

出國報告（出國類別：其他）

赴捷克參加 CHISA 2012 公差報告

服務機關：核能研究所

姓名職稱：邱耀平 副研究員

派赴國家：捷克

出國期間：101年8月23日~101年9月1日

報告日期：101年10月1日

摘 要

為推動國家減碳政策，政府積極建構低碳能源發展藍圖；鑑於有效掌握國際潔淨能源議題，本次公差主要係赴捷克參加 The 20th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012，並發表會議論文。另順道參訪捷克科學研究院，就淨煤領域之氣化、氣體淨化技術與國際合作可能性進行交流。

CHISA 是兩年一度之程序與化學工程技術領域國際盛會，會議主題涵蓋反應工程、觸媒及動力學、蒸餾與吸收、萃取與瀝濾、薄膜分離、電腦輔助程序工程與化學工程訓練等，為掌握低碳能源發展最新研發現況之重要場合。本所訪員另參訪捷克科學院之化學製程原理研究所，就未來能源技術、氣化、氣體淨化、流體化床實驗技術等研究現況與合作可能性進行討論。故此次赴歐公差乃為拓展國際人脈、推動國際合作之甚佳機會。

目 次

摘 要

(頁碼)

| | |
|---------------------|----|
| 一、目 的 | 1 |
| 二、過 程 | 3 |
| 三、心 得 | 13 |
| 四、建 議 事 項 | 65 |
| 五、附 錄 | 67 |

一、目的

為推動國家減碳政策，政府積極建構低碳能源發展藍圖；同時，透過國際共同研發，引進淨煤技術及發展碳捕捉與封存，降低國內能源系統的碳排放。核能研究所（以下稱本所）目前亦積極進行能源國家型科技計畫領域之「淨碳技術發展」研究計畫，冀望從永續發展觀點推動自主性潔淨能源技術之建立。有鑑於為有效掌握國際潔淨能源議題，本次公差主要係赴捷克參加 The 20th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012，並發表會議論文。另順道參訪捷克科學研究院，就淨煤領域之氣化、氣體淨化技術與國際合作可能性進行交流。

CHISA 是兩年一度之程序與化學工程技術領域國際盛會，第 20 屆大會於 2012 年 8 月 25 日至 29 日於捷克布拉格舉行；會議主題涵蓋反應工程、觸媒及動力學、蒸餾與吸收、萃取與瀝濾、薄膜分離、電腦輔助程序工程與化學工程訓練等，為掌握低碳能源發展最新研發現況之重要場合。本屆 CHISA 大會與第 15 屆 PRES (Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction) 年會合併舉辦。依據大會資料，事先已辦妥註冊手續參與今年 CHISA 大會者共計有來自全世界 66 國家在低碳潔淨能源、化學工程技術等重點研究領域之學者、專家達 967 人；再加上現場註冊報名者、參展攤位駐場人員、主辦單位工作人員、後勤支援團對等，全體與會人數超逾千人，故會議出席場面甚為盛大。

本所目前正積極進行「淨碳技術發展」研究計畫，本年度計畫成果論文“Cracks formation in dust cake of ceramic candle filters”與“Process analysis study of integrated gasification combined-cycle with CO₂ capture”已被 CHISA 大會接受。故派員參與會議，發表論文，並與國際學者專家討論、分享核研所近年來在淨碳技術的研究成果；藉以掌握國際間化石燃料之使用、燃燒與氣化、氣體淨化以及煤炭轉化技術之發展與趨勢，拓展與國際學者專家之關係及國際合作。

其次，捷克科學研究院 (Academy of Science of the Czech Republic, ASCR) 為科學技術領域之國際知名研究重鎮，該院院長 Prof. Jiří Drahoš 現任捷克化學工程學會 (CSCHE) President，亦為本屆 CHISA 大會主席。該院轄下之化學製程原理研究所 (Institute of Chemical Process Fundamentals, ICPF) 目前與本所正共同執行國科會贊助之雙邊人員交流互訪 (PPP) 計畫，分別由 Dr. K. Svoboda 與邱耀平博士（筆者）擔任計

畫主持人。筆者此行趁出席 CHISA 會議之公差，順道前往 ICPF 參訪；與相關學者專家進行化學程序工程與氣化技術研究交流，並冀望建立雙方長期合作關係。

二、過 程

(一) 公差行程

本次公差自民國 101 年 8 月 23 日至 9 月 1 日止，共計 10 天 (圖 II-0)。

- 08 月 23 日(星期四) 自台灣桃園機場(TPE)出發
- 08 月 24 日(星期五) 抵達奧地利維也納(VIE)國際機場，
轉機往布拉格(PRG)，抵達拉魯尼國際機場
- 08 月 25 日(星期六) ~ 08 月 30 日(星期四) 停留布拉格
辦理會議註冊，出席第 20 屆 CHISA 會議 (International Congress of Chemical and Process Engineering)，發表論文
參訪捷克科學研究院，進行研究交流討論
- 08 月 31 日(星期五) 布拉格(PRG)搭機，維也納(VIE)國際機場轉機返回台灣
- 09 月 01 日(星期六) 經曼谷(BKK)短暫停留，返抵台北

(二) 第 20 屆國際化學與程序工程會議 (International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012)

CHISA 是兩年一度之程序與化學工程技術領域國際盛會，第 20 屆大會於 2012 年 8 月 25 日至 29 日於捷克布拉格 (Prague) 舉行 (圖 II-1 ~ II-6)；議題涵蓋化學工程、程序工程、反應動力學等重要領域。本屆 CHISA 大會與第 15 屆 PRES 年會合併舉辦，共有來自全世界 66 國家在低碳潔淨能源、化學工程技術等重點研究領域之學者、專家及相關人員等逾千人與會。

CHISA 之議程如表 II-1 所示會議自 8 月 25 日 (星期六) 開始註冊，並於當天晚上舉行開幕典禮，隨後進行歡迎茶會。在星期日、星期一兩天早上的全體會議 (Plenary Session) 中，各安排兩場 Plenary 演講；其他兩天在此時段則為口頭論文發表場次，含多場 Keynote 演講。隨後，則分為三個時段，同時各有十個平行場次之口頭論文發表。壁報論文則每天安排不同主題的場次，從早上 9:00 開始到傍晚 - 17:00。

CHISA 大會之所有主題和專門議題研討會皆支持可持續發展的概念 — 一個旨在

未來人類的概念。吾人深信，化學工程涵蓋、控制、和創造大部分的工具，使其在實現這個概念方面發揮著重要的作用；化學工程師試圖找出具體且最有效的方式，以最大限度地發揮這方面的努力。這種努力包括制定化學工程科學和實務個別分支的新目標，開發為實現這些目標的新方法，在來自歐洲和整個世界專家之間傳播有關的訊息，和支持年輕的工程師以進入和理解此專業領域。

大會的結構如下：

- 化學和程序工程的一般主題
- 專門議題研討會
- **PRES 2012** -第 15 屆會議
- **MARCHES 2012** 展覽

上述的技術議程包括邀請的大會報告和主題演講，平行論文發表和海報會議。一些專題討論會則與相對應的 EFCE 工作團體及/或其他公認的國際機構共同主辦。

本次 CHISA 大會之議程依十一大領域依次舉行研討場次，另有十一類專門議題研討會；各領域之主題摘要如下：

Congress topics

Original contributions, process applications, case studies, state-of-the-art papers and commercial information on the following subjects are invited.

1. Reaction engineering, catalysis and kinetics
2. Distillation and absorption
3. Extraction and leaching
4. Membrane separations
5. Filtration, sedimentation, centrifugation, hydrocyclons
6. Fluid flow and multiphase systems
7. Mixing
8. Computer aided process engineering
9. Particulate solids
10. Chemical engineering education
11. Pharmaceutical engineering

Specialised Symposia

12. Symposium on environmental engineering
13. Symposium on safety in chemical industry
14. Symposium on supercritical fluid applications
15. Symposium on thermodynamics and transport properties
16. Symposium on food processing and technology
17. Symposium on porous materials, nanostructures and nanocomposites
18. Symposium on progress in chemical technology and biotechnology
19. Symposium on process intensification and miniaturisation
20. EU FP7 projects – F3 Factory, COPIRIDE, POLYCAT, SYNFLOW and PILLS
21. Symposium: Next generation biofuels from laboratory to industry
22. Workshop: Measuring sustainability of processes and products

PRES 2012

PRES 2012 係以 CHISA 大會架構下一項特殊的國際活動之方式舉辦，其主題概括 29 項次領域，列舉如下：

1. Advanced heat exchangers (incl. Compact, membranes, polymers)
2. Batch processes
3. Clean energy from biomass – a challenge for chemical technology
4. Clean technologies – low emission technologies
5. CO₂ minimisation and sequestration
6. Combined heat & power, combined cycles
7. Dynamic, flexible and sustainable plant operation
8. Energy efficient drying technologies
9. Energy saving technology
10. e-learning, e-teaching and e-knowledge
11. Heat exchangers as integrated items
12. Heat pumps in industry
13. Heat transfer processes
14. Industrial & experimental studies

15. Industrial application & optimal design
16. Integrated and multifunctional operations
17. Integration of renewables, biomass and energy conversion technologies
18. INTHEAT: Profit Recovery through Heat Recovery
19. Operational research and supply chain management
20. Process integration for sustainable development
21. Pulp & paper
22. Sustainable biofuel production
23. Sustainable processing and production
24. Sustainable food and drink production
25. Sustainable agriculture related industries
26. Towards hydrogen economy
27. Waste to energy including thermal processing
28. Waste minimisation, processing and management
29. Waste water treatment and soil remediation

(三) 參訪捷克科學研究院

筆者此行赴布拉格參訪捷克國家科學院 (Academy of Science of the Czech Republic, ASCR) 之化學製程原理研究所 (Institute of Chemical Process Fundamentals, ICPF)，就煤氣化技術與流體化床技術相關計畫現況進行交流 (圖 II-7, II-8)。捷克 ICPF 位於布拉格西北郊區，介於 Suchdol 縣和 Lysolaje 縣之間的邊界，是隸屬於捷克國家科學院之下六個研究所之一。化學製程原理研究所也接受研究生攻讀博士學位，從事化學工程，物理化學，工業化學，生物技術等領域的研究。

ICPF 研究所重點在於在化學，生物化學，催化和環境工程領域進行先進的研究，其下有 7 個部門/實驗室：

1. 分離製程組 (Department of Separation Processes)、負責人 Jiříčný, Vladimír，
2. 熱力學實驗室 (E. Hala Laboratory of Thermodynamics)、負責人 Aim, Karel，
3. 觸媒和反應工程組 (Department of Catalysis and Reaction Engineering)、負責人 Šolcová, Olga，
4. 多相反應器組 (Department of Multiphase Reactors)、負責人 Růžička, Marek，
5. 有機合成和分析化學組 (Department of Organic Synthesis and Analytical Chemistry,

負責人 Sýkora, Jan ,

6. 環境程序工程實驗室 (Environmental Process Engineering Laboratory)、負責人 Církva, Vladimír ,
7. 氣霧及雷射組 (Department of Aerosols and Laser Studies)、負責人 Ždímal, Vladimír 。

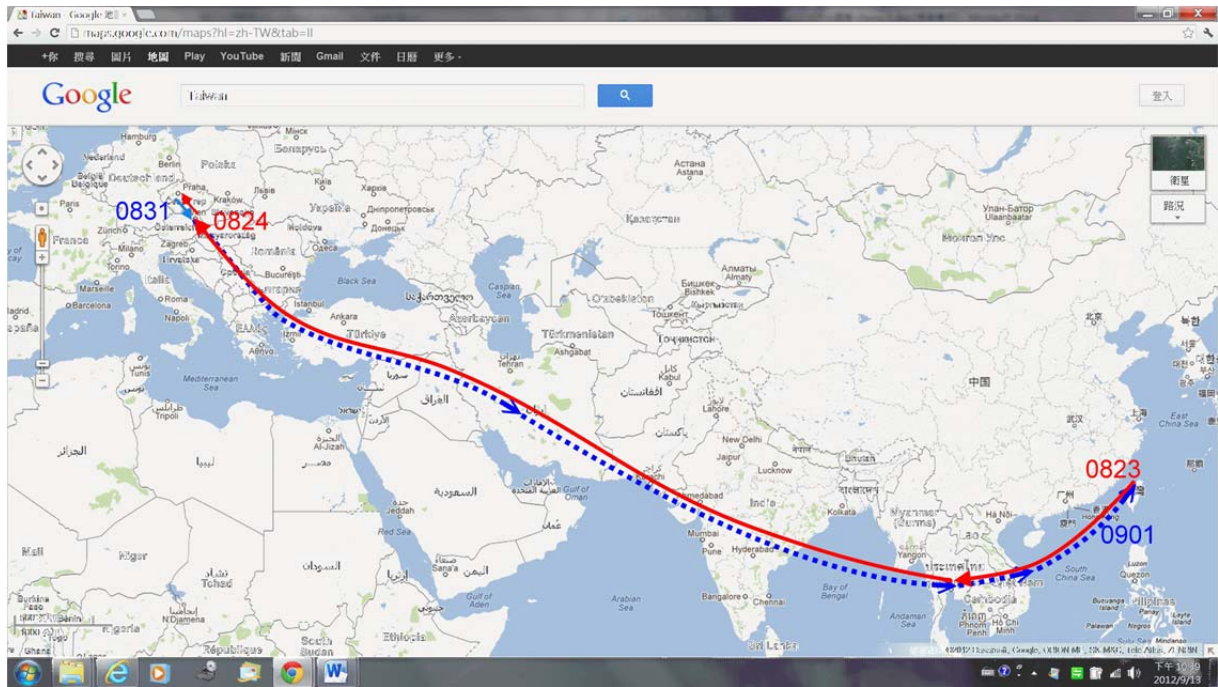
筆者此行會晤了該研究所環境程序工程實驗室之 Dr. Karel Svoboda 與其團隊之研究人員，雙方廣泛交換意見，期望未來能建立合作關係，推動進一步更密切之合作。其次，筆者亦參觀了相關實驗室，包含氣化爐、流體化床反應器等多套熱模裝置和相關研究設施等。另外，筆者亦會見了 ICPF 所長 Dr. Miroslav Punčochář (圖 II-9)，他對未來雙方進一步之合作表達全力支持之態度。

筆者在歐洲的公差行程於 8 月 30 日告一段落，次日即自布拉格搭機，至維也納 (VIE) 國際機場轉機返回台灣；途經曼谷 (BKK) 短暫停留，最後於 9 月 1 日 (星期六) 返抵台北，結束本次公差行程。

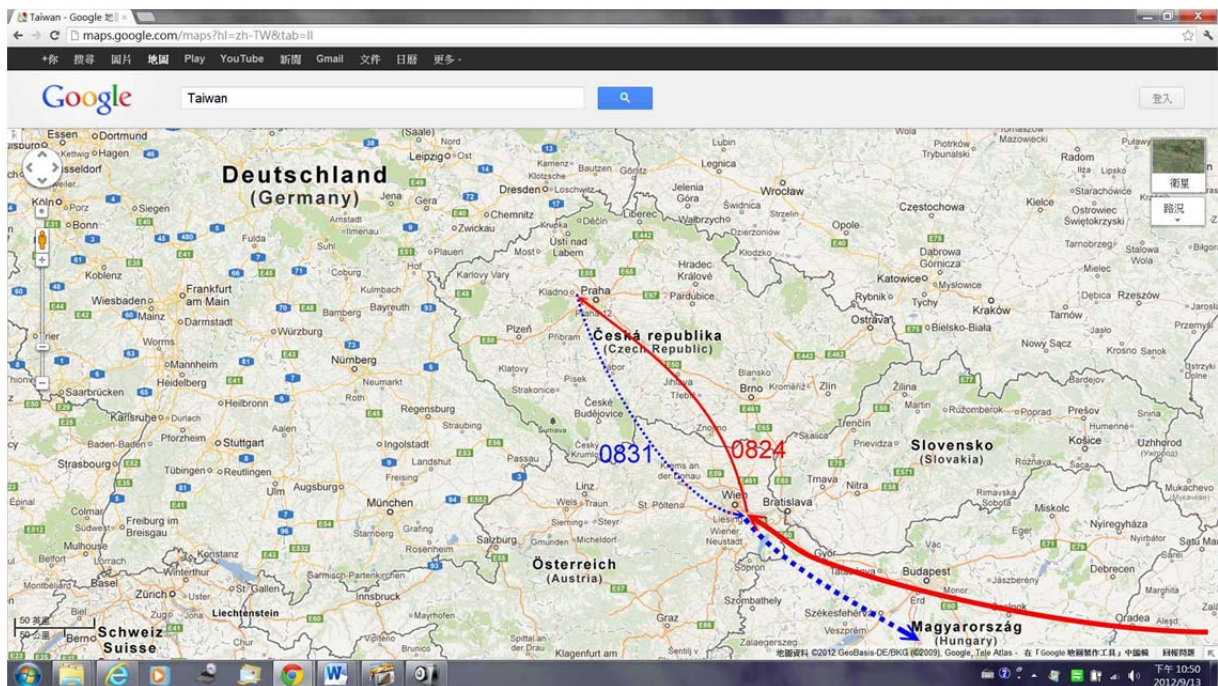
§II 有關 2012 EU 公差行程之圖表

表 II-1 : CHISA 2012 之議程

| GENERAL TIME SCHEDULE | | | | | |
|--------------------------------|--|---|---|--|---|
| Day | Scientific program | Time | Half-day trips | Whole-day trips | Evening program |
| Saturday 25 August | Arrivals Registration | 9:00 – 19:00 | Prague sightseeing 14:00 – 17:00 | | Congress opening, Clarion Hotel 19:30 – 22:00, all participants and registered accomp. persons |
| Sunday 26 August | Registration+Congress office Plenary Lectures Lecture sessions Lecture sessions Poster session Coffeebreaks MARCHES'01 ² Exhibition | 8:00 – 17:00 8:30 – 10:30 11:00 – 12:40 14:00 – 18:00 9:00 – 17:00 10:30 and 15:20 9:00 – 17:00 | Prague sightseeing 9:00 – 12:00 | Kutná Hora and Popovice 8:30 – 18:00 | Student's beer party at 19:30 River cruise with dinner and music 19:00 – 23:00 |
| Monday 27 August | Registration+Congress office Plenary Lectures Lecture sessions Lecture sessions Poster session Coffeebreaks MARCHES'01 ² Exhibition | 8:00 – 17:00 8:30 – 10:30 11:00 – 12:40 14:00 – 18:00 9:00 – 17:00 10:30 and 15:20 9:00 – 17:00 | Prague sightseeing 9:00 – 12:00 | Karlovy Vary (Carlsbad) 8:30 – 18:00 | Congress concert, The Municipal House 20:00 – 22:00, all participants and registered accomp. persons |
| Tuesday 28 August | Registration+Congress office Lecture sessions Lecture sessions Poster session MARCHES'01 ² Exhibition Coffeebreaks | 8:00 – 17:00 8:30 – 12:40 14:00 – 18:00 9:00 – 17:00 9:00 – 17:00 10:30 and 15:20 | Konopiště Castle 9:00 – 13:00 Prague sightseeing 14:00 – 17:00 | Český Krumlov 8:30 – 18:00 | Congress dinner U Fleků 20:00 – 23:00 |
| Wednesday 29 August | Registration+Congress office Lecture sessions Lecture sessions Poster session MARCHES'01 ² Exhibition Coffeebreaks | 8:00 – 17:00 8:30 – 12:40 14:00 – 17:20 9:00 – 17:00 9:00 – 17:00 10:30 and 15:20 | Karlštejn Castle 9:00 – 13:00 | Pilsner Brewery – West Bohemia Tour 9:00 – 17:00 | |
| Thursday 30 August | Departures | | | | |



A. 亞、歐跨洲全程



B. 歐陸轉機

圖 II-0：公差行程示意圖



圖 II-1：布拉格 (Prague) 市區景象之一



圖 II-2：布拉格 (Prague) 市區景象之二



圖 II-3：布拉格 (Prague) 市區景象之三



圖 II-4：CHISA 2012 會場地點



圖 II-5：布拉格市區商店櫥窗景象之一



圖 II-6：布拉格市區商店櫥窗景象之二



圖 II-7： 布拉格 (Prague) 之八月仲夏夜景



圖 II-8： Dr. Karel Svoboda 向筆者解說實驗室研究設備



圖 II-9： 筆者與捷克國家科學院之研究人員合影於化學製程原理研究所 (ICPF)：
現任所長 Dr. Miroslav Punčochář（右一）、Dr. Karel Svoboda（左一）、
及創始所長銅像（後方）

三、心得

本次公差主要係出席 The 20th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012，並發表會議論文。另順道參訪捷克國家科學院 (Academy of Science of the Czech Republic, ASCR)，就淨煤領域之氣化、氣體淨化技術與國際合作可能性進行交流。本報告將依序分別選擇重點摘要於下文中。

(一) CHISA 2012 大會

第 20 屆 CHISA 於 2012 年 8 月 25 - 29 日在捷克布拉格 (Prague) 舉行，與第 15 屆 PRES 年會合併舉辦。這個聯合活動的目的是提供工程師、科學家、研究人員、技術人員、學生和其他人的平台，展示他們的最新成果、交換想法、建立新的聯繫、建立新的合作關係、以及其他更多的成效。大會議題涵蓋所有範圍的化學和程序工程實務，包括目前的趨勢和未來的需求。

CHISA 系列國際會議於 1962 年開始，在歐洲的中心捷克共和國布爾諾 (Brno) 舉辦，然後在 Mariánské Lázně 繼續舉行；自 1972 年以來，大會已定期在布拉格 (Prague) 召開。不過，值得一提的是，該標誌早在 1953 年即被用於全國性的活動。這個詞 CHISA 源自捷克的首字母縮寫為“化學工程、化工設備設計與自動化 (Chemical Engineering, Chemical Equipment Design and Automation)”，後來成為大型會議的“商標”，特別強調是東、西歐洲和後來泛歐洲的接觸。然而，在過去二十年中的逐步發展，當年之歐洲大會轉變成全世界的重要活動。

PRES 會議在 1998 年發起於布拉格，從那時起，會議陸續在下列城市舉辦：Budapest, Hungary (1999), Prague (2000), Florence, Italy (2001), Prague (2002), Hamilton, Canada (2003), Prague (2004), Taormina, Italy (2005), Prague (2006), Ischia, Italy (2007), Prague (2008), Rome, Italy (2009), Prague (2010), and Florence, Italy (2011)。

CHISA 2012 的議程分為全體會議 (Plenary Session)、論文口頭發表、及壁報論文展示三部分。由於會議場所排程檔期，CHISA 2012 在 8 月 25 日 (星期六) 晚上舉行開幕典禮，由本屆大會主席 Prof. Jiří Drahoš 主持。典禮流程包括開幕演講、頒獎、後續相關活動簡報等，會場內並安排樂團串場表演 (圖 III-1 ~ III-6)，隨後進行歡迎茶會 (圖 III-7 ~ III-10)。

1. Plenary Sessions

在星期日、星期一兩天早上的全體會議 (Plenary Session) 中，各安排兩場 Plenary 演講；各應邀講員之資料與講題列舉如下：

Plenary Presentations

A1.1: Chemical engineering challenges for a post-nuclear and post-fossil energy future

G.Kreysa

Weingasse 22, D-65817 Eppstein; Germany

g.kreysa@t-online.de

A1.2: Process heat transfer enhancement to upgrade performance, throughput and reduced energy use

M. J. Gough

Cal Gavin Ltd, Station Road, Alcester, Warwickshire, B49 6PG; Tel: 00 44 1789

400401, Fax: 00 44 1789 400411, E-mail: marketing@calgavin.com.

A3.1: Energy, water and raw materials: an integrated solution

E. Drioli^{1,2,3}

¹Institute on Membrane Technology, National Research Council of Italy, ITM-CNR, c/o University of Calabria, via P. Bucci cubo 17/C, Rende (CS) Italy

²Department of Chemical Engineering and Materials, University of Calabria, via P. Bucci, Rende (CS) Italy

³WCU Energy Engineering Department, Hanyang University, Seoul 133-791 S. Korea

A3.2: Power from the deserts: vision or reality?

H. Mueller-Steinhagen

Technische Universitaet Dresden,

D-01062 Dresden, Germany;

tel. +49 351 463 34312, e-mail: rektor@tu-dresden.de; fax: +49 351 463 37121

本報告將選擇較屬策略性、概觀性之演講依序分別摘要重點於下文中。

(1) Post-Fukushima Chemical engineering challenges (圖 III.1.1-1 ~ III.1.1-2 ; 圖 III.1.1-3 ~ III.1.1-24)

八月二十五日早上大會演講 (Plenary lecture) 的首位演講者 G. Kreysa 曾任德國 DECHEMA e.V. 公司的 CEO (圖 III.1.1-1)，其講題為 “**Chemical engineering challenges for a post-nuclear and post-fossil energy future**” (圖 III.1.1-2)。講者首先

擲揄主辦單位，居然選在週末舉辦研討會；並對聽眾在星期日早上能踴躍出席，表達感謝與敬佩之意。

講者表示，福島事件後，公眾輿論反對核能作為尤甚於以往。劇烈的氣候變化的危險，需要我們能源體系減碳。因此，核能和化石能源被認為是橋樑技術。但是，這些橋樑要多久？而另一類型能源世界的前景如何？在此演講中將會給予這些問題一些答案。

越來越多的人類日益增加之能源需求只可能由各類型的太陽能（風能、集光型的太陽能熱、光伏發電、以及還有小程度的生質能源）來供應。所有這些用於能源儲存和運輸的選項需要新的面向。化學工程可以提供這些挑戰之許多解決方案。電池、燃料電池、液流電池、光化學、化學能源運輸系統和綜合能源載體是在未來能源世界中化學工程機會的關鍵字。此演講針對其實現的潛力、技術可用性的時程、及未來研究和發展的要求等議題提供關鍵性的審查。

該演講之內容主要係闡述德國福島事件後，針對能源問題的態度與化學工程挑戰，其重要資料摘要如圖 III.1.1-3 ~ III.1.1-24 所示，而重點主要涵蓋下列議題：

- ☆ Threefold motivation and challenge (圖 III.1.1-3)；
- ☆ Thermal energy content per kg of CO₂ emission (圖 III.1.1-4)；
- ☆ Energy conversion in water and carbon cycles (圖 III.1.1-5)；
- ☆ Germany's new energy policy: **How realistic is this???** (圖 III.1.1-6)；
 - Development of renewable energy in Germany (圖 III.1.1-7)；
 - Scenario of German energy future (圖 III.1.1-8).
 - Necessary investment till 2031 due to new energy policy (圖 III.1.1-9).
 - Chemical engineering options in the future (圖 III.1.1-10).
 - Stored energy via photosynthesis? 0.5% of solar irradiation on Earth (圖 III.1.1-11).
 - ... for the elucidation – too much ignored (圖 III.1.1-12 ~ 13).
- ☆ Energy storage issues (圖 III.1.1-15):
 - Power to gas (圖 III.1.1-16).
 - Power to methanol (圖 III.1.1-17).
 - Liquid organic hydrogen carriers (LOHC) (圖 III.1.1-18).
 - Energy storage densities (圖 III.1.1-19).

- Concept of electricity storage with LOHC (圖 III.1.1-20).
- ☆ Solar power:
 - Suitable areas for solar power (圖 III.1.1-21).
 - Energy transport in a combined-cycle (圖 III.1.1-22).
- ☆ Carbon power:
 - Principle of Carbon moratorium (圖 III.1.1-23).
 - Vision of Carbon-negative system (圖 III.1.1-24).

(2) Energy, water and raw materials (圖 III.1.1-25 ~ III.1.1-26 ; 圖 III.1.1-27 ~ III.1.1-48)

八月二十六日早上的首場演講者 E. Drioli 現任義大利 Univ. of Calabria 之榮譽教授 (圖 III.1.1-25)，其演講議題為 “**Energy, water and raw materials: an integrated solution**” (圖 III.1.1-26)。

整合的系統考慮到節能、用水合理化、並能要減少資源利用和廢物產生，能夠對工業生產的戰略層面顯著地提供解決方案。

在 Delft Skyline Debates 標題為 “Research Agenda for Process Intensification: Towards a Sustainable World of 2050” 的最後檔案中，強調了製程強化主題的重點研究，經由對分子之間相互作用的更佳控制、水供應和食品加工的更好方法、稀有元素和材料的獲得、能源生產、儲存和分配和將太陽光轉換為燃料的發展，應該開始在短期內實現貨物生產的改進流程。

當前現代**薄膜工程**代表開發過程的可能途徑之一，旨在減少原物料使用、能源消耗、生產成本、設備尺寸和廢物產生。薄膜工程已經對一些現代工業化社會的主要問題給予了令人關注的解決方案：因為 10 倍於舊有熱力選項之高效率，世界上有許多地區的傳統熱海水淡化廠已轉成薄膜過程；因其緊湊簡潔特性（比傳統廠可達 5 倍緊緻性）、減少的污泥生產和相當水準的物理消毒，傳統活性污泥廠已換成薄膜生物反應器。

此外，薄膜技術還提供了利用鹽性梯度生產能源的可能性（稱之為藍色能源）。

該演講之內容主要係闡述薄膜工程技術，提供能源、水與原物料的整合解決方案，其重要資料摘要如圖 III.1.1-27 ~ III.1.1-48 所示，而重點主要涵蓋下列議題：

- ☆ Main future challenges for Chemical and process engineering (圖 III.1.1-27 ~ 28)；

- ☆ Process identification (PI):
 - Strategy (圖 III.1.1-29) ;
 - Principles/approaches (圖 III.1.1-30).
 - 1st example (圖 III.1.1-31).
 - 2nd example (圖 III.1.1-32).
- ☆ Bioelectricity:
 - Membrane transport (圖 III.1.1-33).
 - Biosynthesis (圖 III.1.1-34).
 - Electrical properties of membranes (圖 III.1.1-35).
 - Toward artificial leaves (圖 III.1.1-36 ~ 37).
- ☆ Desalination:
 - Optimization of water and mineral resources (圖 III.1.1-38).
 - High Efficiency Reverse Osmosis (HERO) project (圖 III.1.1-39).
 - Membrane-based Desalination: An Integrated Approach (MEDINA) (圖 III.1.1-40).
 - How much salt can be recovered? (圖 III.1.1-41) ;
- ☆ Blue Energy:
 - Two techniques: PRO & RED (圖 III.1.1-42) ;
 - Evaluation (圖 III.1.1-43).
 - Challenge for commercialization (圖 III.1.1-44).
- ☆ Membranes:
 - Membrane condenser (圖 III.1.1-45).
 - Hydrogen production (圖 III.1.1-46) ;
 - DEMCAMER (圖 III.1.1-47).
 - EUDIME (圖 III.1.1-48).

(3) Power from the deserts? (圖 III.1.1-49, III.1.1-50 ; 圖 III.1.1-51 ~ III.1.1-72)

八月二十六日早上的次場演講者 H. Mueller-Steinhagen 現任德國 Technische Universitaet Dresden 之校長 (圖 III.1.1-49), 其演講議題為 “**Power from the deserts: vision or reality?**” (圖 III.1.1-50)。

歐洲和中東及北非 (MENA) 地區可持續電力供應的詳細方案顯示，現有的再生能源資源（特別是此地區的太陽能）足以供應經濟和可靠的電力，是比目前的需求高出幾個數量級。利用地中海國家的巨大潛力，沙漠技術產業倡議組織 (DESERTEC Industry Initiative, Dii) 成立於 2009 年 10 月 30 日，其目的是在 2050 年以前利用來自中東和北非國家再生能源之電力，供應歐洲 15%和本地 50%以上的需求。為連結在南方最豐富和經濟的資源與北方的負荷中心，總容量約 100 GW 的高電壓直流電力 (HVDC) 線路將必須加以建置。對於中東和北非地區而言，這種方案確認了頗有前景的機會：除了電力的出口以替代日益減少的石油和天然氣資源的收入，再生能源將提供相當大份額具成本競爭力的當地電力需求，以及由海水淡化供應的新鮮民生用水。在歐洲方面，除了市場的不斷擴大外，增加能源供應的基礎和對其波動的再生能源提供平衡電力是這項計畫主要的好處。

至於技術層面，將安裝因地和因時制宜之聚光型太陽熱能 (CSP)、太陽光電和風能的具體組合，來優化輸配能力、供應和經濟方面的安全。這些技術已經達到了商業成熟程度，而其每千度電力之均化成本低至 6 歐元 (風)、10 歐元 (PV) 和 13 歐元 (CSP)。在此組合中，CSP 將有重要的任務，配合大型熱儲存設施，將可以確保可用的電力需求。詳盡的三階段推動計畫已由 Dii 擬訂。在 2012 年-2020 年期間，第一階段專案將先在摩洛哥、然後突尼西亞設立 200-300 MW 範圍的容量。這些動力廠仍需要市場激勵機制，除少數例外，其生產的電力並不足以完全與常規電廠競爭。在從 2020 年跨越至 2035 年的第二階段，將縱跨和圍繞地中海成立額外發電設施和高壓直流輸電線路，其提供的電力足以和峰載及中載負荷部門競爭。而到 2035 年以後，CSP、光伏發電和風力發電將具完全競爭力並涵蓋歐洲和中東及北非大量的市場配額。

該演講之內容主要係描述 Dii 擬訂的三階段推動計畫，利用中東及北非 (MENA) 地區豐沛的再生能源資源（特別太陽能），建構歐洲和 MENA 地區可持續電力供應的詳細方案，其重點資料摘要如圖 III.1.1-50 ~ III.1.1-72 所示。其重點主要涵蓋下列議題：

☆ Solar power issues :

- History of Solar hydrogen production (圖 III.1.1-51) ;
- Electricity scenarios in EU & MENA (圖 III.1.1-52) ;
- Renewable energy resources in EU & MENA (圖 III.1.1-53).

- Solar electricity potential in North Africa (圖 III.1.1-54).
- Field-proven technologies for solar electricity (圖 III.1.1-55).
- ☆ Market and COE:
 - Market price and mix of technologies (圖 III.1.1-56 - 57).
 - Direct solar radiation vs. electricity demand (圖 III.1.1-58) ;
 - Low cost energy potential in the deserts (圖 III.1.1-59) ;
- ☆ Electricity transfer from MENA to EU:
 - Long-distance electricity transfer (圖 III.1.1-60) ;
 - HVDC lines (圖 III.1.1-61) ;
 - Existing HVDC lines in EU (圖 III.1.1-62) ;
 - Grid connecting MENA and EU (圖 III.1.1-63) ;
- ☆ DESERTEC Industry Initiative (Dii):
 - Overview of Dii (圖 III.1.1-64) ;
 - Four main objectives (圖 III.1.1-65) ;
 - Reference phase, 2011 - 2020 (圖 III.1.1-66) ;
 - Scale-up phase, 2020 - 2035 (圖 III.1.1-67) ;
 - Market phase, from 2035 (圖 III.1.1-68) ;
 - First Dii reference project signed, May 2011 (圖 III.1.1-69) ;
- ☆ Summary and conclusions (圖 III.1.1-70) ;
- ☆ Connected action by EU & MENA governments (圖 III.1.1-71) ;
- ☆ *“Distributed”* Solar power (圖 III.1.1-72).

2. Technical Paper Sessions

CHISA 之口頭論文發表議程每天各分為四個時段，同時各有十個平行舉行之論文發表場次 (A ~ J)，各排定四至六場專題演講 (Lecture)；每天上、下午各有一段中場休息以為區隔 (圖 III.1.2-1 ~ III.1.2-6)，而前兩天早上之第一個時段則為全體會議 (圖 III.1.2-7 ~ III.1.2-12)。

技術議題涵蓋前述各領域，其論文篇數分佈如下：

- (1) Lecture A: 58 篇, **Reaction Engineering**;
- (2) Lecture B: 35 篇, **Separation Processes**: Thermodynamics, Extraction, Supercritical fluids;

- (3) Lecture C: 36 篇, **Separation Processes**: Distillation and absorption, Porous materials, Membrane separations;
- (4) Lecture D: 40 篇, **Hydrodynamic Processes**: Fluid flow, Mixing;
- (5) Lecture E: 29 篇, **System Engineering**: Symp. PIM, Filtration, Particulate solids;
- (6) Lecture F: 28 篇, **System Engineering**: CAPE, Safety;
- (7) Lecture G: 43 篇, **Technologies**: Bio-, Chem.-, Pharmaceutical engineering;
- (8) Lecture H: 53 篇, **System Technologies**: Food processing, Environmental engineering, Education, EU projects;
- (9) Lecture I: 67 篇, **PRES 2012**;
- (10) Lecture J: 67 篇, **PRES 2012**.

技術議題則涵蓋 CHISA 大會之十一大領域、十一類專門議題、與 PRES 年會之 29 項次領域。基於篇幅考量，本報告中摘錄了數場流體化床反應器相關的代表性論文加以陳述之。

論文 # 0181：本論文由 Ghent University, Belgium 的研究人員發表 (圖 III.1.2-13)，演講主題為 **Three-component solids velocity measurements in the middle section of a riser** (圖 III.1.2-14)。演講內容摘要如圖 III.1.2-15 ~ III.1.2-24 所示。

本論文主要係應用兩個 LDA 探測器在一套先導規模循環流化床冷模設施之 8.7 M 高圓柱上升管中 (內部直徑 0.10 米) 進行了三維實驗。在固體入口附近的高度，由於不對稱的空氣和固體的進口位置，流場是處於高度擾動狀態。在 2.5 米的高度，觀察到完全發展的拋物線型軸向固體速度場。徑向和周向固體速度分量比軸向值小得多，而幾乎為零。流動方向的速度波動大於其他方向，顯示出流場的異向性。然而，徑向和周向速度波動高於相應的平均速度。隨著上升管高度的增加，亦即當流場變得更為發展時，一切波動速度因而大幅下降。即使在邊牆附近，仍沒有記錄到平均速度朝下方流動的固體，可能是因為很高的稀釋度 ($\varepsilon_s < 0.2\%$) 用於本工作。測量到的紊流動能顯示，流場係由邊牆與流體粒子間，而不是內部粒子碰撞所支配。獲得的資料有助於驗證上升管的模擬結果。

論文 # 0300：本論文由 Universidad de Zaragoza, Spain 的研究人員發表 (圖

III.1.2-25)，演講主題為 **Particle tracking in a Two-Section Two-Zone Fluidized Bed Reactor (TSTZFBR) -- Experimental technique and CCBM model validation** (圖 III.1.2-26)。演講內容摘要如圖 III.1.2-27 ~ III.1.2-36 所示。

兩個的區流化床反應器 (TZFBR) 提供了高程度的程序整合。反應器配置允許在單一的流化床中同時進行反應和爐內連續催化劑再生。兩類不同的氣氛（反應和再生）通過分離的氣體入口的導入。其結果顯示，粒子循環，亦即從這兩個床區固體顆粒之間的混合率，代表在 TZFBR 中的流體動力關鍵因素。良好的混合提供催化劑連續再生，而床區域之間不良的聯繫將導致失效。為進行這兩個區域流體動態制度更好的控制，反應器區域之間已採用不同的橫截面面積以獲得所謂 TS-TZFBR (兩節式 TZFBR)。在目前的研究中，磷光粒子被用作示蹤劑以測量 TS TZFBR 區域之間固體的軸向混合，並發展一個無可調參數之逆流返混模型 (CCBM) 來預測不同 TS TZFBR 幾何形狀的粒子混合率。結果顯示 CCBM 模型的預測和實驗的混合比率之間呈現高度的一致性。

論文 # 0298：本論文由 Norwegian University of Science and Technology, Norway 的研究人員發表 (圖 III.1.2-37)，演講主題為 **One dimensional two-fluid model simulations of detached and coupled riser-bubbling bed units in circulating fluidized bed reactor: solid flux sensitivity for heat integration between the riser and the bubbling bed units** (圖 III.1.2-38)。演講內容摘要如圖 III.1.2-39 ~ III.1.2-48 所示。

由於對溫室氣體排放和其對全球暖化可能產生影響日益增長的關注，最近已有關於二氧化碳捕獲的廣泛研究公佈。吸附強化蒸汽甲烷重組 (SE-SMR) 因此吸引很多注意，相較於常規 SMR 它允許在燃燒前的 CO₂ 捕獲和更高的 H₂ 產量，因為它將熱力學限制推向進一步產品的形成。本研究制定了一種在循環流化床反應器 (CFBR) 內的 SE-SMR 新模型。其數值演算法為在一個交錯網格上以有限體積方法 (FVM) 離散化兩流體模型方程式的一維自建程式。藉由耦合求解兩流體模型的離散化方程式可獲得速度場，而壓力分佈使用壓力校正方程式以 SIMPLE 演算法計算。空隙率分佈則從固體的連續性方程式來計算。

在 SMR 過程、二氧化碳吸附與脫附的動力學關係式引用自文獻。SMR 反應焓是高度吸熱，在不完全氧化反應下其數值高達每 mol 甲烷 206 kJ，而當水

煤氣變換 (WGS) 反應的影響考慮在內時，該數值降至每 mol 甲烷 165 kJ。另一方面，以鈣基二氧化碳吸附劑，如白雲岩或石灰石，捕捉二氧化碳則是放熱反應，每 mol 的二氧化碳可釋放 178 kJ。這意味著 SE-SMR 過程在原則上能夠自我維持能量平衡，只要在循環操作期間吸附劑能維持足夠的數量，且重組器上的熱平衡結果溫度足夠高，將平衡推向吸附端。

一個 CFBR 是由兩個單位組成，其一為 SE-SMR 反應發生的重組器，而在第二單元中，飽和的吸附劑則釋放二氧化碳。此外，旋風分離器從各單元之間交換的固體中將氣體分離。固體有比氣體較高的熱容量，可以將熱從再生器傳輸到重組器。在 CFBR 內之熱整合與其對不同固體通量的敏感性因而扮演關鍵作用，並在這工作中加以研究。作為主要的導則，重組器上的 H₂ 輸出應盡可能提高，而再生器消耗的熱量與溫度應盡可能降低，因為在工業基礎上高品質的熱是寶貴的。這也是反應器材料所引起的局限。

3. Poster Session (圖 III.1.3-1 ~ III.1.3-24)

有別於一般國際研討會，壁報論文在 CHISA 大會中扮演了主要角色。每天展示的壁報論文至少超過 160 篇，甚至達 200 篇以上；其壁報論文總數佔大會論文的比例超過六成，幾乎達三分之二。大會議程每天安排不同主題，從早上 9:00 開始展示到傍晚 - 17:00；並結合上、下午之中場休息，在議場大廳外的穿堂 (foyer) 舉辦壁報論文場次 (圖 III.1.3-1 ~ III.1.3-11)。然而，對長途跋涉的與會者而言，掛萬漏一之意外在所難免；本次研討會即有作者在旅途中遺失了海報捲筒，不得以只好用傳單代替 (圖 III.1.3-12)。

主辦單位為了鼓勵與會者以海報方式發表論文，便提供相關優惠措施 — 允許每位作者發表兩篇壁報論文。本所淨碳團隊在此次 CHISA 大會中投稿兩篇論文，筆者乃選擇海報發表方式；以善用大會之優惠措施，儘可能彰顯本所在淨碳技術領域多元化之研發成果。其中一篇被安排在 8 月 26 日(星期日)的場次，屬於 Computer aided process engineering (CAPE) 領域，論文編號為 P1.176 (圖 III.1.3-13 ~ III.1.3-14)；而一篇則被安排在 8 月 28 日(星期二)的場次，屬於 Particulate solids 領域，論文編號為 P5.59 (圖 III.1.3-15 ~ III.1.3-16)。

大會的議題範圍可謂包羅萬象，涵蓋所有化學和程序工程實務，故筆者擇要參閱了數場論文發表，以瞭解彼等在未來之研發努力及現況成果。本報告中摘錄了數

篇代表性的論文加以陳述之，分屬於下列相關領域： Fluid flow and multiphase systems, Distillation and absorption, Reaction engineering, Membrane separations, supercritical fluid applications (圖 III.1.3-17 ~ III.1.3-24)。

論文 # P1.3-1430：本論文由 Institute of Chemical Process Fundamentals of the ASCR, v. v. i. 與 Institute of Chemical Technology, Czech Republic 的研究人員發表，主題為 **An immersed boundary method for flow simulations around stationary and moving rigid particles** (圖 III.1. 3-17)。論文內容摘要如下。

固體與流體系統相關技術常被應用於許多預期固液兩相密集接觸之處。這些設備的整體表現強烈取決於多相混合的流體力學。在這些固液相流系統中，流體力學交互作用對於預測產程裝置的流動行為或設計正確的工業技術上是重要關鍵之一。雖然化學工程本質上是以實驗為主，目前數學模擬已成為解決很多問題非常有用的工具，用於。在實際實驗是不可行的或非常昂貴的情況下，數值模擬可以測試理論的預測。

本研究模擬剛性粒子周遭不可壓粘性流的流體動力學。使用多向施力架構 (multi-direct forcing scheme) 和沉浸邊界法計算移動粒子和流體之間的流體動力學交互作用。如此一來，可以使用固定均勻笛卡爾座標網格 (Cartesian mesh) 且可滿足無滑移邊界條件。根據 Peskin 沉浸邊界法的空間離散化是基於固定笛卡爾座標網格的歐拉變數和拉格朗其變數的移動曲線網格。這兩種類型的變數藉由狄拉克三角函數的平滑趨近相關的相互作用方程式相連。

為確認及驗證本方法，二維模擬不同雷諾數下液體在固定柱狀顆粒上的流動。評估拖力和升力係數並與基準實驗的結果做比較。

本研究旨在藉由量測計算粒子位置、速度及加速來探討粒子的運動及交互作用。本研究顯示沉浸邊界法能夠成功地描述粒子和流體間、粒子和粒子間、以及粒子與牆之間的相互作用。相較於其他研究，本研究為定量研究。

論文 # P1.12-0489：本論文由 State University of Campinas, Brazil 的研究人員發表，主題為 **Experimental investigation of 3D velocity by Tomographic Particle Image Velocimetry (Tomo-PIV) in a short riser section** (圖 III.1.2-18)。論文內容摘要如下。

由於斷層粒子圖像測速技術 (Tomo-PIV) 能以高空間解析度量測暫態(瞬間)速度，這使得它在研究複雜流體方面十分有吸引力，例如循環式流體化床的上升流。拓盟 PIV 主要有四個基本組成：(1)含有示蹤粒子 流體的透光性測試場域，(2) 光源 (鐳射)，以探照待測流體場域，(3) 由 4 個 CCD (電荷耦合裝置) 感應器組成的紀錄儀器，(4)配有相應的軟體能處理收集紀錄的圖像和從示蹤粒子的位置計算其速度等資訊的電腦。本文介紹以 Tomo-PIV 實驗設置針對一個(8.2 釐米 × 10 釐米 × 1 釐米)上升流場域的 3D 速度測定。

使用液相及固相進行實驗的檢測。液相是周圍的空氣及固相則是 FCC (fluid catalytic cracking 流體催化裂解) 粒子 ($dp = 70$ 微米)。其中多用途的單位是一個循環式流體化床，組成包括了：鼓風機 ($3.9 \text{ m}^3/\text{min}$ 的最大流量和 $3600 \text{ mmH}_2\text{O}$ 的壓力); 上升流管；下降流管；第一階段旋流器，第二階段旋流器；儲存槽；固體螺旋式進流器(提供的催化劑最大流量為 $3.5 \text{ kg}/\text{min}$)，變頻器 (最大轉速為 60 rpm)；浮球流量計 (或轉子流量計)，流率從 11.7 至 $117 \text{ m}^3/\text{h}$ 及 0 到 $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ；孔板和管柱測量上升流管的水流量。上升流管供 Tomo-PIV 測量速度向量的區域高度為 10 釐米，內部直徑為 8.20 cm 釐米，且距離上升流管的入口處約 80 cm (釐米)。本研究使用的 PIV 是 LaVision 開發的斷層圖像測速技術 (Tomo-PIV)，裝有四個相機，可三維量測高達 100 萬向量的速度。這些相機可以顯示的解析度為 1648×1214 圖元與 14 位數位輸出和 30 幀 / 秒。本系統中，Nd: YAG.CCD 感應器與光線場域呈垂直角度。結果顯示上升流的中間速度場並不均勻，在靠近牆邊有向量集中的現象。

論文 # P1.13-1375: 本論文由 Opole University of Technology, Poland 的研究人員發表，主題為 **Heat and flow characteristics of two phase gas-liquid mixture flow over tube bundle using electrochemical and DPIV methods** (圖 III.1.2-19)。論文內容摘要如下。

本文介紹在殼式熱交換器模組中氣液二相混合流體流經管束的最新研究結果。實驗是在大氣壓力下以不同的液體和氣體流率進行的。檢測螺距與直徑比 為 1.66 ，交錯 (Staggered) 與線性 (In-Line) 兩種類型的排列結構模型。結合兩個測量技術以獲得包含圍繞著管柱的流體速度場和管柱表面熱交換係數的複雜資料。

管柱表面熱交換係數的實驗是用電化學技術進行。利用熱傳與質傳類比以奇爾

頓-科本類比(Chilton - Colburn analogy)獲取熱傳相關性。將鎳陰極裝在一個管子的外表面上。藉由量測在 1 M NaOH 鹼性溶液中於陰極將溶液中 $K_3Fe(CN)_6$ 和 $K_4Fe(CN)_6$ 鐵氰化鉀離子還原為等摩爾和數量的鐵氰離子產生的極限電流(limiting currents)來計算質傳係數。觀察離子在電極的控制擴散並測量極限電流的高原穩滯期(plateau)。測量是經由資料擷取設備計算的，此設備也受專為本實驗所設計的軟體控制。質傳係數是根據限制電流的測量。質傳實驗（質傳係數）的結果被重新計算為熱傳係數。

使用數位質點影像測速儀 (Digital Particle Image Velocimetry)探討管柱周圍的兩相流體結構。利用流體圖像的數量建構管柱周圍的平均速度場。以樹脂玻璃(plexiglass)建造熱交換模組以觀察和擷取流場結構的圖像。以鐳射光照射注入到流體的追蹤顆粒質點(seeding particles)。以頻率 462 Hz 紀錄這些質點的運動。利用交互相關性函數(Cross correlation function) 處理儲存為個別框幀(separate frames)的圖像。經由量測建立流場流線圖(velocity fields and streamlines)。

實驗的結果顯示圍繞管束的兩相混合流體非常不均勻。各實驗場域可觀察到漩渦的合併、配對和碎離(shredding vortices)。也觀察到不同渦流型態如單渦流、對稱渦流和非對稱渦流對。從各個方向觀察液體流動以及無模式情況下隨時間的變化。尾流區(wake region)不侷限在管柱直接背後，在不同的地區皆可發現。並排 (in-line) 管束陣列的流動模式可以描述為管和管之間的高速的主要串流(stream)以及渦流區。在交錯(staggered) 管束陣列的流動模式中，主要串流(stream)會被擾亂，這也影響到管柱背後的渦流區。探討不同流體型態模式對熱交換的影響。應用 PIV 和電化學方法在本實驗裝置結果是令人滿意的，但也面臨一些困難。此外，電解液的物理性能也造成實驗時間的限制。實驗時間越長電解液會變得更不透明。為了消弭照明雜波，流體與內部樹脂玻片管之間的折射率差需要進行匹配。

論文 # P1.14-0475：本論文由 State University of Campinas, Brazil 的研究人員發表，演講主題為 **Comparison of downer and riser flows in a circulating bed by means of optical fiber probe signals measurements** (圖 III.1.2-20)。演講內容摘要如下。

循環流化床(Circulating fluidized beds, CFBs) 廣泛應用各種領域如在石油化學工業（例如流化-催化裂化裝置, Fluidized Catalytic Cracking - FCC units），冶金工業（例如鍛燒爐 calcinators）和能源部門（例如煤燃燒, coal combustors）。CFBs 的

優點包括催化劑或熱載體再生及進料控制的高效率和靈活性。流化-催化裂化裝置 FCC 應用上, 循環流化床可分為兩個基本部分, 作為兩個單獨的反應器: 上升流管反應器和下降流管反應器。上升流管反應器的特點是在垂直運輸的一段, 在此各相間有共流接點, 抗重力作用流動。另一方面, 在管狀 FCC 下降流管反應器, 共流的氣固相向下流動。

固體濃度的局部分佈, 尤其是隨時間的變化對氣固兩相操作是非常重要的。固體濃度的時間系列包含動態的床上, 資訊和其瞬態問題在 CFBs 中有大眾和熱轉移的影響。在這項工作, 濃度信號係經由在循環床的下降流管和提升管部分之光纖探針來測量。得到的時間序列可以解釋在相空間域 (混沌分析), 而它們被用來描述氣固兩相流的流體動力學。

(二) 參訪捷克科學研究院

筆者本次主要至 ICPF 之環境程序工程實驗室參訪交流, 就煤氣化技術與轉化相關計畫現況進行交流 (圖 III.2-1, III.2-2); 其次, 筆者亦參觀了相關實驗室 (圖 III.2-3 ~ 圖 III.2-12)。

1. 實驗室主要研究領域有 7 類別:

- (1) 探討微波電場無電極放電的光化學和光催化
- (2) 探討新穎多相催化方法, 可在微波加熱的同時冷卻
- (3) 利用微波從電子廢棄物選擇性溶出的鉛, 鋅, 鋁
- (4) 發展流化床反應器, 將有機污染的固體流態化和去污
- (5) 探討流化床焚燒污水處理廠的污泥
- (6) 氣化, 氣體淨化和氫生產的先進製程
- (7) 處理持久性有機污染物和重金屬

2. 應用研究重點有 10 項:

- (1) 流化床燃燒和氣化
- (2) 利用移動床氣化木材和廢舊木
- (3) 開發與驗證微波熱脫附技術
- (4) 棕地 (Brownfields) - 可再生能源的來源

- (5) 廢物和污水污泥燃燒及共燃
- (6) Flooded beds 同時微波乾燥和消毒
- (7) 廢棄聚對苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 的分子量降解
- (8) 透過生物物質/石油部分氧化合成氣製造氫
- (9) 從緊緻型螢光燈提取含鎘和鉍物以及回收 spent phosphor 的方法

3. 主要的研究計畫

其中氣化和燃燒過程、永續發展技術等相關主題主要的研究計畫如下所述：

- (1) Demonstration of the Production and Utilization of Synthetic Natural Gas (SNG) from Solid Biofuels, EU 6th framework program, 2006-2008.
- (2) Near Zero Emission Advanced Fluidized Bed Gasification, Supported by the Research fund for coal and steel, 2007-2010.
- (3) Fluidization and Decontamination of Organic-polluted Solids in Fluid-bed Incinerating, Grant agency of Czech academy of sciences, 2007-2011.
- (4) Phytoextraction Biomass Disposal – an Unsolved Problem, the Grant agency of the Czech republic, 2007-2009; coop. with Department of Agro-Environmental Chemistry and Plant Nutrition, Czech University of Life Sciences Prague.
- (5) WARMES - Waste as Raw Material and Energy Source, program Health and life quality of Ministry of Education, Youth and Sports; coop. with Evéco Brno Ltd. , VUT Brno - Institute of processing and ecological engineering

4. 其核心技術能力與設施如下所述：

(1) 加上熱氣淨化單元的大氣流體化床氣化爐 (圖 III.2-13 ~ 圖 III.2-15)：

- A. 熱輸入：~10 千瓦，
- B. 最大工作溫度：~1000°C，
- C. 電加熱 - 三個獨立的部分，
- D. 燃料供應：螺旋給料機，氣力輸送到反應器，
- E. 燃料：煤，生物質，塑料或它們的混合物，
- F. 床材料：砂，白雲石，橄欖石，
- G. 氣化劑：空氣，H₂O，CO₂，O₂ 或它們的混合物，
- H. 熱氣體淨化單元 - 最多三個加熱過濾器/電抗器：
 - a. 除塵（高達 600°C），
 - b. 硫脫除白雲石（800-900°C），

- c. 硫脫除氧化鋅，氧化銅吸附劑（ $\sim 550^{\circ}\text{C}$ ），
- d. 除焦油白雲石 - 直接在流化床及二次反應器，
- e. 焦油鎳基催化劑（ $\sim 500^{\circ}\text{C}$ ）。

(2) 大氣的流體化床反應器 (圖 III.2-16 ~ 圖 III.2-18) :

- A. 燃燒，乾燥，
- B. 熱輸入： ~ 10 千瓦，
- C. 最大工作溫度： $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ （短時間內可容許 1150°C ），
- D. 電加熱 - 四個獨立的部分，
- E. 燃料供應 - 雙室氣力輸送或泥漿進紙器滑動進紙器相結合，
- F. 燃料 - 城市垃圾，可生物降解的市政垃圾、污水污泥（乾和濕）、生物質、煤炭、塑料以及它們的混合物，
- G. 床品 - 砂、陶粒、石灰石、白雲石、橄欖石，
- H. 流態化介質 - 空氣或富氧空氣。

(3) 加壓流體化床反應器（燃燒器和氣化器，圖 III.2-19 ~ 圖 III.2-22）：

- A. 最大熱輸入： ~ 17 千瓦，
- B. 最大工作溫度： $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，
- C. 最大工作壓力為 1.0 MPa ，
- D. 電預熱和兩個獨立的部分（流化床乾舷），
- E. 燃料供應：螺旋給料機、鎖斗、氣力輸送到反應器或加壓螺桿進料料斗，
- F. 在更高的溫度下的去除塵
- G. 燃料：煤、木材、塑料或它們的混合物，
- H. 床材料：砂、白雲石、煤灰渣，
- I. 氣化劑：空氣、 H_2O 、 CO_2 、 O_2 或它們的混合物。

5. 發表之國際期刊論文：

該研究團對近幾年發表之國際期刊論文摘要列舉如下：

- (1) Svoboda K., Siewiorek A, Baxter D., Rogut J., Pohořelý M.: Thermodynamic Possibilities and Constraints for Pure Hydrogen Production by a Nickel and Cobalt-Based Chemical Looping Process at Lower Temperatures. *Energ.*

- Convers. Manage. 49(2), 221-231 (2008).
- (2) Hartman M., Trnka O., Pohořelý M.: Minimum and Terminal Velocities in Fluidization of Particulate Ceramsite at Ambient and Elevated Temperature. *Ind. Eng. Chem. Res.* 46(22), 7260-7266 (2007).
 - (3) Hartman M., Pohořelý M., Trnka O.: Fluidization of Dried Wastewater Sludge. *Powder Technol.* 178(3), 166-172 (2007).
 - (4) Svoboda K., Siewiorek A., Baxter D., Rogut J., Punčochář M.: Thermodynamic Possibilities and Constraints of Pure Hydrogen Production by a Chromium, Nickel and Manganese-Based Chemical Looping Process at Lower Temperatures. *Chem. Pap.* 61(2), 110-120 (2007).
 - (5) Pohořelý M., Vosecký M., Hejdová P., Punčochář M., Skoblia S., Staf M., Vošta J., Koutský B., Svoboda K.: Gasification of Coal and PET in Fluidized Bed Reactor. *Fuel* 85(17-18), 2458-2468 (2006).
 - (6) Punčochář M., Drahoš J.: Origin of Pressure Fluctuations in Fluidized Beds. *Chem. Eng. Sci.* 60(5), 1193-1197 (2005).
 - (7) Hartman M., Svoboda K., Pohořelý M., Trnka O.: Combustion of Dried Sewage Sludge in a Fluidized-Bed Reactor. *Ind. Eng. Chem. Res.* 44(10), 3432-3441 (2005).
 - (8) Kušar HMJ, Ersson AG, Vosecký M., Järas SG: Selective Catalytic Oxidation of NH₃ to N₂ for Catalytic Combustion of Low Heating Value Gas under Lean/Rich Conditions. *Appl. Catal., B* 58(1-2), 25-32 (2005).
 - (9) Svoboda K., Pohořelý M.: Influence of Operating Conditions and Coal Properties on NO_x and N₂O Emissions in Pressurized Fluidized Bed Combustion of Subbituminous Coals. *Fuel* 83(7-8), 1095-1103 (2004).
 - (10) Svoboda K., Hartman M., Trnka O., Čermák J.: Vysokoteplotní palivové články, vhodná paliva a možnosti jejich využití. *High-Temperature Fuel Cells, Their Status, Fuels and Applications. Chem. Listy* 97(1), 9-23 (2003).

筆者此次之參訪行程涵蓋了相當廣泛之技術領域，經由廣泛之交流，雙方期望未來

能建立合作關係，推動進一步更密切之合作。

§III.1 有關 2012 EU 公差 CHISA 之圖像

Congress Opening



圖 III-1 大會主席



圖 III-2 開幕典禮會場內景象



圖 III-3 開幕演講



圖 III-4 頒獎、獻花



圖 III-5 後續相關活動簡報



圖 III-6 樂團串場表演

Festive Reception



圖 III-7 歡迎茶會場內景象之一



圖 III-8 歡迎茶會場內景象之二



圖 III-9 歡迎茶會場內景象之三



圖 III-10 歡迎茶會場內景象之四

1. Plenary Sessions

A1.1



圖 III.1.1-1

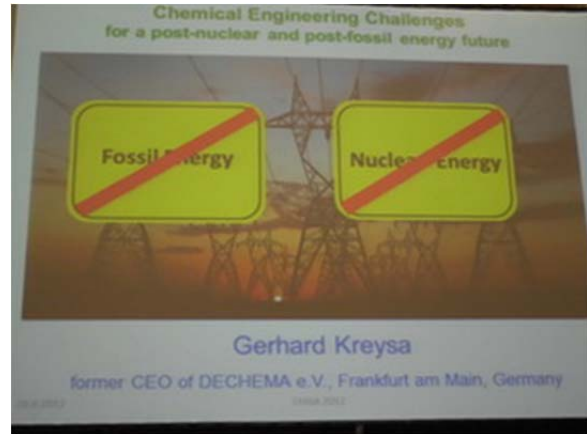


圖 III.1.1-2

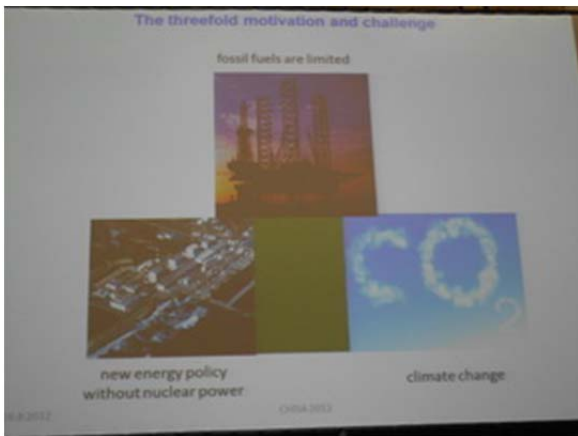


圖 III.1.1-3

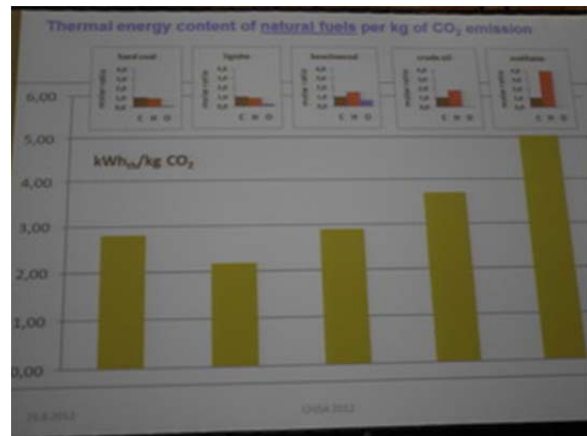


圖 III.1.1-4

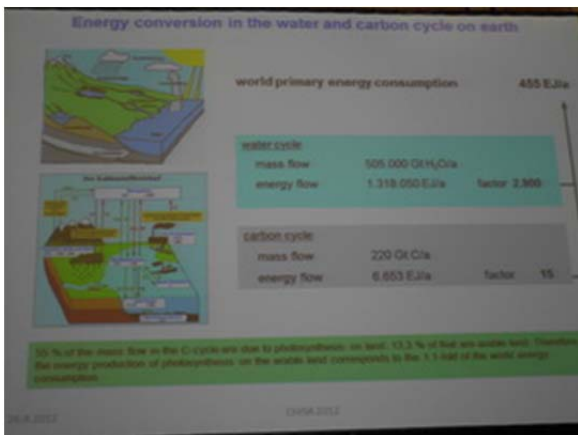


圖 III.1.1-5

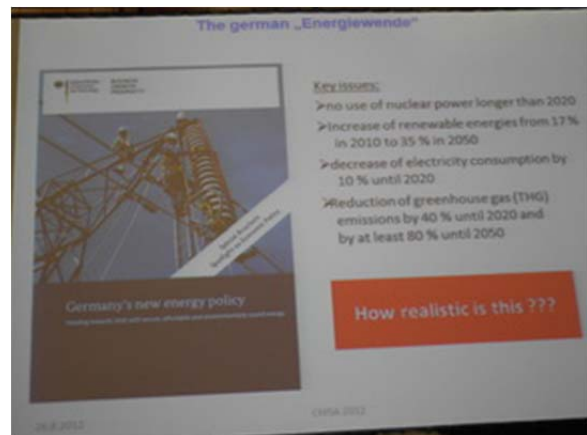


圖 III.1.1-6

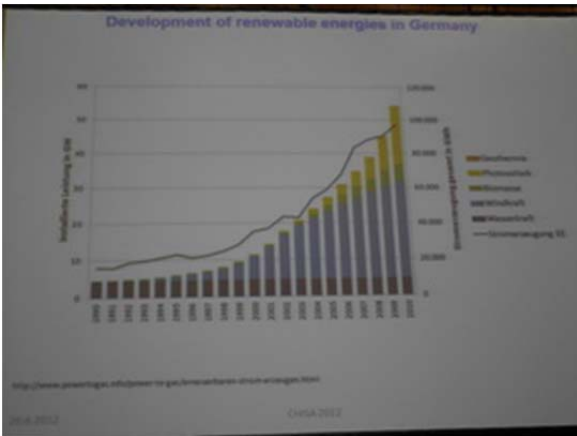


圖 III.1.1-7

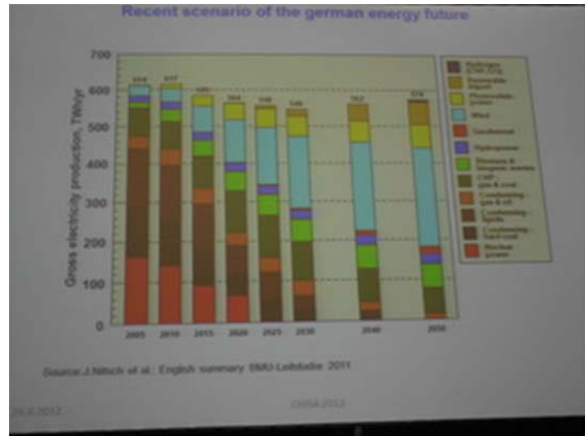


圖 III.1.1-8

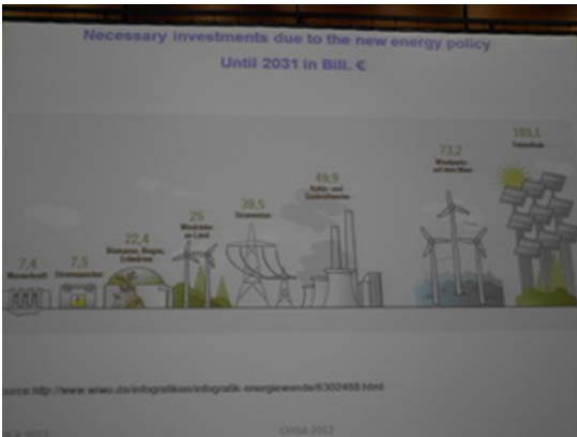


圖 III.1.1-9

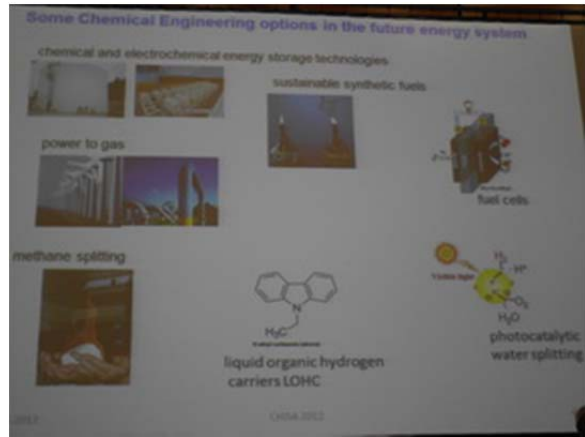


圖 III.1.1-10

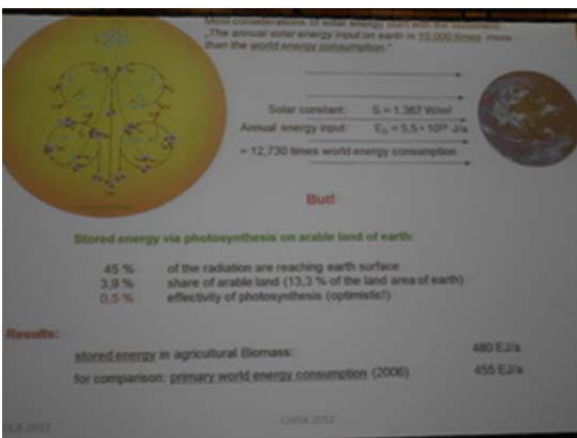


圖 III.1.1-11

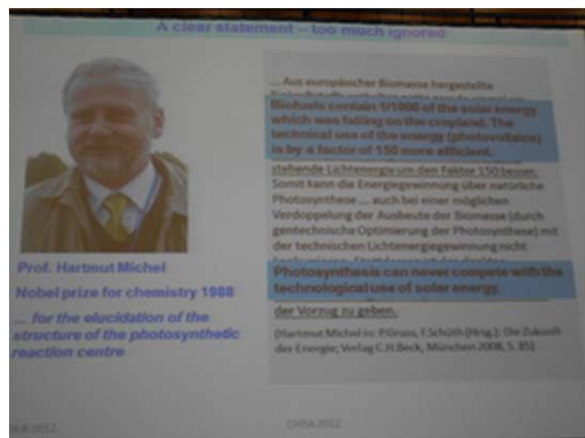


圖 III.1.1-12

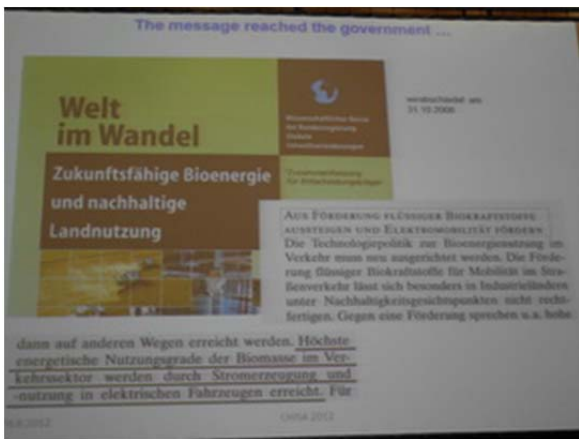


圖 III.1.1-13



圖 III.1.1-14

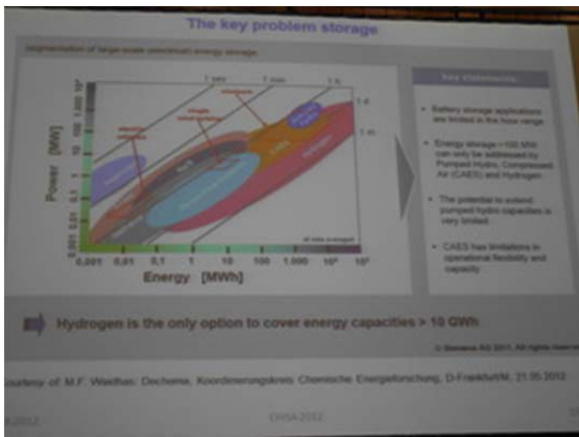


圖 III.1.1-15

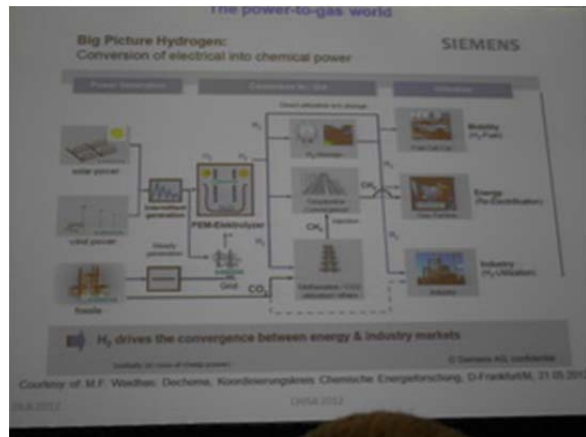


圖 III.1.1-16

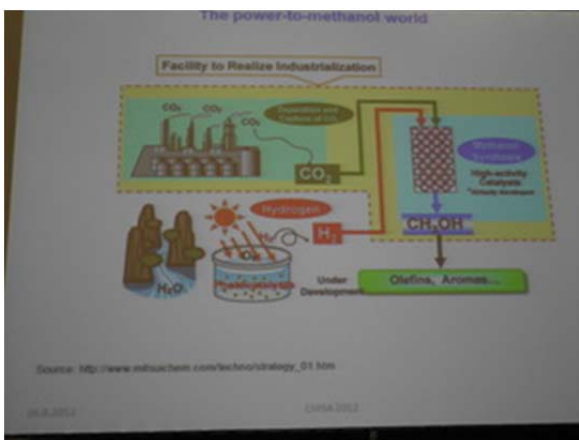


圖 III.1.1-17

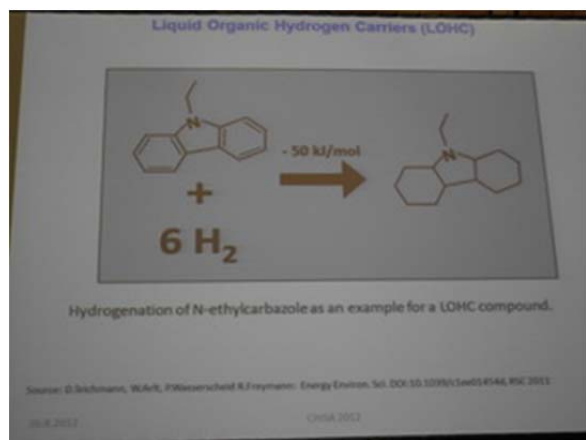


圖 III.1.1-18

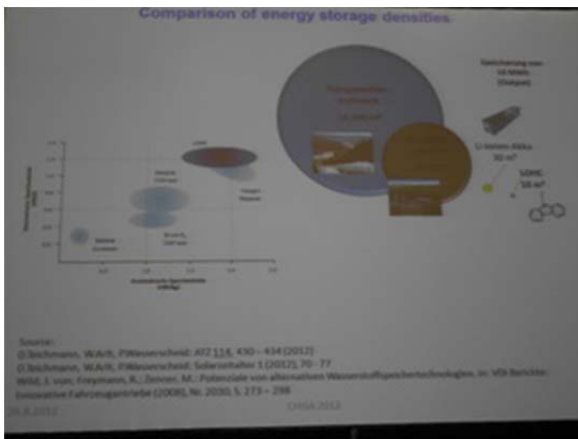


圖 III.1.1-19

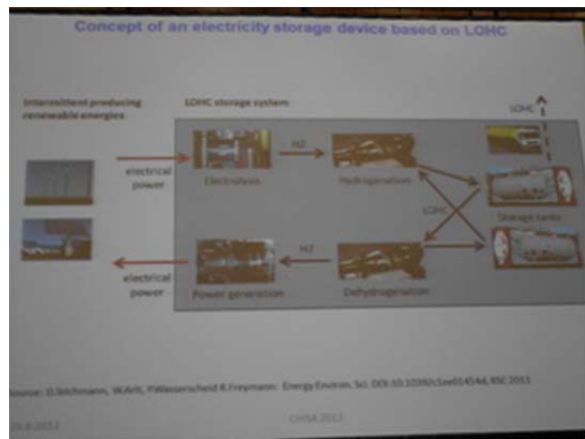


圖 III.1.1-20

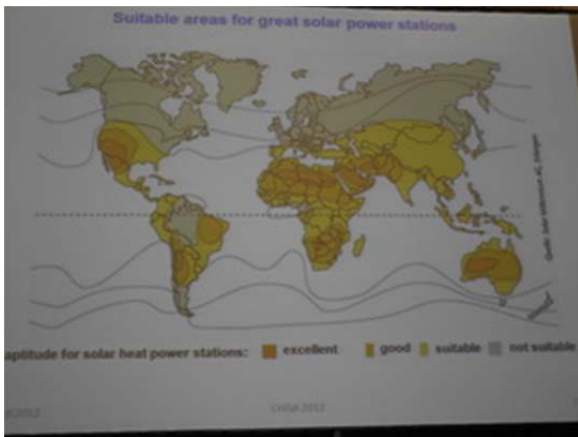


圖 III.1.1-21

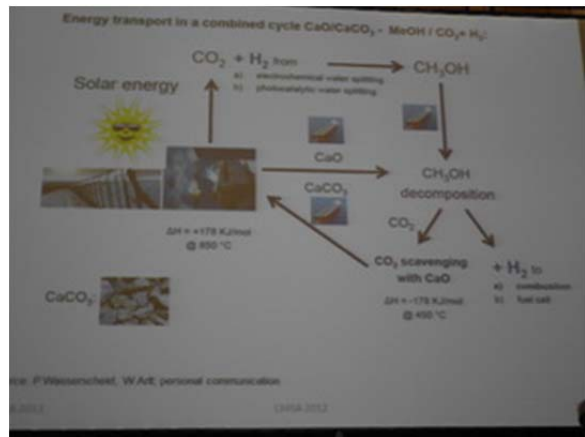


圖 III.1.1-22

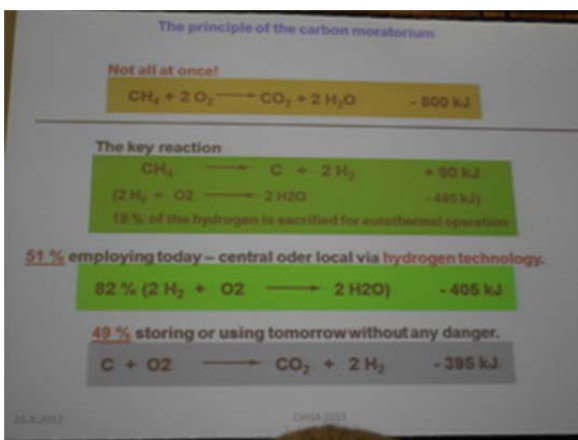


圖 III.1.1-23

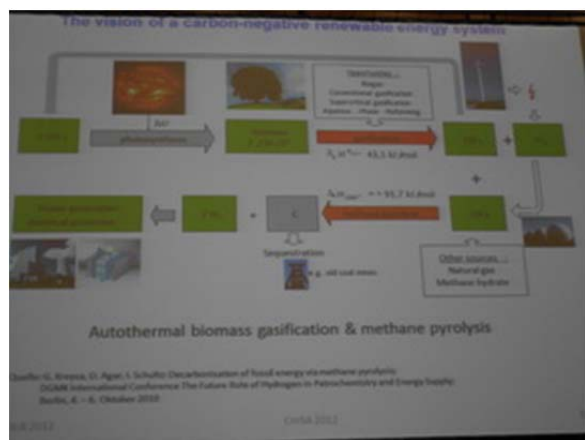


圖 III.1.1-24

A3.1



圖 III.1.1-25

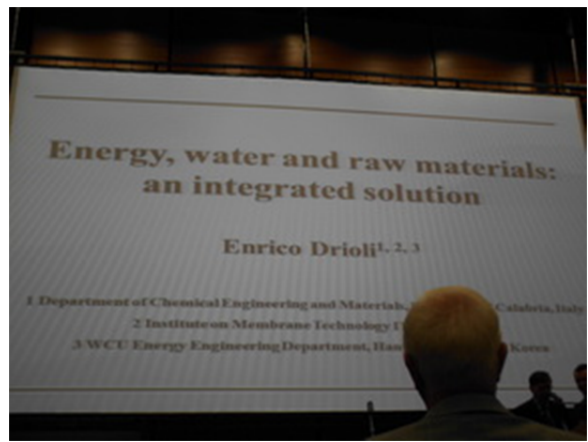


圖 III.1.1-26

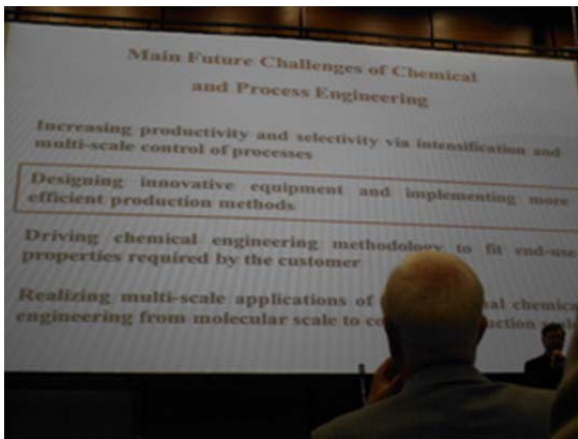


圖 III.1.1-27

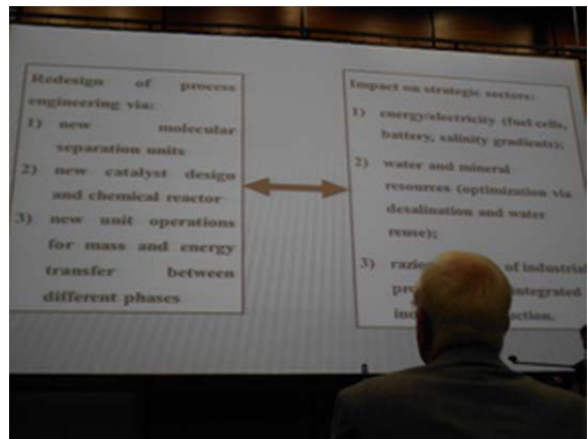


圖 III.1.1-28

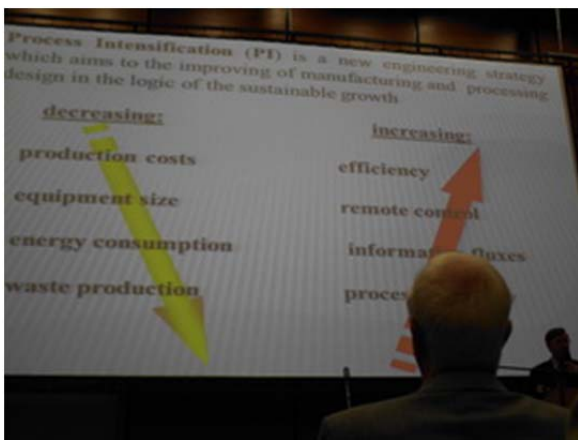


圖 III.1.1-29

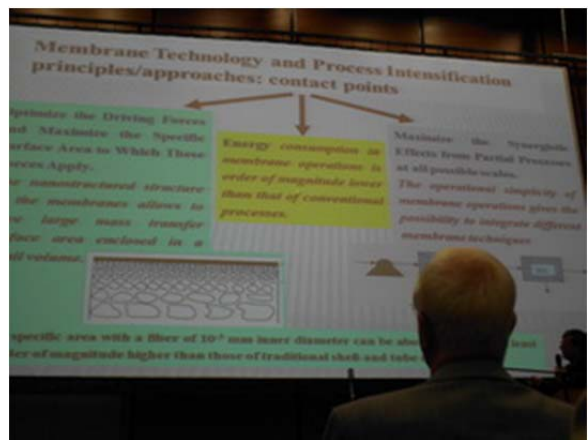


圖 III.1.1-30

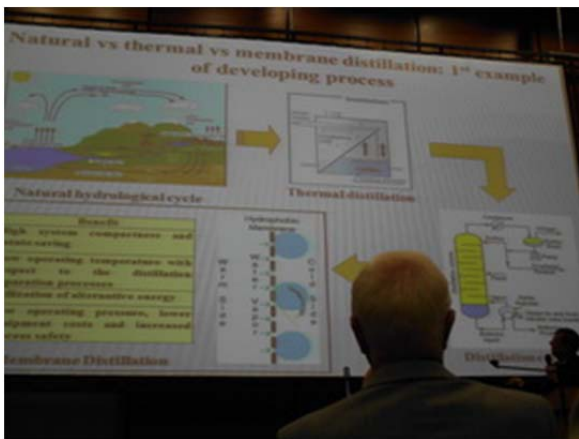


圖 III.1.1-31

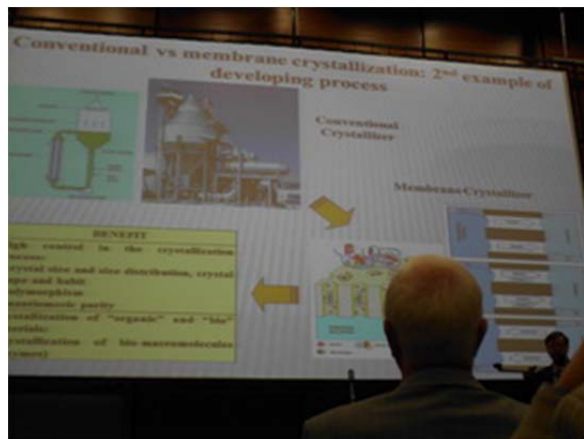


圖 III.1.1-32

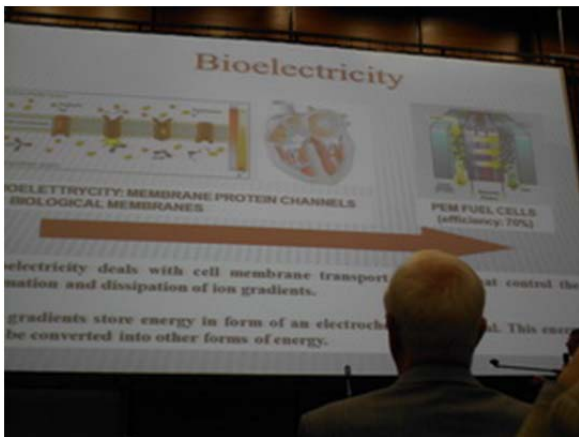


圖 III.1.1-33



圖 III.1.1-34

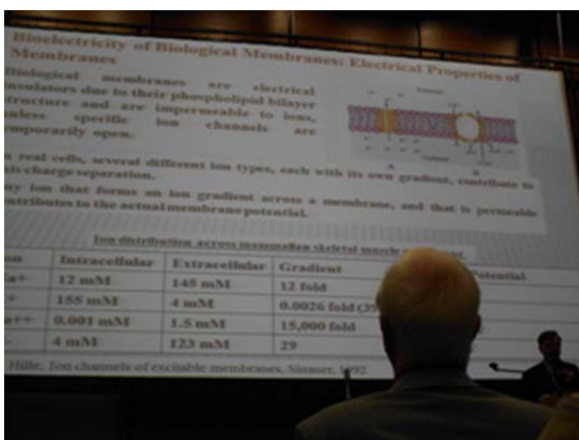


圖 III.1.1-35



圖 III.1.1-36

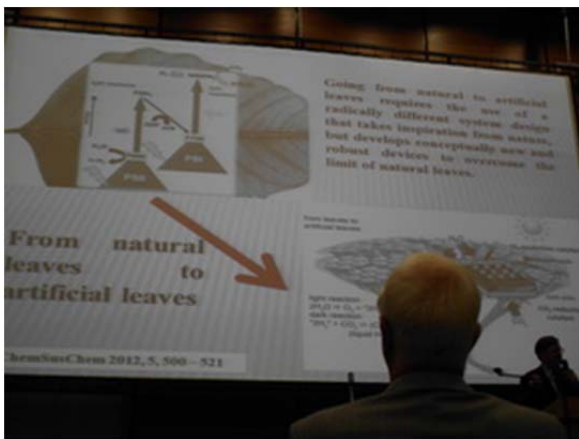


圖 III.1.1-37

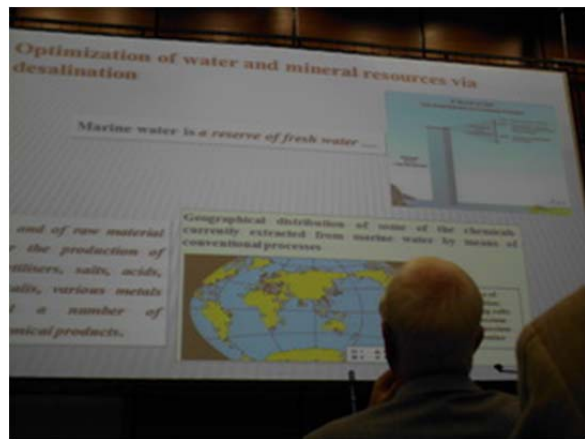


圖 III.1.1-38

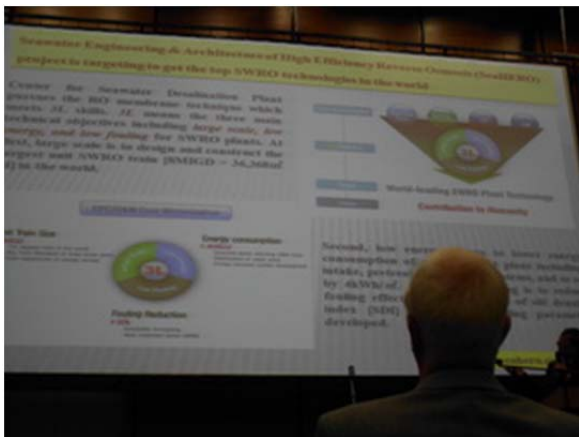


圖 III.1.1-39

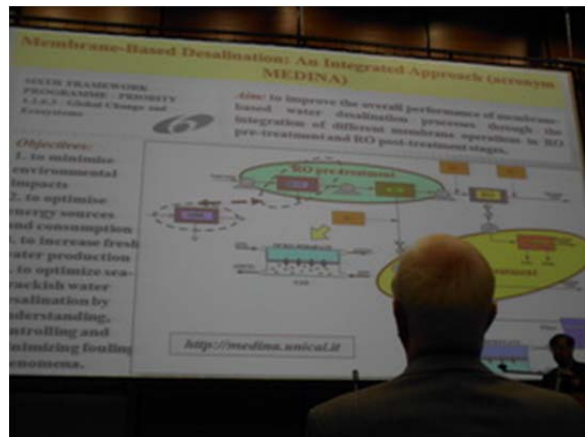


圖 III.1.1-40

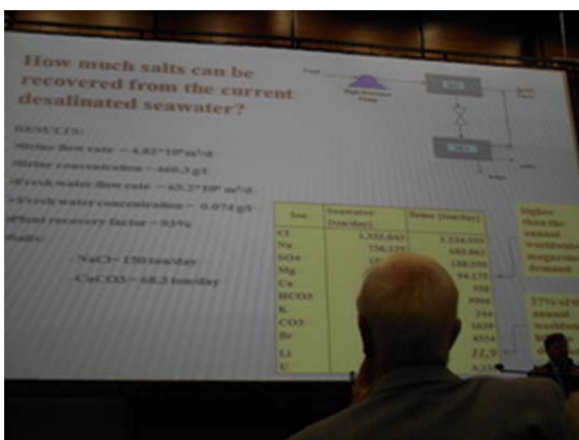


圖 III.1.1-41

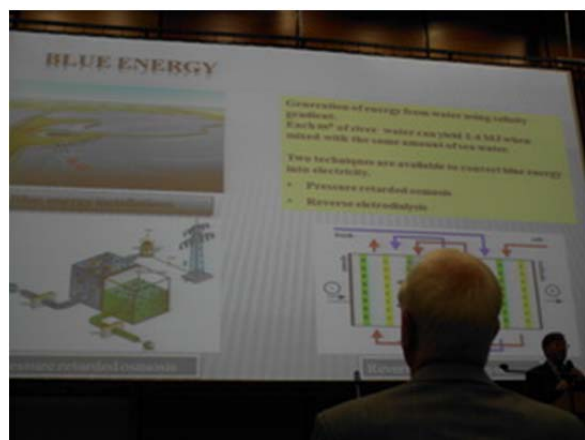


圖 III.1.1-42

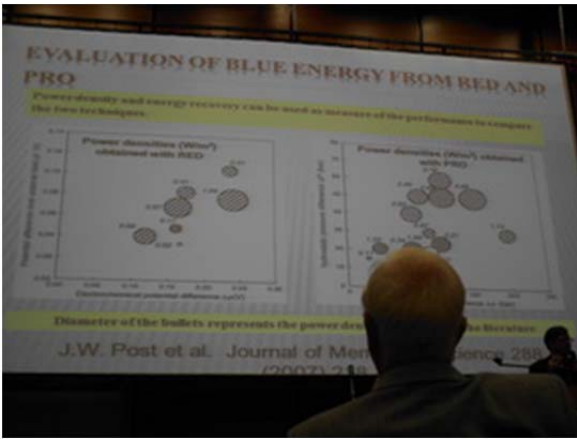


圖 III.1.1-43

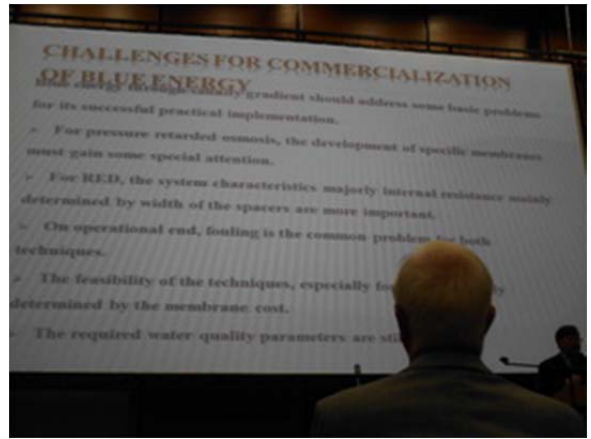


圖 III.1.1-44

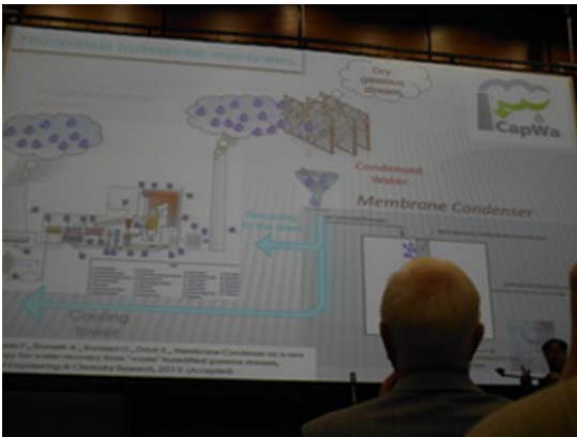


圖 III.1.1-45

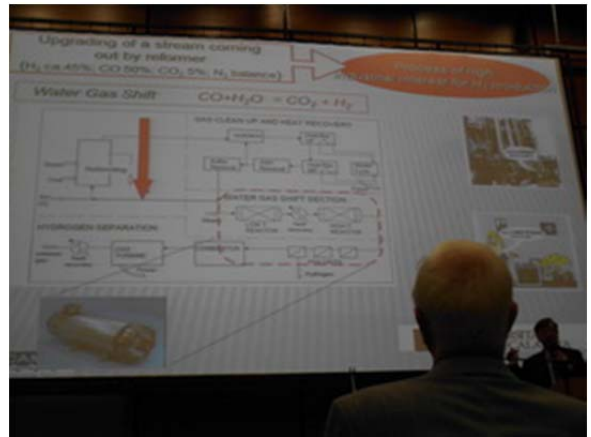


圖 III.1.1-46



圖 III.1.1-47



圖 III.1.1-48

A3.2



圖 III.1.1-49



圖 III.1.1-50



圖 III.1.1-51

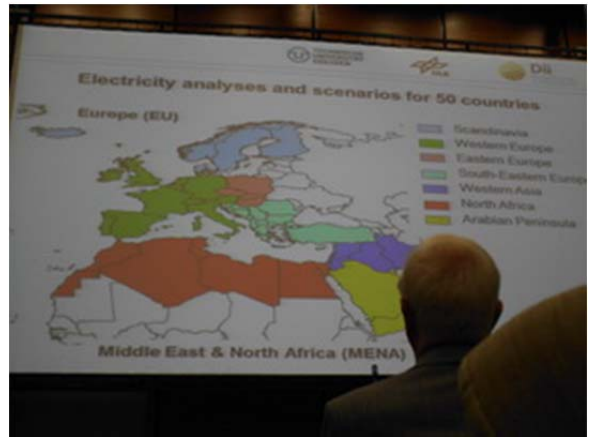


圖 III.1.1-52

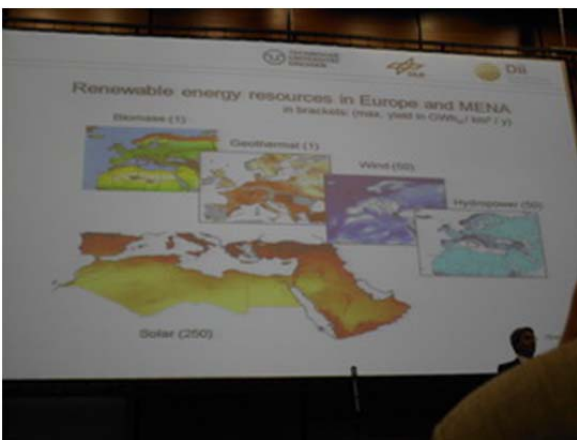


圖 III.1.1-53

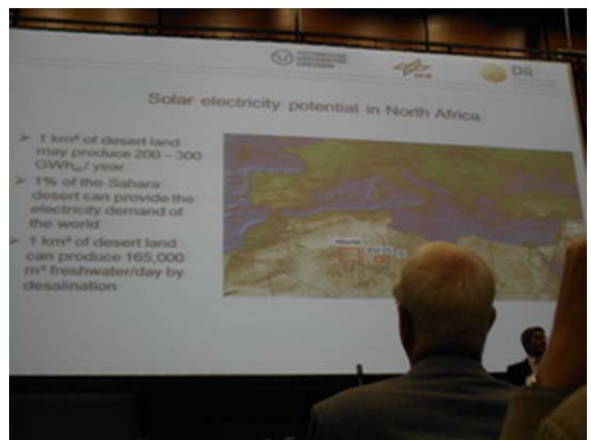


圖 III.1.1-54

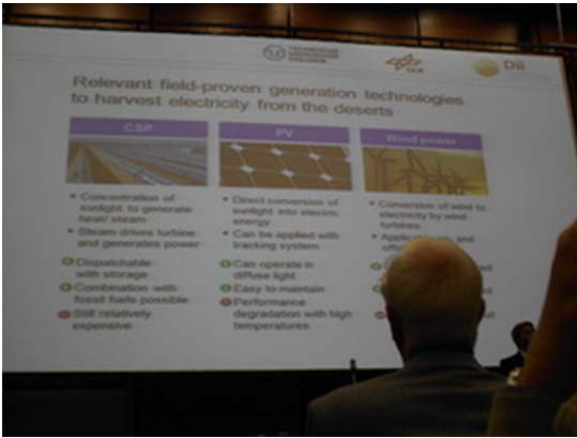


圖 III.1.1-55

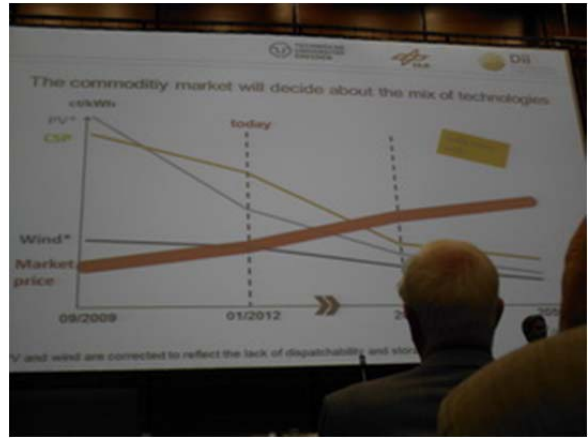


圖 III.1.1-56

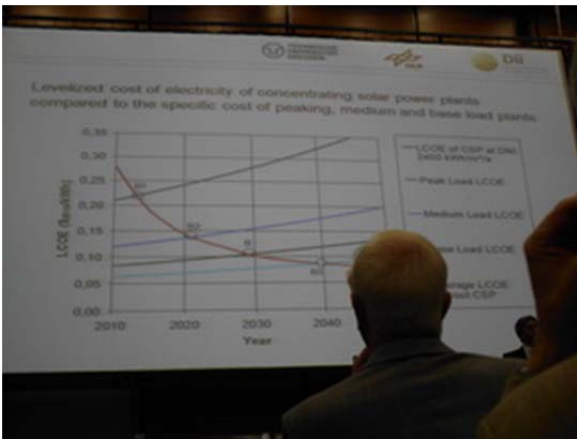


圖 III.1.1-57



圖 III.1.1-58

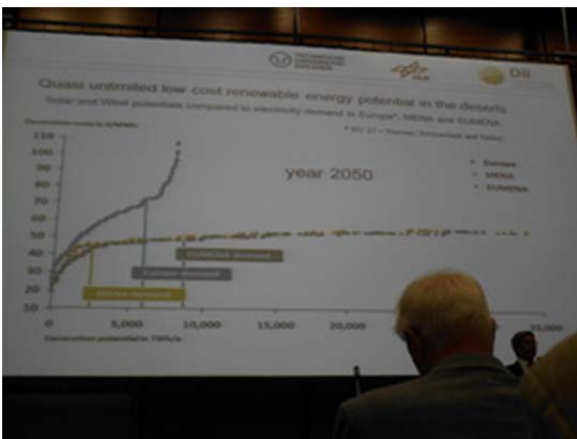


圖 III.1.1-59

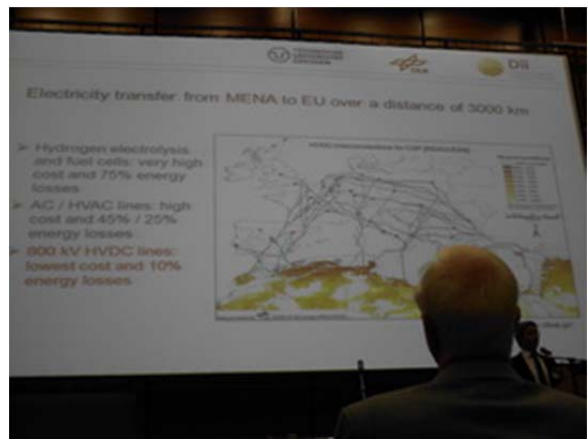


圖 III.1.1-60

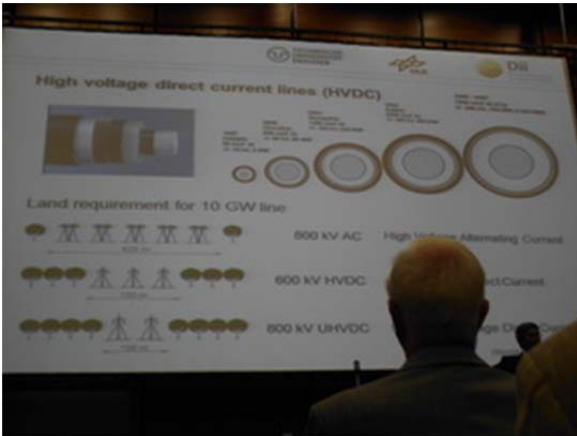


圖 III.1.1-61



圖 III.1.1-62

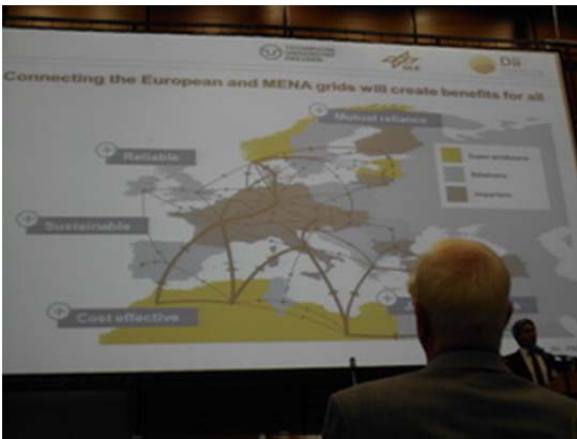


圖 III.1.1-63



圖 III.1.1-64



圖 III.1.1-65



圖 III.1.1-66



圖 III.1.1-67



圖 III.1.1-68



圖 III.1.1-69

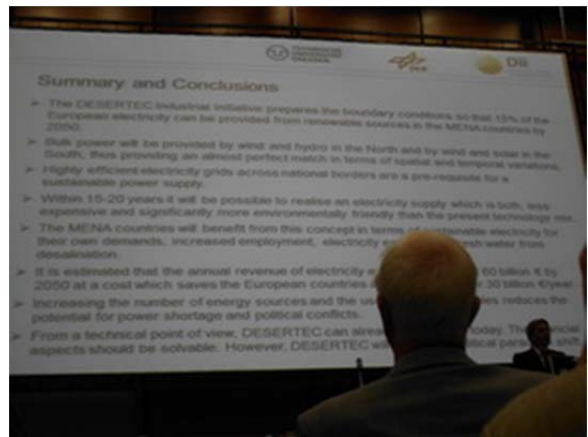


圖 III.1.1-70



圖 III.1.1-71



圖 III.1.1-72

2. Technical Paper Oral Sessions

中場休息



圖 III.1.2-1



圖 III.1.2-2

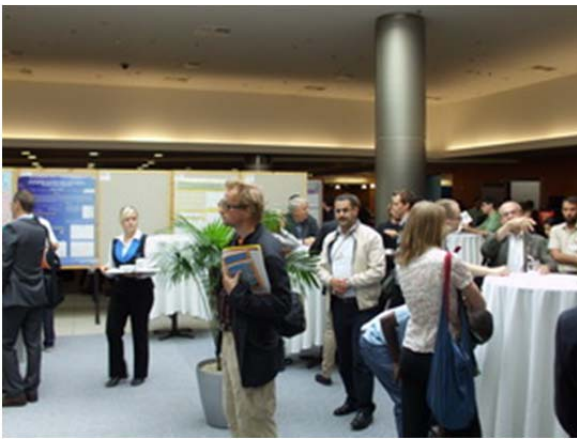


圖 III.1.2-3



圖 III.1.2-4



圖 III.1.2-5



圖 III.1.2-6

全體會議



圖 III.1.2-7



圖 III.1.2-8



圖 III.1.2-9



圖 III.1.2-10



圖 III.1.2-11



圖 III.1.2-12



圖 III.1.2-13



圖 III.1.2-14

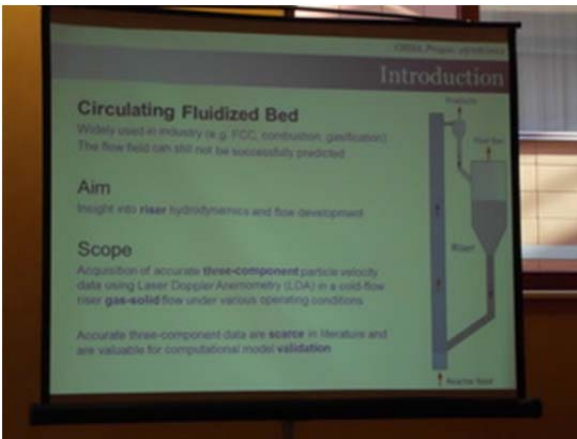


圖 III.1.2-15

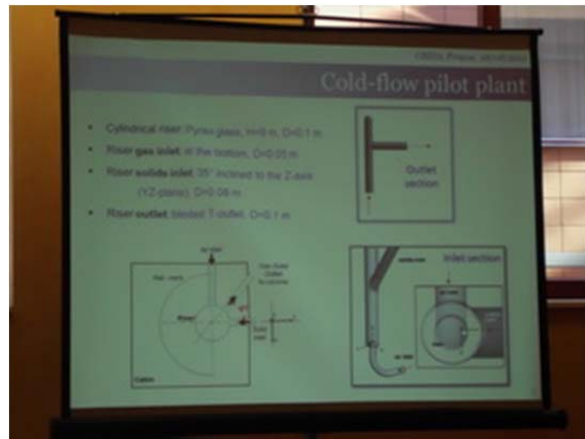


圖 III.1.2-16

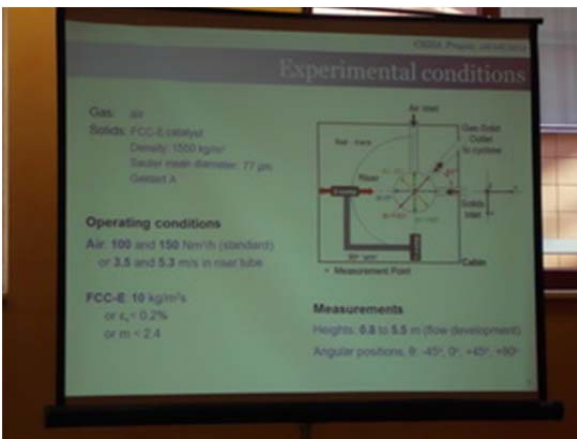


圖 III.1.2-17

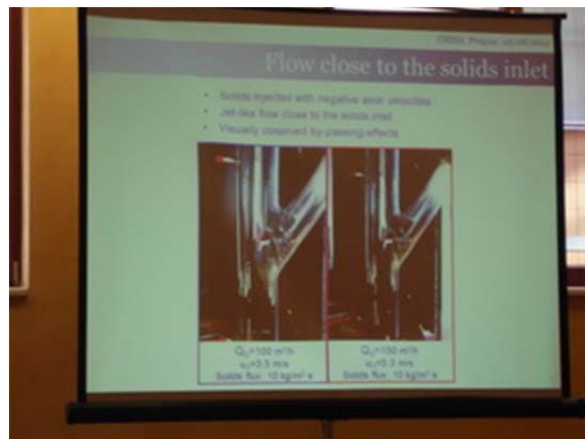


圖 III.1.2-18

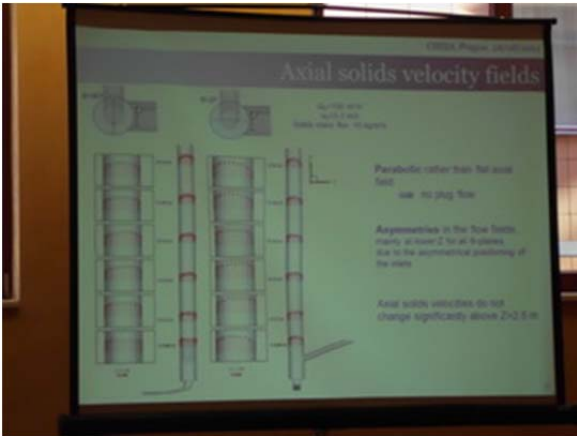


圖 III.1.2-19

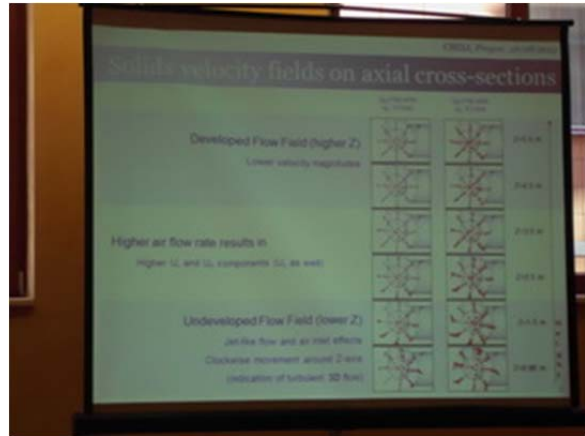


圖 III.1.2-20

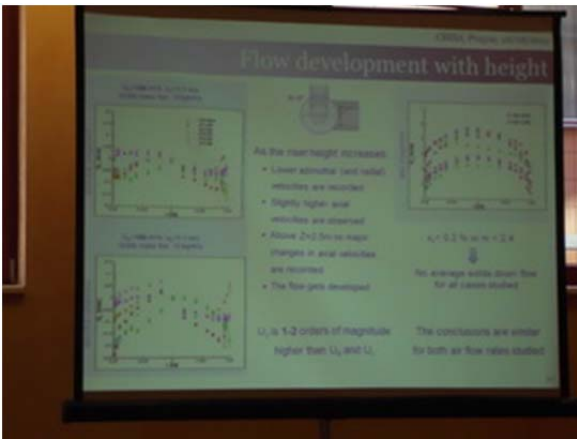


圖 III.1.2-21

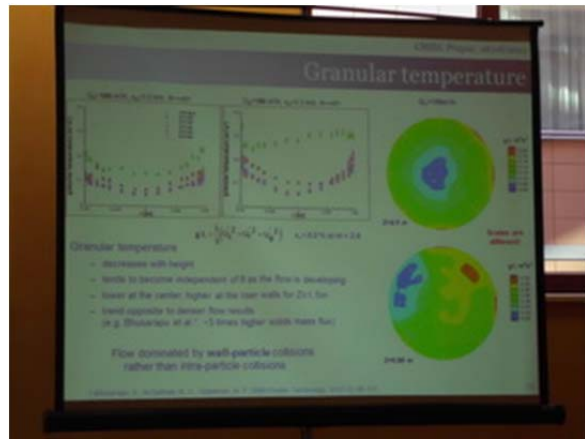


圖 III.1.2-22

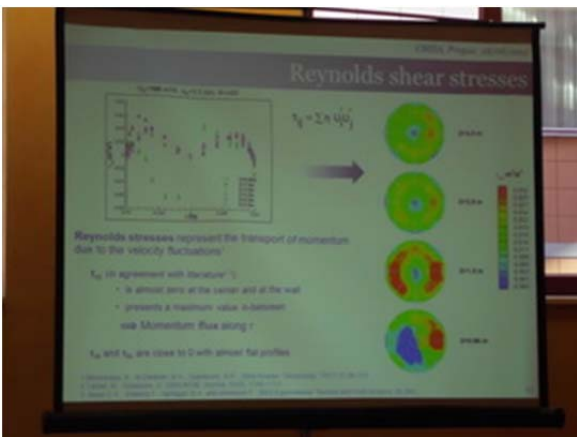


圖 III.1.2-23

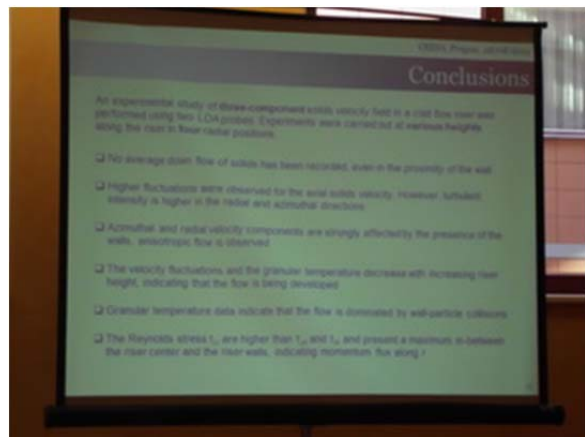


圖 III.1.2-24



圖 III.1.2-25



圖 III.1.2-26

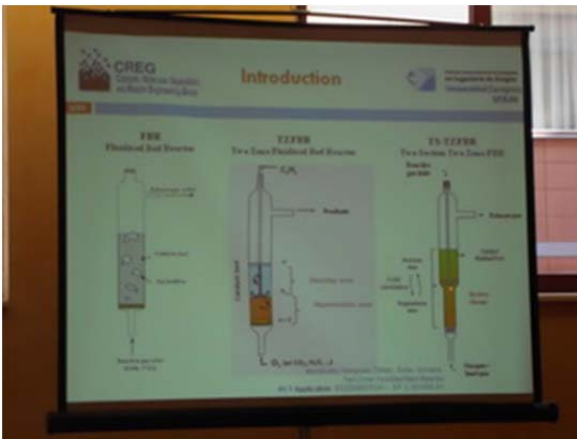


圖 III.1.2-27

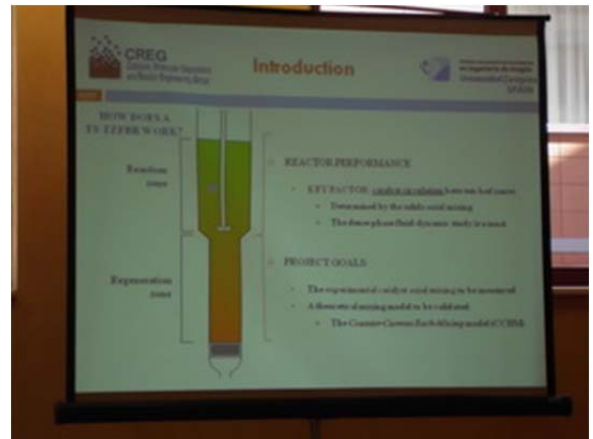


圖 III.1.2-28

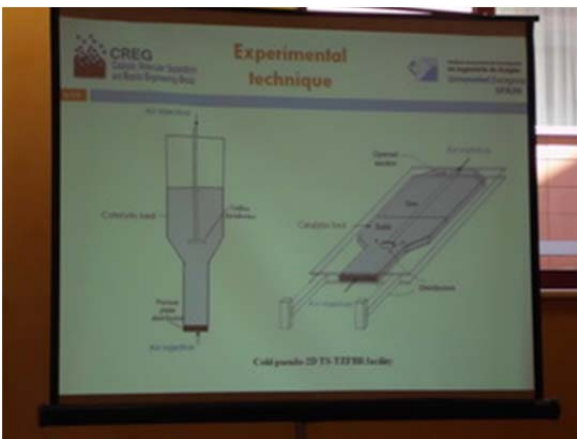


圖 III.1.2-29

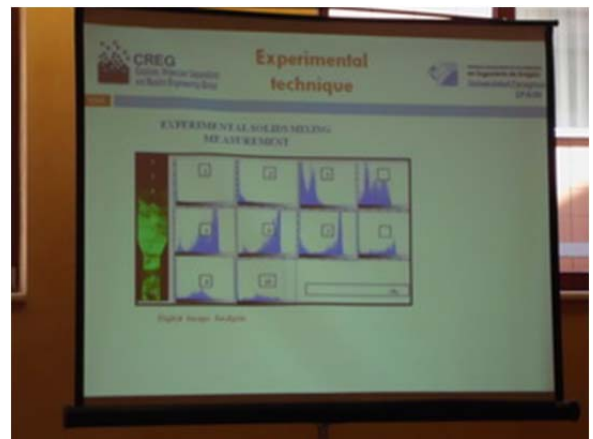


圖 III.1.2-30

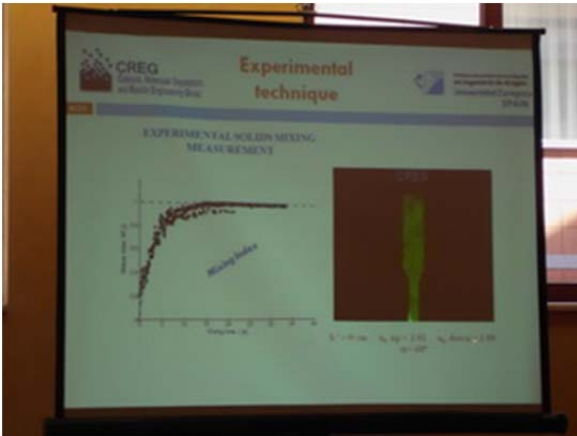


圖 III.1.2-31



圖 III.1.2-32

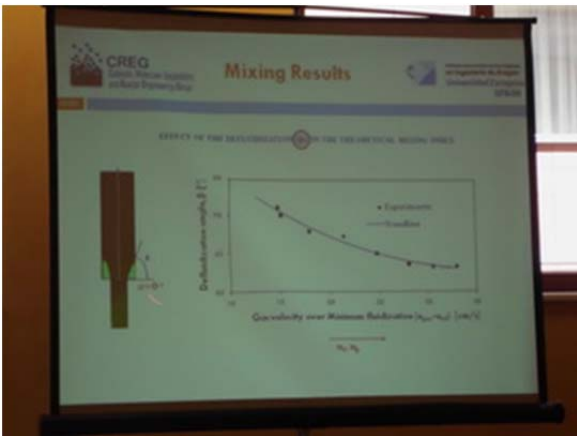


圖 III.1.2-33

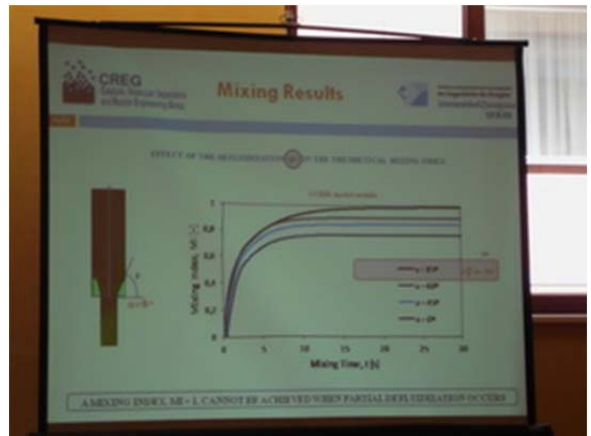


圖 III.1.2-34

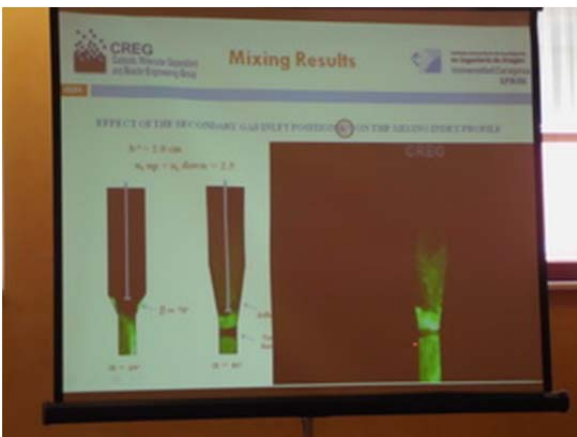


圖 III.1.2-35

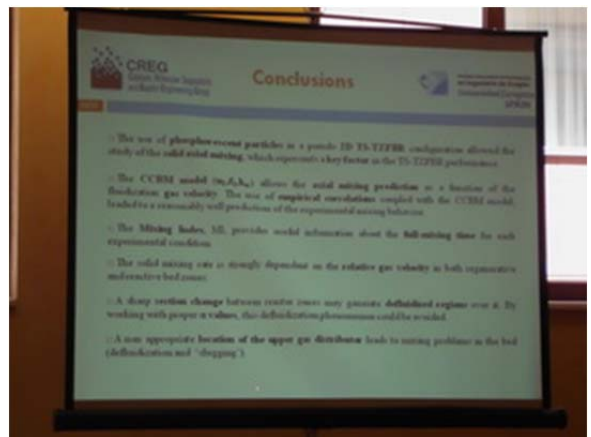


圖 III.1.2-36



圖 III.1.2-37

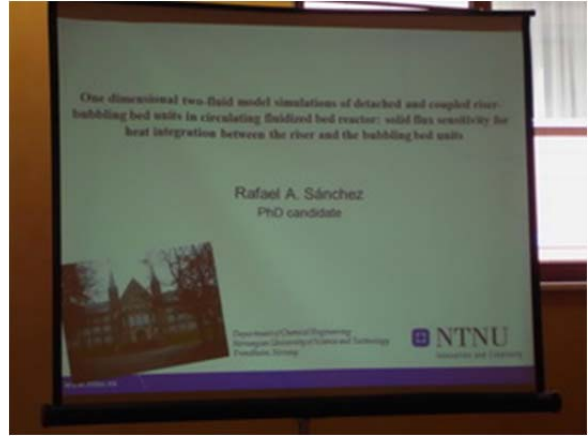


圖 III.1.2-38

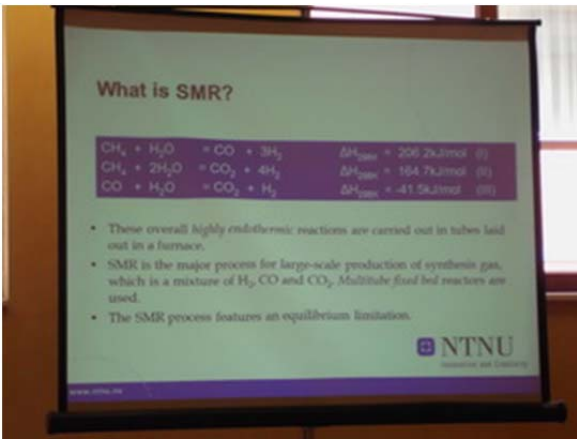


圖 III.1.2-39

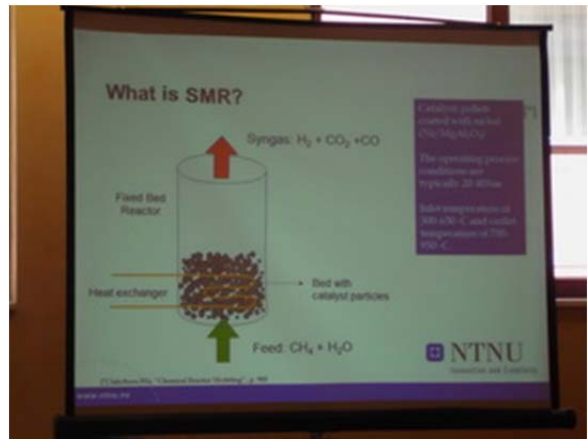


圖 III.1.2-40

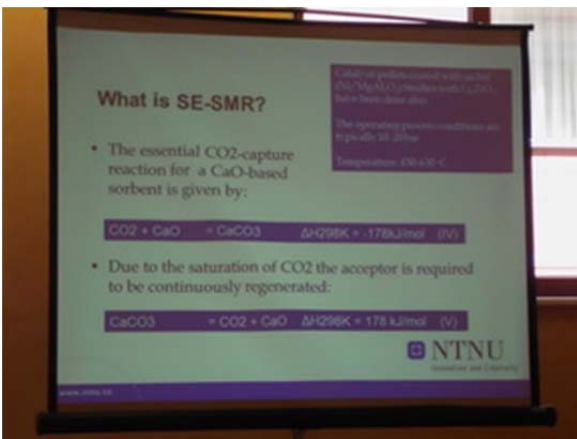


圖 III.1.2-41

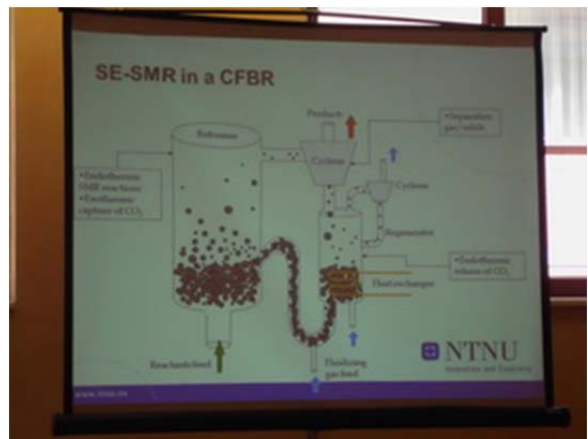


圖 III.1.2-42

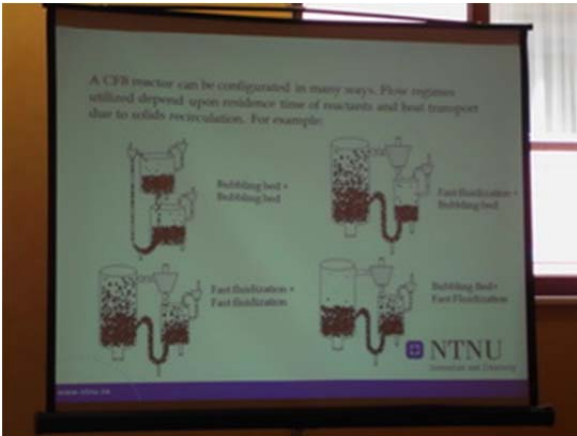


圖 III.1.2-43

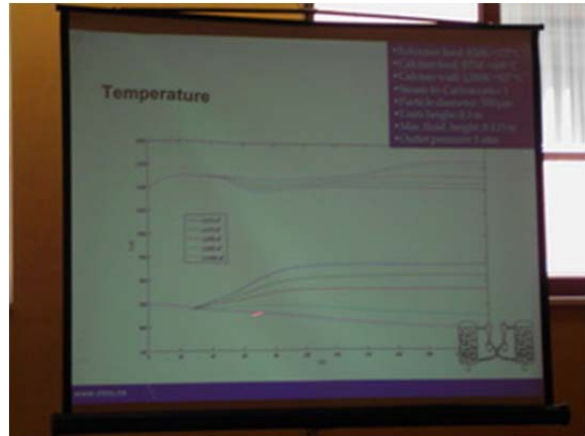


圖 III.1.2-44

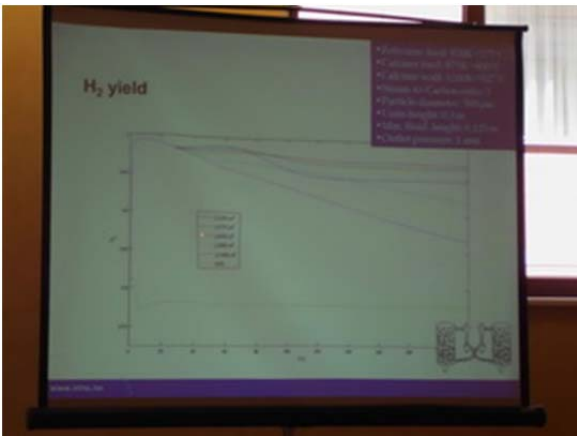


圖 III.1.2-45

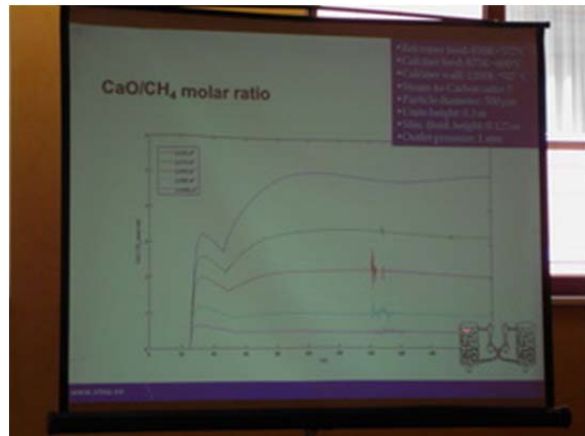


圖 III.1.2-46

Conclusion

- The model presented is a step further in complexity from the conventional Kuni-Levenspiel type of models for reactive multiphase systems that assume stagnant solids. Being 1D, it represents a trade-off between accuracy and computational cost.
- SE-SMR is an overall endothermic process to convert natural gas into synthesis gas, a mixture of H₂, steam, CO and CO₂.

NTNU
 Research and Learning

圖 III.1.2-47

Conclusion

- For the cases analyzed, the optimal mass stream is close to m_g/250 per second. If heat loss is considered, the optimal mass streams should increase to provide further heat to the reformer.
- Larger mass streams reduce the H₂ yield due to a reduced CO₂ capture as the temperature in the unit increases over 900K / 627°C.
- Smaller mass streams allow the temperature in the reformer to drop, inhibiting the reforming reactions.

NTNU
 Research and Learning

圖 III.1.2-48

3. Poster Session

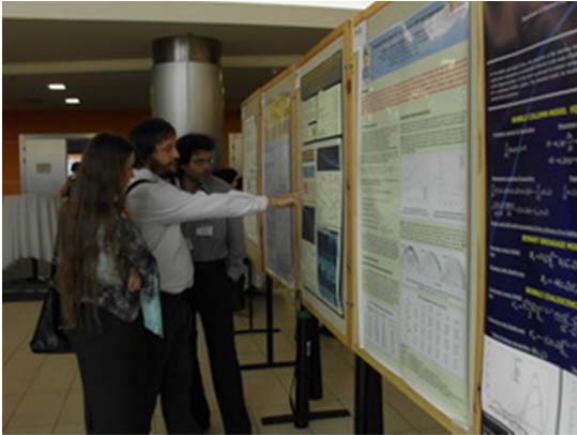


圖 III.1.3-1

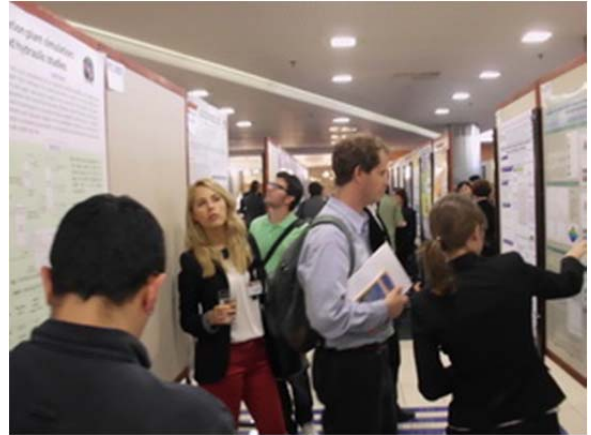


圖 III.1.3-2



圖 III.1.3-3

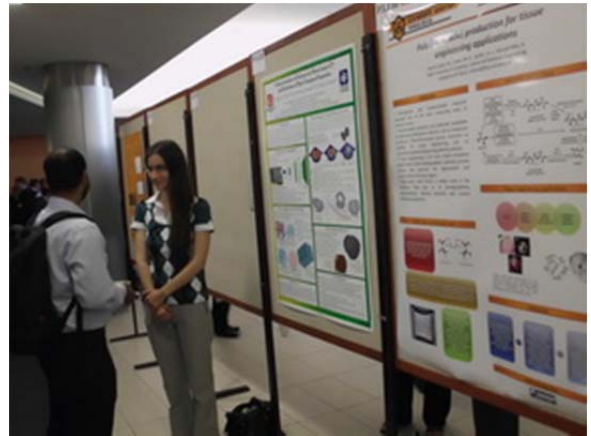


圖 III.1.3-4

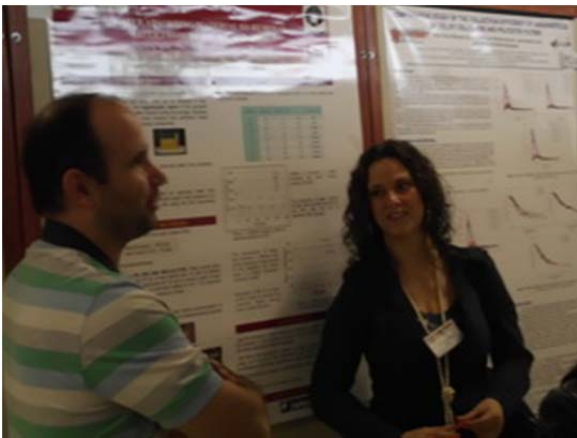


圖 III.1.3-5

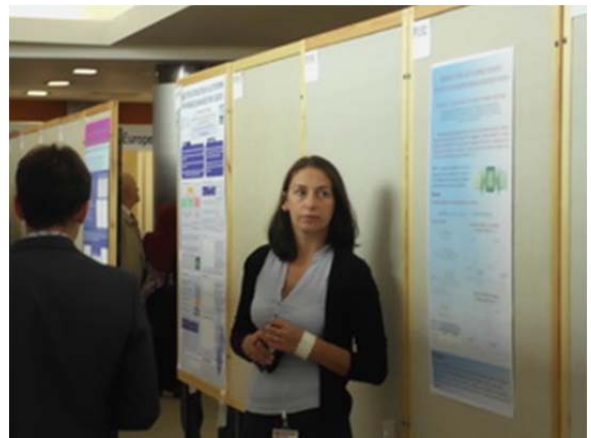


圖 III.1.3-6

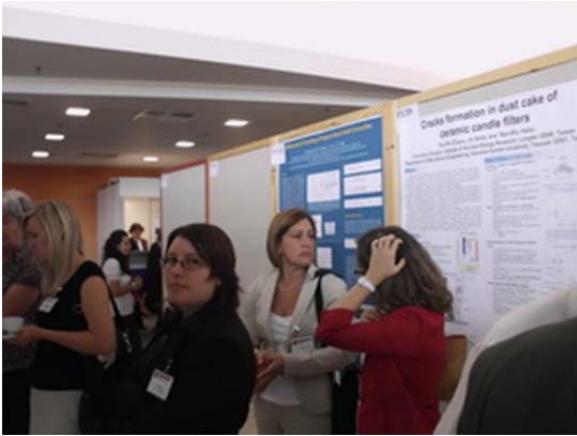


圖 III.1.3-7

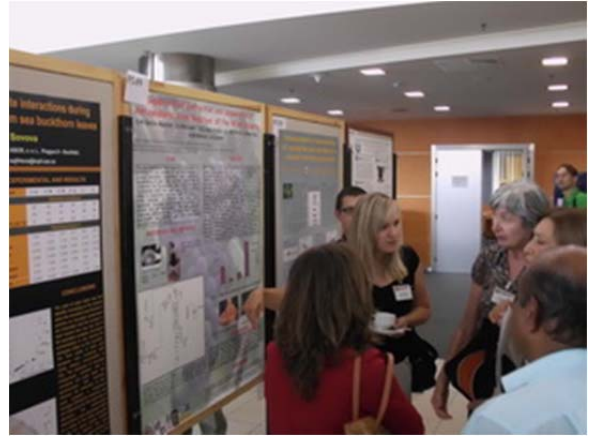


圖 III.1.3-8



圖 III.1.3-9



圖 III.1.3-10

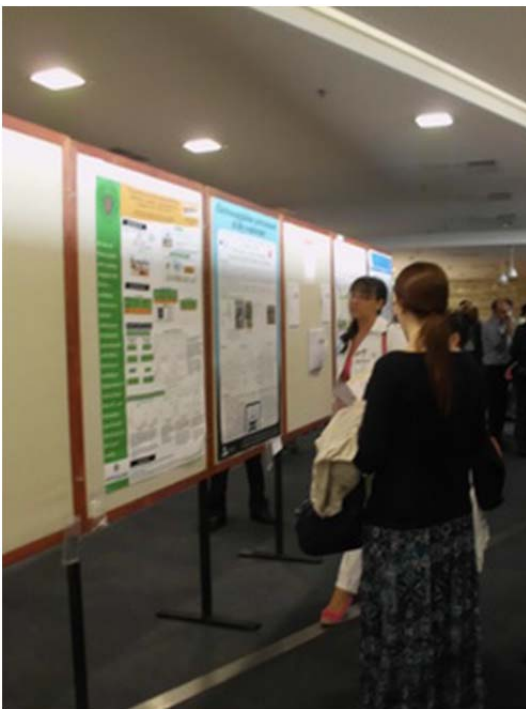


圖 III.1.3-11



圖 III.1.3-12

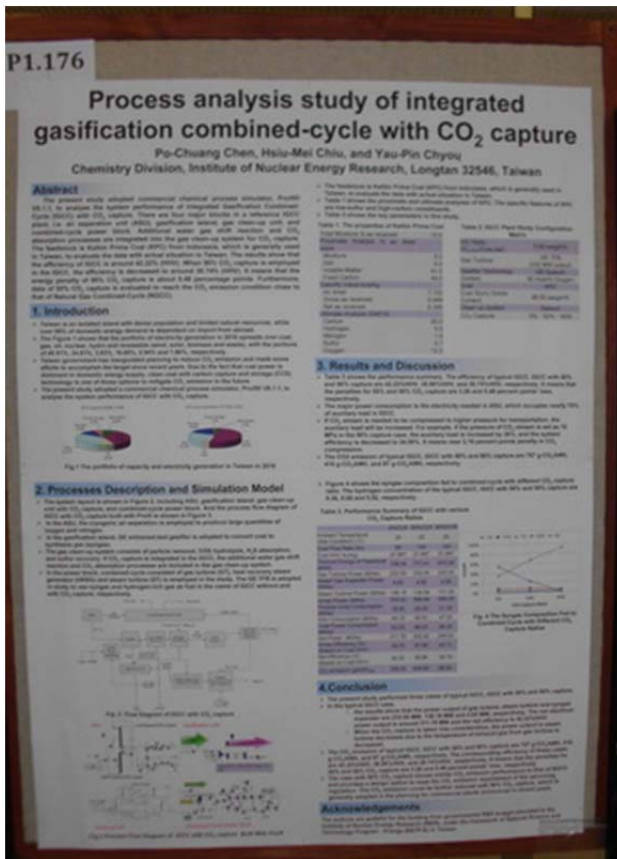


圖 III.1.3-13 : P1.176

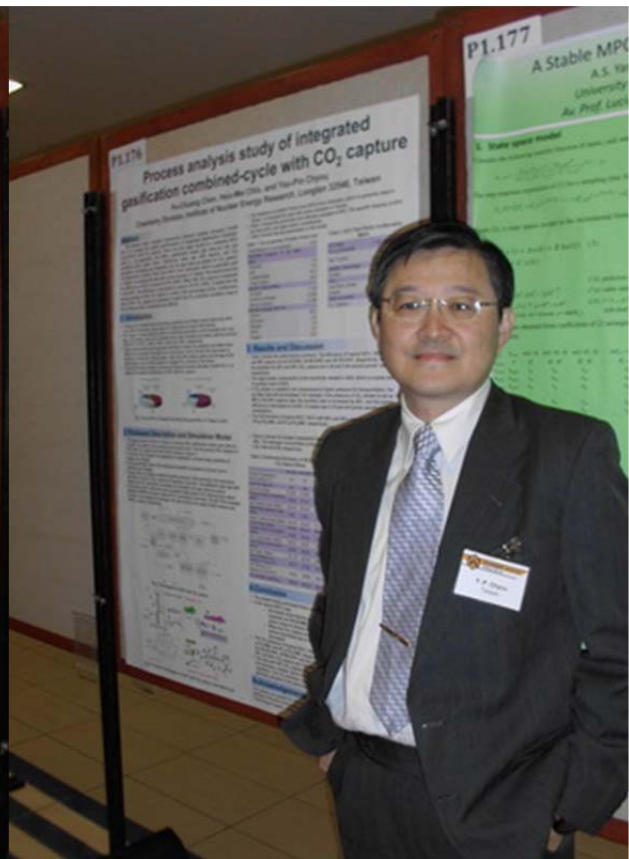


圖 III.1.3-14

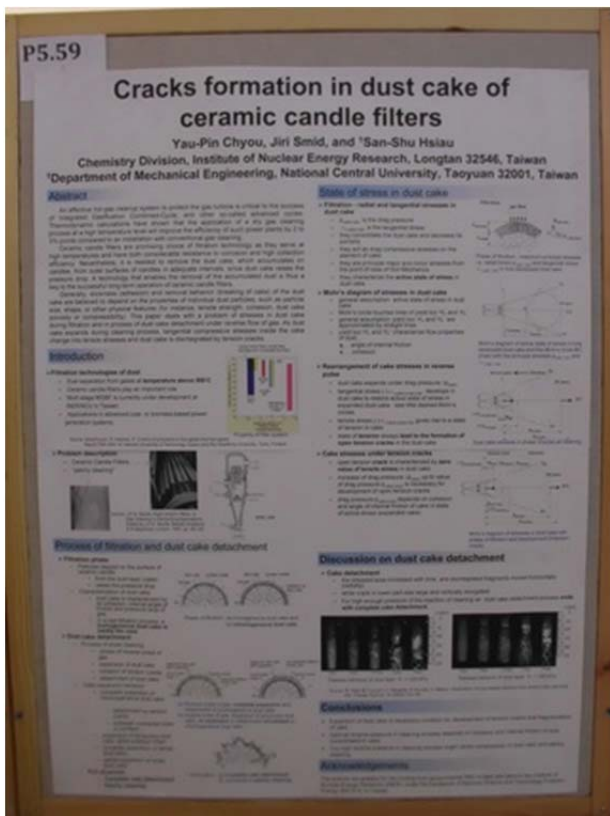


圖 III.1.3-15 : P5.59

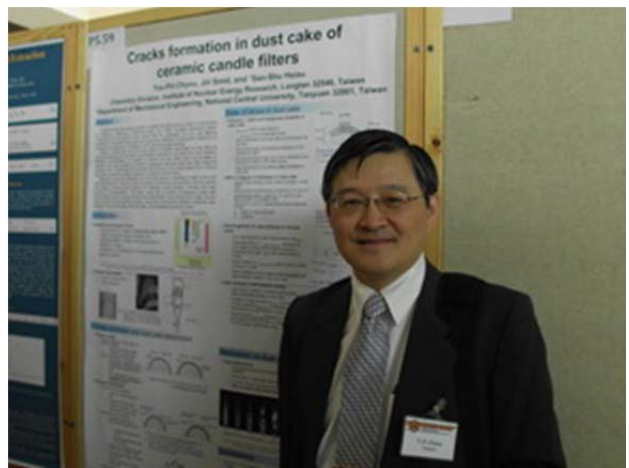


圖 III.1.3-16

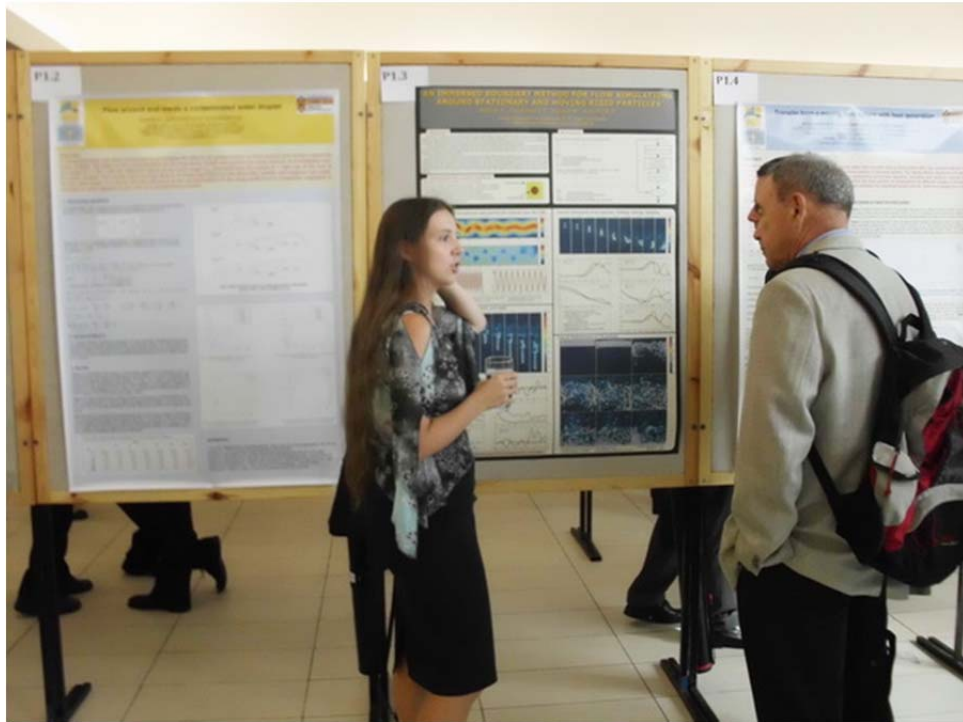


圖 III.1.3-17 : P1.3

P1.12

CHISA 2012
PRES 2012

20th International Congress of Chemical and Process Engineers
18th Conference P103

Experimental Investigation of 3D velocity by Tomographic Particle Image Velocimetry (Tomo-PIV) in a short riser section

R. de L. Amaral, G. I. Castillo*, M. A. Croccheto
Instituto de Engenharia de Alimentos, UFPA, Belém, Brazil
*e-mail: gicastro@ufpa.br

INTRODUCTION

Several industrial applications (fluid catalytic cracking and combustion) highly turbulent interaction between gas and solid with complex fluid dynamics behavior.

MATERIAL AND METHODS

Experimental tests were carried out using fluid and solid phases. The fluid phase is the ambient air and the solid phase is composed by PVC (bulk catalytic cracking) particles (d_p = 30 μm).

RESULTS

Table 1. Parameters of calibration and self-calibration

| Plane | Plane | Plane | Plane | Plane | Plane |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cam 1 | Cam 2 | Cam 3 | Cam 4 | Cam 5 | Cam 6 |
| 0.1220 | 0.1270 | 0.1285 | 0.1275 | 0.1276 | 0.1274 |
| 0.1363 | 0.1368 | 0.1375 | 0.1364 | 0.1363 | 0.1367 |
| 0.1343 | 0.1344 | 0.1353 | 0.1352 | 0.1359 | 0.1361 |
| 0.1337 | 0.1338 | 0.1346 | 0.1344 | 0.1349 | 0.1351 |
| 0.1357 | 0.1364 | 0.1365 | 0.1355 | 0.1357 | 0.1367 |

CONCLUSION

This paper presented an experimental setup for total investigation of the particulate phase velocity field in a short section of a circulating bed, using the Tomo-PIV technique. The velocity field produced has 328 x 303 x 38 voxels. The maximum velocity found was 18 m/s and minimum was 0.02 m/s.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge CHISA, Petrobras and Copisa for the financial support of this project.

PETROBRAS **JAPESP**

圖 III.1.3-18 : P1.12

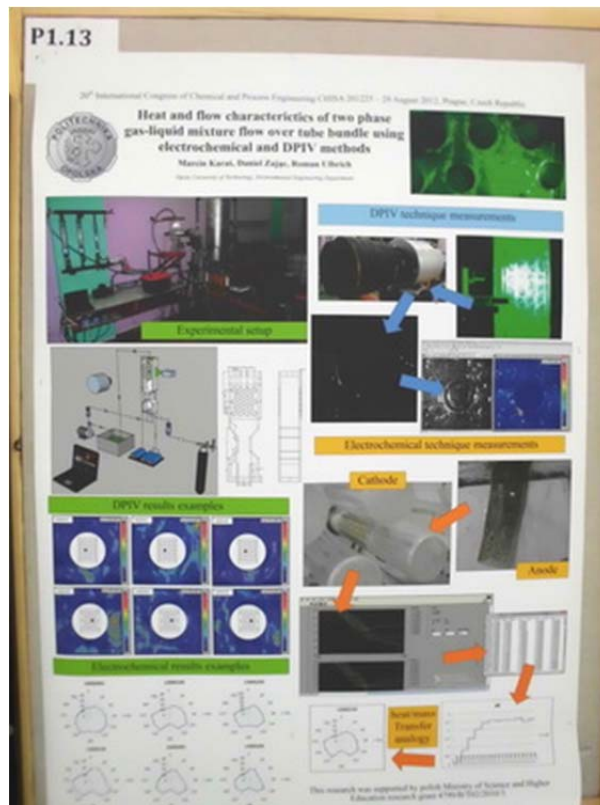


圖 III.1.3-19 : P1.13

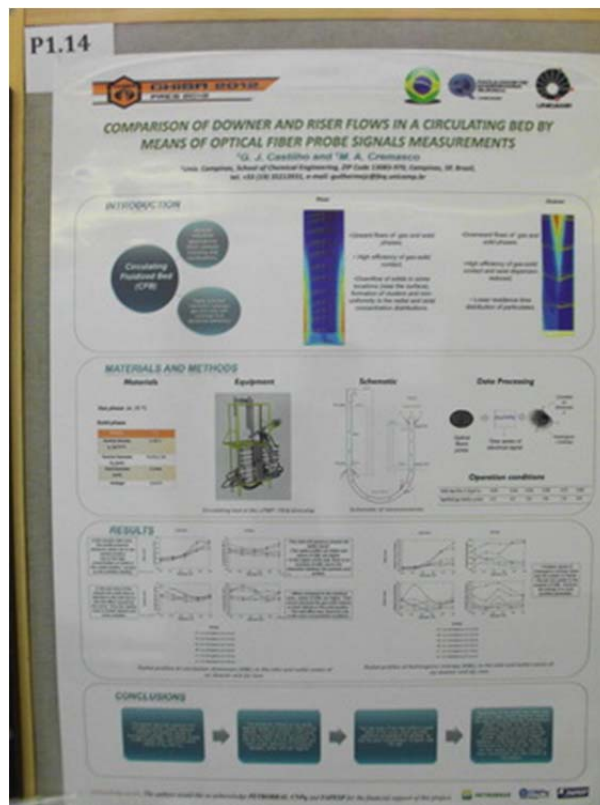


圖 III.1.3-20 : P1.14

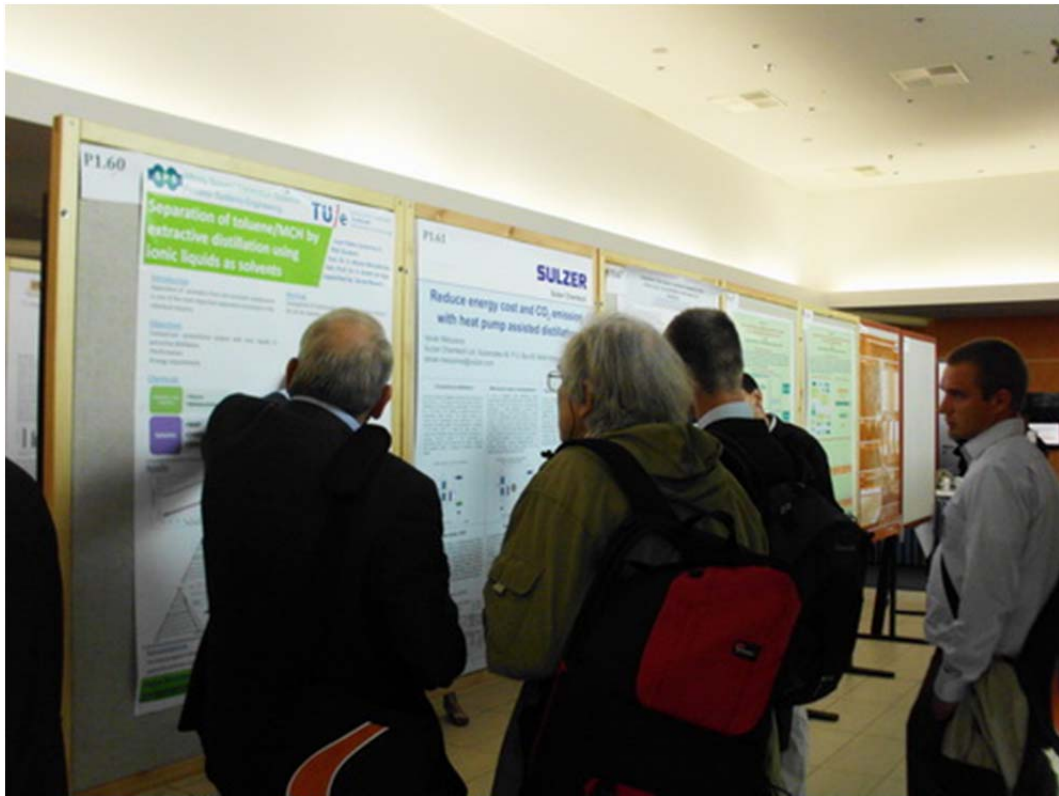


圖 III.1.3-21 : P1.60



圖 III.1.3-22 : P5.63



圖 III.1.3-23 : P5.14

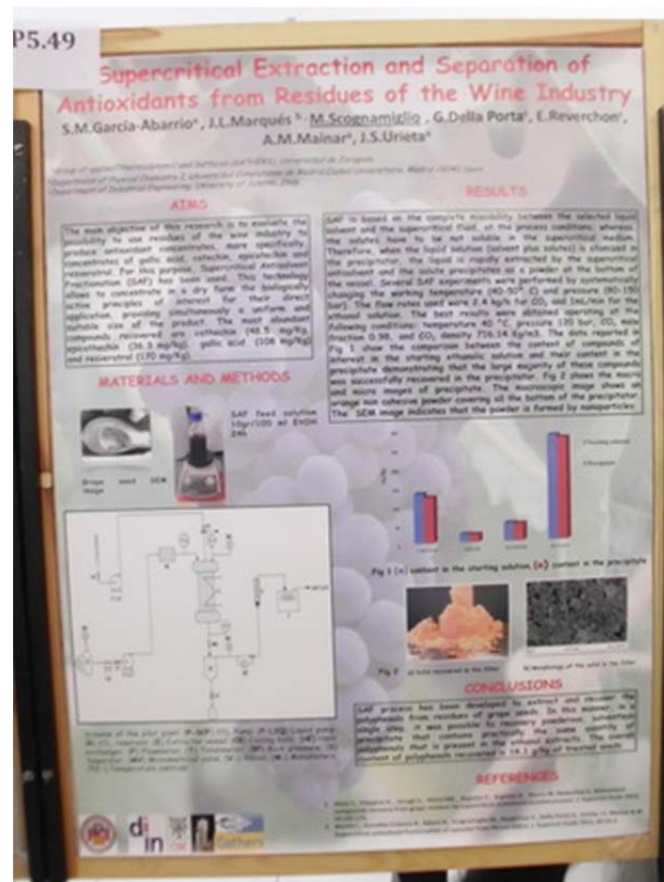


圖 III.1.3-24 : P5.49

§III.2 有關 2012 EU 公差 ICPF, ASCR 之圖像

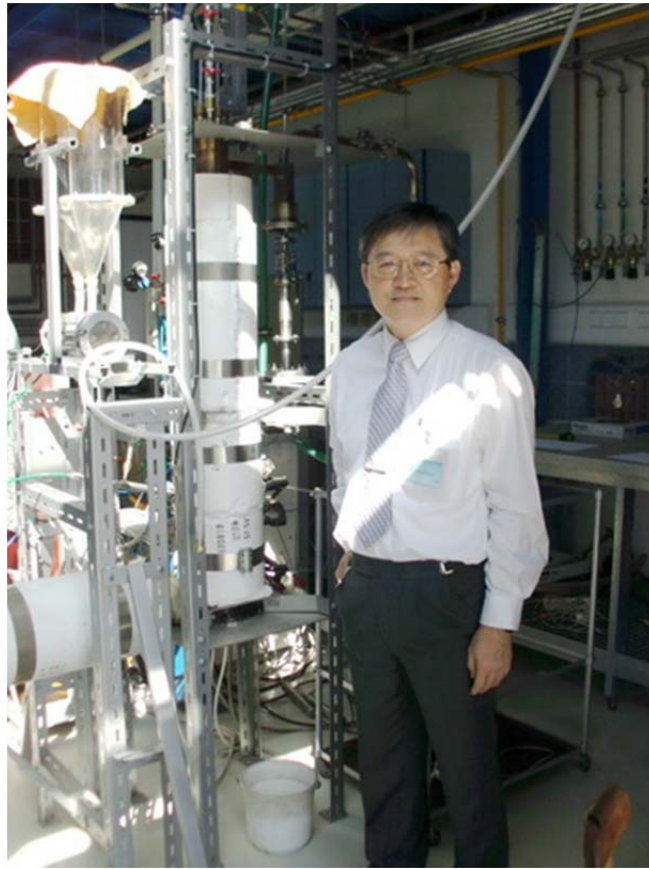


圖 III.2-1： 筆者攝於 ICPF 實驗室



圖 III.2-2： Dr. Karel Svoboda 解說 I-CFB 冷模



圖 III.2-3 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-4 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-5 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-6 ICPF 實驗室研究設備

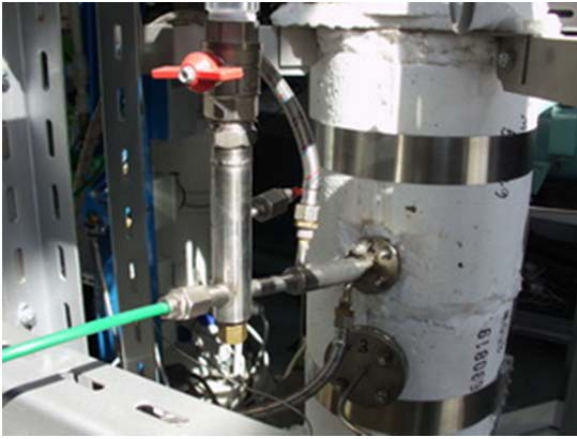


圖 III.2-7 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-8 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-9 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-10 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-11 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-12 ICPF 實驗室研究設備



圖 III.2-13 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-14 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-15 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-16 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-17 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-18 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-19 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-20 ICPF 研究設備檔案照



圖 III.2-21 ICPF 研究設備檔案照

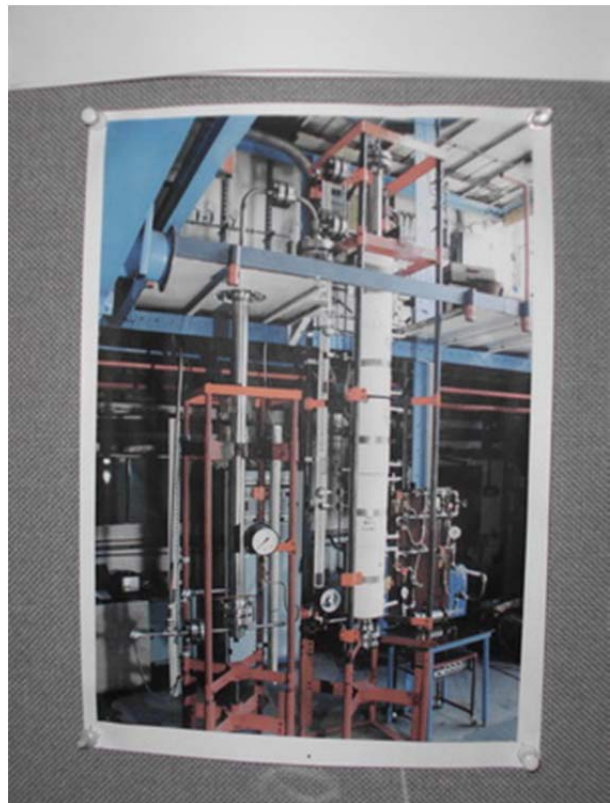


圖 III.2-22 ICPF 實驗室研究設備海報

四、建議事項

聯合國發佈之 IPCC 2007 AR4 已明確揭櫫氣候變遷之相關警訊，為減緩全球氣候變化，政府必須儘速投資於科技知識來支持人類活動全方位的必要改變，以確保邁向一個永續之未來。為推動國家減碳政策，政府自 2008 年發佈「永續能源政策綱領」以來積極建構低碳能源發展藍圖；因此，核能研究所積極進行**能源國家型科技計畫**領域之「**淨碳技術發展**」研究計畫，冀望能為我國減碳情景略盡綿薄之力。此外，該計畫亦從永續發展觀點推動**自主性潔淨能源技術之建立**，研發淨煤、多元氣化與應用、碳捕捉與分離等技術，藉以**提升能源自主性、降低國內的碳排放**。

此次公差行程之建議事項可分為數個面向分述如下：

(一) 技術研發領域

1. CHISA 大會議題涵蓋化學工程、程序工程、反應動力學等重要領域，支持可**持續發展**的概念，亦是核研所科專計畫的主要內容之一，具備未來性與競爭力，值得進一步推動。
2. PRES 年會主要為電腦輔助程序工程（CAPE）之範疇，然其概括之次領域可謂包羅萬象；在低碳潔淨能源重點研究領域，化學工程對實現永續發展概念方面發揮著重要的作用。
3. CAPE 議題可謂是 CHISA 大會的重點項目，被歸類為系統工程之重要一環，有望成為未來永續能源轉換的重要技術平台，顯示本所淨碳技術開發計畫之推動符合國際主流趨勢。
4. **分離與流體動力學程序**，如蒸餾與吸收、薄膜分離、流動、混和等，亦為大會議題的重要支柱；例如，**薄膜工程**代表開發過程的可能途徑，提供能源、水與原物料的整合解決方案。
5. 福島事件後，劇烈氣候變遷的危險衍生公眾輿論對能源系統減碳之需求尤甚於以往；化學工程可提供這些挑戰之許多解決方案，而**國際合作及跨領域之整合**扮演**關鍵性支持角色**。
6. 流體化床技術廣泛應用於石化、冶金、能源等各領域，亦是核研所計畫未來

推動的主要內容之一，CHISA 大會涵蓋諸多基礎科學研究和實務工程議題，頗具參考價值。

(二) 國際交流合作領域

1. 赴國外研究機構參訪可視為推動後續技術合作之先期作業，可先行了解該單位技術之優勢以及與本所是否有互補之部分，並評估該單位是否有進行深度合作之意願。
2. 捷克科學院為國際知名研究重鎮，其轄下之化學製程原理研究所(ICPF)目前與本所正共同執行國科會之 PPP 計畫，雙方期望未來進一步落實研發領域更密切之合作關係。
3. 捷克 ICPF 多年來參與歐盟 FP-6 及燃煤與鋼鐵研究基金贊助之計畫，流體化床燃燒和氣化技術為其優勢領域，與本所亦有互補之部分，應進一步串連國際之重點技術研究團隊。
4. 筆者此行參訪 ICPF，進行化工程序與氣化技術研究交流，並討論合作可能性；該所所長與筆者會面時，表達全力支持之態度。本所應積極推動國科會之雙邊國際合作計畫。

五、附 錄

- (一) 第 20 屆國際化學與程序工程會議 (**International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2012**) 之 Scientific program - table of contents

Scientific program - table of contents

Plenary lectures

Lectures A

- [A1 Reaction engineering](#)
 - [Reactors and transport phenomena](#)
- [A2 Reaction engineering](#)
 - [Reactors and transport phenomena](#)
- [A3 Reaction engineering](#)
 - [Catalysis and particles](#)
- [A4 Reaction engineering](#)
 - [Reforming and FT](#)
- [A5 Reaction engineering](#)
 - [Kinetics](#)
- [A6 Reaction engineering](#)
 - [Kinetics](#)
- [A7 Reaction engineering](#)
 - [Petrochemistry](#)
- [A8 Reaction engineering](#)
 - [Kinetics](#)

Lectures B

- [B1 Symposium on thermodynamics and transport properties](#)
- [B2 Symposium on thermodynamics and transport properties](#)
- [B3 Extraction and leaching](#)
- [B4 Extraction and leaching](#)
- [B5 Symposium on supercritical fluid applications](#)
 - [Sub- and supercritical water; micronization](#)
 - [Thermodynamic data and modelling](#)
- [B6 Symposium on supercritical fluid applications](#)

- [Natural products](#)

Lectures C

- [C1 Distillation and absorption](#)
- [C2 Distillation and absorption](#)
- [C3 Symposium on porous materials, nanostructures and nanocomposites](#)
- [C4 Symposium on porous materials, nanostructures and nanocomposites](#)
- [C5 Membrane separation](#)
 - [Gas and vapour separation](#)
 - [Pressure separation](#)
- [C6 Membrane separations](#)
 - [Pressure separation](#)
- [C7 Membrane separations](#)
 - [Other membrane processes](#)
 - [Chemical reaction](#)
- [C8 Membrane separations](#)
 - [Chemical reaction](#)

Lectures D

- [D1 Fluid flow and multiphase systems](#)
 - [Fluid particle dynamics](#)
- [D2 Fluid flow and multiphase systems](#)
 - [Bubble mechanics](#)
 - [Multiphase flow applications](#)
- [D3 Fluid flow and multiphase systems](#)
 - [Emulsions and slurries](#)
- [D4 Fluid flow and multiphase systems](#)
 - [Gas-liquid \(-solid\) flows](#)
- [D5 Fluid flow and multiphase systems](#)
 - [Fluidization](#)
- [D5 Mixing](#)
- [D6 Mixing](#)

Lectures E

- [E1 Symposium on process intensification and miniaturisation](#)
- [E2 Symposium on process intensification and miniaturisation](#)
- [E3 Filtration, sedimentation, centrifugation, hydrocyclons](#)

- [E5 Particulate solids](#)
- [E6 Particulate solids](#)

[Lectures F](#)

- [F1 Computer aided process engineering](#)
 - [Synthesis and control](#)
- [F2 Computer aided process engineering](#)
 - [Modelling and design](#)
- [F3 Computer aided process engineering](#)
 - [Optimisation](#)
- [F4 Computer aided process engineering](#)
 - [Process system engineering](#)
- [F6 Symposium on safety in chemical industry](#)

[Lectures G](#)

- [G1 Symposium on progress in chemical technology and biotechnology](#)
 - [Biofiltration](#)
- [G2 Symposium on progress in chemical technology and biotechnology](#)
 - [Bioreactor applications](#)
 - [Biotechnology](#)
- [G4 Symposium on progress in chemical technology and biotechnology](#)
 - [Chemical technology](#)
- [G5 Symposium: Next generation biofuels from laboratory to industry](#)
- [G6 Pharmaceutical engineering](#)
- [G7 Workshop: Measuring sustainability of processes and products](#)

[Lectures H](#)

- [H1 Symposium on food processing and technology](#)
- [H2 Symposium on food processing and technology](#)
- [H3 Symposium on environmental engineering](#)
- [H4 Symposium on environmental engineering](#)
- [H5 Symposium on environmental engineering](#)
- [H6 Chemical engineering education](#)
- [H7 EU FP7 projects – F3 Factory, COPIRIDE, POLYCAT, SYNFLOW and PILLS](#)
- [H8 EU FP7 projects – F3 Factory, COPIRIDE, POLYCAT, SYNFLOW and PILLS](#)

[Lectures I](#)

- [I1 PRES 2012](#)
 - [Waste minimisation, processing and management](#)
- [I2 PRES 2012](#)
 - [Clean energy from biomass – a challenge for chemical technology](#)
 - [Industrial & experimental studies](#)
- [I3 PRES 2012](#)
 - [Clean technologies - Low emissions technologies](#)
- [I4 PRES 2012](#)
 - [Towards hydrogen economy](#)
 - [Sustainable biofuel production](#)
- [I5 PRES 2012](#)
 - [Integration of renewable, biomass and energy conversion technologies \(Part 1\)](#)
 - [Integration of renewable, biomass and energy conversion technologies \(Part 2\)](#)
- [I6 PRES 2012](#)
 - [Waste water treatment and soil remediation](#)
 - [Heat exchangers and heat transfer processes](#)
- [I7 PRES 2012](#)
 - [INTHEAT: Profit recovery through heat recovery \(Part 1\)](#)
 - [INTHEAT: Profit recovery through heat recovery \(Part 2\)](#)
- [I8 PRES 2012](#)
 - [Industrial application & optimal design \(Part 1\)](#)
 - [Industrial application & optimal design \(Part 2\)](#)

[Lectures J](#)

- [J1 PRES 2012](#)
 - [Pulp & paper](#)
- [J2 PRES 2012](#)
 - [Process integration for sustainable development \(Part 1\)](#)
 - [Process integration for sustainable development \(Part 2\)](#)
- [J3 PRES 2012](#)
 - [CO2 minimisation and sequestration](#)
- [J4 PRES 2012](#)
 - [Dynamic, flexible and sustainable plant operation](#)
 - [Regions and supply chains](#)
- [J5 PRES 2012](#)
 - [Energy saving technology \(Part 1\)](#)
 - [Energy saving technology \(Part 2\)](#)
- [J6 PRES 2012](#)

- [Biorefineries and CO2 emissions minimisation \(Part 1\)](#)
- [Biorefineries and CO2 emissions minimisation \(Part 2\)](#)
- [J7 PRES 2012](#)
- [Sustainable processing and production \(Part 1\)](#)
- [Sustainable processing and production \(Part 2\)](#)
- [J8 PRES 2012](#)
- [Waste to energy including thermal processing \(Part 1\)](#)
- [Waste to energy including thermal processing \(Part 2\)](#)

[Posters P1 - Sunday](#)

- [Fluid flow and multiphase systems](#)
- [Distillation and absorption](#)
- [Symposium on thermodynamics and transport properties](#)
- [Symposium on food processing and technology](#)
- [Symposium on progress in chemical technology and biotechnology](#)
- [Symposium on process intensification and miniaturisation](#)
- [Computer aided process engineering](#)

[Posters P3 - Monday](#)

- [Reaction engineering](#)
- [Extraction](#)
- [Symposium on porous materials, nanostructures and nanocomposites](#)
- [Filtration, sedimentation, centrifugation, hydrocyclons](#)
- [Symposium on environmental engineering](#)

[Posters P5 - Tuesday](#)

- [Membrane separations](#)
- [Symposium on supercritical fluid applications](#)
- [Particulate solids](#)
- [Mixing](#)
- [Pharmaceutical engineering](#)
- [Symposium: Next generation biofuels from laboratory to industry](#)
- [Chemical engineering education](#)
- [Symposium on safety in chemical industry](#)
- [PRES 2012](#)

[Posters P7 - Wednesday](#)

- [EU FP7 projects – F3 Factory, COPIRIDE, POLYCAT, SYNFLOW and PILLS](#)
 - [Workshop: Measuring sustainability of processes and products](#)
 - [PRES 2012](#)
-

[Author index](#)

ORGANISING

CHISA 2012

Novotného lávka 5

116 68 Praha 1, Czech Republic

Fax: +420 221 082 366

e-mail: org@chisa.cz

SCIENTIFIC COMMITTEE

paper administrator: paper@chisa.cz

TECHNICAL SUPPORT

Orgit Ltd.

e-mail: info@orgit.cz

