

정보처리과정과 인지구조의 탐색

朴 泰 秀

— 목 차 —

1. 지식의 표상과 인지구조
 2. 인지구조에서 서술적 지식과 절차적 지식
 3. 의미 기억과 삽화 기억
 4. 인지구조의 측정 방법
 5. 인지구조의 탐색방향
- ※ 참고문헌

1. 지식의 표상과 인지구조

최근 많은 사람들은 교육을 단순한 사실의 획득뿐만 아니라, 사실들을 의미있는 전체로 연결시키는 복잡한 인지구조를 발달시키거나 변화시키는 수단이라고 보고 있다 (Shuell, 1985). 이 때 중요한 교육적 질문은 어떻게 하면 학생들이 새로운 정보를 받아들이는 데 적합한 인지구조를 형성하거나 기존의 인지구조를 변화시키도록 도울 수 있는가 하는 것이다. 이러한 질문에 대한 가능한 대답은 교과내용과 인지구조를 측정하고 제시할 수 있는 방법에서 찾아볼 수 있다.

교과내용은 위계적으로 조직된 일련의 개념들로 구성되어 있다. Ausubel (1963)에 의하면, 교과내용은 하부의 지각적 자료에서 상부로 갈수록 추상적, 일반적 개념이 위치하고 있으며, 이것을 지식의 논리적 구조라고 하였다. 그리고 각 교과목의 구조적 개념은 가르쳐질 수 있고, 이것이 학습되면 학습자의 심리적 지식구조, 즉 인지구조가 된다고 하였다. 심리적 지식구조는 새로운 정보를 획득하면 기존의 정보체계에 동화하거나 재조직되며, 새로운 정보

의 흡수 정도는 기존 지식과 어느 정도 관련되느냐에 따라 달라진다. Ausubel 의 이와 같은 이론에 대한 재해석으로 김연주(1982)는 지식의 논리적 구조가 학습자료의 구성 방법과 자료 제시의 순서 및 수업진행의 순서에서 중요한 의미를 지닌다고 하였다. 다시 말하면, 학습자료의 조직과 제시의 순서가 지식의 논리적-심리적 구조와 일치하는 방식으로 이루어질 때, 학습의 성과가 극대화된다고 보는 것이다.

인지구조를 기술하려는 데는 두 가지의 일반적인 목적이 있다. 하나는 어떻게 인간의 마음이 작용하는가, 어떻게 학생들이 배우며, 어떤 지식을 학생들이 소유하고 있고, 어떻게 지식들이 심리학적으로 발달되어 가는가 하는 등의 과학적인 이해요, 다른 하나는 교수-학습 과정에서의 처방적인 수행에 그 목적이 있다 (Shuell, 1985).

또한 인지구조를 기술하기 위한 노력에 있어서 고려해야 할 문제로는 두 가지를 들고 있다. 하나는 지식의 locus 와 본질에 대한 것이고, 다른 하나는 각각의 loci 내에 존재하는 지식의 서로 다른 유형에 대한 것이다. 첫번째 고려할 지식의 locus 와 본질에 대한 문제란 지식이 하나의 객관적 실체로서 실제 생활에 존재하는가, 혹은 심리학적 실체로서 개인의 마음 속에 존재하는가에 대한 논쟁을 가리킨다. 많은 사람들은 지식이란 사실과 관계에 대한 객관적인 집합체로서 특정 학문을 구성한다고 생각하는 경향이 있다. 이러한 학문은 책과 백과사전에 존재하는 것이고, 학교에서는 학생들에게 가르치는 지식을 구성한다고 보는 것이다. 반면에 일부 심리학자들의 경우, 지식은 개인의 마음 속에 주로 존재하는 어떤 것이라고 보며, 어떤 분야의 학문이란 그 분야에서 유사한 정신적 표상을 지니고 있는 전문가들의 지식 표상이라고 보는 것이다. 이러한 구분은 근본적으로 논리적-개념적인 측면과 지식 표상의 심리학적-인지적 측면과의 구분이라고 할 수 있다 (Shuell, 1985).

그러나 지식은 단 하나의 실체로 잡혀지지 않는다 (there is no one body of knowledge). 특정 주제에 대한 지식은 여러 서로 다른 자리에 위치하고 있을 수 있으며, 이러한 지식의 묶음들은 서로 관련되어 있는 반면, 중요한 방식에서 서로 차이가 있을 수 있다. Gilbert 등은 과학을 예로 들어, 서로 다른 지식체가 위치하는 다섯 가지의 '자리'(locations), 즉 ① 과학자의 과학 (scientists' science), ② 과학 과목 (curricular science), ③ 교사의 과학 (teachers' science), ④ 아동의 과학 (children's science), ⑤ 학생의 과학 (students' science) 을 제시하였다. 또한 West 등은 공적 지식 (public knowledge)과 개인적 이해 (private understanding)로 구분하였고, Champagne 등은 배우지 않은 학생 (uninstructed students), 초심자 (novices), 전문가 (experts)의 지식 표상으로 나누기

도 한다. 이러한 다양한 지식의 구분들 간에는 질적, 양적인 차이가 있으며, 가장 효과적인 교수가 가능하기 위해서는 이러한 차이를 의미있는 방식으로 상호 관련시키지 않으면 안될 것이다 (Shuell, 1985).

인지구조를 기술하기 위한 두 번째 고려할 문제는 서로 다른 loci 내에 존재할 수 있는 지식의 유형에 관한 것이다. 현대 심리학에서 가장 보편적인 지식의 구분 방식은 명제적 지식 (propositional knowledge) 과 절차적 지식 (procedural knowledge) 으로 나누는 것이다 (Shuell, 1985). 대체로 명제적 지식은 조직된 지식체를 가리키는 것으로 인지구조를 기술하고자 하는 거의 모든 시도는 이 명제적 지식에 초점을 맞춘 것이다. 그리고 절차적 지식은 어떤 과제를 수행하는 데 필요한 다양한 절차들을 수행할 수 있는 개인의 능력을 나타낸다. Gagné는 이런 유형의 지식을 지적 기능 (intellectual skill) 이라고 불렀다.

그러나 지식은 이런 두 가지 유형에만 국한되지는 않는다. Gagné와 White (1978)는 조직된 기억의 구조로 ① 지적 기능, ② 명제의 망조직, ③ 영상, ④ 삽화 등의 네 가지 유형을 제시하였다. 또한 교육 분야에서도 지식의 여러 유형 간의 구분을 시도하였는데, 가장 보편적인 체계라고 볼 수 있는 것은 Bloom (1956)의 교육목표분류학과 Gagné(1977)가 제시한 학습 결과의 다양한 유형이라 하겠다.

서로 다른 지식의 유형이 존재한다는 것을 인식하는 일은 지식이 어떻게 표상되는가에 대한 이론적 이해와 함께 교육적 실천에 중요한 함의를 갖는다. 지식의 한 가지 유형을 습득한다는 것이 다른 지식의 유형을 포함하는 관련 과제 수행을 자동적으로 가능하게 하는 것은 아니다. 다시 말하면, 어떤 것에 대한 학습은 그 학습자가 그 정보를 방법적으로 적용할 수 있을 것이라는 것을 의미하지는 않는다. 왜냐하면 근본적으로 서로 다른 지식의 유형이 개재되어 있기 때문이다.

그렇다면 인지구조에서 지식은 어떻게 표상되고, 어떤 과정에 의해서 이루어지는가? 연합주의 망상 모델 (associative network models) 에 의하면, 인지구조는 개념을 나타내는 마디 (nodes) 와 개념 사이의 관계를 나타내는 연결들의 망으로 되어 있다 (Hayes-Roth, 1977). 그 망의 특정 부위의 지식은 관련된 연결을 따라 마디에서 마디로 확산되면서 활성화된다. 망상 모델의 인지구조에서는 두 종류의 학습이 고려되고 있다. 하나는 새로운 지식에 대한 표상을 위한 마디이고, 다른 하나는 특수한 마디와 연결의 강도에 대한 양적 변화이다. Hayes-Roth (1977)는 지식-집합 이론 (knowledge-assembly theory, 이하 K-A 이론이라고 함)에서 이러한 지식의 획득과 표상, 그리고 과정을 설명하고 있다. 이 이론은

새로운 지식의 학습은 실무율 (all or none) 적으로 활성화되는 지식구조의 하위 수준의 요소에 대한 발달과 강화로써 시작한다는 것을 가정한다. 하위 수준의 지식 표상은 상위 수준의 지식 표상으로 통합되고, 계속적으로 체계화된다고 보는 것이다. 궁극적으로 완전한 지식의 구조는 유일하고 통합되고 실무율적으로 활성화될 수 있는 기억 표상을 갖는다.

이상과 같은 인지구조에서의 정보처리과정은 다음과 같이 특정지을 수 있다. 학습은 지식구조의 기초 구성 성분이 기억 표상에 확립됨으로 일어난다. 일단 기억 표상이 확립되면 이 기억 표상들은 실무율적으로 활성화되고 적절한 성분을 포함한 자극이 주어진다. 이 기초적인 표상은 경험이 부가됨으로써 더 강해지고 그들 사이에 상관적 연합이 확립된다. 그리고 관련된 표상의 흔적은 연합적 연결을 따라 한 표상에서 다른 표상으로 확산되는 자극 (excitation)에 의해 활성화된다. 그리고 연합된 표상의 흔적은 경험에 의해서 더 강해진다. 이처럼 표상들의 연합과 강화와 확립, 그리고 연합된 표상 흔적의 통합은 학습과정에서 반복적으로 적용된다.

지식-집합 이론은 Hebb (1949)의 신경-집합 이론 (cell-assembly theory, 이하 C-A 이론이라고 함)의 확장과 정교화에 의해 조망될 수 있다. Hebb는 일련의 신경군이 하위 수준의 자극들을 표상한다고 가정한다. 자극들의 지각은 표상기능의 C-A에 운동을 일으킨다. 충분한 활성화는 특정의 자극을 받은 신경들이 굳어지기 전에 발생해야 한다. 만약 몇몇 C-A들이 동시에 활동하면, 미래에 동시적인 활동을 유용하게 하는 연결들이 C-A 사이에 확립된다. 반복된 활성화로 연결된 집합들은 이전에 부분적으로 표상된 정보를 결합하여 표상하는 하나의 C-A로 통합된다. 이러한 과정은 존재하는 집합들에 반복하여 적용될 수 있다.

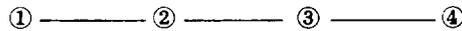
이와 같은 C-A 이론에 근거한 K-A 이론은 정보구조의 하위 수준의 인지단위 (cogits = 가장 작은 정보구조)가 학습되는 동안 연합, 강화, 그리고 획득된다고 가정한다. 지식구조가 일단 단일한 표상을 획득한다면, 그것은 사전에 구성된 인지단위 표상이 단일 표상을 해체함으로써 활성화될 수 있다. 성분들 중 어느 하나의 활성화는 그것을 포함하는 더 큰 단위로 복위시키는 데 공헌한다. 이처럼 K-A 이론은 인지단위 표상이 학습을 진행함으로써 상위 수준의 표상으로 계속하여 집합됨을 가정한다. 다른 한편으로는 기억의 기능적 단위들 (cogits)의 정체가 학습과정으로 변화하여 학습된 정보에 부과된 어떤 구조가 인지단위들의 진화에 영향을 미친다. 몇몇 연구들은 이와 같은 K-A 이론의 단일한 상위 수준의 기억표상이 낮은 수준의 표상으로부터 점차적인 구성을 통해 획득된다는 가정을 지지한다 (LaBerge

& Samuels, 1974).

앞에서 살펴본 바와 같이 지식의 표상은 여러 가지 형태로 제시될 수 있다. 일례로, 지식의 형태를 요소(인지단위)의 망조적으로 본다면, 그들은 서로 다른 형태 또는 지식의 정도와의 상호 관련성을 가지는 망조적으로 생각해 볼 수 있다. 다음의 4가지 명제를 살펴보자.

1. 콜럼부스는 이탈리아에서 태어났다.
2. 콜럼부스는 중국으로 항해할 수 있다고 생각했다.
3. 중국은 향료의 원산지이다.
4. 향료는 나쁜 음식의 냄새를 없애는 데 필요하다.

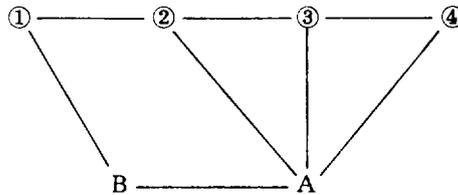
여기서 명제 1과 2는 콜럼부스, 2와 3은 중국, 3과 4는 향료라는 공통 용어로 연결되어 있다. 이러한 지식의 형성은 다음 <그림-1>과 같이 하나의 연쇄(chain)를 이루고 있다.



<그림-1> 지식의 1차적인 표상

그런데 여기에 다음의 두 가지 명제를 첨가하면 다음 <그림-2>와 같은 형태를 이루어 더욱 치밀해지고 더 많은 상호 관련성을 갖게 된다.

- A. 마르코폴로는 중국으로부터 향료를 가져왔다.
- B. 마르코폴로는 이탈리아 사람이다.



<그림-2> 지식의 2차적인 표상

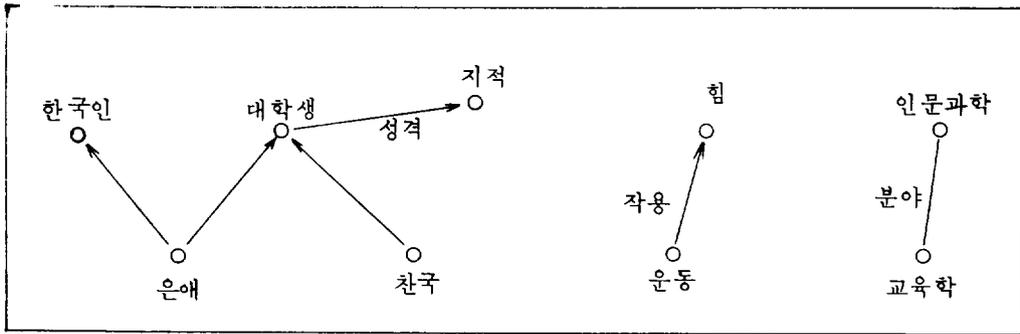
이번에는 보다 많은 명제들을 가지고 다른 형태의 지식표상을 생각해 보고자 한다.

1. 은애는 한국인이다.
2. 찬국이는 대학생이다.

3. 대학생은 지적이다.
4. 운동은 힘이 작용할 때 일어난다.
5. 교육학은 인문과학의 한 분야이다.
6. 은애는 대학생이다.

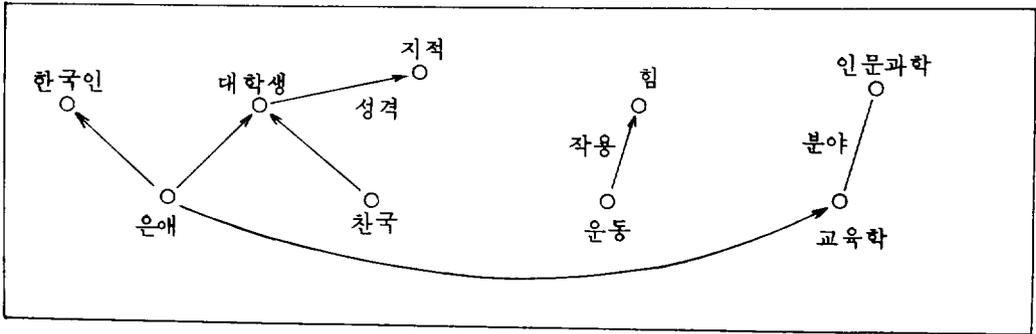
이와 같은 명제들은 우리들의 기억 속에 개별적으로 기억되어 있는 것이 아니다. ‘은애’ 라는 인간에 대한 정보는 ‘은애’에 관한 정보로 정리되어 있을 것이다. 또한 ‘대학생’과 같은 일반적인 개념에 대해서도 정리되어 있을 것이다. 인간이 어떤 문제를 생각하고 있을 경우에는 그 문제에 관계가 있는 정보만이 이 구조화된 정보 속에서 끌어내진다. 이와 같은 지식 또는 정보의 체계적인 조직화가 인간에게 있어서 정보처리의 효율을 가져온다. 그리고 이와 같은 지식의 상호관계를 인지구조상에 반영하려고 하는 것이 의미의 망조직 (semantic network) 이다. (사이언스, 1986).

앞의 1~6까지의 정보를 의미의 망조직 (지식표상)으로 표현해 보면 <그림-3>과 같다.



< 그림 - 3 > 의미적 망조직의 1차적인 예

위의 의미적 망조직에서는 3가지 지식이 통합적으로 정리되어 있고, 그것들은 상호 독립되어 있다. 이러한 지식에 새로운 명제, “7. 은애의 전공은 교육학이다.”를 첨부하면, 다음 <그림-4>와 같이 되어 ‘은애’에 대한 정보와 ‘교육학’에 대한 정보가 상호 관련되어진다. 이처럼 지식을 구조화하여 갖고 있는 것은 관련 정보의 탐색을 보다 쉽게 하는데 도움이 된다.



〈 그림 - 4 〉 의미적 망조직의 2차적인 예

2. 인지구조에서 서술적 지식과 절차적 지식

수업과정에서 일어나는 학습자의 인지구조의 변화는 기억구조와 기억과정으로 나눈다. 흔히 기억구조는 서술적 지식 (declarative knowledge) 으로, 기억의 과정은 절차적 지식 (procedural knowledge) 으로 부르고 있다 (Ryle, 1949; Greeno, 1978).

이 양자는 상호 관련되어 있으나, 일반적으로 인지구조라고 할 때에는 서술적 지식의 차원에서 다룬다. 예를 들어, 물리학에서의 서술적 지식의 구체적 영역은 사실 (해면에서 중력에 기인하는 가속도는 9.8 m/s^2 이다.), 개념 (가속도), 명제 (가속도는 망 에너지에 비례한다), 이론 (운동은 어떤 힘이 작용할 때 일어난다) 이다. 서술적 지식의 두 가지 중요한 특성은 요소와 구조이며, 이들의 단위는 개념과 명제 그리고 셰마이다. 개념들 간의 관계는 마디로 연결되어 있으며, 이러한 개념들 간의 관계가 명제를 형성하고, 셰마는 보다 큰 구조단위로서 사물, 또는 사건의 종류에 관한 서술적 지식을 표현할 때 사용된다. 그리고 이러한 서술적 지식은 절차적 지식 (문제해결 전략) 에 영향을 미친다 (White, 1985).

이러한 기억구조의 구분은 증전의 Ryle (1949) 의 “knowing what ~” 과 “knowing how ~” 의 방식과 유사하다. 여기서 “knowing what ~” 은 “~라는 사실을 아는 것” 즉 “16의 평방근의 값을 아는 것” 에 해당하며, “knowing how ~” 는 “~을 할 줄 아는 것” 즉 “타이프라이터의 사용방법” 을 아는 것에 해당된다 (Kolers & Roediger, 1984). 이와 관련하여 Gagné (1977) 는 장기기억 내에 있는 개념은 주로 어떤 명제에 대한 의미적 형태로 구성되어 있으며, 이러한 의미적 형태는 다른 여타 의미적 형태와 망조직을 형

성하고 있다고 하였다. 또한 Gagné와 Glaser (1987)는 장기기억 내에 있는 이러한 의미적 망조직을 심상, 서술적 지식과 절차적 지식, 도식망 (schemata), 학습 용량 (capabilities)으로 구분하였다. 여기서 서술적 지식이란 명칭이나 사실과 같은 언어지식을 말하며, 절차적 지식은 법칙 활용과 같은 지적 기능에 해당하는 지식을 말한다 (양용철, 1987, 재인용).

학습과 기억에 관한 연구에서는 흔히 운동과정 (motor processes)과 언어나 사고를 기초로 하는 과정으로 구분되어 왔다. 대체로 운동 기능은 절차적 (procedural)인 것으로서 기계적이고 흥미없는 것으로 간주되어 왔으며, 언어 내지 사고 활동에 의한 것은 지적이고 중요한 것으로 간주되어 왔다. 절차적 또는 기능적인 학습은 종종 사람들에게 별들을 추적하거나, 거울을 통해 손을 보면서 글을 쓰게 하는 방식으로 실험이 이루어져 왔고 (Hovland, 1951), 언어 기능은 피험자들에게 문단이나 단어 목록의 연상 등을 학습하게 함으로써 실험이 되었다. 그러나 이러한 이분적 구분은, 운동과정은 인지 없이 어떻게 진행될 수 있는가, 지적인 과정은 운동 표현 없이 어떻게 이루어지는가 하는 문제를 제기해 왔다 (Kolars & Roediger III, 1984).

이와 같은 서술적 및 절차적 지식의 구분은 원래 논리학자들 사이에서 문장의 형태를 설명하기 위하여 시도되어 왔다. 몇몇 심리학자들은 그러한 구분의 지식이 기억의 형태를 결정짓는 것이라는 가정을 한다. 즉, 서술적 지식은 의미적 기억과 동일시되어 왔고 (Collins & Loftus, 1975), Tulving (1983)의 기억체제에서는 의미적 기억이나 삽화적 기억으로 간주되어 왔다. 그리고 절차적 지식은 “노력”이나 “주의 (attention)”가 필요없을 때, 자동적으로 항상 작용한다고 여겨지는 “기능 (skill)”과 동일시되었다 (Hasher & Zacks, 1979; Posner & Snyder, 1975; Wood, 1983). 한편, 일부 학자들은 인간의 정신작용이 서술적 지식에 의해 조작되는 것이 아니라 절차적 지식에 의한 것이라고 주장하고 있다 (Kolars & Roediger III, 1984).

절차적 지식의 중요성을 강조하는 사람들은, 읽기나 듣기를 통해 얻어지는 지식은 지각자 (perceiver)의 인지 기능에 의존한다고 주장한다. 이들은 이러한 인지 기능은 대부분의 서술적 지식을 강조하는 사람들이 피상적이라고 강조하는 음성의 억양이나 음조, 인쇄 활자, 행간의 여백, 또는 글자의 방향 등이 기억 내에서 메시지를 표상하는 데 탁월한 역할을 한다고 믿는다. 그러나 언어의 의미적 측면에만 몰두한 사람들은 인간의 경험에서 얻어지는 지각적인 속성을 무시하였다. 이로 인해 언어적 묘사가 어려운 꽃의 향기, 얼굴 표정, 음악 소

리 등의 경험을 기억에서 중요하게 다루지 않았다.

지식의 절차주의적 견해를 강조하는 사람들 중에는 절차적 지식이 인간의 기억 활동을 효과적으로 돕는다는 연구 결과를 제시했다. Kirsner (1973)는 인쇄된 단어를 같은 활자체로 되풀이 보여주는 것이 그렇지 않을 때보다 더 잘 알아볼 수 있다는 것을 밝혔으며, Bothkopf (1971)는 책표지의 색깔, 또는 특정 항목의 페이지에서 읽을거리와 관계없는, 즉 글자나 그림의 위치 같은 것을 사람들은 기억하고 있다고 지적한다. 또한 Fisher와 Craik (1977)는 언어의 의미적인 특징과 비교하여 바른 철자 또는 음절의 모양이 기억 효과를 높인다는 것을 검증하였다. 이처럼 정신과정에 관한 절차적 설명은, 개인이 과제를 수행하는 실질적 행동인, 관찰될 수 있는 것에 초점을 맞추고 있다. 따라서 정신의 형이상학적 속성에 의한 서술적 설명에 의한 것보다 바람직하다고 보는 것이다. 이와 같은 결과에 따른 주장은, 인간의 정신작용이 가설적인 정신의 내용과 구조라는 의미로 표현되기보다는 개인의 지각적 인지 작용에 기울이는 절차와 기능에 기초를 두어야 한다고 보는 것이다.

한편 인간의 기억 내에서의 지식은 서술적 또는 절차적으로 구분되어 기억 활동을 돕는 것이 아니라 이 양자의 지식이 복합적으로 작용하는 것이라고 보는 경향이 있다. 이를테면, 서술적 지식은 어떠한 기능을 수행하는 과정에서 의식적으로 해석되는 과정을 거치게 되는데, 이럴 경우 기능 수행의 속도는 느려지게 된다는 것이다. 왜냐하면, 대부분의 기능은 요소 기능들의 복합으로 구성되어 있고 기능 수행은 시간적 제약을 받기 때문이다. 마찬가지로, 절차적 지식은 조건과 행동의 연합으로 표상되는 생성체제로 이루어져 있어서 행동이 자동적으로 수행되도록 되어 있으나, 이렇게 습득된 기능은 의식적 기능이 불가능하고 적용 범위가 극히 제한되며 경직성을 띠게 된다는 것이다 (Anderson, 1981).

박진현 등(1987)은 이와 같은 지식의 두 유형이 복합적으로 작용한다는 것을 설명하기 위해 “시이소오 타는 기능”을 예로 들고 있다. 시이소오 타는 방법에서 “무게와 거리의 반비례 관계를 아는 것”은 서술적 지식에 해당되며, 이러한 원리를 모르는 상태에서 감각적으로 거리를 조절해 가며 “시이소오를 탈 줄 아는 것”은 절차적 지식에 해당된다. 따라서 시이소오를 타는 운동기능은 일반적으로 서술적 지식과 절차적 지식이 복합적으로 작용하는 것이라고 보는 것이다.

3. 의미 기억과 삽화 기억

Tulving (1972)이 인간의 기억을 의미 기억 (semantic memory) 과 삽화 기억 (epi-

sodic memory) 으로 나눈 뒤, 이들 양자간의 차이를 밝히기 위한 연구가 이루어져 왔다 (McKoon, 1979). 대체로 의미 기억은 단어들과 다른 언어적 기호, 그리고 이러한 기호와 개념간의 관계 조작을 위한 규칙, 공식 등에 관해 인간이 지니고 있는 조직된 지식이라고 정의되고 있다. 반면에 삽화 기억은 개인적 경험, 일시적인 에피소드나 사건, 그리고 이러한 사건들 사이의 시간적-공간적 관계에 관한 지식이라고 이해되어 왔다.

기억에서의 이러한 구분이 가능하다 하더라도 의미 기억은 삽화 기억을 포함한다. 예를 들면, 지난 일요일에 교회에 갔다는 사실을 기억한다면, 그러한 사실은 삽화적 기억에 해당된다. 그러나 매주 월요일에 교회를 나간다면, 결국 교회에 나가는 일은 매주 일요일이라는 사실을 학습하게 된다. 이와 같은 많은 삽화적 기억들의 관계가 규칙을 이루어서 하나의 의미 기억이 된다. 이런 점에서 볼 때, 삽화 기억과 의미 기억은 기억 속에서 나무와 같은 구조를 이루고 있다고 생각할 수 있으며, 아래에서 위로 올라갈수록 추상적이고 복잡한 정보가 될 수 있다. 다른 예를 하나 더 들어보기로 한다. 만일, 어떤 사람이 복잡한 단어들의 정의를 내릴 수 있거나, 9×5 와 같은 곱셈을 할 수 있다면, 이러한 사실은 의미 기억에 해당될 수 있다. 그러나 하나하나의 단어의 정의를 외우거나, 곱셈의 법칙을 외우는 일은 삽화적 기억이 될 수도 있다. 이러한 시사가 주는 것은 삽화적으로 저장된 정보가 의미적으로 저장될 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같이 의미적 정보는 시-공간적으로 관련된 개별적 기억으로부터 도출된 것이라는 생각이 간접적으로 지지를 받아왔다 (Nelson, 1977 ; Petrey, 1977).

만일 기억 내에서의 정보체제가 의미 기억과 삽화 기억으로 분리될 수 있다면, 두개의 체제 속에 있는 정보는 독립적으로 파악될 수 있어야 할 것이다. McKoon (1979) 은 의미적 정보와 삽화적 정보가 독립적으로 파악될 수 있는지를 알아보기 위하여 의미 기억 과제, 즉 어휘 결정 과제 (lexical decision task) 를 사용하였다. 이 연구 결과, 잘 알려진 의미적 정보와 새로 학습한 삽화적 정보는 상호작용을 하고 있다는 것이다. 이러한 상호작용은 이 두 가지 정보를 구분하지 않은 모델에서 일관적으로 나타나고 있으며, 이러한 두 종류의 정보는 하나의 기억체제 속에 저장되어 있기 때문에 이들의 상호 작용을 예견할 수 있다.

반면에 삽화적 정보와 의미적 정보를 구분한 모델에서는 각각 다르게 나타났다. 삽화적 기억에서는 개인적인 것을 언급하였고, 강한 상황적 효과를 나타내는 정보와 관련되었다. 그러나 의미적 기억은 개인적 언급도 없고, 강한 상황적 효과도 나타나지 않으며, 보다 영구적인 정보와 관련되었다. 그러나 이러한 구분에서는 각각의 기억에서 나타난 속성이 왜 관

련되는지를 설명하지 못하고 있다.

위의 실험연구 결과를 볼 때, 의미 기억과 삽화 기억을 기능적으로 분류하기는 어렵다는 사실을 알 수 있다. 왜냐하면, 상황적 효과에서도 새로 학습된 삽화적 정보뿐만 아니라 잘 알려진 의미적 정보도 함께 발견될 수 있으며, 망각적인 특징에도 삽화 기억과 의미 기억을 분류하기 어렵기 때문이다. 말하자면, 의미 기억에 있어야 할 사실이 잊혀질 수가 있고, 삽화 기억에 있어야 할 사실이 그 시간이 지난 몇 년 후에도 기억되는 수가 있다. 따라서 이러한 두 가지 기억의 구분을 위해서는 이러한 구분을 타당하게 설명할 수 있는 실증적인 결과를 발견할 수 있어야 한다.

Konold와 Bates (1982)는 의미 기억과 삽화 기억 간의 구분을 보다 명확하게 하는 연구를 수행하였다. 그들은 개인에 따라 인지구조는 위계상 낮은 수준에 머물러 있거나 높은 수준에 머물러 있을 것이라는 가정을 하고, Bloom (1956)의 교육목표 분류와 관련하여 기억의 구분을 하고자 하였다. 그들은 구조과제 (structure task)와 학업성취와의 관계 연구에서, 낮은 지식 수준의 학업성취보다 높은 지식 수준의 학업성취가 구조과제와 더 큰 상관성이 있음을 밝혔다. 그리고 이러한 학업성취 수준과 구조과제와의 상관관계를 의미 기억과 삽화 기억에 관련시켜 볼 때, 삽화 기억의 일시적 사건의 회상보다는 의미 기억에서의 조직된 개념의 회상과 더 관련이 있음을 시사했다.

삽화적 지식과 의미적 지식 간의 구분은 목표분류에서 제시된 다양한 수준의 지식과 구조과제에서의 문항들 간의 관련성을 규명할 때 가능해진다. Bloom의 목표분류는 정보의 삽화적인 것(지식, 이해 수준)에서부터 차츰 의미적 통합을 필요로 하는 목표(종합, 분석)로 진행되어 간다. 이런 점과 관련해 볼 때, 구조화에 의한 과제의 수업은 보다 높은 학업성취를 가져올 것으로 본다.

4. 인지구조의 측정 기법

오랫동안 인간의 인지적 지식을 기술하기 위한 시도는 표준화된 심리측정 방법들을 사용해 왔다. 이러한 방법은 다음 몇 가지의 가정들에 기초하고 있다.

- ① 연합과 자극-반응 관계에 기초한 지식을 모델로 한다.
- ② 지식의 질적 측면보다는 양적 측면에 초점을 둔다.
- ③ 통계적 요인과 특정 형식 (format)에 주안하는 방식을 사용한다.

이러한 가정은 지식을 심리학적 실체로서보다는 특정 학문(교과)의 형태로 존재한다고 보는 데 있다. 이러한 심리측정적 접근은 많은 상황에서 유효한 것으로 평가받아 왔으나, 점차 지식의 여러 유형들의 복잡성을 파악함에 있어서 그 한계를 나타내기에 이르렀다. 이에 따라 지식의 표상과 인간의 인지구조의 기술에 보다 새롭고 적절한 방법들이 개발되어 왔다 (Shuell, 1985).

Shavelson과 그의 동료들(1975)은 개념의 상호관련성 계수(coefficient of concept interrelations)를 사용하는 여러 가지 심리측정 기법, 즉 단어 연상(word association), 그래프 구성(graphic construction) 카드분류 과제(card-sorting task) 등을 주요 교수 개념들의 유사성을 측정하는 데 사용해 왔다. 그들은 이러한 측정 기법이 인지구조와 내용 구조를 측정하는 타당한 방법이며, 이를 통해 인지구조를 교수 기능으로 바꿀 수 있음을 보여 주었다. 또한 Driscoll(1985)도 그의 인지구조 측정 연구에서 Shavelson 등이 사용한 심리측정 도구들이 인지구조에서 개념들 사이에 어떠한 관계가 존재하고 있고, 이러한 관계들이 어떠한 속성을 가지고 있는지를 밝혀보려 하였다.

정보처리 심리학자들(Lindsay & Norman, 1977; Estes, 1978; Greeno, 1978)은 선택된 환경의 특징을 영구적으로 기록해 두는 장기기억 저장소를 가진 인간기억 모델을 개발하였다. 장기기억에 저장된 정보는 개인이 어떻게 그의 환경과 상호 작용하는가를 결정함에 있어서 중요한 변인이 된다고 보고, 장기기억에 있어서 정보는 명제적(서술적) 형태로 저장된다는 견해를 피력했다. 이러한 견해에 따라 지식이 어떻게 명제적 형태로 저장될 수 있는가에 대한 이론적 모델에 대한 노력을 기울여왔다(Norman & Rumelhart, 1975).

Stewart(1980)는 지식표상의 형태로 개념도(concept maps)와 의미의 망조직(semantic network)을 제시하였다. 그는 인간기억의 이론적 모델로서 서술적 지식이 저장되어 있는지를 탐색하고자 하였으며, 인지구조를 ① 임상 면담, ② 서술적 지식, ③ 절차적 지식의 측면에서 측정하고자 하였다. 서술적 지식의 측정 기법은 다시 ㉠ concept-map line labeling task, ㉡ tree construction line labeling task, ㉢ concept relation task, ㉣ sentence generation task, ㉤ essay test로 구분하였다. 그리고 절차적 지식 측정 기법은 ㉠ thinking aloud protocols, ㉡ stimulated recall로 구분하였다.

몇 가지 인지구조 측정을 위한 접근 중 Speller(1983)는 네 가지 측면 — ① 전반적인 조직의 패턴, ② 표상되는 정보의 종류, ③ 표상의 단위, ④ 정보의 단위들 간의 관계의 본질 — 을 제시하였다. 그는 이런 측면을 근거로 서로 다른 다섯 가지 지식표상의 모

델을 제안하였다. 그것은 ㉠ 개념 모델 (concept models), ㉡ 명제적 문법모델 (propositional grammar models), ㉢ 스키마 모델 (schema models), ㉣ 연산모델 (algorithm models), ㉤ 컴퓨터 시뮬레이션 (computer simulation)이다.

한편, Champagne 등 (1985)은 물리학 학생들의 인지구조를 변화시키기 위한 연구에서 다섯 가지 인지구조 측정 기법을 사용하였다. 이들이 사용한 기법을 보면, ① free sort task, ② tree construction task, ③ word association task, ④ concept structuring analysis technique, ⑤ DOE interview 로서, 처음 세 가지 기법은 집단으로 실시되었고, 나머지 두 가지는 개별적으로 실시되었다. 이러한 기법은 대체로 학생들에게 물리적 상황을 제시하고, 수행된 조직을 기술하고, 조직 결과를 예언하며, 예언에 사용된 지식을 기술함으로써 개념의 구조 조직과 개념 적용에 관한 자료를 얻도록 되어 있다.

이상에서 1970년대부터 활발하게 연구되어온 인지구조의 측정 기법을 개괄적으로 살펴본다. 그러나 이러한 기법들은 그 절차가 복잡하고 통계 분석이 까다로우며, 분석 결과의 신뢰에 대해서도 의문이 제기되어 왔다. 다음은 지금까지 논의되어온 일부 비판자들의 견해를 제시해 보고자 한다.

대체로 연합주의 도식자들 (Shavelson, 1971 ; Preece, 1976 ; Rudnitsky, 1976)은 인지구조와 내용구조 간의 관계에 관심을 가져왔으며, 종종 “학생의 인지구조는 어느 정도 수업에서 다루어지는 내용구조를 반영할 수 있는가”라는 질문을 해 왔다. 이들은 인지구조를 주로 그래프에 의해 측정하고자 하였다. Shavelson (1971)은 인지구조는 ‘단어 결합’에 의한 것으로서, 장기기억에서 반응의 순서가 곧 개념구조의 주요 부분을 반영한다고 가정하였다. 이러한 가정은 반응의 순서가 얼마나 중요한가를 명백하게 나타내지는 않지만, 반응 순서가 인지구조에 있어서 ‘근접성’을 의미하는 것이라고 할 수 있다. 그러나 Strike와 Posner (1976)는 이러한 Shavelson의 주장에 대해 반대 의견을 제시하고 있다. 만일 인지구조가 학습된 내용구조의 결과라고 할 때, 개념의 근접이 개념을 연결하는 ‘의미 관계’를 나타낼 만한 근거가 없다는 것이다. 예를 들어, 다른 인지구조를 가진 두 학생이 단어 연상 과제에서 다음과 같은 반응을 보였다고 하자.

학생 A : work, force, distance

학생 B : work, force, distance

이 두 학생들은 같은 인지구조를 가졌다고 할 수 있는가? 그 대답은 ‘그렇다’고 말하기 어렵다는 것이다. 왜냐하면, 학생 A는 $\text{work} = \text{force} \times \text{distance}$ 라는 인식을 가지고

반응했을지도 모르며, 반면에 학생 B는 $\text{distance} = \text{work} \times \text{force}$ 라는 인식을 가지고 반응했을 수도 있기 때문이다 (Stewart, 1979).

나무구조 기법 (tree construction technique) 에서도 이와 같은 비판의 견해가 있다. 가령 두 학생이 그래프 과제에 대한 반응으로 "mass — weight" 와 같이 동일한 그래프를 그렸다고 하자. 이 때 한 학생은 심리과정의 구조와 내용구조의 것이 같은 관계임을 나타냈을 수도 있고, 다른 학생은 그 개념들을 동의어로 간주해서 그렸을 수도 있다. 그러나 나무구조 기법에서의 배열은 동일한 것이다 (Stewart, 1979).

이러한 연합주의자들의 그래프에 의한 인지구조 측정방법이 비판을 받기 시작하자 새로운 인지구조 연구자들 (Newell & Simon, 1972 ; Lindsay & Norman, 1977 ; Estes, 1978 ; Greeno, 1978) 은 정보처리를 보다 정교하게 하려는 시도를 했다. 즉 지식을 어떻게 하면 명제적 형태로 장기기억에 저장할 수 있는가에 대한 이론적 모델을 개발하려고 노력했다. 이들이 사용한 인지구조 측정기법은 주로 임상 면담을 하거나 지필 검사로서 학생들이 관련 개념 영역에 관하여 보다 구체적인 명제를 도출하도록 하는 것이었다. 그러나 이러한 측정방법도 또한 몇 가지 제한점이 있다. 즉, 이 방법에 의한 과제들은 보다 이해 수준이 높은 대상에 의해서만 사용될 수 있고, 나무 구조나 개념 카드 배열 과정에서 개념들 간의 관계에 대한 중요한 생각이 배제될 수 있다는 것이다.

위와 같은 인지구조에 대한 측정 기법들에 대해서는 계속적인 논의가 뒤따를 것이며, 인지구조를 명백하게 측정하는 방법을 찾기란 쉬운 일이 아닐 것이다. 다음에는 선행 연구에서 많이 사용되어온 몇 가지 인지구조 측정 기법들을 제시하고자 한다.

1) Free Sort Task

이 기법은 지금까지 여러 형태들이 사용되어 왔으며 (Shavelson & Stanton, 1975 ; Gorodetsky & Hoz, 1985), 학생들에게 일정한 수의 개념을 분류하도록 함으로써 범주화하는 과제이다. 우선 어떤 과제의 개념을 분류하는 예를 보여준다. 그리고 미리 나누어준 봉투 안에 단어들이 적혀있는 카드를 꺼내게 한 다음, 함께 묶여질 수 있는 단어들을 분류하게 한다. 이 때 분류된 범주는 어떤 범주라도 가능하다는 것을 알려준다. 학생들이 개념 분류를 마치게 되면, 이미 배부된 답지에 분류한 것을 옮겨 적도록 한다. 이렇게 분류된 것은 개인별로 비교하거나 사전-사후 검사에서 변화된 분류의 내용을 비교한다.

2) Tree Construction Task

이 기법은 Rapoport (1967; Fillenbaum & Rapoport, 1971)에 의해 고안된 것으로 Johnson (1967)이 개발한 위계 군집 (hierarchical clustering)을 이 기법의 분석에 적용하여 개념 사이의 의미있는 거리를 측정하는 방법으로 사용되었다.

우선 일정한 수의 알파벳 순으로 된 카드 목록을 제공한다. 학생들은 서로 가장 관계있다고 생각되는 두 단어를 카드 목록에서 선택하여 쓴 다음, 선으로 연결하고 "1"이라고 쓴다. 다음에 이미 선택된 두 단어와 가장 관련된 것으로 보이는 목록의 다른 단어를 찾아 앞의 두 단어에 더하여 선으로 연결하고 "2"라고 쓴다. 그리고 학생의 판단에 따라 이런 과정을 계속하거나, 만일 앞에서 제시한 목록과 관련이 적으면서 새로운 두 단어가 관련이 깊다면, 이들을 선정하여 새로운 tree를 시작한다. 하나 이상의 tree를 만들었다면, tree끼리 연결하여 제시된 목록의 모든 단어들에 포함되게 한다. 이러한 과제의 수행 결과는 각 개념 간에 가장 관련이 있는 것과 없는 것 등으로 그 관련빈도를 나타내고, 개념간의 의미 있는 관계를 조사한다.

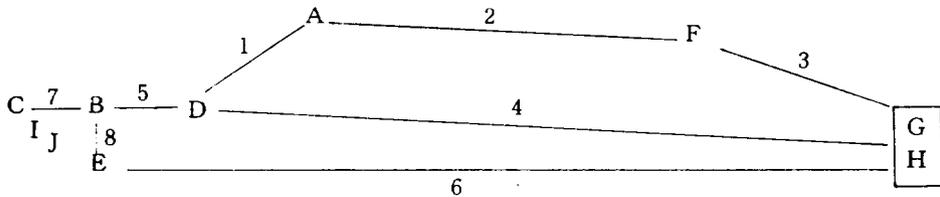
3) Word Association Task

이 기법은 흔히 물리학 학생들의 인지구조에 관한 여러 연구에서 사용되어 왔으며 (Johnson, 1965; Preece, 1976; Shavelson, 1972), 이러한 과제 형태는 개념에 대한 연상적 의미를 판단하는 작업에서부터 시작한다. 학생들은 일정한 수의 자극어 (stimulus words)에 대해 보통 1분 간격으로 가능한 많은 관련된 낱말을 작성한다. 학생들이 자극어와 연상어를 연결시켜 완성하게 되면, 자극어와 연상어를 포함하는 문장을 구성하도록 한다. 이러한 과제의 수행 결과에 대해서는 사전 검사와 사후 검사를 통해 연상된 단어수, 연상된 단어 내용, 자극어에 대한 연상어의 변화 등을 측정한다.

4) Concept Structuring Analysis Technique

이 기법은 Champagne과 Klopfer (1981)에 의해 고안된 방법으로서 일정한 수의 개념을 사용하여 학생의 인지구조를 그래프로 표현하도록 하는 기법이다. 이 기법은 연구자에 따라 서로 다르게 설명되고 있으나 여기서는 Stewart (1980)가 사용한 기법을 중심으로 설명하고자 한다.

학생들은 제공된 개념 명칭이 적힌 카드를 종이 위에 놓고 그 개념을 확인한 후 개념들 간에 서로 가깝다고 생각하는 것들을 중심으로 배열한다. 그리고 관련된 개념들 간에 선을 긋고 그 관계를 기술한다. 만일 이 두 개념이 같이 놓여져서 동일한 개념으로 이해된다면 박스로 두른다 (그림-5의 G와 H). 또한 어떤 개념이 다른 것과 관련이 없다고 생각된다면, 그것은 다른 개념과 연결하지 않고 그대로 둔다 (그림-5의 I와 J). 이제 모든 개념끼리 연결되었다면, 연결된 선에 번호를 붙이고 그 번호가 붙여진 개념간의 관계를 기술한다.



〈그림-5〉 개념구조 분석 기법의 예

5) DOE Interview

학생의 지식을 측정하기 위한 면접 방법은 Piaget 와 그의 동료들에 의한 임상 면담에서 사용되었고, 그 후 수정된 임상면담 기법은 Pines 등 (1978) 의 연구에서 찾아볼 수 있다. DOE (Demonstrate, Observe, Explain) 면담은 물리학과 학생들에게서 더 많은 반응을 얻기 위해 수정된 것이다. 교사가 계속적으로 물리 시범을 보이는 동안 학생들이 그 시범을 관찰하고, 시범의 결과를 예언하고, 예언의 근거를 설명한다. 시범을 관찰하기 전 다른 학생들에 의해 제시된 예언과 설명을 생각해 보기도 하고, 다양한 개념들이 학생들의 대답에서 어떻게 사용되는가를 기술하기도 하며, 그들 자신의 개념과 비교해 보기도 한다. 모든 interview 내용은 녹음된다.

5. 인지구조의 탐색 방향

인지구조에 대한 관심의 고조는 교수나 학습을 2 단계 과정에서 3 단계 과정으로 보는 관

점의 변화를 가져왔다. 지금까지는 교수가 학업성취에 직접적인 영향을 미친다고 생각했으나, 점차 기억과정이 교수와 학업성취 사이에 들어오게 되었다 (White, 1979). 즉, “교수 → 학업성취”의 2 단계 패러다임에서 “교수 → 기억 → 학업성취”의 3 단계 패러다임으로 바뀌어지고 있는 것이다.

이러한 패러다임의 변화에서 생긴 한 가지 결과는 이제 교수에 관한 다른 형태의 방법을 요구한다는 점이다. 이전의 연구자들은 교수 처방이 학업성취에 미치는 영향을 직접 비교했지만, 이제는 교수 처방이 기억, 즉 인지구조에 미치는 영향을 비교하는 것이 필수 사항이 되었다. 그런 다음 인지구조에 있어서의 차이가 그 후의 학업성취에 어느 정도 관련이 되는지를 보게 되었다.

인지구조에 대한 교수 효과를 연구하기 위한 몇 가지 기본적인 패러다임이 있다. 하나는 수업 이전과 이후의 과제 성취 간의 비교를 하는 것이요, 다른 하나는 교과 성적이나 학업성취 검사를 토대로 학생들을 능력 집단으로 나누는 방법이다. 이러한 패러다임은 인지구조와 교과 성취 간의 관련성에 가정을 두고, 구조 점수와 형태 (pattern) 면에서 높은 성취를 보이는 학생과 낮은 성취를 보이는 학생 간의 차이를 보려는 데 있다. 그러나 대체적인 선행 연구에서는 구조 과제 성취와 학업 성취 간에 낮은 상관을 보여 왔다 (Johnson, 1969 ; Traub & Hambleton, 1974 ; Hambleton & Shavelson, 1977). 따라서 인지구조 측정 방법에 있어서 보다 발달된 과제 개발이 필요하게 되었다.

Konold와 Bates (1982)는 인지구조를 단순한 학업 성취의 측정과 관련시키는 데 그치지 않고, 높은 수준의 학업 성취자와 낮은 수준의 학업 성취자 간의 인지구조의 차이를 알아보고자 하였다. 이 연구의 가정은 높은 인지 수준의 학업 성취는 기억의 의미적 구조와 관련이 있는 반면, 낮은 수준의 학업 성취는 삽화적 회상의 결과와 관련이 있을 것이라는 것이다. 이러한 가정에 따라 실시되었던 연구 결과는 부분적으로는 가정과 어긋나기는 했지만 전반적으로는 이러한 가정을 확인시켜 주었다. 따라서 구조화된 수업에서의 성취 점수는 삽화 기억에서보다 의미 기억에서의 개념 조직과 더 관련성이 높다는 지지를 받았다.

한편 Champagne 등 (1985)은 인지구조를 변화시키기 위해 개념형성 전략 (ideational confrontation strategy)의 효과를 연구하였다. 이 연구에서는 다양한 인지구조 측정 기법을 통해 교수 전과 교수 후의 학생들의 인지구조의 변화를 알아보려고 하였다. 이 연구 결과 학생들은 수업과정에서 사고의 변화를 나타내었고, 사전 검사와 사후 검사의 비교에서는 측정 기법에 따라 변화의 정도가 다르게 나타났다. 즉 일부 측정 기법 (Free Sort Task)

에서는 분명히 인지구조의 변화가 있었으나 다른 기법에서는 변화의 정도가 적었다. 이러한 결과는 인지구조를 변화시키는 데 교수의 효과가 있다는 것을 의미한다.

정보처리 이론에서 또 하나 중요하게 다루고 있는 것은 “이전에 습득한 지식이 어떻게 새로운 영역에 관계된 정보를 처리하는 데 영향을 주는가”하는 것이다. 이러한 질문이 주는 의미는, 특정 영역에 관계된 새로운 정보는 그 분야에 대한 개인들의 지식 정도에 따라 회상에 양적, 질적 차이를 나타내게 될 것이라는 가정을 전제로 하고 있다. 또한 높은 지식 능력을 가진 개인은 그러한 정보를 자신의 인지구조와 쉽게 연관지을 것이고, 작동기억 체계(working memory system)에 그 정보를 저장할 것이라는 점을 가정하고 있다. Chiesi와 Voss(1979)는 야구에 대한 지식이 다른 두 집단에게 교재의 내용을 회상하게 하는 실험을 한 결과, 높은 지식(high knowledge = HK)을 가진 사람과 낮은 지식(low knowledge = LK)을 가진 사람간에 인지구조에서의 정보처리 방식의 차이를 발견하였다.

위 연구에서 네 가지 원형 자료(protocol data)의 일반적인 결과를 보면, 첫째, HK 피험자는 LK 피험자보다 사건을 더 정교하게, 더 생생하게 만든다. 둘째, HK 피험자는 LK 피험자보다 어떤 특정 행동에 대하여 더 많은 정보를 기록하려고 한다. 셋째, HK 피험자는 정보가 목표구조(예, 야구에서의 목표구조는 게임에 이길 것, 타석에 있는 팀은 점수를 얻을 것, 계속 base에 타자가 들어설 것, 다른 팀이 strike 수를 증가시키려고 할 때 ball의 수를 증가시키도록 할 것 등)와 관련될 때, 정보의 순서에 대해 LK 피험자보다 더 정확한 설명을 한다. 넷째, HK 피험자는 종종 세번째 아웃(the third out)을 빠뜨린다(이것은 한 회가 끝났음을 알리는 중요한 정보로 공격팀의 아웃된 수에 대하여 계속해서 최신 정보를 제공하지 않기 때문에 어떤 피험자들은 아웃된 수를 잊어버린 것이라고 본다).

이러한 결과에 대하여 좀더 일반적인 기술을 해 보면, HK 피험자들은 LK 피험자들보다 목표와 관련하여 더 많은 정보를 회상하였고, 목표와 관련하여 행위의 결과를 종합하였으며, 정확한 순서로 정보를 회상하였다. 목표구조(goal structure)에 중요하게 관련된 배경 정보는 HK에 의해 빈번히 회상되었으나, 목표구조에 관련되지 않은 정보는 LK에 의해 더 회상되었다. LK 회상은 참신한 효과가 빠져버린 자유회상 목록이라고 부를 수 있으며, 어떤 조직이 있기는 하나 연속적으로 정보를 조직하는 데 어려움을 겪고 있다. 반면에 HK 피험자의 회상은 설명에 연속성이 있고, 중요한 사건을 완전히 묘사하는 데 일관성을 보여주고 있으나, 최근의 사건을 회상하는 데 어려움을 겪고 있다.

이상에서 지식의 습득에 따른 인지구조의 변화 가능성을 살펴보았다. 인간의 인지구조의 체계를 밝히려는 까닭은, 교수-학습 과정에서 어떻게 하면 학생 개인의 기억체제와 학습자료의 내용체제를 적절히 관련시켜 학습자의 학업성취를 높일 수 있느냐에 있다.

지금까지 논의된 사항을 바탕으로 교수-학습 과정에 시사를 줄 수 있는 점을 제시해 보고자 한다.

첫째, 인간의 인지구조는 지식 또는 정보를 어떤 방식으로 획득하느냐에 따라 여러 형태로 조직될 수 있다. 학교 교육에서 학습자료를 어떤 형태로 조직하고, 어떤 순서로 제시하느냐에 따라 인간의 심리적 구조가 형성된다는 것이다.

둘째, 인간의 인지구조는 개인에 따라 차이가 있다. 모든 정보가 그 내용에 따라 질적인 수준의 차이가 있듯이 개인들 간에도 인지구조의 수준에 차이가 있다는 것이다. 말하자면, 높은 지식의 소유자와 낮은 지식의 소유자는 그 구조의 조직상 차이를 갖는다. 높은 지식의 소유자는 정보를 목표에 따라 종합적이고 체계적으로 구성하나, 낮은 지식의 소유자는 목표에의 관련성이 적고, 비연속적이며, 일관성이 적다.

셋째, 인지구조의 활동은 서술적 지식과 절차적 지식에 의해 이루어진다. 학자에 따라 언어의 의미적인 것은 서술적 지식으로, 언어의 외형적이거나 과정적인 것은 절차적인 것으로 구분하고 있다. 그러나 이 양자는 서로 복합적으로 작용한다.

넷째, 인지구조에서 서술적 지식은 의미 정보와 삽화 정보로 나눌 수 있다. 인지구조는 위계상 낮은 수준의 지식으로부터 높은 수준의 지식으로 구성되어 있으며, 이 때 낮은 수준(단순한 지식)은 삽화 정보로, 높은 수준(종합, 분석적 지식)은 의미 정보로 볼 수 있다. 그러나 이 양자는 하나의 기억체제 속에서 상호 작용을 하고 있다.

다섯째, 인지구조는 여러 가지 방법에 의해서 측정될 수 있다. 인지구조는 인간의 기억과정을 이루고 있는 개념의 가설적 구조물이다. 따라서 인지구조를 이루고 있는 정보의 단위들 간의 관계를 나타낼 수 있다. 그러나 이러한 측정 방법들은 그 측정 절차, 통계 분석 등이 까다롭기 때문에 쉽게 적용하기 어렵다.

참 고 문 헌

- 고 영 회, 인간의 뇌와 교육, 중앙적성출판사, 1986.
- 권 오 식 · 황 상 민 공역, 아동의 기억발달, 중앙적성출판사, 1985.
- 김 경 린, 인지심리학, 중앙적성출판사, 1984.
- 김 언 주, "지식의 논리적 구조와 심리적 구조의 교육적 의미", 「교육발전 논총」, 충남대학교 교육발전연구소, 1982, 12.
- 박 문 태, 논리적 사고 기능 신장 프로그램, 한국교육개발원, 1986.
- 박 진 현 외, "대학생의 사고기능의 진단과 개선에 관한 연구", 「학생생활연구」 제 16 집, 전북대학교 학생생활연구소, 1988. 2.
- 사이언스사, "지식 언어와 틀", 「사이언스」, 사이언스사, 1986. 9, pp.79~81.
- 양 용 칠, "인지심리학과 수업: 수업설계에 응용", 「학생지도연구」, 제 8 집, 안동대학 학생생활연구소, 1988. 3.
- 이 관 용 외 역, 인간기억 및 인지연구법, 법문사, 1988.
- 이 영 애 역, 인지심리학, 을유문화사, 1988.
- 이 정 모, "인지과학 서설", 「인지과학」(심포지움 자료), 인지과학 공동연구 모임, 1987. 6.
- 조 명 환, "인지과학과 심리학", 「인지심리」(심포지움 자료), 인지과학 공동 연구 모임, 1987. 6.
- 허 형, "형식조작적 사고와 지능과 학업성취도와의 관계", 「교육학연구」, 제 26 권, 한국교육학회, 1988. 7.
- Anderson, J. R., Cognitive psychology and its implications, San Francisco Freeman, 1980.
- Ausubel, D. P., The psychology of meaningful verbal learning, New York : Grune & Stratton, 1963.
- Bloom, B. S. (Ed.), Taxonomy of educational objectives : The classification of educational goals, Handbook 1. Cognitive domain, New York : McKay, 1956.

- Champagne, A. B., Gunstone, R. F., & Klopfer, L. E., "Effecting changes in cognitive structures among physics students", In L. T. West & A. L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*, Academic Press, Inc., 1985.
- Champagne, A. B., & Klopfer, L. E. et al, "Structural representations of students' knowledge before and after science instruction", *Journal of Research in Science Teaching*, 1981, **18**, 97~111.
- Chiesi, H. L., & Voss, J. F., "Text processing of domain-related information for individuals high and low domain knowledge", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1979, **18**, 175~290.
- Collins, A. M., & Loftus, E. E., "A spreading activation theory of semantic processing", *Psychological Review*, 1975, **8**, 240~247.
- Driscoll, M. P., "Measures of cognitive structure : Do they asses learning at the level of comprehension ?", *Contemporary Educational Psychology*, 1985, **10**, 38~51.
- Estes, W. K., "The information-processing approach to cognition : A Confluence of metaphors and method", In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of Learning Processes*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum, 1978.
- Fisher, R. P. & Craik, F. I. M., "Interaction between encoding and retrieval operations in cued recall", *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 1977, **3**, 701~711.
- Gagné, R. M., *The conditions of learning* (3rd ed.), New York : Holt, Rinehart, & Winston, 1977.
- Gagné, R. M., & Glaser, R., "Foundations in learning research", In R. M. Gagné (Ed.), *Instructional Technology : Foundations*, Hillsdale, NJ : LEA, 1987.
- Gagné, R. M., & White, R. T., "Memory structure and learning outcomes", *Review of Educational Research*, 1978, **48**, 187~222.
- Geeslin, W. E. & Shavelson, R. J., "An exploratory analysis of the representation of a mathematical structure in students' cognitive structure", *American*

- Educational Research Journal, 1975, 12.
- Greeno, J. G., "Understanding and procedural knowledge in mathematics instruction," Educational Psychology, 1978, 12(3), 262~283.
- Hayes-Roth, B., "Evolution of cognitive structure and processes", Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1977, 84, 260~278.
- Hebb, D. O., Organization of behavior, New York: Wiley, 1949.
- Hovland, C. I., "Human learning and retention", In S. S. Stevens (Ed.), Handbook of Experimental Psychology, New York: Wiley, 1951.
- Kirsner, K., "An analysis of the visual component in recognition memory for verbal stimuli", Memory & Cognition, 1973, 1, 449~453.
- Kolers, P. A. & Roediger III, H. L., "Procedures of mind", Journal do Verbal Learning and Verbal Behavior, 1984, 23, 425~449.
- Konold, C. E., & Bates, J. A., "The episodic / semantic memory distinction as an heuristic in the study of instructional effects on cognitive structure", Contemporary Educational Psychology, 1982, 7, 124~138.
- LaBerge, D. & Samuels, S.J., "Toward of theory of automatic information processing in reading", Cognitive Psychology, 1974, 6, 294~323.
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A., Human information processing: An introduction to psychology, New York: Academic, 1977.
- McKoon, G., "Priming in episodic and semantic memory", Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1979, 18, 463~480.
- Nelson, K., "The syntagmatic-paradigmatic shift revisited: A review of research and theory", Psychological Bulletin, 1977, 84, 93~116.
- Nelson, K., & Brown, A. L., "The semantic-episodic distinction in memory development", In P. A. Ornstein (Ed.), Memory Development in Children Hillsdale, N. J., : Erlbaum, 1978.
- Newell, A. & Simon, H. A., Human problem solving, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- Norman, D. A., & Rumelhart, D.E., Explorations in cognition, San Francisco: W.H. Freeman, 1975.

- Petery, S., "Word association and the development of lexical memory", *Cognition*, 1977, 5, 57~71.
- Pines, A. L., et al., *The clinical interview: A method for evaluating cognitive structure*, Ithaca, NY: Curriculum Series, Department of Education Cornell University, research report No.6, 1978.
- Rapoport, A., "A comparison of two tree-construction methods for obtaining proximity measures among words", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1967, 6, 884~890.
- Rothkopf, E. Z., "Incidental memory for locations of information in text", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1971, 10, 608~613.
- Ryle, G., *The concept of mind*, London: Hutchinson, 1949.
- Shavelson, R.J., *Some aspects of the relationship between content structure and cognitive structure in physics instruction*, Doctoral Dissertation, University Microfilms No.71~19, 759, Stanford University, 1971.
- Shavelson, R. J., & Geeslin, W. E., "A method for examining subject-matter structure in instructional materials", *Journal of Structural Learning*, 1975, 4, 199~218.
- Shavelson, R. J., & Stanton, G. C., "Construct validation: Methodology and application to three measures of cognitive structure", *Journal of Educational Measurement*, 1975, 12, 67~85.
- Shuell, T. J., "Knowledge representation, cognitive structure, and school learning: A historical perspective", In West & Pines (Ed.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*, Academic Press, Inc., 1985.
- Speller, K.R., *Learning ability and learning problem: For proposed learning traits and an approach to their investigation*, Unpublished doctoral dissertation, State University of New York at Buffalo, 1983.
- Stewart, J., "Content and cognitive structure: Critique of assessment and representation techniques used by science education researchers", *Science Education*, 1979, 63 (3), 395~405.

- Stewart, J., "Techniques for assessing and representing information in cognitive structure", *Science Education*, 1980, **64** (2), 223~235.
- Strike, K. A., & Posner, G. J., "Epistemological perspectives on conceptions of curriculum organization and learning", In L. S. Shulman (Ed.), *Review of Research in Education*, Ithaca, IL : F. E. Peacock, 1976.
- Uulving, E., "Episodic and semantic memory", In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*, New York: Academic Press, 1972.
- Tulving, E., *Elements of episodic memory*, New York: Oxford Univ. Press, 1983.
- White, R. T., *Describing cognitive structure*, Australian Association for Educational Research, 1979.