

警告 原発部品強度不足問題

フランスで起きたことと 日本の原発におけるリスク



フランスで問題が発覚したフラマンビル原発 2004年の抗議行動

GREENPEACE

www.greenpeace.org/japan

自己紹介

self-introduction

ショーン・バーニー

Shaun Burnie

国際環境NGOグリーンピース・ドイツ
核問題シニアスペシャリスト



1990年にグリーンピースの核問題担当となる。東アジア地域の核政策、とくに核燃料サイクル問題や原子力発電所の安全性問題について詳しい。25年以上、日本の核政策をめぐるキャンペーンに関わってきた。1990年代から2000年代初頭にかけて、日本の原発における使用済み核燃料再処理やプルトニウムMOX燃料利用をとめるキャンペーンを展開。2000年8月から2001年3月まで東京電力福島原発MOX燃料装荷差し止め裁判に関わった。2011年以降、東京電力福島原発の放射線調査や、欧州の老朽化原発、日本の再稼働の問題にも取り組む。

経緯 chronology

- 2007: フラマンビル原発建設許可
アレバ社(原発総合メーカー)が原子炉圧力容器の部品(上蓋など)を新しい方法で製造することに。
- 2008年以降: アレバ社、ASN(仏国原子力安全局)と評価方法合意ないまま、製造開始
- 2014末: アレバ社、上蓋付近に炭素偏析と報告
- 2015: ASNがアレバ社の英国向け部品にての試験計画を了承(結果は2016年12月に出る予定)
- 2015: ASNがEDF(フランス電力会社)に調査指示
- 2016.6: EDFが報告書提出
- 2016.10: ASNが疑惑の原発運転停止命令、検査へ
- 2016.12: ASNがフランス電力会社の日本鑄鍛鋼社製の部品を使用している原子炉について包括的なセーフティケースについて、基本的に承認、再稼働に要件をつけた。
- 2017.1.30: ASNがフランス電力会社の日本鑄鍛鋼者製の部品を使用している原子炉9機について再稼働を容認した。

(原子力規制委員会資料およびグリーンピースの調査により作成)

フラマンビル3号機で認証不取得問題

認証取得のための検査で異常発覚

原子力安全局が他原発の調査を電力会社に依頼

18基で強度不足につながる異常の可能性確認

非破壊検査(表炭素測定・超音波など)・破壊検査の指示

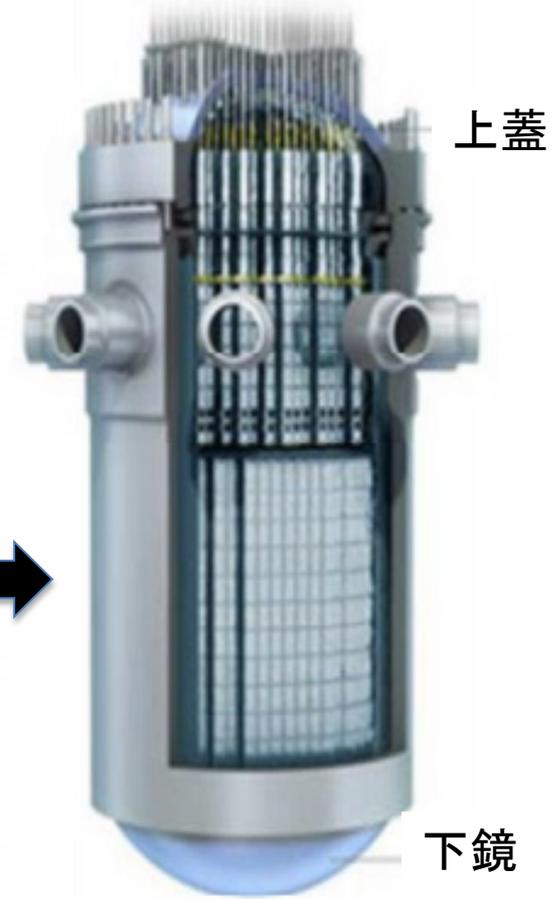
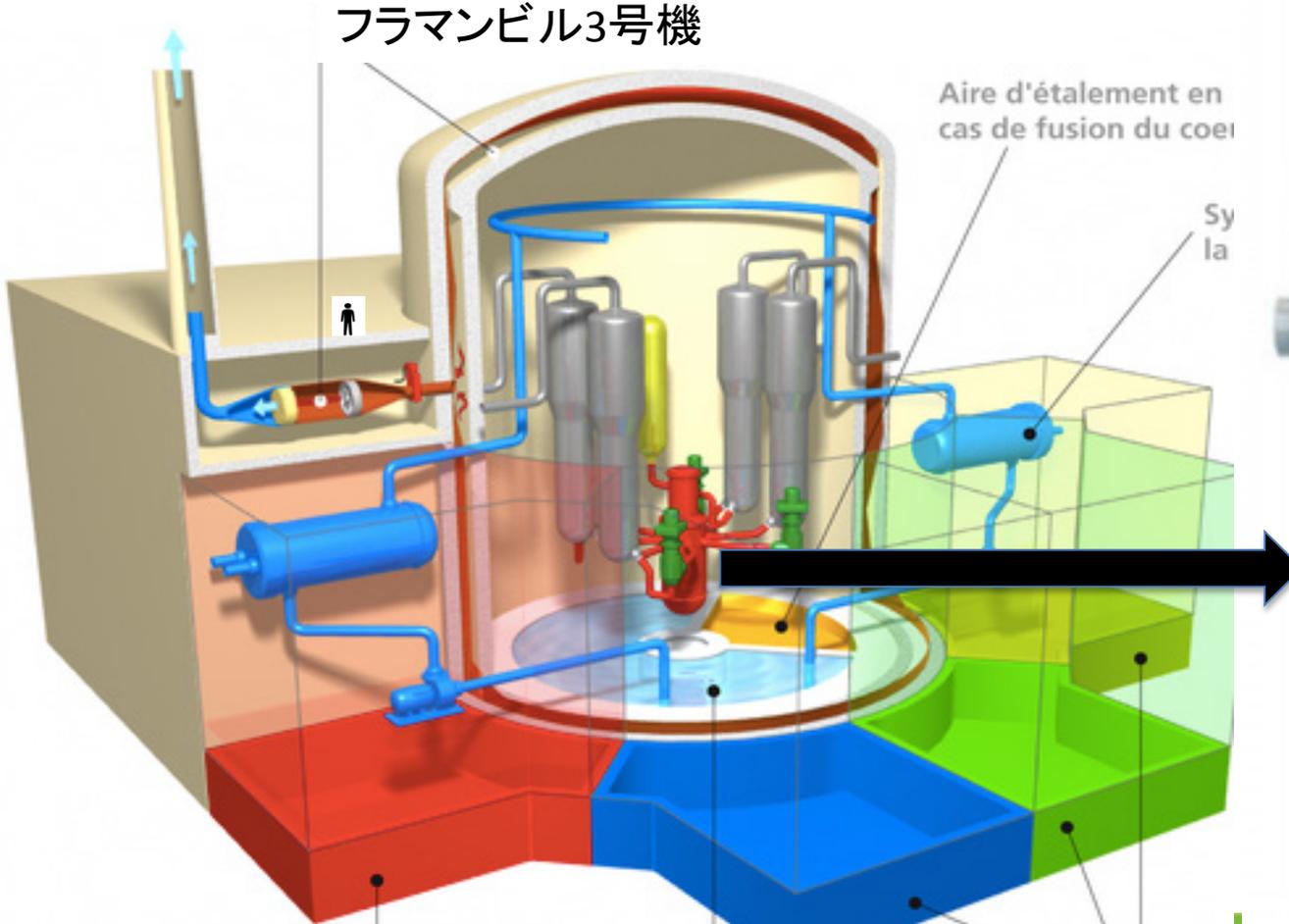
日本鑄鍛鋼社製の部品でフランス規格2倍近くの異常値確認

フラマンビル原発3号機の問題

Flammanvile3 原子炉压力容器

原子炉压力容器

フラマンビル3号機



フランスの原発18基で炭素異常発覚

Carbon anomalies in 18 French reactors



NPP	ASN DEFINED IRREGULARITY	AT-RISK STEAM GENERATOR
Blayais 1-4	Unit 1, 3	Unit 1
Bugey 2-3	Unit 2, 3	
Bugey 4-5	Unit 4	Unit 4
Chinon B1-4	Unit B1, B3	Unit B1, B2
Cruas 1-4		
Dampierre 1-4	Unit 1, 3, 4	Unit 2, 3, 4
Fessenheim 1-2	Unit 1, 2	Unit 1, 2
Gravelines B1-4		Unit 2, 4
Gravelines C5-6	Unit 3	
Saint-Laurent B1-2	Unit B1, B2	Unit B1, B2
Tricastin 1-4	Unit 2, 3	Unit 1, 2, 3, 4
Belleville 1 & 2		
Cattenom 1-4	Unit 1	
Flamanville 1-2		
Golfch 1-2	Unit 2	
Nogent s/Seine 1-2		
Paluel 1-4	Unit 1	
Penly 1-2		
Saint-Alban 1-2		
Chooz B1-2		
Civaux 1-2	Unit 2	Unit 1, 2

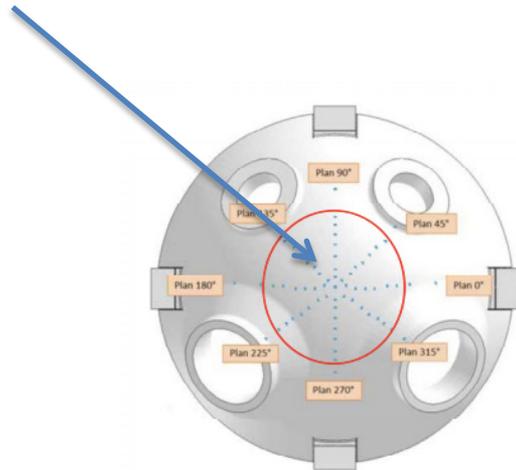
左図: Wikipedia より 右表: Large&associates プレゼン資料より

仏原発で日本供給部材に炭素偏析 蒸気発生器

carbon anomaly in SGs

- フランスの18基で炭素偏析の疑い
蒸気発生器では、チューブシート、頂部楕円形ドームでも疑い
- そのうち12基が日本から供給（鍛鋼）

中央部に炭素偏析



頂部楕円形
ドーム



チューブシート
(管板)



一次側鏡板
(水室)



強度不足一原因とリスク

strength poverty-cause and risk

- 原因
高い炭素濃度（炭素偏析）→強度低下
- リスク
高速破壊

仏放射線防護原子力安全研究所 (IRSN) は、当該の機器が強度不足により破壊、炉心むき出しから溶融にまでつながるリスクを有すると警告*

* 出典 : IRSN, Avis IRSN N° 2016-00275 Objet : EDF – REP - Paliers CP0, CPY et N4 – Ségrégations en carbone des fonds primaires de générateurs de vapeur – Analyse de sûreté et mesures compensatoires, see <http://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-27464-avis-irsn.pdf>

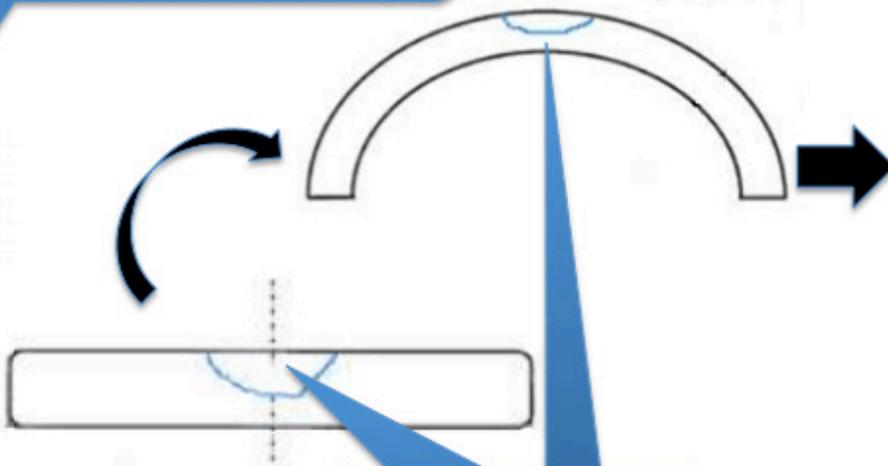
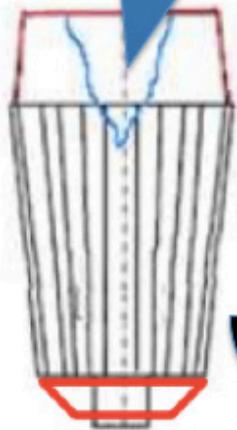
日本：原子力規制委員会の対応

actions taken in Japan

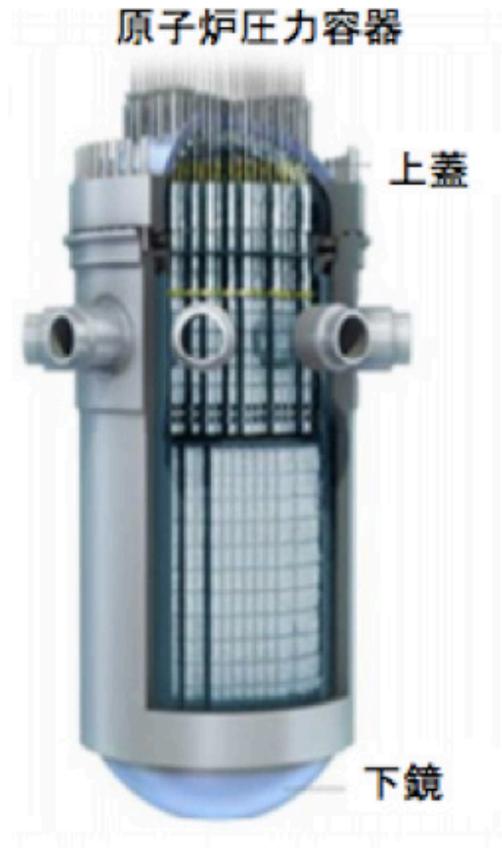
- 8月24日
電力会社へメーカー名・製造方法調査指示
鍛造の場合、炭素偏析の可能性を評価
- 9月2日
電力会社からメーカー名・製造方法回答
- 10月17日
メーカーから製造方法などの報告書
- 10月31日
電力会社から可能性評価報告書
- 11月22日
「規格超える炭素濃度のおそれない」「品質保証の在り方
検討進める」とまとめ

炭素偏析のでき方

青い線の内側に炭素偏析が起こる
赤い線のところは切り捨てる
真ん中部分を叩いて板にする=鍛造



炭素偏析の部分が少し残る



日本鑄鍛鋼供給の部材 JCFC

- 1995～2006年(頃)に仕様を満たさない欠陥のある蒸気発生器部材を大量にフランスに供給したのは事実

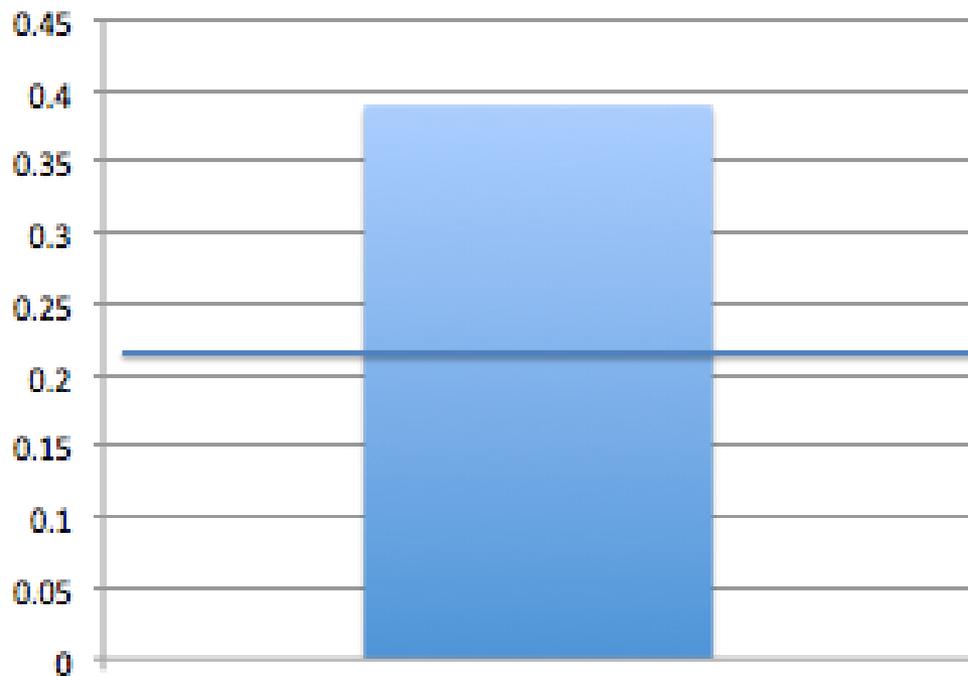
→ 品質保証書に誤り？不正確？

日本鑄鍛鋼の部品の炭素偏析

JCFC's carbon anomaly

- ・ 仏トリカスタン1、3号機 蒸気発生機の非破壊検査

炭素濃度 0.39% フランスの規格 0.22%



フランスの規格
0.22%の
2倍近い(1.772倍)

高速破壊のリスク→ 廃棄か取替が必要
取替なら莫大なコスト+1~2年の期間必要

日本製鋼所供給の部材

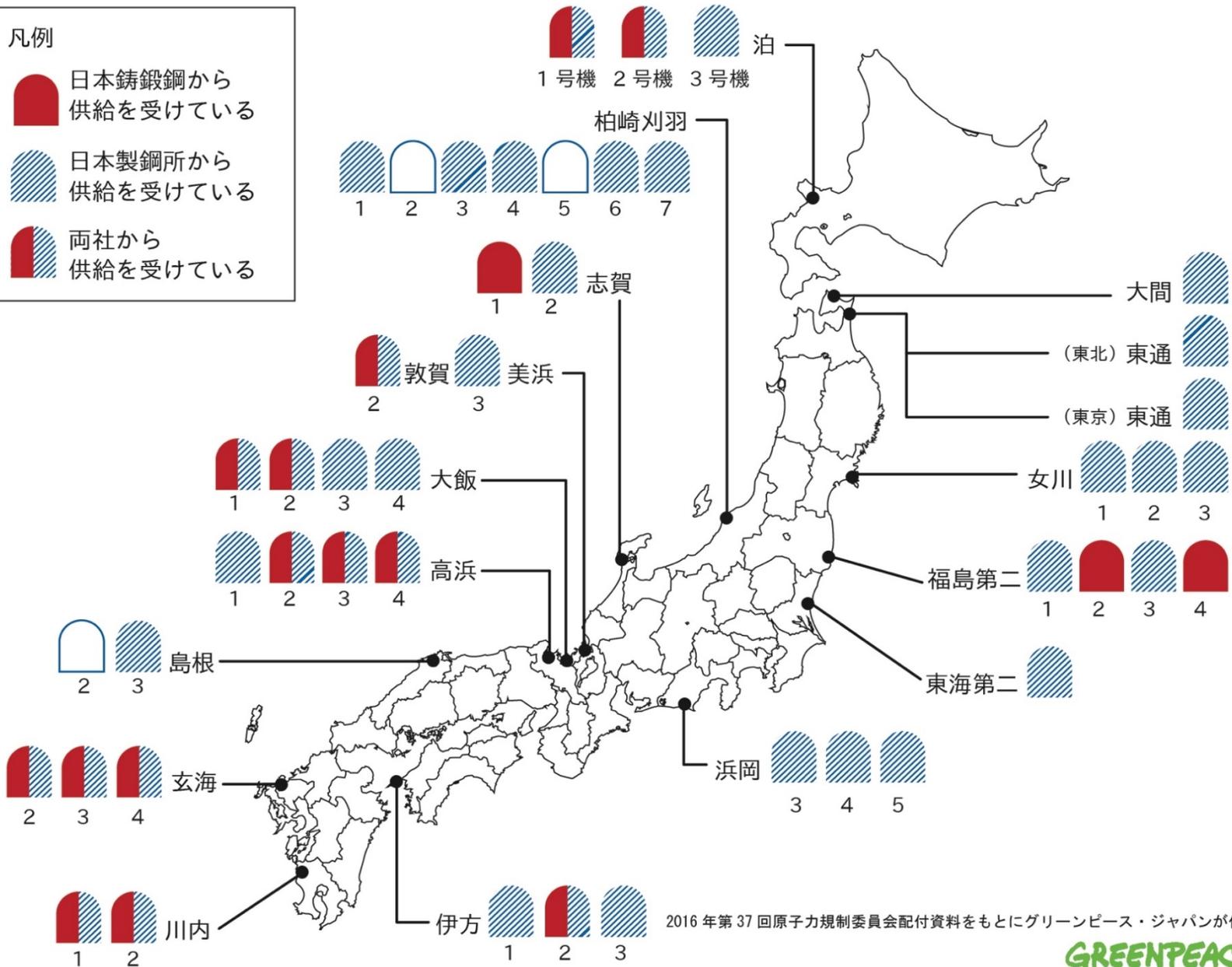
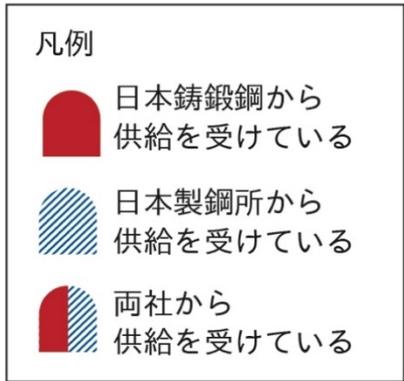
JSW

アレバ社はチューブシートと楕円形ドームのレプリカ・サンプルのテストを実施、どちらも、仕様を満たさない結果が出ている。

現時点では、レプリカが日本製鋼所のものか、フランスの鍛造会社クルゾー社のものかを示す直接的な情報がない。

→日本製鋼所の部材が規格外である可能性が残っている。

日本鑄鍛鋼、日本製鋼所から供給を受けている原発

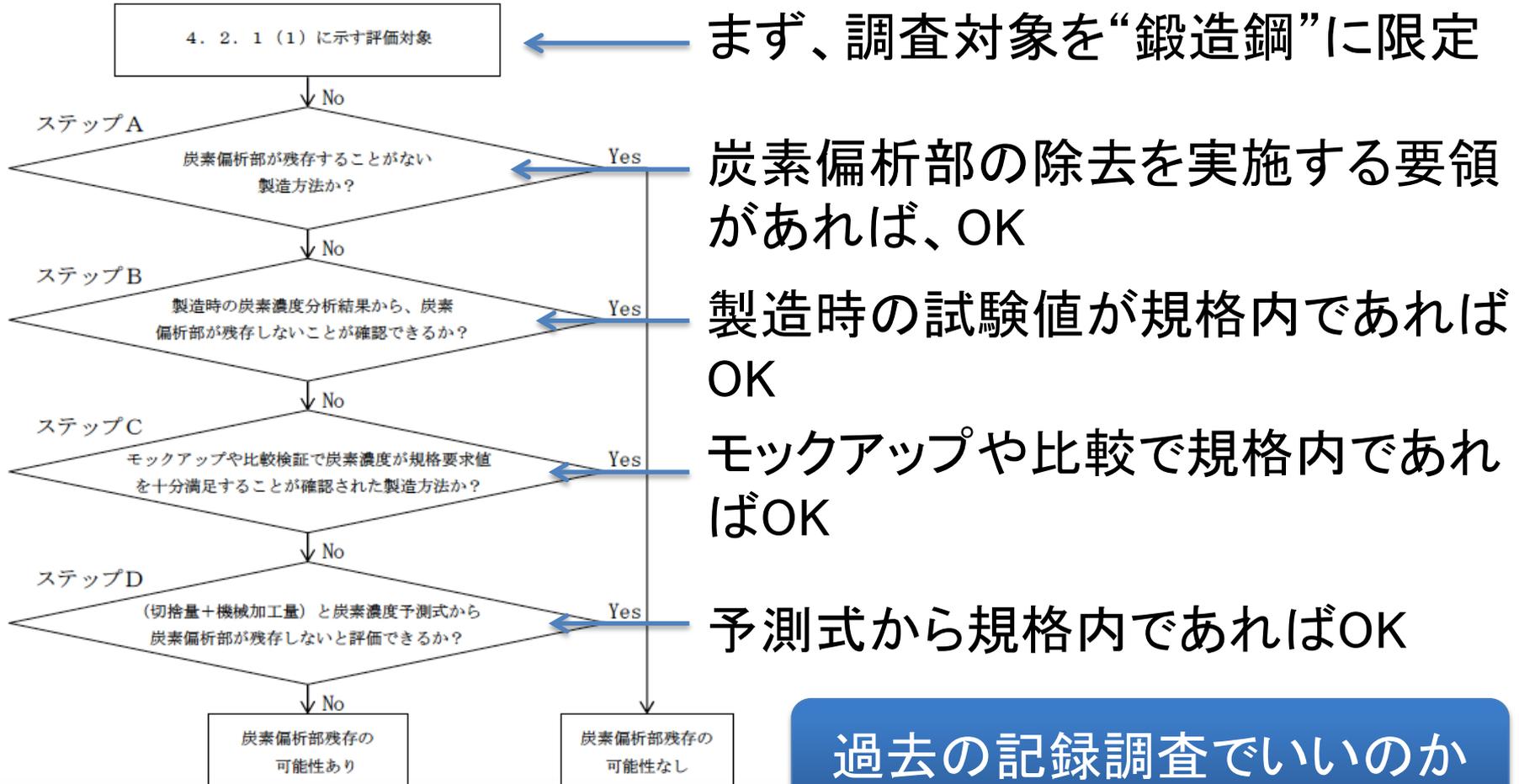


2016年第37回原子力規制委員会配付資料をもとにグリーンピース・ジャパンが作成



日本の電力会社による“評価”

“assessment” by Utilities in Japan



日本の電力会社による“評価”

“assessment” by Utilities in Japan

- 鑄造鋼を対象外にしている
→ 鑄造鋼でも炭素偏析は起こりうる。
鑄造鋼も調査/検査すべき
- 製造当時の記録で問題なしとしている
→ “溶鋼分析”は、溶けた状態のため、製品となったものとは別。製品になったものより均質となる。
→ “製品分析”は、位置により炭素過剰が検出されない場合もある。

よって、製造当時の記録に依拠できない。

日本の電力会社による“評価” 実機の表面炭素濃度測定なし

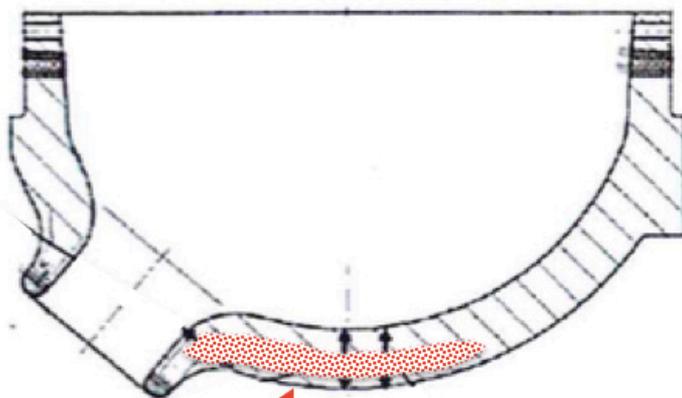
炉型	電力	プラント	対象機器の部位		製造事業者	製造方法	事業者による判断ステップ	品質管理項目		当該製品の炭素濃度	比較製品の炭素濃度	備考	
								炭素濃度					
								溶鋼分析 (wt.%)	製品分析 (wt.%) ^{*1}				
北海道	泊1	原子炉容器	上蓋	フランジ一体型上蓋(ドーム形状)	日本製鋼所	鍛造	C	0.18	0.18	—	0.18 nd	比較製品:米国向上蓋	
				鏡板	下部鏡板(一)	日本製鋼所	鋼板	A	0.21	0.20	—	—	
			鋼	上部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.18	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
				トランジションリング(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.18	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
				下部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.18	0.17	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
		蒸気発生器	一次側鏡板	日本精錬鋼	鍛造	調査対象外							
		加圧器	上部鏡板	日本製鋼所	鋼板	A	0.19	0.19	—	—			
			下部鏡板	日本製鋼所	鋼板	A	0.19	0.19	—	—			
		泊2	原子炉容器	上蓋	フランジ一体型上蓋(ドーム形状)	日本製鋼所	鍛造	C	0.19	0.17	—	0.18 nd	比較製品:米国向上蓋
					鏡板	下部鏡板(一)	日本製鋼所	鋼板	A	0.19	0.20	—	—
				鋼	上部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.21	0.17	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ
					トランジションリング(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.19	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ
					下部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.19	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ
			蒸気発生器	一次側鏡板	日本精錬鋼	鍛造	調査対象外						
		加圧器	上部鏡板	日本製鋼所	鋼板	A	0.19	0.19	—	—			
	下部鏡板		日本製鋼所	鋼板	A	0.19	0.19	—	—				
	泊3	原子炉容器	上蓋	フランジ一体型上蓋(ドーム形状)	日本製鋼所	鍛造	C	0.18	0.18	—	0.18 nd	比較製品:米国向上蓋	
				鏡板	下部鏡板(一)	日本製鋼所	鋼板	A	0.17	0.18	—	—	
			鋼	フランジ一体型上部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.17	0.16	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
				トランジションリング(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.16	0.16	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
		蒸気発生器	一次側鏡板[A号機]	JFEスチール	鋼板	A	0.18	0.18	—	—			
			一次側鏡板[B号機]				0.17	0.18	—	—			
			一次側鏡板[C号機]				0.18	0.18	—	—			
	加圧器	上部鏡板	JFEスチール	鋼板	A	0.17	0.17	—	—				
		下部鏡板	JFEスチール	鋼板	A	0.17	0.17	—	—				
	美浜3	原子炉容器	上蓋	上部鏡板(一)	日本製鋼所	鋼板	A	0.18	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
				上蓋フランジ(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.18	0.18	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ	
鏡板			下部鏡板(一) × 2	日本製鋼所	鋼板	A	0.18	0.17	—	—			
						A	0.19	0.19	—	—			
鋼			上部鋼(リング形状)	日本製鋼所	鍛造	A	0.20	0.20	—	—	中実鋼塊軸中心部穴あけ		
			中間鋼(一) × 3	日本製鋼所	鋼板	A	0.18	0.17	—	—			
						A	0.20	0.20	—	—			
下部鋼(一) × 3	日本製鋼所	鋼板	A	0.20	0.19	—	—						
			A	0.19	0.20	—	—						
			A	0.19	0.19	—	—						

なぜ、詳細な検査が必要か

needs of further tests

蒸気発生器 水室 下鏡

フランスで稼働していた原発

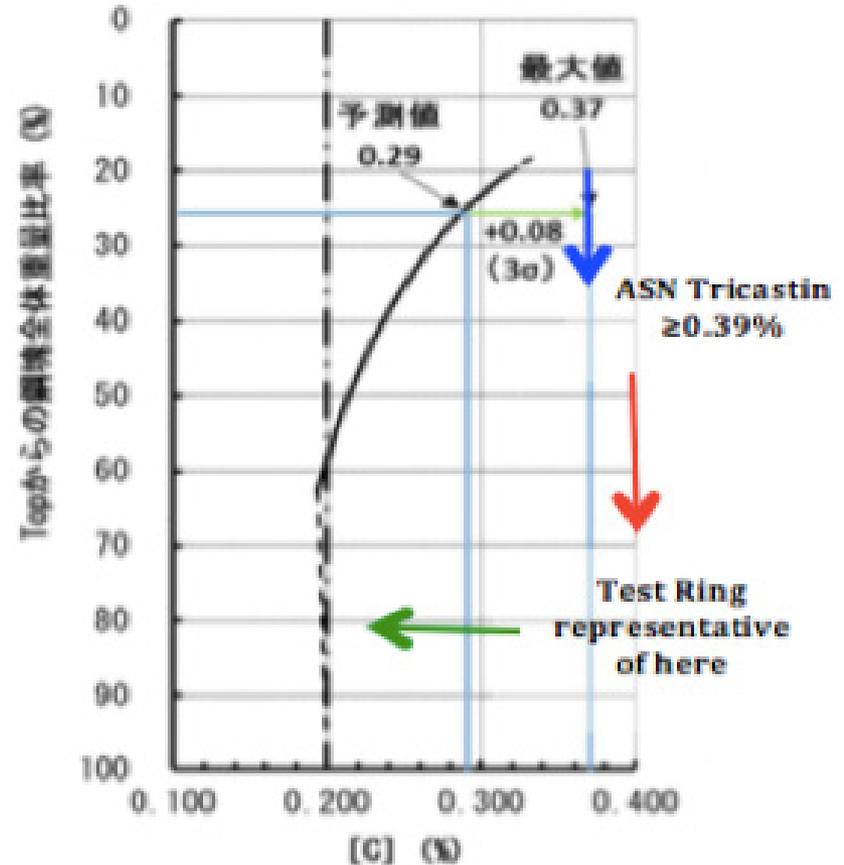


炭素偏析のあった場所

部材の深いところで炭素含有が高くなっている
＝表面測定ではわかりえない

ASNの資料より作成

鑄鍛鋼による予測値 JCFC's graph



フランスでの検査

tests in France

- 外部表面の炭素濃度測定
- 実機での非破壊検査
＜超音波検査・スパーク(発光分光)検査＞
- 計算による高速破壊分析
- 他機(未使用の交換用蒸気発生器など)の非破壊検査・破壊検査
- 試作品を使用しての非破壊検査・破壊検査

仏原子力安全局がフランス電力に課したこと

ASN letter to EDF (Dec12 2016)

- 条件1 冷却材喪失事故(LOCA)時の、とくに熱衝撃のリスク評価をすること
- 条件2 日本鋳鍛鋼に実物大レプリカを作らせて検査すること
- 条件3 温度の変化に対する老朽化の影響評価
- 条件4 蒸気発生器のノズルの周辺の亀裂のリスク評価
- 条件5 すべての検査についての計画を2カ月以内に提出すること
- 条件6 より詳細な原子炉内の温度の変化に対するリスク評価
- 条件7 冷却時の熱衝撃、とくに、事故時に冷却水のポンピングが停止してしまった場合のリスク評価
- 条件8 熱衝撃に関し、特に、冷却水用パイプの温度差に対するリスク評価
- 条件9 出力を上昇に伴う温度変化に対するリスク評価
- 条件10 一般運営ルールに、上記評価を反映させASNに提出する
- 条件11 非破壊検査を実施し機器中の炭素濃度が0.4%を超えないことを確認すること
- 条件12 非破壊検査により亀裂がないか確認すること
- 条件13 まだ検査をしていないSaint-Laurent B1原発についても以上を実施すること

日本の規制機関がすべきこと

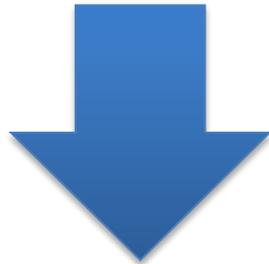
What should be done

- 原子力規制委員会は全ての原発の非破壊検査、その結果によっては破壊検査をさせること
- とくに、現在稼働している川内1号機、伊方3号機については停止させて検査をさせること
- 定期検査中の川内2号機も検査をさせること

日本の原子力規制：2つの機能不全

Two malfunction at Japan

- 工場における品質管理体制と規制（NISA）
- 輸出時の規制（NISA）



非破壊検査で発覚

- 日本の原発の部品の健全性を疑う必要性

まず、非破壊検査を

検査を求める署名



@Masaya Noda / Greenpeace

強度不足の疑いがある 川内原発・伊方原発

原発事故を繰り返させない

**緊急署名！強度不安の疑いのある川内原発・
伊方原発、いまずぐ検査を**

原発2号機、伊方原発3号機、もうすぐ再稼働が予定される川内原発1号機を即時停止し、検査することを求めます。

*メールアドレス

*氏名

*お住まいの都道府県をお選び下さい

お電話番号

14,537

※同一のEメールアドレスによる署名は1回までとさせていただきます。*
ご送信いただいた内容は、プライバシーポリシーに基づいてグリーンピースが責任をもって管理します。署名の提出先に個人情報をお渡しすることはございません。*ご参加の方には、この署名、その他の活動についての進行状況を、非営利活動を目的とする、メールマガジン、お電話でお知らせします。

GREENPEACE

www.greenpeace.org/japan

クルーズフォルジュ、日本鋳鍛鋼の蒸気発生器水室が設置された原発

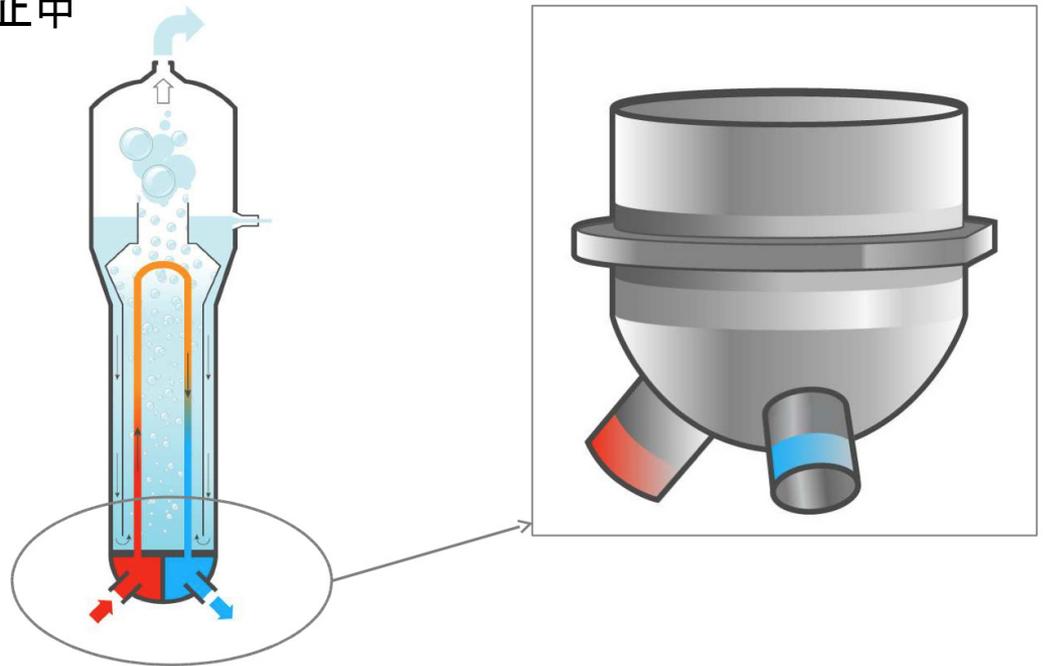
NPPs WITH JCFC AND CREUSOT FORGE BOTTOM CHANNEL HEADS INSTALLED

原発	部品製造メーカー	製造時期
シノンB1	クルーズフォルジュ	2000
シノンB2	クルーズフォルジュ	2006-2007
サンローランB1	日本鋳鍛鋼	1989
サンローランB2	クルーズフォルジュ	1997
ダンピエール2	クルーズフォルジュ	2000
ダンピエール3	日本鋳鍛鋼	1991
ダンピエール4	クルーズフォルジュ	2000
トリカスタン1	日本鋳鍛鋼	1994
トリカスタン2	日本鋳鍛鋼	1994
トリカスタン3	日本鋳鍛鋼/クルーズフォルジュ	1995/1994
トリカスタン4	日本鋳鍛鋼	1997
ビュジェ4	日本鋳鍛鋼/クルーズフォルジュ	1995/1994
グラブリーヌ2	日本鋳鍛鋼	1992
グラブリーヌ4	日本鋳鍛鋼	1993-1994
フェッセンハイム1	日本鋳鍛鋼	1996
シボー1	日本鋳鍛鋼	1990
シボー2	日本鋳鍛鋼	1992
ブレイエ1	クルーズフォルジュ	2005-2006

- フラマンビルEPR、フェッセンハイム、クラヴリーヌの異常と不規則事象に関して、EdF（フランス原子力会社）/AREVAに対しての刑事捜査が進行中。
- 2016年11月-ASN（フランス原子力規制局）はIRSN（フランス放射線防護原子力安全研究所）からEdF日本鋳鍛鋼の包括的な安全評価についての勧告を受ける。
- SG（蒸気発生器）の水室のノズル部分に格段の憂慮

出典：ASN 10月27日（4）

- 2016年12月-ASNが日本鋳鍛鋼の部品を使用した原子炉の運転を容認
-運転再開のための要求つき。それは6カ月の間に行うこと。
- 要求には、熱衝撃（冷水・熱水双方）のときに問題を起こすことを認めることが含まれている。つまり緊急停止時だけでなく、運転開始時の過度変化も含む。
- 12月末から2月中旬-11機のEdF鋳鍛鋼の原子炉が運転再開：
6機のクルーズ製の部品を使用しているEdFの原発はすでに
運転中もしくは、他の問題で停止中
- シボー1号機の再稼働は
2017年2月末に予定されている。



Localisation des parties en excès de carbone

Réunion du HCTISN - 6 décembre 2016

IRSN

GREENPEACE

炭素濃度の高い部分
HCTISN会議-2016年12月6日 IRSN

www.greenpeace.org/japan

重要

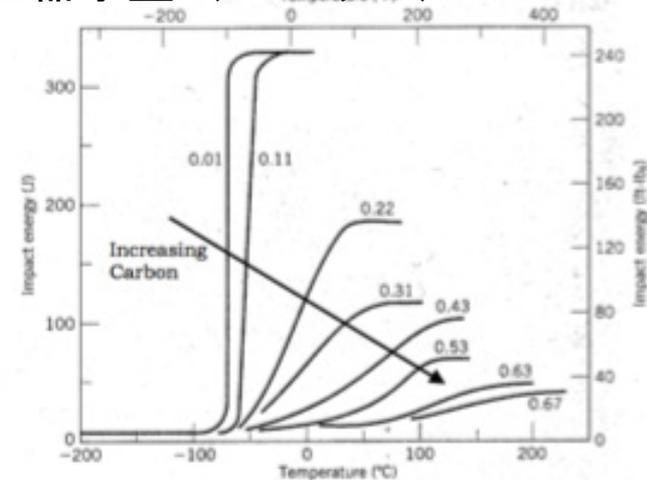
IMPORTANT

- ASNの要求–EdF/Arevaは過剰な炭素濃度領域を含む蒸気発生器水室を持つ原子炉を運転した場合の安全面の示唆について、ASNの要求に応じて評価すること
- フラマンビルEPRの、日本製鋼所の部品を含む、原子炉圧力容器と蒸気発生器の評価は進行中。判断は2017年5月末に出される予定だが、遅れる可能性もある。
- クルーズ社のこれまでの製造データについての250万もの文書のAREVA評価は進行中。

これが意味するもの

What does this mean ?

- グループ社、日本鋳鍛鋼（そして潜在的に日本製鋼所も）双方の部品において、品質と安全性についての問題は何も解決されていない。
- 加圧熱衝撃に耐える靱性についてである。
- ASNの決定の重要な要素は、安全評価からの結論ではなくフランスで電力需要が冬のピークであったこと
- 運転中の原子炉のセーフティケースはASNに完全には受け入れられてこなかった。それらは、EdFが長期（稼働中）運転が可能だと立証することを要求している。
- それには、老化の影響を受けた部品において、炭素過剰があった場合の靱性の低下の評価を含む。
- また、日本鋳鍛鋼に北九州で作られた新しい蒸気発生器水室（レプリカ）での評価を含む
- EdFとアレバが長期的安全を立証できる保証はない。裁判に発展する可能性もある



グラフ1：靱性 対 炭素濃度

炭素濃度の予測モデルの欠陥

flaws in predictive modeling of carbon concentrations

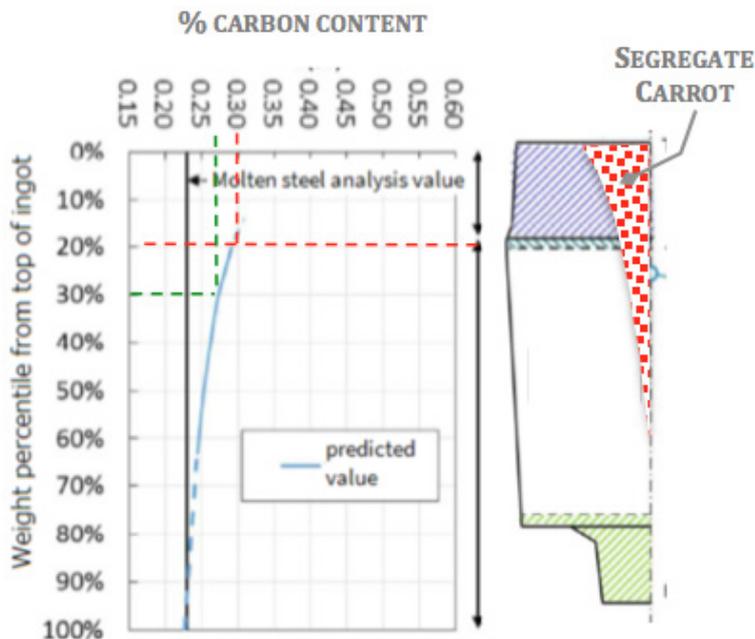


FIGURE 5 JCFC CARBON PREDICTIVE MODEL FOR 135T INGOT

図5：135トン鋼塊 炭素予測モデル

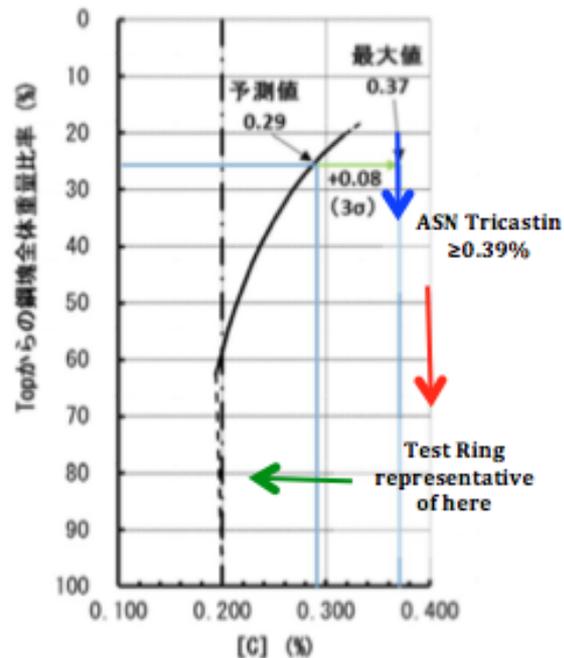


FIGURE 6 JCFC PREDICTION APPLIED TO FRENCH SG BOTTOM HEAD

図6：フランスに納入した
 蒸気発生器水室についての日本鑄鍛鋼の予測

テストリング分析に依拠する

relying on test ring analysis

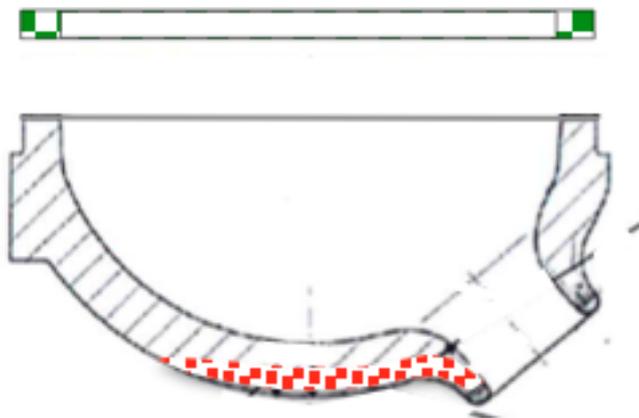


FIGURE 8 BOTTOM CHANNEL HEAD & TEST RING

図8：水室とテストリング

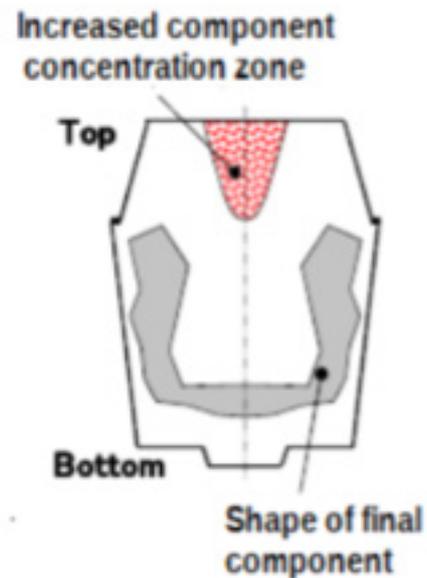


FIGURE 11 JSW TOP-DOWN PROCESS

図11：日本製鋼所 トップダウンプロセス

フランスと日本の原発の製造

production for France and Japanese reactors

表7：日本のPWR原子力発電所に設置されていると判明している取替SGと残っている（と想定されている）元々のSG(《暫定》) §

TABLE 7 KNOWN REPLACEMENT AND (ASSUMED) REMAINING ORIGINAL SGs IN JAPANESE PWR NPPs (《TENTATIVE》) §

1984-7	1989	91-93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
TAKA 3 TAKA 4 SEND 1 SEND 2 TSUR 2	TERN 1 TOMA 1	TOMA 2 TERN 2 OHI 3 OHI 4	GENK 1 MIHA 2 OHI 1 TAKA 2 GENK 3 IKAT 3	MIHA 1	MIHA 3 TAKA 1	OHI 2 GENK 4		IKAT 1	GENK 2	IKAT 2				《》	《》	《》	《》	TOMA 3 TERN 3 《》
			GRA1	DA3-SLB1	GRA2	TRIZ	TRI1		GRA4	TRI3	FES1	SLB2	TRI4	DAM2	BUG4			
				⊗	⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	□	⊗			
			JCFC	JCFC	JCFC	JCFC	JCFC		JCFC	JCFC	JCFC		JCFC		JCFC			

§ Years are the SG installation date in the NPP – the actual manufacturing completion year will be earlier by, say, a year or more

§ 年数は、SGをNPPに設置した年を意味し、実際の製造完成年は、1年あるいはそれ以上前のこととなるだろう。

鍛造に関する議論が混乱している

forging debate is confused

Preliminary Responses from JP Utilities

■ Number of Forged Components Used in Japan

➤ (): Steel plate parts are supplied by a different manufacture

Equipment	Component	JCFC*1	JSW*2	KSC*3	Non-forged
BWR Pressure Vessel	Top head	0 (3)	8 (11)	3 (0)	0
	Ring	0	4 (9)	0 (2)	10
	Bottom head	3	16	3	3
PWR Vessel	Top head	6 (2)	10 (3)	0	0
	Ring	2 (2)	7 (10)	0	0
	Bottom head	0	0	0	21
Steam Generator	Channel head	0	0	0	21
Pressurizer	Bottom head	0	0	0	21

*1 JCFC: Japan Casting & Forging Corporation

*2 JSW: The Japan Steel Works, Ltd.

*3 KSC: Kawasaki Steel Corporation, which is currently JFE Steel Corporation

結論と日本への示唆

Conclusion and Implications for Japan

蒸気発生器に限った問題ではない

フランスのサプライ・チェーンに入った日本供給の鍛造部材

フランスの供用NPP—主として取替蒸気発生器部材			
部材	供給元	用途	コメント
ボトム・チャンネル・ヘッド	JCFC	1990～2010年の取替SGプログラム	確認済み—フランスの900MWeシリーズのNPP最大18基に取り付け
チューブシート	JSW	第1及び2期の取替SGプログラムでの可能性	ASNの確認待ち—APPENDIX VI参照。1300MWeシリーズに取り付けの可能性
楕円形ドーム	JSW	取替SGプログラムの可能性	ASNの確認待ち—APPENDIX VI参照。1300MWeシリーズに取り付けの可能性
仏フランマンビル3 EPR—原子炉圧力容器及び蒸気発生器 ^[1]			
RPVヘッド・フランジ	JSW	すでに組み立てられたRPVがニュークリア・アイランドの2次閉じ込め構造物内の原子炉ピットに設置済み。	
RVPノズル・アパー・ローワー・シェル	JSW		
RVPトランジション・リング	JSW		
SG楕円形ドーム	JSW	GN321, 322, 323 及び 324のSGはすでに設置され、原子炉の一次冷却系に接続	これらの部材は、報告されている14の不規則事象の対象 ^[2]
SGチューブシート	JSW		
SGボトム・チャンネル・ヘッド	JSW		

¹Tsuyoshi Nakamura, JSW, Different Requirements of Codes for Manufacturing of Forgings, 10 September 2009

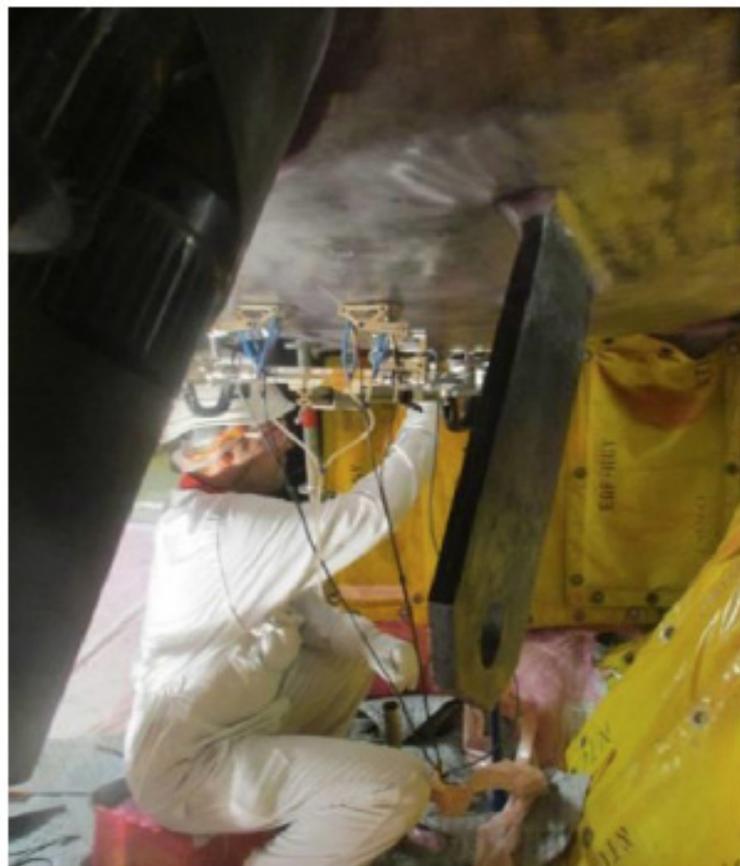
²ASN, Liste des irrégularités détectées au sein de Creusot Forge, 22 Septembre 2016

Suppliers for pressurized components in Kansai Electric and JAPCO reactors

Reactor	JCFC				JSW				JFE	
	Steam Gen	RPV	RPV		Pressurizer	Steam Gen			Pressurizer	Stem Gen
	Bottom Channel	Upper Head	Lower Head	Core Shell		Bottom Channel	Upper Head	Lower Head	Core Shell	
Mihama 3						Plate/ Forged	Plate	Forged Plate	Plate	Plate (KSC)
Takahama 1						Plate/ Forged	Plate	Forged Plate	Plate	Plate (KSC)
Takahama 2		Forged					Plate	Forged Plate	Plate	Plate (KSC)
Takahama 3	Cast					Forged	Plate	Forged Plate	Plate	
Takahama 4	Cast					Forged	Plate	Forged Plate	Plate	
Ohi 1		Forged					Plate	Forged Plate	Plate	Plate
Ohi 2		Forged					Plate	Forged Plate	Plate	Plate
Ohi 3						Forged	Plate	Forged		Plate
Ohi 4						Forged	Plate	Forged		Plate
Tsuruga 2	Cast	Forged						Plate	Forged	

Caractérisation de la zone ségréguée : mesure du taux de carbone par spectrométrie





GREENPEACE

www.greenpeace.org/japan