

아동의 문제해결능력 : 표상과 평가능력의 역할

김 경 미
(이화여자대학교)

근래에 들어와서 연구가들은 어린아동의 능력이 보통 통상되어지는 것보다 더 많다는 것을 깨닫게 되었다. 이것은 Piaget의 인지발달이론이 현재 많은 논의의 대상이 되고 있는 이유도 있고, 또한 정보처리이론이 보다 나은 효과적인 학습환경의 틀을 제시하고 있기 때문이기도 하다. 이런 연구의 일환으로 이 연구에서는 어린 아동의 문제해결능력의 발달을 살펴 보았다. 최근에 들어와서 문제해결능력에 대한 몇 개의 연구가 있었지만 (예, Brown과 그녀의 동료들이 연구한 아동의 유사추리 연구, Brown & Kane, 1988; Brown, Kane & Echols, 1986) 효과적인 문제해결 능력의 발달에 대한 연구는 없었다. 다만 개념학습과 법칙추출 (Rule Abstraction)에 관한 과거의 많은 연구들을 살펴보면 문제해결능력의 발달에 대한 체계적 연구의 필요성을 시사해 준다.

이런 연구를 하기 위하여 발달과정의 연구결과를 해석해 줄 체계적인 발달연구의 틀(frame)이 필요하다. 다행히도 성인의 문제해결 능력의 연구에 기본이 되어온 구성요소적(Componential) 모델(Polya, 1945; Hayes, 1989; Bransford & Stein, 1993)을 응용하여 발달적 요소를 연구하여 볼만하다. 구성요소적 모델은 인지과정이 여러개의 구성요소로 이루어져 있다고 주장한다. 예를 들어, Bransford 와 Stein (1993)은 문제해결 과정으로 IDEAL을 제안했는데 IDEAL의 각 문자는 문제해결의 각각 다른 인지 요소를 상징한다 (I: Identifying a problem, D: Defining problems, E: Exploring alternative approaches, A: Acting on a plan, L: Looking at the effects). 구성요소적 모델은 각기 조금씩은 차이가 있지만 모두 문제해결 과정의 표

준적 제시를 해주고 있다. 즉, 구성요소적 모델은 표상, 전략선택과 평가의 구성요소를 강조한다.

이 연구의 목적은 어린 아동의 문제해결 능력을 구성요소적 관점에서 조사하는데 있다. 다음에 어린아동의 문제해결에 관한 문헌을 표상과 평가에 초점을 두고 조사해 보았다. 먼저 표상에 관해서 살펴보면, 많은 연구가들은 아동의 표상이 선호하는 표상방법(mode of representation), 과다한 인지용량의 요구, 취약한 지식에 의하여 제한을 받는다고 제안하였다. 첫째, 아동은 나이에 따라서 선호하는 표상방법이 다르며 전략선택도 표상방법에 따라 다르게 선택된다고하였다. 언어적, 상징적 표상은 나이가 많아짐에 따라서, 또한 경험이 늘어감에 따라서 점차로 우세해 지는데 문제해결에 융통성과 효율성을 주며 새로운 문제로의 전이에 용이성을 준다(Bruner, Olver & Greenfield, 1966; Kendler & Kendler, 1961, 1962; Kendler, 1964).

둘째, 어린 아동의 문제해결에 관한 연구에서는 효율적 문제해결이 과제의 중요한 특성을 얼마나 잘 부호화(encoding) 하느냐에 달려 있다고 하였다. 과제와 연관적인 특성을 잘 재인하는 것은 문제해결 능력의 발달에 중요한 역할을 한다. 어린 아동은 과제와 연관적인 특성을 모두 부호화 하지 못하고 한개나 또는, 몇개 정도만을 부호화 하여 종종 문제를 해결하지 못한다 (Inhelder & Piaget, 1964; Siegler 1976, 1978; Case, 1978). 아동은 나이가 많아 짐에 따라 과제의 특성을 더 많이 부호화하여 문제해결의 다양한 과제에서 더욱 성공하게 된다.

셋째, 문제해결 능력의 발달적 변화는 또한, 특정영역에 대한 아동의 지식에 달려있다. 아동은 특정 영역에 친숙해 질수록 그 특정 과제에 관한 범위 내에서는 더욱 유능해진다. 문제해결에 있어 지식의 역할의 중요성은 전문가(expertise) 연구에서 살펴볼 수 있다(deGroot, 1966; Chase & Simon, 1973; Chi, 1978; Chi & Koeske, 1983). 예를 들어, Chi 와 Chi & Koeske 연구에서는 어린 아동이 그들의 친숙한 영역에서는 어른보다 수행점수가 좋았다는 것을 보여 주었다.

다음에 구성요소중 실행과 평가에 대한 선행연구를 살펴보면, 연구가들은 부호화 과정과 단기기억 용량의 변화의 중요성을 강조하였다. 첫째, 문제해결에서 가능한 대안(alternatives)을 모두 재인할 수 있는 능력은 얼마나 잘 관련된 특성을 부호화 할수 있고 또 얼마나 단기기억 용량이 가능한 지에 밀접한 연관성이 있다 (Bruner, Goodnow & Austin, 1956; Gholson, Levine & Phillips, 1972; Gholson & Danziger, 1975; Kelmer, 1978; Gholson, 1980).

둘째, 연구가들은 아동의 전략실행은 그 과제의 정보처리가 얼마나 많은 인

지적 자원을 요구하느냐에 달려있다고 했다. 어린 아동은 과제가 많은 정보의 기억을 요구하거나 많은 단계의 과정을 요구할 때 단기기억 용량의 제한 때문에 실패하는 경우가 많다(Bourne, Goldstein & Link, 1964; Pishkin, Wolfgang & Rasmussen, 1967; Bourn, Ekstrand & Montgomery, 1967; Blain, Dunham & Pyle, 1968; Klahr & Robinson, 1981).

셋째, 평가에 관한 연구에서는 아동이 나이가 많아짐에 따라 점차로 자신의 인지과정을 더 잘 인식한다고 하였다. 어린 아동의 감시능력과 (self-monitoring) 오류탐지 (error detection) 의 연구에서 (Klahr & Robison, 1981; DeLoach, Sugarman & Brown, 1985; Welsh, 1991) 정보처리 요구가 많을 때 이 요구가 오류를 감시하고 탐지하는 데 쓰여질 인지자원을 충분히 남겨 놓지 않아 아동이 그 과제에서 실패한다고 했다. 그러나, 과제가 아동에게 간단하고 친숙한 방법으로 수정되자 3살의 어린 아동도 오류감시 능력을 보여 주었다.

위에서 제시한 발달연구의 문헌은 아동의 문제해결도 표상, 실행, 평가등을 포함한 구성요소적 입장에서 이해될 수 있음을 보여 주었다. 이 점에서 위의 아동의 문제해결에 관한 문헌이 구성요소적 모델을 지지한다고 할 수 있겠다. 그러나 위의 연구들은 또한 구성요소적 모델이 언급하지 못한 문제해결의 발달적 측면의 필요성을 암시해 주기도한다. 이러한 문제해결의 발달적 측면의 연구에 대한 필요성이 이 연구의 주된 두개의 질문을 하게하였다. 즉, 어떤 구성요소가 문제해결능력이 향상됨에 따라 발달의 발달의 초점을 이루며, 또한 발달상에 있어서 어떤 구성요소의 결합이 어떤 결과를 가져올까 하는 것이다.

이 연구는 이러한 연구의 필요성에 따라서 어린 아동의 문제해결에 있어서 표상능력과 평가능력의 역할을 연구하였다. 이 두가지 구성요소를 발달적 틀안에서 연구하기 위하여 두 연구를 실행하였다. 이 연구에서는 학령전 아동이 (3살-5살) 각각 다른 네 계절옷을 입고 있는 아동이 그려져있는 4 개의 판으로 이루어진 퍼즐을 완성하도록 요청 받았다. 이 퍼즐을 재구성 하기 위해서는 아동은 퍼즐에 그려진 아동의 몸체 (body scheme)를 재인해야만하고 (표상과정), 오류를 범했을 때 그것을 알아차리도록 감시 (monitor)를 하여야 한다 (평가과정). 이 연구의 제안은 표상과 평가 능력은 둘 다 나이가 많아짐에 따라서 향상되지만 평가 능력은 발달적 지체 (developmental lag)가 있을 것이다. 이 지체는 표상과 평가를 동시에 유지할 수 없는 아동의 인지적 제한점 때문이기도 하고 또한 단순히 효과적인 표상능력이 생기기 전에는 평가가 가치가 없다는 사실때문이기도 할 것이다.

연구1에서는 실험자 간섭(intervention) 이 없을때의 기본수행 (baseline performance)에 관한 데이터를 제공해 주어 실험자 간섭을 포함한 연구2의 비교로 쓰일 것이다. 연구2에서는 표상능력과 평가능력을 증가시켜 주는 방법을 고안 하였다. 실험자 간섭의 연구 목적은 발달적 지체, 즉 표상능력 후에 평가능력이 발달되는 지가 사실인지 연구하는 것이며, 또한 이러한 능력이 특정과제 내에서 아동이 나이가 들어감에 따라 어떻게 향상되는지를 연구하는 것이다. 그러므로 이 연구는 인지적 과제로 구성요소적 능력을 훈련하는데 있어서 제시된 문제해결능력의 발달순서를 민감하게 반영하여야 되는지의 여부도 다루게 된다.

연구 1

다음 연구에서는 문제해결 능력이 한 특정 과제내에서 아동이 나이가 많아지면서 어떻게 발전되는지를 표상과 평가능력을 중심으로 살펴 보았다. 표상에 관해서는 다음과 같은 발달적 전진을 (progression) 예견할 수 있다. 첫째, 아동은 퍼즐을 재구성할 때 몸체 스키마 (body scheme)를 거의 사용하지 못하다가 점진적으로 몸체 스키마를 많이 사용하게 될것이다. 둘째, 일단 몸체 스키마를 비교적 잘 알게 되면 몸체를 계절에 맞추어서 퍼즐을 재구성 하려고 할 것이다. 평가능력에 관해서는 평가능력과 구성요소적 모델의 구성요소 순서를 고려할때 점차적으로 평가능력이 증가하는 발달양상을 예측할 수 있다. 다시 말해서, 다음의 두 가설을 연구1에서는 평가한다. 첫째, 문제해결 과제가 어느 정도 복잡할때, 아동이 중요한 과제특성을 더 많이 부호화할 수 있음에 따라 점진적으로 과제를 더 정교하게 표상하게 되는 발달적 양상을 볼 수 있다. 둘째, 표상능력이 평가능력에 선행한다. 즉, 아동이 과제와 과제의 목적을 잘 표상할 수 있게 되어서만 자신의 활동을 평가할 수 있게 된다.

방법

피험자와 실험설계

대학부설 유치원에 다니는 3살과 4살 아동이 각각 16명씩 32명 참여하였다. 아동들의 성별은 남녀 동수였다. 두 종류의 다른 퍼즐 (남아가 그려진 것과 여아가 그려진 것)을 사용하였고 두종류는 남아와 여아에게 똑같이 빈번하게 사용되었다.

실험재료

아동에게 퍼즐을 재구성하라고 요청하였는데 퍼즐은 네판으로 되어있고 각판에는 6개의 몸체 조각(하늘, 머리, 몸, 다리, 발, 땅)으로 구성된 아이가 각각 다른 계절의 옷을 입고 있다. 퍼즐은 두종류로 여아가 그려진 것과 남아가 그려진 것이 있었다.

절차

아동에게 두개의 퍼즐중 하나를 완성되어있는 상태에서 보여준다. 실험자가 아동에게 퍼즐 속의 아동이 각각 다른 계절의 옷을 입고 있다고 설명하고 아동과 함께 각각 다른 계절을 명명한다(예, 이 아이는 겨울옷을 입고 있지?). 실험자가 퍼즐을 분리하면 다시 퍼즐 속의 아동이 먼저와 같이 각기 다른 계절의 옷을 입게 재구성하라고 아동에게 지시말을 준다. 그리고 나서 실험자는 퍼즐조각을 앞에 놓인 판에 무선으로 놓는다. 판은 아동이 퍼즐조각을 잘 훑어(scan) 볼 수 있도록 경사 지게 세워 놓았다. 땅이 그려진 조각은 각각의 계절에 대한 표시로써 그냥 원판에 남겨 두었다.

일단 퍼즐조각을 실험자가 판에서 떼어내면 아동은 자유자재로 어떤 조각이든 선택해서 재구성하도록 했다. 실험자는 아동에게 단지 산만하지 않도록 하는 주의 말과 최소의 응답만을 하여 실험자의 영향을 받지 않도록 주의하였다. 스크린 뒤에 감추어진 캠코더로 전체과정을 녹화하였다.

결과와 논의

수행결과는 아동이 완성한 퍼즐판을 보고 측정하였고 표1에 제시되어 있다. 먼저 몸체를 완성한 판의 수와 그중에서 계절이 맞게 맞추어진 퍼즐판의 퍼센트를 측정하였다. t-test 결과 몸체를 완성한 판의 수는 나이간에 유의한 차이를 보여주었다, $t(30) = 2.70, p < .01, one-tailed test$. 다음에는 몸체를 완성한 판중에서 계절별로 잘 맞추어진 판의 수를 퍼센트로 계산해 t-test 를 하였는데 나이간에 근사한 유의있는 차이를 보여 주었다, $t(18)=1.40, p < .10, one-tailed test$. 4살 아동이 몸체가 완성되게 판을 더 많이 구성하였고 또 계절에 맞게 몸체를 완성하였다. (차이가 근사한 유의를 나타낸 것은 몸체를 맞추는 아이들만을 이곳에서는 N 으로 사용했기 때문에 결과적으로 N 이 작은 영향인듯 하다.) 이 결과는 이 연구의 첫번째가

표 1.

퍼즐과제에 있어서 연구1의 결과

	나이	
	3-4	4-5
수행점수		
몸체점수 (0 to 4)	1.00	2.50
%계절이 일치한 판	40%	65%
	(N=8)	(N=12)
언어점수		
총언어수	34.1	18.8
지도언어	43%	39%
평가언어	34%	53%

설을 지지해준다. 즉, 과제의 특성이 여러 차원으로 되어 있을때는 표상은 한단계로 완성되지 않는다. 이 퍼즐 과제에서 아동은 먼저 물체를 재인하고 그 다음 계절을 재인하였다. 물체를 계절에 맞게 재구성 하려면 퍼즐의 세심한 면에도 주의를 기울여야 하는 주의집중이 필요하기 때문이다. 다음에는 과제수행중 아동이 하는 자발적 언어(spontaneous verbalization)에 대해 분석하였다. 자발적 언어를 세종류로 분류하였는데 지도언어란 (guiding statements) 아동이 무엇을 찾고있는지, 혹은 선택한 조각을 어떻게 할지를 나타내 주는 말들이다 (예, "머리가 어디에 있지?", "그것은 그아이의 옷이야.", "태양을 여기에 놓자."). 이 말은 몸체 표상을 반영하는 말이다. 평가언어(evaluative statements)란 아동이 퍼즐 조각을 이미 선택했거나 이미 판에 놓은 다음에 하는 말이다 (예, "이것은 여기에 맞지 않아.", "이것이 맞아. 여기에 비가 있어."). 이 말은 선택을 잘했다는 긍정적인 표현일 수도 있고 오류를 재인하거나 오류를 수정하려는 표현일 수도 있다. 또 과제와 관계 없는 무관계 언어(irrelevant statements)도 측정했는데 과제 관계언어에 대해 분석할 때는 포함하지 않았다. 두명이 분류를 하였는데 93%의 일치율을 보였고 일치하지 않은 것은 토론으로 해결하였다. 표1에 전체 언어수와 지도언어와 평가언어의 퍼센트가 나와있다. 전체 언어수에 t-test를 한 결과 유의한 차이를 보여주었다, $t(30) = 1.86, p < .05$,

one-tailed test. 4살 아동이 말을 더 적게 하였는데 이 결과는 Vygotsky (1962)의 인지 내면화 (internalization)의 견해와 일치한다. 즉 이 나이의 아동에 있어서 나이가 많아질 수록 인지과정이 내면에서 일어난다는 것이다. 다음에는 무관계언어에 대하여 나이간 t-test를 하였는데 유의한 차이를 보여 주었다, $t(27) = 2.37, p < .02$. 3살 아동이 평균 5.73, 4살 아동이 평균 1.79로써 아동이 나이가 많을 수록 과제 완성에 더 많은 주의를 기울여, 과제에 관계있는 말을 더 많이 하는 것을 알 수 있었다. 다음에 과제와 관련있는 지도 언어와 평가 언어에 대하여 분석하였다. 이곳에서는 4번 이상의 언어를 언급한 아동만 포함시켰다. 지도언어를 나이간 t-test한 결과는 유의하지 않았지만 평가언어는 유의한 차이를 보였다, $t(26) = 1.83, p < .05$, one-tailed test. 평가언어는 예상했듯이 나이에 따라서 증가하였으며 발달적 지체의 가설을 지지해 준다. 표상과 평가능력은 나이에 따라 증가하지만 평가 능력은 표상능력이 어느정도 향상된 후 나타난다는 것이다.

연구1의 결과는 아동의 효과적인 문제해결능력의 발달을 이해하고자 할 때 몇가지의 시사점을 제시해준다. 중간 단계의 (intermediate) 아동이 퍼즐에 실패한 이유가 표상능력의 제한에서 올수도 평가능력의 제한에서 올수도 있다는 것이다. 즉, 중간 단계의 아동은 각각의 퍼즐 조각에 맞는 칸이 있다는 것을 알지만 과제를 부호화하지 못해서 칸을 찾지 못할 수도 있고 (표상능력의 부족) 또는 오류를 재인하거나 고치지 못해서 틀릴 수도 있다 (평가능력의 부족). 그러나 이 두가지 결함은 수행 결과에서는 둘다 실패라는 외면적 특징을 나타낸다.

수행의 실패에 대한 이러한 가능한 이유를 연구2에서 살펴보았다. 연구2에서는 두가지 실험자 간섭 방법을 도입하였는데, 하나는 표상능력을 증진시키도록 고안된 방법과 또 하나는 평가능력을 증진시키도록 고안된 방법이다. 아동이 표상능력이 부족하여 퍼즐에 실패하였다면 표상훈련에 도움을 받을 것이며 평가나 오류를 고치는 능력이 부족하여 퍼즐에 실패하였다면 평가훈련에 도움을 받을 것이라고 기대할 수 있다. 이러한 표상과 평가 능력에 대한 발달적 관계를 다음 연구에서 상세하게 다룰 것이다.

연구 2

연구1에서는 어린아동이 몸체를 올바르게 재구성하지 못하거나 오류를 평가하거나 수정하지 못한다는 것을 보여주었다. 연구2의 목적은 연구1에서 제안한 문제

해결 능력의 발달의 순서를 재평가하는 것이며 따라서 구성요소를 훈련 할때는 이러한 발달적 순서를 민감하게 반영해야 하는지의 여부도 살펴 보았다. 표상능력이 평가능력을 선행한다는 가설을 검증하기 위해 두가지의 훈련방법이 고안되었다. 한 집단은 라벨링(verbal labeling) 훈련을 받을 것이고 다른 한 집단은 오류를 탐지/수정(error detection/correction) 하는 평가훈련을 받을 것이다.

이 연구에서 제안된 발달적 양상이 맞다면 어린 아동(3살)은 라벨링 훈련에서 도움을 받지만 평가훈련에서는 거의 도움을 받지 못할 것이다. 어린 아동의 표상능력은 초기단계이어서 (rudimentary) 평가 훈련이 도움이 되지 않을 것이다. 반면, 좀 나이가 더들은 아동(4살)은 표상능력이 어느 정도는 발달되어 있기 때문에 두 가지 훈련에 다 도움을 받을 것이다. 또한, 훈련집단의 과제에 대한 경험을 보완하기 위해 통제집단을 비교하였다.

이 연구에서는 두가지 가설을 검증 할것이다. 첫째, 표상능력이 평가능력을 선행한다. 평가훈련이 중요한 영향을 주려면 표상능력이 어느정도의 수준에 도달해 있어야 한다. 따라서 라벨링 훈련은 3살과 4살의 아동에게 도움을 주지만 평가훈련은 단지 4살 아동에게만 도움을 줄 것이다. 둘째, 문제해결 능력의 전이는 훈련의 기술과 통합이 특정한 문제해결의 틀 안에서 이루어져야 효과적으로 나타난다. 과제의 경험만으로는 문제해결 능력을 발달시키지도 전이시키지도 못한다.

방법

피험자와 실험설계

3살과 4살 아동이 각각 48명씩 전체 96명 참여하였고 아동은 학교 부설유치원과 동네 몬테소리 유치원에 다니는 중산층의 아동이었다. 아이들의 성별은 남녀 동수였다. 각 집단에 소속된 아동의 수는 같았고 여아 퍼즐과 남아 퍼즐을 똑같은 빈도로 아동에게 실행하였다. 처음 훈련과 두번째 전이 파트에서 다른 퍼즐을 하게 하고 두 종류의 퍼즐은 똑같은 빈도로 여아와 남아에게 실행되었다.

실험재료

연구1에서 사용한 같은 퍼즐을 사용하였다.

실험절차

아동은 개별검사를 받았고 한 세션(session)은 두 파트(훈련 파트와 전이 파

트)로 구성되어 있었다. 아동은 자신이 소속된 집단에 따라 다른 훈련을 받았지만 훈련 뒤의 전이 파트에서는 절차가 같았다. 스크린 뒤에 캠코더를 설치하여 실험전체를 녹화하였다.

라벨링 집단. 훈련파트에서 두 퍼즐중 하나만 하고 아동에게 먼저 완성되어져 있는 퍼즐을 보여준다. 실험자가 퍼즐의 각 계절을 지적하여 아동과 함께 명명한 후 (예, “이 아이는 겨울 옷을 입고 있지?”), 아동에게 네 개의 판중 두개의 간격있는 판(alternate panel)의 퍼즐 조각에 이름을 (label)대라고 요청한다. 실험자는 아동에게 그 두판의 조각을 떼어낼 것이니 퍼즐을 먼저와 같이 재구성하라고 과제를 설명한다. 그리고 실험자는 퍼즐조각을 다른 판에 무선으로 놓으며 아동과 함께 퍼즐조각의 이름을 다시 낸다(아동이 올바른 이름을 명명했으면 그것을 사용하고 그렇지 않으면 실험자가 올바르게 표현해 준다.). 실험자는 아동이 퍼즐작업을 하며 판에서 퍼즐조각을 선택하면 “그 것이 뭐지?”라고 아동에게 물어 라벨링 훈련을 강화한다.

전이파트에서는 아동은 두개 중 다른 퍼즐을 재구성했고 절차는 연구1에서와 같았다.

오류탐지/수정집단. 훈련파트에서는 아동에게 두 판은 ‘올바르게’, 그리고 두 판은 ‘틀리게’ 구성된 퍼즐판을 보여 준다. 실험자는 네계절을 지적하고 아동과 함께 명명한후 아동에게 ‘올바른’ 판과 ‘틀린’ 판을 비교하라고 요청한다. 먼저 아동에게 각각의 판이 올바른 지 아닌지 물어 본다(오류의 재인 능력 확인). 그리고 나서 아동이 지적 한 틀린 판이 무엇이 틀렸는지 설명하라고 한다 (오류의 설명 능력 확인). 아동이 설명을 한후 올바르게 고치라고 요청하고 필요하면 실험자가 도움을 준다(오류의 수정 능력 확인). 이때 실험자는 퍼즐 조각에 대한 일체의 명명을 하지 않고 대신 ‘이것’, ‘저것’ 이라고 지칭한다. 필요에 따라서 실험자의 도움을 받고 틀린 두 판을 고친 후 아동은 이제 혼자서 지금 고쳐 놓은 두판을 실험자가 다시 퍼즐 조각을 떼어 놓으면 재구성하라고 요청받는다. 실험자는 아동이 퍼즐조각을 선택하여 판에 놓을 때마다 “그게 옳으니?” 라고 질문을 하여 훈련받은 오류 탐지/수정 훈련을 강화시켜준다.

전이 파트에서는 아동은 두개 중 다른 퍼즐을 재구성했고 절차는 연구1에서와 같았다.

통제집단. 파트1에서 아동은 두 종류의 퍼즐중 한 퍼즐을 하며 먼저 완성된 상태에서 퍼즐을 보게된다. 실험자가 네 계절을 지적하여 아동과 함께 명명한 후 두개의 간격있는 판 (alternate panel)의 조각을 띠어낸다. 아동은 그 두판만을 재

구성 하도록 요청 받는다.

전이파트에서는 아동은 두개 중 다른 퍼즐을 재구성했고 절차는 연구1에서와 같았다.

결과와 논의

먼저 훈련파트의 결과를 분석하였다. 훈련 전에 아동이 가지고 있는 퍼즐 조각 대한 라벨링 능력을 조사하였다. 2판에서 총10 조각을 라벨링했는데 10점 만점에서 분류성 있고 (distinctive) 적절한 라벨을 사용한 수는 3살 아동이 평균 6.25, 4살 아동이 8.25이었고 유의한 차이를 나타내었다, $t(30) = 2.20, p < .02$, one-tailed test. 4살 아동이 분류성 있고 적절한 라벨을 더 많이 사용하였고 (적절한 물체명명의 사용과 라벨간에 중복이 없는 것) 3살 아동은 덜 적절하고 퍼즐 조각간에 중복이 되는 넓은 범위의 라벨을 사용하였다. 평가훈련 집단에서는 먼저 오류재인 능력을 조사하였다 (0=오류를 재인 못함, 1=오류를 재인하지만 설명을 못함, 2=오류를 재인하고 설명도 함). 만점 4(2개의 판) 에서 3살 아동은 1.25를 4살 아동은 3.00의 평균을 받았고 유의한 차이를 보였다, $t(30) = 4.23, p < .0001$, one-tailed test. 다음, 아동의 오류수정 능력을 측정하였다 (0= 전혀 못 고치고 실험자가 개입한다, 1= 실험자의 도움으로 고친다, 2=아동이 스스로 고친다). 3살 아동은 평균 .13, 4살 아동은 2.50을 받았고 유의한 차이를 나타냈다, $t(30)=4.56, p < .0001$, one-tailed test. 3살 아동은 오류를 재인하고 수정하는 데 어려움을 겪는 반면, 4살 아동은 오류를 어느 정도 잘 재인하고 수정할수 있었다.

다음에 전이파트의 수행결과를 분석하였고 결과는 표2에 제시되어 있다.

표 2.

퍼즐과제에 있어서 연구2의 결과

	3 살		
	라벨링	오류	통제
물체점수(0to4)	1.81	.63	.31
%계절이 일치한 판	75%	70%	0%
	(N=10)	(N=5)	(N=2)

	4 살		
	라벨링	오류	통제
몸체점수(0to4)	3.13	3.38	2.56
%계절이 일치한 판	73%	81%	66%
	(N=15)	(N=16)	(N=14)

몸체 점수에는 두단계 분석을 하였다. 먼저 훈련집단의 수행과 통제집단의 수행을 비교하였다. 3살 아동에서 라벨링 집단이 통제집단보다 점수가 높았고, $t(30)=3.43$, $p < .005$, one-tailed test, 평가집단과 통제집단 간에는 유의한 차이가 없었다. 4살 아동에서는 두 훈련집단이 통제집단보다 점수가 높았다. t-test 결과 라벨링 집단과 통제집단 간에는 근사한 유의한 차이를 보였으며, $t(30)=1.2$, $p < .10$, one-tailed test, 평가집단과 통제집단 간에는 유의한 차이를 보였다, $t(30)=1.69$, $p < .05$, one-tailed test. 4살 아동에서 통제집단은 연구1의 아동과 점수가 유사했고 3살 아동에서 통제집단은 연구1의 아동보다 수행점수가 좋지 않았다. 이것은 세살 아동이 파트1에서 2개의 판만을 완성할때 '판을 완성한 후 또 다른 판을 완성하는'(panel by panel) 전략이(그런데 이런 전략은 적절한 문제해결의 능력을 소유하기 전에는 수행을 나쁘게 만든다.) 파트 2를 더 형편없이 만들었다고 해석할 수 있다.

다음에 2(나이) x 2(훈련집단) 변량분석을 몸체점수에 하였다. 나이에 유의한 결과를 나타냈고, $F(1,60)= 65.03$, $p < .0001$, 상호작용도 유의한 결과를 나타냈다, $F(1,60)= 4.692$, $p < .005$. 몸체점수는 나이가 증가함에 따라 높아졌다. 또한 연령과 훈련집단 간에 유의한 상호작용은 두개의 훈련이 각각의 연령아동에게 다른 효과를 주었음을 제시해 준다. 3살아동은 단지 라벨링훈련에서 효과를 보았다. 3살 아동의 표상능력은 초기단계여서 평가훈련의 효과를 볼 수 없었고 표상능력이 어느 정도 발달된 후에야 평가훈련의 효과를 볼 수있음을 알 수 있었다. 반면 4살 아동에서는 두가지 모두 효과가 있었다. 또한 평가집단의 아동이 라벨링 집단보다 점수가 높았는데 이것은 4살 아동의 표상능력은 어느 정도의 수준으로 발달되어서 평가훈련으로부터 많은 효과를 보았다는 점을 제시해준다. 몸체점수의 결과는 평가능력의 발달적 지체에 대한 가설을 지지해준다. 다시 말해서, 평가능력은 표상능력이 먼저 일정한 수준에 도달한 후에 발달한다.

계절에 맞는 몸체 점수의 %를 분석하였다. 3살의 통제집단은 너무나 적은

수의 아동이 1 이상의 몸체접수를 가졌기 때문에 분석에 포함시키지 않았다. 2(나이) x 2(훈련집단) 변량분석은 주 효과도 상호작용도 유의하지 않았다. 전반적으로 계절에 맞는 몸체접수는 연구1보다 상당히 높았다.

다음, 과제 수행동안의 자발적 언어에 대해 분석하였다. 두명이 자발적 언어를 연구1에서처럼 3종류로 분류하였는데 동의가 97%이고 불일치는 토론으로 해결하였다. 표3에 총 언어수와, 지도언어와 평가언어의 %가 나이별로 집단별로 제시되어 있다.

표 3.

연구2에서의 아동의 언어접수

	3 살		
	라벨링	오류	통제
총언어수	18.9	22.3	12.7
지도언어	48%	58%	56%
평가언어	47%	36%	31%

	4 살		
	라벨링	오류	통제
총언어수	18.2	12.2	16.0
지도언어	48%	31%	52%
평가언어	46%	66%	40%

먼저 과제와 관계가 없는 무관계 언어를 나이별로 비교하였는데 3살아동이 평균 2.2, 4살아동이 1.1 의 점수를 나타내었고 유의한 차이는 없었다. 연구1과 비교할때 무관계 언어가 상당히 줄었는데, 이것은 훈련파트에서 경험이 전이파트에서는 아동을 좀 더 과제완성 자체에 충실하게 만들었다고 볼수있다.

다음에 과제와 유관한 언어를 분석했는데 몸체분석에서와 같이 두단계 분석을 하였다. 먼저 훈련집단과 통제집단을 비교하였다. 3살의 아동에서 라벨링집단의 아동이 통제집단의 아동보다 더 많은 평가언어를 사용하였고 유의한 차이가 있었

다, $t(19)=2.84$, $p < .01$, one-tailed test. 평가집단과 통제집단 간에는 유의한 차이가 없었다. 3살의 아동은 라벨링 훈련에서만 더 많은 평가언어를 사용하였다. 이 결과는 몸체 분석의 결과와 일관성이 있었다. 4살 아동에서는 평가집단이 통제집단보다 평가언어를 더 많이 사용하였고 유의한 차이를 나타내었다, $t(18)=2.58$, $p < .01$, one-tailed test. 이것은 평가훈련이 아동으로 하여금 옳고 그른지를 확인하는 절차를 촉진시켰기 때문인 것 같다. 그러나 라벨링 집단과 통제집단 간에는 평가언어에 유의한 차이가 없었다. 아마도 라벨링 집단이 수행(몸체 점수)에서 통제 집단보다 높은 점수를 낸것은 라벨링 훈련이 아동으로하여금 특정적이고 정확한 라벨을 사용하게 하여 올바른 퍼즐 조각을 선택하게 도와 주었기 때문인것 같다.

다음에 2 (언어) x 2 (훈련집단) 변량분석을 평가언어에 하였다. 나이에 유의한 결과를 나타냈고, $F(1, 41)=6.585$, $p < .02$, 유의한 상호작용이 있었다, $F(1, 41)=7.566$, $p < .01$. 아동은 나이가 많아짐에 따라 평가언어를 더 많이 사용하였고 3살과 4살의 아동에게 다른 영향을 미쳤다. 3살 아동은 라벨링 훈련으로 평가언어의 사용이 늘었고 4살 아동은 평가훈련으로 평가언어의 사용이 늘었다. 언어 점수의 결과도 평가능력의 발달적 지체의 가설을 확증시켜 주었다. 다시 언급하자면, 아동이 적절한 표상능력의 수준에 도달해서야 평가훈련의 도움을 받을 수 있는 것이다. 수행 결과 (몸체점수)와 언어점수의 결과 모두 표상이 평가능력을 선행한다는 발달적 지체에 대한 가설을 지지 해 주었다.

두 번째 가설도 또한 입증되었다. 통제집단은 다른 두 훈련집단이 받은 훈련은 없었지만 두개의 판을 완성하는 퍼즐과제를 해보았다. 그러나 단순한 연습 (practice) 자체는 문제해결 능력의 발달이나 전이에 아무런 영향을 주지 않았다.

연구2의 결과는 문제해결 능력의 향상을 위해서는 적절한 훈련상황의 선택이 필요하다는 점을 강조하였다. 또한, 문제해결의 구성요소를 훈련할때는 구성요소의 발달순서를 잘 고려하여 훈련계획을 세워야 한다는 중요성도 시사하였다.

전체 논의

어린 아동의 문제해결 능력이 두 연구에서 연구되었다. 첫번째 연구에서는 표상과 평가능력의 발달 양상에 대하여 연구하였다. 가설과 같이, 표상능력은 한 단계로 완성되지 않았다. 대신 아동은 나이가 많아짐에 따라서 한 과제내에서 과제들의 중요하고 적절한 특성을 점차적으로 더 많이 부호화하였다. 퍼즐과제에서 아동은 먼

저 계열과 관계없이 몸체를 재구성하는데 주의를 기울였다. 그리고 나서 몸체를 계열에 맞추어서 재구성하려고 노력하였다. 문제해결능력의 발달순서에 관해서는 표상능력이 평가능력을 선행한다는 가설을 세웠다. 자발적 언어의 자료가 평가능력의 발달적 지체에 대한 가설을 지지해 주었다.

연구2에서는 연구1의 결과들을 더 자세히 연구하였다. 연구2의 중요한 목적은 연구1에서 발견한 표상능력과 평가능력의 발달적 양상을 재탐구하는데 있었다. 특정적으로 말하자면, 평가능력의 발달적 지체가 있다면 어린아동은 표상능력을 향상시키도록 고안된 훈련방법에만 이익을 보고 평가능력을 증강시키도록 고안된 훈련에는 효과를 보지 못할 것이다. 어린 아동의 표상능력은 잘 발달되어 있지 않기 때문이다. 연구2의 결과는 연구1의 결과를 확증시켜주었다. 즉, 3살 아동은 표상훈련에만 효과를 보았고 4살 아동은 표상훈련과 평가훈련 모두에서 효과를 보았다. 이 발달적 지체는 부분적으로는 효과적인 표상능력이 없이는 평가훈련이 가치가 없다는 단순한 사실에 기인하기도 하고, 또는 아동이 평가와 표상을 온라인(on-line)으로 동시에 유지할 수 없는 인지적 자원의 제한점에 기인하기도 한다. 단기 기억 용량의 제한성 때문에 아동이 과제를 표상하고 계획을 세우고 평가하는 과정을 동시에 할 수 없음은 확실하다.

이 연구의 결과는 문제해결능력의 발달을 이해하는데 몇가지 중요한 시사점을 제시해준다. 첫째, 연구2는 부호화와 표상이 평가능력에 주는 상호작용 효과(bootstrap effect)를 강조하였다. 즉, 아동이 부호화와 표상과정의 능력이 발달할수록 더욱 잘 평가과정의 수행도 잘 하였다. 연구2에서 보면 표상능력의 개선을 위해 고안된 표상훈련이 표상능력을 증진시켰으며 또한 평가능력도 개선시켰다.

둘째, 연구2는 또한 문제해결능력의 발달과 개선을 위해서는 특별히 선택된 훈련이 필요하다는 점을 강조하였다. 통제집단은 퍼즐과제에서 인지적으로 부담이 적은 2개의 단만을 할수있는 기회가 주어졌다. 그러나 결과에서 보면 단순한 연습(practice) 자체는 문제해결능력의 발달에 충분한 영향을 주지 않았다. 특별히 선택된 적절한 훈련이 없이 단순한 연습만으로는 이익이 없었다.

셋째, 연구2는 문제해결능력의 발달에 있어서 훈련을 개개인의 발달에 맞게 잘 선택해야 하는 점을 강조하였다. 평가능력의 발달을 위해 고안된 방법은 표상능력이 부족한 3살의 아동에게는 효과가 없었다. 즉, 평가능력의 지체는 훈련방법을 고안할때는 문제해결능력의 발달순서를 잘 고려해야 한다는 점을 지적하였다.

넷째, 이 연구는 또한 어린아동이 통상되어지는 것보다 능력이 많다는 최근

의 많은 연구를 지지해준다. 평가능력과 모니터링능력은 비교적 발달상 늦게 나타난다고 알려져 있다. 그러나 이 퍼즐 과제에서는 4살의 아동도 간단하고 적절한 훈련으로 평가능력이 가능하다는 것을 보여주었다. 이 연구에서는 문제해결능력의 발달을 위해서 친숙한 과제를 이용하여 적절한 훈련을 선택해야함을 강조하였다.

다음에는 이 연구에 다루지 못한 발달연구에서 중요한 방법을 논의하고 후속 연구의 영역에 대하여 살펴 보도록 하겠다.

이 연구에서는 문제해결능력의 발달적 순서를 제시하였다. 자세히 이 발달적 양상을 연구하기 위해서는 발달의 본질인 변화(change)를 정확히 살펴볼 수 있는 방법이 필요하다. 일반적인 집단간의 연구방법(cross-sectional)으로는 변화가 언제 어떻게 일어났는지를 상세하게 살펴보기는 힘들다. Siegler 와 Crowley (1991)가 제시한 “미세한 발생”의(microgenetic) 연구는 이러한 방법론적인 제한점을 해결해 줄 유망한 방법이다. “미세한 발생”의 연구 방법은 한 개인에 대하여 연관있는 모든 변화에 대한 정보를 일정한 시간에 걸쳐 관찰하여 발달을 연구하는 방법이다. “미세한 발생”적 연구방법은 변화가 빈번히 발생하는 때의 상세한 조건을 가르쳐 주며 짧은 기간 동안에만 존재하고 사라질 수 있는 전략도 살펴볼 수있게 해주는데, 이것은 기존의 다른 방법으로는 불가능하다. “미세한 발생”적 연구방법은 세가지 중요한 특성을 가지고 있다. 첫째, 급작한 변화가 일어나는 시기의 전체적 관찰, 둘째, 그 기간 동안 과밀도적인 관찰, 셋째, 변화의 질적 그리고 양적인 양상의 충실한 분석이다.

세번째의 특성은 특히 변화를 위해 고안된 집단간 또는 집단내의 훈련실험과 기술습득의 연구에 중요한 점을 제시해준다. 이런 연구들은 대부분 속도나 정확성에 대한 양적 묘사에 그치고 있다. 속도나 정확성의 개선은 단순한 양적인 변화(더욱 효과적으로 기존의 전략을 사용함)가 아니라 질적인 변화(새로운 전략의 사용)에 기인 할수도 있기 때문이다. “미세한 발생”적 연구로는 개개의 변화의 상세한 부분까지 관찰할 수 있다.

또한 수단목적(means ends)분석 같은 일반적인 발견전략(general heuristic)도 일정한 시간에 걸쳐서 한 개인내에서 변화하는 문제해결의 발달을 연구해야 한다는 중요성을 시사하고 있다. 인공지능 분야에서는 일반적인 발견전략을 지지했었다. “일반적 문제해결자”(General Problem Solver) 같은 컴퓨터 프로그램은 단순한 산수 문제를 해결할 수 있었다. 그러나 특정지식을 요구하는 특정분야의 문제에서는 취약점이 있다. 이런 이유로 인공지능의 연구자들은 일반적이 발견전략을 취약한 방법

(weak method)라고 부르기 시작했다(Rich, 1993). 연구자들은 컴퓨터와 인간은 모두 문제해결을 일반적 발견전략을 이용하여 시작하며 한 영역내에서 특정지식을 축적함에 따라서 분야특수방법 (domain-specific method)로 전환한다고 제시했다. 이러한 일반적 방법에서부터 특수한 방법으로의 (from general heuristics to domain specific method) 전환은 피험자내에서의 연구방법으로만 연구가 가능하다.

마지막으로, 문제해결의 마지막 단계인 평가요소에 더 많은 연구가 필요하다. 앞의 문헌연구에서도 살펴보았듯이 이 단계의 연구가 그리 많이 이루어 지지 않았으며 효과적인 문제해결자의 연구를 위해서는 모든 인지적 구성요소의 균형적인 연구가 필요하다. 어린 아동에게는 특히 인지자원이 제한되어 있기 때문에 기억용량을 최소화하는 수정된 과제로 평가과정을 연구 할수 있을 것이다. 예를 들어, 외적인 기억도움방법(memory aid), 기본 인지요소의 자동화(automatization), 또는 과제와의 친숙은 아동의 평가능력을 증진 시켜줄 것이며 평가능력의 발달에 대한 연구를 가능하게 해줄 것이다. 또 다른 가능성은 용량의 제한성 때문이 아니라 메타인지의 제한 때문일 수도 있다. 인지용량을 최소한 과제에서도 개선을 보이지 않는다면 메타인지 쪽으로 연구해 볼 만할 것이다.

참 고 문 헌

- Blain, D.D., Dunham, J.L., & Pyle, T.W. (1968). Type and amount of available past instances in concept learning. Journal of Experimental Psychology, 73, 121-124.
- Bourne, L.E., Estrand, B.R., & Montgomery, B. (1967). Concept learning as a function of the conceptual rule and the availability of positive and negative instances. Journal of Experimental Psychology, 82, 543-544.
- Bourne, L.E., Goldstein, S., & Link, W.E. (1964). Concept learning as a function of availability of previously presented information. Journal of Experimental Psychology, 67, 439-448.
- Brown, A.L., & Kane, M.J. (1988). Cognitive flexibility in young children: The case for transfer. Symposium paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, L.A.
- Brown, A.L., Kane, M.J., & Echols, C.H. (1986). Young children's mental models determine analogical transfer across problems with a common goal structure. Cognitive Development, 1, 103-121.
- Bransford, J.D., & Stein, B. (1993). The IDEAL problem solver: A guide for improving thinking, learnings and creativity (2nd Ed.). New York: Freeman.
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J., & Austin, G.A. (1956). A study of thinking. New York: Wiley.
- Bruner, J.S., Olver, R.R., & Greenfield, P.M. (1966). Studies in cognitive growth. New York: John Wiley & Sons.
- Case, R. (1978). Intellectual development from birth to adulthood: A neo-Piagetian interpretation. In R.S. Siegler (Ed.), Children's thinking: What develops? Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973). The mind's eye in chess. In W.G. Chase (Ed.), Visual information processing. New York: Academic Press.
- Chi, M.T.H. (1978). Knowledge structures and memory development. In R.S. Siegler (Ed.), Children's thinking: What develops? Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M.T.H., & Koeske, R.D. (1983). Network representation of a child's dinosaur

- knowledge. Developmental Psychology, 19, 29-39.
- deGroot, A. (1966). Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings. In B. Kleimnuntz (Ed.), Problem solving, New York: Wiley.
- DeLoach, J. S., Sugarman, S., & Brown, A. L. (1985). The development of error correction strategy in young children's manipulative play. Child Development, 56, 928-939.
- Gholson, B. (1980). The cognitive developmental basis of human learning: Studies in hypothesis testing. New York: Academic Press.
- Gholson, B., & Dansiger, S. (1975). Effect of two levels of stimulus complexity upon hypothesis sampling systems among second and sixth grade children. Journal of Experimental Child Psychology, 20, 105-118.
- Gholson, B., Levine, M., & Phillips, S. (1972). Hypotheses, strategies, and stereotypes in discrimination learning. Journal of Experimental Child Psychology, 13, 423-446.
- Hayes, J. R. (1989). The complete problem solver. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1964). The growth of logical thinking from childhood to adolescence. New York: Basic Book
- Kelmer, D. G. (1978). Patterns of hypothesis testing in children's discriminating learning: A study of development of problem solving strategies. Developmental Psychology, 14, 653-673.
- Kendler, H. H., & Kendler, T. S. (1961). Effects of verbalization on reversal shifts in children. Science, 134, 1629-20.
- Kendler, T. S. (1964). Verbalization and optional reversal shifts among kindergarten children. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 3, 423-33.
- Klahr, D., & Robinson, M. (1981). Formal assessment of problem solving and planning processes in preschool children. Cognitive Psychology, 13, 113-148.
- Pishin, V., Wolfgang, A., & Rasmussen, E. (1967). Age, sex, amount and type of memory information in concept learning. Journal of Experimental Psychology, 73, 121-124.
- Polya, G. (1945). How to solve it: a new aspect of mathematical method. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Rich, E. (1983). Artificial Intelligence. New York: McGraw-Hill.
- Siegler, R.S. (1976). Three aspects of cognitive development. Cognitive Psychology, 8, 481-520.
- Siegler, R.S. (1978). The origins of scientific reasoning. In R.S. Siegler (Ed.), Children's thinking: What develops? Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R.S., & Crowley, K. (1991). The microgenetic method: A direct means for studying cognitive development. American Psychologist, 46, 606-620.
- Welsh (1991). Rule guided behavior and self-monitoring on the tower of Hanoi disk-transfer task. Cognitive Development, 6(1), 59-76.

Abstract

Young Children's Problem-solving : The role of representation and evaluation

Kyungmi Kim
(Ewha Womans University)

The present study examined preschooler's(3-5yrs) representation and evaluation skills in a puzzle completion task. The puzzle contained panels of four children dressed for each season and the key to success was using a body scheme to reconstruct the panels (head, torso, legs, feet and sky on top). Baseline data (Study 1) revealed a developmental pattern of increasing body scheme representation along with more careful attention to season consistent construction. Spontaneous verbalizations also shifted from more guiding statements (where's the head?) to more evaluative statements (this isn't right). Study 2 examined different intervention techniques for increasing representation (verbal labeling) and evaluative processes (error detection practice), along with a control group that had unassisted practice. Three year olds only benefited from verbal labeling, four year olds from both types of training. Verbalizations also showed appropriate shifts toward increasing evaluation, particularly for the older children. These findings are discussed in terms of a developmental hypothesis that representation precedes evaluation skills and that training techniques should take into account the relative balance between representation and evaluation skills in the individual for the task at hand.