

JAERI-M  
84-031

ハルデンHBWRによる燃料照射共同研究

1984年2月

ハルデン共同研究合同運営委員会

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村 日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1984

---

編集兼発行 日本原子力研究所  
印刷 日立高速印刷株式会社

ハルデンHBWRによる燃料照射共同研究

ハルデン共同研究合同運営委員会\*

(1984年1月28日受理)

OECDハルデン原子炉計画（ハルデン計画）は設立以来25周年を迎え、また日本原子力研究所はハルデン計画に昭和42年から日本を代表して加盟している。この間に原研のみならず原研と共同研究を結んだ動燃事業団並びに民間原子力企業体が、ハルデン沸騰水型原子炉（HBWR：ノルウェー）にて照射試験を行った燃料集合体は36体に及んでおりさらに3体の照射が近いうちに予定されている。これら燃料体の照射試験は日本の軽水型原子炉の燃料研究と深く結びついたものであり、その結果は各社の燃料の研究開発に大きく貢献している。

本報は第28回ハルデン委員会開催（昭和59年3月予定）にあたり国産燃料体照射試験より得られた成果の概要を、ハルデン共同研究合同運営委員会委員（下記）がまとめたものであり、1部未解析の照射試験を除き殆んどのものが収録されている。

市川 達生（委員長：原研）  
柳澤 和章（原研）  
堂本 一成，横内 洋二（動燃団）  
岩野 義彦（日本核燃料開発（株））  
清野 赴（東京芝浦電気（株））  
上野 信行，渡海和俊（原子燃料工業（株））  
近藤 吉明（三菱重工業（株））  
寺西 智幸（三菱原子力工業（株））

---

\*（順不同）日本原子力研究所，動力炉・核燃料開発事業団，（株）日立製作所，東京芝浦電気（株），日本核燃料開発（株），三菱重工業（株），三菱原子力工業（株），（株）三菱金属，原子燃料工業（株），電力中央研究所

THE ACHIEVEMENTS OF JAPANESE FUEL IRRADIATION  
EXPERIMENTS IN HBWR

The Committee for the Joint Research Programme\*

(Received January 28, 1984)

OECD Halden Reactor Project celebrated the 25th anniversary in 1983. The JAERI has been participating in the Project since 1967 on behalf of Japanese Government.

Since the participation, thirty-six Japanese instrumented fuel assemblies have been irradiated in HBWR. The irradiation experiments were either sponsored by JAERI or by domestic organizations under the joint research agreements with JAERI, being steered by the Committee for the Joint Research Programme.

The cooperative efforts have attained significant contributions to the development of water reactor fuel technology in Japan.

This report reviews the irradiation experiments of Japanese fuel assemblies.

Keywords: Joint Research, Fuel Irradiation, Halden Boiling Water Reactor,  
Review

Chairman: Michio ICHIKAWA(JAERI)  
Kazuaki YANAGISAWA(JAERI)  
Kazunari Domoto, Yoji YOKOUCHI(PNC)  
Yoshihiko IWANO(NFD)  
Takeshi SEINO(Toshiba)  
Nobuyuki UENO, Kazutoshi WATARUMI(NFI)  
Yoshiaki KONDO(MHI)  
Tomoyuki TERANISHI(MAPI)  
(Not in order)

---

\* Japan Atomic Energy Research Institute  
Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation  
Hitachi Ltd.  
Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.  
Nippon Nuclear Fuel Development Ltd  
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc.  
Mitsubishi Metal Corporation  
Nuclear Fuel Industries, Ltd.  
Central Research Institute of Electric Power Industry

## 目 次

I	はじめに .....	1
II	ハルデン HBWR による燃料照射共同研究 .....	3
	1. 日本原子力研究所 .....	5
	2. 動力炉・核燃料開発事業団 .....	14
	3. (株)日立製作所/東京芝浦電気(株)/日本核燃料開発(株) .....	20
	4. 原子燃料工業(株) .....	23
	5. 三菱重工業(株)/三菱原子力工業(株)/(株)三菱金属 .....	25
III	HBWR 照射国産燃料体データシート一覧表 .....	67
IV	第 35 回 (昭 55, 5) ~ 第 40 回 (昭 58, 7) ハルデン共同研究合同運営委員会 議事録 .....	267

## CONTENTS

I	Introduction .....	1
II	Joint Resrarch on Fuel Irradiation by Halden Boiling Water Reactor .....	3
1.	Japan Atomic Energy Research Institute .....	5
2.	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation .....	14
3.	Hitachi Ltd.,Tokyo Shibaura Electric Co.,Ltd,Nippon Nuclear Fuel Development Ltd. ....	20
4.	Nuclear Fuel Industries Ltd. ....	23
5.	Mitsubishi Heavy Industries Ltd.,Mitsubishi Atomic Power Industries Inc., Mitsubishi Metal Corporation .....	26
III	Lists of Data Sheet for Japanese Instrumented Fuel Assemblies in HBWR .....	67
IV	Minutes on 35th(S.55.5) ~ 40th(S.58.7) Halden Joint Research Steering Committee .....	267

## I はじめに

ハルデン共同研究合同運営委員会（以下ハルデン共研）の開催は昭和58.7現在で第40回に達した。ハルデンHBWR炉を使用した原研他国内各メーカー及び動燃団の燃料照射研究は、集合体数にして36体になった。またこれに加え3体の照射試験が近いうちに開始されようとしている。

これら燃料体の照射研究は燃料確性試験にはじまり高出力照射、水素化破損、焼きしまり及びPCI破損といった諸現象の特性・機構解明を目的としており、燃料棒の健全性に係る国の安全審査に大きく資した他、国内各メーカーの燃料の研究開発に大きく貢献している。

ハルデン計画25周年記念行事に関連して日本燃料のハルデン炉照射の研究成果概要をまとめることとなり、本報作成の運びとなった。

本報告書では、照射実験の目的と成果の他データシート集を添付した。

本報告書の記述は共研委メンバーの各社担当が分担した。従って形式としては先々の章を独立させている。

## Ⅱ ハルデンHBWRによる燃料照射共同研究



## 1. 日本原子力研究所

原研がハルデン炉を用いて実施した燃料照射実験は Table 1.1 のとおりである。Table 1.1 からわかるように原研による照射実験は年代別順に項目を大別すると

- 1) JPDR-II 燃料確性試験
- 2) 高出力照射試験
- 3) 水素化破損試験
- 4) ペレット-被覆管相互作用 (PCI)

に分けられる。以下では上記 1) ~ 4) に従って得られた研究成果について概要をのべる。

### 1.1 JPDR-II 燃料の開発 (その 1)

- IFA-106, 107 -

#### 1.1.1 目的および概要

JPDR は 45 MW t の BWR であったがこの出力を 90 MW に上昇させるため、新燃料の開発が必要となった。JPDR へ装荷して照射を行うと、熱中性子束が低いこと及び核熱的裕度が小さいことなどのため、JPDR-II 燃料として必要な出力での試験ができない。そのため、HBWR において計装付で照射試験を行った。IFA-106, 107 は短尺燃料による予備試験であった。燃料棒は Fig. 1.1 に示すような有効長約 72.0 cm のもので、これを 2 本軸方向につなぎ 3×3 の配置とした。燃料棒の詳細はデータシートに示されているが、被覆管は Reactive Metals 社 (米) 製で製造法は抽伸によるものであった。燃料棒及び集合体の計装の配置は Fig. 1.2 に示す。燃料棒の平均線出力密度は IFA-106 及び 107 で夫々 435 W/cm、及び 430 W/cm で、最大線出力密度はいずれも 560 W/cm であった。また平均燃焼度は夫々 11330 MWd/t UO<sub>2</sub> 及び 4145 MWd/t UO<sub>2</sub> であった。

#### 1.1.2 実施期間 (照射期間)

IFA-106 : 昭和 42 年 12 月 ~ 昭和 44 年 10 月

IFA-107 : 昭和 42 年 12 月 ~ 昭和 43 年 8 月

#### 1.1.3 結 果 <sup>(1)</sup>

照射期間中において破損は検出されなかった。また照射後試験においても異状は認められなかった。

炉装荷直後の燃料中心温度の測定結果を Fig. 1.3 に示す。ギャップ大の棒はギャップ小にくらべ高い温度を示した。ハルデン温度計算コード (Kjaerheim らによる) との比較も同図に含まれている。

照射後試験において、燃料棒表面に著るしい CRUD の堆積がみとめられた。Fig. 1.4 にその

例を示す。これはハルデン炉の水質管理に問題があったものと分り、その後の照射試験では改善されている。セラモグラフ結果からは中心部分では結晶粒成長が生じていることが分り、MacEvanの式で計算した推定中心温度は熱電対で測定したものとほぼ一致した。また、これらの他、被覆管の変形FPガス放出、被覆管とペレットのボンディング、被覆管の金相、被覆管の照射前後のリング引張試験などが行われた。

これらの結果を総合して特に燃料ふるまいに異状は見られず、また種々の知見も得られ予備試験としては成功裡に終了した。

## 1.2 JPDR-II 燃料の開発(その2)

- IFA-149, 150 -

### 1.2.1 目的および概要

JPDRからJPDR-IIへの改造に伴う新燃料開発の必要性は「その1」でのべたとおりである。JPDRの燃料はGEからの輸入品で、当時は被覆管の製造技術その他の理由でJPDRの炉心長約1.6mに対応する燃料棒は2本つなぎとなっていた。また燃料集合体も6×6であった。JPDR-IIでは燃料棒を細径とし7×7とし、燃料棒もつなぎなしの長尺物とすることにしていた。IFA-106, 107は径方向の寸法は新燃料と同じであったが、2本つなぎの燃料棒であった。IFA-149, 150は被覆管も国産品を使用し、製造法も圧延方式による長尺物を用い、本格的なJPDR-II燃料の確性試験とした。

燃料棒の概略はFig. 1.5に、またその詳細はデータシートに示す。燃料集合体の計装配置はFig. 1.6に示す。

主な試験パラメーターはペレット・被覆管ギャップ(0.15mm及び0.3mm)及び燃焼度であった。燃料棒の最大線出力密度はいずれの燃料棒も500W/cmであった。IFA-149の燃料棒平均線出力密度は450W/cmであり、燃焼度は7300MWd/t UO<sub>2</sub>であった。IFA-150の燃料棒平均線出力密度は7000MWd/t UO<sub>2</sub>までは420W/cm、それ以上では約370W/cmで燃焼度は12000MWd/t UO<sub>2</sub>であった。

### 1.2.2 実施期間(照射期間)

IFA-149 : 昭和43年5月～昭和44年5月

IFA-150 : 昭和43年5月～昭和45年3月

### 1.2.3 結果<sup>(1)(2)</sup>

照射期間中において破損は検出されなかった。また、照射後試験においても異状は認められなかった。

炉装荷直後の燃料中心温度の測定結果をFig. 1.7に示す。ギャップの効果が明瞭にみとめられる。

Fig. 1.8にはIFA-150の燃料棒伸びの線出力が密度依存性に及ぼす燃焼度の効果を示す。燃料棒伸びは出力零においても燃焼度と共に永久歪を生じるが、伸び曲線形状の燃焼度依存性

を明瞭に示すため、各曲線が原点を通るようにしたものがFig.1.9である。燃焼度と共にPCMIは低線出力密度から開始するようになり、また最高出力に達してからの保持時間中の伸びの緩和も燃焼度が進むと緩慢になることが分った。

燃料棒内圧からも興味ある結果が得られた。Fig.1.10には燃焼度に伴う内圧（零出力時）の変化を示す。PF1は約5000MWd/t UO<sub>2</sub>から急激な温度上昇を示すが、これはFPガス放出によるサーマルフィードバックによるものと考えられる。

照射後試験では、外観、寸法、FPガス放出、セラモグラフ、被覆管のリング引張試験等を行ったが、いずれも異常な結果を示すものはなく、炉内測定の妥当性を裏付けるのに役立った。

IFA-149, 150の試験により、JPDR-II燃料設計の妥当性を実証することが出来た。

### 1.3 高出力照射に関する照射試験（その1）

- IFA-208 -

#### 1.3.1 目的及び概要

IFA-208は4本の燃料棒より構成されたBWR型燃料集合体であり、PCMI研究のため4体の被覆伸び計と3体のスタック伸び計及び1体の燃料中心温度測定用の熱電対を取り付けた。燃料棒間の試験因子はペレット形状であり、フラット、片面及び両面デイッシュペレットが用いられた。ペレットは全部2mmφの中心孔が付いている。

照射の主目的はペレット溶融域にまで達する高線出力下での燃料棒ふるまいの研究である。照射は昭和46年1月から9月までの9ヶ月であり到達燃焼度は平均5.1MWd/kg UO<sub>2</sub>であった。照射中の集合体到達最大出力は359KWであり、これは燃料棒平均61.5kW/m、最大77kW/mに相当する。

(3)

#### 1.3.2 結 果

炉内照射中の計装等のデータ及び照射後試験より燃料棒の破損は生ぜず優秀な寸法安定性を有していた事が示された。

燃料棒は燃料初期から焼きしまりを生じた事が炉内スタックデータ及びPIEより明らかになった。しかし熱フィードバック効果が生じなかった為に燃料中心温度の変化は極めて小さかった（Fig.1.11）。

高出力照射によってペレット内でUO<sub>2</sub>の蒸発-付着があり、デイッシュボイド容積は付着UO<sub>2</sub>により相当の減少が見られた。ボイド損失はペレット高温部にて特に著しかった（Fig.1.12）。一方ペレット端面では塑性的変形がみられた。

試験変数として用いたペレット端面形状とPCMIとの関係を初期起動時について示したのがFig.1.13である。Fig.1.13から、PCMIを1番強く生じたのは両端デイッシュペレットであり、逆に1番弱かったのがフラットペレットであった事がわかる。燃焼の進展と共に燃料棒がならされる結果PCMIの開始はFig.1.14の様に高出力側に移行する。

## 1.4 高出力照射に関する照射試験（その2）

- IFA-224 -

### 1.4.1 目的及び概要

IFA-224は（その1）で述べたIFA-208と同様なBWR型長尺4本棒クラスターである。PCMI研究のため、4体の被覆伸び計とスタック伸び計及び2体の燃料中心温度測定用の熱電対を取り付けた。

用いた試験因子はペレット形状（フラット及び両端デイッシュ）とペレットの焼結安定性（高温：1650℃焼結と低温：1390℃焼結）である。

照射の主目的は、（その1）で述べたIFA-208が高出力下の高密度ペレット（95%TD）のPCMI研究を意図したのに対し、IFA-224では高出力下の低密度ペレット（90%TD）のPCMI研究を意図したものである。照射は昭和47年2月から昭和48年11月まで実施され到達燃焼度は平均11.8 MWd/kg UO<sub>2</sub>であった。照射中の集合体到達最大出力は309 kWであり、これは燃料棒最大59 kW/mに相当する。

### 1.4.2 結果（4）

照射後大きな欠陥は観察されなかったが、2本の棒に1箇所ずつ小さなサンバーストブリストアがあった。PIEでは被覆管の永久変形によるリッジ変形は観察されなかった。

焼結温度の違いは初期起動時に於けるPCMIふるまい（被覆伸び変形）には大きな差異を生ずる事はなかったが、焼きしまりへの効果が低温焼結ペレットで著しく燃焼度の進行と共に中心温度の増加が見られた。その様子をFig. 1.15に示す。

低密度燃料の焼きしまりによりペレット-被覆管のギャップの開きが加速された為、ペレット形状の違い（デイッシュとフラット）が与えるPCMIへの効果はあまり明確に観られなかったが、ペレット中心孔は中実ペレットに比べ、Fig. 1.16に示す様にこの実験ではPCMI低減効果を示さなかった。

IFA-208と-224燃料のふるまい比較より得た燃料密度による効果は次の通りである。

- (i) PCMIに及ぼす効果は、低密度燃料の方が焼きしまりが早く大きい為、高密度燃料よりも変形が小さく緩和が早い。
- (ii) デイッシュペレットはフラットペレットに比べ、時計皿状の変形時に低温領域のペレット端で変形を受けもつので、ペレット密度の影響をより大きく受ける。

## 1.5 水素化破損に関する照射研究（その1）

- 水素富化被覆管燃料のふるまい：IFA-209 -

### 1.5.1 目的及び概要

IFA-209は短尺250 mm燃料長よりなるBWR型燃料棒を4本ずつ装荷した2クラスターリグである。試験には32本のセグメント棒が用いられた。水素化破損を研究するために試験因子として-3種類の水素濃度：25, 100及び200 ppm, -2つの製造メーカーからの被覆管の使用, -水素添加を被覆管におこなったあとの均質化処理温度(450℃, 2時間)からの3種類の冷却速度：

450°C/h, 50°C/h 及び 5°C/h, を用いた。それら試験因子等をまとめて Table 1.2 に示す。

炉内照射は昭和 46 年 6 月から開始され昭和 48 年 5 月に終了した。照射期間中の線出力は上部クラスターで平均 34 kW/m, 下部クラスターで 44 kW/m であった。到達燃焼度は最大のもので 13 MWd/kgUO<sub>2</sub> であった。

### 1.5.2 結 果 (5)

照射中, 燃料棒には殆んど PCMI が生じなかった。PIE では以下の事がわかった。

目視検査によって燃料棒表面に腐食ピットが生じているものが数多くあった。これらピットは添加水素量の多い棒程多かった。200 ppm 水素添加した棒のピット部の断面写真を Fig. 1.17 に示す。Fig. 1.17 は良く知られたサンバースト破損と類似しているが被覆外側で生じているのが従来のと異なる点である。照射済被覆管の機械的性質を調べる為に Fig. 1.18 の様なリング引張試験装置を用い計 152 の試料を引張った。結果の 1 例を Fig. 1.19 に示す。図では照射・未照射材被覆管に 3 レベルの水素を添加したものについてのリング引張の結果が示してある。

照射により被覆材強度の増加と伸びの低下が水素添加量の増大と共に増加する傾向が室温でも 300°C でも生じた。室温では特にその傾向が大きかった。水素添加量の増加に伴なって試料横断面積の減少(延性の低下)が顕著になった。しかし水素添加量は引張時の極限強さには何らの影響も及ぼさなかった。

引張の機械的性質に及ぼす被覆管均質処理後の冷却速度の効果は明らかではなかった。

## 1.6 水素化破損に関する照射研究(その2)

— 燃料内水分の効果: IFA-225 —

### 1.6.1 目的及び概要

IFA-225 は 8 本の燃料棒を上下 4 本に装荷した 2 クラスターリグである。うち 3 本の燃料棒には 30 ppm の水分を添加した。照射の主目的は水素化破損の機構を調べる事であった。Fig. 1.20 はそれら変数を棒毎に示したものである。

炉内照射は昭和 47 年 2 月から開始されたが同年 6 月に燃料破損が生じたので HBWR から除荷された。到達燃焼度は 3.5 MWd/kgUO<sub>2</sub> であった。

照射中は燃料 PCMI ふるまいを研究する目的もあり, ペレット形状, ギャップ幅及び被覆管処理の違う棒が作られた。棒計装は被覆及びスタック伸び計及びガス圧力計の他被覆管表面に歪ゲージ (Fig. 1.20 中 No. 5 と No. 6 の棒) も張りつけた。

ペレット中への水分添加は, 粗目の UO<sub>2</sub> 粉末を用いペレット焼結時に大きなポアを作ったのち不活性ガス中 400°C に加熱して冷却した。この結果ペレット表面には大きなポアと微細な割れが入った。端栓溶接後のペレット湿分は水分添加のもので 30 ppm 程度, それ以外は 7 ppm 程度であった。

### 1.6.2 結果(6)

初期起動時の燃料棒内ガス圧力変化を湿分添加及び無添加のものに対して調べたのがFig. 1.21である。湿分添加の棒では冷却材温度上昇中(80℃→240℃)に著しい内圧上昇が観られた。試算ではFig. 1.21中、棒2の湿分は120 ppm棒3のそれは1 ppm程度であった。

燃料破損は2本の棒(1本は端栓部破損で1本は典型的なサンバースト破損)で生じ、3本目の棒では僅少な欠陥が見つかった。Fig. 1.22はサンバースト破損を生じた棒の写真である。

端栓部に破損を生じたものはプレナムガス圧測定とH/D解析より相当量の湿分が存在していた事が判明した。

## 1.7 炉内直径測定方式によるペレット-被覆管力学的相互作用(PCMI)の研究

- IFA-508, 515 -

### 1.7.1 序

軽水炉燃料に破損が発生するとしてその最も確率の高いものの1つに、燃料ペレットが被覆管に接触して内側から応力を発生させる方式による破損(ペレット-被覆管の相互作用に基づくPCI破損)がある。この破損の機構を解明する事は、燃料の健全性評価につながり、国の安全審査にも十分に資する事ができる。

燃料ペレットと被覆管間の相互作用のうち特に力学的な点に注目したのが力学的相互作用(Pellet-Cladding Mechanical Interaction: PCMI)の研究であり、この研究を遂行するうえで最も有効な手段は炉内照射中の燃料棒の外径変化を計装機器により直読する事である。この為、炉内直径ゲージを用いた燃料棒外径変化直読方式による照射試験を実施した。

### 1.7.2 方法と目的

炉内計装類、燃料棒はリグと呼ばれる容器中に収納しHBWR炉心中に装荷して照射試験を行なう。Fig. 1.23は炉心装荷時の計装付燃料集合体(IFA)の模式図である。

このリグ: IFA-508は3本の棒の外径変化を同時に測定できる様な装置を保有していた。

実験ではPCMIに及ぼす1)燃料棒製造因子の効果及び2)燃焼度の効果調べる事が主目的であった。後者は長い期間一定出力で照射を続行した棒に、ある時期に出力上昇を実施し、今までよりも高い出力を課するもので、その棒ふるまいは「燃料交換」時の炉心高出力領域を模擬している。

また試験では長期一定出力照射(ベース照射)を実施する為、6本の燃料棒を同時に装荷・照射できるリグ: IFA-515を併用した。

燃料棒製造因子として実験に用いた変数は被覆管肉厚、直径ギャップ、ペレット粒径、添加物(SiO<sub>2</sub>)及び強さの異なるプレナム部ばねの5種類であった。

炉内照射は昭和52年6月から昭和56年3月で、棒の到達燃焼度は平均で約23MWd/kgUであった。

### 1.7.3 結 果

#### 〔i〕初期起動時の燃料ふるまい(7)

燃料棒は発熱分布の異なるペレットが時計皿変形をする為、ペレットとペレットの境界部でいわゆるバンブーリッジができる事が従来PIE等から知られていたが炉内運転状態でそれが見事に観察された。その様子をFig. 1.24に示す。ギャップが0.10 mmと狭く被覆管肉厚の薄い棒11は最大25  $\mu$ m程度の直径増加(リッジング)をおこした。

一方、直径ギャップが0.23 mmと大きかった棒13には殆んどリッジの形成が観察されなかった。

#### 〔ii〕長期定出力照射後の出力上昇時のふるまい(8)

Fig. 1.24の棒12と同一仕様の棒2本を準備し、1本はBOLから50 kW/m程度に出力を上昇させたのに対し別の1本は燃焼度約17 MWd/kgUまで40 kW/mで一定出力照射したのち、50 kW/mに出力を上昇させて燃料棒外径の変化を較べた。その結果がFig. 1.25である。Fig. 1.25は棒の直径変形が線出力50 kW/m付近までプロットされているのは同じだが、左側(a)はBOLでの、一方右側(b)は定出力照射後のEOLでの変形様式である。この両者には明らかに違いが2つある。1つは、筒形ペレットの腹部(図中△印)が、BOLでは軸力によりへこむのに対し、EOLでは逆にふとる事である。もう1つは、BOLに較べEOLの変形が大きい事である。

即ち一定照射中スウェリングにより直径ギャップのつぶされた棒は、BOLと同じ負荷(線出力増加)を受けても、結果的には大きな応力(PCMI)を生じる事が明らかになった。

炉内直径測定実験より得たデータは、燃料ふるまい解析コードFEMAXIの検証用に用いられ組み込みモデリングの性能向上に役立っている。

## 1.8 PCI破損に関する研究

—ハルデン出力急昇試験(軽水炉燃料模擬条件下での出力急昇試験)

: IFA-523/524及びIFA-520/525

### 1.8.1 目 的

ジルカロイ被覆-UO<sub>2</sub>ペレットを用いている水炉燃料棒は、核分裂で生成した腐食性FPガス(例えばセシウム、ヨード)雰囲気下でペレットの熱膨張により被覆管内面が応力を受けた状態で破損する事がある。この現象がいわゆるペレット-被覆管相互作用による応力腐食割れ(PCI-SCC破損、以下PCI破損と呼ぶ)である。

照射中期から後期は、燃料ペレット中に十分FPの蓄積がされ、かつペレット-被覆管間のギャップはスウェリングと被覆管のクリープダウンにより相当消失し線出力の変動次第ではPCI破損を生ずるに十分な応力が発生する。

PCI破損は、従って燃焼の進展した水炉燃料棒全てに生ずる可能性があるので、燃料健全性評価の上で見逃す事のできない重要な事項である。この破損機構を解明する有力な手段は、中高燃焼度に到達した水炉燃料棒に急な出力上昇をかけ(出力急昇試験)その破損過程を詳細に究明する事である。

同時に出力急昇試験中の燃料棒のふるまい、冷却条件のみならず定常照射(ベース照射)中のそれらをもデータとして入手しておくのが1番望ましい。

この為ハルデン炉内に高温高圧ループ (Fig. 1.26) とリグ (Fig. 1.27) を作り P C I 破損機構解明の為の出力急昇実験を実施する事とした。

### 1.8.2 照 射

8×8型BWR棒6本及び17×17型PWR9本はそれぞれベース照射リグIFA-523及びIFA-524に装荷され、昭和55年2月より照射に入った。

### 1.8.3 出力急昇試験

出力急昇試験は、燃料棒の外径を測定するゲージや渦電流探傷試験機器を内蔵した出力急昇試験リグ：IFA-520 (BWR用) 及びIFA-525 (PWR用) にて実施した。第1次出力急昇試験はベース照射で平均燃焼度約6 MWd/kgUに到達したBWR燃料棒2本、PWR燃料棒3本を用い昭和57年夏に実施した。結果はすべて非破損であった。

第2次出力急昇試験はベース照射で平均燃焼度約14 MWd/kgUに到達したBWR燃料棒2本およびベース照射で平均燃焼度約12 MWd/kgUに到達したPWR燃料棒4本を用い昭和58年夏に実施した。その結果、BWR燃料棒とPWR燃料棒がそれぞれ1本ずつ破損した。

第3次出力急昇試験ではベース照射で平均燃焼度約20 MWd/kgUに到達したBWR燃料棒2本、PWR燃料棒2本による試験を昭和59年度中に実施する予定である。

### 1.8.4 結 果

第1次出力急昇試験の予備解析を実施した(9)。予備解析結果から出力急昇試験中の燃料棒の変形ふるまいは、ベース照射中におこった燃料棒のギャップ閉塞の程度、使用したUO<sub>2</sub>ペレットの端面形状及び照射にともなうジルカロイ被覆管の硬化に大きく影響をうけることがわかった。出力保持中の燃料棒の緩和も照射の進展とともに低下する様子をFig. 1.28に示す。

燃料ふるまい解析コードFEMAXI-Ⅲによる計算を17×17 PWR燃料に対して実施したところ、Fig. 1.29に示すように線出力41 kW/mにおける被覆管外形形状のみならず49 kW/mにおける燃料棒の複雑な形状までの確に再現できることがわかった。

試験では力学的データだけでなく熱的ふるまいに関するデータも得られている。Fig. 1.30はその1例で、通常運転中の17×17 PWR燃料棒の(a)中心温度及び(b)プレナムガス圧力が線出力とともにどのように変化していくかを示したものである(10)。データは照射初期のものであるが通常運転下にある燃料棒の運転中の熱的ふるまいを知るうえで有用なものと考えられる。



## 引用文献(第1章)

- (1) M. Ichikawa et al, "Irradiation, postirradiation examination and evaluation of IFA-106, 107, 149 and 150" HPR-196 (1975)
- (2) 市川達生他: ハルデン炉で照射した IFA-150 計装データの解析  
JAERI-memo 4248 (公開) (1970)
- (3) 柳澤和章, " IFA-208 および 224 の照射, 照射後試験, および評価"  
JAERI-M 7726 (1978)
- (4) K. Yanagisawa et al, " Irradiation, Post-irradiation examination and evaluation of IFA-208 and IFA-224" HPR-227 (1978)
- (5) M. Uchida et al, " Effect of pre-hydriding on the post irradiation ring tensile properties of Zircaloy-2 cladding from Japanese test fuel experiment IFA-209" HPR-199 (1976)
- (6) M. Uchida et al; " Irradiation of the Japanese hydride failure experiment, IFA-225" HPR-193 (1975)
- (7) M. Uchida et al, " In-pile diameter measurement of light water test fuel rods for assessment of pellet cladding mechanical interactions"  
Nucl. Technol. 5, 1 (1980) 33
- (8) M. Ichikawa et al, " Study of LWR fuel behaviour by well characterized tests-Part I: In-pile measurement of cladding diametral deformation with burnup" paper presented at the ANS Topical Meeting on LWR extended burnup-fuel performance and utilization (1982) Williamsburg, Virginia, USA
- (9) M. Ichikawa, K. Yanagisawa and E. Kolstad, Studies on radial and axial deformation of fuel rods by inpile measurements, paper presented at the IAEA Specialist's Meeting on Pellet Cladding Interaction in Water Reactor Fuel, Oct, 1983 Seattle, Washington, USA
- (10) 柳澤他: 軽水炉燃料の初期起動時における燃料中心温度の評価-ハルデン出力急昇試験研究成果-, JAERI-M 82-127 (1982.9)

## 2. 動力炉・核燃料開発事業団

### 2.1 $\text{UO}_2 - \text{PuO}_2$ 水炉燃料の確性

#### — IFA-159, 160 照射試験報告 —

#### 2.1.1 目的および概要

IFA-159/160 は、プルトニウム熱中性子炉利用計画の一環として実施され、IFA-159 は昭和43年6月から、又 IFA-160 は昭和44年3月から照射を開始し、両者とも昭和45年3月に無事照射終了した。到達平均燃焼度は、IFA-159 が  $9,420 \text{ MWd/t MOX}$ 、IFA-160 が  $5,340 \text{ MWd/t MOX}$  であった。

IFA-159 がペレット型の燃料であるのに対し、IFA-160 はゾル・ゲル振動充填型の燃料であり、両者の照射特性を比較するのが、本照射試験の大きな目的のひとつである。そして両集合体が300MWe級のBWRで経験する熱的条件（最高熱流速約  $130 \text{ W/cm}^2$ ）を満足することを実証するのがもうひとつの大きな目的である。

IFA-159 と IFA-160 の燃料諸元を Table 2.1 に示す。両集合体に取り付けられた計装は、集合体出入口の流量計、出入口の冷却水の温度測定のための熱電対、上下2個の集合体出力測定用のガンマ・サーモメータ、燃料破損検出器及び軸方向中性子束分布測定用のコバルト・ワイヤである。

#### 2.1.2 照射後試験

照射後試験は、冷却後、昭和45年9月から、ノルウェー・シェラー国立研究所で実施し、その後日本に持帰り、原研実用燃料試験室でさらに照射後試験を行った。シェラー研究所での照射後試験では、非破壊試験としては、外観検査、寸法、重量検査、ガンマ・スキャンニング、X線ラジオグラフィ、Coワイヤによる中性子束分布の測定を行い、破壊試験としては、金相試験、燃焼度測定、及びFPガス分析を行った。FPガス分析結果を Table 2.2 に示す。サンプル29 (IFA-160) のヘリウム (He) の値が低いのは、製造時に抜けたものと考えられる。Vipac 法による IFA-160 は、MB (機械混合) ペレット型の IFA-159 よりも、照射中の線出力及び燃焼度が低いにもかかわらず、FPガス放出量が大幅に、大きくなっている。これは燃料の熱伝導が IFA-159 に比べ悪く、燃料温度が高くなってしまったためと考えられる。

#### 2.1.3 結果

照射後試験の結果、IFA-159, IFA-160 とも顕著な損傷は見られず、燃料の機械的安定性が確認され、また300MWe級のBWRで経験する熱的条件を満たすことも実証された。

## 2.2 ATR燃料の確性試験（その1）

### － IFA-206 照射試験 －

#### 2.2.1 目的および概要

IFA-206 照射試料は、 $UO_2$  ペレットを充填した燃料要素7本から成るグリッド型集合体である。試験はディッシュ型ペレットとフラット型ペレットの差異およびグリッド型スペーサの性能を調べるために実施した。

試料は昭和46年1月にハルデン炉に装荷され、昭和47年9月まで照射された。達成燃焼度は、集合体平均で6530 MWd/t U、平均線出力密度は35.7 kW/m、最大線出力密度は50 kW/mであった。

IFA-206 照射試料の主な仕様を Table 2.3 に示す。

#### 2.2.2 照射後試験結果

照射後試験は、外観検査、寸法測定、ガンマスキャン、FPガス分析、金相試験、被覆管機械試験等について実施した。それらのうち主な結果について以下に述べる。

照射後の燃料要素の伸びは、照射前に比べて平均で約0.1%増加していた。燃料有効長の変化は、ガンマスキャンの測定結果から推定すると、照射前より約0.8%減少しているのが見られた。また、ガンマスキャンにおいて、ディッシュ型ペレットの燃料は軸方向にペレットとペレットの端面部で activity の落ち込みが見られたが、フラット型ペレットは一様な activity の曲線であった。

燃料要素内のガス量およびXe、Krガスの測定結果を Table 2.4 に示す。ここで燃料要素No.4はディッシュ型ペレット、No.5はフラット型ペレットが充填された燃料要素である。

スペーサ部分における燃料要素表面のフレットング摩耗深さは10～70  $\mu$ mであった。

金相試験では、燃料ペレット内のクラックは、線出力密度が比較的低いときには半径方向に不規則に入っているが、線出力密度が高くなると円周方向に入っているのが見られた。柱状晶とレンズ状ポイドがペレットの中心部に見られ、ペレット半径に対して最大35%に達している。被覆管の金相では、局所的な水素化物による被覆管の内面損傷がみられた。

## 2.3 ATR燃料の確性試験（その2）

### － IFA-207 照射試験 －

#### 2.3.1 目的および概要

IFA-207 照射試料は、 $UO_2$  ペレットを充填した燃料要素7本から成る摩耗パッド型集合体である。試験はディッシュ型ペレットとフラット型ペレットの差異および摩耗パッド付被覆管の性能を調べるために実施した。

試料は昭和45年6月ハルデン炉に装荷され、昭和47年1月に燃料破損のため取出された。燃焼度は集合体平均で8000 MWd/t Uであった。

IFA-207 照射試料の主な仕様を Table 2.5 に示す。

### 2.3.2 照射後試験結果

集合体解体後の外観検査によると、燃料要素は有効長の中心付近で損傷を起し、1本の燃料を除いて、すべて二つ又はそれ以上の部分に破損していた。

プレナムのX線検査によると、プレナム長さは照射前と比較して変化がなかった。また、ガンマ・スキャンにおいても、ペレット・スタックには軸方向に大きなギャップはみられなかった。

金相試験はすべての燃料要素について行った。その結果、被覆管の酸化皮膜の厚さは最大250 $\mu\text{m}$ で、その下地に $\alpha$ -Zr相の組織が観察され、場所によっては被覆管全部が $\alpha$ -Zr相になっていた。これから推定して破損時の被覆管温度は約1300 $^{\circ}\text{C}$ に達したものと考えられる。酸化皮膜は被覆管の内外面に見られた。

中性子ラジオグラフィーによると、ペレットの欠除した部分に、高温に達した被覆管が押しつけられている状況および被覆管の部分的損傷らしいスポットがフィルム上に観察された。

この破損で炉水に放出された放射能は、I-131が約600 Ci、Xe-133が3000~4000 Ciと推定された。

## 2.4 ATR用 $\text{UO}_2$ - $\text{PuO}_2$ 燃料の確性

### - IFA-423照射試験報告 -

#### 2.4.1 目的および概要

IFA-423は、新型転換炉原型炉「ふげん」初装荷燃料に用いるプルトニウム富化燃料の健全性の確認を目的として、昭和50年6月から昭和51年10月までの約17ヶ月間照射された。

IFA-423燃料集合体の配置図をFig. 2.1に示す。集合体は、有効長1440mmの燃料棒7本を三角格子配列に組んだもので、被覆管は「ふげん」と同種類のものを用いている。この燃料棒の特徴は、プルトニウム富化燃料の設計及び製作上の懸案事項であったウラン・プルトニウム混合酸化物中のプルトニウム・スポット及びペレットの寸法公差が被覆管とペレットの相互作用に与える影響を明らかにするため、以下のパラメータを有していることである。

- (1) ペレットの製造において、通常より大きい $\text{PuO}_2$ 粒子を意識的に混入させたものと、通常の方法で製造したものの2種類とした。
- (2) 被覆管-ペレットの直径ギャップ幅を寸法公差の範囲内で230、310及び400 $\mu\text{m}$ の3種類とした。

#### 2.4.2 結 果

照射期間中、IFA-423燃料集合体は約60回の運転サイクルを経験し、燃料最高線出力は497W/cm、最高燃焼度は6670MWd/tMであった。照射中の燃料要素の異常は認められず、健全に照射されたことが確認された。

照射終了後、昭和52年4月から昭和53年2月にかけてノルウェー・シェラー国立研究所において照射後試験を実施した。非破壊試験として、外観検査、寸法測定、燃料棒プロファイル、過電流探傷試験、ガンマ・スキャンニング及び中性子ラジオグラフィを、破壊試験として、燃料棒パンクチュアリング、金相試験、 $\alpha$ 及び $\beta/\gamma$ オートラジオグラフィ、燃料組織観察、燃焼

度測定及び被覆管内面検査を実施した。

照射後試験の主な結果は、以下の通りである。

- (1) 外観検査では、燃料棒とスペーサの接触部に小さなクラッドの付着が見られただけで、フレッチング腐食は見られなかった。
- (2) 寸法測定の結果、直径変化は0.01～0.05%で、外径の安定性が確認された。
- (3) 中性子ラジオグラフィでは、軸方向の大きなギャップの形成は見られなかった。
- (4) 金相試験では、すべてのペレットに円周方向のクラックが見られ、ギャップ幅が400 $\mu$ mの燃料棒には中心空孔の形成が見られた。プルトニウム・スポットは0.2～1.0 mm程度の大きさであった。
- (5) 本試験の試験パラメータである製造時ギャップ幅については、燃料棒伸び、スタック縮み、FPガス量及び燃料の組織変化において良い相関を示した。過電流探傷試験及び被覆管内面試験から230 $\mu$ mのギャップ幅を有する燃料棒では高出力部及びそれより下の領域でPCMIにより被覆管にリッジ変形が見られた。
- (6) 一般的な燃料挙動上、プルトニウム・スポットによる影響は、殆んど見られなかった。

## 2.5 $\text{UO}_2 - \text{PuO}_2$ ペレットの焼きしまり他 - IFA-514 照射試験報告 -

### 2.5.1 目的および概要

IFA-514 は、次の項目を主目的としている。

- (1) 軽水炉用  $\text{PuO}_2 \cdot \text{UO}_2$  燃料として設計された燃料の照射特性確認
- (2) 敦賀炉プルトニウム試験用プルトニウム燃料設計の先行試験
- (3) 燃料に計装を取り付け、次の照射中の挙動特性を調べる。
  - i) ペレット-被覆管の機械的相互作用
  - ii) 燃料棒全長の伸び
  - iii) ペレットスタック長さの伸び及び焼きしまり量
  - iv) ペレット中心温度及びギャップコンダクタンス
  - v) FPガスの圧力及びFPガス放出率

また、軽水炉用プルトニウム燃料では、燃料温度の低下及びFPガス放出率の低減をはかるため、中空ペレットの採用が考えられており、IFA-514では、中空ペレットから成るロッドと中実ペレットから成るロッドに分け、両者の照射中の挙動を比較を行っている。

さらに、混合酸化物燃料の一般的な問題であるペレット表面粗さの効果を調べるため、中実ペレットから成るロッドを表面の研削を行ったもので行っていないものに分け、表面粗さの効果を調べている。

Fig.2.2にIFA-514の燃料棒及び計装の配置図を、Table2.6に燃料諸元を示す。IFA-514は、当初目標到達燃焼度を15,000MWd/tM（最高燃料棒）として、昭和54年7月から昭和58年3月までの照射を予定していたが、昭和57年8月現在、6本の燃料棒は健全であることから、より高燃焼度における燃料挙動を調べるため、照射期間を2年間延長し、昭和60年3月までの照射を予定している。

## 2.5.2 結 果

現在までの照射データから次の結果を得ている。

- (1) 燃料棒内圧の結果から、中空ペレットから成る燃料におけるFPガス放出率は、中実ペレットから成る燃料の放出率の約半分である。
- (2) 燃料中心温度の結果から、表面研削を行ったペレットの燃料温度の方が、表面研削を行わないペレットの燃料温度より低い。
- (3) ペレットスタック長の伸びの測定結果から、焼きしまり量は、Rolstadらにより提案されているモデルと良い一致を示している。

ペレット-被覆管の機械的相互作用についての詳細な解析は、今後実施する予定である。昭和58年10月現在、到達燃焼度は約17,000MWd/tM(最高燃料棒)であるが、燃料体の異常は見られず、当初の目標燃焼度までの燃料の健全性が確認された。また燃料に取り付けた計装についても殆んど計装が正常に動作しており、今後より高燃焼度でのデータを得ることができると期待できる。

## 2.6 PuO<sub>2</sub> 燃料照射

### - IFA-529 照射試験報告 -

#### 2.6.1 目的および概要

IFA-529はIFA-514に続く、軽水炉用プルトニウム燃料の照射試験燃料集合体であり、次の項目を主な目的としている。

- (1) 燃料ペレットと被覆管とのギャップをパラメータとした場合の機械的相互作用(PCMI)の研究
- (2) 混合転換燃料の確性試験
- (3) 単体分離法による燃料(従来のPuO<sub>2</sub>粉とUO<sub>2</sub>粉を単独に準備して機械混合工程を経て製造する燃料ペレット)と混合転換燃料との照射挙動の比較研究
- (4) 燃料に計装を取り付け、次の照射中の挙動特性を調べる。
  - i) 燃料棒全長の伸び
  - ii) ペレットスタック長の伸び量及び焼きしまり量
  - iii) ペレット中心温度
  - iv) FPガスの圧力及びFPガス放出率

特に、IFA-529では6本組のクラスタを2本持つ構造としており、多数の計装の装着が可能である。Fig.2.3にIFA-529の構造概念図を、Table 2.7に燃料諸元を示す。IFA-529は、昭和55年7月より照射を開始し、昭和8年10月現在の到達燃焼度は、約12,000MWd/tMである。当初は昭和59年3月までの照射を予定していたが、IFA-514と同じく、より高燃焼度の燃料ふるまいを調べるため、2年間照射を延長し、昭和61年3月までの照射を予定している。

今までの照射では、特に異常もなく、順調に照射が進んでおり、計装についても殆んどが正常に作動している。現在までの計装データから次の結果を得ている。

- (1) 燃料中心温度の結果から、ペレット-被覆管間のギャップ幅が燃料温度に強い影響を与えることが確認された。
- (2) 燃料棒内圧の計測結果では、単体分離法による燃料と混合転換燃料の差異は見られない。ペレット-被覆管の機械的相互作用についての詳細な解析は、今後実施する予定である。燃料の到達燃焼度は既に、当初の目標燃焼度  $10,000 \text{ MWd/tM}$  を越えており、混合転換燃料の確性試験として、混合転換燃料の健全性を確認した。

### 3. (株)日立製作所, 東京芝浦電気(株)および日本核燃料開発(株)

HBWRを用いた照射試験である-IFA-410, 411, 502, 501/519-に関しTable 3.1に各照射試験の実施期間を示した。

#### 3.1 燃料中心温度, ペレット-被覆管の相互作用に関する研究

- IFA-410, 411 -

##### 3.1.1 目的

本照射試験は, ペレットと被覆管の間の機械的相互作用(PCMI)の研究と7×7タイプから8×8タイプへの設計変更に伴う新設計8×8燃料棒の照射挙動の研究を目的としている。

##### 3.1.2 試験内容

Fig.3.1は, IFA-410, 411両集合体の概念図を示している。PCMI研究のための集合体IFA-410は, 上下のクラスタに分かれた計8本の燃料棒(長さ:500mm)で構成した。試験パラメータとして, ギャップ幅(上部クラスタ)とペレット形状(下部クラスタ)を採用した。炉内計装として, 全ての燃料棒に被覆管伸び計を, 3本の燃料棒に中心温度測定用熱電対を取り付けた。

新設計8×8燃料棒照射試験のための集合体IFA-411は, 8×8タイプの5本の燃料棒(長さ:1500mm)で構成した。試験パラメータは, ペレット高さと被覆管の熱処理条件および肉厚であった。Fig.3.1で, SRは応力除去焼鈍材を, FAは再結晶化焼鈍材を表わす。肉厚は, 0.86mm(8×8タイプ燃料棒で採用されている値)と0.75mmの2種を採用した。炉内計装として, 全ての燃料棒に被覆管伸び計を, うち1本に中心温度測定用熱電対を取り付けた。また, 3本の燃料棒にペレットスタック伸び計を取り付けた。

##### 3.1.3 成果

被覆管伸びデータを, Fig.3.2に示すパターンにあてはめ定量化することによりPCMI挙動を評価した。結果を要約すると,

- ① 燃焼初期には, PCMI挙動に及ぼす試験パラメータの効果が比較的明瞭に現われたが, 燃焼の進行に伴いその差は減少した。特に, ペレット形状およびペレット長による差異は, 殆んど見られなくなった。
- ② 熱処理状態の異なる被覆管のPCMI挙動に有意の差は見られなかった。



### 3.2 PCMI 低減に関する研究

- IFA-502 -

#### 3.2.1 目的

本照射試験では、原子炉出力上昇速度と燃料棒変形挙動の関係を明らかにするために、種々の出力上昇速度のもとで試験を行なった。

#### 3.2.2 試験内容

試験には、ギャップ幅を変えた9本の燃料棒を使用し、照射中の燃料棒中心温度、被覆管伸び、ペレットスタック長伸びおよび被覆管外径変化を測定した。出力変動方法として、IFA-502では、銀製固体中性子吸収体を水圧駆動させることにより、燃料棒線出力密度を急速に変化させた。Fig.3.3に集合体の概念図を示す。

#### 3.2.3 成果

本照射試験で得られたデータを解析し、燃料棒変形挙動に及ぼす出力上昇速度およびギャップ幅の影響を検討した。結果を要約すると、

- ① PCMIを起こした後の被覆管外径の増加率と、出力上昇速度およびギャップ幅の間に相関関係の存在することがわかった。
- ② ギャップ幅が大きくなるに従い、PCMI開始出力も大きくなる。しかし、ペレットの偏心やリロケーションの影響と思われる、データのバラツキが見られた。
- ③ Fig.3.4に一例を示すように、被覆管外径変化データを有限要素法を用いた燃料挙動解析コードの検証に利用した。

### 3.3 BWR型改良燃料の研究

- IFA-501, 519 -

#### 3.3.1 目的

本試験は、BWRに適用されている運転上の制約条件の緩和および撤廃を目指した高性能燃料（ヘリウム加圧、ペレット形状、バリア被覆管）の効果を確認することを目的として実施しているものである。

#### 3.3.2 試験内容

本試験のために、IFA-501および-519の2体の集合体を使用した。改良パラメータとして、

- (1) ヘリウム加圧（3気圧）
- (2) ペレット形状（中空、中空短尺）
- (3) バリア被覆管（銅バリア、ジルコニウムライナ）

および(1)、(2)、(3)の組み合わせを選定した。

試験燃料棒として、加圧の効果を見るために6本、ペレット形状の効果、バリア被覆管の効果およびその組み合わせの効果を見るために18本、合計24本の燃料棒を用意した。

IFA-501は、上下クラスタに分かれた合計12本の燃料棒からなるベース照射用集合体であり、IFA-519は、He-3出力変化装置をつけた被覆管外径変化測定用集合体である。両集合体から、照射中の燃料棒中心温度、内圧、被覆管伸び、被覆管外径変化のデータを得ることに加え、照射終了後には照射後試験を行い、総合評価を行うこととしている。

### 3.3.3 成 果

本照射試験は現在進行中であり、データ解析も並行して進められている。

## 3.4 IFA-530 照射計画概要

### 3.4.1 目 的

ガドリニア入り燃料の燃焼特性を実験的に把握することを目的とする。

### 3.4.2 内 容

ガドリニア入り燃料棒を含んだ照射燃料サブアセンブリ3体を作製、照射を終了した。サブアセンブリを組込んだ照射リグの概略をFig. 3.5に示す。サブアセンブリは燃焼度約2000～6500 MWd/tUO<sub>2</sub>で取り出され、冷却後照射後試験を行い、ガドリニア燃焼特性の解析評価を行う。

### 3.4.3 成 果

取り出された燃料は照射後試験を実施中である。

## 4. 原子燃料工業（株）

### 4.1 国産燃料集合体（JS）の安全性に関する研究

－ IFA-210 －

#### 4.1.1 目的および概要

本研究は、国産BWRタイプおよびPWRタイプの燃料棒の高出力・高燃焼度における健全性の評価のために実施した。試験体は、BWRタイプ燃料棒およびPWRタイプ燃料棒各4本で構成され（Fig. 4.1）、最大平均線出力468W/cm（BWR型560W/cm、PWR型375W/cm相当）で集合体平均燃焼度26740MWd/t（BWR型25440MWd/t、PWR型29000MWd/t相当）まで問題なく照射され、照射後試験に供された。

#### 4.1.2 実施期間

昭和45年1月～昭和50年3月

#### 4.1.3 結果

照射期間中に異状は検出されず、また照射後試験においても異状は認められなかった。ペレット-被覆管相互作用（PCMI）は極めて小さく、料棒の伸び0.01～0.14%は、照射成長によるものと思われた。PWRタイプ燃料棒F5のピーク出力位置での測定燃焼度は、29390MWd/tであり、金相写真から、ペレット中心温度は1400℃以下であったと推定された。BWRタイプ燃料棒S4のピーク出力位置での測定燃焼度は、24470MWd/tであり、ペレット中心温度は金相写真から約2150℃になったと推定された。また、燃料棒表面のスペーサー接触部には、クラッド（水あか）の付着が認められたが、燃料棒には何らの異状も認められなかった。

### 4.2 国産燃料集合体（JG）の安全性に関する研究

－ IFA-230 －

#### 4.2.1 目的および概要

本研究は、BWR型燃料棒のPCMIに及ぼす直径ギャップとペレット端面形状の効果を評価するために実施した。供試体として、ペレット端面形状（フラット、デッシュ）と直径ギャップ（0.15～0.35mm）をパラメータとした計4本の燃料棒が平均燃焼度22000MWd/tまで照射され（Fig. 4.2）照射後試験に供された。

#### 4.2.2 実施期間

昭和45年1月～昭和50年7月

#### 4.2.3 結 果

被覆管の伸びに対する各パラメータの効果については、直径ギャップの効果は燃焼度約1000 MWd/t程度までしか無いことが示された。(Fig. 4.3) また、ペレットの中心ボイドの大きさ、および柱状晶領域の広さは、初期ギャップに依存したが、フラットペレットでは、等軸晶成長領域が広いにもかかわらず、中心ボイドや柱状晶は認められなかった。(Fig. 4.4) 燃焼末期での被覆管の伸びは、いずれの燃料棒においても0.08%程度であり、大部分はジルカロイ被覆管の照射成長によるものと思われた。

### 4.3 国産燃料集合体(JN)の照射挙動に関する研究

#### - IFA-424 -

#### 4.3.1 目的および概要

本研究は、二酸化ウランペレットのマイクロ組織の、焼きしまりやスウェリングに及ぼす効果を知るために実施した。供試体として、ペレット密度がほぼ同一でペレット中のポアサイズ分布や結晶粒径が異なる4種のペレットが合計12本の燃料棒に組込まれ、平均燃焼度7,200 MWd/t, 15,000 MWd/t, 及び20,000 MWd/tまで照射され(Fig. 4.5) 照射後試験に供された。

#### 4.3.2 実施期間

昭和49年1月～昭和56年12月

#### 4.3.3 結 果

ポアサイズについては、その分布のピークが5  $\mu\text{m}$  以下のペレット(タイプA)が、大きな焼きしまりを示したのに対して、ポアサイズ分布のピークが、10～50  $\mu\text{m}$  にある3種のペレットタイプ(B, C, D)では、それぞれの焼きしまり挙動に大差なく、かつ焼きしまりも少ないものであった。また、いずれの場合にも、焼きしまり過程は約10,000 MWd/tまでに終了し、それ以後はスウェリングによるスタック長の伸びが示された。(Fig. 4.6) 一方、SEM観察により、焼きしまりは主として直径1  $\mu\text{m}$  以下のポアの消滅または収縮に起因し、5  $\mu\text{m}$  以上のポアは、ほとんど収縮しないことが判った。炉内でのペレットの焼きしまりに関してはポアサイズを調整した場合でも、炉外での再焼結試験によって予測可能であることも示された。

## 5. 三菱重工業（株）／三菱原子力工業（株）／（株）三菱金属

### 5.1 ハルデン HBWR によるジルカロイ被覆 $UO_2$ 燃料棒の高燃焼度照射試験 - IFA-212 -

#### 5.1.1 目的

本研究は、HBWRによる燃料照射共同研究の一環として行ったものである。燃料棒の安全性評価、主としてジルカロイ被覆管の特性に及ぼす照射の影響を調べることを目的とし、材質及び製造因子の異なるジルカロイ被覆  $UO_2$  燃料棒を用いて実用炉レベルの燃焼度までの照射及び照射後試験を行なった。

#### 5.1.2 試験燃料

燃料集合体（IFA-212）は、上下各7本のPWRサイズ燃料棒を同一円周上に配列したものである。被覆管は三菱金属製で、材質、中間焼鈍温度、最終冷間加工度、表面仕上げ条件などをパラメーターとした。また、燃料棒の設計、製作は三菱原子力により行なわれた。燃料棒仕様の要約をTable 5.1に示す。

#### 5.1.3 照射

照射はHBWRにより1971年2月から1973年9月にわたり2年8ヶ月間行なわれた。燃料棒計装データによれば、燃料棒平均線出力及び最大線出力はそれぞれ約550 W/cm, 約780 W/cm, 平均及び最大燃焼度は約38000 MWd/MtU, 約50000 MWd/MtU にまで達し、この間燃料棒には破損等の異常は認められなかった。Table 5.2に照射条件の要約を示す。

#### 5.1.4 照射後試験

燃料体は照射終了後約8ヶ月間冷却された後、シェラー原子力研究所において照射後試験が行なわれた。試験項目は1) 外観検査, 2) 寸法測定, 3)  $r$ -スキニング, 4) パンクチャー試験, 5) メタログラフイー, 6) セラモグラフイー, 7) 燃焼度測定, 8) リング引張試験, 9) 微小硬度測定, 10) H/D分析である。外観検査では特に異常は認められなかった。燃料棒寸法測定では、長さで約0.1%の増加が見られ、各燃料棒の直径増加率は0.05～0.25%であり、リッジングは認められなかった。金相試験では高出力部で柱状晶の発達認められ、ペレット中心温度が約2000℃以上に達したものと推定された。一方、被覆管の水素化は円周方向に析出しており、外周部により多く認められた。引張試験では照射硬化現象に製造因子の影響が認められた。つまり最終加工度の低い管では、高い管に比べて強度は低い、伸びについてはほぼ同じ値を示している。また中間焼鈍温度の低い管は高い管に比べ強度、延性ともやや高くなっている。

### 5.1.5 結 論

平均燃焼度約38000 MWd/MtUに達する高燃焼度照射の結果、いずれの燃料棒も破損を起こさず、また照射後試験によっても十分な健全性を保っていることが確認された。また、照射効果を及ぼす被覆管製造因子の影響に関して知見が得られた。

## 5.2 PWR燃料のハルデン照射試験

— IFA-421 —

### 5.2.1 目 的

UO<sub>2</sub>燃料の照射下での焼しまり現象に関し、三菱PWR燃料の焼しまり安定性を確認することを目的として、三菱原子力工業(株)と三菱重工業(株)との共同研究で、ハルデン炉における照射試験を実施した。

### 5.2.2 試験燃料

燃料体(IFA-421)は、約1m長の短尺燃料ピンを同一円周上に6本配列したものである。これら6本の燃料ピンに焼結条件が異なる4種類のUO<sub>2</sub>ペレットを装荷した。各々の燃料ピンには照射中の燃料スタック長及び内圧測定用検出器を取付けた。

### 5.2.3 照射及び照射後試験

IFA-421は、1974年12月から1976年10月にわたり1年10ヶ月の間(但し、EFPD:約230日)、HBWRの炉心冷却水条件下で平均線出力160W/cmで約5400 MWd/t UO<sub>2</sub>の燃料体平均燃焼度まで照射された。この間、照射中の燃料挙動を把握するため、燃料スタック長、燃料ピン内圧等を連続して測定した。

照射後の燃料について、ノルウェー、シェラー原子力研究所で、燃料ピン外観検査、燃料及び被覆管の金相観察、燃料密度測定等の照射後試験を実施した。

照射中の燃料スタック長変化の測定結果をFig. 5.1に示す。

三菱PWR燃料仕様である燃料ピンAは、小さな燃料スタック長変化を、また、燃料ピンAに比べて半分の焼結時間のペレットを装荷した燃料ピンCについても同様に小さなスタック長変化を示した。一方、焼結温度が三菱仕様に比べ低いペレットを装荷した燃料ピンE及びFでは、燃料ピンA及びCに比べ大きなスタック長変化を示した。

本照射試験によって、現行の三菱PWR燃料仕様のペレットは、焼しまりに対して極めて安定であることを確認した。

## 5.3 IFA-510 照射試験

### 5.3.1 目的および概要

IFA-510照射試験は、燃料棒の曲りにより燃料棒同志が接触した場合の燃料の健全性を材料特性の観点から確認することを目的として、関西電力(株)、九州電力(株)、四国電力(株)

と三菱重工業（株）の共同研究として実施したものである。試験燃料体は、2本の短尺燃料棒を特殊な支持格子を用いて軸方向中央部で、強制的に強く接触させたもので、3体の試験体をハルデン炉に新設した高温高圧強制循環ループを用いて照射した。試験燃料棒にはペレット中心温度測定用のサーモカップルとともに破損検出器を取り付けた。

### 5.3.2 照射および照射後試験

照射試験は昭和53年4月に開始し、昭和54年1月に完了した。照射中3体の試験体ともに、燃料リークは観測されず、照射後試験によっても健全である事が確認された。Fig.5.2に IFA-510の照射履歴の一例を示す。3体の試験体のうち試験3燃料体は合計140日間照射され、燃料棒平均燃焼度で5130 MWd/t UO<sub>2</sub>を達成した。

Table 1.1 JAERI irradiated instrumented fuel assemblies in HBWR

No.	燃料番号	所属	研究目的	照射時間	燃焼度 (GWd/t)	
1	IFA-106	原研	{ JPDR-II 燃焼の確性 試験(短尺) }	高燃焼度	11/67~10/69	11.3
2	107	原研		低燃焼度	11/67~ 8/68	4.2
3	149	原研	{ JPDR-II 燃焼の確性 試験(長尺) }	低燃焼度	5/68~ 5/69	7.2
4	150	原研		高燃焼度	5/68~ 4/70	11.4
5	208	原研	高出力下のペレット・クラッド相互作用	1/71~ 9/71	6.3	
6	209	原研	水素富化被覆管燃料の挙動	5/71~ 5/73	10.1	
7	224	原研	低密度燃料のペレット・クラッド相互作用	2/72~11/73	11.8	
8	225	原研	燃料内水分の効果	2/72~ 6/72	3.5	
9	508	原研	炉内直径測定によるペレット・クラッド相互作用	6/77~ 2/80	23	
10	515	原研	IFA-508用燃焼度蓄積	9/77~ 3/81	17	
11	520	原研	BWR型出力急昇試験リグ	3/82	実験中	
12	523	原研	BWRベース照射	2/80	照射中	
13	524	原研	PWRベース照射	2/80	照射中	
14	525	原研	PWR型出力急昇試験リグ	10/81	実験中	



Table 1.2 Summary of experimental parameters in IFA-209

Cluster	Sub. Div.	Rod No.	Segment	Hydrogen Content (ppm)	Tube Maker	Cooling Rate (°C/hr.)	Tube No.	Instrumentation No.
Upper Cluster	I	1	U	25	K	-	6201-1	EC-6
			L	27	S	-	6501-2	
		2	U	112	K	450	6309	EC-5
			L	101	S		S-53	
	3	U	236	K	450	6328	EC-7	
		L	218	K		6321		
	4	U	207	S	450	S-29	EC-8	
		L	201	S		S-26		
	II	9	U	25	K	-	6202-1	EC-6
			L	27	S		6502-1	
		10	U	102	K	450	6310	EC-5
			L	99	S		S-43	
	11	U	247	K	450	6339	EC-7	
		L	234	K		6336		
	12	U	213	S	450	S-24	EC-8	
		L	211	S		S-40		
III	13	U	139	S	450	19-1	EC-6	
		L	100	S		30-1		
	14	U	115	S	50	16-1	EC-5	
		L	100	S		30-3		
15	U	139	S	5	19-2	EC-7		
	L	107	S		31-2			
16	U	13	S	-	7-1	EC-8		
	L	13	S		7-2			
Lower Cluster	IV	5	U	25	K	450	6201-2	EC-2
			L	109	K		6307	
		6	U	27	S	450	6501-4	EC-1
			L	102	S		S-52	
7	U	25	K	450	6201-3	EC-3		
	L	207	K		6338			
8	U	27	S	450	6501-5	EC-4		
	L	203	S		S-31			

Table 2.1 A comparison of IFA-160 and IFA-159 for fuel assembly design

	IFA-160	IFA-159
1. Fuel		
Material	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub>
Type	Sol-Gel VIPAC	MB Pellet
Enrichment, PuO <sub>2</sub>	3.1w/o	25w/o
U	Nat.U	Nat.U
Pu composition %		
Pu-239	90.498	91.30
Pu-240	8.513	7.884
Pu-241	0.942	0.780
Pu-242	0.047	0.035
Density	85% T.D.	94% T.D.
Diameter	10.83mm	10.0mm
Active Length	1400 mm	1400 mm
2. Cladding		
Material	Zircaloy-2	Zircaloy-2
Inner diameter	10.83mm	10.2mm
Wall thickness	0.70mm	0.76mm
3. Assembly		
Number of rods		
Per assembly	9	9
configuration	Square	Square
Pitch	16.4mm	16.4mm

Table 2.2 Gas contents in test samples

IFA No.	Sample from Pin No.	Weight of gas (mg)				
		Kr	Xe	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	He
IFA-159	11	0.038	0.31	0.042	0.007	0.20
	13	0.024	0.23	0.057	0.012	0.17
IFA-160	25	0.44	3.49	0.09	0.021	0.16
	29	1.62	14.40	0.53	0.036	0.01

Table 2.3 Principal characteristics of IFA-206

1. 形 式	ディッシュペレット燃料要素ヨドとフラットペレット燃料要素4本による7本. 中心に1本. 外側に6本の3角格子配列
2. スペース	グリッド型スペース 数量4個
3. 燃料芯径長 (mm)	1960
4. ペレット 厚 度 厚 (mm %) 要 素 (% TD) 高 径 (mm) 直 径 (mm) 形 式	UO <sub>2</sub> ペレット 6 95 14.20 20 円形フラットヨドUディッシュ
5. 放 風 管 寸 法 内 径 (mm) 外 径 (mm)	230カロイ-2 15.89 11.81
6. ペレット-環状管ギャップ 直 径 (mm)	0.27

Table 2.4 The results of gas puncturing for irradiated fuel rods of IFA-206

燃料要素番号	ボイド体積 (cc)	全ガス量 (cm <sup>3</sup> )	Krypton (atom %)				mgKr	Xenon (atom %)				mgXe
			83	84	85	86		131	132	134	136	
4	42	71.0	14.64	28.32	6.78	50.26	33.0	10.99	17.68	30.92	40.41	361
5	37	44.8	14.74	28.21	6.70	50.35	6.5	11.61	18.78	30.61	38.99	81.4

Table 2.5 Principal characteristics of IFA-207

1. 形 式	ドイツ型ペレット燃料要素3本とフラットペレット燃料要素4本による7本、中心に1本、外側に6本の3角格子配列
2. スペーサ	ウエアパット型スペーサ 数量4個
3. 燃料有効長 (mm)	1540
4. ペレット 原料度 (wt %) 容 積 (% TD) 直 径 (mm) 高 さ (mm) 形 状	6 98 14.80 20 両面フラットおよびドイツ型
5. 板 状 管 材 質 寸 法 内 径 (mm) 外 径 (mm)	ジルカロイ-2 13.09 16.81
6. ペレット-板状管ギャップ 直 径 (mm)	0.29

Table 2.6 Characterizations of irradiation of IFA-514

(1) 集合体		h. プルトニウム同位元素組成 (w/o)	
a. 集合体当りの燃料棒本数	6本	Pu-238	0.10
b. 集合体当りのスペーサ数	2個	Pu-239	77.14
c. 集合体当りのタイロッド数	3本	Pu-240	19.42
d. 集合体当りのPuO <sub>2</sub> :UO <sub>2</sub> 重量	約7.5 kg	Pu-241	2.78
e. " PuO <sub>2</sub> 重量	" 435 g	Pu-242	0.56
f. " Pu fiss.重量	" 307 g		
g. 燃料棒配置	3角格子		ジルカロイ-2
h. 格子間隔	24 mm		12.52 mm
i. スペーサ型	リング素子型		0.86 mm
(2) 燃料棒			10.80 mm
a. ペレットスタック長さ	1380 mm	(5) シラウド管	
b. プレナム長さ	80 mm	a. 材質	ジルカロイ-2
c. 断熱ペレット	天然ウラン (高さ7 mm)	b. 内径	71 mm
d. 充填ガス	He 1気圧	c. 長さ	約1699 mm
e. ディスク	ジルカロイ-2	d. 肉厚	1 mm
(3) 燃料ペレット		(*) ただし, T.E用のみ (6) 計装 (集合体当り)	
a. 材質	PuO <sub>2</sub> ・UO <sub>2</sub> 焼結ペレット	a. タービン型流量計 (チャンネル入口, 出口)	2
b. ウラン濃縮度	天然ウラン	b. 冷却材重量温度測定用熱電対 (チャンネル入口, 出口)	4
c. プルトニウム富化率	4.64 w/o fiss. Pu	c. 集合体出力測定用中性子検出器	3
d. ペレット密度	94.0 % T.D	d. 燃料破損検出計 (蒸気サンプラー)	1
e. ペレット直径	10.55 mm	e. 流量調整用バルブ	1
f. ペレット形状	チャンファ付	(7) 計装 (燃料棒)	
o 中空ペレット	中心孔3.5 mm	a. 被覆管伸び測定器 (EC)	3 基
o 中実ペレット (含 as-sinter)	10.0 mm	b. 燃料スタック伸び測定器 (EF)	3 "
g. ペレット上高さ		c. 燃料中心軸温度測定器 (TE)	2 "
		d. プレナム圧測定器 (PF)	2 "

Table 2.7 Characterizations of irradiation of IFA-529

(1) 集合体		(チ) プルトニウム同位元素組成 (w/o)	
(イ) 集合体当りの燃料クラスタ数	2 (上部, 下部)	Pu-238	0.85
(ロ) " PuO <sub>2</sub> ・UO <sub>2</sub> 重量	約 6.2kg	Pu-239	65.6 Pu' = 73.9w/o
(ハ) " PuO <sub>2</sub> 重量	約 515 g	Pu-240	22.2
(ニ) クラスタ		Pu-241	7.3
(イ) クラスタ当りの燃料棒本数	6本	Pu-242	3.0
(ロ) " タイロッド数	3本	Am-241	2.4
(ハ) " センターハンガチューブ	1本	(5) 被覆管 (軽水炉 8 × 8 タイプ使用)	
(ニ) " 中性子検出器用保護管 (ケーブルチューブ)	3本	(イ) 材質	ジルカロイ-2
(ホ) " タイプレート数	12個 (上部, 下部)	(ロ) 外径	1252 mm
(ヘ) 燃料棒配置	3角格子	(ハ) 肉厚	0.86 mm
(ト) 格子間隔	24 mm	(ニ) 内径	10.80 mm
(3) 燃料棒		(6) シュラウド管	
(イ) ベレットスタック長さ	550 mm	(イ) 材質	ジルカロイ-2
(ロ) プレナム長さ	40 mm	(ロ) 内径	71 mm
(ハ) 断熱ベレット	天然ウラン (高さ 7 mm)	(ハ) 長さ	約 868 mm (下部), 1126 mm (上部)
(ニ) 充填ガス	He 1気圧	(ニ) 肉厚	1 mm
(4) 燃料ベレット		(7) 計装 (集合体当り)	
(イ) 材質	PuO <sub>2</sub> ・UO <sub>2</sub> 焼結ベレット	・ タービン型流量計 (チャンネル入口, 出口)	2基
(ロ) ウラン濃縮度	天然ウラン組成	・ 冷却材重水温度測定用熱電対 (チャンネル入口, 出口)	6 "
(ハ) プルトニウム富化率	~6 w/o fiss. Pu	・ 集合体出力測定用中性子検出器	6 "
(ニ) ベレット密度	94% T.D.	・ 燃料破損検出器 (蒸気サンブラー)	1 "
(ホ) ベレット直径	10.55 mm (公称径)	・ 流量調整用バルブ	1 "
(ヘ) ベレット形状	チャンファ付	(8) 計装 (燃料棒)	
(ト) ベレット高さ	10 mm	・ 被覆管伸び測定器 (EC)	4基
		・ 燃料スタック伸び測定器 (EF)	3 "
		・ 燃料中心軸温度測定器 (TE)	2 "
		・ プレナム圧測定器 (PF)	9 "

Table 3.1 Chronology of Halden irradiation tests

	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
IFA-410		—	—										
IFA-411		—	—										
IFA-502					—	—							
IFA-501							—	—	—	—	—	—	
IFA-519							—	—	—	—	—	—	

Table 4.1 Characterization of fuel rod in IFA-424

ペレットタイプ		A	B	C	D
ペレット密度(%TD)		94.4	94.7	94.8	94.6
平均グレインサイズ(μm) (結晶粒径)		16.3	22.6	25.7	24.1
中間体横ポアサイズ(μm)		9.5	3.7	2.9	1.2
5 μmφ以下ポア面積率(%)		2.15	0.91	0.41	1.11
ポアサイズ分布ピーク(μm)		<5	5.0	3.0	1.0
再焼結テスト収縮率(%) (1700°C, 20h)		0.60	0.13	0.27	0.39
IFA-424(I)	ピンNo	01	04	07	10
	EFNo	EF-1	EF-4	EF-2	EF-3
IFA-424(II)	ピンNo	02	05	08	11
	EFNo	EF-1	EF-4	EF-2	EF-3
下部クラスター	ピンNo	03	06	09	12

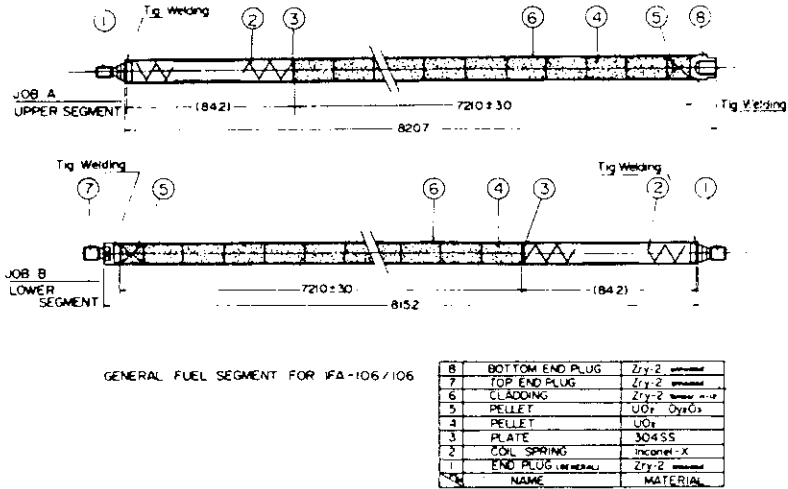
Table 5.1 Fuel rod design

Fuel	UO <sub>2</sub> Pellet 10w/oU-235, 94.7T.D.
Pellet	9.32mm O.D. x 15mm L Dished, Both Ends
Clad	Zry-2, Zry-4, Stress Relieved 9.49mm I.D. x 0.625mm t
Stack Length	690mm
Plenum Length	63.5mm
Filler Gas	He, 1 ata

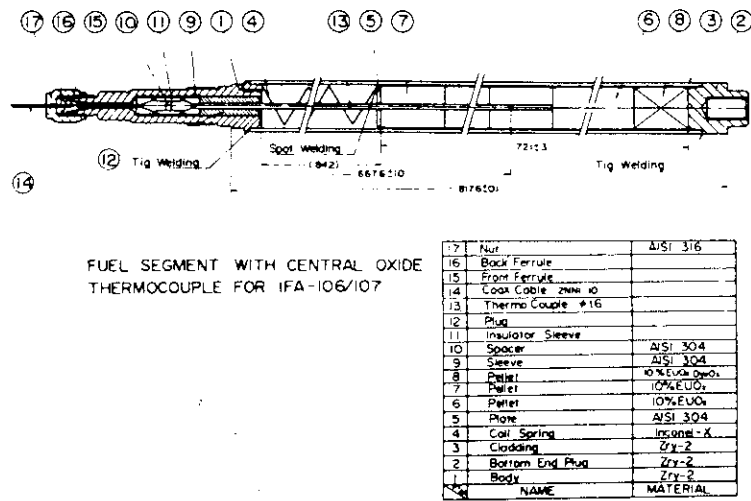
Table 5.2 Irradiation condition

Moderator, Coolant	Heavy Water
Coolant Temp.	240°C
Coolant Pressure	34. ata
Cooling Condition	Natural Circulation
Linear Heat Rating	Ave. 550W/cm
	Max. 780W/cm
Burn-Up	Ave. 38000MWD/MTU
	Max. 50000MWD/MTU

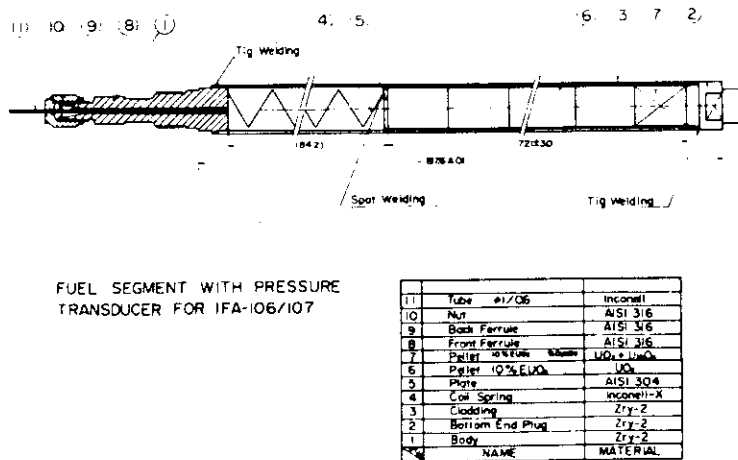




(a) General fuel segment

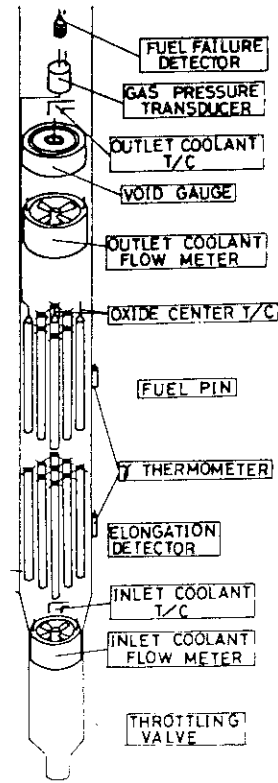


(b) Fuel segment with central oxide thermocouple



(c) Fuel segment with pressure transducer

Fig. 1.1 Fuel pins for IFA-106/107



(a) IFA-106/107

Fig. 1.2 Instrumentation of the assemblies

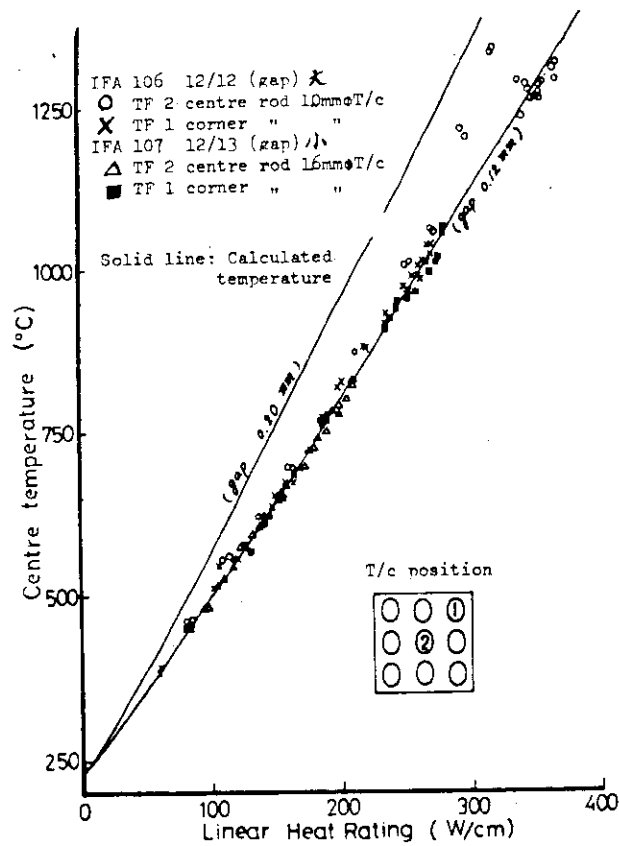


Fig. 1.3 Center temperature vs. linear heat rating of IFA-106/107

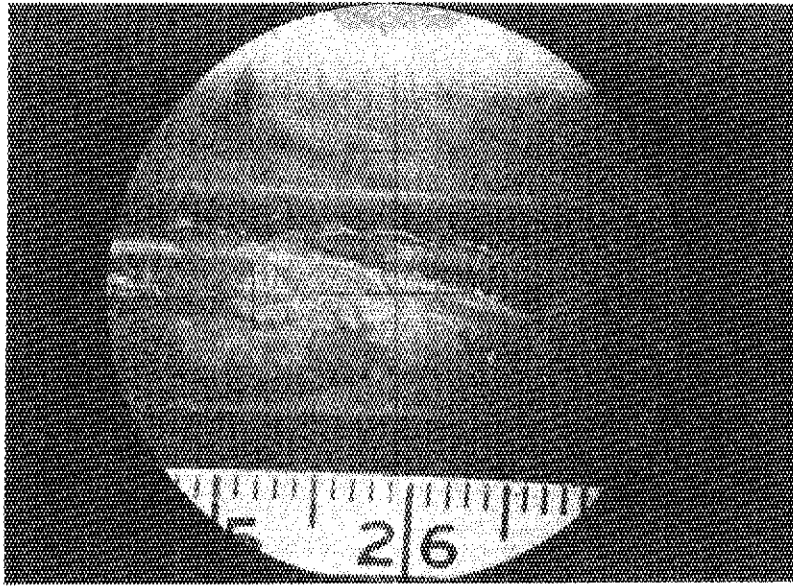
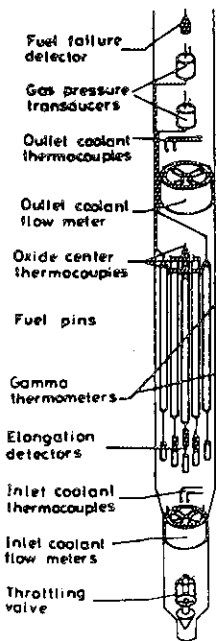


Fig. 1.4 Crud of the cladding



(b) IFA-149/150

Fig. 1.5 Instrumentation of the assemblies

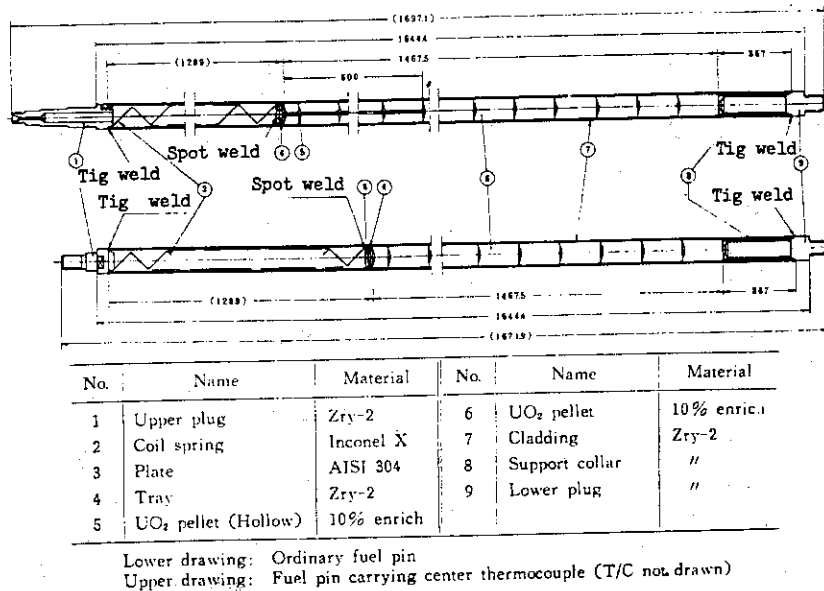


Fig. 1.6 Fuel pins for IFA-149/150

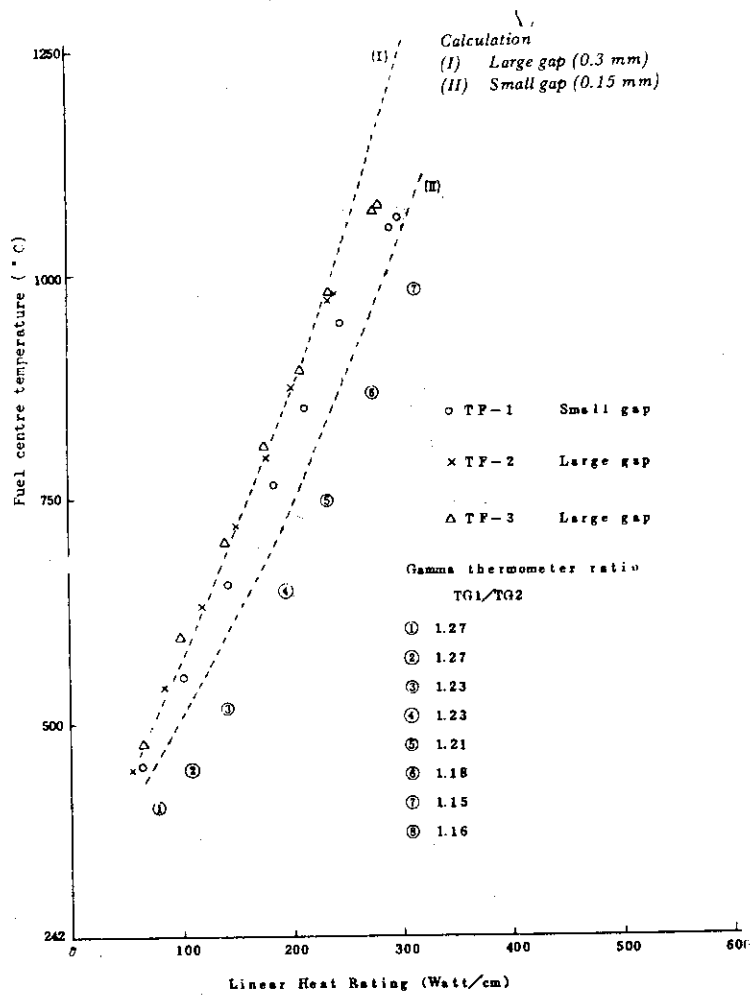


Fig. 1.7 Fuel centre temperature vs. linear heat rating of IFA-150 at 100 MWd/t

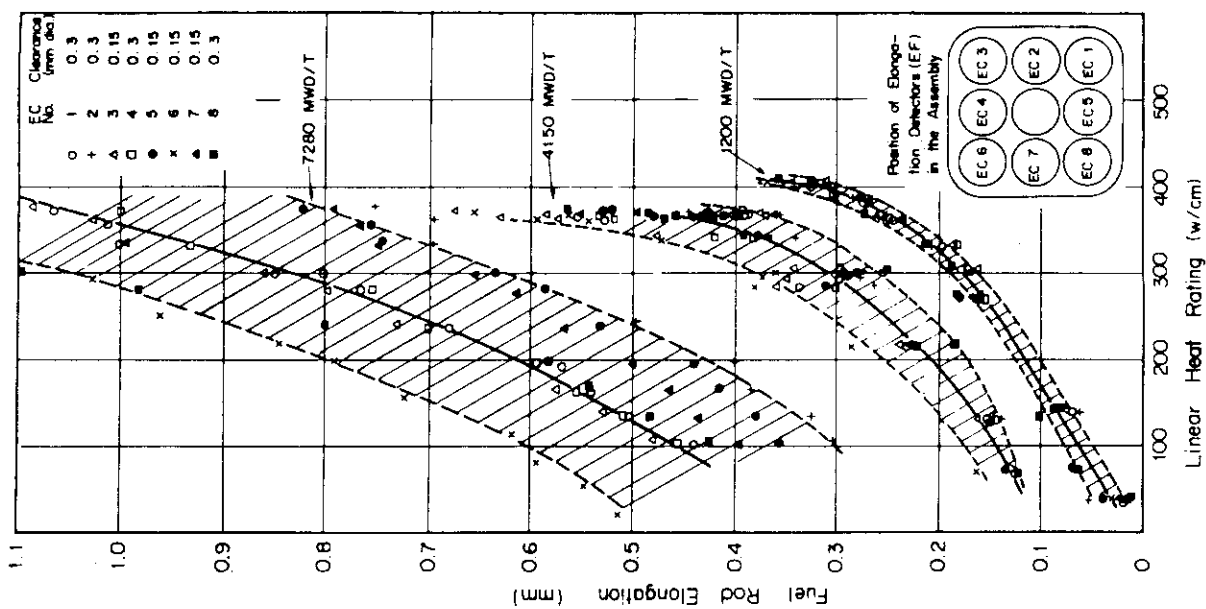


Fig. 1.8 Readings of elongation detectors in IFA-150 at three clean power ramps

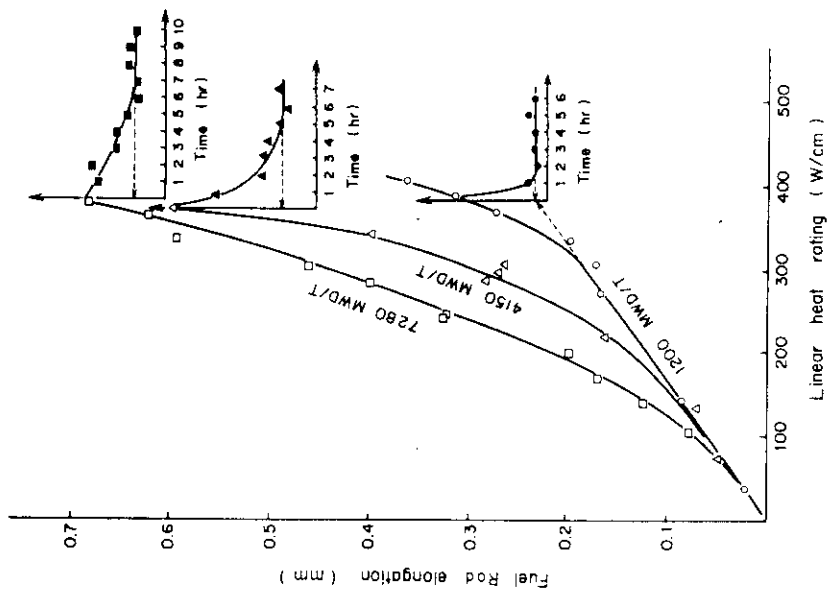


Fig. 1.9 Effect of burnup on fuel rod elongation and relaxation behaviour

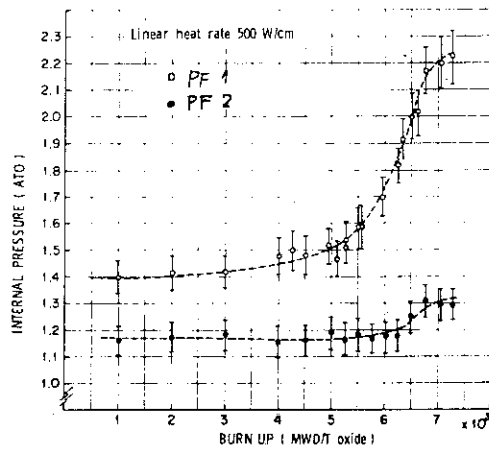


Fig. 1.10 Variation of plenum gas pressure with burnup, IFA-150

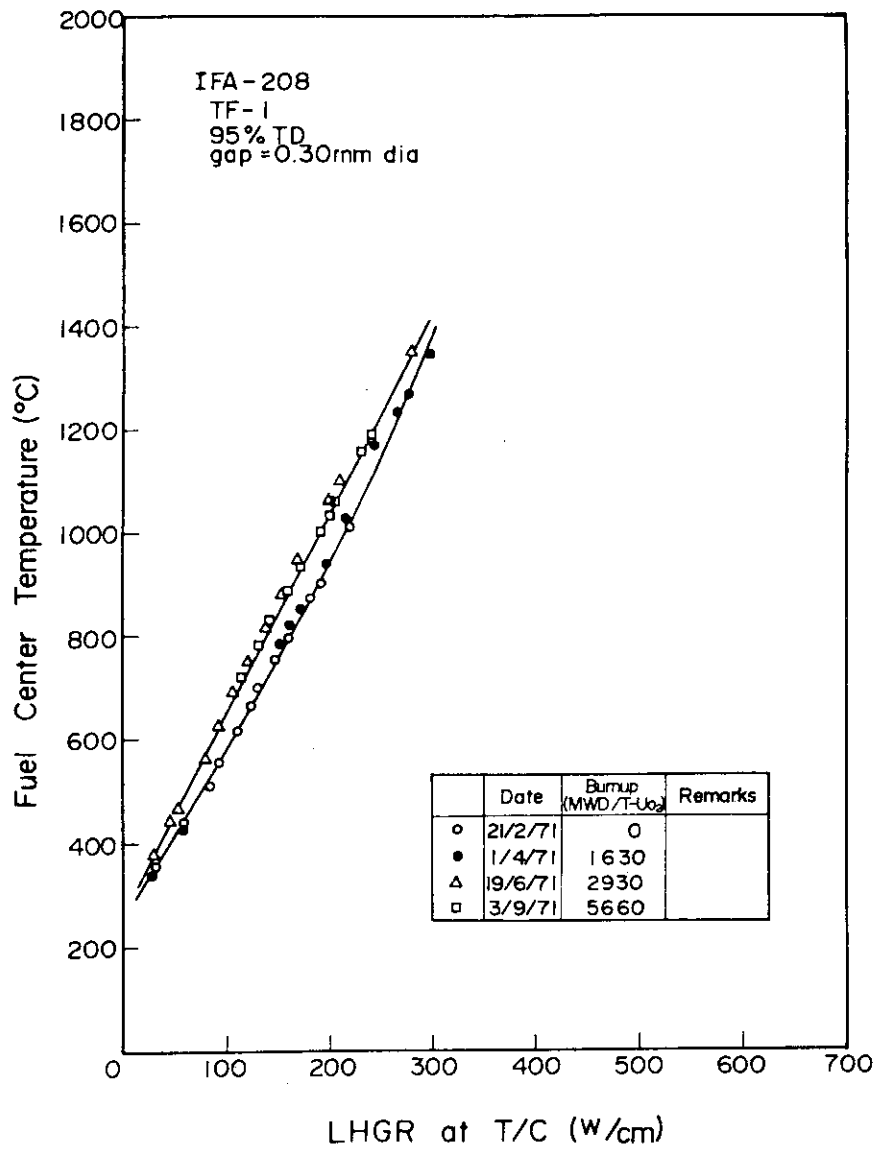


Fig. 1.11 Fuel center temperature for rod A of IFA-208 vs. linear heat rating as a function of burnup

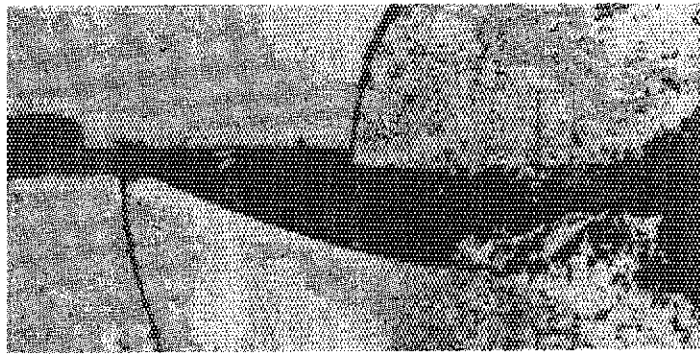


Fig. 1.12 UO<sub>2</sub> vapour deposition on the pellet end face in the dished face

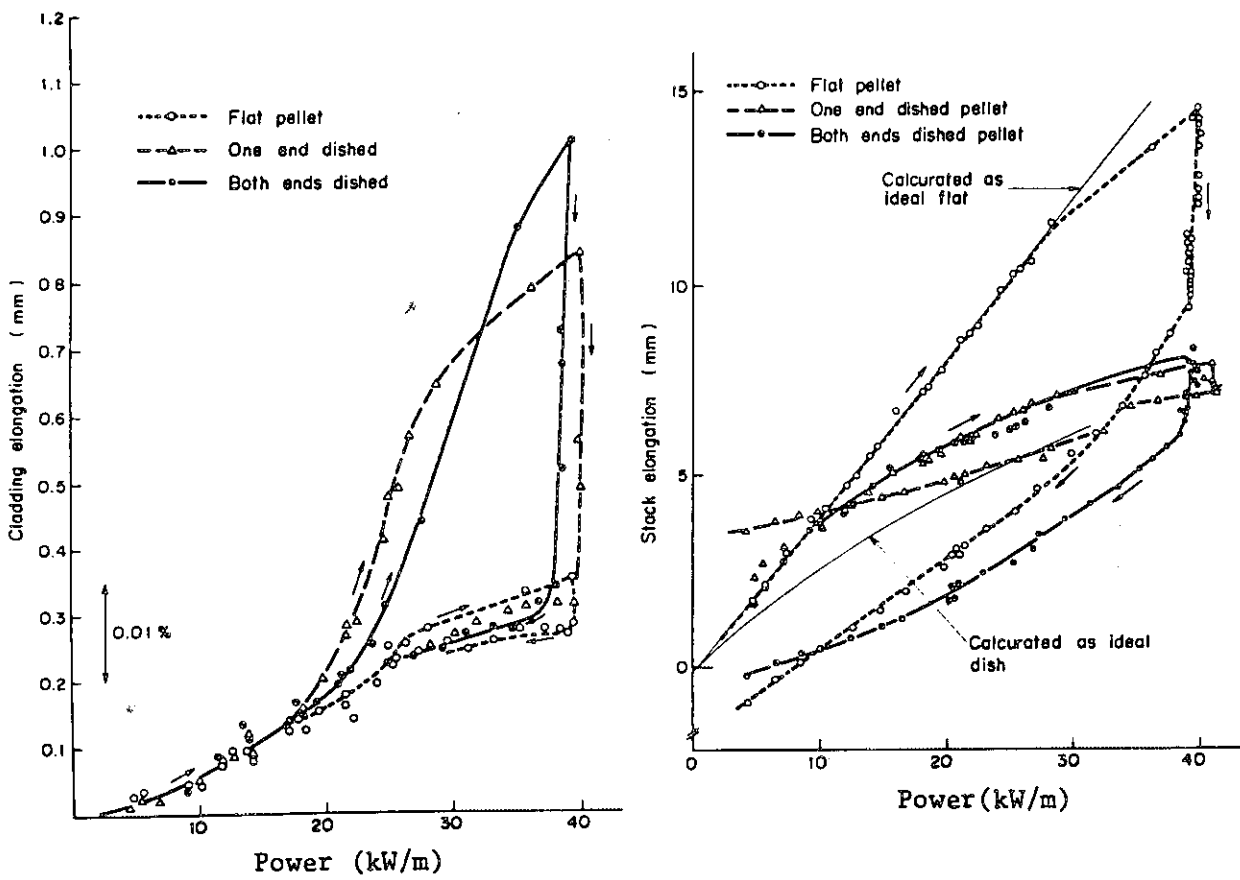


Fig. 1.13 (left): Cladding elongation vs. linear power as a function of pellet end shape in IFA-208, (right): fuel stack elongation vs. linear power as a function of pellet end shape in IFA-208.

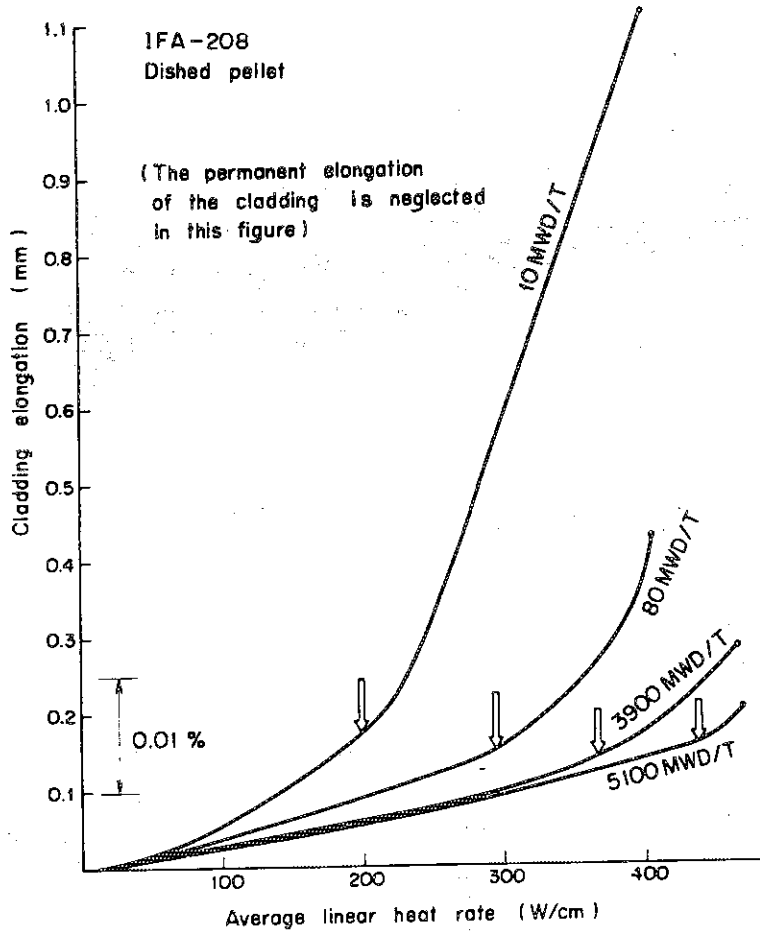


Fig. 1.14 Effect of burnup on the onset of PCMI (↓)

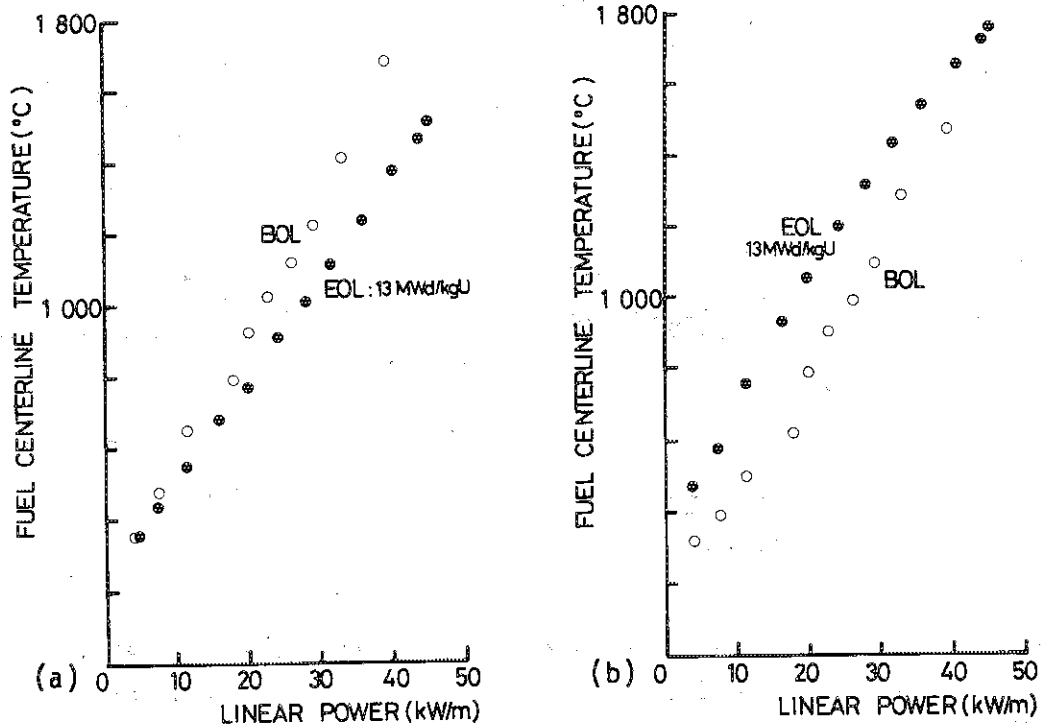


Fig. 1.15 (a) Fuel centerline temperature with higher sintered fuel vs. linear heat rating as a function of burnup: IFA-224, (b) fuel centerline temperature with lower sintered fuel vs. linear heat rating as a function of burnup: IFA-224



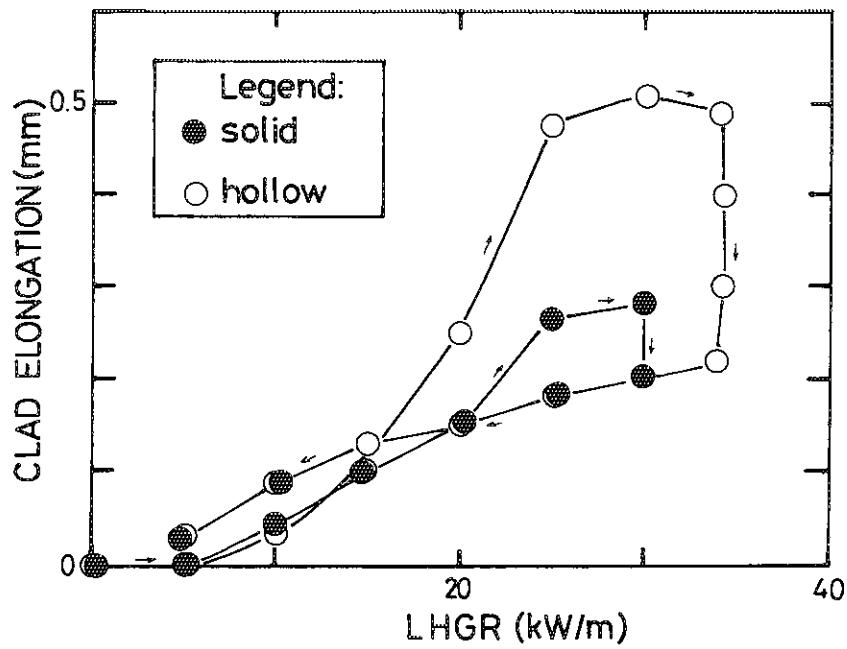


Fig. 1.16 Cladding axial elongation with increasing power comparing behaviour of solid pellet with that of hollow pellet during first rise to power

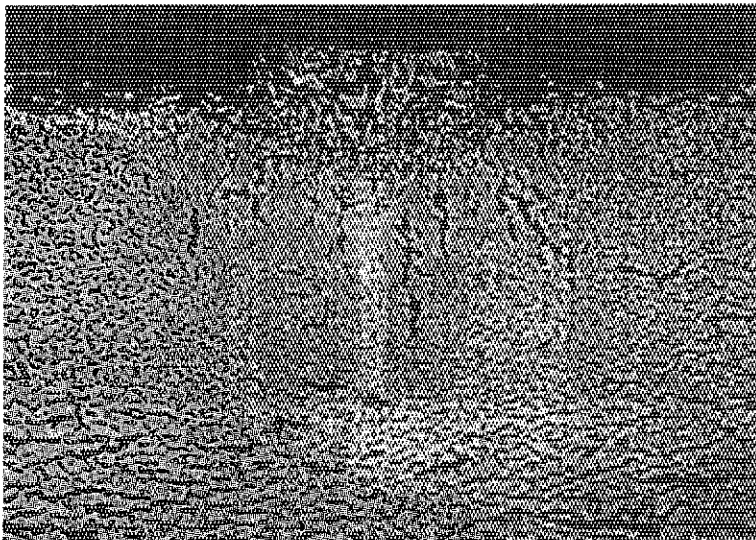


Fig. 1.17 Local hydride agglomeration near outer surface of rod 3

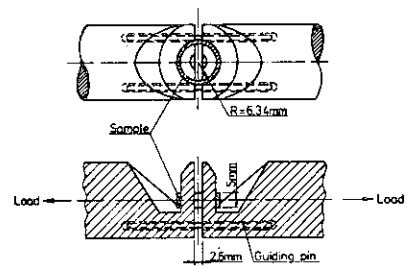


Fig. 1.18 Drawing of a jig for ring tensile testing

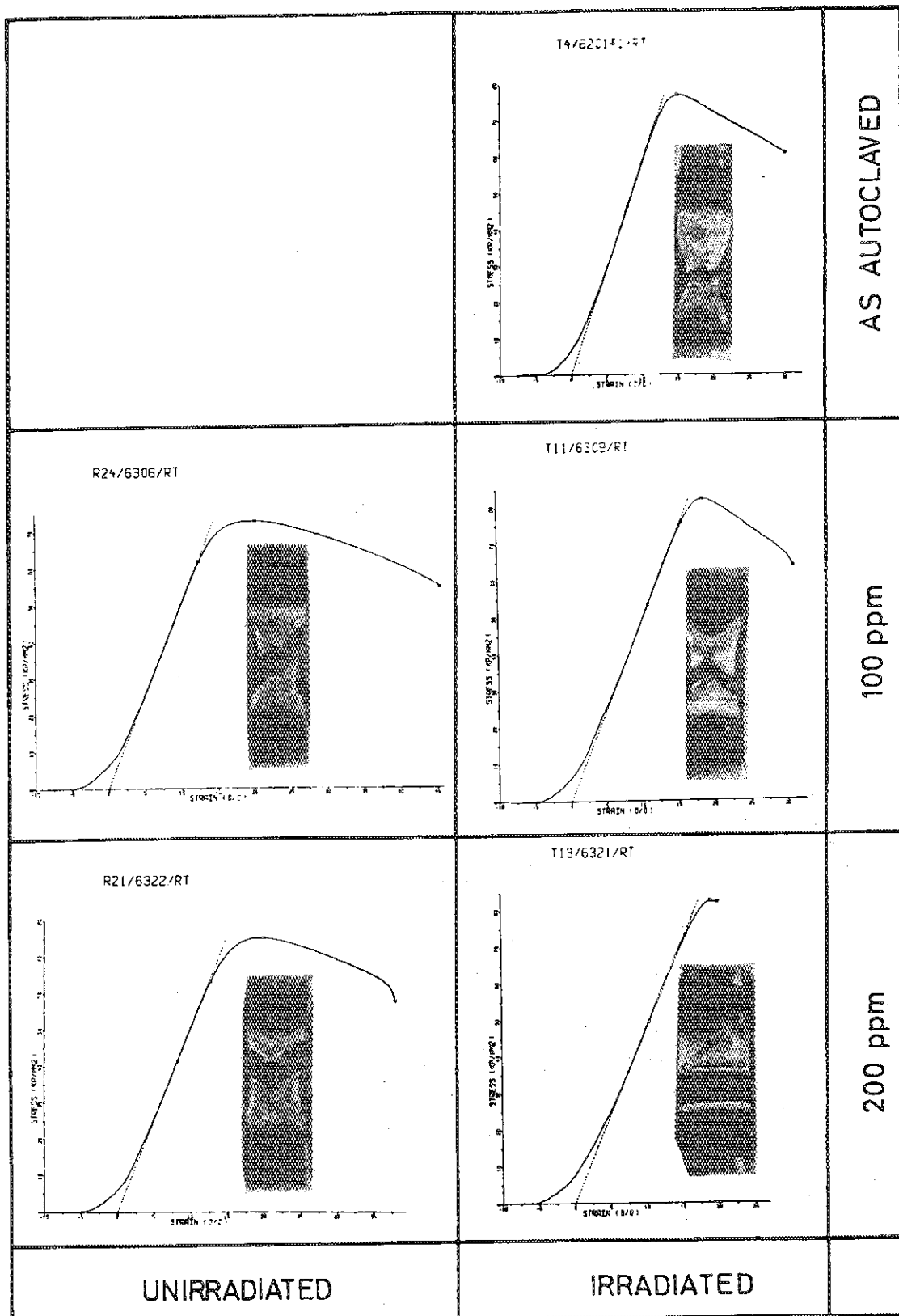


Fig. 1.19 Examples of stress-strain curve with room temperature ring-tensile testing (tube K)

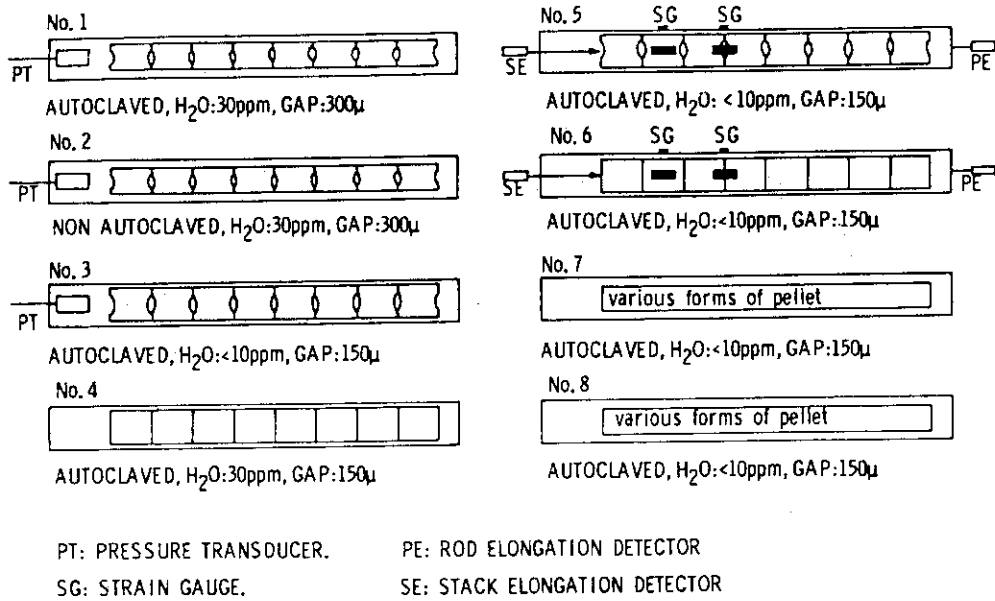


Fig. 1.20 IFA-225 arrangement of fuel parameters and instrumentation

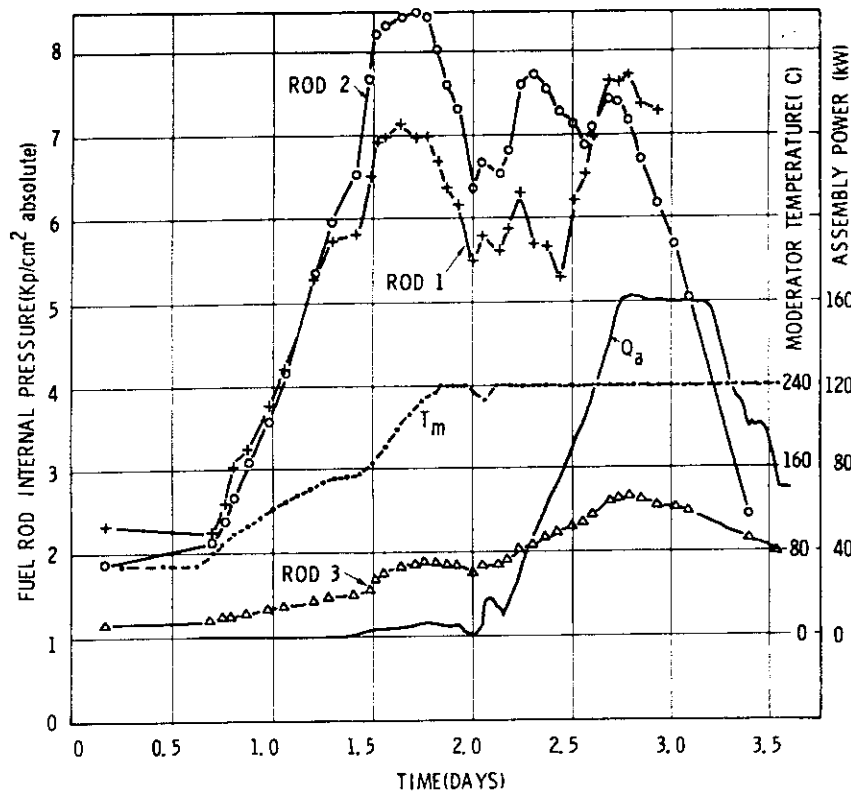


Fig. 1.21 Variation of fuel rod internal gas pressure (ROD 1~ROD 3), assembly power (Q<sub>a</sub>), and moderator temperature (T<sub>m</sub>) on first rise to power

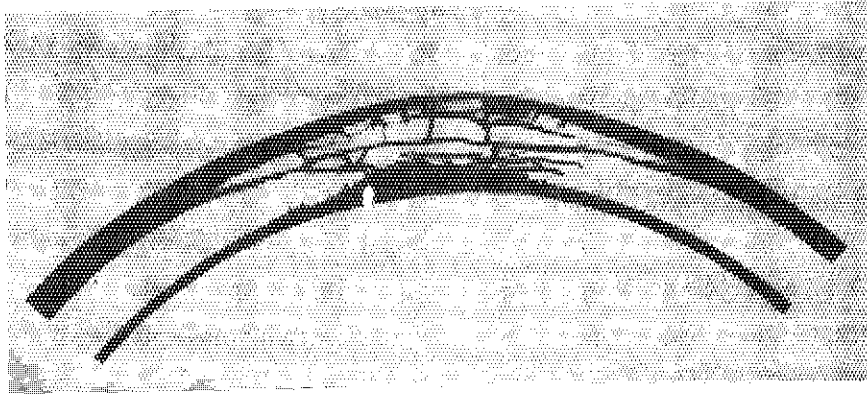


Fig. 1.22 Microstructure at the sunburst portion on rod No.6

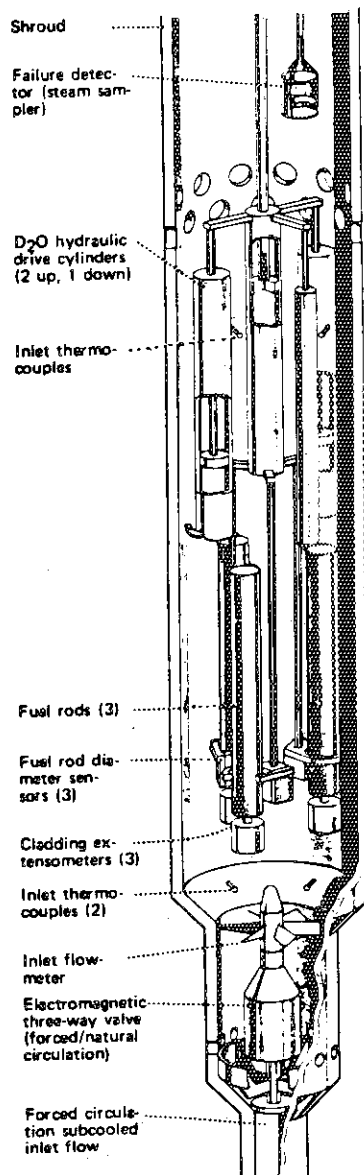


Fig. 1.23 The schematic representation of three-rod diameter rig, IFA-508

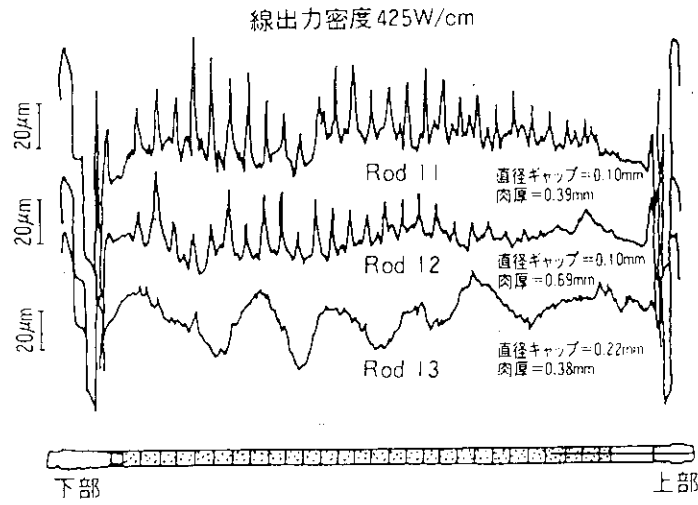


Fig. 1.24 In-core measured diameter traces of rods at power of 42.5 kW/m

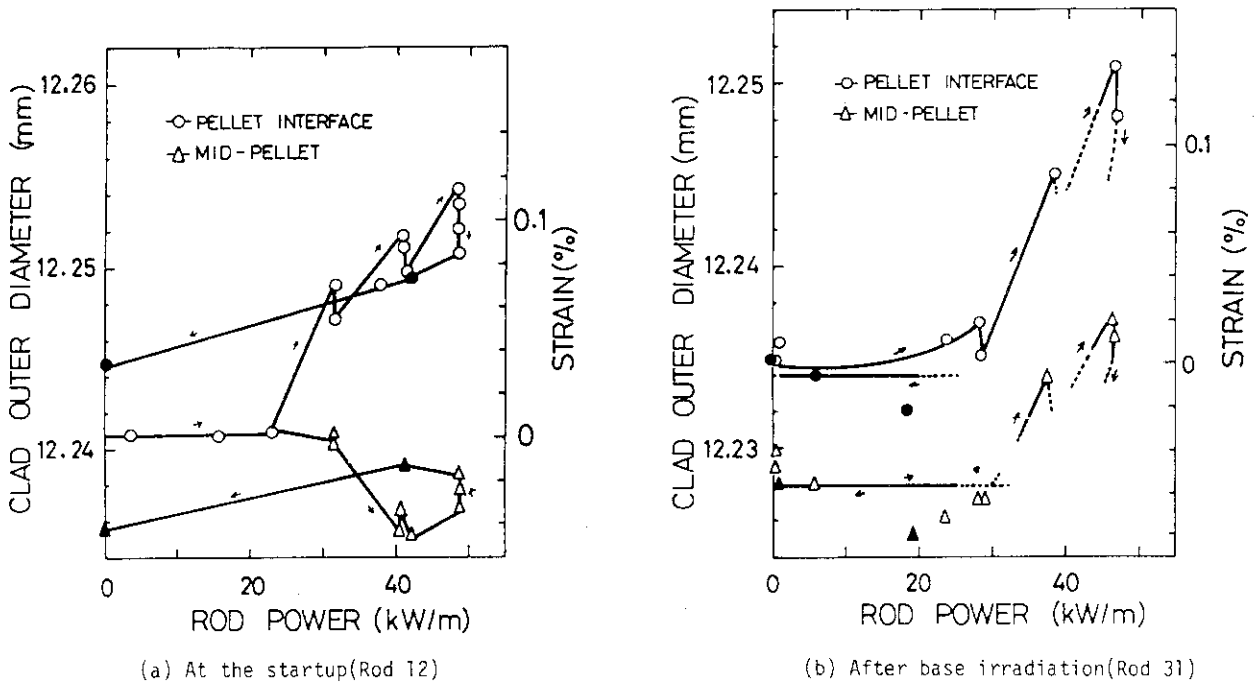


Fig. 1.25 Influence of base irradiation on the diameter change of cladding

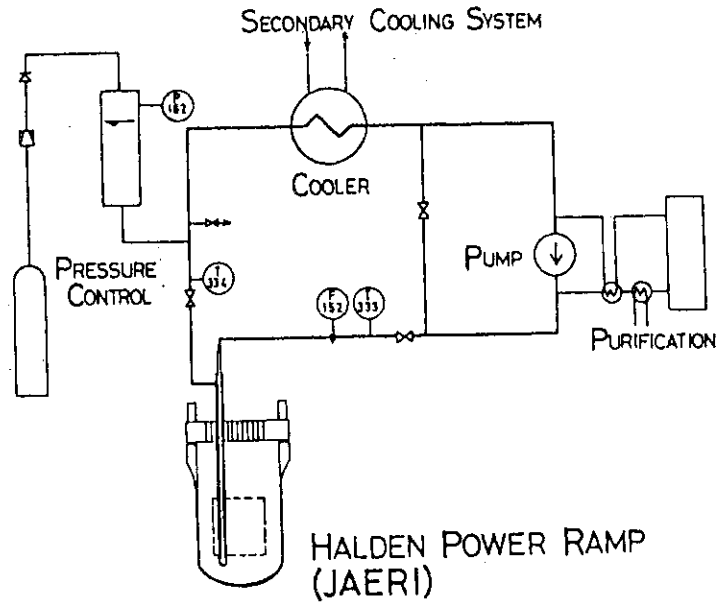


Fig. 1. 26 Schematic representation of high pressure loop in HBWR for fuel rod base irradiation of Halden Power Ramp Test

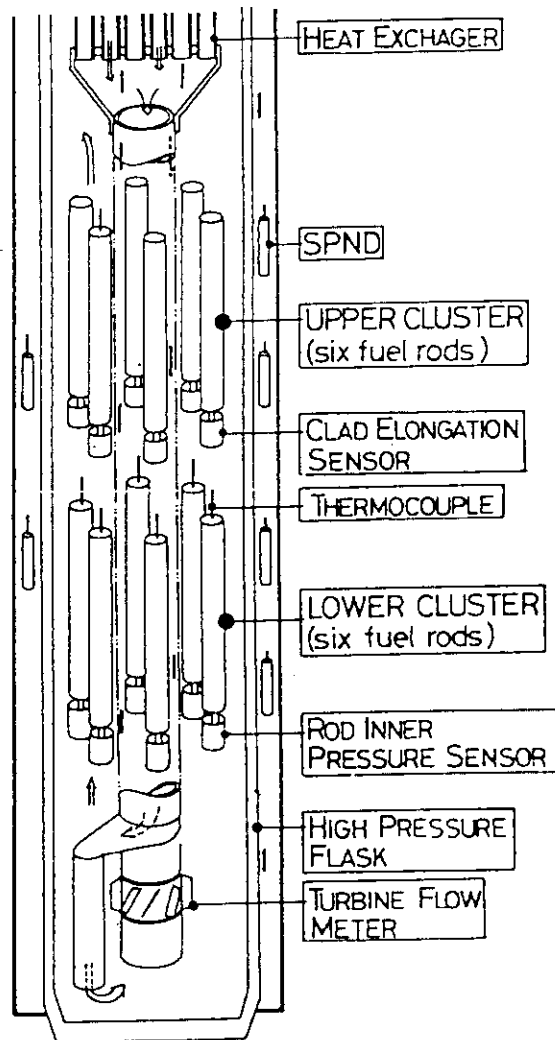


Fig. 1. 27 Schematic representation of high pressure rig of PWR involving various kind of instrumented fuel assemblies

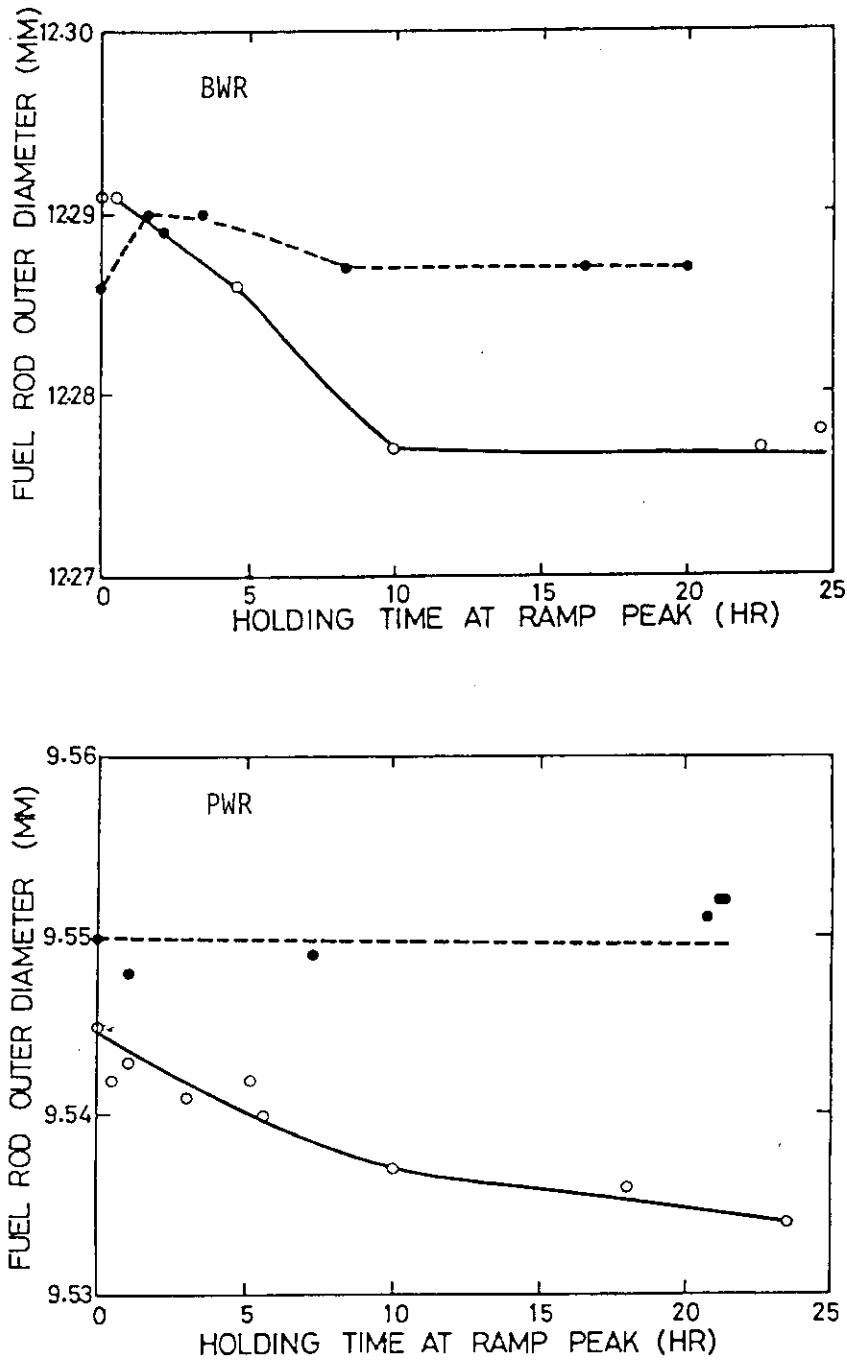


Fig. 1.28 Relaxation of diametral strain during holding at the maximum ramp power in which burnup of dotted line has more advanced than that of solid line (top) BWR rod, (bottom) PWR rod

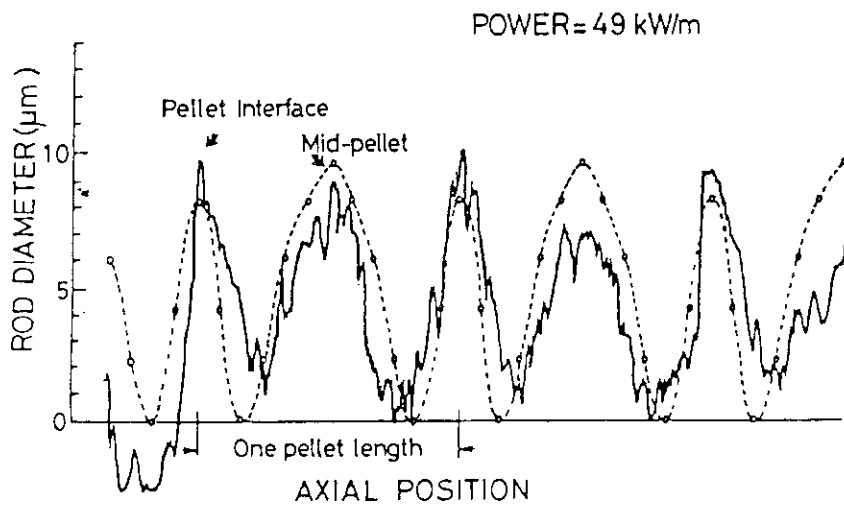
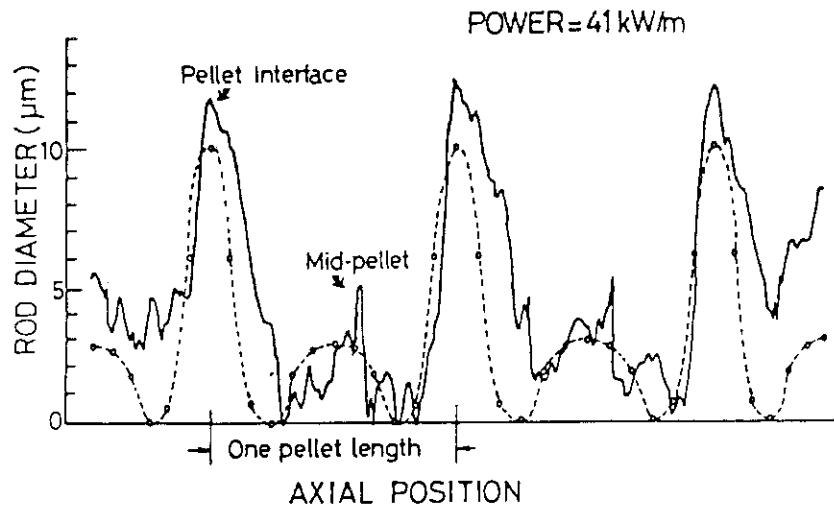


Fig. 1.29 Comparison of FEMAXI-III calculation(dotted line) with the measurements(solid line) for the ridge shapes and formation of secondary ridges in irradiated PWR fuel rod during power ramping.



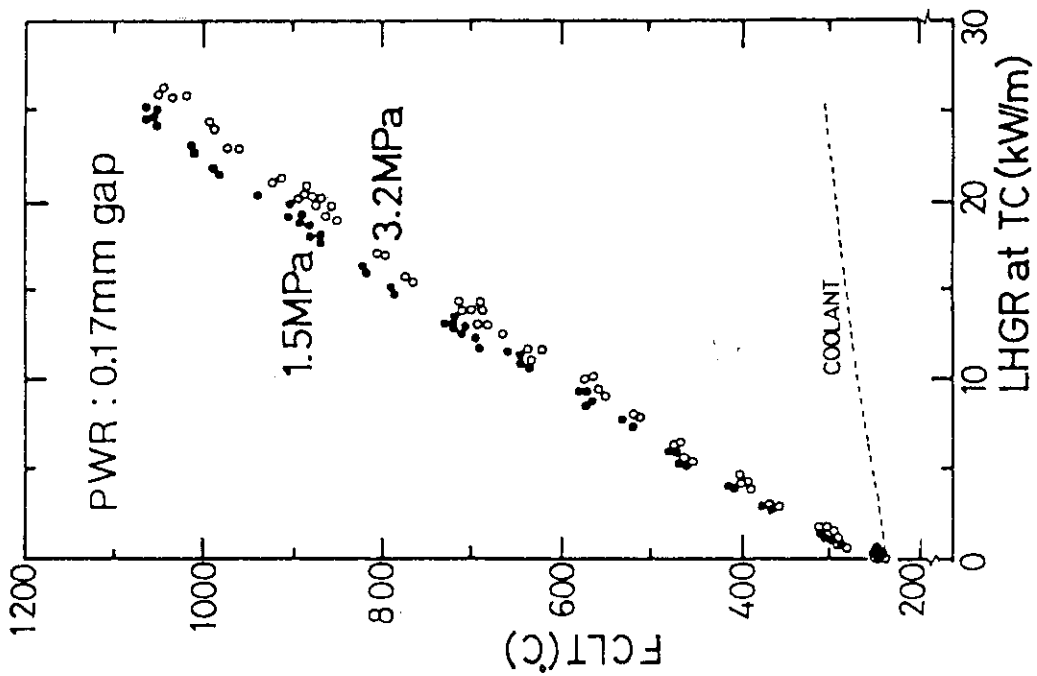
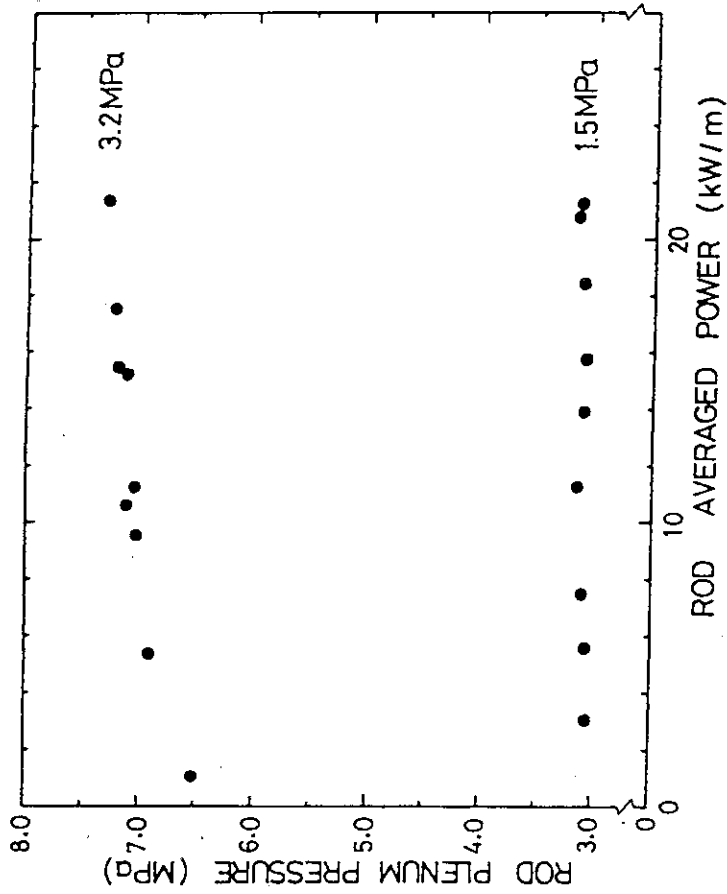


Fig. 1.30

(left): Fuel centerline temperature of as-fabricated gap clearance of 0.17 mm 17X17 type PWR rods vs. local heat generating rate at thermocouple location as a function of fill-gas pressure in which coolant temperature at the place is indicated by broken line, (right): Fuel plenum pressure of PWR large gap 0.17 mm rods vs. averaged linear power as a function of fill-gas pressure during first startup cycle

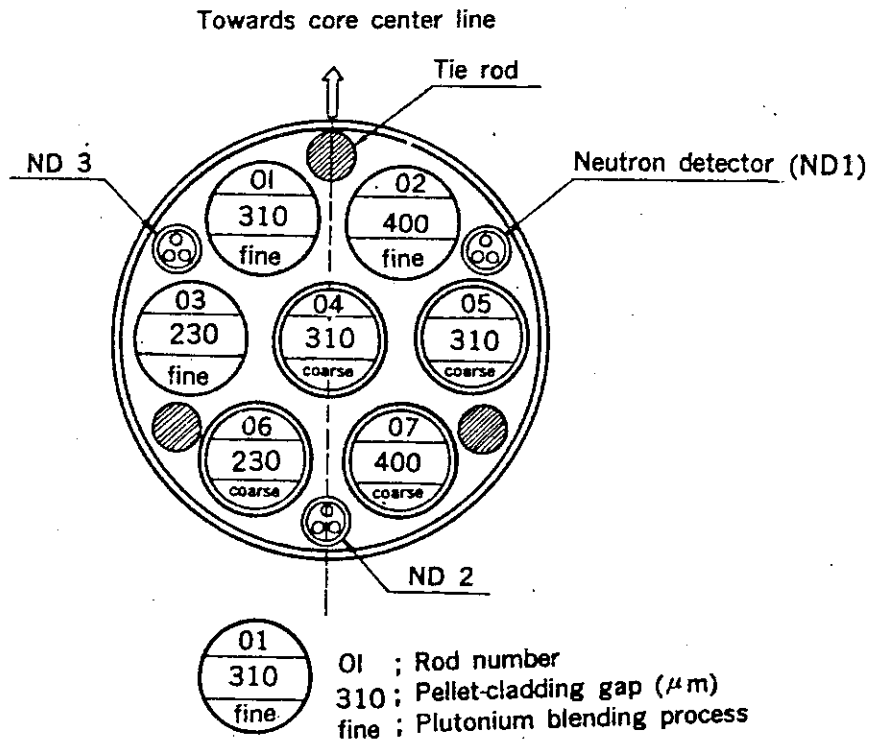


Fig. 2.1 Rig cross section of IFA-423 at fuel rod portion in which some rod characterizations are included

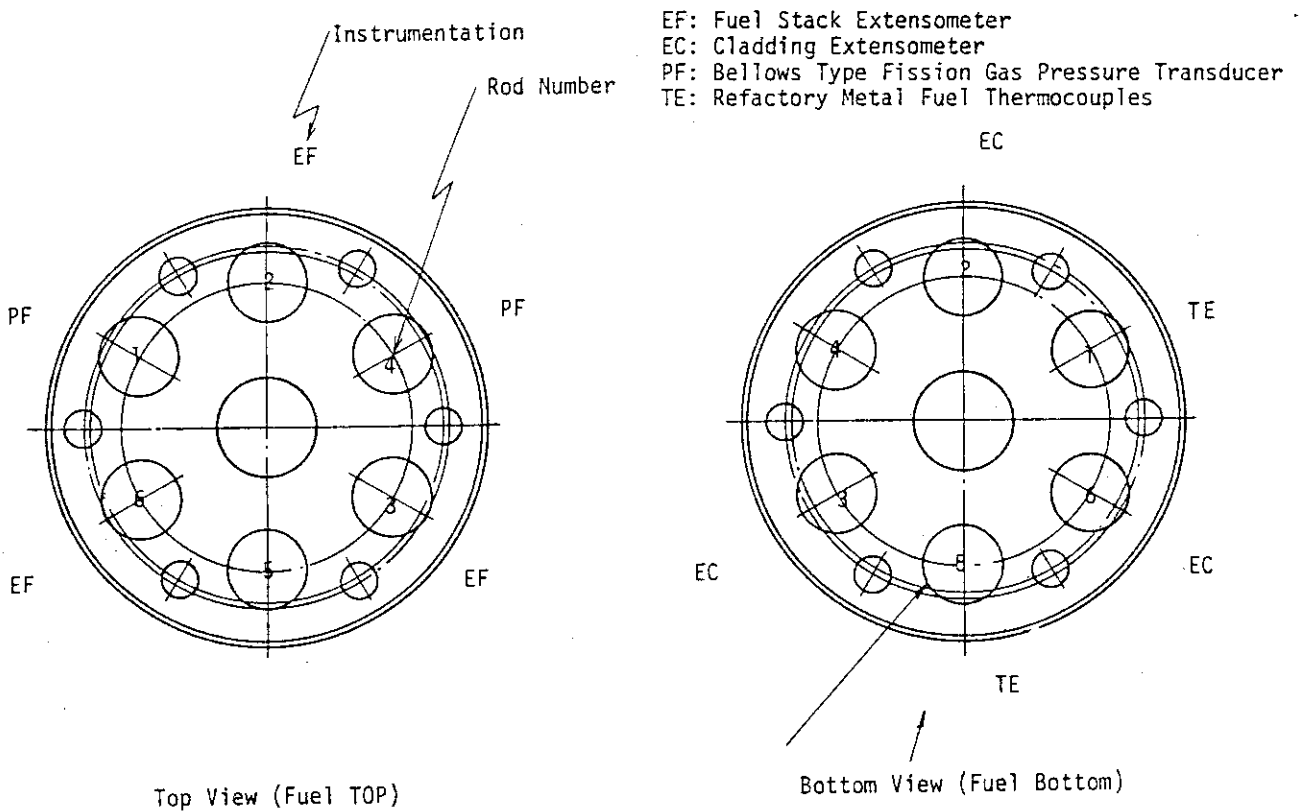


Fig. 2.2 Fuel rod arrangement in IFA-514 assembly

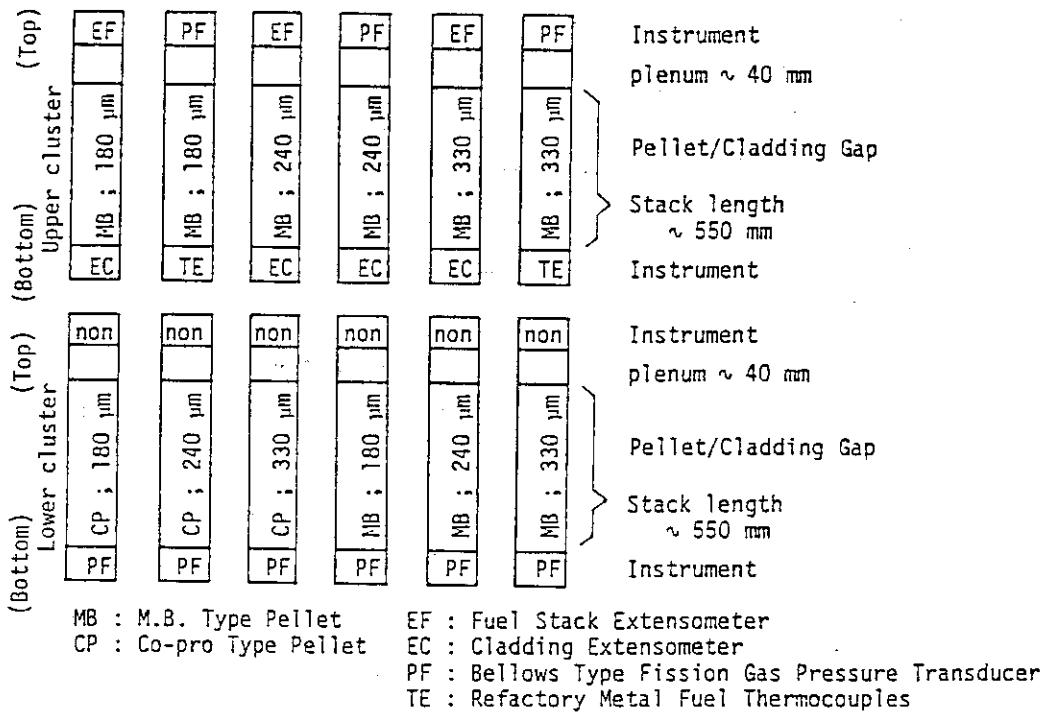


Fig. 2.3 Conceptual design data for IFA-529 fuel assembly

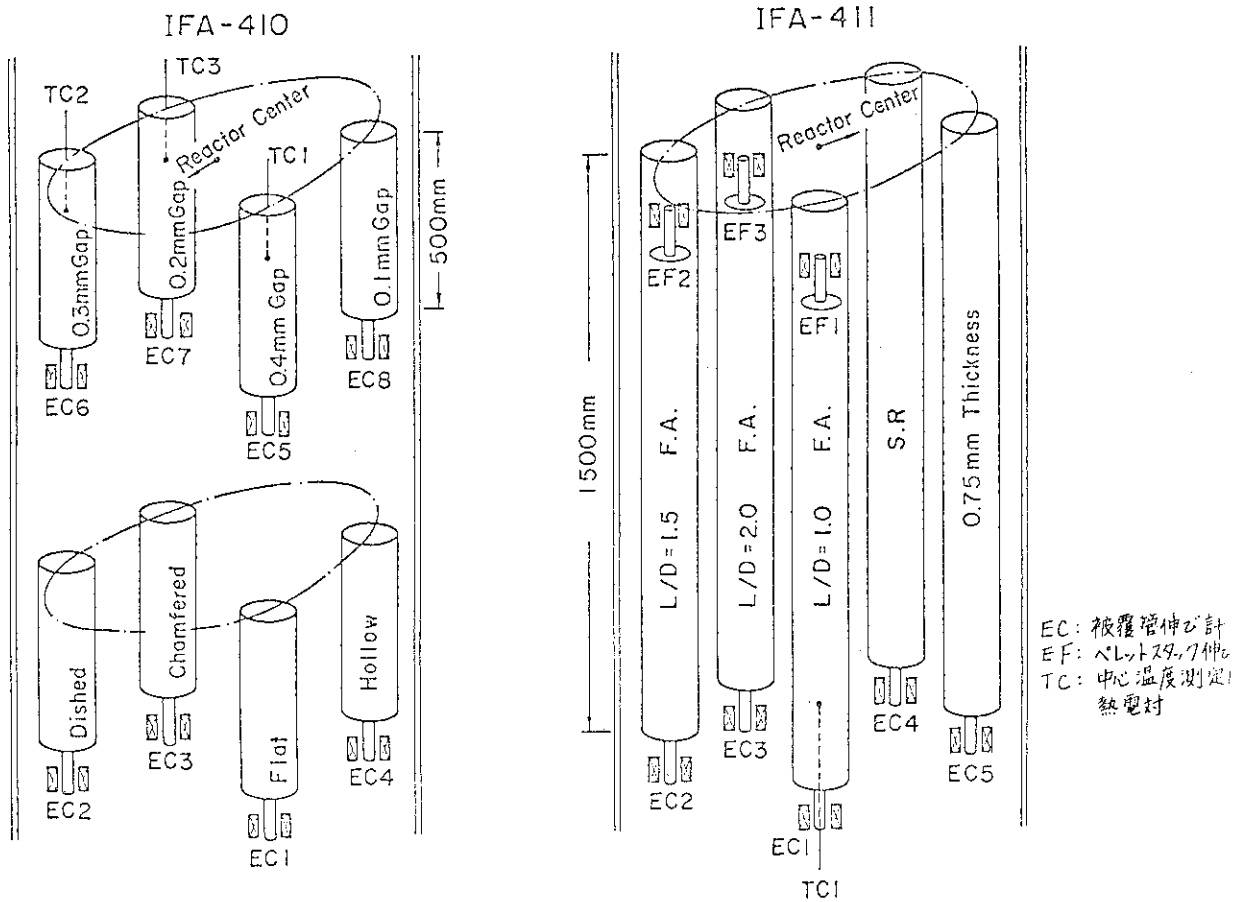


Fig. 3.1 Schematic drawings of instrumented fuel assemblies, IFA-410 and-411

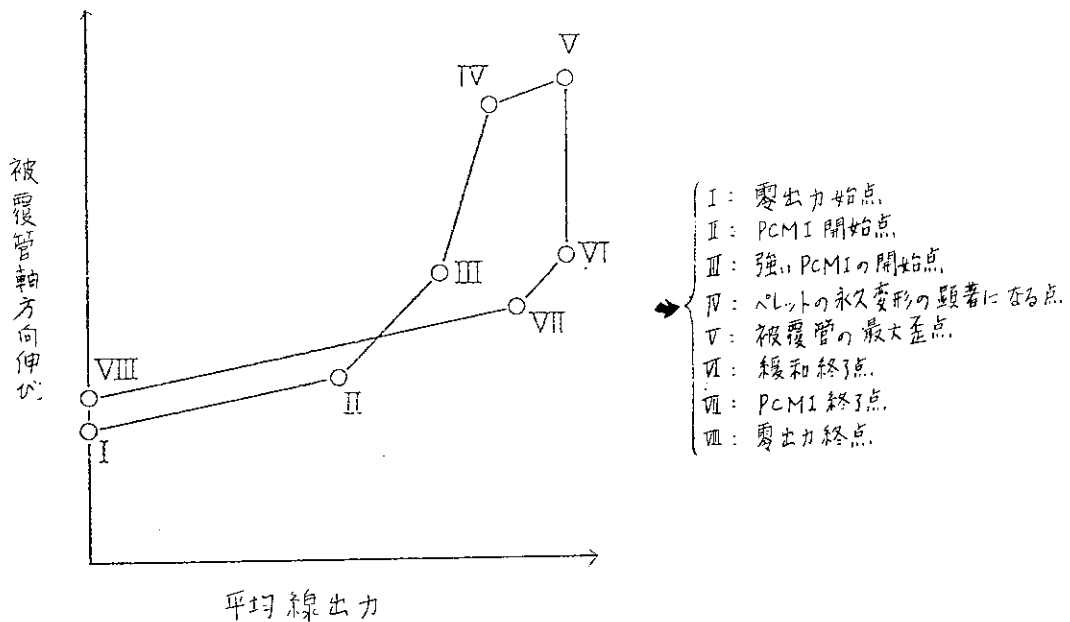


Fig. 3.2 Characteristic points appeared in cladding elongation curve with averaged linear power

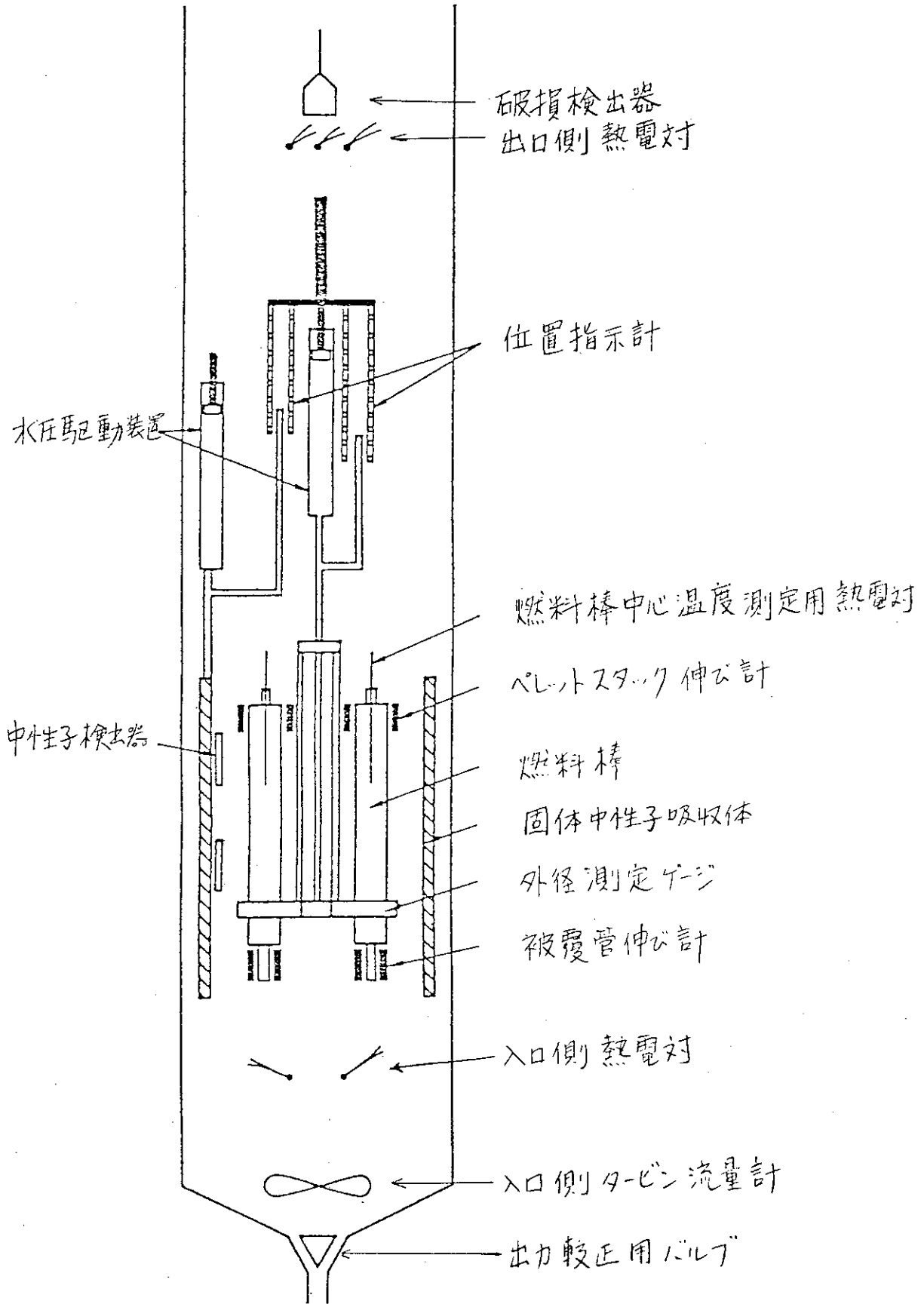


Fig. 3.3 Schematic drawing of instrumented fuel assembly, IFA-502

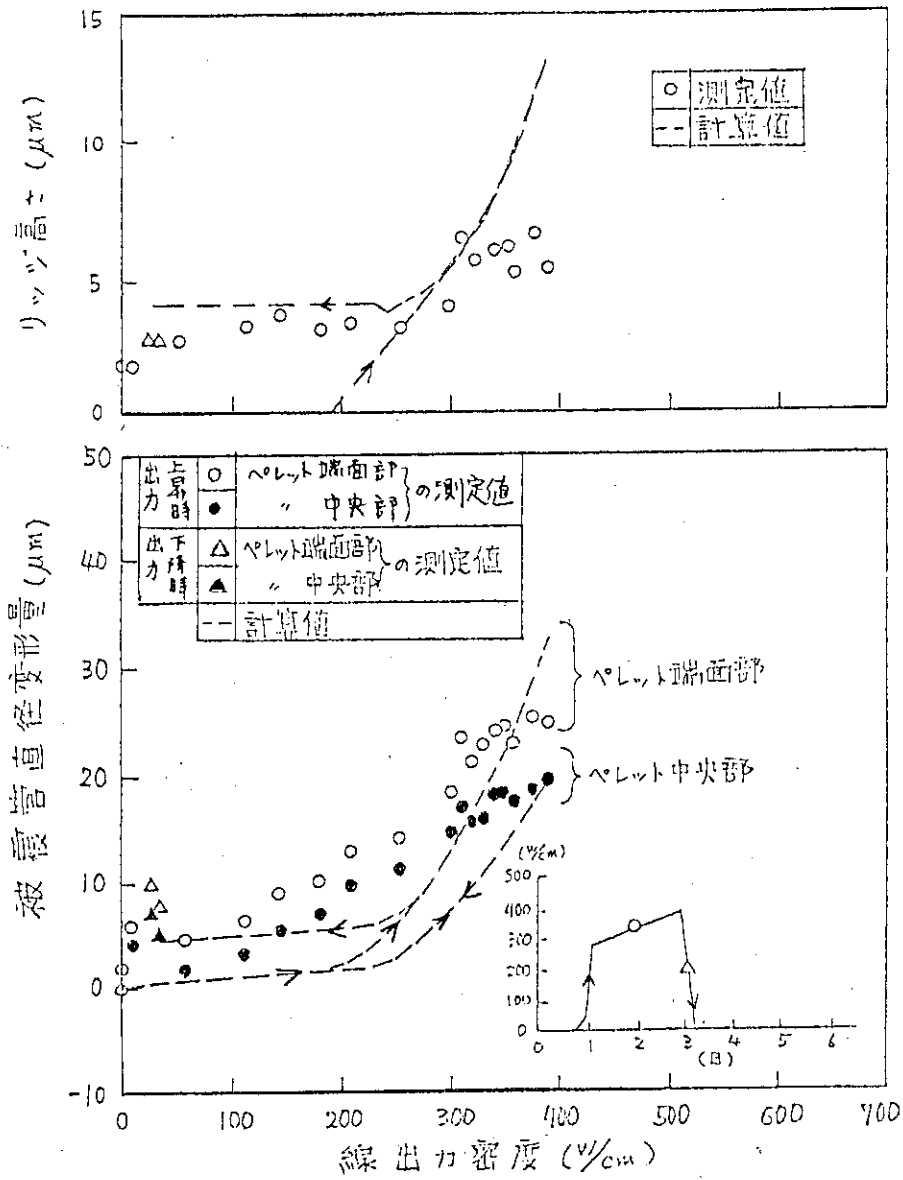


Fig. 3.4 Comparison between the result of in-core measured cladding diameter change of rod A4 and the result of code calculation against power cycling operation of IFA-502

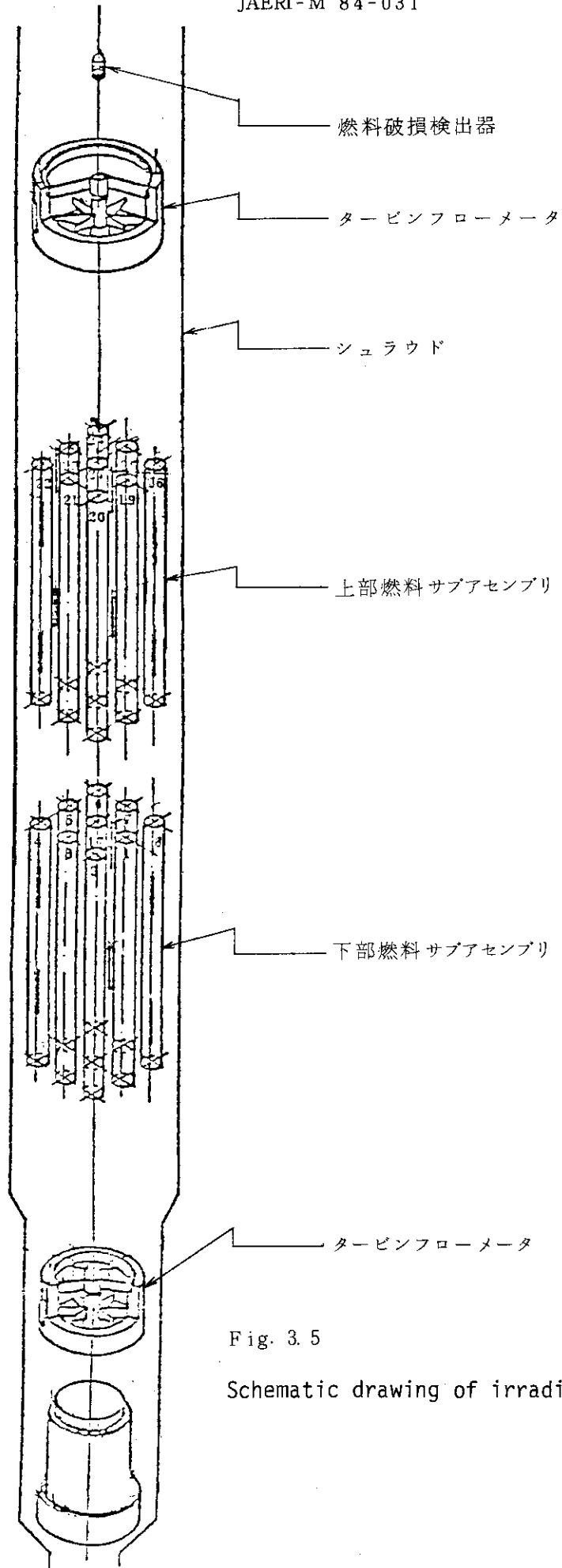
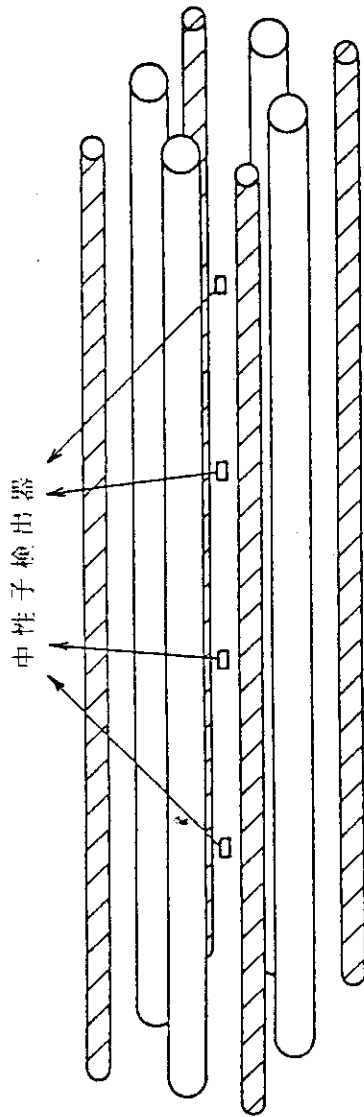


Fig. 3.5

Schematic drawing of irradiation rig; IFA-530



IFA-210 燃料棒データ

燃料タイプ	UO <sub>2</sub> ペレット	
ペレット密度	93%TD	
濃縮度	10 w/o U-235	
燃料棒No.	S1,S2,S4,S10 (BWR 4本)	F1,F2,F4,F5 (PWR 4本)
ペレット直径(mm)	12.36	9.32
ペレット長さ(mm)	20.0	15.0
ディッシュ径(mm)	10.4	7.32
ディッシュ深さ(mm)	0.85	0.61
被覆管材質(mm)	ジルカロイ-2	ジルカロイ-4
被覆管内径(mm)	12.67	9.43
被覆管肉厚(mm)	0.902	0.595
直径ギャップ(mm)	0.31	0.16
スタック長さ(mm)	1553	
燃料棒長さ(mm)	1705	

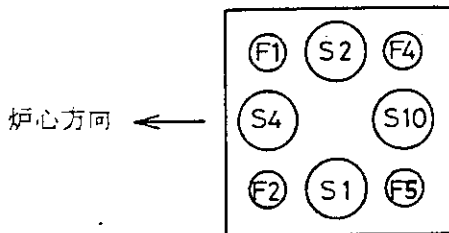
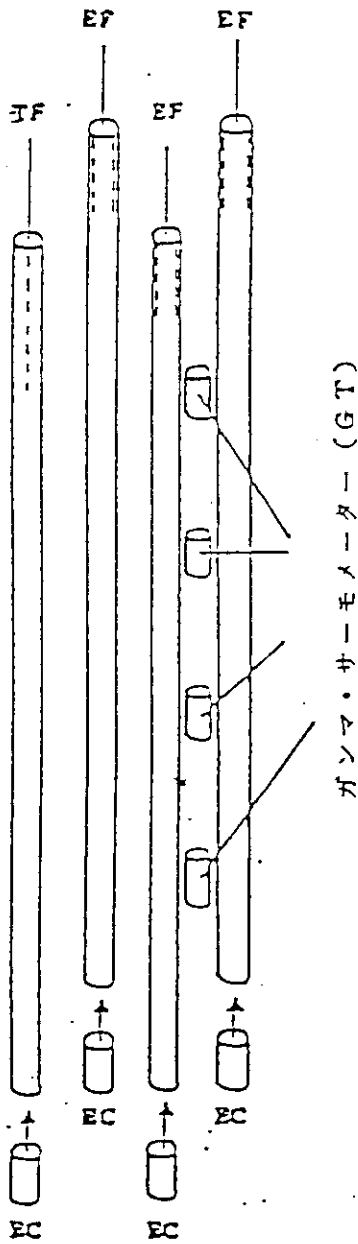


Fig. 4.1 In-core rod arrangements in the rig and fuel rod characterizations of IFA-210



IFA-230燃料棒データ



燃料タイプ	UO <sub>2</sub> ペレット			
ペレット密度	95%TD			
濃縮度	6% w/o U-235			
燃料棒No.	T2	S1	S2	S3
直径(mm)	12.43	12.51	12.43	12.33
ペレット長さ	12 mm			
スタック長さ	1500 mm			
クラッド材質	ジルカロイ-2			
クラッド厚さ	0.9 mm			
燃料ピン長さ	1375 mm			
ギャップ(mm)	0.25	0.15	0.25	0.35
ペレット形状	フラット	デッシュ		
		4GT		
計装	TF	EF	EF	EF
	EC	EC	EC	EC

- \*TF 中心熱電対
- EF スタック伸び検出器
- EC 被覆管伸び検出器

IFA-230 運転データ

照射期間	1971年2月~1974年3月	
燃焼度	22025	MWD/T
最大集合体出力	352	KW
平均線出力	530	W/cm
最大線出力	730	W/cm

Fig. 4.2 In-core rod arrangements in the rig and fuel rod characterizations of IFA-230

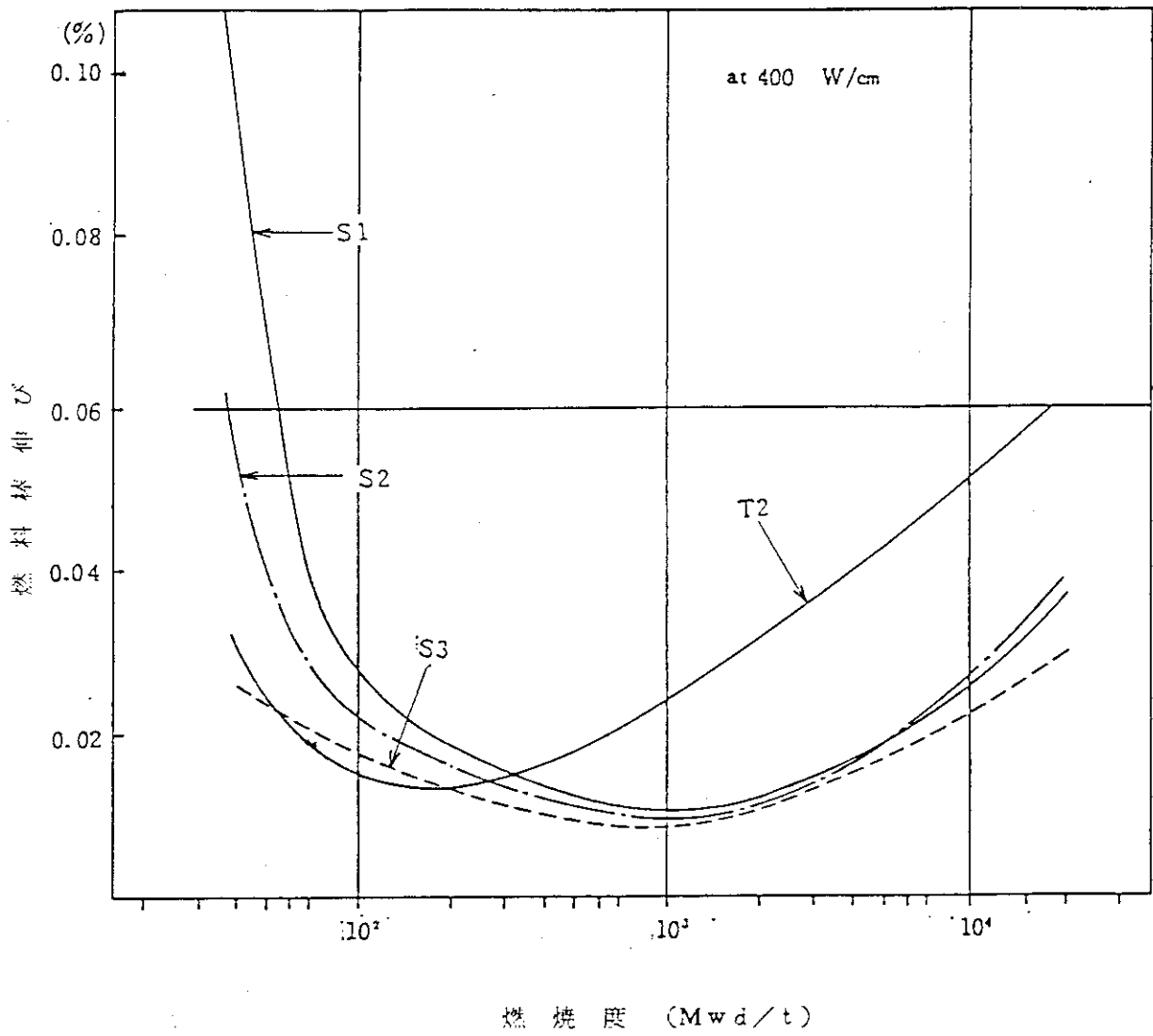


Fig. 4.3 Axial cladding elongations of IFA-230 with progress of burnups

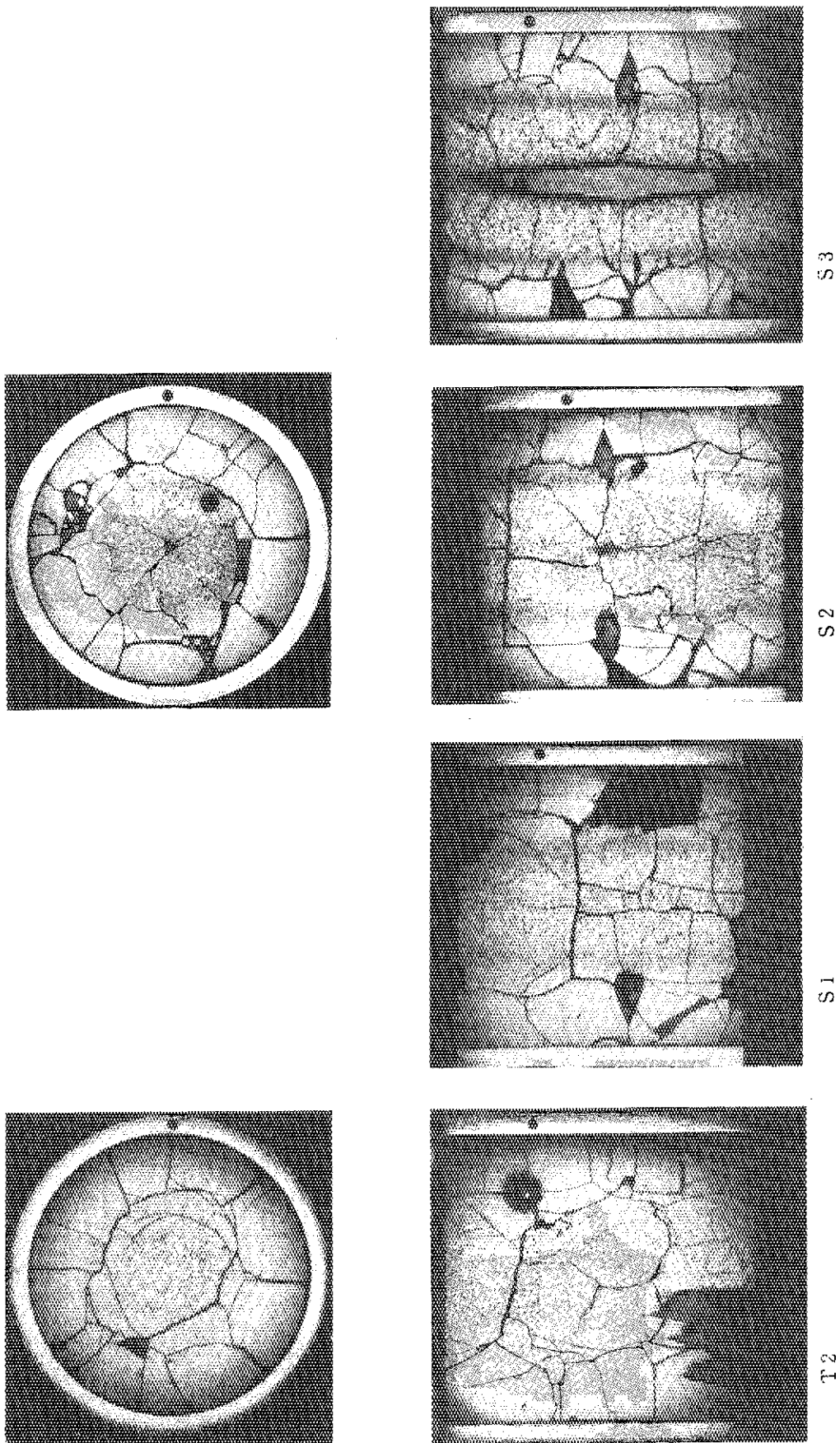
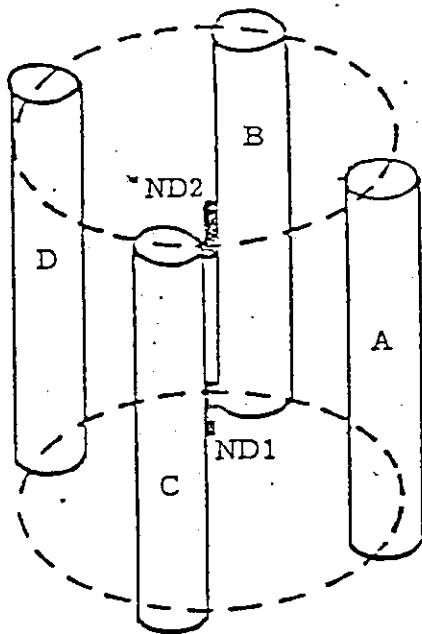
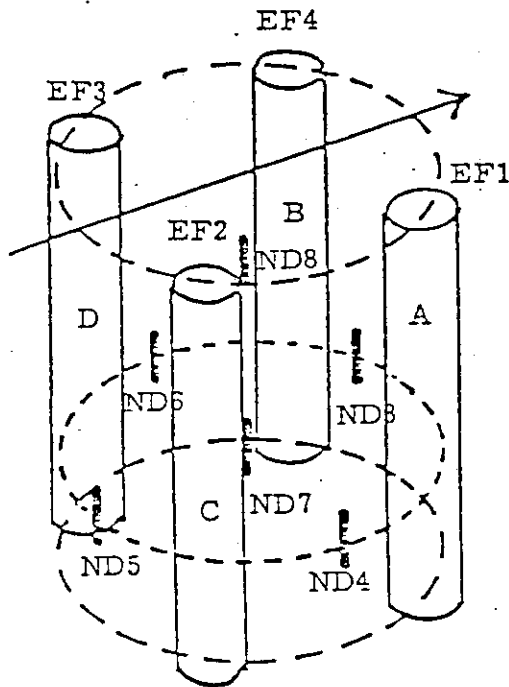


Fig. 4.4 Metallographs of fuel rods irradiated in IFA-230



IFA-424 燃料棒データ

燃料タイプ	UO <sub>2</sub> ペレット(A, B, C, D)	
ペレット密度(%T.D)	94.4 - 94.8	
濃縮度	10.0% U-235	
	上部バンドル	下部バンドル
ペレット直径(mm)	9.23	9.30
直径ギャップ(mm)	0.25	0.18
被覆管内径(mm)	9.48	
被覆管厚さ(mm)	0.62	0.91
ペレット長さ(mm)	10.0 - 10.3	
デッシュ	有	
スタック長さ(mm)	400	
被覆管材質(mm)	Zr-4, CW&SR	
計装	EF	なし

\* EF スタック伸び検出器  
ND 中性子検出器

ペレットパラメータ

ペレットタイプ	A	B	C	D
ポアサイズ分布ピーク(μm)	<5	50	30	10
結晶粒径(μm)	16	23 ~ 26		
ペレット密度(%TD)	94.4~94.8			

Fig. 4.5 In-core rod arrangements in the rig and fuel rod characterizations of IFA-424

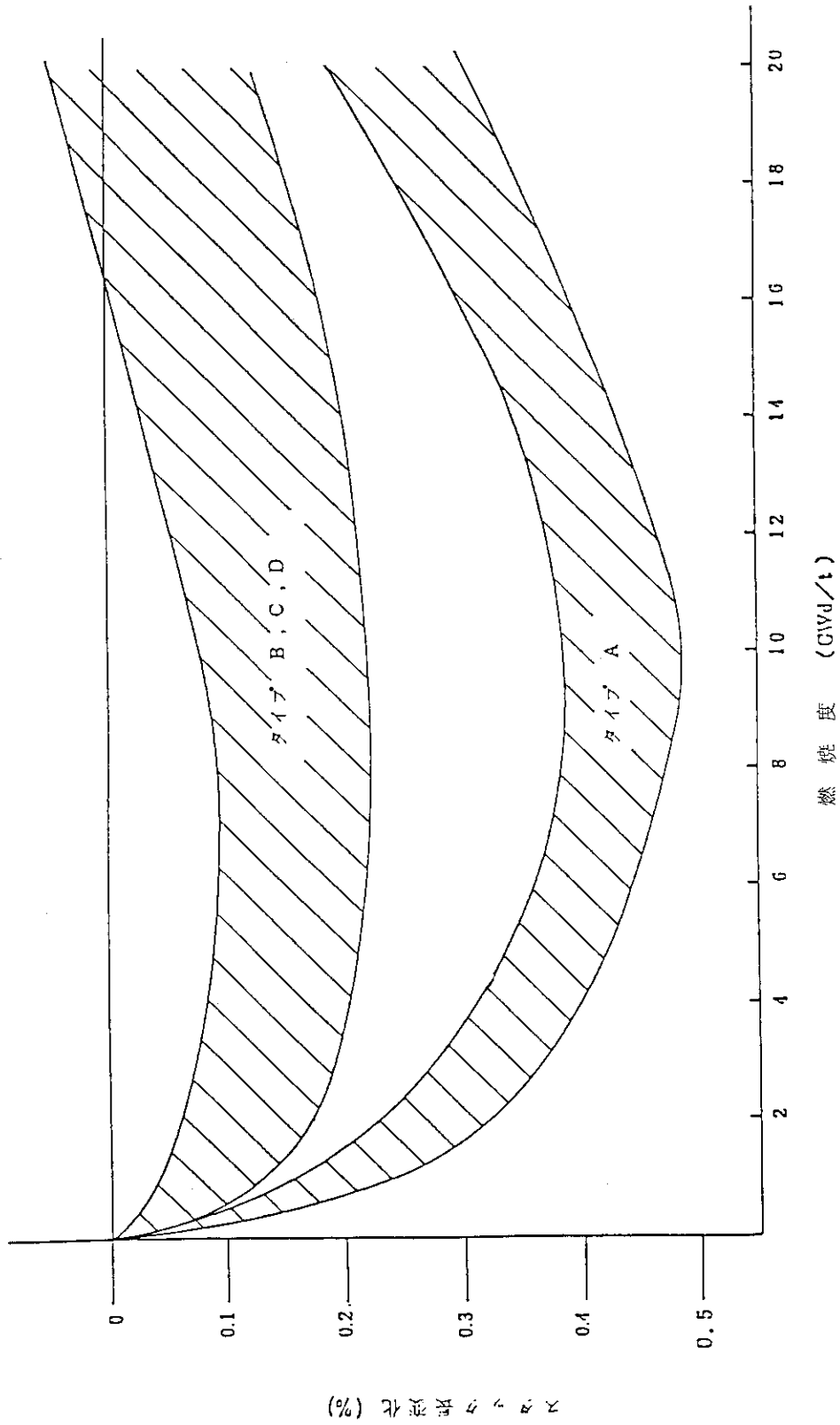


Fig. 4.6 Change of stack length of fuel rods in LFA-424 with progress of burnups

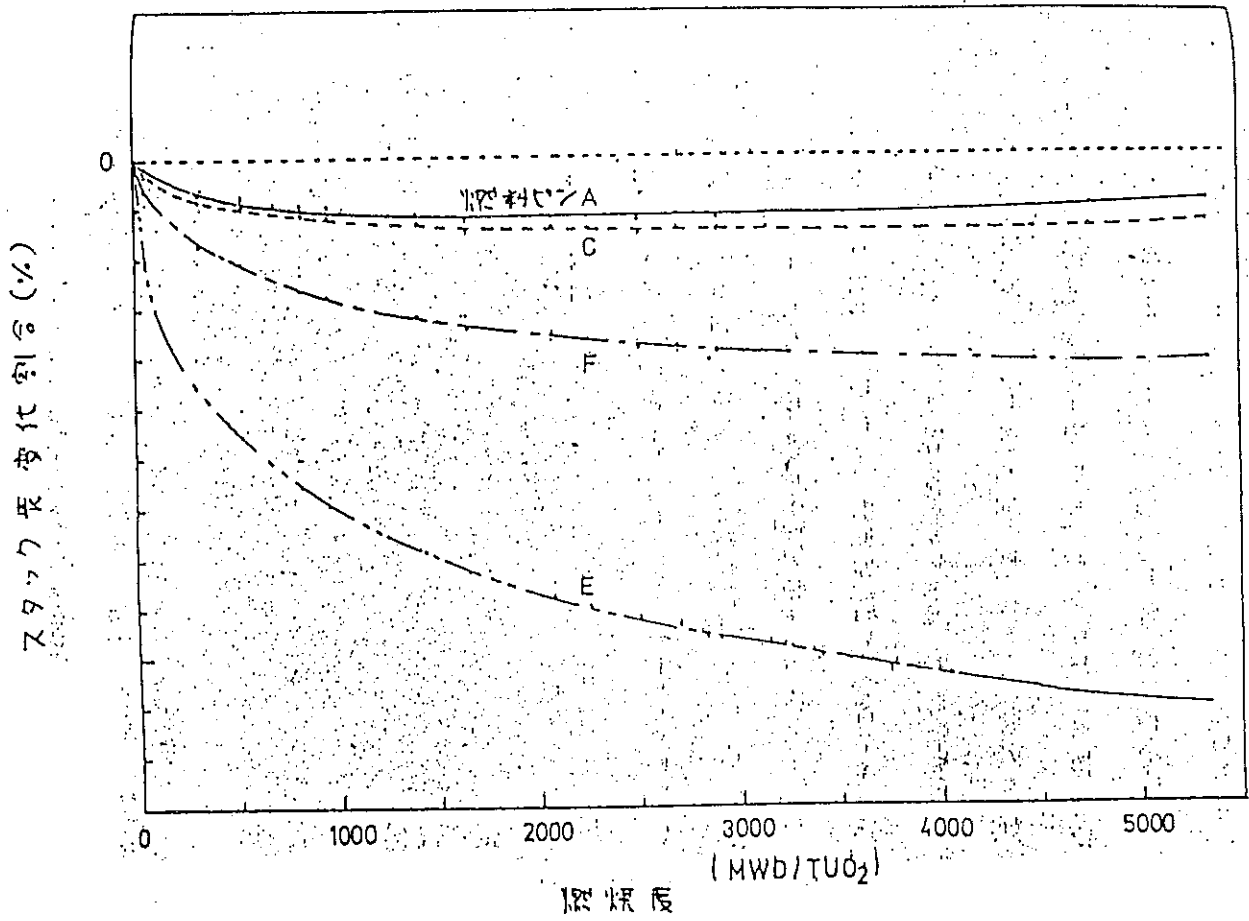


Fig. 5.1 Change of fuel stack length with progress of burnups

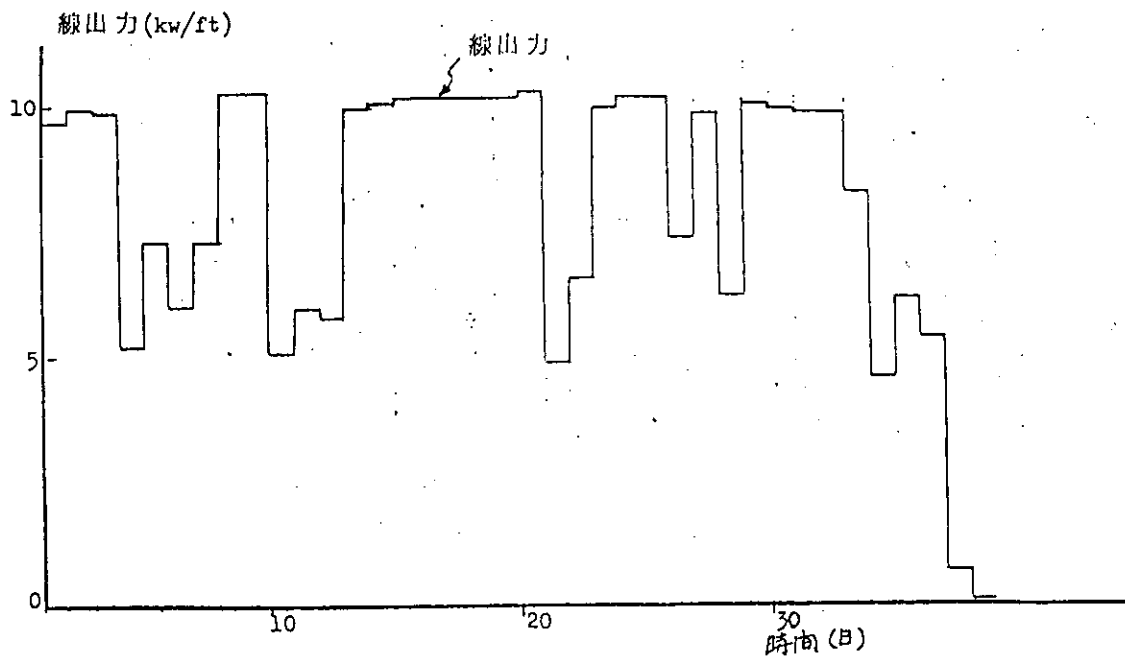


Fig. 5.2 Power history of IFA-510

Ⅲ. H B W R 照射国産燃料体データシート一覧表



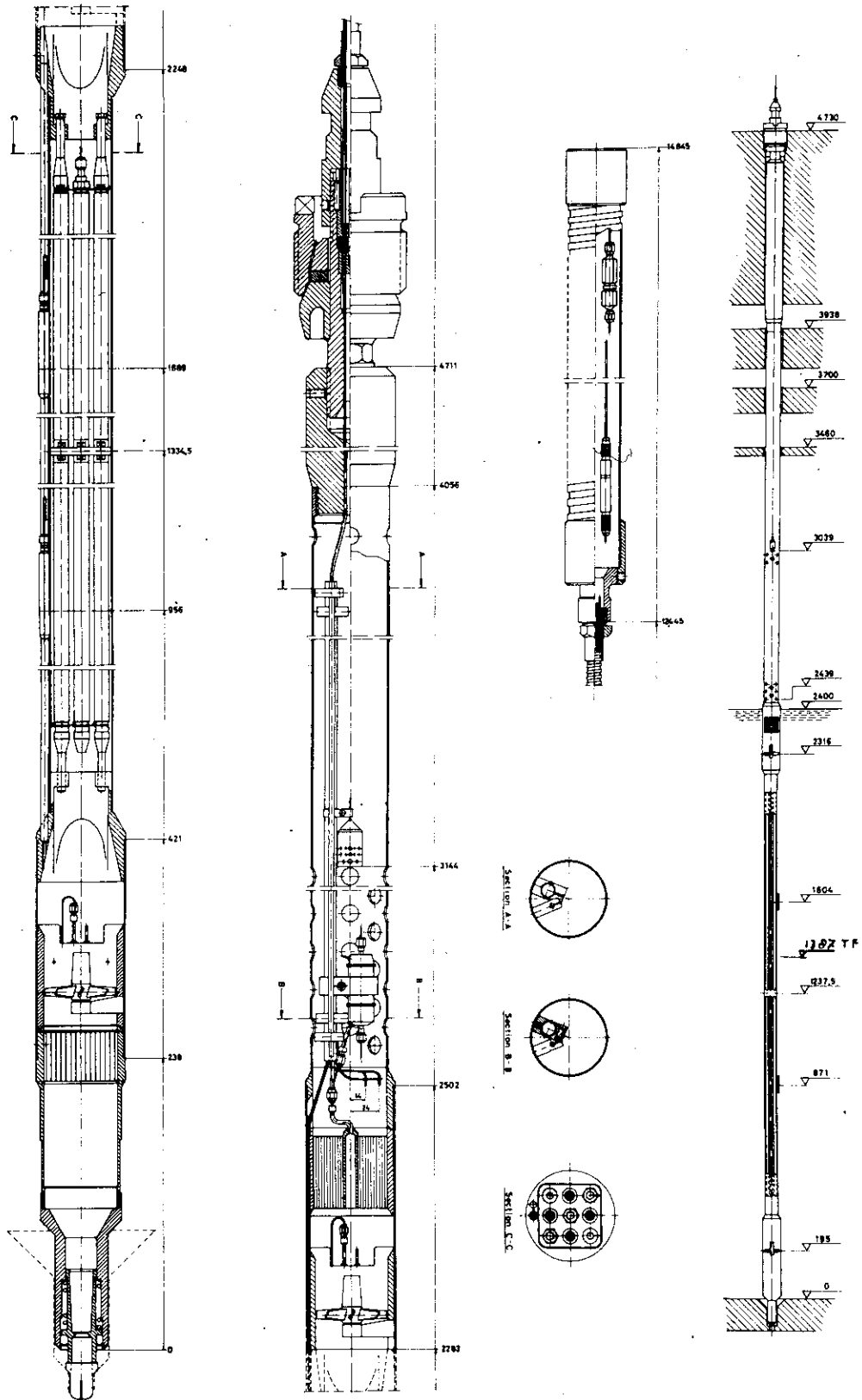


DATA SHEET		ISSUE NO: 3	PAGE: 2
IFA-106		SIGN: E. m.	DATE: 3 - 6 - 68
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> -pellets, ground. Poisoned nat. UO <sub>2</sub> end pellets <sup>XX</sup>		
Pin No	Upper Lower	MA1048 MA3235 MA1057 PF SA1067 MA1058 SA1066 SA1043 TF1 MA1081 MA1052 TF2 MB1049 MB3321 SB1080 SB3324 MB1062 SB1074 SB1079 MB3234 MB1054	centre TOTAL
Fuel Weight g	Enr.	U L	664.0 655.1 657.4 656.9 655.3 658.9 626.4 655.2 628.5 664.2 655.4 658.8 659.1 655.3 659.7 659.2 655.4 664.6
Endpellets g		U L	11.80 11.70 11.39 11.43 11.70 11.46 11.40 11.70 11.80 11.80 11.70 11.42 11.41 11.70 11.39 11.48 11.70 11.80
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>		U L	10.48 10.48 10.40 10.40 10.48 10.40 10.43 10.48 10.46 10.48 10.48 10.40 10.40 10.48 10.40 10.40 10.48 10.48
Fuel Diameter mm			10.68 10.61 10.68 10.68 10.61 10.68 10.68 10.51 10.68
Enrichment	10.02 w/o U-235 of total uranium		
Endpellets	4.0 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> . One per pin near centre spacer		
Diam. Clearance mm			0.12 0.20 0.12 0.12 0.20 0.12 0.12 0.20 0.12
Centre Hole	TF pins have 1.71 mm diam. centre hole (lengths 600 mm of fuel stack)		
Pellet Length mm	M-pellets: 18 mm. S-pellets: 16 mm. End pellets: 12.7 mm		
Dishing	None		
Dishing Depth mm	-		
Land Width mm	-		
Cladding	Zr-2, cold worked fully annealed (Reactive Metals, Inc.)		
Cladding State	YS: 51 kg/mm <sup>2</sup> , UTS: 64 kg/mm <sup>2</sup> , El. (2"): 20%. (RT)		
Autoclaving	Tubes autoclaved before welding. (400°C, steam, 88 ato, 12 hrs)		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm			10.80 10.81 10.80 10.80 10.81 10.80 10.80 10.81 10.80
Clad. Thickness mm	0.7		
No. Pins /Cluster	9 (3 x 3 square lattice)		
Pitch Distance mm	16.6		
Spacers	1 Zr-2 central support spacer screwed to the shroud. Spacing grids at upper and lower bundle end.		
Fuel Length/Pin mm Tot.			719.6 719.8 721.4 720.6 719.9 720.7 721.7 719.8 720.3 719.8 720.1 720.2 720.6 719.9 720.1 720.6 720.0 720.0
Plenum cm <sup>3</sup>	7.3		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50 x 50 (square) Fixed Shroud		
No. Of Clusters	2		
<sup>*</sup> including: 8.2424 g Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>XX</sup> moisture content M-pellets: 37 ppm S-pellets: 28 ppm			



DATA SHEET		ISSUE NO: 3	PAGE: 2
IFA-107		SIGN: E. M.	DATE: 15-5-88
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	↓		
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> -pellets, ground. Poisoned nat. UO <sub>2</sub> end pellets <sup>XX</sup>		
Pin No	Upper Lower	SA1083 SB3224	MA1056 MB1085
Fuel Weight kg Enr.	U L	0.6479 0.6507	0.6641 0.6644
End pellets g	U L	11.32 11.25	11.80 11.80
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	U L	10.4 10.40	10.48 10.48
Fuel Diameter mm		10.61	10.68
Enrichment	10.02 w/o U-235 of total uranium.		
End pellets	4.0 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> . One per pin near centre spacer.		
Diam. Clearance mm	U L	0.20 0.21	0.11 0.15
Centre Hole	TF pins have 1.71 mm dia. centre hole (length 600 mm of fuel stack)		
Pellet Length mm	M-pellets: 18 mm. S-pellets: 16 mm. End pellets: 12.6 mm		
Dishing	None		
Dishing Depth mm	-		
Land Width mm	-		
Cladding	Zr-2, cold worked fully annealed (Reactive Metals, Inc.)		
Cladding State	YS: 51 kg/mm <sup>2</sup> , UTS: 64 kg/mm <sup>2</sup> , El. (2"): 20% (RT)		
Autoclaving	Tubes autoclaved before welding. (400°C, 88 ato, 12 hrs)		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	U L	10.805 10.826	10.790 10.830
Clad. Thickness mm	0.68 ± 0.04		
No. Pins / Cluster	9 (3 x 3 square lattice)		
Pitch Distance mm	16.6		
Spacers	1 Zr-2 central support spacer screwed to the shroud		
	Spacing grids at upper and lower bundle end		
Fuel Length / Pin mm Tot. L	U L	720.6 720.6	719.6 720.0
Plenum cm <sup>3</sup>	7.3		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50 x 50 (square) Fixed Shroud		
No. Of Clusters	2		
<sup>*</sup> including 8.1703 g Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
<sup>XX</sup> moisture content M-pellets: 37 ppm S-pellets: 28 ppm			

JAPANESE TEST ASSEMBLIES, IFA-106 & 107





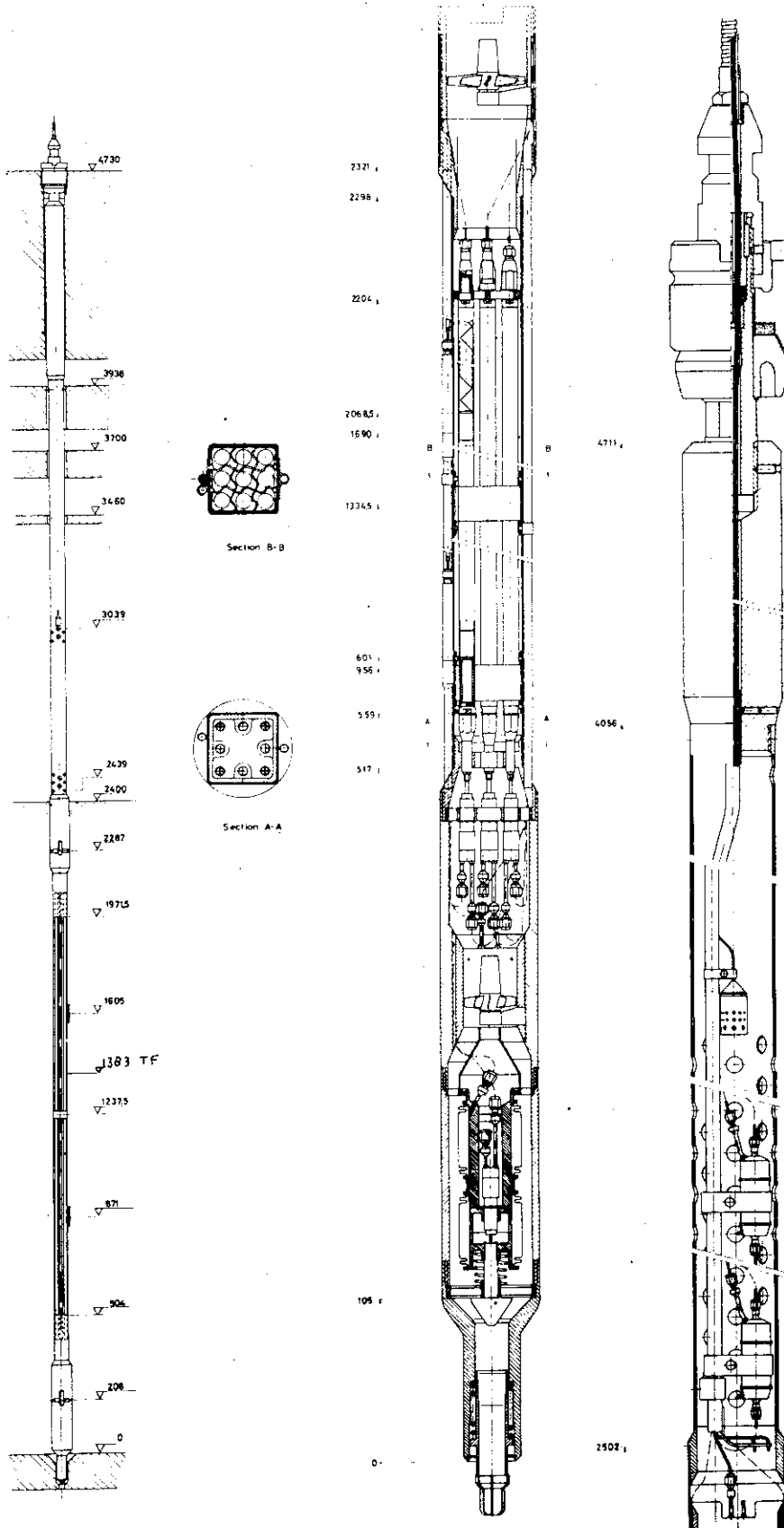
DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-149		SIGN: E. M.	DATE: 26-3-68
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets, ground. No special end pellets		
Pin No	EF3 PF1 EF2 SV5304 FK4411	EF1 TF1 EF5 SV5312 SV5308	EF8 PF2 EF7 EF6 TF3 EF4 TF2 SV5322 FK4415 SV5303 SV5305 FK4419 centre
Fuel Weight g	1325.9	1303.3	1316.9 1304.2 1304.2 1340.4 1283.2 1325.8 1325.0
	TOT. FUEL WEIGHT 11.829 kg		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.43 ± 0.09		
Fuel Diameter mm	10.683	10.53	10.683 10.534 10.534 10.68 10.534 10.683 10.68
Enrichment	10.08 w/o U-235 of total uranium		
Diam. Clearance mm	0.15	0.30	0.14 0.30 0.29 0.15 0.30 0.14 0.15
Pellet Length mm	20 (73 pellets/pin)	Pins with centre oxide TF have centre hole φ 1.77 mm 613 mm of fuel stack.	
Dishing	Spherical, one side	Thermocouple tip 588 mm below upper fuel end.	
Dishing Depth mm	1.0		
Land Width mm	0.8		
Cladding	Zr-2, cold worked, recovery annealed KOBE: 475 °C, 4 hrs.		
Cladding State	Tubes autoclaved before welding		
SV Pins SUMITOMO E.I.	SANDVIK RT UTS 77 kg/mm <sup>2</sup> . YS 58 kg/mm <sup>2</sup> . El. 2" 20%		
FK Pins FURUKAWA E.C.	KOBE STEEL RT UTS kg/mm <sup>2</sup> . YS kg/mm <sup>2</sup> . El. 2"		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm + Tol.	10.83 - 9	+14 +6 -9	+9 -21 +11 -16 +6 -20 +15 -6 +19 -19 +20 -10 +11 -10 +μ -μ
Clad. Thickness mm	0.69 ± 0.035		
No. Pins /Cluster	9 (3 x 3 square lattice)		
Pitch Distance mm	16.6		
Spacers	Wire spacer		
	All outer pins free moving between the spacer wires		
Fuel Length/Pin mm	1465.2	1457.8	1467.4 1467.6 1457.8 1466.9 1467.4 1455.4 1466.7
Plenum	Upper: 122 mm, 10.61 cm <sup>3</sup> , lower: 33.5 mm 1.81 cm <sup>3</sup> ∇ 12.41 cm <sup>3</sup>		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50.5 x 50.5 (square) Fixed Shroud		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-150		SIGN: E. T.	DATE: 19-4-68
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets, ground. No special end pellets.		
Pin No	EF3 TF1 FV5321	EF2 FV5337	EF1 PF2 EF5 SK4417
Fuel Weight kg	1.3254	1.3044	1.3001
			1.3251
			1.2885
			1.3430
			1.3397
			1.3037
			1.2820
			TOT. FUEL WEIGHT 11.812 kg
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.43 ± 0.09		
Fuel Diameter mm	10.68	10.53	10.53
			10.683
			10.53
			10.68
			10.68
			10.534
			10.534
Enrichment	10.08 w/o U-235 of total uranium		
Diam. Clearance mm	0.15	0.30	0.30
			0.15
			0.29
			0.14
			0.16
			0.29
			0.30
Pellet Length mm	20 (73 pellets/pin)		Pins with centre oxide TF have centre hole φ 1.77 mm 601 mm of fuel stack(FK pins)
Dishing	Spherical, one side		614 mm of fuel stack(SK pin)
Dishing Depth mm	1.0		Thermocouple tip 588 mm below upper fuel end.
Land Width mm	0.8		
Cladding	Zr-2, cold worked, recovery annealed KOBE: 475°C. 4 hrs		
Cladding State	Tubes autoclaved before welding		
SK Pins SUMITOMO E.I.	KOBE STEEL RT UTS kg/mm <sup>2</sup> , YS kg/mm <sup>2</sup> , El. 2"		
FV Pins FURUKAWA E.C.	SANDVIK RT UTS 77 kg/mm <sup>2</sup> , YS 58 kg/mm <sup>2</sup> , El. 2" 20%		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm Tol.	+12	+11	+7
	-6	-15	-13
			-10
			-19
			-24
			-4
			-15
			-13
			-μ
Clad. Thickness mm	0.69 ± 0.04		
No. Pins /Cluster	9 (3 x 3 square lattice)		
Pitch Distance mm	16.6		
Spacers	Wire spacer		
	All pins free moving between spacer wires.		
Fuel Length/Pin mm	1467.5	1466.8	1467.5
			1465.2
			1467.3
			1467.1
			1467.2
			1467.8
			1467.0
Plenum	Upper: 122 mm, 10.61 cm <sup>3</sup> , Lower: 33.5 mm, 1.81 cm <sup>3</sup> , Σ12.42 cm <sup>3</sup>		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50.5 x 50.6 (square) Fixed Shroud		
No. Of Clusters	1		



JAPANESE TEST ASSEMBLIES, IFA-149 & 150



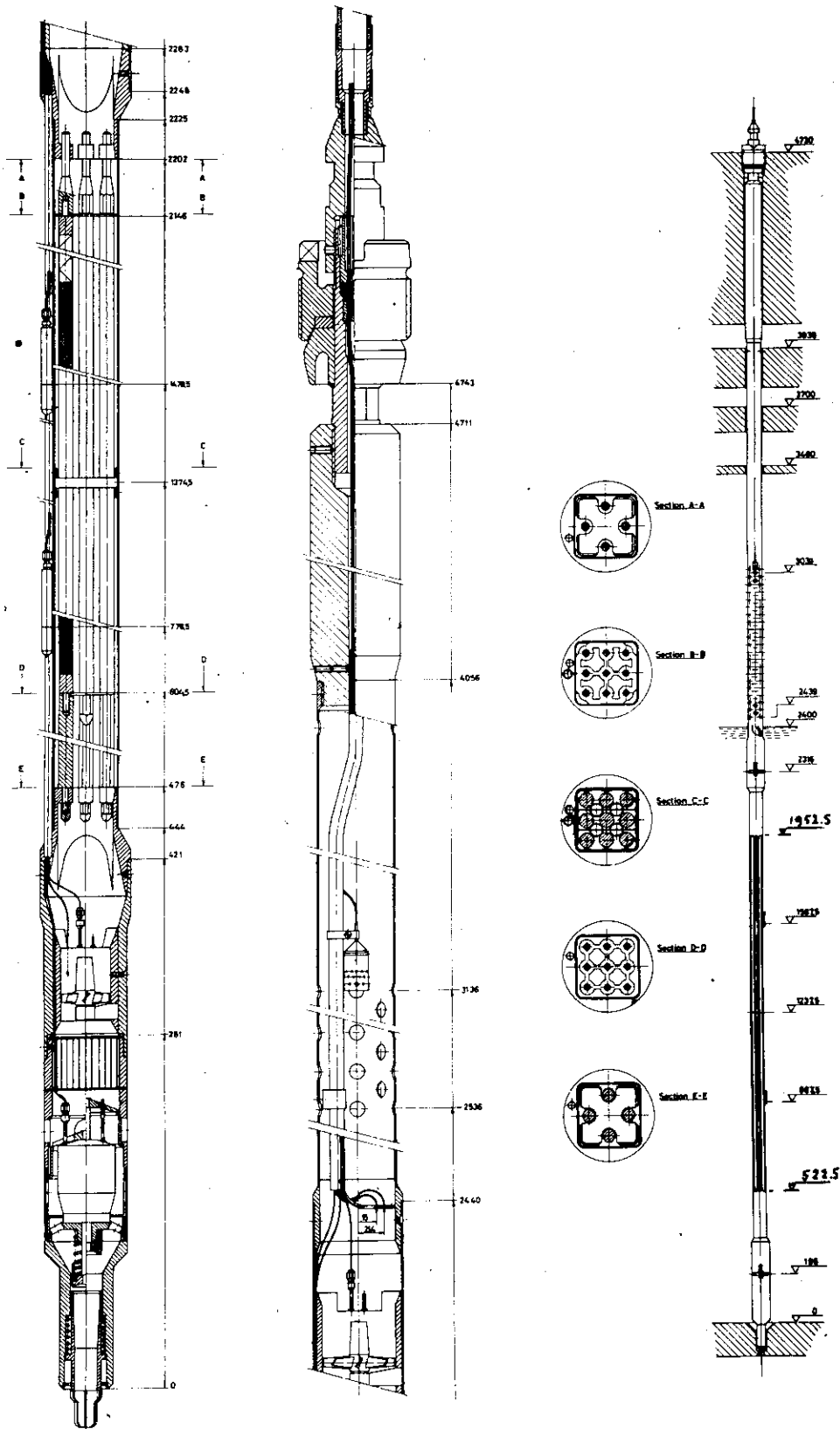
INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET  IFA-159		ISSUE NO: 1	PAGE: 1	SIGN: H. Olov.	DATE: 21/12-70
Supplier: JAERI, Japan							
OPERATIONAL DATA							
OBJECTIVES							
To study hydraulic properties of the assembly and to evaluate metallurgical and nuclear properties of Plutonium fuel for thermal reactor application.							
DESCRIPTION                      PREDICTED                      ACTUAL                      REMARKS							
Loading Date		8/68		3/68			
Unloading Date		/69		5/70			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>				9420		Average	
Reactor Position				4-15 and 2-0		2-0 from 4/69	
Rel. Flux Position		1.02 1.2		-			
Channel Power kW		340 400		347		a. f. f. = 1.21	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		264 310		270		r. f. f. = 1.07	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		355 415		349			
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		97 113		96			
Peak (kd <sup>-1</sup> ) W/cm		27 32		26.6			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		43.5 51		43.4			
Max. Centre Temp. °C		1450 1700					
Cooling Condition		Natural Circulation					
Inlet Velocity m/sec		0.41 0.39					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		50					
Hydraulic Diam. mm		11.55					
Flow area mm <sup>2</sup>		1530					
Assembly Dwg.		07303		Parts List Dwg.		471619	
Cable Data Sheet		372503					
Experim. Procedure		1159					
INSTRUMENTATION							
1	inlet turbine D=40, μ=100	1	outlet turbine D=59, μ=32	1	failure detection		
2	inlet thermocouples	2	outlet thermocouples	2	B1 gamma thermometers		
1	calibration valve standard electromagn. lock type						

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-159		SIGN: E. M.	DATE: 13-6-88
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered pellets, ground. Mech. mixed $UO_2/PuO_2$		
Pin No	11	15	14 18 13 16 12 17 19 TOTAL
Fuel Weight kg enr.	1.1418	1.1363	1.1391 1.1400 1.1524 1.1419 1.1431 1.1444 1.1343 10.2733
End pellets g nat.	24.0	24.8	24.7 24.9 24.7 24.8 24.8 24.5 24.8 0.2220
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.3		10.495 kg
Fuel Diameter mm	10.0		Total Pu 226.56 g
Enrichment w <sub>0</sub> Pu/Pu+U	2.490	2.540	2.496 2.541 2.465 2.466 2.482 2.485 2.552
End pellets	Natural $UO_2$		
Diam. Clearance mm	0.2		
Pellet Length mm	14		
Dishing	Not dished		
Dishing Depth mm	-		
Land Width mm	-		
Cladding	Zr-2		
Cladding State			
Autoclaving	Tubes autoclaved before welding (400°C, steam, 100 ato, 72 hrs)		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	10.2		
Clad. Thickness mm	0.7		
No. Pins /Cluster	9		
Pitch Distance mm	16.5 (3 x 3 square)		
Spacers	Tubular type		
Fuel Length/Pin mm	1400 enr. + 30 nat.		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50 x 50 (square)		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-160		SIGN: Σ M.	DATE: 19-2-69
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Vibratory compacted $UO_2$ - $PuO_2$ mixed oxide <sup>*</sup> . Nat. $UO_2$ end pellets		
Pin No	29	28	22 26 25 24 23 21 20 TOTAL
Fuel Weight kg Enr.	1.21457	1.20769	1.21721 1.20926 1.20954 1.20803 1.20826 1.20019 1.20142 10.87617
Endpellets Nat. g	23.1	23.0	23.1 23.1 23.15 23.0 23.1 23.25 23.05 0.20785
Fuel Density g/cm <sup>3</sup> Enr.	9.45	9.37	9.51 9.36 9.39 9.33 9.39 9.34 9.35 11.084 kg
Fuel Diameter mm	See Cladding Int. Diameter		
Enrichment	3.124 w/o $PuO_2$ in natural $UO_2$ . (Total: 299.62 gr Pu) <sup>**</sup>		
Diam. Clearance mm	-		
Pellet Length mm	- 2 End pellets per pin upper: 10 mm. lower: 15 mm		
Dishing	-		
Dishing Depth mm	-		
Land Width mm	-		
Cladding	Zr-2		
Cladding State			
Welding			
Filler Gas			
Clad. Int. Diam. mm	10.814	10.831	10.804 10.823 10.809 10.826 10.828 10.805 10.825
Clad. Thickness mm	0.71		
No. Pins /Cluster	9 (3 x 3 square lattice)		
Pitch Distance mm	12.5		
Spacers			
Fuel Length/Pin mm Enr.	1399.25	1398.72	1397.75 1404.68 1403.72 1405.92 1397.49 1399.50 1395.25
Plenum cm <sup>3</sup>	6.5	6.6	6.6 6.5 6.7 6.4 7.2 6.5 6.9
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	50.5 x 50.5 (square fixed shroud)		
No. Of Clusters	1		
<sup>*</sup> ) Moisture Content < 16 ppm. <sup>**</sup> ) Pu-239: 90.498 w/o. Pu-240: 8.513 w/o. Pu-241: 0.942 w/o. Pu-242: 0.047 w/o			

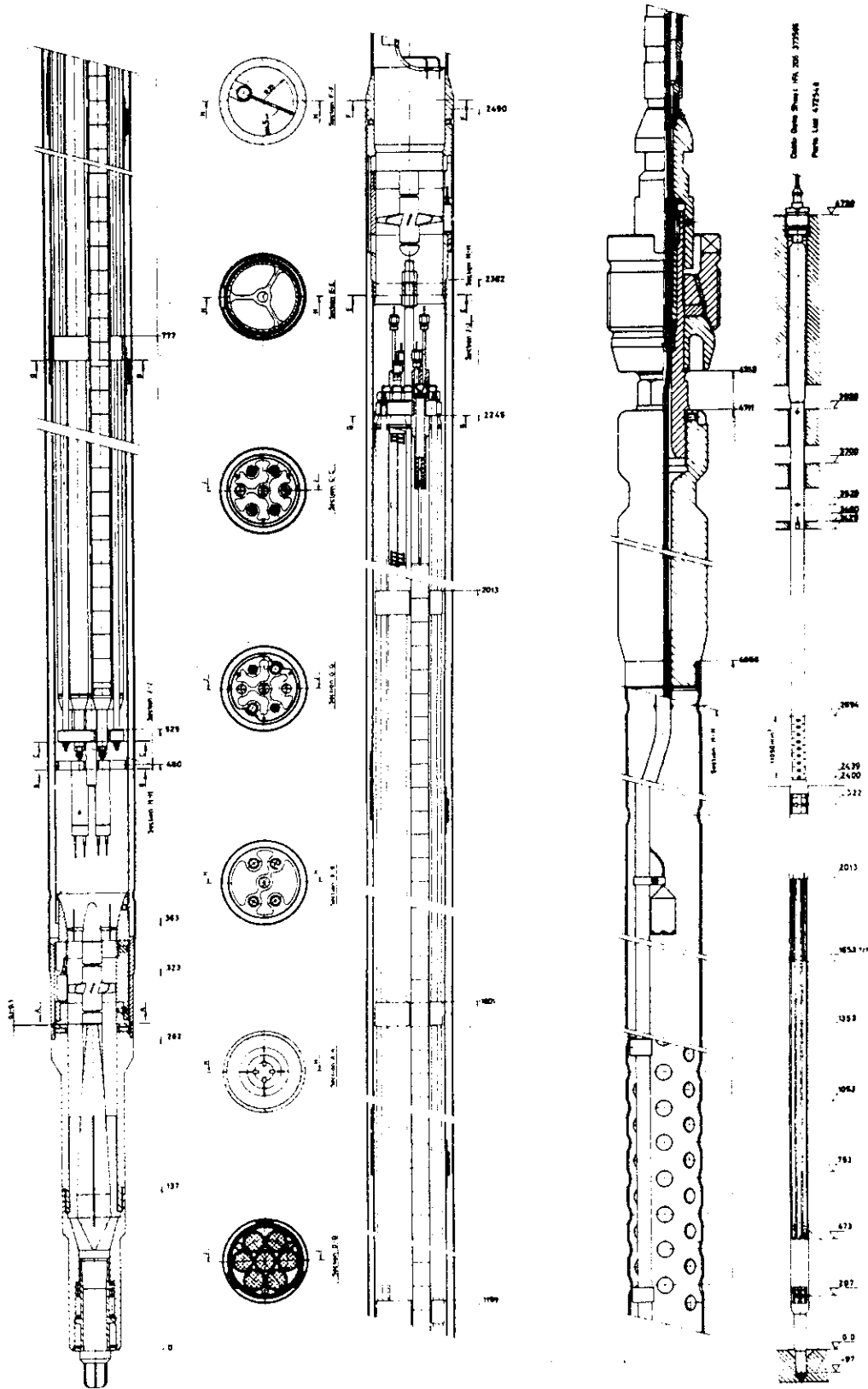
JAPANESE TEST ASSEMBLIES, IFA-159&160



INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>	ISSUE NO: 2      PAGE: 1 SIGN: <i>HDW</i> DATE: 9/9-72
<h2 style="margin: 0;">IFA-206</h2>			
Supplier: P.N.C., Japan			
<b>OPERATIONAL DATA</b>			
<b>OBJECTIVES</b>			
To examine:			
1) The behaviour of dished pellet rod and non-dished pellet rod.			
2) The effect of spacers design on hydrodynamics and cladding materials.			
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS
Loading Date	1/71	1/71	
Unloading Date	5/72	9/72	
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	10.000 <sup>1)</sup>	5050 <sup>2)</sup>	<sup>1)</sup> (Peak B.U.)
Reactor Position			<sup>2)</sup> Average final
Rel. Flux Position	1.03		
Channel Power      kW	518	385 max.	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	496	380	
Max. Lin. Heat Rating W/cm	610	485	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	116	92	
Peak $\lambda$ kd(-)      W/cm	48.5	39	
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	34.1	27	
Max. Centre Temp. °C	2260		
Cooling Condition	Forced circulation		
Inlet Velocity m/sec	1.4		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	30		
Hydraulic Diam. mm	7.45		
Flow area mm <sup>2</sup>	1121		
Assembly Dwg.	07354	Parts List Dwg.	472548
Cable Data Sheet	373566		
Experim. Procedure			
<b>INSTRUMENTATION</b>			
1 Inlet turb. D=40, $\mu$ =32	1	Outlet turb. D=55, $\mu$ =32	1 Fuel failure detector
2 Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	
2 Central oxide T/C W3 Re/W25Re, Be insulation Mo sheat $\phi$ 1.5 mm			
4 Reuter-Stokes - current neutron detect. (Va emitter) $\phi$ 1.6x1600 mm			
Fuel stack elong. detector.	4	Fuel clad elong. detector	

DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-206		SIGN: <i>VA</i>	DATE: 26/6-71
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No.	1	2	3
	EF1-EC4	TF1	EF2-EC1
		EF3	TF2-EC2
Fuel Weight kg	2.7422	2.6589	2.7349
		2.6615	2.7463
			2.6546
			2.7423
	Totally: <u>18.941 kg.</u>		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	95% of T. D.		
Fuel Diameter mm	14.80 <sup>+0.02</sup>		
Enrichment	6% U-235 of active fuel		
Diam. Clearance mm	0.29 <sup>+0.07</sup> (nominal)		
Pellet Length mm	20		
Dishing	Spherical, both ends for pins 2-3-4. Flat ends for pins 1-5-6-7.		
Dishing Depth mm	6.7		
Land Width mm	0.8		
Cladding	Zr-2		
Cladding State			
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	15.09 <sup>+0.05</sup>		
Clad. Thickness mm	0.86 <sup>-0.065</sup>		
No. Pins / Cluster	7 (6 equispaced circumferentially + 1 centre pin)		
Pitch Distance mm	36.62 (P.C.D.)		
Spacers	4 Spring type spacers		
Fuel Length/Pin mm	1540		
Plenum	18 cm <sup>3</sup> (108.5 mm length)		
Shroud Material	Inner: Zr-2		Outer: Al alloy X800I
Shroud Int. Diam. mm	59		70.5
No. Of Clusters	1		





The Japanese Test Assembly IFA-206 (Jai)

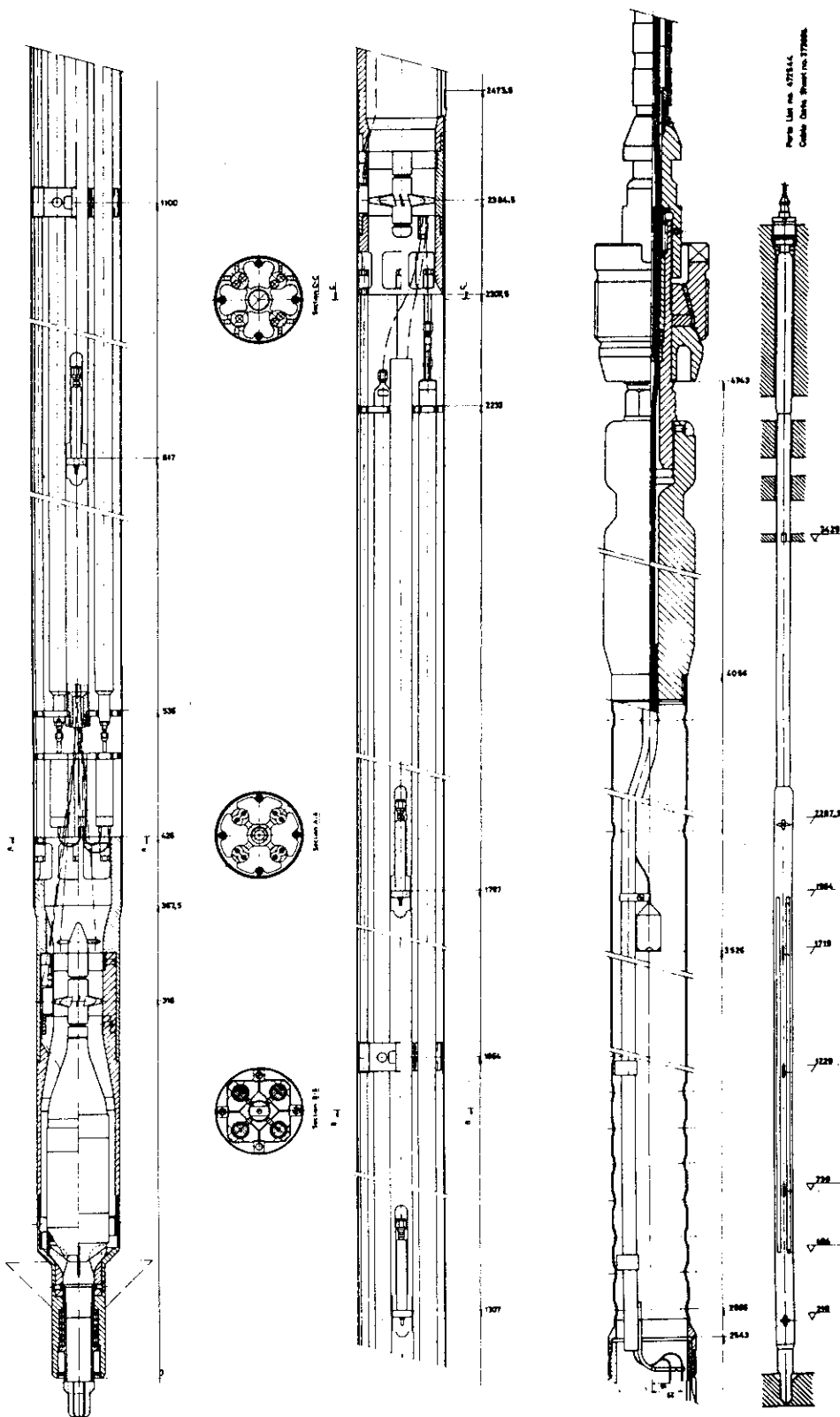


DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-207		SIGN: HDJW	DATE: 9/9-72
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No.	EF2 6	TF2 2 3	EF1 5
	EC1	EC2	EC4
Fuel Weight kg UO <sub>2</sub>	2.745	2.647	2.744
			2.658
			2.728
			2.661
			2.745
			18.9231
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.5 ±0.02		
Fuel Diameter mm	14.80		
Enrichment	6 w/o U-235		
Diam. Clearance mm	0.29 Nominal		
Pellet Length mm	20		
Dishing	Spherical both ends in pin 2, 3 and 4, Flat ends in pin 1, 5, 6 and 7		
Dishing Depth mm	0.7		
Land Width mm	0.8		
Cladding	Zr-2		
Cladding State			
Welding	TIG		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	15.09 ±0.05		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	7 ( 1 center pin + 6 circumferential)		
Pitch Distance mm	37.6		
Spacers	4 wear pad type		
Fuel Length/Pin mm	1540		
Plenum length	108.5 mm		
Shroud Material	double shroud outer Al x 8001, inner Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	70.5 outer 59 inner		
No. Of Clusters	1		



INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>		ISSUE NO: 2	PAGE: 1
		<b>IFA-208</b>		SIGN: E. Z.	DATE: 10/1-72
Supplier: JAERI, Japan					
<b>OPERATIONAL DATA</b>					
<b>OBJECTIVES</b>					
- To study the behavior of fuel rods operating with heat ratings up to incipient melting conditions. Instrumentation is included to study fuel/clad interaction behavior for dished and flat ended pellets with a central hole.					
<b>DESCRIPTION</b>					
Loading Date	1/71		1/70		
Unloading Date			10/71		
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>			6300		average final
Reactor Position	2.0		2-0		
Rel. Flux Position	1.02	1.12			
Channel Power kW	330	360	359 max.		2/4-71
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	565	620	615		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	710	780	770		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	156	171	170		
Peak /kd(-) W/cm	44.7	52.1	48		
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	47.1	51.7	51		<sup>1)</sup> Calculated
Max. Centre Temp. °C	2640	2850 <sup>1)</sup>	1620		<sup>2)</sup> Measured at TF x 1
Cooling Condition	Natural circulation			19/3-71	
Inlet Velocity m/sec	0.57		0.55		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40		36		
Hydraulic Diam. mm	22.-				
Flow area mm <sup>2</sup>	2940				
Assembly Dwg.	07353		Parts List Dwg.		472544
Cable Data Sheet	373665				
Experim. Procedure	1208				
<b>INSTRUMENTATION</b>					
1	Inlet turb. D=40, μ=32	1	Outlet turb. D=55, μ=32	1	Failure detector
1	Electromagnetic calibration valve			2	Inlet thermocouples
2	Outlet thermocouples			3	Neutron thermometer
3	Fuel stack elong. detectors				
4	Cladding elongation detectors				
4	Fuel stack movement markers		1	Central oxide thermocouple	
W 3% Re/W 25% Re, Mo/BeO, φ=1.1 mm					

DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-208		SIGN: E. X.	DATE: 9/9/72
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered, hollow UO <sub>2</sub> pellets, Ground		
Pin No.	1) TF - EC-4 A	EF-2 EC-2 B	EF-3 EC-3 EC-1 C
Fuel Weight kg	2) 1.786	1.784	1.710
End pellets	.034	.034	.034
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41	(95 <sup>+1.5%</sup> of T. D.)	
Fuel Diameter mm	12.38 <sup>+0.02</sup>	Hole diam.: 2 <sup>+0.1</sup>	
Enrichment	7 <sup>w/o</sup> U-235 of active fuel		
Diam. Clearance mm	0.30		
Pellet Length mm	20	End pellets : 1.5	
Dishing	No	No	3) Yes 4) Yes
Dishing Depth mm		1.0	1.0
Land Width mm		0.94	0.94
Cladding	Zr-2	Test Data at R. T.	
Cladding State	Autoclaved	Uts: 69 kp/cm <sup>2</sup> Ys: 56 kp/cm <sup>2</sup> (0.2%) El: 29%	
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	12.68 <sup>+0.04</sup>		
Clad. Thickness mm	0.30		
No. Pins /Cluster	4	Four stay rods of diameter : 6 mm.	
Pitch Distance mm	46	(P. C. D.)	
Spacers	2 end plates and 2 spacers		
Fuel Length/Pin mm	Active fuel length : 1470		
Plenum	80 mm - 10 cm <sup>3</sup>		
Shroud Material	Al x 8001		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
1) In each fuel pin two poisoned end pellets. (6 <sup>w/o</sup> U-235 / 4 <sup>w/o</sup> Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) and two 10 mm long ZrO <sub>2</sub> thermal insulator pellets 2) T/C Central oxide thermocouple in fuel pin A 3) Spherical one end 4) Spherical both ends			



The Japanese Test Assembly IFA-208 (Ja)

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.	<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA-209<sup>1</sup></b>	ISSUE NO: 2 SIGN: <i>MDW</i>	PAGE: 1 DATE: 13/6-75
Supplier: JAERI/Furukawa Electric Ind., Japan			
<b>OPERATIONAL DATA</b>			
<b>OBJECTIVES</b>			
To investigate the correlation between fuel failures and mechanical properties of the cladding at high burn-ups by hydriding the tubes to various levels before the start of irradiation.			
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS
Loading Date	5/71	5/71	
Unloading Date	/72	10/71	
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		2050	Avg. upper cluster
Reactor Position		4-3	
Rel. Flux Position	1.02		
Channel Power kW	235		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	588		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	685		650 required
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	150		
Peak $\int kdt$ W/cm	49		
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60		
Max. Centre Temp. °C	2580		
Cooling Condition	Natural circulation		
Inlet Velocity m/sec	0.58		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40		
Hydraulic Diam. mm	22		
Flow area mm <sup>2</sup>	2940		
Assembly Dwg.	07367	Parts List Dwg.	472604
Cable Data Sheet	373736		
Experim. Procedure	EP-1209		
<b>INSTRUMENTATION</b>			
1	Inlet turbine D=40 $\mu$ =32	1	Outlet turbine D=40 $\mu$ =32
1	Electromagn. calibration Valve Type II	2	Outlet thermocouples
2	Inlet thermocouples	4	Gamma thermometers
8	Clad elongation detectors		



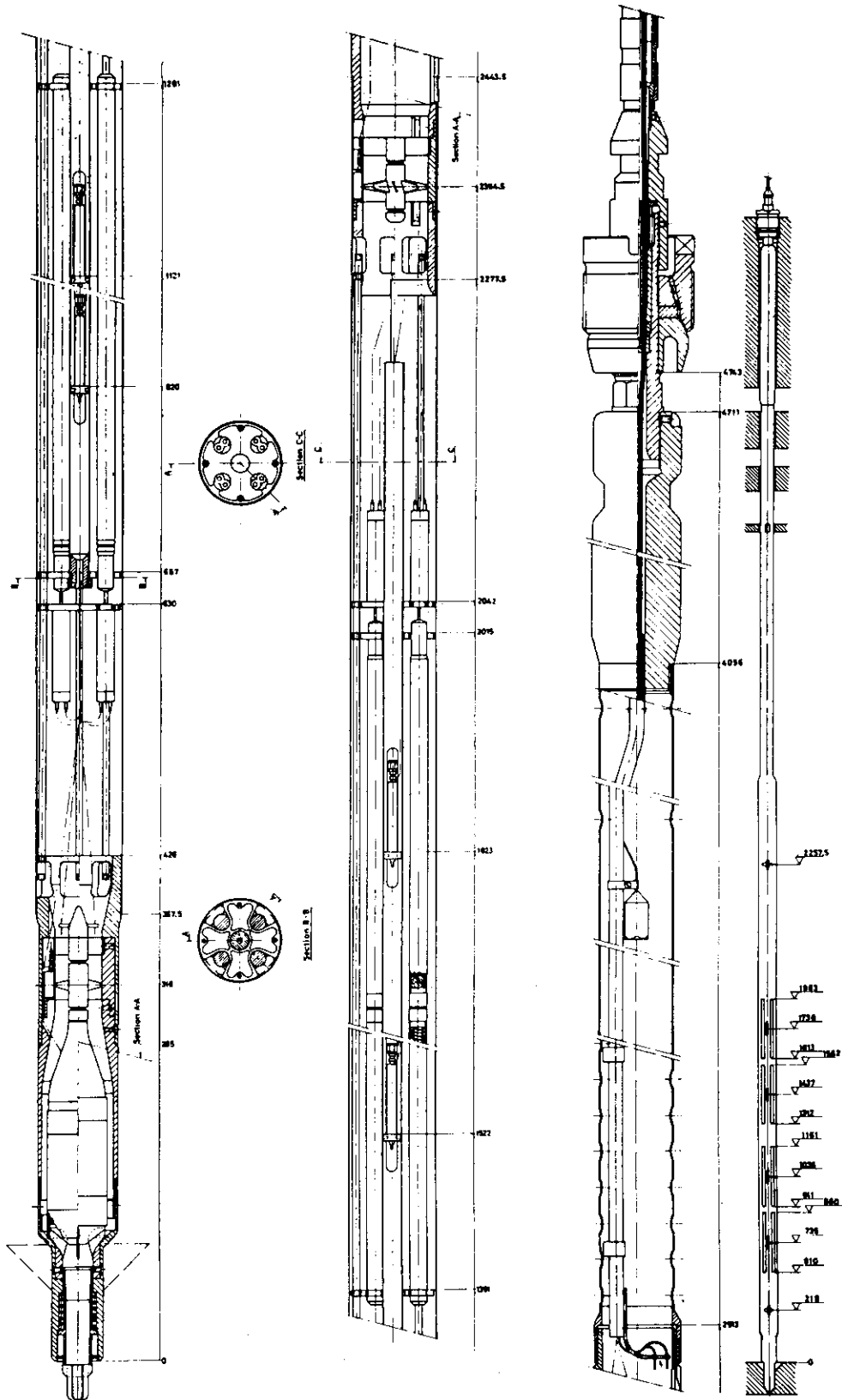
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-209 <sup>1</sup>		SIGN: H. Kur.	DATE: 18/3-71
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No. U-L	EC-6 1	EC-5 2	EC-8 3
	EC-7 4	EC-2 5	EC-1 6
			EC-3 7
			EC-4 8
Fuel Weight kg	Enriched = 4.2776		
End Pellets	Enr. UO <sub>2</sub> +4 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> of length 15 mm		Poisoned = 0.5727
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.4	Total fuel wt. = 4.8503kg	
Fuel Diameter mm	12.38 ± 0.02	UO <sub>2</sub>	
Enrichment	5.91 w/o U-235		
Diam. Clearance mm	0.295 nominal		
No of pellets	13 in each segment including 2 end pellets (One each end).		
Pellet Length mm	20 otherwise two pellets in each pin No. 2, 3, 6, 7, 8 of 10mm (excluding end pellets)		
Dishing	One side. End pellets no dish		
Dishing Depth mm	1.05		
Land Width mm	0.9		
Cladding	Zr-2 (Kobe Steel and Sumitomo Met. Ind.)		
Cladding State	Prehydrated up to 240 ppm. Stress release annealed		
	Autoclaved both sides		
He in cladding ppm	50	110	235
	50	100	220
			200
			200
			110
			50
			100
			50
			207
			50
			202
			50
Welding	TIG		
Filter Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	12.675 ± 0.04		
Clad. Thickness mm	0.902 ± 0.076		
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm			
Spacers			
Fuel Length/Pin mm	2 x 250 <sup>+1.7</sup> <sub>-1.0</sub>		
Plenum			
Shroud Material	Al x 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	2		
Moisture content < 10 ppm			

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 1
		IFA-209 <sup>II</sup>		SIGN: <i>Hdu</i>	DATE: 13/6-75
Supplier: JAERI, Japan					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
- to investigate the correlation between fuel failures and mechanical properties of the cladding at high burn-up, by hydriding the tubes to various levels before the start of irradiation.					
DESCRIPTION	PREDICTED		ACTUAL	REMARKS	
Loading Date	10/71		10/71		
Unloading Date			2/72		
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>			1960	Avg. upper cluster	
Reactor Position	4-3		4-3		
Rel. Flux Position	0,92			1) Neglecting the power of	
Channel Power kW	191 <sup>1)</sup> 167 <sup>1)</sup>			the poisoned pellets	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	540 <sup>x</sup> 475 <sup>xx</sup>				
Max. Lin. Heat Rating W/cm	650 650			Requirement: 650	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	143			<sup>x</sup> Axial form factor: 1.20	
Peak $\int kdt$ W/cm	46			<sup>xx</sup> Axial form factor: 1.37	
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	54				
Max. Centre Temp. °C	2640				
Cooling Condition	Natural circulation				
Inlet Velocity m/sec	0.58				
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40				
Hydraulic Diam. mm	22				
Flow area mm <sup>2</sup>	2940				
Assembly Dwg.	07361		Parts List Dwg.	472604	
Cable Data Sheet	373736				
Experim. Procedure	EP-1209				
INSTRUMENTATION					
1	Inlet turb. D=40, $\mu=32$	1	Outlet turb. D=55, $\mu=32$	1	Failure detector
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples		
1	Electromagnetic calibration valve				
4	Gamma thermometers				
8	Cladding elongation detectors				

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-209 II		SIGN: <i>FDW</i>	DATE: 8/9-71
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No. U-L	EC6 9	EC5 10	EC8 EC7 11 12
Fuel Weight kg UO <sub>2</sub>			5 6 7 8 EC2 EC1 EC3 EC4
End pellets	Enr. UO <sub>2</sub> +4 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Upper cluster Enr. = 2.1380 Poisoned = 0.2862 Tot. 2.4242
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10,4		Lower cluster Enr. = 2.1411 Poisoned = 0.2869 Tot. 2.4280
Fuel Diameter mm	12,38 ±0.02		
Enrichment	5,91 w/o U-235		Total fuel ut: 4.8522
Diam. Clearance mm	0,29 nominal		
Max. He in cladding ppm	-20 20	103 102	249 234
Pellet Length mm	20		
Dishing	One side. End pellets no dishing.		
Dishing Depth mm	1,05		
Land Width mm	0,9		
Cladding	Zr-2 (Kobe Steel & Sumitomo Met. Ind.)		
Cladding State	Prehydried up to 249 ppm		
	Tubes according to ASTM B 353-64 T standard.		
	Autoclaved		
Welding	TIG		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	12,67	±0.04	
Clad. Thickness mm	0,90	±0.07	
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	44		
Spacers			
Fuel Length/Pin mm	2 x 250 <sup>+1.7</sup> / <sub>-1.0</sub>		
Plenum			
Shroud Material	Al x 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70,5		
No. Of Clusters	2		
Moisture content < 10 ppm			



DATA SHEET										ISSUE NO: 1	PAGE: 2		
IFA-209 <sup>III</sup>										SIGN: TT <sub>o</sub>	DATE: 17/2-72		
TEST ASSEMBLY DATA													
DESCRIPTION													
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellet, ground <sup>1)</sup>								Not Exchanged				
Pin No. U-I.	EC 6 13		EC 5 14		EC 8 15		EC 7 16		5	6	7	8	Total
Fuel Weight kg	SK-21-A 0.274	SK-21-B 0.274	SK-22-C 0.275	SK-22-D 0.274	SK-23-E 0.275	SK-23-F 0.275	SK-24-G 0.275	SK-24-H 0.274	EC2	EC1	EC3	EC4	4.337
End Pellet kg <sup>2)</sup>	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.287				0.591
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.4 (95 ± 1.5% TD)											4.928	
Fuel Diameter mm	12.53 ± 0.02								12.38 ± 0.02				
Enrichment	5.9 w/o U-235 of active fuel												
Diam. Clearance mm	0.15 nominal								0.295 nominal				
Pellet Length mm	20. Poisoned pellet 15												
Dishing	Spherically one side												
Dishing Depth mm	1.0								1.05				
Land Width mm	0.5								0.9				
Cladding	Zr-2												
Cladding State	Prehydrided up to 139 ppm						As autoclaved	Prehydrided up to 235 ppm					
Cladding H <sub>2</sub> Content	3) 139	100	115	100	139	107							
Heat Treatment of the Tube	R		M		G								
Welding	TIG												
Filler Gas	Helium												
Clad. Int. Diam. mm	12.68 ± 0.04												
Clad. Thickness mm	0.90												
No. Pins /Cluster	4												
Pitch Distance mm	44												
Spacers	None, end supports only												
Fuel Length/Pin mm	2 x 250 (including end pellets)												
Plenum													
Shroud Material	Al x 8001												
Shroud Int. Diam. mm	70.5												
No. Of Clusters	2												
<p>1) Result of the analysis of the absorbed moisture in UO<sub>2</sub> pellet = 27 ppm</p> <p>2) End pellets, 5.9 w/o U-235 + 4 w/o Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></p> <p>3) Maximum values of the hydrogen analysis</p> <p>4) R: Annealed at 450°C for 2 hrs. and cooled as rapidly as possible (about 450°C/hr.)  M: Annealed at 450°C for 2 hrs. and cooled with a rate of 50°C/hr.  G: Annealed at 450°C for 2 hrs. and cooled with a rate of 5°C/hr.</p>													

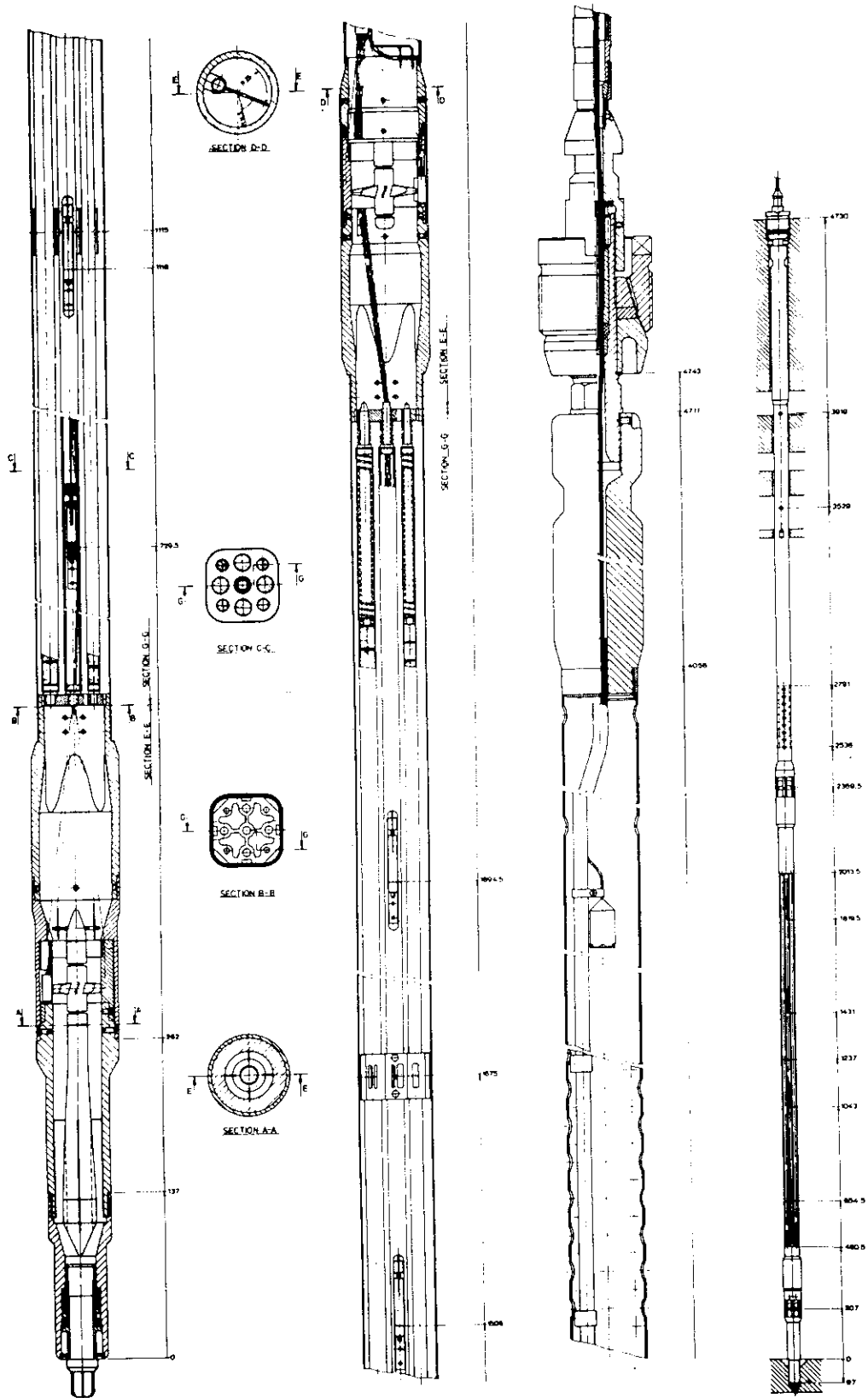


The Japanese Test Assembly IFA-209 (Ja)



DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-210		SIGN: H.D.W.	DATE: 4/12-70
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered pellets $UO_2$		
Pin No. 1	F-2 S-4 F-1 S-2 F-4 S-10 F-5 S-1		
Fuel Weight kg	$\phi$ 9.32 pins = 4.1984 $\phi$ 12.4 pins = 7.4195      Total fuel weight: <u>11.6179kg <math>UO_2</math></u>		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.193 (93 <sup>+</sup> 1.5% T. D.)		
Fuel Diameter mm	4 pins 9.32 <sup>+0.02</sup> 4 pins 12.36 <sup>+0.02</sup>		
Enrichment	10 w/o U-235 of total uranium		
End pellets	1 upper end (Hollow)		
Diam. Clearance mm	0.16 small dia. pins      0.31 large dia. pins		
Pellet Length mm	15      20		
Dishing	Both ends dished		
Dishing Depth mm	0.61      0.85		
Land Width mm	7.32      10.4		
Cladding	Zr-4      Zr-2		
Cladding State	Cold worked, fully annealed		
	UTS 61(38)kg/mm <sup>2</sup> YS 44(29)kg/mm <sup>2</sup> UTS 59(34)kg/mm <sup>2</sup> YS 47(26)kg/mm <sup>2</sup>		
	El.: 23(25)% (at 385°C)      El.: 28(38)% (at 343°C)		
Welding	TIG		
Autoclaving	400°C 12 hrs at 88 kg/cm <sup>2</sup>		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	9.48 <sup>+0.038</sup> 12.675 <sup>+0.04</sup>		
Clad. Thickness mm	0.585      0.902		
No. Pins /Cluster	8 Two pairs of four in a square lattice. See drwg.		
Pitch Distance mm	16.88      18.75		
Spacers	2 Inconel-718 central spacers		
Fuel Length/Pin mm	1553 small $\phi$ 1548 large $\phi$		
Plenum	10% of $UO_2$ volume		
Shroud Material	Zr-4		
Shroud Int. Diam. mm	58.5 x 58.5 square shroud		
No. Of Clusters	1		
1) S = large $\phi$ pins, F = small $\phi$ pins Moisture content in fuel			

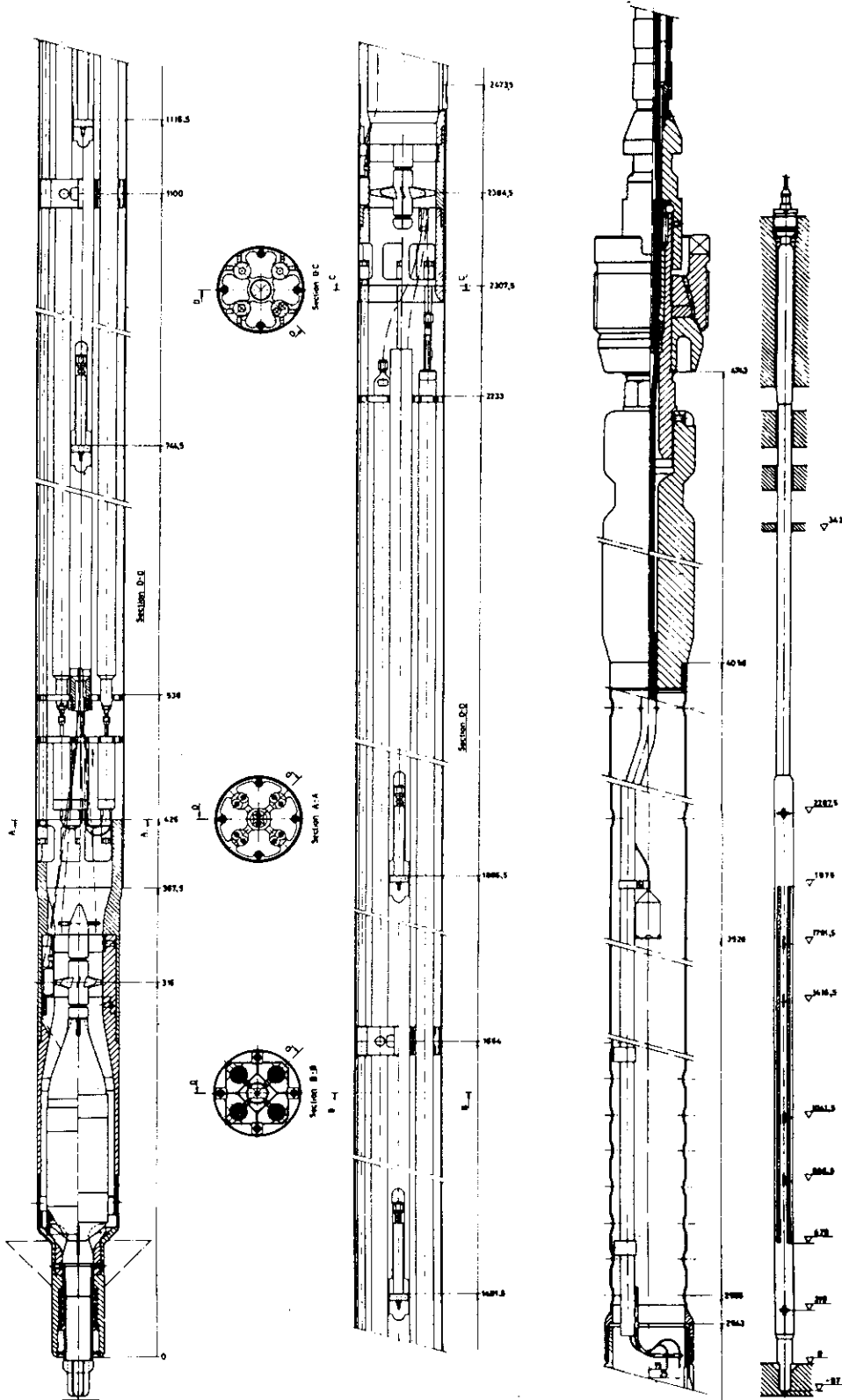




The Japanese Test Assembly IFA-210 (Ja)

INSTITUT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET	ISSUE NO: 3	PAGE: 1	
		IFA-211	SIGN: <i>HDW</i>	DATE: 21/10/74	
Supplier: JAERI, Japan					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
- To evaluate the effects of mechanical properties and of pellet shape on pellet-clad interaction behavior of high power rated BWR type of fuel pins.					
DESCRIPTION                      PREDICTED                      ACTUAL                      REMARKS					
Loading Date		1/71	1/71		
Unloading Date			4/74		
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>			18430		
Reactor Position		3-16	3-16		
Rel. Flux Position		1.02			
Channel Power      kW		245	316	Max. obtained 9/73	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		540	526	<sup>1)</sup> On three pins	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		675	700	Design limit: 690 w/cm	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		150	154		
Peak /kdt)      W/cm		49.8	51		
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		44.1	57		
Max. Centre Temp. °C		2670			
Cooling Condition		Natural circulation			
Inlet Velocity m/sec		0.57	0.57		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		40	41		
Hydraulic Diam. mm		22. -			
Flow area mm <sup>2</sup>		2940			
Assembly Dwg.		07357	Parts List Dwg.	472549	
Cable Data Sheet		373684			
Experim. Procedure		1211			
INSTRUMENTATION					
1	Inlet turb. D=40, μ=32	1	Outlet turb. D=40, μ=32	1	Failure detector
1	Electromagnetic calibration valve			2	Inlet thermocouples
2	Outlet thermocouples	1	Fuel stack elong. detector, miniature type		
4	Cladding elongation detectors			4	Neutron thermometers
4	Fuel stack movement markers				
3	T/C Central oxide thermocouples	1	Reference elongation detector		
W 3% Re/W 25% Re, Mo/Re', Ø=1.6 mm					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-211		SIGN: E. Z.	DATE: 7/10-70
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets. Ground.		
Pin No. 1)	EF-1 ND	EC-4 D-5	TF-2 D-7
Fuel Weight kg 2)	1.886	1.833	1.834
	Totally		1.846
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.35	(94 <sup>+</sup> 2% of T. D. )	
Fuel Diameter mm	12.40 <sup>+</sup> 0.025		
Enrichment	6 w/o U - 235 of total fuel.		
Diam. Clearance mm	0.28	0.28	0.28
Pellet Length mm 3)	21	Conical	one side
Dishing	No	Yes	Yes
Dishing Depth mm		0.74	0.74
Land Width mm		1.40	1.40
Cladding	Zr-2	Test Data (R. T.)	Test Data (R. T.)
Cladding State	Autoclaved UTS=69.7 kp/cm <sup>2</sup>		UTS=60.1 kp/cm <sup>2</sup>
	YS=56.0	" " (0.2%)	YS=48.8 " " (0.2%)
	EI=30%		EI=32%
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	12.68	12.68	12.68
Clad. Thickness mm	0.90	0.90	0.81
No. Pins /Cluster	4	Four stay rods of diam: 6 mm.	
Pitch Distance mm	46	(P. C. D.)	
Spacers	2 end plates and 2 spacers		
Fuel Length/Pin mm	Active fuel length: 1500		
Plenum	132 mm - 16.7 cm <sup>2</sup>		
Shroud Material	Al x 8001 Removable		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
1) Burnable poison in fuel pin BP. (6 <sup>w</sup> /oU-235 / 2 <sup>w</sup> /oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 2) In each fuel pin end one 10 mm long ZrO <sub>2</sub> thermal insulator end pellet 3) T/C in fuel pin. D-5, D-7, BP, accommodated in central holes of diameter 1.7 <sup>+</sup> 0.2 mm. T/C tips located 1792 mm above core bottom plate.			



The Japanese Test Assembly IFA-211 (ja)



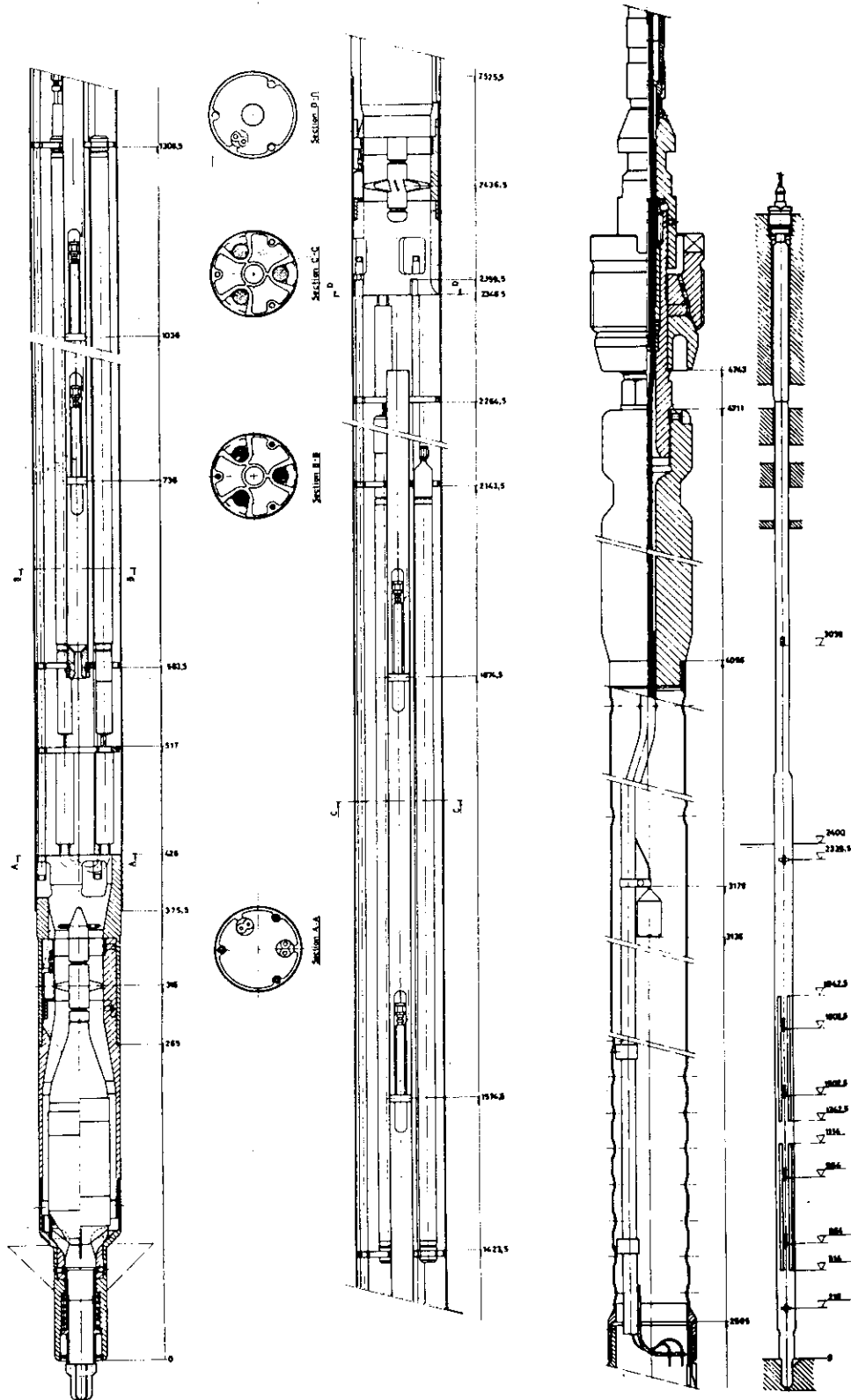
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-212		SIGN: H.D.A.	DATE: 1/11-70
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets. Cold pressed, ground.		
Pin No. U-L	1 2 3 4 6 7 11-8 9 10 5 13 12 14		
Fuel Weight kg Enr.			6.5882
End pellets	Nat. UO <sub>2</sub> + 4.5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.1464
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.29(94 <sup>+1.5%</sup> of T.D.)		Total fuel weight: 6.7346 UO <sub>2</sub>
Fuel Diameter mm	9.32 <sup>+0.01</sup> <sub>-0.00</sub>		
Enrichment	10.02 <sup>+0.02</sup> U-235		
Diam. Clearance mm	0.16		
Pellet Length mm	15 <sup>+0.3</sup> (Also end pellet)		
Dishing	Both ends		
Dishing Depth mm	0.35 - 0.38		
Land Width mm	6.55 <sup>+0.05</sup>		
Cladding	9 pins Zr-4, 5 pins Zr-2 (Pin No. 4, 5, 11, 12, 14) C.W. stress relieved		
Cladding State	Zr-4 Class A: UTS 62.8 kg/mm <sup>2</sup> YS 58.5 kg/mm <sup>2</sup> El 19.7% Class B: UTS 51.5 kg/mm <sup>2</sup> YS 44.5 kg/mm <sup>2</sup> El 19.5% Zr-2: UTS 70.7 kg/mm <sup>2</sup> YS 58.5 kg/mm <sup>2</sup> El 18.4% Annealed at 700° for 1 hr.		
Welding	TIG		
Autoclaving	72 hrs. in steam at 400°C, 105 atm.		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	9.49 <sup>+0.03</sup>		
Clad. Thickness mm	0.625 <sup>+0.035</sup>		
No. Pins /Cluster	7 Circumferential		
Pitch Distance mm	44		
Spacers			
Fuel Length/Pin mm	Total 690. Including one end pellet at center spacer.		
Plenum length/pin	63.5 <sup>+0.9</sup> mm		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		
Moisture content 8.0 - 8.3 ppm in 10 <sup>w/o</sup> enriched fuel. Circumferential Hydride orientation in Zr-tubes.			







DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA- 223		SIGN: HDAU	DATE: 19/9-72
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets. Burnable poison in one pin.		
Pin No. U-L	TF3 A1	TF4 B1	EC3 EF2 C1 — A2 TF2
Fuel Weight kg UO <sub>2</sub>	(Including 16.8 g B.P.)		EF3 B2 TF2 EC2 3.94297
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> (2 upper end, 5 lower end)		EF1 C2 EC1 0.57516
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.4		4.51813
Fuel Diameter mm	12.52 <sup>+0.01</sup>		
Enrichment	6.01 w/o U-235 Pin A1 (4w/o U-235 + 2.5 Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		
Diam. Clearance mm	0.15 nominal		
No. of pellets	33	32	32 32 32 32
Pellet Length mm	20.9 enriched. 11.0 nat. UO <sub>2</sub> end pellet		
Dishing	Both ends truncated core. Flat ends in pin No. A1, & B2.		
Dishing Depth mm	0.7		
Land Width mm			
Cladding	Zr-2 (Sumitomo M.S.Co & Kobe Steel)		
Cladding State	Cold work and stress relief annealed. UTS = 70 000 psi. Y.S 60 000 psi El. (2") 16%		
Welding	TIG		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	12.670	12.670	12.685 - 12.680 12.680 12.680
Clad. Thickness mm	0.81 <sup>±0.05</sup>		
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	44		
Spacers			
Fuel Length/Pin mm	603.5	602.7	602.5 - 602.7 601.4 602.5
Plenum			
Shroud Material	Al x 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	2		
Moisture content ppm enriched fuel < 40.3 Hydride orientation F <sub>N</sub> < 0.1 Burnable poison of natural isotopic composition.			



The Japanese Test Assembly IFA-223 (Ja)

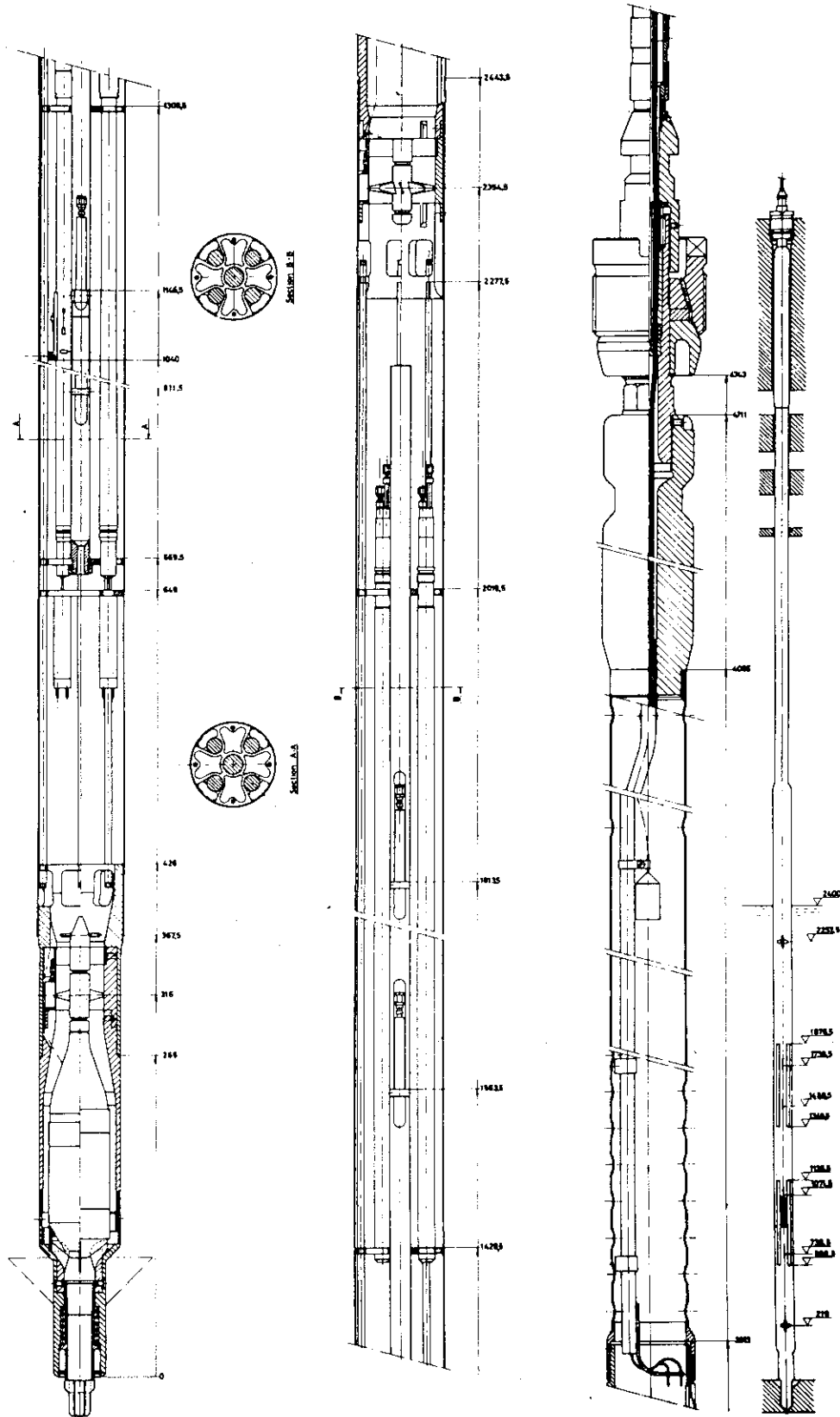


DATA SHEET					ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-224					SIGN: TTo	DATE: 23/8-72
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION						
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets, ground. 1), 2)					
Pin No.	A EF-4 EC-4 FF-1	B EF-3 EC-3 TF-2	C EF-2 EC-2	D EF-1 EC-1	Total	
Fuel Weight kg	1.740	1.725	1.675	1.635	6.775	
End Pellets	0.035	0.036	0.035	0.035	0.141	
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	9.88 (90% ± 2 of T.D.)				6.916	
Fuel Diameter mm	12.38 ± 0.02					
Enrichment	7 w/o U-235 of active fuel					
Diam. Clearance mm	0.30					
Hole Diam. mm	←———Solid Pellet———→				2	
Pellet Length mm	20 Poisoned end pellet 15					
Dishing	No	No	Yes <sup>3)</sup>	Yes <sup>3)</sup>		
Dishing Depth mm			1.0	1.0		
Land Width mm			0.87	0.87		
Cladding	Zr-2		Test Data at R.T.			
Cladding State			UT kp/cm <sup>2</sup>	65.5	64.3	
			YS kp/cm <sup>2</sup>	49.7	49.0	
			El %	26	28	
Welding	TIG					
Filler Gas	Helium					
Clad. Int. Diam. mm	12.68 ± 0.04					
Clad. Thickness mm	0.90					
No. Pins /Cluster	4					
Pitch Distance mm	40 (P.C.D.)					
Spacers	2 end plates and 2 spacers					
Fuel Length/Pin mm	Active Fuel Length 1470 mm					
Plenum	80 mm - 10 cm <sup>3</sup>					
Shroud Material	X8001 Al					
Shroud Int. Diam. mm	70					
No. Of Clusters	1					
<p>1) In each fuel pin two poisoned end pellets (5.87 w/o U-235/3.99 w/o Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and two 10 mm long zirconia pellets for thermal insulation.</p> <p>2) Pellets for A were sintered at high temperature (1600 - 1650°C) and those for B and C at low temperature (1350 - 1400°C).</p> <p>3) Spherically both sides.</p>						



INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 2	PAGE: 1
		IFA-225		SIGN: G.Fa.	DATE: 22/6-72
Supplier: JAERI, Japan					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
To study: 1) Fuel-cladding interaction:					
a) local strain in cladding,					
b) total cladding elongation,					
c) fuel stack elongation.					
2) Influence of cladding I.D. surface treatment on					
moisture-cladding reaction.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	3/72	3/72			
Unloading Date	2-2	6/72			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	10,000	4,500			
Reactor Position		2-2			
Rel. Flux Position	1,19				
Channel Power kW	233 200	233	1) $i_{ax} = 1.20$ , $i_{rad} = 1.00$		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	610 520	610 <sup>3)</sup>	2) $i_{ax} = 1.37$ , $i_{rad} = 1.02$		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	730 <sup>1)</sup> 730 <sup>2)</sup>	730 <sup>4)</sup>	3) Excl. end pellets		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	161	161	4) Required: 720-730 W/cm		
Peak $k_d(t)$ W/cm	54	54			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	57	57			
Max. Centre Temp. °C	2850				
Cooling Condition	Natural circulation				
Inlet Velocity m/sec	0.58				
Inlet Throttling $v^2/2g$	43				
Hydraulic Diam. mm	25.6				
Flow area mm <sup>2</sup>	2932				
Assembly Dwg.	07374	Parts List Dwg.	472741		
Cable Data Sheet	373943				
Experim. Procedure	EP-1225				
INSTRUMENTATION					
1 Inlet turbine D=40 $\mu$ -32	1	Outlet turbine D=55 $\mu$ -32			
1 Electromagnetic calibration valve, type II					
2 Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Fuel failure detector	
4 Neutron thermometers					
2 Cladding elongation detectors		2	Fuel stack elongation detectors		
8 Cladding strain gauges, Microdot		2	Dummy strain gauges, Microdot		
3 Fission gas pressure transducers, Halden-Mini					

DATA SHEET										ISSUE NO: 2	PAGE: 2
IFA-225										SIGN: G.Fa.	DATE: 22/6-72
TEST ASSEMBLY DATA											
DESCRIPTION											
Fuel Form	Cold pressed, sintered and ground UO <sub>2</sub> -pellets										
Pin No. <span style="font-size: small;">(Upper/Lower)</span>	1 PF3	2 PF2	3 PF1	4 -	5 -	6 -	7 -	8 -	Total:		
Fuel Weight kg, UO <sub>2</sub>	0.552	0.552	0.551	0.591	0.616	0.639	0.620	0.620	4.741		
—    —, end pellets	4 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in enriched UO <sub>2</sub>										0.300
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.42 ± 0.16										5.041
Fuel Diameter mm	12.38 ± 0.02					12.53 ± 0.02					
Enrichment	5.87 w/o U-235										
Moisture, ppm	30		<10	30		<10					
Diam. Clearance mm	0.30					0.15					
No. of UO <sub>2</sub> pellets	22		23		24						
No. of end-pellets	2		2		2						
Pellet Length mm	~20 (poisoned end pellets: ~15)										
Dishing	Both ends			No dish		Both ends		No dish		Various end shapes	
Dishing Depth mm	1.0 ± 0.05					1.0-0.05		-		1.0 ± 0.05	
Land Width mm	0.9					1.0		-		1.0; 1.0	
Cladding	Zr-2 <sup>1)</sup> (Sumitomo Met. Ind.)										
Cladding State	Stress relieved										
—    — Treatment	auto-claved		not auto-claved		auto-claved						
Welding	TIG										
Filler Gas	He										
Clad. Int. Diam. mm	12.68 ± 0.04										
Clad. Thickness mm	0.90 ± 0.08										
No. Pins /Cluster	4										
Pitch Distance mm	Pitch circle diameter = 44.0										
Spacers	4										
Fuel Length/Pin mm	456 31		460 31		498 31		500 31		498 31		UO <sub>2</sub> end-pellets
Plenum, mm	54		59		21		63		65		
Shroud Material	A1 8001 X										
Shroud Int. Diam. mm	70.5										
No. Of Clusters	2										
Remarks: 1) Test data at R. T.: UT, kp/cm <sup>2</sup> = 65.5, 64.3 YS, kp/cm <sup>2</sup> = 49.7, 49.0 El, % = 26, 26											

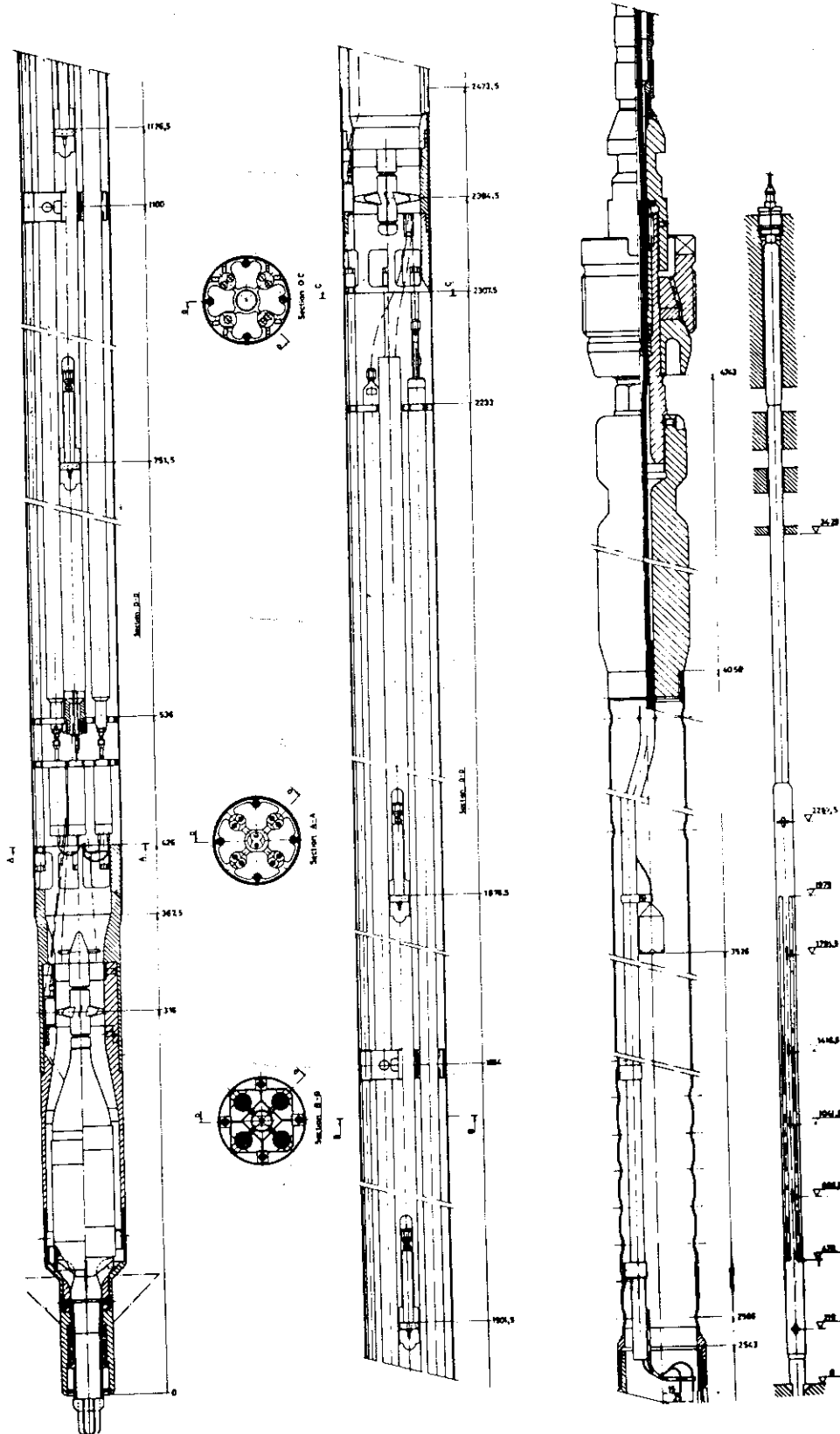


The Japanese Test Assembly IFA-225 (Ja)




INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA-230</b>		ISSUE NO: 3	PAGE: 1																																																																																				
				SIGN: E. Z.	DATE: 15/10-74																																																																																				
Supplier: JAERI, Japan																																																																																									
<b>OPERATIONAL DATA</b>																																																																																									
<b>OBJECTIVES</b>																																																																																									
- To evaluate the effects of pellet shape and pellet-clad gap on fuel/clad interaction behavior of high power rated BWR type of fuel pins.																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">DESCRIPTION</th> <th style="width: 15%;">PREDICTED</th> <th style="width: 15%;">ACTUAL</th> <th style="width: 35%;">REMARKS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loading Date</td> <td>1/71</td> <td>10/70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unloading Date</td> <td></td> <td>3/74</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Burn-Up MWd/tUO<sub>2</sub></td> <td></td> <td>22 020</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reactor Position</td> <td>4.13</td> <td>4-13</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rel. Flux Position</td> <td>1.02</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Channel Power kW</td> <td>325</td> <td>331</td> <td>Max. obtained 12/72</td> </tr> <tr> <td>Avg. Lin. Heat Rating W/cm</td> <td>540</td> <td>552</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. Lin. Heat Rating W/cm</td> <td>675</td> <td>700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak Surf. Heat Flux W/cm<sup>2</sup></td> <td>148</td> <td>154</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak <math>\lambda</math>kd(t) W/cm</td> <td>49.9</td> <td>51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak Spec. Heat Rating W/gUO<sub>2</sub></td> <td>44.1</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. Centre Temp. °C</td> <td>2800</td> <td></td> <td>Wanted &lt; 2000°C</td> </tr> <tr> <td>Cooling Condition</td> <td colspan="2">Natural Circulation</td> <td>at 7°C tip position</td> </tr> <tr> <td>Inlet Velocity m/sec</td> <td>0.57</td> <td>0.57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inlet Throttling v<sup>2</sup>/2g</td> <td>40</td> <td>41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hydraulic Diam. mm</td> <td>22.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flow area mm<sup>2</sup></td> <td>2940</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Assembly Dwg.</td> <td>07359</td> <td>Parts List Dwg.</td> <td>472573</td> </tr> <tr> <td>Cable Data Sheet</td> <td>373698</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Experim. Procedure</td> <td>EP-1230</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS	Loading Date	1/71	10/70		Unloading Date		3/74		Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		22 020		Reactor Position	4.13	4-13		Rel. Flux Position	1.02			Channel Power kW	325	331	Max. obtained 12/72	Avg. Lin. Heat Rating W/cm	540	552		Max. Lin. Heat Rating W/cm	675	700		Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	148	154		Peak $\lambda$ kd(t) W/cm	49.9	51		Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	44.1	57		Max. Centre Temp. °C	2800		Wanted < 2000°C	Cooling Condition	Natural Circulation		at 7°C tip position	Inlet Velocity m/sec	0.57	0.57		Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40	41		Hydraulic Diam. mm	22.			Flow area mm <sup>2</sup>	2940			Assembly Dwg.	07359	Parts List Dwg.	472573	Cable Data Sheet	373698			Experim. Procedure	EP-1230		
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS																																																																																						
Loading Date	1/71	10/70																																																																																							
Unloading Date		3/74																																																																																							
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		22 020																																																																																							
Reactor Position	4.13	4-13																																																																																							
Rel. Flux Position	1.02																																																																																								
Channel Power kW	325	331	Max. obtained 12/72																																																																																						
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	540	552																																																																																							
Max. Lin. Heat Rating W/cm	675	700																																																																																							
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	148	154																																																																																							
Peak $\lambda$ kd(t) W/cm	49.9	51																																																																																							
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	44.1	57																																																																																							
Max. Centre Temp. °C	2800		Wanted < 2000°C																																																																																						
Cooling Condition	Natural Circulation		at 7°C tip position																																																																																						
Inlet Velocity m/sec	0.57	0.57																																																																																							
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40	41																																																																																							
Hydraulic Diam. mm	22.																																																																																								
Flow area mm <sup>2</sup>	2940																																																																																								
Assembly Dwg.	07359	Parts List Dwg.	472573																																																																																						
Cable Data Sheet	373698																																																																																								
Experim. Procedure	EP-1230																																																																																								
<b>INSTRUMENTATION</b>																																																																																									
1	Inlet turbine D=40, $\mu=32$	1	Outlet turbine D=55, $\mu=32$	1	Failure detector																																																																																				
1	Electromagnetic calibration valve			2	Inlet thermocouples																																																																																				
2	Outlet thermocouples	3	Fuel stack elongation detectors																																																																																						
4	Cladding elongation detectors			4	Gamma thermometers																																																																																				
4	Fuel stack movement markers																																																																																								
1	T/C central oxide thermocouple	1	Reference elongation detector																																																																																						
W 3% Re/W 25% Re, Mo BeO, $\phi = 1.6$ mm																																																																																									

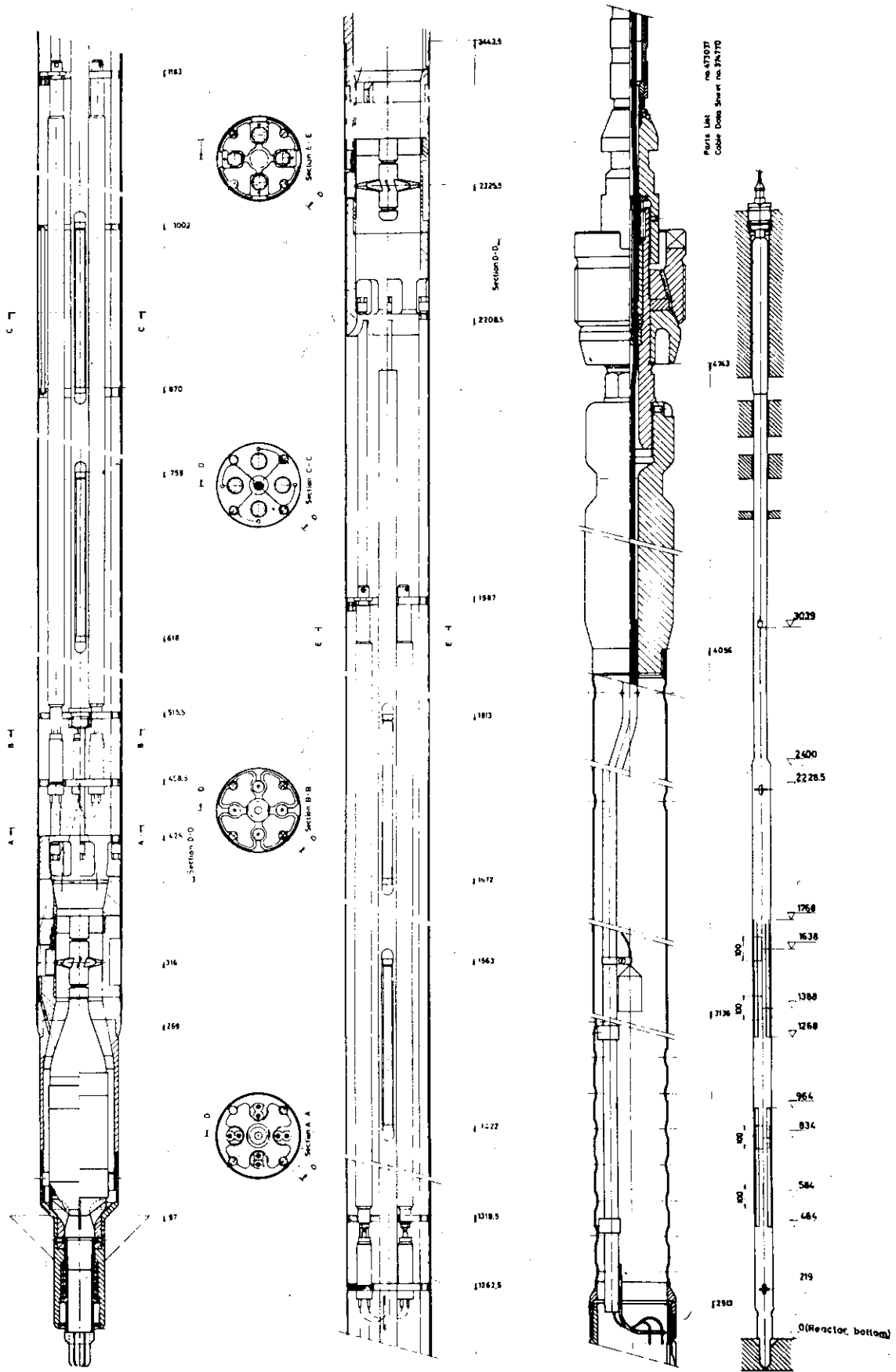
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-230		SIGN: E. K.	DATE: 7/10-70
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No.	1) T <sub>2</sub> EC-1	EF <sub>1</sub> EC-2	EF <sub>2</sub> EC-3
Fuel Weight kg	2) 1.900	1.855	1.825
			1.795
			<b>7.375</b>
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95 ± 1.5% of T. D.)		
Fuel Diameter mm	12.43	12.53	12.43
			12.33 <sup>+0.02</sup>
Enrichment	6 <sup>w</sup> /oU-235 of active fuel		
Diam. Clearance mm	0.25	0.15	0.25
			0.35
Pellet Length mm	22	Spherical both sides	
Dishing	No	Yes	Yes
Dishing Depth mm		1.0	1.0
Land Width mm		1.02	0.97
Land Width mm			0.92
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Autoclaved Cold worked and stress relieved		
	Test Data (R. T.) UTS: 68 kp/cm <sup>2</sup>		
	YS: 55 kp/cm <sup>2</sup> (0.2%) EL: 28%		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	12.68	12.68	12.68
			12.68 <sup>+0.04</sup>
Clad. Thickness mm	0.90		
No. Pins /Cluster	4	Four stay rods of diam: 6 mm	
Pitch Distance mm	46 (P. C. D.)		
Spacers	2 end plates and 2 spacers		
Fuel Length/Pin mm	Active fuel length: 1500		
Plenum			
Shroud Material	Al x 8001	Removable	
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
1) In each fuel pin end one 10 mm long ZrO <sub>2</sub> insulator end pellet. 2) T/C in fuel pin T <sub>2</sub> , accommodated in a central hole of diameter 1.7 <sup>+0.2</sup> mm. T/C tip located 1798 mm above core bottom plate.			



The Japanese Test Assembly IFA-230 (Ja)




DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-410		SIGN: 	DATE: 29/10-73
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Cold pressed and sintered UO <sub>2</sub> , ground pellets		
Upper-Lower Cluster Pin No.	A1	A2	A3 A4 - A5 A6 A7 A8 Total
Fuel Weight kg, enr.	0.559	0.568	0.577 0.592 0.576 0.564 0.582 0.574 4.592
End Pellets <sup>1)</sup> , kg	0.030	0.030	0.030 0.030 0.031 0.031 0.031 0.031 0.243
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.4 (95% T.D.)		10.63 (97% T.D.) 4.835
Fuel Diameter mm	12.02	12.12	12.22 12.32 12.22 12.22 12.22 12.22
Enrichment	7.09 <sup>w</sup> /o U-235		
Instrumentation No.	TF1 EC5	TF2 EC6	TF3 EC7 EC8 EC1 EC2 EC3 EC4
Diam. Clearance mm	0.4	0.3	0.2 0.1 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2
Pellet Shape	Chamfered		Flat Dished Chamfered Flat and Hollow (2ø)
Pellet Length mm	12.7		
Dishing			One end
Dishing Depth mm			1.17
Land Width mm			1.5
Cladding	Zr-2, Kobe Steel Ltd., Sumitomo Metal Industries		
Cladding State	Annealed		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	12.42		
Clad. Thickness mm	0.94		
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	41 mmø pitch circle		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	Enriched 474, Total 500		
Plenum			
Shroud Material	Al X 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	2		
1) End Pellets: Depleted UO <sub>2</sub> with 3 <sup>w</sup> /o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			

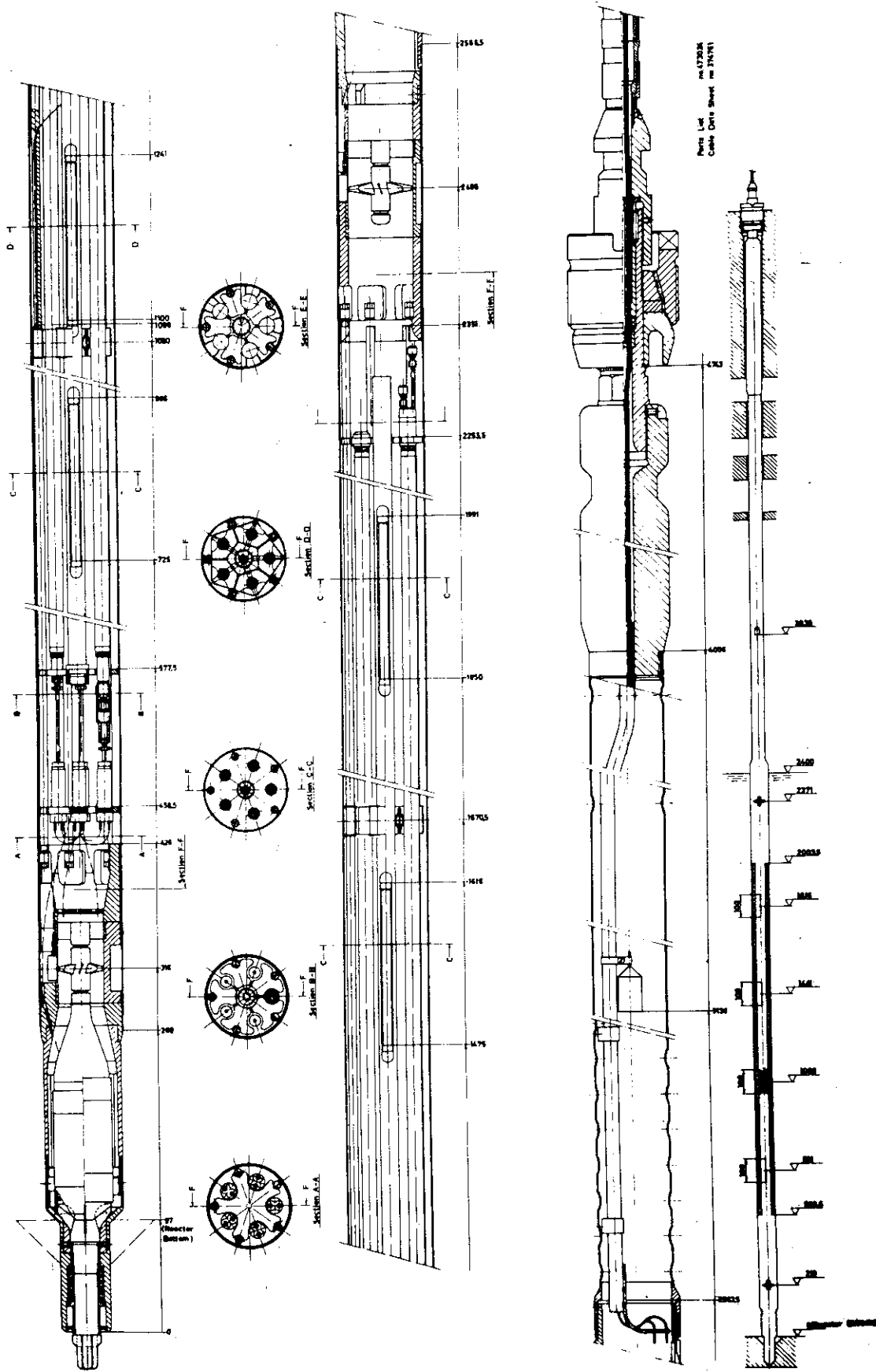


The Hitachi/Toshiba Test Assembly IFA-410 (Ja)



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-411		SIGN: 	DATE: 29/10/73
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Cold pressed and sintered $UO_2$ , ground pellets		
Pin No.	B1	B2	B3 B4 B5 Total
Fuel Weight kg, enr.	1.372	1.382	1.369 1.380 1.437 6.940
End Pellets <sup>1)</sup> , kg	0.015	0.015	0.015 0.015 0.015 0.075
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.4 (95% T.D.)		7.015
Fuel Diameter mm	10.62		
Enrichment	7.09 <sup>w/o</sup> U-235		
Instrumentation No.	EC1, EF1	EC2, EF2	EC3, EF3 EC4 EC5
Diam. Clearance $\mu m$	172		
Pellet Length mm	10.16	15.0	20.0 10.16 10.16
Pellet End Shape	Chamfered		
Dishing Depth mm			
Land Width mm			
Cladding	Zr-2, Kobe Steel Ltd., Sumitomo Metal Industries		
Cladding State	Annealed	Stress Relieved	Annealed
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	10.792		11.02
Clad. Thickness mm	0.864		0.750
No. Pins /Cluster	5		
Pitch Distance mm	44 mm $\emptyset$ pitch circle		
Spacers	2 Honeycomb type, spring loaded (Inconel X)		
Fuel Length/Pin mm	Enriched 1484, Total 1500		
Plenum			
Shroud Material	Al X 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	1		
<p>1) End Pellets: Depleted <math>UO_2</math> with 3<sup>w/o</sup> <math>Dy_2O_3</math>.</p>			

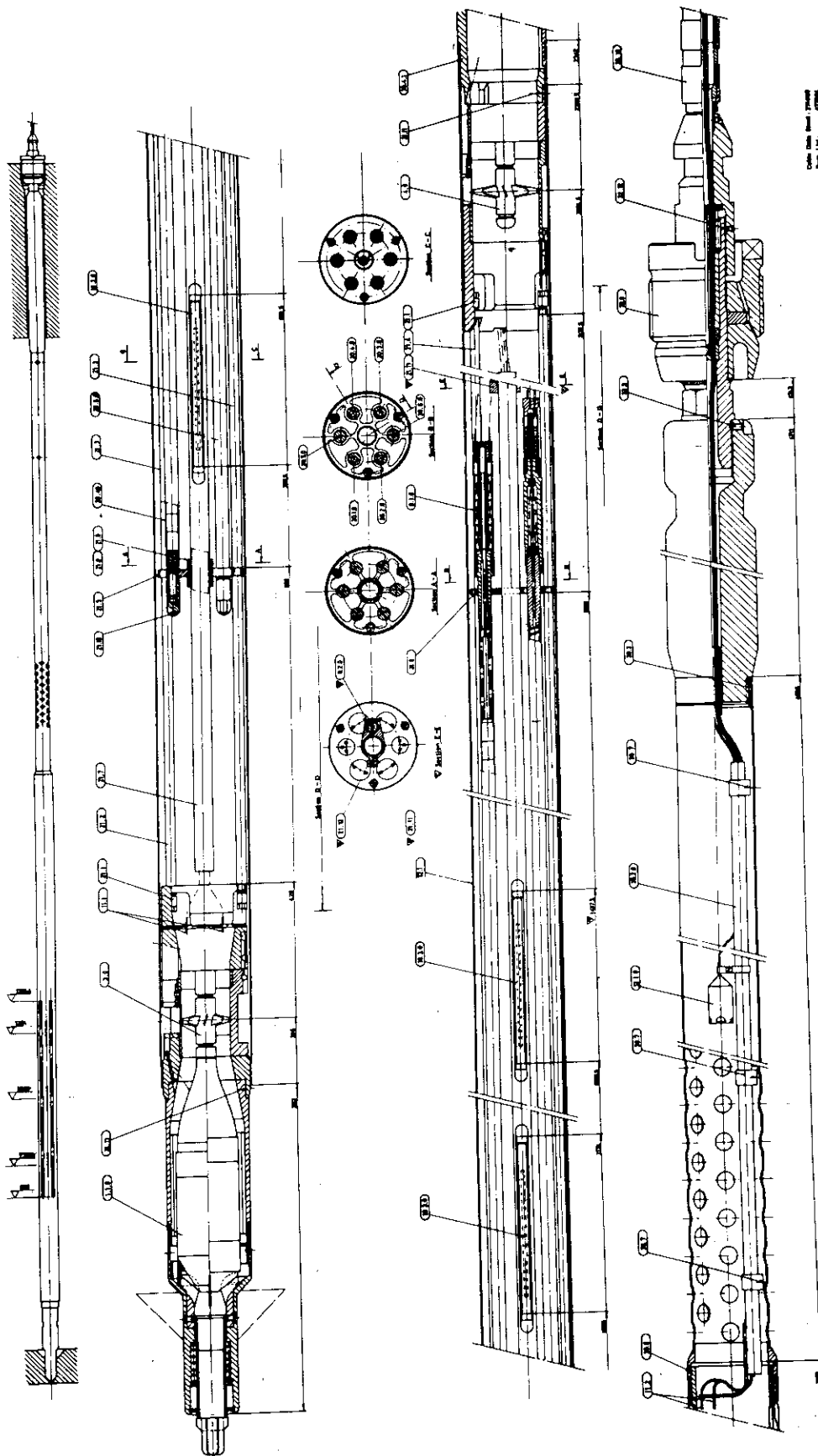




The Hitachi/Toshiba Test Assembly IFA-411 (Ja)



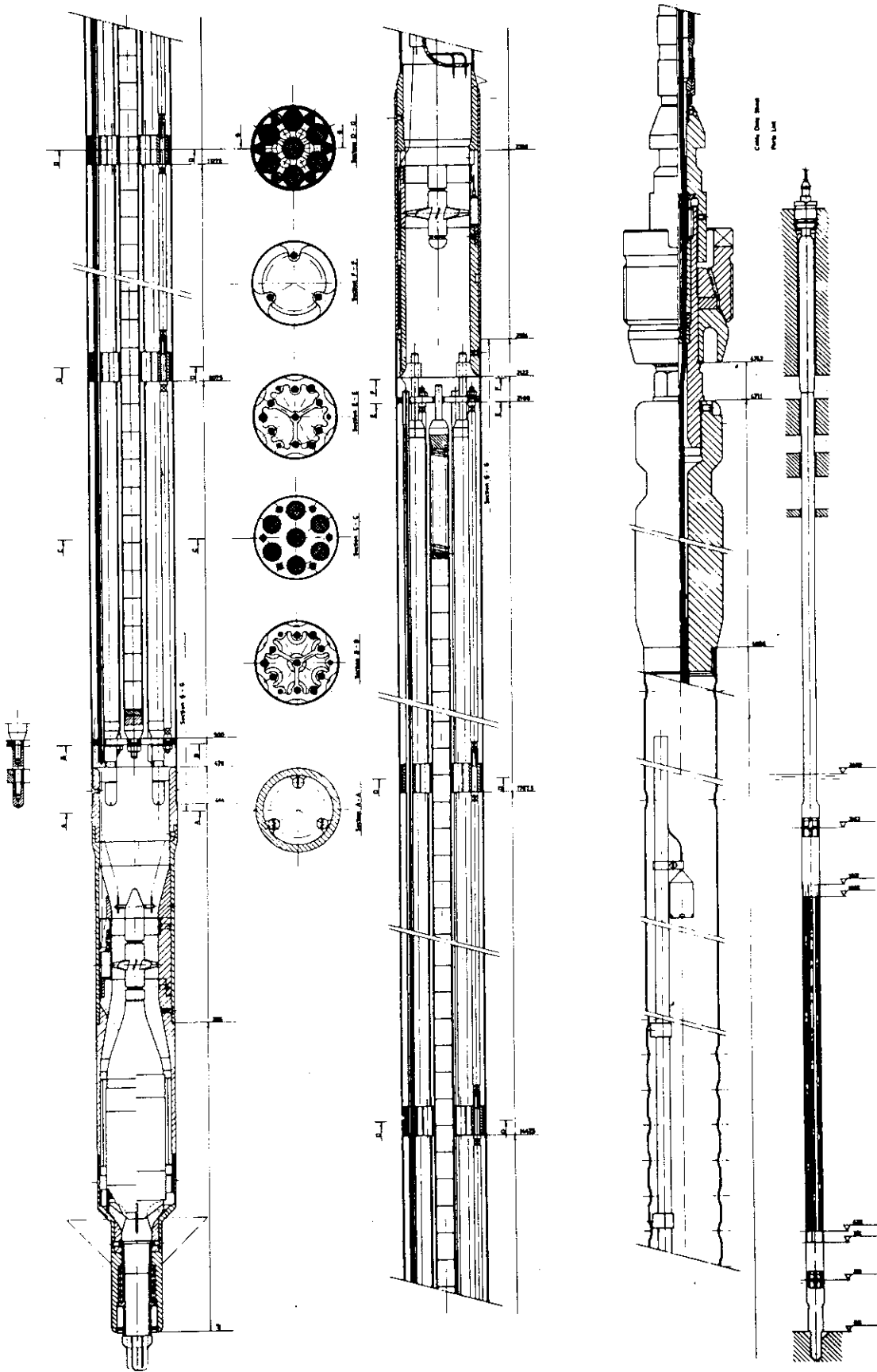
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2				
IFA-421		SIGN: 1. 本公, 第 111	DATE: 15/10/74				
TEST ASSEMBLY DATA							
DESCRIPTION							
Fuel Form	Cold pressed and sintered UO <sub>2</sub> , ground pellets.						
Pin No.	A	B	C	D	E	F	Total
Fuel Weight kg	.547	.550	.544	.528	.528	.541	3.238
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.39	10.39	10.35	10.03	9.95	10.22	
Fuel Diameter mm	9.298	9.298	9.293	9.293	9.296	9.296	
Enrichment	3.4 % U-235						
Instrument No.	EF1	PF2	EF4	PF1	EF2	EF3	
Diam. Clearance mm	0.20	0.20	0.22	0.21	0.20	0.20	
Pellet Length mm	15.35	15.35	15.29	15.44	15.53	15.37	
Dishing	DD <sup>x</sup>	DD	DD	DD	DD	DD	
Dishing Depth mm	0.33	0.33	0.32	0.33	0.33	0.32	
Land Width mm	1.40	1.40	1.35	1.25	1.30	1.30	
Cladding	Zr-4, Mitsubishi Metal Company						
Cladding State	Stress relief anneal						
Welding	TIG						
Filler Gas	Helium						
Clad. Int. Diam. mm	9.50	9.50	9.51	9.50	9.50	9.50	
Clad. Thickness mm	0.610	0.610	0.605	0.605	0.605	0.605	
No. Pins /Cluster	6						
Pitch Distance mm	44						
Spacers	Two end plates						
Fuel Length/Pin mm	792.6	792.5	790.2	788.2	791.5	788.7	
Plenum	71.8	71.9	74.2	76.2	72.9	75.7	
Shroud Material	Al X 8001						
Shroud Int. Diam. mm	70.5						
No. Of Clusters	1						
<sup>x</sup> Pellets dished both ends (double-dished).							



The Mitsubishi Atomic Power Industries Test Assembly IFA-421 (Ja)



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-423		SIGN: _____	DATE: 28/2-75
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	UO <sub>2</sub> - PuO <sub>2</sub> pellets, mechanically blended, sintered and ground		
Fuel Form			
Fuel Weight kg	IF3-01	-02	-03 -04 -05 -06 -07 Total
	2.408	2.365	2.438 2.392 2.394 2.405 2.365 16.768
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.37	10.32	10.38 10.30 10.32 10.29 10.30
Fuel Diameter mm	14.37	14.27	14.45 14.37 14.37 14.43 14.29
Enrichment	Pu: 1.202 w/o U-235: 6.97 w/o		
Diam. Clearance mm	0.31	0.40	0.23 0.31 0.31 0.23 0.40
Pellet Length mm	16		
Dishing	Both ends		
Dishing Depth mm	0.2		
Dish dia.	8.2 8.3		
Cladding	Zircaloy-2		
Cladding State		Tensile strength	Yield strength Elong.
(kg/mm <sup>2</sup> )	RT	63.8 64.5	51.7-52.3 30 32 Burst
	343°C	36.7 37.3	31.3 30.5 34 35 1077 1080
Welding	DC straight porarity TIG in He atmosphere		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	14.68	14.68	14.68 14.68 14.67 14.68 14.68
Clad. Thickness mm	0.89	0.88	0.89 0.89 0.90 0.89 0.88
No. Pins /Cluster	7		
Pitch Distance mm	48.0		
Spacers	4 spacers, made of Inconel-718		
Fuel Length/Pin mm	1439.75	1440.70	1440.75 1441.95 1441.40 1438.05 1442.50
Plenum	15.3	15.1	15.1 14.9 15.0 15.6 14.8
Shroud Material	Al x 8001		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		



The Plutonium Nuclear Corporation Test Assembly IFA-423 (Ja)

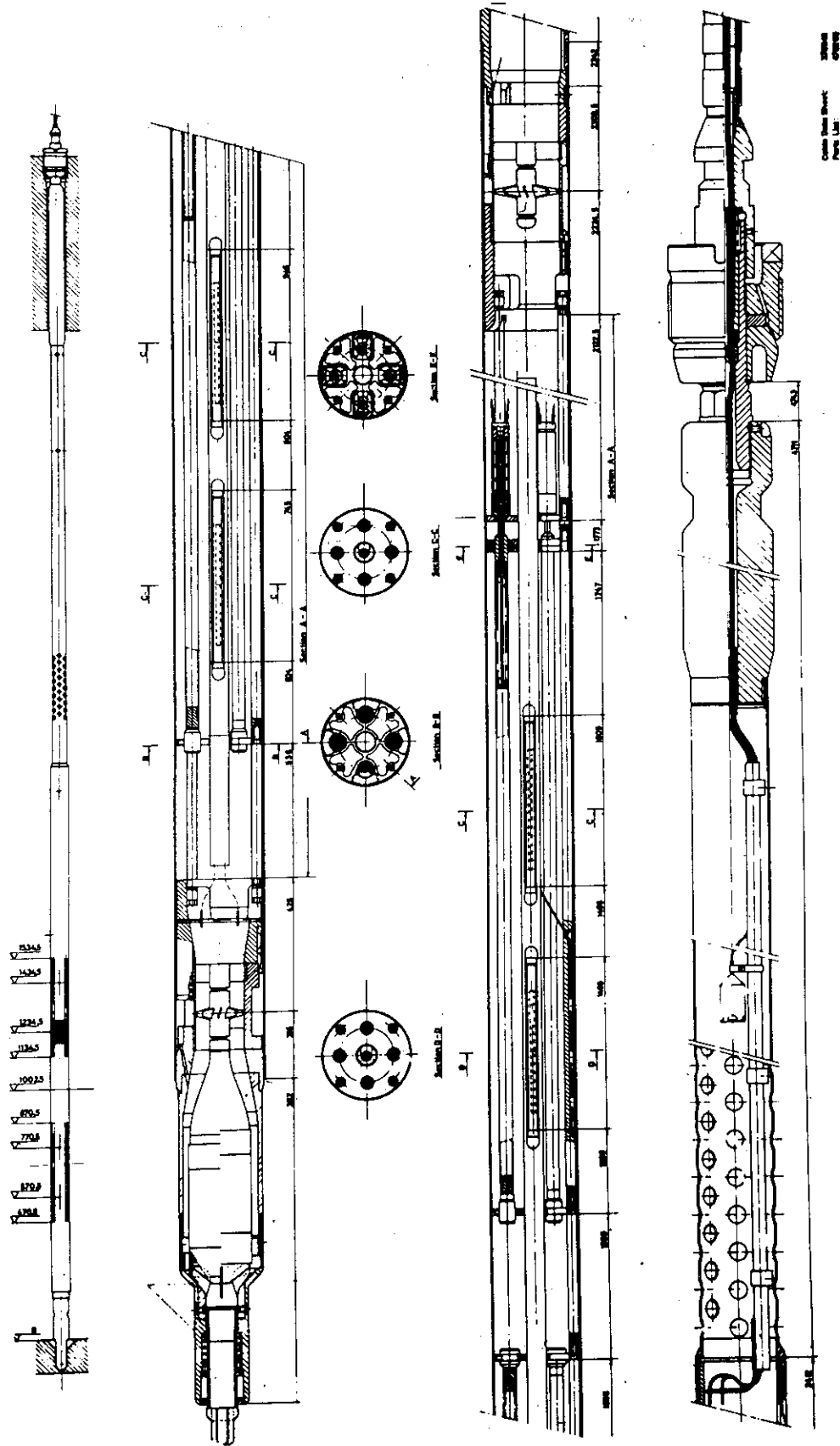




DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-424 <sup>1</sup>		SIGN: [Signature]	DATE: 15/10/74
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Rod No. x)	424-01	03	04 06 07 09 10 12
Fuel Weight kg	.269	.272	.270 .275 .270 .275 .269 .275
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.33	10.32	10.36 10.36 10.37 10.36 10.34 10.34
Fuel Diameter mm	9.228	9.297	9.225 9.295 9.227 9.298 9.225 9.299
Enrichment	100 <sup>w/o</sup> U-235		
Instrument No.	EF 1	EF 4	EF 2 EF 3
Diam. Clearance mm	0.25	0.18	0.25 0.18 0.25 0.18 0.25 0.18
Pellet Length mm	10.28	10.22	10.28 10.28 10.03 10.03 10.28 10.28
Dishing	Both ends		
Dishing Depth mm	0.26	0.25	0.24 0.25 0.25 0.25 0.25 0.25
Land Width mm	0.45	0.46	0.46 0.46 0.46 0.46 0.46 0.46
Cladding	Zr-4		
Cladding State	Cold worked and stress relieved		
	UTS: 73.1 kg/mm <sup>2</sup> , YS: 56.5 kg/mm <sup>2</sup> , EL: 19.5%		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	9.48		
Clad. Thickness mm	0.62	0.91	0.62 0.91 0.62 0.91 0.62 0.91
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	44		
Spacers	Two end plates / cluster		
Fuel Length/Pin mm	398.5	398.7	398.9 401.0 400.1 401.3 398.7 401.1
Plenum			
Shroud Material	Al X 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	2		
x) Upper cluster rods: 01, 04, 07 and 10.			

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA-424<sup>II</sup></b>		ISSUE NO: 2	PAGE: 1
				SIGN: <i>HDM</i>	DATE: 15/6-77
Supplier: NFI, Japan					
<b>OPERATIONAL DATA</b>					
<b>OBJECTIVES</b>					
to evaluate PCMI and fuel densification behaviour as a function of cladding restraint and pellet microstructure					
_____ _____ _____					
<b>DESCRIPTION</b>	<b>PREDICTED</b>	<b>ACTUAL</b>		<b>REMARKS</b>	
Loading Date	10/75	10/75		Lower cluster carried over from 424 <sup>I</sup>	
Unloading Date		6/77			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub> 4)	23,000	15,300 <sup>5)</sup>		5) Assy avg. 424 <sup>II</sup> only	
Reactor Position	3-4				
Rel. Flux Position	1.02 0.90				
Channel Power kW	163 144	150 <sup>1)</sup>		1) Max. obtained 20/12-75	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	508 450	430 <sup>2)</sup> 510 <sup>3)</sup>		Desired < 450 W/cm	
Max. Lin. Heat Rating W/cm	517	510 550		2) Lower cluster avg.	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	154	140 160		3) Upper cluster avg.	
Peak (kd <sup>-</sup> ) W/cm	35.8				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	76.9				
Max. Centre Temp. °C	< 2500				
Cooling Condition	Natural circulation				
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	25.9				
Flow area mm <sup>2</sup>	3200				
Assembly Dwg.	07419	Parts List Dwg.			
Cable Data Sheet	376043				
Experm. Procedure	EP-1424 <sup>II</sup>				
<b>INSTRUMENTATION</b>					
1	Inlet turbine flow meter	8	Neutron detectors (Va)	1	Outlet turbine flow meter
1	Calibration valve	2	Outlet coolant T/C		
2	Inlet coolant T/C	1	Failure detector		
4	Stack elongation detectors				
4) Burn-up achieved in lower cluster as 424 <sup>I</sup> was 6710 MWd/t UO <sub>2</sub> before starting irradiation as 424 <sup>II</sup> (burn-up zeroset at start)					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-424 <sup>II</sup>		SIGN: <i>[Signature]</i>	DATE: 23/10/75
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Pin No.	424-02	-03	-05
Fuel Weight kg	.271	.272	.270
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.32	10.32	10.36
Fuel Diameter mm	9.228	9.297	9.225
Enrichment	100 <sup>w/o</sup> U-235		
Instrument No.	EF1	EF4	EF2
Diam. Clearance mm	0.25	0.18	0.25
Pellet Length mm	10.28	10.22	10.28
Dishing	Both ends		
Dishing Depth mm	0.26	0.25	0.24
Land Width mm	0.45	0.46	0.46
Cladding	Zr-4		
Cladding State	Cold worked and stress relieved		
	UTS: 73.1 kg/mm <sup>2</sup> , Y.S.: 56.5 kg/mm <sup>2</sup> , EL: 19.5%		
Welding	TIG		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	9.48		
Clad. Thickness mm	0.62	0.91	0.62
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	44		
Spacers	Two end plates/cluster		
Fuel Length/Pin mm	401.3	398.7	398.9
Plenum			
Shroud Material	Al X 8001		
Shroud Int. Diam. mm	70.5		
No. Of Clusters	2		
* Upper cluster rods: 424-02, -05, -08 and -11.			

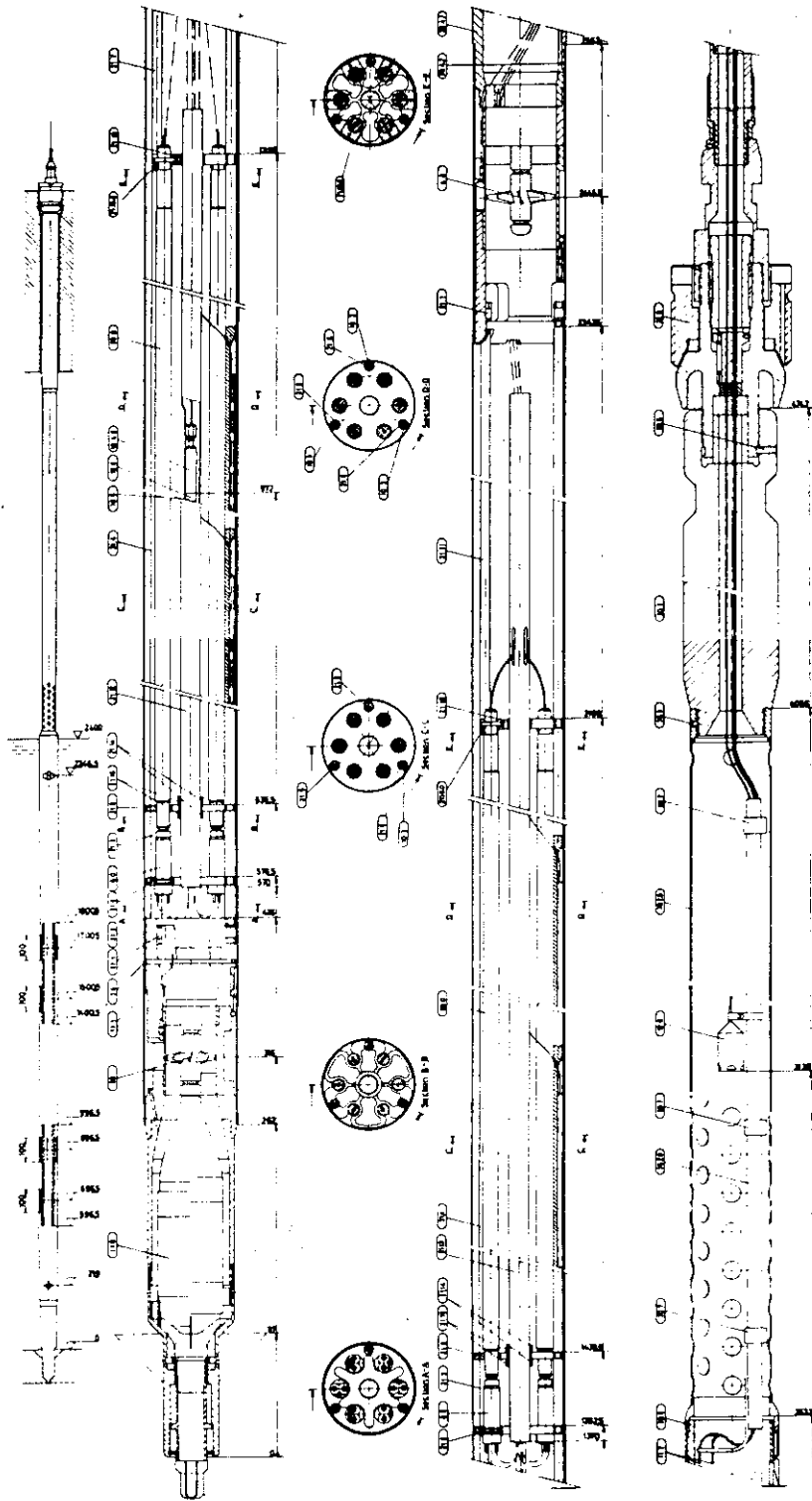


The Nuclear Fuel Industries Test Assembly IFA-424 (Ja)



DATA SHEET		ISSUE NO.	PAGE			
		1	2			
IFA-50 <sup>F</sup> (Lower Cluster)		SIGN.	DATE			
		<i>Chamae Samit</i>	13/8-79			
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 wt % Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.343	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet wt kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0 % T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	230					
Centre Hole Diam. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.7					
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized zircaloy-2					
Cladding Barrier	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentations **	TF-1 PF-1	TF-2 PF-2	TF-3 PF-3	TF-4 PF-4	TF-5 PF-5	TF-6 PF-6
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB.					
He Filler Gas Pressure, MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum ml	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	2	3	4	5	6
*TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
** PF: Fission gas pressure transducer.						

DATA SHEET		ISSUE NO. 1		PAGE. 3		
		SIGN: <i>K. Uemura</i>		DATE: 13/8-79		
<b>IFA - 501<sup>I</sup> (Upper Cluster)</b>						
<b>TEST ASSEMBLY DATA</b>						
DESCRIPTION	B1	B10	B2	B11	B3	B12
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 wt % Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.342	0.352	0.309	0.317	0.305	0.316
End Pellet wt kg	0.009	0.009	0.008	0.009	0.008	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0 % T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36	10.51	10.36	10.51	10.36	10.51
Enrichment	9.8					
Pellet Form	Std	Std	Hollow	Hollow	Hollow Disks	Hollow Disks
Diam. Clearance μm	230	70	230	70	230	70
Centre Hole Diam. mm	1.8	1.8	3.15	3.15	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	10.1	10.1	5.1	5.1
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu		Cu		Cu	
Instrumentations *	TF-7	TF-8	TF-9	TF-10	TF-11	TF-12
**	PF-7	PF-8	PF-9	PF-10	PF-11	PF-12
Welding	Standard T.I.G and Standard EB.					
He Filler Gas Pressure, MPa	0.3					
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum ml	5.8	4.6	9.2	8.3	9.5	8.3
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet.						
** PF: Fission gas pressure transducer.						



JAERI-M 84-031  
Fig. FA-3. IFA-501 (JAERI/HiTo) test assembly drawing

Fig. FA-3. IFA-501 (JAERI/HiTo) test assembly drawing



INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Mølden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA-501.2		SIGN: <i>[Signature]</i>	DATE: 1980-02-11
Supplier: JAERI/Hitachi-Toshiba					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
Base irradiation rig IFA-501 is composed of 2 six rod clusters prepared for the purpose of either					
investigating the effects of modified fuel designs on fuel temperature, fission gas release and fuel					
rod elongation or replacing irradiated rods into 3-rod diameter rig IFA-519					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		March 1980			
Unloading Date		1982			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		3 20			
Reactor Position		3-17			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		213		Max. power: 213 kW	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm kW/m		39.0		Target values	
Max. Lin. Heat Rating W/cm kW/m		36 44		Upper/lower clusters	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup> MW/m <sup>2</sup>		1.139			
Peak $\int kd\theta$ W/cm kW/m		3.15			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		50.1			
Max. Centre Temp. °C		1793			
Cooling Condition		Nat. circulation			
Inlet Velocity m/sec		0.5			
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		40			
Hydraulic Diam. mm		19.7			
Flow area mm <sup>2</sup>		2928			
Assembly Dwg.		07478		Parts List Dwg. 476181	
Cable Data Sheet		377391			
Experim. Procedure		EP-1501.2		Loading Sheet: 2nd loading 377816	
INSTRUMENTATION					
1	Inlet turbine	1	Outlet turbine	1	Failure detector
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Gamma thermometer
6	Va neutron detectors	1	Calibration valve		
12	Differential transformers				
12	Central oxide thermocouples				

DATA SHEET		ISSUE NO: 1		PAGE: 2		
		SIGN: <del>HT</del> = <del>HT</del>		DATE: 1980-02-11		
IFA-501.2 (Lower Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.343	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	230					
Centre Hole Dia. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.7					
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentations * **	TF-1 PF-1	TF-2 PF-2	TF-3 PF-3	TF-4 PF-4	TF-5 PF-5	TF-6 PF-6
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB.					
He Filler Gas Press. MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig pos. No.	1	2	3	4	5	6
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
**PF: Fission gas pressure transducer						
All rods A1 - A6 attained burn-up of 2.86 (GWd/tUO <sub>2</sub> ) in IFA-501.1						

DATA SHEET		ISSUE NO: 11		PAGE: 3		
		SIGN: <i>77 73</i>		DATE: 1980-02-11		
IFA-501.2 (Upper Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	B1	B4	B2	B5	B3	B6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.342	0.358	0.309	0.320	0.305	0.316
End Pellet Weight kg	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36		10.36		10.36	
Enrichment	9.8					
Pellet Form	Std		Hollow		Hollow Disks	
Diam. Clearance μm	230	70	230	70	230	70
Centre Hole Diam. mm	1.8	1.8	3.15	3.15	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1		10.1		5.1	
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
Instrumentations * **	TF-7 PF-7	EC-8	TF-9 PF-9	EC-10	TF11 PF11	EC-12
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press MPa	0.3					
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum ml	5.8		9.2		9.5	
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
**PF: Fission gas pressure transducer						
Rods B1 - B3 attained burn-up of 2.86 (GWd/t UO <sub>2</sub> ) in IKA-501.1						

DATA SHEET		ISSUE NO.	PAGE			
		1	2			
		SIGN.	177 7/6			DATE: 1980-10-17
IFA - 501.3 (Lower Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.343	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	230					
Centre Hole Dia. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.7					
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentations **	TF-1	TF-2	TF-3	TF-4	TF-5	TF-6
	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	PF-5	PF-6
Welding	Standard T.J.G. and Standard EB.					
He Filler Gas Press. MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig pos. No.	1	2	3	4	5	6
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
**PF: Fission gas pressure transducer						
Rods A1 - A6 have a burn-up of approx. 5.9 MWd/kgUO <sub>2</sub> per Oct. 1980						

DATA SHEET		ISSUE NO.	PAGE:			
		1	3			
		SIGN:	DATE:			
		柳 洋	1980-10-17			
IFA-501.3 (Upper Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	B1	B16	B2	B17	B3	B18
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.342	0.358	0.309	0.357	0.305	0.358
End Pellet Weight kg	0.009	0.010	0.008	0.009	0.008	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Std	Std	Hollow	Std	Hollow/Disk	Std.
Diam. Clearance μm	230	70	230	70	230	70
Centre Hole Diam. mm	1.8	0.0	3.15	0.0	3.15	0.0
Pellet Length mm	10.1	10.1	10.1	10.1	5.1	10.1
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu	Zr	Cu	Zr	Cu	Zr
Instrumentations **	TF-7 PF-7	EC-8	TF-9 PF-9	EC-10	TF11 PF11	EC-12
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press MPa	0.3					
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm*	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum ml	5.8		9.2		9.5	
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
**PF: Fission gas pressure transducer						
Rods B1, B2, and B3 have a burn-up of approx. 4.9 MWd/kgUO <sub>2</sub> in Oct. 80.						

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE. 2			
		SIGN T. Nakajima	DATE, 1981-05-18			
IFA -501.4 (Lower Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.343	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	230					
Centre Hole Dia. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.7					
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentations * **	TF-1	TF-2	TF-3	TF-4	TF-5	TF-6
	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	PF-5	PF-6
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB.					
He Filler Gas Press. MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad. Out. Diam. mm	12.5					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig pos. No.	1	2	3	4	5	6
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
** PF: Fission gas pressure transducer						
Rods A1 - A6 have a burn-up of approx. 9.04 MWd/kgUO <sub>2</sub> in June 1981						

DATA SHEET						
					ISSUE NO: 1	PAGE: 3
					SIGN: T. Nakajima	DATE: 1981-05-18
IFA - 501.4 (Upper Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	B1	B13	B2	B14	B3	B15
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.342	0.357	0.309	0.321	0.305	0.316
End Pellet Weight kg	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.36					
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Std	Std	Hollow	Hollow	Hollow/Disk	Hollow/Disk
Diam. Clearance μm	230	70	230	70	230	70
Centre Hole Diam. mm	1.8	0.0	3.15	3.15	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	10.1	10.1	5.1	5.1
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu		Cu		Cu	
Instrumentations **	TF-7 PF-7	EC-8	TF-9 PF-9	EC-10	TF11 PF11	EC-12
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press MPa	0.3					
Clad. Out. Diam. mm	12.3					
Clad. Int. Diam. mm	10.58					
Clad. Thickness mm	0.860					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.084					
Fuel Length/Pin mm	404 (active)					
Plenum ml	5.8		9.2		9.5	
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
**PF: Fission gas pressure transducer						
Rods B1, B2, and B3 have a burn-up of approx. 6.7 MWd/kgUO <sub>2</sub> in June 1981						

DATA SHEET		ISSUE NO: 1		PAGE: 2		
		SIGN: T. Nakajima		DATE: 1982/01/22		
<b>IFA -501.5 (Lower Cluster)</b>						
<b>TEST ASSEMBLY DATA</b>						
DESCRIPTION	A1	A3	A3	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.342	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.313
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance, μm	227	232	224	225	229	225
Centre Hole Dia. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.64	10.58	10.77	10.79	10.65	10.81
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentation **	TF-1 PF-1	TF-2 PF-2	TF-3 PF-3	TF-4 PF-4	TF-5 PF-5	TF-6 PF-6
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press. MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad Out. Diam. mm	12.257	12.254	12.262	12.269	12.268	12.261
Clad. Int. Diam. mm	10.537	10.542	10.534	10.535	10.539	10.538
Clad. Thickness mm	0.860	0.856	0.864	0.867	0.865	0.862
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	399.7	399.6	398.9	398.6	399.2	399.9
Plenum	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig pos. No.	1	2	3	4	5	6
* TF: Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet						
** PF: Fission gas pressure transducer						
Rods A1 - A6 will have a burn-up of approx. 13.7 MWd/kgUO <sub>2</sub> in March 1982						



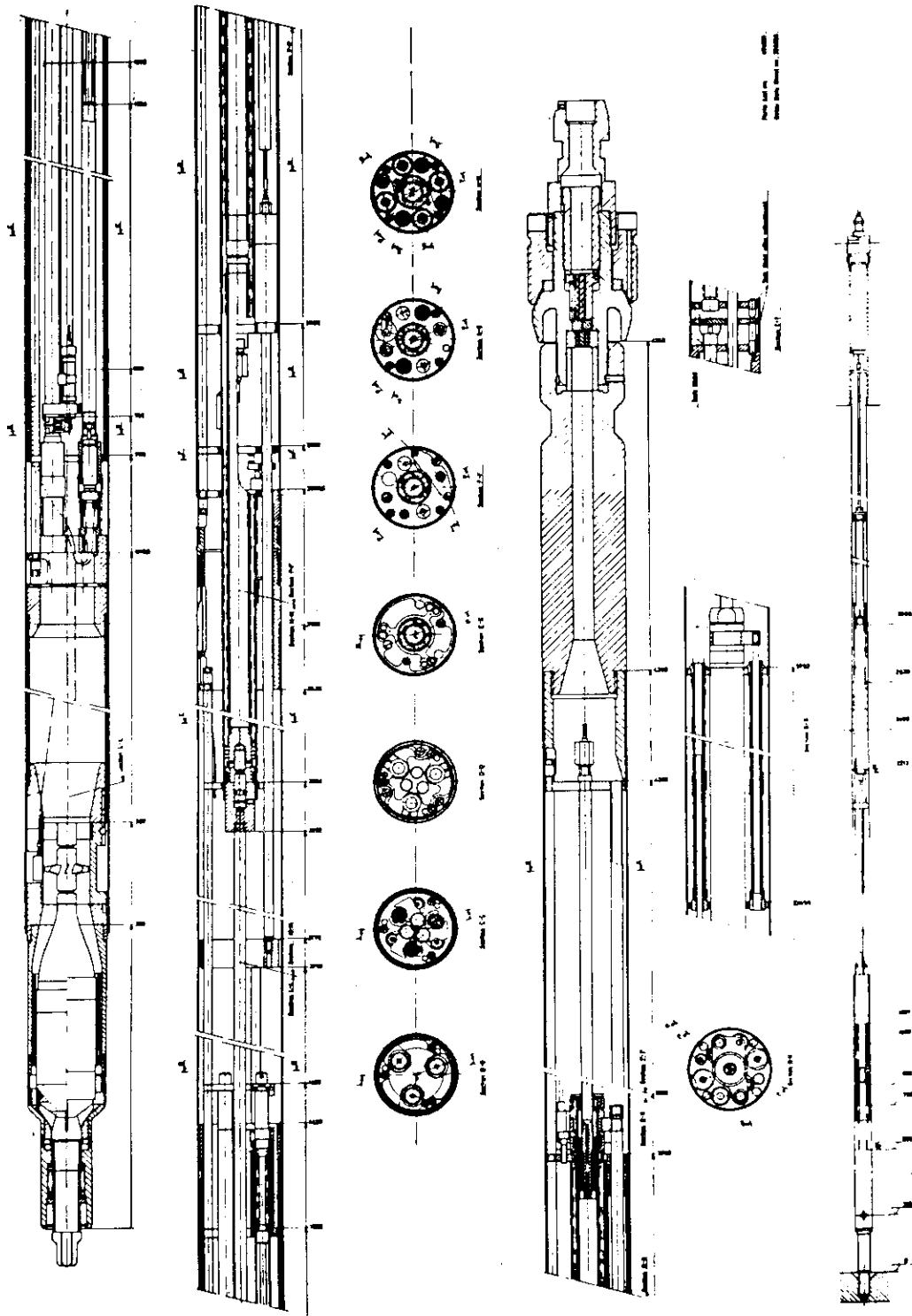
DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 3			
		SIGN: <i>T. Nakajima</i>	DATE: 1982/01/22			
IFA - 501.5 (upper Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	B1	B16	B2	B17	B10	B18
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.342	0.358	0.309	0.357	0.352	0.358
End Pellet Weight kg	0.009	0.010	0.008	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.30	10.45	10.302	10.45	10.47	10.44
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Std.	Std.	Hollow	Std.	Std.	Std.
Diam. Clearance μm	227	79	225	82	67	94
Centre Hole Diam. mm	1.8	0.0	3.15	0.0	1.8	0.0
Pellet Length mm	10.69	10.71	10.80	10.71	10.68	10.66
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu	Zr	Cu	Zr	None	Zr
Instrumentations *	TF-7	EC-8	TF-9	EC-10	TF-11	EC-12
	PF-7		PF-9		PF-11	
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press MPa	0.3					
Clad. Out. Diam. mm	12.272	12.279	12.269	12.279	12.263	12.277
Clad. Int. Diam. mm	10.527	10.529	10.527	10.532	10.537	10.534
Clad. Thickness mm	0.873	0.875	0.871	0.874	0.863	0.872
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.084					
Fuel Length/Pin mm	398.7	399.6	399.7	398.9	398.5	400.0
Plenum ml	5.8		9.2		4.6	
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF:	Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet					
** PF:	Fission gas pressure transducer					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1		PAGE: 2		
		SIGN: J. Nakamura		DATE: 1982/08/26		
IFA -501.6 (Lower Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	A1	A3	A5	A4	A5	A6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.343	0.342	0.342	0.342	0.345	0.344
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.313
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	227	232	224	225	229	225
Centre Hole Dia. mm	1.8 for T/C (all rods)					
Pellet Length mm	10.64	10.58	10.77	10.79	10.65	10.81
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2					
	Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	None					
Instrumentation **	TF-1 PF-1	TF-2 PF-2	TF-3 PF-3	TF-4 PF-4	TF-5 PF-5	TF-6 PF-6
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press. MPa	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3
Clad Out. Diam. mm	12.257	12.254	12.262	12.269	12.268	12.261
Clad. Int. Diam. mm	10.537	10.542	10.534	10.535	10.539	10.538
Clad. Thickness mm	0.860	0.856	0.864	0.867	0.865	0.862
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum Vol./Fuel Vol	0.084					
Fuel Length/Pin mm	399.7	399.6	398.9	398.6	399.2	399.9
Plenum	5.7	5.5	5.8	5.5	5.6	5.6
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig pos. No.	1	2	3	4	5	6
* TF:	Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet					
** PF:	Fission gas pressure transducer					
	Rods A1 - A6 will have a burn-up of approx. 16.0 MWd/kgUO <sub>2</sub> in August 1982.					

DATA SHEET		ISSUE NO. 1		PAGE. 3		
		MGN. J. Nakamura		DATE: 1982/08/25		
IFA - 501.6 (upper Cluster)						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	B13	B16	B14	B17	B10	B18
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)					
Fuel Weight kg	0.357	0.358	0.321	0.357	0.352	0.358
End Pellet Weight kg	0.009	0.010	0.008	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)					
Fuel Diameter mm	10.45	10.45	10.45	10.45	10.47	10.44
Enrichment w/o	9.8					
Pellet Form	Std.	Std.	Hollow	Std.	Std.	Std.
Diam. Clearance $\mu$ m	86	79	86	82	67	94
Centre Hole Diam. mm	None	0.0	3.15	0.0	1.8	0.0
Pellet Length mm	10.76	10.71	10.76	10.71	10.68	10.66
End Form	Flat and chamfered on both ends					
Chamfer Height mm	0.23 $\pm$ 0.1					
Chamfer Width mm	0.33 $\pm$ 0.1					
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2 Autoclaved on outside					
Cladding Barrier	Cu	Zr	Cu	Zr	None	Zr
Instrumentations **	EC-7	EC-8	EC-9	EC-10	TF-11	EC-12
Welding	Standard T.I.G. and Standard EB					
He Filler Gas Press MPa	0.5					
Clad. Out. Diam. mm	12.262	12.279	12.265	12.279	12.263	12.277
Clad. Int. Diam. mm	10.536	10.529	10.596	10.532	10.537	10.534
Clad. Thickness mm	0.863	0.875	0.865	0.874	0.863	0.872
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46.0					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.084					
Fuel Length/Pin mm	398.3	399.6	398.0	398.9	398.5	400.0
Plenum ml	2.25	2.3	6.2	2.35	4.6	2.4
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* TF:	Fuel centreline thermocouple located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet					
** PF:	Fission gas pressure transducer					

INSTITUT FOR ATOMENERGI OECD Malden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA-502 <sup>I</sup>		SIGN: <i>M. Vek</i>	DATE: 4/5-77
Supplier: JAERI/HITACHI/TOSHIBA					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
- to study the effect of fuel rod design parameters and power ramp rate on pellet-clad mechanical inter- action, specifically on cladding diameter changes.					
DESCRIPTION					
Loading Date		PREDICTED		ACTUAL	
		6/77			
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position					
Rel. Flux Position		(Peak/Normal)		With shield up/down	
Channel Power kW		50.1 / 30.2			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		490 / 295		Requested	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		515 / 310			
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		134 / 80.4			
Peak $\int kd\theta$ W/cm		41.0 / 24.7			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		57.2 / 34.4		In rod CI	
Max. Centre Temp. °C		2080 / 1270			
Cooling Condition		Natural circulation			
Inlet Velocity m/sec		0.24 /		(Measured in IFA-404 (HP) )	
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		50 /			
Hydraulic Diam. mm		22.6 / 20.7			
Flow area mm <sup>2</sup>		3143 / 2436			
Assembly Dwg.		07452		Parts List Dwg. 474581	
Cable Data Sheet		376789		Fuel rod drawing no. 272295	
Experim. Procedure					
INSTRUMENTATION					
1	Calibration valve	1	Inlet turbine	2	Inlet thermocouples
3	Outlet thermocouples	1	Failure detector	5	Va neutron detectors
3	Diameter gauges	3	Clad. elong.det.(type 5)	2	Stack elong.det.(type 15)
1	Gauge pos. indicator	1	Shield pos. indicator	3	Fuel centre thermocouples

DATA SHEET IFA-502 <sup>1</sup>		ISSUE NO:	1	PAGE:	2
		SIGN:	M. Vch	DATE:	4/5-77
TEST ASSEMBLY DATA					
DESCRIPTION	A1	B1	C1		
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets				
End Pellet	Natural UO <sub>2</sub> with 3% Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				Total:
Fuel Weight kg	0.308	0.308	0.301	0.917	
End Pellet Wt. kg	0.020	0.019	0.020	0.059	
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.52				
Fuel Diameter mm	10.58	10.55	10.44		
Enrichment	10.04 wt%				
Diam. Clearance mm	0.06	0.11	0.21		
Centre Hole Dia. mm	2.0				
Pellet Length mm	10.10				
End Form	Chamfered				
Chamfer Height mm	0.26	0.25	0.23		
Chamfer Width mm	0.40	0.39	0.36		
Cladding	Fully annealed Zircaloy-2				
Cladding State	Pickled, anodized and autoclaved				
*(A1 & C1)	YS: 44.0/16.2 Kg/mm <sup>2</sup> , UTS: 56.8/26.9 Kg/mm <sup>2</sup> , EL: 40.5/40.5%				
(B1)	YS: 36.6/13.7 Kg/mm <sup>2</sup> , UTS: 54.0/26.8 Kg/mm <sup>2</sup> , EL: 34.4/42.1%				
Welding	TIG				
Clad Outs. Dia. mm					
Filler Gas	He 1 ata				
Clad. Int. Diam. mm	10.64	10.66	10.65		
Clad. Thickness mm	0.84	0.81	0.83		
No. Pins /Cluster	3				
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)				
Spacers	None				
Fuel Length/Pin mm	341 (active), 361 (total), 102 (hollow)				
Plenum	7.7 cc				
Shroud Material	Zircaloy-2				
Shroud Int. Diam. mm	71				
No. Of Clusters	1				
* Test results at R.T./343°C before autoclaving.					



Assembly drawing IFA-502 (JAERI/HIT./TOSH.)



DATA SHEET		ISSUE NO:	PAGE:
		2	2
IFA-502 <sup>II</sup>		SIGN:	DATE:
		M. Ueh	28/2-78
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	A2	B3	C1
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	Natural UO <sub>2</sub> with 3% Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Fuel Weight kg	0.312	0.311	0.301
	Total:		
			0.924
End Pellet Wt.kg	0.020	0.019	0.020
	Total:		
			0.059
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.52		
Fuel Diameter mm	10.58	10.55	10.44
Enrichment	10.04 wt%		
Instrumentation	DG-1, EC-1 EF-1	DG-2, EC-2 EF-2	DG-3, EC-3 TF-3
Diam. Clearance mm	0.04	0.07	0.21
Centre Hole Dia. mm	2.0		
Pellet Length mm	10.10		
End Form	Chamfered		
Chamfer Height	0.26	0.25	0.23
Chamfer Width	0.40	0.39	0.36
Cladding	Fully annealed Zircaloy-2		
Cladding State	Pickled, anodized and autoclaved		
Welding	TIG		
Clad Outs. Dia. mm	12.245	12.240	12.275
Filler Gas	He 1 ata		
Clad. Int. Diam. mm	10.62	10.62	10.65
Clad. Thickness mm	0.81	0.81	0.83
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	341 (active), 361 (total), 102 (hollow)		
Plenum	7.7 cc		
Shroud Material	Zircaloy-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
- A2 and B3 rods are new, C1 rod is from IFA-502 <sup>I</sup> .			





DATA SHEET		ISSUE NO.	PAGE
		2	2
IFA - 502 <sup>III</sup>		SIGN.	DATE
		M. Uch	28/2-78
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	A3	B2	CI
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	Natural UO <sub>2</sub> with 3% Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Total:
Fuel Weight kg	0.314	0.312	0.301
End Pellet Wt., kg	0.019	0.019	0.020
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.52		
Fuel Diameter mm	10.58	10.55	10.44
Enrichment	10.04 wt%		
Instrumentation	DG1, EC1, EF1	DG2, EC2, EF2	DG3, EC3, TF3
Diam. Clearance mm	0.04	0.07	0.21
Centre Hole Dia., mm	0	0	2.0 (top 102 mm)
Pellet Length mm	10.10		
End Form	Chamfered		
Chamfer Height	0.26	0.25	0.23
Chamfer Width	0.40	0.39	0.36
Cladding	Fully annealed Zircaloy-2		
Cladding State	Pickled, anodized and autoclaved		
Welding	TIG		
Clad Outs. Dia., mm	12.24	12.24-12.26	12.28
Filler Gas	He 1 ata		
Clad. Int. Diam. mm	10.62	10.62	10.65
Clad. Thickness mm	0.81	0.81	0.83
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	341 (active), 361 (total)		
Plenum	7.7 cc		
Shroud Material	Zircaloy-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
- A3 and B2 rods are new, CI rod is from IFA-502 <sup>II</sup> .			

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project	DATA SHEET  IFA-502 <sup>IV</sup>	ISSUE NO: 1 SIGN: <i>K. Yamaguchi</i>	PAGE: 1 DATE: 1979-05-22		
Site: JAERI/HiTo, Japan					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
to study the effect of fuel rod design parameters and power ramp rate on pellet-clad mechanical interaction, specifically on cladding diameter changes					
DESCRIPTION      PREDICTED      ACTUAL      REMARKS					
Loading Date	6/79				
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position	3-4				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	49.1				
Avg. Lin. Heat Rating kW/m	48		Requested		
Max. Lin. Heat Rating kW/m	50.4				
Peak Surf. Heat Flux kW/m <sup>2</sup>	1310				
Peak jkdθ kW/m	4.02				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	50.4		In rod C1		
Max. Centre Temp. °C	2080				
Cooling Condition	Nat. circul.				
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	22.6/20.7		With shield up/down		
Flow area mm <sup>2</sup>	3143/2436		With shield up/down		
Assembly Dwg.	07452	Parts List Dwg.	474581		
Cable Data Sheet	376789	Fuel Rod Dwg.	476381		
Experim. Procedure	EP-1502 <sup>IV</sup>	Loading Sheet 4th Loading	377558		
INSTRUMENTATION					
1	Calibration valve	1	Inlet turbine	2	Inlet thermocouples
3	Outlet thermocouples	1	Failure detector	5	Va neutron detectors
3	Diameter gauges	3	Clad. elong. det. (type 5)	2	Stack elong. det. (type 5)
1	Gauge pos. indicator	1	Shield pos. indicator	1	Fuel centre thermocouple

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
		SIGN. <i>K. Yamaguchi</i>	DATE: 1979-05-22
IFA-502 <sup>IV</sup>			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B4(11)	A4(11)	C1
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	Natural UO <sub>2</sub> with 3% Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Flat)		
Fuel Weight kg	0.313	0.3140	0.301
End Pellet Wt., kg	0.016	0.016	0.020
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.52		
Fuel Diameter mm	10.58	10.56	10.44
Enrichment	10.0 ± 0.5 wt%		
Instrumentation	DG1, EC1, EF1	DG2, EC2, EF2	DG3, EC3, TF3
Diam. Clearance mm	0.04	0.06	0.21
Centre Hole Dia., mm	0	0	2.0 (top 102 mm)
Pellet Length mm	10.10		
Dishing	Chamfered		
Dishing Depth mm	0.25	0.25	0.23
Land Width mm	0.40	0.40	0.36
Cladding	Fully annealed Zircaloy-2		
Cladding State	Pickled, anodized and autoclaved		
Grain size (μm)	≥ 7		
Rig pos. No.	1	2	3
Welding	TIG		
Clad Outs. Dia., mm	12.24	12.24 - 12.26	12.28
Filler Gas	He 0.1 MPa		
Clad. Int. Diam. mm	10.62	10.62	10.65
Clad. Thickness mm	0.81	0.81	0.83
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	341 (active), 361 (total)		
Plenum	7.7 cc		
Shroud Material	Zircaloy-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
B4(11) and A4(11) rods are new, C1 rod is from IFA-502 <sup>I</sup>			

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.	<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA-508<sup>I</sup></b>	ISSUE NO: 1 SIGN: <i>M. Ueda</i>	PAGE: 1 DATE: 15/4-77
Supplier: JAERI, Japan.			
OPERATIONAL DATA			
OBJECTIVES			
- to study the effects of different cladding thickness and gap size on pellet/clad mechanical interaction.			
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS
Loading Date	5/77		
Unloading Date			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	6000		
Reactor Position			
Rel. Flux Position	1.02		
Channel Power kW	75 63		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	597 500		Required
Max. Lin. Heat Rating W/cm	664 556		In rod 11
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	173 145		
Peak /kdθ W/cm	43.6 36.5		
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	67.5 56.6		In rod 1-2
Max. Centre Temp. °C	2480 2150		In rod 13
Cooling Condition	Natural circulation		
Inlet Velocity m/sec	0.51 0.50		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	25		
Hydraulic Diam. mm	21.6		
Flow area mm <sup>2</sup>	3098		
Assembly Dwg.	07442	Parts List Dwg.	474232
Cable Data Sheet	376465	Fuel rod drawing No.	272181
Experim. Procedure	EP-1508		
INSTRUMENTATION			
1	Inlet turbine D=40, μ=32		1
2	Inlet thermocouples	3	Outlet thermocouples
1	Electromagnetic calibration valve		
5	Neutron detectors (Vanadium emitter)		
3	Pin diameter gauges	3	Fuel centre thermocouples (W-Re 3-25)
3	Cladding elongation detectors (Type 5)	1	Eddy current coil (prototype)
1	Long range position indicator	1	Periodic position indicator (prototype)

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2	
IFA-508 <sup>1</sup>		SIGN: <i>M. Vich</i>	DATE: 15/4-77	
TEST ASSEMBLY DATA				
DESCRIPTION				
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets			
Pin No.	11	1-2	13	
Fuel Weight kg	0.402	0.363	0.396	1.161
End Pell <sup>*1</sup> , kg.	0.030	0.026	0.030	<u>0.086</u>
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41	Total weight: 1.247 kg		
Fuel Diameter mm	11.31	10.75	11.21	
Enrichment	10.5 wt% of U-235			
Centre Hole Dia. mm	1.8 (for nominally 45 mm from top of active stacks)			
Diam. Clearance mm	0.10	0.10	0.22	
Pellet Length mm	15			
Dishing	Spherical both ends			
Dishing Depth mm	0.4			
Land Width mm	Approx. 2			
Cladding	Fully annealed Zr-2			
Cladding State	Autoclaved (claddings for 11 and 13 were chemically thinned from inside)			
Welding	TIG			
Clad Out. Diam. mm	12.19	12.22	12.19	
Filler Gas	Helium 1 atm.			
Clad. Int. Diam. mm	11.41	10.85	11.43	
Clad. Thickness mm *2	(0.38)	(0.70)	(0.37)	
No. Pins /Cluster	3			
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)			
Spacers	Two end plates			
Spring Wire Dia. mm	1.21			
Fuel Length/Pin mm	420 (including end pellets), 390 (with no poison)			
Plenum	6.3 cc			
Shroud Material	Zr-2			
Shroud Int. Diam. mm	71			
No. Of Clusters	1			
<p>*1 10.5 wt% enriched UO<sub>2</sub> with 6.1 wt% Dy.            *2 Thickness values are less reliable than I.D. values.            Mechanical properties of the claddings (no difference with thickness).                at R.T.  YS: 36 kg/mm<sup>2</sup>, UTS: 50 kg/mm<sup>2</sup>, EL 30%                at 343°C  YS: 14 kg/mm<sup>2</sup>, UTS: 24 kg/mm<sup>2</sup>, EL 46%</p>				







DATA SHEET				
				SIGN. <i>M. Uchi</i>
				DATE: 15/9-78
IFA - 508 <sup>II</sup>				
TEST ASSEMBLY DATA				
DESCRIPTION				
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets			
Pin No.	14	18	13	
Fuel Weight kg	0.403	0.402	0.396	1.201
End Pellet*, kg	0.030	0.030	0.030	0.090
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41	Total weight: 1.291 kg		
Fuel Diameter mm	11.31	11.31	11.21	
Enrichment	10.5 wt% of U-235			
Centre Hole Dia., mm	0	0	1.8 (top 45 mm of active stack)	
Diam. Clearance mm	0.10	0.10	0.22	
Pellet Treatment	Si addition	fine grain	none	
Pellet Length mm	15			
Dishing	Spherical both ends			
Dishing Depth mm	0.4			
Land Width mm	Approx. 2			
Cladding	Fully annealed			
Cladding State	Etched from inside and autoclaved			
Instrumentation	DG1, EC1	DG3, EC3	DG2, EC2, TF2	
Welding	TIG			
	12.18	12.22	12.19	
Filler Gas	Helium 1 atm.			
Clad. Int. Diam. mm	11.41	11.41	11.42	
Clad. Thickness mm **	(0.37)	(0.42)	(0.37)	
No. Pins /Cluster	3			
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)			
Spacers	Two end plates			
Spring Wire Diam., mm	1.21			
Fuel Length/Pin mm	420 (including end pellets), 390 (with no poison)			
Plenum	6.3 cc			
Shroud Material	Zr-2			
Shroud Int. Diam. mm	71			
No. Of Clusters	1			
	<p>* 10.5 wt% enriched UO<sub>2</sub> with 6.1 wt% Dy</p> <p>** Thickness values are less reliable than I.D. values</p> <p>Mechanical properties of the claddings.</p> <p>at R.T. YS: 36 kg/mm<sup>2</sup>, UTS: 50 kg/mm<sup>2</sup>, EL 30%</p> <p>at 343°C YS: 14 kg/mm<sup>2</sup>, UTS: 24 kg/mm<sup>2</sup>, EL 46%</p>			



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-5083		SIGN: <i>K. Yamaguchi</i>	DATE: 13/8-79
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered and ground uranium dioxide pellets		
Rod Item No.	33	32	29
Fuel Weight kg	0.397 → 1.198(total)	0.404	0.397
End pellet weight kg*	0.030 → 0.090(total)	0.030	0.030 Total weight: 1.288 kg
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (94.98% TD)		
Fuel Diameter mm	11.21	11.31	11.21
Enrichment	10.5 wt % of <sup>235</sup> U		
Additives	No	No	No
Diam. Clearance μm	210	100	210
Grain size	Large	Large	Large
Pellet Length mm	15		
Dishing	Spherical both ends		
Dishing Depth mm	04		
Land Width mm	2.1	2.2	2.1
Cladding State	Fully annealed Zr-2		
Cladding surface	Chemically thinned from inside		and autoclaved outside
Instrumentation	DG-1/EC-1	DG-3/EC-3	DG-2/EC-2
Rig position	1	3	2
Welding	TIG		
Clad out. diam.	12.20	12.20	12.19
Filler Gas	Helium 0.1 MPa		
Clad. Int. Diam. mm	11.42	11.41	11.42
Clad. Thickness m	0.390	0.395	0.385
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	38 (P.C.D.)		
Spacers	Two end plates		
Spring const. Gg/m	0.30	0.29	0.91
Fuel Length/Pin mm	420 (end pellets involved), 390 (without poison)		
Plenum	1.4 cm <sup>3</sup>		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Attained BU Gwd/tUO <sub>2</sub>	11.989 in IFA-501 (until January 1980)		
* 10.5 wt % enriched UO <sub>2</sub> with 6.1 wt % Dy			

## DATA SHEET

IFA-508.4

ISSUE NO. 1	PAGE: 2
SIGN: <i>K. Yamaguchi</i>	DATE: 1980-08-24

## TEST ASSEMBLY DATA

DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered and ground uranium dioxide pellets		
Rod Item No.	3-1	17	21
Fuel Weight kg	0.364	0.403	0.402
End pellet weight kg	0.027	0.030	0.030
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (94.98 % TD)	Total weight: 1.256 kg	
Fuel Diameter mm	10.75	11.31	11.31
Enrichment	10.5 wt % U-235		
Additives	No	0.4 % Silicon	No
Diam. Clearance $\mu$ m	100	110	100
Grain size	Large	Large	Small
Pellet Length mm	15		
Dishing	Spherical both ends		
Dishing Depth mm	0.4		
Land Width mm	1.9	2.2	2.2
Cladding State	Fully annealed Zr-2		
Cladding surface	Etched from inside (except rod 12 and 31) and autoclaved outside		
Instrumentation	EC-1/DG-1	EC-2 /DG-2	EC-3 /DG-3
Rig Position	1	2	3
Welding	TIG		
Clad. Out. Diam. mm	12.22	12.21	12.21
Filler Gas	Helium 0.1 MPa		
Clad. Int. Diam. mm	10.85	11.42	11.41
Clad. Thickness mm	0.69	0.40	0.40
No. Pins /Cluster	6		
Pitch Distance mm	46 (P.C.D)		
Spacers	Two end plates		
Spring const. Gg/m	0.25	0.29	0.29
Fuel Length/Pin mm	420 (end pellets involved), 390 (without poison)		
Plenum cm <sup>3</sup>	1.4		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
GWd/tUO <sub>2</sub>	approximately 14.4 from IFA-515.1 and 515.2		
* 10.5 wt % enriched UO <sub>2</sub> with 6.1 wt % Dy			



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA- 510 <sup>I</sup>		SIGN: <i>M. K.</i>	DATE: 26/1-78
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellet		
Fuel rod/instr. No.	1 (EC-1 TF-1)	2 (EC-2 TF-2)	
Fuel Weight kg	0.705 (enriched),	0.020 (depleted)	
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41		
Fuel Diameter mm	9.29		
Enrichment wt. %	7		
End pellet	Depleted UO <sub>2</sub> pellet at lower end 9.29 $\phi$ x 15.23		
Diam. Clearance mm	0.19		
Center Hole mm	2.0 (lower part of the stack)		
Pellet Length mm	15.23		
Dishing	Spherical both ends		
Dishing Depth mm	0.3		
Land Width mm	1.3		
Cladding	Zircaloy-4		
Cladding State	Tensile Properties at 385 <sup>o</sup> ; UTS 45.3 kg/mm <sup>2</sup> , 0.2YS 39.0 kg/mm <sup>2</sup> , EL 22.3%		
Welding	TIG		
Filler Gas	He 32 kg/cm <sup>2</sup> G		
Clad Out. Diam. mm	10.72		
Clad. Int. Diam. mm	9.48		
Clad. Thickness mm	0.62		
No. Pins /Cluster	2		
Pitch Distance mm	14.3 at both ends, 10.72 at center (contact)		
Spacers	One grid spacer at contact point, two grid plates at each end		
Contact Point	1000 mm from core bottom		
Fuel Length/Pin mm	518 (hollow: 290, solid 228, excluding end pellet)		
Plenum mm	60		
Shroud Material	Zry-2		
Shroud Int. Diam. mm	30		
No. Of Clusters	1		

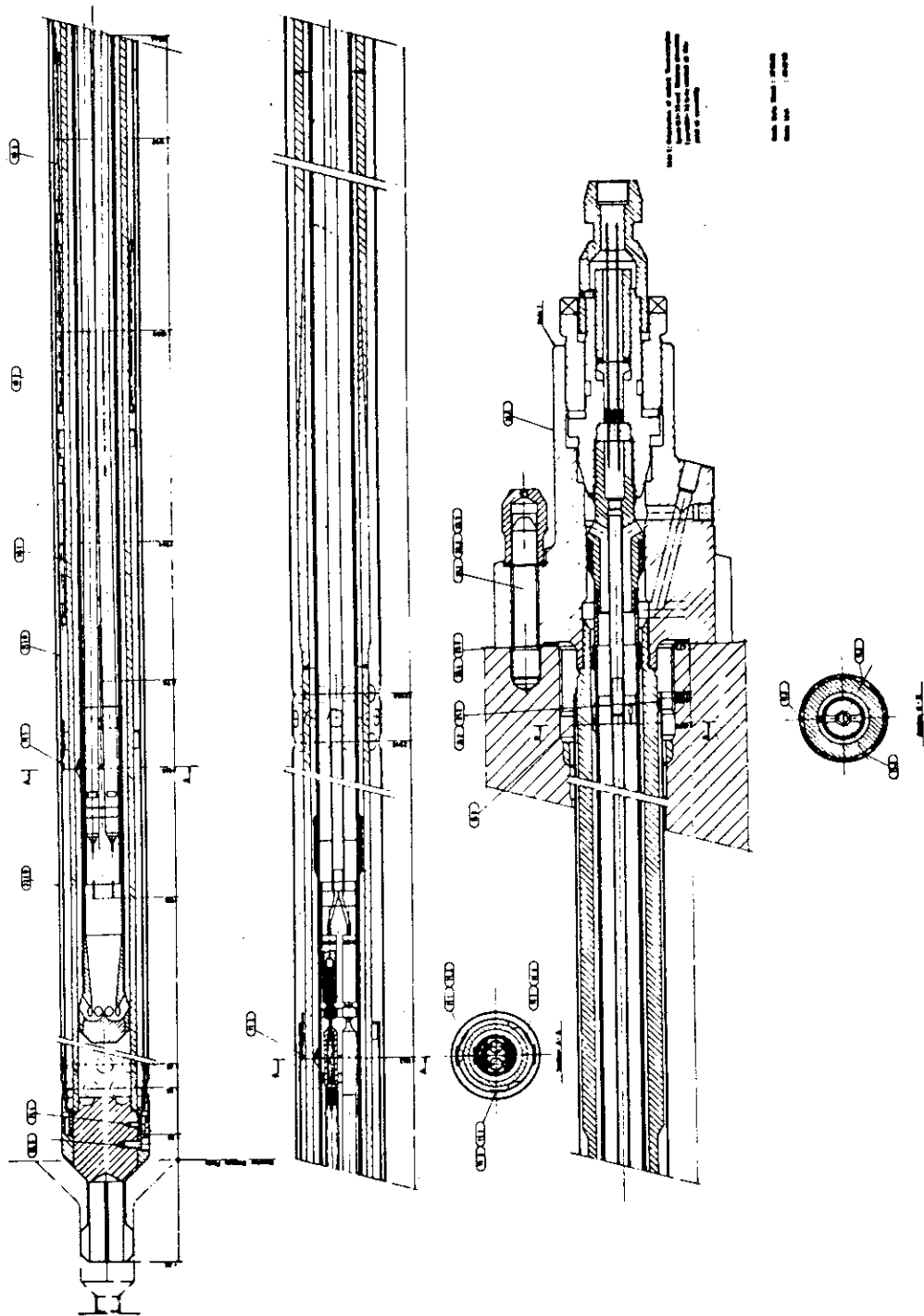


Fig. FA-4. IFA-510 (MII) test assembly and pressure flask drawing





Table FA-XXI. IFA-510<sup>II</sup> (JAERI/MHI) Test Assembly Data

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA-510 <sup>II</sup>		SIGN: <i>M. Uch</i>	DATE: 14/6-78
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellet		
Fuel rod/instr. No	3 (FC-1) 4 (FC-2)		
Fuel Weight kg	0.705 (enriched), 0.020 (depleted)		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41		
Fuel Diameter mm	9.29		
Enrichment wt. %	7		
End pellet	Depleted UO <sub>2</sub> pellet at lower end 9.29 $\phi$ x 15.23		
Diam. Clearance mm	0.19		
Center Hole mm	2.0 (lower part of the stack)		
Pellet Length mm	15.23		
Dishing	Spherical both ends		
Dishing Depth mm	0.3		
Land Width mm	1.3		
Cladding	Zircaloy-4		
Cladding State	Tensile Properties at 385 <sup>o</sup> ; UTS 45.3 kg/mm <sup>2</sup> 0.2YS 39.0 kg/mm <sup>2</sup> , EL 22.3%		
Welding	TIG		
Filler Gas	HE 32 kg/cm <sup>2</sup> G		
Clad Out. Diam. mm	10.72		
Clad. Int. Diam. mm	9.48		
Clad. Thickness mm	0.62		
No. Pins /Cluster	2		
Pitch Distance mm	14.3 at both ends, 10.72 at center (contact)		
Spacers	One grid spacer at contact point, two grid plates at each end		
Contact Point	1000 mm from core bottom		
Fuel Length/Pin mm	518 (hollow: 290, solid 228, excluding end pellet)		
Plenum	60		
Shroud Material	Zry-2		
Shroud Int. Diam. mm	30		
No. Of Clusters	1		



Table FA-XXIII. IFA-510<sup>III</sup> (JAERI/MHI) Test Assembly Data

DATA SHEET IFA-510 <sup>III</sup>		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
		SIGN. <i>M. Uchi</i>	DATE: 14/6-78
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellet		
Fuel rod/instr. Nb	5 EC-1 (TE-1) 6 EC-2 (TE-2)		
Fuel Weight kg	0.705 (enriched), 0.020 (depleted)		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41		
Fuel Diameter mm	9.29		
Enrichment wt. %	7		
End pellet	Depleted UO <sub>2</sub> pellet at lower end 9.29 $\phi$ x 15.23		
Diam. Clearance mm	0.19		
Centre Hole mm	2.0 (lower part of the stack)		
Pellet Length mm	15.23		
Dishing	Spherical both ends		
Dishing Depth mm	0.3		
Land Width mm	1.3		
Cladding	Zircaloy-4		
Cladding State	Tensile properties at 385 <sup>o</sup> ; UTS 45.3 kg/mm <sup>2</sup> 0.2 YS 39.0 kg/mm <sup>2</sup> , EL 22.3%		
Welding	TIG		
Filler gas	He 32 kg/cm <sup>2</sup> G		
Clad. Out. Diam. mm	10.72		
Clad. Int. Diam. mm	9.48		
Clad. Thickness mm	0.62		
No. Pins /Cluster	2		
Pitch Distance mm	14.3 at both ends, 10.72 at centre (contact)		
Spacers	One grid spacer at contact point, two grid plates at each end		
Contact Point	1000 mm from core bottom		
Fuel Length/Pin mm	518 (hollow: 290, solid 228, excluding end pellet)		
Plenum	60		
Shroud Material	Zry-2		
Shroud Int. Diam. mm	30		
No. Of Clusters	1		



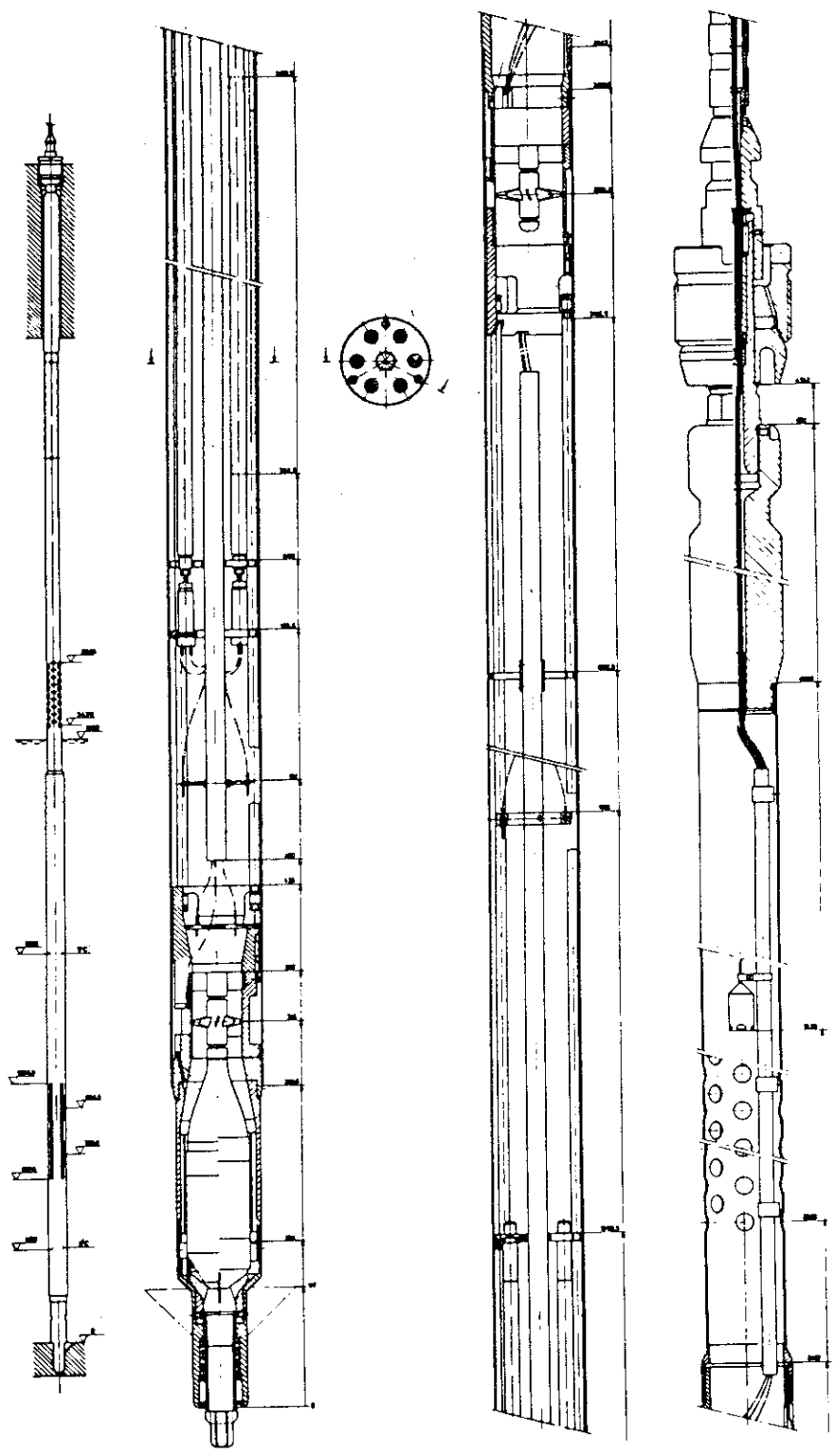
DATA SHEET							ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 514							SIGN: <i>T. M.</i>	DATE: 1979-05-04
TEST ASSEMBLY DATA								
DESCRIPTION								
Fuel Form	UO <sub>2</sub> - PuO <sub>2</sub> pellets, mechanically blended, sintered and ground							
Rig Pos. No.	1	2	3	4	5	6		
Rod No.	514-1	514-2	514-4	514-3	514-5	514-6		
Instrumentation	PF1/TF1	EF1/EC1	PF2/-	EF2/EC2	-TF2	EF3/EC3	(upper/lower rod end)	
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.28	10.24	10.36	10.39	10.36	10.34		
Fuel Diameter mm	10.54	10.57	10.55 (3.5)	10.57	10.56	10.55 (3.5)		
Enrichment	Pu: 4.64 w/o Pu fiss. U: 0.71 w/o U-235							
Fuel Weight, kg	1.230	1.237	1.107	1.252	1.242	1.105	Total: 7.173	
Diam. Clearance mm	0.25							
Pellet Length mm	10							
Dishing								
Dishing Depth mm								
Land Width mm								
Cladding	Zircaloy-2							
Cladding State		Tensile Strength		Yield Strength		Elong.		
(kg/mm <sup>2</sup> )	RT	55.3 - 55.8		37.1 - 38.0		33 - 34	Burst	
	343°C	26.0 - 26.4		13.5 - 13.7		42 - 44	791 - 800	
Welding								
Filler Gas	He							
Clad. Int. Diam. mm	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80		
Clad. Thickness mm	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88		
No. Pins /Cluster	6							
Pitch Distance mm	48.0							
Spacers	2 spacers, made of AISI 304							
Fuel Length/Pin mm	1380.53	1379.99	1379.18	1379.91	1380.12	1379.36		
Plenum	80	80	80	80	80	80		
Shroud Material	Zircaloy-2							
Shroud Int. Diam. mm	71							
No. Of Clusters	1							



INSTITUTE FOR ATOMENERGY OECD Marine Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA-515		SIGN: <i>M. Uchi</i>	DATE: 31/8-77
Supplier: JAERI, Japan					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
IFA-515 is a single cluster, base irradiation rig built in support of the diameter measurement experiments IFA-508 (JAERI). Six out of the twelve IFA-508 fuel rods will be pre-irradiated in this rig.					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		9/77			
Unloading Date					
Burn-Up MWd/MO <sub>2</sub>		10 000			
Reactor Position					
Rel. Flux Position		1.02 (0.68)			
Channel Power kW		151 101			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		600 400		400 W/cm is requested	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		664 442			
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		115			
Peak $\gamma$ kd $\theta$ W/cm		31.1			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		44.8		in rod 31	
Max. Centre Temp. °C		1720			
Cooling Condition		Natural circulation			
Inlet Velocity m/sec		0.40			
Inlet Throttling $v=Zz$					
Hydraulic Diam. mm		20.8			
Flow area mm <sup>2</sup>		2954			
Assembly Dwg.		07459		Parts List Dwg. 474681	
Cable Data Sheet		376873			
Experim. Procedure		EP-1515			
INSTRUMENTATION					
1	Calibration valve	1	Failure detector	4	Neutron detectors (Va-emitter)
1	Inlet flowmeter D=40, $\mu=32$			6	Cladding elongation detectors
1	Outlet flowmeter D=55, $\mu=32$				
2	Inlet coolant thermocouples				
2	Outlet coolant thermocouples				

DATA SHEET							
						SIGN: <i>M. Vch</i>	
						DATE: 31/8-77	
IFA-515							
TEST ASSEMBLY DATA							
DESCRIPTION							
Fuel Form	Sintered and ground UO <sub>2</sub> pellets						
Pin No.	32	31	29	17	21	33	
Instrum. No./Rig. Pos. No.	EC-5/5	EC-1/1	EC-4/4	EC-2/2	EC-3/3	EC-6/6	
Fuel Weight kg	0.404	0.364	0.397	0.403	0.402	0.397	2.367
End Pellets* <sup>1</sup> kg	0.030	0.027	0.030	0.030	0.030	0.030	0.177
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41						2.544
Fuel Diameter mm	11.31	10.75	11.21	11.31	11.31	11.21	
Enrichment	10.5 wt% of U-235						
Si Content %	0	0	0	0.4	0	0	
Diam. Clearance mm	0.10	0.10	0.21	0.11	0.10	0.21	
Pellet Length mm	15						
Dishing	Spherical both ends						
Dishing Depth mm	0.4						
Land Width mm	2.2	1.9	2.1	2.2	2.2	2.1	
Cladding	Fully annealed Zr-2						
Cladding State	Autoclaved (chemically thinned from inside except pin no. 31)						
Welding	TIG						
Clad. Out. Diam. mm	12.20	12.22	12.19	12.21	12.21	12.20	
Filler Gas	Helium 1 atm						
Clad. Int. Diam. mm	11.41	10.85	11.42	11.42	11.41	11.42	
Clad. Thickness mm* <sup>2</sup>	(0.37)	(0.67)	(0.38)	(0.39)	(0.38)	(0.39)	
No. Pins / Cluster	6						
Pitch Distance mm	46						
Spacers	Two end plates						
Spring Wire Dia. mm	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	1.2	
Fuel Length/Pin mm	420 (including end pellets), 390 (active stack)						
Plenum	6.3 cc						
Shroud Material	Zr-2						
Shroud Int. Diam. mm	71						
No. Of Clusters	1						
<p>*<sup>1</sup> 10.5 wt% enriched UO<sub>2</sub> with 6.1 wt% Dy.</p> <p>*<sup>2</sup> Wall thickness values are less reliable than ID values.</p>							





Assembly drawing IFA-515 (JAERI)



DATA SHEET						
					SIGN: <i>K. Yamagi</i>	DATE: 13/8-79
IFA-515.2						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION						
Fuel Form	Sintered and ground uranium dioxide pellets					
Rod Item No.	31	17	21	12	11	13
Fuel Weight kg	0.364	0.403	0.402	0.363	0.402	0.396
End pellet weight kg *	0.027	0.030	0.030	0.026	0.030	0.030
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (94.98 % TD)			Total weight: 2.503 kg		
Fuel Diameter mm	10.75	11.31	11.31	10.75	11.31	11.21
Enrichment	10.5 wt % U-235					
Additives	No	0.4 % Silicon	No	No	No	No
Diam. Clearance $\mu$ m	100	110	100	100	100	220
Grain size	Large	Large	Small	Large	Large	Large
Pellet Length mm	15					
Dishing	Spherical both ends					
Dishing Depth mm	0.4					
Land Width mm	1.9	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0
Cladding State	Fully annealed Zr-2					
Cladding surface	Etched from inside (except rod 12 and 31) and autoclaved outside					
Instrumentation	EC-1	EC-2	EC-3	EC-4	EC-5	EC-6
Rig Position	1	2	3	4	5	6
Welding	TIG					
Clad. Out. Diam. mm	12.22	12.21	12.21	12.22	12.19	12.19
Filler Gas	Helium 0.1 MPa					
Clad. Int. Diam. mm	10.85	11.42	11.41	10.85	11.41	11.43
Clad. Thickness mm	0.685	0.395	0.400	0.685	0.390	0.380
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46 (P.C.D)					
Spacers	Two end plates					
Spring const. Gg/m	0.25	0.29	0.29	0.25	0.26	0.29
Fuel Length/Pin mm	420 (end pellets involved), 390 (without poison)					
Plenum cm <sup>3</sup>	1.4	1.4	1.4	6.3	6.3	6.3
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	1					
Attained BU Gwd/tUO <sub>2</sub>	11.989 through IFA-515.1			8.65 through IFA-508.1		16.33 through IFA-508.1 and 508.2
* 10.5 wt % enriched UO <sub>2</sub> with 6.1 wt % Dy						
** All values involved are nominal determined from the beginning of irradiation						

## DATA SHEET

ISSUE NO: 1	PAGE: 2
SIGN: 柳 1/2	DATE: 1980-08-29

IFA-515.9

## TEST ASSEMBLY DATA

DESCRIPTION						
Fuel Form	Sintered and ground uranium dioxide pellets					
Rod Item No.	14	18	27	12	11	13
Fuel Weight kg	0.403	0.402	0.391	0.363	0.402	0.396
End pellet weight kg	0.0	0.030	0.030	0.026	0.030	0.030
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (94.98 % TD)		Total weight: 2.539 kg			-
Fuel Diameter mm	11.31	11.31	11.21	10.75	11.31	11.21
Enrichment	10.5 wt % U-235					
Additives	0.4% Si	No	No	No	No	No
Diam. Clearance $\mu$ m	100	Small	Large	100	100	220
Grain size	Large			Large	Large	Large
Pellet Length mm	15					
Dishing	Spherical both ends					
Dishing Depth mm	0.4					
Land Width mm	1.9	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
Cladding State	Fully annealed Zr-2					
Cladding surface	Etched from inside (except rod 12 and 31) and autoclaved outside					
Instrumentation	EC-1	EC-2	EC-3	EC-4	EC-5	EC-6
Rig Position	1	2	3	4	5	6
Welding	TIG					
Clad. Out. Diam. mm	12.18	12.22	12.22	12.22	12.19	12.19
Filler Gas	Helium 0.1 MPa					
Clad. Int. Diam. mm	11.61	11.41	11.41	10.85	11.41	11.43
Clad. Thickness mm	0.31	0.42	0.39	0.69	0.39	0.38
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	46 (P.C.D)					
Spacers	Two end plates					
Spring const. Cg/m	0.25	0.29	0.87	0.25	0.26	0.29
Fuel Length/Pin mm	420 (end pellets involved), 390 (without poison)					
Plenum cm <sup>3</sup>	1.4	1.4	1.4	6.3	6.3	6.3
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	1					
Irradiation history	IFA-508.2	Fresh	IFA-508.1 and 515.2	IFA-508.1 - 508.2 - 515.2		
Burn-up MWd/kgUO <sub>2</sub>	7.6	0	11.0	18.6		
* 10.5w/o enriched UO <sub>2</sub> with 6.1 w/o Dy						

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA - 519 <sup>I</sup>		SIGN: <i>K. Yamaguchi</i>	DATE: 13/8-79
Supplier: JAERI/HITACHI-TOSHIBA					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
The purpose of this 3-rods diameter measurement rig IFA-519 is to study the effects of modified fuel designs (He pressurized, pellet form, copper or zirconium barriers) on pellet-cladding mechanical interaction and fuel centre temperature.					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		Sept. 1979			
Unloading Date		April 1980			
Burn-Up GWd/tUO <sub>2</sub>		3			
Reactor Position		3 - 4			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		61			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		46.7 47.5		Normal/disturbed shape	
Max. Lin. Heat Rating kW/m		50		Requested	
Peak Surf. Heat Flux MW/m <sup>2</sup>		4.065			
Peak /kdθ kW/m		3.573 2.821		Rod B7/B8 and B9 (hollow)	
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		55.4			
Max. Centre Temp. °C		1608 1293			
Cooling Condition		nat. circulation			
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		40			
Hydraulic Diam. mm		19.5 25.3		DG moving/No DG	
Flow area mm <sup>2</sup>		2551 2590			
Assembly Dwg.		07479		Parts List Dwg. 476225	
Cable Data Sheet		377460			
Experim. Procedure		EP-1519 <sup>I</sup>		Loading Sheet: the 1st loading 377690	
INSTRUMENTATION					
1	Inlet Turbine	1	Fuel failure detector	1	Calibration valve
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Cobalt neutron detector
4	Va neutron detectors	1	Local power control (He 3)		
3	Control oxide thermocouples	3	Diameter gauges		
2	Gauge position indicator (linear and periodic)				
3	Differential transformers (for loading I, all are used for cladding elongation measurements)				

DATA SHEET		SIGNATURE	
		SIGNATURE	DATE
IFA-519 <sup>1</sup>		<i>K. Yamaguchi</i>	13/8-79
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B7	B8	B9
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End pellet	3 wt % Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.352	0.316	0.316
End pellet wt kg	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0 % TP)		
Fuel Diameter mm	10.51		
Enrichment wt %	9.8 wt % U-235		
Pellet form	Standard	Hollow	Hollow Disks
Diam. Clearance mm	0.070	0.070	0.070
Centre hole dia. mm	1.8 for T/C	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	5.1
End form	Flat and chamfered (both ends)		
Chamfer height	0.23 ± 0.1		
Chamfer width	0.33 ± 0.1		
Cladding state	Recrystallized Zircaloy-2		
Cladding barrier	no	no	no
Cladding state	Autoclaved outside		
Instrumentations*	TF-1, EC-1, DG-1	TF-2, EC-2, DG-2	TF-3, EC-3, DG-3
Welding	Standard T.I.G. and standard EB.		
Filler Gas MPa	He 0.3		
Clad. Out. Dia. mm	12.30		
Clad. Int. Diam. mm	10.58		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	38.0		
Spacers	None		
Plenum vol/Fuel vol	0.084		
Fuel Length/Pin mm	404 (active)		
Plenum ml	3.4	7.0	6.9
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Rig pos. No.	1	2	3
*Thermocouple is located in 305.2 mm from the bottom end of fuel pellet			

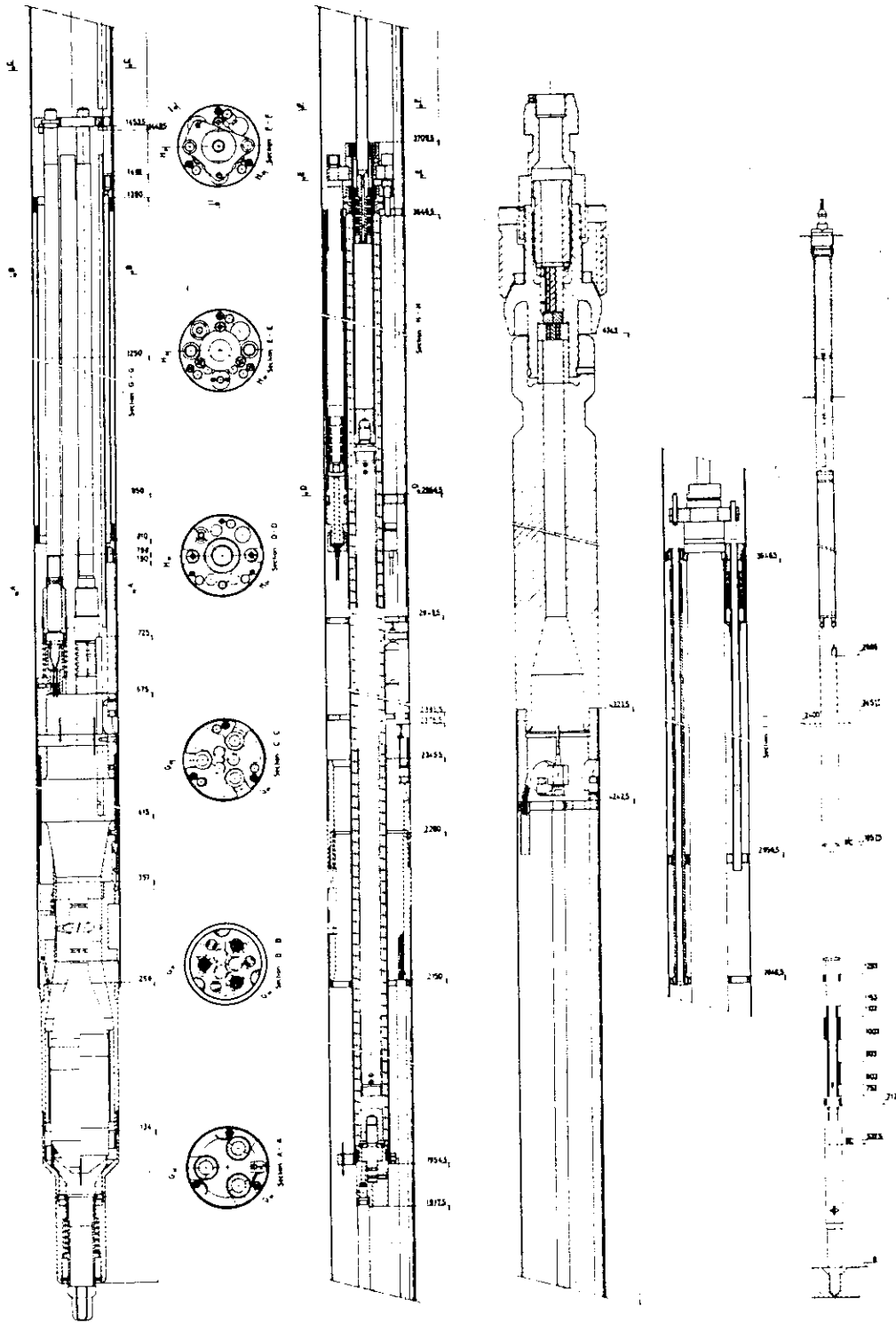


Fig. FA-4. IFA-519 (JAERI/HiTo) test assembly drawing

INSTITUT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA - 519.2		SIGN: <i>HT 73</i>	DATE: 1980-02-11
Supplier: JAERI/Hitachi-Toshiba					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
The purpose of 3-rod diameter measurement rig IFA-519.2 is to study the effects of modified fuel designs (fuel inner pre-pressurization, pellet form (L/D, diameter of centre hole)) on pellet-cladding mechanical interaction.					
DESCRIPTION					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		March 1980			
Unloading Date		Sept. 1980			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		6			
Reactor Position		3 - 4			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		61			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		46.7 47.5		Normal/disturbed shape	
Max. Lin. Heat Rating W/cm kW/m		50		Requested	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup> MW/m <sup>2</sup>		1.294			
Peak /kdθ W/cm kW/m		3.573 2.821			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		55.4			
Max. Centre Temp. °C		1608 1293			
Cooling Condition		Nat. circulation			
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		40			
Hydraulic Diam. mm		10.3 13.2		DG moving/No DG	
Flow area mm <sup>2</sup>		2471 2810			
Assembly Dwg.		07479		Parts List Dwg. 476225	
Cable Data Sheet		377460			
Experim. Procedure		EP-1519.2		Loading sheet: 2nd loading 377815	
INSTRUMENTATION					
1	Inlet turbine	1	Fuel failure detector	1	Calibration valve
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Cobalt neutron detector
4	Va neutron detectors	1	Local power control (He 3)		
3	Differential transformers to be used for PF.	3	Diameter gauges		
2	Gauge position indicator (linear and periodic)				



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
		SIGN: <i>HT 7/8</i>	DATE: 1980-02-11
IFA-519.2			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B10	B11	B12
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	3 wt % Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.352	0.317	0.316
End Pellet wt kg	0.009	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0 % T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.51	10.51	10.51
Enrichment	9.8		
Pellet Form	Std	Hollow	Hollow Disks
Diam. Clearance $\mu$ m	70	70	70
Centre Hole Diam. mm	1.8	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	5.1
End Form	Flat and chamfered on both ends		
Chamfer Height	0.23 $\pm$ 0.1		
Chamfer Width	0.33 $\pm$ 0.1		
Cladding State	Recrystallized zircaloy-2 Autoclaved on outside		
Cladding Barrier	None		
Instrumentations *	PF-1	PF-2	PF-3
Welding	Standard T.I.G and Standard EB.		
He Filler Gas Pressure, MPa	0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.3		
Clad. Int. Diam. mm	10.58		
Clad. Thickness mm	0.860		
No. Pins /Cluster	6		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum Vol/Fuel Vol	0.084		
Fuel Length/Pin mm	40 $\pm$ (active)		
Plenum ml	4.6	8.3	8.3
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1	2	3
Rig Pos. No.	1	2	3
*PF: Fission gas pressure transducer.			
Corrected burn-up of 2.86 GWD/tUO <sub>2</sub> attained already in IFA-501.1			

DATA SHEET			
		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
		SIGN: <i>[Signature]</i>	DATE: 1980-10-20
IFA-519.3			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B4	B5	B6
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.358	0.320	0.316
End Pellet Weight kg	0.009	0.008	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)		
Fuel Diameter mm	<del>10.36</del> 10.51		
Enrichment w/o	9.8		
Pellet Form	Std.	Hollow	Hollow Disks
Diam. Clearance $\mu$ m	70		
Centre Hole Diam. (mm)	1.8	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	5.1
End Form	Flat and chamfered on both ends		
Chamfer Height mm	0.23 $\pm$ 0.1		
Chamfer Width mm	0.33 $\pm$ 0.1		
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2		
	Autoclaved on outside		
Cladding Barrier	Cu	Cu	Cu
Instrumentations	EC-1	EC-2	EC-3
Welding	Standard TIG and Standard EB		
He Filler Gas Pres MPa	0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.3		
Clad. Int. Diam. mm	10.58		
Clad. Thickness mm	0.860		
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum vol/Fuel vol.	0.084		
Fuel Length/Pin mm	404 (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Burn-up of rods B4, B5, and B6 when loaded in IFA-519.3 - 2.2 MWd/kgUO <sub>2</sub> .			

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Malden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE. 1
		IFA - 519.4		SIGN. <i>T. Nakajima</i>	DATE, 1981-05-18
Supplier: JAERI/Hitachi-Toshiba					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
The purpose of the irradiation of the 3-rod diameter rig IFA-519.4 is to study the effects of modified fuel designs (zirconium barrier fuel) on pellet cladding mechanical interaction during simulated daily load following.					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		June 1981			
Unloading Date					
Burn-Up MWd/ kg UO <sub>2</sub>					
Reactor Position		4 - 5			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		61			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		46.7 47.5		Normal/disturbed shape	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		50.3		Requested	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		1.294			
Peak $k_d\theta$ W/cm		3.573 2.821			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		55.4			
Max. Centre Temp. °C		1608 1293			
Cooling Condition		Nat. circulation			
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g		40			
Hydraulic Diam. mm		10.3 13.2		DG moving/No DG	
Flow area mm <sup>2</sup>		2471 2810			
Assembly Dwg.		07479		Parts List Dwg.	476225
Cable Data Sheet		377460			
Experm. Procedure		EP-1519.4		Loading sheet: 4th loading	280173
INSTRUMENTATION					
1	Inlet turbine	1	Fuel failure detector	1	Calibration valve
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Cobalt neutron detector
4	Va neutron detectors	1	Local power control (He 3)		
3	Differential transformers to be used for EC	3	Diameter gauges		
2	Gauge position indicators (linear and periodic)				

DATA SHEET			
		ISSUE NO. 1	PAGE. 2
		SIGN: <i>T. Nakajima</i>	DATE: 1981-05-18
IFA - 519.4			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B16	B17	B18
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.358	0.357	0.358
End Pellet Weight kg	0.010	0.009	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.36		
Enrichment w/o	9.8		
Pellet Form	Std.	Std.	Std.
Diam. Clearance μm	70		
Centre Hole Diam. (mm)			
Pellet Length mm	10.1	10.1	10.1
End Form	Flat and chamfered on both ends		
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1		
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1		
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2		
	Autoclaved on outside		
Cladding Barrier	Zr	Zr	Zr
Instrumentations	EC-1	EC-2	EC-3
Welding	Standard TIG and Standard EB		
He Filler Gas Pres MPa	0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.3		
Clad. Int. Diam. mm	10.58		
Clad. Thickness mm	0.860		
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum vol/Fuel vol.	0.084		
Fuel Length/Pin mm	404 (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Burn-up of rods B16, B17, and B18 when loaded in IFA-519.4 - 2.5 MWd/kgUO <sub>2</sub>			

INSTITUTT FOR ENERGITEKNIKK OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA - 519.5</b>		ISSUE NO: 1	PAGE: 1																																																																																				
				SIGN: <i>T. Nakajima</i>	DATE: 1982/01/25																																																																																				
Supplier: JAERI/Hitachi-Toshiba																																																																																									
<b>OPERATIONAL DATA</b>																																																																																									
<b>OBJECTIVES</b>																																																																																									
The purpose of this 3-rods diameter measurement rig IFA-519 is to study the effects of modified fuel designs (He pressurized, pellet form, copper or zirconium barriers) on pellet-cladding mechanical interaction and fuel centre temperature.																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">DESCRIPTION</th> <th style="width: 15%;">PREDICTED</th> <th style="width: 15%;">ACTUAL</th> <th style="width: 35%;">REMARKS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loading Date</td> <td>March, 1982</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unloading Date</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Burn-Up MWd/tUO<sub>2</sub></td> <td>3.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reactor Position</td> <td>4 - 5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rel. Flux Position</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Channel Power kW</td> <td>60.6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Avg. Lin. Heat Rating kW/m</td> <td>50.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. Lin. Heat Rating kW/m</td> <td>53.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak Surf. Heat Flux MW/m<sup>2</sup></td> <td>1.385</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak (kdt) kW/m</td> <td>3.573</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peak Spec. Heat Rating W/gUO<sub>2</sub></td> <td>60.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. Centre Temp. °C</td> <td>1740</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cooling Condition</td> <td>Nat. circulation</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inlet Velocity m/sec</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inlet Throttling v<sup>2</sup>/2g</td> <td>40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hydraulic Diam. mm</td> <td>10.3    13.2</td> <td></td> <td>DG moving/Not moving</td> </tr> <tr> <td>Flow area mm<sup>2</sup></td> <td>2471    2810</td> <td></td> <td>''    ''</td> </tr> <tr> <td>Assembly Dwg.</td> <td>07479</td> <td>Parts List Dwg.</td> <td>476225</td> </tr> <tr> <td>Cable Data Sheet</td> <td>377460</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Experim. Procedure</td> <td>EP-1519.5</td> <td>Loading Sheet: 5th loading</td> <td>380335</td> </tr> </tbody> </table>						DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS	Loading Date	March, 1982			Unloading Date				Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	3.5			Reactor Position	4 - 5			Rel. Flux Position				Channel Power kW	60.6			Avg. Lin. Heat Rating kW/m	50.0			Max. Lin. Heat Rating kW/m	53.5			Peak Surf. Heat Flux MW/m <sup>2</sup>	1.385			Peak (kdt) kW/m	3.573			Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.7			Max. Centre Temp. °C	1740			Cooling Condition	Nat. circulation			Inlet Velocity m/sec				Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40			Hydraulic Diam. mm	10.3    13.2		DG moving/Not moving	Flow area mm <sup>2</sup>	2471    2810		''    ''	Assembly Dwg.	07479	Parts List Dwg.	476225	Cable Data Sheet	377460			Experim. Procedure	EP-1519.5	Loading Sheet: 5th loading	380335
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS																																																																																						
Loading Date	March, 1982																																																																																								
Unloading Date																																																																																									
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	3.5																																																																																								
Reactor Position	4 - 5																																																																																								
Rel. Flux Position																																																																																									
Channel Power kW	60.6																																																																																								
Avg. Lin. Heat Rating kW/m	50.0																																																																																								
Max. Lin. Heat Rating kW/m	53.5																																																																																								
Peak Surf. Heat Flux MW/m <sup>2</sup>	1.385																																																																																								
Peak (kdt) kW/m	3.573																																																																																								
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.7																																																																																								
Max. Centre Temp. °C	1740																																																																																								
Cooling Condition	Nat. circulation																																																																																								
Inlet Velocity m/sec																																																																																									
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40																																																																																								
Hydraulic Diam. mm	10.3    13.2		DG moving/Not moving																																																																																						
Flow area mm <sup>2</sup>	2471    2810		''    ''																																																																																						
Assembly Dwg.	07479	Parts List Dwg.	476225																																																																																						
Cable Data Sheet	377460																																																																																								
Experim. Procedure	EP-1519.5	Loading Sheet: 5th loading	380335																																																																																						
<b>INSTRUMENTATION</b>																																																																																									
1	Inlet Turbine	1	Fuel failure detector	1	Calibration valve																																																																																				
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Cobalt neutron detector																																																																																				
4	Va neutron detectors	1	Local power control (He 3)																																																																																						
		3	Diameter gauges																																																																																						
2	Gauge position indicator (linear and periodic)																																																																																								
3	Differential transformers (for cladding elongation measurements)																																																																																								

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
		SIGN: T. Nakajima	DATE: 1982/01/25
IFA-519.5			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B13	B14	B15
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.357	0.321	0.316
End Pellet Weight kg	0.009	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.45	10.45	10.45
Enrichment w/o	9.8		
Pellet Form	Standard	Hollow	Hollow Disks
Diam. Clearance μm	86	86	90
Centre Hole Diam. mm	None	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.76	10.76	5.30
End Form	Flat and chamfered (both ends)		
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1		
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1		
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2 Autoclaved outside		
Cladding Barrier	Cu	Cu	Cu
Instrumentation	EC-1	EC-2	EC-3
Welding	Standard T.I.G. and standard EB.		
He Filler Gas Press MPa	He 0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.262	12.265	12.267
Clad. Int. Diam. mm	10.536	10.536	10.540
Clad. Thickness mm	0.863	0.865	0.864
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum vol./Fuel vol.	0.084		
Fuel Length/Pin mm	398.3 (active)	398.0	397.3
Plenum ml			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Rig Pos. No.	1	2	3



DATA SHEET			
		ISSUE NO. 1	PAGE. 2
		SIGN. <i>J. Takahashi</i>	DATE. 1982/08/25
IFA-519.6			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B1	B2	B3
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.342	0.309	0.305
End Pellet Weight kg	0.009	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.30	10.30	10.30
Enrichment w/o	9.8		
Pellet Form	Standard	Hollow	Hollow Disks
Diam. Clearance μm	227	225	221
Centre Hole Diam. mm	1.8	3.15	3.15
Pellet Length mm	10.1	10.1	5.1
End Form	Flat and chamfered (both ends)		
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1		
Chamfer Width mm	0.35 ± 0.1		
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2		
	Autoclaved outside		
Cladding Barrier	Cu	Cu	Cu
Instrumentation	PF-1	PF-2	PF-3
Welding	Standard T.I.G. and standard EB.		
He Filler Gas Press MPa	He 0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.272	12.269	12.268
Clad. Int. Diam. mm	10.527	10.527	10.528
Clad. Thickness mm	0.873	0.871	0.873
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum vol./Fuel vol.	0.084		
Fuel Length/Pin mm	404 (active)		
Plenum ml	5.8	9.2	9.5
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Rig Pos. No.	1	2	3



INSTITUTT FOR ENERGITEKNIKK OECD Mølden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 1
		IFA-519.7		SIGN: J. Nakamura	DATE: 1982/10/08
Supplier: JAERI/HITACHI-TOSHIBA					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
The purpose of this 3-rods diameter measurement rig IFA-519 is to study the effects of modified fuel designs (He pressurized, pellet form, copper or zirconium barriers) on pellet-cladding mechanical interaction and fuel centre temperature.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	Oct. 1982				
Unloading Date					
Burn-Up MWd/kgUO <sub>2</sub>	9.4				
Reactor Position	1-0				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	60.6				
Avg. Lin. Heat Rating kW/m	50.0				
Max. Lin. Heat Rating kW/m	53.5/52.7		normal/disturbed		
Peak Surf. Heat Flux MW/m <sup>2</sup>	1.385/1.364		normal/disturbed		
Peak /kd(f) kW/m	3.573				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.7				
Max. Centre Temp. °C	1740				
Cooling Condition	Nat. circulation				
Inlet Velocity m/sec					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g	40				
Hydraulic Diam. mm	10.3 13.2		DG moving/Not moving		
Flow area mm <sup>2</sup>	2471 2810		" "		
Assembly Dwg.	07479		Parts List Dwg.	476225	
Cable Data Sheet	377460				
Experim. Procedure	EP-1519.7		Loading Sheet: 7th loading	380539	
INSTRUMENTATION					
1	Inlet Turbine	1	Fuel failure detector	1	Calibration valve
2	Inlet thermocouples	2	Outlet thermocouples	1	Cobalt neutron detector
4	Va neutron detectors	1	Local power control (He 3)		
		3	Diameter gauges		
2	Gauge position indicator (linear and periodic)				
3	Differential transformers (for cladding elongation measurements)				

DATA SHEET			
		ISSUE NO. 1	PAGE. 2
		SIGN. <i>y. Takemura</i>	DATE 1982/10/08
IFA - 519.7			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	B10	B16	B17
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat)		
Fuel Weight kg	0.352	0.358	0.357
End Pellet Weight kg	0.009	0.010	0.009
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.47	10.45	10.45
Enrichment w/o	9.8		
Pellet Form	Standard	Standard	Standard
Diam. Clearance μm	67	79	82
Centre Hole Diam. mm	1.8	0.0	0.0
Pellet Length mm	10.68	10.71	10.71
End Form	Flat and chamfered (both ends)		
Chamfer Height mm	0.23 ± 0.1		
Chamfer Width mm	0.33 ± 0.1		
Cladding State	Recrystallized Zircaloy-2 Autoclaved outside		
Cladding Barrier	None	Zr	Zr
Instrumentation	PF-1	EC-2	EC-3
Welding	Standard T.I.G. and standard EB.		
He Filler Gas Press MPa	He 0.3		
Clad. Out. Diam. mm	12.263	12.279	12.279
Clad. Int. Diam. mm	10.537	10.529	10.532
Clad. Thickness mm	0.863	0.875	0.874
No. Pins /Cluster	3		
Pitch Distance mm	46.0		
Spacers	None		
Plenum vol./Fuel vol.	0.084		
Fuel Length/Pin mm	404 (active)		
Plenum ml	4.6	2.3	2.35
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	1		
Rig Pos. No.	1	2	3

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
		IFA - 520.1		SIGN: <i>T. A.</i>	DATE: 1982/05/05
Supplier:					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) To conduct performance tests of the rig under the BWR simulation condition.					
2) To provide the basic data on thermal/hydraulic characteristics.					
3) To determine the power factor and power distribution.					
4) To provide the data on diameter changes in fuel rod during power ramp operation.					
DESCRIPTION		PREDICTED	ACTUAL	REMARKS	
Loading Date		June 1982			
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position		2 - 1			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		22.4		max. 23.3	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		500			
Max. Lin. Heat Rating W/cm		520			
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		135			
Peak $\dot{m}$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>					
Max. Centre Temp. °C		2360		at peak power of 660 W/cm	
Cooling Condition		Forced circ.			
Inlet Velocity m/sec		1.5		min. 1.0	
Inlet Throttling $v^2/2g$					
Hydraulic Diam. mm		10.54			
Flow area mm <sup>2</sup>		290.2			
Assembly Dwg.				Parts List Dwg.	
Cable Data Sheet					
Experim. Procedure		EP-1520.1			
ILS 352 (Flask No. 3) Rig INSTRUMENTATION					
5	Thermocouples	1	Inlet turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant thermocouples	1	Position indicator (linear)
		7	Va neutron detectors	1	Position indicator (periodic)
		1	Co neutron detectors	1	Centreline thermocouples
		2	Diameter gauges	2	Elongation detectors *
* One of the elongation detectors is not used in IFA-520.1.					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA- 520.1		SIGN: T.W.	DATE: 1982/05/05
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	BWR-12		
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub>		
Fuel Weight kg	0.392		
End Pellet wt. kg	0.0105		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.44		
Enrichment w/o	13		
Diam. Clearance mm	0.100		
Pellet Length mm	10.0		
Dishing	None. Chamfered		
Chamfer Height mm	0.2		
Chamfer Width mm	0.4		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	TF/EC		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 1 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.54		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43 mm		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA - 520.2		SIGN: <i>T.M.</i>	DATE: 1982/07/07
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	BWR-8		
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub>		
Fuel Weight kg	0.395		
End Pellet w/t kg	0.01		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.44		
Enrichment w/o	13		
Diam. Clearance mm	0.108		
Pellet Length mm	10.279		
Dishing	None. Chamfered		
Chamfer Height mm	0.2		
Chamfer Width mm	0.4		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	PF		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 1 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.548		
Clad. Thickness mm	0.864		
No. Pins / Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	5.4		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43 mm		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA - 520.3		SIGN: <i>T.M.</i>	DATE: 1982/08/17
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	BWR-2		
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub>		
Fuel Weight kg	0.395		
End Pellet w/t kg	0.01		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.44		
Enrichment w/o	13		
Diam. Clearance mm	0.105		
Pellet Length mm	10.048		
Dishing	None.		
Chamfer Height mm	0.2		
Chamfer Width mm	0.4		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	EC		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 1 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.545		
Clad. Thickness mm	0.869		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	3.7		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43 mm		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
IFA-520.4		SIGN: K MA	DATE: 1983/06/14
Supplier: JAERI/HP			
OPERATIONAL DATA			
OBJECTIVES			
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under BWR pressure and temperature conditions.			
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.			
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS
Loading Date	June 1983		
Unloading Date	June 1983		
Burn-Up MWd/1UO <sub>2</sub>	12800		
Reactor Position	2-1		
Rel. Flux Position			
Channel Power kW	22.4		max. 23.3
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	520		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	135		
Peak $\rho$ kd-1 $\%$ /cm			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>			
Max. Centre Temp. °C	2150		at peak power of 600 W/cm
Cooling Condition	Forced circ.		
Inlet Velocity m/sec	1.5		min. 1.0
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g			
Hydraulic Diam. mm	10.54		
Flow area mm <sup>2</sup>	290.2		
Assembly Dwg.	07505	Parts List Dwg.	476809
Cable Data Sheet	380083	Loading Sheet 4th loading	380832
Experm. Procedure	EP-1520.4		
INSTRUMENTATION			
ILS 352 (Flask No. 3)			
5	Thermocouples	1 Inlet Turbine	1 Eddy current
2	He-3 coils	10 Coolant Thermocouples	1 Position Indicator (Linear)
		7 Va Neutron Detectors	1 Position Indicator (Periodic)
		1 Co Neutron Detectors	1 Cladding Extensometer
		2 Diameter Gauges	1 Pressure Detector
		2 Differential Transformers	

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA- 520.4		SIGN: <i>k H/a</i>	DATE: 1983/06/14
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	BWR-9		
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
	4.88 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub>		
Fuel Weight kg	0.400		
	0.010		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.39 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.440		
Enrichment w/o	13.0		
Diam. Clearance mm	0.109		
Pellet Length mm	10.274		
Dishing	None, Chamfered		
Chamfer Height	0.2 mm		
Chamfer Width	0.4 mm		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	EC, PF		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 1 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.549		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel length/Pin mm	447.5 mm (active)		
Plenum volume, cm <sup>2</sup>	5.7		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 1		
IFA-520.5		SIGN: K. HA	DATE: 1983/06/23		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under BWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	July 1983				
Unloading Date	July 1983				
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	11610				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	22.4		max. 23.3		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500				
Max. Lin. Heat Rating W/cm	520				
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	135				
Peak $k_d\theta$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>					
Max. Centre Temp. °C	2480		at peak power of 600 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.5		min. 1.0		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	10.54				
Flow area mm <sup>2</sup>	290.2				
Assembly Dwg.	07505	Parts List Dwg.	476809		
Cable Data Sheet	380083	Loading Sheet 5th loading	380838		
Experim. Procedure	EP-1520.5				
INSTRUMENTATION					
ILS 352 (Flask No. 3)					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator(Linear)
		7	Va Neutron Detectors	1	Position Indicator(Periodic)
		1	Co Neutron Detectors	1	Cladding Extensometer
		2	Diameter Gauges	1	Pressure Detector
		2	Differential Transformers		

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 520.5		SIGN: K. Hk	DATE: 1983/06/23
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	BWR-10		
Fuel Form	Sintered $UO_2$ pellets		
	4.88 w/o $Dy_2O_3$ in nat. $UO_2$		
Fuel Weight kg	0.389		
	0.010		
Fuel Density $g/cm^3$	10.39 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.310		
Enrichment w/o	13.0		
Diam. Clearance mm	0.235		
Pellet Length mm	10.187		
Dishing	None, Chamfered		
Chamfer Height mm	0.2		
Chamfer Width mm	0.4		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	EC, PF		
Welding	E. B.		
Filler Gas	He 1 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.545		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448.7 mm (active)		
Plenum volume, $cm^2$	6.5		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1		
IFA-520.6		SIGN: K. Ma	DATE: 1983/06/29		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under BWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	Aug. 1983				
Unloading Date	Aug. 1983				
Burn-Up MWd/100 <sub>2</sub>	8720				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	22.4		max. 23.3		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500				
Max. Lin. Heat Rating W/cm	520				
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	135				
Peak $k_d\theta$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating <sup>a</sup> W/gUO <sub>2</sub>					
Max. Centre Temp. °C	2480		at peak power of 600 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.5		min. 1.0		
Inlet Throttling $v^2/2g$					
Hydraulic Diam. mm	10.54				
Flow area mm <sup>2</sup>	290.2				
Assembly Dwg.	07505	Parts List Dwg.	476809		
Cable Data Sheet	380083	Loading Sheet 6th loading	380834		
Experim. Procedure	EP-1520.6				
ILS 352 (Flask No. 3) INSTRUMENTATION					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Lin.)
		7	Va Neutron Detectors	1	Position Indicator (Per.)
		1	Co Neutron Detectors	1	Cladding extensometer
		2	Diameter Gauges		
		2	Differential Transformers*		
* Only one transformer is used as cladding extensometer in IFA-520.6 (rod BWR-14 without PF)					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 520.6		SIGN. K. HA	DATE: 1983/06/27
TEST ASSEMBLY DATA.			
DESCRIPTION	BWR-14		
Fuel form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
	4.88 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub>		
Fuel Weight kg	0.385		
	0.010		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.36 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	10.311		
Enrichment w/o	13.0		
Diam. Clearance mm	0.236		
Pellet Length mm	10.16		
Dishing	None, chamfered		
Chamfer Height mm	0.2		
Chamfer Width mm	0.4		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Instrumentation	EC		
Welding	E. B.		
Filler Gas	He 3 bar		
Clad. Int. Diam. mm	10.547		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	446.7 mm (active)		
Plenum volume, cm <sup>2</sup>	3.9		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

INSTITUTION FOR ATOMENERGY OECD Møhlen Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA - 523.1</b>  Supplier: JAERI/HP		ISSUE NO.: 1	PAGE: 1	SIGN: <i>HDW</i>	DATE: 1980-01-10
OPERATIONAL DATA							
OBJECTIVES							
To operate BWR rods in a forced circulation loop under commercial conditions (LWR simulation test). After base irradiation, the fuel rods will be ramped in a rig incorporating diameter measurements.							
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL		REMARKS	
Loading Date		1/80					
Unloading Date		/81					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>						Target	
Reactor Position		4-10					
Rel. Flux Position							
Channel Power kW		104					
Avg. Lin. Heat Rating kW/m		30 <sup>1)</sup> 28 <sup>2)</sup>				33 kW/m limit rod avg.	
Max. Lin. Heat Rating kW/m		36 35				1) lower cluster	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		94 91				2) upper cluster	
Peak /kdθ W/cm		24 23					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>							
Max. Centre Temp. °C		1560				Rod B1 or B7	
Cooling Condition		Forced circulation loop 70 bars					
Inlet Velocity m/sec		> 1.0					
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g							
Hydraulic Diam. mm		4.23					
Flow area mm <sup>2</sup> upstream		490					
Assembly Dwg.		07482		Parts List Dwg.		476400	
Cable Data Sheet		377643		Loading Sheet No. 1st loading		377653	
Experim. Procedure		EP-1523					
INSTRUMENTATION							
ILS 350 (Flask 1)				Rig		Rod	
4	Inl. coolant thermocouples	1	Inlet turbine	5	Fuel Centre Thermocouples		
4	Int. coolant thermocouples	12	Coolant Thermocouples	4	Cladding Extensometers		
2	Out. coolant thermocouples	8	Differential Transformers	4	Fis. gas press. transducers		
11	Neutron detectors Va	1	Heat exchanger	3	Fis. gas press. transducers	) for ramp exp.	
1	Neutron detector Co	4	Neutron detectors Va	3	Fuel rod failure detector		
						) 2nd loading	

DATA SHEET		ISSUE NO: 3	PAGE: 2
IFA-523.1		SIGN: <i>ADW</i>	DATE: 20/4-80
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Rod Upper - Lower	B8	B9	B10 B11 - B1 B2 B3 B7
Instrumentation	TF5	-	- TF1 TF2 TF3 TF4
" "	PF5	EC6	EC7 EC8 - PF1 EC2 PF3 PF4
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% T.D.)		Enr. f. wt. = 3.139 kg UO <sub>2</sub>
Fuel Diameter mm	10.31 and 10.44		End pellet = 0.081
Enrichment	13 w/o U-235		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> + 5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Diam. Clearance mm	0.1	0.1	0.23 0.1 - 0.23 0.1 0.1 0.23 *)
Rod weight enr. End pellet wt.	$\frac{0.395}{0.010}$	$\frac{0.400}{0.011}$	$\frac{0.389}{0.009}$ $\frac{0.400}{0.010}$ $\frac{0.384}{0.010}$ $\frac{0.395}{0.010}$ $\frac{0.392}{0.011}$ $\frac{0.384}{0.010}$ **)
Pellet Length mm	10, end pellets 6		
Dishing	None. Chamfered		
Dishing Depth mm			
Land Width mm			
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Welding	TIG		
Plenum Volume cc's	5.4	5.7	6.5 5.8 6.4 3.7 5.55 6.35
Gas pressure	All rods 0.1 MPa, except rod B7 = 0.3 MPa at room temperature		
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	10.54		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	28 pcd		
Spacers			
Fuel Length/Pin mm	448		
Plenum			
Shroud Material	None		
Shroud Int. Diam. mm			
No. Of Clusters	2		
<p>* Tot. Enr. Wt. = 3.139 kgUO<sub>2</sub></p> <p>**End Pellet = 0.081</p>			



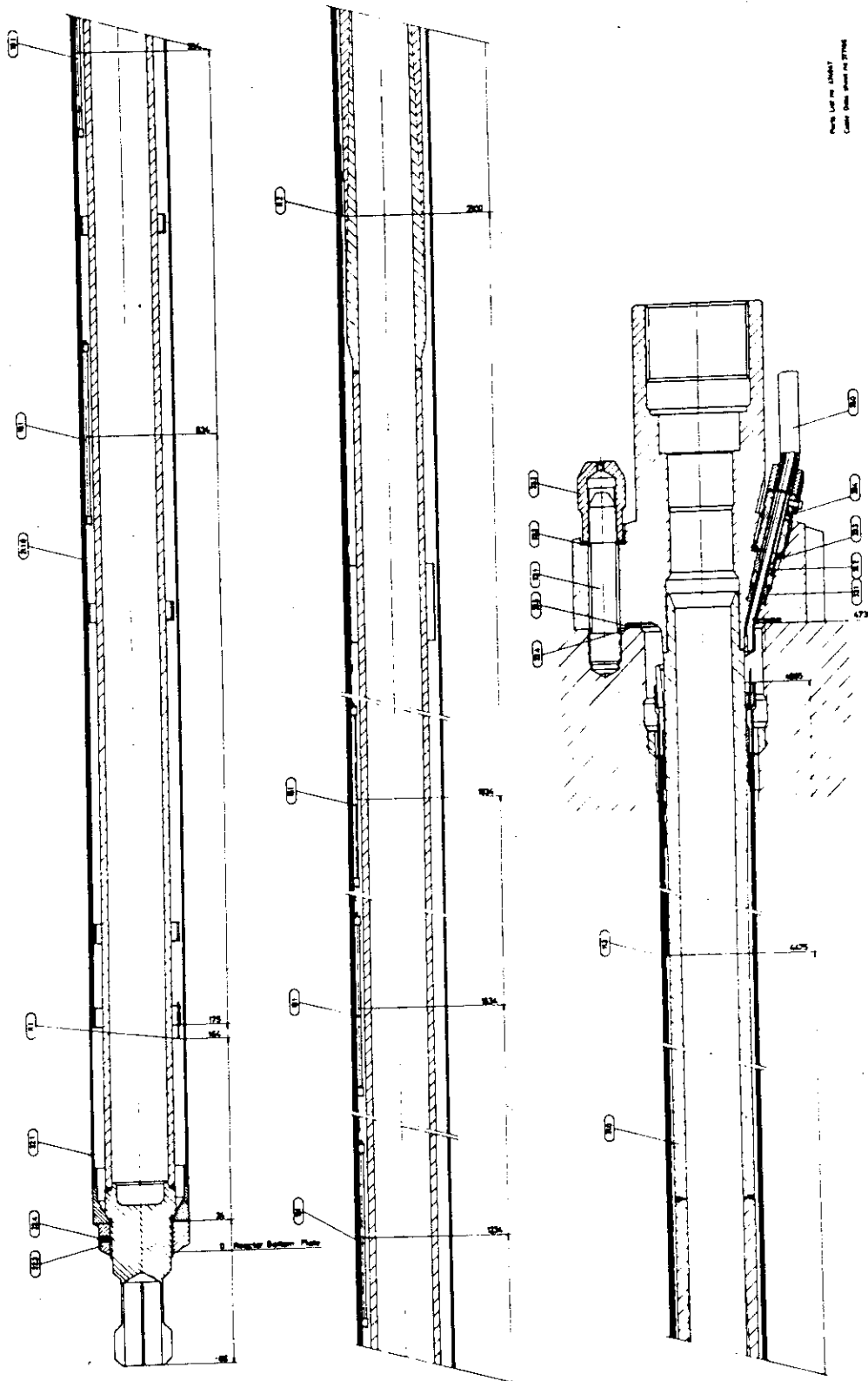


Fig. FA-3. ILS-350 (HP) high pressure flask for IFA-523 (BWR)

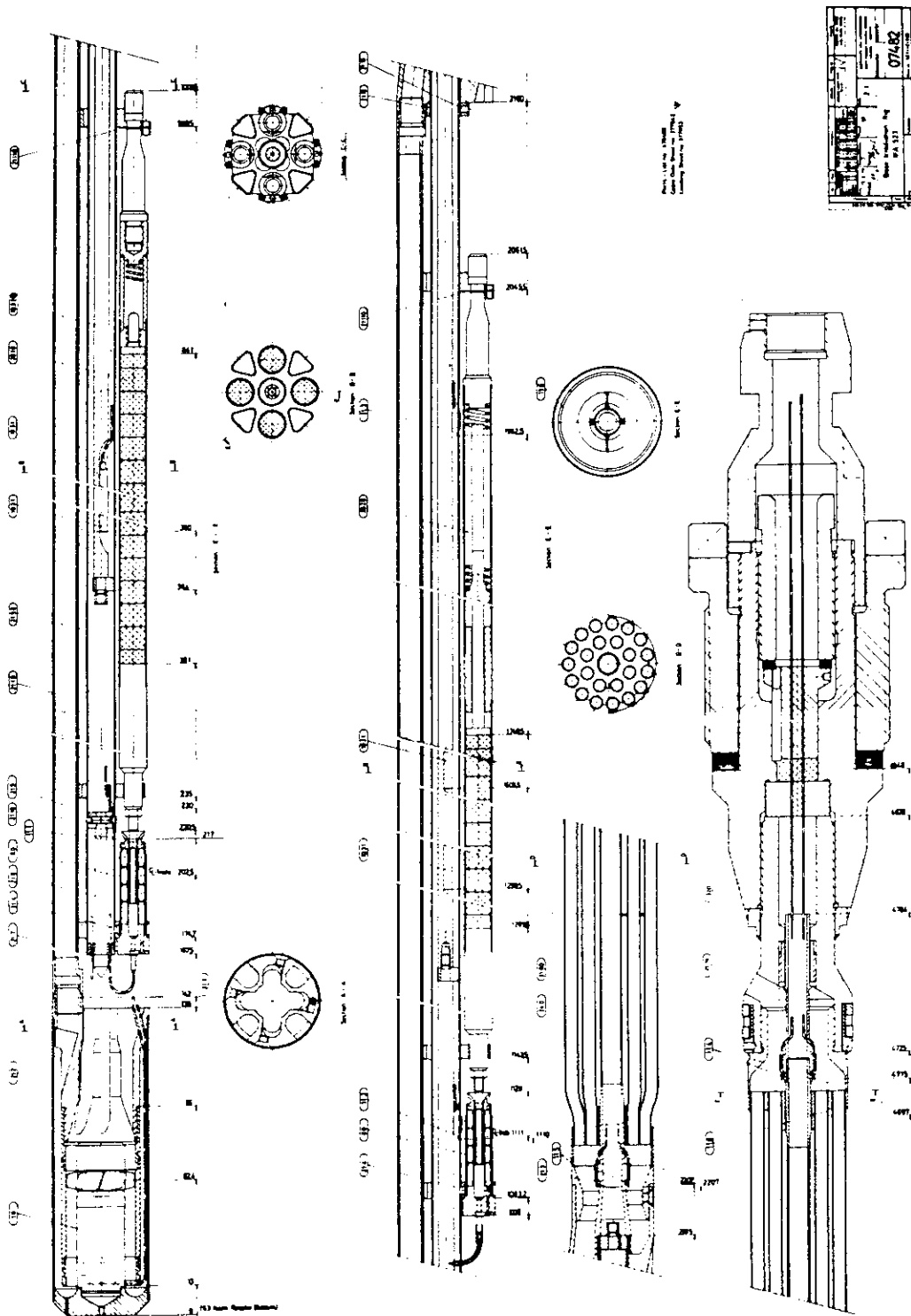


Fig. FA-2. IFA-523 (JAERI/HP) test assembly drawing

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		<b>DATA SHEET</b>		ISSUE NO. 1	PAGE. 1
		<b>IFA - 523.2</b>		SIGN: <i>HPW</i>	DATE: 22/6-81
Supplier: JAERI/HP					
<b>OPERATIONAL DATA</b>					
<b>OBJECTIVES</b>					
To investigate the thermal, mechanical and fission gas pressure behaviour of BWR type rods in a forced circulation loop under BWR pressure and temperature conditions. After base irradiation, the fuel rods will be ramped in a rig incorporating diameter measurements.					
<b>DESCRIPTION</b>					
DESCRIPTION		PREDICTED		ACTUAL	
Loading Date		6/81			
Unloading Date		/82			
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position		4-10			
Rel. Flux Position					
Channel Power kW		104			
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		30 <sup>1)</sup> 28 <sup>2)</sup>		33 kW/m limit rod avg.	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		36 35		1) lower cluster	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		94 91		2) upper cluster	
Peak $fkd\theta$ $\sim$ W/cm		24 23			
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>					
Max. Centre Temp. °C		1560			
Cooling Condition		Forced circulation loop 70 bars			
Inlet Velocity m/sec		> 1.0			
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm		4.23			
Flow area mm <sup>2</sup> upsteam		490			
Assembly Dwg.		07482		Parts List Dwg. 476400	
Cable Data Sheet		377643		Loading Sheet No. 2 380205	
Experim. Procedure		EP-1523			
<b>INSTRUMENTATION</b>					
4	Inl. coolant thermocouples	1	Inlet turbine	5	Cladding Extensometers
4	Inl. coolant thermocouples	12	Coolant Thermocouples	3	Cladding Ext./Failure Detect.
2	Out. coolant thermocouples	8	Differential Transformers		
11	Neutron detectors Va	1	Heat exchanger		
1	Neutron detector Co	3	Neutron detectors Va		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA - 523.2		SIGN: <i>Hew</i>	DATE: 22/6-81
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Rod Upper - Lower	BWR13	BWR9	BWR10 BWR11 - BWR4 BWR5 <sup>1)</sup> BWR6 <sup>1)</sup> BWR14 <sup>1)</sup>
Instrumentation	EC-5	EC-6	EC-7 EC-8 - EC-1 EC-2 EC-3 EC-4
Pos. No.	5	6	7 8 - 1 2 3 4
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (05% T.D.)		Enr. f.wt. = 3.136 kg UO <sub>2</sub>
Fuel Diameter mm	10.31 and 10.44		End pellet = 0.081
Enrichment	13 w/o U-235		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> + 5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Diam. Clearance mm	0.10	0.10	0.23 0.10 0.23 0.23 0.23 0.23 *)
Rod weight enr.	0.400	0.400	0.389 0.400 0.388 0.387 0.387 0.385
End pellet wt.	0.010	0.011	0.009 0.010 0.010 0.010 0.011 0.010 **)
Pellet Length mm	10, end pellets 6		
Dishing	None. Chamfered		
Sintering temp./time	1700°C for 3.5 hrs.		
Loading	New / Carried over from 513.1		← New rods →
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Welding	TIG		
Plenum Volume cc's	2.6	5.7	6.5 5.8 5.3 5.3 5.95 3.9
Gas pressure	All rods 0.1 MPa, except rod BWR14 = 0.3 MPa at room temperature		
Filler gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	10.54		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins / Cluster	4		
Pitch Distance mm	28 pcd		
Spacers			
Start - burn-up			
Fuel Length/Pin mm	448 ± 3		
Plenum			
Shroud Material	None		
Shroud Int. Diam. mm			
No. Of Clusters	2		
* Tot. Enr. Wt. = 3.136 kgUO <sub>2</sub> ** End Pellet = 0.081 1) Supplied by JAERI			

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE. 1		
IFA - 523.3		SIGN: <i>H. Dew</i>	DATE: 1983/06/27		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
Base irradiation of BWR rods in a pressure flask operated under forced circulation with BWR pressure and temperature conditions. After base irradiation, the fuel rods will be ramped in IFA-520.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	7/83				
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position	8-9				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	104				
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	30 <sup>1)</sup> 28 <sup>2)</sup>		33 kW/m limit rod avg.		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	36 35		1) lower cluster		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	94 91		2) upper cluster		
Peak /kd(°) W/cm	24 23				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>					
Max. Centre Temp. °C	< 1500				
Cooling Condition	Forced circulation loop 70 bars				
Inlet Velocity m/sec	> 1.0				
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	4.23				
Flow area mm <sup>2</sup>	490				
Assembly Dwg.	07482	Parts List Dwg.	476400		
Cable Data Sheet	377643	Loading Sheet No. 3	380855		
Experim. Procedure	EP-1523.3				
ILS-356		INSTRUMENTATION IFA			
4	Coolant thermocouples	2	Inlet thermocouples	5	Cladding Extensometers
10	Neutron detectors Va	2	Outlet thermocouples	3	Cladd. ext./Failure detectors
2	Neutron detector Co	6	Heat exchanger t/c's		
		1	Heat exchanger		
		2	Neutron detectors Va		
		8	Differential Transformers		

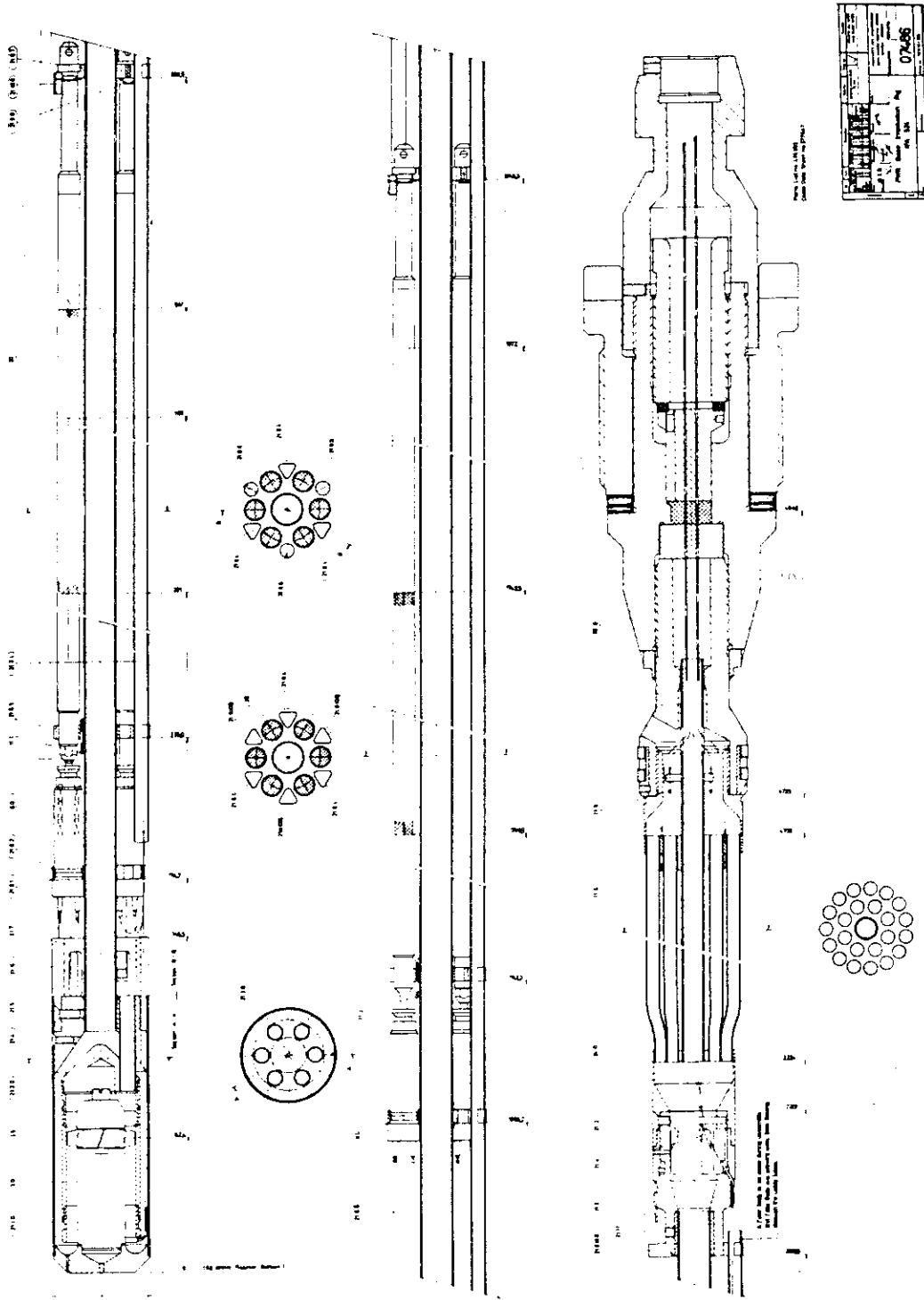
DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 2
IFA- 523.3		SIGN: <i>HZU</i>	DATE: 1983/06/27
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets		
Rod Upper - Lower	BWR13	BWR15	BWR16 BWR11 - BWR4 BWR5 BWR6 BWR17
Instrumentation			
Pos. No.	5	6	7 8 - 1 2 3 4
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% T.D.)		
Fuel Diameter mm	10.31 and 10.44		
Enrichment	13 w/o U-235		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> + 5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
Diam. Clearance mm	0.10	0.10	0.10 0.23 - 0.23 0.23 0.23 0.10
Rod weight enr. End pellet wt.	0.400 0.010	0.396 0.010	0.396 0.011 0.400 0.010 0.388 0.010 0.387 0.010 0.387 0.011 0.396 0.010**
Pellet Length mm	10, end pellets 6		
Dishing	None. Chamfered		
Sintering temp./time	1700°C for 3.5 hrs.		
Loading	523.2   ← New →   ← 523.2 →   New		
Cladding	Zr-2		
Cladding State	Fully annealed, autoclaved		
Welding	TIG		
Plenum Volume cc's	2.6	2.8	2.8 5.8 5.3 5.3 5.35 2.85
Gas pressure bars	1	3	3 1 - 1 1 1 3
Filler Gas	Helium		
Clad. Int. Diam. mm	10.54		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	4		
Pitch Distance mm	28 pcd		
Spacers			
Start - burn-up	7970	0	0 11470 - 8260 7890 7280 - 0 MWd/tUO <sub>2</sub>
Fuel Length/Pin mm	448 ± 3		
Plenum			
Shroud Material	None		
Shroud Int. Diam. mm			
No. Of Clusters	2		
<p>* Tot. Enr. Wt. = 3.150 kgUO<sub>2</sub></p> <p>** End Pellet = 0.082 kgUO<sub>2</sub></p>			



DATA SHEET							ISSUE NO. *	PAGE: 2
IFA - 524 (PWR)							SIGN: 柳 澤	DATE: 1980-01-17
TEST ASSEMBLY DATA (UPPER CLUSTER)								
DESCRIPTION	PWR 10	PWR 11	PWR 12	PWR 13	PWR 14	PWR 15		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet							
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)							
Fuel Weight kg	0.241	0.243	0.243	0.243	0.243	0.244		
End Pellet Wt. kg	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% TD)							
Fuel Diameter mm	8.19							
Enrichment w/o	13							
Pellet Form	Standard						Modified	
Diam. Clearance μm	170							
Centre Hole Diam. mm	1.8 only for thermocouple							
Pellet Length mm	13.5						9.83	
Pellet End Form	Dished						*dish with both end chamfer	
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)							
Land Width mm	1.1							
Cladding	Stress relieved Zr-4							
Cladding State	during ramp only							
	TF-7	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	
Instrumentation	PF-7	EC-8	EC-9	EC-10	EC-11	EC-12		
Welding	Standard TIG							
He Filler Gas Press. MPa	3.2	1.5		3.2		1.5		
Clad Out. Diam. mm	9.5							
Clad. Int. Diam. mm	8.36							
Clad. Thickness mm	0.57							
No. Pins /Cluster	6							
Pitch Distance mm	D = 55.5 mm, D/fuel rod = 9.25 mm							
Spacers	None							
Plenum Vol/Fuel Vol	21.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)							
Plenum ml	4.9							
Shroud Material	Zr-2							
Shroud Int. Diam. mm	71							
No. Of Clusters	2							
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12		
JAERI or HP	HP	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	
Burn-Up	high	high	high	high	high	high	high	
Ramp Rate	slow	slow	fast	fast	fast	fast		
* chamfer height; 0.3 mm, chamber width; 0.5 mm								



DATA SHEET		ISSUE NO: 1		PAGE: 3		
		SIGN: 柳澤		DATE: 1980-01-17		
IFA-524 (PWR)						
TEST ASSEMBLY DATA (LOWER CLUSTER)						
DESCRIPTION	PWR 1	PWR 2	PWR 3	PWR 7	PWR 8	PWR 9
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellets					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.241	0.247	0.2415	0.241	0.247	0.241
End Pellet Weight kg	0.007	0.0075	0.0075	0.007	0.0075	0.0075
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)			Total ut. 2.9155 kg + 0.087 kg		
Fuel Diameter mm	8.19	8.28	8.19	8.19	8.28	8.19
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	170	80	170	170	80	170
Centre hole diam. mm	1.8 only for thermocouple					
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
	Stress relieved Zr-4					
Cladding State						
Instrumentation	TF-1	TF-3	TF-5	TF-2	TF-4	TF-6
Instrumentation	PF-1	EC-3	PF-5	PF-2	PF-4	PF-6
Welding	Standard TIG					
He Filler Gas Pres. MPa	3.2	3.2	1.5	3.2	3.2	1.5
Clad Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins / Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 55.5 mm, D/fuel rod = 9.25 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	21.1	7.2	21.1	21.1	18.1	21.1
Fuel Length in Plenum mm	448 mm (active)					
Plenum ml	4.9	1.7	4.9	4.9	4.3	4.9
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	3	5	2	4	6
JAERI or HP	HP	HP	JAERI	HP	HP	JAERI
Burn-up	low	low	low	high	high	high
Ramp rate	fast	fast	fast	fast	fast	fast



Assembly drawing IFA-524 (JAERI/HP)



DATA SHEET						
					ISSUE NO. 1	PAGE: 2
					SIGN: H. Takahashi	DATE: 1981-06-30
IFA - 524.2 (PWR)						
TEST ASSEMBLY DATA (UPPER CLUSTER)						
DESCRIPTION	PWR17	PWR11	PWR12	PWR13	PWR14	PWR15
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.244	0.243	0.243	0.243	0.243	0.244
End Pellet Wt. kg	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% TD)			Total Wt. 1.460 kg + 0.047 kg		
Fuel Diameter mm	8.19					
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					Modified
Diam. Clearance $\mu$ m	170					
Centre Hole Diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					* dish with both end chamfer
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding	Stress relieved Zr-4					
Cladding State	during ramp only					
		(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)
Instrumentation	EC-7	EC-8	EC-9	EC-10	EC-11	EC-12
Welding	E.D.					
He Filter Gas Press. MPa	3.2	1.5	3.2	3.2	3.2	1.5
Clad Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.099	0.233	0.223	0.227	0.233	0.231
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum ml	2.4	5.65	5.4	5.5	5.65	5.60
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
JAERI. or HP	HP	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI
Burn-Up	high	high	high	high	high	high
Ramp Rate	slow	slow	fast	fast	fast	
* chamber height; 0.3 mm, chamber width; 0.5 mm						

DATA SHEET		ISSUE NO. 1		PAGE 3		
		SIGN. <i>H. Takahashi</i>		DATE: 1981-06-30		
<b>IFA- 524.2 (PWR)</b>						
<b>TEST ASSEMBLY DATA (LOWER CLUSTER)</b>						
DESCRIPTION	PWR6	PWR18	PWR4	PWR20	PWR19	PWR5
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellets					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.044	0.245	0.2435	0.243	0.250	0.243
End Pellet Weight kg	0.008	0.007	0.0075	0.007	0.007	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)			Total wt. 1.4685 kg + 0.0445 kg		
Fuel Diameter mm	8.19	8.19	8.19	8.19	8.29	8.19
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	170	170	170	170	80	170
Centre Hole diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
	Stress relieved Zr-4					
Cladding State						
Instrumentation						
Instrumentation	EC-1/FD	EC-3	PF-5	EC-2	EC-4	EC-6/FD
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press. MPa	1.5	1.5	0.4	1.5	3.2	3.2
Clad Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol.	0.161	0.095	0.169	0.099	0.069	0.169
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum m	3.9	2.3	4.1	2.4	1.7	4.1
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	3	5	2	4	6
JAERI or HP	JAERI	JAERI	HP	JAERI	HP	JAERI
Burn-Up	low	low	low	high	high	low
Ramp Rate	fast	fast	fast	fast	fast	fast

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1		
IFA - 524.3		SIGN: <i>T.M.</i>	DATE: 1982/08/09		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
To give base irradiation to rods under PWR conditions for further experiments in other rigs.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	6/82				
Unloading Date	10 20				
Turn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	10 20				
Reactor Position	2-7				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	121				
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	30		Requested		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	38				
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	1.282				
Peak $f/kd\theta$ W/cm	2.361				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.2				
Max. Centre Temp. °C	1740				
Cooling Condition	Forced circulat.		Light water 15 MPa press.		
Inlet Velocity m/sec	1.8				
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	6.08/5.31		Lower/upper		
Flow area mm <sup>2</sup>	876/654		Lower/upper		
Assembly Dwg.	07486	Parts List Dwg.	476393		
Cable Data Sheet	377647				
Experm. Procedure	EP-1524.3	Loading sheet 3rd loading	380424		
INSTRUMENTATION					
2	Inlet Thermocouples	1	Inlet Turbine	2	Combined F.P. press./fuel failure
2	Outlet Thermocouples	12	Differential Transformers	9	Cladding extensometers
8	Va Neutron Detectors	12	Coolant Thermocouples	1	Fis. gas. pressure transducers
		1	Heat exchanger	(5	Fis. gas. pressure transducers)
					for ramp experiment

DATA SHEET		ISSUE NO.	PAGE			
		1	2			
		SIGN.	DATE			
		T. M.	1982/08/09			
<b>IFA - 524.3 (PWR)</b>						
<b>TEST ASSEMBLY DATA (LOWER CLUSTER)</b>						
DESCRIPTION	Empty	Empty	Empty	PWR20	PWR6	PWR5
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellets					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% ID, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg				0.243	0.244	0.243
End Pellet Weight kg				0.007	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)			Total wt. 1.4685 kg + 0.0445 kg		
Fuel Diameter mm				8.19	8.19	8.19
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm				170	170	170
Centre Hole diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 0.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
	Stress relieved Zr-4					
Cladding State						
Instrumentation				EC-2	EC1/FD	EC-6/FD
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press. MPa				1.5	1.5	3.2
Clad Out, Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol.				0.099	0.161	0.169
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum ml				2.4	3.9	4.1
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	3	5	2	4	6
JAERI or HP				JAERI	HP	JAERI
Burn-UP				high	low	low
Ramp Rate				fast	fast	fast

DATA SHEET		ISSUE NO. 1		PAGE. 3		
		SIGN. <i>H. Takahashi</i>		DATE. 1981-06-30		
IFA - 524.3 (PWR)						
TEST ASSEMBLY DATA (UPPER CLUSTER)						
DESCRIPTION	PWR17	PWR11	PWR12	PWR13	PWR14	PWR15
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.244	0.243	0.243	0.243	0.243	0.244
End Pellet Wt. kg	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% TD)			Total Wt. 1.460 kg + 0.047 kg		
Fuel Diameter mm	8.19					
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					Modified
Diam. Clearance μm	170					
Centre Hole Diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					* dish with both end chamfer
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding	Stress relieved Zr-4					
Cladding State						during ramp only
		(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)
Instrumentation	EC-7	EC-8	EC-9	EC-10	EC-11	EC-12
Welding	E.D.					
He Filler Gas Press. MPa	3.2	1.5	3.2	3.2	3.2	1.5
Clad Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.96					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.099	0.233	0.223	0.227	0.233	0.231
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum ml	2.4	5.65	5.4	5.5	5.65	5.60
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
JAERI or HP	HP	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI
Burn-Up	high	high	high	high	high	high
Ramp Rate	slow	slow	fast	fast	fast	

\* chamber height; 0.3 mm, chamber width; 0.5 mm



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE. 1		
IFA - 524.4		SIGN. T.N.	DATE. 1982/09/05		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
To give base irradiation to rods under PWR conditions for further experiments in other rigs.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	8/82				
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position	2-7				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	161				
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	30		Requested		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	38				
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	1.282				
Peak $\beta$ kd $\theta$ W/cm	2.961				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.2				
Max. Centre Temp. °C	1740				
Cooling Condition	Forced circulat.		Light water 15 MPa press.		
Inlet Velocity m/sec	1.8				
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	5.46/5.31		Lower/upper		
Flow area mm <sup>2</sup>	664/654		Lower/upper		
Assembly Dwg.	07486	Parts List Dwg.	476398		
Cable Data Sheet	377647				
Experim. Procedure	EP-1524.4	Loading sheet 4th loading	380494		
INSTRUMENTATION					
2	Inlet Thermocouples	1	Inlet Turbine	2	Combined F.P. press./fuel failure
2	Outlet Thermocouples	12	Differential Transformers	9	Cladding extensometers
8	Va Neutron Detectors	12	Coolant Thermocouples	1	Fis. gas. pressure transducers
		1	Heat exchanger	(5	Fis. gas. pressure transducers)
					for ramp experiment

DATA SHEET						
					ISSUE NO. 1	PAGE 2
					SIGN: <i>ZN</i>	DATE: 1982/09/03
IFA-524.4 (PWR)						
TEST ASSEMBLY DATA (LOWER CLUSTER)						
DESCRIPTION	PWR 21	PWR 20	PWR 22	PWR 6	PWR 23	PWR 5
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellets					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% ID, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.245	0.243	0.244	0.244	0.251	0.243
End Pellet Weight kg	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)			Total wt. 1.4685 kg + 0.0445 kg		
Fuel Diameter mm	8.19	8.19	8.19	8.19	8.28	8.19
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	170	170	170	170	80	170
Centre Hole Diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding State	Stress relieved Zr-4					
Instrumentations	EC-1	EC-2	EC-3	EC-4/FD	EC-5	EC-6/FD
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press MPa	1.5	1.5	0.4	1.5	3.2	3.2
Clad. Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum vol./Fuel vol.	0.099		0.161		0.169	
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum ml	2.5	2.4	2.5	3.9	1.8	4.1
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	2	3	4	5	6
JAERI or HP	HP	JAERI	HP	HP	HP	JAERI
Burn-up	high		low		low	
Ramp Rate	fast		fast		fast	

DATA SHEET		ISSUE NO:	PAGE:			
		1	3			
		SIGN:	DATE:			
		T. Ni	1982/09/03			
IFA - 524.4 (PWR)						
TEST ASSEMBLY DATA (UPPER CLUSTER)						
DESCRIPTION	PWR17	PWR11	PWR12	PWR13	PWR14	PWR15
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	3 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 15 mm)					
Fuel Weight kg	0.244	0.243	0.243	0.243	0.243	0.244
End Pellet Wt. kg	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% TD)			Total Wt. 1.460 kg + 0.047 kg		
Fuel Diameter mm	8.19					
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					Modified
Diam. Clearance μm	170					
Centre Hole Diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					* dish with both end chamfer
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding	Stress relieved Zr-4					
Cladding State	during ramp only					
		(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)	(PF-)
Instrumentation	EC-7	EC-8	EC-9	EC-10	EC-11	EC-12
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press. MPa	3.2	1.5	3.2	3.2	3.2	1.5
Clad Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins / Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Plenum Vol/Fuel Vol	0.099	0.233	0.223	0.227	0.233	0.231
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum ml	2.4	5.65	5.4	5.5	5.65	5.60
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
JAERI or HP	HP	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI	JAERI
Burn-Up	high	high	high	high	high	high
Ramp Rate	slow	slow	fast	fast	fast	
* chamber height; 0.3 mm, chamber width; 0.5 mm						

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 1		
IFA - 524.5		SIGN. T. v. Sht	DATE, 1985/06/28		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
To give base irradiation to rods under PWR conditions for further experiments in other rigs.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	July -83				
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>					
Reactor Position	8-30				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	161				
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	30		Requested		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	38				
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	1.282				
Peak /kd(4) W/cm	2.361				
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	60.2				
Max. Centre Temp. °C	1740				
Cooling Condition	Forced circulat.		Light water 15 MPa press.		
Inlet Velocity m/sec	1.8				
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	5.46/5.31		Lower/upper		
Flow area mm <sup>2</sup>	664/654		Lower/upper		
Assembly Dwg.	07486	Parts List Dwg.	476393		
Cable Data Sheet	377647	Loading sheet 5th loading	380856		
Experim. Procedure	EP-1524.5				
ILS 933 INSTRUMENTATION					
2	Inlet Thermocouples	1	Inlet Turbine	2	Cladding extensometers
2	Outlet Thermocouples	2	Differential Transformers	2	Fis. gas. pressure transducers
8	Va Neutron Detectors	12	Coolant Thermocouples		for ramp experiment
		1	Heat exchanger	( 1	Fuel extensometer for ramp
				)	experiment)

DATA SHEET		ISSUE NO. 1		PAGE: 2		
		SIGN: TN: / P.L.		DATE: 1983/06/28		
IFA - 524.5 (PWR) lower						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	PWR 21	PWR 20	PWR 22	PWR 24	PWR 23	PWR 27
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellets					
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% ID, D = 8.19 mm, L = 7 mm)					
Fuel Weight kg	0.245	0.243	0.244	0.248	0.251	0.285
End Pellet Weight kg	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.0065
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)			Total wt. 1.4795 kg + 0.0415 kg		
Fuel Diameter mm	8.19	8.19	8.19	8.28	8.28	8.28
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					
Diam. Clearance μm	170	162	170	80	80	80
Centre Hole Diam. mm						
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding State	Stress relieved Zr-4					
Instrumentations	EC-1	EC-2	EC-3	EC-4	EC-5	EC-6
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press. MPa	1.5	1.5	0.4	3.2	3.2	3.2
Clad. Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub> at the start up in July	2250	9590	2310	0	2310	0
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum	2.5	2.4	2.5	2.1	1.8	2.1
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	1	2	3	4	5	6

DATA SHEET		ISSUE NO: I	PAGE: 3			
		SIGN: <i>T.N. / P.W.</i>	DATE: 1983/06/28			
IFA - 524.5 (PWR) upper						
TEST ASSEMBLY DATA						
DESCRIPTION	PWR 17	PWR 25	PWR 16	PWR 13	PWR 14	PWR 26
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet					
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in natural UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.19 mm, L = 7 mm)					
Fuel Weight kg	0.244	0.249	0.246	0.243	0.243	0.249
End Pellet Wt. kg	0.007	0.007	0.0075	0.008	0.006	
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95.0% TD)			Total wt. 1.474 kg + 0.0435 kg		
Fuel Diameter mm	8.19	8.28	8.28	8.19	8.19	8.28
Enrichment w/o	13					
Pellet Form	Standard					Modified
Diam. Clearance μm	173	80	86	176	176	80
Centre Hole Diam. mm	1.8 for TF					
Pellet Length mm	13.5					
Pellet End Form	Dished					* dish with both end chamfer
Dishing Depth mm	0.3 (dished diameter = 6.0 mm)					
Land Width mm	1.1					
Cladding	Stress relieved Zr-4					
Cladding State	during ramp only					
				(PF-)	(PF-)	
Instrumentation	EC-7	EC-8	EC-9	EC-10	EC-11	EC-12
Welding	E.B.					
He Filler Gas Press. MPa	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Clad. Out. Diam. mm	9.5					
Clad. Int. Diam. mm	8.36					
Clad. Thickness mm	0.57					
No. Pins /Cluster	6					
Pitch Distance mm	D = 28 mm					
Spacers	None					
Burn-up Mwd/100g at the start-up in July 83	8270	0	690	13200	13660	0
Fuel Length/Pin mm	448 mm (active)					
Plenum	2.4	2.1	1.7	5.5	5.65	2.05
Shroud Material	Zr-2					
Shroud Int. Diam. mm	71					
No. Of Clusters	2					
Rig Pos. No.	7	8	9	10	11	12
* chamfer height; 0.5 mm, chamfer width; 0.5 mm						



DATA SHEET		ISSUE NO: 1.	PAGE: 2.
IFA-525.1		SIGN: H. Takahashi	DATE: 1981-10-27
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-16		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.246		
End Pellet w/t kg	0.0075		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.28		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.080		
Centre Hole Dia. mm	1.8 only for thermocouple		
Pellet Length mm	13.5		
Dishing	both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	TF/EC		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 32 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.36		
Clad. Thickness mm	0.57		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	1.7		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		



INSTITUT FOR ATOMENERGI OECD Morden Reactor Project		<b>DATA SHEET</b>  <b>IFA - 525.2</b>		ISSUE NO: 1 SIGN: <i>T. Na</i>	PAGE: 1 DATE: 1982/07/02
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under PWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION                      PREDICTED                      ACTUAL                      REMARKS					
Loading Date		July 1982			
Unloading Date		July 1982			
Burn-Up MWD/tUO <sub>2</sub>		6330			
Reactor Position		2-1			
Rel. Flux Position					
Channel Power      kW		24.4		max. 25.4	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		500		max. 570	
Max. Lin. Heat Rating W/cm		530		600 (at peak)	
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		178		201	
Peak /kdθ      W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		92.8			
Max. Centre Temp. °C		1850		530 W/cm	
Cooling Condition		Forced circ.			
Inlet Velocity m/sec		1.6		min. 1.1	
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm		13.3			
Flow area mm <sup>2</sup>		337.4			
Assembly Dwg.		07496		Parts List Dwg.	
Cable Data Sheet		377880		Loading Sheet, 2nd Loading	
Experim. Procedure		EP-1525.2			
I.L.S 352 (Flask No. 3)                      INSTRUMENTATION					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Linear)
		7	Va Neutron Detectors	1	Position Indicator (Periodic)
		1	Co Neutron Detectors	1	Centreline Thermocouple
		2	Diameter Gauges	2	Differential Transformer

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 525.2		SIGN: <i>T. Na</i>	DATE: 1982/07/02
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR- 2		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
Fuel Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.247		
Fuel Pellet w/t kg	0.0075		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.28		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.080		
Centre Hole Dia. mm	1.8 only for thermocouple		
Pellet Length mm	13.52		
Dishing	both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 32 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.36		
Clad. Thickness mm	0.57		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	2.9		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA-525.3		SIGN. T. Na	DATE: 1982/07/07
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-3		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.2415		
End Pellet w/t kg	0.0075		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.19		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.175		
Centre Hole Dia. mm	1.8 only for thermocouple		
Pellet Length mm	13.61		
Dishing	both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	PF		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 15 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.365		
Clad. Thickness mm	0.579		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	4.95		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA-525.4		SIGN: T. N. J.	DATE: 1982/08/17
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-10		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.241		
End Pellet w/t kg	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.19		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.180		
Centre Hole Dia. mm	1.8 only for thermocouple		
Pellet Length mm	13.60		
Dishing	both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 32 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.370		
Clad. Thickness mm	0.571		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	5.05		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 1		
IFA-525.5		SIGN. T. Na	DATE 1983/06/03		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under PWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	June 1983				
Unloading Date	June 1983				
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	9900				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	24.4		max. 25.4		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500		max. 570		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	530		600 (at peak)		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	178		201		
Peak /kdθ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	92.8				
Max. Centre Temp. °C	2340		530 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.6		min. 1.1		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	13.3				
Flow area mm <sup>2</sup>	337.4				
Assembly Dwg.	07496	Parts List Dwg.	476663		
Cable Data Sheet	377880	Loading Sheet, 5th Loading	380835		
Experim. Procedure	EP-1525.5				
ILS 352 (Flask No. 3)		INSTRUMENTATION			
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Linear)
		7	Va Neutron Detectors	1	Position Indicator (Periodic)
		1	Co Neutron Detectors	1	Cladding Extensometers
		2	Diameter Gauges	1	Pressure Detector
		2	Differential Transformers		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 2
IFA-525.5		SIGN. T. Na	DATE, 1983/06/03
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-5		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.243		
End Pellet w/t kg	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.202		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Dished		
Diam. Clearance mm	0.175		
Centre Hole Dia. mm	1.8 only for thermocouple		
Pellet Length mm	13.60		
Dishing	both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC, FD		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 3.2 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.377		
Clad. Thickness mm	0.570		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	4.1		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 1		
IFA - 525.6		SIGN: J. Nakamura	DATE: 1983/06/22		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under PWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	June 1983				
Unloading Date	July 1983				
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	12910				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	24.4		max. 25.4		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500		max. 570		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	530		600 (at peak)		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	178				
Peak $(kdt)$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	92.8				
Max. Centre Temp. °C	2380		530 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.6		min. 1.1		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	13.3				
Flow area mm <sup>2</sup>	337.4				
Assembly Dwg.	07496	Parts List Dwg.	476663		
Cable Data Sheet	377880	Loading Sheet, 6th Loading	380836		
Experim. Procedure	EP-1525.6				
ILS 352 INSTRUMENTATION					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Linear)
		7	Va Neutron Detectors	1	Cladding Extensometer
		1	Co Neutron Detectors	1	Pressure Detector
		2	Diameter Gauges		
		2	Differential Transformers		

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA- 525.6		SIGN: <i>J. Nakamura</i>	DATE: 1983/06/22
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-11		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.243		
End Pellet w/t kg	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.19		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.181		
Pellet Length mm	13.60		
Dishing	Both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC, PF		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 15 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.371		
Clad. Thickness mm	0.570		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	5.65		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 1		
IFA - 525.7		SIGN: <i>y. Nakamura</i>	DATE: 1983/06/22		
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under PWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	July 1983				
Unloading Date	July 1983				
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>	9720				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	24.4		max. 25.4		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500		max. 570		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	530		600 (at peak)		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	178				
Peak $\int kd\theta$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	92.8				
Max. Centre Temp. °C	2380		530 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.6		min. 1.1		
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm	13.3				
Flow area mm <sup>2</sup>	337.4				
Assembly Dwg.	07496	Parts List Dwg.	476663		
Cable Data Sheet	377880	Loading Sheet, 7th Loading	380857		
Experim. Procedure	EP-1525.7				
INSTRUMENTATION					
ILS 352					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Linear)
		7	V <sub>a</sub> Neutron Detectors	1	Cladding Extensometer
		1	Co Neutron Detectors	1	Fuel Failure Detector
		2	Diameter Gauges		
		2	Differential Transformers		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA- 525.7		SIGN: <i>J. Nakamura</i>	DATE: 1983/06/23
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-6		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.244		
End Pellet w/t kg	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.198		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.179		
Pellet Length mm	13.60		
Dishing	Both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC, FD		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 15 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.377		
Clad. Thickness mm	0.570		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	3.9		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE 1		
		SIGN. <i>J. Nakamura</i>	DATE: 1983/06/22		
IFA - 525.8					
Supplier: JAERI/HP					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
1) to provide data on the rod dimension changes and fission gas release during power ramp operation under PWR pressure and temperature conditions.					
2) to utilize these measurements for fuel rod performance modelling.					
DESCRIPTION	PREDICTED	ACTUAL	REMARKS		
Loading Date	Aug. 1983				
Unloading Date	Aug. 1983				
Burn-Up MWd/1UO <sub>2</sub>	18700				
Reactor Position	2-1				
Rel. Flux Position					
Channel Power kW	24.4		max. 25.4		
Avg. Lin. Heat Rating W/cm	500		max. 570		
Max. Lin. Heat Rating W/cm	530		600 (at peak)		
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>	178				
Peak $\int kd\theta$ W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>	92.8				
Max. Centre Temp. °C	2380		530 W/cm		
Cooling Condition	Forced circ.				
Inlet Velocity m/sec	1.6		min. 1.1		
Inlet Throttling $v^2/2g$					
Hydraulic Diam. mm	13.3				
Flow area mm <sup>2</sup>	337.4				
Assembly Dwg.	07496	Parts List Dwg.	476663		
Cable Data Sheet	377880	Loading Sheet, 8th Loading	380837		
Experim. Procedure	EP-1525.8				
ILS 352 INSTRUMENTATION					
5	Thermocouples	1	Inlet Turbine	1	Eddy current
2	He-3 coils	10	Coolant Thermocouples	1	Position Indicator (Linear)
		7	Va Neutron Detectors	1	Differential Transformer
		1	Co Neutron Detectors	1	Cladding Extensometer
		2	Diameter Gauges	1	Pressure Detector
		2	Differential Transformers		

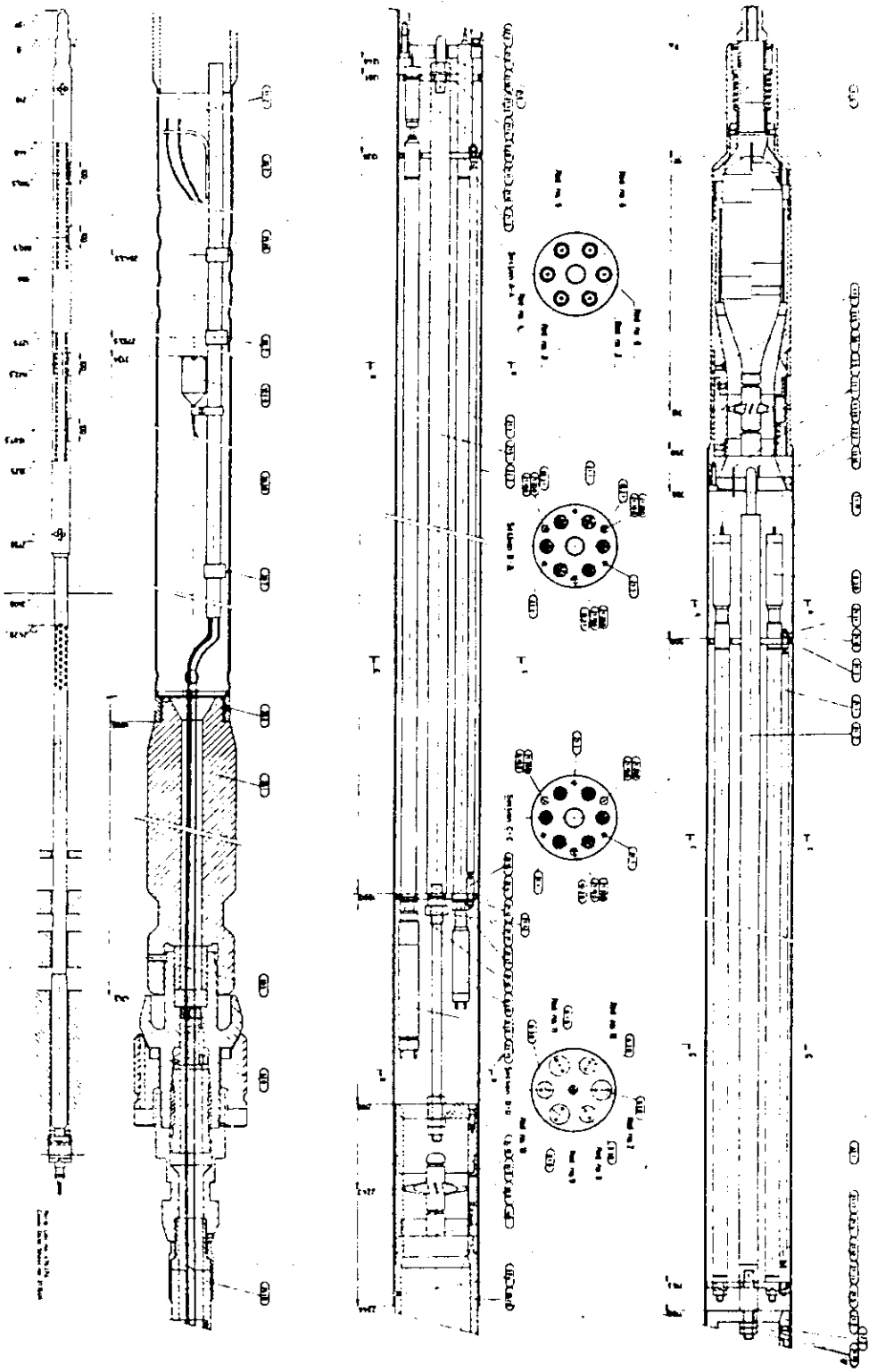
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 525.8		SIGN: <i>J. Nakamura</i>	DATE: 1983/06/22
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION	PWR-15		
Fuel Form	Sintered uranium dioxide pellet		
End Pellet	5 w/o Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in nat. UO <sub>2</sub> (flat, 95% TD, D = 8.28 mm, L = 6 mm)		
Fuel Weight kg	0.243		
End Pellet w/t kg	0.008		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.41 (95% TD)		
Fuel Diameter mm	8.19		
Enrichment	13%		
Pellet Form	Standard		
Diam. Clearance mm	0.181		
Pellet Length mm	13.60		
Dishing	Both side dishing		
Dishing Depth mm	0.3 (dishing diameter = 6.0 mm)		
Land Width mm	1.1		
Cladding	Zry-4		
Cladding State	Stress relieved		
Instrumentation	EC, PF		
Welding	E.B.		
Filler Gas	He 15 bar		
Clad. Int. Diam. mm	8.371		
Clad. Thickness mm	0.570		
No. Pins /Cluster	1		
Pitch Distance mm	-		
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	448 mm (Active) 460 (Total)		
Plenum (cm <sup>3</sup> )	5.60		
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	43		
No. Of Clusters	1		

INSTITUTT FOR ATOMENERGI OECD Halden Reactor Project.		DATA SHEET  IFA-529		ISSUE NO: 1	PAGE: 1
				SIGN: <i>Takahashi</i>	DATE: 28/5/80
Supplier: JAERI/PNC					
OPERATIONAL DATA					
OBJECTIVES					
To examine the fuel behaviour of BWR type fuel fabricated in PNC under reactor operation, especially the effects of pellet design on fuel, through in-core measurements of fuel stack length and cladding changes, plenum pressure and fuel center temperature.					
DESCRIPTION      PREDICTED      ACTUAL      REMARKS					
Loading Date		6/80			
Unloading Date					
Burn-Up MWd/tUO <sub>2</sub>		10 000			
Reactor Position					
Rel. Flux Position					
Channel Power    kW		280 <sup>x</sup> /260 <sup>xx</sup>		x high limit xx requested	
Avg. Lin. Heat Rating W/cm		424 <sup>x</sup> /394 <sup>xx</sup>			
Max. Lin. Heat Rating W/cm		594 <sup>x</sup>			
Peak Surf. Heat Flux W/cm <sup>2</sup>		164 <sup>x</sup>			
Peak (kdθ)    W/cm					
Peak Spec. Heat Rating W/gUO <sub>2</sub>		64.6 <sup>x</sup>			
Max. Centre Temp. °C		2 770 <sup>x</sup>			
Cooling Condition		Nat. circulation			
Inlet Velocity m/sec		0.4			
Inlet Throttling v <sup>2</sup> /2g					
Hydraulic Diam. mm		18.2			
Flow area mm <sup>2</sup>		2 838			
Assembly Dwg.		07484		Parts List Dwg.	
Cable Data Sheet		377 605		476 374	
Experim. Procedure		EP-1529			
INSTRUMENTATION					
1	Calibration valve	2	Fuel thermocouples	1	Failure detector
1	Inlet turbine	9	P.F. differential transformer		
1	Outlet turbine	2	Inlet coolant T/C		
4	Cladding extensometer <sup>(EC)</sup>	2	Outlet coolant T/C		
3	Fuel stack extensometer <sup>(EC)</sup>	6	Neutron detector (Va)		
(EC)					

DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 3
		SIGN: <i>Takahashi</i>	DATE: 28/5/80
IFA-529 (Upper cluster)			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> Sintered Pellet		
Rod No.	529-07	529-08	529-09 529-10 529-11 529-12
Fuel Weight kg	0.499	0.493	0.495 0.491 0.489 0.487
End Pellet weight kg	0.013	0.013	0.014 0.013 0.013 0.013
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.32 (94 % T.D)		
Fuel Diameter mm	10.61	10.61	10.55 10.56 10.48 10.47
Enrichment	Pu : 6.2 w/o Pu fiss, U : Nat. U		
Rig Pos. No.	7	8	9 10 11 12
Diam. Clearance mm	0.19	0.19	0.25 0.24 0.32 0.33
Pellet Length mm	10		
Dishing	none		
Dishing Depth mm			
Land Width mm			
Cladding	Zry-2		
Cladding State	See Page 2		
Welding	TIG		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	10.80		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	6		
Pitch Distance mm	48		
Spacers			
Instrumentation	EF1/EC1 PF7/TF1 EF2/EC2 PF8/EC3 EF3/EC4 PF9/TF2		
Fuel Length/Pin mm	547	548	548 549 551 549
Plenum	40		
Shroud Material	Zry-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		



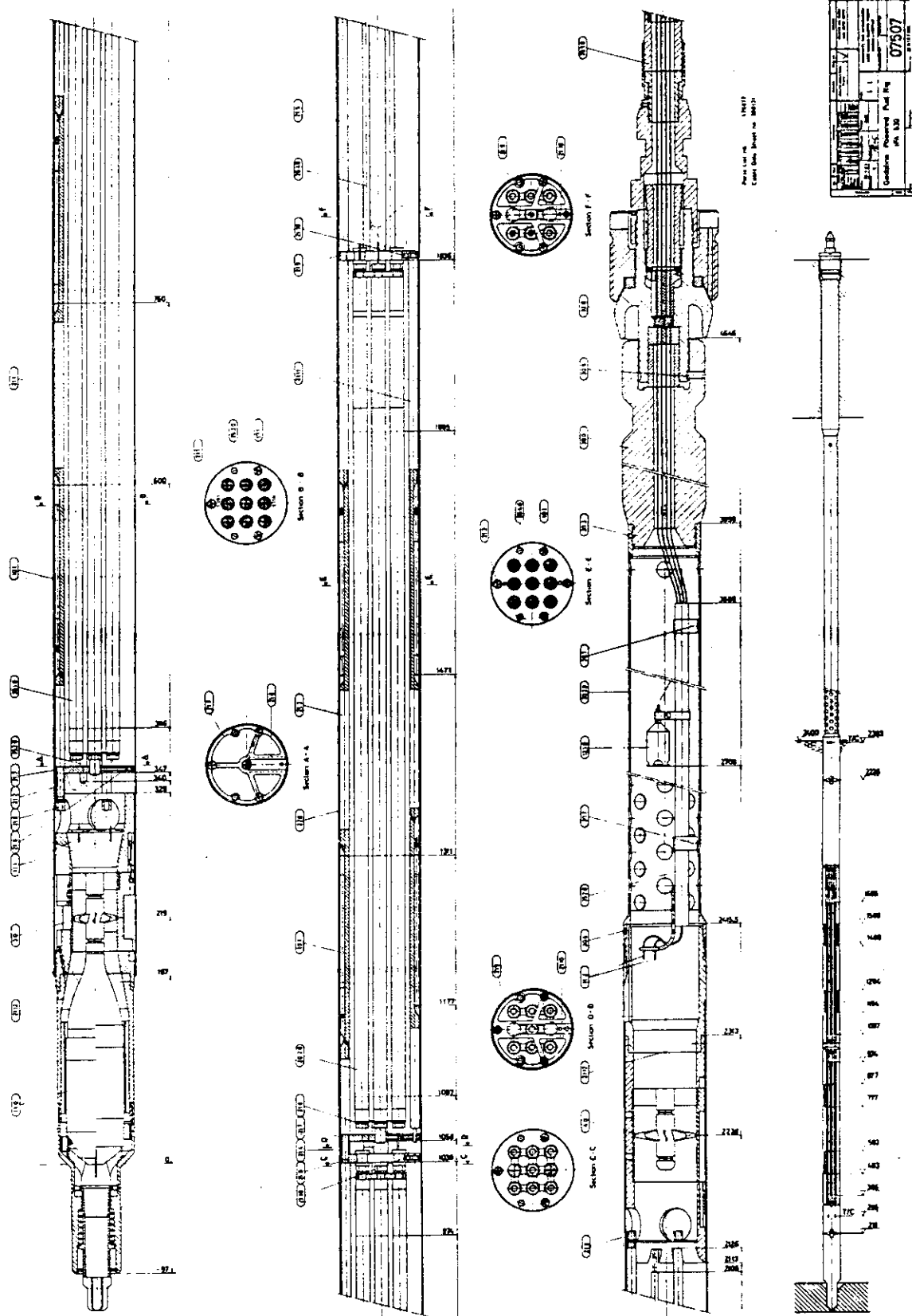
DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
IFA - 529 (Lower cluster)		SIGN: <i>Tobechu</i>	DATE: 28/5/80
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	PuO <sub>2</sub> - UO <sub>2</sub> Sintered Pellets		
Rod No.	529-01	529-02	529-03 529-04 529-05 529-06
Fuel Weight kg	0.504	0.489	0.488 0.498 0.496 0.487
END Pellet weight kg	0.013	0.014	0.013 0.013 0.013 0.013
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.32 (94 % T.D)		
Fuel Diameter mm	10.64	10.56	10.45 10.60 10.56 10.48
Enrichment	Pu : 6.20 w/o Pu fiss, U : Nat U		
Rig Pos. No.	1	2	3 4 5 6
Diam. Clearance mm	0.16	0.24	0.35 0.2 0.24 0.32
Pellet Length mm	10		
Dishing	none		
Dishing Depth mm			
Land Width mm			
Cladding	Zry-2		
Cladding State		Tensile Strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Yield Strength (kg/mm <sup>2</sup> ) Elongation (%)
	RT	55.3-55.8	37.2-38.0 33.4-34.0
	650°F	26.1-26.8	13.5-13.7 42.5-44.0
Welding	TIG		
Filler Gas	He		
Clad. Int. Diam. mm	10.80		
Clad. Thickness mm	0.86		
No. Pins /Cluster	6		
Pitch Distance mm	48		
Spacers			
Instrumentation	-/PF1	-/PF2	-/PF3 -/PF4 -/PF5 -/PF6
Fuel Length/Pin mm	548	548	552 547 551 547
Plenum	40		
Shroud Material	Zry-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		





DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 2
IFA - 530 (Lower cluster)		SIGN: T. Nakajima	DATE: 1981/08/19
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 1 - 8)		UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rod No., Lower Cluster	1	2	3 4 5 6 7 8 <sup>lower</sup> 17 <sup>upper</sup>
Fuel Weight kg	0.500	0.500	0.501 0.503 0.502 0.501 0.510 0.508 0.2465 0.4965
	0.011	0.011	0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40		10.21 10.11
Fuel Diameter mm	10.41	+0.01 -0.03	
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1		3.0 ± 0.1
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None		6 9
Diam. Clearance mm	0.240		
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5		
Dishing	One end		
Dishing Depth mm	0.5		
Land Width mm	0.43		
Cladding	Zircaloy-2		
Cladding State	Fully annealed		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end		
Instrumentation			
Welding	EB		
Filler Gas	He at atmospheric pressure		
Clad. Int. Diam. mm	10.65		
Clad. Thickness mm	0.80		
No. Pins /Cluster	9		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	588 (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		

DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE: 3	
		SIGN: <i>T. Nakajima</i>	DATE: 1981/08/19	
IFA - 530 (Upper cluster)				
TEST ASSEMBLY DATA				
DESCRIPTION				
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 19 - 26)			UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rod No., Upper Cluster	19	20	21	22
Fuel Weight kg	0.502	0.506	0.504	0.503
End Pellet Weight kg	0.011	0.011	0.011	0.011
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40			
Fuel Diameter mm	10.41	+0.01	-0.03	
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1			
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None			
Diam. Clearance mm	0.240			
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5			
Dishing	One end			
Dishing Depth mm	0.5			
Land Width mm	0.43			
Cladding	Zircaloy-2			
Cladding State	Fully annealed			
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end			
Instrumentation			TF1	TF2
Welding	EB			TF3
Filler Gas	He at atmospheric pressure			
Clad. Int. Diam. mm	10.65			
Clad. Thickness mm	0.80			
No. Pins /Cluster	9			
Pitch Distance mm				
Spacers	None			
Fuel Length/Pin mm	588 (active)			
Plenum				
Shroud Material	Zr-2			
Shroud Int. Diam. mm	71			
No. Of Clusters	2			



IFA-530 (JAERI/Toshiba) Test Assembly Drawing



DATA SHEET		ISSUE NO. 1	PAGE. 2
		SIGN. <i>Z. N.</i>	DATE, 1982/05/28
<b>IFA- 550.2 (Lower cluster).</b>			
<b>TEST ASSEMBLY DATA</b>			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 1 - 8)		UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rod No., Lower Cluster	9	10	11 12 13 14 15 16
Fuel Weight kg	0.509	0.5095	0.508 0.507 0.5055 0.505 0.508 0.509
End Pellet Weight kg	0.011	0.011	0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40		10.21 10.11
Fuel Diameter mm	10.41	+0.01 -0.03	
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1		3.0 ± 0.1
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None		6 9
Diam. Clearance mm	0.240		
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5		
Dishing	One end		
Dishing Depth mm	0.5		
Land Width mm	0.43		
Cladding	Zircaloy-2		
Cladding State	Fully annealed		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end		
Instrumentation			
Welding	EB		
Filler Gas	He at atmospheric pressure		
Clad. Int. Diam. mm	10.65		
Clad. Thickness mm	0.80		
No. Pins /Cluster	9		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	588 (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		



DATA SHEET										ISSUE NO. 1	PAGE. 3
										SIGN: T. N.	DATE: 1982/05/28
IFA - 550.2 (Upper cluster)											
TEST ASSEMBLY DATA											
DESCRIPTION											
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 19 - 26)									UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Rod No., Upper Cluster	19	20	21	22	23	24	25	26	lower	27	upper
Fuel Weight kg	0.502	0.506	0.504	0.503	0.505	0.503	0.506	0.5055	0.2445	0.248	0.4925
End Pellet Weight kg	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011		
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40								10.11	10.21	
Fuel Diameter mm	10.41 <sup>+0.01</sup> -0.03										
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1								3 ± 0.1		
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None								9	6	
Diam. Clearance mm	0.240										
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5										
Dishing	One end										
Dishing Depth mm	0.5										
Land Width mm	0.43										
Cladding	Zircaloy-2										
Cladding State	Fully annealed										
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end										
Instrumentation							TF1	TF2	TF3		
Welding	EB										
Filler Gas	He at atmospheric pressure										
Clad. Int. Diam. mm	10.65										
Clad. Thickness mm	0.80										
No. Pins / Cluster	9										
Pitch Distance mm											
Spacers	None										
Fuel Length/Pin mm	588 (active)										
Plenum											
Shroud Material	Zr-2										
Shroud Int. Diam. mm	71										
No. Of Clusters	2										



DATA SHEET		ISSUE NO: 1	PAGE: 2
		SIGN: <i>K. Ka</i>	DATE: 1983/04/12
IFA - 530.2 (Lower cluster)			
TEST ASSEMBLY DATA			
DESCRIPTION			
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 1 - 8)		UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rod No., Lower Cluster	9	10 11 12 13 14 15 16	18 upper 0.245 0.250
Fuel Weight kg	0.509	0.5095 0.508 0.507 0.5055 0.505 0.508 0.509	0.495
End Pellet Weight kg	0.011	0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011 0.011	0.011
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40		10.21 10.11
Fuel Diameter mm	10.41	+0.01 -0.03	
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1		3.0 ± 0.1
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None		6 9
Diam. Clearance mm	0.240		
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5		
Dishing	One end		
Dishing Depth mm	0.5		
Land Width mm	0.43		
Cladding	Zircaloy-2		
Cladding State	Fully annealed		
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end		
Instrumentation			
Welding	EB		
Filter Gas	He at atmospheric pressure		
Clad. Int. Diam. mm	10.65		
Clad. Thickness mm	0.80		
No. Pins /Cluster	9		
Pitch Distance mm			
Spacers	None		
Fuel Length/Pin mm	588 (active)		
Plenum			
Shroud Material	Zr-2		
Shroud Int. Diam. mm	71		
No. Of Clusters	2		

DATA SHEET										ISSUE NO. 1	PAGE 3
										SIGN. <i>K. Ma</i>	DATE: 1983/04/12
IFA - 530.2 (Upper cluster)											
TEST ASSEMBLY DATA											
DESCRIPTION											
Fuel Form	Sintered UO <sub>2</sub> pellets (Rod No. 19 - 26)										UO <sub>2</sub> + Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Rod No., Upper Cluster	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Fuel Weight kg	0.502	0.506	0.504	0.503	0.505	0.503	0.506	0.5055	0.2445	0.248	0.4925
End Pellet Weight kg	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Fuel Density g/cm <sup>3</sup>	10.40								10.11	10.21	
Fuel Diameter mm	10.41 <sup>+0.01</sup> -0.03										
Enrichment w/o	4.0 ± 0.1								3 ± 0.1		
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Content w/o	None								9	6	
Diam. Clearance mm	0.240										
Pellet Length mm	10.0 ± 0.5										
Dishing	One end										
Dishing Depth mm	0.5										
Land Width mm	0.43										
Cladding	Zircaloy-2										
Cladding State	Fully annealed										
End Pellets	Nat. UO <sub>2</sub> , one pellet each end										
Instrumentation							TF 1	TF 2	TF 3		
Welding	EB										
Filler Gas	He at atmospheric pressure										
Clad. Int. Diam. mm	10.65										
Clad. Thickness mm	0.80										
No. Pins / Cluster	9										
Pitch Distance mm											
Spacers	None										
Fuel Length/Pin mm	588 (active)										
Plenum											
Shroud Material	Zr-2										
Shroud Int. Diam. mm	71										
No. Of Clusters	2										

Ⅳ 第35回(昭 55, 5)～第40回(昭 58, 7)ハルデン共同研究合同  
運営委員会議事録

第35回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議事録

1. 日 時 : 昭和55年5月7日(水) 13:30~14:45
2. 場 所 : 原研本部第1会議室
3. 出席者 : (順不同, 敬称略)  
森島委員長, 鳥飼, 野村, 市川, 射手矢, 赤井, 黒羽根, 木下, 内田,  
中島(以上原研)  
湯本(動燃), 八木(動燃), 本間(MAPI), 萩野(三菱金),  
安田(日立), 島津(三菱重工), 鈴木(三菱重工), 野呂(東芝)

4. 配布資料

- No.35-1 第34回ハルデン共同研究合同運営委員会議事録
- 35-2-1 第63回ハルデン計画会議概要
- 35-2-2 第64回 ”
- 35-2-3 第65回 ”
- 35-2-4 ハルデン照射後試験試験技術に関するワークショップ出席報告
- 35-2-5 出版リスト 1979-1980
- 35-3 ハルデン共同研究合同運営委員会 昭和54年度収支計算書

5. 議 事

- (1) 第34回議事録確認(委員長)  
資料No.35-1の通り確認された。
- (2) 第63回ハルデン計画会議報告(市川)  
資料No.35-2-1により報告された。
- (3) 第64回ハルデン計画会議報告(市川)  
資料No.35-2-2により報告された。
- (4) 第65回ハルデン計画会議報告(市川)  
資料No.35-2-3により報告された。

- (5) ハルデン照射後試験技術に関するワークショップ出席報告（市川）  
資料No.35-2-4により報告された。
- (6) ハルデンHBWRにおける国産燃料照射試験進捗報告
- 1) 原研（内田）
    - ・ IFA-508. 3で燃料棒の1つが破損したことが確認された。それに関し、かなり大きな変形を起こした模様である等の説明があった。
    - ・ IFA-523, 524のベース照射が3月から開始された。
  - 2) 動燃（湯本）
    - ・ IFA-514で上下のタービンフロメーターがストップした。
    - ・ IFA-529は3月に燃料ピンの輸送を行い、4月中旬にハルデンに到着した。
    - ・ まもなく集合体の組立てが始まる。
    - ・ 計装はIFA-514と同じものである。
  - 3) 日立／東芝（野呂）
    - ・ IFA-502の照射がすべて完了した。
    - ・ IFA-501（ベース照射リグ）の照射が昨年からの1が開始された。
    - ・ IFA-519（直径測定リグ）で、その1の照射が終了した。
    - ・ IFA-501, 519のその2を計画中である。
    - ・ IFA-501のピンでは、PIEを検討中である。
    - ・ IFA-519では、ペレット形状の異なるものが入っており、ridgingのデータで有益なものが得られている。
  - 4) 三菱重工（島津）
    - ・ IFA-510(I), (II), (III)のPIEは今年の3月にすべて終了した。
    - ・ PIE-3の結果からみると、被覆管の酸化が多少認められた。
- (7) 共同運営委員会運営に関する件（射手矢）
- ・ 資料No.35-3により、昭和54年度収支計算書が承認された。
  - ・ 55年度分担金は、NFD（日本核燃料開発株式会社）を加え9社で1,800,000円（200千円×9社）とする。原産の方から請求書を各社宛郵送するので、年内支払いのこととする。
- (8) その他
- ・ 中島よりメモによりFEMAXI-IIIによる照射実験との照合結果が報告された。

第36回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議事録

1. 日 時 : 昭和56年3月11日(水) 13:30~17:00
2. 場 所 : 原研・本部・第3会議室
3. 出席者 : (順不同, 敬称略)  
森島, 能澤, 下川, 市川, 射手矢, 柳澤, 菊地, 宮川, 横須賀, 早坂  
(以上原研), 野呂(東芝), 牧(日立), 岩野(NFD), 湯本  
(動燃団), 上野(原燃工), 大野(電中研), 高田(MAPI), 萩  
野(三菱金属), 鈴木(三菱重工)

4. 配布資料

- No.36-1 第35回ハルデン共同研究合同運営委員会議事録
- 36-2 第33, 34回ハルデン運営会議報告
- 36-3 第66~68回ハルデン計画会議報告
- 36-4 HBW 高燃焼度燃料棒利用に関するワークショップ
- 36-5 HBWRにおける原研・燃料体照射の進捗状況報告
- 36-6 ハルデンプロジェクト派遣報告
- 36-7 昭和56年度収支予算書(予定)

5. 議 事

5.1 委員長の交替

議事に先立ち, 委員長であった森島原研企画室長から, 原研・市川達生燃料安全第1研究室長に委員長を交替したい旨申し出があり, 承認された。

5.2 第35回ハルデン共研議事録の確認(市川委員長)

配布資料No.36-1の通り確認された。

5.3 第33回, 34回ハルデン運営会議報告(市川委員長)

配布資料No.36-2の通り報告された。

5.4 第66回, 67回, 68回ハルデン計画会議報告(市川委員長)

配布資料No.36-3の通り報告された。



5.5 HBWR 高燃焼度燃料棒の利用に関するワークショップ報告（市川委員長）  
配布資料No.36-4の通り報告された。

5.6 HBWR 照射進捗状況報告

5.6.1 原研（柳澤）

配布資料No.36-5の通り報告された。

5.6.2 動燃団（湯本）

IFA-514とIFA-529の照射が現在進行中です。

IFA-514は昭和54年6月から照射開始で、昭和55年10月現在で6GWd/tMに到達しています。長尺1.5m6本棒で計装はEC、EFおよびPFです。

一方、IFA-529は昭和55年7月から照射開始で、昭和55年10月現在で1.5GWd/tMに到達しています。IFA-514と同じく混合酸化物で、短尺棒12本より成っています。計装類もIFA-514と同じです。

5.6.3 日立・東芝（岩野<NFD>）

IFA-502は照射が完了致しました。結果は春の原子力学会にて発表の予定です。負荷追従実験リグIFA-501及びIFA-519は現在第3次の装荷になっています。

IFA-519の第1装荷の照射後試験が完了し、現在第2次装荷分についての照射後試験が進行中です。

高濃度ガドリニア入り燃料の実験、IFA-530は契約締結段階にあります。

5.6.4 三菱重工（高田<MAPI>）

今回は特に報告する事はございません。

5.7 ハルデン派遣者報告（柳澤）

配布資料No.36-6により報告された。

5.8 昭和56年度収支予算書（案）（射手矢安工事務長）

配布資料No.36-7により報告された。

5.9 IWGFPT 専門家会議日本開催に関する件（市川委員長）

日本代表には、三島先生がなられております。専門家会議は昨年がデンマークのリソ、今年ベルギーのモルで、それぞれPCI、高燃焼度に関するテーマで開催されました。

今秋・東京で実用燃料試験集合体についての専門家会議を東京、プレスセンターで開催の予定です。日本からは、3セッションに対してそれぞれ2つずつの論文が発表の予定です。つまり

I, SITE INSPECTION EXPERIENCE には

- < PWR FUELのサイト検査
- < ATR関係の POOL SIDE INSPECTION

II, HOT CELL EXAMINATION EXPERIENCE には

- < つるが炉燃料の PIE (原電/JAERI)
- < PWR・BWR モニタリングプログラム (大洗・工学試験センター)

III, SPECIAL PIE TECHNIQUE には

- < NFD ホットラボの概要と PIE 技術
- < JAERI 大型ホットラボの概容と PIE 技術

の計 6 論文です。

第37回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議 事 録

1. 日 時 : 昭和56年7月15日(水) 13:30~17:00

2. 場 所 : 明宏ビル4階NFD会議室・NFD東京本社

3. 出席者 : (順不同, 敬称略)

桂木, 下川, 市川, 菊地, 柳澤, 横須賀, 早坂, 金田(以上原研),  
村田, 岩野(NFD), 野呂, 松本(東芝), 梅原(日立), 湯本,  
横内(動燃団), 鈴木(三菱重工), 本間(MAPI), 萩野(三菱金属),  
田中(電中研), 上野(原燃工) - 20名 -

4. 配布資料

- No. 37-1 第36回ハルデン共同研究合同運営委員会議事録  
37-2 第35回ハルデン運営会議および1982-84ハルデン計画加盟者会議報告  
37-3 第69-70回ハルデン計画会議報告  
37-4 ハルデン拡大計画会議報告  
37-5 " PCMI as a function of power ramp conditions " (論文)  
37-6 " Thermal and mechanical behaviours of Plutonium-Uranium  
mixed oxide fuel " (論文)  
37-7 " Influence of base irradiation of 17000 MWd/tU on cladding  
diametral deformation during power increase " (論文)  
37-8 " 炉内被覆管直径測定によるペレット-被覆管機械的相互作用: ペレットの  
粒径の効果 " (1981秋の学会・予稿)  
37-9 OECDハルデンプロジェクト: 1980年研究活動報告書(年報)~HP575  
の翻訳. JAERI-memo 9580  
37-10 ハルデン共研: 昭和55年度収支計算書

5. 議 事

5.1 第36回ハルデン共研議事録の確認(市川委員長)

配布資料No. 37-1のとおり確認された。

5.2 第35回ハルデン運営会議及び1982-1984ハルデン計画加盟者会議報告(市川委員長)

第35回ハルデン運営会議については, 議事録関係, 技術進捗, 運営・財政に関して,  
また1982-1984ハルデン計画加盟者会議については, 各国の現状・準加盟者, 新加盟

者の可能性等に関して、資料37-2に沿って説明・報告がなされた。

### 5.3 第69-70回ハルデン計画会議報告（市川委員長）

議事録関係、運営・財政、技術進捗、ワークショップ報告等の項目に関する事項の他、プロジェクトの組織、HP-581より引用した1980-1981実験計画等が、資料37-3を用いて報告された。

TMI事故で放出されたヨウ素形態についてのJohnston発言、及びNUREG報告書に関する質疑応答があった。

### 5.4 ハルデン拡大会議報告

(1) ハルデン拡大計画会議報告（総説）が市川委員長より、資料37-4を用いて成された。日本からは13名の参加でドイツに次いで2位であった事、セッション4での燃料ふるまいモデル比較のために設けられた「ラウンド・ロビン」に於て、参加した6種類のコードの中で抜群の性能であった事、等が報告された。

熱電対の照射劣化、及びラウンド・ロビンに関する幾つかの質疑応答があった。

(2) IFA-514, 529混合酸化燃料に関する・拡大会議提出論文が、動燃団（横内氏）により資料37-6を用いて報告された。

プルトニウムの粉に関する事、モルでの実験で $UO_2$ ペレットが $PuO_2$ ペレット棒に較べリッジを大きく出した事との関連に関する事、ATRでの $PuO_2-UO_2$ 燃料の使用経験に関する事、等の質疑応答が成された。

(3) IFA-502直径測定リグに関する拡大会議提出論文が日立・東芝（東芝・松本氏）により、資料37-5を用いて報告された。

Slow rampの意義、波打ち変形と被覆管の製造工程の関係、中実・中空ペレットのPCMI低減効果等に関する質疑応答が成された。

(4) IFA-508実験、出力上昇の効果に関する拡大会議提出論文が、原研（市川委員長）により資料37-7を用いて報告された。

### 5.5 HBWRにおける国産燃料体照射の進捗状況報告

#### (1) 動燃団（湯本氏）

IFAs-514と529が照射継続中です。到達燃焼度は現在下記の通りとなっています。

	IFA-514	529
集合体	6.8 GWd/tM	2.1 GWd/tM
ペレット最高	8.0 "	2.7 "

次の計画としては、ATR燃料の負荷追従実験を考えています。57年度予算は都合で見送り、58年度予算で要求する事を検討中です。プロジェクトに技術上の可能性等について打診しました。

(2) 日立・東芝（野呂氏）

502はPIEが完了しました。501, 519は第3次装荷が5月末に完了し、6月中旬から第4次に入っています。

519.2のPIEは完了、519.3は9月からPIEに入る予定です。

高濃度ガドリニア入燃料の照射実験 IFA-530は、燃料の製造が完了しました。照射開始は12月以降と考えられます。

(3) 原研（柳澤氏）

IFA-523（BWRモード）、IFA-524（PWRモード）は約5 GWd/tU（集合体平均）に燃焼度が達しました。Haldenからの連絡によれば、IFA-524に装荷した燃料棒12本のうち、下部クラスター6本全部及び上部クラスター1本の棒（全部中心熱電対が計装としてついている棒）が破損の疑いから除荷されました。除荷した棒と同一製造仕様を持つ棒を作り直して6月に装荷したとの事ですが、詳しい情報が未だ入っていません。

IFA-508のPIEは、今年末になる予定です。

6. その他

6.1 ハルデン共研昭和55年度収支計算書（原研・横須賀氏）

資料37-10に沿って説明があり、承認が成された。

6.2 IFA-508実験結果・1981年秋の学会予稿（原研・柳澤）

資料37-8を用いて、結晶粒度の違うペレットのPCMI効果について簡単な説明がなされた。

6.3 OECDハルデンプロジェクト：1980年研究活動報告書（年報：ドラフト）

－HP 575の翻訳（原研・柳澤）

第Ⅹ期ハルデンの第2年次（1980年）の年間活動報告として出された、HP-575の日本語版を作成し資料37-9とした。これを使用して1980年におけるプロジェクトの活動が簡単に説明された。

第38回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議 事 録

1. 日 時 : 昭和57年3月19日(金) 13:30~17:00

2. 場 所 : 原研・東海研安全工学部21会議室

3. 出席者 : (順不同, 敬称略)

松本(東芝), 浅野(日立), 野呂(NFD), 横内(動燃),  
萩野(三菱金属), 鈴木(三菱重工), 本間(MAPI), 八田(電中研)  
上野(原燃工), 中村(熙), 桂木, 市川, 射手矢, 尾熊, 角田, 菊地,  
柳澤, 泉, 中村, 高橋(原研)

4. 配布資料

- No.38-1 第37回ハルデン共同研究合同運営委員会 議事録  
38-2 第36回ハルデン運営会議, 報告書  
38-3 第71-73回ハルデン計画会議報告書  
38-4 Quarterly Status Report (Oct-Dec. 1981) HP-607  
38-5 HBWRにおける国産燃料体照射の進捗状況報告(原研)  
38-6 (取消し)  
38-7 ハルデン派遣者報告(原研・高橋)  
38-8 ハルデン研修者報告(原研・角田)  
38-9 "燃料棒の直径変形に及ぼす燃焼度の効果(学会・予稿)"  
38-10 "軽水炉燃料の熱的ふるまいとFEMAXIによる計算(学会・予稿)"  
38-11 "高性能燃料のハルデン照射試験(学会・予稿)"  
38-12 昭和57年度収支予算書(予定)

5. 議 事

5.1 第37回ハルデン共研議事録の確認  
配布資料38-1のとおり確認された。

5.2 第36回ハルデン運営会議報告(市川)  
資料38-2に沿って説明がなされた。

## 5.3 第71-73回ハルデン計画会議報告(市川)

主として第73回ハルデン計画会議の報告書に基づいて説明がなされた。燃料研究に関する技術進捗報告では、配布資料38-4を併用して、プロジェクトの最近の成果-IFA-522.1(炉内ギャップメーターリグ)及びIFA-413(プリクラック付燃料のランプ試験)-について報告があった。その他、HBWR炉の改造、燃料モデリングワークショップに関するプロジェクト側案の紹介があった。

## 5.4 HBWRにおける国産燃料体照射の進捗状況報告

## 5.4.1 日立/東芝(野呂)

IFA-501(ベースリグ)は、6回の予定照射サイクル中、2月までに4サイクルが終了した。3月からは第5照射サイクルに入る。56年10月現在の最高到達燃焼度は集合体で12 GWd/t UO<sub>2</sub>である。

IFA-519(負荷追従、直径リグ)は、7回の予定照射サイクル中、2月までに4サイクルが終了した。3月からは第5照射サイクルに入る。

IFA-530(高濃度ガドリニア入り燃料)は、56年9月に照射を開始し、57年一杯一年間の照射を予定している。2クラスター構造になっており、上・下でそれぞれ1.25および1.5 GWd/t UO<sub>2</sub>の燃焼度に達した。6月(57年)にreloadingを予定している。

## 5.4.2 原研(柳澤)

ハルデン出力急昇試験及び三本棒直径測定リグ(IFA-508/515)の照射後試験についての説明が、資料38-05を用いてなされた。PWR棒3本、BWR棒2本の出力急昇試験を7月~8月に予定している。

## 5.4.3 動燃団(横内)

昨年(56年)10月現在で、IFA-514は、11.4 GWd/t Mox、IFA-529は、6.37 GWd/t Mに到達した。IFA-514は、57年は照射を続け、58年に照射後試験、IFA-529は58年まで照射し、59年に照射後試験に入る予定である。

## 5.5 ハルデン計画成果集について

原研(市川)から、次期ハルデン計画加盟作業の一環として、また日本のハルデン計画加盟15周年記念の意味もあり、共研の成果をとりまとめたかどうかの提案がなされ、各社もおおむね賛同した。

具体的な実施方法については、原研一任となった。

5.6 ハルデン派遣者報告

5.6.1 原研（大洗）高橋秀武氏＜2年6ヶ月＞  
資料38-7により報告があった。

5.6.2 原研（炉計測）角田恒己氏 ＜3ヶ月＞  
資料38-8により報告があった。

5.7 原子力学会年会発表（予定）者による講演

5.7.1 原研（市川他）

IFA-508直径測定実験シリーズ中、「燃料棒の直径変形に及ぼす燃焼度の効果」についてスライドにて説明があった。

＜参考＞配布資料38-9

5.7.2 原研（柳澤他）

「ハルデン出力急昇試験におけるベース照射中の実機模擬軽水炉燃料の熱的挙動」について、スライドにより説明があった。

＜参考＞配布資料38-10

5.7.3 NFD（十亀他）

IFA-501, 519実験シリーズ中、改良燃料に対して得られた知見を、配布資料38-11を用いて、東芝、松本氏から説明があった。

5.8 その他

5.8.1 原燃工の共研への継続参加について

原研との共同研究が終了したが、引き続き「ハルデン共研」等に参加したい旨、原燃工より事し入れがあった。

→了承された。

5.8.2 共研，昭和57年度収支予算書（予定）

資料38-12により原研・射手矢安工事務長より説明がなされた。

5.8.3 ハルデンプロジェクトからのレポート

市川委員長により、プロジェクトから送付されて来るレポートの種類と内容について説明があった。原研入手分については、リストを作成し、各社に送付する予定である。



第39回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議 事 録

1. 日 時 : 昭和58年1月17日(月) 14:00~19:00

2. 場 所 : 原研東京本部第7会議室

3. 出席者 : (順不同, 敬称略)

岩野(NFD), 大井, 林, 秋山(東芝), 安田(日立), 多田(原燃工)  
横内, 久保, 安部(動燃団), 大野, 木下, 田中(電中研), 鈴木(三菱  
重工), 古市(MAPI), 萩野(三菱金属), 堀内(原産), 岩本,  
桂木, 赤沼, 清水, 手塚, 市川, 柳澤, 横須賀, 中島, 岩坂, 二平(原研)  
T.J. ビック, K.D. クヌッドセン, A. ハネビック(ハルデンプロジェクト)

4. 配布資料

- No.39-1 第38回ハルデン共同研究合同運営委員会議事録
- 39-2 第37回及び第38回ハルデン運営会議の概要
- 39-3 第74回ハルデン計画会議及び拡大会議の概要
- 39-4 ハルデン派遣者報告(原研・中島)
- 39-5 IFA-413の出力急昇試験と照射後試験(HP-627)
- 39-6 ハルデン共研, 昭和56年度収支計算書  
ハルデン共研, 昭和58年度収支予算書(予定)

5. 議 事

5.1 第38回ハルデン共研議事録の確認

配布資料39-1のとおり確認された。

5.2 第37回及び第38回ハルデン運営会議の概要(市川)

配布資料39-2に沿って説明がなされた。

5.3 第74回ハルデン計画会議及び拡大会議の概要(市川)

配布資料39-3に沿って説明がなされた。

5.4 HBWRに於ける国産燃料体照射の進捗状況報告

## 5.4.1 動燃事業団（横内）：IFA-514/529について

Mox 燃料の照射である。進捗状況は順調で、昭和57年9月現在で IFA-514 は BU = 16 MWd/kg Mox に達し、最大線出力 41 kW/m 運転している。IFA-529 は、昭和57年9月現在で BU = 10 MWd/kg Mox に達した。両者の目標燃料度は、20 MWd/kg Mox である。

## 5.4.2 日立・東芝・NFD・NAIG（岩野）：IFA-501/519及びIFA-530について

IFA-501 は、当初予定の6サイクルを終了し燃焼度は、17.8 MWd/kg UO<sub>2</sub> に達した。一方、直径測定リグは当初予定の7サイクルを82年12月に終了した。第7サイクルの実験は、13 MWd/kg UO<sub>2</sub> の棒についての実験であった。

高濃度ガドリニア入燃料体（IFA-530）の照射は、下部クラスターが 2 MWd/kg UO<sub>2</sub> に達した時点で燃料交換を実施した。上部クラスターは82年10月現在で 2.4 MWd/kg UO<sub>2</sub> に達した。

## 5.4.3 原研（柳澤）：IFA-523/524, IFA-520/525について

IFA-508/515 第2次照射後試験は、非破壊検査を終了して破壊試験に入り、現在ガスパンクチュアリングを完了した。

出力急昇試験は、5月～8月（1982）に PWR 棒3本、BWR 4本について実施した。データは解析中であるが、PWR, BWR 棒のスタートアップデータ（温度・圧力）については、JAERI-M 82-127（1982.9）として報告書を作成した。

58年中に予定している出力急昇試験は、BWR 棒2本、PWR 棒4本（ステップ）である。また照射後試験は、57年中に出力急昇試験を行った棒（P3本、B2本）について行なう。

## 5.4.4 ハルデン派遣者報告（原研・中島）

資料39-4を用いて報告がなされた。

## 5.4.5 ハルデン共研ハイライト集について（原研・市川／柳澤）

ハルデン共研関係者に、昭和57年12月中に文書で依頼した。

ハルデン共研ハイライト集の作成につき、説明がなされ、了承された。

## 5.4.6 IFA-413の出力急昇試験と照射後試験（HP-627）

資料配布のみ（資料39-5）

## 5.4.7 ハルデン共研、昭和56年度収支計算書及び昭和58年度収支予算書（予定）

（原研・手塚）

資料39-6に沿って、昭和56年度収支計算書については、報告がなされ承認された。昭和58年度収支予算書（予定）についても説明がなされ承認された。

次期ハルデン共研の開催時期について、市川委員長より原研に一任するという提案があり了承された。

6. その他

午後2時半～午後4時まで

ハルデンプロジェクト代表団（理事長T. J. ビック，副理事長K. D. クヌッドセン，A. ハネビック各氏）による講演がおこなわれた。

第40回ハルデン共同研究合同運営委員会  
議 事 録

1. 日 時：昭和58年7月14日（木） 10時～13時

2. 場 所：原研東京本部第3会議室

3. 出席者：（順不同，敬称略）

岩野（NFD），栗原（東芝），広瀬（日立），多田（原燃工），  
久保（動燃団），大野（電中研），鈴木，加納（三菱重工），  
水田，白石（三菱原子力），萩野（三菱金属），国分，堀内（原産），  
更田，岩本，平野，市川，手塚，菊地，柳澤，磯前（原研）

4. 配布資料

- 資料40-1 第39回ハルデン共同研究合同運営委員会議事録
- 40-2 第39回ハルデン運営会議及び第77回ハルデン計画会議概要
- 40-3 ハルデン拡大計画会議（1983.5 ロ-エンノルウェー）概要紹介
- 40-4 Thermal and Mechanical Behaviours of Plutonium-Uranium  
Mixed Oxide Fuel (IFA-514 and IFA-529 Interim Report)-PNC
- 40-5 Evaluation of Burnup Dependent Gap Closure Using In-Pile Data  
of Fuel Centerline Temperatures and Rod Internal Pressures-NFD  
Etal
- 40-6 Stress Corrosion Cracking of Zircaloy-2 by Metal Iodides-NFD
- 40-7 Preliminary Results from Power Ramping Experiments by LWR  
Rigs-JAERI
- 40-8 HBWRに於ける国産燃料体照射の進捗状況報告：原研
- 40-9 ハルデンHBWRによる燃料照射共同研究（JAERI-memo 58-083）
- 40-10 ハルデン共同研究合同運営委員会昭和57年度収支計算書
- 40-11 Draft：Halden Reactor Project Programme, Proposal for The Three  
Year Period 1985-1987
- 40-12 次期計画説明資料

5. 議 事

- 5.1 第40回ハルデン共研議事録の確認  
配布資料40-1のとおり確認された。

- 5.2 第39回ハルデン運営会議及び第77回ハルデン計画会議議事報告（市川）  
配布資料40-2に沿って報告がなされた。
- 5.3 ハルデン拡大計画会議出席報告
  - 5.3.1 概要紹介（市川）  
配布資料40-3に沿って拡大計画会議の概要紹介がなされた。
  - 5.3.2 動燃事業団（久保）  
配布資料40-4に沿って IFA-514 及び IFA-529 照射の結果の1部が紹介された。
  - 5.3.3 日立・東芝・日本核燃料開発（岩野）  
配布資料40-5及び40-6に沿って説明がなされた。
  - 5.3.4 原研（市川）  
配布資料40-7に沿ってLWRリグを用いた第1次ハルデン出力急昇試験の予備解析結果の説明がなされた。
- 5.4 HBWRにおける国産燃料体照射の進捗状況
  - 5.4.1 動燃事業団（久保）  
HBWR炉心改造を機に、IFA-529の照射平均出力の上昇を要望中である。
  - 5.4.2 日立・東芝・NFD及びNAIG（岩野）  
IFA-501/519は当初予定の照射を終了した。照射は順調で有用なデータを得た。加圧・非加圧及び中空ペレット燃料をIFA-501でジルコニウムライナー付燃料棒（2本）、標準燃料棒3本をIFA-519でそれぞれ照射延長する計画である。目標燃焼度は30GWd/tuO<sub>2</sub>で、現在燃料棒の組みかえを終了し照射を開始した。IFA-530は、当初計画を延長し、更に照射続行中である。再装荷で取り出したガドリニア入り燃料棒のPIEを実施中である。
  - 5.4.3 原研（柳澤）  
配布資料40-8を用いて進捗状況報告をおこなった。
- 5.5 その他
  - 5.5.1 ハルデン共同研究成果集（市川）  
配布資料40-9の様な成果集（JAERI-memo）ができあがった。成果集の公開については（JAERI-memoをJAERI-Mとする）資料40-9を持ち帰って検討をいただき、そのとりまとめは、原研に一任することになった。
  - 5.5.2 昭和57年度収支計算書（手塚）  
配布資料40-10に沿って報告がなされた。

5.5.3 ハルデン次期計画について（市川）

配布資料40-11及び40-12を用いて主に説明がなされた。ハルデン計画25周年を記念して作成された英文パンフレットについて、59年度概算要求をおこなっている次期加盟の支援の意味もあり、関係官庁等への説明にも使用したいので、日本語版を作成してはどうかとの委員長からの提案があり、出席者全員の賛同が得られた。

5.5.4 その他（市川）

委員長からローエンでのハルデン拡大計画会議のセッションサマリーを原研から共研各位に配布したいと考えている旨の申し出があった。

-以上-（文責：原研 柳澤）