

大學 修學 能力 試驗의 自然科學 探究 能力 評價를 爲한 行動 要素의 抽出과 評價 目標의 詳細化 研究Ⅱ

禹 鍾 玉

(韓國敎員大學校 地球科學敎育科)

李 杭 魯

(大田直轄市 東新高等學校)

李 京 勳

(釜山直轄市 九德高等學校)

(1992. 5. 30 收稿)

I. 序 論

1. 研究의 背景과 目的

현재 교육부가 주관하여 연구중에 있으며 다가오는 1994학년도부터 새로이 적용될 대학 입시 제도 개선안에 의하면 고등학교 내신 성적이 40% 이상 필수적으로 반영되고, 신설되는 대학 수학 능력 시험의 반영 비율과 대학별 본고사의 실시 여부 및 반영 비율은 각 대학의 자율적 선택에 일임하게 되어 있다. 이러한 새 입시 제도 개선안의 3개 대범주 중 대학 수학 능력 시험은 언어 영역, 수리·탐구 영역, 외국어(영어) 영역으로 구성되어 있으며, 대학 교육 수학에 필요한 학업 적성을 측정하기 위하여 통합 교과적으로 고등학교 교육 과정의 수준과 내용에 맞추어 고차적인 사고력을 측정하는 “발전된 학력 고사”라고 정의하고 있다. 과학 교육을 담당하고 있는 일선 고등학교 과학 교사(생물, 지구과학, 물리, 화

학)나 대학에서 과학 교육을 연구하는 교수들의 관심과 연구의 대상이 되는 부분은 언어 영역의 평가에 이용될 수 있는 과학 교과 관련 지문 발굴과 과학 탐구 능력을 측정할 수 있는 과학 교과(생물, 지구과학, 물리, 화학, 일반과학 등)와 관련된 탐구 능력 평가 문항의 개발이라고 볼 수 있다.

과학 탐구 능력을 측정하기에 적합한 평가 문항을 개발하기 위해서는 과학 교과(생물, 지구과학, 물리, 화학 등)에 관련된 필수적이고 기본적인 개념(concepts) 및 내용(contents)의 선정과 과학 탐구 능력 영역의 행동 요소(과학 탐구 과정 요소)에 대한 상세화가 일차적으로 이루어져야 하고 이차적으로 평가 목표가 무엇인지 명확히 진술되어야 한다.

본 연구는 동학회지 제11권 제1호(우종욱 등, 1991, pp. 83~96)에 게재된 “대학 수학 능력 시험의 수리·탐구 영역 중 지구과학 교과에 관련된 탐구 능력 측정을 위한 행동 요소의 추출과 평가 목표의 상세화 연구 I”의 보완적 후속 연구로서, 대학 수학

능력 시험에서 요구하는 수리·탐구 영역의 과학 탐구 사고력 평가를 위한 과학 탐구 과정 모형, 과학 탐구틀, 교육 목표 진술 방식을 제시하고, 본 연구에서 번안 제시된 탐구 과정 모형, 과학 탐구 평가틀을 기초로 탐구 사고력 측정을 위한 과학 탐구 과정 요소들을 추출한 후, 추출된 탐구 과정 요소(행동 요소)들에 대한 조작적 정의를 내리고, 3차원적인 과학 탐구 평가틀에서 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화 시키므로써 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 문항의 개발에 도움을 주는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

2. 用語의 定義

1) 과학 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills)

과학 탐구 학습 과정에 나타나 있는 과학 탐구 과정의 각 단계를 수행하는데 필요한 과학 탐구 과정 요소들을 해결할 수 있는 포괄적인 해결력을 과학 탐구 능력으로 정의하였으며 훈련(traning)에 의하여 숙련에 도달할 수 있는 수공적 기능(manual skills)인 과학 탐구 기능과 인지적 요소가 강조되는 문제 해결 능력인 과학 탐구 사고력으로 이루어져 있다.

2) 행동 요소(behavioral elements)

본 연구에서 번안 제시한 3차원 과학 탐구 평가틀(과학의 기본 개념 및 내용, 과학 탐구 능력, 문제 상황)에서 과학 탐구 능력을 이루고 있는 과학 탐구 과정 요소들을 행동 요소로 정의하였다.

3) 평가 목표(evaluative objectives)

수업과 평가의 2가지 교육 활동에 있어 근간이 되는 교수-학습 목표를 본 연구에서는 평가 목표로 정의하였다.

II. 科學 探究 能力 評價에 關聯된 理論的 考察

1. 大學 修學 能力 試驗의 科學 探究 過程 模型

탐구 학습 과정에서 과학적 지식을 얻는데 과학적 방법을 중요시 한다면, 그 과학적 방법 즉 탐구 과정은 무엇을 의미하는가? “탐구 과정”이 무엇을 의미하는가에 대해서는 “탐구”라는 것이 다양성과 복잡

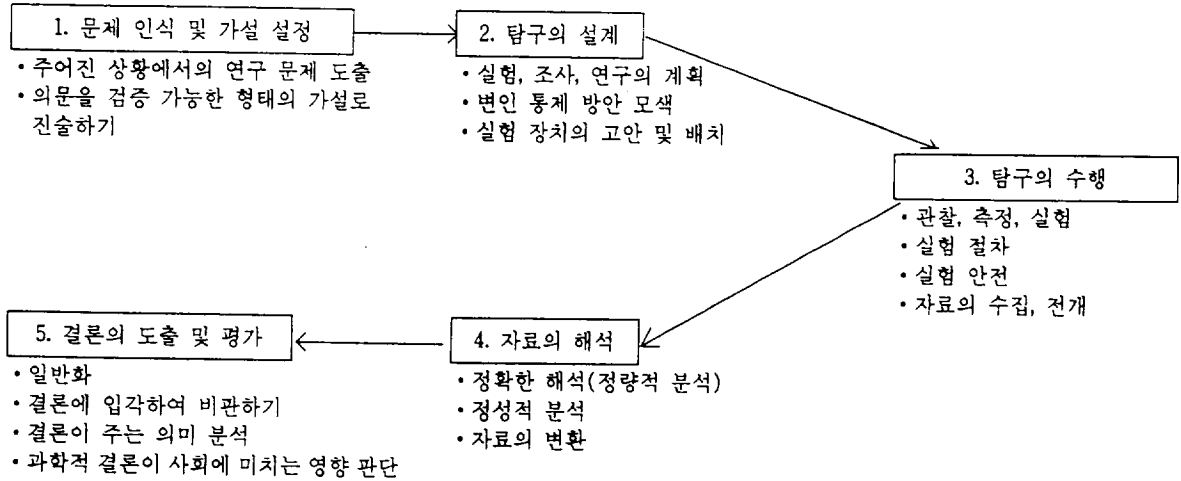
성을 지닌 인간의 지적 활동에 관한 추상적인 단어가어서 한 두마디로 그 의미를 정확하게 표현하는 것이 힘들기 때문에 많은 과학 교육자들이 서로 다른 정의를 내리고 있다. 과학자의 탐구 과정과 결과는 항상 불가분의 관계를 가지고 있으며 여러가지 탐구 과정 요소가 복잡하게 합해져서 여러 단계의 과정으로 반복하여 탐구 과정이 이루어지게 된다. 과학 교육이 탐구적으로 이루어져야 하는 이유는 과학 교육 과정이 과학의 본질을 반영해야 한다는 일반적인 전제에 기초를 두고 있으며, 과학 교수-학습 과정이 탐구 과정이며 교육의 본질이라고 생각하기 때문이다. 탐구 학습 과정 모형은 Dewey의 문제 해결을 위한 과학적 사고 과정이나 Bruner의 개념 획득 과정, 그리고 Robinson의 과학적 사고 체계를 중심으로 한 것이 대부분이며 주로, 문제 파악, 가설 설정, 가설 검증, 결론의 단계를 거치도록 되어 있다. 이들의 모형을 기초로 해서 탐구 학습 과정 모형에 대한 학자들의 견해를 간략히 살펴보면 다음과 같다.

Suchman(1962)은 탐구의 단계를 3단계로, Schwab(1964)은 그의 저서 “탐구에의 초대(Invitation to Inquiry)”에서 탐구의 단계를 7단계로, Massialas와 Cox(1964)는 6단계로 설명하였다. 일반적으로 탐구 과정에 대한 전통적인 견해는 5단계의 과정으로 요약할 수 있는데, 오늘날 과학 교육 과정의 많은 탐구 학습 내용이 이 이론에 근거하고 있다(허명, 1984). 또한, Herron(1971)은 5단계로 구성된 탐구 과정 모형을, Rachelson(1977)은 전통적인 탐구 과정 모형을 수정하여 과학의 수정 보완적 성격(revisionary character)을 반영하는 6단계의 모델을 제안하였다.

한편 국내에서 그동안 이루어진 탐구 과정에 대한 연구를 살펴보면, 이범홍과 김영민(1983)은 AAA'S(American Association for the Advancement of Science)가 개발한 SAPA(Science-A Process Approach) program이 제시한 계열성(sequence)의 특징에 근거해서 아동들의 지적 발달 단계에 따라 적용되는 세 가지 형태의 탐구 학습 과정 모형을 제안하였으며, 허명(1984)은 선행 연구들의 많은 선별된 과학 탐구 과정 요소들을 포함시키고 정리하여 풍부한 교육적 암시를 주도록 설계된 6단계의 모형을, 송용대(1986)는 허명(1984)의 탐구 과정 모델을 변화시켜서 개발한 과학 탐구 학습 과정 모형을 제시하였다.

이상과 같이 고찰해 본 과학 탐구 과정 모형들에 비추어 볼 때, 과학 탐구 능력 신장을 위한 과학 탐구 학습 과정은 고정 불변의 것이 아니라 대상 학생의 인지 발달 수준이나, 학습 문제 및 상황에 따라 그들에게 적합하게 수정된 다양한 형태의 과학 탐구

과정 모델이 융통성 있게 적용될 수 있으리라 판단되며, 대학 수학 능력 시험의 자연과학 탐구 능력 신장을 위한 교수-학습의 과학 탐구 과정 모형은 제시하면 다음 [그림 1]과 같다.



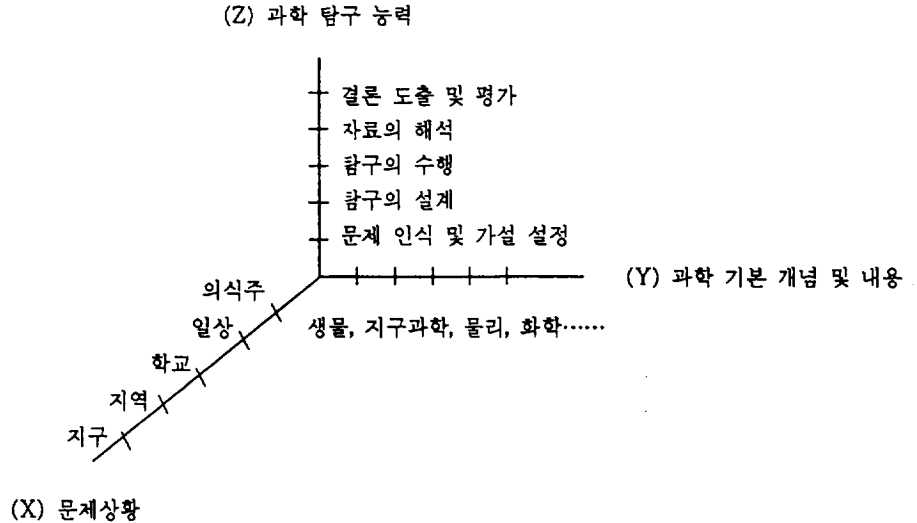
[그림 1] 본 연구에서 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 신장을 위해 번안 제시한 과학 탐구 학습 과정 모형

2. 大學 修學 能力 試驗에서의 科學 探究 能力 測定을 爲한 科學 探究 評價를(taxonomy)의 次元(dimension)

과학 학습 평가에서는 과학 학습을 통해 학습된 학력을 측정하게 된다. 과학 학습 평가의 준거가 되는 학습 목표는 매우 다양하기 때문에 구체적인 학습 목표의 작성에 앞서 이들 학습 목표들을 범주화해 줄 학습 목표 분류 체계의 개발이 필요하다. 학습 목표 분류 체계는 교수-학습 성과의 본질을 밝혀주기 때문에 학습 목표 분류틀이라고 불리우며, 이 분류틀이 평가 목표의 작성과 선정에 그대로 또는 단순화된 형태로 이용될 때 이를 분류틀 또는 과학 학습 평가틀(assessment framework)이라 불리운다.

이 분류틀 속에는 과학 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills) 영역도 포함되어 있으므로, 과학 학습 평가틀에 대한 고찰이 과학 탐구 능

력 평가틀에 대한 고찰을 대신할 수 있다고 판단된다. 과학 학습 평가틀은 학습 평가 목표의 분류 체계로 이것의 작성에 몇 종류의 분류 기준을 이용하는가에 따라 평가틀의 차원이 서로 다르게 제시될 수 있다. 대학 수학 능력 시험에서 과학 탐구 능력 측정을 위한 문항은 고등학교 과학 교육 과정을 근거로, 생소한 문제 상황에서, 탐구 사고력을 중심으로 구성된다고 정의하고 있다. 따라서, 교육 과정은 관련된 기본 개념이나 내용(basic concepts and contents)을, 문제 상황은 문제가 제시되는 상황(problem situation)을, 탐구 사고력은 과학 문제를 탐구 과정을 거쳐 해결하는 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills)을 나타낸다. 이들을 종합하여 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가틀을 도식화하여 번안 제시하면 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 본 연구에서 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 평가를 위해 번안 제시한 3차원 과학 탐구 평가틀의 기본 구조

그러므로 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력을 신장시키기 위한 수업 목표의 설정이나 이를 평가하기 위한 평가 목표의 상세화도 위에 제시한 바와 같은 3차원적인 평가틀 내에서 이루어져야 한다. 본 연구에서는 연구의 광범위 함과 연구 기간 등을 고려하여 3차원적인 과학 탐구 평가틀 중에서 Z축에 해당하는 행동 요소(탐구 과정 요소)만을 추출하여 이들의 평가 목표만을 상세화 시키는 노력을 하였다.

3. 大學 修學 能力 試驗의 科學 探究 能力 評價를 爲한 行動 要素의 選定

탐구 능력 신장을 위해서는 탐구 학습 과정을 수행하는데 필요한 탐구 과정 요소(행동 요소)들을 선정하는 일은 매우 중요하다. 아주 복잡한 지적 활동에서 비교적 명확한 탐구 과정 요소들을 뽑아 정의하는 일은 SAPA(Science:A Process Approach)에 의해 이루어졌으며, 각각의 교육 과정에서 SAPA가 제시한 탐구 과정 요소와 탐구 과정 요소들에 대한 정의를 많이 이용하고 있다. 이외에도 NAEP, APU, Klopfer와 허명 등의 연구가 있어 왔다. 이와 같이 정의된 탐구 과정 요소들은 과학 교육학자들이 교육 과정을 개발하거나, 그 효과를 평가하는데 활용되어 왔다. 또한 과학 탐구 활동에 필요한 탐구 과정 요소

들을 확실하게 정의함으로써 학생들의 인지 발달 단계나 탐구 학습 상황에 따라 체득해야 할 기능, 활동 경험 및 그 절차를 선정하는데 도움을 주게 되며, 이들을 학습자에게 적용함으로써 우리가 추구하고자 하는 과학 교육 목표를 완성할 수 있을 것이다.

과학 탐구 평가틀의 구성이나 분류 체계 및 탐구 과정 요소의 선정에 있어서 약간의 차이는 있으나, 근본적인 취지와 내용은 같다고 판단할 수 있다. 따라서 대학 수학 능력 시험에서의 과학 탐구 능력 평가를 위해 어느 분류틀의 방식을 선택하느냐는 그리 중요하지 않다고 판단할 수 있다. 다만 어느 분류틀의 방식을 선택하든지 평가 하고자 하는 시험의 특성이나 영역에 따라 알맞게 선택 활용하여야 하며 평가 목표에 적합한 평가 문항을 얼마나 훌륭하게 개발하느냐에 따라 과학 탐구 능력 평가의 타당도와 신뢰도가 좌우된다고 판단할 수 있다. 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 평가는 고등학교 교육 과정, 과학 탐구 능력, 문제 상황의 3차원적 평가틀내에선 실시할 예정으로 되어 있어 과학 기본 개념(concepts) 및 내용(contents), 과학 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills), 문제 상황(problematic situation)의 세 차원이 모두 상세화되어야 한다. 그러나 각 전공 교과 영역에 관련된 개념 및 내용(concepts and contents) 축과 문제 상황(problematic situation)축에 대한 연구는 후속적으로 이루어 지

기를 기대하며, 자연과학 모든 교과에 공통적으로 적용 가능한 행동 요소인 탐구 과정 요소들을 본 논문에서 번안 제시한 과학 탐구 과정 모형과 평가틀

에 근거하여 선정한 것들을 제시하면 다음 <표 1>와 같다.

과학적 탐구 단계	각 단계 수행에 필요한 탐구 과정 요소
제1단계 문제 인식 및 가설 설정	1) 주어진 상황에서의 연구 문제 도출 능력 2) 의문을 검증 가능한 형태의 가설로 진술하는 능력
제2단계 탐구의 설계	1) 실험, 조사, 연구의 계획 능력 2) 변인의 통제 방안 모색 능력 3) 실험 장치의 고안 및 배치 능력
제3단계 탐구의 수행	1) 관찰, 측정, 실험 능력 2) 실험 절차 능력 3) 실험 안전 능력 4) 자료의 수집, 전개 능력
제4단계 자료의 해석	1) 정확한 분석(정량적 분석) 능력 2) 정성적 분석 능력 3) 자료의 변환 능력
제5단계 결론의 도출 및 평가	1) 일반화 능력 2) 결론을 사실에 입각하여 비판하는 능력 3) 결론이 주는 의미 분석 능력 4) 과학적 결론이 사회에 미치는 영향 판단 능력

4. 教育 目標의 陳述 方式

교육 목표는 학습 지도의 지침이 되고 평가의 기준이 될 수 있도록 가급적 명확하게 진술하는 것이 바람직하다. 교육 목표를 진술하는 방식은 교육 목표의 유형과 수준에 따라서 약간씩 다를 수 있고, 교육 내용과 학습 지도에 사용되는 교수 모형에 따라 서로 약간씩 다를 수 있다.

Tyler에 의하면, 바람직하고 실현 가능성이 있는 교육 목표가 되기 위해서는 교육 목표의 진술이 교사 위주로 할 것이 아니라 학습자의 차원에서 진술되어야 하며, 목표 속에는 반드시 학습 내용 또는 학습 자료와 함께 도착점 행동이 명시되어야 한다는 것이다. 즉, 교육 목표 진술은 교사의 행동이 아니라 학습자의 행동으로 진술되되, 학생에게 길러줘야 할 행동의 종류와 그러한 행동이 작용되는 내용 영역의 두 측면을 함께 표시하는 것이 가장 유용한 형식이라 하였다. 다음에 예시한 것과 같이 “내용+행동”의 형식으로 명확하게 진술하는 것이 바람직하다는 주장이다.

Mager의 교육 목표 진술 방식은 操作主義의인 방법을 이용하고 있다는데 특징이 있다. 그에 의하면,

수업 목표는 성공적으로 수업을 마친 학생들이 보여 주어야 할 관찰 가능한 행위 동사로 명시되어야 한다는 것이다. 그리고 수업 목표는 ① 종착 행동, ② 종착 행동이 나타나는 상황이나 조건, ③ 그 종착 행동이 성공적인 것인지 아닌지를 평가할 수 있는 수락 기준 또는 준거가 명시되어야 한다는 것이다. 이와 같이 세 가지 요소를 포함시켜 수업 목표를 진술하면 가르치고 배워야 할 내용과 행동이 아주 명백해지고 누구에게나 동일한 의미로 이해됨으로서 학습 지도와 학습 성과의 평가가 용이하게 된다.

Gronlund에 의하면, 교육 목표는 수업 내용을 분명히 전달할 수 있을 만큼 자세하고 구체적으로 진술해야 하는 동시에, 전반적인 교육의 방향을 제시할 수 있을 만큼 어느 정도 일반적으로 진술할 필요가 있다는 것이다. 따라서 그는 다음과 같이 두 단계로 나누어 교육 목표를 진술하는 것이 바람직하다고 주장한다. 즉, 첫째는 의도된 학습 결과로서의 일반적 수업 목표를 진술하는 것이고, 둘째는 그러한 목표를 달성하였을 때 학생이 보이는 구체적이고 관찰할 수 있는 행동 유형으로 명세적 수업 목표를 진술하는 것이다. 일반적 수업 목표는 일단의 구체적 학습 결과들을 포함할 수 있도록 “안다, 이해한다, 적

용한다, 감상한다, 평가한다”와 같이 내재적 행동으로 진술하는 것이 편리하다. 한 교과목이나 한 교육 프로그램에 일반적인 수업 목표를 대략 8~12개 정도 설정하면 적절한 것으로 판단된다. 한편, 구체적인 학습 결과로서의 명세적 수업 목표는 반드시 관찰 가능한 행동 동사로 진술할 것으로 제안하고 있다. Gronlund는 일반적 수업 목표에 대한 명세적 수업 목표를 진술할 때 다음과 같은 사항에 유의해야 한다고 말하였다. 우선 특정한 일반적 수업 목표에 포함되어 있는 구체적인 학습 결과를 모두 망라하기란 불가능하므로, 가급적 학습 결과의 대표적인 표본이 될 수 있도록 명세적 수업 목표를 진술해야 한다는 것이다. 하나의 일반적 수업 목표에 대하여 대개 4~5개의 명세적 수업 목표를 진술하면 적당하다고 본다. 또한 너무 구체적인 교과 내용을 수업 목표의 진술에 포함시키지 말고 다소 융통성 있게 탈 내용적으로 진술하는 것이 바람직하다는 점이다. 그리고 비판적인 사고력이나 문제 해결력과 같은 고등 정신 기능 또는 정의적 학습 결과에 대한 수업 목표들을 단지 구체적인 행위 동사로 정의하기 어렵다는 이유 때문에 목표 진술에서 제외시켜서는 안된다는 점을 지적하고 있다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 이들의 주장과 제안이 교육 목표의 상세화에 주는 시사점을 간추려 보면 다음과 같다.

- 1) 교육 목표는 교사의 행동이 아닌 학생의 행동으로 진술되어야 한다는 점이다.
- 2) 교육 목표는 수업의 진행 과정에서 나타나는 학생의 행동이 아니라 수업을 성공적으로 끝마쳤을 때에 나타날 수 있는 학생의 변화된 행동 즉 종착점 행동으로 진술해야 한다는 점이다.
- 3) 교육 목표는 학습 내용과 학생의 행동 수준이 함께 진술되어야 한다는 점이다.
- 4) 교육 목표는 일반적 수업 목표와 명세적 수업 목표의 두 수준으로 나누어 진술하는 것이 바람직하다는 것이다.
- 5) 일반적 수업 목표는 그 포괄성이나 일반성을 유지하기 위하여 “안다, 이해한다, 적용한다, 감상한다, 평가한다” 등의 암시적 동사를 이용하여 학생의 내재적 행동으로 진술하는 것이 적당하다는 점이다.
- 6) 명세적 수업 목표는 반드시 학생의 외현적 행동을 관찰하고 측정할 수 있도록 “쓴다, 찾아

낸다, 확인한다, 구별한다, 지적한다, 열거한다” 등의 명시적 행위 동사로 진술되어야 한다는 점이다.

Ⅲ. 科學 探究 能力 測定을 爲한 行動(探究過程) 要素의 選定과 評價 目標의 詳細化

과학 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills)은 과학 탐구 과정 능력 혹은 과학 탐구 기능의 동의어로 사용되고 있으며 학자에 따라 다양하게 세분하여 제시하고 있으나, 본 연구에서 번안 제시한 5단계 과학 탐구 과정 모형과 3차원 과학 탐구 평가틀을 근거로 추출한 탐구 단계별로 과학 탐구 과정 요소들에 대한 조작적 정의와 행동 요소(탐구 과정 요소)들에 대한 평가 목표를 상세화시켜 제시하면 다음과 같다.

探究 段階 1: 問題 認識 및 假說 設定

1-1 주어진 狀況에서의 研究 問題 導出 能力

탐구란 자연 현상으로부터 문제를 인식하고, 이를 해결하기 위한 방법을 구상하고, 이 구상된 방법대로 실행하여 문제를 해결해 나가는 과정이다. 탐구 활동의 시발점이 되는 문제 인식은 과학 지식과 비교하여 의구심을 갖는 “왜 그럴까?”라는 질문을 통하여 얻어진다. 문제 인식 단계는 단순히 어떤 문제가 있는 지를 인식하는데 그치지 않고 그 문제에 접근하는 방법에 대한 단서(clue)를 직관적으로 감지하는 수준까지 포함하는 것으로 보기 때문에 문제 인식은 반드시 논리적이거나 분석적인 사고 과정을 거쳐서만 이루어지는 것은 아니며, 때로는 직관적(intuitive) 과정을 거쳐서 이루어지는 사례가 많다. 또한 과학의 역사를 돌이켜 보면 주어진 문제의 인식 보다는 과학자 스스로 문제를 만들어 내는 즉, 문제를 발상하는 것이 탐구 활동의 시발점이 된 예를 많이 볼 수 있다. 문제 발상은 탐구 과정에서 창의력을 가장 많이 요구하는 단계중의 하나이다. 따라서 주어진 상황에서의 연구 문제 도출 능력에는 문제 인식 능력과 문제 발상 능력이 모두 포함되며 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 1-1-1 일상의 관찰을 통해 과학적 문제를 찾아 낼 수 있다.
- 1-1-2 실험 가설이 주어지면, 해결하고자 하는 문제가 무엇인지 지적할 수 있다.
- 1-1-3 일련의 실험 설계나 실험 가설이 주어지면, 이 실험이 해결하고자 하는 문제가 무엇인지 확인할 수 있다.
- 1-1-4 과학 탐구 문제가 주어지면, 문제에 관련된 요인(factor), 단서(clue), 상황(situation) 등을 빠짐없이 찾아낼 수 있다.
- 1-1-5 찾아낸 요인, 단서, 상황들 중에서 문제를 해결하는 방법에 대한 단서를 제공하는 요소를 직관적으로 지적할 수 있다.
- 1-1-6 탐구 문제의 핵심을 확인하여 해결하고자 하는 문제의 범위를 한정하고 뜻을 명확히 진술할 수 있다.

I-2 疑問을 檢證 可能한 形態의 假說로 陳述하는 能力

한 사람이 어떤 문제 상황에서 그의 인지 구조에 의해서는 해결할 수 없는 문제에 직면하고 있을 때 그의 인지 구조는 攪亂이 일어나게 되며 이 인지적 비평형(cognitive disequilibrium) 상태를 극복하고 새로운 인지적 평형 상태(cognitive equilibrium)로 돌아가려는 요구가 작용하여 문제에 대한 임시적 해결책을 찾으려고 노력한다. 문제의 임시적 해결이 바로 가설의 형태로 나타난다. 탐구를 인도하는 이러한 가설은 잠정적인 아이디어로 구성되는데, 어떠한 자료가 어떻게 수집되고 분석되며 어떤 결론에 도달할 수 있을 것인가에 대한 개략적인 계획과 예상까지 포함되어 있어야 한다. 가설의 설정은 문제 인식 단계에서 얻어진 요인, 단서, 상황 등에 관한 관찰과 이들 관찰 사실들을 바탕으로 하여 이루어진 추리 등을 일반화하는 형태로 이루어진다. 가설 설정은 문제 발상과 함께 통상 창의력이 가장 많이 요구되며, 설정된 가설은 반드시 실험적으로 검증되어야 한다. 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 1-2-1 일련의 관찰을 통해 찾아낸 문제를 해결하기 위한 가설을 세울 수 있다.
- 1-2-2 관찰된 현상의 원인에 대한 가설을 세울 수 있다.
- 1-2-3 가설과 가설이 아닌 진술을 구별할 수 있

다.

- 1-2-4 일련의 관찰에서 하나의 실험 가능한 가설을 구성할 수 있다.
- 1-2-5 실험 과정이나 실험 설계가 주어지면, 실험을 구성하고 있는 가설을 말할 수 있다.
- 1-2-6 종속 변인과 독립 변인이 구체적으로 제시된 상황이나 실험이 주어지면, 이로부터 검증 가능한 가설을 확인·제안할 수 있다.
- 1-2-7 주어진 실험 결과와 일치하는 가설을 세울 수 있다.
- 1-2-8 가설을 지지하는 관찰과 가설을 지지하지 않는 관찰을 구분할 수 있다.
- I-2-9 가설이 주어진 사상의 이론, 원리, 법칙과 모순되는 점을 확인할 수 있다.
- 1-2-10 설정된 가설을 검증하기 위한 적절한 증거나 자료들을 선택할 수 있다.
- 1-2-11 주어진 자료에 의해 가설의 논리적 일관성을 판단할 수 있다.
- 1-2-12 임의의 종속 변인이 주어지면, 그에 관련된 독립 변인을 찾는 검증 가능한 가설을 세울 수 있다.
- 1-2-13 실험에 포함된 변인들에 대한 설명이 주어지면, 검증 가능한 가설을 세울 수 있다.
- 1-2-14 실험의 목적이나 진술이 주어지면, 가설 설정에서 요구되는 내용과 성격을 빠짐없이 포괄될 수 있도록 진술되었는지를 확인할 수 있다.

探究 階段 2 : 探究의 設計

2-1 實驗, 調查, 研究의 計劃 能力

과학자는 가설을 세웠으면 그 가설의 타당성을 검증하기 위하여 여러가지 방법을 생각해 내게 된다. 이와 같은 활동 능력을 실험, 조사, 연구의 계획이라 하며 이 행동 요소의 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 2-1-1 설정된 가설의 타당성을 검증하기 위한 실험의 과정을 설계할 수 있다.
- 2-1-2 수립한 가설의 검증 과정과 일치하는 실험 계획을 지적할 수 있다.

- 2-1-3 문제를 해결하는데 필요한 자료를 열거할 수 있다.
- 2-1-4 요구되는 자료를 추출하기에 가장 적합하도록 설계된 실험을 지적할 수 있다.
- 2-1-5 독립 변인과 종속 변인이 주어지면, 이들 사이의 관계를 추출하기 위해 가장 적절한 실험 과정을 선택할 수 있다.

2-2 變因의 統制 方案 模索 能力

실험의 결과에 관여하는 독립 변인과 종속 변인을 구별하고 두 변인 사이의 관계에 편파적인 효과를 끼칠 수 있는 제3, 제4의 요인을 일정하게 유지해 주는 능력을 변인 통제라고 지칭하며 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 2-2-1 종속 변인, 독립 변인, 외래 변인을 구별할 수 있다.
- 2-2-2 실험 결과에 영향을 미치는 변인을 찾아낼 수 있다.
- 2-2-3 가설을 검증하기 위해 통제해야 할 변인을 찾아낼 수 있다.
- 2-2-4 변인을 통제시키는 방법을 설명할 수 있다.
- 2-2-5 동일한 조건으로 통제되는 변인들을 지적할 수 있다.
- 2-2-6 변인이 통제된 조건과 통제되지 않은 조건을 구별할 수 있다.
- 2-2-7 통제시켜야 할 변인과 변화시켜야 할 변인을 구분할 수 있다.
- 2-2-8 가설과 일치하는 통제 변인과 조작 변인을 찾을 수 있다.
- 2-2-9 두 가지 이상의 변인 사이의 상관 관계를 정량적 또는 정성적으로 설명할 수 있다.
- 2-2-10 변인의 적합성을 결정할 수 있다.
- 2-2-11 실험 결과에 영향을 미치지 않는 변인들을 찾아낼 수 있다.
- 2-2-12 실험에서 처치에 의해 조절되는 변인과 실험에 의하여 결정되는 변인들을 찾아낼 수 있다.

※ 조건 통제(controlling)는 넓은 의미로 여러가지 측정 계기의 사전 영점 조정, 전자기계 차폐, 또는 실험 장치의 수명 유지 등 실험에 잡음 요인으로 작용할 수 있는 요소들을 제거하거나 조정하는 조치들

도 포함될 수 있을 것이나, 이들은 다음 단계인 탐구의 수행 단계에서 보다 구체적으로 기술하게 된다.

2-3 實驗 裝置의 考案의 配置 能力

설계된 실험 과정의 내용에 따라 실험을 수행하기 위한 실험 기구 및 자료들을 배치하는 활동을 실험 장치의 고안 및 배치라 하며 이 행동 요소들에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 2-3-1 실험을 수행하는데 필요한 실험 기구와 재료를 선정할 수 있다.
- 2-3-2 실험 설계와 일치하도록 구성된 실험 장치를 구성할 수 있다.
- 2-3-3 실험 장치에서 실험 기구나 계기들의 위치나 순서가 정확한지 확인할 수 있다.
- 2-3-4 실험 장치속에서 실험 기구나 계기들의 결손 방법과 결손 방향들이 정확한지 확인할 수 있다.
- 2-3-5 실험 장치가 회로도, 투영도 등의 기호로 표시되어 있을 때 이를 해독하고 그에 따라 실험 절차를 구성할 수 있다.

探究 階段 3 : 探究의 遂行

3-1 觀察, 測定, 實驗 能力

관찰은 과학 탐구의 시발점이며, 인간의 오감을 이용하여 주위의 환경으로부터 데이터를 수집하는 일련의 과정으로 관찰자의 상상력, 창의력, 직관력이 요구되는 활동이며, 관찰에는 간단한 측정, 분류, 추리 등이 포함된다. 측정은 관찰의 도구로 결과를 보다 객관적이고 정량적으로 나타내는 것이다. 측정 능력은 측정 도구의 선택 능력도 포함되며 필연적으로 오차가 따른다. 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 3-1-1 오감을 사용하여 사물의 성질이나 특성(색, 모양, 크기 등)을 파악할 수 있다.
- 3-1-2 사물의 정량적 특성을 관찰하여 기록할 수 있다.
- 3-1-3 관찰한 내용을 적절한 언어로 기술할 수 있다.
- 3-1-4 사물의 정성적 변화를 관찰하고 기록할 수 있다.
- 3-1-5 필요한 자료를 얻기 위한 적절한 관찰 조건을 말할 수 있다.

- 3-1-6 관찰 능력을 확대하기 위한 적절한 기기를 선택할 수 있다.
- 3-1-7 관찰과 추리를 구별할 수 있다.
- 3-1-8 속성이나 특성(색, 모양, 크기, 조직 등)에 따라 사물을 분류할 수 있다.
- 3-1-9 주어진 분류 기준 또는 자기가 세운 분류 기준에 따라 사물, 상황 또는 사건을 분류할 수 있다.
- 3-1-10 주어진 분류 조건이나 기준을 설명할 수 있다.
- 3-1-11 분류 결과를 도표나 의사를 소통할 수 있는 다른 형태로 나타낼 수 있다.
- 3-1-12 속성, 특성에 따라 사건이나 사물을 순서대로 배열할 수 있다.
- 3-1-13 과학 현상의 측정을 위해 가장 적절한 측정 도구를 선택할 수 있다.
- 3-1-14 측정 도구에 나타난 측정치를 바르게 읽을 수 있다.
- 3-1-15 적절한 측정 단위를 사용할 수 있다.
- 3-1-16 측정에서 오차를 줄일 수 있는 방법을 고안할 수 있다.
- 3-1-17 적절한 측정 방법을 선택할 수 있다.
- 3-1-18 측정값을 예측할 수 있다.
- 3-1-19 주어진 실험 단계에서 측정해야 할 대상을 지적할 수 있다.
- 3-1-20 실험 결과에 부합하는 적절한 정밀도 수준을 결정할 수 있다.
- 3-1-21 측정 값의 정확도를 높이기 위하여 측정에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 찾아 이들을 통제할 수 있다.
- 3-1-22 방법이나 원리적으로 합당한 측정을 할 수 있다.
- 3-1-23 측정의 간격과 구간을 실험의 성격과 데이터 해석에 있어서의 편리성을 고려하여 적절히 결정할 수 있다.
- 3-1-24 측정할 때 유효 숫자를 고려할 수 있다.

3-2 實驗 節次 能力

설정된 가설속에 내재해 있는 독립 변인과 종속 변인 사이의 관계를 추출하기 위해 논리적으로 서열화된 실험 절차를 세우는 능력을 지칭하며 이 행동 요소에 대한 평가목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 3-2-1 문제를 해결하기 위한 실험 과정이 무순으로 주어졌을 때, 올바른 실험 절차를 구성할 수 있다.
- 3-2-2 주어진 가설을 검증하기 위한 실험 설계에 따라 바르게 구성된 실험 절차를 지적할 수 있다.
- 3-2-3 연구 문제나 가설이 주어지면, 그 문제나 가설의 타당성을 검증하기 위해 적합한 실험 순서를 기술할 수 있다.

3-3 實驗 安全 能力

실험 기구나 계기를 조심스럽고(with care) 안전하게(with safety) 취급하는 태도를 의미하며 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 3-3-1 주어진 실험을 안전하게 실행하기 위한 방법을 선택할 수 있다.
- 3-3-2 실험을 위해 선정된 기기들의 안전 범위를 확인 지적할 수 있다.
- 3-3-3 실험 기기나 재료, 화학 약품을 다루는 올바른 순서와 방법을 선택할 수 있다.
- 3-3-4 실험 기기나 측정 도구를 능숙하게 사용할 수 있다.
- 3-3-5 실험 기기나 기구를 바르게 장치할 수 있다.

3-4 資料의 蒐集, 展開 能力

관찰, 측정 등의 결과가 수량적으로 표시된 자료(data)를 모아 정리하고 진술하는 능력을 가르키며 이 행동 요소들에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 3-4-1 적절한 자료와 적절하지 못한 자료를 분리할 수 있다.
- 3-4-2 자료속에 제기되는 문제에 관련된 정보와 그렇지 못한 정보를 구분할 수 있다.
- 3-4-3 도표나 그래프로 주어진 정보를 문장으로 나타낼 수 있다.
- 3-4-4 도표나 그래프에 나타난 자료에서 규칙성을 찾아낼 수 있다.
- 3-4-5 실험값을 함수 관계로 나타낼 수 있다.
- 3-4-6 다양한 형태로 표현된 자료들에서 경향성을 찾아낼 수 있다.

探究 階段 4 : 資料의 解析

4-1 正確한 分析(正量的:豫測,內插,外插等) 能力

탐구 활동 결과 얻는 자료로부터 탐구 문제를 해결하는데 의미있는 결론을 얻을 수 있도록 정량적인 측면에서 분석하고 해결하는 능력으로서 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 4-1-1 수집된 데이터를 이용하여 표를 만들고 이것을 가지고 예상을 수립할 수 있다(내삽, 외삽)
- 4-1-2 표나 그래프의 주어진 자료내에서 결과를 예상할 수 있다(내삽).
- 4-1-3 표나 그래프 등에 주어진 자료밖의 결과를 주어진 자료를 바탕으로 예상할 수 있다(외삽).
- 4-1-4 관찰된 사상뿐만 아니라, 그와 관련된 다른 사상에 대해서도 예상을 수립할 수 있다.
- 4-1-5 경향의 계속성을 예언할 수 있다.
- 4-1-6 자료에서 빠진 곳을 내삽할 수 있다.
- 4-1-7 자료에 기술된 일련의 행동의 귀결을 추정하거나 예언할 수 있다.
- 4-1-8 어느 일정 기간 동안의 자료가 주어지면, 그 경향성이나 추세를 다른 시기까지 확장할 수 있다.
- 4-1-9 한 주제나 대상을 다루고 있는 자료가 주어지면, 그 아이디어를 다른 주제나 장면에까지 확장할 수 있다.
- 4-1-11 가능한 합축적인 의미, 결과, 결론 등을 예견해 보기 위해 외삽에 의해 주어진 정보의 가치를 추정할 수 있다.
- 4-1-12 정량적인 자료를 해석하여 변인간의 상관관계를 찾아낼 수 있다.

4-2 定性的 分析 能力

탐구 활동 결과 얻은 자료로부터 탐구 문제를 해결하는데 의미있는 결론을 얻을 수 있도록 정성적인 측면에서 분석하고 해결하는 능력으로서 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 4-2-1 관찰과 일과 추리한 일을 구별할 수 있다.
- 4-2-2 관찰한 사상을 설명하기 위한 추리를 할 수 있다.

- 4-2-3 주어진 자료에 근거하여 새로운 사실이나 성질을 추리할 수 있다.
- 4-2-4 실험의 결과나 자료가 주어지면, 그 원인을 추리할 수 있다.
- 4-2-5 주어진 자료에서 결론을 추리할 수 있다.
- 4-2-6 추리를 지지하는 관찰 사실을 찾아낼 수 있다.
- 4-2-7 가설이 주어지면, 미지의 사실을 추리할 수 있다.
- 4-2-8 관찰의 내용이 추가됨에 따라 변하는 추리를 확인할 수 있다.
- 4-2-9 실험 과정에서 발생을 예상치 못한 사실이 생겼을 때, 이로부터 새로운 사실을 논리적으로 추리할 수 있다.
- 4-2-10 관찰과 실험을 통해 얻은 사실에서 추리한 내용으로 실험 결과에 대한 예상을 구성할 수 있다.
- 4-2-11 자료를 해석할 때 적당한 한계를 설정할 수 있다.
- 4-2-12 자료속에서 결론을 지지하는 증거를 찾아낼 수 있다.
- 4-2-13 도표나 그래프로 주어진 자료로 추리하거나, 예상을 할 수 있다.
- 4-2-14 도표나 그래프로 주어진 자료를 해석하여 수립된 가설의 수용 여부를 결정할 수 있다.

4-3 資料의 變換 能力

실험, 관찰, 측정을 통해 얻은 자료를 실험의 목적에 따라 또는 문제 해결을 위해 보다 유용하며 쉽게 해석할 수 있는 형태로 변환시키는 능력을 의미하여 이 행동 요소에 대한 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 4-3-1 문서나 도표, 지도 또는 시각적 형태로 표현된 정보를 보다 과학적 서술에 친숙한 형태로 변형할 수 있다.
- 4-3-2 실험 자료를 보다 명료하고 조직화된 도표나 그래프로 나타낼 수 있다.
- 4-3-3 실험 자료를 계산을 통해 보다 유용한 물리량으로 변형할 수 있다.
- 4-3-4 실험 자료를 계산하는 과정에서 단위계 또는 차원(dimension)을 사용할 수 있다.
- 4-3-5 측정 값을 수학적으로 계산(가감승제)하

는 경우 오차 계산의 원칙을 따를 수 있다.

4-3-6 실험 자료를 다룰 때 엄격하고 소중하게 다룰 수 있다(造作하지 않는다).

探究 階段 5 : 結論의 導出 및 評價

5-1 一般化 能力

다양한 실험, 관찰, 관측 데이터를 서로 비교하거나 관련성을 조사해 공통적 특성이나 규칙성을 발견하여 이들(특성이나 규칙성)을 엮어서 보다 넓은 영역과 적용 범위를 갖는 일반 법칙 또는 자연 법칙까지로 확장하는 능력으로 이 행동 요소의 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 5-1-1 관찰된 사실이나 원리, 법칙을 가장 잘 설명하는 모델을 지적할 수 있다.
- 5-1-2 얻어진 결과들을 일반화하고, 이론적 모델을 설정할 수 있다.
- 5-1-3 주어진 모델중에서 예견성이 가장 뛰어난 것을 지적할 수 있다.
- 5-1-4 주어진 모델에서 가능한 사실, 현상, 가설을 이끌어 낼 수 있다.
- 5-1-5 이미 형성된 모델을 관찰된 사실이나 원리, 법칙을 이용하여 적합성 여부를 판단하여 검토 수정할 수 있다.
- 5-1-6 결론과 그 결론을 지지하는 설명을 구별할 수 있다.
- 5-1-7 내려진 결론을 다른 문제 상황에 적용할 수 있다.
- 5-1-8 두 가지 이상의 관찰, 실험 결과에서 공통된 특성을 찾아낼 수 있다.
- 5-1-9 두 가지 이상의 실험 결과가 주어지면, 이를 일반화 할 수 있다.
- 5-1-10 실험 결과가 보여주는 규칙성을 토대로 보다 일반적인 결론을 내릴 수 있다.
- 5-1-11 일반화에 속하는 사실, 결과 등을 나열할 수 있다.

5-2 結論을 事實에 立脚하여 批判하기

탐구 활동의 결과에 대한 가치 특성(value characteristic)에 관하여 비판적 판단을 하는 과정으로서 적절성(appropriateness), 정밀성(accuracy), 타당성(Validity), 신뢰성(reliability), 적용성(applicability),

포괄성(generalizability), 정보의 한계성(limitation of information) 등에 대한 비판적 검토가 포함되며, 이 행동 요소들의 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

※ 여기에서 결론이라 함은 실험, 관찰, 관측 사실을 일관된 체계로(포괄적으로) 설명하기 위하여 수집된 데이터 群으로부터 중요한 모든 정보를 추출하고 합하여 종합적인 결론을 이끌어내는 능력으로서, 결론은 함의적으로 추출된 진술이고 논리적으로 완벽한 형태이다.

- 5-2-1 관찰, 측정이 정확하고 정밀한 가를 지적할 수 있다.
- 5-2-2 실험 값과 이론 값의 차이를 지적할 수 있다.
- 5-2-3 측정 도구의 선택과 측정 방법이 옳은 가를 지적할 수 있다.
- 5-2-4 자료를 기록하고 제시하는 방법과 내용이 적절한 지를 설명할 수 있다.
- 5-2-5 자료의 제시 형태가 실험 목적에 맞는 지를 지적할 수 있다.
- 5-2-6 실험 값을 유용한 형태로 간편한 계산을 통해 적절하게 변환 시켰는 지를 지적할 수 있다.
- 5-2-7 실험 값을 유용한 형태로 간편한 계산을 통해 변환시킨 값이 정확한 가를 지적할 수 있다.
- 5-2-8 예상과 실험 결과가 일치하는 지를 판단할 수 있다.
- 5-2-9 실험 결과에서 결론을 이끌어 내고 일반화 시키는 과정에서 오류가 있는지 없는 지를 확인할 수 있다.
- 5-2-10 실험 결과에서 가설의 수용 여부를 설명할 수 있다.
- 5-2-11 변인 통제와 실험 설계가 가설을 검증하는데 적절한 지를 지적할 수 있다.
- 5-2-12 자료를 해석하는 과정(추리, 예상, 외삽, 인과 관계, 상관 관계 등)에서 오류의 유무를 지적할 수 있다.

5-3 結論이 주는 意味를 分析하는 能力

탐구의 과정을 거쳐 내린 결론 그 자체에 내재해 있는 뜻이나 탐구 문제 해결에 어떤 역할을 하고 있는 지를 파악하고 해석하는 능력으로서 이 행동 요

소의 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 5-3-1 탐구의 결론을 관련된 탐구 문제의 상황에 관련 시킬 수 있다.
- 5-3-2 탐구에 의한 결론을 탐구 문제의 원리, 법칙에 일관적이고 합리적으로 상호 관련 시킬 수 있다.
- 5-3-3 탐구의 결론이 주어지면, 관련된 사실이나 원리, 법칙을 적용하는데 이용할 수 있다.
- 5-3-4 결론이 사실을 설명하는데 있어서의 적절성 여부를 선택할 수 있다.
- 5-3-5 결론으로부터, 새로운 가설을 선택할 수 있다.

5-4 科學的 結論이 社會에 미치는 影響 判斷 能力
탐구 활동에 의하여 얻어진 결론이 사회 전반에 끼칠 영향을 객관적으로 평가할 수 있는 능력으로서 이 행동 요소의 평가 목표를 상세화하여 제시하면 다음과 같다.

- 5-4-1 확실한 증거에 의하여 지지되지 않는 결론을 지적할 수 있다.
- 5-4-2 결론은 임시적이라는 사실을 지적할 수 있다.
- 5-4-3 판단과 결론을 성급하게 내리지 않을 수 있다.
- 5-4-4 탐구 문제의 결론과 기존 과학적 지식과의 차이점을 확인할 수 있다.
- 5-4-5 결론이 가져올 예상되는 결과를 설명할 수 있다.

IV. 結 論

본 연구는 과학 탐구 사고력 신장을 위한 탐구 중심의 교수-학습의 질을 향상시키고 다가오는 1994 학년도부터 새로이 적용될 대학 수학 능력 시험의 수리·탐구 영역 중 과학 탐구 사고력 평가의 문항 개발에 객관적 준거가 될 수 있도록 과학 탐구 능력 측정 영역의 행동 요소(탐구 과정 요소)들에 대한 평가 목표를 상세화 시키는 노력을 하였다. 과학 탐구 과정 모델과 과학 탐구 평가틀에 대한 선행 연구들을 근간으로 하여 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 신장을 위한 과학 교수-학습 모델인 5단계

의 과학 탐구 과정 모델(science inquiry model or science process model)과 과학 기초 개념 및 내용(basic concepts and contents), 문제 상황(problematic situation), 탐구 능력(science inquiry skills or science process skills)으로 이루어진 3차원 과학 탐구 평가틀(three dimensional taxonomy)을 번안 제시하였으며, 이 분류틀중에서 행동을 축으로 하는 영역만을 추출한 후 이들에 대한 조작적 정의를 내렸다.

또한 평가 목표 진술 방식에 대한 선행 연구 이론과 이미 개발되어 검증된 탐구 능력 평가 문항들을 분석하여, 학습을 마친후 기대되는 학생의 종착점 행동을 행동 동사를 사용하여 진술하는 과정을 거쳐 각각의 행동 요소들에 대한 평가 목표를 상세화(specification)시켰다.

본 연구 결과를 요약하면

- 1) 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 신장을 위한 교수-학습 모형인 5단계 과학 탐구 과정 모델을 번안 제시하였다.
- 2) 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 평가를 위한 3차원 과학 탐구 평가틀을 번안 제시하였다.
- 3) 탐구 과정 모델에서 16개의 행동 요소를 추출하여 조작적으로 정의하였다.
- 4) 각각의 행동 요소에 대하여 상세화시킨 평가 목표는 총 146개 항목이다.

본 연구에서 번안하여 제시한 5단계 탐구 과정 모델과 3차원 과학 탐구 평가틀 및 상세화된 평가 목표를 적절히 활용함으로써 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 사고력 신장을 위한 교수-학습 방법의 개선과 이의 평가에 대한 기여를 할 수 있으리라 생각된다. 특히 146개의 상세화된 평가 목표는 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 문항 개발 과정에 소요되는 시간과 복잡한 절차를 줄여줌으로서 평가 문항의 타당도와 신뢰도 등 문항의 구비 조건을 더욱 향상시켜 줄 수 있으리라 판단된다.

본 연구에서 번안 제시한 3차원 과학 탐구 평가틀(three dimensional taxonomy)에 근거하여 과학 탐구 과정 요소들(science inquiry elements)을 추출한 후, 이 행동 요소들의 의미를 조작적으로 정의 내리고 이들(과학 탐구 과정 요소=행동 요소)에 대한 평가 목표를 상세화(specification)시키므로서

- 1) 과학 교과의 교수-학습 목표를 명료화 시킬 수 있고

- 2) 과학 교사에게 교수-학습 성취도의 최저 수준(상세화)을 제시하여 주며
- 3) 탐구 과정 요소별 학습 목표 도달도 파악이 가능하게 되어 미진한 요소들에 대한 적절한 조치를 가능하게 하여 주며
- 4) 과학 교육 전문가는 물론 교육 현장의 과학 교사 스스로가 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 평가에 적절한 문항을 개발하여 활용하는데 편리성을 제공할 수 있을 것이다.

V. 提 言

본 연구에서 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 능력 측정을 위한 과학 탐구 과정 요소(행동 요소)들에 대한 평가 목표를 상세화시키면서 본 연구에서 제시한 3차원적인 과학 탐구 평가들 중에서 행동 차원에 대한 평가 목표만 상세화 시켰다. 그리고 내용 차원과 문제 상황 차원은 연구의 범위가 방대하고 복잡하여 본 연구에서는 제외시켰다. 본 연구에서 번안 제시한 3차원적인 과학 탐구 평가들을 근거하여 행동 요소의 평가 목표를 상세화 시켰으므로 일반화 시키는 데는 제한이 따른다.

본 연구의 진행 과정에서 나타난 문제점과 결과를 바탕으로 대학 수학 능력 시험의 보다 효율적이고 객관적인 과학 탐구 능력 평가 문항 개발과 과학 탐구 교수-학습을 위하여 다음과 같은 몇 가지 사항을 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 작성된 평가 목표의 상세화는 완성된 것이 아니므로 타 연구의 결과와 문헌에 수록되어 있는 평가 목표와 비교 분석하여 계속 수정·보완되고 확장되어야 한다.

둘째, 과학 탐구 능력의 측정은 과학 지식·내용과 관계없이("content-free") 탐구 능력을 평가해야 한다는 주장이 있으나, 이는 극히 하위 능력에 대한 제한적인 평가이기 때문에 학생들의 각 학년 수준에 이미 학습된 개념과 관련된 과학 탐구 능력 평가 문항 개발이 요청된다.

셋째, 과학적 탐구는 과학 지식, 탐구 사고력, 관찰 실험 기능이 중요할 뿐만 아니라, 어느 구체적인 생활 세계에서 벌어지기 때문에 구체적 상황이 중요하다. 따라서 과학 지식, 탐구 사고력, 사회 환경이 3차원적으로 연관된 문제 상황으로 구성된 탐구 능력 측정을 위한 문항 개발이 필요하다.

넷째, 자연 현상이나 일상 생활에 밀접한 관련이 있는 지구과학 교과는 대학 수학 능력 시험의 과학 탐구 사고력 평가 문항 개발에 타 교과 영역보다 용이하다고 판단되며, 언어 영역의 평가에 이용될 수 있는 지구과학 내용 중심의 지문 발굴에 대한 연구가 필요하다.

다섯째, 탐구 사고력에 대한 정의와 평가 요소에 대한 의미를 정확하게 파악하고 있는 교사는 매우 적은 수라고 판단된다. 이러한 문제점을 해결하고 본 취지를 효과적으로 성취하기 위해서는 언급한 내용을 조기에 작성하여 널리 알려야 할 것이다.

여섯째, 궁극적으로 이러한 종합적인 탐구 사고력에 대한 교육과 평가가 효과적으로 이루어지기 위해서는 교육 전문가의 현장 연구와 현장 교사들에 대한 사전 교육 및 여건 조성에 대한 뒷받침도 함께 이루어져야 한다고 생각한다.

일곱째, 탐구 능력의 평가는 현장 학교의 교수-학습과 밀접한 관계가 형성될 수 있도록 수행되어야 한다고 본다.

참 고 문 헌

- 권재술(1991), 학문 중심 과학 교육의 문제점과 생활 소재의 과학 교재화 방안, 한국 과학교육 학회지, 11(1) : 117 p. 126.
- 김주훈, 이양락(1984), 국민학교 자연과 평가의 원리와 실제, 한국교육개발원 연구 보고, TR 84-7 : 43 p. 70.
- 김창식, 이화국, 권재술, 김찬종(1991), 과학 학습 평가, 서울 : 교육 과학사, 113 p. 169.
- 김철연, 신형기, 구창현(1990), 대학교육 적성 시험 실험 평가 연구, 중앙교육평가원.
- 박승재(1989), 과학교육, 서울 : 과학교육사.
- _____(1991), 과학 탐구의 교육적 과제, 과학 교육, 2:23 p. 27.
- 송용대(1986), 과학 실험 평정 척도 개발 연구 - 중학교 과학, 고등학교 물리를 중심으로 -, 중앙교육 평가원, '8605.
- 우종욱 등(1991), 국민학교 자연교과서 개발 체계 분석 및 평가 연구, 한국교육원대학교 과학교육 연구소.
- 우종욱, 이항로, 이경훈(1991), 대학 수학 능력 시험의 수리·탐구 영역 중 지구과학 교과에 관련

- 된 탐구 능력 측정을 위한 평가 목표의 상세화 연구, 한국 과학교육학회지, 11(1) : 83 p. 96.
- 이경훈, 황인호, 우종욱(1987), 고등학교 지구과학 수업 목표 상세화 연구, 한국과학교육학회지, 7(1):89 p.104
- 이 무(1991), 과학적 탐구 사고력 평가 형태에 관한 연구, 지구과학 학회지, 11(2):161
- 이종기(1988), 고등학생의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이항로(1991), 고등학생의 과학 탐구 능력 측정을 위한 평가 도구 개발-지구과학 소재를 중심으로-, 한국교원대학교 석사학위 논문.
- _____ (1992), 대학 수학 능력 시험중 과학 평가에 대한 고찰, 새 교육 3월호, 서울 : 한국교육신문사, 115 p.121.
- 장남기, 임영득, 강호감, 김수, 김희백(1987), 탐구 과학 교육론, 서울 : 교육 과학사.
- 중앙교육평가원(1989), 과학과 교수-학습 목표 상세화 연구, 연구 보고 89-7.
- _____ (1990), 대학교육 적성 시험 1차 실험 평가 결과
- _____ (1991), 대학교육 적성 시험 2차 실험 평가 결과.
- _____ (1991), 대학교육 적성 시험 3차 실험 평가 결과
- _____ (1992), 대학교육 적성 시험 4차 실험 평가 결과.
- 허 명(1991), 과학 교육에 있어서 탐구 학습의 의미, 과학 교육, 8:50 p.51.
- 황정규(1989), 학교 학습과 교육 평가, 서울 : 교육 과학사
- Bloom, B. S., and J.T.Hastings and G.F.Madaus (1971), Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning, McGraw-Hill : N.Y.
- Bloom, B. S.(1956), Taxonomy for Educational Objectives, Handbook I : Cognitive Domain, McKay : N. Y.
- David Walker(1990), The Evaluation of SATIS, *School science review*, 72(259) : 31 .259.
- Dillashaw, G. H., and Okey, J. R.,(1980), A test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students, *Science Education* 4 : 601 p. 608.
- Dillashaw, G. H., and Okey, J. R.,(1980), Development and Validation of a Test of Enquiry Skills, *Journal of Research in Science Teaching*, 17(1):7 p. 16.
- Doran, R. L., (1980), Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction, Washington, D. C. : National Science Teachers Association, 13 p. 18.
- Gronlund, N. E.,(1985), Measurement and Evaluation in Teaching 5th ed., New York : Macmillan Publishing Co.
- Hur M.,(1984), Evaluation of Inquiry Activity in Science Curricula, Doctoral Dissertation, Teachers College, Columbia University.
- Klopfer, W. W.,(1971), "Evaluative of Learning in Science" in Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning. Bloom, Hastings and Madaus, Eds, New York : McGraw-Hill. : Mc Graw-Hill Book Co.
- Matthesis, F. E., Nakayama, G., Pottenger, F. M., and Jones, M. L.,(1988), Development of the Performance of Process Skills(POPS) Test For Middle Grades Students, Microfilms, ED 365-252, 1 p. 15.
- Nelson, N. A., and Abraham, E. E.,(1973), Inquiry Skills Measures, *Journal of Research in Science Teaching*, 10:291 p.297.
- Shymansky, J. A., and Hedges, L. V., and Woodworth, G., (1990), A Reassessment of The Effects of Inquiry-Based Science Curricula of the 60's on Student Performance, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2):127 p. 144.
- Small, L., (1988), Science Process Evaluation Model, Monograph, ED 292 635, 1 p.19.
- Smith, K. K., Welliver(1990), The Development of a Science Process Assessment For Fourth-Grade Students, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8) : 717 738.
- Staver, J. R., and Small, L.(1990), Toward a Clearer Representation on the Crisis in Science Education, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1) : 79 p.89.
- Sund, R. B., and Picard, A. J.,(1972), Behavioral Objectives and Evaluational Measures ; Science and Mathematics, Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co.
- Tyler, R. W., (1942), General Statement on Evaluation, *Journal of Educational Research*, 35 : 492 p.501.

(ABSTRACT)

The Specification of Evaluative Objectives and Selection of Behavioral Elements for Measuring Science Inquiry Skills of University Competency Tests

Jong-Ok Woo, Kyung-Hoon Lee
(Korea National University of Education)

Hang-Ro Lee
(Dong Sin High School, Tae Jeon)

The purpose of the study is to specify the evaluative objectives of science process skills and to serve as an evaluative criterion for the development of university competency test.

The followings are the results of this study.

- (1) Five steps as a teaching and learning model of science are suggested for the improvement of science inquiry skills.
 - (2) Three dimensional taxonomy was presented to evaluate the science process skills of university competency test.
 - (3) Sixteen behavioral elements were selected from the science process model and defined operationally.
 - (4) 146 evaluative objectives were specified according to each behavioral element
- based on the results presented above, the science inquiry model and the evaluative objectives will be contributed to teaching and learning strategies for the improvement of science process skills including basic concepts and contents, and problematic situation in science.