 0.13	GGS= 56.0 ± 4.5	MOORE71
					GFS= 0.76 ± 0.19	

(continue) 3

ENERGY (EV)	NEUTRON WIDTH (MEV)	G=(R N-WIDTH)	GAMMA WIDTH (MEV)	FISSION WIDTH (MEV)	MISCELLANEOUS	REFERENCE
488.9	15 ± 2	.68 ± .09	37	.50 ± .13		BNL325
489.2	22.12		20	0.27		BENJAMIN77
491.9	54 ± 6		(37)	0.47 ± 0.10	GGS= 114.6 ± 4.5 GFS= 1.46 ± 0.32	MOORE71
491.9	54 ± 6	2.43 ± .27	37	.47 ± .10		BNL325
492.1	51.45		33	0.42		BENJAMIN77
512.4	LARGE		(37)	0.20 ± 0.04	GGS= 184.6 ± 8.9 GFS= 1.02 ± 0.19	MOORE71
512.4				.20 ± .04		BNL325
511.1	123.0		41	0.22		BENJAMIN77
520.5	26 ± 4		(37)	2.55 ± 0.26	GGS= 73.8 ± 4.5 GFS= 5.09 ± 0.38	MOORE71
520.5	26 ± 4	1.14 ± .18	37	2.55 ± .26		BNL325
520.6	40.16		28	1.61		BENJAMIN77
596.4	17 ± 4		(37)	1.0 ± 0.5	GGS= 50.3 ± 24.8 GFS= 1.34 ± 0.32 COM= DOUBLE	MOORE71
596.4	17 ± 12	.70 ± .49	37	1.0 ± .5		BNL325
612.4	30 ± 22		(37)	1.0 ± 0.5	GGS= 69.4 ± 28.6 GFS= 1.91 ± 0.32	MOORE71
612.4	30 ± 22	1.2 ± .9	37	1.0 ± .5		BNL325
620.0	27 ± 10		(37)	0.8 ± 0.2	GGS= 65.6 ± 14.6 GFS= 1.40 ± 0.19	MOORE71
620.0	27 ± 10	1.1 ± .4	37	.8 ± .2		BNL325
627.8	7 ± 4		(37)	<0.5	GGS= 22.9 ± 13.4 GFS= 0.13 ± 0.13	MOORE71
627.8	7 ± 4	.28 ± .16	37	.5		BNL325
637.9	10 ± 5		(37)	0.7 ± 0.4	GGS= 31.2 ± 13.4 GFS= 0.57 ± 0.19 COM= DOUBLE	MOORE71
637.9	10 ± 5	.40 ± .20	37	.7 ± .4		BNL325
646.9	LARGE		(37)	0.68 ± 0.10	GGS= 204.4 ± 19.7 GFS= 3.76 ± 0.38 COM= DOUBLE	MOORE71
646.9				.68 ± .10		BNL325
652.4	81 ± 27		(37)	<0.1	GGS= 101.9 ± 10.2 GFS= 0.13 ± 0.13	MOORE71
652.4	81 ± 27	3.2 ± 1.1	37	.1		BNL325
691.3	13 ± 5		(37)	0.8 ± 0.3	GGS= 36.3 ± 10.8 GFS= 0.76 ± 0.19	MOORE71
691.3	13 ± 5	.49 ± .19	37	.8 ± .3		BNL325
695.3	16 ± 5		(37)	0.7 ± 0.3	GGS= 40.7 ± 10.2 GFS= 0.76 ± 0.19	MOORE71
695.3	16 ± 5	.61 ± .19	37	.7 ± .3		BNL325
704.5	64 ± 28		(37)	1.5 ± 0.3	GGS= 85.9 ± 14.0 GFS= 3.50 ± 0.45	MOORE71
704.5	64 ± 28	2.4 ± 1.1	37	1.5 ± .3		BNL325
712.8	20 ± 7		(37)	<0.2	GGS= 47.7 ± 10.2 GFS= 0.06 ± 0.06	MOORE71
712.8	20 ± 7	.75 ± .26	37	.2		BNL325
731.6	60 ± 19		(37)	0.17 ± 0.09	GGS= 81.5 ± 9.5 GFS= 0.38 ± 0.19 COM= DOUBLE	MOORE71
731.6	60 ± 19	2.2 ± .7	37	.17 ± .09		BNL325
746.0	4 ± 2		(37)	1.6 ± 1.0	GGS= 11.5 ± 5.7 GFS= 0.51 ± 0.19 COM= PU240C	MOORE71
746.0	4 ± 2	.15 ± .07	37	1.6 ± 1.0		BNL325
759.7	LARGE		(37)	0.17 ± 0.10	GGS= 122.9 ± 8.9 GFS= 0.57 ± 0.32 COM= DOUBLE	MOORE71
759.7				.17 ± .10		BNL325
778.6	72 ± 15		(37)	1.7 ± 0.2	GGS= 80.9 ± 5.7 GFS= 3.8 ± 0.45	MOORE71
778.6	72 ± 15	2.6 ± .54	37	1.7 ± .2		BNL325
790.1	4 ± 2		(37)	1.7 ± 1.0	GGS= 10.8 ± 5.1 GFS= 0.51 ± 0.19 COM= PU240C	MOORE71
790.1	4 ± 2	.14 ± .07	37	1.7 ± 1.0		BNL325
797.5	2 ± 2		(37)	>3.7	GGS= 4.5 ± 4.5 GFS= 1.15 ± 0.32	MOORE71

(continue) 4

ENERGY (EV)	NEUTRON WIDTH (MEV)	G=(R N-WIDTH) (MEV)	GAMMA WIDTH (MEV)	FISSION WIDTH (MEV)	MISCELLANEOUS	REFERENCE
797.5	2 ± 2	.67 ± .07	37	3.7		BNL325
802.5	7 ± 2		(37)	3.1 ± 1.2	GGS= 18.5 ± 5.7 GFS= 1.53 ± 0.38 COM= DOUBLE	MOORE71
802.5	7 ± 2	.25 ± .07	37	3.1 ± 1.2		BNL325
815.8	11 ± 2		(37)	3.0 ± 0.8	GGS= 26.1 ± 4.5 GFS= 2.10 ± 0.45	MOORE71
815.8	11 ± 2	.39 ± .07	37	3.0 ± .8		BNL325
823.0	28 ± 7		(37)	9.3 ± 1.9	GGS= 43.9 ± 8.3 GFS= 11.1 ± 1.0	MOORE71
823.0	28 ± 7	.98 ± .24	37	9.3 ± 1.9		BNL325
846.3	6 ± 4		(37)	1.7 ± 1.2	GGS= 15.3 ± 8.9 GFS= 0.70 ± 0.25	MOORE71
846.3	6 ± 4	.21 ± .14	37	1.7 ± 1.2		BNL325
857.9	33 ± 14		(37)	1.4 ± 0.4	GGS= 52.2 ± 12.1 GFS= 2.04 ± 0.32	MOORE71
857.9	33 ± 14	1.3 ± .5	37	1.4 ± .4		BNL325
865.6	15 ± 9		(37)	4.1 ± 2.0	GGS= 29.9 ± 14.0 GFS= 3.31 ± 0.45	MOORE71
865.6	15 ± 9	.51 ± .31	37	4.1 ± 2.0		BNL325
872.0	23 ± 9		(37)	1.0 ± 0.4	GGS= 42.0 ± 10.2 GFS= 1.15 ± 0.38	MOORE71
872.0	23 ± 9	.78 ± .31	37	1.0 ± .4		BNL325
884.9	62 ± 29		(37)	0.2 ± 0.1	GGS= 68.1 ± 12.1 GFS= 0.45 ± 0.25	MOORE71
884.9	62 ± 29	2.1 ± 1.0	37	.2 ± .1		BNL325
899.7	128 ± 62		(37)	0.14 ± 0.09	GGS= 83.4 ± 8.9 GFS= 0.32 ± 0.19	MOORE71
899.7	128 ± 62	4.27 ± 2.07	37	.14 ± .09		BNL325
914.0	LARGE		(37)	0.6 ± 0.2	GGS= 92.9 ± 12.7 GFS= 1.46 ± 0.45	MOORE71
914.0				.6 ± .2		BNL325
926.3	19 ± 7		(37)	<0.5	GGS= 35.7 ± 8.3 GFS= 0.25 ± 0.25	MOORE71
926.3	19 ± 7	.62 ± .23	37	.5		BNL325
946.9	34 ± 11		(37)	0.4 ± 0.3	GGS= 48.4 ± 8.3 GFS= 0.85 ± 0.38	MOORE71
946.9	34 ± 11	1.1 ± .4	37	.4 ± .3		BNL325
971.5	LARGE		(37)	0.35 ± 0.11	GGS= 88.5 ± 8.9 GFS= 0.83 ± 0.25	MOORE71
971.5			37	.35 ± .11		BNL325

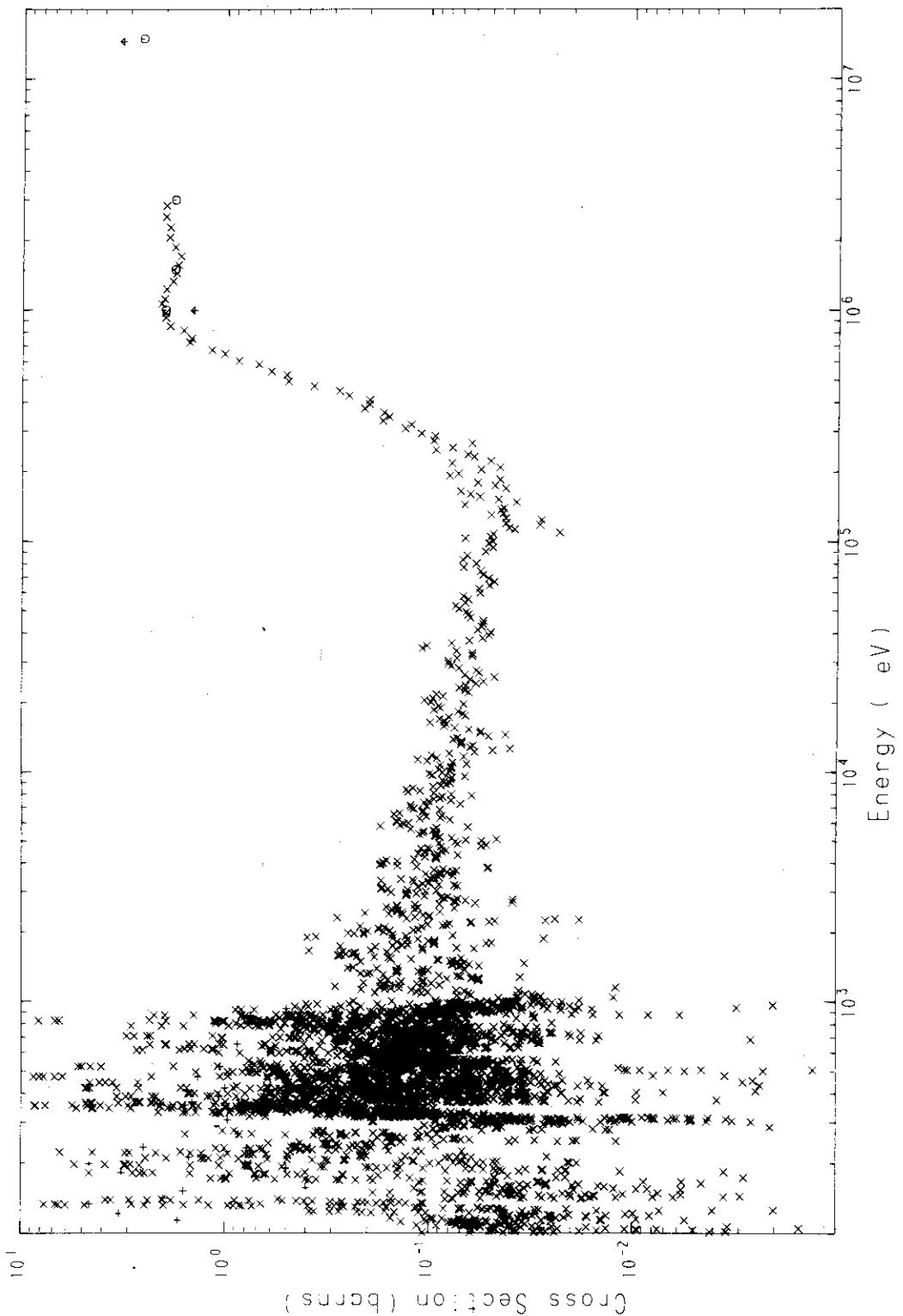


Fig. 1, Experimental data of fission cross section above 100 eV:  
 o 68 Koontz, + 68 Fullwood,  $\times$  71 Moore and  $\uparrow$  67 Fomushkin.

### 3. 核データの評価

$^{244}\text{Cm}$ の知られている共鳴パラメータはほどく1 keVまである。我々はこの理由から1 keV以下を共鳴領域とし、1 keV以上の領域と区別して扱った。共鳴パラメータの測定は3件あるが、これらのデータと共に、最近行われたBenjamin et al.の評価値も参考データとして考慮した。

1 keV以上の領域には核分裂断面積を除くと測定データがない。この領域のデータは理論による推定によって求めることになる。得られたデータは1 keV以下のデータと合理的に接続しなければならない。この条件は例えば捕獲断面積の計算の際に考慮され、規格因子を決めるのに使われる。こうして両エネルギー領域の評価値が求り、一貫したデータが整えられる。この章の前半では共鳴領域のデータ評価について述べ、後半で理論計算を主体とした1 keV以上のデータ評価を述べる。

#### 3.1 1 keV以下の核データの評価

前章で見たように、共鳴パラメータを与えていた測定は71 Moore, 72 Berreth, 75 Belanovaの3件である。しかし、測定しているエネルギー範囲から見ても、与えているパラメータの数から言っても71 Mooreが圧倒的で、他の2件は測定範囲で71 Mooreのデータよりも優れていない限り、参考データに止まらざるを得ない。この観点から我々は71 Mooreのデータを主とし、他を参考しながらパラメータの検討を行った。この検討ではBenjamin et al.<sup>36)</sup>の評価値も参考にした。

71 Mooreの与えたパラメータのうち、646.9, 759.7, 914.0, 971.5 eVの4レベルには中性子巾が具体的な数値として与えられておらず、「large」となっている。与えられている中性子巾のうち比較的大きな値は100～120 meVで最も大きいレベルでも167 meVである。そこで我々はこれら4つのレベルに200 meVの中性子巾を仮定することにした。この仮定はあくまで167 meVよりも大きい値と言うだけで、他に根拠はない。又、核分裂巾に上限または下限の値を与えていたレベルがあるが、我々はこれらの値をその核分裂巾として採用した。

71 Mooreは20 eV以上のレベルだけを解析しているので、16.8および7.7 eVのレベルと、負レベルについては他から求めなければならない。負レベルを除く2つのレベルには72 Berrethと75 Belanovaの測定値があるが、全部そろって与えられてはいない。これら部分的に与えられている値とBenjamin et al.の評価値は誤差の範囲で合っている。従って、この3つのレベルのデータはBenjamin et al.の評価値を採用して良いのではないかと思われる。

以上のような考察と仮定により、我々は71 Mooreの測定値を主体とする共鳴パラメータの組を整えた。このパラメータを使って、全断面積、核分裂断面積、および捕獲断面積を計算し、測定値と比較した。この比較をFigs. 2～4に示す。断面積の測定値はCCDNのNEUDADAライブラリーから取った値である。計算はBreit-Wignerの一準位公式によっている。但し、弾性散乱断面積の計算にはレベル間の干渉を正しく取り入れる必要があるので、Breit-Wignerの多準

位公式を用いて計算し、一準位公式の計算結果との差をバックグラウンドデータとして扱うようにした。Fig.2に示した全断面積の4eV附近、およびFig.3の核分裂断面積とFig.4の捕獲断面積の20~40eVには共鳴らしい構造が見られる。しかし、これらに対応するレベルは未だ与えられていないので、我々はこれを無視することにした。

この計算結果から、0.0253eVの捕獲断面積と核分裂断面積とはそれぞれ10.48バーンと0.18バーンになった。これらの値はTable 2の測定値に比べて小さい。これを補うために我々は1/v型のバックグラウンドデータを加えた。我々の最終結果はTable 5に示した。捕獲断面積の共鳴積分が少し小さい他は良い結果になっている。共鳴パラメータから求めた捕獲断面積は72 Berrethでも小さ目であった。これは一般的に言える傾向と考えられる。

Table 5. Thermal cross sections and resonance integrals obtained in the present work.

	cross sections (barns)	Resonance Integrals (barns)
capture	14.48	593
fission	1.18	17.8
elastic	6.76	
total	22.42	

### 3.2 1 keV 以上の核データの評価

1 keV以上の領域における測定データで使用出来るのは核分裂断面積だけである。従って、全断面積などはすべて理論計算により推定することになる。この節では測定値に基づく核分裂断面積の評価と、他の断面積の理論的推定について述べる。ここで用いた核模型は<sup>241</sup>Am および<sup>243</sup>Amの場合と同様に光学模型と統計模型とである。

<sup>1,3,4)</sup> Amに用いた光学ポテンシャルは中性子強度関数や全断面積、弾性散乱断面積などの共鳴領域のデータと良く一致する結果を与えた。<sup>244</sup>Cmについてもこのポテンシャルは  $1.03 \times 10^{-4}$  の強度関数を与えている。この値は測定値と極めて良く一致する。この意味で、このポテンシャルは<sup>244</sup>Cmにも適用出来ると判断した。ポテンシャルの虚数部はWoods-Saxonの微分型で、パラメータはそれぞれ

$$\left. \begin{aligned} V &= 40.5 + 0.5 E_n, \\ W_s &= 8.2 + 0.5 \sqrt{E_n}, \\ V_{so} &= 7.0 \\ r_0 &= 1.32, \\ a = b = a_{so} &= 0.47, \end{aligned} \right\} \quad (3.1)$$

である。エネルギーはMeV、長さはfmを単位にしている。このポテンシャルを用いて全断面積

$\sigma_{tot}$ , 形状弹性散乱断面積  $\sigma_{se}$ , 複合核形成断面積  $\sigma_c$ , 中性子透過係数  $T_1^j$  を計算した。こゝで得た  $\sigma_c$  は核分裂断面積の評価にも用いられている。

### 3.2.1 核分裂断面積の評価

非弹性散乱断面積, 捕獲断面積などは統計模型を用いて計算するが, この計算にはこれらの過程と競合する核分裂や ( $n, 2n$ ) 反応などの過程を考慮する必要がある。核分裂断面積には測定値があるが, この計算には勿論のこと, 一般的に言ってもこれらの測定値をそのまま用いることは危険である。その理由は  $^{241}Am$  の場合<sup>1)</sup> と同様であるからこゝでは繰返えさない。我々が求めたいのは測定値の大まかな構造を含む滑かなエネルギーの1価関数である。我々はこの大まかな構造を再現するような核分裂断面積の式を作り, それに含まれるパラメータを最小自乗法を使って求めると言う方法を探って, Amの断面積を求めたが,  $^{244}Cm$ についても同様の方法を探る。複合核形成断面積  $\sigma_c(E_n)$  を光学ポテンシャルを使って直接導入する点は  $^{243}Am$  で行ったのと同じ<sup>4)</sup> である。

核分裂断面積を

$$\sigma_{n,f}(E_n) = \sigma_c(E_n) \cdot \left\{ \sum_{\lambda} \frac{C_{\lambda}}{(E_n - E_{\lambda}^R)^2 + R_{\lambda}} + \sum_k \frac{B_k}{1 + \exp[\alpha_k \cdot (E_k^B - E_n)]} \right\} \quad (3.2)$$

とおく。括弧内の第1項は平均的な大まかな共鳴構造を示し, 第2項は核分裂障壁を越して起る反応過程を示している。測定値の大きなばらつきはこの式の対象ではないので, 300 keV以下のデータについては各エネルギー点  $E_n$  の周囲に ± 0.1  $E_n$  の範囲を取り, この範囲のデータの平均値を用いることにした。又, この平均値に課する重みはこの範囲の測定値の中で今考えている断面積  $\sigma(E_n)$  から最も離れている測定値  $\sigma(E_1)$  との差, および  $\sigma(E_n)$  に与えられている測定誤差  $\Delta\sigma(E_n)$  とから

$$1/\{|\sigma(E_n) - \sigma(E_1)|^2 + (\Delta\sigma(E_n))^2\}$$

とした。 $\Delta\sigma(E_n)$  が与えられていない場合には  $\sigma(E_n)$  の 10% を仮に与えた。

こうして 100 eV から 20 MeV までの核分裂断面積の再現を試みた。 $^{243}Am$  で行ったと同様に, 最初は最小自乗法を用いる際の初期値の見当をつける試計算を繰り返し, 全体的な測定値の傾向に近い結果を与えるパラメータの組を探した。何回かの試行を行って, 共鳴レベルを 0.5, 2.0, 6.0, 20.0, 35.0, 50.0, 80.0 keV の 7 本とし, 障壁を 0.6, 6.8, 12.5 MeV に置きパラメータの自動探索を行った。パラメータの変動の様子を検討して, 大きさやパラメータの数を変え, 又, 10 ~ 100 keV に 4 本のレベルを置くことの是非も考慮して自動探索を繰り返した。最も極端な場合には 1.8 keV と 200 keV の 2 本のレベルだけにして再現を試みて見た。しかし, これでは 3 ~ 100 keV で値が小さすぎてしまい, この領域にレベルを置く必要性を確認した。

このような試行を行った中で, かなり良い結果を与える組として, レベルを 1.86, 6.0, 20.0, 55.0, 180.0 keV に置き, 障壁を 0.65, 6.8, 12.5 MeV とする初期値の結果が得られた。但し, 6.8, 12.5 MeV の障壁のパラメータは, この附近に測定値がないので, 動かさないことにした。この結果の示す所によると, 70 keV 以下の様子は良いが, 180 keV に置いたレベルが 350 keV 附近に

動いてしまい、この移動が 70 keV 以下を良くしている。又、これまでの試行では Fig.1 に見られる 1.0 MeV 附近のこぶが再現されていない。これらのこと考慮すると、180 keV のレベルはもっと高く、例えば 900 keV 附近にある方が良いとも思われる。しかしこの試みは失敗で、300 keV 附近のレベルはどうしても必要であり、1.0 MeV 附近には別のレベルを置かざるを得ないことが判った。そこで 1.0 MeV にレベルを 1 本追加し、このレベルの 100 keV 以下への寄与を小さくするような初期値を与えた。ところがこれでは 500 keV 以上の立ち上りの様子は良くなるが、こぶは現れず、レベルも 900 keV の方向へ後退してしまった。結局、こぶを出すにはもう 1 本のレベルが必要になり、最終的には Table 6 に示したように 7 本のレベルを用いることになった。このパラメータの組を用いて得た結果が Fig.5 である。測定値との合い工合は悪くないように見える。この計算では 14 MeV のデータに 68 Koontz を採るようにパラメータを考慮している。

Table 6. Parameters for Fission Cross Section of  $^{244}\text{Cm}$

$\lambda$	$E_\lambda^R$ (MeV)	$C_\lambda$ (MeV $^2$ )	$R_\lambda$ (MeV $^2$ )
1	$1.84 \times 10^{-3}$	$9.73 \times 10^{-11}$	$1.87 \times 10^{-8}$
2	$7.14 \times 10^{-3}$	$3.32 \times 10^{-8}$	$4.18 \times 10^{-6}$
3	$2.04 \times 10^{-2}$	$3.42 \times 10^{-7}$	$3.58 \times 10^{-5}$
4	$5.63 \times 10^{-2}$	$1.35 \times 10^{-5}$	$1.01 \times 10^{-3}$
5	$3.16 \times 10^{-1}$	$3.64 \times 10^{-4}$	$2.09 \times 10^{-2}$
6	$9.06 \times 10^{-1}$	$1.46 \times 10^{-3}$	$1.08 \times 10^{-2}$
7	1.08	$5.91 \times 10^{-5}$	$7.26 \times 10^{-4}$

$\lambda$	$E_k^B$ (MeV)	$\alpha_k$ (MeV $^{-1}$ )	$B_k$
1	0.611	10.6	0.608
2	6.8	5.0	0.2
3	12.5	5.0	0.15

1.0 MeV 附近のこぶは必ずしも満足出来る再現のされ方ではない。この問題は更に検討を必要とするが、現在の所は 71 Moore のデータのみと言って良い状態なので、新しい測定を待ちたいと言う面もある。しかし、こゝに見られる 1.0 ~ 3.0 MeV にわたる鋸歯型の構造は他の核種にも見られるので、今後新しい測定が出てもやはりこの構造を示すであろうと思われる。こう言う観点

からもこの領域の構造を再現することは必要である。

我々の方法では  $\sigma_{n,f}$  は  $\sigma_c$  の傾向に強く左右される。Fig.6 に  $\sigma_{n,f}$  と  $\sigma_c$  を対比して示したが、2.0 MeV 附近の盛上り工合などは良く似ていることが分る。しかし Fig.5 と比べてみると、測定値に見られる 2 つのこぶはこの盛上りをはさんでその左右にあり、 $\sigma_c$  の傾向とは別の構造であることを示している。我々の方法でこれを再現するにはもう 1 つのレベルを必要とするであろう。これは今後の問題である。今回の結果はこの領域の平均値を通るような  $\sigma_{n,f}$  を得たことになっている。

### 3.2.2 捕獲断面積および非弾性散乱断面積

核分裂断面積は以上のようにして求めたが、競争過程としては更に  $(n, 2n)$  反応を考慮することにする。<sup>37)</sup> こゝでは Pearlstein の簡単な方法<sup>37)</sup> を用いて計算する。計算式は参考文献 1 と 3 に与えてある。用いたパラメータは  $\sigma_{ne} = 2.7$  パーン、 $\sigma_{compt} = 2.6$  パーン、 $S_n = 6.799$  MeV、 $S_{2n} = 12.501$  MeV である。この計算では  $(n, 3n)$  反応も考慮している。

Table 7. Level scheme of  $^{244}\text{Cm}$

Level No.	Energy (MeV)	Spin and Parity
gr.	0.0	$0^+$
1	0.0429	$2^+$
2	0.1423	$4^+$
3	0.296	$6^+$
4	0.502	$8^+$
5	0.970	$3^-$
6	1.038	$2^+$
7	1.042	$6^+$
8	1.187	$3^-$

Assuming overlapping levels above 1.2 MeV

核分裂、 $(n, 2n)$  および  $(n, 3n)$  反応を競争過程として、非弾性散乱および捕獲断面積を統計模型を使って計算した。求めた部分断面積の総和は自動的に全断面積に一致するようになっている。<sup>38)</sup> 計算に必要な  $^{244}\text{Cm}$  のレベルスキームは Schmorak<sup>39)</sup> の評価値を用いた。彼が与えていなかったレベルのスピンとパリティにはとりあえず適当な値を入れて用いることにし、Table 7 に

示すような値を与えた。1.2 MeV以上のレベルはレベル密度関数で表されるものとし, Gilbert-Cameron の式とパラメータを用いた。Table 8 には用いたレベル密度関数のパラメータを示した。複合核<sup>245</sup>Cmのパラメータはガンマ線の透過係数を求めるために用いた値である。捕獲断面積はこのガンマ線透過係数を用いて計算されるが, その際に必要な平均捕獲巾 $\langle \Gamma_\gamma \rangle$  と共に平均レベル間隔 $D_{\text{obs}}$  とはそれぞれ 0.037 eV と 14.0 eV である。これらの値は共鳴領域との接続を考慮して取ったもので, 事実, 共鳴パラメータから得られた値に一致する。

Table 8. Level density parameters for <sup>244</sup>Cm and <sup>245</sup>Cm

	<sup>244</sup> Cm	<sup>245</sup> Cm
a	25.97	26.03
$\alpha_M$	17.67	17.74
$\Delta$	1.22	0.72
$C_0$	5690.9	5727.8
$E_x$	4.335	3.832

こうして 100 eV ~ 16 MeV までにわたって統計模型の計算を行った。こゝで得た断面積を Fig. 7 に示す。このうち全断面積, 弹性散乱断面積, 捕獲および核分裂断面積は 1 keV 以下の値と合理的に接続しなければならない。Fig. 7 にはこの様子も示してある。核分裂断面積の 1 keV 附近的共鳴が大きいのは Fig. 1 に見られる大きなばらつきのためと考えられる。この附近のデータは誤差も大きい。Table 4 を見ると 800 ~ 900 eV にかなり大きな  $\Gamma_i$  がある。この大きい値は更に検討を要する問題である。こゝを除けば接続の工合は良好である。

### 3.2.3 核分裂当たりの放出中性子数

<sup>244</sup>Cmに関する測定のうち自発核分裂当たりの中性子数を測った実験が 10 件もあり, 全体として少い測定の中では群を抜いて多い。しかし, 中性子入射によって引き起される核分裂当たりの中性子数を測った実験は 1 件もない。Table 9 には自発核分裂当たりの放出中性子数の測定値を示した。1970 年以前の測定値がかなり大きいのに比べると, 近年の測定データは 2.69 附近に落ち着いて来ているようである。

中性子入射による核分裂当たりの中性子数は何らかの方法で推定しなければならない。<sup>22)</sup> Jaffey は <sup>229</sup>Th, <sup>233</sup>U, <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>Pu, <sup>239</sup>Pu, <sup>241</sup>Pu, <sup>241</sup>Am, <sup>243</sup>Cm, <sup>245</sup>Cm の測定値から熱中性子による核分裂当たりの中性子数を

$$\bar{\nu}_p = 0.2422 Z + 0.00089 A - 19.95 + 0.09 \zeta, \quad (3.3)$$

と与えた。これから計算した <sup>244</sup>Cm の値は 3.428 になる。なお (3.3) 式の Z, A は標的核の原子番号と質量数であり,  $\zeta$  は奇-奇核で +1, 偶-偶核で -1, 奇数核で 0 と取っている。

Table 9. Number of neutrons per spontaneous fission.

56 Crane	2.61 ± 0.13
56 Diven	2.810 ± 0.059
56 Hicks	2.84 ± 0.09
64 Bolshov	2.71 ± 0.04
70 Kroshkin	2.77 ± 0.08
70 Jaffey	2.692 ± 0.024
71 Prokhorova	2.690 ± 0.015
72 Prokhorova	2.700 ± 0.014
73 Dakovskii	2.69 ± 0.01
73 Golushko	2.680 ± 0.027
73 Zhuravlev	2.680 ± 0.027

Howerton<sup>40)</sup>は<sup>229</sup>Thから<sup>249</sup>Cfにわたるデータを使い、更に核分裂エネルギーの半経験式などを利用して、

$$\bar{\nu}(Z, A, E_n) = 2.33 + 0.06 \times \{ 2 + (-1)^{A-Z} - (-1)^Z \} + 0.15 \times (Z-92) \\ + 0.02 \times (A-235) + \{ 0.130 + 0.006 \times (A-235) \} \times (E_n - E_{Th}) \quad (3.4)$$

のような式を求めている。 $E_{Th}$ は核分裂のしきい値であり、

$$E_{Th} = 18.6 - 0.36 \times Z^2 / (A+1) - B_n + 0.2 \times \{ 2 + (-1)^{A-Z} - (-1)^Z \} \quad (3.5)$$

と与えられている。 $B_n$ は複合核からの中性子分離エネルギーで<sup>244</sup>Cmでは5.519 MeVである。これらを応用すると、<sup>244</sup>Cmの $\bar{\nu}$ は

$$\bar{\nu}(E_n) = 3.24 + 0.184 E_n \quad (3.6)$$

を得る。この第1項は70 Jaffeyに比べると少し小さいが、Howertonのこの式は他の核種について良い結果を与えてるので信頼して良いと考えられる。<sup>243</sup>Cmと<sup>245</sup>Cmに応用してみると、3.41と3.38を得るが、測定値はそれぞれ3.43と3.83であるので悪くとも15%の誤差を見込む程度で良い結果が得られていると思われる。彼が挙げている例の中でも<sup>245</sup>Cmは<sup>232</sup>Uに次いで悪い例で、他は5%以内で一致している。

Howertonは更に多くの核分裂過程を含む式に拡張しているが、こゝでは(3.4)式の範囲に止めておく。エネルギーの係数0.184は中性子分離エネルギー6.799 MeVの逆数0.147よりも大きいが、こゝでは系統性を尊重する立場からHowertonの結果を採用し、(3.6)式を推奨値にする。

この研究で得た結果をこの巻末に表として載せてある。表の形式はENDF/B-型である。

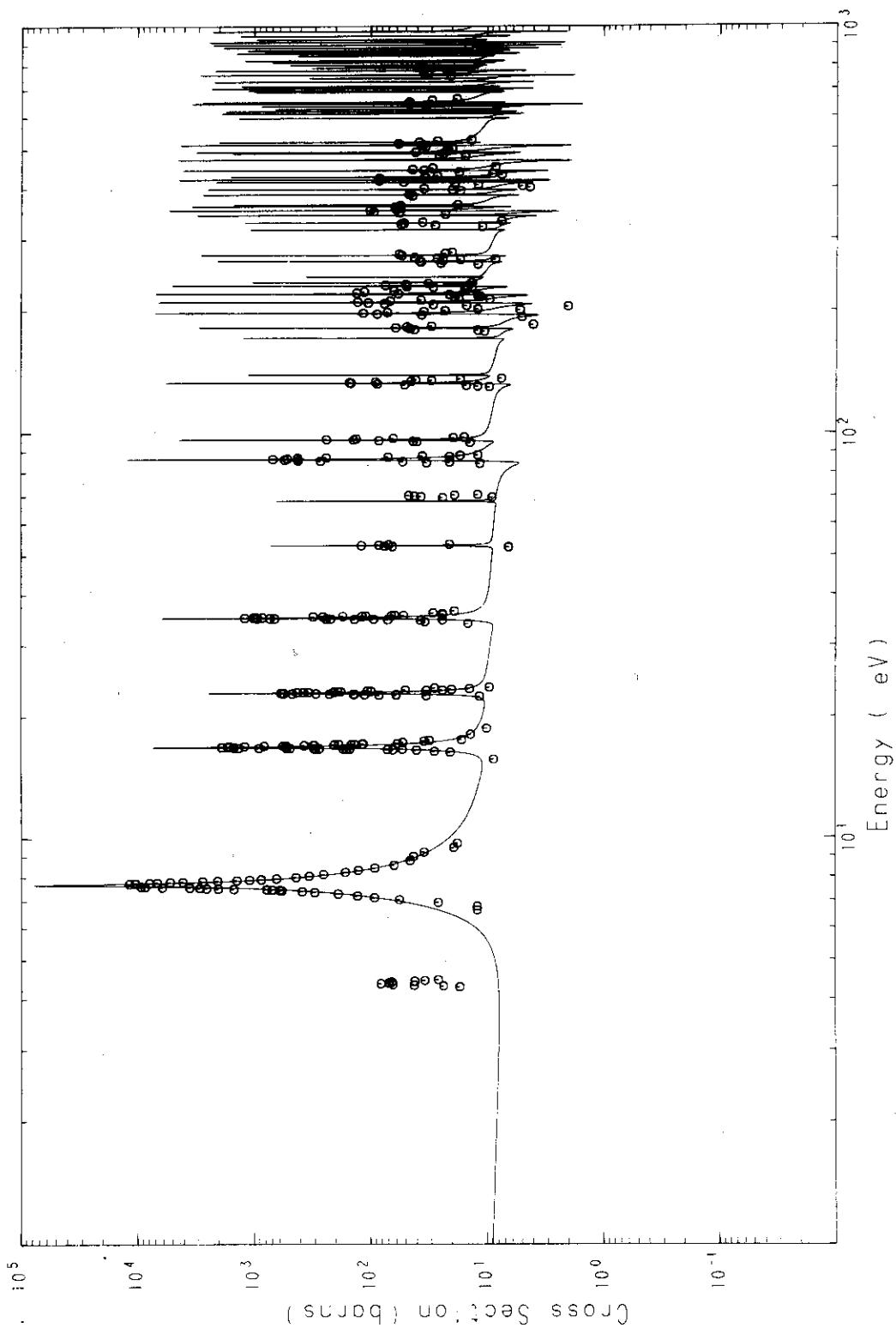


Fig. 2, Total cross section below 1000 eV. Solid line shows the present result. Experimental data are taken from NEUDADA.

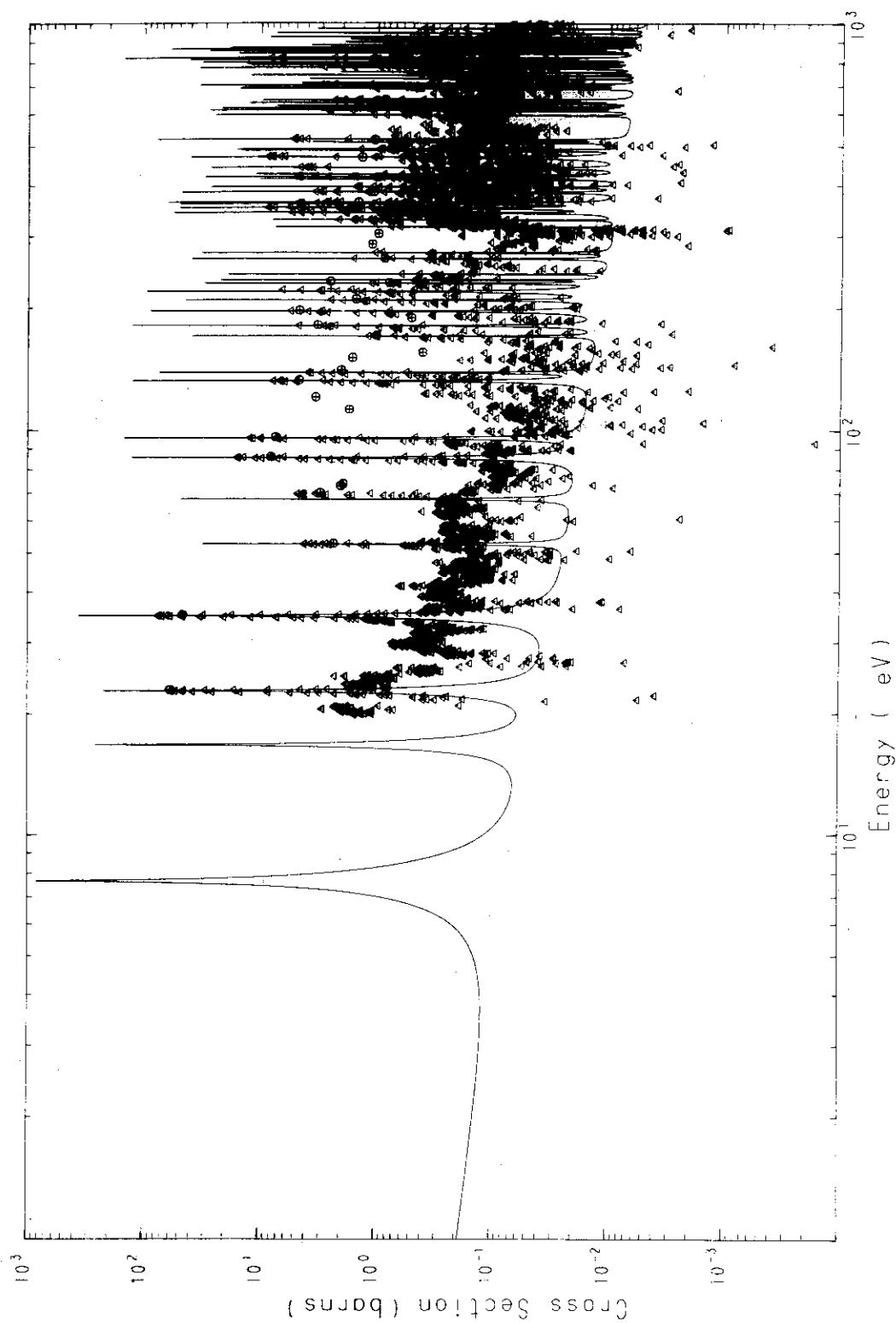


Fig. 3, Fission cross section below 1000 eV. Solid line shows the present result. Experimental data are taken from NEUDADA.

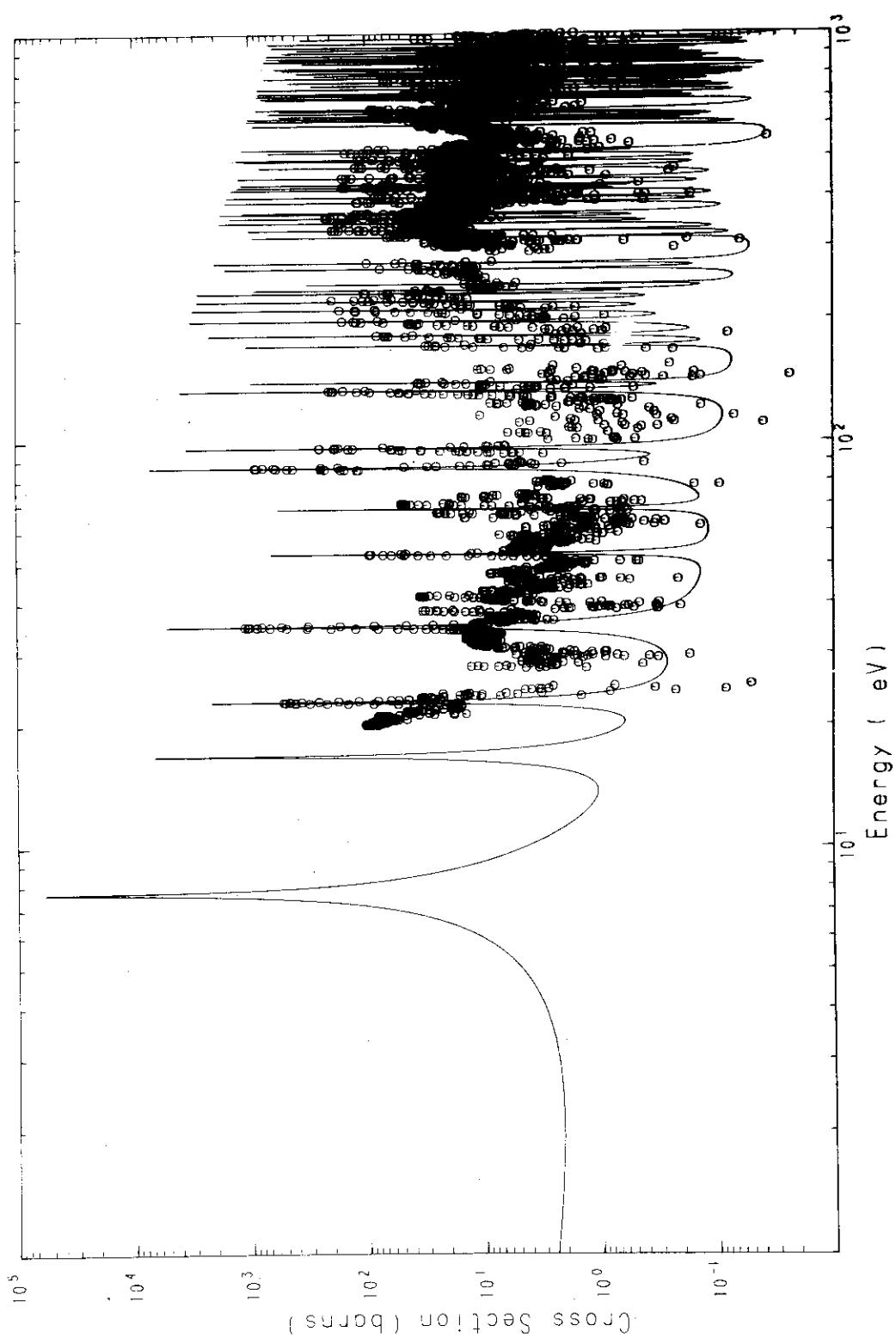


Fig. 4, Capture cross section below 1000 eV. Solid line shows the present result. Experimental data are taken from NEUDADA.

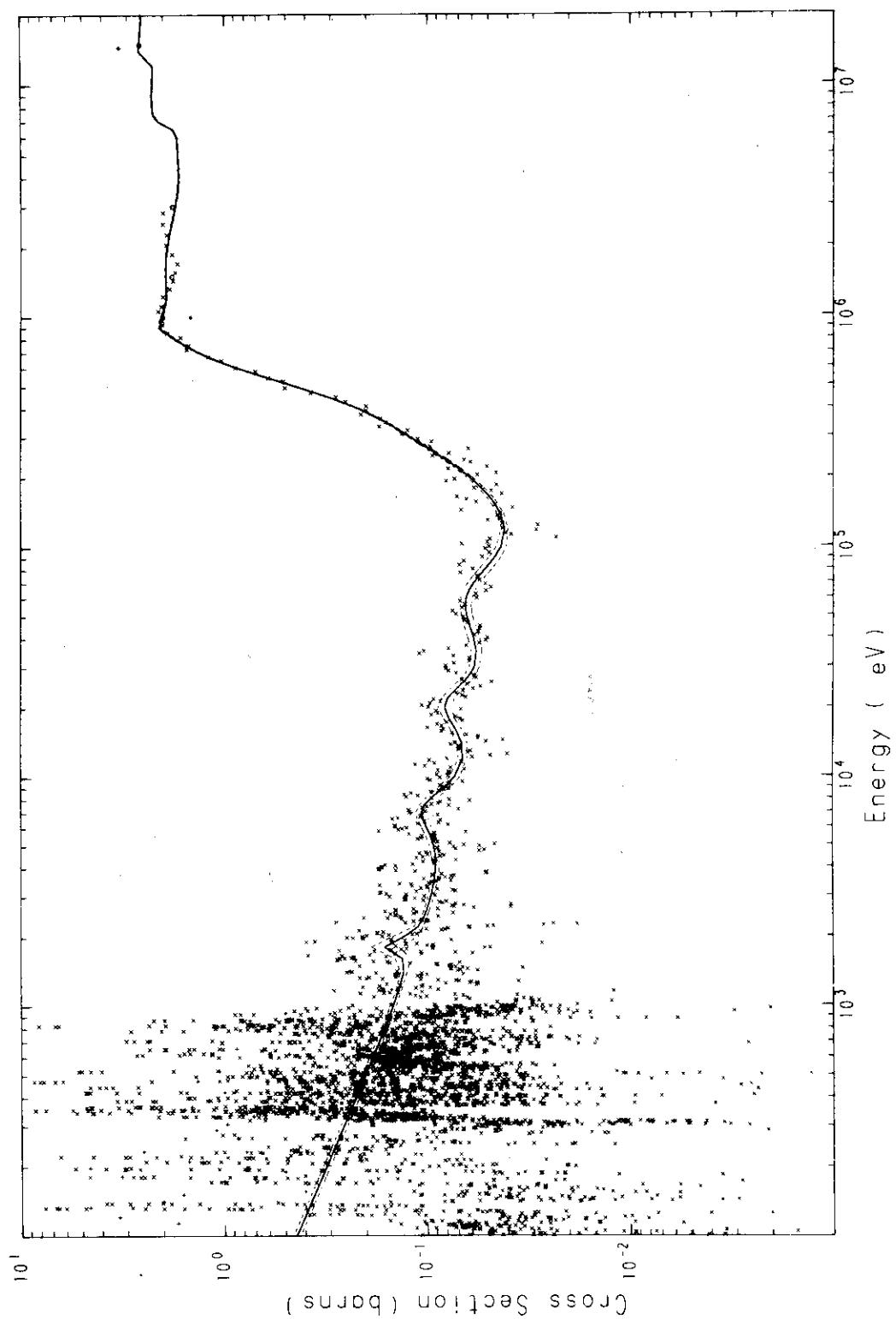


Fig. 5, Experimental and calculated fission cross sections. Dashed line shows a confidence band calculated with 95% confidence level. Symbols showing the experimental data are the same as those in Fig. 1.

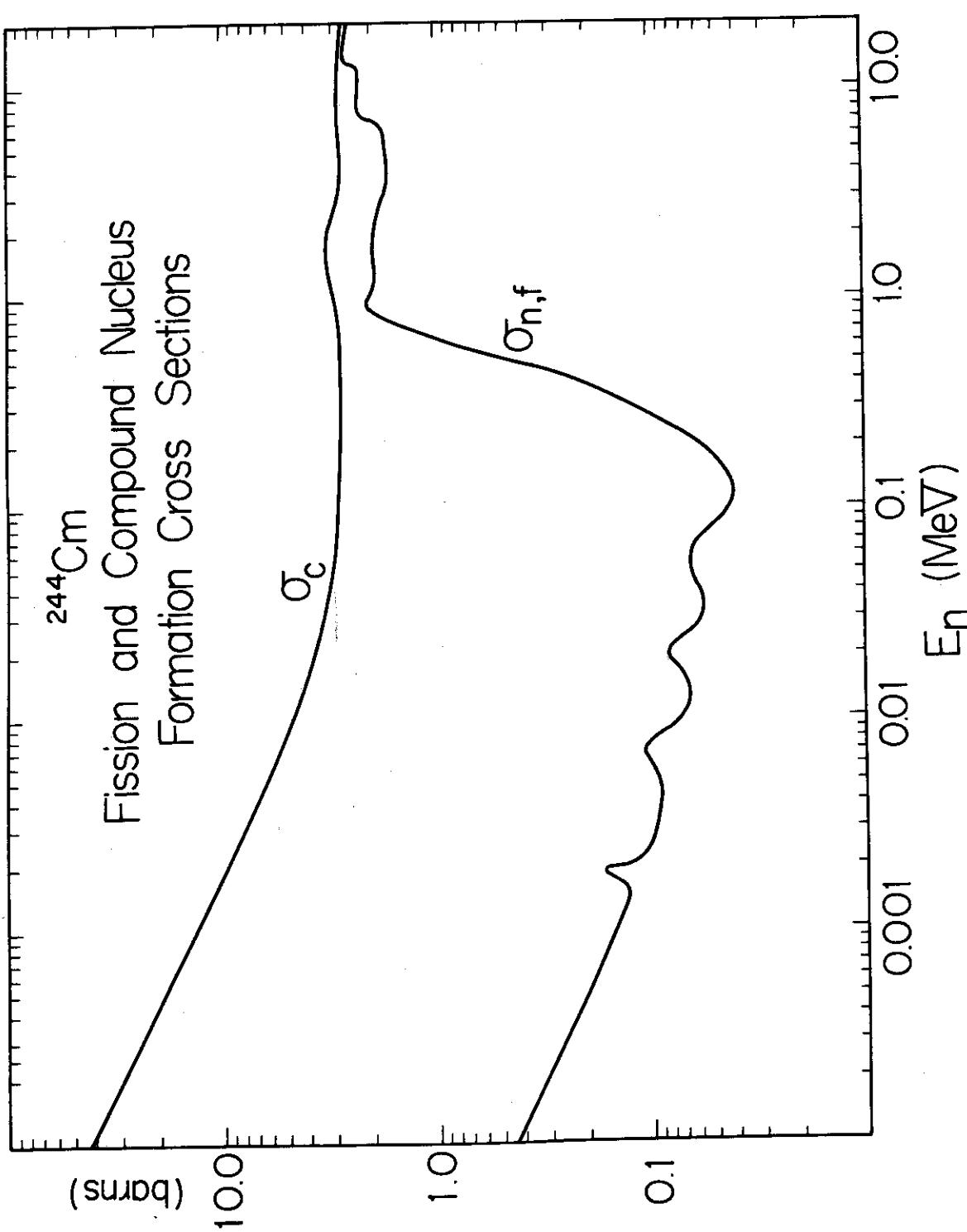


Fig. 6, Calculated cross sections of fission and compound nucleus formation.

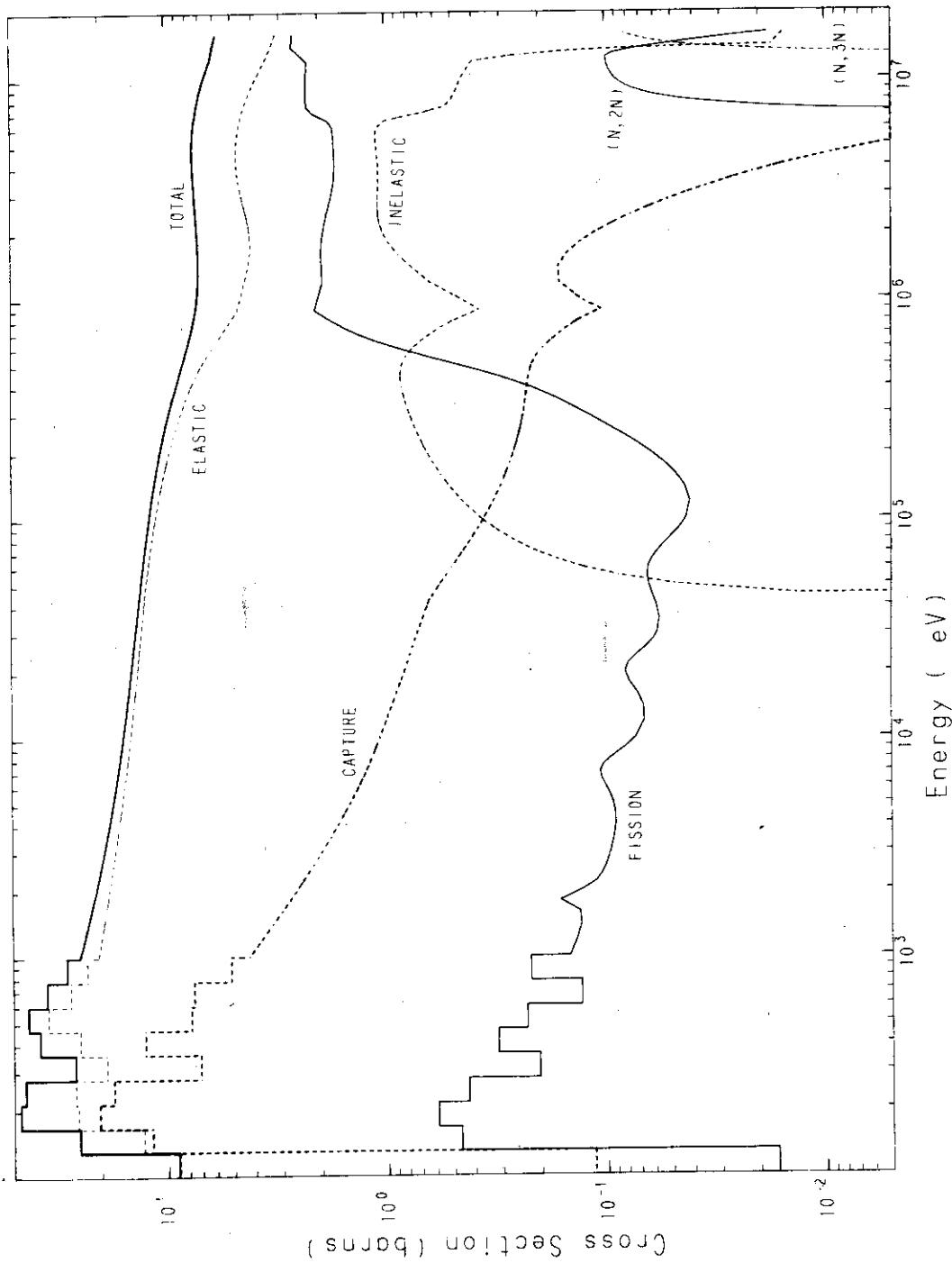


Fig. 7, Cross sections above 100 eV obtained in the present work.

#### 4. 評価結果の検討

1 keV を境に共鳴領域とそれより高いエネルギー領域の核データを検討し、両領域を通して一貫した評価値を求めた。両者の接続の様子は Fig. 7 に示したが、1 keV 附近の共鳴パラメータに多少の問題がありそうである。共鳴パラメータは地下核爆発を利用した 71 Moore のデータが主なもので、他の 2 件の測定は 180 eV 以下の領域であるから、この問題は今後の測定に期待するよりないが、我々の接続点が高過ぎたかも知れないと言う問題が残る。Fig. 1 に示した核分裂断面積の 1 keV を境にした上下の様子にはかなり大きな差が見られる。Fig. 3 ではこの部分が拡大されているが、共鳴レベルはかなり重なっているように見える。Benjamin et al.<sup>36)</sup> では 525 eV 以下を共鳴領域としているが、理由は不明である。しかし Fig. 7 の核分裂断面積などは 500 ~ 600 eV の方がより合理的接続点のように見える。共鳴パラメータのもう一つの問題は中性子巾で、71 Moore に large とのみ記されているレベルが 4 本あり、今回はこれに 200 meV を与えたが、この値は上記とも関連する検討事項である。これら 4 本のレベルが 640 eV 以上にあることを考えると、1 keV は接続点としては不確実要素を含みすぎた嫌いがある。

1 keV 以上のデータは核分裂断面積だけで、他は理論計算を行ったが、使用した光学ポテンシャルは中性子強度関数に良い結果を与えることから考えて、十分使用可能であると思われる。Fig. 7 を見れば、全断面積や弾性散乱断面積は共鳴領域のそれらと良く合っており、理論計算の結果が十分良いものであることを示している。

1 keV 以上の結果の問題点としては 1 ~ 3 MeV の核分裂断面積をあげなければならない。すでに前章で述べたようにこの領域の構造は未だ不十分である。今回は 1 MeV 附近のこぶの再現を試みたが、このこぶの存在は捕獲断面積と非弾性散乱断面積にも影響を与えている。Fig. 7 の 1 MeV 附近のくぼみがこのことを表している。

核分裂当たりの放出中性子数は全く系統性による推定値である。Howerton の計算例は奇核の方がが多いが、偶一偶核の  $^{238}\text{Pu}$  では 2 % 程度の誤差になっている。測定を期待するのは勿論であるが、こう言う系統性の検討は更に重要なので、他の核について出来るだけ多くの例を調べる必要がある。

## 5. 結 言

$^{244}\text{Cm}$ の核データの評価を行い 16 MeV 以下の全エネルギー領域にわたって値を求めた。測定値が少く、かつ精度も良いとは言えないでの、評価データの誤差の推定も大きく与えておきたい。特に 1 keV 附近のデータは共鳴パラメータの不確実さからかなり大きな不確定さを含むので、500 ~ 1000 eV の核分裂断面積には 50 ~ 100 %位の巾を見た方が良い。

光学模型と統計模型による計算値は共鳴領域との接続および共鳴領域全体の傾向との比較から妥当な結果を与えていていると考えられる。使用した光学模型ポテンシャルは中性子の強度関数として実験値に良く合う値を与えており、信頼出来るものと考える。しかし、今後多くの超重元素の核データを求めて行くには多くの面で改善したポテンシャルを必要とするし、評価の方法も改良して行かなければならない。

この研究を進めるに当り、文献調査や作図、作表に協力して下さった日本原子力研究所原子核データ室の室員諸氏に深く謝意を表します。

Table 10 Evaluated neutron nuclear data of  $^{244}\text{Cm}$  obtained in the present work. Data are compiled in the ENDF/B-format.

9.62440+	4	2.41960+	2	0	0	1	09644	2151				
9.62440+	4	1.00000+	0	0	0	1	09644	2151				
1.00000-	5	1.00000+	3	1	1	0	09644	2151				
0.0	+ 0	9.00000-	1	0	0	1	09644	2151				
2.41960+	2	0.0	+ 0	0	0	408	689644	2151				
-1.48000+	0	5.00000-	1	2.35633-	2	6.33000-	5	2.30000-	2	5.00000-	49644	2151
7.67000+	0	5.00000-	1	4.18500-	2	9.40000-	3	3.20000-	2	4.50000-	49644	2151
1.67900+	1	5.00000-	1	4.02800-	2	1.88000-	3	3.70000-	2	1.40000-	39644	2151
2.28500+	1	5.00000-	1	4.15800-	2	8.80000-	4	3.70000-	2	3.70000-	39644	2151
3.49900+	1	5.00000-	1	4.30100-	2	3.50000-	3	3.70000-	2	2.51000-	39644	2151
5.27800+	1	5.00000-	1	3.92600-	2	5.60000-	4	3.70000-	2	1.70000-	39644	2151
6.79900+	1	5.00000-	1	4.06700-	2	6.70000-	4	3.70000-	2	3.00000-	39644	2151
8.59600+	1	5.00000-	1	6.21500-	2	2.45000-	2	3.70000-	2	6.50000-	49644	2151
9.61200+	1	5.00000-	1	4.58400-	2	7.30000-	3	3.70000-	2	1.54000-	39644	2151
1.32800+	2	5.00000-	1	5.36700-	2	1.55000-	2	3.70000-	2	1.17000-	39644	2151
1.39100+	2	5.00000-	1	4.23000-	2	2.50000-	3	3.70000-	2	2.80000-	39644	2151
1.71200+	2	5.00000-	1	4.16000-	2	3.30000-	3	3.70000-	2	1.30000-	39644	2151
1.81600+	2	5.00000-	1	4.91000-	2	1.00000-	2	3.70000-	2	2.10000-	39644	2151
1.97000+	2	5.00000-	1	8.10000-	2	4.30000-	2	3.70000-	2	1.00000-	39644	2151
2.09800+	2	5.00000-	1	7.95200-	2	4.20000-	2	3.70000-	2	5.20000-	49644	2151
2.20100+	2	5.00000-	1	9.22500-	2	5.40000-	2	3.70000-	2	1.25000-	39644	2151
2.30500+	2	5.00000-	1	6.74000-	2	3.00000-	2	3.70000-	2	4.00000-	49644	2151
2.34900+	2	5.00000-	1	4.17000-	2	3.80000-	3	3.70000-	2	9.00000-	49644	2151
2.42700+	2	5.00000-	1	4.05000-	2	1.30000-	3	3.70000-	2	2.20000-	39644	2151
2.64900+	2	5.00000-	1	4.79000-	2	1.00000-	2	3.70000-	2	9.00000-	49644	2151
2.74100+	2	5.00000-	1	5.36000-	2	1.60000-	2	3.70000-	2	6.00000-	49644	2151
3.16800+	2	5.00000-	1	4.28000-	2	5.50000-	3	3.70000-	2	3.00000-	49644	2151
3.29500+	2	5.00000-	1	4.38900-	2	6.60000-	3	3.70000-	2	2.90000-	49644	2151
3.43600+	2	5.00000-	1	6.41600-	2	2.60000-	2	3.70000-	2	1.16000-	39644	2151
3.53100+	2	5.00000-	1	1.39280-	1	1.01000-	1	3.70000-	2	1.28000-	39644	2151
3.61700+	2	5.00000-	1	7.20300-	2	3.40000-	2	3.70000-	2	1.03000-	39644	2151
3.64400+	2	5.00000-	1	4.91000-	2	1.00000-	2	3.70000-	2	2.10000-	39644	2151
3.86200+	2	5.00000-	1	6.41100-	2	2.60000-	2	3.70000-	2	1.11000-	39644	2151
3.97600+	2	5.00000-	1	6.06600-	2	2.30000-	2	3.70000-	2	6.60000-	49644	2151
4.15000+	2	5.00000-	1	5.62700-	2	1.90000-	2	3.70000-	2	2.70000-	49644	2151
4.20600+	2	5.00000-	1	1.30890-	1	9.30000-	2	3.70000-	2	8.90000-	49644	2151
4.26900+	2	5.00000-	1	1.503500-	2	1.30000-	2	3.70000-	2	3.50000-	49644	2151
4.43400+	2	5.00000-	1	1.23820-	1	8.60000-	2	3.70000-	2	8.20000-	49644	2151
4.70900+	2	5.00000-	1	2.05840-	1	1.67000-	1	3.70000-	2	1.84000-	39644	2151
4.88900+	2	5.00000-	1	5.25000-	2	1.50000-	2	3.70000-	2	5.00000-	49644	2151
4.91900+	2	5.00000-	1	9.14700-	2	5.40000-	2	3.70000-	2	4.70000-	49644	2151
5.12400+	2	5.00000-	1	2.37200-	1	2.00000-	1	3.70000-	2	2.00000-	49644	2151
5.20500+	2	5.00000-	1	6.55500-	2	2.60000-	2	3.70000-	2	2.55000-	39644	2151
5.96400+	2	5.00000-	1	5.50000-	2	1.70000-	2	3.70000-	2	1.00000-	39644	2151
6.12400+	2	5.00000-	1	6.80000-	2	3.00000-	2	3.70000-	2	1.00000-	39644	2151
6.20000+	2	5.00000-	1	6.48000-	2	2.70000-	2	3.70000-	2	8.00000-	49644	2151
6.27800+	2	5.00000-	1	4.45000-	2	7.00000-	3	3.70000-	2	5.00000-	49644	2151
6.37900+	2	5.00000-	1	4.77000-	2	1.00000-	2	3.70000-	2	7.00000-	49644	2151
6.46900+	2	5.00000-	1	2.37680-	1	2.00000-	1	3.70000-	2	6.80000-	49644	2151
6.52400+	2	5.00000-	1	1.18100-	1	8.10000-	2	3.70000-	2	1.00000-	49644	2151
6.91300+	2	5.00000-	1	5.08000-	2	1.30000-	2	3.70000-	2	8.00000-	49644	2151
6.95300+	2	5.00000-	1	1.53700-	2	1.60000-	2	3.70000-	2	7.00000-	49644	2151
7.04500+	2	5.00000-	1	1.02500-	1	6.40000-	2	3.70000-	2	1.50000-	39644	2151
7.12800+	2	5.00000-	1	5.72000-	2	2.00000-	2	3.70000-	2	2.00000-	49644	2151
7.31600+	2	5.00000-	1	9.71700-	2	6.00000-	2	3.70000-	2	1.70000-	49644	2151
7.46000+	2	5.00000-	1	4.26000-	2	4.00000-	3	3.70000-	2	1.60000-	39644	2151
7.59700+	2	5.00000-	1	2.37170-	1	2.30000-	1	3.70000-	2	1.70000-	49644	2151
7.78600+	2	5.00000-	1	1.10700-	1	7.20000-	2	3.70000-	2	1.70000-	39644	2151
7.90100+	2	5.00000-	1	4.27000-	2	4.00000-	3	3.70000-	2	1.70000-	39644	2151
7.97500+	2	5.00000-	1	4.27000-	2	2.00000-	3	3.70000-	2	3.70000-	39644	2151
8.02500+	2	5.00000-	1	4.71000-	2	7.00000-	3	3.70000-	2	3.10000-	39644	2151
8.15800+	2	5.00000-	1	5.10000-	2	1.10000-	2	3.70000-	2	3.00000-	39644	2151
8.23000+	2	5.00000-	1	7.43000-	2	2.80000-	2	3.70000-	2	9.30000-	39644	2151
8.46300+	2	5.00000-	1	4.47000-	2	6.00000-	3	3.70000-	2	1.70000-	39644	2151
8.57900+	2	5.00000-	1	7.14000-	2	3.30000-	2	3.70000-	2	1.40000-	39644	2151
8.65600+	2	5.00000-	1	5.61000-	2	1.50000-	2	3.70000-	2	4.10000-	39644	2151
8.72000+	2	5.00000-	1	6.10000-	2	2.30000-	2	3.70000-	2	1.00000-	39644	2151
8.84900+	2	5.00000-	1	9.92000-	2	6.20000-	2	3.70000-	2	2.00000-	49644	2151
8.99700+	2	5.00000-	1	1.65140-	1	1.28000-	1	3.70000-	2	1.40000-	49644	2151
9.14000+	2	5.00000-	1	2.37170-	1	2.00000-	1	3.70000-	2	1.70000-	49644	2151
9.26300+	2	5.00000-	1	5.65000-	2	1.90000-	2	3.70000-	2	5.00000-	49644	2151
9.46900+	2	5.00000-	1	7.14000-	2	3.40000-	2	3.70000-	2	4.00000-	49644	2151
9.71500+	2	5.00000-	1	2.37350-	1	2.00000-	1	3.70000-	2	3.50000-	49644	2151
										9644	2 0	
										9644	0 0	

(continue) 2

9.98219+	2	2.60371-	1	1.00000+	3	2.48449-	1	1.00000+	3	2.48874+	19644	3	1
1.20000+	3	2.37191+	1	1.40000+	3	2.28116+	1	1.60000+	3	2.20790+	19644	3	1
1.80000+	3	2.14732+	1	2.00000+	3	2.09608+	1	2.20000+	3	2.05199+	19644	3	1
2.40000+	3	2.01353+	1	2.60000+	3	1.97952+	1	2.80000+	3	1.94929+	19644	3	1
3.00000+	3	1.92213+	1	3.50000+	3	1.86471+	1	4.00000+	3	1.81846+	19644	3	1
4.50000+	3	1.78001+	1	5.00000+	3	1.74749+	1	5.50000+	3	1.71947+	19644	3	1
6.00000+	3	1.69500+	1	6.50000+	3	1.67336+	1	7.00000+	3	1.65405+	19644	3	1
7.50000+	3	1.63661+	1	8.00000+	3	1.62086+	1	9.00000+	3	1.59327+	19644	3	1
1.00000+	4	1.56981+	1	1.20000+	4	1.53166+	1	1.40000+	4	1.50158+	19644	3	1
1.60000+	4	1.47698+	1	1.80000+	4	1.45625+	1	2.00000+	4	1.43841+	19644	3	1
2.20000+	4	1.42273+	1	2.40000+	4	1.40881+	1	2.60000+	4	1.39628+	19644	3	1
2.80000+	4	1.38487+	1	3.00000+	4	1.37441+	1	3.50000+	4	1.35143+	19644	3	1
4.00000+	4	1.33185+	1	4.30773+	4	1.32105+	1	4.50000+	4	1.31469+	19644	3	1
5.00000+	4	1.29933+	1	5.50000+	4	1.28535+	1	6.00000+	4	1.27247+	19644	3	1
6.50000+	4	1.26047+	1	7.00000+	4	1.24922+	1	7.50000+	4	1.23859+	19644	3	1
8.00000+	4	1.22849+	1	9.00000+	4	1.20961+	1	1.00000+	5	1.19214+	19644	3	1
1.20000+	5	1.16044+	1	1.40000+	5	1.13198+	1	1.42888+	5	1.12809+	19644	3	1
1.60000+	5	1.10595+	1	1.80000+	5	1.08190+	1	2.00000+	5	1.05947+	19644	3	1
2.20000+	5	1.03847+	1	2.40000+	5	1.01870+	1	2.60000+	5	1.00006+	19644	3	1
2.80000+	5	9.82465+	0	2.97223+	5	9.68036+	0	3.00000+	5	9.65776+	09644	3	1
3.50000+	5	9.27710+	0	4.00000+	5	8.94235+	0	4.50000+	5	8.64765+	09644	3	1
5.00000+	5	8.38844+	0	5.04075+	5	8.36706+	0	5.50000+	5	8.16155+	09644	3	1
6.00000+	5	7.96313+	0	6.50000+	5	7.79087+	0	7.00000+	5	7.64220+	09644	3	1
7.50000+	5	7.51499+	0	8.00000+	5	7.40699+	0	9.00000+	5	7.24116+	09644	3	1
9.74009+	5	7.15348+	0	1.00000+	6	7.12993+	0	1.04229+	6	7.09408+	09644	3	1
1.04631+	6	7.09108+	0	1.19191+	6	7.02324+	0	1.20000+	6	7.02144+	09644	3	1
1.20496+	6	7.02016+	0	1.40000+	6	7.00201+	0	1.60000+	6	7.02261+	09644	3	1
1.80000+	6	7.05887+	0	2.00000+	6	7.10050+	0	2.20000+	6	7.14344+	09644	3	1
2.40000+	6	7.18616+	0	2.60000+	6	7.22784+	0	2.80000+	6	7.26721+	09644	3	1
3.00000+	6	7.30374+	0	3.50000+	6	7.38190+	0	4.00000+	6	7.44188+	09644	3	1
4.50000+	6	7.48096+	0	5.00000+	6	7.48982+	0	5.50000+	6	7.46279+	09644	3	1
6.00000+	6	7.40596+	0	6.50000+	6	7.33017+	0	6.82800+	6	7.26240+	09644	3	1
7.00000+	6	7.24353+	0	7.50000+	6	7.15270+	0	8.00000+	6	7.06139+	09644	3	1
8.50000+	6	6.96836+	0	9.00000+	6	6.87922+	0	9.50000+	6	6.77087+	09644	3	1
1.00000+	7	6.66803+	0	1.05000+	7	6.55436+	0	1.10000+	7	6.44762+	09644	3	1
1.15000+	7	6.34734+	0	1.20000+	7	6.25306+	0	1.25000+	7	6.17669+	09644	3	1
1.25530+	7	6.16868+	0	1.30000+	7	6.11441+	0	1.35000+	7	6.08466+	09644	3	1
1.40000+	7	6.02610+	0	1.45000+	7	5.97370+	0	1.50000+	7	5.92377+	09644	3	1
1.55000+	7	5.87589+	0	1.60000+	7	5.83000+	0	1.60000+	7	5.83000+	09644	3	1
										9644	3	0	

9.98219+	2	2.35200-	1	1.00000+	3	2.23300-	1	1.00000+	3	2.04886+	19644	3	2
1.20000+	3	1.98599+	1	1.40000+	3	1.93505+	1	1.60000+	3	1.89203+	19644	3	2
1.80000+	3	1.85344+	1	2.00000+	3	1.82422+	1	2.20000+	3	1.79784+	19644	3	2
2.40000+	3	1.77366+	1	2.60000+	3	1.75174+	1	2.80000+	3	1.73193+	19644	3	2
3.00000+	3	1.71385+	1	3.50000+	3	1.67474+	1	4.00000+	3	1.64226+	19644	3	2
4.50000+	3	1.61457+	1	5.00000+	3	1.59061+	1	5.50000+	3	1.56950+	19644	3	2
6.00000+	3	1.55070+	1	6.50000+	3	1.53387+	1	7.00000+	3	1.51889+	19644	3	2
7.50000+	3	1.50556+	1	8.00000+	3	1.49374+	1	9.00000+	3	1.47303+	19644	3	2
1.00000+	4	1.45499+	1	1.20000+	4	1.42469+	1	1.40000+	4	1.40013+	19644	3	2
1.60000+	4	1.37965+	1	1.80000+	4	1.36217+	1	2.00000+	4	1.34723+	19644	3	2
2.20000+	4	1.33455+	1	2.40000+	4	1.32364+	1	2.60000+	4	1.31383+	19644	3	2
2.80000+	4	1.30477+	1	3.00000+	4	1.29633+	1	3.50000+	4	1.27743+	19644	3	2
4.00000+	4	1.26097+	1	4.30773+	4	1.25180+	1	4.50000+	4	1.24602+	19644	3	2
5.00000+	4	1.23108+	1	5.50000+	4	1.21681+	1	6.00000+	4	1.20335+	19644	3	2
6.50000+	4	1.19066+	1	7.00000+	4	1.17867+	1	7.50000+	4	1.16723+	19644	3	2
8.00000+	4	1.15627+	1	9.00000+	4	1.13549+	1	1.00000+	5	1.11595+	19644	3	2
1.20000+	5	1.07994+	1	1.40000+	5	1.04723+	1	1.42888+	5	1.04274+	19644	3	2
1.60000+	5	1.01717+	1	1.80000+	5	9.89278+	0	2.00000+	5	9.63215+	09644	3	2
2.20000+	5	9.38726+	0	2.40000+	5	9.15608+	0	2.60000+	5	8.93708+	09644	3	2
2.80000+	5	8.72915+	0	2.97223+	5	8.55840+	0	3.00000+	5	8.53136+	09644	3	2
3.50000+	5	8.07520+	0	4.00000+	5	7.65996+	0	4.50000+	5	7.26897+	09644	3	2
5.00000+	5	6.8915b+	0	5.04075+	5	6.86034+	0	5.50000+	5	6.52437+	09644	3	2
6.00000+	5	6.17153j	0	6.50000+	5	5.84358+	0	7.00000+	5	5.55007+	09644	3	2
7.50000+	5	5.29315+	0	8.00000+	5	5.06512+	0	9.00000+	5	4.68741+	09644	3	2
9.74009+	5	4.57989+	0	1.00000+	6	4.54578+	0	1.04229+	6	4.49385+	09644	3	2
1.04631+	6	4.48812+	0	1.19191+	6	4.34017+	0	1.20000+	6	4.33303+	09644	3	2
1.20496+	6	4.32829+	0	1.40000+	6	4.17312+	0	1.60000+	6	4.08279+	09644	3	2
1.80000+	6	4.05835+	0	2.00000+	6	4.08360+	0	2.20000+	6	4.14218+	09644	3	2
2.40000+	6	4.21912+	0	2.60000+	6	4.30297+	0	2.80000+	6	4.38566+	09644	3	2
3.00000+	6	4.46206+	0	3.50000+	6	4.60966+	0	4.00000+	6	4.69088+	09644	3	2
4.50000+	6	4.71754+	0	5.00000+	6	4.70534+	0	5.50000+	6	4.66599+	09644	3	2
6.00000+	6	4.60657+	0	6.50000+	6	4.53195+	0	7.00000+	6	4.44632+	09644	3	2
7.50000+	6	4.35327+	0	8.00000+	6	4.25600+	0	9.00000+	6	4.05988+	09644	3	2
1.00000+	7	3.86781+	0	1.20000+	7	3.51074+	0	1.40000+	7	3.27304+	09644	3	2
										9644	3	2	
1.60000+	7	3.11473+	0							9644	3	0	

(continue) 3

9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	09644	3	4				
0.0	+ 0	-4.29000+	4	0	0	1	669644	3	4				
66			3	0	0	0	09644	3	4				
4.30773+	4	0.0	+ 0	4.50000+	4	1.34043-	2	5.00000+	4	4.81345-	29644	3	4
5.50000+	4	8.72527-	2	6.00000+	4	1.25938-	1	6.50000+	4	1.62710-	19644	3	4
7.00000+	4	1.97186-	1	7.50000+	4	2.29358-	1	8.00000+	4	2.59353-	19644	3	4
9.00000+	4	3.13495-	1	1.00000+	5	3.60877-	1	1.20000+	5	4.39989-	19644	3	4
1.40000+	5	5.03623-	1	1.42888+	5	5.11721-	1	1.60000+	5	5.56525-	19644	3	4
1.80000+	5	6.01427-	1	2.00000+	5	6.39923-	1	2.20000+	5	6.73223-	19644	3	4
2.40000+	5	7.02257-	1	2.60000+	5	7.27737-	1	2.80000+	5	7.50415-	19644	3	4
2.97223+	5	7.67598-	1	3.00000+	5	7.70497-	1	3.50000+	5	8.11770-	19644	3	4
4.00000+	5	8.39794-	1	4.50000+	5	8.50517-	1	5.00000+	5	8.39700-	19644	3	4
5.04075+	5	8.37046-	1	5.50000+	5	8.05787-	1	6.00000+	5	7.51705-	19644	3	4
6.50000+	5	6.85897-	1	7.00000+	5	6.18539-	1	7.50000+	5	5.55017-	19644	3	4
8.00000+	5	4.92041-	1	9.00000+	5	3.71889-	1	9.74009+	5	4.22840-	19644	3	4
1.00000+	6	4.4874-	1	1.04229+	6	4.75917-	1	1.04631+	6	4.81101-	19644	3	4
1.19191+	6	6.03590-	1	1.20000+	6	6.16955-	1	1.20496+	6	6.19734-	19644	3	4
1.40000+	6	7.43729-	1	1.60000+	6	8.58319-	1	1.80000+	6	9.46562-	19644	3	4
2.00000+	6	1.00694+	0	2.20000+	6	1.04242+	0	2.40000+	6	1.06051+	09644	3	4
2.60000+	6	1.16733+	0	2.80000+	6	1.06777+	0	3.00000+	6	1.06526+	09644	3	4
3.50000+	6	1.05916+	0	4.00000+	6	1.06266+	0	4.50000+	6	1.07460+	09644	3	4
5.00000+	6	1.08703+	0	5.50000+	6	1.09358+	0	6.00000+	6	1.08671+	09644	3	4
6.50000+	6	9.95069-	1	7.00000+	6	6.85983-	1	7.50000+	6	5.32911-	19644	3	4
8.00000+	6	4.96691-	1	9.00000+	6	4.67377-	1	1.00000+	7	4.49427-	19644	3	4
1.20000+	7	3.38426-	1	1.40000+	7	1.75137-	2	1.60000+	7	1.53659-	29644	3	4
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	09644	3	16				
0.0	+ 0	-6.79870+	6	0	0	1	209644	3	16				
20			2	0	0	0	09644	3	16				
6.82800+	6	0.0	+ 0	7.00000+	6	2.28770-	3	7.50000+	6	2.20210-	29644	3	16
8.00000+	6	4.44060-	2	8.50000+	6	6.22980-	2	9.00000+	6	7.50500-	29644	3	16
9.50000+	6	8.36850-	2	1.00000+	7	8.93860-	2	1.05000+	7	9.31030-	29644	3	16
1.10000+	7	9.25130-	2	1.15000+	7	9.70730-	2	1.20000+	7	9.80830-	29644	3	16
1.25000+	7	9.87390-	2	1.30000+	7	9.22610-	2	1.35000+	7	7.68290-	29644	3	16
1.40000+	7	6.33430-	2	1.45000+	7	4.58320-	2	1.50000+	7	3.41000-	29644	3	16
1.55000+	7	2.50400-	2	1.60000+	7	1.82320-	2			9644	3	16	
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	09644	3	17				
0.0	+ 0	-1.25014+	7	0	0	1	89644	3	17				
8			2	0	0	0	09644	3	17				
1.25530+	7	0.0	+ 0	1.30000+	7	6.90580-	3	1.35000+	7	2.26180-	29644	3	17
1.40000+	7	3.92880-	2	1.45000+	7	5.39200-	2	1.50000+	7	6.57330-	29644	3	17
1.55000+	7	7.48470-	2	1.60000+	7	8.16910-	2			9644	3	17	
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	09644	3	18				
0.0	+ 0	0.0	+ 0	0	0	1	1029644	3	18				
102			5	0	0	0	09644	3	18				
1.00000-	5	5.02990+	1	1.00000-	4	1.59060+	1	1.00000-	3	5.02990+	09644	3	18
1.00000-	2	1.59060+	0	2.53000-	2	1.00000+	0	1.00000-	1	5.02990-	19644	3	18
1.00000+	0	1.59060-	1	1.00000+	1	5.02990-	2	1.00000+	2	1.59060-	29644	3	18
1.00000+	3	5.02990-	3	1.00000+	3	1.47040-	1	1.20000+	3	1.36745-	19644	3	18
1.40000+	3	1.30608-	1	1.60000+	3	1.32392-	1	1.80000+	3	1.62138-	19644	3	18
2.00000+	3	1.29566-	1	2.20000+	3	1.10859-	1	2.40000+	3	1.04323-	19644	3	18
2.60000+	3	1.00528-	1	2.80000+	3	9.78240-	2	3.00000+	3	9.57466-	29644	3	18
3.50000+	3	9.23424-	2	4.00000+	3	9.08626-	2	4.50000+	3	9.10355-	29644	3	18
5.00000+	3	9.28394-	2	5.50000+	3	9.62099-	2	6.00000+	3	1.00680-	19644	3	18
6.50000+	3	1.04808-	1	7.00000+	3	1.06156-	1	7.50000+	3	1.02992-	19644	3	18
8.00000+	3	9.63007-	2	9.00000+	3	8.19752-	2	1.00000+	4	7.29995-	29644	3	18
1.20000+	4	6.66835-	2	1.40000+	4	6.74352-	2	1.60000+	4	7.18930-	29644	3	18
1.80000+	4	7.80297-	2	2.00000+	4	8.16273-	2	2.20000+	4	7.87113-	29644	3	18
2.40000+	4	7.16825-	2	2.60000+	4	6.51831-	2	2.80000+	4	6.08327-	29644	3	18
3.00000+	4	5.83637-	2	3.50000+	4	5.69658-	2	4.00000+	4	5.86006-	29644	3	18
4.50000+	4	6.12189-	2	5.00000+	4	6.34537-	2	5.50000+	4	6.44815-	29644	3	18
6.00000+	4	6.38526-	2	6.50000+	4	6.16734-	2	7.00000+	4	5.84819-	29644	3	18
7.50000+	4	5.49311-	2	8.00000+	4	5.15339-	2	9.00000+	4	4.61780-	29644	3	18
1.00000+	5	4.29792-	2	1.20000+	5	4.13123-	2	1.40000+	5	4.34008-	29644	3	18
1.60000+	5	4.77664-	2	1.80000+	5	5.38839-	2	2.00000+	5	6.15938-	29644	3	18
2.20000+	5	7.08458-	2	2.40000+	5	8.15779-	2	2.60000+	5	9.36426-	29644	3	18
2.80000+	5	1.06815-	1	3.00000+	5	1.20841-	1	3.50000+	5	1.60416-	19644	3	18
4.00000+	5	2.16321-	1	4.50000+	5	3.05883-	1	5.00000+	5	4.41420-	19644	3	18
5.50000+	5	6.25681-	1	6.00000+	5	8.47877-	1	6.50000+	5	1.08503+	09644	3	18
7.00000+	5	1.31281+	0	7.50000+	5	1.52045+	0	8.00000+	5	1.71780+	09644	3	18
9.00000+	5	2.07788+	0	1.00000+	6	2.01199+	0	1.20000+	6	1.91139+	09644	3	18
1.40000+	6	1.92266+	0	1.60000+	6	1.93273+	0	1.80000+	6	1.92404+	09644	3	18
2.00000+	6	1.90002+	0	2.20000+	6	1.86697+	0	2.40000+	6	1.83043+	09644	3	18
2.60000+	6	1.79470+	0	2.80000+	6	1.76194+	0	3.00000+	6	1.73376+	09644	3	18
3.50000+	6	1.68687+	0	4.00000+	6	1.67246+	0	4.50000+	6	1.67943+	09644	3	18
5.00000+	6	1.69209+	0	5.50000+	6	1.70022+	0	6.00000+	6	1.71099+	09644	3	18
6.50000+	6	1.80224+	0	7.00000+	6	2.10856+	0	7.50000+	6	2.24431+	09644	3	18
8.00000+	6	2.26417+	0	9.00000+	6	2.27686+	0	1.00000+	7	2.26138+	09644	3	18
1.20000+	7	2.24580+	0	1.40000+	7	2.63592+	0	1.60000+	7	2.59998+	09644	3	18
										9644	3	0	

(continue) 4

9.62440+	4	2.41966+	2	0	1	0	09644	3	51				
0.0	+ 0-4.29000+	4	0	0	1	1	669644	3	51				
66	3	0	0	0	0	0	09644	3	51				
4.30773+	4	0.0	+ 0	4.50000+	4	1.34043-	2	5.00000+	4	4.81345-	29644	3	51
5.50000+	4	8.72527-	2	6.00000+	4	1.25938-	1	6.50000+	4	1.62710-	19644	3	51
7.00000+	4	1.97186-	1	7.50000+	4	2.29358-	1	8.00000+	4	2.59353-	19644	3	51
9.00000+	4	3.13495-	1	1.00000+	5	3.60877-	1	1.20000+	5	4.39989-	19644	3	51
1.40000+	5	5.03623-	1	1.42888+	5	5.11721-	1	1.60000+	5	5.55809-	19644	3	51
1.80000+	5	5.99104-	1	2.00000+	5	6.35288-	1	2.20000+	5	6.65609-	19644	3	51
2.40000+	5	6.90988-	1	2.60000+	5	7.12165-	1	2.80000+	5	7.29799-	19644	3	51
2.97223+	5	7.42278-	1	3.00000+	5	7.44383-	1	3.50000+	5	7.69836-	19644	3	51
4.00000+	5	7.79968-	1	4.50000+	5	7.72223-	1	5.00000+	5	7.44389-	19644	3	51
5.04075+	5	7.40557-	1	5.50000+	5	6.96645-	1	6.00000+	5	6.33558-	19644	3	51
6.50000+	5	5.63423-	1	7.00000+	5	4.95149-	1	7.50000+	5	4.33103-	19644	3	51
8.00000+	5	3.74443-	1	9.00000+	5	2.69645-	1	9.74009+	5	2.96428-	19644	3	51
1.00000+	6	3.02857-	1	1.04229+	6	3.12428-	1	1.04631+	6	3.11975-	19644	3	51
1.19191+	6	3.25601-	1	1.20000+	6	3.25385-	1	1.20496+	6	3.24549-	19644	3	51
1.40000+	6	2.81980-	1	1.60000+	6	2.17213-	1	1.80000+	6	1.55847-	19644	3	51
2.00000+	6	1.06010-	1	2.20000+	6	6.97244-	2	2.40000+	6	4.47672-	29644	3	51
2.60000+	6	2.83483-	2	2.80000+	6	1.78333-	2	3.00000+	6	1.11928-	29644	3	51
3.50000+	6	3.51844-	3	4.00000+	6	1.12660-	3	4.50000+	6	3.67890-	49644	3	51
5.00000+	6	1.22265-	4	5.50000+	6	4.17139-	5	6.00000+	6	1.46033-	59644	3	51
6.50000+	6	4.89351-	6	7.00000+	6	1.27355-	6	7.50000+	6	3.83079-	79644	3	51
8.00000+	6	1.41722-	7	9.00000+	6	2.26926-	8	1.00000+	7	4.13545-	99644	3	51
1.20000+	7	1.68856-10	1	4.00000+	7	4.40052-13	1	6.00000+	7	2.82728-149644	3	51	
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	2	0	09644	3	52				
0.0	+ 0-1.42300+	5	0	0	1	1	539644	3	52				
53	3	0	0	0	0	0	09644	3	52				
1.42888+	5	0.0	+ 0	1.60000+	5	7.15792-	4	1.80000+	5	2.32335-	39644	3	52
2.00000+	5	4.63543-	3	2.20000+	5	7.61441-	3	2.40000+	5	1.12694-	29644	3	52
2.60000+	5	1.55721-	2	2.80000+	5	2.06163-	2	2.97223+	5	2.53197-	29644	3	52
3.00000+	5	2.61138-	2	3.50000+	5	4.19312-	2	4.00000+	5	5.97965-	29644	3	52
4.50000+	5	7.81835-	2	5.00000+	5	9.50242-	2	5.04075+	5	9.61829-	29644	3	52
5.50000+	5	1.08466-	1	6.00000+	5	1.17003-	1	6.50000+	5	1.20765-	19644	3	52
7.00000+	5	1.21035-	1	7.50000+	5	1.18863-	1	8.00000+	5	1.13869-	19644	3	52
9.00000+	5	9.74284-	2	9.74009+	5	1.18900-	1	1.00000+	6	1.24195-	19644	3	52
1.04229+	6	1.34047-	1	1.04631+	6	1.34518-	1	1.19191+	6	1.62126-	19644	3	52
1.20000+	6	1.62377-	1	1.20496+	6	1.62511-	1	1.40000+	6	1.59610-	19644	3	52
1.60000+	6	1.33160-	1	1.80000+	6	1.00691-	1	2.00000+	6	7.11292-	29644	3	52
2.20000+	6	4.82895-	2	2.40000+	6	3.18987-	2	2.60000+	6	2.07785-	29644	3	52
2.80000+	6	1.34577-	2	3.00000+	6	8.70692-	3	3.50000+	6	2.96251-	39644	3	52
4.00000+	6	1.02716-	3	4.50000+	6	3.61987-	4	5.00000+	6	1.28663-	49644	3	52
5.50000+	6	4.63455-	5	6.00000+	6	1.69237-	5	6.50000+	6	5.86059-	69644	3	52
7.00000+	6	1.56568-	6	7.50000+	6	4.81073-	7	8.00000+	6	1.81102-	79644	3	52
9.00000+	6	2.97649-	8	1.00000+	7	5.52917-	9	1.20000+	7	2.34083-109644	3	52	
1.40000+	7	6.30230-13	1	1.60000+	7	4.14984-14				9644	3	52	
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	3	0	09644	3	53				
0.0	+ 0-2.96000+	5	0	0	1	1	449644	3	53				
44	3	0	0	0	0	0	09644	3	53				
2.97223+	5	0.0	+ 0	3.50000+	5	3.29624-	6	4.00000+	5	2.90077-	59644	3	53
4.50000+	5	1.10695-	4	5.00000+	5	2.86586-	4	5.04075+	5	3.05762-	49644	3	53
5.50000+	5	6.74185-	4	6.00000+	5	1.14161-	3	6.50000+	5	1.70852-	39644	3	53
7.00000+	5	2.35423-	3	7.50000+	5	3.05026-	3	8.00000+	5	3.72673-	39644	3	53
9.00000+	5	4.80944-	3	9.74009+	5	7.49872-	3	1.00000+	6	8.40157-	39644	3	53
1.04229+	6	1.01700-	2	1.04631+	6	1.03468-	2	1.19191+	6	1.76109-	29644	3	53
1.20000+	6	1.78806-	2	1.20496+	6	1.80483-	2	1.40000+	6	2.41797-	29644	3	53
1.60000+	6	2.48808-	2	1.80000+	6	2.17655-	2	2.00000+	6	1.70934-	29644	3	53
2.20000+	6	1.26185-	2	2.40000+	6	8.97633-	3	2.60000+	6	6.26150-	39644	3	53
2.80000+	6	4.33550-	3	3.00000+	6	2.99842-	3	3.50000+	6	1.20368-	39644	3	53
4.00000+	6	4.89097-	4	4.50000+	6	1.98996-	4	5.00000+	6	7.95891-	59644	3	53
5.50000+	6	3.13328-	5	6.00000+	6	1.22159-	5	6.50000+	6	4.44766-	69644	3	53
7.00000+	6	1.23750-	6	7.50000+	6	3.93677-	7	8.00000+	6	1.52834-	79644	3	53
9.00000+	6	2.65118-	8	1.00000+	7	5.15411-	9	1.20000+	7	2.35925-109644	3	53	
1.40000+	7	6.73560-13	1	1.60000+	7	4.59712-14				9644	3	53	
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	4	0	09644	3	54				
0.0	+ 0-5.02000+	5	0	0	1	1	399644	3	54				
39	3	0	0	0	0	0	09644	3	54				
5.04075+	5	0.0,0	+ 0	5.50000+	5	2.67350-	9	6.00000+	5	3.90655-	89644	3	54
6.50000+	5	1.80610-	7	7.00000+	5	5.23505-	7	7.50000+	5	1.17356-	69644	3	54
8.00000+	5	2.33353-	6	9.00000+	5	5.86632-	6	9.74009+	5	1.35153-	59644	3	54
1.00000+	6	1.75761-	5	1.04229+	6	2.96741-	5	1.04631+	6	3.07597-	59644	3	54
1.19191+	6	9.11824-	5	1.20000+	6	9.61939-	5	1.20496+	6	9.87664-	59644	3	54
1.40000+	6	2.47473-	4	1.60000+	6	4.04955-	4	1.80000+	6	5.30481-	49644	3	54
2.00000+	6	5.97086-	4	2.20000+	6	6.11995-	4	2.40000+	6	5.79932-	49644	3	54
2.60000+	6	5.25393-	4	2.80000+	6	4.55763-	4	3.00000+	6	3.85393-	49644	3	54
3.50000+	6	2.33143-	4	4.00000+	6	1.29743-	4	4.50000+	6	6.70112-	59644	3	54
5.00000+	6	3.18586-	5	5.50000+	6	1.41151-	5	6.00000+	6	5.96635-	69644	3	54
6.50000+	6	2.30301-	6	7.00000+	6	6.71782-	7	7.50000+	6	2.23114-	79644	3	54
8.00000+	6	9.03377-	8	9.00000+	6	1.70618-	8	1.00000+	7	3.58181-	99644	3	54
1.20000+	7	1.84555-10	1	1.40000+	7	5.73162-13	1	1.60000+	7	4.13867-149644	3	54	
										9644	3	0	

(continue) 5

9.62440+	4	2.41966+	2	0	5	0	0	09644	3.55				
0.0	+	0-9.70000+	5	0	0	1	319644	3.55					
31	3	0	0	0	0	0	09644	3.55					
9.74009+	5	0.0	+	0	1.00000+	6	9.40311-	3	1.04229+	6	1.92424-	29644	3.55
1.04631+	6	1.99399-	2	1.19191+	6	4.66873-	2	1.20000+	6	4.77360-	29644	3.55	
1.20496+	6	4.83260-	2	1.40000+	6	6.08689-	2	1.60000+	6	5.81205-	29644	3.55	
1.80000+	6	4.88157-	2	2.00000+	6	3.79653-	2	2.20000+	6	2.82969-	29644	3.55	
2.40000+	6	2.05567-	2	2.60000+	6	1.46164-	2	2.80000+	6	1.01803-	29644	3.55	
3.00000+	6	6.99825-	3	3.50000+	6	2.62521-	3	4.00000+	6	9.50398-	49644	3.55	
4.50000+	6	3.37171-	4	5.00000+	6	1.17633-	4	5.50000+	6	4.10263-	59644	3.55	
6.00000+	6	1.44428-	5	6.50000+	6	4.83453-	6	7.00000+	6	1.25972-	69644	3.55	
7.50000+	6	3.82543-	7	8.00000+	6	1.44177-	7	9.00000+	6	2.41982-	89644	3.55	
1.00000+	7	4.58087-	9	1.20000+	7	1.96088-10	1	1.40000+	7	5.24114-	139644	3.55	
1.60000+	7	3.45254-14								9644	3.55		
										9644	3.0		
9.62440+	4	2.41966+	2	0	6	0	0	09644	3.56				
0.0	+	0-1.03800+	6	0	0	1	299644	3.56					
29	3	0	0	0	0	0	09644	3.56					
1.04229+	6	0.0	+	0	1.04631+	6	4.29061-	3	1.19191+	6	5.62254-	29644	3.56
1.20000+	6	5.85246-	2	1.20496+	6	5.98468-	2	1.40000+	6	8.93771-	29644	3.56	
1.60000+	6	8.79763-	2	1.80000+	6	7.41797-	2	2.00000+	6	5.75166-	29644	3.56	
2.20000+	6	4.22474-	2	2.40000+	6	2.99614-	2	2.60000+	6	2.07073-	29644	3.56	
2.80000+	6	1.38765-	2	3.00000+	6	9.15152-	3	3.50000+	6	3.08478-	39644	3.56	
4.00000+	6	1.00805-	3	4.50000+	6	3.27428-	4	5.00000+	6	1.07566-	49644	3.56	
5.50000+	6	3.65397-	5	6.00000+	6	1.28605-	5	6.50000+	6	4.35922-	69644	3.56	
7.00000+	6	1.15091-	6	7.50000+	6	3.51455-	7	8.00000+	6	1.31765-	79644	3.56	
9.00000+	6	2.14154-	8	1.00000+	7	3.93780-	9	1.20000+	7	1.62573-109644	3.56		
1.40000+	7	4.20236-13	1	6.00000+	7	2.75217-14				9644	3.56		
										9644	3.0		
9.62440+	4	2.41966+	2	0	7	0	0	09644	3.57				
0.0	+	0-1.04200+	6	0	0	1	289644	3.57					
28	3	0	0	0	0	0	09644	3.57					
1.04631+	6	0.0	+	0	1.19191+	6	2.47696-	4	1.20000+	6	2.74196-	49644	3.57
1.20496+	6	2.90880-	4	1.40000+	6	1.37507-	3	1.60000+	6	3.07858-	39644	3.57	
1.80000+	6	4.69864-	3	2.00000+	6	5.53032-	3	2.20000+	6	5.41233-	39644	3.57	
2.40000+	6	4.76583-	3	2.60000+	6	3.90174-	3	2.80000+	6	2.95755-	39644	3.57	
3.00000+	6	2.16890-	3	3.50000+	6	9.27683-	4	4.00000+	6	3.83101-	49644	3.57	
4.50000+	6	1.56597-	4	5.00000+	6	6.33773-	5	5.50000+	6	2.55651-	59644	3.57	
6.00000+	6	1.02817-	5	6.50000+	6	3.85475-	6	7.00000+	6	1.09914-	69644	3.57	
7.50000+	6	3.56851-	7	8.00000+	6	1.40782-	7	9.00000+	6	2.48543-	89644	3.57	
1.00000+	7	4.87882-	9	1.20000+	7	2.26024-10	1	1.40000+	7	6.45865-139644	3.57		
1.60000+	7	4.48552-14								9644	3.57		
										9644	3.0		
9.62440+	4	2.41966+	2	0	8	0	0	09644	3.58				
0.0	+	0-1.18700+	6	0	0	1	279644	3.58					
27	3	0	0	0	0	0	09644	3.58					
1.19191+	6	0.0	+	0	1.20000+	6	4.68161-	3	1.20496+	6	6.06135-	39644	3.58
1.40000+	6	3.25954-	2	1.60000+	6	3.93476-	2	1.80000+	6	3.65031-	29644	3.58	
2.00000+	6	3.00719-	2	2.20000+	6	2.33857-	2	2.40000+	6	1.74653-	29644	3.58	
2.60000+	6	1.27604-	2	2.80000+	6	9.14053-	3	3.00000+	6	6.39977-	39644	3.58	
3.50000+	6	2.47742-	3	4.00000+	6	9.10308-	4	4.50000+	6	3.25505-	49644	3.58	
5.00000+	6	1.14124-	4	5.50000+	6	3.99584-	5	6.00000+	6	1.41150-	59644	3.58	
6.50000+	6	4.73778-	6	7.00000+	6	1.23667-	6	7.50000+	6	3.75907-	79644	3.58	
8.00000+	6	1.41784-	7	9.00000+	6	2.38463-	8	1.00000+	7	4.52693-	99644	3.58	
1.20000+	7	1.94412-10	1	1.40000+	7	5.19983-13	1	1.60000+	7	3.43310-149644	3.58		
										9644	3.0		
9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	0	09644	3.91				
0.0	+	0-1.20000+	6	0	0	1	259644	3.91					
29	3	0	0	0	0	0	09644	3.91					
1.20496+	6	0.0	+	0	1.40000+	6	9.34958-	2	1.60000+	6	2.94137-	19644	3.91
1.80000+	6	5.03531-	1	2.00000+	6	6.81016-	1	2.20000+	6	8.11832-	19644	3.91	
2.40000+	6	9.01541-	1	2.60000+	6	9.59433-	1	2.80000+	6	9.95533-	19644	3.91	
3.00000+	6	1.01726+	0	3.50000+	6	1.04213+	0	4.00000+	6	1.05664-	09644	3.91	
4.50000+	6	1.07246+	0	5.00000+	6	1.08626+	0	5.50000+	6	1.09330-	09644	3.91	
6.00000+	6	1.08661+	0	6.50000+	6	9.95034-	1	7.00000+	6	6.85974-	19644	3.91	
7.50000+	6	5.32908-	1	8.00000+	6	4.96690-	1	9.00000+	6	4.67377-	19644	3.91	
1.00000+	7	4.49427-	1	1.20000+	7	3.98426-	1	1.40000+	7	1.75137-	29644	3.91	
1.60000+	7	1.53659-	2							9644	3.91		
										9644	3.0		
9.62440+	4	2.41966+	2	0	99	0	0	09644	3102				
0.0	+	0 0.0	+	0	0	0	1	1119644	3102				
111	5	0	0	0	0	0	0	09644	3102				
1.00000-	5	2.01190+	2	1.00000-	4	6.36240+	1	1.00000-	3	2.01190+	19644	3102	
1.00000-	2	6.36240+	0	2.53000-	2	4.00000+	0	1.00000-	1	2.01190+	09644	3102	
1.00000+	0	6.36240-	1	1.00000+	1	2.01190-	1	1.00000+	2	6.36240-	29644	3102	
1.00000+	3	2.01190-	2	1.00000+	3	4.25179+	0	1.20000+	3	3.72245+	09644	3102	

(continue) 6

1.40000+	3	3.33048+	0	1.60000+	3	3.02631+	0	1.80000+	3	2.77665+	0	9644	3102
2.00000+	3	2.58906+	0	2.20000+	3	2.43066+	0	2.40000+	3	2.29441+	0	9644	3102
2.60000+	3	2.17727+	0	2.80000+	3	2.07581+	0	3.00000+	3	1.98706+	0	9644	3102
3.50000+	3	1.80731+	0	4.00000+	3	1.67115+	0	4.50000+	3	1.56333+	0	9644	3102
5.00000+	3	1.47596+	0	5.50000+	3	1.40349+	0	6.00000+	3	1.34230+	0	9644	3102
6.50000+	3	1.29006+	0	7.00000+	3	1.24546+	0	7.50000+	3	1.20749+	0	9644	3102
8.00000+	3	1.17487+	0	9.00000+	3	1.12041+	0	1.00000+	4	1.07522+	0	9644	3102
1.20000+	4	1.00305+	0	1.40000+	4	9.47064-	1	1.60000+	4	9.01372-	1	9644	3102
1.80000+	4	8.62802-	1	2.00000+	4	8.30173-	1	2.20000+	4	8.03064-	1	9644	3102
2.40000+	4	7.79999-	1	2.60000+	4	7.59316-	1	2.80000+	4	7.40211-	1	9644	3102
3.00000+	4	7.22424-	1	3.50000+	4	6.83034-	1	4.00000+	4	6.50124-	1	9644	3102
4.30773+	4	6.32269-	1	4.50000+	4	6.12028-	1	5.00000+	4	5.70898-	1	9644	3102
5.50000+	4	5.33693-	1	6.00000+	4	5.01391-	1	6.50000+	4	4.73674-	1	9644	3102
7.00000+	4	4.49864-	1	7.50000+	4	4.29271-	1	8.00000+	4	4.11313-	1	9644	3102
9.00000+	4	3.81560-	1	1.00000+	5	3.58051-	1	1.20000+	5	3.23736-	1	9644	3102
1.40000+	5	3.00464-	1	1.42888-	5	2.97745-	1	1.60000+	5	2.83625-	1	9644	3102
1.80000+	5	2.70878-	1	2.00000+	5	2.61056-	1	2.20000+	5	2.53324-	1	9644	3102
2.40000+	5	2.47135-	1	2.60000+	5	2.42135-	1	2.80000+	5	2.38267-	1	9644	3102
2.97223+	5	2.35513-	1	3.00000+	5	2.35067-	1	3.50000+	5	2.29715-	1	9644	3102
4.00000+	5	2.26280-	1	4.50000+	5	2.22277-	1	5.00000+	5	2.15765-	1	9644	3102
5.04075+	5	2.14944-	1	5.50000+	5	2.05712-	1	6.00000+	5	1.92022-	1	9644	3102
6.50000+	5	1.76364-	1	7.00000+	5	1.60785-	1	7.50000+	5	1.46374-	1	9644	3102
8.00000+	5	1.32026-	1	9.00000+	5	1.03981-	1	9.74009+	5	1.22488-	1	9644	3102
1.00000+	6	1.27285-	1	1.04229+	6	1.35628-	1	1.04631+	6	1.35333-	1	9644	3102
1.19191+	6	1.59451-	1	1.20000+	6	1.60067-	1	1.20496+	6	1.60442-	1	9644	3102
1.40000+	6	1.62499-	1	1.60000+	6	1.48767-	1	1.80000+	6	1.29918-	1	9644	3102
2.00000+	6	1.09940-	1	2.20000+	6	9.18666-	2	2.40000+	6	7.61020-	2	9644	3102
2.60000+	6	6.28440-	2	2.80000+	6	5.18380-	2	3.00000+	6	4.27057-	2	9644	3102
3.50000+	6	2.62110-	2	4.00000+	6	1.58794-	2	4.50000+	6	9.38622-	3	9644	3102
5.00000+	6	5.35778-	3	5.50000+	6	3.00294-	3	6.00000+	5	1.68814-	3	9644	3102
6.50000+	6	9.07249-	4	7.00000+	6	3.83301-	4	7.50000+	6	1.90988-	4	9644	3102
8.00000+	6	1.19438-	4	9.00000+	6	5.65266-	5	1.00000+	7	3.05665-	5	9644	3102
1.20000+	7	1.11343-	5	1.40000+	7	2.71532-	7	1.60000+	7	1.57789-	7	9644	3102
										9644	3	0	
9.62440+	4	2.41966+	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3251
0.0	+	0.0	+	0	0	0	0	1	1	1249644	3251		
124		3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3251
1.00000-	5	2.75521-	3	1.00000+	2	2.80410-	3	1.20000+	2	2.81583-	3	9644	3251
1.40000+	2	2.82792-	3	1.60000+	2	2.84032-	3	1.80000+	2	2.85308-	3	9644	3251
2.00000+	2	2.86608-	3	2.20000+	2	2.87937-	3	2.40000+	2	2.89287-	3	9644	3251
2.60000+	2	2.90662-	3	2.80000+	2	2.92055-	3	3.00000+	2	2.93465-	3	9644	3251
3.50000+	2	2.97070-	3	4.00000+	2	3.00777-	3	4.50000+	2	3.04565-	3	9644	3251
5.00000+	2	3.08441-	3	5.50000+	2	3.12385-	3	6.00000+	2	3.16402-	3	9644	3251
6.50000+	2	3.20467-	3	7.00000+	2	3.24596-	3	7.50000+	2	3.28777-	3	9644	3251
8.00000+	2	3.33009-	3	9.00000+	2	3.41611-	3	1.00000+	3	3.50382-	3	9644	3251
1.20000+	3	3.68365-	3	1.40000+	3	3.86864-	3	1.60000+	3	4.05847-	3	9644	3251
1.80000+	3	4.25383-	3	2.00000+	3	4.44889-	3	2.20000+	3	4.64757-	3	9644	3251
2.40000+	3	4.84974-	3	2.60000+	3	5.05464-	3	2.80000+	3	5.26179-	3	9644	3251
3.00000+	3	5.47112-	3	3.50000+	3	6.00291-	3	4.00000+	3	6.54522-	3	9644	3251
4.50000+	3	7.09679-	3	5.00000+	3	7.65622-	3	5.50000+	3	8.22279-	3	9644	3251
6.00000+	3	8.79570-	3	6.50000+	3	9.37378-	3	7.00000+	3	9.95591-	3	9644	3251
7.50000+	3	1.05402-	2	8.00000+	3	1.11264-	2	9.00000+	3	1.23060-	2	9644	3251
1.00000+	4	1.34972-	2	1.20000+	4	1.59061-	2	1.40000+	4	1.83412-	2	9644	3251
1.60000+	4	2.07923-	2	1.80000+	4	2.32526-	2	2.00000+	4	2.57139-	2	9644	3251
2.20000+	4	2.81645-	2	2.40000+	4	3.06034-	2	2.60000+	4	3.30340-	2	9644	3251
2.80000+	4	3.54584-	2	3.00000+	4	3.78758-	2	3.50000+	4	4.38774-	2	9644	3251
4.00000+	4	4.98067-	2	4.30773+	4	5.34132-	2	4.50000+	4	5.56643-	2	9644	3251
5.00000+	4	6.14985-	2	5.50000+	4	6.72743-	2	6.00000+	4	7.29739-	2	9644	3251
6.50000+	4	7.85888-	2	7.00000+	4	8.41139-	2	7.50000+	4	8.95496-	2	9644	3251
8.00000+	4	9.48963-	2	9.00000+	4	1.05329-	1	1.00000+	5	1.15417-	1	9644	3251
1.20000+	5	1.34574-	1	1.40000+	5	1.52417-	1	1.42888-	5	1.54890-	1	9644	3251
1.60000+	5	1.69026-	1	1.80000+	5	1.84493-	1	2.00000+	5	1.98915-	1	9644	3251
2.20000+	5	2.12379-	1	2.40000+	5	2.24978-	1	2.60000+	5	2.36790-	1	9644	3251
2.80000+	5	2.47885-	1	2.97223+	5	2.56910-	1	3.00000+	5	2.58328-	1	9644	3251
3.50000+	5	2.81977-	1	4.00000+	5	3.02945-	1	4.50000+	5	3.22328-	1	9644	3251
5.00000+	5	3.41064-	1	5.04075+	5	3.42629-	1	5.50000+	5	3.59792-	1	9644	3251
6.00000+	5	3.78684-	1	6.50000+	5	3.97351-	1	7.00000+	5	4.15132-	1	9644	3251
7.50000+	5	4.31640-	1	8.00000+	5	4.47239-	1	9.00000+	5	4.75695-	1	9644	3251
9.74009+	5	4.82354-	1	1.00000+	6	4.84695-	1	1.04229+	6	4.88593-	1	9644	3251
1.04631+	6	4.89081-	1	1.19191+	6	5.04218-	1	1.20000+	6	5.05172-	1	9644	3251
1.20496+	6	5.05810-	1	1.40000+	6	5.34673-	1	1.60000+	6	5.68756-	1	9644	3251
1.80000+	6	6.02587-	1	2.00000+	6	6.33119-	1	2.20000+	6	6.58853-	1	9644	3251
2.40000+	6	6.79755-	1	2.60000+	6	6.96483-	1	2.80000+	6	7.09945-	1	9644	3251
3.00000+	6	7.21030-	1	3.50000+	6	7.42782-	1	4.00000+	6	7.61154-	1	9644	3251
4.50000+	6	7.78822-	1	5.00000+	6	7.95851-	1	5.50000+	6	8.11236-	1	9644	3251
6.00000+	6	8.24022-	1	6.50000+	6	8.33861-	1	7.00000+	6	8.40903-	1	9644	3251
7.50000+	6	8.45542-	1	8.00000+	6	8.48294-	1	9.00000+	6	8.50606-	1	9644	3251
1.00000+	7	8.51433-	1	1.20000+	7	8.50197-	1	1.40000+	7	8.50697-	1	9644	3251
1.60000+	7	8.54570-	1	1.00000+	7	8.50197-	1	1.40000+	7	8.50697-	1	9644	3251
										9644	3	0	
										9644	0	0	

## 参 考 文 献

- 1). 五十嵐信一：JAERI-M 6221 (1975).
- 2). 中川庸雄, 更田豊治郎, 五十嵐信一：JAERI-M 6636 (1976).
- 3). S. Igarasi : J. Nucl. Sci. and Tech. 14 (1977) 1.
- 4). 五十嵐信一, 中川庸雄: JAERI-M 7174 (1977).
- 5). Mann, F.M. : Private communication.
- 6). 更田豊治郎: 核データニュースNo.3 (1977) 8.
- 7). Proceedings of an Advisory Group Meeting on Transactinium Isotope Nuclear Data, IAEA, Vol. 1 (1975).
- 8). An index to the Literature on Microscopic Neutron Data, 76/77, IAEA, (1977).
- 9). Stevens, C.M., Studier, M.H., Fields, P.R., Mech, J.F., Sellers, P.A., Friedman, A.M., Diamond, H., and Huizenga, J.R. : Phys. Rev. 94 (1954) 974.
- 10). Crane, W.W.T., Higgins, G.H., and Bowman, H.R. : Phys. Rev. 101 (1956) 1804.
- 11). Diven, B.C., Martin, H.C., Taschek, R.F., and Terrell, J. : Phys. Rev. 101 (1956) 1012.
- 12). Hicks, D.A., Ise Jr., J., and Pyle, R.V. : Phys. Rev. 101 (1956) 1016.
- 13). Bolshov, V.I., Prokhorova, L.I., Okolovich, V.N., and Smirenkin, G.N. : Sov. Atom. Energy 17 (1964) 715.
- 14). Coté R.E., Barnes, R.F., and Diamond, H. : Phys. Rev. 134 (1964) B 1281.
- 15). Fomushkin, E.F., Gutnikova, E.K., Zamyatnin, Yu. S., Maslennikov, B.K., Below, V.N., Surin, V.M., Nasyr'ov, F., and Pashkin, N.F. : Sov. J. Nucl. Phys. 5 (1967) 689.
- 16). Folger, R.L., Smith, J.A., Brown, L.C., Overman, R.F., and Holcomb, H.P. : Proc. of Conference on Nuclear Cross Sections and Technology, Washington D.C., (1968) 1279.
- 17). Fullwood, R.R., McNally, J.H., and Shunk, E.R. : Proc. of Conference on Nuclear Cross Sections and Technology, Washington D.C., (1968) 567.
- 18). Koontz, P.G., and Barton, D.M. : Proc. of Conference on Nuclear Cross Sections and Technology, Washington D.C., (1968), 597.
- 19). Smith, J.A., Banick, C.J., Folger, R.L., Holcomb, H.P., and Richter, I.B. : Proc. of Conference on Nuclear Cross Sections and Technology, Washington D.C., (1968), 1285

- 20). Keyworth, G.A., and Moore, M.S. : BNL-50276 (1970) 136.
- 21). Kroshkin, N.I., and Zamyatnin, Yu.S. : Sov, Atom. Energy 29 (1970) 790.
- 22). Jaffey, A.H., and Lerner, J.L. : Nucl. Phys. A145 (1970) 1.
- 23). Moore, M.S., and Keyworth, G.A. : Phys. Rev. C3 (1971) 1656.
- 24). Prokhorova, L.I., Bagdasarov, R.E., Kotukhov, I.I., Nesterov, V.G., Nurpeisov, B., Smirenkin, G.N., and Turchin, Yu.M. : Sov. Atom. Energy 30 (1971) 307.
- 25). Thompson, M.C., Hyder, M.L., and Reuland, R.J. : J. Inorg. Nucl. Chem. 33 (1971) 1553.
- 26). Benjamin, R.W., MacMurdo, K.W., and Spencer, J.D. : Nucl. Sci. and Eng. 47 (1972) 203.
- 27). Berreth, J.R., Simpson, F.B., and Rusche, B.C. : Nucl. Sci. and Eng. 49 (1972) 145
- 28). Prokhorova, L.I., Nesterov, V.G., Smirenkin, G.N., Grishin, G.V., Nikitin, E.A., Poljnov, V.N., and Rachev, V.V. : Atom. Energ. 33 (1972) 767.
- 29). Belanova, T.S., Babich, S.I., Kochergin, N.G., Nikolskii, S.N., Safonov, V.A., Gabeskiruya, V.Y., Ivanov, R.N., and Kalebin, S.M. : Proc. of Conference on Neutron Physics, Kiev, Vol. 2 (1973) 137.
- 30). Dakovskii, D.M., Lazarev, Yu.A., and Oganesyan, Yu.Ts. : Sov. J. Nucl. Phys. 18 (1974) 371.
- 31). Fomushkin, E.F., Gutnikova, E.K., Maslennikov, B.K., and Korochkin, A.M. : Sov. J. Nucl. Phys. 17 (1973) 12.
- 32). Golushko, V.V., Zhuravlev, K.D., Zamyatnin, Yu.S., Kroshkin, N.I., and Nefedov, V.N. : Sov. Atom. Energy 34 (1973) 178.
- 33). Zhuravlev, K.D., Zamyatnin, Yu.S., and Kroshkin, N.I. : Proc. of Conference on Neutron Physics, Kiev, Vol. 4 (1973) 57.
- 34). Belanova, T.S., Zamyatnin, Yu.S., Kolesov, A.G., Kochergin, N.G., Nikolskii, S.N., Safonov, V.A., Kalebin, S.M., Artamonov, V.S., and Ivanov, R.N. : Atom. Energ. 39 (1975) 369. Also, Proc. of Conference on Neutron Physics, Kiev, Vol. 3 (1975) 224.
- 35). Mughabghab, S.F., and Garber, D.I. : Neutron Cross Sections, Vol. I, BNL 325, 3rd Edition, (1973).
- 36). Benjamin, R.W. : Private communication.
- 37). Pearlstein, S. : Nucl. Sci. and Eng. 23 (1965) 238
- 38). Igarasi, S. : J. Nucl. Sci. and Tech. 12 (1975) 67.
- 39). Schmorak, M.R. : Nucl. Data Sheets 17 (1976) 391.
- 40). Howerton, R.J. : Nucl. Sci. and Eng. 62 (1977) 438.