

고등학교 지구과학 교과서 「Ⅲ. 우주」 단원의 개념도 작성

김 현 빈 · 유 계 화

(이화여자대학교)

(1997년 9월 19일 받음)

I. 서 론

과학과는 학교 교육과정에 있어서 학생들의 많은 기대와 지적 호기심을 자극해 왔다. 앞으로도 그러한 면에서 타 교과보다 앞선 역할을 할 것이라는 것이 일반적인 생각이다. 그러나 기대와 달리 고학년에 진학하는 학생들이 저학년의 경우와 달리 점점 그 흥미를 잃어 가고 과학은 탐구보다는 암기 과목으로 인식하고 있다. 국민학교의 경우 학년이 올라갈수록 과학에 대한 흥미도가 감소하며 중학생보다 고등학생의 흥미도가 감소하는 반응을 보인다(이원식 등, 1984). 학년이 올라갈수록 즉, 과학을 가르칠수록 과학은 흥미가 없다는 학생이 증가하는 이유는 무엇인가? 또, 이에 대한 해결 방법은 무엇인가?

지구과학 교과서는 타교과와 마찬가지로 보다 나은 교수법 모형 연구를 계속해 왔다. 전통적으로 사용되고 있는 주입식 암기 교육을 탈피하기 위하여 탐구 학습 모형, 발견학습, 가설 검증 수업, 순환 학습, 개념 학습 등 최근에 와서 STS 교육 Program 개발에 까지 보다 효과적인 과학교육 방법을 찾기 위해 노력하고 있다. 이러한 학습 모형들의 목표는 학생들이 갖고 있는 선행 지식과 인지 수준에 맞게 교과 내용을 재구성하거나 기존의 지식과 현재의 활동이 잘 연결되도록 하는 것이다. 이러한 모형에 따른 내용은 교육과정이 개정될 때마다 교과서에서 시도되어 왔다. 우리 나라와 같이 교육과정이 중앙 집권적 체제로 결정되고 획일적으로 운영되고 있는 실정에서는 교육과정의 기본 정신에 알맞게 편찬된 교과서가 차지하는 위치는 매우 크다고 할 수 있다(정완호 등, 1993). 따라서 교육과정에 따른 교과서의 내용을 분석하는 것은 교과서가 얼마나 잘 쓰여졌는지를 알 수 있는 도구로써 필요한 작업이며 새로운 교과서를 편찬할 때의 참고자료로

서 중요한 작업이라고 할 수 있다. 이전의 교과서 내용 분석에 관한 연구는 내용 분석, 실험 분석, 단원의 연계성 분석, Romey의 분석방법이 시도되었다.

본 연구는 교과서의 내용에 포함되어 있는 개념이 얼마나 적절하게 선택되고 조직되었는가에 대한 연구이다. 특히 지구과학 교과서는 관련 개념이 복합적인 경우가 많다. 지구에서 일어나는 변화, 우주의 현상 등은 매우 복합적으로 상호작용을 하는 여러 요인에 의한 경우가 많으므로 개념들을 정리하고 그 학습 순서를 정하는 과정이 필요하다. 이러한 요구에 의하여 제안된 것이 개념도 학습이다.

개념도는 학습 내용에 들어 있는 개념들을 추출하여 위계적으로 배열하고 그 관계를 2차원적으로 나타낸 그림으로 구조화된 개념 체계를 제시해 주는 시각적인 수단이다(Stewart *et al.*, 1979). 즉, 개념도는 과학 지식의 체계를 추상적인 상위 개념에서 구체적인 하위 개념까지 일목요연하게 보여 줄 수 있기 때문에 과학 교육 여러 분야에서 활용될 수 있는 이점을 가지고 있다. 그리하여 학습자에게 자신의 기존 개념과 새로운 지식을 연결하기 쉽게 개념과 명제에 대한 실마리를 줄 수 있으며 교실에서는 학생들에게 의미 있는 과정을 결정하고 오개념을 지적할 수 있도록 해준다.

전통적으로 사용되어 온 주입식 수업 모형 등은 단순하면서 학교 현장에서 간편하게 사용되는 반면에 모든 과정이 전적으로 교사에게 맡겨져 있어 학생들의 활동성과 창의성을 제약해 왔다. 그러나 개념도 모형은 교사의 수업 지도안 작성은 물론 학생들이 스스로 작성하고 평가 도구로 사용될 수 있다는 점에서 시간과 공간이 절약되는 융통성과 창의성이 있는 학습 모형이다.

개념도는 Novak(1984) 등이 유의미 학습을 위한 수업 전략으로 제안한 것으로 최근의 국내외 여러 연구에서 유용하

다는 결과가 제시되고 있다. 대부분의 과학 교과서와 학습 지도 자료는 교육과정에 제시된 단원별 또는 장별 중심으로 개발되어 왔다. 그런데 교과서와 학습 지도 자료의 준거가 되는 교육과정 내용을 선정하고 조직하는데 단원이나 장의 개요(outline) 대신 개념도를 이용하면 더욱 실용적일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 제 6차 교육과정의 지구과학 교과서를 개념을 중심으로 분석하고 교과서의 구성 방향을 조사하여 새로운 개념도를 작성하여 교과서 구성이 개선되도록 연구하고자 한다.

지구과학 교과서는 I. 지각의 물질과 변화, II. 대기와 해양, III. 우주, IV. 지구의 과거와 미래 등으로 구성되어 있다. 이 가운데 학습자가 가장 어려움을 느끼면서도 흥미가 높은 단원이 III. 우주 단원이다. 그 이유는 이전까지 접해 온 지구과학 영역에 대한 학습내용과 본 단원이 전개하고 있는 학습내용이 다르기 때문이다. 이전까지는 주로 지구 내적인 면을 다루어 왔으나 본 단원부터 전개하고 있는 학습 내용은 지구 외적인 면으로 학습 내용이 크게 달라진다. 따라서 학습자에게 고대로부터 최근세까지 인류의 우주관 발달 과정 및 핵심 개념들을 일목요연하게 보여주고 현대 천문학에 대한 지식체계를 구성하는 개념들의 조직적 관계를 보여 줄 수 있도록 III.우주 단원의 개념도를 작성한다.

II. 연구 방법

1) 연구 자료

연구 자료로는 고등학교의 지구과학 I 교과서 5종, 공통과학 2종과 물리 I 교과서 1종을 사용하였다. 공통과학과 물리 I은 지구과학 1을 분석하기 위한 참고자료일 뿐이므로 모든 종을 조사하지 않았다.

2) 연구 절차

- (1) 교과서 전개 방식에 의해 나타나는 소단원의 개념도를 소단원의 항목별로 작성한다.
- (2) 개념을 시각화하고 개념간의 위계 관계를 제시하는 개념도 작성 방법은 다음과 같다.
 - ① 학습 영역 내에서 학습할 개념을 추출한다.
 - ② 일반적이고 포괄적인 상위개념과 특수하고 좁은 하위 개념을 분류한다. 이 단계에서 개념들 간의 위계와 포함 관계를 결정한다.
 - ③ 연결어를 사용하여 개념들 간의 관계를 서로 유의미하게 연결한다. 관련되는 개념들 간에 연결선을 긋고 개념상들을 명제로 묶는 연결어를 써넣는다.
 - ④ 학습자가 이미 알고 있는 개념들을 우선적으로 의미 있

게 연결시킨다. 그리고 학습자가 처음 접하는 새로운 개념들을 자신의 인지구조를 점검하여 관련 있는 개념 또는 명제를 찾아 의미있게 첨가시킨다.

(3) 다음의 항목들을 유념하여 개념도를 분석한다.

- ① 상위 개념과 하위 개념이 적절히 전개되었는가
- ② 각 개념들이 관련 있는 개념끼리 연결되어있는가
- ③ 개념 사이의 관계를 규정하는 원리와 법칙이 잘 연결되어 있는가
- ④ 제 6차 교육과정에서 제시한 단원의 학습목표가 성취되도록 내용이 체계적으로 전개되었는가
- ⑤ 각 교과서에서 공통적으로 제시한 주요 개념을 잘 수용하였는가
- ⑥ 다음에 제시한 제 6차 교육과정에서 고려된 기본 원칙을 지키고 있는가
 - i. 지식과 탐구를 균형 있게 제시한다.
 - ii. 교양 지구과학으로서 주요한 내용을 포괄하도록 한다.
 - iii. 일상 생활을 과학화하는데 도움이 되는 내용을 포함한다.
 - iv. 중학교 과학 및 공통 과학과 연계성 있게 구성한다.
 - v. 과학사적으로 중요한 내용을 포함시킨다.
 - vi. 교과서가 나타내는 개념도를 분석한 결과를 바탕으로 개선된 개념도를 작성한다.

III. 결 과

모든 계열의 학생이 학습할 수 있는 과목인 지구과학 I 「III. 우주」의 교과서의 개념도를 이용하여 분석하고 개선된 개념도를 제안하였다. 우주의 대단원 중에 중단원 1. 우주관의 변천(소단원 : 지구 중심설, 태양 중심설) 중단원 2. 우리의 태양계(소단원 : 태양의 구성원파 크기, 행성의 운동, 태양계 탐사), 중단원 3. 별들의 탐사(소단원 : 태양이라는 이름의 별, 별들의 물리적 성질, H-R도와 별의 종류, 별의 일생), 중단원 3.(소단원 : 은하수에서의 태양의 위치, 우리 은하계의 구성원, 우리 은하계의 구조), 중단원 4. 외부은하와 우주 팽창(외부 은하의 일반적 성질, 외부은하의 공간분포, 우주의 팽창)등이 있다. 이 단원들을 기초로 개념도를 작성하고 분석한 내용은 다음과 같다. 지면의 제약으로 지구 중심설, 태양계 탐사, 은하수에서의 태양계의 위치 등은 생략하였다.

1. 개념도에 의한 중단원 분석

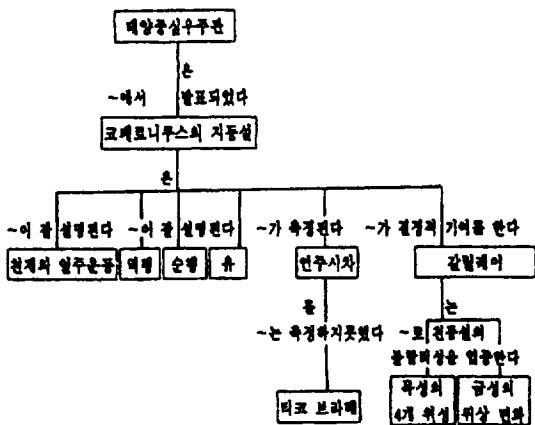
1) 중단원 「우주관의 변천」의 분석

이 단원은 (1) 지구 중심설 (2) 태양중심설 등으로 구성되어 있으며 다양한 학습 활동을 통해 관측 활동으로 알게 된 우주에서의 지구와 인간의 위치가 역사의 흐름과 함께 어떻게 바뀌어 왔나 알아보도록 한다. 교과서에서 중요 개념들을 추출하여 분석한 결과 다음과 같은 차이를 보이고 있다.

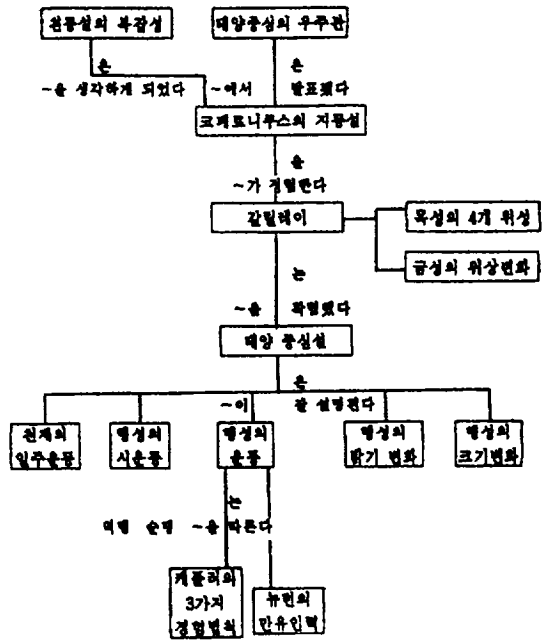
본 연구에서는 개념 항목이 가장 많은 교과서를 가지고 소단원 별로 개념도를 작성하고 다음의 기준들을 사용하여 개선된 개념도를 제시하였다. 첫째, 일반적이고 포괄적인 통합 개념을 위에 두고 구체적인 개념일수록 아래에 두었다. 교과서의 구성상 상위 개념은 소단원이나 소항목의 제목으로 사용되고 있는 경우가 많으나 개선된 개념도 작성시 잘못된 소단원명은 고쳐서 상위 개념으로 사용하고 상위 개념으로 적합하지 않은 소단원은 상위 개념에서 제외시켰다. 둘째, 상위 개념으로 국민학교, 중학교와 공통과학에서 선행학습될 개념들과의 연관을 고려하였다. 셋째, 각 개념 등이 제 6차 교육과정의 학습목표에 알맞게 전개되었는지 살펴본 다음 교육과정에서 제시한 주요 내용을 상위 개념으로 사용하였다. 그리고 채택비율이 0.5미만으로 나타나는 개념과 합계가 0.5미만으로 나타나는 교과서의 개념은 개선된 개념도 작성시 포함시키지 않았다.

(1) 중단원 「1. 우주관의 변천」중에서 소단원 「(2) 태양중심설」의 분석

두번째 소단원 「태양 중심설」은 소항목으로 나뉘어져 있지 않으며 우주의 중심은 태양이며 지구와 행성들이 태양 주위를 공전한다는 태양중심설 즉 지동설에 대한 개념을 설명하



<그림 1> 소단원 「태양중심설」의 교과서에 나타난 개념도



<그림 2> 소단원 「태양 중심설」의 개선된 개념도

고 있다. 주요 학습 요소로는 태양 중심 우주관, 지동설, 역행, 순행, 유, 연주시차가 있다. 다음은 이러한 교과서의 내용을 분석한 소단원 「태양중심설」의 교과서에 의한 개념도이다 (그림 1).

본 단원 태양 중심설에서는 「태양을 중심으로 지구를 비롯한 행성들이 공전을 한다」는 개념을 학습자에게 인지시키는 것을 목표로 한다.

교과서의 전개 방식에 따른 개념도를 그리다 보면 상위 개념과 하위개념 사이를 반복하며 오가게 된다. 태양중심설로 천체의 일주운동과 행성의 시운동 그리고 행성 밝기와 크기와 시간에 따른 변화도 설명할 수 있다는 것을 학습자에게 인지시키기 위해서 상위개념에 대해서 하위개념이 일관되게 설명되도록 전개 방식과 개선이 필요하다. 과학사에서 중요한 인물을 소개하고 개념도 작성시 이에 대한 내용도 첨가한다.

물리 교과서의 힘과 운동 개념과 연관이 되도록 케플러의 3가지 법칙도 설명해 주는 것이 필요하며 본 내용에서 언급되지 않는 경우 읽을거리, 심화 학습 등에서 제시해야 한다. 유 (0.4), 연주시차(0.2), 별까지 거리는 채택 비율이 낮다.

지금까지 논의된 결과를 바탕으로 소단원 「태양중심설」의 개선된 개념도를 제시하였다(그림 2).

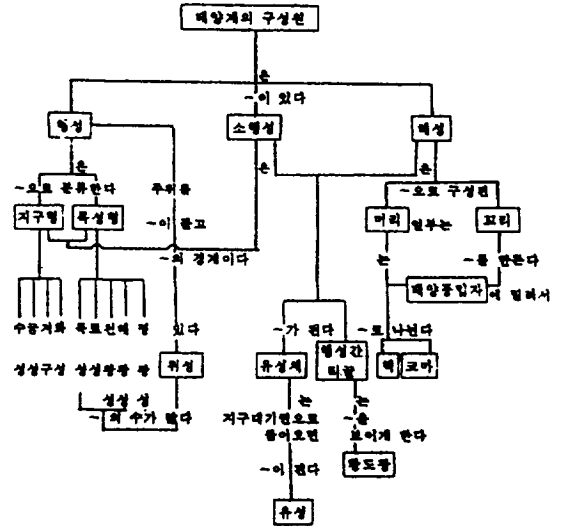
2) 중단원 「2. 우리의 태양계」에 관한 분석

각 소단원 별로 단원 도입부의 전개 방식과 항목명을 기초로 하여 교과서에 의한 개념도를 작성하여 각각의 개념들이 교육과정 에 의한 학습 목표에 알맞게 전개되었는지 살펴보고 개선된 개념도를 제안하였다.

(1) 중단원 「2. 우리의 태양계」중 소단원 「태양계의 구성원과 크기」의 분석

본 단원의 내용 전개 방식과 학습요소를 기초로 하여 개념도를 작성하고 각 개념들이 학습 목표에 알맞게 전개되었는지 살펴보았다(그림 3).

본 단원에서는 태양계 내에 존재하는 천체들의 상대적 크기와 모습을 배우고 태양계의 일반적 특성을 학습하고자 한다. 교과서의 개념도를 분석해 보면 행성, 위성, 소행성, 혜성 그리고 행성간 티끌 등이 태양계의 구성원이라는 사실을 잘 파악 할 수 있게 되어 있다. 태양계의 주요 구성원은 태양과 9 개의 (대)행성이 있고 행성 주위를 공전하는 52개 이상의(자연 위성), 화성과 목성 궤도 사이에 있는 수천 개의 소행성, 혜성, 유성체, 미세 고체 입자인 행성간 티끌 등이 있다는 사실 파악은 쉽게 할 수 있으나 이 태양계의 천체들 상호간의 관련 개념이 부족한 개념도의 구성이 된다. 행성들을 지구형 행성과 목성형으로 나누는 과정에서 위성의 수도 참고한다. 그 밖의 작은 구성원들은 하나씩 따로 언급했으나 혜성과 유성의 관계, 소행성과 유성의 관계들 의미있게 연결하여 유성



〈그림 4〉 소단원 「태양계의 구성원과 크기」의 개선된 개념도

체라는 개념의 이해를 쉽게 할 수 있다. 그리고 태양이 태양계 총질량의 대부분을 차지하고 있으며 그의 엄청난 질량에 태양계 내의 모든 천체가 그의 둘레를 공전하고 있음을 인식시키는 것은 가장 기본적인 물리 법칙 즉 만유 인력에 관한 개념이므로 자세히 설명하는 것이 필요하다.

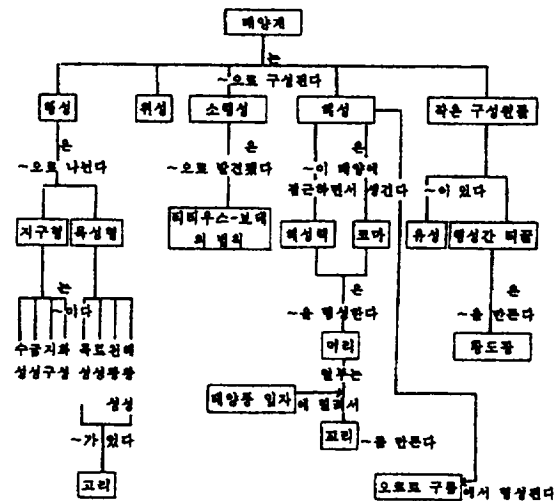
티타우스-보데의 규칙, 오르트 구름, 황도광은 0.2의 채택 비율을 보이고 있으므로 여기서는 잠시 보류한다.

지금까지 논의된 결과를 바탕으로 개선된 개념도를 작성하여 제시하였다(그림 4).

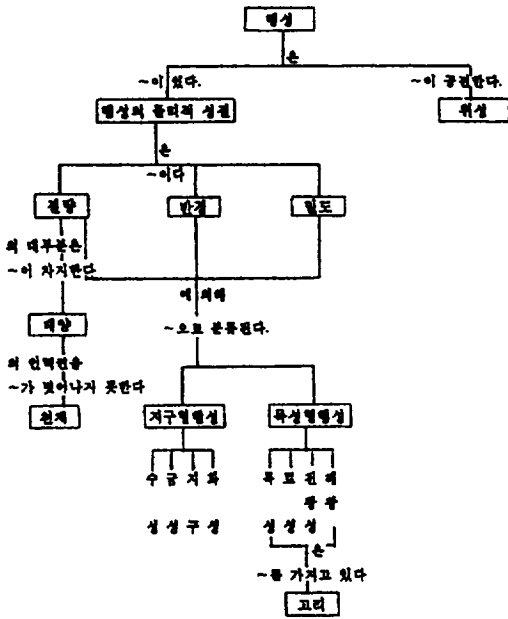
(2) 소단원 「(1) 태양계의 구성원과 크기」중 소항목 「행성과 위성」의 분석

본 교과서에서는 「행성」이 태양계에서 어떤 분포를 하고 있으며 각 행성의 특성을 자세히 비교하고 두 부류로 나누는 것을 설명하고 있다. 교과서에서 채택되고 있는 학습요소는 지구형 행성, 목성형 행성, 고리이다. 이러한 교과서의 전개 방식과 학습요소를 바탕으로 개념도를 나타내었다(그림 5).

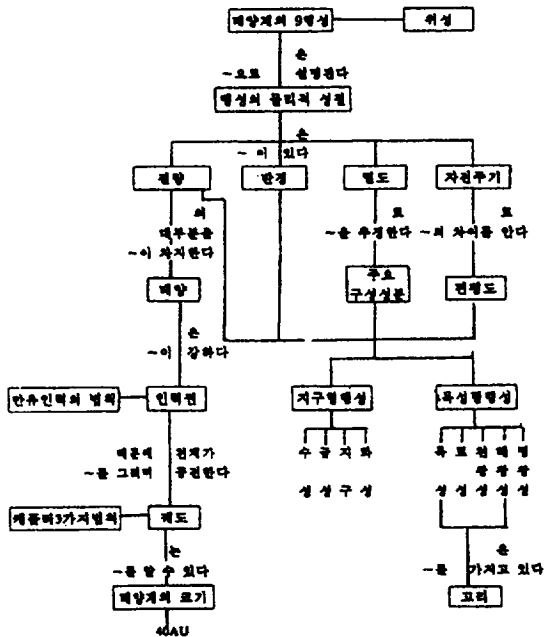
본 장에서는 태양을 중심으로 한 행성과 소행성의 궤도 분포를 그림으로 보여 주어 개념이 구체화되도록 하고 태양의 기원에 대한 의문을 구하도록 한다. 그 밖의 행성간 거리와 크기도 그림으로 상대적인 비교를 해 두는 것이 구체적이다. 국민학교 5-2에 선행학습된 행성을 상위개념으로 행성의 물리량을 하위개념으로 사용하였다. 또한 교과서에서는 명왕성을 제외하였으나 밀도를 기준으로 현재 천문학에서는 목성형



〈그림 3〉 소단원 「태양계의 구성원과 크기」의 교과서에 나타난 개념도



<그림 5> 소항목 「행성과 위성」의 교과서에 나타난 개념도



<그림 6> 소항목 「행성과 위성」의 개선된 개념도

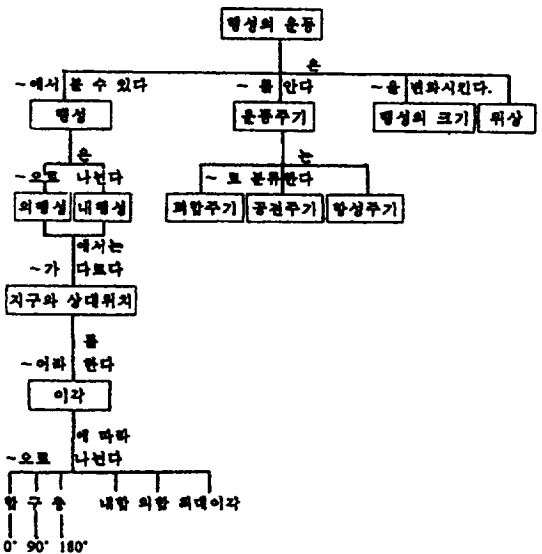
행성에 분류한다. 또한 물리적 성질로 질량, 반경, 밀도, 고리를 학습요소로 선택했는데 각 물리적 성질에 대한 충분한 설명으로 이들에 대한 개념도 구체화시킨다.

예를 들면 자전주기와 편평도, 밀도와 구성 성분 등 다양한 물리적 성질을 비교해 주면서 이들 개념간의 연관성을 파악할 수 있도록 한다(그림 6).

(3) 소단원 「(2) 행성의 운동」의 분석

두 번째 소단원 「행성의 운동」은 지구와 행성의 상대 위치, 회합주기와 공전 주기, 행성의 크기와 위상 변화의 세계의 항목으로 구성되어 지동설에서 예측되는 행성의 시운동 모습을 관측 사실과 비교해 봄으로써 지동설의 타당성을 확인해 본다. 주요 학습요소로는 내행성, 외행성, 합, 구, 충, 최대이각, 회합 주기, 공전 주기, 항성 주기이다. 이러한 교과서의 전개 방식과 학습내용을 바탕으로 개념도를 작성하고 개념들이 체계적으로 구성되었는지 분석하였다(그림 7).

본 단원에서 학습자는 「행성의 시운동」이라는 개념으로부터 행성이 실제 운동을 유추하여 지동설의 타당성을 제시할 수 있으며, 「행성의 회합주기와 지구의 공전주기로 행성이 공전 주기를 한다」라는 일련의 개념을 학습한다. 교과서에서는 지구와 행성의 상대적 위치를 그림을 사용하여 설명하고 있으며 이 때 위치를 합, 구, 충이라고 특별히 구별하는 것을 학습한다. 회합주기와 공전주기 개념을 정확하게 설명하고 이 들간의 관계식을 정립하고 있으며 행성의 크기와 위상 변화



<그림 7> 소단원 「행성의 운동」의 교과서에 나타난 개념도

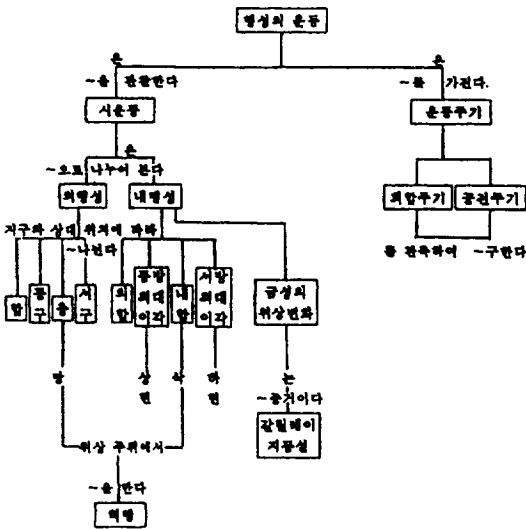
가 지동설에 결정적 증거가 되었다는 사실을 탐구활동(관측)을 통해 설명하고 있다. 그러나 행성의 운동은 중 3과정에서의 행성의 운동과는 다른 측면이 많으므로 행성의 운동에 대한 내용을 교과서의 전개방식에 따라 개념도를 그리다 보면 상위개념과 하위개념 사이의 관계가 체계적이지 못하다. 교과서처럼 행성의 크기와 위상 변화를 상위개념으로 일치시키는 것보다 교육과정에서 제시한 학습 목표를 따라서 시운동과 운동 주기를 상위 개념으로 지구와 행성의 상대 위치에 따른 변화된 크기와 위상을 하위개념으로 처리하는 것이 일관성 있는 개념 처리이다. 또한 회합주기와 공전주기에 대해서도 내행성의 경우 금성의 위상 변화 사진을 이용하여 그믐달의 위상으로 다른 위상에 비해 상대적 크기를 학습하는 방법으로 상대 위치에 따른 크기와 위상을 같이 학습하는 것이 개념 형성에 효과적이다. 항성주기는 채택 비율이 0.2이고, 공전주기와 같은 내용인어서 공전주기로 표기한다.

다음은 이런 학습 전개 방식을 위해 새로 개선된 개념도이다(그림 8).

3) 중단원 [3. 별들의 세계]의 분석

본 단원은 (1) 태양이라는 이름의 별, (2) 별들의 물리적 성질, (3) H-R도와 별의 종류, (4) 별의 일생의 4개의 소단원으로 나누어져 있으며 태양의 내부 구조와 표면 활동을 알아보고 항성들의 전반적 특성과 진화를 공부하여 태양계의 미래를 예측해 본다.

항성과 행성의 차이점을 알고 평범한 별의 하나인 태양에



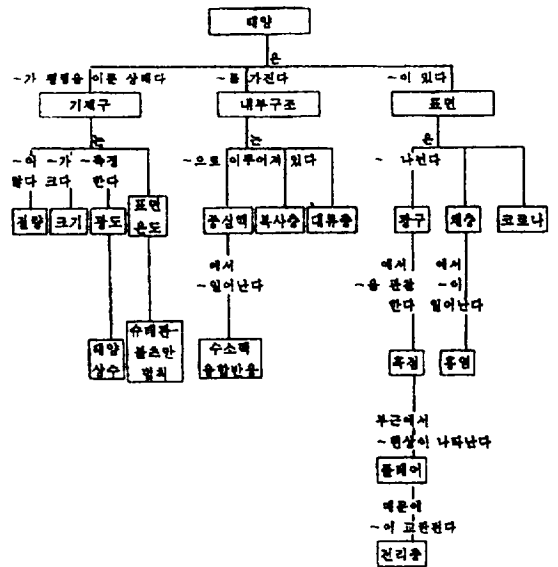
<그림 8> 소단원 「행성의 운동」의 개선된 개념도

대해서도 알아보기로 한다

(1) 중단원 [3. 별들의 세계] 중 소단원 [(1) 태양이라는 이름의 별 구성원]의 분석

태양은 가까이 있기 때문에 다른 별에서 직접 볼 수 없는 각종 표면 현상을 관찰할 수 있으며 다음 단원에서 학습되는 항성 연구의 기초를 마련해 준다. 교과서에서는 [태양의 크기, 질량, 광도], [태양의 내부구조와 핵에너지]와 [태양의 표면현상]의 소항목으로 나누어 내용을 전개하고 있으며 주요 학습 요소로 광도, 태양 상수, 유효 온도, 중심핵, 복사층, 대류층, 수소핵 융합 반응, 광구, 채층, 코로나, 흑염, 플레어이다. 교과서의 전개 방식과 중요 개념을 바탕으로 개념도를 작성한다(그림 9).

본 단원에서는 태양은 어떤 별인지 이해하는 것을 학습 목표로 한다. 교과서에서 소항목 「태양의 크기, 질량, 광도」에서는 태양의 물리적 성질로 크기, 질량, 광도량을 표시하고 있으며 기체구의 평형 상태에 대해서도 간단히 설명하고 있다. 그러나 태양의 물리량에 대한 내용에서 그 측정 방법에 대해서는 언급이 없다. 제6차 교육과정의 특징은 내용을 지식과 탐구로 구분하여 제시한 점으로 기본적 지식뿐만 아니라 탐구 활동을 중요하게 여긴다. 그런데 질량의 경우에는 행성들의 공전 운동을 조사하여 알아낸다고 하는 짧고 막연한 내용만 나와 있으므로 탐구적인 학습 내용을 필요로 한다. 예를



<그림 9> 소단원 「태양이라는 이름의 별」의 교과서에 나타난 개념도

들면 태양의 질량을 측정하는 방법은 태양 주위를 공전하는 한 행성과의 만유인력과 구심력이 같음을 이용하는데 이 개념은 태양의 질량뿐만 아니라 뒤에 학습되는 행성, 우리 은하의 질량을 추정하는 방법이므로 설명하는 것이 후행 학습을 위해서도 필요하다. 태양의 광도를 설명하는데는 태양상수라는 개념이, 그리고 유효 온도 설명시에는 슈테판-볼츠만 법칙이 필요한데 ‘공통과학’에서 학습한 내용으로 교과서에서는 자세히 다루고 있지 않으나 다시 언급하는 것이 학습자의 개념 형성을 도울 것이다.

두번째 소항목 「태양의 내부 구조와 핵에너지」에서는 태양의 내부 구조를 그림 자료를 이용하여 중심핵, 복사층, 대류층을 설명하고 있으며 중요 학습요소로 수소핵 융합반응에 대한 내용을 자세히 전개하고 있다. 수소핵 융합 반응에 대한 개념은 앞으로 나올 별의 내부 구조와 핵에너지의 경우에서도 언급되므로 본 단원에서 자세한 설명을 하는 것이 필요하다. 또한 핵발전소에 대한 관심이 높으므로 핵융합과 핵분열의 차이점을 설명하여 두 개념을 구체화하고 혼동하지 않도록 한다. 「태양의 표면현상」은 「태양의 흑점 관찰」을 탐구 실험 활동으로 소개하며, 광구, 채층, 코로나 이어지는 태양 대기와 홍염, 플레어의 모습을 사진으로 소개하고 있다. 태양의 표면 현상에서는 교육과정에서 제시한 ‘태양의 흑점관찰’의 탐구 활동이 가장 중요하므로 직접 관찰이 어려운 경우 흑점에 대한 사진 자료를 제시하는 것이 필요하며 흑점 주위의

자기장 사진을 자료로 제시하면 플레어 발생시 지구 전리층이 교란되는 사실을 쉽게 이해할 수 있다. 그리고 흑점의 자기장과 폭발 그리고 지구 자기장의 변화 등의 개념간의 체계적인 개념도를 작성하는 선행되어야 한다. 플레어와 전리층 교란시 무선 통신 장애와 아울러 오로라 현상도 설명하면 학습자의 흥미 유발에 큰 영향을 미칠 것이다.

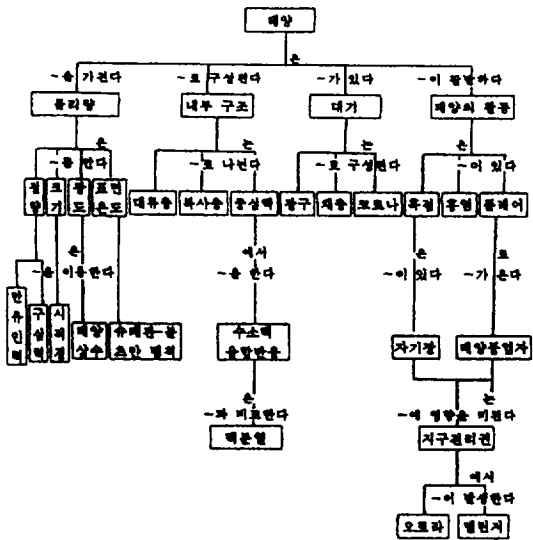
이러한 결과를 바탕으로 개선된 개념도들 제시하였다(그림 10).

(2) 소단원 「별들의 물리적 성질」의 분석

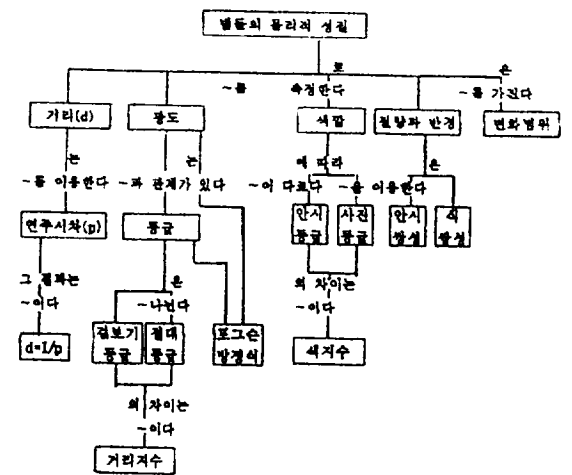
본 단원 「별들의 물리적 성질」은 별의 거리, 별의 광도와 색깔, 별의 질량과 반경, 물리량의 변화 범위의 4 항목으로 나뉘어져서 전개되고 있다. 교과서에서는 연주 시차, 포그슨 방정식, 겉보기(실시)등급, 절대 등급, 거리 지수, 안시등급, 사진등급, 색지수, 안시쌍성, 식쌍성이 주요 학습 요소로 전개하고 있다. 이러한 교과서의 전개내용을 바탕으로 한 개념도를 나타내었다(그림 11).

본 단원에서는 색깔을 비롯하여 여러 가지 별들의 물리적 성질에 대하여 알아본다.

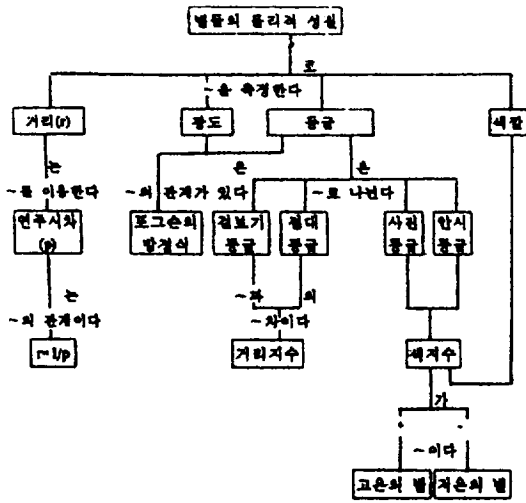
교과서에서는 소항목 「별의 거리」에서 연주시차로부터 거리를 구하는 방법과 연주시차에서 정의되는 pc를 설명할 수 있게 한다. 어떤 별의 연주시차를 설명하고 그 별까지 거리와의 관계를 그림을 통해 설명하고 있으며 센타우루스 α 별의



<그림 10> 소단원 「태양이라는 이름의 별」의 개선된 개념도



<그림 11> 소단원 「별들의 물리적 성질」의 교과서에 대한 개념도



〈그림 12〉 소단원 「별들의 물리적 성질」의 개선된 개념도

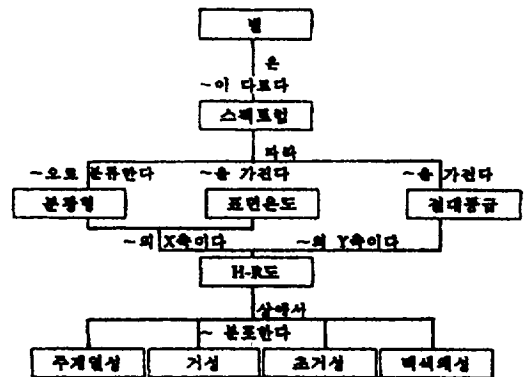
에로 증명하고 있다. 별의 거리를 상위 개념으로 사용하고 있으며 하위개념으로 연주시차뿐만 아니라 거리 지수도 포함시키는 것이 개념간의 이상적인 연계이며 거리라는 개념을 구체화하는데 비교 대상이 있으므로 효과적이다. 「별의 광도와 색깔」은 밝기와 등급간의 관계인 포그슨 방정식, 겔보기 등급(또는 실시 등급)과 절대 등급을 정의하고 거리지수를 설명하고 있다. 그러나 별의 밝기를 등급으로 나타내는 방법에 대한 설명이 빠지고 포그슨의 방정식을 설명하고 있는데 겔보기 등급을 설명하고 광도계로 등급의 차를 밝기의 비로 측정해 본 결과 5등급의 차는 밝기로 약 100배의 차이가 있다는 사실을 인식시키고 포그슨 방정식을 제시한다. 중 3과정에서 별의 밝기와 색깔 등에 관해서 학습을 했으므로 이들 물리량을 상위 개념으로 이에 관계되는 거리 지수, 색 지수를 하위 개념으로 사용하였다. 또한 겔보기 밝기와 거리의 제곱에 반비례 관계는 그림 자료를 제시해 주는 것이 학습자의 공간 개념 형성에 도움이 된다. 별의 색깔은 탐구활동 오리온 자리의 관찰로 안시등급과 사진 등급을 정의하고 이 두 등급간의 차이를 색지수로 설명하고 표면 온도와와의 관계를 언급하고 있으나 별의 색깔 관찰 활동은 시기와 시간 도심의 광공해의 문제가 있으므로 실천하는데 어려움이 많으므로 이미 찍은 두 별의 사진을 제시하는 것이 효과적이다. 색지수와 표면온도와의 관계는 푸른색 별과 붉은 별의 실례를 각각 어떤 값을 갖는지 연구문제로 처리되었으나 흑체복사 곡선이 교과서에 제시되고 있으므로 이를 이용하여 붉은 별과 푸른 별의 과장과 복사에너지의 상대강도를 그래프로 제시하여 색지수를 계

산하는 것을 본 학습 내용에 포함시키는 것이 내용상 더 구체적이다. 「별의 질량과 반경」에서는 안시 쌍성, 식 쌍성을 소개하고 쌍성의 연구가 별의 질량이나 반경 측정에 쓰인다는 것을 간단히 언급하고 있는데 채택 비율이 0.4이므로 개념도에서 제외한다. 식쌍성의 경우는 질량 측정의 자세한 설명은 제외되어 있다. 「물리량의 변화 범위」는 채택 비율이 0.2이므로 개념도 작성에는 제외하고 소항목에서도 빠지는 것이 바람직하다. 교과서의 개념도에 지금까지 논의한 개념을 보충하여 개선된 개념도이다(그림 12).

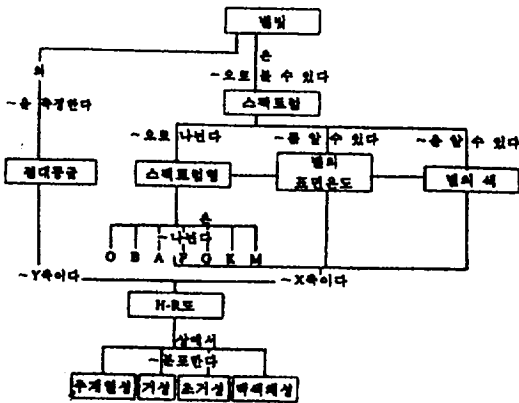
(3) 소단원 「(3) H-R도와 별의 종류」의 분석

본 단원에서는 표면온도에 따라 다르게 나타나는 분광형으로 별을 나누고 분광형, 색지수, 온도, 색깔의 관계를 알아본다. 교과서에서는 「분광형에 따른 별의 종류」, 「H-R도 상에서의 별의 종류」의 두 항목으로 전개하고 있으며 분광형, H-R도, 주계열성, 거성, 초거성과 백색왜성이 주요 학습 요소로 설명되고 있다. 교과서의 전개 내용과 학습 요소를 바탕으로 개념도를 작성하였다.

본 단원에서는 「별의 스펙트럼은 온도, 색깔과 관련되어 있다」라는 개념을 확실하게 인식시켜야 한다. 교과서에서는 「분광형에 따른 별의 종류」에서 별의 흡수선 종류와 세기에 따라 분류하고 별의 표면 온도와 밀접하다는 내용을 짧게 언급하고 분광형, 색지수, 온도와와의 표를 제시하고 있다. 학습자가 중1과 공통과학에서 선행 학습한 태양 복사 에너지를 연관시켜 태양 스펙트럼 사진 자료 또는 스펙트럼선 사진을 제시하는 것이 개념을 구체화하는데 필요하다. H-R도 상에서의 별의 종류」에서 별의 물리량 사이의 관계를 알기 위해 절대등급을 가지고 'H-R도 작성'을 통해 정립하고 H-R도 상에서 별들의 종류를 설명하고 있다. H-R도 작성은 6차 교



〈그림 13〉 소단원 「H-R도와 별의 종류」의 교과서에 대한 개념도



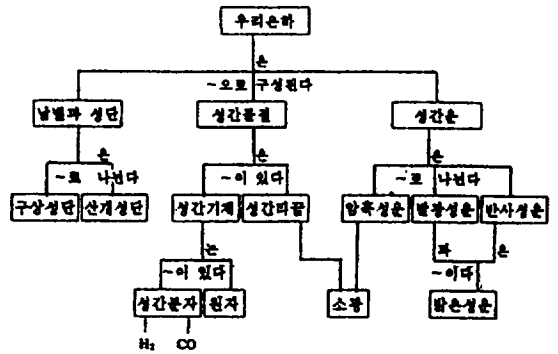
〈그림 14〉 소단원 「(3)H-R도와 별의 종류」의 개선된 개념도

육 과정에서 제시한 탐구 활동으로 별의 H-R도가 지니고 있는 천체 물리적 의미를 학습하고자하나 내용 설명이 부족하다. 가로축은 별의 표면 온도이고 스펙트럼형이나 색지수로 대체할 수 있음을 제시하고 세 물리량의 관계를 확실하게 하기 위하여 각 개념을 자세히 설명하고 개념도에서는 세 개념간을 교차연결한다. 세로축은 광도로 절대등급으로 대체할 수 있음을 이해하고 위쪽에 위치한 별은 밝고 아래쪽에 위치한 별은 어둡다는 사실을 쉽게 인식하도록 한다. 그리하여 학습자가 H-R도상에서 별의 종류를 파악할 수 있도록 개념을 구성해야 한다. 지금까지 결과를 토대로 작성된 개념도이다(그림 14).

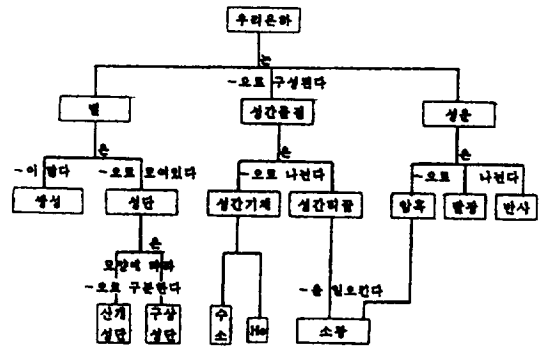
(4) 소단원 「(4)별의 일생」의 분석

본 단원에서는 성간 물질이 모여 성운을 이루고 성운에서 원시성이 탄생하여 전 주계열성을 거쳐 종말에 이르는 별의 진화 과정을 살펴본다. 교과서는 「주계열성 수명과 별의 탄생」 「주계열성에서 거성으로의 진화」 「별의 종말」 세개의 소항목으로 전개되고 있으며 주요 학습요소는 주계열 수명, 성간운, 원시성, 중성자성, 블랙홀, 펄서이다. 본 교과서에서 제시하는 개념도는 다음과 같다(그림 15).

교과서에서는 「주계열성 수명과 별의 탄생」에서 주계열성의 수명과 성간운에서의 별의 탄생을 주요 학습요소로 주계열성의 정의와 전 단원에서 학습된 수소핵 융합반응에서 얻어진 핵에너지를 방출된 에너지로 나누어 수명을 계산한다. 「주계열성에서 거성의 진화」에서는 주계열성에서 거성으로 진화되는 과정의 중심핵 융합반응과 변화를 진화 과정 순으로 설명하고 있어 위계적인 개념 배열을 이루고 있다. 「별의 종말」에서는 질량에 따라 여러 가지 별의 마지막 인생을 설명



〈그림 15〉 소단원 「별의 일생」의 교과서에 나타난 개념도



〈그림 16〉 소단원 「별의 일생」의 개선된 개념도

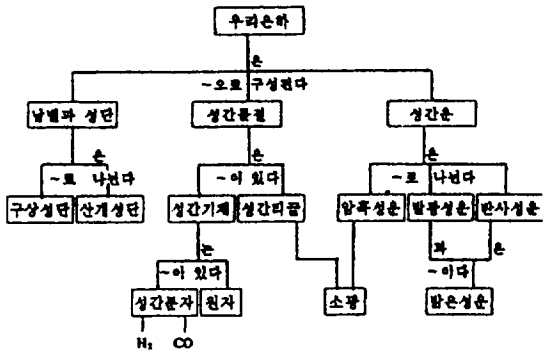
하고 있다. 그러나 수명을 상위 개념인 소항목으로 배열하는 것보다는 별의 일생을 '별의 탄생' '주계열성' '별의 종말' 세 상위 개념으로 나누어 개념도를 작성하고 수명은 종말의 하위 개념으로 처리하는 것이 바람직하다. 별의 탄생에서는 원시성이 되는 과정에서 글로불린이 빠져 있는데 채택 비율이 0.6 이므로 학습요소에 첨가시킨다. 즉 「성간 물질로부터 원시성이 형성되는 과정을 이해한다」라는 개념을 갖도록 작성한다 「주계열성에서 거성으로의 진화」에서는 별 중심의 에너지 생성 양식에 변화가 별 내부의 구조적 변화를 초래할 수밖에 없음을 이해시키기 위해 수소 핵융합 반응과의 연관이 개념도 상에 제시되어야 한다. 또한 별의 질량에 따라서 중심 온도가 어떤 한계에 이르지 못하여 더 이상의 핵반응이 일어나지 못하는 경우가 각 진화 단계마다 있음을 이해시키기 위해 헬륨 핵융합 반응 이외의 질량이 크면 탄소핵, Fe핵의 거성을 소개할 필요가 있다. 이런 질량에 따라서 진화가 다르게 진행된다는 개념을 학습자가 인지해야 후행학습인 「별의 종말」에서

도 질량에 따른 별의 최후 단계를 이해하는데 도움이 된다. 지금까지 논의된 결과를 바탕으로 작성한 소단원 「별의 일생」의 개선된 개념도이다 (그림 16).

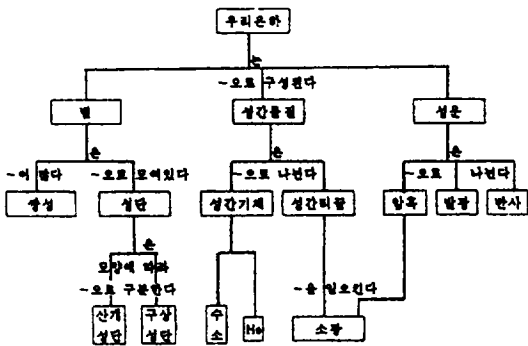
4) 중단원 「(2)우리 은하계」의 구성원의 분석

본 단원에서는 우리 은하계를 구성하는 천체들을 설명하도록 한다. 교과서에서는 「남별과 성단」, 「성간 물질」, 「성간운」의 3개 소항목으로 나누어져 있으며 주요 학습 요소로는 남별, 성단, 산개성단, 성간 물질과 성간운, 암흑성운, 발광성운, 반사성운 등이다. 교과서의 내용에 제시된 개념들로 개념도를 작성하면 다음과 같다(그림 17).

「성간물질」에서는 성간 기체의 75% 이상이 수소라는 사실보다 성간 분자라는 개념만 고딕체 글씨로 강조되었으나 구성성분을 알아야 별의 구성성분 이해에 도움이 된다, 「성간운」에서는 부분적으로 개념들이 위계적이지 않다. 암흑성운과 밝은 성운으로 구분하고 밝은 성운을 세분하는 편이 낫다. 또한 암흑성간운, 발광성간운이라 하지 않으므로 성간운보다



<그림 17> 소단원 「우리은하계」의 교과서에 나타난 개념도



<그림 18> 소단원 「우리은하계」의 개선된 개념도

성운으로 표기해야 하며 산개성단운 은하성단이라고 부르는 것은 중요개념이 아니므로 고딕체 표기에서 제외되어야 한다. 이상의 문제점들을 참고로 작성한 개념도는 다음과 같다 (그림 18).

(1) 소단원 「우리 은하계의 구조」에 대한 분석

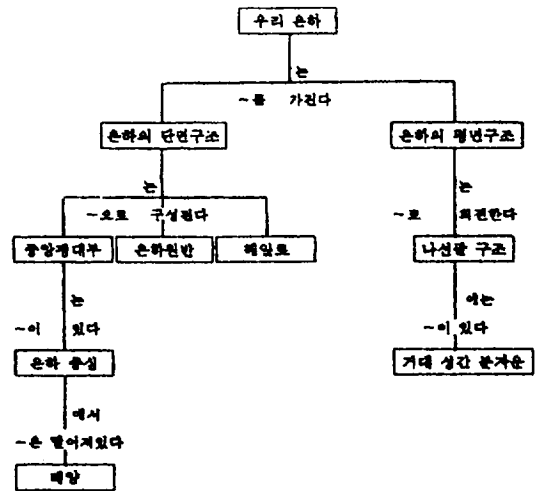
본 단원에서는 현재까지 알려진 우리 은하의 구조에 대해 학습한다. 교과서에서는 우리 은하의 단면 구조와 우리 은하의 평면 구조와 나선팔의 두 항목으로 나누어져 있으며 중앙 팽대부, 은하원반, 헤일로, 나선팔 구조, 성협, 거대 성간 분자운이 주요 학습 요소로 설명되어 있다. 교과서의 학습 내용 전개와 주요 학습 요소를 바탕으로 개념도를 작성하였다(그림 19).

본 단원에서는 교육과정상 우리 은하를 구성하는 성간물질과 성운, 성단, 그리고 우리 은하의 구조에 대해서 지도한다. 거대 성간 분자운, 강체 회전은 채택비율 0.2로 학습자의 인지 수준에 적합하지 않으므로 개념도에서 제외한다. 교육과정과 표의 결과를 바탕으로 작성한 소단원 「우리 은하계의 구조」의 개선된 개념도이다(그림 20).

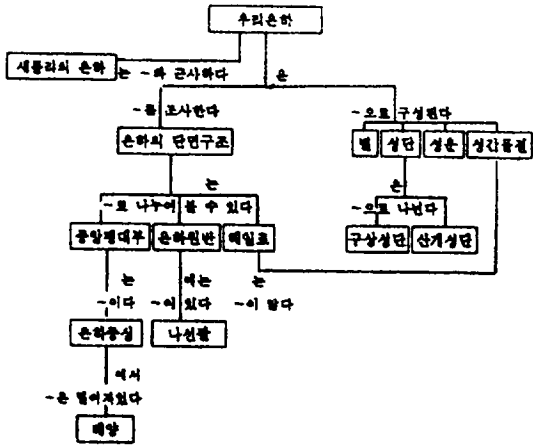
5) 중단원 「5. 외부 은하와 우주 팽창」의 분석

본 단원은 소단원 「외부 은하의 일반적 성질」, 「외부 은하의 공간 분포」, 「우주의 팽창」으로 구성되어 있다.

이 단원의 주요 개념 등을 교과서 별로 추출한 결과 큰 차이는 보이지 않고 있으나 은하의 무리에 대한 항목이 제외된



<그림 19> 소단원 「우리 은하계의 구조」에 의한 교과서의 개념도



<그림 20> 소단원 「우리 은하계의 구조」에 대한 개선된 개념도

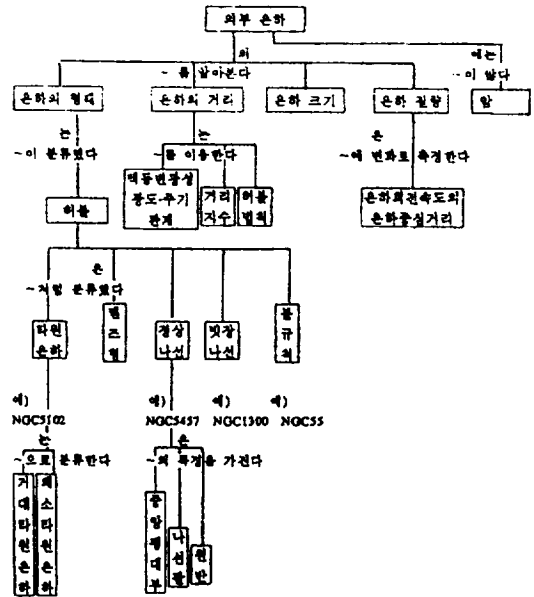
교과서가 있다.

본 연구에서는 개념 항목이 가장 많은 교과서를 가지고 각 소단원 별로 교과서에 의한 개념도를 작성하여 각각의 개념들이 바르게 나열되었는지 살펴보고 개선된 개념도를 제안하였다.

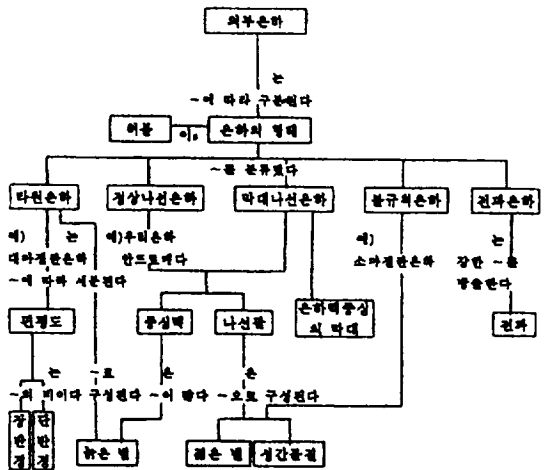
(1) 중단원 「외부 은하와 우주 팽창」중 소단원 「외부 은하의 일반적 성질」의 분석

첫 번째 소단원 「외부 은하의 일반적 성질」은 은하의 형태와 허블의 분류, 은하의 거리, 크기, 질량의 항목으로 나누어져져서 전개되고 있으며 주로 관측을 통해서 알게 된 은하의 특성과 형태에 대하여 설명하고 있다. 주요 학습요소로는 허블의 은하분류, 거대 타원은하, 왜소 타원은하, 렌즈형 은하, 타원 은하, 정상 나선 은하, 빗장 나선 은하, 불규칙 은하 등이 있으며 여러 형태의 은하를 사진으로 제시하여 학습자의 개념을 구체화하였다. 교과서 내용의 전개 방식과 학습 요소를 기초로 개념도를 작성하고 각각의 개념들이 체계적으로 구성되었는지 연구하였다(그림 21).

본 단원의 학습목표는 외부 은하의 형태를 익히고 여러 가지 종류의 외부 은하가 지니고 있는 특성을 기술할 수 있게 하는 것이다. 교과서에서는 은하의 형태와 허블의 분류를 상위 개념으로 하여 은하의 분류를 체계적으로 잘 배열하고 있으며 허블의 은하 분류를 설명하는데 중점을 두고 있다. 따라서 두 번째 항목인 은하의 거리, 크기, 질량에 대한 설명이 간략하게 되어 있으며 주요 학습요소도 제시되어 있지 않다. 은하의 거리에 대해서는 세 가지 방법을 기술하고 있는데 ‘허블



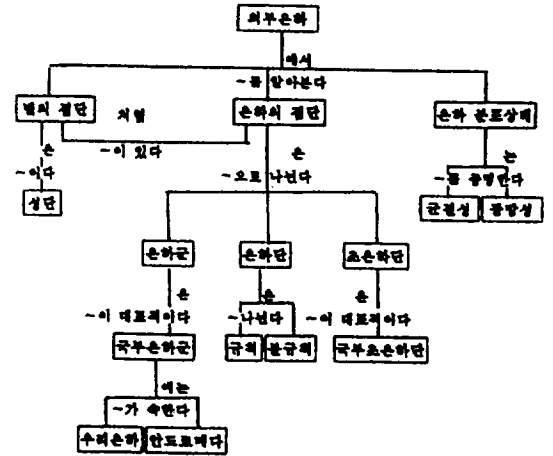
<그림 21> 소단원 「외부 은하의 일반적 성질」의 교과서에 대한 개념도



<그림 22> 소단원 「외부 은하의 일반적 성질」의 개선된 개념도

의 법칙'을 이용하는 것은 세 번째 소단원에서 설명되고 있으므로 은하의 거리는 이 단원에서 제외하고 소단원 「우주의 팽창」에서 언급되는 편이 바람직하다. 허블의 법칙에서 은하의 후퇴속도와 거리와의 관계는 우주의 팽창 개념을 입증하는 관측적 증거이므로 학습자의 이해 측면에서도 두 개념이 보

다 연관이 있다. 은하의 질량에 대한 것도 은하의 회전과 관련 있는 개념이므로 전단원인 「우리 은하의 회전」에서 언급해야 한다. 학습요소에서는 채택비율 0.5미만인 렌즈형 은하, 거대타원 은하, 외소타원 은하, 암물질을 제외하는 것이 개념의 복잡성을 단순화시킬 수 있으며 빗장 나선은하는 막대 나선은하로 고치는 것이 바람직하다. 은하의 사진 자료에서는 NGC에 대한 설명이 빠져 있으며 안드로메다 은하, 대 마젤란 은하 등 구체적인 예를 더 많이 설명하는 것이 학습자의 개념을 구체화하는데 도움이 된다. 본 교과서에서는 제외된 전과은하는 현대 천문학의 관심사이므로 학습자들에게 지적 호기심을 불러일으킬 수 있는 개념이므로 학습요소로 추가해야 한다. 이러한 분석을 바탕으로 개선될 개념도를 제시하면 다음과 같다(그림 22).



(2) 소단원 「외부 은하의 공간 분포」의 분석

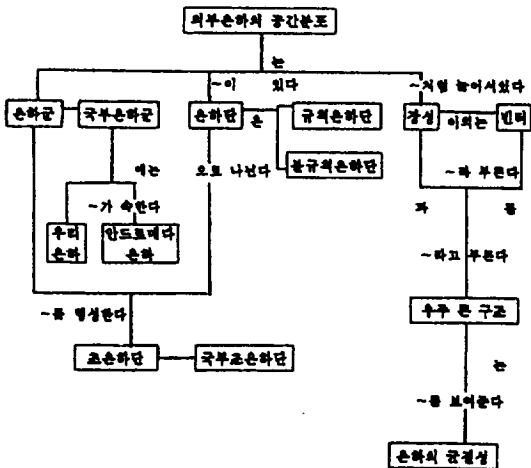
두 번째 소단원 「외부 은하의 공간 분포」는 은하군, 은하단, 초은하단과 우주 큰 규모의 두 항목으로 나뉘어져서 설명되고 있다. 은하들이 무리를 짓는 사실과 그 규모에 대해서 학습한다. 주요 학습요소로는 은하군, 국부은하군, 은하단, 규칙 은하단, 불규칙 은하단, 초은하단, 국부초은하단, 장성, 빈터, 우주 큰 구조가 있다. 교과서의 전개 방식과 주요 학습요소를 바탕으로 개념도를 작성하였다(그림 23).

본 단원은 외부 은하의 공간분포와 우주 내에서의 균질 동방성을 이해하는 것을 목표로 한다. 교과서에서는 은하들의 집단에 대하여 많은 비중을 두고 은하군, 은하단, 초은하단에

〈그림 24〉 소단원 「외부 은하의 공간 분포」의 개선된 개념도

관하여 자세히 설명하여 우주내 천체들의 계층적 구조 양상을 체계적으로 설명하고 있다. 그러나 은하군, 은하단, 초은하단으로 이어지는 개념 전개는 위계적이지 못하여 은하군과 은하단의 연관을 짓지 않아 학습자의 혼동이 오게 한다. 은하군, 은하단과 초은하단 개념간의 위계는 잘 정리되어야 하며 사진이나 그림자료를 제시하는 것이 학습자의 개념 확장해 도움이 될 것이다.

두번째 소항목 「우주의 큰 구조」는 채택비율 0.2인 장성과 빈터를 주요 학습요소로 하였으나 이보다는 은하분포의 등방성과 균질성이 은하들의 공간 분포에서 강조되어야 할 하위 개념이다. 따라서 본 단원의 소항목은 은하들의 분포와 은하의 집단으로 구분되는 것이 개념을 간단하게 그리고 통일성 있게 학습하는데 효과적이다. 다음 그림은 이러한 결과를 바탕으로 개선된 개념도이다(그림 24)



〈그림 23〉 소단원 「외부 은하의 공간 분포」의 교과서에 대한 개념도

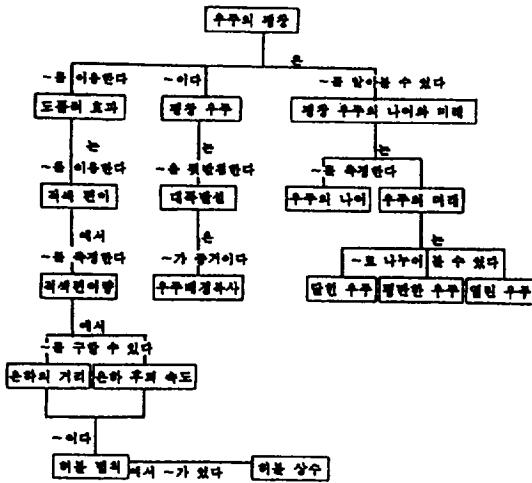
(3) 소단원 「(3) 우주의 팽창」의 분석

세 번째 소단원 「우주의 팽창」은 허블법칙, 팽창우주, 팽창우주의 나이와 미래의 세 항목으로 나뉘어져서 전개되고 있으며 우주의 팽창이란 무엇인가에 대하여 서술하고 있다. 주요 학습요소는 도플러효과, 적색편이, 적색편이량, 허블법칙, 허블상수, 대폭발, 우주의 나이, 닫힌 우주, 평탄한 우주, 열린 우주이다. 교과서의 전개 방식과 주요 학습요소를 바탕으로 개념도를 작성하였다(그림 25).

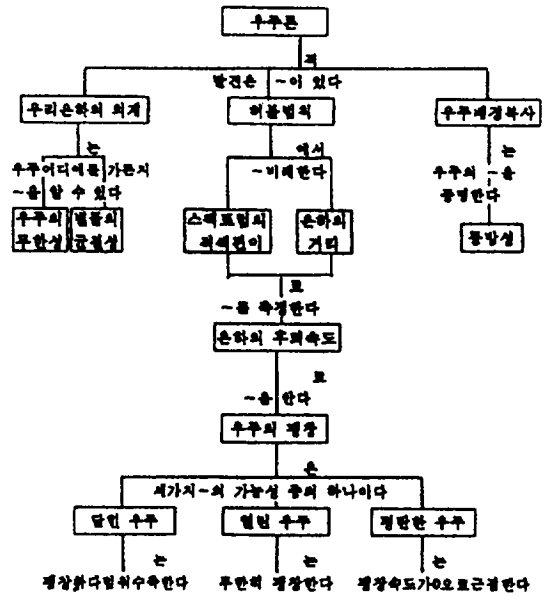
본 단원의 학습목표는 첫째, 우주의 팽창과 허블의 법칙을 학습하고 허블상수가 지니고 있는 의미를 이해하는 것이며 둘째, 우주의 기원설을 학습하는 것이다. 교과서에서는 소항

목 「허블의 법칙」에서 개념들을 위계적으로 잘 배열하여 설명하고 있으며 허블의 법칙과 팽창우주와의 연관도 간략하게 언급하고 있다. 적색편이에 대한 설명은 도플러효과를 상위 개념으로 하고 소단원 별 중에서 스펙트럼과의 관계도 고려해 설명한다면 학습자의 이해에 도움이 될 것이다. 그러나 우주의 팽창은 우주론에 하나이므로 상위개념으로 제시하기에는 부적당하다.

따라서 우주론을 상위개념으로 우주 팽창과 우주의 기원을 설명하는 것이 바람직하다. 그리고 임계밀도는 낮은 채택비



<그림 25> 소단원 「우주의 팽창」의 교과서에 대한 개념도

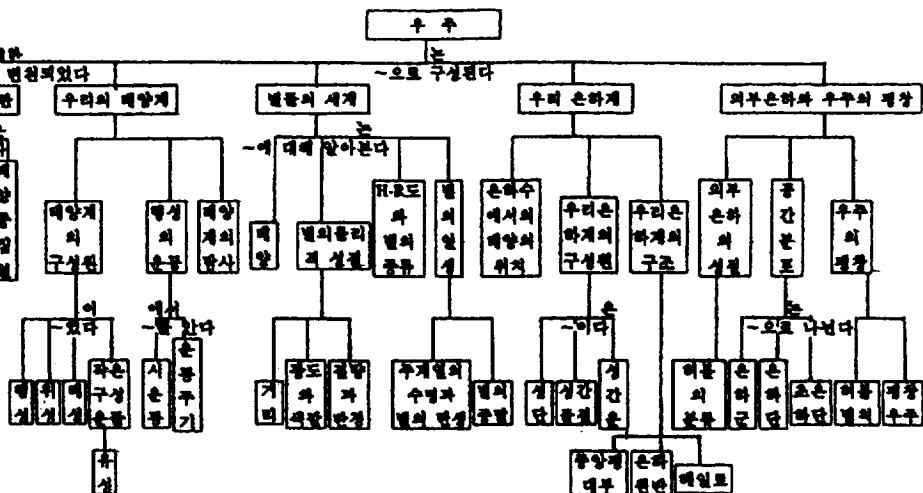


<그림 26> 소단원 「우주의 팽창」의 개선된 개념도

을(0.2)로 개념도에서 제외한다. 다음 그림은 이러한 결과를 바탕으로 개선된 개념도이다(그림 26).

6) 대단원 「Ⅲ. 우주」의 분석

「Ⅲ. 우주」 단원의 구성이 적절히 이루어졌는지를 알아보기



<그림 27> 대단원 및 중단원의 교과서에 의한 개념도

위하여 중단원 및 소단원의 단원명을 기초로 한 개념도를 작성하였다(그림 27).

소단원명을 기초로 대단원의 개념도를 그려보면 본 단원이 전개되어 갈 방향을 알 수 있다. 우주에 대해서 태양계, 별, 우리 은하, 외부 은하와 우주 순으로 기시적인 방향으로 학습 내용을 전개하고 있다. 교과서에 의한 개념도를 살펴보면 상위개념으로 중단원명이 지나치게 세분화되어 있으므로 필요 없고 중복될 소단원명은 제외해서 보다 구체적인 개념으로 정리하는 것이 필요하다. 우주관의 변천은 태양계에 대한 생각이므로 태양계의 하위 개념으로 우리 은하와 외부 은하는 은하를 상위 개념으로 각각 하위 개념으로 정리해서 내용체제를 전개하는 것이 바람직하다. 우주의 구조와 특징을 고려하여 우주의 단원이 전개될 방향을 제시하는 데 있어서 다음의 사항을 유의해야 한다. 교과서에 의한 개념도상에서 각각의 단원명이 개념을 이루도록 하였으며 각 단원명들이 위계에 맞는지와 학습자의 이해를 돕도록 체계적으로 구성되는지를 살펴본다. 본 단원의 학습 목표는 우주의 구성과 사실을 이해하기 위해 필요한 개념을 이해하는 것이다. 본 단원의 구성은 제 6차 교육과정에 따른 다음의 내용 체계를 따라 전개한다.(참고 : 표 「지구과학 I의 내용체계」)

지금까지 논의되고 분석된 결과를 바탕으로 대단원 및 중단원의 개선된 개념도를 제시하면 다음과 같다(그림 28).

2. 교과서에 의한 개념도와 개선된 개념도의 평가

본 연구에서는 교과서의 개념도와 개선된 개념도의 비교를 위하여 대학원생 2명과 현직교사 3명에게 Novak 이 제시한 다음의 기준 표를 사용하여 작성된 개념도가 어느 정도 개선

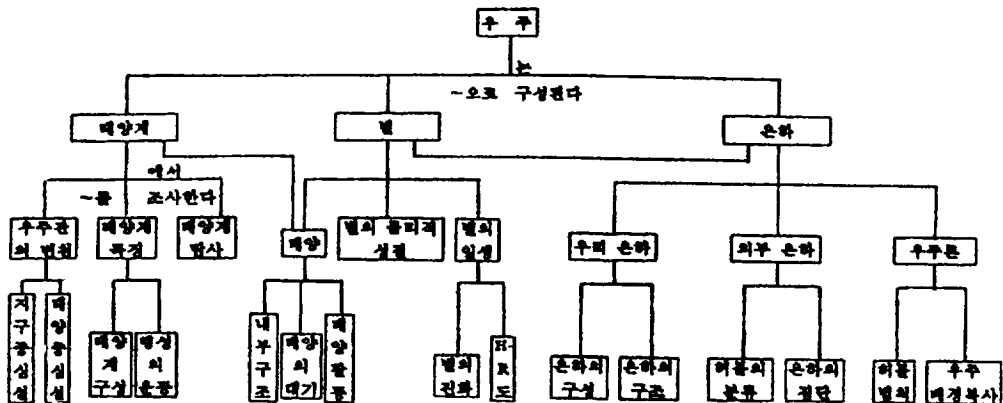
지구과학 I의 내용 체계

영역	내용	
지식	우주	우주관의 변천
		태양계의 특성
		태양계 탐사
		별의 종류
		별의 물리적 특성
탐구	관찰	별의 일생
		우리 은하
		외부 은하
		우주 팽창
	자료 해석	태양흑점
	별	
	행성의 운동	
	H-R도	

되었는지를 평가하게 하였다. 본 검사의 연구 결과 작성된 개념도가 개선되었다는 평가가 96%로 나타났으며 개선되지 않았다와 동일하다는 평가가 4%로 나타났으며 <표 1>~<표 5-1>에서 제시되었다. 또한 본 연구자가 작성한 개념도의 신뢰도를 조사하기 위하여 각 개념도에서 검사가 평가한 점수와 본 연구자가 평가한 점수를 비교하여 상호 일치도를 계산하였다. 그 결과 총 평균 상호 일치도 83.8%의 높은 신뢰도를 보이고 있다.

채점 기준

1. 연관 : 개념들의 연관 즉 개념들 사이의 관계를 서술하



<그림 28> 대단원 및 중단원의 교과서에 의한 개념도

- 는 명제가 타당하면 각 I점
 2. 위계관계 : 개념들의 위계적 관계 즉 하위 개념과 상위 개념의 관계가 타당하면 각 위계단계마다 5점

〈표 1〉 중단원 「1. 우주관의 변천」에 대한 평가 점수 비교

개념도	검사자						평균
	연구자	A	B	C	D	E	
그림 1	24	20	17	23	20	21	20.2
그림 2	43	41	38	31	43	41	38.8
점수차	19	21	21	8	23	20	18.6

〈표 1-1〉 작성된 개념도의 신뢰도 검사 (단위:백분율)

개념도	검사자						평균
	A	B	C	D	E		
그림 1	83.3	70.8	95.8	83.3	87.5	84.1	
그림 2	95.3	88.4	72.1	100	95.3	90.2	

〈표 2〉 중단원 「우리의 태양계」에 대한 평가 점수 비교

개념도	검사자						평균
	연구자	A	B	C	D	E	
그림 3	49	33	30	48	58	33	40.4
그림 4	69	43	64	59	84	50	60
점수차	20	10	26	11	16	17	16
그림 5	47	32	43	25	53	35	37.6
그림 6	57	50	64	39	72	47	54.4
점수차	10	18	21	14	19	12	16.8
그림 7	37	47	42	25	47	39	40
그림 8	58	60	40	37	64	45	49.2
점수차	21	13	-2	12	17	6	9.2

〈표 2-1〉 작성된 개념도의 신뢰도 검사 (단위:백분율)

개념도	검사자						평균
	A	B	C	D	E		
그림 3	67.3	61.2	97.9	84.5	67.3	75.6	
그림 4	47.9	92.8	85.5	82.1	72.5	76.2	
그림 5	68.1	91.5	53.2	88.7	74.5	75.2	
그림 6	87.7	89.1	68.4	79.2	82.5	81.4	
그림 7	88.1	88.1	67.6	78.7	94.9	83.5	
그림 8	96.7	68.9	63.8	90.6	77.6	79.5	

3. 교차연결 : 만일 한 개념의 위계관계와 다른 개념의 위계 관계를 맺는 교차연결이 타당하고 유의미하면 각 10점, 교차연결이 타당하지만 각 위계관계의 통합을 보이지 못하면 각 2점

4. 실례 : 실례로 보여주는 사건과 대상이 타당하면 각 I점

〈표 3〉 중단원 「별들의 세계」에 대한 점수 비교

개념도	검사자						평균
	연구자	A	B	C	D	E	
그림 9	44	44	45	32	45	44	42
그림 10	64	64	55	48	65	51	56.6
점수차	20	20	10	16	20	7	14.6
그림 11	62	41	36	31	57	36	40.2
그림 12	67	49	50	32	66	45	48.4
점수차	5	8	14	1	9	9	8.2
그림 13	40	40	29	27	49	30	35
그림 14	51	51	28	38	62	37	43.2
점수차	11	11	-1	11	13	7	8.2
그림 15	44	30	33	34	63	59	43.8
그림 16	63	54	56	55	91	91	69.4
점수차	19	24	23	21	28	32	25.6

〈표 1〉에서 〈표 5〉까지의 점수차는 개선된 개념도의 점수에서 교과서에 나타난 개념도 점수의 차이이다. A, B, C, D, E는 개선도를 평가한 검사자이다.

위의 표에 의하면 〈그림 2〉 태양 중심설의 개념도는 평균 18.6점 개선된 것으로 나타나고 있다. 태양 중심설의 경우 교과서에 나타난 개념도보다 상당히 개선된 것으로 보인다.

5명의 검사자는 〈그림 1〉은 24점, 그림 2는 43점으로 검사자 17~23점과 31~43점으로 차이를 보이고 있다. 그리하여 〈표 1〉에서 평가한 점수와 본 연구자의 평가 점수의 상호 일치도를 백분율로 산출하였다.

※ 상호일치도(%) = (검사자의 평가 점수 / 본 연구자의 평가점수) × 100

검사 결과는 〈표 1-1〉과 같으며 평균 84.1 90.2%의 신뢰도를 보이고 있다.

〈그림 4〉 태양계의 구성원과 크기의 개념도는 평균 16점, 〈그림 6〉 행성과 위성의 개념도는 평균 16.8점, 〈그림 8〉 행성의 운동의 개념도는 평균 9.2로 개선된 것으로 나타났다.

본 연구자와 검사자간 상호일치도는 〈표 2-1〉과 같으며 평균 75.2~83.5%의 신뢰도를 보이고 있다.

위의 표를 보면 <그림 10> 태양이라는 이름의 별에 대한 개념도는 평균 14.6점, <그림 12> 별들의 물리적 성질의 경우는 평균 8.2점, <그림 14> H-R도와 별의 종류도 평균 8.2점, <그림 16> 별의 일생이 평균 25.6으로 가장 많이 개선되었다. 그리고 연구자와 검사자간의 상호일치도는 다음과 같다.

<표 3-1> 작성된 개념도의 신뢰도 검사 (단위:백분율)

개념도	검사자					평균
	A	B	C	D	E	
그림 9	100	97.8	72.7	97.8	100	93.66
그림 10	100	85.9	75	98.7	79.7	87.86
그림 11	66.1	58.1	50	91.9	58.1	64.84
그림 12	73.1	74.6	47.8	98.5	67.2	72.24
그림 13	100	72.5	67.5	81.6	75	79.32
그림 14	100	54.9	74.5	82.3	56.1	73.56
그림 15	68.2	75	77.3	69.8	72.5	72.56
그림 16	85.7	88.9	87.3	69.2	69.2	80.06

<표 4> 중단원 「우리 은하계」에 대한 체점점수 비교

개념도	검사자					평균
	A	B	C	D	E	
그림 17	30	26	25	22	29	26
그림 18	32	32	29	23	28	28.4
점수차	2	6	4	1	-1	2
그림 19	24	24	29	22	29	26
그림 20	39	30	29	23	34	30
점수차	15	6	0	1	5	4

<표 4-1> 작성된 개념도의 신뢰도 검사 (단위:백분율)

개념도	검사자					평균
	A	B	C	D	E	
그림 17	86.7	83.3	73.3	96.7	93.3	86.66
그림 18	100	90.6	71.9	87.5	93.8	87.76
그림 19	100	82.8	91.7	82.8	92.3	89.92
그림 20	76.9	71.8	58.9	87.2	87.2	76.4

위의 표에 의하면 <그림 18> 우리 은하계의 구성원은 평균 24점, <그림 20> 우리 은하계의 구조는 평균 4점 개선된 것으로 나타나고 있다. 그리고 연구자와 검사자간의 상호일치도는 <표 4-1>과 같다.

<표 5> 중단원 「외부 은하와 우주의 팽창」에 대한 평가점수 비교

개념도	검사자					평균	
	A	B	C	D	E		
그림 21	44	44	40	39	44	37	40.8
그림 22	71	71	35	60	70	61	59.4
점수차	27	27	15	21	26	24	22.6
그림 23	28	28	25	23	48	29	30.6
그림 24	36	36	35	24	49	28	34.4
점수차	8	8	10	1	1	-1	3.8
그림 25	41	41	35	30	61	35	40.4
그림 26	43	43	37	35	61	40	43.2
점수차	2	2	2	5	0	5	2.8

<표 5-1> 작성된 개념도의 신뢰도 검사 (단위:백분율)

개념도	검사자					평균
	A	B	C	D	E	
그림 21	100	90.9	88.6	100	84.1	92.72
그림 22	100	49.3	84.5	98.6	85.9	83.66
그림 23	100	89.3	82.1	58.3	96.6	85.3
그림 24	100	97.2	66.7	75	80.6	83.9
그림 25	100	85.4	73.2	67.2	85.4	82.2
그림 26	100	86.0	81.4	70.5	93.0	86.18

<그림 22> 평균 22.6으로 상당히 개선되었으며 <그림 24>는 평균 3.8점, <그림 35>는 평균 2.8점 개선되었다. 그리고 연구자와 검사자간의 상호일치도는 <표 5-1>과 같다.

IV. 결론 및 제언

단원 「Ⅲ. 우주」의 제 6차 교육과정에 근거하여 개념도 작성의 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 「Ⅲ. 우주」 단원은 천문학과 천체 물리학사에 빛나는 업적과 법칙이 잘 소개되어 있으며 우주로 진출하려는 인간의 끝없는 노력이 산출한 다양하고 신비로운 개념들이 많은 단원이다. 따라서 학습자가 높은 관심과 지적 호기심을 충분히 불러일으킬 수 있으므로 인지구조에 맞는 개념도 구성, 그리고 개념 전개가 필요하다. 따라서 개념들 간의 연결이 잘 되도록 학습 개념과 관련 있는 실례를 찾아 학습자의 경험과 인식에 관련을 맺도록 해야 한다. 본 6차 교육과정에서는 이런 측면이 첨가되고 있으나 더욱

강화 되어야 한다.

2. 본 단원의 개념도 작성 결과 부분적으로 소단원명 및 위계 관계에 맞지 않게 위치하여 있으며 중복되는 개념을 갖는 소단원의 항목명 등이 위치해 있다. 학습자의 효과적인 이해를 돕도록 하기 위해서는 관련 있는 개념들이 중복되지 않도록 위계 관계에 맞게 배열하여야 하며 보다 효과적인 이해를 위해 필요 없는 소단원명은 제외하는 것이 필요하다.
3. 본 단원에서 주요 학습 내용을 고딕체로 강조하였으나 적절히 선택되어 있지 않다. 단원 학습 목표에 맞고 학습자의 이해에 도움이 되는 적절한 학습요소들만이 고딕체로 강조되어야 한다. 5종의 교과서에서 추출한 주요 개념을 조사해 채택 비율이 0.5미만인 개념들과 교육과정의 학습 목표에 어긋나는 개념, 학습자의 인지수준에 적합하지 않은 주요 학습 요소는 교과서에서 제외하거나 고딕체로 표시하지 않는 것이 바람직하다.
4. 본 단원과 연관성이 있는 개념을 가진 단원을 조사한 결과 공통 과학과 물리 교과로 나타났으며 이들 간의 연관성을 파악하여 개념도를 작성하였다. 따라서 학습 지도안의 작성시 반드시 이들 개념간의 관계를 분석하여 작성하는 것이 학습자의 유의미 학습에 도움이 될 것이다. 학습시에 학습자가 이런 선개념을 인지하고 있는지 알아보고 이런 개념을 연결시키는 것이 필요하다.
5. 중단원 「우주관의 변천」은 지구중심설과 태양중심설에 대한 천문학사의 기본 배경이 중요하게 다루어지고 있다. 과학사에 대한 개념이 강조되어 과학의 발달 과정, 과학과 사회와의 상호 작용 등을 바르게 이해할 수 있도록 하는 것이 STS를 지향하는 제 6차 교육과정의 요구를 수용하는 것이다. 또한 본 단원의 이해를 위해서는 일주운동에 대한 학습자의 선행지식이 필요하여 이심, 이심원, 연주시차에 대한 개념은 주요 학습 요소에서 제외되는 것이 바람직하다.
6. 중단원 「우리의 태양계」중 「태양계의 구성원과 크기」에서 학습자가 태양계 행성들이 규칙적으로 배열한다는 개념을 가지도록 개념도를 작성하는 것이 필요하다. 이것은 행성들이 동시에 형성되었다는 태양계 기원에 대한 개념으로 확장될 수 있다. 이와 같이 개념도의 작성은 하나의 개념에서 또 다른 개념으로 전이되는 만큼 인지구조의 확장에 도움이 되므로 교과서 구성이 효율적이 된다.
7. 중단원 「별들의 세계」에서 태양의 표면 관찰은 탐구 활동으로 제시되고 있는데 이에 따른 개념도 작성시 학습자가 볼 수 있고 접할 수 있는 모든 내용을 위계적으로 배열하여 관찰 활동을 통한 학습 내용의 구체화를 하는 것이 바

람직하다. 흑점의 관찰로 오로라, 태양풍 등 실생활에서 자주 들 수 있던 내용들을 추상적인 개념으로 그치지 않고 구체화되도록 개념간의 체계적인 배열이 필요하다.

8. 중단원 「별들의 세계」중 소단원 「별의 일생」에서 별의 구조에 따른 진화 과정을 개념도의 경우와 같이 단계적으로 분석하고 설명되어야 한다. 특히 별의 진화 중에서 마지막 단계인 행성상 성운, 중성자별, 블랙홀 등에 대한 개념은 학습자 등의 관심이 높는데 비해 교과서에서 체계적인 개념 설명이 부족한 것으로 지적된다.
9. 교과 내용의 수직적 측면만 강조되어 개념사이의 연계성을 고려한 수평적 측면의 연계성이 많이 강조되지 않았다. 중단원 「우리 은하계」에서도 우리 은하의 구성에서 별, 성운, 성단에 대한 개별적인 설명만 강조하여 새 개념간의 연관성이 부족하다. 앞으로 개념사이의 수평적 측면에 대한 연계성의 연구가 계속되어야 할 것이다.
10. 본 단원은 별과 우주의 탐사에 관한 개념이 많으므로 학습자에게 그림이나 사진자료를 제시하는 것이 내용을 구체적으로 인지하게 해준다. 따라서 교과서의 그림은 보다 구체적이고 정확한 묘사가 필요하며 다양한 사진 자료의 제시도 요구된다.

V. 요약

개념도는 학습내용에서 주요 개념들을 추출하여 위계적으로 배열하고 그 관계를 나타낸 것이다. 1995년 개정된 제 6차 교육과정에서 고등학교 지구과학 검정정 교과서 10종 중 5종의 내용을 분석하고 1종을 선택하여 개념도를 작성하였다. 「Ⅲ. 우주」단원은 지구 밖의 환경을 다루며 별과 우주에 대한 새로운 개념들이 다양하게 제시되며 천문학의 최근 연구들이 소개된다. 교과서에 있는 내용을 Novak의 방법에 의한 개념도를 작성하여 교과서에 있는 개념 중 학습자의 수준에서 개념을 획득하기 위하여 보충되어야 할 개념을 찾고 문제점을 작성하였고 이를 근거로 개선된 개념도를 작성하였다. 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 보다 효과적인 이해를 위해 필요없는 소단원명은 제외하고 내용 전개상 관련있는 개념들 간의 연관성을 살린 재배열이 필요하다. 둘째, 상위 개념과 하위 개념의 체계적인 전개가 요구된다. 셋째, 개념들의 학습이 잘 되도록 학습 개념과 관련있는 실례를 찾아 학습자의 경험과 인식에 관련을 맺도록 해야 한다.

참고문헌

곽향란(1991). "중학생 생물 교수 전략으로서의 개념도 적용", 서울대학교 대학원 석사학위논문 (미간행).

교육부(1995). 고등학교 과학과 교육과정 해설, 서울 : 대한교과서 주식회사.

김미옥(1994). 제 5차 교육과정에 의한 고등학교 생물교과서의 개념도에 의한 분석, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문(미간행).

김혜원(1993). 고등학교 「생물」교과서의 개념도에 의한 분석, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문(미간행).

문지원(1988). 초 중 고등학교 지구과학 학습내용 및 실험의 연계성 고찰, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문 (미간행).

박승재(1991). 과학교육 pp.221-236 : 교육과학사

박영삼(1990). 중학생의 물질의 특성에 관한 개념 형성의 연구

구성정희(1995). 중학교 생물 교과서의 성취도 평가도구로서의 개념도의 적용

윤승규(1986). 개념 학습에 모형 개발 적용에 관한 연구, 고려대학교 석사학위논문

이원식, 유경로, 신화명, 안희주, 정해문(1984). "중,고등학교의 과학교육 개선과 과학영재 교육 방안에 관한 연구", 서울대학교교육논총 9(1):89.

정완호(1993). 고등학교 물리, 화학, 생물, 지구과학 I, II 교과서의 구성방향 및 체제, 과학 교육 3월호 pp.41-52.

조선진(1993). 초 중 고등학교 지구과학 학습내용의 연계성 고찰, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문(미간행).

채재숙(1983). 개념 강화 활동을 통한 초등과학 학습의 효율성에 관한 연구

Ausbet, David P., Novak, J. D. and Hanesian, H.(1978). *Educational Psychology:A Cognitive View*, 2nd ed. New York : Holt, Rinehart and Winston

Cardemone, Peter F.(1975). "Concept Mapping: A Technique of Analyzing a Discipline and its Use in a Portion of College Level Mathematics Skills Course," Master's thesis, Cornell University

Gurley, Laine L.(1982). "Use of Gowin's Vee and Concept Mapping Strategies to Teach Responsibility for Learning in High School Biology Science," PhD thesis, Cornell University

Kinigstein, June B.(1981). "A Conceptual Approach to Planning and Environmental Education Curriculum," Master's thesis, Cornell University.

Moreia, Marco A.(1977). "An Ausubelian Approach to Physics Instruction: An Experiment in an Introductory College Course in Electromagnetism," Phd thesis, Cornell University.

Novak, J. D., & Gowin, D.B.(1984). *Learning how to learn* : Cambridge University Press.

Stewart, J., Kirt., V. & Rowell, R.(1979). "Concept Maps : A Tool for Use in Biology Teaching," *The American Biology Teacher*, 41(3),171-175.

(ABSTRACT)

Concept Mapping Based on Chapter 「Ⅲ. Universe」 of High School Earth Science Textbook

Kim Hyeon Been · Yoo Kye Hwa
(Ewha Womans University)

The concept map is the diagram of two dimensions which hierachically arrays main concepts from those of the textbook and shows their relations. The research analyzed five of the ten high school earthscience textbooks approved by the Minister of Education according to the 6th reformed curriculum in 1995, one of which this research chose to make out the concept maps. The chapter [Ⅲ. the Universe] contains the outer space of the earth presents new concepts about the stars and the universe and introduces the latest research in astronomy. This study changed textbook contents into Novak's concept map, searched for concepts requiring complement for learners in oder to obtain concepts from those of the textbook and pointed out problems on the basis of that result still better concept map is set up. We have the following conclusions. First, it is necessary to rule out unnecessary small units so as to make more effective understanding and to rearrange the units to have relation to contents. Second, the higher concept and lower concept need to be rearranged systematically in making an array of textbook contents. Third, the concept should have something to do with learners' experiences and consciousness by showing learners the real examples relevant to the concept for the link between them.