海外のプラントでのナトリウム漏洩件数 表1

イギリス

DFR (実験炉) 7件* 20件

PFR (原型炉)

フランス

Rapsodie (実験炉) 2件*

23件 Phenix (原型炉)

Super-Phenix (実証炉) 3件

ドイツ

KNK-Ⅱ (実験炉) 21件

SNR-300 (原型炉) 1件

旧ソ連

B R-10 (実験炉) 19件

BN-350 (原型炉) 15件

BN-600 (原型炉)・ 27件*

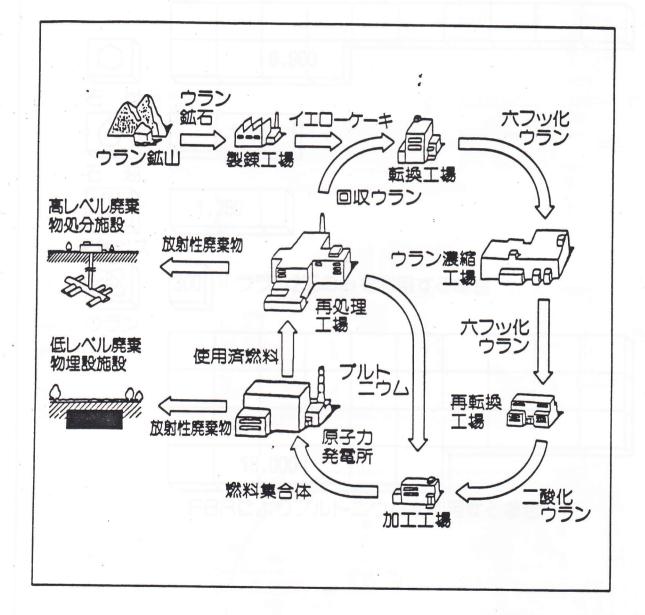
> 合 計 138件

注: DFRはNaK使用

アメリカの事例は未確認

*印は一次系漏洩が明確になったものを含む

図 原子燃料サイクル



世界の原子力発電設備容量

-1995年6月末現在-

(単位:万kW, グロス電気出力) 順 運 転 中 建 設 中 計 画 中 合 位 玉 名 出 力 基数 出 カ 基数 出 力 基数 出 力 基数 米 玉 1 10.474.1 109 121.1 1 10.595.2 110 2 フランス 5.979.3 55 730.0 5 303.0 2 7.012.3 62 3 B 本 4.053.1 49 499.7 5 165.0 4.717.8 56 4 1: 1 " 2.392.0 21 2,392.0 21 5 3 T 2,125.6 26 540.0 6 749.6 13 3.415.2 45 6 力 ナ 1,669.9 22 1.669.9 22 英 7 玉 1,291.5 34 125.8 1 486.4 4 1.903.7 39 8 ウクライナ 1.288.0 14 600.0 6 20 1.888.0 スウェーデン 9 1.036.9 12 1,036.9 12 10 韓 玉 861.6 10 510.0 6 400.0 1.771.6 4 20 11 スペイ 740.0 9 381.0 4 104.0 1 1.225.0 14 ベルギー 12 7 580.9 7 580.9 13 台 湾 514.4 6 260.0 2 774.4 8 14 ブルガリア 376.0 6 376.0 6 15 ス 1 ス 317.5 5 317.5 5 16 リトアニア 300.0 2 300.0 2 17 フィンランド 240.0 4 240.0 4 18 中 玉 210.0 3 120.0 2 1,397.0 1.727.0 14 19 19 1 > F. 195.5 10 188.0 6 188.0 6 571.5 22 20 南アフリカ 193.0 2 193.0 2 21 ハンガリー 184.0 4 184.0 4 22 于 176.0 I 4 194.4 2 370.4 6 23 スロバキア 174.0 4 176.0 4 350.0 8 24 メキシコ 135.0 2 135.0 2 25 アルゼンチン 100.5 2 74.5 1 175.0 3 26 スロベニア 66.4 1 66.4 1 27 ブラジル 65.7 1 261.8 2 811.2 6 1.138.7 9 オランダ 28 53.9 2 53.9 2 29 カザフスタン 15.0 1 15.0 1 30 パキスタン 13.7 1 32.5 1 46.2 2 31 ルーマニア 330.0 5 330.0 5 32 1 ラ 229.3 2 152.0 381.3 6 33 ューバ 2 88.0 176.0 4 264.0 6 34 1 ル 274.6 3 274.6 3 35 エジプ 1 187.2 2 2 187.2 36 9 1 100.0 1 100.0 1 37 イスラエル 55.0 1 55.0 1

5,202.1 順位は運転中の設備容量順を原則とし、順次、建設中および計画中の容量順とした。

61

5.809.0

69

46,834.6

558

35.823.5

428

合

表 4.1 液体金属の熱的性質--軽水との比較

	ナトリウム Na	カリウム K	NaK (Na 22%) (K 78%)	水 銀 Hg	軽 水 H₂O
温 度 t [℃]	300	300	300	300	300
圧 力 p [atm]	1.00	1.00	1.00	1.00	87.61
密 度 ρ [kg/m³]	880	770	809	12,880	713
比 熱 Cp [kcal/kg·℃]	0.316	0.185	0.212	0.0323	1.36
粘 度 μ[kg/m·sec]	3.43×10^{-4}	2.45×10^{-4}	2.82×10^{-4}	9.51×10^{-4}	0.92×10^{-4}
動粘性係数 ν [m³/sec]	0.392×10^{-6}	0.318×10^{-6}	0.349×10^{-6}	0.0738×10^{-6}	0.129×10^{-6}
熱伝導率 k [kcal/m·h·℃]	60.0	35.0	22.0	11.9	0.340
熱伝導率 * h [kcal/m²·h·で]	92,400	48,563	43,725	45,850	32,340

^{*}u=5 m/sec, $d_c=0.8$ cm の場合

計算式 液体金属 Nu=7+0.025Pe⁰⁸, 軽水 Nu=0.023Re⁰⁸Pr⁰⁴

する腐食性は非常に小さく,材料共存性がよ

- (5) 値段が比較的安い.
- (6) 比重は1以下で軽く、ポンプ動力が少なくてすむ。
- (7)電気伝導度が高いので、電磁ボンブが 使用できる.

これに対して欠点としては,

- (1)化学的に活性であり、とくに水、空気と 反応するので漏洩対策を講じておく必要がある。
- (2) 常温で固体なので系統には予熱装置が必要である。

表 4.3 ナトリウムの化学反応性

対	物	ナトリウム		
酸	素	活性大		
窒	素	無反応		
水	素	300℃ 以上では活性大		
7	水	反応大		
炭	素	反応し Na ₂ C ₂ 生成		
アンモニア		反応し NaNH2 を生成		
一酸化炭素		液体アンモニア中以外ではカルボニル		
		を生成せず		
炭酸ガス		反応		
ハロケ	`ン:			
フッ素		発火		
	塩 素	反応		
	臭 素	緩慢に反応		
	ョウ素	反応せず		
硫	骏 濃	かなり激しく反応		
(冷)	薄	非常に激しく反応		

表 4.2 ナトリウムの物性

原子量。22.9898 蒸発の潜熱 1005 cal/g 物 性 温度(C)	原子番号 Na		触解の体積膨張 触解の潜熱	2.5% 27.05 cal/g		
題点 (で) 882.9 97.81 8.65×10 ⁻⁸ 300 1.37×10 ⁻² 400 3.54×10 ⁻¹ 500 24.4 20 0.9684(s) 97.81 0.9514(s) 97.81 0.9270 100 0.9265 300 0.8805 500 0.8331 600 0.3089 100 0.682 300 0.340 (CP) 500 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 比	原子量	22.9898 7	蒸発の潜熱	1005 cal/g		
選点 (で) 882.9 97.81 8.65×10 ⁻⁸ 1.37×10 ⁻² 400 3.54×10 ⁻¹ 3.54×10 ⁻¹ 500 24.4 20 0.9684(s) 97.81 0.9270 100 0.9265 300 0.8805 500 0.8805 500 0.8805 500 0.88089 100 0.682 300 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 27.8 25 0.3258(s) 27.8 25 0.3258(s) 27.8 25 0.3258(s) 27.8 27	物 性	温度(℃)	1	Na		
97.81	島点 (で)		97.83			
五 久 田 300 1.37×10 ⁻² 3.54×10 ⁻¹ 3.54×10 ⁻¹ 3.54×10 ⁻¹ 3.54×10 ⁻¹ 3.91 600 24.4 20 0.9684(s) 0.9514(s) 97.81 0.9270 100 0.9265 300 0.8805 500 0.8831 600 0.8889 100 0.8089 100 0.682 300 0.239 600 0.212 25 0.239 600 0.212 25 0.3258(s) 97.8 0.3258(s) 100 0.3305 (cal.g C) 300 0.3116 500 0.3015 600 0.2998	清点 (て)		882.9			
# 文 年 400		97.81	8.65×1	0-8		
Manual	惑 気 E					
20						
20 0.9684(s) 97.81 0.9514(s) 97.81 0.9270 100 0.9265 300 0.8805 500 0.8831 600 0.8089 100 0.682 300 0.340 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 100 0.3305 (cal g C) 330 0.3116 500 0.3015 600 0.2998			Service Control of the Control of th			
要 97.81 0.9514(s) 0.9270 100 0.9265 300 0.8805 500 0.8831 600 0.8089 100 0.682 300 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 25 0.3116 25 00 0.3015 25 00 0.3116 25 00 0.2998 25 0.2998 25 0.2998 25 0.2998 25 0.159 0.147 25 0.159 0.147 25 0.159 0.147 25 0.159 0.147 25 0.542 MeV						
度						
また。				s)		
300	芝 夏					
おり (CP) 500 0.8331 0.8089 100 0.682 300 0.340 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 25 0.3116 0.3015 600 0.3015 600 0.2998 25 0.182 0.182 0.182 0.159 0.147 22Na 2.58 y ター0.542 MeV						
100						
程 度 300 0.340 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 27.8 0.3258(s) 25 0.3258(s) 25 0.3305 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 25 0.2998 25 0.2998 25 0.182 0.182 0.159 600 0.147 277 MeV 2Na 15.0 h 第一1.394 MeV 7 1.368 MeV 7 1.368 MeV						
(CP) 500 0.239 600 0.212 25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 比 素 100 0.3305 (cal/g C) 300 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 蒸 伝 漫 度 100 0.205 300 0.182 (cal/cm 500 0.182 500 0.147 21Na 2.58 y 第 0.542 MeV		100	0.682			
25	粘 度	300	0.340			
25 0.2920(s) 97.8 0.3258(s) 比 素 100 0.3305 (cal g C) 330 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 蒸 伝 漫 度 100 0.205 300 0.182 (cal/cm 500 0.159 600 0.147 **Na 2.58 y	(CP)	500	0.239			
サル 多 100 0.3258(s) (cal g C) 330 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 熱 伝 漫 度 100 0.205 300 0.182 (cal cm 500 0.159 sec C) 600 0.147 22Na 2.58 y ラー0.542 MeV γ 1.277 MeV 24Na 15.0 h ラー1.394 MeV γ 1.368 MeV		600	0.212			
世 章 100 0.3305 (cal g C) 330 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 熱 伝 邊 茂 100 0.205 300 0.182 (cal cm 500 0.159 0.147 22Na 2.58 y 5 0.542 MeV 7 1.277 MeV 24Na 15.0 h 5 1.394 MeV 7 1.368 MeV						
(cal g C) 330 0.3116 500 0.3015 600 0.2998 熱 伝 漫 度 100 0.205 300 0.182 (cal cm 500 0.159 600 0.147 22Na 2.58 y ラー0.542 MeV						
500						
無 伝 漫 度 100 0.205 0.182 (cal,cm 500 0.147 22Na 2.58 y ター0.542 MeV γ 1.277 MeV 24Na 15.0 h ター1.394 MeV γ 1.368 MeV	(cal/g C)					
熱 伝 漫 度 (cal, cm sec C) 500 0.182 0.159 0.147 22Na 2.58 y 5 0.542 MeV 7 1.277 MeV 24Na 15.0 h 第 1.394 MeV 7 1.368 MeV						
(cal/cm 500 0.182 0.159 0.147 22Na 2.58 y 3 0.542 MeV 7 1.277 MeV 24Na 15.0 h 第一1.394 MeV 7 1.368 MeV						
(cal cm 500 0.159 0.147 22Na 2.58 y 3 0.542 MeV 7 1.277 MeV 42Na 15.0 h 3 1.394 MeV 7 1.368 MeV 7 1.368 MeV	熱伝濃度					
sec で) 5.00 0.147 22Na 2.58 y		(cal/cm) 300				
²² Na 2.58 y β = 0.542 MeV γ 1.277 MeV ²⁴ Na 15.0 h β = 1.394 MeV γ 1.368 MeV	500					
第 0.542 MeV γ 1.277 MeV ¾Na 15.0 h β 1.394 MeV γ 1.368 MeV		-5UU				
誘導放射能 γ 1.277 MeV ²⁴ Na 15.0 h β- 1.394 MeV γ 1.368 MeV			· ·	117		
誘導放射能 24Na 15.0 h β-1.394 MeV γ 1.368 MeV						
β- 1.394 MeV γ 1.368 MeV	蒸道 放射能			Y		
γ 1.368 MeV	100 守以初記		500	leV		