

# 영역의존적 문제해결 연구의 이론적 및 방법론적 제문제

이 영 애

이화여대 교육심리학과

본 논문은 정보처리접근하에 문제해결 분야를 주도해 온 영역독립적 문제해결 연구와 새로운 움직임인 영역의존적 문제해결 연구를 비교하고, 특히 후자의 연구들을 방법론적 특징, 주요 결과와 그에 대한 설명, 갈등적 결과들과 쟁점 등에서 고찰한 다음, 그 방법론적 문제점들을 논의하였다. 영역의존적 문제해결 연구들이 아직 탐색단계에 있으므로 영역독립적 문제해결 연구가 사용해 온 방법론을 도입할 필요를 제안하였다.

사람은 어떻게 해서 수학이나 물리문제를 풀 수 있게 되는가? 한 문제가 주어지고 그 답을 내기까지 몇 초, 몇 분 또는 그 이상이 소요되는데, 이동안 여러 심리과정들이 개입하고, 이를 통해 답이 찾아진다. 수수께끼이든, 과학문제이든, 일상생활의 문제이든 문제를 해결하려 할 때, 사람들이 과연 어떤 유형의 표상들을 사용하며, 이 표상들을 변형시켜 해결에 이르도록 하는데 어떤 심리과정(mental processes)들이 관여하는지가 문제해결(problem solving) 분야에서 연구되어 왔다. 이 분야는 앎의 과정과 그 구조를 객관적으로 밝히는 인지심리학의 한 분야인 사고심리학(psychology of thinking)에 속한다. 사고심리학에서는 문제해결 뿐만 아니라, 추론, 창의적 사고 등이 다루어진다.

1960년 이래 컴퓨터과학의 놀라운 발전에 힘입어 인지심리학은 그 이론과 방법론에서 큰 진전을 거듭해 오고 있다. 인공지능(artificial intelligence) 분야의 이론과 개념들은 인간의 문제해결 과정들을 행동주의나 형태주의와는 다른 새로운 시각에서 접근하도록 하였다. 행동주의는 문제해결을 새로운 반응의 형성으로, 형태주의는

새로운 체제화(organization)로 보았으나, 인지심리학의 정보처리접근은 문제해결을 검색과정으로 보았다. 인간을 기호나 상징과 같은 정보를 처리하는 체제로 가정하는 정보처리접근을 심리학자들이 받아들여지게 됨에 따라 지각, 학습, 기억, 언어 및 사고심리학 분야에서 인간의 앎의 구조와 과정에 대해 새로운 발견들과 또 이에 대한 설명들이 가능하게 되었다.

문제해결분야에서 1977년 이후 새로운 연구 경향이 나타나 문제해결의 새로운 측면들이 밝혀지고 있다. 본 논문에서는 영역의존적(domain specific) 문제해결이라 부르는 이 연구가 종전의 문제해결연구와 어떻게 다른지를 살펴보고, 그 주요 결과들과 관련된 설명들을 개관한 다음, 방법론적인 면에서 평가하고자 한다. 이를 위해 먼저 1960년대 이후 문제해결분야를 주도해 온 정보처리접근하에 이루어진 영역독립적 문제해결연구를 개관해야 한다. 이 연구들은 그 해결 목표가 잘 정의된 문제들을 사람들에게 주고, 해결에 사용되는 일반적인 방략(general strategy)이 무엇이며, 정보처리상에 어떤 요인들이 문제 해결에 영향을 주는지를 밝힌다. 영역의존적 분

제해결연구들은 산수, 기하, 물리, 화학, 프로그래밍, 정치학 등 그 문제를 풀려면 특정 영역에 대한 사전의 지식을 요구하는 문제를 사용하는데, 특히 전문가와 초보자의 문제이해과정의 해결을 위해 구성되는 표상의 구조적 특성을 중심으로 다룬다.

영역독립적 문제해결연구와 영역의존적 문제해결연구는 그 목적, 문제유형 및 실험설계에서 대조된다. 영역의존적 문제해결연구는 그동안 장기기억 연구분야에서 밝혀진 이해과정을 문제해결과정과 통합시키고자 하며(예, Kintsch와 Greeno, 1985), 일반적인 문제해결 방략과 개인, 특히 전문가가 문제를 풀기 위해 구성한 표상간의 관계 등을 규명하고 있다. 영역의존적 문제해결연구들은 이론적으로도 중요하고, 실제적으로, 예컨대, 문제해결 훈련프로그램의 구성에도 매우 중요하다. 영역의존적 연구들은 방법론상으로 아직 탐색단계에 있으며, 여러 주요한 문제들이 분석적으로 다루어지지 않고 있다. 영역독립적 문제해결연구들이 사용해 온 방법론이 적극적으로 도입되어야만 영역의존적 정보처리단계에 대한 심층적 이해가 가능해질 것으로 보인다.

### 문제해결에 대한 정보처리접근

정보처리접근은 문제해결자, 과제상황 및 문제공간으로 구성된 틀에 의해 문제를 해결하는 행동이 결정된다고 가정한다(Newell과 Simon, 1972; Simon, 1978). 문제해결자는 그 처리속도와 저장용량이 제한된 단기기억과, 저장용량이 무한하며 서술적 지식과 절차적 지식의 구조로 구성된 장기기억을 가진다. 과제상황은 실험자가 설명하는 문제로써 어떤 구조를 가지고 있다. 문제공간은 문제를 해결하려는 사람이 문제를 이해하여 자기의 기억에 표상한 상태이다.

문제를 푸는 사람의 기억 특성들이 과제 상황을 이해하여 문제공간을 구성할 때 영향을 주는데, 문제해결자가 장기기억에 저장된 지식을 바탕으로 과제상황의 주요 특징들을 문제공간에 제대로 나타내면 해결이 매우 용이해진다. 예를 들면, 기하문제나 물리문제를 풀려고 할 때, 사

람들은 식에서 알려지지 않은 값을 알려진 값으로 바꾸기 위해 필요한 정보를 장기기억의 서술적 지식구조에서 인출한다. 장기를 들 때, 사람들은 알들이 배열된 모양을 보고 장기기억의 절차적 지식구조에 의존하여 특정 행위를 취한다. 또한 문제가 문장으로 제시되는 경우, 문장들을 이해하여 그들간의 관계를 어떤 구조로 형성하고 이를 바탕으로 문제공간을 검색해 나가면 문제가 쉽게 해결된다.

Newell과 Simon은 일반문제해결기술의 핵심은 검색기제(search mechanism)이며, 생성과 검토(generate and test) 및 수단-목표 분석(means-end analysis)을 그 주요 기제로 보았다. 생성과 검토법에서는 한 문제공간에서 가능한 하나의 해결책을 제시하고 그것의 타당성 여부를 평가하는 식으로 목표상태에 도달하려는 것이며, 해결책이 타당하지 않으면 생성을 계속한다. 수단-목표 분석법은 한 문제를 여러 하위 목표들로 나누고, 현 상태에서 각 하위 목표에 이르도록 하는 작용소(operator)를 발견하여 이를 적용하면서 현 상태와 목표 상태를 줄여나가면서 최종 목표에 도달하는 방략이다.

정보처리접근의 문제해결연구들은 잘 정의되고, 그 구조가 철저히 분석된 문제들을 사람들에게 제시하되 검색과정이나 방략의 선택에 영향을 주는 요인들을 조작하여 해결에 소요된 시간, 정확하게 푼 문제수, 오반응 유형 등을 측정한다. 문제공간의 성질과 사용되는 방략의 정체를 알기 위해 Newell과 Simon(1972)은 장기두기, 비밀문자풀기 등의 문제를 풀고 있는 동안 사람들이 생각하고 있는 바를 그대로 말하도록 요구하였다. 이 언어보고문(verbal protocol)을 분석한 후 시뮬레이션 연구를 통해 그 타당성을 검증한다.

문제해결행동에 대한 정보처리접근은 엄밀하고 분명하게 제시된 기본가정들, 그리고 이 가정들에서 연역되는 가설들과 개념들로 구성된 잘 짜여진 이론이라기 보다는 연구를 진행시키는 틀/framework)로 보아야 한다. 정보처리접근이 이렇게 될 수 밖에 없는 데는 여러가지 이유가 있다. 그 첫째는 이 접근이 문제해결 행동의 여러 측면들을 기술할 때 행동주의, 형태주

의 및 도식이론(schema theory)의 가정과 개념들을 받아들였기 때문이다. 둘째, 시뮬레이션이나 인공지능연구의 영향으로 프로그램 그 자체가 한 이론으로 취급되는 경우가 많기 때문이다. 셋째, 연구대상인 문제해결행동 그 자체가 의식되지 않고, 매우 빨리 진행되는 심리과정에서부터 의식적으로 진행되는 심리과정에 이르기까지, 또 초보적인 표상으로부터 그 구조가 복잡한 표상에 이르기까지의 다양한 심리과정과 표상에 의해 결정되기 때문이다.

### 영역독립적 문제해결

정보처리접근하에서 문제해결과정을 연구하기 시작한 이후로 많이 사용되어 온 문제들은 그 구조 특성들이 잘 정의된 하노이탑, 선교사-야만인 강 건너기, 비밀숫자 등이었다. 이러한 문제들을 보면 시작상태와 목표상태가 명시되어 있고, 문제공간의 크기는 제한되어 있으며, 시작상태에서 목표상태로 이르게 하는 일련의 움직임(작용소)을 쉽사리 찾을 수 있다.

이러한 문제들과 같이 시작상태와 목표상태, 문제공간의 크기, 제약조건, 합법적으로 사용할 수 있는 작용소와 그 순서 등이 미리 분석된 문제에서는 피험자가 사용하는 문제해결 전략과 그 성질을 쉽게 검토할 수 있다. 이와 대조적으로 빈약하게 정의된 문제들, 예를 들어, 그 해답이 명시되어 있지 않거나 새롭고 독창적인 해답을 요구하는 문제들의 경우, 문제를 푸는데 필요한 정보가 자극과 지시에 모두 있지 않기 때문에 피험자들이 구성하는 문제공간을 추적하기 힘들고, 어떤 전략을 사용해서 목표상태에 도달했는지를 파악하기 어렵다. 하노이탑, 선교사-야만인 강 건너기, 낱자배열, 비밀숫자 등의 문제들은 기하, 물리문제 등과 비교해 보면 특정 분야에서의 전문지식이나 경험을 별로 요구하지 않는다. 하노이탑과 같은 문제에서는 문제공간을 만들기 위해 정교한 지식이 요구되지 않으며, 시작상태와 목표상태를 연결하는 작용소들을 찾는 검색 전략이 핵심이 된다.

이와 같은 영역독립적 문제들이 어떤 검색 전략이나 표상들에 의해 해결되는지를 검토한 연

구들은 크게 세 유형으로 분류되는 문제들을 사용했으며, 각 유형의 문제들은 서로 다른 심리적 능력을 요구한다(Greeno, 1978). 일련의 작용소들을 찾아야 하는 변형문제(transformation problem), 문제 요소들간의 관계를 찾거나 그것을 만들어내는 규칙을 발견하는 구조유도(inducing structure) 문제 및 요소들을 어떤 기준에 따라 재배열하는 배열문제(arrangement problem)의 세 유형들이다. 하노이탑 문제는 변형문제의 좋은 예로 세계의 말뚝 중 하나에 직경이 다른 세 원반들이 쌓여 있으며, 파제는 한 말뚝에서 다른 말뚝으로 세 원반들을 모두 옮기는 것이다. 이때, 한 번에 한 원반만 옮길 수 있으며, 직경이 작은 원반이 큰 원반 밑에 있어서는 안된다. 구조유도의 예는 "ABBC\_"와 같은 배열규칙문제인데, C 다음의 요소를 찾기 위해 각 요소들을 생성하는 규칙을 찾아야 한다. 배열문제의 예는 낱자들을 뒤섞어 제시하고, 그들을 한 단어로 재배열해야 하는 문제이다(anagram).

변형문제는 목표상태에 효과적으로 접근토록 하는 작용소를 찾기 위해 계획세우기의 능력이, 구조유도문제는 통합된 표상을 만들기 위해 이해 능력이, 배열문제는 해결 후보들을 생성하고 평가하는 능력이 각각 많이 요구된다(Greeno, 1978). 이 결과는 매우 시사적인데, 그 이유는 첫째로 문제유형에 따라 요구되는 표상이나 과정들이 서로 다르다는 점이다. 둘째, 영역독립적 문제 중 구조유도나 배열문제는 변형문제에 비해 장기기억내의 서술적 기억구조에 저장된 정보를 많이 활용하기를 요구한다는 점이다. 즉, 순수한 검색 전략만으로는 이 문제들을 풀기가 어렵다.

세 유형의 문제들이 문제공간의 구조와 크기, 그 구성에 요구되는 지식의 정도 등에서 다르므로 각기 독특한 해결 전략을 요구하는 것은 당연하다. 변형문제처럼 목표상태가 명시되면 수단-목표 분석법이 많이 사용된다(Simon, 1978). 구조유도문제 중 배열규칙문제는 일반규칙(general rule)을 검색한 다음, 요소들로 구성된 문제공간에서 검색하기를 요구한다. 배열문제도 질적으로 다른 전략을 사용하기를 요구하는데, 그 예는 구성적 검색(constructive sea-

rch)이다. 이것은 부분적인 해결을 내놓은 다음, 이를 평가하는 식으로 문제를 푸는 방략인데, 문제공간이 클 때 검색해야 할 부위를 줄이기 위해 사용된다.

영역독립적 문제해결연구들은 일반적인 해결 방략을 밝히면서 문제해결에 영향을 주는 요인들을 밝혔다. 예를 들면, 문제공간상으로 볼 때 매우 비슷한 문제들이라고 할지라도 겉으로 나타난 내용이 다르면, 한 문제를 푼 다음에 그와 비슷한 문제가 곧 제시되어도 문제해결에 소요되는 시간과 움직임의 수에서 큰 차이를 보인다(예, Hayes와 Simon, 1977; Reed, Ernst, 및 Banerji, 1974). 그 까닭은 사람들이 한 문제를 정확히 푸는데 사용한 움직임(move)을 기억함에 있어 한계가 있기 때문이다. 사람들은 또한 단기기억의 한계때문에도 일련의 움직임들을 계획할 때 과거의 움직임을 먼저 검토한 후, 앞으로의 한 두 움직임을 계획하는 국소적인 수단-목표 분석법(local means-end analysis strategy)을 쓴다(Atwood와 Polson, 1976). 하노이탑 문제를 다소 변경시켜 하위목표들의 수를 많게 하면 사람들은 수단-목표 분석법을 쓰지 않고 움직임 패턴에서 규칙을 연역해서 문제를 푼다(Sweller, 1983). 이 결과들은 문제해결에 주어지는 피이드백과 목표상태의 명료성에 따라 각기 다른 방략이 사용됨을 보여준다. 뿐만 아니라, 공간적으로 체계화되거나 쉽게 심상화되는 문제일수록 그 문제들을 해결하기 쉬운데, 그 이유는 규칙을 사용하는 과정이 자동화되어 기억부담이 적어지고 따라서 합법적인 움직임을 계획하기 쉽기 때문이다(Kotovsky, Hayes, 및 Simon, 1985). 하노이탑 문제처럼 특정 분야의 전문지식을 거의 요구하지 않는 문제들을 한 피험자에게 여러번 제시하면, 그는 학습과 더불어 새로운 방략을 사용하게 되는데, 이 결과는 문제에 대한 심층적 이해가 그 원인을 시사한다(Anzai와 Simon, 1979). 영역독립적 문제해결과정들이 실험적으로 검증됨에 따라, 문제해결을 문제공간에서의 검색과정으로 단순히 간주할 수 없다는 사실이 분명해졌다(Simon, 1978; Polson과 Jeffries, 1982). 규칙을 학습하고 적용하는 면에서의 차이가 그 주요

한 원인이므로(Kotovsky 등, 1985) 문제가 시각적으로 주어지고, 규칙이 쉽게 이해되고 적용할 수 있는 경우, 같은 구조를 가진 다른 문제들보다 더 빨리 풀린다.

### 영역의존적 문제해결

영역의존적 문제해결연구를 시발시킨 한 주요 원인은 1970년대 후반부터 인공지능 분야에서 문제를 지능적으로 해결하는 프로그램들을 개발할 때 컴퓨터의 계산능력(computational power)보다 지식바탕(knowledge base)을 강조하는 추세이었다. 전문적인 문제(예, 병의 진단)를 다룰 수 있는 프로그램이 개발되면서 사람을 대상으로한 문제해결연구도 영역독립적 문제해결에서 영역의존적 문제해결로 그 관심이 옮겨지게 되었다. 그러나 이러한 추세 이전, de Groot(1966)와 Chase와 Simon(1973)의 장기두기(chess game)에 관한 연구는 전문가들이 초보자나 다른 수준의 실력을 가진 사람들에 비해 의미있는 패턴을 더 빨리 지각하고, 그에 대해 적절한 행위를 취할 수 있음을 보여 주었다. 이 연구들은 한 분야에서의 오랜 경험이 그 방면 지식의 체계화는 물론, 조건-행위의 산출체계(production system)의 새로운 구성에 영향을 주고 있음을 시사하여 영역의존적 문제해결에 관심을 일으켰다.

1977년에 Bhaskar와 Simon은 열역학 문제를, Greeno는 기하문제를 피험자들에게 제시하고 그들의 언어보고문과 시뮬레이션 연구를 바탕으로 풍부한 의미구조의 구성을 요구하는 문제의 해결과정을 연구하였다. Bhaskar와 Simon은 전문가가 하노이탑이나 비밀숫자풀기처럼 의미상 풍부한 내용을 갖지 않은 문제상황에서 사용되는 방략을 써서 열역학문제를 푸는지, 전문가의 장기기억에 정보가 어떻게 체계화되었기에 이를 용이하게 활용할 수 있는지 등에 관심을 가졌다. Greeno는 한 영역의 문제를 제대로 이해한 정도를 평가할 때 응집성(coherence), 대응성(correspondence), 및 연결성(connectedness)의 세 기준에 적용되어야 한다는 주장을 뒷받침하는 증거를 제시하였다. 응집성은 피험자가

한 영역의 문제에 대해 구성된 표상의 구조(문제도식)가 위계적이고, 추상적 개념과 그들간의 관계가 밀접한 정도를, 대응성은 문제도식이 주어진 문제와 일치하는 정도를, 연결성은 문제도식이 일반적인 전문지식 구조나 추리과정과 관계되어 있는 정도를 가리킨다. Greeno는 문제를 잘 푸는 학생이나 전문가가 구성된 도식이 이 기준들에 잘 맞는다고 본다.

본 논문에서는 1977년부터 1985년까지 이루어진 영역의존적 연구들을 그 주요 결과, 그에 대한 해석, 갈등적 결과 및 설계상의 문제점 등을 중심으로 살펴보기로 한다. 먼저 지적해 둘 사실은 영역의존적 문제해결연구들을 두 유형으로 나눌 수 있다는 것이다. 그 한 유형은 Bhaskar와 Simon, Larkin(1981, 1985), Chi, Feltovich 및 Glaser(1981), Voss, Greeno, Post 및 Penner(1983) 등의 연구들처럼 특정 분야의 전문가만을 대상으로 또는 전문가와 초보자를 대상으로 문제해결과정을 연구한다. 다른 유형은 전문가 집단을 사용하지 않고 내용이 쉬운 기하, 대수, 또는 통계문제를 피험자에게 주고 한 영역의 문제를 풀 때 요구되는 문제도식의 유형, 표상과 방략간의 관계, 오반응의 처리 등을 연구한다(예, Anderson, Greeno, Kline 및 Neves, 1981; Atwood, 1984; Mayer, Larkin 및 Kadane, 1984; Riley, Greeno 및 Heller, 1983). 이 두 유형의 연구들은 밀접한 관계가 있는데, 그것은 전문가 집단을 사용하지 않는 경우에도 문제를 잘 풀 피험자가 구성된 문제도식의 구조적 특성이 전문가의 그것과 유사하기 때문이다. 본 논문에서는 편의상 두 유형의 연구들을 묶어 개관하기로 한다.

**방법론적 특징.** 영역의존적 문제해결연구들이 피험자에게 제시한 문제는 열역학(Bhaskar와 Simon, 1977), 물리학(Chi 등, 1981, 1982; Larkin, McDermott, Simon 및 Simon, 1980; Larkin, 1981), 기하(예, Greeno, 1977; Anderson 등, 1981), 산수(예, Riley 등 1983), 대수(Lewis, 1981; Schoenfeld, 1980), 프로그래밍어(McKeithen, Reitman, Rueter 및 Hirtle, 1981), 프로그래밍(Jeffries, Turner, Polson 및 Atwood, 1981), 정치학(Vo-

ss 등, 1983), 통계학(Atwood, 1983), 병의 진단(Johnson, Duran, Hassebrock, Moller, Feltovich, 및 Swanson, 1981; Lesgold, 1984), 기계학(예, Luger, 1981) 등 다양한 분야에 걸친다. 이 목록을 보면 정치학을 제외하고는 모든 연구들이 자연과학에 집중되어 있는데, 그 이유는 이 분야의 문제들이 정답을 가지고 있는 문제들이기 때문이다.

각 연구에서 실험자는 문제를 대학교수, 박사과정생 또는 전문기관 종사자 등으로 정의되는 전문가와 각 분야에서 한 두 과목을 이수하거나(대학생), 짧은 훈련기간을 거친 초보자들에게 제시하고 문제를 푸는 동안 생각하고 있는 바를 자연스럽게 보고하도록 한다. 전문가를 대상으로 하지 않는 연구들은 대개 아동이나 초·중고등학생을 연구대상으로 언어보고문을 받거나 문제들을 분류하는 과제를 준다. 언어보고문을 분석할 때는 내용을 분석하는 그 자체가 한 문제 해결 이론이 되며, 이를 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션을 하고 그 결과가 다른 전문가의 해결 행동과 일치하는지를 검토한다(예, Luger, 1981; Johnson 등, 1981).

초기에는 언어보고문을 분석하면서 해결에 소요된 시간, 푼 문제수 등을 측정하여 배후의 문제도식의 성질을 추리했으나 최근에 들어와 연구방법이 다양해졌다. 몇 십 개의 문제들을 주고 그 유사성에 따라 분류하도록 하거나(예, Chi 등, 1981; Schoenfeld와 Herrmann, 1982), 해결단계들이 기술된 슬라이드를 짧은 시간동안 제시하고 몇 시행에 걸쳐 내용을 회상하도록 하거나(McKeithen 등, 1981), 불완전한 문제를 완성하도록 하거나(Larkin, 1985), 한 분야의 개념들에 관해 생각나는대로 말하거나 설명하도록 하는(Chi 등, 1982) 등의 과제들이 사용된다. 이러한 방법론적 다양성은 언어보고문의 분석이 초기의 정보처리과정과 표상의 구조를 드러내기에 예민하지 못하다는 비판도 있고(예, Nisbett과 Wilson, 1977) 실제로 언어보고문에만 의존할 때 갈등적인 결과들이 있기 때문이다(예, Chi 등, 1982).

**주요 결과와 해석.** 당연히 예상되는 바이지만, 각 방면의 전문가들은 초보자들에 비해 빠

르고, 정확하게 문제를 풀었다. 물리학 교수나 박사과정생들은 대학신입생보다 4 배나 더 빨리 문제를 풀었다(Larkin 등, 1980). 수학전문가는 초보자들이 모르거나 또는 알고 있기는 하지만 당연히 사용해야 할 상황에서 사용하지 않는 방략을 써서 문제를 풀었다(Schoenfeld, 1980). 방사선과 전문의는 의과대학생이나 수련의보다도 환자의 X레이 사진을 더 정확히 판독했으며(Lesgold, 1984), 심장병 전문가는 환자들에 대한 진단자료에서 결정적인 단서를 찾아, 심장병을 상급수련의들보다 더 정확히 진단하였다(Johnson 등, 1981). 소련문제 전문가인 정치학자는 소련의 농업문제에 관한 해결책을 제안할 때 다른 전공의 정치학자나 초보자들에 비해서 파생되는 문제들을 더 철저히 분석하고, 각 하위 문제들에 대한 해결책과 평가 등을 제시하였다(Voss 등, 1983). 초보수준의 프로그래머에 비해서 전문프로그래머들은 짧은 시간 동안 본 프로그램 내용을 더 많이, 더 정확하게 회상했는데, 시행이 계속되어도 그 차이는 줄어들지 않았다(McKeithen 등, 1981). 전문적 프로그래머들은 어떤 과제를 수행하는 프로그램을 짤 때, 문제를 독립적이고 의미있는 하위 문제들로 나눈 다음, 좋은 연산법(algorithm)을 기억해내어 프로그램을 완성하였다(Jeffries 등, 1981).

전문가를 대상으로 하지 않은 연구들은 말로 된 대수문제(word algebra problem)나 기하의 증명문제에 대하여 추상적 개념을 사용하여 잘 짜여진 도식을 구성할 줄 아는 아동들이나 중고등학생들이 역시 그 문제들을 잘 풀고 있음을 밝혔다(예, Greeno, 1977 ; Riley 등, 1983). 아동들은 말로 된 산수문제들을 해법의 유형에 따라 분류를 하였다(Morales, Shute 및 Pellegrino, 1985). 특히 주목할 결과로서, 수학문제 해결에 관한 방략을 1 개월 정도 집중적으로 훈련받은 대학생들은 문제들을 그 심층구조인 해법에 따라서 분류를 하게 되었고, 이들이 문제를 분류하는 양식은 전문가의 분류양식과 유사하였다(Schoenfeld 와 Herrmann, 1982).

전문가들이 초보자들보다 문제를 빨리, 그리고 정확히 푸는 이유로서 여러가지가 밝혀졌다.

전문가들은 문제를 지각할 때 표면구조의 특성을 바탕으로 공식이나 필요한 정보를 생각하지 않고 문제 배후의 추상적 개념들과 그들을 관련 지우는 원리나 법칙을 중심으로 문제를 이해한 후 특정한 상황에 적절한 규칙을 자동적으로 적용하기 때문이다(Chi 등, 1981 ; Larkin, 1981, 1985 ; Anderson 등, 1981). 초보자의 경우, 문제를 피상적이고 직관적인 관념으로 파악하며 일반원리가 구체적 상황에서 어떻게 적용되는지를 분명히 모르거나, 알더라도 이를 차례로 검토해야하므로 해결시간이 느리고 틀리기 쉽다. 전문가들의 문제도식은 추상적인 원리에서부터 구체적인 적용조건까지 포함하고 있으며, 오랜 경험을 통해 조건과 행위의 산출체계가 세분되어 있어, 문제가 정확히 분류만 되면 그 문제를 쉽게 풀 수 있다. 추상적 원리가 구체적 상황에 어떻게 적용되는지에 관한 절차적 지식의 구조가 전문가의 장기기억에서 세분되어 있고 잘 짜여져 있음을 시사하는 결과들(예, Chi 등, 1981 ; Larkin, 1981)은 영역독립적 문제해결 연구에 관한 개관에서 언급된 Kotovsky 등(1985)의 결론, 즉 규칙의 학습과 적용이 문제해결의 초기단계에 결정적으로 중요하다는 것과 일치한다.

전문가들이 문제에 대해 구성하는 도식이 추상적 수준에서 구체적 수준에 이르기까지 위계적이고 인과관계적이며, 응집성이 크므로 이들은 초보자들이 간파하는 주요 단서들을 쉽게 파악하고(예, 병의 진단), 짧은 시간에 본 내용을 더 많이 회상하며, 그 내용이 전문적인 내용으로만 구성될 수 있고, 한 문제를 해결할 때 파생되는 다른 문제들까지 생각하고 검토할 수 있게 된다.

**영역간 문제해결.** 한 개인이 한 분야의 지식을 장기적으로 습득하고 그 분야의 문제를 많이 풀어보게 됨에 따라 그가 영역의존적인 해결방략을 습득하게 됨은 당연하다. 화학자에게 어떤 정치문제에 대한 해결책을 제시하도록 하면 초보자와 마찬가지로 문제를 해결하지만, 이 문제를, 전공은 아니지만 정치학자인 사람에게 풀도록 하면 그 문제를 다루어온 전문가들처럼 큰 문제를 작은 문제들로 나누고, 각 하위 문제

에 대한 해결책을 제시하고, 이를 평가하는 등 정치학 분야의 해결방략을 사용한다(Voss 등, 1983). 물론 이들의 해결책과 그 구조는 그 분야의 정치학자들의 것에 미치지 못하지만, 정치학 특유의 방략을 사용한다는 것이 중요하다. Bhaskar와 Simon(1977)은 열역학 문제를 푸는 전문가가 일반적인 해결방략인 수단-목표 분석법을 쓰기는 하나 이 방략을 일관되게 사용하지 않음을 관찰하였다. 그 이유는 이 분야의 전문지식이 문제를 푸는데 필요한 공식의 회상과 선택에 영향을 주기 때문이다. 정치학 분야의 전문가가 열역학 분야의 전문가가 사용하는 방략으로 문제를 풀려고 하기 전에 이미 문제 자체가 전혀 다른 성질의 해답과 해결과정을 요구한다. 열역학의 문제들의 경우, 일반적인 원리와 법칙이 구체적 상황에서 어떻게 적용되느냐가 문제이며 모든 문제가 공식에 의해 풀려진다.

분야가 다른 전문가들이 문제를 해결할 때 어떤 공통점을 보이는가? Voss 등의 연구를 제외하고는 그 어떤 연구도 한 실험에서 여러 분야의 전문가들을 대상으로 삼지 않아 이 문제에 대한 분명한 실마리를 찾기 힘들다. 그러나 지금까지의 연구들로부터 몇가지 잠정적인 결론을 이끌어낼 수 있다. 물리학, 수학 등 분야의 전문가들은 일반원리, 해법, 공식 등을 중심으로 잘 짜여진 문제도식들을 가지고 있고, 이 도식들을 바탕으로 순행풀기법(working forward)을 주로 사용해서 문제를 푼다. 예를 들어, " $e=f(a, b)$ "와 " $d=f(c, e)$ "라는 두 식이 제시되고,  $a, b, c$ 의 값이 주어졌다면 전문가는 앞의 식을 먼저 풀고 그 다음 나중의 식을 푸는데, 이것이 바로 순행풀기법이다(Chi 등, 1981; Larkin 등, 1980). 초보자는 목표상태가 있는 나중의 공식에  $c$  값을 대입하고 그 다음 앞의 공식을 푼다(수단-목표 분석법 또는 역행풀기법). 방사선 분야와 심장병 분야의 전문가들은 의학지식(예, 해부학, 생리학)과 질환에 관한 도식을 바탕으로 환자를 진단한 자료에서 핵심 단서들을 찾고, 이를 바탕으로 병에 대한 가설을 내리고 다른 자료를 바탕으로 이 가설을 검증하는 방략을 사용한다(Johnson 등,

1981; Lesgold, 1984). 전문적인 프로그래머와 정치학자는 문제해결에서 상당한 차이를 보이지만 한가지 면에서 비슷하다. 즉, 이 두 분야의 전문가들은 모두 주어진 문제를 의미있는 하위 문제들로 나누고 이 하위 문제를 푼 다음 이들을 연결시키는 방략을 사용하고 있다(Jeffries 등, 1981; Voss 등, 1983).

여러 분야의 전문가들의 문제해결에 대한 앞으로의 연구는 이들이 어떤 일반적인 문제해결 방략을 많이 쓰고 있으며, 인접 분야의 전문가들이 어떤 공통적인 해결 방략을 쓰고, 어디서 차이를 보이는지를 밝히는 방향으로 연구의 초점이 모아져야 한다. 현재 Voss 등의 탐색적 연구를 제외하고는 이러한 목적하에 이루어진 연구가 없으므로 영역을 초월한 전문가의 문제해결과정을 이해하기 힘들다. 이 주제하의 연구는 영역독립적 문제해결연구와 비교되고, 수렴적 결과도 낼 수 있으므로 앞으로 여기에 관심이 모아져야 한다.

**갈등적 결과와 쟁점.** 앞서 전문가들, 특히 물리학 같은 분야의 전문가들이 초보자들에 비해서 순행풀기 방략을 주로 사용한다고 언급했지만, 실제로 문제는 그렇게 간단하지 않다. 전문가들이 기계공학의 문제를 풀거나(Luger, 1981), 정리(postulates)를 사용해서 증명문제를 풀거나(Anderson 등, 1981), 열역학 문제를 풀 때(Bhaskar와 Simon, 1977), 수단-목표 분석법 즉, 역행풀기법도 사용한다. 영역에 따라서 순행풀기법이 주로 사용되는지, 문제의 해결에 필요한 식들을 인출할 때는 역행풀기법이, 식이 일단 배열된 후에는 순행풀기법이 적용되는지, 등식의 갯수에 따라 방략이 달라지는지 등이 분명하지 않다. 앞으로의 연구에서 이 문제가 다루어져야 하는데, 언어보고문을 받아 분석하는 방법으로 이 문제를 규명하기 힘들다.

Larkin 등(1980)의 연구에서 전문가들은 공식을 하나씩 차례로 언급하지 않고, 계산 결과만을 보고하는 반면, 초보자들은 식을 하나씩 언급한 후 각 식의 독립변인에 값을 대입하여 풀었다. 전문가들은 식들이 어떤 조건에서 사용되어야 하는지를 장기간 학습했으므로 적절한 식을 파악하고, 값을 대입하여 종속변인의 값을

언는 과정이 모두 한 단계로 처리된다고 하겠다. 그러나 Lewis(1981)는 대수 전문가들이 작용소들을 사용할 때 여러 작용소들을 한꺼번에 사용하지 않으며, 초보자와 마찬가지로 실수를 저지름을 관찰하였다. 오랫동안 대수문제들을 풀었음에도 불구하고 쉬운 문제들을 풀 때 초보자와 비슷한 해결과정을 밟는다는 사실은 Larkin(1981)이 제안한 해결과정의 자동화(automation)를 의심케 한다. 이러한 갈등적 결과에 대한 한 설명으로서 Larkin과 Lewis가 각기 다른 해결단계를 다루었을 가능성을 지적할 수 있다. Lewis는 Larkin보다 후기 단계인 계산과정을 다루었으므로 전문가와 초보자가 차이가 없었다고 하겠다. 이 갈등적 결과들은 영역 의존적 문제해결에서 어떤 단계가 자동화되며, 어떤 단계는 자동화되기 힘든지의 문제와 관계되는데, 이 문제가 앞으로의 연구에서 심층적으로 다루어져야 한다.

초보자에 비해 전문가가 물리문제를 4:1의 속도로 더 빨리 푼다는 보고도 있으나(Larkin 등, 1980), 이 두 집단이 차이를 보이지 않는다는 결과도 보고되었다(Chi 등, 1982). 언어 보고문을 바탕으로 계산된 해결시간, 피험자가 생각해낸 공식의 수, 공식들을 한꺼번에 회상하는 정도(chunk)에서 전문가와 초보자를 Chi 등이 비교해본 결과 두 집단간에 차이가 없었다. Chi 등은 언어보고문에서 얻은 수치들이 개인이 사용하는 방략상의 차이에 기인하기 쉬우므로 잠정적인 자료라는 결론을 내렸다. 만약 이것이 사실이라면, 언어보고문을 주요 분석자료로 삼은 영역의존적 문제해결 연구들이 보고한 결과들 중 상당한 정도는 보다 예민한 실험 과제들에서 다시 검토되어야 한다.

갈등적인 결과는 아니지만, 앞으로의 쟁점이 될 가능성이 있는 한 문제는 전문가와 초보자가 구성한 문제도식을 어떤 이해이론(comprehension theory)으로 기술하는 것이 더 타당한지의 문제이다. 기하 문제를 풀려는 피험자들이 구성한 표상을 Anderson 등(1981)은 Anderson의 ACT 모형으로, 아동들이 산수문제에 대해 구성한 표상을 Kintsch와 Greeno(1985)는 Kintsch의 텍스트 이해론(text comprehension the-

ory)으로, 기계역학 문제를 풀 때 필요한 도식을 Luger(1981)는 수리적 모형으로 각기 기술하였다. 예를 들어, 물리문제를 풀 때 구성하는 도식을 어떤 이해이론이나 모형이 더 적절하게 그 구조특성을 포착하는지를 비교한 실험연구가 없다. 이러한 연구들이 있어야 그 결과를 바탕으로 전문가와 초보자가 사용하는 방략의 차이, 전문지식이 체제화되어 있는 양식 등의 문제를 탐색적이고 기술적인 수준 이상으로 접근할 수 있다.

Bhaskar와 Simon(1977)에게는 의미적으로 풍부한 문제를 푸는 전문가의 장기기억에 어떤 정보가 저장되어 있는지의 물음보다 정보들이 어떻게 저장되어 있는지가 더 중요한 물음이었다. 전문가가 자기 분야의 지식을 많이 알고 있는 것은 너무나 당연하기 때문이다. 전문적인 정보의 저장양식에 관한 실마리는 McKeithen 등(1981)이 프로그래밍 용어들을 제시하고 회상을 요구한 후, 반응의 체제화 특성을 분석한 실험에서 찾아진다. 이 연구에 의하면, 전문가와 초보자들은 용어들의 체제화 양이나 심도(위계)상에서 차이를 보이지 않고, 체제화되는 내용면에서 차이를 보였다. 즉, 초보자들은 프로그래밍 용어들을 일상적으로 연상되는 개념들의 유사성에 따라 체제화한 반면, 전문가들은 프로그램상의 기능에 따라 용어들을 체제화하였다. Chi 등(1982)은 수십 가지의 물리문제들을 피험자에게 주고 이들을 유사성에 따라 분류하도록 하였는데, 전문가와 초보자는 분류 시간과 분류에 사용한 유목 수에서 차이를 보이지 않았다. Chi 등은 이 결과들을 바탕으로 전문가와 초보자는 전반적인 인지구조(cognitive architecture) 상에 차이가 없다는 결론을 내렸다. 이 두 연구결과들을 종합해 보면, 영역 특유의 구체적이고, 동질적인 정보의 저장이 전문가로 하여금 문제해결을 더 용이하게 하며, 정보의 저장양식은 이차적이라고 하겠다. 그러나 여기서 언급해 두어야 할 사실은 Chi 등이 피험자들이 분류한 문제를 더 분류하도록 요구했을 때, 전문가들은 초보자들보다 더 위계적이고 잘 짜여진 분류를 하였다는 결과이다. 이 결과는 한편으로는 McKeithen 등의 결과와 상충되는데, 앞으



로의 연구에서 그 원인이 밝혀져야 한다.

**방법론적 문제점.** 영역독립적 문제해결연구들이 문제유형과 과제들을 객관적으로 분석하고, 문제해결에 기여하는 표상이나 방략의 성질을 변인들(예, 표면구조 유사성, 지시, 하위목표 수)의 조작을 통해 밝히려는 것과 대조적으로 영역의존적 연구들에서는 이러한 시도가 드물다. 같은 물리문제라고 하더라도 그 표면구조를 체계적으로 바꿀 때, 전문가가 해결시간이나 푸는 방법에서 차이를 보일까? 전문가의 생산체계는 그 조건과 행위가 초보자의 것에 비해 매우 세분되어 있다는 가정에 따르면(Anderson 등, 1981), 표면구조가 다르더라도 같은 문제이면 비슷한 해결시간을 보여야 한다. 그러나 이러한 예언을 검증한 연구가 아직 보고되어 있지 않다.

영역의존적 문제해결연구들을 영역독립적 문제해결연구와 비교해 보면, 후자의 연구들이 관심을 가져 온 주제, 즉 제한된 단기기억의 용량, 장기기억으로부터 필요한 정보를 인출하는 시간상의 제약, 규칙을 적용함에 있어서 어려움 등이 특정 영역의 문제에 대한 도식구성과 방략의 선정에 미치는 영향에 대해서 영역의존적 문제해결연구들은 관심을 가지지 않았다. 전문가들은 이러한 제약에서 벗어나 문제를 해결하는가? 전문가의 산출체계의 구조적 특성이 이러한 제약을 벗어나도록 하는가? 영역의존적 문제해결연구들은 영역독립적 문제해결연구처럼 전문가와 초보자의 차이를 정보처리과정상에서 밝혀야 한다. 예를 들면, Reder와 Anderson(1980)이 보고한 바와 같이, 한 주제에 관해 많은 사실들을 알수록 어떤 사실을 정확히 인출하기가 어렵다. 전문가의 경우에도 이처럼 지식의 양에 따른 인출간섭 현상이 있는가? 전문가는 이러한 간섭을 어떻게 극복하는가? 전문적인 정보처리체계의 성질을 알려면 전문가-초보자의 두 집단설계와 언어보고문에 의존하는 현재의 방법론으로는 불충분하다. 전문가의 정보처리를 밝히기 위해 문제들을 단순하게 하고, 영역독립적 연구에서 효과있다고 알려진 변인들을 조작하며, 반응시간(reaction time) 측정법 같은 방법론이 활용되어야 한다. 여기서 얻어지

는 결과들은 Newell과 Simon(1972)이 제안한 정보처리접근의 타당성을 검토하는 바탕이 될 뿐만 아니라, 전문체계(expert system)가 어떤 성질의 일반적 인지체계와 영역의존적 인지체계를 갖는지, 또 그들간의 관계는 어떠한지를 추리할 수 있도록 할 것이다.

이러한 노력과 더불어 한 분야의 초보자와 전문가에게 영역독립적 문제를, 예를 들어, 하노이탑이나 선교사-야만인 강 건너기 같은 문제들을 주고, 전문가들이 이러한 문제들을 일반적인 문제해결 방략과 영역의존적 방략 중 어느 것을 써서 푸는지, 문제를 푸는데 필요한 규칙의 학습과 적용에 있어서 초보자와 어떻게 다른지 등을 검토해야 한다. 이러한 접근을 통해서 영역의존적 해결방략과 영역독립적 해결방략간의 관계가 밝혀지며, 문제공간의 구성에 있어 초보자와 전문가가 어떻게 다른지를 알 수 있다.

영역의존적 문제해결연구들이 많이 사용해 온 전문가-초보자의 두 집단설계는 인과관계를 규명하는 목적에서 보면 초보수준의 설계이다. 두 집단이 문제해결 행동에서 차이 나는 이유를 과거 경험에서 찾으려는 설계이다. 이 설계를 사용하면 연구자가 관심하는 측면, 예를 들어, 표상의 구성에서만 두 집단이 차이있고, 다른 면, 예를 들어, 주의집중, 신념, 태도 등에서는 과연 같은지를 알 수 없다. 설사 두 집단을 여러 요인들에서 짝지운다고 하더라도 차이를 설명하는 원인들이 많을 수 있다(Plutchik, 1974). 두 집단설계의 이러한 문제점을 벗어나는 한 방법은 연구자가 관심을 두는 영역의 전문가 집단, 다른 영역의 전문가 집단 및 초보자의 세 집단에게 해당 영역의 문제를 제시하되, 영역독립적 연구에서 정보처리에 영향을 주는 것으로 밝혀진 독립변인들을 조작하는 설계를 사용하는 것이다. 이 설계는 분야가 다른 전문가들이 어떤 공통적인 해결 방략을 쓰고 있는지를 파악할 수 있도록 하며, 집단과 다른 변인들간의 상호작용 패턴을 통해 정보처리의 어떤 단계에서 집단간 차이가 초래되는지를 밝혀낼 수 있다. 다른 방법은 Schoenfeld와 Herrmann(1982)의 연구방법으로서 초보자를 일정기간 훈련시

키는 것이다. 이 연구에서 중요한 점은 전문가가 지니고 있는 문제해결특성을 초보자가 습득하도록 하는 훈련요인이 무엇인지를 규명하는 것이다. 예를 들어, 잘 짜여진 문제도식의 구성을 강조하는 훈련요인과 조건에 따른 특정 전략의 사용을 강조하는 훈련요인이 각기 조작된 초보자 집단들 중 어느 집단이 일정한 기간의 훈련 후에 전문가 집단의 문제해결과정과 유사한 과정을 보이는지를 검토하는 것이다.

**요약과 결론.** 1970년대 후반부터 본격적으로 시작된 영역의존적 문제해결연구는 전문가들의 문제이해 과정, 그들이 구성한 문제도식의 구조적 특징, 영역의존적 해결전략 및 영역간 문제해결의 공통점 등을 밝히고 있다. 문제의 해결이 문제공간상의 검색과정에 좌우되기 보다는 주어진 문제에 대해 구조적으로 동질적이고, 체계적이며, 응집성이 있고, 추상적 개념이나 원리의 구체적 조건을 포함하는 도식을 구성할 때 가능성이 드러났다.

영역의존적 문제해결연구들은 방법론 상으로 탐색수준의 설계와 언어보고문을 사용하고 있으며, 이 분야에서 몇가지 갈등적 결과들이 있음이 밝혀졌다. 이 결과들의 원인을 규명하기 위해, 또 몇가지 문제들이 아직 다루어지지 않고 있으므로 인과관계에 예민한 설계를 사용할 필요가 있다. 특히 영역독립적 문제해결연구들이 문제해결에 영향을 주는 것으로 밝혀낸 변인들의 효과를 영역의존적 문제해결연구들이 검토해야 한다. 이 변인들과 전문가-초보자의 기술(skill) 변인간의 상호작용 패턴을 통해 언어보고문을 분석하는 것보다 더 분석적으로 전문가의 이해과정과 전략에 관한 문제에 접근할 수 있다.

영역의존적 문제해결연구는 이제 탐색 및 기술 단계를 벗어나 보다 분석적이고, 이론검증적인 방향으로 나아가야 한다. 언어보고문에 의존하는 경향에서 더 나아가 정보처리접근하에서 잘 분석된 실험과제들을 사용하여 영역의존적 문제해결과정을 다루어야 한다.

## 참 고 문 헌

- Anderson, J. R., J. G., Kiline, P. J., & Neves, D. M. (1981). Acquisition of problem-solving skill. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 191-230). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Anzai, Y., & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86, 124-140.
- Atwood, C. M. (1984). Error detection processes in statistical problem solving. *Cognitive Science*, 8, 413-437.
- Atwood, M. E., & Polson, P. G. (1976). A process model for water jug problems. *Cognitive Psychology*, 8, 191-216.
- Bhaskar, R., & Simon, H. A. (1977). Problem solving in semantically rich domains: An example from engineering thermodynamics. *Cognitive Science*, 1, 193-215.
- 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., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Experts in problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 1. pp. 7-75). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- de Groot, A. D. (1966). Perception and memory versus thought: Some old ideas and recent findings In B. Keinmunts (Ed.), *Problem solving: Research, method & theory*. New York: Wiley.
- Greeno, J. G. (1977). Process of understanding in problem solving. In N. J. Castellan, Jr., D. B. Pisoni, and G. R. Potts (Eds.), *Cognitive theory* (Vol. 2. pp. 43-83). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Greeno, J. G. (1978). Nature of problem-solving

- abilities. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes* (Vol. 5. pp. 239-270). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Hayes, J. R., & Simon, H. A. (1977). Psychological differences among problem isomorphs. In N. J. Castellan, Jr., D. B. Pisoni, and G. R. Potts (Eds.), *Cognitive theory* (Vol. 2. pp. 21-41). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Jeffries, R., Turner, A. A., Polson, P. G., & Atwood, M. E. (1981). The processes involved in designing software. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*. (pp. 255-284). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Johnson, P. E., Duran, A. S., Hassebrock, F., Moller, J., Prietula, M., Feltovich, P. J., & Swanson, D. B. (1981). Expertise and error in diagnostic reasoning. *Cognitive Science*, 5, 235-283.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92, 109-129.
- Kotovsky, K., Hayes, J. R., & Simon, H. A. (1985). Why are some problems hard? Evidence from Tower of Hanoi. *Cognitive Psychology*, 17, 248-294.
- Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Larkin, J. H. (1981). Enriching formal knowledge: A model for learning to solve textbook physics problems. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*. (pp. 311-344). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Larkin, J. H. (1985). Understanding, problem representations and skills in physics. In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills* (Vol. 2. pp. 141-160). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Lesgold, A. M. (1984). Acquiring expertise. In J. R. Anderson & S. M. Kosslyn (Eds.), *Tutorials in learning and memory* (pp. 31-60). New York: Freeman.
- Lewis, C. (1981). Skill in algebra. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*. (pp. 85-110). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Luger, G. F. (1981). Mathematical model building in the solution of mechanics problems: Human protocols and the MECHO trace. *Cognitive Science*, 5, 55-57.
- Mayer, R. E., Larkin, J. H., & Kadane, J. B. (1984). A cognitive analysis of mathematical problemsolving. In R. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 2. pp. 231-274). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- McKeithen, K. B., Reitman, J. S., Reuter, H. H., & Hirtle, S. C. (1981). Knowledge organization and skill differences in computer programmers. *Cognitive Psychology*, 13, 307-325.
- Morales, R. V., Shute, V. J., & Pellegrino, J. W. (1985). Developmental differences in understanding and solving simple mathematics word problems. *Cognition and Instruction*, 2, 41-57.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Nisbett, R., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84, 231-259.
- Plutchik, R. (1974). *Foundations of experimental research*. New York: Harper & Row.
- Polson, O., & Jeffries, R. (1982). Problem solving as search and understanding. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 1. pp. 367-412). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Reder, L. M., & Anderson, J. R. (1980). A partial resolution of the paradox of inter-

- ference: The role of integrating knowledge. *Cognitive Psychology*, 12, 447-472.
- Reed, S. K., Ernst, G. W., & Banerji, R. (1974). The role of analogy in transfer between similar problem states. *Cognitive Psychology*, 6, 436-450.
- Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving abilities in mathematics. In H. P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press.
- Shoenfeld, A. H. (1980). Teaching problem-solving skills. *American Mathematical monthly*, 87, 794-805.
- Shoenfeld, A. H., & Hermann, D. J. (1982). Problem structure in expertise and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 484-494.
- Simon, H. A. (1978). Information processing theory of human problem solving. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes* (Vol. 5. pp. 271-295). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Sweller, J. (1983). Control mechanisms in problem solving. *Memory and Cognition*, 11, 32-40.
- Voss, J. F., Greene, T. R., Post, T. A., & Penner, B. C. (1983). Problem-solving skills in the social science. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 17. pp. 165-213). New York: Academic Press.

(수정된 최종 원고 접수 : 1986. 5. 30)

韓國心理學會誌

*Korean Journal of Psychology*

1986. Vol. 5, No. 2 : 142-153

## Theoretical and Methodological Issues in Domain-Specific Problem-Solving Research

Lee, Young Ai

*Ewha Woman's University*

The present article compares domain-specific problem solving research with domain-independent problem-solving research which has been conducted under information processing approach to cognition. The domain-specific problem-solving research is examined in terms of its methodological characteristics, major results and proposed explanations about them, conflicting results and potential issues. In particular, its methodological problems are discussed in detail. It is suggested that since domain-specific problem-solving research is still at the descriptive stage in revealing the nature of expert information processing systems, the methodology of domain-independent problem-solving research should be utilized in this new research area.