

고려대학교 고분자 화학 연구실

소재지 : 서울 성북구 안암동 5가 126번지 고려대학교 (우 : 136-701)

연락처 : 고려대학교 고분자화학연구소

TEL : 02) 3290-4286, FAX : 02) 928-7387, Homepage : <http://chem2.korea.ac.kr/~jjjin>, <http://crm.korea.ac.kr/>

1. 연혁 및 현황

고려대학교 화학과에서 고분자화학 교육은 1960년대 중반에 서울대 화학과에 재직 중이던 고 장세희 교수가 강사로 잠시 유기화학 특강 교과목에서 강의한 것이 효시였으나, 고분자화학 전임 교수나 고분자화학 전공 대학원생은 없었다. 그러던 중 1974년 9월에 본인이 고려대 화학과로 귀국함에 따라 공식적 고분자 교육이 시작되었으며, 1975년 3월부터 석사과정을 시작으로 고분자화학 교육과 연구가 본 궤도에 오르게 되었다. 그러나 유기화학 전공에 속하였고 고분자 화학 석·박사 과정이 독립되지는 않았다. 지금도 석사과정은 유기화학 전공(물론 타 전공으로 입학하여도 고분자 화학을 전공할 수 있다)으로 되어있으며, 박사과정도 10여년 전부터나 독립되었다.

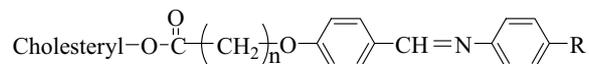
지금까지 130여명의 석·박사(그 중 30여명의 박사)가 배출되어 학계, 산업계, 출연 연구소, 개인 사업 등에서 기둥 역할을 하고 있다. 이수민(한남대), 심홍구(KAIST), 박유미(동아대), 금삼록(고려대), 조병욱(조선대), 이광섭(한남대), 정용석(충북대), 장진해, 최이준(금오공대), 박주훈(호서대), 이명수(연세대), 김준섭(조선대) 박사 등이 국내 학계에서 활약하고 있으며, 변희섭(뉴욕시립대), 정용운(Michigan 대), 유승주(Johns Hopkins 대), 이승욱(Univ. California-Berkeley) 박사 등이 미국 학계에서 교수로 활동 중이다. 산업계에서는 삼성, LG화학, 한화, 코오롱, LG필립스-LCD, LG전자, 도레이 새한, 금호화학, 한국타이어, SK 등에서 산업역군으로 활동 중이다. 또 현재 미국 및 유럽에서 유학 중이거나 연구생활을 하고 있는 출신도 15여명이나 된다. 이렇듯 많은 젊은이들이 고려대학교 화학과의 고분자 연구실을 거쳐 가는 동안 현재까지 360여 편의 학술논문을 국내외 학술지에 게재한 연구 결과를 낳았다. 현재는 박사과정생 3명, 석사과정생 3명, 연구교수 2명, 박사 후 연구원 2명이 연구하고 있다. 또한 작년 3월 1일자로 최동훈 교수가 고려대 화학과에 부임해 함께 고분자 교육·연구를 행하고 있으며 최동훈 교수 연구실에도 현재 석·박사 과정생 10여명이 연구하고 있으므로, 전체로 보면 20여명이 넘는 인력이 고분자 화학연구에 종사하고 있다.

또한 본인이 소장하고 있는 우수 센터 Center for Electro- and Photo-Responsive Molecules에 15명의 교수가 함께 연구하고 있으며, 미국, 일본, 프랑스, 중국, 베트남 등과 학술 교류 및 공동연구를 수행하고 있다.

2. 진행 중인 주요 연구

2.1 저분자 액정 및 액정 고분자

액정에 관한 연구는 본 연구실에서 지난 25년간 지속된 연구 내용으로, 특히 액정 고분자(LCP)는 본인이 한국에 1980년경 소개하였다. 현재 저분자 액정분야에서는 다른 메소젠기가 spacer를 통해 결합하고 있는 dimesogenic compound의 액정성을 체계적으로 연구하고 있다. 한 예를 아래에 보여주고 있다.



왼쪽의 콜레스테릴 구조는 키랄중심을 지니고 있으며 오른쪽 schiff base에는 그렇지 못한데 이 전체 화합물의 액정성은 두 구조가 각기 보여주고 액정성의 단순한 조합과 같을까 아니면 어떻게 다를까? 왜 그럴까? 등의 의문에 대한 답을 얻기 위한 연구를 진행하고 있다. 양쪽 메소젠기의 화학구조를 바꾸어 외부장이 배향속도에 미치는 영향, ferroelectric LC를 이용한 디스플레이 특성 연구 등이 진행되고 있다. 메소젠과 꼬리부분 R에 플로린(F)이 치환되면 액정성에 큰 변화가 유도됨을 발견해 그 까닭을 파헤쳐 나가고 있다. 최근 세계적 관심을 끌기 시작한 biaxial nematic 특성을 지니는 새로운 화합물의 합성 및 액정성 연구도 시작하고 있다.

액정 고분자 관련 연구에서는 polyoxetane을 주사슬로 하는 side group LCP에 관한 연구가 진행 중이다. 이들의 ferroelectricity

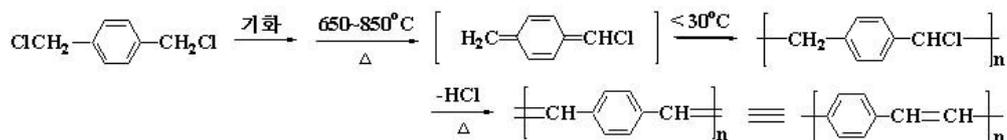
및 flexible 디스플레이와 관련된 연구가 주를 이루고 있다. flexible 디스플레이 관련 연구는 고려대 물리학과와 임동건 교수 연구팀과 함께 수행하고 있다.

2.2 Polyconjugated Polymer

지난 1980년대 중반부터 전도성 고분자에 관한 연구를 진행해 왔으나 최근에는 dendritic polyconjugated polymer 들의 luminescence에 관한 연구 및 불용·불용성 조성을 chemical vapor deposition polymerization(CVDP)법으로 합성하여 그들의 특성을 연구하고 있다.

CVDP법은 poly(arylenevinylene)을 나노 크기의 여러 모양(wire, tube 및 필름 등)으로 만들 수 있는 방법으로 polyconjugated polymer의 nanoscience에 중요한 자리를 차지할 것이 예상된다. 그러나 중합 메카니즘 및 합성된 고분자의 정확한 화학구조 및 morphology 구명에 훨씬 많은 연구가 요구되고 있다.

현재 이 연구에서 수행하고 있는 화학반응은 아래에 예로 보여준 바와 같이 겉보기에는 매우 간단하다. 용매 사용 없이 진공 line에서 끝까지 반응을 진행 시킬 수 있다.



그러나 가능한 부산물과 부반응이 최종 고분자의 구조를 복잡하게 만들 수 있으며, 반응성이 큰 퀴노디메타이드를 어떤 표면에서 중합시키는데 따라 얻어지는 고분자의 morphology가 크게 의존한다. 표면구조가 어떻게 morphology를 제어하는지 구명해야 하는 어려운 문제가 있다. 위 화학 구조 중 벤젠고리를 나프탈렌, 티오펜 등 다른 방향족 고리로 바꾼 중합체에 관해서도 연구가 진행 중이다.

이 중합법의 또 다른 매력은 합성된 나노크기의 고분자를 탄화시켜 여러 모양과 크기의 탄소소재를 합성하고 그를 기반으로 제2, 제3의 CVDP를 행해 복합구조를 쉽게 만들어 유용한 소자를 만들 수 있다는 점이다.

2.3 자기적 특성을 지닌 액정 고분자 및 Polyconjugated Polymer

여러 가지 전이금속 착물이 spin-crossover 현상을 보이며 이에 대한 연구는 미래 memory 기술 및 switching 기술과 관련되기 때문에 최근 들어 이들에 관한 연구가 매우 활발해 지고 있다. 본 연구실에서는 액정 고분자 및 발광성 고분자에 Fe(II) 등 전이금속 착물 구조를 부착하거나 혼합하여 가공이 가능한 자기특성, 기능성 고분자를 만들어 그들의 특성에 관한 연구를 진행하고 있다. 열(온도), 광선(UV, Vis, 발광), 자기적(스핀) 센싱 등이 복합적으로 관여하는 새로운 소자의 개념도 도입중이다.

2.4 DNA의 전·자기적 특성

DNA를 새로운 재료로 연구하는 그룹이 전 세계적으로 퍼지고 있으며, 초기에는 주로 염기쌍 형성을 이용한 self-assembly에 초점을 주었으나 분자전자학의 연구가 성숙해감에 따라 DNA 이중 또는 단독 나사선의 전기 전도성, 전하 운반체의 이동, 핵산염기 π-전자계를 통한 산화·환원 반응의 장거리 전달 등이 도처에서 연구되고 있다. 물론 DNA를 이용한 금·은 등의 나노입자 및 나노선의 합성 이야기는 이제 옛이야기가 되어 갈 정도로 이 분야 연구는 눈부신 속도로 발전하고 있다.

본 연구실에서는 천연 DNA(후에는 합성 DNA로 더 체계적 연구를 계획하고 있다.)를 i) 전이금속과 착물합성, ii) 안정한 자유라디칼의 intercalation, iii) 자기특성을 지니는 전이금속 착물의 intercalation을 행한 후 전기·자기적 특성을 연구하고 있다. 주로 자기적 특성 연구에 관심을 기울이고 있다. 아직 초기 단계이지만 매우 흥미 있는 현상이 관찰되기 시작하고 있다. 자기 특성 DNA를 이용한 nano 또는 micro array를 이용한 소자 구성도 연구 중이다.

2.5 전자빔을 이용한 탄소 나노 패턴

전자빔은 현재 사용하고 있는 UV빔을 대체할 차세대 반도체 나노패턴 형성방법으로 한 때 많은 관심을 끌었다. 주로 PMMA 계통 고분자가 e-beam에 매우 민감하여 연구의 대상이었다. 본 연구실에서는 e-beam을 고에너지원 및 환원성 전자의 소스로 사용하여 유기 화합물 및 고분자를 carbonization시켜, 전도성 나노패턴을 만드는 연구를 수행하고 있다. 폴리스티렌 및 aromatic conjugated polymer를 spin coating 한 후 e-beam을 조사하면 전기전도성이 우수한 탄소 패턴을 얻을 수 있으며 탄소패턴의 폭 20 nm 정도까지 비교적 쉽게 얻을 수 있다. 저분자 방향족 화합물은 vapor deposition 시킨 후 같은 방법으로 탄소화 및 나노패턴화가 가능하다. 화합물의 종류, e-beam의 에너지, 생성될 탄소의 구조분석, 전기전도성 등을 체계적으로 연구하고 있으며, 아울러 이들을 이용한 나노소자 특성도 연구 중이다.

3. 산·학 협동 연구

지난 여러 해 동안 LG Philips LCD 및 삼성종합기술원과 organic light-emitting diode(OLED) 및 polymer light emitting diode(PLED) 연구를 공동으로 수행 하고 있으며, 작년 하반기부터 LG 화학과 flexible LC display 공동 연구를 시작하였다.

한편 LG Philips LCD의 김창동 박사가 이끌고 있는 “21세기 프론티어 차세대정보디스플레이기술개발사업”의 과제 “대형 유기디스플레이”

레이 모듈기술개발” 과제에서 “OTFT 물질 재료 연구개발(active layer)”과 고려대학교의 신성태 교수가 책임을 맡고 있는 “LCD의 응답속도/시인성 개선을 위한 신 모드 개발” 과제에서 “액정연구”를 수행하고 있다.

4. 본 연구실의 연구내용 관련 대표적 주요 논문은 아래와 같다.

- 1) Electron magnetic resonance and SQUID measurement study of natural A-DNA in dry state, *Phys. Rev. B*, **73**, 224417 (2006).
- 2) Dimesogenic compounds consisting of cholesterol and fluorinated azobenzene moieties: dependence of liquid crystal properties on spacer length and fluorination of the terminal tail *J. Mater. Chem.*, **16**, 2289 (2006).
- 3) Memory Effect in Polymer Stabilized Ferroelectric Liquid Crystals, *J. Appl. Phys.*, **97**, 84907 (2005).
- 4) Ferroelectric Liquid Crystalline Polyoxetanes Bearing Chiral Dimesogenic Pendants, *J. Mater. Chem.*, **12**, 2225 (2002).
- 5) Synthesis and Luminescent Properties of Fluorene Copolymers Bearing DCM Pendants, *Macromolecules*, in press.
- 6) Preparation of PPV Nanotubes, Nanorods and Carbonized Products Derived Therefrom, *Nano Lett.*, **1(11)**, 631 (2001).
- 7) Photoconductivity of Single Bilayer Nanotubes Consisting of PPV and Carbonized PPV Layers, *Adv. Mater.*, **17**, 464 (2005)
- 8) Processable Magnetic Plastics Composites – Spin Crossover of PMMA/Fe(II) – Complexes Composites, *Synthetic Met.*, **142**, 243 (2004).
- 9) Electrical Transport Properties of Au-Doped DNA Molecules, *Jap. J. Appl. Phys.*, **44(4B)**, 2623 (2005).

<고려대학교 화학과 전자·광감응분자센터 교수 진정일, e-mail : jijin@korea.ac.kr,
최동훈, e-mail : dhchoi8803@korea.ac.kr>



진정일

1964 서울대 화학과(학사)
 1966 서울대 화학과(석사)
 1969 미국 뉴욕시립대(박사)
 1969~1974 미국 Stauffer Chem. Co.
 1974~현재 고려대학교 화학과, 부교수, 교수
 1979~1980 미국 University of Massachusetts Visiting Scientist
 1997 한국고분자학회 회장
 1997 영국 University of Cambridge, Visiting Scholar,
 미국 University of Massachusetts, MRSEC Visiting Professor
 1998~현재 Center for Electro- and Photo-Response Molecules 소장
 2000 대한화학회 회장
 2002~2004 고려대학교 대학원장
 2006~현재 IUPAC Polymer Division 회장



최동훈

1984 서울대, 섬유공학과(학사)
 1986 서울대, 섬유공학과(석사)
 1991 미국, The University of Michigan (박사)
 1991~1992 The State University of New York, Buffalo, Photonics Research Laboratory Postdoctoral Research Fellow
 1992~1995 한국과학기술연구원, 고분자설계연구소, 선임연구원
 1995~2005 경희대학교, 조교수, 부교수, 정교수
 2002~현재 객좌교수 Dalian University of Technology, China (Dept. of Chemical Eng.)
 2002~현재 University of Washington, Dept. of Chemistry: Research Associate
 2005~현재 고려대학교, 화학과, 부교수