

**「当社原子力発電所における  
燃料集合体チャンネルボックス上部の一部欠損、  
ならびにウォータ・ロッドの曲がりに係る点検結果」の報告書概要**

**■燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損に係る報告概要**

**1. 女川1号機におけるチャンネルボックスおよび燃料集合体の外観点検**

- ・ 女川1号機の使用済燃料プールに貯蔵保管している全ての燃料集合体861体を水中カメラで点検したところ、9体でチャンネルボックス上部クリップ接合部に一部欠損（最大長さ約1.2cm）があることを確認した（欠損が確認されたチャンネルボックスは、6本が神戸製鋼所製、3本がCARTECH製）。
- ・ また、これらの一部欠損が確認された燃料集合体について、チャンネルボックスおよび燃料集合体の外観点検を実施し、チャンネルボックス上部の一部欠損以外の損傷や変形等の異常がないことを確認した。

**2. チャンネルボックスの欠損に係る推定原因および再発防止対策**

**（1）推定原因**

欠損が発生した推定原因は、以下のとおり。

**① 神戸製鋼所製（6本）**

- ・ クリップ接合部において、溶接時に他の溶接部と比較して大きな熱量が加わることで、チャンネルボックスの材料に添加された鉄の濃度が低下した領域が増加した。
- ・ さらに、溶接時に使用する当て金のチャンネルボックスへの取り付け状況のばらつきにより、溶接時の冷却速度が有意に低下することがある。この場合、鉄の濃度が低下した領域がさらに増加して耐食性が低下することから、腐食が発生し欠損に至った。

**② CARTECH製（3本）**

- ・ 神戸製鋼所製と同様に、クリップ接合部は、溶接時に他の溶接部と比較して大きな熱量が加わることで、チャンネルボックスの材料に添加された鉄の濃度が低下した領域が増加した。
- ・ さらに、クリップを溶接する際に、溶接部に空気が混入したため、耐食性が低下して腐食し、欠損に至った。

**（2）再発防止対策**

欠損が発生した推定原因に対する再発防止対策は以下のとおり。

**① 神戸製鋼所製**

女川2号機および同3号機ならびに他社BWRプラントにおけるチャンネルボックス上部の一部欠損の原因を踏まえた再発防止対策として、製造メーカーで平成26年に溶接設備を更新し、溶接時に大きな熱量が加わらないようにするとともに、当て金を使用しない溶接方法に変更した。

## ② CARTECH製

一部欠損が確認されたチャンネルボックスは、いずれも溶接設備が更新される平成9年以前に製造されたものであるが、現在は、溶接設備の更新に伴い、既に溶接時に大きな熱量が加わらないように改善されており、空気の混入防止が図られている。

このため、溶接設備の更新以降に納入されたチャンネルボックスに一部欠損は確認されていない。

## 3. 欠損に伴い生じると考えられる金属片による原子炉施設への影響評価

欠損部はジルコニウム合金の腐食物であり、欠損部周辺の腐食箇所から試料採取したところ細かい粉体となったことから、燃料や炉内構造物等への影響はない。

## ■燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりに係る報告概要

女川1号機の燃料集合体のうち、チャンネルボックスを脱着した履歴のある燃料集合体（以下、「当該の燃料集合体」という。）72体のうち、12体について抜き取りを行い、水中カメラによる外観点検を実施したところ、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。

また、当該の燃料集合体72体のうち、今後原子炉内に装荷を予定している4体の外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。

## （参考）今後の対応

今後、東通1号機にある燃料集合体のうち、指示文書発出時（平成24年8月10日）に、原子炉内に装荷されていたものについて、燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損、ならびにウォータ・ロッドの曲がりに係る点検を計画的に実施していくこととしている。

以 上

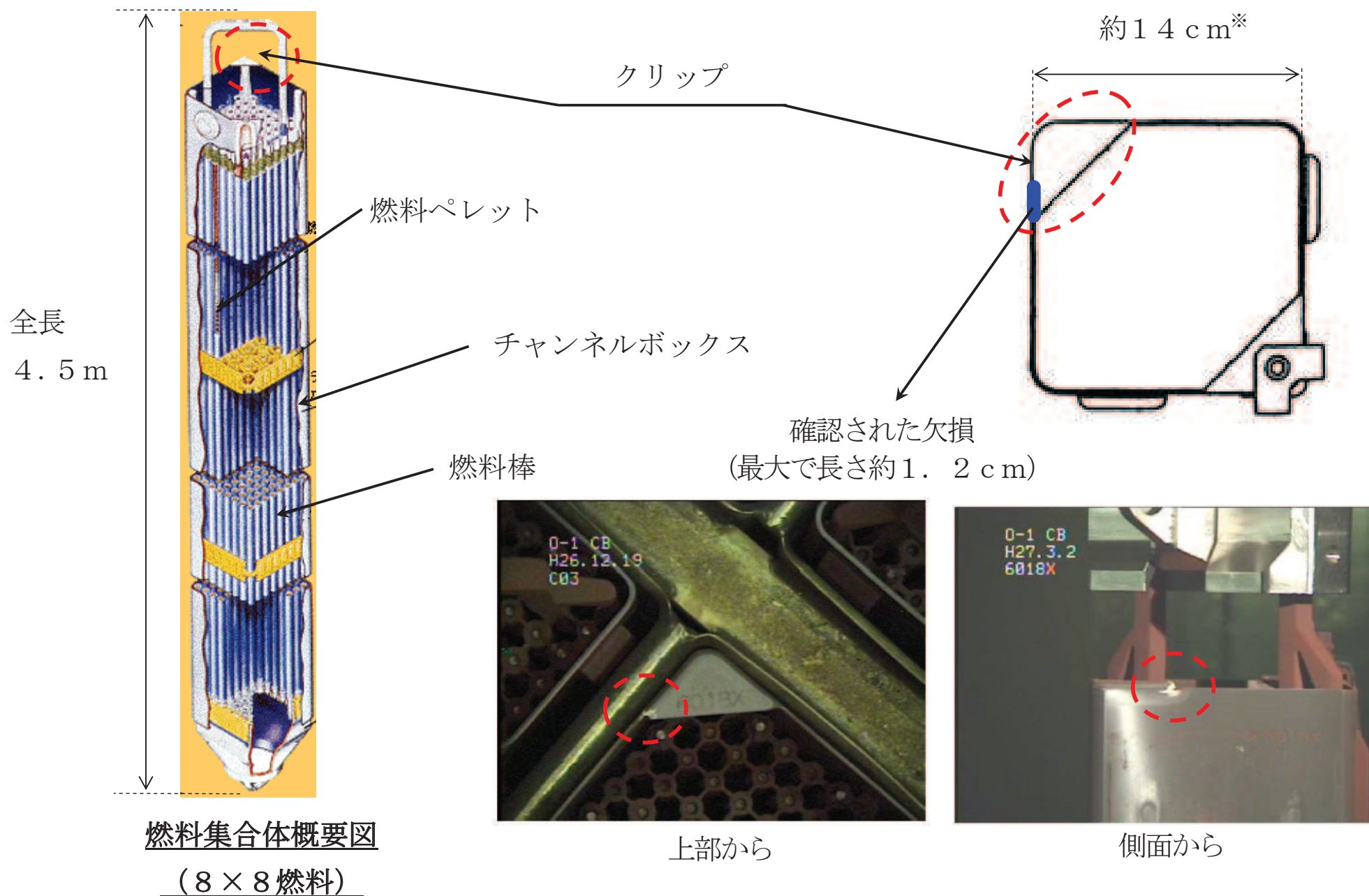
## 〔添付資料〕

1. チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損状況（女川1号機の燃料の例）
2. 製造欠陥（溶接不良）に係る調査および推定原因の概略①
3. 製造欠陥（溶接不良）に係る調査および推定原因の概略②
4. 燃料集合体ウォータ・ロッド概略図（高燃焼度8×8燃料の例）

## （参考）

- ・ これまでの経緯

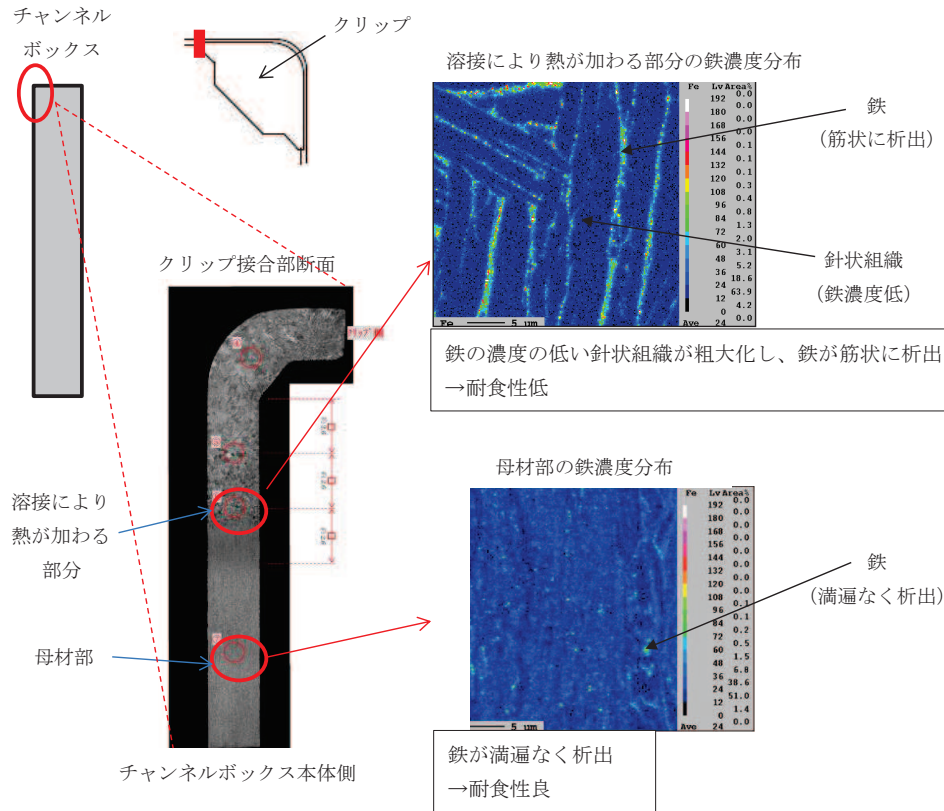
# チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損状況（女川 1 号機の燃料の例）



# 製造欠陥（溶接不良）に係る調査および推定原因の概略①

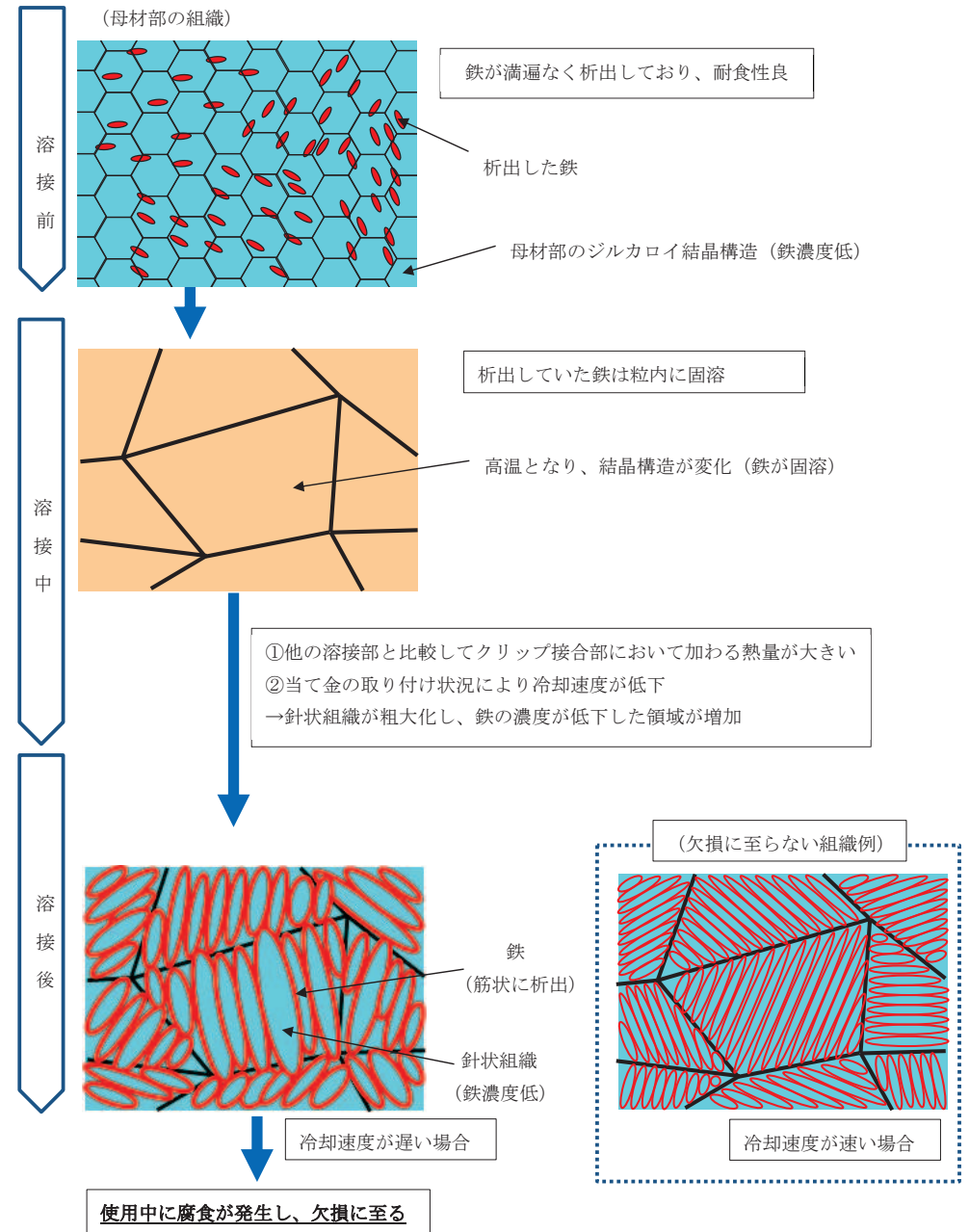
平成25年5月20日お知らせ済み

## <組織観察・元素分析>

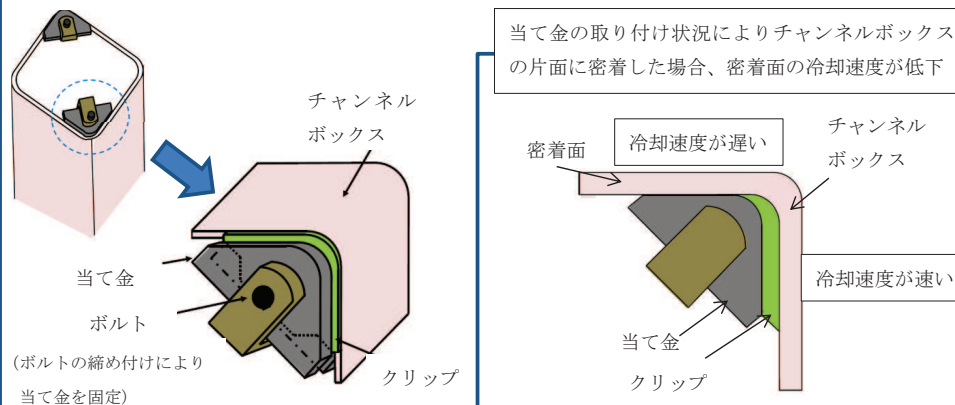


## <推定原因>

### ・溶接に伴う組織変化(模式図)



## <当て金の取り付け状況による影響調査>

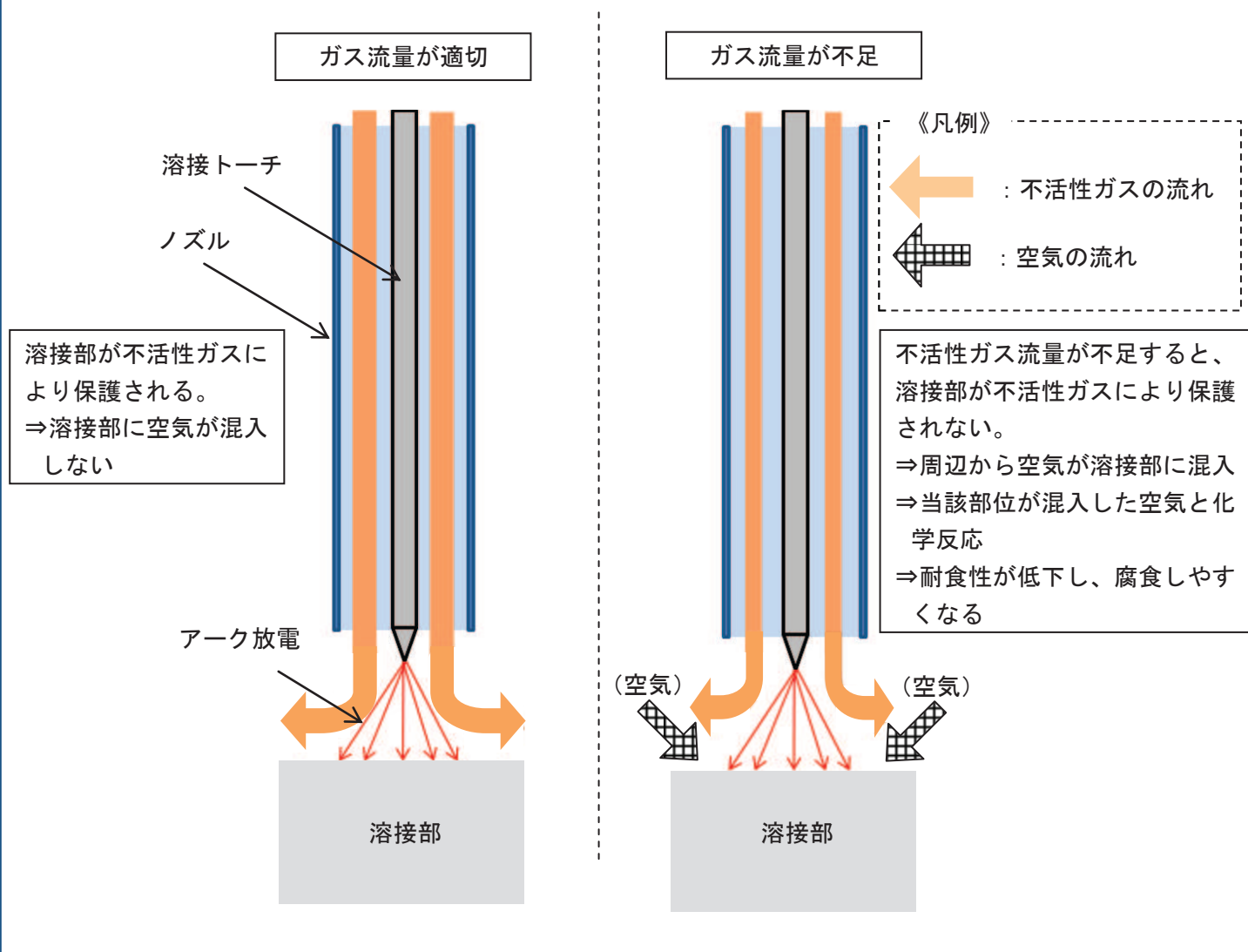


## 製造欠陥（溶接不良）に係る調査および推定原因の概略②

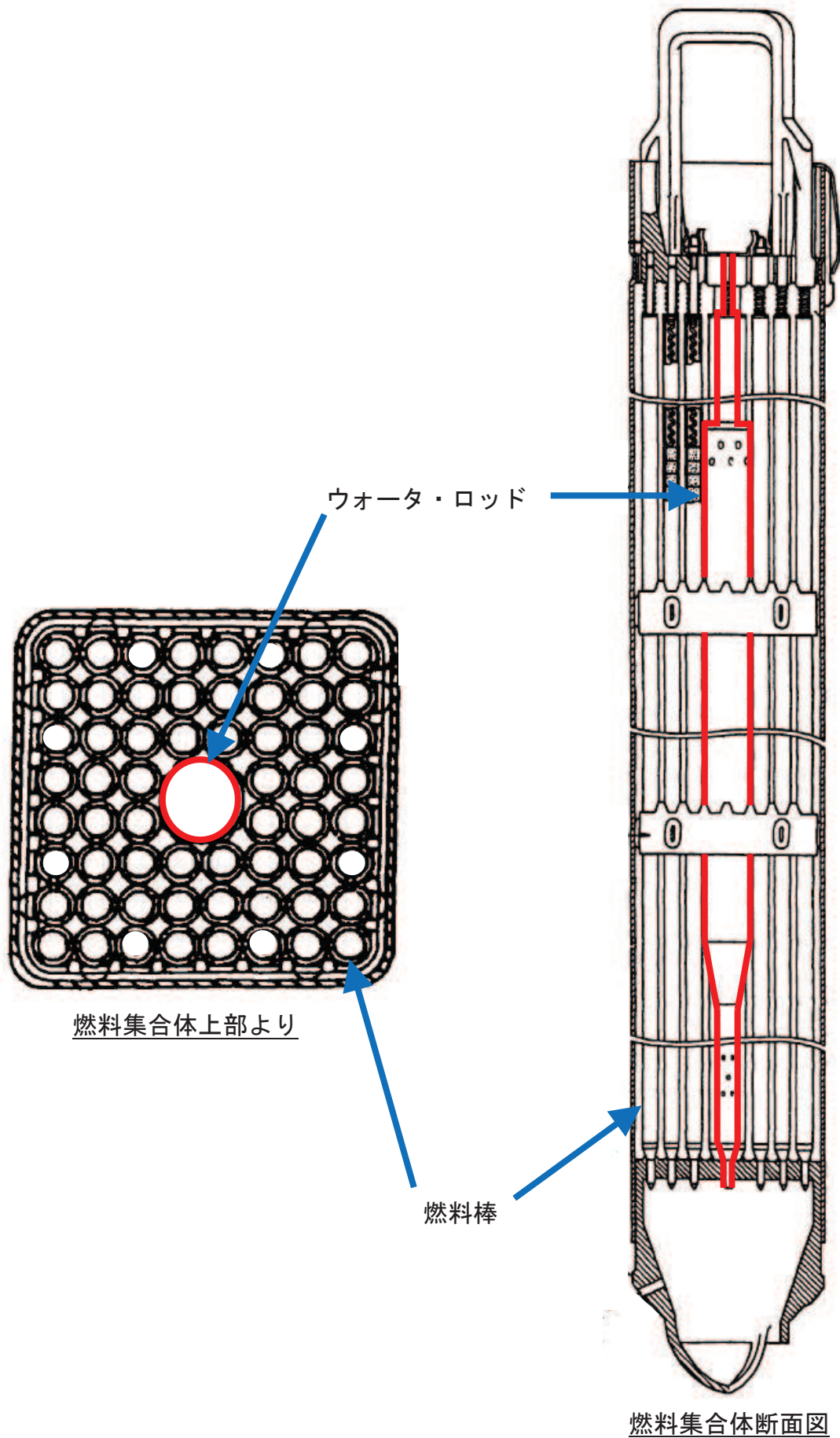
### ＜溶接部の空気混入＞

- 溶接時、溶接部に空気が混入することを防ぐため、溶接部に向けて不活性ガスを吹き付ける。
- 不活性ガスの流量が不足していると、溶接部に周囲の空気が混入する可能性があり、当該部位が混入した空気と化学反応することで耐食性が低下し、腐食しやすくなる。

#### [イメージ図]







燃料集合体ウォーター・ロッド概略図（高燃焼度 8 × 8 燃料の例）

## これまでの経緯

### 1. 燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損

- 当社は、女川原子力発電所（以下、「女川」という。）3号機において、東北地方太平洋沖地震による原子炉内に装荷された燃料への影響を確認するため、外観点検を実施していたところ、平成24年6月15日、チャンネルボックス1本の上部（クリップ接合部）に欠損（1箇所：長さ約1.9cm）を発見した。このため、同号機の使用済燃料プールに貯蔵されている全ての燃料集合体について、同様の欠損がないか水中テレビカメラによる観察を実施したところ、他にも欠損の可能性があるチャンネルボックスが確認されたことから、点検結果の詳細を取りまとめ、原因調査を実施することとした。  
(平成24年7月10日お知らせ済み)

- 平成24年7月10日、原子力安全・保安院より本事象に関する指示文書を受領したことから、平成24年8月10日、その時点までに確認している状況について、中間報告として取りまとめ、原子力安全・保安院へ報告した。

#### <平成24年7月10日付け指示文書概要>

「東北電力株式会社女川原子力発電所第3号機における燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損について（指示）」

以下の内容について、同年8月10日までに報告するよう指示されたもの。

- ①女川1号機～3号機の炉内及び使用済燃料プールにある燃料集合体について、チャンネルボックス上部（クリップ）の欠損を含む燃料集合体の損傷、変形等の確認
- ②①において確認された燃料集合体の損傷等に対する燃料集合体の健全性の評価及び原子炉施設への影響の評価
- ③①において確認された事象に係る原因の究明及び再発防止策の策定
- ④チャンネルボックス上部（クリップ）の損傷に伴い生じると考えられる金属片による原子炉施設への影響の評価及び対策

#### <平成24年8月10日付け中間報告概要>

- 女川3号機の燃料18体（平成24年6月15日に確認された1体を含む）のチャンネルボックス上部に一部欠損（最大で長さ約2.6cm）を確認した。
- 上記欠損がチャンネルボックスの機能およびチャンネルボックスの着脱に与える影響がないことを確認した。
- 上記欠損に伴い生じる金属片が原子炉施設に与える影響がないことを確認した。
- 上記欠損が発生した要因について、「製造欠陥」、「腐食による損傷」、「接触による損傷」、「地震による損傷」を抽出し、分析をした結果、「製造欠陥（溶接不良）」および「接触による損傷」の2つに要因を絞り込んだ。

(平成24年8月10日お知らせ済み)

- 平成24年8月10日、原子力安全・保安院より、沸騰水型原子炉を所有する原子力事業者に対し、チャンネルボックス上部の欠損について確認等を求める指示文書が発出されたことから、当社は、東通原子力発電所（以下、「東通」という。）においても燃料集合体の確認を実施し、平成24年9月10日、その時点までに確認している状況について取りまとめるとともに、女川における確認状況等についても、8月10日付け中間報告以降の状況を取りまとめ、原子力安全・保安院へ報告した。

#### ＜平成24年8月10日付け指示文書概要＞

##### 「燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損について（指示）」

指示文書（平成24年7月10日付）に基づき行った女川の点検状況等に係る当社からの中間報告、ならびに東京電力株式会社における類似事象の報告を受け、原子力安全・保安院より東通を含む沸騰水型原子炉を保有する原子力事業者に対し、7月10日付け指示文書と同様の対応について、同年9月10日までに報告するよう指示されたもの。

#### ＜平成24年9月10日付け報告概要＞

- 東通1号機の使用済燃料プールに貯蔵されている燃料について、チャンネルボックス上部クリップ接合部に欠損がある燃料は確認されなかった。
- 女川2号機の使用済燃料プールに貯蔵されている燃料13体について、チャンネルボックス上部クリップ部に一部欠損（最大で長さ約1.1cm）があることを確認した（チャンネルファスナにより欠損部長さが確認できないものを除く）。
- 女川3号機の使用済燃料プールに貯蔵されている一部欠損が確認された燃料を除く燃料について、抜き取りによる外観点検を実施した結果、損傷、変形等の異常がないことを確認した。

（平成24年9月10日お知らせ済み）

- 平成25年5月20日、女川におけるその時点までの確認状況等について取りまとめるとともに、女川2号機および3号機において確認された燃料集合体チャンネルボックス上部の一部欠損について、欠損が発生した要因を分析、調査した結果を踏まえた原因および再発防止対策を取りまとめ、原子力規制委員会へ報告した。

#### ＜平成25年5月20日付け報告概要＞

- 女川2号機の使用済燃料プールに貯蔵されている一部欠損が確認された燃料13体について、外観点検を実施した結果、それまで確認された一部欠損以外の損傷、変形等の異常がないことを確認した。
- 女川2号機の使用済燃料プールに貯蔵されている一部欠損が確認された燃料を除く燃料について、抜き取りによる外観点検を実施した結果、損傷、変形等の異常がないことを確認した。
- それまでの調査結果により、欠損に伴い生じる金属片がチャンネルボックスの機能および原子炉施設に与える影響がないことを確認した。



(推定原因)

- ・ 製造時においてチャンネルボックス上部にクリップを溶接する際に、チャンネルボックスの他の溶接部と比較して、クリップ端部に大きな熱量が加わることで、チャンネルボックスの材料に添加された鉄の濃度が低下した領域が増加する。
- ・ 当て金の取り付け状況によっては、鉄の濃度が低下した領域がさらに増加することから、耐食性が低下して腐食し、欠損に至る。

(再発防止対策)

- ・ 今後の製造にあたっては、新たな溶接機を導入して、溶接時に大きな熱量が加わらないようにする。
- ・ 当て金を使用しない溶接方法に変更する。

(平成25年5月20日お知らせ済み)

## 2. 燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がり

- 当社は、平成24年11月28日、原子力規制委員会より、指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体ウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」を受領した。
- 本件は、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機において、使用済燃料プールに貯蔵されている燃料集合体のウォータ・ロッドに曲がり確認されたことを受け、沸騰水型原子炉を所有する原子力事業者に対して、同様の事象の有無を確認し、その結果等について報告することを求められたもの。
- 本指示に基づき、女川2、3号機および東通1号機の使用済燃料プールに貯蔵されている燃料集合体の外観点検を実施し、平成25年1月7日および平成25年10月2日に、それまでの点検等の状況を中間報告として取りまとめ、原子力規制委員会へ報告した。

### ＜平成24年11月28日付け指示文書概要＞

「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の燃料集合体のウォータ・ロッドの曲がりについて（指示）」

以下の内容について指示されたもの。

①原子力発電所の燃料集合体について以下の事項を確認の上、平成25年1月7日までに報告すること。

- ・ 燃料集合体の取り替え回及び製造メーカー
- ・ チャンネルボックスの新品・再使用品等の区分とその数
- ・ 燃料集合体へのチャンネルボックスの取り付け方法
- ・ 再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体及び点検等によりチャンネルボックスを脱着した履歴のある燃料集合体の数及び所在場所

②再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体及びチャンネルボックスの脱着履歴のある燃料集合体の異常の有無等について、統計上十分なサンプル点検を実施し、その結果についても平成25年1月7日までに報告すること。

③原子炉内に装荷している燃料集合体又は今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体のうち、再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体又はチャンネルボックスの脱着履歴のある燃料集合体について、当該燃料集合体を装

荷した原子炉を起動する前に点検を実施し、その結果について速やかに報告すること。

- ④②、③のそれぞれの点検において、燃料集合体の異常が確認された場合、その状況把握及び原因究明を行い、その結果について速やかに報告すること。

#### <平成25年1月7日付け報告概要>

- ・ 女川および東通にある燃料集合体について、再使用チャンネルボックスを装着した燃料集合体およびチャンネルボックスを脱着した履歴のある燃料集合体（以下、「当該の燃料集合体」という。）の体数等を確認した。
- ・ 女川3号機の使用済燃料プールに貯蔵されている当該の燃料集合体102体のうち9体、東通1号機の使用済燃料プールに貯蔵されている当該の燃料集合体23体のうち3体について抜き取りによる外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。
- ・ 女川3号機において、当該の燃料集合体102体のうち今後原子炉内に装荷を予定している5体の外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。

（平成25年1月7日お知らせ済み）

#### <平成25年10月2日付け報告概要>

- ・ 女川2号機へ号機間移送している女川1号機の燃料集合体について、再使用チャンネルボックスを装着した69体のうち5体、チャンネルボックスを脱着した履歴のある12体のうち2体について、それぞれ抜き取りによる外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。
- ・ 女川2号機の燃料集合体について、再使用チャンネルボックスを装着した88体のうち5体、チャンネルボックスを脱着した履歴のある122体のうち16体について、それぞれ抜き取りによる外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。
- ・ 女川2号機のチャンネルボックスを脱着した履歴のある燃料集合体122体のうち今後原子炉内に装荷を予定している4体の外観点検を実施し、ウォータ・ロッドの曲がりを含む、損傷や変形等の異常がないことを確認した。

（平成25年10月2日お知らせ済み）

以 上