

끊는점 오름의 학습에서 세 가지 수업모형의 효과 비교 - 연역식, 귀납식, 비유를 사용한 수업모형

김도욱

(서울대학교 사범대학 화학교육과)

(1992년 4월 15일 받음)

I 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

화학 교과내용에 있는 개념, 법칙, 이론들은 실험실에서 만나는 거시적 현상이 일어나는 원인을 원자 또는 분자와 같은 입자에 의하여 미시세계에서 일어나는 현상으로 설명하고 있으므로 시각적으로 직접 볼 수 없는 추상적인 개념들로 이루어져 있다. 화학 교과서에서는 끊는점 오름 현상이나 공통 이온의 효과 때문에 용액에서 고체가 석출되는 현상과 같이 실험실에서 실제로 손쉽게 관찰되는 현상을 입자에 의한 화학적 표현법으로 설명하고 있는데 학생들 중 상당수는 그러한 설명들을 잘 이해하지 못하는 경향이 있다. 이는 미시세계에서 다루어지는 입자들이 실제의 거시 세계에서 다루어지는 것들과 비교하면 매우 작고 직접 경험할 수가 없으므로 학생들이 미시세계에 대한 화학적 표현법과 실제 존재하는 현상 사이의 관계를 이해하지 못하는데 기인한다.

The Post-Sputnik Program이라 불리는 미국의 학문중심 교육과정(discipline centered curriculum)이 반영된 현행 교육과정에서는 탐구학습을 위한 실험활동을 강조하고 있는데 반하여 최근의 많은 연구들은 실험활동이 개념적 발달을 돕지 못한다는 것을 보고하고 있다(West,

1985). 또한 학생들에게 실험을 통해서 가르치기 어려운 추상적인 화학개념들이 많이 있다. 그러므로 물, 평형, 엔탈피등과 같은 추상적인 화학 개념들을 학습자가 올바르게 이해할 수 있도록 도울 수 있는 효과적인 교수모형과 학습지도 자료에 대한 연구가 절실히 필요하다.

최근에 여러 연구자들은 그림이나 글로 표현된 비유(Analogy)를 이용하여 과학 개념을 설명하는 것이 효과적이라고 보고하고있다(Raven & Cole, 1978; Gabel & Sherwood, 1983). 또한 학습내용을 제시하는 수업방법에 따른 학업성취도에 대한 연구로서 연역식 수업과 귀납식 수업의 상대적 효과를 비교한 여러 연구들은 그 결과가 다양하다(金龍植, 1982). 이러한 선행연구들에 근거하여 연역식 수업모형(법칙→예제), 귀납식 수업모형(예제→법칙), 비유를 사용한 수업모형을 각각 적용시킨 학습자료를 개발하고, 세 가지 수업모형의 효과를 비교 조사하여 추상적인 화학 개념을 효율적으로 가르칠 수 있는 수업 방법을 모색하는 것에 본 연구의 주안점을 두었다.

1.2 연구목표와 내용

끊는점 오름 학습에 가장 효과적인 수업모형을 찾기 위해서 세 가지 수업모형의 효과를 비교 조사하는 것이 본 연구의 목표이다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 연역식 수업모형(법칙 → 예제), 귀납식 수업모형(예제 → 법칙), 비유를 사용한 수업모형을 각각 적용시킨 학습 자료를 개발한다.
- 2) 학습자 개개인의 선행지식이 미치는 영향을 최소화하기 위하여 준비학습지를 개발한다.
- 3) 세 가지 수업모형의 효과를 조사한다.
- 4) 끊는점 오름 현상 설명에 대한 학업 성취도와 이에 영향을 줄 수 있는 여러가지 변인들(학습자의 인지 발달수준, 선행지식, 장독립/장의존도, 화학성적)과의 관계를 알아본다.
- 5) 비유 수업모형에 대한 학생들의 반응을 조사한다.

13 연구의 제한점

본 연구는 극히 제한된 표집 대상에 대하여 알아보았기 때문에 연구 결과는 표집 대상의 특이성을 벗어나 일반화하는 데 문제가 있다. 또한 설문에 응한 피검자의 성실성 정도와 질문 문항에 대한 이해 정도가 연구 결과에 영향을 줄 수 있다는 것을 배제할 수 없다.

II. 선행연구의 고찰

학습내용을 제시하는 유형에 따라 수업방법을 분류하고, 이들의 상대적 효과를 비교한 연구들은 오랜 역사를 두고 논란이 계속되고 있는 연구분야 중의 하나로 다양한 용어를 사용하고 있다.

Ausubel, Shulman & Tamir, Boutwell & Merrill 등은 수업방법의 유형을 명료하게 분류하려고 노력한 대표적인 사람들이다. Ausubel은 발견식 학습 대 수용식 학습, 그리고 귀납적 방법 대 연역적 방법의 두 가지 차원을 조합하여 수업방법의 유형을 귀납적-발견식 수업방법, 귀납적-수용식 수업방법, 연역적-발견식 수업방법, 연역적-수용식 수업방법의 네 가지로 분류하고 있다. Good은 교수법을 제시계열에 따라 귀납적 방법과 연역적 방법으로 나눈다. 그에 의하면 귀납적 방법은 학습자가 학습할 내용인 사실, 법칙, 원리 등에 도달할 수 있도록 학습자에게 충분한 예를 먼저 제공해 주는 것이고, 연역적 방법은 사실, 법칙, 원리등을 먼저 제공해 주고 이를 예에 적용할 수 있도록 하는 것이라 한다. 이와같이 귀납적-발견식 방법을 발견식 수업으로, 연역적-수용식 방법을 설명식 수업으로 보는 데 있어서도 연구자들에 따라 발견식 수업과 설명식 수업을 구분하는 기준이 다르다. Shulman 과 Tamir는 안내정도의 차원과 수업계열의 차원을 조합하여 발견식 수업과 설명식 수업

을 다음과 같이 개념화하고 있다.

표 1. Shulman과 Tamir의 안내형태와 수업계열에 따른 수업유형분류

	안 내 有	안 내 無
귀납적 계열	예제-법칙의 제시계열	예제만의 제시계열
연역적 계열	법칙-예제의 제시계열	법칙만의 제시계열

설명식 수업과 발견식 수업을 위와같이 학습내용의 제시순서와 안내의 정도에 의하여 구분하는 데 있어서도 여러가지 조합을 생각할 수 있으므로 설명식 수업과 발견식 수업의 개념은 복잡해진다. 이에 Hermann은 예제(example)와 법칙(rule)의 제시순서, 그리고 안내 정도의 조합형태에 따라 수업형태를 여섯가지로 구분하고 있다. 여기에 Merrill 과 Boutwell이 제안하는 과제제시 유형을 조합하면 설명식 수업과 발견식 수업의 형태는 더욱 다양해지게 된다(金龍植, 1982). 따라서 수업방법의 상대적 효과를 비교하는 실험연구에서는 연구의 목적과 과제의 성격에 따라 수업방법에 따른 처치를 조작적으로 정의할 수 밖에 없다.

또한 수업효과를 높이기 위해서 비유(analogy)를 사용한 수업모형에 관한 연구도 오랫동안 계속되어 왔으며, 그 효과에 대한 논란도 계속되고 있다. Dowell은 9학년 학생들에게 기능(function) 개념을 가르치기 위하여 시각적인 비유를 사용한 수업을 했을 때 생물의 학업성취도에서 유의미한 차이가 없음을 보고하였고, Drugge와 Kass도 고등학교 학생들에게 분자운동이론을 가르치기 위하여 비유를 사용했을 때 학업성취도에 있어 의미있는 차이를 발견하지 못했다고 보고하고 있다. 반면에 Dreistadt는 대학생들의 문제 해결 능력 향상에 비유가 매우 효과적인 것을 발견하였다. Raven과 Cole도 비유의 사용이 높은 수준의 개념학습에 효과적임을 보고하였고, Gabel과 Sherwood도 고등학교 화학 과정에서 비유를 사용하는 것이 효과적임을 보고한 바 있다. 또 Gabel과 Sherwood는 후속 연구에서, 수학적 능력이 부족하고 비례논리가 낮은 학생들이 비유를 사용하면 문제 해결 성취도가 증가함을 발견한 바 있다(Gabel & Sherwood, 1984). Duit(1988)는 학습과정에서 비유가 새로운 개념구조의 형성(schema generation)에 관여하며, 기존 기억을 재구성하는 일(restructuring)을 돕고 새로운 정보를 좀 더 구체적으로 시각화(visualization)하여 쉽게 상상할 수 있게 한다고 하였다. Gee와 Weller는 과학 수업에서 비유를 잘못 사용하는 경우는 학생들이 비유를 부적절하게 확장시켜 잘못된 정보를 구성하게 할수도 있다

고 하였고, White와 Gunstone은 전기와 관련된 개념들을 비유로 설명할 때 학생들이 잘못된 정보를 구성하는 예들을 보고하였다(Champagne et al, 1985). 비유가 실제 설명하고자 하는 설명 목표물을 설명하는 데에 한계가 있지만 추상적인 개념을 설명하는데 효과적이므로 과학교육에서 사용하는 경우가 많다. 화학교과내용 중 전자 배치를 설명하기 위한 아파트 건물 비유, 전자밀도를 설명하기 위한 자동차 비유가 그 예이다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

3.1 연구대상 및 연구시기

끊는점 오름 수업모형 검사는 1990년 3월에 서울시 관악구 지역에 있는 삼성고등학교 91명(교 2 & 3: 46 & 45)을 대상으로 예비검사를 실시하여 검사지를 수정 보완한 후 1990년 7월에 강남구 지역에 있는 경기여자고등학교 2학년 3개반(103명)을 무선표집하여 본 검사를 실시하였다. 그리고 표본 중 어느 한 검사만 실시한 경우는 모두 탈락한 것으로 간주하였다.

3.2 검사도구 및 검사절차

본 연구에서는 인지발달수준 측정도구로 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 사용하였다. 이 검사는 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 상관논리, 그리고 조합논리로 구성되어 있고 총 문항수는 21개이다. 검사시간은 50분을 원칙으로 하였다. 전체 맞은 갯수가 8개 이하이면 구체적 조작단계, 9-15개이면 전이단계, 16개 이상이면 형식적 조작단계로 구분하였다(최영준, 1987).

장독립/장의존도 검사는 French 등이 제작한 숨은 그림 찾기 검사(HFT)를 변안하여 신뢰도를 검증한 검사지(김계현, 1980)를 사용하였다. 총 문항수는 32문항이고 검사시간은 20분이다. HFT에서 하위30%에 속하는 집단을 장의존성 집단, 상위30%에 속하는 집단을 장독립적 집단으로 보았으며, 그 사이에 속하는 집단을 중간집단으로 보았다.

끊는점오름 선행지식에 대한 검사도구(BEFT)는 외국 의 선행연구에서 여러 연구자들에 의하여 개발된 문항들을 번안한 것과 현행 교과서를 참조하여 연구자가 개발한 문항들로 구성되어 있으며, 설문지를 구성한 후 고등학교 학생들을 대상으로 예비검사를 실시한 후 결과를 분석하여 미비한 점을 수정 보완한 후에 본 검사에서

사용하였다. BEFT는 준비 학습 자료지 안에 들어 있으며, 끊는점 오름 학습의 선행지식인 몰개념, 화학기호, 원자, 분자; 이온, 원자량의 정의를 묻는 14문항으로 선택후 설명 방식과 주관식 형태로 구성되어 있다. BEFT 검사는 세 가지 끊는점 오름 학습자료 제시 전에 준비학습과 함께 실시하였으며 검사시간은 50분으로 하였다. BEFT검사도구의 반분 신뢰도는 0.61이었고 Spearman-Brown 예언공식에 의하여 교정한 결과는 0.75이었다. BEFT 검사의 채점은 정답을 한 경우는 1점, 틀린 답을 한 경우는 0점을 주어 전체가 14문항이므로 14점 만점으로 하였다. 전체 맞은 갯수가 4개 이하이면 선행지식 수준이 낮은 집단, 5-8개이면 선행지식 수준이 중간인 집단, 9개 이상이면 선행지식 수준이 높은 집단으로 구분하였다.

끊는점 오름에 대한 성취도 검사도구(BEPT)는 현행 교과서를 참조하여 연구자가 개발한 문항들로서, 중등학교 교사 76명의 의견을 물어 타당도를 조사한 후 (타당성에 대한 동의율: 90.5%) 본 검사에서 사용되었다. BEPT는 끊는점 오름에 관한 5문항으로 구성되었고 객관식 형태이며 검사시간은 약30분으로 하였다. BEPT 검사도구의 반분 신뢰도는 0.59이었고, Spearman-Brown 예언공식에 의하여 교정한 결과는 0.74이었다. 전체가 5문항으로 구성된 BEPT 검사지에서 각 문항을 정확하게 맞추었을 경우에는 1점, 틀린 경우에는 0점을 주어 5점을 만점으로 채점하였다. 검사 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계프로그램을 이용하여 필요한 통계 처리를 하였다.

3.3 끊는점 오름 수업자료

끊는점 오름에 대한 수업과정 중에 학생들에게 제공한 자료는 준비학습 자료와 세가지 수업모형(연역식, 귀납식, 비유사용) 학습자료이었다. 준비학습 자료에는 끊는점 오름 학습의 선행지식인 액체의 증발과 끊는점, 몰개념, 화학기호, 그리고 원자, 분자, 이온, 원자량의 정의가 다루어지고 있으며, 선행지식의 이해 정도를 평가하기 위하여 몰개념, 화학기호, 원자의 정의, 분자의 정의, 이온의 정의, 원자량의 정의는 문제 형태로 제시되어 있다. 끊는점 오름 학습전에 요구되는 선행학습은 세가지 학습자료 제시전까지 모두 학습되었으나, 개인의 선행학습 수준의 차이가 연구결과에 미치는 영향을 줄이기 위하여 세가지 수업모형 학습자료를 제시하기 전에 준비학습 자료를 학습하게 한 것이다.

연역식과 발견식 프로그램 학습자료는 연구자가 제작

하였으며, 중등학교 교사 76명(남자 53명, 여자 23명)에게 끊는점 오름 학습자료에 관한 의견 조사를 실시하여 그 타당성을 평가하였는데 동의율이 84.2%로 타당한 것으로 판정되었다. 본 연구에서 사용한 연역식 프로그램 학습자료와 귀납식 프로그램 학습자료의 근본적인 차이는 과제제시의 계열이 다른데 있다. 즉 연역식 프로그램 학습자료는 연역적 계열로서 법칙을 먼저 제시하고 그 법칙을 이용하는 보기를 제시한 뒤에 이에 따라서 문제를 풀어나가도록 하는 '법칙→예제' 계열이고, 귀납식 프로그램 학습자료는 귀납적 계열로서 먼저 문제를 제시하고 이를 통해 학습자 스스로 끊는점 오름을 도출해 내도록 하는 '예제→법칙' 계열이라는 것이 주된 특징이다.

비유를 사용한 학습자료는 눈으로 직접 관찰할 수 없는 원자나 분자들에 의한 미시세계의 현상을 비유를 사용하여 눈으로 직접 관찰할 수 있는 거시세계의 현상에 연결시켜서 사고하도록 설명한 것이다. 이 자료는 끊는점 오름 현상을 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간이 증가하는 비유로 설명하였으며, 용질의 양에 비례하는 끊는점 오름도와 도깨비 수에 비례하는 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간 증가의 비유, 용질의 종류에 관계없는 끊는점 오름도와 방해자의 종류에 관계없는 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간의 비유, 그리고 용매의 종류와 관계있는 끊는점 오름도와 경기자의 종류에 관계있는 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간의 비유로 구성되어 있다.

IV. 연구 결과 및 논의

4.1 끊는점 오름 학습에 적용한 세 가지 수업모형의 효과 비교

세 가지 수업모형에 의해서 각각 수업 처치를 받은 집단 간의 차이를 비교하기 위하여 처치에 따른 세 집단의 화학성적, 인지발달수준, 장독립/장의존도, 선행지식 각각의 평균과 표준편차를 표2에 제시하였다. 세 집단

표 2. 처치 전 집단 간의 비교

		연역식	귀납식	비유	F(p)
화학	평균	82.7	82.1	78.2	0.83
	SD	14.2	15.0	17.1	(0.4371)
인지발달	평균	14.0	15.3	15.4	1.61
수준	SD	3.33	3.94	3.43	0.2042)
장독립	평균	16.2	17.5	19.5	1.22

장의존도	SD	8.34	8.04	9.56	0.2986)
선행	평균	5.97	7.54	6.39	3.03
지식	SD	2.14	3.13	2.65	(0.0529)

의 화학성적, 인지발달 수준, 장독립/장의존도, 선행지식 각각의 평균들 사이에 통계적으로 의미있는 차이가 보이지 않으므로($P > 0.05$), 세 집단의 학생들이 동질의 집단임을 나타내 준다.

세 가지 수업모형의 효과를 비교하기 위해서 동일한 세 집단에 연역식 수업모형, 귀납식 수업모형, 비유수업모형으로 끊는점 오름을 가르친 후 각각의 성취도 검사를 하였으며, 그 결과를 표3에 제시하였다.

표 3. 수업모형에 따른 학업 성취도

처치	수업 모형(명)			F
	연역식(34)	귀납식(35)	비유(34)	
평균	3.06	3.06	4.24	7.31**
표준편차	1.52	1.63	1.23	

** $P < 0.01$

성취도 검사(BEPT)의 평균점수가 연역식 수업모형으로 처치한 집단이 3.06, 귀납식 수업모형으로 처치한 집단이 3.06으로 같았고, 비유 수업모형으로 처치한 집단은 4.24로 다른 두 가지 수업모형 보다 높은 성취도를 나타내었다. 수업모형과 학업성취도와와의 관계에 대한 통계적 유의도를 알아보기 위하여 성취도 점수를 이용하여 변량 분석한 결과 0.01 유의수준에서 의미있는 차이가 나타났다(표4). 이로부터 비유를 이용하여 끊는점 오

표 4. 수업 모형과 학업성취도에 대한 변량 분석표

변량원	자유도	자승화	평균자승화	F
집단간	2	31.57	15.79	7.31**
집단내	100	215.89	2.16	
전체	102	247.46		

** $P < 0.01$

름을 설명한 비유 수업모형이 다른 수업모형 보다 효과적인 수업방법인 것을 확인할 수 있었다.

수업모형의 차이가 끊는점 오름 학업성취도에 미치는 영향을 검증하기 위하여, 화학성적과, 수업모형을 독립변인으로 하는 공변량분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)법을 이용하여 수업모형 변인에서 화학성적의 영향을 제외한 순수 수업모형만의 효과를 알아 보았다(표 5). 표 5의 제1종 자승화는 학업성취도의 예언에서

표 5. 화학성적과 수업모형의 공변량분석(ANCOVA)

변량원	자유도	자승화	평균자승화	F
집단간	3	102.60	34.20	23.37 ^{***}
집단내	99	144.95	1.46	
전체	102	247.46		
변량원	자유도	1종자승화	평균자승화	F
수업모형	2	31.57	15.79	10.79 ^{***}
화학성적	1	71.03	71.03	48.55 ^{***}
변량원	자유도	3종자승화	평균자승화	F
수업모형	2	44.16	22.08	15.09 ^{***}
화학성적	1	71.03	71.03	48.55 ^{***}

^{***} P<0.001

수업모형의 영향을 전부 반영한 것이고, 제 3종 자승화는 화학성적의 공변량을 제외한 순수 수업모형만의 영향을 반영한 것이다. 표5에서 알 수 있듯이 제 1종 자승화에 근거한 수업모형 변인의 F값과, 제 3종 자승화에 근거한 수업모형의 F값은 모두 통계적으로 유의미한 것(P < 0.001)으로 나타났으므로, 수업모형 효과 사이에 의미있는 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 표6의 최소자승화 평균(Least Square Mean, LSM)은 공변량을 고려해 조절된 평균을 말하는 것이고 순수 수업모형의 영향만을 나타낸 것이다. 성취도 검사의 최소자승화 평균이 연역식 수업모형으로 처치한 집단은 2.97, 귀납식 수업모형으로 처치한 집단은 3.00, 비유 수업모형으로 처치한 집단은 4.39이었으며, 집단 간의 최소자승화 평균차는 통계적으로 의미가 있었다. 이로부터 꿩눈점 오름에 대한 수업모형으로써 비유 수업모형이 가장 효과적인 것을 확인할 수 있었다. LSMEAN의 결과를 살펴보면 연역식 수업모형과 귀납식 수업모형, 연역식 수업모형과 비유수업모형, 그리고 귀납식 수업모형과 비유 수업모형 효과의 차이에 대한 각각의 유의확률이 0.9127, 0.0001, 0.0001로 나타나, 연역식 수업모형과 귀납식 수업모형 사이에는 큰 차이가 없으나, 연역식 수업모형과 비유수업모형, 귀납식 수업모형과 비유수업모형 사이에는 각각 의미있는 차이가 있음을 알 수 있었다(표6).

표 6. 수업모형에 따른 최소자승화 평균

수업모형	BEPT	Std Err	Pr > T : Ho:LSMEAN=0
	LSMEAN	LSMEAN	
연역식	2.97	0.2079	0.0001
귀납식	3.00	0.2046	0.0001
비유	4.39	0.2086	0.0001

	연역식	귀납식	비유
연역식	.	.	.
귀납식	0.9127	.	.
비유	0.0001	0.0001	.

42 여러 인지변인들과 꿩눈점 오름 학업성취도 간의 상관관계

표7에 고등학교 2학년(N = 103명)을 대상으로 조사한 여러 인지변인들과 꿩눈점 오름 학업성취도 간의 상관계수를 제시하였다.

표 7. 여러 인지 변인들과 화학 학업 성취도 사이의 상관관계

	TM	FDI	CS	PK	DL	BEPT
TM	1					
FDI	0.154	1				
CS	-0.118	0.025	1			
PK	0.066	0.025	0.481	1		
DL	0.153	0.148	0.665	0.507	1	
BEPT	0.308	0.150	0.486	0.440	0.555	1

TM:수업모형, FDI:장독립/장의존도, CS:화학성적, PK:선행지식, BEPT:꿩눈점오름에 대한 학업 성취도

인지발달 수준과 학업 성취도(r = .555, P < 0.001)와 선행지식과 학업 성취도(r = .440, p < 0.001) 간에는 유의미한 상관관계를 보였으나 장독립/장의존도와 학업성취도는 유의미한 상관관계를 보이지 않았다. 그리고 수업모형을 다르게 처치한 것과 꿩눈점 오름에 대한 학업성취도 사이에는 통계적으로 의미있는 상관관계가 나타났다.

43 여러 인지변인들에 따른 꿩눈점 오름 학업성취도 분석

여러 인지변인들에 따라서 꿩눈점 오름에 관한 학업성취도를 비교한 것을 표8에 제시하였다. 인지발달 수준이 구체적 조작단계인 집단의 평균 인지수준은 6.75이

표 8. 여러가지 인지변인에 따른 학업 성취도의 비교

인지변인	학업 성취도			
	단계	영수	평균/표준편차	F
인지발달 수준	C	8	1.50/1.07	18.41 ^{***}
만점21점	T	41	2.93/1.62	
	F	54	4.13/1.13	

장독립	FD	28	3.29/1.76	2.40
장의존도	FT	43	3.19/1.42	
만점 : 32점	FI	32	3.94/1.48	
선행지식	하	24	2.54/1.59	10.41 ^{***}
만점:14점	중	51	3.53/1.46	
	상	23	4.39/0.94	

^{*}P<0.001, C:구체적 조작 단계, T:전이단계, F:형식적 조작단계, FD:장의존 집단, FT:중간 집단 FI:장독립 집단

었고, 전이단계 집단의 평균 인지수준은 12.9이었고, 형식적 조작단계 집단의 평균 인지수준은 17.6이었으며, 집단 간의 평균 인지수준 차이는 통계적으로 의미가 있었다(P < 0.001). 뚝는점 오름에 관한 학업성취도의 평균 점수는 구체적 조작단계집단이 1.50, 전이단계 집단이 2.93, 형식적 조작단계 집단이 4.13이었으며 집단 간의 학업성취도 차이는 통계적으로 의미가 있었다(P < 0.001). 따라서 형식적 조작단계로 갈수록 뚝는점 오름에 관한 학업 성취도가 증가함을 확인할 수 있었다.

장독립/장의존도를 장독립 집단, 중간상태 집단, 장의존 집단으로 구분할 때 장독립 집단의 HFT 평균은 28.1, 중간 집단의 HFT 평균은 17.1, 장의존 집단의 HFT 평균은 6.86이었고 집단 간의 차이는 통계적으로 의미가 있었다(P < 0.001). 뚝는점 오름에 관한 학업성취도의 평균 점수는 장독립 집단이 3.94, 중간 집단이 3.19, 장의존 집단이 3.29이었으며, 집단 간의 학업성취도 차이는 통계적으로 의미가 없었다.

뚝는점 오름 학습 내용에 대한 선행지식이 높은 집단, 중간 집단, 낮은 집단의 선행지식 평균 점수는 각각 10.6, 6.45, 3.38이었고 집단 간의 차이는 통계적으로 의미가 있었다(P < 0.001). 뚝는점 오름에 관한 학업성취도의 평균점수는 선행지식이 높은 집단이 4.39, 중간 집단이 3.53, 낮은 집단이 2.54이었다. 선행지식과 학업성취도와 의 관계가 통계적으로 의미있는가를 알아보기 위하여 평균점수를 이용해서 변량분석을 해 본 결과 유의미한 차이가 있었다(P < 0.001). 이로부터 선행지식이 높을수록 뚝는점 오름에 관한 학업성취도가 증가함을 알 수 있었다.

4.4 수업모형과 여러 인지변인들에 따른 뚝는점 오름 학업성취도 분석

뚝는점 오름 학업성취도에 대한 수업모형의 차, 장독립/장의존도의 차, 인지발달 수준의 차, 그리고 선행지

식의 차이를 검증하기 위하여 학업성취도를 종속변인으로, 수업모형, 장독립/장의존도, 인지발달 수준, 선행지식, 및 상호작용을 독립변인으로 하는 다원 변량 분석을 한 결과를 표 9에 제시하였다. 변량 분석 결과에 의하

표 9. 수업모형과 여러 인지변인들에 따른 변량분석

변량원	자유도	자승화	평균자승화	F
집단간	20	128.68	6.434	5.17 ^{***}
집단내	77	95.81	1.244	
전 체	97	224.49		
TM	2	26.29	13.14	10.56 ^{***}
FDI	2	8.219	4.109	3.30 [*]
DL	2	53.64	26.82	21.55 ^{***}
PK	2	18.11	9.057	7.28 ^{**}
TM X FDI	4	3.730	0.933	0.75
TM X DL	4	13.31	3.326	2.67 [*]
TM X PK	4	5.388	1.347	1.08

^{*}P<0.05, ^{**}P<0.01, ^{***}P<0.0001, TM:수업모형, FDI:장독립/장의존도, DL:인지발달수준, PK:선행지식

면, (수업모형 x 장독립/장의존도)의 상호작용 효과와 (수업모형 x 선행지식)의 상호작용 효과는 없으나 (수업모형 x 인지발달수준)의 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났고(P < 0.05), 인지발달 수준의 효과(P < 0.001)와 선행지식 효과(P < 0.01)도 있는 것으로 나타났으며, 전체 변인들에 따른 주 효과가 통계적으로 의미있는 것으로 나타났(P < 0.001).

이 결과는 비유 수업모형에 의한 교수법으로 뚝는점 오름을 설명하면 인지발달수준이 낮고 선행지식이 부족한 학생들이 보다 쉽게 과학적 개념을 이해할 수 있도록 도울수 있음을 보여 준다. 즉, 눈으로 직접 관찰할 수 없는 원자나 분자들에 의한 미시세계의 현상을 추상적인 화학기호, 개념, 또는 수식으로 설명할 때 인지발달수준이 형식적 조작단계에 도달하지 못했거나 선행지식이 부족한 학생들은 올바른 과학적 개념으로 이해하지 못하고 오인을 갖거나 전혀 이해하지 못할 수도 있는 데, 비유를 사용하여 구체적으로 설명해 주면, 눈으로 직접 관찰할 수 있는 거시세계의 현상에서 일상적인 경험을 통해 쉽게 일어질 수 있는 학습자의 인지구조(개념체계)와 눈으로 볼 수 없는 미시 세계의 현상을 연결시켜서 사고할 수 있도록 도울 수 있기 때문에 학습자가 보다 쉽고 올바르게 과학적 개념을 형성할 수 있도록 이끌 수 있다.

4.5 비유 수업모형에 대한 설문조사의 분석

비유 수업모형에 따라서 학습을 마친 학생들을 대상(N = 49명)으로 조사한 설문에서 피라밋 오르기 경기 비유로 낚는점 오름을 설명한 것이 학생들의 개념 이해에 '매우 도움이 된다'라고 응답한 비율이 12.2%, '도움이 된다'라고 응답한 비율이 49.0%, '보통이다'라고 응답한 비율이 30.6%이었고, '오히려 방해가 된다'라고 응답한 비율이 8.16%이었다. 이로부터 비유가 과학적 개념 이해를 도와준다고 생각하는 학생의 비율이 더 높음을 알 수 있었다.

피라밋 오르기 경기의 비유가 재미있는가?란 물음에 '매우 재미있다'라고 응답한 학생이 4.08%, '재미 있다'라고 응답한 학생이 38.8%, '보통이다'라고 응답한 학생이 34.7%, 그리고 '재미가 없다'라고 응답한 학생이 22.4%이었다. 이 결과는 비유가 '재미 있다'라고 생각하는 학생의 비율이 '재미 없다'라고 생각하는 학생의 비율 보다 높음을 보여주었다.

다른 과학개념을 설명할 때 비유를 사용하는 것이 '매우 도움이 된다'라고 응답한 학생이 20.4%, '도움이 된다'라고 응답한 학생이 40.8%, '보통이다'고 응답한 학생이 32.7%, 그리고 '오히려 방해가 된다'라고 응답한 학생이 6.12%이었다. 이러한 결과들은 비유를 사용해서 추상적인 과학개념을 구체적으로 보다 쉽게 설명해 주면, 학생들의 개념 이해를 보다 향상시킬 수 있음을 보여 주었다.

V. 결론 및 제언

낚는점 오름 학습에 가장 효과적인 수업 모형을 찾기 위해서, 세가지 수업모형의 효과를 조사하고 인지발달 수준, 선행지식수준과 같은 인지변인들에 따른 학업성취도를 조사한 결과로부터 이끌수 있는 연구 문제에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 통계적으로 동질인 세 집단에 연역식, 귀납식, 비유 수업모형으로 낚는점 오름을 가르친 후 각각의 성취도 검사(5점 만점)를 한 결과 비유 수업모형으로 처치한 집단의 평균점수(4.24)가 다른 두 가지 수업모형의 평균 점수(각각 3.06) 보다 높았으며, 이에 대한 변량 분석 결과 통계적으로 의미있는 차이가 있었다. $P < 0.01$
2. 인지발달 수준과 선행지식에 대한 이해 정도는 낚는점 오름 학업 성취도와 높은 상관관계를 보였다.
3. 비유 수업모형에 대한 설문에서 "비유가 과학적인

개념 이해를 도와준다.", "비유가 재미있다" 라고 응답한 학생의 비율이 높게 나타났다.

이와같은 연구의 결과들이 교수 - 학습 방법에 주는 시사점은 첫째, 비유를 적절히 사용하여 추상적인 화학 개념을 설명하여 주는 수업 방법이 매우 효과적이다.

둘째, 과제를 제시하는 순서보다 과제를 설명하는 교수 방법이 낚는점 오름의 학업 성취도에 더 밀접한 관계가 있다. 셋째, 올바른 과학적개념을 형성할 수 있도록 가르치기 위해서는 학습자의 인지발달수준과 선행지식에 대한 이해 정도를 고려하는 것이 필요하다. 넷째, 추상적인 개념들을 올바르게 학습시킬 수 있는 여러가지 수업 전략과 적절한 교재를 개발해야 한다 등이다. 따라서 비유를 적절히 사용하면 친숙하지 않은 것을 친숙한 것과 비교하여 설명함으로써 인지발달수준과 선행지식 수준이 낮은 학생들의 학습 효율을 촉진시킬 수 있을것이다. Ausubel(1978)은 "학습자가 이미 알고있는 것에 새로운 자료를 관련시키는 일이 학습이며, 학습에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이 학습자가 이미 알고있는 것이다" 라고 한 바 있다. 적절한 비유를 사용하여 화학 개념을 학습자가 이미 알고 있는 것과 관련시켜 설명하는 교수방법은 유의미 수용학습으로 이끌 수 있는 좋은 교수 방법이라고 할 수 있다. 비유를 적절하게 사용하면 추상적인 개념의 이해를 촉진시킬 수 있으나 비유를 잘못 사용하면 오히려 올바른 개념 이해를 저해할 수도 있다. 그러므로 비유를 사용할 때는 설명하고자 하는 것과 가급적 유사한 대응관계를 가지고 있고, 학생들이 이해하기 쉽고, 친숙한 비유를 선택해야 한다. 그리고 반드시 비유의 한계에 대하여 학생들과 논의를 거쳐야 한다. 또한 김영민(1991)은 전류 개념 설명을 위해 물회로 비유를 사용할 때 학습성취도가 상위에 속하는 학생들조차도 비유의 의미를 파악하지 못하는 학생들이 상당수 있다고 보고하고있다. 따라서 여러가지 비유들의 적절성과 그러한 비유들에 대한 학생들의 이해에 대한 다양한 연구들, 특히 교과서에 사전 연구 없이 기술된 비유에 대한 연구들이 앞으로의 연구과제로 계속 요구된다.

감사의 말

이 연구를 현장에 적용하는 데 도움을 주신 삼성고등학교 손성준 선생님과 박미숙 선생님, 경기여자고등학교 전효정 선생님, 그리고 논문완성에 많은 조언을 주신 서울대학교 이원식 교수님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김계현(1980). 성 패 귀인에 나타나는 장의존성의 효과, 서울대학교 석사학위 논문
- 김영민(1991). 중학생의 전류 개념 변화에 미치는 체계적 비유 수업의 영향, 서울대학교 박사학위 논문
- 김용식(1982). 발견식 수업과 설명식 수업의 전이효과, 서울대학교 석사학위 논문
- 최영준(1987). 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구, 서울대학교 석사학위 논문
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. and Hanesian, H. (1978). "Educational Psychology: A Cognitive View, Holt, Rinehart and Winston.
- Champagne, A.B., Gunstone, R.F., Klopfer, L.E. (1985). Instructional consequences of students' knowledge about physical phenomena in West, L. H. T. and Pines, A. L., Cognitive structure and conceptual change, Academic Press
- David, F. Rieck (1991), J. Chem. Edu., 68, 398.
- Duit, R. (1988). On the role of analogies, similes and metaphors in learning science, IPN.
- Gabel, D. L., Sherwood, R. D. and Enochs, L. (1984). Journal of Research in Science Teaching, 21(2), 221.
- Gabel, D. L., Sherwood, R. D., (1983), Journal of Research in Science Teaching, 20(2), 163.
- Gabel, D. L., Sherwood, R. D., (1984), Journal of Research in Science Teaching, 21(8), 843.
- Raven, R. J. and Cole, R. (1978). Science Education, 62, 481.
- Richard, A. Potts, (1965), J. Chem. Edu., 62, 579
- West, L. H. T. and Pines, A. L., (1985), Cognitive structure and conceptual change, Academic Press, 1985.

ABSTRACT

The Comparative Study on the Effects of Three kinds of Teaching Model (Deductive, Inductive and Analogical Teaching Models) in Boiling Point Elevation.

Do-Wook Kim

(Department of Chemistry Education,
Seoul National University, Seoul, 151-742)

The purpose of this study was to investigate the most effective teaching model in the study of boiling point elevation. The teaching models were classified into three groups - deductive, inductive and analogical teaching models. Learning materials, based on three teaching models respectively, were applied to 11th grade students, and the effect of teaching models were investigated and analyzed.

The average achievement score(4.24) of the group treated with the analogical teaching model was higher than those(3.06 respectively) of each group treated with inductive or deductive teaching model($p < 0.001$). Most students answered that the analogical teaching model was helpful and interesting one for the comprehension of scientific concept.

부 록

본 연구에서 개발한 연역식 수업모형(법칙→예제), 귀납식 수업모형(예제→법칙), 비유를 사용한 수업모형 학습자료의 일부분을 소개한다.

귀납식 프로그램 학습자료

[A]

프랑스의 화학자인 라울이 실험실에서 연구를 하고 있었다. 라울이 물의 끓는점을 1atm에서 측정해 보니 100℃이었다. 또한 물 1Kg에 포도당을 0.125 mol 용해시킨 후 끓는점을 측정해 보니 100.065℃이었다. 그리고 물 1Kg에 포도당을 0.25 mol을 용해시킨 후 끓는점을 측정해 보니 100.13℃이었다. 즉 포도당 0.25 mol의 끓는점 오름은 0.125 mol일 때의 2배가 되었다. 또 물 1Kg에 포도당을 0.5 mol을 용해시킨 후 끓는점을 측정해 보니 100.26℃이었다.

(1) 물 1Kg에 포도당을 1.0mol 용해했을 때의 끓는점은 몇 ℃인가?

- ① 100℃ ② 100.13℃ ③ 100.26℃ ④ 100.52℃

(2) 그러면 물용매와 포도당 용질로 구성된 포도당 용액에서 끓는점 오름과용매에 녹아 있는 물질(포도당)의 몰수(분자수)와의 관계를 나타내는법칙을 발견해 보자.

용매	포도당(용질)의 몰 수(mol)	끓는점(℃)	끓는점 오름도(℃)
물 1Kg	0	100	0
물 1Kg	0.125	100.065	0.065
물 1Kg	0.25	100.13	0.13
물 1Kg	0.5	100.26	0.26
물 1Kg	1.0	100.52	0.52

위에서 포도당 0.25 mol($0.25 = 0.125 \times 2$)의 끓는점 오름도=(포도당 0.125 mol의끓는점 오름도) $\times 2$

포도당 0.5 mol($0.5 = 0.125 \times 4$)의 끓는점 오름도=(포도당 0.125 mol의 끓는점오름도) $\times 4$

포도당 1.0mol($1.0 = 0.125 \times 8$)의 끓는점 오름도=(포도당 0.125 mol의 끓는점 오름도) $\times 8$ 임을알 수 있다.

여기서 어떤 법칙을 발견할 수 있을까?

- ①끓은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용매에 녹아 있는 용질(비전해질, 비휘발성 물질)의 몰수(분자수)와 관계가 없다.
- ②끓은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용매에 녹아 있는 용질(비전해질, 비휘발성 물질)의 몰수(분자수)에 비례한다.
- ③끓은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용매에 녹아 있는 용질(비전해질, 비휘발성 물질)의 몰수(분자수)에 반비례한다.
- ④끓은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용매에 녹아 있는 용질(비전해질, 비휘발성 물질)의 몰수(분자수)와 관계가 없고 다른 성질과 관계가있다.

연역식 프로그램 학습 자료

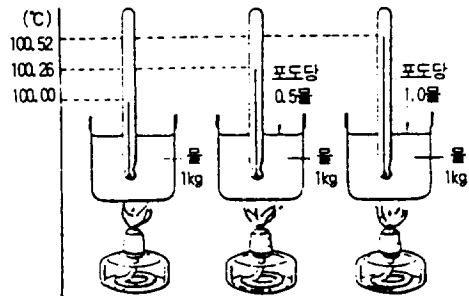
[A] 끓는점 오름도에 대해서 라울(Raoult, F. N., 1839 - 1900, 프랑스, 화학자)은 1878년과 1888년에 다음과 같은 법칙(라울의 법칙)을 실험적으로 확인하였다.

묽은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용매에 녹아 있는 용질(비전해질, 비휘발성 물질)의 몰수에 비례하고 용질의 종류와는 관계없으며, 용매의 종류에 따라 다르다.

[A]를 자세히 읽고 이해한 후 [B]로 넘어가시오
* 위의 [A]에서 설명한 라울의 법칙을 좀 더 자세히 살펴보자.

[B]

[B-a] 라울은 오른쪽 그림A에서와 같이 순수한 물의 끓는점(100℃), 포도 당 0.5mol을 용해시킨 용액의 끓는점(100.26℃)과 포도당 1mol을 용해시킨 용액의 끓는점(100.52℃)을 각각 측정해 보았다. 이 실험에서 물에 용질을 0.5mol을 넣으면 끓는점 오름도가 0.26℃이었고 1mol을 넣으면 0.52℃이었다. 그러므로 1mol을 넣었을때의 끓는점 오름도는 0.5mol 넣은 용액에서 측정된 끓는점 오름도의 2배임을 알 수 있었다.

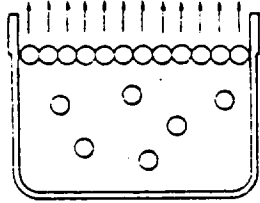


끓는점 오름도는 일정량의 물에 용해한 용질의 몰 수에 비례한다

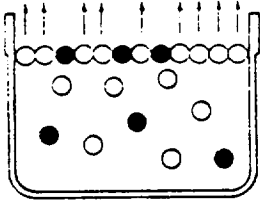
비유를 사용한 학습 자료

[A] 소금을 넣어 간을 맞춘 국과 그렇지 않은 국이 같은 조건에서 어느 쪽 이 먼저 끓을지 생각하여 본 일이 있는가? 실제로 같은 조건에서 끓는 온도를 측정하여 보면 소금을 넣지 않은 국이 소금을 넣어 간을 맞춘 국 보다 먼저 끓는다. 그 이유를 생각하여 보자.

일정한 온도에서 순수한 용매는 일정한 증기 압력을 나타낸다. 여기에 소금과 같은 비휘발성 용질을 녹이면 아래 그림 A에서와 같이 용질 입자가 용매 표면의 일부를 막아 용매분자가 튀어 나가는 것을 방해한다. 따라서 순수한 용매와 비휘발성 용질이 녹아 있는 용액을 같은 조건에서 동시에 가열하면 순수한 용매가 용액보다 먼저 끓는다.

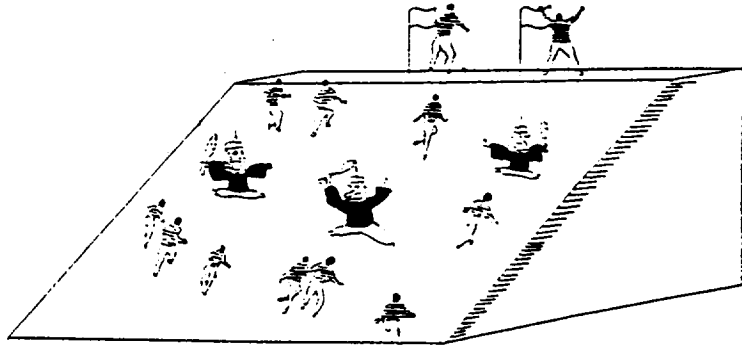
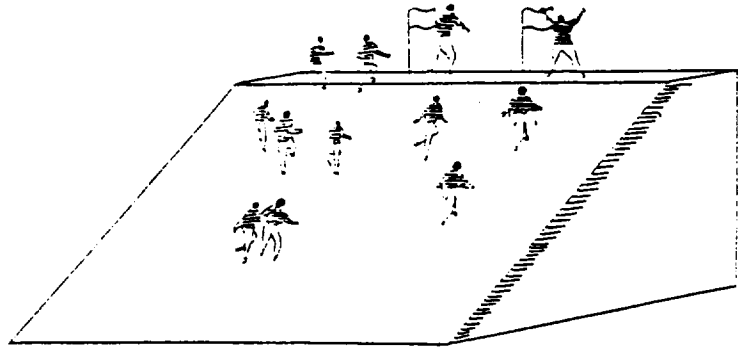


순 용매



용액

○ 용매 분자 ● 용질 분자

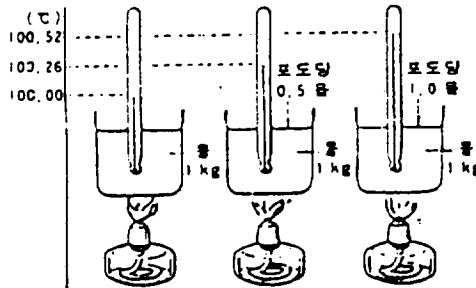


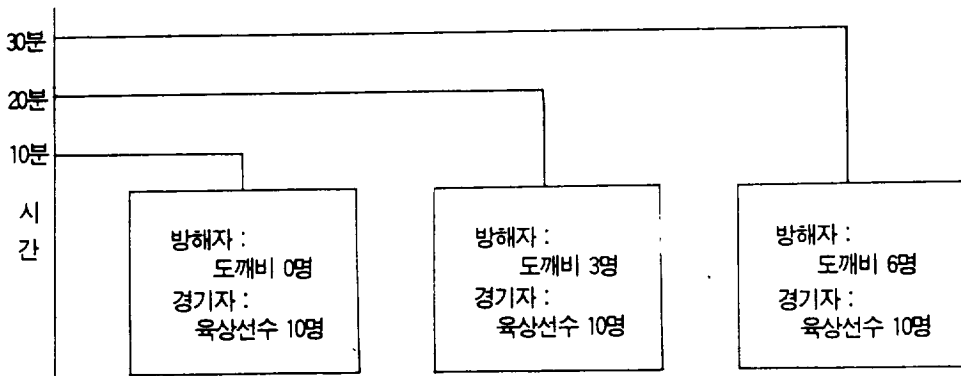
피라밋 오르기 경기: 여러 방해자를 피하여 한 팀의 경기자가 모두 피라밋에 오르는데 걸리는 시간이 짧은 팀이 이기는 경기

[A] 끓는점 오름과 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간중가의 비유

[B]

[B-a] 그러면 물 용매와 포도당 용질로 구성된 포도당 용액에서 끓는점 오름과 용매에 녹아 있는 물질(포도당)의 몰 수(분자수)와의 관계는 어떠한가 생각해 보자. 아래 그림 [B]에서와 같이 용질의 몰 수가 증가할수록 용매 분자가 튀어 나가는 것을 더욱 방해하므로 끓는점 오름도는 일정량의 물에 용해한 용질의 몰 수에 비례한다.

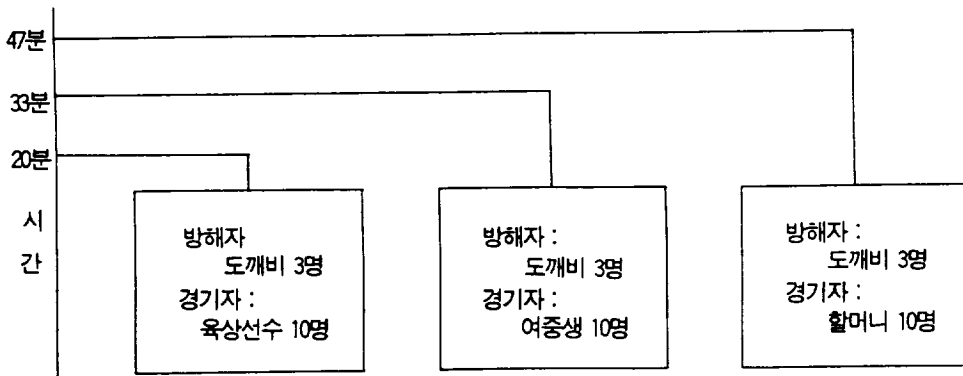
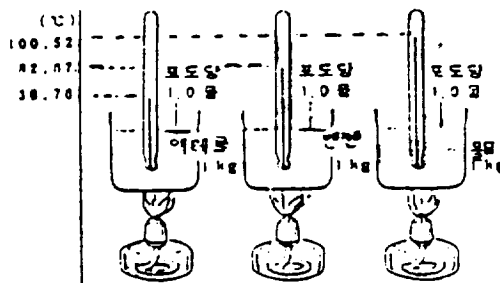




[B] 용질의 양에 비례하는 끓는점 오름도와 도깨비 수에 비례하는 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간중기의 비유

[D]

[D-a] 여러가지 종류의 용매(에테르, 벤젠, 물) 1kg에 같은 양의 물질(포도당) 1.0몰이 녹아 있을 때 용매의 종류와 끓는점 오름도와 관계가 어떤한가 생각하여 보자. 라울은 아래 그림 D에서와 같이 용매 분자가 튀어 나가는 것을 방해하는 용질의 수가 같으므로 끓는점 오름도는 용매 본래의 성질과 관계가 있다. 즉 묽은 용액의 끓는점 오름도는 일정량의 용질이 녹아 있는 용매의 종류와 관계가 있다.



[D] 용매의 종류에 관계있는 끓는점 오름도와 경기자의 종류에 관계있는 피라밋 오르기 경기에 걸리는 시간의 비유