

# 국가 수준 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 국제 비교

김동현 · 김효남<sup>†</sup>

(강원월학초등학교) · (한국교원대학교)<sup>†</sup>

## International Comparison of Contents about Particle Concept in National Science Curricula

Kim, Dong-Hyun · Kim, Hyo-Nam<sup>†</sup>

(Kangwon Wolhak Elementary School) · (Korea National University of Education)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study was to find some suggestions for reorganization of contents about particle concept of matter in Korean science curriculum. For the purpose of this study, authors analyzed features of Korean science curriculum and compared science curricula of Korea, USA, UK, Japan and Finland. From the result of this study, authors find some features and important suggestions about reorganization of contents about particle in science curriculum. First, the sequence of contents about particle concepts in 2009 Revised National Curriculum was similar to that in the 6th National Science Curriculum. And the feature of 2009 Revised National Curriculum showed the articulation of contents about particle concept. If contents about particle concept is increased in elementary science curriculum, the total articulation would be increased. Second, the presenting sequence of atomic structure-first and laws about atom-later should be changed to laws about atomic-first and atomic structure-later. This presenting sequence is grounded by science curricula of other countries, history of science and developmental psychology. And science curriculum of Korea was required specific extended concept statement like science curricula of USA or UK. Also, Korean science curriculum could benchmark Finnish science curriculum if we want to develop some integrated learning activities such as those in STS or STEAM program.

**Key words** : international comparison, particle concept of matter, science curriculum

### I. 서 론

우리나라에서 교실 수업이 실시될 수 있는 중요한 기준은 국가 수준 교육과정이다. 학교 현장에서 교육과정 재구성의 자율성이 보장되고 있지만, 국가 수준 교육과정을 바탕으로 교과서가 제작되고 교과서에 대한 현장 의존도가 크기 때문에 매우 중요한 기준이라고 할 수 있다. 따라서 국가 수준 교육과정을 어떻게 개편하느냐 하는 것 또한 중요한 문제이다.

최근 우리나라 교육과정은 과거와 비교하여 매우 빠르게 개편이 이루어지고 있다. 2011년은 2007

개정 교육과정과 교과서에 의해 현장의 모든 교육이 이루어지고 있는 첫 해이며, 동시에 2009 개정 교육과정 총론 및 각론이 공시된 상태로 2009 개정 교육과정에 의한 새로운 교과서 제작을 앞두고 있는 매우 복잡한 시기이다. 교육과정의 급격한 변화, 그 자체만으로도 일선 현장에 혼란을 초래할 수도 있다. 그러나 과거와 달리 급격하게 변화하는 사회에 맞추어 과학과 교육과정의 개편도 불가피할 수 밖에 없을 것이며, 그동안 과학과 교육과정 개편에 있어서 과거에 대한 근본적인 반성 없이 일부 내용만 조금씩 수정했다거나(김경자, 1997; 조연순 등, 1998; 이해명, 2003; 허경철, 2007), 정치적 상황이

개편에 영향을 주었다면 교육과정을 개편하려는 본래의 취지를 바탕으로 시기와 상관없이 다시 개편이 이루어져야 할 것이다.

2009 PISA 결과에서 우리나라의 과학 성취도 평가 등수는 6위로, 2006 PISA 결과보다 약간 상승하였지만 다른 교과에 비하여 낮은 등수이다. 국내의 연구에 의하면 과학을 포기하는 학생들이 많은데, 과학 교과에서 우리나라 학생들이 어려워 하는 내용은 원소, 원자, 분자, 그리고 이와 관련된 법칙 등을 다루는 부분이라고 한다(백성혜와 김동욱, 2001). 이에 입자 관련 내용 지도와 관련하여 교육과학기술부(2010)에서도 물질세계에 대한 정확한 이해를 위하여 미시적 세계에 대한 수준에 맞는 안내가 필요하다고 하였다. 또한 과학과 교육과정 개편 때 마다 학교급을 넘기도 하는 등 내용 제시 순서에 있어서 많은 논쟁이 되었던 부분이 입자 관련 내용이다(윤현진 등, 2009). 따라서 교육과정 개편이 빠르게 이루어지고 있는 현실점에서 과학과 교육과정에 나타난 입자 관련 내용을 중심으로 자세히 점검해 볼 필요가 있다.

한편, 국제 사회와 비교하여 교육과정 내용이 뒤쳐지지 않기 위해서는 나라별 교육과정의 비교가 필수적이다(김원숙과 김영민, 2005; 김효남과 박도영, 2008). 지금까지 과학과 교육과정의 개편 때 마다 많은 국제 비교 연구들이 진행되어 왔다. 우리나라에 영향력이 가장 큰 국가인 미국의 과학과 교육과정 특징을 분석한 연구들(서혜애, 1999; 고대승, 2008; 서예원, 2008)을 통하여 우리나라 교육과정 개편에 있어서 장기적인 교육목표와 체계적인 계획이 필요함을 알 수 있었다. 그 밖에 과학과의 성격, 목표, 시간 편제 등 전반적인 문서 체계에 해당하는 내용을 비교한 연구들(김온식, 1996; 황규호, 1997; 오선미 등, 2001; 장진주 등, 2003; 이병호와 홍우조, 2008)을 통하여 각 국의 장점을 벤치마킹할 것을 제안하였다.

과학과 교육과정의 문서체계 외에 영역별 교과 내용을 대상으로 비교한 연구가 일부 진행되었는데 노석구(1997)는 한국과 미국의 화학 내용 비교연구를 통하여 양국의 내용이 비슷하였으나, 지식 및 활동의 학교급별 통합이 미국에 비하여 부족하다고 하였고, 이화국(2000)은 한국과 중국의 화학 내용 비교 연구에서 중국이 더 상세히 제시하고 있다고 하였다. 최영준(2003)은 한국과 일본 등 4개국과의

물리 내용 비교에서 전기와 자기에 관한 내용이 중학교가 고등학교에 비하여 매우 부족하다고 하였으며, 허남조 등(2004)은 한국과 미국의 초등학교 지구과학 내용 비교 연구를 통하여 다룰 내용의 양은 비슷하였으나, 다루어야 할 지식의 양이 미국에 비하여 매우 부족하다고 하였다. 백남진(2007)은 우리나라와 미국의 교육과정의 생물 내용 제시 방식 비교에서 우리나라는 미국과 달리 핵심 내용보다 활동이 많았고, 지식과 지식간의 연계성이 부족하다고 연구하였다. 이러한 연구들은 대부분 내용 자체에 대한 비교보다는 내용의 양, 내용의 유형(지식, 활동)과 같은 외형 면에서의 비교였으며, 일부 연구에서 제시된 영역의 통합성, 내용의 연계성 등 개선방법도 반영되지 않아서 교육과정 개편 때마다 지속해서 문제점으로 제시되고 있다. 일례로 허남조 등(2004), 백남진(2007)의 연구에서 제기된 과학과 교육과정 교과 내용의 지식 및 핵심 내용의 부족은 이미 이전의 연구들(한국교육개발원, 1986; 이규성과 우종욱, 1991)에서도 제기된 문제점으로 시대가 지나도 교육과정 개편에 반영되지 않았는데, 이를 통하여 앞으로의 연구는 교육과정의 교과 내용 제시 방안에 대한 구체적인 시사점을 제시해야 함을 알 수 있다.

과학과 교육과정의 내용 구성 원리에 관한 연구도 일부 있었는데, 과학과 교육과정에서 과학사적 관점을 강조한 국내외의 연구들(Jenkins, 1990; Matthews, 1994; 양승훈 등, 1996)을 통하여 과학자들과 같은 경험에서 얻어지는 과정상의 지식인 탐구과정 지식이 학생들에게 형성될 수 있도록 교과 내용을 구성해야 함을 알 수 있으며, 내용의 계열성을 강조한 연구에서 김기용(1976)은 과학과 교육과정의 내용 구성에 있어서 아동 발달 심리학적 이론에 맞게 내용을 구성할 것을 강조하였고, 정진우와 박진홍(1997)도 심리적 위계를 강조하고, 심리적 위계에 따라 내용을 제시한 수업에서 개념의 성취도가 높은 것으로 나타나 교육과정 및 교과서 구성에 시사점을 주었다. 실제 학습 내용의 제시 순서를 재구성하여 효과를 검증한 연구도 있었는데, 이혜란 등(1998)은 화학 입자 관련 내용의 제시 순서 차이가 학생들의 개념 이해 차이와 관련이 있음을 연구하였다. Schmidt & Prawat(2006)도 교육과정에 따라 가르칠 내용과 교수방법이 달라지기 때문에, 가르칠 내용이 학년에 따라 논리적으로 배분되는 것은 매우 중

요하다고 제시하였는데, 이러한 연구들을 통하여 학습내용의 제시 순서 즉, 국가 수준 과학과 교육과정 교과 내용의 제시 순서가 학생들의 개념 이해에 큰 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.

지금까지 과학과 교육과정의 국제 비교 및 내용 구성과 관련된 많은 연구가 진행되었으나, 교과 내용 중에서 입자와 같은 구체적 대상을 다룬 연구가 없었으며, 특히 내용 구성 원리 있어서 내용의 도입 시기 및 순서를 국제 비교한 연구가 없었다. 따라서 이 연구에서는 화학 영역의 핵심이 되는 내용이며 2009 개정 교육과정 초등부분에서 가장 큰 변화로 제시되고 있는 입자와 관련하여 과학과 교육과정의 내용을 분석하고자 한다.

이 연구는 외국의 교육과정과 우리나라 교육과정이 갖는 사회문화적인 특성 차이로 인한 한계점이 있음을 밝힌다. 그러나 비교대상국들의 과학과 교육과정이 국가 수준이라는 공통분모를 갖고 제시었고, 최근 2009 개정 교육과정이 서양의 교육과정과 유사한 성취기준 중심으로 제시되었기 때문에, 국제 비교하는데 적절하다고 판단하였다. 과학과 교육과정 국제 비교를 통하여 궁극적으로 우리나라 과학과 교육과정 내용을 구성하는 데 도움을 줄 수 있는 구체적인 방안 및 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 내용

나라별 국가 수준 과학과 교육과정의 비교를 위해 먼저 우리나라 과학과 교육과정의 변화 및 특징을 자세히 살펴본 후, 교육과정에 제시된 입자 관련 내용을 중심으로 국제 비교를 실시하고자 한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 우리나라 과학과 교육과정의 입자 관련 내용을 분석하고자 한다. 6차 교육과정에서부터 7차, 2007 개정, 2009 개정 교육과정으로 개편됨에 따라서 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 도입 시기가 어떻게 변화하였는지 살펴본다. 또한 최근 2009 개정 과학과 교육과정 개편 내용 중 초등학교 교육과정에 명시적으로 제시된 입자 관련 내용 및 연계성이 구체적으로 어떻게 반영되었는지를 살펴본다.

둘째, 나라별 국가 수준 과학과 교육과정의 입자 관련 내용을 비교 분석하고자 한다. 나라별로 교육과정에 제시된 입자 관련 내용의 도입 시기와 순서

가 어떠한지 비교 분석한다. 또한 구체적인 나라별 입자 관련 내용 및 진술상의 특징이 어떠한지를 중심으로 비교 분석한다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 자료수집

우리나라 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 분석 및 국제 비교를 위하여 표 1에 제시된 문헌을 대상으로 분석하였다.

표 1에 제시된 바와 같이 국제 사회에 영향력이 큰 미국, 영국, 일본의 과학과 교육과정 및 최근 교육 강국으로 각광받고 있는 나라인 핀란드의 과학과 교육과정을 대상으로 분석하였다. 미국의 National Science Education Standards(이하 NSES)는 단행본을 수집하였으며, 영국, 일본, 핀란드 및 우리나라의 교육과정은 각국의 홈페이지 및 국가 교육과정 정보 센터(<http://ncic.kice.re.kr>)를 통해 수집하였다.

#### 2) 자료 분석

각 나라별 국가 수준 교육과정 중 미국의 NSES는 국내에 출판된 번역본을 분석하였고, 영국, 일본, 핀란드의 교육과정은 원문을 번역하여 분석하였다.

표 1. 국가 수준 과학과 교육과정 분석 대상

나라	교육과정	출처
한국	6차 과학과 교육과정	<a href="http://ncic.kice.re.kr">http://ncic.kice.re.kr</a>
	7차 과학과 교육과정	
	2007 개정 과학과 교육과정	
	2009 개정 과학과 교육과정	
영국	Science : The National Curriculum for England	<a href="http://www.nc.uk.net">http://www.nc.uk.net</a>
미국	National Science Education Standards	book
일본	小學校學習指導要領案(2008)	<a href="http://www.mext.go.jp">http://www.mext.go.jp</a>
	中學校學習指導要領案(2008)	
	高等學校學習指導要領(2009)	
핀란드	National Core Curriculum for Basic Education 2004	<a href="http://ncic.kice.re.kr">http://ncic.kice.re.kr</a>
	National Core Curriculum for Upper Secondary Schools 2003	

※ 한국의 교육과정 중 내용 변화는 6차, 7차, 2007 개정, 2009 개정 교육과정을 대상으로, 국제 비교는 2009 개정 교육과정을 대상으로 함.

이 연구에서는 강지아와 노봉오(2000)가 화학 교과서의 물질 반응 내용 연계성 분석에 사용한 분석 주제 중 입자와 관련된 기본 개념과 내용을 바탕으로, 최근 2009 개정 교육과정의 초등학교급에 제시된 ‘입자’를 추가하여 입자 관련 내용의 준거로 이용하였다. 내용 준거는 표 2와 같다.

표 2의 입자 관련 내용 준거를 살펴보면 입자, 원소, 원자 법칙, 원자 구조, 분자 운동, 이온 형성과 표시, 이온 반응의 총 7가지를 입자 관련 내용으로 선정하였으며, 각 내용에 해당하는 구체적 준거를 제시하였다. 표 2에 제시된 내용과 준거를 바탕

**표 2.** 입자 관련 내용 준거

내용	내용 준거
입자	물질의 작은 조각, 입자 모델
원소	더 이상 분해되지 않는 한 가지 종류의 순수한 물질, 100여 가지 원소
원자 법칙	원자 가설, 일정 성분비의 법칙, 질량보존의 법칙
원자 구조	원자핵, 전자, 양성자, 중성자
분자 운동	고체, 액체, 기체의 운동, 확산, 사들의 법칙, 보일의 법칙
이온 형성과 표시	양이온, 음이온, 원자와 이온의 관계, 이온 표 시법
이온 반응	양금 생성 반응, 이온 검출 반응

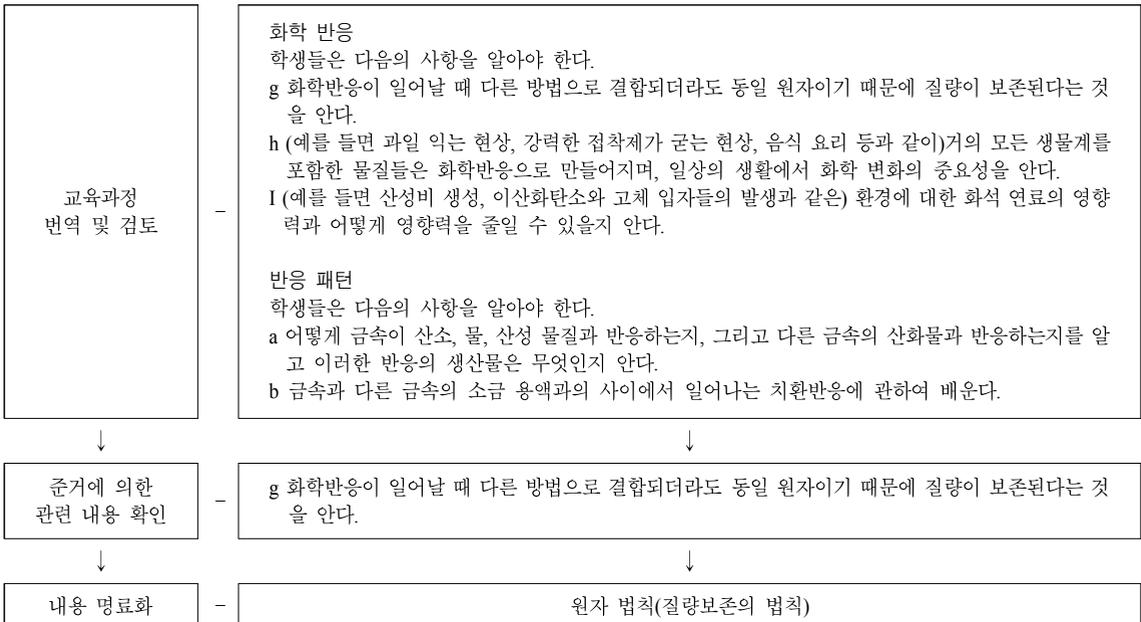
으로 우리나라 교육과정의 입자 관련 내용의 변화 과정을 분석하였으며, 이후 국제 비교에서는 검토자 간 일치도를 바탕으로 일치도가 매우 낮았던 이온 관련 내용을 제외한 5가지 내용을 이용하여 분석하였다.

연구자가 각 나라별 교육과정 교과내용을 3회에 걸쳐 반복 정독한 후 내용의 추출 및 비교의 타당도를 높이기 위하여 과학교육전문가 1명과 초등과학교육을 전공하고 있는 석사 과정 이상에 재학 중인 교사 7명이 함께 세미나에서 검토 및 수정을 되풀이 하였다. 이후 누락된 내용의 점검을 위하여 최종적으로 교육과정을 정독하며 연구결과와 비교하였다. 세미나는 2011년 3월부터 10월까지 매주 목요일에 2시간씩 총 32주간 실시하였다. 그림 1은 입자 관련 내용 준거를 바탕으로 외국의 교육과정에서 입자 관련 내용을 확인하는 과정을 나타낸 것이다.

그림 1은 입자 관련 내용 확인 과정을 나타낸 예로, 영국의 과학과 교육과정에 해당한다. 먼저 과학과 교육과정 내용 중 물질 영역 전체를 번역 및 검토 후, 준거와 비교하여 입자 관련 용어 및 내용이 포함된 부분을 확인한 후 비교가 가능하도록 내용을 명료화하였다.

<내용 확인 과정>

<내용 확인 과정의 예>



**그림 1.** 입자 관련 내용 확인 과정

### III. 우리나라 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 분석

#### 1. 도입 시기 변화

우리나라 교육과정은 시대에 따라서 많은 개편이 이루어졌다. 개화기를 시작으로, 일제 침략기, 교수요목기, 1차 교육과정에 이어서 현재의 2009 개정 교육과정까지 수차례의 개편이 있었다. 이 중 6차 교육과정부터 최근의 2009 개정 교육과정까지 입자 관련 내용의 도입 시기 변화 과정을 살펴보면 표 3과 같다.

표 3의 입자 관련 내용의 도입 시기 변화 과정을 살펴보면 교육과정별로 제시된 내용이 거의 유사하였으며, 전체적인 내용이 7차 교육과정에서 상위 학년으로 올라갔다가 최근 2009 개정 교육과정까지 다시 하위 학년으로 이동하였다. 따라서 과거의 6차 교육과정과 최근 2009 개정 교육과정은 비슷한 학

년 수준에서 내용이 제시되고 있다.

교육과정별 특징을 살펴보면 6차 교육과정에서는 초등학교 6학년에서 분자를 제시하고 있으며, 8학년에서 다시 분자 운동을 제시하고 있다. 7차 교육과정에서는 이러한 분자 관련 내용이 7학년으로 통합되었고, 그 밖의 전체적인 내용이 6차 때보다 한 학년씩 상위 학년으로 이동했음을 알 수 있다.

2007 개정 교육과정에서는 7차 교육과정 화학II에서 제시되던 원자의 구조(전자, 핵)를 중학교 8학년에서 제시하고 있어서 큰 폭의 하향 이동을 확인할 수 있으며, 반대로 원자 법칙과 관련된 내용이 고등학교로 상향 이동한 것을 알 수 있다. 이것은 2007 개정 교육과정 과학과 해설서에서 개정의 중점으로 밝힌, 지나치게 어려운 내용의 재조정이라는 취지와 관련이 있는 것으로 보인다. 이 부분에 대하여 배울 내용이 낮은 학년으로 이동하는 것은 매우 드문 경우이며, 화학의 기본 개념을 보다 저학년에서 다루어야 한다는 주장의 반영 때문이라고

표 3. 입자 관련 내용의 도입 시기 변화

교육과정 \ 학년	5	6	7	8	9	10	11/12
6차		· 분자		· 원소 · 원자 법칙 · 분자 운동	· 이온 형성과 표시 · 이온 반응		· 원자 구조 (화학 II)
7차			· 분자 운동		· 원자 법칙 · 원소	· 이온 형성과 표시 · 이온 반응	· 원자 구조 (화학 II)
2007 개정			· 분자 운동	· 원소 · 원자 구조 (전자, 핵) · 이온 형성과 표시	· 이온 형성과 표시 · 이온 반응	· 원자 법칙	· 원자 구조 (화학 II)
2009 개정		· 입자	· 분자 운동 · 원소 · 원자 구조(전자, 핵) · 이온 형성과 표시 · 이온 반응 · 원자 법칙				· 원자 구조 (화학 I)

※ —▶ 표시는 분자, .....▶ 표시는 원소, —▶▶ 표시는 원자법칙, ●●●▶ 표시는 원자구조, —▶▶▶ 표시는 이온과 관련된 내용의 변화를 나타냄.

※ 세로선은 학년 구분 선임.

※ 화학 선택과목에서는 중 · 고등학교에서 배운 대부분의 입자 관련 내용을 심화하여 제시하고 있는데, 위 표에서는 2007 개정 교육과정에서 중학교로 내려온 원자 구조만을 나타냄.

하였으나(윤현진 등, 2009), 원자 법칙(질량보존의 법칙, 돌턴의 원자설)을 상향 이동하여 고등학교에서 제시한 것은 개정의 중점과 맞지 않았다.

2009 개정 교육과정에서는 지금까지의 교육과정 내용 제시방법과 달리 초등학교 5·6학년군, 중학교 1~3학년군으로 나누어 내용이 제시되었다. 2009 개정 교육과정에서는 6차 교육과정과 마찬가지로 초등학교에서 입자 관련 내용을 제시하고 있는데, 중학교 1~3학년군에서 계속적으로 제시되는 분자 운동에서 초등학교에서 배운 내용이 바로 심화되어 연결됨으로써 학교급간의 연계성을 갖기 쉽게 되었음을 알 수 있다. 이러한 2009 개정 교육과정의 내용 구성은 화학의 기본 개념과 내용이 갑자기 초등학교에서 중학교로, 중학교에서 고등학교로 학교급이 올라감에 따라서 연계성을 갖지 못하기 때문에 학생들이 어려워한다는 주장(강지아와 노봉오, 2000; 백성혜 등, 2000)들이 반영된 것으로 보인다.

## 2. 2009 개정 과학과 교육과정의 특징

최근 교육과학기술부(2009)에 의하면 2009 개정 교육과정에서는 학년군간 연계성, 분야 간 연계성 및 다른 교과와의 통합성을 강조하고 있다. 특히 교과 내용이 학년군으로 구분되어 제시되고 있으며, 입자와 관련하여 초등학교에서 중학교로 쉽게 접할 수 있도록 유사한 내용을 다룸으로써 학교급간의 연계성도 강조하였다(김범기, 2011).

이러한 초등학교와 중학교간 연계성과 기타 특징이 구체적으로 어떻게 반영되었는지 과학과 교육과정 내용을 중심으로 살펴보았다. 표 4는 2009 개정 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 연계성을 도식화하여 나타낸 것이다.

표 4의 화살표는 교육과정에서 명시적으로 제시된 입자 관련 내용의 연계성을 도식화하여 나타낸 것이다. 내용의 연계성은 교과 내용의 외형적 ‘반복 제시’ 뿐만 아니라 교과 내용 속 ‘개념의 관련성’이 중요한 기준임을 제시하였는데(백성혜 등, 2000), 이를 바탕으로 2009 개정 교육과정의 입자 관련 내용을 살펴보면 대부분의 내용들이 ‘반복제시’보다는 ‘개념의 관련성’에서의 연계성을 갖고 있음을 알 수 있다.

그러나 표 4의 내용처럼 과학과 교육과정을 통해서는 분야 간 연계성, 타 교과와의 통합성은 나타나지 않았으며, 특히 대부분의 입자 관련 개념이 중학

교급에서 제시되는 것을 알 수 있는데, 자칫 초등학교에서는 개념을 다루기보다는 개념 없는 활동만을 강조하게 될 위험성이 있다. 이를 통하여 과거 우리나라 과학과 교육과정에 있어서 초등학교 시기에 지식보다 활동이 많다는 연구들(한국교육개발원, 1986; 이규성과 우종욱, 1991), 외국 교육과정과의 비교하여 지나치게 활동 위주라는 연구들(허남조 등, 2004; 백남진, 2007)이 지적했던 문제점들이 그대로 나타나고 있음을 알 수 있다.

## IV. 국가 수준 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 국제 비교

### 1. 도입 시기 및 순서

국제 비교를 위한 입자 관련 내용은 입자, 원소, 원자 법칙, 원자 구조, 분자 운동의 총 5가지이며, 나라별 과학과 교육과정에 나타난 입자 관련 내용의 도입 시기를 살펴보면 표 5와 같다.

표 5의 나라별 입자 관련 내용의 도입 시기를 살펴보면 우선 핀란드를 제외한 한국, 미국, 영국, 일본의 교육과정에 제시된 입자 관련 내용이 유사하다는 것을 알 수 있다.

교육과정에서 입자 관련 내용이 명시적으로 처음 제시된 시기를 비교해 보면 우리나라 초등학교 시기에 처음 제시된 나라는 한국, 미국, 영국, 핀란드였으며, 중학교 시기에 처음 제시된 나라는 일본이었다. 따라서 우리나라의 2009 개정 과학과 교육과정에서 처음 입자를 제시한 시기는 일본을 제외한 다른 나라와 비슷한 시기라는 것을 알 수 있다.

학년군별로 살펴보면 미국은 처음 입자가 제시되고 원자 법칙, 원소까지 같이 다루고 있으며, 영국 또한 입자와 함께 분자 운동, 원소, 원자 법칙까지 다루고 있어서 입자와 관련된 개념이 처음 제시된 후, 바로 다양한 개념과 함께 제시되어 있음을 알 수 있다. 이는 내용의 학년별 제시에서 학년군 제시라는 형태로 처음 개편된 우리나라의 경우 5,6학년군과 중학교 1~3학년군의 구분이 초등학교급과 중학교급의 구분과 맞아 떨어지기 때문으로 초등학교 교육과정에서는 입자 외에는 다룰 수 없으므로 중학교 교육과정에서의 다양한 입자 관련 개념과 관련된 내용을 미리 선행 학습하는 데 한계가 있을 것으로 여겨진다.

핀란드를 제외하고, 네 나라의 교육과정에서 입

표 4. 2009 개정 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 연계성

학년군	3·4학년 군	5·6학년 군	중학교 1~3학년 군
학습 내용 및 연계성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물체와 물질</li> <li>- 물질 개념의 기본으로서 물체와 물질을 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 용해와 용액</li> <li>- 고체가 액체에 녹는 과정과 이에 영향을 주는 요인과 관련된 내용으로 실험을 통해 용해 현상을 물질의 입자와 관련하여 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분자운동과 상태변화(분자운동)</li> <li>- 기체 분자 운동에 따른 현상과 상태 변화에서 관찰되는 여러 특성을 분자적 관점에서 다룸.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 액체와 기체</li> <li>- 물체나 물질의 기본적인 상태인 액체와 기체를 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 여러 가지 기체</li> <li>- 입자적 관점에서 기체의 성질에 대한 내용을 다루며 실험을 통해 정성적으로 이해하도록 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물질의 구성(원소, 원자 구조)</li> <li>- 원소, 원자, 기호, 전자, 이온을 다룸(모형을 사용하여 원자와 이온 나타내기).</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 혼합물의 분리</li> <li>- 둘 이상의 물질로 구성된 혼합물을 구성 물질로 분리하는 것과 관련된 기초 개념과 분리를 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물질의 특성</li> <li>- 물질마다 고유하게 가지고 있는 특성과 이를 이용한 혼합물의 분리에 대해 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화학반응에서의 규칙성(원자 법칙)</li> <li>- 화학반응이 일어날 때의 규칙성을 다룸. 화학 반응이 일어날 때 정량적 관계가 성립한다는 사실은 입자론의 도입을 가져왔음을 이해</li> <li>- 원자 및 분자 개념에 대한 이해는 화학 반응에 대한 입자론적 해석의 바탕이 되며, 이를 통해 화학 반응의 본질에 대한 기본적인 이해가 가능(법칙은 모형을 통해 이해)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 물의 상태변화</li> <li>- 물의 상태 변화와 관련된 조건이나 특징을 다룸.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 여러 가지 화학반응</li> <li>- 생활에서 접할 수 있는 대표적인 화학 반응인 산과 염기의 중화반응과 산화와 환원 반응을 다룸(일상생활에서의 예를 다룸).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 원소, 원자, 분자, 전자, 이온 등 대부분의 입자 관련 용어가 명시적으로 나타남(양성자, 중성자는 나타나지 않음, 화학 I에서 제시).</li> <li>· 입자와 관련하여 정량적으로 이해할 것을 강조</li> <li>· 입자모형을 사용할 것을 강조</li> </ul>

※ 화살표는 교육과정에서 제시된 연계성 관련 내용을 도식화한 것임.

자라는 용어로 처음 입자 관련 내용이 제시된다는 것을 알 수 있는데, 최근 우리나라 2009 개정 교육과정에서 초등학교 시기에 입자를 명시적으로 제시한 것은 다른 나라들과 같은 용어로 제시된 것임을 알 수 있다.

각 나라별 교육과정에 명시적으로 제시된 나라별 입자 관련 내용의 도입 순서를 살펴보면 다음의 표 6과 같다.

표 6의 나라별 입자 관련 내용의 도입 순서를 살펴보면 대부분의 입자 관련 내용이 상대적으로 거

시적 대상에서 미시적 대상의 순서로 제시되어 있다는 것을 알 수 있다. 또한 이해란 등(1998)이 학생들의 개념 이해에 효과적이라고 제시한 분자→분자운동→원자→화학 변화의 순서와 비교해 보면, 이 연구에서 다루지 않은 화학 변화를 제외하고 일치하는 나라는 한국, 영국, 일본이었다.

그러나 우리나라는 다른 나라의 도입 순서와 달리 미시적 대상이 먼저 제시된 경우가 있는데, 핵, 전자를 다루는 원자 구조가 먼저 제시된 후, 질량 보존의 법칙, 돌턴의 원자가설을 다루는 원자 법칙을

표 5. 나라별 입자 관련 내용의 도입 시기

나라 \ 나이 (학년)	10(5)	11(6)	12(7)	13(8)	14(9)	15(10)	16(11)	17(12)	18(13)
한국	· 입자		· 분자 운동 · 원소 · 원자 구조(핵, 전자) · 원자 법칙			· 원자 구조 (핵, 전자, 양성자, 중성자)			
미국	· 입자 · 원자 법칙 · 원소				· 원자 구조(핵, 전자, 양성자, 중성자) · 분자 운동				
영국	Key stage 2		Key stage 3			Key stage 4			
			· 입자 · 분자 운동 · 원소 · 원자 법칙			· 원자 구조 (핵, 전자, 양성자, 중성자)			
일본			· 입자 · 분자 운동 · 원자 법칙 · 원자 구조 (핵, 전자, 양성자, 중성자)			· 원자 구조 (핵, 전자, 양성자, 중성자)			
핀란드	· 원소			· 원소 · 원자 구조(핵, 전자)			· 원자 구조 (핵, 전자, 양성자, 중성자)		

※ 세로선은 각 나라별 교육과정이 제시한 학년군 내용 제시 급간을 구분한 선임.

표 6. 나라별 입자 관련 내용의 도입 순서

나라	입자 관련 내용의 도입 순서
한국	입자 → 분자 운동 → 원소 → 원자 구조 → 원자 법칙 → 원자 구조
미국	입자 → 원자 법칙 → 원소 → 원자 구조 → 분자 운동
영국	입자 → 분자 운동 → 원소 → 원자 법칙 → 원자 구조
일본	입자 → 분자 운동 → 원자 법칙 → 원자 구조
핀란드	원소 → 원자 구조

나중에 제시한 내용 제시 순서이다. 우리나라 과학과 교육과정에서 원자 구조(전자, 핵)가 원자 법칙 이전에 나타난 것은 2007 개정 교육과정 이후부터인데, 다른 나라의 제시 순서 비교와 더불어 과학사 및 아동 발달의 심리학적 이론 등 교육과정 내용 구성 원리를 근거로 그 순서가 적합한지 살펴볼 필요가 있다.

과학사를 근거로 살펴보면 과학교육은 과학자와 같은 탐구과정을 학생들로 하여금 경험하게 하는데 의미가 있다(Jenkins, 1990; Matthews, 1994; 양승훈 등, 1996). 따라서 학생들은 입자 관련 내용을 배움에 있어서 원자의 구조(전자, 핵)를 다룰 때 돌턴의

원자설로 설명할 수 없는 다양한 현상에서 과학적 추론을 통하여 과학자들이 경험한 것과 같은 또 다른 가설을 생각해 내는 과정이 필요할 것이다. 즉, 과학자들이 호기심을 갖고 탐구하면서 해결해 가는 과정을 동일하게 겪도록 하는 탐구과정을 과학과의 중요한 목표로 본다면, 상대적으로 나중에 밝혀진 원자의 구조가 질량보존의 법칙이나 돌턴의 원자 가설과 같은 원자 관련 법칙보다 먼저 제시되는 것이 맞는지 충분한 논의가 필요하다. 2007 개정 과학과 교육과정과 달리 2009 개정 과학과 교육과정에서는 원자의 구조와 질량보존의 법칙과 같은 규칙성 관련 내용을 같은 학년군에서 다루게 되어 있지만, 마찬가지로 학년군 내에서의 제시된 순서가 원자의 구조가 먼저 제시되어 있음을 알 수 있다.

또한 과거 피아제가 제시한 아동 인지 발달 단계와 김기용(1976)의 연구를 통하여 과학과 교육과정의 내용 구성 원리에 있어서, 상대적으로 크고 구체적인 실체에서 점차적으로 작고, 추상적인 실체의 순서로 내용이 제시되어야 함을 알 수 있는데, 이러한 연구와 비교해 봐도 미세한 원자의 구조(전자, 핵)를 먼저 제시하기보다 돌턴의 원자설이 먼저 제시되어야 할 것이다. 원자의 내부 구조를 먼저 다루

고 나면 다양한 규칙성 및 반응 법칙에 대한 교사의 설명과 학생의 이해가 쉬운 장점이 있지만, 다양한 가설설정과 실험을 통해 학생 스스로 지식을 재구성하는 탐구과정능력을 형성하는데 한계가 있을 것이다.

## 2. 내용 특징

각 나라별 입자 관련 내용 중 입자, 분자 운동, 원소, 원자 법칙, 원자 구조와 관련된 내용별 구체적인 특징을 살펴보면 다음과 같다.

### 1) 입자

우리나라의 경우, 초등학교 5·6학년군에서 용해 현상을 물질의 입자와 관련지어 이해할 것을 제시하고 있다. 미국은 5~8학년까지 다룰 내용으로 입자를 제시하고 있는데 물질의 작은 조각이라는 개념을 제시하고 있으며, 영국에서는 11살에서 14살까지에 해당하는 Key stage 3단계에서 입자를 다루고 있는데, 물질이 입자로 구성되어 있다는 것으로 처음 제시되고 있다. 일본에서는 중학교 교육과정에서 물질의 용해와 관련하여 수용액 속에서 용질이 균일하게 분산하고 있다는 부분에서 입자 모델을 이용하라고 제시되어 있어 우리나라 초등학교 교육과정과 유사하게 입자를 제시하고 있음을 알 수 있다. 그러나 입자와 관련하여 일본과 우리나라는 용해 현상에서 입자를 도입하라는 활동으로 제시되어 있는 반면에, 미국과 영국에서는 어떤 활동이나 현상보다는 입자를 물질을 구성하는 더 작은 물질이라는 입자의 개념 자체에 초점이 맞추어져서 제시하고 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 내용을 통해 교육과정에 제시된 교과 내용이 지식이나 핵심 개념보다는 활동 위주라는 기존의 연구들(한국 교육개발원, 1986; 이규성과 우종욱, 1991; 허남조 등, 2004; 백남진, 2007)과 같다는 것을 알 수 있다.

### 2) 분자 운동

우리나라의 경우, 중학교 1~3학년 군에서 증발, 확산, 압력과 온도와 부피의 관계 및 물질의 상태 변화와 관련해서 분자 운동 내용을 제시하고 있다. 미국은 9~12학년 사이에 다룰 내용으로 분자 운동이 고등학교 교육과정의 마지막 부분에 제시되어 있는데, 고체, 액체, 기체 분자들 사이의 거리와 각, 에너지와 관련하여 분자 운동을 제시하고 있다. 영

국은 Key stage 3 단계에서 고체, 액체, 기체의 특징을 설명하기 위해 분자 이론의 사용을 제시하고 있으며, 일본은 중학교 1~3학년 군에서 물질의 부피 질량과 고체, 액체, 기체의 상태 변화와 관련하여 분자 이론을 제시하고 있다. 특히 미국의 경우 9~12학년에서 다루는 분자 운동 내용은 에너지와 관련된 내용으로 심화된 내용임을 알 수 있다.

### 3) 원소

우리나라의 경우, 중학교 1~3학년군에서 모든 물질을 이루고 있는 근본으로 원소를 다루고 있으며, 원소기호로 나타낼 것을 제시하고 있다. 미국은 5~8학년 사이에서 원소를 더 이상 쪼개지지 않는 물질로 화합물 및 생물 무생물의 존재를 가능하게 하는 근본 물질로 원소를 다루고 있다. 영국은 Key stage 3 단계에서 원소의 개념이 아닌 원소 주기율표와 기호, 원소의 물질적 특성과 관련하여 제시하고 있으며, Key stage 4 단계에서 100여개의 원소 및 원소 주기율표, 그룹 원소와 관련된 내용을 제시하고 있다. 일본의 경우, 원소라는 용어를 명시적으로 확인할 수 없었고, 핀란드의 경우 5, 6학년군에서 토양 속의 원소의 화학기호를 다룬 후 7~9학년에서 화합물과 관련하여 간략하게 제시하고 있다.

대부분의 나라에서 제시된 원소와 관련된 내용이 조금씩 차이가 있었으나, 공통적으로 기호로 나타낸다는 것을 제시하고 있다.

### 4) 원자 법칙

우리나라의 경우, 중학교 1~3학년군에서 화학반응의 양적 관계를 다루면서 다양한 규칙성 관련 법칙과 더불어 이러한 법칙이 가능하도록 학생의 추론을 통한 입자 가설(원자설)까지 같이 다루도록 제시하고 있다. 미국은 5~8학년 사이에서 다양한 물질들이 화학반응으로 새로운 화합물을 생성할 때 총 질량은 항상 보존된다는 내용을 제시하고 있으며, 9~12학년에서는 물질의 질량이 변하지 않는 이유로 입자의 재배열 등 특성과 관련하여 가장합으로서 설명될 수 있다고 구리 석출 반응의 예를 들어 제시하고 있다. 영국은 Key stage 3 단계에서 화학적 반응이 일어날 때 원자 배열의 구조는 바뀌지만 같은 원자가 존재하므로 질량이 보존된다는 내용을 다루고 있다. 일본의 교육과정에서는 화학변화의 전후에 물질 질량 비교 실험을 통해 반응물의 질량과

생성물의 질량의 합이 같다는 것을 제시하고 있다.

우리나라와 미국, 영국의 교육과정 내용은 과학사에서 제시되는 내용과 유사하였는데, 과학적 추론을 통해 질량보존 법칙이 원자라는 어떤 특성을 가진 입자로 존재한다면 설명이 될 수 있다는 내용을 포함하고 있다. 즉 과학사에서와 같이 라부아지에의 질량보존의 법칙에 대한 돌턴의 과학자적 탐구 과정 지식을 바탕으로 원자설이 생성되는 과정을 경험하도록 교육과정에 제시하고 있다. 반면에 일본은 질량보존의 법칙 자체만을 제시 하는 등 간략히 제시하고 있다.

### 5) 원자 구조

우리나라의 경우, 중학교 1~3학년군에서 원소와 함께 다루고 있으며, 원자가 원자핵과 전자로 구성되어 있음을 알고, 모형으로 나타낼 것과 이온과 관련된 내용도 함께 다루고 있다. 이후 고등학교 과정에서 양성자와 중성자에 관하여 제시하고 있다. 미국의 경우, 9~12학년에서 원자를 핵, 전자와 이들의 인력, 양성자, 중성자까지 제시하고 있으며, 동위원소, 핵력, 방사성 동위원소 등 원자 관련 내용을 상세히 제시하고 있고, 영국의 경우 Key stage 4에서 원자는 원자핵과 전자, 양성자와 중성자까지 제시하고, 원자 내 전자 배열 모형 및 모형에 따른 원소 반응과 관련된 내용을 제시하고 있다. 일본은 중학교 1~3학년군에서 이온의 생성과 원자의 성립, 원자의 구조와 관련된 내용으로 원자핵, 전자, 양성자, 중성자까지 다룰 것을 제시하고 있으며, 핀란드의 경우, 중학교급인 7~9학년에서 원자의 구조 중 전자와 핵까지만 제시하고 있으며 고등학교 교육과정에서 양성자, 중성자까지 제시하고 있다.

우리나라와 핀란드는 중학교 교육과정에서 처음 원자의 구조(전자, 핵)을 제시하고, 고등학교 교육과정에서 원자의 구조(전자, 핵, 양성자, 중성자)를 더 심화하여 다루고 있어서 한 번에 전자, 핵, 양성자, 중성자를 다루는 미국, 영국, 일본의 교육과정과 차이가 있다.

### 3. 진술 특징

각 나라별 과학과 교육과정에 제시된 입자 관련 내용의 차이뿐만 아니라 내용을 진술할 때 나라별로 구별되는 특징을 확인할 수 있었다. 다음은 과학과 교육과정에 나타난 입자 관련 내용을 진술할 때

의 각 나라별 특징을 예를 들어 나타낸 것이다.

우리나라의 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 진술 특징은 입자 관련 모형을 사용할 것을 반복해서 강조하고 있다는 것이다. 다음은 모형 사용을 강조한 예이다.

- 증발 또는 확산 현상을 통하여 분자가 운동하고 있음을 알고, 모형을 이용하여 분자 운동을 설명한다.
- 원소는 물질을 구성하는 원자로 구성되고, 원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있음을 알고, 이를 모형을 사용하여 나타낸다.

미국의 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 진술 특징은 유치원에서 4학년까지 원자와 같은 추상적 전문적 용어를 사용하지 말 것과, 5학년에서 8학년까지는 입자라는 개념은 언급하나, 원자, 분자라는 개념은 직접적으로 도입하지 말 것을 명시적으로 제시한다는 것이다. 다음은 용어 사용에 대한 유의점을 제시한 예이다.

- 원자와 분자를 도입하거나 이용하여 원소와 화합물의 특성을 설명하는 것이 가능하다고 생각할 수 있다. 그러나 이 나이 또래의 학생들을 대상으로 그러한 용어를 사용하는 것은 이른다. 그러면 물질의 거시적 특성과 물리적, 화학적 반응을 관찰하고 기술하는데 초점을 맞추으로써 얻을 수 있는 이해를 왜곡시킬 수 있다. 5~8학년 수준에서는 원소와 화합물을 그것들의 화학적 특성에 따라 조작적으로 정의할 수 있지만 원자와 분자라는 아이디어를 충분히 이해하는 학생들은 거의 없다.

영국의 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 진술 특징은 입자 관련 실험의 실험 재료를 구체적으로 제시한다는 것이다. 다음은 실험 재료를 구체적으로 제시한 예이다.

- (예를 들면, 과일이 익는 현상, 강력접착제가 굳는 현상, 음식요리 등과 같은) 생물계를 포함한 거의 모든 물질들은 화학 반응으로 만들어지며, 일상 상황에서의 화학 변화의 중요성을 안다.

- (예를 들면, 물, 이산화탄소, 산화마그네슘, 염화나트륨, 대부분의 광물과 같이) 확실한 구성 요소로 새로운 화합물 생성을 위해 어떻게 원소들이 화학적 반응이 이루어지는지 배운다.

일본의 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 진술 특징은 다른 나라에 비하여 매우 간략하게 제시한다는 것이다. 다음은 간단하게 제시한 예이다.

- 물질의 분해  
물질을 분해하는 실험을 통해 분해하고 생성된 물질에서 원래 물질의 성분을 발견한다.
- 원자, 분자  
물질은 원자나 분자로 구성되어 있다는 것과 원자는 기호로 나타낸다는 것을 안다.

핀란드의 과학과 교육과정 입자 관련 내용의 진술 특징은 입자 관련 내용을 실생활 및 환경과 관련지어 내용을 다루고 있다는 것이다. 다음은 입자 관련 내용을 실생활 및 환경과 관련지어 제시한 내용의 예이다.

- 물질의 가연성; 연소반응; 연소반응을 화학기호로 설명; 물질에서의 연소의 특성과 환경에의 영향
- 지표에서 발견되는 화합물과 주요 원소 그리고 그들의 특징, 제조, 사용, 물질의 생성 및 순환

위 사례와 같이 나라별 입자 관련 내용의 진술 특징을 확인할 수 있다. 우리나라와 일본, 핀란드 교육과정은 미국, 영국의 교육과정에 비하여 간략하게 제시되어 있는데, 이러한 결과는 이화국(2000)의 연구와 일치하였다. 따라서 구체적 용어와 학년군 별 교과 내용 기준을 문장으로 상세히 제시하는 미국이나, 구체적 사례를 들어 교육과정에 제시하고 있는 영국의 교육과정을 벤치마킹하여 현장에서 쉽게 기준으로 활용하는 데 도움을 줄 수 있는 상세한 내용으로 제시할 필요가 있다.

또한 핀란드 교육과정의 경우, 물리, 화학 등 교과가 명시적으로 나누어져 있지만, 실제 내용에서는 지구과학, 환경 등 다양한 영역과 통합적으로 내용이 제시되어 교육과정의 교과 내용 자체가 통합성의 의미를 담고 있음을 알 수 있었다.

## V. 결론 및 시사점

최근 2009 개정 교육과정에는 초등학교 5, 6학년군에 명시적으로 입자 관련 내용이 포함되었다. 본 연구에서는 이와 관련하여 화학에서 핵심이 되는 내용이지만 학생들이 어려워하는 입자 관련 내용을 중심으로 우리나라 과학과 교육과정의 특징을 분석하였고, 다른 나라 교육과정과의 국제 비교를 통하여 앞으로 우리나라 과학과 교육과정의 내용 구성에 있어서의 구체적 방안 및 시사점을 제시하고자 하였다. 연구 결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 우리나라 과학과 교육과정의 입자 관련 내용 분석을 통해 현 2009 개정 교육과정은 과거 6차 교육과정과 비슷한 학년 수준에서 내용이 도입되었고, 학교급간 내용의 연계성을 위한 내용 구성임을 알 수 있었다. 그러나 대부분의 입자와 관련된 핵심 개념이 중학교 1~3학년군에 제시되어 있고, 실제 초등학교에서는 개념보다는 활동 위주로 제시되어 있었다. 초등학교 과정이 중학교에서 다룰 입자 관련 개념의 기초를 배우는 전 단계로써의 의미가 중요하지만, 초등학교 교육과정에 제시된 활동 위주의 내용은 같은 학년군 안에서 서로 연계성을 갖지 못하고, 단지 중학교에서 다룰 입자 관련 개념을 위한 과정으로서의 의미를 갖기 때문에, 초, 중, 고등학교 전체를 아우르는 내용의 연계성을 갖는데 한계가 있을 것이다. 따라서 학생들의 수준에 맞는 활동과 더불어 활동에서 다룰 관련 입자 관련 개념을 제시하여 내용을 구성하는 방안을 모색해야 할 것이다. 이는 국가 수준의 기준으로서 현장의 교사들에게 유용한 지침이 될 것이다.

또한 2007년 개정 교육과정의 지나치게 어려운 내용의 재조정이라는 취지에 따라서 원자 관련 내용 중 상대적으로 미시적 대상인 원자 구조(전자, 핵)는 낮은 학년에서, 원자 구조보다 거시적 대상을 다루는 원자 법칙(질량보존의 법칙, 원자설)은 높은 학년에서 제시되고 있어 일관성이 없는 것을 볼 수 있다. 이러한 순서를 2009년 개정 교육과정에서는 학년군으로 묶어 제시하였으나, 역시 학년군 내에서의 순서가 원자 구조, 원자 법칙 순서로 제시되어 있음을 알 수 있다. 따라서 앞으로 입자 관련 내용을 구성하는데 있어서 일관된 관점으로 적용되었는지 심도 있는 논의가 필요하다.

둘째, 다른 나라 과학과 교육과정과의 입자 관련 내용 비교를 통해 우리나라 2009 개정 과학과 교육과정의 내용 도입 순서 중 원자 구조 - 원자 법칙의 순서를 다른 나라와 같은 원자 법칙 - 원자 구조의 순서로 제시할 것과 전체적으로 입자와 관련하여 구체적인 내용으로 제시할 것, 영역 통합 및 내용 통합에 대하여 벤치마킹할 것을 제안한다.

입자 관련 내용의 도입 시기를 비교해 보면, 우리나라의 2009 개정 과학과 교육과정의 초등학교에서 처음 입자를 제시한 것은 다른 나라들과 비슷한 시기라는 것을 알 수 있었다. 그러나 우리나라와 달리 미국, 영국, 일본은 처음 ‘입자’가 제시되고, ‘입자’가 제시된 같은 학년군에서 원자 법칙, 원소, 분자 운동, 원자 구조까지 다루는 등 다양한 개념을 함께 다루고 있음을 알 수 있다.

특히 국제 비교에서 우리나라는 다른 나라와의 가장 큰 차이점으로 원자 구조 - 원자 법칙의 순서로 제시되어 있음을 알 수 있는데, 국제 비교뿐만 아니라 아동 발달 심리학과 과학사에서 강조하고 있는 탐구과정 지식의 형성과정을 근거로 살펴보다도 그 순서가 원자 법칙 - 원자 구조로 바뀌어 제시되어야 할 것이다. 입자와 관련된 구체적인 내용 비교를 통해서 대부분의 입자 관련 내용이 비슷한 수준에서 제시되었으나, 우리나라의 ‘입자’ 내용이 다른 나라와 비교하여 개념보다는 활동 위주라는 것을 알 수 있었다. 입자 관련 내용의 진술 특징 비교를 통하여 영국, 미국과 같이 구체적으로 교육과정 내용을 제시할 것과 핀란드의 경우 영역 통합 및 내용 통합에 있어서 교과 내용 자체의 통합적 구성을 시도하였는데, 최근 2009 개정 교육과정에서 강조하고 STEAM이나 STS에 대한 시사점을 얻을 수 있었다.

이 연구는 앞서 언급하였듯이 교육과정 국제 비교에서 매우 중요한 요소인 사회문화적 특징을 다루지 못하였으며(이미경과 김주훈, 2004), 주 정부 주도의 자치 영향력이 강한 미국이나 기타 서양의 국가 수준에서 제시한 교육과정과 우리나라와 같은 중앙집권적 교육과정이 같은 범주의 비교 대상인가 하는 한계점이 있다. 그러나 국가 수준에서 제시된 교육과정이라는 공통분모를 가지고 비교를 시도하였음을 거듭 밝힌다.

이 연구가 일부나마 구체적 교육과정 교과 내용의 구성 방안을 제시한데 의미가 있을 것으로 생각하며, 앞으로 교육과정을 개편함에 있어서 사회문화

적 변화, 시대적 요구와 더불어 교과 교육의 항존적 문제에 대한 의문의 필요성(윤현진 등, 2009), 즉 원래 그 교과가 존립할 수 있었던 이유에 대한 고찰의 필요성(이면우, 2011) 등과 같은 더 근본적인 차원의 점검이 이루어져야 할 것이다. 또한 과학과 교육과정 내용 전체에 대한 분석 및 더 많은 나라들과의 비교 분석을 통해 보편적으로 국제화 시대의 국제 수준에 적합한지를 살펴봐야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 강지아, 노봉오(2000). 중학교 과학, 고등학교 공통과학, 및 화학 I, II 교과서의 물질 반응에 대한 연계성 연구. *교과교육연구*, 3(1), 105-129.
- 고대승(2008). 미국 AAAS 프로젝트 2061 심층분석. 과학문화 연구소 이슈 페이지. 1-16.
- 교육과학기술부(2007). 2007 개정 과학과 교육과정. Retrieved March 5, 2011, from <http://cutis.mest.go.kr>
- 교육과학기술부(2009). 2009 개정 과학과 교육과정. Retrieved September 14, 2011, from <http://cutis.mest.go.kr>
- 교육과학기술부(2010). 3-1 교사용 지도서.
- 교육부(1992). 제6차 과학과 교육과정. Retrieved March 5, 2011, from <http://cutis.mest.go.kr>
- 교육인적자원부(1997). 제7차 과학과 교육과정. Retrieved March 5, 2011, from <http://cutis.mest.go.kr>
- 김경자(1997). 수준별 개별학습을 실현하는 교육과정. *교육과정연구*, 15(1), 120-138.
- 김기음(1976). 현대 과학 교육과정의 구성 원리에 대한 고찰. *경인교육대학교 과학교육연구소논문집*, 1(1), 1-11.
- 김범기(2011). 초등 과학과 교육과정의 개정 방향 및 쟁점. *한국초등과학교육학회 제61차 하계학습대회 자료집*, 29-53.
- 김은식(1996). 미국, 일본, 한국의 고등학교 과학 교육과정 비교. *과학교육연구*, 27(1), 1-9.
- 김원숙, 김영민(2005). 한국의 제7차 중학교 과학교육과정과 일본, 영국, 미국의 새 과학 교육과정의 비교 연구. *과학교육연구*, 32, 11-27.
- 김효남, 박도영(2008). 미국과 한국의 초등학교 과학 수업의 비교. *교과교육학연구*, 12(1), 39-54.
- 노석구(1997). 우리나라와 미국의 과학 교육과정 내용 비교 및 우리나라 과학 교육과정 개선 방안. *지구교육논집*, 9(1), 39-58.
- 文部科學省(2008). 高等學校學習指導要領(2009). Retrieved April 1, 2011, from <http://www.mext.go.jp>
- 文部科學省(2008). 小學校學習指導要領案(2008). Retrieved April 1, 2011, from <http://www.mext.go.jp>
- 文部科學省(2008). 中學校學習指導要領案(2008). Retrieved

- April 1, 2011, from <http://www.mext.go.jp>
- 백남진(2007). 교과 교육과정의 교육내용 제시 방식에 대한 검토: 한국과 미국 과학(생물) 교육과정 비교를 중심으로. *교육과정연구*, 25(1), 129-159.
- 백성혜, 김동욱(2001). 원소, 원자, 분자 개념의 변천. *화학교육*, 28(1), 82-89.
- 백성혜, 김효남, 조부경(2000). 유아, 초등, 중등 과학교육 과정의 연계성 분석을 위한 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 20(2), 262-273.
- 서예원(2008). 한국과 미국의 초등학교 과학교과서 비교 연구: 3학년 물질 영역의 과학적 개념 및 탐구 과정을 중심으로. *초등과학교육학회지*, 26(5), 509-524.
- 서혜애(1999). 미국 과학교육의 목표와 과학적 소양. *한국교육*, 26(2), 453-469.
- 양승훈, 송진웅, 김인환, 조정일, 정원우(1996). 과학사와 과학교육: 과학교육을 위한 과학사적 학습지도. 민음사.
- 오선미, 이광필, 이무상(2001). 한국과 싱가포르의 중학교 과학과 교육 과정 비교. *과학교육연구지*, 25, 31-42.
- 윤현진, 이재봉, 김용진, 백성혜, 이기영(2009). 과학과 교육내용 개선 방안 연구. *교육과정평가원연구보고 RRC 2009-3-4*.
- 이규성, 우종욱(1991). 중학교 과학과 학습내용 구성의 문제점과 그 개선 연구. *한국지구과학회지*, 12(2), 160.
- 이먼우(2011). 초등 과학과 교육과정의 개정 방향 및 쟁점. *한국초등과학교육학회 제61차 하계학습대회 자료집*, 54-55.
- 이미경, 김주훈(2004). 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정 비교. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1082-1093.
- 이병호, 홍후조(2008). 교과 교육과정 기준 문서 체제의 개선에 관한 연구 - 한국, 미국, 영국의 과학과 교육과정 문서비교. *지구과학연구*, 18(3), 73-102.
- 이해명(2003). 교육과정 개정 사례를 통해서 본 교육과정 겹라체제의 문제점 및 개선 방향. *교육과정연구*, 41(2), 197-224.
- 이혜란, 유오현, 임광수, 백성혜, 박국태(1998). 교수 학습 순서에 따른 화학 변화 관련 개념 획득 정도의 비교 연구. *한국화학교육학회지*, 43(4), 475-488.
- 이화국(2000). 한국과 중국 고등학교 화학 교육과정의 비교 연구. *한국과학교육학회지*, 20(4), 652-666.
- 장진주, 서혜애, 송방호(2003). 우리나라와 이스라엘의 중학교 과학과 교육과정 비교 연구. *한국과학교육학회지*, 23(4), 443-457.
- 정진우, 박진홍(1997). 지구과학 개념에 대한 중학교 학생들의 심리적 위계에 따른 교수 효과. *한국지구과학회지*, 18(2), 138-145.
- 조연순, 최경희, 서예원(1998). 창의적 문제해결력 신장을 위한 과학교육과정 개발 연구: 주제 중심의 초등과학 교육과정 내용 구성. *한국과학교육학회지*, 18(4), 527-537.
- 최경숙(2006). 아동 발달 심리학. 교문사.
- 최봉섭(2008). 영국의 교육과정과 교과서 제도. 2008 한국 교과서연구재단 논문, 29-34.
- 최영준(2003). 전기와 자기에 관한 초·중·고등학교 교육과정의 국제 비교. *한국과학교육학회지*, 23(1), 86-99.
- 한국교육개발원(1986). 교육과정 개정을 위한 기초 연구. 연구보고 RR 86-1, 15-51.
- 허경철(2007). 교육과정 국가 수준으로서의 성취 기준의 재음미. *한국교육과정학회 월례회 자료(2007.3)*.
- 허남조, 유병태, 한영옥(2004). 우리나라(7차 교육과정)와 미국의 초등학교 과학과 교과서 3,4,5,6학년의 지구과학영역 비교 및 분석. *과학교육연구*, 29, 325-351.
- 황규호(1997). 교과 교육과정의 교육내용 진술 방식 개선 과제. *초등교육연구*, 11(1), 67-84.
- Finnish National Board of Education(2003). *National Core Curriculum for upper education 2004*. Retrieved March 23, 2011, from <http://ncic.kice.re.kr>
- Finnish National Board of Education(2004). *National Core Curriculum for Basic education 2004*. Retrieved March 23, 2011, from <http://ncic.kice.re.kr>
- Jenkins, E. (1990). The history of science in British schools: Retrospect and prospect. *International Journal of Science Education*, 12(3), 317-325.
- Matteus, M. R. (1994). *The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- National Research Council(NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Qualification and Curriculum Authority(QCA) (1999). *Science: The National Curriculum for England, U.K.: TSO*. Retrieved March 11, 2011, from <http://www.nc.uk.net>
- Schmidt, W. & Prawat, R. S. (2006). Curriculum coherence and national control of education: issue or non-issue. *Journal of Curriculum Studies*, 38(6), 641-658.