

ICME 연구활동의 전망

신 현성 (강원대학교)

(1) ICME-7 활동현황

ICME-7차 대회가 퀘벡시에서 세계 각국에서 모인 3,500여명의 회원을 중심으로 개최되었고 일주간의 발표된 논문은 앞으로 4년간 수학교육의 연구에 대한 방향을 제시한다는 의미에서 관심의 대상이 되었다. 대회에 사용된 공용어는 영어와 불어이었으며 4 발표자의 plenary lectures 이어 working Group, topic group, 계산기와 컴퓨터에 대한 미니 컨퍼런스, ICME산하 연구집단의 발표등이 주가 되어 일주일간의 연구활동으로 진행되었다. plenary lectures에서는 종래에 Polya, Freudenthal 등이 발표했으나 이번에는 수학과 교육과정의 설계에 이론이 밝은 G.Howson, 프랙탈 기하의 창시자로 알려졌던 물리학과 수학을 전공한 B.Mandelbrot 등이 주 발표를 해주었는데 이들의 관심은 산업사회가 발전됨에 따라 산업기술의 효과를 교사는 어떻게 수용할 것인가? 와 프랙탈 기하에 대한 소개였다. 이어 working Group에서 발표 및 토의가 되었던 주 과제는 다음과 같았다.

- 1) 초급수준의 수학개념의 형성과 학생들의 사고의 불일치성
(inconsistencies)
- 2) 미적분의 지도에서 학생들의 오해 및 대학 교육 과정
- 3) 수학 학습의 이론 탐구
- 4) 교사 교육의 프로그램
- 5) 수학 교실에서 학생들의 혁신적인 평가 방법
- 6) 의무 교육 하에서 기하의 역할 및 대수의 위치
- 7) 미래 시민을 위한 확률과 통계지도, 수학적 모델링의 지도
- 8) 컴퓨터와 계산기를 통한 수학교육의 조직, 수학 교육의 연구방법 개선

등이었으며 구체적인 과제에서는 몇가지가 겹치게 된다. 예를들면, 중등학교의 교육과정을 개선하는 문제에서는 위의 거의 모든항이 관련된다. Topic Group에서는 직업교육의 프로그램 탐구, 수학교육의 사회적 역할, 증명에 관한 지도이론과 실제, 수학의 교수 - 학습에 관한 구성주의자들의 해석, 수학의 철학 등이 제시되었다. 주로 발표자가 이슈를 제기하고 각 나라의 경험을 종합토론 하는 형식으로 진행되었다. 토픽 집단의 뜨거운 이슈는 구성주의자의 관점을 수학교육에 어떻게 도입 할 것인가? 로 볼수 있었다.

이 주제는 수학의 철학분과에서도 중심 이슈가 되었으나 구조주의 관점보다 학문적 배경이 취약함을 느낄수 있었고 대부분 토론에 참석한 사람들은 구성주의자들의 이론이 덜다듬어진 이론으로 인식하였다. Working Group에서는 앞에서 소개한 바같이 8가지 이상의 중요 과제가 논의되었으나 학생들의 사고의 일관성을 측정하고 이들을 교육과정의 구성에 활용하는 문제와 대학 수준의 고급 수학적 사고 (Advanced mathematical thinking)를 연구하는 방법의 논의가 대표적이었다고 볼수 있다. 물론, 중등수학 교육과정의 특징을 정하는 일은 모든 토론 집단의 중요과제임은 새삼 강조할 필요가 없다.

좀더 활동적인 미니 컨퍼런스로써 컴퓨터와 미니계산기에 대한 토론 집단의 활동을 들 수 있다. 이러한 도구는 수학학습의 이론에서 제시되었던 내용을 쉽게 구체화 해준다. 예를들면, 중등학교에서 활동을 강조하는 것에서 부터 시작하여 Piaget의 쉐임의 구성동이다. 독립국가연합에서 발표했던 위상의 개념을 컴퓨터를 통해 중등학생에게 고급수학적 사고를 보여줄려 했던 시도나 코넬 대학(U.S.A)에서 함수개념의 구성(construction)을 컴퓨터를 통해 시범한 것들은 컴퓨터란 도구가 얼마나 수학 교육에 긍정적인 영향을 주는가를 보여주는 작업이었다. 또, 각국에서 개발하고 있는 교재의 소개가 있었으며 국가간 공동 연구한 실험결과를 (교재개발) 발표하는 강의가

있었다.

지금까지는 많은 행사중에서 중요하다고 보는 관점들을 필자의 시각에 맞추어 정리했으며, 이것은 ICME의 미래 연구 방향을 제시하는 자료로 보아도 무난할 것 같다. 이런 뜻에서 중요 연구방향의 세목들을 요약하여 논의하는 일도 오늘 자리에 알맞는 것 같다.

(2) 수학교육에서 구성주의자 관점 도입

학회에 참여했던 대부분의 사람들이 구성주의의 관점에 대한 모호성을 지적했음에도 불구하고 구성주의는 최대 관심사가 되었다. 앞으로 구조주의에 비교될 수 있는 이론이 되길 바라면서 여기에서는 개략적인 소개를 해본다. 이론은 두가지 원리에 기초를 두는데, 하나는 대부분의 사람들이 동조하는 것으로 지식은 수동적으로 수용이 되지 않으며 능동적으로 인지주체에 의해 만들어 진다는 것이다. 사고는 그 의미가 문장(words)으로 포장되어 받을 준비가 되지 않은 다른 사람에게 보내어지는 것이 아니며, 대화를 통해 우리가 시도할려 하는 것은 의미를 그대로 전달한다기 보다 다른 사람을 환기시키(evoke)는 일을 한다는 것이다. 다른 하나는 인지기능(function of Cognition)의 역할인데 이기능은 적응이며 이미 존재해 있는 실체를 발견하는데 사용되는 것이 아니라 경험 세계를 조직하는데 이용 된다는 것이다 (Von Glasersfeld, 1987). 이와같은 이론이라면 우리는 진리(truth)를 발견하는 것이 아니라 우리 경험에 대한 Viable explanation을 구성한다는 것으로 두번째의 원리는 논란의 여지가 많았다. 이 원리들은 바탕으로 구성주의자들은 지식과 학습에 대하여 독특한 이론을 전개한다. 이들의 견해를 간략히 소개해 보면,

지식은 어떤 과제에 행하여진 학습자의 활동(activity)에 근원을 두고

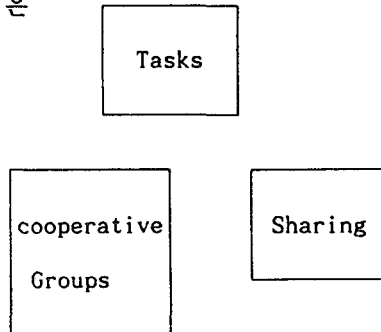
있으며 그 과제는 이미 만들어진 상태로 이 세상에 있는 것이 아닌 정신적 구성이라는 것이다. 사실주의자들과는 반대로 그들은 지식은 별개로 있는 것이 아니고 학습자의 행동과 경험에 직접 관련이 있으며 아는 것은 어떤 방법으로(in a certain manner) 이해하는 활동이며, 여기서 방법은 이해 활동을 위해 학습자와 공동으로 참여한 다른 사람과 서로 나누어 가질 수 있는 것이다. 참(truth)에 대해서도 그들은 독특한 견해를 갖는다. Glasersfeld(1987)에 의하면,

구성주의자들의 혁명적인 관점은 지식은 존재론적 실체(ontological reality)와 대응시킨다는 감각으로 “참”일 수가 없다. 그것은 단지 “viable”이라고 말할 수 밖에 없고, 이 viable은 “fits within the experiential constraints that limit the cognizing organisms' possibilities of acting and thinking”으로 이해된다.

예를들면, 길고 어두운 긴 터널을 걸어나갈때 우리의 패스(path)가 벽에 충돌하지 않은 한 viable한 것이다. 과학에서 보면 어떤 가정은 이것에 대한 도전이 없으면 참이라고 생각하나 후에 누가 이 가정에 대해 도전을 하면 본래 가정은 도전의 타당성에 의하여 수정되거나 그대로 둔다. 이와같이, 구성주의자들은 그 가정들이 잘 진행이 되면 “viable”라고 한다. 나아가서 우리의 경험이 어떤 진술(statements)들이 “viable”이라고 증명하면 주어진 진술로 생각한다. 구성주의자들은 수학을 관계와 패턴을 구성하는 행위로 본다. 수학적 지식은 학습자와 동떨어진 것이 아니며, 수학적 사실과 과정의 집합으로 보기보다는 알고리즘 관계등을 생성하는(generating) 행동으로 본다. 학습(learning)이란 무엇인가? 구성주의자들은 행동주의나 정보처리와는 다르게 개인과 개인을 둘러싼 환경과를 떨어진 별개로 보지 않고 학습을 적용 과정으로 본다. 구성주의자들의 접근은 지식을 인류의 유산

으로 보고 학습자와는 독립적인 외적인 환경에서 얻어진 것으로 보는 교육 이론과는 반대되는 견해를 가지고 있다. 학습은 학습자의 경험에 바탕을 둔 책임을 구성함으로써 이루어진다고 본다. 구성자들은 각개인은 그들 스스로 그 지식을 구성한다는 관점이므로 “상호작용”에 대해 소홀히 한다는 비판을 받고 있으나 실은 그렇지 않다는 것이 몇사람의 연구자들에 의하여 확인되었다. 즉, 구성은 다른 사람과 상호작용에 의하여 크게 영향을 받는다는 것이다(Yackel, Cobb, 1990). 따라서, 수학기간에는 의미에 대한 토론과 다른 의견의 조정을 통해 공통 인식을 가지는 환경을 만드는 일이 중요하며, 수학적 아이디어는 의미있는 세팅(Setting)에서 제시되고 문맥화되어야 한다는 것이다. 교사는 이러한 세팅에서 학습을 촉진시키는 역할을 할 뿐이지 결과를 점검하는 사람으로 되어서는 안된다는 것이다. 자연스럽게 수학 내용보다 사고 과정이 강조되며 실험, 질문, 반성, 발견, 토론 등에 의하여 학습이 주도된다(Ahmed, 1987), Wheatley(1989)는 구성주의자들의 학습에 대한 관점을 모델로 제시했는데 모델의 명칭은

문제 중심이된 학습 (Problem centered learning)이었고, 이는 3가지 요소로 구성되었다. 즉, 과제, 협력집단, 집단토론이었으며 교사의 역할은 오직 학습분위기를 창안하고 과정을 조정하는 역할만을 할 뿐이다.



(3) 구조주의 문제

새수학의 기본정신은 수학내용의 분석과 교육과정 구성에 초점을 맞추면서 브르너의 구조이론의 중요성에 학습의 초점을 맞추었으나, 기대했던 만큼의 성과를 거두지 못했다. 브르바키의 구조자체가 학습이론이 될 수 있는

나는 이후 많은 사람들의 관심이었지만 우리는 구조주의의 정신을 충분히 이해 못한 상태에서 교재 개발로 들어갔었고 수학교육에서 연구된 교수·학습이론도 부족한 상태에서 국가단위의 새수학 운동이 시행되었다. 이는 사회적인 압력, 경제적인 측면등에서 더 큰 원인을 제공했다고 볼수 있었다. 따라서, 수학교육에 관련된 이론의 탐구가 필요했으며 PME의 탄생을 보게되었다. ICME-7에서도 PME에서 제기되었던 연구 문제들이 부분적으로 이슈화했다고 볼수 있다. PME의 관심을 기술해보면,

첫째는 수학적 지식의 상세화 작업이다. 여기에는 수학적 개념에 대한 인식론적 배경을 명확히 밝히자는 것외에도 수학적 개념의 형성과정 과정(process)를 좀더 밝혀보자는 시도로 이해된다. 따라서, 학습자들의 인지 과정의 연구가 핵심이 된다. 둘째는 사회적 측면이다. 학습자들의 상호작용이 수학의 학습에 어떤 유리한 점을 제공하는가가 연구의 핵심이 된다. 사실 교실은 학습자들의 상호작용에 의해 이루어 지는 환경이라고 볼수 있고 교사는 이 환경에서 학습을 창출하는 결정적 역할을 담당한다.

이러한 관심을 세분해 보면 PME의 앞으로 연구과제는 4가지로 요약되었다.

- 1) 인지과정, 의미의 구성 (construction of meaning)
- 2) 교수-학습의 현상에 대한 사회적 측면
- 3) 연구 분야로서 수학의 교수
- 4) 마이크로 컴퓨터에 관한 환경

여기서 학생들이 개념 형성 과정에서 보인 오류(misconception)을 분석하는 일은 구조주의에서 보였던 약점을 메꾸는 중요한 연구 분야로, 전망이 된다. 여기에 관련되어 영국을 중심으로 연구가 진행되었던 고급수학 사고(advanced mathematical thinking)에 대한 연구결과도 대학수준에서 해 볼수 있는 연구분야로 생각된다. 여기에서는 수학내용중에서 극한, 연속과

같은 높은 수준 (이해정도)의 수학 내용을 학습자들이 어떤 과정을 거쳐 이해하느냐를 주로 misconception의 관찰을 통하여 연구를 한다. 좀더 자세한 연구 방법은

Tall, D.O (Ed.) 1991, *Advanced Mathematical Thinking*,
Kluwer, Dordrecht

에 소개가 되어 있다. ICME-6차에서는 중등학교의 교육과정 구성에서 수학적 사고에 대한 버튼(Burton)의 발표가 있었으나 이번대회에서는 수학적 사고에 대한 강의나 working group, topic group의 소재가 없었다. 고급수학적 사고는 그 내용 전개가 버튼의 연구 범위에서 벗어나는 과제으로써 우리가 학교에서 흔히 대하는 학생들의 Misconception에 대한 해석을 소개한 것이다. 이는 버튼의 수학적 사고에 관한 영역의 문제라기 보다 구조주의적 접근 방법에 대한 대학 수학의 약점을 메꾸는 과정으로 보아도 무난한 것 같다.

지금까지는 두가지 이슈에 대한 개략적인 관찰을 나름대로 적어 보았다. 이외에도 교사교육문제, 저개발국가의 수학과 교육과정의 설계, 직업계 수학의 구성문제등 여러가지가 있으나 약하기도 한다.

참고문헌

Ahmed, A. *Better mathematics : A Curriculum development study based on the low attainers in mathematics project*,
London: Her Majesty's Stationnery office, 1987.

Von Glasersfeld, E. *Constructivism as a scientific method*,
Pergramon Press, 1987.

Yackel, E., Cobb, P. The importance of social interactions in
childrens' construction of mathematical knowledge. In
T. Cooney (Ed.), 1990 yearbook of NCTM. Roston,
VA: NCTM.

Wheatley, G. Instruction for the gifted : Methods and materials.
In J. Feld husen, J. excellence in gifted education.
Denver: Love Publishing Co,