

出國報告（出國類別：學術研討會）

赴日本參加 The 12th International  
Conference on Fluid Dynamics (ICFD 2015)  
討論流場之計算與應用

服務機關：海軍軍官學校

姓名職稱：嚴祖煦副教授

派赴國家：日本

出國期間：104年11月4日

報告日期：104年10月26日－30日

## 摘要

計畫主持人於 2015 年 10 月 26 日早上由高雄小港機場出關前往日本仙台 (Sandai, Japan)。週一下午到達東京後，即至旅社休息以及準備次日的報告。10 月 27 日一早搭乘新幹線前往仙台，聽取大會專題演講。並於當日下午發表論文，題目為 **Numerical Visualization of Nanobubble Behaviors at a Roughened Solid-Liquid Interface under Influence of Surface Charge Density**，內容是報告為界面氣泡受到表面凹槽結構、潤濕效應以及不同表面電荷密度所造成的影響。隨後在第三天(28 日)上午，本人再發表第二篇論文，題目是 **Surface Effect on Gas Molecular Properties of Interfacial Nanobubble**。此篇內容主要包括了以分子模擬分析的角度，來探討疏水表面上奈米氣泡可能具備的一些性質。兩篇的報告後，均有多人發問與發表建言，討論熱烈。

會議期間，主持人和與會學者一起討論流體模擬與計算方法的發展，以及在不同領域上的應用。

# 目次

摘要.....	1
目次.....	2
本文.....	3
一、目的.....	3
二、過程.....	3
三、心得與建議.....	5
四、發表論文.....	6
附錄：活動照片.....	8

# 出席國際會議心得報告本文

## 一、目的：

與國際學者討論交流有關流場的計算與應用，並發表個人論文。

## 二、過程：

計畫主持人參與會議經過，如下所述：

本人此次參加第十二屆國際流體動力會議( International Conference on Flow Dynamics, ICFD2015)。此一國際會議地點為日本仙台，會議期間為 2015 年 10 月 27-29 日。考慮到每週僅有兩班台灣直飛仙台的班機（長榮航空週四與週日），採取了往返仙台經由東京轉新幹線的方式，在時間安排上較為便利。

國際流體動力會議( International Conference on Flow Dynamics, ICFD2015)，由日本東北大學(Tohoku University)主辦。日本東北大學為日本傳統名校，其流體力學研究部門在國際上享有盛名。此次會議在議程安排上，有大會專題演講、各分組專題報告。此一會議的目標是建立一個平台，使得世界各國從事與流體力學相關研究的學者得以面對面的討論與交流，以促進此一學門的新發展。ICFD 會議 並且提供了年輕研究者與學生在國際場合的發表機會。

會議的領域包含了流體與傳輸現象。傳輸的物質包含了分子、電子以及奈米尺度粒子。涵蓋了連續流體、多相物理以及多尺度多效應的不同介質問題。現今的流體力學研究與相當多的自然現象與問題有關，從生物、氣象、火山噴發、大小尺度電磁場（地球尺度到微流），幾乎涵蓋了所有我們日常生活可能遭遇的問題。在會議中，經由與會者從不同面相的討論，激發了相當多有建設性的想法。本次會議包含了 19 個分組。本人投稿的組別為複雜流體(Oral Session 13, complex fluid)組。召集人為交通大學的陳慶耀教授與傅武雄教授。

計畫主持人週一（26 日）下午到達東京後，即至旅社休息以及準備次日的報告。27 日一早搭乘新幹線前往仙台，聽取大會專題演講。大會的專題演講包括了加拿大 British Columbia 大學的 James Feng 教授以及名古屋大學的 Noritaka Usami 教授。

James Feng 教授的專題演講題目為：「Drop dynamics in complex fluids: Partial coalescence and self-assembly」。主要內容為 James Feng 教授在複雜流體中的液滴動力的研究，尤其是針對部分析出以及自我組裝方面的成果。考慮了微尺度結構、界面的型態與大尺度流體動力性質之間的關連性。從微尺度到大尺度，液滴在背景流體（油）下，受到了毛細作用、黏滯性以及重力的作用。而這些效應可由無因次係數來分別表示黏滯力/表面張力；表面張力/重力對於液滴影響的效應。方教授在演講中展示了實驗與數值結果之間的動態比對，結果顯示其提出的數值方法，可以完全捕捉到不同液相界面的行為變化。此外方教授並說明了黏彈性效應，應用在液晶自我組裝的成果。液晶型態可自我組裝成 twist/bend/splay 等形式。在未來應用上具有相當潛力。來自名古屋大學 Noritaka Usami 教授就「Challenges in Photovoltaics」的題目提出專題演講。

主要內容是介紹了太陽光電的發展現況與挑戰。他介紹了名古屋大學與日本企業合作發展的先進太陽能技術。他們採用了擴展型浮動鑄造法(floating cast method)來製造高性能多晶矽(multicrystalline silicon)。這些技術的關鍵，在於能夠在相同的體積下提昇電子電洞對的數量，而提昇的機制又與不同的製程溫度下固液、液液界面行為相關。

本人在第一天的會議中，提報了此行的第一篇論文標題是：「Numerical Visualization of Nanobubble Behaviors at a Roughened Solid-Liquid Interface under Influence of Surface Charge Density」，主要的內容是固液界面間的奈米氣泡受到粗糙表面以及表面電荷的影響。我們在這一篇文章中，逐一考慮了表面粗糙度、界面氣泡以及固體表面電荷等效應。當界面間僅有粗糙度時，源於固液粒子的交互作用的不同，造成界面潤濕度有 Wenzel, Cassie 以及 intermediate 幾種狀況。以此為基礎，不同潤濕度下，我們模擬並且歸納了界面氣泡的型態。最後，再加入表面電荷以及反離子的效應。發現表面釘住效應(pinning effect)以及水分子間的氫鍵、電偶極方向的改變，會大幅影響氣泡的外型與穩定。

本人在第二天的會議，提報了第二篇論文：「Surface Effect on Gas Molecular Properties of Interfacial Nanobubble」。在第二篇報告中，我們就表面奈米氣泡的形成以及獨特的穩定性，提出了一些分子動力模擬成果。其中包括了密度、受氣體濃度與固氣交互作用強度的影響；此外我們採用液氣界面的動態取樣，得到水分子在奈米氣泡表面的界面區域有較高的氫鍵能量。而在氣泡內部，氫分子在平行表面切面上，所得到的擴散係數遠高於法線方向的擴散係數。相關的結果，或許可作為奈米氣泡高穩定度、低黏滯度等特殊性質的解釋。這兩篇報告都吸引了相當多的討論，與會者對於本人在界面張力的計算上尤感興趣，對於無網格的 Lagrange 粒子追蹤方法如何對應到連續體尺度的各項傳輸係數，提出了相當多的討論。

在複雜流體組的論文報告中，有相當多的精彩論文發表。交通大學的陳慶耀教授，對於部分可溶與不可溶液滴之間的行為，以擴散界面模型的數值方法來模擬不同型態行為下的二相流，考慮了不同的黏滯性差異。交通大學的劉耀先教授也說明了採用 OpenFOAM 開放軟體，開發雷射光束在基材上的溫度模擬。由於開放軟體的物件導向特性，有助於研究人員發展特定的模組。雲林科技大學的許立傑教授則說明了譜元素法數值模擬，搭配渦度誤差之自適應性網格的數值方法。並且展示了在具有攻角的超薄機翼附近流場模擬。此外，在其他組別的報告中，來自美國費城天普大學的 Rongjia Tao 教授，展示了運用人造結構，改變龍捲風的可能性。Tao 教授並且與日本東北大學合作風洞實驗，驗證其可行性。此外，Tao 教授在血液的研究中，運用了磁場改變紅血球在血管中的排列，有相當大的潛力來降低心臟病突發的機會。

會議結束後，於 10 月 30 日搭機返國，於 30 日下午返抵國門。

### 三、心得與建議：

此次參加 12th ICFD 會議，研討內容是流體力學為主題。除了大會專題演講外，共計有二十組的論壇，規模可說相當大。

筆者參加此次會議，除了有機會與世界上流體力學領域的頂尖學者就近討論，會議中的論文相當比例具有實驗與理論並重的特徵。而個人的另一個感想，則是與會學者所提出的問題，多與基礎理論有關。這顯示了相關計算流體力學的發展，還是要有透澈的理論基礎。如何尊重專業，建立專業，培養出能夠真正分析問題、尋求根本解決之道的海軍軍官，這或許是我們必須反思的課題。此外，日本在學術、工業技術傲視全球，從本次會議中的各項議程安排、時間掌握、場地規劃等，都看出他們一絲不苟、嚴格遵守規定的態度。

此次個人參加此國際學術研討會，受益良多，建議可多鼓勵本校教師多爭取科技部的研究經費赴國外研習，吸收新知，並將其應用於教學內容。

#### 四、論文發表：

### **Numerical Visualization of Nanobubble Behaviors at a Roughened Solid-Liquid Interface under Influence of Surface Charge Density**

Tsu-Hsu Yen<sup>1</sup>, Chyi-Yeou Soong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Marine Science, Chinese Naval Academy

<sup>2</sup> Department of Aerospace and Systems Engineering, Feng Chia University

#### **ABSTRACT**

The present results reveal that the Coulomb attraction between counter-ions and surface charges enhances pinning effect and diminishes the interfacial nanobubble (INB). Increase in the surface charge density may destroy the protruding part of the gas bubbles rooted in surface cavities. The results also indicate that the INB configuration and its influences on the nanofluidics strongly depend on the characteristics of counter-ions in aqueous solution and polarization of the water molecules at the interface.

#### **粗糙固液介面間奈米氣泡在表面電荷密度影響下之數值可視化**

嚴祖煦<sup>1\*</sup> (提報人), 宋齊有<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海軍軍官學校海洋科學系

<sup>2</sup> 逢甲大學航太暨系統工程學系

#### **ABSTRACT**

目前的研究結果顯示了介於反離子與表面電荷間的庫侖吸引力，會增強表面釘住效應以及降低介面奈米氣泡的生成。對於根植於凹槽的介面氣泡來說，增加表面電荷密度可能會造成氣泡凸出部分消失。研究結果也指出介面奈米氣泡的外型，及其對於流場的影響，將強烈地受到溶液中反離子的特性以及表面電荷極性對於介面上水分子極化的影響。

# Surface effect on gas molecular properties of interfacial nanobubble

Tsu-Hsu Yen<sup>1\*</sup>, Chyi-Yeou Soong<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Marine Science, Chinese Naval Academy

<sup>2</sup> Department of Aerospace and Systems Engineering, Feng Chia University

## ABSTRACT

The Yong-Laplace equation suggests that the pressure inside the gaseous nanobubble is extremely high. However, the experimental results have demonstrated the existence of highly stable interfacial nanobubbles on hydrophobic surfaces. In this paper, we would like to consider some water properties which actually a “gas-water-solid mixing region” rather than just a distinguished boundary separated by two phases. The distribution of averaged hydrogen bond number is chosen as an important gas-water interfacial property. The pressure attributed by water molecules and potential energy are also discussed. Two interfacial states, Wenzel-like and Cassie-like states, provided by previous section are adopted to investigate the wettability effect on the interface with gaseous nanobubble.

固體表面對於介面奈米氣泡中氣體分子性質的影響

嚴祖煦<sup>1\*</sup> (提報人), 宋齊有<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海軍軍官學校海洋科學系

<sup>2</sup> 逢甲大學航太暨系統工程學系

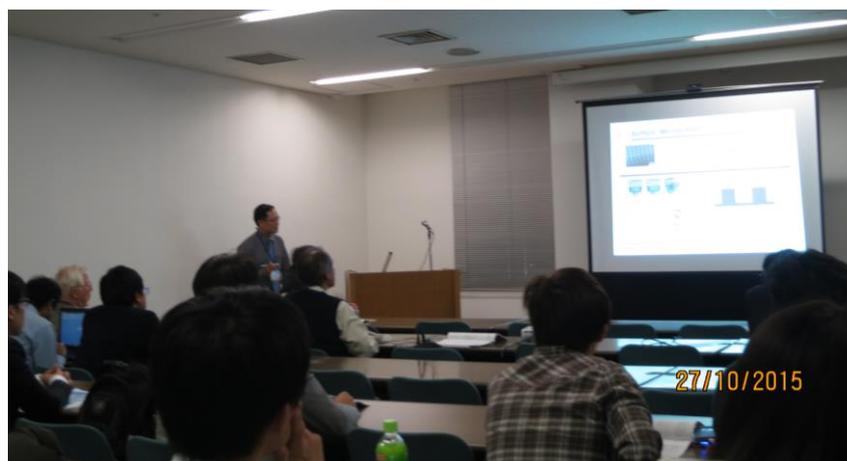
## 摘要

Yong-Laplace 方程式指出在氣態奈米氣泡內的壓力會相當的高，無法穩定存在。但是實驗結果證實了高穩定性介面氣泡存在於疏水性表面。本研究中，我們將水-氣介面視為一個水分子、氣體分子混合區域，而非單存的兩相介面。在這個混合區域中，水分子所產生的平均氫鍵數目是一個重要的指標。研究中也討論了水分子的壓力與勢能分佈。我們分別討論了兩種介面狀態(Wenzel-like 以及 Cassie-like)下，潤濕性質對於介面氣泡參數的影響。

## 附錄：活動照片



本人在會場門口



本人於 12th ICFD 研討會發表論文(10 月 27 日)



本人於 12th ICFD 研討會發表論文(10 月 28 日)