



中大物理通訊

2008年11月

第10期

http://www.phy.cuhk.edu.hk/

physics@cuhk.edu.hk

2609 6339

CU Physics Newsletter

系況速遞

- ◆ 今年本系共有 11 個項目獲得香港特區政府研究資助局的角逐研究用途補助金 (RGC Competitive Earmarked Research Grant) 撥款，款項總和超過港幣 600 萬元，研究課題包括湍流、量子光學、凝聚態物理及納米光學等。
- ◆ 9 月 26 日舉行了兩場物理公開講座，主題為「末日實驗？」及「地心探險記」，由朱明中教授及溫予佳教授分別主講。是次講座共吸引 500 多名中學生及老師出席。
- ◆ 中大本科入學資訊日已於 10 月 4 日圓滿結束，物理系提供了入學講座及諮詢、大學生活分享、實驗室參觀及實驗示範。在 <http://www.phy.cuhk.edu.hk/jupas> 中可以找到更多有關本科課程的資料。

畢業生近況

我叫張承亮，在 2001 及 2003 年於中大取得物理學學士及哲學碩士學位，及後於 2005 年入讀加拿大多倫多大學的博士課程，現居加拿大。

2006 年起，我正式加入 ATLAS 研究項目，隨即被分配到 Fast Simulation Group 開始進行相關的研究工作。我和「老細」 Prof. Pierre Savard (University of Toronto) 主要的研究是奇特粒子共振 (strange resonance)。能夠加入 ATLAS，讓我有機會參加不同的工作坊，獲益良多。記憶中最深刻的一次是在 2007 年，剛踏足 CERN 的我首次向小組報告進度，原以為面對的只是十多位小組成員，豈料踏入講室後才發現有百多名人士在場。面對不同國籍及膚色的人士報告，這可是我頭一次呢。大概因為我是「新仔」，加上事前準備尚算充足，所以也沒遇到過份挑剔的提問，總算能順利過關。



張承亮校友

在 CERN 的生活總是十分忙碌，由早到晚都在不停地工作。雖然如此，但這裏的學術討論氣氛可是非常濃厚！各學者不單在會議上討論得面紅耳熱，就連吃飯或喝啤酒時，他們都會討論物理問題、研究方向及其實驗進度。與他們共事，我自覺十分渺小，然而這也促使我加倍努力去鑽研學問，期望有朝一日能創出一片新天地。願與各位共勉。



CERN 所在地

今期內容

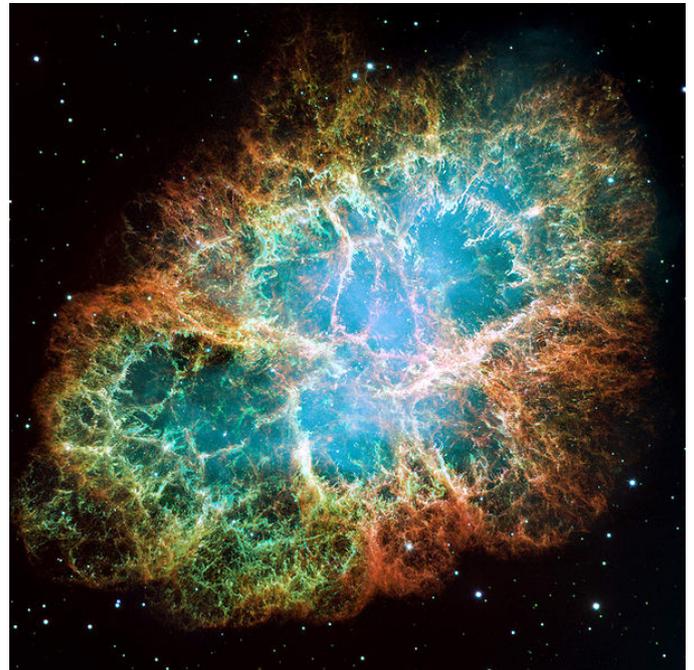
- 科研焦點：中子星 - 天上的超流體
- 人物專訪：Itamar Procaccia 教授
- 最新動態
- 活動花絮

中子星-天上的超流體

練立明博士

如果問物理系的同學他們對中子星有什麼理解，我想大部份同學會即時聯想到廣義相對論。因為一般論述相對論的科普書籍，都總會有涉及中子星和黑洞的討論。無可否認，廣義相對性效應對中子星是重要的。但是，中子星更有趣的地方，是它涉及很多如何在極端情況下應用現代物理學的學問。我們在這裏將淺談一下中子星內部其中一種可能發生的物理現象—核粒子超流體 (nucleon superfluid)。

首先，什麼是超流體？簡單來說，超流體在流動過程中不會有黏性效應 (viscous effect)。而且，它只能以產生大量的量子化旋渦 (quantized vortices) 來模仿宏觀上的旋轉運動。而最為物理學家熟識及研究的超流體就是液態氦四 (^4He) 及氦三 (^3He)。在溫度低於大概 2 K 的時候，氦四會變成超流體。而液態氦四的超流性機制是可以理解為玻色-愛恩斯坦凝聚 (Bose-Einstein condensation) 的結果。這是因為氦四原子核 (由二粒中子和二粒質子所組成) 是玻色子 (boson)，所以在極低溫的情況下它們會凝聚到最低的能量態。但是，液態氦三的超流性機制是跟氦四不同的，因為氦三原子核 (由一粒中子和二粒質子所組成) 是費米子 (fermion)。我們現在知道液態氦三的超流性是可以利用解釋固態物理中低溫超導現象的 BCS 理論來理解。根據 BCS 理論，由於晶格振動導致電子間存在微弱的吸引力，在極低溫下電子是會組成一對一對的。因為這些所謂的庫柏對 (Cooper pairs) 有整數的自旋 (spin)，所以它們可以作為玻色子來考慮。簡單來說，這些庫柏對的凝聚就導致超導現象的發生。相似地，氦三原子在極低溫狀態下也可以組成庫柏對，因而產生超流現象。由於它們的機制不同，這亦導致液態氦三的超流轉變溫度 (transition temperature) 要比液態氦四低一千倍。總括而言，超流性、超導性與及玻色-愛恩斯坦凝聚這三種現象是有著極為密切的關係。事實上，它們不僅只是在地球上的實驗室存在，它們亦極有可能在天體中存在。現在，核子物理學家認為在中子星內部的高密度環境下，中子是可以由於強相互作用組成庫柏對，因而變成超流體的。而數量少一點的質子亦可以變成超導流體。



圖一：蟹狀星雲 (Crab nebula) 中的脈衝星是在公元 1054 年的一次超新星爆發後的殘餘物。這顆脈衝星極有可能擁有超流的內部。[圖片由美國太空總署提供]

由於中子星內部的密度非常高 (大約接近 10^{15} g/cm^3)，在它內部的核子物質的費米能量可高達 10 MeV (相當於 10^{11} K 的溫度)。而一顆剛從超新星爆發中誕生的中子星，它的內部溫度可高達 10^{12} K 。但是，由於釋放中微子，中子星最快可以在幾星期內冷卻至 10^9 K 或更低的溫度。而根據核子物理學家的計算，在中子星內的中子在大約 10^9 K 這溫度下是極有可能成為超流體的。這亦意味著宇宙中大部份中子星的內部都有超流體存在。直到目前為止，我們對超核子密度的物態方程 (supranuclear equation of state) 仍還未有定論。這亦導致我們未能以微觀的角度完全理解核粒子超流體。不過，超流性對中子星的宏觀動力影響是可以由所謂的二流體模型 (two-fluid model) 來了解。在這模型中，中子星內的物質被分為兩種。第一種就是中子超流體。第二種流體就包括所有帶有電荷的物質，如質子、電子及一些還未被分解的原子核。由於電磁相互作用的時標 (timescale) 比起中子星的動力時標短很多，故此那些帶電的粒子可以考慮為一起流動的 (簡稱為“普通流體”)。在這模型中，超流體和“普通流體”基本上是各自獨立的(註 1)。

這兩種動力的自由度就導致超流中子星比“普通”的中子星有著更豐富的動力特性。例如，中子星的振盪和旋轉運動都會大大受到超流體的影響。事實上，我們觀察到的脈衝星周期突變 (pulsar glitches) 這現象的最好解釋，就需要涉及超流體中的量子化旋渦與中子星外硬殼耦合的研究〔註 2〕。

最後值得一提的是，基於量子色動力學的漸近自由 (asymptotic freedom) 特性，我們相信在中子星高密度的深處，核粒子有可能被分解而釋放出自由的夸克子。根據一些理論計算顯示，這些夸克子是有可能組成庫柏對的。不過，跟一般超導體內的電子庫柏對不同的是，由於夸克子有不同的“味道” (flavors) 與及帶有不同的色荷 (color charge)，所以夸克子庫柏對可以有不同的組合。粒子物理學家稱這種由夸克子及強相互作用導致

的超導現象為色超導性 (color superconductivity)。所以，中子星不僅是天上的超流體，它們仍有可能是宇宙中最色彩繽紛的超導體！

〔註 1〕：事實上，這兩種流體是可以通過所謂的 entrainment 效應而耦合。但我們在此不詳加討論。

〔註 2〕：脈衝星就是帶有磁場而且轉動的中子星。當中子星轉動時，它釋放出的電磁輻射就會以有特定周期的電磁脈衝給我們觀察到。由於電磁輻射帶走脈衝星的能量，脈衝星的旋轉周期大部份時間是緩慢地增加。但它們有時亦會發生不規則的突然旋快現象。這就是所謂的脈衝星周期突變。

作者簡介：練立明博士分別於 1997 年及 1999 年在本校取得物理學學士及哲學碩士學位，其後赴美國聖路易市華盛頓大學深造，於 2004 年取得哲學博士學位。隨後他曾在巴黎天文台及本系作博士後研究員，現為本系導師。其研究興趣包括相對性天文物理、引力波源及數值相對論。

人物專訪

Itamar Procaccia 教授

簡介：Itamar Procaccia 教授於 1973 年在 *Hebrew University, Jerusalem* 取得化學學士學位，1976 年在同校取得理論化學博士學位，其後在美國麻省理工學院做博士後研究。於 1979 年回到以色列的 *Weizmann Institute of Science* 擔任高級科學家，現在是該研究所的 *The Barbara and Morris L. Levinson Professorial Chair in Chemical Physics*。近二十年，他亦在世界多個地方例如美國、丹麥、英國、香港等當訪問學人。

(是次專訪由博士一年級生陸永康主持及筆錄。)

問：你最近的研究興趣是甚麼呢？

答：我最近在研究非晶體 (*Amorphous solid*)，這類非晶體與平常的晶體最主要的差別，是它沒有周期性的原子排列，研究晶體所用的方法在非晶體很多都不再有效。這種固體有很多有趣的問題可以探討，例如它的機械、光學、電學特性等等。回顧二十世紀的固體物理學發展，在二十世紀的前半部分，物理學家對晶體的了解得到很大進展的成功，接著二十世紀的後半，物理學家把焦點轉為研究晶體的缺陷 (*crystalline defect*)，亦獲得不少的進展。不過非晶體的研究還是不多，最主要的原因是一旦沒有了周期性，問題就變得難很多，我希望能在這一個研究課題上取得一些進展。

問：香港的學生在升學的時候大多都選擇美國，你覺得歐洲在研究科學方面的風氣有優勢嗎？

答：(只考慮美國)是一個很大的錯誤，事實上，歐洲投資在基礎科學研究上的金錢比美國多，尤其最近的金融危機令到美國大學在研究基礎科學的經費一直在減少。其實以前美國除了大學，還有很多私



Itamar Procaccia 教授

人企業有極佳的研究部門及實驗室去研究基礎科學，例如 *IBM, Bell Lab* 等等，但是現在大部分都已經關閉了，原因是現在的美國公司變得比較短視，減少了對未來的投資。這令美國在研究基礎科學的角色一直減弱，相反歐洲就正在冒起。我覺得同學應該多點探索在歐洲研究機構做科學研究的可能性，除了傳統的法國、英國，還可以考慮波蘭、瑞士等等。

問：那麼你的國家(以色列)的科研情況又是怎麼樣呢？

答：我覺得香港人對以色列很有興趣，她跟香港有很多相似的地方，例如我們的人口都是七百萬左右，大學也是有七間。但是我們在發展科學上的投資比香港多很多。香港是一個商業及金融中心，一般人都忽略科學可以帶給我們的機遇，我覺得香港有很多可以學習以色列的地方，五、六十年前，以色列可以說仍然是一片沙漠，但現在已經是世界級的科學及科技中心。我可以告訴你一些驚人的數字，我們投放在高新科技上的金錢，只是比中國和印度加起來少 5%，要知道中國和印度加起來已經是世界一半的人口，可以看到我們一個小小的國家，在發展成世界級的科學及科技中心的決心有多大。

問：那麼以色列的最好的學生在選大學主修科時又會不會偏重科學呢？

答：我們的學生的選擇很多元化，在科學、經濟、社會科學、法律、工商管理、歷史、心理學、猶太研究都可以找到最好的學生，雖然好的學生都分散在不同學科，但是我們科學都有足夠多的好學生，最主要的原因是學生由高中可以上大學的比率相當高。我知道香港最好的學生很少會選擇科學，最主要原因是香港缺乏高科技的工業，不可以把學到的知識在實際世界應用出來，相反在以色列，學生畢業就可以到高科技工業的機構工作，甚至是自己開設高科技的公司，他們很多都有十分好的成就。這些都是香港應該學習的地方。

問：那你覺得香港的科研有什麼強處及弱處呢？

答：我覺得香港最弱的地方是，大學是以教學型的大學為主，而不是研究型的大學，你可以很簡單看得到大學很偏重教學：她們會很高調的獎勵教學優異的人才，相反在獎勵研究優異的人才方面卻不多。我覺得把大學的著眼點放於研究是香港將來要改善科研氣氛的首要任務。而最大的強處是香港能夠吸引到一大班很好中國學生，他們的科研實力很強，只要香港能夠可以好好把這一班學生的潛能發揮，這對香港及中國的科研發展會有很大的幫助。

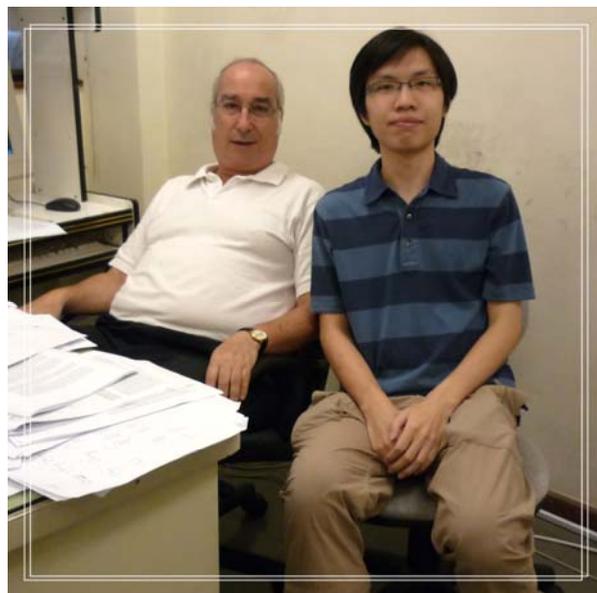
問：在你的研究生活中，有沒有特別興奮的時刻可以跟我們分享呢？

答：*Exciting moment in my life? Every day!* 我覺得每一天都會有有趣的事可以思考，有趣的事可以做。當然做到有趣的研究結果是會很興奮，但是研究的過程中，想方法去做，把探索的問題愈弄愈明白也是會令人興奮的事，你只要投入去做一件事就不會覺得悶，而做科學研究是最刺激的事！

問：你對香港學生在學習上有甚麼意見呢？

答：我很久以前在這裡教過一科，我覺得這裡的學生整體上都很相信老師說的話，對老師有太多的敬重。

他們都不敢批評老師的看法，很少批判思考，完全的接受老師的一套，很少會自己尋求理解同一問題的方法。我認為學生覺得在大學是為了學習知識的想法是錯誤的，讀大學最主要是去學習獨立思考的方法，否則你讀大學都是在浪費時間，大學生應該有自己的思考，有能力去發展新的方法去探索新的學問，這對於讀科學的同學尤其重要：科學家的角色，就是去理解一些還沒理解的事情，從而去改變世界，改善人類的生活。



Itamar Procaccia 教授與
博士一年級生陸永康

最新動態

諾貝爾物理學術研討會

“2008年諾貝爾物理學獎由芝加哥大學的南部陽一郎(Yoichiro Nambu)以發現自發對稱破缺獲得一半的諾貝爾獎金。另一半的獎金則頒發給KEK的小林誠(Makoto Kobayashi)及京都大學的益川敏英(Toshihide Maskawa)，以表揚他們對於對稱性破壞及預言第三類夸克的存在存在的貢獻。”

為了讓同學們了解今年諾貝爾物理學獎的知識，本系邀得中文大學副校長和物理系講座教授楊綱凱教授舉行相關學術研討會，詳情如下：

〈 *Why Do We Exist? The Story of Three Mixed-up Generations & Half a Nobel Prize* 〉

日期：2008年11月21日

時間：下午4時半至5時45分

地點：中文大學何善衝工程學大樓5樓王統元堂



香港中文大學 2008 校友日 - 物理茶聚〈物 Cafe〉

今年中大校友日定為2008年12月7日(星期日)，物理系校友會將預備茶點，讓材料科學及物理系校友共聚，詳情如下：

〈 物 Cafe 〉

日期：2008年12月7日

時間：下午4時半至6時

地點：香港中文大學科學館北座一樓126室楊振寧閱覽室

聯絡人：許棉斯 *Fiona Hui* (fionahui@cupaa.org/ 9662-4937)

費用：全免

(注意：出席者需登記及出席中大校友日2008，以便統計)

<http://www.alumni.cuhk.edu.hk/homecoming/>

活動花絮

學生海外交流計劃回顧

07-08 年度共有 7 位同學獲選參與物理系暑期本科生研究交流(SURE)計劃，他們獲本系資助，保送到外國的尖端學府參與科學研究。以下是他們完成計劃後所記下的心聲和感想，在此與大家分享。

National Superconducting Cyclotron Laboratory, Michigan State University

張凱傑

研究題目：

Position determination of fragile objects in nuclear physics experiments

Doing research in a cyclotron laboratory is a completely new experience to me, as well as an invaluable one. I am really thankful to my supervisor Betty, and her PhD student Jenny. They had provided a lot of help for me to become familiarized with the project.

In particular, Betty had spent much time to discuss my progress with me (we discussed almost on a daily basis). I am also glad that the results of my data analysis are useful for their experiment. Besides my work, they also helped me greatly in my daily life there.



張凱傑同學（左）



張凱傑同學(左上)

California Institute of Technology

何家偉

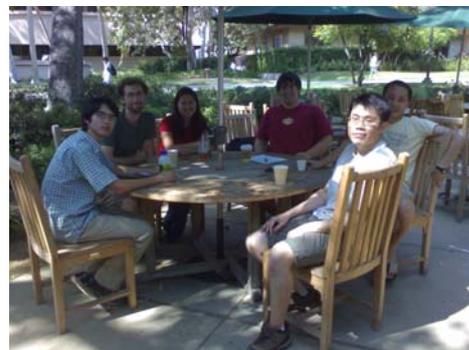
研究題目：

Unlocking the mystery of neutrino oscillation – The Daya Bay Theta13 Experiment

短短的十個星期，我深深感受到做研究的真正享受和挑戰，除了學會不少研究技巧外，我對作為一位物理學家應抱的態度有更深入的了解。

Caltech 舉辦的各類活動如午餐講座，也大大擴闊了我的研究視野；還有不同學系的研究交流也讓我的思維有更多刺激。

這一行加深了我對美國的認識，透過遊覽觀光和參與不同的活動，讓我對當地的文化、生活模式，以至壯麗的景色都有更全面的體會。



何家偉同學(右)



何家偉同學(右)和他的導師(左)



梁頌賢同學

梁頌賢

研究題目：

Ozone retrieval using data from spectropolarimeter at Mt Wilson Observatory

這個暑假我到了加州理工大學，在翁玉林教授的指導下進行了有關大氣中臭氧含量的研究。除了技術性的知識外，我還學會處事要嚴謹和不怕艱辛的態度。我們的研究小組有很強的合作精神，經常有會議交代工作的進度，而且有很多工作會要求團隊一起合作完成。

除了工作外，我還會在週末到各地觀光，更曾經和翁教授及其他暑期學生去遠足和到環境優美的海灘遊玩，實在非常難忘。

Brown University

許凱研

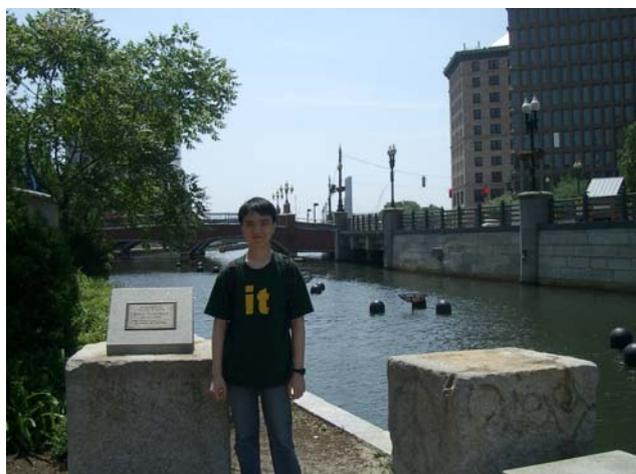
研究題目：

Influence of chirality on the defect patterns of droplets of nematic liquid crystal

Unlike the others, because I collaborate with my professor only, I have the chance to interact and discuss with him about what I should try to do next. In this process I learned a lot not just about liquid crystals, but also about the correct attitude one should maintain in plight. Overall this experience in Rhode Island is fruitful, and my collaboration with the professor there is still ongoing by emails and phone calls.



當地圖書館



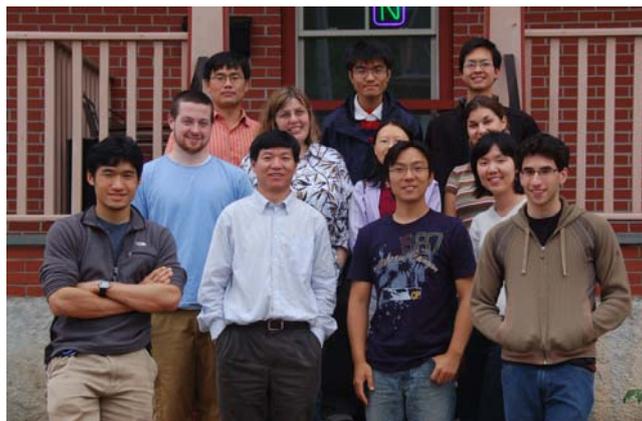
許凱研同學

霍梓楠

研究題目：

Imaging and Stiffness Probing of Neutrophil Using Atomic Force Microscope

經過這三個月的暑期研究，我有機會認識及操作一部在 Biophysics 領域中十分重要的儀器：AFM (Atomic Force Microscope)。在一對一的訓練中，我除了掌握 AFM 的基本操作外，亦利用 AFM 進行嗜中性白血球 (Neutrophil) 的表面探測 (probing)。這次經驗不但讓我感受到科研的嚴謹與挑戰，而且確立我以 Biophysics 作為未來研究的方向。



霍梓楠同學(上中)

陳志豪

研究題目：

Determining Muon Background in the Daya Bay Experiment

Working with Prof. Peng and his group is a rewarding experience. They are extremely supportive, and have rendered a lot of assistance and encouragement. In addition, the CUHK alumni at UIUC are always inclined to help. Prof. Peng himself is forthcoming as well as witty, and regards his students' well-being highly. That is why I consider myself very fortunate to have spent more than two months with these excellent people. From the daily calculations and weekly group meetings, I have learned one essential fact about research: although it is no bed of roses, if one is proactive, persistent and precise enough, things will eventually come up roses. This is an attitude no amount of textbook reading can teach.



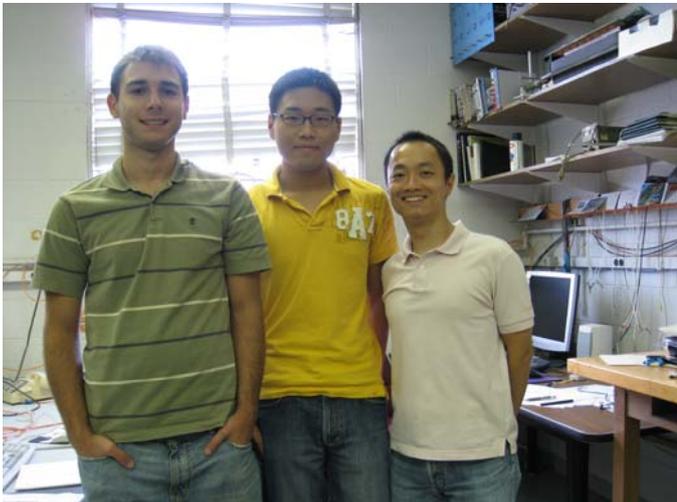
陳志豪同學(左圖中排右二)及當地本系校友

黃兆璋

研究題目：

Image Quality and Weak Gravitational Lensing

I was so delighted to be involved in a large experiment – the Dark Energy Survey (DES). My project was about weak gravitational lensing which is one of the four independent techniques to be used in the DES. I was under the supervision of Prof. Jon Thaler. It was such a pleasure to work with him. He was always inspiring, and patient to explain the mind-boggling concepts to me. Students from different universities were awesome too. Throughout the program, I gained a lot in various aspects – be them academic, technical or social.



黃兆璋同學(右)



黃兆璋同學(左二)