

中国電力株式会社 島根原子力発電所における
燃料集合体ウォータ・ロッド曲がりに係る
調査結果について

平成25年2月

中国電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 指示事項	1
3. 指示事項に対する当社の対応状況	2
3. 1 燃料集合体についての状況確認	2
3. 1. 1 確認結果	2
3. 2 チャンネルボックスの脱着履歴等のある燃料集合体の点検状況	3
3. 2. 1 サンプル数選定の考え方	3
3. 2. 2 燃料集合体外観点検体数	4
3. 2. 3 点検方法	5
3. 2. 4 燃料集合体外観点検結果	5
3. 3 今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体の点検状況	5
3. 3. 1 燃料集合体外観点検体数	5
3. 3. 2 点検方法	6
3. 3. 3 燃料集合体外観点検結果	6
4. まとめ	6

1. はじめに

東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所第5号機において、平成24年10月16日に使用済燃料プールに貯蔵されている燃料集合体2体のウォータ・ロッドに曲がり確認された旨、東京電力（株）から原子力規制委員会（以下、「委員会」という。）に報告された。東京電力（株）では、この事案を受けて委員会から発出された指示文書「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）」（原規防発第 121017001 号）に基づき、平成24年10月26日に原因究明のための調査方針および調査計画について、また、平成24年11月6日に点検結果について委員会に中間報告を行った。

上記報告を受けて委員会から平成24年11月28日に当社に対して発出された指示文書「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）」（原管 B 発第 121127001 号）に基づき、平成25年1月7日に当社島根原子力発電所における燃料集合体の調査状況について委員会に中間報告を行ったが、このたび、委員会指示事項に関する調査が全て終了したことから、その結果について報告する。

2. 指示事項

指示事項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日までに委員会に報告すること。

- ① 燃料集合体の取り替え回及び製造メーカー
- ② チャンネルボックスの新品・再使用品等の区分とその数
- ③ 燃料集合体へのチャンネルボックスの取り付け方法
- ④ 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

指示事項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した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日までに委員会に報告すること。

指示事項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委員会に報告すること。

指示事項4. 2. 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委員会に報告すること。

3. 指示事項に対する当社の対応状況

3. 1 燃料集合体についての状況確認（指示事項1. 対応）

島根原子力発電所 1号機, 2号機, 3号機（以下, 各々「島根1号機」, 「島根2号機」, 「島根3号機」という。）の燃料集合体のうち, 現時点で発電所内に存在する燃料集合体を対象に確認を行った。

3. 1. 1 確認結果

(1) 「指示事項1.」の①, ②および④に関する各号機別の確認結果を添付資料-1に示す。

① 島根1号機

燃料プールに貯蔵されている全燃料集合体798体のうち, チャンネルボックス（以下, 「C/B」という。）の脱着履歴のある燃料集合体が63体（C/B上部（クリップ）欠損調査対象燃料10体を除く。）があるが, 再使用C/Bを装着した燃料集合体は存在しない。なお, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体のうち8体を次サイクルにおいて原子炉に装荷する予定としている。

（添付資料-1-1参照）

② 島根2号機

燃料プールに貯蔵されている全燃料集合体2,088体のうち, 再使用C/Bを装着した燃料集合体は75体, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体は71体（C/B上部（クリップ）欠損調査対象燃料4体を除く。）である。

また, 原子炉内に装荷されている全燃料集合体560体のうち, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体は11体（C/B上部（クリップ）欠損調査対象燃料1体を除く。）である。なお, C/Bの脱着履歴のある燃料集合体のうち4体を次サイクルにおいて原子炉に装荷する予定としている。

（添付資料-1-2参照）

③ 島根3号機

燃料プールに貯蔵されている燃料集合体872体は全て新燃料であり, 再使用C/Bを装着した燃料集合体およびC/Bの脱着履歴のある燃料集合体は存在しない。

（添付資料-1-3参照）

(2) 「指示事項1.」の③に関して, 島根1号機, 島根2号機における燃料集合体への水中でのC/Bの取付方法を添付資料-2に示す。なお, 島根3号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施している。

島根原子力発電所では, 下部タイプレートにフィンガスプリング^{※1}を採用していないため, 手動式チェーンブロックを使用することでC/Bの装着が可能であり, C/B取扱具とC/Bの自重のみによりC/Bが下部タイプレートの側面を通過することから, 過大な荷重を付加することなく装着できる。また, C/B装着時には水中カメラによりC/B下端部を常時監視している。

これに加え平成16年より、手動式チェーンブロックの下に荷重計を設置し、常時、荷重を監視しながら作業を実施している。

また、作業は当社社員の立会いのもと実施している。

(添付資料-2 参照)

なお、島根1号機、島根2号機の燃料集合体へのC/Bの水中での取付作業は、元請企業として(株)日立GEニュークリア・エナジー(従来は、(株)日立製作所)(以下、「日立GE」または「日立」という。)、(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン(以下、「GNF-J」という。)および原子燃料工業(株)(以下、「NFI」という。)が実施している。

(添付資料-3 参照)

※1 フィンガスプリングは、C/Bと下部タイプレートの間隙からC/Bの外側へ漏れ出る冷却材の流れを制限するために、下部タイプレートに取付けられている金具であり、フィンガスプリング付き燃料の場合、下部タイプレートへのC/B通過時に、上から大きな力を加える必要がある。

3. 2 チャンネルボックスの脱着履歴等のある燃料集合体の点検状況

(指示事項2. 対応)

指示事項2. に基づき、島根1号機、島根2号機に存在する燃料集合体について抜取による点検を実施した。点検対象とする燃料集合体は、以下の考え方に基づき選定した。

なお、島根3号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施していることから、点検の対象外とした。

3. 2. 1 サンプル数選定の考え方

サンプル数は、「カテゴリ分類」と「抜取数」で選定した。

(1) カテゴリ分類

島根1号機、島根2号機とも下部タイプレートにフィンガスプリングを採用しておらず、C/Bの取付は手動式チェーンブロックにより、過大な荷重をかけることなくC/B取扱具とC/Bの自重のみで装着する手順であり、現在に至るまで基本的に作業手順の変更は行っていないことから、以下のカテゴリ分類を行った。

① プラント：島根1号機、島根2号機

② 作業企業：元請企業毎^{※2}

③ C/B脱着理由：再使用C/B装着、検査等に伴うC/Bの脱着

※2 作業企業は、作業毎に作業手順に差異が生じないように、各作業企業の図書を当社が承認(管理)することで統一しているが、当社の承認は元請企業毎に行っていることから、作業体制は元請企業である日立または日立GE、GNF-J(島根1号機のみ)、NFI(島根1号機のみ)で区別した。

(2) 抜取数

① 抜取数決定における基本的な考え方は以下のとおりであり、抜取数は、カテゴリ毎に5体とした。

- ・ J I S Z 9 0 0 2 (計数規準型一回抜取検査) の考え方に準拠した。
- ・ 本点検ではカテゴリ毎の燃料集合体数が少ないことから、抜取対象となる母数の大きさが小さいため、J I S Z 9 0 0 2 の解説に基づき「超幾何分布」を適用した。
- ・ 不良率は、現時点でウォータ・ロッド曲がりが確認されている東京電力(株) 柏崎刈羽原子力発電所第5号機における発生確率に余裕を見込み50%とした。
- ・ 検知確率は、島根1号機、島根2号機とも下部タイプレートにフィンガスプリングを採用しておらず、C/Bの取付に当たって過大な荷重をかける必要がないこと等から95%とした。

(添付資料-4参照)

② 平成15年10月に島根1号機で発生した燃料スペーサずれ事象の再発防止として平成16年以降「荷重計管理」を採用していることから、平成16年以降にC/Bの脱着を行った燃料集合体について念のため島根1号機および島根2号機で各2体を追加点検することとした。

3. 2. 2 燃料集合体外観点検体数

3. 2. 1 の考え方にに基づき、燃料集合体外観点検体数は表1-1、表1-2のとおり島根1号機17体、島根2号機12体とした。

表1-1 カテゴリ別抜取体数

プラント	作業企業	C/B脱着理由	対象 ^{※3} 体数	抜取 体数
島根1号機	日立または 日立GE	検査等によるC/B脱着	24体	5体
	GNF-J	検査等によるC/B脱着	5体	5体 ^{※4}
	NFI	検査等によるC/B脱着	10体	5体
島根2号機	日立または 日立GE	再使用C/B装着	75体	5体
		検査等によるC/B脱着	55体	5体

※3 対象体数には、今回の点検に伴うC/B脱着は含まない。

※4 5体のうち2体は、次サイクルに原子炉に装荷する予定の燃料集合体であり、下記「指示事項3.」の点検対象燃料と重複している。

表 1 - 2 追加抜取体数（平成 16 年度以降）

プラント	作業企業	C/B脱着理由	対象 ^{※3} 体数	抜取 体数
島根 1 号機	日立または 日立GE	検査等によるC/B脱着	24 体	2 体
島根 2 号機	日立または 日立GE	検査等によるC/B脱着	23 体	2 体

※ 3 対象体数には、今回の点検に伴うC/B脱着は含まない。

3. 2. 3 点検方法

点検対象の燃料集合体をチャンネル着脱機に移動した後、C/Bを取外して、水中カメラ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燃料集合体の異常の有無を確認した。

3. 2. 4 燃料集合体外観点検結果

(1) 島根 1 号機

島根 1 号機の点検対象燃料集合体 17 体^{※5}について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

(添付資料-5 参照)

※ 5 17 体のうち 2 体は、次サイクルに原子炉に装荷する予定の燃料集合体であり、下記「指示事項 3.」の点検対象燃料と重複している。

(2) 島根 2 号機

島根 2 号機の点検対象燃料集合体 12 体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

(添付資料-6 参照)

3. 3 今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体の点検状況（指示事項 3. 対応）

指示事項 3. に基づき、島根 1 号機、島根 2 号機の次サイクルで原子炉に装荷予定の当該燃料集合体について点検を実施した。

なお、島根 3 号機の燃料集合体へのC/Bの取付は気中で実施していることから、点検の対象外とした。

3. 3. 1 燃料集合体外観点検体数

今後原子炉に装荷を予定している燃料集合体のうち、C/Bを脱着した履歴のある燃料集合体は、表 2 のとおり島根 1 号機で 8 体^{※6}、島根 2 号機で 4 体ある。

※ 6 島根 1 号機の 8 体のうち 2 体は、上記「指示事項 2.」の点検対象燃料と重複している。

表2 次サイクルで原子炉に装荷予定のうち点検対象燃料集合体体数

		島根1号機	島根2号機
原子炉内	検査等によるC/B脱着	0体	4体
燃料プール	検査等によるC/B脱着	8体	0体

3.3.2 点検方法

3.2.3と同じ。

3.3.3 燃料集合体外観点検結果

(1) 島根1号機

島根1号機の点検対象燃料集合体8体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

(添付資料-7参照)

(2) 島根2号機

島根2号機の点検対象燃料集合体4体について点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

(添付資料-8参照)

4. まとめ

「指示事項1.」に基づき、島根原子力発電所に存在する燃料集合体のうち、再使用C/Bを装着した燃料集合体、C/Bの脱着履歴のある燃料集合体に係る調査等を行うとともに、「指示事項2.」および「指示事項3.」に基づき、上記調査結果を踏まえた島根1号機および島根2号機の燃料集合体の外観点検を実施し、ウォータ・ロッドを含む燃料集合体の異常がないことを確認した。

以上

添付資料目次

添付資料－１－１	島根原子力発電所１号機	チャンネルボックス脱着実績
添付資料－１－２	島根原子力発電所２号機	チャンネルボックス脱着実績
添付資料－１－３	島根原子力発電所３号機	チャンネルボックス脱着実績
添付資料－２	燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業概要図（水中）	
添付資料－３	燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業体制	
添付資料－４	燃料集合体外観点検におけるサンプリング数について	
添付資料－５	島根原子力発電所１号機	燃料集合体外観点検結果 (サンプル点検対象燃料集合体)
添付資料－６	島根原子力発電所２号機	燃料集合体外観点検結果 (サンプル点検対象燃料集合体)
添付資料－７	島根原子力発電所１号機	燃料集合体外観点検結果 (次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体)
添付資料－８	島根原子力発電所２号機	燃料集合体外観点検結果 (次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体)

島根原子力発電所1号機 チャンネルボックス脱着実績(平成25年1月31日現在)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B装着実績					新燃料時以外のC/B脱着実績				
			取付 方法	装着時期	作業企業	原子炉 装荷体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	備考	体数 ¹	脱着時期	作業企業
8 x 8 B J	JNF (第15回~第16回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H2~H3	日立	0体	10体	0体	SFP 0体	-	-	
高燃焼度 8 x 8	NFI (第15回~第16回)	再使用	水中	-	-	0体	0本	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H2~H3	日立	0体	18体	0体	SFP 4体 ²	H8~H11	日立	
高燃焼度 8 x 8	JNF (第17回~第21回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H5~H10	日立	0体	84体	0体	SFP 10体 ²	H6~H18	日立	
9 x 9	NFI (第17回~第21回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H5~H10	日立	0体	118体	0体	SFP 15体 ²	H8~H17	日立	
9 x 9	JNF, GNF-J (第22回, 第25回~第29回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H12~H21	GNF-J	0体	264体	16体	SFP 17体 ²	H14~H23 H24	日立, 日立GE	C/B上部(クリップ) /次損調査対象 燃料6体を含む
9 x 9	NFI (第22回~第28回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	SFP 4体 ²	H21 H24	GNF-J ³	
		新品	気中	H12~H20	NFI	0体	304体	0体	SFP 0体	-	-	
			SFP 73体									

注 島根原子力発電所においてはC/Bの装着時に過大な荷重をかける必要がないことから、柏崎刈羽1号(平成10年)のスペーサーを撤去する必要がある場合も1体とカウント。
 1: SFP貯蔵体数及び原子炉装荷体数のうち、新燃料時以外のC/B脱着実績(外観点検など)をもつ燃料の体数を記載。(同一燃料で複数回実績がある場合も1体とカウント)
 2: 検査等に伴うC/Bの脱着実績であり、C/Bの再使用は実施していない。
 3: 指示事項2.1に基づき燃料集合体の外観点検を抜き取りにて実施。なお、作業企業は日立GEで実施した。

用語	チャンネルボックス
C/B	燃料プール
SFP	新燃料貯蔵庫
NFV	新燃料貯蔵庫
8 x 8 B J	新燃料貯蔵庫
高燃焼度 8 x 8	新燃料貯蔵庫
9 x 9	新燃料貯蔵庫
JNF, GNF-J	新燃料貯蔵庫
NFI	新燃料貯蔵庫
日立, 日立GE	新燃料貯蔵庫

島根原子力発電所2号機 チャンネルボックス脱着実績(平成25年1月31日現在)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B装着実績				新燃料時以外のC/B脱着実績				備考			
			取付 方法	装着時期	作業企業	原子炉 装荷体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	脱着時期	作業企業		体数 ¹		
新型 8×8	JNF (初装荷)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 18体 ³	H4, H24	日立, 日立GE		
		新品	気中	S63	日立	0体	261体	0体	-	-	SFP 8体 ²	H3~H4	日立	
8×8BJ	JNF (第1回~第3回)	再使用	水中	H4	日立	0体	48体 ^{3, 4, 5}	-	-	SFP 6体 ³	H6~H7	日立		
		新品	気中	H1~H4	日立	0体	399体	0体	-	-	SFP 27体 ²	H4~H11 H24	日立, 日立GE	C/B上部(クリッ プ)欠損調査対象 燃料4体を含む
高燃焼度 8×8	JNF (第4回~第8回)	再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	SFP 3体 ³	H11~H14	日立		
		新品	水中	H10	日立	0体	1体	0体	-	-	SFP 0体	-	-	
9×9	JNF, GNF-J (第9回~第17回)	新品	気中	H5~H10	日立	0体	791体	0体	-	-	SFP 27体 ²	H8~H16 H24	日立, 日立GE	
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	-	SFP 0体	-	-	
9×9	JNF, GNF-J (第12回~第17回)	新品	気中	H12~H23	GNF-J	396体	528体	28体	-	-	SFP 12体 ²	H15~H21 H24	日立, 日立GE	
		再使用	水中	-	-	0体	0体	-	-	-	SFP 0体	-	-	
		新品	気中	H16~H23	NFI	164体	60体	0体	-	-	SFP 1体 ²	H22	日立GE	
						560体	2,088体	28体			炉内 7体 ²	H18~H24	日立, 日立GE	
													SFP 102体 炉内 12体	

注:島根原子力発電所においてはC/Bの装着時に過大な荷重をかける必要がないことから、相崎刈羽1号(平成10年)のスペースサザレ事象に対しては対策不要とした。
 1: SFP貯蔵体数及び原子炉装荷体数のうち、新燃料時以外のC/B脱着実績(外観点検など)をもつ燃料の体数を記載。(同一燃料で複数回実績がある場合も1体とカウント)
 2: 検査等に併用C/Bの脱着実績であり、C/Bの再使用は実施していない。
 3: C/Bを再使用した体数
 4: 48体のうち、2体は使用中のC/Bの脱着の実績あり
 5: 指示事項2.1に基づき燃料集合体の外観点検抜き取りにて実施。なお、作業企業は日立GEで実施した。

C/B	用語
SFP	チャンネルボックス
NFV	燃料プール
新型8×8	新燃料貯蔵庫
8×8BJ	新型8×8燃料
高燃焼度8×8	新型8×8シールドコウムライ燃料
9×9	高燃焼度8×8燃料
JNF, GNF-J	9×9燃料
NFI	理研グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
日立, 日立GE	原子燃料工業株
	日立GEニュークリア・エナジー(株)

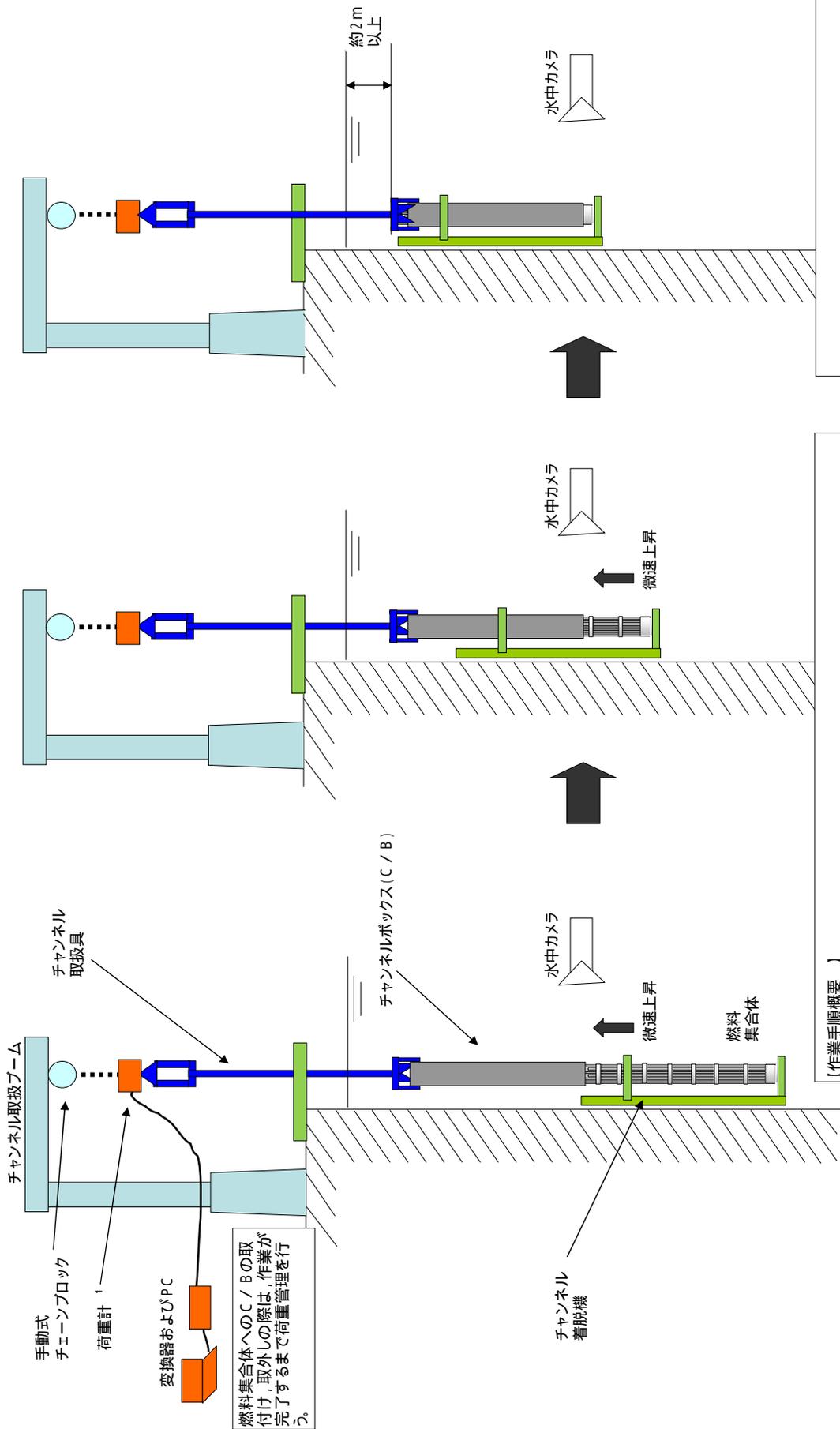
島根原子力発電所3号機 チャンネルボックス脱着実績(平成25年1月31日現在)

燃料タイプ	製造メーカー (取替回数)	使用 C/B	新燃料へのC/B装着実績				新燃料時以外のC/B脱着実績					
			取付 方法	装着時期	作業企業	原子炉 装荷体数	SFP 貯蔵体数	NFV 貯蔵体数	備考	体数	脱着時期	作業企業
9×9	GNF-J (初装荷)	再使用	水中	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		新品	気中	H22~H23	日立GE	0体	872体	14体		SFP 0体	-	
						0体	872体	14体		0体		

用語

C/B	チャンネルボックス
SFP	燃料プール
NFV	新燃料貯蔵庫
9×9	9×9燃料
GNF-J	楕円ローバル・ニュークリア・フェUEL・ジャパン
日立GE	日立GEニュークリア・エナジー(株)

燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業概要図(水中)



燃料集合体へのC/Bの取付け、取外しの際は、作業が完了するまで荷重管理を行う。

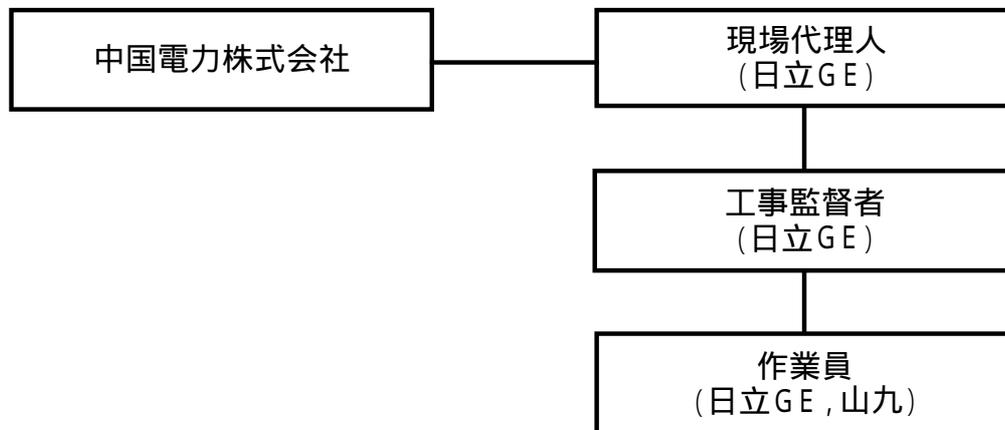
1. C/Bを装着する場合、手動式チェーンブロックを使用すること
で過大な荷重はかからないが、万一装着
過程における引っかかり等により衝撃が
発生した場合には、これを吸収できるよう
補助的にスプリングを使用していたが、
平成16年以降はスプリングに代えて荷重計
を設置し、荷重管理を実施している。

【作業手順概要】
燃料集合体が着座しているチャンネル着脱機を下端位置にセットする。
C/B取付状況監視のためC/B下端位置に水中カメラをセットする。
燃料集合体の上部タイプレートを通過するまで手動式チェーンブロックを用いてC/Bを
吊り下ろす。
その後、チャンネル着脱機を微速で上昇させることによりC/Bを装着していくが、
C/Bの下端が各スペース部にかかる前にチャンネル着脱機を停止し、手動式
チェーンブロックによりスペース部を通過するまで吊り下ろす。この操作を全てのスペース
(7ヶ所)を通過するまで繰り返す。
操作中、C/Bの下端は水中カメラで常時監視する。

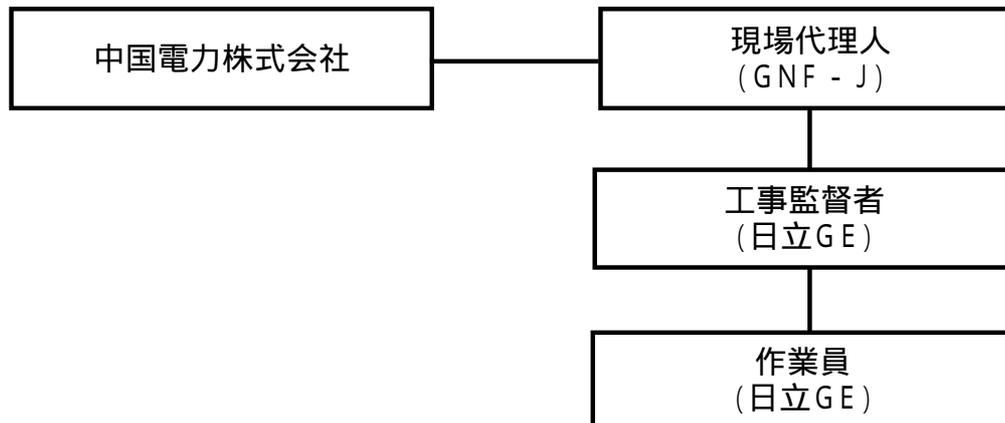
【作業手順概要】
C/Bが、下部タイプレートに達する前に
チャンネル着脱機を停止し、手動式チェーンブロックに
よりC/Bを装着する。
下部タイプレートへC/Bが正常に
取付けられていることを水中カメラで確認する。

燃料集合体へのチャンネルボックス取付け作業体制

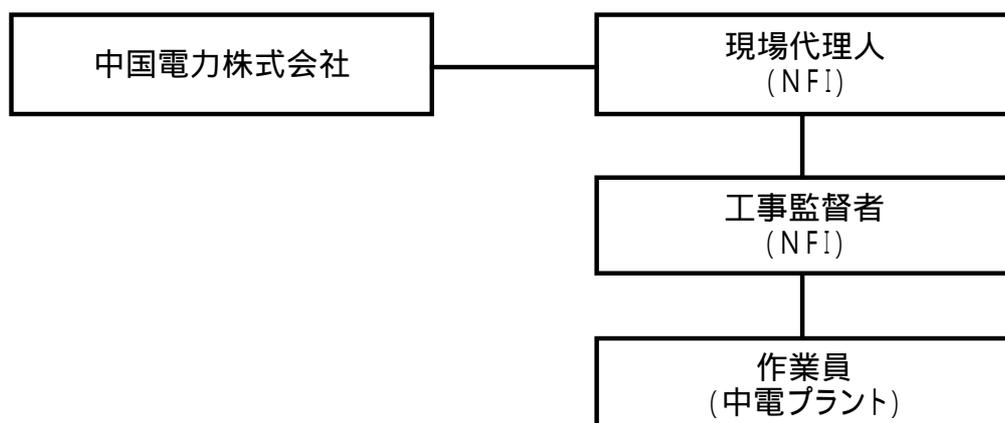
1. 元請企業が日立GEの場合



2. 元請企業がGNF - Jの場合



3. 元請企業がNFIの場合



用語	日立GE	日立GEニュークリア・エナジー(株)
	GNJ - J	(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
	NFI	原子燃料工業(株)
	山九	山九プラントテクノ(株)
	中電プラント	中電プラント(株)

至近の作業体制を示している。

燃料集合体外観点検におけるサンプリング数について

1. 統計的サンプリングについて

統計的サンプリングについては JIS Z 9002 (計数規準型一回抜取検査) の考え方に準拠する。

なお、JIS Z 9002 は母集団が大きい場合を対象とした抜取検査で確率分布として「二項分布」を適用したものであるが、JIS Z 9002 の解説では母集団が少ない場合は「超幾何分布」を適用しなければならないとされており、今回のウォータ・ロッド曲がりの点検では母集団が小さいため「超幾何分布」を適用する。

2. サンプル数について

(1) 超幾何分布を用いたサンプリングの考え方について

N個の母集団のうち、不良品（異常）がM個あるとする（不良率=M/N）。この母集団からn個をサンプリングしたとき、不良品（異常）がx個含まれている確率f(x)は次の式で表される。

$$f(x) = \frac{{}^M C_x \times {}^{N-M} C_{n-x}}{{}^N C_n}$$

N=母集団の大きさ

M=不良品（異常）の数

n=サンプル数

x=サンプル数nに含まれる不良品（異常）の数

ここで、サンプル数nから1つ以上に不良品（異常）が検知される確率は以下のようになり累積として求められることから、「検知確率（異常を検知できる確率）」を満足するようにサンプル数nを設定する。サンプル数nに対して点検した結果、サンプル中に不良品（異常）が検知されない場合にはその母集団は健全と判断する。

$$[\text{サンプル数 } n \text{ の中から } 1 \text{ つ以上異常が検知される確率}] = \sum_{x>0} f(x)$$

(2) サンプル数の算出について

手順① 不良率（異常の発生確率）を以下のとおり設定する。

東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所第5号機における点検では、再使用C/Bを取付けた燃料集合体24体中、18体でウォータ・ロッドの曲がりが確認されている。この点検結果に基づくと、曲がり発生確率(不良率)は75%（18体/24体）となるが、余裕を見込んだ発生確率として50%と設定する。

手順② 検知確率を以下のとおり設定する。

島根原子力発電所では、下部タイプレートにフィンガスプリングを採用していないことから、C/B装着作業時に過大な荷重をかけることのない手順となっている。また、平成10年に東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所で発生したスパーサー一部損傷（ウォータ・ロッド曲がりと同じでC/Bを装着した際の過大な荷重が原因）事象発生前後において、当社は作業手順の見直しは行っていないこと、作業員に対して教育により周知・注意喚起を行っていること、作業は当社社員立会いのもとで実施していることを踏まえ、検知確率は95%を用いることとする。

以上より、各カテゴリのサンプル数は5体とする。

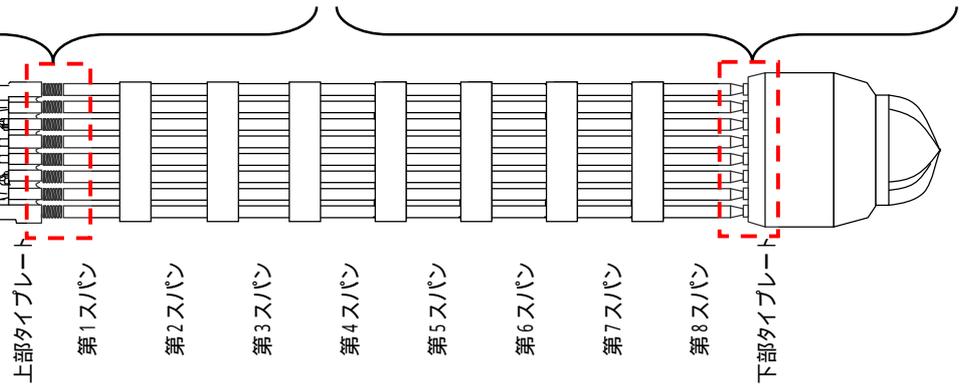
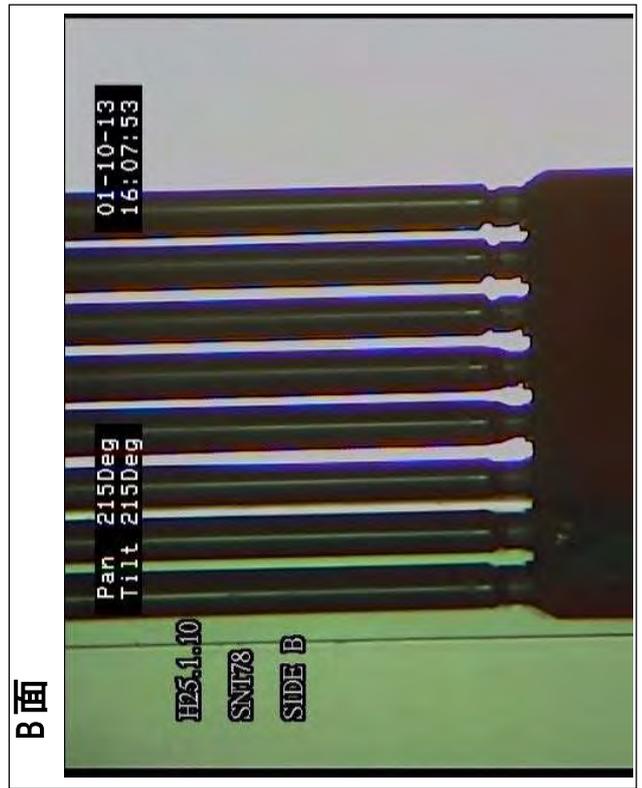
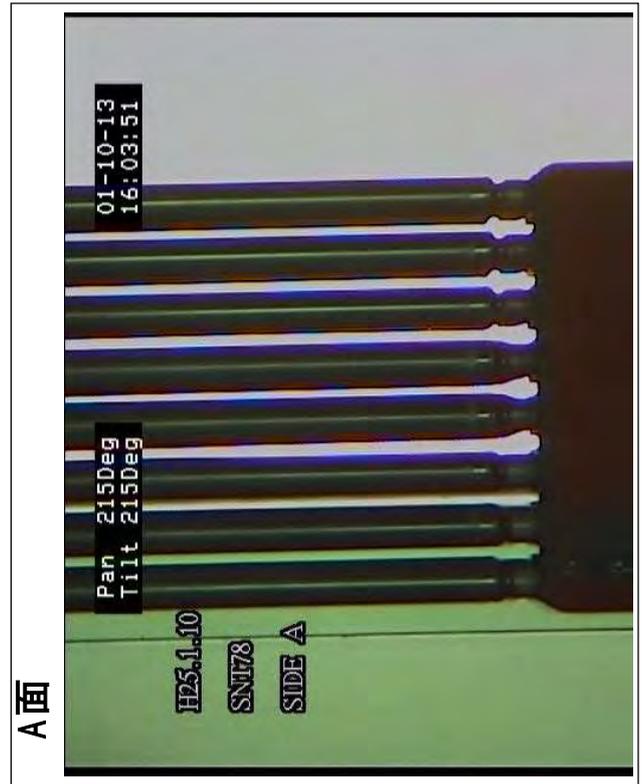
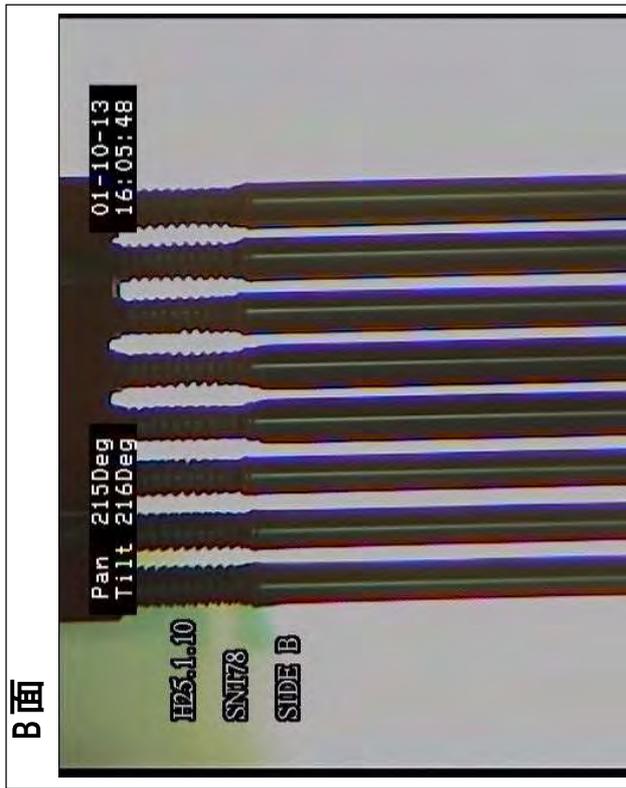
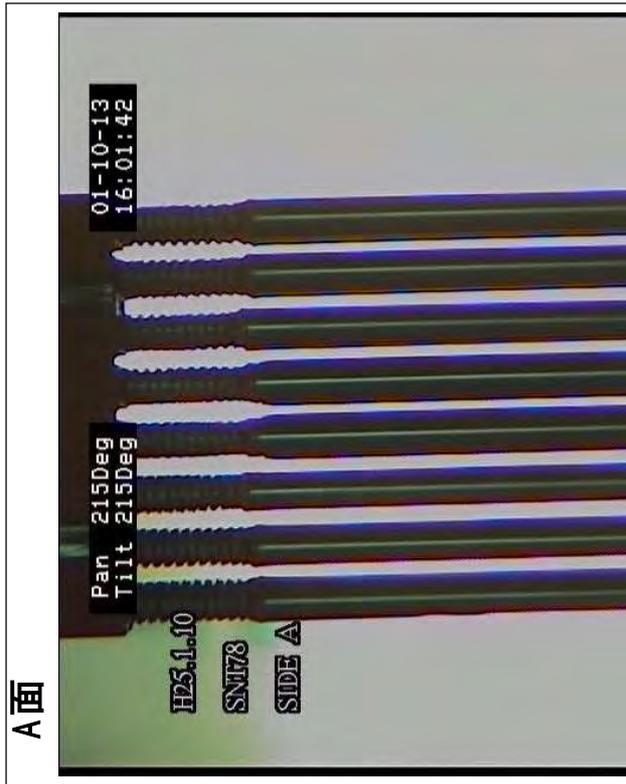
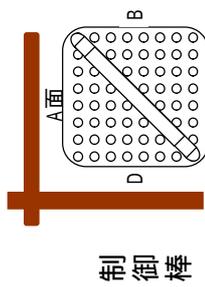
以 上

島根原子力発電所1号機 燃料集合体外観点検結果(サンプル点検対象燃料集合体)

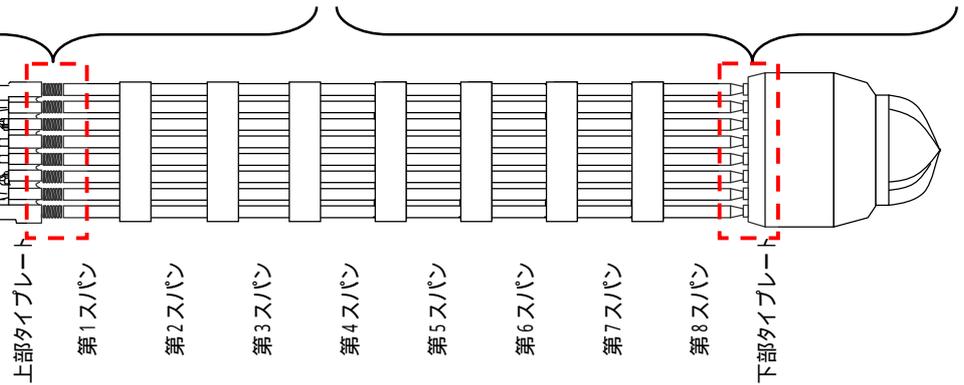
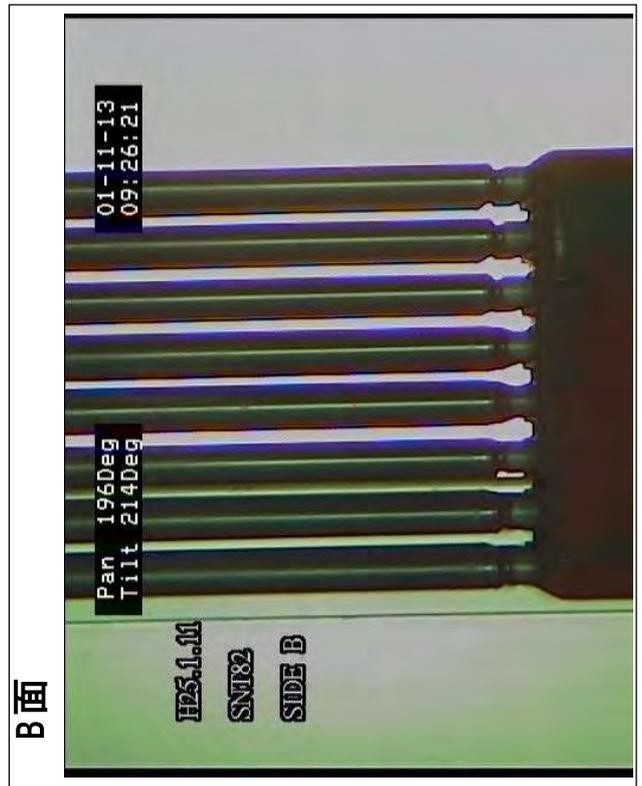
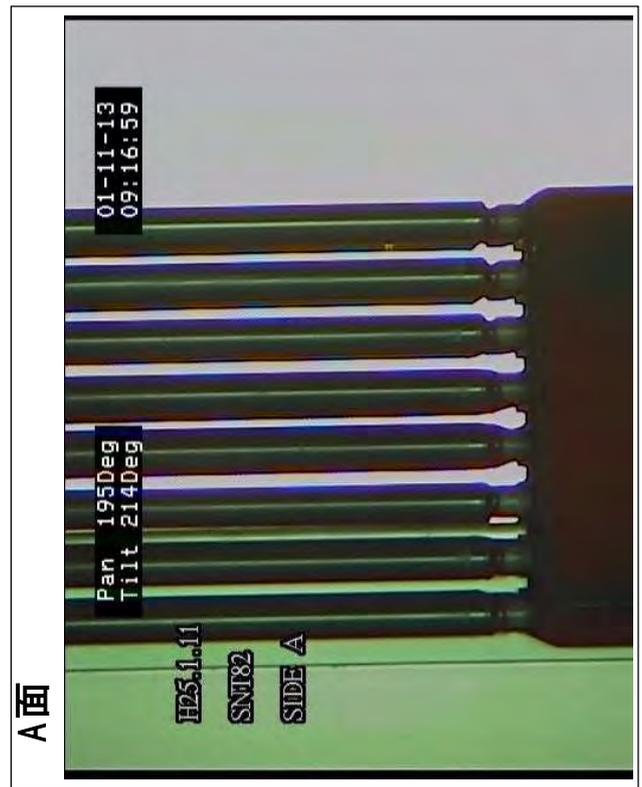
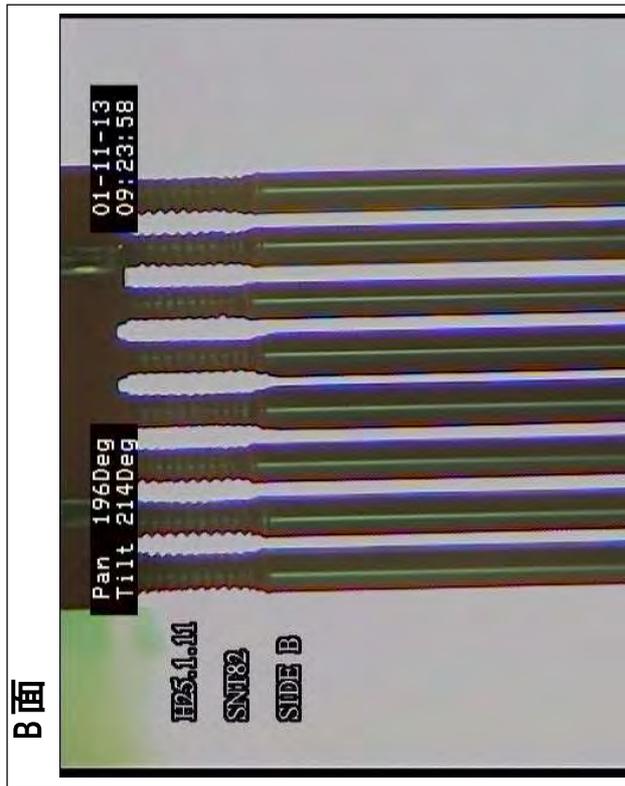
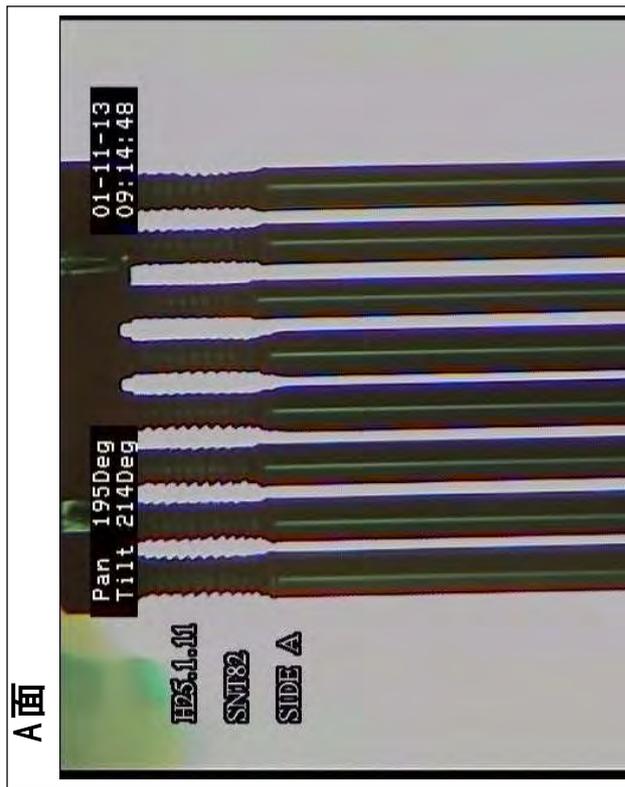
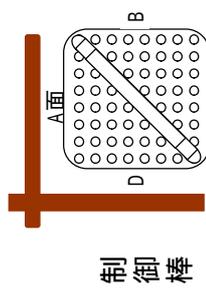
No.	燃料番号	点検結果	製造メーカー	燃料タイプ	C / B脱着時期	作業企業	C / B脱着理由	備 考
1	SNT 78	異常なし	NFI	8 × 8BJ	H9年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 1
2	SNT 82	異常なし	NFI	8 × 8BJ	H9年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 2
3	SNU 20	異常なし	NFI	高燃焼度 8 × 8	H20年	NFI	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 3
4	SNU 25	異常なし	NFI	高燃焼度 8 × 8	H8年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 4
5	SNU 30	異常なし	JNF	高燃焼度 8 × 8	H18年	GNF-J	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 5
6	SNU 32	異常なし	JNF	高燃焼度 8 × 8	H14年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 6
7	SNX 54	異常なし	NFI	高燃焼度 8 × 8	H15年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 7
8	SNY 25	異常なし	NFI	高燃焼度 8 × 8	H18年	NFI	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 8
9	SNY 29	異常なし	NFI	高燃焼度 8 × 8	H18年	NFI	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 9
10	SNZ 1	異常なし	JNF	9 × 9	H18年, H20年 H21年	GNF-J	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 10
11	SNZ 5	異常なし	JNF	9 × 9	H14年, H17年 H21年	GNF-J	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 11
12	SNZ 25	異常なし	JNF	9 × 9	H17年	日立	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 12
13	SNZ 43	異常なし	JNF	9 × 9	H21年	日立GE	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 13
14	SNZ 66	異常なし	NFI	9 × 9	H14年, H15年 H18年, H20年	NFI	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 14
15	SNZ 72	異常なし	NFI	9 × 9	H18年, H20年	NFI	検査に伴うCB脱着	添付資料 - 5 - 15

用語	C / B	チャンネルボックス
	SFP	使用済燃料プール
	NFV	新燃料貯蔵庫
	8 × 8BJ	新型8 × 8ジルコニウムライナ燃料
	高燃焼度8 × 8	高燃焼度8 × 8燃料
	9 × 9	9 × 9燃料
	JNF,GNF-J	現(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
	NFI	原子燃料工業(株)
	日立, 日立GE	現 日立GEニュークリア・エナジー(株)

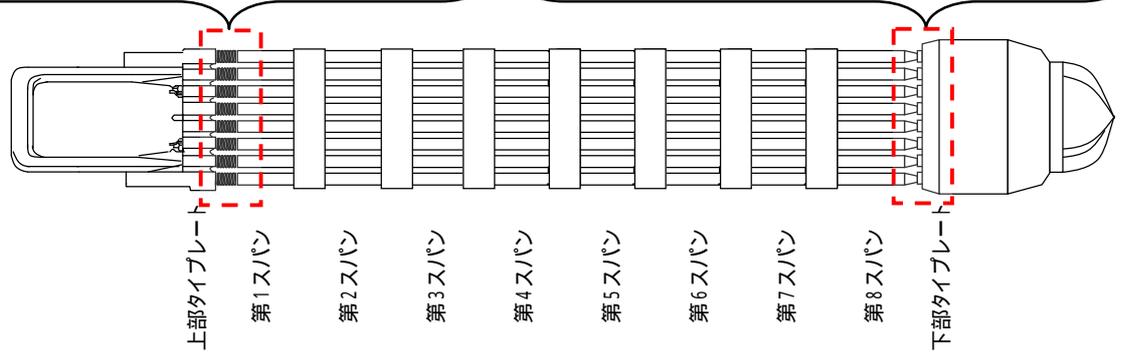
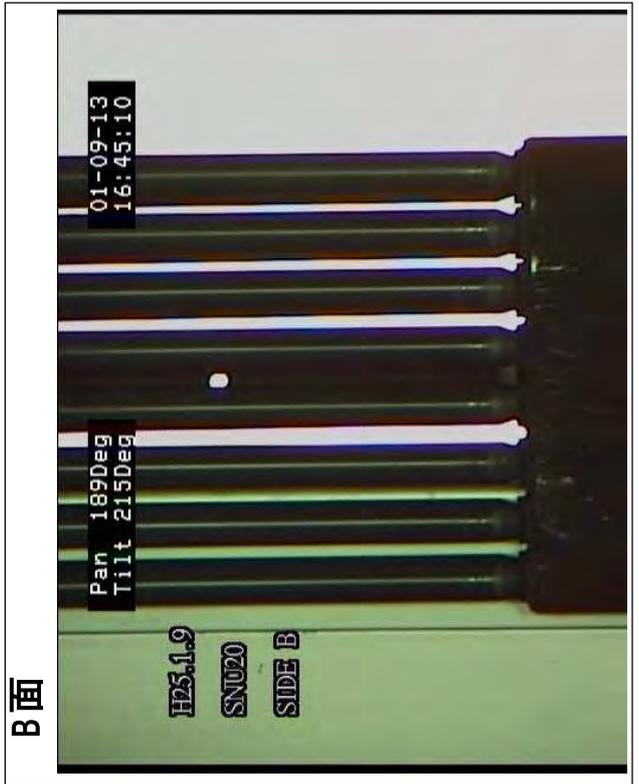
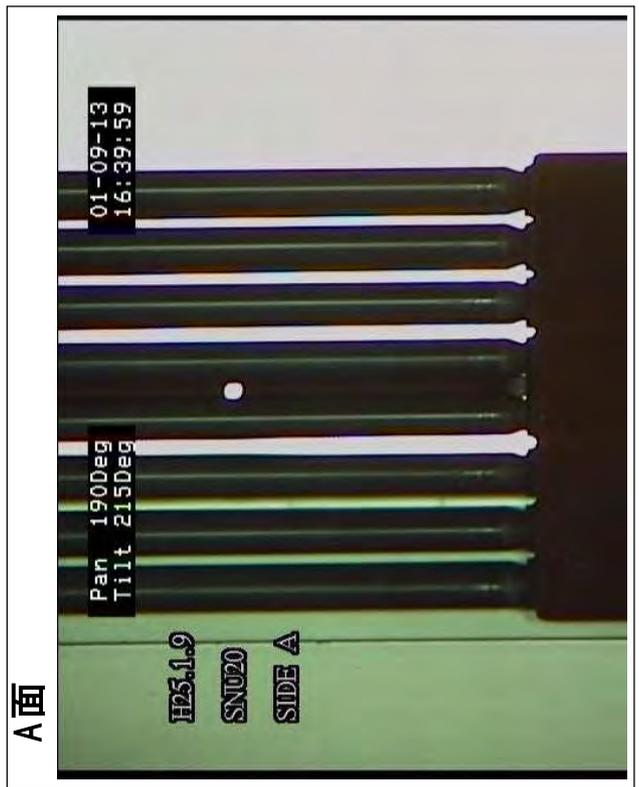
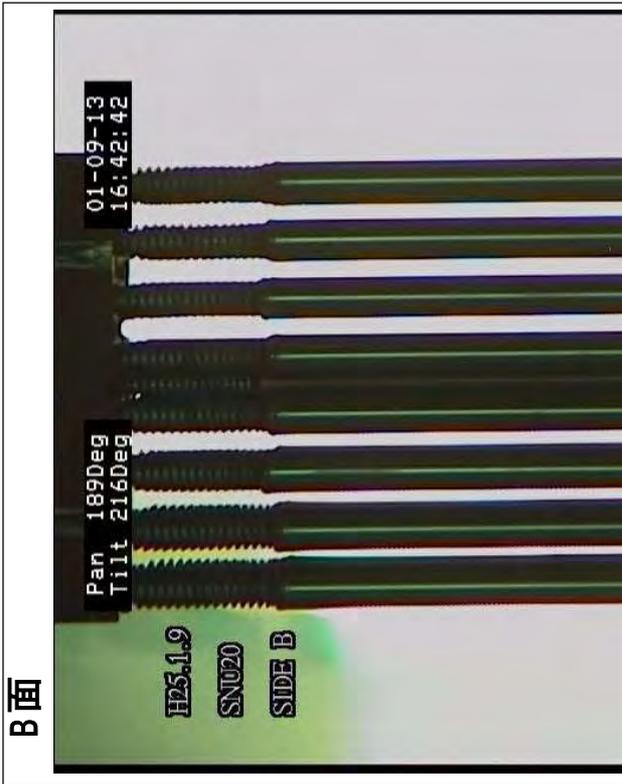
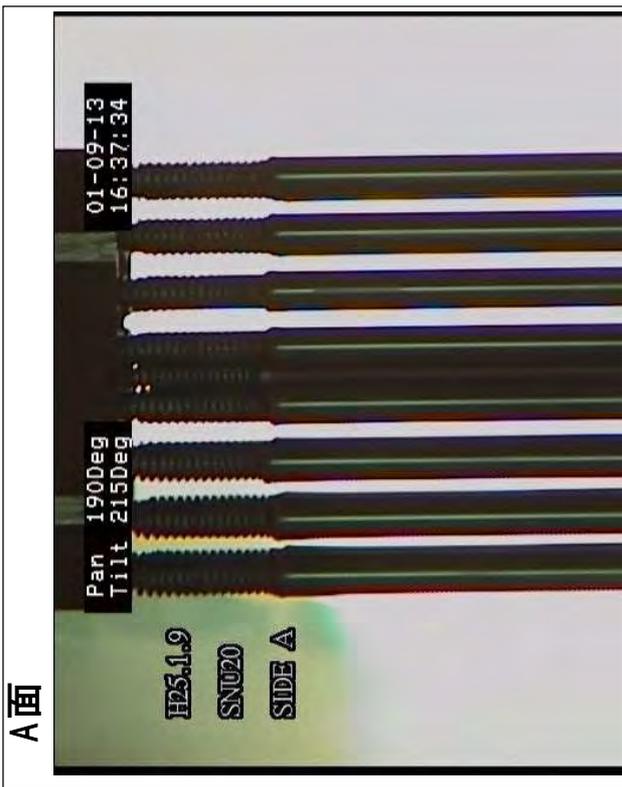
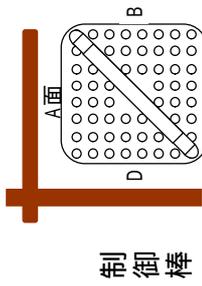
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNT78)



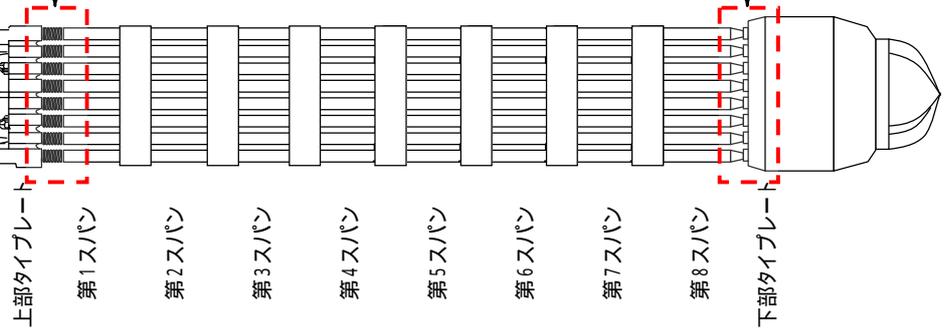
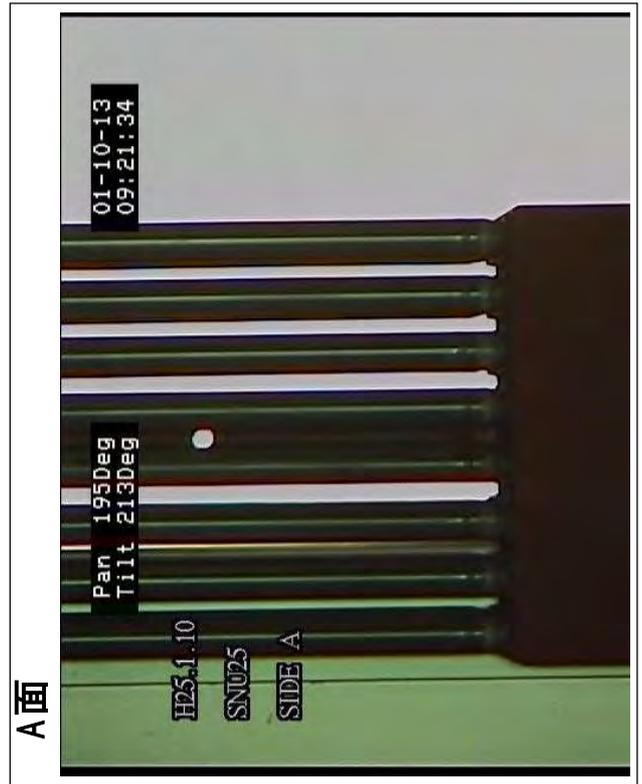
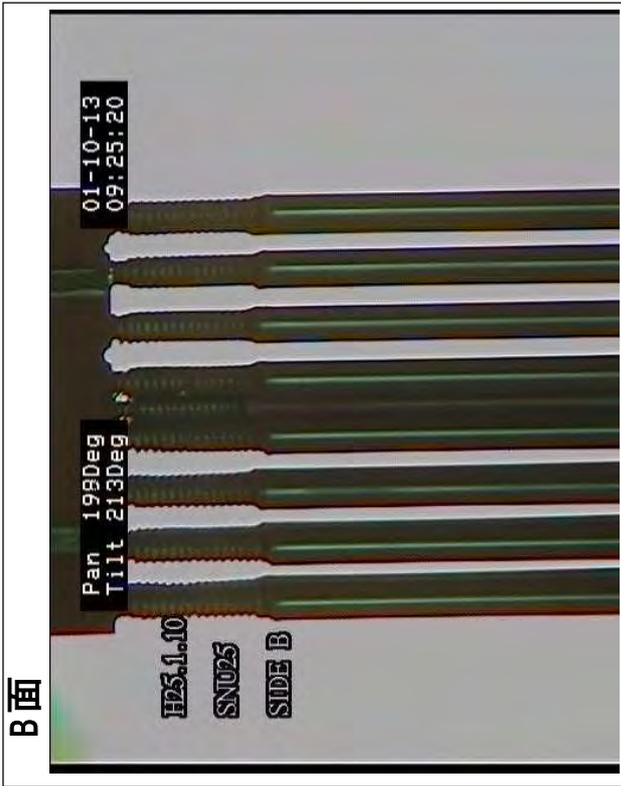
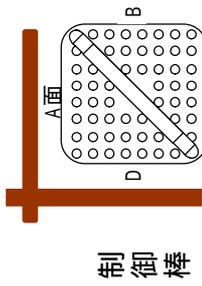
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNT82)



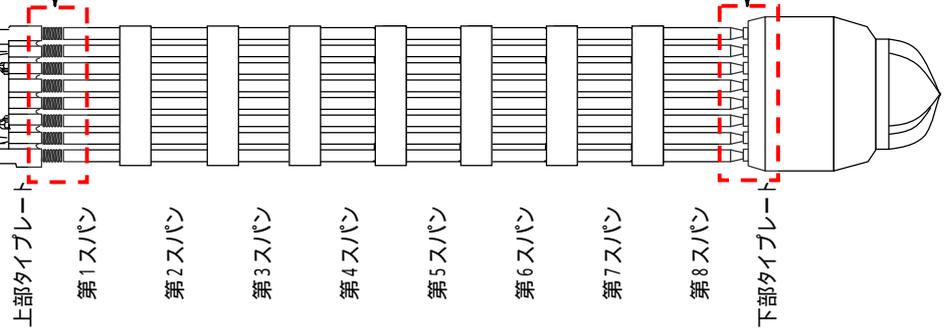
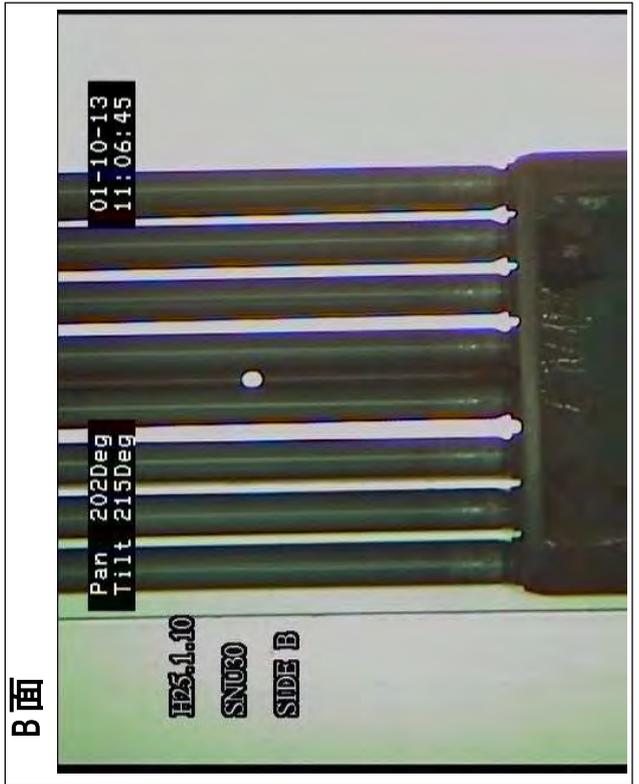
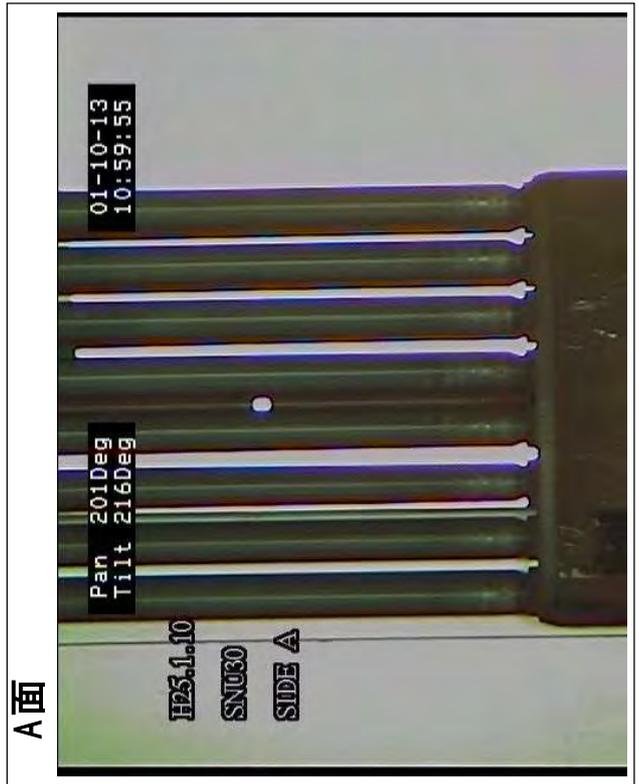
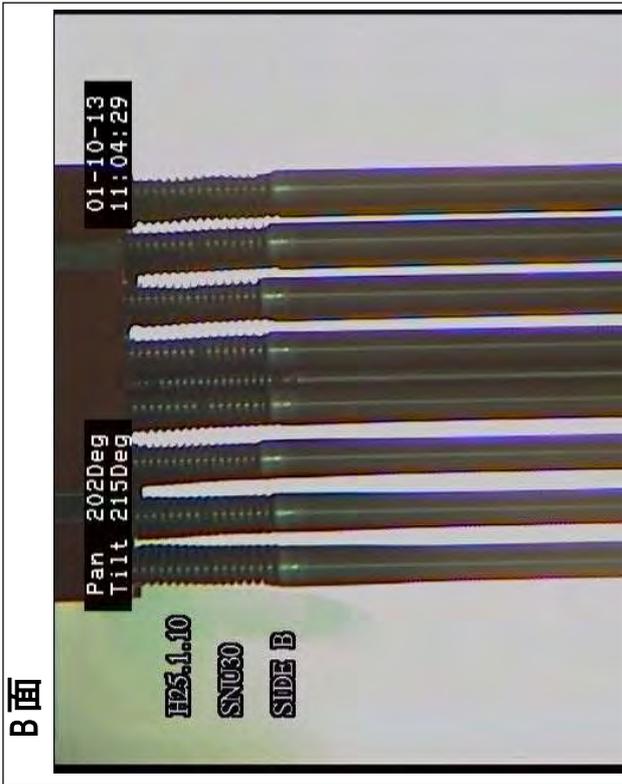
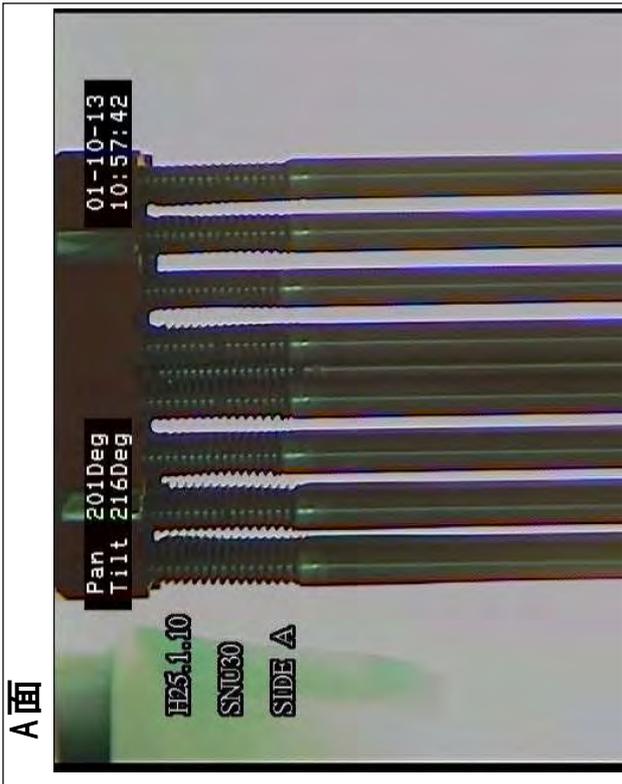
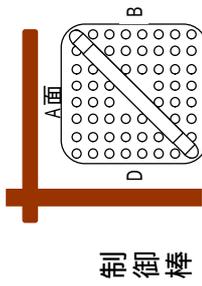
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNU20)



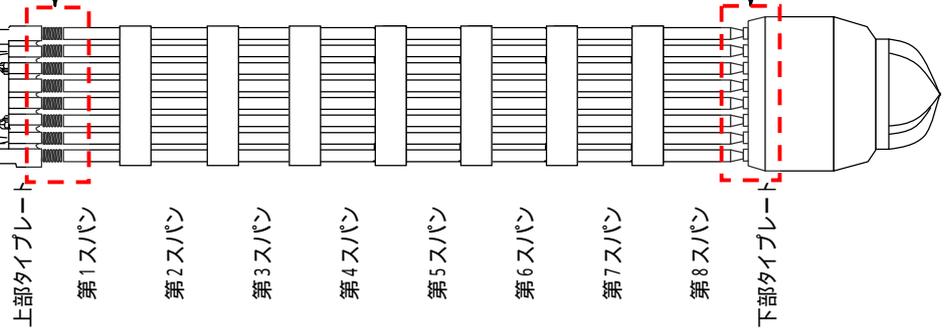
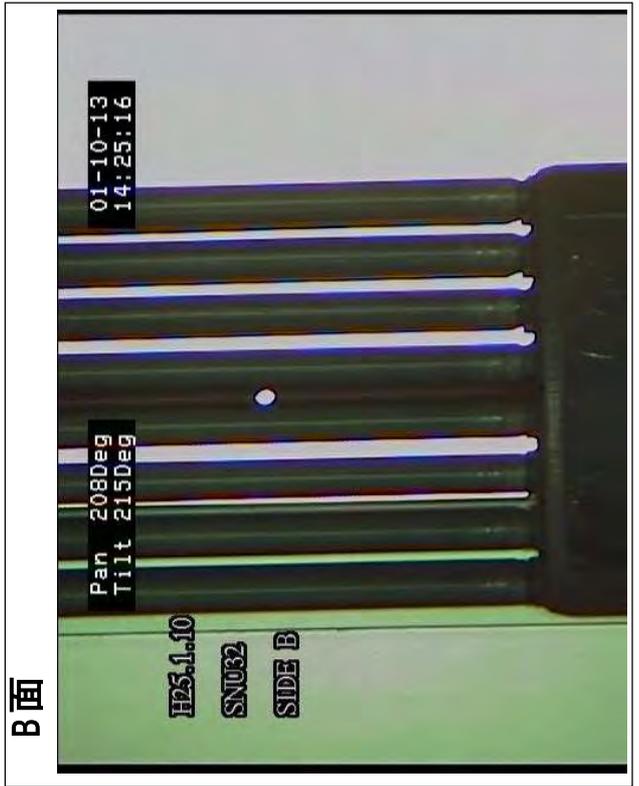
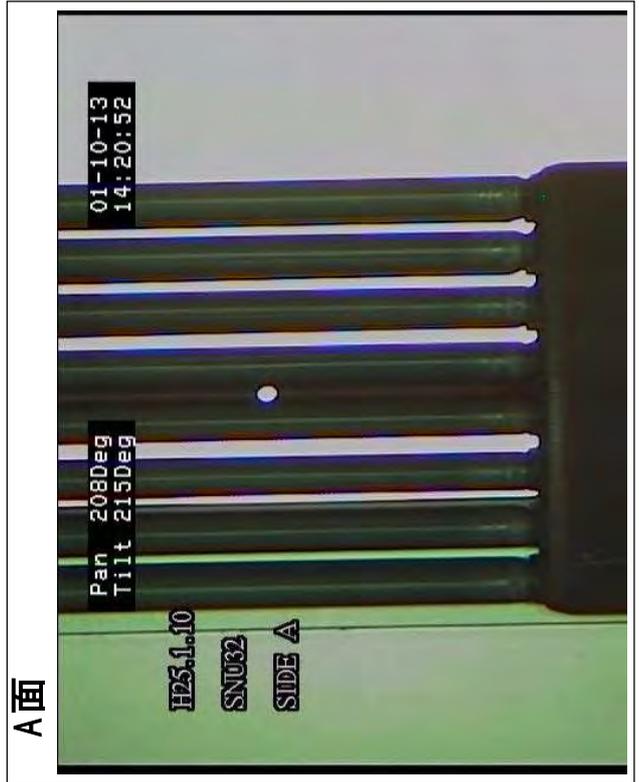
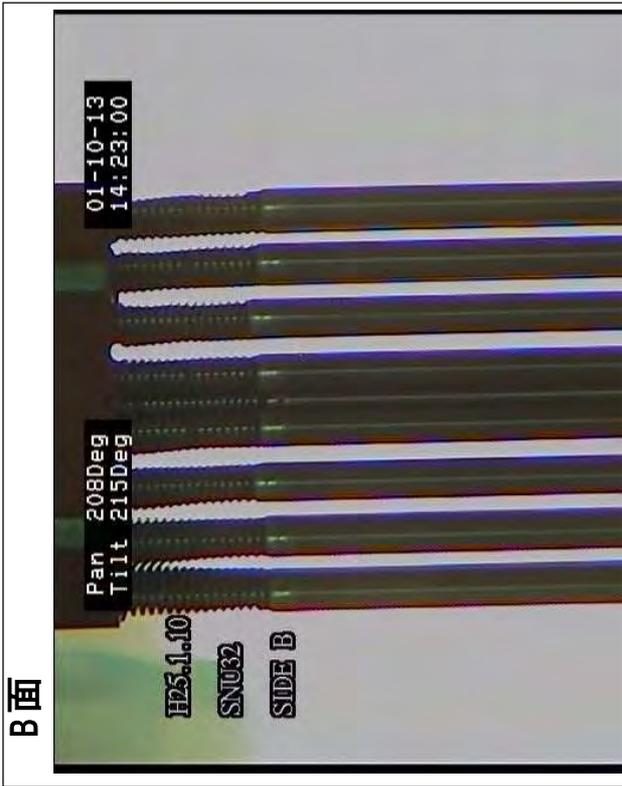
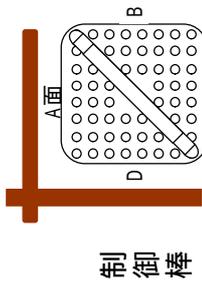
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNU25)



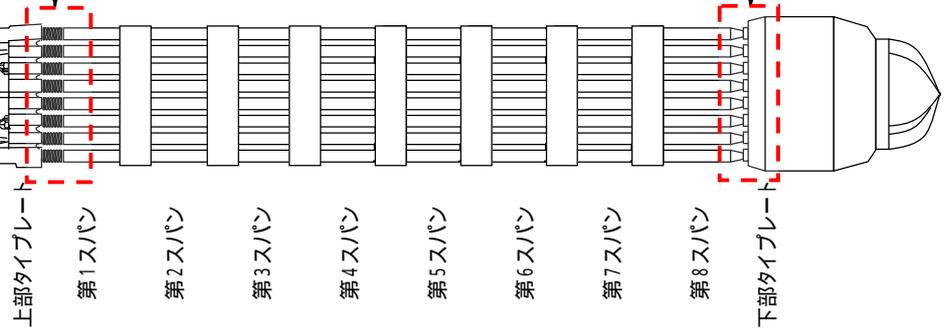
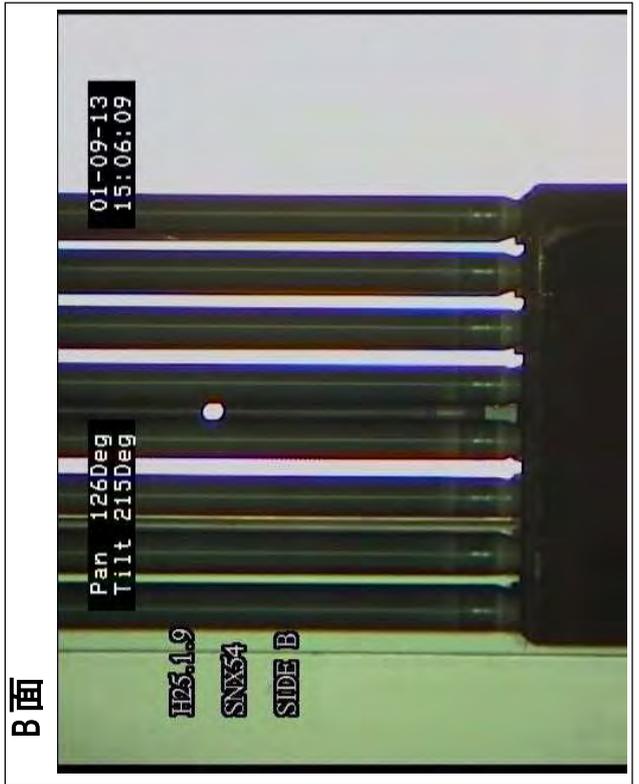
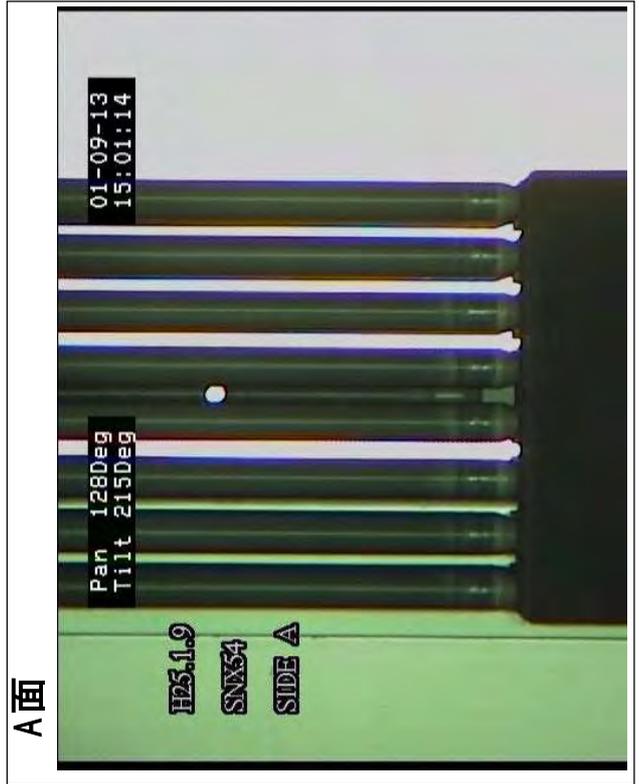
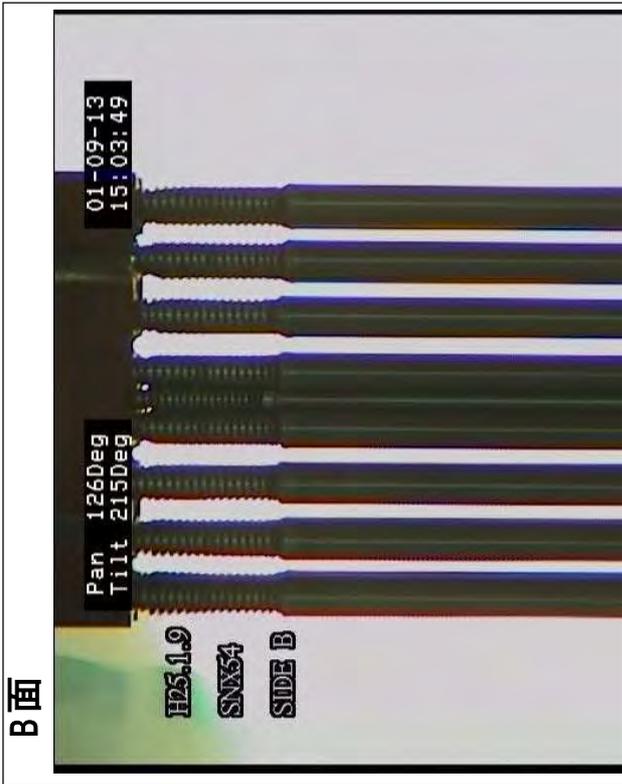
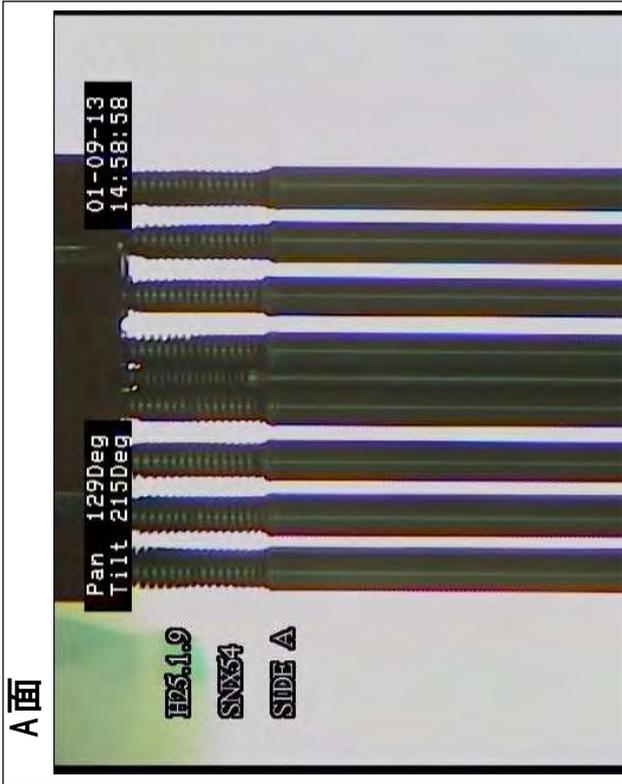
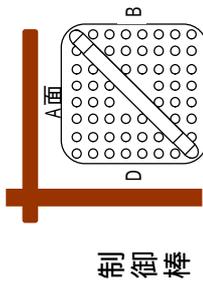
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNU30)



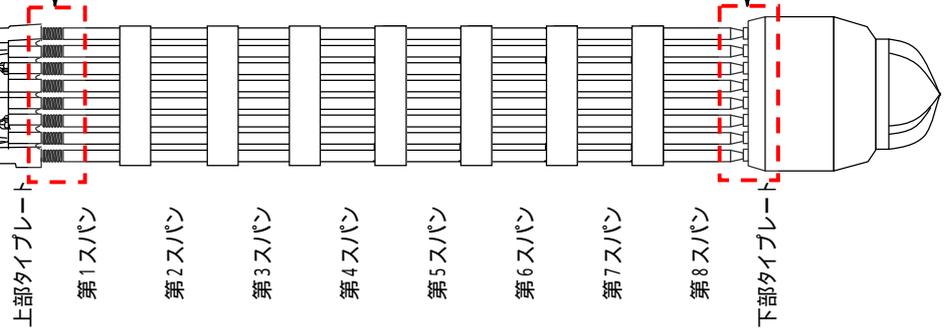
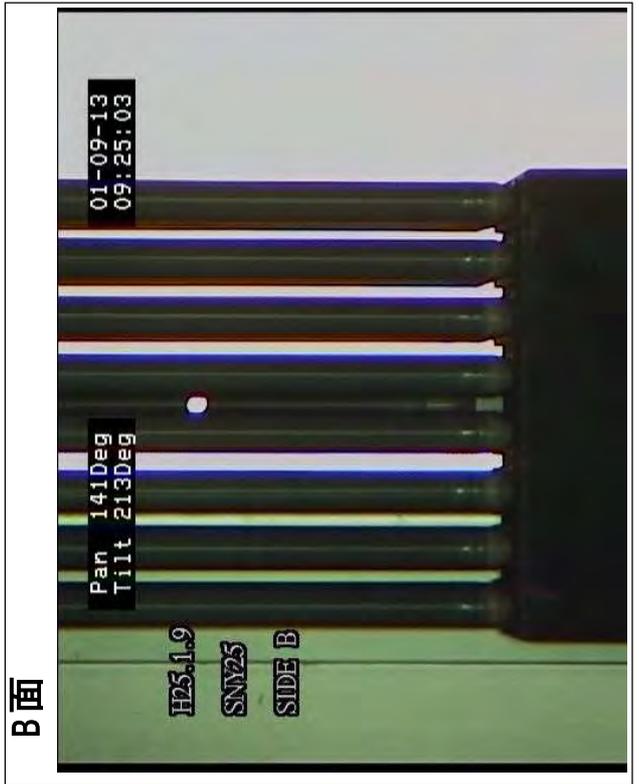
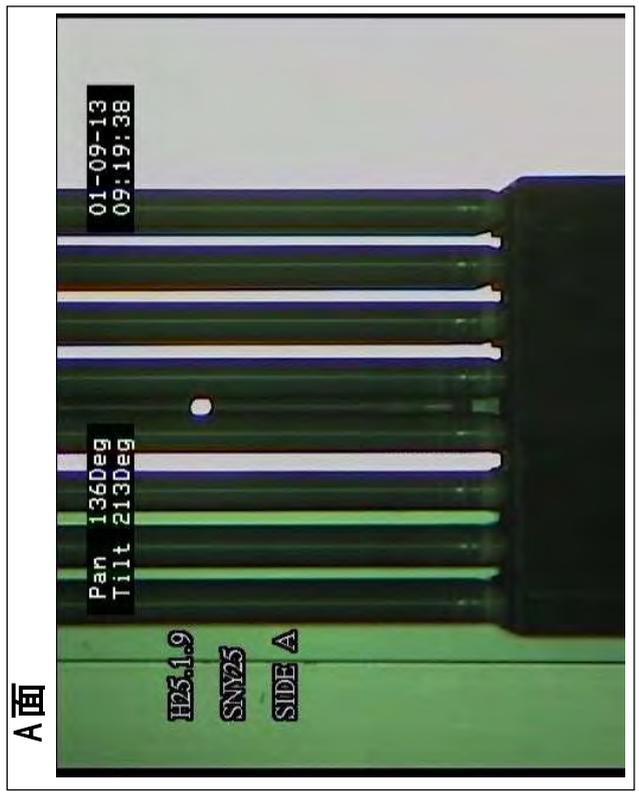
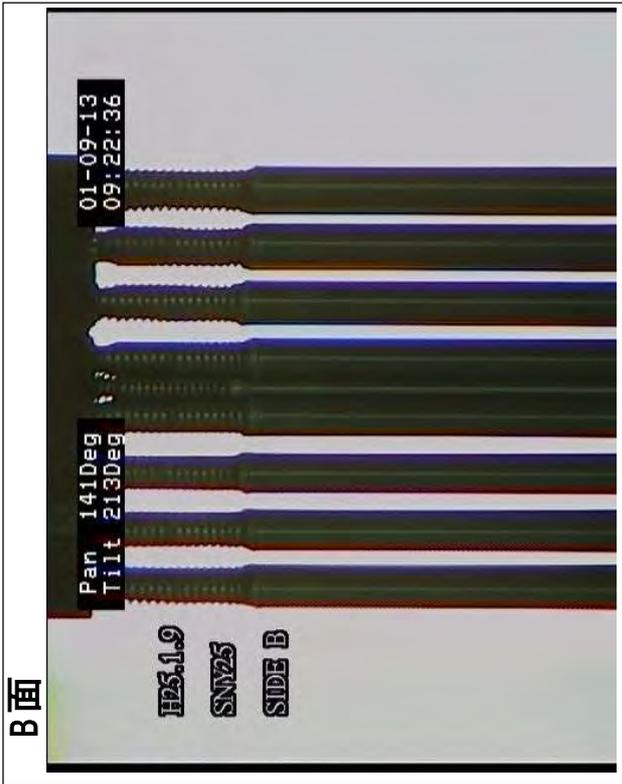
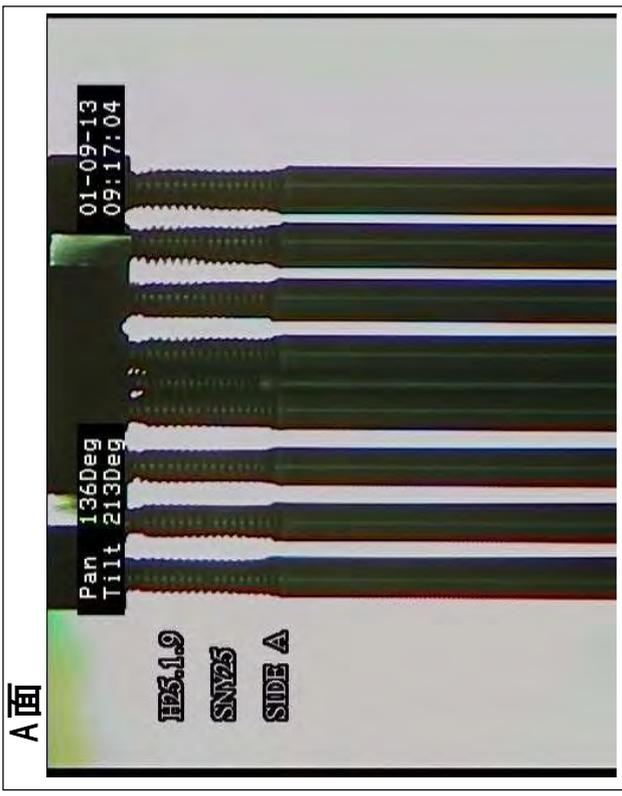
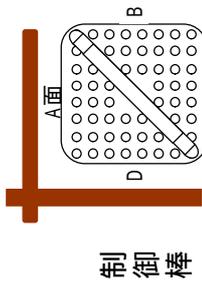
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNU32)



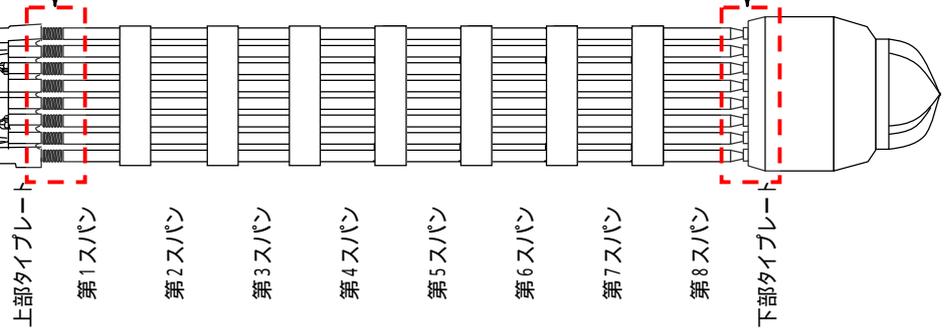
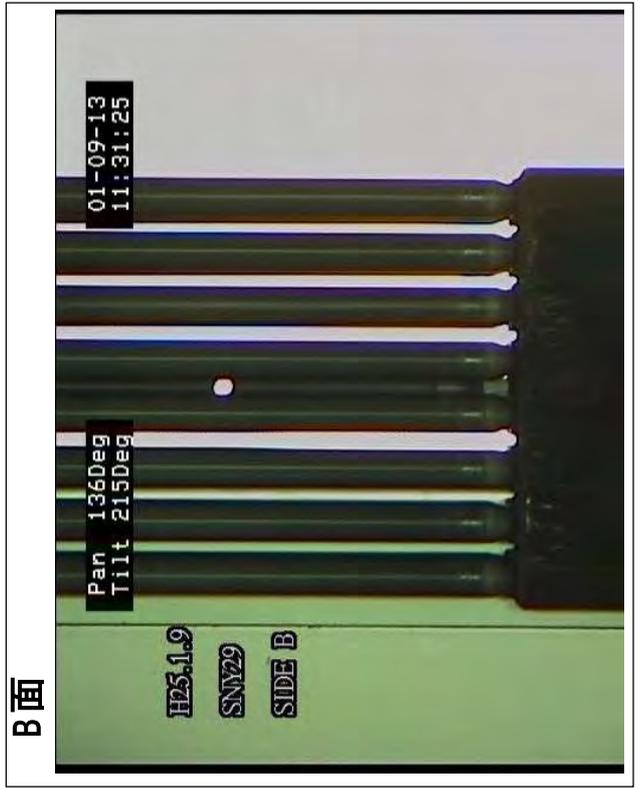
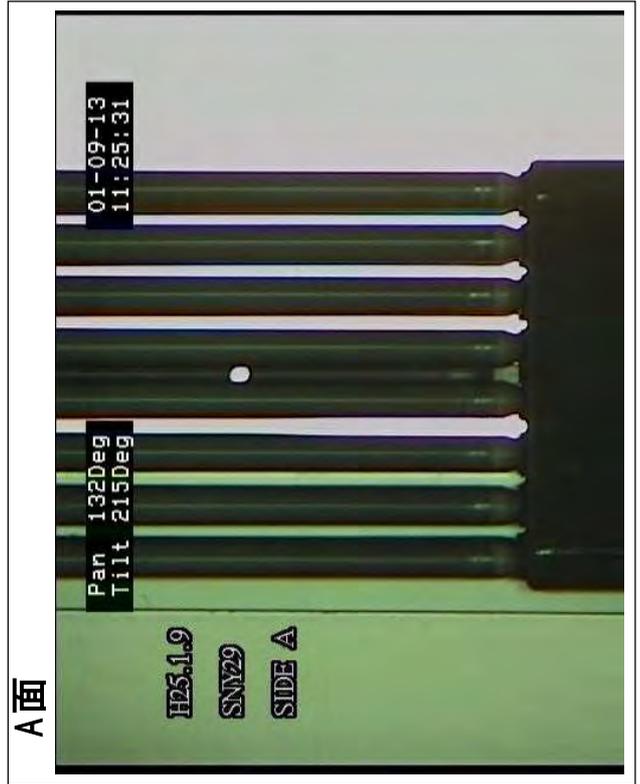
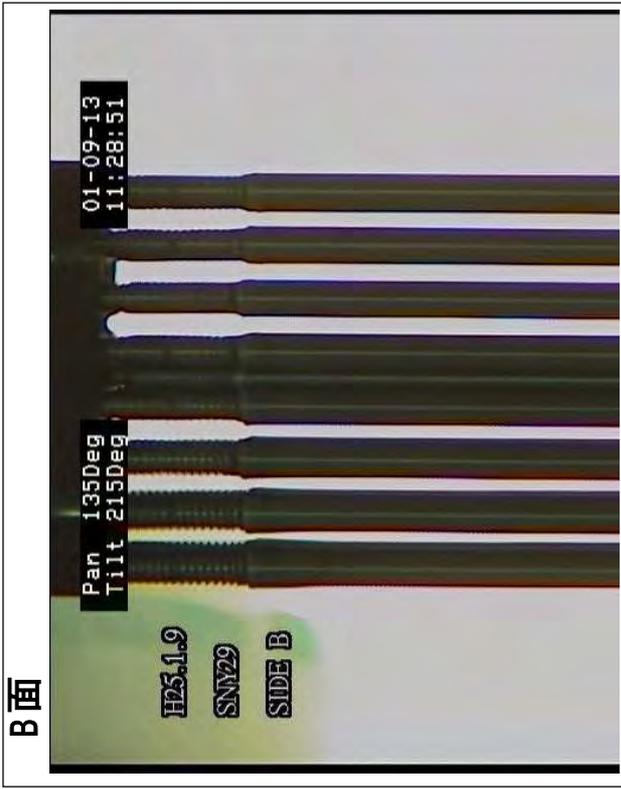
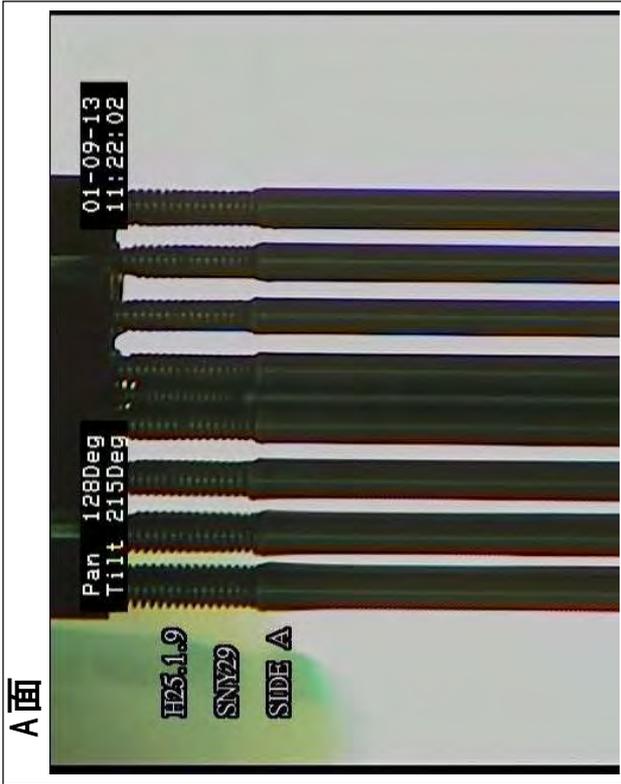
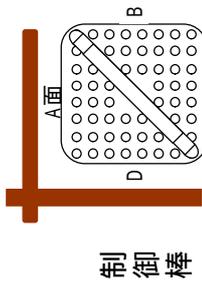
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNX54)



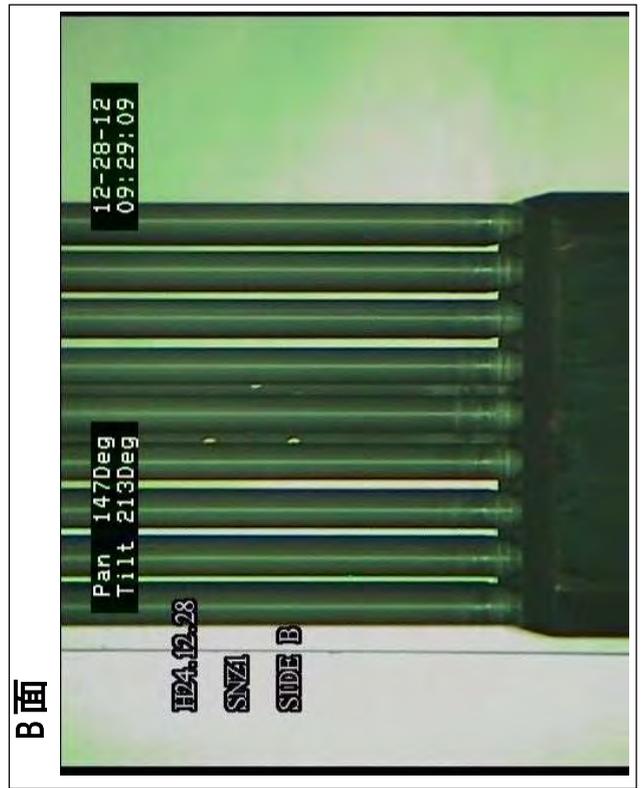
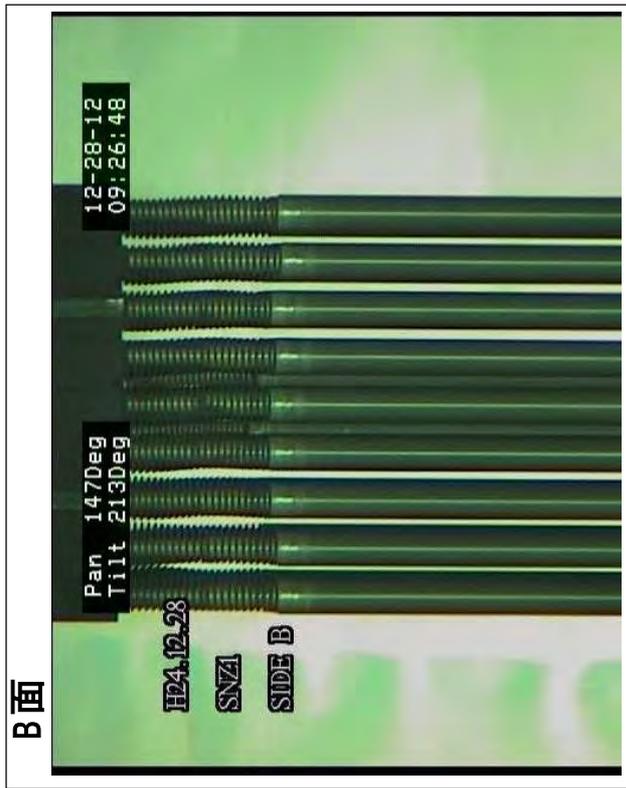
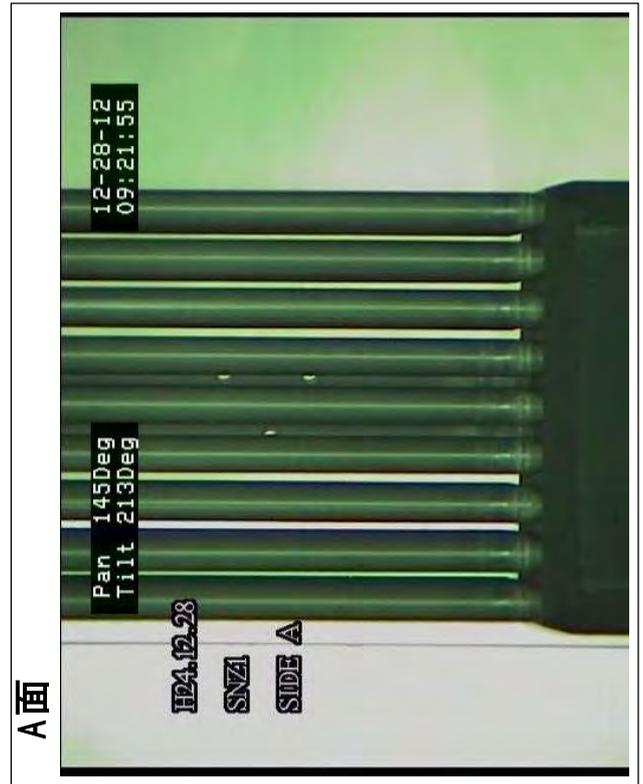
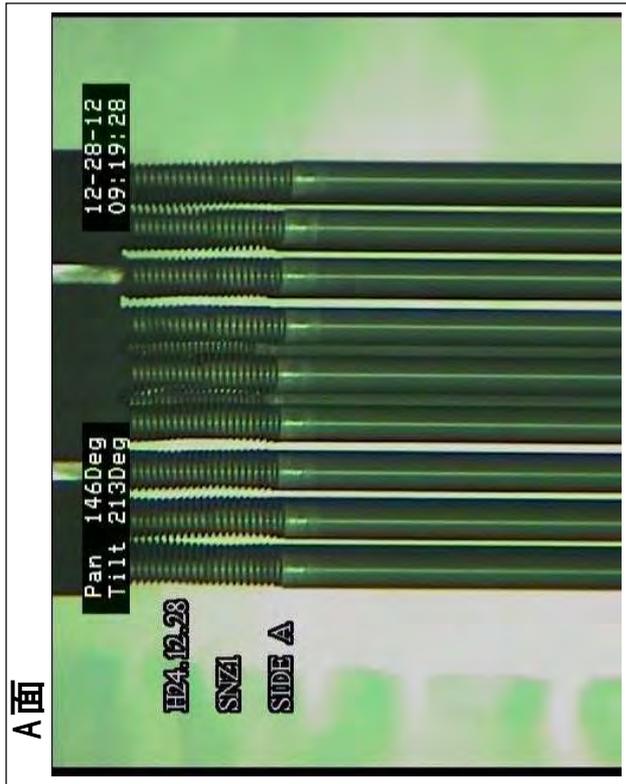
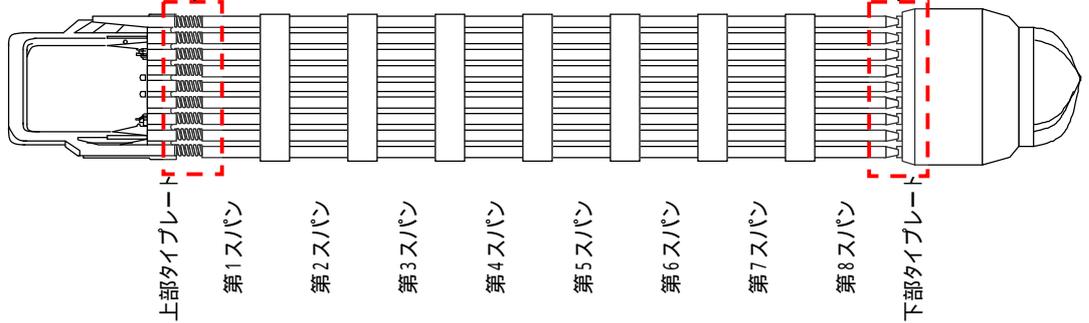
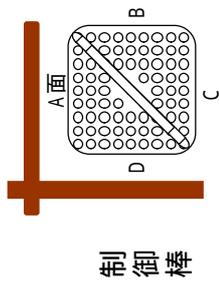
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNY25)



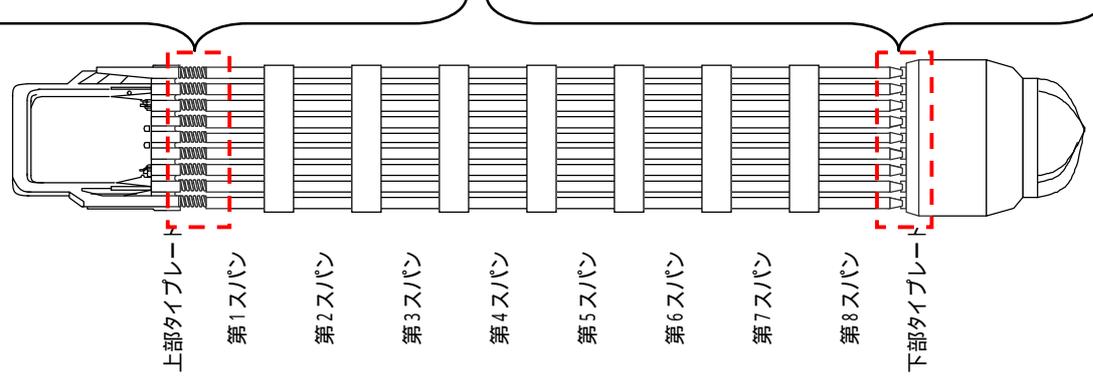
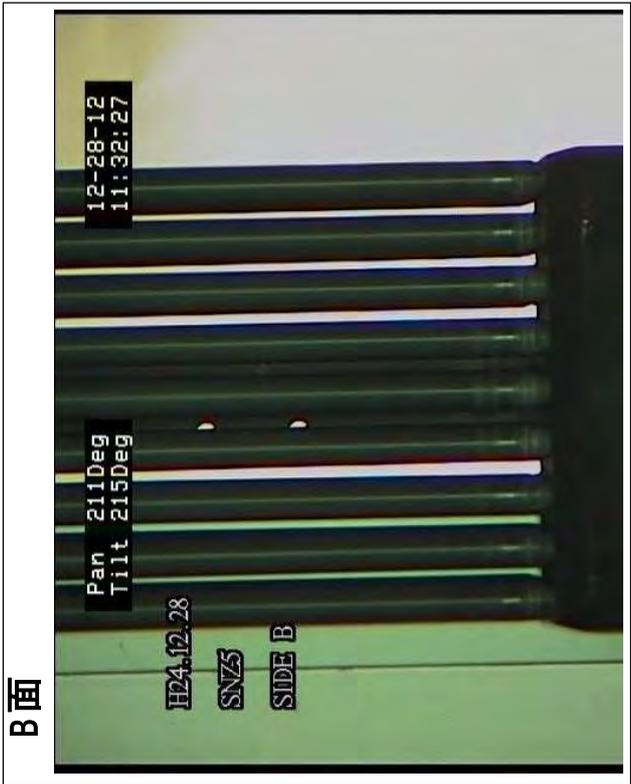
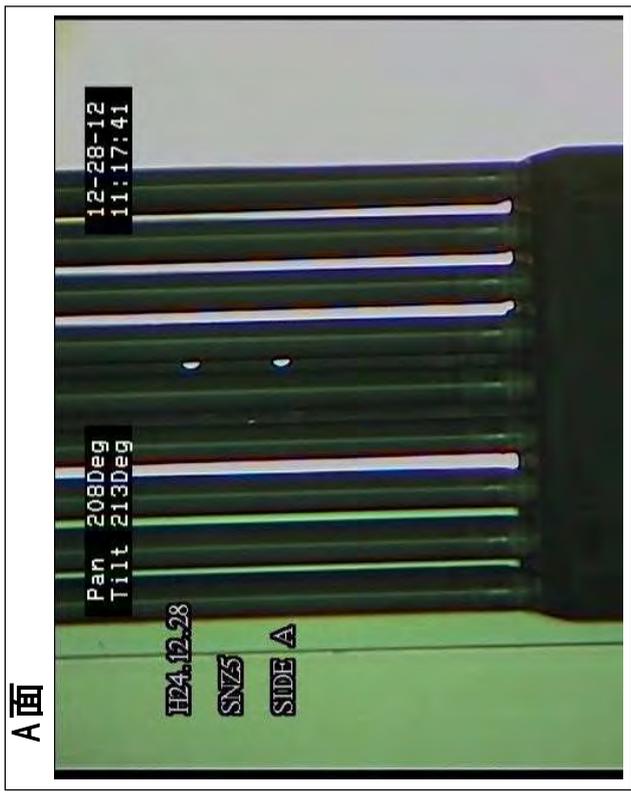
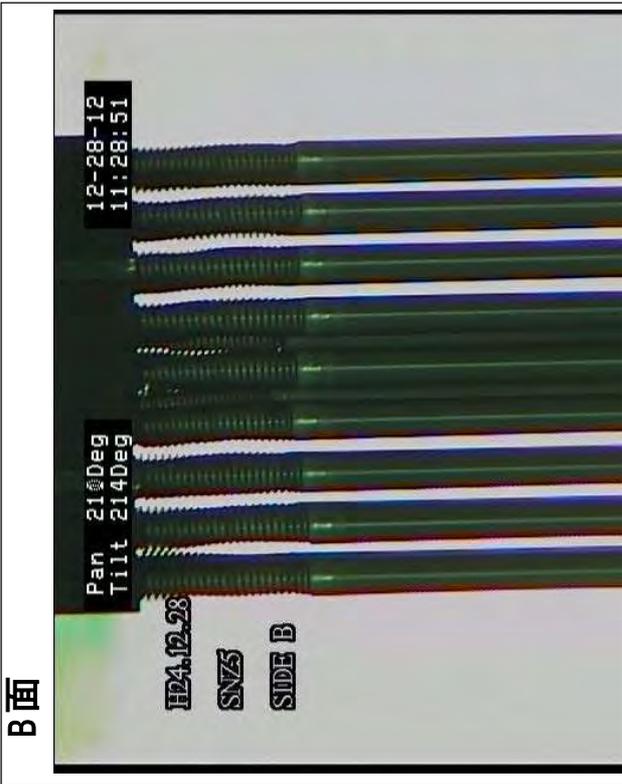
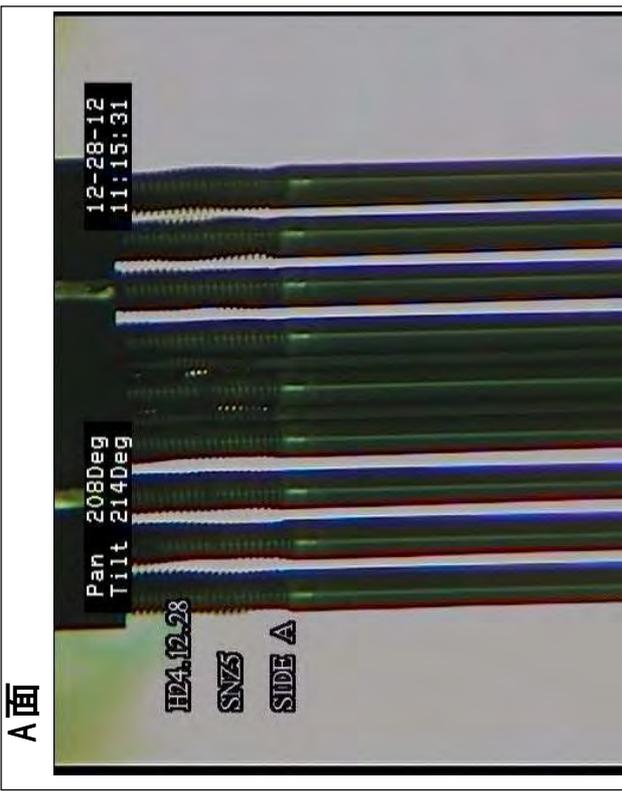
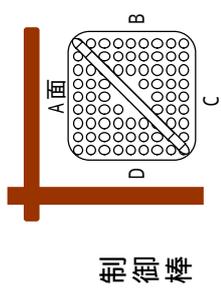
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNY29)



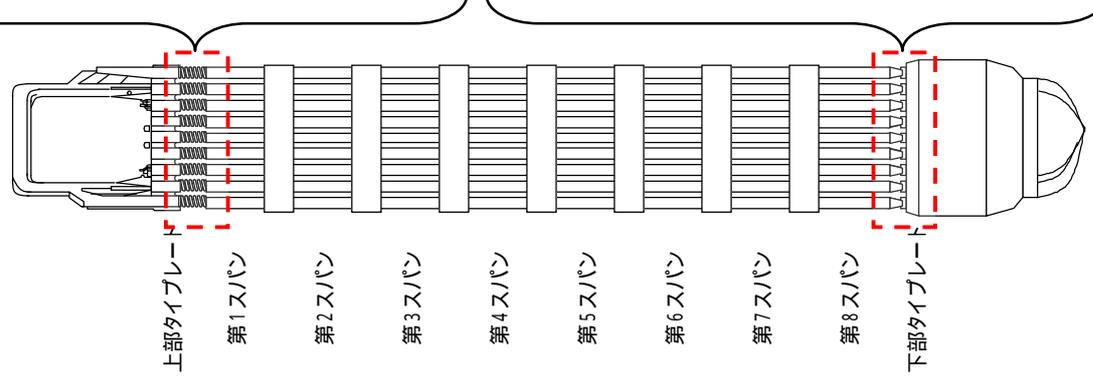
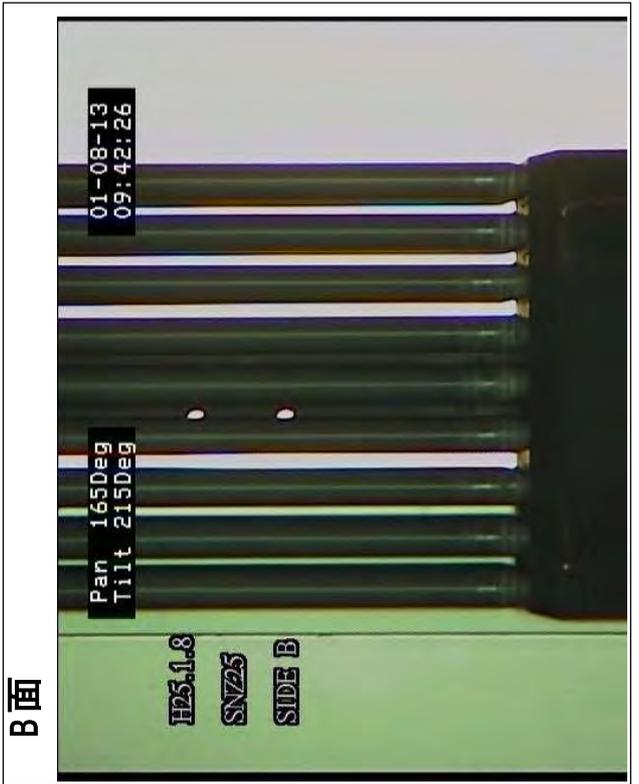
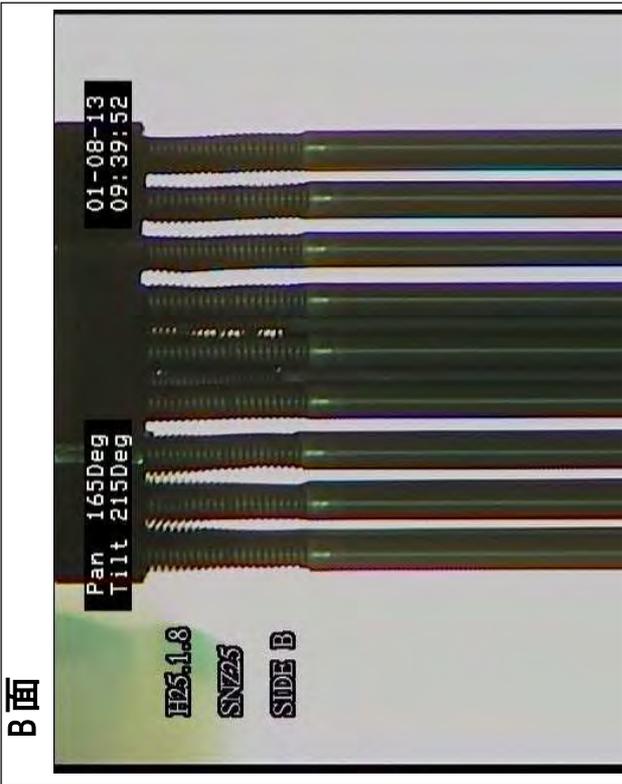
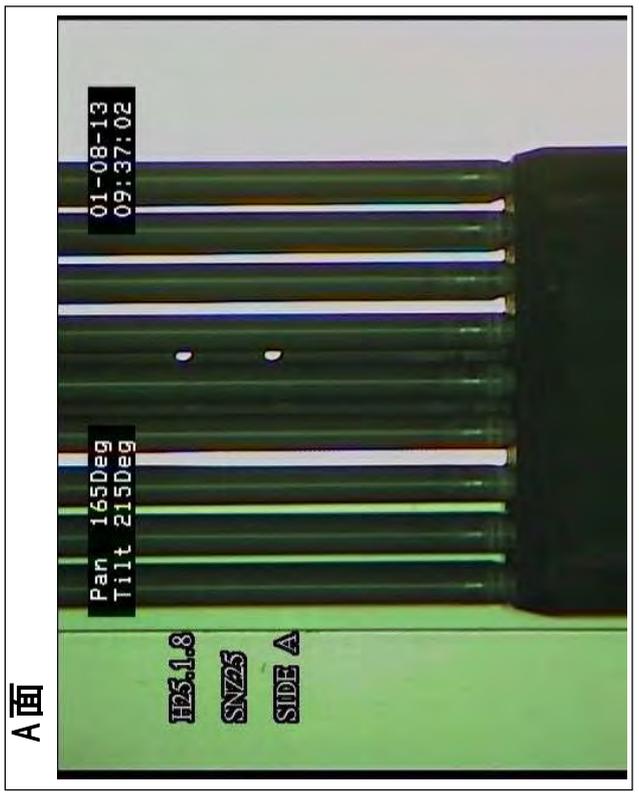
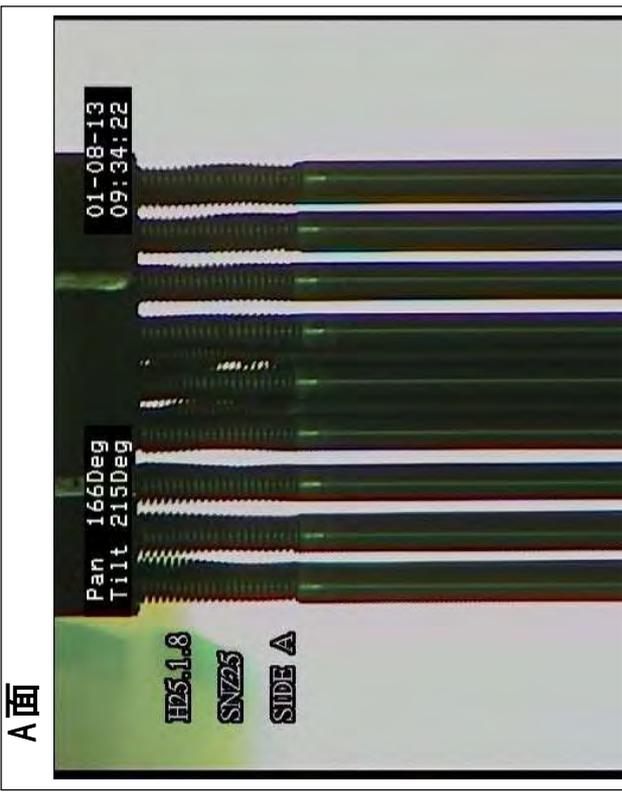
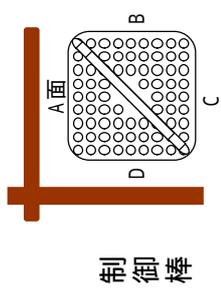
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ1)



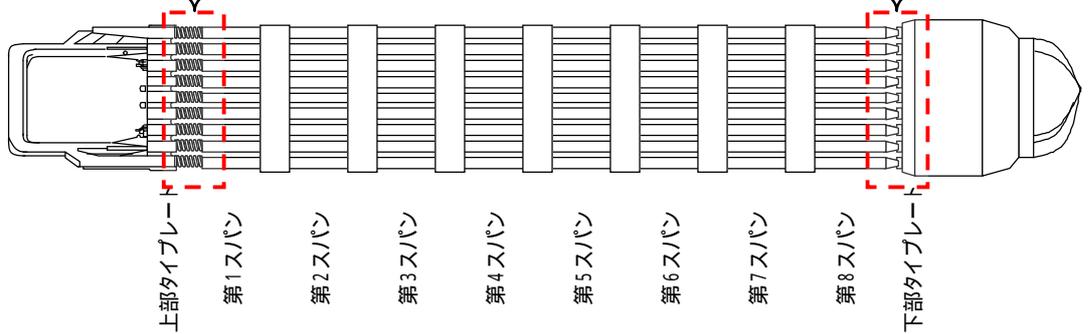
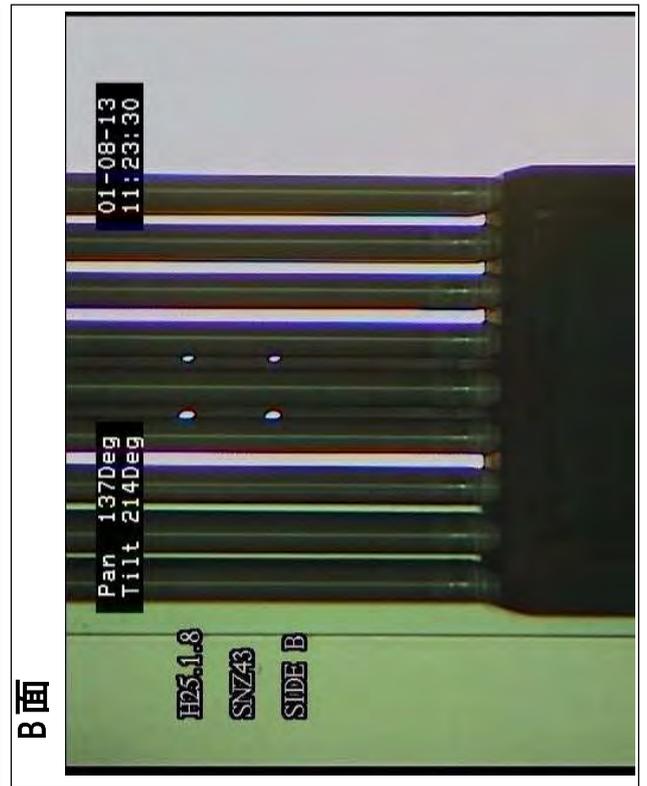
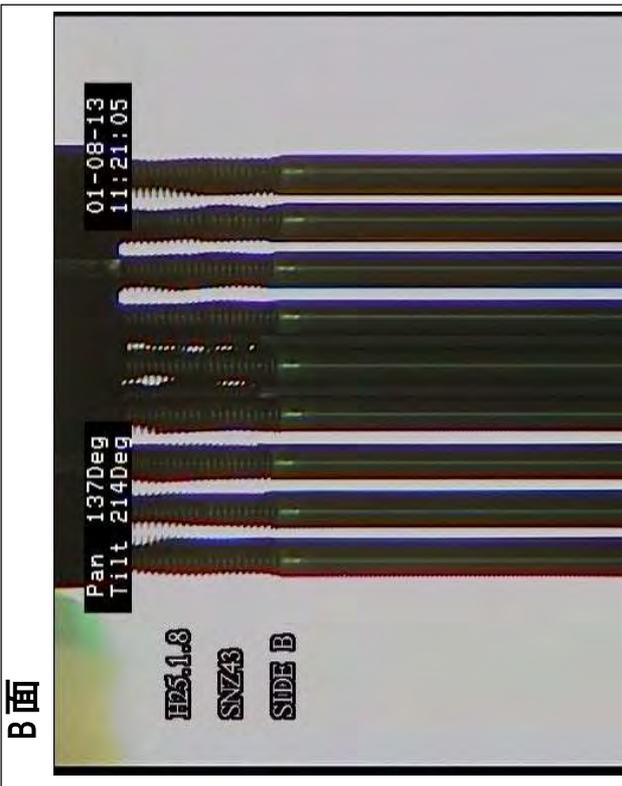
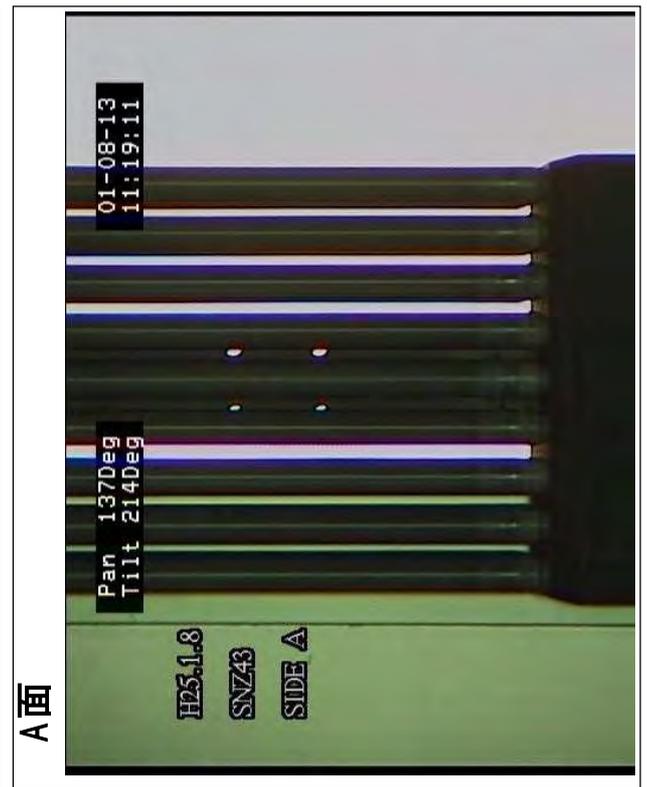
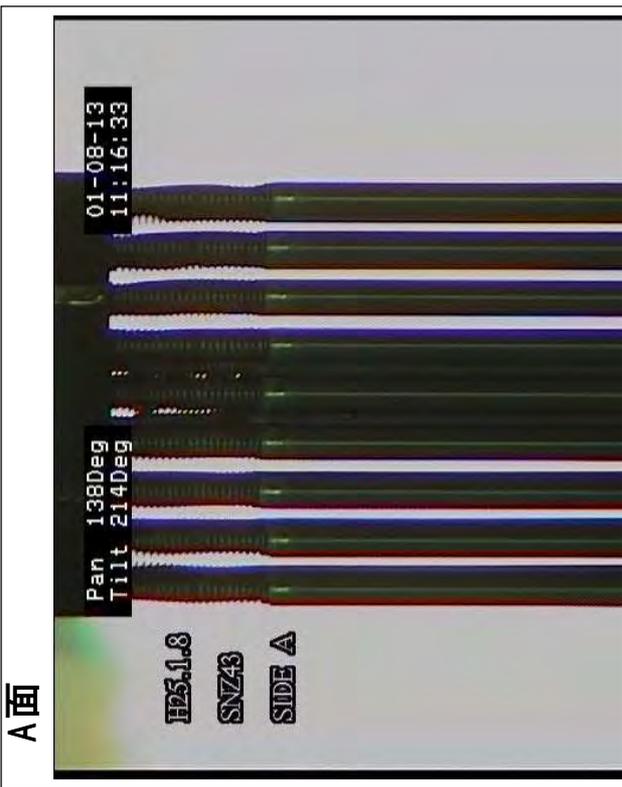
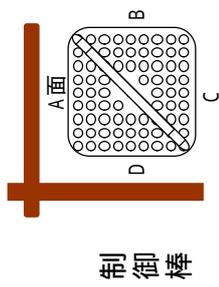
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ5)



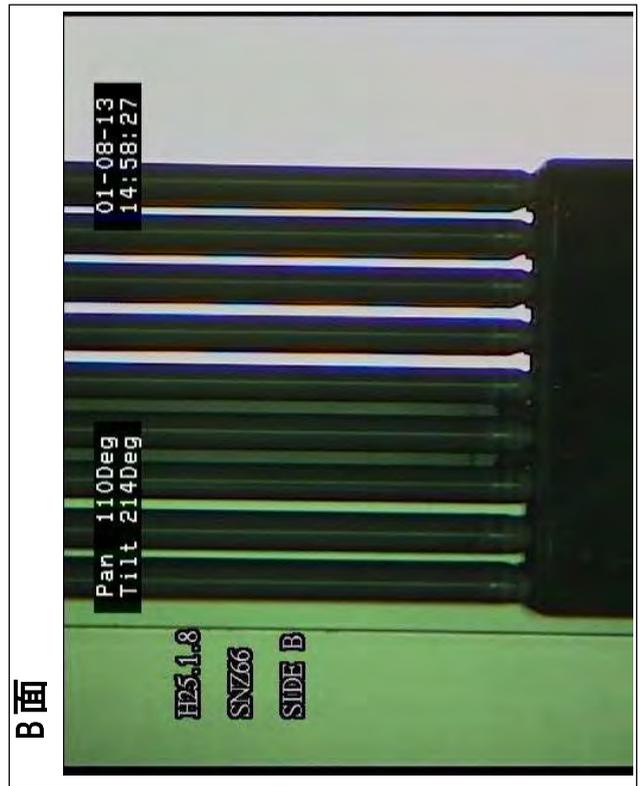
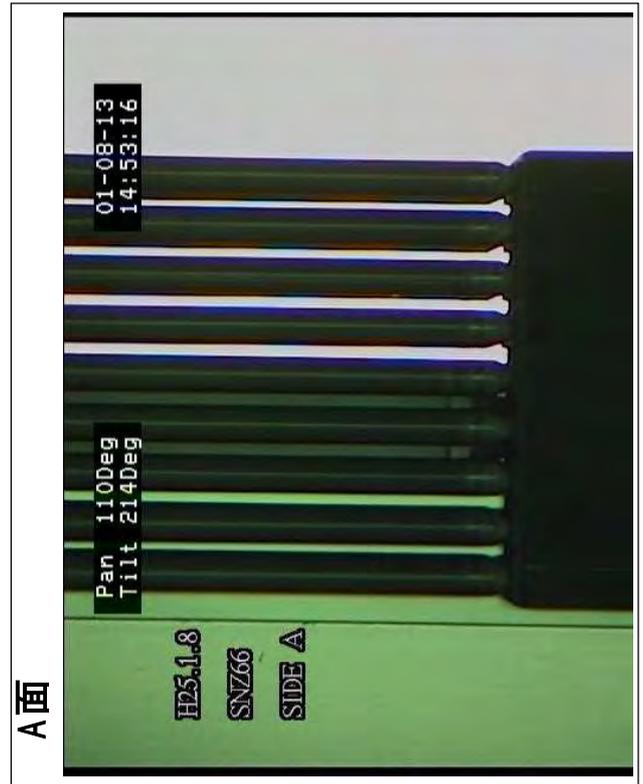
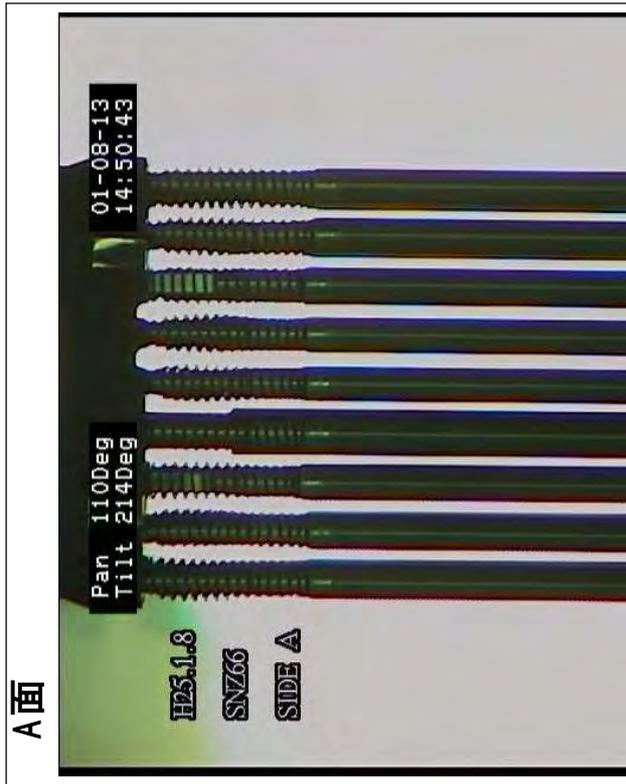
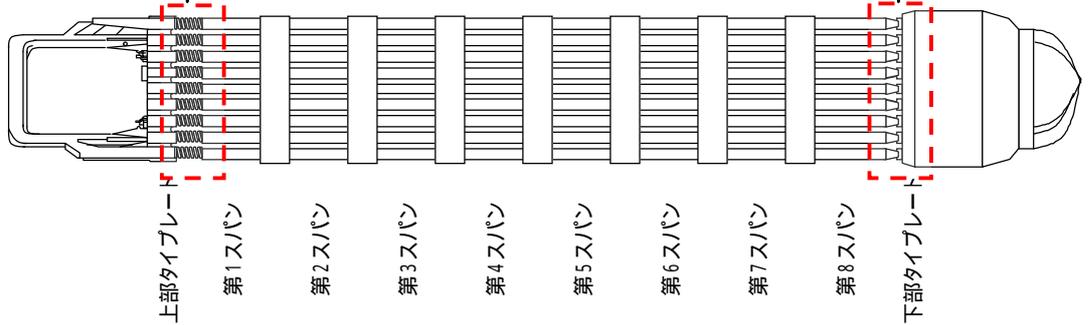
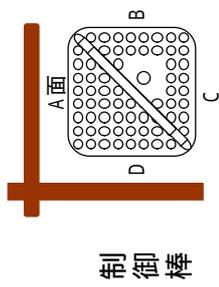
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ25)



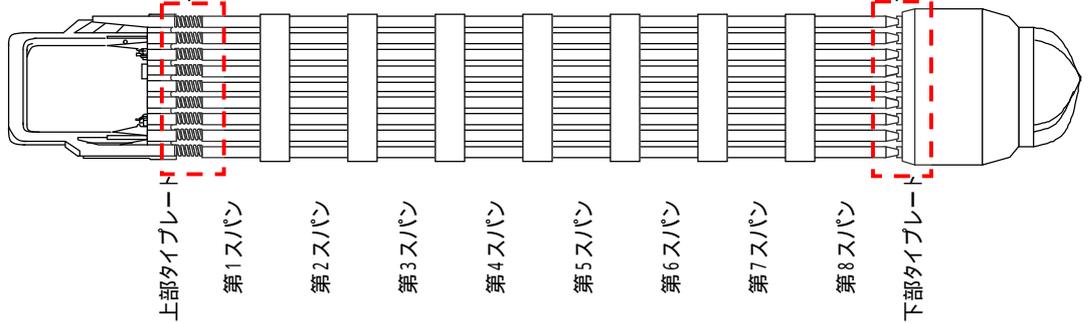
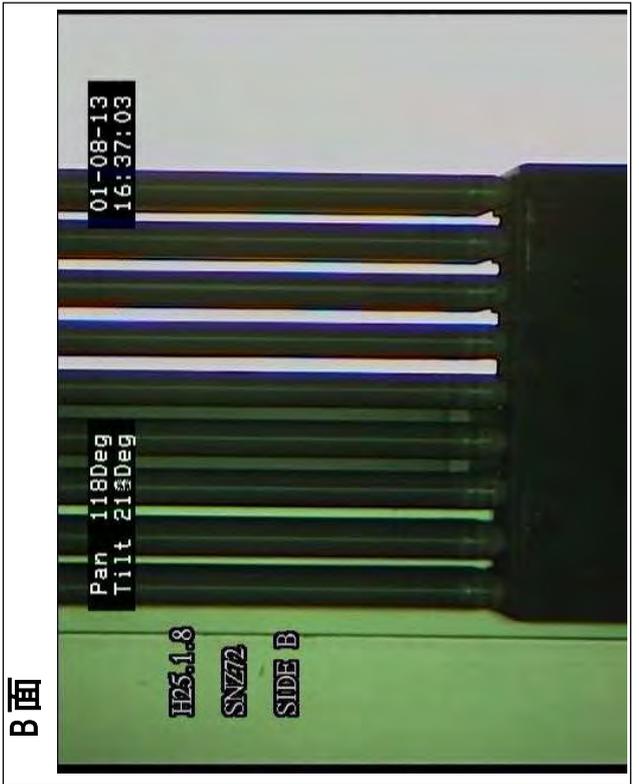
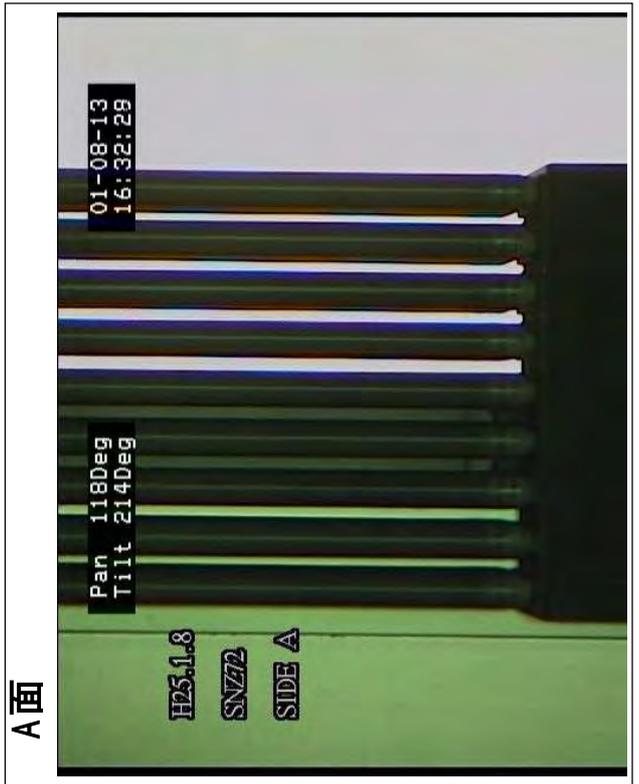
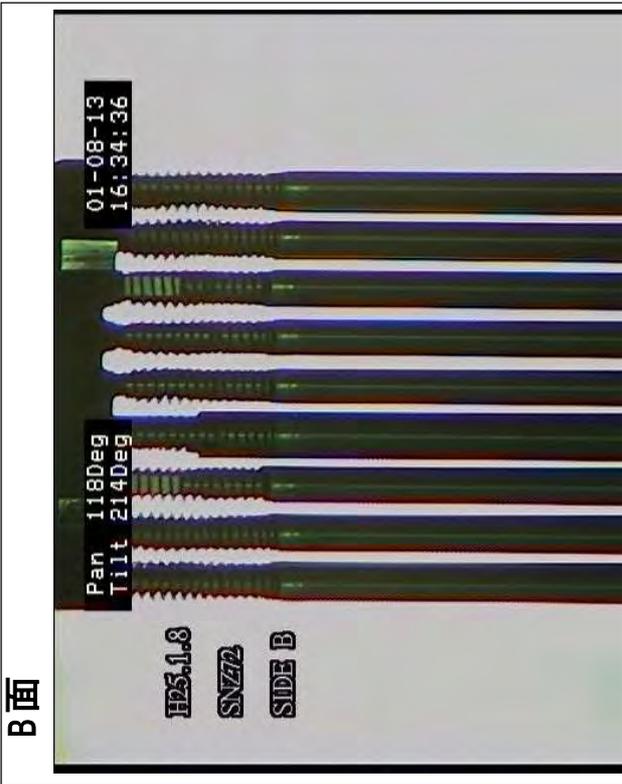
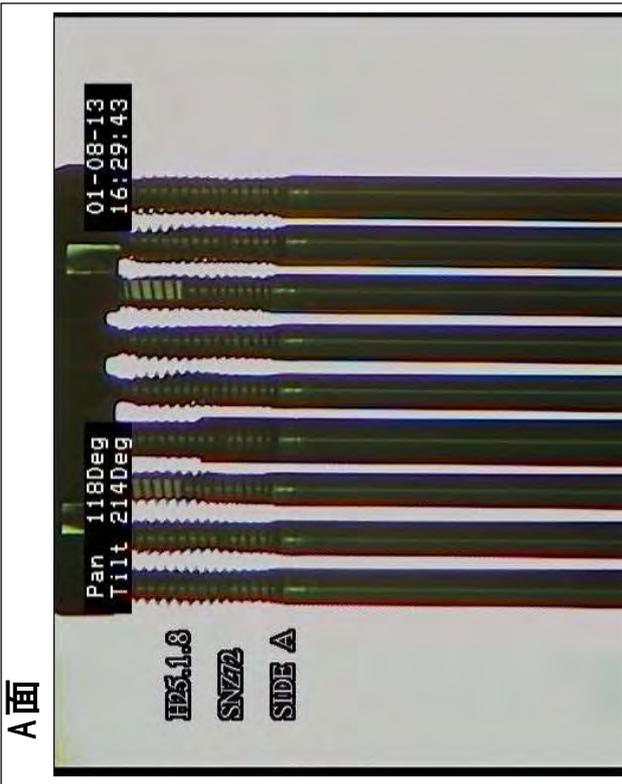
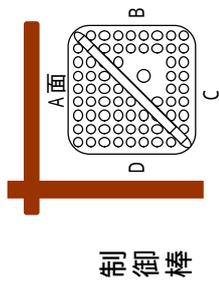
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ43)



島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ66)



島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (SNZ72)

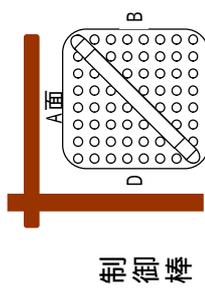


島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果(サンプル点検対象燃料集合体)

No.	燃料番号	点検結果	製造メーカー	燃料タイプ	C / B脱着時期	作業企業	C / B脱着理由	備考
1	S2X 133	異常なし	JNF	新型8×8	H4年	日立	再使用CB装着	添付資料 - 6 - 1
2	S2X 311	異常なし	JNF	新型8×8	H4年	日立	再使用CB装着	添付資料 - 6 - 2
3	S2C 97	異常なし	JNF	8×8BJ	H4年	日立	再使用CB装着	添付資料 - 6 - 3
4	S2C 106	異常なし	JNF	8×8BJ	H4年	日立	再使用CB装着	添付資料 - 6 - 4
5	S2C 118	異常なし	JNF	8×8BJ	H4年	日立	再使用CB装着	添付資料 - 6 - 5
6	S2A 24	異常なし	JNF	8×8BJ	H4年	日立	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 6
7	S2C150	異常なし	JNF	8×8BJ	H8年, H11年	日立	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 7
8	S2D 31	異常なし	JNF	高燃焼度 8×8	H7年, H8年	日立	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 8
9	S2D 103	異常なし	JNF	高燃焼度 8×8	H7年, H8年	日立	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 9
10	S2E 50	異常なし	JNF	高燃焼度 8×8	H11年	日立	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 10
11	S2K129	異常なし	GNF - J	9×9	H19年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 11
12	S2L 25	異常なし	GNF - J	9×9	H21年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 6 - 12

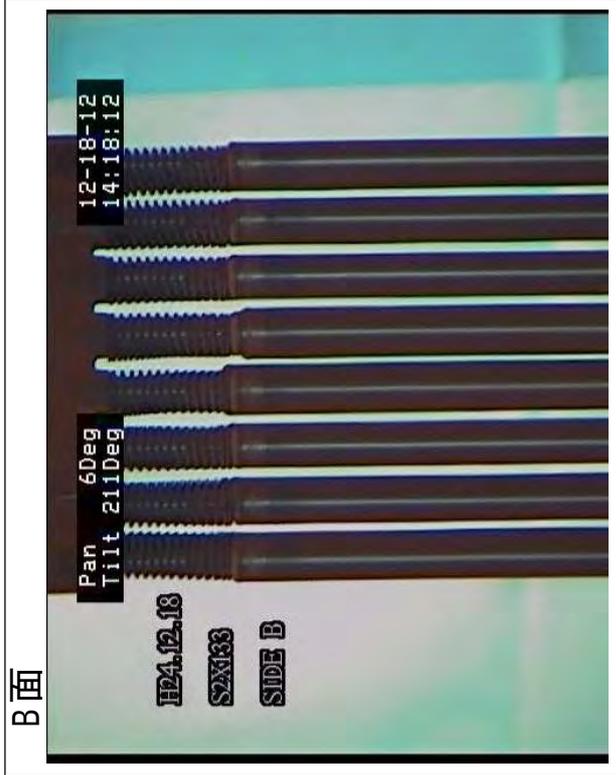
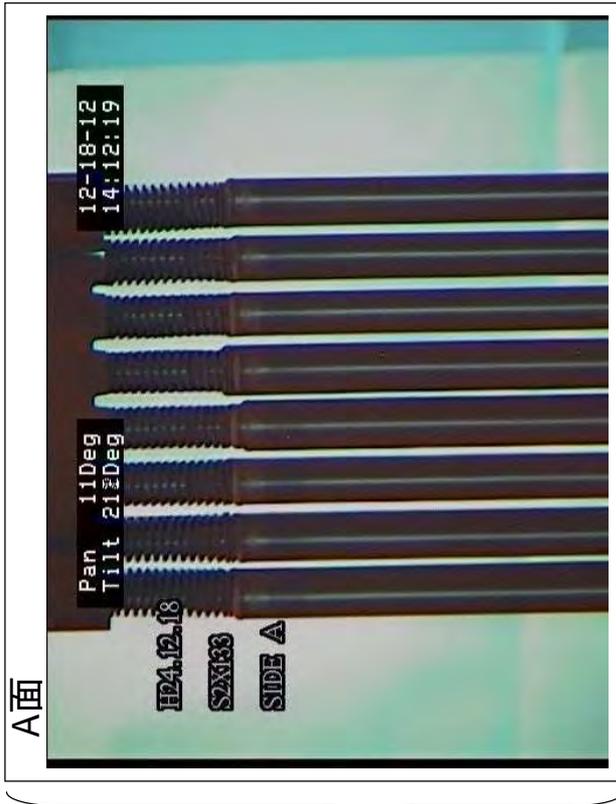
用語	C / B	チャンネルボックス
	新型8×8	新型8×8燃料
	8×8BJ	新型8×8ジルコニウムライナ燃料
	高燃焼度8×8	高燃焼度8×8燃料
	9×9	9×9燃料
	JNF, GNF - J	現(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
	日立, 日立GE	現日立GEニュークリア・エナジー(株)

島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2X133)



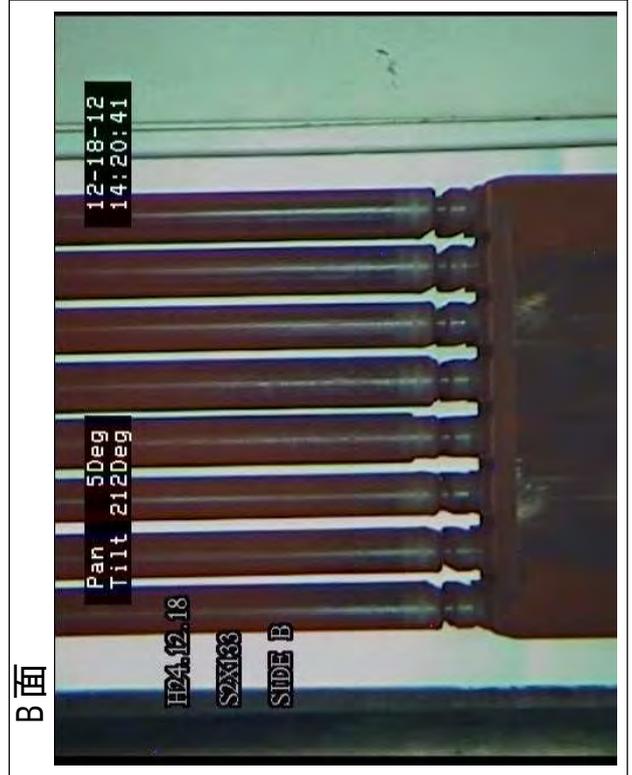
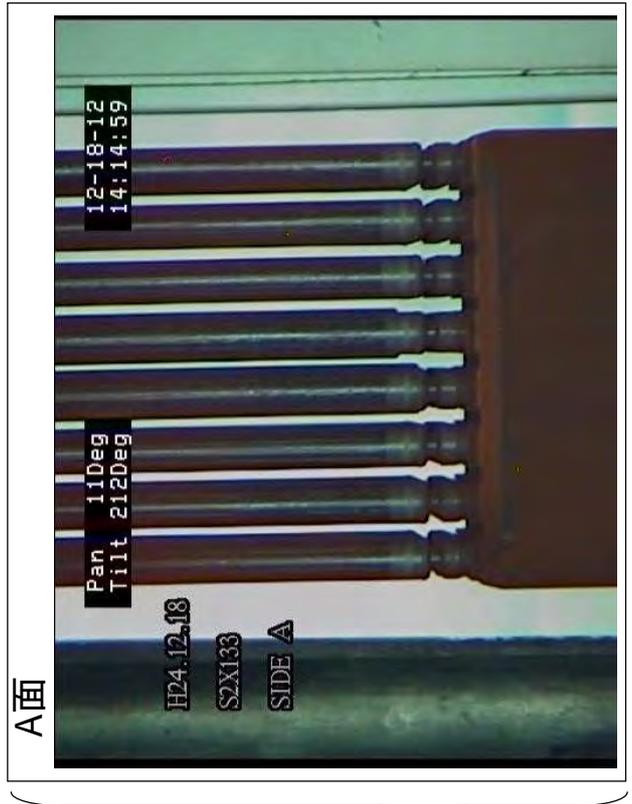
A面

B面



A面

B面



上部タイプレート

第1スパン

第2スパン

第3スパン

第4スパン

第5スパン

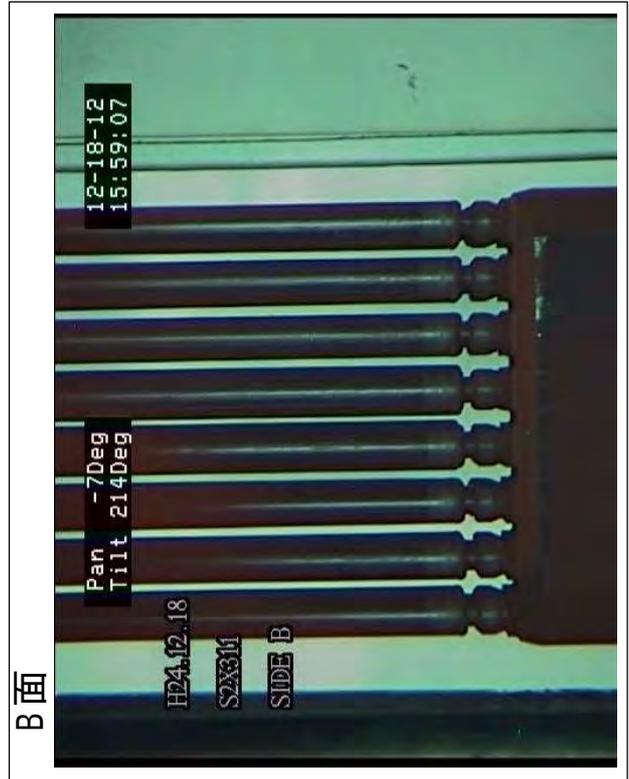
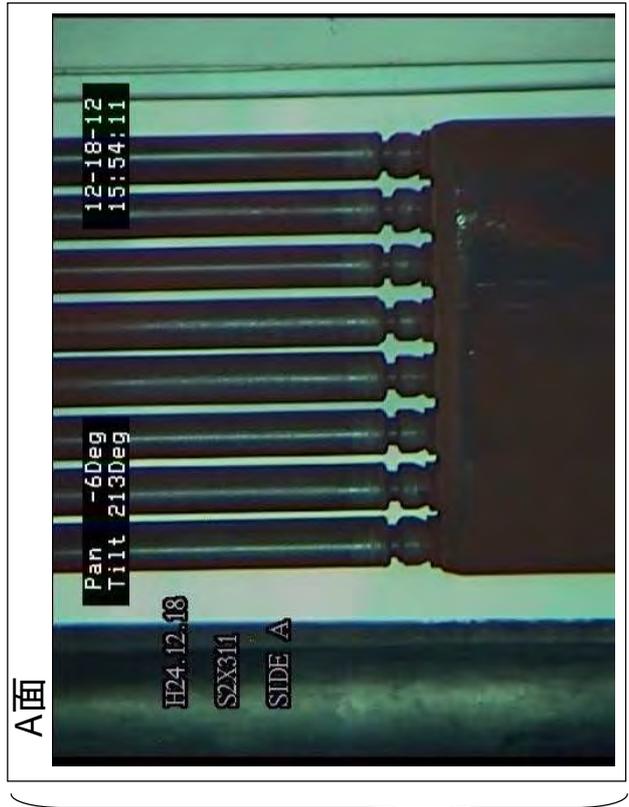
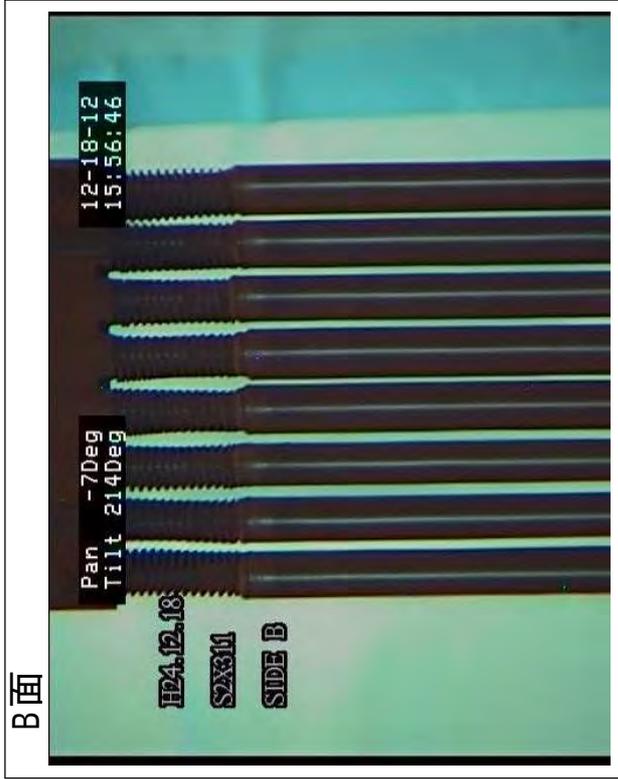
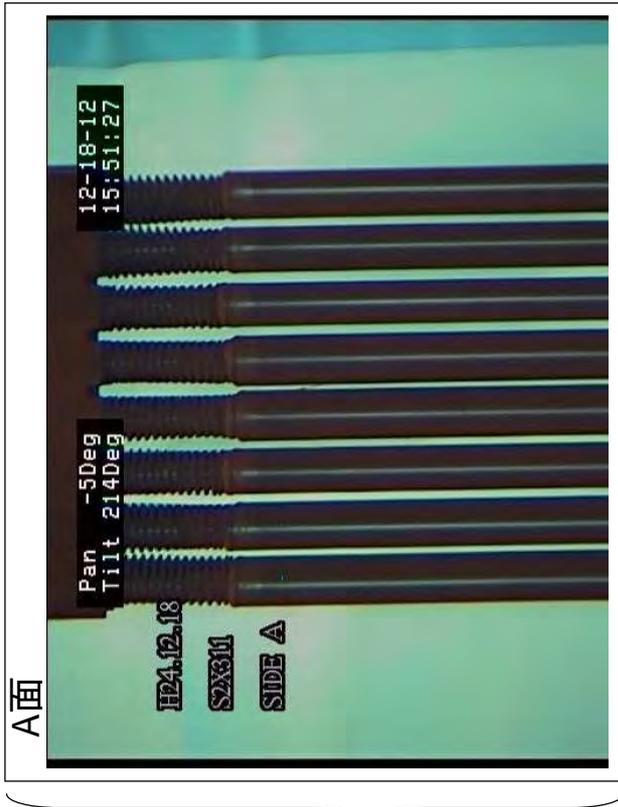
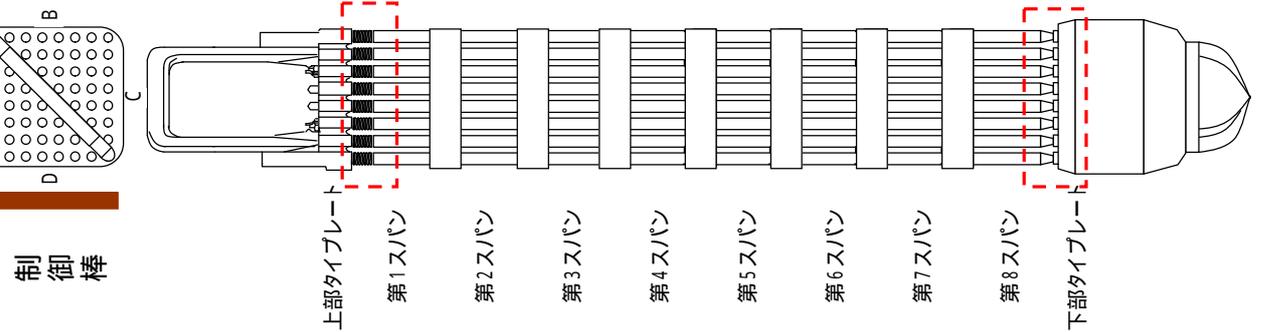
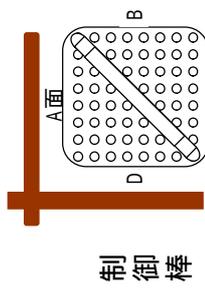
第6スパン

第7スパン

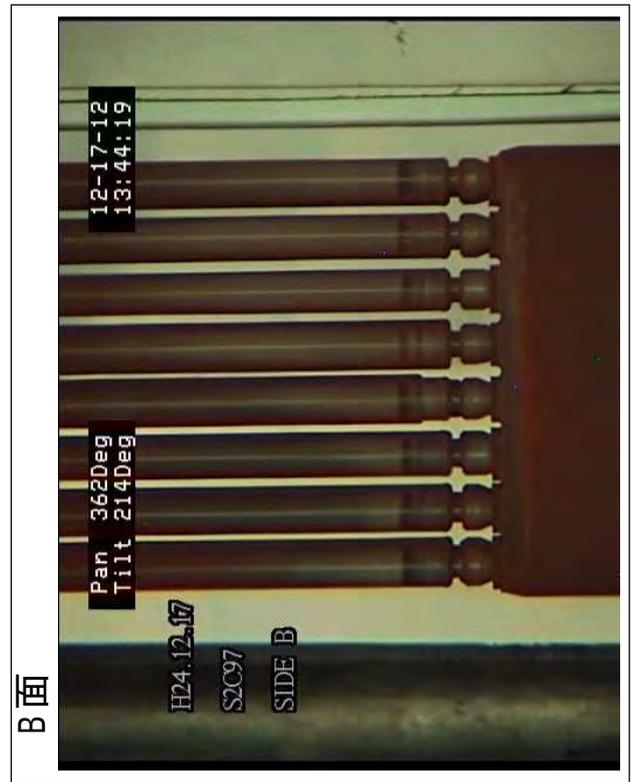
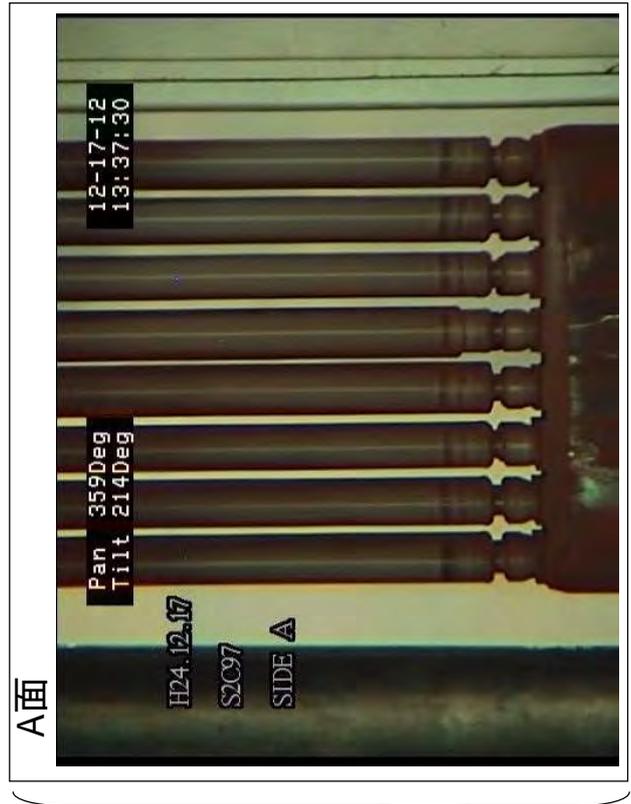
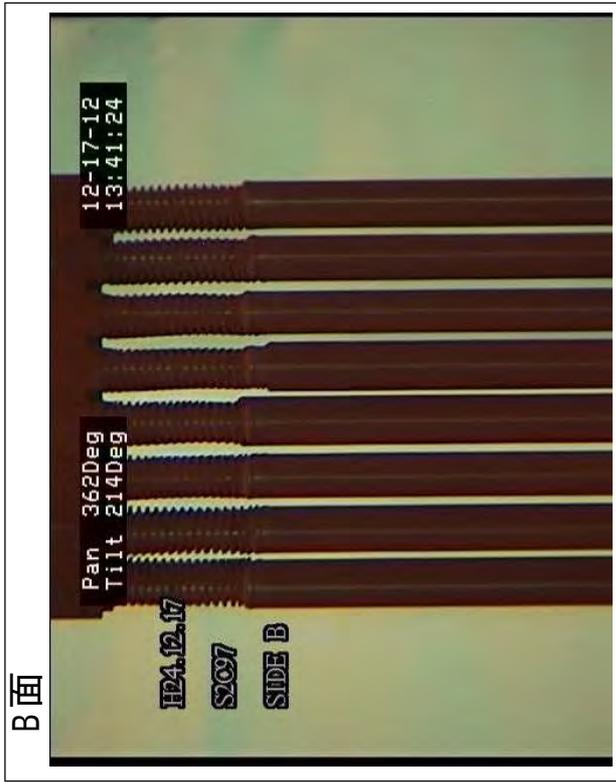
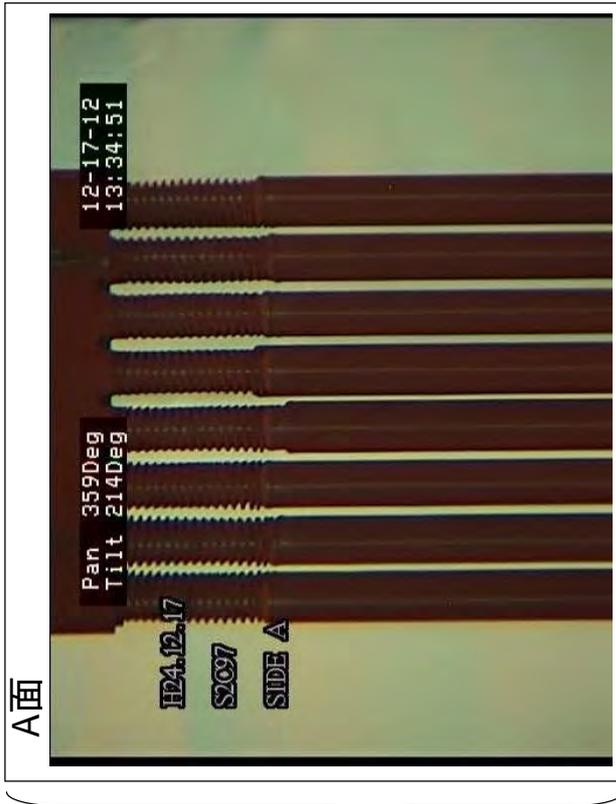
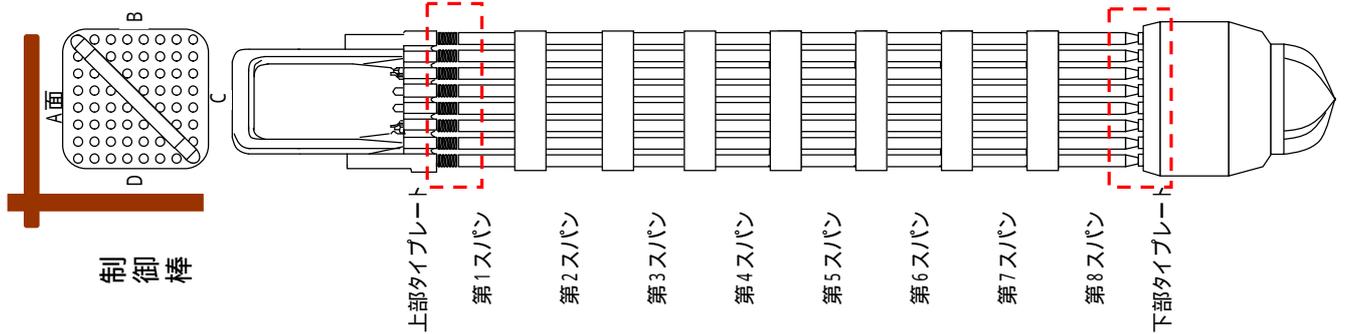
第8スパン

下部タイプレート

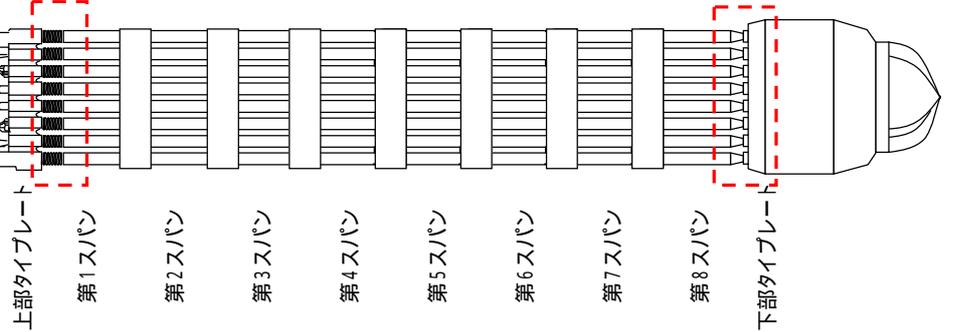
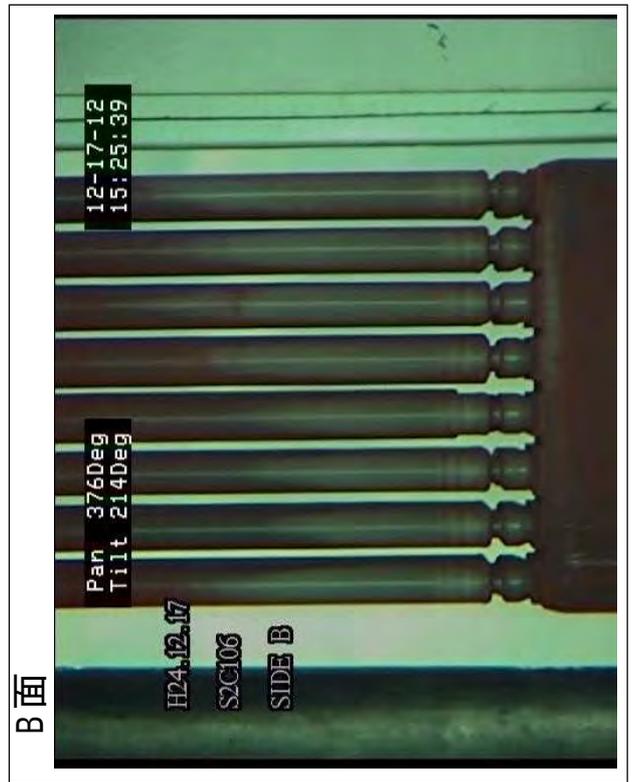
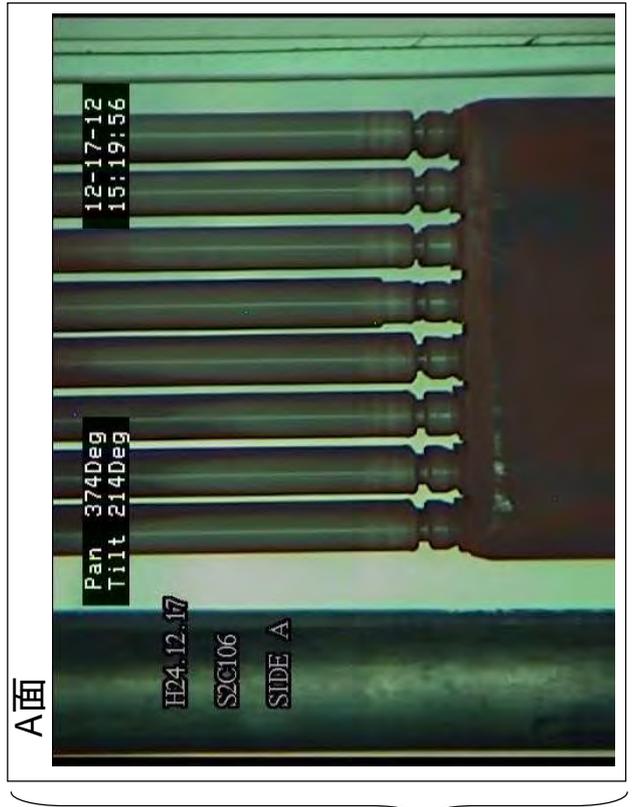
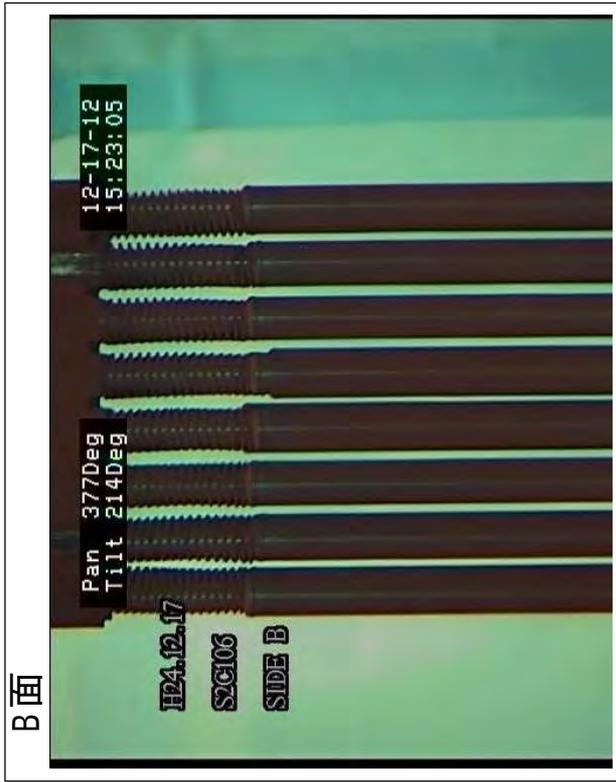
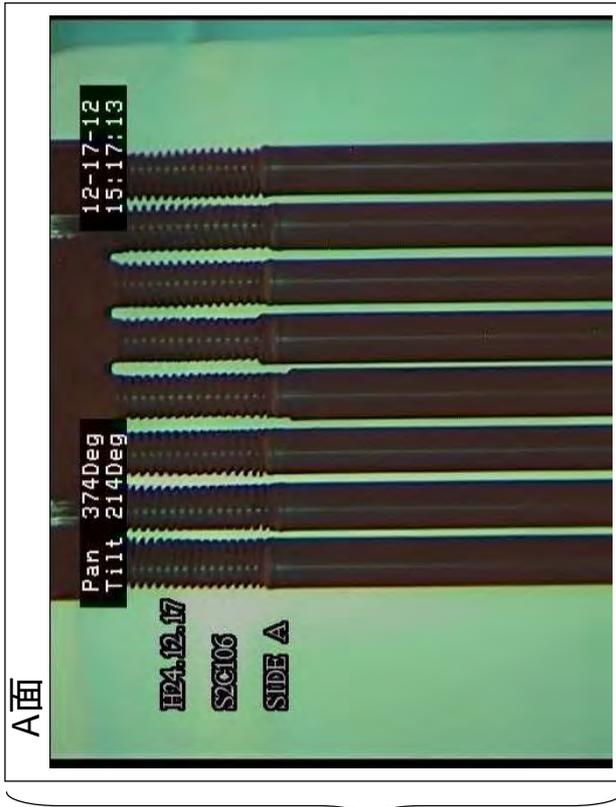
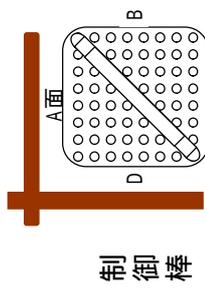
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2X311)



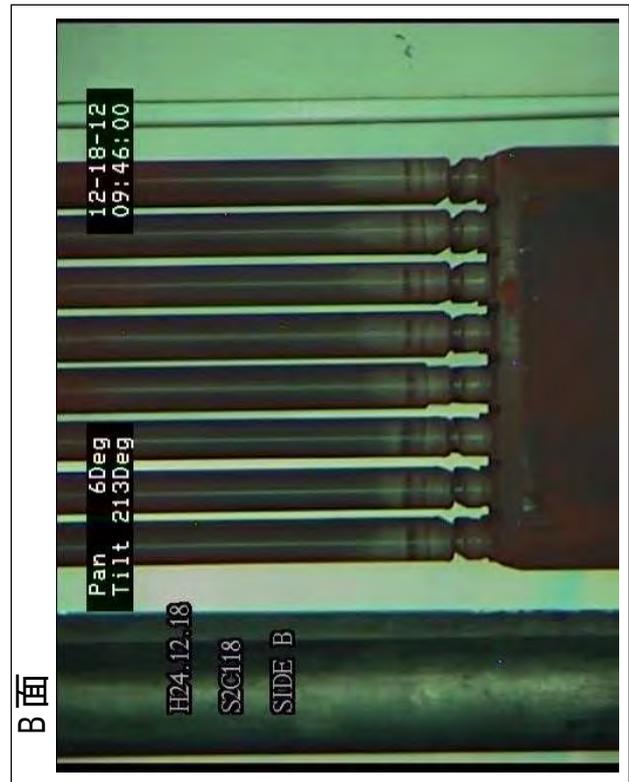
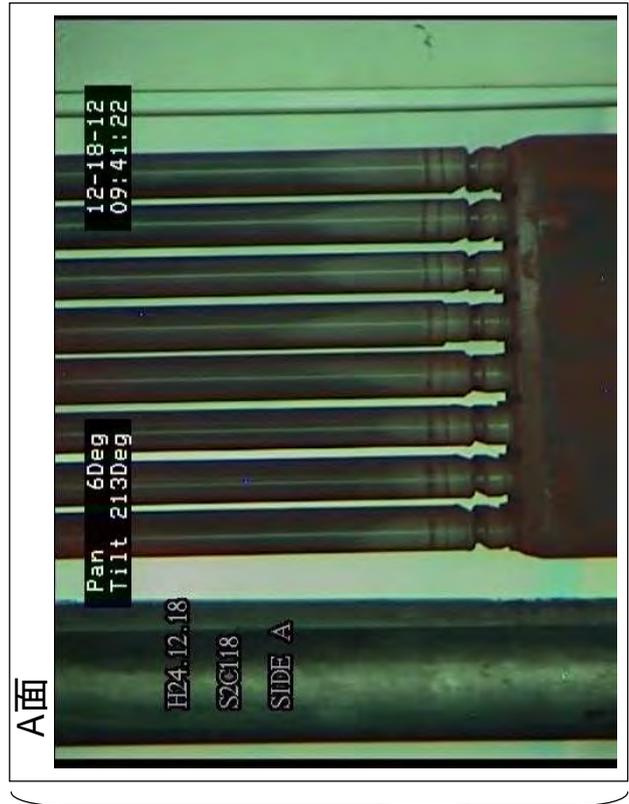
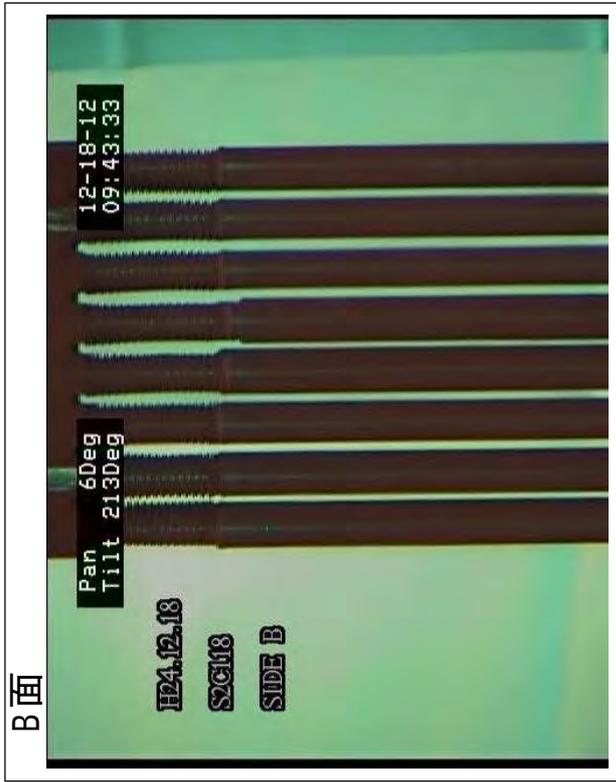
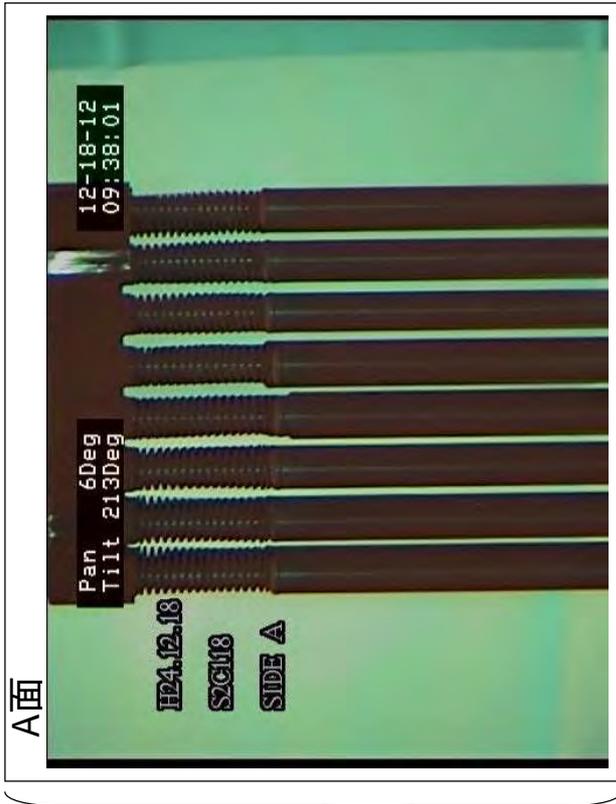
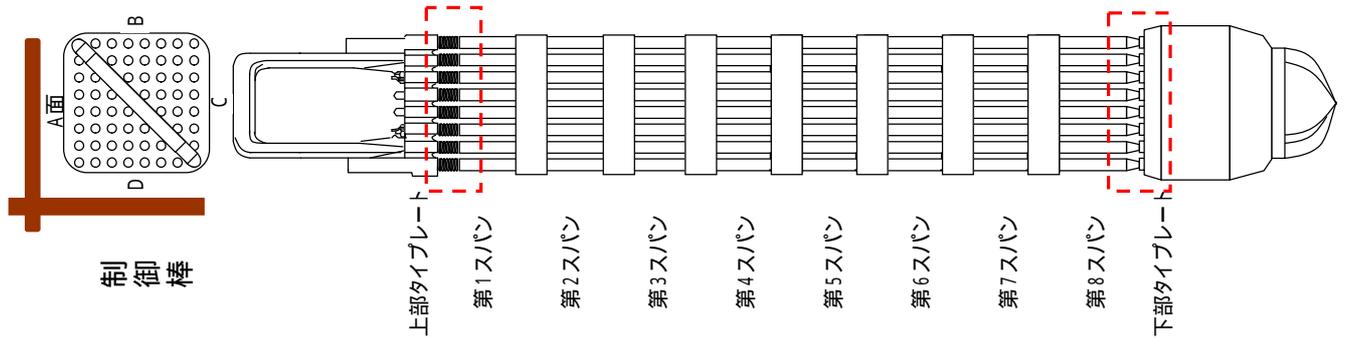
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2C97)



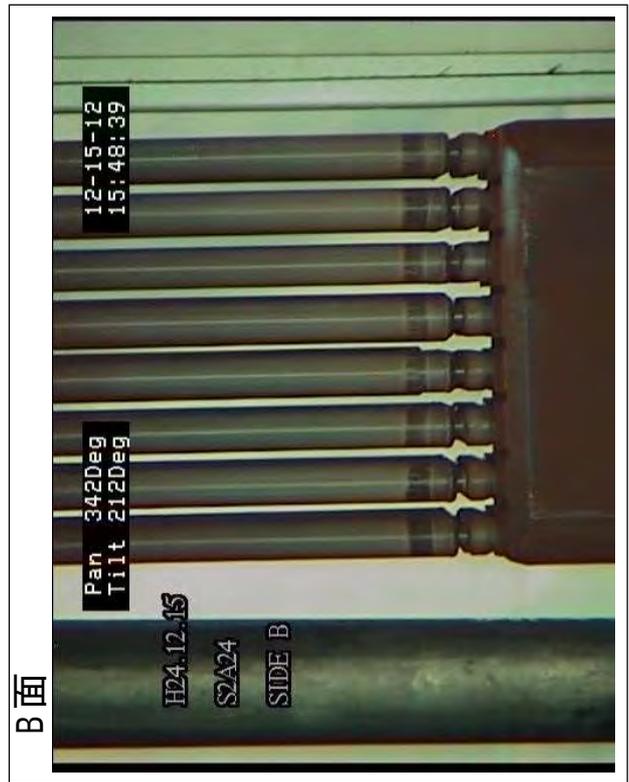
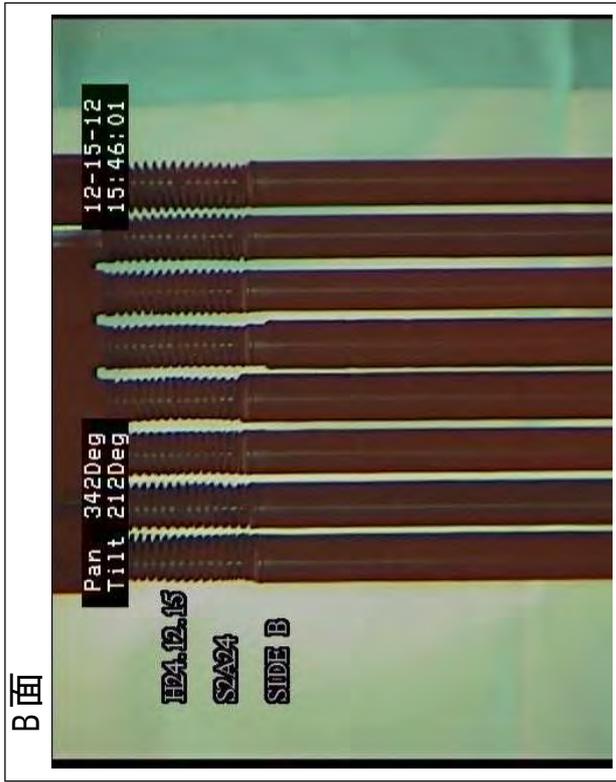
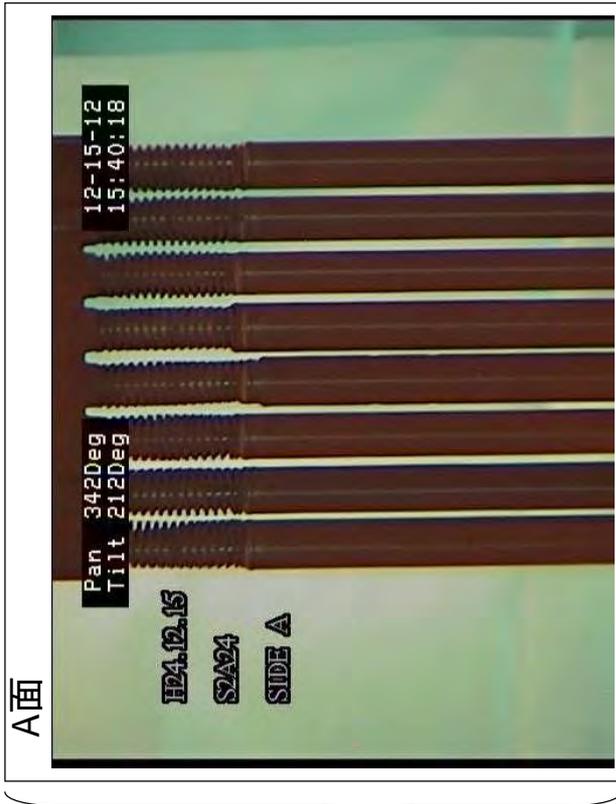
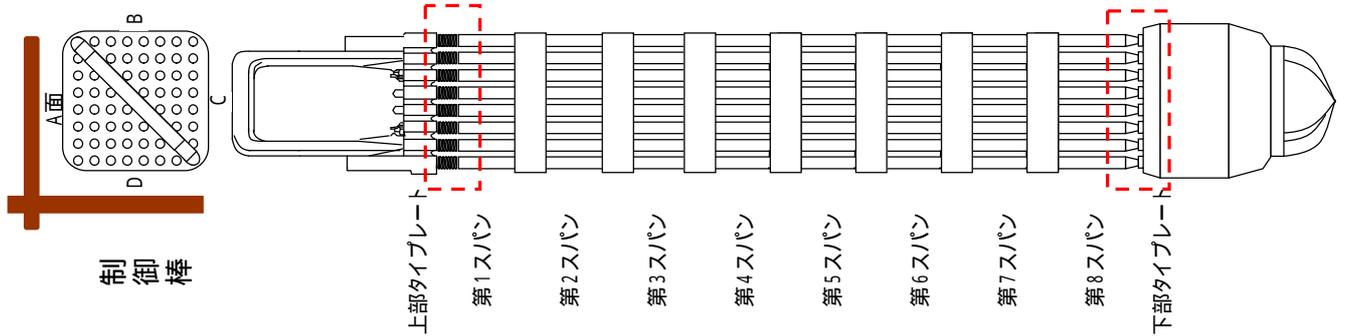
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2C106)



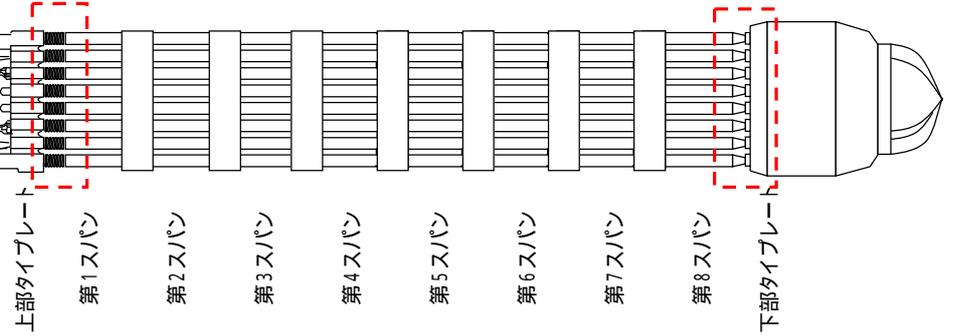
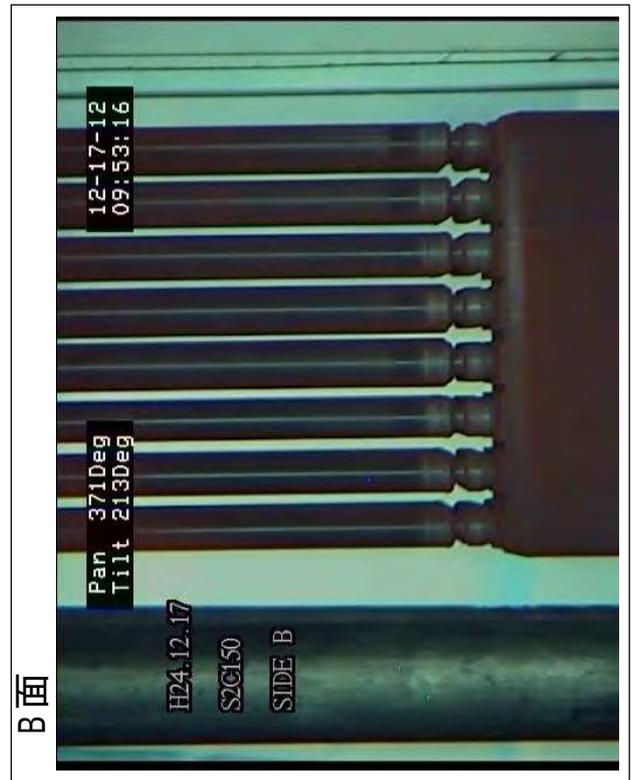
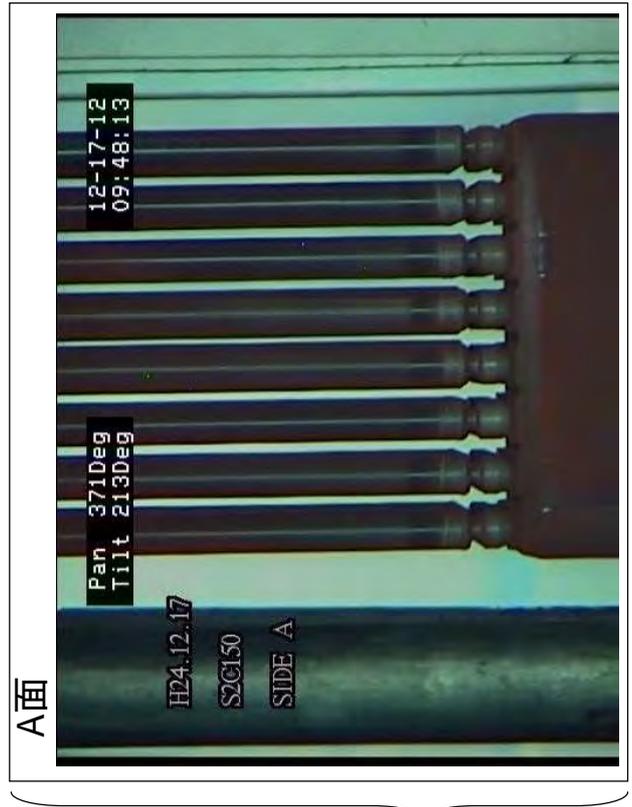
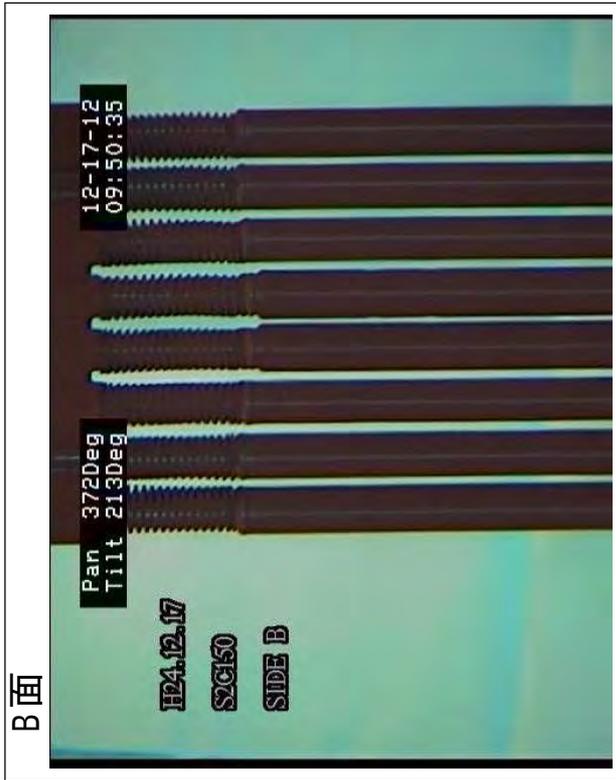
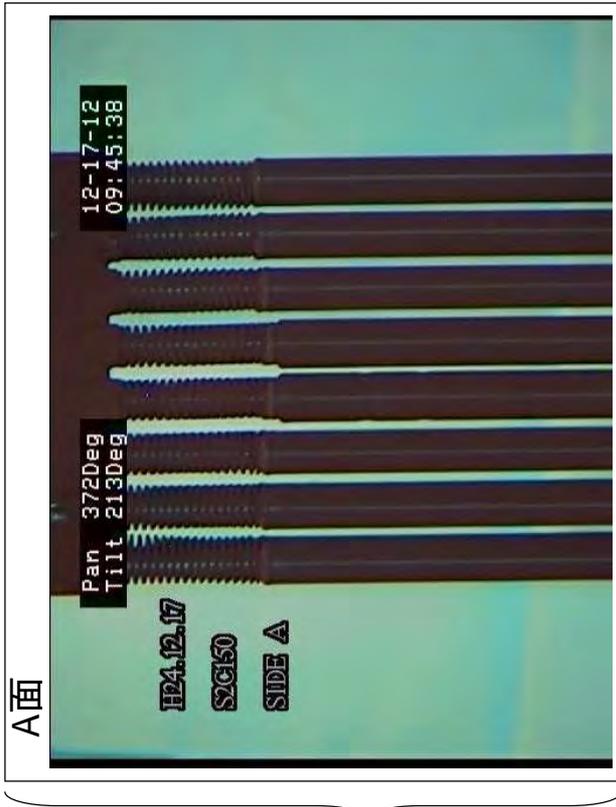
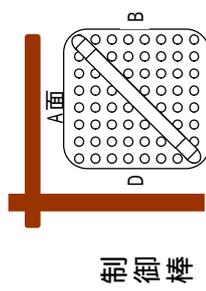
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外觀点検結果 (S2C118)



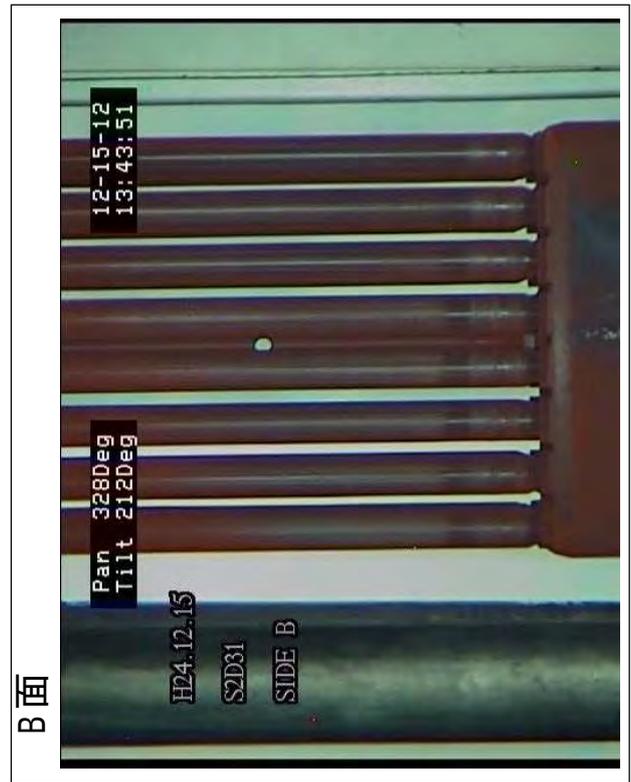
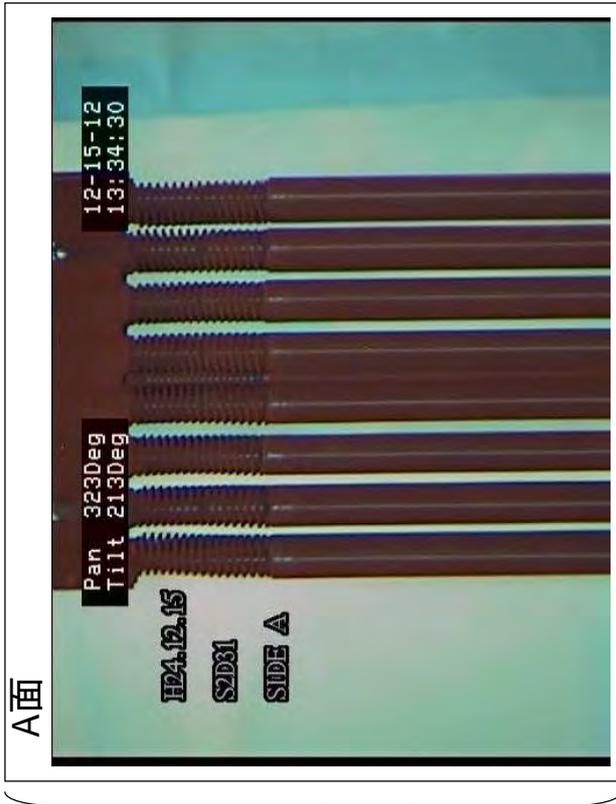
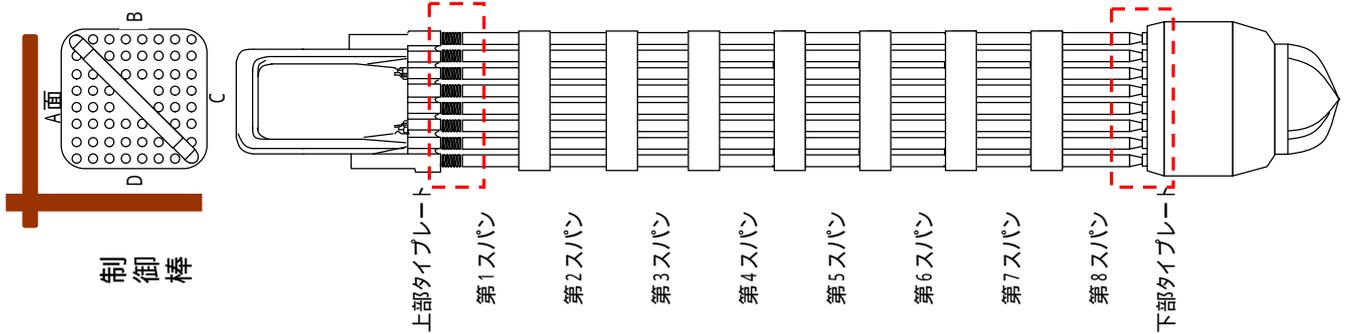
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2A24)



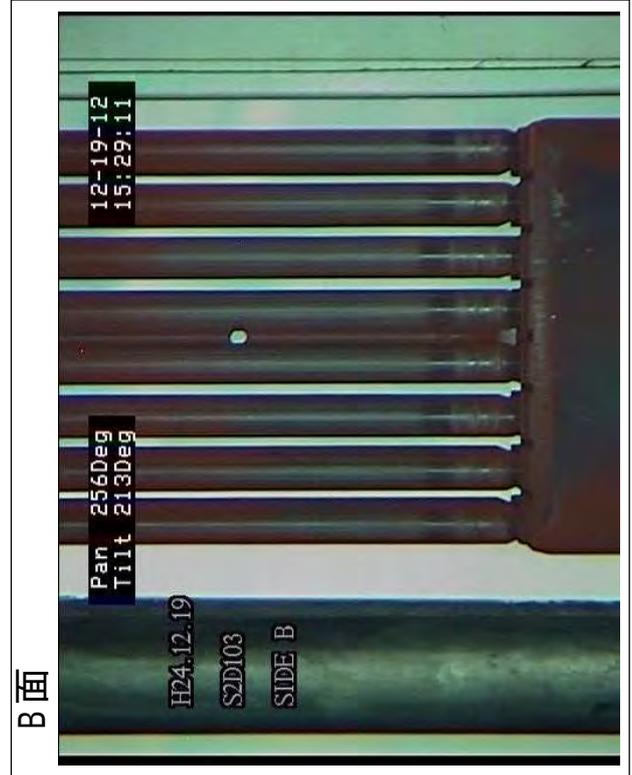
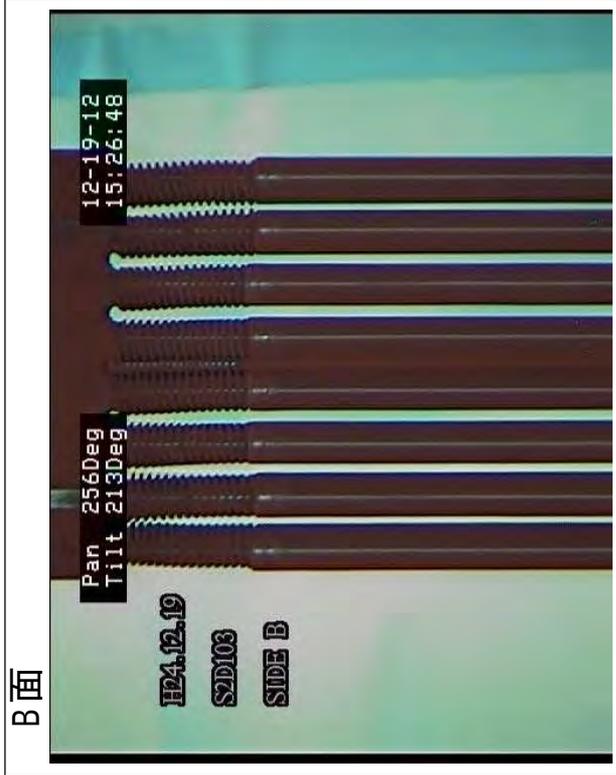
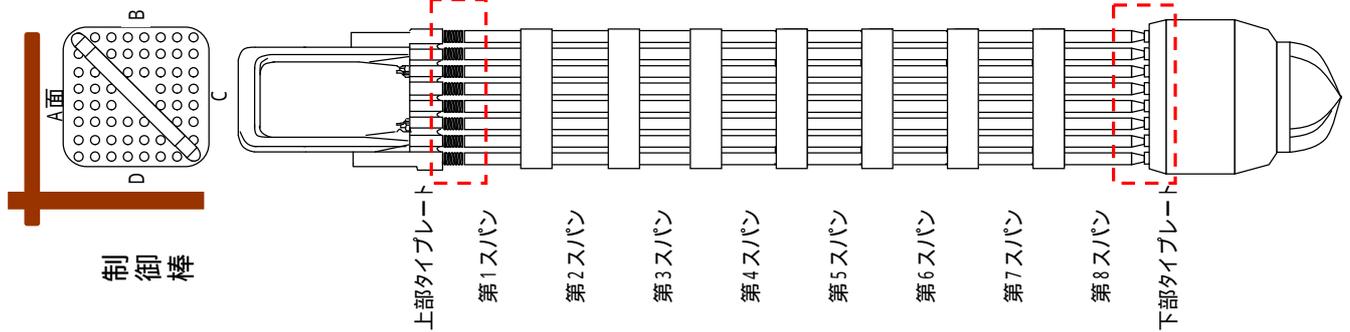
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外觀点検結果 (S2C150)



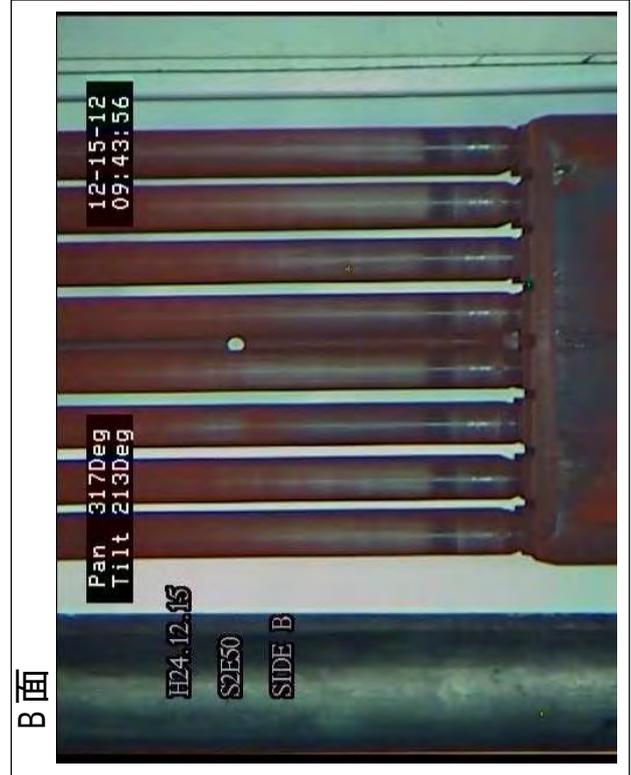
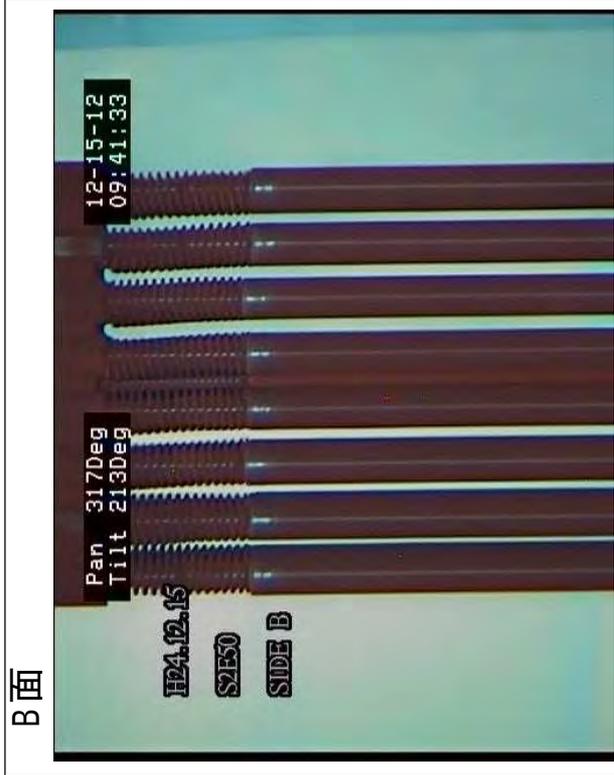
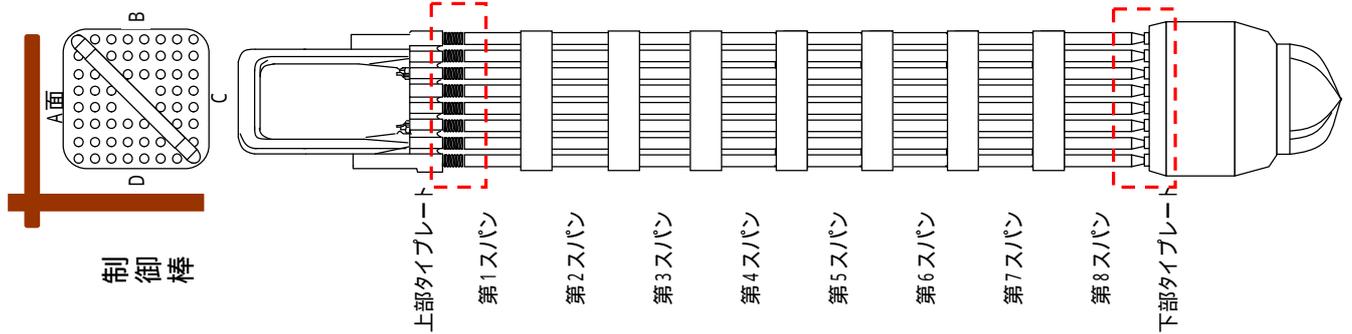
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外觀点検結果 (S2D31)



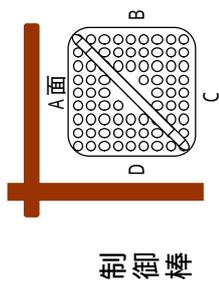
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2D103)



島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2E50)

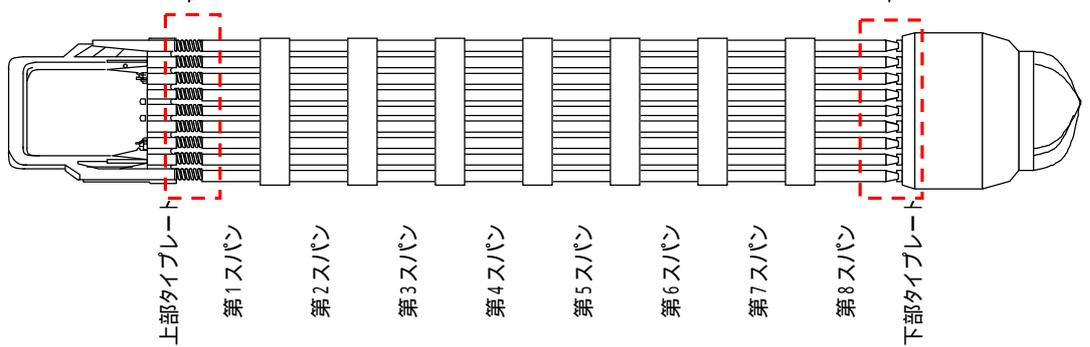
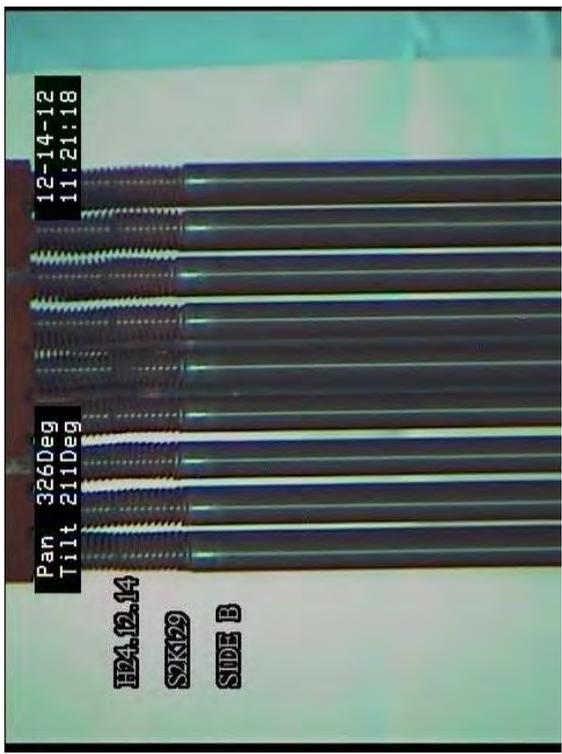
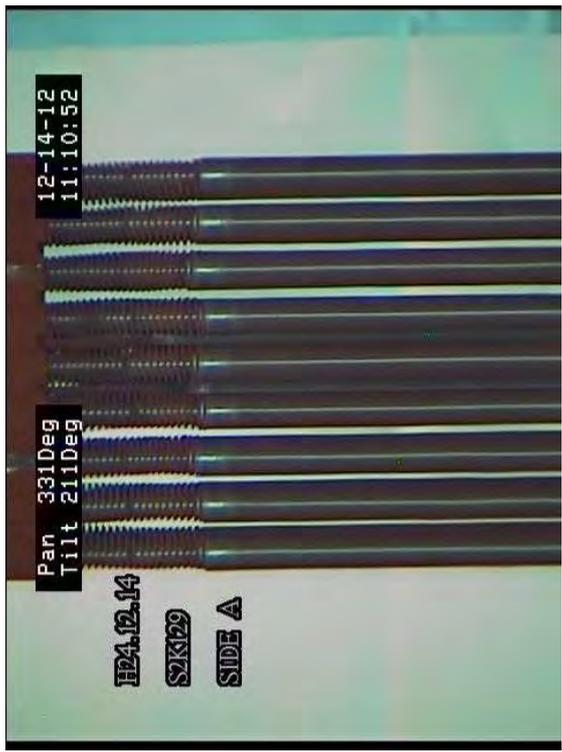


島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2K129)



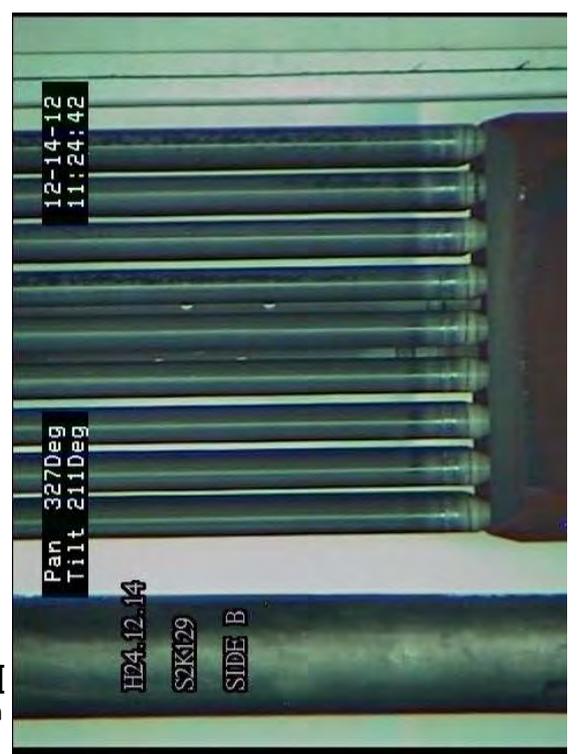
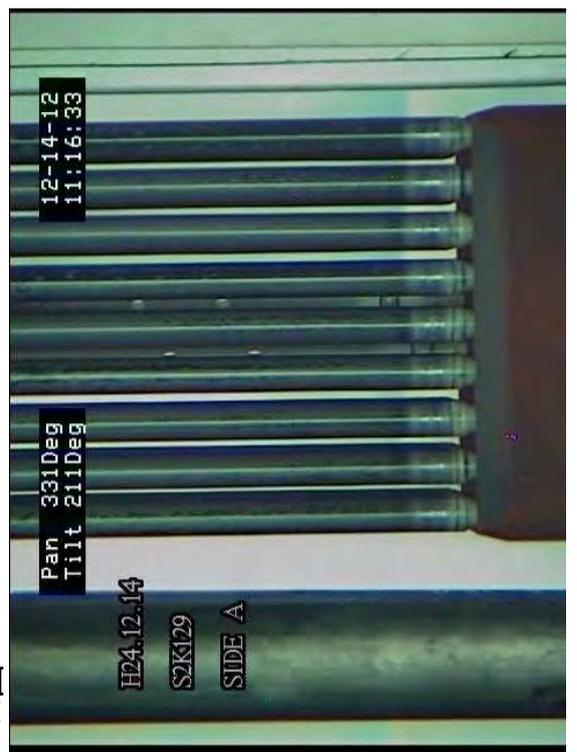
A面

B面

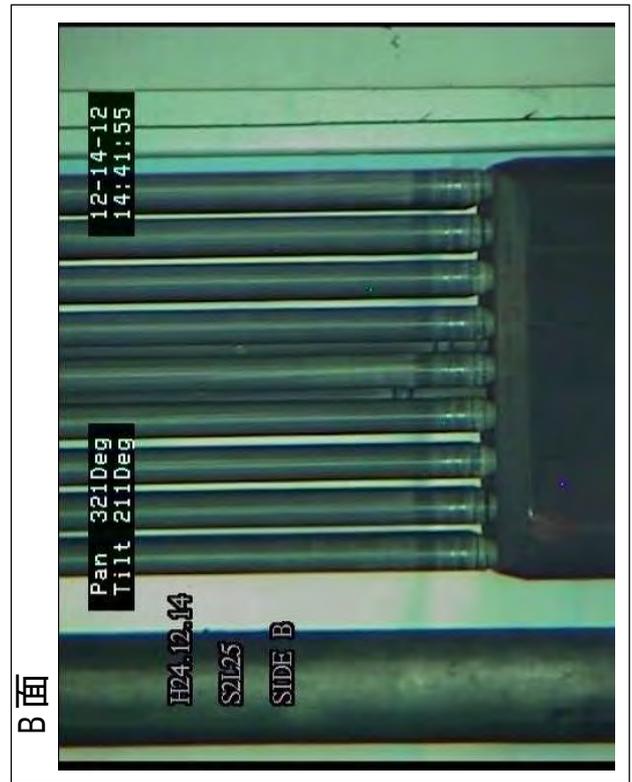
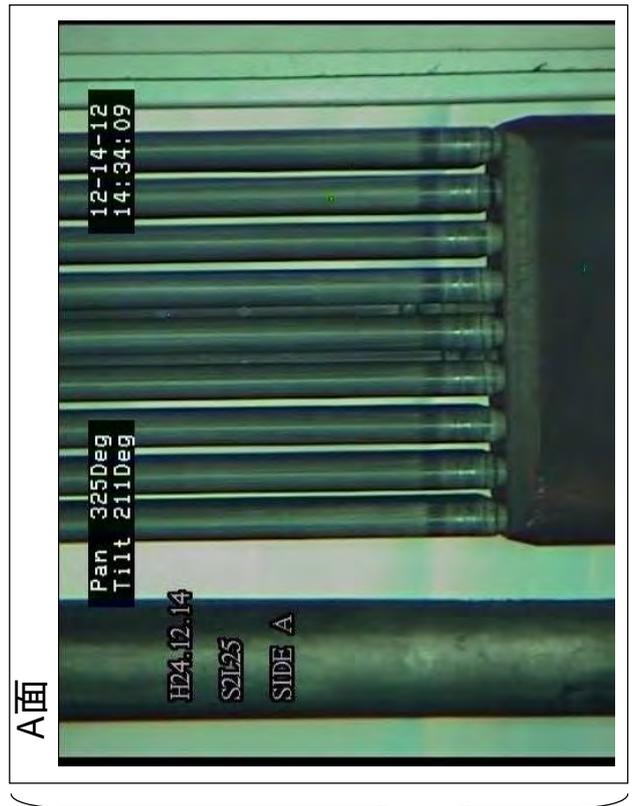
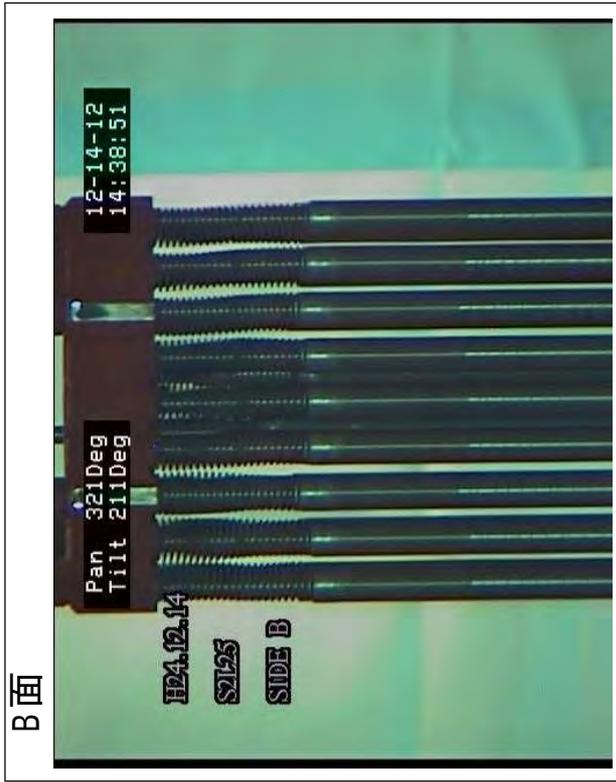
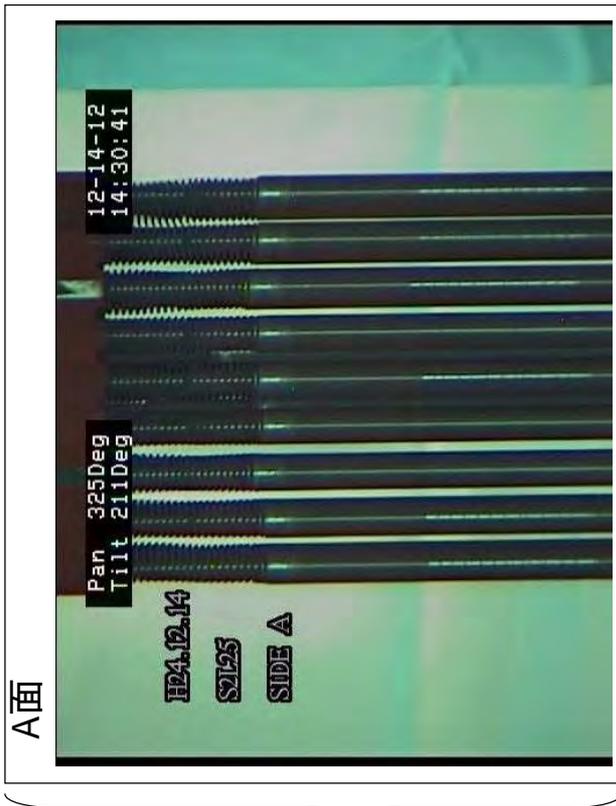
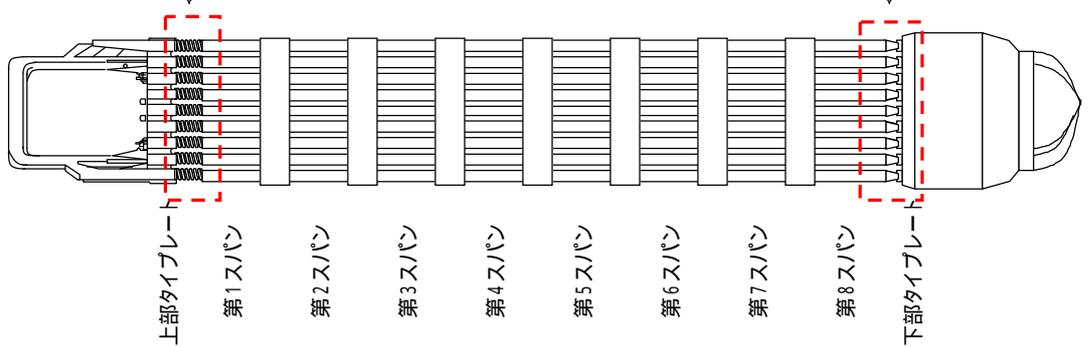
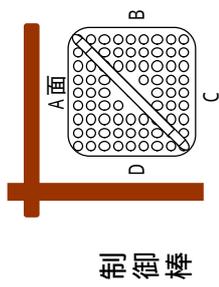


A面

B面



島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2L25)

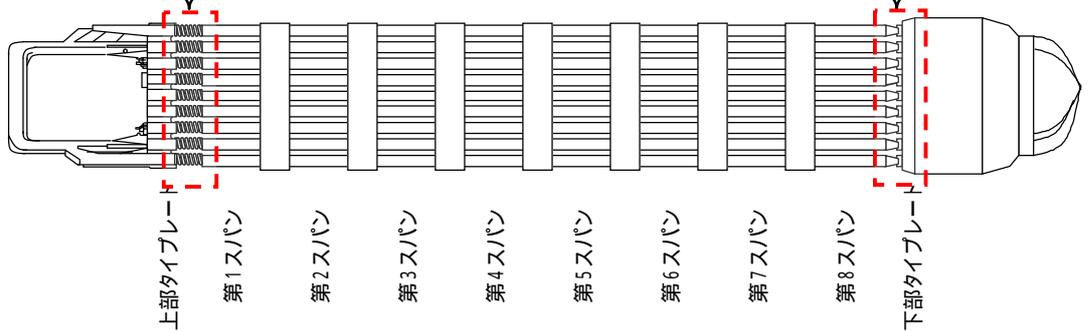
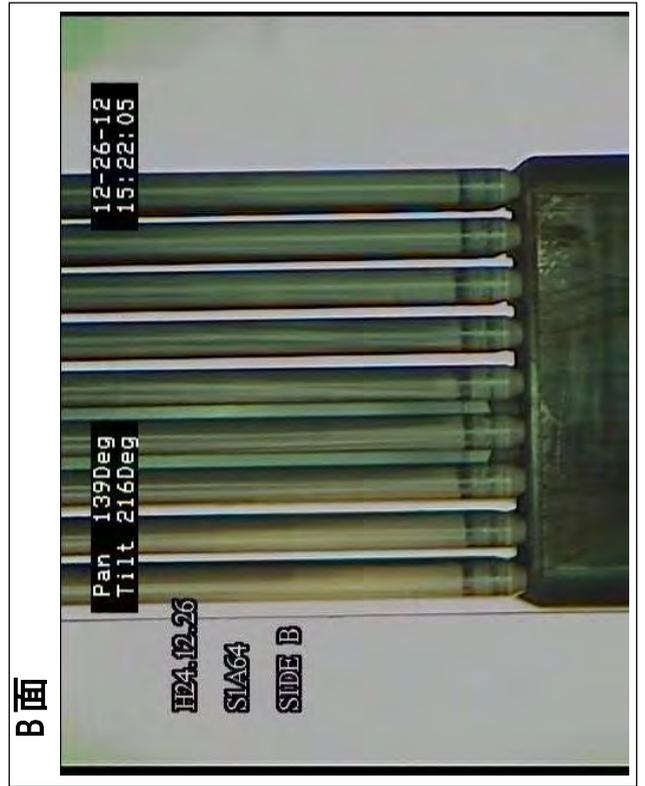
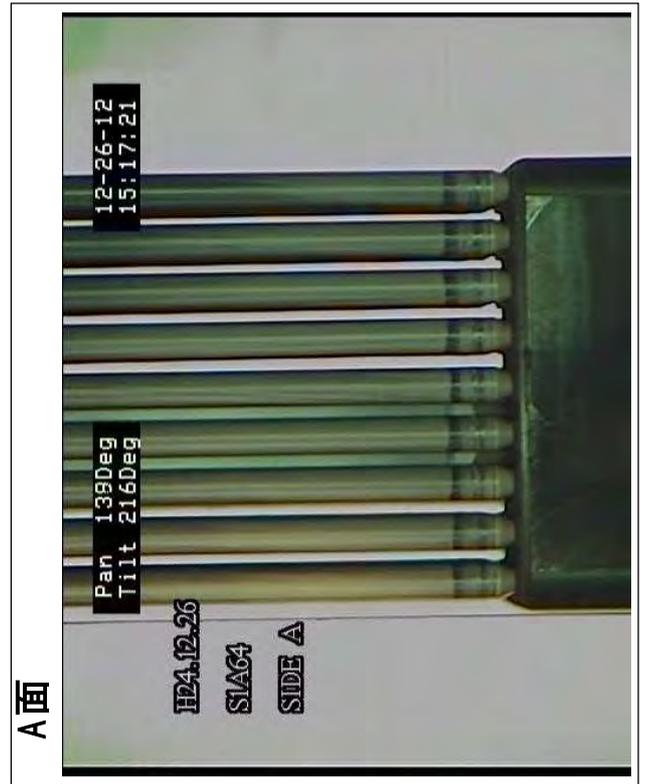
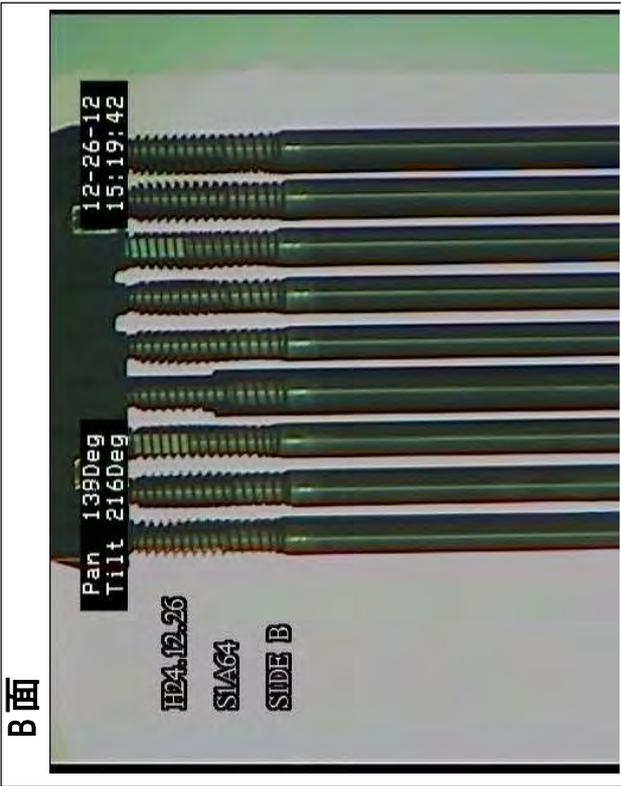
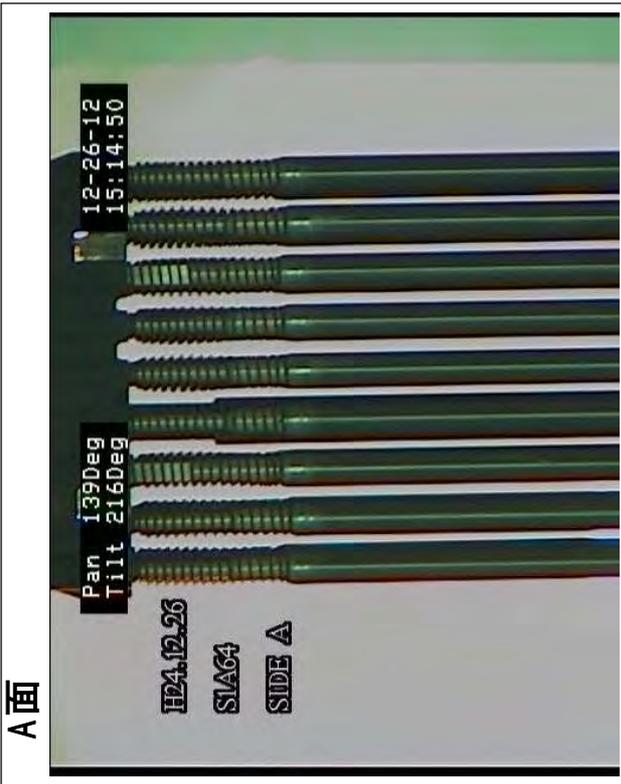
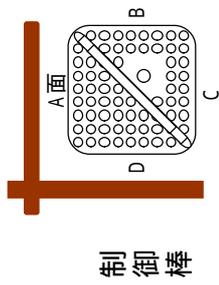


島根原子力発電所1号機 燃料集合体外観点検結果(次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体)

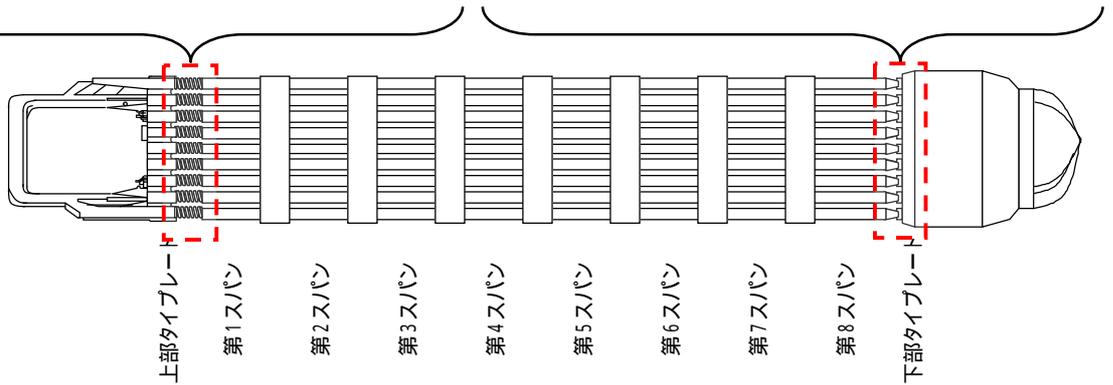
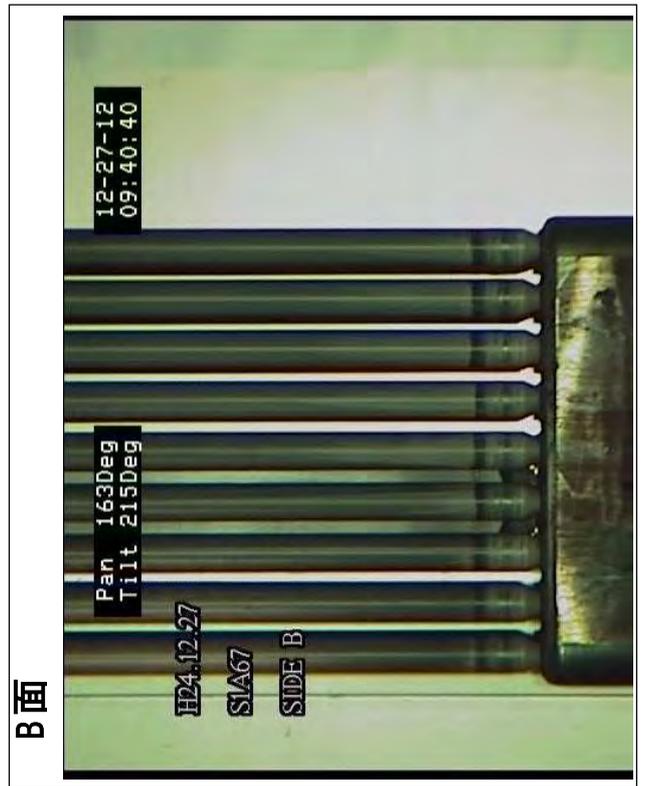
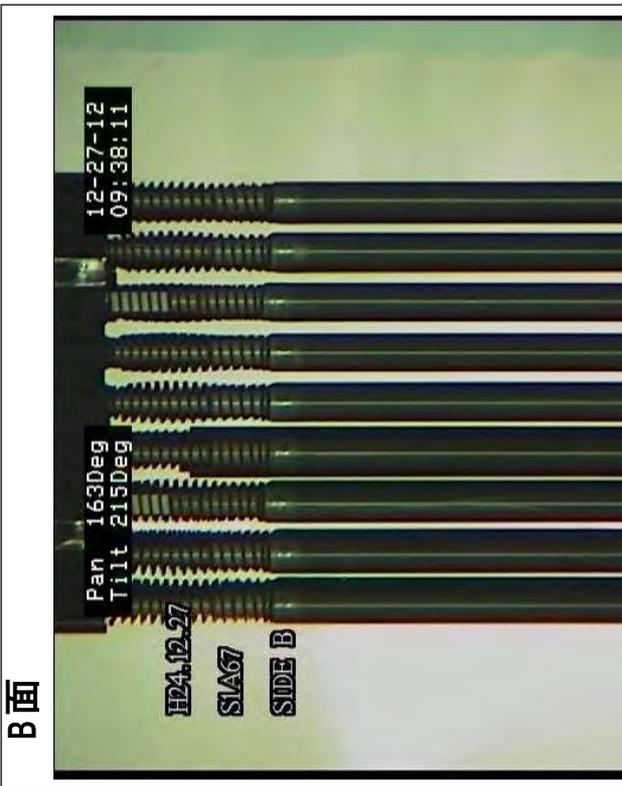
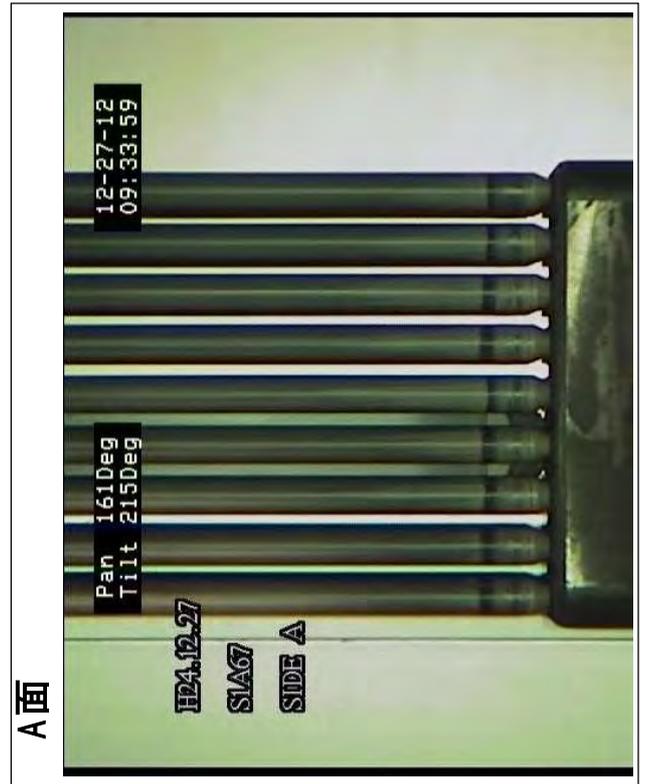
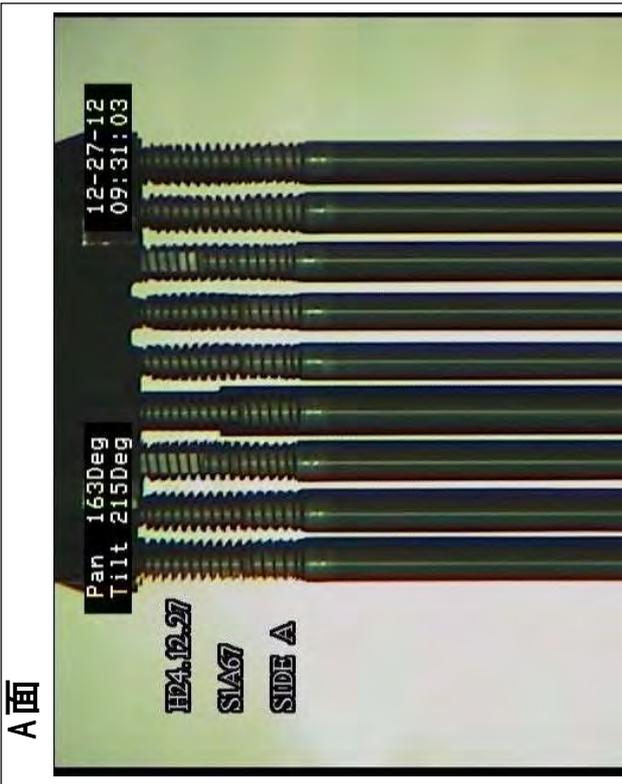
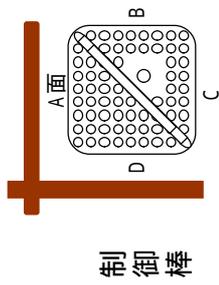
No.	燃料番号	点検結果	製造メーカー	燃料タイプ	C / B脱着時期	作業企業	C / B脱着理由	備 考
1	S1A 64	異常なし	NFI	9 × 9	H23年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 1
2	S1A 67	異常なし	NFI	9 × 9	H23年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 2
3	S1C 8	異常なし	GNF - J	9 × 9	H23年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 3
4	S1C 19	異常なし	GNF - J	9 × 9	H23年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 4
5	S1C 53	異常なし	GNF - J	9 × 9	H18年, H21年	GNF - J	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 5
6	S1C 56	異常なし	GNF - J	9 × 9	H18年, H21年	GNF - J	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 6
7	S1D 77	異常なし	NFI	9 × 9	H20年, H23年	NFI	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 7
8	S1D 79	異常なし	NFI	9 × 9	H20年	NFI	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 7 - 8

用語	C / B	チャンネルボックス
	9 × 9	9 × 9燃料
	GNF - J	(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
	NFI	原子燃料工業(株)
	日立GE	日立GEニュークリア・エナジー(株)

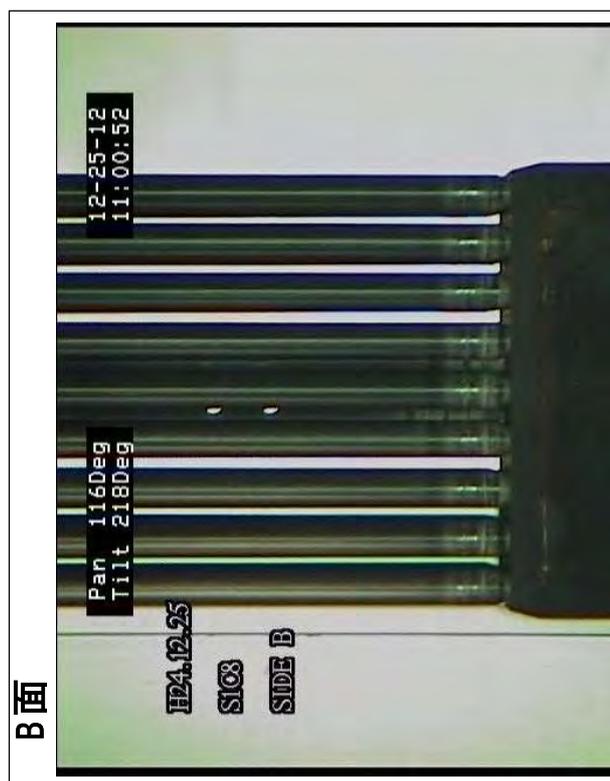
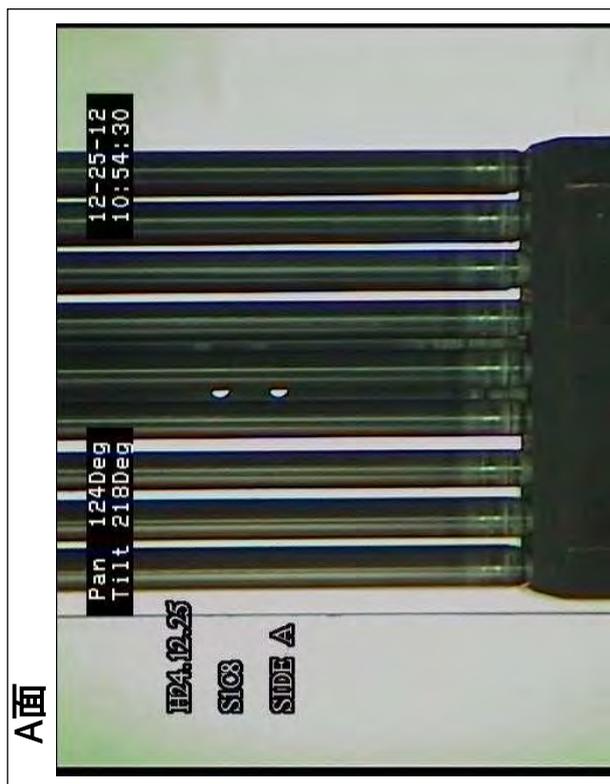
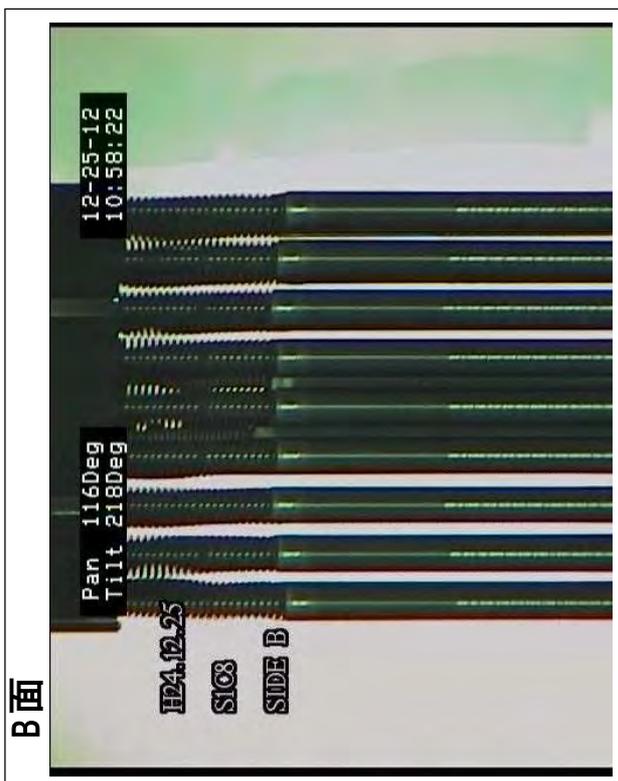
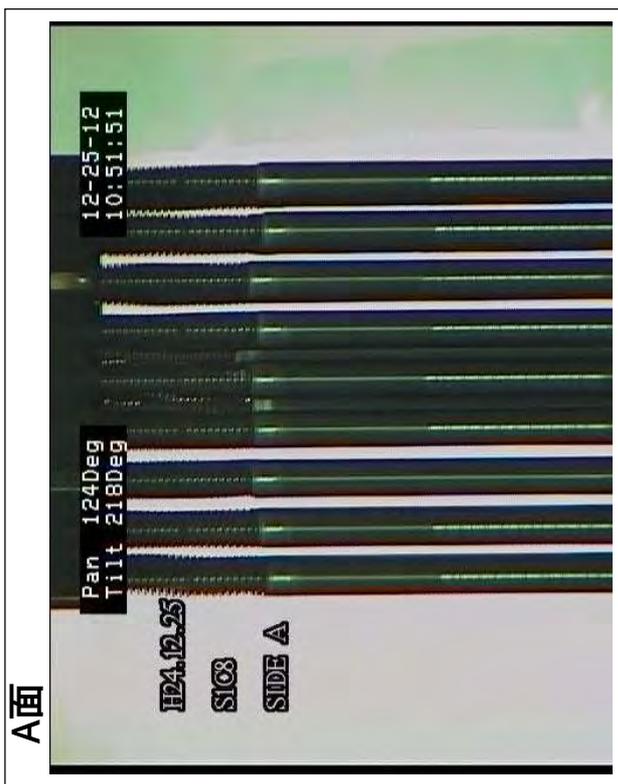
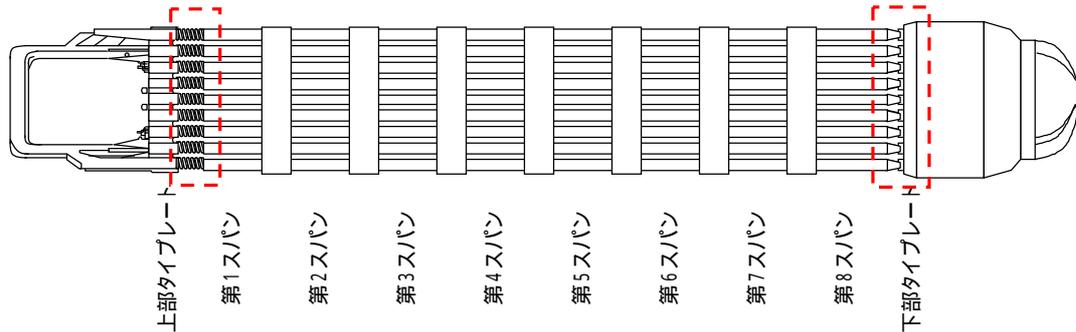
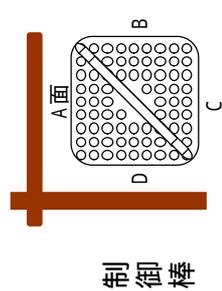
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (S1A64)



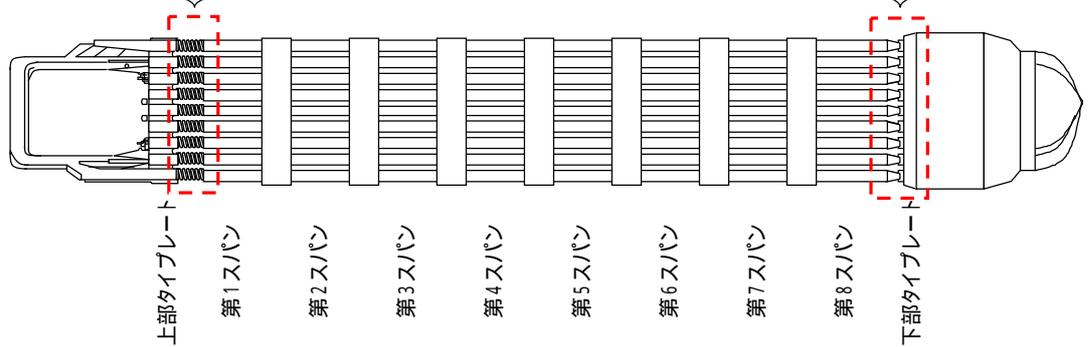
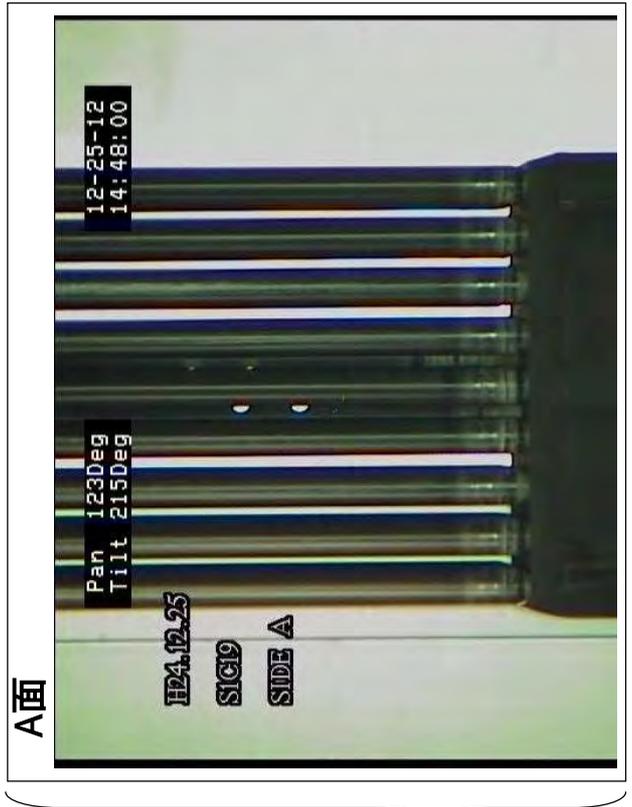
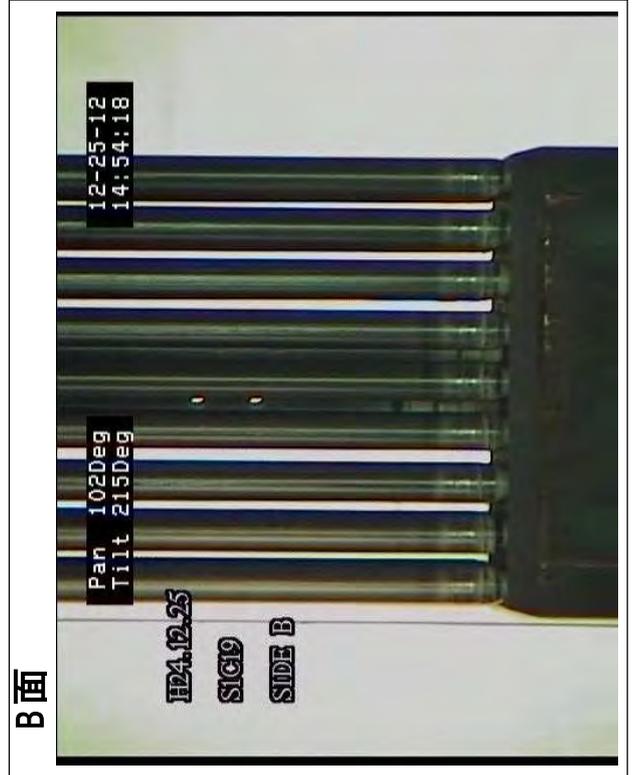
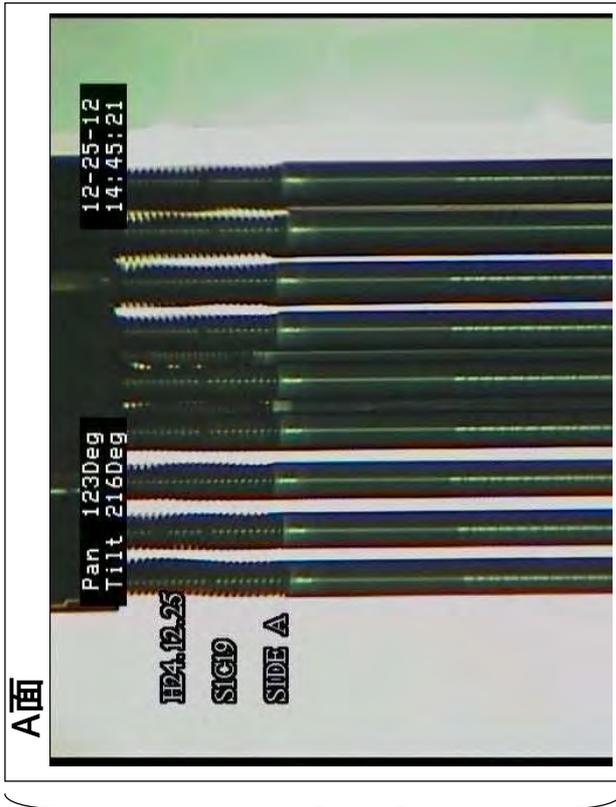
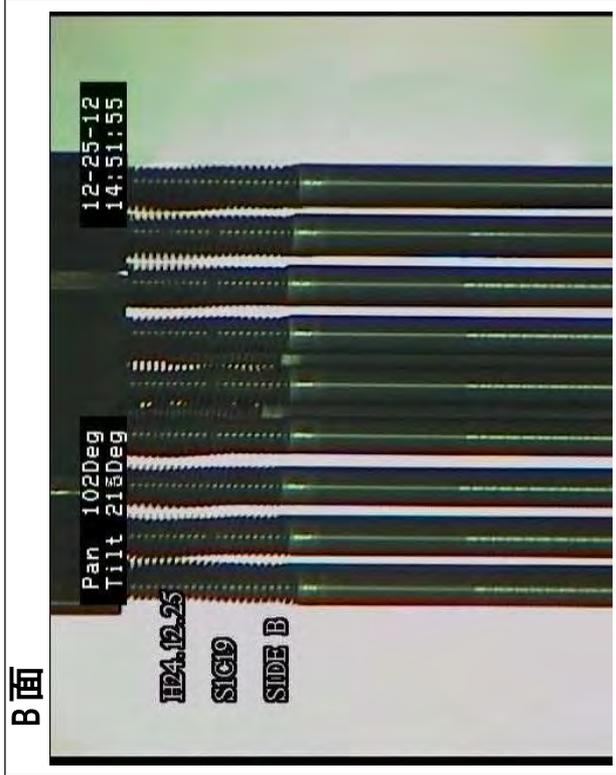
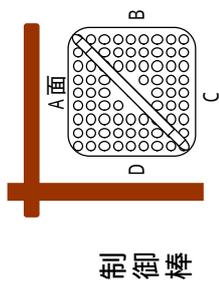
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (S1A67)



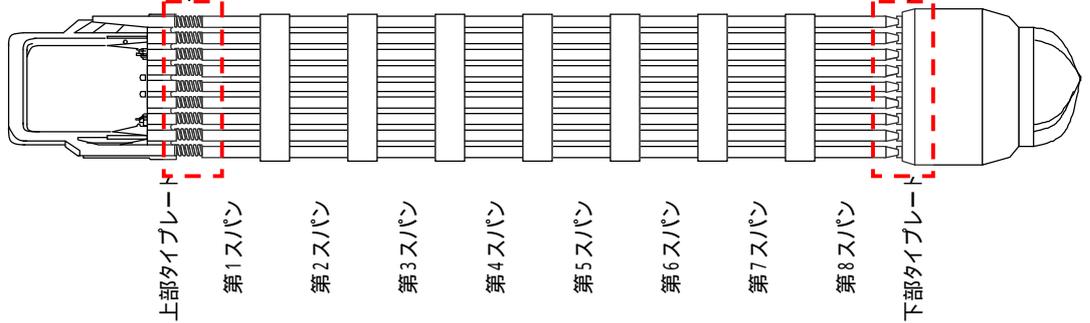
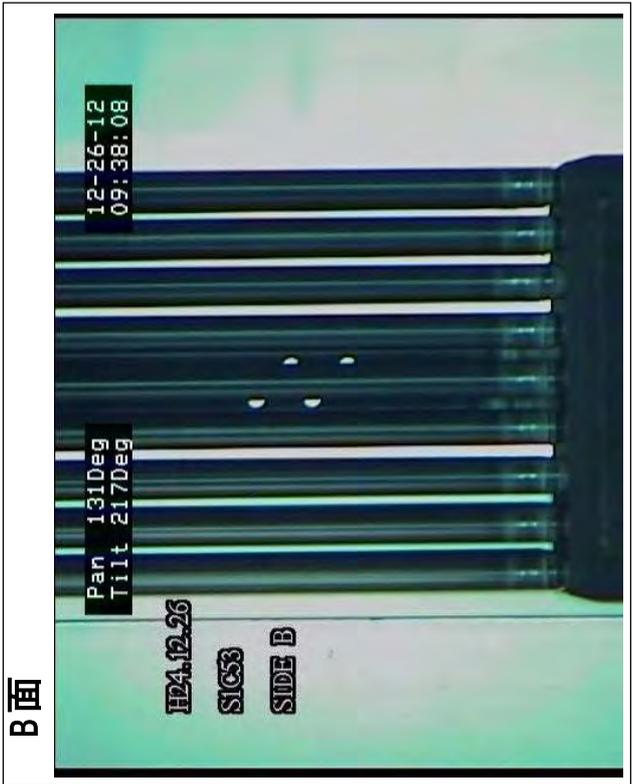
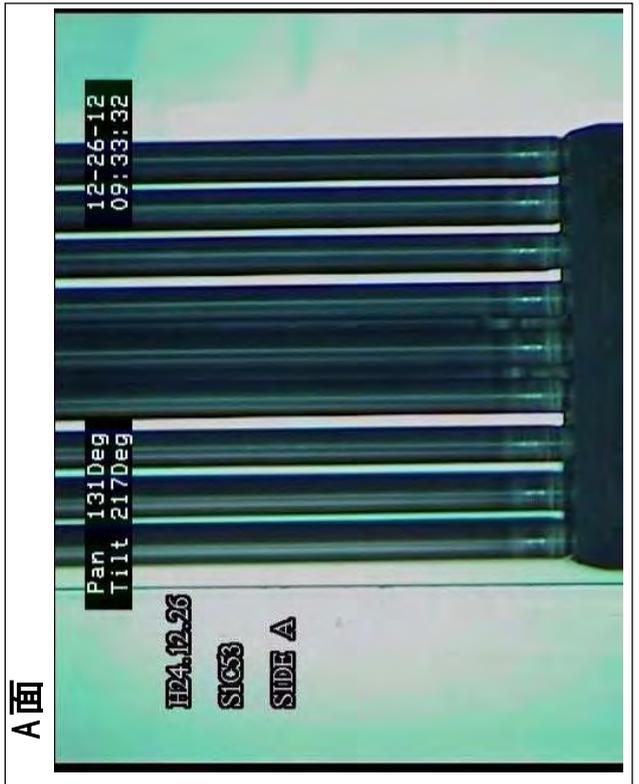
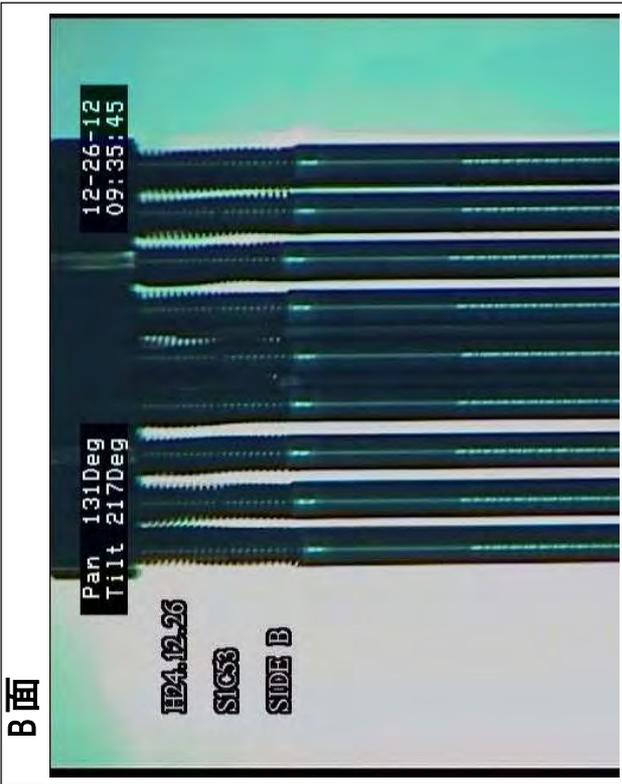
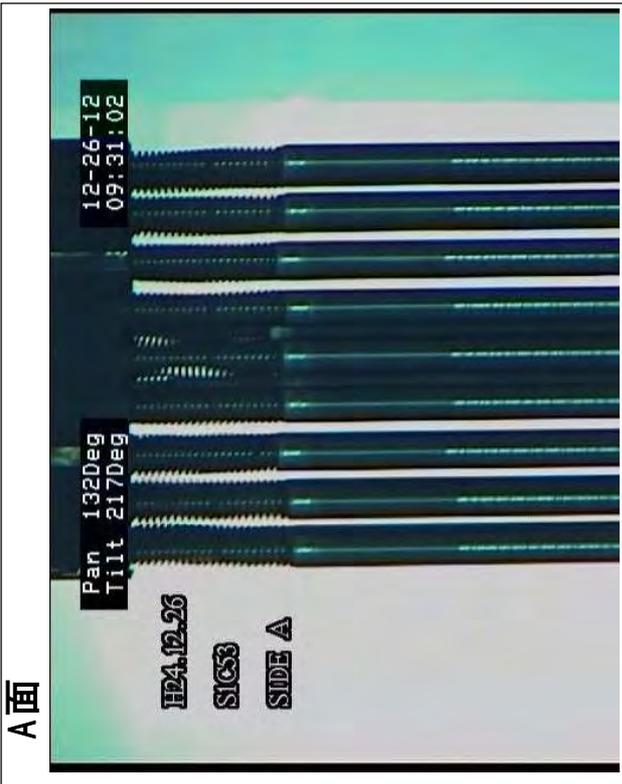
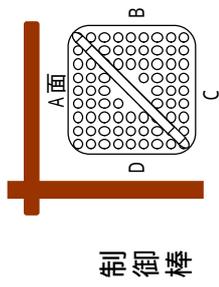
島根原子力発電所1号機 燃料集合体外觀点検結果 (S1C8)



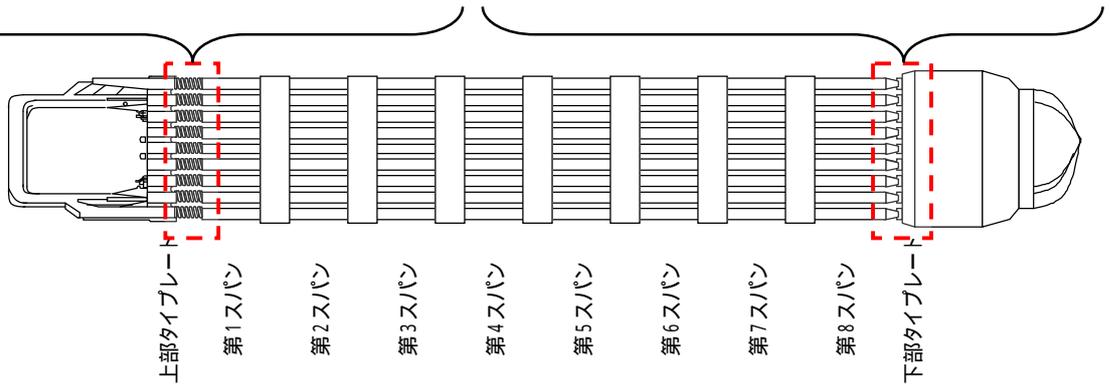
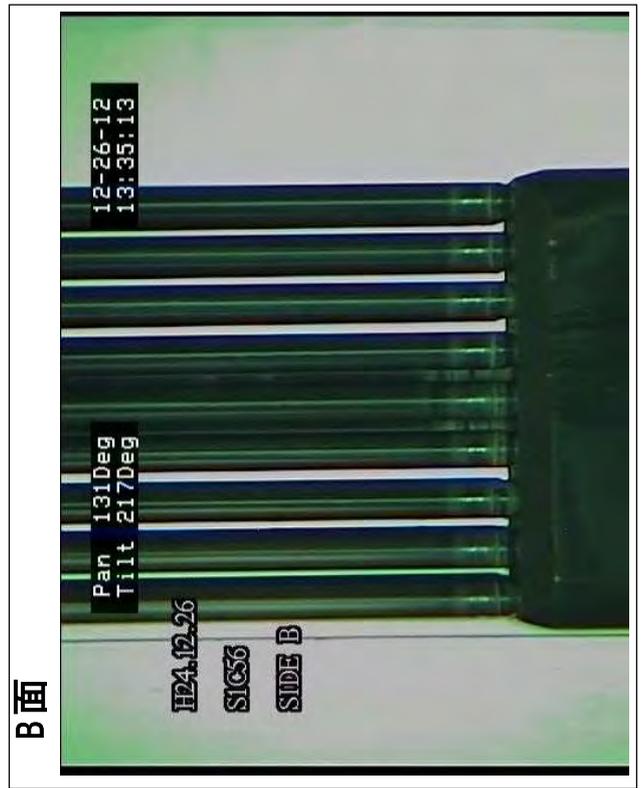
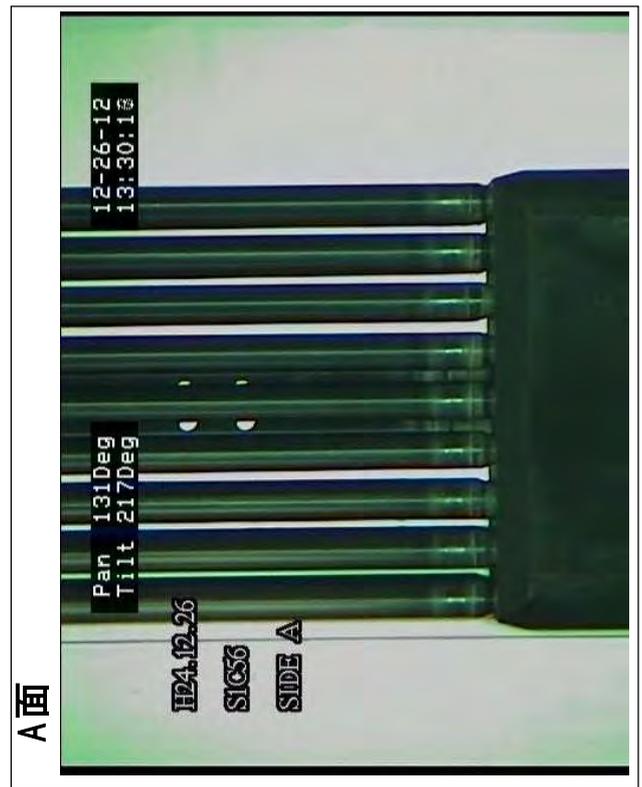
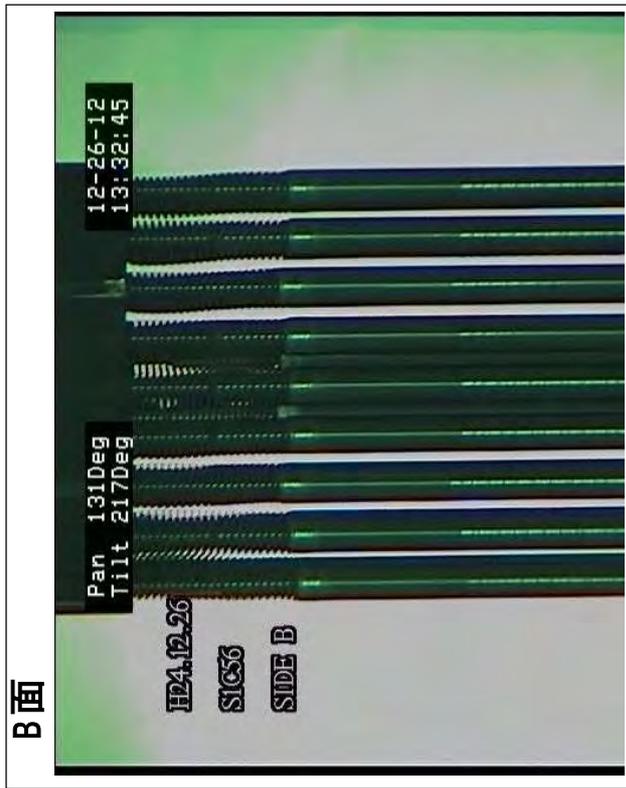
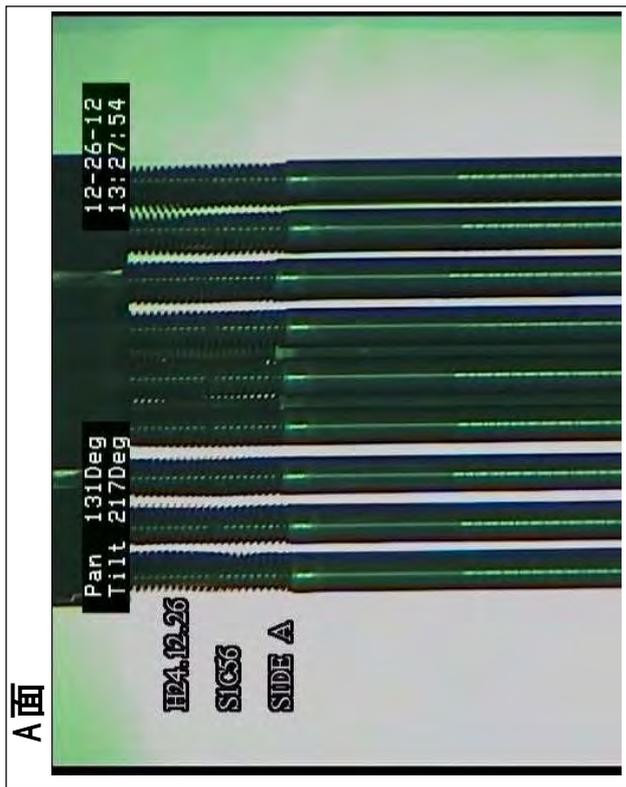
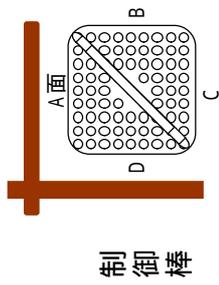
島根原子力発電所1号機 燃料集合体外観点検結果 (S1C19)



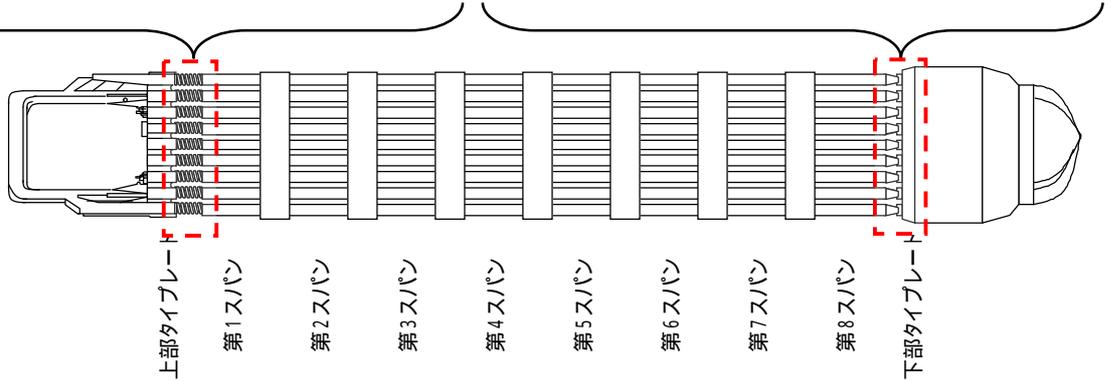
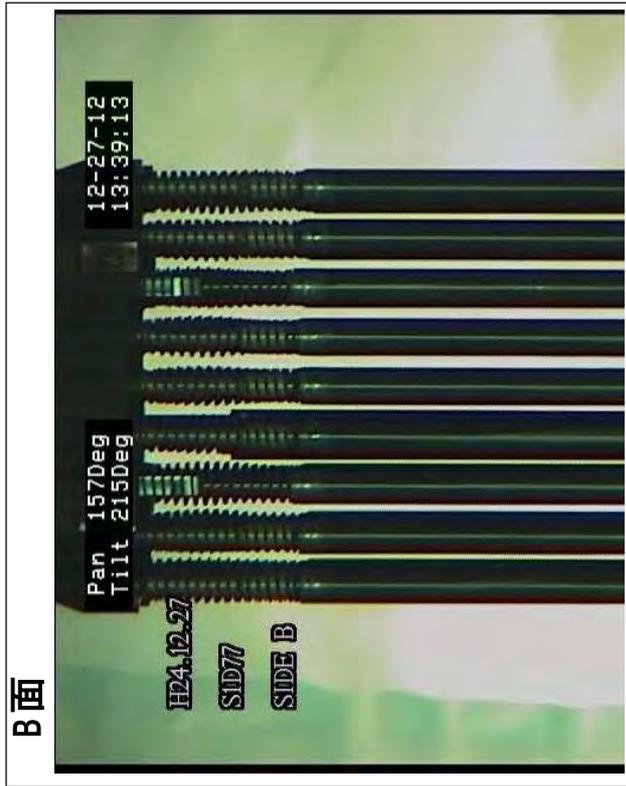
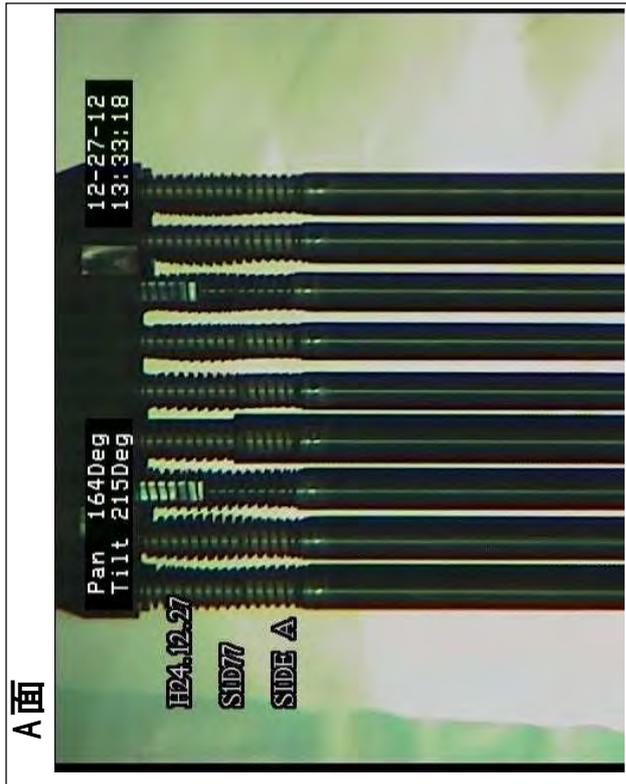
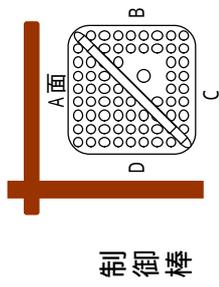
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (S1C53)



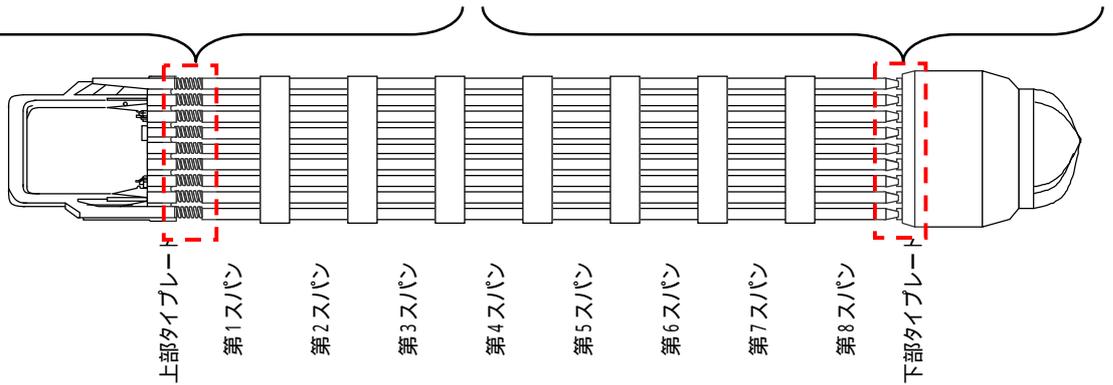
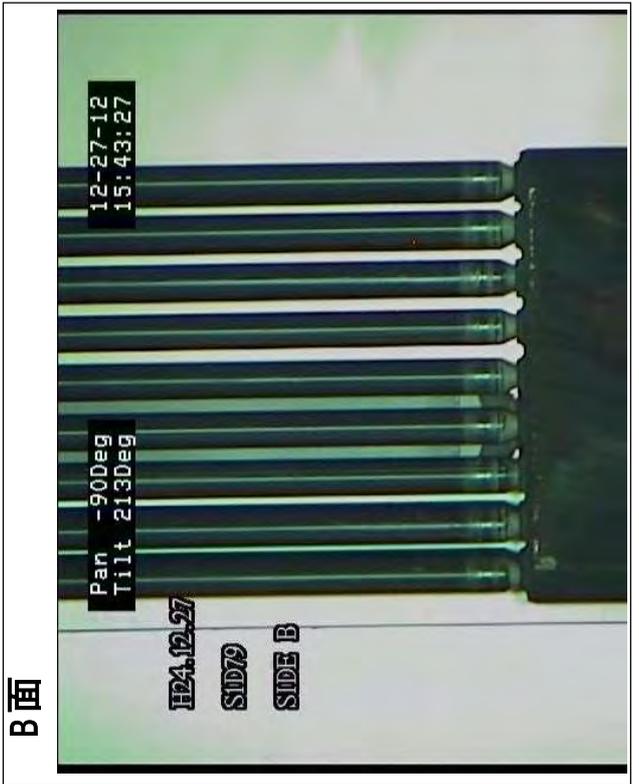
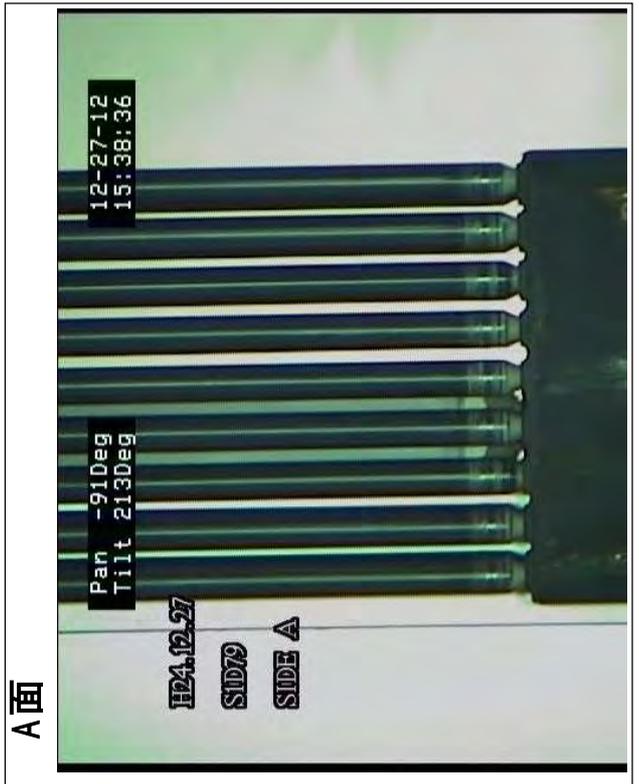
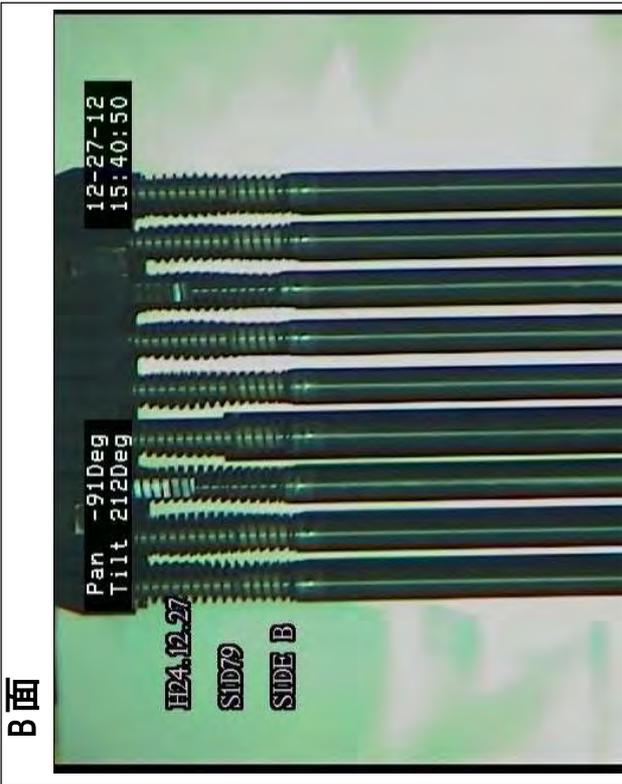
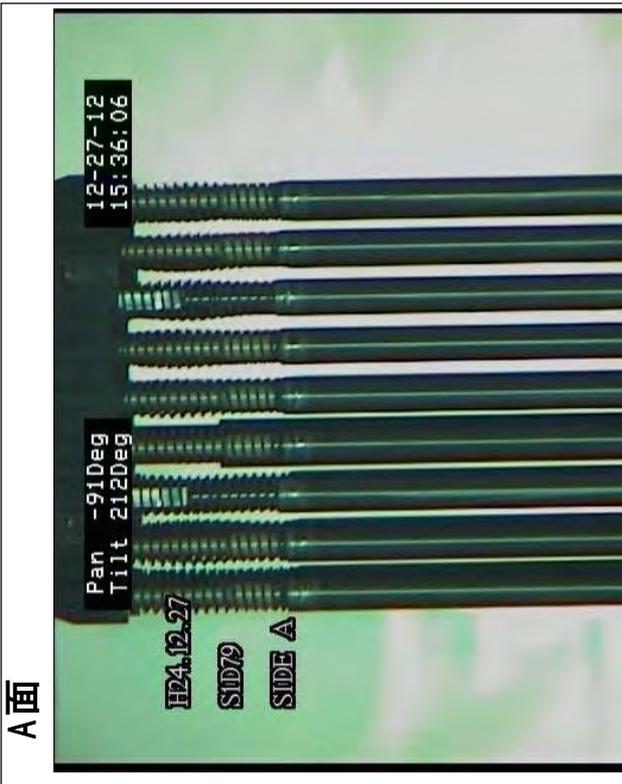
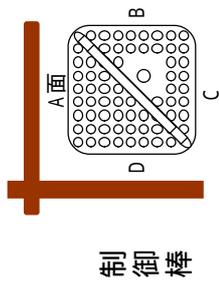
島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (S1C56)



島根原子力発電所1号機 燃料集合体(S1D77)



島根原子力発電所1号機 燃料集合体 (S1D79)

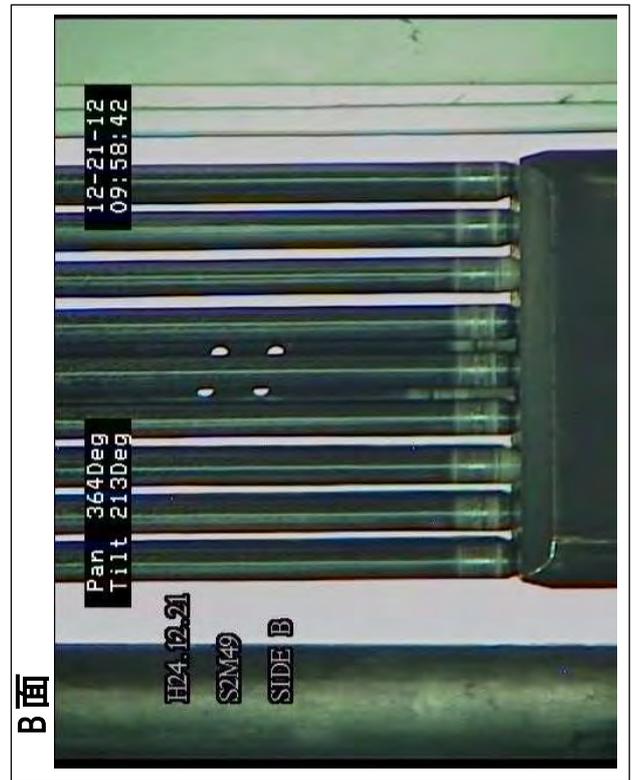
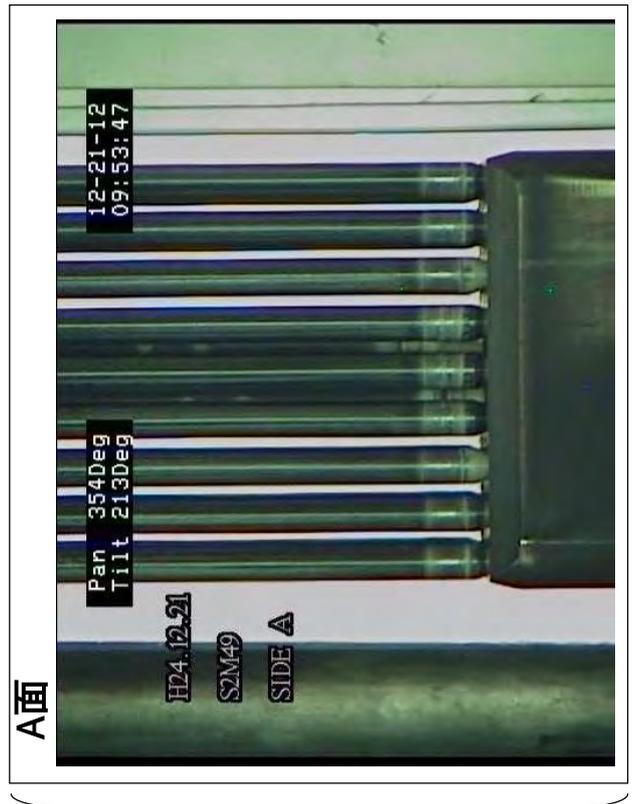
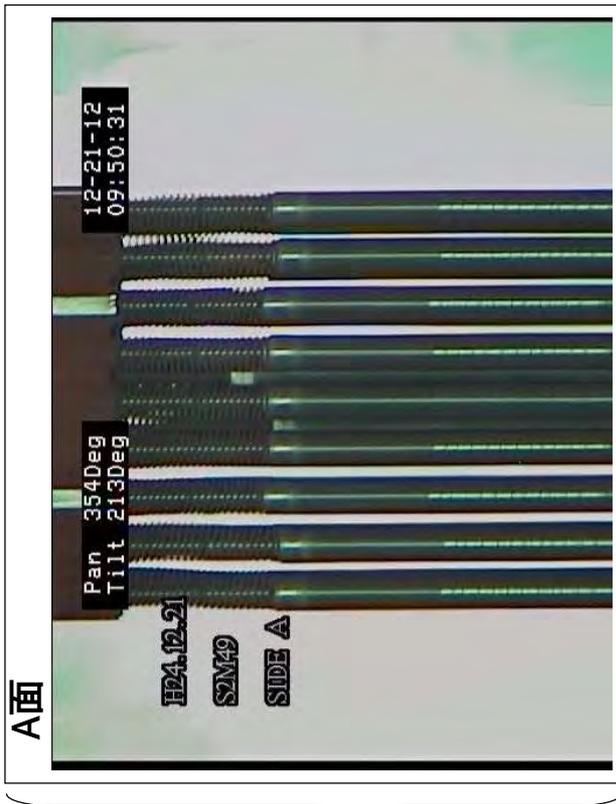
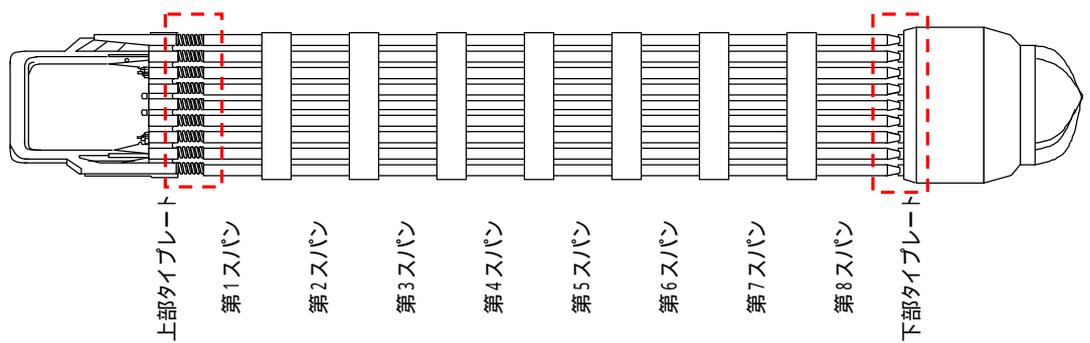
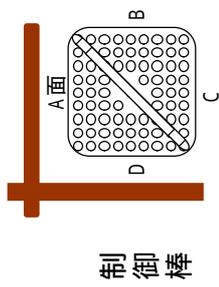


島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果(次サイクル原子炉装荷予定燃料集合体)

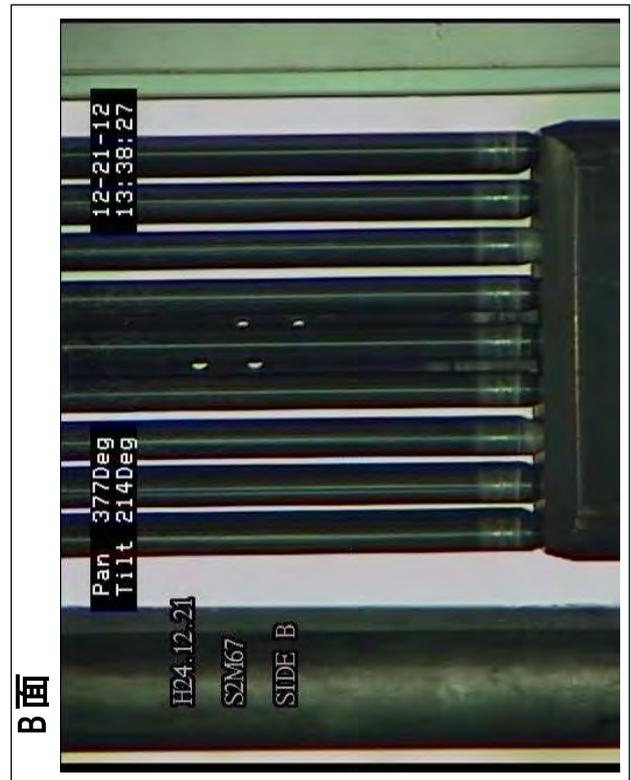
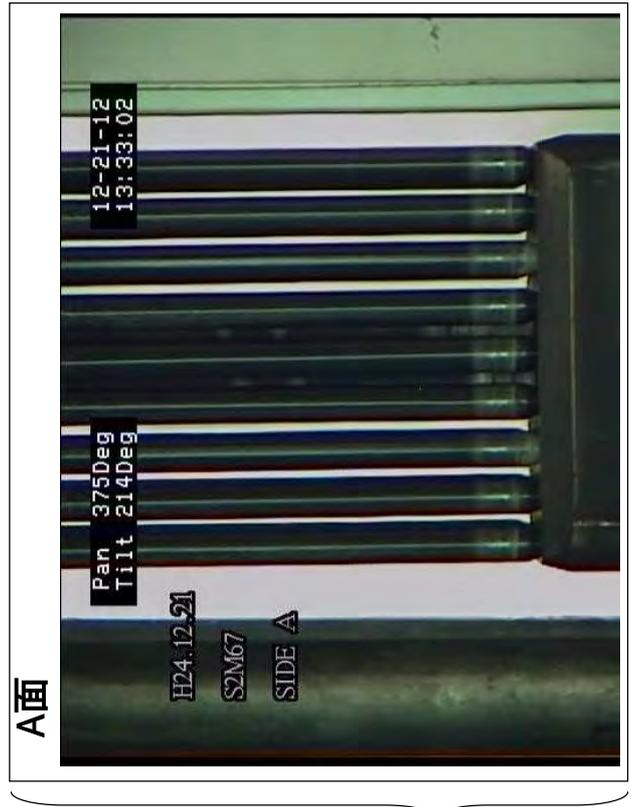
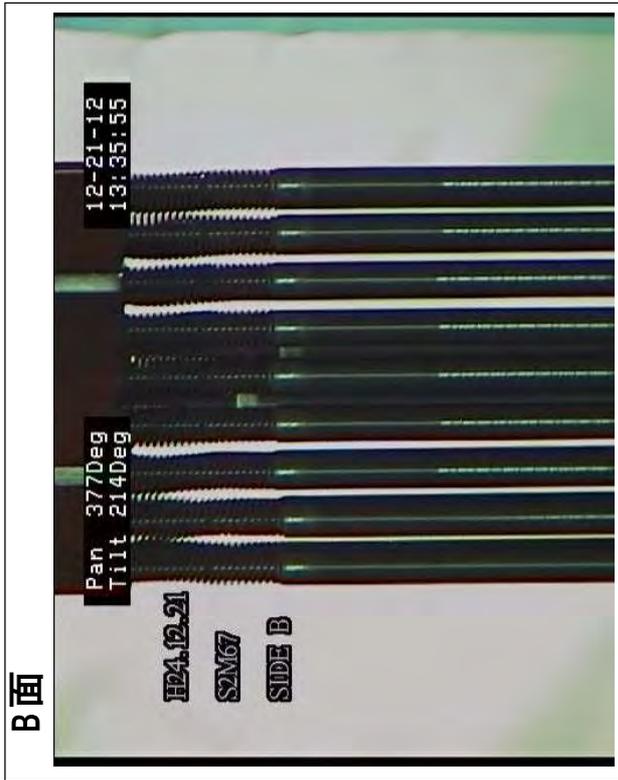
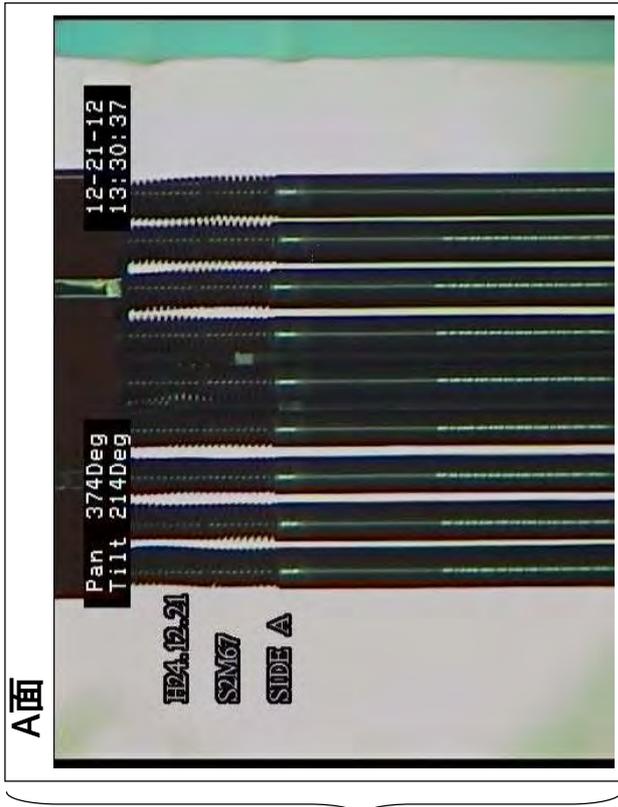
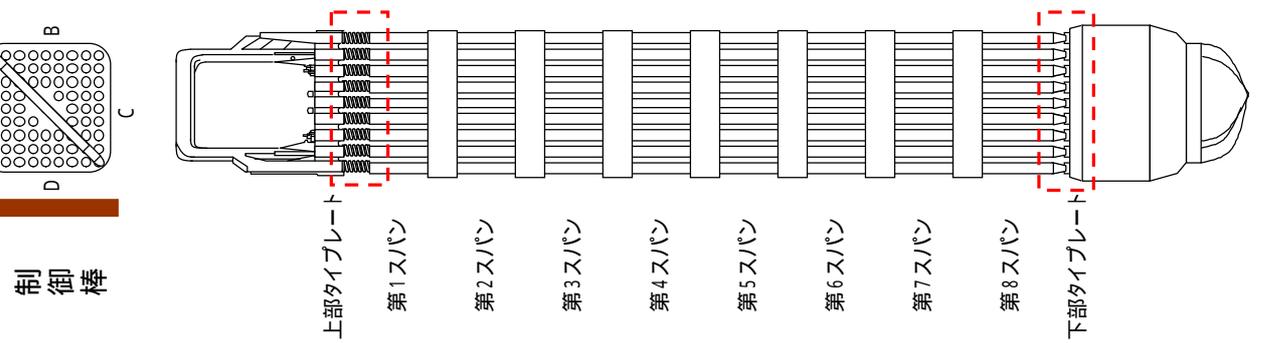
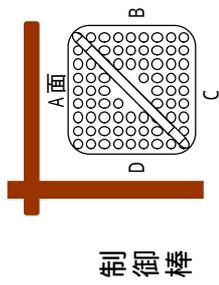
No.	燃料番号	点検結果	製造メーカー	燃料タイプ	C / B脱着時期	作業企業	C / B脱着理由	備 考
1	S2M 49	異常なし	GNF - J	9 × 9	H24年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 8 - 1
2	S2M 67	異常なし	GNF - J	9 × 9	H24年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 8 - 2
3	S2N 6	異常なし	NFI	9 × 9	H24年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 8 - 3
4	S2N 24	異常なし	NFI	9 × 9	H24年	日立GE	検査等に伴うC / B脱着	添付資料 - 8 - 4

用語	C / B	チャンネルボックス
	9 × 9	9 × 9燃料
	GNF - J	(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
	NFI	原子燃料工業(株)
	日立GE	日立GEニュークリア・エナジー(株)

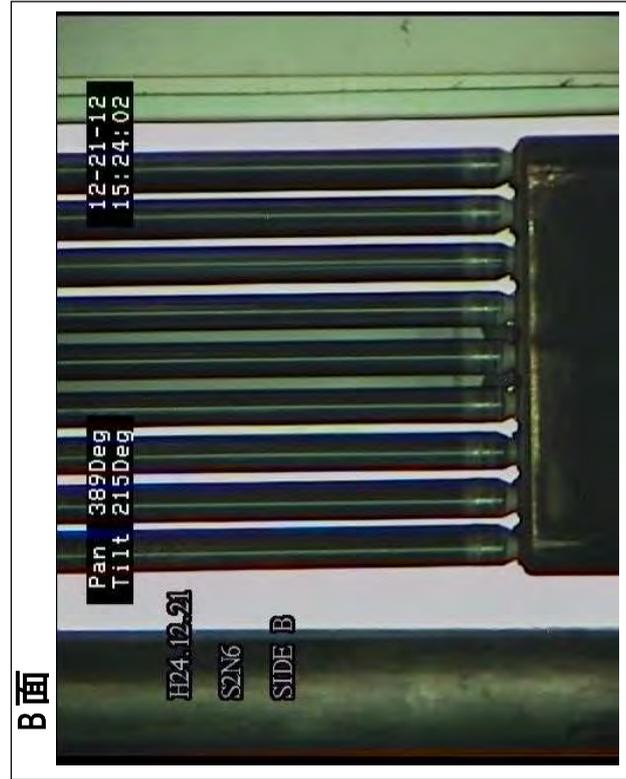
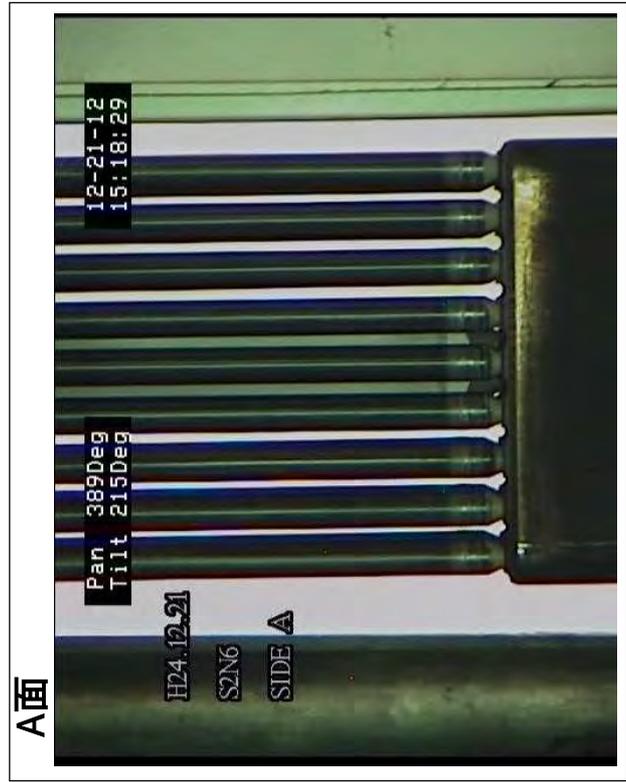
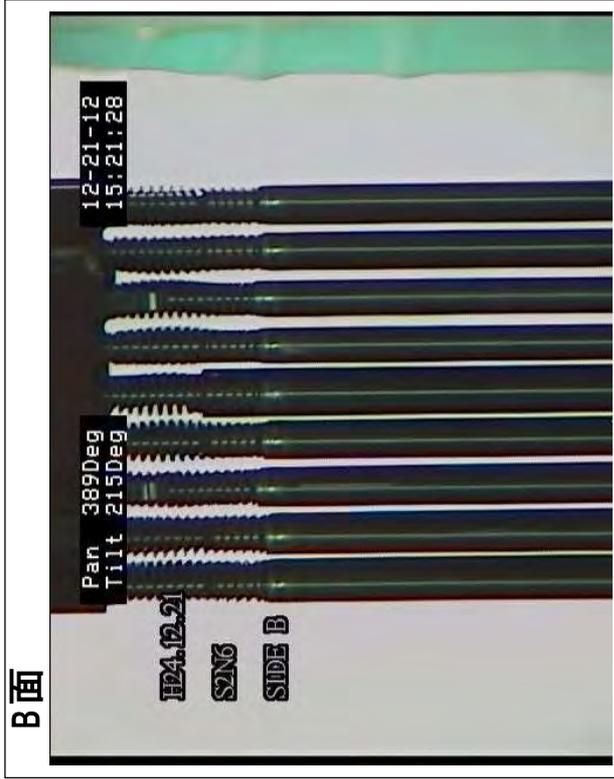
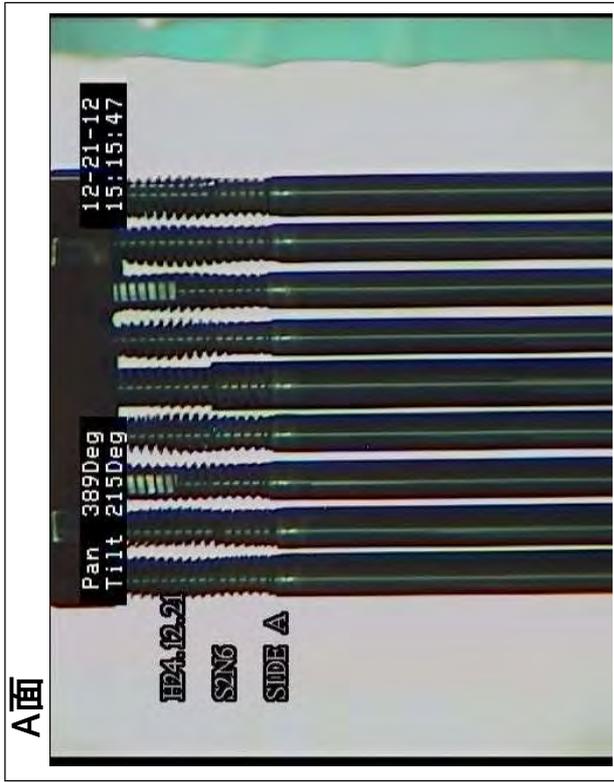
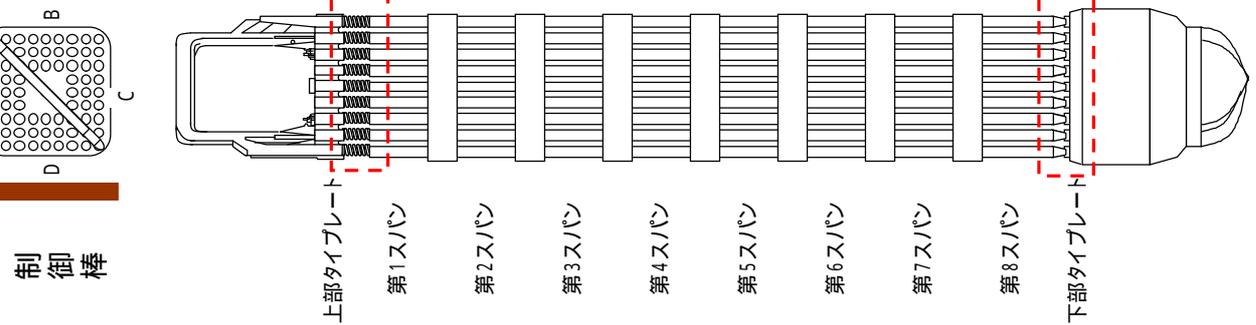
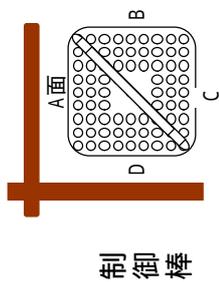
島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2M49)



島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2M67)



島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2N6)



島根原子力発電所2号機 燃料集合体外観点検結果 (S2N24)

