

보드게임을 이용한 수학적 창의력 향상 :

사전-사후 평균 비교 > 대응표본 t검정

요약

보드게임이 초등학생의 수학적 창의력을 향상시키는지를 알아보는 프로젝트를 진행하였다. 초등학교 5학년 학생 20명을 프로젝트에 초대하여, 4주간 매일 30분씩, 매주 1가지씩 총 4가지의 보드게임을 하도록 하였다. 프로젝트를 시작하는 시점에 4개의 문항으로 수학적 창의력을 측정하고, 4주간 보드게임을 한 후, 4개의 문항으로 다시 수학적 창의력을 측정하였다. 사전과 사후점수 차이를 대응표본 t테스트로 검정한 결과, 유의미하게 향상되었다.

서론

수학적 창의력은 수학 능력에 직접적인 영향을 주는 요소이다. 수학으로 문제해결 방법을 찾거나, 아이디어를 내는 데 매우 중요하다. 이 프로젝트에서는 보드게임은 수학적 창의력을 향상시킨다고 가정하였다.

모델링

가설 : "보드게임은 수학적 창의력을 향상시킨다" 라는 연구가설을 세우고 귀무가설 도출

연구가설은 "보드게임은 수학적 창의력을 향상시킨다"이고, 이와 반대되는, 검정이 용이한 귀무가설을 도출하였다. "보드게임 전후의 수학적 창의력 점수 차이는 0이다."가 귀무가설이 된다.

실험설계 : 보드게임을 증재로 하는 사전-사후 실험설계

수학적 창의력 향상을 위한 보드게임은 1) 전략에 의한 승패결정, 2) 난이도의 적절성, 3) 소요 시간, 4) 수학 내용과의 관련성, 5) 경쟁과 협력, 이 다섯가지의 선정기준으로 4가지 보드게임을 선정하였다.

매주 1가지씩 총 4주간 4가지 보드게임을 하도록 하였다.

초등학교 5학년 학생 20명을 대상으로, 교사가 최초에 보드게임 규칙을 설명하고, 4주간 매일 30분씩 학생들이 자유롭게 보드게임을 하였다. 보드게임 전-후의 수학적 창의력 점수를 레이킨의 척도로 측정하였다.

수학적 창의력 측정문항은 선행 연구들에서 사용된 문제들을 참고로 하여 작성하였다. 예비 검사를 통해 학생들이 다양한 답을 할 수 있고, 도형 영역과 관련되며, 초등학교 5학년 학생들의 수학적 창의력을 평가하기에 적합한 문제를 선정하였다.

사후 검사 문제는 사전 검사 문제와 동형인 문제를 개발하고, 2, 3차 예비 검사를 통해 검사의 신뢰도를 확보하였다. 사전-사후의 수학적 창의력 측정 데이터로 대응표본 데이터를 정리하였다.

데이터 모델링 : Leikin의 수학적 창의력을 확률변수로 하는 데이터 모델링

수학적 창의력을 확률변수로 보고, 그 구성요소를 측정하여 데이터를 수집하였다. 레이킨의 수학적 창의력 척도는 유창성(Fluency), 융통성(Flexibility), 독창성(Originality)으로 구성된다. 문제에 대한 각각의 적절한 솔루션의 융통성과 독창성 점수를 곱한 것을 모두 합한 후, 유창성 점수를 곱하여 수학적 창의력 점수를 구한다. 이는 통찰력을 강조한 융합 채점 방법으로 창의적인 학생을 변별하는데 효과적이다.

유연성을 측정하기 위해 그룹과 하위 그룹은 전략과 표현에 따라 설정되었다. 첫 번째 적절한 솔루션은 10점으로 점수를 매겼고, 두 번째 솔루션은 다른 그룹에 속한 경우 10점으로 점수를 매겼다. 그러나 이전에 사용된 그룹 중 하나에 속했지만 이전에 사용된 하위 그룹 중 하나에 속하지 않은 경우 1점을 받았다. 솔루션이 이전에 사용된 그룹 및 하위 그룹 중 하나에 속하는 경우 0.1점을 받았다. 문제에 대한 학생의 총 유연성 점수는 해당 문제에 대한 모든 적절한 솔루션에 대한 학생의 유연성 점수의 합이었습니다.

본 연구의 참여자 수는 20명이었다. 따라서 동일한 전략을 구성하는 학생 수가 3명 미만($p < 15\%$)일 때 독창성은 10점, 4명 이상 8명 미만일 때($15\% \leq p < 40\%$)인 경우 독창성은 1점, 8명 이상($p \geq 40\%$)인 경우 독창성을 0.1점으로 하였다. 문제에 대한 총 독창성 점수는 해당 문제에 대한 모든 적절한 솔루션에 대한 학생의 독창성 점수의 합이다. 최종 창의성을 평가하기 위해 총 유연성 점수와 총 독창성 점수의 곱에 유창성 점수를 곱하였다. 채점의 신뢰도를 높이기 위해 초등학교 교사 3명이 참여하였다.

데이터

데이터정리

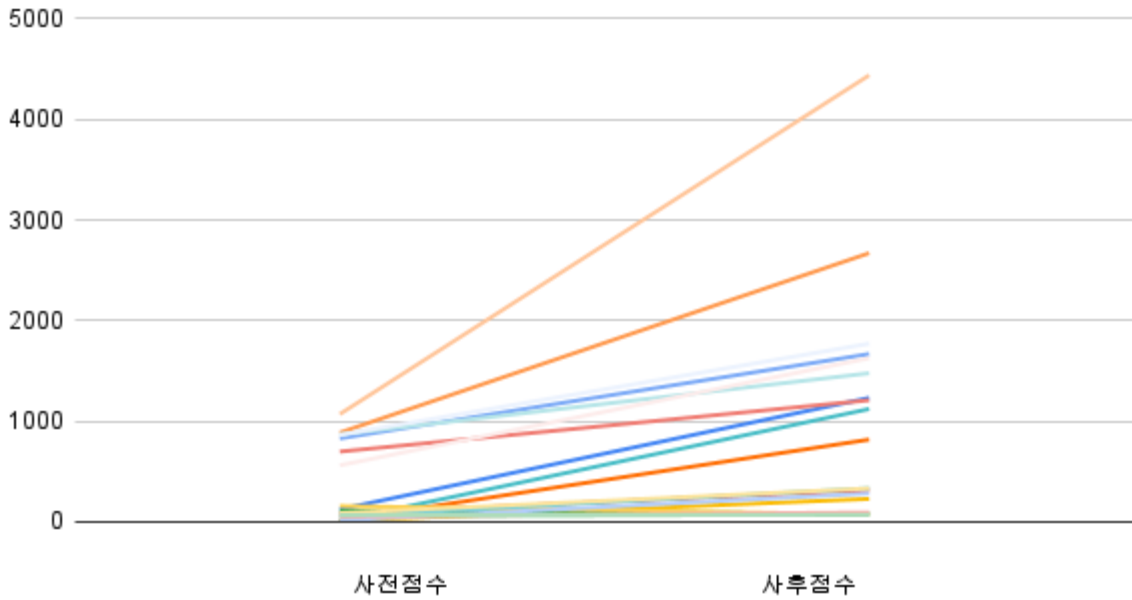
프로젝트에 참여한 초등학교 5학년 학생 20명의 사전-사후 수학적 창의력 점수를 스프레드시트에 정리하여 정형데이터를 만들었다.

학생ID	사전유창성	사전융통성	사전독창성	사전창의력	사후유창성	사후융통성	사후독창성	사후창의력	창의력 차이
학생1	14	56.3	25.7	124.9	27	110.7	49.3	1226.03	1101.13
학생2	14	55.4	14	80.43	24	90.6	28.5	317.36	236.93
학생3	9	43.2	1.8	10.02	18	66.6	25.2	228.77	218.75
학생4	11	53.3	12	111.9	15	65.4	4.2	82.68	-29.22
학생5	12	44.4	3.9	14.24	20	68.6	16.4	818.21	803.97
학생6	7	42.1	2.5	11.8	14	64.4	42.8	1122.21	1110.41
학생7	22	68.8	77.8	829.4	24	90.6	49.2	1668.88	839.48
학생8	16	65.5	53.8	698.46	24	107.7	38.4	1209.4	510.94
학생9	15	56.4	24.9	157.55	16	56.5	7	75.55	-82
학생10	12	44.4	14.7	57.62	15	58.2	3.3	72.68	15.06
학생11	19	58.6	55.9	886.92	22	88.6	66.1	2671.38	1784.46
학생12	10	63.2	2.8	54.88	22	68.7	37.3	333.79	278.91
학생13	12	44.4	3.9	14.24	18	69.3	26.1	283.04	268.8
학생14	11	44.3	13.7	53	16	56.5	15.1	94.65	41.65
학생15	10	52.3	21.7	88.08	21	69.6	27.3	332.76	244.68
학생16	15	55.5	8.7	68.34	13	56.2	3.1	69.99	1.65
학생17	16	66.4	45.7	1071	29	119.9	88.4	4439.23	3368.23
학생18	16	65.5	34.9	869.01	19	67.6	55.9	1477.6	608.59
학생19	15	63.6	33.9	863.94	22	88.6	55.3	1771.71	907.77
학생20	11	52.4	21.8	562.06	23	91.4	66.2	1628.03	1065.97

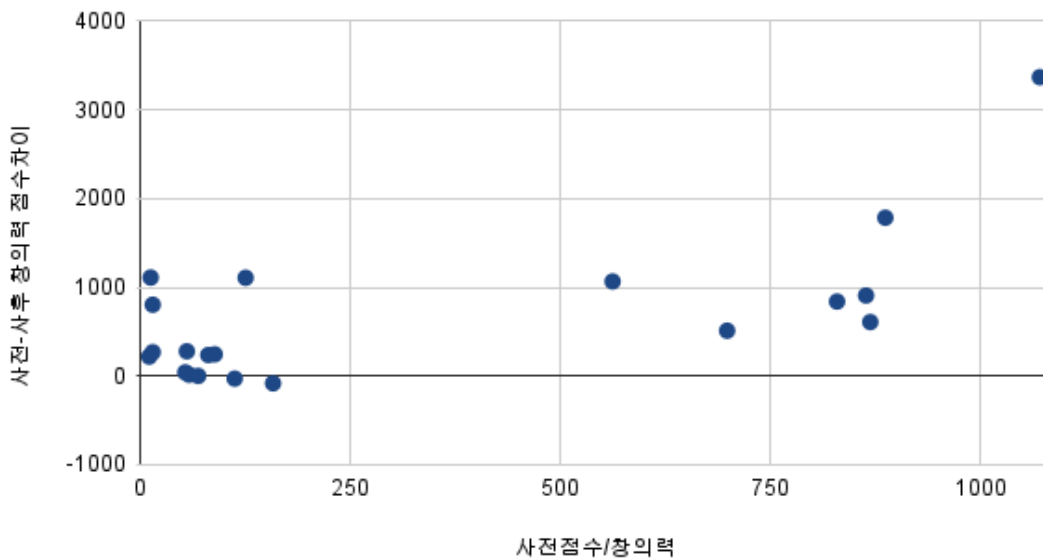
데이터시각화

산점도와 선그래프를 그려서, 보드게임 전후의 학생별 수학적 창의력 점수의 변화를 탐색하였다.

학생별 사전-사후 수학적창의력 점수 변화



창의력 사전점수와 사전-사후 창의력 점수차이



데이터분석

사전-사후비교 : 대응표본 t검정 결과

사전-사후 점수 차이에 대한 대응표본 t검정 결과, 수학적 창의력이 유의미($p=0.002$)하게 향상되었다는 것을 알 수 있다.

표본크기	사전 평균	사후 평균	차이 평균	차이 분산	차이 표준편차	표준오차	t	자유도	p
20	331.39	996.20	664.81	652720.59	807.91	180.65	3.68	19	0.002

대응표본 t검정을 통한 연구가설 채택

1. 연구가설 : 보드게임은 수학적 창의력을 향상시킨다.
2. 귀무가설 : 보드게임 전후의 수학적 창의력 점수 차이는 0이다. 즉, 수학적 창의력은 변하지 않는다.
3. 귀무가설이 옳다면 수학적 창의력의 차이는 t분포를 가진다.
4. 표본을 통해 관측한 검정통계량은 수학적 창의력이 향상됨을 나타내는 양수 3.68이며, 귀무가설이 옳은데 3.68이라는 검정통계량이 관측될 확률, 즉 유의확률은 0.002
5. 만일 유의수준을 0.05로 하면, "유의확률 < 유의수준"이므로 귀무가설 기각
6. 검정통계량이 양수이므로, 수학적 창의력은 향상되었고, 귀무가설이 기각되었으므로 연구가설 채택

결론

사전 측정 점수와 사후 측정 점수 차이에 대한 대응표본 t테스트를 실시한 결과, 수학적 창의력 점수가 유의미($p=0.002$)하게 향상되었다.

참고문헌

박정식, 윤영선, 박래수(2010). 현대통계학 제5판, 서울; 다산출판사.

이외숙, 임용빈, 성내경, 소병수(1996). 통계학 입문, 서울; 경문사.

Park, J. and Lee, K. (2017) 'Using board games to improve mathematical creativity', *Int. J. Knowledge and Learning*, Vol. 12, No. 1, pp.49–58.

Leikin, R. (2009) 'Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks', in Leikin, R., Berman, A. and Koichu, B. (Eds.): *Creativity in Mathematics and Teaching Methods Appropriate for Gifted Students*, Sense Publishers, Rotterdam.