

전전두엽 알파(α)파 · 베타(β)파 비대칭과 BIS/BAS에 기초한 유아들의 정서 · 행동 특성

임현순¹, 채명신^{1*}, 박병운²
¹서울벤처정보대학원대학교 정보경영학과
²서울불교대학원대학교 뇌과학전공

Emotional and Behavioral characteristics of Early Childhood comparing Alpha wave and Beta wave Asymmetry at Prefrontal Lobe and with BIS/BAS

Hyun Soon Lim¹, Myung Shin Chae^{1*} and Pyong Woon Park²

¹Seoul Univeversity of Venture & Information Management Dept.

²Dept. of Neuroscience Seoul University of Buddhism

요 약 우울증이나 불안과 같은 정서적 특성이나 BIS/BAS 같은 행동성향 특성과 관련하여 전전두엽에서 뇌파 비대칭 연구는 주로 알파(α)파를 중심으로 이루어져 왔다. 하지만 알파(α)파만으로 이러한 특성을 구분하는 것에 대한 한계점이 제기 되면서 베타(β)파와 같은 다른 밴드를 중심으로 한 연구의 필요성이 제기되고 있다. 이에 따라 본 연구는 만4세 유아 44명을 대상으로 전전두엽에서 뇌파를 측정하여 알파(α)파 비대칭성과 베타(β)파 비대칭성을 독립적으로 분리하여 BIS/BAS적 경향성과 비교 분석하였고, 이들 세 가지 특성을 조합하여 유아의 정서와 행동 성향을 8가지로 구분하는 방법을 제시하였다. 연구결과 N의 계수해석으로 BIS적 특성은 베타(β)파 비대칭으로, BAS적 특성은 알파(α)파 비대칭 특성으로 판별하는 것이 확률적으로 높은 정확성을 보인다는 것을 발견하였다. 정서적 특성은 기존의 연구 결과와 같이 알파(α)파 비대칭으로 판단하였다. 이것은 뇌 발달 과정에서 만 4세 유아의 시냅스 형성이 좌뇌가 우뇌보다 활발하다는 연구 결과와 일치하는 것으로 판단된다.

Abstract The EEG asymmetry of prefrontal lobe has been researched to analyze the affect such as depression or anxiety and the behavioral characteristics such as BIS(Behavioral Inhibition System)/BAS(Behavioral Activational System) on the basiss of alpha band. However there has been several proposals about the importance of beta asymmetry pointing out the limitation of alpha asymmetry. Here, for 44 numbers of 4-year-old children, by comparing alpha asymmetry and beta asymmetry with BIS/BAS results respectively, we propose the way to classify the characteristics of affect and behavioral trend. We also found that BIS is related with beta-asymmetry, while BAS is related with alpha-asymmetry. As for the affective trait, we use the alpha asymmetry following the other results. Our results seem to be consistent with the other results that the synapse formation of young children is more active at the hemisphere than the right hemisphere.

Key Words : Prefrontal Lobe, Electroencephalogram, EEG Asymmetry, BIS/BAS, Early Childhood, Emotion, Behavioral

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

전전두엽(prefrontal cortex)의 뇌파(EEG : electroencepharogram)연구는 비대칭적 특성에 따른 정서와 행동에 대한 경향성을 밝히는 관점에서 연구 되어왔

*교신저자 : 채명신(mlee31@naver.com)

접수일 11년 05월 12일

수정일 11년 06월 08일

게재확정일 11년 06월 09일

다. 비침습적 뇌파(EEG)는 뇌기능의 비대칭에 관한 개념적인 해석의 틀을 변화시키며 여러 가지로 심리학적 실험들을 가능하게 하였다. 특히 알파(α)파와 베타(β)파를 보다 생리학적인 관점에서 관찰하기 위해 전전두엽 뇌파의 비대칭적 활성화라는 특성에서 연구들이 진행되었다. 그리고 Sutton and Davidson[1]은 전전두엽에서 측정된 알파(α)파의 비대칭성을 Gray[2, 3]가 제시한 행동성향에 대한 두 가지 특성인 행동억제체계(Behavioral Inhibition System: BIS)와 행동활성체계 (Behavioral Activation System: BAS)에 대하여 Carver and White[4]의 척도와 비교분석하였다. 분석결과 BIS 경향성인 경우는 우측 전전두엽이 활성화되어 있고, BAS 경향성인 경우는 좌측 전전두엽이 활성화되어 있다는 사실을 밝혀냈다. 대부분의 연구[2, 3][11][15]에서 우측 전두엽의 활성화가 좌측 전두엽의 활성화보다 우울증이나 불안, 공포 등의 감정과 더 밀접한 관계가 있음을 밝혀냈다. 또한 좌측 전전두엽의 손상은 뇌의 다른 어떤 부위의 손상보다도 더 우울증적인 증상을 나타낸다는 것을 발견하였다.

그러나, Davidson[5]은 알파(α)파 외의 다른 밴드에 대한 비대칭성과 정서와의 상관성이 연구되어야 한다는 것을 지적하였다. Coan and Allen[6]과 Harmon-Jones and Allen[7]은 알파(α)파를 중심으로 한 좌측 전전두엽의 활성화와 BAS와의 연관성은 분명하지만 우측 전전두엽의 활성화와 BIS와의 연관성에 대해서는 회의적인 결과를 발표하며 뇌의 작용에 대한 시사점을 제시하였다. 연구자들은 우측 전전두엽의 활성화와 BIS와의 연관성은 단순히 행동억제적인 특성만을 설명하는 것이 아니고 보다 복잡한 기전이 있을 것으로 추정하였다. 이는 뇌파연구에 있어 타당성이 증명된 측정 조건인 Eye Open조건과 Eye Closed 조건변수 중 폐안(Eye Closed)시 관찰이 용이한 알파(α)파를 중심으로 전전두엽의 활성화를 추정하던 연구 방식에서 그 원인이 기인하는 것으로 추정된다. 이것은 베타(β)파에 의한 비대칭성을 직접 관찰하는 필요성을 제기한 것으로 이해될 수 있다. 최근에 Amoss[8]는 알파(α)파와 베타(β)파의 비대칭성을 연구하여 'Iowa gambling task'에서 결정을 내리고자 할 때 알파(α)파 비대칭은 발견되지 않았고 오히려 베타(β)파 비대칭이 관련되어 있다는 것을 발견하였다. 이것은 알파(α)파가 정서적인 측면과 관련이 깊다면 베타(β)파는 이성적 판단과 관련이 깊다는 것을 의미하는 것으로 기존의 선행연구가 알파(α)파만을 중심으로 전전두엽에서 비대칭성을 논의한 것의 문제점을 지적하는 것이라 하겠다.

이러한 연구결과는 알파(α)파와 베타(β)파의 비대칭적 특성을 분리하여 판별할 필요성을 제기하고 있으며, 이에 따라 정서적 성향과 행동적 성향 및 BIA/BAS와의 연관

성을 보다 분명히 판단할 수 있을 것이다. 특히 전전두엽 뇌파의 비대칭성이 BIS/BAS와 같은 신경생리학적 동기 부여 척도와 같이 분석 되어 질 때 독특한 성격의 기전에 대하여 보다 구체적으로 분석이 가능해질 것이라는 가능성을 제시할 수 있을 것으로 본다.

이에 본 연구는 알파(α)파와 베타(β)파의 비대칭적 특성을 분리하여 해석해 보고 각각의 성향을 발견해보는 것이 연구의 목적이다. 따라서 연구자는 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구문제를 가지고 연구를 구체화 하고자 한다.

연구문제1 : 전전두엽에서 측정된 알파(α)파 비대칭성과 베타(β)파 비대칭성이 BIS/BAS 특성과 상호 연관성이 있는가?

연구문제2 : 전전두엽에서 측정된 알파(α)파 비대칭성과 베타(β)파 비대칭성 및 BIS/BAS척도를 조합하여 유아의 정서·행동유형을 분류할 수 있는가?

2. 이론적 배경

2.1 전전두엽 뇌파(EEG)의 비대칭성

뇌파는 인간의 뇌에서 시시각각 발생하는 다양한 정신 활동을 의식 상태에 따라 전기 생리학적인 신호기호로서 분류해 놓은 것이다. 정상적인 의식 상태에 따른 뇌파의 종류는 수면상태에서부터 높은 각성 상태의 활동수준까지 다양하다. 이러한 뇌파는 델타(δ)파, 세타(θ)파, 알파(α)파, 베타(β)파로 분류된다. 활동 상태에 따른 뇌파는 개개인의 뇌의 활성화도에 따라 느려지기도 하고 빨라지기도 하는 데 이것을 뇌의 서파 화 혹은 속파 화라 한다. 의식 상태에 따른 뇌파 구분은 표 1과 같다.

[표 1] 의식 상태에 따른 뇌파구분

[Table 1] Brainwaves

뇌파구분	상태	주파수 (Hz)	의식(정신)상태
델타(δ)파	↑ 서파 ↓ 속파	0.1-3	깊은 숙면, 뇌 이상 상태 낮은 의식 수준
세타(θ)파		4-7	졸리운 상태, 수면 상태 창의적 활동, 집중력증진
알파(α)파		8-13	휴식, 이완, 안정, 신경의 활성화 역관계
저베타(β)파		14-20	정신활동수행 주의를 필요로 하는 집중 활동상태
고베타(β)파		21-30	긴장, 흥분, 스트레스 상태

두피 상에서 관측되는 뇌파는 일반적으로 대뇌 피질의 피라미달 뉴런의 시냅스 후 전압으로서 자발적으로 발생하는 생체신호이다. Galin[9] and Ornstein[10]은 휴식 안정상태의 EEG를 사용하여 처음으로 좌·우 뇌의 기능차이를 관측하였다. 이들의 연구는 정상적인 피실험자가 제시된 활동을 수행할 때 관계된 EEG패턴은 비대칭으로 활성화됨을 확인하였다. Henrique and Davidson[11]도 EEG로 정상인에 비해 우울환자가 우뇌 전두엽이 더 활성화되어있음을 확인하였다. 전전두엽은 정상 활동의 중심이 되는 곳으로 뇌파는 부위별로 그 특성이 다르게 나타난다. 알파(α)파의 경우는 후두엽에서 가장 강하고 전전두엽에서 가장 약하다. 베타(β)파의 경우는 반대로 전전두엽에서 뚜렷하다. 전전두엽은 좌뇌와 우뇌의 기능적 분화로 인해 비대칭적 특성을 나타내는 곳으로 정서적 성향이나 행동적 성향을 연구하는데 많은 도움이 된다. 비록 개인적인 차이는 있으나 의식 상태에 따른 뇌파 변화의 패턴은 대부분의 경우 일정한 결과를 나타내주기 때문에 판단의 기준으로 사용하는데 전혀 부족함이 없다. 알파(α)파는 뇌가 휴식을 취하고 있을 때 특히 눈을 감고 있을 때 강하게 발생하는 뇌파이기 때문에 뇌의 활성화도와 역비례 관계에 있다. 이를 이용하여 휴식상태에서 폐안(Eye Closed)시 알파(α)파의 세기를 측정하여 뇌의 활성화도를 역으로 추정하는 것이 과거의 연구였다. 전전두엽 알파(α)파를 중심으로 한 좌뇌와 우뇌의 비대칭성과 BIS/BAS와의 상관성에 대한 연구와 함께 이를 다양한 정서(affect)와의 관련성을 연구하는 것이 진행되었다. 또한 안정 휴식상태의 뇌파측정을 통해 전전두엽 비대칭이 개인적인 성격이나 기질에 관계없이 우울증적인 소양 등을 나타낸다는 것도 밝혀졌다.

Davidson[5]은 이런 점을 지적하여 베타(β)파 비대칭성에 대한 연구의 필요성을 강조하였지만 최근까지도 별다른 연구가 이루어지지 않았다.

2.2 BIS/BAS척도

Gray[2,3]는 불안(anxiety)과 충동성(impulsivity)이라는 측면이 신경학적으로 두 가지 반응의 차이를 나타낸다고 주장했다. 한 가지는 기피적 동기부여(aversive motivation)이고 다른 하나는 선호적 동기부여(appetitive motivation)이다. 기피적 동기부여에 따른 행동체계는 행동억제체계(Behavioral Inhibition System: BIS)라 하고 선호적 동기부여에 따른 행동체계는 행동접근체계(Behavioral Approach System: BAS) 또는 행동활성체계(Behavioral Activation System: BAS)라 하였다. Depue와 동료들은 행동촉진체계 (Behavioral Facilitation System; BFS)라는 비슷한 맥락의 개념을 언급하기도 하였다.

BIS와 BAS는 신경생리학적 기전을 바탕으로 제기된 체계로서 그 의미가 크다. BIS는 중격 해마(septohippocampal)시스템과 뇌간으로부터의 모노아민적 구심신경, 전두엽 심피질로의 투영을 포함한다. 이것의 생리학적 메커니즘은 불안관련 신호에 반응해서 불안을 경험하는 것을 통제한다. BIS는 공포나 불안, 초초와 같은 부정적 느낌이나 신호에 반응하여 고통스러운 결과가 되는 행동이나 목표를 향한 움직임을 억제한다. BAS는 신경생리학적 기전이 분명하게 밝혀지지 않았지만 카테콜아민계 특히 도파민 경로가 통제의 중심역할을 하는 것으로 믿어진다. 이 체계의 생리학적 메커니즘은 보상과 처벌·비처벌로부터의 도피 등에 민감하다. BAS는 희망이나 의기양양, 행복과 같은 긍정적 느낌이나 보상에 반응하여 목표를 향한 노력에 적극적인 경향이 높다. Carver and White[4]는 이러한 BIS/BAS를 측정하기 위하여 척도를 개발하였다.

국내에서는 김교현과 김원식[12]이 Carve and White[4]의 BIS/BAS 설문지를 한국어로 번안하여 1차 연구로 373명의 남녀 대학생에게 실시하고 추가로 405명의 남녀 대학생과 215명의 여자 대학생 그리고 385명의 남녀 중학생 집단에 대해 실시하였다. 그 결과 한국의 대학생들은 미국의 대학생들에 비해 BIS와 BAS의 하위 척도들에서 모두 얼마간 낮은 점수를 보이고 있었다. 또한 한국의 여자 대학생들은 남자 대학생들에 비해 '행동억제 경향성'이 더 높았으며($p < 0.05$), 남자대학생들은 여자 대학생들에 비해 행동활성화 체계의 '추동' 성분 점수가 유의하게 높았다. 그 결과 BIS점수는 '정서적 민감성'과 '특성불안' '신경증적 경향성' 및 '부정적 정서성'과 높은 정적인 상관을 보였다. 그러나 '분노억제', '우울', '고독감', '신체병리 증상' 등과는 정적인 상관을 나타냈으며, '자기효능감' 및 '생활만족도' '자공심'과는 부적인 상관을 보여주었다. '분노표출' 및 '분노통제', '사회적 승인 욕구'와는 유의한 상관이 보이지 않았다. 이러한 결과에 비해 BAS점수는 '우울'과 '수용성'과는 부적인 상관을, '외향성'과 '개방성' '긍정적 정서성'과는 비교적 높은 정적인 상관을 보였고, '분노 표출' '자기효능감' 및 '생활만족도' '고독감', '사회적 승인 욕구' '개방성' 등과는 정적인 상관을 보였다.

2.3 BIS/BAS척도와 전전두엽 뇌파 비대칭의 연관성

설문에 기반한 BIS/BAS척도는 신경생리학적 관점에서 관찰하기 위해 전전두엽 뇌파의 비대칭적 활성화라는 특성에서 연구가 진행되었다. Sutton and Davidson[1]은

46명의 대학생을 대상으로 Carver and White[4]의 BIS/BAS 척도와 전전두엽에서 측정된 휴식상태 뇌파를 비교분석하였다. 또한 영화의 일부나 금전적 보상과 처벌, 미각적 자극 등을 통해 전전두엽의 비대칭성이 조사되었다. 즐거운 장면이나 맛있는 것, 금전적 보상에 대해서는 모두 좌측 전두엽이 활성화 되었고, 불쾌한 장면이나 맛있는 것 금전적 손실에 대해서는 우측 전전두엽이 활성화 되었다. 대부분의 연구에서는 안정 휴식기 폐안의 상태에서 측정되는 알파(α)파의 진폭을 측정하여 좌측 전두엽과 우측 전두엽의 비대칭성을 판별하였다. 이것은 경험적으로 알파(α) 리듬이 피질활성도와 역으로 비례한다는 것으로 알려져 있기 때문이다[1].

국내에서는 진승현등[13]이 김교현과 김원식[12]이 개발한 한국판 BIS/BAS 척도를 사용하여 청년층과 노인층의 뇌파 특성에 차이를 보여주는지를 조사하였다. 분석방법으로는 비선형 지수중 하나인 1/f 스케일링 지수를 사용하였다. 그 결과 BAS 성향에서 1/f 스케일 지수가 유의한 차이를 보였는데, 좌측 전전두엽에서는 청년층의 1/f 스케일 지수가 노인층의 지수보다 통계적으로 유의하게 높은 값을 보여주고, 우측 전전두엽에서도 동일한 경향을 보여줌으로써 노인층이 청년층에 비해 전전두엽의 복잡도가 높은 상태를 밝혔다. 반면 BIS 성향의 경우에는 전전두엽에서 청년층과 노인층에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이것으로 BAS 성향과 연령 사이에 연관성이 있음을 시사하였다.

3. 연구방법

3.1 연구설계

본 연구는 전전두엽의 FP1(좌측)과 FP2(우측)에서 뇌파를 측정하였다. 뇌파 측정기는 브레인테크(주)의 2 Channel System을 사용하였다. 전전두엽 뇌파(EEG)는 알파(α)파 비대칭과 베타(β)파 비대칭을 독립적으로 보기 위하여 상호보완적인 BIS/BAS 척도와 접목하여 비교 연구를 시도하였다.

3.2 연구대상 및 표집방법

본 연구의 대상은 경기도 A시 소재 M유치원에 다니는 만4세 유아 57명을 대상으로 시작 하였다. 실험에 참여한 유아선정은 연구의 특수성에 대한 부모님들의 심리적 이해를 얻기 위해 유인물을 제작하여 각 가정에 미리 배포하였다. 부모가 자신의 자녀를 본 연구에 참여 시킬 의사를 밝혀 ‘연구 참여 동의서’를 유치원에 제출한 가정

의 유아 44(남아20, 여아24)명을 최종 실험대상자로 선정 하였다. 실험대상아 44명은 실험 처치 전 개별 건강상태의 1차 환경을 알기 위하여 연구에 필요한 질문지를 각 가정으로 보내어 회신을 받았다. 가정환경 내에서 유아의 일상생활 건강과 관련된 질병이나 약물복용 상황에 대한 것들을 예비로 수집하였다. 본 연구의 실험대상아들은 유치원에 등원하는 순서에 따라 임의 배정하는 방법으로 실험에 참여하였다.

3.3 연구도구

3.3.1 뇌파측정기

본 연구를 위한 실험도구 뇌파측정기는 전전두엽 전용 뇌파측정기로 브레인테크(주)의 NeuroHarmony이다. NeuroHarmony는 미국의 Grass Neurodata Amplifier System과 견주어볼 때 좌·우 알파(α)파, 베타(β)파, 세타(θ)파 값에 대한 상관계수가 .916($p < .001$)으로 신뢰성이 입증되었다[14]. 전극은 건식전극으로 FP1·FP2·FP2 위치에 활성전극을 부착하고 귓불을 기준 전극으로 사용하였다. 뇌파측정은 개안(Eye Open) 40초, 폐안(Eye Closed) 40초, 개안(Eye Open) 40초로 순차적으로 진행하였다.

3.3.2 뇌파분석

측정된 뇌파는 시계열 선형분석법을 중심으로 ‘뇌기능 분석’(BQ 테스트: 한국정신과학연구소)으로 해석하였다. ‘뇌기능 분석’은 총 8가지 지수를 제공하고 있다. 본 연구에서는 8가지 지수중 ‘정서지수’와 ‘활성지수’를 선택하여 뇌파를 분석 하였다. ‘정서지수’와 ‘활성지수’에 대한 특성은 다음과 같다.

㉠ 정서지수(EQ: Emotion Quotient)

정서적 안정·불안정 상태를 나타내는 지수로 L(좌측) 알파(α)파 값에서 R(우측) 알파(α)파 값을 뺀 값이 ‘+’이면 어둡고 우울한 성격이고 ‘-’이면 밝고 명랑한 성격이라고 판단할 수 있다. 정서지수의 성향은 우울과 명랑으로 판단하는데, 우울 성향은 좌뇌 알파(α)파가 상대적으로 우세함을 의미하고, 명랑 성향은 우뇌 알파(α)파가 우세함을 의미한다[1,15,16].

㉡ 활성지수(ACQ: Activity Quotient)

활성지수는 좌뇌와 우뇌의 알파(α)파의 활성도, 저 베타(β)파 활성도 및 좌·우뇌의 전체적인 활성 정도를 나타내는 지수로 정신적 활동과 사고 능력 및 행동 성향을 판단하는 지수로 사용되고 있다. 좌뇌와 우뇌의 활성지수

는 거의 비슷하면서 균형을 유지하며 지수가 높게 나타날 때 이상적이다[16,17].

3.3.3 BIS/BAS척도

본 연구의 실험도구는 Gray[3,18]의 이론에 바탕을 두고 Carver and White[4]가 제작한 미국판 BIS/BAS와 김교현과 김원식이 번안한 한국판 행동활성체계 및 행동억제체계(BAS/BIS)척도를 맥락적으로 만4세 유아에게 적용하여 관찰 측정하였다. Likert-Type BIS/BAS척도는 원문형식을 유지하되 문항의 질문이 유아교사가 유아를 대상으로 관찰 할 수 있도록 쉽게 풀어 대안 문항을 개발하여 사용하였다.

3.4 연구진행

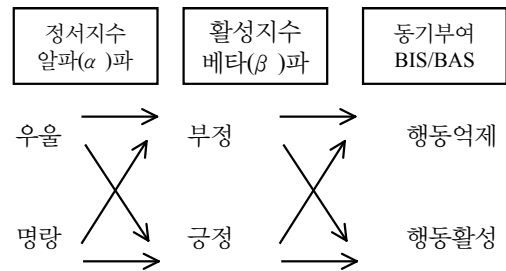
연구는 2006년 3월 27일부터 유치원 담임교사와 학부모를 대상으로 실험참여 관련 내용을 설명하는 것으로 시작 되었다. 유치원 담임선생님들은 2006년 4월 4일부터 4월 7일 까지 4일 동안 BIS/BAS척도를 사용하여 각각의 유아를 독립적으로 주의 깊게 관찰하였다. 연구자와 두뇌 교육사 자격을 취득한 보조 연구원 1인은 같은 해 5월 12일부터 5월 19일 까지 실험참여 유아의 전전두엽 뇌파(EEG)를 측정하였다. 데이터 분석은 2010년부터 시작하였으며 그 사이에 본 연구와 관련된 연구 결과들(Amoss[8], 안준범[19])을 통해 보다 더 좋은 결론을 도출할 수 있었다. 전전두엽 뇌파(EEG) 측정은 NeuroHarmony를 노트북 컴퓨터와 연결하여 연구자와 연구대상 유아 간 상호 1 : 1 측정으로 진행되었다.

3.5 자료 분석 방법

연구가 진행되며 누적된 실험과정과 결과들의 개체를 가치 있는 정보로 군집화 하는 과정에서 정서지수 우울은 0 · 명랑은1, 활성지수 부정은 0 · 긍정은 1, 생리학적 동기부여 BIS성향은 0 · BAS성향은 1로 명명하여 coding 되었다. 군집화의 방법은 데이터에 내재되어 있는 동질 군집들(homogeneous clusters)을 찾아내는 간편 유사 군집화 분석을 사용하였다. 그 결과 본 연구에서는 정서지수 · 활성지수 · BIS/BAS 척도로 8유형 집단을 분류 생성하였다. 발견된 8가지 유형이 나타내 보이는 현상은 정서와 행동성향에 대하여 민감하게 연결되어 있다. 연구자는 이러한 현상들을 이해하기 위해서 많은 시간 반복 하여 각 유형 집단이 갖는 각각의 독특한 민감성에 대한 명료한 이해가 필요했다. 8유형이 내포하는 의미는 기존 연구 결과의 표준에 근접 하거나 멀어질 수도 있다. 그러나 본 연구 데이터로부터 추출된 정보의 분석 사례는 전전두엽

뇌파(EEG)비대칭과 BIS/BAS척도에 관심이 있는 연구자들에게 독특한 감각에 대한 신기한 의미모사로 이해 될 것으로 기대되어 진다.

그림 1은 전전두엽 뇌파(EEG) 알파(α) · 베타(β)비대칭과 BIS/BAS척도에 의한 8유형의 정서 · 행동 생성형태이다. 뇌파(EEG)가 목격한 것을 충분히 이해하고 의미 있는 관찰 정보와의 부호화로 연구대상아 N이 갖는 계수(tally)해석의 함축성과 이해 기회를 제공 한다. 8유형으로 범주화된 각각의 유형은 기존 알파(α)파 연구들이 보여주지 못한 결함을 침삭하거나 베타(β)파로 나타난 실재로 보완하는 기능을 하거나 연구의 노력을 더 기울이게 하는 진술기반이 될 것으로 기대한다.



[그림 1] $\alpha \cdot \beta$ -비대칭과 BIS/BAS 척도에 의한 8유형 분류

[Fig. 1] 8 types of trait by combinations of $\alpha \cdot \beta$ -asymmetry and BIS/BAS

4. 연구 분석 및 고찰

연구의 개괄적인 이해는 표 2에 나타난 8유형 집단의 특별한 이야기에 대한 통합적 해석이 필요하다. 표 2는 알파(α)파 비대칭(정서; 우울, 명랑)과 베타(β)파 비대칭(행동; 부정, 긍정) BIS/BAS로 분류된 표이다. 본 연구대상 유아들의 비침습적 뇌파는 사회 경험적인 전형적 자료를 통한 정량적 검증과는 다른 새로운 뇌 과학적 측정과 해석 방법으로 분석을 하였다. 표 2에서 보이는 발견은 베타(β)파로 새로이 뇌파 비대칭성을 구체화하여 확인하려는 임상자료이다. 때문에 표 2는 기존 선행연구들이 전전두엽 알파(α)파 비대칭에서 놓치거나 간과된 베타(β)파 비대칭으로 유아들의 행동성향을 이해할 수 있었다. 기존 선행연구들은 알파(α)파 비대칭으로 BIS/BAS성향을 논해왔는데 꼭 그렇지 않은 것이 문제점이었다. 본 연구에서 조사 연구되어진 것들은 이러한 문제들에 대해 민감할 만한 대안적으로 알려지기를 바라는 독특한 것들이다. 이러한 이유로 표 2는 전전두엽 뇌파

(EEG)측정에서 나타난 알파(α)·베타(β)비대칭과 BIS/BAS 척도에 기초한 유아의 정서·행동 정보저장 체계로 실험 집단 N의 계수(tally)해석에 대하여 깨닫게 되는 이해를 함축하고 있다.

[표 2] α · β -비대칭과 BIS/BAS척도에 기초한 정서·행동 유형

[Table 2] table of affect and activation trait based on α · β -asymmetry and BIS/BAS

집단	정서·행동 특성			N
	α 비대칭	β 비대칭	BIS/BAS	
1	우울	부정	BIS	0
2	명랑	부정	BIS	15
3	우울	긍정	BIS	0
4	명랑	긍정	BIS	6
5	우울	부정	BAS	2
6	명랑	부정	BAS	12
7	우울	긍정	BAS	0
8	명랑	긍정	BAS	9
계(N)				44

4.1 알파(α)파 비대칭성과 BIS/BAS

표 2는 알파(α)파 비대칭으로 나타나는 좌뇌 알파(α)파와 우뇌 알파(α)파의 비대칭적 정서 상태에 대한 성향을 보여준다. 알파(α)파 비대칭은 좌뇌 활성화 명랑이 42명(2유형 15명, 4유형 6명, 6유형 12명, 8유형 9명)으로 접근 성향과 정적상관을 보였다. 이에 비해 우뇌 활성화 우울은 단 2명(5유형 2명)으로 회피성향을 보이고 있다. 기존의 알파(α)파 비대칭 특성만으로 구분한다면 42명의 명랑군은 모두 BAS적 성향을 보여야 하나 그렇지 않고, BAS적 성향이 21명, BIS적 성향이 21명으로 동수를 보이고 있다. 따라서 알파(α)파 비대칭만을 가지고 BIS적 성향을 판단하는 것은 문제가 있을 수 있다는 Coan and Allen[6] 및 Harmon-John and Allen [7]의 연구와 일치한다. 이들은 우측 전전두엽의 활성화와 BIS와의 연관성은 단순히 행동억제적인 특성만을 설명하는 것이 아니고 보다 복잡한 기전이 있을 것으로 추정하였다.

기존연구는 알파(α)를 측정하여 우반구 알파(α)값에서 좌반구 알파(α)값을 빼서 ‘+값은 좌반구 활성화’·‘-값은 우반구 활성화’으로 보고 대뇌피질 반구 활성화의 차이가 피질의 비대칭성으로 설명되어왔다. 뇌의 기능적 비대칭 현상은 기분 조절에 영향을 미치고 개인의 건강상태를 나타내는 중요한 데이터로 이용될 수 있다. 안준범[15]도 연구를 통해 우울증 환자들의 경우 정상인에 비해 좌반

구 전두엽 활동이 상대적으로 부족하다는 연구 결과를 보고하였다. 뇌는 전두엽에서 우뇌의 알파(α)파가 활성화 되면 상대적으로 우뇌의 베타(β)파 활성화는 낮아지고 좌뇌의 베타(β) 활성화는 높아지는 시소관계를 나타내는데 이것이 전두엽 비대칭성을 알파(α)파로 설명하는 BAS성향의 뇌파리듬 체계이다.

4.2 베타(β)파 비대칭성과 BIS/BAS

좌뇌 베타(β)파와 우뇌 베타(β)파의 비대칭적 활성화 상태는 베타(β)파 비대칭으로 나타나는 뇌의 활성화도에 대한 성향이다. 표 2에서 보이는 베타(β)파 비대칭은 좌뇌 활성화 긍정이 15명(3유형 0명, 4유형 6명, 7유형 0명, 8유형 9명)으로 접근성향과 정적상관을 보였다. 이에 비해 우뇌 활성화 부정은 29명(1유형 0명, 2유형 15명, 5유형 2명, 6유형 12명)으로 이 결과 역시 한쪽으로 치우쳐 있는 회피성향으로 정적상관을 보이고 있다. N이 갖는 계수해석이 보여주는 15(긍정) : 29(부정)는 BIS로 베타(β)파 비대칭을 보는 것이 확률적으로 높다는 Davidson[5]의 결과와 일치하는 부분이다. 이 중 긍정이면서 BAS인 경우는 9명(8유형)이고 부정 이면서 BIS인 경우는 15명(2유형)으로 이것도 기존의 연구에서 BIS/BAS를 뇌의 활성화도 측면에서 보았을 때와 일치하는 부분이다. 이와는 반대로 긍정이면서 BIS인 경우는 6명(4유형) 부정이면서 BAS인 경우는 14명(5유형 2명, 6유형 12명)으로 상반된 결과이다. 긍정이면서 BAS(9명)인 경우가 긍정이면서 BIS(6명)인 경우에 비해 상대적(9:6)으로 높다. 긍정은 BAS성향 이므로 상대적으로 높은 것은 당연하다. 왜냐하면 기존연구는 베타(β)파대신 알파(α)파로 판단하였기 때문이다.

그러나 부정이면서 BIS(15명)인 경우와 부정이면서 BAS(14명)인 경우는 상대적(15:14)으로 거의 비슷하다. 즉 부정이면서 BAS(14명)인 경우는 잘못 되었다고 볼 수 있다. 부정 BIS(15명)와 부정 BAS(14명)가 비슷하게 나왔기 때문에 기존의 뇌의 활성화도 알파(α)파와 베타(β)파의 역비례 관계에 따라 BAS는 상대적으로 일치한다 하겠으나 BIS의 경우는 알파(α)파 비대칭으로 논하는 경우 문제가 있음을 알 수 있다.

본 연구는 뇌의 기능적 비대칭현상을 알파(α)파로 해석하던 것에 대한 “다른 밴드의 필요성”을 지적한 기존 선행연구물과 맥락적으로 연계한 임상사례이다.

4.3 BIS/BAS 경향성과 알파(α)파·베타(β)파 비대칭성

본 연구에서 BIS/BAS척도 N이 갖는 계수는 BIS가 21명(1유형 0명, 2유형 15명, 3유형 0명, 4유형 6명) BAS가

23명(5유형 2명, 6유형 12명, 7유형 0명, 8유형 9명)이다. 표 2에 나타난 베타(β)파 비대칭으로 BIS/BAS경향성을 분석해보면 BIS적 특성은 더 분명해진다. BIS를 보여주는 긍정:부정의 비가 6:15(4유형 6명:2유형 15명)로 나타나 확률적으로 부정성향이 월등하다. 이것은 알파(α)파 비대칭 성향으로 보면 더 분명한 특성으로 나타난다. 명량:우울의 비가 21:0(2유형 15명, 4유형 6명 : 1유형 0명, 3유형 0명)으로 범주 합산에 의한 직접해석의 명료한 N이 갖는 계수 해석이다.

BAS를 보여주는 긍정:부정의 비는 9:14(7유형 0명, 8유형 9명:5유형 2명, 6유형 12명)로 부정 성향이 우세하다. 이 결과도 알파(α)파 비대칭 성향으로 보면 더 분명해짐을 알 수 있다. 명량:우울의 비가 21:2(6유형 12명, 8유형 9명 : 5유형 2명, 7유형 0명)이기 때문이다. 이 결과는 Sutton and Davidson[1]이 전전두엽에서 측정된 알파(α)파의 비대칭성을 Carver and White[4]가 제작한 BIS/BAS 척도와 비교 분석한 결과 BIS 경향성인 경우는 우측 전전두엽이 활성화되어 있고, BAS 경향성인 경우는 좌측 전전두엽이 활성화되어 있다는 결과와 일치한다. BIS체계의 민감성 수준이 지나치게 높은 것은 불안장애의 소인으로 작용한다고 주장한다. BAS체계의 민감성수준이 낮은 것은 특정 유형의 우울증에 취약하게 만드는 소인이 있다고 주장한다. 중요한 것은 BIS/BAS경향성을 민감하고 빠르게 해석하려면 베타(β)파로 보아야 한다는 것이다. 본 연구 결과는 기존 선행연구가 BIS/BAS를 알파(α)파로 해석 하던 것에 대한 다른 새로운 의미를 임상 경험 실제로 분석해 보았다. 이는 Henriques and Davidson[11]의 연구에서 보는바와 같이 전두부에서 좌뇌의 베타(β)파가 높으면(BAS) 외부자극에 긍정적이고 적극적인 반응을 보이지만, 우뇌의 베타(β)파가 높으면(BIS) 외부자극에 부정적이고 비관적인 반응을 보이기 때문이다.

4.4 유아 뇌 발달 과정에 따른 고찰

본 연구는 전전두엽 뇌파(EEG)를 통하여 알파(α)파·베타(β)파 비대칭과 BIS/BAS척도로 나타나는 유아들의 정서성향과 행동성향에 대한 BIS/BAS의 경향성을 밝혀 보았다. 선행연구들은 전전두엽의 비대칭성을 알파(α)파를 중심으로 정서성향과 행동성향을 BIS/BAS와 비교 분석하였다.

최근 Smith and Bell[20]은 우울증을 가진 모친으로부터 태어난 영아의 성격형성 연구를 하였다. 이 연구 또한 뇌파의 기본 알파(α)파를 중심으로 연구 분석되어 좌뇌 비대칭의 경우는 BAS적 특성을 우뇌비대칭의 경우는 BIS적 특성을 보인다고 하였다. 좌뇌 비대칭은 좌뇌 알파

(α)파가 우뇌 알파(α)파보다 약하여 좌뇌가 활성화되어 있는 경우를 의미한다. 우뇌 비대칭은 그 반대를 의미한다. Fox 등[21]은 본 연구의 대상과 같은 만4세 유아를 대상으로 연구를 하였다. 또 다른 연구는 어린아이들의 뇌 발달 과정에서 성격형성이 이루어지는 과정을 연구하였는데 이들의 연구 결과도 역시 알파(α)파를 중심으로 좌뇌 비대칭과 우뇌 비대칭에 대하여 같은 결과를 보이고 있다.

본 연구에서는 전전두엽(prefrontal)에서 뇌파를 측정하였기 때문에 전전두엽의 발달과정을 살펴보는 것이 결과를 올바르게 분석하기 위해 필요하다. 유아들은 뇌 발달이 급속히 일어나는 만큼 그 특성을 빠르게 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 뇌의 크기는 생후 2년쯤에 성인의 80%, 5세쯤에는 성인의 90%, 6세에는 95%에 이른다.

Lenroot and Giedd[22]는 MRI로 뇌의 체적 변화를 측정한 결과, 축삭이 모여 있는 백질체적은 증가하지만 신경세포체가 있는 회백질 체적은 감소한다는 것을 발견하였는데 그 이유는 백질에서 시냅스가 빠르게 형성되기 때문으로 보았다. Thompson 등 [23]은 3-6세 유아의 경우 뇌의 성장률이 새로운 행동을 계획하는 기능이 전두엽에서 가장 높다는 것을 발견하였다. 이러한 전두엽 발달 과정은 Sowell 등[24]의 연구에서 보다 분명하게 나타났다. 그들은 5-11세아이들의 대뇌피질 두께 변화를 MRI측정을 통해 관찰하였는데 뇌 성장은 매년 0.4-1.5mm의 성장률로 전두엽과 두정엽 영역에서 가장 두드러지게 나타났으며, 이에 따라 Broca 영역이 있는 좌뇌 하측전두엽(inferior frontal lobe)과 양쪽 뇌의 후측 실비안 열 주변(posterior perisylvian, 좌뇌는 Wernicke 영역)의 대뇌 피질 회백질이 가장 많이 두꺼워지고 우측 전두엽과 양측 두정후두 영역은 눈에 띄게 얇아진다는 것을 발견하였다. 우측 전두엽이 얇아지는 것은 우측 전두엽의 팽창률이 높기 때문이다. 또한 Gogtay 등[25]은 4-21세를 대상으로 8-10년 동안 2년에 한번씩 MRI촬영을 하여 대뇌피질의 발달을 측정하였다. 그 결과 대뇌 피질은 단순기능을 담당하는 부위가 복잡하고 고등 기능을 담당하는 부위에 비해 일찍 발달한다는 것을 발견하였다. 따라서 감각기능과 운동기능을 담당하는 피질이 가장 빨리 발달하고 그 다음에 언어와 공간지각 등을 담당하는 두정엽과 측두엽 부분이 발달하고 결정과 실행, 주의집중을 담당하는 전두엽이 가장 나중에 발달하는 것으로 연구되었다. 특히 전전두엽은 좌뇌가 우뇌에 비해 먼저 발달한다. 따라서 본 연구에서 대상으로 하고 있는 만4세 유아의 경우는 전두엽이 다른 부위에 비해 본격적으로 발달하기 시작하는 단계로서 전두엽이 완전히 활성화되어 있다고 볼 수 없는 상태라는 것을 알 수 있다. 비록 대뇌피질의 발달과정

이 인지기능의 발달과정과 어떤 상관성이 있는지는 아직 확실히 밝혀지지 않았으나 뇌 발달 과정에서 좌뇌 전두엽이 두꺼워지면서 우뇌보다 먼저 발달한다는 결과는 시냅스의 형성이 좌뇌가 우뇌보다 활발하다는 것을 의미한다. 하지만 유아기는 뇌가 완전히 활성화 되지 않고 본격적으로 발달하는 단계에 있기 때문에 베타(β)파가 완전하게 발달한 상태로 보기는 어렵다.

본 연구에서 BIS적 특성은 우뇌 베타(β)파 비대칭으로 6:15의 상대적으로 약한 비율인 반면, BAS적 특성은 우뇌 알파(α)파 비대칭으로 21:2의 비율로 분명하게 판단할 수 있는 것은 바로 이러한 유아기 뇌 발달 과정의 특성으로 보인다.

이상의 결과를 요약하여 보면, BAS적 특성을 보이는 명량:우울의 비는 21:2로 명량적 성향이 월등히 높아 기존의 연구에서 BAS적 특성을 알파(α)파 비대칭으로 판단한 것과 어느 정도 일치한다 할 수 있다. BIS적 특성은 모두 명량적 성향으로 나타났기 때문에 BIS를 알파(α)파 비대칭으로 판단하는 것은 역시 문제가 있음을 알 수 있다. BAS적 특성에서 긍정:우울의 비는 9:14로 오히려 긍정이 더 적지만 BIS적 특성에서는 긍정:부정의 비가 6:15로 부정의 비율이 더 높다. 이것은 BIS적 특성은 베타(β)파 비대칭으로 보다 더 분명히 판단할 수 있다는 것을 확률적으로 말해주는 결과로 Coan and Allen[6] 및 Harmon-John and Allen[7]의 연구와 일치한다. 다만, 본 연구 실험에 참가한 만4세 유아들이 베타(β)파의 활성이 시작되는 단계이므로 분명한 연구결과를 얻는 데 한계가 있었다. 따라서 후속 연구는 연령대를 베타파가 본격적으로 활성화되는 초, 중, 고생에게 확장하여 본다면 보다 분명하게 베타(β)파비대칭에 대한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예측된다.

5. 결론

본 연구는 전전두엽 뇌파(EEG)와 BIS/BAS척도를 통하여 유아들의 정서·행동 특성을 밝혀보는 것이 연구의 목적 이었다. 우울증이나 불안과 같은 정서적 특성이나 BIS/BAS와 같은 행동성향 특성과 관련하여 전전두엽에서 뇌파비대칭 연구는 알파(α)파를 중심으로 이루어져 왔다.

하지만 알파(α)파 만으로 이러한 특성을 구분하는 것에 대한 한계점이 제기 되면서 베타(β)파와 같은 다른 밴드를 중심으로 한 연구들이 이루어지게 되었다. 이에 본 연구는 만4세 유아 44명을 대상으로 임상실험을 하였다. 전전두엽 FP1과 FP2에서 측정된 뇌파(EEG)는 알파(α)파 비대칭과 베타(β)파 비대칭 특성으로 정서적 성향과 행

동 성향 특성, BIS/BAS경향성을 알기 위하여 보다 적합한 방법으로 그 해석을 발견하였다. 이를 바탕으로 유아들의 정서와 행동성향을 구분하는 방법을 제시하였다.

결론적으로 본 연구는 연구문제 1에 대해 기존 선행연구가 알파(α)파 기준으로 좌·우뇌의 비대칭을 판단하여 BIS적 성향과 BAS적 성향을 구분하던 것과는 다르게, 알파(α)파와 베타(β)파를 분리하여 BIS적 성향은 베타(β)파 비대칭으로, BAS적 성향은 알파(α)파 비대칭으로 판별하는 것이 보다 분별력이 있다는 것을 발견하였다. 또한 우뇌 알파(α)파가 우세하면 명량으로 좌뇌 알파(α)가 상대적으로 우세하면 우울로 보는 기존의 연구 결과에 따라 정서적 성향은 알파(α)파 비대칭으로 판단하였다. BIS/BAS적 행동성향은 베타(β)파를 알파(α)파의 역비례 관계로 보지 않고 독립적인 것으로 취급하여 좌뇌 베타(β)가 우세하면 긍정적인 성격으로 우뇌 베타(β)가 우세하면 부정적인 성격으로 판단하였다.

또한 연구문제 2에 대해 BIS/BAS와 알파(α)파 비대칭, BIS/BAS와 베타(β)파 비대칭을 독립적으로 구분하여 평가하는 방법에 의해 유아들의 성격유형을 8가지로 구분할 수 있음을 발견하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 몇 가지 유의미한 후속 연구과제들이 이루어진다면 보다 더 그 정확성이 높아질 것으로 판단된다. 첫째로, 본 연구에 참여한 대상아가 강력한 표본일 수는 없다. 베타(β)파가 완전히 활성화된 청소년이나 성인들을 대상으로 확장하여 베타(β)파 비대칭과 BIS의 연관성을 보다 분명히 밝힐 필요성이 있다. 둘째로, 통계적으로 보다 더 많은 데이터를 확보하여 정서 및 행동 성향에 대한 8가지 유형에 대한 신뢰성을 높여야 할 필요가 있다. 셋째로 연구결과의 8가지 성격유형 분류를 MBTI 등과 같은 다른 성격유형 분류방법과 비교 검증할 필요성이 있다.

References

- [1] S. K. Sutton and R. J. Davidson, "Prefrontal Brain Asymmetry: A Biological Substrate of the Behavioral Approach and Inhibition Systems," American Psychological Society, 8, 3, pp. 204-210, 1997.
- [2] J. A. Gray, "The Psychophysiological Basis of Introversiion-Extraversiion: A Modification of Eysenck's Theory." In V. D. Nebylitsyn & J. A. Gray (Eds.), The Biological Bases of Individual Behavior, pp.182-205, San Diego, CA: Academic Press, 1972.
- [3] J. A. Gray, "A Critique of Eysenck's Theory of Personality," In H. J. Eysenck (Eds.), A Model for

- Personality, pp 246-276, Berlin:Springer-Verlag, 1981.
- [4] C. S. Carver and T. L. White, "Behavioral Inhibition, Behavioral Activation and Affective Responses to Impending Reward and Punishment: The BIS/BAS Scales," *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, pp. 319-333, 1994.
- [5] R. J. Davidson, "What Does the Prefrontal Cortex "Do" in Affect: Perspectives on Frontal EEG Asymmetry Research," *Biological Psychology*, 67, pp. 219-233, 2004.
- [6] J. A. Coan and J. B. Allen, "Frontal EEG Asymmetry and the Behavioral Activation and Inhibition Systems," *Psychophysiology*, 40, pp.106-114, 2003.
- [7] E. Harmon-Jones and J. J. B. Allen, "Behavioral Activation Sensitivity and Resting Frontal EEG Asymmetry," *Journal of Abnormal Psychology*, 106, pp. 159-163, 1997.
- [8] R. T. Amoss, "Frontal Alpha and Beta EEG Power Asymmetry and Iowa Gambling Task Performance," Georgia State University Digital Archive, Psychology Theses, 2009.
- [9] D. Galin and R. Ornstein, "Lateral Specialization of Cognitive Mode: An EEG Study," *Psychophysiology*, 9, 4, pp. 412-418, 1972.
- [10] J. C. Doyle, R. Ornstein, and D. Galin, "Lateral Specialization of Cognitive Mode: II. EEG Frequency Anal Psychophysiology, 11, 5, pp. 567-578, 1974.
- [11] J. B. Henriques and R. J. Davidson, "Left Frontal Hypoactivation in Depression," *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 4, pp. 535-545, 1991.
- [12] KyoHeon Kim and Woon Shik Kim, "Korean-BAS/BIS Scale", *The Korean Journal of Health Psychology*, 6, 2, pp. 19-37, 2001.
- [13] SeungHyun Jin, WuonShik Kim, and GiYoung Noh, "1/f Scaling Exponent of EEG Depending on Different Sensitivities of Behavioral Activation and Inhibition Systems for Young and Elderly Groups", *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility*, 8, 4, pp. 415-422, 2005.
- [14] YongJin Kim, "Development of a Brain-Cycle Learning Model Based on the Electroencephalographic Analysis of Learning Activities and Its Application to Science Learning", Ph.D. Thesis, Seoul National University. 2000.
- [15] E. Baehr, J. P. Rosenfeld, R. Baehr, and C. Earnest, "Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders," In J. R. Evans(Ed.), *Introduction to Quantitative EEG and Neuroscience*, New York: Academic Press, pp.181-201, 1999
- [16] I. A. Gotlib, C. Ranganath, and J. P. Rosenfeld, "Frontal EEG Alpha Asymmetry, Depression and Cognitive Functioning," *Cognition and Emotion*, 12, pp. 449-478, 1998.
- [17] J. A. Gray, "Brain Systems that Mediate both Emotion and Cognition. Special Issue Development of Relationships between Emotion and Cognition," *Cognition and Emotion*, 4, pp. 269-288, 1990.
- [18] J. A. Gray, "The Neuropsychology of Anxiety: An Enquiry into the Functions of the Septo-Hippocampal System," New York: Oxford University Press, 1982.
- [19] Jun-Beom An, "EEG asymmetry of depression group and normal group", Master Thesis, Korea University, 2007.
- [20] C. L. Smith and M. A. Bell, "Stability in Infant Frontal Asymmetry as a Predictor of Toddlerhood Internalizing and Externalizing Behaviors," *Developmental Psychobiology*, 52, 2, pp. 158-167, 2010.
- [21] N. A. Fox, K. H. Rubin, C. D. Calkins, T. R. Marshall, R. J. Coplan, S. W. Porges, J. M. Long and S. Stewart, "Frontal Activation Asymmetry and Social Competence at Four Years of Age," *Child Development*, 66, pp. 1770-1784, 1995.
- [22] R. K. Lenroot and J. N. Giedd, "Brain Development in Children and Adolescents: Insights from Anatomical Magnetic Resonance Imaging," *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, pp. 718-729, 2006.
- [23] P. M. Thompson, J. N. Giedd, R. P. Woods, D. MacDonald, A. C. Evans and A. W. Toga, "Growth Patterns in the Developing Brain Detected by Using Continuum Mechanical Tensor Maps," *Nature*, 404, pp. 190-193, 2000.
- [24] E. R. Sowell, P. M. Thompson, C. M. Leonard, S. E. Welcome, E. Kan and A. W. Toga, "Longitudinal Mapping of Cortical Thickness and Brain Growth in Normal Children," *Journal of Neuroscience*, 24, 38, pp. 8223-8231, 2004.
- [25] N. Gogtay, J. N. Giedd, L. Lusk, K. M. Hyashi, D. Greenstein, A. C. Vaituzis, T. F. Nugent III, D. H. Herman, L. S. Clasen, A. W. Toga, J. L. Rapoport and P. M. Thompson, "Dynamic Mapping of Human Cortical Development During Childhood Through Early Adulthood," *PNAS*, 101, 21, pp.8174-8179, 2004.

임 현 순(Hyun-Soon Lim)

[정회원]



- 1995년 8월 : 중앙대학교 교육대학원(유아교육석사)
- 2007년 2월 : 서울벤처정보대학원 대학교 정보경영학과 뇌과학 박사과정
- 2005년 3월 ~ 현재 : 대림대학교 유아교육과 겸임교수
- 1986년 3월 ~ 현재 : 안양 제나 유치원 원장

<관심분야>

유아교육, 뇌과학

채 명 신(Myung-sin Chae)

[정회원]



- 1994년 : U of Texas at Austin, Instructional Technology (석사)
- 2003년 : U of Illinois at Chicago, Management Information system (박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 서울벤처정보대학원 조교수

<관심분야>

e-Biz, 모바일 비즈니스 Business Process Management

박 병 운(Pyong-Woon Park)

[정회원]



- 1981년 8월 : 연세대학교물리학과(이학학사)
- 1985년 8월 : 미국인디애나대학교 물리학과 (이학석사)
- 1990년 9월 : 미국인디애나대학교 물리학과 (이학박사)
- 1991년 3월 ~ 1994년 9월 : 한국전자통신연구소 기초기술연구부선임연구원
- 1994년 9월 : 현재 한국정신과학연구소 뇌과학 연구부 책임연구위원
- 2004년 8월 ~ 2008년 2월 : 서울벤처정보대학원 대학교 뇌과학전공 겸임교수
- 2008년 3월 ~ 2009년 8월, 2010년 8월 ~ 현재 : 서울불교대학원대학교 심신통합치유학과 뇌과학전공 주임교수

<관심분야>

뇌과학, 물리학