

出國報告審核表

出國報告名稱：進步型沸水式反應器機組試運轉及起動測試研習報告		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
蔡富豐 等 3 人	副廠長	核能四廠
出國期間：94年6月12日至94年6月18日		報告繳交日期：94年8月1日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> m 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> n 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> h 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> i 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> r 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9. 其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 2. 退回補正，原因： _____ <input type="checkbox"/> 3. 其他處理意見： _____	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「出國報告資訊網」為原則。

報告人



單位
主管

:

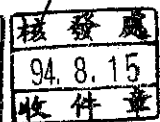
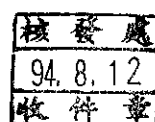
主管處
主管



總經理
副總經理

:

Handwritten signature



94-268-10

出國報告（出國類別：研習）

進步型沸水式反應器機組試運轉及 起動測試研習報告

服務機關： 台灣電力公司核能四廠

姓名職稱： 蔡富豐 副廠長

劉逸松 儀控股長

范英達 品管股長

派赴國家： 日本

出國期間： 94年6月12日~94年6月18日

報告日期： 94年8月1日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：進步型沸水式反應器機組試運轉及起動測試研習報告

頁數 45 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司 / 陳德隆 /

(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

蔡富豐/台灣電力公司/核能四廠/ 副廠長/02-24902401 轉 2901

劉逸松/台灣電力公司/核能四廠/儀控股長/02-24902401 轉 2940

范英達/台灣電力公司/核能四廠/品管股長/02-24902401 轉 2936

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：94年6月12日~94年6月18日 出國地區：日本

報告日期：94年8月1日

分類號/目

關鍵詞：ABWR（進步型沸水式反應器），WANO-TC（世界核能發電協會東京分會），
施工後測試（POST-CONSTRUCTION TEST），試運轉（PRE-OPERATION TEST），
起動測試（START-UP TEST）

內容摘要：（二百至三百字）

核四廠為 ABWR 機型，藉由參訪日本「志賀」及「浜岡」同型機組的測試經驗，以及與之研討相關管理與技術問題，可直接裨益本廠未來的相同工作。「志賀」二號機正進行起動測試中，「浜岡」五號機則已於今年 1 月商業運轉，後者已具備完整的管路沖洗、試運轉及起動測試的經驗，與之研討相關問題，確實得到甚多寶貴資訊。管路沖洗方面，如沖洗之系統規畫與順序、沖洗之方式；試運轉方面，如接受外電之安排、先備條件之內容；起動測試方面，如功率階段之分佈、中間檢查與清理之規畫等，皆得到充分的說明。各部門所提技術問題，也多獲得對方完整的答覆，相關資訊均可作為核四廠測試規

畫之參考及引用。本項研習係經由 WANO-TC 之安排，其新任局長 SHOJI 先生亦熱心介紹其在「浜岡」電廠的試運轉與起動測試的經驗，屬額外之收穫。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目錄

一、 目的	P. 5
二、 過程	P. 6~P. 7
三、 心得	
(一) 技術研討心得	P. 8~P. 26
(二) 一般參訪心得	P. 27
四、 建議事項	P. 28~P. 29
五、 附件一~十三	P. 30~P. 45

一、目的

台電龍門（核四）計畫雖歷經停建及原物料價格上漲等波折，仍一一克服各種困難，持續朝完成建廠的目標邁進中，今年 3 月 20 日順利吊裝一號機反應爐，即為達成階段性里程碑的最佳寫照。

核能電廠自建廠以迄商業運轉，可概分為：建廠→施工後測試（POST CONSTRUCTION TEST）→試運轉（PRE-OPERATION TEST）→起動測試（START-UP TEST）→商業運轉等過程，核四廠雖未直接參與施工（建廠由龍門施工處負責），但因肩負試運轉及起動測試的重任，準備工作已如火如荼地展開，尤其龍門計畫異於其他核能電廠建廠的發包方式，許多未來測試的準備與執行，均需電廠自力完成，因此人力物力須逐漸定位。復以 ABWR（Advanced Boiling Water Reactor，進步型沸水式反應器）為先進之設計，其他核能電廠的測試經驗參考上仍有不足，因此向近期完工的同型日本電廠取經，實為最佳途徑。

此行目的即在於研習 ABWR 之試運轉與起動測試，經由 WANO-TC（世界核能發電協會東京分會）以「技術交流」方式，除贊助機票外，並安排參訪日本「北陸電力公司」之「志賀電廠」與「中部電力公司」之「浜岡電廠」，前者二號機為 ABWR，正在進行起動測試（已於 7 月 4 日併聯發電），後者五號機亦為 ABWR，已於今年 1 月起商轉，兩個電廠的實務經驗確為最直接有效之參考。此外 4 月份新上任之 WANO-TC 局長，因曾參與「浜岡」五號機的試運轉與起動測試，特地安排為吾人解說其經驗，實屬難能可貴，為本次研習的額外收穫。

二、過程

此行研習的機構有三個：WANO-TC，志賀電廠及浜岡電廠，由 WANO-TC 負責聯繫各參訪單位與安排行程。本廠為求獲得最大研習效益，除由出國人員事先研擬討論議題外，並廣徵廠內各課及核發處擬提問內容（總處有核化課之提問），彙總之項目並經由 WANO-TC 遞送參訪對象準備。

WANO-TC 的安排如下：

- 1、先拜會 TC 新任局長卓 庄司 (Takashi Shoji) 先生，因其來自「浜岡」電廠，曾參與 ABWR 之試運轉及起動測試，由其向吾人介紹相關經驗。
- 2、第二站為「北陸電力公司」的「志賀電廠」，因其二號機為 ABWR，正忙於起動測試（已於今年 4 月完成燃料裝填），故以聽取其簡報及現場參觀（PLANT TOUR）為主，臨場之討論為輔。
- 3、第三站為「中部電力公司」的「浜岡電廠」，其五號機為 ABWR，已於今年 1 月商轉，故各項試運轉及起動測試的研討以此電廠為主，WANO-TC 即將本廠事先整理的議題，經由「中部電力」總公司，轉交電廠作準備。

WANO-TC 卓局長前一日才從歐洲返抵日本，次一日即接待本團，並且不假草稿地侃侃而談其親身經驗，除感佩其熱忱外，其毫無架子，無所不談的作風，也讓我們在試運轉實務上頗多收穫。本項交流會議，TC 山口高司副局長及本公司駐 TC 連絡員呂弘錫君亦一同與會。

「志賀電廠」雖以現場參訪為主，然其在接待上展現相當的誠意，除由二號機建設所（負責 ABWR 的建造及測試）紫藤所長率領石田技術次長及古谷技術課長，以及相關課員數人，向本團簡報與討論外，現場參觀的安排亦配合吾人的要求，除控制室近距離查看外（時正進行額定壓力及溫度下的安全釋放閥測試），燃料填換樓、汽機樓層亦經由更衣，前往現場實際觀察。此外因事先獲悉此電廠的泵室有其特色，引領人員亦毫無保留地帶領參觀與解答各項問題。參觀過程藉機洽詢的試運轉有關問題（如接受外電之加壓測試），以及泵室特色等，將於下一節中詳述。

「浜岡電廠」為研討主要對象，因事先已給題目，故其亦安排相當陣仗以對。除由涌永發電部長帶隊，原 英明專門部長（其係原子爐主任技師）及岡田主幹為主答者外，該電廠亦動員各類領域主辦人員與會討論及回覆本廠所提問題。中途該廠亦安排一趟短暫的現場巡禮，因礙於時間，只循著 ABWR 特設的參觀路徑，在不必更衣下，由參觀台遠觀控制室、燃料填換樓與主汽機樓，其間亦把握機會詢問各項問題。討論所得及現場參觀心得，亦於下一節中詳述。

針對此行所參訪的兩個核能電廠，先做一概要介紹。

「志賀電廠」隸屬「北陸電力公司」，該公司總部設於「富山市」，供電範圍僅涵蓋「福井」「石川」及「富山」三縣之「能登半島」周圍，「志賀」(SHIKA) 為其旗下唯一的核能電廠，位於「能登半島」西海岸，共有兩部機組，一號機為 540MWe 之 BWR (Boiling Water Reactor, 沸水式反應器)，其二號機為與核四廠同型，額定發電量為 1358MWe 之 ABWR。二號機之反應器與汽機廠房均由「日立」公司設計建造及提供主要設備，其於 1999 年 8 月開始建造，並於 2005 年 4 月完成 FUEL LOADING(填放燃料)，預定 2006 年 3 月商業運轉。參訪之時正在進行 START-UP TEST (起動測試)，於本團返台後，得悉已於 7 月 4 日第一次併聯發電，特致電恭賀。其兩部機之建造歷程資料如附

件一。

「浜岡電廠」隸屬「中部電力公司」，該公司總部設於「名古屋」，「浜岡」亦為其旗下唯一的核能電廠，但該廠多達 5 部機組，其一 ~ 四號機為傳統 BWR，五號機則為與核四廠同型，額定發電量稍高，達 1380MWe 之 ABWR。五號機之反應器廠房由「東芝」公司負責設計建造及供應主要設備；汽機廠房則由「日立」公司負責，已於 2005 年 1 月商業運轉，參訪之時正滿載運轉中，唯其一及二號機則因機組較舊，反應爐內部「爐心側板」有焊道龜裂問題，於「東京電力掩蓋數據事件」之後已停機年餘，正規劃更換側板及提升耐震等級中（一及二號機安全停機設計等級為 0.4G，其他機組為 0.6G，此議題將於下節後半介紹）。「浜岡電廠」各部機的設計容量與商轉日期，以及五號機的建造歷程如附件二所示。

三、心得

本次研習之心得可概分為「一般參訪心得」及「技術研討心得」兩部份，因試運轉及起動測試之研討為此行主要目的，故先介紹「技術研討心得」。

(一) 技術研討心得

技術研討的主要對象為「浜岡電廠」，事前準備的議題如附件三。議題分為三個 TOPIC，TOPIC 1 TPC Lungmen Project Update 由本人報告「龍門計劃」現況，主要強調重點有二：

- 1、一號機已於 2005 年 3 月 20 日完成 RPV SETTING，進入另一個施工里程碑。
- 2、政府支持核四工程繼續興建，此從經費的持續提供，以及官員政策上的聲明得以印証。

TOPIC 2 Pre-Op/Start-Up Test Management 為此行主要研討議題，一一說明研討結果如下：

1. 6.9kv加壓先備條件

「浜岡」五號機於2002年12月自電網受電（500KV→6.9KV），相當於核四未來的161KV加壓，其距2005年1月商轉約25個月前，稍晚於核四工程所規劃的前28個月（2007年3月加壓，2009年7月商轉），其加壓前應完成的事項包括：

- (1) 完成電驛保護連鎖
- (2) 控制盤可用(控制室盤面已完成 95%的測試)
- (3) 6.9kv 系統 Hi-Voltage Test

與本廠的規畫相當。其受電（加壓）前總檢查表及受電進度表如附件四，可供本廠參考。

2. 浜岡MCRP 盤面落成日8/22/2002 範圍及功能

「浜岡」之主控制室（MCRP）於受電前4個月即慶祝盤面落成，本問題在於洽詢彼時完成的範圍及完成的功能，得知如下：

- (1) 90%盤面安裝好(未測試)時即舉行儀式
- (2) 自電力系統受電前已完成 95%之安裝與測試（即安裝好後 4 個月係用於測試）

此與核四工程目前規劃的加壓先備條件相仿，其所稱之測試應包含核四 DCIS（分散式控制與資訊系統）之 POST-CONSTRUCTION 與 PRE-OP 兩種 TEST。

3. Flushing 之規劃

「浜岡」之系統沖洗（FLUSHING）概分為17個範圍系統，沖洗之方式大抵分為4種：

- (1) 一段式一般水洗：如TPCW，RCCW，水量1~2 m³/sec，水溫20~30°C。
- (2) 三段式鹼洗：如ECCS/RWCU/FW等系統，用以去除管內油脂，程序為「循環洗」→NH₃洗淨→「押出洗淨」（水洗，去除化學劑），化學沖洗時之水量為1~2 m³/sec，水溫80°C（蒸汽加熱）。

(3) 蒸汽沖洗：未提供沖洗之系統，猜測應是蒸汽系統管路。於受電後，使用輔助鍋爐產生之蒸汽沖洗。

(4) 油洗：沖洗潤滑油等油系統，洗後油即丟棄。

沖洗順序之規畫表，以及三段式鹼洗之示意圖及附件五，本廠可參用。

4. 試運轉之順序如何安排

ABWR之試運轉順序類如傳統電廠，本次雖未取得其試運轉順序表，唯「柏崎」的安排順序如附件六，可供參考。另，「浜岡」與「志賀」之試運轉均包括POST-CONSTRUCTION TEST，共費13個月（起動測試則均為11個月），「浜岡」在此階段的測試內容如附件七所示。

5. 各系統試運轉之先備條件

各系統試運轉前，各有關支援系統須先就緒（包含完成支援系統相關部份之試運轉，若不及支援或局部試運轉有問題，則應另覓替代方案），此些支援系統包括廠用空氣、儀用空氣、鍋爐、冷卻海水、生水、消防、電源、通訊等。此與本廠規劃中之161KV加壓，與各系統試運轉所須支援系統之時程規畫一致。

6. 各系統試運轉前T/O Scoping 之認定方式

「浜岡」五號機在建造階段之施工與試運轉組織為一體（「志賀」二號機亦同），同屬「建設所」（CONSTRUCTION OFFICE），施工單位一直負責到商業運轉，再移交給電廠（ABWR機組施工當時已有電廠組織，並負責其他運轉機組之營運）。人力之交接安排為：測試階段之運轉值班人員全部留電廠，其餘人力則視狀況做必要留用（兩廠之值班人力與輪班情形將於後介紹）。施工單位亦有系統移交（TURN-OVER）之手續，其為由同一單位內之「機械」與「儀電」部門移交給「試運轉」部門，以確定施工完成，可進行試運轉工作，各主包商亦有與電力公司施工單位對應的部門，其架構及移交程序如附件八之圖示。

系統之「移交套件」（TURN-OVER PACKAGE）經審視其提供閱覽之文件，可歸納如下：

- (1) 在P&ID依管路以色筆SCOPING（劃定移交範圍。機械、儀電為分開之套件，唯均用此方式做SCOPING）。
- (2) 儀電另附清單。
- (3) 輔助文件另移交。

此與本廠規劃之移交內容大同小異（本廠 P&ID 係規劃以泡圈 BUBBLE 方式畫出範圍）。

7. 起動測試如何規劃

起動測試分20%，50%，75%，及100%四種功率階段來測試，先做靜態（STATIC）測試，

再做動態（DYNAMIC）測試，然後做暫態（TRANSIENT）測試，如附件九所示。測試項目清單如附件十，可供本廠對照參考。各功率測試間安排長短不一的停機檢查與調整工作，時間各約1~2週，內容包括熱井清理、冷凝水泵進口濾網清理（此兩工作本廠應引用）及I&C之維護調整與修改。滿載測試後則停機1個月，進行以下工作：熱井清理、冷凝水泵進口濾網清理（可引用）、動作過的SRV（安全釋放閥）拆檢研磨（可考慮）、海水系統熱交換器水壓測試、清洗及ET（渦電流檢測）（可選擇性引用）、大型泵浦拆檢一台（可參考），主汽機則未作檢查。

8. 試運轉/起動測試程序書格式

「浜岡」不管試運轉或起動測試，均有三樣文件，即「測試指引」（TEST GUIDELINE）、「測試程序書」（TEST PROCEDURE）及「測試報告」（TEST REPORT），其格式如附件十一所示，可供參考。

9. 竣工報告

原希望「浜岡電廠」能提供其五號機的竣工報告供本公司參考，渠稱此報告是廠家所寫，不便提供，只能尊重其意。

TOPIC 3 ENGINEERING AND TECHNICAL ISSUES是由本廠各課及總公司核能發電處化學課所提相關技術問題，依性質區分為7大領域。由於事先已經由WANO-TC函送「中部電力公司」轉「浜岡電廠」準備，是以逐項討論這些議題時，電廠均派其相關領域的工程師或主管詳細解說，並對本團的各項提問均儘量給予滿意答覆。對談過程，吾人亦將本公司及國外核能業界之經驗給予分享，如台電核一、二廠的RWCU（反應爐爐水淨化系統）泵浦與「浜岡」五號機所用者為同廠牌，該廠目前的維護規畫是依原廠建議，5年才檢查「止推軸承」，本公司「止推軸承」的磨損經驗已於會議中口頭提供其參考。此外因「浜岡」一、二號機執行添加NOBLE METAL（貴重金屬）之反應爐水質改良，故亦提供美國電廠執行此種作業造成燃料破損之經驗供其參考。本議題之研討結果以表列方式說明如下，這些結論以及相關資料已另以返國口頭報告及文件提交方式，傳遞給提問部門參用。

Topic 3.1	1. Operation Related Issues	日本經驗
Items 提問大綱	<p>1. 如何對氣動閥執行掛卡管制？ How do you manage “tag on” for air operated valves？</p> <p>2. MMCS 開卡後，如何管制VDU 掛卡？ How do you manage “Tag on” in the VDU(Video Display Unit) after tag being issued from MMCS(Maintenance Management Computer System)？</p>	<p>1、print screen 該 VDU,將欲掛之卡 (可能數張)釘貼在白板上,相關設備位置。</p> <p>2、AOV 另於現場關閉 air supply 後掛卡。</p>
Description 提問詳細內容	<p>1. 在VDU 上, ABV、AOV、ACV... 等閥, 並無掛卡或消卡功能。請問要如何掛這些閥門？ In the VDU(Video Display Unit), ABV、AOV、ACV...etc, some of these valves have no “Tag on or Tag off” function. How do you “Tag on or Tag off” these valves？</p> <p>2. 電動閥在VDU 上具有掛卡與消卡功能, 但在MMCS 開卡之後要如何執行掛卡管制？ Motor operated valves have “Tag on” and“ Tag off” functions in the VDU, but how do you manage “Tag on” after being issued by MMCS(where to hang and how to verify that“ Tag on" has been removed before unit starts)？</p>	

Topic 3.2	2. Computer Control Related Issues (1/2)	日本經驗
提問大綱	<p>1. 軟體構型管理 (Software Configuration Management) 的經驗。The experience in software configuration management.</p> <p>2. 控制網路之電腦防護措施為何？ What is the strategy of cyber security?</p> <p>3. 數位化儀控網路管理的經驗 The experience in control network management</p>	<p>2-1、為封閉系統,無廠家連線,與總公司連線設有 Iso-Gateway,另加強行政管制防範中毒與入侵。</p> <p>2-2、無防毒軟體。</p> <p>3、無流量監測,僅以 Ping 方式檢視電腦 CPU 間通訊。</p>
Description 提問詳細內容	<p>1. 數位化儀控系統應用許多軟體及韌體,如何確保電廠使用正確且最新版本?其管制措施為何?設定點或控制參數變更之程序為何? The experience in software configuration management. There are a lot of software and firmware built in the digitized controllers or computers, how to make sure and control the right and latest version being used? What is the procedure to change the parameters or set points in software or firmware?</p> <p>2. 控制網路之電腦防護措施為何?是否在電腦上安裝防毒軟體?若與外界連通,其保護策略為何? What is the strategy of cyber security? Is there any anti-virus program running in the computer on line? What is the cyber security for outer network communication?</p> <p>3. 如何做控制網路的管理?包括網路流量監控、封包擷取、趨勢分析? The experience in control network management How to perform the control network management, including flow control analysis, packs capture and analysis, and trend analysis, on the digitized plant safety and Control system?</p>	

Topic 3.2	2. Computer Control Related Issues (2/2)	日本經驗
Items 提問大綱	<p>4. TRA/SOE 資料取訊的經驗The experience in TRA/SOE data acquisition. 5. APR(Automatic Power Regulator) 系統運轉經驗。The APR (Automatic Power Regulator) Pre-op Test experience.</p>	<p>4-1、為集中硬體式，無網路 Time stamp 問題。</p> <p>4-2、重要參數以 Hardwire 方式取訊,以符合速度要求。</p>
Description 提問詳細內容	<p>4. 資料的time stamp 蓋在哪裡？其解析度為何？安全系統的資料如何取訊？是否直接以硬接線取訊？The experience in TRA/SOE data acquisition. Where is the time stamp located? What is the resolution? How to acquire the safety related data ? If it is by hardwire connection? 5. 電廠是否有APR 系統?運轉中有否使用?效果如何? The APR (Automatic Power Regulator) Pre-op Test experience. Do you have APR system installed in plant control system? Do you put the APR (Automatic Power Regulator) system in service while the unit is in normal operation? What about its performance? 有沒有APR 試運轉程序書可供參考？Could you provide the APR (Automatic Power Regulator) pre-op test procedure for our reference ?</p>	<p>4-3、有專用處理電腦,高速度解析度 1ms。</p> <p>5-1、APR 於運轉時皆使用(於大的定期測試時,如 FW Test,會暫時不使用)。</p> <p>5-2、功能相當於手動或更佳,使用滿意</p> <p>5-3、另參考附件十二「儀控及核技有關問題之回答」</p>

Topic 3.3	3. I&C Related Issues (1/2)	日本經驗
Items 提問大綱	<p>1. FWC 及RFC 試運轉測試Pre-operational tests on the FWC (Feedwater Control System) and RFC (Recirculation Flow Control System). 2. 儀控卡片的維護The maintenance of the electronic circuit boards. 3. FMCRD 摩擦測試FMCRD friction test.</p>	<p>1-1、試運轉期間,先引用已運轉之 ABWR 廠儀控 PID 參數。 1-2、在 Start-Up 測試時再做實際閉迴路調整。 2-1、為 Redundant 採故障 On-Line 更換。</p>
Description 提問詳細內容	<p>1. 在試運轉試驗時是否有執行FWC 及RFC 的閉迴路測試? Pre-operational tests on the FWC (Feedwater Control System) and RFC (Recirculation Flow Control System). Did you perform the closed-loop function tests(PID tuning) of the FWC and RFC during the pre-operational test phase?. 2. 儀控卡片是否有執行預防保養維護,是否有定期更換卡片? The maintenance of the electronic circuit boards. How do you perform the PM(preventive maintenance program) on the electronic circuit boards? Do you replace the cards or components at fixed interval time? 3. 如何執行FMCRD 的摩擦等測試,其標準如何? FMCRD friction test. How do you perform the friction test and other function tests on the FMCRD? Which parameters are taken on these tests? What are the acceptance criteria? Could you provide the sketch of these tests.</p>	<p>2-2、約 15 年~20 年整個系統卡片更新。 3-1、廠家提供測試設備。 3-2、量測抽插棒時之壓力變動值(標準值$\leq 0.1\text{Mpa}$)。 3-3、另參考附件十二「儀控及核技有關問題之回答」。</p>

Topic 3.3	3. I&C Related Issues (2/2)	日本經驗
Items 提問大綱	<p>4. 儀控維護圖面 Drawings used for maintenance on the instrument and control system.</p> <p>5. 傳送器的 Response time 試驗 Response time test of transmitters</p> <p>6. 飼水加熱器水位控制 Level control of Feedwater Heater</p>	<p>4、廠家有接線及邏輯的結合圖,分別有 Hardwire 圖 (ECWD),及 Software 圖(SWD)</p> <p>5-1、在廠家出廠時執行一次。</p> <p>5-2、依設計分析大修不需再執行。</p>
Description 提問詳細內容	<p>4. 數位化儀控難以繪出傳統的CWD 圖，在日常的檢修時使用的圖面為何? Drawings used for maintenance on the instrument and control system. Since digital control systems are used in Hamaoka NPS, some control functions are in software and some are hardwired. It is difficult to prepare the CWD(control Wiring Diagram) as conventional plant did for these digital controls. What drawings are used for routine maintenance on the instrument and control loops in you plant? Could you provide some samples?</p> <p>5. 安全系統儀器的傳送器的 Response time 試驗儀器 Response time test of transmitters Regarding the safety-related transmitters. do you perform the sensor response time test? What type (Maker) of the test fixtures are used? Could you provide the sketch of this test.</p> <p>6. 飼水加熱器水位控制儀器的使用經驗 Level control of Feedwater Heater Do you use the electronic DP type transmitters on Feedwater Heater Level Control? What about their performance? Is there any trouble?</p>	<p>6-1、Normal 水位控制--差壓傳送器式 (DP)。</p> <p>6-2、Emergency Dump 水位控制--浮筒式 (Float)。</p> <p>6-3、差壓傳送器有水柱蒸發問題,起機時要充水。</p>

Topic 3.4	4. Mechanical Related Issues (1/3)	日本經驗
<p>Items 提問大綱</p>	<p>1. FMCRD 修改為S-FMCRD 之可行性。 The feasibility of modifying FMCRD for S-FMCRD. 2. RIP Casing 振動現象之解決方法（附件）。 The solution for RIP Casing Vibration Problem (Attachments). 3. RWCU 泵 Thrust Bearing 多次嚴重磨損問題。 The thrust bearings worn out problem of RWCU Pump.</p>	<p>1、未採用 S-FMCRD, 能否修改需廠家回答。 2、運轉情況良好。 3-1、擬依廠家建議,每5年更換 Thrust Bearing。 3-2、每10年 Overhaul。</p>
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>1. FMCRD 修改為S-FMCRD 之可行性。 Please comment on the feasibility of modifying FMCRD for S-FMCRD. 2. KK 電廠6 號機曾於第一運轉週期時發生 RIP Casing 振動現象，貴廠是否有相同問題發生，如何解決？（附件） There was a RIP Casing Vibration Problem occurred at the 1st operation cycle of KK Unit 6. Did Hamaoka have the same problem? How you solved this problem? (Attachments) 3.有關RWCU 泵，台電使用KSB 之 Sealless Pump，由核一及核二之運轉經驗發現，Thrust Bearing 曾有多次嚴重磨損，而 KSB 公司至今仍找不到肇因。請問濱岡電廠是否有同型Pump 的運轉經驗，在此型泵之維護及運轉上有否須特別注意之事項？ About the RWCU Pump, TPC use the Sealless Pump of KSB Company. From the operation experiences of our plants (CS and KS), some troubles were found, the thrust bearings had been seriously worn out several times. Even KSB couldn't find the root cause. Did Hamaoka have the experience on operating the same type pump as TPC? We would like to know what your operation experience is and if there are any particular things should be cared in operation or maintenance.</p>	

Topic 3.4	4. Mechanical Related Issues (2/3)	日本經驗
<p>Items 提問大綱</p>	<p>4. RWCU 泵之維護週期。 The Maintenance Frequency for RWCU Pump. 5. PSI 計劃是否併於第一個十年的ISI/IST 營運檢測計劃中？ Was the PSI Plan combined in the initial ten-year ISI/IST Plan?</p>	<p>4、同上。 5-1、同 ISI 方案。 5-2、在執行 Start-Up Test 100%測試後之檢修期間執行(含 Hanger Inspection/ Snubber Test)。</p>
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>4. 貴廠RWCU 泵之維護週期為何？ What is the Maintenance Frequency for RWCU Pump at Hamaoka? 5. 濱岡電廠之PSI 計劃是否有另外編寫？或必須併於第一個十年的ISI/IST 營運檢測計劃中？ Did Hamaoka write the PSI Plan individually or it was combined in the initial ten-year ISI/IST Plan?</p>	

Topic 3.4	4. Mechanical Related Issues (3/3)	日本經驗
<p>Items 提問大綱</p>	<p>6、RPV STABILIZER調整有關問題</p> <p>7、第一次檢查PIPING SNUBBER時機有關問題</p>	<p>6、電廠無此經驗，需問廠家（東芝）。</p> <p>7、同問題5之回答。</p>
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>6、STABILIZER調整的時機與當時輻射劑量</p> <p>7、SNUBBER第一次ISI的時機</p>	

Topic 3.5	5. Nuclear Engineering Issues (1/5)	日本經驗
Items 提問大綱	<p>1. 起動測試期間相關問題Startup Test related problems. 2. 核工相關問題Nuclear Engineering related problems. 2.1 爐心設計類 Core Design 2.2 核工營運類 Nuclear Operation & Management</p>	<p>1.1、已另提供資料(另交本廠核技課參考)。 1.2、測試順序為先 STATIC TEST再 DYNAMIC TEST，最後 TRANSIENT TEST。</p>
Description 提問詳細內容	<p>1. 起動測試期間相關問題 1. Startup Test related problems. 1.1 請提供Start Up Test 之組織、職責、運作規則等實際執行之詳細資料。 Please provide the detailed information about the organization、responsibility、administrations and communication/reporting of the Startup Test. 1.2 各測試作業之間是否有先後順序關係？同一測試階段 (Plateau) 內的各測試作業可否改變其執行的先後次序？同一測試階段 (Plateau) 內有哪些測試作業是一定要先做的？ Are there any specific sequences between the Startup Test (SUT) activities in each plateau? What kinds of SUT activities' executing sequence can be changed in one test plateau? What kinds of SUT activities must be done with the first priority in each test plateau? 1.3 請提供下列資料： Please provide the following information: (1)Startup Test item list with brief description about them, e.g. the purpose, description of test, criteria, prerequisite, duration, etc. (2)Daily schedule or 72 hours schedule of the Startup Test. (3)All the SUT test reports, including NSSS and BOP.</p>	<p>1.3、已提供測試項目 (另交本廠核技課參考)。</p>

Topic 3.5	5. Nuclear Engineering Issues (2/5)	日本經驗
Description 提問詳細內容	<p>1.4 貴廠用於編排Start Up Test schedule 的程式是什麼？如何可以同時顯示反應爐壓力及功率？Project / P3 軟體無法同時顯示反應爐壓力及功率。What application software do you use in SUT scheduling? 1.5 請問Fuel Inspection 與Fuel Loading 各花多少人-時？What were the man-hours spent in new fuel inspection and the fuel loading respectively? 1.6 Open Vessel 階段時，是否須執行Local Critical Test？如何執行？Do you perform the “Local Criticality Test” in the Open Vessel stage? How to perform it? 1.7 請提供Process Computer 的測試內容與執行方式。是否需要每天連續測試？Please provide the test method and scope of the Process Computer function. Does this test be performed daily?</p>	<p>1.4、時程管控-運轉中之機組採用Microsoft”Project”，興建機組採用Toshiba”SUGAR”軟體，可同時顯示爐壓及功率。</p> <p>1.5-1、新燃料檢查 14000 man-hour (duration 2 month)</p> <p>1.5-2、Fuel loading 3300 man-hour (duration 10 days)</p> <p>1.6、Local critical test performed only in closed vessel stage</p> <p>1.7、有SELF CHECK功能，每日僅CHECK SIGNAL及檢查自動S/U、S/D順序是否正確。</p> <p>餘如附件十二「儀控及核技有關問題之回答」。</p>

Topic 3.5	5. Nuclear Engineering Issues (3/5)	日本經驗
Description 提問詳細內容	<p>2. 核工相關問題 2. Nuclear Engineering related problems. 2.1 爐心設計類 2.1 Core Design</p> <p>2.1.1 請問是否使用CCC (Control Cell Core) 設計? 若是, 爐心設計時是否已考慮防止Shadow Corrosion 等而發生燃料匣彎曲(Channel Bow)的問題? Do you adopt the Control Cell Core (CCC) design? If so, how do you prevent the channel bow caused by the shadow corrosion?</p> <p>2.1.2 請問燃料是否為Barrier Fuel? 是否執行PCIOMR? 若有, 可否提供PCIOMR 的制定規則? Do you use barrier fuel? Do you implement the PCIOMR? If so, please provide your PCIOMR rule.</p> <p>2.1.3 請問使用何種型式之控制棒? 是否考慮使用西屋製造的CR-99 或CR-82M 型控制棒 What are the types of your control rod? Do you consider using the CR-99 type or CR-82M type control rod from the Westinghouse?</p> <p>2.1.4 大修時是否抽檢控制棒? 是否曾發現控制棒葉片/硼管龜裂? Do you check the control rod blades during refueling outage? Have you ever found any crack on blade or boron tube?</p> <p>2.1.5 是否曾發生燃料匣彎曲(Channel Bow), 造成控制棒抽插困難事件? 若有, 因應措施為何? Have you ever experienced the channel bow which makes the control rod movement difficult? If so, what is your resolution?</p> <p>2.1.6 請提供防範燃料吊運或挪移事故, 造成燃料元件受損的管制措施。 Please provide the administrative control to prevent the fuel damage during fuel shuffling or fuel movement.</p>	<p>2.1.4、大修無計畫性CRB檢查, 僅臨時性檢查, 無CRACK。</p> <p>2.1.5、無CHANNEL BOW經驗。</p> <p>2.1.6、燃料填換台有SAFETY INTERLOCK, 無燃料受損事件。</p>

Topic 3.5	5. Nuclear Engineering Issues (4/5)	日本經驗
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>2.1.7 關於ABWR 所採行之水化學措施為何？NWC 或HWC？ 加鋅或貴重金屬？ What kind of the water chemistry do you adopt? NWC or HWC? And why? Do you add zinc or noble metal? 2.1.8 請問使用哪一種爐心監測程式？請提供爐心監測系統與其介面間之架構與資料信號傳遞路徑圖。What is your core monitoring system? Please describe the data flow diagram of the core monitoring system and its interface system.</p>	<p>2.1.7、ABWR採用一般水化學，均未採HWC，一至四號機有加鋅，一及二號機有加貴重金屬。</p> <p>餘如附件十二「儀控及核技有關問題之回答」。</p>

Topic 3.5	5. Nuclear Engineering Issues (5/5)	日本經驗
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>2.2 核工營運類 2.2.1 請問是否使用數位化儀控系統？請問APR 使用的情況如何？有什麼特別要注意的地方？如果APR 設定的預測升載的軌跡 (Trajectory) 與實際運轉狀況不一致時，需要採取什麼改正措施？ Do you use the digital I&C system? Do you use the Automatic Power Regulator (APR)? What conditions must be aware of when using the APR? If the actual power ascension path was deviated from the pre-defined trajectory in APR, what correction actions should be taken?</p> <p>2.2.2 請問如何校正Core Flow? Please provide the steps that you update the following constants during core flow calibration, e.g. K (overall adjustment factor) and best-estimate fitting coefficients a, b, c, d, e, f. Our question is we don't know where and how to input the fitted coefficients.</p> <p>$() ()_2$ cf $fQ_e Q_d P$ $c\Delta P_{ba} K W_{++}\Delta_{++} =$ where W_{cf} : core mass flow rate ΔP : measured core plate differential pressure Q : NMS simulated thermal power signal</p> <p>2.2.3 請問如何執行控制棒功能試驗？ How do you perform the FMCRD functional test?</p> <p>2.2.4 請澄清控制棒摩擦測試的接受標準？如何執行？ What are the acceptance criteria of the FMCRD friction test? How to perform this test?</p>	<p>2.2.1、如 COMPUTER 議題之回答。</p> <p>餘如附件十二「儀控及核技有關問題之回答」。</p>

Topic 3.6	6. Chemistry Related Issues(1/2)	日本經驗
<p>Items 提問大綱</p>	<p>請問日本ABWR 電廠(濱岡、kk、...)在 start-up 階段， 是否執行RWCU 管路pre-film 作業？</p> <p>Did you execute pipe pre-film activity of the Reactor Water Clean Up System during start-up period ?</p>	<p>1、RWCU管路有做 PRE-FILM，係於製造時於廠家 TOSHIBA執行， RESEARCH則由 濱岡與TOSHIBA 合作。目的在於降低運轉階段之輻射強度。</p>
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>若有，則請問下列問題：1. 執行此項作業之依據資料。</p> <p>If you did, please provide the supporting information for the decision of making this activity.</p> <p>2. 執行此項作業有無程序書？是否可提供程序書與執行結果以及經驗？</p> <p>Do you have procedure to perform this activity ? Can you tell us the experience and result of this activity ?</p> <p>若無，則請問下列問題：1. 為何不執行此項作業及其支持資料。</p> <p>If you didn't, why didn't you execute this activity ? Do you have any information to support your decision ?</p> <p>2. 有沒有計畫在其他期間執行？為什麼？</p> <p>Do you have any plan to perform this activity during other period ? Why ?</p>	<p>2、有否程序書須廠家才知，其效果則須待數個燃料週期後才得以驗證。</p>

Topic 3.6	6. Chemistry Related Issues(2/2) (Revision 1)	日本經驗
<p>Items 提問大綱</p>	<p>3. Hamaoka 1 to 4 號機飼水注鋅program The Depleted Zinc Oxide (DZO)injection program in Hamaoka unit 1 to 4. 4. Hamaoka Unit 1&2 配合微量飼水注氫貴重金屬化學添加program Noble Metal Chemical Addition(NMCA) program in .Hamaoka Unit 1&2 5. Hamaoka unit 5 (ABWR) 運轉中乾井管路劑量抑低控制方法 Radiation field control strategy adopted in ABWR unit</p>	<p>3、注鋅之機組反應爐水中之Zn及Si分別控制於3~5ppb及<1000ppb，飼水中之成分則未提供數據。 4、一及二號機有添加貴重金屬，但為時已晚，未解決爐心側板龜裂問題。 5、三號機使用</p>
<p>Description 提問詳細內容</p>	<p>3. Hamaoka 1 to 4 號機飼水注鋅program What is the concentration of feedwater total Zn and reactor water soluble Zn being kept in those DZO plants ? What is the concentration of reactor water Silica being kept in those DZO plants ? What is the concentration of feedwater water Fe being controlled in those DZO plants ? 4. Hamaoka Unit 1&2 配合微量飼水注氫貴重金屬化學添加program Any NMCA re-application plan for Hamaoka #1 & 2 ? 5. Hamaoka unit 5 (ABWR) 運轉中乾井管路劑量抑低控制方法 What kind of radiation field control strategy adopted in ABWR Unit ? Ultra –low crud control ? or modified Fe/Ni ratio method ?</p>	<p>modifiedFe/Ni ratio method (Hitachi method)，較難控制；四及五號使用 Ultra-low crud control (Toshiba method)，較佳。ABWR之劑量抑低策略包括 RWCU PIPE PRE-FILM、採用低鈷材料、起動測試時每一功率階段清理熱井/冷凝水泵進口濾網等。</p>

Topic 3.7	7. Health Physics Issues	日本經驗
Items 提問大綱	<p>1. 建廠施工期間射線照相潛在暴露預防 Prevention of potential exposure for RT (Radiological Test) during construction. 2. 建廠施工期間有益於未來輻射劑量抑減的措施 Pre-works during construction for future ALARA concerns. 3. 試運轉期間的輻防準備工作 Preparations of Radiation protection for the pre-operation and power test. 4. 廠外民眾劑量計算書與放射性排放管制計畫 Off site Dose Calculation Manual and Radiological Effluent Control Program. 5. 試運轉期間之集體劑量 Collective dose during the pre-operation and power test.</p>	<p>1、施工期間之RT均安排時於半夜才進行。</p> <p>2、系統輻射強度的抑低所採方式參考上題。</p> <p>3、起動測試階之輻防作業計畫由廠家提供，自燃料填放至商轉期間之人員劑量約130mSv-man。</p>
Description 提問詳細內容	<p>建廠期間有很多射線照相檢驗作業，尤其採開頂式建造法，更增加照相作業時輻射管制的難度 There are many NDE works such as RT of pipe/liner welding during construction. The OTC (Open Top Construction) method also caused much more difficulties on RT works of radiation protection. 請問在建廠期間對於射線照相的輻射防護有何策略？</p> <p>1. What are your strategies to facilitate the prevention of potential exposure for RT (Radiological Test) during construction of ABWR？ 管路設備清潔影響爐水水質間接影響運轉後系統輻射強度至鉅 As we know the cleanness of pipes and equipments is essential to the quality of reactor water affecting the radioactive strength of the system most. 請問在建廠期間對於未來系統輻射的劑量抑減有何預防措施？</p> <p>2. What efforts did you make during the stages of construction for ALARA concerns of ABWR, and what are the effects？ 燃料裝填期間有很多測試工作需執行 Once loading the initial fuel into the reactor, there shall be many tests and observations should be executed. 可否說明在試運轉期間的輻射防護作業計畫？</p> <p>3. What are your suggestions to us in preparing of Health Physics program for the fuel loading and power test of ABWR？</p>	

(二) 一般參訪心得

1、「浜岡」耐震設計提升計畫

出國前已由「浜岡」電廠網頁得知，其各部機正評估是否需提升耐震等級，國內環保團體也據以質疑本公司核四計畫的耐震設計是否需檢討。由於 WANO-TC 局長 SHOJI 先生對此知之甚詳，請益結果如下：

「浜岡」各部機的原始「安全停機耐震設計」(SSA)分別為一、二號機 0.4G，三、四、五號機則為 0.6G，由於 15 年前臨近的東海曾發生較大地震，主管當局要求評估是否提升至 1.0G，電力公司初步評估，認為一、二號機可能需提升，其餘各部機因在建廠時已加強耐震設計，將於詳細評估後，溝通是否不必再提升。此為「浜岡」電廠因地理位置之故，相較於日本其他電廠特殊之處，其新機組各項設備與管路的支撐均較強壯。核四的耐震設計為 SSA 0.4G，就本廠所在地理狀況而言已有相當餘裕，此設計值亦不亞於日本其他電廠，本公司「核技處」已做較詳盡的說明。

2、「志賀」與「浜岡」之運轉輪班方式

兩個電廠的 ABWR 機組均採 5 班制，每日兩班，「志賀」控制室一班 7 人，自前盤而後採 1-3-3 人之佈置（「浜岡」未洽詢），「白天班」上班時間為 9:00-21:00。「浜岡」控制室一班 8 人，其中 2 人為見習員，自去年六月起經由當事人議決改採兩班制，「白天班」上班時間為 8:00-21:00。本廠較偏僻，員工亦散居宜蘭、基隆及台北等不同方向，未來值班車安排較困難，日本的輪班趨勢可做本廠參考。

3、「志賀」與「浜岡」泵室設計

兩個廠海水循環泵 (CWP) 及迴轉攔污柵 (ROTARY SCREEN) 共同之處，在於兩者地面以上設備均為露天 (馬達及驅動裝置)。不同之處在於：

(1)「志賀」CWP 只有 2 台 (每台 9000KW)，「浜岡」亦只有 3 台 (每台 6900KW)，均少於核四每部機的 6 台。

(2)「志賀」之 BAR SCREEN (粗柵欄) 亦為迴轉式，外型如迴轉攔污柵，「浜岡」仍採傳統之固定式。

(2)「志賀」有獨特之輸送帶設計，用於將迴轉攔污所帶下來之雜物，以盛斗 (BUCKET) 構成之輸送帶運送至地面之盛桶 (TANK)，再以卡車將盛桶運走，如此可以有效應付雜物多之狀況，是項不錯的設計。參訪當時，正發揮其處理大量水母之功能，只見少數人在地面 TANK 處做運走 TANK 及補充空桶之工作，水母雖多，也不致手忙腳亂。

「志賀」之各項特色如附件十三所示。

4、「浜岡」出力超過額定之 1380MWe

「浜岡」設計出力為 3926MWt (熱出力)，及 1380MWe (電力出力)，日本政府原以電力出力做為限制，近期已改用熱出力做為限制，「浜岡」五號機經由申請，已於 2004 年 12 月 20 日起被核准改用新限制，是以參訪當時發電量達 1404MWe (熱出力 3923MWt，稍低於額定，預留餘裕)，據知冬天因海水溫度較低，效率較好，可達 1414MWe，此為

本公司各核能電廠之設計所難以望其項背的。

四、建議事項

1、核四161KV加壓受電，主控制室之配合宜參考日本電廠，並即早做差異處之應變規畫。

核四161KV加壓，主控制室之配合為先備條件之一，經本次參訪日本兩個ABWR機組，確定主控制室盤面安裝及測試，需達近乎全部完工之程度，才進行外電之加壓受電。

核四之受電，目前暫訂於2007年3月，初步規畫之方向亦朝主控制室完成來進行，唯近期檢討儀控系統交貨時程，發現再怎麼努力，爐心安全有關，由DRS廠家製造之盤面，仍無法配合上述時程的需要。唯本項受電作業為自電力網取得廠外正式供電電源，彼時反應爐亦尚未放置核燃料，並不需要DRS安全設備之備妥，故主控制部份可將此範圍切開，至於廠房內安全有關之電力匯流排（BUS）因此而無法同時受電，可於未來DRS盤面設備安裝及測試完成後，再另做加壓與受電。

此項應變之細部規畫宜儘早進行，以排除各種界面之干擾，讓161KV加壓得以如期進行，避免影響後續之各階段測試工作。

2、管路沖洗作業，可參考日本電廠之順序，及其沖洗方法。

管路沖洗為未來電廠確保水質與低輻射背景之保證，沖洗不確實將造成電廠營運後燃料破損、爐心組件龜裂、高輻射環境等後遺症，不可輕忽。而沖洗順序的規畫，及沖洗方法的正確，則是沖洗是否確實的關鍵。

本次已取得日本電廠系統分類與先後順序的資料，亦得悉其大概的各種沖洗方法，應加以參用，並結合本公司及國內顧問公司過去曾參與沖洗作業人員之經驗，即早妥善規畫核四工程之管路沖洗作業，以確保未來營運能達成ABWR的設計目標。

3、起動測試各功率測試階段之後，應規劃適當的設備檢查與清理作業，以利電廠商轉後之平順。

日本電廠於各功率階段測試完成後所安排的各項設備檢查與清理，對於確保電廠後續正常運轉，有其實質意義，其中尤以熱井及冷凝水泵進口濾網之每階段清理，對以改善水質及防範異物干擾，有相當大的效益。此項作業本廠應列入工作規畫，至於日本電廠其他的拆解檢查項目，則可作為參考，評估後選擇性引用。

4、借重日本廠家經驗，協助核四工程順利推展

日本ABWR機組除「東京電力」的「柏崎」六、七號機已運轉7至8年，績效卓著外，「中部電力」的「浜岡」五號機亦已於今年1月商轉，而「北陸電力」的「志賀」二號機則正進行起動測試，並於今年7月4日第一次併聯發電。

這些機組的建造與測試廠家均為「東芝」或「日立」公司，兩者已累積成熟的實戰經驗，這些經驗又是近期的、成功的，比之核四的大廠家「奇異」與「石威」，此項實質的經驗是其無可取代的優勢。尤以爐心組件安裝技術、管路沖洗規畫、試運轉與起動測試規畫，因其特殊性及重要性，更需要有實際經驗的專家來指導，才能克盡其功。經由專家的指導規畫，除能確保作業的正確與順暢，如期完工外，對於奠定良好的體質基礎，裨益電廠未來的營運，亦有舉足輕重的影響。核四工程應認真考慮借重這些專家的經驗，協助工程與測試之順利推展。

附件一

志賀電廠兩部核能機組建造歷程

Main events

Unit No.1

Unit No.2

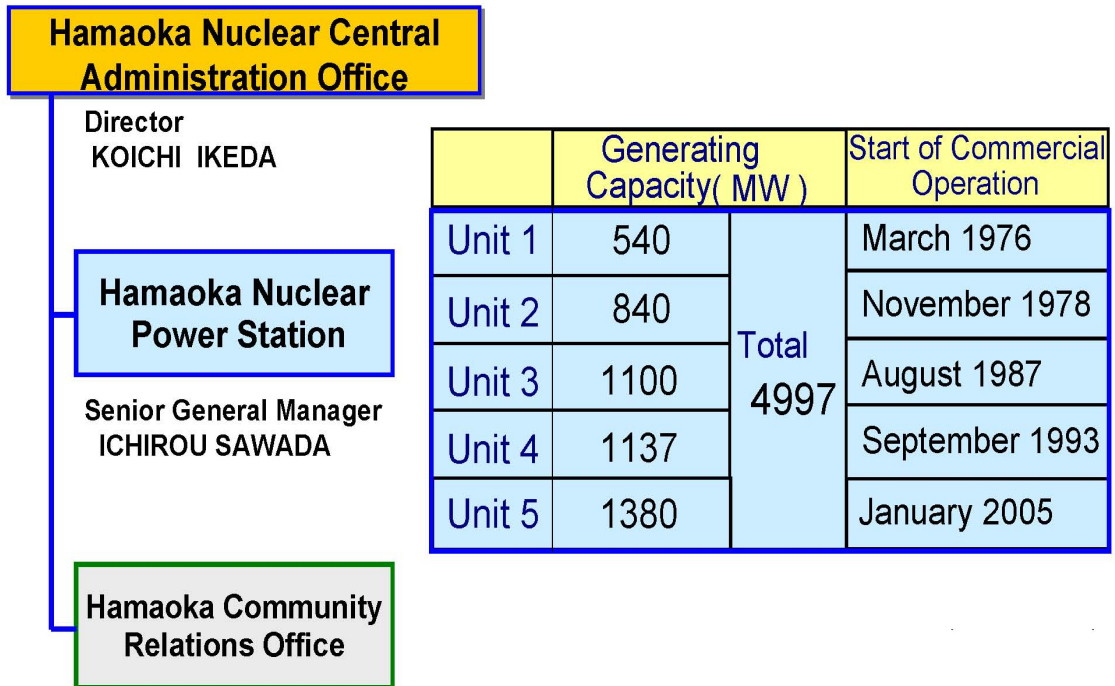
1967. 11	Announced construction plans.	1993. 5	Announced construction and environmental assessment.
1984. 11	Started geological investigations.	1994. 7~ 1995. 6	Environmental assessment.
1986. 6	Submitted an environmental Assessment report.	1995. 11	Submitted an environmental assessment report.
. 9	Held the first public hearing.	1996. 11	Held the first public hearing.
. 12	Incorporated this project into the basic plan of Japan at The Electric Power Development Coordinating Committee.	1997. 3	Incorporated this project into the basic plan of Japan at The Electric Power Development Coordinating Committee.
1987. 11	Started preparatory construction work.	. 5	Made an application of reactor installation.
1988. 2	Held the second public hearing.	1998. 9	Started preparatory construction work.
. 8	Reactor installation permitted.	. 10	Held the second public hearing.
. 12	Started construction.	1999. 4	Reactor installation permitted.
1992. 11	Fuel loading.	. 8	Started construction.
1993. 7	Commercial operation commences.	2001. 6	Inspection of foundation.
		2005. 4	Fuel loading.
		2006. 3	Commercial operation commences. (plan)

Construction Schedule of Unit No. 2

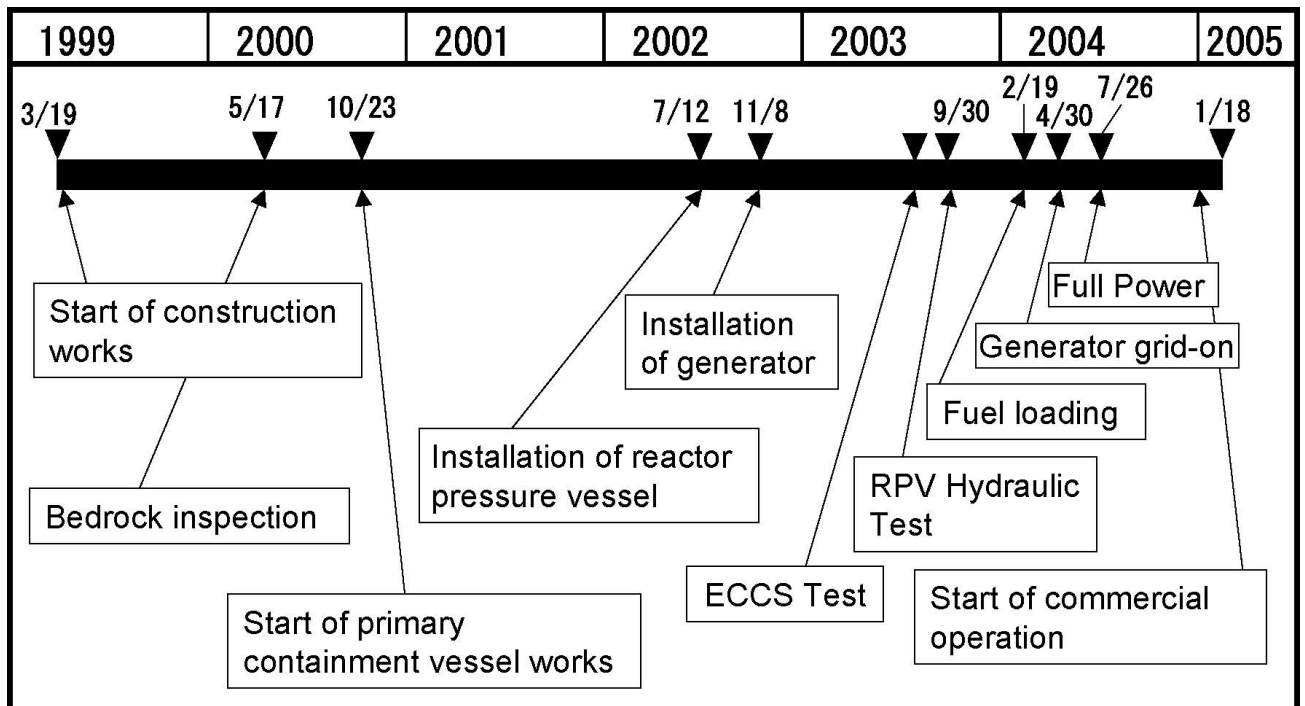
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
	▲Preparatory work. Fuel loading. ▲ ▲Start of construction. ▲Inspection of foundation. ▲RPV Set on base. Start of commercial operation. △									
Preparatory work		■								
Civil work, Building construction			■							
Installation of components					■					
Start up tests								■		

附件二

浜岡電廠各部機之設計容量與商轉日期



浜岡電廠五號機之建造歷程



附件三

核四廠與日本濱岡電廠交換訪問之交流議題

Proposed Topics for the Exchange Visit between Hamaoka NPS and Lungmen NPP

Topic 1 TPC Lungmen Project Update

Topic 2 Pre-Op/Start-Up Test Management

1. 6.9kv 加壓先備條件
2. 濱岡MCRP 盤面落成日8/22/2002 範圍及功能
3. Flushing 之規劃
4. 試運轉之順序如何安排
5. 各系統試運轉之先備條件
6. 各系統試運轉前T/O Scoping 之認定方式
7. 起動測試如何規劃
8. 試運轉/起動測試程序書格式
9. 竣工報告

Topic 3 Engineering and Technical Issues

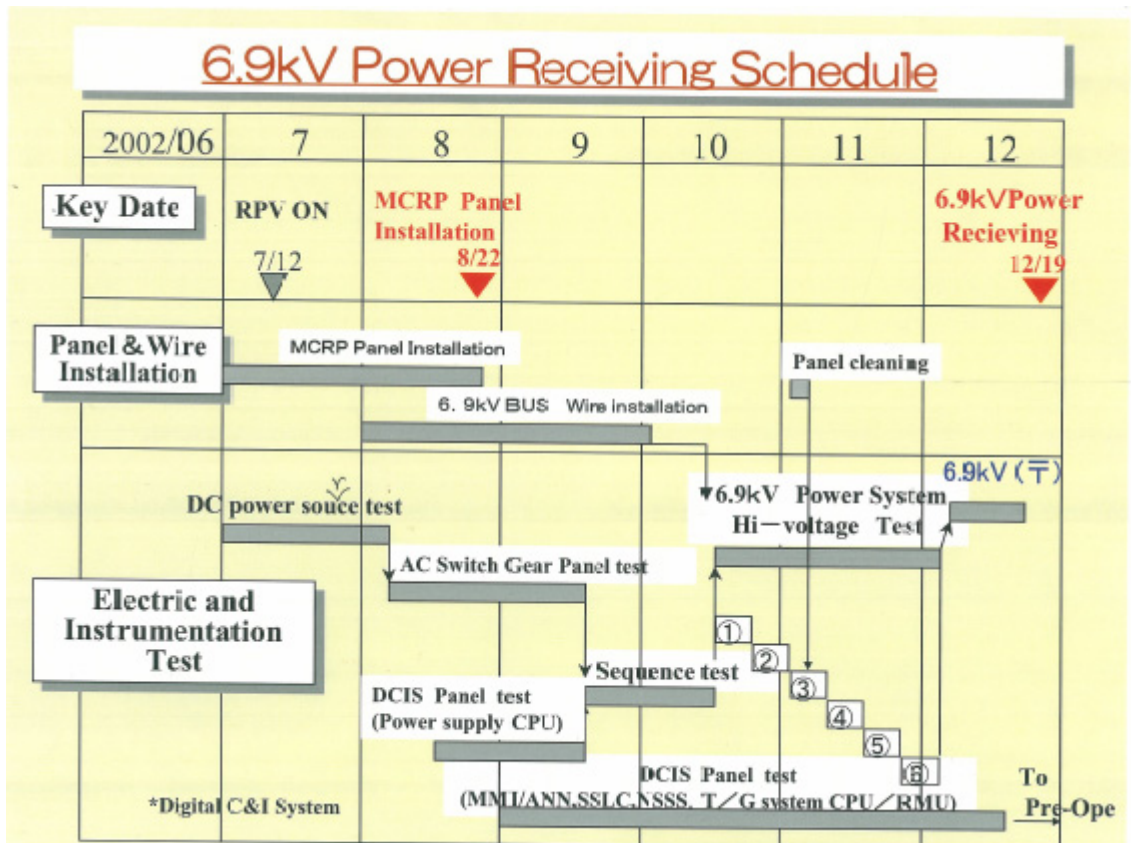
1. Operation Related Issues
2. Computer Control Related Issues
3. I&C Related Issues
4. Mechanical Related Issues
5. Nuclear Engineering Issues
6. Chemistry Related Issues
7. Health Physics Issues

附件四

受電（加壓）前總檢查表及受電進度表

受電前總點檢全体スケジュール表

	2002年9月	10月	11月	12月
受電				※受電 ▽19
※1 受電式典計画立案・準備 ※2 リハーサル			▽WVG負担一計画立案一式典準備一完了▽	▽18リハーサル ▽18 受電
①設計レビュー ④現場確認	①使用前検査に係る改造工事は、各検査前を終了。その他受電に必要な設備の改造工事は、受電前までに完了。			
500kV系(その1)		※9.10(社内) ▽	※23.24(干) ▽	※5(干) ▽ 12/9▽ ▽12/13最終報告
①設計レビュー ②設計/コントロール ③設計合同/コントロール ④現場確認 ⑤試験管理 ⑥その他	①9/28 ②9/27 ③9/27	④10/8 ⑤10/9	⑥10/21 ⑦10/21~10/29 ▽10/19検査室への検査結果報告	⑧11/2 ⑨11/2 ⑩11/2 ⑪11/2 ⑫11/2 ⑬11/2 ⑭11/2 ⑮11/2 ⑯11/2 ⑰11/2 ⑱11/2 ⑲11/2 ⑳11/2 ㉑11/2 ㉒11/2 ㉓11/2 ㉔11/2 ㉕11/2 ㉖11/2 ㉗11/2 ㉘11/2 ㉙11/2 ㉚11/2 ㉛11/2 ㉜11/2 ㉝11/2 ㉞11/2 ㉟11/2 ㊱11/2 ㊲11/2 ㊳11/2 ㊴11/2 ㊵11/2 ㊶11/2 ㊷11/2 ㊸11/2 ㊹11/2 ㊺11/2 ㊻11/2 ㊼11/2 ㊽11/2 ㊾11/2 ㊿11/2
6.9kV系(その1)				※23.6(社内) ※11.32(干) ▽
①設計レビュー ②設計/コントロール ③設計合同/コントロール ④現場確認 ⑤試験管理 ⑥その他			②10/29, 30 ③11/7, 8	④11/19 ⑤11/29 ⑥12/9 ⑦12/9 ⑧12/9 ⑨12/9 ⑩12/9 ⑪12/9 ⑫12/9 ⑬12/9 ⑭12/9 ⑮12/9 ⑯12/9 ⑰12/9 ⑱12/9 ⑲12/9 ⑳12/9 ㉑12/9 ㉒12/9 ㉓12/9 ㉔12/9 ㉕12/9 ㉖12/9 ㉗12/9 ㉘12/9 ㉙12/9 ㉚12/9 ㉛12/9 ㉜12/9 ㉝12/9 ㉞12/9 ㉟12/9 ㊱12/9 ㊲12/9 ㊳12/9 ㊴12/9 ㊵12/9 ㊶12/9 ㊷12/9 ㊸12/9 ㊹12/9 ㊺12/9 ㊻12/9 ㊼12/9 ㊽12/9 ㊾12/9 ㊿12/9
蓄電池及び充電機		①10/9	②10/29, 30 ③11/7, 8	④11/19 ⑤11/29 ⑥12/9 ⑦12/9 ⑧12/9 ⑨12/9 ⑩12/9 ⑪12/9 ⑫12/9 ⑬12/9 ⑭12/9 ⑮12/9 ⑯12/9 ⑰12/9 ⑱12/9 ⑲12/9 ⑳12/9 ㉑12/9 ㉒12/9 ㉓12/9 ㉔12/9 ㉕12/9 ㉖12/9 ㉗12/9 ㉘12/9 ㉙12/9 ㉚12/9 ㉛12/9 ㉜12/9 ㉝12/9 ㉞12/9 ㉟12/9 ㊱12/9 ㊲12/9 ㊳12/9 ㊴12/9 ㊵12/9 ㊶12/9 ㊷12/9 ㊸12/9 ㊹12/9 ㊺12/9 ㊻12/9 ㊼12/9 ㊽12/9 ㊾12/9 ㊿12/9

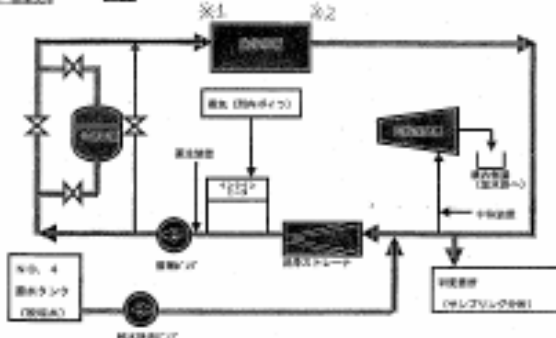


附件五

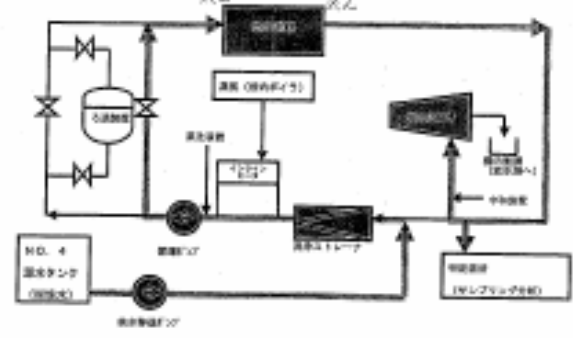
沖洗順序及三段式驗洗之示意圖

項目	年月	H13 (2001)												H14 (2002)												H15 (2003)												H16 (2004)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
建設主要工程		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
洗淨-保管期間		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第1洗淨系統 (C, PDW, MS, AS, RHR, HPCF, ROIC)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第2洗淨系統 (OUW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第3洗淨系統 (ES, HI, HW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第4洗淨系統 (TCOW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第5洗淨系統 (ROCW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第6洗淨系統 (HEDW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第7洗淨系統 (HNOW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第8洗淨系統 (HWH)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第9洗淨系統 (FFC)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第10洗淨系統 (SPCU)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第11洗淨系統 (SLC)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第12洗淨系統 (MUWP)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第13洗淨系統 (MUWC)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第14洗淨系統 (RW)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第15洗淨系統 (OUWのサブライン)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第16洗淨系統 (GRS)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
第17洗淨系統 (HR/HSG)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
ケード設置工事 (給排水-配管配管、洗淨装置)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											
建築内設置工事 (R/B, T/B, A/B, H ₂ O/B)		HPC ON												HPC ON												HPC ON												HPC ON											

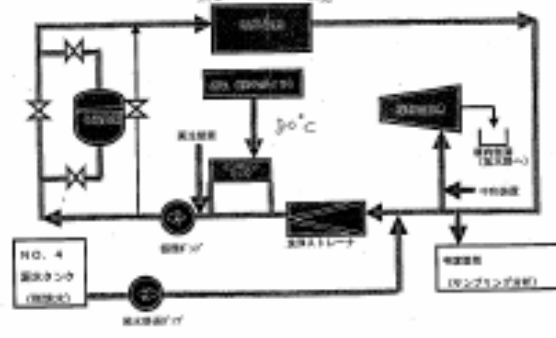
高純ライン配管図



高純度ライン配管図



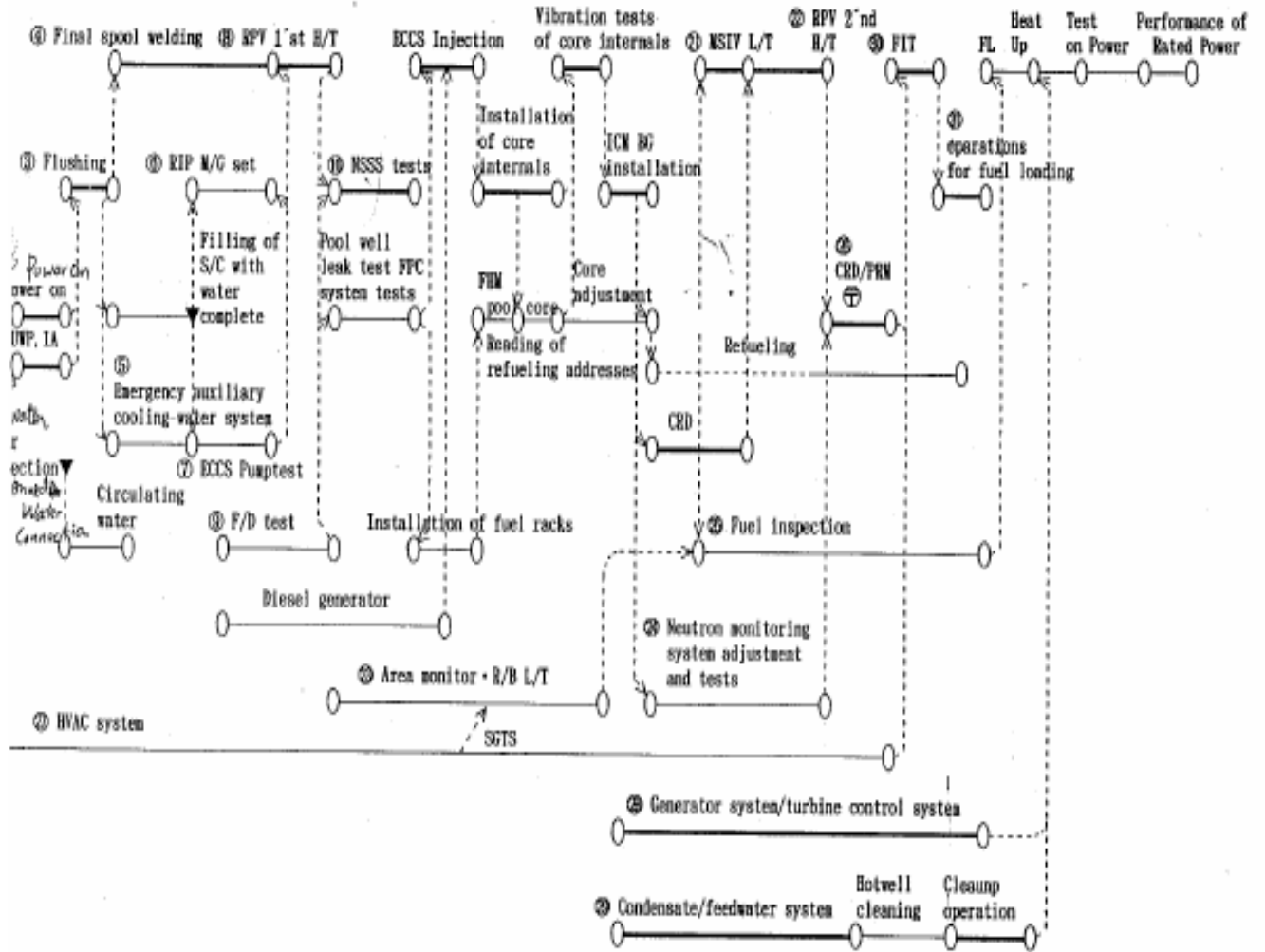
高純度ライン配管図



洗淨分級	測定基準値
超純度洗淨	超純度洗淨基準値以下
アルカリ (NH ₄) 洗淨	濃度：一価
押し洗淨/水抜	導電率 500 μS/cm以下

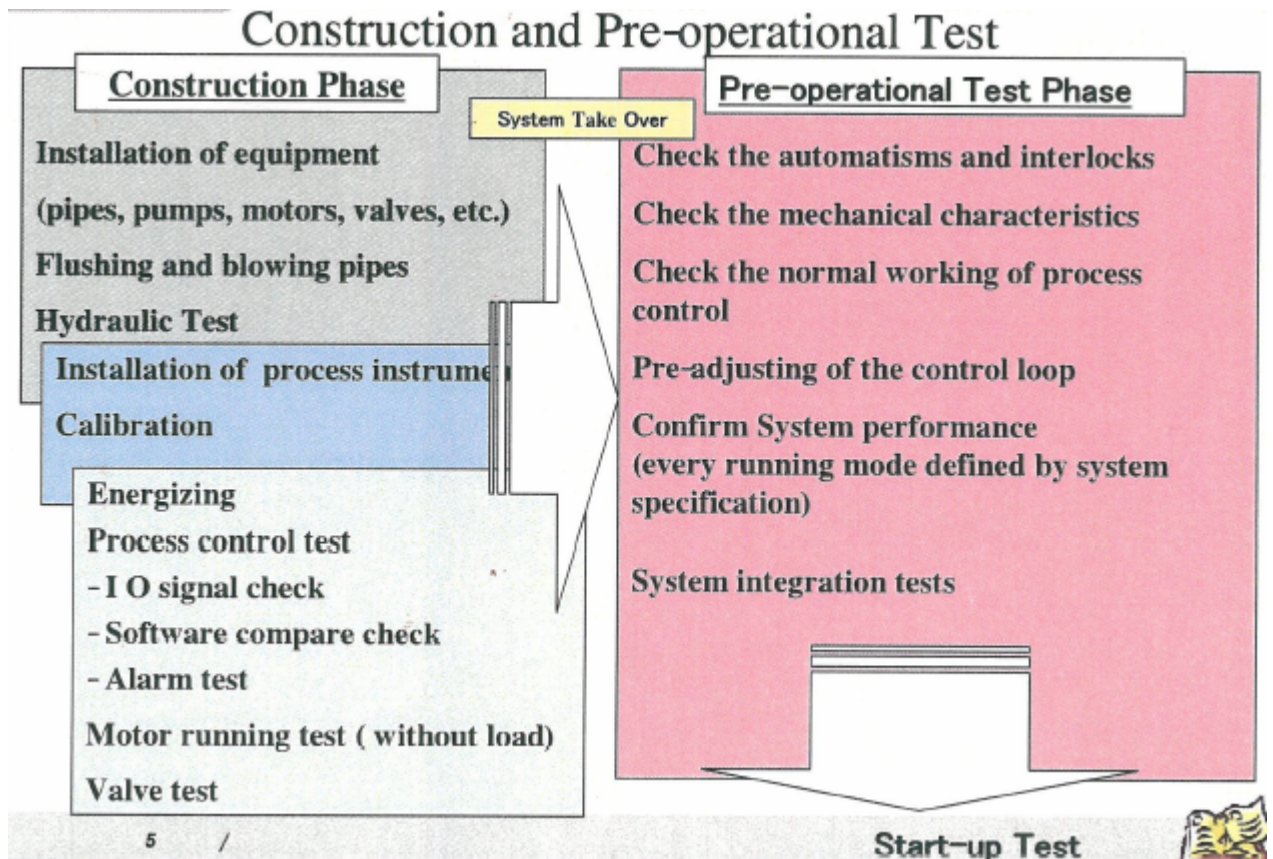
附件六

「柏崎」(KK) 電廠試運轉順序表



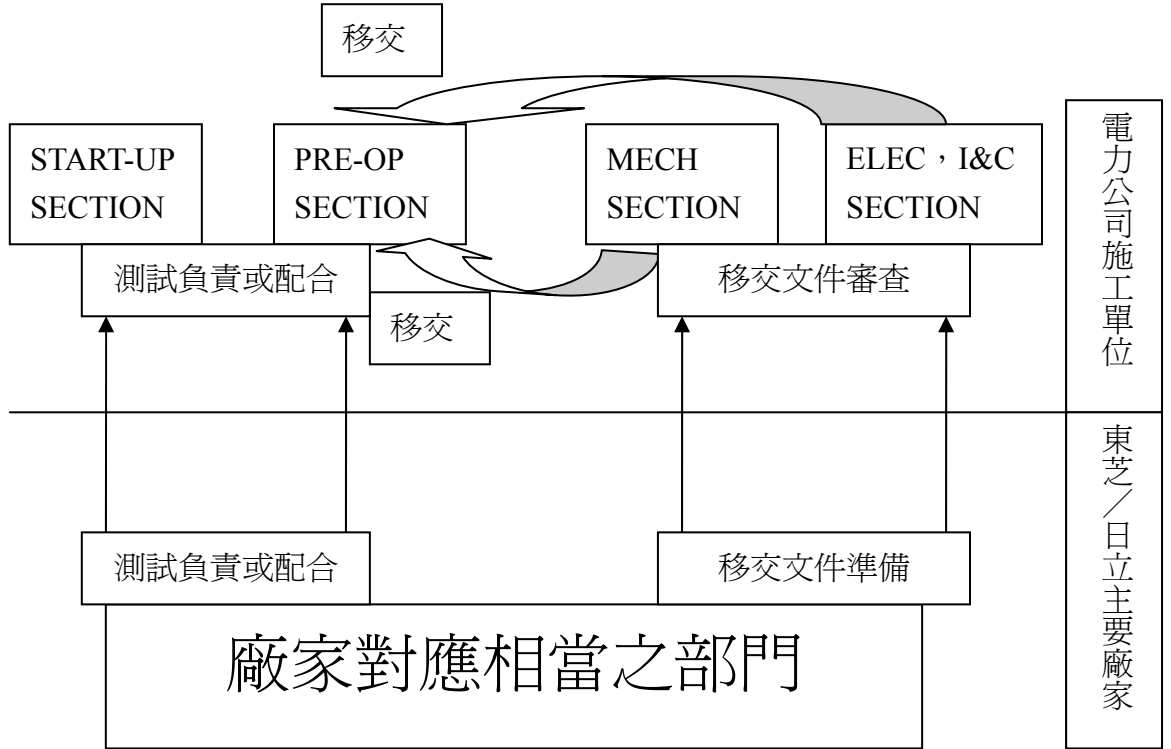
附件七

POST-CONSTRUCTION 及 PRE-OP TEST 內容



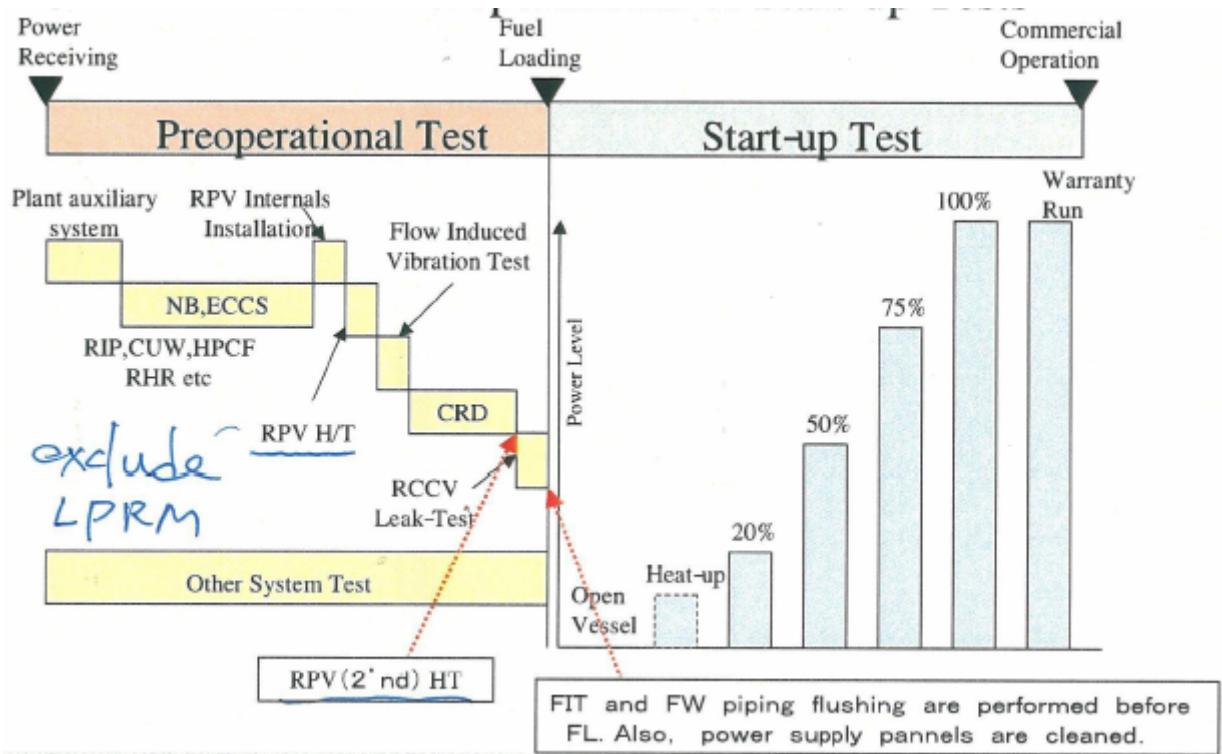
附件八

浜岡電廠施工組織架構與移交流程

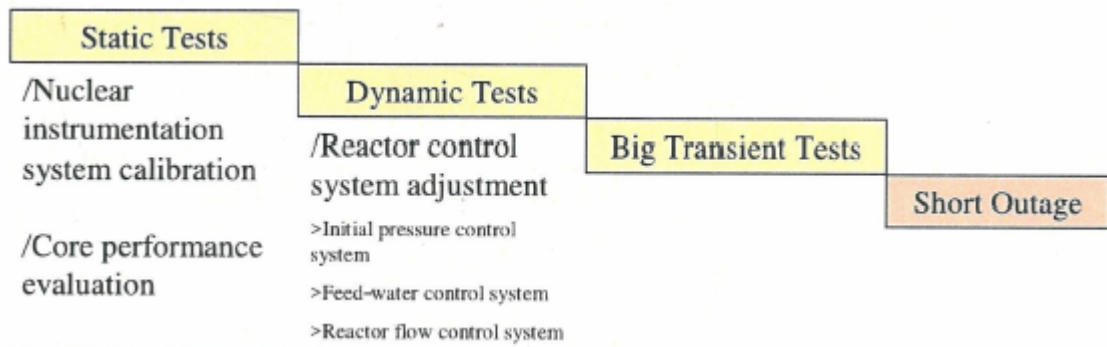


附件九

起動測試分不同功率階段執行圖



起動測試執行順序圖



附件十

起動測試項目

起動試驗項目、試驗條件

試驗(ST)	試驗條件									
	大氣 壓	核加 熱	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	性能 保證	定熱 運転
化学及び放射化学試験	○	○	○	○	○				○	
放射線レベル測定試験	○	○	○	○	○				○	○
燃料装荷試験	○									
停止余裕試験	○									
温度係数測定試験		○								
制御棒駆動系試験	○	○	○	○	○				○	
起動領域モニタ校正及び 制御棒シーケンス試験	○	○	○							
出力領域モニタ校正試験		○	○	○	○				○	
炉心性能評価試験			○	○	○	○	○	○		
炉心熱の制限値監視装置試験				○	○				○	
自動出力調整系試験			○	○	○				○	
プロセス計算機試験 (炉心性能計算)	○	○	○	○	○				○	
プロセス計算機試験 (プラント性能計算)			○		○					
プロセス計算機試験 (自動化)		○	○	○	○				○	○
原子炉隔離冷却系試験		○								
原子炉冷却材温度差確認試験		○	○	○	○	○	○	○		
熱膨張試験	○	○	○	○	○				○	
制御棒に対する 中性子応答試験							○	○	○	
圧力調整器試験		○	○	○	○	○	○	○		
給水制御系試験	○	○	○	○	○	○	○	○		
原子炉再循環流量制御試験		○	○		○	○	○	○		
原子炉再循環 ポンプトリップ試験					○				○	
炉心流量校正試験	○	○	○	○	○	○	○	○		
タービンバイパス弁試験				○	○				○	
タービン主蒸気止め弁・加減弁 試験					○				○	
主蒸気逃し安全弁試験		○								
主蒸気隔離弁試験		○		○					○	
プラントトリップ試験				○						
発電機負荷遮断試験			○	○	○				○	
外部電源喪失試験			○							
プラント性能保証試験										○
余熱除去系試験					○				○	
原子炉水位計試験		○	○	○	○	○	○	○		
原子炉冷却材浄化系試験		○	○							
復水・給水系			○						○	
主発電機系	○	○	○	○	○				○	
励磁系		○	○	○	○				○	
タービン保安装置 (停止中)	○									
タービン保安装置 (無負荷運転中)			○							
主タービン試運転		○	○	○	○				○	

附件十-1

プラント機能試験項目、試験条件

試験(PFT)	試験条件									
	大気圧	核加熱	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	性能保証	定熱運転
原子炉機器冷却水系及び所内温水系性能確認試験					○				○	○
ドライウエルN2置換試験									○	
換気空調系性能確認試験(東之分)	○	○	○	○	○				○	
プラント性能確認試験			○	○	○				○	○
冷温臨界試験(局所臨界試験)	○									
定常変動測定試験			○	○	○	○	○	○		
RIP-ASD制御切替試験					○				○	
配管振動測定(D/W内)試験			○	○	○				○	
ドライウエル冷却系試験		○	○	○	○				○	
プラントデータ測定試験		○	○	○	○				○	
RIP-ASD高調波測定試験					○					
選択制御棒挿入試験				○						
主要パラメータトリップ値余裕確認試験		○	○	○	○				○	
タービン機器冷却水系性能確認試験									○	
復水器性能確認試験									○	
湿分離加熱器ドレンレベル制御試験			○	○	○				○	
給水加熱器ドレンレベル制御試験			○	○	○				○	
タービンローカル制御試験		○	○	○	○				○	
配管振動測定(D/W外)試験		○	○	○	○				○	
タービン弁開閉試験			○	○	○				○	
湿分離加熱器性能確認試験			○	○	○				○	
復水ポンプ1台トリップ試験					○					
高圧ドレンポンプトリップ試験					○				○	
換気空調系性能確認試験(日立分)	○								○	
所内電源系試験			○		○				○	
RHR系インサービス前洗浄運転確認試験	○	○	○							
試料採取系温態機能確認試験(NSS)		○	○							
試料採取系温態機能確認試験(BOP)			○	○					○	
回転体診断データ測定試験	○	○	○	○	○				○	
核計装ノイズ測定試験	○								○	
通常スクラム時データ採取試験			○							
CUWIによる原子炉压力容器冷却確認試験									○	
Xe過渡事象を考慮した原子炉臨界試験									○	
定格熱出力一定運転に関わる確認試験									○	○
循環水ポンプトリップ										発電機出力75%
高圧給水加熱器1系列カット試験										発電機出力50%
低圧給水加熱器1系列カット試験										発電機出力60%
復水器1胴、1水室カット試験										1胴：発電機出力30% 1水室：発電機出力80%
プラント健全性確認		○	○	○	○				○	

附件十一

試運轉/起動測試文件格式

(以 CP TRIP TEST 爲例)

CP trip test guide line

- 試驗目的...
- 試驗概要.....
- 判定基準.....
- 試驗用機器.....
- 試驗前必要條件..
- 試驗要領.....
- 解析及び評価....
- 參考事項.....
- データシート..
- その他....

CP trip test procedure

- 試驗目的...
- 試驗概要.....
- 判定基準.....
- 試驗用機器.....
- 試驗前準備確認事項..
- 試驗要領.....
- 參考事項.....
- データシート....
- その他....

CP trip test report

- 試驗目的.....
- 試驗概要.....
- 判定基準.....
- 試驗經過及び結果.....
- 解析及び評価.....
- トラブル及び問題点...
- 添付資料.....

附件十二

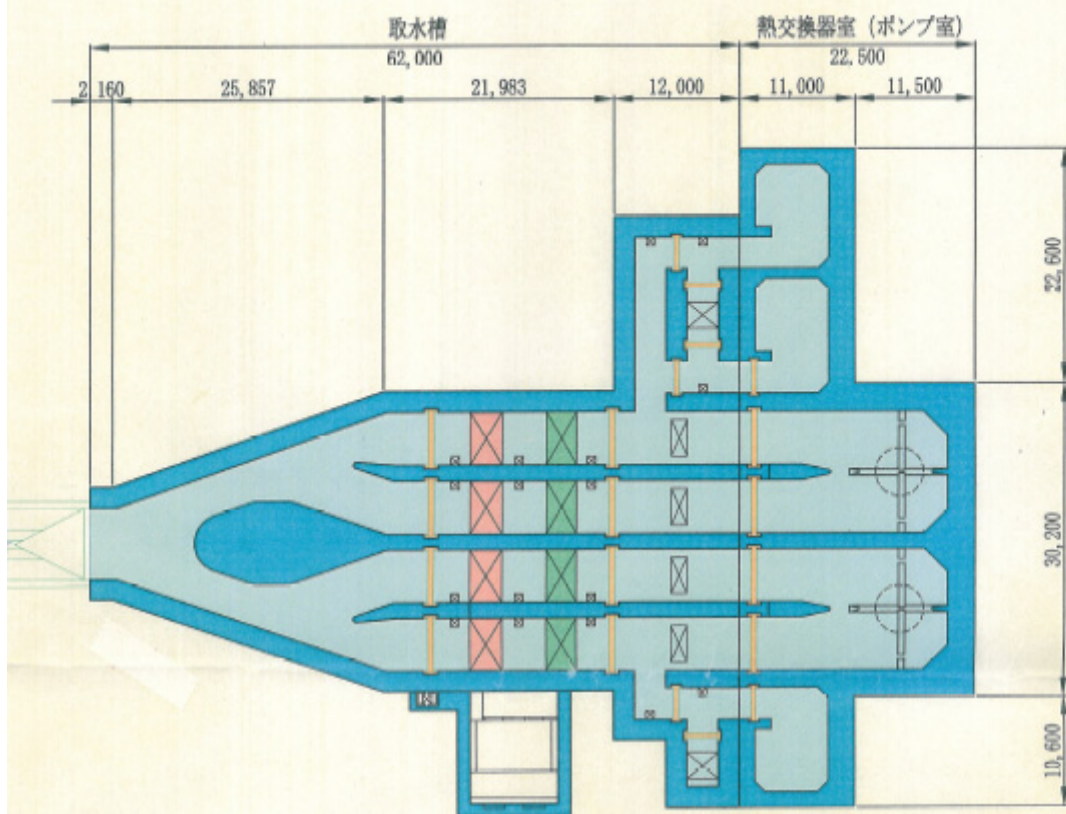
儀控及核技有關問題之回答

質問アイテム		詳細内容	担当	回答
2. Computer Control Related Issues (2/2)	5	①APRを導入しているか？また、通常運転時に使用しているか？その性能は？ ②試験手順を提示してもらえないか？	内川	①H5でAPRを導入している。起動・停止・出力上昇・下降時の運転操作時に通常APRを使用している。定格出力運転中もAPRを使用している。制御精度も手操作と同等あるいはそれ以上である。 APR system is installed at Hamaoka unit 5. We normally use APR system in each operation such as critical control, temprature and pressure control, thermal power control by CR, generating power control by CR and core flow, and shutdown by CR. And we also use APR at constant full power operation. APR shows a good performance equal to or higher than manual operation. ②確認試験を各出力段階で実施。試験手順は開示不可。 We verified every function at each test power stage. But we cannot release test procedure. It's classified.
3. I&C Related Issues (1/2)	3	FMCRDについて、どのようにアプリケーションテスト等を実施したか？どのようなパラメータを採取したか？合格基準は？試験の概念図を入手したい。	内川	This is the sketch of the friction test of the FMCRD. This is the equipment of the friction test. This equipment feed the pressured water to the HCU and move the CR. Pressure variance is mesured here from CR full-out to full-in. It's criteria is below 0.1MPa. In another tests of FMCRD, we verified the function of motor drive such as position indication, speed control, and also verified scrum time.
5. Nuclear Engineering Issues (2/5)	1.5	燃料検査と燃料装荷それぞれの人工数は？	内川	At new fuel inspection, it took about 14,000 man-hour. (Including our company about 900 man-hour) Working duration is about 2 month. At fuel loading, it took about 3,300 man-hour. (Including our company about 1,200 man-hour) Working duration is about 10 days (which carry out around the clock)
	1.6	圧力容器解放時に「局所臨界試験」を実施したか？	内川	局所臨界試験は、安全性の観点から、圧力容器ヘッドONの状態で行うこととしている。試運転時もヘッドONの状態を実施した。 We perform the local critical test only in the closed vessel stage, same as the another Hamaoka unit.
5. Nuclear Engineering Issues (3/5)	2.1.1	コントロールセルコアを適用したか。適用したのであればどのように腐食を防止したか。	内川	We apply the Control Cell Core design. But channel bowing of the control cell is not considered. Because the fuel in the control cell has low enriched uranium and its channel bowing is very small. (It could achieve low burn-up.)
	2.1.2	バリア燃料を使用したか。PCIOMRの実施と方法について	内川	We use barrier fuel which has Zr liner. In our rules, PCIOMR is applied if the fuel power is above 13.0kw/ft and also the segment burn up of the fuel is above 20GWd/t. This criteria has pretty margin. So PCIOMR is not carried out practically in our plant.
	2.1.3	使用している制御棒の種類は？また、WHの99タイプか82Mタイプについて検討したか？	内川	使用している制御棒はコントロールセルに使用するHf制御棒とそれ以外のB4C制御棒である。WH製の制御棒については検討していない。 We use Hf plate CRs and B4C(stick) CRs. Hf CRs are applied to the control cell. (33 rods in 205 rods) We didn't consider those from Westinghouse.
	2.1.6	燃料交換やリシャップリングで燃料破損を防止するための施策	内川	At refueling, fuel is moved by Fuel Handling Machine and it is operated automatically. Fuel Handling Machine has safety interlocks, so fuel doesn't run into the wall of the pool and so on.
5. Nuclear Engineering Issues (4/5)	2.1.8	炉心モニタリングシステムについてそのシステムダイアグラムとインターフェイスについてご教示願いたい	内川	This figure shows Core Monitoring System. It consist of Process Computer and Core Performance Calculator, which name is TARMS2. At Process Computer, Heat Balance such as core thermal power is calculated in 15 second cycle. And at TARMS2, power distribution and MCPR, MLHGR is calculated every hour and this data is printed out automatically.
5. Nuclear Engineering Issues (5/5)	2.2.2	炉心フローの定数Kのアップデート方法、フィッティング、係数の決め方について	内川	This figure shows test points in the Power-Flow map. We took core flow data at various Power-Flow points. Fitting facor was determined that the flow measured by core plate differential pressure gave good agreement with the flow measured by RIP differential pressure in every test point.

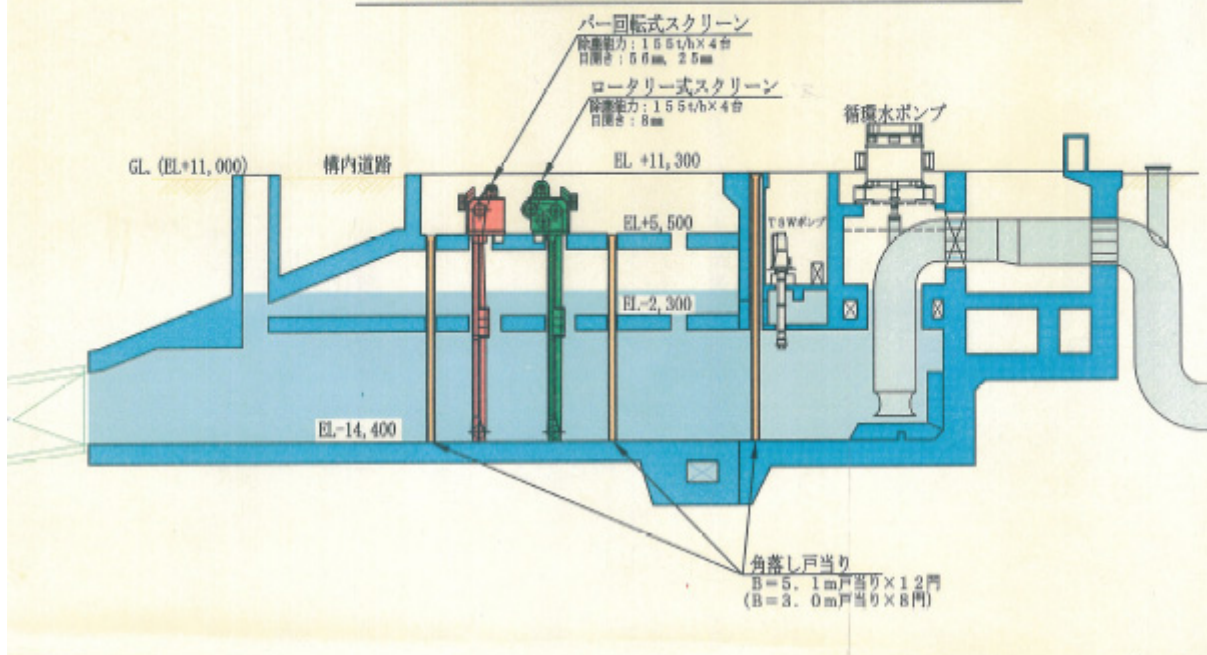
附件十三-1

「志賀」海水泵室設計

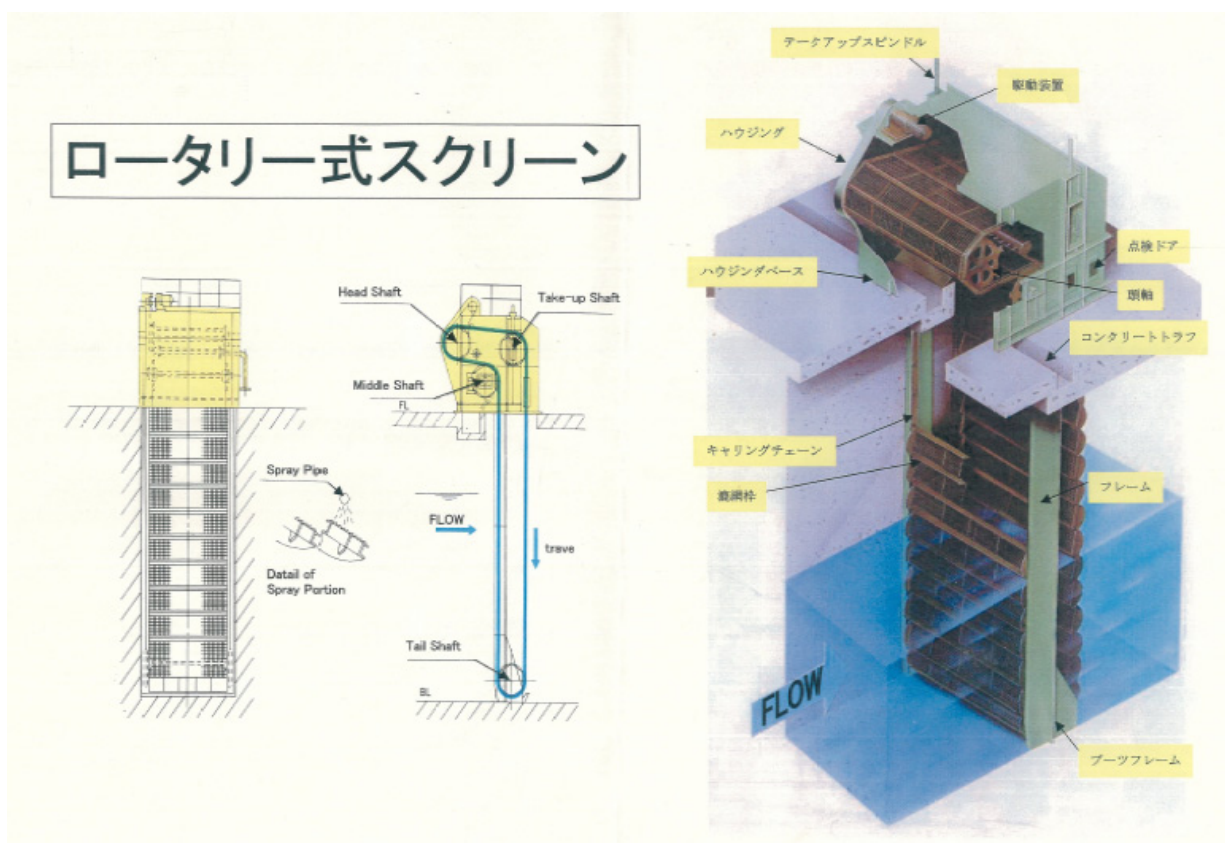
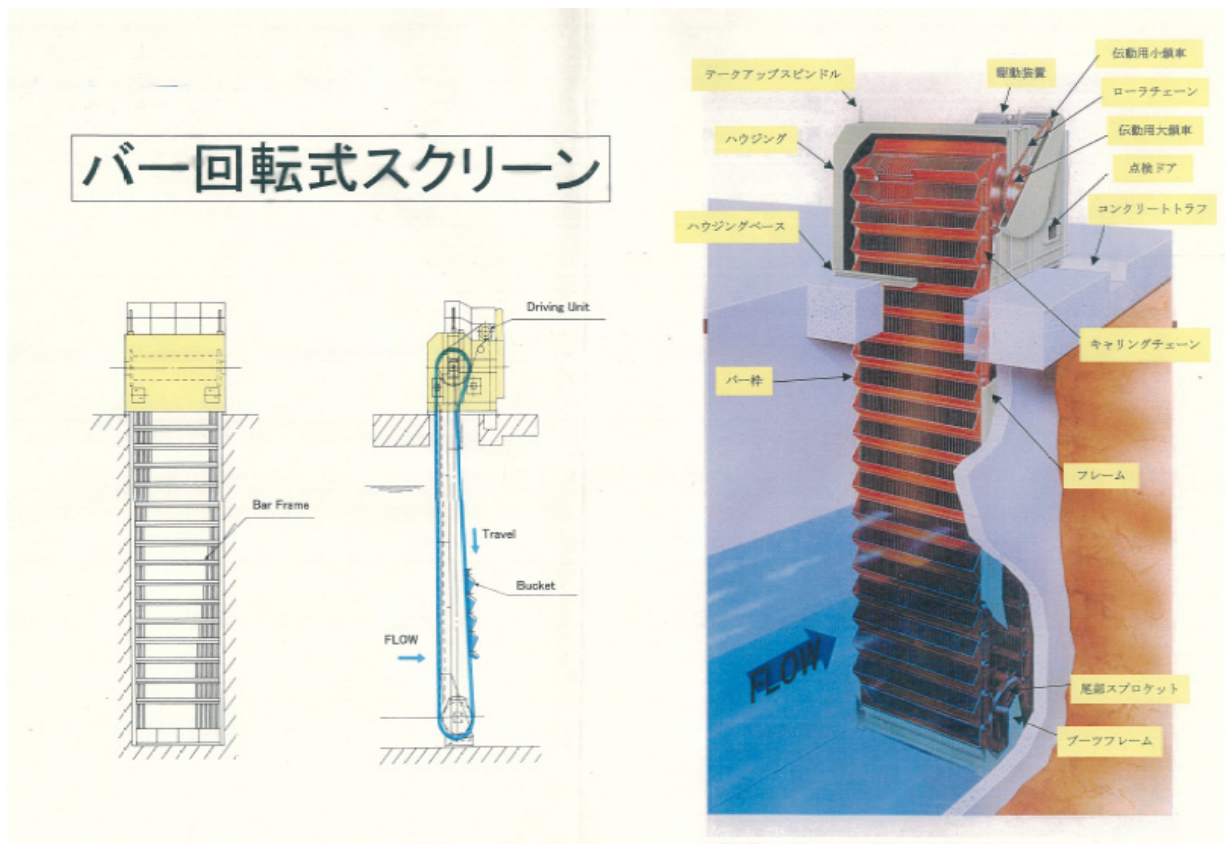
取水槽・熱交換器室 (ポンプ室) 平面図



取水槽・熱交換器室 (ポンプ室) 断面図



「志賀」迴轉式「粗柵欄」(BAR SCREEN) 及 ROTARY SCREEN



附件十三-3

「志賀」泵室輸送帶

