

APWRの特徴とその問題点

京都大学原子炉実験所 小出 裕章

I. PWR開発の歴史的な経過

1. 第1次から第3次までの改良標準化計画

第1次標準化(1975~77)

格納容器大型化

川内1、敦賀2

第2次標準化(1978~80)

燃料の改良、SGの改良

玄海3、4

「わが国は、この軽水炉技術を、当初米国のGE社、WH社から技術援助契約に基づいて導入したが、その後、機器、システムの国産化に努めた結果、機器については大部分国産化している」¹⁾

「これまではアメリカで開発実用化された軽水炉の基本骨格は変えることなく改良したものであり、いわばアメリカで生まれたものを日本で丈夫に育てたというべきものである」²⁾

第3次標準化(1981~85)

APWRの開発

2. 第3次改良標準化としてのAPWR

WH社とは1981年10月に非公式合意に達して計画を始め、1982年8月に正式契約³⁾

WH+三菱重工業(株)+5電力会社(北海道、関西、四国、九州、日本原子力発電)+日本政府

\$150万の資金は5電力会社が負担⁵⁾

米国では、SP-90としてNRCのPDA(Preliminary Design Approval)を取得済み。⁴⁾

II. APWRの目的

1. 立地対策

新規立地の困難 → 単基での出力増加(1175 MWe → 1350 MWe)で乗り切る

APWR 開発の流れ

6)

年 度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
通産省	第3次改良標準化計画								
PWR電力5社 三菱重工業 WH社	開発研究(基本設計の確立) ・プラント設計 ・検証試験 ・実証試験 高度化研究 ・炉内構造物耐久性向上 ・計装設備の高機能化								
原子力工学試験センター	総合実証試験 ・PWR燃料高温高圧流動試験 ・PWR大型炉心検証試験								

ADVANCED PWR DEVELOPMENT DESIGN

3)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Design Integration	Activities for REP					
	Transient & Accident Analyses					
Core	Nuclear & Thermal/Hydraulics					
	Fuel Ass'y & Core Components					
	Internals					
Reactor	Reactor Vessel					
	Radial Reflector					
	Control Rod Drives					
	Displacer Rod Drives					
	Refueling Equipment					
	Integrated Head					
Primary Components	Steam Generator					
	Reactor Coolant Pumps					
	Pressurizer & Piping					
Fluid Systems	Reactor Coolant System					
	Fluid Systems					
Instrum. & Control	Protection & Control Systems					
	Control Room					
Elec. Sys.	Electrical Power Systems					
	System & Layout Evaluations					
Civil Works	Plant Layout					

ADVANCED PWR DEVELOPMENT TESTING

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Core	Design Tests (20)					
	Fuel Assembly Mechanical					
	Fuel Assembly Hydraulic					
	Hot Single Channel 1					
	Hot Single Channel 2					
Reactor	Design Tests (30)					
	Internals Verification (1/4 scale)					
	Upper Internals Flow Verification					
	Fuel Assembly/Radial Reflector Interaction					
	Control Rod Drop					
	Integrated Head					
	Maintenance Demonstration					
	Displacer Drive Verification (M-Loop)					
	LOCA Hydraulics					
Steam Generator	Design Tests (20)					
	SG Materials					
	SG Components					
	10 MWt Model Boiler					

必要であれば、4200MWhへの拡張も可能。

2. 経済性の確保 (設備利用率の向上)

長サイクル運転

初期濃縮度 3.2 % で 13.5 か月、3.6 % で 15 か月、4 % で 18 か月連続運転⁶⁾

定検期間の短縮

原子炉圧力容器の開閉作業で5日分短縮し、従来の45日を40日にする。

3. 燃料節減

取り出し時のウランの濃縮度は0.6%

Pu生成量が従来より1割多い。

ウラン資源は約23%節約 (15 か月運転の場合には13%節約⁹⁾)。

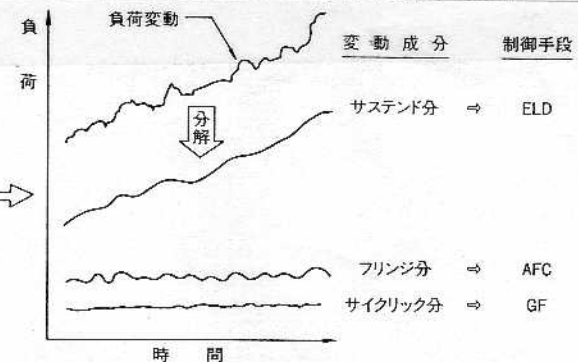
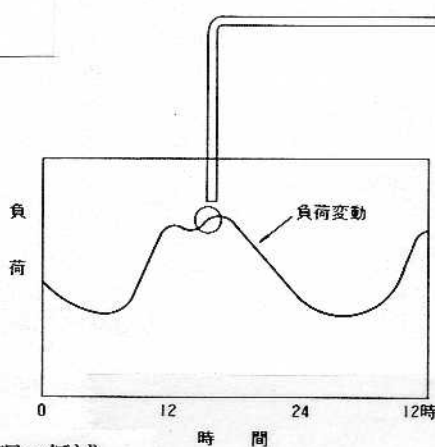
Puの自己生成サイクル (炉心の30%の集合体をPuにする) を加えると約50%節約

燃料サイクル費約20%低減 (15か月運転の場合には10%の節約⁹⁾)。

4. 負荷追従運転、ベースロード用からの転換

負荷追従制御棒 (GR: Gray Rod) により14-1-8-1 (100%→50%→100%) の日負荷追従運転
加圧器圧力制御系の改善で、自動周波数制御 (AFC)・ガバナフリー (GF) 運転能力を向上¹⁴⁾

電力系統負荷変動と制御分担 (4)
Control Methods for Load Variance of Power System



ELD: Economical Load Dispatch
(発電所間の出力分担が最も経済的となるように制御する)
AFC: Automatic Frequency Control
(周波数を一定に制御する)
GF: Governor Free
(発電機調速機の自己応動特性により周波数変動に応じて出力を増減させる)

5. 被曝の低減

低レベルドラム缶 100本/炉・年

従業員被曝 100人・レム/炉・年、さらに33人・レム/炉・年

III. APWRの概要と特徴

1. 炉心

A. スペクトルシフト

この考え方がAPWRの最大の目玉であり、もともとWH社のアイデアである。

減速材調整制御棒 (WDR: Water Displacer Rod)

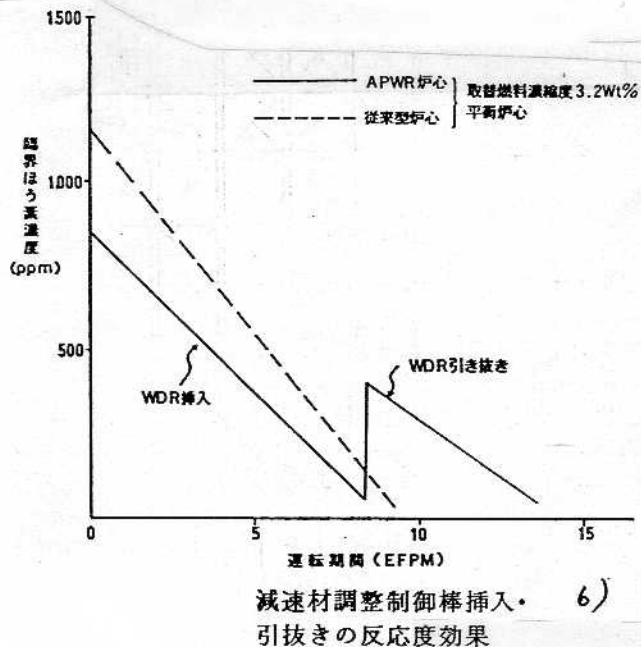
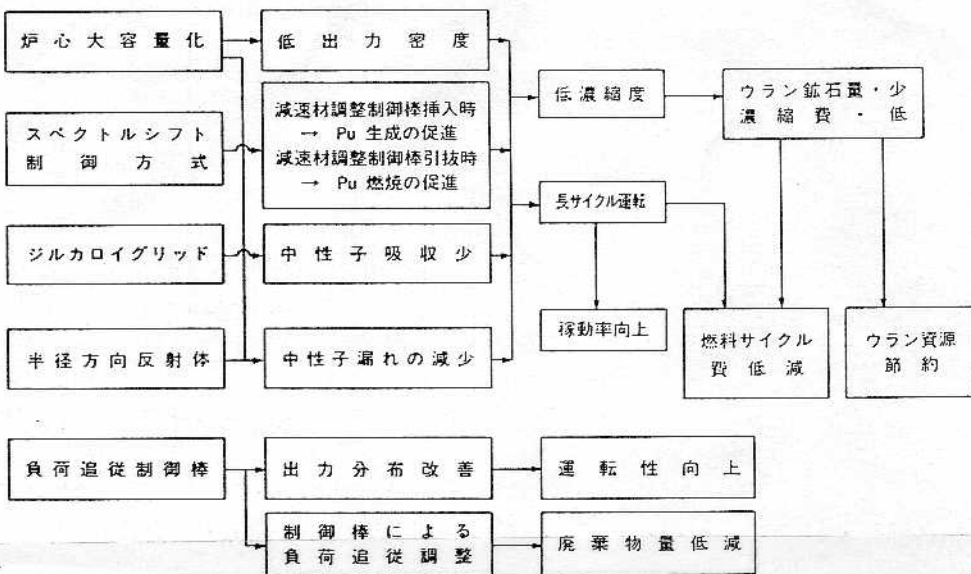
炉内冷却水の15%を排除する

B. 半径方向反射体 (圧力容器の照射脆化の低減)

ステンレスの丸棒を燃料集合体の最外周と炉心パレルとの間に入れ、圧力容器壁の中性子照射量を1/2に低減⁶⁾。

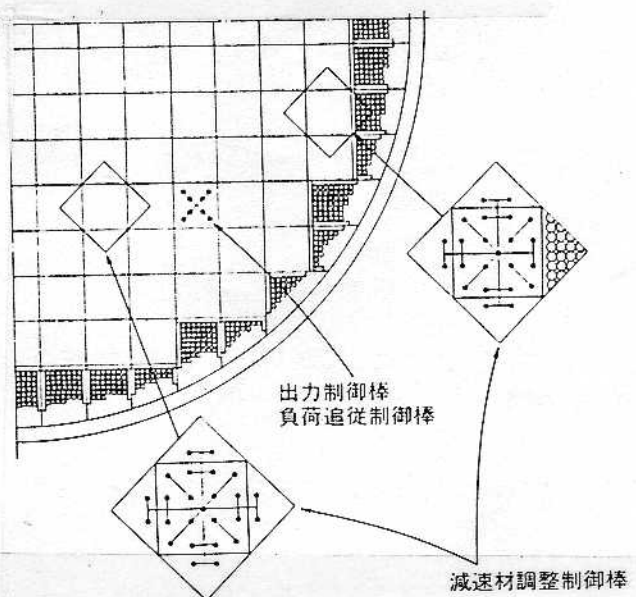
APWR 炉心改良設計とその狙い

APWR Core Design Objectives and Method for Design Improvement



APWR Core Cross Sectional View

20)



C. 大型燃料集合体 (低出力密度)

D. 中間グリッド材料にジルカロイ

(従来はインコネル)

集合体の長さが長くなったこと
に対応し、グリッドは9段から
10段に増加¹⁸⁾

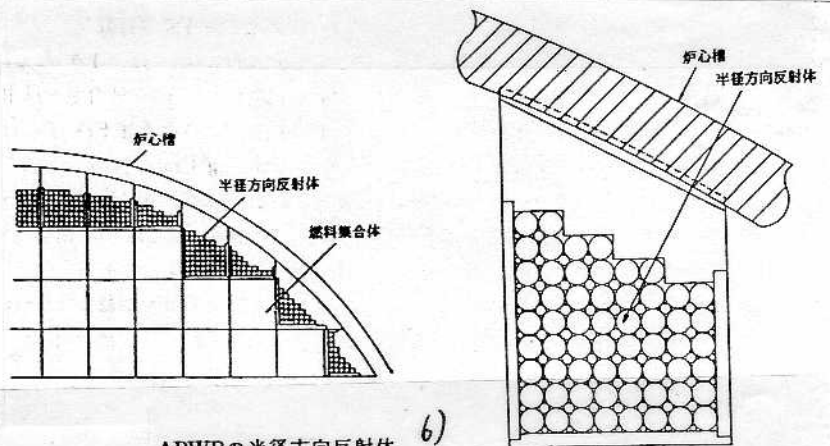
2. 大型圧力容器

内径5.1m、高さ16.2m⁷⁾

従来型ではそれぞれ 4.4m、12.9m

A. 大LOCA時のループシールの
解消

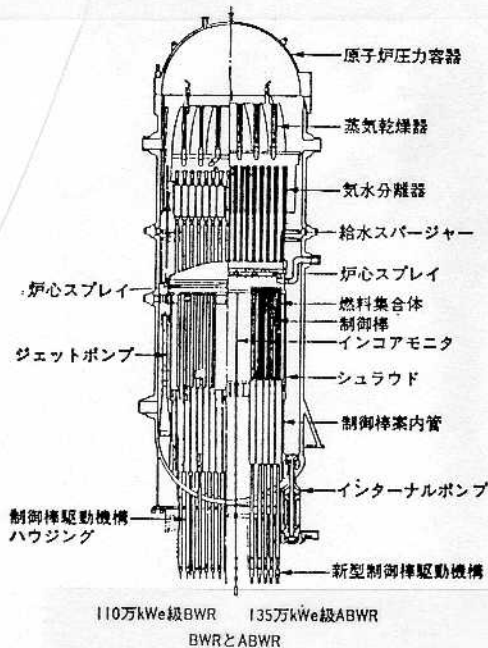
B. 出力密度の低減

16.7 kW/m²、従来 17.9 kW/m²⁷⁾

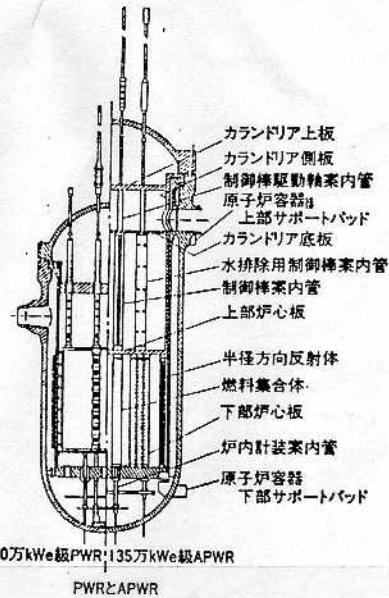
APWRの半径方向反射体

6)

BWRとABWR



PWRとAPWR

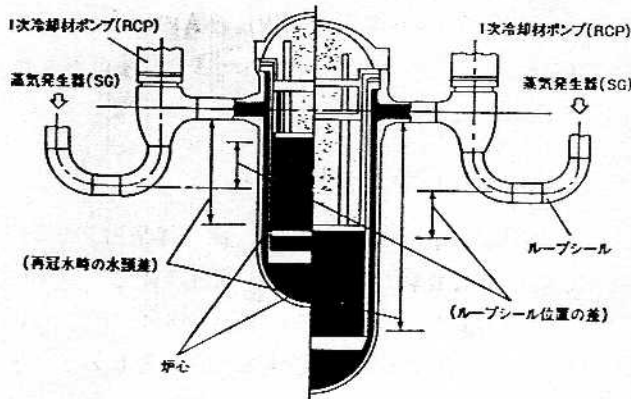


3. ECCS

従来の100%2系統（蓄圧タンク、高圧注入ポンプ、低圧注入ポンプ）を、50%4系統（蓄圧タンクと高圧注入ポンプのみ、ただし、高圧注入ポンプは圧力容器内への直接注入）にする
非常用注水タンクを格納容器内に移し、事故時の安全注入系の再循環切り換えを不要にする
炉心再冠水タンク、格納容器スプレイポンプを低圧注入ポンプと併用する案はなくなる。

従来型PWR

APWR



■大LOCA時の炉心冷却特性の向上

○冷却材入口ノズルから炉心底部までの落差大による注入特性向上

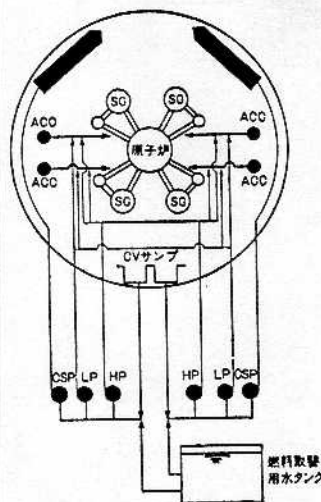
■小LOCA時の炉心露出なし

○炉心上面が1次冷却材ポンプと蒸気発生器の間のループシール位置より低いことによるLOCA時の安全性向上

炉心位置の相対比較 6)

従来型PWR

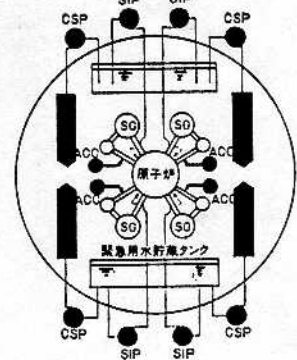
〔2系列構成〕



ACC: 蓄圧タンク(4基)
HP: 高圧注入ポンプ(2台)
LP: 低圧注入ポンプ(2台)
CSP: 格納容器スプレイポンプ(2台)

APWR

〔4系列構成〕



ACC: 蓄圧タンク(4基)
SIP: 安全注入ポンプ(4台)
CSP: 格納容器スプレイポンプ(4台)

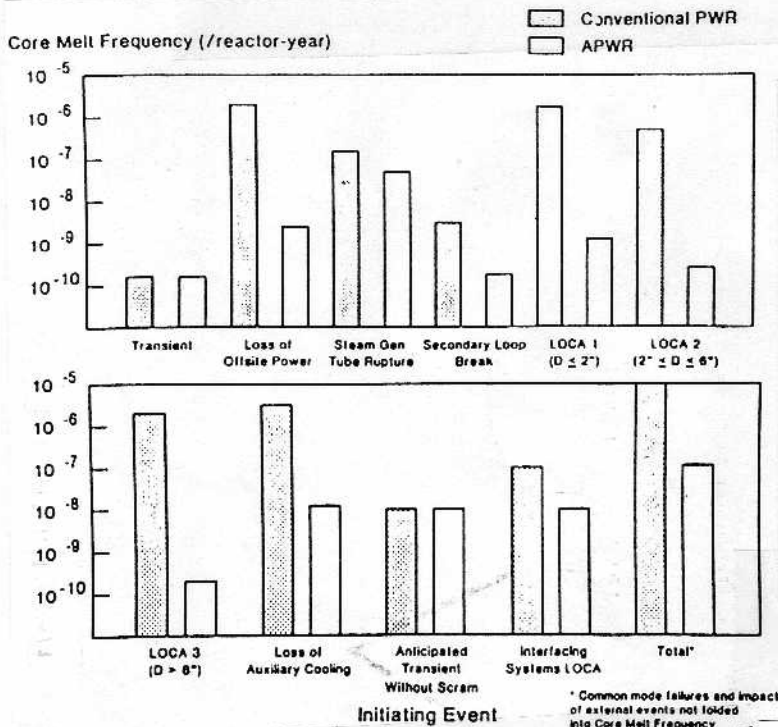
4. SGほか

低コバルト、特殊熱処理インコネル690合金材 (TT-690) の採用

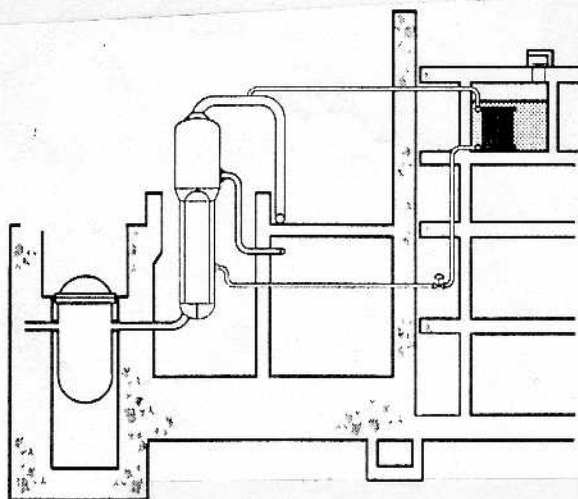
管支持板構造: 改良BEC (Broached Egg Crate) 型

Passive Steam Condenser System⁸⁾は不採用¹⁵⁾

1次系の安全防護設備 6)

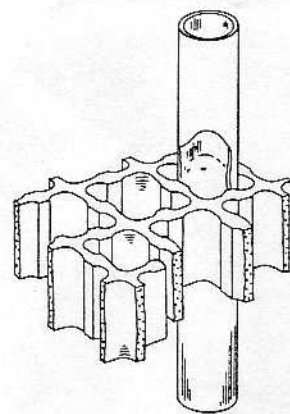


Core melt frequency, conventional PWR and advanced PWR.

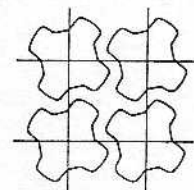


Elevation view of passive steam condenser system.

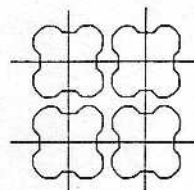
改良BEC型管穴方式 Improved BEC Type Tube Hole



改良BEC型管支持方式



従来のBEC型



改良BEC型

伝熱管材料の試験結果評価の要約 Summary of Tube Material Test Result Evaluations

検 討 項 目		TT690 30Cr- 60Ni- 9Fe	TT600 15Cr- 74Ni- 10Fe	MA600 (同左)	SP800* 22Cr- 33Ni- 40Fe
耐 S C C 性	一次系環境 360℃ 加速RCS水	◎	○	△	◎
	二次系 Off-chemistry 環境	◎	◎	○	△
	NaOH溶液	◎	○	△	○
耐孔食性 Cl ⁻ 含有 高温水		◎	◎	◎	◎
耐全面腐食性 RCS水		◎	◎	◎	◎
機械的・物理的性質 及び溶接性		◎	◎	◎	○
総 合 評 価		◎	○	△	○

◎優 ○良 △可 *冷間加工、ショットピーニング

IV. 問題点

1. 安全性 (安全余裕の切り捨て)

A. 大型化 (135万kW)

B. 複雑な制御棒構成

出力制御棒 (RCC : Rod Cluster Control)

Ag-In-Cd および B₄C のペレットをステンレス被覆管に詰める⁶⁾

負荷追従制御棒 (GD : Gray Rod)

ジルカロイペレットとステンレス被覆管⁶⁾

減速材調整制御棒 (WDR : Water Displacer Rod)

ジルカロイペレットとジルカロイ被覆管⁶⁾

8ロッド十字型

69本

8ロッド十字型

出力制御

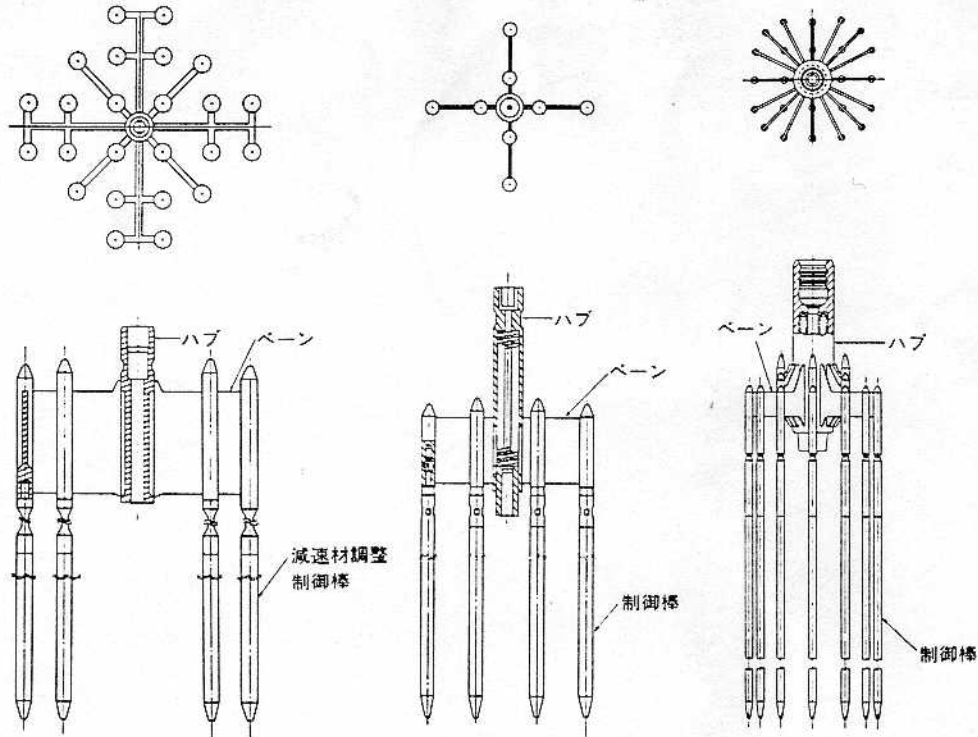
8ロッド十字型

24ロッド複数燃料(5体)挿入

スペクトルシフト

APWR各種制御棒と従来型制御棒の比較

Comparison of Core Components between APWR and Conventional 4-Loop Plant



APWR減速材調整制御棒クラス

APWR出力制御用及び負荷追従用
制御棒クラス

在来17×17型
出力制御棒クラス

太径減速材調整制御棒

24ロッド複数
燃料挿入方式

ジルカロイベ
レットとジル
カロイ被覆管

太径制御棒

8ロッドクラス

B₄C-Ag-In-Cdハイブリッド方式
SUS304被覆管の出力制御棒

ジルカロイベレットとSUS304
被覆管の負荷追従制御棒

24ロッドクラス

Ag-In-Cd方式
SUS304被覆管の
出力制御棒

C. 構造物としての大型圧力容器

D. 燃焼度の増加 (濃縮度3.2%で39,000Mwd、濃縮度3.6%で48,000Mwd/t、あるいは濃縮度4%で55,000Mwd/t)) インベントリ-の増加

PCI (Pelett Clad Interaction)

E. Zr量の増加にともなう水素発生¹⁰⁾

UO₂:116,680kg (89ton) 、 ジルカロイ : 32,549kg ¹⁰⁾

事故解析では、1トンを超える水素発生も出現 (ジルカロイの74%が反応)

F. 格納容器内燃料取扱用水タンク (IRWST) の長短

大量の水があることにより、ヒートシンクとして機能する?¹¹⁾

水の蒸発で格納容器内圧は逆に増加する?¹²⁾

(ただ、IRWSTの水がなければ溶融炉心とコンクリートの反応で大量の水素が発生し、総量では被覆管ジルコニウムの81%相当に達し、EPR Iの75%という基準値を超えてしまう¹²⁾)

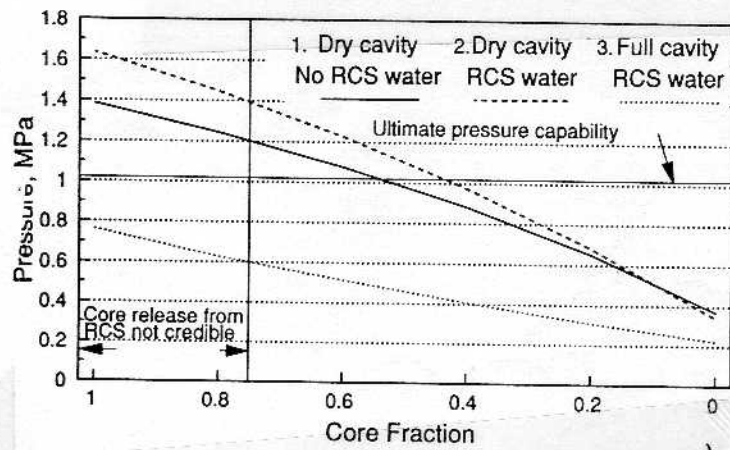


Fig. 1. Containment pressure due to DCH.

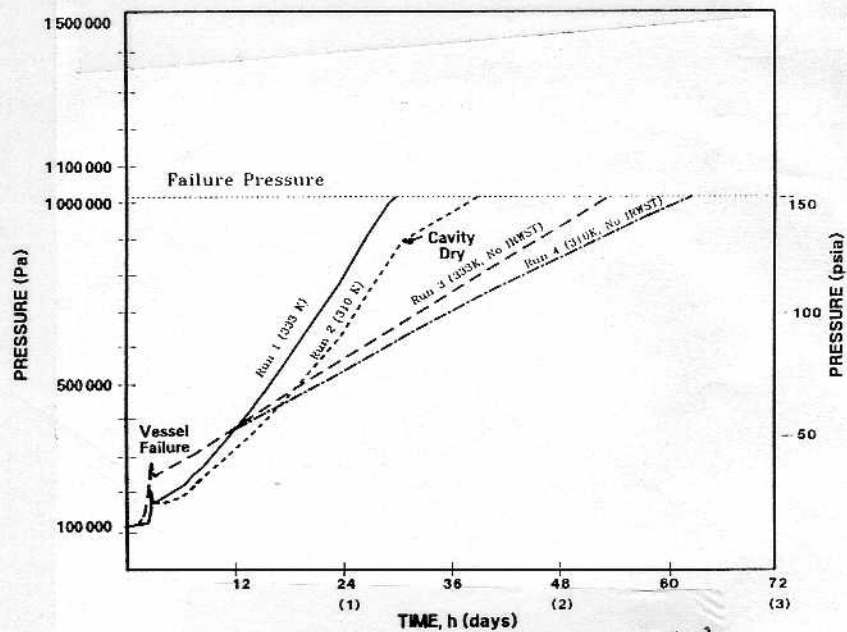


Fig. 1. Containment pressure as a function of time.

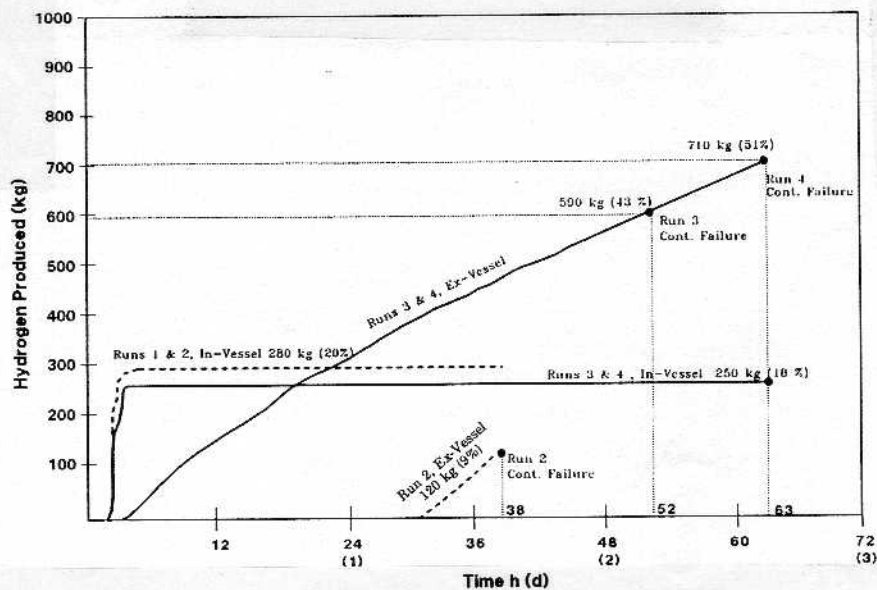


Fig. 2. In-vessel and ex-vessel (cavity) hydrogen generated. Percentages are from total core Zircaloy inventory.

2. 核燃サイクル全体での位置づけ

A. Puリサイクル

100%Pu炉心も可能。

増殖炉へのつなぎ？

B. 回収ウランは濃縮度が天然ウラン以下になる

回収ウラン利用の施設は無駄になる？

3. その他

A. 被曝低減が可能か

複雑で数の多い制御棒駆動装置、炉内構造物の取扱いの複雑化

「APWRは制御棒駆動装置の数が多くまた炉内構造物の取扱いも複雑になるため被曝が増加する要素も多く、被ばく低減のため特別な対策が必要であり、各機器の設置場所や遮蔽を適切に計画しておくこと、除染について進んだ機器を開発しておくことなどは不可欠である。」¹³⁾

B. コスト低減になるか

スペクトルシフト採用にともなう建設費の上昇、安全系の容量増加、格納容器建設費

「わが国でAPWRを実現するためにはスペクトルシフト採用に伴う建設費の上昇は最小限に抑えねばならないし、プラント全体としての建設費は低下させる努力が必要である。(改行)安全系は十分な安全を確保するためには二重化、容量アップなどがあるが、できるだけコストミニマムになるように計画し、格納容器の形式も昨日の優劣はもちろんであるが、建設コストおよび保守管理コストの少ないことも条件の一つとして選びつつある。」¹³⁾

「また近年における建設コスト低減の要求はAPWRも除外されていない。たとえ性能がすぐれていても建設コストが大幅に上昇しては受け入れられない。」¹³⁾

「APWRの開発が軌道に乗り出した昨年(1982年)から、原子力発電所の建設費の上昇を防がねば将来性を失うとの政府および電力会社の判断が強調されるようになってきた」¹³⁾

【注】

- 1) 森山善範(通産省資源エネルギー庁原子力発電課技術係長)、軽水炉の改良標準化－海水炉改良標準化の意義、第1次・2次・3次標準化計画、原子力工業、29, 7, 17-23 (1983)
- 2) 葦原悦朗(東芝原子力事業本部)、小倉成美(三菱重工業(株)原動機事業本部)他、改良形軽水炉、電気学会雑誌、106, 1114-1118 (1986)
- 3) E.H. Weiss(WH), Technology Transfer Under the APWR program between Westinghouse and Japanese Partners, ANS Trans, 51, 44-45 (1986)
- 4) 白鳥邦治(三菱重工業(株)原子力事業本部原子力技術統括室軽水炉技術部長)、APWRの改良発展－メーカーにおける開発状況、原子力工業、38, 11, 41-45 (1992)
- 5) Carlo Caso(WH) et.al., From the Bottom Up: Nuclear Technology Evolves for the Future. Part II - The Advanced Pressurized Water Reactor, ANS Trans., 61 Suppl.1, 220-226 (1990)
- 6) 平田公一(北海道電力(株)他5電力、下田成章(三菱重工業(株))、Carlo L. CASO (Westinghouse Electric社)、改良型加圧水型原子炉(APWR)の開発と実用化、日本原子力学会誌、32, 5, 440-454 (1990)
- 7) 火力原子力発電技術協会、軽水炉の改良標準化・高度化、火力原子力発電、41, 2, 235-259 (1990)
- 8) John Iacovino, Jr. (WH), Enhancing Public Safety with the Westinghouse Advanced PWR, ANS Trans., 45, 560 (1983)
- 9) 田尻義昭、改良型PWR (APWR)、火力原子力発電、38, 10, 1059-1070 (1987)
- 10) Juan J. Carbajo (Nuclear Assurance Corp), In-Vessel Hydrogen Generation During Station Blackout Severe-Accident Sequences in APWRs, ANS Trans. 63, 313-314 (1991)
- 11) M.H. Fontana(TENERA) et.al., Bounding Analysis of the Containment of High-Pressure Melt Ejection in Advanced Light Water Reactors, ANS Trans. 62, 680-681 (1990)
- 12) Juan J. Carbajo (Nuclear Assurance Corp), Effect of an In-Containment refueling Water Storage Tank on Station Blackout Accidents, ANS Trans. 63, 311-313 (1991)
- 13) 小倉成美(三菱重工業(株)原動機事業本部APWR開発室長)、APWRプラントの概要と開発の現状、原子力工業、29, 7, 24-30 (1983)
- 14) 増田次郎、PWR原子力発電所のAFC・GF運転技術の開発、三菱原子力技報、54, 11-14 (1989)
- 15) Irving Spiwak, Survey of Light-Water-reactor Designs to be Offered in the United States, ORNL/TM-9948 (1986)
- 16) 秋山守、軽水炉高度化への取り組み、Energy、21, 10, 26-30 (1988)
- 17) 鈴木英昭、軽水炉の技術改良の検討 [I] 新しい反応度制御設備、火力原子力発電、42, 6, 745-751 (1991)
- 18) 松村洋(関西電力(株)原子力建設部部長)、APWRの開発、原子力工業、38, 11, 16-22 (1992)
- 19) 通産省資源エネルギー庁公益事業部原子力発電課、新型PWR (APWR) の概要、原子力発電便覧' 87年版 455-463 (1987)
- 20) 三菱原子力技報、47 (1987) これは全56頁もので、APWRの特集号である。

従来型PWRとAPWRの諸元比較一覧表 (その1)

		従来型4ループ PWR (玄海3、4号炉)	APWR	データを引用した文献
熱出力 [MWth]		3, 4 2 3	3,823 (3,839) 4,200 まで拡大可能	6,7,16,19,20
発電端電気出力 [MWe]		1, 1 8 0	1, 3 5 0	6,7,16,19,20
連続運転期間の延長		1 3 ヵ月 (3.2%, 31,000MWD/ton)	1 3 . 5 ヵ月 (3.2%, 39,000MWD/ton) 1 5 ヵ月 (3.6%, 48,000MWD/ton) 1 8 ヵ月 (4.0%, 55,000MWD/ton)	6,13 16 6 6
定検期間の短縮		4 5 日	4 0 日 (RV開放で2日、復旧で3日それぞれ短縮する)	6
取り出し時のウラン濃縮度 ウラン資源の節約 (Puの自己生成リサイクルを含める) 核燃料サイクル費の軽減		約0.9% (平均33,000MWD/ton) (最大36,000MWD/ton)	約0.6% (平均39,000MWD/ton) (最大43,000MWD/ton) 約23% 約50% 約20%	2,6,20 20 20 2,15 2 2,5,6,9,15
負荷追従性能 (14-1-8-1)		炉心寿命の80%まで	炉心寿命の100%まで	6
炉心損傷確率		10 ⁻⁵	約1～2桁向上 10 ⁻⁷	5,6 15
低レベルドラム缶発生数 [本/炉・年] 被曝の低減 [人・h/炉・年]		45以下?	100本/年 (約2/3に低減) 33以下	6 5,6
原子炉	原子炉圧力容器内径 [m]	4. 3 9	5. 1	7,19
	高さ [m]	12. 9	16. 2	7,19
	肉厚 [mm]	216		19
	重量 (含上蓋) [t]	394		19
	燃料集合体の数	193	193	6,7,16,19
	燃料棒の構成	17×17	19×19	6,7,16,19
	案内シンプルの数	25	16 (65本相当)	
	燃料棒本数	264	296	16,
	被覆管径/厚さ [mm]	9. 5/0. 57	10. 3/0. 7	16,17
	ペレット外径 [mm]	8. 19	8. 8	16
	炉心等価直径 [m]	3. 37	3. 98	19,20
	燃料棒有効長 [m]	3. 66	3. 9	6,19,20
	燃料集合体全長 [m]	4. 1	4. 5	19
	UO2重量 [ton]	89	119	6,19,20
	グリッド段数	9	10	18
	中間グリッド材料	インコネル	ジルカロイ	18
	ジルカロイ重量 [ton]	21?	33	10
出力密度 [kW/l]	79	105	19,20	
平均線出力 [kW/m]	17. 9	16. 7	7,19	
最大線出力 [kW/m]	43. 1		19	
半径方向反射体	軽水	ステンレス鋼	9,20	

従来型PWRとAPWRの諸元比較一覧表 (その2)

		従来型4ループPWR (玄海3、4号炉)	APWR	データを引用した文献
制御棒	出力制御棒 (RCC) 吸収材、被覆管材料 形状、本数 負荷追従制御棒 (GR) 吸収材、被覆管材料 形状、本数 減速材調整制御棒 (WDR) 吸収材、被覆管材料 形状、本数	磁気ジャック方式 Ag-In-Cd 24ロッド、53本 無	磁気ジャック方式 Ag-In-Cd, B ₄ C/SUS304 8ロッド十字型、69本 磁気ジャック方式 ジルカロイ/SUS304 8ロッド十字型 水圧駆動方式 ジルカロイ/ジルカロイ 24ロッド5集合体挿入	6, 19, 20 6, 7, 9, 16, 18 6, 7, 16, 17, 18 6, 19, 20 6, 7, 9, 18, 20 6, 7, 18, 20 6, 19, 20 6, 7, 9, 18, 20 6, 7, 18, 20
原子炉冷却系	ループ数 1次系冷却材流量 [m ³ /hr/炉心] 1次系冷却材流量 [ton/hr/炉心] 1次系冷却材流量 [m ³ /hr/ループ] 炉心入口温度/出口温度 [°C] 1次系圧力 [kg/cm ² ・a] 1次冷却材ポンプ形式 電動機出力 [馬力]	4 80, 400 60, 100 20, 100 289/325 157 15.5 93A-1型 6, 000	4 87, 200 64, 500 22, 000 293.5/329.7 157 15.5 100型 8, 000	6, 7, 19 7, 19 16 6, 16 6, 19 7, 16 6, 20 6, 19
ECCS	高圧注入ポンプ 蓄圧タンク 低圧注入ポンプ 格納容器スプレイポンプ	2台 (100%) 4基 2台 (100%) 2台 (100%)	4台 (50%) 4基 なし 4台 (50%)	6, 7, 18, 19, 20 6, 7, 18, 19, 20 6, 7, 18, 19, 20 6, 7, 18, 20
蒸気発生器	形式 台数 蒸気圧力 [kg/cm ² ・a] 全長 [m] 上部胴内径 [m] 下部胴内径 [m] 伝熱管本数 [本] 伝熱管外径 [mm] 伝熱管肉厚 [mm] 伝熱面積 [m ²] 全重量 (空) [ton] 細管材料 細管支持板	52F型 4 62.5 6.13 20.8 4.28 3.29 3382 22.23 1.27 4870 320 特殊熱処理インコネル600 BEC型	65F-1型 4 70 6.87 21.2 4.82 3.63 5200 19.05 6039 410 特殊熱処理インコネル690 改良BEC型	6, 6, 7, 19 6, 20 7, 6, 19, 20 6, 19, 20 6, 19, 20 6, 20 6, 20 19 6, 19, 20 6, 20 6, 9, 15, 18, 20 6, 9, 18, 20
タービン	形式 湿分離加熱器 発電機容量 [MVA]	TC6F44型 2段再熱 1, 310	TC6F52型 (串形6分流52in.) 2段再熱 1, 500	6, 7, 9, 19, 20 6, 20 6

(自給余熱を必要とする)

図-4 改良型一次系安全防護設備の
格納容器近接配置
Improved ISS Layout Around
Containment Vessel

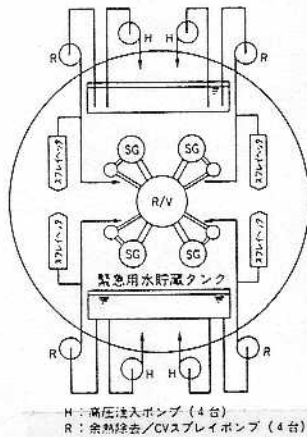


図-5
改良型一次系安全防
護設備の系統構成
Newly Developed
ISS Design

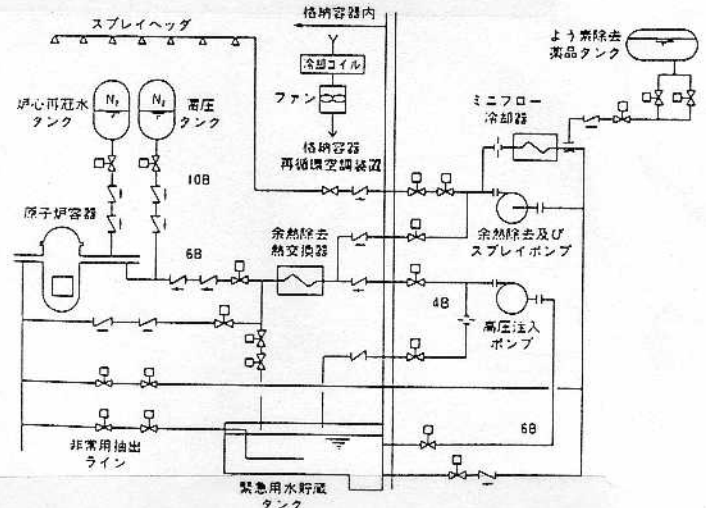


TABLE I
ALWR Hydrogen Production During Station Blackout

Run	Core Blockage Model	Power Recovered (s)	HPIS on (s)	Reflood Flow (kg/s)	Core Covered (s)	Power Lost (s)	Vessel Failure (s)	Total H ₂ Produced (kg)	Zirconium Reacted (%)	H ₂ Produced After Recovery (%)
1	NO	---	---	---	---	---	12 273	742	52.2	---
2	NO	7 500	7 575	300	7 587	8 000	27 236	661	46.5	100.0
3	NO	8 000	8 067	300	8 137	8 500	27 608	763	53.7	99.5
4	NO	8 500	8 568	300	8 837	9 000	24 364	705	49.6	99.0
5	NO	9 000	9 083	300	9 337	9 400	23 450	571	40.2	98.0
6	NO	9 500	9 606	300	9 837	11 000	20 068	362	25.5	8.0
7	NO	9 500	9 606	300	9 837	---	---	335	23.6	0
8	NO	10 000	10 121	300	10 450	11 000	13 441	559	39.3	5.0
9	NO	10 000	10 121	300	10 450	---	13 750	563	39.6	6.0
10	NO	10 500	10 624	300	10 900	---	12 305	647	45.5	7.0
11	NO	11 000	11 108	300	11 450	---	12 285	763	53.7	16
12	NO	11 500	11 608	300	11 950	---	12 317	689	48.5	10
13	NO	12 000	12 133	300	---	---	12 130	752	52.9	0
14	NO	9 500	---	8.2	10 600	16 000	34 661	1050	74.4	69
15	YES	---	---	---	---	---	12 609	285	20.2	---
16	YES	8 000	8 067	300	8 200	8 500	28 325	223	15.8	100
17	YES	9 000	---	8.2	9 750	12 000	35 090	291	20.6	94
18	YES	9 500	---	8.2	10 050	12 000	30 052	113	8.0	29
19	YES	9 500	---	8.2	10 050	16 000	36 110	193	13.7	58
20	YES	9 500	---	8.2	10 050	---	---	80	5.7	0
21	YES	10 000	---	8.2	10 800	12 000	12 373	384	24.7	7
22	YES	10 000	---	8.2	10 800	---	12 381	325	23.0	1
23	YES	11 000	11 114	300	11 500	---	12 602	316	22.4	9