

## 공학교육에 있어 직관 연상과 집단학습을 통한 효능감 향상 사례 연구<sup>§</sup>

마 정 범<sup>\*†</sup> · 김 종 현<sup>\*\*</sup>

\* 동양미래대학교 기계공학부, \*\* 구미대학교 글로벌관광복지계열 영어전공

### Improvement of Efficacy by Applying Intuitive Learning and Group Investigation Methods on Engineering Education

Jeong Beom Ma<sup>\*†</sup> and Jong Hyun Kim<sup>\*\*</sup>

\* School of Mechanical Engineering, Dongyang Mirae Univ.,

\*\* Major in English, Gumi Univ.

(Received February 12, 2014 ; Revised March 27, 2014 ; Accepted March 27, 2014)

**Key Words:** Intuitive Learning(직관 학습), Verbal Repetition(구술 반복), Group Investigation(집단탐구모형)

**초록:** 공학교육의 도입부에 직관을 활용하여 학습자의 흥미를 유발하고, 단순한 수식의 전개와 그를 활용한 문제풀이 중심 교육에서 벗어나 개념의 내용을 반복적으로 구술하고 수식을 유도하는 과정에 물리적 개념을 적용하여 쓰게 함으로써 전문대학 학습자의 학습효과를 증진시키는 방안을 모색하였다. 또한, 프로젝트 수행에 있어 학습자 스스로 주제를 선정하고 학습한 내용을 적용하여 일정에 맞추어 보고서를 제출하고 교수자는 각 모둠별로 우수한 보고서를 선택하였다. 각 모둠의 모둠원은 역할 분담을 통해 우수 보고서에 대해 발표하는 과정을 거치면서 조직원으로서의 역할을 익히도록 하였다. 이를 통해 학습자의 성적이 향상되고 일상생활에서 경험하게 되는 물리현상을 역학과 연계할 수 있게 하며, 초급설계자로서의 역량을 제고하고자 하였다.

**Abstract:** Intuitive learning method was applied at the beginning of each lecture to induce students to draw their interests. Avoiding simple explanation of equations and problem solving by using them, we repeated theoretical concepts verbally and applied physical meanings when we developed and wrote equations. By these methods we expected to find a way to increase students' learning effects. We also took a group investigation on pursuing term projects. Students choose their own subjects individually and submitted reports according to the time schedule. The reports included the contents that they learned during classes. After choosing best reports for each group by instructor, students at each group divided roles and prepared presentations. Thorough these methods they increased their scores from mid-term to final exams, and got acquainted with responsibilities among group and organizations. They also experienced physical meanings from the usual daily life phenomena which could be connected to the engineering concepts and improved abilities as junior engineers.

### 1. 서 론

이공계 교과 특히 기계공학분야에 있어 직관을 활용한 교육은 적용사례가 극히 드물며, 이는 기계공학에서의 교육 내용이 그 결과를 응용하는데 있어 정확한 수치에 입각한 답을 요구하고, 그 답을 활용해 필요한 기구 또는 시스템을 설계하기 때문이라 하겠다. 직관을 이용한 교수법의 적용에 있어 답을 구하는데 그를 활용하는 것이 아니라 강의의 도입부에 해당 강좌의 주제영역에 대해 학습자의 호기심을

§ 이 논문은 대한기계학회 2013년도 교육부문 춘계학술대회(2013. 6. 27-28., 건국대) 발표내용을 토대로 한 논문임.

† Corresponding Author, jbmakr@dongyang.ac.kr

© 2014 The Korean Society of Mechanical Engineers

유발하여 흥미를 가지고 이론에 접근하는 방법으로써 직관의 활용 방법을 모색해 보았다. 주제와 관련된 이미지 혹은 동영상 등을 통해 학습자 스스로 발생하게 될 현상에 대해 연상을 하게 하고 그러한 상황에서 주제와 관련된 이론을 전개함으로써 도입과정 없이 진행되는 강좌에서의 이해도 감소를 최소화하고자 하였다. 또한, 이론을 전개함에 있어 개념 정의, 수식 설명, 수식을 적용한 문제풀이의 전통적인 방법이 아니라 주제와 관련된 일상생활에서의 현상과 직관을 통해 연상한 개념을 연결시켜 이론을 접목하고, 그 내용을 수식으로 전개함에 있어 영문으로 표기된 알파벳을 단순히 쓰는 것이 아니라 각 문자가 의미하고 있는 물리적 뜻을 말로써 반복적으로 구술하며 쓰게 하여 학습자로 하여금 단순한 수식의 암기가 아닌 자연스러운 구술표현의 기술을 할 수 있게끔 유도하였다.<sup>(9)</sup> 이렇게 전개된 교수법의 효과를 협동학습을 통해 파악해보았다. 중간고사를 통해 우수한 성적을 보인 학습자를 모듬의 장으로 교수자가 선발하고 모듬장이 모듬원을 자율적으로 구성하며, 각 모듬원은 개인별로 학과 내용과 관련된 일상생활에서 접할 수 있는 주제를 선정하여 보고서를 작성하였다. 모듬별로 선정된 우수한 보고서를 기준으로 각 모듬이 역할 분담을 통해 발표활동을 하였으며, 이를 통해 교수법의 적용 전후의 효과가 나타났음을 파악하였다. 이러한 교수법의 적용 결과를 학습자의 만족도 조사를 통해 파악해 보았으며 응답자의 80% 이상이 ‘보통이다’ 이상의 긍정적 의사를 표시하였다.

## 2. 적용교수법

### 2.1 IV(Intuitively initiated and Verbally repeated)교수법

학습자의 직관을 활용한 교수법 적용 사례는 이공계의 경우 기초 과학 분야인 수학과 물리 교과에서 찾아볼 수 있으며, 그 외에 유아교육, 경영 분야의 마케팅 등 다양한 분야에서 찾을 수 있다. 이러한 사례들과는 달리 공학분야에서의 직관을 활용한 교수법은 그 적용사례가 극히 드물다.<sup>(1)</sup> 일반적으로 직관은 분명하고 완전하지만 정당화할 수 없는 계략적인 추측을 뜻하며, 과학적 개념이나 해석과 상반되는 초보적이고 원시적인 형태의 지식을 뜻한다. 특히, 수학에서의 직관은 오류의 원인으로 거부되어야 할 것으로 여겨지고, 과학에 있어서의 직관 역시 오개념의 원천으로 과학적 연구로부터 배제되어야 한다고 여겨지고 있다.<sup>(2)</sup> 언급된 바와 같이 직관에 대한 부정적인 측면에도 불구하고 기하교육, 음수이론, 다항함수의 미분과 적분 등 기초 과학 분야에서 직관을 활용한 교수법 적용 연구는 꾸준히 진행되고 있다.<sup>(2-5)</sup> 이론 전체를 직관으로만 해결하는 것이 아니라 이론적 결론에 이르기 위해 시각적 형태를 살펴보고, 경험적 공리를 바탕으로 한 연상을 하며, 연상활동을 통해 발생할 현상을 직관적으로 추측해 보면서 1 차적인 개념을 이해하는 단계를 거치는 것이다. 이러한 과정은 기초 과학 지식, 경험이 풍부한 경우 효과적으로 적용될 수 있으나, 본 연구의 대상 학습자의 경우 이에 부합되지 않은 것으로 판단하여 직관적 판단을 유도해 낼 수 있는 시각적 예들을 학습자들이 실생활에서 경험하고 있는 사례를 중심으로 소개하여 새로운 학습법에 대한 거부감을 줄이는 방향으로 전개하였다.<sup>(9)</sup>

연상을 통한 학습자의 호기심이 생긴 가운데 주제별 이론을 전개함에 있어 개념의 내용과 정의를 구술로써 반복적으로 읽게 하고, 읽으면서 관련된 수식을 쓰도록 하였다. 이러한 학습의 효과는 발문학습을 통한 교수법의 적용에서 그 사례를 찾아볼 수 있었다.<sup>(6)</sup> 수식을 쓰는 가운데에서도 대개의 경우 알파벳으로 되어 있는 수식의 각 문자를 영문 그대로 읽는 것이 아니라, 각 항이 의미하는 물리적 개념을 구술로 표현하며 기호와 함께 쓰도록 하여 직관을 통한 연상 내용과 구술의 반복이 자연스럽게 연결되도록 유도하였다.<sup>(9)</sup>

### 2.2 AGI(Autonomously Grouped Investigation)교수법

협동학습을 통한 학습 효과의 향상에 관련된 연구는 인문, 사회, 이학계열 등에서 많이 찾아볼 수 있으며, 다양한 방법론에 대한 이론도 많이 소개된 바 있다.<sup>(7-8)</sup> 협동학습이란 학습자들이 소집단을 구성하여 개인의 책무성을 지니고 서로 상호의존하면서 공동의 목표를 달성한 후 목표 달성의 양과 질에 적절한 보상을 받는 학습구조라 정의할 수 있다.<sup>(8)</sup> 협동학습은 서로 의지하며 도움을 주고 받는 긍정적 상호의존성, 각 자의 역할과 책임을 다하는 개인적 책무성, 모듬원들의 동등하고 동시다발적인 참여성을 기본원리로 하고 있다. 이러한 이론적 배경을 근간으로 본 연구에서는 협동학습의 모델로 집단탐구모형을

채택하였다.

과제의 주제는 모듈별로 선정하는 것이 아니라 모듈원 스스로 자율적이면서도 개별적으로 선정하여 보고서를 제출한다. 제출된 보고서에 대해 교수자가 평가를 실시하고 모듈별 최우수 보고 내용을 각 모듈의 대표 주제로 선정하여 모듈장에게 통보한다. 각 모듈은 발표를 위해 토의를 거쳐 각 모듈원이 해야 할 역할을 정하고, 각 모듈은 전체 학습자 및 교수자를 대상으로 결과를 발표한다. 학습자에 대한 평가는 학습자간 동료 평가는 실시하지 않고 교수자만 정성적으로 평가한 후 정량적 점수를 모듈원에게 부여하였다. 협동학습의 최종 평가는 개인 보고서에 대한 평가와 모듈에 대한 집단평가를 병행하였다.

이 교수법의 특징은 모듈원별로 과제를 분담하는 작업분담구조이면서, 각 모듈에서는 공동으로 학습하며 활동하는 공동작업구조이다. 보고서에 대한 개별보상과 모듈별 발표에 대한 집단보상을 병행하여 각 학습자가 일관되게 최선을 다하도록 유도하였다. 학습할 과제의 선정에서 학습계획, 모듈의 조직, 모듈원별 과제 수행, 선정된 모듈별 발표 주제에 대해 모듈원별 역할 분담 및 보고에 이르기까지 학습자 스스로의 자발적인 협동과 논의로 학습이 진행되는 개방적인 협동학습 모형이다.

### 2.3 학습자 요구도 분석

학습자를 대상으로 교수법 적용 교과인 정역학과목 수강에 앞서 요구사항을 분석하였다. 설문 실시 전 정역학과 관련된 개략적인 내용을 설명하였으며, 총 5 개 영역(기초지식 적용, 공학문제 인식, 팀워크, 의사전달 능력, 시사역학 지식)에서 각 부문별로 동일하게 3 개 문항(정역학의 개념과 내용 이해도, 정역학 수강의 목적과 응용분야, 공학문제 혹은 설계에 적용되는 도구로써의 정역학의 중요성)에 대해 질의하였으며, 총 92 명의 학습자가 설문에 응하였다. 설문 응답의 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 학습자들이 배우게 될 역학적 지식이 설계로 연계되는 관계에 있음을 강조한 교수법
- ② 역학에 대한 부정적인 사고를 지양하는 방향으로 지도할 수 있는 교수법
- ③ 팀워크를 통해 문제를 인식하고 해결하는 방안을 찾을 기회를 줄 수 있는 교수법
- ④ 역학적 내용과 설계를 연계하는 방법으로써 의사전달 능력을 제고할 수 있는 교수법
- ⑤ 직관과 연상에 의한 학습을 통해 시사적인 지식을 제고할 수 있는 교수법

분석된 내용을 앞서 검토한 직관활용, 구술의 반복 적용, 협동학습의 방법론과 접목하여 IVAL(Intuitively initiated-Verbally repeated-Autonomously grouped investigation Learning)교수법의 모델을 구성하였고, 그 개념도를 Fig. 1 에 나타내었다.



Fig. 1 Schematic diagram of IVAL learning method

### 3. 교수법 적용 결과

이미지, 동영상, 일상생활에서의 경험에 기반한직관활용 연상기법의 적용, 언어의 반복적인 구사를 통한 개념의 정의와 수식의 이해 및 집단탐구활동을 통한 동료 간의 협동학습을 적용한 교수법 모델 (IVAL)을 기계과 1 학년 학습자를 대상으로 실시한 결과를 성적향상도, 학기말 프로젝트 결과 및 효능감에 따라 결과를 분석하였다.

#### 3.1 정규시험결과<sup>9)</sup>

학기 중 개발된 교수법을 매 강좌 적용하고 핵심 내용 위주로 중간고사와 기말고사를 출제하였다. 두 시험 간의 난이도를 유사하게 하기 위해 기말고사 출제 시점에 관련 전공교수와 교수법 전문교수와의 협의를 거쳐 중간고사와의 난이도를 동일하게 할 수 있도록 조정하였으며, 교과 과정 중 학습자들이 반드시 숙지해야 할 주제를 중심으로 유사한 형태의 문제를 출제하여 학습자들이 반복학습을 통해 주요 영역에 대한 인지도를 제고토록 하였다.

총 5 개 문항으로 구성된 중간고사(30 점 만점)에서는 단위환산, 벡터를 활용한 힘의 분산, 모멘트 계산, 분포하중과 등가집중하중을 적용한 자유물체도 도해 및 그를 활용한 구조물의 반력 계산, 구조물의 안정성 판단 여부를 물었으며, 총 107 명의 응시인원(2 개반) 가운데 27 명의 학습자가 20 점이상, 51 명의 학습자가 10 점이상 19 점의 성적을 거두었다.

기말고사에서는 분포하중을 받고 있는 양단 지지보에 대하여 등가집중하중의 계산 및 도심의 계산을 통한 하중의 작용 위치, 자유물체도의 작성, 지지점에서의 반력 계산, 반력에 따른 설계 고려 사항, 보의 기준단면에 대한 단면 2 차 모멘트 계산, 평행축 정리를 묻는 문제를 출제하였다. 등가집중하중과 자유물체도 작성은 중간고사에서 학습자들이 어려움을 겪었던 부분으로 이와 유사한 문제를 기말고사에 출제하여 정역학 학습에 있어 꼭 숙지하여야 할 부분에 대해 인지하도록 하였다. 즉, 중간고사에서는 외팔보에 집중하중이 작용할 때 보의 자중을 고려한 경우와 그렇지 않은 경우에 대해 자유물체도를 그리게 하였으며, 기말고사에서는 위에서 언급한 바와 같이 양단 지지보에 균일 및 점변분포하중이 동시에 작용하는 경우에 대해 자유물체도를 그리게 하였다. 시험 결과 107 명 가운데 70 명이 20 점이상, 14 명이 10 점이상 19 점의 성적을 거두었다. 중간 점수대의 학습자의 상당수가 20 점 이상의 고득점 영역으로 성적이 향상되었음을 알 수 있었다. 중간고사 대비 성적이 1 점이라도 향상된 학습자(83 명)들의 성적 향상을 분석한 결과를 Table 1 에 나타내었으며, 성적의 향상이 중간고사의 전 점수대에서 고르게 향상되었음을 알 수 있었다.<sup>9)</sup>

학습자의 성적 향상도에 따른 유의성 검증을 실시하였다. 각 30 점 만점의 시험에서 중간고사 평균은 13.92 (SD=7.29)점, 기말고사 평균은 20.75 (SD=10.27)점이었다. 두 점수의 평균 차이를 검증한 대응표본 t-검정(paired t-test)결과  $t(106)=9.25$ ,  $p<0.001$  로 나타나 통계적으로 유의함을 알 수 있었다. 즉, 중간고사 대비 기말고사의 점수가 유의하게 향상되었음을 알 수 있었다.<sup>9)</sup>

#### 3.2 모듈 탐구학습-협동학습 결과

중간고사 이후 제출된 프로젝트 계획서를 검토한 결과 교과에서 배우고 있는 주제를 영역별로 비교적 고르게 자율적으로 선택한 것으로 나타났다. 주제영역은 뉴턴의 법칙(16.7%), 모멘트(20.3%), 트러스(20.3%), 벡터(16.7%), 자유물체도(11.1%), 힘의 분산(13%), 지지점(1.9%) 등이었으며, 모멘트와 트러스 주제를 다수의 학습자들이 선택하였다. 모멘트의 경우 강의실에서 매일 접하게 되는 출입문을 예로써 강의 시간에 언급한 것이 그 원인으로 파악되었다. 트러스의 경우는 중간고사를 통해 안정적인 구조물을 판단하는 방법과 개념적이기는 하나, 설계에 대한 초급 지식에 대해 인지시킨 것이 학습자의 호기심을 유발시킨 것으로 판단된다.

주제 영역별, 개인별 자료조사를 통해 물리적 현상을 설명할 수 있는 아이টে임을 발굴하고 그 아이টে임에 강의 시간에 숙지한 내용을 적용하여 현상을 설명하고 이론식을 써서 풀이하여 보고서를 제출하였다. 검토된 보고서의 주요 절차는 ‘주제선정→도식적 표현→직관을 통한 현상의 서술→이론의 적용→풀이’의 형식을 갖추고 있었다. 대부분의 보고서 내용이 위의 절차에 입각하여 잘 구성되었으며, 주제의 난

**Table 1** Number of students who increase scores from mid-term to final exam according to the three increased score bands (%: rate by total number of students-107)

중간고사 \ 향상 폭	1~9 점	10~19 점	20 점 이상	계
1~9 점	7	5	4	16
10~19 점	15	26	1	42
20 점 이상	25	0	0	25
계	47	31	5	83
비율(%)	43.9	29.0	4.7	77.6

**Table 2** Positive answer rate of each question on survey at the end of semester (%)

중간고사 \ 향상 폭	1~9 점	10~19 점	20 점 이상	계
1~9 점	7	5	4	16
10~19 점	15	26	1	42
20 점 이상	25	0	0	25
계	47	31	5	83
비율(%)	43.9	29.0	4.7	77.6

이도나 풀이의 정성도 측면에서는 차이가 있었지만, 교수자가 의도하는 바를 잘 따르고 있었음을 알 수 있었다. 모둠원별 보고서에 대한 정성적인 평가를 거친 후 정량화한 점수를 기준으로 선정된 모둠별 우수 보고서에 대해 모둠원 별 역할을 분담하여 발표를 통해 평가를 실시하였다. 개인 보고서와는 달리 발표평가 시에는 우수한 모둠과 그렇지 못한 모둠의 차이가 다소 있었다. 예를 들면, 발표자로 작성 능력이 부족한 점, 발표 기술이 미숙한 점, 보고서 내용과 발표 내용이 상이한 점, 발표 시 모둠원의 일부가 불참한 점 등 여러 부분에서 개선의 여지를 보였다. 이러한 부분에 대해서는 발표를 마친 후 전체적으로 학습자들에게 주지시켜 향후 학습에 개선이 되도록 지도하였다.

### 3.3 학습자 만족도 조사 결과

IVAL 교수법을 적용한 강의에 대한 학습자들의 만족도 평가를 기말고사 실시 전 시행하였다. 요구도 조사에서 질의 하였던 영역별로 동일한 3 개의 질문에 4 개의 질의(강의 내용과 수업자료의 수집 및 정리 여부(자기주도), 정역학의 개념과 내용을 설명할 수 있는지 여부(개념전달), 정역학을 배우는 목적과 응용분야를 전달할 수 있는지 여부(응용인지), 간단한 정역학 과제의 자율적 해결 능력(과제해결))를 추가하여 설문을 실시하였으며, 요구도 조사 때와 같은 92 명이 설문에 응하였다.

각 영역별로 문항별 긍정적(설문의 답에서 항목별로 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’, ‘보통이다’로 답한 경우) 답변 요율을 Table 2 에 나타내었다. 그 결과 각 영역별로 응답자의 80%이상이 ‘보통이다’ 이상으로 답변하여 긍정적인 효과가 있음을 보였다. 또한, 각 영역별 응답값의 총점(1~5 점 척도의 4 개문항=총점 20 점)의 평균을 비교해보았다. 시사역학지식영역 12.99 점, 공학문제인식영역 12.75 점, 팀워크영역 12.98 점, 의사전달능력영역 12.86 점, 시사역학지식영역 12.87 점으로 총점의 중간값인 10 점을 모두 상회하는 것으로 나타났다.

## 4. 결론

직관을 활용한 공학분야에서의 교수법을 기계공학의 기초 교과인 정역학에 1 학기 동안 적용하여 그 효과를 검증한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

두 차례의 정규 시험을 통해 성적의 향상도가 유의성 검증을 통해 효과가 있음을 알 수 있었다. 자율적으로 실시한 집단탐구학습에서도 학습자들의 주제선정, 보고서 작성 내용 및 발표시의 구술적 표현법에 학습의 효과가 반영되었음을 알 수 있었다. 학습의 효능감에 대한 설문을 통해 최소 84%이상이 보통이다 이상으로 응답하였고, 영역별 응답의 중간값 또한 평균이상으로 나옴에 따라 본 교수법의 효과는 분명히 있음을 알 수 있었다.

학습자들의 학습 효과 분석에 있어 본 연구를 통해 문항별 분석이 이루어지지 않은 것은 다소 아쉬움으로 남는다. 특히, 중간고사에서 학습자들의 이해도가 떨어진 것으로 판단되어 유사한 형태로 반복 출제하였던 분포하중과 자유물체도 작성에 대한 문항별 학습 성과를 좀 더 면밀히 검토해 보았다면 개발된 교수법의 효과를 심도 있게 분석할 수 있었을 것으로 판단된다. 또한, 과년도에 상이한 교수법으로 실시된 강의에 대한 결과를 본 교수법의 적용 결과와 비교 분석하였다면 학습자들의 효능감 향상에 대한 객관적인 비교, 분석이 가능했을 것으로 사료된다.

향후 학습자들의 학습 효과 향상을 위해 본 교수법을 수정, 보완하여 적용해 보고 기계공학도들이 어려워하는 학과, 특히 역학과목에 대한 이해도 향상이 이루어지길 바라며, 집단탐구모형에 대한 정량적이고 객관적인 평가방법에 대한 연구가 진행되길 바란다.

### 참고문헌 (References)

- (1) Kim, T. H., Lee, S. Y., and Rho, T. C., 2005, "Investigation of the Components for Assessing the Ability of Engineering Design," *Journal of Engineering Education Research*, Vol. 8, No. 3, pp. 49~56.
- (2) 박민일, 2003, *직관적 방법에 의한 다항함수미적분 교재 구성*, 아주대학교.
- (3) 박정혜, 2006, *수학문제 해결에서 직관적 사고의 분석*, 경희대학교.
- (4) 이가영, 2002, *중학교 수학에서 직관적 방법을 통한 증명지도에 관한 연구*, 단국대학교.
- (5) 우은정, 2004, *정수계산의 직관적 모델 연구*, 성균관대학교.
- (6) 조광희, 2002, *경험이나 직관을 강조한 발문학습이 수학 학습태도 및 학업성취도에 미치는 영향*, 공주대학교.
- (7) 윤광보, 김용욱, 최병욱, 2008, *교육방법과 교육공학의 이해*, 양서원.
- (8) 이경화, 2002, *학습자 중심의 국어과 협동학습법 방법 연구*, 한국교원대학교.
- (9) Ma, J. B., 2013, "A Case Study on Engineering Education using Intuition and Verbal Repetition," *Journal of Engineering Education Research*, Vol. 16, No. 4, pp. 30~36.