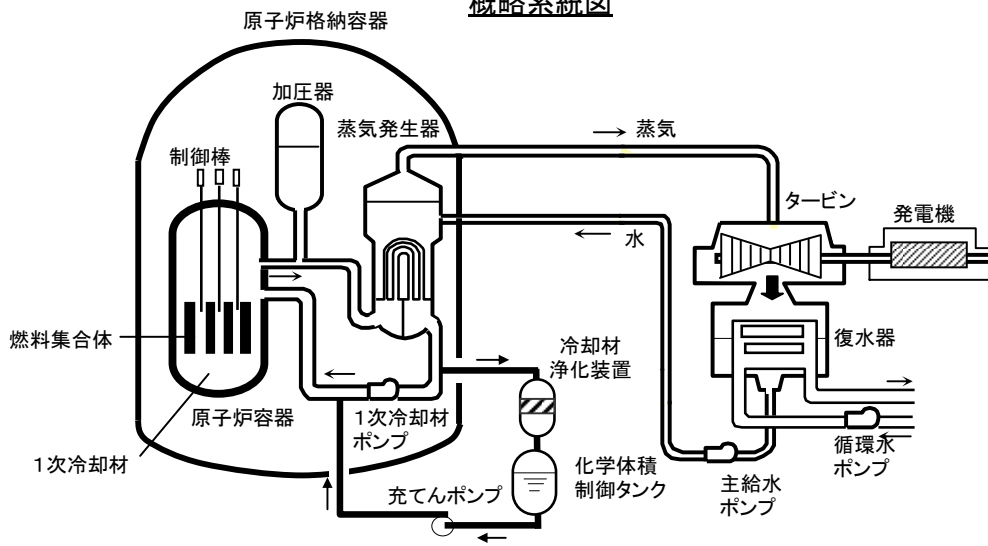
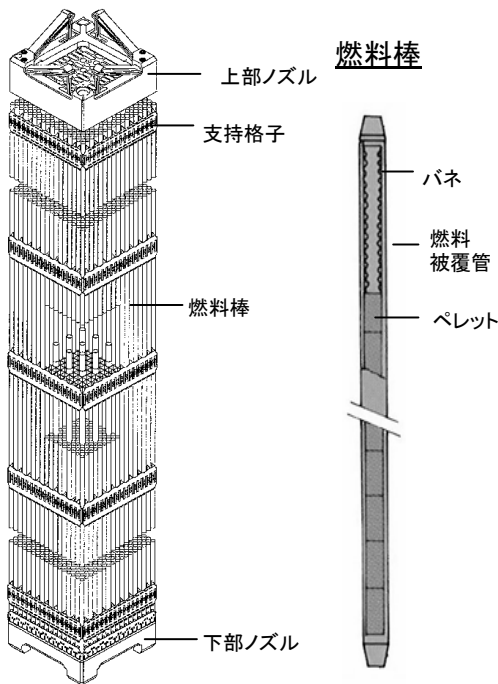


大飯発電所1号機の燃料集合体漏えいに係る原因と対策について

概略系統図



燃料集合体概略図

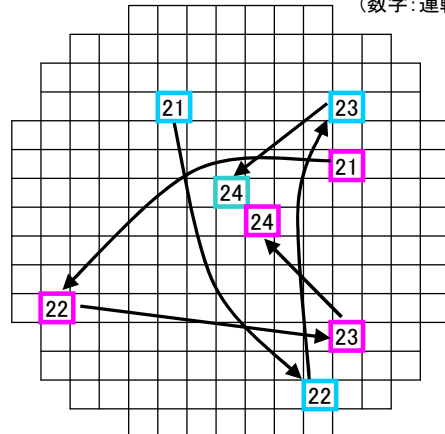


【燃料集合体の仕様】

燃料タイプ: 17×17型
 全長: 約4m
 全幅: 約20cm
 支持格子数: 9個
 最高燃焼度: 55,000MWd/tの燃料
 燃料被覆管材質: ジルコニウム基合金
 燃料被覆管外径: 約10mm
 燃料被覆管肉厚: 約0.6mm
 燃料棒の本数: 264本

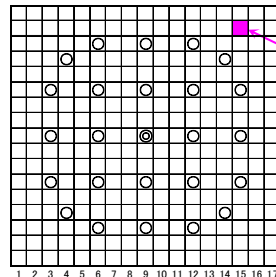
漏えい燃料集合体の装荷位置

漏えい燃料集合体が原子炉内で装荷されていた位置
 □ : 漏えい燃料集合体 KCHC51
 □ : 漏えい燃料集合体 KCHC55
 (数字: 運転サイクル数)



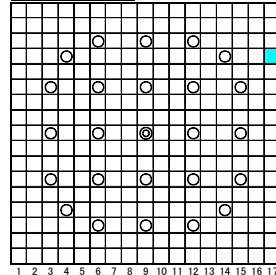
超音波による漏えい燃料棒の調査結果

KCHC51



■ B-15 : 漏えい燃料棒
 □ : 燃料棒
 ○ : 制御棒案内管
 ⊙ : 炉内計装用案内管

KCHC55



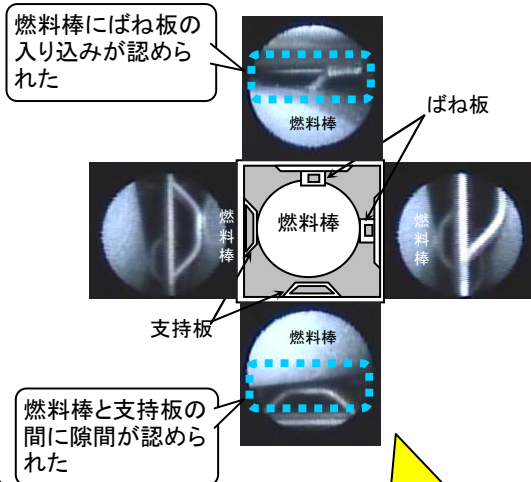
■ D-17 : 漏えい燃料棒
 □ : 燃料棒
 ○ : 制御棒案内管
 ⊙ : 炉内計装用案内管

○ 漏えい燃料棒のファイバースコープによる調査結果

KCHC51の調査結果

漏えい燃料棒(B-15)には、第9支持格子内部で燃料棒と支持板またはばね板との間に隙間や入り込みが認められた。
他の燃料棒には隙間や入り込みは認められなかった。

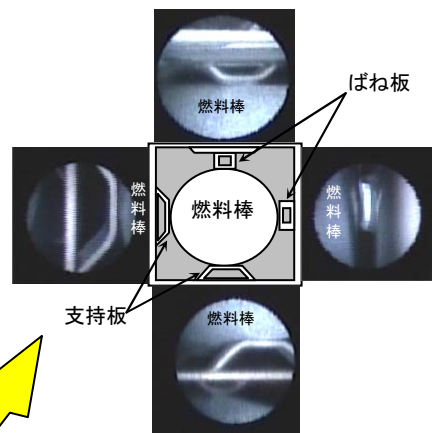
**漏えい燃料棒(B-15)
第9支持格子内部の写真**



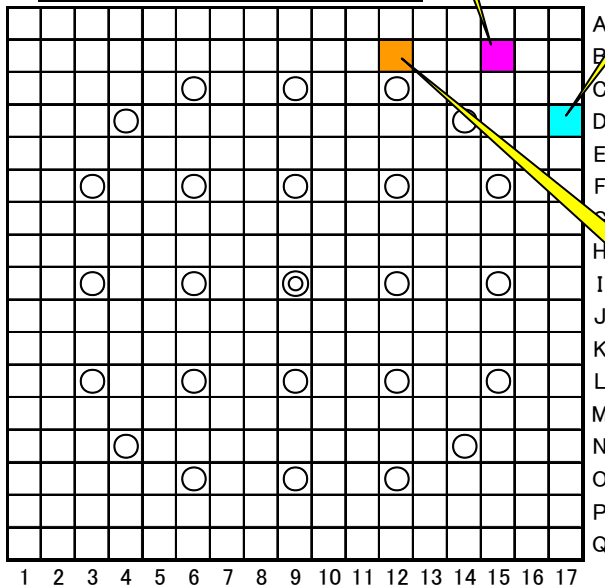
KCHC55の調査結果

漏えい燃料棒(D-17)には、第9支持格子内部で燃料棒と支持板またはばね板との間に明確な隙間や入り込みは認められなかった。
また、第9支持格子内の他の燃料棒(B-12)において、燃料棒と支持板やばね板との間に隙間や入り込みが認められた。

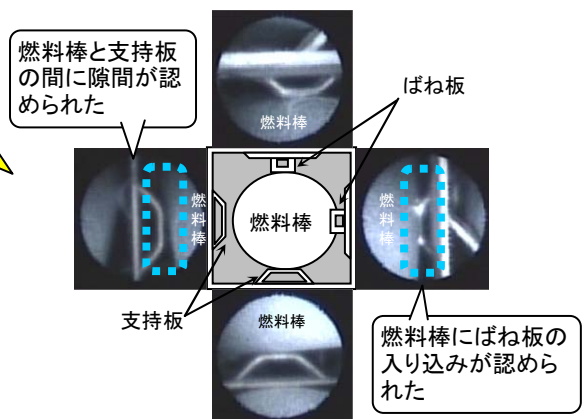
**漏えい燃料棒(D-17)
第9支持格子内部の写真**



燃料集合体内の燃料棒配置



**漏えいが認められなかった燃料棒(B-12)
第9支持格子内部の写真**

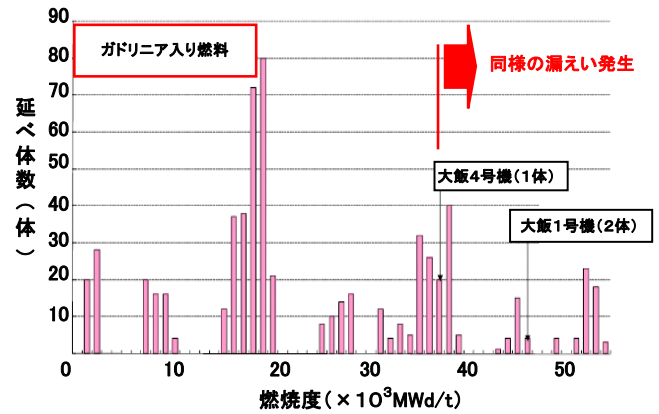
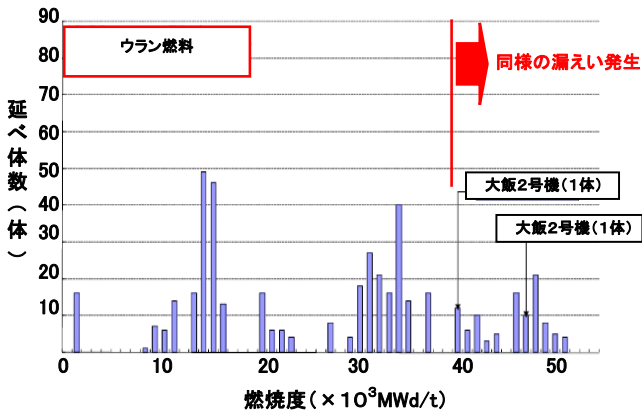


最近発生した漏えい燃料共通の特徴

最近の大飯発電所で発生した高燃焼度17×17A型漏えい燃料の共通的な特徴を調査した。

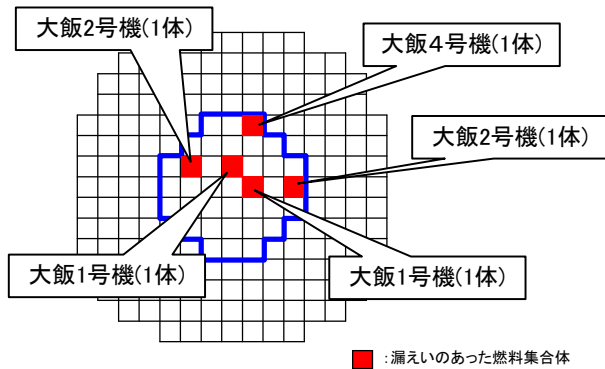
①漏えい燃料集合体の燃焼度

・漏えいの発生した燃料は燃焼が進んだ燃料で認められている。
(ウラン燃料は約40,000MWd/t以上、ガドリニア入り燃料は約37,000MWd/t以上)



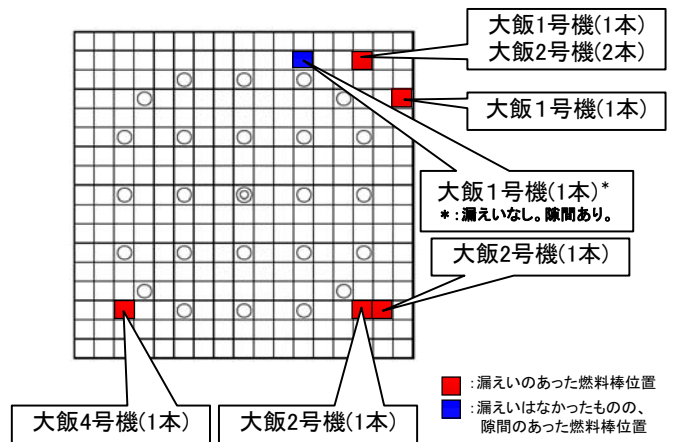
②原子炉内の燃料集合体の漏えい配置

・炉心中心から4列目までに装荷された際に漏えいが発生している。



③燃料集合体内の漏えい燃料棒の位置

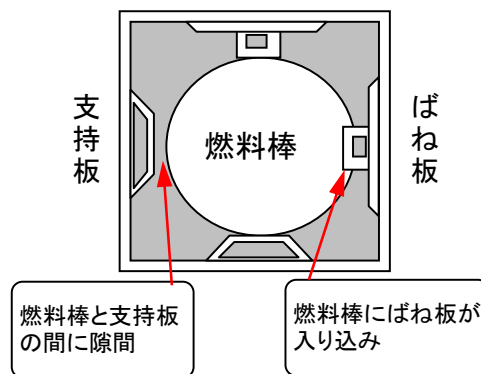
・第9支持格子のコーナー一部で漏えいが発生している。



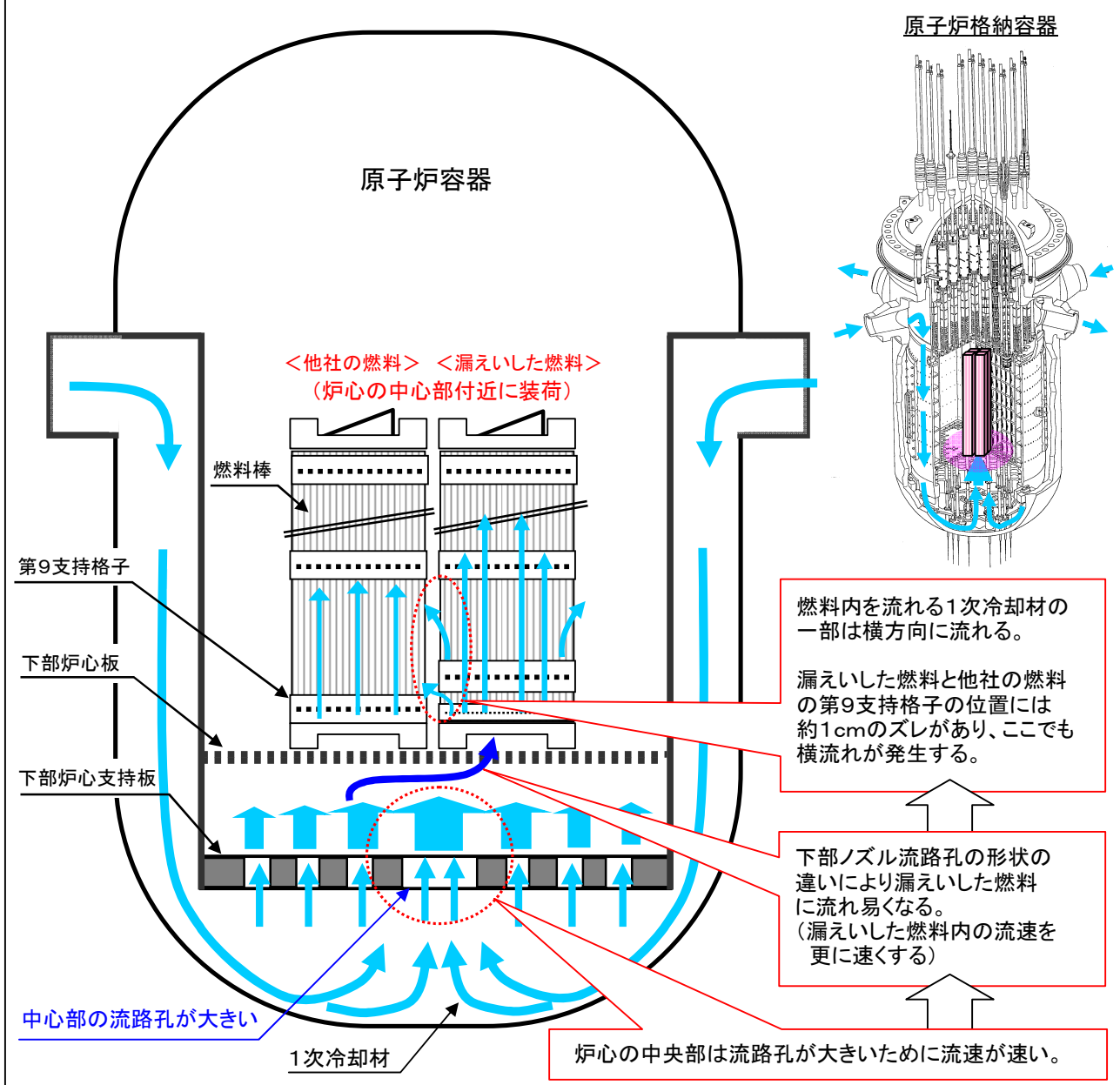
④第9支持格子での隙間や入り込み

・漏えい燃料棒7本のうち4本で、第9支持格子内部で燃料棒と支持板やばね板との間で隙間や入り込みを確認している。

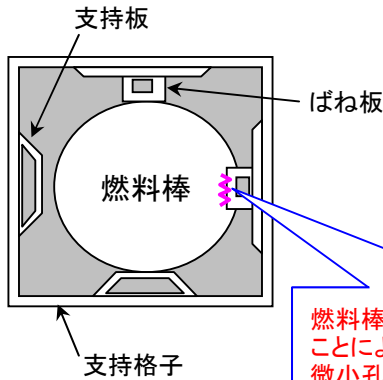
(KCHC51の漏えい燃料棒(B-15)の例)



燃料棒から漏えいが発生した推定原因

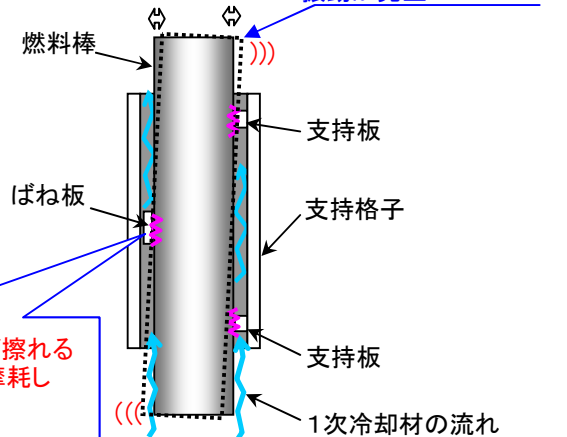


【第9支持格子内部】 上から見た断面図



燃料棒と支持板またはばね板が擦れることにより、燃料棒の接触部が摩耗し微小孔が発生

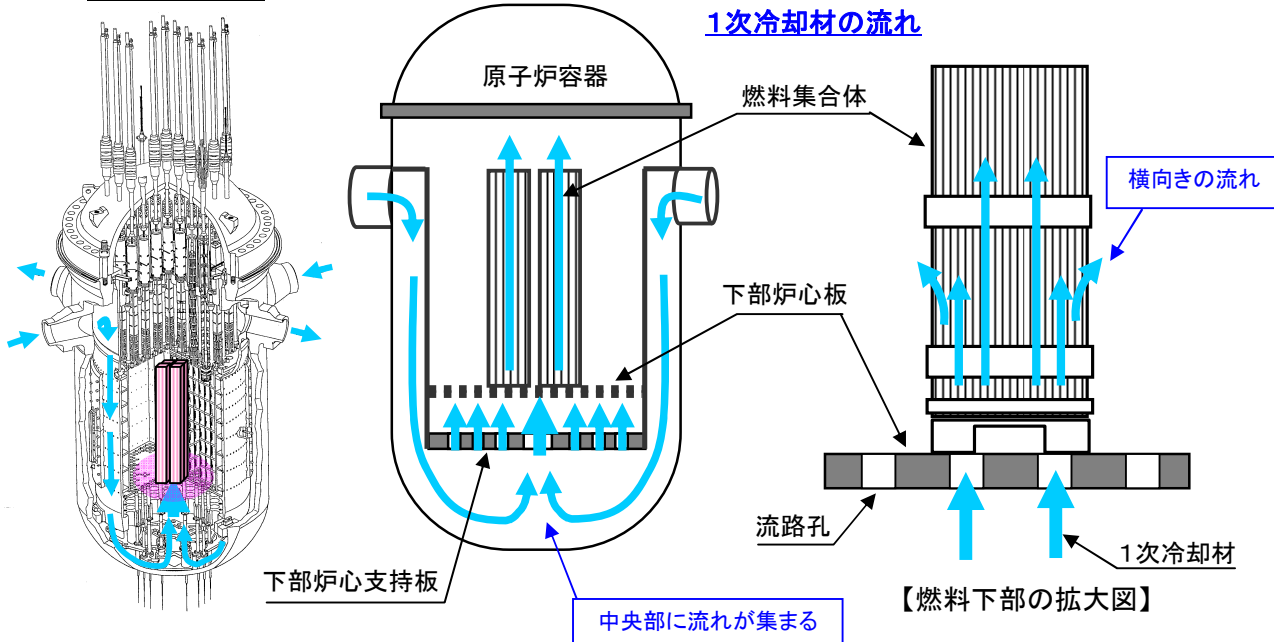
横から見た断面図



燃料棒から漏えいが発生した推定原因

共通的な特徴をもとに流動解析などを行い、漏えい発生に影響を与える要因の推定を行う

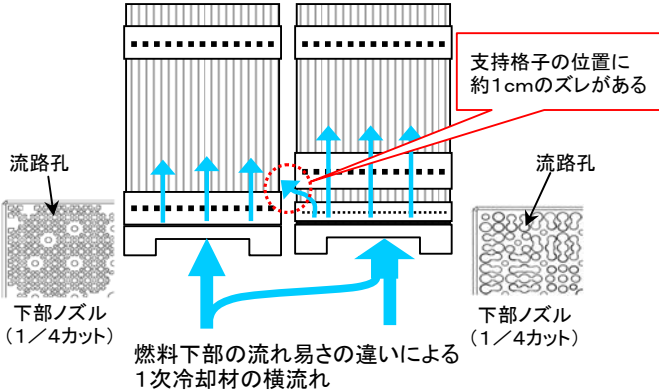
原子炉格納容器



要因-① : 燃料の種類による相違点

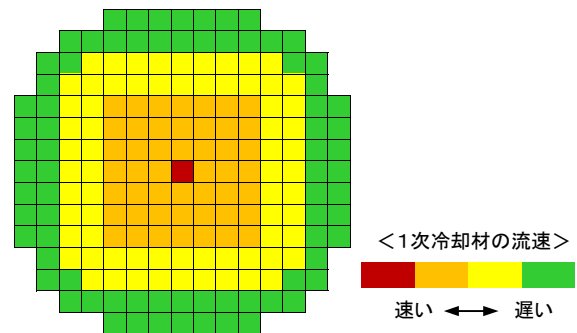
・構造の違う燃料が隣接すると、片方の燃料を流れる1次冷却材の流速が速い。

<他社の燃料> <漏えいした燃料>



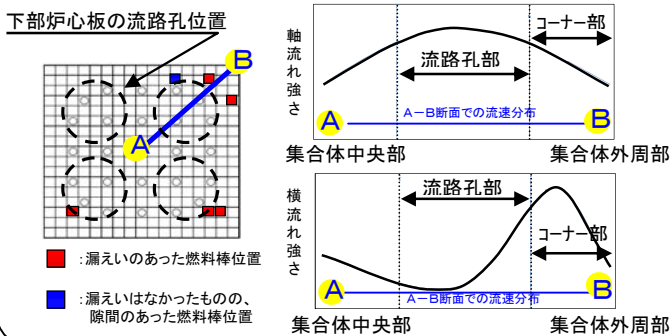
要因-② : 原子炉内の1次冷却材の流れ

・炉心中央部を流れる1次冷却材は平均的な流速に比べて速い。



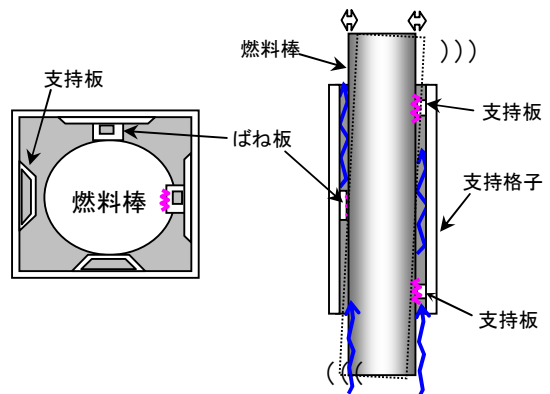
要因-③ : 燃料集合体内の流れ(隣接燃料による影響)

・型式の異なる燃料が周辺にある場合には、集合体コーナー部の横流れが強くなる。



要因-④ : 摩耗の発生

・過去の漏えい事象でも1次冷却材の流れによる振動により燃料棒のフレット磨耗が確認されている。



■ : 漏えいがあった燃料棒位置
 ■ : 漏えいはなかったものの、隙間があった燃料棒位置