

出國報告審核表

出國報告名稱：核能四廠新增機組建造、營運規劃		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
陳龍	計畫經理	核能火力發電工程處
出國類別	☐ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☐ 實習 ☒ 其他 洽公 (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：99 年 11 月 1 日至 99 年 11 月 12 日		報告繳交日期：100 年 1 月 7 日
出國計畫主辦機關審核意見	☒ 1.依限繳交出國報告 ☒ 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) ☒ 3.無抄襲相關出國報告 ☒ 4.內容充實完備。 ☐ 5.建議具參考價值 ☐ 6.送本機關參考或研辦 ☐ 7.送上級機關參考 ☐ 8.退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 ☐ 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 其他 ☐ 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、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。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人		審核人	單位主管 	主管處主管 	總經理 	副總經理 
-----	---	-----	---	---	--	---

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：核能四廠新增機組建造、營運規劃報告

頁數 24 含附件：☒是☐否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/核能火力發電工程處/02-2391-0241

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳龍/台灣電力公司/核能火力發電工程處/計畫經理/02-2322-9402

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☒5 其他(洽公)

出國期間：99.11.1~12

出國地區：日本

報告日期：100 年 1 月

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

1. 為配合政府推動節能減碳之目標，興建核能機組為國家電力發展減碳之重要選項之一，由於核能電廠興建計畫建廠期程長且建廠成本龐大，以目前之評估，於現有之核能電廠廠址增建核能機組有其相對之優勢，但在營運中之核能電廠增建新機組有其困難度，透過此次日本實地了解，主要取得 ABWR 機組核能電廠規劃管理之相關經驗後，做為未來於現有核能電廠廠址新增機組計畫之參考，期以做好規劃及管理工作做為計畫成功之基石。
2. 目前日本已有多部 ABWR(進步型沸水式反應器)機組運轉及建造中，本次參訪地點之一的青森縣大間核能電廠即建造中之機組，其反應器由 HITACHI(日立)提供，T/B(汽輪發電機)由 TOSHIBA(東芝)提供；本次參訪的另一重點即東京都日立總公司及日立工廠，HITACHI(日立)有豐富之 ABWR(進步型沸水式反應器)機組製造、施工經驗，透過此次日本實地了解，主要取得 ABWR 機組核能電廠規劃管理之相關經驗後，做為未來於現有核能電廠廠址新增機組計畫之參考。

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

出國報告書（出國類別：洽公）

核能四廠新增機組建造、營運規劃
報 告

服務機關：台灣電力公司核能火力發電工程處

姓名職稱：陳龍計畫經理

派赴國家：日本

出國期間：99 年 11 月 1 至 12 日

報告日期：99 年 12 月

目

錄

摘 要-----	3
壹、 目的-----	4
貳、 參訪行程-----	7
參、 參訪心得及建議事項-----	13
肆、 附件	

摘 要

我國於 97 年 6 月訂定「永續能源政策綱領」，目標包含全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量，發電系統中低碳能源佔比由 40%增加至 2025 年的 55%以上，為配合政府推動節能減碳之目標，興建核能機組為國家電力發展減碳之重要選項之一，由於核能電廠興建計畫建廠期程長且建廠成本龐大，以目前之評估，於現有之核能電廠廠址增建核能機組有其相對之優勢，但在營運中之核能電廠增建新機組有其困難度，故安排此次前往日本參訪之行程。

目前已有運轉實績之新型核能機組為 ABWR(進步型沸水式反應器)、EPR(壓水式反應器)及 AP100 型等，而原核四工程第 1、2 號機即採用 ABWR(進步型沸水式反應器)機組，將來核四之新增機組若採用同型機組，將有利於運轉、維修。目前日本已有多部 ABWR(進步型沸水式反應器)機組運轉及建造中，本次參訪地點之一的青森縣大間核能電廠即建造中之機組，其反應器由 HITACHI(日立)提供，T/B(汽輪發電機)由 TOSHIBA(東芝)提供；本次參訪的另一重點即東京都日立總公司及日立工廠，HITACHI(日立)有豐富之 ABWR(進步型沸水式反應器)機組製造、施工經驗，透過此次日本實地了解，主要取得 ABWR 機組核能電廠規劃管理之相關經驗後，做為未來於現有核能電廠廠址新增機組計畫之參考，期以做好規劃及管理工作做為計畫成功之基石，避免重蹈核四工程第 1、2 號機之覆轍。

壹、目的

台灣地區能源供應約 97% 以上仰賴進口，近來國際燃油、燃煤、天然氣價格大幅上漲，基於能源供應安全，更需採能源多元化之政策，核能發電對穩定長期能源供應有所助益。加上目前全球氣候變遷及能源日益短缺嚴峻的新情勢，發展再生能源及提升節能技術已然成為政府能源政策推動之重點。

目前市場上有多種核能機組，為避免未來新建機組在施工、建造、運轉及維護上之困擾，應採用成熟型且有實績之機型包括進步型沸水反應器(ABWR)、壓水式反應器(EPR)及 AP1000 型等，但目前核四計畫 1、2 號機係採用進步型沸水反應器(ABWR)機組，將來考量在核四新增機組採用同型機組以有利於運轉及維修之單一性，故安排參訪日本最具進步型沸水反應器(ABWR)經驗之電廠及設計廠家，討論新核能機組規劃及建造相關事宜。

貳、參訪行程

此次出國期間為 99 年 11 月 1 日至 11 月 12 日，共 12 日，主要行程為赴日本具進步型沸水式反應器電廠經驗之主要核能電廠供應商：日立公司及興建中之大間核能電廠，行程如下：

日期	參訪地點	工作內容
99 年 11 月 1 日	往程	台北→東京
99 年 11 月 2 日	東京 日立公司	討論大間電廠之相關資訊
99 年 11 月 3 日	行程	東京→青森
99 年 11 月 4 日	青森 大間核能 電廠	參觀新建核能電廠
99 年 11 月 5 日	行程	青森→東京
99 年 11 月 6-11 日	東京 日立公司	討論新建核能機組相關事宜
99 年 11 月 12 日	返程	東京→台北

參、參訪心得及建議事項

本次參訪行程主要可分為二大部分，包括參觀興建中之青森縣大間核能電廠及東京日立總公司、日立工廠。

一、參訪心得

(一)參訪大間核能電廠

本次參訪施工中之大間核能電廠，承蒙日立公司原子力國際技術本部本部長壹俊介先生陪同，並由多位日立公司原子力部門人員陪同參觀，並分別由日立公司大間建設所所長及 J-Power 代理所長吉田文久簡報(附件 1)。

大間核能電廠係於 1970 年開始構思，到目前約 40 年，實際動工是 2008 年，預計在 2014 年完工商轉，施工期約 6 年，在動工前 6 年主要是發包、設計、請照等工作，也就是整體工期約 12 年，前 6 年係前期準備工作含設計完成。設計完成後就不再改變任何的設計並開始施工，施工含試運轉約 6 年，在本(2010 年 11 月)參觀當時，施工進度約 28%，反應器廠房 RCCV Lower Part 已吊裝完成，核反應器基座(RPV Pedestal)已近完成，反應器廠房(RB)含廠房之鋼架等已大約完成(此部分牽涉大間之天氣及日立公司規劃之全天候施工方式)，汽機廠房部分冷凝器(Condenser)已定位，汽機基座(Pedestal)已完成。最重要的是整體廠房環境非常乾淨並且施工通路非常好，對照附件 2 與附件 3 可看出從 2010 年 3 月到 2010 年 11 月 4 日現場工程進度進展非常多，再對照核四 1、2 號機同一階段之土木施工來看，顯然在施工方法及管理方面有非常大的差距，大間核能發電廠工程總共約發 10 個包由 J-Power 負責介面管理，J-Power 並未聘請顧問公司協助，發包工程中最主要的 NSSS(含廠房)由日立公司(HGNE)負責設計、供應、施工，T/B(含廠房)由東芝公司

(Toshiba)負責，土木施工另由其他廠家負責，HGNE 及 Toshiba 各在其領域有非常多的經驗，並在工程執行工作非常準時，J-Power 表示，雖然名義上由其負責介面管理，但實質上，大部分的工作承商都已互相協調完成，其需實際負責之項目非常有限，故 J-Power 本身之人力僅約 200 人已足以應付所需，遠低於核四 1、2 號機施工處加電廠之人力數目。

再者，日本之國家核能管制單位並未如我國原能會派人常駐施工現場，不會干擾施工之進行，這與核四也有相當大的不同，大間核能發電廠工程反應器廠房與汽機廠房採用 L 型之構造，在 L 型之凹點裝有一台 IHI 製造之 1000 噸固定式 Ringer 吊車(附件 2)，負責所有重件之吊裝，包括反應器、鋼筋混凝土圍阻體襯板(RCCV Liner)、汽輪機(Turbine)、發電機(Generation)、冷凝器(Condenser)及預鑄之模組化構件等等之重件；所有可模組化製造之大型設備如 RCCV Liner 等都規劃在吊車可直接吊掛之區域先行製作，所以等於有三、四個工地同時在施工，對於縮短工期非常有幫助，比照核四 1、2 號機 RPV 吊裝或冷凝器吊裝分別採用不同的吊車及吊裝方式，且完全無模組化施工，顯然在施工規劃上面有非常不同的差距，這些都是未來新增機組所需面臨的問題。

大間核能工程基本上仍採開頂(open top)方式安裝，但大間因位在日本本州之最北邊，隔津輕海峽與函館遙對，也因位在日本之北部，緯度很高，每年下雪或惡劣氣候的時間很長，對施工非常不利，故日立公司將反應器間鋼架先行全部安裝好，廠房邊都先安裝臨時之護牆板(siding)，屋頂安裝可開式之臨時屋頂，未來如有大件要安裝再開啟屋頂吊入，也因此某些較大之設備如控制棒驅動液壓單元(HCU)

等由日立公司設計為較小但較多數量之設備來解決大型設備無法吊入、搬運之困難，這些都牽涉到日立之設計及技術能力，日立公司本身依其自身之需求自行設計解決，以核四 1、2 號機施工廠家與設備供應廠家不同，除非施工方式已預先確認，設備預作準備，否則設備與施工無法配合，這是招標方式及國家技術能力之差距，也是未來新增機組所需注意之重點。

大間核能電廠到目前完全沒有延遲，其中很重要的一點，就是設計在開始施工後完全凍結，沒有再設計變更，如此施工者可將預計之工程依設計圖詳細安排，也因為要到達如此之狀況，其規劃、設計及請照共花了約六年的時間準備。反觀核四 1、2 號機因採邊設計、邊採購及邊施工之方式執行，設計變更非常多，工程進行非常困難，無法確實安排未來的工作，造成工程進度進展非常慢。

在大間參觀最大的心得就是整個工地非常整潔、乾淨，施工動線非常合理，進出動線非常方便，工地開挖與廠房配合非常密切，不會造成進出之困難，此為工程施工技術的能力問題，台灣與日本顯然還有一段距離，非短期可克服的。將來新增機組施工及管理如何運作，應由招標方式等來解決，避免再如核四 1、2 號機一樣，由能力不足的承商來執行這些工作。

(二)參訪日立工廠及日立總公司

1. 首先說明參訪工廠

日立工廠位在茨城縣日立市及大甕海邊，核能工廠共有三間廠房，一間做碳鋼的部分；一間做不銹鋼的部分；一間做其他的零件。所有核蒸氣供應系統(NSSS)的設備包括反應器都在此製造(附件 4)，也因日立公司有能力在日本國內製

造所有的核蒸氣供應系統(NSSS)設備，加以自行設計、自行施工，所以大間核能發電廠工程之進度管控非常順利，設備從製造、交運到施工一條鞭，可完全控制日立公司手中。不像核四，設備來自全球各國，任何一設備無法配合施工都會影響到下游工程，這是台灣與日本在技術上的差距，短期內無法改善，但對於未來核能電廠可採招標、選商的方式來解決。

2. 參訪日立總公司

日立總公司位於東京「秋葉原」站旁，交通非常便利，本次參訪在日立總公司主要討論的是商務問題和一些工程管理方法，其中工程管理部分，因為牽涉到很多核能電廠的施工經驗和技術的累積，又牽涉到很多技術機密，很難在短時間內獲得長足的進步，日立公司也不許其重要機密外流，但以其在大間電廠的執行情形來看，顯然其不論技術及管理能力，都高於我們很多，而且是全面的高很多。如果台電公司想在短期內開始執行新的核能機組建設，想從技術能力方面改進達到日本水準，應有所困難也不切實際。

以日本島根（Shimane）3 號機為例，其工程執行時間與核四 1、2 號機執行時間相彷彿，但其從 2006 年開始施工至目前工程並無延遲，預計在 2011 年 12 月商轉。

再以附件 5（Overall Project Schedule for US ABWR Project）之專案研究來看整個計畫工期約 11 年，與大間核能電廠時程表相當。

從工程技術上來看，日立參與之核能電廠建設採用大量的模組式施工（如附件 6），這是其工期能大幅縮短的重要原因之一，而模組式施工需配合設計，所以設計的能力是確保模組化施工的根本，再從管理面來看，日立施工除

LEVEL 1 排程外，並有詳細的排程計畫來管控工程進度，因為核能電廠的工程項目非常多，每個工程項目作業都非影響到其他的作業，並且有其一定的工序，工序錯誤可能造成重作或設計變更等嚴重後果，所以需非常有經驗的工作團隊來執行排序，這是台電公司最缺乏，也是目前除日本外，其他國家無法達到能力。以核四 1、2 號機來看，工序和細部工程進度管控人才及能力，顯然無法符合如此之需求，所以將來新的核能機組，如何在執行模組式管理上改變，來取得必要的管理公司或人才，是未來機組成功與否的重點。

在商務方面來看，核能工程因投資龐大，工期很長，如何縮短工期，降低投資金額是興建核能電廠的首要考慮。

當然如果自身（包含國家工業水準、施工承商的能力和認知）、能力和技術都很好，可以自行處理技術和管理上的問題，那就不必多所考量。但在技術和能力無法完全掌握核能電廠施工的現有條件下，將來要執行新核能電廠工程，就必須考量本身以外的資源來達成上述縮短工期、降低投資總額的目標，其中最快也最有效的方法就是找到一個有能力的好包商。而以目前 進步型沸水式反應器(ABWR) 在全世界上有能力做此工作應除日本外，很難找到有類似日本廠商經驗與能力的公司，但很不幸的日本公司因在世界核能非擴散條約限制下，無法直接輸出核能技術與設備到台灣，如何在其與美國奇異公司的合約限制下及奇異公司主觀意願配合下，由有實際經驗之日本廠商作為主包商提供設備給台電，這是未來新核能電廠的首要追求，否則如果招標結果 ABWR 又得標，且又是奇異公司(GE) 主包，則依 GE 在核四 1、2 號機的表現及其並無成功 ABWR 經驗來看，又會是另一困難開始。

本次參訪日立公司，洽詢日立可否願以主標商的姿態參與將來新核能機組的投標，日立公司表示其很高的意願，但也表示有其困難度，因為依其與 GE 分工，日本市場由日立或東芝主導，海外市場則由 GE 負責，且因日本無法直接輸出核能設備與技術到台灣，日立直接參標有其困難度，但日立願考量此瓶頸問題，與 GE 協商並希望取得 GE 認同，來達成由日立當主標商之可行性。

再者核四 1、2 號機因採設備包經營模式，界面太多，管理困難，將來採購可能需採類似火力電廠島包(EPC) 之方式採購，日立公司表示其應可配合辦理。

二、建議事項

建造核能電廠為一巨大投資之專案計畫及專案工程，其投資總額可能達千億元，對任何電力公司都是一非常沉重的負擔，故工程如何執行順利，儘早發電回收投資，為專案管理的最主要目標，而如何讓計畫執行順利，前期規劃必須好好執行，以大間電廠而言，從構思到開始施工約經 40 年，可見其對前期協調規劃之重視程度，也因此其計畫執行至今非常順利。

再者如何規劃需視本身的條件來規劃，並利用他人的資源來補足自己所不足的資源。以台電公司的人力與能力，顯然無法自行管理施工，所以需從招標經營模式來補足台電公司本身能力不足，是故未來核能電廠經營以 EPC 方式招標可補台電公司管理能力不足之部分，但 EPC 招標選商結果如果是一個不甚可靠的承包商，其後果可能比台電自行管理更糟糕。

藉由本次參訪經驗，了解日本持續發展核能產業，其相關技術、管理及人才相較之下，我國與其有相當大的差距，未來新機組計畫執行時，技術、管理及人才等方面培養非一蹴可及，想要提升至日本水準，恐有困難。故必須在經營模式(招標模式)及

選商方面做好規劃，建議以 EPC 經營模式及統包商之選擇(以國際級聲譽良好、具備成熟技術及對自身工程品質要求較高之公司商)著手，強化管理部分以克服技術、管理及人才等方面之不足，亦能達到縮短工期，降低投資金額之目的。

就 ABWR 機組製造及建廠實績而言，日本有日立公司(日立與奇異為合作夥伴關係)、東芝公司具多年之建廠實績最具有經驗，惟在世界核能非擴散條約限制下，日本核能技術與設備無法直接輸入國內，又雖然奇異與日立為合作夥伴關係，但有核四的前車之鑑，如果仍由奇異公司主導計畫，將重複核四 1、2 號機之困難。

與日立公司交流過程中，了解若未來有新機組計畫，其有意願參與，但需再研析要如何突破世界核能非擴散條約限制，成為新機組計畫之主投標商，建議日後可就此一議題持續與日本日立公司溝通討論。



大間現地本部
大間原子力建設所
所長代理 兼 原子力技術グループリーダー

吉田 文久

電源開発株式会社

〒039-4602 青森県下北郡大間町大字奥戸字小奥戸281
Tel: 0175-37-2842 (直通)
Tel: 0175-37-2125 (代表)
Fax: 0175-37-4079
E-Mail: fumihisa_yoshida@jpower.co.jp
URL: www.jpower.co.jp

Recycled Paper

HITACHI



附件1

原子力国際技術本部
本部長

臺 俊介

うてな

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

〒101-8608 東京都千代田区外神田一丁目18番13号 秋葉原ダイビル
Tel: 03-4564-3971 (ダイヤル) Fax: 03-4564-3050
E-mail: shunsuke.utena.dp@hitachi.com

HITACHI



原子力国際本部
原子力国際営業部
部長代理

渡辺 知之

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

〒101-8608 東京都千代田区外神田一丁目18番13号 秋葉原ダイビル
Tel: 03-4564-5089 (ダイヤル) 03-3256-6300 (代表)
Fax: 03-4564-3050
E-mail: tomoyuki.watanabe.xg@hitachi.com

HITACHI

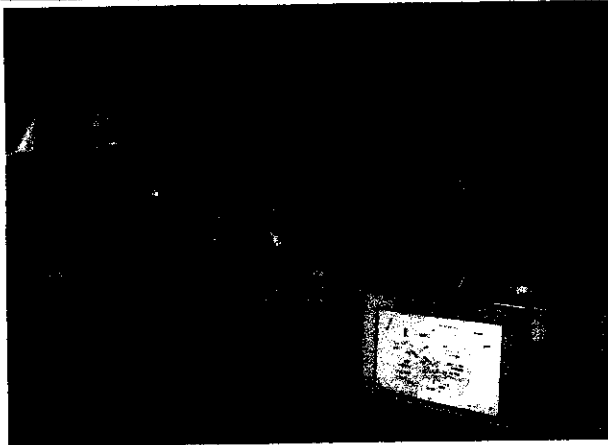


所長

宮原 積

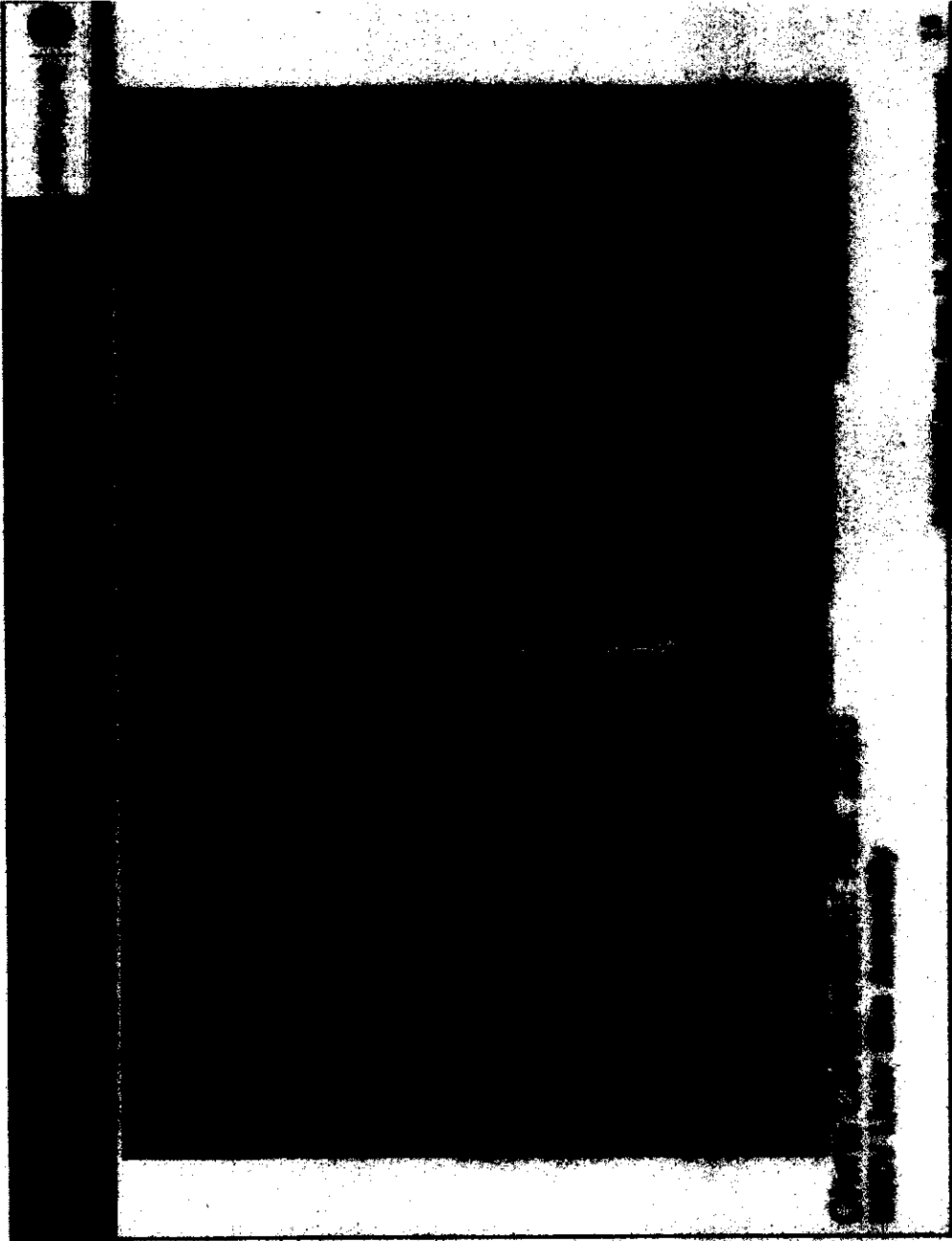
日立GEニュークリア・エナジー株式会社
大間建設所

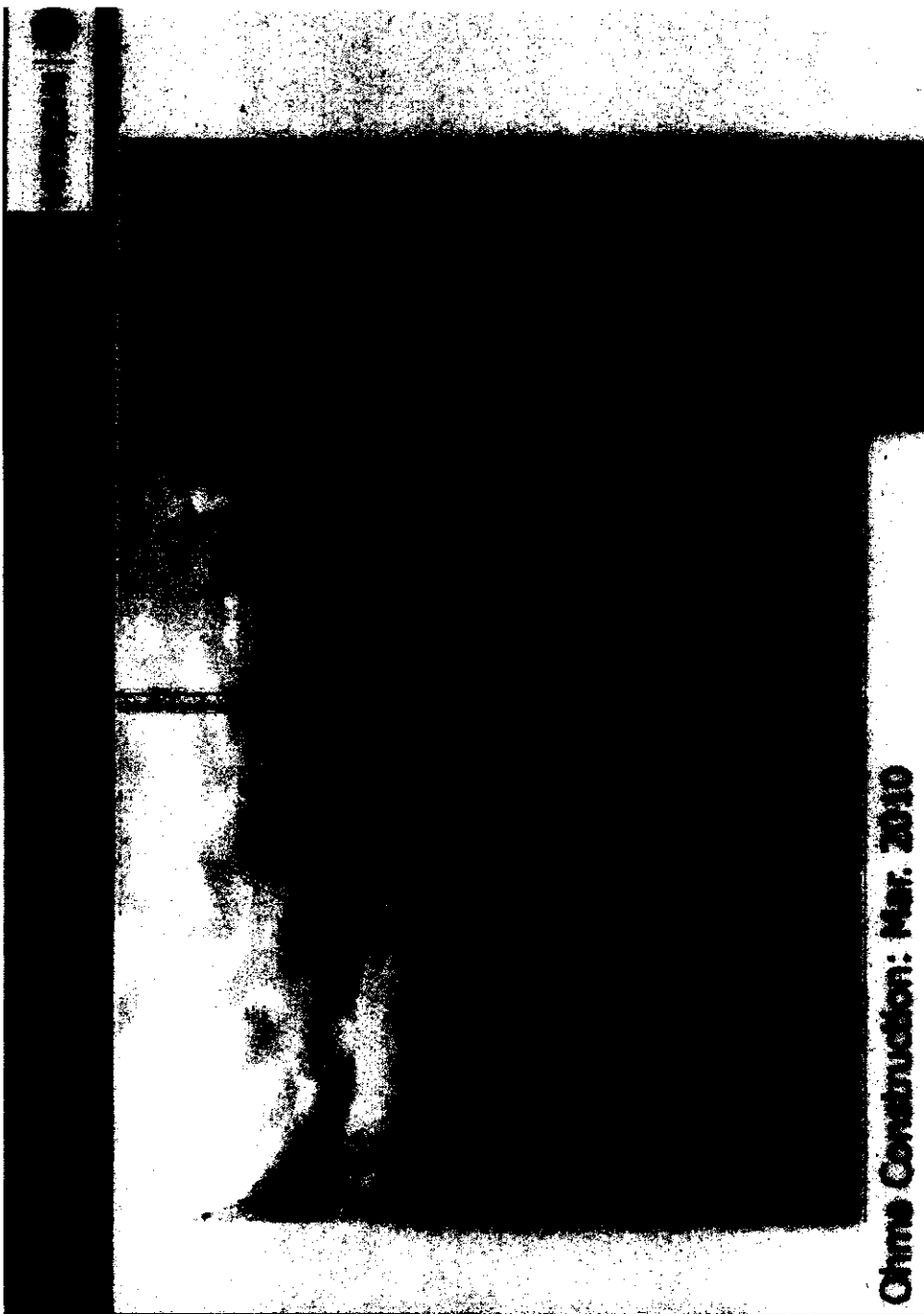
〒039-4602 青森県下北郡大間町大字奥戸字小奥戸223
TEL 0175-32-1789
FAX 0175-32-1788
E-mail: tsumoru.miyahara.tk@hitachi.com



附
件
2

2
附
件



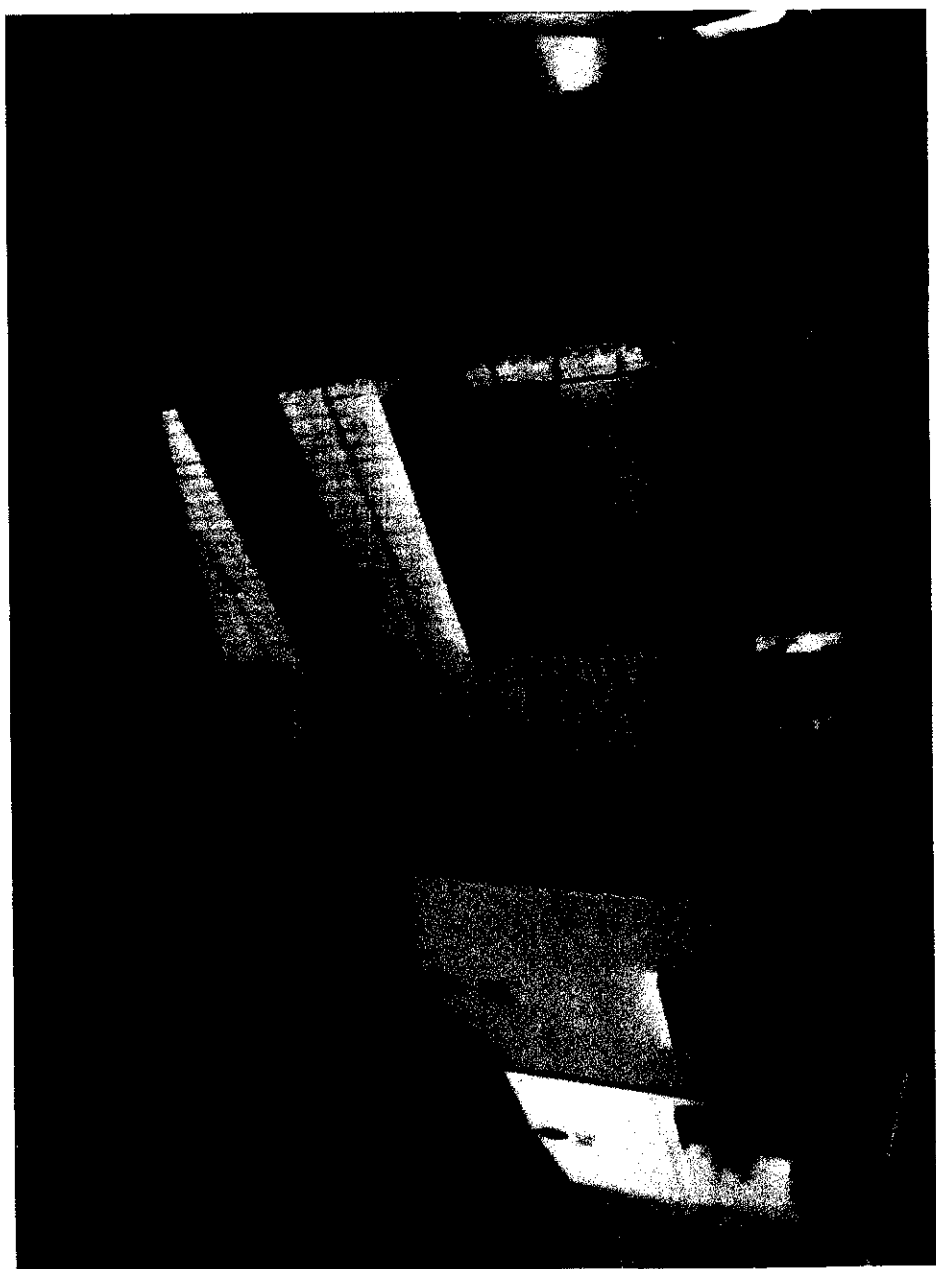


China Construction: Mar. 2010

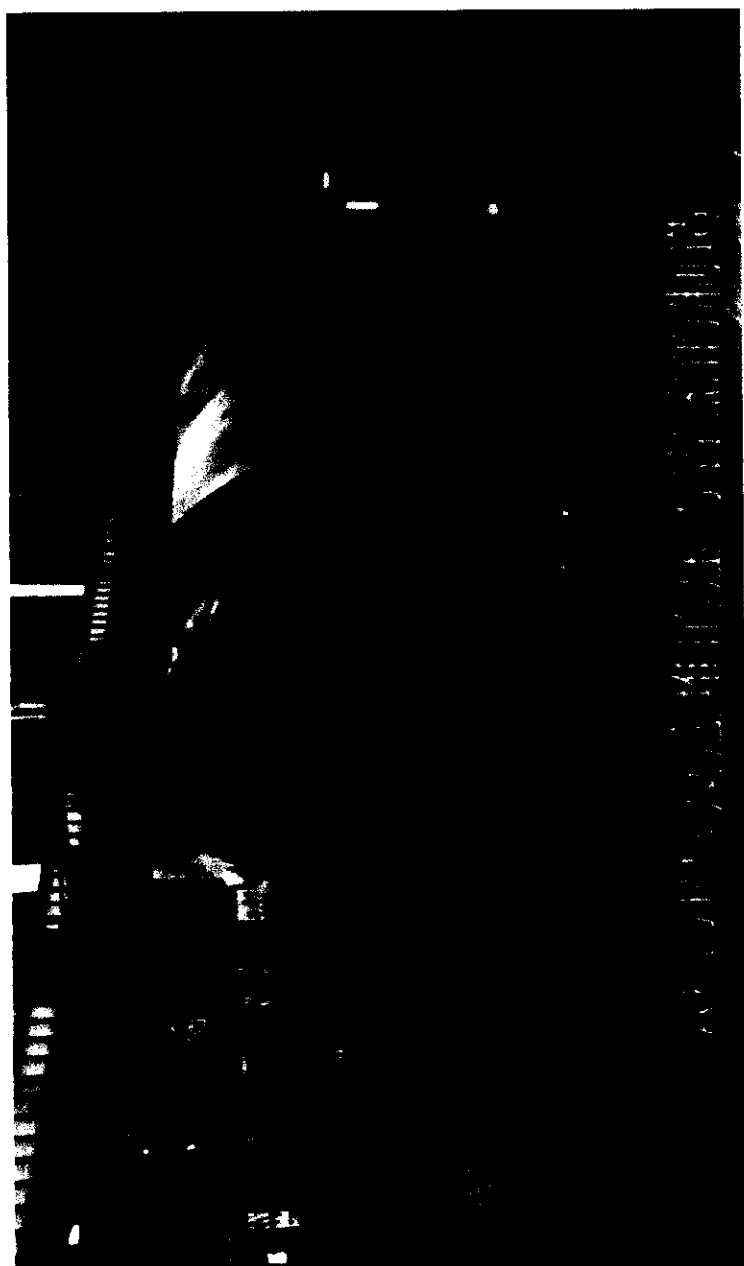
附
件
3.



1/11
19
4







No	Description	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Remarks	
1	Licensing application													
2	EPC Contract													LNTF: Limited Notice to Proceed INTP: Notice to Proceed FNTP: Final Notice to Proceed
3	Plot Plan													
4	System Design													
5	General Arrangement													
6	Plant Engineering & Bulk materials													
7	ABWR Basic Database													
8	Procurement / Manufacturing													Long lead items such as RPV will be ordered by LNTF
9	Construction Engineering													Detailed construction plan will be developed by constructors and reviewed by HGNE and completed by the start of excavation.
10	Modularization													Ordering of the module materials will be started by LNTF, and the fabrication / assembly of them will be started by FNTP
11	New Unit-2													

16/5
16/9
6

