

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

雷射系統之非線性光學動力學, 量子漲落與混沌之研究

(3/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2112-M-009-051-

執行期間：91年08月01日至92年10月31日

執行單位：國立交通大學光電工程研究所

計畫主持人：陳志隆

報告類型：完整報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 2 月 3 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 雷射系統之非線性光學動力學, 量子漲落與混沌之研究

計畫編號：NSC 91-2112-M-009-051

執行期限：89年8月1日至92年10月31日

主持人：陳志隆 (jlchern@faculty.nctu.edu.tw) 交大光電所

### 一、中文摘要

我們就國科會這些年來對我個人計畫雷射系統之非線性光學動力學, 量子漲落與混沌之研究(1-3)的支援做成果報告。

**關鍵詞**：專題計畫、報告格式、國科會、非線性光學動力學、量子漲落、混沌

### Abstract

This report is the ending report to the National Science Councils for my personal projects in past three years..

**Keywords**: Research Project, Report Style, National Science Council, chaos, laser dynamics, nonlinear dynamics, quantum fluctuation, photon statistics

### 二、緣由與目的

基於個人的研究能力與興趣, 在過去的幾年裡一直從事非線性動力學方面的研究。所以在”混沌之用之研究”三年計畫結束後, 在89年8月1日起到92年7月31日從事”雷射系統之非線性光學動力學, 量子漲落與混沌之研究”。這些計畫的目的除了希望能就個人所長在學術研究上能有突破外, 另一方面也是訓練學生, 除此之外也企求個人的突破。

因SARS之故原定參加之國際會議無法成行, 為節省經費故延期至92年10月31日, 以善用得來不易的經費支援。

### 三、結果與討論

在國科會經費支援下, 我們從2000年到2003年論文發表如下, 其中部份或有其它計畫(如太空計畫)支援, 但國科會的經費支援確是不可或缺, 扮演極其重要如救

火隊的角色。

(\*號者為我的學生)

65. Y-C Huang\*, Y-J Hsu\*, J-S Lih\*, J-L Chern, Transmission Characteristics of Deformed Split-Ring Resonators, **Japan J. Appl. Phys. (Letter)** (accepted, in press)
64. A-Chuan Hsu\*\*, Y-K Cheng\*, K-H Chen\*, J-L Chern, S-C Wu, C-F Chen, H. Chang, Y-H Lien and J-T Shy, Far-Infrared Resonance in Split Ring Resonators, **Japan J. Appl. Phys. (Letter)** (accepted, in press)
63. J.L. Chern, R.R. Hsu, H.T. Su, L. C. Lee, S.B. Mende, H. Fukunishi, and Y. Takahashi, "Global Survey of Upper Atmospheric Transient Luminous Events on the ROCSAT-2 Satellite," **J. Atmos. Terr. Phys.** 65(5), 647-659 (2003).
62. T.-S. Lim\*, J.-L. Chern and K. Otsuka, Higher-order photon statistics of single-mode laser diodes and microchip solid-state lasers, **Optics Lett.** 27, 2197-2199 (2002)
61. T-S. Lim\*, J.-L. Chern, and K. Otsuka, Relative intensity fluctuations of single-mode class B lasers, **Optics Lett.** 27, 1037-1039 (2002)
60. A-C. Hsu\*, C.-F. Ho\*, and J.-L. Chern, Tilting tolerance analysis of broadband polarization-preserving beam displacer, **Applied Optics**, 41, 5956-5962 (2002)
59. J.-L. Chern, S.-L. Hwang\*, A-C. Hsu\*, and K. Otsuka, Mode part ion noise and chaos: an experimental exploration in a multimode microchip Nd:YVO<sub>4</sub> solid state laser, **Chinese J. of Phys.** 40, 288-295 (2002)
58. J.-L. Chern, T. Kubota, T.-S. Lim\*, and K. Otsuka, 2002, Stokes-like emissions from laser-diode-pumped Nd-doped solid-state lasers, **J. of Optical Society of America (JOSA) B**, 19, 1668-1675 (2002),
57. K.-H. Chang\*, A.-C. Hsu\*, and J.-L. Chern, 2002, Comment on "phase-shifting shearing interferometer," **Optics Lett.**, 27, 509-510 (2002),
56. J.-S. Lih\*, J.-L. Chern and K. Otsuka, 2002,

Joint time-frequency analysis of synchronized chaos, **Europhys. Lett.**, 57, 810-816

meta-materials , **Phys. Rev. Lett.** (in revision)

55. J.-L. Chern, C.-C. Li\*, and S.-H. Tseng\*, 2002, Blind phase retrieval and source separation of electromagnetic fields, **Optics Lett.** 27, 89-91
54. T.-H. Yang\*\*, T.-S. Lim\*, J.-L. Chern, and K. Otsuka, 2001, Non-stationary characteristics of instability in a single-mode Nd:YVO<sub>4</sub> laser with fiber feedback, **European Physics J. D**, 15, 365-371
53. T.-S. Lim\*, T.-H. Yang\*\*, J.-L. Chern, and K. Otsuka, 2001, Phase-noise-driven Instability in a single-mode microchip Nd:YVO<sub>4</sub> laser with feedback, **IEEE J. Quantum Electron.** 37, 1215-1225
52. K. Otsuka, J.-Y. Ko\*, T. Kubota, S.-L. Hwong\*, T.-S. Lim\*, J.-L. Chern, B. A. Nguyen, P. Mandel, 2001, Instability in a Laser-Diode-Pumped Microchip Nd:YAG Laser in a  $\Pi$  Scheme, **Optics Lett.** 26, 1060-1062
51. K. Otsuka, J.-Y. Ko\*, S. Higashihara, and J.-L. Chern, 2001, Pulsations induced by quantum interference in a microchip solid-state laser operating on a  $\Lambda$  scheme, **Optics Lett.** 26, 536-538
50. S.-L. Hwong\*, J.-L. Chern, K. Otsuka, Y.-H. Huang, R. Kawai, and K. Ohki, 2000, 1.5  $\mu\text{m}$  emissions from laser-diode pumped Nd-doped microchip solid state lasers, **Optics Lett.** 25, 646-648
49. K. Otsuka, R. Kawai, S.-L. Hwong\*, J.-Y. Ko\*, and J.-L. Chern, 2000, Synchronization of mutually coupled self-mixing-modulated lasers, **Phys. Rev. Lett.** 84, 3049-3052

目前仍有論文送審中，部份如下：

- ✓ Y.-J. Hsu\* and J.-L. Chern, Transmission Characteristics of Smiling Pattern Resonators, **JJAP** (letter) (in review)
- ✓ S.-C. Chu\* and J.-L. Chern, Characterization of the Subwavelength Variation Signature from Far-field Irradiance, **Optics Lett.** (minor revision, resubmitted)J.-S. Lih\*, Y.-C. Huang\*,J.-L. Chern, Enhanced transmission through a subwavelength aperture in a metal foil by using a complementary patch, **Appl. Phys. Lett.** (in revision)J.-S. Lih\*, Y. S. Wang\*, M. C. Lu\*, M. C. Chen\*, Y. C. Huang\*, K. H. Chen\*, J.L. Chern and Li-E Li, “Breaking diffraction limit with

✓ **四、計畫成果自評**

我個人極其感謝國科會自然處的經費支援，這些年來的成果自評如下：

● **Laser Dynamics and Nonlinear Dynamics:**

先前研究成果主要在 Laser Dynamics 與 Nonlinear Dynamics。發表不少論文，其中有兩篇以成功大學名義發表之 Physical Review Letters，多篇 Optics Letters 及 Europhysics Letters。解決或發現諸如 Controlling chaos, Synchronized Chaos, Coding Chaos, Laser Instability 等課題或現象。在 Laser Dynamics 的合作者為日本東海大學大塚建樹教授(Prof. Kenju Otsuka)，在 Nonlinear Dynamics 主要是跟自己的學生或國內研究者。

● **New Laser Emissions**

我們的實驗發現用高功率半導體雷射打在 Nd-doped 微晶片(microchip)固態雷射可以產生 1.5mm emissions。是前人從未看過，論文發表在 2000 年的 Optics Letters。這個 Emission 目前歸諸於 Stokes-like emissions 屬於 phonon assisted laser。比較完整的工作則在 2002 年 9 月 JOSA B 刊出，這個工作仍是與其日本東海大學大塚建樹教授合作。大塚建樹教授 cross-check、驗證我們的發現。

● **Quantum Optics and Photon Statistics**

我們從二階到高階界定了單模半導體雷射與固態雷射的光子統計特性，實驗、理論解析與數值模擬全可兜在一起。發表了二篇 Optics Letters 我們所用的手法有異於傳統 雖是從 Fokker-Planck 方程出發，卻是用 Gaussian closure 關係，轉成 moment 方程，接下來用解析數論連分數手法往下求得解析解。解析數論連分數手法是我十多年前慣用的。這個工作仍是與其日本東海大學大塚建樹教授合作。

● **Signal Processing and Blind Deconvolution**

在未知信號分離領域中，Molegedy and Schuster 理論是用本徵值問題解法來處理未知信號分離。理論困難度高，與一般傳統統計作法或類神經網路作法均不同。我們找出最佳時間延遲參數如何決定，解決 Molegedy and Schuster 理論的一個重要問題，並延伸到混合電磁波中未知相位重現。論文發表在 2002 年 Optics Letters。這個工作是沒有國外合作者。我們並將其延伸到 Blind image separation and restoration 2002 年在 OSA annual meeting 上發表。1999 年與學生報名參加 Texas Instrument TI DSP(digital signal processor)比賽; 2000 年三月獲頒台灣區研究所組第一名，為舉辦九屆以來第一次給首獎。

● **光學設計及分析**

光學系統設計一般是作 lens design。我們的研究動機在於要對相關的光學系統有更深刻的了解，以求能有好的光源乃至對光訊號或影像作分析逆推物性。從而有進一步的設計與分析乃至突破。目前已有一篇 Optics Letters，一篇 Applied Optics 論文，兩篇在 SPIE proceeding 論文 (International Optical Design Conference 2002)。這個光學系統設計及分析工作是沒有國外合作者。另有數篇 lens 專利申請中。

● **微波光電子學**

微波光電子學的研究上主要是以 meta-materials 的研究為主線。目前在微波上可以探測 20GHz 以內響應(time domain 與 frequency domain)。沒有國外合作者。目前在 meta-materials、wide-band meta-materials、負折射率與繞射極限的突破已有初步結果。除了微波波段外，另外已在 10.6um FIR 波段作出 negative permeability, 1.5um 波段的實驗正進行中。

在 1998 年到 2002 年七月我任中華衛星

二號科學酬載紅色精靈計畫的總主持人。2002年8月我改任教交大光電所並卸下總主持人一職。中華衛星二號科學酬載紅色精靈計畫是個國際合作與國內跨校合作的計畫。我在任內的責任主要是維護整個計畫的運作，權衡輕重、確保計畫的成功。紅色精靈計畫科學酬載有一個 selectable 六個鏡片的 CCD 影像儀、兩個陣列式光譜儀(共 32 根光電倍增管)、光譜儀(含 6 根光電倍增管)與獨立於中華衛星二號的主控器。2003 年底科學酬載已完成。2003 年 12 月我的任務告一段落，計畫執行結束。

## 五、參考文獻

- [1] 行政院國家科學委員會，*專題研究計畫成果報告編寫須知*，民國八十二年十一月。