

직관과 구술반복을 활용한 공학교육 사례 연구

마정범[†]
동양미래대학교 기계공학부

A Case Study on Engineering Education using Intuition and Verbal Repetition

Jeong Beom Ma[†]
School of Mechanical Engineering, Dongyang Mirae University

ABSTRACT

Applying intuitive learning method on engineering education, especially for the mechanical engineering, is hardly found from the previous case studies and is not easily proved its beneficial verification. Verbal repetition is also rarely used to investigate its positive effects on educational methodology for both science and engineering disciplines. To prove the education effects of these two methods; we used intuitive thinking time period at the beginning of each lecture and let students repeat the concepts and the equations verbally. These two methods were related to the subjects of each lecture, and were used for students to try to draw engineering thinking from natural phenomena that they could easily experience in daily life. The methods could help them to memorize theoretical ideas. We investigated the effects of intuition and verbal repetition methods by comparing the scores of final exam with those of midterm exam. The results revealed significant improvement; 77.6% of the students achieved higher score in their final exam compared to midterm exam. We plan to investigate qualitative contributions of intuition and verbal repetition methods to the students' achievement for the further research.

Keywords: Intuition, Verbal repetition, Score Evaluation

1. 서 론

기계 관련 여러 교과 중 정역학은 공학을 전공하는 설계 엔지니어로서 반드시 숙지하여야 할 기본 역학 지식을 포함하고 있으며, 기초 수학 및 물리의 지식을 근간으로 재료역학과 기계요소설계 학과의 선수과목이다. 이러한 교과 과정의 순서에 있어 중요한 위치를 차지하고 있는 정역학과목을 기존의 단순한 이론의 전개와 수식 및 문제풀이를 중심으로 한 강의로 인해 학습자들의 흥미가 떨어지고, 후수과목 이수 어려움 겪게 되는 경우가 많다. 특히 전문대학 기계과 학습자의 경우 기초 과학 관련 교과 미이수와 수학 및 물리현상에 대한 이해가 부족한 것이 현실이며, 이런 학습자들의 특성을 고려하여 교과의 주제별 사례를 직관과 연상을 통해 교육하여 흥미를 유도하며 이론의 내용을 말로 표현하는 반복학습과 협동학습을 통해 초급 기술자로서의 역량을 제고할 필요가 있다. 이러한 교수법

의 적용을 위해 강좌별 도입부에 직관적 연상법을 적용하여 이해도를 증진시키고, 현상-수식-구술로 연결되는 역학적 표현력을 향상시키며, 자율적 프로젝트 수행으로 문제해결 능력제고 및 조직 내 구성원으로서의 역할을 이해시키는데 연구의 목적이 있다.

이론적 검토를 위하여 직관적 교수학습법의 대표적 학자인 페스탈로치와 브루너 교수법 자료를 참고하였으며, 그를 통해 경험, 직관, 시각화 모델 등을 활용하여 임의의 현상을 예측하는 방법을 적용하였다. 또한, 이론의 정의에서 나온 내용을 구술로 지속 반복하여 개념을 정리하고, 이를 수식으로 전개하는데 활용하였다. 이 두 가지 학습법을 이론과 수식 위주 강의의 도입부 및 각 이론 내용 전개 시에 적용하였다. 본 논문에서는 위에서 언급한 세 가지 연구방법 중, 강의 도입부에 직관을 활용한 연상기법을 적용해 보고(Intuitively initiated), 역학적 이론 전개 시 소개되는 내용과 수식을 구술로써 반복적으로 읽고 쓰게 하여(Verbally repeated) (IV교수법) 그 효과를 정량적으로 분석하여 보았다.

중간고사와 기말고사를 통해 새로이 적용된 교수법의 효과를

Received 9 April, 2013; Revised 1 July, 2013

Accepted 5 July, 2013

[†] Corresponding Author: jbmakr@dongyang.ac.kr

측정해 보았으며, 그 결과 77.6%의 학습자 성적이 중간고사 대비 향상되었음을 알 수 있었다. 또한, 이러한 성적향상은 각 점수대별로 고르게 나타났다.

II. 교수학습 모형 개발

직관을 이용한 교수법에 대한 연구는 기초 과학 분야의 물리와 수학, 유아교육분야, 경영 분야의 마케팅, 예술 분야의 디자인 등 다양한 분야에서 적용한 사례들을 볼 수 있다. 그러나 공학 분야에서의 직관을 이용한 교수법은 그 적용 사례가 극히 드물다(김태훈 외, 2005; 김지심 외, 2010). 연구에 따르면, 직관은 분명하고 완전한 정당화를 할 수 없는 대략적인 추측을 뜻하며, 과학적인 개념이나 해석과 반대되는 초보적이고 상식적이며 원시적인 형태의 지식을 뜻한다고 하였다. 또한, 수학적 사고는 엄밀성의 표본이며, 수학에서 직관은 오류의 원인으로 거부되어야 하는 것으로 여겨지며, 과학에서도 직관은 오개념의 원천이고 진정한 과학적인 노력으로부터 배제되어야 한다고 여겨지기도 한다(박민일, 2003).

이러한 직관에 대한 부정적인 면에도 불구하고 기초 과학 분야에서 - 기하교육, 음수이론, 다항함수의 미적분, 증명지도 등 - 직관을 이용한 교수법 적용 연구는 꾸준히 진행되고 있다(박민일, 2003; 박정혜, 2006; 이가영, 2002; 우은정, 2004; 조광희, 2002). 즉, 논리적인 근거를 바탕으로 정확한 답을 요구하는 수학, 과학, 공학 분야에서 이론 설명의 전체를 직관으로만 해결하고자 하는 것이 아니라 어떠한 이론적 결론에 도달하기 위해 시각적 형태를 보면서 경험적 공리를 바탕으로 한 연상을 시작하고, 연상 활동을 통해 발생하게 될 현상을 직관적으로 추측해 보면서 1차적인 개념을 이해하는 단계를 거치는 것이다. 물론, 이러한 훈련과정은 기초 과학 지식이나 다양한 경험을 가지고 있는 경우에 매우 효과적으로 적용될 수 있는 부분이다. 그러나 본 연구에서의 대상인 학습자의 경우 이에 부합되지 않은 것으로 보고 있으며, 직관적인 판단을 유도해 낼 수 있는 시각적인 예들을 학습자들이 실생활에서 거의 매일 경험하고 있는 사례를 중심으로 소개함으로써 새로운 학습 방법에 대한 거부감을 최소화하고자 하는 연구를 진행하였다.

공학 분야에서의 직관적 학습법을 이용한 교수법을 적용하기 위해 우선 직관교수법이 적용되어 그 연구결과가 많이 있는 수학 등의 분야에서 언급된 내용들을 살펴보았다. 이는 공학문제의 해결에 있어 수학은 필수불가결한 요소 중의 하나이기 때문이다. 공학적 개념을 수학적 도구를 통해 공학자가 필요로 하는 물리량을 수와 단위로 표시하여 그 정보를 상호간에 교환하는 과정이 공학을 전공하는 학습자들이 익혀야할 주요한 요소

들이기 때문이다. 본 연구의 연구 대상으로 하고자 하는 역학 과목에 적용할 방법론을 이끌어 내기 위해 조사한 내용을 정리하였으며, 정확한 답을 구하고 오차를 줄여야 하는 공학 전공 학습자들에게 본 교수법이 유용하게 적용되어 학습의 효과를 높이는데 활용되었으면 한다.

1. 이론적 고찰

가. 직관의 정의

여러 학자들의 직관에 대한 정의를 정리해 보면 다음과 같다(박민일, 2003; 박정혜, 2006; 이가영, 2002; 우은정, 2004; 조광희, 2002).

- ① R. Descartes: 직관을 절대적이고 확실한 진리의 최종적이며 믿을만한 근원
- ② H. Bergson: 현상의 본질에 도달하는 하나의 방법으로 정신적 전략의 하나
- ③ J. Brunner: 직관적 사고는 분석적인 지적 과정에 특별히 의존함이 없이 어떤 문제의 의미, 의의 또는 구조를 파악하는 행위
- ④ Schumarts: 이성적이고 계통적인 것에 반대하여 자발적이고 순간적으로 일어나는 매우 자주이긴 하지만 항상은 아닌, 갑작스러운 파악력의 정신적 능력
- ⑤ E. Fischbein: 인간에게 존재하는 일종의 본능적이고 자연스러운 믿음
- ⑥ Van Hiele: 가시적인 구조를 읽는 것, 선입견에 기초하여 어떤 결정을 내리는 것 등을 포함하여 추론적 사고와는 다른 모든 것

위에서 언급한 정의를 종합하여 본 연구에서 적용할 직관의 정의는 『주어진 문제를 논리적, 수학적, 물리적 이론을 적용하여 그 답을 구하기 전에 경험적 지식을 바탕으로 그 결과 현상을 예측할 수 있는 지각능력으로 정확한 이론 및 수식의 전개를 통해 반드시 결과를 확인해야하는 것』으로 하였다.

나. 관련 이론

1) 페스탈로치는 사물을 형태와 수에 의해 분류하고 언어에 의한 속성을 규정한 바 있다. 그의 이론을 본 연구에서는 실생활 현상을 파악하고 말로 표현한 결과를 수식으로 정리하도록 지도하는 교수법에 적용하고자 한다. 또한, 브루너는 발견을 하기 위한 일련의 행위로 직관을 정의하고 직관적 사고를 분석적 사고의 보완 수단으로 활용하고자 하였다. 그의 이론을 직관의 적용과 분석적 방법을 통한 입증적 교수법 적용에 활용하였다.

2) 분석적 접근에 대한 한계성을 극복하기 위해 직관을 활용한 이론적 내용을 살펴보았다. 유한한 경험의 직관을 통한 외삽적 수단으로 직관을 접목시키고 이를 통해 구체적인 것에 대한 한계성을 극복하는 동시에 경험을 통한 이해를 도모하고자 하였다. 또한, 직관의 통일성과 고착성 및 연계된 직관으로의 확장이 어려운 점에 대한 고려사항도 언급되었다. 이러한 내용을 분석하여 주제별 경험 치에 대한 직관적 이해 유도 및 흥미를 유발시키고 본 교수법에 대한 인지도 확산을 위한 일관되고 확장되지 않은(즉, 직관적 교수법을 강의 도입부에만 적용-1차적 직관교수법) 형태로 활용하였다. 직관 사고 능력의 향상을 위해 물체에 대한 그림을 제시하거나 현상을 볼 수 있는 동영상, 개념간의 관계를 나타내는 도해 등을 활용하였다.

3) 데카르트는 직관을 모든 지식의 진정한 근원이라 하였으며, 포앵카레는 과학과 수학의 진정한 창조적 활동에 직관은 반드시 필요하다고 하였다. 또한, 오개념을 통한 직관 체험도 좋은 교수법이라 소개된 바 있다. 이러한 내용을 적용하여 개념 전개의 도입부에 직관 활용 교수법을 적용함과 동시에 오개념을 적용한 인지 활동을 수행하였다.

2. 사례 고찰

공학 분야와 유사한 이과 계열에서의 직관 활용 교수법 적용 사례를 중심으로 살펴보았다. 박민일(2003)은 직관적 이해를 거쳐 미적분학의 공리를 이해하도록 하고, 적분 이론을 전개하기 위해 미분 이론에 대해 서술하였으며, 박정혜(2006)는 수학교육에서 수학적 사실이나 개념의 형식적 해석과 직관적 해석의 적절한 균형을 위한 교수전략으로 직관과 논리의 조화, 기능의 고착화 현상 극복, 유용한 직관 모델의 개발 등을 제시하였다. 이가영(2002)은 브루너, 페스탈로치의 직관교수법을 연구하고, 직관적인 증명법을 도입하여 중학교 학습자를 수준별로 나누어 접근한 실험을 수행한 바 있다. 연구 결과 일부 학습자들에게는 직관적인 증명방법을 통한 지도가 효과적인 반면, 수학교육에 흥미가 없는 학습자들이나 중간 수준의 학습자들에게는 큰 효과를 거두지 못하는 것으로 언급하였다. 우은정(2004)은 음수 지도에 직관적 방법을 활용하기 위해 여러 가지 모델을 개발한 바 있으며, 이러한 방법론은 수직선 등을 이용한 도해적 방법이였다. 조광희(2002)는 경험과 직관을 강조한 발문학습이 학습자와 교수자가 서로 정보를 공유하고 상호 제공함으로써 학습자들의 개인차를 극복하고 문제를 보다 쉽게 이해할 수 있어 수학에 대한 자신감을 가지고 수업에 적극적으로 참여하게 되며 학업 성취도면에서도 긍정적이라고 판단하였다. 김태훈 등(2005)은 공학설계능력을 구성하는 요소를 사회적 능력, 절차적 능력, 경

험, 지식, 시각화 능력, 사고력으로 구분하고 직관적 사고를 사고력 중의 한 요소라고 주장하였다. 김지심 등(2010)은 공학 계열 학습자들의 의사소통 능력에 있어 직관적이고 적극적인 학습자가 감각적이고 숙고형 학습자에 비해 낮은 수준의 의사소통 불안을 느낀다고 주장하였다.

3. 적용 교수법 요약

직관의 정의와 교수법에 적용을 위한 주의 사항, 연구 사례에서 나온 내용을 살펴보고, 본 연구에서 적용하고자 하는 교수법을 정리하면 다음과 같다(직관의 정의는 II-1-가 참조).

생활에서 쉽게 접할 수 있는 현상을 파악하고 말로 표현한 결과를 수식으로 정리하며, 직관적 교수법과 논리적 사고를 상호 보완하고자 한다. 주제별 경험 치에 대한 직관적 이해 유도 및 흥미를 유발시키도록 하며, 이를 위해 다양한 시각화 모델을 활용한다. 학기 중 일관되게 확장되지 않은 개념 하에 1차적 직관 교수법을 적용한다.

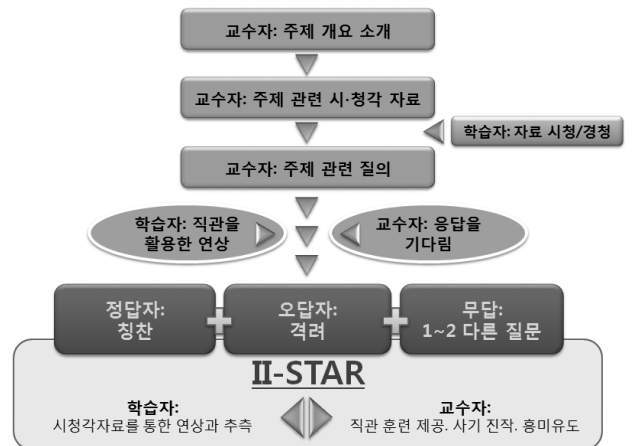


Fig. 1 Intuitive learning method I - Intuitively initiated

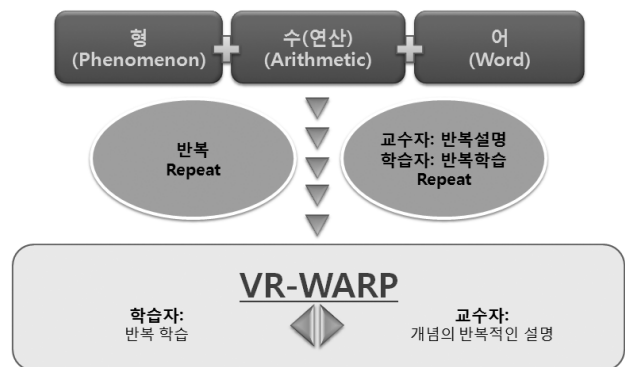


Fig. 2 Intuitive learning method II - Verbally repeated

Fig. 1에 직관을 활용한 교수법, Fig. 2에 반복구술화법을 활용한 교수법의 개념도를 나타내었으며, 각 방법론에 대해 교수자와 학습자의 역할과 방법론 적용 시에 상호활동의 전개 내용을 소개하였다.

4. 적용 내용

1학년 학습자 107명을 대상으로 1주일에 2시간의 이론 중심 강의를 시행하였다. 총 15주간 진행되었으며, 교재에서 제공되는 주제 영역별로 위에서 언급한 IV교수법을 적용하였다.

매 강의 첫 부분에 질문사항이 있는지를 확인하고 지난 강의에 대한 내용을 요약한 후 당일 학습할 내용에 대한 주요 내용을 간략히 설명한다. 본 주제에 들어가면서 교수자는 주제와 관련된 이미지, 동영상 자료 혹은 사례를 학습자에게 시청각적으로 확인할 수 있도록 제공한다. 이를 통해 학습자들은 학습할 내용에 대한 연상을 할 시간을 갖는다. 그 후 교수자는 학습자들에게 간단한 질문을 하고, 학습자는 이에 응답을 하는 형식으로 진행하였다. 강의 중 새로운 용어나 개념에 대해서는 그 정의를 반복하여 읽으며, 의미하는 바를 설명한다. 이와 관련된 수식이 나오게 되면 앞에서 확인한 개념의 정의를 다시 한 번 천천히 읽으면서 수식의 각 항과 정의에서 나오는 용어를 연결하여 학습자들에게 확인시켜 준다. 또한 학습자들로 하여금 따라 읽게 하는 기회도 부여하여 반복 구술학습이 될 수 있도록 지도하였다. Fig. 3에 강의에 활용한 이미지 사례를 나타내었다. 위의 그림은 동일한 형상과 재질 및 구속조건을 가진 외팔보의 끝단에 성인과 어린이가 있는 형상이다. 보이는 이미지를 통해 교수자는 학습자들에게 어떤 구조물이 더 많이 처지겠

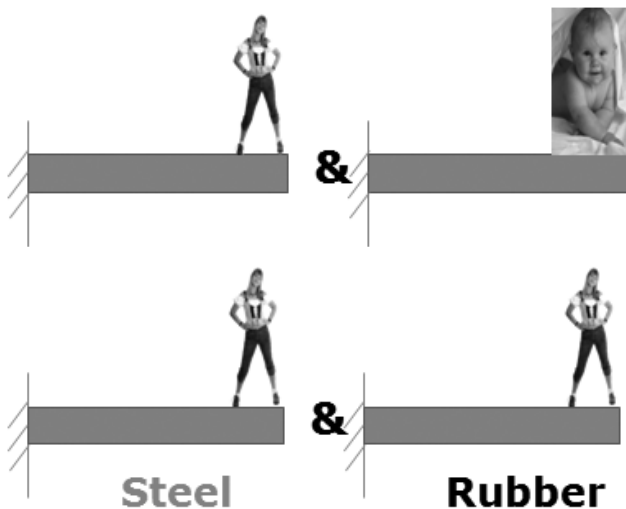


Fig. 3 Example images given in class for IV learning

는지를 질문하고 이에 학습자는 그들이 가지고 있는 경험적 지식을 통해 성인이 있는 구조물의 처짐이 많다고 답변을 하였다. 두 번째 그림의 경우 동일한 조건의 구조물에 재질이 상이한 경우에 대해 질문을 하여 학습자들이 고무재질의 구조물이 더 많이 처진다고 답변을 하였다. 이와 같이 이미 인지하고 있는 선형적 지식을 역학과 연관시켜 학습자들에게 어렵다는 느낌보다는 접하고 있는 현상을 학습하는 것이 역학임을 인지하도록 하였다.

III. 개발 교수법의 적용 결과

직관을 이용한 물리 현상의 연상, 반복적인 언어의 구사를 활용한 개념 정의와 수식의 이해를 접목한 교수학습 방법론의 적용 결과를 정규 시험인 중간고사와 기말고사의 성적분포 분석을 통해 정량적으로 파악해 보았다. 두 번의 시험문제에 대한 난이도를 유사한 수준으로 유지하기 위해 기말고사 출제 시점에서 전공분야 및 교수법 관련 교수들과의 협의를 거쳤다. 또한, 전 과정 중 학습자들이 숙지하여 익힐 필요성이 있는 내용을 중심으로 유사한 문제를 반복 출제함으로써 학습자로 하여금 반복 학습을 통한 주요 주제의 인지도를 높이도록 하였다.

1. 중간고사

새로이 개발된 교수학습 모델을 학기 초부터 중간고사 직전까지 매 강좌에 적용한 후 중간고사를 통해 그 성취도를 알아보았으며, 총 5개의 문항의 구성은 다음과 같다. ① 역학의 기초가 되는 단위 환산 문제, ② 벡터의 개념과 힘의 분산을 묻는 문제, ③ 일단고정지지보의 모멘트 계산 문제, ④ 외팔보에 자중을 고려한 분포하중 및 분포하중을 등가집중하중으로 변환하여 자유물체도를 그리고 구조물의 종류와 반력의 개념을 묻는 문제, ⑤ 구조해석과 관련하여 트러스 구조물의 안정성 점검 및 안정적 구조물로 변경하기 위한 개념적 설계 문제.

응시 인원 107명 가운데 27명의 학습자가 20점 이상을 획득하였으며, 51명의 학습자가 10점 이상 19점까지의 점수를 얻어 응시자 중 72.9%의 학습자가 10점 이상의 성적을 거두었다.

2. 기말고사

기말고사를 통해 한 학기 동안 배운 학습 효과를 종합적으로 평가해 보는 문제를 출제하였다. 1개의 문항에 총 7개의 세부 문항으로 구성하였으며, 분포하중을 받고 있는 양단 지지보에 대하여 ① 분포하중을 등가집중하중으로 계산하는 문제, ② 등가집중하중이 작용하게 되는 위치를 도심을 구하는 방법이 이

용하여 풀이하는 문제, ③ 분포하중과 등가집중하중을 이용한 자유물체도 작성 문제, ④ 지지점에서 지지구조물에 작용하는 반력 계산 문제, ⑤ 지지구조물의 반력 계산에 따른 설계 시 고려사항 문제, ⑥ 보의 기준 단면에 대한 단면 2차 모멘트 계산 문제, ⑦ 평행축 정리를 이용한 단면 2차 모멘트 계산 문제에 대한 질의를 하였다.

총 30점 만점의 시험 문제 가운데 20점 이상은 시험 응시 인원 107명 가운데 70명, 10점 이상 19점까지는 14명이었다. 즉, 전체 응시자 중 78.5%의 학습자가 10점 이상의 점수를 획득하였다.

1번과 2번의 등가집중하중 문제와 3번의 자유물체도 문제는 중간고사에서 많은 학습자들이 풀이에 어려움을 겪었던 문제들로 기말고사를 통해 학습자들에게 그 개념의 중요성을 다시 한번 강조하기 위해 다른 형태의 하중조건과 지지조건에 대해 답을 구하는 문제를 출제한 것이다. 또한 후수 과목인 재료역학에서 접하게 될 많은 문제들에서 동일한 개념을 이용하여 풀이를 하는 문제들이 많으므로 그 중요도는 매우 높다 하겠다.

IV. 정량적 결과에 따른 고찰

1. 중간고사 및 기말고사 성적 분포 비교

두 번의 정규 시험을 통해 IV교수법으로 학습한 학습자들의 성과를 정량적으로 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. 점수대를 1점에서 9점, 10점에서 19점, 20점 이상의 3개의 영역으로 구분하여 분석하였다. 표에서의 S1, S2, S3는 중간고사의 점수대를 나타낸 것이다.

표에서 확인할 수 있는 바와 같이 9점 이하의 하위권 학습자는 29명에서 23명으로 5.6% 소폭 감소하였다. 또한 중간 점수대인 10~19점 사이의 학습자가 대폭 감소하였으며, 20점 이상의 학습자는 43명 증가하였다. 중간고사에서 S2 영역에 속했던 학습자들이 기말고사에서 상당수 20점 이상의 성적(S3)을 득한 것으로 나타났으며, 10점 이상의 점수를 얻은 학습자 수는 중간고사 78명에서 기말고사 84명으로 증가하였다. 성적 점수

Table 1 Number of students according to the three score bands for mid term and final exam

점수대	중간고사		기말고사	
	n	%	n	%
1~9점(S1)	29	27.1	23	21.5
10~19점(S2)	51	47.7	14	13.1
20점 이상(S3)	27	25.2	70	65.4
계	107	100	107	100

대별 분포를 보아 하위권에 속한 학습자의 수는 줄어든 반면 중상위권의 학습자의 수가 증가하였음을 알 수 있었다.

2. 성적의 변화에 따른 비교

107명이 응시한 중간고사의 평균 점수는 13.92(SD = 7.29)점으로 30점 만점을 기준으로 할 때 46.4%에 해당하여 매우 낮게 나타났다. 기말고사에서는 동일한 수의 학습자가 응시하여 평균점수가 20.75(SD = 10.27)점으로 만점 대비 69.2%로 나타나 중간고사에 비해 많은 향상이 있었음을 알 수 있었다. 두 시험 간의 평균점수 차는 6.83점이었다. Table 1에서 살펴본 바와 같이 10점 이상 득점한 학생의 수는 기말고사에서 6명 증가하는데 그쳤으나, 20점 이상 획득한 학습자가 43명 증가함에 따라 전체적인 평균점수의 향상에 미치는 영향이 컸던 것으로 보인다.

학습자의 성적 향상도를 1점 이상 9점 향상(B1), 10점 이상 19점 향상(B2), 20점 이상 향상(B3) 및 향상정도가 없거나 하락(B0)한 4개의 집단으로 분류하여 분석해 보았다. 성적의 변동이 없었던 4명의 학습자는 중간고사에서 S1과 S2에 있었던 각 2명의 학습자였다. 20명의 학습자가 성적 하락(-1점에서 -9점)하였으며, 이들 응시자의 중간고사 성적은 S3에 2명, S2에 7명, S1에 11명이었다.

성적의 변화가 없거나 하락한 24명을 제외하면 Table 2에 나타난 바와 같이 전체 응시자 107명 가운데 단 1점이라도 성적이 오른 응시자는 모두 83명이었으며, 77.6%에 달하는 수치였다. B1에 47명, B2에 31명, B3에 5명이었다.

중간고사에서 S3에 해당되었던 27명의 학습자 중 성적이 떨어진 2명을 제외한 25명이 B1에 해당되었다. 또한, 51명의 S2 해당 학습자 중 15명이, 29명의 S1 해당 학습자 중 7명의 학습자가 B1 향상 폭에 해당되었다. B2에 해당하는 학습자를 중간고사 점수대로부터 파악해 본 결과 S2에서 26명, S1에서 5명이었다. 마지막으로 B3에 해당하는 학습자는 S2에서 1명, S1에서 4명이었다.

Table 2 Number of students according to the three score change bands between mid term and final exam

점수 향상폭	학습자 수	
	n	%
1~9점(B1)	47	43.9
10~19점(B2)	31	29.0
20점 이상(B3)	5	4.7
계	83	77.6

Note: exclude 24 students-no change or decreased score.

Table 3 Number of increased-score students according to their mid-term exam score

중간고사	향상 폭	1~9점 (B1)	10~19점 (B2)	20점 이상 (B3)	계
1~9점(S1)		7	5	4	16
10~19점(S2)		15	26	1	42
20점 이상(S3)		25	0	0	25
계		47	31	5	83

위의 결과를 보면 S1에 속했던 29명의 학습자 중 55.2%에 해당하는 16명의 학습자의 성적이 향상되었으며, 점수의 향상 폭도 각 점수대 별로 고르게 분포하고 있음을 알 수 있다. S2 영역의 경우 82.4% (42/51)의 학습자가 성적이 향상되어 중간고사 대비 학습자 전체의 평균성적을 향상시키는데 많은 영향을 미쳤다고 하겠다. S3 영역의 학습자들도 92.6% (25/27)의 학습자가 1점 이상의 성적이 올랐다. 위 결과를 통해 본 교수학습법을 통한 학습자들의 성적향상의 정도가 중간고사의 각 점수영역에 대해 고른 향상 분포를 보이는 것을 알 수 있다.

3. 교수법 적용에 따른 성적 변화의 유의성 검증

한 학기에 걸쳐 IV교수법을 107명의 학습자를 대상으로 적용하고 그 효과를 확인하기 위하여 중간고사와 기말고사의 성적을 비교하여 그 향상도에 대한 유의성을 검증하였다. 그 결과를 정리하면 Table 4와 같다. 각 30점 만점의 시험에서 중간고사 평균은 13.92 (SD=7.29)점, 기말고사 평균은 20.75 (SD=10.27) 점이었으며, 두 점수의 평균 차이를 검증한 대응표본 t-검정(paired t-test) 결과 $t(106) = 9.25, p < .001$ 로 통계적으로 유의함을 알 수 있었다. 즉, 8주차 중간고사에 비해 15주차 기말고사의 점수가 유의하게 향상되었음을 알 수 있었다.

4. 교수법 적용 결과에 대한 고찰

두 번의 정규 시험을 통해 정량적인 효과를 비교한 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

중간고사와 기말고사를 비교하였을 때 각 시험에서 10점 이상의 성적을 획득한 학습자의 비중은 각각 72.9%와 78.5%로 유사한 수준에서 증가하였다. 그러나 응시 인원 대비 점수대별

Table 4 Average scores and standard deviation at mid-term and final exam with t-value

	M (SD)	t
중간고사	13.92 (7.29)	$t(106) = 9.25$ $p < 0.001$
기말고사	20.75 (10.27)	

학습자의 비중을 확인한 결과 S3 영역 학습자가 중간고사의 25.2%에서 기말고사의 65.4%로 증가하였고, S2 영역에서는 47.7%를 차지한 중간고사에서 13.1%의 기말고사로 많은 감소를 보였다. 또한, 전체적으로 77.6%의 학습자 성적이 향상한 점으로 보아 IV교수법의 효과는 분명히 있는 것으로 판단된다.

학습자의 성적 향상 분포가 B3, B2, B1에 고르게 분포하고 있음을 확인하였다. 어려운 이론은 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 실 사례를 중심으로 발생하는 현상을 직관을 통해 예측해 보고 그 예측한 결과를 이론을 통해 말로써 반복적으로 익힌 수식으로 전개한 효과가 학습자의 학업 능력별로 고르게 나타난 것으로 보인다.

한 가지 주목할 것은 중간고사 대비 성적이 떨어진 학습자들이다. 20점 이상의 고득점자의 경우 답안을 작성하는 가운데 작은 실수에 의해 채점 과정에서 1~2점의 차이가 날 수도 있는 점을 감안하면 중간고사 고득점자의 기말고사 1점 하락은 그 영향이 아주 미미하다 할 수 있다. 그러나 S2영역 및 S1영역에 속했던 18명(5.9%)의 경우는 본 IV교수법의 긍정적인 측면이 외에 부정적인 측면도 있음을 시사한다.

V. 결론 및 제언

교수법 적용의 초기에 학습자들의 적응 기간이 다소 필요했던 것이 중간고사의 성적분석을 통해 알 수 있었으며, 지속적인 교수법의 적용으로 인해 교과 내용의 흐름을 파악하고 적용하는 단계를 잘 익혀가고 있음을 기말고사의 점수 분석으로 확인할 수 있었다. 즉, 기초 개념의 확립 기간을 거치면서 익힌 내용을 기반으로 중간고사 이후 응용부분이 많은 내용을 잘 이해하고 적용할 소양을 갖추고 있다고 파악되었다. 또한 기말고사 출제 과정에서 학과 교수 및 교수법 관련 교수들과의 논의를 통해 출제 문제의 난이도 분석과 적용 교수법의 성과를 확인하기 위한 과정을 거쳐 출제하므로써 정량적 평가를 통해 효과를 검증하는 과정에서 고려해야할 요소들에 대한 검증을 거쳤다.

본 교수법을 적용하여 수행한 연구를 통해 정량적으로 확인할 수 있었던 내용 중 중요한 것은 중간고사 대비 기말고사의 성적 향상률이었다. 전체 인원의 77%가 넘는 학습자의 성적이 향상되었으며, 이는 학기 초 새로운 교수법에 대한 익숙하지 않음이 시간이 지나면서 친근해지고 학습자 나름대로 학습 방법을 터득하게 된 것으로 판단된다. 또한 더욱 바람직한 현상은 성적의 향상이 어느 특정한 점수대의 학습자들에게 한정된 것이 아니고, 전체 점수대에 있는 학습자들이 조금이나마 고르게 향상되었다는 점이다. 한 가지 간과할 수 없는 것은 성적이 떨어진 학습자도 있다는 것이다. 이는 적용 교수법의 장점도 있는 반면

개선할 점도 분명히 있다는 것을 시사한다. 특히 중간고사 S1 영역에 해당하는 학습자들 중 성적이 하락한 학습자가 다소 있었던 것은 익숙하지 않은 교육 방법에 대한 거부감과 함께 새로운 것을 익히기를 주저하는 학습태도가 원인일 수도 있다. 반면 교수자 입장에서 해석해 본다면 좀 더 많은 학습자가 공감할 수 있고, 활용할 수 있는 수정되고 개편된 교수학습법이 필요하며, 이를 해결하는 방안은 여러 가지가 있을 것으로 판단된다. 하지만, 그것은 본 연구의 의도와 부합되지 않는 부분이 있으므로 본 논문에서는 향후의 과제로 남겨두겠다.

본 교수법의 또 다른 한 측면은 언어를 정확하게 사용하여 주어진 물리적 개념과 정의를 반복적으로 사용하고 그를 활용하여 학습 내용을 익혀 문제풀이, 과제 작성 등에 접목시키는 것이다. 이 부분에 대한 학습효과를 정규 시험과 같이 정량적인 평가를 통한 학습법 적용 효과를 숫자로 표현하는 것은 쉽지 않다. 그래서 본 교수법에서는 페스탈로치의 교수법과 집단학습법 중의 하나인 집단탐구 학습법을 접목하여 현상을 말로 반복적으로 표현하고 그것을 수식으로 표현하는 방법을 터득하게 하고, 이를 보고서를 작성할 때 활용하도록 지도하였다. 대부분의 학습자가 이를 따라 보고서 및 발표자료를 작성하고 말로 표현하고자 노력하였으며, 발표 시간을 통해 그를 확인할 수 있었다. 그 결과는 진행 중인 연구 논문에서 언급할 예정이다.

새로이 적용되는 모든 것은 한 번에 완벽한 만족도를 가질 수는 없다. 본 연구에 사용한 IV교수법 또한 그러하다고 보고 있다. 위에서도 언급했듯이 장점과 함께 단점도 나타났다. 이러한 점들을 개선하기 위하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

모바일 시대에 맞는 다양한 디지털 콘텐츠를 활용한 교수법도 좋은 보완 요소가 될 것으로 생각된다. 물론 본 연구에서도 이와 같은 교보재를 사용하였으나 나날이 새로운 콘텐츠들이 생산되고 있는 현실을 적극적으로 반영한 강의와 교수법의 연구가 필요하다고 판단된다. 학습자의 절반이상이 보유하고 있는 스마트폰과 같은 좋은 디지털 기기를 활용할 수 있는 방법 또한 교수법 측면에서 연구해 볼 여지가 충분히 있다고 판단된다. 이러한 연구를 통해 교수자와 학습자간의 교류를 좀 더 확대할 수 있고, 그를 통해 강의 외 시간에도 학습과 관련된 상담을 할 수 있는 기회가 마련될 것으로 예상된다.

구술교육은 연구가 많이 진행되나 있지만, 공학이나 과학과 같은 학문과의 융합된 실험이나 연구가 다소 미진하다는 점이 아쉬움으로 남는다. 학습을 하는데 있어 반복만큼 좋은 수단은 없다고 생각한다. 여기에 어려운 개념을 수식보다는 쉬운 언어로 정확하게 표현하는 구술 훈련을 통해 개념을 이해하고 그 다음 단계로 나갈 수 있는 방법을 연구한다면 학습자들이 더 나은 효과를 거두게 하는데 도움이 될 것이다. 역학에서 접하는 식은 'F=ma'라는 식에서 출발한다. 그 식을 위에서 언급했던 방식으로 지도하고 그 효과를 검증할 수 있는 방안을 찾아보는 것도 좋은 연구 주제가 될 것이다.

참고문헌

1. 박민일(2003). **직관적 방법에 의한 다항함수 미적분 교재 구성**. 아주대학교 석사학위논문.
2. 박정혜(2006). **수학문제 해결에서 직관적 사고의 분석**. 경희대학교 석사학위논문.
3. 이가영(2002). **중학교 수학에서 직관적 방법을 통한 증명 지도에 관한 연구**. 단국대학교 석사학위논문.
4. 우은정(2004). **정수계산의 직관적 모델 연구**. 성균관대학교 석사학위논문.
5. 조광희(2002). **경험이나 직관을 강조한 발문학습이 수학 학습 태도 및 학업성취도에 미치는 영향**. 공주대학교 석사학위논문.
6. 김태훈·이소이·노태천(2005). **공학설계능력의 평가 요소 구명**. **공학교육연구**, 8(3): 49-56
7. 김지심·최금진·이종연(2010). **공과대학생의 학습양식에 따른 의사소통 불안의식 분석 연구**. **공학교육연구**, 13(6): 3-13



마정범(Jeong Beom Ma)

한양대학교 기계공학과 학사
 한양대학교 정밀기계공학과 석사
 미국 텍사스주립대학교 항공공학과 석사
 미국 노스캐롤라이나주립대학교 기계공학과 박사
 현재: 동양미래대학교 조교수

관심분야: 교수법 개발, 공학인증

Phone: 02-2610-5157

Fax: 02-2610-1852

E-mail: jbmakr@dongyang.ac.kr