韓國數學敎育學會誌 시리즈 E
<數學敎育 論文集>
제 24집 제 1호, 2010. 2. 67-106

J. Korean Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 24, No. 1, Feb. 2010. 67-106

Brainwriting 기법을 활용한 문제제기 수학학습 활동에 관한 연구

윤 덕 균 (동국대학교 교육대학원)
유 시 규 (동국대학교)

본 논문은 학생들이 모둠을 만들어 모둠원 간의 협의를 통해 문제를 만들고 문제를 해결하는 방법인 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업 통하여 수학적 문제해결력과 창의력 신장에 미치는 효과를 알아보고, 흥미도 검사지를 통해 브레인라이팅기법에 의한 수학학습 수업이 기존의 수학학습과 어떠한 차이가 있었는지 알아보고자 했다.
실험결과 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력의 신장과 창의력의 하위 요소인 유창성과 독창성 신장에 효과가 있다는 것을 알 수 있었고, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 학생들의 흥미도가 올라감에 따라 학생들이 문제를 풀이하는 과정에서 모둠원간의 협의 하고, 해결하는 과정에서 자신감이 높아졌음을 알 수 있었다.

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

NCTM(1989, 2001)의 규준집(Standar ds)에서도 창의력 신장 방안의 하나로 확산적이며 건전한 수학적 사고를 자극하고 창의적인 아이디어를 생각해낼 수 있는 도전적인 과제와 환경을 제공하는 것, 즉 한 가지 문제를 다양한 방법과 전략을 사용하여 해결하는 경험을 제공할 것을 권하고 있다(권오남외, 2005).

이러한 창의적 사고력 증진 교육의 한 실제적인 방법으로서의 브레인스토밍 기법은 창의적인 분위기를 자아내어, 상상력을 북돋워 주고 엉뚱한 아이디어를 받아드리는 것과 같은 창의적인 태도를 가르쳐 주며 문제의 해결책을 정하기 전에 많은 아이디어들을 고려하도록 사람들에게 가르치는 기법이다.

Webster New World College 대사전에서는 "갑작스럽게 일어나는 발작적 정신 착란, 영감, 엉뚱한 생각 혹은 계획으로서 한 집단이 그 구성원들에 의해 자발적으로 제공되는 모든 아이디어나 제안들로써 특수한 문제의 해결점을 찾으려고 시도하는 기술을 사용하는 것이다."라고 하였고, 인터넷 백과

* 접수일(2009년 12월 11일), 심사(수정)일(2010년 1월 5일), 게재확정일자(2010년 2월 8일)
* ZDM분류 : D43
* MSC2000분류 : 97D50
* 주제어 : 브레인라이팅, 브레인스토밍, 문제해결

사전 위키에서는 창의적인 아이디어를 생산하기 위한 학습 도구이자 회의 기법으로서 3인 이상의 사람이 모여서, 하나의 주제에 대해서 자유롭게 논의를 전개한다. 중요한 점은 어떤 사람이 제시한 의견에 대해서 다른 참가자가 비판을 해서는 안 된다. 특정 시간 동안 제시한 생각들을 모아서, 1차, 2차 검토를 통해서 그 주제에 가장 적합한 생각을 다듬어나가는 일련의 과정이고, 아이디어를 생산하기 위한 효율적이고 대중적인 기법이다.

브레인스토밍의 원리에는 자유개방의 원리, 비판금지의 원리, 양산의 원리, 결합의 원리가 있는데 자유개방의 원리는 어떤 생각이라도 자유롭게 하고 그 발표도 허용된다는 원리이고, 비판금지의 원리는 자신이나 타인의 의견을 성급하게 판단하거나 비판하지 말라는 것이다. 양산의 원리는 많은 아이디어의 양을 산출하면 그 만큼 질적으로도 우수한 아이디어가 나올 확률이 크다는 데서 나오는 원리이고, 결합과 개선의 원리는 자신의 것이든 타인의 것이든 두개 이상의 아이디어를 결합시켜 새로운 아이디어를 내놓는다거나, 또는 어떤 특정한 아이디어의 일부를 달리해 본다는 원칙이다(구평회, 2008).

또한 기본전제로는 인간은 잠재적으로 창의성을 가지고 있는데, 이러한 잠재력은 비창의적인 사회문화적 풍토 때문에 의식수준으로 나타나지 못하므로, 개인이 가진 부정적 태도를 바꾸어 줌으로써 창의성이 개발된다고 하였다.

브레인라이팅이란 문제의 해결을 위한 아이디어를 창출하기 위하여 집단 구성원들이 자신의 다양한 의견을 카드에 작성하고, 이것을 일정한 기준에 따라 분류하고 상위 개념을 도출하여 그 결과물을 게시판 등에 부착하여 발표하는 토의 방법의 하나이다.

이러한 브레인라이팅 기법은 토의 과정에서 다양한 아이디어를 창출하기 위해 가장 일반적으로 사용되는 브레인스토밍(brainstorming) 기법을 변형시킨 것으로, 'pin cad'를 이용한 '게시판 세미나'라고도 불린다(송창석, 세종리더쉽개발, 2001).

브레인라이팅 기법의 가장 큰 특징은 개인의 독창적이고 다양한 견해를 간결한 어구 또는 단어의 형태로 여러 장의 카드에 기록하여 시각화 하도록 한다는 점이다. 이것은 일반적으로 널리 사용되는 브레인스토밍 기법과 분명하게 비교되는 부분이다. 브레인스토밍 기법은 거의 모든 경우에 쉽게 적용하여 다양한 아이디어를 얻을 수 있는 장점은 있으나 타인에게 의지하여 진지하게 생각하지 않는 참가자가 나올 수 있고, 여러 사람 앞에서 발언을 잘하지 못하는 사람의 능력을 살리기 어렵다는 등의 단점을 지니고 있다. 그러나 브레인라이팅 기법은 다양한 아이디어 창출을 위해 자신의 생각을 개념화하여 카드에 기록하는 과정을 거치기 때문에, 보다 심사숙고된 다양하고 독창적인 아이디어를 창출해 낼 수 있다.

또한 브레인라이팅 기법은 의견 카드를 작성하고 개념에 따라 분류하며, 상위 개념을 도출해 가는 과정을 통해 구성원 개개인의 의견, 특히 침묵하고 있는 소수의 의견까지도 수렴할 수 있고, 활발한 상호작용을 통해 구성원 모두의 적극적인 참여를 끌어낼 수 있다는 장점이 있다. 그리고 학습 방법에 있어서 시각화와 직접 행동을 중시하기 때문에 학습장의 흥미를 높이고 기억 효과를 극대화 시킬

수 있는 효과적인 교육방법이다.

일반적으로 알려진 브레인라이팅의 기본적인 절차를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 전체 집단을 6명 정도의 소집단으로 나누어, 문제 해결을 위한 질문이나 주제를 제시한다. 이때 각 소집단에게 동일한 주제를 제시할 수도 있고, 다른 주제를 제시할 수도 있다.

주제가 주어지면 구성원들은 각자의 의견을 직사각형의 종이 카드 4~5매 정도에 기록한다. 여기에서 하나의 카드에는 한 개념만을 간단히 쓰도록 하여 개념에 따라 분류가 가능하도록 해야 한다. 주어진 질문이나 주제에 대해 학생들이 전혀 지식이 없어 대안모색이 어려울 때는 교사의 설명이 선행되어야 한다.

카드 작성에 필용한 시간을 충분히 준 뒤, 각 소집단 내에서 카드를 수집하여 비슷한 개념에 따라 의견 카드를 분류하게 한다. 카드에 기록된 각자의 의견을 설명하는 과정을 거쳐 타인의 견해와 비교하면서 집단의 의견을 수렴하고 분류한다. 소집단별로 수집되어 분류된 카드는 핀보드나 전지에 범주화하여 부착하게 한다. 그리고 카드 그룹을 묶어 상위 개념을 도출하도록 하여, 주어진 문제에 대해 포괄적인 접근을 할 수 있도록 한다. 이렇게 문제의 해결을 위한 소집단의 의견을 수렴하여 합의된 대안을 도출하고, 이를 발표하여 평가하는 과정이다(송창석, 2001).

"우리나라의 속담에 백지장도 맞들면 낫다"라는 속담이 있는 것처럼 한 사람이 가지고 있는 아이디어 보다 여러 사람의 아이디어를 모으면 더 창의적인 아이디어가 생겨난다. 이러한 기법의 가장 대표적인 예가 브레인스토밍이다. 또한 브레인스토밍 기법을 발전시킨 기법인 브레인라이팅 기법이다. 브레인스토밍에서 브레인라이팅 기법의 차이는 말로 이루어진 브레인스토밍 기법을 종이나 카드에 정리하는 것에서 차이를 보이지만 사람들과 토의 하고 브레인스토밍의 기법을 따르는 것에서는 변화가 없다. 하여 우선 브레인스토밍이 창의력에 미치는 영향에 대하여 논하고자 한다.

Osborn은 과학자들은 두 개 또는 그 이상의 물건을 합쳐 부분의 총합보다 더 큰 것을 만들어 낼 수 잇다는 종합 작용(Synergistic action)의 의미로 브레인스토밍을 받아들이고 있다. 그 예는 $3+3\neq6$이 아닌 $3+3=7$이 되는 경우와 같다고 하였다. 집단 브레인스토밍도 역시 비슷한 종합 작용을 할 수 있다는 것이다(Osborn, 1993. 신세호)(유봉현, 2000 재인용).

윤종건(1998)은 한 개인으로서는 도저히 움직일 수 없는 무거운 돌을 여러 사람이 모아 움직일 수 있는 것 같이 정신적으로 결합된 한 팀도 큰 힘을 낼 수 있다고 하였다. 이와 같이 집단적으로 매우 다양하고 독특하며, 창의적인 아이디어를 산출하는데 효과적인 방안으로 입증된 것이 집단 브레인스토밍기법이라고 설명하였다.

박미란(1998)의 연구에서는 브레인스토밍 활동이 창의성에 효과가 있는지 알아보기 위하여 창의성 영역을 유창성, 융통성, 독창성, 상상력 등으로 구분하여 실험연구 한 결과 브레인스토밍 활동이 창의성 하위영역 모두에서 효과가 있다고 밝혀졌다.

Amabile(1983)은 직접적으로 창의성 훈련을 할 수 있는 프로그램으로 브레인스토밍, 시네틱스, 창의적인 문제 해결력, 기타 프로그램 등을 분류하고 있는데, 그 중 첫 번째로 브레인스토밍을 들었다.

또한 유봉현(2000)은 브레인스토밍 기법이 창의적 사고력 증진에 미치는 영향에 관한 실험연구 논문에서 다음과 같이 4가지의 특징을 이야기 하였다.

첫째, 브레인스토밍 기법으로 집단 훈련을 받은 대상자들은 이 기법으로 훈련을 받지 않은 집단보다 창의적 사고력의 증진에 의의 있는 차이를 보였다. 따라서 학교 현장에서 브레인스토밍 기법을 활용하면 창의적 사고력의 증진에 효과가 있다. 그러나 브레인스토밍 기법의 전체적인 이론을 잘 이해하고 효과적으로 이용하여야만 실제로 창의적 사고력 증진에 영향을 끼치게 된다. 그리고 브레인스토밍의 보조 기법의 세가지 보조 기법들(역 브레인스토밍, 브레인라이팅 및 검목표)과 원리 규칙 세부절차 과정 및 내용 등의 전체적인 이론들을 반영하고 준수한 종합적인 기법으로 집단 훈련을 받도록 촉진 시키는 방향으로 진행시켜야 창의적 사고력 증진의 효과가 극대화 될 수 있다.

둘째, 종합적인 브레인스토밍 기법은 창의적 사고력의 유창성 증진을 가져 온다. 보조 기법들 중 브레인라이팅은 실험 대상자들에게 망각의 통로를 통하여 흘러 나가 버릴 풍부한 아이디어들을 적어서 저장하도록 도와준다. 창의적으로 문제에 대해 표현을 잘하도록 조성해 주는 분위기를 만들어 주면 더 적극적인 참여로 아이디어 양을 더 많이 표현하도록 하게 된다. 즉, 학생들에게 상상의 자유, 사고의 자유, 표현의 자유, 행동의 자유를 허용하는 분위기를 만들어 주는 것이 창의적 사고력의 하위 요인인 유창성의 증진에 더 효과적이라는 것을 고려해야 한다.

셋째, 종합적인 브레인스토밍 기법은 창의적 사고력의 융통성 증진을 가져온다. 융통성의 면에서는 아이디어의 양적인 증가와 더불어 보다 다양한 해결책을 모색해 보도록 도와주고 브레인스토밍 규칙에 따라 아무리 우스꽝스럽고 말이 안 되는 아이디어라도 비난하거나 평가를 하지 않으면 자유롭게 사고해 보는 과정을 통해 응답자들이 다양한 문제 접근 방법으로 응답을 시도하게 된다.

넷째, 종합적인 브레인스토밍 기법은 창의적 사고력의 독창성증진을 가져온다. 독창성에서는 역 브레인스토밍이나 검목표 등을 이용하여 다양한 방향에서 문제에 접근해 봄으로써 응답자들이 보다 독특한 답을 얻게 할 수 있다. 기존의 방법에다 자신의 아이디어들을 참가하여 새로운 방법을 제안하거나, 전혀 다른 아이디어를 창출해 내는 집단 브레인스토밍 경험을 통해 독창성의 향상을 가져오게 한다. 토의할 주제에 대하여 의식적으로 여러 가지 다양한 질문을 계속적으로 던져 보고, 반대로 생각해 보는 방법들이 훌륭한 아이디어들을 많이 그리고 독특한 아이디어들을 생산해 내도록 한다.

하지만, 브레인스토밍 기법은 창의적 사고 하위요인 정교성을 증진시키지 않는다고 하였다.

또한 유봉현의 논문의 내용을 보면 브레인스토밍 기법 중 브레인라이팅 유창성을 높여주고 흘러나가는 아이디어를 저장 할 수 있는 유용한 방법이라고 강조하였다. 하여 본 논문은 브레인스토밍의 하위 요소이자 변형 요소인 브레인라이팅을 사용하여 창의력증진에 대해서 알아보려한다.

2. 연구문제

본 연구는 브레인라이팅 기법에 의한 수학학습이 문제해결력과 창의력 및 흥미도에 미치는 효과를 분석해 보기 위해서 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습 활동이 문제해결력 신장에 효과가 있는가?
둘째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습 활동이 창의력에 영향을 주었는가?
셋째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습 활동이 학생들의 흥미를 유발하는가?

Ⅱ. 이론적 배경

1. 용어정의

1.1 브레인스토밍(Brainstorming)

브레인스토밍은 뇌에 폭풍을 일으킨다는 것으로 오즈번(Osborn)에 의하여 개발되어 많이 사용되고 있다. 특히 아이디어 회의란 표현으로 회사 등에서도 널리 이용된다.

1.2 브레인라이팅(Brainwriting)

회의 주제에 대하여 미리 아이디어가 떠오르면 망각의 통로를 통하여 흘러나가 버리지 않도록 저장하기 위해 메모지에 적어 두는 것을 말한다. 회의 중에 메모지를 읽는 것이 아니라 손을 들고 리더의 지시에 따라 차례가 되면 메모지에 적힌 것을 골라 한 가지씩 발표하도록 하는 기법이다. 즉, 브레인스토밍이 구술에 의한 아이디어 발상법이라면 브레인라이팅은 필기에 의존하는 침묵 발상법이다(Gry skicwicz, 1985).

1.3 약식 브레인스토밍 기법

약식 브레인스토밍 기법이란 창의적 사고력 증진을 위해 브레인스토밍 기법의 전체 이론들 중 네 가지 규칙만을 준수하는 브레인스토밍 기법을 말한다. 이 네 가지 규칙들은 첫째, 비판금지(Criticism is ruled out) 둘째, 자유분방 환영(Free-wheeling is welcomed) 셋째, 양산 필요(Quanity is wanted) 넷째, 결합과 개선(Combination and improvement sought)이다.

1.4 창의성

어떤 문제 상황에서 기존의 관계 양식이나 해결 방법으로부터 탈피하여 새롭고 독특하고 다양한 관계양식이나 해결 방법을 제시하는 능력이다.

1.5 문제제기(Problem Posing)

좁은 의미에서는 문제설정이라 하기도 하며, 문제 만들기로서 주어진 수학문제를 풀고 새로운 문제로 바꾸어 나가는 활동이다. 또한, 문제 꾸미기로서 현실적 상황을 수학 문제로 바꾸는 활동, 즉 상황을 수학적으로 해결하는 활동(Brown & Walter, 1983).

2. 창의성 & 문제해결력 선행연구 고찰

창의성이란 "주어진 문제나 감지된 문제로부터 통찰력을 동원하여 새롭고, 신기하고, 독창적인 산출물을 내는 능력" 이라고 정의한다.(조석희, 1996) 또한 일정한 틀이나 규칙에만 얽매이지 않고 때때로는 엉뚱하거나 기발한 생각 속에서 자기 나름대로 아이디어나 작품을 독창적으로 생각해 내고, 그것이 일상적이고 관습적인 사고과정에서 벗어나 보다 유용한 아이디어가 되도록 하는 지적인 능력과 이를 가능하게 하는 정의적인 태도와 성향을 말한다(송상헌, 1998)(권오남·김정효, 2000 재인용).

또한 수학적 창의력에 대한 또 다른 견해는 창의적 문제 해결에 초점을 맞추고 있는 것으로 Envynck(1991)은 수학적 창의력을 본질적으로 수학적 대상을 만들고 그 대상들의 상호 관련성을 찾아내는 능력이라고 전제하면서, 수학 교과의 특별한 논리 연역적인 성격과 생성된 개념들이 수학의 중요한 핵심에 통합 되는데 적절한지를 고려하여 문제를 풀고 구조적으로 사용하는 능력이라고 하였고, Haylock(1987)은 수학적 창의력을 명확히 정의하기 쉽지 않다는 점을 언급하면서, 수학적 창의력을 사고의 고착화를 극복하고 정신적 틀을 벗어나는 능력과, 개방된 수학적 상황이나 문제에서 독창적이고 다양한 반응을 할 수 있는 능력으로 구분하여 정의 하였다.

창의력의 구체적 구성요소로는 Guilford (1959)은 유창성, 융통성, 정교성, 독창성으로 분류 하였고, 한국교육개발원(1996)에서는 기존의 여러 연구 결과를 종합하여 창의적 사고의 기능을 다음과 같이 분류, 제시하였다.

창의적 사고의 과정에서 개인 동원하는 사고의 기능은 다음의 다섯 가지로 정리될 수 있다.

유창성(fluency)은 특정한 문제 상황에서 가능한 많은 양의 아이디어를 산출하는 능력을 의미하고, 융통성(flexibility)은 고정적인 사고방식이나 시각 자체를 변화시켜 다양한 해결책을 찾는 능력이고, 독창성(originality)은 기존의 것에서 탈피하여 참신하고 독특한 아이디어를 산출하는 능력이고, 민감성(sensitivity)은 주변의 환경에 대해 민감한 관심을 보이고, 이를 통해 새로운 탐색영역을 넓히는 능력이다.

정교성(elaboration)은 다듬어지지 않은 기존의 아이디어를 보다 치밀한 것으로 발전시키는 능력을 말한다.

하지만 선행논문들에서 민감성과 정교성은 창의력 검사지에서 나타나기 힘들어 검사를 하지 않거나 검사를 했다 해도 창의력 증진에 미비한 영향이나 영향을 미치지 못했다고 한다.

문제해결력은 주어진 문제에서 답을 요구하는 것으로만 여겨져 왔다. 하지만 문제 해결은 문제의 답만을 요구 하는 것이 아니라 문제를 해결해 하는 과정을 의미한다. 신준신은 문제해결 전략에 대해서 학생들의 경험이 부족한 점과, 교사들의 문제해결전략과 문제해결에 대한 이해가 깊지 못한 점을 문제점으로 지적하였다. 이를 극복하기 위해서는 문제해결 경험을 일찍 시킬 것과, 학생들이 창조적인 학습을 할 수 있는 분위기 조성, 그리고 문제해결에서 교사의 역할의 중요성에 대해서 지적하고 있다(강옥기, 2000).

문제해결 교육의 목적은 이미 배운 수학적 사실이나 알고리즘을 단순히 적용하는 것이 아니라 수학을 학습하게 하도록 하는 것이다. 이러한 문제해결은 어느 한 단원에서 강조하여 다루는 것이 아니라 전 학년의 수학 학습의 지도 과정에서 계속적으로 지도하여야 한다. 즉, 문제해결은 이제 전체적인 수학 학습·지도의 경향이나 맥락에서 다루어져야 하며 수학 학습의 지도 방식 중 하나의 바람직한 형태로 생각할 필요가 있다.

마지막으로 문제해결력을 신장시키기 위한 교수·학습의 유의 사항은 다음과 같다.

첫째, 문제해결력은 전 영역에서 지속적으로 지도한다. 둘째, 학생 스스로 문제 상황을 탐색하고 수학적 지식과 사고 방법을 토대로 문제해결 방법을 적절히 활용하여 문제를 해결하게 한다. 셋째, 다양한 방법으로 문제를 창의적으로 해결할 수 있게 한다. 넷째, 문제해결의 결과뿐만 아니라 문제해결 방법과 과정, 문제를 만들어 보는 활동도 중시한다. 다섯째, 생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상에서 파악된 문제를 해결하면서 수학적 개념, 원리, 법칙을 탐구하고, 이를 일반화하게 한다(교육과학기술부, 2008).

2.1 문제 제기

문제제기의 의미는 문제를 해결하는 과정에서 새로운 문제를 제기함으로써 원래의 문제를 재해석하게 되고 원래의 문제를 해결할 수 있는 단서가 생기게 되며, 새로운 관점에서 볼 수 있게 함으로써 그 의미를 보다 명확하게 이해할 수 있게 할 뿐만 아니라 그로부터 새로운 생각을 하게 하기도 한다. 문제제기는 문제설정이라고도 한다(황혜정외, 2008).

또한 김용대는 문제해결력에서 해결 방법이나 답이 여러 가지로 나올 수 있는 문제의 사용은 수학 지도의 주요한 특징으로 학생들의 표현상의 융통성과 전략상의 융통성을 향상시키는 것과 밀접하게 관련된다. 이러한 융통성을 계발시키기 위한 한 가지 방법은 Brown과 Walter (1983)에 의해 개발된 'What-if-not?'의 방법이다. 이것은 문제를 해결한 후 원래 문제의 조건이나 목표를 변형시키는 과정을 통하여 새ㅗ운 문제를 만드는 것이다.

<표 Ⅱ-1> 문제해결과 문제변형에서의 창의성

문제해결	창의성	문제변형
문제에 대한 여러 가지 해결방법이나 해를 탐구한다.	유창성	해결을 요하는 여러 가지 문제를 제기한다.
한 가지 관점으로 해결한 후 다른 관점으로 해결한다.	융통성	"What-if-not?"방법을 사용하여 여러 가지 방법으로 해결되는 문제를 제기한다.
여러 가지 해결 방법이나 해 가운데 독창적인 것을 찾는다.	독창성	제기된 문제 가운데 독창적인 문제를 찾는다.

브라운과 월터(Brown & Walter, 1983)는 문제제기의 중요성을 강조하며, 체계적으로 문제를 만드는 방법으로 'What if not' 전략을 제안한바 있는데, 그 단계는 다음과 같다.

① 속성 열거하기: 문제를 구성하고 있는 요소나 속성을 모두 열거해 본다.

② 'What if not' 수행하기(속성 부정하기): 전 단계에서 열거한 속성이 '만약 그렇지 않다면 어떻게 될 것인가'라는 의문을 가져 본다.

③ 문제제기 하기: 전 단계에서 생각한 의문을 기초로 새로운 문제를 만든다.

④ 설정된 문제 분석하기: 새로 만든 문제를 분석하거나 해를 구한다.

2.2 수학 교수·학습 상황에서 문제제기의 역할과 중요성

수학교육에서 문제제기와 관련된 교수·학습 방법의 중요성은 날로 강조되고 있으며, 수학적 지식을 학생 스스로 구성해 가도록 해야 한다는 구성주의 학습 원리나 수학은 추측과 반박을 통한 발명의 과정을 강조하는 준 경험주의 수리 철학관과도 밀접한 관련이 있다. 일반적으로, 수학 교육·학습 상황에서 문제제기의 역할과 중요성을 다음과 같이 정리할 수 있다.

① 창의적 능력이나 특별한 수학적 능력의 발현에 도움을 준다.

② 탐구 지향적인 학습 태도를 길러 준다.

③ 학생들의 수학에 대한 이해 정도를 파악할 수 있는 수단이 된다.

④ 학생들에게 이미 배운 지식을 종합적으로 이용할 수 있는 기회를 제공한다.

⑤ 학력 수준이 낮은 학생들에게도 의미 있는 수학 학습 활동을 제공한다.

⑥ 수학에 대한 긍정적인 성향을 함양시키는 수단이 된다.

3. 표준화 평가 및 객관식 평가의 문제점

첫째, 표준화 평가나 객관식 평가는 학생들로 하여금 이해하고 반영할 수 있는 능력보다는 회상하거나 기계적인 암기 학습을 더욱 가치 있는 것으로 오해하게 만든다. 즉, 학생들이 어떻게 전문가가 되어 가는가 하는 문제에는 관심이 없고, 학생들 중 누가 단순한 지식이나 정보를 더 많이 저장하고 있는가 하는 정장 창고의 크기를 측정하는 것이라 할 수 있다.

둘째, 표준화 검사나 선다형 객관식 검사의 결과로는 학생 개개인의 성취도를 예언하지 못한다.

셋째, 표준화 검사와 선다형 객관식 검사는 모든 문제나 질문에 대하여 단 한가지의 정답만이 존재한다는 인상을 갖게 한다.

넷째, 표준화 검사나 선다형 객관식 검사는 학생들이 정답과 해결책을 능동적으로 구성하도록 하기보다는 단지 그것들을 재인하는 정도의 수동적인 학습자가 되도록 전락시킨다.

다섯째, 표준화 검사나 선다형 객관식 검사는 교수·학습 상황에서 교수라는 것은 단지 시험에 대비한 준비라는 인식을 갖도록 한다. 이로 인해 교사들은 학생들이 학습하기에 중요한 것보다는 쉽게

테스트될 수 있는 것에 좀 더 초점을 기울이도록 했다. 표준화 검상의 내용은 교과 내용 중 일부를 표집한 것에 불과하며 표집된 내용이 사소한 것이거나 아니면 타당하지 않을 수도 있다.

여섯째, 표준화 검사와 선다형 객관식 검사는 가르치는 것을 축소시킴으로써 내용과 기능 발달을 평준화했다.

일곱째, 표준화 검사와 선다형 객관식 검사는 학생들에게 학습의 과정을 쉽고 용이한 것으로, 잘못 인식하게 할 뿐만 아니라, 이해하지 못한 성공의 가능성이 생기게 됨으로써 학업 성적 및 자신의 능력에 대한 잘못된 인식을 만들게 하는 폐단을 초래한다(조태근외, 2001).

그리하여 본 논문은 객관식 문항이 아닌 주관식 문항으로 평가지를 구성하였다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상 및 기간

1.1 연구대상

본 연구는 경기도 소재 B중학교 2학년 학생 20명을 대상으로 하여, 10명을 실험집단으로 하고, 10반을 비교집단으로 하였으며, 두 집단이 동질집단임을 확인하기 위해 사전검사를 실시하였다. 실험집단은 다시 2개의 모둠으로 나누어서 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업으로 수업을 하였다.

1.2 연구기간

본 실험은 2009년 09월 06일부터 2009년 10월 07일까지 실시하였다. 실험 실시 전에 비교반과 실험반 사전형성평가와 실험반 사전 창의력평가를 실시하였고, 한 달간 브레인라이팅을 활용한 문제제기 수업을 실시한 후에 사후형성평가, 사후창의력평가, 흥미도 검사지를 실시하였다.

2. 검사도구 및 절차

2.1 형성평가 검사지

형성 평가 검사지는 [연구문제1]을 해결하기 위한 검사지로서 사전검사와 사후검사를 실시하였다. 내용은 8-가 「Ⅲ. 문자와 식 단원」에서 학습한 내용을 문항으로 선정하였으며, 총 20문항으로 구성되었다. 본 형성 평가 검사지는 연구자가 개발하였다. 또한 우연에 의한 정답률을 낮추기 위하여 검사지는 객관식으로 하였다. 검사지는 [부록 1]에 제시하였다.

2.2 브레인라이팅을 활용한 문제제기 검사지

본 검사지는 문제제기의 수업에 이용한 검사지로 Brown&Walter가 제시한 문제제기의 3가지 방법

을 사용하였다. 검사문항은 총 8문항으로 8-가 단원내의 중단원에서 대표적인 문제를 4문항씩 선정하여 총 8문항을 수업 중에 실시하였다.

2.3 흥미도 검사지

[연구문제3]를 해결하기 위한 검사지로서 학생들이 브레인라이팅을 활용한 문제제기 수업에 어느 정도 흥미를 느꼈는지 알아보기 위하여 사후 형성평가가 끝나고 난 후에 실시하였다. 본 검사지는 임문규의 학생들이 수학문제를 만들어본 경험을 통하여 느낀 점을 알아보기 위해 사용했던 설문지를 수정 보완하여 사용하였다. 검사지는 [부록 2]에 제시하였다.

2.4 창의적 문제해결력 검사지

[연구문제2]를 해결하기 위한 검사지로서 사전 검사와 사후 검사를 실시하였다. 권오남(2005)의 개방형 문제 중심의 프로그램이 수학적 창의력에 미치는 효과와 송상헌(2006)의 수학 영재의 판별과 선발에 사용된 문항에서 사용된 검사문항을 사용하였다. 검사문항은 총 4문항씩이고, 각 문항은 수학적 창의력 요소인 유창성, 융통성, 독창성을 구분하여 채점하였으면 이들 점수와 총합을 수학적 창의력 점수로 하였다. 창의력 검사의 채점은 권오남(2005)과 송상헌(2006)이 개발한 평가 기준표를 참고로 연구자가 수정 보완하여 문항 별로 채점하였다. 검사지는 [부록 3]에 평가 기준표는 [부록 4]에 제시하였다.

3. 연구 방법 및 내용

3.1 연구방법

중학교 2학년 학생 20명을 실험반(10명)과 비교반(10)명으로 나누어 실험반은 다시 5명씩 2개의 모둠으로 나누어서 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 하였고, 비교반은 전통적인 수업방식으로 진행하였다.

브레인라이팅을 활용한 문제제기 수업은 8-가 『Ⅲ. 문자와 식』 단원을 총 9차시 실시하였다.

실험반 학생들에게 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 무엇인지 인식시키고, 예를 통하여 쉽게 이해하도록 하였으며, 브레인라이팅을 활용한 문제제기 수업은 각 중단원마다 대표적인 문제 4문항씩을 채택하여 진행 하였다.

수업시간에는 교사가 문제해결 결과를 알려주기 보다는 모둠원 간의 협의하고 정리하여 문제를 만들어 보고 해결하는데 중점을 두었다.

<표 III-1> 수업진행 설계표

대단원	중단원	소단원	지도내용
문자와 식	미지수가 2개인 연립 일차방정식	미지수가 2개인 일차방정식	· 미지수가 2개인 일차방정식의 뜻 · 일차방정식의 해 구하기 · 일차방정식의 그래프 · 직선의 방정식의 뜻
		연립일차방정식	· 연립일차방정식의 뜻과 그 해
		연립일차방정식의 풀이	· 가감법을 이용한 연립방정식의 풀이 · 대입법을 이용한 연립방정식의 풀이 · 계수가 정수가 아닌 연립방정식의 풀이
		연립일차방정식의 활용	· 실생활의 여러 가지 문제를 연립방정식을 이용하여 풀기
	부등식	부등식과 그해	· 부등식의 뜻, ·부등식의 해
		부등식의 성질	부등식의 성질
		일차부등식의 풀이	· 일차부등식의 뜻, ·일차부등식의 풀이, · 일차부등식의 해를 수직선 위에 나타내기
		연립일차부등식의 풀이	· 연립일차부등식의 풀이 · A<B<C 꼴의 연립부등식의 풀이
		일차부등식과 연립 일차 부등식의 활용	· 실생활의 여러 가지 문제를 일차부등식과 연립부등식을 이용하여 풀기

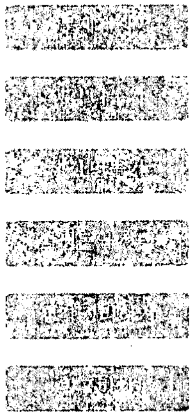
각 중단원의 마지막 정리단계에서 학생들에게 모둠 단위로 자리 배치 후 문제제기 검사지를 나누어 주고, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 하면서 작성하게 하였다. 문제제기에 사용한 검사지의 예는 아래와 같고 구체적인 검사지는 [부록2]에 제시하였다.

<표 III-2> 문제제기 검사지의 예

<문제1> 두 집합 $A=\{(x,y)|4x+3y=5\}$, $B=\{(x,y)|x-y=3\}$에서 $A\cap B$를 구하여라.

1) 위의 문제를 풀어보시오?
2) 결과를 변경하시오?
3) 조건을 변경하시오?
4) 임의로 문제를 만들어 보시오?

3.2 수업모형



<그림 III-1> 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업모형

3.3 모둠별 교수 · 학습 지도안

<표 III-3> 모둠별 교수 · 학습 지도

<table>
<tr><td>단원</td><td colspan="4">Ⅲ 문자와 식
02. 미지수가 2개인 일차방정식</td><td>학년반</td><td></td></tr>
<tr><td>주제</td><td colspan="2">3. 연립방정식의 풀이</td><td>수업일</td><td></td><td>수업자</td><td></td></tr>
<tr><td>학습
목표</td><td colspan="6">· 연립방정식의 풀이
· 모둠별 문제제기를 통한 문제해결력 향상
· 모둠별 문제제기를 통한 창의력 증진</td></tr>
<tr><td>과정
(분)</td><td>학습요소</td><td colspan="4">교수 - 학습 활동</td><td>관련 성구 및
자료 · 유의점</td></tr>
<tr><td>문제
제시</td><td>동기유발
문제제기</td><td colspan="4">◈ 50원짜리 동전과 100원짜리 동전을 합하여 500원이 될 때, 이들 동전은 각각 몇 개씩 있을 수 있는가?
▶ 500원이 다른 금액으로 바뀌면 문제는 어떻게 변경될까요?
▶ 50원짜리와 100원짜리 동전이 아닌 다른 금액으로 바뀌면 동전의 개수는 몇 개가 될까요?</td><td>단원 설명
문제제기와
브레인스토밍에 관해
설명
모둠별 자리 배치
모둠장 서기 선출</td></tr>
<tr><td>모둠
별
학습
활동</td><td>모둠별
브레인라
이 팅 을
활 용 한
문제제기
활동</td><td colspan="4">◈ 모둠활동 문제 제시
▶ 50원짜리 동전과 100원짜리 동전을 합하여 500원이 될 때, 이들 동전은 각각 몇 개씩 있을 수 있는가?
◈ 학습활동 안내
▶ 모둠별로 자리를 이동
▶ 모둠별 선출
▶ 모둠별 연습장 및 문제제기 배부
◈ 모둠활동 단계
생각나누기▷ 생각 만들기 ▷ 생각정리하기
◈ 학습활동</td><td>모둠활동
문제제기
학습지 배부

비판금지,
자유분방 환영,
양산의원리,
결합의원리
적용</td></tr>
</table>

		▶ 활동1 : 위의 문제를 풀어보시오? ▶ 활동2 : 결과를 변경하시오? ▶ 활동3 : 조건을 변경하시오? ▶ 활동4 : 임의로 문제를 만들어 보시오? ◈ 모둠원끼 돌아가며 풀이내용을 확인하고 대표풀이 뽑기	
발표하기	모둠별로 정리한 문제제기지 발표	◈ 각 모둠에서 구한 풀이를 서로 비교해 보고 공통점과 차이점에 대해 이야기 나누기 * 다른 모둠이 발표한 내용 비판 금지	모둠별 정리 자료 발표

3.4 문제제기 검사지 분석

문제가 제시되기 전 모둠별로 안고 학생들은 원 문제를 해결한 후에 문제제기의 세 가지 방법을 이용해 검사지를 작성하였고, 각 방법에 따른 반응 결과를 분석해 보았다. 아래의 표에는 브레인라이팅을 활용한 문제제기 수업에 활용한 문제 8개를 나열해 보았다.

<표 III-4> 문제제기 문제

대단원	중단원	지도내용
문자와 식	미지수가 2개인 연립 일차방정식	· 두 집합 $A=\{(x,y)\|4x+3y=5\}$, $B=\{(x,y)\|x-y=3\}$ 에서 $A\cap B$를 구하여라. · 두 자연수의 합은 352 이고, 큰 수를 작은 수로 나누면 몫은 10이고 나머지는 11이다. 이들 두 자연수를 구하여라. · 50원짜리 동전과 100원짜리 동전을 합하여 500원이 될 때, 이들 동전은 각각 몇 개씩 있을 수 있는가? · 현재 아버지의 나이와 아들의 나이의 합은 51살이고, 12년 후에는 아버지의 나이가 아들의 나이가 2배가 된다고 한다. 현재의 아버지와 아들의 나이를 각각 구하라.
	부등식	· x가 자연수 전체의 집합일 때, 부등식 $5-(3-x)\geq 2x$를 만족시키는 x는 모두 몇 개인가? · 연속하는 세정수가 있다. 이들 세정수의 합이 1000보다 크게 되도록 하는 가장 작은 세정수를 구하여라. · 두 부등식 $2x+3\geq a$, $x-2\leq 3(x+2)$의 해가 서로 같을 때, 정수 a의 값을 구하여라. · 농도가 다른 A, B 두 소금물이 있다. 승현이는 A, B소금물을 각각 500g, 300g 섞어서 8%의 소금물을 만들고, 하라는 A, B 소금물을 각각 300g, 500g 섞어서 10%의 소금물을 만들었다, A 소금물의 농도를 구하여라.

3.4.1 결과를 변경하는 방법

결과를 변경하는 방법은 모둠원 간의 문제를 풀고 문제의 결과를 변경하여 바뀐 결과에서 문제를 만들고 다른 결과를 얻을 수 있게 하는 방법이다.

<문제1> 두 집합
$A=\{(x,y)|4x+3y=5\}$, $B=\{(x,y)|x-y=3\}$ 에서 $A\cap B$를 구하여라.

<그림 III-2> 결과를 변경하는 방법의 예 1

위 모둠은 문제의 결과값 $A\cap B=\{y=-1, x=2\}$를 단순히 숫자를 바꾸지 않고 마지막 물음 $A\cap B$을 $A\cap B^c$으로 바꾸어서 문제상황을 바꾸었다. 위 모둠의 경우 마지막 물음을 바꾸는 것도 결과 값이 바뀌는 것이기 때문에 위와 같이 풀었다고 했다. 하여 문제의 상황을 바꾸어 결과 값을 바꾸는 것이 아니라 결과 값을 바꾸어 다시 푸는 것이라고 다시 교육 하였다.

<문제3> 50원짜리 동전과 100원짜리 동전을 합하여 500원이 될 때, 이들 동전은 각각 몇 개씩 있을 수 있는가?

(0,2) (1,4) (2,6) (3,8) (4,10)
$2x+2=y$

<그림 III-3> 결과를 변경하는 방법의 예 2

위 모둠은 문제의 결과값을 (0, 2), (1, 4), (2, 6), (3, 8), (4, 10)으로 바꾸고 바꾼 결과값에 맞게 문제상황을 바꾸어 보았는데, 바꾼 문제의 상황을 문장으로 표현하지는 않았다. <결과를 변경하는 방법>에 맞게 문제를 잘 해결하였다.

<문제2> 두 자연수의 합은 352이고, 큰 수를 작은 수로 나누면 몫은 10이고 나머지는 11이다. 이들 두 자연수를 구하여라.

<그림 III-4> 결과를 변경하는 방법의 예 3

위 모둠은 문제의 결과값을 51, 8으로 바꾸고 바꾼 결과값에 맞게 문제상황을 바꾸고 다시 문제의 상황을 문장으로 표현하였다.

<문제8> 농도가 다른 A, B 두 소금물이 있다. 승현이는 A, B소금물을 각각 500g, 300g 섞어서 8%의 소금물을 만들고, 하라는 A, B 소금물을 각각 300g, 500g 섞어서 10%의 소금물을 만들었다, A 소금물의 농도를 구하여라.

$A=6$ $\quad 5A+3B = 5\cdot 6+3\cdot 7 = 51$
$B=7$ $\quad 3A+5B = 3\cdot 6+5\cdot 7 = 53$

$500 \times \frac{6}{100} + 300 \times \frac{7}{100} =$
$300 \times \frac{6}{100} + 500 \times \frac{7}{100} =$

<그림 III-5> 결과를 변경하는 방법의 예 4

위 모둠은 활용문제의 결과를 바꾸는 것을 하였으나 결과값에 맞게 문제상황을 만들고 풀어보는 것을 하지 못했다.

즉, <결과를 변경하는 방법>에서는 모둠들은 활용 문제가 아닌 상황에서는 결과에 맞는 새로운 문제상황으로 바꾸었으나 문장으로 만드는 것을 어려워하였고, 활용문제에서는 결과에 맞는 새로운 문제상황으로도 바꾸지 못하였다. 항상 문제가 주어지면 그 문제를 해결한 후에 결과를 얻던 것에 반해, <결과를 변경하는 방법>에서는 문제의 결과로부터 문제를 유추하고 다시 활용문제를 만들어야 하는 방법이었기 때문에 평소와는 반대로 된 해결방법이 낯설고 어렵게 느껴졌던 것으로 보인다.

또한 바뀐 결과에 맞는 새로운 문제상황을 만들었음에도 불구하고 문제를 문장으로 완성하지 못하였는데 이는 학생들이 문장을 자연스럽게 연결하여 만드는 것 또한 어려워 한 것으로 보여진다.

모둠원 대부분이 문제제기 세 가지 방법 중에서 <결과를 변경하는 방법>이 가장 어려웠다고 말하였다.

3.4.2 조건을 변경하는 방법

조건을 변경하는 방법은 모둠원 간의 문제를 풀고 문제의 조건을 변경하여 바뀐 조건에서 결과를 얻을 수 있게 하는 방법이다.

<문제2> 두 자연수의 합은 352 이고, 큰 수를 작은 수로 나누면 몫은 10이고 나머지는 11이다. 이들 두 자연수를 구하여라.

[illegible]

<그림 III-6> 조건을 변경하는 방법의 예 1

위 모둠은 본 문제의 조건의 합 352, 몫10, 나머지 11을 합 721, 몫 10, 나머지 1로 문제의 조건을 바꾸어 문제를 만들었지만 새로운 문제의 자연수라는 조건에 부합하지 못하였다.

<문제5> x가 자연수 전체의 집합일 때, 부등식 $5-(3-x) \geq 2x$를 만족시키는 x는 모두 몇 개인가?

x가 5이하의 자연수일때 $8-(4-2x) \leq 5x$
$5 \geq x$
$8-4+2x \leq 5x$
$4 \leq x \leq 5$
$4 \leq x$
x 4, 5

<그림 III-7> 조건을 변경하는 방법의 예 2

위 모둠은 조건을 $5-(3-x) \geq 2x$에서 $8-(4-2x) \leq 3x$으로 문제상황을 바꾸면서, 부등호의 방향을 바꾸어서 본 문제와 다르게 하였으며, $5 \geq x$를 더 추가 하여 문제를 해결하였다.

<문제6> 연속하는 세 정수가 있다. 이들 세정수의 합이 1000보다 크게 되도록 하는 가장 작은 세 정수를 구하여라.

연속하는 다섯정수가 있다 다섯정수의 합이 200보다 크게
되도록 하는 다섯정수는?
$(x-2)+(x-1)+x+(x+1)+(x+2) > 200$
$5x > 200$
$x > 40$
39, 40, 41, 42, 43

<그림 III-8> 조건을 변경하는 방법의 예 3

위 모둠은 연속하는 세정수라는 조건을 연속하는 다섯 정수로 문제를 강화 하였고 또한 문제 풀이 과정에서 $(x-2), (x+2)$ 조건을 넣어 문제를 잘 해결 하였다.

대부분의 모둠의 학생들은 <조건을 바꾸는 방법>에서는 본 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들었으며, 또한 그 문제를 해결하기도 하였다.

하지만 자연수라는 조건이 주어지면 자연수에 부합하는 문제를 만드는 것을 어려워했으나 결과 변경 방법 보다는 문제제기 하기를 쉬운 방법으로 인식하였다.

3.4.3 임의로 문제를 만들어 보는 방법

본 문제와 비슷하게 모둠원 간의 협의 하여 임의로 문제를 만들어 보는 방법이다.

<문제1> 두 집합 $A=\{(x, y) | 4x+3y=5\}$, $B=\{(x, y) | x-y=3\}$에서 $A \cap B$를 구하여라.

<그림 III-9> 임의로 문제를 만들어보는 방법의 예 1

위 모둠은 문제 만들기 상황에서 새로운 문제를 만든 것이 아니라 문제 상황에서 조건을 $A=\{(x,y)|x+y=5\}$, $B=\{(x,y)|y=x+2\}$로 바꾸는 <조건을 변경하는 방법>을 사용하였다.

<문제5> 현재 아버지의 나이와 아들의 나이의 합은 51살이고, 12년 후에는 아버지의 나이가 아들의 나이가 2배가 된다고 한다. 현재의 아버지와 아들의 나이를 각각 구하라.

5년전 아버지의 나이와 아들의 나이의 합은
60살이고 13년 후에 아버지의 나이가 아들의
나이가 4배가 된다고 한다
현재의 아버지와 아들의 나이를 각각 구하라

<그림 III-10> 임의로 문제를 만들어보는 방법의 예 2

위 모둠은 본 문제에 현재의 상황이 아니라 5년전 이라는 조건을 넣어서 문제의 상황을 추가 하면서, 원 문제와 비슷한 상황에서 새롭게 문제를 구성하였다.

<문제2> 두 자연수의 합은 352이고, 큰 수를 작은 수로 나누면 몫은 10이고 나머지는 11 이다. 이들 두 자연수를 구하여라.

두 자연수의
차의 절댓값은 [illegible] 두 자연수 중 큰 수의 2배가
된다 두 수가 자연수일 때 수 중
$x \le 10$ 이라는 조건을 만족하는
두 수를 구하시오

<그림III-11> 임의로 문제를 만들어 보는 방법의 예 3

위의 모둠은 문제의 상황에 절댓값이라는 상황과 큰 수가 작은 수의 2배가 된다는 조건을 넣었고 또한 $x \le 10$ 넣어 본 문제와 다른 새로운 문제를 구성하였다.

<임의적으로 문제를 변경하는 방법>은 모둠원 간의 협의를 본 문제의 상황에서 자유롭게 창의적으로 새로운 문제를 구성하는 것이다. 모둠원들이 만든 상당수의 문제가 조건을 변경하는 방법과 다르지 않았으나, 조건이나 물음을 모두 달리하여 새로운 문제를 구성하기도 하였다.

대부분의 모둠원 들이 특별한 어려움 없이 문제를 새롭게 구성하였다.

Ⅳ. 연구 결과 및 분석

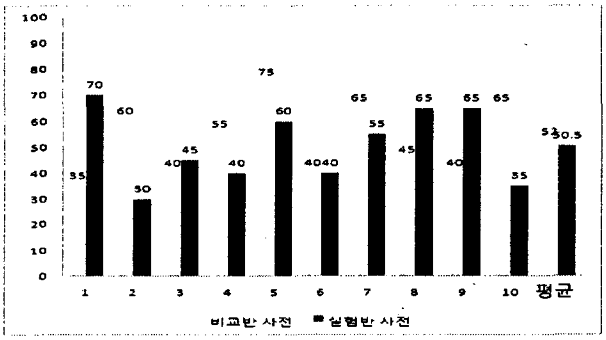
1. <연구문제 1>에 대한 사전·사후 형성평가의 성적분포 통계분석

1.1 실험반과 비교반의 사전 형성평가 점수 비교 분석

<표 Ⅳ-1> 사전 형성평가 성적분포

	학생수	평균	표준편차	자유도	t	p
실험반	10	52	13.78	18	0.24	0.41
비교반	10	50.5	14.23			

실험반과 비교반의 사전 형성평가 성적을 엑셀을 사용하여 t-검정한 결과 유의 수준 0.05내에서 유의미한 차이가 없다. 따라서 실험반과 비교반의 사전 형성평가 면에서는 동질집단임을 알 수 있다.



<그림 Ⅳ-1> 사전 형성평가 성적분포

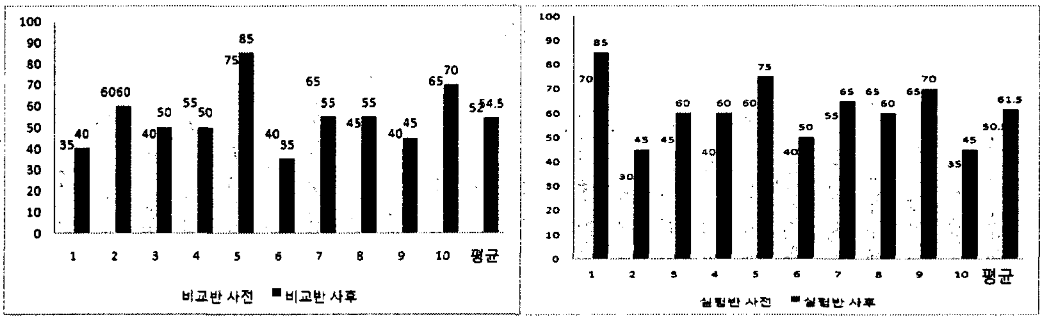
1.2 실험반과 비교반의 형성평가 성적비교

<표 Ⅳ-2> 형성평가를 통한 실험반·비교반 성적비교

	검사	학생수	평균	표준편차	자유도	t	p
실험반	F	10	50.5	14.23	18	-1.810	0.0435
	A	10	61.5	12.92			
비교반	F	10	52	13.78	18	-0.394	0.3493
	A	10	54.5	14.62			

실험반과 비교반의 사전·사후 형성평가 점수에서 변화가 있는지를 확인해 보았더니 전통적인 수업을 한 비교반은 유의수준 0.05 내에서 유의미한 차이가 없고, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 한 실험반을 유의수준 0.05 내에서 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

즉, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력 신장에 효과가 있음을 알 수 있다.



<그림 Ⅳ-2> 형성평가를 통한 실험반·비교반 성적비교

2. <연구문제 2>에 대한 사전 사후 창의력평가 성적분포 통계분석

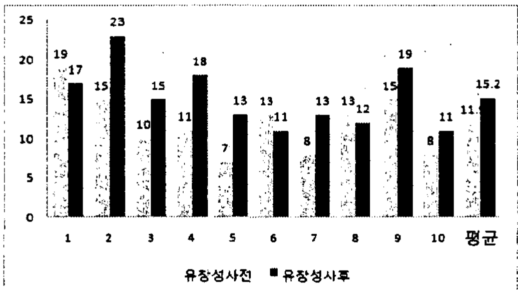
2.1 유창성의 사전·사후 점수비교 분석

<표 Ⅳ-3> 유창성을 통한 실험반·비교반 성적비교

검사	학생수	평균	표준편차	자유도	t	p
F	10	11.9	4.13	18	-1.896	0.037
A	10	15.2	5.29			

실험반과 사전 사후 창의력 평가 중 유창성에 관한 점수에서 변화가 있는지를 확인해 보았더니 유의수준 0.05 내에서 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

즉, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력 신장에 효과가 있음을 알 수 있다.



<그림Ⅳ-3> 유창성을 통한 실험반·비교반 성적비교

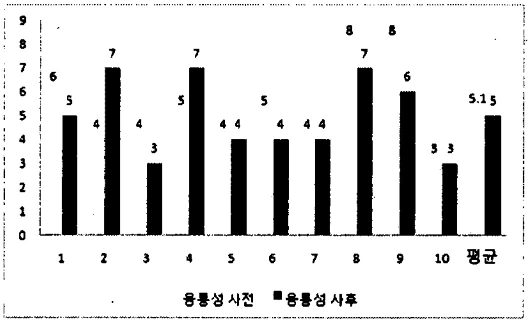
2.2 융통성의 사전·사후 점수비교 분석

<표 IV-4> 융통성을 통한 실험반·비교반 성적비교

검사	학생수	평균	표준편차	자유도	t	p
F	10	5.1	1.73	18	0.133	0.448
A	10	5	1.63			

실험반 사전 사후 창의력 평가 중 융통성에 관한 점수에서 변화가 있는지를 확인해 보았더니 유의수준 0.05 내에서 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다.

즉, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력 신장에 효과가 없음을 알 수 있다.



<그림IV-4> 융통성을 통한 실험반·비교반 성적비교

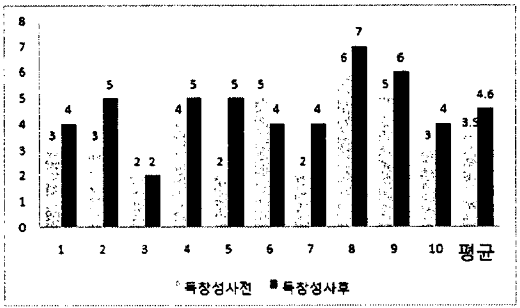
2.3 독창성의 사전·사후 점수비교 분석

<표IV-5> 독창성을 통한 실험반·비교반 성적비교

검사	학생수	평균	표준편차	자유도	t	p
F	10	3.5	1.43	18	-1.766	0.047
A	10	4.6	1.35			

실험반과 사전 사후 창의력 평가 중 유창성에 관한 점수에서 변화가 있는지를 확인해 보았더니 유의수준 0.05 내에서 유의미한 차이가 있음을 알 수 있다.

즉, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력 신장에 효과가 있음을 알 수 있다.

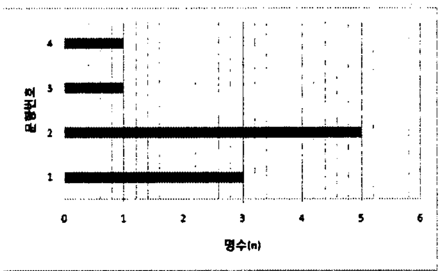


<그림 Ⅳ-5> 독창성을 통한 실험반·비교반 성적비교

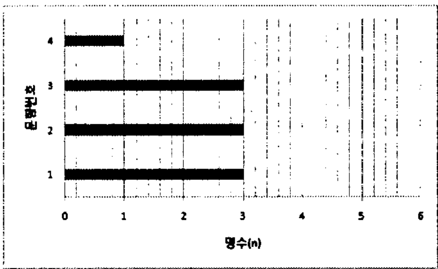
3. <연구문제 3> 흥미도 검사지 분석

브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업이 학생들의 흥미를 유발할 수 있는지를 알아보기 위해서 흥미도 검사지를 실시하였고, 검사지 분석은 다음과 같다.

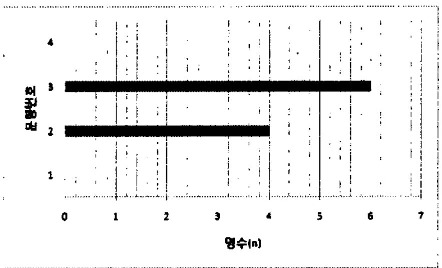
1. 수업에 대한 흥미도는 어떠하였습니까?



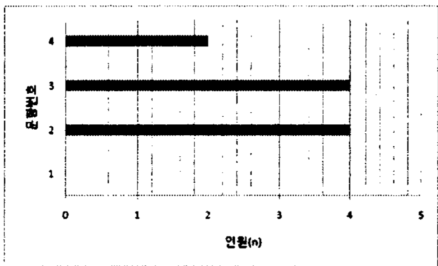
2. 문제제기 수업에 대한 흥미도는 어떠하였습니까?



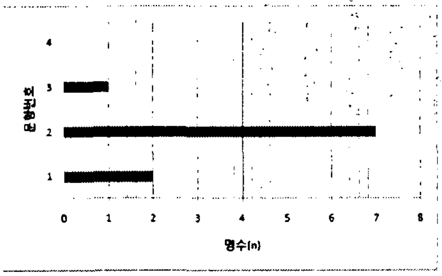
3. 브레인라이팅 기법을 사용하는 것이 어려웠습니까?



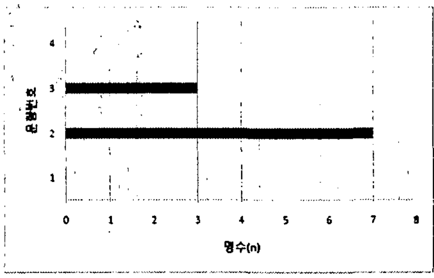
4. 문제제기 수업을 하는 것이 어려웠습니까?



5. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업이 수학적 창의력에 영향을 주었다고 생각합니까?



6. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업이 수학적 문제해결력에 영향을 주었다고 생각합니까?



7. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 하고나서 느낀 점을 쓰시오.

학생	학생들의 진술 내용
A	수학이라는 과목을 보다 다양한 방법으로 접근을 할 수 있는 활동이 되었던 것 같다.
B	재미있었다.
C	새로운 것을 알 수 있었고 또 문제를 풀게 되어서 흥미가 있었고 재미있었다. 그리고 창의력을 알아볼 수 있었던 좋은 경험이 이었던 것 같다. 그리고 여러 가지 방식이 있어서 여러 방면으로 생각 할 수 있었던 것 같다.
E	창의력이 부족하다는 것을 느꼈고 나의 기초실력을 알 수 있어서 좋았던 것 같다.
F	좋은 것 같다.
G	선생님이 재밌게 해주셨는데 문제가 어려웠다. 하지만 도움이 된 것 같다.
H	실생활에서는 겪어볼 수 없는 그런 독특한 문제를 많이 접할 수 있었다.
I	나의 창의력은 아직도 개발 될 수 있을 것 같다. 창의력을 키우는 건 힘들다. 나의 창의력에 한계는 없다.
J	처음에는 그냥 문제를 푸는 건 줄 알았는데 해보니깐 이제 내가 문제를 볼 때도 다른 관점에서 더 많은 생각을 할 수 있게 된 것 같다. 수업도 지루하지 않고 색다른 방식이 여서 재미있었다.
K	브레인라이팅을 활용한 문제제기를 통해 다양한 관점으로 문제를 해결 할 수 있게 해주는 것을 배웠다, 하지만 어떠한 흥미도 찾거나 느끼지 못했다.

<그림 IV-6> 흥미도 검사지 분석

대부분의 학생들이 전통적인 방법에서 벗어난 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이라는 새로운 학습으로 통하여 모둠 활동 하면서 협의를 통하여 문제를 직접적으로 만들어보는 것에 흥미를 느꼈으나, 일부분의 학생들은 흥미를 느끼지 못하였다. 이러한 학생들에게도 수업에 대한 흥미도를 증진 시킬 수 있는 여러 가지의 교수·학습 방안에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론 및 제언

연구기간 동안 실시한 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 모둠원간의 협의를 통해 여러 가지 방법으로 문제를 변형하여 다양한 형태의 문제를 생각해 볼 수 있고 문제를 해결하는 능력이 신장되었다.

둘째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 창의력의 구성요소 중 유창성과 독창성에서는 유의미한 차이를 보였으나 융통성에는 유의미한 차이를 보이지 않았음을 알 수 있었다. 즉 브레인라이팅 기법에 의한 수학학습이 유창성과 독창성에는 높아 졌으나 융통성에는 영향 주었다고는 할 수 없다.

셋째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습을 실시한 후 수학학습에 대한 흥미도가 향상되었다고 할 수 있다.

넷째, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제를 더 깊이 이해할 수 있고, 새로운 시각으로 바라보게 되었다.

이상의 결과에서 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 문제해결력의 신장과 창의력의 하위 요소인 유창성과 독창성 신장에 효과가 있다는 것을 알 수 있었고, 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습이 학생들의 흥미도가 올라감에 따라 학생들이 문제를 풀이하는 과정에서 모둠원간의 협의 하고, 해결하는 과정에서 자신감이 높아졌음을 알 수 있었다. 하지만 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 하면서 학생들의 흥미를 잃지 않고, 문제를 해결할 수 있기 위해서는 학생들의 꾸준한 노력이 필요하다. 뿐만 아니라 교사가 학생들에게 지속적으로 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 문제를 제시해 주면서 경험을 제공하고, 도움을 주어야 한다.

브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수학학습을 단기간의 학습이 아니라 장기적으로 학생들을 대상으로 한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이며, 본 논문에서 나타나지 않았던 유창성을 향상시킬 수 있는 방법을 제시 할 수 있는 연구가 필요하다.

또한 수준별 학습을 하는 학생들과 다양한 성적을 가진 학생들을 모아둔 학생들 중 어느 집단에서 효율적인지 현장에서의 효율적인지 연구가 필요하다.

마지막으로 다양한 답을 유도할 수 있는 개방형문제로 학생들의 창의력증진과 문제해결에 어떠한 영향을 미치는지 연구가 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

강옥기 (2000). 수학과 학습지도와 평가론, 서울: 경문사.

교육과학기술부 (2008). 고등학교 교육과정 해설, 교육인적자원부 고시 제 2007-79호.

구평회 (2008). META 구평회 교육학, 대구: 신수서원.

송상헌 (2006). 수학 영재의 판별과 선발, 경기: 한국학술정보.

송창석 · 세종리더쉽개발 (2001). 새로운민주시민교육 방법, 서울: 백산서당.

조태근 · 임성모 · 정상권 · 이재학 · 이성재 (2001). 수학7-가 교사용 지도서, 서울: 금성출판사.

최용준 (2002). 수학8-가 교사용 지도서, 서울: 천재교육.

황혜정 · 나귀수 · 최승현 · 박경미 · 임재훈 · 서동엽 (2008). 수학교육학신론, 서울: 문음사.

김용대 (2004). 창의적 문제해결과 문제변형을 위한 사고, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> **43(4)**, pp.399-404.

강연미 (2004). 브레인스토밍 활동이 유아의 창의성 증진에 미치는 영향, 가톨릭대학교 교육대학원 석사학위논문.

권오남 · 김정효 (2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학 교육과정 적용 및 효과 분석, 한국수학교육학회 시리즈 A <수학교육> **39(2)**, pp.103-134.

권오남 · 박정숙 · 박지현 · 조영미 (2005). 개방형 문제 중심의 프로그램이 수학적 창의력에 미치는 효과, 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> **44(2)**, pp.307-323.

박미란 (1998). 브레인스토밍 활동이 유아의 창의성에 미치는 영향, 성신여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

신세호 (1966). 창의적 사고에 미치는 인성요인에 관한 연구, 서울대학교 교육대학원 석사학위 논문. 한국교육학회.

이상원 (2005). 문제제기 수업이 수학 문제해결력과 창의력에 미치는 효과, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> **44(3)**, pp.361-374.

유봉현 (2000). 브레인스토밍 기법이 창의적 사고력 증진에 미치는 영향에 관한 실험연구, 중앙대학교 대학원 박사학위논문.

A Study on Learning Activities for Mathematics using Problem Posing Method through Brainwriting

Yoon Duk-Koon
Dept. of Mathematics Education, Dongguk university,
E-mail : ydk81@hanmail.net

Ryu Shi-Kyu
Dept. of Mathematics Education, Dongguk university,
E-mail : skryu@mail.dongguk.edu

This paper tries to analyze how effective the problem posing method through Brainwriting can be on mathematical problem solving and creativity as a way to seek a new pedagogy to enhance student problem solving levels and creativity in mathematics.

The findings of the study can be summarized as follows:

First, the Brainwriting problem posing method improved students' abilities to alter problems, suggest new problems from multi-perspectives, and solve them. All procedures for such were obtained through discussions among group members.

Second, the Brainwriting problem posing method resulted in positive effects on fluency and originality among components of creativity, but not on flexibility. That is, studying mathematics with this method helped students develop creativity levels not in terms of flexibility but of fluency and originality.

Third, the interest rate in mathematics learning rose for those who studied mathematics by adopting the Brainwriting problem posing method.

Finally, this study caused the Brainwriting problem posing method to be more deeply understood and appreciated from a new perspective.

* ZDM Classification : D43
* 2000 Mathematic Subject Classification : 97D50
* Key Words : Brainwriting, Brainstorming, Problem Posing

<부록 1> **형성평가 검사지**

형 성 평 가(사 전)

이름 :

1. 일차방정식 $-2x+y-a=0$의 한 해가 (1, -3)일 때, a의 값을 구하여라.

2. x, y의 변역이 자연수 전체의 집합인 일차방정식 $3x+2y=30$의 해인 순서쌍 (x,y)를 좌표평면에 나타내면 몇 개의 점으로 나타나는가?

3. 다음 연립방정식의 해를 구하여라.
$\begin{cases} 4x+y=16 \\ 2x+y=12 \end{cases}$

4. 연립방정식 $\begin{cases} 3x+4y=2y+10 \\ x-2y=y-4 \end{cases}$ 을 풀어라.

5. 연립방정식 $\begin{cases} 0.5x+0.3y=-0.7 \\ \frac{1}{4}x-\frac{1}{6}y=-\frac{2}{3} \end{cases}$ 를 푸시오.

6. 연립방정식 $\frac{x+y}{2}=\frac{x-y}{3}=1$을 풀어라.

7. 아버지와 보원이의 나이의 합은 53세이고, 14년 후에는 아버지의 나이가 보원이의 나이의 2배가 된다고 한다. 아버지와 보원이의 나이 차는 얼마인가?

8. 14%의 소금물과 8%의 소금물을 섞어서 10%의 소금물 600g을 만들었다고 한다. 이때, 소금물을 각각 몇 g씩 섞었는가?

9. 선택이는 학급 대항 농구 경기에서 2점 슛과 3점 슛을 합하여 9골을 성공하여 21점을 얻었다. 선택이는 2점 슛과 3점 슛을 각각 몇 개씩 성공하였는지 구하여라.

10. 어느 공원에 길이가 10km인 산책로가 있다. 이 길을 처음에는 시속 4km로 걷다가 도중 시속 3km로 걸었더니 총 3시간이 걸렸다. 시속 4km로 걸은 거리를 구하여라.

11. 일차부등식 $4(1-x) \geq 13-x$를 푸시오.

12. 연립부등식 $-5 \leq 2x-1 < 3$을 푸시오.

13. 연립부등식 $4x-5 \leq 2x+3 < x+6$의 해를 구하여라.

14. 부등식 $\frac{x}{4}-6 > \frac{3x-2}{5}$를 만족하는 x의 값 중 가장 큰 정수를 구하시오.

15. 다음 연립부등식 $\begin{cases} 3x-3 < 5-x \\ 2x+4 \leq 3x+4 \end{cases}$ 를 풀어라.

16. 연립부등식 $\begin{cases} 0.3x+1 > 0.5x-0.4 \\ \frac{2x-1}{3} > \frac{x+3}{4} \end{cases}$ 을 푸시오.

17. 지영이는 매달 500원씩 저금을 하고 혜영이는 매달 200원씩 저금을 한다. 현재 지영이의 통장에 2000원 혜영이의 통장에 5000원이 있을 때, 몇 달 후 지영이의 저금액이 혜영이의 저금액보다 많아지는지 구하여라.

18. 3%의 소금물 400g이 있다. 이것에서 몇 g의 물을 증발시키면 5% 이상의 소금물이 되는지 구하여라.

19. 연속하는 세정수의 합이 10 이상 15미만일 때, 이 세 정수를 구하여라.

20. 한 개에 300원 하는 과자와 500원하는 음료수를 섞어 11개를 사는데, 그 값이 5000원 이하가 되게 하려고 한다. 음료수를 과자보다 많이 살 때, 음료수는 최대 몇 개를 살 수 있는지 구하여라.

형 성 평 가(사 전)

이름 :

1. 미지수가 2개인 일차방정식 $3x+ay=1$의 해가 (1, -2)일 때, 상수 a의 값을 구하시오

2. x, y의 변역이 자연수 전체의 집합인 일차방정식 $4x+3y=52$의 해인 순서쌍 (x,y)를 모두 구하여라.

3. 다음 연립방정식의 해를 구하여라.
$$\begin{cases}3x+y=1\\x-y=3\end{cases}$$

4. 연립방정식 $\begin{cases}3x-2(x-y)=7\\3(x+y)-4y=-14\end{cases}$ 를 푸시오.

5. 연립방정식 $\dfrac{x-y}{3}=\dfrac{x}{2}=\dfrac{y-5}{4}$ 를 푸시오

6. A 의 설탕물 500g 과 B의 설탕물 300g을 섞으면 8.5%의 설탕물이 되고, A의 설탕물 600g과 B의 설탕물 200g을 섞으면 9%의 설탕물이 될 때, 설탕물A와 B의 농도를 구하시오.

7. 경희는 300원짜리와 500원짜리 라면을 합하여 10개를 사고 3600원을 지불하였다. 300원짜리와 500원짜리 라면은 각각 몇 개씩 샀는지 구하여라.

8. 한 서점에서 어느 날 4000 원짜리 동화책과 6000 원짜리 잡지를 각각 30권씩 들여 놓았다. 1달 동안의 두 책의 판매 대금은 총 188000원이었는데. 1달 후에 남은 책은 동화책이 잡지보다 2배가 남아 있었다고 한다. 1달 동안에 그 동화책과 잡지는 각각 몇 권씩 팔렸는지 구하여라.

9. 합이 111인 두 자연수가 있다. 그 중 큰 수를 작은 수로 나누면 몫이 9이고, 나머지가 1이라 할 때, 두 수를 구하시오

10. 신입생 219명을 7개 학급으로 나누었더니 정원이 31명인 학급과 정원이 32명인 학급의 두 가지가 되었다. 정원이 31명인 학급은 몇 개인가?

11. 일차부등식 $1.5(2+3x) \le 3.5(1-x)$를 푸시오.

12. 부등식 $\dfrac{2x-1}{5}-\dfrac{x-2}{4}>0$을 만족하는 x의 값 중 가장 작은 정수를 구하시오.

13. 연립부등식 $\begin{cases}7x-9>8(x-2)\\2(x-1)+3>x+7\end{cases}$ 을 푸시오.

14. 다음 연립부등식 $\begin{cases}1.5x+3.6\ge 0.6x+1\\ \dfrac{2}{3}x-1<3x-8\end{cases}$ 를 풀어라.

15. 밑변의 길이가 $12cm$인 삼각형에서 넓이가 $48cm^2$ 이상 $54cm^2$ 이하가 되게 하려면 높이는 얼마로 해야 하는가?

16. 현재 종걸이의 저축액은 8000원, 성훈이의 저축액은 4000원이다. 앞으로 매월 종걸이는 300원씩, 성훈이는 1000원씩을 저축한다면 몇 개월 후에 성훈이의 저축액이 종걸이의 저축액보다 많아지는지 구하시오.

17. 8%의 소금물 500g이 있다. 이것에서 몇 g의 물을 증발시키면 10% 이상인 소금물이 되겠는가?

18. 연속하는 세 홀수의 합이 40보다 크고 50보다 작다고 한다. 이 세 홀수 중에서 가장 큰 수를 구하여라.

19. 미술실의 긴 의자에 3명씩 앉으면 학생이 15명 남고, 4명씩 앉으면 마지막 의자에는 1명 이상 3명 미만이 앉게 된다. 이 때, 의자의 개수를 구하여라.

20. 어느 연극의 입장료는 5000원이고, 30명 이상의 단체에 대해서 입장료의 20%를 할인해 준다고 한다. 몇 명 이상일 때 30명의 단체로 입장하는 것이 유리한가?

<부록 2> 흥미도 검사지

브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업에 대한 설문지(흥미도 검사지)

이름 :

이 설문지는 브레인라이팅기법을 활용한 문제제기 수업을 통하여 학생들의 견해를 알아보기 위한 설문지입니다.
학생들 스스로가 느낀 그대로 솔직하게 설문에 임하여 주시길 바랍니다.

1. 수업에 대한 흥미도는 어떠하였습니까?
① 매우 흥미가 있었다 ② 흥미가 있었다 ③ 보통이다 ④흥미가 없었다

2. 문제제기 수업에 대한 흥미도는 어떠하였습니까?
① 매우 흥미가 있었다 ② 흥미가 있었다 ③ 보통이다 ④흥미가 없었다

3. 브레인라이팅 기법을 사용하는 것이 어려웠습니까?
① 매우 쉬웠다 ② 쉬웠다 ③ 그저 그렇다 ④ 어려웠다

4. 문제제기 수업을 하는 것이 어려웠습니까?
① 매우 쉬웠다 ② 쉬웠다 ③ 그저 그렇다 ④ 어려웠다

5. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업이 수학적 창의력에 영향을 주었다고 생각합니까?
① 매우 영향을 주었다 ② 영향을 주었다 ③ 그저 그렇다 ④ 주지 않았다

6. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업이 수학적 문제해결력에 영향을 주었다고 생각합니까?
① 매우 영향을 주었다 ② 영향을 주었다 ③ 그저 그렇다 ④주지 않았다

7. 브레인라이팅 기법을 활용한 문제제기 수업을 하고나서 느낀점을 쓰시오.

<부록 3> 창의력 검사지

창의적 문제해결력 사전 검사지

본 검사지는 창의적 수학문제 해결을 측정하기 위한 것입니다
답안 작성 시 유의사항을 꼭 읽고 차분히 풀어 주십시오.

이름:

<답안 작성 시 유의사항>
(1) 각자의 답을 서로 구분하기 위해 번호를 붙여주십시오.
(2) 자신이 가장 좋다고 생각되는 답을 가능한 한 많이 적을수록 좋습니다.
(3) 각 문제에서 비슷한 답보다는 서로 다른 종류의 답이 많을수록 더 좋습니다.
(4) 답과 풀이과정이 정확하고 자세할수록 더 좋습니다.
(5) 앞면의 여백이 부족하면 뒷면을 활용해도 좋습니다.

1. 다음 주어진 규칙을 이용하여 계산의 결과가 20이 되는 식을 만들어 보시오.

< 규 칙 >
1. 아래에 주어진 수들 전체 또는 일부만 사용한다.
2. 알고 있는 어떠한 수학 기호를 사용하여도 좋다.
3. 하나의 식에서 주어진 수를 한 번만 사용할 수 있다.
예) 30-10 (0) , 10+10(×)

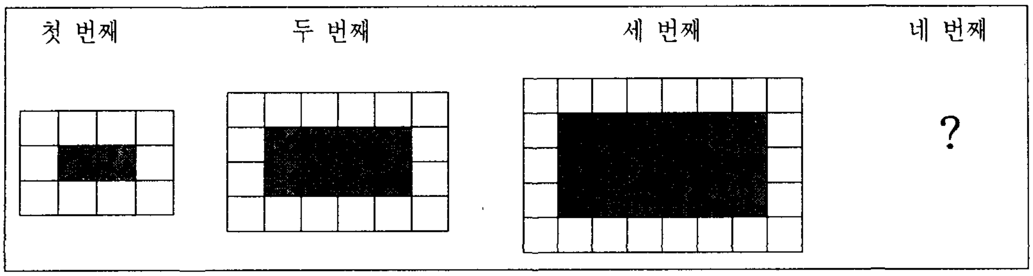
<사용 가능한 수>
15 2 35 60
13 30 45
3 40 10

2. 다음은 일정한 규칙에 의해 수들을 배열하고 있다.

	세로 (1)	세로 (2)	세로 (3)	세로 (4)	세로 (5)	세로 (6)	세로 (7)
가로(1)	1	2	3	4	5	6	7
가로(2)	2	4	6	8	10	12	14
가로(3)	3	6	9	12	15	18	21
가로(4)	48	8	12	16	20	24	28
가로(5)	5	10	15	20	25	30	35
가로(6)	6	12	18	24	30	36	42
가로(7)	7	14	21	28	35	42	49

위에서 발견해 낼 수 있는 성질 또는 사실들을 가능한 많이 찾아 쓰시오.

3. 다음 그림과 같이 한 변의 길이가 $1cm$인 정사각형 모양의 종이를 직사각형 모양이 되도록 배열해 나간다고 하자.

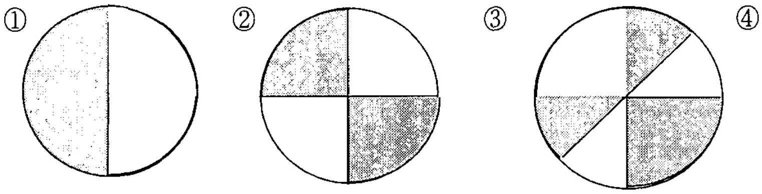


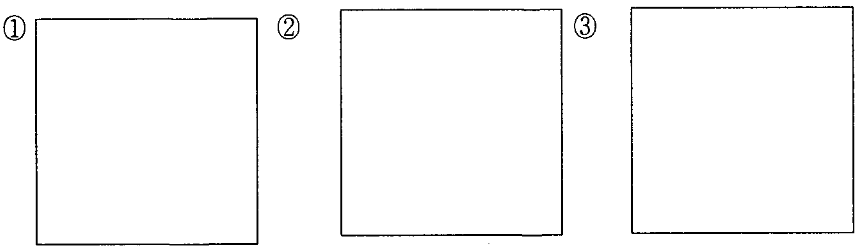
(1) 위와 같은 방법으로 정사각형 모양의 종이를 계속 놓았다고 할 때 네 번째 그림에 사용되는 정사각형 모양의 종이의 개수는 얼마인가?
(2) 네 번째 그림에 사용되는 정사각형 모양의 종이의 개수를 세는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 이 방법들을 가능한 한 많이 설명해보아라.

4. 다음 주어진 정사각형을 여러 가지 방법으로 나누어 색칠한 부분의 넓이의 합과 그렇지 않은 부분의 넓이의 합이 같도록 나타내어라.

< 보 기 >

원의 경우는 다음과 같이 나누어 볼 수가 있다.





창의적 문제해결력 사후 검사지

본 검사지는 창의적 수학문제 해결을 측정하기 위한 것입니다
답안 작성 시 유의사항을 꼭 읽고 차분히 풀어 주십시오.

<답안 작성 시 유의사항>

(1) 각자의 답을 서로 구분하기 위해 번호를 붙여주십시오.
(2) 자신이 가장 좋다고 생각되는 답을 가능한 한 많이 적을수록 좋습니다.
(3) 각 문제에서 비슷한 답보다는 서로 다른 종류의 답이 많을수록 더 좋습니다.
(4) 답과 풀이과정이 정확하고 자세할수록 더 좋습니다.
(5) 앞면의 여백이 부족하면 뒷면을 활용해도 좋습니다.

이름:

1. 다음 주어진 규칙을 이용하여 계산의 결과가 40이 되는 식을 만들어 보시오.

< 규 칙 >

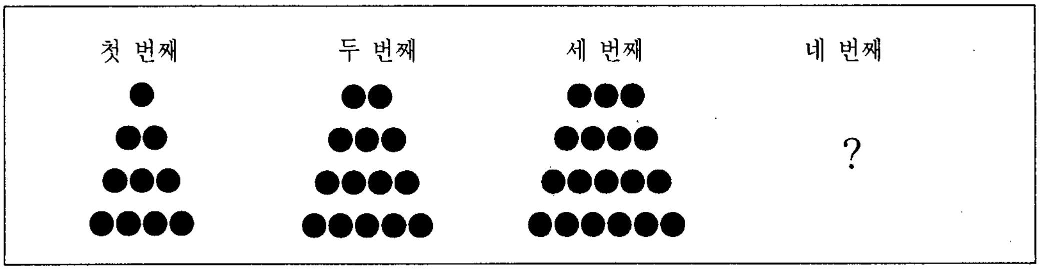
1. 아래에 주어진 수들 전체 또는 일부만 사용한다.
2. 알고 있는 어떠한 수학 기호를 사용하여도 좋다.
3. 하나의 식에서 주어진 수를 한 번만 사용할 수 있다.

예) 80 ÷ 2 (O) , 20+20 (×)

<사용 가능한 수>

0.5 2 20 42
80 35 15
5 4 10

2. 바둑돌이 다음과 같이 놓여 있습니다.

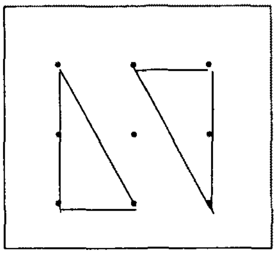


똑같은 방법으로 바둑돌을 계속 놓았다고 할 때, 네 번째 그림에는 몇 개의 바둑돌이 있는지를 세려고 합니다. 셀 수 있는 여러 가지 좋은 방법들을 가능한 한 많이 소개하시오.

3. 다음과 같이 가로-세로의 방향으로 한 칸이 $1cm$인 9개의 점이 찍혀 있다. 이 9개의 점 안에 넓이가 $2cm^2$인 도형을 될 수 있는 한 많이 그려보아라.

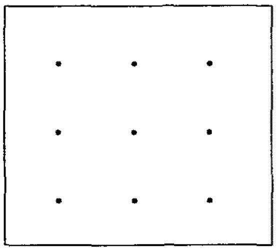
<주의사항>

1. 서로 포개질 수 있는 것은 하나로 본다.
2. 서로 떨어져 있는 것은 안된다.

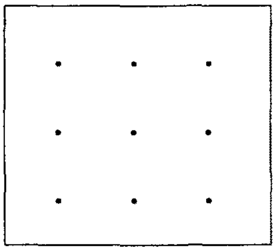


틀린 예

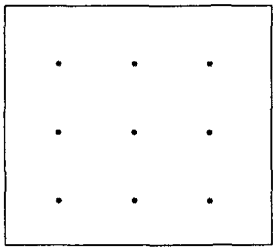
①



②



③



4. 다음은 일정한 규칙에 의해 수들을 배열하고 있다.

	세로 (1)	세로 (2)	세로 (3)	세로 (4)	세로 (5)	세로 (6)	세로 (7)	세로 (8)
가로(1)	1							
가로(2)	1	1						
가로(3)	1	2	1					
가로(4)	1	3	3	1				
가로(5)	1	4	6	4	1			
가로(6)	1	5	10	10	5	1		
가로(7)	1	6	15	20	15	6	1	
가로(8)	1	7	21	35	35	21	7	1

위에서 발견해 낼 수 있는 성질 또는 사실들을 가능한 많이 찾아 쓰시오.

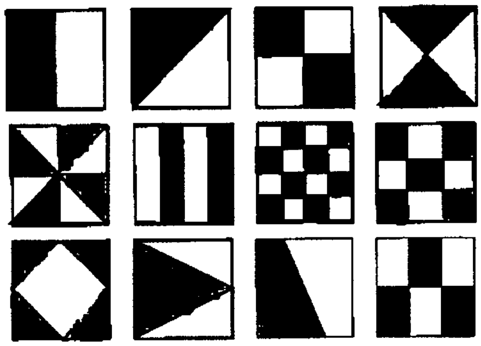
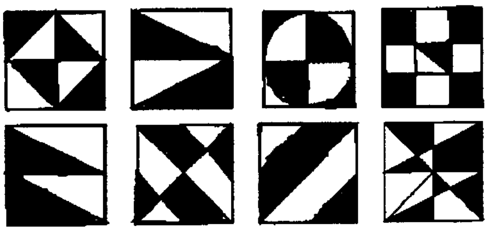
<부록 5> 창의력 검사지 채점 기준표

사전 수학적 창의력 검사 채점 기준표

<table>
<tr><th colspan="5">사전 검사 1번의 채점 기준</th></tr>
<tr><th>정답 유형</th><th>정답의 종류</th><th>독창성</th><th>유창성</th><th>융통성</th></tr>
<tr><td>Ⅰ
: 4개 이하의 수 사용</td><td>$60 \div 3$, $40 \div 2$, 10×2, $30-2$, $15 \times 2-10$,
$40-10 \times 2$, $45-15-10$, $45+35-60$,
$60 \div 2-10$, $45-40+15$, $45+10-35$,
$60-30-10$, $10+40-30$, $15+3+2$,
$(60+40) \div (3+2)$, $45-30+3+2$, $60-40$,
$35 \times 2-60+10$, $60-10-15 \times 2$,.......</td><td>1점</td><td rowspan="4">반응의 개수</td><td rowspan="4">영역의 개수</td></tr>
<tr><td>Ⅱ
: 5개 이상의 수 사용</td><td>$60 \div \{(15 \times 3-40)-2\}$, $40-13-2-15+10$,
$60-40+10+3+2-15$, $35+2+3-40+30-10$,
$40-35+10+3+2$, $35-30+10+2+3$,
$(60+30+10) \div (2+3)$, $60 \div 10+13+3-2$,
$45 \times 3-15-60 \times 2+30-10$,
$(15 \times 3-45)+30-10$, $60 \times 2-30 \times 3-10$,
$60+40-30 \times 3+10$,.........</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>Ⅲ
: 거듭제곱 사용</td><td>3^2+13-2, $2^3 \times 10-60$, $10^2-35-45$,....</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>Ⅳ
: 사칙연산이외의 다른 연산이나 독특한 수학 기호 사용</td><td>40과 60의 최대공약수</td><td>4점</td></tr>
</table>

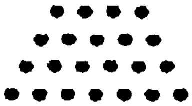
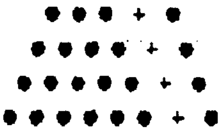
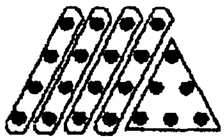
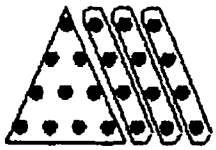
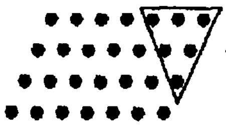
<table>
<tr><th colspan="5">사전 검사 2번의 채점 기준</th></tr>
<tr><th>정답 유형</th><th>정답의 종류</th><th>독창성</th><th>유창성</th><th>융통성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">I
: 단순기술</td><td>가로(1), 세로(1)의 수는 자연수이다.
가로m과 세로m은 같은 수가 나열되어 있다.
가로(n)(또는 세로(n))에 있는 수는 n의 배수이다.
모든 가로줄은 오른쪽 방향으로 점점 커진다.
모든 세로줄은 아래 방향으로 점점 커진다.</td><td>0점</td><td rowspan="11">반응의 개수</td><td rowspan="11">영역의 개수</td></tr>
<tr><td>제곱수를 제외하고는 모두 2번씩 나온다.
8이상의 소수는 없다.</td><td>1점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">II
: 대칭</td><td>왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 내려오는 대각선 방향의 숫자열을 중심으로 가로 세로가 대칭이다.</td><td>0점</td></tr>
<tr><td>오른쪽 위에서 왼쪽 아래로 내려오는 대각선 방향의 숫자는 가운데 숫자를 중심으로 대칭이다.</td><td>1점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">III
: 대각선을 기준으로 일정한 법칙 발견</td><td>가로(1), 세로(1)에서 시작하는 대각선에 있는 숫자는 완전제곱수이다.
가로(1), 세로(1)에서 시작하는 대각선에 있는 숫자의 차이는 3, 5, 7, …로 증가한다.
가로(1), 세로(2)에서 시작하는 대각선에 있는 숫자는 차이가 4, 6, 8, 10, …으로 증가한다.
가로(1), 세로(3)에서 시작하는 대각선에 있는 숫자는 차이가 5, 7, 9, 11, …로 증가한다.
가로(1), 세로(4)에서 시작하는 대각선에 있는 숫자는 차이가 3, 5, 7, 9, …로 증가한다.</td><td>0점</td></tr>
<tr><td>위의 사실을 일반화</td><td>2점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IV
: 이웃하는 수들의 관계</td><td>n번째 줄 k번째 수 = 가로, 세로 처음 두 수의 곱</td><td>1점</td></tr>
<tr><td>3×3 숫자 배열을 임의로 하나 선택하면 가로, 세로, 마주보는 두 수의 합이 서로 같다.
(예; 아래에서 10+14=6+18과 같다.)<table><tr><td></td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td>18</td></tr><tr><td></td><td>14</td><td></td></tr></table></td><td>2점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">V
: 가로줄의 합, 차</td><td>가로(2) +가로(3)=가로(5)
가로(3) +가로(4)=가로(7)
가로(5) -가로(3)=가로(2)
가로(7) -가로(4)=가로(3)</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>각 가로줄(세로줄)의 합은 32의 배수이다.</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>VI
: 기타</td><td>홀수는 다른 홀수와 이웃하지 않는다.</td><td>3점</td></tr>
</table>

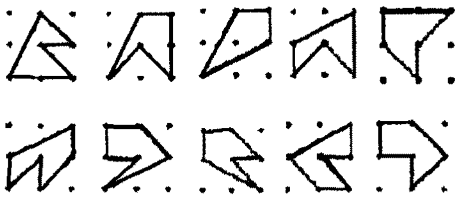
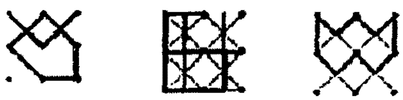
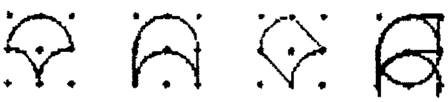
사전 검사 3번의 채점 기준					
정답 유형	설명	정답의 종류	독창성	유창성	융통성
I : 직접세기	네 번째 그림을 직접 그리고, 개수 센다.	20	0점	반응의 개수	영역의 개수
	가로, 세로줄의 개수를 더한다.	4번째 6+4+6+4=20			
II : 수열의 규칙 이용	등차수열: 공차 4	$8 \ ^{+4}\ 12 \ ^{+4}\ 16 \ ^{+4}\ 20$	1점		
	규칙성 발견	4×2, 4×3, 4×4, 4×5			
III : 일정한 패턴이나 묶음	한 줄을 세어서 4를 곱하고 4를 뺀다. (곱하는 4는 둘레, 빼는 4는 귀퉁이 종이 개수)	3×4-4=8 4×4-4=12 5×4-4=16 6×4-4=20	2점		
	(한 줄에 있는 종이 수)×2+(한 줄에 있는 종이 수-2)×2	3×2+(3-2)×2=8 4×2+(4-2)×2=12 5×2+(5-2)×2=16 6×2+(6-2)×2=20			
IV : 도형의 넓이 이용	가로줄×세로줄의 값에서 검은 색 안의 정사각형의 개수를 뺌	$3^2-1^2=8$ $4^2-2^2=12$ $5^2-3^2=16$ $6^2-4^2=20$	3점		
V : 일반화 공식	위의 경우를 이용하여 n번째 일반화 공식을 구함	$8+4(n-1)$ $=4n+4(n+2)^2-n^2$	3점		

<table>
<tr><th colspan="5">사전 검사 4번의 채점 기준</th></tr>
<tr><th>정답 유형</th><th>정답의 종류</th><th>독창성</th><th>유창성</th><th>융통성</th></tr>
<tr><td>I
: 1개의 기본도형 (수직선, 중심을 지나는 대각선, 원)을 이용한 단순 모양</td><td></td><td>0점</td><td rowspan="4">반응의 개수</td><td rowspan="4">영역의 개수</td></tr>
<tr><td>II
: 2개 이상의 기본 도형을 이용한 복잡한 모양</td><td></td><td>1점</td></tr>
<tr><td>III
: 가운데 점(등분할)을 이용</td><td></td><td>2점</td></tr>
<tr><td>IV
: 곡선 이용</td><td></td><td>3점</td></tr>
</table>

사후 수학적 창의력 검사 채점 기준표

<table>
<tr><th colspan="5">사후 검사 1번의 채점 기준</th></tr>
<tr><th>정답 유형</th><th>정답의 종류</th><th>독창성</th><th>유창성</th><th>융통성</th></tr>
<tr><td>I
: 4개 이하의 수 사용</td><td>$80 \div 0.5, 15+35-10, 80 \times 5 \div 10, 42-2,$
$20+35-15,\ 15+5+20, 4 \times 10, 42-4+2,$
$80 \div 0.5 \div 4, 15 \times 5-35,\ 80-35-15+10,$
$20+10 \times 2, 20 \div 5 \times 10, 35 \times 2-20-10,$
$(35 \times 2+10) \times 0.5,\ 35 \times 4-80-20,$
$80 \times 0.5 \div 2+20, (35-15) \times 2, \ldots\ldots$</td><td>1점</td><td rowspan="4">반응의 개수</td><td rowspan="4">영역의 개수</td></tr>
<tr><td>II
: 5개 이상의 수 사용</td><td>$20 \times 10 \div 4+5-15, 80 \times 2 \div 0.5-35-5,$
$20 \times 10 \div 2-80+35-15,$
$20+10+35+15-80+42-2,$
$\{(15 \div 5)+2\} \times 80 \div 10,$
$(42 \times 2-4) \div 10 \times 5,$
$35+15-10-(42-2) \times 0.5+80 \div 4, \ldots\ldots$</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>III
: 거듭제곱 사용</td><td>$20^2 \div 10, 80^2 \div 20 \div 4 \div 2, 10^2 \div 4+15, \ldots$</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>IV
: 사칙연산이외의 다른 연산이나 독특한 수학기호 사용</td><td>20과 10의 최대공약수와 80과 4의 최대공약수의 곱</td><td>4점</td></tr>
</table>

사후 검사 2번의 채점 기준					
정답 유형	설명	정답의 종류	독창성	유창성	융통성
I : 직접세기	4번째 그림을 그린 후 그림 속에 있는 모든 바둑돌을 차례로 센다.	 22	0점		
	각 줄의 연속하는 바둑돌의 개수 합	4+5+6+7 =22	0점		
II : 수열의 규칙을 이용	각 가로줄에 하나씩 더하여감	 18+4(1)	0점		
	맨 윗줄을 없애고 아래에 한 줄을 더함	1번째 10 2번째 10-1+5 3번째 14-2+6 4번째 18-3+7	1점		
III : 일정한 패턴의 묶음	대각선으로 4개씩 묶은 후 묶음의 수를 세고 나머지 6개를 더함	 4(4)+6	2점		
	처음에 10개가 있는 데서 대각선으로 4개씩 더해 감	 10+3(4)	2점	반응의 개수	영역의 개수
	기타		2점		
IV : 평균이나 특별한 도형의 넓이 공식을 이용	첫줄과 마지막 줄의 개수를 합하여 이를 2배함	1번째 2(1+4) 2번째 2(2+5) 3번째 2(3+6) 4번째 2(4+7)	1점		
	대칭이 되도록 평행사변형을 만든 다음 필요 없는 부분의 개수만큼을 뺌	 4(7)-6	2점		
	사다리꼴의 넓이 구하는 공식 이용	$\frac{4(4+7)}{2}=22$	3점		

사후 검사 3번의 채점 기준				
정답 유형	정답의 종류	독창성	유창성	융통성
Ⅰ : 1개의 기본도형을 이용한 단순 모양		0점	반응의 개수	영역의 개수
Ⅱ : 2개 이상의 기본 도형을 이용한 복잡한 모양		1점		
Ⅲ : 가운데 점을 이용		2점		
Ⅳ : 곡선 이용		3점		

<table>
<tr><th colspan="5">사후 검사 4번의 채점 기준</th></tr>
<tr><th>정답 유형</th><th>정답의 종류</th><th>독창성</th><th>유창성</th><th>융통성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">I
: 단순기술</td><td>가로줄의 양 끝 수는 모두 1이다.
세로(1)은 모두 1이다.
두 번째 가로줄부터 1이 반드시 2개씩 있다.
첫 번째와 두 번째 가로줄은 모두 1이다.
가로(1), 세로(1)에서 시작하는 대각선은 모두 1.
세로 줄의 수는 모두 다르다.
가로 줄의 개수는 점점 더 많아진다.
n번째 가로줄은 n개의 수를 가진다.
모든 세로줄은 아래 방향으로 점점 커진다.
짝수 번째 가로줄의 가운데 두 수는 같다.
홀수 번째 가로줄의 숫자는 홀수 개이고, 짝수 번째 가로줄의 숫자는 짝수 개이다.</td><td>0점</td><td rowspan="11">반응의 개수</td><td rowspan="11">영역의 개수</td></tr>
<tr><td>가로(4)는 3의 약수이다.
세로(7)은 7의 약수이다.
세로(5)에 있는 숫자는 1을 제외하고 5의 배수.
가로(8)에 있는 숫자는 1을 제외하고 5의 배수.
세로에서는 가장 밑에 있는 수가 가장 큰 수이다.</td><td>1점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">II
: 대칭(가로줄 기준)</td><td>가로줄의 수는 대칭이다.
모든 가로줄은 가운데 수 빼고 2개씩 짝 이룬다.</td><td>0점</td></tr>
<tr><td>홀수 번째 가로줄은 가운데 수를 중심으로 대칭이고, 짝수 번째 가로줄의 수는 좌우대칭이다.</td><td>1점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">III
: 일정한 법칙 발견(세로줄 기준)</td><td>세로(2)에 있는 수는 자연수이다.
세로(3)에 있는 수의 차 2, 3, 4, 5 로 증가.
세로(4)에 있는 수의 차 3, 6, 10, 15 로 증가.
세로(5)에 있는 수의 차 4, 10, 20, 35 로 증가.</td><td>0점</td></tr>
<tr><td>위의 사실을 일반화
좌우대각선과 세로줄의 수는 서로 같다.</td><td>2점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">IV
: 이웃하는 수들의 관계</td><td>아랫줄의 수는 바로 윗줄의 이웃(ㄱ자 모양)하는 두수의 합
(n+1)번째 세로줄의 (k+1)번째 수는 n번째 세로줄의 k번째까지의 모든 수의 합
(예; 옆의 세로(2)의 3번째 수
=세로(1)의 2번째까지 수 의 합)
<table><tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>4</td></tr></table></td><td>1점</td></tr>
<tr><td>일반화 (n번째 줄의 k번째 수 = (n-1)번째 줄의 (k-1)번째 수와 k번째 수의 합)
가로(n)과 세로(n)이 만나는 자리의 수는 1이다.</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>가로(n)과 세로(n)이 만나는 지점에서 아래로 한 칸 내려가면 그 수는 n이다.</td><td>3점</td></tr>
<tr><td rowspan="2">V
: 가로줄의 합</td><td>각 가로줄의 합은 1, 2, 4, 8, 16로 2배씩 증가.
각 가로줄의 합은 2의 배수</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>각 가로줄의 합은 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64.</td><td>2점</td></tr>
</table>