

구조화된 문항을 이용한 지구과학 탐구능력 평가 도구 개발

정 철 · 우종욱 · 김정률
(한국교원대학교)

(1996년 12월 20일 받음)

I. 서 론

최근의 모든 과학교육과정 프로젝트는 탐구능력을 강조하고 있으며(Campbell & Okey, 1977), 과학교육자들은 과학자들의 연구와 과학 활동에 관심을 갖고, 과학자들이 그들의 연구에 적용하는 방법, 절차, 과정에 의한 과학적 탐구를 언급하고 있다. 이러한 과학적 탐구과정에 의한 탐구학습이 강조되면서, 학생들의 과학적 탐구능력을 평가할 수 있는 평가 도구 개발에 관한 연구들이 진행되어 왔다. Woolnough(1989)는 과학 학습이 과학자들이 사용하는 관찰, 측정, 데이터 기록 및 해석과 같은 탐구과정의 부분적 요소에만 치중하였을 때, 학생들의 과학에 대한 흥미와 과학에 대한 능력 발달을 저해한다고 지적하였다. 또한 박승재(1990)는 과학적 탐구 활동에 있어서 탐구과정 요소 자체보다도 문제 인식으로부터 해결까지 또는 새로운 법칙의 발견이나 이론의 형성과 같은 일련의 연계적 탐구능력이 더욱 중요하다고 하였다. 현재의 과학 탐구능력 평가는 학생들이 알아야 하고, 이해해야 할 것이 무엇인지를 깊이 추구하는 과정에서 실제의 과학적 탐구 활동과는 거리가 먼 과학의 지나친 상세화가 이루어졌다(Woolnough, 1989). 이로 인하여 과학은 전체로서의 탐구 활동이 아닌 부분적 탐구 활동으로만 그 가치를 인정받게 되었다.

탐구학습의 결과인 과학적 탐구능력을 문제의 인식으로부터 새로운 이론의 형성에 이르기까지의 연계된 탐구능력을 종합적으로 평가하기 위해서는 탐구과정 요소가 단계별로 제시되는 평가 문항을 개발하여 학생들의 탐구능력을 측정하여야 한다. 하나의 부분적 탐구과정 요소의 평가 문항의 조합으로 구성된 과학 탐구능력 평가 도구는 과학자들의 과학적 탐구 활동과 유사한 탐구과정을 가르친다는 탐구학습

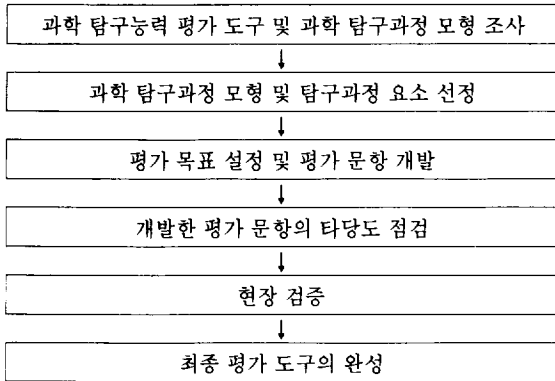
의 목표와는 일치하지 않는다. 이러한 맥락에서 박승재(1996)는 탐구과정 요소의 부분적 평가에 의한 탐구능력 평가의 획일화를 우리 과학교육의 문제점으로 지적하고 있으며, 또한 허 명(1996)은 과학교육에서의 종합적인 탐구 사고력 평가의 중요성을 언급하고 있다. 과학 탐구능력 평가의 새로운 흐름은 탐구과정이 과학자들의 과학적 탐구 활동과 같이 단계별로 제시되는, 즉 탐구과정의 단계가 세트 형태로 구성되는 평가 도구의 개발을 필요로 한다. 앞서 언급한 새로운 과학 탐구능력 평가 도구의 필요성에 따라 본 연구는 문제의 인식부터 문제의 해결 과정인 결론 도출에 이르기까지 탐구과정이 단계별로 제시되는 타당하고 신뢰성 있는 지구과학 탐구능력 평가 도구를 개발하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

연구 방법으로 우선 연구 절차를 선정하고, 이에 따라 평가 도구를 개발하기 위한 단계별 조사 내용을 설정하였다. 또한, 도구 개발의 각 단계별 연구 방법과 연구에 필요한 연구 대상을 표집, 선정하였다.

1. 연구 절차

선행 연구를 토대로 탐구과정 모형 및 평가 목표를 설정하였으며, 평가 목표에 따른 문항을 개발하여 총 3차에 걸친 현장 검증을 실시한 후 최종 탐구능력 평가 도구를 개발하였다(그림 1).



〈그림 1〉 연구 절차

2. 연구 대상의 표집

제 1차, 2차 현장 검증의 표집은 남녀 한 학급씩 두 학급 규모로 하였으며, 제 3차 현장 검증은 지역과 남녀 비율을 고려하여 유층표집 하였다. 현장 검증의 대상은 연구의 특성상 일반계 고등학교 2학년으로 제한하였다. 최종 완성된 평가 도구의 공인 타당도 검증을 위한 표집은 3차 표집에 이용된 대상 중 일반계 고등학교 1학급을 표집하여 실시하였다.

Ⅲ. 평가 도구의 개발

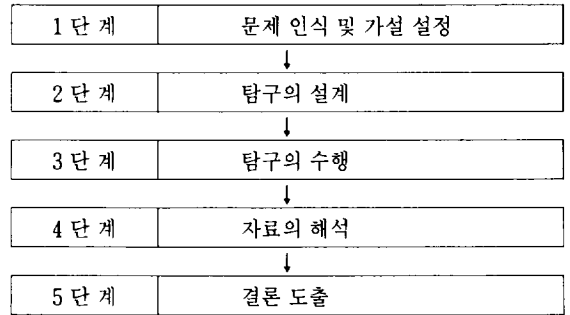
이 장에서는 고등학생의 지구과학 탐구능력을 평가하기 위해 개발된 탐구과정 모형을 제시하고, 선정된 탐구과정 요소의 평가 목표를 선행 연구를 통하여 기술하였다. 또한 개발된 평가 도구에 대한 타당성과 신뢰성을 검증하기 위하여 총 3차에 걸친 현장 검증을 통해 문항을 수정 및 보완한 사항을 제시하고자 한다.

1. 탐구과정 모형의 선정

본 연구에서 선정한 탐구과정 모형은 우종욱 등(1992, 1995)이 제시한 탐구의 5단계를 일부 수정하여 〈그림 2〉와 같이 나타내었다.

다음 탐구과정 모형을 각 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

1단계: 문제 인식 및 가설 설정-새로운 지식의 형성은 어떤 현상에 대한 문제의 제기로부터 시작된다. 그러므로 과학자들의 연구 활동처럼 탐구학습에서 가장 중요한 것은 문제를 인식하고, 문제를 해결하기 위한 가설을 세우는 활동이다.



〈그림 2〉 본 연구의 탐구과정 모형

2단계: 탐구의 설계-탐구의 설계 과정은 설정된 가설을 검증하기 위한 구체적인 실험을 고안하는 과정을 말한다. 따라서 실험의 설계에는 연구에 요구되는 기구나 실험 절차 또는 변인 조절 같은 요소들을 적절하게 고려하여야 한다.

3단계: 탐구의 수행-탐구의 수행 과정은 고안된 연구 절차에 따라 연구를 수행하면서 자료를 수집하고, 수집된 자료를 적절한 형태로 변환하는 단계이다.

4단계: 자료의 해석-자료의 해석 과정은 기록된 자료를 바탕으로 문제에 대한 적절한 추리나 예상을 하는 단계이다.

5단계: 결론 도출-결론 도출 과정은 연구로부터 얻은 자료에 대한 적절한 결론을 이끌어 내고, 나아가 일반화된 원리를 파악하는 단계이다.

2. 탐구과정 요소의 선정 및 평가 목표 설정

탐구과정 요소의 선정은 Klopfer(1971)의 과학 탐구과정 분류틀, TIPS(Dillashaw & Okey, 1980), NAEP(1984), GCSE(DES, 1985), SIEI(허 명, 1984), TESIS(이창로, 1992), 우종욱 등(1992, 1995)의 탐구과정 요소를 근거로 본 연구에서 평가하고자 하는 탐구과정의 5단계에 부합되는 탐구과정 요소를 선정하고, 각 탐구과정 요소의 평가 목표를 기술하였다.

1) 과학 탐구과정 요소의 선정

과학 탐구과정 요소는 지필 검사로 측정이 가능하여야 하며, 고등학생에게 적용 가능한 요소이어야 한다. 따라서 선행 연구를 통하여 본 연구에 적합한 탐구과정 요소를 〈표 1〉과 같이 선정하였다.

2) 선정된 탐구과정 요소의 평가 목표

〈표 1〉 탐구과정 요소의 선정

평가 도구		Klopfer (1971)	TIPS (1980)	NAEP (1984)	SIEI (1984)	GCSE (1985)	우종욱 등 (1992)	본 연구
문제 인식 및 가설 설정	문제 인식				○	○	○	○
	가설 설정	○	○	○	○		○	○
탐구의 설계	실험 설계	○			○		○	○
	변인 통제		○		○		○	○
탐구의 수행	실험 수행	○	○	○	○	○		○
	자료 변환	○	○		○	○	○	○
자료의 해석	추 리				○		○	○
	예 상	○		○	○		○	○
결론 도출	결 론	○			○	○	○	○
	일 반 화	○		○		○	○	○

〈표 2〉 탐구과정 요소별 평가 목표

탐 구 과 정		평 가 목 표
문제 인식 및 가설 설정	문제 인식	실험이나 주어진 상황에서 연구 문제를 인식할 수 있다.
	가설 설정	실험이나 주어진 상황에서 검증 가능한 가설을 세울 수 있다.
탐구의 설계	실험설계	연구 문제나 가설이 주어지면, 가설의 타당성을 검증하기 위한 실험 방법 및 과정을 설계할 수 있다.
	변인 통제	연구 문제나 가설이 주어지면, 독립변인과 종속변인을 구별할 수 있다.
탐구의 수행	실험 수행	실험 절차에 따라 자료를 수집하며, 결과를 나타내기 위한 실험과정을 수행할 수 있다.
	자료 변환	실험수행의 결과인 데이터를 보다 명확하고 조직화된 자료 형태로 나타낼 수 있다.
자료의 해석	추 리	실험이나 관찰 가능한 사실로부터 직접 관찰이 안되는 사실을 나타낼 수 있다.
	예 상	실험 결과를 근거로 아직 일어나지 않은 사건을 진술할 수 있다.
결론 도출	결 론	실험 결과만을 근거로 실험을 포괄적으로 설명할 수 있는 결론을 내릴 수 있다.
	일 반 화	실험에서 얻은 자료의 경향성과 규칙성을 파악하여 좀 더 일반화시켜 나타낼 수 있다.

선정한 10개의 탐구과정 요소에 대한 평가 목표를 기술하기 위하여 Kyle(1980), Moliter와 George(1976), 허 명(1984) 등의 선행 연구를 참고로 〈표 2〉와 같이 평가 목표를 설정하였다.

3. 지구과학 탐구능력 평가 도구 개발 및 타당도 점검

설정된 탐구과정 요소의 각 평가 목표를 근거로 탐구과정 단계별로 세트로 구성된 5세트의 문항을 개발하였다. 즉, 문제 인식부터 결론 도출에 이르기까지 탐구과정 단계별로 한 문항씩 총 5문항을 한 세트로 구성하였으며, 총 5세트 25문항의 구조화 된 문항을 개발하였다. 개발한 평가 문항을 과

학교육 및 교과내용 전문가에게 타당도를 의뢰하여 문항을 수정, 보완하였다.

1) 지구과학 탐구능력 평가 도구 개발

탐구능력 평가 도구 개발에 앞서 검사 문항의 내용 및 대상, 문항의 유형, 검사 시간 등을 설정하였다. 또한 개발된 평가 문항은 과학교육 및 교과내용 전문가에게 의뢰하여 문항을 수정, 보완하였다.

검사 내용은 고등학교 지구과학 교육과정에 있는 내용으로, 교과 내용에 대한 상세한 지식이 없어도 응답할 수 있는 문항으로 구성하며, 검사 대상은 일반계 고등학교 2학년 학생으로 제한하였다. 검사 문항의 유형은 구조화 된 5지 선다

〈표 3〉 평가 도구의 세트별 평가할 탐구과정 요소

세트	문항번호	탐구과정 요소
I 세트	1~5	문제인식, 변인통제, 실험수행, 예상, 결론
II 세트	6~10	문제인식, 변인통제, 자료변환, 추리, 일반화
III 세트	11~15	가설설정, 변인통제, 실험수행, 예상, 결론
IV 세트	16~20	문제인식, 변인통제, 실험수행, 추리, 결론
V 세트	21~25	문제인식, 실험설계, 실험수행, 예상, 결론

형 지필 문항으로 개발하였다. 지금까지 개발된 탐구능력 평가 도구들은 대부분 선다형 문항으로 개발되어 탐구과정의 부분적인 요소마다 몇 문항씩 개발하여 종합적인 학생들의 탐구능력을 평가하고 있다. 앞서 지적하였듯이, 본 연구에서는 연속적인 탐구과정 활동을 측정하고자 하는 의미에서 〈표 3〉과 같이 탐구과정의 5단계가 연속적으로 제시되는 구조화된 평가 문항을 개발하였다.

2) 평가 문항의 타당도 점검

개발한 평가 문항은 7명의 과학교육 및 교과내용 전문가에게 문항의 내용 타당도, 정답의 객관도, 문항의 명료성 점검을 의뢰한 후, 이들의 점검 결과를 토대로 평가 문항을 수정, 보완하였다. 문항의 내용 타당도는 과학교육 전문가 및 지구과학 내용 전문가와 현장 경험이 있는 고등학교 지구과학 교사에게 타당도, 객관도, 문항의 명료성을 판단하도록 의뢰하였다. 총 175개의 응답(7명의 평정자×25문항) 중 86%가 평가 목표와 일치하였으며, 관련 전문가의 판단 결과 타당도에 문제가 있다고 판단한 문항을 부분적으로 또는 전체적으로 수정, 보완하였다. 정답의 객관도는 7명의 내용 전문가에게 의뢰하였으며, 분석 결과는 본 연구자와 91%의 문항이 일치하였다.

4. 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구의 현장 검증

검사 문항의 현장 검증은 총 3차에 걸쳐 실시하였으며, 각 문항의 신뢰도, 난이도, 변별도, 문항 반응 분포 결과로 토대로 평가 문항을 수정, 보완하였다.

1) 제 1차 현장 검사

제 1차 현장 검사는 경기 지역의 일반계 고등학교 남녀 두 학급을 표집하였다. 총 80명의 학생에게 검사 문항을 투입하여 분석한 결과, 정답률 평균은 59.8%로 나타났으며, 〈표 4〉와 같이 전체 평균은 14.95, 표준편차 3.77, 신뢰도(Cronbach α)는 0.68, 난이도 48.5%, 변별도 0.36의 결과를 얻었다.

2) 제 2차 현장 검사

제 1차 현장 검사의 결과를 토대로 문항을 수정하였으며, 보완된 평가 문항을 2차 현장 검사에 이용하였다. 제 2차 현장 검사는 경남 지역의 일반계 고등학교 2개교 2학급을 대상으로 하였다. 총 93명의 학생에게 검사 문항을 투입하여 분석한 결과, 정답률 평균은 59.8%로 나타났으며, 〈표 5〉와 같이 전체 평균은 14.95, 표준편차 3.77, 신뢰도(Cronbach α)는 0.68, 난이도 48.5%, 변별도 0.36의 결과를 얻었다.

〈표 4〉 제 1차 현장 검사 결과

구분	표집수		표집수(명)	
	남	여	남	여
학생수(명)	46	34	80	
평균	14.54	15.50	14.95	
표준편차	4.09	3.26	3.77	
신뢰도(Cronbach α)	.72	.58	.68	

〈표 5〉 제 2차 현장 검사 결과

구분	표집수		표집수(명)	
	남	여	남	여
학생수(명)	47	46	93	
평균	13.36	14.17	13.76	
표준편차	5.07	3.59	4.40	
신뢰도(Cronbach α)	.81	.60	.74	

〈표 6〉 제 3차 현장 검사 결과

구분	표집수		표집수(명)	
	남	여	남	여
학생수(명)	180	181	361	
평균(M)	15.63	15.88	15.76	
표준편차(SD)	3.40	3.77	3.59	
신뢰도(Cronbach α)	.57	.66	.62	

3) 제 3차 현장 검사

제 2차 현장 검사의 결과를 토대로 문항을 수정하였으며, 보완된 평가 문항을 현장 검사에 이용하였다. 제 3차 현장 검사를 위한 표집은 대도시와 중도시 지역의 일반계 고등학교 8개교 2학년 두 학급을 표집하였다. 총 361명의 학생에게 25 문항을 투입하여 분석한 결과, 정답률 평균은 63%로 나타났으며, <표 6>과 같이 전체 평균은 15.76, 표준편차 3.59, 신뢰도(Cronbach α)는 0.62, 난이도 53.8%, 변별도 0.35의 결과를 얻었다.

5. 평가 도구의 완성

총 3차에 걸친 현장 검사 결과를 토대로 문항을 최종 수정, 보완하여 고등학생의 지구과학 탐구능력을 종합적으로 측정할 수 있는 구조화 된 평가 도구를 개발하였다. 평가 도구의 공인 타당도 검증에는 TIPS를 이용하였다.

1) 평가 도구에 대한 기술

본 연구에서 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구의 내용 타당도는 86%, 정답의 객관도 91%, 신뢰도(Cronbach α) 0.62, 난이도 지수 0.54, 변별도 지수 0.35로 나타나 타당하고 신뢰성 있는 평가 도구임을 보였다. 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구의 특징을 요약하면 <표 7>과 같다.

Doran(1980)이 제시한 신뢰도의 기준으로 볼 때, 본 평가 도구의 신뢰도는 집단 평가 도구 및 연구를 위한 평가 도구의 조건을 만족하고 있다. 그러나 신뢰도에 영향을 주는 요인 중의 하나인 문항의 수를 고려한다면, 본 평가 도구의 신뢰도는 낮은 값은 아니다.

2) 세트별 신뢰도

연구자가 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구의 각 세트별 신뢰도, 변별도, 난이도는 <표 8>과 같으며, 지구과학 탐구능력 총점과 각 세트 문항들의 상관 정도를 알아보기 위해

<표 7> 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구의 특징

1. 평가할 탐구과정	5가지(10가지 하위 요소)
2. 세트 수	5세트(세트별 5문항)
3. 총 문항 수	25문항
4. 문항 유형	구조화 된 객관식 5지 선다형
5. 적용 대상	고등학교 2학년
6. 검사 시간	50분
7. 정답률	63.0%
8. 난이도 지수	평균 .54
9. 변별도 지수	평균 .35
10. 신뢰도	.62 (Cronbach α)

<표 8> 세트별 신뢰도, 정답률, 난이도 및 변별도

세 트	신뢰도	정답률	난이도	변별도
I 세트(진자의 주기 측정)	.45	63.1%	0.54	.41
II 세트(태양 복사 에너지)	.29	77.0%	0.71	.22
III 세트(토양공극률과 투수성)	.34	56.0%	0.45	.42
IV 세트(태양의 운동)	.36	57.9%	0.47	.38
V 세트(호수의 물 평형)	.25	61.1%	0.51	.40
전 체	.62	63.0%	0.54	.35

<표 9>와 같은 상관 계수를 산출하였다.

지구과학 탐구능력과 각 세트 문항간의 상관은 모두 통계적으로 유의 있는 높은 상관을 나타내고 있다. 이것은 연구자가 개발한 각 세트 문항들이 지구과학 탐구능력을 측정하기 위한 적절한 문항임을 보여준다.

3) 공인 타당도 검증

공인 타당도 검증에는 과학 탐구과정의 평가 도구로 널리 알려진 TIPS를 이용하였다. 이 평가 도구는 가설 설정, 변인 통제, 실험 설계, 실험 수행에서의 조작적 정의, 자료 변환의 5가지 탐구과정 요소를 평가하고 있으며, 총 9가지의 평가

<표 9> 지구과학 탐구능력과 세트 문항의 상관관계

	탐구능력	1세트	2세트	3세트	4세트	5세트
탐구능력	1.0000					
1세트	.6351**	1.0000				
2세트	.6015**	.2500**	1.0000			
3세트	.5695**	.2747**	.1960**	1.0000		
4세트	.6728**	.2222**	.2027**	.2187**	1.0000	
5세트	.6945**	.3185**	.2806**	.1607*	.4175**	1.0000

사례수: 361명 *: $p < .01$, **: $p < .001$

목표를 기술하고, 각 평가 목표별로 객관식 4지선다형 4문항씩 총 36문항으로 구성되어 있다. TIPS는 4명의 내용 전문가에 의한 타당도가 95%, 정답의 객관도는 97%로서 타당도와 신뢰성 있는 탐구능력 평가 도구로 알려져 있다.

공인 타당도 검증에 TIPS를 사용한 이유는 TIPS가 총 36 문항 중 16문항을 세트 형태로 제시하여 학생들의 탐구능력을 평가하고 있으며, 평가할 탐구과정(가설 설정, 변인 통제, 실험 설계, 조작적 정의, 자료 변환) 역시 연구자가 개발한 평가 도구의 탐구과정 요소인 가설 설정, 실험 설계, 실험 수행, 자료 변환, 결론 도출에 모두 포함되고 있다. 즉, 평가할 탐구과정 요소의 일치와 평가할 탐구과정 요소에 대한 부분적인 구조화 된 문항의 유사성으로 인하여 본 연구자가 개발한 탐구능력 평가 도구의 구조화 된 특성에 가장 부합한다고 판단되는 TIPS를 공인 타당도 검증에 이용하였다. 공인 타당도 검증에는 제 3차 현장 검증에 표집되었던 학교 중에서 여학생 한 학급 47명을 대상으로 개발한 평가 도구를 투입한 후 2주 후에 TIPS를 투입하였으며, 공인 타당도 검증 결과 TIPS와의 상관계수가 0.52로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 고등학생의 지구과학 탐구능력을 종합적으로 측정하기 위하여 구조화 된 문항을 이용한 타당하고 신뢰성 있는 평가 도구를 개발하는 것을 목적으로 한다. 이에 따라 탐구과정 모형을 선정하고, 평가 문항 개발의 준거가 되는 탐구과정 요소별 평가 목표를 설정하였다. 이를 바탕으로 지구과학 탐구능력 평가 도구를 개발하였다.

1. 결 론

연구자가 개발한 구조화 된 문항을 이용한 지구과학 탐구능력 평가 도구는 현장 검증을 통한 평가의 분석 결과로 볼 때, 타당성과 신뢰성 있는 평가 도구라고 생각된다. 또한 문항의 수에 비추어 볼 때, 연구 결과에서 나타난 0.62의 신뢰도 값은 지구과학 탐구능력 측정을 위한 집단 평가 도구 및 새로운 평가 형태인 구조화 된 평가 도구에 대한 연구로 충분하다고 생각된다. 연구 결과의 신뢰도 값이 높게 나타나지 않은 것은 각 세트별로 서로 다른 소재의 내용을 이용하여 탐구능력을 측정하기 때문에 내적 일관성을 나타내는 Cronbach α 값이 적게 나타난 것으로 판단된다.

연구자가 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구와 TIPS와의 공인 타당도 검증에 있어 상관 계수 값이 0.52로 낮게 나타난 이유는 첫째, 본 연구자가 개발한 평가 도구는 지구과

학 탐구능력을 측정하는데 비해, TIPS는 통합 과학적 탐구능력을 측정하는 것이므로 내용 범주가 다르기 때문인 것으로 판단된다. 둘째, 문항 수의 차이로, 연구자가 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구는 25문항인데 비해, TIPS 문항은 36문항이므로 문항 수의 큰 차이가 상관 계수에 영향을 미친 것으로 판단된다. 셋째, 연구자가 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구는 모든 문항이 구조화 된 형태이지만, TIPS는 36 문항 중 16문항만이 구조화 된 형태로 구성되어 있으므로 이 차이가 상관 계수 값에 영향을 미친 것으로 판단된다.

본 연구자가 개발한 구조화 된 문항을 이용한 지구과학 탐구능력 평가 도구는 지금까지의 평가 도구와는 다른 연계된 종합적 탐구능력을 측정한다는 측면에서 새로운 시도라 할 수 있다. 새로운 과학과 교육과정에서의 종합적 탐구능력의 필요성에 비추어 볼 때, 본 연구자가 지구과학 탐구능력 평가 도구는 지금까지의 평가 도구와는 다른 연계된 종합적 탐구능력을 측정한다는 측면에서 새로운 시도라 할 수 있다. 새로운 과학과 교육과정에서의 종합적 탐구능력의 필요성에 비추어 볼 때, 본 연구자가 개발한 지구과학 탐구능력 평가 도구는 탐구과정의 연계성 속에서 종합적 탐구능력을 평가할 수 있는 과학의 본성에 가장 근접한 평가 도구라고 생각된다.

2. 제 언

본 연구에서 개발한 구조화 된 지구과학 탐구능력 평가 도구는 탐구과정의 요소마다 개별적으로 개발한 문항을 균등히 배분한 형태로 탐구능력을 측정하는 현행 평가 도구와는 달리, 문제 인식부터 결론 도출에 이르는 탐구과정의 단계별로 탐구 활동을 수행하는 과정에서 탐구능력을 측정하였다. 또한 우리 나라와 같은 학급 규모에서 적용하기 쉬운 지필 검사 형태로 가설 설정에서 일반화에 이르는 통합적 탐구능력을 측정하였다.

본 연구를 수행하는 과정에서 제안하고 싶은 점은 다음과 같다.

첫째, 구조화 된 평가 도구를 개발하여 탐구능력을 측정함에 있어 문항 배점의 차등화가 필요하겠다. 본 연구에서는 문항의 세트에 따른 문항 배점을 기존의 탐구능력 평가 문항과 동일한 배점 기준을 적용하였으나, 문제의 인식부터 결론의 도출에 이르는 문제해결 과정은 위계적인 단계로 구성되는 문항으로 볼 수 있으므로 문항 배점의 차등화에 대한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 탐구능력 평가 방법 중의 하나인 실험능력 평가의 구조화 된 평가 도구의 개발이 필요하겠다. 실험능력 평가는

지필 검사로 평가하기 어려운 관찰, 분류, 측정과 같은 기초 탐구능력 평가에 적합한 평가 형태이다. 따라서 본 연구에서 개발한 구조화 된 탐구능력 평가 형태를 실험능력 평가에도 적용하여 탐구능력 평가를 병행하는 것이 바람직하다.

셋째, 통합 과학적 소재 중심의 종합적 탐구능력을 측정할 수 있는 평가 도구 개발이 필요하겠다. 제 6차 교육과정부터 도입된 '공통과학' 과목에서는 과학적 탐구 활동을 제시하고 있다. 이에 따라 과학적 탐구 활동을 연계된 탐구과정의 활동으로 평가하기 위해서는 공통과학 소재를 중심으로 한 통합 과학적 평가 도구 개발이 요구된다.

마지막으로 본 연구에서 개발한 과학 탐구능력의 구조화 된 평가 도구는 학교 현장에서 탐구학습 결과를 평가하기 위한 과학학습 평가에 활용될 수 있으므로, 구조화 된 평가 도구의 개발에 관한 연구가 현장에서도 지속적으로 이루어지는 연구 풍토가 조성되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

박승재(1990). 과학적 탐구의 교육적 과제. 과학적 탐구에 대한 심포지엄, 서울대학교, 12월 20일. 한국과학저술인 협회.

박승재(1996). 초중등 과학교육과정의 형성 과정과 개선 모형. 제 7차 과학교육과정 개정 방향에 대한 세미나, 경북대학교, 8월 22일. 한국과학교육학회.

우종욱, 박도순, 이종승, 김대행, 이영하, 최현섭, 김임득, 김경성, 구창현, 황정규(1995). '97학년도 대학수학능력시험 개선방안. '97 대학수학능력시험 개선방안연구위원회.

우항로, 이항로, 구창현(1996). 과학 탐구능력 평가 문항 유형 변화에 관한 종단적 연구. 한국과학교육학회지, 16(3), 314-328.

우종욱, 이항로, 이경훈(1992). 대학수학능력시험의 자연과학 탐구능력 측정을 위한 행동 요소의 추출과 평가 목표의 상세화 연구 II. 한국과학교육학회지, 12(2), 81-96.

이항로(1992). 고등학교 학생들의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가 도구의 개발 : 지구과학 소재를 중심으로. 한국교원대학교 석사학위 논문.

허 명(1984). 과학 탐구 평가들의 개발. 한국과학교육학회지, 4(2), 57-63.

허 명(1996). 과학교육에 있어서 탐구 사고력 평가. 과학교육 평가의 문제점 및 개선 방안에 관한 세미나, 경북대

학교, 8월 22일. 한국생물교육학회.

Burns, J.C., Okey, J.R., and Wise, K.C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177.

Campbell, R.L., and Okey, J.R. (1977). Influencing the planning of teachers with instruction in science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(3), 231-234.

Department of Education & Science (1985). *GCSE (General Certificate of Secondary Education)*. London: Her Majesty's Stationary Office.

Dillashaw, F.G., and Okey, J.R. (1980). Test of the integrated science process skills for secondary science students. *Science Education*, 64(5), 601-608.

Doran, R.L. (1980). *Basic measurement and evaluation of science instruction*. Washington DC: National Science Teachers Association.

Klopfer, L.E. (1971). Evaluation of learning in science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings, & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of formative and summative evaluation of student learning*. NY: McGraw-Hill.

Kyle, W.C. (1980). The distinction between inquiry and scientific inquiry and why high school students should be cognizant of the distinction. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(2), 123-130.

Moliter, L.L., and George, K.D. (1976). Development of a test of science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(5), 405-412.

National Assessment of Educational Progress (1984). *Science objectives*. Fifth National Assessment 3rd Draft.

Woolnough, B.E. (1989). Towards a holistic view of processes in science education. In J. J. Wellington (Ed.), *Skills and Processes in Science Education: A critical analysis*. Routledge London.

Woolnough, B.E. (1990). Towards a holistic view of science education (or The whole is greater than the sum of its parts, and different). In D. E. Herget (Ed.), *More history and philosophy of science in science teaching*. Science Education and Department of Philosophy, Florida State University : Tallahassee Florida.

(ABSTRACT)

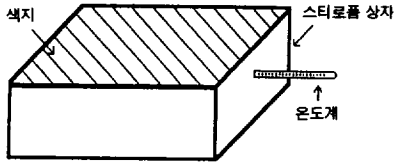
A Development of the Test of Earth Science Inquiry Abilities Using Structured Items

Cheong, Cheol · Woo, Jong-Ok · Kim, Jeong-Yul
(Korea National University of Education)

The purpose of this study is to develop a test of earth science inquiry abilities using structured items. To develop a more valid and reliable instrument factual data was used, and most of the previous studies regarding inquiry teaching method and inquiry evaluation were consulted. The model developed in this study is composed of 5 stages; recognizing problems and generating hypotheses, designing inquiry, pursuing inquiry, interpreting data, and drawing conclusion. Also, in this study 10 science inquiry abilities: recognizing problems, generating hypotheses, controlling variables, designing experiments, performing experiments, transforming data, inferencing, predicting, concluding, and generalizing were clearly defined. The test developed in the study, Test of Earth Science Inquiry Abilities, includes 25 multiple-choice (five-choice) items and requires testing time of 50 minutes. The content validity of items, objectivity of scoring keys and clarity of items were checked by 7 experienced specialists in science education and earth science. The developed test were investigated and revised through three field tests. According to the results of the third field trial, test reliability (Cronbach α) was 0.62, difficulty index was 0.54, and index of discrimination was 0.35. Also, the developed Test of Earth Science Inquiry Abilities showed a correlation coefficient of 0.53 with TIPS. Therefore, the development of Test of Earth Science Inquiry Abilities using structured items satisfied the reliability and validity requirements for general assessment instruments for students' earth science inquiry abilities.

<부록 1> 개발한 지구과학 탐구능력 평가 문항의 예

※[1~5] 그림과 같이 온도계를 장치한 스티로폼 상자를 4개 준비하고, 상자의 윗면을 각각 흰색, 빨강색, 파랑색, 검은색의 색지로 막았다.



상자들을 햇빛에 놓아둔 후 4분 간격으로 20분간 온도를 측정하였더니 다음과 같았다.

상자 색	시간	시간에 따른 온도 변화(℃)				
		4분	8분	12분	16분	20분
흰 색		17.5	20.5	22.4	22.5	22.6
빨강색		21.0	26.6	29.6	30.1	30.3
파랑색		25.1	31.6	33.2	33.9	34.2
검은색		27.8	35.0	38.4	38.5	39.0

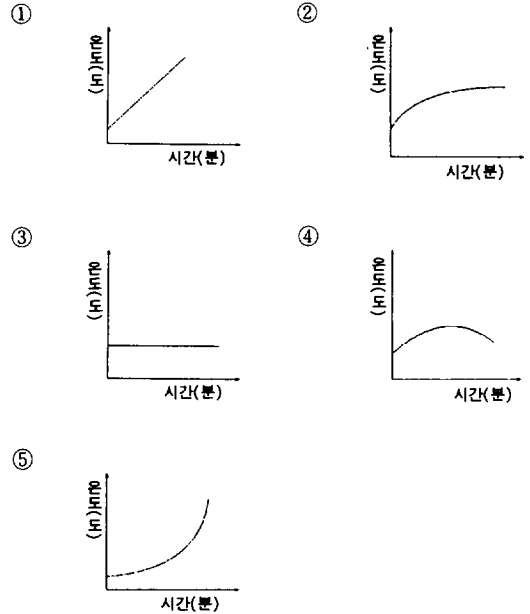
1. 위 실험에서 알아보려고 한 것으로 가장 타당한 것은?

- ① 빛의 세기에 따른 온도차는 어떠한가
- ② 빛의 반사율에 따른 온도차는 어떠한가
- ③ 빛을 받는 시간에 따라 온도차는 어떠한가
- ④ 빛을 받는 부분의 색깔에 따라 온도차는 어떠한가
- ⑤ 빛을 받는 부분의 각도에 따라 온도차는 어떠한가

2. 위 실험에서 동일하게 해 주어야 할 조건이 아닌 것은?

- ① 상자의 크기
- ② 햇빛을 받는 시간
- ③ 햇빛을 받는 면적
- ④ 상자와 햇빛이 이루는 각
- ⑤ 지면으로부터 온도계의 높이

3. 위 실험에서 각 상자의 시간에 따른 평균 온도 변화를 그래프로 바르게 나타낸 것은?



4. 실험에서 검은색의 상자가 다른 색의 상자보다 온도가 높게 나타나는 이유로 가장 타당한 것은?

- ① 검은색이 다른색보다 복사평형에 늦게 도달하므로
- ② 검은색이 다른색보다 복사평형에 빨리 도달하므로
- ③ 검은색이 더 효과적으로 복사에너지를 방출하므로
- ④ 검은색이 더 효과적으로 복사에너지를 반사하므로
- ⑤ 검은색이 더 효과적으로 복사에너지를 열로 전환하므로

5. 다음 중 위 실험 결과를 가장 잘 적용한 예는?

- ① 스키장에서 색안경을 쓴다.
- ② 도로는 검은색으로 포장한다.
- ③ 여름에 밝은 색의 옷을 입는다.
- ④ 전선의 피복은 검은색을 사용한다.
- ⑤ 건물 내장재로 단열재를 사용한다.