지부회장 인사

대한수학회 산하 4개의 지역별 지부가 있으며, 인천·경기·강원지부는 "강원경기수학회", 영남지부는 "영남수학회", 전라·제주지부는 "호남수학회", 충청지부는 "충청수학회" 라는 학회명으로 각각 활동하고 있다.

강원경기수학회장 인사말

김광휘 교수
(강남대 응용수학과)

대한수학회 회원 여러분 안녕하십니까 ?

2013년부터 2014년 말까지 2년간 강원경기수학회장을 맡은 김광휘입니다.

본 기간 동안 강원경기수학회 임원으로 부회장에 박영호 교수(강원대), 이상구 교수(성균관대), 이정례 교수(대진대), 그리고 총무이사 조동현 교수(경기대), 재무이사 표재홍 교수(강원대), 감사에 천기상 교수(성균관대), 노재옥 교수(한림대), 편집위원장에는 이형천 교수(아주대)님께서 선임 되었습니다. 사업이사로는 김영기 교수(명지대), 정세화 교수(가천대), 함남우 교수(인천대), 김성수 교수(한양대), 손성익 교수(강릉원주대) 교수님들께서 임명되셨습니다.

강원경기수학회는 강원도, 경기도 및 인천지역을 기반으로 한 수학 학술연구자들의 모임체로서 1990년 태동하여 수리과학의 연구와 보급을 진흥하고, 학술문화의 발전에 기여함을 목적으로 순수학술 연구와 지역의 학문 발전에 기여하고 나아가 국가의 수리과학 연구에 그 일익을 담당하고 있습니다.

본 학회에서 발행하는 학회지 한국수학논문집(Korean Journal of Mathematics (KJM))은 학술진흥재단의 등재지로서 연간 4회(3, 6, 9, 12월)에 걸쳐 발행하며 현재 21호를 발행하고 있습니다.

논문집은 강원도, 경기도 및 인천 지역의 학문 발전에 크게 기여하고 있으며, 또한 다수의 신진 학자들의 등용문 역할을 담당하고 있습니다.

2014년부터 학술진흥재단의 등재 정책의 말소에 따라 본 학회의 임원들은 논문집을 SCOPUS에 Indexing 하는 것을 단기 목표로 준비하고 있으며, 현재 이를 위하여 한국과학기술정보진흥원(KISTI)과 함께 논문 투고시스템을 온라인화하고 Open Access를 통하여 보다 많은 독자들에게 연구결과를 알리고 피인용지수(impact factor)를 수월케 할 것입니다. 이를 위하여 모든 투고와 심사과정이 온라인에서 이루어져 보다 빠른 출판으로 즉시성(immediacy)을 향상시킬 것입니다.

본 학회의 학술회의는 년 1회로 통상 6월초에 개최하며 금년에는 강원대학교에서 개최될 예정입니다. 지난 12월 27에서 29일까지 중국 장수성수학회와 강원경기수학회가 공동 주관으로 "한중수학자 학술교류대회"를 중국 우시(Wuxi)의 강남대학교에서 개최되었고, 중국 지역방송에 방영되어 두 학회의 연구 활동이 소개되었습니다.

금년 6월 아시아수학학술대회(AMC)와 후년의 세계수학자대회(ICM)에 수도권에 소재한 강원경기수학회 회원들은 보다 적극적으로 참여하여 대회의 성공적 개최를 위한 일익을 담당 할 것입니다.

끝으로 저희 학회가 더욱 발전 할 수 있도록 여러분들의 옥고를 한국수학논문집(Korean Journal of Mathematics)에 투고하여 주시기를 부탁드리며 대한수학회 회원 여러분들의 건강과 학술적 성취가 더욱 빛나시길 기원합니다.

- 강원경기수학회 홈페이지
  http://www.kkms.org
- 학술지 투고
  http://www.kkms.org/journal (4월부터 가능)
  E-mail: kkms@kangwon.ac.kr KMS

영남수학회장 인사말

김도상 교수
(부경대 응용수학과)

존경하는 대한수학회 회원 여러분!

1981년 12월 발족한 부산경남수학회(초대회장: 엄장일 교수, 통합 전 20대 회장: 최용갑 교수)와 1990년 12월 발족한 대구경북수학회(초대회장: 채윤기 교수, 통합 전 10대 회장: 김영호 교수)가 지난 2009년 1월 “영남수학회(초대회장: 남영만 교수, 2대 회장: 천장호 교수)”로 발전적 통합을 하여 새롭게 출발을 하였습니다. 이번에 새로 영남수학회장을 맡게 된 김도상입니다. 먼저, 그동안 영남수학회의 기반을 구축하고 새로운 사업들을 통하여 학회의 지속적인 발전을 위해 헌신적인 노력을 하신 초대 남영만 회장님과 2대 천장호 회장님 그리고 임원 여러분들에게 감사의 말씀을 드립니다. 2013년 AMC와 2014년 ICM 개최를 앞둔 중요한 시기에 영남수학회의 회장으로 일하게 되어 개인적으로 영광이고 한편으로는 어깨가 무거움을 느낍니다. 우리 영남수학회가 지역을 넘어서 국내뿐만 아니라 국제적으로도 발전할 수 있는 학회가 되도록 최선을 다해 노력하겠습니다.

향후 2년간 영남수학회의 주요 사업과 업무를 간략하게 소개해드리겠습니다.

첫째, 2013년 정기총회 및 학술발표회는 부산 벡스코에서 개최되는 AMC 2013(6. 30~7. 4)의 바로 전날인 6월 29일(토) 부경대학교에서 개최될 예정이고, 2014년에는 대구·경북지역에서 개최될 예정입니다. 특히 2013년 정기총회 및 학술발표회는 AMC 2013에 참석하는 저명 학자들의 초청강연과 회원 여러분들의 학문적 발전, 상호 친교 및 AMC 2013 참석을 연계한 축제의 장이 될 수 있도록 준비를 하겠습니다.

둘째, 학회지인 East Asian Mathematical Journal (EAMJ)은 1기 회장단 때 학진 등재후보지로 선정되었고, 2기 회장단의 부단한 노력으로 학진 등재지가 되었습니다. EAMJ는 년 5회(1월, 2월, 5월, 8월, 11월) 발간되며, 2월과 8월은 수학교육과 관련된 논문을 발간하고 있습니다. EAMJ는 2013년 2월 현재 29권이 발간되고 있는 수학계에 역사가 깊은 수학 전문지로 인정받고 있습니다. 투고는 E-mail 주소 eamj.editor@gmail.com을 이용하면 되며, 빠른 심사를 거쳐 게재여부를 결정하고 있습니다. 향후 SCOPUS 등재를 비롯하여 보다 우수한 학술지로 거듭날 수 있도록 지속적인 노력을 경주하겠습니다.

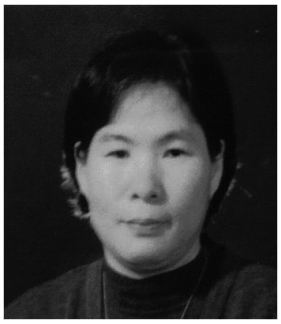
셋째, 대한수학회와 긴밀히 협조하여 영남수학회 회원들의 각종 위원회 활동, 학술회의 주관, 초청강연, 논문발표 및 참석 등을 통하여 AMC 2013과 우리지역 관련 ICM 위성학술회의(① ICM Satellite Conference 2014: The Fourth Asian Conference on Nonlinear Analysis and Optimization, 2014. 8. 5~8. 9, National Taiwan Normal Univ., 주관교수: 김도상, Mau-Hsiang Shih, Jein-Shan Chen ② ICM Satellite Conference on Differential Geometry and Related Fields: 2014. 8. 11~8. 12, 경북대, 주관교수: 서영진, 박정형, 이현진, P. Gilkey ③ 경주와 포항 공대에서 개최되는 5개의 회의 등)가 성공적으로 개최될 수 있도록 최대한 협조하겠습니다.

넷째, 재정 여건이 어렵지만 학회의 발전과 회원 여러분의 학문적 발전을 위하여, 필요시 주요 국제학술회의 개최를 위한 최소한의 경비를 지원하도록 하겠습니다.

끝으로, 제3기(2013~2014) 영남수학회 임원진을 아래와 같이 구성하였습니다. 우리 영남수학회의 사업과 업무가 원만하게 실행될 수 있도록, 회원여러분들의 적극적인 참여와 협조를 부탁드립니다.

- 회장: 김도상(부경대 응용수학과)
- 부회장: 이양(부산대 수학교육학과)
  김석찬(창원대 응용수학과)
  김용국(경북대 수학과)
  임대근(계명대 수학과)
- 총무이사: 조성진(부경대 응용수학과)
- 재무이사: 심효섭(부경대 응용수학과)
- 감사: 이재운(영남대 수학과)
  김관수(영남대 수학과)
- 편집이사: 김종규(경남대 수학교육학과, 편집위원장)
  김현민(부산대 수학과)
- 분과이사: 박상원(동아대 수학과, 대수학)
  최준상(동국대 수학교육학과, 해석학)
  정일효(부산대 수학과, 해석학)
  윤대원(경상대 수학교육학과, 기하학)
  이상율(부산대 수학과, 위상수학)
  김용구(영남대 통계학과, 확률론)
  김한두(인제대 응용수학과, 응용수학)
  김영옥(경남대 수학교육학과, 수학교육)
  김혜경(대구가톨릭대 수학교육학과, 전산수학) KMS

호남수학회장 인사말



김선아 교수
(조선대 수학과)

존경하는 대한수학회 회원 여러분,

2013년~2014년 호남수학회장을 맡은 김선아 입니다. 저의 임기동안 호남수학회를 이끌어갈 임원으로 부회장에 방은숙 교수(제주대), 이상철 교수(전북대), 주형관 교수(전남대), 총무이사에 홍성금 교수(조선대), 감사에 송석준 교수(제주대)와 이대웅 교수(전북대)가 임명되었고, 년 4회 발간하는 호남수학학술지 편집위원장으로 조명현 교수(원광대), 편집총무이사로 김준희 교수(원광대)가 임명되었습니다.

호남수학회는 수학연구를 진흥하여 전라제주 지역에 보급하고 나아가 과학전반의 제부문과 협력하

여 학술문화 발전에 기여함을 목적으로, 대한수학회 지부 중 가장 먼저 1979년에 설립되어 35년의 역사를 가지고 있습니다. 1979년 5월 25일에 열렸던 제1회 정기총회 및 학술발표회를 시작으로 전북, 제주, 전남광주 지역 소재 대학을 순회하면서 매년 정기총회 및 학술회의를 개최하고 있습니다. 호남수학회에서는 호남수학학술지(Honam Mathematical Journal)와 Korean Annals of Mathematics 등 2종의 학술지를 발간하는데, 호남수학학술지는 년 4회(3월 25일, 6월 25일, 9월 25일, 12월 25일), 그리고 Korean Annals of Mathematics는 년 2회(5월 25일, 11월 25일) 영문으로 발간하고 있습니다. 발간 학술지중 한국연구재단의 등재학술지인 호남수학학술지는 2012년 12월 현재로 34권을 발행했으며 AMS에 review되며 학회 공식 홈페이지와 MathSciNet에서 원문이 제공되고 있습니다. Korean Annals of Mathematics는 29권까지 발간되어 두 학술지 모두 역사와 전통을 자랑하고 있습니다. 위 두 저널은 연구비 사사표시가 없는 논문의 경우 게재료(page charges, offprint charges)를 받지 않고 심사를 거쳐 2개월 이내에 게재여부를 결정하여 빠른 시간 안에 출판되는 장점을 가지고 있기도 합니다.

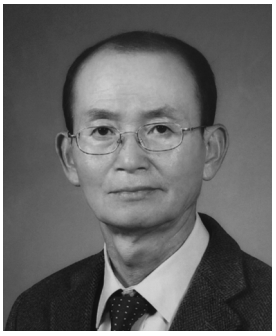
한편, 격년으로 개최되고 있는 국제학술회의는 2012년에는 제주대학교 수학과 주관으로 열렸고, 2014년에는 순천대학교 수학교육과 주관으로 개최될 예정입니다. 2014년 국제학술대회를 준비하기 위해 국제학술대회 조직위원장에 김동수 교수(전남대)를 선임하였습니다. 또한 각 분과위원장으로는 대수학 분과-임복희 교수(전남대), 위상수학 분과-이대웅 교수(전북대), 해석학 분과-김남권 교수(조선대), 기하학 분과-김동수 교수(전남대), 응용수학 분과-오춘영 교수(전남대), 수학교육 분과-신보미 교수(전남대)를 선임하여, 2013 호남수학회 학술회의와 2014 국제학술대회를 차분히 준비해 나갈 예정입니다. 특히 금년에는 학술지투고를 Online 시스템으로 전환하여 호남수학학술지에 투고를 원하는 교수님들께 투고에서부터 심사결과까지 처리과정 및 결과를 신속하게 알려드릴 수 있도록 할 예정입니다. 앞으로 호남수학학술지가 SCOPUS에서 요구하는 국제적인 형식을 갖추어 국제적으로 인정받을 수 있도록 하는 것이 목표입니다.

대한수학회의 김명환 회장께서 대한수학회 조직에 지역균형발전 위원회를 두고 지부 활성화에 역점을 두고 계신만큼 타지역 수학회와도 서로 긴밀하게 협조하고 여러 회원교수님들께서 호남수학회에 애정과 관심을 가지고 적극적으로 참여하실 수 있도록 학술회의에 수학대중화 강연을 확대하고 수학체험 부스 등을 운영할 계획입니다.

또한 호남수학회는 금년 6월 부산 벡스코에서 열리는 AMC와 2014년 8월 서울 ICM 대회를 성공리에 치를 수 있도록 대한수학회를 적극적으로 돕겠습니다. 역대 호남수학회를 이끌어 오신 선배 교수님들의 노력과 열정, 그리고 호남수학회의 역사에 누가 되지 않도록 학회를 한층 발전시켜야하는 책임감으로 학회를 활성화하는데 노력하겠습니다.

- 호남수학회 공식 홈페이지
  http://www.honammath.or.kr
- 호남수학학술지 투고 E-mail 주소
  hms@honammath.or.kr
  honam@wonkwang.ac.kr KMS

충청수학회장 인사말



존경하는 대한수학회 회원 여러분, 저는 충청수학회 14대(2013~2014) 회장을 맡게 된 이계성입니다.

충청수학회는 1987년에 대전 및 충청남북도 소재의 교육 및 연구기관에서 수학교육 및 연구에 종사하는 수학자, 수학교사들의 연구발표, 학술교류 및 수학교육연구를 위해 창립하였으며, 2013년 올해로 27년의 역사를 갖게 되었습니다. 회원은 현재 36개의 대학교의 교수, 1개의 국가수리과학연구소 교수, 중고등학교의 교사를 포함한 200여명의 정회원과 50여명의 석박사 과정의 학생회원으로 구성되어 있습니다.

현 14대 충청수학회 임원진은 회장인 저와 부회장으로 이승호 교수(목원대), 이석종 교수(충북대), 총무 및 재무이사로 김학만 교수(충남대), 감사에 김성숙 교수(배재대), 양계탁 교수(건양대), 그리고 충청수학회회지 편집위원장에 구남집 교수(충남대), 편집간사에 박진해 교수(충남대)로 구성되어 있습니다. 또한 윤리위원회가 별도로 구성되어 있습니다.

충청수학회에서는 1987년 5월 창립총회 및 연구발표회를 시작으로 매년 5월 대전, 충남 및 충북지역 소재의 교육기관을 순회하며 정기 학술발표회를 가져왔습니다. 2013년에는 제26회 정기연구발표회로 5월 11일(토) 대전에 소재한 한남대학교에서 개최될 예정입니다. 정기연구발표회는 충청수학회 회원이 아니어도 발표를 할 수 있습니다. 발표논문의 초록은 다음의 E-mail 주소로 보내주시면 되겠습니다.

- 학회 E-mail 주소 jcms@ cnu.ac.kr 혹은
- 총무 김학만 교수 E-mail 주소 hmkim@cnu.ac.kr

또한 저희 충청수학회 인터넷 홈페이지를 방문하시면 더 자세한 정보를 얻으실 수 있습니다.

충청수학회에서 발행하는 학술지인 충청수학회지(Journal of the Chungcheong Mathematical Society)는 1988년 제1권 발간을 시작으로 1999년 12권까지 연 1회 발간하였고, 2000년 13권부터 2005년 18권까지는 년 2회 발간하였습니다. 그리고 2006년부터는 연 4회로 증편하여 2013년 현재 26권 1호가 발간되었습니다. 2012년 25권부터는 각 호별 발행일자가 2월, 5월, 8월, 11월 각 15일로 결정되어 현재에 이르고 있습니다. 투고는 학회 e-mail 주소로 하시면 되겠습니다.

이번 대한수학회 회장이신 김명환 교수님께서 수학분야의 발전을 위해 지역학회 발전에도 많은 관심을 가지시고 계시고, 각 지역 학회장들도 이에 공감하여 서로 협력하기로 하였으니 우리나라 수학분야가 더욱 발전하기를 기대해 봅니다. 한편 여기에 저의 작은 힘이나마 보탤 수 있어 기쁘게 생각하며, 충청수학회 발전에 더욱 노력하겠습니다.

- 학회 E-mail: 주소
  jcms@cnu.ac.kr
- 충청수학회 인터넷 홈페이지
  http://www.ccms.co.kr KMS

기획기사

2012년 아벨상 수상자의 업적

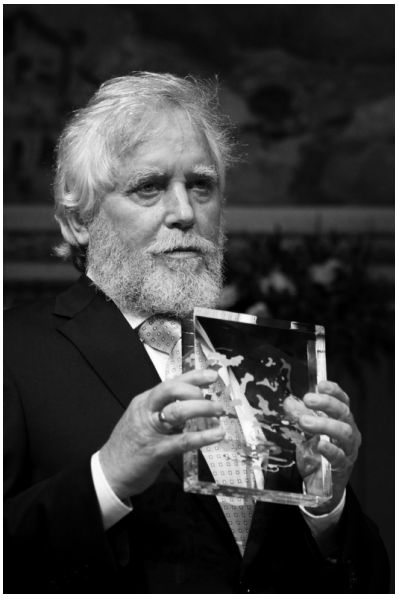
-헝가리 출신 수학자 세머레디 교수-

엄상일 (카이스트)

저자주: 본 글은 2012년 3월 23일 한겨레 <사이언스온>에 투고한 "불규칙에서 규칙성을 찾은 수학자, 아벨상 수상자로" 원고를 본지에 맞게 조금 다듬은 것이다.

헝가리 출신 수학자이며 현재 미국 Rutgers 대학에 재직 중인 세머레디 교수(Endre Szemerédi, 72)가 수학계의 노벨상이라고 할 수 있는 아벨상 2012년 수상자로 결정되었다. 아벨상은 수학자 아벨의 이름을 따서 노르웨이 왕실에서 매년 매우 큰 업적을 남긴 수학자에게 수여하는 상으로, 6백만 노르웨이 크로네, 원화로 약 12억 원의 상금이 있는 명예로운 상이며 2003년에 첫 상이 수여되었다. 2014년에 서울에서 열릴 세계수학자대회(ICM)에서 수여되는 필즈상은 40세 이하의 수학자만 받을 수 있지만, 아벨상은 노벨상처럼 나이 제한이 없다.

세머레디 교수의 전공분야는 이산수학 혹은 조합수학이라 불리는데, 특히 극단 조합론(Extremal Combinatorics) 분야를 많이 연구하였다. 수많은 공저자를 가진 수학자로 잘 알려진 에르디시(Paul Erdős, 1913~1996)의 영향으로 헝가리 수학자들이 전통적으로 강한 분야이다.



시장식장에서 세머레디 교수
<사진출처: www.abelprisen.no/en/>

200여 편의 논문을 쓰고 아울러 70이 넘은 지금도 여전히 연구에 매진하는 세머레디 교수의 연구결과를 모두 소개하는 것은 매우 어렵다. 하지만 수학의 다른 분야에 비해 상대적으로 이산수학의 문제들은 풀기는 매우 어렵더라도 누구나 쉽게 이해

할 수 있는 경우가 많다. 이 글에서는 세머레디의 가장 잘 알려지고 중요한 업적인 등차수열이 있을지에 관한 연구와 그 과정에서 파생되었으나 수많은 응용을 낳은 "규칙성 보조정리"라는 것에 관해 다루고자 한다.

■ 긴 등차수열 찾기

3, 6, 9, 12, 15 나 5, 8, 11, 14 처럼 같은 수를 계속 더해서 나오는 수들을 나열한 것을 등차수열이라고 한다. 이제 철수와 영희가 다음과 같은 게임을 한다고 하자.

> 1 부터 15 까지 수 중 1/3 을 영희가 마음대로 뽑았을 때 그 중에 3 개의 서로 다른 수로 이루어진 등차수열이 있으면 철수가 이기고, 그러한 등차수열이 없으면 영희가 이긴다.

예컨대 영희가 2, 4, 5, 8, 12 를 뽑는다면 이 중에 4, 8, 12 가 길이가 3 인 등차수열이 되므로 영희가 지게 되지만, 1, 3, 6, 7, 10 을 뽑는다면 여기에는 길이가 3 인 등차수열이 없어서 철수가 이기게 된다. 어쨌든 이 경우 영희 입장에서는 1, 3, 6, 7, 10 만 뽑기만 하면 이길 수 있으니 철수에게는 매우 불리한 게임이다.

철수를 위해서 이번에는 15 를 100정도의 큰 수로 바꿨다고 생각해보자. 이때는 철수가 이길 수 있을까? 100도 부족하다면 그보다 훨씬 더 큰 충분히 큰 수 N으로 바꾼다면 철수가 이길 수 있을까?

영국의 수학자인 로스(Klaus Friedrich Roth, 87)는 1953년에 N이 충분히 크다면 이 게임에서는 항상 철수가 이긴다는 것을 증명하였고, 이 업적으로 1958년에 필즈상을 받았다. 로스는 심지어 1/3 대신 1% 든 0.001% 든지 아무리 작은 비율로 게임을 만들더라도 N이 충분히 크기만 하다면 1 부터 N까지의 수 중에서 그 비율의 수를 아무렇게나 뽑더라도 그 수 중에는 길이 3 인 등차수열이 있어서 철수가 이기게 된다고 증명하였다.

세머레디는 1975년, 이 로스의 결과에서 3 을 10 이든 10000 이든 어떤 수로 바꿔도 N만 더 크게 잡으면 된다는 것을 증명하였다. 예를 들어 1 부터 N까지 수 중에 0.1% 를 어떻게 뽑던지 간에 N이 충분히 크기만 하다면 길이가 100인 등차수열이 반드시 있다는 것이다.

이 문제는 원래 헝가리의 두 수학자 에르디시와 튜란(Pál Turán, 1910~1976)이 1936년에 물어본 것인데, 세머레디가 증명하기 전까지 무려 39년 동안 미해결 문제로 남아있었다. 놀라운 점은 이 세머레디의 증명은 복잡하고 기발하지만, 현대수학의 깊은 지식이 없이도 읽을 수 있을 정도의 코시 슈바르츠 부등식과 수학적 귀납법처럼 기본적인 수학만 사용한다는 것이다.

영국 캠브리지 대학의 그린 교수(Ben Green, 35)와 미국 UCLA의 타오 교수(Terence Tao, 37)는 세머레디의 아이디어를 확장하여 2, 3, 5, 7, 11 과 같은 소수들의 수열에는 원하는 길이의 등차수열이 항상 있다는 것을 증명하였다. 이 결과는 타오 교수가 2008년에 필즈상을 받을 때 언급된 중요한 업적 중 하나이다. 이처럼 세머레디의 결과는 현재까지도 많이 연구되고 다뤄지는 중요한 연구들의 시금석이 되었다.

■ 아무리 불규칙해보여도 충분히 크기만 하면 피할 수 없는 규칙이 있다

숫자를 많이 모으기만 해도 원하는 길이의 등차수열이 항상 있다는 세머레디의 결과는 이산수학에서 알려진 다른 여러 결과들과 유사한 점들이 많다. 예를 들어 충분히 많은 점을 찍으면 그 점 중에 100개를 잘 뽑으면 그 점들로 만들어지는 100각형의 모든 내각이 180^o보다 작게 만들 수 있다거나, 충분히 많은 수를 나열하면 그 중에 점을 잘 뽑으면 증가하거나 감소하는 수 10 개짜리 부분수열을 만들 수 있다거나 하는 식의 정리들은 20세기 초반부터 알려져 있었다.

세머레디의 다른 중요한 업적으로 흔히 "세머레디의 규칙성 보조정리(Regularity Lemma)"라고 불리는 것이 있다. 이것은 앞에 설명한 등차수열에 관한 결과를 증명하는데 사용된 것인데 이산수학,

정수론, 에르고딕 이론, 이론 전산 분야에 많은 파급 효과를 가지고 왔다.

이산수학 특히 그래프이론에서 흔히 다루게 되는 그래프라는 것은 꼭짓점들과 그 꼭짓점을 잇는 선으로 구성된 수학적 대상인데, 그래프이론에서는 그 선이 어떻게 구부러지는지에 관심있는게 아니라 꼭짓점 어느 것과 어느 것이 이어졌는지에만 관심을 갖는다. 예를 들어 수도권 지하철 노선도를 나타낼 때 실제 역의 위치를 그대로 지도에 그리는 것이 아니라 지하철역을 점으로 표시하고, 두 역이 이웃해 있으면 선으로 잇는 방식으로 간단한 그림으로 표현한다. 이렇게 하여 역과 역의 연결 관계를 손쉽게 파악할 수 있고 갈아타는 역을 쉽게 찾을 수 있다.

세머레디의 규칙성 보조정리는 이러한 그래프에 관한 정리이다. 아주 대충 이 정리의 특수 경우를 설명하자면, 꼭짓점이 충분히 많은 모든 그래프는 꼭짓점들을 10가지 부류로 비슷한 크기로 잘 나누되, 서로 다른 부류에 속한 꼭짓점들 사이에 있는 선은 대부분의 경우 마치 두 부류 사이에 선이 생길 확률을 미리 정해놓고 그 확률에 맞게 주사위를 던져 선을 그은 것에서 많이 벗어나지 않는다는 식이다. 물론 10을 다른 숫자로 바꾸는 것도 가능하다. 이것을 이용하면 꼭짓점 수가 충분히 큰 모든 그래프에 대해 대략의 구조가 항상 존재한다는 것을 알 수 있어서 이것을 이용하여 수많은 문제들이 해결되었다.

이 규칙성 보조정리는 현재도 수많은 응용과 확장, 다양한 증명방법이 연구되고 있고 특히 알고리듬 분야에 생각하지 못한 파급효과를 만들어내고 있다.

[역대 아벨상 수상자들]

연도	수상자	수상 이유 인용
2003	Jean-Pierre Serre	"위상수학, 대수기하학, 정수론을 포함한 수학의 많은 분야에서 현대적인 형태를 형성하는데 결정적인 기여를 한 그의 공로를 기려"
2004	Michael Atiyah	"위상수학, 기하학, 해석학을 한데 모은 index 정리의 발견과 증명, 그리고 수학과 이론물리학을 연결하는 새로운 고리를 찾아내는데 뛰어난 역할을 한 그들의 공로를 기려"
	Isadore Singer	
2005	Peter Lax	"편미분방정식의 이론과 응용, 그리고 그 해의 계산에 신기원을 이룬 그의 공헌을 기려"
2006	Lennart Carleson	"조화해석학과 매끈한 동력학계론에 심오하고 중대한 그의 공헌을 기려"
2007	Srinivasa S. R. Varadhan	"확률론, 특히. 큰 편차의 통합이론의 기초를 닦은 그의 공헌을 기려"
2008	John G. Thompson	"대수학, 특히, 현대군론을 형성하는데 그들의 심오한 성과를 기려"
	Jacques Tits	
2009	Mikhail Gromov	"기하학 분야에 그의 혁명적 공헌을 기려"
2010	John T. Tate	"정수론 분야에 광대하고 지속적인 그의 영향을 기려"
2011	John Milnor	"위상수학, 기하학, 대수학 분야에 개척적인 발견을 한 그의 공로를 기려"
2012	Endre Szemerédi	"이산수학과 이론전산학 분야의 기초를 닦은 그의 공헌과 이러한 공헌의 가법수론과 에르고드 이론 분야에 심오하고 지속적인 영향을 기려"

출처: http://en.wikipedia.org/wiki/Abel_Prize KMS

수학
에세이

매듭이론의 과학에의 응용

-프리온 분자모델과 마음의 모델을 중심으로-

Akio Kawauchi (Osaka City Univ.) 저
장연희 (Nara Women's Univ.) 역

편집주: Akio Kawauchi 교수는 일본 오사카시립대학교 수학과 교수이며, 오사카시립대학교 수학연구소 OCAMI(Osaka City Univ. Advanced Mathematical Institute)의 소장이다. 매듭이론 분야의 대표적 수학자인 그가 일본수학회 소식지인 『數學通信』에 기고한 일본어 원문을, 일본 나라여자대학교 장연희 교수에게 번역을 의뢰하여 본지에 소개한다.

원문: 『數學通信』 vol.14 (4) (2009), pp.26-45

매듭이론이란 학문이 있다는 것을 1971년에 테라사카 교수님의 기하학 강의에서 처음 배웠을 때부터, 필자는 매듭에 흥미를 가지고 연구를 해왔다. 테라사카 교수님은 실제로 끈을 사용해 매듭을 만들어서 수업을 하셨는데, 그런 인상 덕분에 매듭이론이 수학뿐만이 아닌 다른 요소들도 포함하고 있다고 느끼고, 매듭의 수학에 관한 연구 외에도 여러 학문과의 관계에 관해서도 흥미를 갖고 탐구해 왔다.

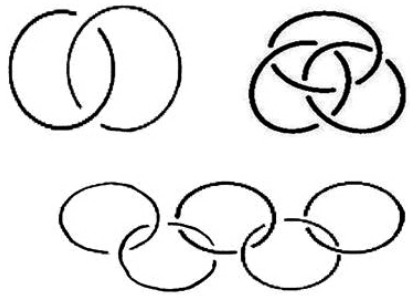
이 글의 내용 구성은 우선 매듭, 고리, 공간그래프의 수학과 과학에 대해, 구체적인 예에 기초해 설명하기로 한다. 그 다음에 매듭이론의 과학에의 응용의 예로 프리온 단백분자모델의 매듭이론과 '마음'의 모델의 매듭이론-마음의 상태를 그림으로 표시하는 시도-에 대해 해설하겠다.

〈그림 1.1〉 묶이지 않음(왼쪽), 한겹 묶기(가운데), 8자형 묶기(오른쪽)

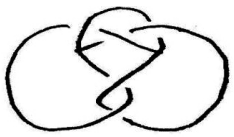
〈그림 1.2〉 자명한 매듭(왼쪽), 트레포일 매듭(가운데), 8자형 매듭(오른쪽)

1. 매듭, 고리, 공간 그래프의 수학과 그 과학적 의미를 생각하기

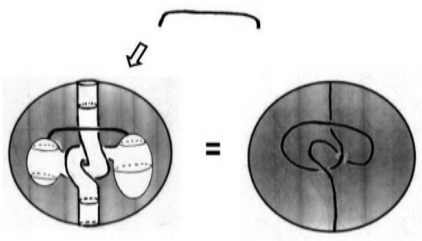
매듭이란, 3차원 공간 안의 한 줄의 끈의 상태를 말한다 (<그림 1.1>). 수학에서는 매듭을 양 끝이 연결된 끈으로 생각한다 (<그림 1.2>). **고리**란, 몇 개의 양 끝이 연결된 매듭의 모임이다 (<그림 1.3>). 또, **공간그래프**란, 3차원 공간 안의 그래프로, 고립된 꼭짓점(차수 0의 꼭짓점)과 하나의 변에만 연결된 꼭짓점(차수 1의 꼭짓점)을 가지지 않는 것을 말한다 (<그림 1.4>).



<그림 1.3> 호프 고리(위의 왼쪽),
보로미안환(위의 오른쪽),
올림픽 마크(아래)



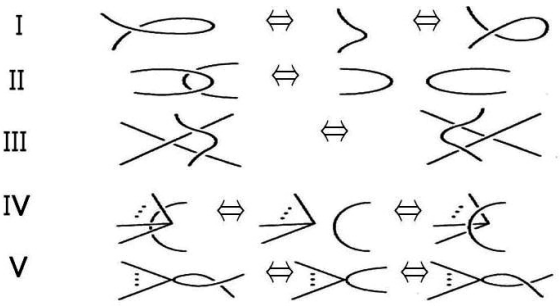
<그림 1.4> 키노시타의
θ곡선



<그림 1.5>

수학에 있어서 매듭이론이란 매듭, 고리, 또는 공간그래프의, 대상으로서는 같지만 배치가 다른 경우 그 차이를 수학을 사용해 연구하는 학문이다.[1] 양 끝이 있는 끈의 매듭, 양 끝이 있는 끈을 포함하는 고리, 또는 차수 1의 꼭짓점을 갖는 공간그래프를 생각하는 경우도 있는데, 그 때는 그것들이 어떤 3차원 폐영역에 들어있고, 또한 양 끝이 모두 그 영역의 경계상에 있다고 생각한다면, 이 또한 매듭이론으로서 의미를 갖는다 (<그림 1.5>).[2] 이와 같은 3차원 폐영역과 양 끝을 갖는 매듭, 고리 또는 차수 1의 꼭짓점을 갖는 공간그래프의 쌍은 **탱글**이라 불리며, 매듭이론의 연구에 있어서 유용한 개념이다. 역사적으로 매듭이론은 토폴로지(위상기하학)의 한 분야로 여겨져 왔는데, 그 이유로는 2개의 주어진 매듭, 고리 또는 공간그래프가 같다고 하는 조건이 연속적인 일대일대응(위상동형사상)이라는 토폴로지의 용어로 주어지는 점이 크다. 여기서는, 다음의 정의에 따라서 이야기를 계속하기로 한다.

정의: 2개의 주어진 매듭(또는 고리, 공간그래프)이 같은(동형인) 매듭이란, 그 둘을 (늘이고 줄이거나 변형가능한 끈으로 보고) 실뜨기를 하는 요령으로 같은 모양으로 변형할 수 있을 때를 말한다. 다시 말하면, 그 둘을 (늘이고 줄이거나 변형가능한 끈으로 보고) 유한번의 라이데마이스터 이동(<그림 1.6>)에 의해 변형할 수 있을 때를 말한다.



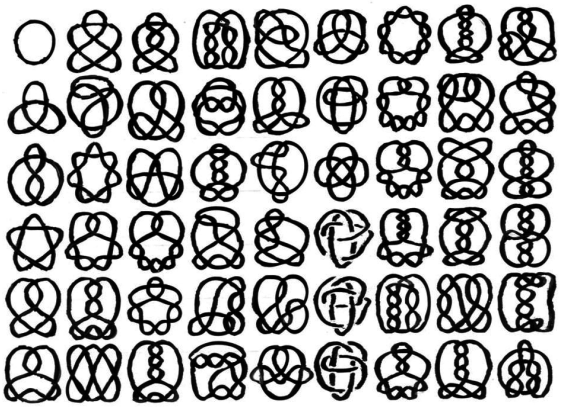
<그림 1.6> 라이데마이스터 이동

수학의 연구로서 매듭이론의 주요 목적은 다음과 같다.

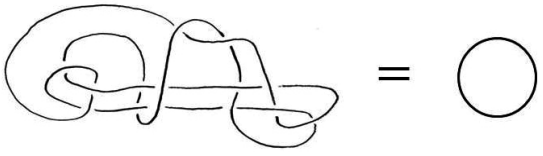
(1) 어떤 매듭, 고리가 있는지를 연구해, 그들을 중복 없이 열거하는 것

(2) 2개의 주어진 매듭, 고리가 같은(동형인)지 어떤지를 판정하는 것

'중복 없이 열거하기'란, 예를 들면 <그림 1.7>과 같은 표를 작성하는 것이다. <그림 1.8>의 왼쪽 그림의 매듭은 오른쪽 그림의 매듭과 동형인 자명한 매듭이다. 만약 이 사실을 미리 알고 있지 않다면, 어떻게 이 매듭이 자명한 매듭임을 알 수 있을까? 이 물음에 대해 생각해 보면, 주어진 매듭이 자명한 매듭인지 어떤지를 판정하는 것만으로도 매우 어려운 문제라는 것을 깨달을 것이다. 같은 매듭이라면 같은 값을 갖는, 계산 가능한 위상 불변량의 개발이라는, 수학에 의한 고찰이 필요한 이유가 여기에 있다.



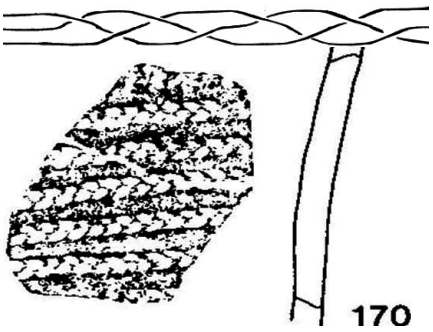
<그림 1.7> 매듭 표 (동형인 것, 거울상에 동형인 것, 소가 아닌 것을 제외한다)[3]



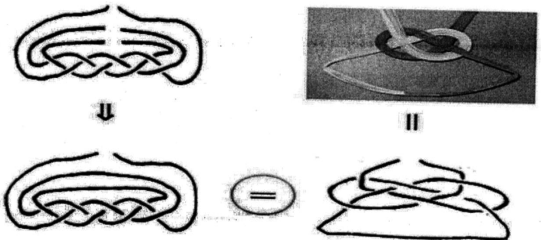
<그림 1.8>

매듭이 문화인류학과도 관계가 있다는 예로, 땋음의 특별한 경우에 해당하는 세줄땋기를 생각해 보자.

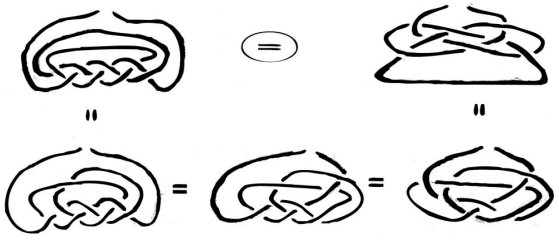
예: 세줄땋기 (죠몬토기에서도 나타난다) <그림 1.9>는 죠몬시대의 토기에서 탁본을 뜬 것을 복사한 것인데, 세줄땋기가 확실하게 보인다. 세줄땋기의 수법에 의해, 짧은 끈으로부터 길고 튼튼한 끝을 만들 수 있는데, 적어도 죠몬시대에는 그런 기술이 알려져 있었다는 것을 이 죠몬토기로부터 알 수 있다. 또한, 이 세줄땋기를 <그림 1.10>과 같이 연결하면, 예로부터 선물의 장식으로 사용되는 '미즈비키' 의 매듭을 얻는다. 이것은 예로부터 일본에는 매듭의 문화가 있었다는 증거라고 생각할 수 있다. 이 이야기의 어디가 수학인가 하면, <그림 1.10>에 ◯로 표시한 부분과 같은 동형을 찾아내거나, 그것을 증명하거나 (또는 동형이 아닌 것을 보이거나) 하는 것이 매듭의 수학이다. 실제로 이 동형은 <그림 1.11>과 같이 (양 끝 부분의 영역을 움직이지 않고) 변형하여 보일 수 있다.



<그림 1.9> 홋카이도 에니와시 유칸보시 E8 유적 B 지점에서 출토 (죠몬시대 전기)[4]



<그림 1.10>



<그림 1.11> ◯ 부분의 동형의 증명

<그림 1.12> 체인

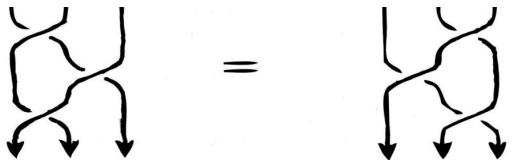
그럼, 과학에 있어서의 매듭이란 무엇인가에 관해서 생각해 보자. **수학에서는 끈이란 선**을 말했지만, 과학에 있어서는 **끈으로 볼 수 있는 대상이 끈**이라 할 수 있을 것이다. 예를 들면, <그림 1.12>의 체인은 고리라고 생각할 수도 있고, 또 한 줄의 끈이라고 생각할 수도 있다. 과학에 대한 이해가 깊어지면 끈으로 볼 수 있는 대상도 더욱 많아진다. 점의 시간에 대한 궤적을 생각하면 선이 되고, 또 선의 시간에 대한 궤적을 생각하면 면이 되므로, 과학에 있어서의 매듭의 연구 대상은 3차원 공간(3차원으로 본 우주) 안의 '끈'과 4차원 공간(시공간) 안의 '곡면'이라 할 수 있고, 과학에 있어서 매듭의 수학의 역할로서 다음의 2가지 점을 들 수 있다.

(1) 각각의 과학에 있어서 주어진 조건 하에, 어떤 식으로 얽히는 것이 가능한가를 연구해, 중복 없이 열거하는 것

(2) 2개의 끈(또는 곡면)이 얽힌 채로 주어졌을 때, 그 둘이 같은지 다른지를 판정하는 것

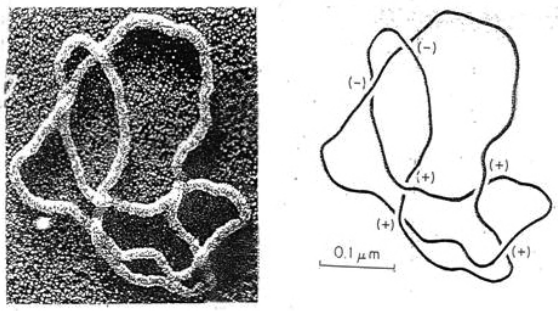
과학에 있어서의 끈(매듭, 고리, 공간그래프)의 예를 보기로 하자.

예: 양-박스터 방정식 <그림 1.13>은, 평면상을 충돌 없이 움직인 3개의 입자의 시간에 의한 변화의 궤적 사이의 등식, 양-박스터 방정식(행렬의 방정식으로 표현된다)을 나타내는데, 그 해로부터 존스 다항식 등의 매듭, 고리, 또는 공간그래프에 대한 위상 불변량이 얻어지는 것이 알려져 있다.[5]



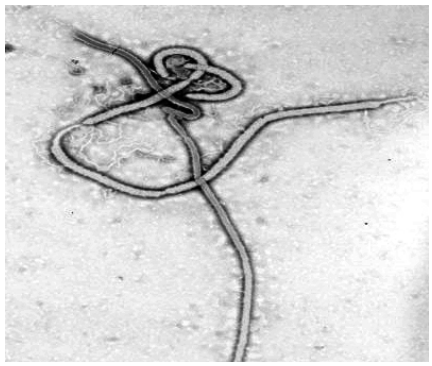
<그림 1.13> 양-박스터 방정식

예: DNA 매듭 DNA(데옥시리보 핵산)를 한 줄의 끈이라 보면, 인간의 DNA는 양 끝이 있는 긴 끈이다. 바이러스나 박테리아의 경우에는 <그림 1.14>와 같이 양 끝이 연결된 끈이 되는 경우도 있다.



<그림 1.14> 환 모양의 DNA
(게재하는 데 있어 N. R. Cozzarelli에 감사드린다.
참조: S. A. Wassermann, J. M. Dungan, N. R. Cozzarelli, Science 229(1985), 171-174)

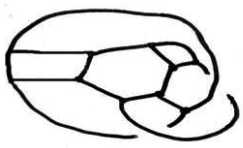
예: 끈 모양의 바이러스 <그림 1.15>의 에볼라 출혈열 바이러스는 끈 모양의 RNA(리보 핵산) 바이러스로 알려져 있다. 에볼라 출혈열은 사망률이 높은 질병이다.



<그림 1.15> 에볼라 출혈열 바이러스
(http://www.scumdoctor.com/Japanese/disease-prevention/infectious-diseases/virusebola/Pictures-Of-The-Effects-Of-Ebola.html 참조)

예: 분자의 입체 구조 원자를 점으로 나타내고, 원자의 결합을 선으로 나타내면, 분자는 **분자그래프**라 불리는 매듭, 고리나 공간그래프로 볼 수 있게 된다 (<그림 1.16>). 호프 고리(<그림 1.4>)의 분자 $H_{34}C_{66}O_2$는 1960년에 처음 합성된 연결되어 있지 않고 분리할 수도 없는 분자로, **카테난**이라 불린다.[6] 이는 3차원 공간 안에서 비로소 의미를 갖는 분자이다. 최근에 전자현미경 등의 과학기술의 발전에 의해 매듭이론의 연구 대상으로서 흥미로운 분자가 잇달아 합성되었다. 트레포일 매듭

(<그림 1.3>)의 분자도 합성되었고,[7] 보로미안환 (<그림 1.3>)의 분자도 합성되었다.[8] 봉 모양의 분자가 환 모양의 분자에 <그림 1.17>과 같이 박혀서 양 끝이 고정되어 빠질 수 없게 된 **로탁산**이라 불리는 흥미로운 분자도 있다 (원의 숫자가 2개 이상일 때는 **폴리로탁산**이라 부른다).[9] 많은 수의 폴리로탁산이 배치된 상태에서 환 모양의 분자를 연결하여 새로운 분자가 구성되는 구조인 **록탁산 네트워크**나 보다 일반적인 **분자기계**는 매듭이론의 지식을 활용하는 것이 기대되는 합성과학의 연구분야라 생각된다.[10] 분자그래프의 얽힘이 다른 것을 명확히 구별하는 것의 중요성으로 혈액형, 약의 효과, 단백질의 아미노산 배열 등이 잘 알려져 있다. 예를 들면, 아미노산에는 서로 거울상의 관계에 있는 두 종류가 있는데, 그 중 한 종류로부터 펩티드 결합에 의해 얻어지는 끈 모양의 분자가 **단백분자**라는 것이다. 수학에 있어서의 **공간그래프의 카이럴리티 문제**, 즉 주어진 공간그래프와 그 거울상이 동형인지 아닌지를 판정하는 문제는, 화학에 있어서도 중요한 문제다 (<그림 1.18>).

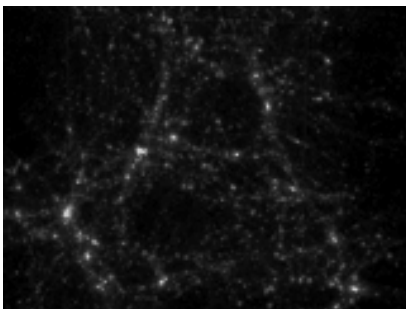


<그림 1.16> 분자그래프

<그림 1.17> 폴리로탁산

<그림 1.18> 방향이 주어진 호프 고리를 포함한다는 이유로 카이럴인 공간그래프의 예

예: 우주의 대규모 구조 토폴로지는 거리와는 관계없는 개념이므로, 미크로의 세계와 마크로의 세계에서 유사성이 있어도 이상할 것이 없다. 우주의 대규모 구조에 대해서도 최근에 알려졌다. 은하를 점이라 하고 3차원 우주 안에 배치해 보면 흥미로운 것이 보인다. 은하 전체는 은하단을 꼭짓점으로 하는 그물코 형태의 공간그래프를 형성하고 있으며, 또한 초은하단은 필라멘트 모양의 벽을 구성하고 있다 (<그림 1.19>).[11]



<그림 1.19> 국립천문대 4차원 디지털 우주 프로젝트 제공

지금까지 서술한 과학으로서의 끈의 예가 보여주고 있는 것은

삼라만상의 기본에는 매듭이 있다!

라는 생각이다. 과학에 있어서 매듭이론이란, 기본이 되는 수학의 매듭이론 위에 서서 다음의 질문에 대답하는 것이라 할 수 있다.

질문: 3차원 우주 안의 끈으로 볼 수 있는 것(또는 시공간 안의 곡면)에 대해, 어떤 식의 얽힘에 대해 수학적인 이론 전개가 가능한가?

이 질문에 관한 구체적인 예로, 2절에서는 프리온 분자 모델에 대해서, 3절에서는 '마음'의 모델에 대해서, 이론 전개를 생각해 보기로 한다. 매듭이론이 여러 방면으로 적용될 수 있는 가능성을 독자들이 느낄 수 있다면 좋겠다.

2. 프리온 단백분자 모델의 매듭이론

단백분자는 아미노산 배열로 구성된 끈이라 생각할 수 있다. 프리온의 이상에 의한 질병, **프리온병**은 소의 경우에는 광우병, 염소의 경우에는 스크레이피, 인간의 경우에는 크로이츠펠트-야콥병 등으로 불리는데, 모든 포유류에 대해 비슷한 질병이라고 알려져 있다. 프리온병을 일으키는 원인은 알려져 있지 않지만, 1997년에 노벨 의학-생리학상을 수상한 스탠리 B. 프리즈너 이론에서는, 프리온 단백분자의 입체구조가 일으키는 질병이라고 말한다. 알려져 있는 프리온 단백분자의 성질을 여기에 열거한다.[12)]

프리온 단백분자의 성질:

(1) 전구적 프리온 단백분자(<그림 2.1>)는, N말단이 없어져서 성숙형(정상형) 프리온 Pr^{PC} 또는 이상형 프리온 PrP^{SC}로 변한다.

(2) 성숙형 프리온 Pr^{PC}과 이상형 프리온 PrP^{SC}으로부터 2개의 이상형 프리온 PrP^{SC}이 생성된다.

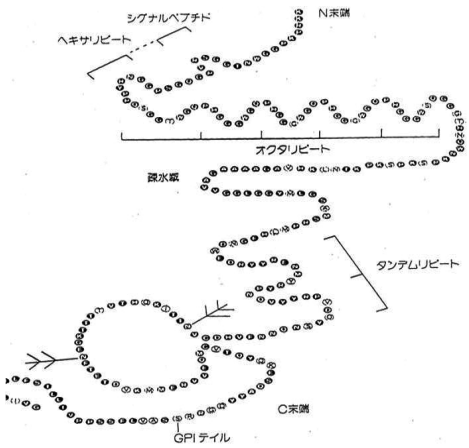
(3) 성숙형 프리온 Pr^{PC}과 이상형 프리온 PrP^{SC}의 1차 구조는 같고, 그 주된 차이는 입체구조에 있다.

(4) 성숙형 프리온 Pr^{PC}의 α-헬릭스는, 이상형 프리온 PrP^{SC}에서는 β-시트로 변해 있다.

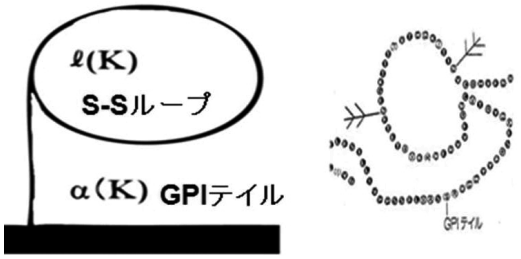
(5) 한 군데 S-S 결합부가 있다.

전구적 프리온 단백분자는, 전체가 우물 정자 모양으로 고정되고 양 끝도 고정되어 있지만, 성숙형 프리온 Pr^{PC}과 이상형 프리온 PrP^{SC}에서는 <그림 2.1>의 위쪽(N말단)이 제거되어, 특히 이상형 프리온 PrP^{SC}에서는 흩어진 상태가 된다. 성숙형 프리온 Pr^{PC}에서도 이상형 프리온 PrP^{SC}에서도 그렇지만, 아래쪽(C말단)은 세포막에 닻을 내린 형태로 연결돼 있다. 프리온에 관한 매듭이론의 문제로, 다음은 흥미로운 문제라 할 수 있겠다.[13)]

문제: 프리온 단백분자는 얽히기 쉬운가?



<그림 2.1> 전구적 프리온 단백분자
(야마우치-타테이시 감수, 슬로우 바이러스 감염과 프리온, 근대출판(1995) 참조)



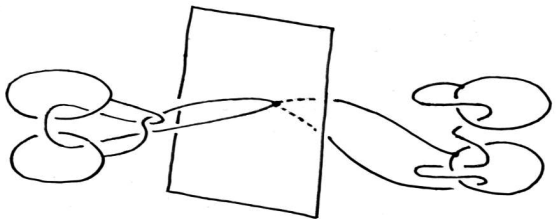
<그림 2.2> 프리온 스트링

<그림 2.3> 프리온 탱글을 공간그래프라 생각하자

프리온 단백분자의 모델로, 하나의 자명한 매듭인 루프(**S-S루프**)와 한 줄의 끈(**GPI테일**)로 구성되는 공간그래프로, 3차원 공간의 하반공간(검은색 부분)과 연결된 것(**프리온 스트링**)을 생각하자 (<그림 2.2>). 여기에 주목하는 이유는, 여기가 프리온 코어에 해당하는 부분이고, 감염가가 프리온 코어의 농도와 비례하는 등 프리온 코어에 문제가 있어 보이기 때문이다. <그림 2.3>의 왼쪽 그림과 같은 몇 개의 프리온 스트링의 모임을 **프리온 탱글**이라 한다. 이것을 수학적으로 다루기 위해 <그림 2.3>의 오른

쪽 그림과 같은 공간그래프(**프리온 그래프**)로 생각한다. 프리온 탱글의 얽힘의 의미를 확실히 하기 위해 다음의 개념을 준비한다.

정의: 프리온 탱글 T가 프리온 탱글 T_1과 T_2의 **분리합**이란, T를 프리온 그래프라 생각했을 때, 평면에 의해 T_1과 T_2의 프리온 그래프로 나눠질 때를 말한다 (<그림 2.4>). **분리가능한 프리온 탱글**이란 어떤 분리합과 동형인 프리온 탱글을 말하며, **분리불가능한 프리온 탱글**이란 분리가능하지 않은 프리온 탱글을 말한다.



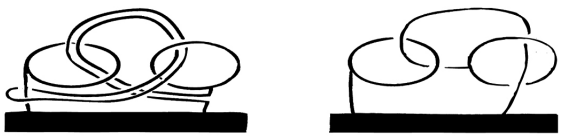
<그림 2.4>

예를 들면, <그림 2.3>의 왼쪽 그림의 프리온 탱글은 분리가능하다. 다음과 같은 분리불가능한 프리온 탱글의 존재는 필자의 결과로부터 알 수 있다.[14]

정리: 두 개의 임의의 (분리가능 또는 분리불가능한) 프리온 탱글 T_1과 T_2의 분리합이 주어졌을 때, T_1과 T_2에 동형인 것을 합병한 프리온 탱글 $T_1 \cup T_2$로, 분리불가능한 것이 무한개 존재한다.
특히,
- I형: T_1또는 T_2에 포함되는 GPI 테일끼리의 한 번의 교차교환
- II형: T_1또는 T_2에 포함되는 GPI 테일과 S-S 루프의 한 번의 교차교환

의 어느 쪽을 사용해서든 그것들을 구성할 수 있다 (<그림 2.6>).

<그림 2.5> 교차교환



<그림 2.6> 분리 불가능한 프리온 탱글의 예, 왼쪽: I형, 오른쪽: II형 (II형은 요시다 카요에 따른다)[15]

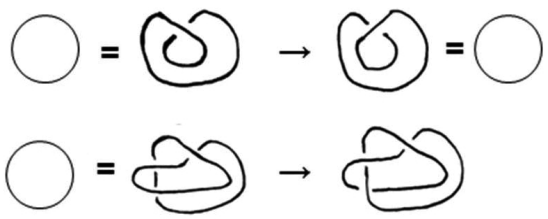
프리온 그래프의 분류 문제는, 분류가 실행 가능해 보이는 매듭이론의 문제이다.

3. 마음의 모델의 매듭이론
- 마음의 상태를 그림으로 나타내보기

마음을 매듭을 이용해 그림으로 나타내 보는 것도 좋지 않을까 하고 생각한 이유를 하나 들자면, 일상생활에서 성격, 인격이나 마음의 상태를 끈에 비유해 표현하는 경우가 많으므로, 이러한 경험상 매듭을 이용해 마음을 표현해도 모순이 생기기 어렵다는 점을 들 수 있다. 예를 들면, **순진한(곧은) 성격, 비뚤어진(꼬인) 성격, 마음의 실, 마음과 마음이 이어지다, 마음의 응어리가 풀리다, 사람들과 얽히다**,…. 그 외에도, B. Stewart와 P. G. Tait이 1984년에 저술한 서적[16]에서 "The soul exists as a knotted vortex ring in the aether. (영혼은 에테르 안의 소용돌이의 매듭으로서 존재한다.)"라고 주장한 것도, 매듭을 이용해 마음을 표현해도 부자연스럽지 않음을 시사하고 있다.[17]

매듭에 의한 마음의 모델의 기본적인 생각은, **마음**(mind)을 (지금부터 정의하는) 매듭이라 하고, 그 매듭의 타입(즉, 동형인 것의 집합)을 **인격**(personality)이라 하는 것이다. 특히, 그 매듭이 자명한 매듭이라면 **순진한 성격의 마음**(untwisted mind), 자명하지 않으면 **비뚤어진 성격의 마음**(twisted mind)이라 하자. 또, 그 매듭의 교차교환 (<그림 2.5>)을 **마음의 변화**(mind-change), 인격이 변하게 되는 정도의 마음의 변화를 **마음의 굴절**(essential mind-change)이라 정의하자. <그림 3.1>로부터 알 수 있듯이, 마음이 어떻게 변하느냐에 따라, 순진한 성격의 마음도, 비뚤어진 성격의

마음도 순진한 성격의 마음으로부터 생겨날 수 있다. 이런 임의성은 나날이 다소 충격을 받는 일이 있더라도 성격이 비뚤어지지 않지만, 무언가를 계기로 비뚤어지는 일도 있다는 점을 표현하는 데 있어서도 들어맞는다.



〈그림 3.1〉

필자는 심리학 전문가는 아니지만, 에노모토-쿠와바라의 '인격심리학'이라는 방송대학 교재(2004)를 읽으며 심리학을 공부했다. 그에 따르면, **인격의 기본인자**는 다음과 같이 정의되어 있다.[18]

인격의 기본인자

(1) 내향성 – 외향성
(2) 신경증적 경향
(3) 정신병적 경향

여기에서 세 번째 항목은 그 뜻이 애매한 점을 이유로 다음과 같은 인격의 5인자 모델(Five-Factor Model, Big Five)이 제안되었다.[19]

인격의 5인자 모델

(1) 내향성 – 외향성
(2) 신경증적 경향
(3.1) 경험에의 개방성
(3.2) 협조성
(3.3) 성실성

5인자 모델에 대해서는, 심리테스트가 구체적인 질문 형식으로 일반화되어 있으므로, 그 데이터를 이용해 마음의 모델을 구성하기로 한다.[20] 마음의 모델을 구성하는 데 있어서, 다음의 2가지 점을 해결해야 한다.

(1) 태어날 때의 마음의 상태를 어떻게 정의하는가. 다시 말하면, 부모님으로부터 물려받은 유전적 성질에 의해, 태어나는 시점에서 반드시 순진한 성격의 마음을 가지고 있다고만은 할 수 없다는 점.
(2) 마음의 변화를 일으키는 연령, 역사, 표준화할 수 없는 요인에 의한 수많은 여러 가지 원인이 있다는 점.

그럼, K라는 사람의 n세 때의 마음의 매듭 모델의 구성법을 소개하자. 우선 다음의 (스텝 I)~(스텝 V)에 따라, K에 관한 5인자 모델의 수치 데이터를 구한다. 여기서, 각각의 인자에 대해, -1은 부정적 성격, $+1$은 긍정적 성격이라는 점을 의미하고, K의 부모님에 관한 데이터는 긍정적 성격이라도 0으로 놓는다.

(스텝 I) K가 태어날 때 아버지의 수치 데이터를 얻는다.

(1) 내향성-외향성 : $IE_F = -1, 0$
(2) 신경증적경향 : $N_F = -1, 0$
(3.1) 경험에의개방성 : $O_F = -1, 0$
(3.2) 협조성 : $A_F = -1, 0$
(3.3) 성실성 : $C_F = -1, 0$

(스텝 II) K가 태어날 때 어머니의 수치 데이터를 얻는다.

(1) 내향성-외향성 : $IE_M = -1, 0$
(2) 신경증적경향 : $N_M = -1, 0$
(3.1) 경험에의개방성 : $O_M = -1, 0$
(3.2) 협조성 : $A_M = -1, 0$
(3.3) 성실성 : $C_M = -1, 0$

(스텝 III) K가 태어날 때 부모님의 수치 데이터를 더한다.

$-2 \leqq IE_P = IE_F + IE_M \leqq 0$
$-2 \leqq N_P = N_F + N_M \leqq 0$
$-2 \leqq O_P = O_F + O_M \leqq 0$
$-2 \leqq A_P = A_F + A_M \leqq 0$
$-2 \leqq C_P = C_F + C_M \leqq 0$

(스텝 IV) K가 i세 때의 5인자 데이터를 수치화한다 $(i = 1, 2, \ldots, n)$.

(1) 내향성-외향성 : $IE_i = -1, 0, 1$
(2) 신경증적경향 : $N_i = -1, 0, 1$
(3.1) 경험에의개방성 : $O_i = -1, 0, 1$
(3.2) 협조성 : $A_i = -1, 0, 1$
(3.3) 성실성 : $C_i = -1, 0, 1$

(스텝 V) K가 n세 때의 5인자 수치의 총합을 구한다.

$$-2-n \leqq \mathit{IE}_P+\Sigma \mathit{IE}_i \leqq n$$
$$-2-n \leqq N_P+\Sigma N_i \leqq n$$
$$-2-n \leqq O_P+\Sigma O_i \leqq n$$
$$-2-n \leqq A_P+\Sigma A_i \leqq n$$
$$-2-n \leqq C_P+\Sigma C_i \leqq n$$

(스텝 V) 의 5인자 수치의 총합을 각각 0과 비교해, 그 중 작은 쪽을 각각 $\mathit{IE}[n], N[n], O[n], A[n]$ $C[n]$으로 나타내고, n세 때의 마음의 매듭 $M(n;a,b)$를 다음과 같이 정의한다.[21)]

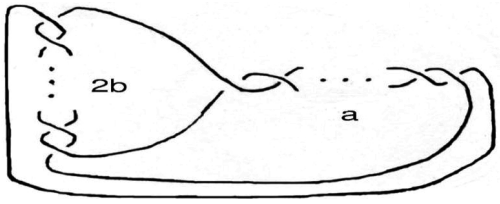
정의: n세 때의 마음의 매듭 $M(n;a,b)$란, <그림 3.2>의 $a+2b$개의 교차점을 갖는 다이어그램이 나타내는 매듭을 말한다. 단, a, b는

$$a=\mathit{IE}[n]+N[n], \qquad b=O[n]+A[n]+C[n]$$

에 의해 정의되는 정수이다. 이 때, a, b는

$$2n-4 \leqq a \leqq 0, \ -3n-6 \leqq b \leqq 0$$

을 만족한다.



<그림 3.2>

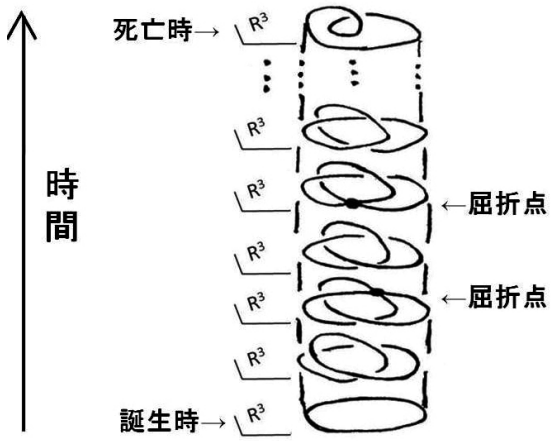
예를 들면 $M(n;-1,-1)$은 트레포일 매듭, $M(n;-2,-1)$은 8자형 매듭을 나타낸다. 다음 명제는 매듭이론의 표준적인 2교각 매듭의 분류정리로부터 바로 증명할 수 있다.[22)]

명제:

(1) 마음의 매듭 $M(n;a,b)$가 순진한 성격의 마음의 매듭일 필요충분조건은, $a=0$ 또는 $b=0$인 것이다.

(2) 비뚤어진 성격의 마음의 매듭 $M(n;a,b)$과 $M(m;c,d)$가 같은 인격을 갖기 위한 필요충분조건은 $(a,b)=(c,d)$인 것이다.

이런 마음의 매듭 모델의 경우, 우리들의 마음의 편력은 태어날 때부터 사망할 때까지의 시공간에 끼워 넣어진 실린더 모양의 곡면이 된다 (<그림 3.3 >). 이 실린더는 유한개의 자기교차점을 갖는데, 그것들은 **마음의 변화가 일어나는 점**(인격이 변할 때는 **굴절점**)을 나타내게 된다.



<그림 3.3>

이런 마음의 매듭 모델을 이용하면, **(n사람의) 마음의 고리**을 생각하는 것도 가능해지며, 그 심적 관계를 그림으로 나타낼 수 있게 된다. 여기서는, 마음의 고리의 자기구제관계의 분류에 대해 설명하기로 한다. 마음의 매듭 성분 K와 마음의 고리 성분 L로 구성되는 고리 $K \cup L$을 생각할 때, K와 L이 **분리가능**하다는 것은, 고리 $K \cup L$의 임의의 다이어그램을 라이데마이스터 이동을 사용해 K와 L이 교차하지 않는 위치까지 변형할 수 있을 때를 말한다. 또한, K와 L이 **자기구제가능**하다는 것은, K의 몇 번의 마음의 변화에 의해 K와 L이 분리가능해지는 경우를 말한다. 문제를 단순화하기 위해 다음과 같은 동치관계를 도입하자.

정의: 마음의 매듭 L과 L'이 유사한 **자기구제관계**를 가진다는 것은, 다음을 만족하는 매듭 성분에 관한 일대일 대응 $\tau: L \to L'$가 존재하는 경우를 말한다. 즉, L의 임의의 매듭 성분 K와 그 외의 L의 성분으로 구성되는 임의의 부분 매듭 S에 대해, 다음의 (1)과 (2)가 성립한다.

(1) K와 S의 분리가능성과 $\tau(K)$와 $\tau(S)$의 분리가능성이 일치한다.

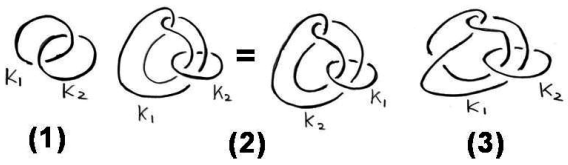
(2) K의 S로부터의 자기구제 가능성과 $\tau(K)$의 $\tau(S)$로부터의 자기구제 가능성이 일치한다.

여기서, n사람의 마음의 고리의 자기구제관계란, 유사한 자기구제관계를 법으로 하는 n사람의 마음의 고리를 말한다. 이렇게 정의하면, 다음의 문제가 자연스럽게 떠오를 것이다.

문제: n사람의 마음의 고리의 자기구제관계를 분류하여 그림으로 나타내시오.

분리가능한 n사람의 마음의 고리의 자기구제관계를 대표하는 고리는 정의에 의해 반드시 분리가능하므로, 이 문제를 생각할 때는 분리가능하지 않은 n사람의 마음의 고리의 자기구제관계만을 생각하면 된다. 분리가능하지 않은 2사람의 마음의 고리의 자기구제관계는 다음과 같다.

명제: 분리가능하지 않은 2사람 K_1, K_2의 마음의 고리의 자기구제관계는, <그림 3.4>의 (1), (2), (3)에 있는 3개의 고리로 대표된다. 여기서, (1)은 둘이 서로 자기구제 불가능한 경우, (2)는 둘이 서로 자기구제가능한 경우, (3)은 K_1은 K_2로부터 자기구제가능하지만 K_2는 K_1으로부터 자기구제불가능한 경우를 나타낸다. 특히, (3)이 일어나는 경우에는, 반드시 K_1은 비뚤어진 성격의 매듭이다.



<그림 3.4>

3사람 이상의 마음의 고리의 자기구제관계의 분류는 매우 복잡해진다. 그 이유를 하나 들자면, <그림 1.3>의 보로미안환과 같이 어떤 두 사람의 마음의 고리도 분리가능하지만, 전체로서는 분리가능하지 않은 마음의 고리가 존재하기 때문이다. 여기에서 분리가능하지 않은 세 사람의 마음의 고리의 자기구제관계(이른바 삼각관계)는 이런 1대2의 자기구제관계를 무시한다 하더라도 30종류로 분류되는 점을 말하고 마치기로 한다.[23]

4. 정리

1절에서는 삼라만상의 기본이 매듭에 있으며, 끈으로 볼 수 있는 것이 있으면 어디에서든 매듭이론을 전개할 수 있지 않을까 라는 필자의 의견을 설명해 보았다. 2절에서는 프리온 분자의 매듭이론적 모델을, 3절에서는 심리학의 '마음'의 매듭이론적 모델을 해설했다.[24]

[주]

1) 매듭이론의 일반적인 내용에 대해서는, 졸저 '매듭이론강의' (2007) 교리츠출판 ('매듭 속의 수학' 배용주 번역 (2009) 경문사), 또는 이 책에서 거론된 참고서를 참조.

2) 실제 과학에 있어서, 양 끝이 있는 매듭, 고리나 차수 1의 꼭지점을 가지는 공간그래프의 고리가 의미를 가지는 경우가 있는데, 필자는 그런 경우에 대한 연구에 대해서도 흥미를 가지고 있다. 졸저, in: Knots and soft-matter physics, Topology of polymers and related topics in physics, mathematics and biology, 물생연구 92-1 (2009-4), 16-19에서는, 양 끝이 있는 매듭, 고리나 차수 1의 꼭짓점을 가지는 공간그래프를 매듭이론의 대상으로 하는 연구를 실시했다.

3) 표의 가운데 쯤에 있는 3개의 매듭을 제외하고는, 모든 매듭의 교차점의 위아래를 구별하지 않고 다이어그램을 그렸다. 그 이유는, 그들은 교대매듭이라고 불리는 것으로, 교차점의 위아래를 한군데 정하고, 거기서부터 매듭을 따라 위아래를 교대로 정해 가면, 거울상을 무시했을 때 유일한 매듭이 복원되기 때문이다.

4) 홋카이도 에니와시 발굴조사보고서 '홋카이도 에니와시 유칸보시 E8 유적 B지점' (1992) 참조.

5) L. H. Kauffman, Knots and Physics, World Scientific (2001) 와 주 1)의 졸저에서 거론된 참고서를 참조.

6) E. J. Wasserman et al., J. Am. Chem. Soc. 82 (1960), 4433-4434를 참조.

7) J. P. Sauvage et al., Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 43 (2004), 4482를 참조.

8) J. F. Stoddart et al., Science 304 (2004), 1308을 참조.

9) A. Harada; J. Li; M. Kamachi, Nature 356 (1992), 325-327을 참조.

10) 테즈카 등의 저서 '토폴로지 디자이닝 – 새로운 기하학에서 시작되는 물질, 재료설계' NTS (2009)를 참조.

11) http://skyserver.sdss.org/edr/jp/astro/structures/structures.asp 등을 참조.

12) K. Basler et al., Cell 46 (1986), 417-428, Z. Huang et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 91 (1994), 7139-7143 등을 참조.

13) 이상 프리온으로부터 아밀로이드 섬유라는 것이 형성된다. 전구 아밀로이드 베타 단백질의 단편의 축적으로 생기는 병인 알츠하이머에 대해서도, 그 단편으로부터 아밀로이드 섬유가 형성된다고 알려져 있다. 매듭이론의 관점에서 접근하는 방법으로, 단백분자의 모델을 구성하여 그것들이 어떻게 얽히는지를 연구하는 것을 생각할 수 있다.

14) 첫 번째 결과는 더욱 일반적인 형태로 졸저, Osaka J. Math. 26 (1989), 743-758에서 보였다. 교차교환의 조건을 단 결과는 졸저, in: Knots 90, Walter de Gruyter (1992), 465-476에서 함축적으로 보여져 있다. 졸저, in: Topological Molecules, Proc. of Yamada Conference 2008 (출판예정)을 참조하기 바란다. 또한, 1개의 프리온 스트링만으로는, 조건 없이는 전부 자명한 프리온 스트링에 동형이 된다. 한편, S-S루프가 GPI테일의 매듭에 대해서 로탁산의 스토퍼와 같이 작용하는 경우에는, 1개의 프리온 스트링으로도 자명하지 않은 프리온 스트링을 구성할 수 있다.

15) 요시다 저, 2009년도 오사카시립대학 석사논문을 참조.

16) R. Rucker, The fourth dimension, A guided tour of the higher universes, Hought on Mifflin Company, Boston (1984)를 참조. 이 절은 Kelvin(=W. Thomson)의 소용돌이 원자설에 기초한다. P. G. Tait는 매듭이론 연구의 선조들 중의 하나이다.

17) 이 강연의 다음날, 야마시타 야스시 교수(나라여자대학)로부터 어떤 책의 존재에 대해 들었다. 그것은 프랑스의 정신분석의이며 사상가인 잭 라칸이 곡면(뫼비우스의 띠, 토러스, 크로스캡, 클라인 병) 및 보로미안환을 심적 구조의 대상으로 다루고 있는 점을 기록한 잭 그라논-라퐁의 저서 '라칸의 토폴로지, 정신분석 공간의 위상구조' (나카지마-요시나가 번역), 백양사 (1991) 였다. 내용은 이 보고서와 일치하지 않지만, 이 책으로부터 심리구조와 곡면의 토폴로지가 잘 맞는다는 점 및 이 보고서에서도 의미를 갖는 보로미안환이 라칸의 심리구조로서도 의미를 갖는다는 점을 알 수 있어, 마음을 매듭으로 표현하는 연구를 더욱 심화하는 데 참고가 될 것이다.

18) H. J. Eysenck, The biological basis of personality, Transaction Publishers (2006)를 참조.

19) P. T. Costa and R. R. McCrae, Journal of Personality and Social Psychology, 55 (1988), 258-265를 참조.

20) 이 보고서에서는 5인자 모델로부터 구성할 수 있는 가장 단순한 모델을 소개하고 있다. 졸저, in: Proc. Knot Theory for Scientific Objects, OCAMI Studies, I (2007), 129-141 에 있어서 구성한 것과는 약간 다르다.

21) <그림 3.2>에 있어서, 2b 대신에 b를 넣으면 a, b의 값에 따라 매듭 또는 2성분 고리가 된다. 이 때에는 '마음의 변화'를 교차교환에 의해 정의할 수는 없지만, 매듭이론의 스플라이스라는 개념(예를 들면 주1)에서 든 졸저를 참조)을 이용하면 비슷한 고찰이 가능하다.

22) 주 1)에서 든 졸저를 참조.

23) 명제의 증명을 포함해 주 20)에서 든 졸저를 참조.

24) '마음'을 국가로 해석하면, 국가와 국가의 관계도 고리로 나타낼 수 있을 것이다. 올림픽 마크를 상기해 보라. KMS

회원
오피니언

수직선 위의 화살표[1)]

신현용 (한국교원대학교)
서보억 (대구가톨릭대학교)
나준영 (한국교원대학교)

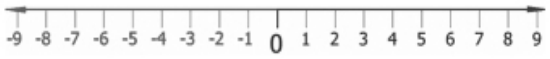
들어가며

영국이나 일본의 교과서처럼 예외는 있지만 세계 대부분의 나라 중학교 교과서에 나오는 수직선에는 화살표가 그려져 있다. 여기서 흥미로운 것은 어느 교과서는 화살표가 오른쪽에만 그려져 있고, 어느 교과서는 오른쪽과 왼쪽 모두에 화살표가 그려져 있다는 것이다. 어느 쪽에도 화살표가 없는 경우도 있다. 왜 그럴까? 이러한 상황에서 다음과 같은 질문을 할 수 있다.

1. 화살표를 그려도 되고 그리지 않아도 되나?
2. 화살표를 그리는 경우 그 화살표가 가지는 수학적 의미는 무엇인가?
3. 화살표를 그린다면 오른쪽에만 그려야 하나 아니면 양쪽에 다 그려야 하나?

현재의 상황

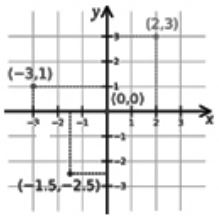
현재 사용되고 있는 우리나라 중학교 교과서는 모두 다음 그림과 같이 양쪽에 화살표를 그리고 있다.



<그림 1>

우리나라 어느 교과서도 왜 화살표를 그리는지 설명하지 않는다. 양쪽에 그리는 이유에 대해서는 더욱 그렇다. 그런데 더 궁금하고 더 기이한 문제가 발생한다.

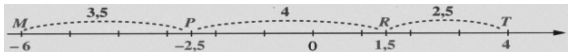
모든 교과서에서는 수직선을 위 그림과 같이 소개 한 뒤 곧 좌표평면을 소개한다. 그리고 '두 개의 수직선을 직각으로 교차시켜 좌표평면을 만든다'고 설명한다. 그런데 좌표평면에 나타나는 두 개의 수직선 모두에는 다음과 같이 화살표가 한쪽에만 그려져 있다.



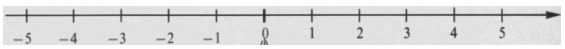
<그림 2>

1) 본 원고는 논문의 형태로 보완되어 학술지에 실릴 수 있다.

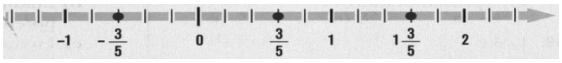
우리나라 모든 교과서가 이러한데, 어느 교과서도 왜 한쪽 화살표가 사라졌는지 설명하지 않는다. 여기서 재미있는 사실은, 유럽의 대부분의 나라와 대만, 싱가포르, 심지어 북한 교과서에 있는 수직선 그림에는 수직선의 오른쪽에만 화살표가 그려져 있다는 것이다.



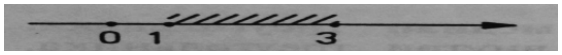
프랑스 교과서



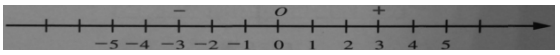
독일 교과서



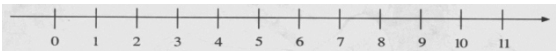
핀란드 교과서



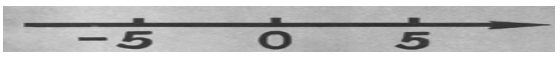
러시아 교과서



대만 교과서



싱가포르 교과서



북한 교과서

〈그림 3〉

따라서 이들 나라의 경우에는 좌표평면에 있는 두 개의 수직선과 하등의 문제를 발생시키지 않는다.

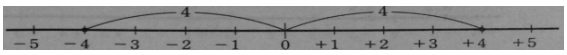
실수 공리계

실수 공리계는 수의 연산(덧셈과 곱셈)에 관한 공리와 순서(order)에 관한 공리로 구성된다. 보통 실수 공리계는 다음과 같이 주어진다.

1. 집합 $\mathbb{R}$ 위에 정의된 이항연산 덧셈 $+$와 곱셈 $\cdot$이 다음 성질을 만족시킨다.
   (1) 임의의 세 원소 $a,b,c\in\mathbb{R}$에 대하여 $(a+b)+c=a+(b+c)$이다.
   (2) 임의의 두 원소 $a,b\in\mathbb{R}$에 대하여 $a+b=b+a$이다.
   (3) 원소 $0\in\mathbb{R}$이 존재하여, 임의의 원소 $a\in\mathbb{R}$에 대하여 $a+0=0+a=a$이다.
   (4) 임의의 원소 $a\in\mathbb{R}$에 대하여 $a+(-a)=(-a)+a=0$인 원소 $-a\in\mathbb{R}$가 존재한다.
   (5) 임의의 세 원소 $a,b,c\in\mathbb{R}$에 대하여 $(a\cdot b)\cdot c=a\cdot(b\cdot c)$이다.
   (6) 임의의 두 원소 $a,b\in\mathbb{R}$에 대하여 $a\cdot b=b\cdot a$이다.
   (7) 원소 $1\in\mathbb{R}$이 존재하여 임의의 원소 $a\in\mathbb{R}$에 대하여 $a\cdot 1=1\cdot a=a$이다.
   (8) 임의의 원소 $a\in\mathbb{R}\,(a\neq 0)$에 대하여 $a\cdot a^{-1}=a^{-1}\cdot a=1$인 원소 $a^{-1}\in\mathbb{R}$가 존재한다.
   (9) 임의의 세 원소 $a,b,c\in\mathbb{R}$에 대하여 $a\cdot(b+c)=a\cdot b+a\cdot c$ 이다.
2. 집합 $\mathbb{R}$에는 다음 조건을 만족시키는 공집합이 아닌 부분집합 P가 존재한다.
   (1) 임의의 원소 $a,b\in P$에 대하여 $a+b\in P$, $a\cdot b\in P$이다.
   (2) 임의의 $a\in\mathbb{R}$에 대하여 다음 중 한 가지만 성립한다.
   (i) $a\in P$ (ii) $a=0$ (iii) $-a\in P$

화살표의 의미

실수를 그림으로 나타낸 것이 수직선이고, 수직선에 있는 화살표는 순서를 나타내는 것이다. 즉, 오른쪽 방향이 양(陽)의 방향이라는 뜻으로 오른쪽에 화살표를 하는 것이다. 이는 Ziwet & Hopkins(1913, 1916)의 책 등에서도 분명히 밝히고 있다. 다음에 소개한 일본이나 영국 교과서처럼 화살표를 아예 그리지 않으면 아무런 문제가 발생하지 않는다.



일본 교과서

영국 교과서

〈그림 4〉

수직선은 단순히 실수 전체의 집합을 그림으로 나타낸 것으로 보면 되기 때문이다. 즉, 순서(방향)는 생각하지 않는 것으로 이해하는 것이다. 다만, 이 경우에는 좌표평면에서도 두 축을 나타내는 수직선에도 화살표를 그리지 않는 것이 바람직하다.

교육과정 변천에 따른 수직선 표기

우리나라에는 지금까지 총 아홉 차례의 교육과정의 변화가 있었다. 1차, 2차, 3차 교육과정까지는 화살표 표시가 없는 수직선이 사용되다가, 4차 교육과정(단일 국정교과서)에서 양쪽 화살표 표시가 처음 등장하였지만, 이에 대한 설명은 찾을 수 없다. 단일 국정교과서에서 검인정 교과서로 회귀한 5차 교육과정과 6차 교육과정에서는 혼용되어 사용하다가, 7차 교육과정 이후는 대부분의 교과서가 양쪽 화살표 표기를 채택하고 있다. 결국 제4차 교육과정 국정교과서의 화살표 표시가 현재에 결정적인 영향을 준 것으로 보인다. 아래 <표 1>은 이에 관한 표이다. 올 3월부터 시행에 들어가는 2009 개정 교육과정은 이 표에서 제외되었다.

〈표 1〉

시기	분석 교과서 수	양쪽 화살표	우측 화살표	화살표 표시 없음
1차	7	0	0	7
2차	8	0	0	8
3차	1(국정)	0	0	1
4차	1(국정)	1	0	0
5차	4	3	1	0
6차	8	4	2	2
7차	12	10	1	1
2007 개정	18	17	1	0

나오며

지금까지의 논의를 근거로 다음과 같이 정리하면 될 것 같다.

1. 수직선에 화살표를 하지 않는 것은 무난하다. 단, 좌표평면에서의 두 개의 축에서도 화살표를 그리지 않아야 한다.
2. 화살표는 그리는 경우에는 실수의 순서, 즉 양의 방향을 나타내므로 오른쪽에만 그려야 한다.

[참고문헌]

Ziwet, A. & Hopkins, L. A. (1913). *Analytic geometry and principles of algebra*, The Macmillan Company.

Ziwet, A. & Hopkins, L. A. (1916). *Elements of analytic geometry*, New York: The Macmillan Company. KMS

원로수학자의 회고록

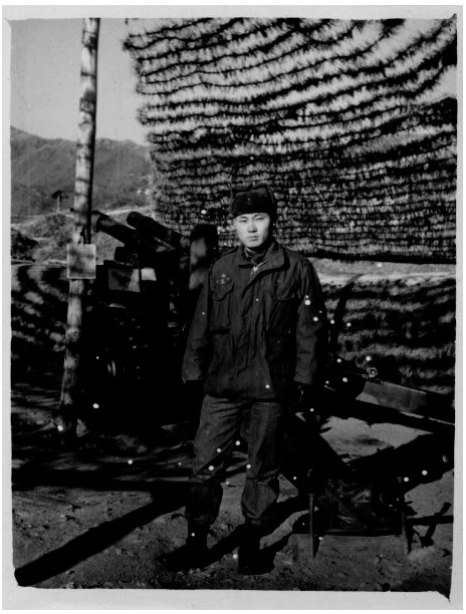
나의 지난 날들을 되돌아보면서

박종열 (부산대학교)

어느 듯 세월은 흘러 내 인생 석양에 머물고 나의 대부분의 삶을 바쳤던 직장도 정년을 맞이하게 되었으므로 나의 지난 날들을 되돌아보면서 여기 몇 자 적어본다.

어린 시절 농촌에서 태어나 자연 속에서 생활하면서 마음의 여유도 갖고 자연 친화적인 생활을 하면서 삶의 기반을 터득한 것 같다. 초등학교와 중학교를 시골에서 졸업하고 고향을 떠나 고등학교에 진학하므로 혼자서 살아가는 방법을 익히고 나의 삶이 무엇인지 고뇌하면서 살아갈 길을 생각하게 되었다. 또한, 자식을 위하여 모든 것을 희생하는 부모님에 대한 고마움도 느끼게 되었으며, 부모님의 근면 검소한 생활습관도 배우게 된 것 같다. 고등학교 입학할 당시는 취직을 목표로 하여 무작정 공업고등학교에 입학하였으나, 고등학교에 다니는 동안 꿈과 희망은 대학에 진학하는 것으로 바뀌었고 부모님의 교육열에 힘입어 우리 마을에서 처음으로 대학에 진학할 수 있게 되었다.

내가 처음 부산대학교 수학과에 입학했을 당시는 세 분 정도의 수학교수님만 계셨으며 창고 같은 건물에서 노트만으로 강의를 듣고, 학교 앞은 온통 논밭으로 가득 차 있었다. 더욱이 수학이 어떤 학문인지 알지도 못하고 수학과에 입학하였으며, 처음부터 내가 원하는 학과에 입학한 것도 아니어서 방황도 하고, 학과를 바꾸는 것도 생각하였으나 운명은 그렇지 않았다. 그러나 열심히 노력한 결과 무난히 등록금도 해결할 수 있었으며, 남 못지않은 성적으로 대학을 졸업할 수도 있었다. 대학 졸업 후 ROTC 군복무로 강원도 화천 전방의 포사격부대



군 근무시절 전방 포사격부대에서

의 초급장교로서 근무하면서 인간에 대한 애정을 느끼고 남을 배려하고 지휘하는 방법도 배운 것 같으며 많은 추억을 남기고 무사히 군의 임무를 끝낼 수 있었다.

고등학교 교사시절

제대 후 처음 부임한 여자고등학교에서의 교사생활은 비록 2년 반이란 짧은 기간이었지만, 나의 모든 정성과 젊음을 다하여 열심히 가르치고 헌신하므로 학생들로부터 존경을 받고 동료교사들로부터 신뢰를 얻을 수 있다는 것을 배웠다. 또한 남을 가르치는 직업이 얼마나 소중하고 보람되는지도 느끼면서 정말 내 생활에 만족하면서 행복했던 시절로 기억된다. 고등학교 교사생활을 하면서 석사과정을 하기식 교수님 연구실에서 해석학을 전공하였지만, 해석학이 어떤 분야인지 알지 못하고 바쁜 생활 속에서 옳은 연구도 하지 못하였다. 그러나 지도교수님의 성실성과 학생에 대한 애정에 대해서는 많은 감명을 받았으며, 그 당시 전공의 선택이 오늘의 내가 있게 된 것 같다. 단지 석사학위를 가지고 있다는 이유 때문에 지금의 울산과학대학에 취직할 수 있는 기회도 얻게 되었으며 교수로서의 면모도 차츰 갖추게 되었다. 이렇게 세월이 흐르는 동안 결혼도 하여 사랑하는 나의 아들, 딸들이 태어나고, 다행히 3년 반 동안 울산과학대학에 근무한 경력과 은사님들의 덕분으로 1977년 9월 모교인 부산대학에 전임강사로 자리를 옮길 수 있는 기회를 얻게 되었다. 이 기회에 은사님들께 감사함을 표현하고 싶다.

부산대학에 부임 후, 곧바로 동아대학 박사과정에 입학하였으며, 그 곳에서 지도교수님의 희생정신을 터득하고 남을 위해 베푼다는 것이 얼마나 귀중하고 아름다운지도 알게 되었다. 나아가 나의 인맥이 더욱 두터워졌으며, 연구에 대한 열정도 크게 느끼게 되었다. 그래서 좀 더 깊은 학문의 연구를 위하여 처자식을 남겨두고 무작정 일본으로 떠났다. 그 곳에서 그 당시 한국과 일본의 학문의 차이를 느끼면서 동경공업대학, 동경대학, 와세다대학 등에서 교수 및 학생들과 교류하면서 학문을 연구하고, 논문 쓰는 방법을 터득하고, 많은 자료들을 수집하였다. 노력한 대가로 동경공업대학에서 학위도 받을 수 있었으며, 수집한 자료로 부산, 경남지방의 많은 동료교수들과 제자들에게 도움도 줄 수 있었다고 생각된다.

박사학위 수여식날 석사, 박사 지도교수님들과 함께

이렇게 넓고 깊게 연구하다 보니 수학이 왜 기초과학에 속하는지도 알게 되었으며, 실험하는 모든 분야는 실험의 결과를 이론적으로 전개하려면 수학이란 학문 없이는 나타낼 수 없다는 것도 알게 되었다. 그리하여 실험식으로부터 수학적 모델을 구하고 이것이 수학의 미분방정식이란 것을 깨닫고, 지금까지 비선형 미분방정식, 비선형 미분방정

식계의 제어가능성문제, 편미분방정식에 대한 최적 제어문제, 2계 편미분방정식의 해의 존재와 에너지 감쇄, 편미분 방정식에 대한 Attractor 문제 등에 대하여 연구하였다. 인생도 혼자 살아가기에 어려운 것과 마찬가지로 연구도 혼자서 고뇌하는 것은 어렵다는 것을 느끼고 일찍부터 외국의 학자들과 교류하고 또한 제자들과 마음을 열고 어울려서 연구하므로 지금까지 많은 업적을 발표하였다. 이들 연구결과는 대부분 외국의 유수한 수학논문집에 투고하여 SCI급 이상 250편에 달하는 논문을 제자들과 같이 발표하였으며, 이들 논문은 470회 가까이 다른 논문에 인용되고 있다. 더욱이 많은 외국의 우수한 수학 잡지의 논문들을 심사하고, Zentralblatt Math.의 Reviewer로 오랫동안 활동도 하였다. 이와 같은 연구의 결과로 2004년 10월 대한수학회 학술상도 받을 수 있었다. 연구와 더불어 연구비수혜에서도 개인적인 연구비뿐만 아니라 학과의 누리사업과 두 번의 BK연구비수혜에도 한 몫을 하여 학교발전과 석·박사 학생들에게도 도움이 되었을 것이라고 판단된다.

부산대학교 수학과 교수들과 함께

나는 대학에 근무하면서 처음부터 나의 목표는 석·박사 학생들을 배출하는 것으로, 적어도 석사 40명을 배출하여 그 중 외국박사 10명과 본 연구실에서 10명 정도의 박사를 배출하여 그 중 10명 정도가 대학에서 교수로 근무하는 것으로 목표를 정하였다. 지금까지 이런 나의 모든 희망이 성취되어 이미 20여명의 제자들이 대학 강단에서 교육하고 연구하는 것을 바라보면서 보람과 긍지를 느끼고 살아간다.

더 나아가 많은 Post Doc. 학생들을 유치하여 공동연구를 하였으며, 동시에 한국과학재단 Brain Pool 사업의 지원을 받아 일본, 중국, 인도, 베트남 등의 유명한 교수(8명)들과 1년 이상 연구하면서 수학자로서 더 많은 실력을 갖추게 된 것 같다. 이렇게 연구하고 활동하는 동안 수많은 외국학자들과 교류뿐만 아니라, 많은 외국, 즉, 미국, 그리스, 스페인, 중국, 일본, 인도, 베트남, 태국, 대만 등의 나라들을 방문하여 연구한 결과들을 발표하고, 그곳 학자들과 학문을 공유함으로써 학문의 연구에 자신감을 얻게 되었다.

외국 교수 및 제자들과의 야유회

이런 과정 속에서 부산대학교에 근무하는 동안 수학과 학과장, 의예과 학과장, 기초과학연구소 소장, 자연과학대학 학장, 부산대학교 대학원장 등의 보직을 맡아 학교에도 어느 정도 봉사하였다. 특히 다른 기관에 기부하려는 곰탕할머니의 남안장학금을 유치하기 위하여 여러 차례 설득하였고, 더욱이 김현민 교수(부산대 수학과) 부친의 권유에 의하여 처음으로 부산대학교에 수십억의 남안장학금을 유치하여, 지금까지 1,000명 이상의 학생들에게 장학금을 지급한 것은 나의 최대의 영광이고 업적인 것 같다. 학교 외의 활동으로도 대한수학회 편집이사, 대한수학회 감사, 대한수학회 부회장과 대한수학회 부산경남지부 지부장을 맡아 활동하였다. 이와 같은 시간 속에서 나도 모르게 교육계에서 42년 4개월

이란 세월이 흐르고, 고생한 보람으로 정년과 동시에 명예로운 황조근정훈장도 받을 수 있었다.

김현민 교수(부산대 수학과)의 부친과 곰탕할머니의 동상 앞에서

사랑하는 나의 가족들

나는 대학에 근무하는 동안 제자에 대한 애정, 동료들에 대한 신뢰와 의리로 생활하려고 노력하면서, 나 자신에 대하여서는 항상 진실된 마음으로 근면, 성실하고, 남을 위하여 희생하는 삶을 살려고 노력하였다. 또한 제자들에게 "인생도 수학의 정의처럼 진실되고 바르게 살아가라"고 강조하고, 삶에 어려움이 부딪히면 수학의 정리를 증명하듯이 논리적으로 모든 지혜를 동원하여 스스로 해결하는 방법을 찾고, 정리를 적용하듯이 융통성 있고 여유있게 살아가면서 인생을 즐기라고 이야기 한다. 지금까지 이런 나의 모든 목표가 어느 정도 순조롭게 성취되고, 후회 없는 생을 보내게 된 것에 대하여는 부모님의 은혜와 형제·자매들의 애정과 은사와 동료 및 제자, 주위 모든 사람들의 도움으로 생각된다. 더욱이 40년 가까이 나의 곁에서 모든 것을 희생하고 뒷바라지한 나의 아내와 건강하게 잘 자라서 지금은 모두 결혼하여 가정을 갖고 행복하게 살아가는 아들, 딸 부부들에게 진심으로 고맙게 생각하는 바이다. 이젠 석양의 지는 해와 같이 나의 남은여생을 내 주위의 모든 사람들을 위하여 베풀고 나누면서 아름답게 살아가고 싶을 뿐이다.

[박종열 교수 약력]

생년월일	1946.04.15
1965.03~1969.02	부산대 자연과학대학 수학과 학사
1972.03~1974.02	부산대 대학원 수학과 석사
1977.09~2011.08	부산대 자연과학대학 수학과 전임강사, 조교수, 부교수, 교수
1982.03~1985.02	동아대 대학원 수학과 박사
1984.09~1987.08	일본 동경공업대학 이학부 박사
1984.10~1987.08	일본 동경공업대학 이학부 객원연구원
1997.01~1998.12	대한수학회 감사
1999.03~2001.02	부산대 자연과학대학 학장
2003.01~2004.12	대한수학회 부산경남지부장
2003.01~2004.12	대한수학회 부회장
2003.9~2005.8	부산대 대학원장
2004.10	대한수학회 학술상 수상 KMS

기관소개

포항공과대학교 기하학 연구센터

Center for Geometry And Its Applications (GAIA)

김강태 (포항공과대학교)

■ 센터 개요

기하학은 수학의 가장 오래된 중심 연구 분야이다. 토목, 측량, 천체관측 등과 같은 응용분야에 그 기원을 둔 역사적인 특성에서도 볼 수 있듯이, 기하학은 가장 이론적인 면과 가장 응용 가능한 면을 동시에 갖추고 있는 수학이며, 현대 과학의 발전에 더욱 더 그 비중이 커지고 있다. 그 단적인 예로 2010~2011년에 출범한 "유로기가(EuroGIGA) 프로젝트"를 들 수 있는데, 이 프로젝트는 향후 수십 년 간 과학의 큰 부분의 발전에 초석이 될 응용기하 프로젝트로서, 컴퓨터과학의 뼈대를 이룰 것으로 예상하고 있고, 그 파급효과는 과학과 공학 전반에 지대할 것으로 예상되고 있다. 기하학은 옛날이야기가 아니라 살아있는 응용을 통해 유럽과 선진국에서 지금 그 가치가 재발견되고 폭발적인 발전을 시작하고 있는 것이다.

현대 수학의 뿌리이며 줄기인 기하학은 유클리드 기하학 이후 곡선과 곡면 연구를 거쳐 현대 기하학에 도달하였는데, **현대 기하학은 이들 대상을 모두 아우르는 모든 차원의 다양체 연구**라고 하여도 과장된 표현이 아니므로, 현대의 기하학 연구 동향을 다음과 같이 한 마디로 요약할 수 있다.

"기하학 연구는 곧 다양체의 연구이고
다양체의 분류 연구가 곧 기하학이다."

선진국에서는 이와 같은 근본적인 현대 기하학의 연구를 위해 다양한 각도의 관점과 연구 방법론이 개발되고 활용되어 활발한 학문적 발전이 이루어지고 있다. 특히 최근에는 기하학이 여러 다른 분야와 상호 작용하여 역사에 길이 남을 뛰어난 결과들이 도출되고 있다. 복소 기하학의 가장 핵심적 문제였던 칼라비 가설을 80년대에 해결하여 필즈 메달을 수상한 야우 교수의 업적, 그리고 거기에 근원을 둔 기하적 계량의 '흐름' 이론을 이용한 방법론과 미분방정식의 기법을 접목시켜 최근에 페렐만 박사에 의해 해결된 포앵카레 가설 증명이 좋은 예다. 2000년대 들어서는 실 및 복소 기하학적 기법과 해석적 및 조합적 기법이 게이지 이론 등과 접목되어 3, 4차원 실 다양체에 대한 혁신적인 이

론이 창출되고 있다. 2005년에는 90년 필즈상을 수상한 모리 교수의 Minimal Model 이론의 핵심이 4차원 이상으로 확장되는 괄목할 만한 성취가 이루어지는 등 이런 업적을 바탕으로 이론 기하학이 더욱 빠르게 발전하고 있다.

주목할 만한 현상은 현대 최첨단 응용 분야에서 아주 높은 수준의 이론 기하학이 강력히 그리고 아주 효율적으로 사용되고 있다는 점이다. 20세기 후반에 시작되어 인류문명의 혁명적 발전을 낳은 컴퓨터과학과 접목되어 생겨난 계산기하학은 계산이론을 포함한 학문적 진보를 이끌 뿐 아니라 다양한 현실 세계의 문제에 대한 해결책을 제시하고 있는데, 최근에 와서는 컴퓨터 기술 자체의 진보보다는, 높은 수준의 기하학 이론을 이용한 진보가 컴퓨터과학의 발전을 선도하는 추세이고 이 방향에 선진국이 다투어 노력을 경주하고 있다. 로보틱스 분야에서도 현대 기하학의 첨단 이론적 결과와 문제 해결 방법론이 이론적인 근간을 이루고 있고, 생명공학분야에서도 단백질 표면의 기하 문제를 이해하는 것이 매우 중요한 연구과제로 부각되어 있는 점 등이 좋은 예다. 이런 첨단 이론에 얽힌 난제를 풀어낼 열쇠를 현대 기하학의 최고급 이론이 보유하고 있다고 학계가 기대하고 있기 때문에, 이론과 응용이 어우러지는 학제간 기하학 연구의 필요성이 세계적으로 더욱 대두되고 있는 상황이다.

■ 센터의 목표 및 연구 내용

본 연구센터의 최종 목표는 현대 기하학의 중심 연구 주제인 다양체의 분류를 이론과 응용을 겸하여 연구하는 것이다. 학술적 측면에서의 본 연구 센터의 궁극적 목표를 정확히 서술하면 다음과 같다.

"다양체 표준화 이론 및 기하학적 알고리즘 분야의 세계적 연구센터"

본 연구센터는 이 연구 목표에 도달하도록 연구를 추진하는 "세계적인 기하학 선도 연구센터"를 지향한다. 이와 같은 배경에서 본 연구센터가 성취하고자 하는 구체적인 최종 연구 목표는 다음 두 가지로 요약될 수 있다.

(1) 표준 다양체 발견과 분류 (이론 연구)

(2) 기하학적 정밀 알고리즘과 거대자료처리 기법 설계 및 분석 (응용 연구)

본 연구 센터 연구진은 표준화 연구의 통일된 기치 아래, (1) 비 콤팩트 다양체를 연구하는 제1총괄과제와 (2) 콤팩트 다양체를 연구하는 제2총괄과제, 이렇게 두 총괄과제로 구성하고, 각각 총괄과제 내에서 이론 연구와 그 이론 연구를 첨단 과학에 응용할 수 있는 방법론을 개발하려고 한다.

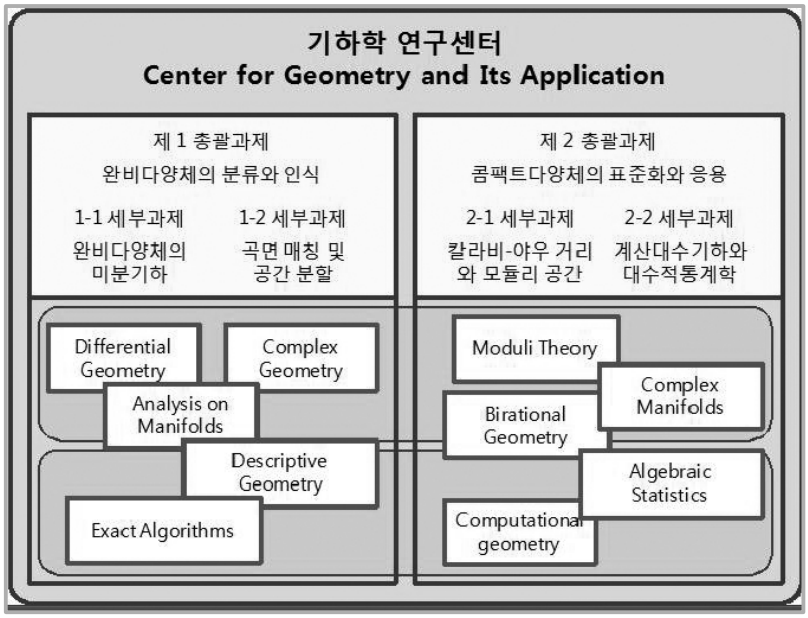
(1) 표준 다양체 발견과 분류

표준 다양체란 기하학 연구에서 연구의 기준이 되는 특수 다양체를 말한다. 상수 곡률 다양체가 가장 전통적인 표준 다양체이지만 현대의 다양한 요구를 감당하기에는 너무 특수한 점이 있으므로 보다 넓은 범위에 속하는 다양체를 표준으로 삼는 것이 현대 기하학의 추세이다. 본 연구진은 이 중 극소부분다양체(minimal submanifold), 복소호프다양체(complex Hopf manifold) 등을 발견하고 분류하는 연구를 진행하며 음의 상수곡률을 가지는 쌍곡다양체(hyperbolic space form)를 보다 정확히 이해할 수 있는 도구인 스펙트럼 이론과 거기에서 파생되는 기하학적 제타함수를 연구할 것이다. 동시에 컴팩트 다양체 연구에서는 표준 다양체중 하나인 캘러-아인슈타인(= 칼라비-야우) 다양체의 발견과 분류를 연구하는 한 편, 보다 대국적인 다양체 연구의 토대가 될 새로운 모듈리 공간을 구성하고 연구에 중요한 역할을 하는 불변량을 분류/계산해 낼 것이다.

(2) 기하학적 정밀 알고리즘과 거대자료처리 기법 설계 및 분석

우리가 사는 3차원 공간 내의 곡면은 모든 사물의 표면이다. 이런 곡면끼리 유사성 정도를 판정하고 측정하는 연구와 공간 분할 연구는 현대 컴퓨터과학의 최첨단과제이다. 본 연구진은 이런 연구를 수행하되 근사적인 공학적 수준의 연구를 넘어서서

정확한 수학적인 증명을 거친 “최적화 정밀 알고리즘(exact algorithm)”까지 개발할 것이다. 이와 병행하여 최근 시작되어 첨단 수학의 한 자리를 차지하기 시작한 대수적통계학 기법 중 중요한 부분을 연구 개발하여 인간 게놈 연구, 특히 DNA sequence와 같은 거대 자료를 처리할 수 있는 새로운 응용수학의 지평을 열 것이다. 이것이 본 센터 응용 연구과제의 최종 목표이다.



■ 기대효과 및 전망

순수 이론 연구를 주로 수행하는 세부과제에서는 아무래도 다양체 분류 관련 연구 결과를 유수 학술지에 논문으로 발표하는 것이 주를 이루게 되고 중요한 업적으로 드러나게 된다. 이를 통하여 세계 수학계 내에서 연구 센터의 명성이 수립되기 때문이고, 보다 중요한 것은 이를 통한 지식의 축적이 연구센터에 이루어지기 때문이다. 그러나 보다 더 파급효과가 클 수도 있으며 결코 간과하지 말아야 할 것이 있는데, 그것은 높은 수준의 지식을 보유하고 이를 바탕으로 한 높은 수준의 저서를 저술하는 것이다. 논문과 저서를 포함하는 훌륭한 저술은 향후 수십 년간 세계 수학계의 기하학 연구에 지배적인 영향을 미치면서 해당 분야 및 관련 분야 연구를 선도하는 역할을 하게 될 것이므로, 이를 통한 인력양성 효과는 물론 연구에 미치는 파급효과가 매우 크다. 본 센터는 결과적으로 이런 노력의 결실을 많이 맺음으로써 뛰어난 기하학적 연구업적을 제시하고 방대한 첨단 지식을 축적하고 보유하여 후진 연구가 따라올 수 있는 대한민국의 선도 기하학 연구 모형으로서의 센터가 될 것이고, 이것이 본 센터가 기대하는 큰 성과의 하나가 될 것이다.

또 다른 측면에서 본 센터는 응용 연구를 중심으로 상당히 가시적인 성과를 얻는 것을 기대하고 있다. 기하학 연구센터로서 우선적으로는 이산기하 및 기하학적 computation 이론을 보다 미분기하학적 또는 대수기하학적으로 공고히 하는 이론적인 연구 결과와 더불어 최적화 정밀 알고리즘(exact algorithm)을 구성하게 될 것이며, 또한 거대 자료 분석 이론과 응용 알고리즘을 수립하게 될 것이다. 컴퓨터 vision, 고속 네비게이션, 단백질과 아미노산 관련 키 인터페이스 연구, 휴먼 게놈 연구에 필요한 기하학적 이론을 개발하고 생명공학 분야 연구진과의 협동연구를 개발하는 등 타 과학과 공학에 실제로 적용되게 하여, 실용 가능한 제품 개발에 적용되는 수준까지 도달하도록 하여 여러 분야에서 파급효과가 발생하는 것을 직접 볼 수 있을 것이다.

(1) 과학기술진흥

본 연구센터가 제안하는 기하학의 이론과 응용기하 정밀 알고리즘을 접목하는 연구와, 기하학이론에 바탕을 둔 대수적 통계학이론과 응용 알고리즘을 개발하려는 연구를 통해, 새로운 연구분야 및 연구 방법론이 창출될 것으로 기대된다. 본 연구센터의 학제간 구성 및 센터에 확보되어 있는 연구인력은 미분/위상/복소/해석/대수기하적 방법론을 사용할 수 있어서 이러한 이론을 접목한 연구 수행을 통해 난제를 해결할 수도 있고, 해당분야의 연구에 혁신적으로 새로운 방향을 창출할 수도 있는 효과가 기대된다.

(2) 산업경제발전

- **기하 정밀 알고리즘 원천기술 확보**

본 센터는 응용 연구인 제1-2세부과제를 중심으로 상당히 가시적인 성과를 얻는 것을 기대하고 있다. 기하학 연구센터로서 우선적으로는 이산기하 및 기하학적 computation 이론을 보다 미분기하학적 또는 대수기하학적으로 공고히 하는 이론적인 연구 결과를 도출하게 될 것이고, 이를 바탕으로 한 소프트웨어 원천 핵심기술이 확보될 것으로 예상된다. 또한 본 연구센터의 이론적 결과 및 알고리즘을 바탕으로 한 소프트웨어 라이브러리를 구축하는 것을 기대할 수 있다.

- **미래 컴퓨터 산업에 대한 기여**

본 연구센터 사업을 통해 최선의 노력을 경주한다면 미래 컴퓨터산업의 화두로 떠오른 그래픽스와 곡면매칭 및 공간분할에 필요한 응용기하 기반지식과 이를 실용화를 향해 발전시킨 기반기술 확보에 있어서 2010년에 출발한 유럽연합의 대규모 응용기하 연구사업인 “유로기가”에 필적하는 수준의 성과 및 파급효과를 이룰 수 있을 것이다.

- **거대자료 처리를 위한 기반수학 마련으로 미래 생명공학 관련 파급효과**

전술한 바와 같이 최근 첨단 블루오션으로 대두된 대수적통계학 이론과 기반지식 및 기술연구를 이룰 응용기하 연구는 포항공과대학교를 비롯한 관련기관의 생명공학과 유기화학 연구에 지대한 파급효과를 발생시킬 것이다. 본 센터의 연구 진행 여부에 따라서는 생명 공학/과학자들과의 공동 연구를 할 수도 있을 것이다.

(3) 대학연구와 인력양성(교육)

- **선도적 연구를 통한 연구 저변 확대 및 고급인력 양성**

본 연구센터에서 제안하는 현대적이고 핵심적인 영역의 연구 수행을 통해 국제적 수준의 우수성을 갖는 여러 연구 결과를 도출하고 관련된 국내외 교류를 통해 연구센터가 설치되는 주관대학 뿐 아니라 보다 많은 국내 대학의 연구자들에게 기하학 분야 연구를 보급하고 또 저변을 넓히는 효과를 기대할 수 있다.

- **이론과 현실을 접목할 수 있는 신진연구인력 양성**

본 연구센터는 이론과 응용의 상호 접목을 통해 양 분야의 전반에 대한 깊은 이해를 요구하는 연구를 수행하게 되므로, 그 특성상 본 연구센터에서 양성되는 신진 연구 인력은 이론적 분석과 결과를 바탕으로 현실세계에 임팩트가 큰 연구를 수행할 수 있는 기초 소양을 확보하게 될 것으로 기대된다.

- **단계별 체계적인 학문후속세대양성 효과, 국제적 인지도 제고 효과**

본 연구센터의 대학원생, 박사후연구원, 조교수 각 단계별로 알맞은 양성 프로그램을 통해 자연스럽게 신진연구인력이 다음 단계로 발전해 나갈 수 있는 체계적 인력양성 효과가 기대된다. 또한, 신진연구인력의 학술 연구 수준 증진 효과뿐 아니라, 본 연구센터의 국제교류계획 및 연구진의 다양한 해외 연결 고리를 활용하여 국내에서 양성된 젊은 연구 인력의 국제적 주류 학계 진출 지원 효과 및 학술적 인지도를 국제적으로 제고하는 효과가 기대된다.

■ 센터 핵심 연구원

1-1 세부과제 완비 다양체의 미분기하	김강태 (센터장/총괄과제장)	포항공대
	최재경	고등과학원
	박진성	고등과학원
1-2 세부과제 공간분할 및 곡면매칭	안희갑 (세부과제장)	포항공대
	정지원 (Otfried Cheong)	카이스트
2-1 세부과제 칼라비-야우 거리와 모듈리 공간	차재춘 (총괄과제장)	포항공대
	김영훈	서울대
	김다노	서울대
2-2 세부과제 계산대수기하와 대수적통계학	현동훈 (세부과제장)	포항공대
	박형주	포항공대

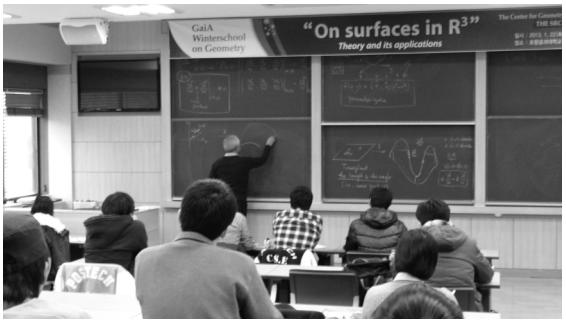
■ 기하학 연구센터 사무실

- 주소: (790-784) 경상북도 포항시 남구 청암로 77번지 포항공과대학교 수리과학관 1층 The Center for Geometry and its Applications (GAIA)
- 전화: 054-279-8020
- FAX: 054-279-2799
- E-mail: jhj617@postech.ac.kr
- Website: https://sites.google.com/site/centergaia/

■ 기하학 연구센터 센터장

- 센터장: 김강태
- 연구실: 포항공과대학교 수리과학관 1층 기하학 연구센터
- 전화: 054-279-2043
- E-mail: kimkt@postech.ac.kr KMS

Workshop on moduli and birational geometry
(GAIA 주최, 2012. 7. 9~7. 13, 부산 노보텔 앰배서더 호텔)



GAIA Winter School on Geometry
(2013. 1. 22~2. 1, 포항공대 수리과학관)

KSCV Workshop
(GAIA 주최, 2013. 2. 22~2. 25, 경주 코오롱 호텔)

신임교수 소개

대한수학회소식 편집위원회에서는 “회원동정” 코너에서 짧게 편집되었던 신임교수 소개란을 단독 코너로 확대편집하기로 하였습니다. 이번 호에는 지난 2012년 가을에 신규임용된 두 분의 교수를 소개합니다. (순서는 가나다 순)
이 코너에서 소개되는 신임교수는 국내대학에 신규임용된 교수뿐만 아니라 해외대학에 신규임용된 한국인 교수도 포함됩니다. 해당되는 신임교수를 알고 계시는 회원께서는 편집위원회로 알려주시면 감사하겠습니다. 앞으로 회원 여러분의 많은 관심 바랍니다.

신임교수 1. 전남대학교 수학교육과 강성모 교수

강성모 회원은 전라남도 담양 출생으로 담양에서 초등학교와 중학교를 나와 1992년에 광주석산고등학교를 졸업하였다. 1993년 고려대학교 수학과에 입학, 2000년도 학사학위 취득 후, 2002년도에 홍성복 교수의 지도하에 동 대학원에서 석사학위를 받았다. 그리고 2002년 Univ. of Texas at Austin 박사과정에 입학하여, Cameron Gordon 교수의 지도하에 2009년 8월에 박사학위를 취득하였으며, 이후에 Boston College에서 1년간 Visiting Assistant Professor로서 강의와 연구를 하였고, 그 이후 2년간 캐나다 몬트리올에 위치한 Univ. of Quebec at Montreal에 기반을 둔 CIRGET(Centre Interuniversitaire de Recherches en Géométrie et Topologie)에서 박사 후 연구원으로 근무하였다. 또한 CIRGET에 있는 동안 McGill Univ.에서 두 학기 동안 Course Lecturer로서 강의를 하기도 하였다. 2012년 8월부터 전남대학교 수학교육과에 재직 중이다.

강성모 회원의 연구 분야는 위상수학이고, 세부적으로는 저차원 다양체에 대한 연구이다. 특히 주어진 3차원 다양체에서 덴 채우기(Dehn filling) 혹은 덴 수술(Dehn surgery)을 통하여 어떠한 다양체가 만들어지는지를 연구하는 것이다. 1960년대 초에 3차원 구 안에 들어 있는 고리(link)의 여공간(exterior)에 적당히 덴 채우기를 하면 임의의 3차원 다양체를 만들어 낼 수 있다는 사실이 밝혀지면서 덴 채우기와 덴 수술의 중요성이 부각되었다. Thurston-Perelman의 ‘기하예상(Geometrization Conjecture)’에 의하면 닫힌 3차원 다양체는 3가지 형태가 있는데, 그것은 쌍곡 다양체, 오일러 특성수가 0 이상인 본질 곡면을 포함한 다양체, 그리고 자이페르트 다양체(Seifert fibered manifold)이다. Thurston의 ‘쌍곡 덴 수술 정리(Hyperbolic Dehn surgery theorem)’에 의하면, 토러스 경계 성분을 가지는 쌍곡 다양체에 덴 채우기를 했을 때, 대부분의 경우에 다시 쌍곡 다양체를 얻게 되고, 쌍곡 다양체가 아닌 경우는 0 이상인 본질 곡면을 포함하는 다양체이거나 자이페르트 다양체이다. 이 중 오일러 특성수가 0 이상인 본질 곡면을 포함하는 비쌍곡 다양체를 생성하는 덴 채우기에 대해서는 많은 연구가 이루어져 왔고, 그 일환으로 강 회원의 박사학위 논문 “Reducible and Toroidal Dehn filling with distance 3”에서는 거리가 3인 구면형(Reducible) 덴 채우기와 토러스형(Toroidal) 덴 채우기를 허용하는 모든 3차원 쌍곡 다양체를 분류하였다. 즉 오일러 특성수가 0 이상인 본질 곡면을 포함한 다양체를 허용하는 쌍곡 다양체에 대한 연구를 하였다. 이제 남은 경우는 자이페르트 다양체를 생성하는 덴 채우기에 관한 연구이고 현재 강 회원의 주요

관심연구 대상이다. 특히 덴 수술을 했을 때 자이페르트 다양체를 허용하는 쌍곡 매듭을 현재 연구하고 있다.

강성모 회원은 대한수학회 일원으로서 우리나라 수학 및 수학교육 발전에 일조할 수 있도록 노력하겠다는 각오를 전했다. KMS

신임교수 2. 숭실대학교 수학과 이종규 교수

이종규 회원은 1995년 서울대학교 수학계산통계학과군 학사 과정으로 입학하였다. 본인의 기억으로는 학부 재학 중 학업으로 뛰어난 학생이라기보다는, 1995년 미적분학 연습문제 풀이 편집원, 1997년 수학과 전산실 부관리자, 1998년 '수학과 전공 소개' 프레젠테이션 제작, 서울대, 건국대, 호서대 등 여러 학교에서의 수학 전공 홍보, 순수기초연구 등의 연구계획 발표용 프레젠테이션 제작 등 학과 일을 맡아하던 학생이었다고 한다. 알려지지 않은 일례를 소개하자면, 1998년 여름, 대학원 입학 구술면접 전날까지도 프로젝터 옆에 앉아서 모 프로젝트의 발표 자료를 편집하고 있었다. 이를 보신 모 교수는 성적표를 보기 전까지 이 회원이 공부에는 전혀 관심이 없는 학생일 것이라고 생각하셨다고 한다. 하지만, 전산 전공을 택했던 학생들이 베꼈던 해석개론의 그 두꺼운 연습문제 풀이, 그건 94학번 선배가 남긴 답안이 아니라 이 회원이 먼저 작성한 숙제였다.

이 회원은 1999년 학부를 수학 전공으로 졸업하고 석사과정으로 진학하였고 2000년 공군 학사장교로 입대, 병역 의무를 마쳤다. 2003년 9월 복학하여 이듬해 김명환 교수의 지도하에 학위논문 "유한체 다항환 위에서의 4차 정규격자"로 석사학위를 취득하였다. 2005년 학술진흥재단 해외 석박사학위 취득지원사업 대상자로 선정되었고, 같은 해 브라운 대학교 박사과정으로 진학하여 Joseph Silverman 교수 밑에서 산술 역학(arithmetic dynamics)을 연구하여, 2010년 학위논문 "유리사상에 대한 산술높이 함수의 계측"으로 박사 학위를 수여받았다. 같은 해 일리노이 주립대 시카고 캠퍼스에서 연구 조교수로 근무하며 Laura DeMarco와 같이 복소 역학을 연구하였고 2012년 9월부터 숭실대학교에서 조교수로 재직 중이다.

이 회원의 어릴 적 꿈은 최고의 수학자가 되는 것이 아니었다고 한다. 믿음직한 수학 선생님이었다. 아마 어머님의 권유가 아니었다면 지금쯤 어느 고등학교에서 회초리 들고 수학을 가르치고 있을지도 모를 일이다. 그 희망은 아직도 변하지 않은 듯하다. 스스로 완벽한 강사라고 생각하지는 않지만, 수학 연구에 못지않게 신경을 쓰고 있다고 귀띔한다. 이러한 그의 노력이 어느 정도 인정을 받은 것인지, 2003년 서울대학교 수리과학부 우수조교상을 수상하였고, 브라운 대학교 유학기간 중 외국인이라는 불리한 조건하에서도 2010년 우수강사상을 수상하였다.

이 회원의 세부 전공인 산술역학은 정수론과 대수기하를 조합한 디오판투스 기하의 한 응용 분야로서, 기존 복소 해석에서 관심을 갖던 복소 역학과 조화를 이루어 최근 많은 관심을 받고 있는 분

야이다. 최근 복소 역학에서 풀지 못하였던 문제, 고차원 정규 아핀동형사상에서의 준주기점 문제를 해결하는 논문을 발표하였고, 한편으로 보다 일반적인 고차원에서의 다항사상에 의한 역학계를 위해 대수기하의 birational geometry, 복소해석의 potential theory, 복소기하의 tropical geometry 등 여러 가지 배경 지식을 쌓고 있는 중이다.

이종규 회원은 앞으로, 아직은 국내에 잘 알려지지 않은 본 회원의 연구 분야를 좀 더 국내 수학자들에게 알리고픈 마음이 있다고 한다. 이 회원은 스스로의 경험에 비추어 볼 때, 산술역학은 많은 분야와 밀접한 관계를 가지며, 여러 가지 흥미로운 문제들을 접할 수 있는 분야라고 소개한다. 학부생들의 연구 프로젝트부터 Inventiones Mathematicae에 실리는 문제까지 다양한 난이도의 문제들이 기다리고 있다. 이렇게 재미있는 분야를 다른 사람들과 같이 하고자 하는 마음이 있으나, 이제 국내 활동을 시작하는 단계에 있어서 많은 회원 여러분께서 관심을 갖고 함께 해주셨으면 하는 바람을 전했다.

이종규 회원의 가족사진 한 장, 그리고 이 회원에 대한 지인들의 짧은 평으로 본 소개글을 마치고자 한다.

- 언제나 밝고 긍정적인, 어떤 문제도 그 자리에서 해결해 줄 것 같은 후배.
  – 경남대 박부성
- 진지하고 성실한 로맨티스트!
  – 숙명여대 서검교
- 마음이 따뜻하고 진취적이며 긍정적인 태도를 갖고 있으며, 주위 사람들에 대한 배려가 좋아 화목한 분위기를 주도하는 사람.
  – 서울여대 이동일
- 학교 안과 밖에서 모두 배울게 많은, 함께 하면 안심이 되는 사람.
  – 서울과학기술대 김병찬 KMS

서평 참여 안내

대한수학회에서는 국내에서 출판되는 수학관련 도서를 체계적으로 수집하고 관련 학자들의 서평을 소식지에 게재함으로써, 국내 수학관련 도서의 출판을 널리 홍보하고 건전한 비평문화를 정착하는 데에 기여하고자 합니다. 회원 여러분은 여러 가지 방법으로 서평에 참여하실 수 있습니다.

1. 수학 관련 교재나 도서를 집필하시거나 번역하신 분께서는 2권을 학회로 보내 주십시오.
   편집위원회에서 적절한 분에게 서평을 의뢰하고 나머지 한권은 학회 자료실에 보관하겠습니다.
2. 이미 서평이 실린 도서에 대한 저자 혹은 다른 이의 반론을 환영합니다.
3. 회원 여러분께서 강의에 사용하셨거나 읽으신 책에 대한 서평을 투고하실 수 있습니다.
   이 경우, 책을 같이 보내주시면 서평과 함께 검토하고 책은 돌려 드리겠습니다.
4. 학회에 미리 연락을 주시면 투고요령을 보내드리겠습니다.
   가급적이면, 권당 서평내용을 A4 용지 2매 이내로 해주시기 바랍니다.
5. 서평 원고는 학회 사무국(kms@kms.or.kr)으로 보내주시기 바랍니다.

『대한수학회소식』 편집위원회