

出國報告（出國類別：參加核子工程暑期學校）

## 2014 KAIST-SJTU-NTHU 核子工程暑期學校

2014 KAIST-SJTU-NTHU Nuclear Engineering Summer School

服務機關：國立清華大學

姓名職稱：梁正宏教授

派赴國家：韓國

出國期間：103.08.03-09

報告日期：103.09.21

## 摘要

核子工程暑期學校（Nuclear Engineering Summer School）是本校例行性國際交流活動之一，今年為第八屆，該一活動係為每年暑假共同辦理為期約一周的三校聯合暑期課程活動。參與此一活動的三校包括：上海交通大學（核科學與工程學院）與韓國科技大學（Nuclear & Quantum Engineering，核子量子工程學系，NQe）、以及本校（核工所、工科系、原科院）。主辦單位採三校輪流制，每年三校師生會共同聚集至其中一校進行課程。今年的主辦單位為韓國科技大學，活動日期為 08 月 04 日至 08 日。本校的帶隊老師為梁正宏教授與陳紹文教授，參與學生共計十二人（含核工所、工科系、原科院學士班學生），分佈年級為碩士班在學研究生與新生。其他學校的參與人員為：上海交大學生十五人，老師四人；韓國 KAIST 大學學生十五人，老師八人等。本屆的主題為「Optimized NPP Design for Safety and Economics」。本屆活動辦得相當成功，三校師生均相處融洽，此外老師授課與學生上課亦相當認真，學生分組討論也十分熱烈，透過這個交流活動，無論在吸取新知、學術交流、廣結友人、以及推銷台灣上，收穫非常豐碩、成效絕佳。

## 目錄

摘要-----	2
目的-----	4
過程-----	5
心得-----	14
建議事項-----	15
攜回資料名稱及內容-----	16

## 目的

2005 年上海交通大學（核科學與工程學院）緣於核能人才青黃不接、核能與國際的脈動密切、專業知識傳承不易、以及核能經驗交流十分重要，率先提出辦理核子工程暑期學校（Nuclear Engineering Summer School），並力邀韓國科技大學（Nuclear & Quantum Engineering，核子量子工程學系，NQe）以及我國清華大學（核工所、工科系、原科院）共襄盛舉。旨於開闊視野、學術交流、教學連線、人才培育、與建立友誼，以達互利互助、相輔相成之功效。該一活動採取老師授課、學生上課、學生分組討論方式進行。每年辦理一次，訂定一討論主題，為期約一週，主辦單位由三校輪流負責，三校師生共同匯聚至主辦單位進行活動，今年為第八屆，活動日期為八月四至八日，主辦單位為韓國科技大學（Korean Advanced Institute of Science and Technology，KAIST）負責，活動主題為「Optimized NPP Design for Safety and Economics」。

## 過程

八月三日(星期一)：

台灣清大成員一行上午由桃園機場出發，傍晚時抵達首爾仁川(ICN)機場；隨後搭乘巴士，一路風塵僕僕，三個小時後才抵達韓國的大田廣域市，台灣清大與上海交大師生皆住進 Yousong Hotel。今年參與這個活動的，韓國 KAIST 成員：Prof. Y.H. Jeong、Prof. Y.H. Kim、Prof. J.I. Lee、Prof. Y.W. Park、學生十五人。上海交大成員：程旭教授(前院長)、張繼革



(圖一、清華師生抵達仁川機場合影)

老師、劉瑞芹老師、顧衛國老師、學生十五人。台灣清大成員：梁正宏教授、陳紹文教授、以及學生十二人(含核工所、工科系、原科院學士班學生)。

在此特別介紹一下韓國科技大學，該校係於 1971 年建立，位於韓國的大



(圖二、開幕當天於 KAIST 核工館前的大合照)

田廣域(Daejeon)市，為一政府與民間共同出資的公立學校。該校的前身為 Korea Advanced Institute of Science(KAIS)與 Korea Institute of Science and Technology (KIST)，1980 年 12 月 31 日正是合併並改名為 KAIST，1989 年再合併

Korea Institute of Technology(KIT)，遷至目前的校址。校內共計有七個學院，包括：自然科學院、生命科學與生物工程學院、工程學院、信息科學與技術學院、文化科學學院、跨學科學院、商學院等。其中的核子與量子工程學系在韓國核工領域內排名第一。

八月四日（星期一）：



（圖三、Prof. Y.H. Jeong 致歡迎詞）

大會一開始，由這次活動的主辦人致開幕歡迎詞，並互送禮品。

上午課程：

（1）Prof. J.I. Lee 演講 — Basic Principles of Nuclear Reactor Design

該一課程係針對本屆主題而發揮，由於核

能反應器在安全及經濟上，處於兩相悖持的狀況，如何兩相取其利去其弊，以獲致最佳化的反應器設計，一直是核子工程師的重要任務。



（圖四、Prof. J.I. Lee 演講）

（2）程旭教授演講 — Feasibility of Passive Safety Systems for large scale LWR

該一課程係針對輕水式反應器的被動安全系統，提供簡介，以供學生設計時的參考所需。



（圖五、程旭教授演講）



（圖六、Prof. Y.W. Park 演講）

下午課程：

（3）Prof. Y.W. Park 演講 — Design Requirement and Design Implementation  
該一課程係探討設計反應器時，所需注意的多重環節，以利學生在未來幾日內的討論所需，並透過課程資訊，提供了學生在分組反應器設計上的靈感。

（4）學生分組討論

今天為第一次分組，將三校學生打散，共分六組。討論的工作包括：訂定題目、

收集資料、研究討論、口頭報告。今天則以自我介紹、相互認識為主。

## 八月五日（星期二）：

### 上午課程：

#### （1）Prof. Y.H. Kim 演講 — Reactor Core Design

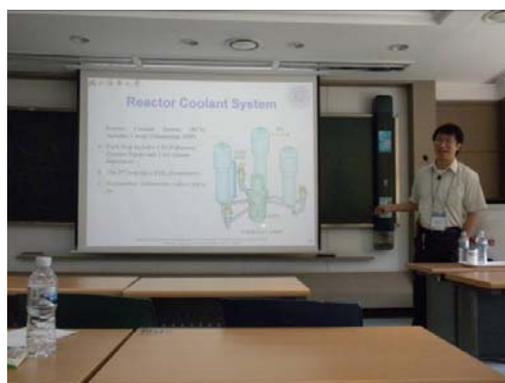
該一課程係針對部分反應器設計要素，由中子的角度切入，並透過課本所學的Doppler Effect，講解在不同狀況下，反應器的自身安全性。

#### （2）陳紹文教授演講 — An Introduction to Reactor Safety and Thermal Hydraulics

該一課程係由熱流學角度切入，並輔以核能災變事故進行講解，且透過實驗影片讓我們理解反應器內所具備的流體流動樣貌，以供討論分析。



（圖七、Prof. Y.H. Kim 演講）



（圖八、陳紹文教授演講）

### 下午課程：

#### （3）學生分組討論

條列出小組討論大綱，預計從燃料端到事故端，從安全角度著手進行反應器改良，以確保在功率提高的狀況下，仍舊擁有可靠的安全係數及足夠的安全指標。

#### （4）分組口頭報告

由各分組將各組初步訂定的題目以及大綱，上台進行口頭報告，並在海報牆上張貼初步討論成果。

## 八月六日（星期三）：

### 上午課程：

#### （1）Prof. H. Ryu 演講 — Accident Tolerant Fuel

該一課程係從燃料的角度著手，探討藉由不同的燃料護套設計，以防止鎊水反應

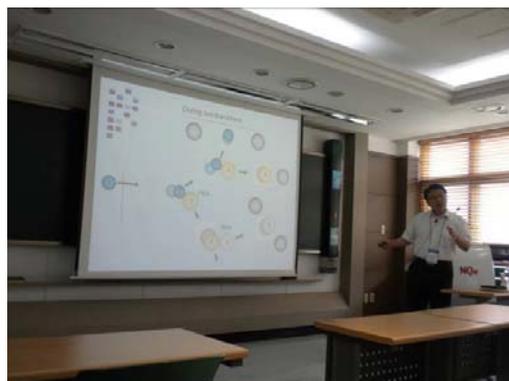
的發生，並舉福島事件為例，說明氫氣累積對於反應器安全的影響，藉由改變材料，以避免此類意外。

(2) 梁正宏教授演講 — Radiation Damage in Materials

該一課程係探討在輻射環境下，粒子對於材料的影響，透過不同作用機制對材料造成不同程度的損傷，也對上堂課的新型燃料護套提出疑問，新型材料是否能在高輻射強度環境下保有完整結構，需要更加深入探討。



(圖九、Prof. H. Ryu 演講)



(圖十、梁正宏教授演講)

下午課程：

(3) 學生分組討論

延續前一天的分組討論。

(4) 分組海報張貼

利用海報張貼方式進行圖示搭配文字的說明，以簡介各小組設計的初步概念，另外也可觀摩其他小組的巧思，改善自己的設計，更有利於週五進行成果報告時，提出完整的呈現。

八月七日(星期四)：

上午課程：

(1) 學生分組討論

延續前一天的分組討論。

(2) Prof. C. Jang 演講 — Reactor Materials

該一課程係探討在輻射環境下，反應器材料可能發生破裂、硬化等物理情形，因此在選用材料時，需要謹慎選擇，第二堂課由張繼革老師演講—New control rod drive technology，討論在緊急狀況下，控制棒的作用及插入機制，並透過系統改良，讓控制棒工作更有效率且安全。



(圖十一、Prof. C. Jang 演講)



(圖十二、張繼革老師演講)

### 下午課程：

#### (3) 張繼革老師演講 — New Control Rod Drive Technology

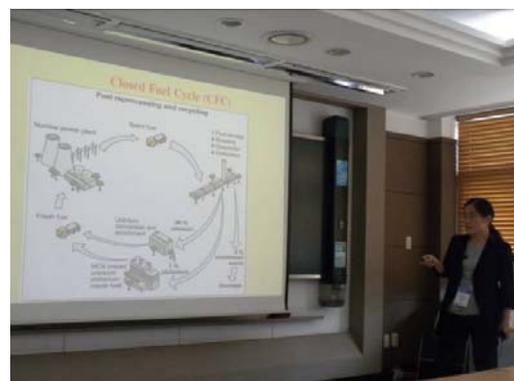
該一課程係討論在緊急狀況下，控制棒的作用及插入機制，並透過系統改良，讓控制棒工作更有效率且安全。

#### (4) 學生分組討論

延續早上的分組討論。今天的分組討論時間特別延長，以利各小組有充份時間準備隔日的口頭報告，今日小組主要透過課程累積的知識，就現有思緒架構提出改善，並準備簡報，將前幾日發現的盲點進行消弭。



(圖十三、顧衛國老師演講)



(圖十四、劉瑞芹老師演講)

### 八月八日(星期五)：

#### 上午課程：

#### (1) 顧衛國老師演講 — Detection Methods for Low and Intermediate Level Radioactive Waste Drums by Gamma Scanning Techniques

該一課程係探討如何藉由量測，以理解輻射廢棄物內的殘餘劑量，此為輻射安全性檢測的範疇，並加強量測的精度，以提供正確的數據給予廠方及大眾。

(2) 劉瑞芹老師演講 — An Advanced Reprocessing System Based on Chromatographic Separation

該一課程係探討如何利用化學方式，將乏燃料內部仍舊堪用的物質提煉而出，用以進行下一步的利用，進而提高燃料的經濟效益。

下午課程：

(3) 學生分組總結口頭報告

由各組進行總結口頭報告，與大家分享幾天以來討論的結果，在後段的 Q & A 時間，老師及其他組同學分別對概念提出問題及改善方針，讓大家從不同角度理解自己與別人設計的優缺點。

(4) 頒發結業證書及閉幕式

八月九日（星期六）：

上午由飯店出發往首爾仁川機場，搭乘下午五點半的返台飛機，並於晚上八點半平安返抵新竹清華校園，為此次參訪活動劃下美麗的句點。



圖十五、各組學生分組討論（8/4-8/7）



圖十六、各組學生海報簡報 (8/6-8/7)



圖十七、各組學生成果發表上台報告 (8/8)

## 心得

本次藉核子工程暑期學校的機會參訪韓國 KSIAT，見識到韓國 KSIAT 在核能教育成果，令人印象深刻。他們除了在基礎研究上有相當的投入，同時也兼顧很多實務與應用的教學研究，因此他們研究題目與老師與產業都有很多的連結，難怪韓國的核能產業相當發達，並可行銷核能電廠的興建至阿拉伯聯合大公國。

在暑期學校課程當中，每位老師都使出渾身解數針對演講主題傾囊相授，相信學生們應該獲益良多。本次課程安排了三所學校的學生平均分佈混合分組討論，全程要求英文對話，藉此打破校際與語言藩籬，建立跨國團隊合作的研究經驗。雖然學生們必須以英文溝通，但是學生們都能夠克服語言障礙，充分討論研究題目，並能彼此提出問題交叉詰問。在這個團隊互動學習過程中，學生們的研究討論與溝通解決問題的能力都有明顯的進步，也看到了很多學生們的創意，同時學生們也建立起深厚的友誼。本活動明顯促進了學生們的國際觀與跨國團隊合作與整合表達的能力，學生學習的成果很不錯，未來可考慮如何設計課程與加強活動的安排，讓學生們能更加系統化的統整吸收獲得資訊，精進學生們的學習成果並促進創意思考等，應可更加提升本活動的成果與價值。

## 建議事項

參與暑期學校類似的學術活動，是最佳的學習與推銷課程。尤其是透過學術交流以及交誼活動，可廣交國際友人，並可多向地瞭解國際間科技新知的訊息與脈動，此外，亦可藉此機會展示國內的研究成果，對於國內的學術界與業界的發展均有極大的助益。希望國家上層能多鼓勵與支持國內學者專家積極參與、甚至主辦此類的學術活動。

此次行程十分緊湊，除課程外便是不斷的討論，因此缺少實地參觀校園的機會，KAIST 的校園十分寬廣美麗，綠意盎然之外尚有小池伴隨其中，與現代科技化的建築，交織成自然環境與現代科技並存的從容現象，值得參訪。所謂「戶外參觀也是一種學習」，然而此番美景，卻在緊湊行程中錯過了，實在可惜。希望下次的參訪活動能補強此一缺失。

## 攜回資料名稱及內容

活動時間安排表、各國講員名片、學生分組名單。

**KAIST-SJTU-NTHU Nuclear Engineering Summer School  
2014.8.4-8  
KAIST**

**1. Time Table**

	Aug. 4 (Mon)	Aug. 5 (Tue)	Aug. 6 (Wed)	Aug. 7 (Thu)	Aug. 8 (Fri)
9:00-10:30	Lecture 1 (Lee)	Lecture 3 (Kim)	Lecture 5 (Ryu)	Lecture 7 (Jang)	Lecture 9 (Gu)
10:30-12:00	Lecture 2 (Cheng)	Lecture 4 (Chen)	Lecture 6 (Liang)	Lecture 8 (Zhang)	Lecture 10 (Liu)
12:00-13:30	Lunch Break				
13:30-17:00	Lecture 11 (Park)	Group Activity	Group Activity	Group Activity	Presentation & Closing
	Group Activity	Group Activity	Group Activity	Group Activity	
17:00-	Dinner				

**2. Lecturers (host institution, previous host institution, next host institution)**

- Yoon Won Park (KAIST): Design Requirements and Design Implementation (If available, the lecture will be given on Monday afternoon)
- Changheui Jang (KAIST): Reactor Materials
- Yong Hee Kim (KAIST): Reactor Core Design (Neutronics)
- Hojin Ryu (KAIST): Accident Tolerant Fuel
- Jeong Ik Lee (KAIST): Basic Principles of Nuclear Reactor Design
- Cheng Xu (SJTU): Feasibility of Passive Safety Systems for large scale LWR
- Jige Zhang (SJTU): New control rod drive technology
- Weiguo Gu (SJTU): Detection methods for low and intermediate level radioactive waste drums by gamma scanning techniques
- Ruiqin Liu (SJTU): An Advanced Reprocessing System Based on Chromatographic Separation
- Shao Wen Chen (NTHU): An Introduction to Reactor Safety and Thermal Hydraulics
- Jeng Horng Liang (NTHU): Radiation Damage in Materials

圖十八、活動時間安排表



**Korea Advanced Institute of Science and Technology**

Assistant Professor  
Department of Nuclear&Quantum Engineering

**Jeong Ik Lee, Ph.D.**

291 Daehak-ro, Yuseong-gu,  
Daejeon, 305-701, Republic of Korea  
Tel : +82-42-350-3829 Fax : +82-42-350-3810  
Cell : +82-10-9287-4130  
E-mail : jeongiklee@kaist.ac.kr



**Korea Advanced Institute of Science and Technology**

Professor and Head  
Department of Nuclear & Quantum Engineering  
Director, Nonproliferation Education and Research Center

**Man-Sung Yim, SC. D, Ph.D.**

291 Daehak-ro, Yuseong-gu,  
Daejeon, 305-701, Republic of Korea  
Tel : +82-42-350-3836  
Fax : +82-42-350-3810  
E-mail : msyim@kaist.ac.kr



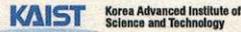
**Younwon Park, Ph.D.**

Visiting Professor, Dept. of Nuclear & Quantum Eng  
Adjunct Professor, Dept. of Advanced Nuclear Eng  
President of Korea Pressure Vessel & Piping



**Korea Advanced Institute of Science and Technology**

291 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-701, Republic of Korea  
TEL +82-42-350-7297 **Mobile** +82-10-9936-0143  
E-mail jerom57@kaist.ac.kr / jerom5709@gmail.com



**Korea Advanced Institute of Science and Technology**

**Ho Jin Ryu Ph.D.**

Associate Professor  
Nuclear & Quantum Engineering

291 Daehak-ro, Yuseong, Daejeon  
305-701 Republic of Korea  
TEL +82-42-350-3812  
**Mobile** +82-10-7253-8845  
**E-mail** hojinryu@kaist.ac.kr  
**Web** http://nuclear.kaist.ac.kr



**上海交通大学**  
核科学与工程学院



**程旭** 博士、特聘教授

地址:上海市闵行区东川路800号  
邮编: 200240

电话: 86-21-34205056  
传真: 86-21-34205182

E-mail:chengxu@sjtu.edu.cn



**上海交通大学** 机械与动力工程学院

核电技术与装备工程研究中心  
核科学与工程学院

**张继革** 博士、副研究员

地址:上海市闵行区东川路800号(200240)  
电话: +86-21-34205499 15801866653  
传真: +86-21-34205499  
电子邮箱: zjg05@sjtu.edu.cn  
网址: http://me.sjtu.edu.cn



**上海交通大学** 机械与动力工程学院

重大装备设计与控制工程研究所  
核电技术与装备工程研究中心

**顾卫国** 博士  
助理研究员

地址:上海市闵行区东川路800号(200240)  
电话: +86-21-34205499 13585952511  
传真: +86-21-34205499  
电子邮箱: guweigu@sjtu.edu.cn  
网址: http://me.sjtu.edu.cn

圖十九、各國講員名片

## Students List of Summer School

1	2	3	4	5	6
Yu-Jou Wang	Chia-Chun Tsai	Ju-Ching Sun	Chia-Wei Yang	Meng-Ting Huang	I-Hsuan Lo
Wen-Chi Cheng	Chang-Lin Hsieh	Hsieh-Hung Lin	Albert Ming-Hao	Tai-Hsiang Chen	Yu Chiang
Zhao Shen	Kai Chen	Jiaqi Lu	Zhigang Yuan	Wei Xu	Hao Shen
Shengzhe Li	Chaozhu Zhang	Huanfeng Ye	Xingxing Zhou	Rui Xu	Guolong Ma
Yankai Li	Shunyan Ning	Anliang Yang	Jun-Yeong Jung	Jangsik Moon	Young Jae Choi
Seung Geun Kim	Dong Hoon Kam	Jung Hyun Song	Yong Jin Kim	Minseok Kim	Yoonhee Lee
Chihyoung Kim	Moonkyoung Choi	Seong Kuk Cho	Seong Ho Song		Seung Joon Baik

NTHU	SJTH	KAIST
------	------	-------

圖二十、學生分組名單