

# 과학교육에서의 상황 관련 연구에 대한 개관과 분석

송진웅

(대구대학교)

(1997년 3월 8일 받음)

...케플러가 언덕 위에서 새벽 해돋이의 모습을 바라보고 있다고 상상해 보자. 그리고 티코 브라헤가 함께 서 있다고 하자. 케플러는 태양은 고정되어 있는 반면에 지구가 움직인다고 생각하고 있을 것이다. 그러나 적어도 이 점에 있어서는 틀레미나 아리스토텔레스와 같이 티코 브라헤는 지구가 고정되어 있고, 나머지 모든 천체가 이 지구의 주위를 회전한다고 생각하고 있을 것이다. 그렇다면, 케플러와 티코는 새벽녘에 동쪽 하늘로부터 동일한 것을 보고 있는가? (Hanson, 1958, p. 5)

## I. 연구의 배경과 필요성

전통적으로 과학교육에서는 과학탐구의 과정(process)과 그것의 결과인 내용(content)을 어떻게 가르치고 배울 것인가에 대한 문제에 초점을 맞추어 많은 연구가 이루어져 왔다. 반면, 과학탐구가 이루어지고 또한 탐구의 결과가 적용되는 상황(context: 연구자에 따라서 이를 '맥락'이라고 번역하기도 한다)에 대해서는 최근까지도 과학교육 분야에서 충분한 학문적 관심이 주어지지 않았다.

과학교육에서 상황의 문제에 관한 체계적인 고려와 연구가 이루어지기 시작한 것은 아마도 영국의 APU Science가 최초일 것이다. APU에서는 평가의 기준으로 과학적 탐구과정(scientific process), 과학개념(scientific concept), 상황(context) 3가지 차원을 설정하였다(DES, 1979). APU는 '상황'에 대해 과학의 탐구과정이나 개념들이 사건, 물체, 정보 또는 데이터 등에 적용될 때의 주변 환경 등을 의미한다고 정의하고, 과학수업(science lessons)과 기타 학교 교과

목(other school subjects) 그리고 일상생활(everyday, out-of-school)을 상황의 3가지 요소로 구분하였다.

현재 우리 나라에서는 대학수학능력시험의 실시와 공통과학의 도입 그리고 STS적 과학교육 운동의 확산 등의 영향으로 과학교육에서의 상황의 문제에 관한 관심이 점차 높아지고 있다. 특히, 대학수학능력시험에서는 APU의 3차원 구조를 수용하고 이를 수정하여 문항의 개발과 평가의 기준으로 활용하고 있는데, 모두 5가지의 상황(순수과학적 상황, 일상적 상황, 기술·산업적 상황, 사회적 상황, 자연환경적 상황)을 구분하고 있다(우종욱 외, 1993).

White(1985)는 최근까지의 과학교육의 연구에서 상황(context)에 대한 관심이 부족했던 사실에 대해 비판하면서 이러한 관심 부족의 원인으로 과학의 패러다임, 연구의 본성, 학교의 안정성과 균일성의 3가지 요인을 지적하였다. 이후, 그는 학습에 영향을 미치는 요인들에 대한 모형을 제시하면서 다음과 같이 상황에 대한 인식을 강조하였다.

상황에 대한 인식은 그것이 각 학습자가 학습의 목적이 무엇인가에 대한 생각을 결정하기 때문에 중요하다. ...상황에 대한 상이한 인식은 상이한 인지 전략을 자극하게 될 것이고 따라서 상이한 학습패턴이 형성될 것이다(White, 1988, p. 20).

Rogoff는 인지발달에 대한 연구에서 연구자들이 가정하는 상황-독립적(context-free) 입장을 비판하면서 다음과 같이 주장하였다.

논리적으로 유사한 또는 동형인 인지적 기능(예컨대,

1) 이 논문은 1997학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

보존, 문제 해결, 역할 분담)이 흔히 상이한 연령층에서 나타나며 동일한 개인에 의해 수행된 유사한 과제에 모 아가지 않는 것으로 나타났다. 오히려 인지적 기능은 상황의 함수로서 수시로 변동하는 것처럼 보이며, 이는 이러한 인지적 기능이 그것의 일반성에 있어 제한적이라는 것을 의미한다(Rogoff and Lave, 1984, p. 1).

또한 APU에서는 과학탐구능력을 측정하는 평가문항의 상황이 갖는 중요성에 대해 다음과 같이 지적하고 있다.

학생들이 어떤 문제를 직면할 때, 그 문제가 어떤 종류의 탐구과정과 지식을 요구하는가에 대한 학생들의 판단 그리고 주어진 문제에 대해 자신감 혹은 낭패감 등을 느끼게 되는 것은 상황에 관련되어 있는 것 같다 (Russell et al., 1988, p. 2).

한편, 과학적 사고와 과학활동에서의 상황의 중요성에 대한 과학철학적 인식은 Hanson(1958)의 관찰의 이론의존성(theory-laden observation)에 대한 지적에서 잘 드러난다. Hanson은 동일한 시각적 자극이 상황의 영향에 따라 상이하게 해석될 수 있음을 지적하면서 다음과 같이 주장하였다:

상황은 우리에게 실마리를 제공해 준다. 이 그림에서 어떤 사람들은 영양을 보지 못할 것이다. 영양을 한번도 본 적이 없고 오직 새만을 보아 왔던 사람들이 어떻게 그림에서 영양을 볼 수 있겠는가?(Hanson, 1958, 13)

즉, 상황은 학습자로 하여금 과학학습의 목적이 무엇이며, 어떠한 학습전략을 사용하는 것이 적절한지, 또는 과학문제의 해결에 있어 어떤 지식과 탐구과정을 동원해야 하는지 등에 대한 판단, 그리고 관찰과 같은 과학적 탐구활동 자체에도 영향을 미친다. 이처럼 상황의 문제는 과학학습, 과학적 사고, 과학적 탐구에서 중요한 부분을 차지하고 있음에도 불구하고 지금까지 이에 대한 체계적이고 종합적인 분석과 논의가 국내외에서 거의 이루어지지 않은 점은 매우 주목할 만한 사실이다.

따라서, 본 연구에서는 지금까지의 상황과 관련되어 국내외에서 수행되었던 연구와 그 결과들을 주제별로 정리하고, 이러한 연구들에서 나타난 공통적인 문제점들을 점검하며, 끝으로 그것이 과학교육에 주는 시사점에 대해 논하고자 한다.

## II. 상황 관련 연구의 개관

과학교육 분야에서의 상황에 관련된 연구들은 대개 학생의 인지적 능력에 관련있으며, 이 때문에 인간의 인지적 측면을 주된 연구영역으로 삼고 있는 인지심리학 분야의 연구와 상당한 공통부분을 갖게 되고 두 분야에서의 연구주체가 중첩되는 경우도 많다.

따라서 여기에서는 과학교육과 인지심리학 분야에서 상황의 문제와 관련된 연구들과 그 결과들을 과학학습과 관련된 주제별로 요약·정리해 전체적인 연구현황을 개관해 보고자 한다. (상황과 관련된 인지심리학 분야의 연구들에 대해서는 이미 여러 책자에서 부분적으로 정리된 바 있다. 예컨대, 연역적 사고에 대해서는 Bell et al.(1983), Gardner(1987), Evans(1989). 확률적 판단에 대해서는 Kahneman et al. (1982), Gardner(1987), Eiser and Pligt(1988), Evans (1989), 한규석·박상철(1991), 기억에 대해서는 Davies and Thomson(1988), 인지의 사회적 상호작용에 대해서는 Rogoff and Lave(1984), 인간의 지능에 대해서는 Sternberg and Wagner(1994) 등을 참조할 수 있을 것이다.)

### 1. 연역적 사고와 확률적 판단

Wason(1966)이 최초로 제시한 이후, 카드선택 문제(the four card selection task)는 연역적 사고에서의 상황 효과(context effect)를 보여주는 전형적인 연구의 예에 해당한다. 이 문제는 다른 많은 연구자들에 의해 다양한 형태로 광범위하게 조사된 바 있다(예컨대, Wason and Shapiro, 1971; Johnson-Laird and Wason, 1970; Lunzer et al., 1972; Johnson-Laird et al., 1972; Bracewell and Hidi, 1974).

Johnson-Laird et al.(1972)은 “만약 카드의 한 면에 모음이 있으면, 그 카드의 다른 면에는 짝수가 있다. 이 규칙이 옳은지 그른지를 알아보기 위해서는 어떤 카드를 넘겨 보아야 하겠는가?”라는 기호적 과제(symbolic task)와 “만약 편지가 봉해져 있으면, 그 봉투의 앞면에는 10펜스의 우표가 붙여져 있다. 이 규칙이 옳은지 그른지를 알아보기 위해서는 어떤 봉투를 넘겨 보아야 하겠는가?”라는 실제적 과제(realistic task)를 24명의 대학생들에게 실시하였다. 피험자 중 22명은 최소 1개 이상의 실제적 과제를 해결하였으며, 대신 이들 중 7명만이 기호적 과제를 해결할 수 있었다. 연구자들은 이 연구에서 2가지 형태의 문제 사이의 어떤 직접적인 전이도 놀라울 정도로 없음을 보고하였다. 한편 Lunzer et al.(1972)도 유사한 사실을 관찰하였으며, 이 문제를 해결하는 데 중요한

것은 논리적 구조가 아니라 그 문제의 내용(content)이라는 입장을 강하게 제시하였다.

Fillenbaum(1975; 1976; 1978)은 그의 일련의 실험적 연구를 통해 조건적 추론(conditional inferences)에 대한 상황의 효과를 조사하였다. 특히 그는 역추론(전제의 부정)에 대해 연구하였는데, 대부분의 사람들은 논리적으로 동일한 두 가지의 추론에 대해 각기 다른 타당성을 인정한다는 사실을 확인하였다. 그는 이러한 차이는 각 추론을 읽는 사람들이 동원하는 선지식으로부터 영향을 받으며, 특히 약속(또는 위협)이 포함되는 경우에는 사람들이 언명에 대해 쌍조건적(biconditional)으로 혹은 등가적(equivalent) 해석을 한다고 주장하였다.

한편, Kahneman and Tversky(1972 & 1982) 그리고 Tversky and Kahneman(1981 & 1983)은 단어빈도 추정, 성격 판단, 의료예측, 위험도 판단 등의 다양한 경우에서의 확률적 판단에 대한 인간의 비논리적 본성을 광범위하게 조사하였다. 예컨대 Tversky and Kahneman(1981)은 피험자에게 600명의 사람이 사망에 이를 것으로 예상되는 특이한 질병이 발생하였다고 상상하게 하였다. 이 질병의 퇴치를 위한 가장적인 2가지의 프로그램(A프로그램 적용 → 200명 생존; B프로그램 적용 → 모두 생존할 확률 = 1/3, 모두 사망할 확률 = 2/3)을 가정하고 피험자들에게 어느 프로그램을 선택하겠는가를 물었더니, A프로그램을 선택한 피험자는 전체의 72%였다. 반면, 또다른 집단에게 동일한 문제를 다른 형태로(C프로그램 적용 → 400명 사망; D프로그램 적용 → 모두 생존할 확률 = 1/3, 모두 사망할 확률 = 2/3) 물었더니, 전체 피험자의 78%가 D 프로그램을 선택하였다. 즉, 사람들은 생명을 구한다는 문제의 형태에서는 대부분의 사람들이 일정한 성과를 추구하고, 생명을 잃는다는 문제의 형태에서는 일정한 손실을 회피한다는 것이다.

이러한 비논리적 판단은 사람들이 이득(gains) 간의 판단에 있어서는 위험-회피적(risk-averse) 선호를 나타내며 손해(losses) 간의 판단에 있어서는 위험-추구적(risk-seeking) 선호를 보여 인간의 확률적 판단은 과제에 의해 전달되는 위험의 정도에 매우 의존적이라는 것이다. 또한 위 연구자들은 인간이 일반적으로 일상적 사건들을 그것의 확률에 따라 철저히 따지지 않으며 각 사건의 기본 요소들을 분리하면서 복합확률(compound probability)들을 계산하지 않는다고 주장하였다. 오히려 사람들은 대표성(representativeness)이나 가용성(availability) 등의 제한된 수의 발견법(heuristics)을 일반적으로 사용한다는 것이다(한규석·박상철, 1991).

## 2. 변인통제

Kuhn and Brannock(1977)은 초등학교와 대학생을 대상으로 Inhelder and Piaget(1958)가 개발한 진자 문제(pendulum problem)와 자신들이 개발한 식물 문제(plant problem)를 각각 실험(experimental) 상황과 자연적 실험(natural experiment) 상황을 대표하는 것으로서 보고 이들 문제에서 논리적으로 변인을 포함시키고 배제시키는 능력을 조사하였다. 이들은 분석 결과를 바탕으로 응답자들이 보인 논리적 오류의 종류를 확인하고 또 각 응답자의 인지 발달 단계를 비교하였다. 이 연구결과에 의하면, 자연적 실험상황에서 학생들이 보인 사고의 오류의 종류는 전통적인 실험상황에서 보인 오류의 종류와 동일하였다. 반면, 두 문제상황에 있어서의 인지 발달 단계별(구체적 조작, 형식적 조작의 출현, 전이, 형식적 조작) 분포는 통계적으로 강한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다.

Linn *et al.*(1981)은 7학년 아동을 대상으로 3가지 다른 내용(스프링, 막대 휘기, 램프)과 3가지 문항형태(변인 확인, 변인 통제, 변인 분석)의 변인통제 문항을 실시하면서 형식적 사고에서의 내용 및 문제형태에 의한 효과(content and problem effects)를 조사하였다. 이 연구에서 내용과 문항형태에 의한 통계적으로 유의한 효과( $p=0.001$ )와 이들 둘 사이의 상호작용( $p=0.001$ )의 효과를 발견하였다. 이 연구를 바탕으로, 연구자들은 새로운 내용에 대한 형식적 사고의 일반화는 자동적 과정이 아니며, 따라서 이러한 종류의 사고를 한 학습 분야에서 다른 학습 분야로 일반화하기 위해서는 별도의 학습이 필요하다는 주장을 펴면서 Piaget 이론을 비판하였다.

또한, Linn *et al.*(1982)은 광고에 대한 청소년의 사고(주로 변인통제)에 대한 연구에서 Piaget의 형식적 사고의 획득으로 정의된 능력요인(competence factors)과 (친숙도 및 확신도 등과 같은) 내용 및 기대의 효과로 정의된 성취요인(performance factors)의 역할을 분석하였다. 이 연구 결과에 의하면, 능력요인은 광고에 대한 사고와 약한 상관관계를 보일 뿐이지만 성취요인은 청소년들이 언제 비판적 사고를 발휘하며 증거에 어떤 규칙을 적용하는가 등의 청소년의 사고 과정에 대한 풍부한 자료를 제시해 주는 것으로 나타났다.

Song and Black(1992)은 문항에서 요구하는 과학적 지식의 정도가 탐구기능 문항의 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위해 변인통제 문항에서 과학적 개념의 적용이 필요한 경우와 필요하지 않은 문항의 짝을 만들어 우리 나라의 12세, 13세, 16세 아동에게 실시하였다. 이 연구에서 연구자들은 과학적 개념의 적용이 필요한 변인통제 문항 6쌍(즉, 과학적 상황의 6문항과 일상적 상황의 6문항)과 과학적 개념의 적용이

필요하지 않은 문항 6쌍을 만들었다. 학생들은 전체적으로 '과학적 개념이 필요하지 않은 변인통제' 문항들에서는 '일상적 상황'에서 높은 점수를 나타냈으며 ( $p < 0.001$ ), '과학적 개념이 필요한 변인통제' 문항들에서는 두 상황에서의 거의 비슷한 ( $p > 0.05$ ) 성취도를 나타냈다. 연구자들은 '변인통제'라는 탐구기능 자체가 학생들이 평소의 일상생활을 수행하면서 자주 사용해야 하는 일반적인 인지적 기능임을 지적하면서, '(과학) 개념적용이 필요한 변인통제' 문항의 경우 변인통제 자체가 일상적 상황에 가깝지만 여기에 과학개념을 적용해야 하는 부담이 더 해지므로 이것들의 영향이 서로 상쇄되어 두 과제상황에서의 성취도가 거의 유사하게 나타났다고 해석하였다.

한편, APU의 연구결과(Schofield *et al.*, 1989)에 의하면 변인통제의 능력을 평가하는 문항들에서 학생들의 성취도는 문제에 포함된 다양한 요인들에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 예컨대, 문제에 포함된 무관한 정보의 양이 많으면 성취도가 낮아지고 정보의 양이 적으면 성취도가 높아지며, 실험과 관련된 사항을 시각화해야 하는 양이 많으면 성취도가 낮아지고 그 양이 적으면 성취도가 높아지며, 문제가 일상적 상황으로 제시되면 성취도가 낮아지고 과학적 상황으로 제시되면 성취도가 높아지는 경향이 있는 것으로 나타났다.

### 3. 과학 탐구 기능

Dreyfus and Jungwirth(1980)은 이스라엘의 9학년 학생을 대상으로 논리적 오류에 대한 학생의 인식에 미치는 상황의 효과를 조사하였다. 연구자들은 (1) 일상생활 상황과 생물학적 상황에서의 논리적 오류에 대한 학생들의 인식을 비교하고, (2) 각 상황에서 이러한 오류를 처음 직면할 때 학생들의 부적절한 제안의 파기를 비교하였다. 이 연구에서 학생들은 일상적 상황에 제시되었을 때 논리적 오류에 대한 인식이 생물학적 상황에서의 인식에 비해 유사하거나 부족한 것으로 나타났으며, 일상생활 상황의 환기효과는 생물학적 상황의 환기효과에 비해 낮은 것으로 나타났다. 따라서 연구자들은 일상적 생활의 상황적 요인들이 학생들로 하여금 문제에서 제시된 결론의 논리적 구조보다는 주제의 내용에 보다 주의를 집중시키는 일종의 방해효과를 일으키는 것으로 보았다.

한편 Saunders and Jesunathadas(1988)는 미국의 9학년 학생들을 대상으로 비례적 사고 능력에 관한 친숙한 과제 내용과 생소한 과제 내용의 효과를 조사하였다. 과제의 내용은 친숙한 자연적(familiar naturalistic) 내용과 생소한 과학 교과서(unfamiliar science textbook) 내용으로 정의되었다. 이 연구에서, 학생들의 성취도는 생소한 내용에서보다 친숙

한 내용에서 더 높은 것으로( $p < 0.01$ ) 나타났다. 과제가 단순 비율을 다루는 경우에, 친숙한 내용에 대한 평균값은 생소한 내용에 대한 평균값에 비해 매우 높은 것으로 나타났다. 반면, 복잡한 비율을 포함하는 문제에 있어서는 내용의 친숙도가 학생의 문제 해결 성취도에 유효한 효과를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 연구자들은 이 결과는 Petrushka(1983 & 1985)의 연구 결과와 일치하며 화학이나 물리학을 가르치는 교사들의 학생들에 대한 개인적 경험과도 일치한다고 주장하였다.

Song and Black(1991)은 과학탐구 기능에 대한 과제상황의 영향을 알아보기 위한 연구를 수행하였다. 2가지의 과학탐구기능(해석 및 적용)과 2가지의 과제상황-과학적(scientific) 및 일상적(everyday)-을 포함하는 설문지를 개발하여 한국의 13세 및 15세 학생들에게 실시하였다. 각 과학탐구기능에 대해 2가지 과제상황을 나타내는 7쌍의 문항을 개발하였다. 여기에서 각 쌍의 2문항은 인지적인 측면에서는 거의 동일한 수준이지만 과제상황의 형태만 차이가 나는 문항들이었다. '해석' 문항들에서는 문항에서 제시되는 자료의 전반적 경향을 내삽과 외삽 등을 통하여 파악하고, '적용' 문항에서는 문제에서 제시되는 각 상황에서 관련된 과학의 개념과 지식을 적용하여 문제를 해결하도록 되어 있었다. 학생들은 전체적으로 '해석'의 탐구기능에서는 '일상적 상황'에서 ( $p < 0.01$ ) 그리고 '적용'의 탐구기능에서는 '과학적 상황'에서 ( $p < 0.01$ ) 더 높은 성취도를 나타냈다.

Hackling and Garnett(1993)은 호주의 10학년 학생을 대상으로 물리적 상황(physical context)과 생물적 상황(biological context)에 기초한 5개의 끝열린 문항으로 구성된 2세트의 과학탐구기능평가(TOSIS: Test of Science Investigation Skills)를 개발하여 적용하였다. 물리적 상황의 문제들은 자신들이 실험능력의 평가를 위해 개발한 문항(Hackling and Garnett, 1991)을 수정한 것이며, 생물적 상황의 문제들은 오이의 성장에 관련된 것이었다. 최대 가능 점수는 16점이었으며, 전체 학생들의 생물적 상황에 대한 평균 점수는 6.31로서 물리적 상황의 5.57보다 높은 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 연구자들은 상황에 따른 성취도의 차이가 난 이유를 친숙도(familiarity)의 차이로 해석하였다. 즉, 오이의 성장에 영향을 미치는 요인들을 탐구하는 상황이 막대의 특성에 따라서 추를 달았을 때 휘어지는 정도가 달라지는 문제를 다루는 상황보다 호주의 학생들에게는 더 친숙하다는 것이다.

영국의 Brown and Moore(1994)의 연구에서는 UCLES(The University of Cambridge Local Examinations Syndicate)에서 사용되었던 과학실험평가(PA: practical assessment)의 3문항에 대해 전문가들의 타당도 평가를 통해 3가

지의 탐구기능(A, B, C)을 확인하고 이에 기초하여 각 문항을 확인된 탐구기능에 따라 여러 개의 부분문항(part-question)들로 구분하였다. 연구자들은 각 문항 내의 부분문항들 간의 상관계수와 상이한 문항에 포함된 동일한 탐구기능의 부분문항 간의 상관계수를 계산하여 이를 비교하였다. 상관계수를 비교한 결과, 동일한 문항 내의 상이한 탐구기능 간의 상관계수(0.208)가 상이한 문항 내의 동일한 탐구기능 간의 상관계수(0.166)보다 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

또한 Toh and Woolnough(1994)는 싱가포르의 8학년 대상의 끝열린 탐구문항 3문제를 사용하여 각각의 탐구활동 중에서 나타난 6가지의 탐구기능 요소의 일반화 가능성을 3가지 통계적 방법(즉, Pearson's  $r$ 와 Kendall's  $W$  및 multiple  $t$ -test)을 사용하여 계산하였다. 이 연구에서 2가지의 탐구기능 요소(예비지도, 계획)는 문항(상황) 간에 일반화가 가능하였고, 2가지 탐구기능 요소(실행, 해석)는 상황-의존적(context-dependent)인 것으로 나타났으며, 나머지 3가지 탐구기능 요소(실행, 의사소통, 피드백)는 그 일반화 가능성이 불명확한 것으로 나타났다.

#### 4. 기억과 오개념의 일관성

일부 연구들에서 긍정적인 결과가 나타나지 않았음에도 불구하고(예컨대, Pessin, 1932; Fransworth, 1934), 많은 연구 결과들에 의하면 주어진 하나의 환경에서 학습된 것은 그 환경에서 가장 잘 회상되며, 학습할 때의 상황이 회상할 때의 상황과 달라질 때에는 망각의 정도가 증가하는 것으로 나타났다(예컨대, Abernathy, 1940; Weiss and Margolius, 1954; Birnbaum, 1966; Zentall, 1970; Jensen *et al.*, 1971).

Godden and Baddeley(1975)는 2개의 자연적 환경(natural environments)(육지와 수중)에서 잠수부들이 일련의 단어들을 학습하는 것에 대한 자유회상실험을 수행하였는데, 이 연구에서 잠수부들은 단어를 학습한 해당 환경에서(즉, 수중에서 학습한 단어는 수중에서 그리고 육지에서 학습한 단어는 육지에서) 더 잘 회상하는 것으로 나타났다.

Swinney(1979)는 언어적 모호성(semantic ambiguity)과 맥락(context)에 대해 실험을 수행하였는데, 이 연구에서는 상이하게 해석될 수 있는 하나의 모호한 단어(bug)를 포함하는 문장을 사람들에게 들려준 직후 'bug' 대신에 '개미'와 '간첩' 중 어느 단어를 기억하는가를 조사하였다. 대부분의 사람들은 처음에는(400ms 후) 두 단어 모두를 활성화하지만 약간 시간이 지난 후(700ms 후)에는 '개미'만을 활성화하는 것으로 나타났다. 여기에서 'bug'라는 용어의 모호성은 선행하는 다른 문장의 내용들로부터 맥락-관련적(context-related) 용어

로 활성화된 것인데, 이 말을 듣는 사람은 먼저 특정한 단어의 의미를 파악하는 데 국지적으로 가용한 단서(즉, 단어 그 자체)만을 사용하고 이후 보다 전체적인 단서(즉, 선행하는 문장의 맥락)를 동원하여 그 의미를 해석한다는 것이다. 이를 van Leeuwen(1995)은 국지적 선행(local precedence)이 시간이 지나면서 전체적 선호(global preference)에 의해 대체되는 것이라고 설명하였다.

한편, 영국의 Clough and Driver(1986)는 12세, 14세, 16세 학생들이 압력, 열, 생물학적 진화 등에 관한 자신들의 개념을 상이한 과제상황에서 얼마나 일관되게 사용하는가에 대해 조사하였다. 주어진 과제는 학교의 과학 수업 시간에 흔히 직면하는 경험 또는 일상생활의 상황에서 직면하는 경험들을 반영하도록 구성되었으며, 조사의 방법은 개별적으로 면담을 하는 방식으로 이루어졌다. 이 연구에서, 일부 문제에 대해, 학생들의 응답은 과제상황에 따라, 개인적 및 집단적 수준에서, 상당히 차이가 있는 것으로 나타났으며 학생들의 대안적 개념체계는 과학적 개념 체계에 비해 덜 일관적으로 사용되는 것으로 나타났다.

Palmer(1993)는 호주의 10학년 학생 545명을 대상으로 1차원 운동에 대한 반응의 일관성 정도와 이러한 일관성에 미치는 과제상황의 효과에 대해 연구하였다. 연구자는 2개의 무관한 문제를 포함하는 10개의 문항으로 구성된 선택형 문항의 설문지를 사용하였다. 분석의 대상이 되었던 8개의 문항들은 3가지의 요인(즉, 운동하는 물체의 특성, 운동방향, 운동의 정도)에 따라 체계적으로 설계되었다. 8개 문항 중에서 '운동방향 힘' 오답지를 전혀 선택하지 않은 학생은 19%였으며, 한번만 선택한 학생은 16%, 그리고 8문항에서 모두 이를 일관되게 선택한 학생은 6%였다. 한편 10%의 학생들은 8개 문항 전체에서 일관되게 정답을 선택하였다. '운동방향 힘'에 대한 이 연구에서의 일관된 반응의 정도(6%)는 대학 물리학과 학생을 대상으로 한 Halloun and Hestenes(1985) 연구의 40%의 결과보다 낮은 값이었다. 이는 아마도, Licht and Thijs(1990)의 연구결과에서처럼, 학년이 높은 학생들일수록 일관된 반응을 보이는 경향을 반영하는 것으로 추측된다.

또한, Kim *et al.*(1994)은 우리나라의 고등학교 2학년 105명을 대상으로 수직으로 던져 올린 공에 작용하는 힘의 방향에 대해 학생들의 생각을 조사하고, 학생들에게 그들이 지닌 선개념과 관련된 증거를 제시하여 연역추리를 사용해서 증거를 어떻게 평가하는지 조사하였다. 위로 던져진 공이 위로 올라가는 중에 작용하는 힘의 방향이 위쪽이라고 응답한 학생은 49%인 51명이었고, 그중 27명은 연역추리의 논리구조와 함께 제시된 증거를 무시한 채 자신의 선개념에 기초하여 응답하였고 이들 중 20명은 2개월 이후 실시된 검사에서도 여전히

히 자신의 선개념을 바꾸지 않고 고집하고 있었다. 한편 공이 최고점에 있을 때 공에 힘이 작용하지 않는다고 응답한 학생들은 60%인 63명이었고, 그중 45명은 연역추리와 함께 제시된 증거를 무시한 채 자신의 생각에 기초하여 응답하였고 이들 중 37명은 2개월 이후 실시된 검사에서도 여전히 자신의 선개념을 바꾸지 않고 고집하고 있었다.

### 5. 인지전략의 선택과 문제 해결 과정

Ceci and Bronfenbrenner(1985)와 Ceci(1990)은 10세 아동들에게 컴퓨터의 스크린 중앙에 있는 기하학적 도형이 어디로 이동할 것인가에 대해 예측하게 하였다. 기하학적 도형은 3가지의 외형에서 차이가 있고 각각의 외형에 따라 그 도형이 이동할 방향과 거리를 결정되어 있어, 아동들은 여러 번의 시도를 통해 그 규칙을 알아내야 하는 과제였다. 한편, 연구자들은 동일한 논리적 구조를 갖는 또 다른 형태의 문제를 고안하였는데, 여기에서는 3가지 모양의 도형 대신에 3가지 다른 동물(새, 벌, 나비)을 사용하고 약간의 음향효과를 주어 비디오 게임(video game)과 유사하게 만들었다. 그리고 각각의 문제 형태를 실험실 과제 상황(laboratory task context)과 비디오 게임 상황(video game context)라 불렀다. 각 상황에서 아동들이 문제해결에 필요한 규칙을 찾아낼 때까지의 시도의 횟수를 조사하였는데, 아동들은 비디오 게임 상황에서는 약 300번 정도의 시도를 하면 그 성취도가 급격히 증가한 반면, 실험실 과제 상황에서는 약 750번 정도의 시도를 한 후에도 매우 적은 성취도 증가가 있었을 뿐이었다(Ceci and Roazzi, 1994).

또한, Ceci and Bronfenbrenner(1985)는 10세 및 14세 아동들에게 오토바이의 배터리를 30분 동안 충전한 후 연결 케이블을 제거하는 과제와 컵케이크를 오븐에서 30분 동안 구운 다음 이를 오븐에서 꺼내는 과제를 주었다. 그리고 일부 아동에게는 이러한 과제를 대학 실험실(lab)에서 수행하게 하고 또 다른 아동들에게는 집(home)에 가서 과제를 수행하게 하였다. 학생들은 각각의 과제를 수행하는 동안 비디오 게임을 즐길 수 있도록 준비하였다. 연구자들은 각각의 경우에 있어 학생들이 30분을 기다리는 동안 얼마나 자주 시계를 쳐다보는가를 측정하여 비교하였다. 집에서 과제를 수행한 아동들의 그래프는 전형적인 U자형 곡선을 나타내는데, 이는 아동들이 초기에 자주 시계를 확인하면서 나름대로 전략을 수립하는 초기계산전략(early calibration strategy)을 사용하였기 때문으로 추측되었다. 즉, 아동들은 과제의 초기에 상당히 많은 점검을 통해 자신의 정신적 시계를 맞추어 놓고 편안한 마음에서 비디오 게임을 즐기고 이후 과제가 끝나는 단

계에서 효율적으로 적은 수의 시간 점검을 통해 과제를 완성할 수 있었다는 것이다. 반면 실험실에서 동일한 과제를 수행한 아동들에게는 이러한 전략과 효율성이 나타나지 않았다.

한편, 홍미영·박윤배(1995)는 여대생 4명을 대상으로 면담과 발성사고법을 사용하여 화학문제에 대한 문제해결 과정을 조사하였다. 이 연구에서 연구자들은 같은 추리 단계를 거치고 동일한 개념(이상기체 상태방정식)에 대해 묻는 '과학적 상황'과 '일상적 상황'의 2문제에 대한 반응을 비교·분석하였다. 문제해결 결과의 측면에서 보면, 과학적 상황에서는 네 학생이 모두 맞게 풀었으나 일상적 상황에서는 학생 2와 학생 3은 맞게 풀었으나 학생 1은 계산 과정에서 실수한 것을 화학적 타당성을 고려하지 않고 검증하지 않았으며 학생 4는 문제의 상황을 전혀 화학적 지식과 연결시키지 못하였다. 한편 문제해결 전략의 측면에서는 2가지 상황 모두에서 3명의 학생은 지식·개발(knowledge-development) 전략을 사용하였으며 나머지 1명의 학생은 임의(random) 전략을 사용하였다. 문제해결 단계별 시간비용 측면에서 보면, 과학적 상황에 비해 일상적 상황에서 문제의 이해 단계에 훨씬 많은 시간을 사용하였으며, 일상적 상황의 문제해결에 있어서 과학적 상황의 문제해결에서는 해답을 검증하였던 4명의 학생이 모두 검증 단계를 거치지 않았다.

이명제 등(1993)과 이명제(1994)는 고등학생을 대상으로 '실험실 맥락'과 '지구환경 맥락'의 문제해결 과정에서 활성화되는 지식과 활성화되는 우선순위의 차이를 학년과 성별에 따라 비교·분석하였다. 지구과학 관련 4개의 개념을 선정하여 각 개념에 관해 실험실과 지구환경 맥락에서 1문항씩 전체 8문항을 개발하였다. 각 문항을 제시하였을 때 학생들이 문제해결을 위해 동원하는 지식(활성화 지식)을 맥락에 무관하게 공통적으로 활성화되는 지식(공통활성화지식)과 맥락에 관련되어 비공통적으로 활성화되는 지식(특이활성화지식)을 분류하였다. 두 연구에서 나타난 연구결과를 요약하면, (1) 공통활성화지식은 실험실 맥락에서 특이활성화지식은 지구환경 맥락에서 우세한 활성화 경향을 보이고, (2) 문항의 맥락차가 증가함에 따라 활성화 지식의 맥락효과가 증가하는 경향이 있고, (3) 공통활성화지식은 맥락차가 적을 때 강하게 활성화되고 맥락차가 클 때는 약한 활성화를 보이며, (4) 특이활성화지식은 맥락차가 적게 제시된 문항에서는 약한 활성화를 보이면서 맥락효과를 보이지만 문항의 맥락차가 커지면 활성화가 강해지면서 지구환경 우위의 맥락효과를 나타낸다.

### 6. 과학 성취도와 학습지속 효과

Rennie and Parker(1995)는 실생활 상황(real-life con-

text)과 추상적 상황(abstract context)에서의 물리 문제에 대한 8명의 고등학생(남녀 각 4명)의 반응을 비교·분석하였다. 2가지 상황에 해당하는 6쌍의 문항을 개발하여 이를 시간차를 두고 실시하여 지필반응을 얻고 이어서 면담을 실시하였다. 학생들의 지필반응에 대한 채점결과 총점 6점 중 '실생활 상황'에서는 4.21 그리고 '추상적 상황'에서는 4.03의 평균을 보였다. 면담에서 나타난 가장 일반적인 반응은 '실생활 상황'에 대해 '재미있다'이며 '추상적 상황'에 대해 '시각화하기 어렵다'였다. 또한 '실생활 상황'의 문항에서 첨가된 각종 정보에 대해서는, 그것이 흥미를 유발하며 문제에서 묘사하는 것이 어떤 상황인지를 알게 하는 데 도움을 준다고 생각하며, 만약 이러한 정보가 무리하게 첨가되었을 때는 오히려 혼란만 준다고 생각하였다.

김대식·이강영(1995)은 *Force Concept Inventory*(Hestense et al., 1992)를 수정하여 검사도구를 개발하고 이를 이용하여 초등학교와 중학교 각 학년의 3명씩 모두 27명에게 역학개념에 대한 상황별 이해를 조사하였다. 학생들의 반응을 분석한 결과, 학생들은 과학적인 개념 하나로 설명할 수 있는 상황들을 자신의 오개념으로 나름대로 설명하고 있으며 설명하는 유형 사이에는 많은 차이가 있고 학생들의 성숙수준 및 학년에 의한 차이도 있는 것으로 나타났다. 한편, 학생들은 운동 제1법칙에 대해 운동이 일어나는 공간(우주, 얼음판)에 중심을 두고 설명하였으며, 운동 제2법칙에 대해서는 운동방향으로 작용하는 힘, 공간(우주, 얼음판), 가시적으로 강하게 나타나는 현상의 영향(폭발, 발사 등)에 의해 설명하고, 운동 제3법칙에 대해서는 '크고 무거운 것이 나가는 쪽이 힘이 세다' 또는 '힘을 내는 근원 또는 원인이 있어야 한다'는 식으로 이해하였다.

한편, 김준태·권재술(1994)은 고등학교 2학년을 대상으로 50일 동안 200개의 중력장 관련 문항을 투입하면서 중력장 개념의 표현양식별 학습지속 효과를 비교하였다. 전체 문항은 동일한 개념을 바탕으로 언어와 영상, 정량과 정성 문항의 4가지 형태로 개발되었다. 즉, 언어적이면서 동시에 정량적인 문항, 언어적이면서 동시에 정성적인 문항, 영상적이면서 동시에 정량적인 문항, 영상적이면서 동시에 정성적인 문항의 4가지 형태였다. 성취도 검사는 처음 5일 동안은 학습이 이루어지기 이전인 학습전 개념을 검사하였으며, 이후 30일 동안은 매일 수업을 진행하며 개념 변화를 알아보는 검사를 실시하였고, 수업이 끝나고 15일 동안은 학습지속 효과가 어떻게 나타나는가를 검사하였다. 연구결과, 전체적으로는 정량적인 표현양식보다는 정성적인 표현양식에서 그리고 언어적인 표현양식보다는 영상적인 표현양식에서 학습지속 기간이 더 길게 나타났다. 각 표현양식의 조합별로는 영상적이면서

정성적인 표현양식이 가장 길었으며(9일), 두번째로는 언어적이면서 정성적인 표현양식이 길었으며(7일), 세번째로는 영상적이면서 정량적인 표현양식이 길었고(4일), 언어적이면서 정량적인 표현양식이 가장 짧은 것으로(3일) 나타났다. 따라서 과학개념 표현양식의 언어적·영상적 차원보다는 정량적·정성적 차원이 학습지속에 더 큰 영향을 미친 것으로 나타났다.

## 7. 과학학습의 흥미, 종교와 문화

Song and Choi(1994)는 고등학생을 대상으로 역학 개념에 대해 각 개념을 학습할 때 어떠한 상황을 통해 학습하는 것을 선호하는가 조사하였다. 역학 분야의 13개 기초개념을 선정하여 각 개념이 적용될 수 있는 6가지의 상황(실험실, 일상생활, 스포츠, 군사무기, 생물체, 자연현상)을 고안하여 각 개념은 어떤 상황을 통해서 학습하고 싶은가를 학생들에게 물었다. 학생들이 선호하는 학습과제 상황의 순서(즉, 스포츠>전쟁무기>일상생활>생명체>자연환경>실험실)는 응답자의 집단별로 거의 차이가 없이 매우 일관적인 것으로 나타났다. 즉, 학생들이 역학 개념을 학습할 때 특별히 선호하는 상황들이 있으며 이러한 상황은 매우 보편적인 것으로 보였다. 한편, 이러한 학생들의 선호 경향과는 대조적으로, 실제로 고등학교 물리교과서에서 각 개념을 진술·설명·예시할 때 사용되는 사진, 그림, 문장, 질문 등을 각 상황별로 그 분포를 조사한 결과, 교과서에서 이용되는 상황의 분포는 학생들이 선호하는 상황의 순서와 매우 다르게 나타났다.

이후 Choi and Song(1996)은 그들의 이전 연구에서 전형적인 선호순서를 나타냈던 두 개념을 선택하여 왜 특정한 상황은 학습하기 좋아하고 왜 어떤 상황은 특별히 싫어하는가의 이유를 조사하였다. 학생들의 특정 상황에 대한 선호 및 비선호의 이유는 크게 '관련성'과 '심리적 효과'로 나뉘어질 수 있고, 다시 '관련성'은 '과제의 특성', '학교 활동과의 관련성' 그리고 '학교밖 활동과의 관련성'으로 나뉘어지고 '심리적 효과'는 '인지적 효과'와 '정의적 효과'로 나눌 수 있었다. 또한 각각은 더욱 세부적인 요소들로 나뉠 수 있었다. 전체적으로 학생들은 특정 상황이 '실생활과 관련되었기 때문에 선호하며, 학교에서 배우는 교과서와 유사해서 싫어한다'고 응답하였다. 또한 특정 상황이 '이해를 돕고 흥미로워서 선호하고, 진부하기 때문에 싫어한다'고 응답하였다. 그리고 이 연구에서 연구자들은 6가지 각 상황을 선호하는 이유와 비선호하는 이유를 각각 확인하였다.

한편, Mori 등은 일본과 태국 어린이들을 대상으로 비교연구를 수행하였는데, 여기에서 이들은 아동의 개념에 미치는

문화적 영향을 조사하였다. 예컨대, Mori *et al.*(1974a)는 시간 개념에 대한 종교적 생각의 영향을, Mori *et al.*(1974b)는 시공간 개념에 대한 언어의 영향을, Mori *et al.*(1976)은 속도 개념에 대한 언어의 영향에 대해 조사하였다.

예를 들어, Mori *et al.*(1974a)는 태국에서의 불교와 일본에서의 기독교가 시간에 대한 학생의 개념에 미치는 영향을 초등학생과 고등학생을 대상으로 조사하였다. 연구결과에 따르면, 태국에 있는 초등학생은 일본의 초등학생에 비해 시간을 순환적인 것으로 인식하는 경향이 강한 것으로 나타났다. 또한 학교교육을 통해 이러한 시간 개념은 어느 정도 뉴턴적 시간 개념으로 변화하는 것으로 나타났다. 한편 Mori *et al.*(1976)의 연구에서는, 일본어에서는 일반적으로 속력과 시간

적으로 앞서는 것(temporal precedence)을 표현하는 말이 동일한 발음을 가진 반면 태국어에서는 2개의 개별적인 용어가 있다는 것을 바탕으로 속력에 대한 태국 학생들의 판단이, 이들의 언어로부터 도움을 받아, 일본 어린이의 개념보다 더 발달했을 것이라는 가설을 세웠다. 연구 결과도, 이러한 가정과 같이, 속력에 대한 태국 어린이의 개념이 일본 어린이의 개념보다 더 발달한 것으로( $p < 0.01$ ) 나타났다.

### III. 상황 관련 연구의 문제점

<표 1>은 상황의 문제와 관련된 국내외의 연구들을 그 연구에서 '상황'의 의미로 사용하는 용어, 그 연구에서 구분하는

<표 1> 상황 관련 연구에서의 용어사용 및 그 용례

연구자	사용 용어	상황의 구분	상황의 의미
Godden and Baddeley(1975)	environment	육지, 수중	학습이 일어나는 외적인 환경
Kuhn and Brannock(1977)	situation 또는 context	실험적, 자연실험적	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
APU(DES, 1979)	task context	과학수업, 기타교과목, 일상생활	인지적 부담이 부분적으로 통제된 문항의 외형적 모습
Dreyfus and Jungwirth(1980)	context	일상적(학교밖), 생물적(학교내)	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
White(1985)	condition	물리적, 개인적, 사회적	학습이 일어나는 외적인 환경
Ceci and Bronfenbrenner(1985)	context	실험실, 집	학습이 일어나는 외적인 환경
Saunders and Jesunathadas(1988)	task content	자연적, 교과서	친숙도가 통제되지 않은 문항의 외형적 모습
Reif and Larkin(1991)	knowledge domain	과학적, 일상적	인지적 기능이 구별되는 지식의 영역
Song and Black(1991: 1992)	task context	과학적, 일상적	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
Hackling and Garnett(1993)	context	물리적, 생물적	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
Song and Choi(1994) Choi and Song(1996)	context	실험실, 일상생활, 스포츠, 군사 무기, 생물체, 자연현상, 추상적	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
Brown and Moore(1994)	context	(각 문항을 context가 다른 것으로 취급하였음.)	각 문항의 총체적 특성
수학능력시험(우종욱 외, 1993)	상황	순수과학적, 일상적, 기술·산업적, 사회적, 자연환경적	문항의 내용이 표현되는 소재
이명재(1994)	맥락	실험실, 지구환경	인지적 부담이 통제된 문항의 외형적 모습
김준태·권재술(1994)	표현양식	정성적, 정량적, 영상적, 언어적	문항의 내용이 표현되는 형태
홍미영·박운배(1995)	문제상황	과학적, 일상적	인지적 부담이 부분적으로 통제된 문항의 외형적 모습



‘상황’의 종류, 또 각 연구에서 규정하고 있는 ‘상황’의 의미들을 정리한 것이다.

<표 1>에서 알 수 있듯이 각 연구자들은 ‘상황’에 해당하는 의미로 다양한 용어를 사용하고 있으며, 그것의 구분도 매우 다양하다. 뿐만 아니라 각 연구에서 ‘상황’과 관련하여 그것이 규정하는 의미도 상당히 차이가 남을 알 수 있다(참조, Song, 1990). 따라서 상황의 문제와 관련하여 지금까지 이루어진 연구들을 보다 비판적으로 살펴보기 위해서는 다음과 같은 질문들에 대한 논의가 선행되어야 할 것이다.

### 1. 상황을 어떻게 정의할 것인가?

상황의 문제와 관련하여 지금까지 상당히 많은 연구가 수행되었음에도 불구하고 ‘상황’이라는 용어의 의미가 아직까지 조작적으로 잘 정의되지 않은 듯하다. 이 점은 각기 다른 연구집단에 의해 사용되었던 다양한 용어들로부터 쉽게 알 수 있다. 예컨대, Linn *et al.*(1981), Saunders and Jesunathadas(1988) 등은 내용(content)을, Kuhn and Brannock(1977) 등은 경우(situation)를, Jensen *et al.*(1971), Dreyfus and Jungwirth(1980), Clough and Driver(1986) 그리고 Johnson(1989) 등은 상황(context)을, 이명제(1994) 등은 맥락을 사용하고 있다.

Lockhart(1988)은 ‘상황효과’란 용어는 자극집합의 다양한 표상에 걸쳐 불변하는 핵심 요소와 상황에 속하는 다른 기타 요소들을 구분하는 가정을 포함한다고 주장하였다.

Lockhart의 주장에서 예상할 수 있듯이, 실제로 ‘상황’이라는 용어는 ‘상황’의 서로 다른 여러 수준을 지칭해 왔다. 따라서 이 용어의 의미에 관련되어 많은 혼란이 있어 왔다. 예를 들어, 상황은 때때로 검사 또는 조사가 실시된 물리적 환경(physical surroundings)을 (예컨대, Godden and Baddeley, 1975; Ceci and Bronfenbrenner, 1985), 혹은 사회문화적 환경(social and cultural situation)을 의미하거나(예컨대, Ross and Sutton, 1982), 혹은 과제나 질문의 표현형태(the form of representation of tasks or questions)를 (예컨대, Jungwirth and Dreyfus, 1979; Linn, 1983; Clough and Driver, 1986) 지칭하였다. 여기에서 ‘상황’에 대한 마지막 용법이 일부 연구자들이 사용한 ‘내용’의 의미에 해당하는 것 같다.

### 2. 상황을 어떻게 분류할 것인가?

앞 문제에서 야기되는 결과로서, 많은 연구자들은 서로 각기 다른 종류의 상황을 분류하고 있다. 즉, 공통적으로 사용

할 수 있는 상황에 대한 어떤 통일적인 분류들이 아직 존재하지 않은 것이다. Nellist and Nicholl(1986)은 과학교육에서 사용되는 ‘상황’에 대한 상이한 분류체계를 보인 바 있다.

또한 지금까지 살펴본 연구 이외에도 연구자에 따라서는 각기 다양한 형태로 상황을 구분하여 그 영향을 조사하였는데, Donaldson(1987)은 주어진 상황이 아동들에게 이해되는가에 따라 마음에 깊숙히 새겨진 상황(primary embedded context)과 그렇지 못한 상황(disembedded context)의 2가지로 상황을 구분하였다. 마음에 깊숙히 새겨진 상황은 아동 자신의 삶에 직접적으로 관련된 상황을 의미하며 그렇지 못한 상황은 다른 사람들에 의해 제시된 문제에 의한 상황을 의미하는 것이었다.

한편 White(1985)는 물리적 조건과 관련된, 개인과 관련된, 사회적 조건과 관련된 3가지 상황으로 구분하였으며, Rennie and Parker(1993)는 과학 학력평가 문항의 상황을 성차(gender difference)의 문제와 관련하여 남성중심적, 여성중심적, 성배재적, 성포함적 상황으로 구분하였다. Dawson and Rowell(1986)은 물리적 상황과 생물적 상황에서의 학생들의 변인통제 능력을 비교하였다. 또한 Lockhart(1988)는 물리적 상황, 정신적 및 실용적 상황, 표면적 상황이라는 3가지 부류를 제안하였다. 그리고 Bekerian and Conway(1988)는 분자적 상황(molecular context)과 일상적 상황(everyday context) 2가지로 상황을 구분하고 이를 다시 더 세부적으로 분류하였다.(상황의 성격 및 분류와 관련된 보다 자세한 논의를 위해서는 이명제(1996)를 참조할 수 있을 것이다.)

### 3. 상황효과를 어떻게 특징화할 것인가?

특히, 과제상황에 대해 조사하였던 연구들을 살펴 보면, 상황효과를 특징화하는 데 있어 몇가지 상이한 접근방식을 발견할 수 있다. 예를 들어, 일부 연구자들은 과제의 친숙도/비친숙도의 효과에 초점을 맞추었고(예컨대, Fransworth, 1934; Saunders and Jesunathadas, 1988), 다른 몇몇 연구들은 과제의 구체성/추상성의 효과에 초점을 맞추었다(예컨대, Johnson-Laird *et al.*, 1972). 하지만 어떤 연구들은 이 두 요인이 복합적으로 작용한 - 즉 구체적 상황의 과제는 익숙한 환경에 놓여 있다든지- 것으로 보인다. 예를 들어, 카드 선택 문제에 관한 Johnson-Laird *et al.*(1972)의 연구에서 카드에 알파벳과 숫자가 있는 문제는 익숙하지 못한 추상적 상황이었으며 편지봉투에 우표를 붙이는 문제는 익숙한 구체적 상황이었다. 따라서 만약 연구의 목적이 친숙성이나 구체성 이외의 상황의 다른 특징의 효과를 알아보기 위한다면, 그 연

구에서 다른 특징적 요인들의 효과를 피할 수 있도록 연구를 설계하여야 할 것이다.

또한 White(1985)는 상황에 대해 생각할 때 주의해야 할 사항으로 실제 상황(real contexts)과 인식된 상황(perceived contexts) 그리고 상황의 객관적 측면(objective aspects)과 주관적 측면(subjective aspects)을 구분하는 것이 중요함을 지적하였다. 이는 연구자가 자신의 연구에서 나름대로 상황의 의미를 규정하고 이에 따라 상황을 분류하며 또 이러한 상이한 상황들이 드러나도록 특징화하는 전과정에서 지극히 자기중심적일 수 있음을 경고하는 것이다. 즉, 연구자가 의도하는 상황(상황 1)과 그것이 표현된 상태(상황 2) 그리고 이를 각 피험자가 수용하여 인식한 상태(상황 3) 사이에는 상당한 차이가 있을 수 있는 것이다. 여기에서 결국 학습자나 피험자에게 실제적 영향을 미치는 것은 상황 1이 아닌 상황 3인 것이기 때문이다.

#### 4. 상황효과를 어떻게 설명할 것인가?

상황에 관련된 연구에 있어서 실제적으로 가장 중요한 문제 중의 하나는 그 효과를 설명할 수 있는 종합적이고 체계적인 이론이 아직 정립되지 않다는 점이다. 이미 앞에서 부분적으로 언급하였듯이, 상황의 효과와 관련하여 제기된 이론들은 대부분 각 연구자들이 관심을 두고 조사하였던 분야의 연구결과를 설명하기 위한 국지적인 설명체계 또는 가설이었다(예컨대, Tversky and Kahneman, 1981; van Leeuwen, 1995).

Solomon(1984)은 학생들이 과학적 개념과 오개념을 동시에 가지고 있으면서 상황에 따라 적절한 개념을 선택하여 사용한다는 사실을 설명하기 위해 자신의 '두 지식 영역(two domains of knowledge)' (Solomon, 1983a)이라는 개념에 기초하여 이러한 두 지식 영역이 어떻게 공존하며 이 중 하나의 지식 영역은 어떻게 환기(cue)되고 또 다른 지식 영역으로 전환되는가에 대한 일련의 조사연구를 수행한 바 있다.

또한, Reif and Larkin(1991)은, 인간의 보다 일반적인 인지적 특성을 설명하기 위해, 일상적 지식영역(everday knowledge domain)과 과학적 지식영역(scientific knowledge domain)에서의 인지활동의 차이를 구분하는 설명틀을 제시한 바 있다. 특정한 지식영역에 익숙한 사람들은 그 영역에서 잘 활동할 수 있도록 일반적으로 학습되었기 때문에 그 사람들은 그 영역의 목표들을 이해하고 그 목표들을 달성하기 위해서 잘 적용된 인지적 수단들을 사용한다는 것이다. 예컨대, 일상생활의 목표는 대개 암묵적이고 정확하게 정의되지 않으며, 그것의 중심목표는 만족스러운 삶을 인도하는 것

이다. 따라서 이러한 목표를 달성하기 위해서는 각자의 환경을 만족스럽게 대처해야 하고 이를 위해서는 흔히 관찰되는 물리적 생물학적 현상들을 예측하고 설명하여야 한다. 반면, 과학 영역의 중심목표는 가능한 한 많은 수의 관찰가능한 현상에 대해 경제적으로 추론할 수 있는 특정한 이론적 지식을 창안함으로써 최적의 예측과 설명을 성취하는 것이다.

하지만 이러한 부분적인 설명의 시도보다는, 지금까지 살펴본 다양한 분야에서의 상황 관련 연구 결과들을 종합적으로 이해하기 위한 보다 포괄적인 이론적 탐색과 모형구안 등의 노력이 이루어질 때 비로서 이러한 상황 관련 연구들이 의미 있게 이해되고 과학교육에 활용될 수 있을 것이다.

### IV. 상황의 문제가 과학교육에 주는 시사점

전통적인 학문중심 과학교육의 여러가지 단점을 보완하기 위해 1980년대 이후 여러가지 대안들이 제기되었는데, 이를 크게 나누어 보면 학생의 오개념 연구를 바탕으로 한 구성주의적(constructivistic) 접근, STS적 과학교육 그리고 과학사를 통한 접근 등으로 대별해 볼 수 있을 것이다(송진웅, 1993). 마지막으로 상황의 문제가 이러한 과학교육의 최근 동향에 관련하여 어떠한 의미를 갖는가에 대해 간단히 살펴보자.

오개념에 대한 연구는 이제 가장 대표적인 과학교육의 연구영역이 되었다. 하지만 지금까지의 오개념 연구는 전반적으로 상황의 문제에 대해 큰 관심을 보이지 않은 것이 사실이다. 그런데 오개념 연구 중에서 상황의 문제와 특별히 관련이 있는 부분은 앞에서 일부 언급한 오개념의 견고성에 대한 연구일 것이다(예, Finegold and Gorsky, 1991; 이영직·권재술, 1993; Palmer, 1993; Tytler, 1994). 이들 연구에서 공통적으로 지적하는 있는 점은 학생들이 가지고 있는 과학 관련 개념은 특정한 상황에 깊은 관련을 맺고 있다는 점이다. 즉, 좀처럼 이러한 학생들의 개념은 다양한 상황에 일관되게 적용되지 않는다는 사실이고 이는 그들이 과학적으로 올바른 개념을 습득하였을 경우에도 마찬가지라는 점에서 특히 문제가 된다. 따라서 앞으로의 오개념 관련 연구에서는 상황의 요인이 학생들의 개념 형성에 어떤 영향을 미치는가에 대해 보다 체계적인 조사가 이루어져야 할 것이며, 특히 (특정 상황을 중심으로) 올바른 과학개념이 형성되었을 때 이 개념을 다양한 상황에 적용할 수 있는 능력을 어떻게 갖게 할 것인가의 문제에 많은 관심을 두어야 할 것이다.

STS 교육 운동은 기본적으로 과학의 내용을 보다 다양하고 우리의 사회생활과 관련된 문제를 통해 학생들에게 전달해 주는 것을 목표로 하고 있다는 점에서 상황의 문제에 직접

적으로 관련되어 있다. STS 운동은 멀리는 1930~40년대 영국에서 일어났던 진보적 과학자들의 사회주의 과학운동에까지 거슬러 올라가고(예, Hogben, 1940), 이후 1970년대 초반의 *SISCON*(Science In an Social CONtext)-in-School (Solomon, 1983b)와 그리고 그 이후의 영국의 *SATIS*와 *Salters' Science*(Ramsden, 1994), 미국의 *Project Synthesis* (Harms and Yager, 1981), *Unified Sciences*(NYED, 1987), *Pittsburgh STS Project*(O'Brien, 1988), *SSEC*(Social Science Education Consortium) *Project*(Pearson, 1988), 또 네덜란드의 *PLON Project*(Eijkelhof, 1986) 등으로 전세계적으로 확산되었다. 한편 최근 물리 분야에서는 이러한 STS의 정신을 극대화하여 기존의 물리 내용을 흥미있는 생활 주변의 주제를 중심으로 재구성하는 움직임이 활발히 진행되었는데, 그 대표적인 (물리 분야의) 예로는 *Physics through Application*(Jardine, 1989), *Physics in Real World*(Lockett, 1990), *Amusement Park Physics*(Escobar, 1994), *Physics in Context*(Boereboom, 1995) 등을 들 수 있다. 우리 나라에서도 공통과학과 능형시험 등의 영향으로 인해 STS적 과학교육의 도입의 필요성 등이 강하게 제기되고 있으나(조희형, 1994; 최경희, 1996), 국내에서는 아직까지 STS적 접근은 대개 원론적인 필요성의 강조와 이론적 내용의 소개에 치우치는 경향이 많은 반면 구체적인 학습자료의 독자적인 개발은 아직 매우 미미한 실정이다(예, 신희명, 1991; 송진웅, 1995). STS적 과학교육의 구체적인 자료가 활발하게 개발되고 활용될 때 그리고 각 소재가 학생의 개념학습과 흥미에 어떤 관련을 갖는지 분석적으로 연구될 때 상황의 문제는 보다 실제적으로 과학학습과 관련지워질 것이다.

끝으로, 과학의 역사는 과학교육을 위한 다양한 학습소재를 제공한다는 면에서 상황의 문제와 많은 관련이 있다. 특정 과학자의 발견과정에 얽힌 에피소드, 우주관과 세계관의 변화, 과학과 종교의 관계, 과학개념의 변화과정, 최초 발견자를 둘러싼 우선권 논쟁, 과학자 집단의 활동의 사회적·윤리적·종교적 측면 등 과학사의 각 내용은 그것이 잘 조직될 수만 있다면 그 자체로 훌륭한 과학교육의 수단이 될 수 있다. 정도의 차이는 있지만, 20세기 이후 과학사를 학교 과학교재에 구체적으로 도입하여 효과적인 과학학습을 유도하기 위한 시도들이 부분적으로 있었으며(예, Hogben, 1940; Rogers, 1960; Holton, 1970; 양승훈외, 1996), 최근에는 과학사의 내용을 과학교육에 어떻게 효과적으로 접목할 것인가의 문제에 대해 체계적인 분석을 한 경우도 있다(Matthews, 1994). 또한 과학사는 과학내용의 지도 뿐만 아니라 과학의 방법론, 과학의 철학적 측면, 과학의 사회적 측면, 과학과 인문학의 연결, 보다 근본적인 과학교육 등 전통적인 과학교육에서 흔히

소홀히 다루어지기 쉬운 과학교육의 영역에 대해 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- 김대식·이강영(1995). 역학개념의 문제상황에 따른 학생들의 이해-국민학생과 중학생을 중심으로-. 물리교육, 13(2), 73-86.
- 김준태·권재술(1994). 과학 개념의 표현 양식별 학습지속 효과. 한국과학교육학회지, 14(2), 111-122.
- 송진웅(1993). 외국 물리교육의 최근 동향. 물리학과 첨단기술, 2(3), 15-21.
- 송진웅(1995). 신문: STS적 물리교육의 자료(방사능·원자력). 대구대학교 물리교육연구실 물리교육 자료집 4.
- 신희명(1991). 생활물리. 한국방송통신대학교.
- 양승훈·송진웅·김인환·조정일·정원우(1996). 과학사와 과학교육. 민음사.
- 우종욱외의 11인(1993). 대학수학능력 시험의 영역별 출제모형 정립 및 모형 활용 방안 연구. 국립교육평가원.
- 이명제·김찬중·최승언(1993). 실험실맥락과 지구환경맥락의 문제해결에서 활성화 되는 지식의 차이. 한국과학교육학회, 13(2), 257-271.
- 이명제(1994). 고등학교 학생들의 문제해결에서 맥락에 따라 활성화되는 지식의 우선순위 차이. 한국과학교육학회, 14(3), 304-311.
- 이명제(1996). 과학 교수학습에 관련된 '맥락'의 성격. 한국과학교육학회, 16(4), 441-450.
- 이영직·권재술(1993). 오개념의 견고성 지수. 한국과학교육학회지, 13(3), 310-316.
- 조희형(1994). 과학-기술-사회와 과학교육. 교육과학사: 서울.
- 최경희(1996). STS교육의 이해와 적용. 교학사: 서울.
- 한규석·박상철(역)(1991). 인간의 추론: 판단방략과 그 결합. (R. Nisbett and L. Loss, *Human Inference: strategies and shortcomings of social judgement*) 성원사.
- 홍미영·박윤배(1995). 문제의 특성에 따른 대학생들의 화학 문제해결 과정의 차이 분석. 한국과학교육학회지, 15(1), 80-91.
- Abernathy, E.M.(1940). The effects of changed environmental conditions upon result of college examinations. *Journal of Psychology*, vol. 10, 293-301.
- Bekerian, D.A. and Conway, M.A. (1988). Everyday context. In G.M. Davies and D.M. Thomson (eds)

- Memory in Context: Context in Memory*, John Wiley & Sons: Chichester, 305-318.
- Bell, A.W., Costello, J. and Kuchemann, D.E.(1983). *A Review of Research in Mathematical Education: Part A Research on Learning and Teaching*. NFER-NELSON: Windsor, 32-46.
- Birnbaum, I.M.(1966). Context stimuli in verbal learning and persistence of associative factors. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 71, 483-487.
- Boereboom, J.(1995). *Physics in Context*. New Zealand ASE.
- Brown, C.R. and Moore, J.L.(1994). Construct validity and context dependency of the assessment of practical skills in an advanced level biology examination. *Research in Science & Technological Education*, vol. 12, 53-61.
- Bracewell, R.J. and Hidi, S.E.(1974). The solution of an inferential problem as a function of stimulus materials. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 26, 480-488.
- Ceci, S.J.(1990). *On intelligence ... more or less: A bioecological treatise on intellectual development*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NY.
- Ceci, S.J. and Brnfenbrenner, U.(1985). Don't forget to take the cupcakes out of the oven: Strategic time-monitoring, prospective memory and context. *Child Development*, vol. 56, 175-190.
- Ceci, S.J. and Roazzi, A. (1994). The effects of context on cognition. in R.J. Sternberg and R.K. Wagner (eds) *Mind in Context: Interactionist perspectives on human intelligence*. Cambridge University Press: Cambridge, 74-101.
- Choi, J.S. and Song, J.(1996). Students' preferences for different contexts for learning science. *Research in Science Education*, 26(3), 341-352.
- Clough, E.E. and Driver, R.(1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70 (4), 473-496.
- Davies, G.M. and Thomson, D.M.(1988). *Memory in Context: Context in Memory*. John Wiley & Sons: Chichester.
- Dawson, C.J. and Rowell, J.A. (1986). All other things equal: a study of science graduate solving control of variables problems. *Research in Science & Technological Education*, 4(1), 49-60.
- DES(1979). *Science Progress Report 1977-78*. HMSO: London.
- Donaldson, M.(1987). The origins of inference. In J Bruner and H. Haste (eds) *Making Sense: The Child's Construction of the World*. Methuen: London, 97-107.
- Dreyfus, A. and Jungwirth, E.(1980). A comparison of the 'prompting effect' of out-of-school with of in-school contexts on certain aspects of critical thinking. *European Journal of Science Education*, 2(3), 301-310.
- Eijkelhof, H.(1986). Dealing with acceptable risk in science education: the case of ionizing radiation. in M. J. Frazer and A. Kornhauser(eds) *Ethics and Social Responsibility in Science Education*, Pergamon Press: Oxford, 189-199.
- Eiser, J.R. and Plight, J. van der(1988). *Attitudes and Decisions*. Routledge: London, 75-104.
- Escobar, C.(1994). *Amusement Park Physics*. AAPT: College Park.
- Evans, J. St. B.T.(1989). *Bias in Human Reasoning: Causes and Consequences*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd. : Hove.
- Fillenbaum, S.(1975). If: Some uses. *Psychological Research*, vol. 37, 245-260.
- Fillenbaum, S.(1976). Inducements: On phrasing and logic of conditional promises, threats and warnings. *Psychological Research*, 38, 231-250.
- Fillenbaum, S.(1978). How to do some things with IF. In J.W. Cotton and R. L. Klatzky(eds) *Semantic Factors in Cognition*, LEA Inc. : Hillsdale, N.J.
- Finegold, M. and Gorsky, P.(1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: a search for consistency. *International Journal of Science Education*, 13(1), 97-113.
- Fransworth, P.R.(1934). Examinations in familiar and unfamiliar surroundings. *Journal of Social Psychology*, vol. 5, 128-129.
- Gardner, H.(1987). *The Mind's New Science*. Basic Books: New York.
- Godden, D.R. and Baddeley, A.D.(1975). Context-de-

- pendent memory in two natural environments: on land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66 (3), 325-331.
- Hackling, M.W. and Garnett, P.J.(1991). Primary and secondary school students' attainment of science investigative skills. *Research in Science Education*, vol. 21, 161-170.
- Hackling, M.W. and Garnett, P.J.(1993). Effects of context and gender on application of scientific investigative skills. *Research in Science Education*, vol. 23, 104-109.
- Halloun, I. and Hestenes, D.(1985). The initial state of college physics students. *American Journal of Physics*, vol. 53, 1043-1055.
- Hanson, N.R.(1958). *Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundation of Science*. Cambridge University Press: Cambridge. (한국어판, 송진웅·조숙경 (1995) 과학적 발견의 패턴. 민음사.
- Harms, N.C. and Yager, R. E.(1981). *What Research Says to the Science Teacher-Vol. 3*. NSTA: Washington D. C.
- Hestenes, D., Wells, M. and Swackhamer, G.(1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, vol. 30, 141-158.
- Hogben, L.(1940). *Science for Citizen*. George All & Unwin Ltd: London.
- Holton, G.(1970). *The Project Physics Course*. Holt, Rinehart and Winston Inc. : New York.
- Inhelder, B. and Piaget, J.(1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.
- Jardine, J.(1989). *Physics through Applications*. Oxford University Press: Oxford.
- Jensen, L.C., Harris, K. and Anderson, D.C.(1971). Retention following a change in ambient contextual stimuli for six age groups. *Developmental Psychology*, 4(3), 394-399.
- Johnson, S.(1989). *National Assessment: the APU Science Approach*. HMSO: London.
- Johnson-Laird, P.N., Legrenzi, P. and Legrenzi, M.S. (1972). Reasoning and a sense of reality. *British Journal of Psychology*, vol. 63, 395-400.
- Johnson-Laird, P.N. and Wason, P.C.(1970). A theoretical analysis of insight into a reasoning task. *Cognitive Psychology*, vol. 1, 134-148.
- Jungwirth, E. and Dreyfus, A.(1979). Secondary school biology students' reaction to logical fallacies in scientific as compared with everyday contexts. In W.F. Archenhead, R.H. Driver, A. Orton and C. Wood-Robinson(eds) *Cognitive Development Research in Science and Mathematics*. Proceedings of an International Seminar (1979), University of Leeds: Leeds, 113-121.
- Kahneman, D., Slovic, P. and Tversky, A.(1982). *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge University Press: London.
- Kahneman, D. and Tversky, A.(1972). Subjective probability: a judgement of representativeness. *Cognitive Psychology*, vol. 3, 430-454.
- Kahneman, D. and Tversky, A.(1982). The psychology of preference. *Scientific American*, 246(1), 136-142.
- Kim, M.H., Pak, S.J. and Park, J.W.(1994). High school students' preconceptions about force and motion and the role of deductive reasoning in the evidence evaluation. *물리교육*, 12(2), 65-70.
- Kuhn, D. and Brannock, J.(1977). Development of the isolation of variables scheme in experimental and "natural experiment" contexts. *Developmental Psychology*, 13(1), 9-14.
- Licht, P. and Thijs, G.(1990). Method to trace coherence and persistence of preconceptions. *International Journal of Science Education*, vol. 12, 403-416.
- Linn, M.C., Pulos, S. and Gans, A.(1981). Correlates of formal reasoning: content and problem effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 435-447.
- Linn, M.C., de Benedictis, T. and Delucchi, K.(1982). Adolescent reasoning about advertisements: preliminary investigations. *Child Development*, vol. 53, 1, 599-1,613.
- Linn, M.C.(1983). Content, context, and process in reasoning during adolescence: selecting a model. *Journal of Early Adolescence*, 3(1), 63-82.
- Lockett, K.(1990). *Physics in the Real World*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Lockhart, R.S.(1988). Conceptual specificity in thinking and remembering. In G.M. Davies and D.M. Thomson(eds) *Memory in Context: Context in Memory*(1988)

- John Wiley & Sons: Chichester, 319-331.
- Lunzer, E.A., Harrison, C. and Davey, M.(1972). The four-card problem and the generality of formal reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 24, 326-339.
- Matthews, M.R.(1994). *Science Teaching: the role of history and philosophy of science*. Routledge: London.
- Mori, I., Kitagawa, O. and Tadang, N.(1974a). The effect of religious ideas on a child's concept of time: a comparison of Japanese children and Thai children. *Science Education*, 58(4), 519-522.
- Mori, I., Kitagawa, O. and Tadang, N.(1974b). The effect of language on a child's concept of spatio-temporal concept: on comparing Japanese and Thai children. *Science Education*, 58(4), 523-529.
- Mori, I., Kojima, M. and Tadang, N.(1976). The effect of language on a child's conception of speed: a comparative study on Japanese and Thai children. *Science Education*, 60(4), 531-534.
- Nellist, J. and Nicholl, B.(1986). *ASE Science Teachers' Handbook*. Hutchinson: London, 34-37.
- NYED(New York Education Department)(1987). *Unified Science: Solving Problems in Science, Technology and Society*.
- O'Brien, G.E.(1988). *The Pittsburgh Science Technology Society Project: A Final Report*. Pittsburgh University.
- Palmer, D.(1993). How consistently do students use their alternative conceptions? *Research in Science Education*, vol. 23, 228-235.
- Pearson, J.V.(1988). *Science /Technology /Society: Model Lessons for Secondary Science Classes*. SSEC: Boulder.
- Pessin, J.(1932). The effect of similar and dissimilar conditions upon learning and relearning. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 15, 427-435.
- Petrushka, D.A.(1983). *Logical Ability in Reasoning with Material of Familiar Content*. Paper presented at the 56th Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.
- Petrushka, D.A.(1985). *The Role of Practice in Inventing the Rule for Solving Logical Syllogisms*. Paper presented at the 58th Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, French Lick Springs, Indiana.
- Ramsden, J.(1994). Context and activity-based science in action, *School Science Review*, vol. 75, 7-14.
- Reif, F. and Larkin, J.H.(1991). Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.
- Rennie, L.J. and Parker, L.H.(1993). Assessment in physics: Further explorations of the implications of item context. *The Australian Science Teachers Journal*, 39(4), 28-32.
- Rennie, L.J. and Parker, L.H.(1995). *Placing physics problems in real-life context: students' reactions and performance*. A paper presented at the 26th annual conference of ASERA, La trobe University, Australia, 9-12 July, 1995.
- Rogers, E.M.(1960). *Physics for the Inquiring Mind*. Princeton University Press: Princeton.
- Rogoff, B. and Lave, J.(1984). *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts.
- Ross, K.A. and Sutton, C.R.(1982). Concept profiles and the cultural context. *European Journal of Science Education*, 4(3) 311-323.
- Russell, T., Black, P., Harlen, W., Johnson, S. and Palacio, D.(1988). *Science at Age 11: A Review of APU Survey Findings 1980-1984*. HMSO: London.
- Saunders, W.L. and Jesunathadas, J.(1988). The effect of task content upon propositional reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 59-67.
- Schofield, B., Bell, J., Black, P., Johnson, S., Murphy, P., Qualter, A. and Russell, T.(1989). *Science at Age 13: A Review of APU Survey Findings 1980-1984*. HMSO: London.
- Solomon, J.(1983a). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5(1), 49-59.
- Solomon, J.(1983b). *SISCON-in-Schools*. Basil Blackwell and ASE: Hatfield.
- Solomon, J.(1984). Prompts, cues and discrimination: the utilization of two separate knowledge systems. *European Journal of Science Education*, 6(3), 277-284.
- Song, J.(1990). *Effects on Pupils' Responses of Interactions between Process Skill Demands, Concept Requirements*

- and Contexts in Science Questions*. PhD thesis of the University of London.
- Song, J. and Black, P.J.(1991). The Effects of task contexts on pupils' performance in science process skills. *International Journal of Science Education*, 14(1), 83-93.
- Song, J. and Black, P.J.(1992). The Effects of concept requirements and task contexts on pupils' performance in control of variables. *International Journal of Science Education*, 14(1), 83-93.
- Song, J. and Choi, J.S.(1994). Students' preferences on different contexts in learning basic concepts of mechanics. *물리교육*, 12(2), 82-87.
- Sternberg, R.J. and Wagner, R.K.(1994). *Mind in Context: Interactionist perspectives on human intelligence*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Swinney, D.A.(1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 645-659.
- Toh, K.A. and Woolnough, B.E.(1994). Science Process Skills: are they generalisable? *Research in Science & Technological Education*, 12(1), 31-42.
- Tversky, A. and Kahneman, D.(1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, vol. 211, 453-458. 86-87.
- Tversky, A. and Kahneman, D.(1983). Extensional versus intuitive reasoning: the conjunction fallacy in probability judgement. *Psychological Review*, 90(4), 293-315.
- Tytler, R.(1994). Consistency of children's use of science conceptions: problems with the notion of "conceptual change". *Research in Science Education*, vol. 24, 338-347.
- Van Leeuwen, C.(1995). Task, intention, context, globality, ambiguity: More of the same. In P. Kruse and M. Stadler(eds) *Ambiguity in Mind and Nature*. Springer-Verlag: Berlin, 85-97.
- Wason, P.C.(1966). Reasoning, in B. Foss(ed) *New Horizons in Psychology*. Penguin Books: Harmondsworth.
- Wason, P.C. and Shapiro, D.(1971). Natural and contrived experience in a reasoning problem. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 23, 63-71.
- Weiss, W. and Margolius, G.(1954). The effect of context stimuli on learning and retention. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 48, 318-322.
- White, R.(1985). The importance of context in educational research. *Research in Science Education*, vol. 15, 92-102.
- White, R.(1988). *Learning Science*. Basil Blackwell: Oxford.
- Zentall, T.R.(1970). Effects of context change on forgetting in rats. *Journal of Experimental Psychology*, vol. 86, 440-448.

(ABSTRACT)

## Review and Analysis of the Studies on Contexts in Science Education

Song, Jin-Woong  
(Taegu University)

The purpose of this study was to review the studies related to the problem of context in science education. Firstly, studies on context and context effects in science education (and also those related in cognitive psychology) were summarized according to the topics concerning science learning, such as deductive reasoning and probabilistic judgement, controlling variables, scientific inquiry skills, memory and consistency of misconceptions, selecting cognitive strategies and problem solving, achievement and momentum effect, and interest, religion and culture. Secondly, the common problems appeared from the analysis of the studies were discussed, such as (1) how to define contexts?, (2) how to classify contexts?, (3) how to characterize the effects of contexts? and (4) how to explain the context effects? Finally, the implications of the analysis of the studies on the problem of context were discussed in terms of recent development of science education, such as misconception studies, STS science education and the application of the history of science to science teaching.