

과학경연에서 학생의 내적 참여도 인과요인 분석

심재규* · 박승재¹

평촌고등학교* · 과학문화교육연구소¹

A Causal Analysis on Internal Engagement in Science Fair

Shim, Jae Gyu* · Pak, Sung Jae¹

Pyung-chong High School* · Science Culture Education Research Institute¹

Abstract: The purposes of this study were to survey internal engagement in science fair and explore the causal relationship between internal engagement and motivation for participation. A written questionnaire on queries into motivation for participation and internal engagement were developed and tested. The subjects were 1066 students from 4th to 9th grade who had participated in the Youth Science Contest under the auspices of the Korea Science Foundation. Interest and commitment were selected as constructing factors of internal engagement. Through exploratory factor analysis, preference, reward, and social motivation were determined to be the factors affecting the motivation to participate. Boys showed higher internal engagement than girls, and interest and commitment were found to be higher in elementary school students($p < 0.01$). There was no difference in interest among elementary school students; however, fourth grade students showed lower commitment than other students($p < 0.01$). Ninth grade students showed the lowest interest and commitment among junior high school students($p < 0.01$). To explore the causal relationship between internal engagement and factors influence internal engagement, path analysis was used. The selected model illustrated how reward motivation affected commitment directly, and how preference motivation affected interest directly but only commitment indirectly through interest. Reward motivation affected commitment with a standardized direct effect coefficient of 0.17. Preference motivation affected interest with a standardized direct effect coefficient of 0.75 and commitment with a standardized total effect coefficient of 0.63(direct effect; 0.27 and indirect effect; 0.36). In addition, interest affected commitment with a standardized direct effect coefficient of 0.49. Social motivation did not affect interest and commitment and reward motivation did not affect interest.

Key words: science fair, internal engagement, commitment, interest, preference motivation, reward motivation, social motivation

I. 서 론

과학교육의 목표는 전체 국민들이 과학적인 소양을 가지게 하고 학생들로 하여금 과학과 기술분야에 진출해 사회에 기여하게 하는 것이다(Woolnough, 1997). 대부분의 과학교사나 과학교육 연구자들은 과학경연을 통하여 학생들이 자신이 가지고 있는 흥미를 발견하고, 과학과 관련된 궁금증을 해결하기 위해 실험을 고안하며, 과학에 이르는 첫발을 제공할 수 있다는 사실을 인정한다(Mann, 1984). 미국의 과학경연의 일종인 웨스팅하우스 영재 선발대회(Westinghouse Talent Search)에 자주 참여했던 학생들은 대부분 과학관련

직업을 가지고 있었으며(Huler, 1991; Marsa, 1993) 과학경연에 참여한 적이 있는 학생은 과학경연이 그들의 과학관련 직업선택에 영향을 주었다고 응답했다(Olsen, 1985). 이러한, 과학경연의 중요성에도 불구하고, 과학경연에 대한 체계적인 분석과 연구는 미흡하다(Czerniak, 1996).

체니악(Czerniak, 1996)은 과학경연에서 학생들의 성공을 결정하는 요인들을 추출하는 연구에서 경연 전에 학생들이 가지고 있는 경연에 참여하는 이유가 경연에서 보이는 학생들의 참여방식과 정도에 영향을 미치기 때문에 학생들의 참여동기가 중요하다고 강조하였다. 티틀러(Tytler, 1992)는 과학경연에서 학생들

*교신저자: 심재규(imshim@dreamwiz.com)

**2005.9.1(접수) 2005.11.22(1심통과) 2006.1.25(2심통과) 2006.3.7(최종통과)

이 성공적인 결론을 얻기 위한 중요한 요인은 지적 능력보다 흥미와 동기라고 말하였으며, 맥킨타이어와 울노우(McIntyre & Woolnough, 1996; Woolnough, 1997)는 과학경연에서 수준 높은 상을 타기 위해 연구했던 학생들에게 매우 높은 동기가 있었음을 주장했다. 이러한 일련의 연구를 볼 때, 동기는 과학경연에 참여하는 학생들의 행동방향과 참여정도를 결정짓는 중요한 변수라고 말할 수 있다.

한편, 김은숙 등(1996)은 1, 2회 학생과학 공동탐구 토론회에 참가한 학생들의 참여도를 '적극적으로 참여한 정도'라고 정의한 후 설문과 면담을 통하여 참여도를 조사하였으며 김창식 등(1997)은 과학경연에 대한 학생들의 반응조사에서 종목별로 참여한 학생 수를 통하여 학생들의 참여도를 알아보았다. 체니아크(Czerniak, 1996)은 웨스트링하우스 영재발굴 대회(Westinghouse Talent Search)에 참여한 학생들의 참여도를 평가하는 척도로 경연에서 학생들에게 준 심사위원들의 평가점수를 조사하였고 이 평가점수와 과학 및 수학에 대한 자아개념, 부모의 영향, 동기, 불안과의 관계를 조사하였다. 이러한 선행연구에서 과학경연 중에 보이는 학생들의 상태 중 중요하게 고려해야 하는 부분을 참여도라고 말할 수 있다. 즉, 잘 계획되고 준비된 과학경연이라도 학생들의 참여도가 높지 않다면 과학경연의 목적을 이루는 것은 어렵다. 따라서, 과학경연 중에 보여주는 학생들의 참여도는 과학경연의 목적을 이루는 필요조건이라고 생각할 수 있다.

한편 학생들이 과학경연에 참여한 숫자 및 비율을 말할 때와 과학경연에 임하면서 행사종목과 상호 작용하는 정도를 말할 때 참여도라는 용어를 구분 없이 사용하는 경향이 있다. 본 연구에서 관심 있는 부분은 학생이 '행사종목과 상호 작용하는 정도'이므로 이러한 참여도를 내적 참여도로 정의하였으며 행사에 참여한 학생들의 숫자나 비율인 외적참여도와 구분하여 사용하였다.

위에서 언급한 과학경연에 대한 학생의 참여 동기와 내적 참여도는 시간의 흐름에 따라 구분된다. 경연 전에 과학경연에 대한 학생의 상태를 참여 동기로 설명할 수 있으며 과학경연에 참여하는 동안의 학생의 상태를 내적 참여도로 설명할 수 있다. 따라서, 경연 전에 보여주는 학생들의 상태인 참여 동기가 경연 중에 보여주는 학생들의 상태인 참여도에 영향을 줄 것이라고 생각할 수 있다. 즉, 어떠한 이유로 과학경연에 참여 했는가는 과학경연을 어떻게 준비하고 참여 할지에 영향을 미치는 중요한 요인이 된다.

참여동기에 대한 연구는 주로 사회교육분야에서 활발하게 진행되어 왔다. 사회교육은 교육의 주체가 학

교가 아니라 사회라는 점에서 과학경연과 비슷한 점이 있다. 본 연구에서는 참여동기를 구성하는 요인으로 사회적요인, 보상요인, 선호요인을 설정하였다. 사회적요인은 사회교육에서 홀(Houle, 1961)이 제시한 사회적인 관계의 형성, 소속감의 형성 등을 목적으로 하는 유형인 활동지향형 및 몰스테인과 스마트(Morstein & Smart, 1974)의 사회관계 변인, 외부 기대 충족 변인과 연관이 있으며 학생들의 일반적인 동기에서는 아다(Adar, 1969)가 제시한 동기유형 중 다른 사람과 친해지려는 동기와 유사하다. 즉, 과학경연에서 참여동기를 구성하는 요인으로서 사회적이란 주위 사람들과의 상호작용에 의해 갖게되는 참여동기라고 정의한다.

보상요인은 홀(Houle, 1961)이 제시한 직업상의 향상, 자격증의 취득 등을 목적으로 하는 명시적 목표지향형 및 몰스테인과 스마트(Morstein & Smart, 1974)가 제시한 참여동기 중 전문성 향상 변인과 연관이 있으며 아다(Adar, 1969)가 제시한 무엇인가를 성취하려는 동기 중 외적인 보상을 성취하려는 동기와 유사하다. 즉, 보상요인이라 과학경연을 통하여 외적 보상을 받고자 하는 동기라고 정의한다.

선호요인은 홀(Houle, 1961)이 제시한 사회교육에서 이타적인 관심을 가지고 타인이나 지역사회에 발전을 위해서 봉사하기 위해 자신의 능력을 증진시키고 준비하기 위한 유형인 학습지향형 참여동기와는 의미가 다르나 몰스테인과 스마트(Morstein & Smart, 1974)가 제시한 지적 관심변인은 배우는 즐거움 그 자체가 동기가 되기 때문에 연관이 있으며 아다(Adar, 1969)가 제시한 동기유형 중 호기심을 충족시키려는 동기와 비슷하다. 즉, 선호요인은 과학경연과 관련되어서 내적으로 바라보고 좋아하기 때문에 참여하게 되는 동기라고 정의한다.

내적 참여도와 관련된 연구로 윤혜경(1999)은 탐구 수행 과정에서 중요한 변인으로 인지적 참여도를 설정하였으며 인지적 참여도를 탐구 수행 과정에서 탐구과제와 인지적으로 상호작용하는 정도로 정의하였다. 과학행사에서 학생들이 과학과 관련된 탐구 활동을 하기를 기대할 때 내적 참여도는 인지적 참여도와 맥락을 같이 한다. 또한, 과학경연은 일반적으로 학생들의 정의적인 영역에도 관심을 두고 행사를 준비 및 진행하기 때문에 인지적 영역과 정의적인 영역을 같이 고려해서 내적 참여도를 구성하는 요인을 설정해야 한다. 학생들이 행사종목에 적극적으로 참여할 때 높은 관심을 가지고 과학 경연과 관련된 어떤 행위를 지속하거나 생각을 더 많이 기울일 것이다. 따라서, 과학경연에 참여하면서 관심을 가지고 과학 경연과 관련된 어떤 행위를 지속하거나 생각을 더 많이 하는

정도를 ‘몰두’라고 정의하였다. 또한, 학생들이 경연 종목에 긍정적으로 참여하는 경우는 주로 학생들이 행사에 흥미를 가지고 참여할 때이다. 따라서, ‘과학 경연에 참여하면서 과학경연에 대해 긍정적으로 반응하는 정도’를 ‘흥미’라고 정의하였다. 결국, 내적 참여도를 구성하는 요인으로 몰두와 흥미를 설정하였다.

본 연구에서는 과학경연에서 학생들의 참여 동기가 내적 참여도에 어떠한 영향을 주는지 인과관계를 분석하여 그 결과를 근거로 학생들의 내적참여도 증진 방안을 제안하고자 한다.

II. 연구의 방법

위의 연구과제들을 해결하기 위해 문헌연구 및 사전조사를 통하여 참여 동기 및 내적 참여도를 구성하는 요인들을 설정하였다. 학생들의 과학경연에 대한 내적 참여도를 측정하기 위해 학생들의 서술식 응답을 받은 후 많은 빈도를 차지하는 응답유형을 추출하여 5단계 리커트형 척도로 구성된 선택형 설문지를 제작하였으며 몇 사람의 검토자와 수차례 피드백을 통하여 수정하였다. 사전검사를 통하여 검사문항의 타당도와 신뢰도를 확인하였다. 타당도 검사는 요인분석을 통하여 요인에 속하지 않는 문항을 일차적으로 선정한 후 신뢰도 검사를 통하여 신뢰도를 떨어뜨리는 문항을 최종적으로 삭제하여 설문문항을 완성하였다. 설문완성 후에 설문투입 및 회수를 통한 통계 분석을 실시하였다.

내적 참여도는 21문항 선택형 설문지로 제작하였으며 본 문항에 대한 신뢰도는 원래 항목들에 대해서 크론바하 알파값이 0.8139가 나왔다. 잠재변수와 측정변수의 구조에 대한 검증을 위한 탐색적 요인분석을 실시하였다. 21문항에 대해서 유의미한 잠재적인 요인구조를 파악하기 위해서 요인추출모형은 주성분 분석법(Principle Component Analysis)을 사용하였다. 고유값을 기준으로 추출되는 요인 수를 결정하였을 때, 고유값이 1보다 커서 그 영향을 무시할 수 없는 요인이 4개가 추출되었고, 이들 4개의 요인으로 설명할 수 있는 변량은 전체의 51%였으며 내용적으로 요인2와 요인3은 흥미에 요인1과 요인4는 몰두에 각각 포함되었다(Table1). 내적 참여도를 알아보는 각 문항의 요인별 요인부하량이 부록에 제시되어 있다(Table13).

참여 동기는 22문항 선택형 설문지를 제작하였으며 본 문항에 대한 신뢰도는 원래 항목들에 대해서 크론바하 알파값이 0.8437이 나왔으며 잠재변수와 측정변수의 구조를 알아보기 위한 탐색적 요인분석을 주성분 분석법을 통해 추출된 4개의 요인으로 설명할 수

Table 1

The result of factor analysis in internal engagement

| factor | eigen value | variate(%) | number |
|---------|-------------|------------|---------------------------|
| factor1 | 4.460 | 20.272 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 |
| factor2 | 2.811 | 12.778 | 13, 14, 15, 16, 17, 18 |
| factor3 | 2.541 | 11.548 | 19, 20, 21 |
| factor4 | 1.474 | 6.702 | 10, 11, 12 |

Table 2

The result of factor analysis in motivation for participation

| factor | eigen value | variate(%) | number |
|---------|-------------|------------|--------------------------|
| factor1 | 3.884 | 16.887 | 1, 4, 10, 11, 13, 18 |
| factor2 | 2.972 | 12.921 | 2, 5, 14, 17, 19, 21, 22 |
| factor3 | 2.788 | 12.121 | 3, <7>, 9, <12>, 16, 20 |
| factor4 | 2.104 | 9.148 | <6>, <8>, <15> |

있는 변량은 전체의 51%였으며 요인1은 선호요인, 요인2는 사회적인, 요인3은 대체로 보상요인을 나타내었다(Table2). 한편, 참여동기를 알아보는 각 문항의 요인별 요인부하량이 부록에 제시되어 있다(Table14). 내용적으로 사회적 요인과 보상 요인은 좀더 과학경연 외재적인 동기이고 선호요인은 과학경연 내재적인 동기라고 생각할 수 있으므로 사회적 요인과 보상 요인은 서로 상관이 많이 있을 것이라고 생각할 수 있으며 이것은 상관결과에 대한 통계적인 결과와 일치한다. 즉, 요인4에 해당하는 문항은 요인2와 요인3에 해당하는 문항이 들어가 있으며 요인3에서 내용상 요인2에 해당하는 문항인 <7>, <12>번 문항이 같이 들어가 있다(Table14). 또한, <7>, <12>번 문항은 요인3 다음으로 요인2가 많이 묶이며 그 값은 1066명을 대상으로 했을 때 유의한 요인부하량인 0.25를 넘는 0.374와 0.449로 높은 요인부하량을 보여주고 있으므로 요인2에 묶일 수 있게 된다(Table14). 또한, <6>번 문항도 요인4 다음으로 요인3의 요인부하량이 0.399로 나오고 내용상으로도 일치하여 요인3에 묶이며 <8>, <15>번 문항의 경우는 요인4 다음으로 요인2의 요인부하량이 0.285, 0.255로 요인2에 묶일 수 있게 된다(Table14). 즉, <>표시한 문항은 해당하는 요인을 이론적인 틀과 통계상의 재검토에 의해 요인을 바꾸게 되는 문항을 말한다. 따라서, 탐색적 요인분석을 통하여 아이겐 값이 1이 되는 요인은 모두 4개가 나왔지만, 내용타당도에 의해 3개의 요인으로 변경하여 참여동기에 대한 평가문항을 확정하였다.

연구대상은 매년 교육청과 협력하여 전국 초·중학

교에서 전국적으로 실시하는 청소년 과학경진대회에서 학교대회에 참여한 초·중학교 학생이었다. 분석에 사용된 자료의 연구대상 학생들은 2001년 당시 지역별로 다양한 분포를 보이도록 안배하였으며 전체적으로 대도시, 시, 읍면의 비율이 다양한 분포를 보였다. 참고로 과학경진대회는 교육청 대회에서 참가할 수 있는 학년이 초등학교 4학년-중학교 3학년이므로 이에 해당하는 학년의 학생들을 선정하였다. 설문지 표집은 크게 2단계로 실시하였다. 먼저, 전국을 각 지역으로 나눈 후 각 지역에 해당하는 몇 개의 초·중학교를 선정해서 설문을 배부하고 회수하였다. 총 1785부의 설문을 배부하여 그 중에 1066명의 응답을 연구자료로 사용하였으며 서울, 경기지역이 다소 많고 경상지역이 다소 적지만 지역별로 비교적 고른 분포를 보이고 있다(Table3).

Table 3
Regional distribution of sample group

| region | number | percent(%) |
|---------------|--------|------------|
| Seoul | 375 | 35.2 |
| Gyeonggido | 287 | 26.9 |
| Chungcheongdo | 70 | 6.6 |
| Kangwondo | 53 | 5.0 |
| Jeollado | 210 | 19.7 |
| Gyeongsangdo | 71 | 6.7 |
| Total | 1066 | 100 |

연구 자료로 사용된 학생의 성별 분포를 보면 여학생이 43.5%, 남학생이 56.5%였으며 학년별 분포를 보면 초등학교 6학년, 중학교 2학년이 다소 적지만 비교적 고른 분포를 보이고 있다(Table4). 초등학교 4학년이 19.9%, 5학년이 16.9%, 6학년이 13.1%, 중학교 1학년이 19.5%, 2학년이 13.6%, 3학년이 17.0%로 학년별, 성별 분포가 비교적 고른 것을 알 수 있다.

Table 4
Distribution of sample group according to school year

| school year | number | percent(%) |
|-------------|--------|------------|
| fourth | 212 | 19.9 |
| fifth | 180 | 16.9 |
| sixth | 140 | 13.1 |
| seventh | 208 | 19.5 |
| eighth | 145 | 13.6 |
| ninth | 181 | 17.0 |
| Total | 1066 | 100 |

III. 연구결과

1. 기초설문조사

학생들의 내적 참여도는 4점 만점의 리커트 척도로 평가하였다. 즉, 4점에 가까울수록 내적 참여도가 높은 것이며 0점에 가까울수록 내적 참여도가 낮은 것이다. 흥미와 몰두는 각각 2.15 및 2.16으로 행사가 의도하는 내적 참여도에는 다소 못 미치는 정도라고 할 수 있다.

1) 성에 따른 내적참여도의 차이

성에 따라 내적 참여도가 어떠한 차이를 보이는지 살펴보았다. 각 요인의 측정분항에 대한 학생들의 응답을 일원분산분석(Analysis of Variance)을 이용하여 분석하였다(Table5).

남학생은 2.29의 내적 참여도를 보인 반면 여학생의 경우는 1.97의 내적 참여도를 보여주고 있다. 내적 참여도의 구성요인인 흥미, 몰두에서도 남, 여간에 큰 차이를 보였으며 이는 여학생들이 남학생들에 비해 내적참여도가 낮다는 것을 말한다.

Table 5
Difference of internal engagement according to gender

| factor | gender (number) | Mean (S.D.) | F | Sig. |
|---------------------|-----------------|-------------|--------|---------|
| interest | girls(468) | 1.96(0.75) | 47.086 | .000*** |
| | boys(598) | 2.29(0.78) | | |
| commitment | girls(468) | 1.98(0.71) | 45.906 | .000*** |
| | boys(598) | 2.30(0.77) | | |
| internal engagement | girls(468) | 1.97(0.66) | 54.617 | .000*** |
| | boys(598) | 2.29(0.72) | | |

*** p<0.001

2) 학교 급 및 학년별에 따른 내적참여도의 차이

내적 참여도가 학교 급에 따라 어떠한 차이를 보이는지 알기 위해, 각 요인들의 측정 변수들의 점수를 평균한 요인별 점수로 학교 급별에 대해 일원분산분석을 하였다(Table6). 학교 급별로 내적 참여도를 비교한 결과 초등학생은 2.28의 내적 참여도를, 중학생은 2.02의 내적 참여도를 보여주고 있다. 내적 참여도를 구성하는 흥미, 몰두에서도 초등학생들이 더 높은 흥미와 몰두를 보이는 것을 알 수 있다. 즉, 초등학생들이 보다 더 과학경연에 대한 내적 참여도가 높았다. 위의 결과는 학년이 올라갈수록 과학에 대한 흥미가 떨어진다는 기존의 연구결과와 유사하다.

Table 6
Difference of internal engagement according to school type

| factor | school type (number) | Mean (S.D.) | F | Sig. |
|---------------------|----------------------|-------------|--------|---------|
| interest | elementary(532) | 2.34(0.78) | 64.729 | .000*** |
| | middle(534) | 1.95(0.74) | | |
| commitment | elementary(532) | 2.22(0.80) | 6.890 | .009** |
| | middle(534) | 2.09(0.72) | | |
| internal engagement | elementary(532) | 2.28(0.74) | 33.187 | .000*** |
| | middle(534) | 2.02(0.67) | | |

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

초등학교에서 학년에 따라 내적 참여도를 구성하는 요인을 비교한 결과 내적 참여도 중 흥미에서는 세 집단 간에 아무런 차이를 보이지 않았으나 몰두에서는 초등학교 4학년과 다른 초등학교 5학년 및 6학년과 유의미한 차이를 보이고 있다(Table7). 결국, 몰두 요인 때문에 내적 참여도에서는 초등학교 4학년과 초등학교 5학년 사이에만 유의미한 차이를 보이고 있다. 즉, 4학년 학생들은 다른 초등학교 고학년 학생들과 비교해서 과학경연에서 행사 중에 비슷한 정도의 흥미를 보여주고 있는 반면 몰두 부분에서 고학년 학생

Table 7
Difference of internal engagement according to elementary school year

| factor | elementary school year (number) | Mean (S.D.) | F | Sig. | Multiple comparison(Scheffe) |
|---------------------|---------------------------------|-------------|-------|--------|------------------------------|
| interest | fourth grade(210) | 2.27(0.78) | 2.858 | .058 | |
| | fifth grade(180) | 2.45(0.75) | | | |
| | sixth grade(142) | 2.30(0.81) | | | |
| commitment | fourth grade(210) | 2.07(0.81) | 6.332 | .002** | fourth/fifth fourth/sixth |
| | fifth grade(180) | 2.32(0.78) | | | |
| | sixth grade(142) | 2.32(0.79) | | | |
| internal engagement | fourth grade(210) | 2.17(0.74) | 4.406 | .013* | fourth/fifth |
| | fifth grade(180) | 2.39(0.71) | | | |
| | sixth grade(142) | 2.31(0.78) | | | |

* p<.05, ** p<0.01

Table 8
Difference of internal engagement according to middle school year

| factor | middle school year(number) | Mean(S.D.) | F | Sig. | Multiple comparison(Scheffe) |
|---------------------|----------------------------|------------|-------|--------|-------------------------------|
| interest | seventh grade(296) | 2.09(0.73) | 9.457 | 000*** | seventh/ninth eighth/ninth |
| | eight grade(147) | 1.99(0.72) | | | |
| | ninth grade(181) | 1.76(0.74) | | | |
| commitment | seventh grade(296) | 2.14(0.76) | 5.190 | .006** | seventh/ninth eighth/ninth |
| | eight grade(147) | 2.20(0.66) | | | |
| | ninth grade(181) | 1.96(0.73) | | | |
| internal engagement | seventh grade(296) | 2.12(0.67) | 7.870 | 000*** | seventh/ninth eighth/ninth |
| | eight grade(147) | 2.09(0.63) | | | |
| | ninth grade(181) | 1.86(0.68) | | | |

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

들에 비해 유의미하게 낮은 정도를 보여주고 있다.

한편, 중학교에서 학년별에 따라 내적 참여도를 비교한 결과 내적 참여도 중 흥미와 몰두 및 전체적인 내적 참여도 모두에서 중학교 3학년 학생들이 다른 학년의 학생들에 비해 통계적으로 유의미하게 낮은 내적 참여도를 나타내고 있다(Table8).

내적참여도를 종합해 볼 때 여학생과 중학교 3학년 학생들이 평균점수인 2점에도 못 미치는 내적참여도를 보이는 것을 알 수 있다.

2. 내적 참여도 인과요인 분석

내적 참여도와 내적참여도에 영향을 미치는 요인간의 인과 관계를 파악하기 위해서 경로분석(path analysis)을 실시하였다. 경로분석은 회귀분석의 가장 큰 문제점인 예측변수들 사이의 상관관계를 통제할 수 없다는 것을 극복한 통계적 방법이다(이순목, 1990).

1) 모형의 검증

연구에서 가장한 이론 모형은 선호요인, 보상요인, 사회적요인이 과학경연 중에 가지는 학생들의 내적 참여도 구성요인에 영향을 미친다는 모형을 설정하였다.

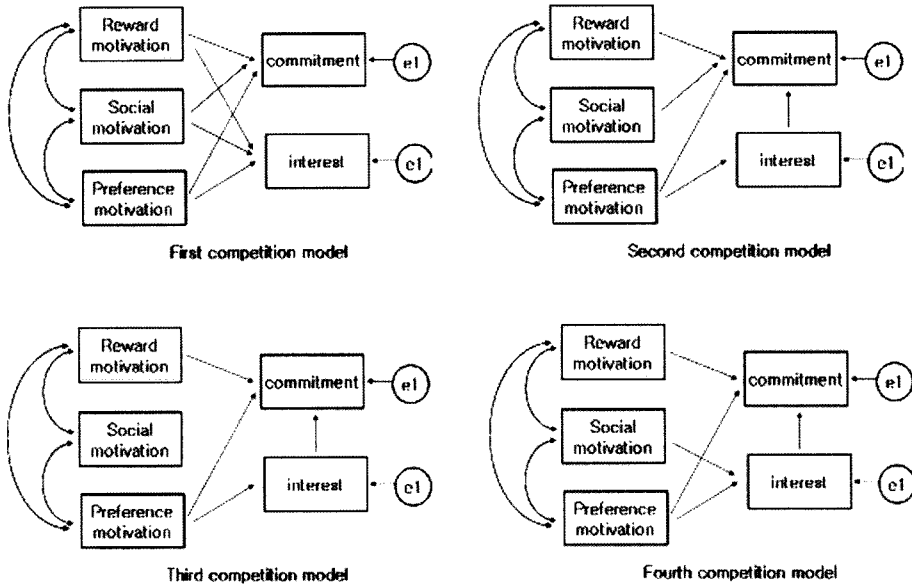


Fig. 1 Competition models

이론적인 상호작용을 고려하여 다음과 같이 4가지 경쟁모형을 설정하였으며 각각에 대한 적합도 검사를 하여 가장 적합한 모형을 설정하였다.

경로분석에 있어서 첫 번째 모형의 적합성 평가방법은 절대적합지수(Absolute Fit Measure)를 사용하는 것이다. 이 지수는 모델의 전반적인 부합도를 평가하는 지수로 χ^2 을 이용하는데 χ^2 은 이론을 근거하여 모형의 완전성, 모형이 모집단 자료에 완전하게 적합하다는 귀무가설을 검정한다. χ^2 가 크다는 것은 적합도가 나빠 연구모형이 통계적으로 기각될 가능성이 큼을 의미한다.

두 번째 평가방법은 증분적합지수(Incremental Fit Measure)를 사용하는 것이다. 이 지수는 기초모형에 대한 제안모형의 부합도 평가로 표준적합지수(NFI: Normed Fit Index)를 사용한다. 표준적합지수는 표준화시킨 부합치로 0.9보다 크면 모형의 적합도에 만족한다고 할 수 있다.

세 번째 평가방법은 간명적합지수(Parsimonious Fit Measure)를 사용한다. 이 지수는 제안모형의 적합수준, 즉 모형의 복잡성과 객관성의 차이를 비교하는 것을 말한다. 간명성(parsimony)이란 모형이 각 추정계수에 필요한 적합도에 최대한 도달하는 정도를 나타내며 간명표준적합지수(PNFI: Parsimonious Normed-Fit Index)를 사용하며 높을수록 우수한 모형이다.

경로분석에서 모형의 적합성은 절대적합지수(Absolute Fit Measure, χ^2), 증분적합지수(Incremental Fit Measure), 간명적합지수(Parsimonious Fit Measure)를 활용하여

검증한다.

경쟁 모형 1 : 보상요인, 사회적요인, 선호요인이 모두 내적 참여도 구성요인에 영향을 주는 모형이다. 행사 전에 학생들의 참여 동기가 행사 중에 학생들의 내적 참여도에 영향을 주기 때문에 참여 동기의 모든 구성요인이 내적 참여도의 구성요인 모두에 영향을 주는 모형을 설정하였다.

경쟁 모형 2 : 사회적요인, 보상요인, 선호요인이 모두 내적 참여도의 몰두에 영향을 주고 선호요인만이 내적 참여도의 흥미에도 영향을 주며 내적 참여도의 흥미는 몰두에 영향을 주는 모형이다. 몰두는 다분히 외적, 내적 요인에 의해 모두 영향을 받을 수 있기 때문에 참여 동기를 구성하는 모든 요인이 영향을 주며 흥미는 다분히 내적 요인이기 때문에 선호요인에 의해서만 영향을 받는 것으로 설정하였다.

경쟁 모형 3 : 선호요인만이 내적 참여도의 구성요인인 몰두와 흥미에 모두 영향을 주고 보상요인은 몰두에만 영향을 주고 사회적요인은 선호요인, 보상요인과 상관관계만 있을 뿐 흥미와 몰두에 영향을 주지 않으며 흥미는 몰두에 영향을 주는 모형이다.

경쟁 모형 4 : 선호요인만이 내적 참여도의 구성요인인 몰두와 흥미에 모두 영향을 주고 보상요인은 몰두에만 영향을 주고 사회적요인은 흥미에 영향을 주며 흥미는 몰두에 영향을 주는 모형이다. 몰두는 다분히 외적, 내적 요인에 의해 모두 영향을 받을 수 있기 때문에 참여 동기를 구성하는 요인 중 선호요인, 보상요인이 영향을 주며 흥미는 다분히 내적 요인이기는

하지만 초, 중학생들은 사회적요인에 의해 내적상태에 많은 영향을 받을 수 있으므로 선호요인과 사회적요인에 의해서 영향을 받는 것으로 설정하였다. 또한, 행사를 진행하면서 학생들이 행사에 흥미를 느낄수록 더 몰두하는 경향을 보일 수 있기 때문에 흥미가 몰두에 영향을 줄 수 있는 경우도 포함하였다.

이론 모형을 바탕으로 4가지 다른 경쟁 모형에 대한 경로분석을 통한 적합도 비교 결과 모형 3이 확률치, 간명표준적합지수를 비교한 결과 가장 적합한 것으로 판정되었다(Table 9).

경쟁 모형 1은 적합도 평가 결과 귀무가설을 기각하게 된다. 절대적합지수에서 적합도를 인정받지 못하였기 때문에 충분적합지수, 간명부합지수를 사용하는 것이 의미가 없다. 따라서, 경쟁 모형 1은 절대적합지수에 의해 기각하였다. 나머지 경쟁모형 2, 3, 4에서 확률치, 간명적합지수를 비교하면 경쟁모형 3이 가장 적합하다고 할 수 있다.

Table 9
Comparison of Fit Index between models

| Fit Index | model 1 | model 2 | model 3 | model 4 |
|-------------------------------|------------|------------|----------|------------|
| χ^2 | 228.8 | 1.215 | 1.240 | 0.740 |
| Sig | 0.000 | 0.545 | 0.744 | 0.691 |
| Normed Fit Index | | 1 | 1 | 1 |
| Parsimonious Normed Fit Index | | 0.133 | 0.200 | 0.133 |
| analysis | unsuitable | unsuitable | suitable | unsuitable |

2) 모형 3의 분석

4가지 경쟁모형 중 가장 적합도가 높은 모형 3에 대해서 분석하였다(Table 10).

4개의 각 경로에 대한 회귀계수, 즉 표준화 추정치(Standardized Regression Weights Estimate)는 자료를 표준화시키고 얻은 회귀계수로 변수간의 상대적인 영향력을 판단하는 기준이 된다.

Table 10
Standardized Regression Weights Estimate of model 3

| path | regression weight |
|------------------------------------|-------------------|
| interest ← preference motivation | 0.745 |
| commitment ← preference motivation | 0.270 |
| commitment ← reward motivation | 0.167 |
| commitment ← interest | 0.489 |

변수들간의 관계를 선형적이라고 가정하고 하나의 변수가 다른 변수에 의해 설명되는 정도를 R제곱값 또

는 다중상관자승치(SMC: squared multiple correlation)로 나타낼 수 있다(Table 11). 내적 참여도 중 흥미에 대한 선호동기의 설명변량은 56%이며 내적 참여도 중 몰두에 대한 흥미, 선호동기, 보상동기의 다중상관자승치는 58%로 설명력이 높은 모형이다

Table 11
SMC(squared multiple correlation) of model 3

| variables | SMC |
|------------|-------|
| interest | 0.555 |
| commitment | 0.585 |

로모형의 각 경로는 변수간의 인과관계를 나타내는데 이것을 나타내는 계수로 직접효과와 간접효과가 있다. 직접효과(direct effect)는 직접 인과관계를 나타낸 것으로 이론적인 구성체계 내에서 하나의 독립변수가 종속변수에 영향을 미치는 것을 나타낸다. 직접효과는 독립변수가 종속변수의 증감에 영향을 미치는 경우를 말한다. 만일 x변수가 y변수에 미치는 직접효과 계수가 0.72라고 가정하면 x변수가 1단위 증가할 때마다 y변수는 0.72 만큼씩 증가하는 것으로 해석하면 된다. 간접효과(indirect effect)는 독립변수의 효과가 하나 이상의 중간변수에 의해서 매개되어 종속변수에 영향을 미치는 경우를 나타낸다. 간접효과의 경로계수는 매개되는 변수에 따른 두 직접효과의 경로계수의 곱으로 나타낼 수 있다. 직접효과와 간접효과를 함께 고려한 효과를 전체효과(total effect)라고 한다.

Table 12
Effect between factors in model 3

| factors | internal engagement | direct effect | indirect effect | total effect |
|-----------------------|---------------------|---------------|-----------------|--------------|
| preference motivation | interest | 0.745 | - | 0.745 |
| reward motivation | commitment | 0.270 | 0.364 | 0.634 |
| social motivation | interest | - | - | 0.000 |
| | commitment | 0.167 | - | 0.167 |
| | interest | - | - | - |
| | commitment | - | - | - |

이 모형의 경로계수에 의하면 선호요인이 내적 참여도 중 흥미(interest)에 표준화된 회귀계수 β 는 0.75로 상대적으로 높은 직접 영향을 주며 몰두(commitment)에는 흥미를 통한 간접영향과 β 는 0.27로 직접영향을 모두 주고 있다. 한편, 보상요인은 내적 참여도중 몰두에 직접영향($\beta=0.17$)을 주며 사회적요인은 직접영향을 내적 참여도의 어느 요인에도 주지 않고 있다

(Table12). 한편, 내적 참여도 중 흥미는 몰두에 직접 영향($\beta=0.49$)을 주고 있다.

한편, 사회적요인(social motivation), 보상요인(reward motivation), 선호요인(preference motivation)은 모두 서로 간에 상관을 가지고 있으며 보상요인과 사회적 요인은 높은 정적 상관(.53)을 보여주고 있으며 보상 요인과 선호요인과는 0.23, 사회적요인과 선호요인과는 0.33의 비교적 약한 정적 상관을 나타내고 있다.

이러한 경로계수 및 다중상관자승치를 경로도형에 표시하면 그림2와 같다. 화살표 위에 있는 수치는 경로계수이며 단어 위에 있는 수치는 다중상관자승치이다. e1은 그 외에 영향을 줄 수 있는 요인들을 오차항으로 표현한 것이다.

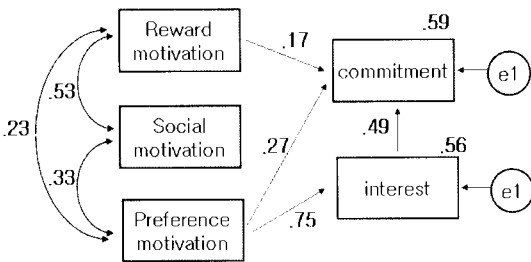


Fig. 2 Path coefficient of Internal engagement in model 3

IV. 결론 및 제언

남학생이 내적참여도 중 흥미와 몰두에 있어서 여학생보다 유의미하게 높게 인식하였다. 흥미와 몰두가 낮은 여학생들의 내적참여도를 증진시킬 수 있는 방안이 연구되어야 한다. 학교 급에 따른 차이를 비교한 결과 초등학생들이 중학생들에 비해 모든 요인에 대해 높게 인식하였다($p<0.01$). 이 결과는 현재의 과학경연이 중학생보다는 초등학생에게 상대적으로 적합하다는 것을 시사하지만 초등학생의 경우도 내적 참여도가 2.28로 그다지 높지 않다는 사실도 염두에 두어야 할 것이다. 이를 위해서 학교 급에 따라서 종목, 평가 및 진행방법 등을 적절히 변형 및 보완하는 연구가 필요하다. 한편, 초등학생의 경우 흥미에 있어서는 학년별 차이가 없었으나 몰두에 있어서는 초등학교 4학년 학생들이 유의미하게 낮았다($p<0.01$). 과학경연에 처음 접하는 초등학교 4학년 학생들은 다른 학년과 비슷한 흥미를 가지고 있지만 몰두는 현저하게 떨어지고 있다. 이는 초등학교 4학년 학생들이 왜 몰두가 현저하게 떨어지는지 그 이유를 파악해야 하며 이에 대한 보완과 대책이 필요하다.

과학경연의 내적 참여도와 내적참여도에 영향을 주는 요인간의 인과관계 분석결과, 사회적 동기, 보상 동

기, 선호 동기가 모두 상관을 가지고 있으며 보상 동기는 몰두에 직접영향을 주며 선호 동기는 흥미에 직접영향을 주고 몰두에는 흥미를 통해서 간접영향을 주며, 흥미는 몰두에 직접영향을 주는 모형이 채택되었다. 내적 참여도의 흥미를 선호 동기만이 변량의 56%를 설명하였으며 몰두는 보상 동기와 선호 동기가 변량의 59%를 설명할 수 있었다는 사실에서 선호 동기가 내적 참여도에 영향을 주는 주된 요인이라고 할 수 있다. 따라서, 선호 동기에 대한 강화가 필요하다. 즉, 내적참여도에 영향을 주는 가장 주요한 요인은 종목이 얼마나 학생들에게 도전적이고 흥미를 줄 수 있는 것인가에 있다. 따라서, 종목에 대한 연구 개발이 계속적으로 필요하다. 흥미는 몰두에 0.49의 직접효과를 주었으나 사회적 동기는 본 연구에서의 과학경연에서 내적 참여도에 직접 및 간접효과를 주지 않았다는 사실은 학생들에게 사회적 동기는 강력한 동기가 될 수 있음에도 불구하고 본 과학경연 틀에서 그 효과가 적절하게 나타나지 않고 있다는 사실을 말해 준다.

국문 요약

과학경연에서 나타나는 학생들의 내적 참여도와 내적 참여도에 영향을 주는 참여 동기와의 인과관계를 알아보고자 하였다. 탐색적 요인분석을 통하여 내적 참여도를 구성하는 요인으로 흥미와 몰두를 참여 동기를 구성하는 요인으로 사회적 동기, 보상 동기, 선호 동기를 설정하였다. 내적 참여도에 대한 학생들의 응답을 성, 학교유형, 학년에 따른 차이를 변량분석으로 비교한 결과 남학생이 흥미와 몰두에 있어서 여학생보다 유의미하게 높게 인식하였으며 초등학생들이 중학생들에 비해 모든 요인에 대해 높게 인식하였다($p<0.01$). 초등학생의 경우 흥미에 있어서는 학년별 차이가 없었으나 몰두에 있어서는 초등학교 4학년 학생들이 유의미하게 낮았다($p<0.01$). 중학생의 경우 중학교 3학년 학생들이 흥미와 몰두에 있어서 중학교 1, 2학년 학생들에 비해 유의미하게 낮았다($p<0.01$).

과학경연에 대한 내적 참여도와 내적 참여도에 영향을 주는 요인간의 인과관계를 알아보기 위해 경로 분석을 실시한 결과, 사회적 동기, 보상동기, 선호 동기가 모두 상관을 가지고 있으며 보상 동기는 몰두에 직접영향을 주며 선호 동기는 흥미에 직접영향을 주고 몰두에는 흥미를 통해서 간접영향을 주며, 흥미는 몰두에 직접영향을 주는 모형이 채택되었다. 내적 참여도의 흥미를 선호 동기만이 변량의 56%를 설명하였으며 몰두는 보상동기와 선호 동기가 변량의 58%를

설명할 수 있었다. 보상 동기는 몰두에 0.17의 직접효과를 주었으며 선호 동기는 흥미에 0.75의 높은 직접효과와 0.27의 몰두에 대한 간접효과를 주었다. 사회적 동기는 내적 참여도에 직접 및 간접효과를 주지 않았으며 흥미는 몰두에 0.49의 직접효과를 주었다.

참고 문헌

김계수 (2001). AMOS 구조방정식 모형분석. 서울: SPSS아카데미.

김은숙, 윤혜경 (1996). 제1, 2회 학생 과학 공동탐구 토론회의 종합적 평가. 한국과학교육학회지, 16(4), 376-388.

윤혜경 (1999). 확장적 과학 탐구 활동에서 중학생의 인지적 참여도 변화. 한국과학교육학회지, 19(4), 684-695.

이순묵 (1990). 공변량 구조분석. 서울: 도서출판 성원사.

Anderson, L. W. (1981). Assessing affective characteristics in the schools, Boston: Allyn&Bacon Inc.

Czerniak, C. M. (1996). Predictors of success in a district science fair competition: An exploratory study. School Science & Mathematics, 96, 21-27.

Huler, S. (1991). Nurturing science's young elite: Westinghouse talent search. Science, 5(8), 20.

Mann, J. Z. (1984). Science day guide. Columbus, Ohio: Ohio Academy of Science.

Marsa, L. (1993). Do high school science competitions predict success? The Scientist, 21-22.

Olsen, L. S (1985). The North Dakota science and engineering fair in its history and a survey of participants. Unpublished masters thesis, North Dakota State University, Fargo, ND.

Woolnough, B. E. (1997). Motivating students or teaching pure science? School Science Review, 78(285), 67-72.

부 록

과학경연에서 '내적 참여도'와 '참여동기' 측정 도구와 요인분석 결과

I. 내적 참여도 검사지

다음은 여러분들이 경진대회를 준비하거나 대회에 참여할 때 여러분들의 준비상태 및 생각을 묻는 문항입니다. 다음의 항목이 매우 그렇다면 5점, 그렇다면 4점, 그저 그렇다면 3점, 아니다면 2점, 매우 아니면 1점으로 표시해 주세요.

1. 내가 참여한 종목을 준비하는데 많은 시간을 투자했다.
2. 과학경진대회에 참여하면서 잡념 없이 대회에 열중하였다.

3. 과학경진대회를 준비하면서 참여한 종목에 많은 생각을 하였다.
4. 과학경진대회를 준비하면서 여러 가지 방법으로 시도하였다.
5. 과학경진대회에 참여하면서 최선을 다해 노력하였다.
6. 과학경진대회 종목에 참여한 후에 점수 결과를 긴장된 마음으로 기다렸다.
7. 과학경진대회에 적극적으로 참여하였다.
8. 과학경진대회 준비물을 열심히 챙겼다.
9. 참여할 종목과 관련된 자료를 찾기 위해 노력하였다.
10. 경진대회 준비를 마친 후 대회를 떨리는 마음으로 기다렸다.
11. 과학경진대회를 준비할 마음의 여유가 없었다.
12. 대회에 참여하면서 등수 안에 들기 위해서 노력했다.
13. 대회에 참여하면서 마치 과학자가 된 것 같은 기분이 들었다
14. 대회에 참여하면서 신기하고 새로운 것을 많이 느꼈다
15. 대회를 준비하면서 참가한 친구들과의 격려하거나 토론하는 것이 좋았다
16. 대회에 참여하면서 다른 친구들과 시합하는 것이 좋았다
17. 대회를 준비하면서 과학과 관련된 생각을 해서 좋았다.
18. 대회를 준비하면서 성취감을 느낄 수 있어 좋았다.
19. 대회를 준비하면서 해마다 똑같은 것만 해서 지루하다고 느꼈다.
20. 대회를 준비하면서 내가 잘 못하는 종목이라 하기 싫었다.
21. 대회를 준비하는 것이 귀찮다고 생각했다.

II. 참여동기 검사지

과학경진대회에 참가하기 전에 가졌던 생각을 알아보기 위한 질문입니다. 과학경진대회에 참여하게 된 이유로 다음의 항목이 매우 그렇다면 5점, 그렇다면 4점, 그저 그렇다면 3점, 아니다면 2점, 매우 아니면 1점으로 표시해 주세요.

1. 과학수업을 좋아하기 때문이다.
2. 친구들과 친해지고 싶기 때문이다.
3. 경진대회에서 입상하고 싶기 때문이다.
4. 과학에 대해 관심이 많기 때문이다.
5. 부모님께서 참여하라고 말씀하셨기 때문이다.
6. 경진대회에 참여하는 것이 점수에 반영되기 때문이다.
7. 선생님께 잘 보이고 싶기 때문이다.

- 8. 친구들이 같이 하자고 했기 때문이다.
- 9. 경진대회에 입상해서 상품을 받고 싶기 때문이다.
- 10. 과학과 관련된 행사라면 무엇이든 좋기 때문이다.
- 11. 경진대회에서 시합하고 싶기 때문이다.
- 12. 부모님께 잘 보이고 싶기 때문이다.
- 13. 경진대회에 참여하는 것이 과학 공부에 도움이 될 것 같기 때문이다.
- 14. 평소에 선생님께서 과학 공부에 많은 격려를 해주셨기 때문이다.
- 15. 다른 친구들이 다 참여하기 때문이다.
- 16. 경진대회에 입상해서 상장을 받고 싶기 때문이다.
- 17. 이번 과학경진대회에 선생님께서 관심이 많으시기 때문이다.
- 18. 참여한 경진대회 종목을 통해서 새로운 것을 알게 될 것 같기 때문이다.
- 19. 평소에 부모님께서 과학 공부에 많은 격려를 해주셨기 때문이다.
- 20. 경진대회에 입상하면 과학점수를 잘 받을 수 있기 때문이다.
- 21. 이번 과학경진대회에 부모님께서 관심이 많으시기 때문이다.
- 22. 친구들이 이번 과학경진대회에 관심을 많이 가졌기 때문이다.

Table 13
Load of factors in internal engagement

| number | factor1 | factor2 | factor3 | factor4 | number | factor1 | factor2 | factor3 | factor4 |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 0.65 | 0.09 | -0.00 | 0.14 | 12 | 0.39 | 0.27 | 0.35 | 0.43 |
| 2 | 0.68 | 0.24 | 0.19 | 0.08 | 13 | 0.24 | 0.62 | 0.25 | 0.18 |
| 3 | 0.68 | 0.25 | 0.00 | 0.09 | 14 | 0.23 | 0.71 | 0.25 | 0.07 |
| 4 | 0.72 | 0.25 | 0.05 | 0.06 | 15 | 0.03 | 0.63 | -0.11 | -0.05 |
| 5 | 0.48 | 0.08 | 0.31 | 0.08 | 16 | 0.29 | 0.58 | 0.15 | 0.16 |
| 6 | 0.49 | 0.28 | 0.32 | 0.38 | 17 | 0.36 | 0.61 | 0.26 | 0.03 |
| 7 | 0.69 | 0.22 | 0.30 | 0.13 | 18 | 0.48 | 0.50 | 0.21 | 0.09 |
| 8 | 0.56 | 0.08 | 0.23 | 0.02 | 19 | -0.01 | -0.19 | -0.73 | 0.01 |
| 9 | 0.64 | 0.15 | 0.10 | 0.12 | 20 | -0.24 | -0.06 | -0.73 | 0.06 |
| 10 | 0.29 | 0.24 | 0.26 | 0.50 | 21 | -0.23 | -0.13 | -0.76 | 0.02 |
| 11 | 0.00 | -0.12 | -0.23 | 0.62 | | | | | |

Table 14
Load of factors in motivation for participation

| number | factor1 | factor2 | factor3 | factor4 | number | factor1 | factor2 | factor3 | factor4 |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 0.81 | 0.14 | -0.07 | -0.04 | 12 | -0.03 | 0.45 | 0.53 | -0.05 |
| 2 | 0.11 | 0.43 | 0.16 | 0.20 | 13 | 0.59 | 0.30 | 0.12 | -0.33 |
| 3 | 0.34 | 0.04 | 0.67 | -0.03 | 14 | 0.42 | 0.52 | 0.06 | -0.06 |
| 4 | 0.80 | 0.00 | 0.05 | 0.03 | 15 | -0.24 | 0.26 | 0.06 | 0.58 |
| 5 | -0.02 | 0.52 | 0.17 | 0.08 | 16 | 0.17 | 0.11 | 0.79 | -0.38 |
| 6 | 0.00 | 0.12 | 0.40 | 0.62 | 17 | 0.28 | 0.48 | 0.22 | 0.21 |
| 7 | -0.03 | 0.38 | 0.49 | 0.35 | 18 | 0.59 | 0.26 | 0.10 | -0.32 |
| 8 | -0.16 | 0.29 | 0.06 | 0.63 | 19 | 0.47 | 0.53 | 0.05 | -0.09 |
| 9 | -0.05 | 0.14 | 0.71 | 0.10 | 20 | 0.17 | 0.18 | 0.51 | 0.46 |
| 10 | 0.81 | 0.13 | 0.09 | -0.03 | 21 | 0.20 | 0.71 | 0.14 | -0.10 |
| 11 | 0.69 | 0.07 | 0.25 | -0.02 | 22 | 0.11 | 0.64 | 0.02 | 0.18 |