

<概要>

JENDL (Japanese Nuclear Data Library) とは、日本原子力研究所 (現日本原子力研究開発機構) 核データセンター (現核データ評価研究グループ) とシグマ委員会 (日本原子力学会のシグマ特別専門委員会と日本原子力研究所 (現日本原子力研究開発機構) のシグマ研究委員会で構成) が協力して開発している、日本の標準として利用できる評価済核データライブラリである。米国のENDFライブラリ、欧州のJEFFライブラリと並んで世界3大ライブラリの一つとして、世界で大きな地位を占めている。原子力分野や産業界、その他での一般利用を目的としたJENDL汎用ファイルと、利用目的を限ったJENDL特殊目的ファイルが作成されている。汎用ファイルとしては、406核種を擁するJENDL-4.0が平成22年5月に公開されている。また特殊目的ファイルとして、JENDL高エネルギーファイル等の開発が進められている。開発の終了したJENDLのデータはすべて、日本原子力研究開発機構核データ評価研究グループのホームページ及び、NEA、IAEAといった世界の核反応データセンターネットワーク (旧4センターネットワーク) を通して公開されている。

<更新年月>

2011年10月

<本文>

1. 開発の経緯

わが国の原子力自主開発に不可欠な核データ整備のため、日本原子力学会並びに産業界からの要請 (素性の分かったデータを使いたいという強い産業界からのリクエスト) に応えて昭和38年日本原子力研究所 (現日本原子力研究開発機構) にシグマ委員会が組織された。その後、昭和43年には核データ研究室 (昭和52年には核データセンターと改称) が日本原子力研究所 (現日本原子力研究開発機構) 内に設置され、核データの質、量両面における向上を図るべく評価済核データファイルの評価作業が開始された。

これまで実施してきている汎用ライブラリ作成の概要を、[図1](#)に示すが、昭和40年代に高速炉を対象として評価済核データライブラリJENDLの整備が開始され、52年にJENDL-1を公開、その後JENDL-2、JENDL-3.1、3.2、3.3と新しい版を公開して核融合炉、遮蔽設計、軽水炉とその対象をひろげてきている。さらに、平成22年5月には406核種からなるJENDL-4.0を公開した。JENDLは、低エネルギーから20MeVまでの中性子に関する日本の核データの標準ライブラリとしての地位を確立すると同時に、世界の3大ライブラリ (ENDF/B (米)、JEFF (欧)、JENDL (日)) の一翼を担う主要ライブラリとしての地位を固めてきた。この間、その時々最新の核データは、「常陽」、「もんじゅ」、HTTR、ITER、さらにはオメガ計画、J-PARC計画等の日本原子力研究所 (現日本原子力研究開発機構)、旧動燃; JNC (現日本原子力研究開発機構) の原子力開発プロジェクトに利用されてきた。こうした特性は、汎用ライブラリが、その時々データニーズを果敢に取り込み、評価核種の選定やエネルギー範囲についての評価の重点の置き方等に対して利用プロジェクトからの要請に対して、機敏に対応してきた結果である。時間の経過に従ったJENDL汎用ファイルの収容データの強化の度合いを[表1](#)に示す。

各JENDL汎用ファイルの開発の歴史については別項 (<02-08-01-08> 「JENDL汎用ファイルの変遷」) を参照されたい。

2. JENDL汎用ファイルJENDL-4.0

最新の汎用評価済核データファイルJENDL-4.0は平成22年5月に公開されている。JENDL-3.3が平成14年5月に公開された後、JENDL-3.3の使用経験や原子力の様々な分野からの要望により、従来はあまり注目されていなかったFPやMA（マイナーアクチニド）のデータ、それに誤差評価に必要な共分散データの充実を図ることとし、JENDL-4.0の開発を進めてきた。特に、MAについてはAc-225からFm-255までの79核種の核反応データを収納している他、すべての核種に誤差データも付与している。JENDL-4.0の収納核種数は406（405核種+1天然元素）で原子力の利用・研究開発に必要なほぼ全ての核データが収納されている。旧版JENDL-3.3と比べ収納核種数の増加、最新の測定データや理論計算による精度向上を図り、質・量ともに充実した核データライブラリとなっている。FPやMAのデータ精度の向上による核燃料の燃焼計算等の信頼性向上、二次ガンマ線データの充実による放射線遮蔽や発熱計算の高度化等が期待できる。ユーザーからのニーズを積極的に取り入れU-235のkeV領域における捕獲断面積やAm-241の捕獲断面積のAm-242g及びAm-242mへの分岐比の再評価等を実施し、高速域での臨界性やMAの生成量評価での性能の向上が図られている。公開に当たっては、熱中性子炉、高速炉、遮蔽、核融合ニュートロニクス等様々な炉物理体系でのベンチマークテストを実施し、優れた性能を示していることが確認されている。JENDL-4.0に収納されている核種のリストを表2-1及び表2-2に示す。JENDL-4.0の評価データはENDF/BやJEFFの次期版に取り入れられようとしている等世界的にも高く評価されている。

3. JENDL特殊目的ファイル

特殊目的ファイルは汎用ライブラリを基に、特定の利用分野のために必要なデータ部分の精度を向上させた高付加価値のデータファイルである。これまで、放射化断面積ファイル、ドシメトリファイル、核融合炉用ファイル、アクチニドファイル、(α, n) ファイル、ガス生成ファイル、高エネルギーファイル、光核反応データファイル、FP崩壊データファイルが整備され公開されている。これらの開発の経緯及び現状については別項（<02-08-01-09>「JENDL特殊目的ファイルの概要」）を参照されたい。

4. データ公開について

JENDL-4.0を含めて、核データセンター（現核データ評価研究グループ）が作成したJENDLファイル（JENDL汎用ファイル及び特殊目的ファイル）は、全て公開されており、以下の場所から誰でも自由にDown Loadして使用できるようにしている。

日本原子力研究開発機構核データ評価研究グループホームページ

JENDL-4.0データに関しては、

- ・ original data（共鳴パラメータ表示データ）
- ・ point wise data（ポイント断面積表示データ：0 K，300Kのみ）
- ・ 断面積Plot図

が利用可能である。また、当該ホームページから、上記データがすべて入ったJENDL-4.0 DVDも配布している。これらのデータは、OECD/NEAをはじめ、IAEA/NDS等の核データに関する旧4センターネットワークを通して公開されている。

- ・ OECD/NEA: <http://www.oecd-nea.org/dbdata/>
- ・ IEAE/NDS:
- ・ BNL/NNDC: <http://www.nndc.bnl.gov/>

<関連タイトル>

[JENDL汎用ファイルの変遷 \(02-08-01-08\)](#)

[JENDL特殊目的ファイルの概要 \(02-08-01-09\)](#)

<参考文献>

(1) S.Igarashi et.al., “評価済核データライブラリー、JENDL-1の概要”，日本原子力学会誌，20，30（1978）

(2) Kikuchi Y., Nakagawa T., Asami T., Kawai M., Matsunobu H.and Kanda Y. :” Second Version of Japanese Evaluated Nuclear Data Library（JENDL-2）”，J.Nucl.Sci.Technol., 22，593（1985）

(3) K. Shibata, T. Kawano, T. Nakagawa, O. Iwamoto, J. Katakura, T. Fukahori, S. Chiba, A. Hasegawa, T. Murata, H. Matsunobu, T. Ohsawa, Y. Nakajima, T. Yoshida, A. Zukeran, M. Kawai, M. Baba, M. Ishikawa, T. Asami, T. Watanabe, Y. Watanabe, M. Igashira, N.

Yamamuro, H. Kitazawa, N. Yamano and H. Takano: "Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-3: JENDL-3.3, "J.Nucl.Sci.Technol.39, 1125 (2002)

(4) K. Shibata, O. Iwamoto, T. Nakagawa, N. Iwamoto, A. Ichihara, S. Kunieda, S. Chiba, K. Furutaka, N. Otuka, T. Ohsawa, T. Murata, H. Matsunobu, A. Zukeran, S. Kamada, and J. Katakura: "JENDL-4.0: A New Library for Nuclear Science and Engineering," J. Nucl. Sci. Technol. 48, 1 (2011)

(5) 日本原子力研究所（現日本原子力研究開発機構）エネルギーシステム研究部核データセンター：原研核データセンターパンフレット、核データ 明日の原子力利用のために（2000年3月）

(6) 日本原子力研究開発機構核データ評価研究グループホームページ

(7) 長谷川明、中川庸雄、片倉純一、千葉敏、深堀智生、川合将義：「原子力研究における最近10年の歩み その概要と展望 1. 核データの評価」、日本原子力学会誌, vol.41, p.287 (1999)

(8) 柴田恵一、岩本修、千葉豪：「原子力開発のための中性子核反応データベース-評価済み核データライブラリーJENDL-4.0の完成、日本原子力学会誌、Vol. 52, 801 (2010)

表1 JENDL汎用ライブラリーの変遷

	JENDL-1	JENDL-2	JENDL-3.1	JENDL-3.2	JENDL-3.3	JENDL-4.0
目的	高速炉のみ	軽水炉・高速炉	汎用	汎用	汎用	汎用
完成年	1977	1982	1990	1994	2002	2010
最大エネルギー (MeV)	15	20	20	20	20	20
総核種数 ^{*1}	66+6	173+8	305+19	318+22	335+2	405+1
2次γ線データ 収納核種 ^{*2}	0	0	59	66	114	354
誤差データ 収納核種 ^{*3}	0	0	1	1	20	95
角度依存中性子 スペクトル 収納核種 ^{*4}	0	0	0	0	60	318

***1 同位体核種数＋天然元素核種数**

JENDL-3.2までは、天然元素データの収納も行っていたが、JENDL-3.3からは、同位体データの収納を基本とした。
そのため、JENDL-3.3 では天然元素としては2元素(炭素、バナジウム)、JENDL-4.0 では1元素(炭素)のみを収納。

***2 2次γ線データは遮蔽や核発熱の計算に必要。**

***3 誤差データは核データの不確かさを表す。この誤差データをもとに、核データの不確かさが設計や安全性に与える影響を計算することができる。**

***4 角度依存中性子スペクトルは中性子科学研究や核融合炉等の高エネルギー中性子を扱う計算で必要となる。**

[出所]日本原子力機構HP: プレス発表「原子力研究開発に不可欠な核データライブラリーの最新版 JENDL-4.0 が完成」

<http://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10041501/index.html> (2010)

表2-1 JENDL-4.0 収納核種(1/2)

	Nuclide	MAT		Nuclide	MAT		Nuclide	MAT	
H	1-H - 1	125	Ga	31-GA - 69	3125	Pd	46-PD-102	4625	
	1-H - 2	128		31-GA - 71	3131		46-PD-104	2631	
He	2-HE- 3	225	Ge	32-GE- 70	3225		46-PD-105	4634	
	2-HE- 4	228		32-GE- 72	3231		46-PD-106	4637	
Li	3-LI- 6	325		32-GE- 73	3234		46-PD-107	4640	
	3-LI- 7	328		32-GE- 74	3237		46-PD-108	4643	
Be	4-BE- 9	425	32-GE- 76	3243	46-PD-110		4649		
B	5-B - 10	525	As	33-AS- 75	3325		Ag	47-AG-107	4725
	5-B - 11	528	Se	34-SE- 74	3425			47-AG-109	4731
C	6-C - 0	600		34-SE- 76	3431			47-AG-110m	4735
	N	7-N - 14		725	34-SE- 77	3434	47-AG-111	4737	
7-N - 15		728		34-SE- 78	3437	Cd	48-CD-106	4825	
O	8-O - 16	825		34-SE- 79	3440		48-CD-108	4831	
	F	9-F - 19		925	34-SE- 80		3443	48-CD-110	4837
Na		11-NA- 23		1125	34-SE- 82		3449	48-CD-111	4840
	Mg	12-MG- 24		1225	Br		35-BR- 79	3525	48-CD-112
12-MG- 25		1228	35-BR- 81	3531			48-CD-113	4846	
12-MG- 26		1231	Kr	36-KR- 78	3625	48-CD-114	4849		
Al	13-AL- 27	1325		36-KR- 80	3631	48-CD-116	4855		
	Si	14-SI- 28		1425	36-KR- 82	3637	In	49-IN-113	4925
14-SI- 29		1428		36-KR- 83	3640	49-IN-115		4931	
14-SI- 30		1431		36-KR- 84	3643	Sn	50-SN-112	5025	
P	15-P - 31	1525		36-KR- 85	3646		50-SN-114	5031	
	S	16-S - 32	1625	36-KR- 86	3649		50-SN-115	5034	
16-S - 33		1628	Rb	37-RB- 85	3725		50-SN-116	5037	
16-S - 24		1631		37-RB- 86	3728		50-SN-117	5040	
16-S - 36		1637		37-RB- 87	3731		50-SN-118	5043	
Cl	17-CL- 35	1725	Sr	38-SR- 84	3825		50-SN-119	5046	
	17-CL- 37	1731		38-SR- 86	3831		50-SN-120	5049	
Ar	18-AR- 40	1837		38-SR- 87	3834		50-SN-122	5055	
	K	19-K - 39		1925	38-SR- 88		3837	50-SN-123	5058
19-K - 40		1928		38-SR- 89	3840	50-SN-124	5061		
19-K - 41		1931		38-SR- 90	3843	50-SN-126	5067		
Ca	20-CA- 40	2025	Y	39-Y - 89	3925	Sb	51-SB-121	5125	
	20-CA- 42	2031		39-Y - 90	3928		51-SB-123	5131	
	20-CA- 43	2034		39-Y - 91	3931		51-SB-124	5134	
	20-CA- 44	2037	Zr	40-ZR- 90	4025		51-SB-125	5137	
	20-CA- 46	2043		40-ZR- 91	4028		51-SB-126	5140	
	20-CA- 48	2049		40-ZR- 92	4031		Te	52-TE-120	5225
Sc	21-SC- 45	2125		40-ZR- 93	4034	52-TE-122		5231	
	Ti	22-TI- 46		2225	40-ZR- 94	4037		52-TE-123	5234
22-TI- 47		2228		40-ZR- 95	4040	52-TE-124		5237	
22-TI- 48		2231		40-ZR- 96	4043	52-TE-125		5240	
22-TI- 49		2234	Nb	41-NB- 93	4125	52-TE-126		5243	
22-TI- 50		2237		41-NB- 94	4128	52-TE-127m		5247	
V	23-V - 50	2325		41-NB- 95	4131	52-TE-128		5349	
	23-V - 51	2328	Mo	42-MO- 92	4225	52-TE-129m		5253	
Cr	24-CR- 50	2425		42-MO- 94	4231	52-TE-130		5255	
	24-CR- 52	2431		42-MO- 95	4234	52-TE-132	5261		
	24-CR- 53	2434		42-MO- 96	4237	I	53-I - 127	5325	
	24-CR- 54	2437		42-MO- 97	4240		53-I - 129	5331	
Mn	25-MN- 55	2525		42-MO- 98	4243		53-I - 130	5334	
	Fe	26-FE- 54		2625	42-MO- 99		4246	53-I - 131	5337
26-FE- 56		2631	42-MO-100	4249	53-I - 135		5349		
26-FE- 57		2634	Tc	43-TC- 99	4331		Xe	54-XE-124	5425
26-FE- 58		2637		44-RU- 96	4425	54-XE-126		5431	
Co		26-FE- 59	2640	44-RU- 98	4431	54-XE-128		5437	
	Ni	27-CO- 59	2725	44-RU- 99	4434	54-XE-129		5440	
28-NI- 58		2825	44-RU-100	4437	54-XE-130	5443			
Ni	28-NI- 59	2828	Ru	44-RU-101	4440	54-XE-131		5446	
	28-NI- 60	2831		44-RU-102	4443	54-XE-132		5449	
	28-NI- 61	2834		44-RU-103	4446	54-XE-133		5452	
	28-NI- 62	2837		44-RU-104	4449	54-XE-134		5455	
	28-NI- 64	2843		44-RU-105	4452	54-XE-135		5458	
	Cu	29-CU- 63		2925	44-RU-106	4455	54-XE-136	5461	
29-CU- 65		2931	Rh	45-RH-103	4525	Cs	55-CS-133	5525	
Zn	30-ZN- 64	3025		45-RH-105	4531		55-CS-134	5528	
	30-ZN- 65	3028			55-CS-135		5531		
	30-ZN- 66	3031			55-CS-136		5534		
	30-ZN- 67	3034			55-CS-137		5537		
	30-ZN- 68	3037							
	30-ZN- 70	3043							

注 MAT: JENDL-4.0での核種ID Number

下記の出所を基に作成した。

[出所] 日本原子力研究開発機構ホームページ: <http://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j40/j40f10.html>

表2-2 JENDL-4.0 収納核種(2/2)

	Nuclide	MAT		Nuclide	MAT		Nuclide	MAT	
Ba	56-BA-130	5625	Er	68-ER-162	6825	U	92-U -230	9213	
	56-BA-132	5631		68-ER-164	6831		92-U -231	9216	
	56-BA-134	5637		68-ER-166	6837		92-U -232	9219	
	56-BA-135	5640		68-ER-167	6840		92-U -233	9222	
	56-BA-136	5643		68-ER-168	6843		92-U -234	9225	
	56-BA-137	5646		68-ER-170	6849		92-U -235	9228	
	56-BA-138	5649	Tm	69-TM-169	6925		92-U -236	9231	
La	57-LA-138	5725	Yb	70-YB-168	7025		92-U -237	9234	
	57-LA-139	5728		70-YB-170	7031	92-U -238	9237		
	57-LA-140	5731		70-YB-171	7034	93-NP-234	9337		
Ce	58-CE-140	5837		70-YB-172	7037	93-NP-235	9340		
	58-CE-141	5840	70-YB-173	7040	93-NP-236	9343			
	58-CE-142	5843	70-YB-174	7043	93-NP-237	9346			
	58-CE-143	5846	70-YB-176	7049	93-NP-238	9349			
	58-CE-144	5849	Hf	72-HF-174	7225	93-NP-239	9352		
Pr	59-PR-141	5925		72-HF-176	7231	Pu	94-PU-236	9428	
	59-PR-143	5931		72-HF-177	7234		94-PU-237	9431	
Nd	60-ND-142	6025		72-HF-178	7237		94-PU-238	9434	
	60-ND-143	6028		72-HF-179	7240		94-PU-239	9437	
	60-ND-144	6031		72-HF-180	7243		94-PU-240	9440	
	60-ND-145	6034	72-HF-181	7246	94-PU-241		9443		
	60-ND-146	6037	72-HF-182	7249	94-PU-242		9446		
	60-ND-147	6040	Ta	73-TA-181	7328		94-PU-244	9452	
	60-ND-148	6043	W	74-W -180	7425	94-PU-246	9458		
60-ND-150	6049	74-W -182		7431	Am	95-AM-240	9540		
Pm	61-PM-147	6149		74-W -183		7434	95-AM-241	9543	
	61-PM-148	6152		74-W -184		7437	95-AM-242	9546	
	61-PM-148m	6153	74-W -186	7443		95-AM-242m	9547		
	61-PM-149	6255	Os	76-OS-184		7625	95-AM-243	9549	
	61-PM-151	6161		76-OS-186		7631	95-AM-244	9552	
Sm	62-SM-144	6225		76-OS-187		7634	95-AM-244m	9553	
	62-SM-147	6234		76-OS-188		7637	Cm	96-Cm-240	9625
	62-SM-148	6237		76-OS-189	7640	96-CM-241		9628	
	62-SM-149	6240	76-OS-190	7643	96-CM-242	9631			
	62-SM-150	6243	76-OS-192	7649	96-CM-243	9634			
	62-SM-151	6246	Au	79-AU-197	7925	96-CM-244		9637	
	62-SM-152	6249	Hg	80-HG-196	8025	96-CM-245		9640	
	62-SM-153	6252		80-HG-198	8031	96-CM-246		9643	
62-SM-154	6255	80-HG-199		8034	96-CM-247	9646			
Eu	63-EU-151	6325		80-HG-200	8037	96-CM-248	9649		
	63-EU-152	6328		80-HG-201	8040	96-CM-249	9652		
	63-EU-153	6331	80-HG-202	8043	96-CM-250	9655			
	63-EU-154	6334	80-HG-204	8049	Bk	97-BK-245	9740		
	63-EU-155	6337	Pb	82-PB-204		8225	97-BK-246	9743	
	63-EU-156	6340		82-PB-206		8231	97-BK-247	9746	
63-EU-157	6343	82-PB-207		8234		97-BK-248	9749		
Gd	64-GD-152	6425		82-PB-208		8237	97-BK-249	9752	
	64-GD-153	6428	Bi	83-BI-209	8325	97-BK-250	9755		
	64-GD-154	6431	Ra	88-RA-223	8825	Cf	98-CF-246	9843	
	64-GD-155	6434		88-RA-224	8828		98-CF-248	9849	
	64-GD-156	6437		88-RA-225	8831		98-CF-249	9852	
	64-GD-157	6440		88-RA-226	8834		98-CF-250	9855	
	Tb	65-TB-159	6525	Ac	89-AC-225		8925	98-CF-251	9858
		65-TB-160	6528		89-AC-226		8928	98-CF-252	9861
Dy	66-DY-154	6619	89-AC-227		8931		98-CF-253	9864	
	66-DY-156	6625	Th	90-TH-227	9025		98-CF-254	9867	
	66-DY-158	6631		90-TH-228	9028	Es	99-ES-251	9911	
	66-DY-159	6634		90-TH-229	9031		99-ES-252	9912	
	66-DY-160	6637		90-TH-230	9034		99-ES-253	9913	
	66-DY-161	6640		90-TH-231	9037		99-ES-254	9914	
	66-DY-162	6643		90-TH-232	9040		99-ES-254m	9915	
	66-DY-163	6646		90-TH-233	9043		99-ES-255	9916	
66-DY-164	6649	90-TH-234		9046	Fm	100-FM-255	9936		
Pa	91-PA-229	9125	Pa	91-PA-229		9125			
	91-PA-230	9128		91-PA-230		9128			
	91-PA-231	9131		91-PA-231		9131			
	91-PA-232	9134		91-PA-232		9134			
	91-PA-233	9137		91-PA-233	9137				

注 MAT: JENDL-4.0での核種ID Number

下記の出所を基に作成した。

[出所] 日本原子力研究開発機構ホームページ: <http://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j40/j40f10.html>

昭和40年代:核データ整備開始

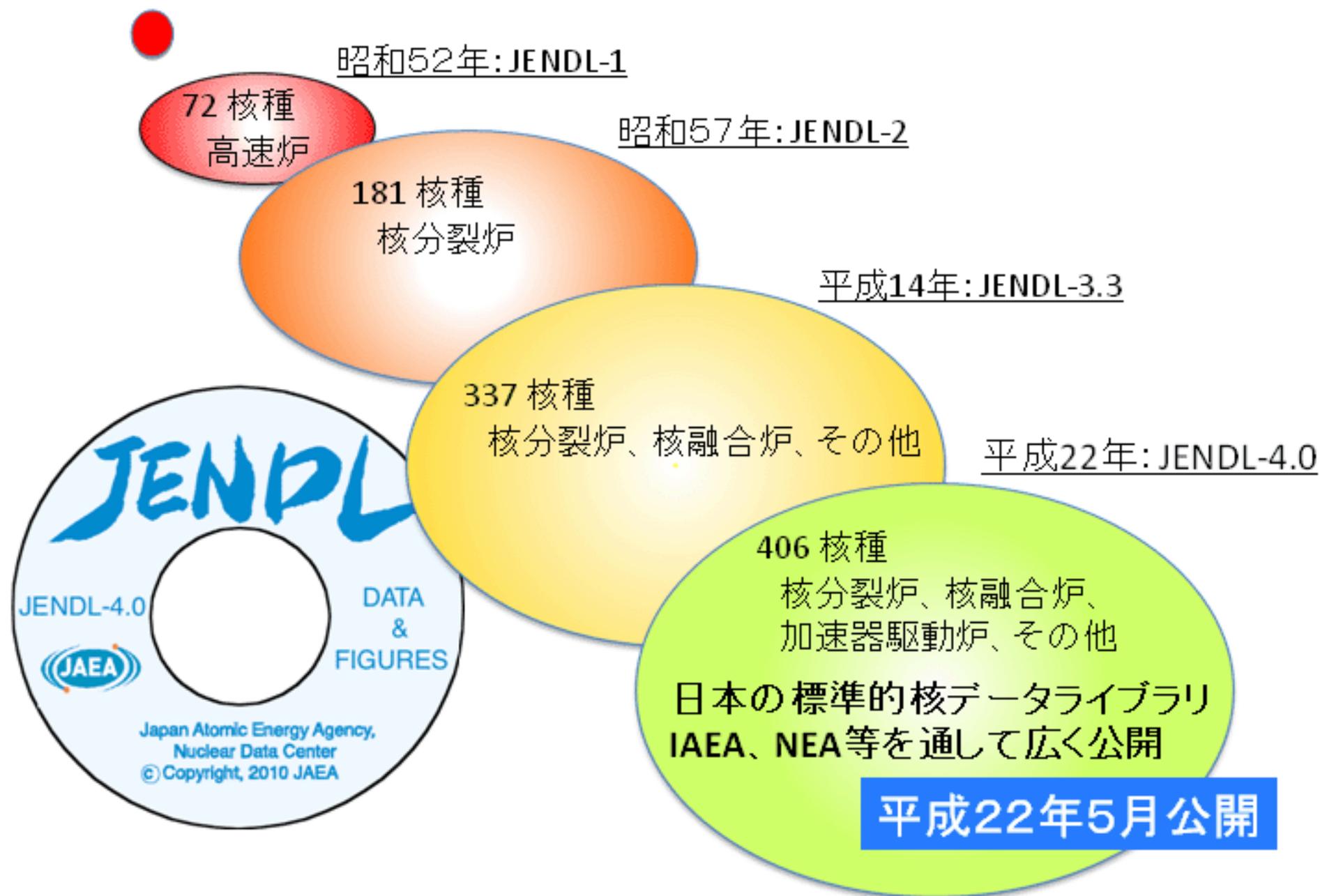


図1 JENDL評価済核データファイルの開発

[資料提供] 片倉 純一氏