

<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	4843
	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	Ru	44-RU- 96	4425		54-XE-126	5431
	26-FE- 59	2640		44-RU- 98	4431		54-XE-128	5437
Co	27-CO- 59	2725		44-RU- 99	4434		54-XE-129	5440
Ni	28-NI- 58	2825		44-RU-100	4437		54-XE-130	5443
	28-NI- 59	2828		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		Cs	54-XE-136
	29-CU- 65	2931	Rh	45-RH-103	4525	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
	56-BA-140	5655		70-YB-168	7025		92-U -237	9234
La	57-LA-138	5725	Yb	70-YB-170	7031	Np	92-U -238	9237
	57-LA-139	5728		70-YB-171	7034		93-NP-234	9337
	57-LA-140	5731		70-YB-172	7037		93-NP-235	9340
Ce	58-CE-140	5837		70-YB-173	7040		93-NP-236	9343
	58-CE-141	5840	Hf	70-YB-174	7043		93-NP-237	9346
	58-CE-142	5843		70-YB-176	7049		93-NP-238	9349
	58-CE-143	5846		72-HF-174	7225		93-NP-239	9352
	58-CE-144	5849		72-HF-176	7231	Pu	94-PU-236	9428
Pr	59-PR-141	5925	Ta	72-HF-177	7234		94-PU-237	9431
	59-PR-143	5931		72-HF-178	7237		94-PU-238	9434
Nd	60-ND-142	6025		72-HF-179	7240		94-PU-239	9437
	60-ND-143	6028		72-HF-180	7243		94-PU-240	9440
	60-ND-144	6031		72-HF-181	7246		94-PU-241	9443
	60-ND-145	6034		72-HF-182	7249		94-PU-242	9446
	60-ND-146	6037	W	73-TA-181	7328		94-PU-244	9452
	60-ND-147	6040		74-W -180	7425		94-PU-246	9458
	60-ND-148	6043		74-W -182	7431	Am	95-AM-240	9540
	60-ND-150	6049		74-W -183	7434		95-AM-241	9543
Pm	61-PM-147	6149		74-W -184	7437		95-AM-242	9546
	61-PM-148	6152		74-W -186	7443		95-AM-242m	9547
	61-PM-148m	6153	Os	76-OS-184	7625		95-AM-243	9549
	61-PM-149	6255		76-OS-186	7631		95-AM-244	9552
	61-PM-151	6161		76-OS-187	7634		95-AM-244m	9553
Sm	62-SM-144	6225		76-OS-188	7637	Cm	96-Cm-240	9625
	62-SM-147	6234	Au	76-OS-189	7640		96-CM-241	9628
	62-SM-148	6237		76-OS-190	7643		96-CM-242	9631
	62-SM-149	6240		76-OS-192	7649		96-CM-243	9634
	62-SM-150	6243	Hg	79-AU-197	7925		96-CM-244	9637
	62-SM-151	6246		80-HG-196	8025		96-CM-245	9640
	62-SM-152	6249		80-HG-198	8031		96-CM-246	9643
	62-SM-153	6252		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	Pb	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		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	Bi	82-PB-208	8237		97-BK-249	9752
	64-GD-153	6428		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
	64-GD-158	6443	Ac	89-AC-225	8925		98-CF-251	9858
	64-GD-160	6449		89-AC-226	8928		98-CF-252	9861
				89-AC-227	8931		98-CF-253	9864
Tb	65-TB-159	6525	Th	90-TH-227	9025		98-CF-254	9867
	65-TB-160	6528		90-TH-228	9028	Es	99-ES-251	9911
Dy	66-DY-154	6619		90-TH-229	9031		99-ES-252	9912
	66-DY-156	6625		90-TH-230	9034		99-ES-253	9913
	66-DY-158	6631		90-TH-231	9037		99-ES-254	9914
	66-DY-159	6634		90-TH-232	9040		99-ES-254m	9915
	66-DY-160	6637		90-TH-233	9043		99-ES-255	9916
	66-DY-161	6640		90-TH-234	9046	Fm	100-FM-255	9936
	66-DY-162	6643	Pa	91-PA-229	9125			
	66-DY-163	6646		91-PA-230	9128			
	66-DY-164	6649		91-PA-231	9131			
				91-PA-232	9134			
				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

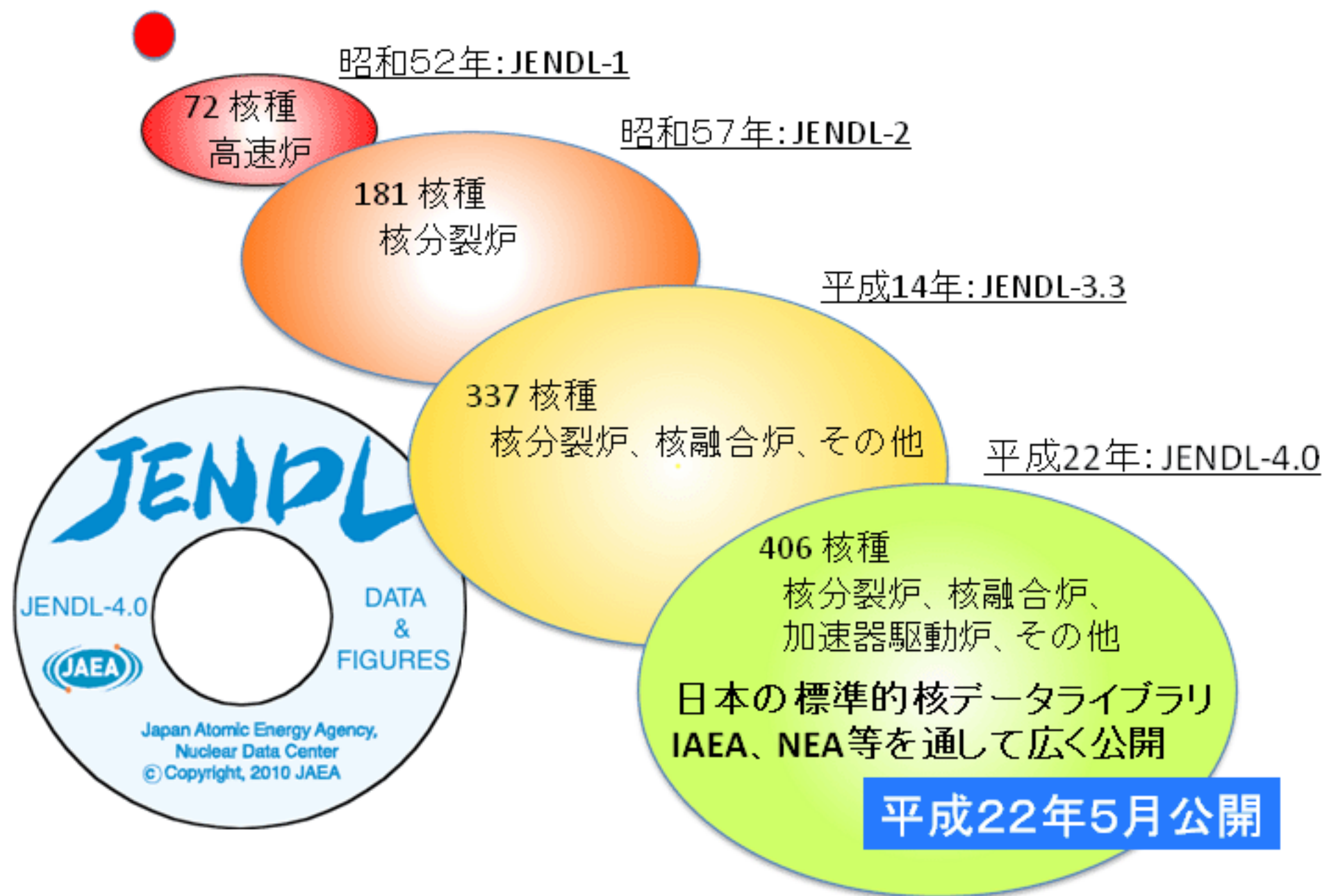


図1 JENDL評価済核データファイルの開発

[資料提供] 片倉 純一氏