

H9. 10. 20  
12:00-2:00

「統計研究会」  
「内外経済情勢懇話会」  
講演原稿

国名	1997年	1998年	1999年	2000年
日本	100.0	100.0	100.0	100.0
米国	100.0	100.0	100.0	100.0
英国	100.0	100.0	100.0	100.0
フランス	100.0	100.0	100.0	100.0
ドイツ	100.0	100.0	100.0	100.0
イタリア	100.0	100.0	100.0	100.0
韓国	100.0	100.0	100.0	100.0
中国	100.0	100.0	100.0	100.0
インド	100.0	100.0	100.0	100.0
ブラジル	100.0	100.0	100.0	100.0
ロシア	100.0	100.0	100.0	100.0
インドネシア	100.0	100.0	100.0	100.0
タイ	100.0	100.0	100.0	100.0
マレーシア	100.0	100.0	100.0	100.0
シンガポール	100.0	100.0	100.0	100.0
香港	100.0	100.0	100.0	100.0
台湾	100.0	100.0	100.0	100.0
韓国	100.0	100.0	100.0	100.0
中国	100.0	100.0	100.0	100.0
インド	100.0	100.0	100.0	100.0
ブラジル	100.0	100.0	100.0	100.0
ロシア	100.0	100.0	100.0	100.0
インドネシア	100.0	100.0	100.0	100.0
タイ	100.0	100.0	100.0	100.0
マレーシア	100.0	100.0	100.0	100.0
シンガポール	100.0	100.0	100.0	100.0
香港	100.0	100.0	100.0	100.0
台湾	100.0	100.0	100.0	100.0

※本表は、1997年10月1日現在までのデータを示している。1999年10月1日現在のデータは、1999年10月1日現在のデータに基づいて算出されたものである。1999年10月1日現在のデータは、1999年10月1日現在のデータに基づいて算出されたものである。

※本表は、1997年10月1日現在までのデータを示している。1999年10月1日現在のデータは、1999年10月1日現在のデータに基づいて算出されたものである。1999年10月1日現在のデータは、1999年10月1日現在のデータに基づいて算出されたものである。

IAEA調べ：世界の原子力発電所（1996年12月末現在）

国名	運転中		建設中		96年の原子力発電		運転経験	
	基数	合計出力 (万kW)	基数	合計出力 (万kW)	電力量 (億kWh)	シェア(%)	炉年	月
アルゼンチン	2	93.5	1	69.2	69.2	11.43	36	7
アルメニア	1	37.6			21.0	36.72	29	4
ベルギー	7	571.2			414.0	57.18	142	7
ブラジル	1	62.6	1	124.5	22.9	0.74	14	9
ブルガリア	6	353.8			180.8	42.24	89	1
カナダ	21	1490.2			875.2	15.97	369	9
中国	3	216.7	2	120.0	136.2	1.27	11	5
チェコ	4	164.8	2	182.4	128.5	20.00	42	8
フィンランド	4	235.5			186.8	28.13	71	4
フランス	57	5994.8	3	435.5	3782.0	77.36	935	3
ドイツ	20	2228.2			1528.0	30.29	530	7
ハンガリー	4	172.9			141.8	40.76	46	2
インド	10	169.5	4	80.8	74.2	2.21	139	1
イラン			2	214.6			0	0
日本	53	4236.9	2	211.1	2870.0	33.37	756	1
カザフスタン	1	7.0			0.9	0.15	23	6
韓国	11	912.0	5	387.0	703.3	35.77	111	10
リトアニア	2	237.0			126.7	83.44	22	6
メキシコ	2	130.8			71.1	5.08	9	11
オランダ	2	50.4			39.0	4.79	51	9
パキスタン	1	12.5	1	30.0	3.1	0.56	25	3
ルーマニア	1	65.0	1	65.0	9.1	1.75	0	6
ロシア	29	1984.3	4	337.5	1088.2	13.10	555	6
南アフリカ	2	184.2			117.6	6.33	24	3
スロバキア	4	163.2	4	155.2	112.6	44.53	65	5
スロベニア	1	63.2			43.6	37.87	15	3
スペイン	9	720.7			538.0	31.97	156	2
スウェーデン	12	1004.0			714.0	52.38	231	2
スイス	5	307.7			237.2	44.45	108	10
英国	35	1292.8			859.0	26.04	1098	4
ウクライナ	16	1376.5	4	380.0	795.8	43.75	190	2
米国	110	10068.5		116.5	6747.8	21.92	2138	7
合計	442	35096.4	36	2792.8	23000.9		8135	8

※合計には台湾のデータを含む。  
台湾では6基（合計出力：488.4万kW）が運転中で、1996年には363.3億kWh△を発電し、総発電電力量に占める原子力発電のシェアは29.07%△。また運転経験は96年12月末時点で92炉年と1ヵ月に達している。

※△は前年比増、▼は前年比減を表す。但し、アルメニアは前年のデータが不明。

# 運転中の炉型別原子力発電設備容量

—1996年12月31日現在—

(万kW, グロス電気出力)

国・地域		炉型		重水炉	黒鉛減速炉 (LWGR*)	ガス炉 (GCR,AGR)	高速炉 (FR)	合計
		加圧水型 軽水炉(PWR)	沸騰水型 軽水炉(BWR)					
1	米 国	7,134.8 (72)	3,403.3 (37)					10,538.1 (109)
2	フランス	5,954.3 (54)					149.0 (2)	6,103.3 (56)
3	日 本	1,818.6 (22)	2,419.5 (27)	16.5 (1)		16.6 (1)		4,271.2 (51)
4	ドイツ	1,680.8 (14)	664.3 (6)					2,345.1 (20)
5	ロシア	959.4 (13)	6.2 (1)		1,100.0 (11)		60.0 (1)	2,125.6 (26)
6	カナダ			1,579.5 (21)				1,579.5 (21)
7	英 国	125.8 (1)				1,291.5 (34)		1,417.3 (35)
8	ウクライナ	1,188.0 (13)			200.0 (2)			1,388.0 (15)
9	スウェーデン	284.0 (3)	759.7 (9)					1,043.7 (12)
10	韓 国	893.7 (10)		67.9 (1)				961.6 (11)
11	スペイン	605.0 (7)	145.0 (2)					750.0 (9)
12	ベルギー	599.5 (7)						599.5 (7)
13	台 湾	190.2 (2)	324.2 (4)					514.4 (6)
14	ブルガリア	376.0 (6)						376.0 (6)
15	スイス	174.8 (3)	145.7 (2)					320.5 (5)
16	リトアニア				300.0 (2)			300.0 (2)
17	フィンランド	93.0 (2)	147.0 (2)					240.0 (4)
18	中 国	226.8 (3)						226.8 (3)
19	南アフリカ	193.0 (2)						193.0 (2)
20	インド		32.0 (2)	152.0 (8)				184.0 (10)
21	ハンガリー	184.0 (4)						184.0 (4)
22	チェコ	176.0 (4)						176.0 (4)
23	スロバキア	174.0 (4)						174.0 (4)
24	メキシコ		130.8 (2)					130.8 (2)
25	アルゼンチン			100.5 (2)				100.5 (2)
26	ルーマニア			71.0 (1)				71.0 (1)
27	スロベニア	66.4 (1)						66.4 (1)
28	ブラジル	65.7 (1)						65.7 (1)
29	オランダ	48.1 (1)	5.8 (1)					53.9 (2)
30	アルメニア	40.8 (1)						40.8 (1)
31	カザフスタン						15.0 (1)	15.0 (1)
32	パキスタン			13.7 (1)				13.7 (1)
合 計		23,252.7 (250)	8,183.5 (95)	2,001.1 (35)	1,600.0 (15)	1,308.1 (35)	224.0 (4)	36,569.4 (434)

注：( ) 内の数値は原子炉の基数を表わす。

\*RBMK 型炉

# 原子力発電所立地図

(1997年4月1日現在)



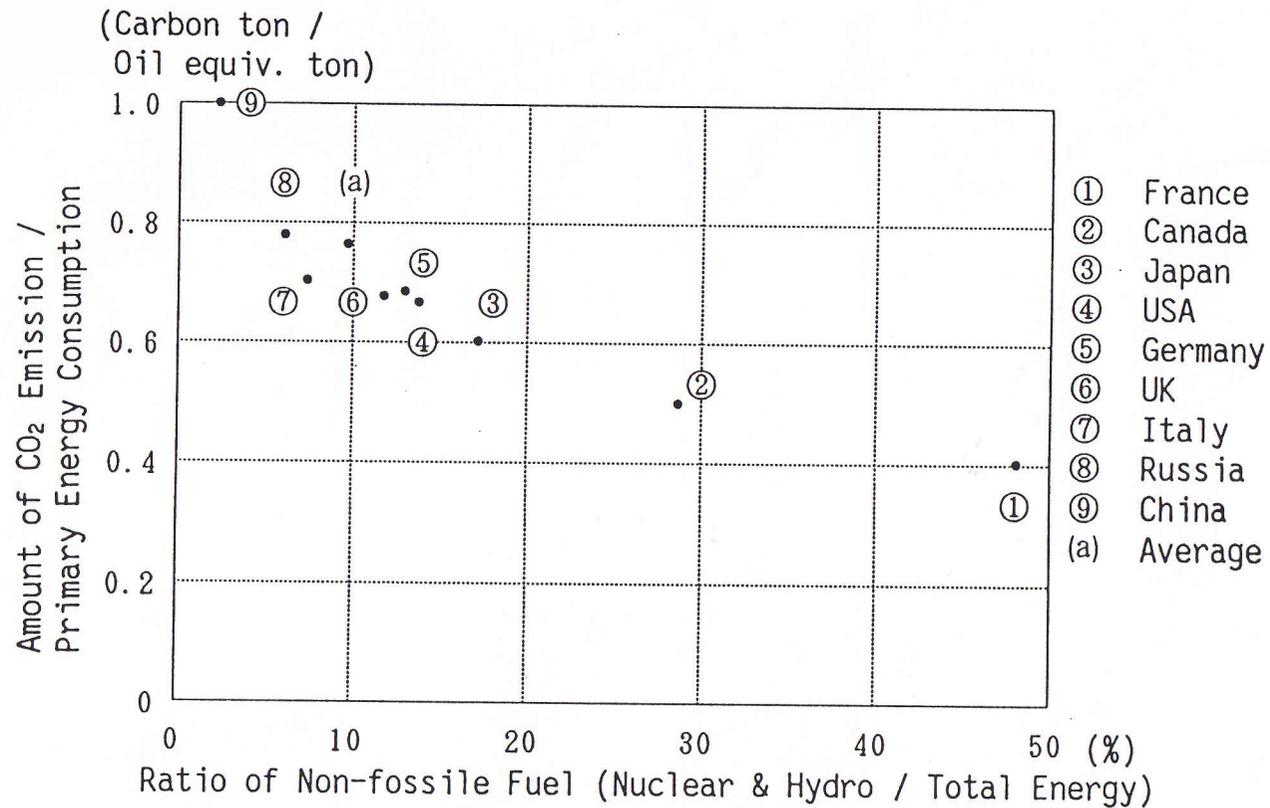
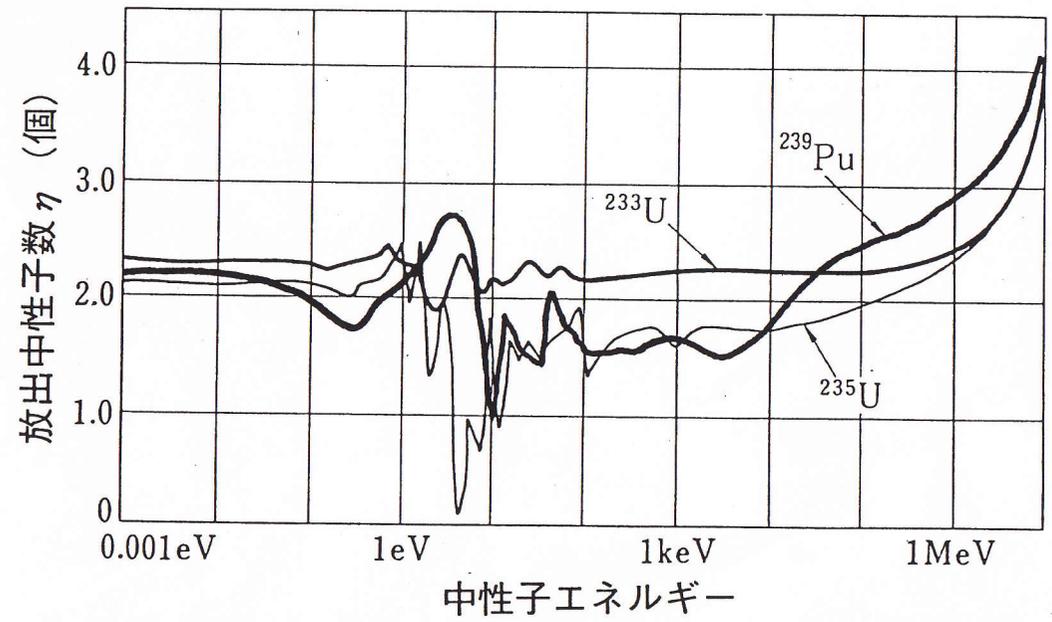


Fig.1 Relation between CO<sub>2</sub> Emission and Non-fossil Fuel Ratio  
(Source: G.Marland et.al. NDP-030/R7, 1997  
& OECD Energy Balances 1993-1994)

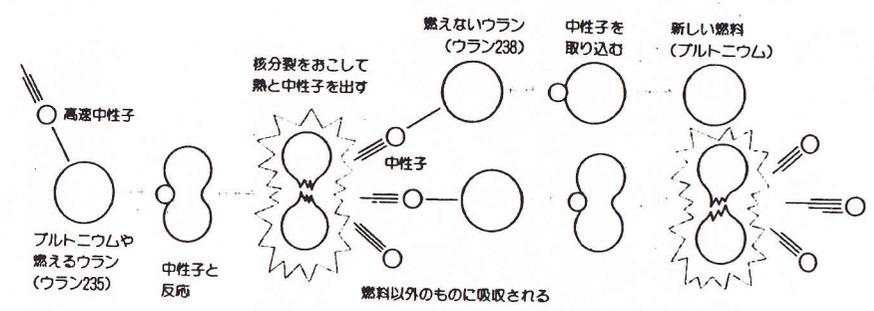
# 高速炉によるプルトニウムの利用

- ウラン資源の有効利用  $[^{238}\text{U} \xrightarrow{(n, \gamma)} ^{239}\text{U} \xrightarrow[25.3\text{分}]{\beta^-} ^{239}\text{Np} \xrightarrow[2.35\text{日}]{\beta^-} ^{239}\text{Pu}]$
- 高速中性子で $^{239}\text{Pu}$ は核分裂し、高速中性子を平均的に $\eta$ 個放出する (増殖には $\eta$ が2.2以上必要)



核分裂当たりの放出中性子数のエネルギー依存性

- $^{238}\text{U}$ への吸収
- $^{239}\text{Pu}$ や $^{235}\text{U}$ の核分裂
- 漏れや燃料以外の捕獲



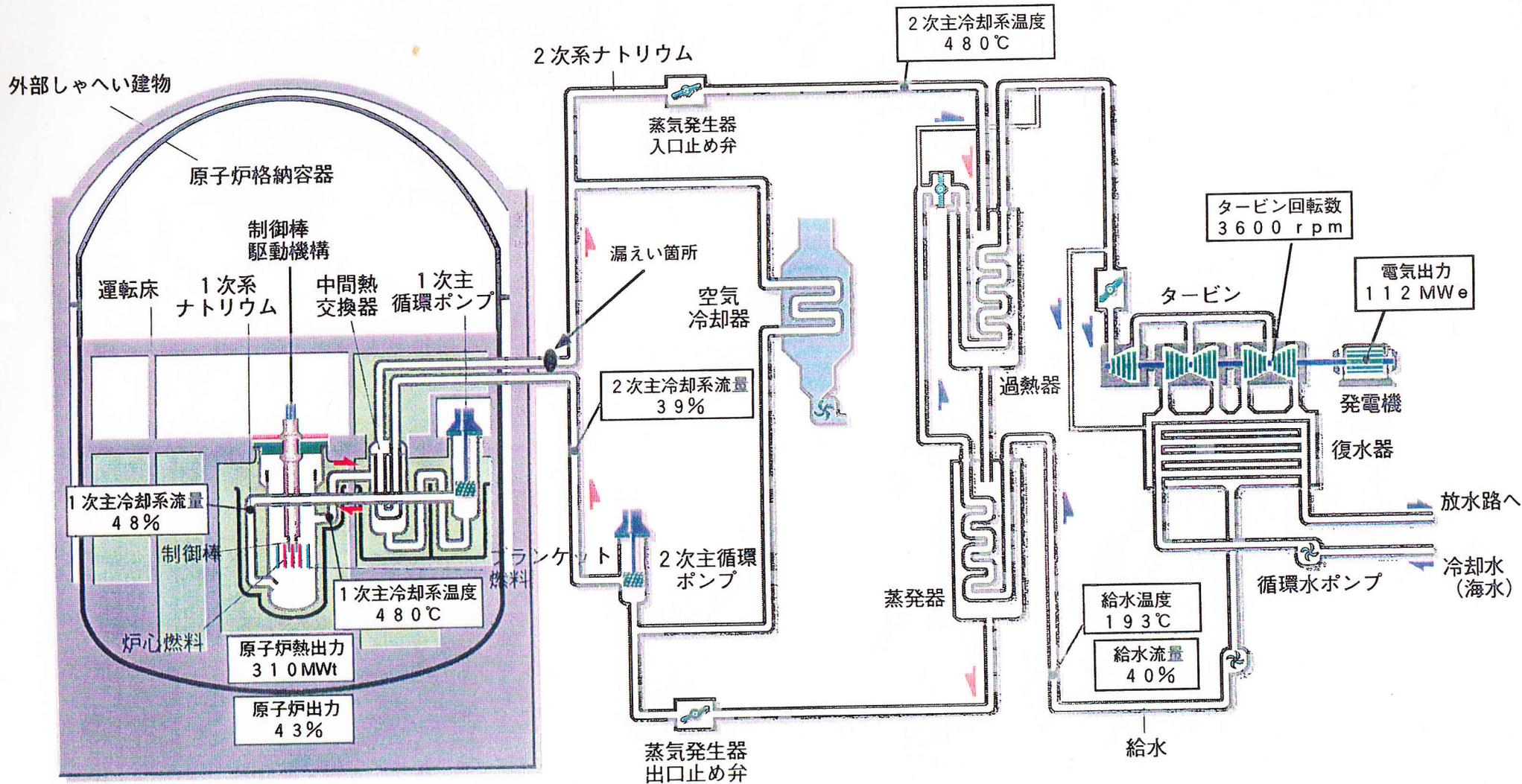
## 増殖のしくみ

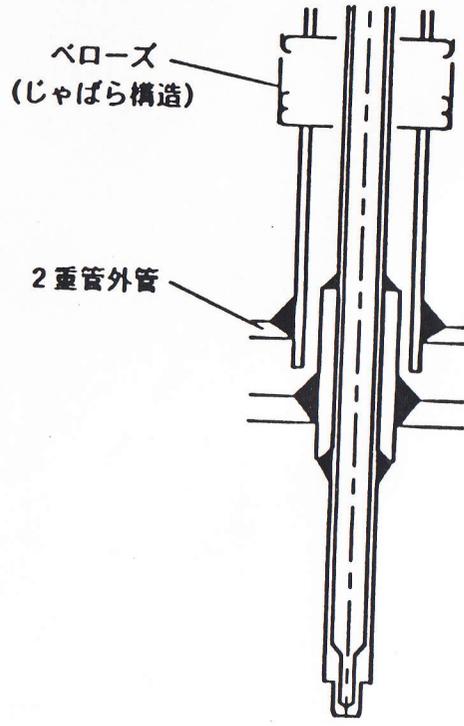
# 世界の高速炉開発の状況

着工 ■ 初臨界 (運開) —▶ : 閉鎖 —▶ : 運転 □ : 計画中

国名	プラント名	出力 (炉型)	西 暦													
			'50	'55	'60	'65	'70	'75	'80	'85	'90	'95	2000			
アメリカ	実: Clementine	25KWt(L)	46	52												
	実: EBR-I	0.2MWe(L)	46	51		63										
	実: LAMPRE	1MWt(L)			59	61	65									
	実: EBR-II	20MWe(T)			57	63(65)										94/9 運転停止
	実: E. Fermi	61MWe(L)		56		63(66)		72								
	実: SEFOR	20MWt(L)				65	69	72								
	実: FFTF	400MWt(L)					70		80						93	
	原: CRBR 証: PRISM	380MWe(L) 155MWe/m (T)								82	計画中止(83)					計画中止
										概念選定 88						
イギリス	実: DFR	15MWe(L)		55	59(63)				77							
	原: PFR	250MWe(T)				66			74(76)						94	
フランス	実: Rapsodie	40MWt(L)			62	67								83		
	原: Phenix	250MWe(T)					68		73(74)							定期点検中
	証: Super Phenix	1200MWe(T)							77					85(86)		95/12 運転開始
ドイツ	実: KNK-II	20MWe(L)							(KNK-Iからの改造) 75					77(79)		91/8
	原: SNR-300	327MWe(L)							73							計画中止(91/3)
日本	実: 常陽	100MWt(L)						70						77		
	原: もんじゅ	280MWe(L)												85		94
	実証炉	660MWe(L)														95/8 初送電
ロシア	実: BR-5/BR-10	5.9/10MWt(L)		57	58											
	実: BOR-60	12MWe(L)				65			69(70)							
	原: BN-600	600MWe(T)							71					80(80)		
	証: BN-800	800MWe(T)												86		建設中断(90)
カザフスタン	原: BN-350	150MWe+脱塩(L)							65					72(73)		

# 事故発生前プラント状況

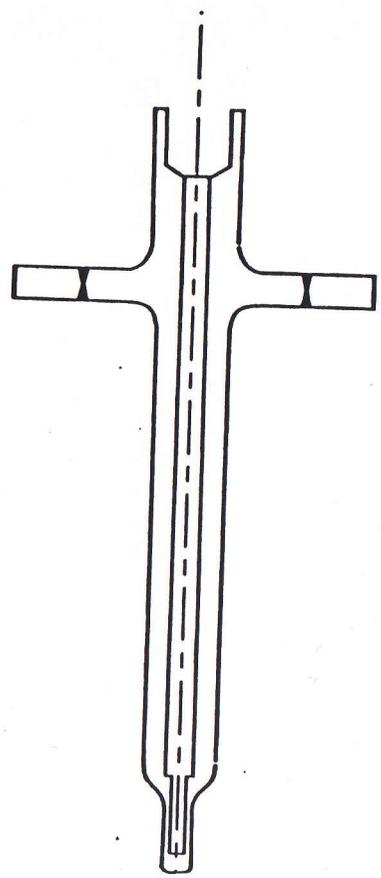




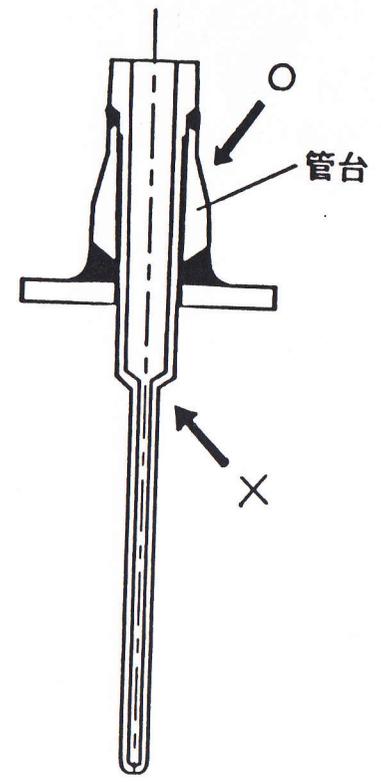
1次主冷却系



2次主冷却系



1次主冷却系



2次主冷却系

「常陽」

「もんじゅ」

温度計配管部形状比較

	X線 (1mSv)	空気による酸化損傷/1日
チミングリコール	246	643
8オキソグアニン	228	282
DNA-重鎖切断	450	-

(注) 参考文献: B. N. Ames 氏他

高自然放射線バックグラウンド地域

国	地域	地域の特徴	人口 (概算)	空気中の吸収線量率 (nGyh <sup>-1</sup> )
ブラジル	リオ・デ・ジャネイロとエスピリト・サント	モザンビーク砂; 海岸沿いの地域	30,000	100-4000 (平均 600)
	ミネラス・ゲライスとゴイアス	6キロメートル平方に火山貫入岩の分散した内陸部	350	平均 2300 最大 14000
インド	ケララとマドラス	モザンビーク砂; 海岸沿いの長さ 200km 幅 0.5 km のエリア	100,000	200-4000 平均 1500
	ガンジス・デルタ (三角州)			260-440
フランス	中央部	人口の約 6 分の 1 が住んでいる花崗岩の片岩性の砂岩地域	7,000,000	200-400
ニュー島	太平洋諸島	火山土壌	4,500	最大 1100
エジプト	ナイル・デルタ (三角州)	モザンビーク エリア		20-400
イラン	ラムサ-	温泉からのウラン・トリウム沈殿地域		700-30,000

(注) 各種文献からの集約

(注) 日本の平均: 50 nGyh<sup>-1</sup>

\* 宇宙および大地からの放射線を含む

## ICRP（国際放射線防護委員会）の放射線防護における基本的な考え方と線量限度

### ・ ICRPにおける放射線防護に関する基本的な考え方

広島・長崎の原子爆弾被曝生存者のデータにおいて、放射線による発がんリスクの増加が認められたのは、全身200mSv～500mSv以上の被曝者である。そのデータをほぼ直線仮説に基づき低線量域まで外挿し、リスクの算出を行い、そのリスクの程度を在来の安全と思われている産業に伴うリスク以下なら容認されるであろう、という考えから、被ばくの線量限度が定められている。

### 1990年ICRP勧告の線量限度

対 象	線 量 限 度	
	公衆被ばく	職業被ばく
実効線量	1mSv/y	20mSv/y*
等価線量		
眼の水晶体	15mSv/y	150mSv/y
皮膚	50mSv/y	500mSv/y
手先及び足先	—	500mSv/y
緊急時		
実効線量	—	約0.5Sv
皮膚等価線量	—	約5Sv

\* 5年間の平均（但し50mSv/yを超えてはならない）

以 上

IAEA調べ：世界の原子力発電所（1996年12月末現在）

国名	運転中		建設中		96年の原子力発電		運転経験	
	基数	合計出力 (万kW)	基数	合計出力 (万kW)	電力量 (億kWh)	シェア(%)	炉年	月
アルゼンチン	2	93.5	1	69.2	69.2	11.43	36	7
アルメニア	1	37.6			21.0	36.72	29	4
ベルギー	7	571.2			414.0	57.18	142	7
ブラジル	1	62.6	1	124.5	22.9	0.74	14	9
ブルガリア	6	353.8			180.8	42.24	89	1
カナダ	21	1490.2			875.2	15.97	369	9
中国	3	216.7	2	120.0	136.2	1.27	11	5
チェコ	4	164.8	2	182.4	128.5	20.00	42	8
フィンランド	4	235.5			186.8	28.13	71	4
フランス	57	5994.8	3	435.5	3782.0	77.36	935	3
ドイツ	20	2228.2			1528.0	30.29	530	7
ハンガリー	4	172.9			141.8	40.76	46	2
インド	10	169.5	4	80.8	74.2	2.21	139	1
イラン			2	214.6			0	0
日本	53	4236.9	2	211.1	2870.0	33.37	756	1
カザフスタン	1	7.0			0.9	0.15	23	6
韓国	11	912.0	5	387.0	703.3	35.77	111	10
リトアニア	2	237.0			126.7	83.44	22	6
メキシコ	2	130.8			71.1	5.08	9	11
オランダ	2	50.4			39.0	4.79	51	9
パキスタン	1	12.5	1	30.0	3.1	0.56	25	3
ルーマニア	1	65.0	1	65.0	9.1	1.75	0	6
ロシア	29	1984.3	4	337.5	1088.2	13.10	555	6
南アフリカ	2	184.2			117.6	6.33	24	3
スロバキア	4	163.2	4	155.2	112.6	44.53	65	5
スロベニア	1	63.2			43.6	37.87	15	3
スペイン	9	720.7			538.0	31.97	156	2
スウェーデン	12	1004.0			714.0	52.38	231	2
スイス	5	307.7			237.2	44.45	108	10
英国	35	1292.8			859.0	26.04	1098	4
ウクライナ	16	1376.5	4	380.0	795.8	43.75	190	2
米国	110	10068.5		116.5	6747.8	21.92	2138	7
合計	442	35096.4	36	2792.8	23000.9		8135	8

※合計には台湾のデータを含む。

台湾では6基（合計出力：488.4万kW）が運転中で、1996年には363.3億kWh△を発電し、総発電電力量に占める原子力発電のシェアは29.07%△。また運転経験は96年12月末時点で92炉年と1ヵ月に達している。

※△は前年比増、▼は前年比減を表す。但し、アルメニアは前年のデータが不明。