

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

先進奈米結構有機-無機混成複合材料(3/3) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2120-M-009-001-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：國立交通大學應用化學系(所)

計畫主持人：張豐志
共同主持人：柯富祥、陳建光、郭紹偉

報告附件：赴大陸地區研究心得報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 01 月 04 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期末報告

先進奈米結構有機-無機混成複合材料

Advanced Nanostructural Organic/Inorganic Hybrid Materials

計畫編號：98-2120-M-009-001-

執行期限：97年8月1日至99年7月31日

主持人：張豐志 國立交通大學應用化學系

計畫參與人員：柯富祥 國立交通大學奈米科技所

郭紹偉 國立中山大學材料與光電科學學系

陳建光 國立台灣科技大學高分子工程系

一、中文摘要

本計畫之研究均以過去氫鍵作用力及其他作用力強而有力之研究背景為基礎向外延伸。舉例來說，最近被刊載於 *Macromolecules* 期刊之研究（利用超分子官能基改質PCL），文中描述如何利用點化學改質將其具多點氫鍵作用力之超分子官能基接於PCL高分子鏈之末端，即明顯具有學術及技術之創新性。其他研究如製備超分子型固態電解質等研究也具相同性質。

關鍵詞：自組裝、氫鍵、固態電解質、混摻、微結構。

Abstract

This project is aimed to develop the solid background regarding the understanding of hydrogen bonding interaction or other interactions. For example, the work entitled "Synthesis and Assembly Behavior of Heteronucleobase-Functionalized Poly(epsilon-caprolactone)" published in the journal, *Macromolecules*, recently describing the fabrication of new PCL derivatives with functionality possessing multiple hydrogen bonding interactions apparently possessed the originality in terms of science and technology. Other work such as the article entitled "A New Poly(amide urethane) Solid State Electrolyte Containing Supramolecular Structure" also behaved as the above.

Keywords: Self-Assembled, hydrogen-bonding, Polyelectrolyte, Hybrid,

Microstructures

二、緣由與目的

We are the first team in the world to develop a new class of low surface energy materials without containing fluorine or silicon. We also possess extensively both "top-down" (lithography) and "bottom-up" (self-assembly) technologies. In this project, we intend to combine these two approaches to explore and develop new advanced materials with nanostructural organic/inorganic hybrids possessing potential applications in numerous fields. Firstly, our goals are to prepare a series of inorganic-organic hybrid copolymers involving POSS, the smallest polymerizable inorganic moiety of 1 nm, through various precision polymerization and modification methods to develop high performance polymeric nanocomposites for optoelectronic, aerospace, and defense applications. Secondly, we have already developed a new class of non-toxic low surface energy materials neither containing fluoro nor silicon. We would like to further extend our studies as coating materials for application in area such as self-cleaning, corrosion protection, anti-cloggy inorganic

nanoparticles, integrated sensor, nanoimprint, and inkjet nuzzle. Thirdly, Block copolymer lithography refers to the use of these ordered structures in the form of thin films as nanopatterning templates which has potential applications in areas of nanostructured membranes, lithography, photonic crystals, and high-density information storage media and others. In order to realize these applications, control over micro domain spatial and orientational order is paramount.

三、研究方法、結果與討論

In the past several years, we put our emphasis not only on these three different fields described in the our proposal, including (a) the fabrication and development of the new low surface free energy materials, (b) the preparation of inorganic-organic hybrid copolymers containing POSS through various modification methods to develop polymeric nanocomposites possessing potential for applications the investigation on and attempting to control the microstructure of block copolymers, but also on employing click chemistry to fabricate materials with diverse functionalities.

The detailed description was illustrated in the following section.

The fabrication and development of the new low surface free energy materials: The hydrophilicity of bis (3-allyl-3,4-dihydro-2H-1,3-benzoxazinyl) isopropane (B-ala) polybenzoxazine film and superhydrophobic polybenzoxazine -hybrid surface can be controlled through UV exposure to change the ratio of intra to intermolecular hydrogen bonds. Additionally, we have found that the superhydrophobic polybenzoxazine-silica hybrid surface

exhibits good adhesion of water droplets after UV exposure, which can be served as a “mechanical hand” to transfer water droplets from a superhydrophobic surface to a hydrophilic one.

The preparation of new inorganic-organic hybrid materials: We have constructed organic/inorganic hybrid materials consisting of thiol-functionalized isobutyl-POSS colloids and Au NPs. The key feature of the self-assembly of the hybrid is the crystallization of excess SH-POSS colloids, which form a fernlike thin film, with relatively large surface interstices that incorporate the SH-POSS-protected Au NPs. This simple, rapid, droplet evaporation process allows thin films with ordered patterns to be prepared reproducibly with high quality. Moreover, Au NPs and SH-POSS colloids can be fused together through thermal treatment with essentially complete retention of the microwire structures in this case, forming an interconnected porous bulk Au network. Given the simplicity and diversity of this method, we suspect that it may have several potential applications.

Control the microstructure of block copolymers: Self-assembly morphologies of these immiscible PCL-*b*-P4VP diblock copolymers were able to be changed through competitive hydrogen-bonding interactions with the increase of PVPh contents. Our studies provide evidence that the P4VP pyridine group is a significantly stronger hydrogen-bond acceptor than the PCL carbonyl group and that PVPh interacts with P4VP preferentially through stronger hydrogen-bonding interactions in PCL-*b*-P4VP/PVPh blends. In this way, we

can obtain different self-assembly morphologies in PCL-*b*-P4VP/PVPh blends with the increase of PVPh contents.

Fabricating materials with diverse functionalities: (a) These azido- and acetylene-functionalized poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAm) copolymers were successfully synthesized and their use in the fabrication of ultrathin thermoresponsive microcapsules through direct covalent layer-by-layer (LbL) assembly using click chemistry. This method not only provides a unique approach toward microcapsule construction with direct covalent bonding under mild reaction conditions but also opens a platform to better understand the effects of the degree of cross-linking on the thin film thickness and morphology. (b) The heteronucleobase (adenine and uracil)-functionalized poly(epsilon-caprolactone) (A-PCL-U) possessing supramolecular structure has been successfully synthesized through the combination of ring-opening polymerization and Michael addition reaction. Attachment of multiple hydrogen-bonding units to chain ends of PCL results in phase separation and substantial increase in the viscosity. The association constant (K_a) between adenine and uracil groups of A-PCL-U calculated from NMR measurement is 18.9 M^{-1} . XRD and DSC analyses indicate that the crystalline structure of the A-PCL-U is changed to some extent due to phase segregation as compared to the PCL homopolymer. The AFM micrograph demonstrates that phase segregation is formed from the hard nucleobase chain ends and soft poly(epsilon-caprolactone) chains of the supramolecular complex. (c) A new solid

state electrolyte (SPE) possessing self-complementary interaction (arrays of hydrogen bonds) was successfully synthesized. The presence of the highly interacted self-complementary sites induces the resulted solid state polymer electrolyte to exhibit more ordered structure and free-flowing ion conductive path and results in enhanced ionic conductivity. The new SPE exhibits half order higher ionic conductivity than the control SPE, indicating that the self-complementary material has the potential for the SPE application. A new concept of preparing SPEs is proposed.

五、成果自評

Based on the above, our works possessed the originality of both science and technology. For example, the work entitled “Using Click Chemistry to Fabricate Ultrathin Thermoresponsive Microcapsules Through Direct Covalent Layer-by-Layer Assembly” published in the journal, *Macromolecules*, recently describing the fabrication of thermoresponsive microcapsules through direct covalent LbL assembly via click chemistry using clickable azido- and acetylene-functionalized PNIPAm copolymers apparently possessed the originality in terms of science and technology. Other works such as these articles entitled “Fabrication of Patterned Superhydrophobic Polybenzoxazine Hybrid Surfaces” and “Self-Assembled Fernlike Microstructures of Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane/Gold Nanoparticle Hybrids” also behaved as the above.

In terms of the economic benefit and social impact, the development of these unusual properties and newly synthesized materials will be continued in the third year and it is

expected that the potential of these materials for application will be evaluated. As these advanced materials are preliminarily applicable, the economic benefit and social impact will be gradually appeared.

Electrolyte Containing Supramolecular Structure
Macromolecules, 43, 2634–2637 (2010).

六、參考文獻

- [1] C-S Liao, C-F Wang, H-C Lin, H-Y Chou, F-C Chang*
Fabrication of Patterned Superhydrophobic Polybenzoxazine Hybrid Surfaces, *Langmuir* 25, 3359–3362 (2009).
- [2] C-J Huang, F-C Chang*
Using Click Chemistry To Fabricated Ultrathin Thermoresponsive Microcapsules through Direct Covalent Layer-by-Layer Assembly
Macromolecules. 42, 5155–5166 (2009).
- [3] C-H Lu, S-W Kuo, C-F Huang, F-C Chang*
Self-Assembled Fernlike Microstructures of Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane/Gold Nanoparticle Hybrids, *J. Phys. Chem. C* 113, 3517–3524 (2009).
- [4] W-C Chen, S-W Kuo, C-H Lu, U-S Jeng, F-C Chang*
Self-Assembly Structures through Competitive Interactions of Crystalline-Amorphous Diblock Copolymer/Homopolymer Blends: Poly(ϵ -caprolactone-*b*-4-vinyl pyridine)/Poly(vinyl phenol)
Macromolecules, 42, 3580–3590 (2009).
- [5] I-H Lin, C-C Cheng, Y-C Yen, F-C Chang*
Synthesis and Assembly Behavior of Heteronucleobase-Functionalized Poly(ϵ -caprolactone)
Macromolecules, 43, 1245–1252 (2010).
- [6] Y-C Yen, C-C Cheng, S-W Kuo, F-C Chang*
A New Poly(amide urethane) Solid State

張豐志教授、嚴英傑、鄭智嘉、呂居樺及黃承鈞之出國心得報告

此次北京化工大學(北化)承辦之「2009年北化-中山-成功-逢甲-交通5校高分子材料科學與工程學術研討會」，可說是目前兩岸學術交流最成功的範例之一。

由本人率領本實驗室博士後(嚴英傑及呂居樺)及二位博士生(鄭智嘉及黃承鈞)，會議期間，本人簡介交大及應用化學系，主要針對學校及系所之沿革及編制。而博士後呂居樺也於博士生論壇中以多面體聚矽氧烷為主題進行報告及交流。此外，為延續兩岸學術交流之風氣，我所邀請之台灣他校代表在學術界皆有相當的知名度與實力。這場學術研討會兩岸各校論文演講，除了展現兩岸最先進的高分子基礎研究與應用成果外，本次的研討會也展現出北京化工大學承辦此研討會的用心，完成學術交流的目標，同時也增進了兩岸高分子學術人才的認識與互動。此外，本次研討會學生們更感受到北化學生們熱情活力的一面，學術上讓其體驗到北化學子對高分子科學研究的執著、對學業的重視，生活上也使其感受到年輕的朝氣、彬彬有禮的舉止。可見北化不只著重在高分子科研人才的栽培，也對學生人文教育的重視，這些都是值得我們學習的地方，也算是研討會以外的一大收穫。會後，我更將嚴英傑等人分別派往北京清華、北京大學及中國科學院等單位進行短期交流，奠立後續長期合作之基礎。

此次研討會可說相當成功，有效促進兩岸之學術交流、互動，雙方代表在會場中聆聽具代表性的研究成果，並進行深入之討論，以及兩岸學生的交流互動，相信可以進一步催化海峽兩岸高分子學術研究界的交流和合作，藉以提升兩岸高分子科學競爭優勢，達到雙方互惠、互補的目的。雖此次僅以參訪及交流為目的，時間十分緊迫，但此次研討會結束後，猶如晚宴時北京化工大學嚴壽科教授所說的：這是五校交流的開始，未來會持續以一年一(兩)次舉辦常態性兩岸多校交流會議，期望屆時兩岸各校的高分子研究水準又有更進一步的提升，而兩岸在國際之學術地位亦變得更為重要。

國立交通大學 教授 張豐志

國立交通大學出國報告書

99 年 1 月 18 日

報告人姓名	柯富祥	申請單位 (學生請加註系級)	工學院奈米科技研究所	職稱	教授
				電話	55803
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 訪問 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 國際會議 <input type="checkbox"/> 其他：_____				
會議/出國計畫 名稱	IEEE International Nanoelectronics Conference 2010				
出國期間	自 99 年 1 月 3 日至 99 年 1 月 9 日	出國地點	香港		
出國目的/發表 論文題目	(1) Catalytic Behaviors in Modulating Enzymatic Activity through Different-sized Gold Nanoparticles (oral) (2) Flexible MIM Capacitors Using Zirconium-Silicate and Hafnium-Silicate as Gate-Dielectric Films (oral) (3) Nanowire Field Effect Transistor With its Sub-picomolar Label-free Biosensing Capability Toward a Gene Mutation (poster) (4) Novel Sol-gel Derived SONOS-type Nanocrystal Memory (poster)				
補助金額		經費來源 (校內會計編號)	98N-200		

參加 IEEE International Nanoelectronics Conference 2010, 3-8

January 2010, Hong Kong (簡稱 IEEE INEC2010)報告

先進奈米結構有機-無機混成複合材料(3/3)

NSC 98-2120-M-009 -001

中華民國九十九年一月十八日

一、參加經過

本次會議--2010 國際奈米電子會議-- IEEE International NanoElectronics Conference (IEEE INEC 2010)自 2010 年 1 月 03 日至 2010 年 1 月 08 日於香港舉行。會議主辦單位為國際電機與電子工程師學會委員會(電機與電子工程師學會發展組織) -- IEEE INEC 2010 program committee。此會議每兩年舉行一次，2006 年在新加坡，2008 年在上海，本屆會議地點在香港城市大學(City University of Hong Kong)，下一屆會議地點將會在台灣舉辦。本人於台灣時間 1 月 3 日週日由桃園機場搭乘上午 10:00 飛機 CI-605，上午 11:40 即飛抵香港國際機場，在提領行李後即搭乘巴士到下榻旅館，並準備開會的一切事宜。當日下午即搭乘香港地鐵到城市大學會議中心報到並領取名牌，本日晚上參加大會舉辦的 welcome reception。1 月 8 日會議結束後，搭乘次日的 19:20 航班 CI-920 由香港回到台灣桃園機場，再轉台灣高鐵回到新竹。

本人總計投稿四篇論文，分別是(1) Catalytic Behaviors in Modulating Enzymatic Activity through Different-sized Gold Nanoparticles (oral); (2) Flexible MIM Capacitors Using Zirconium-Silicate and Hafnium-Silicate as Gate-Dielectric Films (oral); (3) Nanowire Field Effect Transistor With its Sub-picomolar Label-free Biosensing Capability Toward a Gene Mutation (poster); (4) Novel Sol-gel Derived SONOS-type Nanocrystal Memory (poster)。ORAL 論文發表時段，分別是在週一上午與週四下午, POSTER 論文發表是在週四下午。所發表的論文與本研究計畫有相當程度的相關，分別涵蓋電子元件、材料、化學與生物電子。本次會議參加的學者人數人山人海，再加上儀器設備展的同步進行，使得會場相當熱鬧，並同時碰到許多來自台灣的老師、研究生、與國際學者等。針對本會議而言，此次投稿之論文近千篇，發表之論

文篇數亦高達約三百篇，如同一般研討會本次會議進行時為多軌同時舉行，主要領域涵蓋了

以下種類：

1. Nano-Fabrication

- 1.1 Nanofabrication Technologies
- 1.2 Nanoscale Modeling and Simulation
- 1.3 Nanometrology and Nanomanipulation
- 1.4 Characterization Techniques
- 1.5 Nanotechnology Ventures

2. Nano-Electronics

- 2.1 Nanoelectronic Materials and Structures
- 2.2 Nanomagnetics and Spintronics
- 2.3 Nanoelectronic Devices / Systems and Reliability
- 2.4 Nanomolecular Electronics
- 2.5 Modeling and Simulation
- 2.6 Nanoelectronics Ventures

3. Nano-Photonics

- 3.1 Nanophotonic Materials and Structures
- 3.2 Nanophotonic Phenomena
- 3.3 Nanophotonic Devices / Systems and Reliability
- 3.4 Nanomolecular Photonics
- 3.5 Modeling and Simulation
- 3.6 Nanophotonics Ventures

4. Nano-Biology

- 4.1 Nanobiological Materials and Structures
- 4.2 Nanomolecular Devices / Systems and Reliability
- 4.3 Biocompatibility and Bioactivity
- 4.4 Biological Labeling and Drug Delivery
- 4.5 Modeling and Simulation
- 4.6 Nanobiology Ventures

5. Nano-Physics

- 5.1 Method and Application
- 5.2 Nano Physics & Chemistry
- 5.3 Computation and Design

關於會議的排程，每天有四個時段，而每個時段同時有約 3-5 個議程同時在進行。故雖

然此次發表的論文篇數高達約三百篇，但會議進行的很順利，在預定的時間閉幕。

以下為本會議場次資料表：

Jan 4, 2010 – Monday

Nanofabrication

Oral Session I – LT18

Oral Session II – LT14

Oral Session III – LT16

Nanoelectronics

Oral Session I – LT17

Oral Session II – LT13

Oral Session III – LT15

Nanophotonics

Oral Session I – LT11

Oral Session II – LT7

Nanobiology

Oral Session – LT1

Nanophysics

Oral Session – LT12

Jan 5, 2010 – Tuesday

Nanofabrication

Oral Session I – LT18

Oral Session II – LT14

Oral Session III – LT16

Poster Session I

Nanoelectronics

Oral Session I – LT17

Oral Session II – LT13

Oral Session III – LT15

Poster Session I

Nanophotonics

Oral Session – LT11

Poster Session I

Nanobiology

Oral Session – LT1

Poster Session I

Nanophysics

Oral Session – LT12

Poster Session I

Jan 6, 2010 – Wednesday

Symposium on Nanoscience and Nanotechnology in China

Jan 7, 2010 – Thursday

Nanofabrication

Oral Session I – LT18

Oral Session II – LT14

Oral Session III – LT16

Poster Session II

Nanoelectronics

Oral Session I – LT17

Oral Session II – LT13

Oral Session III – LT15

Poster Session II

Nanophotonics

Oral Session – LT11

Poster Session II

Nanobiology

Oral Session I – LT1

Oral Session II – LT3

Poster Session II

Nanophysics

Oral Session I – LT12

Poster Session II

Jan 8, 2010 - Friday

Lab Tour

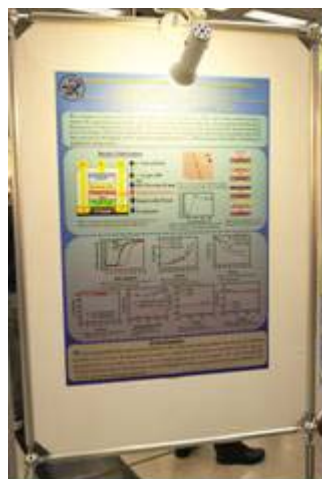
二、心得（可含照片）

本次前往香港開會除了碰到許多來自台灣的老師、研究生外，也有許多機會跟其他國家的學者與學生們寒暄並交換研究論文的內容。老師們包括清大化學系黃教授、台科大高分子系的郭教授與陳教授、長庚大學電子系的賴主任等。此外也遇到來自泰國 National Electronics and

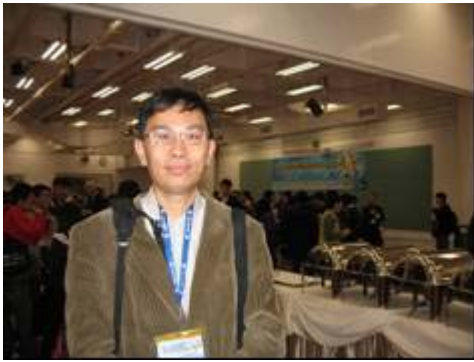
Computer Technology Center 的 Wibool Piyawattanametha 博士，他畢業於美國柏克萊大學電機系，曾在美國工作 10 年，目前回到泰國的國家實驗室幫忙進行研究規畫，我與他聊的相當久，未來或許有進一步合作的機會。以往我們多半都只關心台灣與美國學術界的發展和消息，但藉由這次機會讓我們了解到中國大陸與其在美國工作學者等在奈米科技領域的發展。除此之外，本次演講邀請了相當著名的三位學者，其中有一位還是諾貝爾獎的得主。我對美國哈佛大學化學暨生化系的 Charles Lieber 教授演講內容印象相當深刻，這或許他的部份內容與我們已經進行多年的研究相近有關。另外對於中國科學院院士白春禮教授的演講亦相當有興趣，他談到研究分子奈米結構的重要性。另者即將在 2 月 1 日接掌清華大學校長的陳力俊院士，其演講談到許多 TEM 的應用，亦讓我們印象深刻。

我們附上一些參加本次會議的照片：

我們發表的論文



論文交流盛況



大會演講的場景



晚會



三、建議

承蒙國科會補助開會所需的費用，僅此致謝。另外，也謝謝教育部對於參加此類國際知名大型會議的博士班研究生吳同學的補助與鼓勵參與，藉由實地的參訪，拓展師生們的國際視野，進而對國際競爭有所認知，使其研究領域更為先進、積極、創新。希望將來，能夠繼續大力支持。

四、攜回資料名稱及內容

此次大會提供最重要的資料內容為會議議程書，包括發表研討會的場次、時間、地點、主講人、講題內容等。以及論文光碟一片，為電子格式的論文資料。

北京化工大學學術交流報告

日期：98年8月27日~98年9月1日

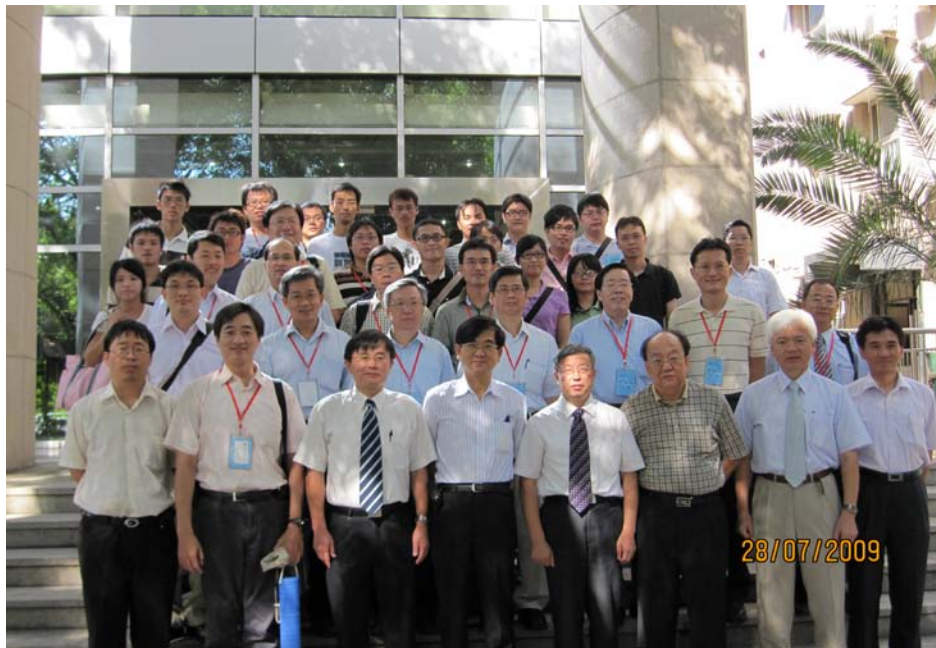
地點：大陸北京化工大學

出差人：高分子工程系 陳建光

經費來源：「頂尖大學計畫」系出國訪問經費

➤ 工作流程報告

時間	工作內容	地點
8.27	<p>乘坐早上 9:25 分的飛機前往北京國際機場，到達貴州大廈約當地時間下午一點。當天晚上與北京化工大學的王書記與材料工程學院楊萬泰院長進行餐敘。與會者有交通大學張豐志教授、成功大學陳志勇教授、逢甲大學石天威教授以及中山大學郭紹偉教授等七所台灣學校教授。當天晚上提及兩峽兩岸學術研討學術交流希望能夠變為常態，每年最少一次的兩岸交流。</p> 	<p>桃園國際機場 北京國際機場</p>
8.28	<p>AM 8:30：首先舉行開幕式。由校書記以及顏壽科教授以主辦人致詞。</p>  <p>接著進行北京化工大學的實驗室參觀，實驗室參觀之前，全部與會人士進行合照。</p>	<p>北京化工大學會議室</p>



北京化工大學目前購買全新的高分子分析儀器，除了一般的實驗室之外，另外他們也注重教學實驗，建立非常完善的教學設備。北京化工大學除了各個實驗室以外，有國家重點實驗室，即類似台灣五年五百億的計畫，但大陸方面是以建立具有特色的重點實驗室，類似台灣的國家實驗室單位，所以重點實驗室主要發展學術相關的研究，而一般的實驗室則注重工業製造方面的研究。在重點實驗室中，也意外發現有纖維與紡織方面的研究，這在台灣是無法辦到的，台灣方面把紡織工業視為夕陽工業，要在台灣成立紡織染色重點實驗室應該非常困難，而在大陸卻是非常重要發展技術，在大陸並不會歧視哪一方面的科技，發展的相當多元化。其中楊萬泰院長主要發展高分子刷技術與本實驗室發展方向相似，未來將可與其實驗室進行更深入交流。

參觀完實驗室之後。即進行午餐。





下午由各校進行台灣的大學校校進行介紹，主要宣揚台灣的大學教育。首先由交通大學張豐志教授進行介紹。接著成功大學、逢甲大學、中山大學分別介紹自己的學校，最後我也上台簡短的介绍台灣科技大學，而在會後也將台灣科技大學的英文招生海報以及禮物交給楊萬泰院長。而院長則將招生海報張貼於材料工程系的公佈欄上，以宣揚台灣科技大學材料工程系。

8.28



北京化工大學會議室





會後與北京會化工大學老師進行會談，會中北京大學表示將會於近期前來台灣科技大學進行訪問與交流，並希望我能夠協助該校進行程序上的處理。

8.29 AM 8:30：進行兩岸學術上的交流，原則上每校派出三人，每個人約25-30分鐘的學術報告，由於時間非常短暫，首先報告者為張豐志教授。本實驗室主要介紹高分子晶片的製造與分析，希望藉由這樣的演講能夠吸引更多大陸學者加入這樣的研究。

北京化工大學會議室



會中北京化工大學也]派出三人來餐與演講，其中楊院長的與本實驗室發展方向相似。而成大化工陳志勇教授的妙玉如珠更是成為會場的焦點。本研討會由於演講者成果豐碩，接近晚間六點半才結束整天的議程。晚間與北京大學化學系進行交流，由陳爾強教授作東，由於陳爾強於七月中曾經來過台灣科技大學，非常熱情的招待與會人員，此次的會晤更加深了彼此的印象。直到晚間十點才結束。



8.30

AM 7:30:參訪北京現在的都市規劃，首先到達北京北方的外環區域，由於本地有長城觀光景點，所以整個規劃讓這個區域熱鬧起來，而愈往北方前進，類似三合院的建築逐漸出現，但最令人驚嘆的的是在這個地方道路兩旁居然是太陽能路燈，一直綿延到長城的觀光景點，如此雄厚的經濟力量令人驚嘆，因為目前太陽能板的價格還非常高，而且又在鄉間小路上，可見北京政府花非常多的經費在能源建設上，這實在是台灣目前需要學習的地方。而萬里長城為北京著名的景點，但由於過多的現代化修補，使得萬里長城再依些路段上有些格格不入，大陸對於文物的修補技術可能需要更多的專業技術才能讓長程保持原貌。

北京萬里長城



晚間由於成功大學教授們要到天津參訪，所以舉辦歡送晚會來結束成

	功大學的教授團，這次成功大學老師餐與最為熱烈，總共有八個教授與一個博士後研究參予。	
8.31	<p>AM 8:00:參訪北京現在的都市規劃，北京正值國慶日演練，由於北京人口眾多，舉辦活動須相當謹慎，大陸的國慶日為 10 月 1 日，一個月前即盡情演練，可見北京政府對於國慶日相當謹慎，而故宮內的建築已經失去原來的風貌，每個房子都被漆上鮮艷的顏色，根本沒辦法想像其原有的風貌，古蹟應該維持原來的顏色，漆上鮮艷的顏色雖然讓建築物更佳顯眼，但卻失去了古蹟的意義，應該保持其風化顏色，避免其凋零即可，否則不知情的人還以為是現代建築。而北京的都市規劃年年都在進步，去年看到北京大學，很多建築物都在建設中，但這次看到北京大學的時候，數棟大樓已經聳立在北大校園中，富麗堂皇的景象令人覺得北京進步速度真的非常快，另外最感到意外的是北京的地下鐵系統已經延伸到北京大學、清華大學、頤和園、圓明園等，短短不到兩年時間，北京已經成為一現代化都市，效率之高讓人覺得台灣實在需要加油了，在過幾年可能已經沒有可以展示給大陸人看的東西了。</p>  <p>晚上北京化工大學熱情的舉辦歡送晚會，並且預先見到即將來台訪問的學者。相信不久在台灣可以見到他們。</p>	北京故宮博物院與 天安門
9.1	<p>AM 8:00 整理數天資料。</p> <p>AM 10:00:前往北京國際機場。</p> <p>PM 1:35:搭乘飛機回台。到達臺灣時間約晚上五點，結束參訪。</p>	桃園國際機場 北京國際機場

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/01/04

國科會補助計畫	計畫名稱: 先進奈米結構有機-無機混成複合材料(3/3)
	計畫主持人: 張豐志
	計畫編號: 98-2120-M-009-001- 學門領域: 奈米化學與材料
無研發成果推廣資料	

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：張豐志		計畫編號：98-2120-M-009-001-					
計畫名稱：先進奈米結構有機-無機混成複合材料(3/3)							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	37	30	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	15	15	100%	人次	
		博士生	10	10	100%		
		博士後研究員	2	2	100%		
		專任助理	1	1	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	計畫執行期間，曾多次辦理兩岸之學術交流參訪及研討會。
--	----------------------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

基於上述，不難看出本團隊之研究均具學術及技術之創新性。舉例來說，最近被刊載於 *Macromolecules* 之研究 (Using Click Chemistry to Fabricate Ultrathin Thermoresponsive Microcapsules Through Direct Covalent Layer-by-Layer Assembly)，描述如何成功製備出具 azido 及 acetylene 官能基之 PNIPAm 共聚物，及利用 click 化學將其製備成具熱響應特性之微囊，即明顯具有學術及技術之創新性。其他研究如 *Biocomplementary Interaction Behavior in DNA-like and RNA-like Polymers* 等，同樣也具相同性質。

就經濟效益及社會衝擊而言，本團隊已將目前研究中已被發現具有特殊性質之新材料導入其適用之領域。經濟效益及社會衝擊已逐漸發酵。