

Homogeneity Analysis for the SMR Brainwave by the Functional Lateralization of the Brain Based on the Science Learning Methods

Hyung Kyu Kwon¹⁾, Jang Sik Cho²⁾

Abstract

The purpose of this research was to determine the effects of the functional lateralization of the brain variables related to the sex, the scientific attitude and the scientific exploration skills. The science instruction is divided in each type of the lecturing class with the experiment class. As for the degree of SMR brainwave activation in each stage are presented while accumulating the brain waves from the right, left and the whole brain waves are analyzed during the science learning activities. It is therefore reasonable to consider the science instruction types and brain lateralization to enhance the science learning effectiveness. Sensorimotor rhythm brainwave as the low Beta is represented well to show the thought process. Category quantification scores and objective scores are calculated to show the visual positioning map for the relationships of the categories by homogeneity analysis.

Keywords : Brain Wave Analysis, Homogeneity Analysis, Lateralization, Sensorimotor Rhythm Wave.

1. 서 론

그동안 다른 능력과 특성을 가진 인간의 학습행동에 대해 주로 지능을 중심으로 연구되어 왔으나(김남일, 2005) 최근 인간사고 활동에 대한 신경학적 접근의 필요성(Plucker와 Renzulli, 1999)이 제기되면서 뇌 기능을 중심으로 학습자의 학습행동을 이해하려는 시도가 이루어지고 있다. 특히 사고와 관련된 정신작용은 실제로 두뇌의 신경작용에 의해 이루어지므로 문제해결의 과정에 적용되는 사고과정에 대한 신경인지

1) (Corresponding Author) Associate Professor, Department of Education, Kyungsoong University, Busan, 608-736, KOREA. E-mail : alexkwon@ks.ac.kr

2) Associate Professor, Department of Informational Statistics, Kyungsoong University, Busan, 608-736, Korea. E-mail : jscho@ks.ac.kr

학적 접근은 두뇌 기능에 기초한 교수-학습방법의 개발에 기초를 제공할 수 있다(Houtz, 1994; 임선하, 1999; 김용진, 2003).

한편, 사고작용에 대한 두뇌 기능을 평가하는데 유용하게 사용되고 있는 것이 뇌파이다(이인혜, 1997). 뇌파는 인간의 뇌파 측정을 통해 대뇌 반구의 기능차이를 해석하거나(Galin과 Ornstein, 1972), 학습활동에 있어서의 두뇌 기능평가(김용진, 2000; 김용진, 장남기, 2001), 과학적 사고(권용주, 2001) 및 문제풀이 활동(김용진 등, 2000; 박재근 등, 2002)에서의 뇌 기능 활성 상태를 해석하는데 적용되어 왔다. 현재 과학수업 형태에 따른 좌우반구의 기능적 뇌분석이나 전뇌학습을 통한 좌우 뇌의 균형적 발달인 통합 뇌의 효과 등이 제시되고 있지만 과학수업의 구체적 교수-학습 활동에 대한 뇌 기능 활성 상태를 연계한 뇌파분석과 같은 객관적 검증을 하는 것이 필요하다. 일반적으로 과학실험 수업은 학생의 창의성과 긍정적 과학태도를 향상시킨다고 알려져 있지만 과학수업의 단계별 진행에 따른 뇌파분석에 의한 검증은 매우 드물다(박재근과 장남기, 2001).

한편, 뇌 기능 분화와 학교학습과의 관련 연구를 살펴보면, 학교학습은 좌뇌 기능 특성을 강조(Hanglund, 1981; Richards, 1984)한 학습지도와 평가방법으로 인해 우뇌 우세 학생들이 좌뇌 우세 학생들에 비해 학습에 어려움을 겪으며 부진아가 많이 나타난다(이경준, 1983). 특히 창의성, 문제해결력과 같은 고급 사고기능은 좌뇌 기능인 분석적이고 계산적인 사고뿐만 아니라 우뇌의 기능 특성인 직관적이고 포괄적인 사고가 요구됨으로(강호감, 1991), 좌·우뇌가 균형있게 발달시키는 교육방법이 요구된다. 그 중 하나가 마인드 맵이다. 마인드 맵은 상호관련적, 전체적, 통합적으로 작용하는 두뇌의 선천적 능력을 개발하고, 양뇌의 기능에 해당하는 요소들을 고루 활용할 수 있도록 고안되어 있다(Campbell 등, 1996).

뇌 기능에 따른 학습행동에 대한 연구로는 학습부진아 혹은 정신박약아의 뇌 기능 특성을 밝힌 연구(이경준, 1983), 교과학습능력과 좌우뇌 기능과의 관계 연구(하종덕, 1986), 좌우뇌 기능 특성을 고려한 수업의 효과를 밝힌 연구(강호감, 1991), 성 및 사회경제적 수준에 따른 뇌 기능의 특성을 밝힌 연구(고영희, 1989), 뇌 기능 분화와 창의성의 관계 연구(박숙희, 1994) 등 다양한 형태로 이루어지고 있다. 특히 박숙희(1994)는 뇌 기능 분화검사지(Cognitive Laterality Battery)를 통해 측정된 점수를 기준으로 양뇌우세집단, 우뇌우세집단, 좌뇌우세 집단 및 양뇌부진집단 등 4개의 집단으로 뇌 기능을 분류하였고 또한 통합뇌, 비통합뇌 및 기타 등 3개의 집단으로 통합뇌 여부도 분류하였다.

한편, 주로 인간행동에 대한 뇌 기능상태를 보는데 사용한 알파파와 달리 SMR(sensorimotor rhythm)파는 12-15Hz 의 뇌파대역으로 뇌의 감각운동피질에서만 나타나는 각성이나 운동에 이르는 준비상태로 주의집중이 시작되는 내면의식이 외부에 나타나는 출발점이라 할 수 있다. 박재근 등(2001)은 과학학습중의 두뇌의 기능평가 연구에서 좌우뇌 반구성을 나타내는 여러 학습활동을 포함한 수업형태를 강의식 수업, 실험수업 그리고 전뇌학습으로 구분하고 실제수업활동 중에 직접 학습자의 뇌파를 측정 한 결과, 좌우뇌파의 출현양상이 좌우 반구적 특이성을 잘 반영하고 있고, 선택된 수업 유형에 따라 뇌파 활성도도 각각 다르게 나타나며, 특히 좌우뇌의 특성에 따른 사고 작용의 차이를 나타내는 중요한 파장대가 SMR파라는 것을 밝히고 있다. 따라서 사고과정을 가장 잘 표현하는 SMR파의 활성도 값에 기초해서 박숙희(1994)에 의한 뇌 기능 분화 및 통합뇌 여부의 분류 기준에 따라 각각 4개의 집단과 3개의 집단으로

분류해서 측정대상자들의 과학학습탐구능력, 태도 및 성별에 따른 관련성을 알아보는 것은 균형있는 뇌의 발달과 활용에 대한 중요한 근거를 제시할 수 있을 것이다.

이와 같이 3차원 이상의 다차원 분할표 데이터에 대해 일반적으로 적용할 수 있는 분석방법으로서 로그선형모형이 있지만, 이 모형은 셀 빈도가 결측이거나 전체 표본수에 비해 범주의 개수가 너무 많으면 계산상의 문제가 발생할 수 있고, 또한 고려하는 범주의 수가 많으면 모형도 복잡해지고 추정된 효과를 쉽게 이해하기가 어렵다는 단점이 있다. 그러나 동질성 분석(Homogeneity analysis)은 다차원 분할표 데이터에 적용할 수 있는 분석방법으로 여러 변수들 간의 연관성을 최대화시켜서 가능한 범주들이 서로 분류가 되도록 최적화를 통해 저차원 공간에서의 범주 수량화 값을 계산한다. 또한 표본 수가 적어 결측치가 있어도 이를 고려해서 분석할 수 있고 표본수에 비해 변수 개수가 많아도 문제가 되지 않는 장점이 있다.

따라서 본 논문에서는 전통적 강의식 수업과 구성주의적 실험수업의 전개 및 정리 단계 교수-학습 활동에 따라 각각 좌우뇌의 SMR과 활성도의 값을 측정하였다. 그리고 4 가지 교수-학습 활동에 따라 각각 SMR과 활성도 값에 기초해서 박숙희(1994)의 뇌 기능 분류기준과 통합뇌 여부 분류기준에 따라 각각 4개와 3개의 집단으로 분류하였다. 그리고 4 가지 교수-학습 활동별로 뇌 기능, 성별, 과학적 태도 및 탐구능력 변수들의 관련성과 통합뇌 여부, 성별, 과학적 태도 및 탐구능력 변수들의 관련성을 각각 알아보기 위해 동질성 분석을 실시하였다.

2. 연구방법

본 연구 대상은 부산광역시에 소재하고 있는 초등학교 5학년에 재학 중인 남·여 학생 93명을 대상으로 과학탐구 능력검사와 과학적 태도검사를 실시한 후 이 중 뇌파검사에 응한 15명을 선발하였다(장현희, 2007). 추후 실시한 T-검증에서 뇌파측정에 임한 아동의 과학탐구능력과 과학적 태도수준이 비슷하여 대표성을 가지고 있음을 입증하였다. 선발된 대상자들은 뇌질환 병력이 없고 모두 오른손잡이로 학부모의 동의하에 실시되었다(장현희, 2007).

한편, 연구도구로는 과학탐구능력검사는 권재술, 김범기(1994)가 개발한 것으로 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 기초탐구능력요소와 자료변환, 자료해석, 가설설정, 변인 통제, 일반화의 5개 통합 탐구능력요소로 총 30개 문항으로 되어있다. 과학적 태도검사는 TOSRA와 한국교육개발원에서 개발한 도구를 참고한 광미경(2001)이 개발한 검사지다. 전통적 강의식 수업모형은 초등학교 과학교과 6학년의 지진의 발생지역과 피해라는 주제로 20분간 실제수업을 진행 후 뇌파활성도를 전개 및 정리단계에서 각각 2분씩 측정하였다. 구성주의적 실험수업모형은 초등 6학년의 물에 대한 기체의 용해라는 주제로 20분간 실제 수업을 진행한 후 뇌파활성도를 전개 및 정리단계에서 각각 2분씩 측정하였다(장현희, 2007).

그리고 뇌파측정 시 잡파의 영향을 줄이기 위하여 두 가지 수업모형을 조용한 장소에서 개인별 일대일 수업으로 진행하고 측정되었다(장현희, 2007). 뇌파의 측정은 블루투스 바이오피드백 장치인 Nexus10을 사용하여 피험자에게 좌뇌 전전두엽(Fp1)과 우뇌전전두엽(Fp2)에 International 10-20 방식(Jasper, 1958)으로 2개 전극 위치를 활성화부위로 하였다. 피험자에게 전극 부착후 기본뇌파 1분, 강의식수업 전개 및 정리 각 2분, 실험식 수업 전개 및 정리 각 2분을 실시하고 분석툴인 BioTrace+ 프로그램을

통하여 분석한 후 임의적으로 근육의 움직임에 의한 잡파를 제거하였다(장현희, 2007). 이 후 수치화된 값을 엑셀로 변환한 후 뇌파의 활성도를 주파수별 진폭의 세기에 제곱근을 취한 값으로 구했으며(김용진 등, 2000), 뇌파 활성도값(증가 값)은 측정된 뇌파의 평균 활성도에서 기본 뇌파의 활성도 값을 뺀 차이 값으로 정의했다.

3. 연구결과

3.1 뇌 기능 분화 및 통합뇌 여부의 분류

먼저 각 수업단계별 좌뇌와 우뇌에 대해 SMR 파의 활성도 값의 기술통계는 아래 <표 1>과 같다.

<표 1> SMR파의 활성도에 대한 기술통계

구분	좌뇌				우뇌			
	평균	표준편차	최소값	최대값	평균	표준편차	최소값	최대값
강의식수업 전개단계	-0.1532	0.3161	-0.85	0.31	-0.1838	0.3616	-0.89	0.19
강의식수업 정리단계	-0.1474	0.3137	-0.75	0.31	-0.1511	0.4061	-0.83	0.27
실험식수업 전개단계	-0.0018	0.2834	-0.65	0.57	0.1936	0.3464	-0.38	0.78
실험식수업 정리단계	0.0484	0.2915	-0.58	0.56	0.1214	0.3175	-0.46	0.71

한편, 뇌 기능분화에 대한 연구는 하종덕(1986), 강호감(1991), 박숙희(1994) 등에 의해서 이루어졌는데, 특히 박숙희(1994)는 뇌 기능 분화검사를 통해 나온 점수를 Z 점수로 환산한 다음, 좌뇌, 우뇌를 2개의 축으로 놓고 평균인 0을 중심으로 서로 교차되게 나누어 4개의 집단으로 나누었다. 박숙희(1994)에 따르면, 좌우뇌의 점수가 평균보다 높은 집단을 양뇌우세 집단, 우뇌점수가 평균보다 높고 좌뇌점수가 평균보다 낮은 집단을 우뇌우세 집단, 좌뇌점수가 평균보다 높고 우뇌점수가 평균보다 낮은 집단을 좌뇌우세 집단, 좌우뇌 점수가 모두 평균보다 낮은 집단을 양뇌부진 집단 분류하였다.

본 논문에서는 뇌 기능분화에 대한 박숙희(1994)의 방법에 의해, 좌우뇌의 SMR파 활성도 값에 기초해서 뇌 기능을 4개의 집단으로 분류하고자 한다. 즉, 좌우뇌의 SMR파 활성도의 값을 Z 점수로 환산한 다음, 박숙희(1994)의 방법에 따라 좌우뇌의 활성도값에 대한 Z 점수가 0보다 높은 집단을 양뇌우세 집단, 우뇌 활성도 값에 대한 Z 점수가 0보다 높고 좌뇌 활성도 값에 대한 Z 점수가 0보다 낮은 집단을 우뇌우세 집단, 좌뇌 활성도 값의 Z 점수가 0보다 높고 우뇌 활성도 값의 Z 점수가 0보다 낮은 집단을 좌뇌우세 집단, 좌우뇌 활성도 값의 Z 점수가 모두 0 이하인 집단을 양뇌부진 집단 등 4개의 집단으로 분류했다. 4 가지 수업방식에 따른 뇌 기능분화에 대한 빈도 분석은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 수업방식별 뇌 기능 분화에 대한 빈도분석

뇌 기능 분화	강의식수업전개단계		강의식수업정리단계		실험식수업전개단계		실험식수업정리단계	
	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트
양뇌우세	7	46.7	6	40.0	6	40.0	6	40.0
우뇌우세	2	13.3	1	6.7	3	20.0	2	13.3
양뇌부진	6	40.0	5	33.3	6	40.0	6	40.0
좌뇌우세	0	0.0	3	20.0	0	0.0	1	6.7

같은 방법으로 박숙희(1994)의 통합뇌 분류기준에 따라, SMR파의 활성화 값에 기초해서 통합뇌 여부를 분류했다. 즉, SMR파의 활성화 값을 Z 점수로 환산한 다음, 통합뇌 집단은 좌우뇌의 뇌파활성도 값에 대한 Z 점수 차이가 0.4 이하인 집단을 통합뇌 집단, 좌우뇌의 뇌파활성도 값에 대한 Z 점수 차이가 0.8 이상인 집단을 비통합뇌 집단으로, 그 외는 기타로 분류 하였다. 4 가지 수업방식에 따른 통합뇌 여부에 대한 빈도분석은 아래 <표 3>과 같다.

<표 3> 수업방식별 뇌 통합여부에 대한 빈도분석

통합여부	강의식수업전개단계		강의식수업정리단계		실험식수업전개단계		실험식수업정리단계	
	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트	빈도	퍼센트
통합뇌	9	60.0	7	46.7	6	40.0	8	53.3
비통합뇌	4	26.7	3	20.0	2	13.3	3	20.0
기타	2	13.3	5	33.3	7	46.7	4	26.7

3.2. 동질성분석

동질성분석은 3차원 이상의 다차원 분할표 데이터에 적용할 수 있는 분석방법으로 대상(object)과 범주(categories)에 수치를 부여함으로써 범주형 자료를 수량화하는 방법이다. 그리고 가능한 한 동일한 범주에 있는 개체들을 가까이 위치시키고, 서로 다른 범주에 있는 개체들은 멀리 위치하도록 각 개체들에게 공간상의 위치를 부여한다. 즉 범주수량화 점수(category quantification scores)와 이 수량화 점수에 의해 얻어지는 대상점수(objective score)를 계산하여 범주간 관계를 시각화하는 포지셔닝 맵(positioning map)을 제시해 줌으로써 차원과 범주와의 관계를 조사하는 통계적 분석 방법이다.

3.2.1. 뇌 기능과 관련된 동질성 분석

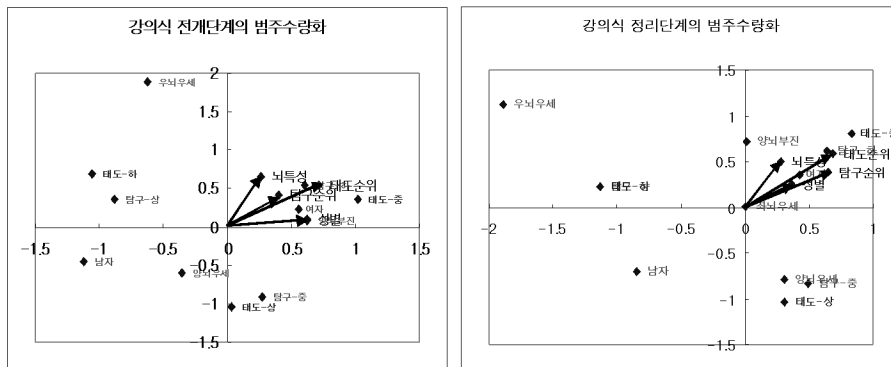
4 가지 교수-학습 활동별로 성별, 과학적 탐구능력 및 과학적 태도와 관련된 변수들의 범주들과 뇌 기능 변수의 범주들과의 관련성을 저차원 공간에서 시각적으로 각 변수의 범주들간에 어떤 관계가 있는지를 탐색하여 설명하기 위해 동질성 분석을 실시하였다.

먼저, 교수-학습 활동이 강의식 수업인 경우 전개단계와 정리단계 각각에 대해 관별측도와 범주수량화 점수는 아래 <표 4>와 같다.

<표 4> 강의식 수업의 경우 판별측도 및 범주수량화

변수	범주	강의식수업 전개단계				강의식수업 정리단계			
		범주수량화		판별측도		범주수량화		판별측도	
		차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2
성별	남자	-1.117	-0.447	0.624	0.100	-0.849	-0.707	0.361	0.250
	여자	0.559	0.224			0.425	0.354		
탐구 순위	상	-0.878	0.364	0.404	0.422	-1.135	0.230	0.648	0.377
	중	0.270	-0.912			0.491	-0.840		
	하	0.608	0.548			0.644	0.610		
태도 순위	상	0.032	-1.031	0.719	0.551	0.305	-1.029	0.690	0.583
	중	1.022	0.346			0.830	0.798		
	하	-1.054	0.685			-1.135	0.230		
뇌특성	양뇌우세	-0.352	-0.605	0.263	0.648	0.306	-0.788	0.276	0.506
	우뇌우세	-0.624	1.887			-1.891	1.124		
	양뇌부진	0.619	0.077			0.011	0.720		
	좌뇌우세	.	.			0.000	0.001		
고유값		0.503	0.430			0.494	0.429		

위의 <표 4>의 판별측도와 범주수량화를 도표로 표현한 것이 아래 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 강의식 수업의 판별측도와 동질성 분석

먼저 교수-학습 활동이 강의식수업 전개단계에 대해서 알아보자. 위의 <표 4>와 <그림 1>에서 알 수 있듯이, 각 차원이 전체 분산 설명량 중 얼마나 설명하고 있는지 정보를 담고 있는 것이 바로 고유값이다. 차원1에 대한 고유값이 0.503이고 차원2에 대한 고유값은 0.430으로서 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 54%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 46%가 설명된다. 판별측도를 보면 각 차원에서 수량화된 변수의 분산으로서 수치가 클수록 변수의 범주들간의 산포가 크게 되며 결과적으로 해당 차원에서 한 변수의 범주들간의 판별력이 높게 된다. 따라서 판별측도를 보면, 차원 1은 성별과 과학적 태도와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 이들 변수들은 차원1을 기준으로 가장 큰 판별력을 보인다. 차원 2는 뇌특성(뇌 기능분화)과 탐구능

력과 관련되어 있는 차원이며, 차원2를 기준으로 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 양뇌부진의 특성을 가진 대상자들은 성별이 여자이고 탐구능력이 하이며, 과학적태도가 중인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 양뇌우세의 특성을 가진 대상자들은 탐구능력이 중이고, 과학적 태도가 상이면서 남자와 특히 관련이 있는 것으로 나타났다.

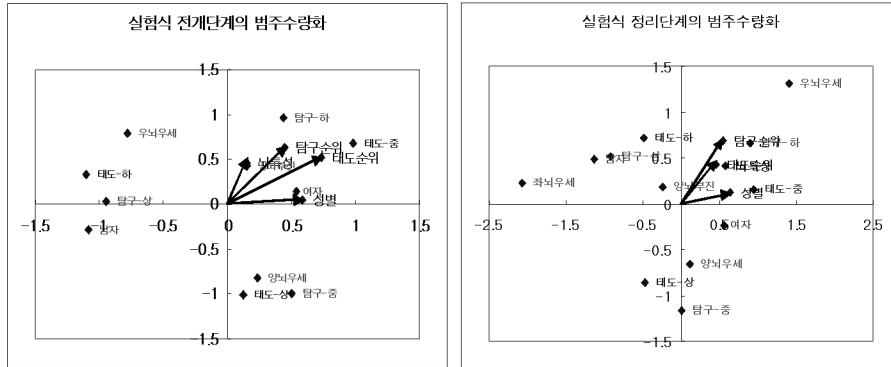
다음으로 교수-학습 활동이 강의식수업 정리단계에 대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 53%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 47%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 탐구순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 뇌특성과 관련되어 있는 차원이라 할 수 있다. 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 양뇌부진의 특성은 성별이 여자이고 탐구능력이 하이며, 과학적태도가 중인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 양뇌우세의 특성은 탐구능력이 중이고, 과학적 태도가 상이면서 남자인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타나 강의식수업 전개단계에서의 결과와 유사함을 알 수 있다.

다음으로, 교수-학습 활동이 실험식 수업방식인 경우 전개단계와 정리단계 각각에 대해 판별축도와 범주수량화 점수는 아래 <표 5>와 같다.

<표 5> 실험식 수업의 경우 판별축도 및 범주수량화

변수	범주	강의식수업 전개단계				강의식수업 정리단계			
		범주수량화		판별축도		범주수량화		판별축도	
		차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2
성별	남자	-1.080	-0.282	0.583	0.040	-1.130	0.483	0.639	0.117
	여자	0.540	0.141			0.565	-0.241		
탐구 순위	상	-0.950	0.034	0.452	0.639	-0.911	0.514	0.549	0.691
	중	0.507	-0.996			0.009	-1.172		
	하	0.442	0.962			0.903	0.659		
태도 순위	상	0.120	-1.008	0.732	0.528	-0.471	-0.863	0.454	0.427
	중	0.983	0.675			0.953	0.147		
	하	-1.103	0.333			-0.482	0.716		
뇌특성	양뇌우세	0.233	-0.819	0.153	0.465	0.110	-0.658	0.574	0.417
	우뇌우세	-0.779	0.792			1.402	1.305		
	양뇌부진	0.156	0.423			-0.232	0.186		
	좌뇌우세	.	.			-2.069	0.222		
고유값		0.480	0.418			0.554	0.413		

위의 <표 5>의 판별축도와 범주수량화를 도표로 표현한 것이 아래 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 실험식 수업방식의 관별측도와 동질성 분석

위의 <그림 2>에서 알 수 있듯이, 먼저 교수-학습 활동이 강의식수업 정리단계에 대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 53%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 47%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 태도순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 뇌특성과 탐구순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 양뇌부진의 특성은 성별이 여자이고 탐구능력이 하인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 양뇌우세의 특성은 탐구능력이 중이고, 과학적 태도가 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났으며, 우뇌우세의 특성은 성별이 남자이면서 탐구능력이 상이고, 과학적 태도가 하인 집단과 관련이 있는 것으로 나타났다.

다음으로, 교수-학습 활동이 실험식수업 정리단계에 대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 56%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 43%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 뇌특성과 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 뇌특성과 탐구순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 양뇌우세의 특성은 성별이 여자이고 탐구능력이 중이고, 과학적태도가 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 좌뇌우세의 특성은 성별은 남자이고 탐구능력이 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다.

3.2.2. 통합뇌 여부의 동질성 분석

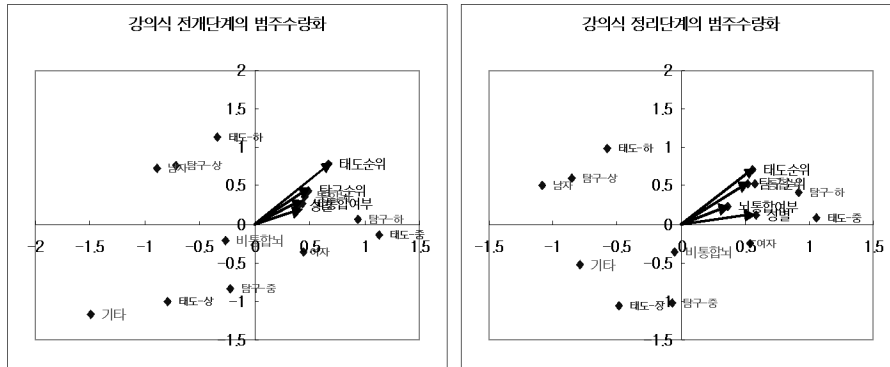
4 가지 교수-학습 활동별로 성별, 과학적 탐구능력 및 과학적 태도와 관련된 변수들의 범주들과 통합뇌 여부 변수의 범주와의 관련성을 알아보기 위해 동질성 분석을 실시하였다.

먼저, 교수-학습 활동이 강의식 수업인 경우 전개단계와 정리단계 각각에 대해 관별측도와 범주수량화 점수는 아래 <표 6>와 같다.

<표 6> 강의식 수업의 경우 판별축도 및 범주수량화

변수	범주	강의식수업 전개단계				강의식수업 정리단계			
		범주수량화		판별축도		범주수량화		판별축도	
		차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2
성별	남자	-0.893	0.720	0.399	0.259	-1.082	0.509	0.585	0.130
	여자	0.447	-0.360			0.541	-0.255		
탐구 순위	상	-0.720	0.772	0.485	0.429	-0.852	0.594	0.524	0.519
	중	-0.221	-0.830			-0.066	-1.013		
	하	0.941	0.057			0.917	0.420		
태도 순위	상	-0.793	-1.007	0.676	0.778	-0.483	-1.067	0.559	0.703
	중	1.133	-0.134			1.057	0.086		
	하	-0.340	1.141			-0.573	0.981		
너통합 여부	통합녀	0.450	0.352	0.437	0.267	0.581	0.518	0.363	0.239
	비통합녀	-0.267	-0.210			-0.047	-0.349		
	기타	-1.492	-1.163			-0.785	-0.516		
고유값		0.499	0.433			0.508	0.397		

위의 <표 6>의 판별축도와 범주수량화를 도표로 표현한 것이 아래 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 강의식 수업방식의 판별축도와 동질성 분석

위의 <그림 3>에서 알 수 있듯이, 먼저 교수-학습 활동이 강의식수업 전개단계에 대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 53.5%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 46.5%가 설명된다. 그리고 통합녀여부, 탐구순위 및 태도순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 태도순위와 특히 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 통합녀의 특성을 가진 대상자들은 탐구수준이 하이면서 과학적태도는 중인 여자 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 비통합녀의 특성은 탐구능력이 높고, 과학적 태도가 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났음을 알 수 있다.

다음으로 강의식수업 정리단계를 살펴보면, 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는

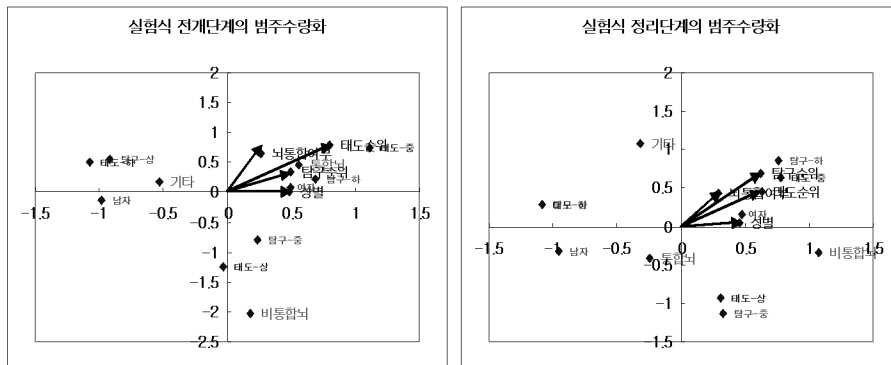
약 56.1%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 43.9%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 탐구순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 태도순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 통합녀의 특성은 성별이 여자이고 탐구능력이 하이며, 과학적태도가 중인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 비통합 녀의 특성은 탐구능력이 중이고, 과학적 태도가 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타나 강의식수업 전개단계에서의 결과와 유사함을 알 수 있다.

다음으로, 교수-학습 활동이 실험식 수업방식인 경우 전개단계와 정리단계 각각에 대해 판별축도와 범주수량화 점수는 아래 <표 7>과 같다.

<표 7> 실험식 수업의 경우 판별축도 및 범주수량화

변수	범주	실험식수업 전개단계				실험식수업 정리단계			
		범주수량화		판별축도		범주수량화		판별축도	
		차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2	차원 1	차원 2
성별	남자	-0.982	-0.143	0.482	0.010	-0.959	-0.312	0.460	0.049
	여자	0.491	0.072			0.479	0.156		
탐구 순위	상	-0.920	0.565	0.459	0.335	-1.089	0.279	0.623	0.696
	중	0.231	-0.795			0.332	-1.133		
	하	0.690	0.230			0.757	0.854		
태도 순위	상	-0.033	-1.252	0.797	0.791	0.305	-0.924	0.631	0.449
	중	1.110	0.734			0.784	0.645		
	하	-1.076	0.518			-1.089	0.279		
녀통합 여부	통합녀	0.557	0.467	0.259	0.643	-0.245	-0.411	0.290	0.427
	비통합녀	0.182	-2.015			1.076	-0.347		
	기타	-0.529	0.175			-0.317	1.083		
고유값		0.499	0.445			0.501	0.405		

위의 <표 7>의 판별축도와 범주수량화를 도표로 표현한 것이 아래 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 실험식 수업방식의 판별축도와 동질성 분석

위의 <그림 4>에서 알 수 있듯이, 먼저 교수-학습 활동이 실험식수업 전개단계에

대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 52.9%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 47.1%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 탐구능력과 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 뇌통합여부와 특히 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 통합뇌의 특성은 탐구수준이 하이면서 과학적태도는 중이면서 여자인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 비통합뇌의 특성은 탐구능력이 높이고, 과학적 태도가 상인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타났음을 알 수 있으며, 기타의 뇌특성은 탐구능력이 상이면서 과학적태도가 하이면서 남자인 집단과 관련이 있는 것으로 나타났다.

먼저 교수-학습 활동이 실험식수업 정리단계에 대해서 알아보자. 고려된 2차원에서 제 1축에 의해서는 약 55.3%가 설명되며 제 2축에 의해서는 약 44.7%가 설명된다. 그리고 차원 1은 성별과 태도순위와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며, 차원 2는 탐구순위와 통합뇌 여부와 관련되어 있는 차원이라 할 수 있으며 이들 변수들은 각 차원에서 가장 큰 판별력을 보인다. 한편, 범주수량화 도표를 보면 비통합뇌의 특성은 성별이 여자이고 탐구능력이 하이며, 과학적태도가 중인 집단과 특히 관련이 있는 것으로 나타나 실험식 전개단계의 수업방식과는 다른 패턴을 가짐을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서 사용된 표본의 수가 크지 않고, 무작위 추출에 의한 확률표본이 아니라는 점에서 연구결과를 일반화시키기에는 한계가 있지만, 사고과정을 가장 잘 나타내주는 SMR파를 기초로 하여 뇌 기능 분화를 4개의 집단, 통합뇌 여부를 3개의 집단으로 각각 분류해서 뇌 기능 관련변수들과 성별, 과학적태도, 탐구능력의 변수들과의 관련성 분석을 시도했다는 데 그 의의가 있다. 과학수업의 단계별 검증은 구체적인 교수-학습과정에 대한 객관적 효과성을 검증하는 것이다. 분석결과를 간단히 요약하면 다음과 같다.

강의식 수업에서는 양뇌우세의 뇌특성을 가진 대상자들은 탐구능력이 높고, 과학적 태도가 상이면서 남자와 특히 관련이 있는 것으로 나타났다. 실험결과 중 통합뇌 여부 변수 범주와의 관련성과 4 가지 수업방식에 대해서만 언급하면 강의식 수업의 전개단계에서는 통합뇌의 특성을 가진 대상자가 탐구수준이 하이면서 과학적태도는 중인 여자집단과 관련이 있고 강의식수업 정리단계에서는 성별이 여자이고 탐구능력이 하이며 과학적태도가 중인 집단과 관련이 있었다. 실험식수업의 전개단계에서 탐구수준이 하이면서 과학적 태도가 중이면서 여자인 집단과 관련이 있었고 정리단계에서는 성별이 여자이고 탐구능력이 하이면서 과학적 태도가 중인 집단과 관계가 있었다. 이를 통하여 학습자의 학습탐구 및 태도와 뇌 기능 분화성에 따른 교수-학습과정을 세분화하여 설계하는 것이 가능하게 된다. 문제해결의 과정에 적용되는 사고과정에 대한 신경인지학적 접근은 두뇌 기능에 기초한 교수-학습방법의 개발에 매우 중요하다. 현재 과학수업 형태에 따른 좌.우반구의 기능적 뇌분석이나 전뇌학습을 통한 좌우뇌의 균형적 발달은 중요하게 논의되지만 구체적 교수-학습 활동에 대한 뇌 기능 활성 상태를 연계한 뇌파분석과 같은 객관적 검증은 거의 없는 실정이기 때문이다. 일반적으로 과학실험 수업은 학생의 창의성과 긍정적 과학태도를 향상시킨다고 알려져 있지만 과학수업의 단계별 진행에 따른 뇌파분석을 통한 검증은 매우 드물며 균형

있는 뇌의 발달과 활용에 근거한 교수-학습과정을 제시할 수 있다는 점에서 매우 중요하다 할 수 있다.

참고문헌

1. 강호감(1991). *두뇌의 기능분화에 따른 교수전략이 창의력 및 자연과 학업성취도에 미치는 영향*. 서울대학교 박사학위논문.
2. 곽미경 (2001). *초등학교 과학영재 학생의 과학관련 태도에 관한 연구*. 부산교육대학교 대학원 석사학위 논문.
3. 고영희(1989). 한국인의 뇌. *아주대학교 논문집*, 11, 141-174.
4. 권용주(2001). 과학적 사고과정의 신경인지학적 해석. *한국생물교육학회 2001년 동계학술대회 심포지움 자료*.
5. 권재술, 김범기 (1994). 초·중학교 학생들을 위한 과학탐구능력 측정도구의 개발. *한국교육대학교 물리교육연구실*.
6. 김남일(2005). 고등학생들의 뇌반구 우수성과 학업성취도, 자아개념 및 성취동기와의 관계. *감성과학*, 8(1), 55-61.
7. 김용진(2000). *학습활동의 뇌파분석에 기초한 두뇌순환학습 모형의 개발과 과학 학습에의 적용*. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
8. 김용진(2003). 통찰에 의한 문제해결과정에서 전두부의 뇌파 활성화에 관한 연구. *기초과학연구논총*. 서원대학교 제17집.
9. 김용진, 김학현, 박재근, 채희경, 박미아, 강경미, 조선희, 민윤기, 장남기(2000). 문제풀이 활동에서 뇌파측정에 의한 두뇌 기능 상태의 평가. *한국생물교육학회지*, 28(3), 291-301
10. 김용진, 장남기(2001). 시청각 학습의 반복 수행에 따른 전두부의 뇌파 활성화도 변화. *한국과학교육학회지*, 21(3), 516-528.
11. 박숙희(1994). *뇌의 기능분화와 창의성, 학업성취의 관련연구*, 성신여자대학교 대학원 박사학위 논문.
12. 박숙희(1997). 뇌의 기능분화와 창의성과 학업성취의 관련 연구. *교육학연구*, 35(3), 97-125.
13. 박재근, 김용진, 장남기(2002). 사고활동 중의 전방전두엽에서의 뇌전도 분석에 기초한 두뇌의 활성화 상태분석. *한국생물교육학회지*, 30(1), 54-65.
14. 박재근, 장남기(2001). 뇌파분석에 기초한 과학학습 중의 두뇌의 기능 평가에 관한 연구. *한국생물교육학회지*, 29(4), 365-374.
15. 이경준(1983). *학습부진아의 인지 특성 분석과 효율적인 교수 전략 탐색 연구*, 중앙대학교 박사학위논문.
16. 이인혜(1997). *정신생리학*. 서울:학지사.
17. 임선하(1999). *창의성의 초대*, 교육신서 5, 51-77, 서울:교보문고.
18. 장현희 (2007). *구성주의적 과학 실험 수업이 초등학생의 두뇌 기능 상태의 변화에 미치는 영향*, 경성대학교 교육대학원 석사학위 논문.
19. 하종덕(1986). *두뇌 기능 특성 및 인지양식과 학업성적과의 관계*. 중앙대학교 석사학위논문.

20. Campbell, L., Campbell, B., and Dickinson, D.(1996). *Teaching & learning through Multiple Intelligences*, ED 415009.
21. Galin, K. and Ornstein, R.(1972). Lateral specialization of cognitive mode : An EEG study. *Psychophysiology*, 9, 412-418.
22. Hanglund, E.(1981). A Closer look at the Brain as related to teachers and learners. *Peabody Journal of Education*, 3, 225-234.
23. Houtz, J. C.(1994). *Creative Problem Solving in the Classroom :Contributions of Four Psychological Approaches*. In Runco, M.A. (Ed.) Problem Finding, Problem Solving, and Creativity. N. J:Alblex Publishing Co.
24. Jasper, H. H. (1958). The 10-20 electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
25. Plucker, J. A. and Renzulli, J. S.(1999). *Psychometric approaches to the of human creativity*. In R.J. Sternburg. (Eds.), Handbook of Creativity. USA:Cambridge University press.
26. Richards, R. G.(1984). *Innovative right brain teaching techniques*. ED 246632.
27. Sperry, R. W.(1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Science*, 217, 1223-1226.

[2007년 8월 접수, 2007년 8월 채택]