

지식내용, 사회문제, 개인흥미 중심의 통합과학교육 접근법을 적용한 ‘에너지’ 주제의 교수·학습 전략 모색(I)

이미혜¹ · 손연아² · Francis M. Pottenger III³ · 최돈형²

¹(불곡고등학교) · ²(Korean Educational Development Institute) · ³(University of Hawaii)

Three Strategies for Integrated Science Teaching of “Energy” Applying Knowledge, Social Problem, and Individual Interest Centered Approaches

Mi-Hye Lee¹ · Yeon-A Son² · Francis M. Pottenger III³
· Don-Hyung Choi²

¹(Bulguk High School) · ²(Korean Educational Development Institute) ·
³(University of Hawaii)

ABSTRACT

Integrated science for high school is required in the present Korean National Sixth Curriculum and the Seventh Curriculum which will be effective in 2002. Currently, most science teachers in secondary school have concerns about teaching integrated science subjects and this continues to raise a significant problem for practical implementation of integrated science education in schools. In this paper, we discuss two reasons for these concerns that our analysis revealed: 1) Science teachers do not understand how to implement integrated science education and 2) there are insufficient teaching-learning materials supporting integrated science.

Three different approaches to integration that have been suggested to overcome the problem of implementation are outlined here. They are the knowledge centered, social problem centered, and individual interest centered approaches.

Reported here are the first two steps we undertook in preparation for testing the relative effectiveness of these approaches. First, we analyzed the content of the Korean Sixth and Seventh National Science Curricula, seven Korean integrated science text books, the American National Science Education Standards, and the American Association for the Advancement of Science Benchmarks looking for common themes. We identified in the analyzed materials the common themes: energy conservation, energy transformation, energy transport, energy degradation. We then used their energy related content to organize sets of concept structures, one set for each of the three

approaches. These concept structures will provide the foundations for the development of integrated teaching-learning energy plans to be used in our research into the effectiveness of the approaches.

Key word : integrated science education (ISE), the knowledge centered ISE, the social problem centered ISE, the individual interest centered ISE, energy conservation, energy transformation, energy transport, energy degradation

I. 서 론

우리나라 제6차 교육과정지침에는 중등학교 과학교과를 '통합과학' 교과로 지도, 학습하도록 명시(교육부, 1995)하고 있다. 특히, 2000년부터 점차적으로 적용되는 제7차 교육과정에서는 국민공통기본교육과정을 표방하면서 고등학교에서 「과학」교과의 통합적 운영을 더욱 강조하고 있다(교육부, 1997). 이와 같이 제6, 7차 교육과정에서 공통적으로 통합과학교육을 강조하고 있음에도 불구하고, 여전히 고등학교 과학교사 중 많은 수가 통합과학교과의 지도에 대한 어려움을 겪고 있어 고등학교 「공통과학」교과는 과학교육과정에서 명시한 지침과는 달리 실제 학교현장에서 분과적 수업운영으로 이루어지고 있는 실정이다(이학동 등, 1996).

이와 관련하여 손연아와 이학동(1999)은 상기 문제점의 원인으로 첫째, 실제 수업에서 통합교육을 담당해야 하는 과학교사가 통합과학교육의 방향을 제대로 인식하지 못하고 있다는 점과 둘째, 교사가 실제 수업에 활용할 수 있는 다양한 통합과학 교수-학습자료를 충분히 마련해 주지 못했다는 점을 들어 강조한 바 있다.

이러한 문제점을 해결하는 방안의 하나로 본 논문에서는, 일선교사에게 통합과학교육에 관한 이론적 방향과 실제적 교수-학습 방안을 연계성 있게 제시하여 교사들이 통합과학교육에 관한 이론과 실재를 명확하게 관련지어 이해할 수 있도록 함과 동시에 본 연구에서 개발한 통합과학 교수-학습자료를 교사가 실제 「공통과학」수업에 활용할 수 있도록 제시하려고 한다. 이를 위해 통합과학교육 방향에 대한 이론적 근거는 손연아와 이학동(1999)의 연구논문, 「통합과학교육의 방향 설정을 위한 이론적 고찰」에서 찾

려고 한다.

이상에서 언급한 연구 방향에 따라 본 논문(지식내용, 사회문제, 개인흥미 중심의 통합과학교육 접근법을 적용한, '에너지' 주제의 교수·학습 전략 모색 (I))과 후속 논문(지식내용, 사회문제, 개인흥미 중심의 통합과학교육의 접근법을 적용한 '에너지' 주제의 교수·학습 모듈 개발(II))에서는 고등학교 「공통과학」교과의 내용 중 특히 통합과학적 성격이 두드러진 것으로 명시(교육부 1995)되어 있는 '에너지' 단원을 대상으로 하여 통합적 내용 요소를 추출하고 교수·학습 전략을 모색하여 이를 바탕으로 통합과학적 교수-학습 모듈을 개발하려고 한다.

이에 대한 연구 결과는 다음과 같은 순서로 제시하고자 한다.

(1) '에너지' 단원의 교수·학습을 위한 통합적 개념도를 구성하는데 기초로 삼기 위하여 '에너지' 단원의 통합적 내용 요소를 추출한다.

(2) '에너지' 단원의 통합적 교수-학습 모듈을 개발하는데 기초로 삼기 위하여 '에너지' 단원의 통합적 교수·학습 전략을 모색한다.

(3) 일선 학교 통합과학교사가 실제 수업에 적용할 수 있도록 하기 위하여 '에너지' 단원의 통합적 교수-학습 모듈을 개발한다.

지면상, 이번 논문에서는 위의 (1), (2)에 관한 연구 결과만을 정리했고 그 다음 (3)에 관해서는 후속 논문으로 순차적으로 정리하려고 한다

II. 이론적 배경

손연아와 이학동 (1999)은 통합과학교육의 방향을 3가지로 모색하였는데 통합과학교육의 방향은 '과학을 무엇으로 보는가'에 대한 과학의 본성, '교육의 핵

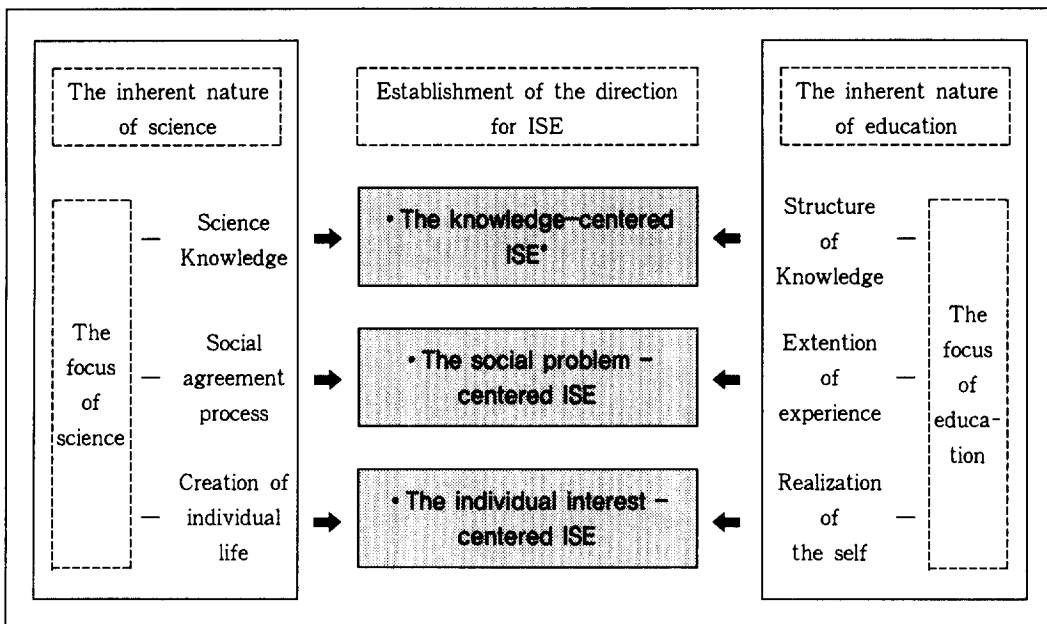
심을 무엇으로 보는가'에 대한 교육의 본성에 의하여 달라진다고 하였다. 즉, 통합과학교육의 방향을 과학의 본성 면에서 고찰하면 첫째, 과학의 본성을 과학 지식으로 보는 전통적인 견해에 기초한 지식내용중심의 통합과학교육 (The knowledge-centered ISE)의 방향 둘째, 과학의 본성을 확대시켜 사회적 합의로 보는 현대적인 견해에 기초한 사회문제중심의 통합과학교육 (The social problem-centered ISE)의 방향 셋째, 과학의 본성을 인간이 자신의 삶을 창조하고 자아실현을 하는 관점에서 설명하는 현대적인 견해에 기초한 개인흥미중심의 통합과학교육 (The individual interest-centered ISE)의 3가지 방향으로 설정할 수 있다.

다음으로 교육의 본성 면에서 통합과학교육의 방향을 살펴보면, 경험중심교육의 관점에서 교육과정 통합의 초점은 교육내용간의 논리적 통합에 있는 것이 아니라, 사회문제해결과정 즉 경험의 통합과정을 용이하게 해주는 방법적 측면에 있다. 이는 앞에서 언

급한 3가지 통합의 방향 중 사회문제중심 통합과학교육의 이론적 기초가 되는 것으로 보았다. 그리고 학문중심교육의 관점에서 교육과정통합의 초점을 교육내용간의 논리적 통합으로 보았다. 이러한 관점에서 이는 과학의 본성에서 모색한 통합의 방향 중 지식내용중심 통합과학교육의 이론적 기초가 되는 것으로 보았다. 인간중심교육의 관점에서, 교육과정통합의 초점은 개인이 가진 잠재력을 신장시켜 자아실현인을 양성하는데 있다고 보았다. 이러한 관점에서 이는 과학의 본성 면에서 모색한 통합의 방향 중 개인흥미중심 통합과학교육의 이론적 기초가 된다고 보았다. 이상의 이론적 관점에 근거하여 통합과학교육의 3가지 방향을 설정한 것은 다음의 <Fig. 1>에 나타나 있다 (손연아와 이학동, 1999).

III. 연구의 내용 및 방법

본 논문은 연구의 목적에 비추어 통합과학교육과



*ISE : Integrated Science Education

Fig. 1. Establishment of the direction for ISE

관련된 국내·외의 교육과정, 주요 단행본, 교과서, 연구 보고서 및 논문, 전문지에 수록된 자료를 수집하고 이를 연구내용에서 제시한 관점에 따라 분류·분석하였다. 이를 바탕으로 에너지 관련 내용 요소를 추출하여 통합과학적 교수·학습 전략을 모색하였다. 본 논문의 연구 내용을 종합하여 도식화하면 다음 (Fig. 2)와 같다.

여기서는 첫째, 우리나라 제6, 7차 과학교육과정내 에너지 관련 내용 분석 둘째, 「공통과학」 7종 교과서내 에너지 관련 내용 분석 셋째, NSES와 Benchmarks 과학교육과정내 에너지 관련 내용을 분석하고, 이러한 분석결과를 다음 장에서 '에너지' 관련 내용의 통합과학적 교수·학습 전략을 모색하는데 적용하려고 한다.

IV. '에너지' 단원의 통합적 내용 요소 추출

1. 우리 나라 제6, 7차 과학교육과정내 에너지 관련 내용 분석

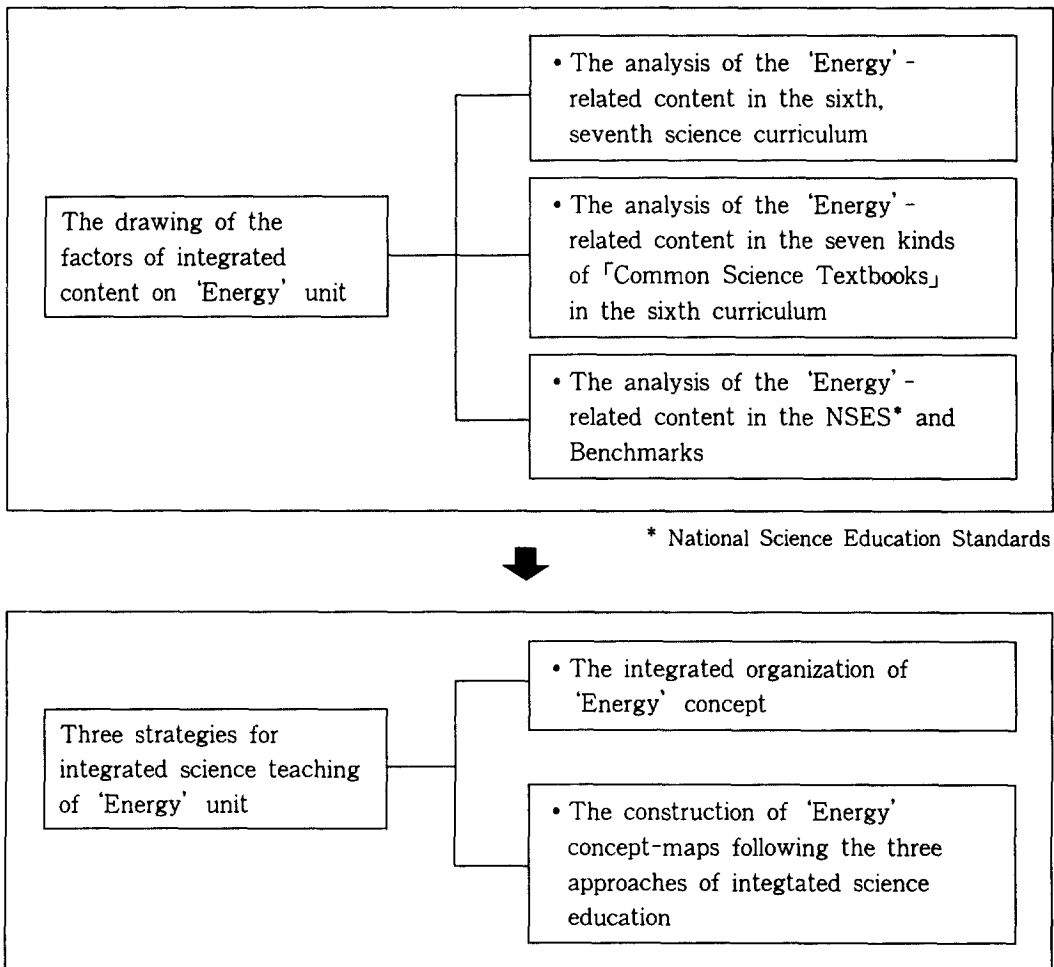


Fig. 2. Contents of Research

제6차와 7차 과학교육과정에 제시된 '에너지' 관련 내용을 분석해보면, 초등학교, 중학교 수준에서는 공통적으로 일과 에너지 부분을 강조하고 있다. 이에 대한 구체적인 내용을 살펴본 결과 양 교육과정 공히 에너지 전환, 보존 내용을 강조하고 있어 양 교육과정 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 고등학교 수준에서는 앞에서 언급한 바와 같이 제6차 과학교육과정에서는 열, 태양, 전기, 화학, 생물에너지를 포함하고 있고 최종적으로는 에너지의 흐름과 보존의 내용으로 종합하면서 에너지 전환과 보존에 관한 조사, 관찰, 실험 등의 탐구활동을 할 수 있게 함으로써 에너지 원천이 태양에너지임을 알고 에너지 전환과 보존을 이해하게 함은 물론 실생활에서 에너지를 슬기롭게 활용하고 아껴 쓰려는 태도를 기를 수 있도록 구성하였다. 그러나 제7차 과학교육과정에서

는 6차 과학교육과정에서 강조하는 내용과는 달리 에너지 단원에서 힘과 에너지, 전기에너지, 파동에너지, 에너지 전환을, 생명단원에서 물질대사와 에너지의 흐름을, 물질단원에서 화학반응 정도로 나타나 있다. 특히, 제 7차 교육과정의 중요한 특징중의 하나로 국민공통기본교육과정을 들 수 있는데 여기서는 초등학교 수준에서 고등학교 수준까지의 종적으로 연계된 통합적 학습이 중요한 관건이 된다. 따라서 본 논문에서는 이상에서 분석한 초등학교에서 고등학교까지 '에너지' 관련 내용들을 모두 포함할 수 있는 대표적인 '에너지' 관련 개념을 추출하는 것에 초점을 두었다. 이러한 견지에서 제6차와 7차 과학교육과정에 제시된 '에너지' 관련 내용을 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

단계	6차 과학교육과정	7차 과학교육과정
초등학교	<ul style="list-style-type: none"> 에너지의 종류 에너지의 전환 에너지 자원 및 절약 	<ul style="list-style-type: none"> 바람, 높은 곳의 물체, 열, 전기의 일 에너지 전환의 예
중학교	<ul style="list-style-type: none"> 전기에너지와 그 이용 일과 에너지 <ul style="list-style-type: none"> 역학적에너지의 보존(위치에너지와 운동에너지) 에너지 전환 에너지 이용 	<ul style="list-style-type: none"> 상태변화와 에너지(상태변화와 열에너지와의 관련) 일과 에너지 <ul style="list-style-type: none"> 일과 역학적 에너지와의 관계 중력장에서의 운동, 위치에너지, 운동에너지 역학적 에너지의 보존 (위치에너지와 운동에너지의 상호전환 관계) 전기 에너지 → 열에너지로의 전환
고등학교	<ul style="list-style-type: none"> 열에너지 <ol style="list-style-type: none"> 온도와 열의 관계 비열, 열용량-열현상의 정량적 표현 온도, 열 개념-에너지 절약태도 가짐 태양에너지 <ol style="list-style-type: none"> 태양에너지-지구 모든 에너지의 원천 <ul style="list-style-type: none"> 태양에너지를 효과적으로 활용하는 태도 태양에너지 전환과 지구복사평형 태양에너지 이용의 예 전기에너지 <ol style="list-style-type: none"> 여러 발전방식 이해 송전과정, 송전시 송압 이유 전기의 안전한 사용, 전기절약태도 화학에너지 <ol style="list-style-type: none"> 화학에너지 종류와 특징 전지의 올바른 사용, 폐전지 수거를 통한 오염 방지 생물에너지 <ol style="list-style-type: none"> 에너지와 생물과의 관계추론 (식물과 태양에너지와의 관계, 사람의 활동에 따른 대사량) 에너지를 얻는 섭식활동과 에너지를 사용하는 운동사이의 적절성 에너지 흐름과 보존 <ol style="list-style-type: none"> 생태계에서 먹이 연쇄에 따른 에너지흐름 및 전환 에너지 흐름의 방향성 생태계내에서 에너지 흐름을 비정상적으로 변화시키지 않으려는 생활 태도 	<ul style="list-style-type: none"> <에너지> <ul style="list-style-type: none"> 힘과 에너지 <ol style="list-style-type: none"> 여러 종류의 힘, 운동법칙 충돌시 운동하고 있는 물체의 물리량 변화 전기에너지 <ol style="list-style-type: none"> 전류의 작용 - 전기에너지의 이용 전자기 유도현상 및 이용의 예 조사 파동에너지 <ol style="list-style-type: none"> 파동의 종류 및 이용의 예 파동의 에너지 - 파동의 전파와 에너지의 관계 에너지 전환 <ol style="list-style-type: none"> 여러가지 에너지의 전환 에너지 흐름과 보존 <물질> <ol style="list-style-type: none"> 화학반응 열 에너지 <생명> <ol style="list-style-type: none"> 물질대사와 에너지 흐름

2 「공통과학」7종 교과서내 에너지 관련 내용 분석

제6차 과학교육과정에 의해 편재된 공통과학 교과서속의 에너지 관련 내용을 분석하면 다음과 같다. 분석 대상의 교과서는 모두 7종으로 교과서명을 그대로 사용하지 않고 연구자가 무작위로 정하여 A-G로 표시하였다. 그리고 이들 교과서내의 에너지 단원에서 단원명과 개념요소를 추출하였다.

A, B, E, F 교과서는 에너지라는 대단원하에 6개의 중단원으로 구성되어 있었는데 이는 열에너지, 태양에너지, 전기에너지, 화학에너지, 생물에너지, 에너지의 흐름과 보존으로 분과적 성격이 단원명속에 나타나고 있었다. 각각의 중단원 내용을 살펴보면 열에너지에서는 온도, 열, 열량, 열평형 상태, 열의 이동, 열용량, 비열의 내용을 포함하고 있고 태양에너지에서는 태양상수, 복사평형, 반사율, 에너지 수지, 지구복사, 단파복사, 장파복사의 내용을 포함하고 있으며 전기에너지에서는 발전, 송전, 승압, 전력, 전력량의 내용을 포함하고 있었다. 화학에너지에서는 화학전지, 1차전지, 2차전지, 산화와 환원, 분극현상, 여러 전지의 종류와 이용에 대한 내용을 포함하고 있으며 생물에너지에서는 광합성과 환경요인, 호흡, 에너지 대사, 생물에 있어 에너지전환의 내용을, 에너지의 흐름과 보존에서는 생태계, 에너지 흐름, 에너지 보존, 에너지 효율, 에너지 전환, 생태피라미드, 물질순환의 내용을 포함하고 있었다.

A, B, E, F 교과서와는 다르게 C교과서는 에너지라는 대단원하에 3개의 중단원으로 구성되어 있었는데 단원명도 에너지의 원천-태양, 에너지의 여행, 편리한 전기로 분과적 성격보다는 통합적 성격이 단원명속에 나타나고 있었다. 에너지의 원천-태양에서는 열용량, 비열, 생체가스, 흑체복사, 에너지평형, 에너지 불균등현상이 포함되어 있고 에너지의 여행에서는 광합성, 호흡, 연소, 생태계, 에너지 흐름, 에너지 보존, 에너지 효율, 물질의 순환, 영양단계의 내용이 포함되어 있었다. 편리한 전기에서는 발전, 1차전지, 2차전지, 송전, 승압, 전지의 원리, 전지의 종류, 열병합 발전소가 포함되어 있다.

C교과서와 동일하게 3개의 중단원으로 구성되어 있

는 G교과서는 열, 여러 가지 에너지, 에너지의 흐름과 보존으로 A, B, E, F교과서의 6개 중단원 중 열에너지, 에너지의 흐름과 보존 단원을 제외한 4개의 중단원을 여러 가지 에너지 단원속으로 포함시키고 있었다. 열에서는 온도, 열, 열의 이동, 열평형 상태, 비열, 열량, 열용량, 열량보존의 법칙이 포함되어 있고 여러 가지 에너지에서는 태양에너지, 전기에너지, 화학에너지, 생물에너지의 내용이 에너지 흐름과 보존에서는 생태계, 에너지피라미드, 에너지 효율, 에너지 전환과 방향성, 에너지 보존과 에너지 문제의 내용이 포함되어 있었다.

D교과서는 중단원명이 의문형으로 제시되어 있는 점을 제외하고는 6개로 나눈 단원명의 내용이나 그 속에 포함되어 있는 개념요소들은 A, B, E, F교과서의 것과 거의 동일했다.

7종 공통과학 교과서의 내용을 분석한 결과 비록 각 교과서마다 구성방법과 내용요소에 있어 약간의 차이는 있었지만 전체적인 면에서 에너지에 관한 내용은 에너지 전환, 에너지 보존, 에너지 효율, 에너지 흐름으로 집약될 수 있었다. 또한 7종 공통과학 교과서에 공통적으로 포함되어 있는 에너지의 형태는 태양 에너지, 생물에너지, 화학 에너지, 전기 에너지, 역학적 에너지, 열 에너지로 분석되었다. 이는 본 논문 'V. 에너지 단원의 통합과학적 교수·학습 전략에서 1. 에너지 개념의 통합적 구조'에 관한 방향을 제시해 주고 있다.

3. NSES와 Benchmarks 과학교육과정 기준내 에너지 관련 내용 분석

본 논문에서는 NSES(1996)와 Benchmarks(1993) 교육과정 기준서에서 '에너지' 관련 과학 내용만을 추출해서 분석하였다. 분석의 기준은 내용 중심의 교육과정 지침인 Benchmarks에서 설정(에너지 전환, 물질과 에너지 흐름, 에너지원과 그 사용)하고 이를 중심으로 NSES의 내용을 추출하여 비교 분석하였다. 먼저 에너지 전환 주제에 관하여 살펴보면, Benchmarks의 K-2에서는 에너지의 의미, 자원절약 태도 등을 강조하는 것으로 나타났고, 3-5에서는 열의

발생 및 차단·보존, 열평형을 다루는 것으로 분석되었다. 한편 NSES의 K-5에서는 에너지를 이해하기 위하여 빛, 열, 소리, 전기, 자기, 물체의 운동 내용을 다루고 있는 것으로 나타났다. 이것으로 에너지 전환 주제에 관하여는 양 교육과정 기준에서 공히 생활주변에서 에너지를 이해하는 측면을 강조하는 것으로 생각된다. 또한 Benchmarks의 6-12에서는 에너지 전환, 보존측면을 다루고 있고 더 나아가 핵과 생물에게까지 에너지 개념을 확대하여 통합적인 견지에서 에너지를 이해할 수 있도록 하였다. 이 수준에서 NSES에서는 에너지와 물질의 특성, 에너지 이동과 그 결과에 대하여 강조하여 다루고 있는 것으로 나타났다.

다음 물질과 에너지 흐름 주제에 관하여는 Benchmarks, K-8에서는 먹이사슬, 자연과 인간생활에서의 재순환, 물질의 순환, 먹이연쇄에 따른 에너지의 흐름, 에너지 전환의 내용을 다루고 있었고, 이 수준에서 NSES에서는 관련내용이 없는 것으로 나타났다. 또

한 이 주제에 관하여 Benchmarks의 9-12에서는 생물계에서 물질의 보존을 에너지 흐름과 연결시키는 측면과 인간이 생태계에 미치는 영향에 관한 내용까지도 심화시켜 다루고 있었다.

마지막으로 에너지원과 그 사용 주제에 관하여는 특히 Benchmarks에서만 다루고 있는 것으로 나타났다. 그 내용을 구체적으로 살펴보면, K-5에서는 에너지와 관련된 현상에 친숙함을 갖는 것, 자원고갈·경비절감을 위하여 대체 에너지가 필요하다는 것을 강조하고 있었다. 또한 6-8에서는 에너지 전환과정을 이해하는 것을 강조하고 있고, 9-12에서는 더욱 심화된 내용으로서 광범위한 대체에너지 자원과 기술을 탐색하는 것과 에너지 자원의 보존과 관리 정책을 제안하는 면을 강조하고 있다. 분석 내용을 구체적으로 정리한 것은 다음과 같다. 이러한 분석 결과는 역시 본 논문에서 '에너지' 개념을 통합적으로 구조화하기 위한 바탕이 된다.

주제	단계	Benchmarks	NSES
에너지 전환	K-2	· 에너지의 의미(기운이 얼마나 많은가의 정도) · 자원절약 태도(불필요한 전기기구를 끄는 것)	· 빛, 열, 소리, 전기, 자기, 물체의 운동을 통한 에너지의 이해
	3-5	· 열의 발생 및 차단, 보존 · 열평형	
	6-8	· 에너지 전환 · 에너지 보존	· 물질의 특성과 에너지, 에너지의 이동
	9-12	· 핵과 생물체에까지 에너지 개념 확대(원자의 배열상태 변화-에너지 흡수/방출)	· 에너지 보존 · 에너지 이동결과 - 무질서 증가(에너지가 균일하게 퍼지는 것)
물질과 에너지 흐름	K-2	· 먹이사슬 · 자연과 인간생활에서의 재순환	·
	3-5	· 물질의 순환(생성이나 소멸 없음)	
	6-8	· 생태계 통한 물질의 흐름 · 먹이연쇄에 따른 에너지 흐름 · 에너지 전환(광합성 - 화학E)	· 에너지와 물질의 상호작용-물질과 상호 작용할 때 에너지 이동가능 · 생태계 유지와 에너지 · 생물계 조직구성의 복잡성 → 물질과 에너지의 방출, 이동, 변형, 수용을 요구 · 생물계내 군집의 번성 → 물질과 에너지의 이용도 및 재순환 시키는 능력에 달려있음
	9-12	· 생물계에서 물질의 보존과 에너지 흐름 · 인간이 생태계에 미친 영향	
에너지 원과 그 사용	K-2	· 에너지와 관련된 특이한 현상	·
	3-5	· 에너지 자원 · 자원고갈, 경비절감을 위한 대체 에너지 개발 노력	
	6-8	· 에너지 전환기계 → 에너지 전환과정 이해 · 기계에 대한 보완 경험 → 자연법칙을 이해하는 준비성	·
	9-12	· 고품질 에너지 자원 · 광범위한 대체에너지 자원과 기술탐색 · 에너지 자원의 보존과 관리정책 제안(경제적 방향과 사회적 가치의 상호 절충 고려)	

V. '에너지' 단원의 통합과학적 교수·학습 전략

본 장에서는 본 논문의 후속 연구(제목 : 지식내용, 사회문제, 개인흥미 중심의 통합과학교육 접근법을 적용한, '에너지' 주제의 교수·학습 방안 II)에서 '에너지' 단원의 통합과학적 교수·학습 방안을 모색하는데 활용하기 위한 '에너지' 단원의 통합적 교수·학습 개념 구조도(Fig. 3)를 작성하였다. 이러한 구조도를 바탕으로 하여 통합과학교육의 3가지 방향별 교수·학습 전략을 모색하였다.

1. '에너지' 개념의 통합적 구조

IV. '에너지' 단원의 통합적 내용 요소 추출에서는 첫째, 제6, 7차 과학교육과정내 에너지 관련 내용 분석 둘째, 「공통과학」7종 교과서내 에너지 관련 내용 분석 셋째, NSES와 Benchmarks 과학교육과정내 에너지 관련 내용을 분석하였다. 이러한 분석 내용을 종합한 결과 '에너지' 개념을 전체적으로 이해하기 위하여는, i. 에너지 보존, ii. 에너지 전환, iii. 에너지 흐름, iv. 에너지 감성의 개념을 연관지어 통합적으로 파악하여야 하는 것으로 생각하였는데 이러한 관점에 따른 에너지 내용의 분류는 Fensham et al.(1994)의 저서에서도 찾아볼 수 있다. 에너지 보존(conservation)은 닫힌 계 내에서 에너지의 전체양은 변하지 않는다는 것으로 새로 생성되거나 소멸되지 않으며 단지 형태만 바뀔 뿐이라는 것이고, 에너지 전환(transformation)이란 에너지 보존의 개념에서 설명된 것처럼 에너지의 전체 양은 변하지 않고 여러 형태의 에너지로 서로간에 전환이 가능하다는 것이며 에너지 흐름(transport)이란 에너지 보존과 전환이 변화가 진행되는 동안 위치이동만 한다는 것과는 달리 실제 흐름으로 보여진다는 것이고 에너지 감성(degradation)은 밀폐된 공간에서 일어나는 모든 과정에 있어서 에너지 양은 변하지 않고 에너지의 유용성은 불가피하게 감소한다는 것이다.

그리고「공통과학」교과에 포함시켜야할 에너지의 형태로는, 태양 에너지, 생물 에너지, 화학 에너지, 전기

에너지, 역학적 에너지, 열 에너지를 추출하였다.

이상에서 제시한 개념 요소들을 통합적으로 구조화한 것은 다음의 <Fig. 3>과 같다. 그림에서 외곽의 큰 원 속에 제시되어 있는 에너지 보존, 전환, 흐름, 감성의 4가지 개념은 '에너지' 개념을 이해하는데 필수적인 요소라고 생각되어서 포함시켰다. 또한 그림의 가운데에는 '에너지' 개념을 이해하기 위한 에너지 형태(태양에너지, 생물에너지, 열에너지, 역학적 에너지, 화학에너지, 전기에너지)와 그 6가지 에너지 형태들 간의 상호 관련성을 나타내었다. 이것은 과학개념을 중심으로 구성한 것이고, 이를 바탕으로 다음에서는 3가지 통합의 방향에 다른 지식내용중심, 사회문제중심, 개인흥미중심의 교수·학습 전략을 모색하였다. 단 사회문제중심과 개인흥미중심의 교수·학습 전략을 위해서는 이상의 과학개념에 각각의 통합방향에 맞는 사회, 정치, 경제, 윤리와 관련된 에너지 개념을 부가하여 3가지 통합과학교육의 방향별 에너지 개념도를 구성할 것이다.

2. 통합과학교육의 3가지 방향별 교수·학습 개념 구조도

앞의 이론적 배경에서 손연아와 이학동(1999)이 제시한 통합과학교육의 3가지 방향(지식내용 중심, 사회문제 중심, 개인흥미 중심)을 본 연구의 이론적 근거로 삼는다고 하였다. 이러한 통합과학교육의 3가지 방향별 교수·학습 전략을 세우기 위한 '에너지' 관련 주제를 제시하면 다음 <Fig. 4>와 같다. 에너지 관련 주제명은 각각 3가지 통합 과학교육의 방향에 따른 교수·학습 특성이 잘 드러나도록 정하였다.

(1) '지식내용 중심' 교수·학습 개념 구조도 (주제 : 에너지의 여행)

지식내용 중심 통합과학은 과학의 4분야(물리, 화학, 생물, 지구과학)간의 통합으로, 교육의 초점을 과학지식의 구조와 형식을 통합적으로 밝히는데 두고 있다(손연아와 이학동, 1999). 본 연구자는 이러한 통합의 방향을 이론적 기초로 과학의 4가지 분야에 포함되는 '에너지' 관련 필수 개념들을 포함시켜 교수·학습

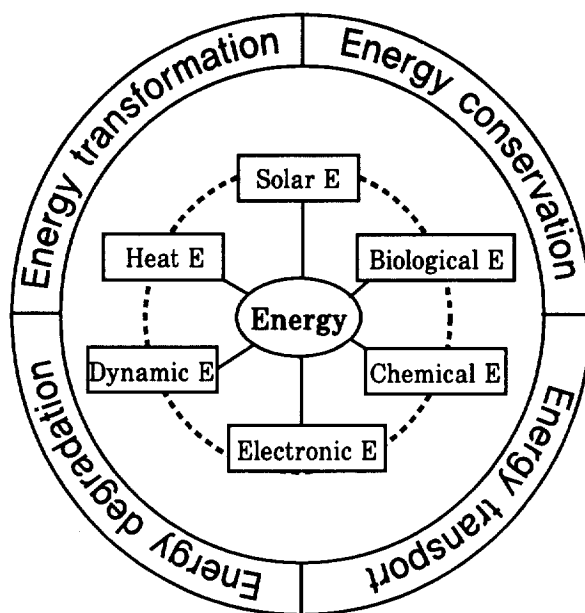
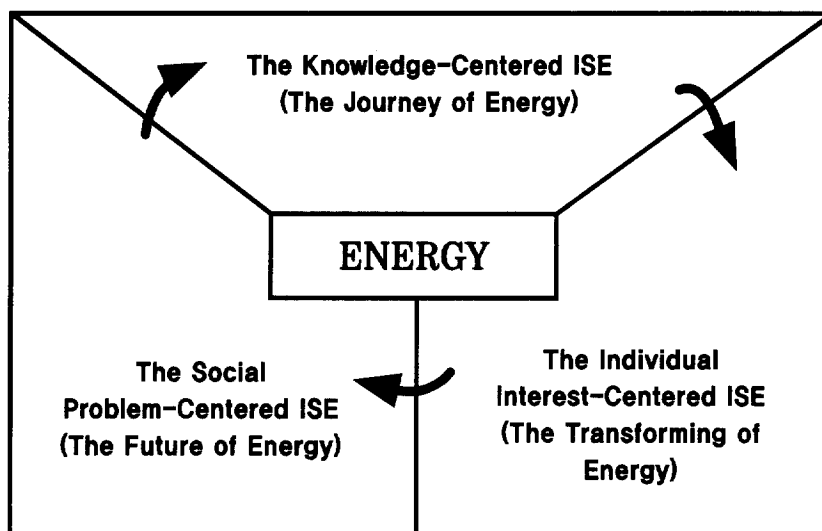


Fig. 3. Intergrated Composing of 'Energy' Concept



* ISE : Integrated Science Education

Fig. 4. The 'Energy'-related themes to make a plan of the three teaching-learning strategies following the three directions for ISE

개념 구조도를 구성하였다.

앞의 〈Fig. 3〉에서 '에너지' 개념을 이해하는데 필
수적인 4가지 요소로 '에너지 보존', '에너지 전환',

'에너지 흐름', '에너지 감성'을 추출한 바 있는데 이
러한 요소를 포함시켜 지식내용 중심의 교수·학습
개념 구조도를 작성하면 〈Fig. 5〉와 같다.

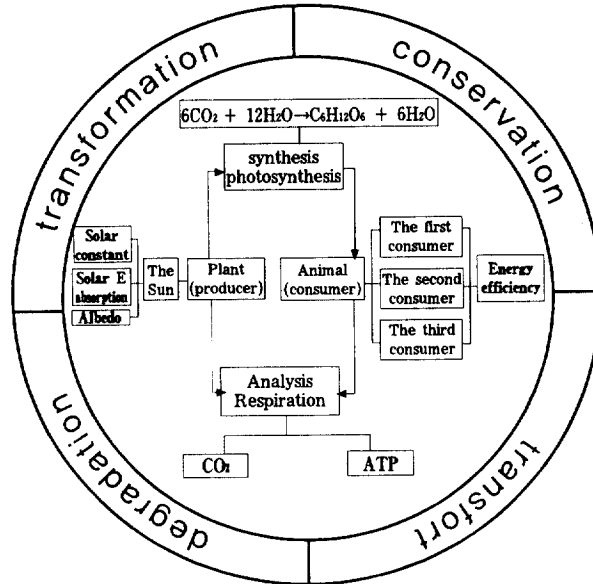


Fig. 5. The knowledge-centered Concept Structures

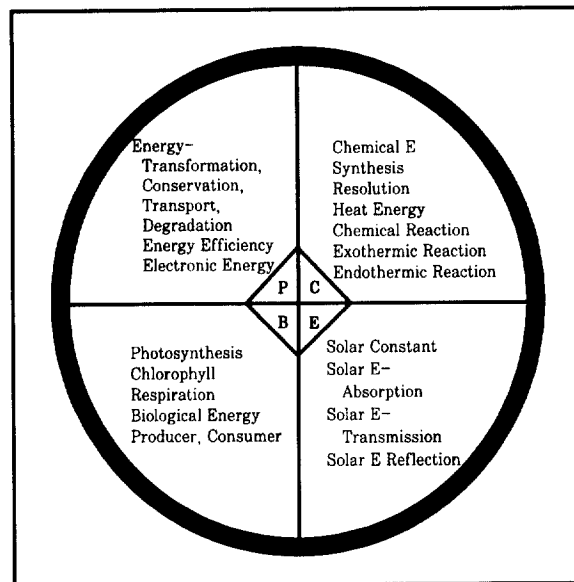


Fig. 6. Energy-related concepts based on four domains of science for knowledge-centered integration
(P: Physics, C: Chemistry, B: Biology, E: Earth Science)

이상의 교수·학습 개념 구조도에 구성되어 있는 과학개념을 과학의 4영역인 물리, 화학, 생물, 지구과학의 영역으로 구분하여 도식화하면 다음 <Fig. 6>과 같이 나타낼 수 있는데 이러한 개념들을 통합시켜 교수·학습 방안을 제시하였다.

(2) '사회문제 중심' 교수·학습 개념 구조도
(주제: 에너지의 미래)

사회문제 중심 통합과학은 과학과 사회문제의 통합으로, 교육의 초점을 과학관련 사회문제를 해결하는 방안을 모색하는데 두고 있다(손연아와 이학동, 1999). 따라서 본 연구자는 이러한 통합의 방향을 이론적 근거로 과학과 관련된 사회문제를 밝히고, 이를

해결하기 위한 대책마련과 개인적·사회적 선택에 관한 내용을 포함시킴과 동시에 여기에 요구되는 관련 과학내용이 부수적으로 융합될 수 있는 교수·학습 전략 개념 구조도를 아래 <Fig. 7>과 같이 구성하였다.

이상의 교수·학습 전개 과정에 나타난 사회관련 분야를 경제적인 면, 정치적인 면, 과학·기술적인 면, 윤리적인 면으로 구분하여 나타내고 여기에 과학의 4영역인 물리, 화학, 생물, 지구과학의 영역에 포함되는 개념을 포함시켜 도식화하면 다음 <Fig. 8>과 같다. 이러한 개념들 역시 후속 논문의 통합과학적 교수·학습 방안을 모색하는데 적용될 것이다.

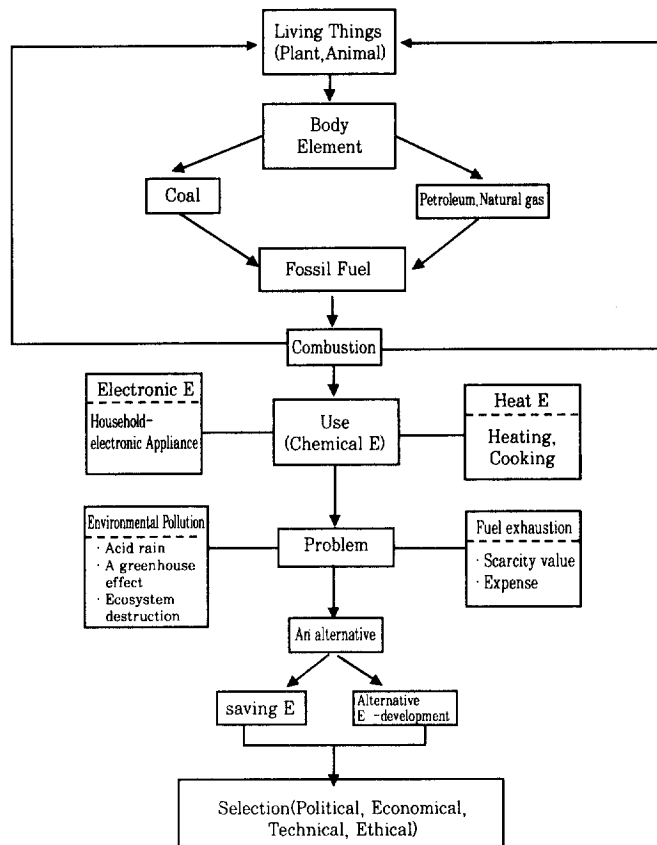


Fig. 7. The social problem - centered Concept Structures

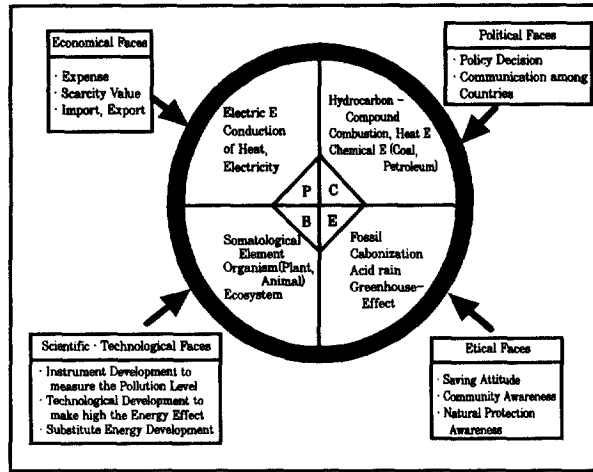
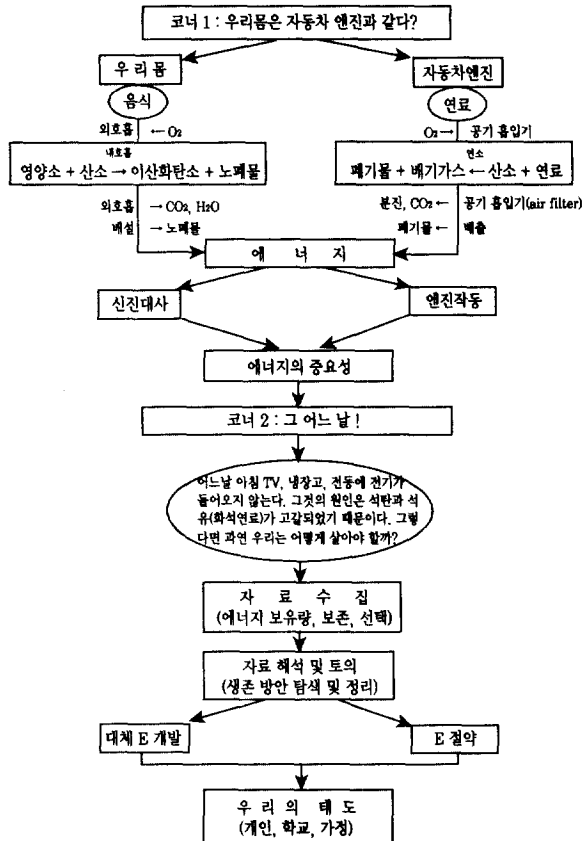


Fig. 8. Energy-related concepts based on four domains of science for social problem-centered integration (P: Physics, C: Chemistry, B: Biology, E: Earth Science)

(3) '개인흥미 중심' 교수·학습 전략 (주제 : 에너지의 변신)

개인흥미 중심 통합과학은 과학과 개인흥미의 통합으로, 교육의 초점을 개인의 흥미와 관심을 만족시키는데 두고 있다(손연아와 이학동, 1999). 따라서 본 연구자는 이러한 통합의 방향을 이론적 근거로 개인경험과 가치에 초점을 두고 우리 몸을 자동차 엔진과 비교하면서 에너지의 중요성을 깨닫고, 대체에너지 개발과 에너지 절약을 위한 태도에 관한 내용이 포함되도록 교수·학습 개념 구조도를 오른쪽과 같이 구성하였다.

이상의 교수·학습 과정과 관련된 개인적인 태도나 가치적인 면에 과학의 4영역인 물리, 화학, 생물, 지구과학의 영역이 함께 포함되는 그림을 나타내면 다음 <Fig. 9>와 같다. 마찬가지로 이러한 내용들을 중심으로 후속 논문에서는 구체적인 통합과학적 교수·학습 방안이 모색될 것이다.



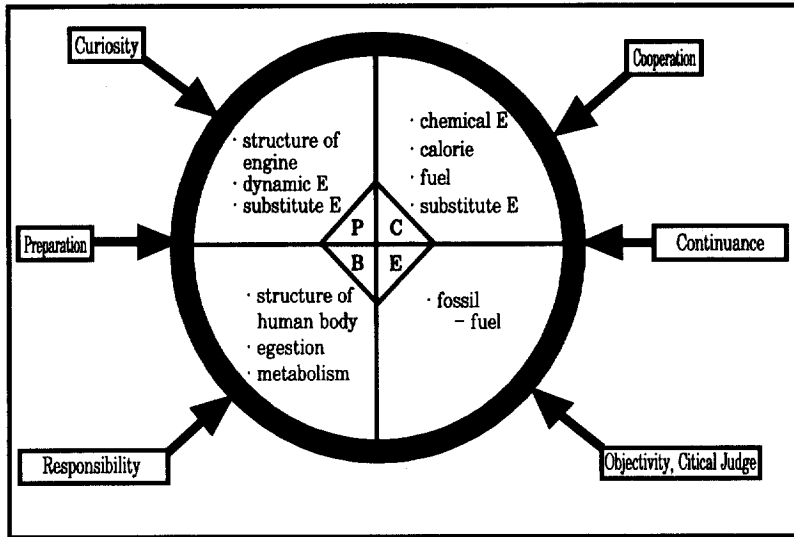


Fig. 9. Energy-related concepts based on four domains of science for individual interest-centered integration
(P: Physics, C: Chemistry, B: Biology, E: Earth Science)

VI. 결론 및 제언

본 논문에서는 통합과학교육과 관련된 문헌 분석을 통하여 '에너지' 단원의 통합적 내용 요소를 추출하고 이를 근거로 '에너지' 단원의 통합과학적 교수·학습 개념 구조도를 3가지 통합과학교육의 방향별로 구성하였다. 먼저, '에너지' 단원의 통합적 내용 요소를 추출하기 위하여 제 6, 7차 과학교육과정내 에너지 관련 내용과 공통과학 7종 교과서내 에너지 관련 내용, 그리고 미국의 국가 교육과정기준인 NSES, Benchmarks내 에너지 관련 내용을 분석하였다. 이를 기초로 하여 에너지 개념을 통합적으로 이해하기 위한 필수적인 요소 4가지를 추출하였는데 이는 에너지 보존, 에너지 전환, 에너지 흐름, 에너지 감성의 4가지 개념으로 집약되었다.

다음으로, 에너지 보존, 에너지 전환, 에너지 흐름, 에너지 감성의 에너지 관련 과학내용이 모두 종합적

으로 포함될 수 있는 교수·학습 주제를 '에너지의 여행', '에너지의 미래', '에너지의 변신'으로 정하였다. 각 주제별로 과학의 4가지 영역(물리, 화학, 지구과학, 생물)을 통합적으로 적용시키고 여기에 통합과학교육의 3가지 방향을 접목시켜 각각의 특성이 효과적으로 나타나도록 통합과학적 교수·학습 개념 구조도를 구성하였다. 본 논문에서 제시한 이러한 통합과학교육의 3가지 방향별 '에너지' 단원의 통합과학적 교수·학습 전략은 실제 학교현장의 통합과학 수업에 적용할 수 있는 통합적 교수·학습 방안을 모색하는데 이론적 근거가 될 수 있다. 이는 후속 논문에서 구체적으로 다루어질 것이다.

이상과 같은 연구 노력은 현 고등학교「공통과학」'에너지' 단원이 통합적으로 구성되어 있지 않은 현실에서 실제로 통합과학 수업을 하기 위한 단기적인 방안이라고 할 수 있다. 그러나 근본적이고 장기적인 방안으로써는 우선적으로 과학교육과정에서 명시한

지침에 따라 고등학교 「공통과학」교과서가 진정한 의미에서 통합적으로 구성되어야 하며, 이와 관련한 다양한 통합과학 교수-학습자료가 개발되어야 할 것으로 생각한다. 그러한 단기적·장기적 개선 노력이 없이는 앞으로도 1973년 제 3차 과학교육과정 개정 이래 지금까지와 같이 일선학교에서의 바람직한 통합과학교육은 기대하기 어렵다고 생각한다. 이러한 관점에서 후속 논문에서는 본 논문에서 구성한 '에너지' 단원의 통합과학적 교수·학습 개념 구조도를 바탕으로 통합과학 수업에서 교사가 실제적으로 적용할 수 있는 '에너지' 단원의 통합적 교수·학습 방안을 모색하려고 한다.

적 요

우리나라 제 6차 교육과정과 2002년부터 점차로 적용되는 제 7차 교육과정은 중등학교에서의 통합과학 교육을 강조하고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 중등학교 과학교사가 통합과학교과의 지도에 있어 애로를 겪고 있으며, 이는 실제적인 중등학교 통합과학 교육의 심각한 문제점으로 대두되고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점의 원인을 일선과학 교사가 통합과학교육을 실제로 어떻게 실행해야 하는지를 충분히 인식하지 못하고 있다는 점(손연아와 이학동, 1999)과 실제 수업에서 교사가 활용할 수 있는 통합과학 교수-학습자료가 불충분하다는 점에서 찾았다.

실제 수업에서 통합과학교육 실행의 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 다음과 같은 통합과학교육의 3가지 방향을 적용하였다 : 지식내용 중심의 통합과학교육, 사회문제 중심의 통합과학교육, 개인흥미 중심의 통합과학교육.

이상의 관점에 따라 본 논문에서는 통합과학교육의 3가지 방향에 대한 실제적 교수·학습 전략을 모색하기 위해서 다음의 2 단계로 연구를 진행하였다. 먼저, 한국의 제 6, 7차 과학교육과정과 7종의 공통과학 교과서, 그리고 미국의 NSES와 Benchmarks 국가 과학교육과정에 포함된 에너지 관련 내용을 분석하여 본 논문에서 공통적으로 적용할 4가지 에너지 관련 개념을 추출하였다: 에너지 보존, 에너지 전환, 에너

지 흐름, 에너지 감성. 다음으로, 이상에서 분석한 에너지 관련 내용과 추출한 개념을 중심으로 3가지 통합과학교육의 방향을 기초로 한 3가지 '에너지' 주제의 교수·학습 개념 구조도를 구성하였다. 이러한 통합과학 교수·학습 전략은 통합의 방향별 에너지 주제의 통합과학교육 실행을 위해 후속 연구에서 제시될 통합과학 교수·학습 방안을 모색하는데 이론적 근거로 제공될 것이다.

감사의 글

본 논문의 이론적 방향에 대한 아이디어를 제공해 주신 故 이학동 학장님께서 1986년, 우리나라 "통합과학교육의 실태조사" 연구를 통해 처음으로 중등학교 통합과학교육의 심각성을 밝히시고 통합과학교육에 대한 연구와 노력을 아끼지 않으셨습니다. 우리나라 과학교육발전에 초석이 되신 그분께 진심으로 감사 드립니다.

참 고 문 헌

강만식, 정창희, 이원식, 송승수, 이창진, 장병기, 윤용 (1995). 고등학교 공통과학. (주)교학사, 138-192.

교육부(1995). 고등학교 과학과 교육과정해설. 교육부 고시 제1995-19호, 교육부, 91-127.

교육부(1997). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제1997-15호 「별책 9」, 교육부, 28-56.

권재술, 김범기, 최병순, 현종오, 이길재, 최진복, 정진우, 홍성일(1995). 고등학교 공통과학. 한샘출판(주), 234-302.

김수용, 강대호, 김봉곤, 박기민, 박대순, 이기준, 이상욱, 이석형, 이필형, 임광택, 노일환(1995). 고등학교 공통과학. 학습개발사, 126-197.

강영희, 도완규, 권숙일, 나일성, 소현수, 조희구, 이만호, 윤길수, 하효명, 서평웅, 김종권, 이영만, 목창수, 이강석(1995). 고등학교 공통과학. 두산동아.

손연아, 이학동(1999). 통합과학교육의 방향설정을 위한 이론적 고찰. 한국과학교육학회지, 19(1), 41-

- 61.
- 이학동, 손연아, 노경임, 송진웅(1996). 과학교사의 양성·임용·재교육에 대한 개선방향. 한국과학교육학회지, 16(1), 103-120.
- 장남기, 박용안, 조희형, 서정상, 이수종, 권경오, 김무성, 이찬영, 김남일, 이진승, 이면우, 서인호, 선우종철(1995). 고등학교 공통과학. 동아출판사, 138-200.
- 정해문, 김영민, 김재영, 김찬중, 방태철, 안태근, 윤경일, 이광, 이범홍, 이양락, 정홍대(1995). 고등학교 공통과학. (주)지학사, 35-104.
- 한중하, 이문원, 최돈형, 최우섭, 이상훈, 최승언, 허명, 김경호, 노석구(1995). 고등학교 공통과학. 대한교과서, 192-249.
- American Association for the Advancement of Science(1993). *Benchmarks for science literacy*. New York : Oxford University Press.
- National Research Council(1996). *National science education standards*. Washington DC : National Academy Press.
- Peter J. Fensham, Richard F. Gunstone, Richard T. White(1994). *The Content of Science: A Constructivist Approaches to Its Teaching and Learning*. The Falmer Press.