大韓數學教育學會 論文集 第 8 卷 第 1 號
Journal of the Korea Society of Educational Studies in Mathematics
Vol. Ⅷ, No.1, 101-123. July 1998

열린 수학 수업 모델 구성을 위한 構造的 接近

백 석 윤*

I. 서론

열린 수학 수업의 모델 구성과 관련하여 본 연구에서 기본적으로 취하고 있는 接近 방법은 기존의 수학 수업을 근간으로 하되, 여기에 "열림"이라는 의미를 반영시켜 열린 수학 수업 모델을 구성해 내는 방법이다. 이를 위해서는 "열린 교육"에 대한 의미를 분명히 하는 작업부터 선행되어야 할 것이다. 그런데 "열린 교육"이란 말을 기존의 散發的인 열린 교육이 갖고 있는 의미의 片鱗들을 모아 이를 辭典的으로 정의하는 방식으로는 바람직한 열린 교육의 의미 구현은 어려울 뿐만 아니라, 이 연구에서 구상하고 있는 열린 수학 수업 모델 구성에도 별다른 도움이 될 수 없다고 생각한다. 따라서, "열림"의 의미에 충실한 수학 수업의 방법을 구체적으로 구성하기 위해서는 "열린"이란 단어적[1] 의미나 철학에다 이 말이 결국은 바람직한 수학 교육을 지향하고 있다는 가정하에 이를 실현시키는데 필요, 적절하다고 생각되는 방법론적 요소를 결합시키는 방식으로 열린 수학 수업의 모델을 구성하는 것이 옳을 것으로 생각한다.

그렇다면, "열린"이란 단어가 의미하는 바는 무엇인가? 우선, 열림은 "닫힘"과 반대의 의미를 갖고 있지만, 닫힘은 절대적이며 唯一한 현상을 의미하고, 열림은 닫힘과는 달리 상대적이며 다양한 현상으로 열림 자체로는 그 정도 면에서 다양한 變域이 내포되어 있다. 어떻게 보면 교육이란 말 앞에 붙일 수 있는 수식어로서 "닫힌"이란 말은 불합리하고, 즉 "닫힌 교육"은 이와 같은 논의에서는 그 존재의 의미를 갖지 못하고, 모든 교육은 열림의 개념에서 보아야 한다면 정도의 차이가 있을 뿐이지 결국은 모두 열려있는 상태에 있다고 보아야 올바른 논리가 될 것이다. 즉, 지금 우리가 논의하고 있는 열린 교육에서 열림의 의미는 전보다 아니면 다른 교육 체제보다 정도 면에서 상대적으로 더, 혹은 덜 열려 있는, 즉 '開放性' 또는 '柔軟性'의 가능성을 더 많이 갖고 있는 교육 체제를 의미한다고 보아 옳을 것이다.

이와 같은 방식으로 열림의 단어적 의미를 받아들인다면 다음 논의되어야 할 사항은 무엇이 - 수학 수업을 구성하는 어떤 요소들이 - 개방의 대상이 된다는 것인가와 어느 정도로 개방되어야 하는가에 대한 것이라고 할 수 있다. 여기서 이 열림의 주체와 그 열림의 정도나 방식을 규정지을 수 있는 기준은 그렇게 변화를 - 열어 - 줌으로 해서 앞서 언급한 열린 교육이 바람직한 수학 교육이 되기에 적합한가라는 물음에 긍정적으로 대답할 수 있어야 한

* 서울교육대학교

1) 의도적으로 "열린"이란 단어를 사용하기 때문에 최소한 열림이란 단어적 의미에 적합한 요소의 加味는 필요하다고 생각한다.

다는 線이 그 결정의 기준이 된다. 이와 같은 열림의 주체와 그 열림의 방식과 정도를 바람직한 수학 수업에 적합하도록 정하는 절차는 다분히 주관적일 수밖에 없다[2]. 그 이유는 일단 교육이 이루어지는 현장 상황이 갖고 있는 복잡 다양성 때문이지만, 그 동안 많은 연구를 통하여 累積시켜 온 보편적인 원리에 입각하여 정해 놓은 열린 교육의 체제를 각각의 실제 상황에 따라 유연하게 적용시키는 것이 최선의 방법이 될 것으로 생각하며, 이와 같은 적용 방법이 열린 교육의 본래의 뜻에도 부합된다고 생각한다.

본 연구에서 설정하고 있는 열린 수학 교육의 우선적 의미는 기존의 수학 교육에서처럼 교육 과정이나 교육 방법, 교육 자료 등의 모든 면에서 한, 두 가지의 정도나 様相으로 고정하여 취하던 방식을 버리고, 유연성 있게 모든 가능성을 허락하여 효과적인 수학 교육을 실천하겠다는 점이다. 이제, 이러한 기본적인 생각하에서 열린 수학 수업 모델을 구체적으로 구성하기 위하여 기존의 일반적인 수학 수업 상황을 구성하는 각 요소를 추출하고, 각 요소별 "열린"의 교육적 의미를 구현시킬 수 있는 개방의 방식과 그 정도를 정리해야 할 것이다. 다음은 실제 수학 수업[3] 상황에서 고려되어야 하는 각 사항 - 실제 수학의 내용 영역이나 학생들의 학습 심리적 여건 등 - 에 따라 앞에서 분석한 열린 수학 수업 구성에 필요한 실제 요소들을 설정하고, 열린 수학 수업을 지향시키기 위하여 각 요소별 실제적인 개방의 방식과 정도를 정하여 구체화시키면 된다.

여기서는 기존의 경우처럼 수학 교육 상황의 특정 부분에 해당하는 특정의 열린 수학 수업 모델을 구성하려는 것이 아니라, 수학 교육 전반을 열린 교육이라는 관점에서 구성하려고 하는 것이다. 그 이유는 열린 수학 교육이 의미하는 바가 단순히 기존의 수학 교육의 형태에서 일부분만 바꾸어 특정 내용의 경우에 열린 수학 수업 모델을 끼워 놓음으로써 열린 수학 교육을 실천한다고 볼 수 없기 때문이다. 즉, 열린 수학 교육의 의도는 수학 교육 전반에 걸쳐 새로운 철학을 실천하고자 하는 것이므로 수학 교육의 기본적 구성 요소로부터 출발하여 각 요소별로 열림으로의 변환 영역을 규명하고, 이 변환의 영역에 그 가능성을 적극적으로 허락하고 - 즉, 개방성, 유연성 보장 - 각 부분적인 수학 교육의 상황마다 열린 교육의 의미를 충실히 반영시키기 위해서 각 구성 요소별로 취해야 할 최적의 개방성 또는 유연성을 정하여 각 부분적인 수학 수업 모델을 구성하면, 이 부분적인 수학 수업 모델을 총체적으로 지칭하여 하나의 열린 수학 교육을 실천할 수 있는 방법에 도달할 수 있게 되는 것이다. 따라서, 이러한 방법을 따르는 경우 부분적으로는 기존의 전통적인 수업 모델이 그대로 남아 있을 수도 있으며 - 왜냐하면 기존의 수학 수업 모델 중 일부는 현재의 열린 수학 수업의 의미에 비추어 적합한 경우도 있을 수 있

---

2) 경우에 따라서는 수학교육과 관련된 모든 구성 요소 면에서 그리고 전보다 더 많이 열어야 한다는 생각을 막연히 하고 있는 경우가 많음을 본다. 그러나, 수학교육 구성 요소에 따라서는 오히려 기존의 경우에 열어 놓았던 정도 보다 덜 열어야 하는 경우가 있을 수도 있음을 고려해야 된다.

3) 본 연구에서는 授業이란 용어와 敎授라는 용어의 사용이 빈번하고, 두 용어에 부과되는 의미가 서로 구별되거나 때로는 두 용어가 별다른 구별 없이 사용되기도 한다는 점을 생각하여 이를 분명히 할 필요가 있다고 생각한다. 우선, 두 용어의 의미를 영어 단어로서 옮겨 구분한다면 수업은 instruction, 교수는 teaching으로 하되, 수업은 학습 행위와 유기적인 관련을 전제로 한 가르침의 종합적 행위이며, 교수는 교사의 행위에 의하여 조성되고 전개되는 事象을 총칭하는 말로 그 의미를 서로 구별하여 사용하고자 한다. 이는 Gagné & Briggs(1979, p.3)의 구분 방법과 유사하다고 할 수 있다.

으므로 - 새로운 수학 수업의 모델이 첨가될 수도 있고, 그 중에는 기존의 산발적으로 등장했던 열린 수학 수업 모델의 예와 유사하거나 일치하는 모델도 만들어 질 수 있는 가능성을 배제시킬 수 없다. 즉, 이와 같이 구조적인 방법으로 열린 수학 교육에 접근할 때, 전통적인 수학 수업 모델과 기존의 산발적인 열린 수학 수업 모델을 종합하면서 보다 체계적인 열린 수학 수업 모델들을 구성할 수 있게 되어 열린 수학 교육을 체계화할 수 있게 된다고 생각한다.

II. 열린 교육의 정의

"열린 교육"이란 용어는 "열린"의 의미를 어떻게 해석, 정의하든 여전히 某種의 교육을 의미하고 있음에는 틀림이 없다. 따라서 열린 교육에 대한 논의는 일반적인 교육이 의미하는 범위를 벗어날 수 없으며, 열린 교육에서 논의할 수 있는 교육의 의미도 과거부터 현재에 걸친 전래적 보편성의 범주를 벗어날 수는 없을 것이다[4]. 즉, 열린 교육에 대하여 논의하면서 지금까지의 보편적 교육이 갖추어 왔던 외형이나 제도 자체를 부정하는 방식은 받아들이기 어렵다. 그러면 열린 교육은 어떠한 체제하의 어떠한 의미를 갖는 교육이 되어야 한다는 것인가? 즉, 열린 교육의 정의나 열린 교육이 의미하는 바가 어떠해야 되는가인데 이에 대한 대답으로 다음의 세 가지 방법을 들어 볼 수 있겠다. 첫째는 열린 교육이란 어휘의 근원을 영어로의 "open education"이나 "open"과 유사한 의미로 수식되는 교육으로부터라고 생각하여 역사적으로 거슬러 올라가 그 어휘의 의미론적 근원을 찾아내 그로부터 현재의 "열림"의 의미를 구성해내는 방법이다. 둘째는 열린 교육의 역사적, 어원적 의미야 어찌되었든 지금 우리가 처해 있는 열린 교육 현장이나 이와 관련하여 현재 진행되고 있는 열린 교육에 대한 연구 경향 내에서 생각될 수 있고, 또 거기에 부여하고자 하는 의미를 찾아내어 현실적이고 실제적인 열린 교육의 의미를 구성하는 방식으로 정의를 내리는 방법이다. 셋째는 이 두 가지의 방법을 즉, 역사적인 고찰에다 현실적으로 의도하고 있는 의미를 부가하여 현재 필요로 하는 열린 교육의 정의를 구성해 내고자 하는 방법이다. 일견 셋째의 방법이 타당하고 보편적인 방법처럼 보이나 열린 교육이 의미하는 바가 시대에 따라, 그 교육 체제를 받아들이는 나라에 따라, 아니면 이에 대한 연구를 하는 사람들에 따라 다양한 정의나 의미가 만들어질 수 있는 현실적 상황을 생각할 때, 그리고 열린 교육 자체가 과거 특정의 학자들에 의하여 구상, 발표된 교육이나 심리학적 이론과 같이 그 발생의 과정과 原本的 의미가 분명하게 남아 있지 않고 일종의 자연 발생적이며, 이를 구상하고 의도하는 사람의 주관성이 강하게 작용될 수 있기 때문에 앞에서 언급한 첫째나 셋째의 방법은 환영할만한 것은 아니라고 생각한다. 즉, 열린 교육의 역사적 고찰은 현재 우리에게 필요로 하는 실천적인 열린 교육의 구성에 참고는 될 수 있어도 열린 교육을 구성하는 주된 역할을 역사성에 맡기는 것은 본 연구의 의도에 부합하지 않는다.

본 연구에서도 열린 수학 교육을 구성하기 위한 열린 교육의 정의나 의미로 현재 우리 나

4) Neill이나 Illich(1970)와 같이 일부 극단적인 성향을 취하고 있는 사람들은 오늘날과 같은 교육 제도 자체를 부정하고, 소위 '제도화된 교육'은 오히려 아동들의 성장에 불건전하고 사악한 영향을 끼치는 것으로 주장하고 있는 경우도 있다.

라 교육계의 현실과 요구를 고려하여 이에 부응하고 현실적이며 同時代的인 정의[5]를 구성하여 사용하고자 한다. 그 동안 열린 교육의 연구를 위해서 열린 교육이란 용어의 정의를 많은 연구자마다 구성해 왔는데 이 정의를 구성하는 방법을 세 가지로 - 열린 교육을 다른 교육과 비교하는 방식으로 열린 교육의 정의를 구성[6]; 열린 교육의 구체적인 조건이나 양상을 세부적으로 기술하는 조작적인 방식으로 정의[7]; 모든 측면을 종합적으로 검토하여 열린 교육을 정의하는 일반적인 방식 - 구분하고 있다.(교육개발원, 1996)

기존의 열린 교육에 대한 정의는 대부분 방법론적인 정의로서 해당 교과 교육의 방법을 전과는 달리 如何한 방법으로 하겠다는 식의 정의이다. 즉, 기존 열린 교육의 정의를 보면 왜 열린 교육이 필요하고, 열린 교육을 통하여 무엇을 이루고자 하는 것인가와 같은 열린 교육의 목적이나 필요성에 대한 설명이 포함된 정의가 드물다. 열린 교육의 정의에 있어서 그 교육의 목적이나 필요성에 대한 설명이 분명치 않고 방법적인 설명에 치중하여 정의가 구성될 때 그와 같은 정의를 통해서는 열린 교육의 의미를 충분히 나타내기 어려울 뿐만 아니라, 결국 부분적인 정의가 되어 이를 실천에 옮겨보고자 하는 사람들로 하여금 자칫 정의에서 언급된 범위 내에서의 방법적 만족을 시키면 열린 교육을 다 이루는 것으로 생각하게 만들 수 있다. 사실상 현재 우리의 교육 현장에서 열린 교육의 실천 과정에서 보여주고 있는 偏執이나 오류의 현상이 이런데서 연유한다고 해도 과언은 아니라고 생각한다. 다음의 예는 Stephens (1970)가 열린 교육의 철학적 배경과 열린 교실의 특징에 대한 연구를 통하여 얻어낸 열린 교육의 정의이다.

> 열린 교육은 변화, 새로운 아이디어, 교육 과정, 시간표구성, 공간의 이용, 교사와 학생 상호간의 정직한 감정 표현, 교실 안의 의미 있는 의사결정에 대한 아동 참여에 대하여 열려있는 접근이다.

이 정의를 보면 다분히 방법적인 - '변화'에서부터 '교실 안의 의미 있는 의사결정'까지의 7가지 사항에 대한 아동 참여의 가능성을 열어놓는 방법으로 열린 교육이 실현될 수 있다는 식의 - 정의로 열린 교육의 목적이 무엇이기에 열린 교육의 실현을 위하여 그러한 방법이 필요한지를 설명해 주는 목적론적 논리가 빠진 셈이고, 자연히 이러한 정의를 통하여 열린 교육을 이해하고 실천하고자 하는 사람들은 정의

---

5) 본 연구에서 열린수학교육에 부과하는 개방성의 한계는 기존의 수학교육과정 직전까지로 제한하고자 한다. 즉, 현재의 수학교육과정 자체를 열린 교육의 취지에 부합되게 재수정 하는 범위까지 개방성을 확대하는 것이 아니라 현 교육과정의 체제하에서 - 예를 들어, 학교 수학에서 다루어야 할 수학 내용의 범위나 그 전개 속도 등까지 포함하는 것은 아니다 - 수학 교수·학습의 효과를 극대화 시키고자하는 의도하에서 소위 열린 교육의 철학과 취지, 방법론 등을 적용해 보고자 하는 것이다.

6) 열린 교육과 일반 교육을 비교하는 방법으로 열린 교육을 정의하려고 시도하는 경우 비교의 기준이 요구되는데 몇 가지의 예를 살펴보면 Sherman(1970)의 경우는 수업의 '구조화'의 정도를 기준으로, Bussis & Chittenden(1970)의 경우는 교사와 학생의 참여도를 기준으로 정하여 열린 교육을 다른 교육과 비교하여 정의하고 있다.

7) 예를 들면, Walberg & Thomas(1972)는 그 동안의 연구를 종합 검토하여 열린 교육의 특성을 8가지의 세부적 특징을 - 학습 자료의 풍부한 공급; 인간 존중의 개방된 분위기; 학습 상태의 철저한 진단; 개별화된 교수 행위; 개별화된 평가; 교사의 전문성 제고; 학습자에 대한 성의 있는 인식; 자유로운 분위기와 인간 존중의 학습자 상대 - 추출하여 열린 교육을 정의하고 있다. Giaconia & Hedges(1982)는 7가지의 열린 교육의 특성을 - 교수의 개별화; 자기 주도적 학습 활동; 진단적 평가; 풍부한 학습 자료; 열린 수업 공간; 다연령층의 학습 집단; 집단 지도(team teaching) - 추출하여 열린 교육을 정의하고 있다.

안에 주어진 7 가지의 구체적 방법 외에도 다른 방법이 있을진대 그와 같은 나름대로의 방법을 구상, 적용하는데 망설이게 만들 것이다. 결국 열린 교육의 정의를 통하여 열린 교육의 원리를 전달받는 게 아니라 부분적으로 예시된 방법의 범위 내에 한정적으로 의존케 하는 결과를 낳게 만든다. 한편, 이와 같은 정의 방식은 열린 교육에 대한 정의를 연구자마다 다르게 정의할 수밖에 없게 만든다. 따라서 열린 교육이 의도하는 바가 무엇인가, 즉 열린 교육의 필요성이나 목적을 포괄적으로 언급함으로써 이를 실천하기 위한 방법론은 그로부터 자연히 구성되게 유도하는 열린 교육의 원리를 제시하는 방식으로의 정의가 필요하다.

기존의 열린 교육에 대한 정의가 방법론적 정의로 고정되면서 사실상 그와 같은 방법을 찾고 그와 같은 방식의 정의를 생각하게 된 裏面을 살펴보면 열린 교육을 통하여 무엇을 이루려고 했는가의 생각이나 관련 철학이 분명 존재하고 있다. 그럼에도 불구하고 열린 교육의 출발이 교육 현장을 중심으로 방법적인 개혁의 형태로 시작되어 이에 대한 목적 의식을 분명히 하지 못한데서 열린 교육의 정의상의 문제가 연유한다고 할 수 있다. 혹은 열린 교육의 목적은 전보다 개선된 교육을 이루기 위한 것이라고 단순하게 생각하거나, 목적에 대해서는 굳이 분명히 할 필요 없이 방법에만 충실하면 되는 것으로 생각이 고정되었다고도 할 수 있다. 하지만 열린 교육도 분명히 교육의 범주에 들어가며 열린 교육 출현 당시의 교육이 갖고 있었던 문제점의 打開 또는 보다 나은 교육으로의 邁進 과정에 발생되었을 것임을 생각해 보면 그 문제의식 속에는 열린 교육의 목적이 胚胎되어 있을 것이고, 최소한 그와 같은 형태의 교육이 필요한 이유가 존재해 있었을 것이다. 따라서 이제는 열린 교육의 정의를 위하여 열린 교육이 의도하는 바 목적을 표면화시키고 이의 실천을 위한 개괄적인 방법론을 통한 새로운 방식의 열린 교육 정의의 구성이 필요하다고 생각한다.

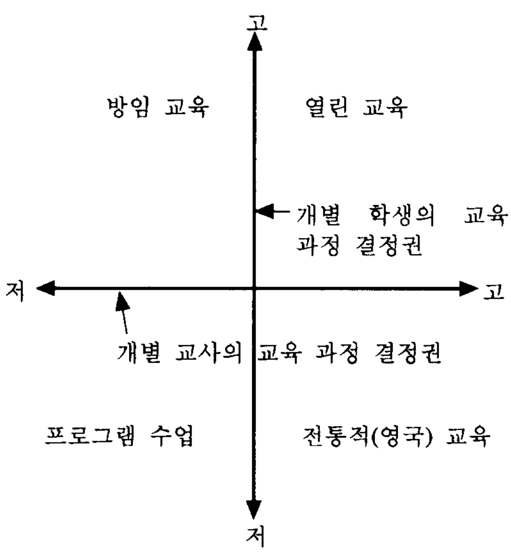
기존의 열린 교육의 정의와 관련하여 조작적인 - 즉, 열린 교육의 실천을 위한 세부적인 방법이나 조건 등의 제시에 의한 - 記述 부분을 제외하고 間歇的으로 열린 교육에 부과되고 있는 교육적 의미나 철학 또는 목적 의식을 정리해 보면 기존의 열린 교육의 정의 裏面에 숨어 있었던 열린 교육의 목적 의식을 추출해 볼 수 있을 것이다. 과거 열린 교육의 前身 또는 열린 교육에 영향을 미쳤었던 '비형식적' 교육, '진보적' 교육, '현대적' 교육, 혁명적 '脫學校' 또는 '아동 중심적' 교육 등이 포함하고 있는 의미들을 모아 보면 다음과 같다. 즉, 아동을 존중하는 교육, 인간 중심적 교육, 사회적 맥락에서의 전인적 교육, 사회 교육, 정서 교육, 탈학교적 교육, 책임 의식, 다양성 존중, 아동 개인의 지적, 정적, 사회적, 신체적 필요성 실현의 교육, 창조성 교육 등이다. 이러한 단어들이 의미하는 바를 종합하면 '학습자 중심적이며 체제 면에서 다양성 추구의 유연한 방법으로써 인간과 사회 본연의 교육적 요구에 충실하면서 학습 효과를 극대화시키기 위한 교육'으로 실험적인 열린 교육의 정의를 구성해 볼 수 있겠다.

III. 열린 수학 수업 모델 구성을 위한 연구 방법

열린 수학 수업의 모델을 구체화하기 위해서는 먼저 이 수업의 구성 요소에 대한 고찰이 필요하다. 즉, 수학 수업 상황을 구성하는 일반적 요소를 추출하고, 다시 이들을 "열림"의 의

미를 충실히 살릴 수 있는 방향으로 재조직하는 방법으로 열린 수학 수업 모델을 구성하고자 하는 것이다. 수학 수업을 구성하는 일반적 요소를 추출해 내는 방법은 다양할 수밖에 없다. 그러나, 여기에서는 그 목적이 열린 수학 수업의 모델 구성이므로 수학 수업의 일반적 구성 요소의 추출도 그와 같은 관점에서 이루어질 때 작업이 보다 효과적일 것으로 생각한다. 물론 교과의 구분 없이 전반적으로 적용될 수 있는 방법으로 수업의 구성 요소를 찾아 앞서 설명한 과정을 거쳐 열린 수학 수업의 모델을 구성할 수도 있지만, 수학이란 교과 영역 내에서 출발하여 수학 수업의 구성 요소를 추출하고, 이를 이용하여 열린 수학 수업 모델을 구성함으로써 보다 직접적이고 밀도 있는 모델의 구성을 꾀할 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구에서 구상하고 있는 열린 수학 수업 모델 구성의 방법과 관계하여 Bussis & Chittenden(1970)의 열린 교육 개념 모형을 살펴보면 다음과 같다.



Bussis & Chittenden(1970)의 열린 교육 개념 모형

이 그림에 의하면 Bussis & Chittenden은 열린 교육의 정의를 다른 교육과 비교하는 방법을 사용하고 있는데, 그 비교의 기준 요소로 교육과정의 결정 권한 소재지를 학습자와 교사로 나누어 이를 두 개의 축으로 하여 열린 교육과 다른 교육을 구성 비교하고 있다. 이 모형을 본 연구에서의 열린 수학 수업 모델 구성을 위한 수학 수업의 구성 요소 추출 과정에 적용시켜 볼 수도 있다. 즉, 학습자와 교사라는 수학 수업의 기본적인 구성 요소를 설정하고 각 요소를 수학 교육 과정 결정 정도의 변역에서 변화시킴에 따라 네 가지의 교육 모델이 구성되는 메커니즘을 생각해 볼 수 있다. 그러나 이 모델은 '개별교사의 교육 과정 결정 권한'과 '개별 학생 교육 과정 결정 권한'의 두 가지 변인만을 설정하여 열린 교육과 다른 형태의 교육을 구별하였기 때문에 특정 교과 내부에서의 세부적인 열린 수업의 다양한 실천적 모델을 구성하는데 있어서는 실질적 도움이 되지 못한다.

다음의 예는(교육개발원 1996, pp.105-112) 열린 교육의 체제 안으로 들어와서 - 특정 교과에 국한시키지는 않고 - 열린 교육이란 테두리 안에서 취할 수 있는 다양한 실천 모델 구성을 위한 방법이라고 할 수 있다. 이 연구에서는 열린 교육의 정의를 "학생들의 자기 주도적 학습을 돕기 위하여 교육 과정을 유연하게 편성하는 총체적 자율화 교육"으로 정하고, 이를 실현시키기 위한 구체적 모델을 구성하기 위하여 구성 요소로 크게 '수업 내용 조직 방식', '학습 집단 조직 방식', '수업 내용의 질', '학습 제재'의 네 차원으로 구분 이들 각 차원에 대한 하위 요소를 몇 가지로 다시 나누어 보이고 있다. 아래의 표는 열린 교육의 다양한 모델 구성을 위한 목적에서가 아니라 기존의 열린 교육의 유형을 정리하기 위하여 구상한 틀이다.

수업 내용 조직 방식	학습 집단 조직 방식	수업 제재	수업 내용의 질
1. 교과분리형 수업 1) 단일교과 단일활동 일제 수업 2) 단일교과 단일활동의 수준별 수업 3) 단일교과 복수활동 수업 4) 복수교과 병행수업 2. 교과연합형 수업 5) 동일주제 및 제재 연속 수업 6) 단일교과 중심 타교과 재재이용 수업 7) 재재중심 교과병합 수업 8) 주제중심 교과병합 수업 9) 주제중심 교과통합 수업 10) 능력중심 교과병합 수업 3. 교과초월형수업 11) 프로젝트 수업	1) 소집단지도 개별학습병행 수업 2) 대집단지도후 개별학습 개별지도 수업 3) 다학급 분담지도 수업(팀티칭) 4) 소집단 협력학습 수업	1) 학습지풀이 2) 구체물조작 3) 활동중심 4) 실험실습 5) 조사 6) 토론 7) 멀티미디어 자료	1) 기본기능 숙달 2) 기본지식 이해 3) 기능 및 지식의 적용 4) 논리적 사고력 5) 문제해결력 6) 창의력

열린 수업의 네 차원과 네 차원의 다양한 형태(p. 112)

이 연구에서는 '수업 내용 조직 방식'이란 차원 내에서의 11 가지의 유형의 실제 예를 들고 있을 뿐이지 실제로 위의 네 가지의 각 차원별 요소들이 어떻게 조합되어 어떤 실천적 열린 수업 모델이 만들어질 수 있는지에 대해서는 더 이상의 설명을 구할 수 없다.

이상의 교육개발원(1996)의 연구가 본 연구에서 의도하고 있는 열린 수학 수업 모델 구성의 메커니즘과 비교해 볼 때 출발에 있어서는 유사한 방법을 취하고 있긴 하지만, 각 실천적 모델 구성을 위한 기본 요소들의 추출 단계에 머물고 있으며, 각 요소들을 어떠한 정도로 또는 어떤 양상으로 개방성을 유지하고, 왜 그와 같은 개방성을 유지해야 되는가의 이유 등에 대한 고찰 또한 없다. 본 연구에서는 수학 교과란 테두리 안에서 실천적인 열린 수학 수업의 모델을 구성하기 위해서 (1) 열린 수학 수업을 구성하는 변인의 추출; (2) 각 변인별 하위 요소 추출; (3) 각 하위 요소의 개방 정도나 양상을 열린 교육의 취지에 부합되게 설정; (4) 각 변인별 하위 요소들의 조합을 통하여 실천적 열린 수학 수업 모델 구성 등의 순서에 따라 연구를 전개하려고 한다.

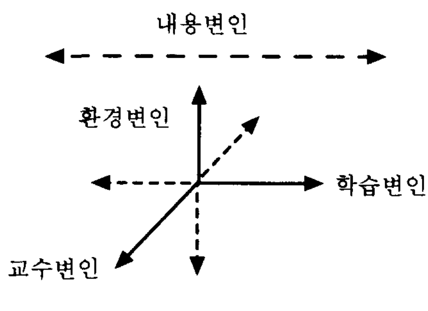
IV. 열린 수학 수업 구성 변인

열린 수학 수업의 경우도 일반적인 수학 수업의 일종으로 생각하여 열린 수학 수업을 구성하는 기본적인 변인이나 그 하위 요소들도 일반 수학 수업의 경우와 같다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 수학 수업을 구성하는 변인을 추출하고, 다음 이 변인들 중 열린 수학 수업의 경우에 그 변인의 변역이 일반적인 수학 수업과 다를 수 있는 변인만을 다시 선정하는 방식을 취하고자 한다.

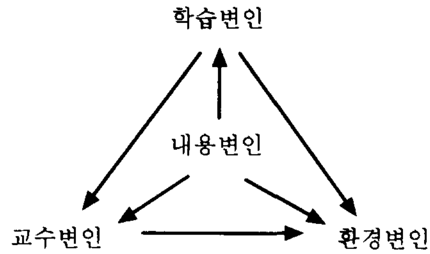
일반적으로 어떤 교과가 되었든 해당 교과 교육에서 필요로 하는 수업 모델의 구상을 위해서 우선적으로 생각해야 될 것은 해당 교과의 교수·학습 내용이다. 열린 수학 수업의 구상에 있어서도 우선적으로 생각해 보아야 할 것은 교수·학습할 수학의 내용, 즉 내용 변인이 되는데, 편의상 본 연구에서는 그 수학 내용을 특징별로 수학적 사실, 수학적 기능, 수학적 개념, 수학적 원리, 수학적 문제해결 등 다섯 가지로 나누어서 생각하기로 한다. 다음, 수학 교육 현장의 수학 수업을 구성하는 요소는 크게 人的 요소와 物的 요소로 나누어 볼 수 있다. 물론, 인적 요소에는 학습자와 교사가 포함되고, 물적 요소로는 소프트웨어(교재나 CAI용 프로그램 등으로 교수·학습에 필요로 하는 내용을 직접적으로 담고 있는 물품)와 하드웨어로(교실이나 OHP, 컴퓨터 등으로 내용을 담고 있지 않으면서 교수·학습 과정에 도구로서 사용되는 시설이나 물품) 나누어 볼 수 있다. 인적 요소인 학습자와 교사는 수업을 구성하는

요소로 볼 때, 학습자는 학습이란 행위, 교사는 교수라는 행위의 주체자로서 서로 분리하여 생각하는 것이 적절하지만 물적 요소인 소프트웨어와 하드웨어는 교수와 학습의 환경을 구성하는 요소로 생각하여 이를 통합하여 교수·학습의 환경적 요소로 생각하고자 한다. 즉, 열린 수학 수업의 구성 변인으로 내용, 학습자, 교사, 환경의 네 가지를 축으로 4차원적인 모형을 기본으로 하여 열린 수학 교육의 각 모델을 구성하는 방법의 기초로 생각하고자 한다.

여기서 네 개의 차원을 이루는 각 변인들이 하나의 열린 수학 수업을 구성하는데 있어서 상호 관련되어 있다고 생각할 수 있지만, 열린 교육의 의미를 실현시키기 위해서는 그 작용 체계의 방향성을 상호 대등한 입장에서 단순하게 생각해서는 곤란하다. 즉, 수학의 교수·학습 내용은 어떠한 형태의 수학 교육에서도 독립적으로 먼저 설정되어야 하지만, 각 내용이 정해지면 열린 교육의 '학습자 중심' 철학의 실현을 위해서 학습 변인을 우선적으로 고려하고, 이 학습 변인이 교수 변인의 변화폭을 정하는데 영향을 미치게 되고, 다음 내용, 학습, 교수 변인의 변화에 따라 그에 적합한 환경 변인의 변화 폭이 결정되는 방식으로 진행되는 것이 타당하게 생각된다. 이상의 열린 수학 교육 구성의 메커니즘을 그림으로 나타내면 다음과 같이 정리될 수 있다.



열린 수학 수업 구성의 4 차원적 모형



열린 수학 수업 구성 변인 사이의 상호 작용 메커니즘

학습, 교수, 환경의 각 변인은 일반적으로 모든 유형의 수학 수업을 구성하는데 필수적이지만, 열린 수업의 효과적인 실천을 위하여 각 변인마다 어떠한 방식으로 열린 교육의 철학을 설정할 것인가가 본 절의 핵심적 논의 사항이라고 할 수 있다. 각 변인마다의 논의에 앞서 열린 수학 교육의 종합적인 의미를 되새겨 보면 열린 수학 교육도 여타의 수학 교육의 목적과 같이 해당 수학의 내용을 효과적으로 교수·학습시키고자 하는 것임에는 틀림이 없다. 단지 그 방법론적 고찰에 있어서 수학 교육의 모든 면에서의 "열린"이란 개방성을 유지하여 수학 수업의 유연성을 실천함으로써 보다 큰 효과를 거두고자 하는 것이 그 특징이라고 할 수 있다. 이와 같이 우리가 본 연구에서 열린 수학 교육에 부여하고 있는 의미를 갖고 각 변인마다 열린 교육의 의미를 어떻게 반영시킬 수 있는가를 생각해 보기로 한다.

첫째, 앞서 설정한 세 가지의 변인 중 학습 변인은 열린 교육의 실천에 중추적 역할을 맡고 있다고 할 수 있다. 즉, 일반적으로 열린 교육의 성격으로서 우선 거론되고 있는 바는 '학습자 중심의 교육'이다. 기존의 전통적 교육관에 의하면 교육의 행위는 교사 측에 의한 학습자 측의 바람직한 변화 즉 교사로부터 학습자로의 방향성과 그 전반적인 주도권이 교사에게

부여되는 방식으로 생각되어 왔다. 이에 대하여 진보주의, 자유주의 또는 자연주의 등 어떠한 교육관이 되었든 요즈음은 교육의 관심과 주도권이 교사로부터 학습자로 옮겨가는 과정에 열린 교육의 철학도 이를 따르게 되었고, 따라서 '학습자를 위한, 학습자에 의한, 학습자의 교육'이라고 할 수 있는 열린 교육이 자연적으로 구성된 것이다. 학습의 효과를 극대화시키기 위해서는 과거 수동적이고 수용적인 학습 자세에서 벗어나 학습자가 능동적이며 적극적으로 학습 활동에 참여해야 된다는 생각이며, 이를 유도하기 위하여 해당 학습에 대한 학습자의 관심이나 흥미와 같은 정의적인 요소를 활성화시켜야 되며; 실제 수업에서 학습자의 활동 즉 학습자의 수업 주재도를 높여야 되며; 이를 위해서는 자연히 학습 방식도 학습자의 능동적인 활동을 자극하는 방식이 되어야 하며; 학습의 분위기는 전체적으로 자유스러우면서도 학습의 의지를 沮害하지 않도록 조성되어야 하며; 필요하다면 학습자의 연령이나 학년의 경계 제한도 풀 수 있을 것이다.

둘째, 교수의 변인은 전통적 수업 상황에서는 학습 변인에 앞서 수학 수업의 모든 면에서 결정권을 갖고 있었으나, 열린 교육의 철학 하에서는 기본적으로 학습의 변인에 의해서 교수 변인의 변화 폭이 결정되는 방식으로 그 상호 작용 체계가 바뀌었다고 할 수 있다. 즉, 부분적인 열린 수학 수업의 한 모델이 결정되는 과정에 있어서 우선적으로 내용 변인이 결정되면 이 내용의 학습 효과를 극대화시키기 위하여 필요한 학습 변인을 먼저 설정하고, 그에 따라 적합한 교수 변인과 환경 변인의 변화 폭이 설정되어 구체적인 실천 모델이 구성될 수 있는 것이다. 교수 변인의 하위 요소로서 생각해 볼 수 있는 것은 교사의 수업 주재도로 전체 수업에서의 결정권이 학습 효과의 극대화와 연계되어 유동적 성향을 가질 것이며; 최적의 교수 행위를 위해서 필요한 교사의 수도 두 사람 이상일 수 있을 것이고; 교수 방식도 결정된 학습 방식에 따라 설명식에서부터 탐구 방식까지 다양할 것이며; 평가하는 방식도 한, 두 가지로 고정되지 않은 다양한 방식이 필요할 것이다.

셋째, 환경의 변인은 앞에서 알아 본 바와 같이 교수·학습할 내용과 학습과 교수의 변인이 세부적으로 어떻게 결정되는가에 따라 이에 적합한 수업 환경 요인이 결정된다. 특히 기존의 열린 수학 수업의 모델을 분석해 보면 가장 강조를 두는 부분이 이 수업 환경적 요소로 마치 '열린 수학 수업은 수업의 환경 요인부터 전통적인 방식을 탈피해야 된다'는 식의 열린 교육에 대한 피상적인 이해를 반영한다고 볼 수 있다. 예를 들면, rug meeting이나 corner 학습, 벽없는 교실 등을 실현시키기 위하여 수업 환경의 외형적 요소를 혁신적으로 바꾸거나 새로운 장비들을 갖추는 등 본 연구에서 볼 때 열린 수학 수업 실천의 작용 방향이 거꾸로 되어 있어 주객이 전도되었다고 생각되는 현상을 흔하게 경험할 수 있다. 열린 수학 교육은 앞서 언급한 바와 같이 '학습자의, 학습자에 의한, 학습자를 위한' 수학 교육으로 그 주체자는 학습자이여야 하며, 교사나 환경 요인은 이를 실현시키기 위한 보조적인 역할을 맡게 되는 것이다. 환경적 변인을 구성하고 있는 하위 요소는 교실의 물리적 환경으로 각 시설물이 붙박이로 고정된 방식으로부터 유동적으로 변화될 수 있는 가능성을 갖고 있는 경우까지이며; 실제 수업시 교실 離脫度로 교실 내에 국한된 수업에서부터 현장에서의 수업까지 다양한 변화의 가능성; 수업에 사용되는 OHP나 컴퓨터 등의 수업 보조 도구의 종류나 물량의 정도; 부교재로서 사용될 수 있는 도서나 경험적 자료 등의 종류와 물량의 정도 등을 생각해 볼

수 있다.

이상의 열린 수학 수업 모델 구성의 기초 변인과 각 변인별 하위 요소 그리고 그 하위 요소의 변화 영역을 도표로 정리해 보면 다음과 같다.

기초 변인	하위 요소	하위 요소의 변역	비고
내용 변인	단일 내용 종류	내용 특성상의 분류(사실-기능-개념-원리-문제해결)	
	교과 통합	타교과의 관련 내용과 통합 여부	
학습 변인	학습자 主宰度	학습 내용, 자료, 방식, 속도 등의 학습 행위와 관련된 요소의 결정에 학습자 관여 정도	
	학습 집단 규모	단위 학습 집단 크기	
	학습 방식	학습의 교사 설명 의존도(설명 受容 방식-誘導된 발견 방식-능동적 발견 방식)	
	급별 혼합도	한 학습 단위 내에서 학습자 학령 구분(有-無)이나 학습 능력 구분(異質-同質)	
	학습 자유도	학습의 자율성	
교수 변인	교사 主宰度	교수 내용, 자료, 방식, 속도 등의 교수 행위와 관련된 요소의 결정에 교사 관여 정도	
	교사의 수	단위 수업에 투입되는 교사의 수	
	교수 방식	교사 설명의 상세한 정도	
	정의적 배려도	학습자의 수업에의 관심, 흥미 고려 정도	
	평가 방식	평가 방식의 다양성	
환경 변인	물리적 수업환경	물리적 수업 환경의 다양성	
	교실 離脫度	수업의 場으로서의 교실 非依存度	
	보조 도구 사용	교수·학습 보조 도구 사용의 다양성	
	부교재 사용	교수·학습을 위한 부교재 사용의 다양성	

열린 수학 수업 모델 구성 요소

V. 열린 수학 수업 구성 요소의 개방성

본 절에서는 앞에서 도표로 정리한 열린 수학 수업을 구성하는 각 변인별 하위 요소가 열린 수학 수업의 실천을 위해서 일반적으로 어느 정도로 또는 어떤 양상으로의 개방성에 변화를 유지하는 것이 적절한가를 논의하고자 한다. 이 논의에 앞서 주의할 점은 열린 수학 교육에서 취하고 있는 열림의 의미는 위의 각 하위 요소에 있어서 모두 기존의 전통적인 수학 수업에서 보여주는 개방의 정도나 양상과 비교하여 일방적으로 더 증가된 개방 정도를 유지해야 하거나 개방적인 양상을 취해야 된다는 것이 아니라는 점이다. 그 보다는 이와 같은 하위 요소들을 학습자 중심으로 수학 교수·학습의 효과를 극대화시킬 수 있기 위하여 그 개방의 정도나 양상을 항시 유동적으로 - 특정의 정도나 양상에 고정시켜 놓는 것이 아니라 - 유지시켜 나간다는 의미에서의 개방성을 의미하고 있다는 점이다. 따라서 열린 수학 수업을 실천하기 위하여 각 구성 요소들의 개방성은 실제 수학 수업의 세부적인 상황에 따라 그 적절한 정도나 양상이 설정될 수 있는 것이다. 그러나 이 절에서는 기존의 전통적인 수학 수업과 비교하여 각 요소별로 적절하다고 생각되는 개방의 경향을 논의해보고자 한다.

첫째, 내용 변인은 다른 나머지 변인들과는 달리 현재의 교육 과정에 이미 규정되어 있기 때문에 독립성[8]을 갖고 있는 변인이 된다. 따라서 수학 내용의 변인이 각 내용의 열린 수학 수업을 구성할 때 필요로 하는 나머지 세 가지의 변인의 결정에 영향을 미치게 된다. 수학 내용 변인에서 생각해 볼 수 있는 하위 요소로 '단일 내용'은 그 변역이 해당 수학의 내용이 갖고 있는 특성으로 일반적으로 분류되고 있는

8) 물론, 학습할 수학 내용 자체나 그 내용의 난이도 또는 단위 수업에서 다루려고 하는 양 등의 면에서 다양하게 변화를 꾀할 수도 있지만 본 연구에서는 기존의 수학 수업으로부터 출발한 열린 교육적 변화를 의도하고 있기 때문에 내용 변인은 현 수학 교과의 교육 과정에 따라 고정시킨 상태에서 그 이외의 변인들을 변화시켜 열린 수학 수업을 구성하고자 하는 것이다.

수학적 문제해결부터 시작하여 수학적 원리나 규칙, 수학적 개념, 계산이나 간단한 도형의 작도와 같은 수학적 기능, 간단히 기억함으로써 학습될 수 있는 수학적 사실 등이다. 열린 수학 수업에서 내용적인 면에서 추구하는 실제성이나 종합성 등을 고려할 때 내용이 취할 수 있는 성격은 수학적 문제해결이나 원리, 개념 등의 내용이 그 취지에 가까우나 본 연구에서 기본적 가정으로 택하고 있는 현행 수학 교육과정의 내용은 이 다섯 가지의 수학 내용을 모두 포함하고 있기 때문에 단일 내용 요소의 변역으로 특정 성격의 내용에만 국한시킬 수는 없다. 즉, 다섯 가지의 각 성격의 내용에 따라 이를 열린 교육 체제하에서 교수·학습하기 위하여 필요한 나머지 세 가지의 변인들을 적절하게 구성하는 방식을 취할 것이다. 다음, 내용 변인의 두 번째 하위 요소인 '교과 통합' 요소는 특정 수학 내용의 교수·학습 과정에 그 내용과 관련된 타 교과의 내용과 연계시킬 것인가의 여부에 관련된 것으로 열린 교육의 교과 통합성이나 내용의 실제성 종합성 등을 고려할 때 관련 타 내용 영역이나 교과와의 통합은 필요하다고 생각된다.

둘째, 학습 변인은 그 하위 구성 요소로 학습자 주재도, 학습 집단 규모, 학습 방식, 급별 혼합도, 학습 自由度 등으로 이루어져 있다. 학습자 주재도는 수업 전반에 걸쳐 학습자가 그 수업에 행사하는 여러 가지 측면에서의 - 수업 내용, 방식, 제재, 시간 등의 결정에 - 관여나 主導의 정도를 말하는 것으로, 열린 교육의 핵심적 의미가 학습자 중심임을 생각할 때 과거 전통적인 수업의 경우와는 다르게 학습자의 수업 참여와 관여의 정도가 증대되어야 하고 능동적이여야 된다는 것이 일반적인 생각이다. 학습 집단 규모는 수업에서 교사가 학습자를 상대할 때 구별하는 단위의 크기를 말하는 것으로 작게는 개별적인 상대에서부터 크게는 소집단에서 전체까지 그 단위 규모를 다양하게 생각해 볼 수 있다. 학습자 개인의 입장에서는 어떠한 규모의 단위 내에서 수업에 임하는가에 따라 수업을 대하는 느낌이나 그 효과가 민감하게 전달될 것이다. 열린 수학 수업을 위한 수업 단위의 규모 결정에 있어서 반드시 전통적인 일제식 즉 전체를 상대로 하는 방식은 피해야 한다는 논리는 타당하지 않지만 내용이나 다른 변인이 어떻게 구성되는가에 따라 학습 집단의 규모는 유연성 있게 조절되어야 할 것이다. 학습 방식의 요소는 수학 수업에서 학습자가 임하는 학습 행위의 양식으로 전통적인 교사의 설명을 수동적으로 수용하는 방식에서부터 교사의 유도에 따른 자발적인 발견 학습 방식과 전적으로 학습자의 발견 과정에 의존하는 능동적 발견 방식 등으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 이 경우도 내용이나 다른 변인들이 어떻게 구성되는가에 따라 적절한 학습 방식의 스팩트럼이 결정되겠지만 교사의 유도 과정이 개입된 발견 방식의 학습 방식이 열린 수학 수업의 의미를 살릴 수 있을 것으로 생각한다. 급별 혼합도는 한 단위의 학급의 학습자를 學齡이나 수학 학습 능력 등에 따라 동질적으로 아니면 이질적으로 구성할 것인가에 대한 것으로 이 경우도 다른 변인들에 따라 적절한 방식이 다르게 나타날 것이다. 수학 학습 능력과 같은 경우는 한 학급 내에서도 학습 집단 규모를 소집단으로 하여 각 집단마다 동질의 구성원으로 조직할 수도 있고, 각 집단마다 특별한 의도에 따라 이질적으로 구성함으로써 그 수업의 효과를 높일 수 있는 경우도 많다. 다음, 마지막으로 학습 자유도는 수업이 전개 될 때의 전체적인 분위기라고 할 수 있는데 이는 질서가 있는 가운데 수업의 스트레스를 받지 않으면서 자유스러운 분위기에서 학습에 임할 수도

있고, 기존의 일반적인 경우처럼 교사의 일방적인 통제하에 긴장된 분위기 속에서 학습에 임할 수도 있다. 학습자의 학습 자율성이나 수업에 대한 학습자의 흥미를 강조하는 열린 교육의 의미를 생각할 때 학습 자유도는 학습 효과를 저하시키지 않는 범위 내에서 최대한 보장되어야 할 것으로 생각한다.

셋째, 교수 변인은 교사 주재도, 교사의 수, 교수 방식, 정의적 배려도, 평가 방식 등의 요소로 구성되어 있다. 앞서 논의한 바와 같이 교수 변인은 내용 변인과 학습 변인이 어떻게 결정되는가에 따라 이에 의존도가 큰 변인이다. 그 이유는 열린 수학 수업의 기본 철학이 학습자 중심으로 이루어지기 때문에 비교적 독립적 성격을 갖는 수업의 내용이 선정되면 이에 대한 학습의 효과를 극대화하기 위하여 학습자 측면을 먼저 고려하기 때문에 그에 따라 교사의 측면이 보조적으로 따라 결정되는 메커니즘을 상정해놓고 있기 때문이다. 먼저, 교사 주재도는 한 수업을 이끌어 가는데 있어서 교수 행위와 관련된 여러 가지의 요소들을 결정하거나 주도하는 정도를 의미하는 것으로 이는 학습자의 주재도와 밀접하게 연결된 변인인 셈이다. 즉, 학습자의 주재도가 높아지면 교사의 주재도는 낮아지게 마련이며 그 반대의 경우도 같은 방식의 관계를 갖는다고 할 수 있다. 열린 수학 수업에서는 학습자의 주재도가 높아지는 경향이 일반적이므로 교사의 주재도는 상대적으로 떨어지는 것이 일반적이라고 할 수 있겠다. 교사의 수는 한 단위의 수업에 투입되는 교사의 수를 말하는 것으로 보통 team teaching으로 이루어지는 경우 2명 이상의 교사가 필요하다. 이 경우도 내용 변인이나 학습 변인이 어떻게 결정되는가에 따라 유동적일 수밖에 없다. 교수 방식은 수업에서 교사가 부과하는 설명이나 다른 교수 행위시 교사가 학습자에게 부과하는 지시의 상세함의 정도를 의미한다. 따라서 이는 내용 변인과 학습 변인의 학습 방식 요소에 따라 적절한 정도에서 결정될 것으로 생각한다. 정의적 배려도는 교사가 진행하는 수업에 대한 학습자의 관심이나 흥미를 어느 정도 선까지 유지해야 할 것인가를 말하는 것으로 내용 변인의 수학적 내용의 종류에 따라 적절한 정도가 결정될 것으로 생각한다. 끝으로, 평가 방식은 내용 변인의 직접적인 영향을 받으면서 비교적 다른 요소와 달리 학습 변인의 영향을 적게 받는 교사의 독립적 결정에 따르게 된다. 즉, 각 수업의 의도를 정확하게 측정할 수 있는 평가 방식을 택하되 지필 위주의 전통적 방식을 떠나 다양한 평가 방식의 도입이 필요하며 이는 교사의 전문성에 의존하는 요소라고 할 수 있다.

넷째, 환경 변인은 물리적 수업 환경, 교실 이탈도, 보조 도구 사용, 부교재 사용 등으로 구성된다. 물리적 수업 환경은 교실내의 물리적 시설물의 다양성과 그 변화 가능성의 정도를 말하는 것으로 앞의 내용 변인이나 학습 변인, 교수 변인이 결정 구성되면 이에 적합하게 수업의 場인 교실내의 什器나 장치의 물리적 배치나 구성을 어느 정도로 다양하게 할 수 있는가에 관한 것이다. 다양한 구성이나 배치를 위해서는 우선 그러한 집기들이 다양하게 갖추어져 있어야 됨은 물론이며, 열린 수학 수업처럼 다양한 수업 방식의 가능성을 가정할 때 물리적 수업 환경은 다양한 변화의 가능성을 갖추고 있어야 할 것이다. 교실 이탈도는 수학 수업의 場으로서 교실이 아닌 다른 장소에의 의존도를 의미하는 것으로, 이는 특히 열린 수학 수업이 의도하는 바 다양성 추구나 사회적 요구에 부응하고자 하는 의미의 실천을 위해서는 수학 수업이 교실이라는 특정의 장소에 얽매여져 있을 필요는 없다. 특히, 수학이란 교과

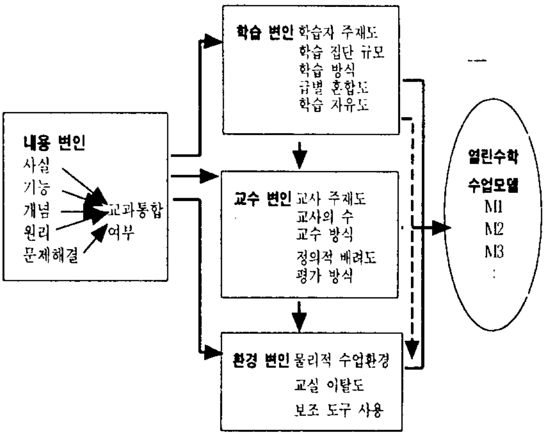
가 갖고 있는 특성으로 실제 상황과의 乖離감을 해소시키면서 수학 생성의 과정이나 수학이 실세계에서 갖고 있는 의미 등을 전달하기 위해서는 교실 안에서 실제 상황을 가상하는 방식은 지양해야 될 것이다. 보조 도구 사용은 수학 교수·학습의 효과를 높이기 위한 교육 기자재의 사용을 말한다. 예를 들면, 교실 이탈에서 의도하는 바를 간접적으로 해결하기 위해서 다양한 시청각 자료를 소개할 수 있는 기자재에서부터 교사의 교수 행위를 편리하게 해주는 도구까지를 말한다. 혹자는 이와 같은 기자재를 다양하게 자주 활용하는 것이 열린 교육을 실천하는 방법으로 여기기도 하지만 기자재의 사용 자체가 열린 교육의 실천이 아니라 열린 교육의 의미를 실현시키기 위해서 이와 같은 기자재가 필요하고, 이를 그 의미에 합당하게 효과적으로 활용하는 방법도 중요하다. 끝으로, 부교재의 사용은 학교에서 교재로 정한 것 외에 수학의 교수·학습을 돕기 위한 것으로 그 형태는 책에서부터 참고 자료나 컴퓨터용 소프트웨어 등과 같은 자료까지를 말한다. 열린 수학 교육에서 추구하는 내용의 다양성이나 학습의 개별화나 학습자의 요구 등을 충족시키기 위해서는 다양한 부교재의 사용이 필수적이라고 할 수 있다.

VI. 열린 수학 수업 모델 구성

앞에서 분석해 놓은 열린 수학 수업 모델의 구성을 위한 변인과 각 변인을 구성하는 하위요소를 적절하게 구성, 조직하여 실제 수학 수업 현장에서 활용될 수 있는 열린 수학 수업 모델을 만들어 보고자 한다. 이를 위해서는 우선적으로 각 모델 구성의 바탕이 되는, 즉 수업 모델 구성의 작업에 앞서 각 모델 구성의 발단이 되는 독립적 성격을 갖는 변인이 필요하다. 이 독립 변인에 대해서는 앞에서도 언급한 바와 같이 본 연구가 기존의 현행 수학 교육 과정의 내용 부분은 그대로 받아들이고 수학 교육의 목적이나 방법적인 면에서 우리가 새로이 설정하고 있는 열린 교육의 취지를 실현시킬 수 있는 열린 수학 수업 모델을 구성한다는 전제로부터 출발하는 것이기 때문에 앞에서 추출한 내용 변인이 일종의 모델 구성의 독립 변인의 역할을 하게 된다. 즉, 내용 변인 구성의 하위 요소인 수학 단일 내용의 일반적 분류 방법으로서 수학적 사실, 기능, 개념, 원리, 문제해결의 4 가지의 수학 내용 특성을 본 연구에서 말하는 열린 수학 수업 모델 구성의 출발점으로 생각하고자 한다.[9] 6 가지의 각 특성을 갖는 수학 내용의 열린 수업 모델 구성의 메커니즘은 다음과 같이 하되, 하나의 수학 내용 특성에 따라 열린 수업 모델은 한 가지만이

9) 열린 수학 수업 모델 구성의 예나 이에 대한 연구 방법을 살펴보면 특정의 이름을 - corner 학습, jigsaw 학습, topic 학습, project 학습 등 - 갖고 묘사되는 방법을 먼저 설정해 놓고, 이와 같은 방법으로 수학 수업을 진행하기 위하여 지도하고자 하는 수학 내용을 이 방법에 적합하도록 변형하는 방식으로 되어 있음을 흔히 접할 수 있다. 즉, 열린 수학 수업의 방법이 먼저고 그와 같은 방법에 맞추기 위한 수학 내용과 같은 다른 구성 요소를 가져다 끼어 맞추는 방식이라고 할 수 있다. 이는 앞서 언급한 바와 같이 열린 교육에 대한 연구나 실천을 위한 접근을 오래 전부터 방법적인 접근 방식으로 이루려고 해온 타성 때문으로 이와 같은 방법도 한 가지의 방법은 될 수 있지만, 열린 교육에 대한 실천이나 논의, 연구가 결국은 산발적이고 비체계적인 수업 기술상의 관심으로 전락할 수 있게 만드는 위험성을 갖고 있다. 그러나, 본 연구에서 취하는 방식인 내용 변인과 같은 모델 구성의 발단을 제공하는 독립 변인을 제공하고 그 위에서 관련된 다른 변인들을 모아서 적합한 모델을 구체적으로 구성하는 방식이라면 그 안에는 이미 선을 보인 기존의 특정 모델들이 만들어져 있을 수도 있고, 그 외에도 여러 모델을 구성할 수 있게 되어 체계적인 열린 수학 수업 모델의 연구와 실천을 가능케 하며, 수학교육 자체를 열린 교육의 형태로 전환시키는 데 있어서 부분적으로가 아닌 전면적으로 전환시키는 것을 가능케 하는 종합적인 방법이 만들어지게 된다.

아닌 - 내용 변인의 교과 통합 요소와 나머지 3 개의 변인의 변화를 어떻게 시키는가에 따라 - 여러 개의 모델이 가능할 수 있다. 그러나, 여기서 구성하여 소개하려는 모델은 그 특성이 두드러지는 모델을 중심으로 선정하고자 한다.



열린 수학 수업 모델 구성의 메커니즘

1) 수학적 사실의 열린 수업 모델

수학교과 내용 중 수학적 사실은 기억의 방법 외에 특별한 학습 방법을 필요로 하지 않는 수학 내용들로, 예를 들면 '1, 2, 3, . . .' 과 같은 아라비아 숫자의 이름이나 크기, 또는 '1m는 100cm', '1시간은 60분'과 같은 단위 환산의 내용 등은 결국 학습자의 머리 속에 기억됨으로써 학습이 완료될 수 있고, 이를 기억시키기 위하여 직관이나 이해와 같은 특별한 인지적 작용 과정을 거의 필요로 하지 않는다. 이와 같은 내용적 특성을 갖고 있는 수학적 사실의 수업에 열린 교육의 의미를 적용하기 위해서는 각 수학적 사실들이 단순히 하나의 사실로서 기억되기보다는 의미 있게 기억될 필요가 있다. 수학 교과의 내용 중 수학적 사실은 주로 수학의 용어나 기호, 약속 체계 등과 관련되어 있다. 이들은 수학의 체계를 구성하는 가장 기본적인 요소이면서, 상징적이며 추상화 과정을 통하여 압축된 상태로 있기 때문에 특히 초등 학교 학생들에게 있어서 이에 대한 빈약한 의미 파악으로 인한 수학 학습 흥미 상실과 수학의 추상성을 실감하는 초기 단계로 수학을 어렵게 느끼고 따라서 수학을 기피하게 만드는 부정적 영향을 가져올 수도 있다.

이와 같은 수학적 사실이 수업의 측면에서 갖고 있는 문제점을 극복하기 위해서 열린 교육의 방법적 적용을 구상해 볼 수 있다. 그 기본 방향은 각 수학적 사실이 내포하고 있는 의미를 구체적으로 노출시키고, 사실에 대한 학습자의 관심과 흥미를 誘引하는 방법이 필요하다. 이를 위해서 내용 변인 중 교과 통합의 여부는 그 사실이 타교과와의 관련이 있으면 가능한 최대로 관련 교과 내용과 통합된 내용 구성이 필요하다. 예를 들어, 미터법의 단위나 각 단위 사이의 환산 관계의 약속 등에 대한 사실은 이와 같은 도량형 체제나 그 제정의 배경, 각 단위와 관련된 물리적 성질, 실제 생활이나 과학에서 각 단위들의 역할 등을 학습자의 수준에 맞추어 도입, 통합시킨 내용을 구성함으로써 수학내에서만의 단위가 아닌 과학과 생활에서의 단위로서 그 의미의 폭을 넓혀 주어 단위 수업에 대한 관심과 흥미를 유도할 수 있다.

이와 같이 교과 통합의 방식으로 수학적 사실에 대한 수업 내용의 변인을 정하게 되면 다음은 학습 변인을 구성하는 각 요소들을 앞에서 언급한 바의 의미를 살리고 학습의 흥미와 관심을 유도하기에 적합하게 구성하여야 된다. 즉, 능동적으로 수업에 임하도록 하기 위하여 학습자의 학습 주재도를 높여야 하며, 학습 집단을 소집단으로 편성하고, 각 집단에서의 학습은 학습할 수학적 사실에 대한 다각적인 측면에서의 - 예를 들어, 단위의 제정 배경이나

단위의 여러 과학, 기술 등의 분야에서의 활용, 또는 실생활에서의 활용에 대한 조사 연구의 과제 부여 및 발표를 시키는 방법을 사용할 수 있다 - 조사 연구 또는 탐구의 방식으로 구상할 수 있다. 그리고 급별 혼합도나 학습 자유도는 나머지 학습 요소가 수업의 효과를 극대화시키는데 적합하도록 유연성을 유지하면 된다.

이와 같이 정해진 학습 변인에 따라 교수 변인을 적합하게 구성하여야 한다. 즉, 교사의 수업 주재도는 앞에서 소집단별 조사 연구 또는 탐구 학습 방식이 잘 수행될 수 있도록 유연성을 갖고 조절하되 필요한 교사의 수에 있어서는, 예를 들어 해당 과학 분야의 전문적 지식을 갖고 있는 사람이나 실제 사회 생활에서 단위 취급의 경험 등을 소개할 수 있는 학부형이나 교사가 보조 교사로서 참여하는 것도 좋을 것이다. 이와 같은 수업 상황에서 교사가 취할 수 있는 교수 방식은 설명 위주의 방식이 아닌 학습자에게 부여할 과제에 대한 간단한 설명이나 이를 어떻게 조사 연구할 것인가에 대한 방법적 안내와 보조 교사의 선정 등과 같이 학습자의 자발적 학습을 유도, 관리하는 방식의 지도가 필요하다. 소집단별 조사 연구 방식의 학습이 진행되어야 하므로 협동 학습에서 고려해야 되는 학습자 사이의 소사회적 역학관계 등과 관련하여 정의적 배려가 세심히 이루어져야 한다. 최종적으로 학습의 평가를 위해서는 조사 연구의 과정이나 그 발표의 결과에 대한 평가가 이루어져야 할 것이고, 학습자 개개인에 있어서 목적했던 바 수학적 사실들에 대하여 어느 정도로 기억을 하고 있는가에 대한 평가도 필요하다.

다음은 환경 변인의 구성 순서로 우선 물리적 수업 환경은 소집단별 학습에 적합한 자리의 배치가 필요하며, 특히 앞에서 예로 들은 단위에 대한 수업의 경우 실제 생활이나 기술 현장에서의 단위 활용과 관련된 조사 연구를 위해서는 교실을 떠나 현장 학습의 필요성이 많이 요구된다. 때에 따라서는 과학 기술의 현장이나 생활 현장에서 단위 활용의 장면을 기록한 영화나 슬라이드와 같은 영상 매체 등의 교실에서의 활용을 위한 보조 도구나 과학 관련 서적이나 백과 사전 등의 자료인 부교재의 사용도 頻繁할 것으로 예상된다.

이상의 수학적 사실에 대한 수업을 열린 수학 수업의 방식으로 수행하기 위해서 각 변인들의 하위 요소들이 어떻게 개방의 양상이나 정도를 취해야 할 것인가에 대하여 살펴보았다. 이를 종합하면 결국 수학적 사실이란 내용의 열린 수업 모델을 구성할 수 있게 되는데 그 과정에 각 변인들의 하위 요소의 개방 양상이나 정도를 정하는데 있어서 일정한 한계가 규정될 수는 없는 것이 분명하나 대체로 취할 수 있는 경향을 알아 볼 수는 있다고 생각한다. 현재 구성된 열린 수업의 모델은 기존의 '통합교육', '협력학습', '프로젝트학습' 등의 방식이 의미하는 열린 교육의 방법론과 유사한 점을 부분적으로 포함하고 있다.

2) 수학적 기능의 열린 수업 모델

수학 교과의 내용 중 수학적 기능은 반복적인 연습이나 훈련에 의하여 숙달된 채로 저장된 조작적 능력으로서 수학적 기능의 학습은 크게 두 가지의 국면을 갖게 된다. 즉, 초기 국면으로 이 단계에서는 우선 학습하고자 하는 기능에 대한 이해의 과정으로 대부분 수학적 기능이 앨거리듬을 핵으로 하고 있는 만큼 그러한 앨거리듬이 왜 그렇게 이루어지는가에 대한 이해가 필요한 것이다. 앨거리듬의 이해가 완성되면 다음 단계는 그 앨거리듬의 숙달 과

정이 된다. 예를 들어 수학적 기능은 이분모 분수의 덧셈이나 주어진 각을 이등분하는 작도의 능력과 같은 것이라고 할 수 있다. 이분모 분수의 덧셈 기능이 획득되기 위해서는 먼저 이분모 분수끼리의 덧셈을 위해서 어떠한 앨거리듬을 따라야 하며, 그 이유는 무엇인가 등에 대한 이해가 있어야 할 것이다. 이 중에는 수학적 사실이나 개념 등의 다른 유형의 내용들도 포함될 수 있으나 주된 내용은 해당 앨거리듬의 수행 능력을 능숙하게 만드는 것으로 이를 수학적 기능의 학습이라고 할 수 있다. 특히 초등학교 수학의 경우 교과 내용으로 기능이 차지하는 양이 많음을 생각할 때 이에 대한 의미 있고 효과적인 수업 방법의 개발이 중요하다. 수학적 기능의 학습에 있어서 그 기능의 앨거리듬적 측면에 대한 의미 있는 이해의 부족은 기능의 誤作動의 결과뿐만 아니라 기존의 반복적으로 앨거리듬을 훈련시키는 연습 문제 풀이는 학습자로 하여금 수학에 대한 흥미의 상실이나 '수학은 계산'이라는 그릇된 생각을 갖게 하는 부작용을 유발시킨다. 이와 같은 수학적 기능의 수업 문제점을 해결하기 위하여 열린 교육적 처방을 위한 수업 모델을 생각해 보기로 한다.

우선, 수학적 기능의 열린 수업 모델 구성의 기본적인 방향은 각 기능의 핵심이 되는 앨거리듬에 대한 의미 있는 이해와 이해된 앨거리듬의 숙달을 위한 반복적인 과정의 도입에서 학습자의 지루함을 없애고 흥미를 자극할 수 있는 요인의 투입, 그리고 해당 기능을 다른 관련된 수학적 사실이나 원리, 문제해결과 연계시켜 기능을 수학 교과의 내용 중에 고립적으로 여기거나 수학 학습은 기능에 대한 학습이 전부인양 생각하지 않도록 해야 될 것이다.

수학적 기능의 경우는 다른 내용과는 달리 수학 외의 다른 교과 내용과 연계되는 경우가 많지 않다. 수학적 기능의 핵심은 주로 앨거리듬으로 이를 나타내기 위해서는 컨텍스트를 필요로 하지 않으며, 단지 특정의 앨거리듬에 대한 이해를 위하여 문제나 문제적 상황을 설정하는 경우 그 문제나 문제적 상황의 배경으로서 일상 생활이나 타 교과의 영역에서 轉用해 올 수는 있다. 따라서 수학적 기능의 열린 수업 모델 구성에 통합 교과적인 적용은 어려운 경우가 대부분이라고 할 수 있다. 이제 학습 변인의 각 요소를 결정할 단계로 학습자 주재의 정도 설정과 관련하여 이분모 분수의 덧셈 경우를 내용의 예로 들어 생각해 보기로 한다. 이분모 분수의 덧셈의 반복적 훈련에 앞서 이분모 분수의 덧셈과 동분모 분수의 덧셈의 개념적 차이와 새로운 앨거리듬에 대한 이해가 필요한데 이를 탐구 학습 방식으로 과제 상황을 제시하고 소집단으로 나누어 탐구하도록 하는 방법을 생각해 볼 수도 있다. 그러나 탐구의 방법은 일반적으로 주어진 탐구의 과제가 학생의 능력으로 적절한 선에서 가능하다고 생각될 때 적용할 수 있는 방법이므로 그 능력에 적합하지 못한 경우는 일단 출발은 탐구의 기회를 주고, 다음 적절한 시기에 교사가 개입하여 두 계산의 차이를 여러 가지의 다양한 교수 자료나 문제 상황을 설정하여 의미 있게 이해시킬 필요가 있다. 일단 두 계산의 차이점에 대한 이해가 이루어진 경우는 이분모 분수 덧셈의 앨거리듬에 대한 이해의 과정이 필요하다. 이 경우도 앞에서와 마찬가지로 어느 정도까지는 소집단 탐구 학습의 방식으로 진행시키고 적절한 시기에 교사와 학습자 사이의 자유 토론의 과정을 거쳐 교사의 설명으로 이어지는 방법을 생각해 볼 수 있다. 다음, 기능의 학습은 반복적인 연습으로 해당 앨거리듬에 익숙해지는 과정이 필요하므로 이 단계에 와서는 학습자의 수업에의 주재 정도가 높아지게 되고,

기능 숙달 과정에서는 개인별 차이가 크게 나타나므로 학습 집단의 규모를 개별적으로 하거나 학습 능력을 유사한 2, 3명의 학습자를 한 집단으로 하여 구성원간의 지도나 경쟁심 등을 자극하는 방법으로 기능 연습을 촉진시키는 방법을 생각해 볼 수 있다. 특정 앨거리듬의 이해를 위한 탐구 학습의 소집단 구성의 경우는 구성원의 학습 능력을 다양하게 구성하여 소집단의 사회적 역학 기능을 활용하되 연습의 단계에서는 개별화하거나 동질적으로 소집단을 조직할 필요가 있다. 여기서 학습자의 학습 자유도는 각 국면에 따라 유연하게 설정하면 된다.

수학적 기능의 열린 수업 모델을 구성하는 교수 변인의 교사 주재도 요소는 앞서 기능의 학습 국면이 둘로 나누어지고 각 국면에서 학습자의 수업 주재도가 다른 것처럼 이에 따라 필요한 교사의 적정 수업 주재도도 변화할 것이며, 교수 방식도 초기 국면에서는 학생들의 탐구 활동을 돕는 방식에서 적절한 시기에의 설명 방식, 다시 개별화되거나 동질적인 소집단 자율적 연습을 시키는 방식 등으로 다양한 변화가 필요하다. 이때 필요한 교사의 수는 초기 단계에서는 한 사람으로 충분하며, 연습의 단계에서는 학습 능력이 높은 집단의 학생들이 기능의 숙달이 이루어졌을 때 다른 집단의 학생을 지도하는 보조 교사의 역할에 투입시키는 방법도 생각해 볼 수 있다. 수학적 기능의 수업에서는 특히 학습자의 정의적인 면에 대한 배려가 중요하다. 앞서 지적한 바와 같이 지루하기 쉬운 연습의 과정에 학습자간의 경쟁심을 자극하는 방법이나 연습 문제의 제시 방법에 있어서 다양한 보조 도구나 부교재의 사용과 같이 연습 상황의 다양한 변화를 통하여 권태로움을 해소시키는 방법을 강구해야 한다. 평가 방식은 기능 학습의 두 개의 각 국면에 따라 다른 방식을 적용하되 초기의 단계에서는 앨거리듬의 이해를 평가하는 구두 질문의 방법이 필요하고, 후기 연습 결과에 대한 평가는 개별적으로 지필의 방식에 의한 평가가 필요하다.

환경 변인에서 생각해야 될 점은 앞서 학습 변인에서 언급한 바와 같이 이질의 소집단에서 개별 또는 동질의 소집단으로의 변화에 맞춘 물리적 수업 환경의 변화가 자연스럽게 이루어지도록 해야 하며, 주로 교실 안에서 이루어지게 되므로 교실 이탈도는 낮다고 할 수 있다. 특히, 기능 학습의 지루함이나 권태로움을 해소시키기 위한 방법으로 보조 도구나 - 연습 문제를 프레쉬 카드, OHP, PC화면 등을 통하여 다양하게 제시할 수 있다 - 부교재를 다양하게 활용할 필요가 있다.

3) 수학적 개념의 열린 수업 모델

학교 수학의 내용 중 개념은 상당 부분을 차지하고 있기 때문에 수학적 개념에 대한 효과적인 지도는 수학 학습 지도의 성패를 좌우한다고 하여도 과언이 아니다. 그리고 이에 대한 학습 활동은 주로 이해의 과정을 통하여 이루어진다고 할 수 있으며, 전술한 수학적 사실이나 기능의 학습 활동 양상과는 사뭇 다르다고 할 수 있다. 예를 들어 분수의 개념이나 닮음과 같은 개념은 암기나 반복적인 숙달과 같은 단순 학습 활동에 의해서 이루어지기 어려운 내용이다. 이해의 학습 활동이 유의미하며 효과적으로 이루어지게 하기 위하여 구상해 볼 수 있는 열린 수업적 접근 방법 또한 다양하다고 할 수 있다.

기존의 수학적 개념의 이해를 위한 지도 방법은 주로 교사의 설명에 의존하는 경우가 대부분이다. 즉, 교사의 입장에서 세련된 형태

로 준비된 설명을 통하여 학습자는 수동적으로 받아들이는 방식이다. 그러나, 개념이 의미 있게 학습자에게 전달되기 위해서는 학습자가 그 개념의 이해 과정에 능동적이며 경험적으로 - 특히 초등 수학의 개념 이해에 있어서는 - 참여할 수 있는 기회가 필요하다는 것이 일반적 견해이다. 열린 수업 방식은 특히 학습자 위주의 능동적 학습 행위를 중시하고 있는바 수학의 개념 학습을 위한 적절한 방법론을 제시할 수 있다고 생각된다.

이제 수학적 개념 지도에 적합한 열린 수업의 모델을 구상하기 위하여 분수 개념 지도를 예로 들어 각 변인의 하위 요소들이 취해야 될 양상이나 개방성의 정도에 대하여 생각해 보기로 한다.

우선, 분수 개념과 타 교과의 관련, 통합은 특정의 교과보다는 실제 생활에서 분수 개념이 다량 사용되고 있고, 또 잠재되어 있기 때문에 분수 개념의 의미 있는 이해를 유도하기 위해서 실제의 상황과 결부시켜 지도하는 방법의 구상이 필요하다.

다음, 학습 변인 중 학습자 주재의 정도 설정의 문제로 교수 변인 중 교사의 주재도와 결부시켜 생각해 볼 때, 분수 개념의 수업에서는 초기에 교사가 해당 개념이 충분히 잠재된 수학적 상황의 설정과 그 안에서 학습자가 사고 실험을 진행시키기에 필요한 소재, 방식 등을 준비시켜 학습자는 이에 따라 시행착오의 과정을 가능한 줄이면서 해당 개념의 발견이 자연스러우면서도 효율적으로 이루어질 수 있게 준비하는데 알맞은 정도로 교사나 학습자의 수업 주재도를 상대적으로 설정하면 될 것이다. 학습 집단의 규모 설정에 있어서는 분수 개념의 경우 발견을 유도하는 방식의 수업이므로 결국 발견 학습이 적절히 이루어지기에 알맞은 단위의 소집단 형태가 적합하다. 따라서 개념의 수업을 위한 학습 방식은 유도된 발견과 토론의 방식을 따르는 것이 적당하며, 학습자의 학령이나 학습 능력은 반드시 구별하여 동질적으로 구성해야될 필요성은 없다. 그리고 분수 개념 학습에 적합한 수업 형태는 소집단의 유도된 발견 학습 방식이므로 학습 자유도는 단위 수업의 초기 시작 부분과 중간 중간의 시행착오를 줄이기 위한 통제나 유도의 경우 교사의 개입이 필요하고 나머지의 과정은 학습자에 의해서 주도되어야 하므로 부분적인 통제의 형태로 이루어지면 된다.

교수 변인 중 교사의 수는 이 경우 취하고 있는 수업의 형태가 소집단 단위로 전개되기 때문에 소집단 단위의 개수에 따라 이를 발견으로 유도하는데 적절한 정도의 보조 교사를 필요로 할 수 있다. 각 소집단이 연루되는 상황의 복잡성이나 그로부터 예상되는 학습 상황의 혼잡도 등에 따라 필요한 보조 교사의 수는 조정되어야 할 것이다. 정의적 배려도는 소집단별 발견의 유도이므로 각 집단 내에서 자유토론과 같은 학습 활동시 예상되는 각 학습자의 학습 능력의 차이에서 아니면 소사회의 역학적 전개 상황에 따라 학습자의 정의적 반응 등을 충분히 예상하여 이러한 수업 형태하에서 학습자가 정의적인 면에서의 손상을 입는 경우가 최소화될 수 있게 교사의 세심한 배려가 필요하다. 그리고 발견 학습의 방식이기 때문에 각 학습자의 수업에 대한 흥미나 관심도를 높일 수 있는 정의적 측면에의 배려가 필요하다. 분수 개념 학습의 평가 방식은 각 소집단별로 발견의 과정에 대한 관찰 평가와 유도된 발견의 과정을 거친 후 각 소집단별 발견의 결과를 발표, 토론케 함으로써 이에 대한 관찰과 질문 등의 방법으로 개념 학습의 결과를 평가할 수 있다.

끝으로 환경 변인 중 물리적 수업 환경은

분수 개념과 같은 경우 들이나 길이, 넓이 등의 양이 포함되어 있는 구체물 등의 사용이 필요하기 때문에 다양한 물리적 환경의 준비가 필요하다. 교실 이탈도 면에서는 해당 개념이 실제 생활이나 다른 교과와 관련 정도에 따라 교실이 아닌 실제 상황에서 수업이 이루어지는 것이 보다 큰 효과를 거두게 될 수도 있을 것이다. 필요한 보조 도구나 부교재는 해당 개념의 발견을 위한 사고 실험에 적합한 정도로 그 종류나 개수 면에서 다양하게 결정될 것으로 생각한다.

4) 수학적 원리의 열린 수업 모델

초등 수학의 범위에서는 수학적 원리에 해당하는 내용이 상대적으로 다른 유형의 내용과 비교할 때 적게 나타남을 알 수 있다. 수학적 원리는 수학 내용 중에서 일반적으로 적용될 수 있는 규칙이나 법칙 또는 공식 등을 의미하는 것으로, 예를 들면 사다리꼴의 넓이를 구하는 공식이나 최대공배수를 구하는 방법도 수학적인 원리에 해당된다고 할 수 있다. 이와 같은 공식이나 방법을 숙달하여 마치 앨거리듬처럼 기계적으로 사용하는 단계에서는 더 이상 수학적 원리로 생각할 수 없게 되지만 이 공식이나 방법을 처음으로 이해하는 단계에서는 수학적 원리가 되는 것이다. 따라서 반복 숙달 전에 이해의 단계에서 수학적 원리에 대한 열린 방식으로의 수업을 어떻게 구성할 것인가를 논의하고자 하는 것이다.

내용 변인에서 교과 통합적인 요소는 수학적 원리가 타교과의 내용과 쉽게 연결, 관련될 수 있는 경우가 적으므로 통합적인 방법의 사용을 어렵다고 판단된다.

다음, 학습 변인으로, 우선 학습자의 주재도와 교사의 주재도를 병행하여 생각해 보면, 수학적 원리가 갖는 내용적 성격이 교수 방법상 수학적 개념과 유사하기 때문에 수학적 개념의 경우와 유사한 방법으로 생각해 볼 수 있다. 즉, 수학적 원리에 대한 적절한 수업 방법은 유도된 발견의 방법이 해당 원리에 대한 의미 있는 이해를 조장할 수 있는 방법이 된다. 예를 들어 사다리꼴의 넓이 공식에 대한 수업의 초기 단계에서는 주로 교사가 학습자로 하여금 발견적인 학습이 용이하게 전개될 수 있게 수업 상황을 준비하여 소집단 별로 소위 유도된 발견 학습에 임할 수 있게 하는 방법이다. 따라서 이와 같은 수업 상황에서의 학습자의 주재도와 교사의 주재도는 앞의 개념 학습의 경우와 흡사하게 생각해 볼 수 있다. 실제의 교사 주재도는 적은 듯 보이지만 교사의 치밀한 사전 계획에 따라 학습자의 능동적인 학습 활동이 전개되어 학습자의 수업 주재도는 겉으로는 높게 나타나고, 교사는 수업 중간에 필요한 부분에서 개입하여 학생들의 시행착오를 최소화하고 발견을 효율적으로 진행시키는 정도의 역할을 수행하면 된다. 그 다음 마무리 단계에서는 각 소집단별로 얻은 결과를 발표하고 이에 대한 논의를 거쳐 정리하는 과정에도 교사는 적절하게 개입할 수 있다. 이미 전술한 바와 같이 학습 집단의 규모는 소집단의 방식으로, 학습 방식은 유도된 발견 학습으로 구성하되, 급별 혼합도는 일반적으로 수학적 원리가 갖는 높은 난이도를 고려하여 학습 능력 면에서 유사하게 구성하여 각 집단 별로 차별화된 교사의 배려나 지도가 필요하다. 끝으로 원리의 학습에 적절하다고 생각하는 수업의 형태가 유도된 발견 학습인 만큼 학습 자유도는 교사의 치밀하고도 부분적인 통제, 유도에 따르는 정도의 자유도를 생각해 볼 수 있다.

교수 변인 중 필요한 교사의 수는 학습 능력에 따른 구별된 소집단 형식의 수업이기에

교사의 세밀한 지도와 배려가 필요한 만큼 보조 교사의 활용이 필요하다. 교수 방식으로는 상황에 따라 필요한 때에 적절한 유도 지시나 설명의 방법이 요구된다. 정의적 배려는 해당 원리의 발견에 어려움을 겪는 집단에 특별히 집중되어야 할 필요가 있는데, 어려움 때문에 원리 학습에 대한 관심과 흥미를 잃을 수도 있으므로 이에 대한 정의적인 면에서의 활성화를 위한 지도가 필요하다. 평가 방식은 수업의 후반부에 각 집단별로의 학습 결과를 발표한 후 이에 대한 평가와 교사의 정리 설명에 대한 이해의 정도를 구두 질문함으로써 평가할 수 있다.

환경 변인의 경우 앞의 개념 학습의 경우와 수업 형태가 유사함을 고려할 때 하위 요소의 구성 방식도 개념 학습과 유사한 형태가 될 것이다.

5) 수학적 문제해결의 열린 수업 모델

문제해결이 제대로 이루어지기 위해서는 해당 문제의 해결에 필요한 수학적 사실, 기능, 개념, 원리 등에 대한 事前 학습은 물론 이를 기억에서 찾아내고 적절히 활용할 수 있는 능력이 필요하다. 즉, 문제해결은 종합적인 수학적 능력을 필요로 하기 때문에 문제해결의 교수·학습도 자연히 복잡한 양상을 띠게 된다. 따라서 문제해결의 열린 수업 모델의 구성을 위해서는 앞서 알아 본 다른 내용 유형의 열린 수업의 경우보다 복잡하고 다양한 측면에 대한 고려가 필요하고 그 때마다 주어지는 문제의 상황이 다양하기 때문에 그 구성의 방법을 일률적으로 정하기가 어렵다.

내용 변인의 하위 요소 중 타교과의 통합 가능성은 문제해결의 의미를 생각할 때 실제 상황이나 생활 또는 여러 분야와의 관련성을 적극적으로 검토할 필요가 있다. 즉, 주어진 문제의 상황이 가능한 실제적이고 관련 범위가 다양하게 구성하는 것이 바람직하다고 생각한다.

문제해결의 과정은 학습자의 적극적인 수학 학습 활동 과정이라고 할 수 있기 때문에 학습 변인에서 학습자의 주재도는 높게 선정될 필요가 있으며, 이에 따라 교사의 수업 주재도는 상대적으로 낮아지겠지만 학습자에 의해서 주도되는 수업의 효율성을 생각할 때 교사의 수업 계획은 보다 치밀하게 사전 준비되어야 함은 물론이다. 학습 집단은 주어진 문제의 상황이나 유형에 따라 개별 학습에서 일제 학습까지 다양하게 활용할 수 있다. 그러나 일반적으로 문제해결 수업에 활용되는 문제들의 유형이 다단계의 복합적이고 실제 상황을 포함하는 문제들임을 생각할 때 소집단 방식으로 운영되는 것이 필요하며, 따라서 학습 방식도 유도 또는 능동적 발견 학습의 형태이며 학습의 효율성이 허락되는 범위에서의 학습 자율성을 최대화하는 것이 적당하다. 급별 혼합도는 주어진 문제 상황의 유형이나 난이도에 따라 적절하게 선정하는 것이 필요하다.

다음, 교수 변인 중 교사의 수는 수업 형태가 소집단 방식이거나 주어진 문제 상황의 복잡성, 난이도 등이 높거나 실험 등의 다양한 학습 활동이 필요하게 되는 경우는 이를 효율적으로 유도 관리하기 위한 보조 교사가 필요하게 된다. 교수 방식은 대체로 문제 상황 제시와 그 문제의 해결에 필요한 요소들을 사전 지도하거나 과정 중에 수시로 개입하여 부분적인 설명을 하는 방식으로 이루어지게 된다. 정의적 배려는 문제해결에 대한 관심과 흥미의 유도는 물론 수업의 전체적 분위기를 학습자로 하여금 문제해결에 대한 도전적 의지와 자신감을 갖도록 조성해야 된다. 평가 방식은 문제해

결 학습 자체가 갖는 성격이 복잡한 만큼 다양한 방법을 필요로 하되 해결의 사고 과정과 해결이 완료된 후에도 이에 대한 일반화나 확장을 위한 사고 활동에 초점을 맞춘 평가가 되어야 한다.

문제해결에서 사용하는 문제의 상황이 교과서나 참고서의 일반적인 문제 유형과는 실제적인 면이 강하고 문제의 소재도 다양하기 때문에 환경 요인의 물리적 수업 환경이나 보조도구도 다양하게 사용할 수 있으며, 교실의 이탈도도 문제의 배경이 되는 실제의 상황 속에서 문제해결을 할 수도 있기 때문에 다른 유형의 내용 수업 경우보다 높아질 수 있다. 부교재의 사용은 다양한 문제 상황의 구성이나 소재 개발을 위하여 필요하게 된다.

VII. 결론

열린 교육의 이론은 그 성격상 特有의 이론이라기보다는 일반적 교육 이론의 스팩트럼상에 한 부분을 자리하는 이론이라고 할 수 있다. 따라서 열린 교육의 각 측면적 특성은 일반 교육 이론을 구성하는 각 기능적 요소나 양상에 대한 변인적 고려하에 이 변인에 특징적 규정을 함으로써 파악될 수 있다. 그리고 각 측면들을 종합하면 열린 교육의 전체적인 모습을 구체화할 수 있게 된다. 열린 교육에 대한 접근을 위한 이러한 이론이 갖는 특성은 일반적으로 인식하고 있는 바, 열린 교육 이론이 갑자기 등장한 새로운 이론이 아닌 오랜 교육사 속에 잠재해 오던 부분적인 자연발생적 이론이라는 지적과 맥을 같이 한다. 열린 교육을 구성하는 변인적 요소들이 일반적 교육의 경우와 같다는 가설을 받아들인다면 그 변인의 특징적 규정에 있어서 여타의 교육 이론과 달리 차별화될 수 있는 원칙에 대한 규명이 바로 열린 교육 이론의 본질을 이해하는 핵심이 된다고 할 수 있다. 열린 교육을 구성하는 요소들의 변역을 규정하는 원칙으로는 우선 기존의 교육과는 달리 각 요소마다 그 변화 가능성을 허락하여 경직된 외형과 변역을 요구하지 않는 이른바 유연성 있게 열려 있는 외형과 변역을 원칙으로 한다는 점을 들 수 있다. 그리고, 각 상황마다 외형적 모습을 유연성 있게 결정할 때의 주된 결정 요인으로 작용하는 것은 학습자의 학습 활동을 중심으로 하여 학습자의 조건을 최대한 배려하고 학습의 효과와 질을 추구하는 의도하에 보편적 학습 원리에 부응하는 교육 환경 조성이라는 관점이 된다. 즉, 열린 교육 이론의 핵심은 餘他의 일반적 교육 이론과 비교할 때 교육 환경 운영의 효율성 추구라는 학습 지도의 기능적 측면에 대한 중시의 관점에서 학습의 본질 파악과 정직한 학습 효과의 추구라는 학습자의 측면을 중시하는 관점으로 이동한 것이다. 이는 자동적으로 최대의 학습 효과와 質을 실현하기 위하여 교육 환경의 제조건을 각 교육 상황에 맞추어 유연성 있게 대처할 수 있도록 열어 두겠다는 기능적 준비성을 의미하는 것이기도 하다.

이와 같은 이론적 입장에 터하여 본 연구에 있어서 실제적인 열린 수학 교육에로의 접근과 열린 수학 수업 모델 구성을 위한 구조화의 과정은 다음과 같은 세 가지의 측면에서 그 효과를 발휘할 수 있다고 생각한다: 첫째, 열린 수학 교육에 대한 통일적인 관점을 제공하여 기존의 열린 수학 교육에서 보여주고 있는 散發的이고 主觀的인 시각을 정리해 줄 수 있다; 둘째, 열린 수학 교육 구성을 위한 構造化된 접근 방법의 제공으로 수학 교육을 "열린" 방식으로 구성하는 데 있어서 전체적이고 통합적인 방법론을 제시해준다; 셋째, 열린 수학 교육

구성의 방법론을 逆으로 활용함으로써 열린 수학 교육의 평가를 위한 체계적인 방법을 부산물로 얻을 수 있다.

기존 열린 수학 교육에 대하여 보여주던 평균 이상의 열의에 찬 시각이나 이와는 상대적으로 냉소적이고 '별 것 아니다'라는 시각이 공통적으로 갖고 있는 특징은 열린 수학 교육에 대한 접근 경로를 현재 열린 수학 교육이 겉으로 드러내 보이고 있는 모습으로부터 시작하려는데 있다. 즉, 일견 색다르고 화려한 외형적 모습에 부분적인 감동이나 동감을 표하면서 이와 같은 외형이 어떠한 배경이나 철학으로부터 출발하였는가에 대한 숙고의 과정을 소홀하게 만듦으로써 외형만을 모방하고 이에 치중하는 變質된 접근 경로를 구성하게 된 것이다. 한편, 열린 수학 교육이라고 표방하면서 보여주고 있는 외형을 보니 별개 아닌 기존의 우리가 한번쯤은 최소한 고려해 보았던 아니면 실제로 그렇게 해야 된다고는 생각해 왔으나 여러 가지 이유로 인하여 실천에 옮기기 어려웠던 그런 것이 아닌가 하는 시각은 앞의 경우와 마찬가지로 그 접근 경로가 기존 열린 수학 교육의 외형으로부터 출발한다는 데서 공통점을 갖고 있다. 하지만 이렇게 외형으로부터 접근하게된 것은 열린 교육 뿐만 아니라 일반적으로 교육이 실천적 성격을 갖고 있는 만큼 특정 자연발생적 교육 체제가 자신의 모습을 드러내고자 할 때는 우선적으로 그 외형적 모습을 가지고 나타나는 것과 같이 열린 수학 교육의 경우도 먼저 우리에게 접근해온 방식은 그 외형적 모습이었다는 점을 들어 이해할 수 있다. 그러나 문제는 그 외형으로부터의 접근은 항시 산발적이고 주관적인 접근을 유도하고, 따라서 열린 수학 교육에 대한 극단성을 포함하는 다양한 입장을 갖게 만들어 준다고 생각된다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 열린 수학 교육을 수학 교육이라는 다양한 스펙트럼의 한 영역을 차지하는 것으로 수학 교육이라는 테두리 안에 열린 수학 교육을 포함시켜 그 특성을 수학 교육을 구성하는 각 요소별로 "열린"의 의미를 실행시키는데 필요한 변역을 유연성 있게 설정하는 방식으로 열린 수학 수업 모델을 구성하는 방법에 있어서 열린 수학 교육에 대한 구조적 접근 방법을 꾀하였다. 이는 열린 수학 교육으로 접근하는 경로의 선택 면에서 외형으로부터가 아닌 내적 의미로부터 출발하여 그 다음에 외형을 구성해 보일 수 있는 경로를 택하였다는 점에서 다른 기존의 열린 수학 교육 연구와 차별화될 수 있다. 한편, 이와 같은 접근 경로는 열린 수학 교육에 대한 기존의 주관적이고 감상적인 시각을 탈색시킴으로써 열린 수학 교육에 대한 관심을 감소시킬 수도 있다는 우려감도 예상되지만, 열린 수학 교육이 하나의 시대적 상황에서 잠시 존재하는 수학 교육적 패션이 아닌 근본적인 수학 교육의 실천적 철학으로 자리매김해야 된다는 생각에서 이와 같은 열린 수학 교육의 구조적 眺望 방법을 고찰하여 보았다.

참고 문헌

교육개발원(1996). 『열린 교육 현장연구』(연구보고 pp. 96-19).

백석윤 & 서점균(1997). 프로젝트형 과제를 통한 열린 수학 학습 지도 연구. 『진주교육대학교 초등교육연구』 제 7 집, pp. 57-67.

Bussis, A.M. & Chittenden, E.A.(1970). *Analysis of an Approach to Open Education*. Princeton, N.J.: Educational Teaching Service.

Gagné, R.M. & L.J. Briggs(1979). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt,

Reinhart and Winston.
Giaconia, R.M. & L.V. Hedges(1982). "Identifying features of effective open education.*Review of Educational Research.* Vol. 52. No. 4.
Illich, Ivan(1970). *Celebration of Awareness.* New York: Doubleday.
Sherman, V.S.(1970). *Two Contrasting Educational Models.* Menlo Park, C.A.: Stanford Research Institute.
Stephens, L.S.(1970). *Teacher's Guide to Open Education.* N.Y.: Holt, Rinehart & Winston, Inc.
Walberg, H.J. & S. C. Thomas(1972). "Open Education: Operational Definition and Validation in Great Britain and United States." *American Educational Research Journal.* Vol. 9.

A Structural Approach for the Construction of the Open Instructional Model in Mathematics

Suckyoon Paik

The purpose of this study is to construct the "open" instructional model that might be used properly in mathematics classroom. In this study, the core philosophy of "openness" in mathematics instruction is looked upon as the transference itself from pursuing simply strengthening the function of instruction such as effectiveness in the management of educational environment into the understanding of the nature of mathematics learning and the pursuing of true effectiveness in mathematics learning. It means, in other words, this study is going to accept the "openness" as functional readiness to open all the possibility among the conditions of educational environment for the purpose of realizing maximum learning effectiveness. With considering these concepts, this study regards open mathematics education as simply one section among the spectrum of mathematics education, thus could be included in the category of mathematics education. The model for open instruction in mathematics classroom, constructed in this study, has the following virtues: This model (1) suggests integrated view of open mathematics instruction that could adjust the individual and sporadic views recently constructed about open mathematics instruction; (2) could suggest structural approach for the construction of open mathematics instruction program; (3) could be used in other way as a method for evaluating open mathematics instruction program.