

# 과학교육론 핵심 키워드 정리

## CH 1) 과학의 본성

### 1. 전통적 인식론

- ① 과학지식의 정의
  - : 명제가 진리이며 참이라고 믿는 신념이자 다양한 방법을 통해 정당화되는 증거
- ② 이론적 배경
  - : 절대론, 실재론
- ③ 대표적인 과학적 방법
  - : 객관적인 자료나 절대적 근거를 바탕으로 이루어지는 논리적 추리(귀납, 연역, 가설연역 등), 순수하게 객관적인 진리에 도달하는 수단을 제공
- ④ 과학의 학문적 특성
  - : 객관적이고 보편적인 합리적 학문

### 2. 현대적 인식론-구성주의

- ① 과학지식의 정의
  - : 자연현상을 설명하기 위해 사회적 합의를 통해 구성된 설명체계
- ② 이론적 배경
  - : 사회적 구성주의
- ③ 대표적인 과학적 방법
  - : 전통적인 과학적 방법, 사회적 합의 강조, 은유, 꿈, 직관, 영감 등 연구 형태에 따라 적합한 방법 사용, 과학지식의 가변성에 기초하여 전형적인 과학적 방법이란 없다고 봄
- ④ 과학의 학문적 특성
  - : 과학지식은 주관적이며 감정성을 지님, 비합리적, 보편적인 진리+오류가 있는 이론도 오랫동안 존재
- ⑤ 모형에 대한 인식(사용이유-의미/기능/특성/한계/vs비유/종류)
  - (19물리)기능 : 실제 대상의 모습을 정확하게 묘사하거나 그 대상과 비슷하게 표현하기 위한 것이 아니라 그와 관련된 실험이나 현상을 설명하기 위해 과학자의 상상력과 창의성에 의해 만들어진 것
  - 기능 : 친숙한 개념 또는 시각적 자료를 통해서 추상적인 자연현상을 설명/새로운 사실에 대한 예측과 실험을 유도/실험결과를 설명하기 위해 새로운 모형이 제안되거나 기존의 모형이 수정되면서 과학이론의 발전을 이끔
  - 관련 실험이나 현상을 설명하기 위해 과학자의 상상력 및 창의성에 의해 만들어진 도구
  - 한계 : 실제와 같지 않다, 오개념 유발 가능, 한 가지 모형으로 모두 설명 불가능
  - 종류 : 척도모형(크기의 변화)/비유모형(유사성)/이론모형(과학자의 생각, 추상적 진술)
- ⑥ 과학지식의 감정성
  - : 과학지식은 절대불변의 진리가 아닌 새로운 증거에 의해 언제라도 바뀔 수 있는 임시적인 개념체계
- ⑦ 과학지식의 주관성
  - : 과학자의 신념, 선지식, 경험, 기대 등의 영향을 받으므로 주관성을 띤다.
- ⑧ 추론과 상상력의 사용
  - : 과학지식은 과학자의 추론, 상상력, 창의성에 영향을 받으며, 이는 모형을 만들 때 영향을 준다.

### ⑨ 과학과 예술의 비교

: 과학도 예술처럼 창조와 구성의 측면을 지님

### ⑩ 관찰의 한계

- 관찰의 이론의존성 : 관찰자의 지식, 신념, 가치관 등에 따라 관찰한 바를 다르게 진술한다.
- 감각기관의 한계, 의존성 : 감각기관의 기능에 한계가 있어, 사람마다 감지하는 정보에 차이가 생긴다.
- 인지구조의 의존성 예) 착시 : 인지구조에 따라 정보를 처리할 때 관찰자마다 결과가 다르게 나타날 수 있다.

### ⑪ 경험적 증거 기반

: (15지학)결정적인 증거를 발견함으로써 과학자들은 새로운 이론을 받아들이게 되었다.

### 3. 과학지식의 구성요소(개념/특징/전통현대 비교)

#### ① 사실

- 오감을 통해 관찰한 바를 기술
- 전통 : 사물이 존재하는 객관적인 상태, 직접 다루고 관찰하여 얻은 불변의 자료
- 현대 : 이론에 의존하지 않은 독립적, 객관적인 과학적 관찰이나 사실이란 존재하지 않음(관찰의 이론의존성), 관찰자의 지식 및 선행개념을 통해 해석된 후 지각

#### ② 개념

- 사물이나 현상에 존재하는 공통적인 준거속성
- 전통 : 일반적으로 공통적인 특성을 갖는 일련의 사물이나 현상을 표상, 과학적 사실이 존재하므로 과학적 개념은 실재
- 현대 : 실재하지 않음, 과학자에 의해 구성된 구성물에 불과

#### ③ 법칙

- 개념간의 관계
- 전통 : 개념 사이 또는 변인간의 관계를 진술한 복합적인 진술, 객관적 관찰을 통해 얻은 보편적인 성질, 직접 검증 O
- 현대 : 인간에 의해 구성되는 것, 예외 없는 법칙은 없음, 제한적, 잠정적

#### ④ 원리

- 개념들 간의 관계

법칙	원리
개념 간 관계 *법칙의 종류 -경험법칙:귀납법 -이론법칙:귀추법	법칙에 대한 법칙 자연에 존재하는 법칙
관찰과 관련	관찰과 직접 관련 X 관찰 사실을 설명
경험적	분석적
새로운 증거에 의해 기각 가능	기각, 부정 X
예) 나무토막은 물에 뜨고 돌은 가라앉는다. 예) 물에서 무게를 재면 가볍다.	예) 밀도가 물보다 작은 나무토막은 물에 뜨고, 밀도가 물보다 큰 돌은 물에 가라앉는다. 예) 물에 잠긴 물체는 잠긴 같은 부피의 무게만큼 가볍다.

⑤ 이론(좋은 이론의 준거-포퍼, 라카토스, 라우든)

- 자연현상을 설명하기 위한 설명체계
- 사실, 개념, 법칙으로 이루어진 복합적 지식으로 새로운 사실을 예측하며 사실과 법칙을 이해하는 수단
- 전통 : 객관적 관찰로부터 귀납적으로 일반화된 것
- 현대 : 자연 현상을 설명하기 위해 구성된 추상적인 설명체계, 잠정적, 실험적 자료보다 상상력과 창의력이 더 중요할 때 O
- 포퍼 : 반증 가능성이 크고 엄격한 검증을 잘 견뎌낸 이론(일반성, 수용범위의 측면-이론이 포괄적, 명확할수록), 대담한 가설(하나의 가설에 대해 반증 가능한 실험을 많이 구성)
- 라카토스 : 새로운 관찰 가능한 자료를 예측하고 발견(설명력, 예측력)
- 라우든 : 되도록 많은 유형의 자료를 설명, 경험적인 문제를 해결하는 능력이 뛰어나고 개념적인 문제에 덜 부딪힘

경험적 문제	일련의 자료, 사실, 법칙적 유형과 같이 이론이 설명해야 하는 것(사례)
개념적 문제	이론이 직면하게 되는 논쟁의 여지나 이견(변칙 사례)

⑥ 가설(가설의 조건/종류)

- 아직 검증되지 않은 예상, 문제의 답에 대한 잠정적 추측 또는 현상에 대한 임시적 설명체계
- 전통 : 현상에 대한 잠정적인 추측이나 설명체계, 가설과 사실의 일치
- 현대 : 가설이 이론이 되기 위해 필요한 실험적 증거의 양이 인위적으로 사람마다 다른 기준
- VS 이론 : 실험적 증거의 양
- 가설의 조건 : 탐구 문제에 대한 잠정적인 답/변인 간의 관계/과학적 근거 기반/검증 가능해야 함
- 종류

가설의 검증 가능성 따라	
대담한 가설	세심한 가설
많은 내용을 포함, 일반성 ↑ 예) 기체의 압력과 부피	비교적 적은 내용을 포함, 일반성이 좁은 가설 예) 공기의 압력과 부피
가설검증과정에서 가설의 역할 따라	
보조가설	임시변통적 가설
과학적 이론이나 법칙, 다른 가설을 검증하기 위해 부가적으로 설정	과학적 이론, 법칙, 다른 가설의 반증을 보호하기 위해 부가적으로 설정 검증될 수 없음

4. 과학지식의 일반적인 특성

일반화	- 과학은 자연의 여러 가지 현상들에 의문을 품고 탐색하여, 질서를 찾고 일반화함으로써 이해하려는 활동 - 현상으로부터 규칙성을 발견하여 일반화
경험 중시	- 과학은 직접 관찰 및 경험할 수 있는 측면 추구, 경험적 사실보다 우선하는 전제가 있다면 그것은 과학이 X (종교) - 관찰, 측정도 중요
분석·해석	- 사실(관찰, 측정) 데이터를 활용하여 설명하거나 규칙성을 발견 - 과학자들은 관찰 사실에 기초하여 새로운 의미를 찾고 규칙을 밝힘으로써 관찰 내용을 일관되게 설명, 인과적 의문에 대한 답, 설명 포함
잠정성	- 과학지식은 절대불변의 진리가 아닌 새로운 증거에 의해 언제라도 바뀔 수 있는 임시적인 개념체계
모형화	- 과학지식이 추상적이므로 모형을 사용해야 함
간학문성	- 간(INTER), 여러 학문간 교류가 필요하다. - 과학은 다른 학문들에 의존하며 과학의 다양한 영역들이 통합(분리 X) 예) STEAM
절약의 원리 존중 (단순성)	- 적은 가르침으로부터 많은 배움을 얻음 - 단순한 이론으로 많은 내용을 설명 가능 - 다양한 설명 중 유용하면서도 가장 단순한 것 선택
일관성 추구	- 과학은 자연현상이 어떤 일관된 규칙에 따라 나타나며 어디에서나 기본적인 법칙과 같을 것으로 가정

내적 사회성	외적 사회성
- 과학지식은 과학자들의 합의에 의해 구성됨 - 과학자 양성 - 연구 수행 - 연구 평가 - 새로운 영역의 등장	- 과학→사회 : 과학의 도구적 능력, 문제 해결 능력, 정치적, 군사적, 경제적 - 과학←사회 : 국가, 정치, 기업, 대중의 과학에 대한 영향, 연구비 지원, 국가나 사회의 통제

## 5. 귀납적 사고

### ① 개념

- (18생물)과학은 관찰이나 조사를 통해 모은 자료를 일반화하는 과정에서 발달한다.
- (18생물)관찰과 조사를 통해 객관적인 사실을 많이 수집하면 그로부터 일반화된 과학 이론이나 법칙으로 발전시킬 수 있다.
- 구체적이고 특수한 사례들로부터 규칙성을 발견하여 일반화된 법칙을 도출해내는 방법
- 관찰한 특수 사례들의 공통점, 차이점에서 규칙성을 찾아 일반화하는 것

### ② 귀납의 원리

- 여러 가지 조건 하에서 A를 수없이 관찰하고, 관찰된 A가 예외 없이 B의 특성을 갖는다면, 모든 A는 B의 특성을 갖는다.
- 관찰진술의 수가 많아야
- 다양한 상황에서 관찰 되어야(같은 결과의 반복적 도출)
- 일반, 보편화된 법칙과 모순이 없어야

### ③ 한계

- 일반화의 오류, 귀납원리의 한계 : 전수조사 불가능
- 흠의 문제 : 귀납의 타당성을 증명할 방법이 귀납뿐
- 관찰의 이론의존성, 관찰의 부정확성
- 추상적인 것에는 적용 X

### ④ 유비추리

- 잘 알고 있는 특성이 잘 알지 못하는 것에도 존재할 것으로 추정하는 비유적 사고
- 예시

각속도	선속도
쿨롱	뉴턴
전자기파	수면파
빛 반사	공의 튀기기
굴절	장난감 자동차

## 6. 연역적 사고

### ① 개념

- 일반화된 전제로부터 특수한 사례를 도출하는 방법
- 대전제(보편적인 사실)에 대한 특수한 사례를 예측, 설명
- 가설 제시에 매우 효과적

### ② 한계

- 전제가 거짓이면 논증 과정이 타당하더라도 연역적 논증의 결론이 거짓일 수 있음
- 전제의 참을 검증할 타당한 방법이 없음
- 연역법의 타당성을 검증할 방법이 귀납적 방법뿐
- 새로운 정보를 산출할 수 없음

## 7. 가설연역적 사고

### ① 개념

- 가설을 설정하고 이에 기초한 결론을 도출한 후, 관찰과 경험을 통해 그 결론을 검증하는 방법
- 과학지식의 정당화 단계에서 적절히 이용

### ② 한계

- 귀납법과 연역법의 한계를 모두 가짐
- 후건긍정의 오류
- 가설이 어떻게 설정되었는지 밝히지 못하므로 과학지식의 구성에 이용하기 어려움
- 가설을 설정할 필요가 없는 실태조사에는 적용 X

- 검증할 수 없는 보조가설, 대안가설이 제기되는 상황 적용 X
- 논리, 합리적 속성만 강조하고 과학지식의 형성과 발달에 영향을 미치는 주관적, 심리학적, 사회학적 측면 소홀

### ③ 단계별 특징(과학적 방법이 적용된 단계)

일반화된 명제 진술 (귀납적 과정)	관찰 사실(또는 현상)을 일반화하여 진술
초기조건 설정	실험을 수행할 조건을 제시(가설조건 '변인 간의 관계로 기술'을 충족시키기 위해)
예측언명 제시 (연역적 과정)	초기조건에 따라 검증할 가설을 일반화 진술에서 도출함
가설 검증	실험을 통해 수집한 자료를 근거로 가설을 검증(가설의 수용 또는 기각)

### ④ 가설연역vs귀납, 연역

- 귀납 : 귀납은 가설을 내세우지 않고 일반화 도출, 가설연역은 가설을 설정하고 그 가설을 검증하는 절차에 따라 수행
- 연역 : 연역은 전제를 참으로 가정하지만, 가설연역은 전제의 진위를 의심하는 데서 출발

## 8. 귀추적 사고

### ① 개념

- 이미 알고 있는 다른 경험 상황(선지식, 선경험)의 설명을 빌어 현재의 인과적 의문을 설명(잠정적인 답)할 때 나타나는 사고
- 특정 현상을 가장 잘 설명하는 가설을 추론하는 과정
- 관찰 현상이 먼저 제시되고 그 현상을 설명하는 가설이 나중에 제시

### ② 기본 3단계(과학 가설 생성 단계/08)

- 어떤 현상 E가 관찰 > 만일 가설 H가 참이면 E 관찰 > E 관찰된다면 H가 참일 것

철수가 기침을 한다. (현상 관찰)

만일 철수가 감기에 걸리면, 기침을 할 것이다. (가설)

철수가 기침하니까 따라서 감기에 걸린 것 같다.

(가설인 '최선의 설명'을 지지하는 증거)

중력	전기력
전류에 의한 자기장	전자기 유도
태양계	원자모형

## 9. 반증주의

### ① 개념

- (10지학) 과학은 문제에서 출발한다. 과학자들은 이 문제를 해결하기 위해 반증가능하 가설을 내어 놓는다. 어떤 가설은 반증 사례가 제시되면 곧 기각되고, 어떤 가설은 엄중한 비판과 검증을 통과하여 기각되지 않는다.
- (18생물) 어떤 과학 이론이 옳다는 것을 완벽하게 증명할 수 없지만, 그것이 옳지 않다는 것은 확실히 알 수 있다.
- (18생물) 과학 이론은 자연현상을 설명하고 기존의 이론이 해결하지 못한 문제를 해결하기 위해 구성된 잠정적인 설명일 뿐이고 확증될 수 없다.
- (12물리) 과학은 문제에서 출발한다. 과학자는 검증 가능한 여러 가지 가설을 통해 그 문제를 해결하려고 시도한다. 과학자는 가설의 오류를 탐색하고 오류가 있는 가설을 제거하기 위해 노력한다.
- 포퍼의 반증 논리 : 반증을 위한 사례는 단 한 개의 사례로 충분하다. 단 한 번의 반증이라도 나오면 즉시 폐기, 새로운 가설

### ② 한계

- 관찰의 이론의존성
- 반증의 오류가능성
- 역사적 사례와 일치 X : 한 번의 반증으로 즉시 폐기 X
- 반증도 귀납을 통해 검증가능
- 임시변통적 가설

### ③ 과학적 가설의 반증과정(10물리)

- 과학자들이 문제를 해결하기 위해 반증 가능한 가설을 제시하고 과학자들이 이 가설에 대해 엄격한 비판과 시험을 반복하는 것이 전형적인 과학의 과정이라고 주장
- 이 과정에서 가설이 반증될 경우에는 그 가설은 폐기되고 새로운 가설이 세워지며, 반대로 가설이 과학자들의 검증과정을 통과한다면, 과학 지식의 체계 내에 살아남게 됨

### ④ 반증 사례에도 불구하고 학생의 개념 변화가 일어나지 않은 이유(인지 갈등과 관련)(14물리)

- 학생의 오개념은 매우 안정적이므로 쉽게 변화되지 않아 인지 갈등을 통해 자신의 선개념에 대한 불만족을 느껴야 새로운 과학 개념을 잘 받아들일 수 있다. 그러나 학생이 반증 사례를 무시하거나 특수한 예로 여기는 경우에는 인지 갈등이 유발되지 않아 개념 변화가 일어나기 어렵다.
- 학생이 반증 사례를 관찰하였으나 관찰한 현상을 자신이 지니고 있는 선개념에 기초하여 해석하는 관찰의 이론 의존성이 존재하기 때문이다. 이로 인해 학생들은 불일치 현상을 관찰하더라도 자신의 선개념을 지지하는 사례로 해석하게 됨으로써 개념 변화가 일어나지 않는다.

### ⑤ 관찰 및 실험의 역할(99)

: 반증 또는 가설에 대한 검증

## 10. 확산/수렴적 사고

### ① 개념

- 확산 : 주어진 문제에 대한 해결책을 가능한 다양한 측면으로 사고해가는 것/ 뇌에 기억된 정보로부터 신기하고, 새롭고, 비습관적인 답과 해결책을 새롭게 만드는 생산적 사고/ 유창성(가능한 많이), 융통성(다양성, 여러 가지 해결방안), 독창성(남들과 다른)
- 예) 브레인스토밍

- 수렴 : 자신이 생성한 아이디어들을 심사, 분류, 평가하여 최선의 것을 선택하는 것/ 확산적 사고를 보완하기 위해 아이디어를 논리적으로 정련하는 과정

예) 하이라이팅, PMI

### ② 창의성(직관적 사고)

## 11. 비판/실증주의/사회적 적응과 합의

### ① 개념

- 비판 : 정보를 분석하고 평가하며 사실들에 대해 판정을 내리는 정신적 과정/ 진술의 의미를 파악하고, 제시된 증거와 추론을 검사
- 실증 : 경험에 근거하여 실제 검증된 것만 믿음
- 합의 : 과학지식은 시대적, 사회적 영향을 받으며 사회적 합의를 통해 구성/직관, 우연, 영감, 오류 등도 과학지식 형성과정

### ② 한계

- 실증 : 귀납주의 근간, 유일한 관찰사례로 보편적인 법칙, 이론의 검증이 불가능(관찰의 이론의존성)

<과학적 탐구과정의 영역과 종류>

탐구과정과 활동		
탐구과정	기초	관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통
	통합	문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료변환, 자료해석, 결론도출, 일반화, 조작적정의
탐구활동	토의, 실험, 조자서, 견학, 과제연구	
조작적 탐구기술	도구사용, 도구수선, 도구관리, 시범	
의사소통기술	논문, 보고서 작성, 발표, 비판과 심사	

12. 기초탐구과정

관찰	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오감을 통해 관찰한 바를 기술</li> <li>- 오감을 이용하여 사물이나 현상을 주의 깊게 조직적으로 파악하는 방법과 과정</li> <li>- 5가지 분류기준             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 감각기관(5감, 관찰)</li> <li>② 조작의 유무 : 관찰하면서 관찰 대상에게 어떠한 조작이 가해지는가의 유무(칼로 자르는가)</li> <li>③ 정량화 유무 : 정성적(읽이 거칠다)/정량적(읽이 5개)</li> <li>④ 전체성(대상의 전체) : 관찰 대상의 일부분만을 관찰, 전체 관찰</li> <li>⑤ 대상의 수 : 단수(단일 대상), 다수 대상</li> </ul> </li> </ul>
측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양적자료를 수집, 정량적으로 관찰하기</li> <li>- 측정 도구를 사용하여 물리량을 수치로 나타내는 조작</li> </ul>
분류	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장소, 사물, 관념 등의 범주화. 배열, 나누기</li> <li>- 자연에 있는 사물, 사건, 현상들에 대해 비슷한 것들을 함께 묶어 범주화</li> </ul>
예상	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래에 일어날 사건이나 그 조건에 관한 예언, 변인들 사이의 인과관계나 상관관계에 대하여 진술</li> <li>- 한 변의 값에 대한 다른 변의 값을 말하는 것</li> <li>- 내삽, 외삽등을 이용한 진술             <ul style="list-style-type: none"> <li>① 내삽 : 측정된 범위 안에 있는 것을 예상</li> <li>② 외삽 : 측정된 범위 밖에 있는 것을 예상</li> </ul> </li> </ul>
추리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 몇 개의 증거를 바탕으로 어떤 사실이 성립되어 있음을 미루어 추측</li> <li>- 추론을 통해 관찰 내용을 설명하거나 그 원인을 말하기(귀납추리, 연역추리)</li> <li>- 여러 자료에서 하나의 일반적인 결론을 이끌어내는 것</li> </ul>
의사소통	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 말, 언어, 지도, 그래프, 공식 등을 이용하여 서로의 생각을 나누는 것</li> <li>- 언어를 사용하여 자기사고를 다른 사람들이 이해할 수 있는 방식으로 표현하기(협동학습-직소와 연계)</li> <li>- (20물리)과학적 의사소통 능력 : 과학적 문제해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하여 조정하는 능력</li> </ul>

<비교>

① 관찰 VS 추리

관찰 : 오감을 이용해 수집한 자료를 그대로 표현  
 추리 : 그 자료를 바탕으로 일반화를 도출하거나 그 자료를 설명하는 이론을 제시

② 예상 VS 추리

예상 : 변인 사이의 정확한 값, 미래에 일어날 사실이나 현상을 말함  
 추리 : 변인 사이의 관계를 설명하거나 일반적인 경향성을 말함

시간적 전후와 관계없음

③ 자료해석 VS 결론도출

자료해석 : 의미를 바꾸지 않고 자신의 말로 표현  
 결론도출 : 실험에서 얻은 자료로 근거로 가설의 기각 또는 수용 여부를 판단하는 과정

④ 결론도출 VS 일반화

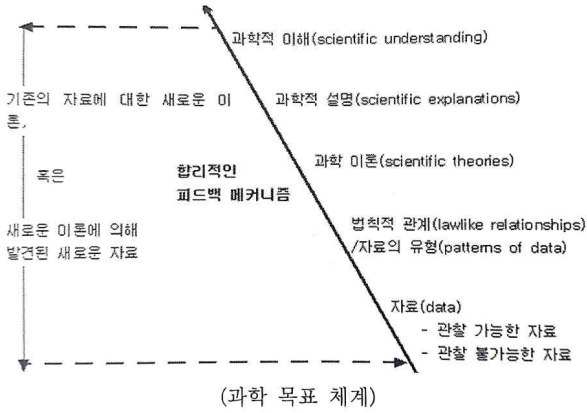
결론도출 : 결론은 한 실험의 결과에 바탕을 둔 진술  
 일반화 : 일반화는 여러 실험의 결과 및 결론에 바탕을 둔 더 포괄적인 결론

13. 통합탐구과정

문제인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구 주제나 영역을 정하고 문제를 확인하여 진술하는 조사 및 실험의 첫 번째 단계</li> <li>- 연구의 주제나 영역을 결정하여 진술하는 기능</li> </ul>
가설설정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연 현상들 사이의 관계에 대한 잠정적인 진술</li> </ul>
변인통제	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구, 조사, 실험 등이 이루어지는 조건의 통제와 조절</li> <li>- 조절 변인을 조절하면서 통제변인을 일정하게 유지</li> </ul>
자료변환	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 관찰과 측정을 통해 수집한 자료를 체계적으로 조작</li> <li>- 원래 자료를 표, 그래프 등 다른 형태로 나타내는 기능</li> </ul>
자료해석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료에 담긴 의미를 이해하고 표현하는 기능(변인간의 관계, 규칙성 진술)</li> <li>- 피아제 동화</li> </ul>
결론도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수집, 분석한 자료를 바탕으로 판단 도출</li> <li>- 도출한 판단을 결론으로 진술</li> </ul>
일반화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 여러 자료들의 결론들을 통합하여 포괄해서 낸 결론</li> <li>- 반복적인 실험을 통해 여러 번의 결론 도출로부터 원리를 이끌어내는 과정</li> </ul>
조작적 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추상적인 속성을 측정 가능한 형태로 정의</li> <li>- 추상적으로 직접 관찰할 수 없는 내용을 실제적, 구체적으로 정의</li> <li>- 사물 또는 현상을 객관적, 실험적으로 기술하기 위한 정의</li> <li>- 대개 절차적 과정 순서와 수량화 할 수 있는 내용으로 형성</li> </ul>

## 14. 과학이론

### ① 과학 목표의 체계



- 과학목표체계 : 실험에서 얻은 자료로 관계와 법칙을 이끌어내고, 이 법칙으로부터 이론이 등장하며 자연현상을 설명, 이해할 수 있다.
- 합리적 피드백 메커니즘 : 과학은 불변하는 존재가 아니라 역동적인 변화 과정을 수반, 이를 통해 과학이론은 끊임없이 변화

### ② 합리적 피드백 메커니즘 유형

- 기존의 자료로부터 새로운 법칙적 관계나 이론, 사실이 도출되어 기존 이론과 다른 해석을 하는 것(변칙사례 R2가 등장하여 이를 설명할 수 있는 새로운 이론 C2가 만들어짐)  
 예 기존이론(멘델레예프의 주기율표)로는 설명이 불가능한 변칙사례가(Ar 과 K의 주기성) 등장하여, 그 변칙사례를 설명할 수 있는 새로운 이론(모즐리의 주기율표)이 등장함
- 새로운 자료가 축적됨으로써 이를 설명할 수 있는 새로운 이론이 만들어짐, 즉 과학적 이해가 변함(기술, 측정도구 등의 발달에 의해 새로운 이론 C2가 먼저 나타나 기존이론-C1으로는 불가능한 예측이 이루어진 다음 관찰에 의해 이를 확증)  
 예 '원자모형의 변화' : 돌턴(원자는 단단하고 더 이상 쪼개어지지 않음) → 톰슨(진공관 방전실험) & 러더포드( $\alpha$ 입자 산란실험) - 더 작은 단위 입자인 '원자핵'과 '전자'로 구성된 모형으로 변화함

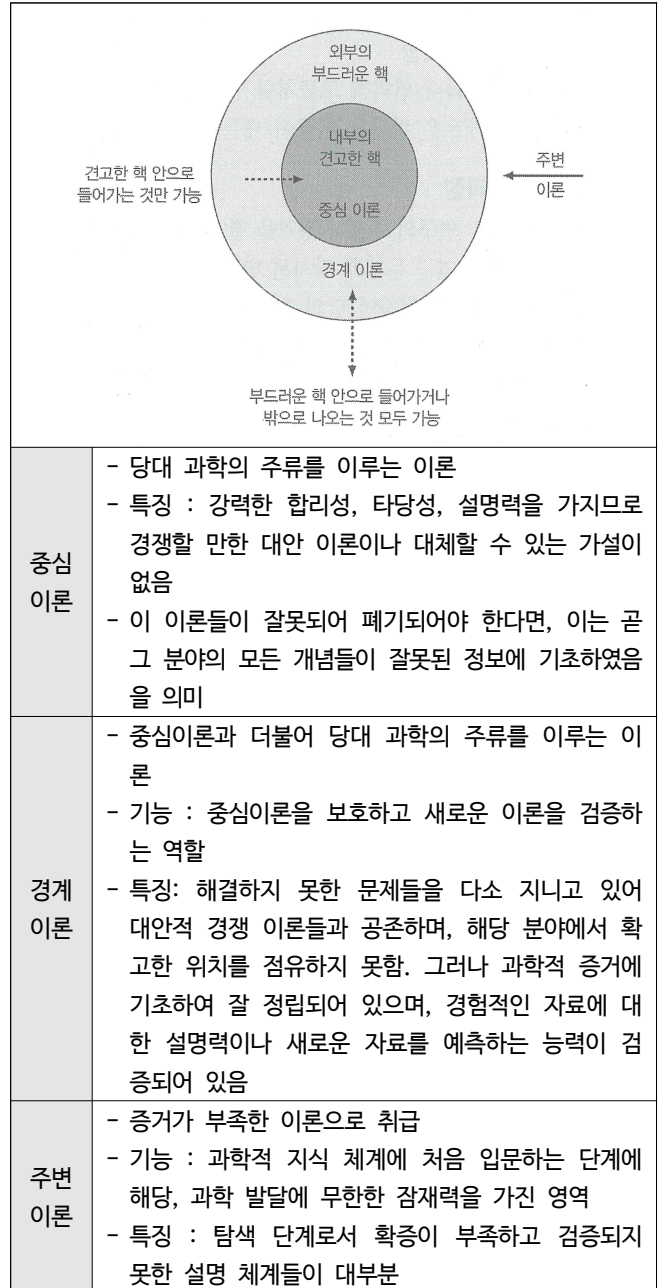
### ③ 과학이론의 특징, 시사점

- 과학지식의 구성요소들은 각각 다른 수준이 존재, 이론에도 각각 다른 수준이 존재, 이론이 사실보다 더 높은 위상을 차지함 (이론 > 사실)
- 이론은 시대의 변화와 사회적 합의를 통해 이루어지고 발전(잠정성, 사회성)
- 학교 과학의 내용을 선정, 조직할 때 과학적 체계로 구성, 변화하는 과정과 시대적 배경을 제시, 과학이론의 잠정성과 대립과 합의를 통한 변화가능성 인식해주어야 함
- 같은 시대의 상이한 이론(수준이 다른 이론)들을 비교 평가
- '과학 목표 체계'와 연결하여 이론 수준을 판단하는 수업전략을 사용 → 과학지식 이론은 서로 상이한 지위를 갖는다는 사실을 가르칠 수 있음
- 과학이론의 수준 : 과학지식 체계 내 각 이론들은 질적으로 다양한 위상 가짐/모든 이론은 "새로운 아이디어"로 동일한 위상으로 출발하지만, 검증과정에서 그 타당성과 합리성을 공인받은 이론은 성장하게 되고, 반대경우는 소멸하게 됨으로서 위상이 서로 달라짐

### ④ 과학 이론의 평가

- 이론평가의 기준들은 광범위한 이론적 진술들을 보다 작은 단위로 세분화하여 분석하게 하므로 교사들이 수업전략을 세울 때 유용
- 과학 개념들에 의미를 부여하고 그것들을 조직할 수 있는 전략을 제공한다는 측면에서 학생들에게 유의미학습에 효과적(메타지식과 메타학습이 가능)

## 15. 공모설



## CH 4) 과학 교수 학습 방법

### 1. 개념도

- ① 개념도의 구성 요소(평가 기준 요인)
- ② 주요 기능(활용 분야-94, 99)
- ③ 평가 도구로서 개념도의 타당성-오수벨의 원리와 관련지어
- ④ 개념도를 활용한 수업(과학교육에서 개념도의 이용)
- ⑤ 교사의 역할
- ⑥ 개념도를 활용한 수업의 장점

### 2. V도

- ① 브이도의 특성
- ② V도를 탐구 수업에 사용하려는 목적-근원이 개발한 목적을 포함(17생물)
- ③ 구성요소(평가기준)
- ④ V도에서의 상호작용
- ⑤ 장점
- ⑥ 과학적 탐구에서 V도가 갖는 의의(09물리)
- ⑦ 활용 방안
- ⑧ 문제점

### 3. 발견학습

- ① 개념 및 특징
- ② 강조되는 사고(일반적으로 적용되는 과학적 추론방법)
- ③ 장점
- ④ 단점
- ⑤ 단계 및 특징

### 4. 가설 검증 수업

- ① 절차 및 특징

### 5. 발생학습

- ① 필요성
- ② 수업 단계 및 내용

### 6. 개념변화수업(파인즈&웨스트, 포스너, 유형)

- ① 파인즈와 웨스트의 학습 및 학습 상황

### (09, 10)

- ② 포스너의 개념변화 조건(04화학 09 16지학)
- ③ 개념변화 수업 모형의 예
- ④ 누스밤과 노빅 모형의 단계 및 특징
- ⑤ 파인즈와 웨스트 모형의 단계 및 특징(12지학)
- ⑥ 초인지를 통한 물리 개념 변화(13물리)
- ⑦ 드라이버 대체적 개념틀(직관적 관념, 오개념)(11생물)
- ⑧ 대체적 개념틀의 조건 4가지
- ⑨ 드라이버 개념변화 학습 모형 단계 및 활동

### 7. 인지갈등수업(피아제/하슈웨/권재술)

- ① 피아제의 인지 발달의 과정
- ② 하슈웨의 개념 변화 모형(19생물)
- ③ 권재술의 인지 갈등 모형
- ④ 인지 갈등 수업의 단계 및 내용
- ⑤ 인지갈등해결 및 개념변화유형
- ⑥ 학생들이 인지적 갈등을 느끼지 않은 이유(05물리)

### 8. 순환학습

- ① 이론적 배경
- ② 필요성
- ③ 3E 단계별 활동
- ④ 로손의 순환학습의 3가지 형태
- ⑤ 5E

### 9. 협동학습

- ① 협동학습의 이론적 배경
  - 사회적 구성주의
  - 학습 구조 이론 측면의 사회적 상호의존성
- ② 전통적 소집단 학습의 문제점
- ③ 전통적 소집단 학습과 협동학습의 차이점
- ④ 협동학습의 5가지 요소
- ⑤ 2가지 유형
- ⑥ STAD

### ⑦ Jigsaw II

- ⑧ GI
- ⑨ LT

### 10. POE

- ① 단계별 교수학습 활동과 주의할 점
- ② PEOE
- ③ 적용할 수 있는 이유
- ④ 교육적 목적
- ⑤ 선택 기준
- ⑥ 평가에서 주의할 점

### 11. 비유활용수업

- ① 비유의 정의
- ② 비유 활용의 필요성
- ③ TWA 모형
- ④ 비유물의 조건
- ⑤ 비유물의 한계

### 12. STS 수업

- ① STS 교육의 의미
- ② 수업 단계
- ③ 수업 소개에 적합한 내용
- ④ 주로 활용하는 교수 전략

### 13. 탐구실험수업

- ① 실험 수업의 정의
- ② 목적과 기능

### 14. 질문법

- ① 응답의 형태에 따른 분류
- ② 저차원/고차원에 따른 분류

## CH 5) 과학 교수 학습 방법

### 1. 과학교육목표

- ① 과학적 소양의 정의
- ② 과학적 소양의 필요성
- ③ 과학적 소양의 수준표(19생물)
- ④ 현대 과학교육에서 지향하는 과학교수 기준에서 제시하는 교수학습 전환 방향
- ⑤ 학습목표 : Mager의 방식(04화지)

### 2. 인지영역평가 : 블룸의 인지적 영역 분류

- ① 블룸의 인지적 영역 분류
- ② 이원목표 분류표의 특징과 장점
- ③ 블룸의 교육목표 분류체계의 장점, 문제점
- ④ 블룸의 교육목표체계 범주, 클로퍼와 연결
- ⑤ 평가 준거를 세분화함으로써 얻을 수 있는 이점(17물리)

### 3. 탐구영역평가 : 클로퍼의 과학목표분류

- ① 클로퍼의 과학목표분류
- ② 기초탐구기능 평가
- ③ 통합탐구기능 평가
- ④ 과학적 의문 평가(19생물)
- ⑤ 평가표
- ⑥ 평가하고자 하는 상황과 탐구 능력 평가(03생물)
- ⑦ 실험 보고서 평가, 관찰평가 점검표(10화학)
- ⑧ 그래프 평가(06, 08, 15화학, 16지학)

### 4. 정의영역평가 : 블룸의 정의적 영역 분류, 과학태도

- ① 블룸의 정의적 영역 분류(09화학)
- ② 과학태도(99,07,09,10화학,13물리,17화학)
- ③ 유목선택형, 등위형, 리커트 척도, 평정법, 의미분석법, 서스톤 척도

### 5. 평가의 방법과 종류

- ① 지필검사
- ② 기본 개념 이해를 목표로 한 평가 방법(11물리)
- ③ 탐구 능력 신장을 목표로 한 평가 방법(11물리)
- ④ 교수학습 진행에 따른 평가
- ⑤ 평가자에 따른 평가

### 6. 수행평가

- ① 기존 평가와의 비교
- ② 수행평가의 특징(99)
- ③ 실기 평가 단점(97지학)
- ④ 평가의 신뢰성과 공정성을 높이기 위한 방안
- ⑤ 포트폴리오법(00, 20화학)
- ⑥ 가설 평가(05)
- ⑦ 채점 기준표 : 총체적, 분석적(09지학, 11물리, 16화지)
- ⑧ 채점표의 평가 요소(점수체계, 비율척도, 점검표)

### 7. 문항분석 : 타당도/신뢰도/문항난이도/문항변별도

- ① 타당도의 정의, 종류, 높일 수 있는 방법
- ② 신뢰도의 정의, 종류, 높일 수 있는 방법
- ③ 문항난이도의 정의와 공식, 적절한 문항난이도 범위와 문항 제작 시 고려할 점
- ④ 문항변별도의 정의, 추정법