

과학 탐구 학습 문제의 유형 및 특성 분석 연구: 라우든(Laudan)의 과학 철학을 바탕으로

김 찬 종
(국립교육평가원)

(1993년 11월 23일 받음)

I. 서 론

교육과정 개혁기 이래로 과학탐구는 과학교육의 주요 목표이자 수단이었다. 우리나라도 예외는 아니어서 3차 과학교육과정 이후 지금까지 자연을 탐구하는 과학적 방법의 습득과 실험 및 실습 기능을 기르는 것이 과학교육의 중요한 목표로 되어 왔다. 또한 많은 과학교육자들이 탐구적 과학 학습지도방법을 모색하고 이를 확산시키려는 노력을 경주하여 왔다. 그러나 과학교육 현장에서 이러한 구호가 실제 과학 학습으로 연결되는 경우는 기대만큼 많지 않았다.

학생들의 과학탐구능력을 신장시키기 위해서는 많은 조건들이 만족되어야 할 것이다. 과학탐구학습에 대한 기초적인 연구, 훌륭한 과학교사의 양성, 적절한 시설과 재정적 지원, 과학탐구학습을 위한 교육과정과 교재의 개발, 학교와 사회의 적극적인 지원 등이 여기에 포함된다.

과학교사가 탐구적으로 지도할 능력을 갖추고 탐구학습을 위한 제반여건이 잘 갖추어졌다고 가정하였을 때 과연 학생들의 과학탐구능력은 신장될 것인가? 이 물음에 대한 답은 반드시 긍정적인 것은 아니다. 많은 사람들이 탐구학습의 효율성과 중요성을 옹호하여 왔지만(Romey, 1968; Schwab, 1966; Welch, 1981), 다른 많은 학자들은 탐구학습의 문제점을 지적하여 왔다(Hodson, 1988; Koertge, 1969; Millar & Driver, 1987). 과학탐구학습이론은 몇 십년 동안의 지지와 옹호에도 불구하고 이론적인 변화가 많지 않았다. 그 중요한 이유는 과학탐구학습 모형이 충분히 정교하지 않다는 점일 것이다. 정교하지 않은 모형은 엄밀한 실증적 검증을 어렵게 하기 때문이다. 과학탐구모형 중에서도 탐구문제의 인식은 비교적 세부적으로 연구되어 있지 않

며, 대학수학능력시험에서도 출제비율이 가장 낮은 영역이다(구창현, 1993).

이 연구의 주요 목적은 과학탐구학습모형에서 탐구문제의 유형을 분류하고 각 유형의 특성을 파악하는 것이다. 과학탐구문제의 유형이 분류되고 그 특성이 파악되면 각 유형과 특성에 알맞은 과학탐구학습지도방법을 모색할 수 있을 것이다. 또한 이러한 과학탐구문제의 정교화는 각 유형별로 탐구학습의 효과나 적정성 등의 정밀한 연구에 기여할 수 있을 것이다. 지금까지 탐구학습의 효과에 대한 결론이 유보적(Kim, 1989a; Wise & Okey, 1983)인 이유는 서로 다른 탐구문제를 동일한 방식으로 지도하려는 시도 때문이었을 수도 있기 때문이다. 이를 위하여 과학탐구에 대한 기존의 논의에서 탐구문제의 인식에 대한 내용을 살펴보고, 라우든의 탐구문제의 인식에 대한 입장을 살펴 본 다음, 탐구문제의 유형과 특성에 적절한 과학탐구학습 방법을 고찰하여 보았다.

II. 과학 탐구와 탐구문제의 인식

과학교육개혁기에 시도된 과학교육의 중요한 변화는 학교 과학에 최신 과학내용을 도입하고, 아울러 과학의 본성을 학생들에게 바르게 전달하자는 것이었다. 과학의 본성이 무엇인가에 대한 논의와 이를 과학교육과정에 도입하려는 시도가 활발하게 되었다. 탐구로서의 과학학습이 강조된 것도 이러한 경향에 근거한 것이다. 그 후 과학의 본성에 대한 논의보다는 어떻게하면 탐구적으로 과학을 지도할 것인가에 관심을 가져왔다(조정일, 1990).

조희형(1992)은 오늘날 과학 및 과학교육학계에서 다루

는 과학적 탐구의 본질을 추적하여 다음과 같은 분야와 구성요소로 이루어져 있음을 밝힌바 있다.

- 지식의 출처 - 경험, 추론, 과학적 연구, 직관
- 과학적 방법 - 귀납법, 연역법, 수학-연역적 방법, 실험-연역적 방법, 가설-연역적 방법
- 반증법, 패러다임 변화, 연구프로그램 변화 ..

과정 또는 절차 - 문제 인식, 가설 설정, 실험설계, 자료 해석, 가설 검증 ..

기능과 기술 - 사고 기능 및 기술, 실험실습기능 및 기술, 의사소통 기능 ...

특히 과학교육자들은 과학자의 연구와 과학활동에 관심을 갖고 그들이 적용하는 방법, 절차 및 과정, 기능 또는 기술에 의해서 과학적 탐구를 특징지운다. 이런 과정에서 이들은 특히 과정 또는 절차와 기능 또는 기술을 뚜렷이 구분하지 않은 채 이것들을 과학적 탐구의 구성요소로 제시하고 있다(조희형, 1992). 따라서 과학교육학에서 논의되는 과학적 탐구는 매우 포괄적이며, 다양한 내용을 담고 있다.

과학교육에서 사용하는 과학 탐구모형에는 여러가지가 있으며 이들 사이에는 대체로 많은 공통점이 있다. 현재의 대다수 과학자와 과학교육자들이 인식하고 있는 과학적 방법은 실증주의자들이 확립한 것으로서 체계적인 관찰 및 실험의 설계와 수행, 가설의 설정 및 검증, 귀납적 혹은 역역적 추론 등과 같은 보편적 단계로 구성되어 있다(조희형, 박승재, 미출판). 각급학교에서 사용하고 있는 과학교과서에서 제시되는 과학적 방법의 단계는 이러한 관점을 잘 드러내고 있다. 이러한 탐구모형이나 절차를 따라 사고할 수 있는 능력은 과학적 사고방식이나 탐구사고력으로 인식되며, 실험상황에서는 기능과 기술과 결합하여 과학문제의 해결을 주도하는 것으로 받아들여졌다.

기존의 과학탐구학습 모형이나 절차에서 문제의 인식 또는 절차는 그 자체가 과학탐구모형의 한 단계로 제시되고 있으나(Klopfer, 1971; Driver et. al., 1982), 과학탐구문제의 여러 유형이나 특성을 밝힌 연구는 찾아보기 어렵다. 허명(1984)의 탐구학습모형에서는 문제의 인식에 인지구조와 현상의 상호작용을 구체화시키고 있다.

최근에 학생들의 오인에 대한 연구결과를 과학탐구학습에 도입하려는 시도가 있었으나(김찬중, 1993; 조정일, 1990) 오인의 존재 여부를 바탕으로 과학탐구문제의 유형을 밝혀내고 있지는 않다.

III. 라우든의 과학의 본성에 대한 입장과 과학탐구문제의 유형

라우든은 과학을 과학 문제를 해결하려는 활동으로 파악한다(Laudan, 1977). 과학문제해결은 과학탐구의 본질적인 활동이지만 그동안 충분히 조명되지 못한 것으로 생각된다. 과학문제해결 활동이 과학탐구의 중심에 놓이게 되면 비로소 과학 문제의 다양한 유형이나 과학문제 사이의 상대적인 중요성을 이해하는 것이 탐구절차 못지 않게 과학탐구에 중요한 의미를 가지게 된다.

라우든(1977)은 과학 문제를 '경험적 문제'(empirical problems)와 '개념적 문제'(conceptual problems)로 구분하였다. 어떤 사실이나 자연현상은 설명을 필요로 할 만큼 재미있고 중요하다고 생각될 때 경험적 문제가 된다. 모든 문제는 필연적으로 이른 의존적(Hanson, 1958)이기는 하지만, 경험적 문제는 과학자들이 그 문제를 자연현상에 대한 것으로 여기고, 이를 해결하기 위해서는 자연이나 물체를 조사, 연구하는 문제인 것이다. 경험적 문제는 다시 해결되지 않은 문제'와 '해결된 문제' 그리고 '변칙적인 문제'로

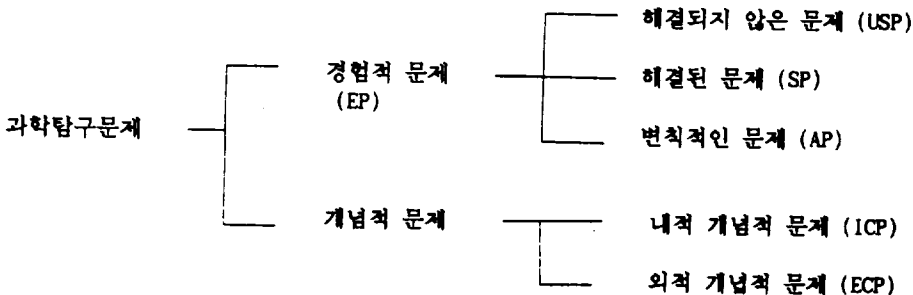


그림 1. 과학탐구문제의 분류

새분된다. 해결되지 않은 문제는 아직까지 어떤 이론에 의해서도 해결되지 않은 문제를 말한다. 해결된 문제는 어떤 이론에 의해서 해결된 문제이며, 변칙적인 문제는 어떤 이론으로는 해결이 되었으나 그 이론과 경쟁하는 다른 이론으로는 해결되지 않은 문제를 말한다.

라우든은 과학의 목적을 문제해결의 유효성을 높이는 것으로 이해하기 때문에 해결된 문제는 그 문제를 해결한 이론을 지지하는 증거가 되고 변칙적인 문제는 그 문제를 해결하지 못한 이론에 반하는 증거가 된다. 해결되지 않은 문제는 앞으로 이론적 탐구의 방향을 제시할 뿐 이론의 평가에서 중요한 역할을 하는 것은 아니다. 과학발전의 특징은 변칙적이거나 해결되지 않은 문제를 해결된 문제로 바꾸는 것이다(Laudan, 1977).

라우든에 의하면 모든 문제의 중요성이 동일한 것은 아니다. 어떤 문제는 다른 문제보다 더 중요하며, 또 어떤 문제는 다른 문제보다 덜 중요하다. 따라서 어떤 이론이 많은 문제를 해결한 것이 반드시 그 이론의 유효성을 높이는 것은 아니다. 왜냐하면 그러한 문제들이 별로 중요하지 않을 수도 있기 때문이다. 따라서 중요한 문제를 해결하는 것이 이론의 선택에서 큰 영향을 줄 수 있다. 해결되지 않은 문제는 일반적으로 중요하지 않게 취급된다. 왜냐하면, 그것이 진짜 문제인지도 인식하는데 많은 시간이 걸리며, 실제 문제로 인식된 후에도 어느 영역의 문제인지가 분명하지 않기 때문이다. 어느 한 이론에 의해서 해결된 후에야 그 문제의 중요성이 커진다. 왜냐하면 다른 이론들도 그 문제를 해결해야 하기 때문이다. 그 밖에도 변칙적인 문제는 상대적으로 더 중요하며, 그 분야의 주요, 기본적 과정과 관련된 문제나 더 포괄적인 문제 등이 상대적으로 더 중요하게 취급된다. 변칙적인 문제는 이론의 예측과 모순이 클수록, 또 그러한 문제가 오래 되었을수록 더 중요한 문제가 된다.

해결되지 않은 문제 < 해결된 문제 < 변칙적인 문제

<그림 2> 경험적 문제의 상대적인 중요도

라우든의 가장 중요한 기여 중 하나는 문제에 대한 해답이 시대에 따라 달라진다는 것이다. 한 때는 어느 문제에 대한 충분한 해답이 될 수 있었던 이론도, 시대가 달라지면서 문제에 대한 해답으로서 표준이 달라지기 때문에 충분한 해답이 될 수 없게 된다. 즉 한번 해결된 문제는 영원히 해결된 문제가 아니라는 것이다. 이처럼 과학문제에 대한 해답의 표준이 자꾸 높아지는 것이야말로 과학발전의 원동력인 셈이다.

개념적 문제는 지금까지 과학의 본성에 대한 논의에서 도외시 되어왔다. 그러나 과학의 발전에서 경험적 문제보다는 개념적 문제가 더 중요한 역할을 한 경우도 많다. 예를 들면 뉴턴 역학의 수용과정에서 뉴턴의 이론이 달의 운동을 정확하게 예측하지 못하였다는 경험적인 문제보다는 당시의 형이상학과 뉴턴역학의 본체론과의 갈등이 더 많은 논란을 불러 일으켰다. 일반적으로 소수의 변칙적인 실험결과보다는 개념적인 문제가 해소하기 더 어렵기 때문이다.

개념적 문제는 다른 이론에 의해서 발생한다. 경험적 문제가 실재에 대한 일차적 문제라면, 개념적 문제는 일차적 문제에 답하기 위하여 고안된 개념구조가 건전한 바탕에 근거하고 있는지를 묻는 한차원 더 높은 문제라고 볼 수 있다. 개념적 문제는 다시 '내적 개념적 문제'(internal conceptual problems)와 '외적 개념적 문제'(external conceptual problems)로 구분된다(Laudan, 1977). 한 이론이 내적인 비일관성을 보이거나, 또는 기본적인 범주와 분석이 애매하거나 분명하지 않은 경우에 내적 개념적 문제가 발생한다. 내적 개념적 문제의 해결은 그 이론의 개념적 명료성을 증대시키기 때문에 과학발전의 주요 수단이 된다. 외적 개념적 문제는 한 이론이 그 이론의 지지자가 충분히 합리적인 근거를 가지고 있다고 믿는 다른 이론이나 주의와 서로 갈등상태일 때를 가리킨다.

개념적인 문제도 문제마다 상대적인 중요성이 다르다. 개념적인 문제도 오래된 것일수록 중요도가 커지는 경향이 있으며, 그 밖에도 개념적 문제를 일으키는 두 이론 사이의 갈등이 클수록, 경합하는 두 이론 중 어느 한 이론에 더 우월이 되는 개념적 문제, 개념적 문제를 일으키는 한 이론에 대한 수용도가 높을수록 개념적인 문제의 상대적인 중요도는 증가한다. <표 1>은 과학탐구 문제의 유형의 특성을 자연현상, 과학이론, 세계관 사이의 관계로 표현한 것이다. 경험적인 문제인 경우 화살표의 방향이 같으면 문제가 해결된 것을 의미하며, 반대방향이면 해결되지 못한 경우를 나타낸다. 개념적인 문제의 경우에는 화살표의 방향이 같으면 부합되는 것을 의미하며, 반대방향이면 서로 부합되지 않음을 나타낸다. 물음표는 분명하지 않은 상태를 의미한다.

<표 1>에서 해결되지 않은 문제(USP)는 문제자체가 불분명하거나 또는 어느 과학이론(T)으로 그 문제를 해결해야 하는가가 분명하지 않은 경우이다. 해결된 문제(SP)는 과학이론 T1이나 T2에 의해서 모두 해결된 것이므로 두 경우 모두 자연현상과 과학 이론의 화살표 방향이 일치하는 것으로 나타난다. 변칙적인 문제(AP)는 어느 과학이론 T1으로는 해결이 되나, 다른 과학이론 T2로는 해결이 되지 않은 경우이므로 자연현상과 과학이론과의 관계가 T1일 경우

에는 화살표의 방향이 일치하나, T2일 경우에는 상반되게 된다.

내적 개념적 문제는 과학자의 이론 T1이 스스로 일관성이 없거나 범주화가 불분명하여 이론의 하위 요소 사이에 상반되는 부분이 있으므로, 이를 방향이 다른 화살표로 표현한 것이다. 외적 개념적 문제는 두가지 유형이 존재한다. 그 중 하나는 과학자의 이론 T1과 다른 과학 이론 T2가 서로 부합되지 않는 경우이다. 또 하나는 과학자의 이론 T1이 당시 널리 수용되는 세계관 W와 부합되지 않는 경우이므로 이 관계를 방향이 다른 화살표로 표현할 수 있다.

훌륭한 과학이론은 경험적 문제를 많이 해결하고, 개념적

문제는 최소화하는 경향이 있을 것이다. 라우든은 이론 선택에서 참, 거짓, 확률, 확인 등과 같은 합리주의자의 요소보다는 과학의 목적인 문제해결의 유효도가 높은 이론, 특히 과학 외부보다는 내부의 이유와 관련된 문제해결의 유효도가 높은 이론을 선택하는 것이 합리적인 이론의 선택이라는 입장을 보였다. 라우든의 과학의 합리성에 대한 입장은 논의가 계속되고 있으나(신중섭, 1992), 과학을 문제해결활동으로 인식하고 과학문제의 유형과 문제의 상대적인 중요도에 대한 서술을 시도한 것은 과학탐구학의 본성에 대하여 많은 시사점을 주며 과학탐구학습모형에서 과학탐구문제의 유형과 특성을 파악하는데 기여할 것이다.

<표 1> 과학탐구 문제의 유형과 특성

	자연 현상	과학 이론 (T)	세계관 (W)
	USP	? ?	
EP	SP	--> --> T1 --> --> T2	
	AP	--> --> T1 --> <-- T2	
CP	ICP ECP	--> <-- T1 T1 --> <-- T2 OR T1 -->	<-- W

EP: 경험적 문제 CP: 개념적 문제
 USP: 해결되지 않은 문제 SP: 해결된 문제 AP: 변칙적인 문제
 ICP: 내적 개념적 문제 ECP: 외적 개념적 문제

IV. 과학탐구학습 문제의 유형과 과학탐구학습

과학자들이 과학활동에서 해결하는 문제를 과학탐구문제라고 한다면 학생들이 과학탐구학습에서 해결하여야 할 문제를 과학탐구학습 문제라고 할 수 있다. 과학탐구학습 문제의 유형을 단순화시켜 <표 2>에 나타내었다. 과학 학습에서 제시되는 문제는 이미 과학자에 의해서 해결된 문제만을 포함하는 것으로 전제하고 표를 작성하였기 때문에 자연현상과 상반되는 과학이론은 포함되어 있지 않다.

과학탐구학습에서 해결되지 않은 문제는 문제의 정의가

분명하고, 과학이론으로는 이미 설명이 되지만 학생들이 전혀 이론을 생성하지 못하고 있는 경우를 가리킨다. 실제 과학탐구학습에서 많은 문제가 이 범주에 속할 것으로 생각할 수 있다. 또한 과학탐구문제에서 말하는 해결되지 않은 문제와는 상당한 차이가 있다.

두번째 유형으로는 해결된 문제가 있다. 이 경우 이미 학생들은 과학이론과 부합되는 자연현상에 대한 이론을 보유하고 있는 상태이다. 단 여기에서 부합된다는 것은 완전히 일치한다는 것을 의미하는 것은 아니다. 따라서 학생들이 해결하여야 할 부분은 여전히 존재한다. 단지 학생들의 기존 학습이나 생각이 과학탐구학습문제를 해결하기 위한 발

판이 될 수 있음을 뜻한다. 또한 문제 해결의 기준을 더욱 엄밀하게 적용하면 더 정확한 답을 구하려는 활동을 할 수 있다. 따라서 저학년과 고학년 학생들을 위한 과학탐구활동의 종류를 다르게 하는 방법과 함께 학년이 올라갈 수록 문제 해결의 기준을 올리는 것도 하나의 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

경험적 문제의 마지막 유형으로 변칙적인 문제가 있다. 이는 학생들의 이론이나 생각이 자연현상과 과학이론에 부합되지 않는 것을 말한다. 다시 말해서 학생들의 이론으로 자연현상을 설명할 수 없는 경우를 지칭하는 것이다. 이 때 이론은 과학 문제 해결과정에서 학생들이 생성한 것으로 이미 보유하고 있는 오인과 구별된다.

개념적 문제에는 내적 개념적 문제와 외적 개념적 문제가 있다. 내적 개념적 문제는 학생들이 가진 생각이 스스로 일

관성을 갖지 못하거나 부정확한 개념을 사용하는 경우를 말한다. 학생들은 일상 언어를 과학탐구 문제 해결과정에서도 사용하는 경우가 많으며 일상언어는 지나치게 포괄적이거나 일관성이 부족하기 때문에 내적 개념적 문제를 많이 일으킨다(Kim, 1989b).

외적 개념적 문제는 보다 다양하다. 먼저 학생이 제시한 설명이 자신의 다른 생각과 차이가 있을 경우가 있다. 두 번째로는 학생의 이론이 과학자의 이론과 다른 경우이다. 이 경우 적어도 학생의 이론이 자연현상과 직접적으로 부합되지 않는다는 점에서 변칙적인 문제와 다르다. 마지막으로 학생의 이론이 자신의 세계관과 다른 경우이다. 세계관이란 자연 전체에 대한 학생의 생각이라는 점에서 학생의 부분적인 생각과 차이가 있으며, 바로 이점이 첫번째 외적 개념적 문제와 차이점이다.

<표 2> 과학탐구학습 문제의 유형과 특성

	자연 현상	과학이론(T)	학생이론 (S)	세계관 (W)
	USP	-->	-->	?
EP	SP	-->	--> T1	--> S1
	AP	-->	--> T1	--> S1
	ICP		S1 -->	--> S1
CP	ECP		T1 -->	--> S1
			OR	S1 -->
				--> W

EP: 경험적 문제 CP: 개념적 문제
 USP: 해결되지 않은 문제 SP: 해결된 문제 AP: 변칙적인 문제
 ICP: 내적 개념적 문제 ECP: 외적 개념적 문제

V. 효율적인 과학탐구학습 지도 방법

지금까지 과학교육에서는 탐구학습은 주로 학생중심의 자료 수집이나 자료 해석 활동에 치중되어 왔다. 그러나 과학탐구학습 문제의 유형이 크게 경험적인 것과 개념적인 것으로 구분되며, 이 두 유형의 성격이 판이하게 다르기 때문에 각 유형에 적절한 탐구학습지도 방법을 모색하여야 할 것이다.

경험적 문제의 탐구학습지도는 기존의 탐구학습지도 방식과 크게 다르지 않을 것이다. 전통적인 과학철학은 주로

과학의 본성을 경험적 문제의 해결로 인식하였기 때문이다. 경험적 문제의 해결은 주로 자연현상을 조사하여 답을 구하므로 학생들의 활동도 기존의 탐구학습지도와 대동소이하다.

개념적 문제는 지금까지 과학탐구학습에 포함된 것은 아니다. 그러나 라우든의 분석처럼 개념적 문제의 해결은 과학탐구의 과정에서 매우 중요한 역할을 하여 왔으므로 과학탐구학습의 한 중요한 부분이 되어야 할 것이다. 개념적 문제의 해결은 경험적 문제에 비하여 훨씬 복잡하다. 개념적 문제는 경험적 문제의 해결을 위한 노력으로 생성한 과학이

론의 건전성을 평가하는 과정에서 발생하므로 경험적 문제와 분리하여 생각하기 어렵다. 어떤 점에서는 경험적 문제를 해결한 후 일어나는 특수한 상황으로 이해할 수도 있다. 즉 경험적 문제를 해결하는 과정에서 생성된 과학이론들은 다시 개념적인 검증과정을 거치는 것으로 생각할 수 있다. 이 검증과정에서 일부 과학이론은 개념적 문제를 일으키게 되며, 이러한 개념적 문제의 해결은 일반적으로 사고 과정을 거치게 된다는 점에서 경험적 문제의 해결과정과 차이가 있다. 또한 개념적 문제의 특성에 따라 시도할 수 있는 탐구 학습지도 방법에 차이가 생길 수 있다.

내적 개념적 문제는 학생들이 사용하는 개념의 명료화와 구체화를 통해서 해결방안을 모색할 수 있다. 가장 전형적인 예는 학생들이 사용하는 일상적 언어를 과학적 언어로 명료화시키는 것이 될 수 있을 것이다. 외적 개념적 문제는 갈등이 존재하는 두 이론의 비교 분석을 통해서 해결을 모색할 수 있다. 외적 개념적 문제의 대표적인 유형인 자신의 기존 오인 또는 세계관과의 갈등은 해결이 매우 어려우며, 어떤 점에서는 학생들의 직관적인 견해의 해결과 맥락을 같이 한다. 즉 개념변화학습(West & Pines, 1985)은 개념적 문제 해결과정의 일부일 수가 있는 것이다.

VI. 결론 및 토의

과학탐구학습은 오랫동안 강조되고, 실천되어온 과학교육계의 중추적인 학습지도모형이다. 이제는 과학탐구학습에 대한 보다 정교한 이해가 필요한 것으로 보인다. 라우든의 과학철학은 과학탐구가 과학문제해결과정이며, 과학탐구문제의 여러 유형을 제시하여 과학탐구학습의 정교화에 크게 기여할 수 있는 것으로 보인다.

학생들의 과학탐구학습도 라우든의 과학탐구문제에 대한 분류방식을 적용하여 경험적 문제해결과 개념적 문제해결로 분류할 수 있으며, 이러한 분류는 과학탐구학습을 문제의 성격에 따라 적절하게 지도할 수 있는 길을 열어 놓는다.

80년대부터 활발하게 연구되고 있는 학생들의 과학 문제풀이에 대한 연구 결과는(Gabel, 1989) 과학탐구문제 해결방식을 이해하는데 크게 기여할 것으로 보여 앞으로 과학탐구학습지도에 도움이 될 것이다. 또한 학생들의 직관적 견해에 대한 연구결과도 학생들의 개념적 문제 해결과정의 이해에 크게 기여할 것이다.

과학탐구학습에서 제시할 수 있는 과학탐구 문제도 지금까지 보다 더 다양화될 수 있다. 경험적 문제 뿐 아니라 개념적 문제도 과학탐구문제로 활용할 수 있기 때문이다. 또

한 과학탐구문제의 수준이나 성격을 학생들의 문제풀이라는 입장에서 재검립할 수 있을 것이다. 왜냐하면 지금까지는 과학 중심적인 문제가 제공되었기 때문이다. 그러나 문제는 해결하는 사람에 따라 중요도나 의미가 달라질 수 있기 때문에 학생들의 특성을 고려하여 과학탐구학습문제를 준비하여야 할 것이다.

과학탐구문제해결활동은 학습이 총체적으로 일어나는 좋은 기회를 제공하게 될 것으로 보인다. 해결하여야 할 과학탐구학습문제는 학습을 위한 중요한 맥락을 제공하여 줄 것이다. 이 맥락에서 문제해결을 위한 새로운 생각을 구상하게 되고, 문제해결을 모색하는 과정에서 관련된 현상이나 개념에 대한 폭넓은 점검과 가능성을 검토하게 되며, 이미 학습한 내용을 활용하게 되고, 문제해결 과정에서 얻는 즐거움은 과학에 대한 흥미를 증대시킬 것이다. 또한 문제 해결에 필요한 기구나 도구의 조작을 통하여 필요한 기능이나 기술을 능동적으로 습득할 수도 있을 것이다.

과학자의 활동이 많은 노력과 시간, 그리고 영감을 요구하듯이 학생들의 과학문제해결 활동도 상당한 노력과 시간, 그리고 사전 지식이나 창의성을 요구할 수 밖에 없다. 따라서 과학탐구학습을 활용한 학습지도는 지금보다는 제한적이 될 수 밖에 없을 지도 모른다. 그렇지 않을 경우, 과학탐구학습이 가진 시간부족, 구조화된 탐구의 범람, 개방적 탐구 과정에서 많은 학생의 탈락 등과 같은 여러가지 어려움이 되풀이 될 것으로 보이기 때문이다.

참 고 문 헌

- 구창현(1993). 대학수학능력시험의 과학탐구분야 출제방향, 과학 탐구 능력 신장 방안 모색을 위한 세미나 및 1993년도 한국과학교육학회 하계 학술 논문 발표회, 주제발표 1.
- 김찬중(1993). 과학탐구학습의 과제와 방향, 과학 탐구 능력 신장 방안 모색을 위한 세미나 및 1993년도 한국과학교육학회 하계 학술 논문 발표회, 발제 강연.
- 신중섭(1992). 포퍼와 현대의 과학철학. 서울: 서광사.
- 조정일(1990). 탐구로서의 과학학습의 본질과 탐구과학교육을 위한 조건들의 변화. 한국과학교육학회지, 10(1), 65-76.
- 조희형(1992). 과학적 탐구의 본질에 대한 분석 및 탐구력 신장을 위한 학습지도 방법에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 12(1), 61-73.
- 조희형, 박승재(미출판). 학습론과 과학교육.

- 허 명(1984). 과학 탐구 평가표의 개발. 한국과학교육학회지, 제4권, 1호, 57-63.
- Driver, R., Gott, R., Johnson, S., Worsley, C., & Wylie, F.(1982). *APU: science in schools, Age 15, Report No. 1*. London.
- Gabel, D. (ed.)(1989). *What research says to the science teacher, Vol. 5: Problem solving*. Washington, D. C.: National Science Teachers Association.
- Hanson, N. R.(1958). *Patterns of discovery*. Cambridge: Cambridge University.
- Hodson, D.(1988). Toward a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19-40.
- Kim, C.-J.(1989a). *Students' intuitive ideas about "water in the atmosphere": A cross-age study*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.
- Kim, C.-J.(1989b). Students' intuitive ideas in earth science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 10(2), 229-235.
- Klopfer, L. E.(1971). Evaluation of learning in science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings, & G. F. Madaus(Eds.). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. (pp.559-641). New York: McGraw-Hill.
- Koertge, N.(1969). Toward an integration of content and method in the science curriculum. *Curriculum Theory Network*, 1969-70, Winter, 26-44.
- Laudan, L.(1977). *Progress and its problems: Toward a theory of scientific growth*. Berkeley, CA: University of California.
- Millar, R., & Driver, R.(1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- Romey, W. D.(1968). *Inquiry techniques for teaching science*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Schwab, J. J.(1966). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab & Brandwein, P. F., *The teaching of science*. Cambridge: Harvard University.
- Welch, C. C.(1981). Inquiry in school science. In N. C. Harms, & R. E. Yager(eds.), *What research says to the science teacher, Vol. 3*. Washington, D. C.: National Science Teachers Association.
- West, L. H. T., & Pines, A. L.(1985). *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic.
- Wise, K. C., & Okey, J. R.(1983). A meta-analysis of the effect of various science teaching strategies on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 419-435.

(ABSTRACT)

The Types and Characteristics of Science Inquiry Problems: An Analysis Based Upon the Laudanian Philosophy of Science

Chan-Jong Kim

(National Board of Educational Evaluation)

Scientific inquiry has been a major goal and a vehicle to teach science in schools since Curriculum Reform Era. Based upon the Laudanian philosophy of science, scientific inquiry problems were classified and their characteristics were identified.

Science inquiry problems could be classified as empirical and conceptual problems. Empirical problems consist of unsolved, solved, and anomalous problems. Internal and external conceptual problems are included in conceptual problems.

Effective teaching methods for solving empirical and conceptual science problems are discussed. The implications of Laudanian philosophy of science for science teaching were also discussed.