PNC TJ9500 98-002

公開資料

汎用詳細炉定数の整備
(受託研究)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1998年3月

日本原子力研究所　原子炉工学部
炉特性研究室

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。
〒311-1393　茨城県東茨城郡大洗町成田町4002
動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター
システム開発推進部・技術管理室
Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to : Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-chō, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-1393, Japan

©動力炉・核燃料開発事業団
(Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1998

公　開　資　料
PNC TJ9500 98-002
１９９８年３月

汎用詳細炉定数の整備

高野　秀機※、　金子　邦男※

要　旨

これまでの炉定数整備・改良研究の予測精度研究を発展させて、近年の多様なスペクトルを採用した高速炉、中速中性子炉及び熱中性子炉の炉心・遮蔽領域において一貫した解析評価を行うため、新たなフォーマットを採用した汎用の詳細解析用炉定数の概念を検討し、整備を行った。

この汎用詳細炉定数の概念は、熱領域についてはSRACライブラリー、共鳴吸収領域は40keVまで拡張した超詳細群ライブラリー、高エネルギーは20MeVまでに拡張し、遮蔽計算にも適用できるようにVITAMIN構造の175群を採用している。

ここでは、高速炉の国際ベンチマーク問題に対応できるように20核種について、20MeVまでの175群ライブラリーと重核についての超詳細群ライブラリー作成した。また、73群及び163群ライブラリーを作成して比較検討を行った。比較した核特性は、k_{eff}, 中心反応率比及び反応率分布である。核特性計算は均質の1次元ベンチマークモデルで行い、従来の70群ライブラリーと比較した。その結果、k_{eff}については -0.43～0.26%の差が見られるが平均的には同等であった。中心反応率比及び反応率分布への影響は小さかった。

本報告は、日本原子力研究所が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。
契約番号：０９０Ｄ０２１７
事業団担当部課室及び担当者：基盤技術開発部　炉心技術開発室　石川　眞
※：日本原子力研究所　原子炉工学部　炉特性研究室

目次

1. はじめに …… 1頁

2. 超詳細エネルギー群定数の作成 …… 2頁

(1) 共鳴パラメータ評価の調査 …… 2頁

(2) 超詳細エネルギー群定数の上限エネルギーの決定 …… 3頁

(3) 超詳細エネルギー群定数ライブラリーの表現形式 …… 3頁

(4) TIMS70コードの改良 …… 3頁

(5) PENDF形式新MCROSSライブラリーの作成 …… 4頁

3. 上限エネルギー・対象反応の拡張 …… 13頁

(1) 新しいライブラリー構造の決定 …… 13頁

(2) 炉定数作成システムTIMS-PGG及び
1次元ベンチマークシステムBENCH-IDの改良 …… 16頁

4. 汎用炉定数の検討 …… 17頁

4.1 エネルギー群構造および(n,3n),(n,4n)反応の検討 …… 17頁

(1) ライブラリー作成 …… 17頁

(2) 予備解析 …… 23頁

(3) (n,3n)及び(n,4n)反応が核特性に与える影響 …… 23頁

(4) ライブラリーの群数及びエネルギー構造の検討 …… 26頁

4.2 高速炉のブランケット領域の反応率過小評価の検討 …… 44頁

5. 結論と今後の課題 …… 47頁

付録A 輸送計算による1次元ベンチマークテスト結果のプロット集 …… 43頁

付録B 1次元ベンチマークテスト炉心の輸送計算による
炉心中心中性子スペクトラム比較図 …… 67頁

付録C ZPPR-9の1次元輸送計算による中性子スペクトラム
及び反応率分布の比較図 …… 110頁

1．はじめに

軽水炉、高速炉、遮蔽等の核計算において、各々異なった群定数ライブラリーが用いられている。この状況は、今後の新型炉心や新しい概念に基づく炉心の核設計および遮蔽計算を行う場合、その計算が複雑になる点や解析手法の統一性から改善されるべきである。そこで、本受託研究では軽水炉、高速炉、遮蔽等で共通に適用できる汎用詳細炉定数ライブラリーの概念を検討し、整備を行った。

この汎用詳細炉定数の概念は、熱領域についてはSRACライブラリー、共鳴吸収領域は40keVまで拡張した超詳細群ライブラリー、高エネルギーは20MeVまでに拡張し、遮蔽計算にも適用できるようにVITAMIN構造の175群を採用している。

ここでは、高速炉の国際ベンチマーク問題に対応できるように20核種について、20MeVまでの175群ライブラリーと重核についての超詳細群ライブラリー作成した。また、73群及び163群ライブラリーを作成して比較検討を行った。比較した核特性は、k_{eff}, 中心反応率比及び反応率分布である。核特性計算は均質の1次元ベンチマークモデルで行い、従来の70群ライブラリーと比較した。その結果についても報告する。

2．超詳細エネルギー群定数の作成

反応度投入事故や冷却材喪失事故等の安全解析おいて、特に重要なドップラー反応度の予測精度を向上させるために、これまで熱中性子炉で用いられてきたＰＥＡＣＯ型超詳細群計算の領域を拡張し、高速炉で必要な数10keVまでの共鳴領域の断面積を作成できるようにして、超詳細エネルギー構造の群定数の作成を行った。

（１）共鳴パラメータ評価の調査

超詳細エネルギー群定数作成の準備として、JENDEL-3.2, ENDF/B-VI, JEF-2.2評価済核データファイルでの主な重核の共鳴パラメータ評価を調査した。その結果を下表に示す。表より、U-238等の核種を除けば多くの核種の共鳴パラメータ評価上限エネルギーは30～50keVである。

表　２－１　主な評価済核データファイルでの重核の共鳴評価

核データファイル	JENDL-3.2		ENDF/B-VI		JEF-2.2	
核種	分離共鳴エネルギー範囲 (eV)	非分離共鳴エネルギー範囲 (keV)	分離共鳴エネルギー範囲 (eV)	非分離共鳴エネルギー範囲 (keV)	分離共鳴エネルギー範囲 (eV)	非分離共鳴エネルギー範囲 (keV)
Th-232	10^{-5}～3500	3.5～50.0	5～4000	4.0～50.0	10～3940	3.94～50.0
U-233	10^{-5}～150	0.15～30.0	0.79～60	無し	0.79～60	無し
U-234	10^{-5}～1500	1.5～50.0	10^{-5}～1500	1.5～100	10^{-5}～1499	1.499～100
U-235	10^{-5}～500	1.5～30.0	10^{-5}～2250	2.25～25.0	0.15～2250	2.25～25.0
U-236	10^{-5}～1500	1.5～40.0	10^{-5}～1500	1.5～100.0	10^{-5}～4110	4.11～100.0
U-238	10^{-5}～10000	10.0～150.0	10^{-5}～10000	10.0～149.03	10^{-5}～10000	10.0～300.0
Np-237	10^{-5}～130	0.13～30.0	0.3～150	無し	0.3～150	無し
Pu-238	10^{-5}～500	無し	10^{-5}～200	0.2～10.0	10^{-5}～412.5	無し
Pu-239	10^{-5}～2500	2.5～30.0	10^{-5}～2500	2.5～30.0	10^{-5}～1000	1.0～30.0
Pu-240	10^{-5}～4000	4.0～40.0	10^{-5}～5700	5.7～40.0	10^{-5}～4000	4.0～40.0
Pu-241	10^{-5}～300	0.3～30.0	10^{-5}～300	0.3～30.0	10^{-5}～300	0.3～162.2
Pu-242	10^{-5}～1500	1.5～40.0	10^{-5}～986	0.986～10.0	10^{-5}～1290	無し
Am-241	10^{-5}～150	0.15～30.0	10^{-5}～150	0.15～30.0	10^{-5}～150	無し
Am-242-m	10^{-5}～20	0.02～30.0	10^{-5}～3.55	0.0355～10.0	10^{-5}～20	0.02～50.0
Am-243	10^{-5}～215	0.215～30.0	10^{-5}～250	0.25～42.38	10^{-5}～250	0.25～40.0
Cm-244	10^{-5}～1000	1.0～40.0	10^{-5}～525	0.525～10.0	10^{-5}～1000	1.0～215.0

(2) 超詳細エネルギー群定数の上限エネルギーの決定

核データ評価とは別に核特性解析上から要求される超詳細エネルギー群定数の上限エネルギーを検討する。

ZPR-3-54炉心は鉄反射体を持ちその臨界性予測精度は拡散係数の定義により大きく異なる。鉄は図2-1,2に示すように20～30keVに鋭い構造(ウィンドウ)を持ち、将来的には鉄の超詳細エネルギー群定数も作成し、その超詳細スペクトル計算を行う事が好ましい。

また、上限エネルギーを50keV以上にすると非弾性散乱反応がスペクトル計算に大きく影響する。そして、上限エネルギーを上げる事はライブラリーが大きくなることであり、自ずから限界がある。一方、ZPPR-9炉心のドップラー反応度解析によれば40keV以上の反応度寄与は小さい。そこで、今回作成する超詳細エネルギー群定数はJFS3-70群エネルギー構造の23群(上限エネルギー40.8735keV)から詳細スペクトル計算ができるようにその上限エネルギーを45keVとする。

(3) 超詳細エネルギー群定数ライブラリーの表現形式

超詳細エネルギー群定数ライブラリーの表現形式に関しては、SRACコードのPEACOルーチンでも使用できるようにENDF/B-VあるいはVIフォーマットのPENDF形式で作成する。PENDF形式データであればSIGMA-1コードで自由な温度のPENDFが作成でき、作図コードへの使用等の汎用性に優れたものになる。また、TIMSコードにはPENDFから従来型のMCROSSライブラリーが作成でき、TIMS-PEACOでJFS3型の自己遮蔽テーブルが作成できる。

SRACコードにはPENDF形式データがPublic MCROSSライブラリーに存在し、解析に応じて必要な温度のMCROSSライブラリーを内蔵SIGMA-1コードがTIMS型バイナリーMCROSS形式で作成して、PEACOルーチンで超詳細共鳴スペクトル計算を実施している。

また、今回作成するPENDF形式新MCROSSライブラリーを使用すれば、簡単なデータ変換を行う事により、SRAC Public MCROSSライブラリー作成が可能となる。

(4) TIMSコードの改良

PENDF形式新MCROSSライブラリーを作成できるようにTIMSコードを改良した。改良により、 MCROSSモジュールで作成された旧MCROSSライブラリーを使用して、核データで定義された無限希釈断面積を保存するように非分離共鳴エネルギー領域の超詳細共鳴断面積をPENDF形式へ変換するようにした。この処理は新しいモジュールMKMCRSで行う。

(5) PENDF形式新MCROSSライブラリーの作成

新MCROSSライブラリーの作成を高速炉1次元ベンチマークテストに必要となる9核種について実施した。処理を行った核種は、JENDL-3.2のU-234,U-235,U-236,U-238,Pu-239,Pu-240,Pu-241,Pu-242,Am-241である。また、作成温度はSRAC95の基準温度が20℃であるので、20℃とした。作成されたPENDF形式新MCROSSライブラリーのデータ数は、例えば、捕獲断面積のデータ数は、U-235で205,887点、U-238で236,560点、Pu-239で207,437点であった。また、U-235のPENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの断面積比較図を図2-3～8に示す。

次に作成新MCROSSライブラリーの精度検証であるが、U-235のPENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFからJFS-70群エネルギー構造で1/E重みを仮定して無限希釈断面積を作成し、両者の比較を実施した。その結果の一部を表2-2に示す。表より、新MCROSSライブラリーは正しく無限希釈断面積を保存している事が確認できる。

表2-2 PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの無限希釈断面比較

JFS3-70群での群	オリジナルPENDFの捕獲断面積(barn)	新MCROSSライブラリーの捕獲断面積(barn)	MCROSS/PENDF
24 (31.8-24.8kev)	0.702380	0.702296	1.000120
25 (24.8-19.3kev)	0.740183	0.740087	1.000130
26 (19.3-15.0kev)	0.808784	0.808769	1.000019
27 (15.0-11.7kev)	0.875818	0.876137	0.999636
28 (11.7-9.11kev)	0.939868	0.939770	1.000104
29 (9.11-7.10kev)	1.13894	1.13885	1.000079
30 (7.10-5.53kev)	1.23763	1.23732	1.000251

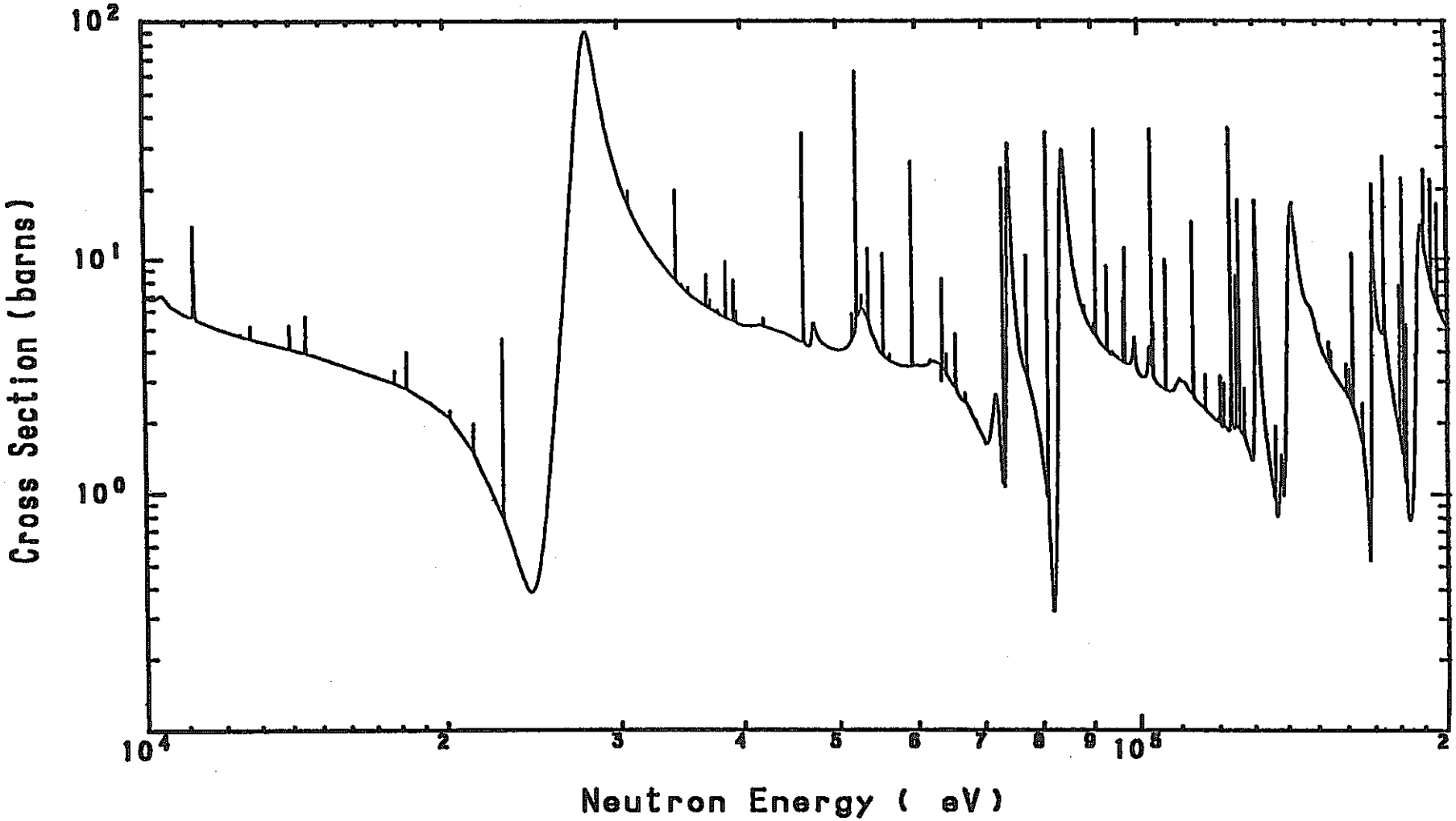

図2-1　Fe-natural-JENDL3.2の10～200keVの全断面積

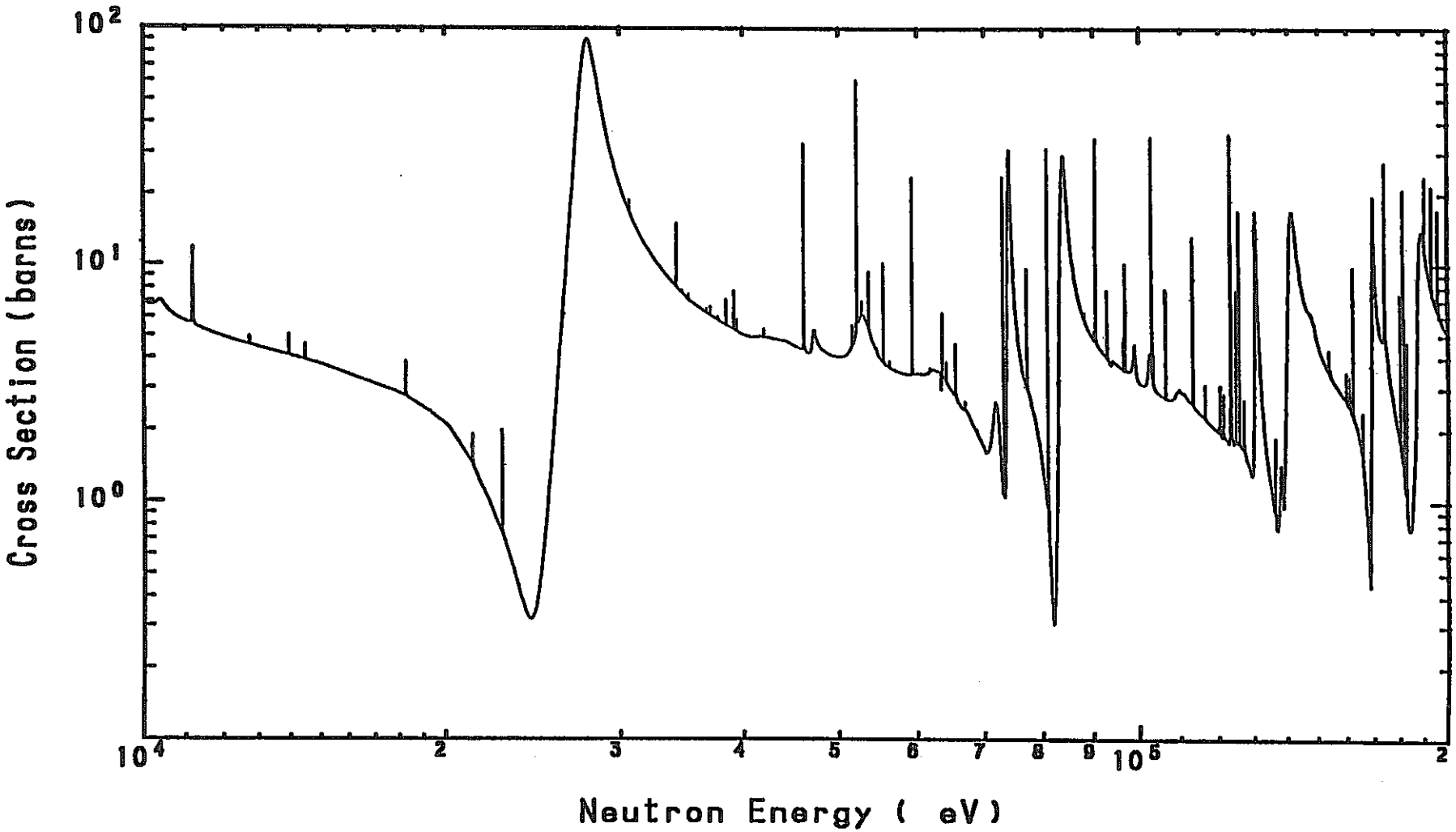

図2-2　Fe-natural-JENDL3.2の10～200keVの弾性散乱断面積

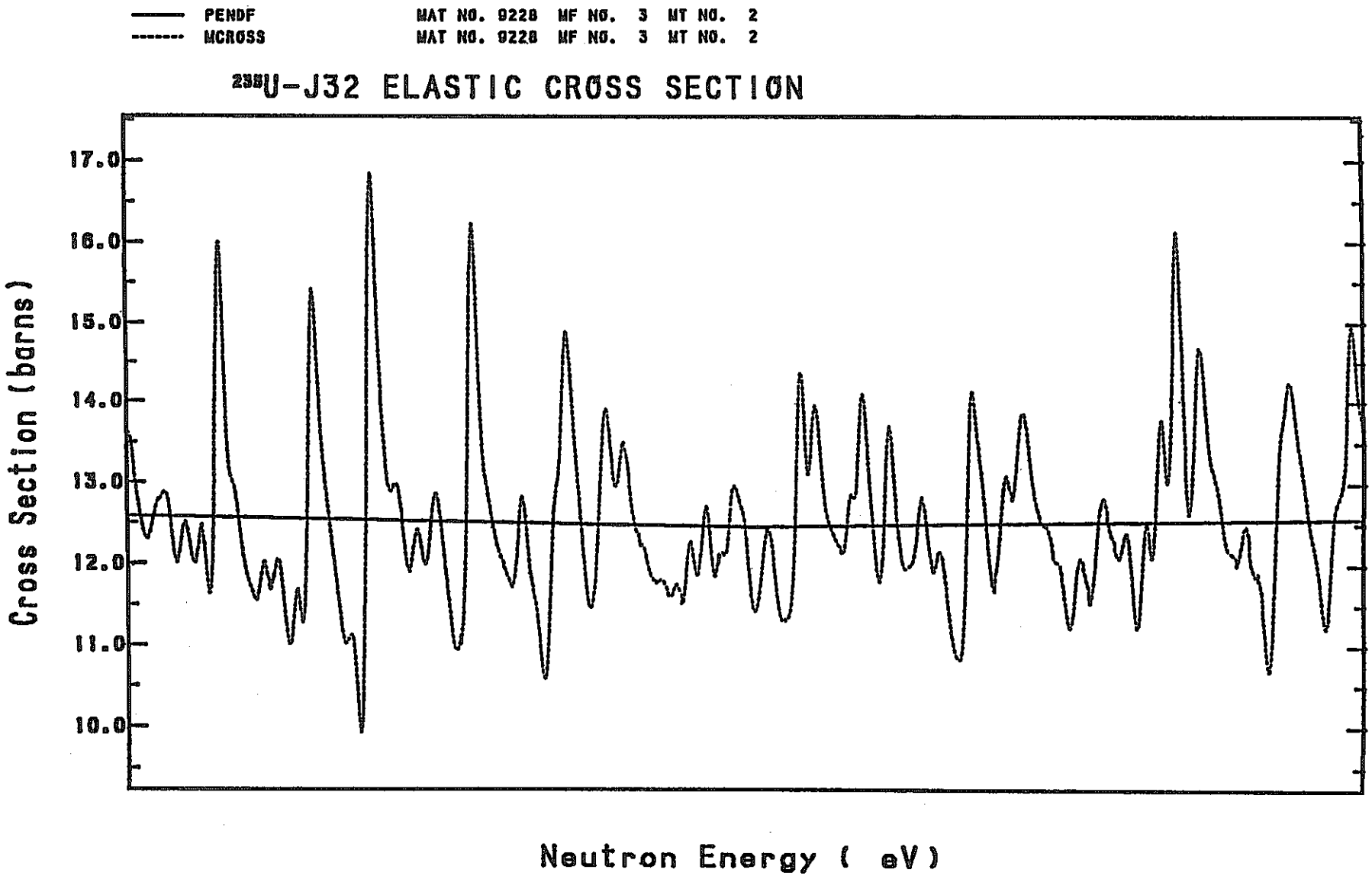

図2-3　U-235-JENDL3.2の2.0～2.2keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの弾性散乱断面積の比較

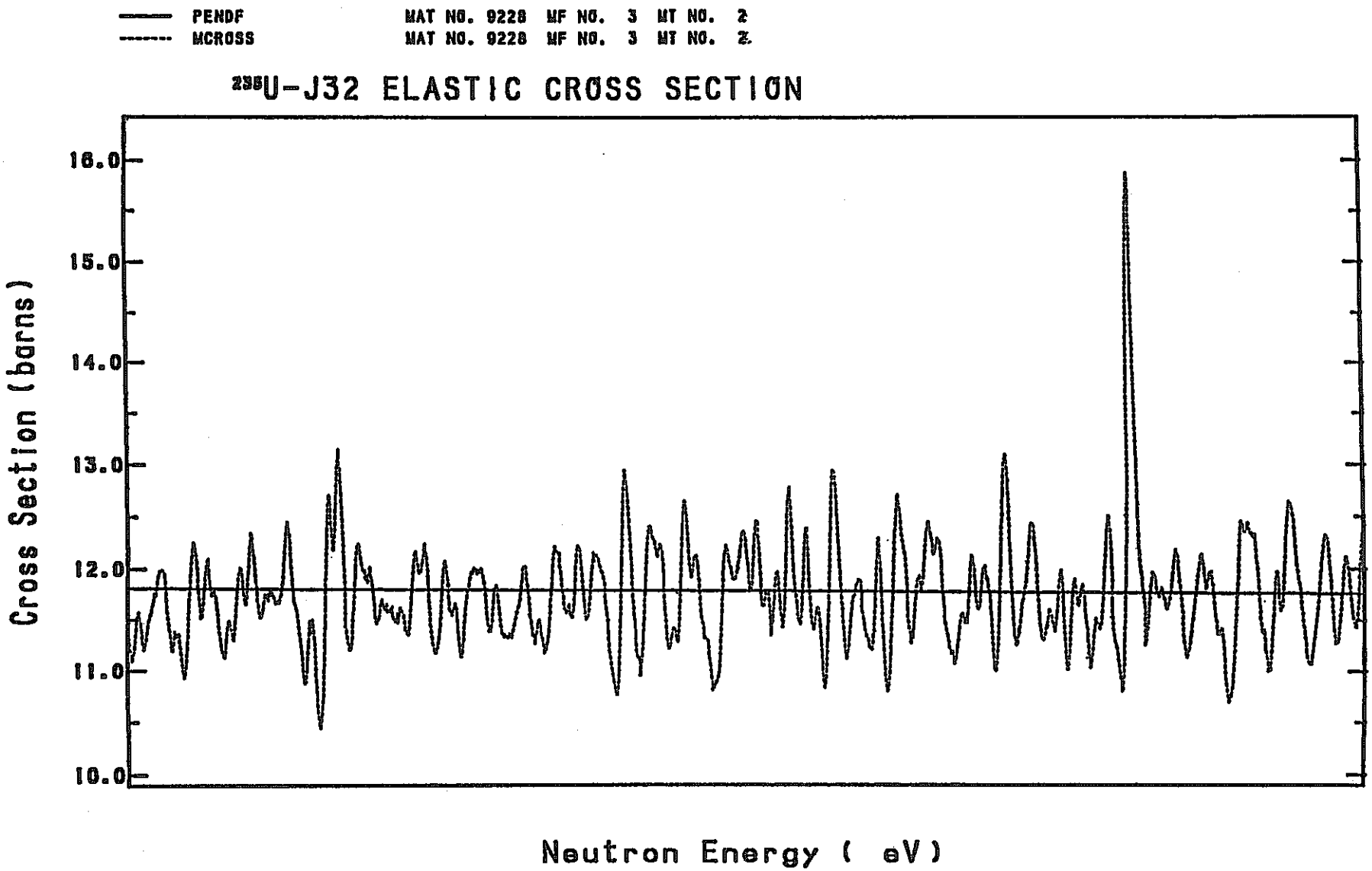

図2-4　U-235-JENDL3.2の24.5～25.5keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの弾性散乱断面積の比較

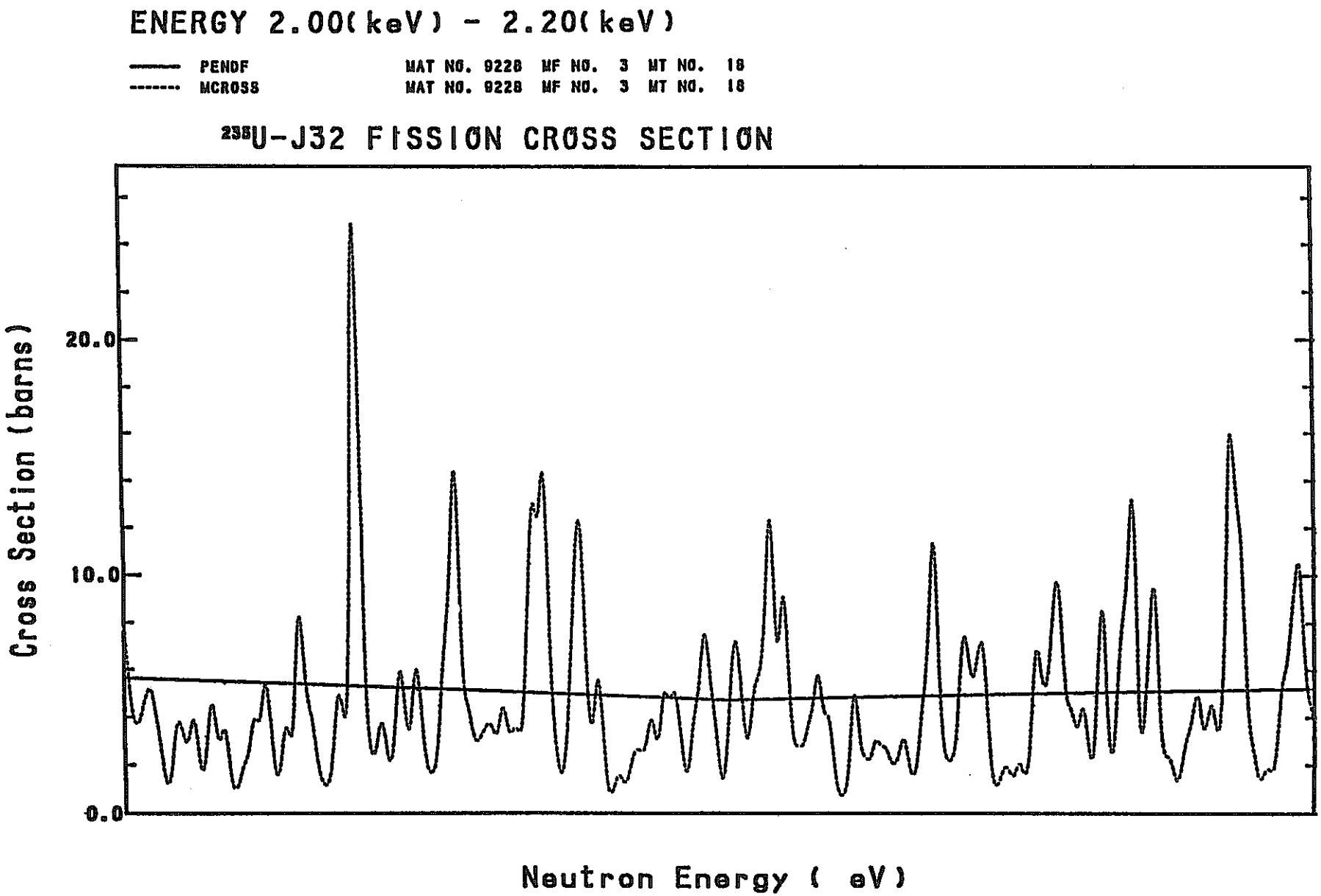

図2-5　U-235-JENDL3.2の2.0～2.2keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの核分裂断面積の比較

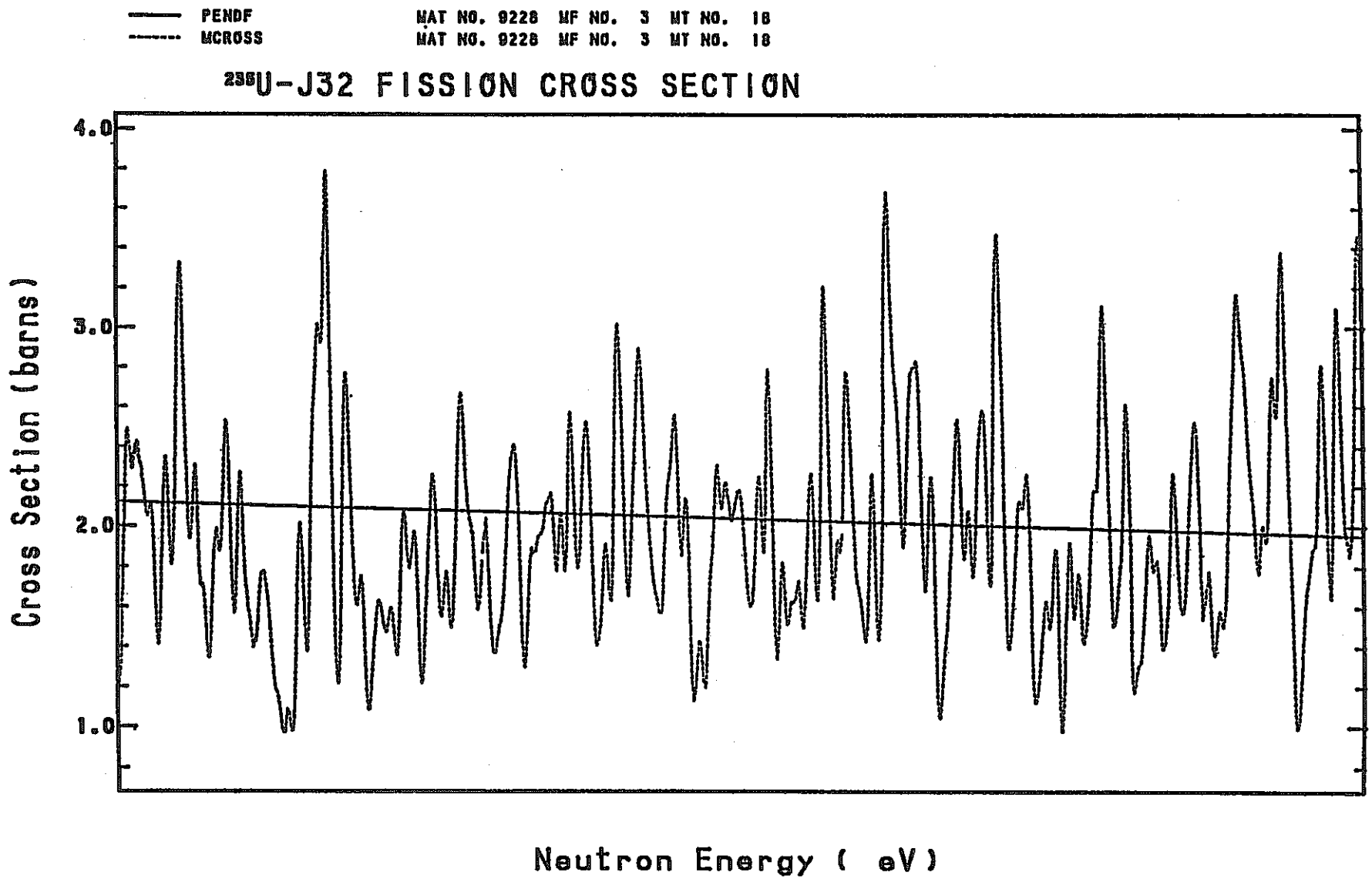

図2-6 U-235-JENDL3.2の24.5～25.5keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの核分裂断面積の比較

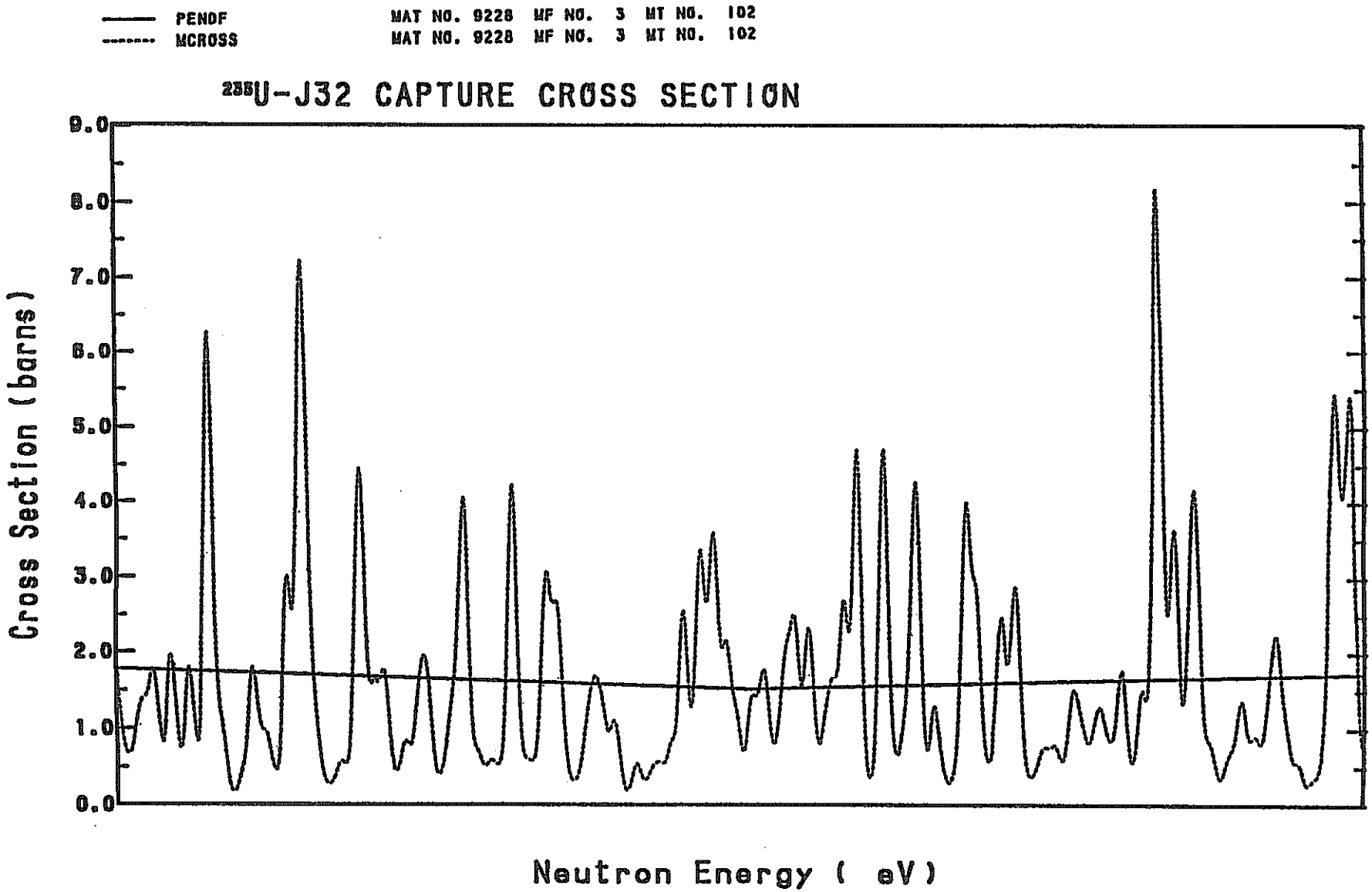

図2-7　U-235-JENDL3.2の2.0～2.2keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの捕獲断面積の比較

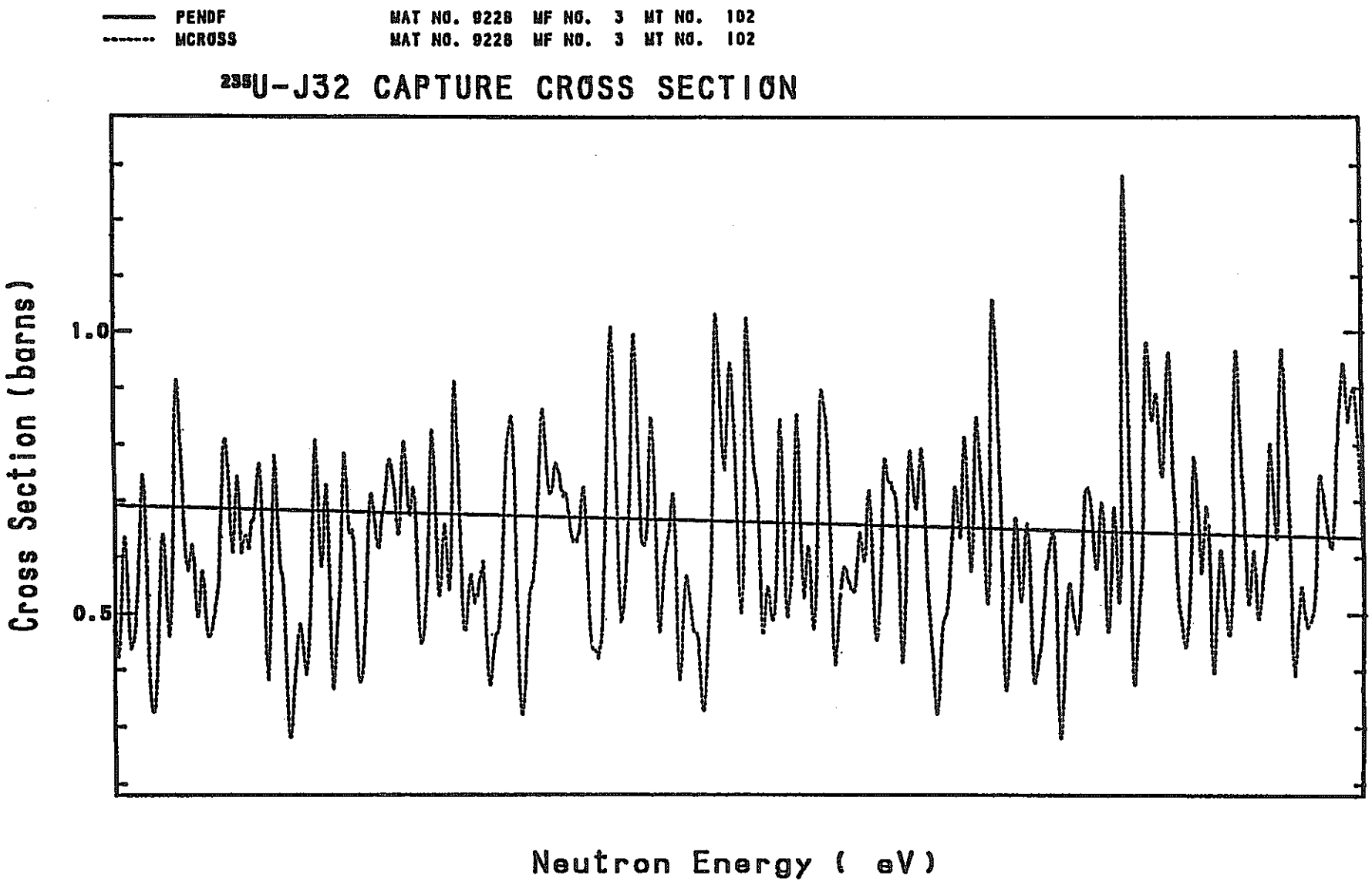

図2-8　U-235-JENDL3.2の24.5～25.5keVの PENDF形式新MCROSSライブラリーとオリジナルPENDFの捕獲断面積の比較

3. 上限エネルギー・対象反応の拡張

従来の標準炉定数のJFS-3型フォーマットにおける上限エネルギー10Mevを評価済核データの上限エネルギーである20MeVまで拡張し、燃焼に伴うMA核種の生成・消滅で重要な(n, 2n), (n, 3n), (n, p), (n, α)反応断面積等を含む新しい炉定数ライブラリーの構造を検討する。本検討では、中性子の漏れ評価に重要な非弾性散乱等の非等方成分データの充実も図るものとする。

(1) 新しいライブラリー構造の決定

現JFS3ライブラリーのライブラリーフォーマットを基に、(n, 2n), (n, 3n), (n, p), (n, α)反応断面積等を含み、高次非等方散乱断面積等を定義出来るように新しいフォーマットを決定した。このライブラリー構造決定では以下の仕様を満足するようにした。

- 群数、エネルギー群構造は可変である
- (n, 3n)、(n, 4n)反応を考慮する
- 弾性散乱、非弾性散乱等の非等方成分を定義する
- (n, p), (n, α)等の反応断面積を含む

次頁に作成した新しいライブラリーフォーマットを示す。

Table 3-1 New JFS3 Library format (binary)

#1 LNMAX, IMAX, MXCHI, MXCHI, MXR1D, MTXTYP, MXDENSE, MXDNSI, MXDNS2, MXDWNE, MXDWNI, MXDWN2, MXREAC, MXSIG0, MXTEMP, MXR, ISWH1

```
LNMAX     ; no of nuclide
IMAX      ; no of energy group
MXCHI     ; no of fission spectrum set
MXR1D     ; no of reaction in 1-D data  (MXR1D=20)
              1=Fission
              2=ν
              3=Capture
              4=Inelastic
              5=Elastic
              6=μ
              7=elastic removal
              8=total(n,2n) (MT=16,24,40,6-9,46-49)
              9=(n,3n)
              10=(n,4n)
              11=delayed ν
              12=(n,2n) (MT=16)
              13=(n,γ)
              14=(n,p)
              15=(n,d)
              16=(n,t)
              17=(n,He)
              18=(n,α)
              19-20= data for future use

MTXTYP    ; scattering matrices data specification
              MTXTYP= 10*LPMAX + MTXR23
              LPMAX          : Legendre order of scattering matrices data
               LPMX1 = LPMAX + 1
              MTXR23          ; non elastic matrix data specification
               MTXR23=1       : inelastic matrices data given
               MTXR23=2       : inelastic & (n,2n),(n,3n),(n,4n)
                                mtrices data given
MXDNSE    ; max( LD(1,n),n=1,LNMAX) except for hydrogen
MXDNSI    ; max( LD(2,n),n=1,LNMAX)
MXDNS2    ; max( LD(3,n),n=1,LNMAX)
MXDWNE    ; max( LA(1,n),n=1,LNMAX)
MXDWNI    ; max( LA(2,n),n=1,LNMAX)
MXDWN2    ; max( LA(3,n),n=1,LNMAX)
MXREAC    ; no of reaction in F-table .....=6:f,c,el,t,er,in)
MXSIG0    ; maximum no of σ0 values
MXTEMP    ; maximum no of temperature in F-table data
MXR       ; maximum no of R-values in F-table data
ISWH      ; postion of Hydrogen..... If ISWH=0 , no hygrogen data
```

```
#2  NCODEL(LNMAX), ENBND(IMAX+1), CHI(IMAX, MXCHI), NODEX(MXCHI), AW(LNMAX),
    LD(3, LNMAX), LA(3, LNMAX), MFS(MXREAC, LNMAX), TAB(MXSIG0, LNMAX)

    NCODEL    ; nuclide code no
    ENBND     ; energy boundary (eV)
    CHI       ; fission spectrum
    NODEX     ; nuclide code no which gives fission spctrum
    AW        ; atomic weight in a.m.u.
    LD        ; max. sink group no .... 1=elastic , 2=inelastic,
                                        3=(n, 2n)+(n, 3n)+(n, 4n)
    LA        ; lowest energy group no that the cross section are given
                suffix is same as LD
    MFS       ; f-table specification
                  =0   : no data
                  >0   : MFS is no of temperature index in F-table
    TAB       ; σ0 values

#3  FT(MXTEMP, LNMAX), RPARAM(MXSIG0, MXR, LNMAX), NTEMP(MXREAC, LNMAX),
    NR(MXREC, LNMAX)

    FT        ; temperature in kelvin
    RPARAM    ; R-values
    NTEMP     ; highest energy group that temperature-dependance exists ,
                otherwise NTEMP =IMAX+1
    NR        ; no of R-values

DO  1000   I=1, IMAX
        #4  ((SIG1D(M, J, I), M=1, LMAX), J=1, MXR1D)
            SIG1D     ; 1-D data
        #5  if I≦MXDWNE (((STRE(J, M, L, I), J=1, MXDWNE), L=1, LPMX1), M=1, LNMAX)
            if ISWH≠0  (((STRE(J, ISWH, L, I), J=1, IMAX), L=1, LPMX1), M=1, LNMAX)

            STRE          ; elastic matrix data
        #6  if I≦MXDWNI(((STRIN(J, M, L, I), J=1, MXDWNI), L=1, LPMX1), M=1, LNMAX)
            STRIN     ; inelastic matrix data
        #7  if I≦MXDWN2 (((STR2(J, M, L, I), J=1, MXDWN2), L=1, LPMX1), M=1, LNMAX)
            STR2          ; (n, 2n)+(n, 3n)+(n, 4n) matrix data

DO 600 M =1, LNMAX
DO 600 MT=1, MXREAC
        MR=NR(MT, M)
        KT=MSF(MT, M)
        if MR>0 & KT>0 ,   then   #8 is followed

        #8        if MT≠6 or MT=6 & LA(2, M)≧I
                  (((FTAB(J, K, N, I, MT, M), J=1, MXSIG0), K=1, KT), N=1, MR)
  600   continue
 1000   continue
 #9     EOF
```

（２）炉定数作成システムTIMS-PGG及び1次元ベンチマークシステムBENCH-1Dの改良

（１）で定められた炉定数データを計算し新JFS3ライブラリー作成が出来るように炉定数作成システムTIMS-PGG及び1次元ベンチマークシステムBENCH-1Dを改良した。本作業でのコード改良内容を以下に簡単に述べる。

① PDSMAKEコードの改良

新JFS3ライブラリーを作成できるようにコード改良を実施した。入力形式は以前のPDSMAKEコードと同じである。また、群数、温度パラメータの数等についてはその最大値をパラメーター文で与え、将来の群数拡張等に対応出来るようにした。現在の最大群数は200群である。

② DUMP70コードの改良

新JFS3ライブラリーをダンプ出来るようにDUMP70コード改良を実施した。入力形式は以前のPDUMP70コードと同じである。また、群数、温度パラメータの数等についてはその最大値をパラメーター文で与え、将来の群数拡張等に対応出来るようにした。現在の最大群数は200群である。

③ EXPANDA-GSコードの改良

新JFS3ライブラリーを使用してセル計算および1次元拡散計算が可能なように改良した。

④ ANISN-JRPコードの改良

取り扱える群数を200群まで拡張した。従来のコードはANISN-JRから改良されたもので、そのエネルギー境界データを格納する配列が152と固定されていた。この他、可変配列の大きさを400万ワードに変更した。

⑤ LTXP7コードの改良

新JFS3ライブラリーに対応した修正を実施した。即ち、1次元反応数と最大取扱群数の増加である。現在の最大群数は200群である。

⑥ XPRTCVコードの改良

新JFS3ライブラリーに対応した修正を実施した。即ち、1次元反応数と最大取扱群数の増加である。現在の最大群数は200群である。

4．汎用炉定数の検討

ここでは、高速炉、熱中性子炉等の核特性解析を共通して使用できる汎用炉定数の検討を行う。また、高速炉のブランケット領域の反応率過小評価についても炉定数の観点から検討する。

4．1　エネルギー群構造および(n,3n),(n,4n)反応の検討

（1）　ライブラリー作成

エネルギー群構造および(n,3n),(n,4n)反応の検討を行うため、新たに20Mevまで上限エネルギーを上げた3種類の新JFS-3ライブラリーを作成し、高速炉1次元ベンチマークテストを実施する。採用したエネルギー群構造を表4.1-1～3に示す。これら3種類のライブラリーの特徴は

・JFS3-73群ライブラリー
　これは従来のJFS3-70群ライブラリーに10～20MeVに3群加えたものである
　10～20MeVの核特性への影響を把握する目的で作成

・JFS3-175群ライブラリー
　VITAMIN-175群構造であり、その上限エネルギーは20MeVである
　鉄のウィング等の構造を考慮した高エネルギー分割が
　細かいエネルギー構造である

・JFS3-163群ライブラリー
　LANL-187群エネルギー構造から熱エネルギーを荒く分割したものである。
　U-238の6.67eV共鳴近傍を除けば、等レサージーの多群構造である。
　重核の共鳴を考慮したエネルギー構造である

である。1次元ベンチマークテストに必要な20核種の炉定数を作成し、これらのライブラリーを準備した。ただし、その非分離共鳴の自己遮蔽テーブルはNJOYのUNRESRモジュールで作成した事が従来のJFS3-70群ライブラリーと異なる。

表4.1-1　JFS3-73 群ライブラリーのエネルギー群構造

group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U	group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U
1	2.0000E+07	1.6487E+07	0.1931	41	9.6112E+02	7.4852E+02	0.2500
2	1.6487E+07	1.2840E+07	0.2500	42	7.4852E+02	5.8295E+02	0.2500
3	1.2840E+07	1.0000E+07	0.2500	43	5.8295E+02	4.5400E+02	0.2500
4	1.0000E+07	7.7880E+06	0.2500	44	4.5400E+02	3.5358E+02	0.2500
5	7.7880E+06	6.0653E+06	0.2500	45	3.5358E+02	2.7536E+02	0.2500
6	6.0653E+06	4.7237E+06	0.2500	46	2.7536E+02	2.1445E+02	0.2500
7	4.7237E+06	3.6788E+06	0.2500	47	2.1445E+02	1.6702E+02	0.2500
8	3.6788E+06	2.8651E+06	0.2500	48	1.6702E+02	1.3007E+02	0.2500
9	2.8651E+06	2.2313E+06	0.2500	49	1.3007E+02	1.0130E+02	0.2500
10	2.2313E+06	1.7377E+06	0.2500	50	1.0130E+02	7.8893E+01	0.2500
11	1.7377E+06	1.3534E+06	0.2500	51	7.8893E+01	6.1442E+01	0.2500
12	1.3534E+06	1.0540E+06	0.2500	52	6.1442E+01	4.7851E+01	0.2500
13	1.0540E+06	8.2085E+05	0.2500	53	4.7851E+01	3.7267E+01	0.2500
14	8.2085E+05	6.3928E+05	0.2500	54	3.7267E+01	2.9023E+01	0.2500
15	6.3928E+05	4.9787E+05	0.2500	55	2.9023E+01	2.2603E+01	0.2500
16	4.9787E+05	3.8774E+05	0.2500	56	2.2603E+01	1.7604E+01	0.2500
17	3.8774E+05	3.0197E+05	0.2500	57	1.7604E+01	1.3710E+01	0.2500
18	3.0197E+05	2.3518E+05	0.2500	58	1.3710E+01	1.0677E+01	0.2500
19	2.3518E+05	1.8316E+05	0.2500	59	1.0677E+01	8.3153E+00	0.2500
20	1.8316E+05	1.4264E+05	0.2500	60	8.3153E+00	6.4760E+00	0.2500
21	1.4264E+05	1.1109E+05	0.2500	61	6.4760E+00	5.0435E+00	0.2500
22	1.1109E+05	8.6517E+04	0.2500	62	5.0435E+00	3.9279E+00	0.2500
23	8.6517E+04	6.7379E+04	0.2500	63	3.9279E+00	3.0590E+00	0.2500
24	6.7379E+04	5.2475E+04	0.2500	64	3.0590E+00	2.3824E+00	0.2500
25	5.2475E+04	4.0868E+04	0.2500	65	2.3824E+00	1.8554E+00	0.2500
26	4.0868E+04	3.1828E+04	0.2500	66	1.8554E+00	1.4450E+00	0.2500
27	3.1828E+04	2.4788E+04	0.2500	67	1.4450E+00	1.1254E+00	0.2500
28	2.4788E+04	1.9305E+04	0.2500	68	1.1254E+00	8.7643E-01	0.2500
29	1.9305E+04	1.5034E+04	0.2500	69	8.7643E-01	6.8256E-01	0.2500
30	1.5034E+04	1.1709E+04	0.2500	70	6.8256E-01	5.3158E-01	0.2500
31	1.1709E+04	9.1188E+03	0.2500	71	5.3158E-01	4.1399E-01	0.2500
32	9.1188E+03	7.1017E+03	0.2500	72	4.1399E-01	3.2242E-01	0.2500
33	7.1017E+03	5.5308E+03	0.2500	73	3.2242E-01	1.0000E-05	10.3810
34	5.5308E+03	4.3074E+03	0.2500				
35	4.3074E+03	3.3546E+03	0.2500				
36	3.3546E+03	2.6126E+03	0.2500				
37	2.6126E+03	2.0347E+03	0.2500				
38	2.0347E+03	1.5846E+03	0.2500				
39	1.5846E+03	1.2341E+03	0.2500				
40	1.2341E+03	9.6112E+02	0.2500				

表4.1-2　JFS3-175 群ライブラリーのエネルギー群構造 （1／2）

group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U	group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U
1	2.0000E+07	1.7333E+07	0.1431	51	1.9205E+06	1.8268E+06	0.0500
2	1.7333E+07	1.6905E+07	0.0250	52	1.8268E+06	1.7377E+06	0.0500
3	1.6905E+07	1.6487E+07	0.0250	53	1.7377E+06	1.6530E+06	0.0500
4	1.6487E+07	1.5683E+07	0.0500	54	1.6530E+06	1.5724E+06	0.0500
5	1.5683E+07	1.4918E+07	0.0500	55	1.5724E+06	1.4957E+06	0.0500
6	1.4918E+07	1.4550E+07	0.0250	56	1.4957E+06	1.4227E+06	0.0500
7	1.4550E+07	1.4191E+07	0.0250	57	1.4227E+06	1.3534E+06	0.0499
8	1.4191E+07	1.3840E+07	0.0250	58	1.3534E+06	1.2873E+06	0.0501
9	1.3840E+07	1.3499E+07	0.0249	59	1.2873E+06	1.2246E+06	0.0499
10	1.3499E+07	1.2840E+07	0.0501	60	1.2246E+06	1.1648E+06	0.0501
11	1.2840E+07	1.2523E+07	0.0250	61	1.1648E+06	1.1080E+06	0.0500
12	1.2523E+07	1.2214E+07	0.0250	62	1.1080E+06	1.0026E+06	0.1000
13	1.2214E+07	1.1618E+07	0.0500	63	1.0026E+06	9.6164E+05	0.0417
14	1.1618E+07	1.1052E+07	0.0499	64	9.6164E+05	9.0718E+05	0.0583
15	1.1052E+07	1.0513E+07	0.0500	65	9.0718E+05	8.6294E+05	0.0500
16	1.0513E+07	1.0000E+07	0.0500	66	8.6294E+05	8.2085E+05	0.0500
17	1.0000E+07	9.5123E+06	0.0500	67	8.2085E+05	7.8082E+05	0.0500
18	9.5123E+06	9.0484E+06	0.0500	68	7.8082E+05	7.4274E+05	0.0500
19	9.0484E+06	8.6071E+06	0.0500	69	7.4274E+05	7.0651E+05	0.0500
20	8.6071E+06	8.1873E+06	0.0500	70	7.0651E+05	6.7206E+05	0.0500
21	8.1873E+06	7.7880E+06	0.0500	71	6.7206E+05	6.3928E+05	0.0500
22	7.7880E+06	7.4082E+06	0.0500	72	6.3928E+05	6.0810E+05	0.0500
23	7.4082E+06	7.0469E+06	0.0500	73	6.0810E+05	5.7844E+05	0.0500
24	7.0469E+06	6.7032E+06	0.0500	74	5.7844E+05	5.5023E+05	0.0500
25	6.7032E+06	6.5924E+06	0.0167	75	5.5023E+05	5.2340E+05	0.0500
26	6.5924E+06	6.3763E+06	0.0333	76	5.2340E+05	4.9787E+05	0.0500
27	6.3763E+06	6.0653E+06	0.0500	77	4.9787E+05	4.5049E+05	0.1000
28	6.0653E+06	5.7695E+06	0.0500	78	4.5049E+05	4.0762E+05	0.1000
29	5.7695E+06	5.4881E+06	0.0500	79	4.0762E+05	3.8774E+05	0.0500
30	5.4881E+06	5.2205E+06	0.0500	80	3.8774E+05	3.6883E+05	0.0500
31	5.2205E+06	4.9659E+06	0.0500	81	3.6883E+05	3.3373E+05	0.1000
32	4.9659E+06	4.7237E+06	0.0500	82	3.3373E+05	3.0197E+05	0.1000
33	4.7237E+06	4.4933E+06	0.0500	83	3.0197E+05	2.9850E+05	0.0116
34	4.4933E+06	4.0657E+06	0.1000	84	2.9850E+05	2.9720E+05	0.0044
35	4.0657E+06	3.6788E+06	0.1000	85	2.9720E+05	2.9452E+05	0.0091
36	3.6788E+06	3.3287E+06	0.1000	86	2.9452E+05	2.8725E+05	0.0250
37	3.3287E+06	3.1664E+06	0.0500	87	2.8725E+05	2.7324E+05	0.0500
38	3.1664E+06	3.0119E+06	0.0500	88	2.7324E+05	2.4724E+05	0.1000
39	3.0119E+06	2.8650E+06	0.0500	89	2.4724E+05	2.3518E+05	0.0500
40	2.8650E+06	2.7253E+06	0.0500	90	2.3518E+05	2.2371E+05	0.0500
41	2.7253E+06	2.5924E+06	0.0500	91	2.2371E+05	2.1280E+05	0.0500
42	2.5924E+06	2.4660E+06	0.0500	92	2.1280E+05	2.0242E+05	0.0500
43	2.4660E+06	2.3852E+06	0.0333	93	2.0242E+05	1.9255E+05	0.0500
44	2.3852E+06	2.3653E+06	0.0084	94	1.9255E+05	1.8316E+05	0.0500
45	2.3653E+06	2.3457E+06	0.0083	95	1.8316E+05	1.7422E+05	0.0500
46	2.3457E+06	2.3069E+06	0.0167	96	1.7422E+05	1.6573E+05	0.0500
47	2.3069E+06	2.2313E+06	0.0333	97	1.6573E+05	1.5764E+05	0.0500
48	2.2313E+06	2.1225E+06	0.0500	98	1.5764E+05	1.4996E+05	0.0499
49	2.1225E+06	2.0190E+06	0.0500	99	1.4996E+05	1.4264E+05	0.0500
50	2.0190E+06	1.9205E+06	0.0500	100	1.4264E+05	1.3569E+05	0.0500

表4.1-2　JFS3-175 群ライブラリーのエネルギー群構造 （2／2）

group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U	group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U
101	1.3569E+05	1.2907E+05	0.0500	151	1.3007E+02	1.0130E+02	0.2500
102	1.2907E+05	1.2277E+05	0.0500	152	1.0130E+02	7.8893E+01	0.2500
103	1.2277E+05	1.1679E+05	0.0499	153	7.8893E+01	6.1442E+01	0.2500
104	1.1679E+05	1.1109E+05	0.0500	154	6.1442E+01	4.7851E+01	0.2500
105	1.1109E+05	9.8037E+04	0.1250	155	4.7851E+01	3.7267E+01	0.2500
106	9.8037E+04	8.6517E+04	0.1250	156	3.7267E+01	2.9023E+01	0.2500
107	8.6517E+04	8.2500E+04	0.0475	157	2.9023E+01	2.2603E+01	0.2500
108	8.2500E+04	7.9500E+04	0.0370	158	2.2603E+01	1.7603E+01	0.2500
109	7.9500E+04	7.2000E+04	0.0991	159	1.7603E+01	1.3710E+01	0.2499
110	7.2000E+04	6.7379E+04	0.0663	160	1.3710E+01	1.0677E+01	0.2500
111	6.7379E+04	5.6562E+04	0.1750	161	1.0677E+01	8.3153E+00	0.2500
112	5.6562E+04	5.2475E+04	0.0750	162	8.3153E+00	6.4760E+00	0.2500
113	5.2475E+04	4.6309E+04	0.1250	163	6.4760E+00	5.0435E+00	0.2500
114	4.6309E+04	4.0868E+04	0.1250	164	5.0435E+00	3.9279E+00	0.2500
115	4.0868E+04	3.4307E+04	0.1750	165	3.9279E+00	3.0590E+00	0.2500
116	3.4307E+04	3.1828E+04	0.0750	166	3.0590E+00	2.3824E+00	0.2500
117	3.1828E+04	2.8500E+04	0.1104	167	2.3824E+00	1.8554E+00	0.2500
118	2.8500E+04	2.7000E+04	0.0541	168	1.8554E+00	1.4450E+00	0.2500
119	2.7000E+04	2.6058E+04	0.0355	169	1.4450E+00	1.1254E+00	0.2500
120	2.6058E+04	2.4788E+04	0.0500	170	1.1254E+00	8.7642E-01	0.2500
121	2.4788E+04	2.4176E+04	0.0250	171	8.7642E-01	6.8256E-01	0.2500
122	2.4176E+04	2.3579E+04	0.0250	172	6.8256E-01	5.3158E-01	0.2500
123	2.3579E+04	2.1875E+04	0.0750	173	5.3158E-01	4.1399E-01	0.2500
124	2.1875E+04	1.9305E+04	0.1250	174	4.1399E-01	1.0000E-01	1.4207
125	1.9305E+04	1.5034E+04	0.2501	175	1.0000E-01	1.0000E-05	9.2103
126	1.5034E+04	1.1709E+04	0.2500				
127	1.1709E+04	1.0595E+04	0.1000				
128	1.0595E+04	9.1188E+03	0.1500				
129	9.1188E+03	7.1017E+03	0.2500				
130	7.1017E+03	5.5308E+03	0.2500				
131	5.5308E+03	4.3074E+03	0.2500				
132	4.3074E+03	3.7074E+03	0.1500				
133	3.7074E+03	3.3546E+03	0.1000				
134	3.3546E+03	3.0354E+03	0.1000				
135	3.0354E+03	2.7465E+03	0.1000				
136	2.7465E+03	2.6126E+03	0.0500				
137	2.6126E+03	2.4852E+03	0.0500				
138	2.4852E+03	2.2487E+03	0.1000				
139	2.2487E+03	2.0347E+03	0.1000				
140	2.0347E+03	1.5846E+03	0.2500				
141	1.5846E+03	1.2341E+03	0.2500				
142	1.2341E+03	9.6112E+02	0.2500				
143	9.6112E+02	7.4852E+02	0.2500				
144	7.4852E+02	5.8295E+02	0.2500				
145	5.8295E+02	4.5400E+02	0.2500				
146	4.5400E+02	3.5358E+02	0.2500				
147	3.5358E+02	2.7536E+02	0.2500				
148	2.7536E+02	2.1445E+02	0.2500				
149	2.1445E+02	1.6702E+02	0.2500				
150	1.6702E+02	1.3007E+02	0.2500				

表4.1-3　JFS3-163 群ライブラリーのエネルギー群構造（1/2）

group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U	group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U
1	2.0000E+07	1.7000E+07	0.1625	51	9.8037E+04	8.6517E+04	0.1250
2	1.7000E+07	1.6000E+07	0.0606	52	8.6517E+04	7.6351E+04	0.1250
3	1.6000E+07	1.5000E+07	0.0645	53	7.6351E+04	6.7379E+04	0.1250
4	1.5000E+07	1.4640E+07	0.0243	54	6.7379E+04	5.9462E+04	0.1250
5	1.4640E+07	1.4420E+07	0.0151	55	5.9462E+04	5.2475E+04	0.1250
6	1.4420E+07	1.4200E+07	0.0154	56	5.2475E+04	4.6309E+04	0.1250
7	1.4200E+07	1.3940E+07	0.0185	57	4.6309E+04	4.0868E+04	0.1250
8	1.3940E+07	1.3750E+07	0.0137	58	4.0868E+04	3.6066E+04	0.1250
9	1.3750E+07	1.3500E+07	0.0183	59	3.6066E+04	3.1828E+04	0.1250
10	1.3500E+07	1.3000E+07	0.0377	60	3.1828E+04	2.8088E+04	0.1250
11	1.3000E+07	1.2000E+07	0.0800	61	2.8088E+04	2.6058E+04	0.0750
12	1.2000E+07	1.1000E+07	0.0870	62	2.6058E+04	2.4788E+04	0.0500
13	1.1000E+07	1.0000E+07	0.0953	63	2.4788E+04	2.1875E+04	0.1250
14	1.0000E+07	8.8250E+06	0.1250	64	2.1875E+04	1.9305E+04	0.1250
15	8.8250E+06	7.7880E+06	0.1250	65	1.9305E+04	1.7036E+04	0.1250
16	7.7880E+06	6.8729E+06	0.1250	66	1.7036E+04	1.5034E+04	0.1250
17	6.8729E+06	6.0653E+06	0.1250	67	1.5034E+04	1.3268E+04	0.1250
18	6.0653E+06	5.3526E+06	0.1250	68	1.3268E+04	1.1709E+04	0.1250
19	5.3526E+06	4.7237E+06	0.1250	69	1.1709E+04	1.0333E+04	0.1250
20	4.7237E+06	4.1686E+06	0.1250	70	1.0333E+04	9.1188E+03	0.1250
21	4.1686E+06	3.6788E+06	0.1250	71	9.1188E+03	8.0473E+03	0.1250
22	3.6788E+06	3.2465E+06	0.1250	72	8.0473E+03	7.1017E+03	0.1250
23	3.2465E+06	2.8651E+06	0.1250	73	7.1017E+03	6.2673E+03	0.1250
24	2.8651E+06	2.5284E+06	0.1250	74	6.2673E+03	5.5308E+03	0.1250
25	2.5284E+06	2.2313E+06	0.1250	75	5.5308E+03	4.8810E+03	0.1250
26	2.2313E+06	1.9691E+06	0.1250	76	4.8810E+03	4.3074E+03	0.1250
27	1.9691E+06	1.7377E+06	0.1250	77	4.3074E+03	3.8013E+03	0.1250
28	1.7377E+06	1.5336E+06	0.1250	78	3.8013E+03	3.3546E+03	0.1250
29	1.5336E+06	1.3534E+06	0.1250	79	3.3546E+03	2.9605E+03	0.1250
30	1.3534E+06	1.1943E+06	0.1250	80	2.9605E+03	2.6126E+03	0.1250
31	1.1943E+06	1.0540E+06	0.1250	81	2.6126E+03	2.3056E+03	0.1250
32	1.0540E+06	9.3015E+05	0.1250	82	2.3056E+03	2.0347E+03	0.1250
33	9.3015E+05	8.2085E+05	0.1250	83	2.0347E+03	1.7956E+03	0.1250
34	8.2085E+05	7.2440E+05	0.1250	84	1.7956E+03	1.5846E+03	0.1250
35	7.2440E+05	6.3928E+05	0.1250	85	1.5846E+03	1.3984E+03	0.1250
36	6.3928E+05	5.6416E+05	0.1250	86	1.3984E+03	1.2341E+03	0.1250
37	5.6416E+05	4.9787E+05	0.1250	87	1.2341E+03	1.0891E+03	0.1250
38	4.9787E+05	4.3937E+05	0.1250	88	1.0891E+03	9.6112E+02	0.1250
39	4.3937E+05	3.8774E+05	0.1250	89	9.6112E+02	8.4818E+02	0.1250
40	3.8774E+05	3.4218E+05	0.1250	90	8.4818E+02	7.4852E+02	0.1250
41	3.4218E+05	3.0197E+05	0.1250	91	7.4852E+02	6.6057E+02	0.1250
42	3.0197E+05	2.6649E+05	0.1250	92	6.6057E+02	5.8295E+02	0.1250
43	2.6649E+05	2.3518E+05	0.1250	93	5.8295E+02	5.1445E+02	0.1250
44	2.3518E+05	2.0754E+05	0.1250	94	5.1445E+02	4.5400E+02	0.1250
45	2.0754E+05	1.8316E+05	0.1250	95	4.5400E+02	4.0065E+02	0.1250
46	1.8316E+05	1.6164E+05	0.1250	96	4.0065E+02	3.5358E+02	0.1250
47	1.6164E+05	1.4264E+05	0.1250	97	3.5358E+02	3.1203E+02	0.1250
48	1.4264E+05	1.2588E+05	0.1250	98	3.1203E+02	2.7536E+02	0.1250
49	1.2588E+05	1.1109E+05	0.1250	99	2.7536E+02	2.4301E+02	0.1250
50	1.1109E+05	9.8037E+04	0.1250	100	2.4301E+02	2.1445E+02	0.1250

表4.1-3　JFS3-163 群ライブラリーのエネルギー群構造（2/2）

group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U	group no	upper energy(eV)	lower energy(eV)	Delta U
101	2.1445E+02	1.8926E+02	0.1250	151	1.0427E+00	1.0137E+00	0.0282
102	1.8926E+02	1.6702E+02	0.1250	152	1.0137E+00	9.9200E-01	0.0216
103	1.6702E+02	1.4739E+02	0.1250	153	9.9200E-01	9.7100E-01	0.0214
104	1.4739E+02	1.3007E+02	0.1250	154	9.7100E-01	9.5065E-01	0.0212
105	1.3007E+02	1.1479E+02	0.1250	155	9.5065E-01	9.1000E-01	0.0437
106	1.1479E+02	1.0130E+02	0.1250	156	9.1000E-01	8.7642E-01	0.0376
107	1.0130E+02	8.9398E+01	0.1250	157	8.7642E-01	8.3368E-01	0.0500
108	8.9398E+01	7.8893E+01	0.1250	158	8.3368E-01	7.8208E-01	0.0639
109	7.8893E+01	6.9623E+01	0.1250	159	7.8208E-01	6.2506E-01	0.2241
110	6.9623E+01	6.1442E+01	0.1250	160	6.2506E-01	5.0323E-01	0.2168
111	6.1442E+01	5.4223E+01	0.1250	161	5.0323E-01	4.1499E-01	0.1928
112	5.4223E+01	4.7851E+01	0.1250	162	4.1499E-01	1.0000E-01	1.4231
113	4.7851E+01	4.2229E+01	0.1250	163	1.0000E-01	1.0000E-05	9.2103
114	4.2229E+01	3.7267E+01	0.1250				
115	3.7267E+01	3.2888E+01	0.1250				
116	3.2888E+01	2.9023E+01	0.1250				
117	2.9023E+01	2.5613E+01	0.1250				
118	2.5613E+01	2.2603E+01	0.1250				
119	2.2603E+01	1.9947E+01	0.1250				
120	1.9947E+01	1.7604E+01	0.1250				
121	1.7604E+01	1.5535E+01	0.1250				
122	1.5535E+01	1.3710E+01	0.1250				
123	1.3710E+01	1.2099E+01	0.1250				
124	1.2099E+01	1.0677E+01	0.1250				
125	1.0677E+01	9.4225E+00	0.1250				
126	9.4225E+00	8.3153E+00	0.1250				
127	8.3153E+00	7.3382E+00	0.1250				
128	7.3382E+00	6.8680E+00	0.0662				
129	6.8680E+00	6.4760E+00	0.0588				
130	6.4760E+00	5.7150E+00	0.1250				
131	5.7150E+00	5.0435E+00	0.1250				
132	5.0435E+00	4.4509E+00	0.1250				
133	4.4509E+00	3.9279E+00	0.1250				
134	3.9279E+00	3.4663E+00	0.1250				
135	3.4663E+00	3.0590E+00	0.1250				
136	3.0590E+00	2.6996E+00	0.1250				
137	2.6996E+00	2.3824E+00	0.1250				
138	2.3824E+00	2.1024E+00	0.1250				
139	2.1024E+00	1.8554E+00	0.1250				
140	1.8554E+00	1.7261E+00	0.0722				
141	1.7261E+00	1.5949E+00	0.0791				
142	1.5949E+00	1.4574E+00	0.0902				
143	1.4574E+00	1.3079E+00	0.1082				
144	1.3079E+00	1.1664E+00	0.1145				
145	1.1664E+00	1.1254E+00	0.0358				
146	1.1254E+00	1.0987E+00	0.0240				
147	1.0987E+00	1.0722E+00	0.0244				
148	1.0722E+00	1.0623E+00	0.0093				
149	1.0623E+00	1.0525E+00	0.0093				
150	1.0525E+00	1.0427E+00	0.0094				

（２）予備解析

本格的な1次元ベンチマークテストを実施する準備として、従来JFS3-70群ライブラリーとの作成法の違いの検討を実施する。即ち、TIMSコードとUNRESR(ETOX)コードによる非分離共鳴自己遮蔽テーブルの差が核特性に及ぼす影響を明らかにする。従来JFS3-70群ライブラリーのエネルギー構造でUNRESR(ETOX)コードによる非分離共鳴自己遮蔽テーブルを使用したライブラリーを作成して、拡散計算により高速炉1次元ベンチマークテストを実施した。その結果を 表4.1-4と表4.1-5に示す。
表より、実効増倍率ではUNRESR法が約0.25%大きく計算する。また、散乱による最大のsink group 数は30群でも70群でもその差はない事が確認できた。また、中心反応率比の差は最大で約0.6%であり、その差が大きいものはC8/F5,C8/F9である。

中心サンプル価値の平均C/Eでは、C-12,Mn-55,Cr,Mn-55で2～7%の差があるが、その他の核種に対する中心サンプル価値の平均C/Eに関しては、非分離共鳴自己遮蔽テーブルの差が与える影響は小さいといえる。

（２）(n,3n)及び(n,4n)反応が核特性に与える影響

(n,3n)及び(n,4n)反応が核特性に与える影響を調べるために、JFS3-175Gライブラリーで(n,3n)及び(n,4n)反応を無くしたライブラリーを作成し、拡散計算により当該効果を調べた。その結果を 表4.1-6と表4.1-7に示す。

表より (n,3n)及び(n,4n)反応は殆ど核特性に影響を与えないことが確認できた。尚、従来の10MeV以下しか考慮しないJFS3-70Gライブラリーでは、ベンチマークで必要な全核種には10MeV以下に (n,3n)及び(n,4n)反応が存在しない事を述べておく。

表4.1-4　実効増倍率及び中心反応率比の平均C/E

ケース名	JFS70-TIMS	JFS70-UNRESR-30	JFS70-UNRESR-70
自己遮蔽因子計算法	TIMS	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	30	30	70
計算法	拡散（D=1/3Σtr）	拡散（D=1/3Σtr）	拡散（D=1/3Σtr）
実効増倍率	0.99807	1.00058 (0.252)	1.00058 (0.252)
F8/F5	1.03310	1.03175 (-0.131)	1.03174 (-0.131)
F9/F5	0.98116	0.98205 (0.090)	0.98205 (0.090)
F0/F5	1.07888	1.07723 (-0.153)	1.07722 (-0.154)
C8/F5	0.96059	0.95550 (-0.530)	0.95550 (-0.530)
C8/F9	0.98522	0.97985 (-0.545)	0.97985 (-0.545)

*括弧の中の値は JFS70-TIMSとの差を%で示したものである。

表4.1-5　中心サンプル価値の平均C/E*

ケース名	JFS70-TIMS	JFS70-UNRESR-30	JFS70-UNRESR-70
自己遮蔽因子計算法	TIMS	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	30	30	70
計算法	拡散（D=1/3Σtr）	拡散（D=1/3Σtr）	拡散（D=1/3Σtr）
U-235	1.0067	1.0037	1.0037
U-238	1.0158	1.0189	1.0189
Pu-240	0.6958	0.6918	0.6918
B-10	0.8966	0.9087	0.9087
C-12	1.0729	1.0057	1.0056
Al-27	1.0806	1.0441	1.0441
Cr-natural	1.0217	1.0020	1.0020
Mn-55	1.0448	1.0241	1.0242
Fe-natural	1.0993	1.0855	1.0854
Ni-natural	1.0982	1.0732	1.0732
Cu-natural	1.1212	1.1227	1.1227
Mo-natural	1.2083	1.2143	1.2143

*実験値が1炉心しかない核種と負のC/EがあるNaは除外した。

表4.1-6　実効増倍率及び中心反応率比の平均C/E

ケース名	JFS175G	JFS175G without (n,4n)	JFS175G without (n,3n),(n,4n)
自己遮蔽因子計算法	UNRESR	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	175	175	175
計算法	拡散 (D=1/3Σtr)	拡散 (D=1/3Σtr)	拡散 (D=1/3Σtr)
実効増倍率	1.00035	1.0035 (0.0)	1.0035 (0.0)
F8/F5	1.04061	1.04061 (0.0)	1.04064 (0.004)
F9/F5	0.98413	0.98413 (0.0)	0.98413 (0.0)
F0/F5	1.08578	1.08578 (0.0)	1.08580 (0.002)
C8/F5	0.95062	0.95062 (0.0)	0.95061 (-0.001)
C8/F9	0.97280	0.97280 (0.0)	0.87280 (0.0)

*括弧の中の値は JFS175G との差を%で示したものである。

表4.1-7　中心サンプル価値の平均C/E*

ケース名	JFS175G	JFS175G without (n,4n)	JFS175G without (n,3n),(n,4n)
自己遮蔽因子計算法	UNRESR	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	175	175	175
計算法	拡散 (D=1/3Σtr)	拡散 (D=1/3Σtr)	拡散 (D=1/3Σtr)
U-235	1.0022	1.0022	1.0022
U-238	1.0143	1.0143	1.0141
Pu-240	0.7008	0.7008	0.7009
B-10	0.9011	0.9011	0.9011
C-12	0.9918	0.9918	0.9918
Al-27	0.8593	0.8593	0.8594
Cr-natural	1.0144	1.0144	1.0143
Mn-55	0.9507	0.9507	0.9507
Fe-natural	1.1484	1.1484	1.1484
Ni-natural	1.0790	1.0790	1.0790
Cu-natural	1.1541	1.1541	1.1541
Mo-natural	1.2090	1.2090	1.2090

*実験値が1炉心しかない核種と負のC/EがあるNaは除外した。

（4）ライブラリーの群数及びエネルギー構造の検討

ライブラリーの群数及びエネルギー群構造の検討を行うため、73群、163群、175群の新しいJFS3ライブラリーのベンチマークテストを実施した。また、従来のJFS3-70群ライブラリーもUNRESR(ETOX)コードによる非分離共鳴自己遮蔽テーブルを使用して作成した。ベンチマーク計算はP5成分までの非等方散乱を考慮し、輸送計算で行った。この時、最大のsink group 数はエネルギー群数とした。

結果を 表4.1-8以降に示す。また、C/Eの比較図を付録Aに、炉心中心の中性子スペクトルの比較図を付録Bに示す。また、C/Eの結果をまとめると以下のようになる。

① 10MeV以上の寄与（JFS3-70GとJFS3-73Gとの比較）

10MeV以上の固有値への影響はC/Eを平均で約0.085%高める。中心反応率比ではF8/F5が約0.314%大きくなる。その他の中心反応率比の差は0.08%以下と小さい。中心サンプル価値への影響は小さい。

② 群数及びエネルギー構造の効果

群数及びエネルギー構造の効果は複雑である。VITAMIN構造の175群はその臨界予測において、炉心体積の小さな系の固有値を高め、炉心体積の大きな系の固有値を低め、ZPR-3-54炉心の臨界予測精度でも優れており、従来の臨界性の体積依存性を弱めている。一方、LANL187群の変形である163群ライブラリーは従来の臨界性の体積依存性を改善していない。

中心反応率比では163群および175群ライブラリーのC8/F5, C8/F9のC/Eが0.4～0.7%低くなると共に、F8/F5, F0/F5のC/Eが0.6～0.8%大きくなり、何れもC/Eが70群，73群ライブラリーよりも悪くなっている。

中心サンプル価値では、C-12, Cr, Fe, Niで163群および175群ライブラリーと70群，73群ライブラリーとの差が大きく出ている。

表4.1-8　実効増倍率及び中心反応率比の平均C/E

ケース名	JFS3-70G	JFS3-73G	JFS3-163G	JFS3-175G
自己遮蔽因子計算法	UNRESR	UNRESR	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	70	73	163	173
計算法	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)
実効増倍率	1.00041	1.00126 (0.085)	1.00112 (0.070)	1.00053 (0.011)
F8/F5	1.01169	1.01486 (0.314)	1.01779 (0.603)	1.02021 (0.843)
F9/F5	0.98113	0.98114 (0.001)	0.98309 (0.200)	0.98323 (0.214)
F0/F5	1.07014	1.07094 (0.075)	1.07646 (0.591)	1.07865 (0.795)
C8/F5	0.95621	0.95603 (-0.019)	0.95233 (-0.406)	0.95126 (-0.517)
C8/F9	0.98295	0.98276 (-0.020)	0.97684 (-0.622)	0.97583 (-0.725)

注：括弧の中の値はJFS3-70Gとの差を%で示したものである。

表4.1-9　中心サンプル価値の平均C/E*

ケース名	JFS3-70G	JFS3-73G	JFS3-163G	JFS3-175G
自己遮蔽因子計算法	UNRESR	UNRESR	UNRESR	UNRESR
最大のsink group数	70	73	163	173
計算法	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)	輸送(S8P5)
U-235	1.0009	1.0008	0.9992	0.9994
U-238	1.0284	1.0288	1.0294	1.0242
Pu-240	0.6657	0.6669	0.6734	0.6746
B-10	0.9330	0.9321	0.9297	0.9255
C-12	0.9952	0.9998	0.9692	0.9808
Cr-natural	0.9415	0.9518	0.9859	0.9491
Mn-55	0.9622	0.9752	0.6044	0.8904
Fe-natural	1.0274	1.0388	1.0622	1.0968
Ni-natural	1.0415	1.0499	1.0758	1.0470
Cu-natural	1.0883	1.0937	1.1001	1.1199
Mo-natural	1.2077	1.2123	1.2114	1.2015

*実験値が1炉心しかない核種と負のC/EがあるNa, Al-27 は除外した。

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (1)

* C/E OF K-EFFECTIVE

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENTAL	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	1.00000	0.98326	0.98403	0.98428	0.98443
			(-)	(0.078)	(0.104)	(0.120)
4	ZEBRA-3	1.00000	0.98572	0.98757	0.98815	0.98828
			(-)	(0.187)	(0.246)	(0.260)
6	SNEAK-7A	1.00000	1.00392	1.00478	1.00472	1.00457
			(-)	(0.086)	(0.080)	(0.064)
8	ZPR-3-54	1.00000	1.01469	1.01478	1.01134	1.01034
			(-)	(0.009)	(-0.330)	(-0.428)
9	ZPR-3-53	1.00000	1.00528	1.00569	1.00573	1.00586
			(-)	(0.041)	(0.045)	(0.058)
10	SNEAK-7B	1.00000	1.00008	1.00122	1.00066	1.00037
			(-)	(0.114)	(0.058)	(0.029)
11	ZPR-3-50	1.00000	1.00408	1.00490	1.00544	1.00559
			(-)	(0.083)	(0.136)	(0.151)
12	ZPR-3-48	1.00000	1.00527	1.00618	1.00637	1.00628
			(-)	(0.091)	(0.110)	(0.101)
14	ZPR-3-49	1.00000	1.00533	1.00638	1.00644	1.00644
			(-)	(0.104)	(0.110)	(0.110)
15	ZPR3-56B	1.00000	1.01239	1.01295	1.01152	1.01039
			(-)	(0.055)	(-0.086)	(-0.198)
16	ZPR-6-7	1.00000	1.00380	1.00448	1.00608	1.00418
			(-)	(0.067)	(0.227)	(0.038)
18	ZPPR-2	1.00000	1.00652	1.00713	1.00741	1.00546
			(-)	(0.061)	(0.089)	(-0.105)
19	MZA	1.01080	0.99661	0.99721	0.99694	0.99524
			(-)	(0.061)	(0.034)	(-0.137)
20	MZB(1)	1.00400	0.99853	0.99917	1.00045	0.99846
			(-)	(0.064)	(0.193)	(-0.007)
21	FCA-5-2	1.00000	0.99151	0.99221	0.99083	0.98989
			(-)	(0.071)	(-0.068)	(-0.163)
* AVERAGE OF C/E			1.00113	1.00191	1.00176	1.00105
			(-)	(0.078)	(0.063)	(-0.008)
* AVERAGE(C/E)-1.0			0.00113	0.00191	0.00176	0.00105
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.00705	0.00722	0.00706	0.00688
* STND. DEV. OF C/E			0.00854	0.00833	0.00798	0.00783

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (2)

* C/E OF K-EFFECITVE

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENTAL	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	1.00000	0.99734	0.99789	0.99751	0.99747
			(-)	(0.055)	(0.017)	(0.013)
3	ZPR-3-6F	1.00000	1.00251	1.00351	1.00242	1.00066
			(-)	(0.100)	(-0.009)	(-0.184)
5	ZPR-3-12	1.00000	0.99881	1.00001	1.00001	1.00027
			(-)	(0.120)	(0.120)	(0.146)
7	ZPR-3-11	1.00000	0.99843	1.00010	1.00053	1.00062
			(-)	(0.167)	(0.210)	(0.219)
13	ZEBRA-2	1.00000	0.98802	0.98918	0.98921	0.98975
			(-)	(0.117)	(0.120)	(0.175)
17	ZPR-6-6A	1.00000	1.00665	1.00719	1.00750	1.00658
			(-)	(0.053)	(0.084)	(-0.007)
* AVERAGE OF C/E			0.99863	0.99965	0.99953	0.99923
			(-)	(0.102)	(0.090)	(0.060)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.00137	-0.00035	-0.00047	-0.00077
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.00443	0.00396	0.00396	0.00349
* STND. DEV. OF C/E			0.00568	0.00555	0.00553	0.00503

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	1.00041	1.00126	1.00112	1.00053
	(-)	(0.085)	(0.070)	(0.011)
* AVERAGE(C/E)-1.0	0.00041	0.00126	0.00112	0.00053
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.00630	0.00629	0.00618	0.00591
* STND. DEV. OF C/E	0.00791	0.00771	0.00743	0.00719

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (1-1)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928F/ 925F

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	0.10200	0.90379	0.90633	0.91198	0.91477
4	ZEBRA-3	0.04610	0.95094	0.95402	0.95652	0.95792
6	SNEAK-7A	0.04480	0.95233	0.95533	0.95934	0.96095
8	ZPR-3-54	0.02540	1.16870	1.17317	1.17854	1.18558
9	ZPR-3-53	0.02540	1.17808	1.18235	1.18483	1.19086
10	SNEAK-7B	0.03300	0.98394	0.98698	0.98933	0.98907
11	ZPR-3-50	0.02510	1.15038	1.15446	1.15761	1.16237
12	ZPR-3-48	0.03260	1.02801	1.03132	1.03599	1.03868
14	ZPR-3-49	0.03450	1.06153	1.06492	1.06967	1.07231
15	ZPR-3-56	0.03080	0.95519	0.95827	0.96245	0.96353
16	ZPR-6-7	0.02200	0.98568	0.98870	0.98802	0.98926
18	ZPPR-2	0.02010	1.10285	1.10643	1.10720	1.10912
19	MZA	0.03366	0.98286	0.98605	0.99017	0.99253
20	MZB	0.02256	1.00553	1.00869	1.00861	1.01003
21	FCA-5-2	0.03960	1.07627	1.07918	1.08389	1.08589
* AVERAGE OF C/E			1.03240	1.03575	1.03894	1.04152
			(-)	(0.324)	(0.633)	(0.883)
* AVERAGE(C/E)-1.0			0.03240	0.03575	0.03894	0.04152
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.07044	0.07099	0.07123	0.07246
* STND.DEV. OF C/E			0.08356	0.08403	0.08404	0.08550

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (1-2)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928F/ 925F

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	0.08600	0.89984	0.90231	0.90631	0.90908
3	ZPR-3-6F	0.07800	0.95941	0.96185	0.96585	0.96990
5	ZPR-3-12	0.04700	0.99902	1.00197	1.00533	1.00715
7	ZPR-3-11	0.03800	0.97890	0.98183	0.98287	0.98375
13	ZEBRA-2	0.03200	0.98391	0.98701	0.99020	0.99218
17	ZPR-6-6A	0.02410	0.93837	0.94094	0.93888	0.93965
* AVERAGE OF C/E			0.95991	0.96265	0.96491	0.96695
			(-)	(0.286)	(0.521)	(0.734)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.04009	-0.03735	-0.03509	-0.03305
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.04009	0.03800	0.03687	0.03543
* STND.DEV. OF C/E			0.03301	0.03322	0.03344	0.03326

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	1.01169	1.01486	1.01779	1.02021
	(-)	(0.314)	(0.603)	(0.843)
* AVERAGE(C/E)-1.0	0.01169	0.01486	0.01779	0.02021
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.06177	0.06157	0.06142	0.06188
* STND.DEV. OF C/E	0.07982	0.08031	0.08052	0.08169

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (2-1)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 949F/ 925F

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	1.18000	0.99403	0.99395	0.99586	0.99626
4	ZEBRA-3	1.19000	0.98152	0.98149	0.98275	0.98327
6	SNEAK-7A	1.01600	0.97168	0.97170	0.97347	0.97356
8	ZPR-3-54	0.92800	0.95644	0.95655	0.95701	0.95894
9	ZPR-3-53	0.92800	0.95709	0.95716	0.95726	0.95904
10	SNEAK-7B	1.01200	0.98915	0.98916	0.99148	0.99103
11	ZPR-3-50	0.90300	1.00453	1.00459	1.00502	1.00603
12	ZPR-3-48	0.97600	0.99656	0.99658	0.99869	0.99857
14	ZPR-3-49	0.98600	1.01201	1.01204	1.01393	1.01399
15	ZPR-3-56	1.02800	0.94581	0.94583	0.94930	0.94873
16	ZPR-6-7	0.94250	0.97863	0.97861	0.98144	0.98034
18	ZPPR-2	0.93700	0.98626	0.98626	0.98928	0.98825
19	MZA	1.01338	0.98143	0.98146	0.98520	0.98501
20	MZB	0.94877	0.98509	0.98509	0.98814	0.98715
21	FCA-5-2	1.10400	0.96285	0.96283	0.96687	0.96654
* AVERAGE OF C/E			0.98021	0.98022	0.98238	0.98245
			(-)	(0.001)	(0.222)	(0.229)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.01979	-0.01978	-0.01762	-0.01755
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.02200	0.02200	0.02015	0.02022
* STND.DEV. OF C/E			0.01801	0.01800	0.01792	0.01772

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (2-2)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 949F/ 925F

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	1.20000	0.94898	0.94900	0.95054	0.95110
3	ZPR-3-6F	1.22000	1.01215	1.01210	1.01406	1.01472
5	ZPR-3-12	1.12000	0.98456	0.98459	0.98566	0.98585
7	ZPR-3-11	1.19000	0.97538	0.97536	0.97645	0.97684
13	ZEBRA-2	0.98700	0.99848	0.99853	0.99952	0.99940
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---	---
* AVERAGE OF C/E			0.98391	0.98392	0.98525	0.98558
			(-)	(0.001)	(0.136)	(0.170)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.01609	-0.01608	-0.01475	-0.01442
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.02095	0.02093	0.02038	0.02031
* STND.DEV. OF C/E			0.02146	0.02145	0.02152	0.02148

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	0.98113	0.98114	0.98309	0.98323
	(-)	(0.001)	(0.200)	(0.214)
* AVERAGE(C/E)-1.0	-0.01887	-0.01886	-0.01691	-0.01677
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.02174	0.02173	0.02020	0.02024
* STND.DEV. OF C/E	0.01900	0.01899	0.01893	0.01878

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (3-1)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 940F/ 925F

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	0.47500	1.12454	1.12508	1.13349	1.13591
4	ZEBRA-3	0.37300	0.97867	0.97911	0.98119	0.98208
6	SNEAK-7A	---	---	---	---	---
8	ZPR-3-54	0.17400	1.18660	1.18814	1.19868	1.20493
9	ZPR-3-53	0.17400	1.19250	1.19383	1.20205	1.20744
10	SNEAK-7B	---	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	0.15900	1.32381	1.32514	1.33228	1.33613
12	ZPR-3-48	0.24300	1.03922	1.04002	1.04671	1.04807
14	ZPR-3-49	---	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	0.28200	0.82622	0.82684	0.83128	0.83149
16	ZPR-6-7	---	---	---	---	---
18	ZPPR-2	0.17000	1.09902	1.09980	1.10139	1.10205
19	MZA	0.25993	0.98868	0.98945	0.99561	0.99676
20	MZB	0.19194	1.00815	1.00882	1.01014	1.01031
21	FCA-5-2	---	---	---	---	---
* AVERAGE OF C/E			1.07674	1.07762	1.08328	1.08551
			(-)	(0.082)	(0.607)	(0.815)
* AVERAGE(C/E)-1.0			0.07674	0.07762	0.08328	0.08551
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.11803	0.11854	0.12167	0.12345
* STND.DEV. OF C/E			0.13249	0.13276	0.13438	0.13598

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (3-2)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 940F/ 925F

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	0.39900	1.19611	1.19690	1.20586	1.20904
3	ZPR-3-6F	0.53000	0.98007	0.98042	0.98746	0.99144
5	ZPR-3-12	---	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	0.34000	0.99912	0.99954	1.00041	1.00070
13	ZEBRA-2	0.23700	1.03926	1.04009	1.04391	1.04482
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---	---
* AVERAGE OF C/E			1.05364	1.05424	1.05941	1.06150
			(-)	(0.057)	(0.548)	(0.746)
* AVERAGE(C/E)-1.0			0.05364	0.05424	0.05941	0.06150
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.06404	0.06426	0.06568	0.06578
* STND.DEV. OF C/E			0.08498	0.08514	0.08710	0.08754

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	1.07014	1.07094	1.07646	1.07865
	(-)	(0.075)	(0.591)	(0.795)
* AVERAGE(C/E)-1.0	0.07014	0.07094	0.07646	0.07865
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.10260	0.10303	0.10567	0.10697
* STND.DEV. OF C/E	0.12129	0.12154	0.12321	0.12456

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (4-1)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928G/ 925F

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	0.15800	0.72842	0.72822	0.72505	0.72546
4	ZEBRA-3	---	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	0.13760	0.96104	0.96084	0.95968	0.95901
8	ZPR-3-54	---	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	0.13100	1.00355	1.00335	1.00235	1.00088
11	ZPR-3-50	---	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	0.13800	0.95518	0.95502	0.95127	0.94973
14	ZPR-3-49	---	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	0.13200	1.05691	1.05686	1.05072	1.04965
18	ZPPR-2	---	---	---	---	---
19	MZA	0.13143	1.01584	1.01567	1.00967	1.00756
20	MZB	0.13510	1.02666	1.02658	1.02079	1.01939
21	FCA-5-2	0.14000	0.90681	0.90666	0.89993	0.89821
* AVERAGE OF C/E			0.95680	0.95665	0.95243	0.95124
			(-)	(-0.016)	(-0.457)	(-0.582)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.04320	-0.04335	-0.04757	-0.04876
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.06894	0.06896	0.06845	0.06813
* STND.DEV. OF C/E			0.09699	0.09701	0.09657	0.09606

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (4-2)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928G/ 925F

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	0.13500	0.90837	0.90810	0.90561	0.90528
3	ZPR-3-6F	0.10400	0.93882	0.93849	0.93172	0.93148
5	ZPR-3-12	0.12300	0.96046	0.96019	0.95917	0.95815
7	ZPR-3-11	0.11200	0.95308	0.95288	0.94977	0.94898
13	ZEBRA-2	0.13600	0.95927	0.95906	0.95930	0.95809
17	ZPR-6-6A	0.13780	1.01250	1.01244	1.00756	1.00580
* AVERAGE OF C/E			0.95541	0.95519	0.95219	0.95130
			(-)	(-0.023)	(-0.338)	(-0.431)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.04459	-0.04481	-0.04781	-0.04870
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.04875	0.04895	0.05033	0.05064
* STND.DEV. OF C/E			0.03107	0.03114	0.03098	0.03049

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	0.95621	0.95603	0.95233	0.95126
	(-)	(-0.019)	(-0.406)	(-0.517)
* AVERAGE(C/E)-1.0	-0.04379	-0.04397	-0.04767	-0.04874
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.06029	0.06039	0.06068	0.06063
* STND.DEV. OF C/E	0.07609	0.07612	0.07577	0.07531

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (5-1)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928G/ 949F

* PLUTONIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	---	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	0.13500	0.99222	0.99200	0.98900	0.98822
8	ZPR-3-54	---	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	0.12900	1.01807	1.01786	1.01447	1.01344
11	ZPR-3-50	---	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	0.14100	0.96115	0.96097	0.95518	0.95374
14	ZPR-3-49	---	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	0.14000	1.08040	1.08036	1.07100	1.07111
18	ZPPR-2	---	---	---	---	---
19	MZA	0.12970	1.03506	1.03485	1.02483	1.02289
20	MZB	0.14240	1.04219	1.04212	1.03304	1.03265
21	FCA-5-2	0.12680	0.94189	0.94175	0.93085	0.92939
* AVERAGE OF C/E			1.01014	1.00999	1.00262	1.00163
			(-)	(-0.015)	(-0.744)	(-0.842)
* AVERAGE(C/E)-1.0			0.01014	0.00999	0.00262	0.00163
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.04007	0.04007	0.03833	0.03839
* STND. DEV. OF C/E			0.04476	0.04480	0.04444	0.04484

SUMMARY OF BENCH MARK TEST (5-2)

* C/E OF CENTRAL REACTION RATE RATIO --- 928G/ 949F

* URANIUM FUEL

NO.	ASSEMBLY	EXPERIMENT	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
2	VERA-1B	0.12200	0.88267	0.88240	0.87854	0.87771
3	ZPR-3-6F	0.08500	0.93024	0.92995	0.92146	0.92063
5	ZPR-3-12	0.11000	0.97394	0.97364	0.97155	0.97032
7	ZPR-3-11	0.09400	0.97837	0.97817	0.97390	0.97269
13	ZEBRA-2	0.13800	0.95928	0.95902	0.95830	0.95721
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---	---
* AVERAGE OF C/E			0.94490	0.94463	0.94075	0.93971
			(-)	(-0.028)	(-0.439)	(-0.549)
* AVERAGE(C/E)-1.0			-0.05510	-0.05537	-0.05925	-0.06029
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)			0.05510	0.05537	0.05925	0.06029
* STND. DEV. OF C/E			0.03538	0.03539	0.03632	0.03616

SUMMARY OF ALL ASSEMBLIES

* AVERAGE OF C/E	0.98295	0.98276	0.97684	0.97583
	(-)	(-0.020)	(-0.622)	(-0.725)
* AVERAGE(C/E)-1.0	-0.01705	-0.01724	-0.02316	-0.02417
* AVERAGE OF ABS(1.0-C/E)	0.04633	0.04644	0.04705	0.04751
* STND. DEV. OF C/E	0.05220	0.05225	0.05130	0.05147

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 1 NUCLIDE ---- U-235 CODE NO ---- 925

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	1.0583	1.0584	1.0573	1.0568
2	VERA-1B	0.9910	0.9910	0.9903	0.9901
3	ZPR-3-6F	0.8250	0.8250	0.8257	0.8264
4	ZEBRA-3	1.0000	0.9999	0.9987	0.9983
5	ZPR-3-12	0.9985	0.9984	0.9977	0.9974
6	SNEAK-7A	0.9766	0.9765	0.9747	0.9748
7	ZPR-3-11	1.0441	1.0440	1.0431	1.0428
8	ZPR-3-54	1.0176	1.0175	1.0175	1.0151
9	ZPR-3-53	1.0238	1.0237	1.0237	1.0212
10	SNEAK-7B	1.0013	1.0012	0.9992	0.9998
11	ZPR-3-50	0.9792	0.9790	0.9784	0.9774
12	ZPR-3-48	0.9933	0.9932	0.9909	0.9914
13	ZEBRA-2	1.0147	1.0146	1.0136	1.0136
14	ZPR-3-49	1.0592	1.0591	1.0573	1.0575
15	ZPR-3-56	0.9488	0.9488	0.9448	0.9464
16	ZPR-6-7	0.9695	0.9695	0.9653	0.9680
17	ZPR-6-6A	1.0277	1.0276	1.0240	1.0262
18	ZPPR-2	1.0875	1.0875	1.0827	1.0855
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.0009	1.0008	0.9992	0.9994
	AV. ABS(1-C/E	0.0362	0.0362	0.0363	0.0360
	STAND. DEV	0.0546	0.0546	0.0542	0.0540
	RMS. FROM1.0	0.0546	0.0546	0.0542	0.0540

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 2 NUCLIDE ---- U-238 CODE NO ---- 928

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	1.5208	1.5324	1.5795	1.5968
3	ZPR-3-6F	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	0.9264	0.9311	0.9268	0.9248
5	ZPR-3-12	1.0591	1.0605	1.0535	1.0512
6	SNEAK-7A	1.1324	1.1295	1.1303	1.1187
7	ZPR-3-11	0.9657	0.9701	0.9653	0.9628
8	ZPR-3-54	0.8804	0.8773	0.8696	0.8580
9	ZPR-3-53	0.8717	0.8693	0.8694	0.8610
10	SNEAK-7B	1.1088	1.1085	1.1025	1.1003
11	ZPR-3-50	0.8969	0.8955	0.9012	0.8912
12	ZPR-3-48	0.9373	0.9359	0.9353	0.9252
13	ZEBRA-2	0.9933	0.9935	0.9884	0.9909
14	ZPR-3-49	1.0216	1.0205	1.0198	1.0127
15	ZPR-3-56	1.0963	1.0941	1.0871	1.0740
16	ZPR-6-7	0.8791	0.8781	0.8857	0.8708
17	ZPR-6-6A	1.1366	1.1354	1.1268	1.1242
18	ZPPR-2	---	---	---	---
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.0284	1.0288	1.0294	1.0242
	AV. ABS(1-C/E	0.1150	0.1153	0.1172	0.1195
	STAND. DEV	0.1606	0.1630	0.1722	0.1781
	RMS. FROM1.0	0.1631	0.1655	0.1747	0.1798

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 4 NUCLIDE ---- PU-240 CODE NO ---- 940

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	0.6925	0.6940	0.7013	0.7041
7	ZPR-3-11	---	---	---	---
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	0.7799	0.7810	0.7884	0.7876
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	---	---	---	---
13	ZEBRA-2	0.5247	0.5258	0.5305	0.5320
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	---	---	---	---
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	---	---	---	---
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.6657	0.6669	0.6734	0.6746
	AV, ABS(1-C/E	0.3343	0.3331	0.3266	0.3254
	STAND. DEV	0.1059	0.1059	0.1071	0.1064
	RMS. FROM1.0	0.3507	0.3495	0.3437	0.3424

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 5 NUCLIDE ---- B-10 CODE NO ---- 105

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	1.1407	1.1395	1.1304	1.1285
3	ZPR-3-6F	1.0713	1.0708	1.0477	1.0349
4	ZEBRA-3	0.9416	0.9414	0.9359	0.9340
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	1.0014	1.0004	0.9987	0.9965
7	ZPR-3-11	1.0091	1.0087	1.0037	1.0027
8	ZPR-3-54	0.6890	0.6877	0.6827	0.6803
9	ZPR-3-53	0.6857	0.6847	0.6830	0.6818
10	SNEAK-7B	1.0363	1.0356	1.0281	1.0310
11	ZPR-3-50	0.8550	0.8539	0.8549	0.8525
12	ZPR-3-48	0.9063	0.9054	0.9048	0.9010
13	ZEBRA-2	0.8204	0.8196	0.8185	0.8188
14	ZPR-3-49	0.9585	0.9576	0.9556	0.9532
15	ZPR-3-56	0.9009	0.8998	0.8971	0.8905
16	ZPR-6-7	0.9922	0.9912	1.0026	0.9889
17	ZPR-6-6A	0.9702	0.9692	0.9738	0.9682
18	ZPPR-2	0.9501	0.9489	0.9579	0.9451
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.9330	0.9321	0.9297	0.9255
	AV, ABS(1-C/E	0.0993	0.0997	0.0968	0.0991
	STAND. DEV	0.1200	0.1201	0.1184	0.1174
	RMS. FROM1.0	0.1374	0.1379	0.1377	0.1390

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 7 NUCLIDE ---- C CODE NO ---- 6

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	1.1722	1.1688	1.1571	1.1529
3	ZPR-3-6F	0.8991	0.8938	0.9605	1.0488
4	ZEBRA-3	0.7720	0.7764	0.7699	0.7650
5	ZPR-3-12	0.6254	0.6195	0.6191	0.6289
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	0.8661	0.8776	0.8654	0.8498
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	1.5343	1.5884	1.2880	1.3160
13	ZEBRA-2	1.0483	1.0373	1.0483	1.0503
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	1.1924	1.1968	1.1220	1.1291
16	ZPR-6-7	1.0158	1.0194	0.9739	0.9988
17	ZPR-6-6A	0.9515	0.9466	1.0272	1.0009
18	ZPPR-2	0.8704	0.8731	0.8303	0.8482
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.9952	0.9998	0.9692	0.9808
	AV. ABS(1-C/E	0.1798	0.1840	0.1476	0.1461
	STAND. DEV	0.2324	0.2441	0.1815	0.1857
	RMS. FROM1.0	0.2324	0.2441	0.1841	0.1867

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 8 NUCLIDE ---- O CODE NO ---- 8

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	0.5383	0.5516	0.5774	0.6124
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	---	---	---	---
13	ZEBRA-2	---	---	---	---
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	---	---	---	---
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	---	---	---	---
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.5383	0.5516	0.5774	0.6124
	AV. ABS(1-C/E	0.4617	0.4484	0.4226	0.3876
	STAND. DEV	0.0	0.0	0.0	0.0
	RMS. FROM1.0	0.4617	0.4484	0.4226	0.3876

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 9 NUCLIDE ---- NA CODE NO ---- 11

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	4.9194	4.8999	4.6859	4.6713
3	ZPR-3-6F	0.5975	0.5910	0.5614	0.6169
4	ZEBRA-3	0.9672	0.9771	0.9414	0.9248
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	1.2643	1.2866	1.1676	1.0988
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	1.1309	1.1249	1.0137	1.0518
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	0.2648	0.2621	0.2210	0.2345
12	ZPR-3-48	1.2008	1.2329	1.1723	1.2107
13	ZEBRA-2	4.7871	4.7437	4.1855	4.4655
14	ZPR-3-49	-0.2732	-0.2895	-0.3580	-0.3793
15	ZPR-3-56	1.7217	1.7337	1.5866	1.5970
16	ZPR-6-7	0.9070	0.9126	0.8347	0.8552
17	ZPR-6-6A	3.7650	3.6797	4.2201	4.0375
18	ZPPR-2	0.9750	0.9808	0.9001	0.9169
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.7098	1.7027	1.6256	1.6386
	AV. ABS(1-C/E	1.1039	1.0975	1.0716	1.0741
	STAND. DEV	1.6120	1.5947	1.5714	1.5810
	RMS. FROM1.0	1.7614	1.7426	1.6913	1.7051

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 10 NUCLIDE ---- AL CODE NO ---- 13

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	1.2072	1.2002	1.0997	1.1529
3	ZPR-3-6F	1.2693	1.1822	0.8367	-0.1870
4	ZEBRA-3	0.8512	0.8597	0.8094	0.8563
5	ZPR-3-12	0.5113	0.5574	0.6387	0.4753
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	1.1196	1.1355	0.9986	1.0431
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	0.9877	0.9985	0.9773	0.9904
13	ZEBRA-2	0.8852	0.9050	0.9393	0.8500
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	1.1234	1.1281	1.0733	1.1140
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	0.9909	0.9951	0.9470	0.9788
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.9940	0.9957	0.9244	0.8082
	AV. ABS(1-C/E	0.1659	0.1478	0.1140	0.2607
	STAND. DEV	0.2158	0.1922	0.1352	0.3993
	RMS. FROM1.0	0.2159	0.1923	0.1549	0.4430

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 11 NUCLIDE ---- CR CODE NO ---- 24

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	0.8850	0.9259	0.9940	0.8447
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	0.9387	0.9498	0.9744	0.9664
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	0.9079	0.9139	0.9715	0.9118
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	1.1364	1.1448	1.1827	1.1483
12	ZPR-3-48	0.9619	0.9692	1.0055	0.9813
13	ZEBRA-2	0.8772	0.8878	0.9350	0.8982
14	ZPR-3-49	1.0099	1.0183	1.0505	1.0324
15	ZPR-3-56	0.8014	0.8050	0.8191	0.8082
16	ZPR-6-7	0.9179	0.9214	0.9336	0.9206
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	0.9784	0.9822	0.9926	0.9791
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.9415	0.9518	0.9859	0.9491
	AV. ABS(1-C/E	0.0878	0.0808	0.0619	0.0870
	STAND. DEV	0.0855	0.0846	0.0877	0.0919
	RMS. FROM1.0	0.1036	0.0974	0.0888	0.1050

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 12 NUCLIDE ---- MN CODE NO ---- 25

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	0.1353	0.1741	0.4328	0.0204
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	1.0314	1.0438	1.0490	1.0550
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	1.3286	1.3324	0.4397	1.2673
13	ZEBRA-2	1.1665	1.1755	0.8178	0.9722
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	---	---	---	---
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	1.1493	1.1504	0.2826	1.1369
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	0.9622	0.9752	0.6044	0.8904
	AV. ABS(1-C/E	0.3081	0.3056	0.4153	0.2933
	STAND. DEV	0.4242	0.4110	0.2840	0.4458
	RMS. FROM1.0	0.4259	0.4118	0.4870	0.4590

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 13 NUCLIDE ---- FE CODE NO ---- 26

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	0.8063	0.8370	1.1061	1.1138
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	1.0099	1.0281	1.0538	1.0925
6	SNEAK-7A	0.7992	0.8071	0.8343	0.8617
7	ZPR-3-11	1.0455	1.0595	1.0525	1.0717
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	1.8047	1.8212	1.8437	1.9832
10	SNEAK-7B	0.9456	0.9530	0.9537	0.9662
11	ZPR-3-50	1.1609	1.1706	1.1702	1.2087
12	ZPR-3-48	1.0044	1.0131	1.0377	1.0680
13	ZEBRA-2	1.0582	1.0713	1.0323	1.0676
14	ZPR-3-49	0.8841	0.8924	0.9192	0.9406
15	ZPR-3-56	0.8413	0.8459	0.8480	0.8719
16	ZPR-6-7	0.9570	0.9614	0.9388	0.9667
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	1.0387	1.0437	1.0188	1.0454
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.0274	1.0388	1.0622	1.0968
	AV. ABS(1-C/E	0.1453	0.1470	0.1401	0.1572
	STAND. DEV	0.2468	0.2478	0.2439	0.2728
	RMS. FROM1.0	0.2483	0.2508	0.2517	0.2895

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 14 NUCLIDE ---- NI CODE NO ---- 28

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	1.4631	1.4832	1.4191	1.4469
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	0.9311	0.9426	1.0228	0.9660
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	1.1213	1.1317	1.1447	1.1241
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	1.0926	1.1005	1.1639	1.1181
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	1.0682	1.0763	1.1252	1.0861
12	ZPR-3-48	1.0706	1.0782	1.1131	1.0833
13	ZEBRA-2	0.6556	0.6634	0.7482	0.6753
14	ZPR-3-49	0.9560	0.9628	0.9823	0.9669
15	ZPR-3-56	1.0470	1.0516	1.0524	1.0323
16	ZPR-6-7	0.9951	0.9993	1.0016	0.9801
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	1.0555	1.0598	1.0601	1.0374
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.0415	1.0499	1.0758	1.0470
	AV. ABS(1-C/E	0.1255	0.1285	0.1248	0.1218
	STAND. DEV	0.1807	0.1833	0.1536	0.1731
	RMS. FROM1.0	0.1854	0.1900	0.1712	0.1794

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 15 NUCLIDE ---- CU CODE NO ---- 29

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	0.9217	0.9283	0.9234	0.9245
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	---	---	---	---
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	---	---	---	---
13	ZEBRA-2	1.2548	1.2590	1.2767	1.3152
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	---	---	---	---
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	---	---	---	---
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.0883	1.0937	1.1001	1.1199
	AV. ABS(1-C/E	0.1666	0.1654	0.1766	0.1953
	STAND. DEV	0.1666	0.1654	0.1766	0.1953
	RMS. FROM1.0	0.1885	0.1900	0.2030	0.2292

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 16 NUCLIDE ---- MO CODE NO ---- 42

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	1.2965	1.3077	1.2790	1.2588
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	1.2435	1.2492	1.2472	1.2474
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	1.1976	1.2051	1.2005	1.1998
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	1.2204	1.2223	1.2264	1.2201
13	ZEBRA-2	---	---	---	---
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	1.2129	1.2138	1.2287	1.2112
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	1.0750	1.0757	1.0865	1.0717
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.2077	1.2123	1.2114	1.2015
	AV. ABS(1-C/E	0.2077	0.2123	0.2114	0.2015
	STAND. DEV	0.0671	0.0698	0.0607	0.0615
	RMS. FROM1.0	0.2182	0.2235	0.2199	0.2107

RESULTS OF BENCHMARK TEST FOR SAMPLE WORTH

TEST NO ----- 18 NUCLIDE ---- PU-241 CODE NO ---- 941

NO.	ASSEMBLY	J32-070G (TRANSPORT)	J32-073G (TRANSPORT)	J32-163G (TRANSPORT)	J32-175G (TRANSPORT)
1	VERA-11A	---	---	---	---
2	VERA-1B	---	---	---	---
3	ZPR-3-6F	---	---	---	---
4	ZEBRA-3	---	---	---	---
5	ZPR-3-12	---	---	---	---
6	SNEAK-7A	---	---	---	---
7	ZPR-3-11	---	---	---	---
8	ZPR-3-54	---	---	---	---
9	ZPR-3-53	---	---	---	---
10	SNEAK-7B	---	---	---	---
11	ZPR-3-50	---	---	---	---
12	ZPR-3-48	---	---	---	---
13	ZEBRA-2	---	---	---	---
14	ZPR-3-49	---	---	---	---
15	ZPR-3-56	---	---	---	---
16	ZPR-6-7	---	---	---	---
17	ZPR-6-6A	---	---	---	---
18	ZPPR-2	1.1274	1.1273	1.1250	1.1251
19	MZA	---	---	---	---
20	MZB	---	---	---	---
21	FCA-5-2	---	---	---	---
	AV. OF C/E	1.1274	1.1273	1.1250	1.1251
	AV. ABS(1-C/E	0.1274	0.1273	0.1250	0.1251
	STAND. DEV	0.0	0.0	0.0	0.0
	RMS. FROM1.0	0.1274	0.1273	0.1250	0.1251

付録A　輸送計算による1次元ベンチマークテスト結果のプロット集

4.2 高速炉のブランケット領域の反応率過小評価の検討

高速炉のブランケット領域の反応率過小評価の検討の為に、ZPPR-9炉心の中心反応率比及半径方向反応率分布計算を4.1で使用した70, 73, 163, 175群の新JFS3ライブラリーを使用して解析した。計算条件は

- セル計算：均質
- 炉心計算：1次元円筒モデルによるS8P5輸送計算（ANISN）
- 軸方向バックリング：ゼロ（炉心中心を模擬するため）
- 組成データ：シグマ委員会-リアクター積分WGのPNC資料を利用

である。結果を表4.2-1と図4.2-1に図示する。また、中性子スペクトルの比較図及び反応率分布の基準ライブラリー（JFS3-70G）からの73, 163, 175群の新JFS3ライブラリー結果のずれを図示したものを付録Cに添付する。

表より、中心反応率比ではライブラリー間の差は小さい。尚、928F/949FのC/Eは極めて悪いが 928Fの実験誤差が18%ほどあり、検討からは除外するのが適当である。

次に反応率分布であるが、図4.2-1に示すようにU-238の捕獲反応率分布はブランケット部(119.949-142.594cm)でもライブラリー間の差は小さい。即ち、従来法（JFS3-70G, S8P0輸送計算）のブランケット部のC/Eの過小評価は非等方成分を上げても、群数を増加させても改善されない。また、図4.2-2にブランケット部の中性子スペクトルの比較図を示すが、そのスペクトルはかなり柔らかくなってる。このような場合、実効共鳴断面積の計算精度を検討する必要がある。また、高速炉解析においても、PEACOコードの導入等により実効共鳴断面積計算法の高精度化を図る必要があると考えられ。

表4.2-1 ZPPR-9の中心反応率比の計算結果

ﾗｲﾌﾞﾗﾘｰ	JFS3-70G	JFS3-70G	JFS3-73G	JFS3-163G	JFS3-175G
計算法	S8P0	S8P5	S8P5	S8P5	S8P5
925F/949F	1.106383	1.106361	1.106367	1.104256	1.105828
	(1.0326)	(1.0326)	(1.0326)	(1.0306)	(1.0321)
928F/949F	0.020340	0.020344	0.020412	0.020327	0.020359
	(0.8324)	(0.8325)	(0.8353)	(0.8318)	(0.8332)
928C/949F	0.153865	0.153860	0.153851	0.152818	0.152859
	(1.0377)	(1.0377)	(1.0376)	(1.0306)	(1.0309)

*括弧の中の値はC/Eである。

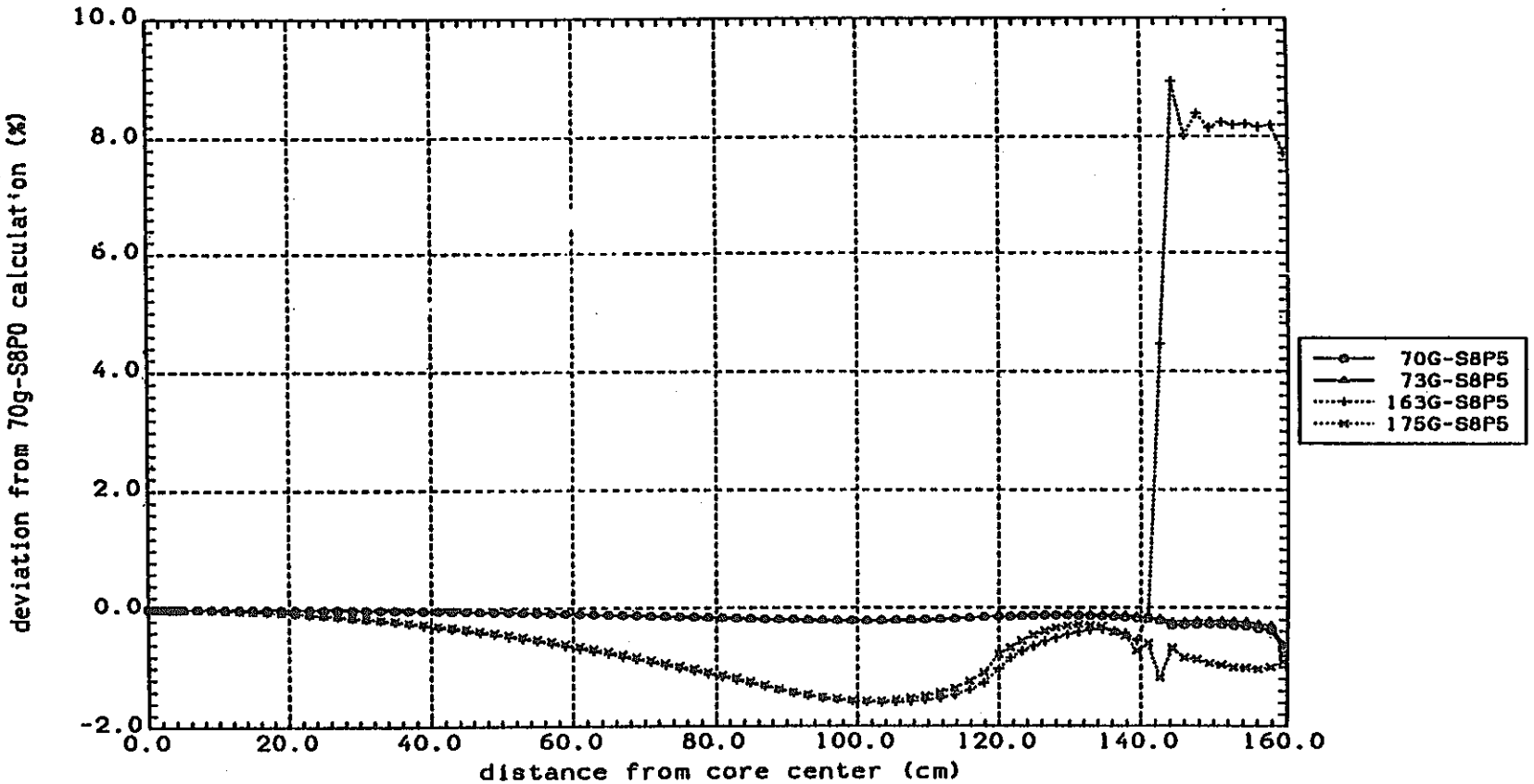

図4.2-1　ZPPR-9炉心のU-238捕獲反応率分布における基準輸送計算結果(70G-S8p)からの70,73, 163, 175群S8P5輸送計算結果のずれ

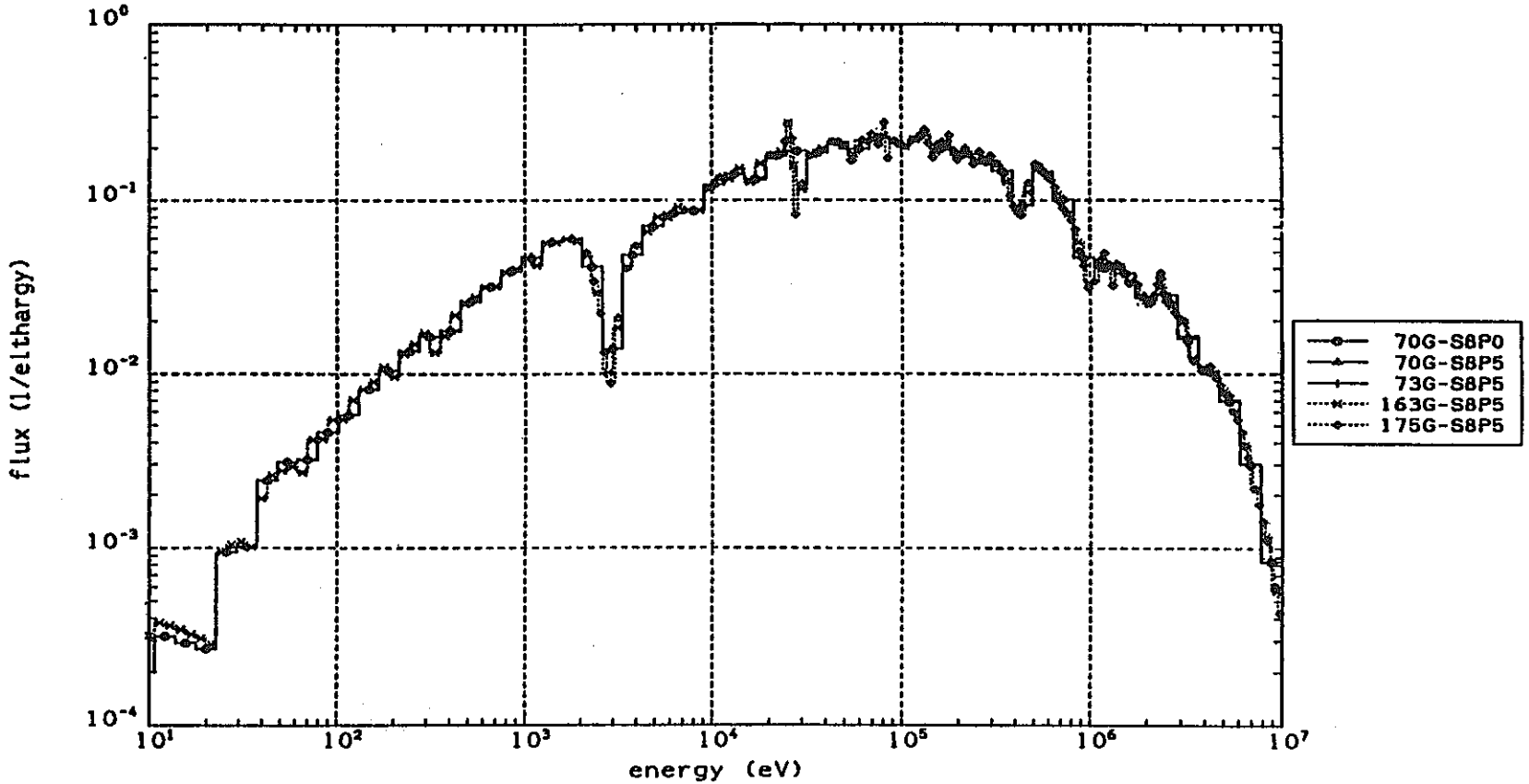

図4.2-2　ZPPR-9炉心における 70, 73, 163, 175群ライブラリーを用いた輸送計算によるブランケット領域中性子スペクトルの比較

5. 結論と今後の課題

汎用詳細炉定数の概念として、熱領域についてはSRACライブラリーと同様、共鳴吸収領域は40keVまで拡張した超詳細群ライブラリー、高エネルギーは20MeVまで拡張し、遮蔽計算にも適用できるようにVITAMIN構造の175群を採用した。

主要な20核種について、175群構造炉定数及び超詳細群ライブラリーを作成した。また、比較検討のために、73群及び163群構造についてもライブラリーを作成し、高速炉の1次元ベンチマーク問題を計算した。その結果、従来の70群(10MeVまで)ライブラリーと比較して、keffについては-0.43～0.26%の差が見られたが平均的には同等であった。中心反応率比及び反応率分布への影響は小さかった。

今後は、均質モデルでなく非均質セル計算による非均質効果を検討するとともに、ボイド反応度、制御棒価値などの重要反応度係数やブランケット部の反応率分布の検討を行う。

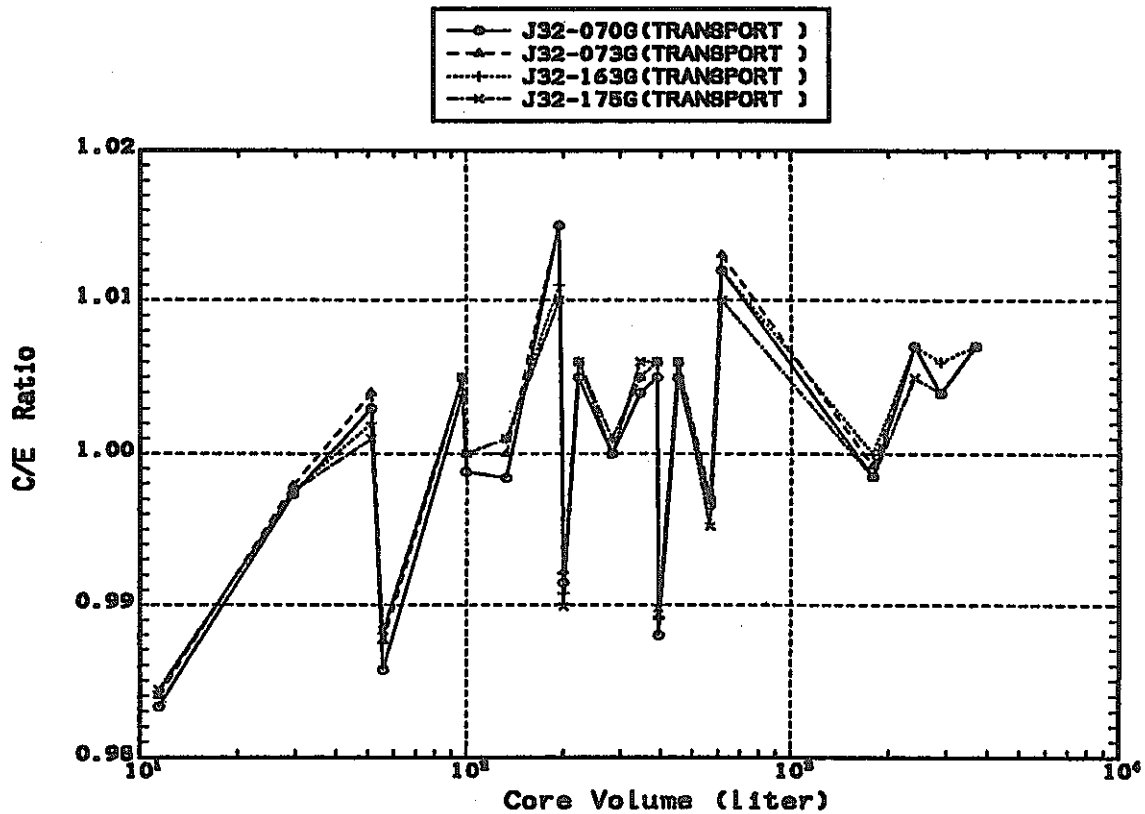

Fig. k-effective

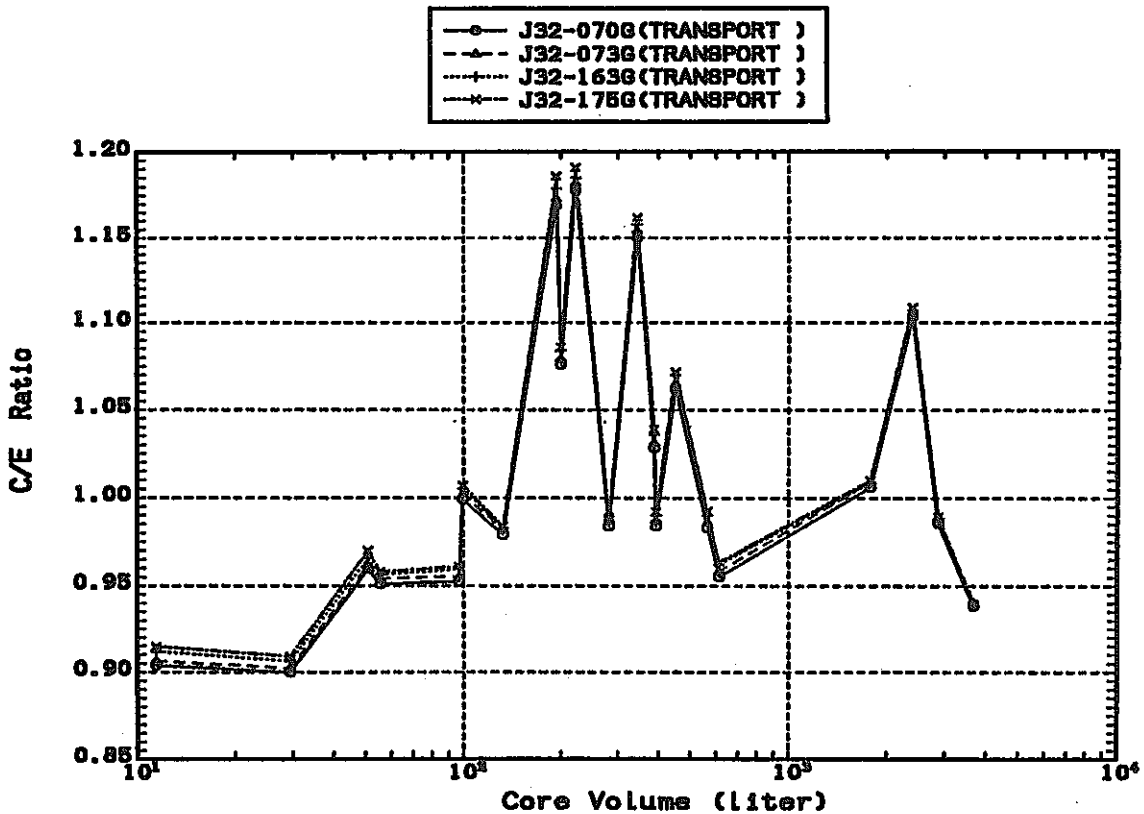

Fig. C/E Ratio of $\langle \sigma_f^{238} / \sigma_f^{235} \rangle$

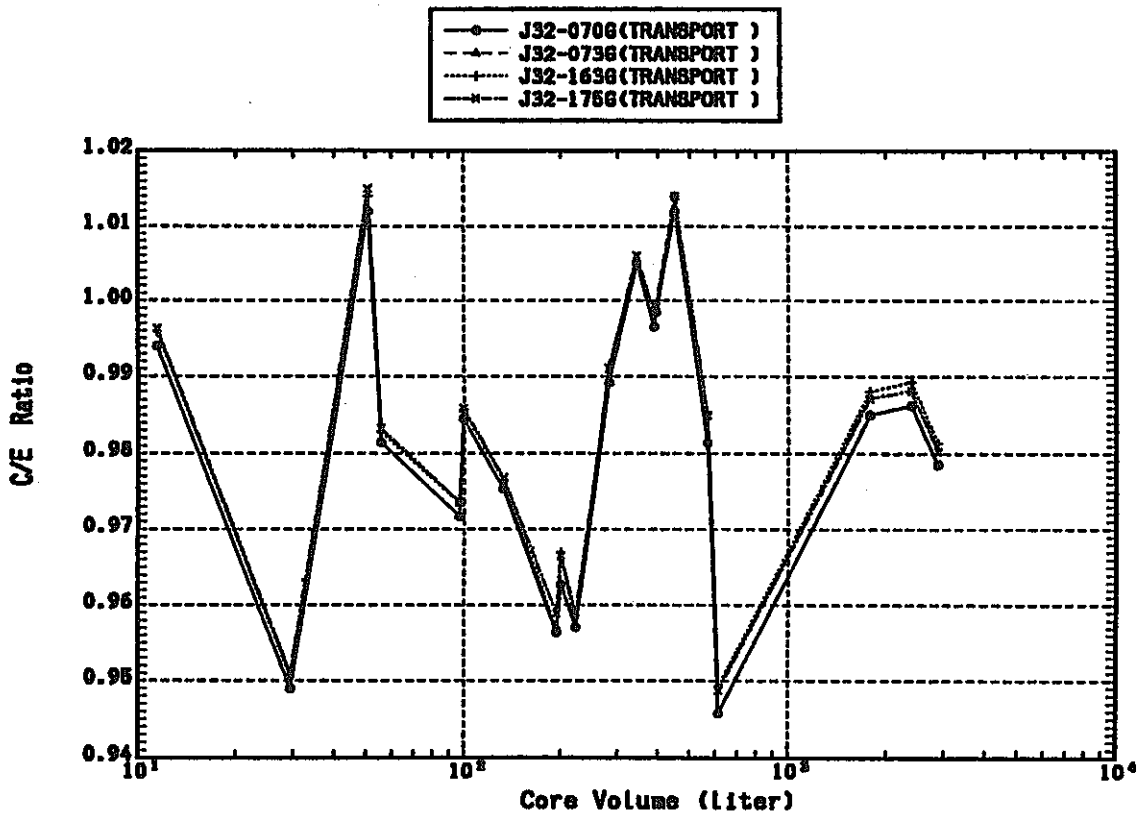

Fig. C/E Ratio of $<\sigma_f^{239}/\sigma_f^{235}>$

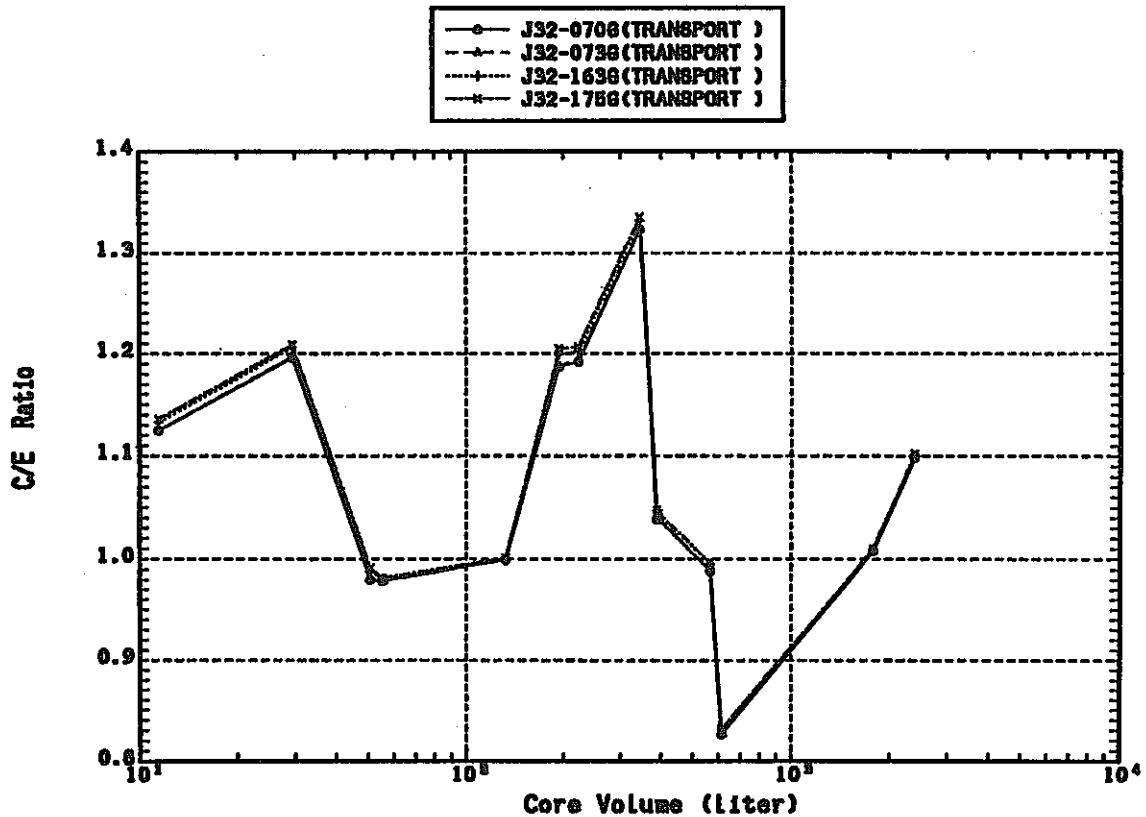

Fig. C/E Ratio of $<\sigma_f^{240}/\sigma_f^{235}>$

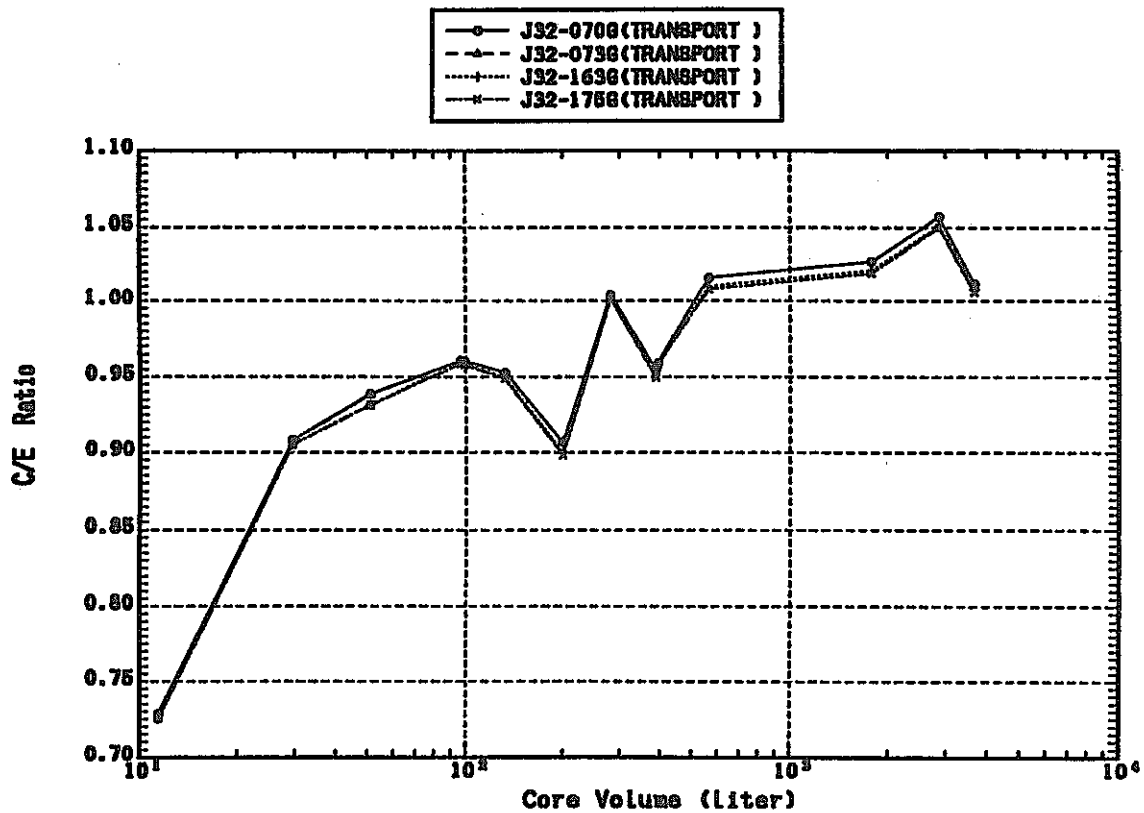

Fig. C/E Ratio of $\langle \sigma_c^{238} / \sigma_f^{235} \rangle$

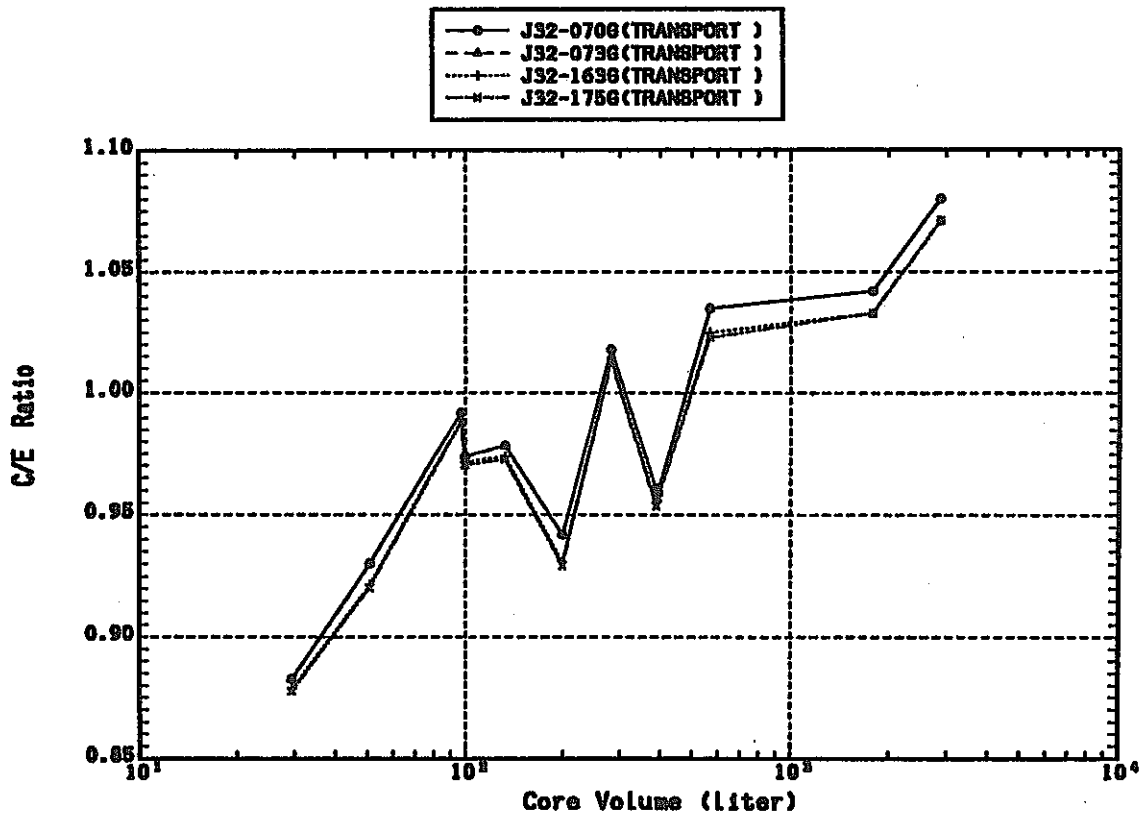

Fig. C/E Ratio of $\langle \sigma_c^{239} / \sigma_f^{239} \rangle$

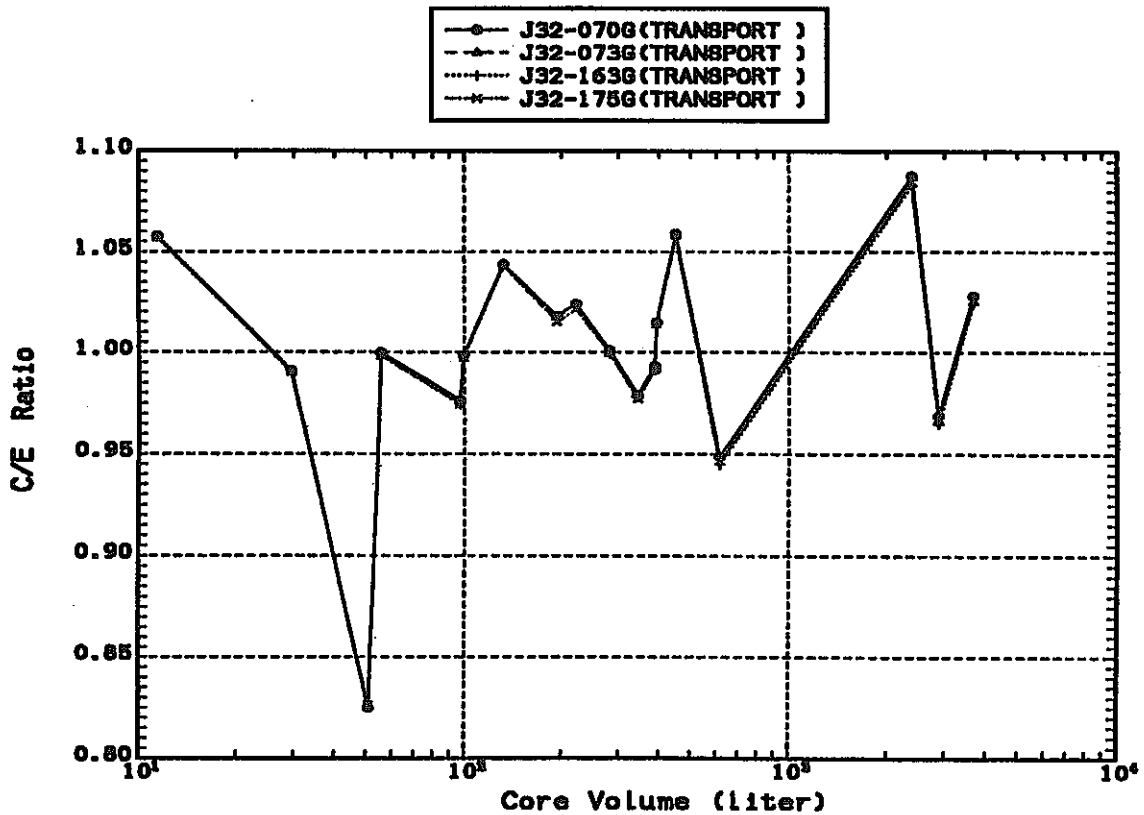

fig. U-235 C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

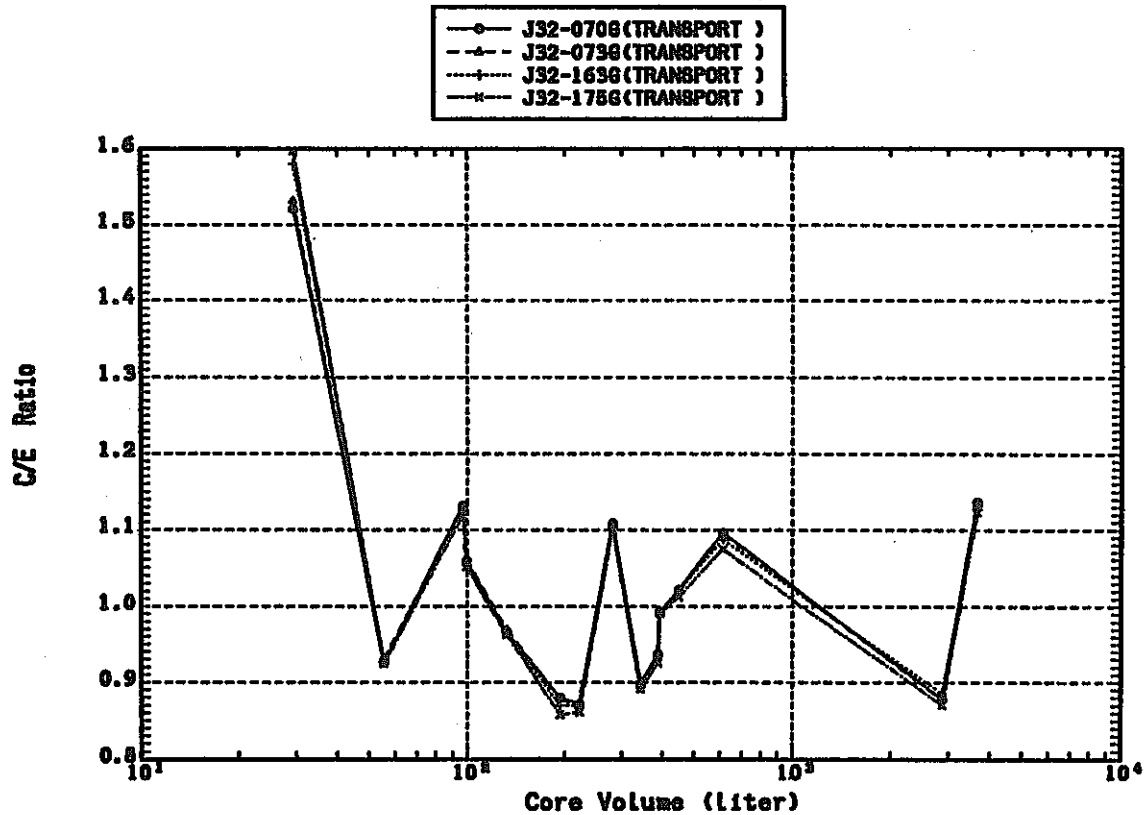

fig. U-238 C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

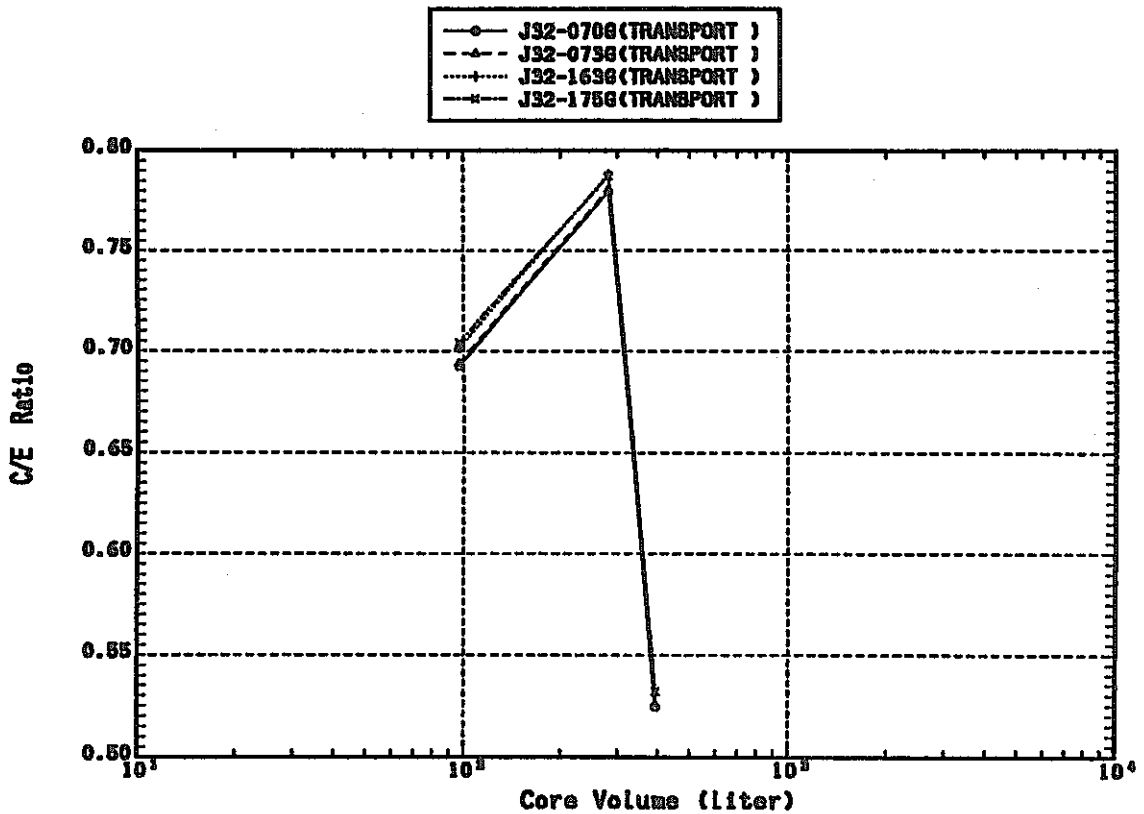

fig. PU-240 C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

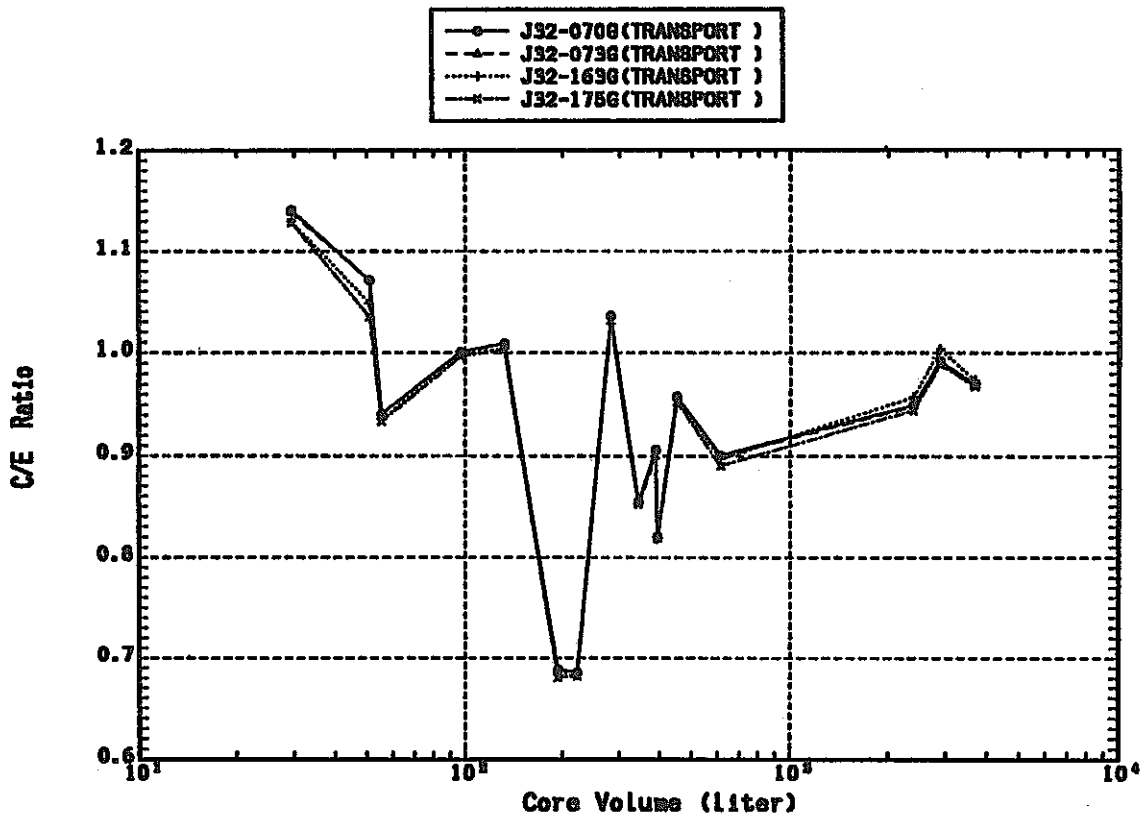

fig. B-10 C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

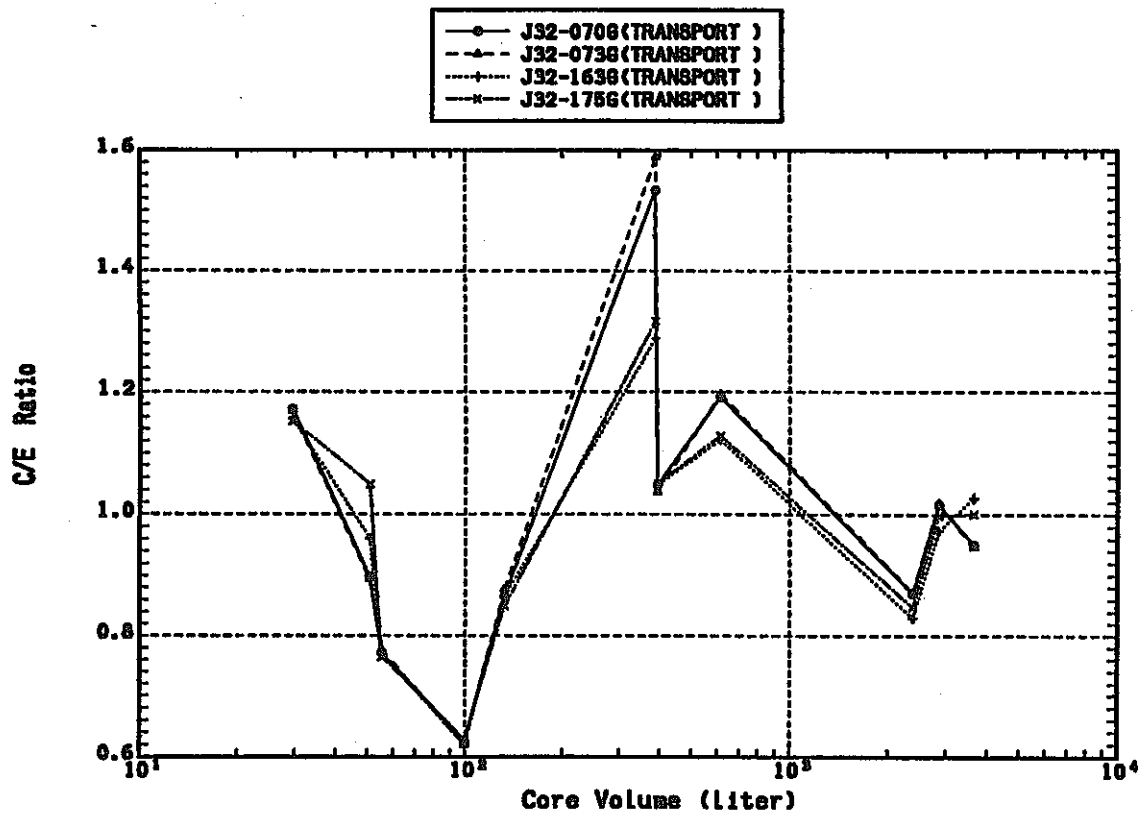

fig. C C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

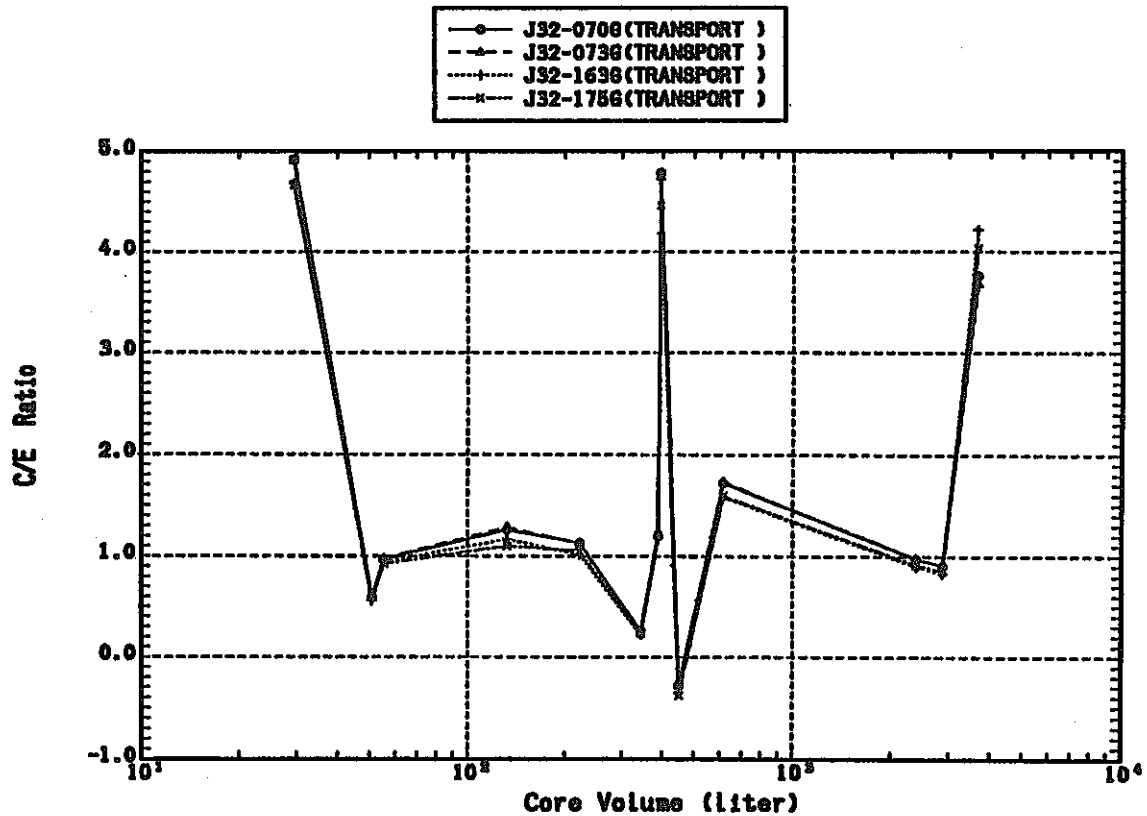

fig. NA C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

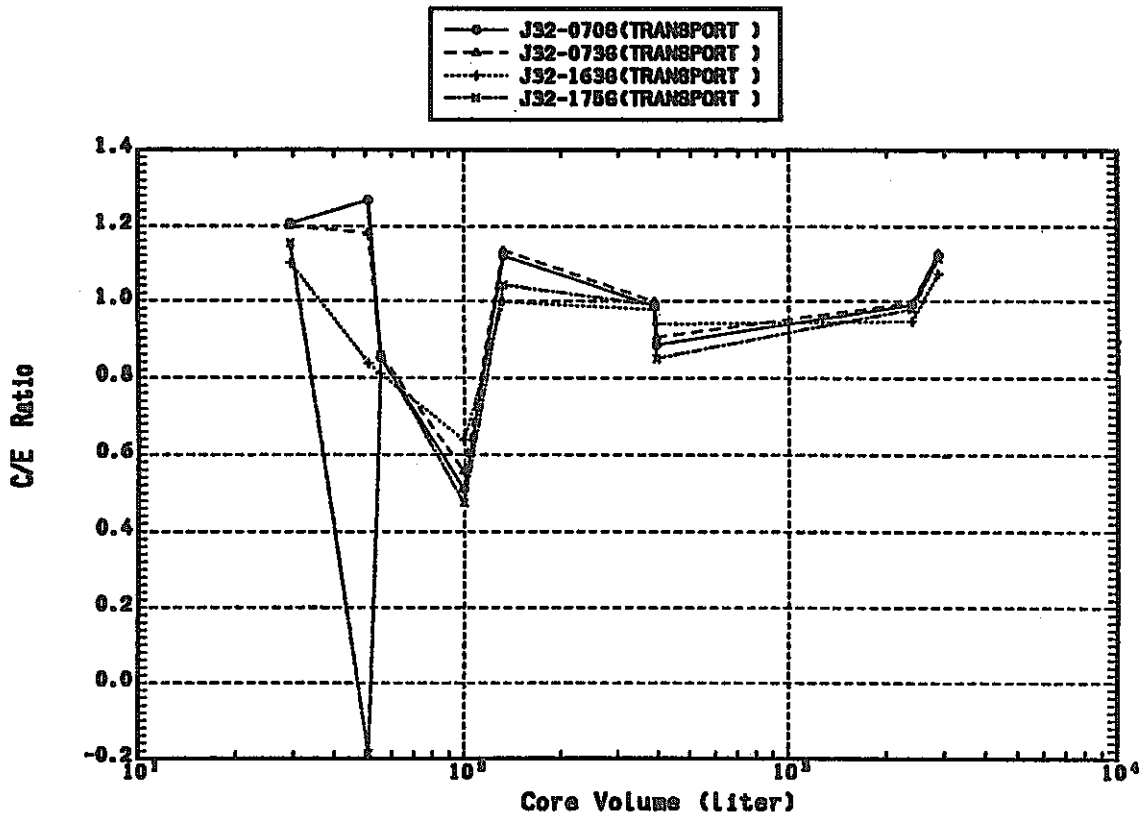

fig. AL C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

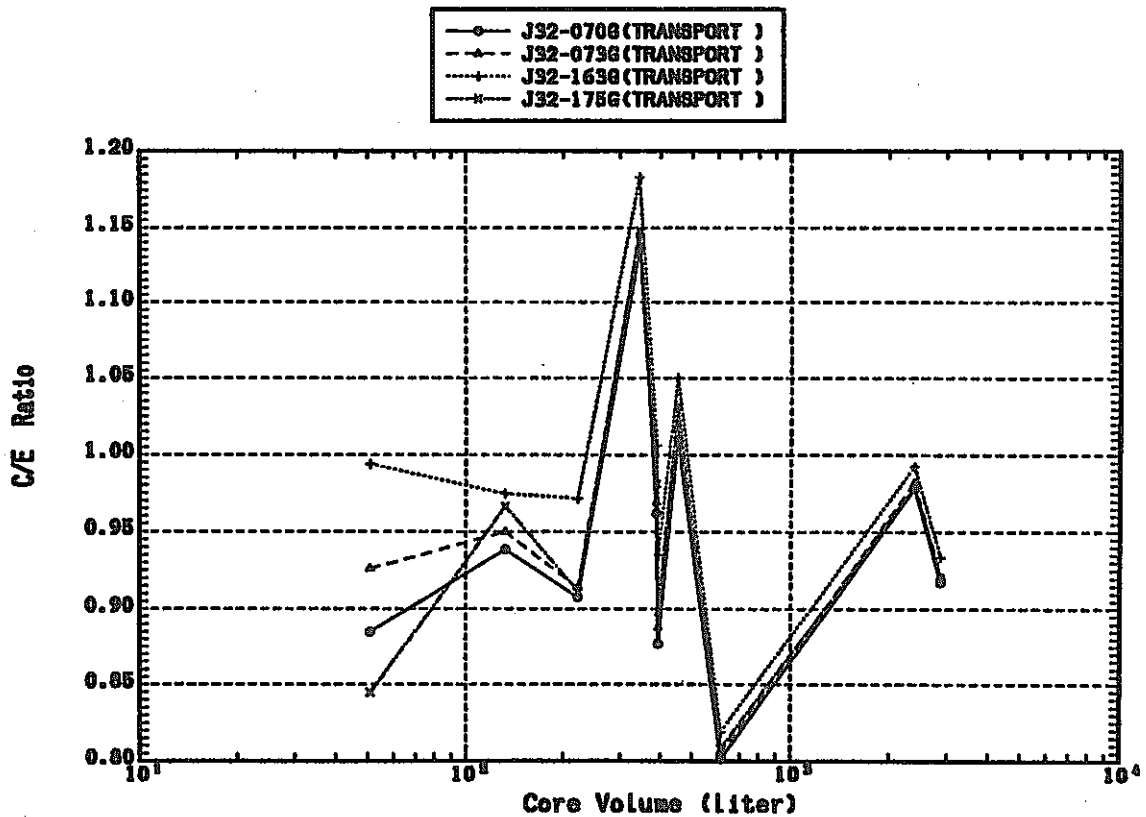

fig. CR C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

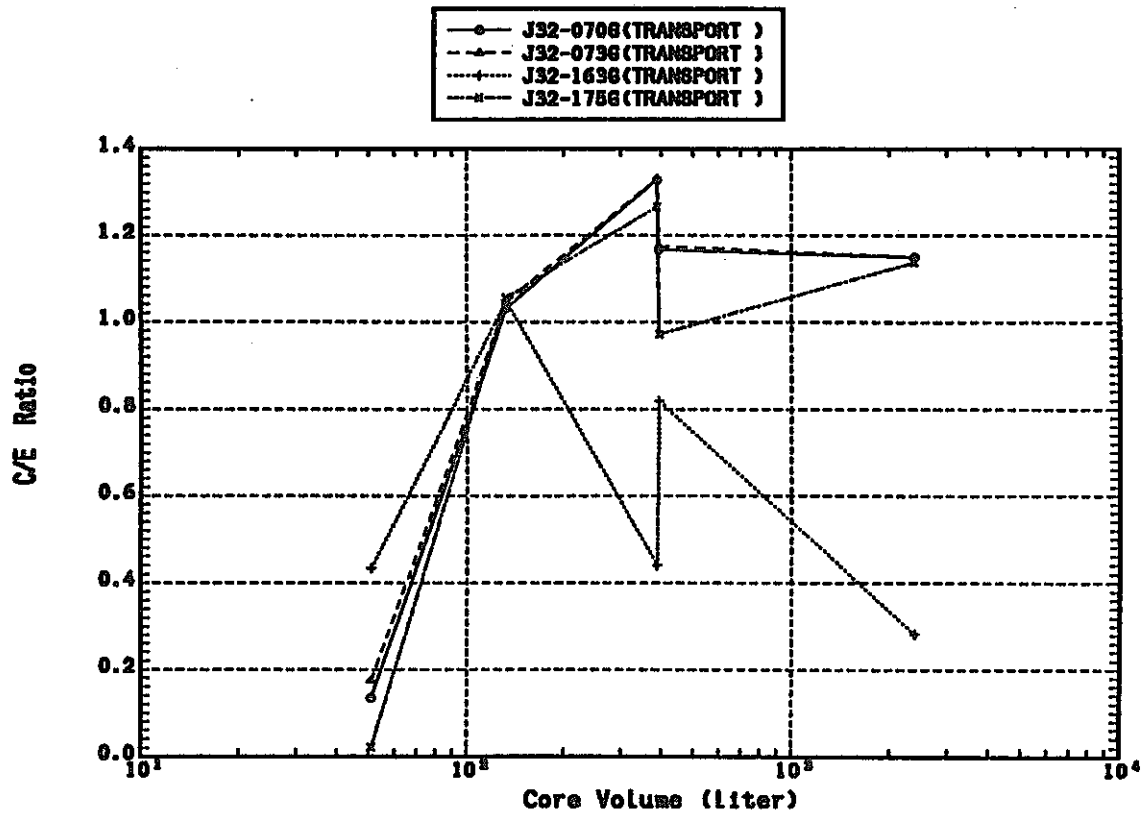

fig. MN C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

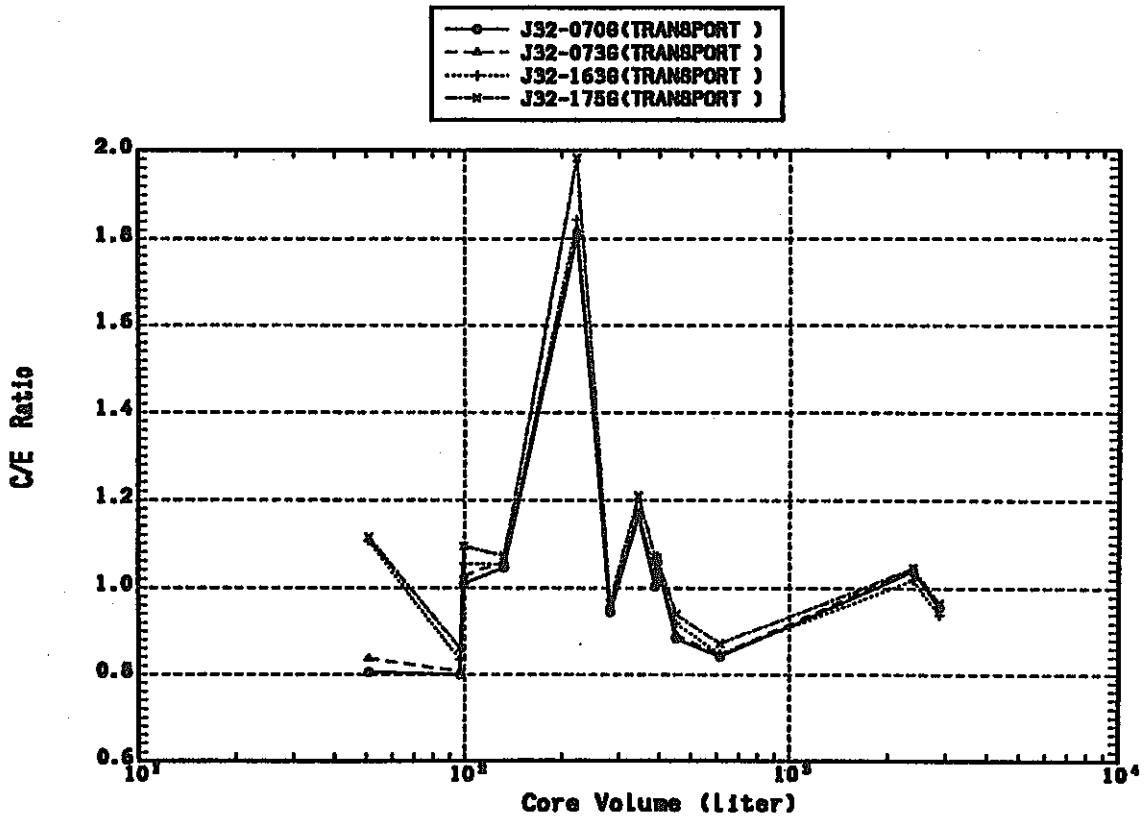

fig. FE C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

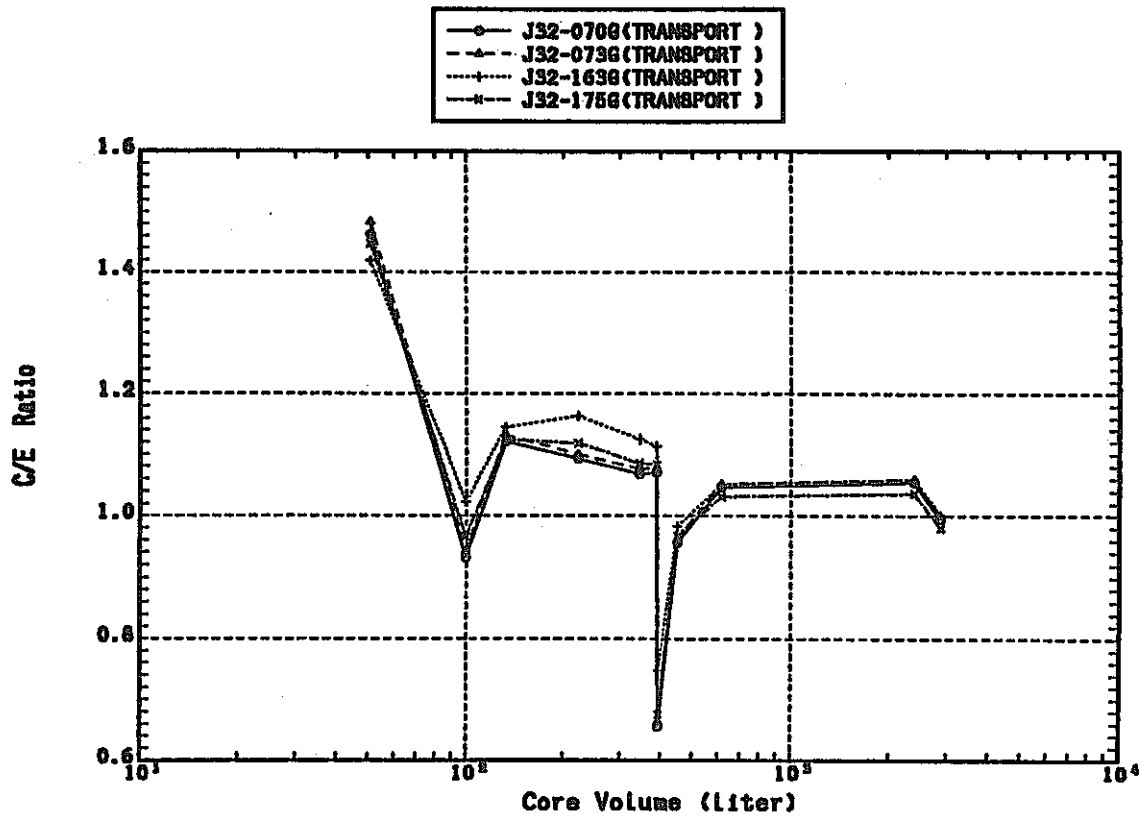

fig. NI C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

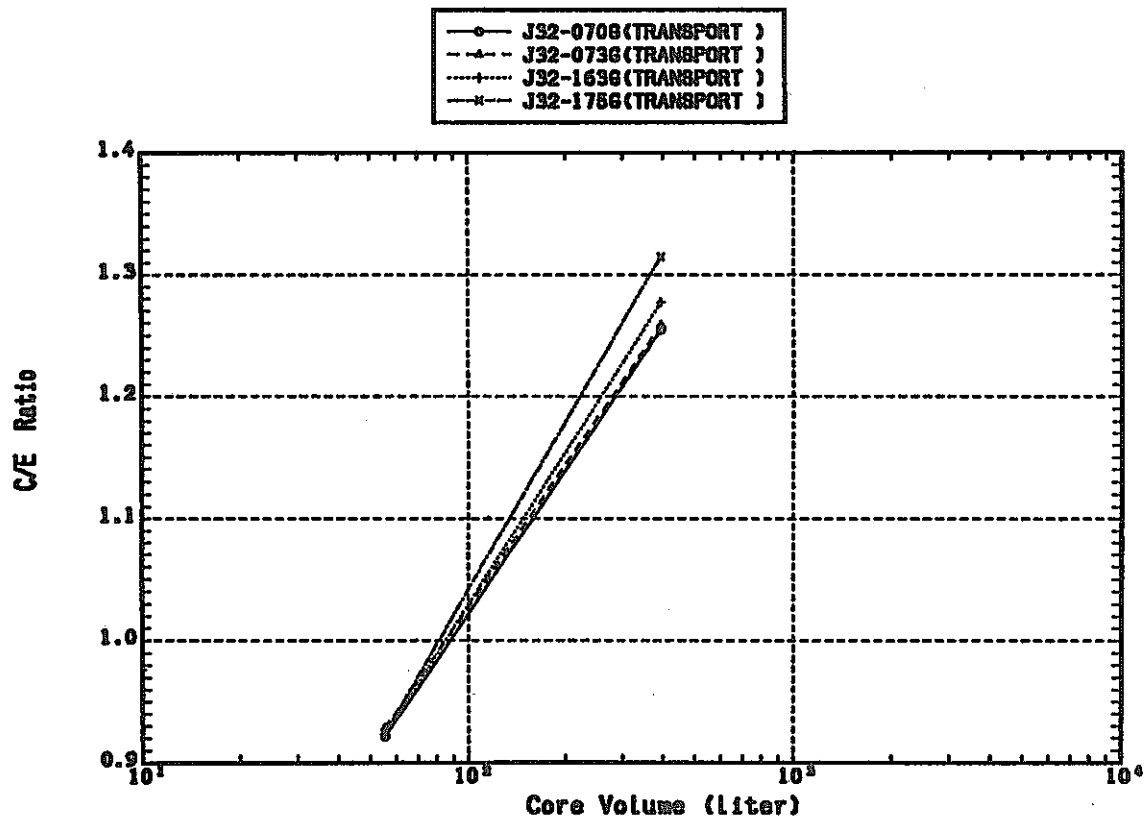

fig. CU C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

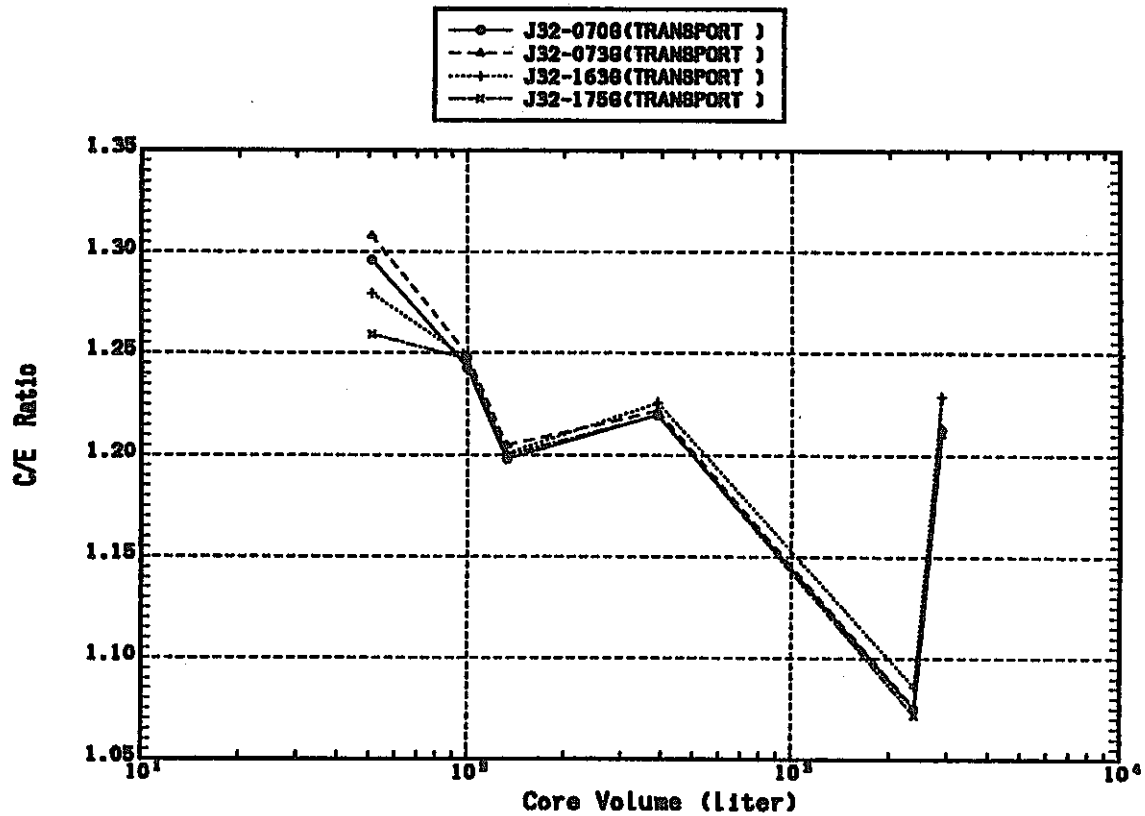

fig. MO C/E Ratio of Central Reactivity Coefficients

付録B　1次元ベンチマークテスト炉心の輸送計算による炉心中心中性子スペクトラム比較図

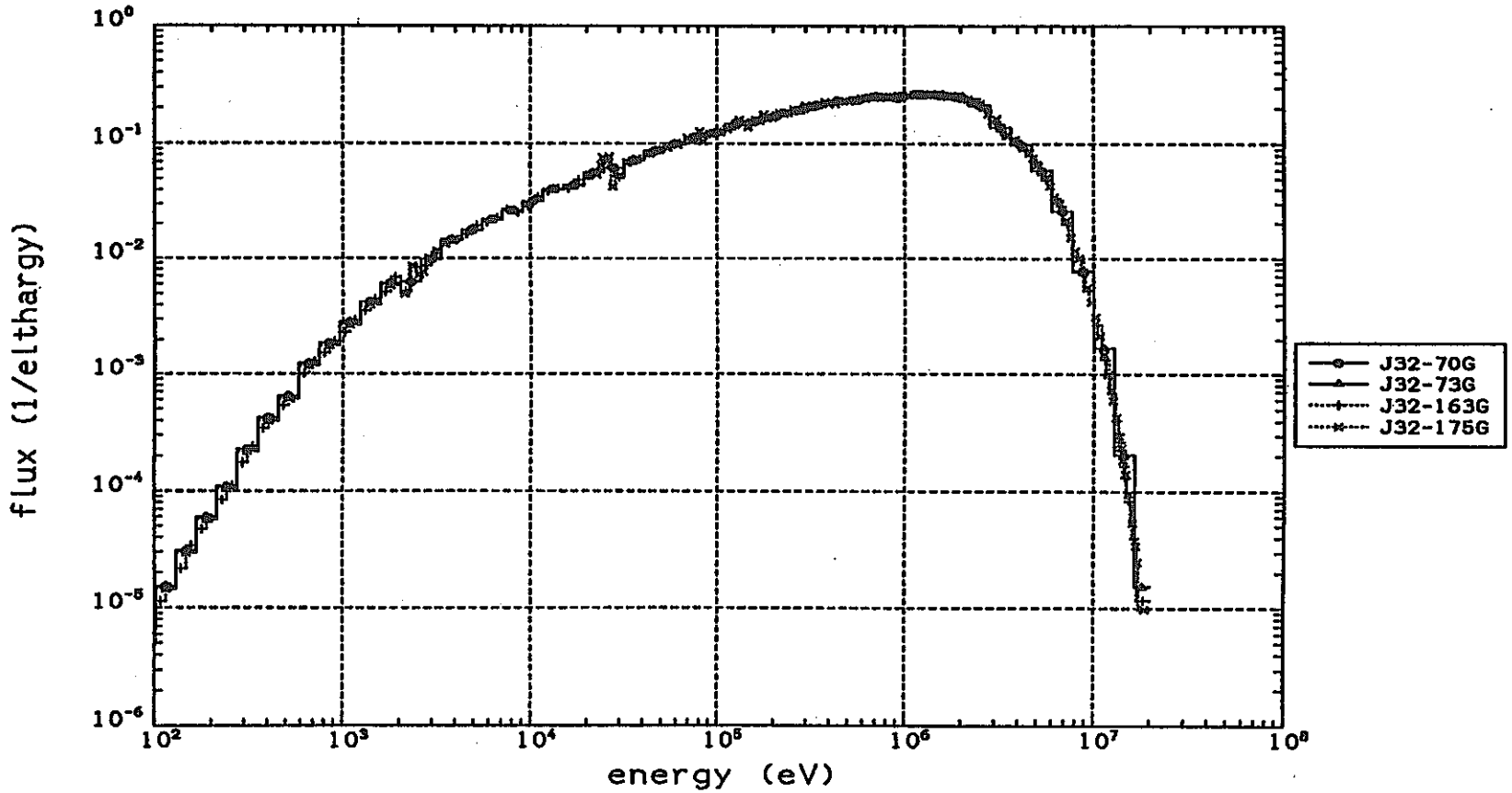

Fig. Comparison of VERA-11A Real Neutron Spectra

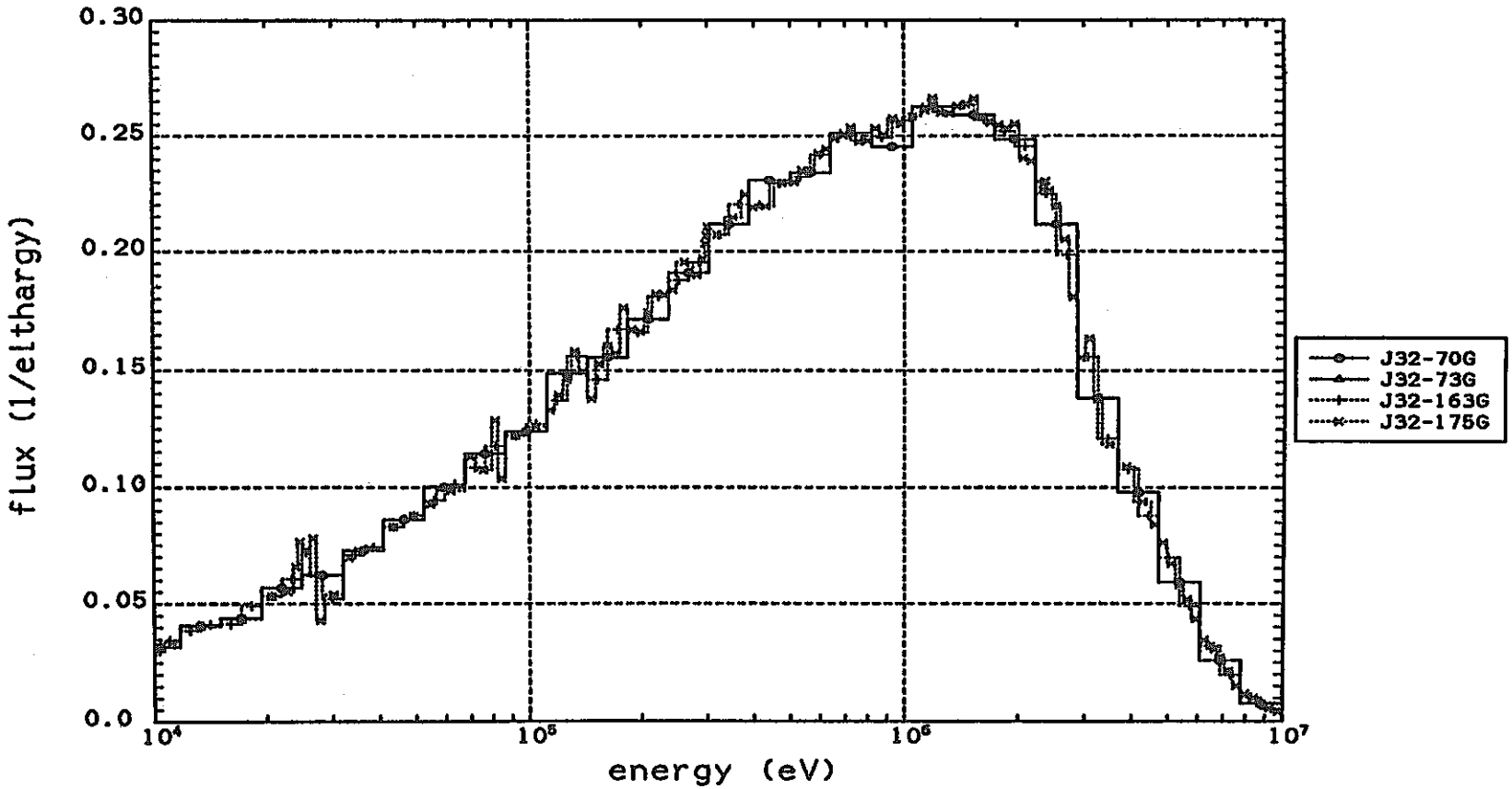

Fig. Comparison of VERA-11A Real Neutron Spectra

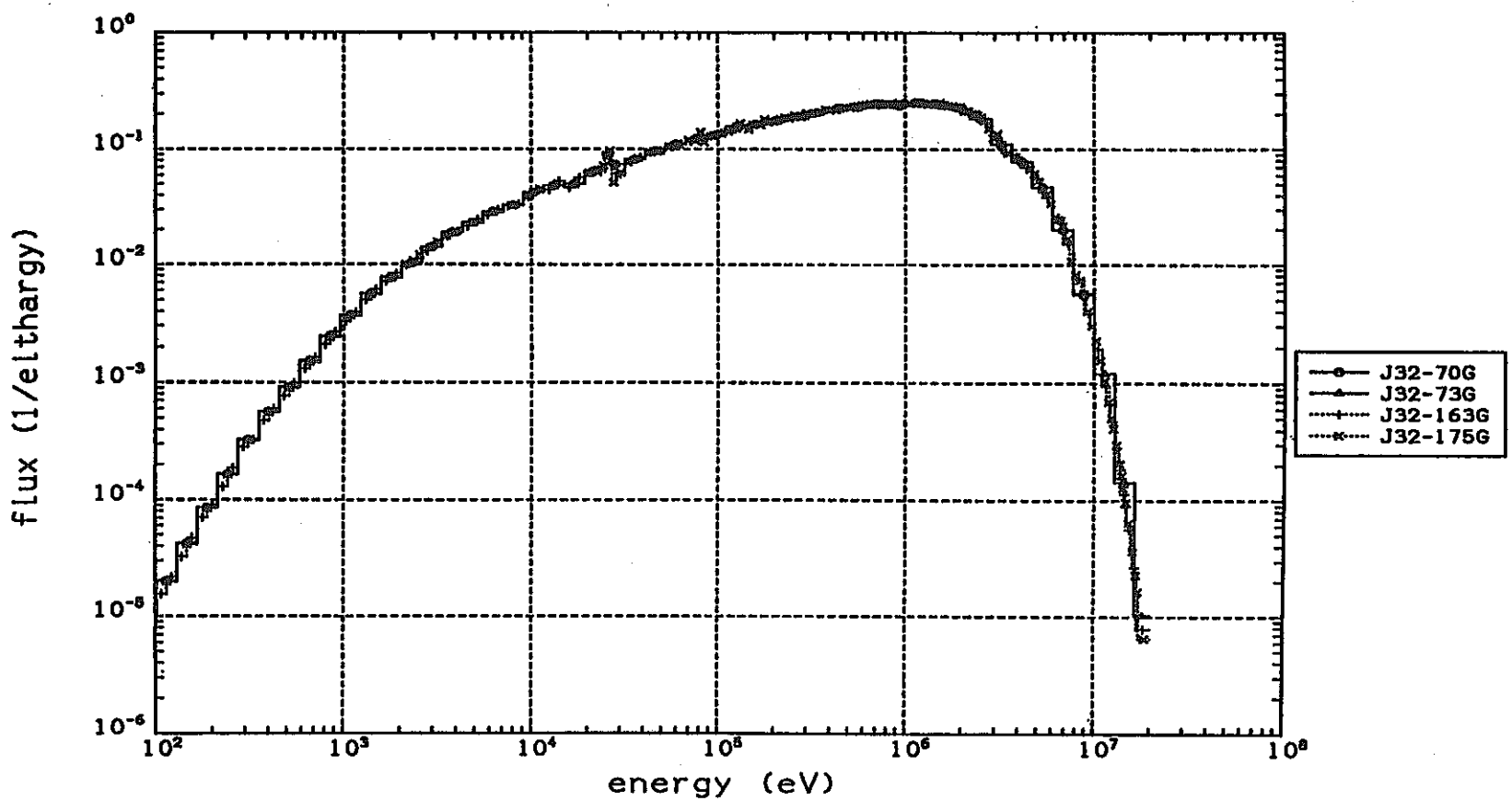

Fig. Comparison of VERA-1B Real Neutron Spectra

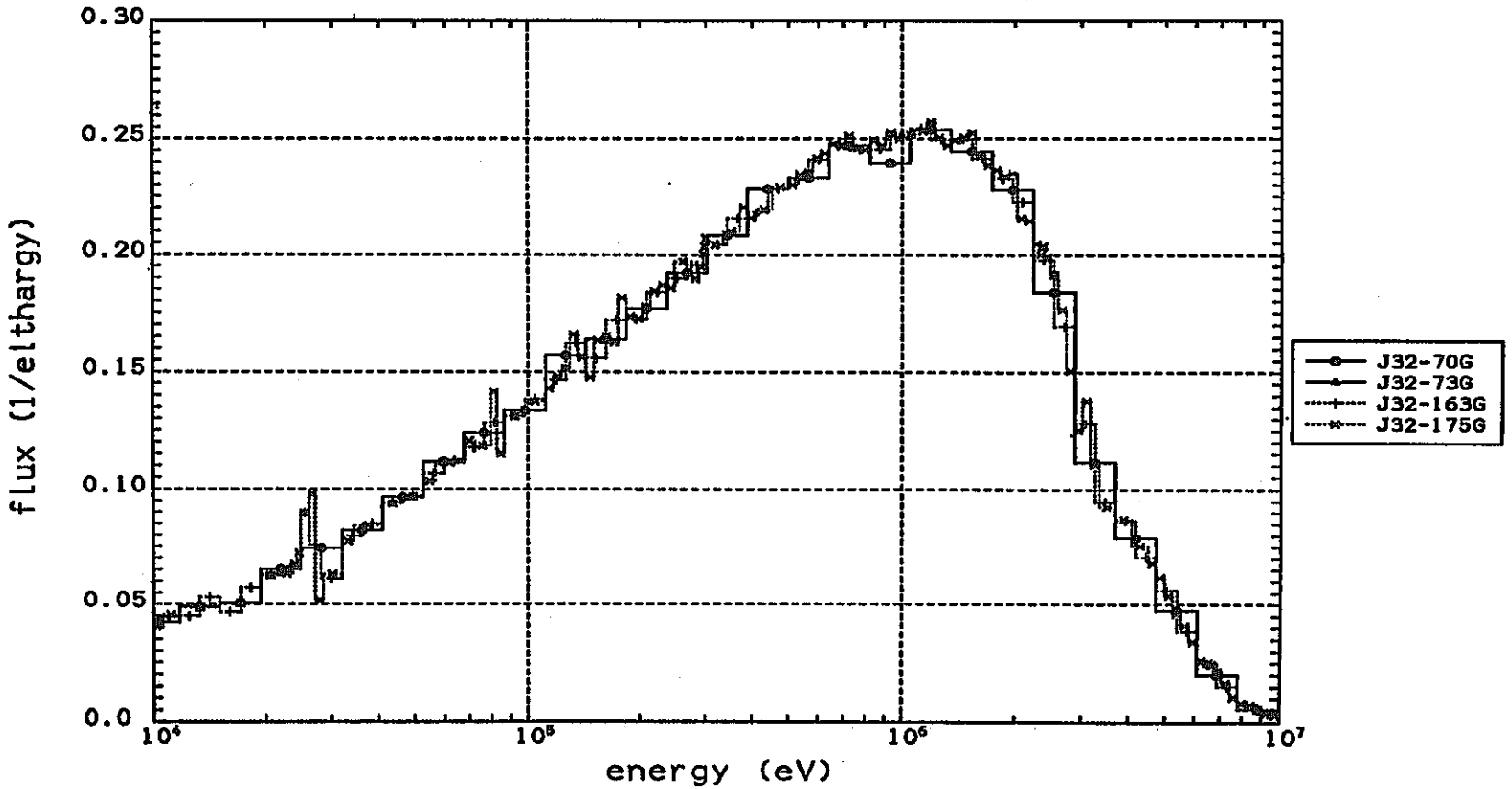

Fig. Comparison of VERA-1B Real Neutron Spectra

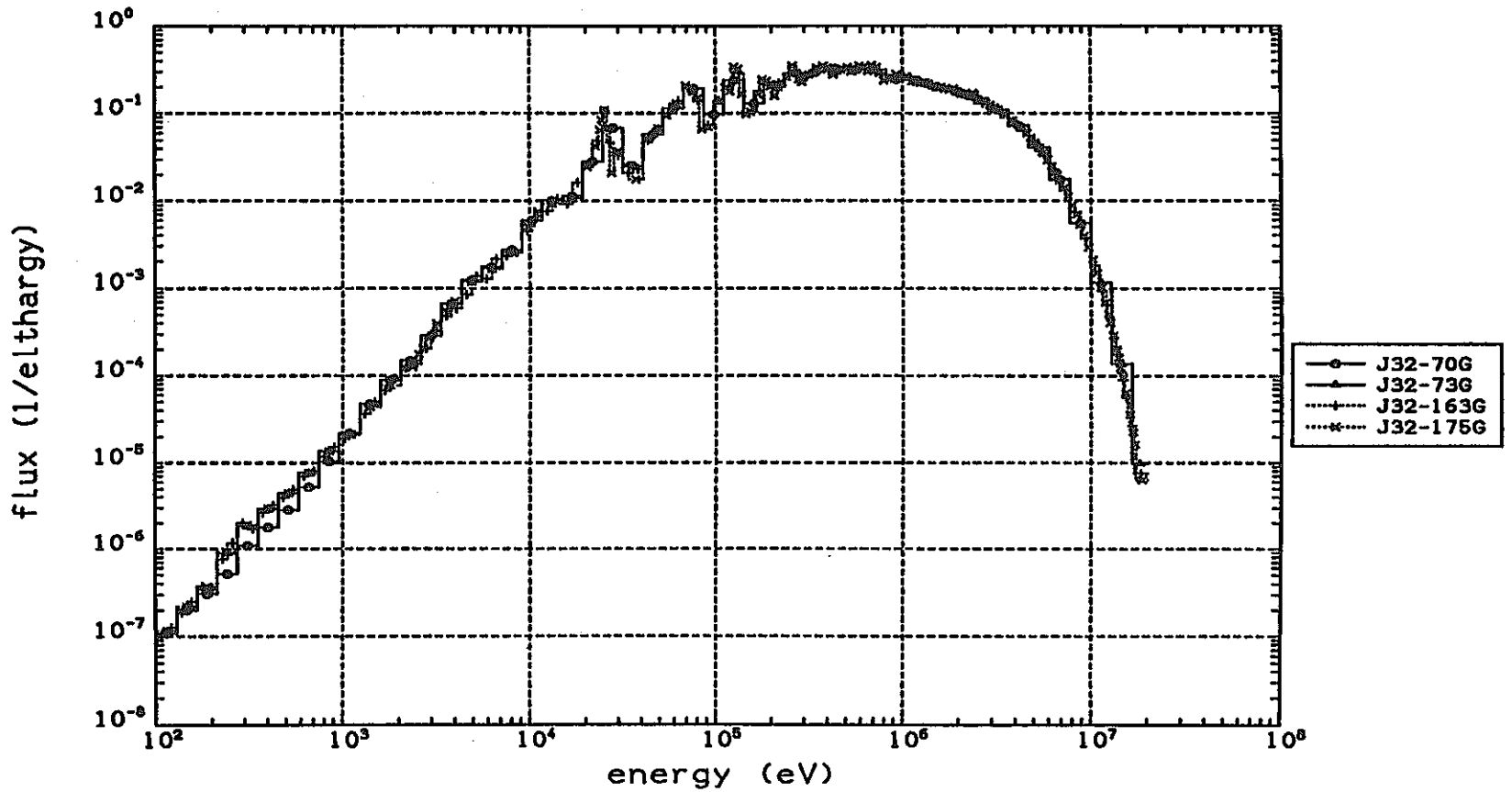

Fig. Comparison of ZPR-3-6F Real Neutron Spectra

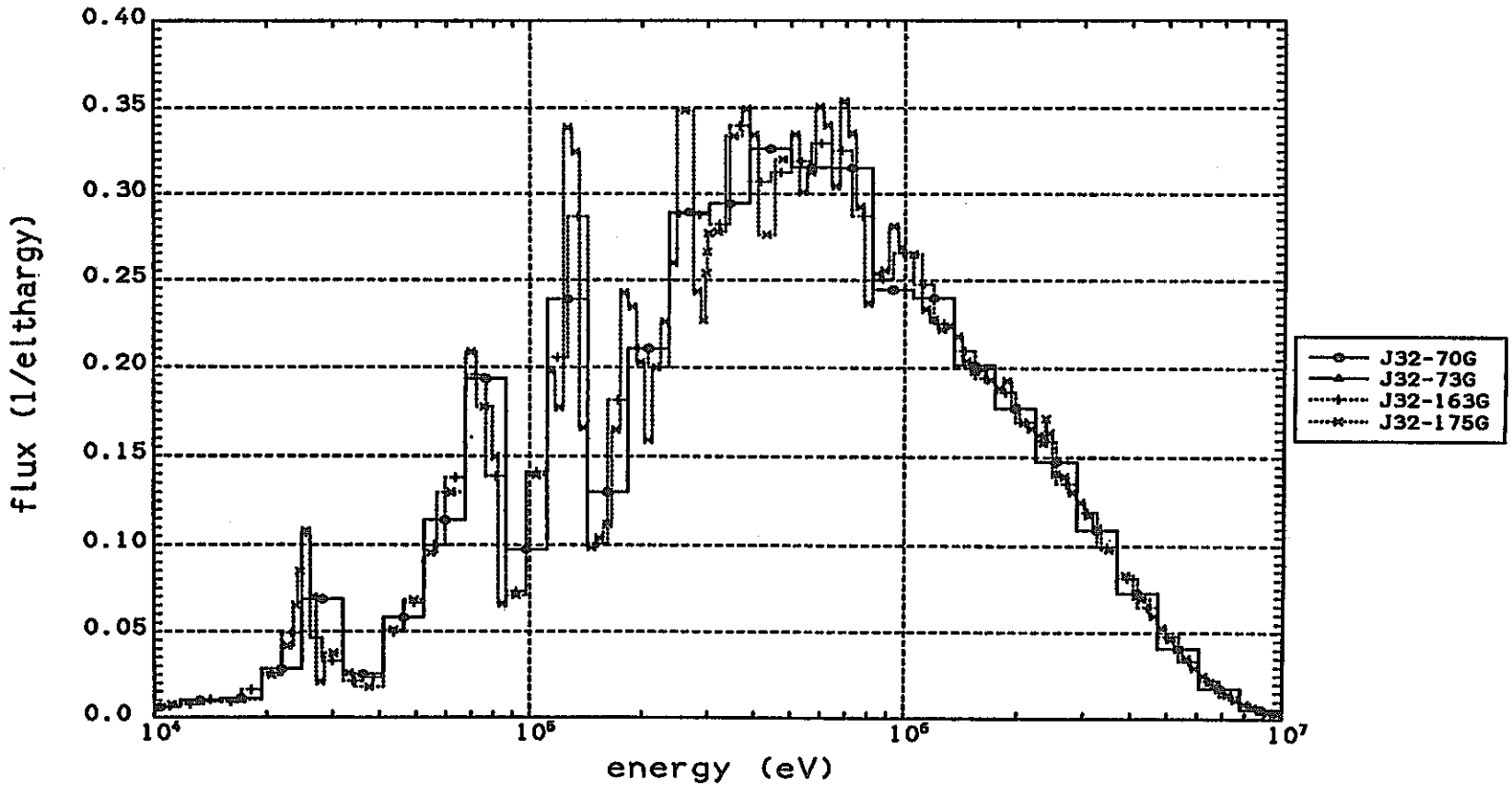

Fig. Comparison of ZPR-3-6F Real Neutron Spectra

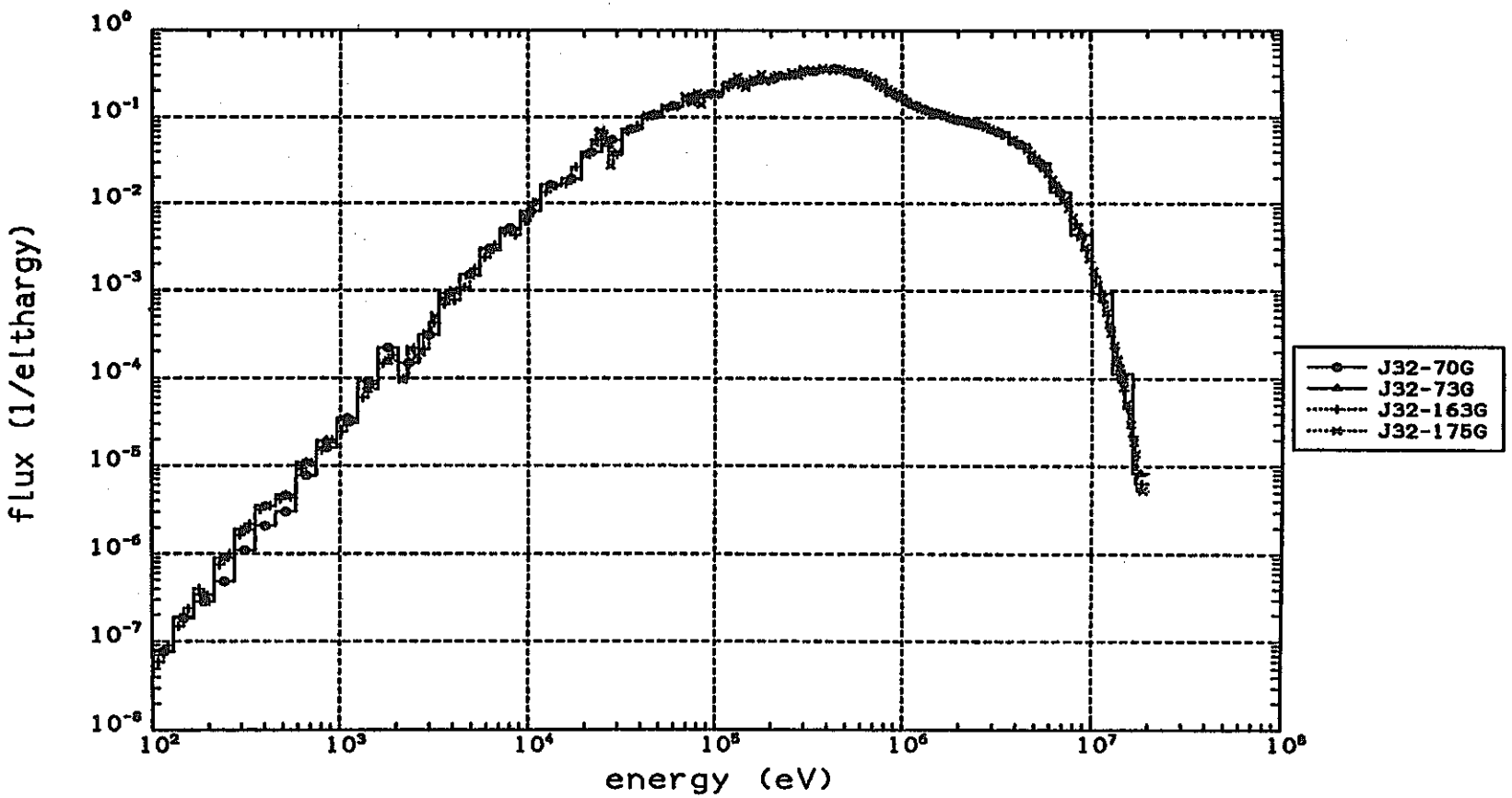

Fig. Comparison of ZEBRA-3 Real Neutron Spectra

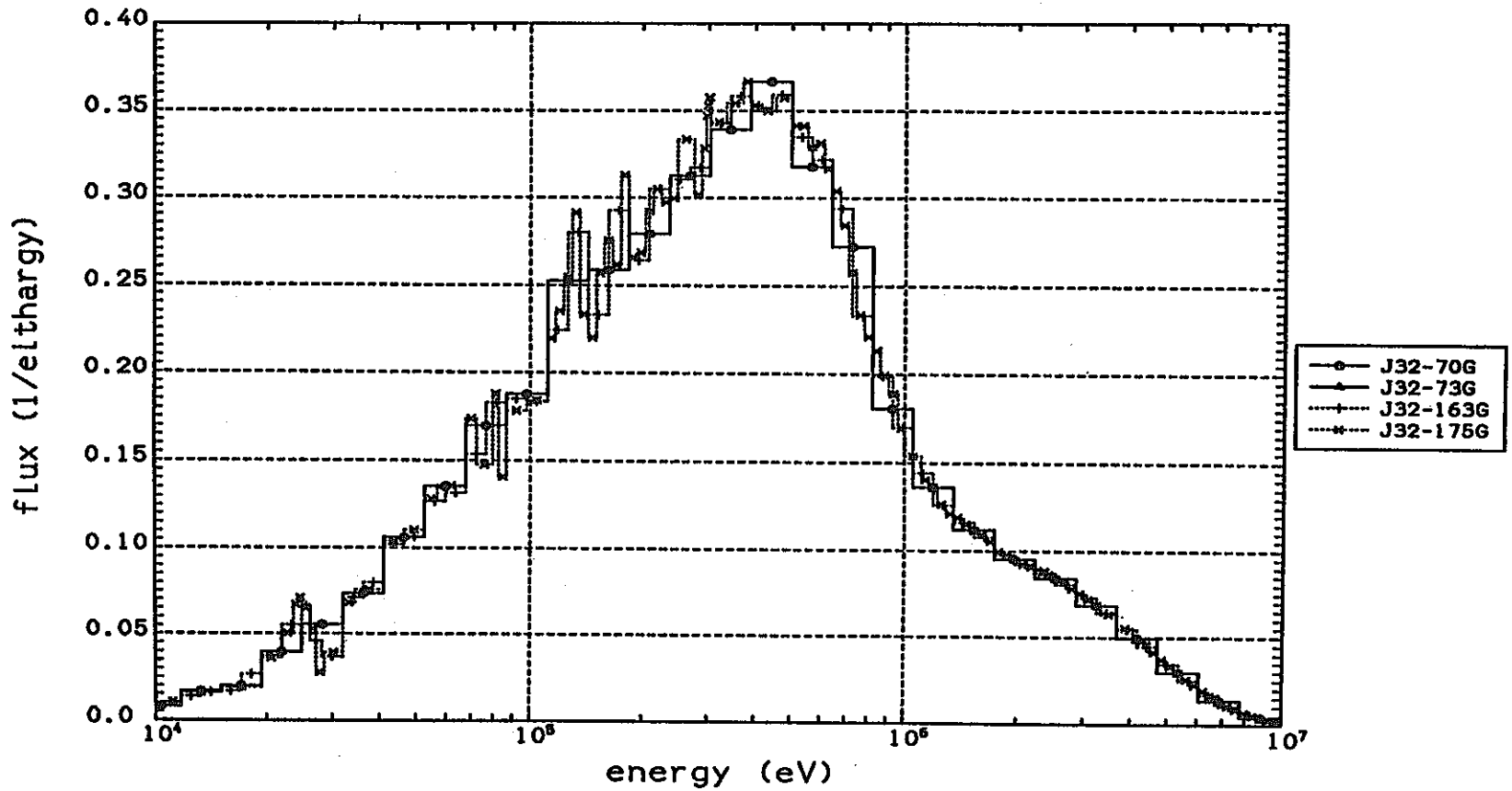

Fig. Comparison of ZEBRA-3 Real Neutron Spectra

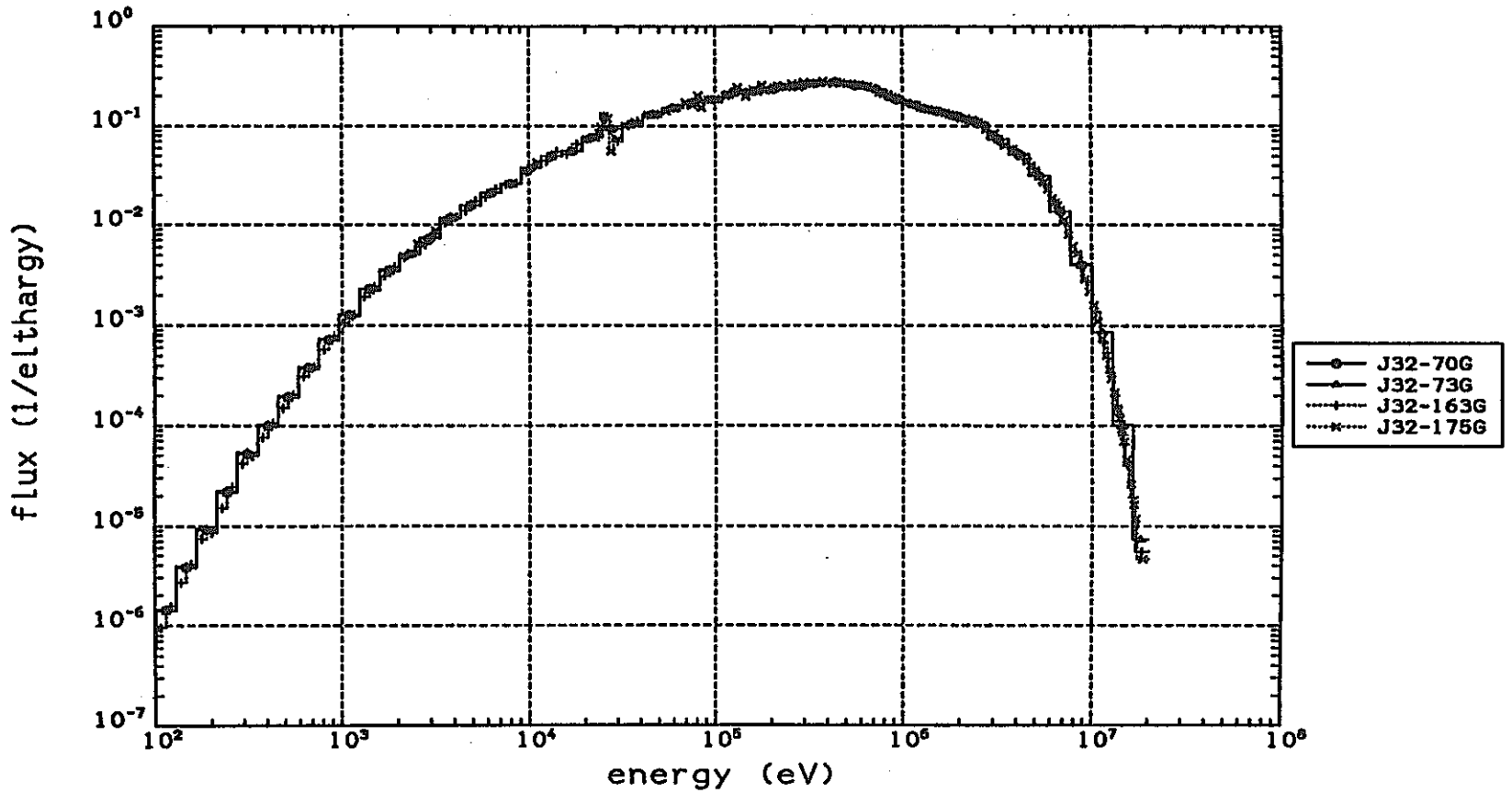

Fig. Comparison of ZPR-3-12 Real Neutron Spectra

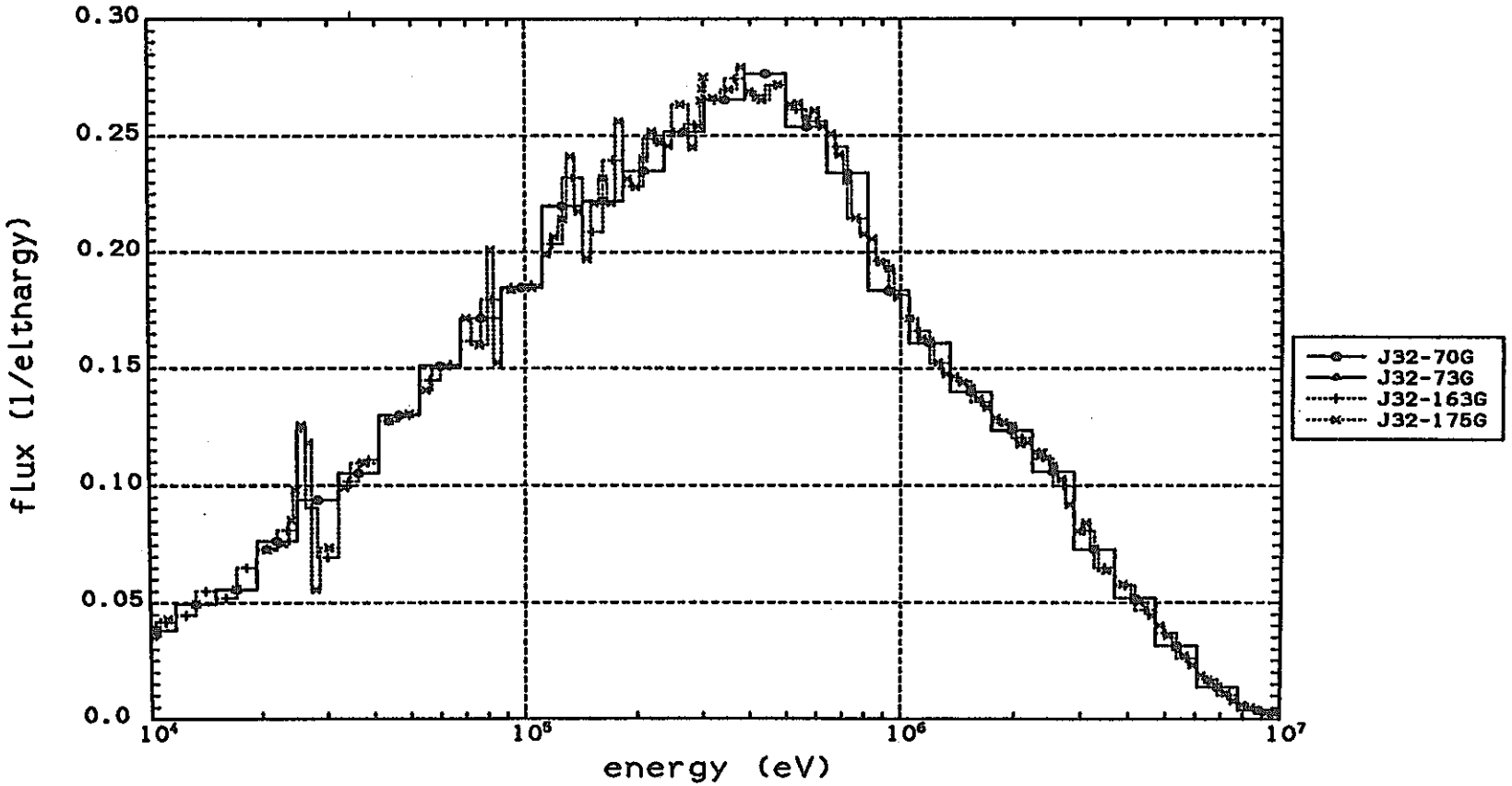

Fig. Comparison of ZPR-3-12 Real Neutron Spectra

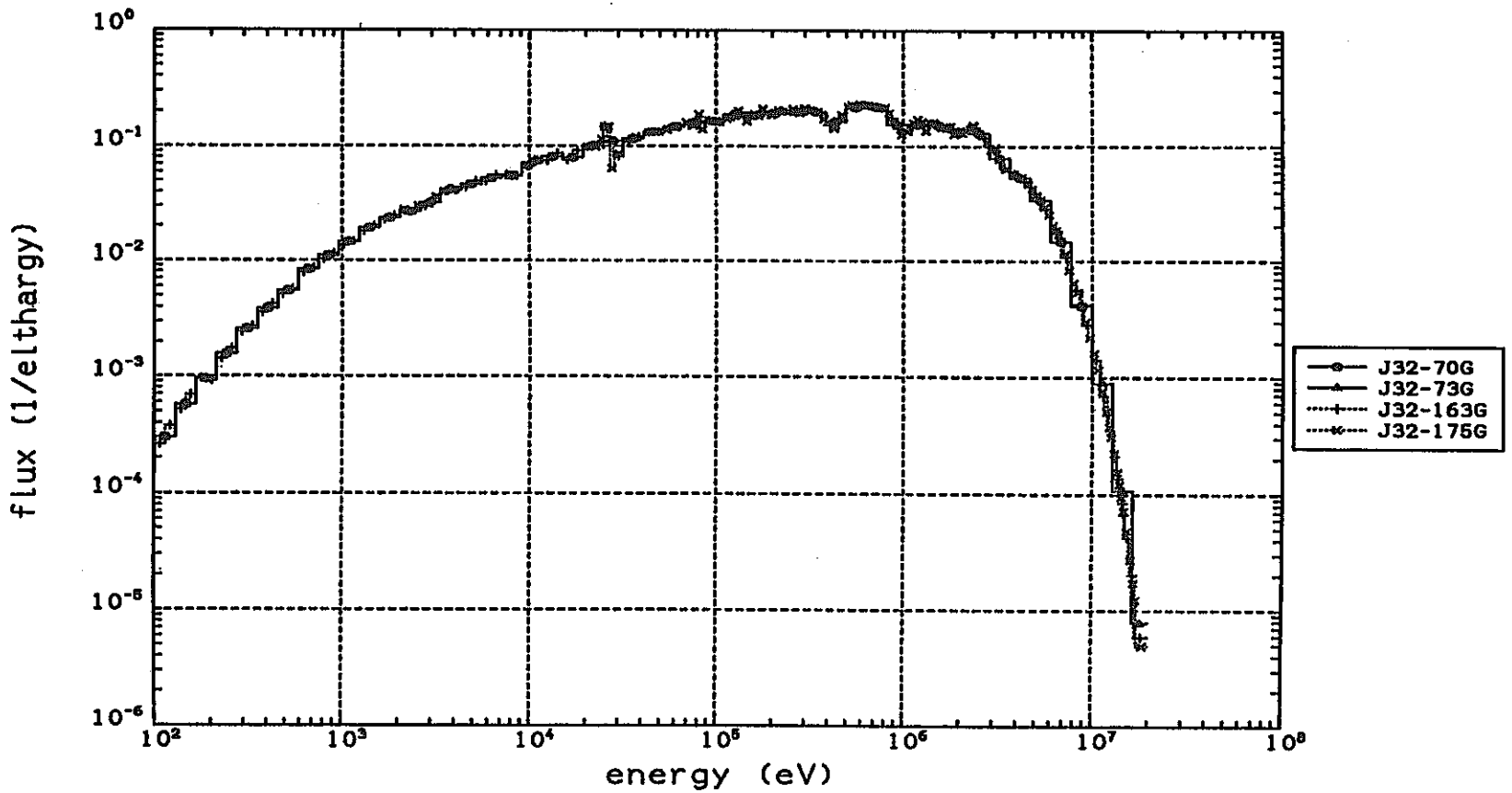

Fig. Comparison of SNEAK-7A Real Neutron Spectra

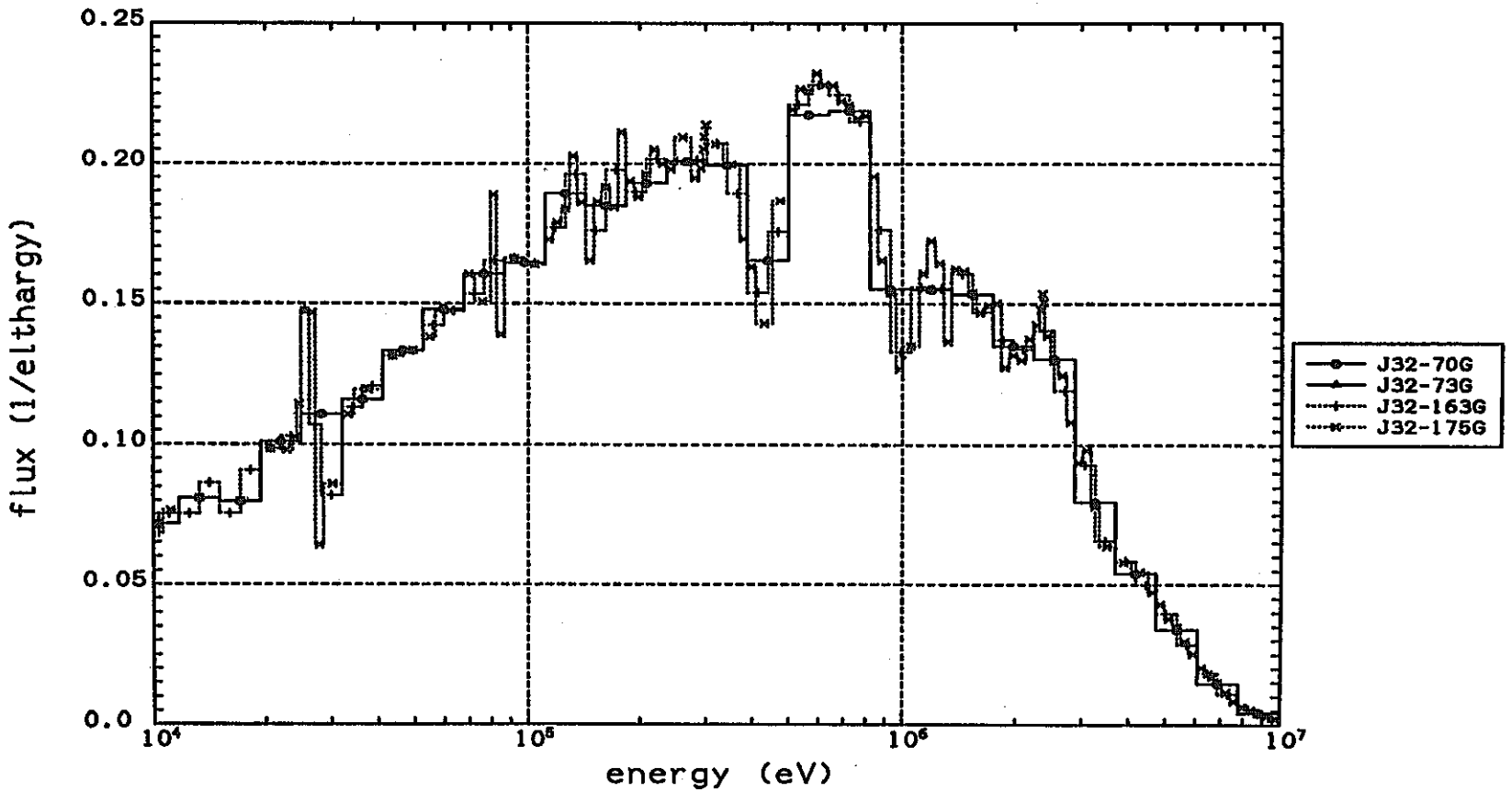

Fig. Comparison of SNEAK-7A Real Neutron Spectra

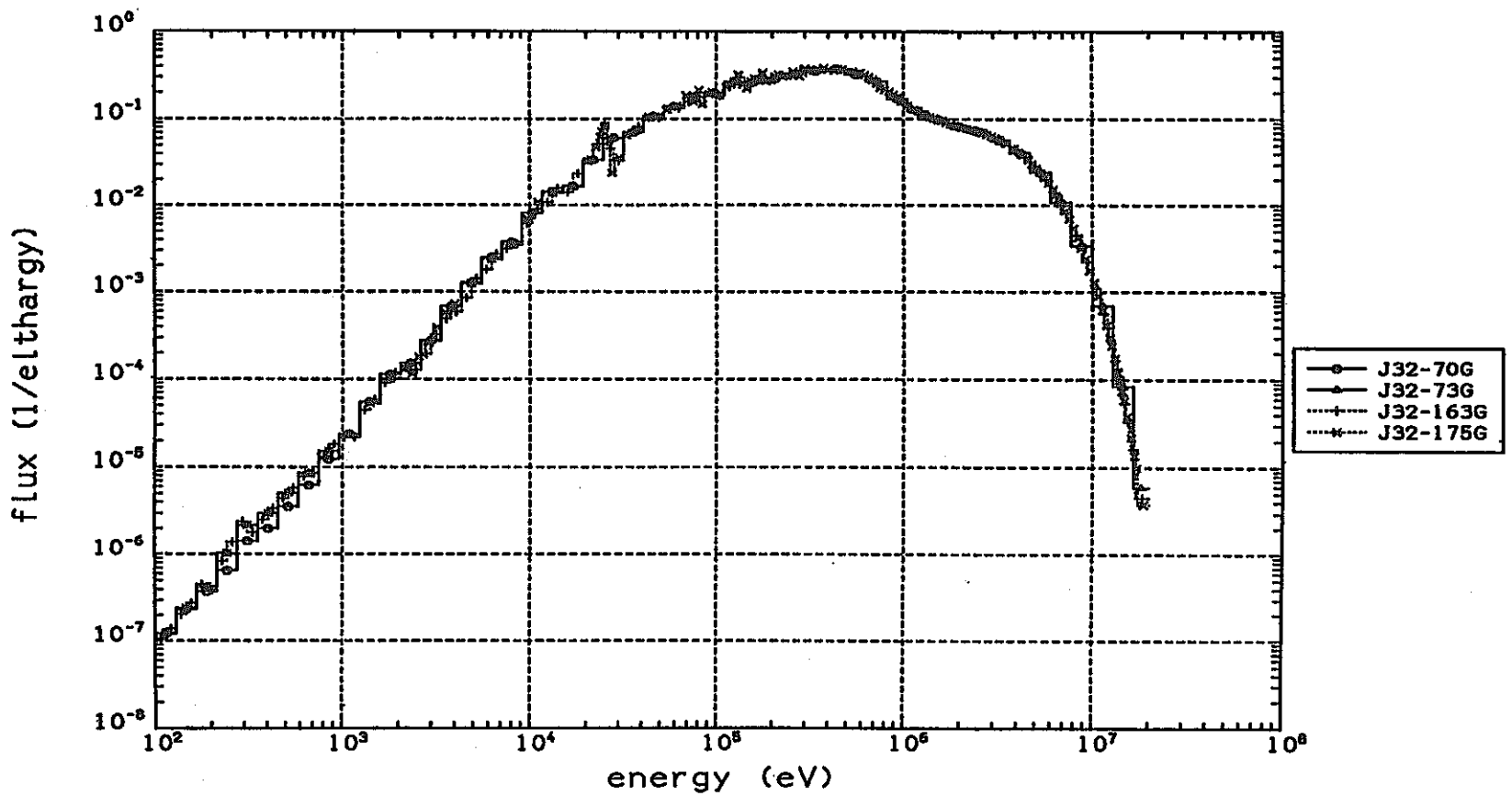

Fig. Comparison of ZPR-3-11 Real Neutron Spectra

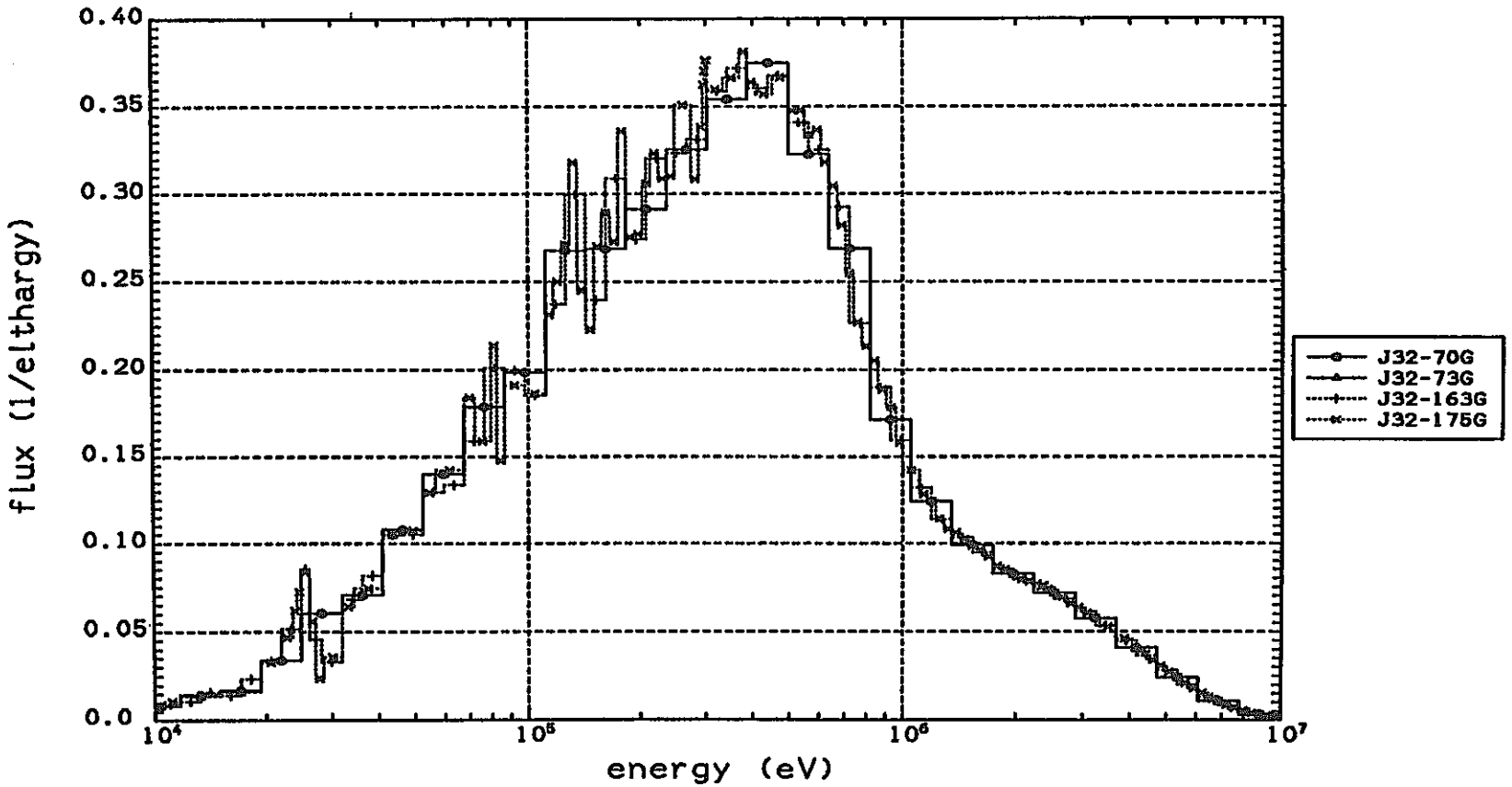

Fig. Comparison of ZPR-3-11 Real Neutron Spectra

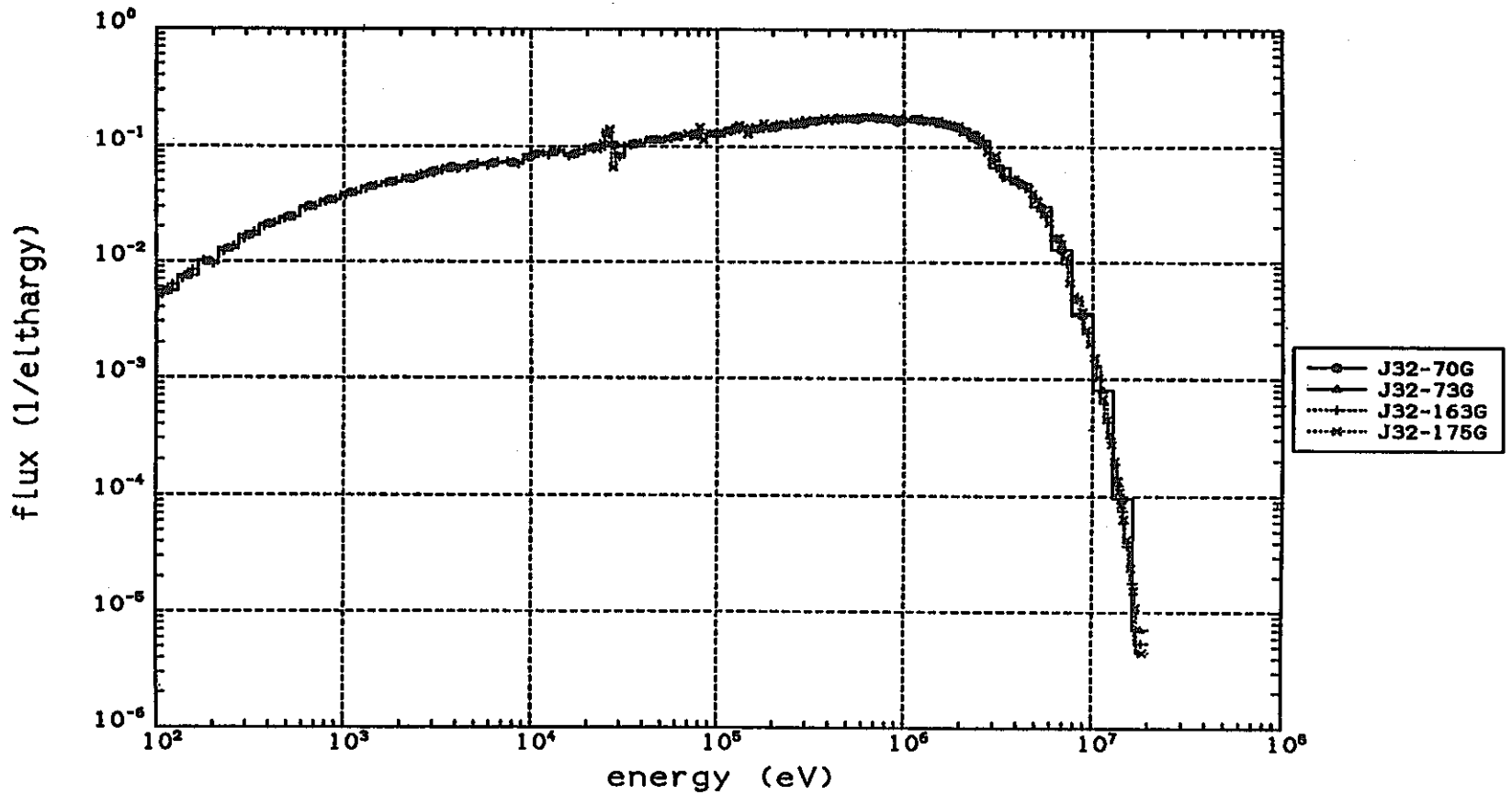

Fig. Comparison of ZPR-3-54 Real Neutron Spectra

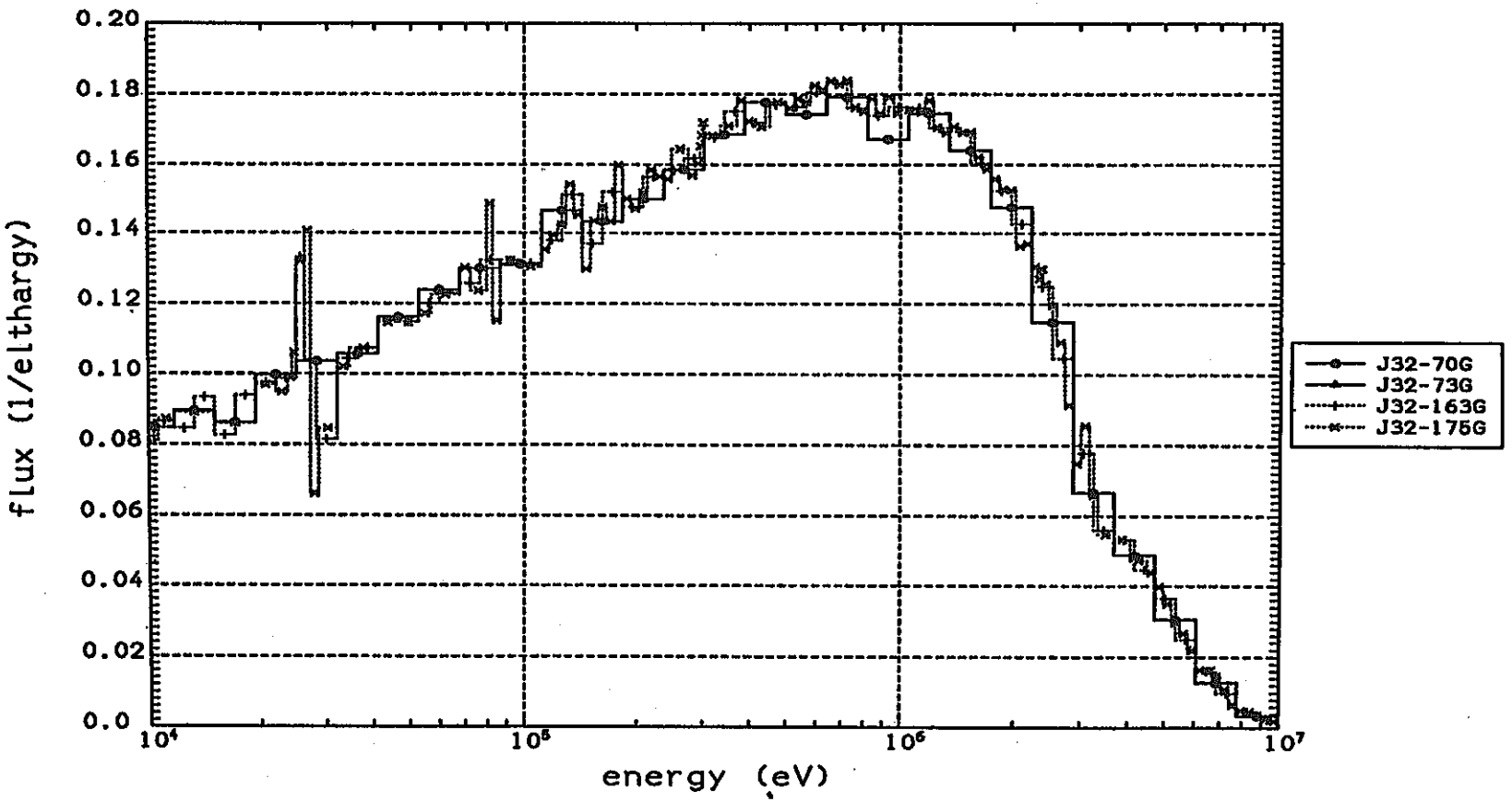

Fig. Comparison of ZPR-3-54 Real Neutron Spectra

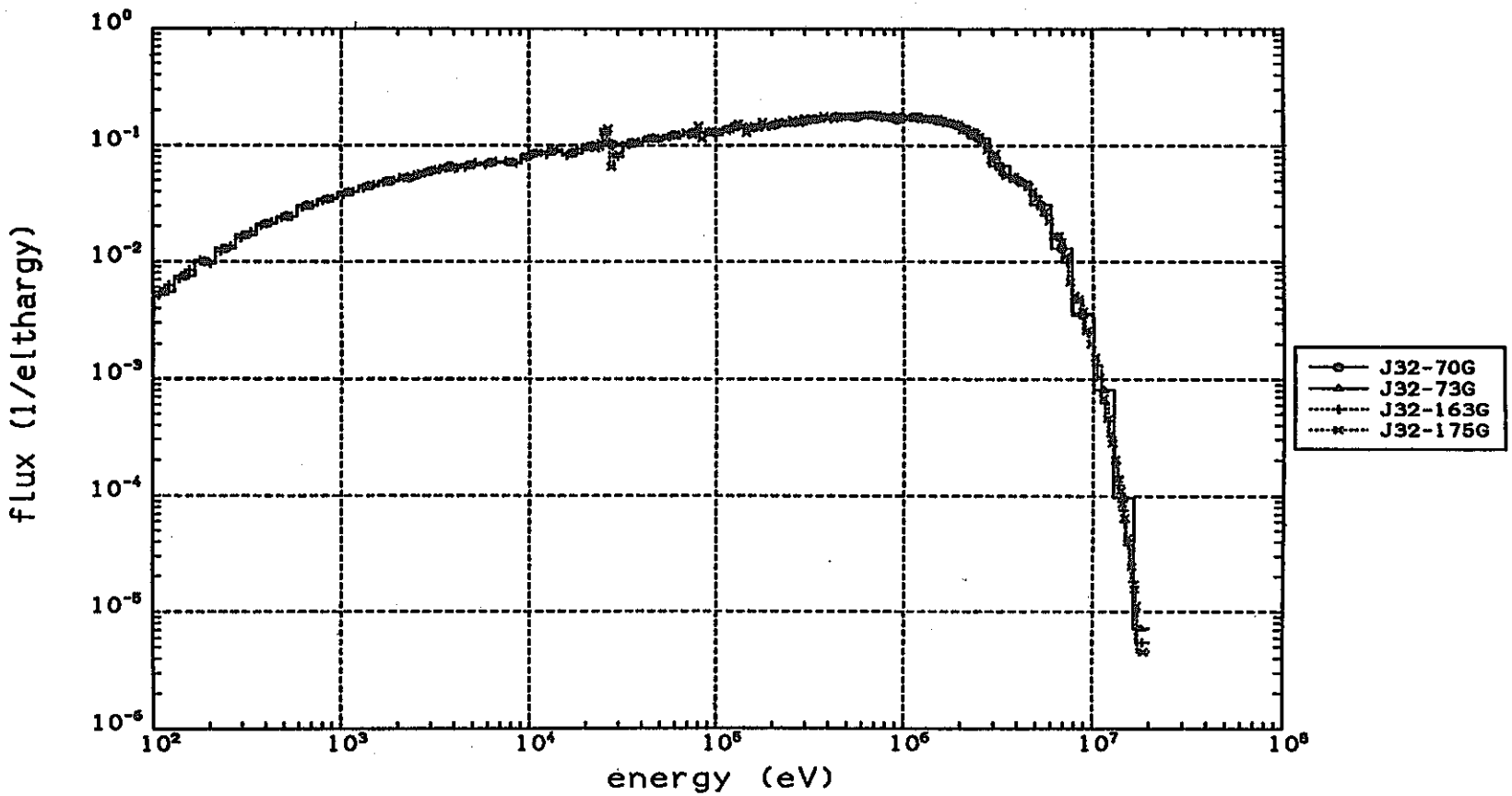

Fig. Comparison of ZPR-3-53 Real Neutron Spectra

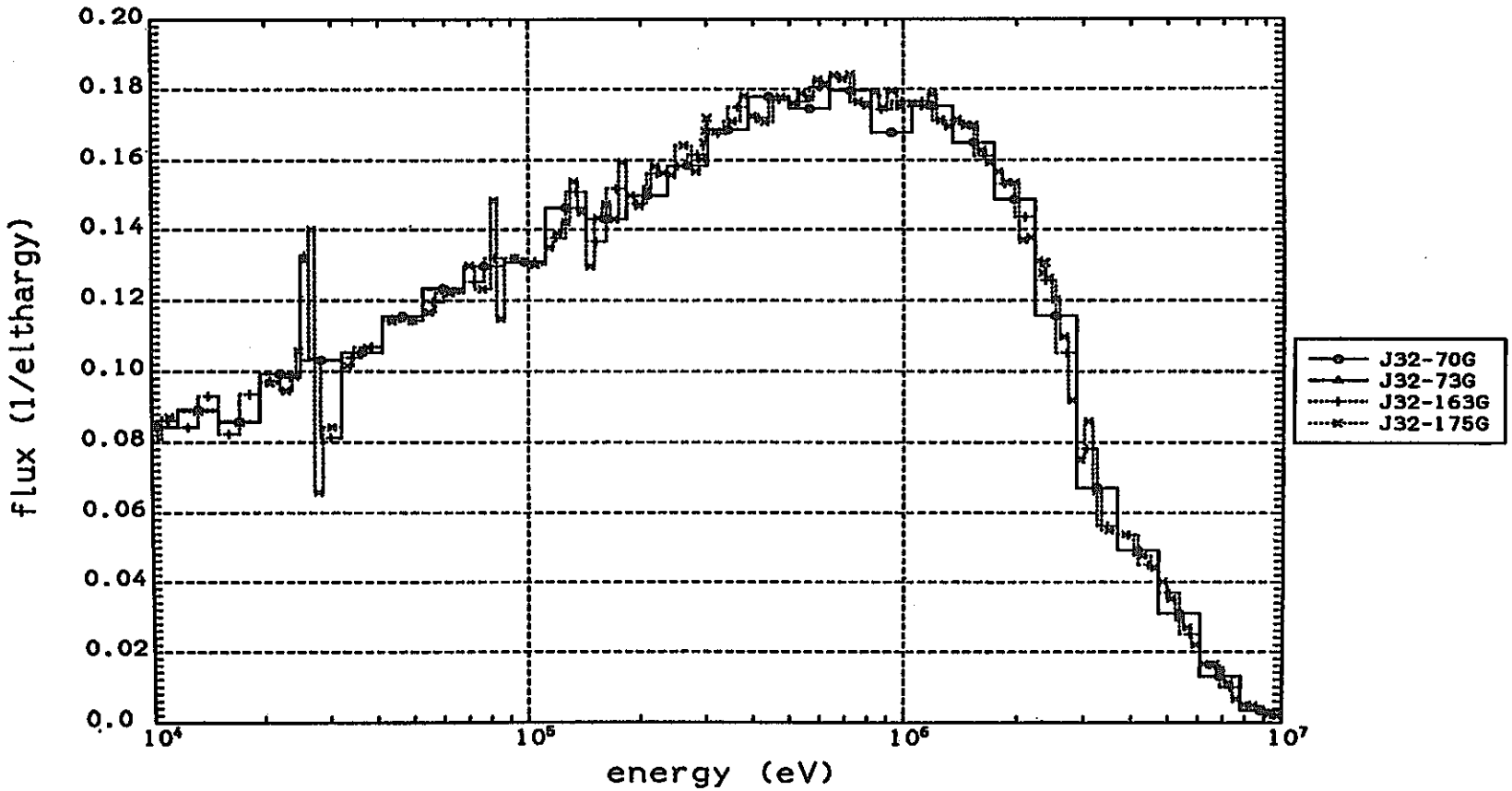

Fig. Comparison of ZPR-3-53 Real Neutron Spectra

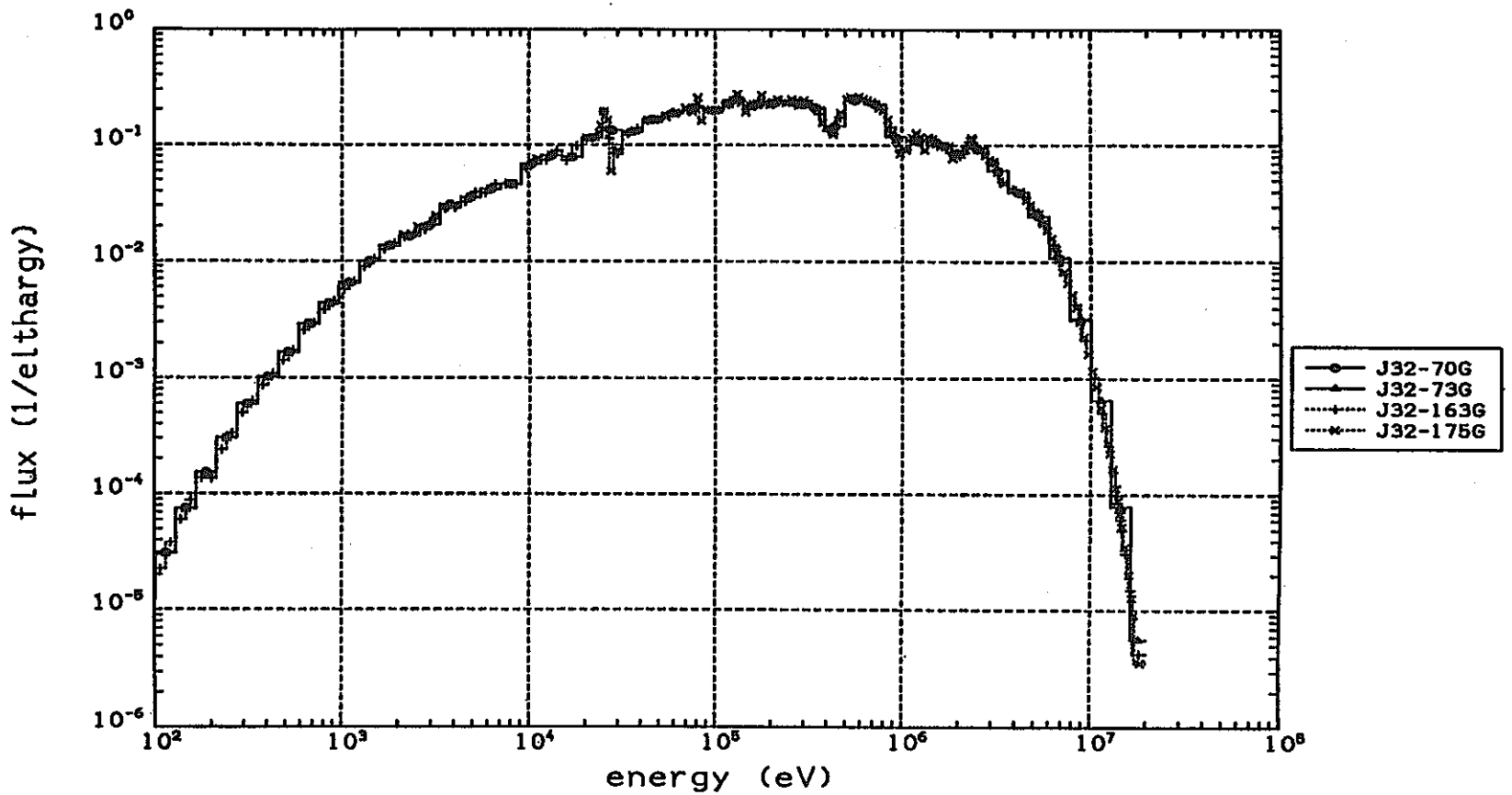

Fig. Comparison of SNEAK-7B Real Neutron Spectra

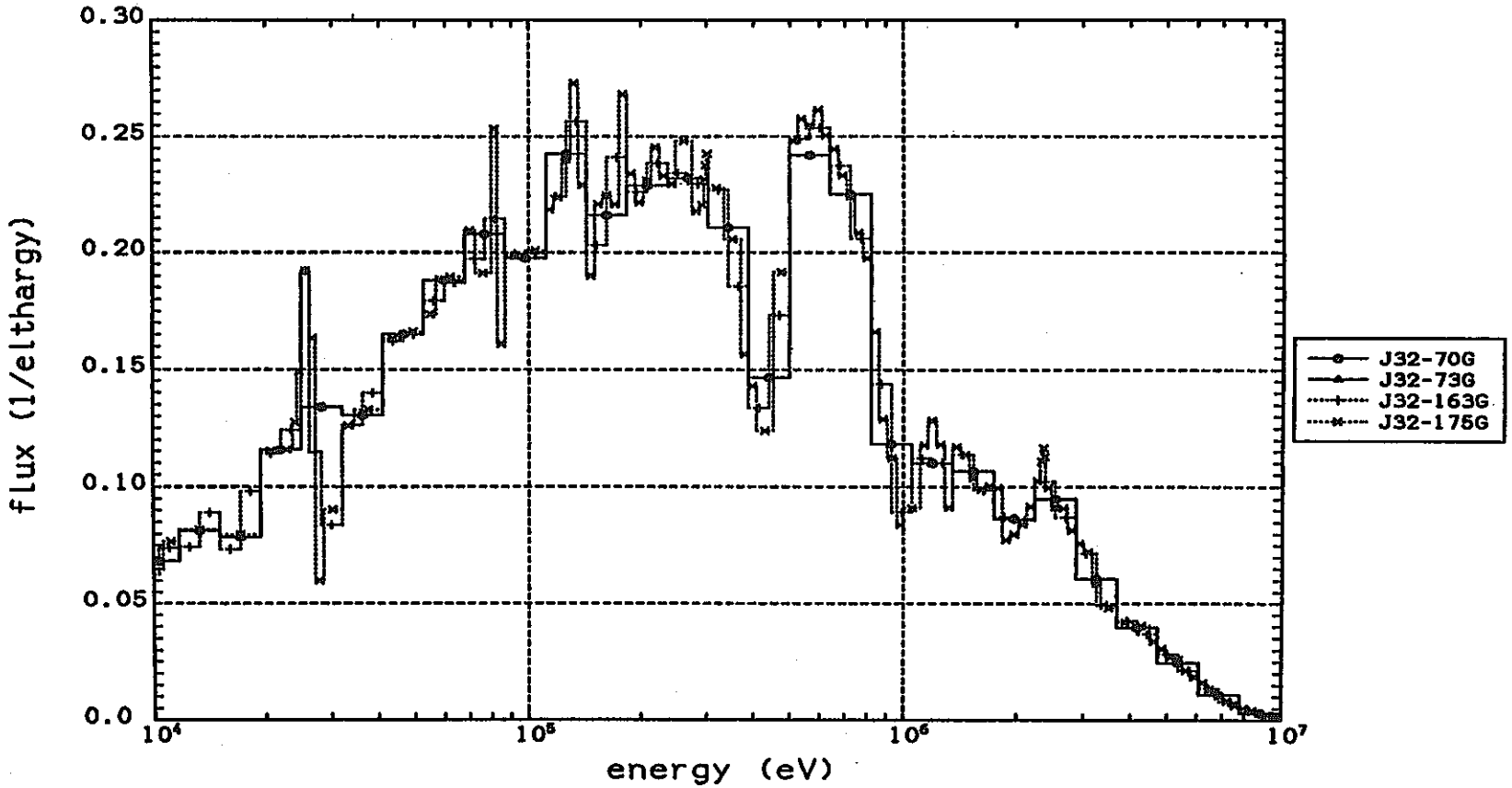

Fig. Comparison of SNEAK-7B Real Neutron Spectra

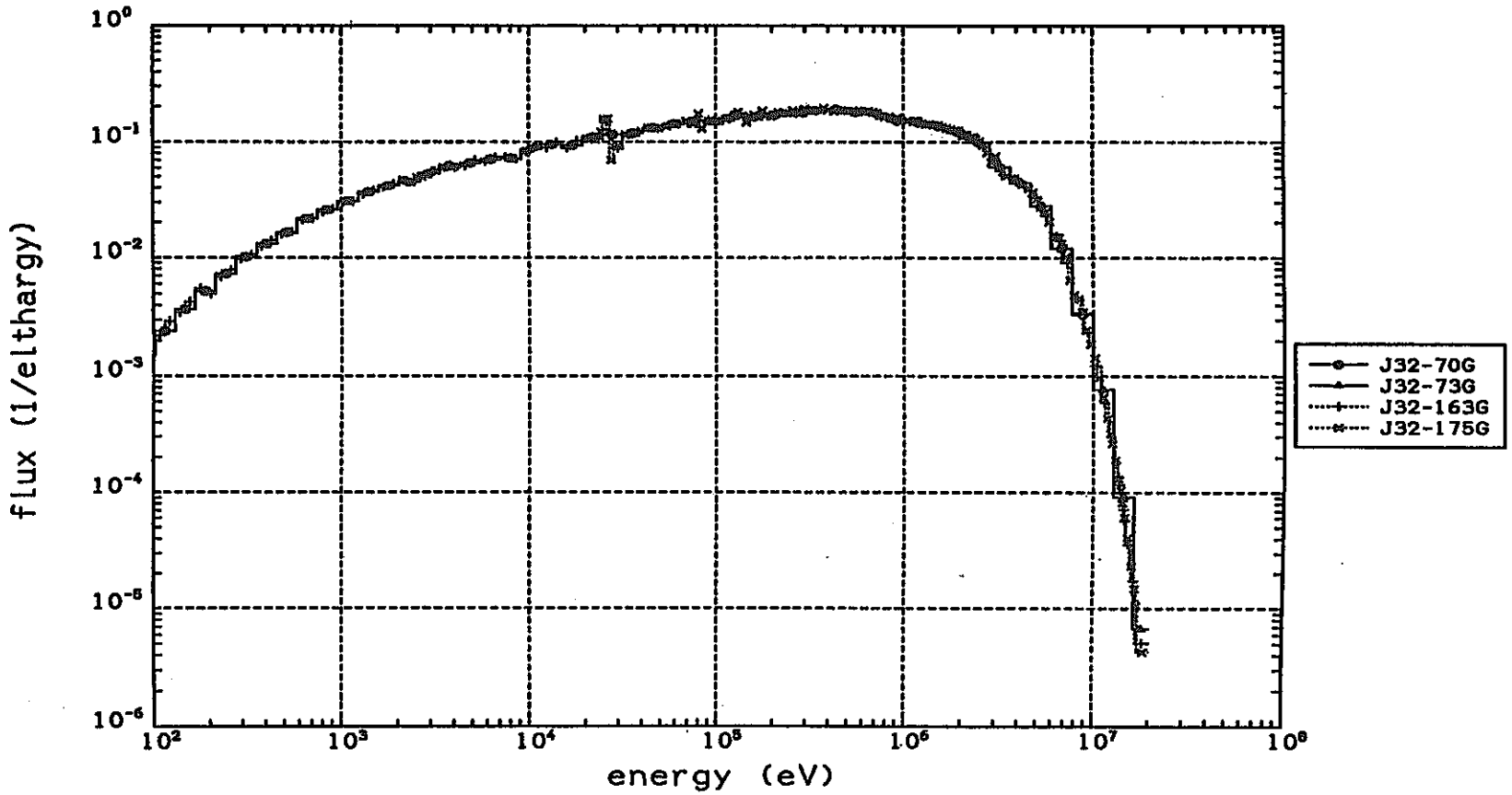

Fig. Comparison of ZPR-3-50 Real Neutron Spectra

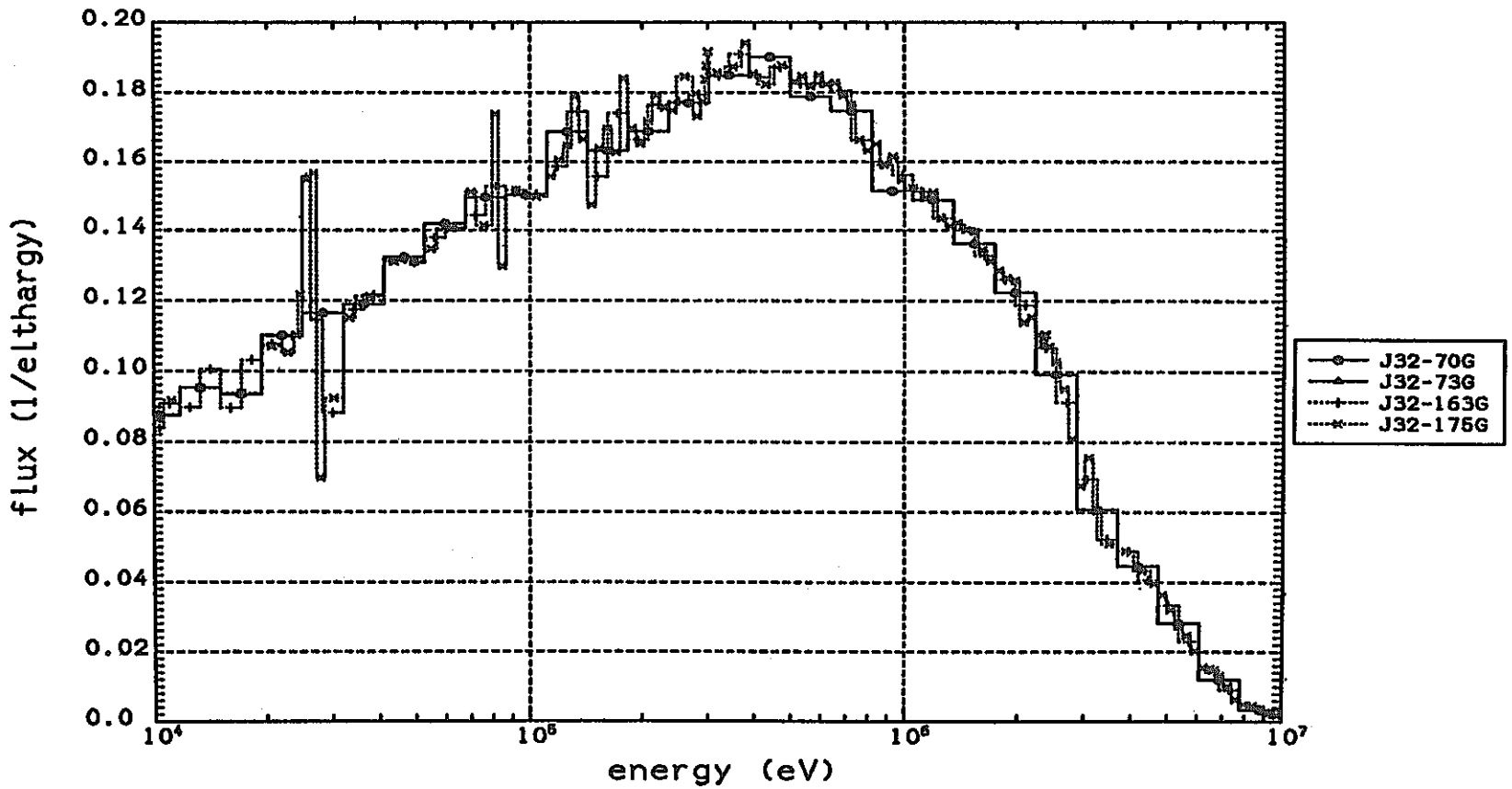

Fig. Comparison of ZPR-3-50 Real Neutron Spectra

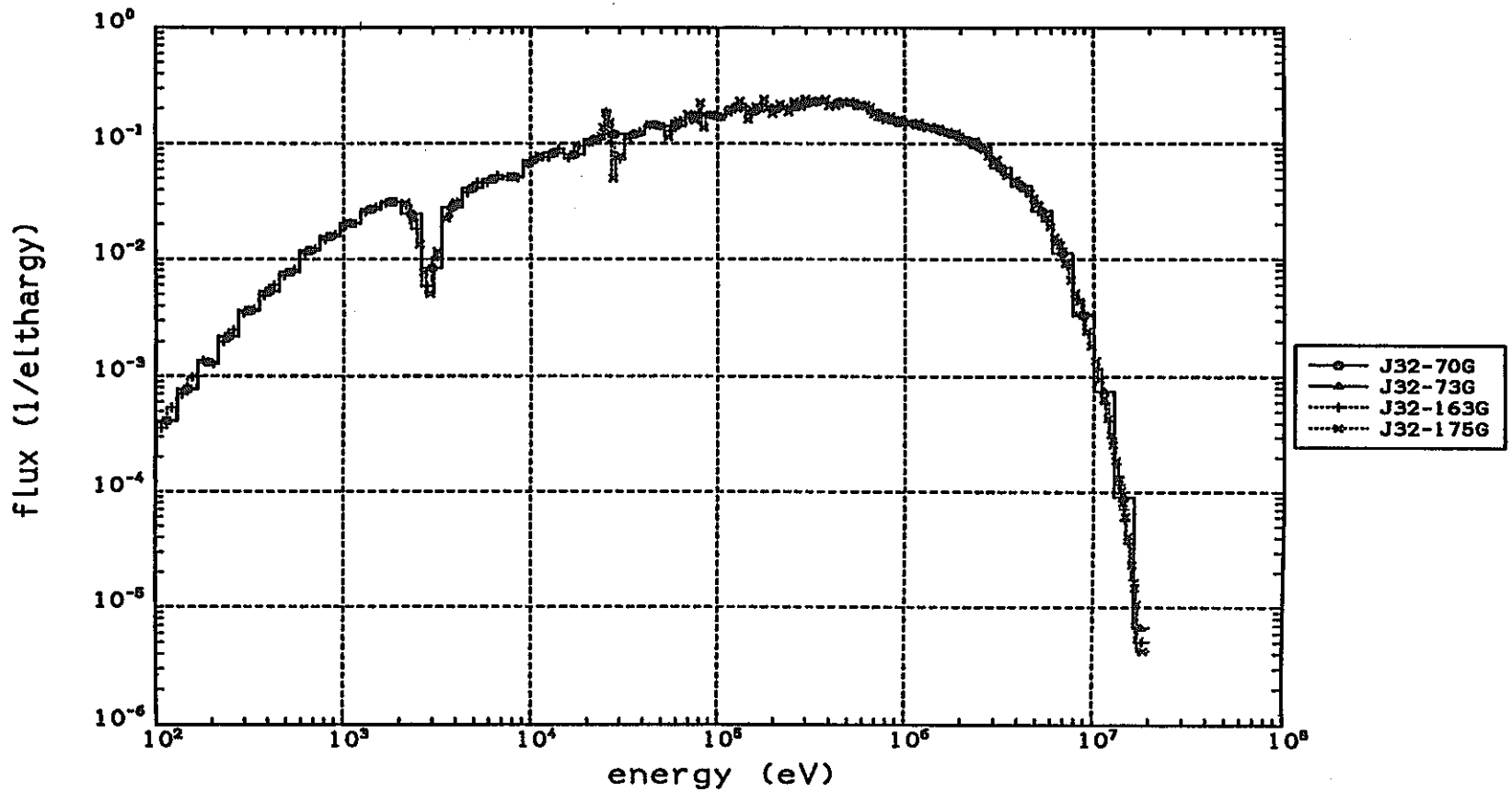

Fig. Comparison of ZPR-3-48 Real Neutron Spectra

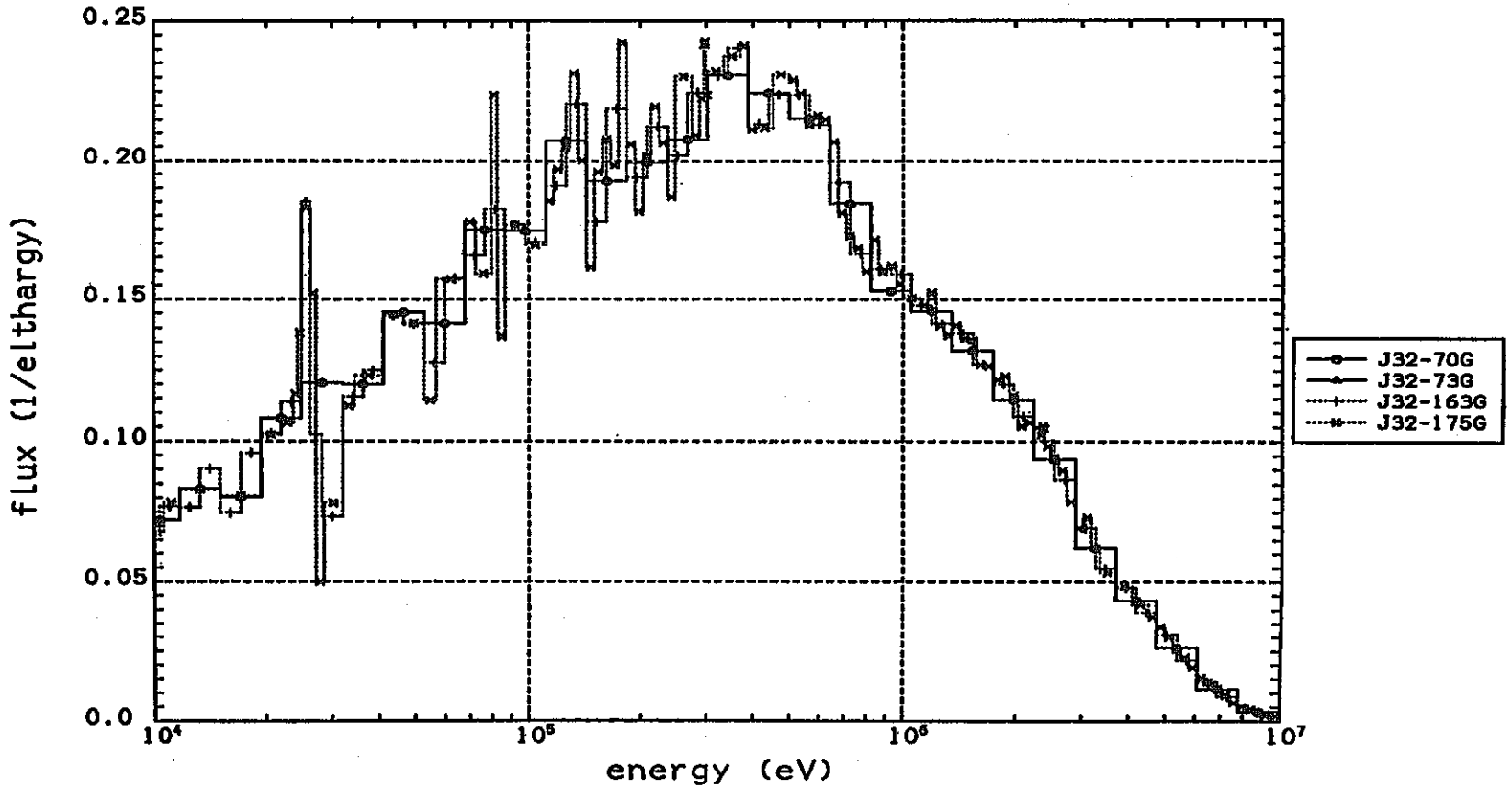

Fig. Comparison of ZPR-3-48 Real Neutron Spectra

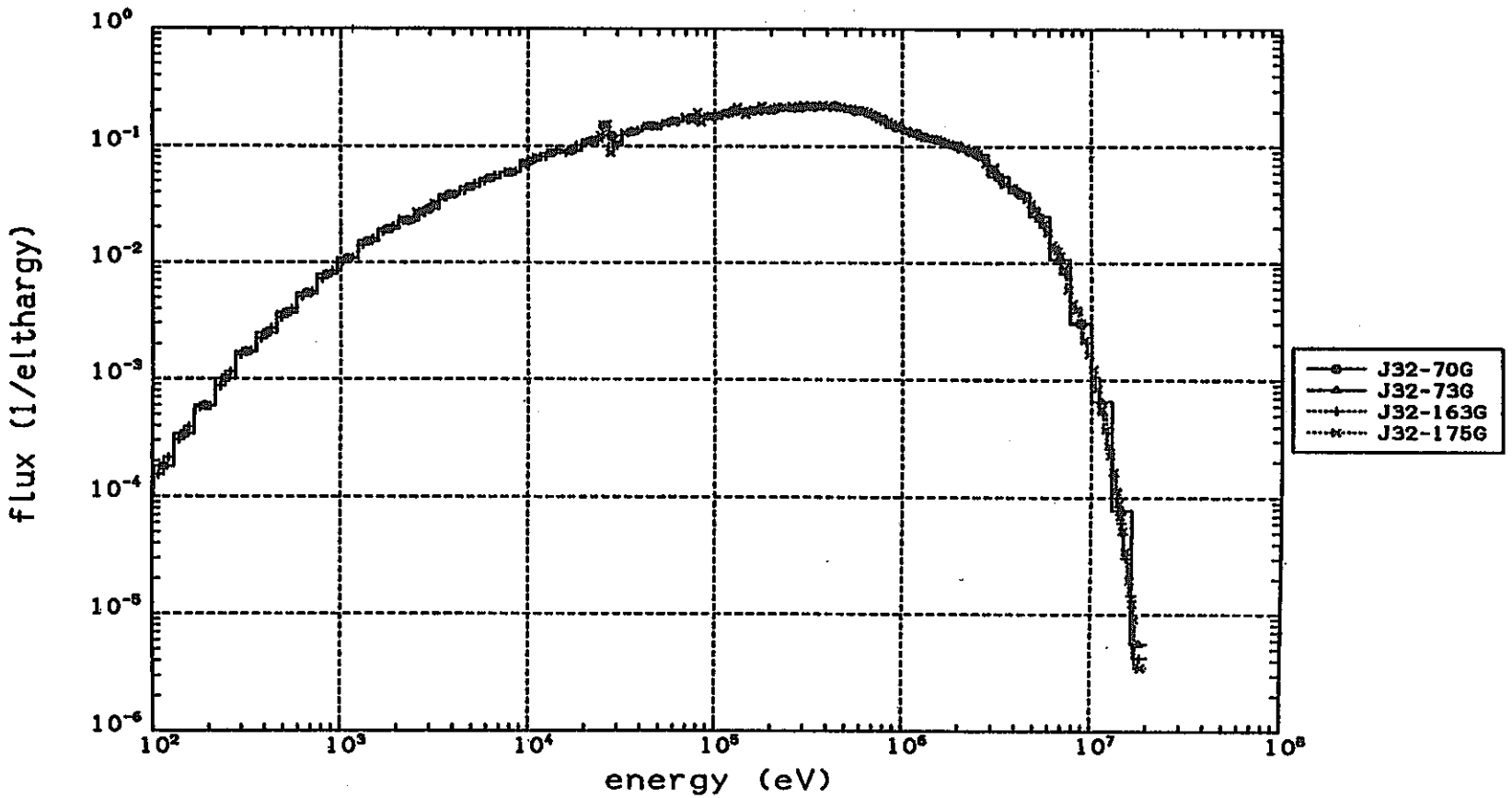

Fig. Comparison of ZEBRA-2 Real Neutron Spectra

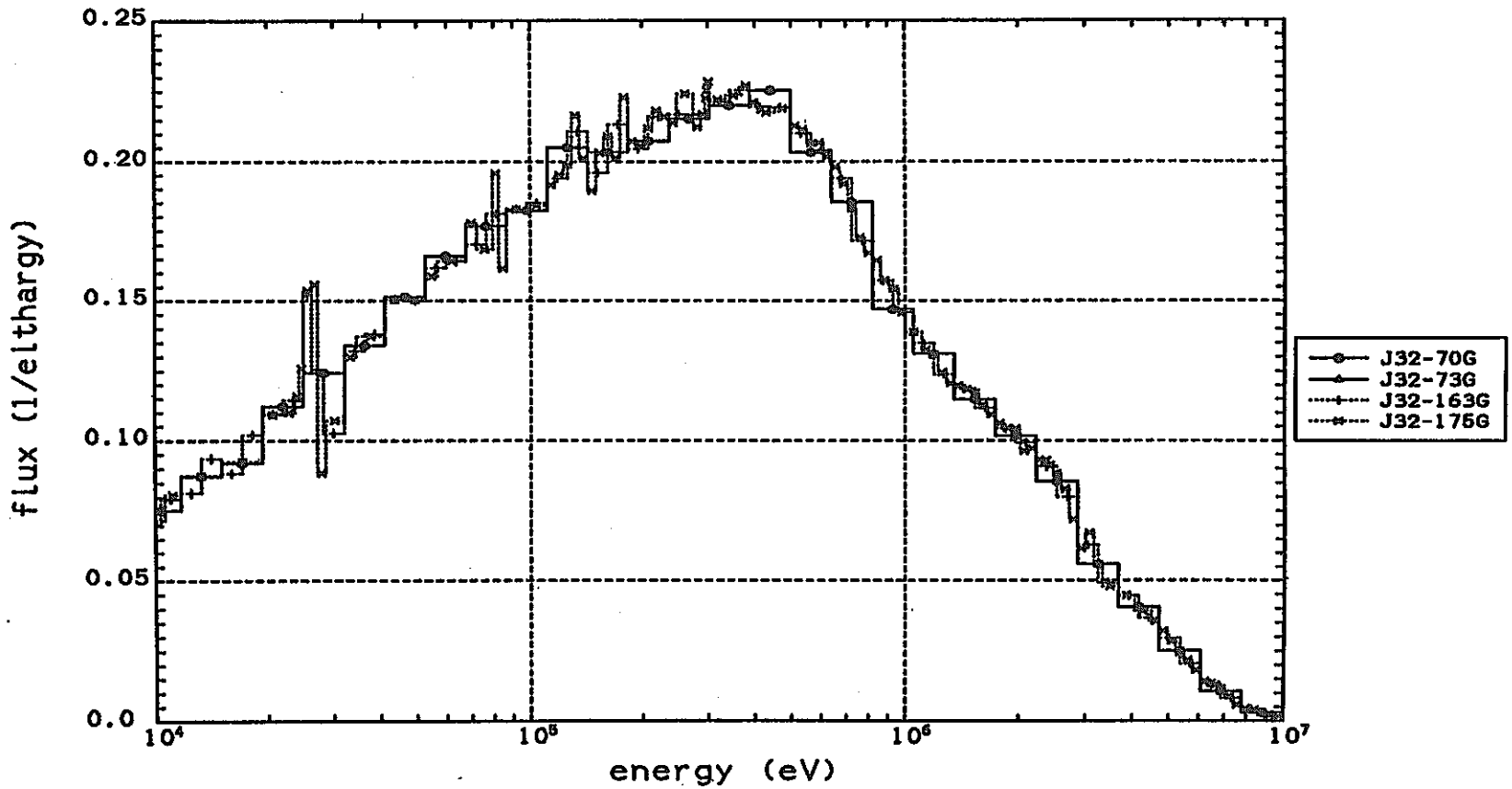

Fig. Comparison of ZEBRA-2 Real Neutron Spectra

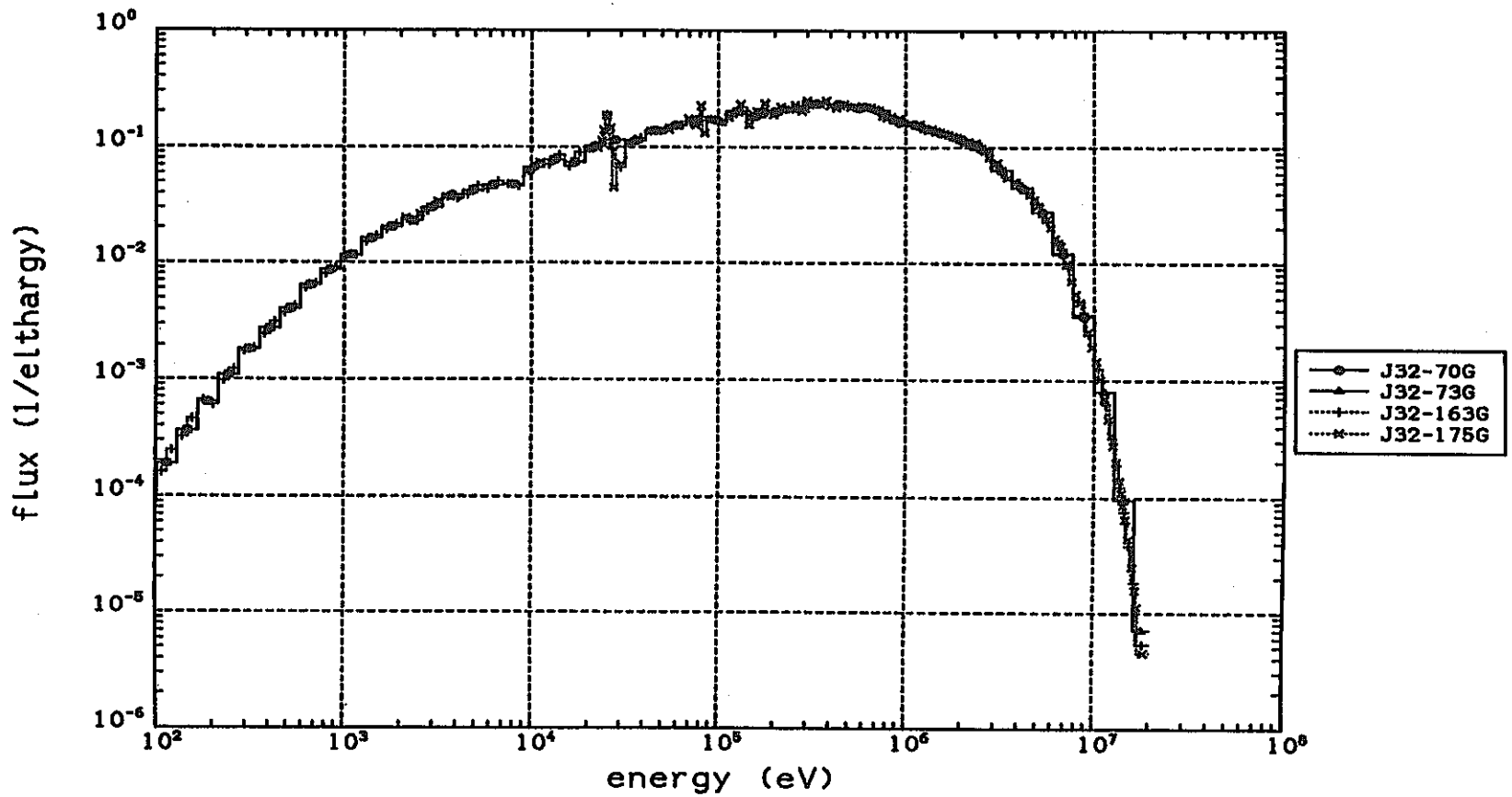

Fig. Comparison of ZPR-3-49 Real Neutron Spectra

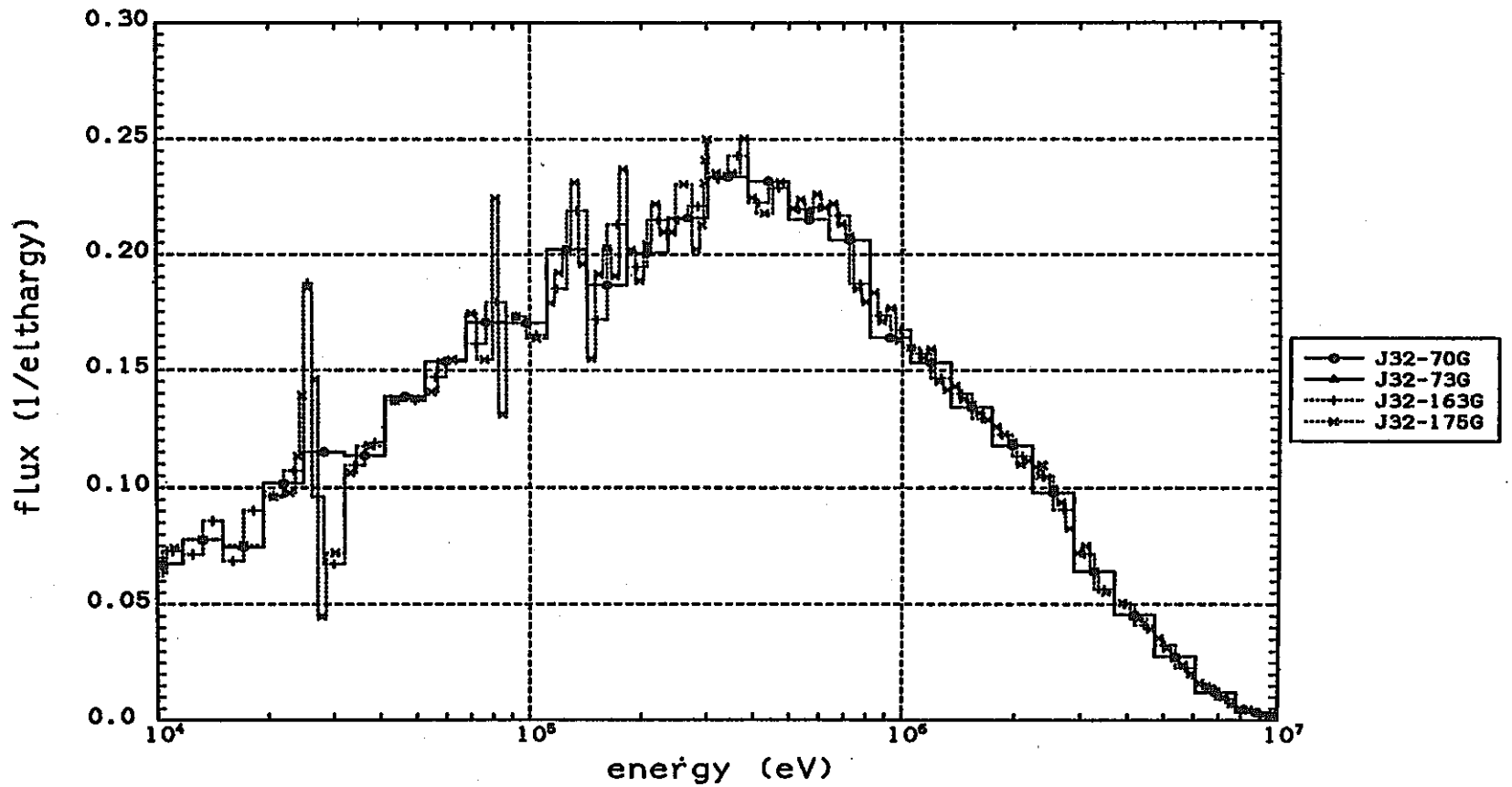

Fig. Comparison of ZPR-3-49 Real Neutron Spectra

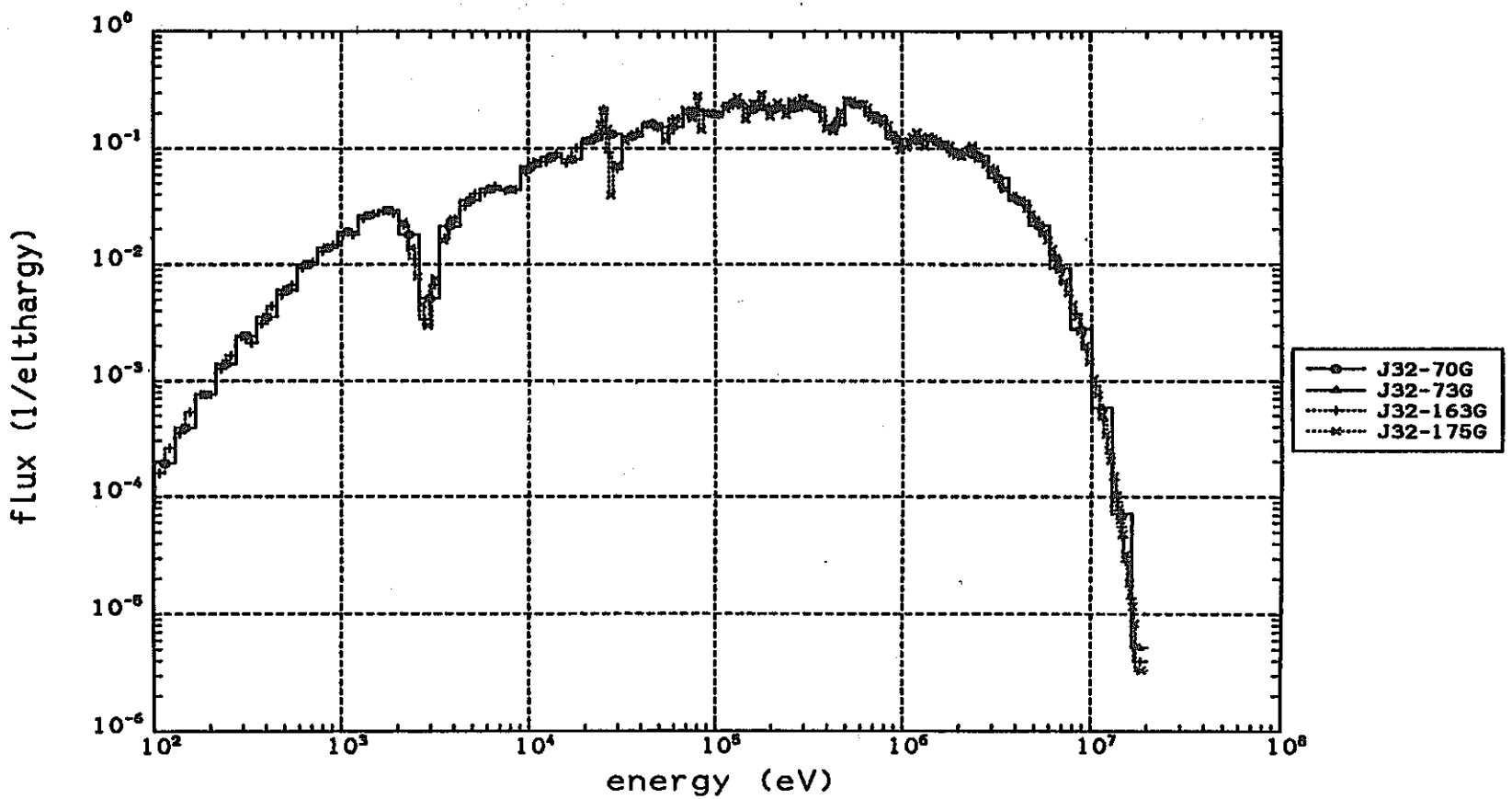

Fig. Comparison of ZPR3-56B Real Neutron Spectra

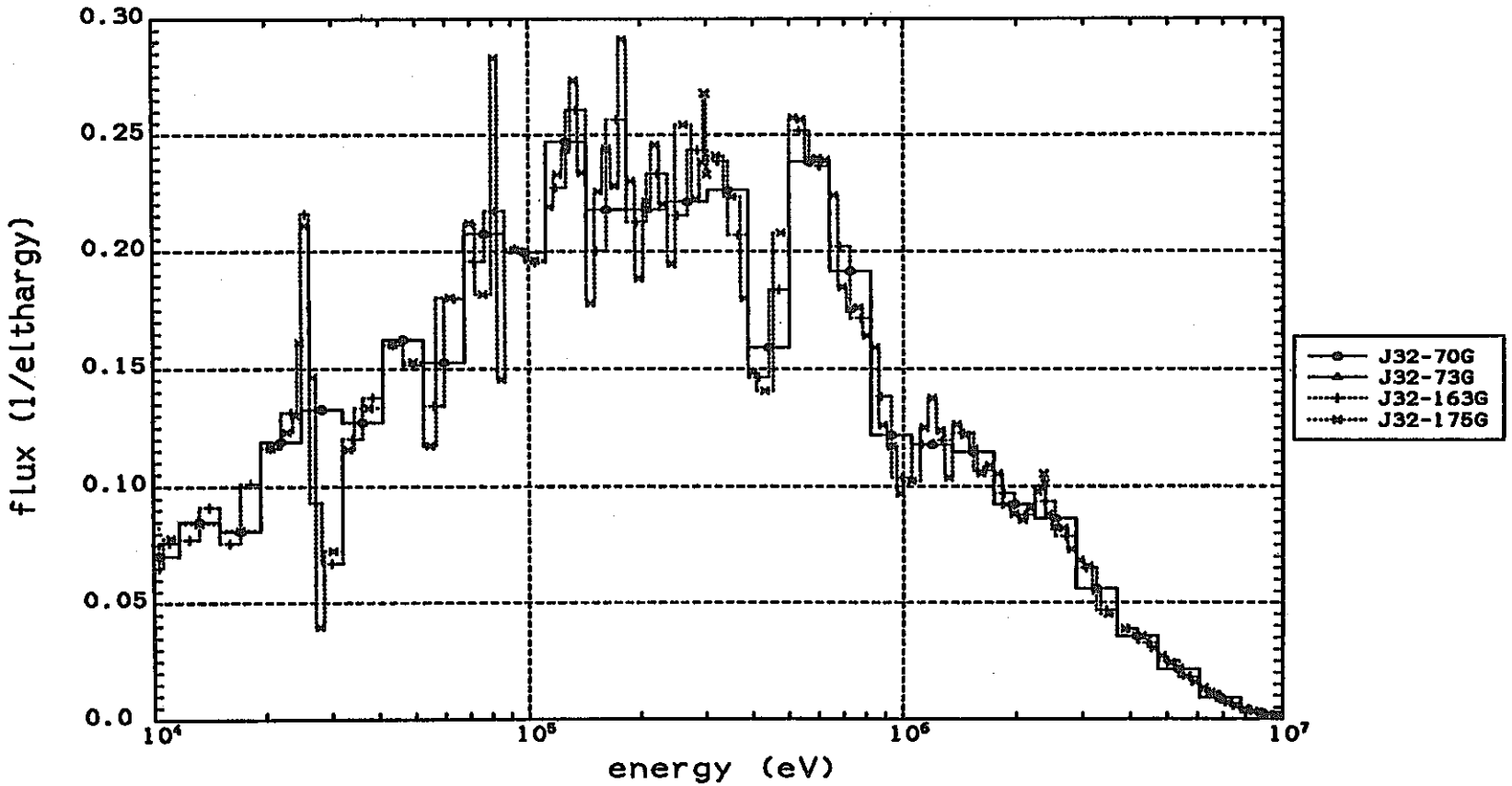

Fig. Comparison of ZPR3-56B Real Neutron Spectra

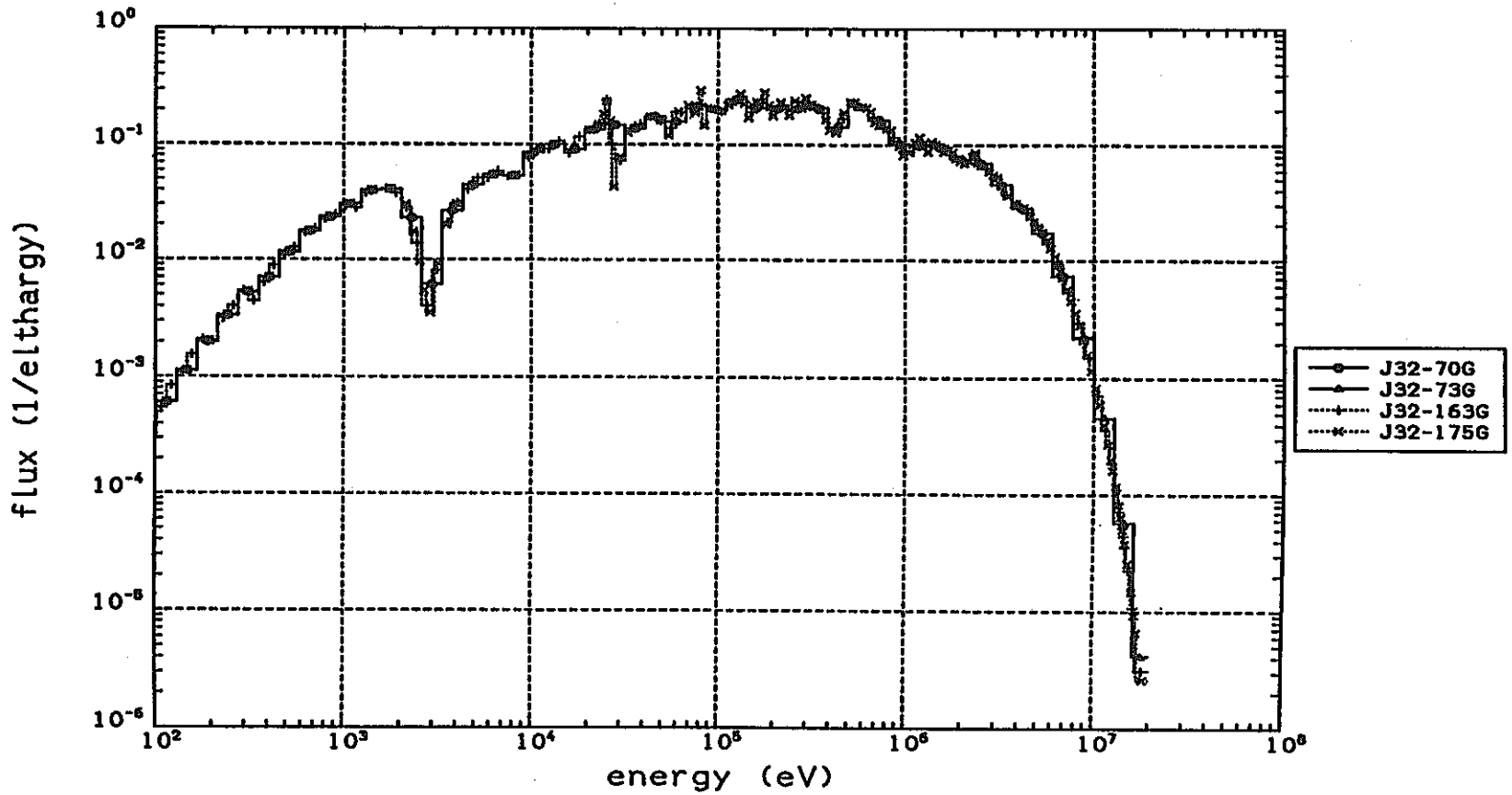

Fig. Comparison of ZPR-6-7 Real Neutron Spectra

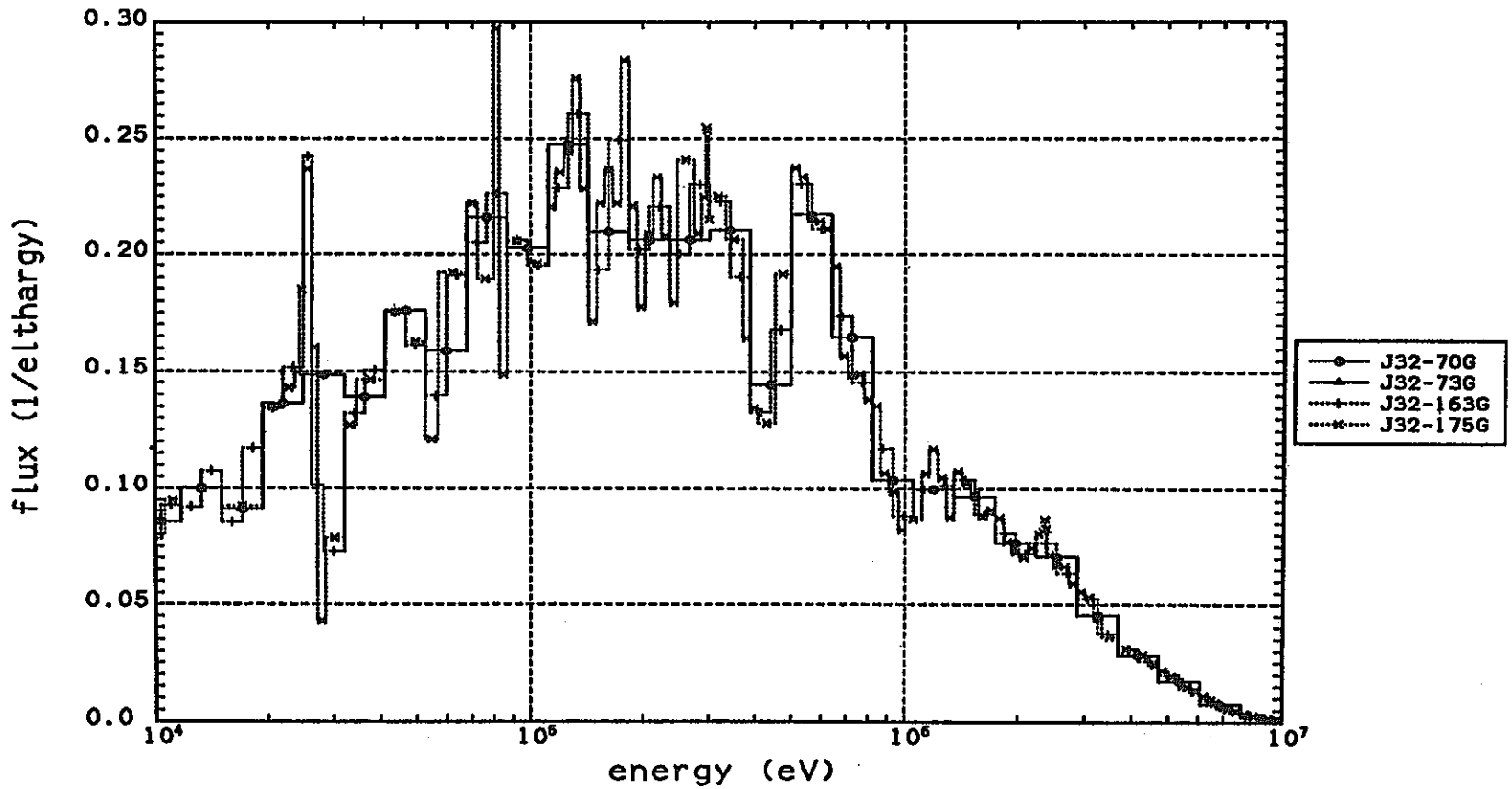

Fig. Comparison of ZPR-6-7 Real Neutron Spectra

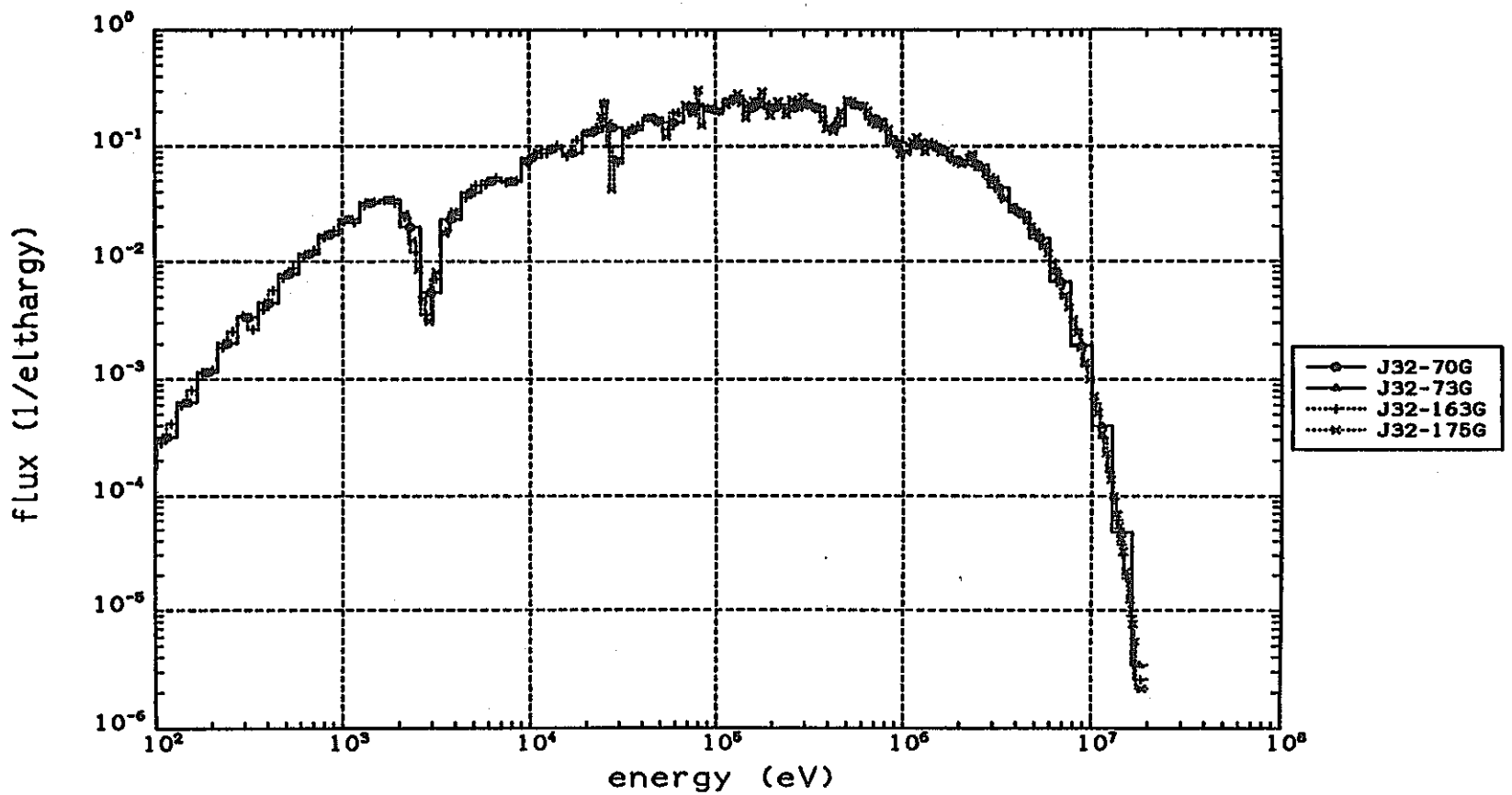

Fig. Comparison of ZPR-6-6A Real Neutron Spectra

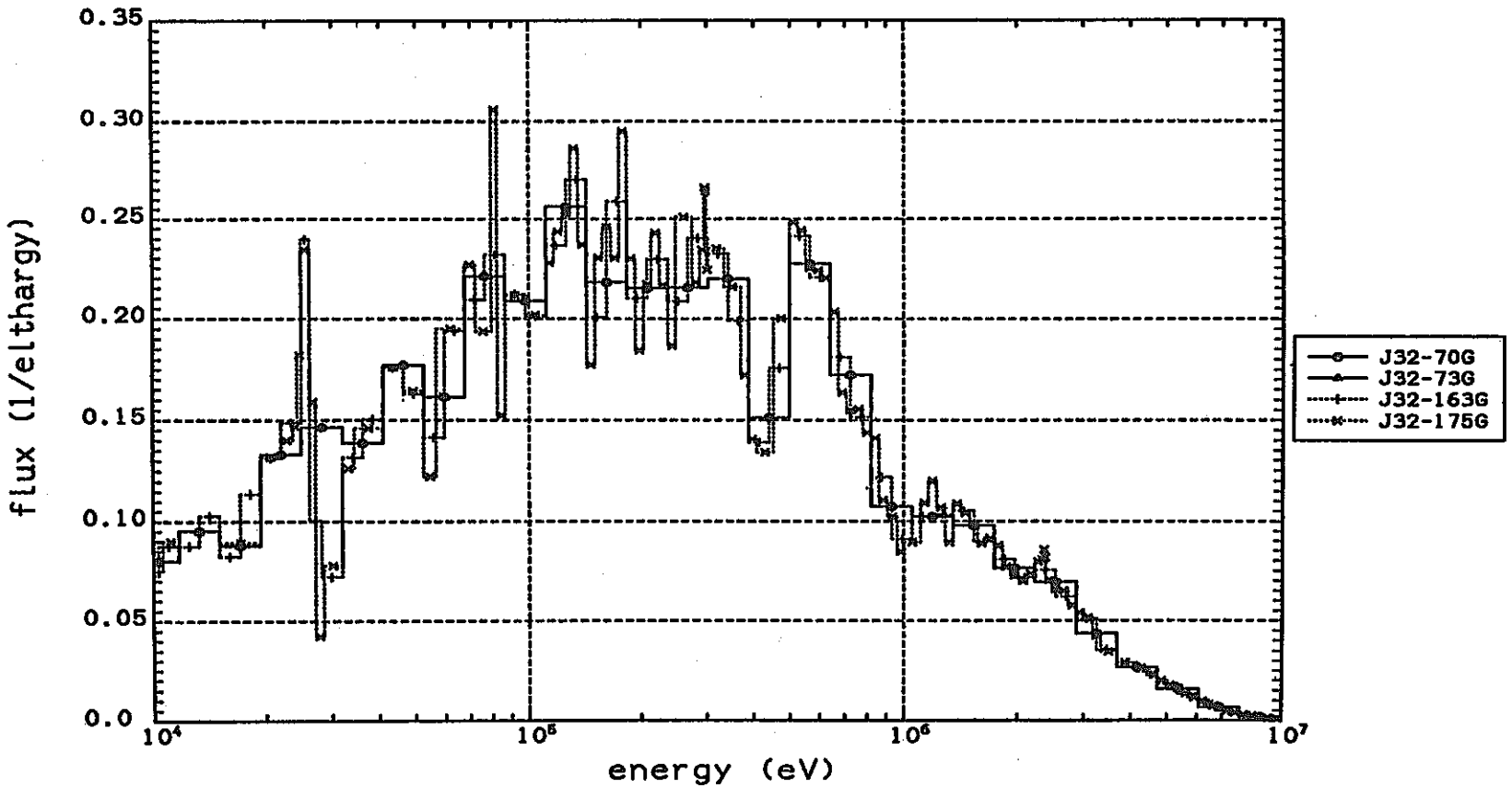

Fig. Comparison of ZPR-6-6A Real Neutron Spectra

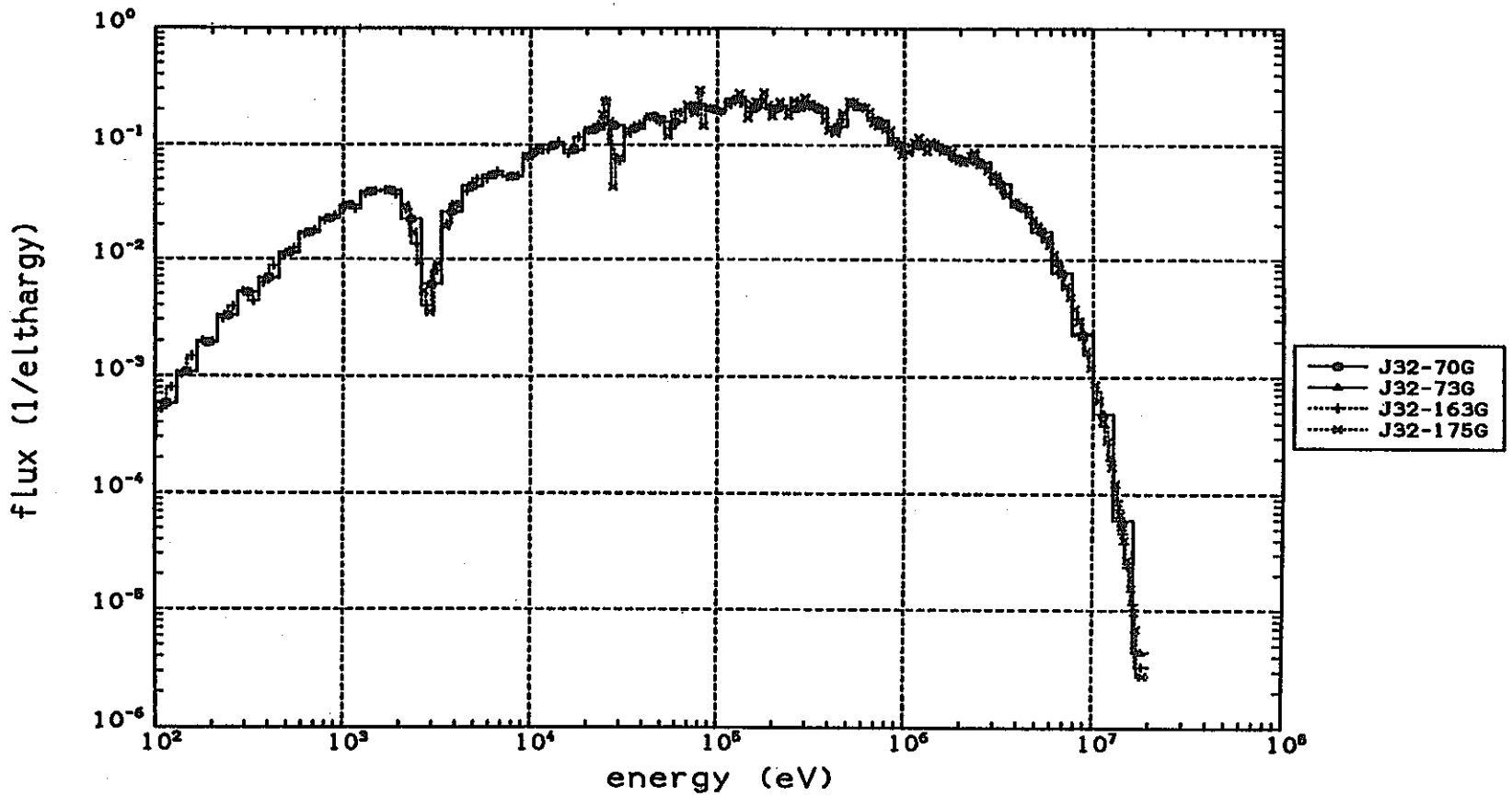

Fig. Comparison of ZPPR-2 Real Neutron Spectra

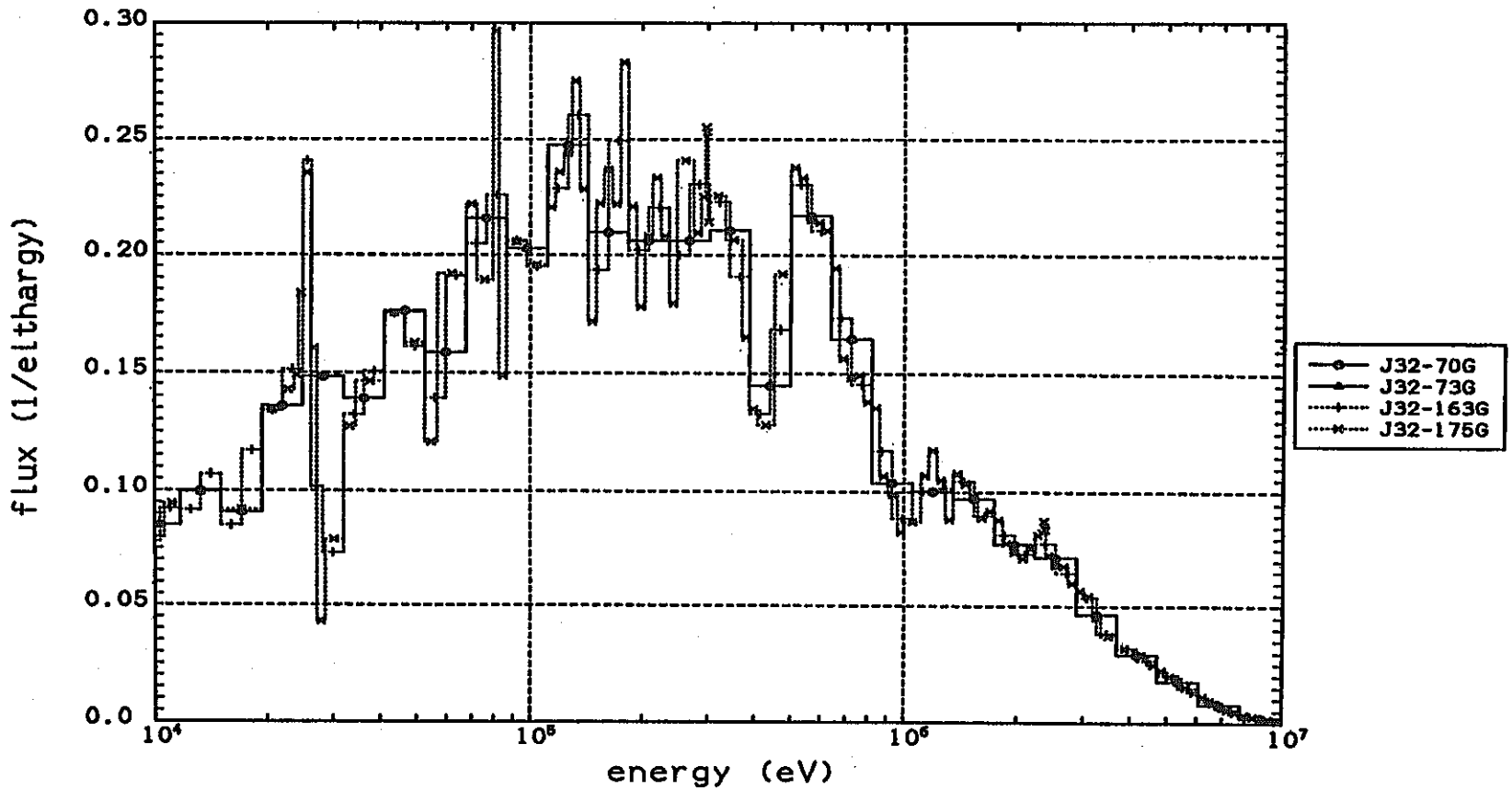

Fig. Comparison of ZPPR-2 Real Neutron Spectra

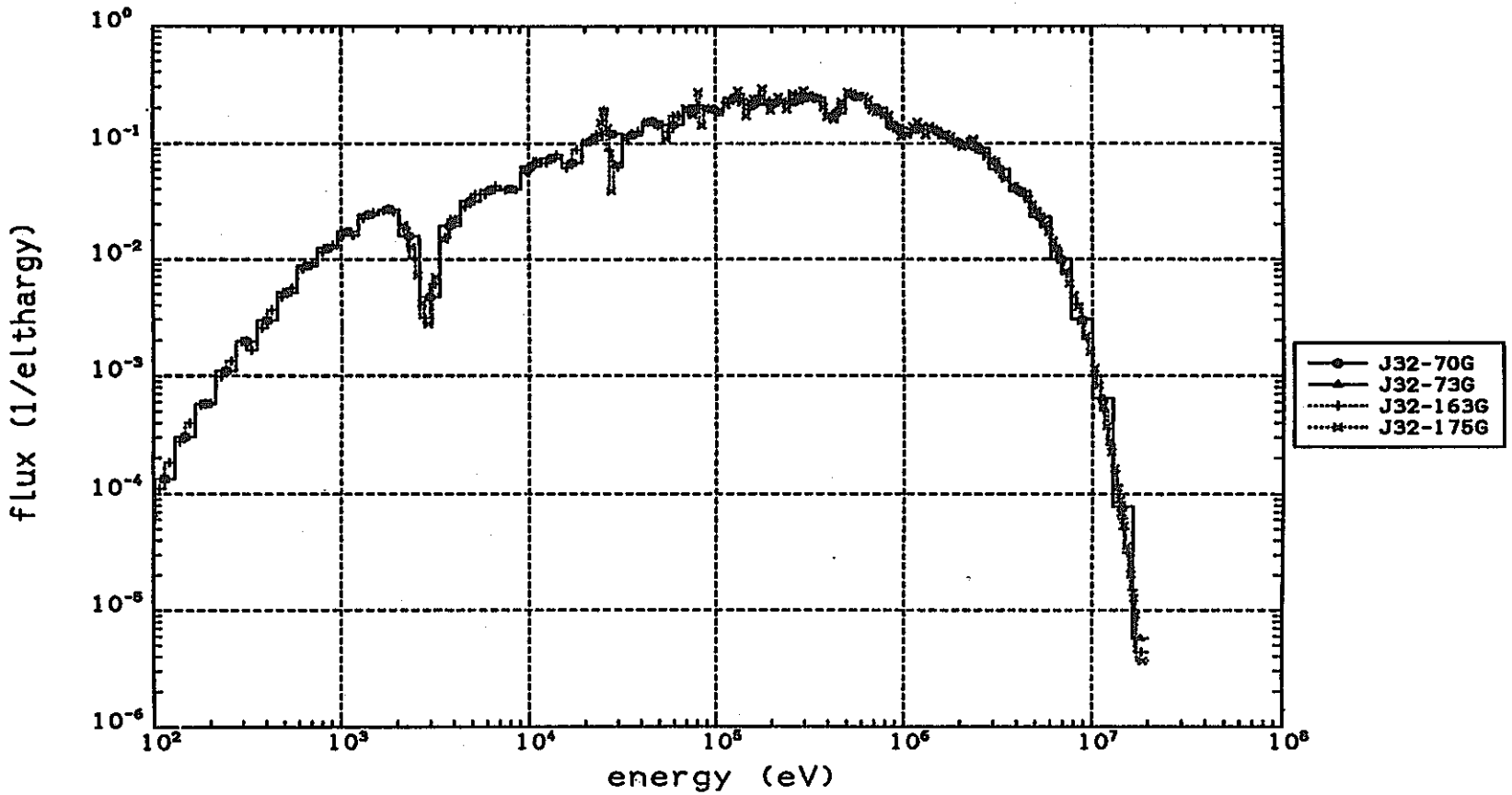

Fig. Comparison of MZA Real Neutron Spectra

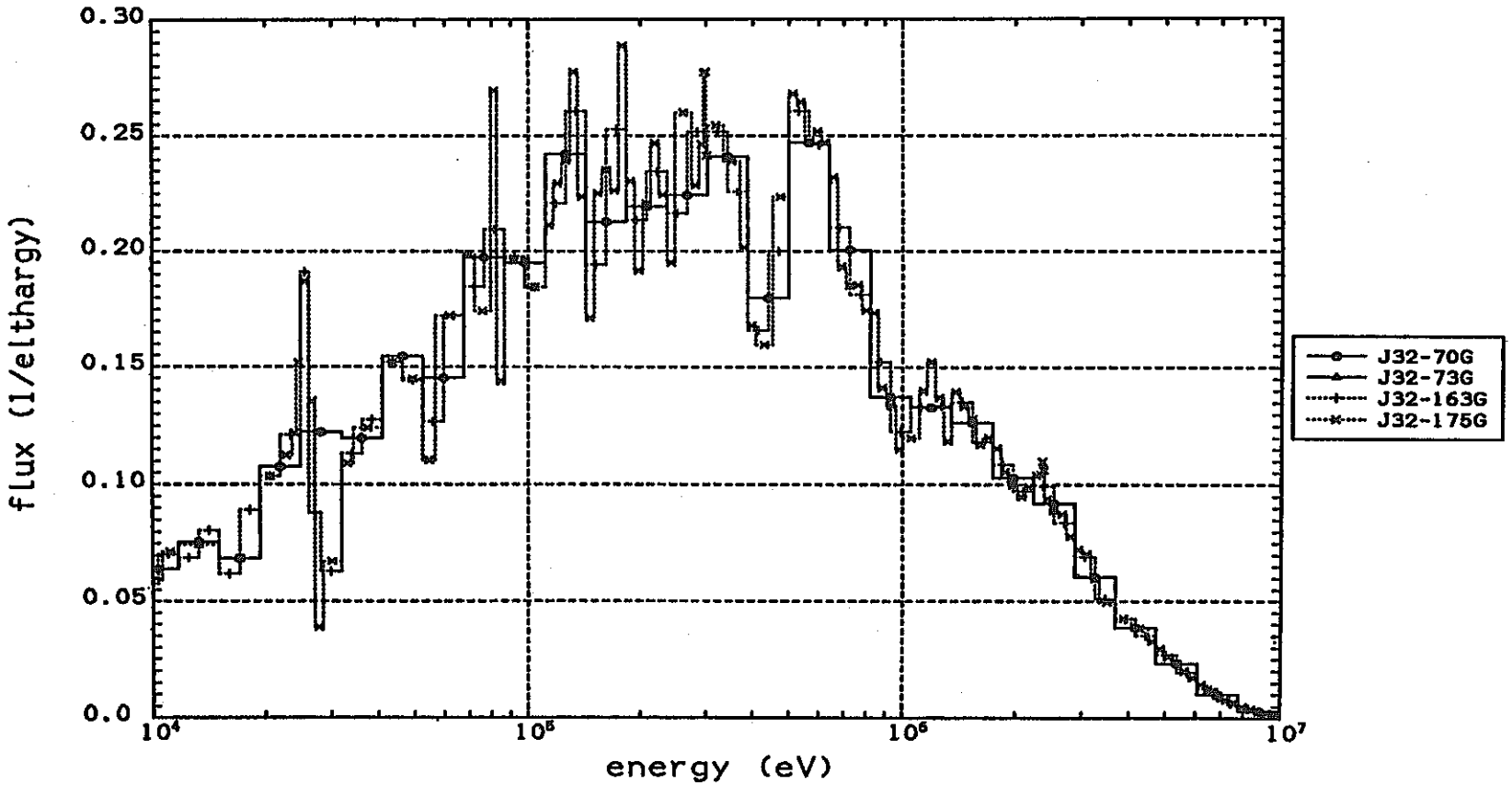

Fig. Comparison of MZA Real Neutron Spectra

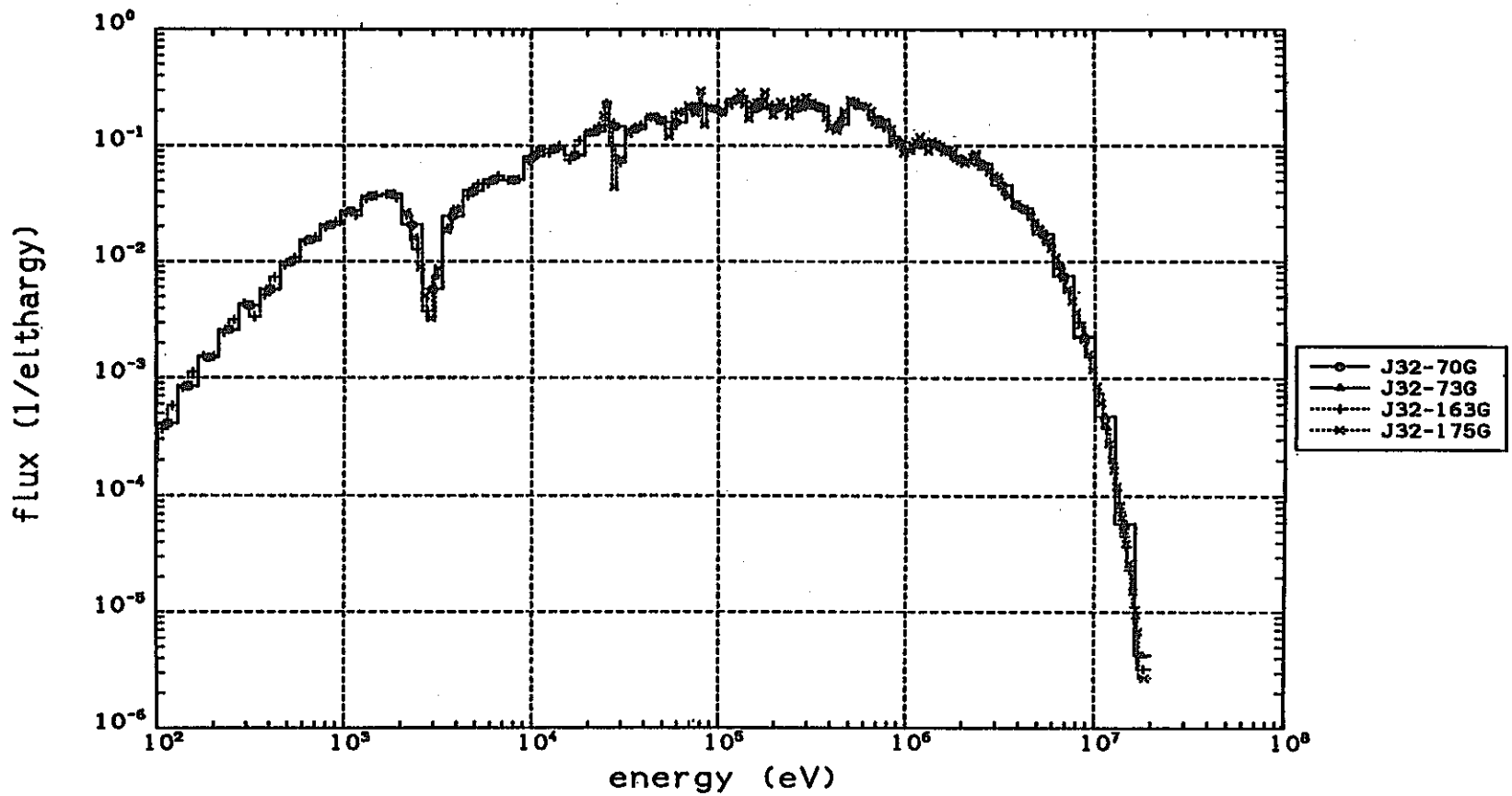

Fig. Comparison of MZB(1) Real Neutron Spectra

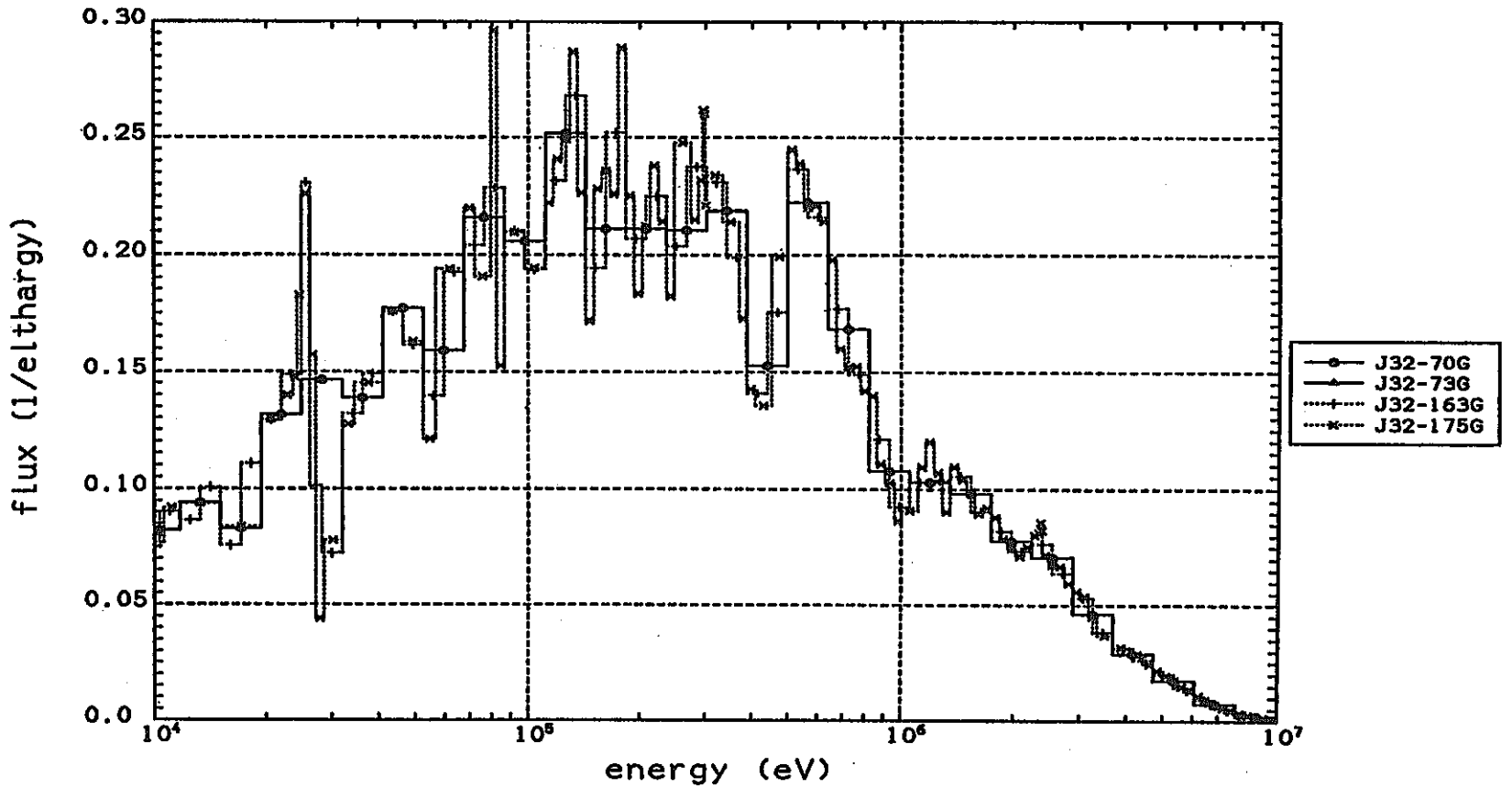

Fig. Comparison of MZB(1) Real Neutron Spectra

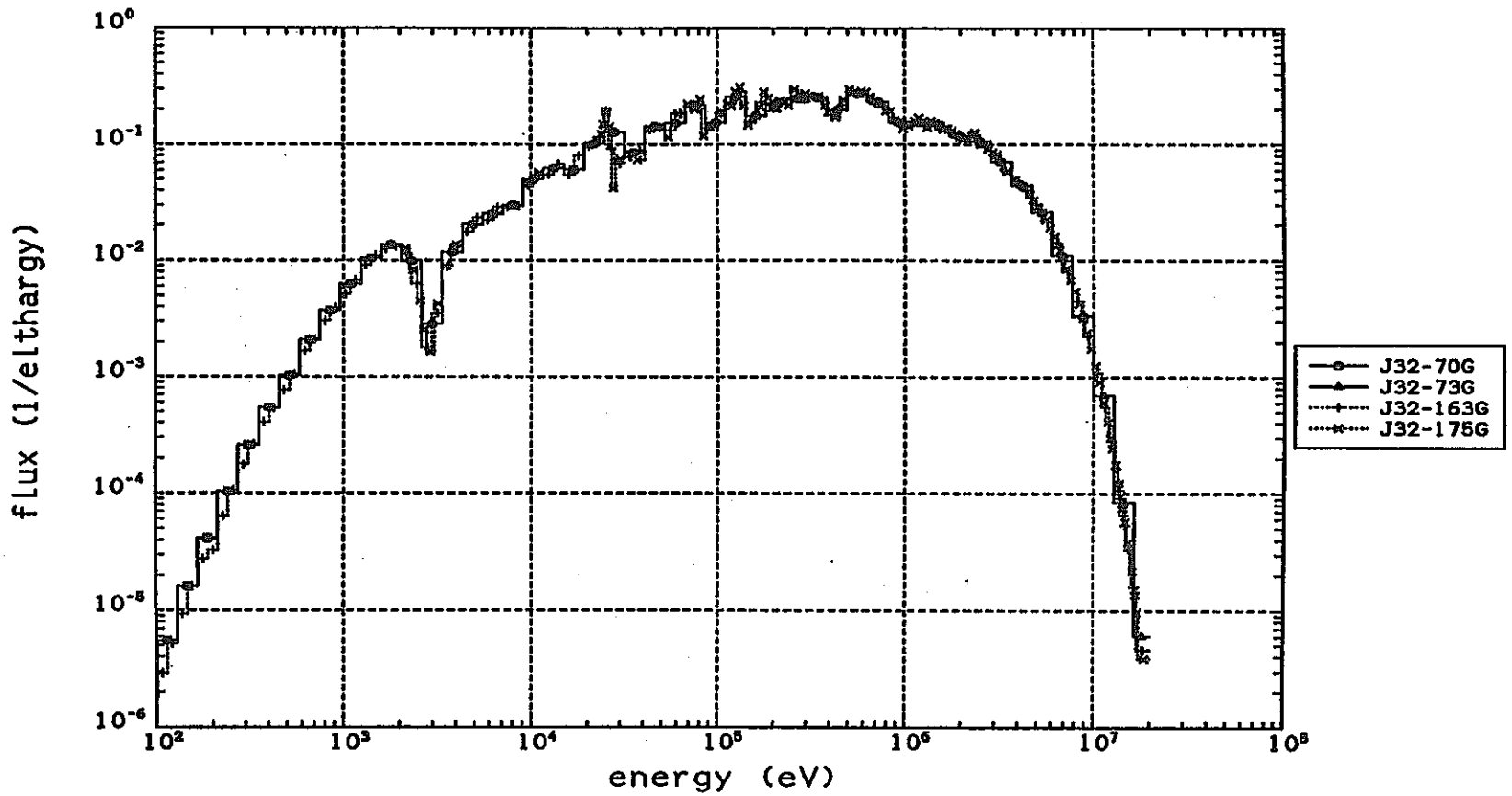

Fig. Comparison of FCA-5-2 Real Neutron Spectra

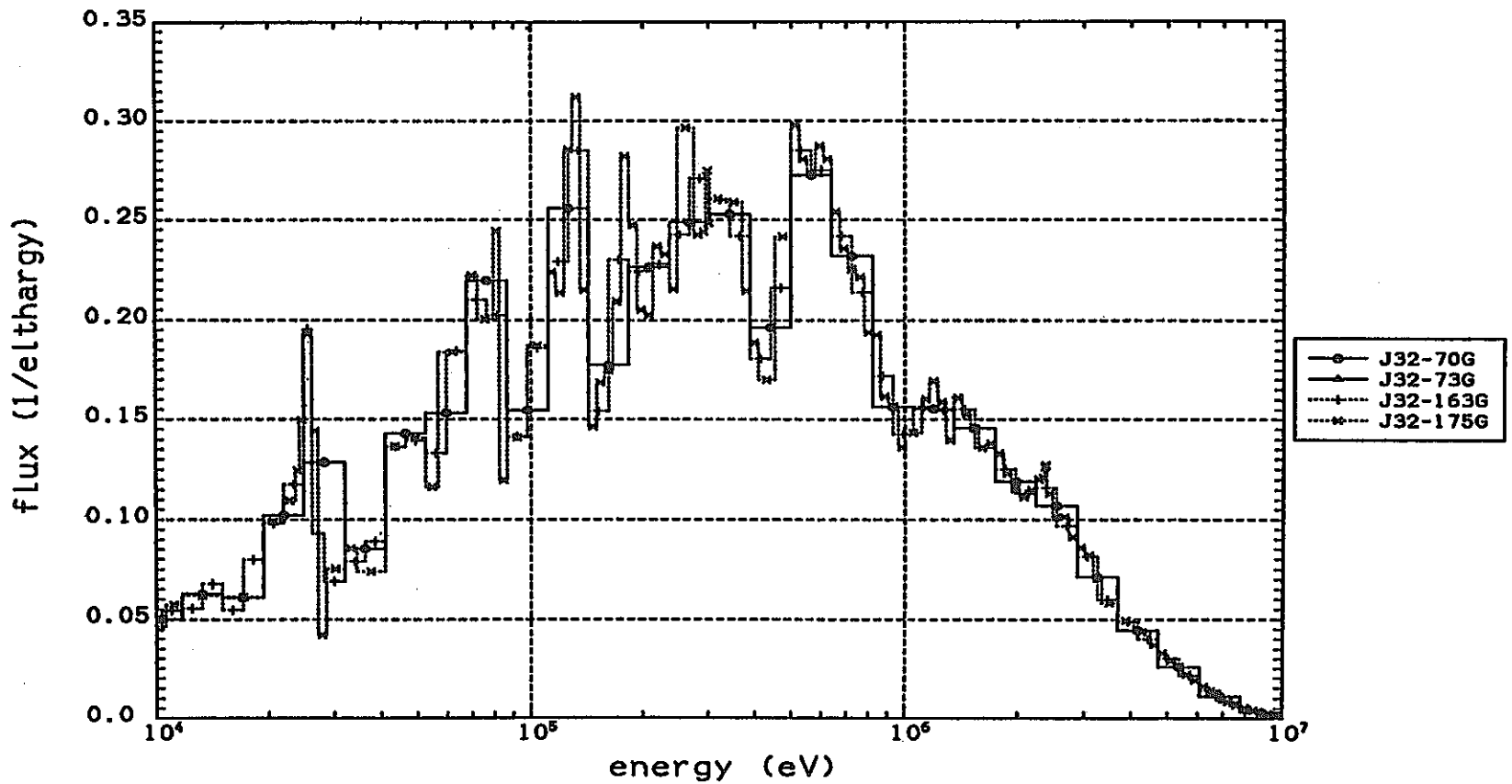

Fig. Comparison of FCA-5-2 Real Neutron Spectra

付録C　ZPPR-9の1次元輸送計算による中性子スペクトラム及び反応率分布の比較図

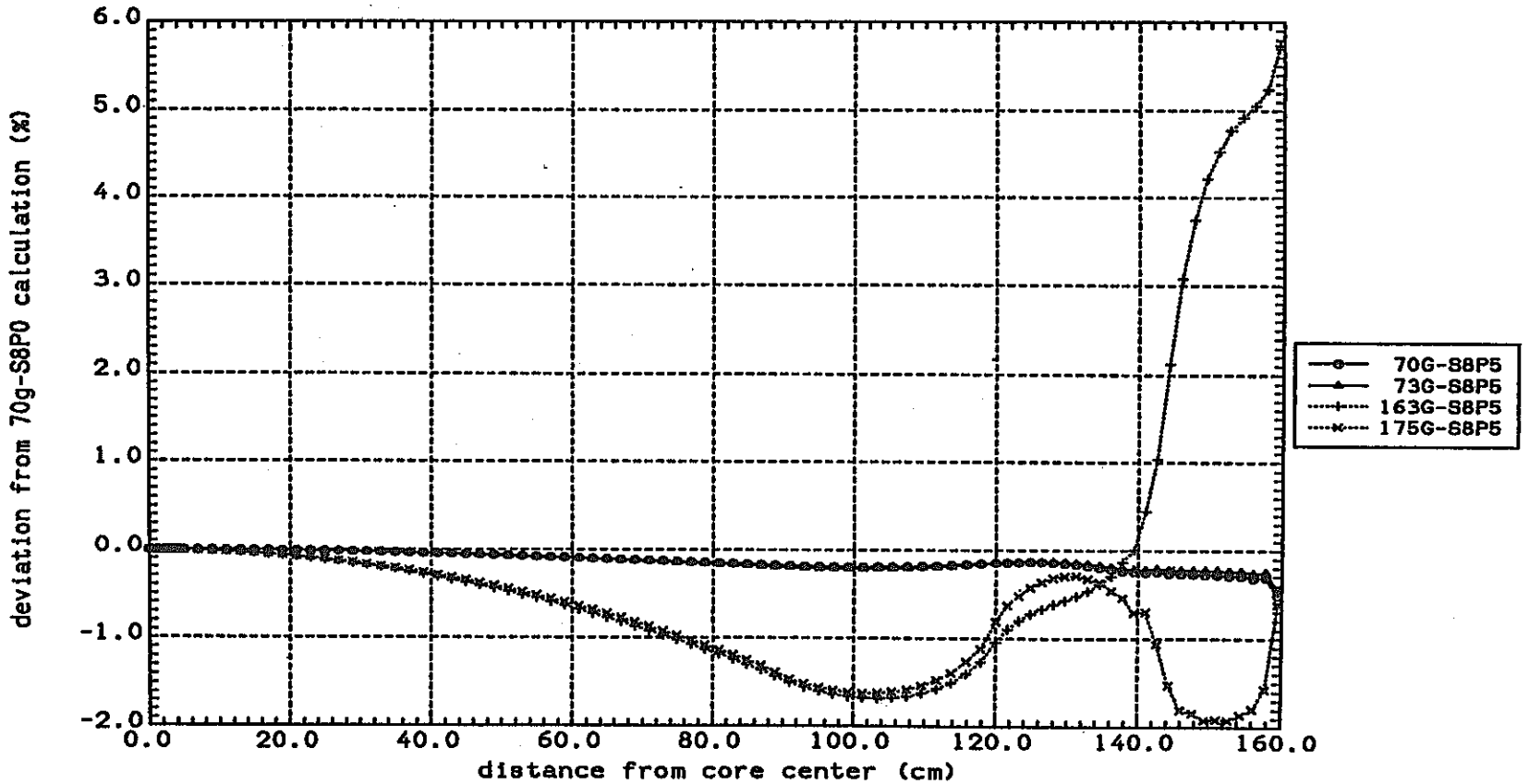

Fig. Comparison of U-235 ZPPR9 Capture Rate distribution

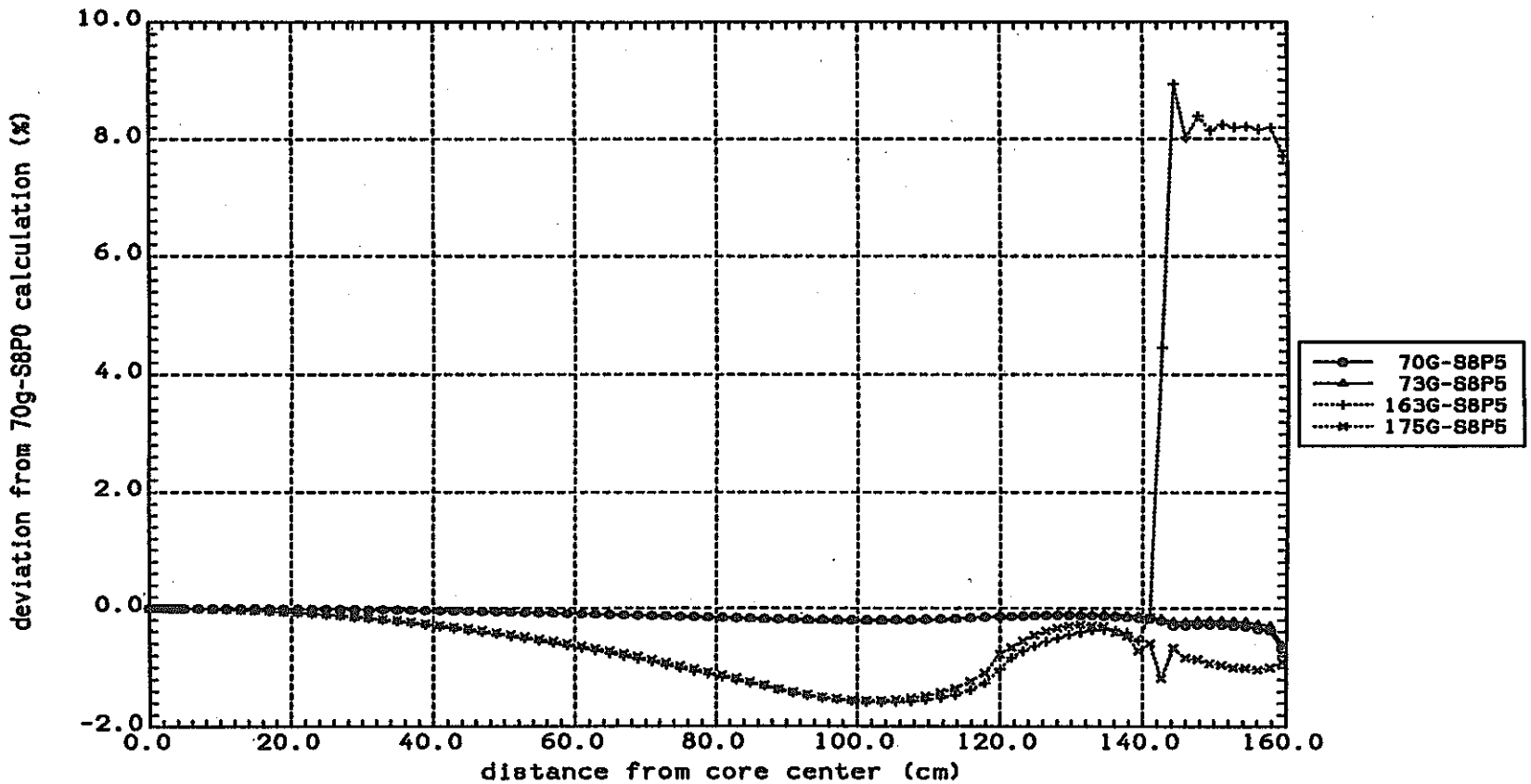

Fig. Comparison of U-238 ZPPR9 Capture Rate distribution

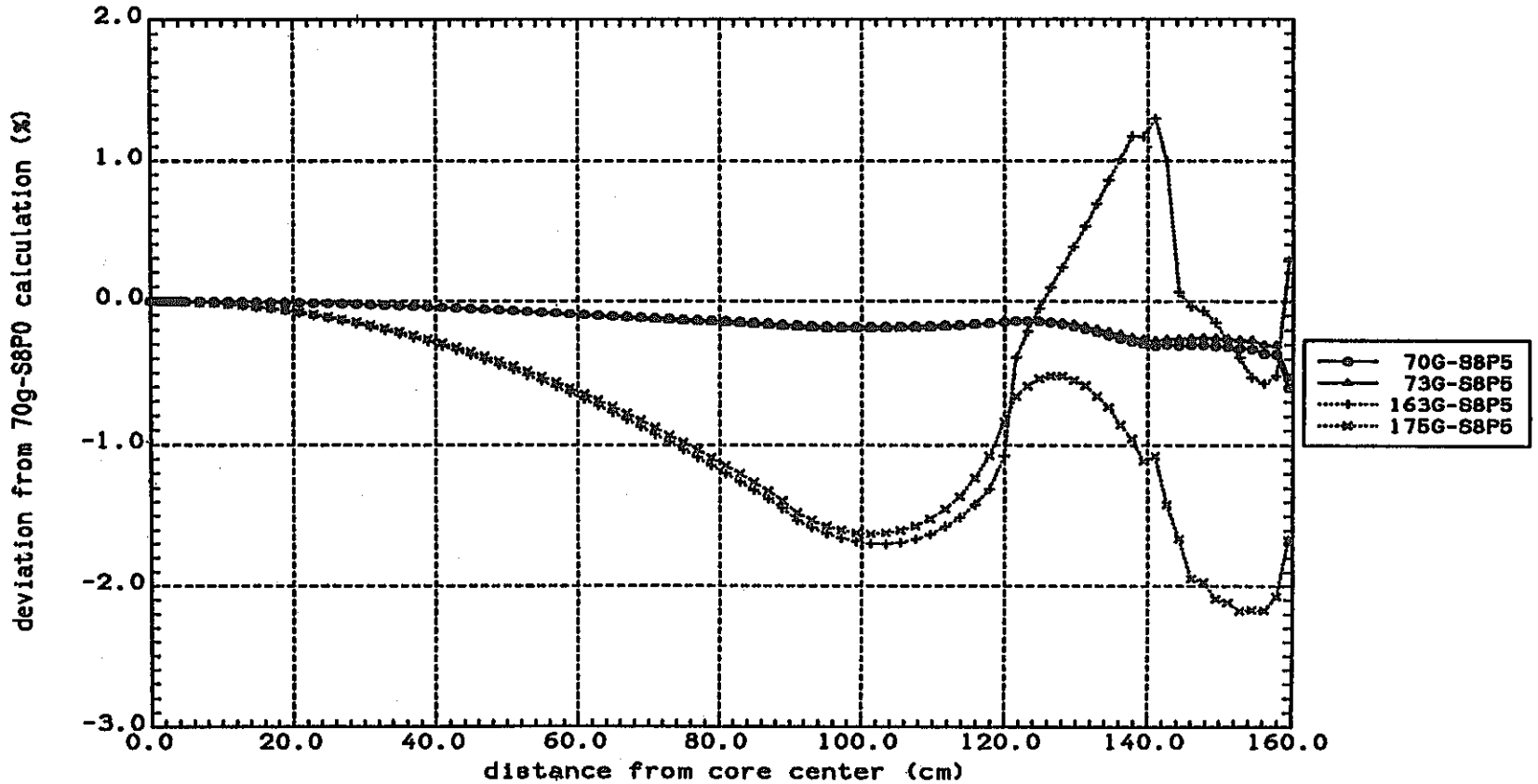

Fig. Comparison of PU-239 ZPPR9 Capture Rate distribution

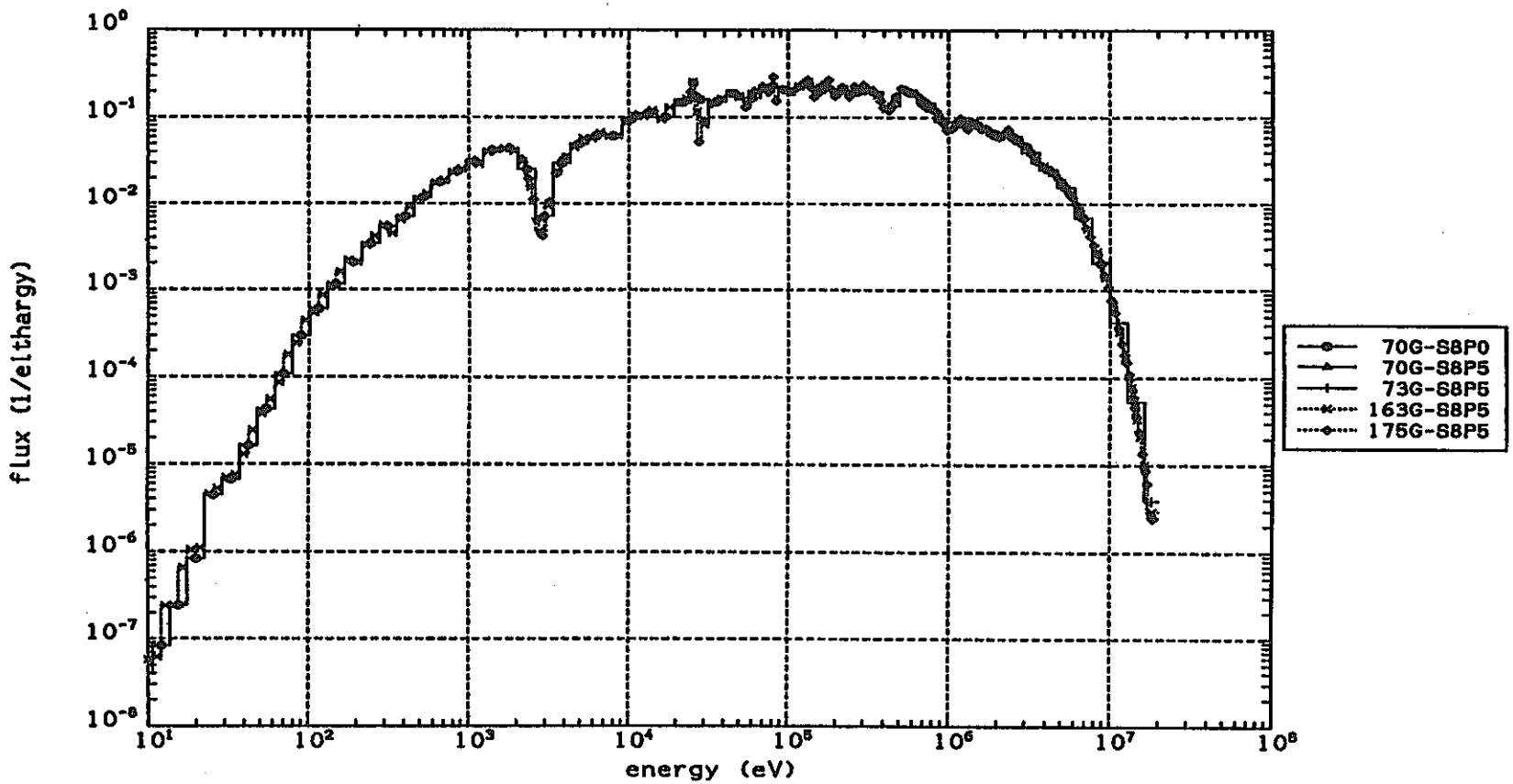

Fig. Comparison of R= 0.00 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

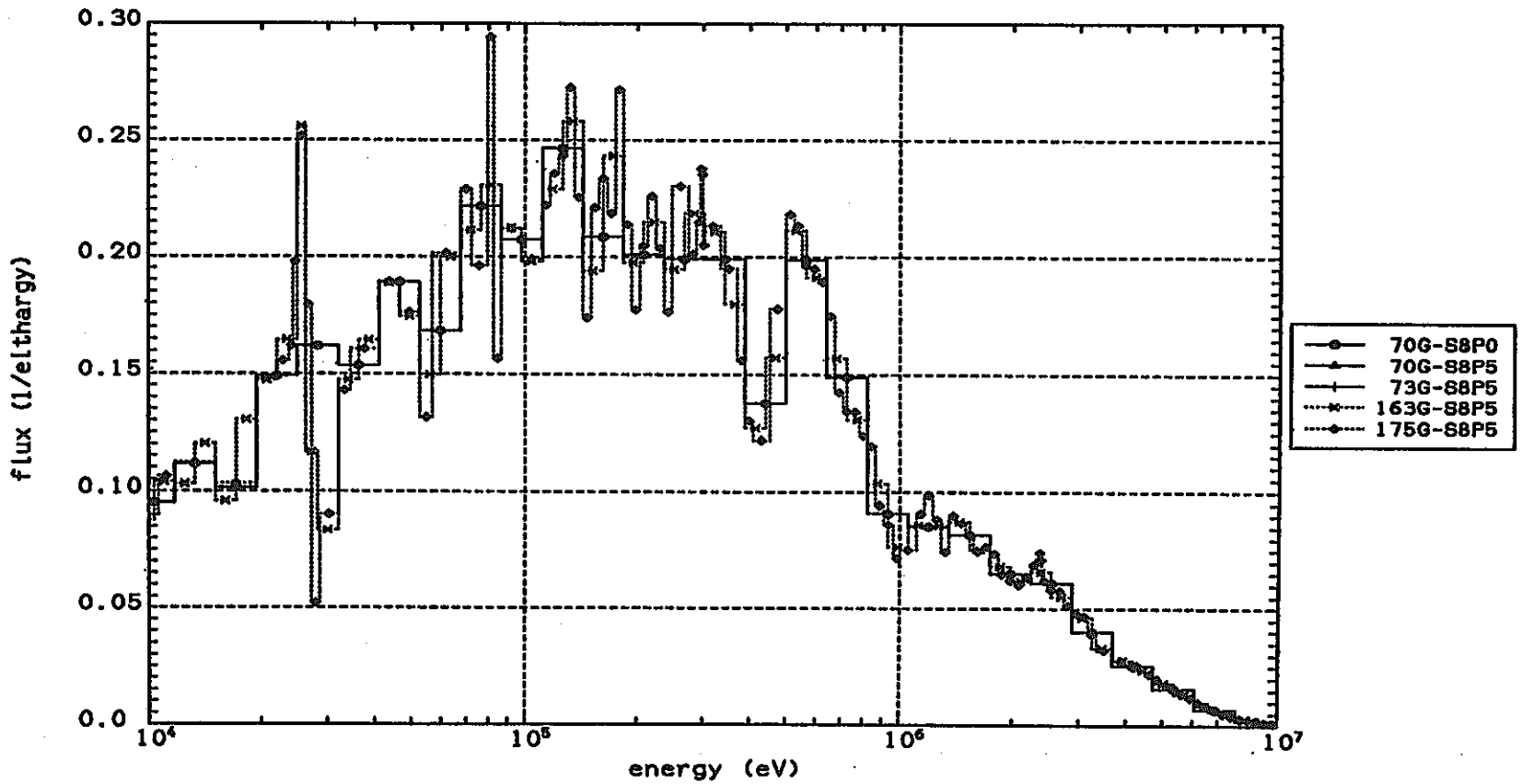

Fig. Comparison of R= 0.00 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

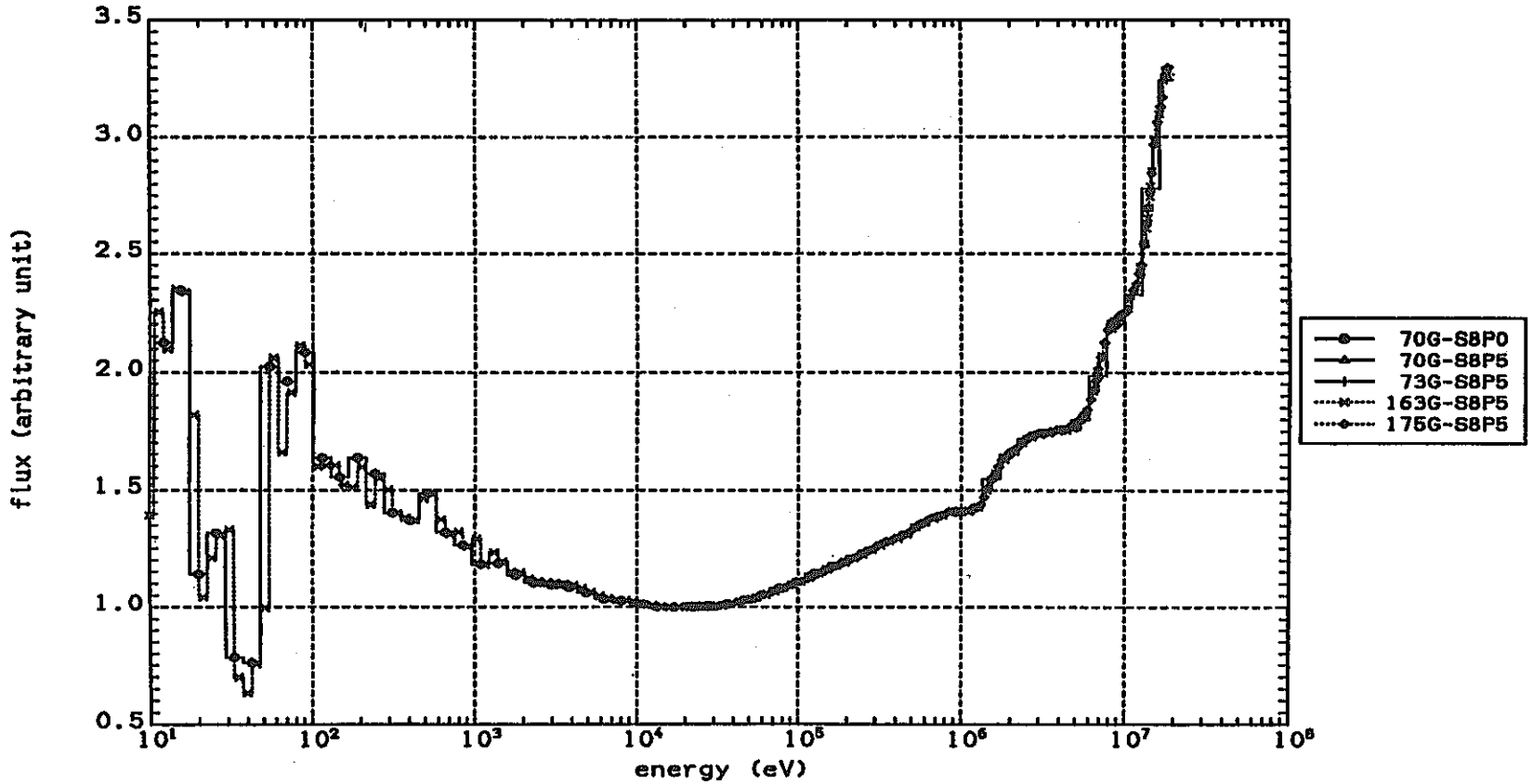

Fig. Comparison of R= 0.00 CM ZPPR9 Adjoint Neutron Spectra

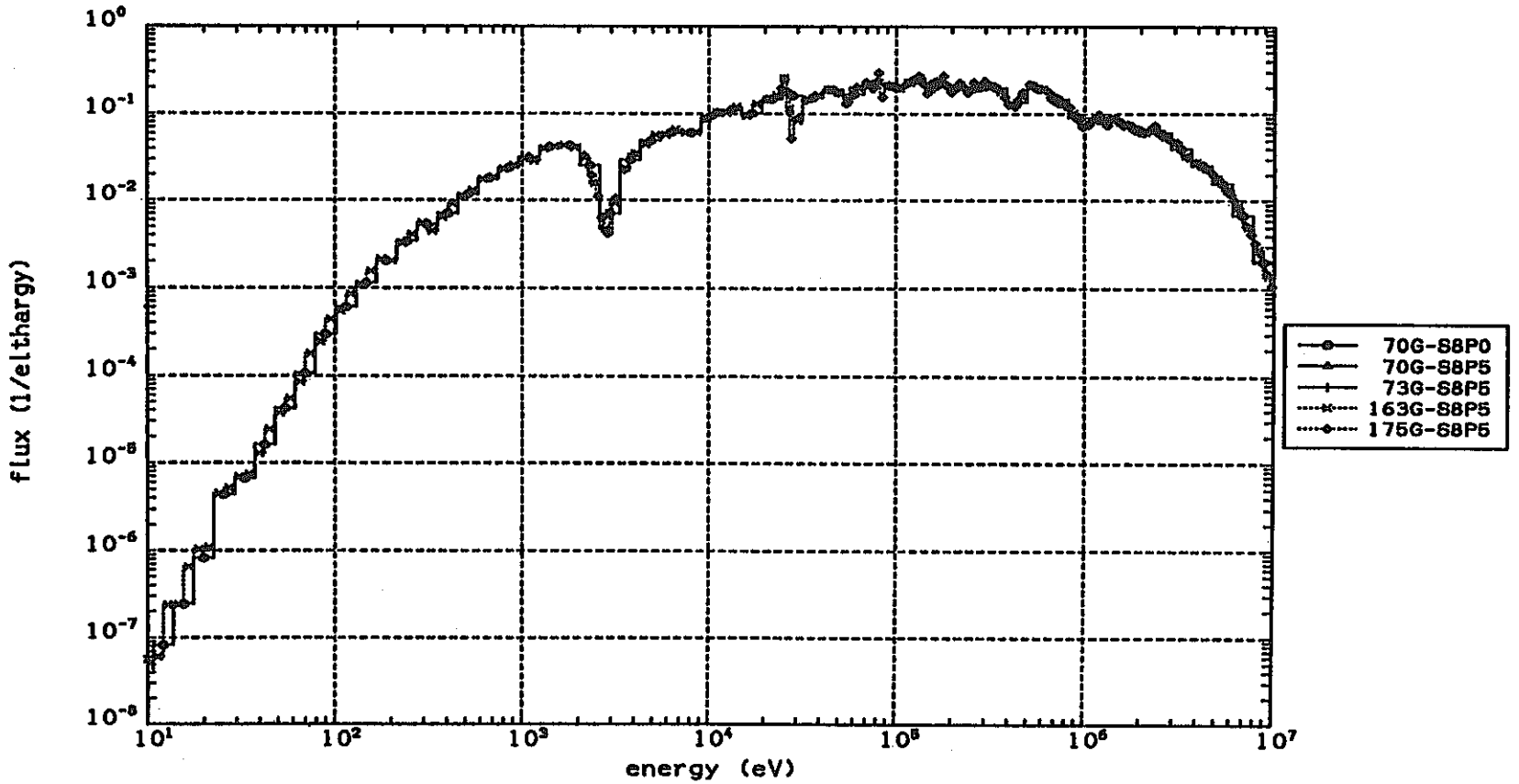

Fig. Comparison of R= 44.87 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

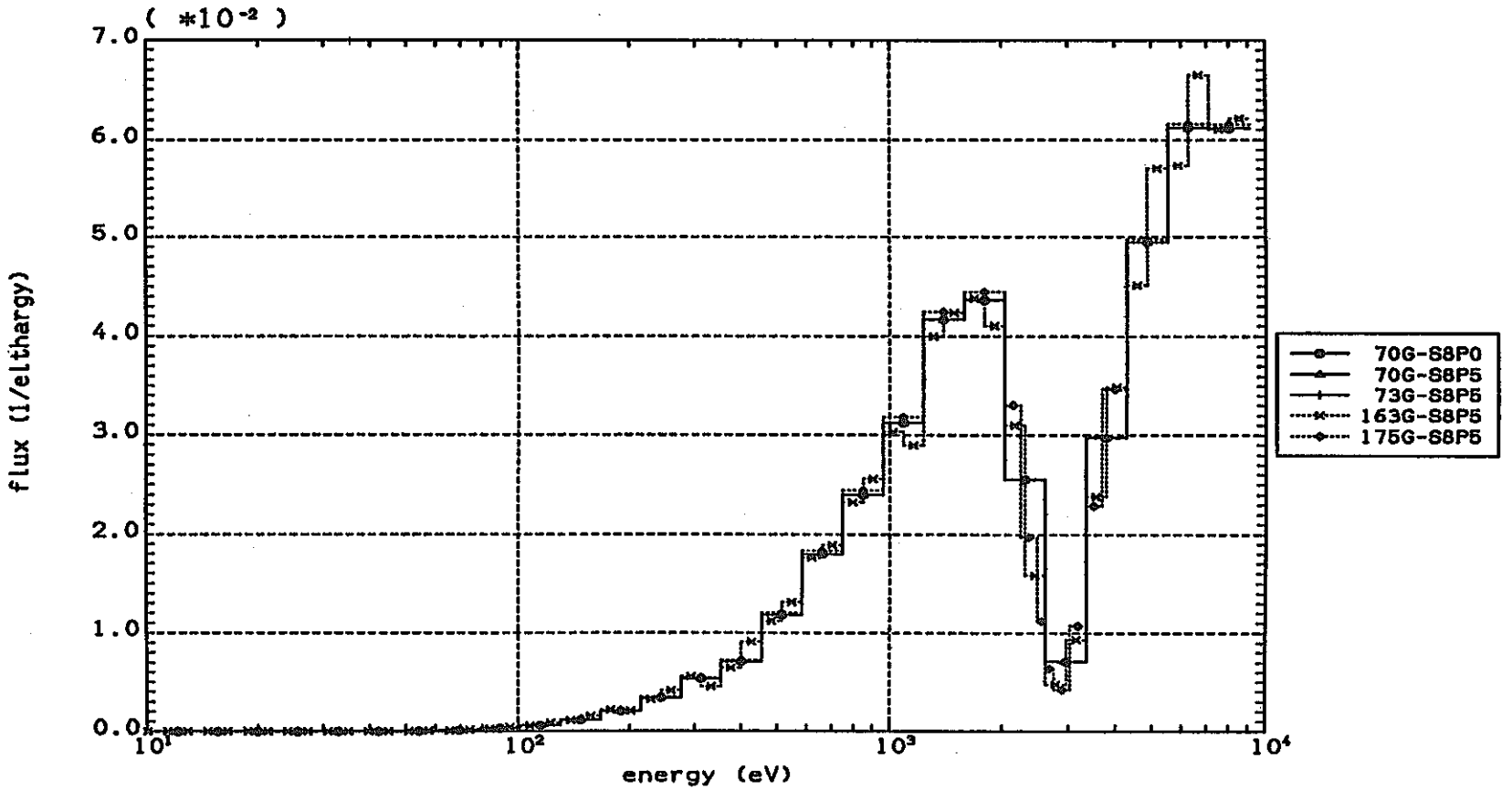

Fig. Comparison of R= 44.87 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

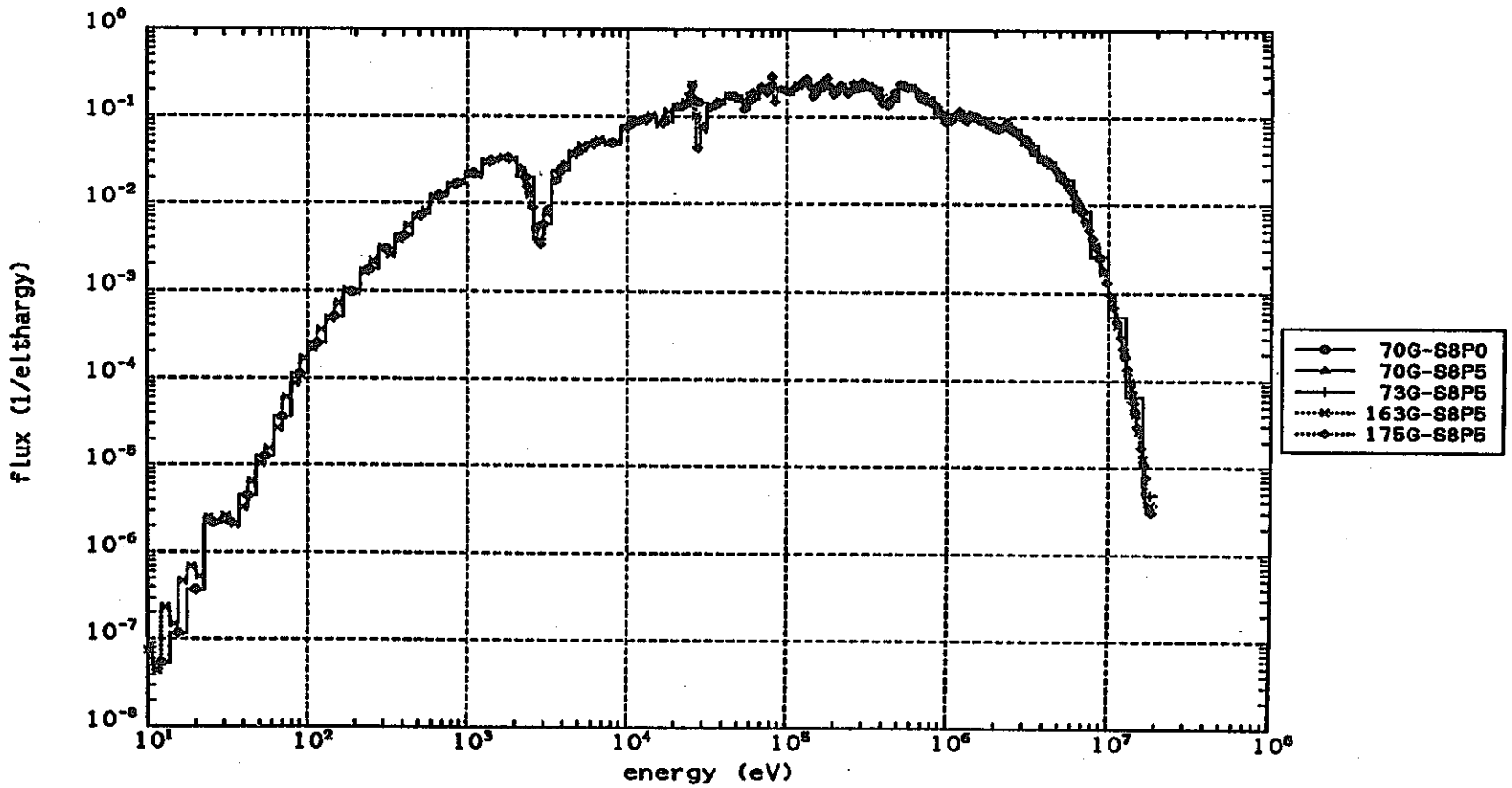

Fig. Comparison of R=101.30 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

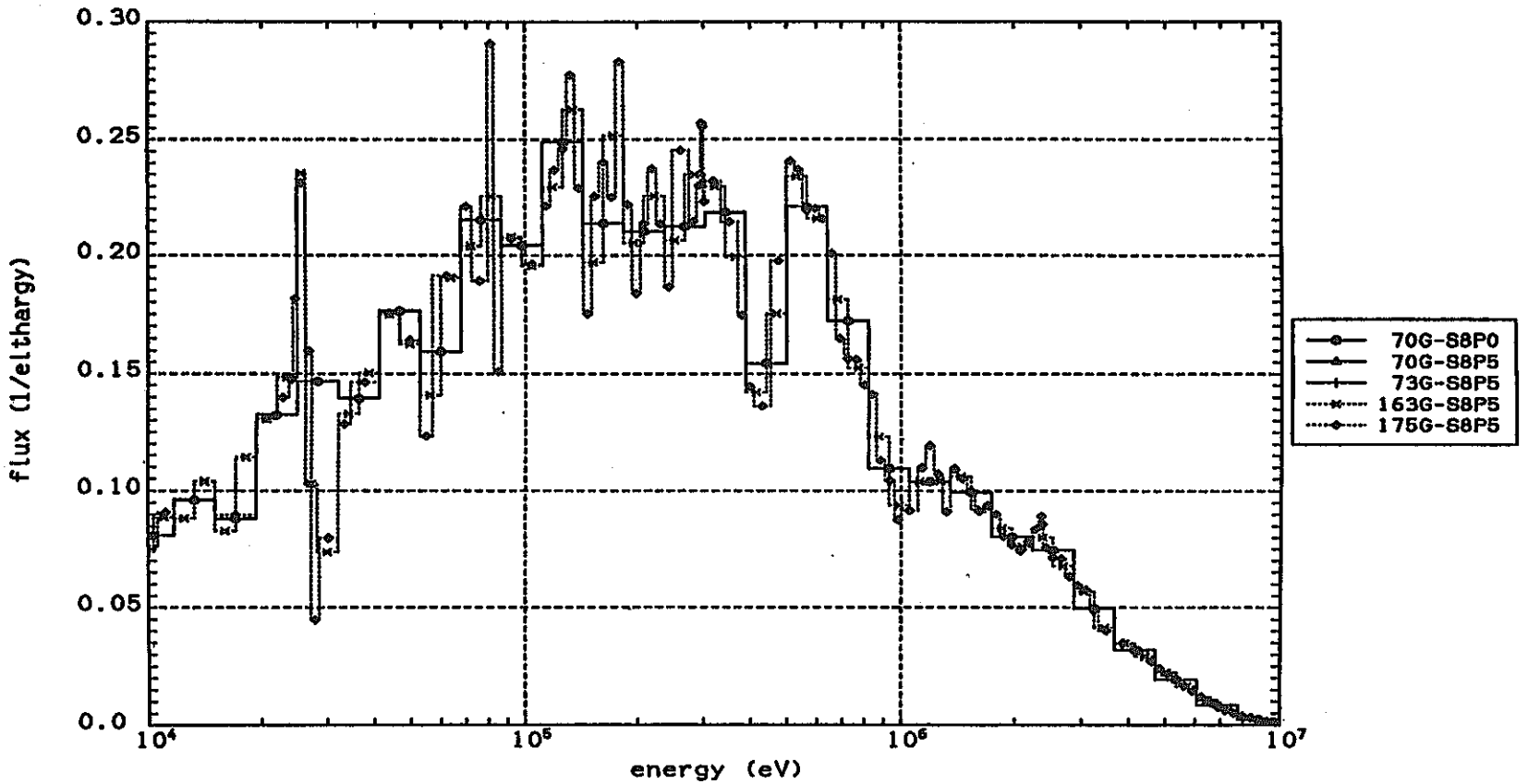

Fig. Comparison of R=101.30 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

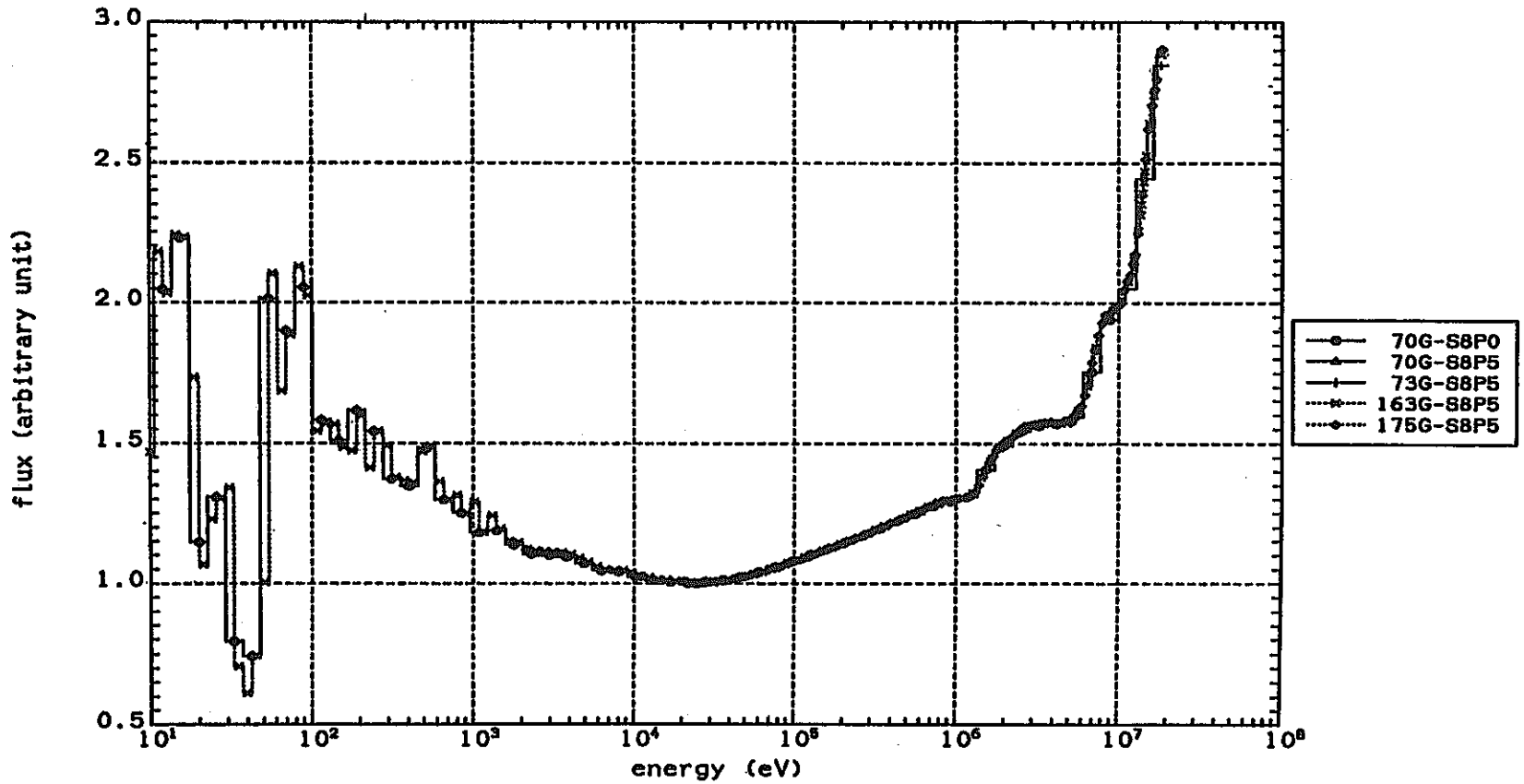

Fig. Comparison of R=101.30 CM ZPPR9 Adjoint Neutron Spectra

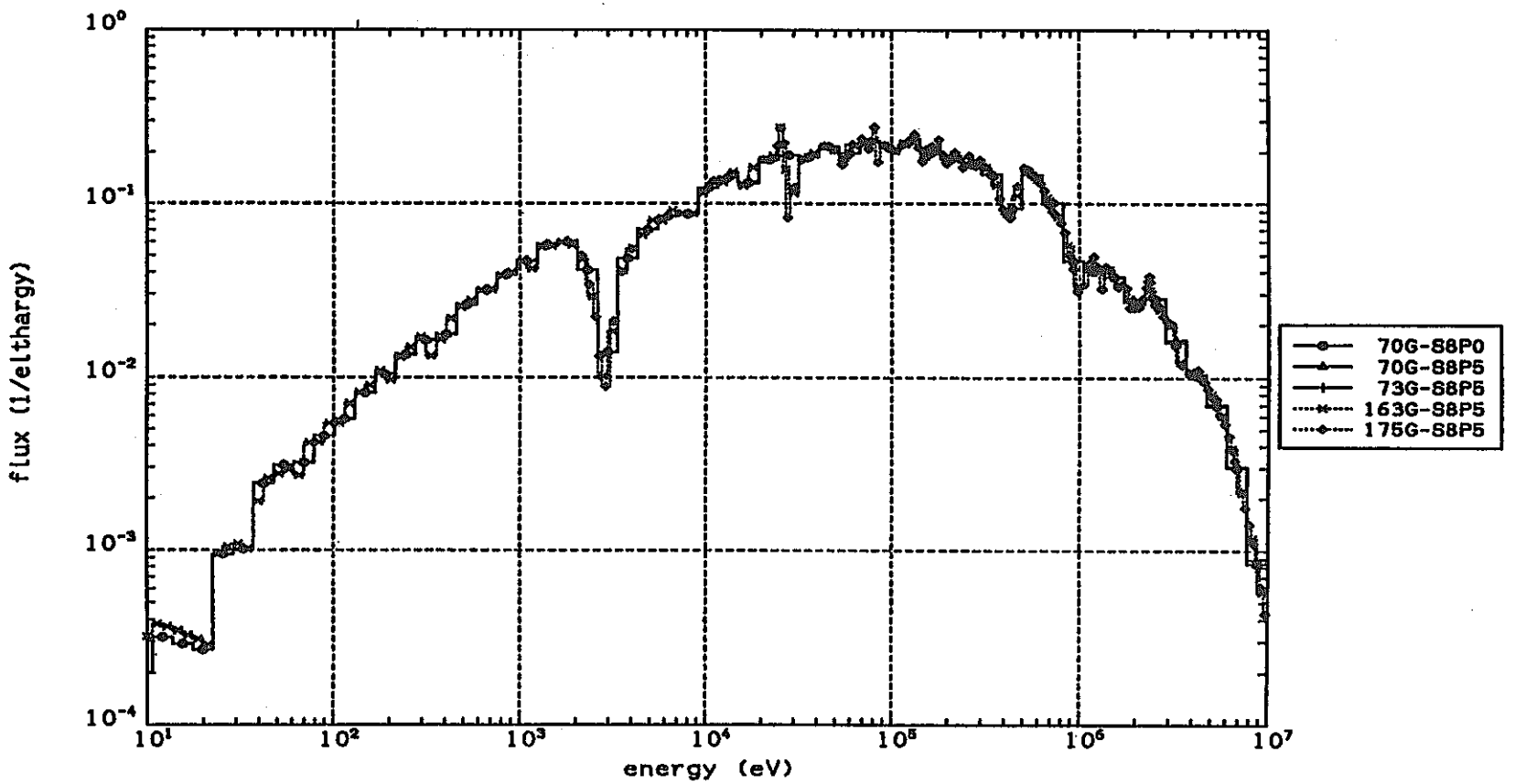

Fig. Comparison of R=129.65 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

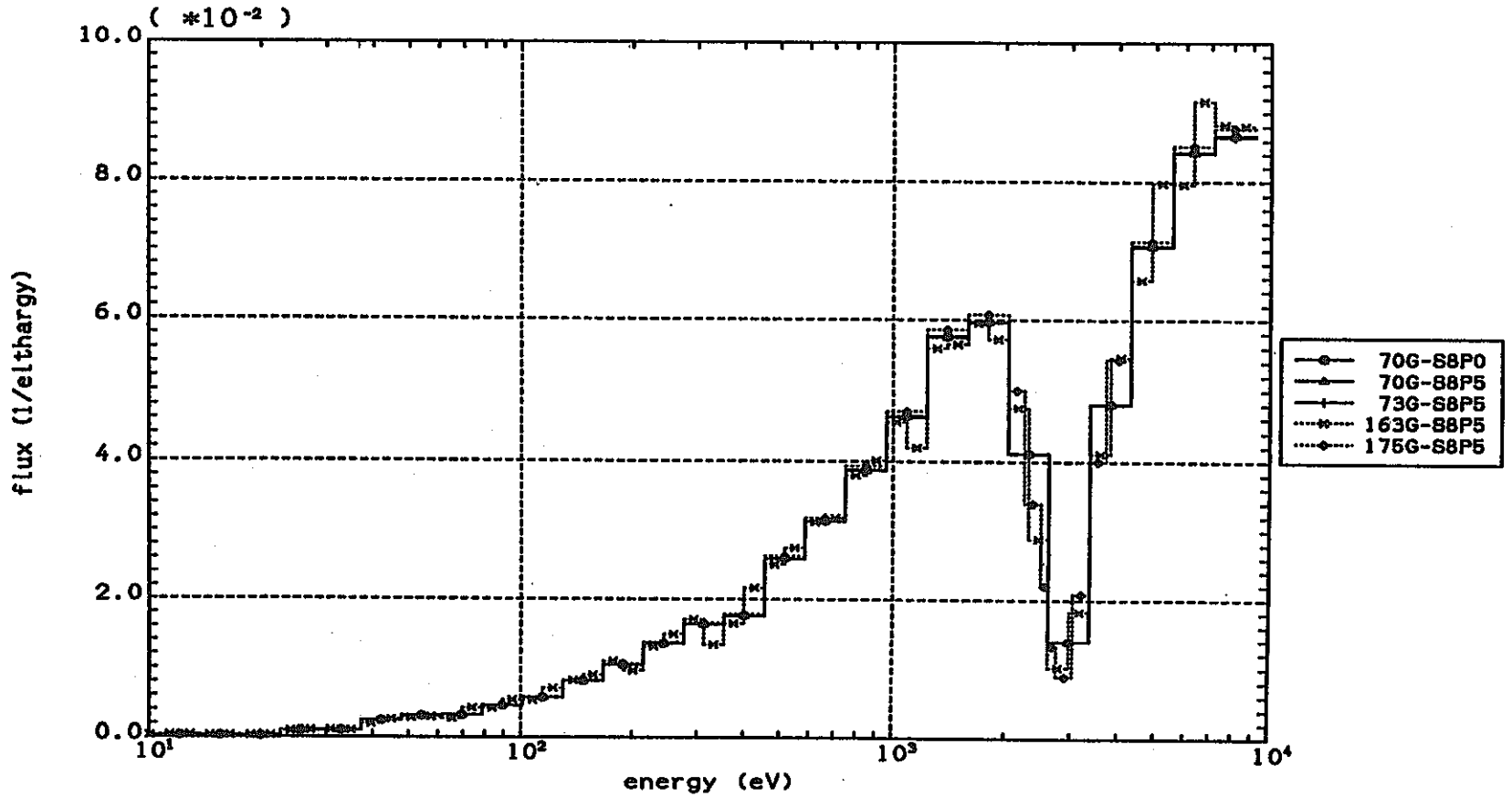

Fig. Comparison of R=129.65 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

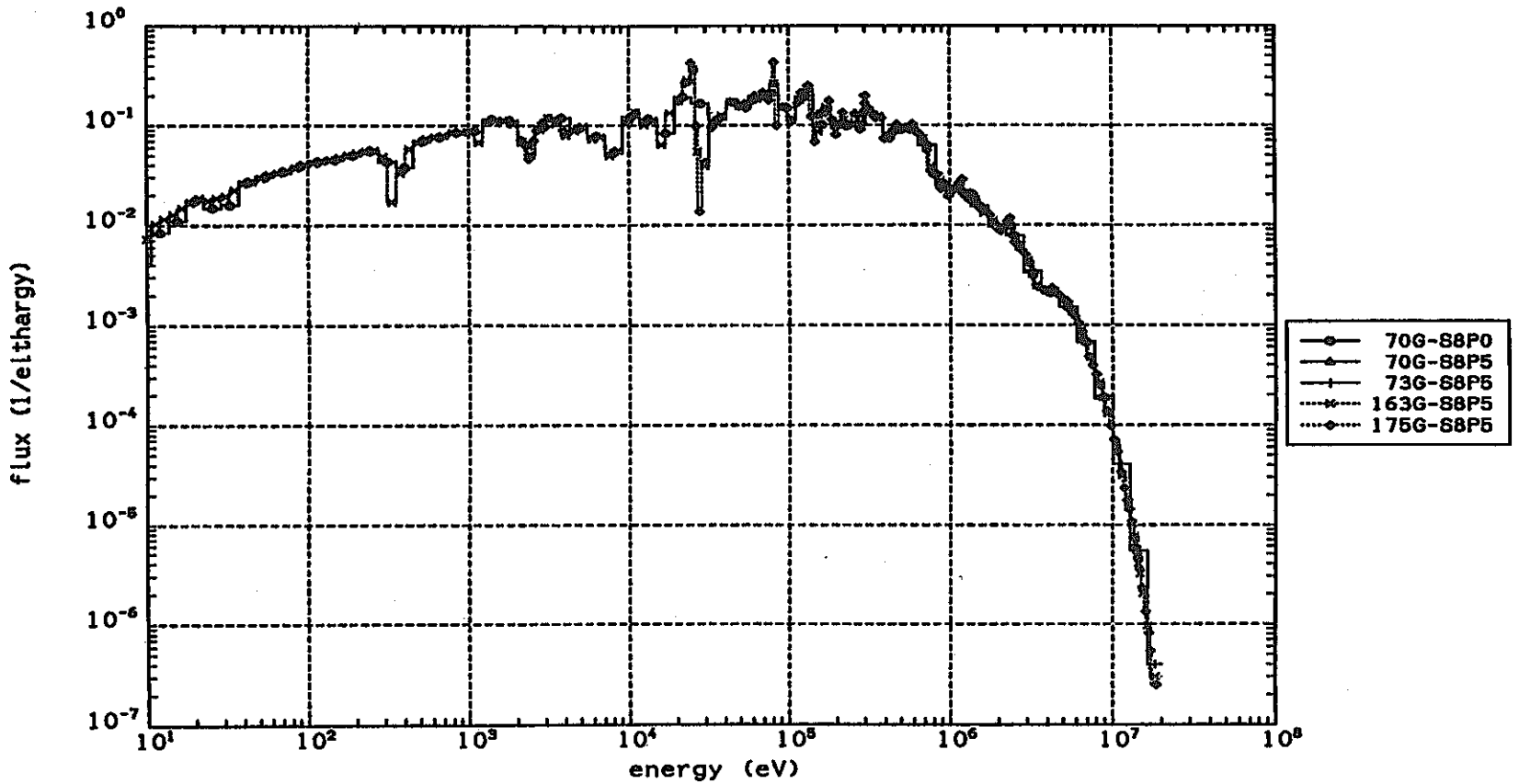

Fig. Comparison of R=149.34 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

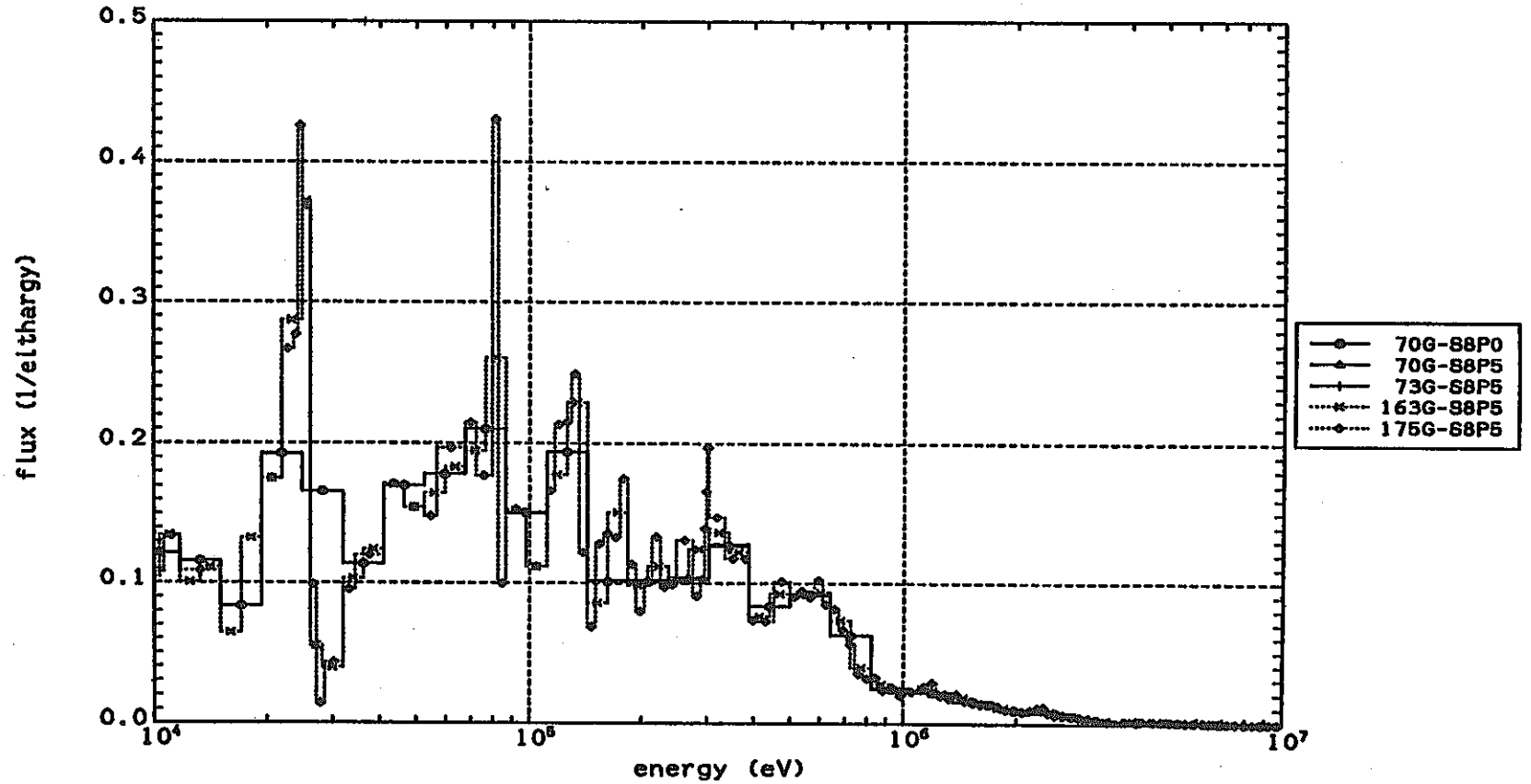

Fig. Comparison of R=149.34 CM ZPPR9 Real Neutron Spectra

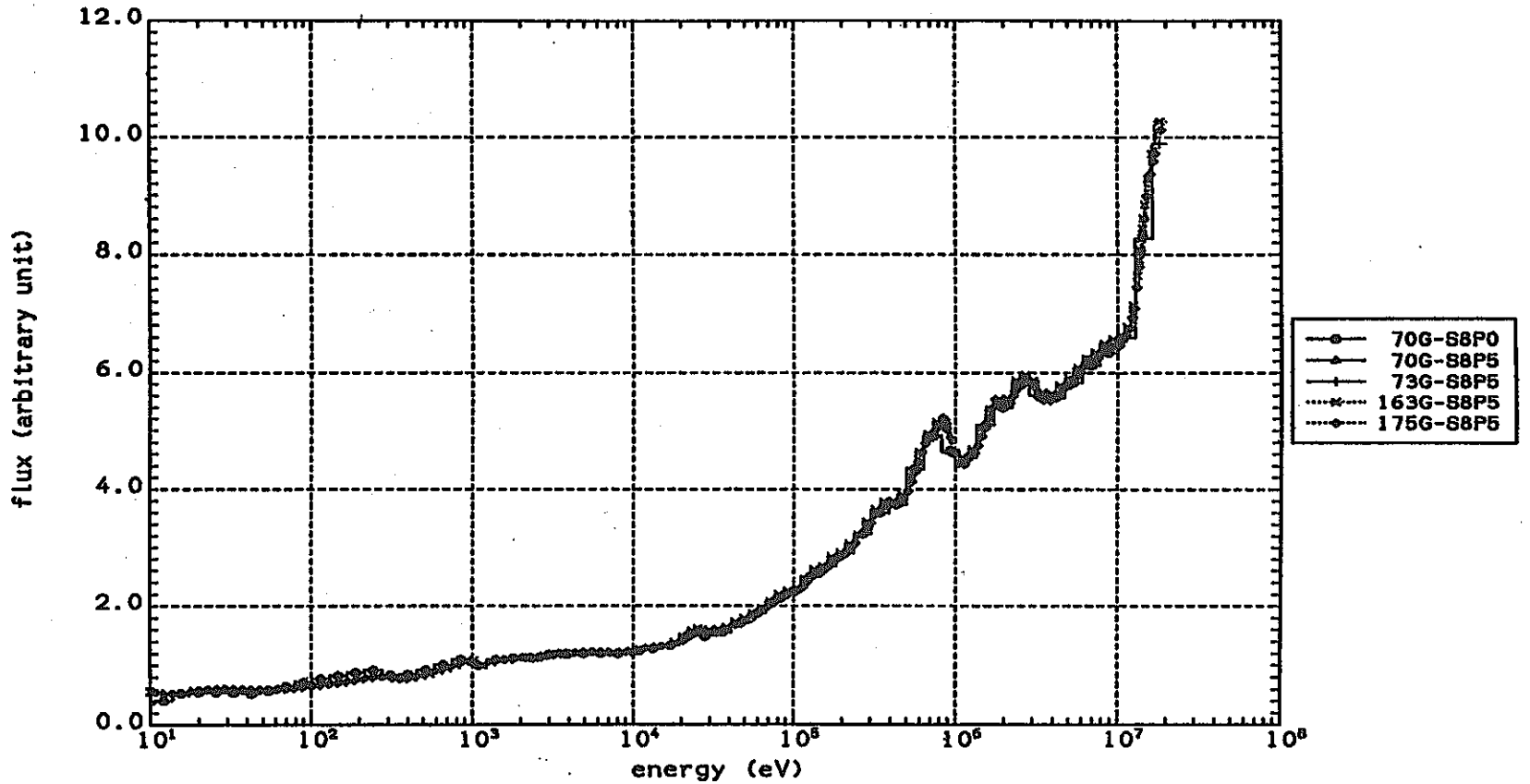

Fig. Comparison of R=149.34 CM ZPPR9 Adjoint Neutron Spectra