

# Pascual-Leone의 신 피아제 이론에 의한 오개념의 본질에 대한 심리학적 접근

안수영 · 권재술  
(한국교원대학교)

(1995년 3월 20일 받음)

## I. 서론

구성주의를 바탕으로 환경에 대한 인식주체의 능동적 상호작용의 깨달음은 심리학과 학습이론에 많은 변화를 가져왔다. 정보처리 이론과 인지발달 심리학의 발달과 함께 교수-학습이론에서는 환경과 상호작용하는 아동의 지식구조의 역할을 중시하게 되었다.

교수-학습에서 아동의 지식구조에 대한 관심은 아동이 지니고 있는 개념, 구체적으로 오개념의 연구로 모아졌다. 오개념에 대한 연구는 과학지식에 대한 학생들의 개념을 연구하는 것이므로 실제 현장 수업에 직접 적용 가능하다는 이점과 함께 견고성으로 대표되는 오개념 자체의 특이한 성질에 의해 지대한 관심을 불러 일으켰다.

아동이 지니고 있는 오개념의 파악으로부터 시작된 오개념에 관한 연구는 오개념의 특성 이해, 개념형성 과정과 변화과정의 이해, 이를 해소할 수 있는 수업모형의 개발 등으로 폭과 깊이를 더해 가고 있다(권재술, 김범기, 1992). 나아가 아동의 개념에 대한 형성 과정과 변화에 대한 충분한 연구 결과들은 인간 사고의 본질을 밝히는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

드러난 오개념 현상을 바탕으로 사고과정이나 인지구조의 본질에 접근하려는 많은 연구들은 오개념에 대한 이해의 폭을 넓혀 준 것은 사실이지만 여전히 설명되지 않는 부분을 남겨 두고 있다. 오개념의 상황 의존적인 특성으로 인하여 아동들이 지닌 오개념은 제시되는 다양한 과제상황에 따라 다양하게 나타난다. 이와 같은 현상은 관련 이론이 지나야 할 '설명'의 경제성을 만족시키지 못하고 있다. 연구자들

중에는 다양한 오개념 속에서 통일된 핵심기제(core)를 찾으려고 노력하고 있으나 아직은 설득력이 약하다(Anderson, 1980; 안수영, 1990). 이처럼 현상학적인 접근 방식을 취하는 연구자들에게 오개념의 다양성은 오개념의 본질을 밝히는 데 커다란 장애가 되고 있다.

한편으로 아동의 지식구조 속에는 오개념에 관련된 지식도 존재하지만 문제해결에 필요한 과학학적 지식도 함께 존재한다. 그럼에도 제시되는 과제 상황에 따라 우선적으로 오개념이 지식구조 내에서 활성화된다. 오개념의 우선적인 작동기제에 대해서 지금까지의 연구 결과들로서는 설명이 미흡하다.

본 연구에서는 종래의 현상학적인 접근 방식보다는 Pascual-Leone의 신 피아제 이론을 바탕으로 아동들의 개념형성 과정과 인지구조와 환경과의 상호작용 과정을 설명하고자 한다. 나아가 지금까지 밝혀진 오개념의 특성과 이를 파악하는데 사용하는 문제의 특성을 고려하여 좀 더 본질적인 오개념의 심리학적 원인과 그 작동기제를 알아보고자 한다.

## II. 본론

본 장에서는 신 피아제 이론을 간략히 소개하고, 인지양식과 과제해결의 과정을 신 피아제 이론을 바탕으로 설명한다. 인지양식 과제와 오개념 문제의 공통점을 비교하여 오도요인의 특징을 설명하고 이를 바탕으로 오개념의 심리학적 기제를 찾아본다.

1. 신 피아제 이론

Pascual-Leone은 Piaget 이론의 문제점들(수평적 이동현상, 발달 단계간의 천이 현상을 설명할 수 있는 기제의 불명료함 등)을 정보처리 이론을 받아들여 수정·보완한 새로운 인지발달 이론을 제안하였다(Pascual-Leone, 1970) Pascual-Leone에 의하면 아동들은 자율적인 심리학적 체계를 갖춘 유기체로 간주된다. 이들 심리학적인 체계는 크게 다음 3가지로 설명될 수 있다.

- 아동의 지식구조 속에서 하나의 정보단위로 존재하는 스키마(schema) 또는 청크(chunk)의 내용 목록.
- 스키마의 활성화를 맡고 있는 주의력(M Capacity, 또는 M Power, M Span)으로 대표되는 무의식적 조작자(Silent Operator, Hidden Operator).
- 인지구조 내에서 정보의 조작에 관여하여 스키마의 내용목록을 형성하는데 관련한 학습법칙.

1) 지식구조 내 스키마의 내용목록

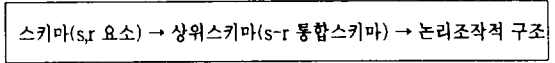
장기기억 속에서 지식구조를 이루는 심리적 기본단위는 스키마이다. 스키마는 외부 환경에 대해 동화에 의해 한 상황으로부터 또 다른 상황으로 전이가 가능한 조직적인(일관된) 행동유형을 일으킬 수 있는 신경세포들의 연결된 꾸러미라고 할 수 있다.

Piaget식의 스키마에 대한 기능적인 정의는 Pascual-Leone에 의해 방출반응 s(releasing response)-실행반응 r(effecting response)의 순서화된 쌍의 구조적인 정의로 변환된다. 즉 스키마는 s-r의 두 가지 성분으로 구성되어 있다.

방출반응(releasing response) s는 그에 대응하는 실행반응(effecting response) r을 활성화시키는데 관련된다. 이때 방출반응 s는 아동이 처한 환경적인 상태(물체의 모양, 속성 등)에 직접 관련되어 있다. 따라서 실행반응 r이 활성화되는 정도는 방출반응 s와 환경적 특징이 얼마나 잘 짝지어 지느냐에 달려 있다. 행동주의에서 사용하는 S(자극)-R(반응)이론에서 행동으로 나타나는 반응 R은 어느 순간에 활성화된 모든 실행반응 r이 통합된 결과이다.

스키마들에 의해 이루어진 지식구조는 순환적인 특성을 지니고 있다. 즉 무의식적 조작자(L, C, M)들에 의해 스키마들이 통합된 상위 스키마(superordinate schema)가 존재한다. 지식구조 내에서의 계속된 순환적인 통합과정에 의해 다시 상위 스키마들의 통합된 구조가 존재할 수 있으며, 이러한 상위 스키마들은 지식구조 내에서 하나의 조작적 구조(operational structure)로 자리잡는다. 이러한 상위 스키마의 예로는 Piaget의 논리적 조작구조(logical operational

structure)를 들 수 있다. Piaget는 아동의 지식구조 내에 이와 같은 조작적 구조들의 존재 여부를 가려 인지발달의 준거로 삼았다. 위와 같은 과정들을 도식화시켜 보면 다음과 같이 나타낼 수 있다.



(그림 1) 지식구조 내 스키마의 통합 과정

한편으로, 인지구조 내에서 상위 스키마가 지식을 처리하는 방식에 따라서 지식구조는 크게 3가지 종류의 상위 스키마들로 구별된다. 방출반응 스키마들에 대한 상위 기능을 하는 상위 스키마를 형상 스키마(figurative schema), 실행반응 역할을 하는 상위 스키마를 조작 스키마(operative schema), 과제해결을 위해 형상 스키마들에 대응되는 조작 스키마가 활성화될 수 있도록 과제해결의 전체 계획을 주도하는 역할을 하는 상위 스키마인 실행 스키마(executive schema)로 구성된다.

하지만 이러한 상위 스키마들이 사용되기 위해서는 먼저 자신의 지식구조 내에 저장되어 있는 관련된 하위 스키마들이 동시적/순차적으로 활성화되어야 한다. 저장된 하위 스키마들의 동시적/순차적인 활성화는 무의식적 조작자 중 M 조작자에 의하여 이루어진다.

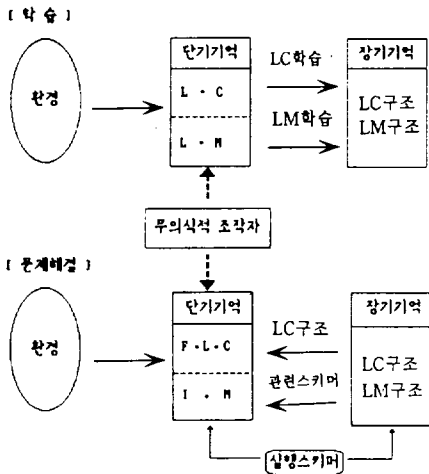
2) 무의식적 조작자(유기체의 심리학적 조작자)

Piaget는 아동의 인지발달의 단계들을 그들의 인지구조 내에 존재하는 것으로 가정한 보편적인 논리적 조작구조의 질적인 차이로 구분하였다.

이와 달리 Pascual-Leone(1970)은 Piaget의 과제들에 대한 요인분석의 결과에 근거하여 논리적 조작구조들 간에는 더욱 공통적인 요인이 존재한다는 것을 밝혀 냈다. 이 공통 요인은 Pascual-Leone에 의해 M 조작자로 불려 졌으며, 아동의 인지발달은 M 조작자의 양적인 정보처리 능력에 의해 결정된다.

인간의 뇌에는 지식구조의 내용과 무관한 방식으로 다양한 상황에 적용되는 M 조작자와 같은 일련의 무의식적인 심리학적 조작자들(M, I, F, L, C 등)이 존재한다고 Pascual-Leone은 주장한다. 정보처리는 이들 무의식적 조작자들이 지식구조 내의 내용 관련 스키마들을 활성화시켜 조작함으로써 일어난다. 아동이 처한 특정 과제 상황에 대해서 특정한 무의식적 조작자가 관여하게 되고 이 결과 특정한 수행이 이루어진다. 이때 내용 관련 스키마가 활성화될 수 있는

정보의 양은 해당된 무의식적 조작자의 활성화 용량에 달려 있다. 따라서 특정한 내용 스키마의 활성화에 영향을 미치는 이들 조작자들의 용량의 양적인 차이에 의해서 과제해결에 대한 개인차가 나타나게 된다. 무의식적 조작자가 관여하는 정보처리 과정은 학습과 문제 해결의 두 가지로 구분할 수 있다. 이들 두 과정은 그림과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 2> 무의식적 조작자에 의한 학습과 문제해결 과정.

이들 중 C 조작자는 스키마의 's-r' 조건을 더욱 확장시켜 내용적인 분화를 일으키는 데 관여한다.

L 조작자는 주로 아동의 지식 구조를 형성하는 스키마간의 학습에 관련되어 있다. 즉, 지식구조 내의 개별적인 스키마들을 논리적으로 통합하여 더욱 상위의 논리구조를 형성하는 데 관련되어 있다.

이때 스키마들이 통합되는 방식에 따라 LC 학습과 LM 학습의 두 가지로 구분된다.

LC 학습은 내용 스키마간의 논리적 통합이 정신적 노력(M 조작자)이 없는 상태에서 동일한 상황에서 겪게 되는 반복된 연습에 의해 이루어지며, 이는 주로 자동화된 학습 특성을 나타낸다. 자동화된 학습 특성은 스키마를 이루는 성분 방출반응(s)에 의한 실행반응(r)을 활성화시키는데 특별한 정신적 노력(주의력)이 요구되지 않는 상황을 말한다. 지식구조 내의 자동화된 LC 학습구조는 동일한 상황에 관계된 스키마들끼리 모여 장기간에 걸쳐서 하나의 청크(chunk)나

논리구조의 형성에 의해 나타난다. 이때 형성된 청크나 논리구조는 상황 의존적인 특성을 지니며 전체성(holistic)을 띠게 된다.

LM 학습은 내용 스키마간의 통합이 이루어지기 위하여 선택된 스키마에 정신적 노력(M 조작자)이 가해질 때 단시간에 걸쳐 일어나는 학습을 말한다. M 조작자는 장기기억 내의 다른 스키마들과 연합되지 않고 단지 관련 스키마를 활성화시키는 기능만을 지니고 있다. 따라서 LM 학습에 의해서 형성된 구조들은 상황에 독립적이며 분석적인 특징을 지닌다.

F 조작자는 장(field) 혹은 형태요인(figurative factor)과 관련된 조작자로서 과제의 가장 두드러진 형태적 입력 단서에 따라서 작동한다. F 조작자는 M과 I 조작자의 활성화 정도를 감소시키기 위하여 - 정신적 노력을 최소화하기 위하여, 가장 간단한 행동이나 결과를 이끌어 낼 수 있는 스키마의 조합을 활성화시키는 경향을 지닌다. 이 때 활성화되는 스키마들은 특별한 정신적 노력없이 방출스키마와 그에 대응되는 실행스키마가 거의 동시에 활성화된다 - S-R 결합성의 원리. 따라서 F 조작자는 주로 LC 학습에 의해 형성된 자동화된 특성을 지니는 스키마들을 활성화시킨다. 이때 활성화된 스키마는 LC 학습에 의해 형성된 상황 의존적인 성격을 띤다.

한편으로, F 조작자는 이러한 특성 때문에 과제해결에 오히려 어려움을 유발시키기도 한다. Piaget가 아동들의 인지 발달 정도를 확인하기 위하여 사용한 과제 내에는, 과제가 지니고 있는 장 요인에 의해서 F 조작자가 작동되기 쉽다. 이때 작동되는 F 조작자는 과제 해결과 관련이 없는 스키마들을 활성화시키는 경향이 강하다. 예를 들면, Piaget의 물질 보존 과제에서 아동들은 두 가지 해결 방법을 택할 수 있다. 첫째는 장 요인에 영향을 받아 점토공의 외형적인 형태에 끌리어 문제를 해결하려고 하게 된다. 다른 방법으로는, 과제의 논리적/수학적인 면을 바탕으로 최초의 상태가 동일했다는 것을 고려하여 문제를 해결하려고 할 수 있다. 이 때 점토공의 외형적인 형태에 끌리어 과제를 해결하려고 하는 데는 F 조작자가 관련된다. 따라서 F 조작자는 과제해결과 관련 없는 스키마들을 활성화시키고 그 결과, 오히려 과제 해결의 과정을 잘못 이끄는 상황으로 아동을 이끈다 - 오도요인(misleading factor). 올바른 과제 해결을 위해서는 아동들은 F 조작자에 의해 활성화된 오도적 스키마들을 차단시키고, 논리적/수학적인 면을 근거로 올바른 과제 해결의 스키마들을 활성화시켜야 한다. 무관한 스키마들을 차단시키는 데는 I 조작자가, 새로운 스키마들을 활성화시키는 데는 M 조작자가 관련된다.

실행스키마에 의해 작동되는 차단 조작자 I 는 과제 해결의 과정 중에서 올바른 해결과 무관한 스키마들이 활성화되는 것을 차단시키는 조작자이다. 주로 F 조작자에 의해 활성화된, 과제 해결과 무관한 스키마들의 활성화를 차단하게 된다.

Pascual-Leone의 무의식적 조작자 중에서 가장 중심적인 요소는 M 조작자이다. 실행 스키마에 의해 작동되는 M 조작자는 상위스키마를 활성화시켜 정보(스키마)의 변형과 통합을 책임진다. 즉 인지구조 내에서 다른 스키마들에 의해 충분히 활성화되지 못한 과제 해결에 필요한 스키마들을 활성화시킨다. 활성화된 상위 스키마에 의해 방출반응의 스키마(s)는 대응되는 실행반응의 스키마(r)로 변환된다.

M 조작자의 용량의 크기는 주의력(Mental Capacity, Mental Space, Mental Span)으로 나타낸다. 주의력이란 아동이 단기기억(작업기억)에서 한 번에 처리(활성화)할 수 있는 독립된 스키마(청크)의 최대 개수를 의미한다. 주의력은 구조적 주의력(Structural Mental Capacity)과 기능적 주의력(Functional Mental Capacity)으로 구분된다. 구조적 주의력은 유기체적 요인에 의해서 생득적으로 나이에 따라 일정하게 증가하는 독립된 스키마의 동시 최대 처리용량과 관계된다. 기능적 주의력은 실제 과제해결의 과정 중 단기 기억에서 동시에 활성화시킬 수 있는 독립된 스키마의 최대 개수를 의미한다. 따라서 같은 나이이면 비슷한 구조적 주의력을 가지지만, 실제 과제해결 상황에 사용되는 주의력(기능적 주의력)은 개인에 따라 다르게 나타날 수 있다. 일반적으로 기능적 주의력의 용량은 0에서 구조적 주의력 사이의 값을 지닌다.

주의력에 따라 한 번에 처리할 수 있는 정보(스키마)의 양이 결정되므로 과제 해결의 성공은 주의력의 크기에 의해 결정된다.

나이에 따른 아동의 주의력은 다음의 두 가지 성분으로 표현된다.

$$M = e + k$$

e ; 과제가 지시하는 내용이나 과제와 관련된 환경 관련 정보의 스키마를 표상하여 일반적인 실행 스키마를 활성화시키는 데 사용되는 주의력을 말함. 출생 후부터 성장하여 3 살(감각동작기)까지는 성장하나 그 이후로부터는 일정한 값을 가진다.

k ; 과제 해결을 위해서 요구되는 독립된 스키마들을 활성화시키는 데 사용되는 주의력으로서 e 와는 다르게 나이에 따라 증가한다. k 의 정량적인 값은 3-4세에 1로부터 시작하여 15-16세에 7에 이르고 더 이상의 증가는 나타나지 않는다.

Pascual-Leone에 의하면 아동의 인지발달은 아동들이 작업공간 내에서 동시에 처리할 수 있는 독립된 스키마의 최대 개수, 즉 주의력 M에 의해서 좌우된다. 그러므로 아동들의 인지발달은 작업공간 내의 주의력의 크기 M에 의해 결정된다고 말할 수 있다. 연령에 따라 아동들의 구조적 주의력 M의 크기는 Piaget의 인지발달 단계와 대비시켜 다음의 표와 같이 나타낼 수 있다.

<표 1> 연령에 따른 구조적 주의력 M 값의 변화.

나이	피아제의 발달 단계	주의력 M
3-4	전조작 초기	e + 1
5-6	전조작 후기, 구체적 조작 초기	e + 2
7-8	구체적 조작 중기	e + 3
9-10	구체적 조작 후기	e + 4
11-12	형식적 조작 초기	e + 5
13-14	형식적 조작 중기	e + 6
15-16	형식적 조작 후기	e + 7

## 2. 인지양식과 과제해결

인지발달 수준과 종류가 다른 차원의 과제 수행능력으로서 인지양식을 들 수 있다. 즉, 인지발달의 수준은 비슷할지라도 인지양식이 다르면 과제를 지각하는 방식과 해결전략에 있어서 개인차가 나타난다.

인지양식 중 대표적인 것은 장의존(Field Dependent)/장독립성(Field Independent) 차원이다. 장의존/장독립성 차원은 Witkin에 의해서 체계적으로 연구되었다(Curtis, 1989). 학생들의 장의존/장독립성 차원을 측정하는 대표적인 검사 방법으로는 막대틀 검사(Rod and Frame Test)와 잠입도형 검사(Embedded Figures Test)를 들 수 있다. 이들 두 과제의 공통된 특징은 과제 내에 오도요인(misleading factor)이 포함되어 있다. 학생들이 주어진 과제를 바르게 해결하기 위해서는 제시된 과제의 형태적 특성에 의하여 야기되는 그릇된 지각 - 오도요인 - 을 극복하고 이를 재 구조화하여야만 된다. 이때, 현저한 외형적인 특징에 의하여 형성된 그릇된 지각을 극복하고 이를 재 구조화하는 능력은 개인에 따라 다르게 나타난다.(김언주,1989; Pascual-Leone,1970; Pascual-Leone, 1987)

장의존/장독립적인 성향을 지닌 것으로 판명된 아동들 간에는 올바른 해결을 위해서 필요한 인지적 갈등상황을 극복

하는 능력이 다르다.

장의존적인 학생들은 주어진 과제의 형태적인 특성, 즉 장(field)에 강하게 이끌리는 성향을 지니고 있다. 따라서 인지적 갈등상황에서 이를 극복하고 성공적인 해결과정에 필요한, 과제를 재 구조화시키는데 어려움을 겪게 된다. 반면에 장독립적인 학생들은 주어진 과제에 내포된 단순 조각구조나 형태적인 특성에 끌리지는 않지만 그 끌림은 그다지 강하지 않다. 따라서 큰 어려움 없이 이를 극복하고 과제를 재 구조화할 수 있다.

Pascual-Leone은 인지양식에 의해 과제해결의 수행능력이 개인차가 나타나는 까닭을 신 피아제 이론으로 설명하고 있다. 즉, 인지양식의 차이는 지식구조 내의 LC학습과 무의식적 조각자인 F조작자에 의해서 설명될 수 있다.

F조작자는 장(field)과 관련된 조각자이므로 과제에 내포된 단순 조각구조나 형태적인 특징에 이끌리어 작동한다. 따라서 과제에 내포된 장효과로 인한 입력단서의 가장 두드러진 특징에 따라 F조작자는 인지구조 내에서 지각을 조직하고, 그에 해당하는 스키마를 활성화시킨다. 이때 활성화되는 스키마는 LC학습에 의해서 형성된 자동화된 특징을 지니고 있다.

그러므로 장의존적/장독립적인 성향의 차이는 F조작자의 작동 강도에 따라서 결정된다고 할 수 있다. 예를 들어, 인지양식 검사과제인 막대틀 검사(RFT)나 잠입도형 검사(EFT), Piaget의 보존과제들은 F조작자가 과제해결에 작동되는 강도에 따라 그 수행 결과가 다르게 나타나도록 구성되어 있다. 이들 과제들의 해결과정에 관여하는 인지요인들의 관계는 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$\text{과제해결} = [ ( F, LC )(x) ] V [ ( E, I, M )(y) ]$$

위의 관계에 의하면 과제의 해결에는 두 가지 전략이 있을 수 있다.

전략 (x)는 오도요인에 의해 채택되어 과제해결 과정을 실패로 이끄는 전략이다. 즉, 과제의 형태적인 특징에 이끌리어 F조작자가 작동하게 되고, 그 결과 그릇된 LC구조가 활성화되어 해결에 실패하게 된다. 구체적으로 보면, 인지양식을 조사하는 막대틀 검사에서는 피검사 자에게 제시되는 막대의 기울어짐이, 잠입도형 검사에서는 찾고자 하는 단순 도형이 포함된 전체도형이, 물질 보존 과제에서는 '부피 = 질량'의 관계에 이끌리어 F조작자가 작동된다. F조작자에 의해 활성화되는 자동화된 LC구조는 잘못된 전략 (x)를 채택하게 되고 과제의 성공적인 해결은 실패하게 된다. V는 두 전략 (x), (y)가 대립 상태에 있다는 것을 나타낸다.

전략 (y)는 전략 (x)와는 대립되는 관계에 있다. 비록 주어진 과제의 오도요인에 의해서 전략 (x)가 처음엔 우월하게 나타나더라도, 실행스키마에 의해 피검사 자는 잘못된 전략임을 인식하고 전략 (x)와 관련된 스키마들을 I조작자에 의해 차단시킨다. 이어서 실행 스키마 E에 의해서 M조작자가 작동되면, M조작자는 해결에 필요한 올바른 스키마들을 활성화시켜 전략 (y)를 채택하게 되고, 성공적으로 과제를 해결할 수 있다.

인지발달의 입장에서 보면, 장의존/장독립적인 학생간에 주의력 M값은 차이가 나지 않는다(Globerson,1992). 다시 말하면 인지발달 수준에서는 차이가 나지 않는다. 하지만 오도요인이 포함된 과제에서의 과제해결의 결과는 다르게 나타난다.

장의존/장독립적인 학생들 모두 과제의 장요인에 영향을 받아서 바른 전략(y)가 그릇된 전략(x) 사이에 갈등을 경험하게 된다. 하지만 각 집단이 갈등을 경험하는 정도는 다르다. 장의존적인 학생들은 강력한 F조작자의 영향으로 과제의 장요인에 많이 이끌리게 된다. 따라서 바른 전략(y)을 채택하기 위하여 요구되는 M조작자의 작동에 심한 어려움을 겪게 된다.

반면에 장독립적인 학생들은 F조작자의 영향을 그다지 크게 받지 않으므로 과제의 장요인에 이끌리는 경향성이 약하다. 따라서 바른 전략(y)을 채택하기 위하여 필요한 M조작자를 작동시키는 데 큰 어려움을 겪지 않는다.

결론적으로 말하면, 장의존/장독립적인 학생들의 인지발달 능력을 나타내는 구조적 주의력(M 용량)은 차이가 나지 않지만, 오도요인이 포함된 과제에 대한 과제해결 상황에서 가동되는 M조작자의 용량은 차이가 있다고 할 수 있다. 한편으론, 장의존적인 학생들이 장독립적인 아동들보다 항상 저조한 수행을 보이는 것은 아니다. 단어나 숫자회상 과제와 같이 오도요인이 포함되어 있지 않은 과제에서의 과제 수행의 결과는 결코 장독립적인 아동들이 장의존적인 아동들보다 우월하지 않다(Witkin, Morre, Goodenough & Cox, 1977). 오히려 과제해결의 과정에 필요한 전략이 과제의 형태적인 특징을 요구하는 경우에는 장의존적인 학생들이 더 짧은 시간에 과제를 올바르게 해결할 수 있다.

### 3. 인지양식과 오개념과의 관계

인지양식의 개념적인 특징을 고려하면, 인지양식의 차이를 검증하는 과제들(막대틀 검사, 잠입도형 검사)은 이미 밝힌 바 대로 오도요인을 포함하고 있다.

Piaget의 발달과제 중에서 보존과제들은 그와 같은 오도요

인이 포함되어 있다(Pascual-Leone, 1970,1987). 물질보존 과제에서는 '부피=질량'으로 인식되는 단순 조작적 특징이 오도요인으로 강하게 작용한다. 부피가 크면(작으면) 질량도 커진다(작아진다)는 '부피=질량'의 조작구조는 어릴 때부터 일상 생활 속에서 반복적으로 경험하게 된다. 계속적으로 반복된 경험은 F조작자에 의해 LC학습의 형태로 지식 구조 내에 자리잡게 되고 이들은 거의 자동화된 조작구조를 지니며 상황 의존적이다. 수 보존과제에서는 '길이=수'의 관계가, 액체량 과제에서는 '액체량=높이'의 관계가 위와 같은 과정을 거쳐 오도요인으로 자리잡게 된다.

오도요인의 특성을 확장시켜서 찾아보면, 연구의 목적이나 결과해석이 다른 연구들에서도 오도요인의 효과를 확인할 수 있다.

문제해결의 연구중에서 널리 알려진 '기능적 고착성(functional fixedness)'(Maier, 1931; Duncker, 1945; Danks, 1968; 재인용 Anderson, 1980)도 일종의 오도요인으로 설명할 수 있다. 일상의 생활경험에서 얻은 익숙한 물건에 대한 고유의 '기능'이 오도요인으로 작용하여 과제해결을 오히려 어렵게 만든다. 주어진 과제를 성공적으로 해결하기 위해서는 익숙한 물건에 의해 나타나는 장효과(익숙해진 물건의 기능으로의 끌림)를 극복하고 과제 상황을 재 구조화하여야 한다. 또 'Einstellung Effect'로 불려지는 Luchins의 물병과제에서는 사전에 반복학습에 의해 형성된 거의 기계화된 단순 조작구조가 다른 양의 물을 계량하기 어렵게 만드는 오도요인의 역할을 한다.

학생들의 오개념에 대한 많은 연구결과들을 분석하여 보면 오개념이 다음과 같은 공통된 특성들을 지니고 있다는 것을 알 수 있다.

- 어릴 때부터 경험한 사실들에 의한 반복학습의 결과 형성된 자발적 개념이다.
- 현상에 대한 자세한 분석없이 감각적, 직관적인 응답을 유도한다.
- '~ 이면 ~이다'식의 자동화된 응답체계를 갖추고 있다.
- 수업에 의해 개념 변화가 쉽지 않으며 지속적이다.
- 상황 의존적이다.

위와 같은 오개념의 공통 특성은 앞에서 다룬 아동의 L, C 조작자에 의한 LC 학습과정, 그 결과 형성된 LC 구조의 특성과 유사하다.

한편, 학생들이 지니고 있는 오개념을 파악하는 문제(과제)들을 분석하여 보면 아래와 같은 몇 가지 특성들이 포함되어 있다.

- 1) 정성적인 대답을 요구하는 문항으로 구성되어 있다 - 해결과정에 정량적인 답을 얻기 위한 구체적 정신조작을 하

지 않는다.

- 2) 어릴 때부터 경험해 온 친숙한 상황들과 내용들로 구성되어 있다.

- 3) 지식구조 내의 자동화된 단순조작을 요구하는 구조들로 구성되어 있다.

위와 같은 특성들을 지닌 문제가 제시되었을 때 학생들의 문제해결 과정은 어떠할까?

1)의 특성으로 인하여, 아동들은 M조작자를 작동시켜 관련된 구체적인 정량적 스키마를 작동시키려고 하지 않을 것이다. 오히려 정성적인 대답을 요구하는 문제의 장효과에 이끌리어 F조작자의 작동이 용이하게 된다.

2)와 3)의 특성들은 F조작자가 문제의 장효과에 강하게 이끌리도록 유도한다. 여기서 F조작자를 작동되도록 하는 장효과는 일종의 오도요인에 해당된다. 이 결과 작동된 F조작자는 자동화된 LC구조를 활성화시킨다. F조작자에 의해 활성화된 LC구조에 의해서 오개념 관련 문제들을 답하게 되면 문제들을 성공적으로 해결할 수 없게 된다. 이때 문제 해결에 사용된 자동화된 LC구조는 결과적으로 오개념에 해당될 것이다.

구체적인 예로써 다음과 같은 힘과 운동에 관한 대표적인 오개념 문항을 들 수 있다.

[문제] 아래 그림과 같이 공이 운동하고 있다. 각 순간에 작용하는 힘들을 바르게 나타낸 것은?

a) ↑ ● (위로 운동)	b) ● ↓ (아래로 운동)	c) ● (정지)
① 힘은 위로 작용한다	① 힘은 위로 작용한다	① 힘은 위로 작용한다
② 힘은 아래로 작용한다	② 힘은 아래로 작용한다	② 힘은 아래로 작용한다
③ 작용하는 힘은 없다	③ 작용하는 힘은 없다	③ 작용하는 힘은 없다.
④ 기타	④ 기타	④ 기타

위의 문항들을 대하게 되면 학생들은 '물체의 운동방향과 힘'이라는 장효과에 이끌리어 F조작자가 작동한다. 상대적으로 실행 스키마에 의해서 문제해결을 올바르게 이끌 M조작자와 I조작자를 작동시킨 단서(정량적인 대답 요구)는 약하다. F조작자에 의해서 활성화되는 LC학습구조는 생활 경험으로부터 형성된 '힘=운동' 관련 스키마이다. 활성화된

스키마들은 상황 의존적이며 자동화된 응답('움직이면 힘이 있다.') 성향을 보인다. 이 결과 학생들의 응답은 'a)에서는 힘은 위로 작용', b)에서는 '힘은 아래로 작용', c)에서는 '힘은 없다'로 나타나게 된다.

문제가 내포하고 있는 장효과에 상대적으로 약하게 끌리는 학생들(장독립적인 성향의 학생)은 F조작자가 그다지 강하게 활성화되지 않는다. 따라서 인지적 갈등상황을 극복하고 과제를 재 구조화하여 새로운 실행스키마를 활성화시킬 수 있을 것이다. 활성화된 실행스키마는 I조작자를 작동시켜 더 이상 LC학습구조가 활성화되지 못하도록 하는 한편 M조작자를 작동시키게 된다. M조작자에 의해서 '속도의 변화=가속도', '가속도=힘'과 관련된 스키마들이 활성화 되면, 문제는 성공적으로 해결되게 된다. 하지만 장독립적인 학생들이 오개념 문제에 대해서 항상 위와 같은 결과를 보이는 것은 아니다. 실제적으로는 오개념 문항이 지닌 현저한 장효과로 인해 M과 I조작자가 제대로 작동하지 못할 것이다. 다만 상대적인 비교로 장독립적인 성향의 아동들이 장의존적인 아동들보다 성공적으로 문제를 해결할 가능성이 높다는 것을 의미한다.

위의 예에서와 같이, 대부분의 오개념 관련 문항들은 강력한 장효과와 오도요인을 내포하고 있다. 오개념 연구에서 학생들이 지니고 있는 것으로 드러난 개념들은 바로 F조작자에 의해 활성화된 LC학습 구조를 이루는 스키마들이라고 할 수 있다.

지금까지의 내용들을 정리하여 보면, 오개념 관련 문항에서 문제해결에 영향을 미치는 변인들은 다음과 같은 것들이 있을 수 있다.

- 문제해결자의 지식구조 내 관련 스키마의 존재 유무.
- 해당문제를 재구조화할 수 있는 실행스키마의 발달정도.
- 인지구조 내 F조작자의 상대적 작동강도(장의존/장독립성의 정도).
- 문제해결자의 주의력(M 용량)과 문제 요구주의력의 관계.
- 과제에 내포된 장효과의 현저성의 정도.

인지양식 중 장의존/장독립성의 정도는 각 개인의 F조작자의 작동강도의 차이로 이해될 수 있다. 오개념 문항들의 특성을 고려하면, 개인의 인지양식의 차이는 오개념 관련 문항에서 문제해결에 영향을 주는 한 변인이 될 것이다.

### III. 결론

아동의 오개념에 대한 연구는 지난 20여년간 과학교육의

주된 연구 분야였다. 순수 이론적인 면보다 그 응용에 관심이 많은 연구자들에 의해 아동이 드러내는 오개념 관련 현상을 바탕으로, 지닌 오개념의 내용 파악, 오개념의 특성과 변화과정의 이해, 이를 해소할 수 있는 수업모형의 개발 등에 수많은 연구가 이루어 졌다. 하지만 현재까지의 연구들은 순수 심리학적인 입장에서 오개념을 설명할 수 있는 단일 기제를 찾는 데에는 그 성과가 미흡하다.

오개념의 뚜렷한 공통 특성인 견고성은 연구자들에게 오개념에 대한 심리학적인 단일 기제를 찾는 데 좋은 단서를 제공하지만, 한편으론 내용(상황)의존적인 오개념의 다양성은 이를 어렵게 만든다.

본 연구에서는 아동의 오개념을 설명하기 위한 시도로 Pascual-Leone의 신 피아제 이론을 해석의 틀로 삼았다. 오개념의 형성과정과 그 특징은 어릴 때부터 경험에 의한 반복학습의 결과 형성된 LC학습구조와 유사하다. 아동들이 지니고 있는 다양한 오개념을 파악할 수 있는 문제들이 지닌 공통된 구조적 특징은 인지양식을 측정하기 위한 과제가 지니는 내용 구조와 비슷한 오도요인을 지니고 있다. 즉, 문제에 내포된 장효과에 의해 F 조작자가 작동되게 구성되어 있고, F 조작자는 해당 과제와 관련된 자동화된 LC 학습구조를 활성화시킨다. 이때 활성화된 LC 학습구조로 응답하게 되면 문제해결은 실패하게 된다.

아동들이 문제를 바르게 해결하기 위해서는 장효과에 의해 나타나는 F 조작자의 끌림을 극복하고 문제를 재 구조화할 수 있어야 한다. 실행 스키마에 의해 I, M 조작자가 작동되어 문제해결에 필요한 스키마들을 활성화시키면 문제는 성공적으로 해결된다.

정리하면, Pascual-Leone의 심리학적 기제는 오개념 관련 특성과 다음과 같이 짝지어진다.

- LC 학습구조- 오개념.
- 인지과제의 오도요인 구조 - 오개념 관련 문제의 구조.
- 장효과로 인한 F 조작자의 우선적 작동과 LC 학습구조의 활성화 - 다른 개념보다 오개념의 우선적 활성화.

### IV. 제언

지금까지 오개념에 관한 심리학적 기제들을 Pascual-Leone의 이론을 빌어 설명하여 보았다.

인지양식 중 장의존/장독립성의 정도는 F 조작자의 작동강도의 차이로 이해될 수 있다. 개인의 인지양식의 차이에 의해서 F 조작자가 작동하는 강도가 다르므로, 오개념 문제가 내포하고 있는 오도요인에 끌리는 효과도 다르게 나타날

것이다. 결국 오도요인의 끌림의 차이에 따라 문제해결의 결과가 다르게 나타날 것이다.

만약 아동들의 인지적 변인(동일 수준의 내용지식, 인지양식의 차이)과 오개념 관련 문제 변인(내포된 오도요인에 문제해결자가 끌리는 정도)을 잘 통제하여 그 수행결과를 비교한다면, 연구자가 시도한 오개념 관련 심리학적 기제들에 대한 이론적 제안을 검증할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- 권재술, 김범기(1992). 과학 오개념 편람(역학편). 한국교원대학교 물리교육 연구실.
- 권난주(1994). 과학개념학습을 위한 수업모형의 비교와 일반모형 탐색. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김언주, 강영하, 최건수(1989). 인지발달과 교육, 양서원
- 김언주, 최건수, 김해영, 윤형(1992). 인지양식과 인지발달, 충남대 출판부.
- 안수영(1990). 전류현상 관찰 전후에 있어서 학생들의 오인 유형 및 그 변화. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- Anderson, B. F.(1986). The experiential gestalt of causation: A common core to pupils preceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.
- Anderson, J. R.(1980). *Cognitive Psychology and Its Implication*, W.H. Freeman & Company, Sanfrancisco, (282-288).
- Curtis, D. D.(1989). Cognitive Styles. in Bjorklund, D.F. (ed.) *Children's Thinking Developmental Function and Individual Differences*. Books/Cole Publishing Company, Pacific Grove·California, (263-284).
- Frankel, M. T.(1989). Information Processing Approach. in Bjorklund, D.F.(ed.), *Children's Thinking Developmental Function and Individual Differences*, Books/Cole Publishing Company, Pacific Grove California, (45-66).
- 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).



ABSTRACT

## Psychological Approach on Common Core of Misconceptions by Pascual-Leone's neo Piagetian Theory.

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

The purpose of this article is to find out psychological mechanism on the core of misconceptions.

Theoretical frame to search for the core of misconceptions is based on the Pascual-Leone's neo Piagetian theory. Although Pascual-Leone's theory is a cognitive developmental theory, its psychological mechanism gives us new insights on misconception.

According to the comparison between Pascual-Leone's psychological mechanism and the common specifics of misconceptions and their items, conclusions could be summarized as follows:

- 1) Children's misconceptions and LC learning structures have the same nature.
- 2) Structures in items of misconceptions and misleading factor structures in cognitive tasks affect mental process with the same mechanism.
- 3) LC learning structures was activated preferentially in knowledge structures by F operator, with the same activation mechanism, the process children's misconceptions was activated firstly among other conceptions could be explained.