

PWR燃料の高燃焼度化（ステップ2） 及び燃料の高燃焼度化に係る安全研究 の現状と課題について

平成14年3月28日
原子力安全・保安院

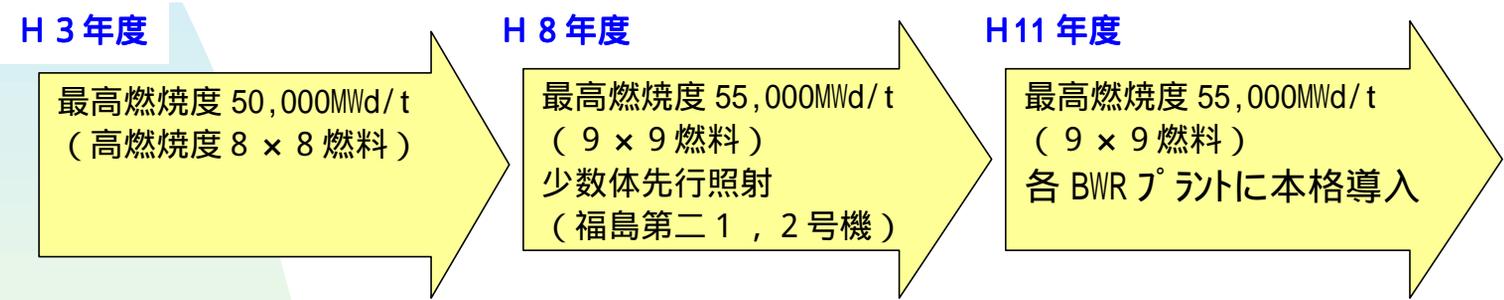
高燃焼度化燃料とは

- ウランの濃縮度（燃える燃料の割合）を高めることなどにより、燃料の燃焼量（＝炉内での使用時間）を増加させること
- これにより使用済燃料発生量の低減が可能

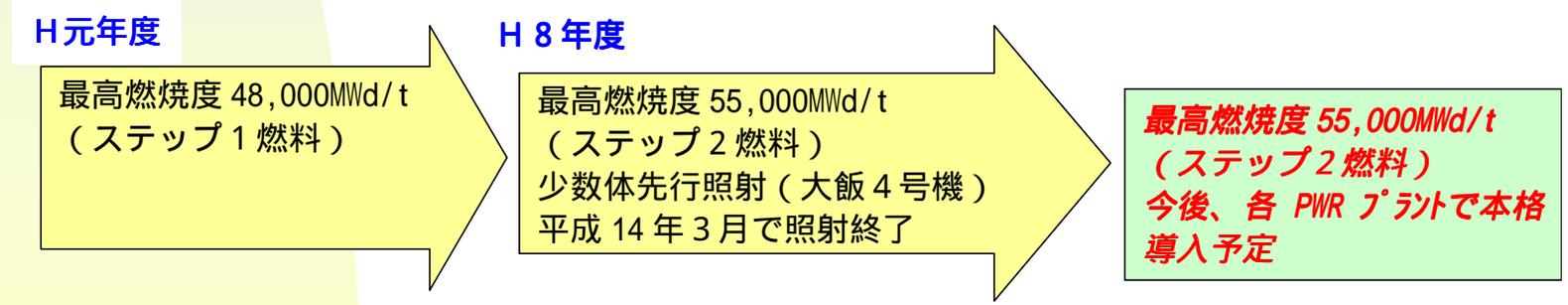
高燃焼度化燃料の現状

- 我が国の沸騰水型原子炉(BWR)及び加圧水型原子炉(PWR)において段階的に導入

BWR



PWR



(注) MWd/t(メガワット・日/ト) : 燃焼度の単位で、単位重量(1t)当たりの出力の積算値(燃焼量)を示す

「高燃焼度化検討会」での 検討結果

- ステップ2 燃料の少数体先行照射に先立ち、平成4年度より、旧通商産業省原子力発電技術顧問会に「高燃焼度化検討会」を設置し、燃料の高燃焼度化に係る技術的検討を実施
- 炉外試験データ等をもとに、ステップ2 先行照射燃料を使用することに基本的に問題ないことを確認（平成5年4月に報告書とりまとめ）

原子炉安全小委員会での 検討内容

- 平成13年4月に原子炉安全小委員会に燃料WGを設置
- ステップ2燃料について、「高燃焼度化検討会」以降、海外の原子炉での照射試験により得られた高燃焼度領域のデータ等をもとに技術的な評価・検討
- 燃料の高燃焼度化に係る安全研究の現状と課題についても検討
- 平成13年12月に報告書を取りまとめ

ステップ2 燃料の主な特徴 (ステップ1 燃料との相違)

- 燃料集合体の基本的な構造に変更はない
- 燃料の濃縮度を増加 (約4.1 約4.8wt%)
- 耐食性向上のため、改良被覆管を採用
- サイクル初期の反応度抑制のため、高濃度ガドリニア入り燃料を採用 (ガドリニア濃度：約6 約10wt%)

(注) ガドリニア入り燃料

ガドリニウム酸化物(Gd_2O_3)を入れた二酸化ウラン燃料。ガドリニウム(Gd)は中性子吸収能力が高く、サイクル初期の中性子の量(反応度)を抑制できる。

改良被覆管の概要

耐食性向上のため、従来の被覆管材料（ジルカロイ - 4）から合金の成分を改良 [S n (スズ) 含有量を低下、N b (ニオブ) を添加] した Z r (ジルコニウム) 基合金を被覆管材料として採用

M D A （三菱重工業(株)が開発）

N D A （原子燃料工業(株)が開発）

Z I R L O （米国ウエスティングハウス社が開発）

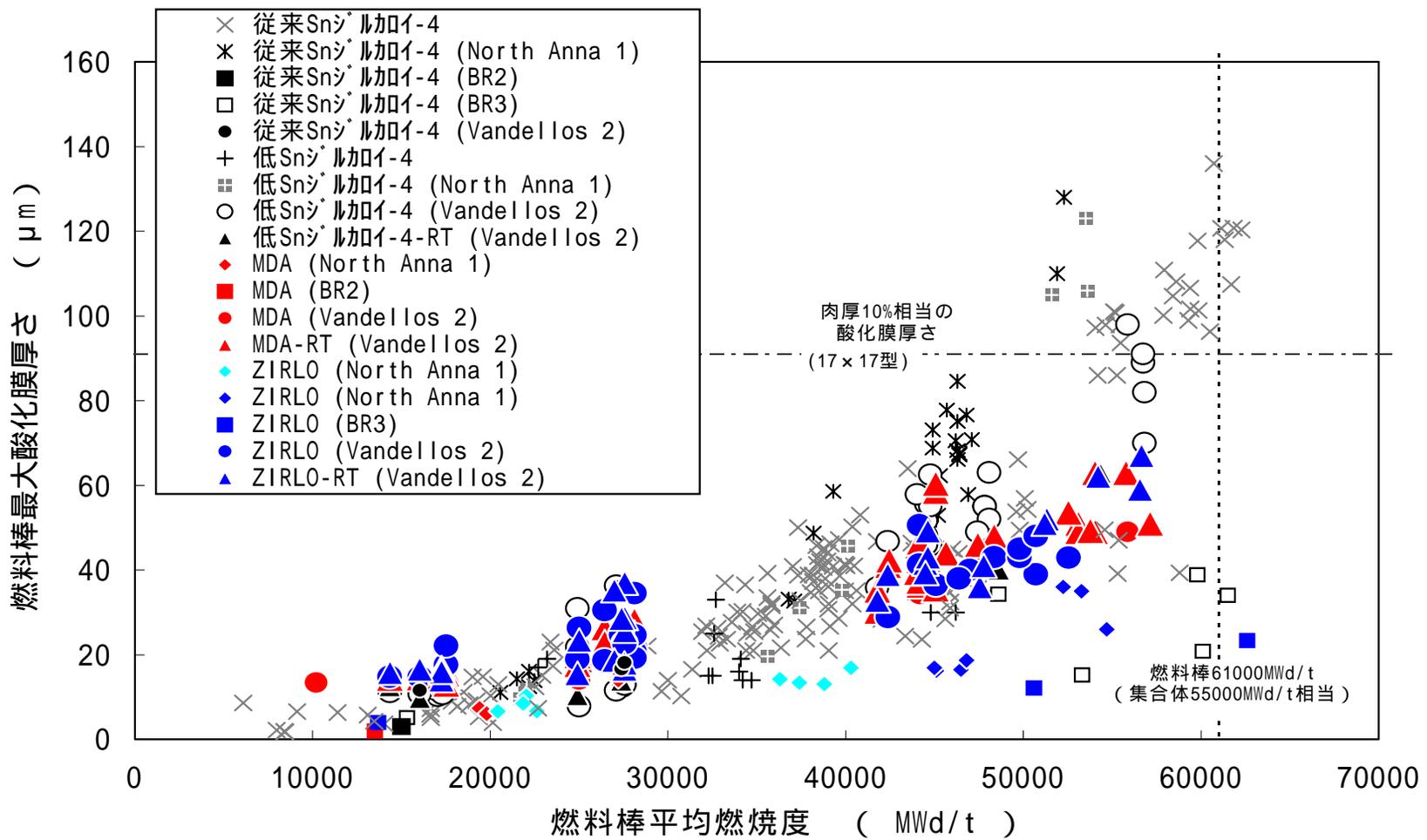
改良被覆管の照射試験

- 酸化膜厚さ及び水素吸収量
- 材料物性（溶融点、密度及び熱伝導率）
- 機械的性質（機械的強度、延性、疲労強度）
- 照射に伴う寸法変化
（炉内クリープ及び照射成長）
- 耐 P C I 性

（注）P C I（ペレット - 被覆管相互作用）

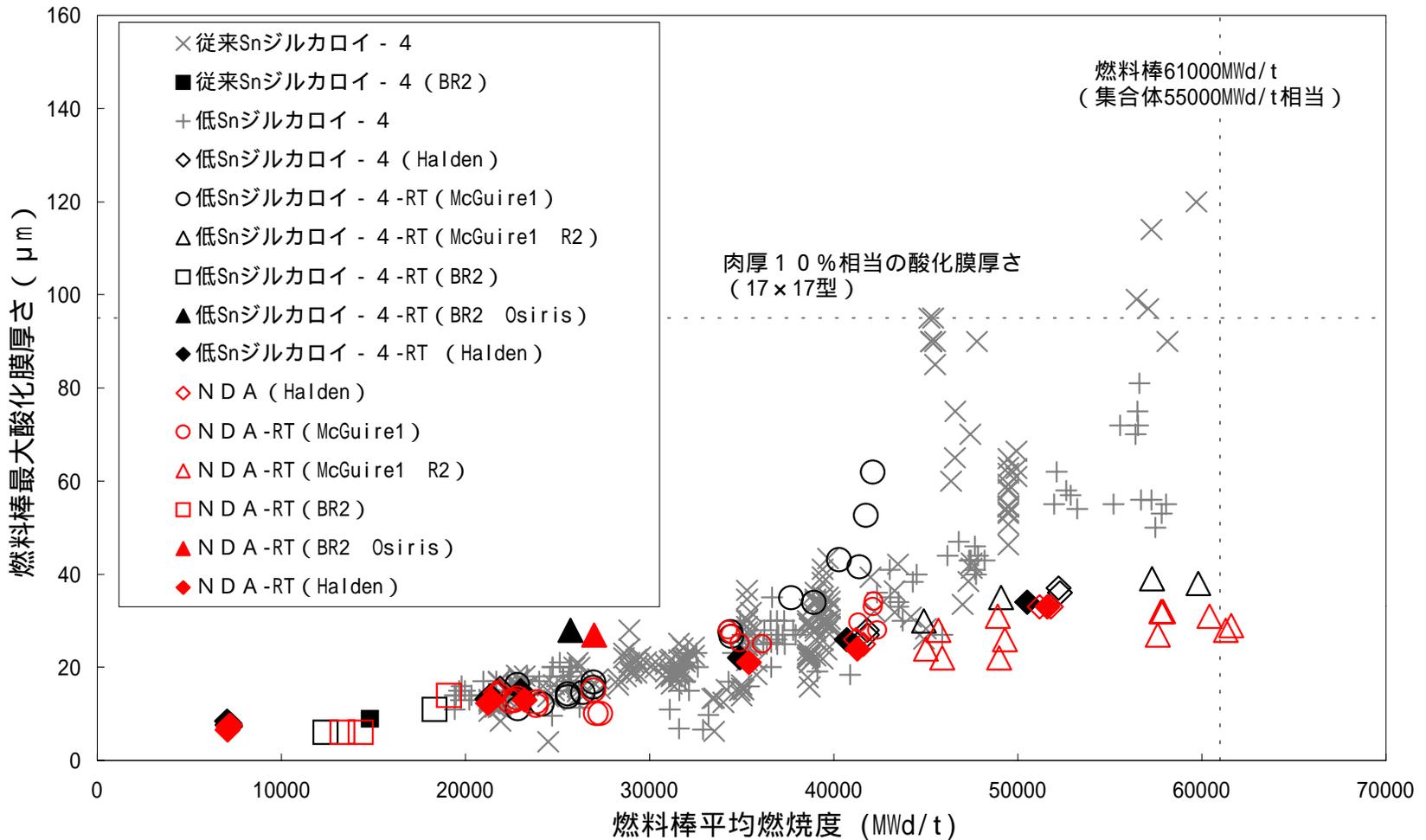
被覆管は、腐食性の核分裂生成ガス雰囲気下において、出力急昇によりペレットが熱膨張して被覆管との機械的相互作用を生じ、被覆管に過大な応力が作用した場合に発生する、応力腐食割れによる破損を P C I 破損という

改良被覆管の照射データ (酸化膜厚さ)



改良被覆管の炉内酸化膜厚さ (三菱)

改良被覆管の照射データ (酸化膜厚さ)



改良被覆管の炉内酸化膜厚さ (原燃工)

改良被覆管の照射データ (まとめ)

- 耐食性については、ジルカロイ-4に比べて向上
- 水素吸収率、材料物性、機械的性質等については、ジルカロイ-4と同等
- その他、問題となるような照射挙動は認められない

高濃度ガドリニア入り燃料の 照射データ（まとめ）

- 溶融点及び熱伝導率については、ガドリニア濃度の増加とともに低下するため、設計において適切に評価することが必要
- その他、FP（核分裂生成物）ガス放出率等について、問題となるような照射挙動は認められない

ステップ2 燃料のまとめ

- 高燃焼度領域での炉内照射試験データ等を評価した結果、ステップ2燃料を本格採用することについて基本的に問題はないと考えられる
- 原子力安全・保安院としては、ステップ2燃料を原子炉に装荷した際の安全性については、今後、個別の原子炉の安全審査において確認

燃料の高燃焼度化に係る 安全研究の現状と今後の課題

- 電気事業者においては、現状より更に燃料の高燃焼度化を進めていく計画
- このため、電気事業者、（財）原子力発電技術機構、日本原子力研究所及び（財）電力中央研究所においては、更なる高燃焼度化に係る安全研究を実施
- 今後は、研究テーマの重点化や各機関の役割分担の明確化、国内における照射データの取得方法などについて更に検討