

대학수학 교육 연구의 원칙과 기준들

정 치 봉 (순천향대학교)

한국의 대학수학 교육에 대한 여러 종류의 관심이 다양한 현실적 필요성에서 대학의 수학 교수들 사이에서 일고 있다. 대학수학 교육의 어떤 연구 주제를 누가 어디에서 어떻게 연구하여야 연구로서 가치, 타당성 그리고 연구 결과를 유용하게 활용할 수 있는지 등 연구의 방향, 목표, 그리고 결과의 활용에 대한 적절한 합리적 근거들에 대한 논의가 부족한 실정이다. 일반적으로 수학교육에 대한 연구 결과는 실제 수학 수업을 수행하는 교수, 교사 또는 교육행정가에게 유용한 정보, 지식 그리고 수업 수행 방법(기술) 등을 제공하여 그들의 의사결정 문제를 결정하도록 적절한 도움을 줄 수 있는 유용성을 가져야 한다. 학교수학 교육은 국가적 교육과정을 갖고 있다 이에 비하여 대학수학 교육은 각 대학마다 다른 교육 환경과 목표를 반영한 대학교육과정에 대학수학 관련 교과(강좌) 또는 수학전공 교과들이 포함되어 있다. 다양한 대학교육 환경과 시스템에 놓여있는 대학수학 교육의 상황 또는 현상을 개선하기 위한 연구의 수행 원칙과 질적 기준들 무엇인가?를 논하였다.

서 론

초중등 학교수학 교육 뿐만 아니라 대학교육의 대중화로 대학에서 수학을 학습하는 학생의 양적 팽창은 대학수학 교육에 대한 관심을 불러일으킬 뿐만 아니라 대학수학 교육의 질에 대한 다양한 문제를 발생시키고 있다. 대학입시, 수능 그리고 고등학교에서 성적 산출과 평가 방법 등 교육 환경을 구성하는 여러 요인들이 대학에서 수행하는 수학교육을 매우 복잡하고 혼란스럽게 만들고 있다. 대학수학 수업의 여러 문제들에 직면하여 수 많은 수학교수들이 직간접적으로 고민하고 있다.

대학은 매우 다양한 교육 목적을 추구하고 있다. 이를 반영하듯 대학의 교육 체계와 운영 또한 매우 다양하다. 그 속에서 전공으로서 그리고 대학의 교육과 학문을 체계를 이루는 구성 요소로서 수학과 위치와 역할 또한 다양하다. 전국의 각 대학의 수학과 또는 전공 프로그램은 나름대로 특성을 가진 수학전공 교과과정을 운영하거나 공대, 자연과학대, 경상대 등에 수학관련 강좌 또는 프로그램을 제공하고있다.

다양한 교육 목표와 체계를 가지고 운영되는 각 대학의 특수성은 그 대학에 속하는 수학전공 강좌들과 타 전공자를 위한 서비스형 수학강좌의 목표, 지식 내용, 기술 등 세부 사항에서 다르게 나타날 수 밖에 없다. 대학에서 실제로 이루어지고 있는 수학수업이 수업이 다양한 그리고 특수한 교육적 상황을 갖는다면, 어떤 연구가 대학수학 교육 공동체에서 일반적인 관심을 갖는 연구가 될 수 있는가? 라는 물음을 묻게된다. 한 예로 한국의 각 대학에서 가르치는 대학 1학년 학생을 대상으로 하는 대학수학 또는 미적분학 강좌에서 사용하는 교재는 거의 모두 자체 개발하여 사용하고 있거나

번역서를 사용하고 있다. 이와 같이 대학 현장에서 이루어지는 대학수학 강좌마다 수업 내용, 방향 그리고 목표도 다르고 가르치는 교수마다 100인 100색이라면 대학수학 교육에 대한 의미있는 그리고 실제 수업에 활용될 가치가 있는 유용한 교육 연구가 있을 수 있는가? 라는 물음이다.

한편 국가 차원의 동일한 교육에 기초하여 학교수학 교육은 이루어지고 있다. 학교수학 교육에 대한 연구에서 다루는 수학적 내용은 국가 수학교과과정에 제시된 내용을 범위로 한다. 실제로 국가적 규모를 가진 정해진 교과과정을 학교 수준의 수학 수업에서 교과과정 기준으로 제시한 질을 보장하여 주기 위한 학교 현장 지원 노력과 수단으로 학교수학 교육에 대한 연구는 이루어진다.

본 연구의 물음은 다음과 같다.

학교수학 교육 연구와 달리 대학수학의 내용과 교과과정 운영에 대한 표준이(standards of mathematical contents) 없이 이루어지고 있는 대학수학 교육에 대한 유용한 연구가 있다면 연구의 원칙과 기준은 무엇이고 어떻게 대학수학 연구를 수행할 것인가?

본 론

수학교육, 수학교육 연구 그리고 연구의 성격과 유용성

수학교육에 대한 연구는, 연구 주제 또는 문제의 발견, 연구에 대한 제안, 연구 수행, 연구 결과 발표, 연구 결과의 활용 또는 실천 이라는 시작과 소멸 과정을 갖는다. 일반적으로 모든 교육 연구는 문제가 있는 현실 교육 상황을 개선하려는 동기에서 출발한다. 즉 연구 결과에서 제시하는 도구 수단, 방법 등을 실세계에 실제로 적용하면 실제로 의미있는 개선된 변화가 발생한다는 유용성이 중요 함은 부인 할 수 없다. 그럼에도 불구하고 수학교육 뿐만아니라 수 많은 교육에 대한 연구 또는 그 결과들이 교육현실에서 실제로 실천할 수 있는 유용성을 갖는지를 평가하기는 쉽지가 않은 문제이다. 그것은 교육/학습이 이루어지는 실제 상황이 학습을 일어나게 하는 다양한 변수들이 서로 영향을 주면서 작용하기도 하고 어떤 변수는 충분히 사전에 충분히 그 속성들을 인지하지 못하고, 교육/학습 관련 정보가 부족한 상황에서 학습에 의미있는 영향을 주는 다양한 우연성(randomness)이 교육/학습에 항상 내재하고 있다는 점일 것이다.

실제 교육 상황의 복잡성은 관측의 측면에서 변동성(variations)을 갖고 관측자를 혼란스럽게 만들 수 있다. 만약에 실제로 모든 교육 상황이 수학적 모델로서 동역학계에서 말하는 의미로서 복잡계(complex systems) 또는 예측할 수 없는 혼돈 현상을 보이는 시스템이라면 교육 연구에 대한 유용성의 의미는 지금까지의 교육 연구와 다른 관점에서 시도되어야 하는 도전적인 문제이다. 왜냐하면 모든 연구와 그와 관련된 이론의 바탕에는 환원적 특성(reduction), 예측성, 현상의 재현성, 복제성 또는 재생산성(replicability, reproduction) 등을 기대하고 전제로 한다.

실세계에서 적용/실천/작동이라는 관점의 교육 연구의 유용성은 수 많은 교육 연구들을 비교 평가할 수 있는 기준으로서 상대적 의미를 찾는 것이 불필요한 논쟁을 벗어나는 길일 것이라 생각된다.

우선 교육 연구의 유용성의 의미로서 “대개의 실제교육 현장에서 대체로 연구 결과가 잘 작용한다”라는 연구 결과의 작용의 관점에서 강건성(robustness)을 들 수 있다. 연구 결과가 적용되고 작동하는 범위가 넓고 적용된 학습 단위에서 생성하는 산출물의 양과 질이 임계 수준보다 높게 자주 나타나는 경우를 의미한다.

수학교육 연구의 유용성에 대한 여러 관점들

Purdue 대학의 수학교육 연구자 R.Lesh는 수학교육에 대한 연구 또는 그 결과물의 유용성을 증가시키는 가능한 방법에 대하여 “설계-실험을 중심으로한 수학교육에 대한 연구 설계”라는 주제의 논문을 발표하였다. R.Lesh는 “수학교육에 대한 유용한 연구”라는 주제를 논의하기 위하여 다음 물음을 제기하였다:

어떤 형태의 설계가 수학 교육 연구에서 특별히 유용하다고 입증되었는가? 수학교육 연구의 유용함, 효력, 공유-가능성 그리고 증거-누적성 등을 향상하거나 평가하기 위하여 어떤 원칙들이 있는가?[R.Lesh, 2003]

최근에 수학, 과학 교육 연구에 큰 관심을 일으키고 있는 “설계-실험(design experiments)” 방식의 연구를 지지하는 교육연구자들은 연구의 현장 적용성/관련성/유용성에 특별히 많은 관심을 보이고 있다. 그들은 교육 연구와 현장 교육의 관련성을 건축물에 비유하면 건물의 설계와 실제 시공 사이의 관련성으로 보고 있다. [Brown,1992;Kelly&Lesh,2000;Lesh,2003;Cobb,2003]

Lesh는 학습자의 사고를 내보이는 고안물들(learner thought-revealing artefacts)을 설계하는 것이 설계-실험이 가져야하는 목적 중의 하나라고 보고 있다. 설계-실험 연구 사례로서 Lesh가 속해있는 Purdue 대학 부속 교육 연구센터에서는 “설계-실험”의 관점에 기반을 둔 연구를 수행하여 오고 있다.

일반적으로 공적 재원으로 지원 받아 수행되는 연구의 현실적 유용성 또는 실제적 효용성은 꼭 갖추어야 할 요소이다. 특히 교육에 대한 연구는 다양한 관점에서 유용한 효용 가치 또는 의미를 가짐은 당연하다.

수학교육 연구의 유용성 또는 효용성을 생각하기 위해서 Lesh는 기존 수학교육 연구에 대한 두 가지 회고와 반성에서 시작하고 있다:

- 1) 수학교육 연구의 발전 수준은 요구되고 있는 수준에 훨씬 못 미치고 있고
- 2) 교육 현장에서 실천하는 교육자들이 제기한 우선 순위가 높은 중요한 많은 현안 문제에 관심이 부족하다. [R.Lesh, 2003]

Lesh의 회고와 반성 그 자체는 지금까지 이루어온 수학교육 연구 결과를 잘 요약하고 있다.

이러한 반성과 관점만으로 “수학교육 연구의 유용성”을 논점으로 가져오기에 충분한가?

현장에서 교육(일종의 실험)은 시대, 장소, 학습자, 학습 환경 등 수 많은 인간, 심리, 지능, 도구, 환경등 과학적으로 다루기에는 아직 연구가 부족한 교육/학습/심리/환경 등의 변수에 의하여 영향 받는 복잡한 시스템이다. 뿐만아니라 측정할 수 있는 교육 성과는 이들 과학적으로 충분히 다루기에

는 아직 역부족인 변수들에 의하여 과학적 설명은 크게 제한될 수 밖에 없다. 한편으로 현장에 이식 또는 구현될 가치가 있는 수학교육 연구 성과라고 하더라도 사회의 합의, 여건 조성 또는 여론을 이루고 실천이 되는 과정의 쉽지 않은 일이다. 시간과 시대 그리고 현장 상황이 변하게 되었을 때 연구 성과가 여전히 타당할 것인지는 판단하기 어려운 문제이다. 이것이 인간과 인간의 학습에 관한 수학교육에 대한 과학적 실험적 연구의 한계이다. Lesh의 회고와 반성은 이러한 교육 연구에 내재된 본질적인 결함을 고려하여 수학교육 연구를 사려깊게 생각하면 도출할 수 있는 결론이기도 하다.

문제는 Lesh가 제시한 “설계-실험”에 기초한 수학교육 연구는 다른 방법을 사용한 수학교육 연구보다 아직도 과학적으로 다루기 불충분한 교육 변수를 다룸에 있어서도 “상대적으로 유용성”이 증가할 수 있는가? 이다. Lesh가 발표한 논고에서조차 이 물음에 대하여 “설계-실험” 이외의 다양한 수학교육 연구 방법의 필요성, 유용성 등을 논하고 있다.

Lesh의 견해 또는 논점은 연구의 유용성은 연구 안에 포함된 직접적인 문제, 주제, 방법 등 연구를 구성하는 모든 요소의 유용성을 다루려는 의도는 아니다. Lesh는 발표한 논문에서 1) 연구와 실천을 관련짓고 2) 연구 또는 그 결과가 함의할 수 있는 것들과 교육 현실 또는 실천과 관련되어 실천/실험 가능성이 있는 물음을 묻고 3) 수행된 연구 또는 그 결과가 실천에 적절한 그리고 유용한 답, 도움, 도구, 지식 등을 주고 있는 연구인가?라는 연구에 대한 메타적 분석 또는 평가를 위한 틀, 원리, 형식, 기준 등을 말하고 있다. [Kelly&Lesh,2000;Lesh,2003]

수학교육 연구의 원칙과 질 기준에 대한 NSF/REC의 조사 활동

Guiding Principles for Mathematics and Science Education Research Methods: Report of a Workshop, Division of Research, Evaluation and Communication National Science Foundation라는 보고서를 현장에서 교육을 실제로 수행하는데 유용함을 줄 수 있어서 교육을 개선할 수 있는 교육에 대한 연구는 어떤 특성, 체계, 방법 그리고 연구자의 윤리 등에 대하여 지명한 수학과학교육 분야의 연구자들이 NSF의 REC 지원으로 발표하였다.

www.nsf.gov/pubs/2000/nsf00113/nsf00113.html

NSF/REC는 수학교육의 질을 실질적으로 향상시키는 실질적 도움을 줄 수있는 수학교육 연구가 갖추어야 할 연구 방법과 연구의 질에 대한 가이드라인으로서 원칙과 기준을 마련하려는 보고서를 작성하였다.

NSF/REC의 연구의 질 개선을 위한 원칙 및 기준을 마련하는 목적과 의도들은 다음과 같다:

- 1) 연구의 질 향상-수학교수법, 설계 혁신, 첨단 기술 사용, 어려운 연구 주제의 시작
- 2) 연구 방법의 재검토
- 3) 연구를 설계하고 연구(제안서)를 평가하기 위한 지도 원칙을 제안
- 4) 연구, 연구 제안(서), 기금 연구 과제의 질 향상
- 5) 수학교육의 개선

수학교육 연구의 원칙과 질 기준에 대한 NSF/REC 연구 보고서 작성 배경에는 수학교육 연구에 대한 새로운 “책무성(accountability)”에 대한 사회적 요구 그리고 수학교육 연구의 시대적 변화가 있었다. 즉

- 1) 교육 연구의 책무성
- 2) 연구 기금의 사용에 대한 책무성
- 3) 연구의 현실 교육의 개선을 위한 실천적 반영, 접목에 대한 책무성
- 4) 연구의 질, 경쟁력, 발전 등에 대한 책무성
- 5) 연구자 사회(공동체)의 공정한 연구 경쟁 유도를 통한 발전

사회의 모든 활동 분야에서 책무성 표준이 정해지고 강화되고 있다. 특히 교육분야의 책무성의 강화는 수학교육 연구의 질에 대한 기준에 대한 논의를 일으켰다. 현실 교육 개선을 위한 교육 연구의 책무성의 강조, 과거의 접근 방법의 한계, 지난 10여년동안 ICT에 의한 사회, 교육등 문명 전반에 걸친 변화 등으로 가시적으로 나타나게 되었다. 즉

- 1) 교육 연구의 다양한 접근 방법들 그리고 교육 패러다임의 변화
- 2) 교육에 대한 다양한 요구들(학습자, 교사, 학부모, 기업등 인적자원 수요자 조직들),
- 3) 교육에 대한 요구와 교육 문제들을 접목한 포괄적인 거대 연구의 필요성
- 4) 현실 교육에서 요구되는 문제에 내재된 다양한 특성은 그에 따른 적절한 연구 방법이 사용되어야 한다. 즉 새롭게 등장한 교육 문제 현상은 과거의 행동주의-심리학-통계학 등에서 빌려온 이론, 방법은 한계에 도달하여 문제 해결이 어렵게 되었다.

1990년대까지만 하더라도 교육 연구의 기존 평가 기준: 질적 연구 방법에 대한 기준과 양적 연구 방법에 대한 기준이 다르고 이로 인하여 양적 연구 와 질적연구가 분리되어 구별되고 있었다. 교육 연구에 대한 기준을 마련하기 위한 위원회의 3년 동안의 NSF/REC 위원회 활동이 성공하지 못하였음을 발표하였다. www.nsf.gov/pubs/2000/nsf00113/nsf00113.html

Kelly & Lesh의 수학교육 연구에서 강조점

수학교육 연구의 규모, 학제적 성격, 실천/실용/결과활용 측면들이 강조되어야 한다고 보고서, 수학교육 연구에서 새롭게 강조되어야 할 부분을 Kelly & Lesh는 다음과 같이 요약하고 있다.

Table 1. Some Shifts in Emphasis in Educational Research in Mathematics and Science

덜 강조되어야 할 부분:	보다 강조되어야 할 부분:
연구자는 연구에서 객관적 입장을 견지하기 위하여 적절한 위치에 떨어져 있어야 한다.	연구자는 연구에 참여하며, 참여자-관찰자의 역할을 병행한다.
연구자는 전문가이며 판정자이다. 규정에 의한 처방된 수단(척도)을 사용하여 지식 전달의 결과 또는 효과를 측정/판정 한다.	연구자는 지식의 공동-생산자이다 연구자는 연구에서 학습자-청취자 이다. 연구 주제의 관점에서 가치를 매기고 스스로 교육을 수행한다.
학습자 : 교실에서 타인과 상호작용이 없는 폐쇄된 수동적 그리고 홀로하는 학습자	학습자: 개인적-사회적 컨텍스트 속의 학습자 교실은 스스로 조직하고 관리하는 복합적 시스템
단순한 원인-결과 또는 상관 모형	복잡성 복잡계 이론, 시스템적 사고 , 시스템의 변화 조직화된/진화적 학습 등 다양한 학습 모형
변인(요인)이 있는지에 대한 통계적 검사	인간-문화를 연구하는 지식과 기술 문제-관찰-방법-이론을 엮는 상황 검사와 기술
방법의 일반적 적용/응용	주제 구성, 구성된 주제들의 합의 의미를 정하기 위한 내용, 주제, 방법의 결합
성과, 효과의 일회성 측정 사전-사후 측정 단순 종합	피드백이 포함된 관측 사이클을 사용하여 복잡한 행위(동) 양식을 반복하는 체계적인 관측 비디오 등 첨단 ICT 관측 장비의 사용
학습의 표준화된 검사 척도 또는 선다형 측정	다중센서/다중매체 자료 소스, 모의실험 수행-상태, 수행-수단, 수행-패턴, 수행-결과를 포괄하는 다면 평가
학습 성과 측정 : 표준-검사의 평균	내용 모형의 상세성 세련성, 복잡성 평가 모형 개발의 과정, 수행 중심 평가 평가에 대한 개념적 발전
수치에 대한 과도한 단적인 의존성 수치의 외견(외양) 정확(밀)도에 대한 단순한 관점	측정의 조건, 제약에 대한 의식, 인식, 이해 역동적인 상호작용을 하는 학습현장 영상 자료 또는 표현물의 활용
교육과정을 주어진 것으로 받아들이는 교육과정의 수동적인 정적인 수용	교육과정의 재개념화 재개념화된 교육과정의 과학적 체계적 평가

양적 연구의 기준 SEDCAR

(Standards for Education Data Collection and Reporting) (US Department of Education, 1991)

-기준의 범위: 자료의 수집, 제출, 보고 등 자료를 다루는 각 단계에서 요구되는 기준

(자료 수집을 위한 설계, 수집,자료준비와 처리, 자료분석, 자료의 제출, 자료의 유포)

-양적 연구를 위한 연구 설계와 관련된 기준:

- 1) 연구(문제)에 요구되는 확인된 또는 사실적 자료와 정보를 제시하여야 한다.
- 2) 연구를 진행하는 중에 나타난 모든 논점들 양상(issues, 현상, 관찰, 문제)을 제시하고 있음을 확신시키기 위하여 연구는 명확하게 정의하고, 분명하게 표현하고, 재검토하여야 한다.
- 3) 연구는 관련된 문헌의 지식을 반영하여야 한다.
 의도하지 않은 결과를 미리 생각하고 대응하여야 한다
 연구 계획이 진행되면서 더 정밀(상세,세밀 정교)함을 갖추어 가야 한다.
 연구의 의미, 함의 그리고 전제들이 명확해져야 한다.
 연구 결과가 편향되게 인용 또는 사용되는 경향을 막아야 한다.
 연구된 내용과 결과들이 편향되게 사용되지 않기 위하여 가능한 완전하게 편향된 견해를 제거하여야 한다.
 큰 문제는 구성하는 부분으로 적절히 분할하여야 한다.
 요구되는 정보에 초점을 맞추어야 한다.
 중요성(도)에 따라 우선 순위를 정하여야 한다.
 자료 요청자의 요구를 충족하도록 충분히 넓은 범위에서 자료를 수집하고
 가능하면 자료의 2차 사용자의 요구까지도 충족하여야 한다.

질적 연구의 기준에 대한 연구 Spindler and Spindler (1992)

-특정 문화를 갖는 (인종 또는 민족) 집단에 참여하여 함께 생활을 체험하면서 면담과 관찰을 통한 민속학적 연구 방법을 사용하는 질적 연구에 대한 기준

-민속학 접근법에 의한 질적 연구 특징들:

특정 환경, 특정한 참여자들 사이의 인지적, 언어적 행위적 기타 상호 작용의 연구,
 민속학적 질적연구 특성: 좁게 초점을 맞춘 연구 범위, 상호작용에 대한 깊이있는 연구

-관찰 방법에 관한 준거/기준들:

- 1) 관찰(측)은 행위가 직접 관측되어 지고 있는 설정된 배경 상황 속에 놓여 있으며 그 정황 너머의 컨텍스트들 안에 놓여 있다.
- 2) 가설은 관측을 위하여 선정되고 설정된 배경 상황 속에서 연구가 진행되어 가는 그 상황(태) 안에서 발생한다. 무엇이 깊이있게 연구하여야 할 의미있는 것인가에 대한 판단(결정)을 현장 연구의 방향 설정이 완성될 때까지 연기한다.
- 3) 충분히 오랜 동안 그리고 반복하여 관찰한다.
 관찰의 신뢰성을 확보하기 위하여 여러 번 연쇄된 사건들을 관찰한다.

FINE 재단의 양적/질적 연구의 통합 기준들 (Ducharme et al., 1995):

1) 연구 문제(물음)와 관련된 기준:

문제는 명확하게 그리고 연구가능하게 진술되어 있는가?

문헌을 철저하게 조사하고 고찰하여 연구 절차들과 논점들을 알려주고 있는가?

가설/연구문제를 명시적으로 명확하게 진술하고 있는가?

2) 연구 수행 과정을 구성하는 절차에 관한 기준들:

표본 만들기, 자료 수집 기법 얻기, 모으기 수집,

특정 연구 문제에 대응하는 연구 설계의 적절성

3) 결과에 대한 논의 기준:

결과는 적절하고 분명(확)한가?

자료 분석의 결과는 연구의 결론을 입증(지지)하는가?

후속 연구를 위한 권고를 제시하였는가?

4) 특정-연구방법에 대한 기준:

양적연구, 전수조사/설문지 연구, 상관관계 연구, 인과관계-비교 연구,

수학교육 연구에 대한 표준 기준들 Eisenhart and Howe (1992):

Eisenhart and Howe 교육 연구 진행의 일반 기준과 validity(유효성, 타당성) 관점을 중요하게 고려하고 특정 연구 분야 그리고 특정 연구 설계를 초월하는 일반적이고 서로 연관된 교육 연구의 유효한 타당성을 위한 5 기준을 제시하였다:

기준 1: 문제의 특성 또는 본질에서 적절한 연구 방법을 끌어내어 사용한다.

따라서 연구방법이 문제에 자연스럽게 맞추어 지도록 한다.

기준 2: 자료 수집과 분석 기법 등이 적절하게 적용되어야 한다.

연구자는 연구 방법이 계발되고 발전하여온 역사적, 학문적, 전통적 컨텍스트 안에 자신의 연구 방법을 연계하고 계승하여야 한다.

기준 3: 연구는 기존의 이론적 명시적 드러나게 실체적이고 실제적인 지식 등이 연구의 배경 바탕에 연결(관)되어 있음을 증명해보이고 제시하여 보여야한다.

기준 4: 표방한 가치의 구속- 연구가 표방한 가치는 교육적 실천을 위한 관심사 그리고 현안을 제시하면서 연구할 만한 가치가 있음을 보여야 한다.

즉 연구자는 자신의 연구가 중요하고 유용하다는 것을 보여주어야 한다.

내재된 가치 구속- 연구는 엄격히 연구 윤리를 지키면서 수행되어야 한다.

기준 5: 연구는 전반적인 명확성, 투명성, 일관성, 경쟁력 그리고 우수성을 이루어 위 4가지 기준들과 균형을 맞추어야 한다.

결론: 수학교육 연구의 원칙 및 질 기준에 대한 종합

수학교육 연구의 원칙과 기준을 정함으로 얻을 수 있는 편익은 무엇인가? 연구에 대한 모호한 편향적인 그리고 일시적인 기준으로부터 벗어나 3가지 중요한 이득을 얻는다고 볼 수 있다. 즉

- 1) 사과의 경제성 : 교육 연구를 설계하고 평가를 신속하고 쉽게 하는 경제성
 - 2) 교육 연구 분야/산업을 회고하고 반영/반성함으로써 개선을 위한 출발점을 제공
 - 3) 연구의 전통 안에서 또는 넘어서 의사 소통을 위한 전달수단으로서 역할을 한다.
- 그리고 연구의 전통을 계승할 참신한 젊은 연구자에게 방향을 제시하여 주는 것이다.
연구를 질을 판정하는 기준들을 정리하여 보면 다음과 같다.

1. 객관성 (objectivity)
2. 유효성, 타당성(validity)
3. 일반성(generality)
4. 관련성(relevance)
5. 일관성(coherence)
6. 경쟁력, 우수성, 선도성(앞서나감)(competence)
7. 윤리성(ethics)
8. 독창성(originality)
9. 전문성(specifity)
10. 연계성(related)
11. 기술력(descriptive power)
12. 설명력(explanatory power)
13. 예측력(predictive power)
14. 오류가능성(falsifiability)
15. 복제성(replicability)
16. 신뢰성(trustworthiness)
17. 증거가 되는 출처, 원천 자료, 제시성(source corectness, facts)

이러한 연구의 기준들 중에서 수학교육 연구자들이 가장 많이 수용하고 있는 세 가지 공통된 기준은 relevance, validity, replicability으로 보고 있다. 이들 세 기준에 대하여서도 연구자들은 세부적인 내용에 가서는 상이한 입장을 보이고 다른 의미를 부여하기도 한다.

수학교육 연구의 이러한 다양한 질 기준들 사이에는 개념적으로 구조적인 측면을 가지고 있다.

기준들 사이는 어떤 관계가 있는가? 기준들 사이의 구조화된 관계가 있는가?

상대적으로 validity, objectivity, reproducibility (유효성, 객관성, 재생성)은 다른 기준들 보다 이들

기준들 사이에 개념적으로 보다 이웃하여 있는 기준들로 보인다. 위 기준들을 유사성에 따라 다음 4개의 유형 그룹으로 묶어 볼 수 있다.

I-그룹 (논리적관점): 타당성/객관성/일관성/오류가능성, 신뢰성, 일반성

II-그룹(적실성/유용성/효용성): 실천성, 적실성, 설계-구현 해결성, 실현성(feasibility), 유용성, 공학적 개조, 개선, 교육서비스의 질/생산성 향상, 복제성, 재생산력, 확산성

III-그룹(설명력): 설명력, 기술력(서술성), 명료성,

IV-그룹(전문성): 독창성, 경쟁성, 윤리성, 전문성

수학교육은 산업의 관점에서 볼 때 비물질적인 교육서비스를 제공하는 산업이다. 물질적 재화를 생산하는 제조업과는 다른 특성을 갖는 분야이다. 그리고 교육 산업에서 차지하는 국가, 지방자치단체 등 공공재정에서 지출하여 이루어지는 학교교육과 같은 공공 교육 서비스가 차지하는 비율이 매우 높은 분야라는 특수성을 갖는다. 질 좋은 교육 서비스를 제공하고 교육 분야의 생산성을 높이려면 교육 분야의 연구는 필수적이다. 따라서 교육 분야의 모든 연구는 교육 서비스 향상/개선이라는 큰 목표에 어떻게든 관련되어야 하는 응용학문 분야이다. 이와같은 이유에서 수학교육 연구자 사이에 최근의 연구의 효용/유용성에 대하여 관심이 높아지고 있다.

수학교육 연구를 자세히 들여다보고 연구를 평가할 때, 연구의 질, 실천관련성 그리고 유용성은 함께 묶여 있어야 하는 이들 기준들이 갖는 특성이다.

끝으로 이들 중요한 기준을 맞추기 위하여 교육 뿐만 아니라 연구의 시작에서부터 대학에서 수학을 가르치고 수학교육을 연구하는 사람은 시종일관 다음 물음을 진지하게 자문하여야 한다.

수학교육의 소비자들은 누구인가?

수학을 교육하는 사람들은 누구인가?

수학을 잘 가르치도록 관련된 지식과 기술을 연구하고 방법을 찾는 연구는 누가하는가?

수학 교육이 잘 되도록 교육제도를 지원하고 관리하고 정책을 개발하는 사람은 누구인가?

교육과 교육 연구를 발전시키기 위하여 노력하는 사람들은 누구인가?

지금까지 논의한 수학교육 연구의 원칙들, 질에 대한 기준들, 유용한 활용 등을 고려하여 현재 무척 미숙한 상태에 있는 한국에서의 대학 수학교육 연구에 활발하게 진행되고 발전하였으면 하는 바람이다.

참 고 문 헌

- Brown, A. L.(1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions. *The Journal of the Learning Sciences*, 2, pp.137-178.
- Cobb, P. (2003). Supporting the improvement of learning and teaching in social and institutional context. In *Cognition and Instruction: 25 Years of Progress*, edited by S. Carver and D. Klahr. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P., & Bowers, J. (in press). Cognitive and situated learning perspectives in theory and practice. To appear in *Educational Researcher*.
- Doerr, H. & Lesh, R. (in press). Beyond Constructivism: A Models & Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning, & Teaching. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Ducharme, M.K., Licklider, B.L., Matthes, W.A., and Vannatta, R.A. (1995). Conceptual and analysis criteria: A process for identifying quality educational research. Des Moines, IA: FINE Foundation.
- Eisenhart, MA, and Howe, K.R. (1992). Validity in educational research. In *The handbook of qualitative research in education*, edited by M.D. LeCompte, W.L. Millroy, and J. Preissle. New York: Academic Press.
- Fernandez, C., Rankin, S., and Stigler, J. (1997). Videographics handbook: Video tape procedures for TIMSS. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Duplicated.
- Frecktling, (1998). Research methodologies in mathematics & science education. Washington, DC: National Science Foundation.
- Kelly, A. E., and Lesh, R. (2000). Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lesh, R. (2003). Research design in mathematics education: Focusing on design experiments. In L. English (Ed.) *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Romberg, T. (1992). Perspectives on scholarship and research methods. In *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, edited by D.A. Grows, Ch. 3. New York: Macmillan.
- Sowder, J.T. (1998). Ethics in mathematics education research. In *Mathematics education as a research domain: A search for identity*, Book 2, edited by A. Sierpiska and J. Kilpatrick, pp. 427-442. Kluwer Academic.

- Spindler, G., and Spindler, L. (1992). Cultural process and ethnography: An anthropological perspective. In *The handbook of qualitative research in education*, edited by MD LeCompte, W. L. Millroy, and J. Preissle. New York: Academic Press.
- Sierpinska, A. and Kilpatrick, J. (1998) *Mathematics education as a research domain: a search for identity*. The Netherlands: Kluwer Academic.
- US Department of Education, National Center for Education Statistics. (1991). *SEDCAR (Standards for education data collection and reporting)*. Washington, DC: US Department of Education.
- US Department of Education, National Center for Education Statistics. (1992). *NCES statistical standards*. NCES 92-021r. Washington, DC: US Department of Education.