

일터수학, 수학교육, 학습전이

정 치 봉 (순천향대학교)

정 완 수¹⁾ (순천향대학교)

학교는 인적자원 개발, 일터는 인적자원의 활용이라는 틀에서 인적자원이 범국가적 과제로 다루어지고 있다. 수학교육은 인적자원 요소 중에서 언어 능력과 함께 중요한 수리 능력을 개발하는 사회적 교육적 책임을 맡고 있다. 일상생활에서 수학이 의미 있게 사용되어지도록 수학을 교육하는 것은 학교수학의 중요한 목표 중의 하나이다. 일터와 일상생활에서 사용하는 수학은 사회 문화적 컨텍스트(sociocultural contexts)의 영향 또는 상호작용에 크게 의존한다는 공통점을 가지고 있다. 일반적으로 사회문화적 컨텍스트는 수학의 실제 사용을 크게 제한하는 작용을 한다. 본 연구는 일터수학의 성격을 조망하고 일터수학을 수학교육에서 다루는 틀을 제안한다. 특히 교육기관에서 일터로의 일반적인 학습전이의 의미를 제시한다. 일반적 학습전이를 이해하는 틀에서 수학학습의 전이 문제를 다룬다.

1. 서 론: 일, 일터 그리고 수학

학교 및 대학과 같은 교육기관에서 이루어지는 수학교육은 일과 직업, 시민 소양 및 일상 생활에 필요한 기초 소양 등을 갖추는 다양한 목적을 갖는다. 일과 일터를 준비하는 수학교육은 중요한 agenda로 국제적으로 급속히 떠오르고 있다. 수학교육은 수리능력이라는 기초능력 뿐만 아니라, 정보, 기술, 과학의 저변에 놓인 지식과 기술을 이해하는데 필수 요소라는 점에서 다른 어떤 학교교과 또는 학문분야보다 교육적 책임이 크다.

현재 일, 일터, 노동시장 등은 전세계적으로 빠르게 변화하고 있다. 제조업 관련 일의 중심에서 서비스산업 지식산업으로 일터의 변화에 교육과 인간이 빠르게 적응하여야 하는 문제에 직면하고 있다. 현재 산업계는 일, 직무에 요구되는 소양과 기능을 갖춘 일꾼(workers) 구하지 못하는 어려움을 겪고 있다. 교육의 관점에서 해석한다면 일터에 맞는 소양과 기능을 갖춘 인재를 양성하는데 현재 교육이 효과적으로 대처하고 있지 못하고 있다는 해석이 가능하다.

21세기의 일과 일터를 예측하고 준비하는 것은 교육계만의 노력으로 이루어 낼 수 없는 문제이다. 초등 중등 학교수학은 한국의 경우에는 수학교과와 국가교육과정에 의하여 교육된다. 반면에 일터의 수학은 자생적이라고 할 수 있다. 일터의 수학은 수학 그 자체의 유용함에 의하여 자생력을 가지고 그 분야의 직업 문화에서 발전되고 진화되어 왔다. 학교의 수학교육이 일터수학의 중요성을 고려한

1) 본 연구과제는 2003학년도 순천향대학교 자연대학 기초과학연구소 학술연구조성비 일반과제로 지원을 받아 수행 하였음

다면 학교수학은 보다 유연하고 다양성을 가진 모습을 가져야 한다. 즉 일터의 일에서 사용하는 수학은 학교수학을 비유하면 문화가 다른 두 문화에 속해 있다고 볼 수 있다. 일터와 학교라는 두 수학 문화의 차이를 극복하는 것이 학교에서 학습된 수학이 일터에서 발현하게 되는 수학이다. 학교와 일터 사이에 수학학습의 전이가 문제가 되는 것은 대부분의 사람들이 두 수학 문화에 잘 적응하지 못함으로써 발생하는 문제이다.

2. 학습의 역설

모든 교육과 학습이 의도하는 목적은 학습 후 학습자가 의미 있는 일을 하는데 다시 사용할 수 있도록 하는 것이다. 이와 관련하여 교육과 학습에 관한 많은 역설(paradox) 들이 있다. 이러한 역설들은 교육의 문제로 교육을 담당하는 교육자뿐만 아니라 학습자의 문제이기도 하다.

[재사용의 역설(paradox of reusability)]

학습 객체(대상, 목표, 지식, 내용, 기술, 전략, 도구 등)가 특정한 컨텍스트(상황, 영역들 사이의 연계 또는 맥락) 속에서 유용하다면, 그 학습객체는 다른 컨텍스트 속에서 재사용 될 수 없다. 학습 객체가 다양한 컨텍스트 속에서 재사용 가능하다면, 그 학습 객체는 어떤 컨텍스트에서나 특별하게 유용하지 않다.

“소프트웨어의 범용성”이라는 메타포는 “학습의 재사용” 역설과 많은 점에서 유사하다. 즉 모든 일을 할 수 있는 범용 소프트웨어는 사실 특정한 과제 또는 일을 할 때 특별하게 잘 할 수 있는 것이 아니다. 따라서 범용 소프트웨어는 모든 일에 유용하지 않다. 학습자의 교육을 모든 일을 할 수 있는 범용소프트웨어와 같은 능력을 가진 자를 목표로 교육을 시킨다면, 그 학습자에게 실제로 어떤 일이 주어진다면, 그는 특별하게 그 일을 잘 할 수 있을 것인가는 매우 의심스럽다.

C.Bereiter(1985)의 학습 역설(learning paradox):

“학습 역설”이란 ‘학습자가 지금까지 알지 못하는 무엇을 어떻게 알 수 있다’라는 역설이다.

Fodor(1980)의 학습 역설: 학습의 의미를 가설을 만들고 가설을 확정하는 일이라면 허약한 논리적 기초에서 풍부한 논리를 배우고 익힌다는 것은 절대로 가능하지 않다. ‘학습자가 이미 갖고 있는 개념체계보다 풍부한 개념 체계를 학습한다’는 문자 그대로의 의미로서 학습은 존재하지 않는다; 학습 과정과 같은 어떤 과정에 의하여 개념적으로 메마른 체계에서 개념적으로 풍부한 체계가 되는 것이 무엇인지에 대한 아이디어를 우리는 가지고 있지 않다.

꽃피우고 열매를 맺으려면 그렇게 할 수 있는 건강한 씨와 성장 환경이 있어야 한다. 학습 역설은 씨로서 학습자가 꽃피고 열매맺는 ‘학습이 어떻게 일어나는가?’ 또는 ‘학습이란 무엇인가?’ 와 같은 학습의 근원적 물음과 연결된다. 지금까지 모르고 있던 것을 도대체 어떻게 어떤 계기 또는 자극이 있어서 갑자기 아니면 우연히 그것을 알게되어 일을 수행한다는 말인가? 어떤 유형의 학습이 인간에게 그러한 문제해결 능력과 기술을 줄 수 있다는 것인가?

수학적 문제해결에 사용되는 기술을 학습자에게 전수(傳受)시키는 학습은 역설적으로 '우리가 문제해결 과정에서 찾고, 만들고 그리고 발전시켜 왔던 기술들, 따라서 가르쳐야 할 그 기술들을 학생들에게 가르치려면 해결해야 할 학습 문제를 다시 가져온다. 즉 가르칠 문제해결 기술이 또 다른 문제를 불러온다. (문제)에 적합한 (문제해결 기술)이 있어서 가르치려면, (문제해결 기술)에 내재된 [문제]가 있고 따라서 ([문제]해결 기술)을 가르쳐야 한다. 최초의 문제를 해결하기 위하여 최초 문제에서 멀어지는 되먹임(또 다른 문제의 출현, recursion) 이라는 학습의 구조적 역설이 존재한다.

학습역설의 비유의 예는 다음과 같다. 수학시험 100점과 50점 받은 학생 두 명을 수퍼에 돈을 주어 심부름을 보냈다. 100점 학생은 수학은 학교와 수제할 때 하는 것이라고 믿고 있었기 때문에 수퍼에서 수학적 아이디어를 사용한다는 것을 상상하지도 못하였다. 수학이 일어나는 때와 장소를 학생이 모르고 있었다는 우화이다. 한편 50점 받은 학생은 수퍼에서 모든 일을 완벽하게 수행하였다. 비록 학교수학 점수는 50점이었지만 학교수학은 일상생활에 필요한 그 이상의 수학을 가르쳤기 때문에 50점으로도 충분한 수학능력을 갖추고 있었다는 우화이다.

학습과 지식의 이러한 역설은 학습의 전이(transfer of learning), 지식의 전이(transfer of knowledge) 또는 기술의 전이(transfer of skills) 등으로 부르고 있고 일반적인 교육의 차원에서도 연구되어지고 있다. 다양한 영역, 다양한 주제 그리고 다양한 수준의 전이 문제가 교육계에 수없이 많이 있다. 학교와 같은 교육기관이 관심을 가져야할 현실적으로 적절하게 다루어야 할 전이 문제로 학교(교육기관, 학습)에서 일터(일)로의 전이이다. 한가지 더 중요한 전이는 수학학습에서 물리 전자공학 경영학 등의 과학 공학 분야 학습으로의 전이 문제이다. 학교 수준에서 수학교과에서 타 교과 학습으로의 전이 문제이다.

3. 학습의 전이(transfer of learning)

교육이 일터(workplace)에 연계되어야 한다는 목소리가 커져가고 있다. 특히 학교수학과 대학수학 교육의 일터 또는 일에 대한 적용 문제는 국가마다 중요한 현안 과제이다. 중요한 현안 과제임에도 수학분야 뿐만 아니라 일반적으로 교육을 일터와 연계하여 교육을 효과적으로 제공한다는 것은 매우 복잡하고 성과 측면에서 바라볼 때 교육 그 자체로 쉽게 해결될 문제가 아니다.

교육기관에서 바라본 일과 일터에서 요구되는 지식과 기술의 종류, 수준 등 교육과정을 설계할 때 필요한 정보를 구하는데 어려움이 있다. 일과 일터의 정보가 있다하더라도 대학수학의 관점에서 어떤 종류와 분야의 일과 일터에 적합한 교육을 하여야 하는가는 또 다른 선택의 문제이다.

일터의 관점에서 본 대학수학 교육에 대한 연구 주제는 1)학교수학 지식과 일터수학 지식의 문제, 2)학습된 수학의 학교에서 일터로의 전이 문제, 3)직업 훈련, 교과, 기능 등과 연관된 학습 contexts 문제, 4)학교와 일터 사이의 거리 즉 형성과 활용 간격 좁히는 문제 5) 실제수학(authentic mathematics) 문제, 6)기타 과학 공학 분야와 연계 또는 통합 학습 문제, 7)특정 직업 분야에서의 전이 문제 등 대학에서 수학연구와 교육만 전념하는 일반적인 한국의 대학 수학교수가 다루기 어려운 주제이다.

21세기 사회와 지식의 변화 속에서도 여전히 수학과 수학교육에 대한 요구는 지속되고 있다. 요구와 동시에 과거와 다른 보다 편리하고, 효율적이며 효과가 있는 서비스를 요구하고 있다. 배운 지식과 기술이 일과 일터의 contexts를 넘어 전이된다는 조건이 충족된다면 교육이 가치와 의미를 갖게 될 것이다. 모든 교육이 이러한 전이를 의도하지만 전이는 자동적으로 발생하지 않는다. 뿐만 아니라 특정한 영역의 전이를 위한 학습에서조차 전이 효과는 미미하거나 심지어 역기능이 있을 수 있다.

일반적으로 Perkins & Salomon은 학습의 전이를 다음과 같이 기술하고 있다;

Transfer of learning occurs when learning in one context enhance(positive transfer) or undermines(negative transfer) a related performance in another context. Transfer includes near transfer(to closely related contexts and performances) and far transfer(to rather different contexts and performances).

Transfer is crucial to education, which generally aspires to impact on contexts quite different from the context of learning. Research on transfer argues that very often transfer does not occur, especially "far" transfer.

한 컨텍스트 안에서의 학습이 다른 컨텍스트 안에서 관련된 작업 수행을 강화하거나(순기능 전이) 저하시키는(역기능 전이) 결과를 초래했을 때 학습 전이가 일어났다고 말한다. 전이는 근-전이(컨텍스트, 수행 작업이 가깝게 관련된)와 원-전이(컨텍스트와 수행 작업이 다른)를 포함한다.

전이는 학습 컨텍스트와 매우 다른 컨텍스트에 상당한 효과를 얻으려는 교육의 성패를 결정짓는 중요한 요인이다. 전이, 특히 원-전이가 잘 일어나지 않는다는 것에 대한 논의가 연구되고 있다.

학습의 전이가 이루어진다는 의미는 현재 처해있는 문제(또는 과제) 상황에서 유사한 이전 학습 경험에서 습득한 지식, 기능 등을 적절히 활용하여 문제(과제) 해결이 실행되어 지는 경우이다. 모든 학습(과제) 상황은 인지 그리고 행위 측면에서 볼 때 여러 수준의 다양한 스펙트럼을 가진 인지-복잡성과 수행-부담(cognitive complexity and performance load)을 갖는다.

학습의 전이에서 일어나는 연구 문제 ;

- 1) 일반적인 학교, 교실, 강좌와 같은 학습의 결과가 주어졌던 학습 상황을 벗어나 다른 과제 상황에 얼마나 용이하게 학습으로 획득한 결과들을 활용할 수 있는가?
- 2) 학습 전이가 이루어지는 현상에 내재하는 일반적인 구조, 기능, 과정 등의 작용 요소들이 어떻게 작동하여 전이가 이루어지는가?
- 3) 일반 학습에서 "전이"를 어떻게 다룰 수 있는가?

수학문제의 해결 그 자체가 이득을 가져오거나 어떤 유익한 효용 가치를 직접 생산하기보다는 다른 일터에서 생산과 관련된 간접적인 또는 숨어 있는 역할을 수행한다. 다른 분야로의 학습의 전이를 의도하는 학습을 수행한다는 것은 교사와 학생 모두 학습과 학습과정을 '전이'의 관점에서 다루고 이를 의식하는 근원적인 변화를 필요로 한다.

Perkins & Salomon은 학습의 전이가 일반교육에서 문제 현상으로 관심을 일으키는 부분에 대한 설명을 다음과 같이 하고 있다.

정상적인 학습이 이루어짐으로서 전이가 전혀 고려되지 않는 상황에서 전이가 심리학적 교육학적 현상으로서 관심을 끌게 된다. 예로서 영어시험에서 상당한 수준의 문법 기술을 보이는(정상적인 학습이 이루어진) 어떤 학생이 일상적인 대화 또는 말을 할 때 그러한 기술을 보이지 못하는 경우이다.

학교의 문법 학습에서 일상 생활의 말하기로의 전이가 큰 문제를 갖는 학생이 수적으로 많다면 이에 대한 교육적 방안을 구해야 할 것이다. 유사하게 수학에서 학생들이 원, 지름, 둘레, 원통의 부피 등 기초기하 학습을 훌륭하게 수행하였지만 일상생활에서 기하를 활용하는 활동에 문제가 있다면 학교수학 교육에서 이러한 전이 문제의 해결하여야 한다.

예로서 자기 집에서 사용하는 정수기의 원통형 저장물통의 부피를 구해야하는 문제를 생각해보자. 대부분의 학교수학 교육은 원통의 부피를 구하는 문제에서 필요한 지름, 반지름 또는 둘레와 높이에 대한 자료가 주어져 있다. 그러나 실생활에 직접 마주하는 문제는 부피를 구하기 위한 기초 자료를 얻는 기술과 측정 도구의 선택 및 사용과 같은 종합적인 문제 해결 과정을 요구한다. 자기가 구한 물통의 부피 값에 대한 오차 범위를 다루어야 한다면 현재의 학교수학을 이해하는 학생이라 하더라도 해결의 어려움을 갖는다.

예로서 시험 문제에 아래에 그려져 있는 그림(1) 원의 지름을 구하시오 라는 문제를 생각해보자.

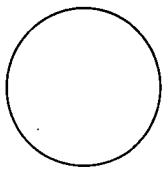


그림 (1)

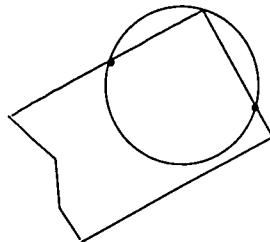


그림 (2)

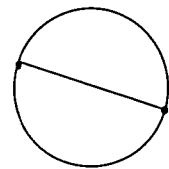


그림 (3)

이 문제를 해결하는 한가지 아이디어는 수학과 측정 도구에 대한 이해에 기초한다. 먼저 모서리가 직각인 도구로 원주에 접하도록 그림(2)와 같이 정하고 원주와 만나는 점을 표시한다. 도구를 옮겨놓고 두 점을 잇는 직선의 거리를 측정자로 잰다.

언어와 수학 능력은 인간의 생활에 연관된 기초소양으로서 개인이 처해 있는 다양한 수준과 활동의 스펙트럼에 적절한 일상 생활에서의 사용과 중요하게 연관되어 있다. 언어 학습과 유사하게 수학 학습도 이러한 교육적 의미에서 수학학습의 전이 문제가 연구 과제로서 의미를 가질 수 있다. 학교 수학 수업에서 훌륭한 수학학습 성취를 이룬 학생이 일상생활에서 마주친 수학적 성격의 과제를 적절히 수행하지 못한다면 수학학습에 대한 교육적 의미를 반성하고 교육적 대안을 찾아보아야 함은 당연한 것이다.

학습에서 이해와 전이 문제를 해결하기 위하여 학습을 연구하는 많은 연구자들은 대체로 학습에 "context를 풍요롭게"(enriched context)를 제안하고 있다. 순기능의 전이학습이 이루어지기 위한 요소로서 context의 질, 성격, 범위 등이 문제가 될 수 있다. context-effect 또한 context의 여러 속성과 그리고 수업 방식, 교사의 능력, 학생의 태도 등에 의하여 영향을 받는다. 순수한 context-effect를 평가하는 것은 쉽지 않다.

Perkins&Salomon은 긍정적-전이, 부정적-전이를 다음 같이 정의하고 있다:

순기능-전이란 한 컨텍스트의 학습이 다른 컨텍스트에서 작업 수행을 향상시키는 것을 의미한다. 역기능-전이란 한 컨텍스트의 학습이 다른 컨텍스트에서 작업 수행을 부정적인 영향(효과)를 주는 것을 의미한다.

학교수학 교육과정의 단계별 구조는 수학 주제를 나선형 학습 모델을 따르고 있다. 학습 주제를 유사한 답음 구조로 배열함으로써 단계별 난이도를 쉽게 극복하려는 배려라고 볼 수 있다. 수학학습에서 단계적 전이를 고려한다는 것은 교육과정을 설계하는 핵심 요소라고 볼 수 있다. 하지만 학교수학의 이러한 체계가 지식의 주입식 전달의 결과로 이어질 수 있는 면은 수학학습의 일반적인 전이에 장애가 되는 부정적 측면을 가지고 있다. 특히 학교수학교육과정은 일터로의 전이에 장애를 일으킬 수 있다. 중등수학교육과정은 생활과 수학을 연계할 것을 선언하고 있지만 실제 수학교육에서는 소외된 주제이다.

개인 차원에서 학습이란 어떤 것을 수용, 확장, 적응, 개발 등을 의미하는 adaptation(적응)과 accommodation(조정) 개념을 가지고 있다. 학습 자체에 전이의 속성을 가지고 있다. 그럼에도 많은 학습들은 전이에 실패하고 있다. 개인에게 학습의 전이가 발생한다는 것이 어렵다는 것을 의미한다. 학습전이는 학습이 희망하는(hope-for) 결과로서 수학교육에서 특별히 다룰 필요가 있는 주제이다.

4. 일터수학

일터 수학과 그 교육에 대한 연구 주제와 물음은 크게 다음과 같이 것이 있을 수 있다.

1. 일터에서 어떤 수학이 사용되는가? (일터에서 사용하는 수학의 유형)
2. 일터 수학을 지원하는 수학 교육은 어떻게 하는가?(무엇을 어떻게 가르칠 것인가?)
3. 학교와 대학에서 배우는 수학과 일터 수학과 연계
(어떻게 교육기관과 일터를 연계할 것인가? 연결 방법, 체계, 제도)
4. 다양한 일터 또는 현실 상황에 수학지식을 전이하는 문제(problem of transfer)
교육기관의 수학 학습으로 일터에서 실제로 수학적 수행이 이루어지는가?
5. 일터에서 사용하는 수학적 수행과 관련된 기술 도구와 기호 언어 도구 사용 문제
기술 도구와 기호 언어 도구에 대한 소양과 기술을 어떻게 교육할 것인가?

직업적 컨텍스트(vocational contexts)에서 즉 일터의 일에서 수학이 하는 역할이 무엇인가? 즉 직업적 컨텍스트 속에서 수학이 하는 역할에 대한 타당한 그리고 실제적인 모습에 대한 정보와 데이터를 어떻게 얻을 수 있는가?

일반적으로 일터 컨텍스트에서 수학을 추출한다는 것은 상당히 어려운 문제이다.

예로서, 학교 교무행정실이라는 일터에서 “역할을 하고 있는 수학”을 추출한다고 생각해보자. 추출을 위한 첫 번째 문제는 대부분의 교무행정 업무에 수학적 내용이 숨겨져 있다는 점이다. 즉 학교 또는 교육 전체시스템 안에서 운영되는 많은 프로그램의 말단 업무로서 단순한 정보처리 수준의 모습을 보일 것이다. 상위 교무행정 업무를 조사하더라도 교무계획 같은 복잡성이 높은 문제는 교무지원 소프트웨어를 사용하여 처리할 것이다. 이때 상위 교무계획업무를 지원하는 소프트웨어를 수학적 수준에서 이해할 필요는 없고 사용자 수준의 이해를 하면 될 것이다.

일터의 수학에서 무엇을 조사하려는 것인가? 즉 일터의 수학을 조사하여 교육에 반영하려면 무엇을 조사하여야 하는가?

일터의 수학을 조사하는 목적이 교육과 일터를 연결하려는 목적이라면 일터를 분류하고 각 일터에서 사용하는 수학 내용 주제, 기능, 도구 그리고 사용 수준 등을 교육과정의 단계와 연결하여 데이터베이스를 구성하여야 한다. 일터 수학을 조사하는 사람은 수학과 일터에 대하여 적절한 이해를 하고 있어야 한다. 즉 일터에 숨겨져 있는 수학을 찾아내기 위하여 비용과 인적 자원이 지원되어야 하는데 현실적으로 어렵다.

한국의 한국직업능력개발원의 직업의 직무분석 조사의 한 예로 “응용프로그래머 직무분석” 보고서에 직업기초능력 항목에 “수리능력”과 “문제해결 능력” 사항은 다음과 같이 기술되어 있다:

[수리능력]

수에 대한 개념, 측정 체계, 확률과 통계에 대한 이해 능력, 식에 대한 계산 능력, 사칙 연산 능력이 요구된다. 또한 수리 해석 및 적용, 도표 해석 및 적용, 표현 능력이 필요

[문제 해결 능력]

창조적, 논리적, 비판적 사고 능력과 대안 적용 능력이 요구

이러한 조사 자료는 일터 수학을 교육적으로 참고할 자료 및 정보로 매우 불충분하다. 일반적으로 일터의 상위직 또는 전문직으로 올라 갈수록 직업적 컨텍스트에 보다 고급한 수학이 연관될 개연성이 높지만 일터 수학에 대한 조사에 나타나는 정보로서는 상대적으로 적게 나타날 수 있다. 상위직 또는 전문직에서 첨단 과학기술 도구를 양적으로 많이 사용할 뿐만 아니라 질적으로 고급한 기능들을 사용하기 때문이다.

일터 수학은 대학에서 연구 또는 교육으로 다루어지는 수학보다 더 다양할 것이다. 뿐만 아니라 일터라는 컨텍스트를 고려한다면 일터 수학 교육은 수학자 또는 수학교육자만의 전유물은 아닐 것이다. 일터 수학을 다루는 문제는 교육계, 산업계 그리고 국가적 차원의 방대한 조사 연구를 필요로 한다.

일터에서 수학의 사용은 수학적 개념 또는 절차(알고리즘)에 대한 사용자의 개인적, 주관적 가치관에 깊이 영향을 받는다는 연구 결과가 있다.[Mathematics at/for the workplace ,R. Straesser,]일터 수학의 이러한 개인적 가치관에 의한 사용은 조사에 있어서 수학이 쉽게 발견되기도 하고 숨어있게 하는 요소이다.

일터 수학을 가르치는 지도 방식은 크게 두 유형이 있다. 즉 교육기관의 교실과 일터 현장.

다양한 교육기관 ,다양한 일터라는 다양한 교육 상황과 수학 수행 상황에서 , 일반적인 수학교육도 포함하여, 일터수학 교육은 학습의 전이라는 교육(학습)의 문제가 발생한다. 즉, 어떻게 교육기관에서 일터로의 학습의 전이가 일어나 일의 수행 능력을 향상시킬 것인가?

교육기관의 교실 수업에서 일터로의 학습의 전이 문제에 대한 회의적인 연구가 있다.[R. Noss & C. Hoyles 1996] 수학학습의 전이가 일어나기 어렵다면 수학교육 그 자체에 대한 중대한 도전 문제이다. 한편 Evans는 필요한 학습의 전이가 쉽게 일어나도록 의도적으로 명시적으로 교육기관과 일터 사이의 활발한 연계활동에 의한 접근을 제안하고 있다.[J.Evans. 2000]

학교수학교육과 대학수학교육에서 다양한 방식의 수학 학습 모델이 제안되고 있다.

- 1) 학습자의 동기와 수학에 대한 긍정적 태도 및 가치관을 갖도록 유도함으로써 수학적 아이디어를 활발히 수용하고 수행함으로 학습이 이루어지도록 한다.
- 2) 수학학습의 대상과 내용의 발생적 측면을 강화하여 수학이 체험 되도록한다.
3. 학교와 대학에서 배우는 수학과 일터 수학과와의 연계
(어떻게 연계할 것인가? 강화, 적절성, 방법,체계, 제도)
4. 다양한 일터 또는 현실 상황에 수학지식을 전이하는 문제(problem of transfer)
5. 수학과 과학 기술 자원 또는 도구와의 역할 기능

대학수학 교육에 대한 연구는 학교수학 교육과는 다른 출발점에서 생각해 볼 필요가 있다. 대학수학 교육은 전공교육과정의 요건 또는 졸업 후 진로에 따라 학습자의 선택과 교육 서비스의 제공이라는 경쟁적 교육상황에 놓여있다. 대학에서 이루어지는 다양한 강좌 속에서 대학수학의 여러 강좌들은 교육의 경쟁적 상황에 적절한 현실적인 그리고 객관적인 목표와 의미를 갖출 필요가 있다. 모든 교육 또는 학습은 서비스라는 용역으로서 학습자는 “효용”의 의미가 고려된다. 일(work)과 대학수학 교육을 연계하면 현재의 교육 관행에 많은 변화가 요구된다.

교육기관(school, academy)에서 일터(workplace)로의 전이는 교육계와 산업계를 연계하는 광범위한 체계적인 접근이 요구된다. 이는 학습(learning)에서 일(work)로의 전이를 포함한다. 뿐만 아니라 학교수학과 일터수학의 차이를 이해하는 연구가 요구된다. 학습자가 학교수학 학습에 성공하였다고 일터에서 수학적 능력을 나타낼 수 있는가? 이에 대한 여러 연구결과는 매우 회의적이며 부정적이다.[Evans2000]

일터에 필요한 기술 또는 능력에 대한 관심은 21세기로 넘어오는 지난 10여년 동안 많은 학문적 연구와 현실적 제도적 접근이 진행되어 오고 있다. [SCANS, <http://literacytech.worlded.org>], <http://www.nap.edu>]. 일터 능력의 요소로 수학적 지식, 기술 또는 능력에 대한 연구는 중요하게 다루어지고 있다. 일터 수학을 보는 눈은 학교수학을 보는 눈보다 일단 커야한다. 일터 능력 (competency in workplace)으로서 수학 능력을 조망하여 보아야한다.

학생이 학교에서 일터로 용이하게 옮겨가는 문제를 연구한 보고서에서[SCANS] 일터에서 필요한 기술의 큰 5개의 범주를 계획(기획) 기능, 대인(對人) 기능, 정보 기능, 기술도구 기능, 시스템 기능으로 분류하고 있다. 그리고 이들 기능을 바탕으로 받쳐주는 3 가지 기초 기능, 사고 기능 그리고 인성을 제시하고 있다.

수학학습에서 걸으로 드러나는 기능은 기초 기능 영역에 속한 계산 기능(computation skills)과 사고 기능영역의 문제 해결 기능과 추론 능력이 있다. 수학적 요소들이 다양한 컨텍스트 속에 숨겨져 있는 특징이 있다. 뿐만 아니라 전문성을 요구하는 특정 학문 분야로 분리 발전된 양상을 보인다. 따라서 수학이 5 범주의 기능과 교육적으로 전이의 관점에서 어떻게 연계되어야 하는가? 라는 문제가 발생한다.

일터의 수학은 은닉된 상태로 존재하는 경향을 갖는다. 뿐만 아니라 수학적 아이디어나 개념에 대한 표현 언어가 학교수학에서 사용하는 표현과 다른 특정 일터의 직업어로(jargon) 사용된다. 이러한 수학의 은닉성은 일터에서 수학의 사용이 개인의 수학에 대한 효용적 가치관에 의하여 크게 차이난다. 학교 컨텍스트(contexts in school)와 일터 컨텍스트(contexts in workplace)는 수학의 은닉성(encapsulation) 관점에서 크나큰 격차가 있다.

Forman & Steen(1994)는 학교와 일터 수학 문화의 차이를 다음과 같이 기술하고 있다.

일터와 학교 교실 수학을 비교했을 때, 학교가 가장 우선하는 목적이 학생들이 일 능력을 갖추어 주는 것으로 믿는 사람을 혼란스럽게 하는 분열 양상을 보인다.

학교수학은 탈컨텍스트 상황 속에서 이루어지고 있고, 결함이 없는 데이터를 사용하고, 완벽한, 여러 의미를 갖는 다의어를 피하여 사용한다.

반면에 실제 문제는 구체적인 작업 과제 안에 포함되어 있고 때때로 잘못 정의된 또는 부정확한 데이터를 사용하며, 종종 부정확하고 그릇된 이해로 이끄는 언어를 사용한다. 실제 일에서 수학을 개인 홀로 수행하기보다는 여러 사람이 함께 수행한다; 정확성은 책과 같은 텍스트에 의하여 주어지기보다는 문제 상황에 의하여 정해진다; 수학을 학습하기보다는 실제로 수학을 일에 사용하는 것이다.

학교수학의 일터수학과 구별되는 특징으로 1) decontextualization 또는 abstraction 2) learning for learning을 말하고 있다. Steen은 일터수학의 관점에서 그리고 일반적인 수학교육의 개선을 위해서 1)컨텍스트화(contextualization) 2) 실제 그대로 고유한(authentic, realistic) 모습의 학교수학 학습을 제안하고 있다.

컨텍스화 그리고 사실적인 수학학습이 '수학학습의 진이' 문제에 얼마나 효과적인가? 지금까지 이 문제에 대한 여러 연구가 수행되었지만 학습을 구성하는 여러 변수들과 이들의 상호 작용은 컨텍스트 또는 사실적 수학학습의 효과성의 유무를 결론짓기에는 아직 미흡하다. 많은 양적인 또는 질적인 접근 방법에 의한 연구가 있지만 인간의 학습에 대한 연구 방법의 한계가 이들 연구의 결과들을 받아들이기 쉽지 않다.

참 고 문 헌

- Adda, J. (1986). *Fight against academic failure in mathematics*. In P. Damerow et. al. (Eds.), *Mathematics for all* (pp.58-61). Paris: UNESCO.
- Anderson, J. R.; Reder, L.M. & Simon, H.A.(1996). *Situated Learning and Education, Educational Researcher*, 25, 4, pp.5-11.
- Bereiter, C. (1985). Towards a solution of the learning paradox, *Review of Educational Research*, 55, pp.201-226.
- Evans, J.(2000). *The transfer of Mathematical learning from School to Work not straightforward but not impossible Either!*, *Education for Mathematics in the Workplace* ed. A. Bessot & J.Ridgway, Kluwer academy Publishers.
- Fodor, J.(1980). *Language and learning In M. Piatelli-Palmerini(Ed)*, pp143-149, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press
- Susan L.; Forman & Lynn Arthur Steen,(1994). *Mathematics for Work, In Bulletin of the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)*, No. 37, pp.1-6.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Noss R. & Hoyles C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings*, Dordrecht: Kluwer.
- R. Noss & C. Hoyles(1996). The Visibility of meanings: Modelling the mathematics of Banking, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1): pp.3-31.
- Nunes, T.; Schliemann, A. & Carraher, D. (1993), *Street Mathematics and School Mathematics*. , Cambridge: Cambridge University Press.
- Perkins D. N & Salomon G (1988). Teaching for transfer, *Educational Leadership*, 46(1): pp. 22-32.
- Perkins D. N & Salomon G(1989). Are cognitive skills context bound?, *Educational Researcher*, 18(1): pp.16-25.
- Saxe, G. (1991). *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematical Understanding*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.