

급진적 구성주의에 대해 자주 제기되는 문제

박 만 구*

1. 머리말

도대체 구성주의, 그리고 급진적 구성주의란 무엇인가? 사실 구성주의자들의 생각은 오래 전부터 있었지만 수학교육 분야에서 구성주의란 용어를 쓰기 시작한 것은 그리 오래되지 않았다. 구성주의란 “지식은 무엇인가?” 그리고, “어떻게 지식이 획득되는가?”에 대한 철학적, 인식론적인 측면에서 Giambattista Vico, David Hume, Jean Piaget 등이 주장해 온 이론이다. 사실, Ernst von Glasersfeld는 ‘이론’이라는 말 대신에 한 가지 가능한 설명 방법이란 의미로 ‘모델’이라는 말을 더 자주 사용한다. 수학교육 분야에서는 80년대에 von Glasersfeld가 본격적으로 ‘급진적 구성주의(radical constructivism)’라는 용어를 쓰기 시작했지만 별로 큰 호응을 받아 오지 못하다가 10여년 전부터 수학교육학계를 중심으로 큰 관심을 가지게 되었고, 현재에는 수학교육 분야뿐만 아니라 다른 교육학 분야에서도 이와 관련된 많은 책과 논문들(강인애, 1997, 박영배, 1996)이 나오고 있다. 우리나라에서는 제 7차 교육과정의 가장 큰 특징의 하나로 ‘자기주도적인 학습’이 강조되면서 일선의 교사들도 구성주의에 관심을 가지게 되었

고 구성주의의 생각을 가진 교사들이 교실의 실제적인 수업 장면에서 어떻게 적용해야 할 것인가에 관한 구체적인 시도를 하고 있다(황윤환, 2002).

그러나, 많은 수학교육자들이나 수학교사들로부터 실제 교실 수업의 적용에 어려움이 있다는 이유로 급진적 구성주의¹⁾가 관심 밖으로 밀려나고 있는 것도 사실이다. 그리고, 이런 비판의 대부분은 von Glasersfeld가 자주 언급했듯이 구성주의에 관하여 잘못 이해하고 있음으로 인하여 생기는 경우가 많다. 또, Vygotsky를 위시한 사회 전체의 맥락에서 수학교육의 각 현상을 보려는 수학교육의 사조에 밀리어 구성주의에 대한 이해의 결여로 말미암아 수학교육에서 여전히 고려되어야 부분들이 신중한 고려 없이 무시되는 경우가 있다.

따라서, 본고는 구성주의에 대하여 자주 오해를 불러일으키는 질문을 중심으로 급진적 구성주의라는 용어를 처음으로 사용하고 이 이론을 체계적으로 정리한 von Glasersfeld가 쓴 책²⁾, 논문, 그리고 인터넷 홈페이지 등에 올린 글과 함께 이를 수학교육에 적용하기 위하여 꾸준히 연구해 온 Steffe 등의 급진적 구성주의를 주창하는 인물들의 주장을 토대로 구성주의에 관한 자주 제기되는 일곱 개의 질문들을 던지

* 서울난곡초등학교

1) 이하에서 급진적 구성주의라는 말 대신에 특별히 언급할 필요가 없는 경우 단순히 구성주의라는 용어를 사용하도록 한다. 사실, 수학교육에서 급진적 구성주의 이론을 수학교육에 적용하는데 앞장 서 오고 있는 Steffe 교수는 구성주의를 여러 가지로 구분하여 부르기도는 단순히 구성주의라 불리기를 원한다.

고, 구성주의자들이 어떻게 말하고 있는가에 대하여 의미 충실하게³⁾살펴보고, 각 질문과 함께 우리나라 교육에서 이 관점이 어떤 의미를 주는지에 대해 필자의 견해를 언급하도록 하겠다.

II. 급진적 구성주의에 관련하여 자주 제기되는 질문

1. 급진적 구성주의란 무엇이고, 일반적인 구성주의와 급진적 구성주의의 차이점은 무엇인가? 또, 급진적(radical), 통속적(trivial or weak), 그리고 사회적(social) 구성주의는 어떻게 다른가?

이 질문은 구성주의에 대해 관심이 있는 사람들로부터 일반적으로 제기되는 질문으로 흔히 대별하는 급진적(radical) 구성주의와 통속적(trivial), 사회적(social) 구성주의로 대별하여 알아보도록 하겠다. Von Glasersfeld는 급진적 구성주의에 관한 일반적인 정의를 자신의 생각을 집약적으로 정리한 책인 *Radical constructivism: A way of knowing and learning* (1995)의 처음 부분에서 내리고 있다. 그는 “급진적 구성주의는 무엇인가?”라는 질문을 던지고 다음과 같이 설명하고 있다(p. 1).

이것은 지식과 앎의 문제에 대한 일종의 비전 통적인 접근 방법이다. 이는 지식은, 지식이 어떻게 정의되건 간에, 사람들의 머리에 있다는

것과 사고의 주체가 자신의 경험에 기초하여 자신이 알고 있는 것을 구성해 나간다는 것 외에 어느 대체할 수 있는 방법이 다는 가정으로부터 시작한다.

그는 이 지식에는 사물, 자기 자신, 타인 등에 대한 경험 등을 포함하는데, 이런 모든 지식은 필연적으로 주관적일 수밖에 없는 것으로 본다. 또, 우리 각자의 경험은 주관적일 수밖에 없으므로, 각자의 경험에 기초를 둔 지식의 구성은 필연적으로 동일할 수 없다고 말하고 있다. 설사 우리 주변에서 서로간의 생각이 동일하게 인식되는 경우가 많이 있다고 생각이 될 지라도 서로가 ‘같은’ 생각을 하고 있음을 확인할 수 있는 방법이 없다고 주장한다. 그가 위에서 주장하고 있듯이 지식이라고 하는 것이 머리 속에 있으므로 얼굴에 난 여드름과 같이 다른 사람이 직접 볼 수 있는 방법이 없다는 것이다. 설사 어떤 사람의 얼굴에 나 있는 같은 여드름을 여러 사람이 볼 때에도 각자의 머리 속에서 서로 다르게 인식되게 된다. 사랑하는 연인의 눈에는 결코 보기 싫은 것으로 인식되지 않는 것이다. 예를 들어, 수학에 있어서도 43-19와 같은 받아내림이 있는 뺄셈에 대하여 이미 학습을 한 교사나 학생은 대부분의 교과서에서 제시하는 것과 같이 일의 자리로 10을 받아내림하여 계산하겠지만, 학습을 하지 않은 학생들에게는 왼쪽에서 오른쪽으로 계산하는 것이 더 자연스러울 수도 있다. 또, 숫자 ‘12’에 대하여 학생들의 수리적 발달 수준에 따라 12개의 단위의 모임으로만 인식할 수도 있고, 그 이외에 12를 $10+2$, $5+7$, $3+3+$

- 2) Von Glasersfeld가 *The practice of constructivism*(1993)이라는 책에서 구성주의에 대한 문제들에 대해 논의하였다. 본 고에서는 특별히 명기할 필요가 없는 경우에는 일일이 그 출처를 달지 않았다.
- 3) 구성주의에 대해서는 말하는 사람마다 서로 다소간의 차이가 있다. Von Glasersfeld나 Steffe 같은 구성주의자들은 용어의 미묘한 차이를 구분하여 설명하려 하고, 이를 설명하기 위해 새로운 용어를 많이 만들어 사용하는데, 이러한 면들이 오히려 그들의 생각을 이해하기 어렵게 한다. 따라서, 본 논문에서는 가능한 그들이 사용한 용어를 그대로 살려서 사용하고자 한다.

3+3, 4+4+4 등으로 다양한 수학적 의미를 부여할 수도 있다. 이같이 ‘같은’ 대상에 대하여 각자가 가지고 있는 기존의 경험에 따라서 서로 다르게 인식한다는 것이다.

Von Glasersfeld(2000)는 최근 논문에서 아래와 같은 <그림 1>을 인용하면서 모든 정신적 작용은 머리 안에서 일어남을 보여 주고 있다. 이 글을 읽고 있는 독자들도 다음의 그림을 보기 바란다. 어떤 모양으로 보이는가? 만일 옆에 다른 동료가 있으면 어떻게 보이는지 물어 보도록 하자. 그리고, 본인이 생각한 것과 같이 인식하고 있는지 확인해 보기 바란다.



<그림 1> Vernon, 1947, p. 79, Von Glasersfeld, 2000, p. 8에서 재인용

위 그림을 보고 각자에 머리 속에서 인식되는 상은 모두 다 다를 것이다. 또, 이 그림을 보고 각자가 이미 가지고 있는 경험에 비추어 무엇에 관한 그림인지를 알려고 노력할 것이다. 이제 이 그림을 180° 돌려서 다시 보자. 이제 모두에게 친숙한 그림인 ‘개’라고 말할 것이다. 그럼 도대체 ‘개’는 어디에 있는가? 혹자는 종이 위에 있는 그림을 가리키며 “이것이 개가 아니냐”라고 반문할 수도 있을지 모른다. 그러나, 바로 전까지만 해도 무의미한 그림으로 흰 종이 위에 별 의미 없는 까맣게 부분

부분으로 칠해진 것이 아니었는가? ‘개’는 각자의 머리 속에 있는 것이다. 물론, 각자의 머리 속에 그려지는 ‘개’는 모두 다른 개가 될 것이다.

그는 같은 논문에서 우리가 맑은 하늘에서 볼 수 있는 다섯 개의 별로 이루어진 카시오페아의 예를 들고 있다. 일반적으로 사람들에게 카시오페아가 어디 있다고 물으면 하늘을 가리키면서 “저하늘에 있지 않느냐”라고 말한다는 것이다. 그러나, 그 사람이 말하는 카시오페아는 하늘에 있는 것이 아니라 그 사람의 마음 속에 있는 것이라는 사실을 다음과 같이 설명하고 있다. 지구에서 보면 5개의 별이 같은 평면상에 ‘W’자와 같이 위치하고 있는 것으로 생각되지만 이 다섯 개 별은 지구에서 가장 가까운 별이 43광년에서 가장 먼 별은 520광년까지 서로 다른 위치에 있는 별이다. 만일 빛보다 몇 배 빠른 우주선이 있다면 그 우주선을 타고 지구에서 출발하여 하늘에 보이는 ‘카시오페아’를 향해 가면, 몇 년 후 하늘에 있는 ‘카시오페아’는 더 이상 우리가 생각하는 ‘W’자 모양이 될 수가 없을 것이다. 그리고 가장 가까운 위치에 있는 별인 43광년의 별을 지나면 우리는 더 이상 5개의 별로 된 ‘카시오페아’를 볼 수가 없을 것이다. 즉, 이 ‘카시오페아’는 단지 우리의 마음 속에 있는 것이다. 그는 우리가 흔히 카시오페아를 ‘W’자로 표시하는 것도 우리는 인습이나 경험에 의한 것 이상 그 어느 것도 아니라고 말하고 있다.

우리가 처음 보는 그림을 인식할 때에는 우리의 경험 속에서 가장 친숙한 것을 찾게 된다. 우리의 눈은 고도의 스캔 기능을 하고 있는데 시각적으로 인식되는 상은 아주 빠른 속도로 뇌에서 각자의 ‘상’을 만들어 내는 것이다. 즉, 비교 명령을 주면 컴퓨터에서 이미 가지고 있는 것을 하나 하나 빠른 속도로 비교해

나가는 것과 유사한 것으로 볼 수 있다. 그러나, 인간의 머리는 속도 면에서 컴퓨터와는 비교가 안될 정도로 빠르고 요즈음에 가전 제품에 나오는 퍼지이론과 같이 유연성을 가지고 있어서 가장 비슷한 것을 찾아내는 것이다. 따라서, '상'의 인식은 각자가 가지고 있는 기존의 경험에 결정적으로 영향을 받게 된다. 우리가 흔히 "아는 만큼 보인다"라고 하는 것은 이와 상통하는 말이다.

이와 같이 급진적 구성주의는 앎의 과정으로 지식은 책이나 기타 다른 곳이 아닌 인간의 머리 속에서 일어나는 작용으로 각 개인의 기존의 경험에 바탕을 두고 이루어지는 주관적인 구성 활동으로 볼 수 있다. 즉, 구성주의는 우리가 어떻게 알아가는지의 앎에 관한 이론이지 본질적인 지식이 무엇인지를 밝히는 이론이 아니다. 그래서, von Glasersfeld는 '지식'이라는 용어보다는 '앎'이란 용어로 쓰기를 더 선호한다. 그는 지식을 하나의 완성되어 정제된 것으로 보는 대신에, 앎이란 역동적인 과정의 활동으로 보기 때문이다.

Von Glasersfeld는 자신의 급진적 구성주의와 대별하여 보통 사람들이 일반적으로 구성주의를 일컬을 때 사용하는 구성주의를 '통속적 구성주의'라고 불러서 차별화를 시키려고 하였다. 그의 이러한 의도는 많은 사람들이 일반적으로 생각하듯이 인간의 지식을 어딘가에 존재하는 실체에 대한 표상적 접근이라고 보는 구성주의와 이와 같은 기존의 인식 체계를 깨트리는 자신의 '급진적' 구성주의를 구분하기 위한 것이다. Von Glasersfeld(1995)는 아래와 같은 가정들을 언급하면서 급진적 구성주의를 구별하여 그 차이점을 설명하려 하고 있다 (p. 51).

- 지식은 감각이나 의사소통에 의하여 수동적으로 받아들이는 것이 아니고 인식 주체에 의하여 능동적으로 구성된다.

- 인식의 기능은 생물학적인 용어로 비추어 볼 때 적합성과 생존성을 향한 적응적인 과정이며, 이 때 인식은 인식 주체의 경험적 세계를 조직해 가는 것이지 객관적인 항존적 실재를 발견하는 과정이 아니다.

많은 사람들이 첫 번째 가정은 무리 없이 받아들이고 있으나 두 번째 가정은 받아들이기에 너무 혁신적인 것이어서 받아들이기를 주저하고 있다. Kilpatrick(1987)도 첫 번째 가정만을 수용하는 사람들을 '통속적' 구성주의자로, 두 가지 가정 모두를 받아들이는 사람들을 '급진적' 구성주의자로 구분하고 있다 (p. 7). 다시 말하면, 통속적 구성주의자들은 절대적이고 본질적인 실체의 존재에 대하여 인정하고 있다. 그러나, Kilpatrick이 날카로운 시각으로 수학교육의 많은 문제들에 대하여 언급하고 있는 것은 사실이나 그는 명백히 구성주의자는 아니다. 오히려, 그는 급진적 구성주의의 입장에 대하여 비판적인 입장에 있다. 필자가 함께 했던 여러 차례의 세미나에서도 그는 구성주의의 일면에 의미를 부여하면서도 전체적으로 비판적인 입장에서 의견을 개진했었다.

사회적 구성주의는 Paul Ernest와 같은 사람들이 급진적 구성주의와는 다른 시각으로 자신들의 생각을 발전시키고 있는데 Steffe 교수의 제자였던 Paul Cobb등도 이러한 생각과 맥을 같이 한다고 볼 수 있다. Ernest는 사회적 구성주의에서는 수학을 사회적 구성의 관점에서 보려고 한다. 즉, 수학을 하나의 사회적 문화적 유산으로 보고 있다 (1991, p. 42). 그는 급진적 구성주의에 대비하여 사회적 구성주의는 사회적 언어의 사용에 관한 규율과 관련하여 서로 간의 상호작용에 의하여 일치점을 찾는 과정에 관한 이론이라고 설명한다 (2000, p. 4). 수학교육의 사조를 사회-문화적 방향으로 이끄는 데 영향을 준 Vygotsky의 생각처럼 Ernest를 비롯

<표 1> 마음과 세계에 대한 구성주의의 은유 (Ernest, 1996, p. 344)

구성주의의 유형	마음에 대한 은유	세계에 대한 은유
정보처리 구성주의	컴퓨터, 무감정의 사고 기계	뉴우튼의 절대적 공간에서의 물리적 물체(과학적 영역)
통속적 구성주의	'연성'컴퓨터(기계로써의 머리)	뉴우튼의 절대적 공간에서의 물리적 물체(과학적 영역)
급진적 구성주의	진화적, 적응적, 고립된 생물학적 유기체	개인의 주관적인 경험의 영역
사회적 구성주의	대화 속에서의 인간	사회적으로 구성된, 공감의 세계

한 사회적 구성주의자들은 지식이 어떤 형태로든 사회에 존재한다고 생각한다. 그리고, 그들은 '사회'를 이미 주어진 그 어디에 실제로 존재하는 것으로 생각한다.

Ernest는 자기 나름대로 여러 가지로 구성주의의 유형을 분류하여 그 차이점에 대하여 몇 차례 제시한 적이 있는데, 그는 <표 1>과 같이 그 차이점을 설명하고 있다.

Ernest(1998)가 급진적 구성주의나 사회적 구성주의 모두 연구방법론에 있어서 양적이고 실험적인 방법에 의한 광범위한 대상과 상황의 연구보다는 질적인 연구로 특정한 개인이나 상황의 연구를 하게 된다고 말하고 있는 것처럼 사회적 구성주의와 급진적 구성주의가 많은 부분 일치된 견해를 가지고 있으면서도 지식의 근원에 대하여 보는 견해에 차이가 있다.

Von Glasersfeld(1998)는 그의 인터넷 게시판에서 지식은 각 개인의 머리 속 말고는 다른 곳에 존재하는 것이 아니라는 말을 들으면 사회적 구성주의자들이 화를 낼 것이라고 쓴 것을 보면 사회적 구성주의자들이 자기를 어떻게 생각할 것인지에 대해 알고 있는 듯하다. 그러나, 그는 개인의 지식 구성에 있어서 사회적 상호작용의 역할을 부정하고 있지 않음을 분명히 하고 있다. 그는 사회나 언어 등과 같은 것이 사람 사이의 상호 작용에 대한 각 개인의

해석이 가해진 후에 다른 개인에게 알려진다고 보고 있다. 즉, 그는 수학적인 '이해'는 사회나 교사에 의해 전수되는 것이 아니고, 각 개인에 의해 구성되어야만 하는 것으로 보고 있다.

급진적 구성주의에 대하여 오해를 하고 있는 사람들 중에 많은 사람들이 구성주의자들은 개인의 구성에만 관심이 있으므로 개인의 주위에 있는 외적인 환경은 어떻든 간에 개인적인 구성에는 전혀 영향이 없다고 생각한다고 비판하지만 von Glasersfeld(1990)는 개인의 구성에 있어 외부환경의 영향을 다음과 같이 말하고 있다. "구성주의자는 개인의 개념적 구성에 있어서 어떤 진공상태에서 구성될 수 없다는 사실을 잘 알고 있다. 더욱이, 우리는 개인의 구성의 과정에 있어서 그 개인이 처해있는 환경에 의하여 계속하여 제한을 받고 영향을 받게 됨을 알고 있다" (p. 33).

이와 같이 von Glasersfeld는 급진적 구성주의가 지식의 구성에 있어서 사회적 상호 작용의 역할을 고려하지 않고 있다고 생각하는 사람들에게 대하여 그가 그런 언급을 구체적으로 하지 않았음을 시인하면서도 Piaget뿐만 아니라 그의 영향을 받은 사람들은 사회적 상호 작용이 지식의 구성에 있어 지대한 영향을 준다고 하는 사실을 계속하여 인정해 왔다고 말한다. 사실

구성주의는 한 인지적 유기체가 무엇을 알아가기 전, 또 다른 것들과 상호 작용하기 전, 이 유기체가 기본적으로 무엇을 구성하는가를 설명할 수 있는 모델을 만드는데 관심을 집중하고 있다. 다시 말하면, 사회적 구성주의와의 차이점으로 사회적 구성주의자들은 '사회'라는 것을 이미 주어진 것으로 생각하는 경향이 있지만, 급진적 구성주의자들은 개인과 독립적으로 시간과 공간을 초월하여 존재하는 '사회'의 개념을 받아들이지 않는다.

앞에서도 언급했듯이 급진적 구성주의에 의하면 근본적으로 지식은 사람들 각자의 머리 안에 있는 것으로 못박고 있는데 이것은 지식의 구성에 있어서 사회적 상호작용을 부정함을 의미하는 것은 아니다. 즉, 지식의 구성에 있어서 우리는 당연히 다른 사람이나 환경 등에 영향을 받는다. 그러나, 최종의 지식의 구성은 각 개인의 머리에서 만들어지는 것이라는 것이다. 지식은 사회나 교사에 의하여 전수되는 것이 아니고 각 개인의 능동적인 구성에 의해서라는 것이라고 해서 이와 같은 생각이 사회나 교사의 영향을 무시하는 것을 의미하지는 않는다. 급진적 구성주의자들은 사회적 구성주의자들이 사회의 구성원인 각 개인 사이에 이미 만들어진 것으로 생각하고 있는 언어를 어떻게 공유할 수 있는지, 그리고 어떻게 소위 '사회'가 개인에게 어떻게 영향을 주게 되는지에 대한 사회적 구성주의자들이 만족할만한 설명을 하지 못하고 있다고 주장한다.

이상에서 본 것처럼 급진적 구성주의는 다른 사조에 비하여 매우 혁신적인 사고를 발전시킨 것임을 알 수 있다. 간략히 정리하면, 통속적 구성주의자들은 지식은 감각이나 의사소통에 의하여 수동적으로 받아들이는 것이 아니고 인식 주체에 의하여 능동적으로 구성되어짐을 인정하나 지식의 항존적 실재성을 인정하고, 급

진적 구성주의자들은 지식의 구성과정을 인식 주체의 적응적 과정으로 인식 주체의 경험에 기초하여 자신의 세계를 조직해 가는 것으로 객관적인 항존적 실재를 발견해 가는 과정으로 보지는 않는다. 또한, 사회적 구성주의자들은 지식의 객관성을 사람과 사람 사이의 '사회'에 공유된 지식에서 찾으려고 하고 한다는 점에서 다른 사조와 구별이 된다. 그러나, 우리는 똑같이 급진적 구성주의자라고 자칭하거나 지칭되는 사람들도 세부적인 부분에 있어서 서로 다른 관점에서 자신들의 의견을 개진할 수도 있음에 유의해야 할 것이다. Von Glasersfeld와 같은 구성주의자들은 자신들의 생각이 유일한 설명이라고 말하지 않는다. 그들은 지식의 구성 현상에 대한 하나의 잘 설명 될 수 있는 모델일 뿐이라고 강조하고 있다.

2. 수학교육계에서 급진적 구성주의의 대표적인 사람들은 누구인가?

가장 대표적인 인물은 Ernst von Glasersfeld이다. 그는 일찍이 이탈리아에서 1950년대에 컴퓨터 기술자로 몇몇 동료들과 함께 미국의 조지아대학에 슈퍼컴퓨터와 관련한 기술자로 오게 되었다. 그들이 담당하던 프로젝트가 끝났을 때 그가 박사 학위가 없음에도 그의 기계언어와 침팬지등 동물 언어 연구의 업적이 인정되어 1960년대에는 조지아 대학의 심리학과 교수로 재직하게 된다. 그는 그 이후에도 동물의 언어와 인공 두뇌에도 관심을 가지고 연구를 하였다. 조지아 대학에서 정년을 하고 현재는 보스턴의 Amherst 대학의 연구소에서 80의 중반인 나이인 지금도 왕성한 활동을 하고 있고 세계 각지를 돌며 급진적 구성주의에 대한 이론을 체계화시켜 나가고 있다.

한편, 수학교육학자로 급진적 구성주의자 중 가장 대표적인 인물은 조지아 대학의 Leslie P. Steffe 교수로 그는 60년대부터 같은 대학의 심리학과 교수였던 von Glasersfeld와 같은 프로젝트를 수행하면서 급진적 구성주의에 관심을 가지게 되었고, von Glasersfeld에게 아동의 수학교육에 대한 관심을 가지도록 한 사람이다. 실제로 von Glasersfeld가 자신의 생각을 설명할 때, 수학적인 장면이나 사실들을 가지고 예를 드는 경우가 많이 있는 것은 그의 영향이며 1995년에 발간된 그의 책에서도 수학교육에 관심을 가지도록 한 Steffe 교수에게 감사를 표하고 있다.

1980년대에 Steffe 교수는 그의 대학원 학생이었던 현재 Vanderbilt 대학의 Cobb과 Thompson 등과 함께 어린 아동의 수 개념 발달에 대한 연구(Children's Counting Types)를 수행하면서 급진적 구성주의에 대한 생각을 발전시켜 나갔다. 그러나, Paul Cobb은 나중에 급진적 구성주의에 대한 생각을 바꾸어 사회적 구성주의를 주창하게 되고 사회적 구성주의의 대표적인 사람으로 일컬어지고 있다. Patrick Thompson은 지금도 Steffe 교수와 공동으로 프로젝트를 수행하면서 급진적 구성주의의 노선을 고수하고 있다. 어린 아동의 수학활동에 대한 연구를 중심으로 한 앞의 사람들과는 다르게 Texas 대학에 있는 Jere Confrey 교수는 주로 중·고등학교에서 대학에 이르는 학생들을 대상으로 연구를 많이 하면서 급진적 구성주의에 대한 생각을 수학교육에 적용하고 발전시키고 있다.

오래 전의 인물로는 von Glasersfeld에게 영향을 준 Vico, Hume, Ceccato, Piaget 등이 급진적 구성주의자들이라고 볼 수 있다. 수학교육에서는 많이 알려지지 않은 인물로 하버드 의대를 졸업한 후, 각 인간의 지적 구조를 '자기생산유지체계(autopoiesis)'라는 개념으로 설명하고 있

는 칠레의 철학자이며 생물학자인 Humberto Maturana 교수도 급진적 구성주의와 생각을 같이하는 인물이다. 급진적 구성주의의 대표적인 인터넷 홈페이지(<http://www.univie.ac.at/constructivism/>)에서 보다 많은 인물들과 논문을 접할 수 있다. 그러나, 우리는 다시 한번 급진적 구성주의자라고 해서 모든 생각이 일치하는 것은 아니며 나름대로 견해가 다소 다른 부분들 갖기도 한다는 사실을 주지하고 있어야 할 것이다.

3. 우리가 물리적 현상에 대하여 어느 정도 정확히 예측할 수 있다는 사실로 볼 때, 과학이 발달하면 하면 할수록 우리가 구성한 그림이 그 어딘가에 있는 '실체'의 세계와 일치해 간다고 볼 수 있지 않는가?

이 질문은 철학과 인식론의 역사에 있어서도 오래된 질문거리로 가장 많이 제기되는 것이기도 하다. 특히, 많은 순수 수학자들이 생각하듯 수학을 하는 활동은 신이 만든 완벽한 진리의 세계를 발견하는 활동으로 보고 있음으로 인하여 제기되는 질문이라고 볼 수 있다. 그러나, von Glasersfeld는 이와 같은 생각을 부인하고 있다. 그는 물리학자이든 평범한 사람이건 간에 우리가 하는 예측은 결국 우리가 인지하고, 느끼고, 생각한 것에 대한 경험을 가지고 예측하는 것이라고 설명한다. 즉, 우리가 인지하고, 느끼고, 생각한 것은 결국은 이러한 활동을 하게 될 때의 필연적으로 경험하는 방법과 의미의 결과들이라는 것이다. 따라서, 이 결과들은 실체와 '일치'하기는커녕 결코 유사하다고 볼 수도 없다는 것이다.

만일, 어느 예측이 맞았다고 말을 할 때 구

구성주의자들은 그 예측에서 얻어진 지식이 실제적인 것과는 상관없이 단지 그 특별한 상황에서의 그 경우에 한하여 적절히 맞아 들어갔을 뿐이라고 말할 것이다. 우리가 인식하는 모든 것은 결국 인간이 인식할 수 있는 '경험적 실체'일 수밖에 없다는 것이다. 즉, 급진적 구성주의자들은 인간의 인식 가능한 영역 밖의 '항존적 실체'에 관심을 두기보다는 우리가 경험하고 인식할 수 있는 영역의 실체를 '경험적 실체'로 명명함으로써 그들의 생각을 구별하려고 있다. 이것은 급진적 구성주의가 '급진적'으로 생각되어지는 부분이기도 하다.

몇 년 전, 그 유명한 페르마의 마지막 정리를 증명하여 수학적계를 놀라게 한 프린스턴 대학교 수학과와 Andrew Wiles 교수의 수학에 대한 그의 생각에서도 많은 순수 수학자들이 그러하듯이 급진적 구성주의와는 다른 입장을 보여주고 있다. 그는 수학 활동에 대하여 다음과 같이 기술하고 있다(Wiles, 1999, p. 1).

아마도 수학을 하는 것은 마치 캄캄한 방에 들어가는 것으로 잘 비유될 수 있다. 어떤 사람이 아주 캄캄한 방에 처음 들어갈 때, 그 사람은 방안의 가구에 걸려 여기 저기 치이는 사이에 점차 어디에 가구가 있는지 감을 잡을 것이고 결국 6개월 후쯤 전등의 스위치를 발견하여 그것을 켤 때 갑자기 환해지고 자신이 어디에 위치에 있었는지에 대해 정확히 알 수 있게 된다.

누가 보기에든 뛰어난 이 수학자는 자신의 수학 활동을 자신이 그 곳에 가기 전에 이미 있는 가구(수학)를 '발견'하는 것으로 묘사하고 있다. 그러나, 구성주의자들은 이 수학자의 수학 활동을 '발견'보다는 '발명'으로 설명하려 한다. 설사 학생이 피타고라스가 이미 만들어 놓은 정리를 학습하고 이해할 때에도 그 과정을 자세히 살펴보면, '발견'이 아닌 '발명'의 활

동을 하고 있다고 보는 것이다. 그들에게는 Wiles는 그 누구도 증명해 내지 못한 페르마의 마지막 정리에 대한 증명 방법을 새롭게 발명한 것이다.

Von Glasersfeld는 그가 최초의 구성주의자라고 보는 Vico(1744/1944, p. 39)의 말을 인용하여 신은 이 세상 만물을 창조하였으므로 이해할 수 있으나, 인간은 그렇지 못하므로 실체에 대한 가정밖에는 할 수 없는 존재라고 주장한다. 즉, 이해를 '만들 수 있음'과 동일시하고 있다. 따라서, 일개의 피조물인 인간은 이 세상 만물에 대한 실체에 대하여 영원히 이해할 수 없다고 보고 있다.

급진적 구성주의자들의 생각에 의하면 아무리 과학 문명이 발달하여 전에는 볼 수 없었던 것들을 전자현미경의 발명으로 더 자세히 보거나, 전파망원경의 발명으로 더 멀리 볼 수 있게 되었을 지라도, 인간이 신이 만들어 놓은 실체의 그림에 더 접근해 간다고 볼 수는 없는 것이다. 어떤 사람이 어느 개념을 '안다'는 것은 무엇으로 알 수 있는가? 타인이 무엇을 안다는 것을 객관적으로 볼 수는 없는 것이다. 우리는 단지 그 사람의 행동이나 언어표현을 보고 추정할 수밖에 없는 것이다. 이런 견해는 Kuhn (1996)이 언급한 것과 같이 과학사에서 발전의 측면에서 볼 때, 어떤 물리적 사실을 알아 간다는 것은 어느 실체에 대한 접근이라고 하기보다는 그 사실에 대한 다른 시각으로 보는 것으로 설명한 것과 맥을 같이 한다고 할 수 있다.

근본적인 실체에 대한 인간의 접근 불가능성에 대해 우리가 잘 알고 있는 20세기의 대표적인 물리학자인 Einstein과 그의 동료 Infeld가 우리가 접하는 물리적인 세계는 마치 인간이 영원히 뒷 뚜껑을 따서 안을 들여다 볼 수 없는 '닫힌 시계'로 비유한 것(Einstein & Infeld,

1967, p. 31)은 구성주의에서 말하는 절대적인 실체에 대한 접근 불가능성에 대해 일치된 견해를 보인 것으로 흥미있는 일이다. 그들은 시계--물론, 1940년대에는 오늘날과 같이 시계가 보편화되지 못했을 것이고 아날로그 시계를 지칭하는 것이리라--를 한 번도 본 적이 없는 사람들에게 뒷뚜껑을 열어 보지말고 어떻게 하여 앞에서 보는 것과 같이 시침과 분침이 움직이게 되는지에 대하여 설명하라고 하면 각자 그럴듯하게 톱니 바퀴등을 그려 가면서 설명할 것이라는 것이다. 그러나, 실제로 그 시계의 뒷뚜껑을 열어 비교해 보았을 때 실제로 같겠느냐는 것이다. 어쨌거나 인간은 불행인지 행인지 영원히 그 시계의 뒷뚜껑을 딸 수 없는 존재로 결국 인간은 가정밖에는 할 수 없다고 설명하고 있다. 이는 Freeman(1948)이 “신은 확실성을 가지고 있으나, 인간은 단지 가정뿐이다”(p. 40)라고 말하고 있음과 같은 맥락의 생각이라고 볼 수 있다.

수학교육과 관련하여 생각해 볼 때, 교사는 학교에서 학생들의 수학활동을 통하여 그들의 수학적 수준이나 수학 활동에 대하여 이해하게 된다. 수학적 구성활동은 학생들의 머리 속에서 일어나는 것으로 교사가 직접 관찰할 수 있는 대상이 될 수 없으므로 교사는 학생들의 수학적 활동이나 언어 표현 등을 주의 깊게 관찰함으로써 그들의 머리 속에서 일어나는 실제적인 수학적 활동에 대한 하나의 모델을 만들어 이해할 수밖에 없다. 문제는 교사가 학생의 수학에 대한 얼마나 잘 맞아 들어가는 세련된 모델을 만들 수 있는가 하는 것이다.

그래서, 구성주의자들은 ‘교수실험(teaching experiment)’과 같은 연구 방법에 의하여 학생과의 장기적인 상호작용을 통하여 학생들의 수학적 발달을 진단하기 위한 연구방법들을 사용하고 있다. 이 교수실험은 교사가 실제로 학생을

한 명에서 여러 명과 1년 또는 2년 이상의 장기간 동안 상호작용을 하는 장면을 비디오테이프에 담아 면밀히 관찰하는 방법으로, 교사는 곧 연구자가 되는 경우가 일반적이다. 교사는 아동과의 상호작용에서 직접 ‘가르치면서’ 아동과의 상호작용을 해 나간다. 기존의 인터뷰와 같이 미리 정해진 질문지에 따라 묻고 대답하는 형식이 아니라 아동의 반응에 따라 유동적으로 진행하게 된다. 교수실험 중에 교사의 가장 전형적인 질문은 “어떻게 해서 그런 답을 얻게 되었지?”라고 물어보는 것이다. 교사가 학생이 머릿속에서 실제로 어떻게 하여 그런 답을 얻게 되었는지 알아보기 위해서이다.

$1+1=2$ 라고 하는 수학적 사실은 어찌 생각하면 우리들의 생각과는 독립적으로 존재하는 신의 법칙을 우리가 발견한 것으로 생각하는 사람들이 많이 있겠지만, 구성주의자들은 단지 하나의 단위에 한 단위를 합치게 되면 두 단위가 된다는 사실 외에 그 어떠한 것도 아니라고 생각한다. 극단적인 예로, 물 한 방울에 다른 물 한 방울을 합하면 물 두 방울이 된다는 생각을 할 수 없음과 같이 수학적 사실도 시간과 공간에 따라 임의적으로 해석할 수도 있다고 본다.

구성주의의 이런 생각은 자주 유아론(唯我論, Solipsism)과의 차이가 없는 것으로 오해를 불러일으킬 수도 있는데, 이 유아론은 글자 그대로 우리의 마음에 인식되는 것 외에는 어느 세계도 존재하지 않는다는 것이다. 이에 비하여 구성주의자들은 우리들이 인식할 수 있는 영역을 뛰어넘는 부분은 우리의 이성으로 접근할 수가 없다고 보는 입장에서 차이가 있다고 볼 수 있다. 그러나, 유아론의 생각은 명백히 잘못이다. 우리가 보지 않더라도 지금 이 시간에 인천공항에서는 비행기가 설새없이 뜨고 내리고 있는 것이 사실이다. 급진적 구성주의에

서는 우리의 경험을 넘어선 그 무엇이 우리의 이성으로 도달할 수 없는 것으로 본다.

즉, 구성주의자들은 우리의 인식 범위를 벗어난 그 무엇의 항존적 존재성(ontological reality) 그 자체에 대하여 부정하지는 않는다. '존재'라는 것은 시간과 공간을 가지고 있는 것을 의미하는데 시간과 공간은 우리의 경험적 구성이기 때문에, '존재한다'는 것은 우리의 경험적 영역을 벗어나서는 의미가 없어지게 되는 것이다. 독립적이고 근원적인 실체가 어떻게든 간에 우리가 그것을 시각화하거나 이해할 수 있는 그 무엇이 아닌 것이다.

구성주의자들은 단지 그러한 실체에 대한 인간의 이성적인 접근 가능성을 부인하고 있는 것이다. 그러나, 물론 개인의 구성은 완전히 임의적인 것이 될 수가 없고 기존 경험이나 상황에 의하여 제약을 받게 된다고 본다. 이런 제약으로 인하여 우리는 타인과의 경험이 비슷하기 때문에 자주 타인의 생각과 다르지 않다고 생각될지라도 결코 '같다'고는 말할 수는 없는 것이다. 그래서, 구성주의자들은 인간이 표현하는 모든 활동을 가운데 하이픈을 넣어 '재-표상(re-presentation)'이라고 말하려고 한다. 이것은 객관주의자들이 인간의 탐구 활동의 결과에 대해서 '표상(representation)'으로 보는 것과 대비가 된다. 구성주의자들은 하이픈을 넣음으로써 인간 자신의 재창조물임을 강조하고 있다. 이 창조물이 절대자인 신의 관점에서 본질적인 실체와는 어떤지 우리는 알 수 없는 것이다.

구성주의자들은 진보에 대한 개념을 달리하고 있다. 구성주의자들도 오늘날의 과학 기술의 시대에 살고 있는 우리가 고대 탈레스나 중세 갈릴레이가 살던 시대의 사람들보다 더 많은 지식을 갖고 있다고 말하는 것에 동의한다. 그러나, 지식의 성장은 무엇을 어떤 방식으로 처리하느냐 하는 방법론적 지식에 관심이 있

다. 오늘날 달리는 차안에서 화상전화를 걸 수 있다는 사실과 계놈의 해독으로 복제 인간을 만들 수 있다는 사실들은 우리가 발전시킨 개념적 구조와 행동이 근원적 실체의 표상이므로 더 근접하였다는 것을 의미하지는 않는다고 보고 있다.

과학의 역사를 볼 때, 지금까지 우리는 경험적 세계에 대한 유용한 규칙들을 어떻게 만들고 운용하느냐에 관하여 배워 왔다. 우리는 우리가 살고 있는 세계가 우리로 하여금 무엇을 할 수 있도록 하는가에 대하여 더 많이 알아가고 있다. 그러나, 앞에서 살펴본 것과 같이 구성주의에서는 우리가 '실체의' 세계에 대하여 그림을 그릴 수 있다는 믿음은 하나의 환상이라고 생각한다. 이것은 단지 우리가 그것을 경험하게 될 때 일어나는 경험적 실체를 기술한 것에 지나지 않는 것으로, 우리가 경험하는 것은 그 순간에 우리가 사용하는 개념과 그 개념들의 관계에 따라 조성되고 형성된 것이다. 도가에서 참선등을 통하여 인간의 경험등에서 오는 편견을 최대한 줄이면서 진리를 보려고 노력한다할지라도 우리 인간은 각자의 경험이라는 뒷에 걸려서 빠져 나올 수 없는 존재인 것이다. 인간은 영원히 신의 눈으로 보는 진리에 접근할 수는 없는 것이다.

4. 만일 우리가 근원적인 실체를 알 수 없다면, 우리가 다른 사람들이 구성한 사실들을 어떻게 이해하고, 시험하고, 평가할 수는 있는가?

앞에서 언급했던 것처럼 객관적인 잣대가 없다면 우리는 어떻게 다른 사람의 일을 평가할 수 있을까? 구성주의자들의 입장에서 보면 우

리가 평가를 한다고 할 때에 우리는 단지 우리의 경험적 세계에 의존하여 과학적 가설들을 시험하게 되는 것이다. 우리의 경험적 세계는 사회적 상호작용의 과정에서 일어나지만 각 개인에 따라 다르며, 이러한 각 개인적 세계들은 또 다른 개인의 구성에 적용이 되게 되는 것이다. 이렇게 하여 우리는 결국 상호인식의 영역, 즉, 상호 작용하는 사람들의 상호 기대가 어느 정도 규칙적으로 인식되는 영역--Maturana(1948)가 언급한 상호 '공통적인 인식 영역(consensual domain)'--을 형성하게 되는 것이다. 이와 같은 이유로 어느 작은 한 분야에서는 많은 특정한 제약들로 인하여, 상호 인식영역이 특별히 동질적이게 되는데, 새로운 가정들은 상대적으로 동질적인 배경에 근거하여 시험을 받게 되는 것이다.

문제는 우리는 마치 일상생활의 상호작용에서 우리 각자의 경험적 사실이 다른 사람들에게도 똑같이 적용되는 사실인양 생각하게 되고, 때로는 우리의 생각을 강요하게 된다는 것이다. 그러나, 구성주의자들에게 누가 무엇에 대해 이야기한다는 것은 곧 개인의 구성과는 무관한 항존하는 세계 자체가 아닌 그 사람이 세계를 보는 특정한 시각을 말하는 것 이상의 것이 되지 못한다. 이렇게 하여 지식은 순간순간에 유용하고도 일관성이 있어 보이는 경험을 구축하는 방식으로 이해하게 될 것이다.

따라서, 구성주의의 관점으로 학생을 보고 교육을 보는 교사는 보다 더 학생들의 입장에서 생각을 하려고 할 것이고, 만일 수학 시간에 어느 학생이 교사가 보기에 논리적인 오류를 범할지라도 그 오류 자체보다는 그 학생이 왜 그렇게 생각하게 되었는가에 더 관심을 가질 것이다. 보다 비권위적이고 겸손한 교사의 태도는 수학시간에 학생들의 생각을 자유롭게 말할 수 있는 분위기가 될 수 있게 함으로써

학생들의 능동적인 참여로 이끌 수 있게 될 것이다. 요즘 학생들이 수학시간에 자발적으로 질문을 하는 학생이 거의 없다고들 한탄하지만 많은 부분은 교사에게 그 책임이 있을 수 있음을 생각해야 할 것이다.

구성주의의 관점에서 수학교사가 학생들의 수학활동을 어떻게 평가할 것인가라는 문제에 대하여 교사는 학생들의 수학적 언어와 행동하는 것을 가지고 평가할 수밖에 없다고 본다. 그러나, 여기에서의 평가도 절대적인 기준에 의한 것이 아니다. 구성주의의 관점을 가지고 교육에 임하는 교사는 절대적인 '진리'자체에 대해서 관심을 두기보다는 성공적인 과정에 더 관심을 두어야 할 것이다. 만일 어느 학생의 수학적 반응에 교사가 단순히 '틀렸다'이라고 말한다면 그 학생의 해보려는 동기를 잘라 버리게 될 것이다. 교사가 어떻게 도움을 줄 것인가는 학생들의 사고과정에 대하여 교사는 자기의 경험에 의거하여 학생의 수학 학습 활동을 도움을 줄 수밖에 없을 것이다.

구성주의자들은 학생들의 수학적 학습과정에 대하여 평가를 한다는 것은 쉽지 않은 일로 적어도 단순 암기력 등을 테스트하는 것은 수학교육에서 중요한 요소인 생각하는 능력과 새로운 문제를 해결하는 능력은 평가할 수 없을 것이다. 전미수학교사협회(NCTM, 2000)의 '학교 수학을 위한 원리와 기준'의 서두 부분에서도 언급하고 있는 것과 같이 구성주의자들도 수학이 장차 학생들이 사회생활을 하게 될 때 그들의 직업과 관련하여 쓰이게 되는 부분을 강조하고 있다. 수학의 평가가 교수의 방향이나 내용에 많은 영향을 준다고 볼 때, 수학의 평가는 학생들의 창의적인 문제해결 능력과 실생활의 적용 능력을 평가하는 방향이 되어야 할 것이다. 문제는 어떻게 이와 같은 요소를 평가할 수 있는 것이다.

Von Glasersfeld는 그의 한 가지 방법으로 학생들에게 전에는 전혀 접해 보지 못한 문제를 내어주고 그들이 어떻게 그것을 개념화하는지 관찰하고 그 문제를 풀기 위해 그 학생들이 무엇을 어떻게 하는지 알아보도록 하자는 것이다. 즉, 중요한 것은 어느 특정한 풀이 방법보다는 각 아동의 그 문제에 접근하는 방법인 것이다. 학생들이 사용하는 개념적 도구를 관찰함으로써, 우리는 그 학생이 어느 특정한 상황에서 어느 수준의 개념적 능력이 있는지를 파악할 수 있게 된다. 무엇보다도 중요한 것은, 아직 미리 정해진 모범적인 해결 방법이 없는 문제를 학생들에게 주어 주는 것이다. 수학교사나 수학 교육자들은 수학적으로 창의적인 해결 과정에 대한 평가를 위해서 현장과 관련한 지속적인 연구가 있어야 할 것이다.

5. 우리는 어떻게 서로간에 '공유된 의미'에 도달할 수 있는가?

교과서나 서류 안에 지식이 있다고 생각하는 것은 한마디로 하나의 환상에 불과한 것으로 보고 있다. 그것은 단지 저자에 의하여 단어로 연결된 언어로 단지 종이 위에 인쇄되어 저장되어 있는 것에 불과하다. 그 단어들은 그 글을 쓴 저자나 그 글을 읽는 독자, 각각 다른 의미를 갖게 된다. 우리가 책을 읽는 것은 어찌 보면 신비한 작업이라고 할 수 있다. 까만 것은 글씨이고 흰 것은 종이일 뿐이다. 그런데, 우리는 어떤 소설을 읽으면서 그 소설을 쓴 작가가 나에게 직접 말을 하고 있다고 착각하기도 하지만 그 감정이 그 작가가 의도한 것이었는지는 알 수 없다. 사실 같은 장면을 읽으면서도 독자의 경험에 따라서 서로 다른 생각을 하게 되는 것을 우리는 알고 있다. 예를 들어,

30년의 복역을 마치고 나온 죄수가 감옥에서의 생활과 심정에 대하여 책에 쓴 것을 읽는다고 해서 감옥 생활을 해 본 적이 없는 우리가 얼마나 그의 경험에서 오는 감정을 느끼며 읽을 수 있을 것인가? 즉, 우리는 우리를 나름대로의 경험에 따른 주관적인 의미를 구성하는 것이다. 마치 같은 책을 읽으면서 서로 간에 똑같은 생각을 하게 된다고 착각하게 만들지라도 말이다. 같은 책을 보면서 눈물을 흘릴지라도 그 눈물의 의미는 서로간에 서로 다를 수 있는 것이다. 물론, 그 책을 대하는 독자의 기존 경험이 비슷하다면 더 많은 '공감'하는 부분을 가질 수 있으리라고 생각되나 그것마저도 확인할 방법은 없다.

이렇게 개인적인 구성을 하게 될 때, 그것을 구성하는 사람들이 다른 사람들과 사회적인 상호작용을 하고 있기 때문에 그것들이 어느 정도 사회적 작용을 통하여 구성된다 할지라도, 그것들은 여전히 주관적이고 어느 정도 독선적이기까지 하다고 볼 수 있다. 따라서, 수학교과서 자체가 어떤 의미나 지식을 담고 있는 것이 아니라 단지 그것은 그 글을 읽는 사람들이 그들 나름의 해석을 해 나갈 수 있도록 도와주는 Vygotsky가 말한 비계(scaffolding)와 같은 역할을 할 뿐이다.

Von Glasersfeld는 본 필자가 인터넷상에서 질문을 했던 "어떻게 공유된 사회적 현실이 가능한가?"라는 문제에 대하여 두 가지로 설명하고 있다(1999, p. 48). 그는 '공유'를 타는 '차를 공유하는' 경우와 '병에 든 포도주를 공유하는' 경우로 나누어서 설명하고 있다. 여기에서 차를 공유할 때는 정확히 같은 차를 서로 탄다는 의미이고, 병에 든 포도주의 경우에는 다른 사람이 마신 포도주를 또 다른 사람이 마실 수 없음을 들어 다른 의미로 사용되고 있음을 말하려 하고 있다. 급진적 구성주의에서는

후자의 경우의 의미로 ‘공유’를 설명하려 한다. 따라서, 구성주의자들은 우리가 흔히 말하는 ‘공유(share)’를 ‘통용될 수 있는(compatible),’ ‘살아 남을 수 있는(viable),’ 또는 ‘잘 어울리는(fit)’이라는 말로 표현하고 있는데, 이는 ‘공유’에 대한 구성주의자들의 생각을 잘 나타내는 말들이다. ‘공유’라는 것이 객관주의자들이 말하는 ‘같음(sameness)’을 서로가 나눈다는 의미가 아니라 Maturana가 말했던 서로 간에 통용되는 부분(consensual domain)이 있음을 의미한다.

우리가 통상적으로 사용하고 있는 ‘같은’의 의미는 우리가 서로 다른 이미지를 가지고 있다고 하더라도 무리가 없이 쓰일 수 있다. 예를 들면, ‘자전거’라고 명명하였을 때 우리의 머리에는 각각 다른 이미지를 그리고 있다고 할지라도 우리가 일상 생활에서 무리 없이 사용할 있는 것이다. 나의 이미지가 상대의 이미지가 동일하게 생각될지라도 결코 동일할 수는 없는 것이다.

Von Glasersfeld(1987)의 이와 같은 생각은 급진적 구성주의에 대한 개괄적인 내용을 소개한 책의 한 부분인 급진적 구성주의에 대한 소개(Introduction to radical constructivism)에 잘 나타나 있다. 그는 Darwin의 진화론의 가장 유명한 학설 중 하나인 적자생존(the survival of the fittest)이라는 용어에 대하여 비판하고 있는데 적자생존은 생물이 어느 환경에 적응하면 살아 남을 수 있고 그렇지 않으면 죽는다는 이론이다. Von Glasersfeld는 Darwin이 ‘fit’ 대신에 ‘fittest’라는 최상급을 쓴 것이 그의 이론 취지에 맞지 않는 것이라고 지적하면서 생물은 그 환경에서 죽느냐 사느냐의 양자택일적인 문제이기 때문에 ‘보다 더 잘 적응하는(fittest)’이라는 용어를 사용한 것은 부적절하다고 주장했다. 살아 남은 것들이 보다 더 잘 적응한 것인

지 그렇지 않은지는 알 수 없다는 것이다. 학생들의 수학하는 활동에 대한 설명으로 가장 잘 표현한 이론이라는 말을 할 수 없다는 것과 같다. 이는 구성주의자들의 생각을 잘 대변하는 것이라 할 수 있다.

따라서, von Glasersfeld는 ‘공유된 의미’란 말은 잘못된 표현이라고 본다. 우리의 의미와 다른 사람의 의미 사이의 관계는 주어진 상황에서 기껏해야 함께 통용이 될 수 있거나 또는 다른 사람이 예기치 못한 방법으로 행동하지 않는 것으로 보고 있다. 그는 우리가 상대방이 무슨 이야기를 하려고 하는가를 어렵듯이나마 알기 위해서는 밤새 내내 끈질긴 참을성을 가지고 들어야 할만큼 어려운 일이라고 말하고 있다. 예를 들면, 어느 연구팀 내에서 사용되는 주요한 용어들이 통용이 되기 위해서는 일년은 족히 걸리는데 그것이 우리가 말하는 공통으로 통용되는 영역의 도출로 보았다.

비교적 최근에 Steffe와 Thompson(2000) 그리고 Lerman(2000) 사이에 수학교육에 있어서 상호주관성(Intersubjectivity)의 문제에 대하여 열띤 논쟁을 벌이고 있다.¹⁾ 상호주관성의 문제는 구성주의와 관련하여 설명하기에 가장 어려운 개념의 하나이다. Steffe와 Thompson은 먼저 von Foerster의 말을 인용하여 구성주의는 다른 개인의 사실을 인정하므로 개인이 지각하는 것 외에는 어느 세계든 존재하지 않는다고 하는 입장을 취하는 유아론과는 다름을 지적하고 있다. 또 Lerman의 구성주의에서 상호객관성에 대한 설명이 빈약하다는 비판에 대하여 Maturana의 상호교감 영역을 인용하여 이 상호교감 영역은 한 그룹에서 각 개인이 그들 상호간에 행동에 적응하며 서로 상호협력하기 위하여 자기 자신을 변화시키는 가운데 형성이 된다고 주장한다. 또, 이 상호교감 영역은 언어의 사용이나 효과적인 상호협력을 위하여 서로서

로 상호 조절을 해 나가는 가운데 형성이 된다고 보았다. 결론적으로, 구성주의에서의 다른 사람과의 일체된 “공유”는 그럴듯하게 보이지만 환상이라고 생각한다.

6. 사회적 상호작용이 어떻게 수학적 이해를 촉진시킬 수 있는가?

인간의 상호 작용에 관하여 von Glasersfeld는 어린이들의 반응에 대한 이야기로 설명하려 한다. 즉, 어린이들은 아이들과의 대화를 할 때 자주 아이들이 정확히 무엇을 원하는지 알지 못하여 어른이나 아이들이 답답해하거나 화를 내기까지 한 경험이 있을 것이다. 아이들은 자신의 언어나 행동이 통하지 않는다면 그것들을 바꾸어 다른 용어나 행동을 하게 된다. 그리고, 일단 통하는 것은 계속하여 사용하려는 경향이 있고 잘 바꾸려 하지 않는 경향이 있음을 경험했을 것이다. 이런 경험은 수학을 가르치는 교사들이 학생들이 동일한 부분에서 계속하여 오류를 일으키는 사실을 볼 수 있다는 데에서도 찾을 수 있다.

이와 마찬가지로 성인들도 과거에 잘 통했던 생각이나 방법들에 집착하게 된다. 구성주의자들은 학습도 이와 같은 원리로 일어나게 된다고 본다. 이는 앞에서 구성주의의 두 가지 가정 중 두 번째 가정과 관계가 있는 것으로 생물이나 인간의 머리는 통용되는 것을 계속하여 반복하려는 속성을 가지고 있는 것과 같은 원리이다. 이는 과학사에 있어서도 어느 이론이든 맞아들어 간다고 생각이 되면 그 생각을 바꿀 이유가 없이 계속 되어져 왔다. 그러므로, 결국 우리들의 생각을 변화시키려면 누군가가

우리들이 생각한 것이 한계가 있고 어떤 상황에서 잘 맞지 않는다는 것을 보여 주어야만 한다. 이렇게 하는 것이 우리들로 하여금 새로운 개념을 배우는데 관심을 갖도록 하는 한 방법이 될 것이다. 왜냐하면, 우리들은 항상 우리들이 가지고 있는 사고 방식이 무엇이든 간에 가능한 보다 넓은 적용성을 원하기 때문이다. 이는 마치 Piaget가 언급했던 조절(accommodation)과 같은 의미로 기존 스킴(scheme)에 비추어 무리가 없으면 동화(assimilation)의 과정에 의해 확장을 시켜 나가게 되나 기존 스킴에 의거하여 새로운 개념을 포용하기가 어려우면 자신의 스킴을 변화시키게 되는 것이다.

구성주의는 앎과 학습에 대한 이론이라고 할 수 있는데 머리 속에서의 수학적 활동을 가능하게 하는 작용은 모두 피아제가 언급했던 ‘반영적 추상’의 활동으로 설명하려고 한다. 이는 R. Skemp가 언급했던 Delta-2의 개념과 유사한 개념으로 일차적인 개념과는 다른 차원으로 순전히 머리 속에서 일어나는 활동을 말한다. 그러나, 반영적 추상은 차, 연필, 컴퓨터 등과 같은 경험적 개념을 구성하는데 필요한 것으로서 이를테면 수, 시간, 속도가 같은 2차적인 개념은 반영적 추상에 의하여 구성되는 것으로 반대로 경험적 상황이 하나의 요인이 되어야 한다.

Von Glasersfeld는 1997년 조지아 대학에서 열린 수학교육과 구성주의에 관한 세미나에서 수학의 특징에 대하여 “오직 반영적 추상화에 의하여 구성된”것으로 설명하였다. 그러나, von Glasersfeld도 이 반영적 추상화가 어떻게 일어나는지에 대해서는 모른다고 말하고 있다. 그러므로, 수학교사는 학생들에게 수학적 지식을 강제적으로 습득하게 할 수는 없는 것이다. 수학교사가 학생들에게 할 수 있는 일은 장기

4) Journal for Research in Mathematics Education에는 구성주의에서는 상호객관성을 잘 설명하고 있지 못하다는 Lerman의 주장을 실었고, 이에 대하여 Steffe의 반박하는 글을 계속하여 실고 있다.

간의 많은 심도 있는 관찰을 토대로 학생들의 수준을 가늠하고 적절하게 도전적인 문제 상황을 제시해 주는 것이다. 이는 Vygotsky의 근접발달영역(zone of proximal development)의 개념이 응용될 수 있다. 즉, 교사는 가정된 학생의 실제 수준에 비해 수준이 너무 높거나 너무 낮으면 학생들에게는 학습이라는 면에서 전혀 도움이 되지 않기 때문이다. 그러나, 구성주의자들은 Vygotsky가 주장했던 것처럼 이 영역 안에서 교사나 뛰어난 동료가 적극적으로 도와주고 이끌어 주기보다는 단지 안내자로서의 역할을 해야 한다는 것이다.

구성주의자들의 입장에서 보면 학생들의 수학적 구성을 활발하게 일어나도록 하려면 학생들의 실제 수학적 수준보다 조금 더 높은 수준의 환경을 제공해 주어야 한다. 이런 뜻에서 의미 있는 사회적 상호작용을 하도록 하여야 한다. 그러나, 문제는 학생의 실제 수준을 알 수 없다는 것이다. 결국 수학교사의 학생에 대한 수학적 수준을 가정할 수밖에 없는데, 이 가정에 의한 수학적 환경의 제공이 학생들에게 반드시 수학적으로 의미 있는 학습이 일어난다고 할 수 없다. 교사는 장기간의 관찰에 의하여 학생의 수학을 가정하고 그 학생에게 유의미한 학습이 일어날 수 있도록 인지적인 불균형 상황(perturbation)이 일어나도록 자극을 줄 수 있는 풍부한 환경을 제공해 주어 학생 스스로 흥미를 가지고 자신의 수학 활동을 해 나가도록 해야 한다. 그래서 구성주의자들은 각 학생의 잠재구성영역(zone of potential construction)을 인지하고 지속적인 관찰과 상호 작용을 통하여 학생들의 자발적인 구성활동을 도와 주어야 한다고 주장한다.

7. 구성주의적인 생각을 가지고 있는 교사의 역할은 무엇인가?

많은 사람들이 구성주의적인 관점에서 보면 교사의 역할이 거의 없지 않느냐고 반문하는 경우가 많이 있다. 사실 전통적인 교사관에 비추어 보면 교사의 역할이 미미할 것 같이 보인다. 그러나, 이 역시 구성주의에 대한 바른 이해의 결여에 기인한다고 볼 수 있다. 사실 구성주의에서 교사의 역할은 우리가 전통적으로 생각했던 것보다 줄어든다고 생각할 수도 있지만 오히려 더 주의 깊게 역할을 수행하여야 한다. 구성주의에서 생각하는 교사의 역할은 많은 수학자들이 생각하고 있듯이 자신들이 가지고 있는 지식을 학생들에게 얼마나 잘 전달해 주느냐에--그럴 수도 없지만--있는 것이 아니라 학생들이 지식을 구성에 나가도록 어떻게 안내해 주느냐에 있다고 할 수 있다. 이제 수학교사의 권위는 수학을 얼마나 많이 알고 있는가 이외에 수학을 학생들 스스로 배워 나가도록 잘 도와 줄 수 있느냐에 있는 것이다.

문제는 전통적인 교수-학습 방법에 익숙한 교사들의 생각을 어떻게 바꾸어 줄 수 있는가가 문제인데, von Glasersfeld(1993)는 자신의 경험을 통해 교사들의 기존의 교수법을 바꾸는 것이 가능하다고 생각한다. 그는 교사가 그들의 수업에 구성주의의 방법을 적용하도록 하려는 진정한 노력을 한다면, 얼마의 기간 후에는 자신들도 놀라게 될 것이라고 말했다. 그 이유는 학생들의 뛰어난 실력 때문이 아니고 교실의 분위기가 전과는 많이 달라질 것이기 때문일 것이라고 말하며, 구성주의적인 접근 방법을 통하여 학생과 교사 사이의 관계가 좀 더 생산적으로 변하게 될 것이라고 주장한다. 즉, 교실에서 각자 학생들은 흥미를 가지고 자신의 수학적 활동에 열중할 수 있을 것이다.

구성주의에서는 전통적으로 생각하듯이 교사가 이렇게 해야한다기보다는 '이렇게 하면 안 된다'는 면에서 다소 소극적인 면이 있다. 이것

은 어디까지나 교사가 학생들의 수학적 구성활동에 강제적으로 영향을 주기 위해 자신의 생각을 강요해서는 안되고 학생들이 자율적인 구성활동을 할 수 있도록 환경을 조성하는 조력자로서의 역할을 권하고 있다.

구성주의자들이 생각하는 교사의 권위는 예를 들면 수학교사가 얼마나 수학을 알고 있는 가하는 것보다는 학생들이 수학을 배우는데 어떻게 도움을 줄 수 있는가에 둔다. 이는 요즘과 같은 젊은 세대의 학생들을 대상으로 수학을 가르치는 교사들에게 보다 유용한 생각이라는 생각이 든다. 사실, 초중고를 통틀어 수학교사가 수학 자체에 대한 지식이 부족하여 학생들이 수학을 잘 배우지 못하는 것보다는 수학적시간에 도망가려는 학생들에게 어떻게 수학적공부를 하도록 돕느냐하는 것이 수학교사들의 고민이다. 수학교사들은 먼저 학생들이 수학을 어떻게 배우게 되는지에 대한 진지한 숙고와 전제되어야 하리라 본다. 이를 위해서 마치 의사가 환자를 먼저 진단하고 그 진단에 의하여 약을 처방하듯이, 교사도 학생의 수학적 수준을 진단하고 그에 맞는 교수 내용이나 방법을 택하여야 할 것이다. 전통적인 교사들의 생각처럼 자신들은 대단한 수학적 지식을 가지고 있고 미숙한 학생들에게 그 지식을 전수한다는 생각을 가지고 있는 한 수학적시간 학생들에게 뿐만 아니라 수학교사들에게도 고통의 시간이 될 것이다.

Von Glasersfeld(1995)가 언급한대로 우리의 학생들은 교사가 거짓으로 정열적인 체하는 것과 자기의 가르침에 너무 권위적이면 더 이상 흥미를 갖지 않을 것이다. 수학교사는 때로는 자기 자신도 잘 알 수 없는 문제를 가지고 학생과 함께 배우는 자세로 임하는 것이 필요할 것이다. 아무튼, 위에서 밝힌 Von Glasersfeld의 구성주의에 대한 생각이 한국 수학교육에 관심

있는 수학교육자나 교사들에게 구성주의를 다소나마 바르게 이해하게 되고, 어떤 수학을 가르쳐야 할 것인가를 생각하기 전에 학생들이 어떻게 생각하고 있는가를 관찰하여 학생들의 입장에 서서 모든 것을 바라볼 수 있어야 할 것이다.

III. 맺음말

1998년에 미국의 노스캐롤라이나주에서 제 20회 수학교육의 심리학(PME-NA) 학회의 초청 강연에서 Paul Cobb은 인공위성 사진을 처음에는 지구 전체를 보여 주는 낮은 배율로부터 높은 배율로의 여러 장면을 보여 주면서 수학교육계에서 여러 가지 사조는 한 사실을 여러 가지 다른 관점으로 설명하려는 것과 같다고 언급한 일이 있다.

수학 교수 학습에 있어서 절대적이고 유일한 것은 있을 수 없다. 수학교육에 관심이 있는 교사나 교육자라면 구성주의가 어떤 것인지에 대하여 어느 정도 알 것이다. 또, 현장의 수학교수-학습에 적용하기가 쉽지 않다는 이유로 구성주의에 대한 피상적인 이해만을 가지고 더 이상의 관심을 접어 버리는 사람들도 많이 있다. 그러나, 이와 같이 생각하는 사람 중에 많은 사람들은 von Glasersfeld도 지적했듯이 구성주의에 대한 바른 이해가 없어서 생기는 현상이다. 앞에서 살펴보았던 바와 같이 구성주의에 대하여 많은 부분에서 의문을 가질 수 있다.

그러나, 구성주의는 앎과 학습에 관한 하나의 좋은 설명 모델이라고 생각하지만 유일한 설명 방법이라고는 생각하지 않는다. 구성주의에 대한 바른 이해는 수학을 가르치는 교사나 수학교육에 종사하는 수학자들에게 의미 있는

교수-학습을 하도록 할 수 있는데 아이디어를 제공해 줄 수 있을 것이다. 요즈음 학교 교육의 붕괴, 특히 수학습시간에 교사나 학생에게 만족스럽지 못한 시간이 되고 있다는 말들을 많이 하고 있다. 구성주의적인 생각이 이런 현상에 하나의 실마리를 제공해 줄 수 있을 것이다. 많은 교사들이 구성주의에 입각한 구체적인 수업 모형을 보기를 원하지만, 구성주의적인 교수-학습이라고 해서 따로 정형으로 제시해 줄 수 있는 것이 아니다. 왜냐하면, 구성주의가 추구하는 것은 각 상황에서 교사나 학생의 상태에 의하여 교수-학습이 이루어져야 한다는 것이 가장 핵심적인 것인데 정형으로 제시가 되면 많은 교사들이 그것을 그대로 따라서 적용할 우려가 있기 때문이다.

따라서, 수학 교수-학습의 개선을 위해서 먼저 선행되어야 할 것은 교사가 구성주의의 이론에 대한 보다 깊은 이해를 가지고 자신의 경험과 열정으로 끊임 없는 실험과 연구 정신으로 나름대로의 바람직한 교수-학습을 개발해 나가는 것이 될 것이다. 바람직한 수학교육이 되기 위해서는 교사나 학생 모두에게 끊임없는 자기 혁신을 위한 열정과 인내가 있어야 할 것이다.

구성주의에서 학생들에게 가장 중요한 것의 하나는 우리나라 제 7차 교육과정에서도 강조하고 있듯이 '자기 주도적인 학습'이라 할 수 있다. 그런데, 대부분의 수학교사는 그 시간에 학생들이 배워야 할 내용을 미리 준비하여 풀어 본 다음 학생들 앞에 설 것이다. 실제 수업에서 교사는 학생들이 답을 찾기 위한 해결 방법을 찾지 못해 헤매고 있을 때, 교사는 마치 만능 해결사인 것처럼 해결 방안을 제시해 주고 있는 것이다. 이런 분위기에서 어떻게 학생들의 주도적인 학습을 기대할 수 있겠는가? 그러므로, 수학교사는 가끔은 그 자신도 미리

그 답을 모르는 문제를 가지고 학생들과 씨름하는 모습을 보여 줄 수 있는 용기가 있어야 한다고 본다.

많은 수학교사들이 구성주의적인 생각에 동의하지만 현실의 사정에 비추어 거의 현실성이 없는 생각이라고 비판을 한다. 진도를 나가야 하는데 시간이 없다고 말한다. 물론, 매 수업을 구성주의에서 요구하듯 각 학생이 자발적으로 참여하여 시간에 관계없이 활동하게 할 수는 없을 것이다. 그에 대한 대안으로, 한 단원에서 한 시간 정도는 진도에 관여치 않고 학생들의 자유로운 생각을 존중하고 그 생각에 따라서 자유롭게 이해하도록 도울 수 있을 것이다. 학생들에게 이 한 시간의 경험은 수학이라고 하는 것은 결코 공식을 외워서 주어진 시간 안에 답을 내는 따분한 것만은 아니라는 귀중한 경험을 줄 수 있을 것이다.

마지막으로, 모든 것은 수학을 현장에서 가르치는 교사의 손에 달려 있으므로 현장에 있는 교사의 중요성을 새삼 말할 필요는 없을 것이다. 아무리 좋은 내용들을 학자들이 말한다고 할지라도 그 이론들을 현장에서 소화해 낼 능력이 있는 교사가 없다면 이는 공염불이 될 수밖에 없는 것이다. 지금도 대부분의 교사들이 자신들이 10년 또는 20년 전에 배웠던 방식대로 그대로 가르치고 있는 경우가 많다. 이제 우리는 자신들의 가르치는 방식에 타성에 젖어 한 시간 한시간을 보내는 것에서 잠시 되돌아서서 자신의 방법이 학생들과 자신에게 적합하게 어울리는 수업인지를 세밀히 생각해 보아야 할 것이다. 이제는 의사가 그저 만병 통치약이라고 마구 나누어주는 것과 같이 학생들의 수준등을 고려하지 않고 교사의 생각대로 획일적으로 가르치는 수업에 대한 재고가 있어야 할 것이다. 마치 의사가 하듯이 진단과 처방을 반복하면서 처방이 맞지 않으면 계속 더

잘 맞아 들어가는 처방을 위해 지속적인 노력이 있어야 할 것이다. 이것이 자신과 맞지 않는 처방에 의해 많은 부작용의 희생자들이 되고 있는 학생들을 구해낼 수 있는 한 방법이 될 수 있을 것이다. 수학교사들도 자신들의 기존 방식을 “급진적”으로 되돌아보는 계기가 되었으면 한다.

참 고 문 헌

- 강인애 (1997). 왜 구성주의인가? 서울: 문음사.
- 박영배 (1996). 수학 교수·학습의 구성주의적 전개에 관한 연구. 박사학위 논문. 서울대학교.
- 황윤환 (2002). 구성주의 철학 및 이론을 반영한 수업안. <http://www.edu4ts.net/>에서 발취.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1967). *The evolution of physics: From early concepts to relativity and quants*. Forge Village, MA: Clarion book (Original work published 1938).
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Bristol, PA: Falmer.
- Ernest, P. (1996). Varieties of constructivism: A framework for comparison. In L. P. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. Goldin, & B. Greer (Eds.), *Theories of mathematical learning* (pp.335-350). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ernest, P. (1998). The epistemological basis of qualitative research in mathematics education: A postmodern perspective. In A. R. Teppo (Ed.), *Qualitative research method in mathematics education* (pp. 22-39). Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Ernest, P. (2000, March 3). *Social constructivism as a philosophy of mathematics: Radical constructivism rehabilitated?* Retrieved January 12, 2002, from <http://www.ex.ac.uk/~PErnest/soccon.htm>.
- Freeman, K. (1948). *Ancilla to the pre-Socratic philosophers*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Kilpatrick, J. (1987). *What constructivism might be in mathematics education*. Proceedings of PME XI, Vol. 1, 3-27.
- Kuhn, S. T. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3rd ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Lerman, S. (2000). A Case of Interpretations of Social: A Response to Steffe and Thompson. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 210-227.
- Maturana, H. (1978). Biology of language: The epistemology of language. In G. A. Miller & E. Lenneberg(Eds.), *Psychology and biology of language and thought: Essays in honor of Eric Lenneberg* (pp. 27-63), New York: Academic Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The Author.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. (2000). Interaction or Intersubjectivity? A Reply to Lerman. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(1), 191-209.
- Vico, G-B. (1944). *The new science*. (M. H. Fisch, Trans.). In G. Vico, *The autobiography of Giabattista Vico* (pp.20-60). Ithaca, New York: Cornell University Press. (Original

- work published 1744).
- von Glasersfeld, E. (1987). An introduction to radical constructivism. In E. v. Glasersfeld, *The construction of Knowledge: Contribution to conceptual semantics* (pp.193-218). Seaside, CA: Intersystems.
- von Glasersfeld, E. (Ed.). (1990). Environment and communication. In L. P. Steffe & T. Wood (Eds.), *Transforming children's mathematics education: International perspective* (pp.30-38). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- von Glasersfeld, E. (1993). Questions and answers about radical constructivism. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism* (pp.24-39). Washington, DC: The AAAS Press.
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: Falmer.
- von Glasersfeld, E. (1999, February 2). *Ernst von Glasersfeld's Answers*. Retrieved September 15, 2001, from <http://www.oikos.org/vonen.htm>.
- von Glasersfeld, E. (2000, September 5). Radical constructivism and teaching. Retrieved January 4, 2002, from <http://www.umass.edu/srri/vonGlasersfeld/onlinePapers/html/geneva>.
- Wiles, A. (1999, October 10). The proof. NOVA Online Television. Retrieved January 5, 2000, from <http://www.pbs.org/wgbh/nova/transcripts/2414proof.html>.

Frequently-Asked Questions on Radical Constructivism

Park, Mangoo (Seoul Nangok Elementary School)

What is radical constructivism There were many questions arose related with radical constructivism in mathematics education. In this paper, the author put seven frequently-asked questions on radical constructivism and described each question one by one in light with constructivists' point of views. The questions included types of constructivism, radical constructivism, trivial or weak constructivism, and social constructivism; representative people in radical constructivism; matter of ontological reality; evaluation of others' work; shared meaning; social influence; and teacher's roles from the perspectives of radical constructivism. The author added his opinions on each question.