

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫三：強關聯系統中的相分離、電荷有序與 Kondo 效應

(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2112-M-009-015-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立交通大學物理研究所

計畫主持人：林俊源

計畫參與人員：張維仁，陳裕仁，蔡政益

報告類型：精簡報告

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 94 年 6 月 9 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫進度報告

## 子計畫三：強關聯系統中的相分離、電荷有序與 Kondo 效應(2/3)

計畫類別： 個別型計畫    整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2112-M-009-015

執行期間： 93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

計畫主持人：林俊源

共同主持人：莊振益、吳光雄、溫增明、郭義雄

計畫參與人員：張維仁、陳裕仁、蔡政益

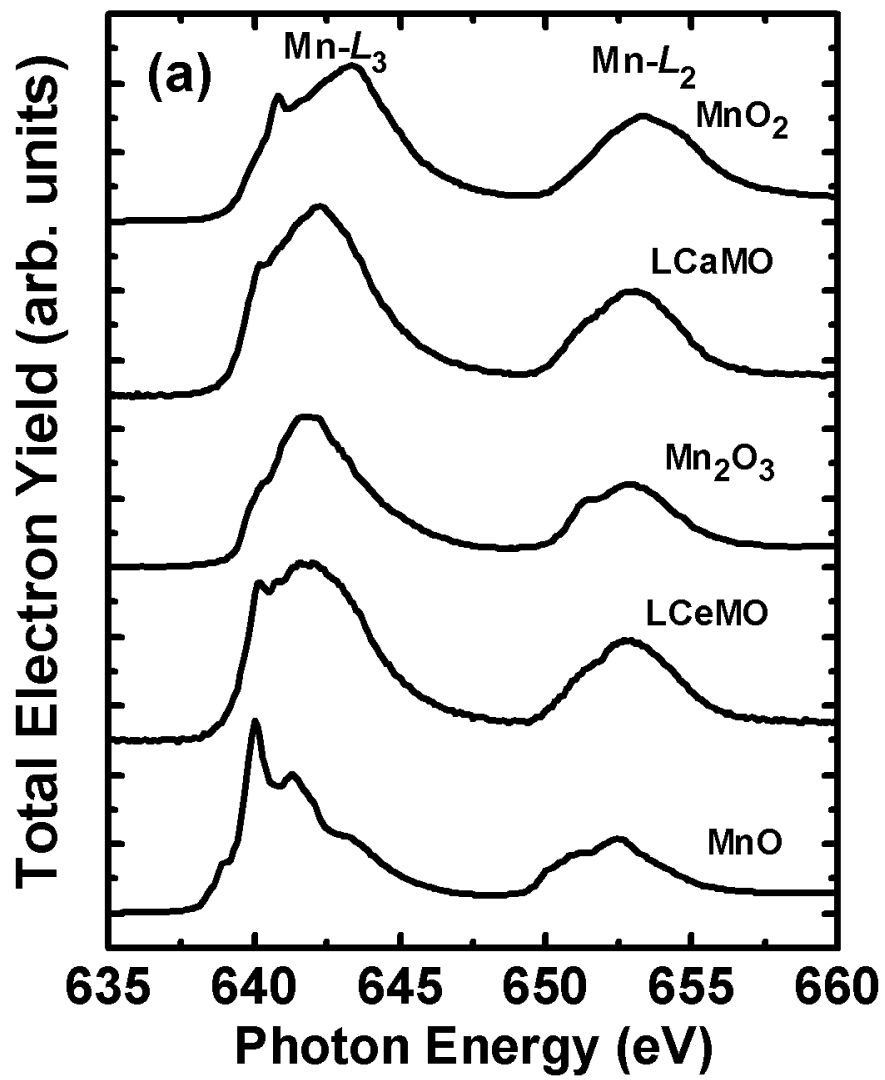
執行單位：國立交通大學 物理研究所

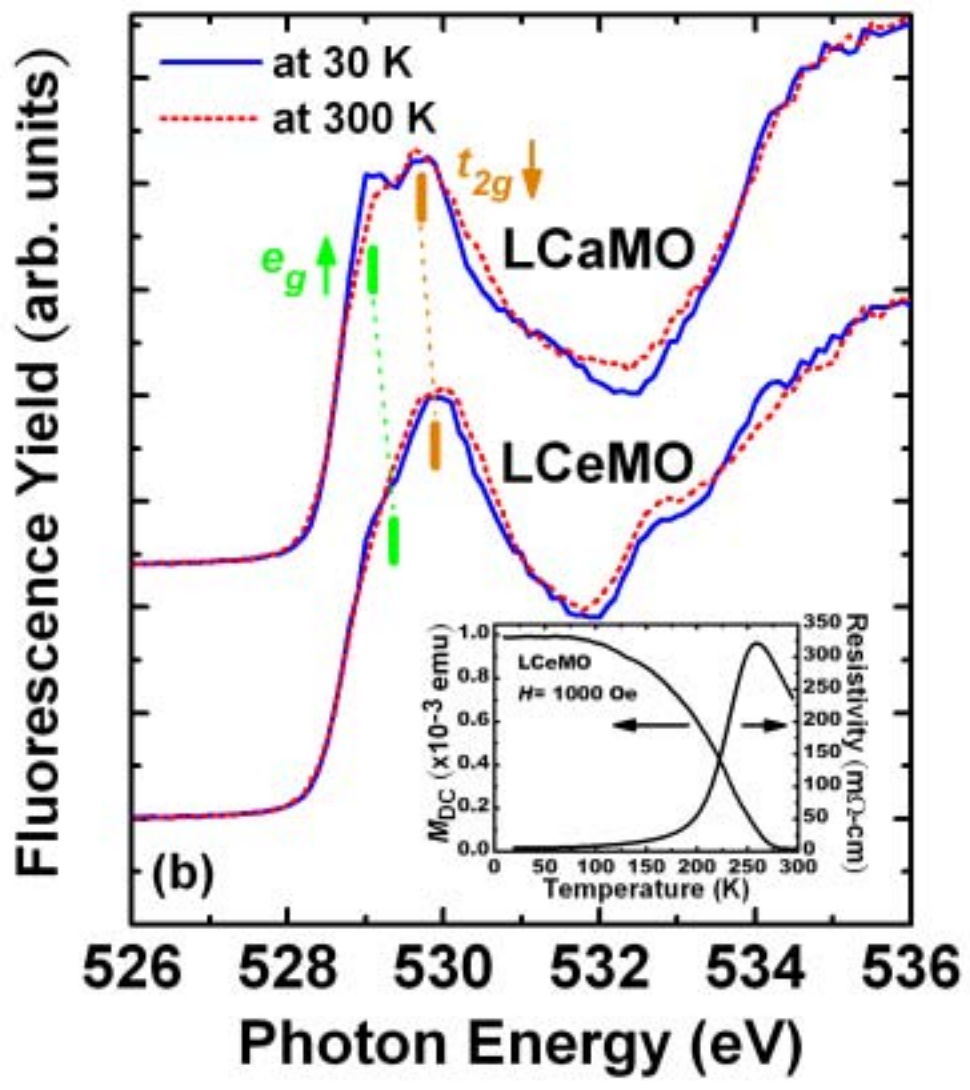
中 華 民 國    94 年    6 月    9 日

在 2004 這一年裏，我們集中研究  $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$  (LCeMO)、 $\text{LiTiO}_4$ 、 $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$  與 magnetic nanoparticles 等課題。茲分述如下。

### **$\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$**

$\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$  是一個 electron doping 的 CMR 錳氧化物，有別於一般的 hole doping 系統如  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 。單相的塊材 LCMO 並無法成長出來；最近幾年，研究者才於薄膜型式中生長出單相的 LCeMO。我們詳細的研究了高品質 LCeMO 薄膜所需要的生長條件，並由詳細的結構分析驗證了我們薄膜的 epitaxial growth [1]。我們也做了詳細的吸收光譜、傳輸特性、霍爾係數、磁性量測研究，初步由吸收光譜提供的 electron doping 證據已發表[2]，更詳細的結果也已送繳國際期刊 [3]。





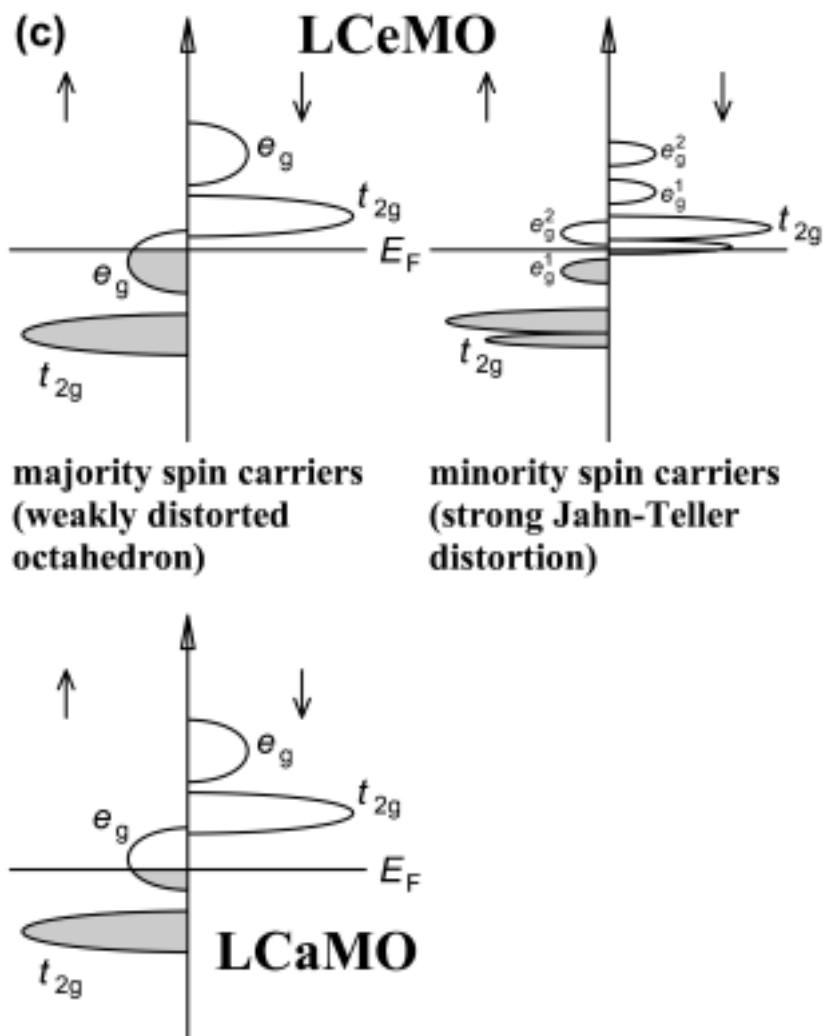


Fig. 1 (a) Spectra of Mn *L*-edge XAS by total electron yield. (b) Spectra of O *K*-edge XAS (by fluorescence yield) of LCaMO and LCeMO at 300 and 30 K, respectively. The absorption peaks at 529 and 530 eV indicate the unoccupied states of  $e_g\uparrow$  and  $t_{2g}\downarrow$  orbitals, respectively. Inset:  $\rho(T)$  and  $M(T)$  of LCeMO, showing the typical CMR magnetotransport characteristics. (c) Left: Schematic band diagrams describing the majority spin scenario for LCeMO (upper panel) and LCaMO (lower panel). Right: Schematic diagram, quoted from Ref. [4], leading to the minority spin carriers in LCeMO.

## LiTiO<sub>4</sub>

我們也對具 spinel 結構的 LiTiO<sub>4</sub> 進行了低溫比熱研究，除了確認 LiTiO<sub>4</sub> 確實是傳統的 *s*-wave 超導體，也首次揭發 LiTiO<sub>4</sub> 的電子具有 moderate coupling，也許不會完全吻合費米液體的特徵。[4]

## $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

我們也發表  $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$  超導態比熱的研究成果，確立了此新鈔導體的有序參數含有節線，且其磁場下的行為也被詳細研究。[5]預計此論文將對本課題將來的研究有重要影響。

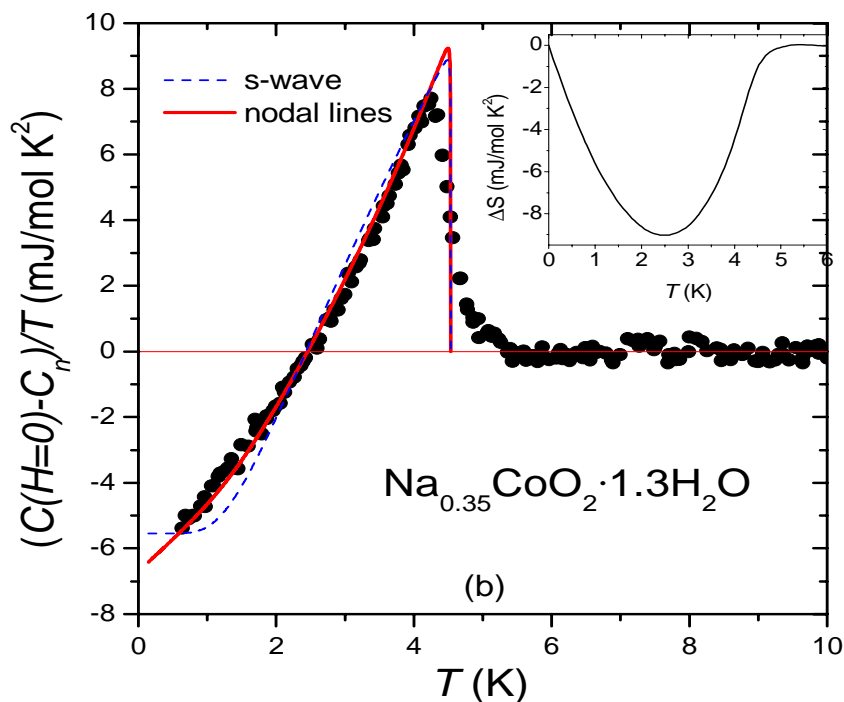


FIG. 2.  $\delta C/T \equiv C(H=0)/T - C_n/T$  vs.  $T$  for  $\text{Na}_{0.35}\text{CoO}_2 \cdot 1.3\text{H}_2\text{O}$ . The dashed and solid lines are the fits according to the isotropic s-wave and line nodal order parameters, respectively. Inset: The entropy difference  $\Delta S$  is calculated by integrating  $\delta C(T)/T$  with respect to  $T$  according to the data above 0.6 K and the solid line below 0.6 K.

## Magnetic nanoparticles

近幾個月，我們也開始應用吸收光譜與磁性量測的技術著手 magnetic nanoparticles 的研究，發現對 magnetic nanoparticles 的材料鑑定與物性探討有很大的幫助。這部分的後續發展值得期待。[6]

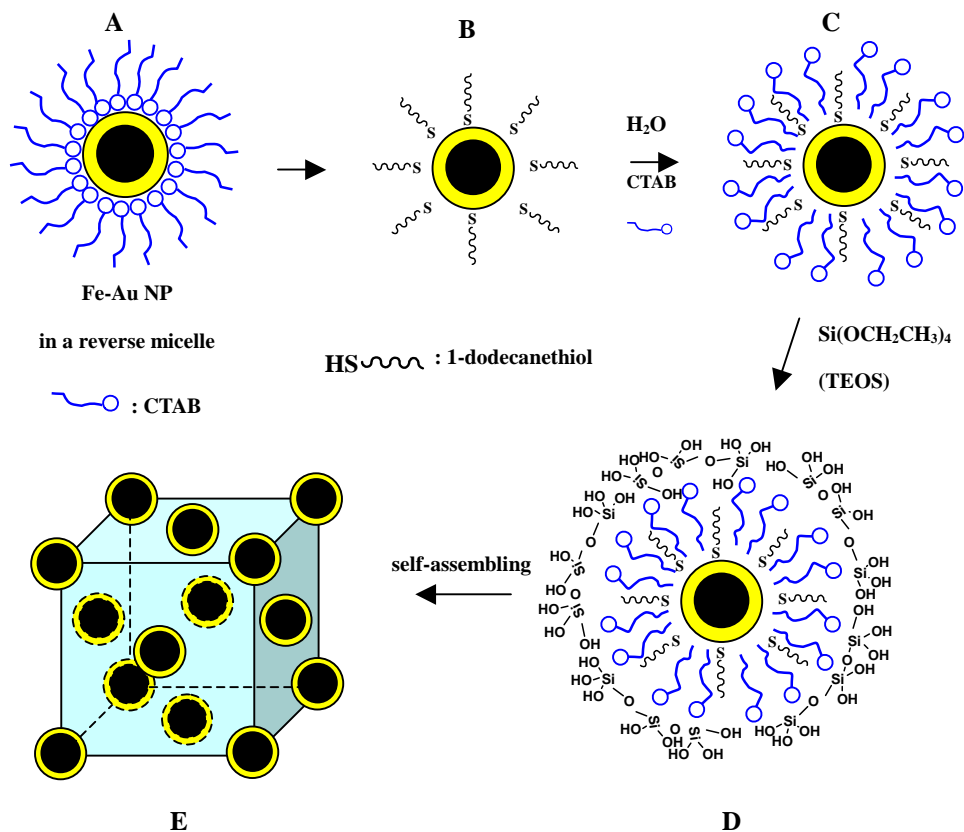
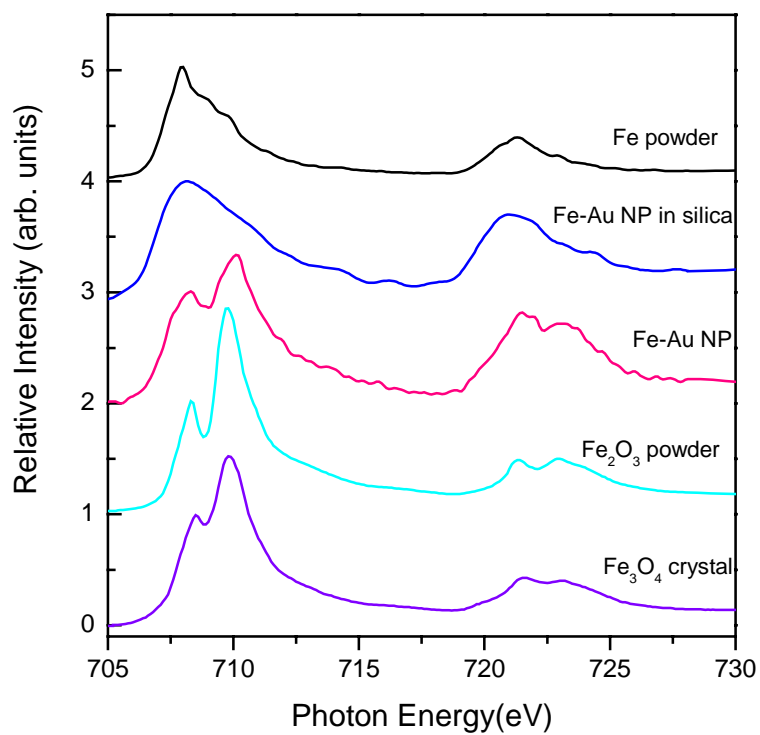


Figure 3. The synthetic strategy for preparing the Fe – Au NPs and the Fe – Au artificial crystal. (A) Fe – Au NPs synthesized using the reverse micelle scheme. (B) Surface modification of the nanoparticles with 1-dodecanethiol. (C) Nanoparticles encapsulated in surfactants (CTAB) to form water-soluble nanoparticles. (D) Directive sol-gel reaction with TEOS to self-assemble Fe – Au NPs in an ordered 3D structure. (E) Fe – Au NPs in a 3D face-centered cubic structure.





**Figure 2.** TEM image displaying the dispersed gold-coated iron nanoparticles. The inset presents an enlarged image of one nanoparticle to indicate the lattice image of the core.

## References

1. W. J. Chang, C. C. Chang, J. Y. Juang, K. H. Wu, T. M. Wen, Y. S. Gou, C. H. Hsu, and **J.-Y. Lin**, “Effects of compressive epitaxial strain on the magnetotransport properties of single-phase electron-doped  $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ ”, *Journal of Applied Physics* **96**, 4357 (2004).
2. **J.-Y. Lin**, W. J. Chang, J. Y. Juang, T. M. Wen, K. H. Wu, Y. S. Gou, J. M. Lee, J. M. Chen, “Spectroscopic evidence of electron doping in  $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ ”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **282**, 237 (2004).
3. W. J. Chang, J. Y. Tsai, H.-T. Jeng, **J.-Y. Lin**, Kenneth Y.-J. Zhang, H. L. Liu, J. Y. Juang, J. M. Lee, J. M. Chen, K. H. Wu, T. M. Uen, and Y. S. Gou, “Electronic structure and the transport properties of  $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ ”, submitted to *Physical Review Letters*.
4. C. P. Sun, **J.-Y. Lin**, S. Mollah, P. L. Ho, H. D. Yang, F. C. Hsu, Y. C. Liao, and M. K. Wu, “Magnetic field dependence of low temperature specific heat of spinel oxide superconductor  $\text{LiTi}_2\text{O}_4$ ”, *Physical Review B* **70**, 54519 (2004).
5. H. D. Yang, **J.-Y. Lin**, C. P. Sun, Y. C. Kang, and K. Takada, T. Sasaki, H. Sakurai and E. Takayama-Muromachi, “Evidence of nodal superconductivity in  $\text{Na}_{0.35}\text{CoO}_2 \cdot 1.3\text{H}_2\text{O}$ : a specific heat study”, *Physical Review B* **71**, 020504(R) (2005).
6. W. C. Chen, K. H. Wei, J.-Y. Huang, J. Y. Tsai, **J.-Y. Lin**, and J. M. Chen, “Preparation and self-assembly of Fe-Au core-shell magnetic nanoparticles into a three dimensional crystal in nanomagnetic applications”, submitted to *Journal of American Chemistry Society*.