문제해결자의 정신용량과 문제의 요구정신용량이 문제해결에 미치는 영향

안수영 · 권재술
(한국교원대학교)

(1996년 2월 12일 받음)

Ⅰ. 서 론

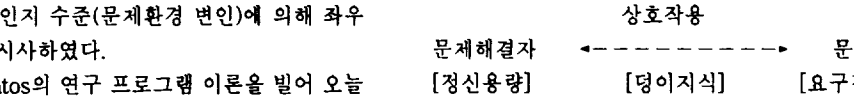
1. 연구의 목적 및 필요성

오늘날 인지심리학의 이론적인 발달은 문제해결 연구에 대한 그 설명의 폭과 깊이를 더할 수 있는 좋은 이론적인 기반을 우리에게 제공하고 있다. Piaget 이론은 주어진 문제에 대한 수행 결과는 아동(문제해결자)의 인지발달 수준과 문제가 요구하는 인지 수준(문제환경 변인)에 의해 좌우될 수 있다는 것을 시사하였다.

Niaz(1993)는 Lakatos의 연구 프로그램 이론을 빌어 오늘날의 과학교육 연구 프로그램은 Piaget 이론으로부터 경쟁 연구 프로그램인 Pascual-Leone의 이론으로 이동하고 있다고 주장하였다. 즉, Piaget 이론이 많은 변칙 사례들을 설명하지 못하는 퇴행적 프로그램이라면, Pascual-Leone의 이론은 Piaget 이론의 많은 변칙 사례들을 설명할 뿐만 아니라 새로운 결과를 예측하고 이들이 검증되는 전진적 프로그램에 해당한다. Pascual-Leone의 이론과 정보처리 이론은 인지발달의 구조적 요인인 단기기억의 역할을 강조한다. 특히 Pascual-Leone은 아동이 지니고 있는 단기기억 처리용량에 해당하는 정신용량(Mental Capacity)과 문제가 지니고 있는 요구정신용량(Mental-Demand)에 의해서 문제해결 결과는 다르게 나타난다고 주장하였다.

이처럼 발달된 인지이론들은 기존의 문제해결 연구에 대하여 새로운 체계적인 해석의 틀과 접근 방식을 제공하고 있다. 즉, 문제에 대한 수행결과를 해석하는 데 있어서 문제해결 전략, 표상, 해결 과정과 같은 문제해결자의 과정적인 면을 고려한 연구에 문제해결자의 인지능력과 관련된 구조적인 면과 문제환경 변인을 함께 고려할 수 있게 되었다. 이에 따라 문제해결 연구가 짜임새있는 이론적인 틀을 갖추기 위해서는 기존의 문제해결 연구의 전통에 발달된 인지심리학적인 이론을 접목하여 문제해결 결과를 설명할 필요가 있다.

문제해결은 문제해결자와 주어진 문제환경과의 상호작용에 의하여 이루어진다는 관점에서 문제해결과 관련될 수 있는 인지심리학적인 변인들을 도식화하면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 문제해결자와 연관된 인지심리학적 변인들

<그림 1>은 문제해결의 과정을 정보처리 이론과 Pascual-Leone의 이론에 관련된 변인으로 접근할 수 있음을 보이고 있다. 즉 문제해결 결과는 문제해결자의 정신용량과 문제환경 변인인 요구정신용량에 의해 영향받을 수 있다. 한편으로 문제해결의 결과는 위의 두 변인 뿐만아니라 문제환경과 관련된 문제해결자의 덩이지식의 크기에 따라 영향받게 된다.

본 연구에서는 위의 심리학적 인지 변인들이 물리문제의 해결 결과에 어떠한 영향을 미치는 지를 설명하려고 한다. 즉, 문제해결 결과가 문제환경과 관련된 문제의 요구정신용량, 문제해결자의 인지능력의 구조적 특징을 나타내는 정신용량과 이들의 상호작용의 과정과 관련된 문제해결자의 관련 지식에 대한 덩이지식화 정도에 의하여 어떻게 영향받는가를 알아보는데 목적이 있다.

2. 연구 문제

문제해결자의 인지적 특성 중 구조적 요인인 정신용량과 관련 문제에 대한 덩이지식화 정도, 그리고 문제의 요구정신용량이 문제해결 결과에 어떠한 영향을 미치는 가를 알기 위하여 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 주어진 문제의 요구정신용량이 증가할 때 문제해결의 결과는 어떻게 나타는가?
- 문제해결자의 정신용량의 크기에 따라 문제해결 결과는 학교 급별로 어떻게 나타나는가?
- 문제해결자의 정신용량보다 문제의 요구정신용량이 더 큰 문제 상황에서 문제해결 결과는 어떻게 변하는가?

3. 용어 정의

· 정신용량(Mental Capacity, Mental Power, Mental Span) 단기기억에서 처리할 수 있는 정보처리 능력(용량)을 의미하는 것으로, 정신용량은 Pascual-Leone(1970)에 의해서 구체적으로 정의되었다. Pascual-Leone에 의하면 정신용량이란 단기기억에서 동시에 처리할 수 있는 독립된 도식 또는, 덩이지식의 수를 의미한다. 정신용량은 구조적 정신용량과 기능적 정신용량으로 구분된다. 구조적 정신용량은 유기체적 요인에 의해서 생득적으로 일정하게 나이에 따라 증가하는 정신용량을 의미하고, 기능적 정신용량은 실제 문제해결 상황에서 문제해결자가 최대로 가용할 수 있는 정보처리 용량을 의미한다. 기능적 정신용량의 크기는 0에서부터 구조적 정신용량 사이의 값을 지닌다.

본 연구에서의 정신용량은 모두 기능적 정신용량에 해당한다.

· 요구정신용량(Mental Demand)

주어진 문제를 해결하기 위하여 문제해결자가 처리해야 할 정보의 수나 사고 과정에 관련된 것으로서, 관련 문제에 대하여 기초지식만 있는 문제해결자가 문제를 해결하기 위하여 단기기억에서 동시에 처리해야 할 변인의 수나 사고 과정을 의미한다.

· 덩이지식(Chunk)

여러 독립된 지식이나 정보가 문제해결자의 지식구조 내에서 서로 유의미하게 묶여져 하나의 정보처리 단위로 인식되는 상태의 지식이나 정보의 결합체를 의미한다. 단기기억에서의 정보처리 용량은 날 개의 정보나 지식의 수에 관계없이 덩이지식의 갯수와 관련된다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 지식수준에 따른 문제해결의 차이를 고려하기 위하여 지식수준이 차이날 것으로 예상되는 중학교, 고등학교, 과학고등학교, 대학교 학생들을 검사 대상으로 하였다.

구체적인 연구 대상은 아래의 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구대상

구분	학년	계열	인원	수업유무*	학교 소재지
중학교	2		95	유	경남 울산시
고등학교	2	자연	89	유	경남 울산시
과학고등학교	2	자연	60	유	경남 진주시
대학교(물리)	1	자연	20	무	충북
대학교(생,화)	2	자연	45	무	충북
계			309		

* 수업 유무에서 '유'는 해당 학교급별에서 전기 관련 수업을 받았음을 뜻하고, '무'는 전기 관련 수업을 받지 않았음을 의미함.

중학교 학생들의 경우에는 전기회로에 대한 기초 지식을 갖춘 학생들이 한 학급에서 그다지 많지 않았다. 따라서 중학교에서의 연구 대상 학생들은 고등학교나 대학교의 연구 대상 학생들과는 달리 학교에서 상위 50%의 석차 내에 드는 학생들을 대상으로 하였다.

2. 검사 도구

1) FIT 752 검사지

FIT 752(Johnson, 1982a) 검사지는 학생들의 기능적 정신용량과 구조적 정신용량을 측정할 수 있도록 개발된 집단투여 검사지이다.

Pascual-Leone(1969)의 신피아제 이론을 바탕으로 처음 고안된 FIT 검사지는 정보처리에 대한 M 조작자로 불리는 단기기억의 존재와 그 역할을 가정하고 있다. 이후 FIT 검사지는 몇 차례의 개정을 거쳤다. 현재의 FIT 752 검사지는 1982년에 정신용량 측정 도구로 캐나다의 York 대학에서 개발된 것이다.

Johnson(1982a)의 FIT 검사실시 지침서에 의하면, 대상 학

생들은 검사도형 세트에서 모든 제시도형들이 겹쳐지는 부분의 공통 영역을 찾아 하나의 점을 그 공통 영역에 찍어야 한다. 이때 문항 수준이 높은 부류일수록 검사 대상자들의 정신용량을 더 많이 요구한다. 예를 들면, 부류 2의 문항들은 제시도형 세트에 2개의 도형이 있다. 검사 대상자들은 검사도형 세트에서 1개의 도형에 겹쳐지는 또 다른 도형 하나만 확인하면 되므로 부류 2의 문항들을 해결하는 데에는 정신용량의 크기가 1이면 된다. 부류 8의 문항들에는 제시도형 세트에 8개의 도형들이 있다. 따라서 검사도형 세트에서 8개의 도형이 겹쳐지는 영역을 찾기 위해서는 7개의 도형들을 단기기억 내에서 동시에 활성화시킨 상태에서만 과제해결이 가능하므로 정신용량의 크기가 7은 되어야 한다. 정리하면, FIT 문항은 부류 2에서부터 8까지로 구분할 때 각 부류의 해당 요구정신용량은 1에서부터 7까지로 나타난다.

기존의 연구 결과(Niaz, 1989, 1992; 김경희, 1994; 김혜경, 1991)에 의하면, 문제해결에 영향을 주는 정신용량은 기능적 정신용량으로 드러났다. 따라서 본 연구에서는 기능적 정신용량의 크기와 문제의 요구정신용량이 문제해결에 주는 영향을 조사하는 데 초점을 맞추고, FIT 752 검사를 실시할 때에 검사소요 시간을 13분으로 제한하여 기능적 정신용량을 측정하였다. 13분의 제한 시간은 기존의 연구에서 기능적 정신용량을 측정하는 데 연구자들이 적합하다고 판단한 시간이었다.

FIT 752 검사지의 원래의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.88이었다. 본 검사대상 학생에 대한 문항의 전체 신뢰도(Cronbach's α)는 투입 결과 0.75로 나타났다.

2) 전기회로 관련 문제지

연구 목적에 맞춰 우선적으로 물리 내용 관련 문항지가 가져야 할 조건들로 다음 사항을 고려하였다.

- 전체 문항은 같은 내용의 틀을 지녀야 한다. 같은 내용의 틀을 지녀야 문항의 특성이 요구정신용량의 차이로만 나타나게 된다.
- 문제해결에 요구되는 문제 관련 지식은 최대한 적은 양만을 요구해야 한다. 문제해결에 요구되는 지식의 양이 많아지면, 문제해결자의 지식의 차이에 의해 문제해결 결과는 다르게 나타난다.
- 각 문항별 요구정신용량의 차이가 분명하게 드러나야 한다.

전기회로와 관련된 물리 문제들은 위와 같은 조건을 만족할 수 있는 것으로 판단되었다. 주어진 전기회로 문제에서 특정 부분의 전류나 전압을 구하는 데 동원되는 지식은 회로의 단순·복잡함에 관계없이 적은 수의 지식만을 똑같이 요구한다. 같은 내용지식을 포함하고 있는 문항들의 요구정신용량은 각 저항이 연결되는 회로요소를 덧붙임으로 증가시킬 수 있다. 위와 같은 방법에 의하여 완성된 문항들은 예비 연구를 거쳐 최종적으로 7문항이 개발되었다.

각 문항의 요구 정신용량은 문제공간과 Case의 과제 분석 절차에 의하여 결정되어 졌다. 전기회로와 같은 특정 내용 지식과 관련된 문항들은 문제해결자의 지식수준에 따라서 문제의 요구정신용량은 달라질 수 있다. <표 2>와 같이 문제해결자의 지식구조와 해결 방법에 따라 문제해결에 필요한 조작단계수나 사고 과정은 다르게 나타난다. 하지만 문제의 요구정신용량의 산정은 전기회로에 관한 기초지식만을 지니고 있는 문제해결자를 대상으로 한다. 즉, 문제해결에 관련된 스키머들이 독립된 상태로 존재하는 초심자의 문제해결 과정을 기준으로 요구정신용량은 정해진다.

<표 2> 각 문항의 요구정신용량과 문제해결 과정

문항 7) - 요구정신용량 2
[$R_{병}$*->$R_{전}$]

문항 6) - 요구정신용량 3
A: [$R_{병}$->$R_{전}$]->I_R
D: [$R_{병}$->$R_{전}$]->V_R->I_R

문항 5) - 요구정신용량 4
A: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_{17}
D: [$R_{병}$->$R_{전}$]->V_{17}

문항 4) - 요구정신용량 5
A: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_R->V_{20}
B: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_{20}
C: [$R_{병}$->$R_{전}$]->I_{20}->V_{20}
D: [$R_{병}$->$R_{전}$]->V_{20}

문항 3) - 요구정신용량 6
A: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_5->$V_{병}$->I_{10}
B: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->$V_{병}$->I_{10}
C: [$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->I_{10}
D: [$R_{병}$->$R_{전}$]->V_{10}->I_{10}

문항 2) - 요구정신용량 7
A: [$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_{12}->$V_{병}$->$I'_{전}$->V_{10}->V_{30}
B: [$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->$V_{병}$->$I'_{전}$->V_{30}
C: [$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]-> $I_{전}$->$I'_{전}$->V_{30}
D: [$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$V'_{전}$->V_{30}

문항 1) - 요구정신용량 8
A: [$R'_{병}$->$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->V_{12}->$V_{병}$->I_{24}->V_{24}->$V'_{병}$->I_{40}
B: [$R'_{병}$->$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->$V_{병}$->$I'_{전}$->$V'_{병}$->I_{30}
C: [$R'_{병}$->$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$I_{전}$->$I'_{전}$->I_{30}
D: [$R'_{병}$->$R'_{전}$->$R_{병}$->$R_{전}$]->$V_{병}$->$V'_{병}$->I_{30}

* 표에서 R, I, V에 붙어있는 아래 첨자들은 실제 각 문항에 제시되어 있는 변수의 값이나 특정 회로 요소에 대한 R, I, V의 관계를 나타낸다.

전기회로 문항에서 초심자들이 취할 수 있는 문제 공간과 그 풀이과정을 분석하여 보면, <표 2>와 같이 이들은 대부

분 각 회로요소에 옴의 법칙을 적용하여 문제를 해결하는 미시적 접근 방식을 취한다(박학규, 1993). 따라서 문제의 요구정신용량은 'A' 형의 해결 과정을 기준으로 정해진다. 요구정신용량이 결정된 각 문항들은 문제해결의 과정 동안에 일어나는 덩이지식화 효과를 방지하기 위하여 요구정신용량의 크기가 제일 큰 문항(요구정신용량 8)에서부터 요구정신용량이 작은 문항 순서로 한 페이지에 한 문항씩 배열하였다. 각 페이지에는 '이유 · 설명' 란을 두어 대상자들의 문제해결 과정을 그대로 기록할 수 있도록 하였다.

연구 목적에 의하면, 검사대상 학생들은 전기회로와 관련된 기초지식을 알고 있는 학생들이어야 한다. 따라서 연구대상자들의 기초지식을 파악할 수 있는 기본적인 내용을 묻는 7문항을 검사지의 앞부분에 따로 첨부하였다.

검사지 투입 결과 문항의 전체 신뢰도(Cronbach's α)는 0.78로 나타났다.

3. 검사 실시

FIT 752 검사와 전기회로 관련 문제해결 검사는 연구자가 직접 감독하여 1994년 2월에서 4월 사이에 각 학교 급별로 실시하였다.

FIT 752 검사 시간은 13분 이었으며, 전기회로 관련 문제해결 검사의 소요시간은 50분 이었다. 특히 과학고등학교 학생들은 18-28분 사이에 전기회로 관련 문제지에 대한 문제풀이를 마쳤다.

4. 자료 처리

FIT 752 검사에 대한 각 문항의 채점은 맞으면 1점을, 틀리면 0점으로 이분하여 처리하였다. FIT 752 검사에 의한 정신용량의 크기는 FITC Score 방법에 의해 판정하였다. FITC Score 방법은 문항들을 각 부류로 나눈 다음 맞은 수에 대한 각 부류의 해당 백분율을 결정한다. 결정된 백분율이 70% 이상인 부류들 중에서 가장 낮은 백분율을 지니는 부류를 찾는다. 이때 정신용량의 크기는 바로 그 부류 값에서 -1을 한 값이 된다. 예를 들면 백분율이 70% 이상인 부류 중에서 가장 낮은 백분율을 지니는 부류가 7이라면 정신용량의 크기는 6에 해당된다. FIT 752 문항 중 부류 4를 제외하면 모두 5개의 문항으로 구성되어 있다. 따라서 70% 이상의 백분율을 지니려면 각 부류의 문항 중에서 4개 이상을 맞아야 한다. 부류 4는 6개의 문항으로 구성되어 있으므로 5개 이상의 문항을 맞아야 70% 이상에 해당한다.

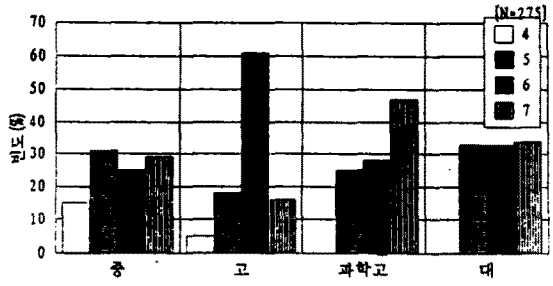
전기회로 관련 검사지의 채점은 풀이 결과를 중심으로 답이 맞으면 1 점을, 틀리면 0점으로 점수를 부과하였다. 본 연구의 목적에 부합되는 대상자들은 전기회로 문제와 관련된 기본 지식을 갖추고 있어야 한다. 따라서 전기회로에 관한 기본지식을 묻는 7문항 중 2이상의 문항을 틀리면 그 학생은 분석 대상에서 제외하였다.

분석에 필요한 통계 처리는 SPSS PC'와 EXCEL에 의하여 처리하였다. 각 문항간의 위계관계를 구하기 위해서는 구윤모(1992)가 사용하였던 QBASIC 프로그램을 이용하여 처리하였다.

Ⅲ. 결과 및 분석

1. 학교 급별 기능적 정신용량의 분포

각 학교 급별 평균 기능적 정신용량의 크기는 중학생 5.7, 고등학생 5.9, 대학생 6.0, 과학고 학생이 6.2인 것으로 나타났다. 이들 중 고등학생들의 기능적 정신용량의 크기에 따른 분포는 김경희의 연구(5.67)보다는 크게 나타났고, 김혜경의 연구(6.3)보다는 작게 나타났다.

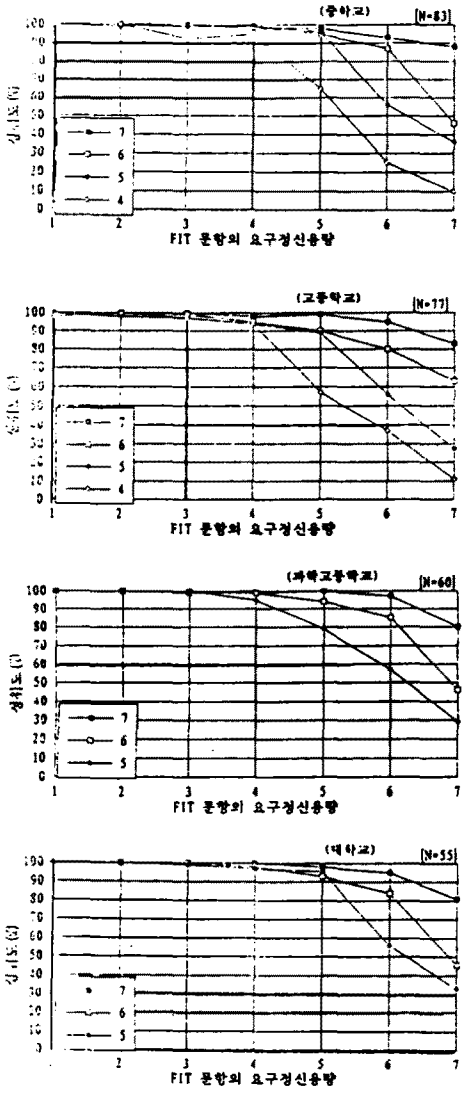


<그림 2> 학교 급별 기능적 정신용량의 크기에 따른 분포

Pascual-Leone의 이론에 의하면 고등학생과 대학생들의 구조적 정신용량의 크기는 7 정도로 비슷하게 나타나야 한다. <그림 2>에서 과학고 학생들의 기능적 정신용량의 크기가 일반 고등학생이나 연령이 더 많은 대학생들보다 크게 나타났다. 이는 실제 문제해결 상황에서의 정보처리 능력은 과학고 학생들이 일반 고등학생이나 대학생들보다 뛰어나다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

2. 정신용량 집단별 FIT 752 검사 문항의 문제해결 결과

FIT 검사문항들은 겹쳐진 도형의 숫자에 따라 부류 2(요구정신용량 1)에서부터 부류 8(요구정신용량 7)까지 나뉘어진다. 결정된 학생들의 정신용량에 따라 문항의 요구정신용량별 성취도를 학교 급별에 따라 그래프로 나타내면 <그림 3>과 같다



<그림 3> 정신용량의 크기에 따른 FIT 문항의 요구정신용량별 성취도

정신용량의 크기에 따른 FIT 검사문항의 요구정신용량별 성취도를 비교하여 보면, 학교 급별로 같은 유형의 변화형태를 보이고 있다. 즉 정신용량이 4로 판정된 집단은 부류 6의 문항(요구정신용량 5)에서부터 성취도는 급격한 감소를 보이고 있으며, 정신용량이 5로 판정된 집단은 부류 7의 문항(요구정신용량 6)에서 급격한 감소가 나타났다. 정신용량이 6으로 판정된 집단은 부류 8의 문항(요구정신용량 7)에서 급격한 감소를 보이고 있다. 공통적으로 각 집단별 해당 정신용량보다 더 큰 요구정신용량의 문항에서 성취도의 급격한 감소가 나타나고 있다.

<그림 3>과 같이 학교 급별 정신용량의 크기에 따른 문항의 요구정신용량별 성취도의 변화형태가 비슷하게 나타나고, 정신용량의 크기에 따라 특정 요구정신용량의 문항에서 성취도가 급격한 감소를 보이는 것은 Pascual-Leone이 주장한 단기기억에서의 정보처리 능력인 정신용량의 특성을 잘 보여주는 예라고 할 수 있다. 또한 FIT 검사는 이를 신뢰성 있게 측정할 수 있는 도구가 될 수 있음을 의미한다. 즉 정신용량은 단기기억 내에서 동시에 처리할 수 있는 독립된 스키머의 최대 수를 의미하므로 대상자는 자신의 정신용량보다 작은 요구정신용량을 지니는 부류의 문항에서는 큰 어려움 없이 문제를 해결할 수 있다. 하지만 자신의 정신용량보다 더 많은 수의 정보를 한꺼번에 처리해야 하는 부류에 해당하는 문항에서는 해결에 어려움을 겪게 될 것이고, 따라서 정답률은 급격한 감소-임계상황- 를 보이게 된 것이다.

3. 전기회로 관련 문제의 요구정신용량에 따른 문항간 위계관계

전기회로 관련 문제의 요구정신용량에 따른 학교 급별 정답률은 <표 3>과 같이 나타났다.

<표 3> 문항의 요구정신용량에 따른 학교 급별 정답률

요구정신용량 / 학교	2	3	4	5	6	7	8
중학교(N=83)	93	75	54	41	30	16	6
일반고(N=77)	96	74	58	44	34	18	8
과학고(N=60)	100	100	100	98	88	90	68
대학교(N=55)	100	90	87	80	76	60	35
평균	97	85	75	66	57	46	29

<표 3>에 의하면 문제의 요구정신용량이 증가함에 따라 정답률은 감소하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 변화는 중학생과 고등학생의 정답률에서 더욱 뚜렷하게 나타난다.

문항의 요구정신용량이 문제해결에 미치는 영향을 구체적으로 분석하기 위하여 요구정신용량에 따른 각 문항간의 위계관계를 표로써 나타낸 결과는 <표 4>와 같았다. 각 문항간의 위계지수 산출은 구윤모(1991)가 사용했던 방식을 따랐다.

위계관계 지수표의 가로축에 있는 문항을 기준으로 세로축에 있는 문항의 행렬에 해당하는 지수값이 높게 나타나면 가로축의 문항은 세로축의 문항에 대하여 위계적으로 상위의 문항에 해당된다. <표 4>의 위계관계 지수표에 의하면, 중학생은 요구정신용량이 2, 3인 문항끼리는 요구정신용량의 크기에 관계없이 동일한 수준의 문항으로 인식한다는 것을 알 수 있다. 하지만 요구정신용량이 4, 5, 6, 등으로 증가하면 요구정신용량이 큰 문항일수록 위계적으로 상위 수준의 문항에 해당한다. 고등학생도 중학생과 거의 같은 형태의 위계관계를 보이고 있다.

대학생에게는 문항의 요구정신용량이 2, 3, 4인 문항들끼리는 동일한 수준의 문항으로 인식된다. 중.고등학생과 마찬가지로 대학생들에게도 문항의 요구정신용량이 5이상인 문항들에서는 요구정신용량이 더 큰 문항이 위계적으로 상위 수준의 문항에 해당한다. 하지만 과학고등학생들의 경우에는 상황이 아주 다르게 나타난다. 과학고등학생들의 경우에는 요구정신용량이 8인 문항을 제외하고는 모든 문항이 동일한 수준의 문항으로 인식되고 있다.

한편으로 학교 급별 정답률을 비교하여 보면, 문제해결자의 관련 문제에 대한 지식구조의 덩이지식화 정도에 따라서 문제해결 결과는 영향받는다는 것을 알 수 있다. 과학고등학생들과 같이 전기회로에 대하여 충분한 지식이 있는 학생들 즉, 덩이지식이 큰 문제해결자들에게는 기초지식만 있는 학생들을 기준으로 결정한 문항의 요구정신용량은 그다지 큰 의미가 없다.

4. 정신용량과 전기회로 관련 문항의 문제해결

연구 대상자들을 FIT 검사에 의해 결정된 정신용량의 크

<표 4> 요구정신용량에 따른 문항간의 위계관계

(중학교) [N=83]

상위 / 하위	2	3	4	5	6	7	8
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
4	0.5	0.6	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0
5	0.4	0.5	0.6	1.0	0.9	1.0	1.0
6	0.2	0.4	0.4	0.6	1.0	1.0	1.0
7	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	1.0	1.0
8	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0

(고등학교) [N=77]

상위 / 하위	2	3	4	5	6	7	8
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.7	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
4	0.6	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0
5	0.5	0.5	0.7	1.0	0.8	1.0	1.0
6	0.4	0.4	0.5	0.3	1.0	1.0	1.0
7	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	1.0
8	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.7	1.0

(과학고) [N=60]

상위 / 하위	2	3	4	5	6	7	8
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
4	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0
5	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9
6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	0.8	1.0
7	0.7	0.9	0.8	0.9	0.7	1.0	0.9
8	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	1.0

(대학교) [N=55]

상위 / 하위	2	3	4	5	6	7	8
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0
4	0.7	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0
5	0.6	0.6	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0
6	0.5	0.5	0.5	0.9	1.0	0.9	0.9
7	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	1.0	1.0
8	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4	1.0

* ▒▒은 위계지수가 0.7 이상에서 문항간의 위계관계가 성립하는 문항임.

기에 따라 집단을 나누고, 각 정신용량 집단별 정답률이 전기회로 관련 문항의 요구정신용량이 증가할 때 어떻게 나타나는 가를 학교 급별로 분석해 보면 다음과 같다.

1) 중학교

전기회로 문항에 대한 정신용량 집단별 정답률의 차이를 분석하기 위하여 일원변량 분석을 실시한 결과를 각 문항에 대한 F값과 유의도만 나타내면 <표 5>와 같았다.

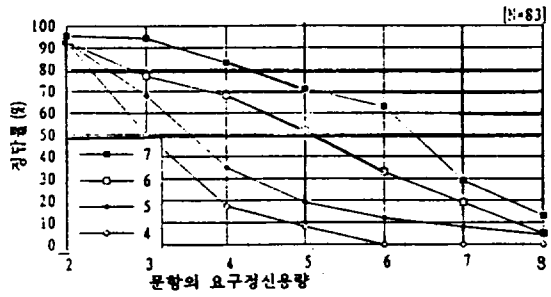
<표 5> 문항의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률에 대한 일원 변량분석(중학교) [N=83]

요구정신용량	2	3	4	5	6	7	8	전체
F 값	0.169	4.621*	8.563**	8.552**	9.203**	2.415	0.927	12.004**

* $p<0.01$, ** $p<0.001$

일원변량 분석의 결과, 요구정신용량이 2인 쉬운 문항에서는 정신용량 집단별 정답률은 의미 있는 차이를 나타내지 않았으나, 요구정신용량이 3, 4, 5, 6인 문항에서는 정답률은 정신용량 집단별로 의미 있는 차이를 보이고 있다. 하지만 요구정신용량이 7, 8인 어려운 문항에서는 정신용량 집단별 정답률은 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 원인은 문항의 요구정신용량과 문제해결자의 정신용량의 상대적인 크기로 해석할 수 있다. 즉, 요구정신용량이 2와 같은 낮은 문항은 모든 문제해결자에게 인지적인 부담을 주지 않는다. 반면에 요구정신용량이 7, 8로 큰 문항들은 모든 문제해결자에게 과중한 인지적 부담을 주게 되고, 그 결과 정신용량이 작은 집단이나 큰 집단이나 모두 문제해결에 실패하게 된다. 한편 요구정신용량이 3, 4, 5, 6인 문항들은 정신용량의 크기에 따라 인지적 부담을 느끼는 정도는 문항마다 다를 것이다. 정신용량이 작은 집단은 상대적으로 요구정신용량이 낮은 문항에서도 인지적인 부담을 느끼지만, 정신용량이 큰 집단은 정신용량이 작은 집단이 인지적 부담을 느끼는 문항에 대하여 그다지 인지적 부담을 느끼지 않게 된다. 이와 같이 정신용량의 차이에 따라 같은 요구정신용량을 지니는 문항이라도 인지적인 부담에 대한 상대적 차이는 정신용량의 크기가 다른 집단간에 의미 있는 정답률의 차이를 유발한다.

각 문항의 요구정신용량에 따른 정답률의 변화를 정신용량 집단별로 나타내면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률(중학교)

정신용량 집단별 정답률의 변화는 단순히 전체 대상자에 대하여 요구정신용량의 크기에 따른 문항의 정답률의 변화형태와는 상당히 다르게 나타났다. 전체 대상자의 요구정신용량에 따른 문항별 정답률은 선형적인 감소를 보였으나, 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률의 변화형태는 단순한 선형적인 감소가 아님을 알 수 있다. <그림 4>의 그래프에 나타난 문항의 요구정신용량에 따른 정답률의 세부적인 변화를 살펴보면, 정신용량이 4인 집단은 요구정신용량이 3, 4인 문항에서 정답률이 급하게 감소하고 있으며, 정신용량이 5인 집단은 요구정신용량이 4인 문항에서 더 급한 감소를 보인다. 정신용량이 6인 집단은 요구정신용량이 증가함에 따라 정답률이 거의 선형적인 감소를 보이나 요구정신용량이 5, 6인 문항에서 더 급한 감소를 보였다. 정신용량이 7인 집단은 요구정신용량이 7인 문항에서 정답률이 급한 감소를 보이고 있다.

2) 고등학교

요구정신용량의 크기에 따른 정답률의 차이를 분석 위하여 일원변량 분석의 결과에 대한 F값과 유의도를 나타내면 <표 6>과 같다.

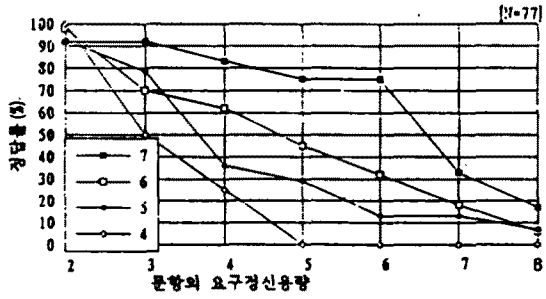
<표 6> 문항의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률에 대한 일원 변량 분석 (고등학교) [N=77]

요구정신용량	2	3	4	5	6	7	8	전체
F 값	0.520	1.393	2.855*	3.292*	5.224**	0.961	0.579	4.087**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

문항의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단간 정답률의

차이는 중학생과 비슷한 결과를 보이고 있다. 이와같은 결과는 앞의 중학생과 같은 맥락에서 해석될 수 있다.
각 정신용량 집단별 요구정신용량의 크기에 따른 정답률을 그래프로 나타내면 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률(고등학교)

<그림 5>의 그래프에 의하면, 각 정신용량 집단별 정답률의 전체적인 변화형태는 중학생의 정답률의 변화형태와 역시 비슷하다. 중 · 고등학생들의 문제해결 결과는 정신용량의 뚜렷한 특성이 될 수 있는 임계상황의 존재 즉, 특정 요구정신용량의 문항에서 정답률이 급격하게 감소하는 현상은 어느정도는 보이지만, FIT 검사 문항에서 나타난 결과만큼 분명하지는 않다.

본 연구 결과로부터 정신용량이 학생들의 문제해결 결과에 영향을 주는 중요 변인임을 확인할 수는 있으나, 정신용량의 인지적 특성이 세부적으로 문제해결에 영향을 미치는지는 정확히 알 수 없다.

3) 과학고등학교

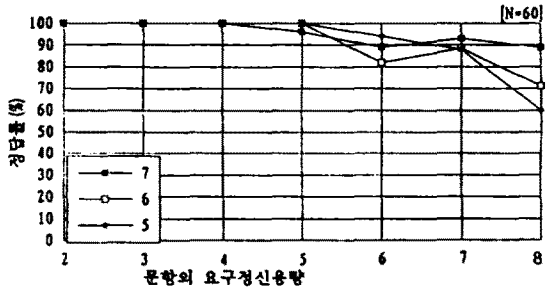
과학고등학생들의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단간의 문항의 정답률의 차이를 분석하기 위하여 실시한 일원변량 분석의 결과에 대해 F값과 유의도를 나타내면 <표 7>과 같다.

<표 7> 문항의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률에 대한 일원변량 분석(과학고등학교) [N=60]

요구정신용량	2	3	4	5	6	7	8	전체
F 값	0	0	0	0.563	0.472	0.238	4.092*	2.225

* $p<0.05$

과학고등학생들의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률의 차이에 대한 일원변량 분석의 결과는 중 · 고등학생들과는 다르게 나타났다. 중 · 고등학생들은 요구정신용량이 높은 문항에서는 과중한 인지적 부담으로 인하여 정신용량 집단별 정답률은 의미 있는 차이를 보이지 않았으나, 과학고등학생들은 요구정신용량이 8인 가장 높은 문항에서만 정신용량 집단간에 정답률은 의미있는 차이를 보이고 있다. 과학고등학생들의 정신용량 집단별 요구정신용량에 따른 각 문항의 정답률의 변화를 그래프로 나타내면 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률(과학고)

과학고등학생들의 요구정신용량에 따른 정답률의 변화형태는 일반 중 · 고등학생들의 경우와는 다르게 나타났다. 일반 중 · 고등학생들의 정답률은 정신용량 집단별로 의미있는 차이를 나타냈으나, <그림 6>에서처럼 과학고등학생들의 전체 정답률은 요구정신용량이 8인 문항을 제외하고는 80% 이상으로 나타나 전기회로에 관한 본 검사문항은 너무 쉬운 문제에 속해 정신용량 집단별 정답률은 차이가 나지 않는다. 과학고등학생들에게는 요구정신용량이 8인 문항에서는 정신용량 집단별 정답률은 다르게 나타났다.

문제풀이 과정을 분석하면, 과학고등학교 학생들이 전기회로 문제에서 문제해결에 접근한 방식은 일반 중 · 고등학생들이 문제해결에 접근한 방식과는 많이 다르다. 일반 중 · 고등학생들이 전기회로 문제를 풀기 위하여 옴의 법칙을 이용한 미시적 접근 방식 A를 대부분 취한데 비하여, 과학고등학생들은 <표 2>에 있는 것처럼 대부분 해당 회로 요소의 특성을 파악하여 저항과 전류의 반비례 관계(접근 방식 C)를 이용하거나 저항과 전압의 비례 관계(접근 방식 D)를 이용하는 거시적 접근 방식을 취한다. 일반 중 · 고등학생들이 취하는 미시적 접근 방식에 비하여 과학고등학생들이 취하는 접근 방식은 문제해결의 과정을 단순화시킬 수 있으므로 요구정신용량의 수를 줄일 수가 있다. 하지만 과

학고등학생들도 요구정신용량이 점점 커지게 되면 정신용량 집단별로 인지적 처리 과정에 부담을 느끼는 정도가 다르게 되어 요구정신용량이 8인 문항에서는 정신용량 집단별 정답률은 차이가 나게 된다.

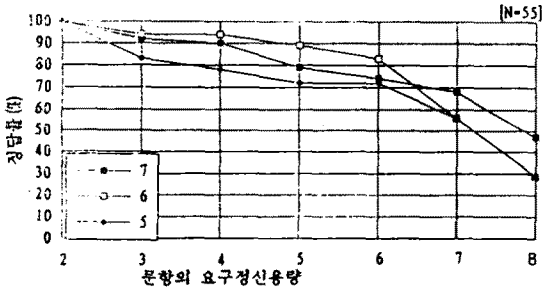
4) 대학교

대학생들의 각 문항의 정답률에 대한 정신용량 집단간 차이를 알아보기 위한 일원변량 분석의 결과는 <표 8>과 같다. 일원변량 분석의 결과는 정신용량 집단간 정답률은 모든 문항에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

<표 8> 문항의 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률에 대한 일원 변량 분석(대학교) [N=55]

요구정신용량	2	3	4	5	6	7	8	전체
F 값	0	0.554	1.174	0.770	0.350	0.411	1.037	0.662

대학생들의 정신용량 집단별 요구정신용량에 따른 문항의 정답률을 나타내면 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 요구정신용량에 따른 정신용량 집단별 정답률(대학교)

<그림 7>의 그래프에서 대학생들은 일반 중·고등학생들과는 달리 정신용량 집단별 정답률의 차이는 보이지 않는다. 하지만 이와 같은 결과는 지식수준이 높아 정신용량 집단별 정답률의 의미 있는 차이를 보이지 않았던 과학고등학생들과는 다르다. 대학생들의 각 문항의 정답률을 살펴보면, 문항의 요구정신용량이 증가하면 정답률은 감소를 보여 과학고등학생들과는 달리 모든 문항이 쉬운 문항으로 인식되는 것도 아니라고 볼 수 있다. 대학생에 대한 결과 분석은 논의 부분에서 다시 언급하겠다.

Ⅲ. 요약 및 결론

신피아제 이론과 정보처리 이론을 바탕으로, 문제해결자의 정신용량과 문제의 요구정신용량, 그리고 문제와 관련된 문제해결자의 덩이지식이 문제해결에 미치는 영향에 대해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

FIT 752 검사문항에 의한 각 학교 급별 기능적 정신용량의 크기는 나이에 관계없이 과학고등학생들의 기능적 정신용량의 크기가 고등학생이나 대학생보다 높게 나타났다. 이는 실제 문제해결 상황에서의 정보처리 능력은 과학고등학생들이 일반 고등학생이나 나이가 많은 대학생보다도 뛰어나다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

일반적인 지식을 요구하는 FIT 752 과제나 특정 내용지식을 요구하는 전기회로 관련 과제에서 문항들의 요구정신용량이 증가함에 따라 학교 급별에 관계없이 전체적으로 정답률은 낮아졌다. 전기회로 관련 문항의 정답률을 바탕으로 요구정신용량의 크기에 따른 문항간 위계관계를 분석한 결과는, 요구정신용량이 큰 문항일수록 낮은 문항에 대하여 위계적으로 상위의 문항이거나 적어도 동일 수준의 문항인 것으로 드러났다.

FIT 752 검사문항이나 전기회로 관련 문항들은 각 문항의 요구정신용량의 크기에 관계없이 문제해결에 요구되는 지식이나 논리적 구조는 같도록 구성되어 있다. 두 과제에 의해 나타난 수행결과는 요구정신용량의 차이로 인한 것이라고 할 수 있다. 따라서 문제가 지니고 있는 요구정신용량은 문제해결 결과에 영향을 주는 주된 변인임을 알 수 있다. FIT 752 과제는 문항에 제시된 도형의 개 수에 따라 요구정신용량이 1인 것에서부터 7인 것까지로 분류된다. 학교 급별에 관계없이 대상자의 정신용량 집단별 요구정신용량의 크기에 따른 성취도는 분명한 차이를 보였다. 세부적으로 정신용량 집단별 성취도를 문항의 요구정신용량의 크기에 따라 비교하여 보면, 이들은 학교 급별에 관계없이 같은 변화형태를 보였다.

정신용량의 인지적 특성을 바탕으로 문제해결 상황에서 정신용량과 요구정신용량의 상호관계를 이론적으로 유추하면, 문제의 요구정신용량이 문제해결자의 정신용량보다 커질 때에 임계상황-성취도의 급격한 감소-이 나타날 수 있음을 예측할 수 있다. FIT 752 과제에서의 정신용량 집단별 변화형태는 임계상황을 보여주는 분명한 증거가 될 수 있었다.

전기회로 관련 과제에 대한 정신용량 집단별 요구정신용량의 크기에 따른 정답률은 학교 급별에 따라서 다른 결과를 보였다. 중학생과 일반 고등학생의 정신용량 집단별 요

구정신용량에 따른 정답률은 집단별 차이를 보였다. 또한 정신용량 집단별 요구정신용량의 증가에 따른 정답률의 세부적인 변화형태는 FIT 752 과제만큼 분명하지는 않지만 어느 정도는 임계상황을 보여주고 있다. 하지만, 과학고등학생과 대학생의 문항의 요구 정신용량에 따른 정답률은 정신용량 집단별로 의미 있는 차이를 보이지 않았으며 임계상황도 나타나지 않았다.

이처럼, 정신용량이 문제해결에 미치는 영향은 과제의 종류에 따라 다르게 나타났다. 일반적인 지식을 요구하는 FIT 752 과제에서는 정신용량이 문제해결에 영향을 주는 주된 인지적 변인이 됨을 알 수 있다. 하지만, 특정 내용 지식을 요구하는 전기회로 관련 과제에서는, 중학생과 일반 고등학생의 경우에는 정신용량이 문제해결에 영향을 주는 주된 변인이라고 할 수 있으나, 과학고등학생과 대학생의 경우에는 정신용량이 문제해결에 영향을 주는 주된 변인이라고 단정짓기는 어렵다.

Ⅳ. 논 의

연구 결과, 문제가 지니고 있는 요구정신용량의 크기는 문제해결에 영향을 미치는 주된 변인이 될 수 있음을 알 수 있었다.

문제해결자의 정신용량이 문제해결 결과에 미치는 영향에 대해서는 과제의 종류와 문제해결자의 학교 급별에 따라서 문제해결 결과는 다르게 나타났다.

일반적인 지식을 요구하는 FIT 752 과제에서의 정신용량 집단에 따른 문제해결 결과는 학교 급별에 관계없이 같은 유형의 변화형태를 보였다. 정신용량 집단별 변화형태는 정신용량의 인지적 역할을 대표하는 임계상황을 분명하게 나타내었다. 반면에 특정 내용 지식을 요구하는 전기회로 관련 과제에 대한 정신용량 집단별 문제해결 결과는 학교 급별에 따라서 차이를 보였다.

이와 같은 결과에 대해서는 두 가지 입장에서 해석할 수 있다.

먼저, 정신용량의 인지적 역할에 대한 긍정적인 입장에서 해석할 수 있다. 문제해결에서 과제가 요구하는 지식의 종류에 따른 정신용량의 역할에 대한 차이는 문제해결자의 관련 과제에 대한 지식수준의 차이로 해석할 수 있다. 즉, FIT 752 과제와 같이 일반적인 지식을 요구하는 과제는 형식적인 교육과는 관계없이 자발적으로 형성된 지식들이므로 대부분 덩이지식화되지 않은 상태로 존재할 것이다. 따라서 학교 급별이나 정신용량에 관계없이 같은 지식수준을 유지하고 있을 가능성이 높다. 반면에 전기회로 관련 과제는 형식적 수업과 관련된 지식이므로 학교 급별에 따라서, 또는 같은 학년이라도 학생들의 학습량의 차이에 의해서 개인차가 생기기 쉽다.

FIT 752 과제는 학교 급별에 관계없이 모든 대상자가 덜 덩이지식화된 같은 지식수준을 지니고 있으므로 정신용량이 문제해결 결과에 영향을 미치는 주된 변인이 될 수 있었다. 같은 맥락에서, 전기회로 관련과제에서 덜 덩이지식화된 비슷한 지식수준을 지니는 중 · 고등학생에게서는 정신용량은 문제해결의 주된 인지변인으로 기능한다. 하지만 전기회로 관련 과제에 대한 학습 경험이 많은 대학생 집단의 덩이지식화된 정도는 개별적 개인차가 클 가능성이 높다. 이 결과 정신용량은 문제해결에서 충분한 인지적 변인으로 기능하지만, 너무 큰 지식수준의 개인차로 인해 그 결과는 묻혀버렸다고 볼 수 있다.

다른 한편으로, 본질적으로 정신용량의 인지적 역할에 대한 부정적인 시각이 있을 수 있다. 즉, 문제해결의 중요 변인으로 예상되는 정신용량의 인지적 역할은 문제해결자의 관련 문제에 대한 지식수준에 따라 상대적 차이가 있다고 볼 수 있다. 관련문제에 대한 지식수준이 낮을 때는 정신용량이 문제해결 과정에서 중요한 변인으로 기능하지만, 문제해결 결과의 지식수준이 높을 때에는 정신용량의 인지적 역할이 미미해 진다고 할 수 있다. 전기회로 관련 문제에 대한 지식수준이 낮은 중 · 고등학생들과 지식수준이 높은 과학고 · 대학생에서의 정신용량에 의한 문제해결 결과의 차이는 이를 뒷받침하는 현상이라고 볼 수 있다.

정신용량의 역할에 대한 두 가지 다른 해석은 현재의 연구에서는 밝혀질 수 없는 주된 문제점이다. 정신용량의 역할에 대한 문제점을 확인하기 위해서는 같은 학생들을 대상으로 덩이지식화에 의한 지식수준이 높아질 때 문제해결에서 나타나는 정신용량의 역할을 파악하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

구윤모(1991). 논리 사고 수준과 문제맥락에 따른 물리개념의 위계 구조, 한국교원대학교 석사학위 논문.

김경희(1994). 문제환경과 학생의 인지능력이 Mole에 관련된 문제해결에 미치는 영향, 한국교원대학교 석사학위 논문.

김언주, 강영하, 최건수(1989). 인지발달과 교육, 양서원

김혜경(1991). 화학반응에서의 양적 관계에 대한 주의력 차원과 학생의 주의력과의 관계성 연구, 서울대학교 석사학위 논문.

박학규(1993). 학생들의 물리 문제해결 과정과 문제공간의

유형 분석, 한국교원대학교 박사학위 논문.

박학규, 권재술(1991). 물리 문제해결에 관한 최근 연구의 분석, 한국과학교육학회지, 11(2), 67-77.

안수영, 권재술(1992). 문제에 포함된 조작단계수에 따른 문제해결 결과의 차이. 한국과학교육학회지, 12(3), 49-59.

Demetriou, A.(1988).The *Neo-Piagetian Theories of Cognitive Development: Toward an Integration*, North Holland.

Johnson, J. M.(1982). *Manual for FIT*: Figural Intersection Test.

Johnstone, A. H., Hogg, W. R. and Ziane, M.(1993). A working memory model applied to physics problem solving, *Int. J. Sci. Educ.*, 15(6), 663-672.

Niaz, M.(1980). The information-processing demand of chemistry problems and its relation to Pascual-Leone's functional M-capacity, *Int. J. Sci. Educ.*, 10(2), 231-238.

Niaz, M.(1989). Relation between Pascual-Leone's structural and functional M-space and its effect on problem solving in chemistry, *Int. J. Sci. Educ.*, 11(1), 93-99.

Niaz, M.(1992). Manipulation of Logical Structure of Chemistry Problem and its Effect on Student Performance, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 211-226.

Niaz, M.(1993). If Piaget's Epistemic Subject is Dead, Shall We Bury the Scientific Research Methodology of Idealization?, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 809-812.

Opdenacker, C., Fierens, H., Van Brabant, H., Sevenants, J., Spruyt, J., and Slootmakers, P. J., Jhonstone, A. H.(1990). Academic performance in solving chemistry problems related to student working memory capacity. *Int. J. Sci. Educ.*, 12(2), 177-185.

Pascual-Leone, J.(1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.

Pascual-Leone, J.(1987). Organismic processes for neo piagetian theories: Dialectical casual account of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 22, (531-570).

Roth, W.-M.(1990). Short-Term Memory and Problem Solving in Physical Science. *School Science and Mathematics*, 90(4), 271-281.

Stewart, L., Pascual-Leone, J.(1992). Mental Capacity Constraints and the Development of Moral Reasoning, *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 251-287.

(ABSTRACT)

The Effects of Mental Capacity and Mental Demand on Problem Solving

Soo Young Ahn · Jae Sool Kwon
(Korea National University of Education)

The purpose of this study was to investigate effects of mental capacity and mental demand on problem solving. Two kinds of tests were used for this study. One was FIT 752 test which required general knowledge, the other was Ohm's law test which required domain specific knowledge. The items of each test had the same logical structure and content knowledge but had different sizes of mental demand.

The results of the study were summarized as follows:

As mental demand of the items increased, the success rates decreased. The analysis of the hierarchical relation among items was that items with large mental demand were higher than those with small demand or at least the same level. According to the results, mental of an item was a significant factor affecting solving the problem.

Effect of mental capacity on problem solving was different according to the kind of required knowledge to solve. Mental capacity was a significant factor affecting solving the FIT 752 task which required general knowledge.

On the contary, solving the task which required domain specific knowledge, the results were different depending on subjects' chunk size. The results of problem solving of the groups which had small chunk size were that mental capacity was appeared a significant factor. However, results of problem solving of groups which had large chunk size were that mental capacity was not.