

## 초등 수학 전자 교과서의 구성 및 개발 전략

김 봉 우<sup>1)</sup> · 배 종 수<sup>2)</sup>

단계형, 수준별 교육과정의 효율적인 운영을 위해서는 개별화 학습이 가능하도록 자기 주도적 학습 시스템이 구축되어야 한다. 이러한 시스템 구축을 통한 교육과정의 효과적 운영과 교수-학습의 질적 향상을 도모할 수 있는 방안의 하나로 초등 수학 전자 교과서 개발은 중요한 의미를 갖는다. 본 연구에서는 초등 수학 전자 교과서의 구성 및 개발 전략에 대한 기본 방향을 설정하고, 이러한 기본 방향에 기초하여 유사 자료 사례 분석, 내용 분석, 기능 분석을 통해 종합적인 초등 수학 전자 교과서의 구성 모델을 제시하였다. 또한 실제적인 개발 전략의 일환으로 단계적 개발 모형과 콘텐츠 확보 방안도 함께 제시하였다.

[주제어] 전자 교과서, 수준별 교육과정, ICT 활용 교육, 자기 주도적 학습, 멀티 미디어 활용 수업.

### 1. 서 론

우리는 지식의 양이 폭발적으로 증가하고 있고, 정보 통신 기술(ICT)의 발전에 따른 정보의 디지털화와 통합화가 가속되고 있는 지식 기반 정보화 사회에 살고 있다. 정보의 힘이 국가의 힘을 대표하는 미래의 정보화 사회에 대처하기 위해 현재 여러 가지 교육 정보화 정책이 시행되고 있거나 완료된 상태이다. 교단 선진화 세트 보급 사업, 학내 전산망의 설치 등과 같은 하드웨어적인 학교 환경 개선을 통해 멀티미디어 학습을 위한 물적 기반이 확보되었으며 교육용 소프트웨어의 개발과 보급을 통한 소프트웨어적인 학습 환경이 개선되고 있는 현실이다. 또한 학교 행정 업무의 전산화, 학교 종합 정보 관리 시스템의 보급, 교육 통계 자료의 데이터베이스화, 전국 단위 교육 행정 정보 시스템(NEIS) 개발 등과 같은 교수-학습 외적인 환경 변화가 가시적으로 이루어졌다. 그러나 이러한 외적인 교육 환경의 변화보다도 더 중요한 것은 변화의 중심에 제7차 교육과정이 자리 잡고 있다는 것이다.

제7차 교육과정에서는 21세기 세계화·정보화 시대를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인 육성을 기본 방향으로 삼고 있다. 이러한 지식 기반 정보화 사회에서는 창의력, 문제 해결력, 자기 주도적 학습 능력을 고루 갖춘 인재를 요구하고 있는 것이다. 따라서 제7차 교육과정은 학생들이 이러한 능력을 개개인의 특성에 맞게 개발해 나갈 수 있도록 수준별 교육과정을 도입하고 있다. 이와 같은 수준별 교육과정을 운영하기 위해서는 개별화 학습이 필수적으로 요구된다. 즉 기존의 교육 체제에서 제공하는 일방적 지식의 전달 및

1) [제1저자] 서울 선린 초등학교.

2) 서울 교육 대학교.

습득이 아닌 정보화 시대의 교육 패러다임에 적합하게 학생 스스로 자기 주도적 학습을 할 수 있는 시스템이 필요한 것이다. 현재 교육 현장에서는 수준별·개별화 학습의 효율성을 극대화하기 위하여 정보 통신 기술(ICT)을 도입하여 교수·학습 방법을 새롭게 변화시키려는 끊임없는 노력을 하고 있는 중이다. 특히 초등 수학 교육에서의 ICT 활용 교육은 인터넷과 멀티미디어자료의 활용과 더불어 매우 활성화되고 있는 추세이다. 기존의 CAI, WBI와 같은 매체 활용 교육에 비해 ICT 활용교육은 교육 정보화 물적 기반을 바탕으로 이전 보다 좀더 포괄적인 교수-학습 방법으로 자리 잡게 되었다. 그러나 초등 수학의 특성에 맞으며 단계형·수준별 교육과정에 적합한 교수-학습 자료의 확충에는 아직도 부족한 점이 많이 있다.

앞으로는 효과적인 교수-학습 방법과 학습자의 수준별·개별화 학습을 가능하게 하는 초등 수학 전자 교과서의 개발이 필요하다. 기존의 고정된 인쇄 교과서가 주는 여러 가지 제한점에서 벗어나, 멀티미디어화된 교과서와 각종 참고 자료, 커뮤니티, 교수-학습 보조 툴 등을 이용하여 다양한 학습 경험을 제공할 수 있어야 할 것이다. 그러므로 앞으로 개발될 초등 수학 전자 교과서는 사교육 시장을 중심으로 인터넷에 올라와 있는 서책형 교과서의 디지털화된 형태의 웹 페이지 등과는 반드시 차별성을 지녀야 할 것이다. 교과서라는 이름에 걸맞은 내용과 구성에 따라 교사에게는 교수-학습의 수월성을 확보해 줌과 동시에 학생들에게는 스스로 기본, 보충·심화 학습 등의 수준별·개별화 학습 기회를 제공해 줄 수 있어야 한다.

## II. 이론적 배경

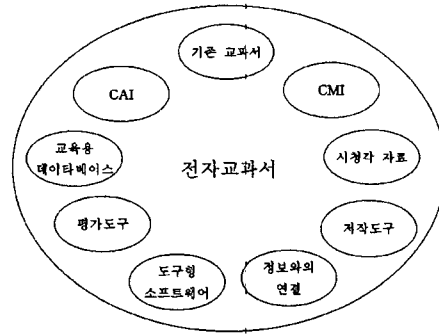
### 1. 전자 교과서의 개념

김소영(1988)은 “전자 교과서란 효과적이고 효율적인 교수-학습을 목적으로 대학을 제외한 정규 학교에서 학생들이 학습의 기본 자료로 사용할 수 있도록 학교 교육과정의 내용을 중심으로 제작된 전자 도서이다”로 정의하고 있고, 여운방(2000)은 “학교 또는 가정에서 교육을 위하여 사용되는 학생용의 주된 교재로서, 컴퓨터를 기반으로 활용될 수 있도록 전자화된 형태의 도서”라고 정의한다. 김소영과 여운방의 개념 정의는 포괄적이고 일반적 정의인데 비해 곽병선(1997)은 전자 교과서의 개념을 <그림 1>과 같이 구체적으로 제시하고 있다. 곽병선이 제시하고 있는 전자 교과서의 개념은 현재 웹상에서 구현되고 있는 학습 사이트들의 구성과 유사점을 가지고 있으며 전자 교과서를 구성하는 구성 요소에 대해 비교적 통합적이고 체계적인 제시를 했다고 볼 수 있다.

### 2. 전자 교과서의 특징

전자 교과서의 가장 큰 특징은, 학습 내용이 컴퓨터를 기반으로 제공되므로 무형의 데이터(binary data)로 만들어져 있다는 것이다. 또 다른 특징은 학습에 관련된 자료들이 데이터베이스 형태로 저장되어 있어 학습자의 요구 사항에 따라 다양한 형태로 여러 교과에서도 활용할 수 있다는 것이다. 기존의 교과 중심의 학습 환경에서는 자료 탐색과 이

용을 위하여 많은 노력과 비용을 투자해야 하는 반면, 전자 교과서에서는 원하는 자료를 쉽게 찾고 활용할 수 있다(여운방 2000).



<그림 1> 전자교과서의 개념

그러므로 전자 교과서는 시공을 초월하는 양질의 멀티미디어 형태로서 온라인 교육 서비스를 제공할 것이며, 가정에서는 개별적인 학습을 위한 교재로 활용하고, 학교에서는 보충·심화 학습을 위한 자료로서 정규 시간 외의 교육 활동을 위해 활용될 수 있을 것이다. 특히 학습자의 학습 성취도에 따라 학습 수준과 단계를 선택하여 학습할 수 있는 능력별 학습이 가능하게 하며, 쌍방향 학습을 지원할 수 있다. 기존의 인쇄 교과서와 비교해서 전자 교과서는 자료 유형을 비롯하여 학습 및 수업 방법 등에서 다른 특성을 나타낸다. 인쇄 교과서와 전자 교과서의 특징을 비교해 보면 [표 1]과 같다.

[표 1] 전자교과서의 특징

구 분	인쇄 교과서	전자 교과서
자료 유형	텍스트와 이미지 위주의 학습 자료	생동감 있는 멀티미디어 학습 자료
자료 변환	자료가 고정되어 변환이 어려움	학습자의 필요에 따라 능동적인 자료 변환이 용이함
자료 수집	교과서 외의 자료를 찾기 위해서는 많은 시간과 비용이 요구됨	전자 교과서와 연동되는 다양한 교육 자료 및 DB와의 하이퍼링크를 통해 풍부한 학습 경험 제공
자료 획득	교사를 통한 전달	컴퓨터를 활용
다른 교과와의 관계	각 교과는 개별적인 학습 교재 필요	다른 교과와의 연동 학습이 가능
학습 방법	지식 전달 위주인 단방향 학습	컴퓨터와 학생간, 교사와 학생간, 학생 상호간, 학생과 관련 단체간 쌍방향 개별 학습 가능
수업 방법	학습자의 개별적 특성이 반영되기 어려운 일제 수업	학습자의 능력에 따른 단계별 학습 가능

전자 교과서를 각급 학교에서 국가 수준의 교육과정을 실천하기 위한 교육 내용으로서의 교과서라고 볼 때 다음과 같은 접근이 요구된다고 하였다(백영균 2002, pp. 5-6).

첫째, '교과서'에 대한 개념 규정, '교과서'가 가지는 특성과 '전자 교과서'에서 '전자'가 가지는 의미와 특성을 반영하여야 한다.

둘째, '전자 교과서'의 개념 규정을 위해서 필요한 두 번째 접근은 '전자 도서' 즉 '전자책' 개념이다. 결국 전자 교과서의 개념은 형식적 교육 기관을 중심으로 활용되는 학습자용 전자 교과서라고 정리할 수 있다.

조난심(2000)은 이와 같은 전자 교과서의 관점을 보다 명세화하여 ① 교과서로서의 관점, ② 전달 매체와 학습 도구로서의 관점, ③ 교수-학습 이론적 관점에서 정의하고 있다.

이상의 논의에 기초하면, 결국 전자 교과서라는 것은 "기존의 서책 중심의 교과서 개념(각급 학교에서 교육과정을 실천하기 위해 사용되는 학습자용 주 교재 또는 보조 교재로서의 전자 책)을 그대로 따르면서 '전자'가 갖는 기능(특징과 장점)을 충분히 발현할 수 있는 개념"으로 정리할 수 있다.

### III. 초등 수학 전자 교과서의 구성

#### 1. 구성의 기초

##### 가. 초등 수학 전자 교과서 구성 요소

교육부(2000)는 교과서 백서에서 전자 교과서의 유형을 통신 연결, 사용 대상, 교과 구분, 자료 변경, 교재 유형으로 구분하였다. 이의 구분 관점을 활용하여 초등 수학 전자교과서 구성의 기초 요소를 표로써 재구성하면 [표 2]와 같다.

##### 나. 초등 수학 전자 교과서 구성을 위해 고려해야 할 요인

강신천(2002)이 제시한 전자 교과서 유형 설정을 위한 개념적 요인을 근거로 초등 수학 전자 교과서 구성을 위해 고려해야 할 부분에 대해 생각해 보면 [표 3]과 같다.

첫째, 초등 수학 전자 교과서의 내용은 단순히 교과서를 디지털화 하는 것으로는 부족하다. 최소한 현재의 일반적인 초등 수학 웹 사이트보다는 내용적인 측면에서 질적으로 우수한 수준을 갖추어야 할 것을 전제해야 한다. 따라서 그 내용은 교과서의 내용(기본, 보충, 심화)을 모두 포괄하면서도 추가된 부가 자료와 더불어 초등 수학 전자 교과서만의 특성을 살릴 수 있는 새로운 내용이 집필되어야 할 것으로 생각된다.

둘째, 향후 정보 통신 기술은 통합성과 무선성을 두 축으로 하여 발전될 것이다(백영균, 2002). 따라서 미래에는 단순한 뷰어(viewer)의 수준을 뛰어넘는 강력한 소형 PC 또는 단말기<sup>3)</sup>를 기반으로 하는 전자 교과서 개발이 활성화 될 것으로 보인다. 그러나 현

3) 일반적으로 전자책을 구현하기 위한 소프트웨어가 내장된 휴대용 기기를 일컫는 말로 기종에 따라 차이가 있으나 보통 수 권에서 수십 권 정도 분량의 전자 도서를 저장하여 열람할 수 있다. 외국의 경우 마이크로소프트사의 Pocket pc, Gemstar의 REB1100 등이 대표적이며 우리나라에는

시점에서 이러한 단말기를 기반으로 하는 초등 수학 전자 교과서를 개발한다는 것은 무리가 따른다.

[표 2] 초등 수학 전자 교과서 구성의 필수 요소

필수요소	설 명
수학적 의사소통	학습자가 커뮤니티를 이용하여 수학적 의사소통을 할 수 있으며, 관련 수학 인터넷 정보들과의 링크를 통해 다양한 정보를 제공받을 수 있다.
사용 대상	교사용: 수업 시간에 사용할 수 있도록 수업 보조 자료 역할 수행 학습자용: 다양한 학습자의 특성을 고려하여 수준, 내용, 제시 방법 등을 선택하여 자신의 진도에 맞게 개별화 학습을 할 수 있다. 교수-학습용: 동일한 수학 학습 주제를 교사와 학생의 두 측면에서 교수와 학습을 동시에 수행할 수 있도록 구성되어야 한다.
내용 제시	초등 수학 교과용 도서의 흐름과 수학 학습 모형에 기초하여 학습 내용 선택이 자유로운 분기 구조를 갖추어야 하며 한 개의 단원을 기준으로 내용이 제시되어야 한다.
자료 변경	자료 변경이 자유로운 열린 유형의 수학 학습 자료를 제공한다. 사용자가 자신의 필요에 따라 자료를 생성, 변경, 첨가할 수 있어야 한다.
컨텐츠 DB 구축	에듀넷 멀티미디어 교육 자료와 같이 각각의 컨텐츠를 별도 활용할 수 있는 데이터베이스 시스템이 구축되어야 한다.
교재 유형	교과용 도서의 역할: 교수-학습 활동의 핵심 자료로서 교과서, 익힘책, 교사용 지도서로써 활용한다. 교과용 도서의 보조 교재 역할: 멀티미디어 교수-학습 보조자료

현재 단말기의 기술 수준으로는 PC와 웹을 기반으로 하는 전자 교과서에 비해 컨텐츠의 질, 개발 및 적용, 단말기 구입비용 등 여러 가지 해결해야 할 문제점들이 많기 때문이다. 특히 단말기 형태로 전자 교과서를 개발 배포해야 할 경우 교육비는 천문학적인 숫자가 될 것이며 학습자 부담으로 돌아갈 경우 소득 유무에 따른 교육 차별화가 발생할 수도 있다(조영규, 2002). 그러므로 먼저 PC와 웹을 기반으로 하는 전자 교과서를 먼저 개발하고 이후에 네트워크의 통합성과 무선성을 이용하여 단말기 형태로 서비스하는 것이 합리적인 방안이 될 것이다. 특히 기능 구성은 '전자'라는 개념에 기초한 고도의 상호작용이 가능한 형태로 제시되어야 할 것이며 전자 교과서의 제시 형태도 기본적인 형태와 더불어 교사가 원한다면 커스토마이징(customizing)해서 바꿀 수 있는 열린 형태로 구성되어야 한다.

## 2. 내용 구성

초등 수학 전자 교과서는 연역적 방법이나 추상적 방법으로 이해하기 어려운 학생들에게 귀납적이고 구체적인 활동의 소재와 방법을 제공해 줌으로써 학생들의 추상화 과정을

와이즈북의 PC WinCE, 한국전자북의 Hi-ebook, 삼성전자의 Nexio 등이 있다. 아직은 정규 교육과정에는 정책 및 교육 재정, 기술적인 문제로 인하여 채택이 어려운 현실이다. (하순희 외, 2000).

도와줄 수 있어야 한다. 또한 교사가 생각하는 수학 학습 지도 모형에 입각하여 전개 방식이 재구성 될 수 있어야 하고 학생들의 수준별·개별화 학습이 가능하도록 구성되어야 한다. 그러므로 학생들에게는 정적인 형태가 아닌 동적인 형태의 교과서, 익힘책, 참고서의 역할을 수행해 주며 교사에게는 이러한 기능 외에도 교사용 지도서의 역할까지도 더불어 수행해 줄 수 있어야 하는 것이다.

[표 3] 전자교과서의 유형 설정을 위한 개념적 요인

구 분	개념에서의 근거	
기술적 요인	공통요인	디지털 파일이며, 멀티미디어 CD-ROM Title의 내용 수준을 포함하는 개념
	웹 기반	PC에서 운용될 것(Internet 포함)
	단말기 기반	Viewer(Reader)를 통한 콘텐츠 제시
교과서 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원 자료가 교과서와 동일한 경우</li> <li>• 원 자료가 교과서 보다 추가된 부가 자료가 있는 경우</li> <li>• 원 자료인 교과서를 배제하여 새롭게 집필된 경우</li> </ul>	
교수-학습 상호작용 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정적인 교과서의 성격 그대로 제시하는 경우</li> <li>• '전자'라는 개념에 기초한 동적 요소를 제시하는 경우</li> <li>• '전자'라는 개념에 기초한 고도의 상호작용성 제시</li> </ul>	
기타 서비스 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 휴대성, 편의성</li> <li>• 읽기만 가능 / 읽기+메모형(자유 메모)</li> <li>• 파일 다운만 가능 / 파일 수정(변형) 가능</li> </ul>	

#### 가. 초등 수학의 특성에 근거한 학습 내용 구성

##### (1) 활동 중심 수학을 강조해 주는 학습 내용

초등학교에서 지도하는 수학 내용의 대부분은 실생활을 기반으로 하여 형성되고 결국엔 실생활의 문제를 해결하는 데 도움을 주게 된다. 직접적으로 관찰하거나, 구체물이나 반 구체물을 이용하여 구체적 조작 활동을 통해서만 사고가 가능한 것이다. 초등 수학 전자 교과서를 통해 학생들이 조작 활동을 대신한다는 것은 있을 수 없는 것이다. 따라서 전자 교과서 속의 내용은 현행 교과용 도서의 내용을 멀티미디어적인 방식으로 제시함으로써 학생들에게 실생활의 문제에 도움을 주고 구체적 조작 활동의 소재를 제공해 주는 역할을 수행할 수 있도록 재구성되어야 하며, 기능상으로는 구체적 조작 활동의 보조 역할을 수행할 수 있도록 제작되어야 한다.

##### (2) 수학 교육 학습 지도 모형에 입각한 학습 내용 전개

배종수(1992)는 수학 학습 지도의 방법으로 현실에서 직관 또는 구체적인 조작 활동 → 모델 만들기 → 개념 약속하기 → 방법 발견하기를 순서대로 정리하여 수학 교육의 하나의 학습 지도 모형으로 제시하고 있다. 이처럼 초등 수학 전자교과서의 내용은 초등 수

학의 특성을 반영한 수학 교육 학습 지도 모형에 따라 제시되어야 할 것이다. 자칫 전자 교과서의 내용 제시 방법이 연역적이거나 추상적인 방법으로 흘러 초등 교육의 특성을 무시한 채 이루어져서는 안 될 것이다. 따라서 초등 수학 전자 교과서의 내용 전개도 현행 교과서와 동일하거나 유사한 방식으로 전개되어야 한다.

#### 나. 단계형 수준별 교육과정 적용에 적합한 내용

초등 수학 전자 교과서를 개발하는 데 있어 그 출발점으로 삼아야 할 내용의 근거는 초등 수학의 특성과 함께 제7차 수학과 교육과정인 것이다. 제7차 수학과 교육과정은 ‘학습자 중심’과 수학과 교과의 특성을 반영한 ‘단계형’이면서도 ‘심화·보충형’의 성격을 포함하도록 설계되어 있다. 이와 같은 단계형을 기반으로 하여, 그 안에서 심화·보충의 성격을 가미한다는 것은 동일 단계의 학생이라 할지라도 그 단계 내에서 세부적인 학습 능력의 차이에 따라, ‘기본 과정’을 중심으로 하여 보충 또는 심화된 내용을 다룰 수 있게 한다는 것이다. 이와 같은 획기적인 수학과 교육과정의 운영은 수학 교수 학습 지도의 모든 면에서 기본적인 방향이나 방법의 결정에 중요한 영향력을 가지고 있다. 따라서 초등 수학 전자 교과서의 내용 구성도 현행 제7차 수학과 교육과정의 편제를 따르는 것이 바람직하다고 생각한다.

첫째, 개인별 수준에 따른 개별화 학습이 가능해야 한다. 기본 과정의 학습과 더불어 보충·심화의 학습 내용이 있어야 한다. 또한 수준별 학습은 시스템적으로 교사 또는 개인이 관리할 수 있어야 할 것이다.

둘째, 자기 주도적 학습이 가능해야 한다. 학습자가 스스로 학습의 계획을 세우고 학습 목표를 찾아 달성할 수 있도록 내용을 구성한다.

셋째, 다양한 정보를 제공해야 한다. 학생들의 사고를 자극하고 논리적 사고를 길러 줄 수 있는 다양한 수준의 내용이 체계적으로 제공되어야 할 것이다.

넷째, 진단 평가, 수행평가, 총괄평가 등의 다양한 평가용 콘텐츠가 자유롭게 제공됨으로써 평가에 대한 교수-학습의 수월성을 증진시켜야 한다.

### 3. 기능 구성

초등 수학 전자 교과서는 서책형 교과서의 기능을 포함하면서도 서책형 교과서의 단점을 극복해야 한다. 그러나 이러한 기본적인 기능만으로는 앞서 분석했던 초등 수학 웹 사이트들과 차별성이 존재하지 않는다고 할 수 있다. 초등 수학 전자 교과서의 개발을 웹(WEB) 상에 잘 만들어진 초등 수학 사이트를 하나 더 추가하는 과정으로 보아서는 안 될 것이다. 따라서 일반적인 웹 페이지의 기능을 포함하면서도 전자 교과서의 공통 기능과 초등 수학의 특수 기능을 포괄하는 종합적이면서도 시스템적인 구성 방안이 요구된다고 할 수 있다.

#### 가. 초등 수학 전자 교과서 운영 시스템

초등 수학 전자 교과서가 갖추어야 할 여러 가지 기능을 논의하기에 앞서 이러한 기능

이 어떤 시스템 하에서 운영되어야 효과적일 것인가라는 문제를 살펴보아야 한다. 다시 말해 앞서의 사례 분석을 통해 논의 한 것처럼 웹을 기반으로 하되 구체적으로 어떤 시스템에서 운영되는 것이 효과적일 것인가의 문제를 생각해 보아야 하는 것이다.

초등 수학 전자 교과서가 학교 단위를 기본으로 활용된다고 볼 때 정보를 누가 제공하는가에 따라 중앙 집중 시스템, 학교 독립 시스템, 중앙과 학교의 분산 시스템이 존재할 수 있을 것이다.

첫째, 중앙 집중 시스템<sup>4)</sup>의 전형적인 예는 한국교육학술정보원이 운영하고 있는 에듀넷이다. 모든 정보는 한국교육학술정보원에서 관리하며 사용자는 제반 정보를 활용하는 데 중점을 둔다. 정보 제공자의 입장에서는 정보 관리에 매우 효율적이거나 사용자의 입장에서는 원하는 정보를 재구성하여 활용하는 데 많은 제약이 따른다. 교사의 입장에서 볼 때 에듀넷과 같은 중앙 집중 시스템을 초등 수학 전자 교과서와 같은 방식으로 교수-학습에 활용한다면 웹을 통한 학급, 학습자 관리를 할 수 없다. 또한 중앙 집중 시스템에서 제공하는 전자 교과서로는 학생 자신만의 수준별·개별화 학습이 곤란하다. 다시 말해 중앙 집중적인 시스템에서 제공하는 전자 교과서는 다양한 사용자들에게 일반적이고 보편적인 정보를 제공할 수밖에 없다는 한계를 지닐 수밖에 없다.

둘째, 학교 독립적인 시스템 유형은 각급 학교의 자체 서버를 이용 학교 홈페이지를 운영하는 것과 매우 유사한 시스템이다. 초등 수학 전자 교과서를 학교 독립 서버에서 운영하는 데는 콘텐츠 유지 보수 문제, 관련 DB 설계 및 관리 문제, 기술적인 문제 등 여러 가지 현실적인 제약이 따른다. 그러나 학교 자체적으로 운영한다면 위에서 제시한 여러 문제에도 불구하고 학교 자체의 특성과 교사, 학생들의 현실적 요구를 반영할 수 있다는 장점이 있다. 교사와 학생에게 꼭 필요한 자료와 DB를 필요한 형태로 수시로 재구성할 수 있다는 장점도 있다. 또한 고정된 전자 교과서가 아니라 만들어 가는 전자 교과서라는 개념이 적용될 수 있다고 보여진다. 그러나 학교 독립 시스템에서 전자 교과서가 운영되기 위해서는 학교 자체 개발이 불가능하기 때문에 패키지 형태의 초등 수학 전자 교과서가 중앙으로부터 일선 학교에 보급되어야한다.

셋째, 중앙과 학교의 분산 시스템은 중앙 집중 시스템과 학교 독립 시스템의 단점을 극복하면서도 장점을 통합할 수 있는 시스템이다. 정부는 21세기 지식 정보화 시대를 맞이하여 정보 통신 기술의 종합적인 활용을 통해 정부 경쟁력 향상과 대민 서비스의 개선이라는 전자 정부의 비전 구현을 위해 “전자 정부 구현을 위한 행정 업무 등의 전자화 촉진에 관한 법률”을 제정 2001년 7월 1일부터 시행에 들어갔다. 교육인적자원부에서는 전자 정부구현의 일환으로 ‘전국 단위 교육 행정 정보 시스템(NEIS)’<sup>5)</sup>을 구축하였고 이미 많은 부분에 이를 활용하고 있는 실정이다(전국 단위 교육 행정 정보 시스템 운영 방안, 2002).

데이터베이스 관리 시스템 측면에서 초등 수학 전자 교과서 운영 시스템도 NEIS와 비슷하게 중앙과 학교에서 특성에 맞는 DB를 별도로 관리하는 분산 데이터베이스 시스템으

4) 에듀넷과 같은 공공 기관 또는 향후 초등 수학 전자 교과서 개발 및 관리 책임을 총체적으로 맡게 될 기관을 의미한다.

5) 교사용 PC와 교육청 서버가 인터넷으로 연결되어 각급 학교에서 발생하는 모든 업무를 전산 처리할 수 있는 시스템으로 각 시도 교육청 서버를 연결하여 관리하는 분산 데이터베이스 시스템이다. 학교와 교육행정기관에서 수행되는 모든 업무를 27개 영역으로 분류하여 관리하게 된다.



로 구축되어야 할 것이다. 이는 중앙의 과부하를 방지하면서도 각급 학교에서의 자율적인 교수-학습 관리 방안을 제공해 줄 수 있기 때문이다. 총체적인 초등 수학 전자 교과서의 개발 및 관리를 맡게 될 기관은 중앙 콘텐츠 DB와 함께 교육 과정에 따른 일반적 수준의 표준화된 전자 교과서 학습 내용을 제공해야 한다. 또한 초등 수학 전자 교과서에 포함될 여러 가지 공통적인 교수-학습 툴(tool)을 제공하여 학교에 보급해야 한다. 공통적인 교수-학습 툴에는 성적 및 평가 관리 툴, 커뮤니티 생성 및 관리 툴, 전자 교과서 커스토마이징 툴(customizing tool) 등이 포함되어야 한다. 따라서 교사의 수학 교수-학습 관련 정보와 학생 개개인의 성적 관련 정보, 커뮤니티 관련 정보 등의 관련 DB는 학교 자체적으로 관리하게 된다. 이처럼 중앙과 각급 학교의 유기적인 분산 시스템 기반에서 초등 수학 전자 교과서가 운영되어야 할 것이다.

#### 나. 초등 수학 전자 교과서에 포함될 일반적 기능

초등 수학 전자 교과서는 교과 전체의 일반적 기능과 영역별(단원별) 특수 기능이 포함되도록 구성되어야 할 것이다. 앞서 제시했듯이 내용 제시 형태의 기본 단위가 각 단계의 단원이 된다고 보았을 때 모든 단원에 공통으로 들어가는 기능은 중복해서 개발될 필요가 없다. 따라서 수학 교과 전체의 툴 속에 공통 기능을 넣고 특수 기능은 각 단원별로 포함시키는 것이 효과적인 방법이 될 것이다. 강숙희(1999)는 전자 교과서의 일반적 기능 10 가지로서 기존 교과서 기능, 컴퓨터 보조 학습(computer-assisted instruction), 데이터베이스, 멀티미디어 자료 모음, 평가 기능, 컴퓨터 기반 수업 관리(computer-managed instruction), 도구형 소프트웨어 기능, 저작 기능, 정보 자원과의 연결, 학습 공동체 형성의 촉매 역할을 제시했는데, 이 기능들은 초등 수학 전자 교과서에 포함될 공통 기능과 여러 가지 관련이 있다.

강숙희의 논의를 좀더 발전 시켜 생각해 보면 앞으로 개발될 초등 수학 전자 교과서의 형태는 고정된 웹 페이지 중심이 아니라 교수-학습 내용과 방법을 생산해낼 수 있는 열린 형태가 되어야 할 것이다. 이러한 열린 형태의 구성을 가능하게 하기 위해서는 사용자가 자신이 원하는 바에 따라 전자 교과서를 자유롭게 재구성하고 필요한 부분을 추가할 수 있는 교수-학습 툴 중심으로 개발이 진행되어야 한다. 일반적 기능의 수행을 위해 필수적으로 요구되는 툴을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 커뮤니티 생성 및 관리 툴이 포함되어야 한다. 이 툴은 위지윅 방식으로 학급별, 학생별, 모듈별로 게시판과 자료실, 채팅방 등과 같은 커뮤니티를 자유롭게 만들어 줄 수 있고 관리할 수 있는 도구가 되어야 한다. 중앙 서버에서 모든 학교, 모든 학생에 대한 커뮤니티를 만들어 주고 관리해 주는 것이 불가능하기 때문에 각급 학교에선 이러한 툴을 이용하여 교수-학습의 효율성과 학생들의 수학적 의사소통 능력, 개별 학생의 학습 정보 수집 및 축적 능력, 협동 학습 능력을 신장시킬 수 있을 것이다.

둘째, 교사와 학생이 만들어 가는 진화하는 형태의 초등 수학 전자 교과서가 되기 위해서 반드시 커스토마이징 툴이 필요하다. 각급 학교는 중앙에서 기본적으로 제공하는 표준화된 초등 수학 전자 교과서를 학교, 학급, 학생의 특성에 맞도록 자유롭게 변형 재구성할 수 있게 만들어 줄 수 있는 도구가 있어야 한다. 즉 전자 교과서의 화면 구성 및 배

치를 자유롭게 바꿀 수도 있고 학교나 교사 또는 학생이 자체 제작한 콘텐츠를 쉽게 포함시킬 수도 있게 하는 도구이다.

셋째, 성적 및 평가 관리 툴이 제공되어야 한다. 평가 문항을 자유롭게 제작 변형하여 수준별로 학생들에게 제공할 수 있어야 하고 학습자가 학습한 내용을 확인할 수도 있는 질적인 평가 도구가 있어야 한다. 학습자의 진도와 성취도 등을 측정하고 이를 통계 처리 하여 유용한 정보를 제공해 줄 수 있는 도구가 필요한 것이다.

이처럼 초등 수학 전자 교과서의 일반적 기능을 구현하기 위해서는 툴 중심의 개발이 이루어져야 하며 이 툴들을 활용하여 자유롭게 초등 수학 전자 교과서를 구성할 수 있어야 하는 것이다.

#### 다. 초등 수학 전자 교과서에 포함될 특수한 기능

초등 수학 전자 교과서의 각 단원(영역)에 포함될 특수 기능을 추출하기 위해서는 각 영역의 내용을 살펴볼 필요가 있다. 제7차 초등 수학과 교육과정 각 영역의 주요 내용을 분석한 결과를 살펴보면 다음과 같다.

##### (1) 수와 연산

수 개념과 연산 능력은 각 단계에서 점차적으로 발전시켜 어느 단계에서는 일반화의 과정에 이르게 된다. 따라서 각 단계마다 세심한 지도 계획과 방법을 필요로 한다. 또한 상위 단계의 내용을 배제하면서 현 단계의 내용을 복합적인 문제를 통하여 심화하는 수학적 사고 능력이 요구된다. 자연수에서 ‘수의 이해’는 50까지(1-가), 100까지(1-나), 1000까지(2-가), 10000까지(3-가), 10000 이상의 수(4-가)로 구성되어 있다. 또한 2단계에서는 곱셈의 의미 지도와 계산 기능의 숙달이 충분히 이루어지도록 하고, 이를 바탕으로 3-가 단계에서 분수를 도입함과 동시에 이를 소수와 관련지어 지도함으로써 효율적인 유리수 개념이 형성되도록 하고 있다. 그리고 큰 수와 관련된 연산 부분에서는 과도한 계산을 지양하고 되도록 기초적인 계산 원리와 기능을 확실하게 익히게 한 후 스스로 복잡한 알고리즘에 대한 지식을 구성해 나갈 수 있도록 구성되었다. 즉 수와 연산 영역은 과도한 계산을 반복 숙달시키는 것을 목표로 하는 것이 아니라 학생 스스로 확립된 기초·기본적인 지식과 기능을 바탕으로 새로운 지식이나 계산 알고리즘을 찾을 수 있도록 구성되어 있는 것이다.

따라서 이러한 영역 특성에 따른 효과적인 지도를 위해서는 초등 수학 전자 교과서 수와 연산 영역에 구체물 생성기, 수모형 조작기, 계산기, 분수 조작기, 사칙 연산기 등의 특수 기능이 포함되어야 할 것으로 생각된다.

##### (2) 도형

도형 영역에서는 구체적인 조작 활동을 통한 자기 학습력 개발에 중점을 두고 있다. 예를 들어 1-나 단계에서 점판을 기본 도구로 이용하는 활동, 2-가, 3-가 단계에서 구체물이나 그림의 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등의 활동, 2-나 단계에서 입체도형의 이해를 위해 쌓기나무를 이용한 활동 등은 도형의 관찰이나 조작 활동을 강조하고 있는 것이다. 따라서

도형 영역의 지도에서는 주위의 실제 생활에서 볼 수 있는 사물을 관찰하여 그 성질을 추상해 낼 수 있도록, 구체적인 교구를 이용하여 조작 활동을 할 수 있도록 배려한 것이다. 2-나 단계 과정에서 직육면체의 성질에 대한 직접적인 학습을 배제하고 입체 도형의 구성 활동을 통하여 구성 요소 상호간의 관계를 파악할 수 있도록 시도한 것이 이와 같은 맥락이라고 할 수 있다. 그리고 저학년에서 도형의 종합적인 감각을 기르기 위하여 1-나 점판에서 공간 감각 기르기, 2-가 구체물에서 공간 감각 기르기, 3-가 평면도형에서의 공간 감각을 기르기, 3-나 거울을 통한 공간 감각 기르기의 내용도 특징 중의 하나이다. 또한 4단계의 평면 도형, 5단계, 6단계의 입체 도형에 대한 학습도 구체적인 조작 활동을 강조하는 도형 영역의 특성을 반영하여 구성되어 있다.

이러한 도형 영역의 특성을 최대한 살리면서 수학 교수-학습을 보조할 수 있는 특수 기능 툴로는 사이버 자, 사이버 삼각자, 사이버 각도기, 사이버 컴퍼스, 계산기, 도형 작성기 (2D와 3D), 자유로운 도형의 회전 이동이 가능한 도구, 도형 분석기 등이 필요할 것이다.

### (3) 측정

측정은 수학과에서 학생들에게 가장 현실감 있는 활동 영역이 될 수 있다. 또한 우리의 실제 생활과 가장 밀접한 관련이 있는 부분이기도 하다. 따라서 측정 영역은 학생들의 발달 단계에 맞추어 자신들의 주위 환경에서 자연스럽게 접할 수 있는 소재를 다루도록 구성되어 있다. 구체적인 내용을 살펴보면 1단계에서는 여러 가지 양의 비교 및 시각 읽기, 2단계에서는 길이(cm, m), 시각, 여러 가지 시간 단위, 측정 값 나타내기 등을 다룬다. 3단계에서는 길이(mm, km), 분 단위까지의 시간 계산, 들이의 덧셈과 뺄셈에 대한 내용이 포함된다. 4단계에서는 시간(분, 초)의 덧셈과 뺄셈 각도, 무게, 어렵하기가 있다. 이처럼 각 단위의 범위가 단계별로 심화되어 제시되고 있는 것이다. 즉, 측정 영역은 인위적이기보다는 자연스런 생활 수학으로서 그 설정의 의미가 있다. 그리고 측정에서도 통합적인 사고 활동을 요구하도록 의도하고 있는 바, 예를 들면, '복합 도형'의 넓이가 그런 것이다. 여러 가지 모양의 도형의 넓이를 구하는 것이 단순한 계산 문제가 되어서는 안 되고 학생들 스스로 측정의 방법을 생각해 내는 과정에서 통합적이고 효율적인 사고를 할 수 있어야 하는 것이다. 또한 어렵에 해당하는 '약'을 2단계로 옮겨서 조기에 지도함으로써 일찍부터 사물의 대략적인 크기를 가늠해 볼 수 있는 안목을 갖도록 구성되었다.

이처럼 측정 영역은 가장 현실감 있는 활동 영역으로 학생들의 실제 생활과 가장 밀접한 관련이 있는 부분이다. 이러한 영역의 특성을 고려했을 때 여러 가지 양의 비교, 시각과 시간, 도형의 넓이와 부피 등을 자유롭게 변형시켜 측정하거나 관찰 할 수 있는 도구들이 필요하다. 그러나 측정과 관련된 도구들은 실제의 모습과 달리 과장 또는 축소시켜 보여준다는 한계가 있기 때문에 이에 대한 교사의 합리적인 지도가 필수적으로 요구된다고 볼 수 있다. 또한 이러한 특수 기능 툴을 보조해 줄 수 있는 다양한 동영상도 개발되어 좀더 생생한 측정 영역 학습이 될 수 있도록 해야 할 것이다.

### (4) 확률과 통계

확률과 통계 영역은 7차 교육 과정에서 새로 추가된 영역이지만 대부분의 내용은 관계 영역에 포함되어 있던 내용이다. 그러나 '확률과 통계'라는 독자적인 영역을 확보함으로써

써 단계에 따라 더욱 일관성 있는 계통성을 가질 수 있게 되었다. 저학년에서는 확률과 통계의 사실적 지식의 축적을 지양하고 가급적 통계적 감각을 익힐 수 있는 경험 축적에 무게를 두어 내용이 구성되어 있다. 개수 비교를 통한 간단한 분류 활동은 확률과 통계의 출발점이 되도록 하였고 '표나 그래프'의 작성도 그 의미를 이해하는 수준에서 지도가 이루어지도록 구성되어 있다. 따라서 지나치게 기능적이고 형식적인 계산에 치우치지 않도록 해야 한다. 그런 의미에서 생활 경험을 통해 위치나 장소를 표현해 보는 활동은 다양하게 지도되어야 하는 것이다. 또한 생활의 자료를 체계적으로 정리해 볼 수 있는 기회를 부여하기 위하여 '줄기와 잎 그림'과 같은 내용이 5-나 단계에 포함되어 있는 것이다.

초등 수학 전자 교과서는 학생들에게 통계적 감각을 익힐 수 있는 다양한 도구를 제공해야 한다. 즉 확률과 통계 영역의 특성에 따른 효과적인 교수-학습을 위해서는 표 작성기, 그래프 작성기, 통계 처리기 등의 특수 기능 툴이 제공되어야 하는 것이다.

#### (5) 문자와 식

문자와 식 영역은 여러 가지 현실적인 상황으로부터 문제를 스스로 만들어 보거나 문제를 다양한 방법으로 해결하고자 하는 노력 및 새로운 문제로 바꾸어 보고자 하는 창의적인 문제 해결 활동을 강조한다. 경우에 따라서는 해답이 다양하게 나올 수 있는 열린 문제까지도 해결해 봄으로써 발전적인 사고를 증진할 수 있도록 구성되어 있다. 그리고 문제 해결 후에 자신의 해결 과정을 돌아보고 반성해 보는 활동이나, 자신의 해결 과정과 방법을 설명해보도록 하는 활동을 통하여 수학적 지식을 구성하기 위한 반영적 추상화의 경험을 갖도록 구성되어 있다. 이렇게 함으로써 학생 스스로 사고하고 추론하여 문제를 해결하고 다양한 해결 방법을 궁리해 봄으로써 더욱 세련된 사고 방법을 찾아볼 수 있는 것이다. 또한 적극적인 문제 해결 태도로 자신의 사고과정을 설명해 봄으로써 자신의 지식을 더욱 분명히 구성할 수 있으며 수학적 의사소통 능력을 향상시킬 수 있는 것이다.

문자와 식 영역의 특성을 최대한 살릴 수 있도록 초등 수학 전자 교과서에는 다양한 형태의 시각적 효과를 제공하는 문제 작성기가 필요하다. 또한 문제 풀이 결과를 분석할 수 있는 문항 분석기도 함께 제공되어야 할 것으로 생각된다.

#### (6) 규칙성과 함수

규칙성과 함수 영역의 대부분은 규칙을 찾는 내용으로 구성되어 있다. 즉 수학의 조화로운 규칙성을 발견함으로써 수학에 대한 새로운 흥미와 관심을 유발하고 주위 사물을 새로운 눈으로 관찰할 수 있는 안목과 태도를 길러주도록 구성되어 있는 것이다. 1-가 단계에서는 규칙적인 배열에서 규칙 찾기, 1-나 단계에서는 자신이 정한 규칙에 따라 배열하기, 수 배열표에서 규칙 찾기로 구성되어 있다. 즉 규칙을 찾을 수 있을뿐더러 규칙을 만들 수 있어야 하는 것이다. 이와 같이 규칙을 찾고 만드는 과정이 상위 단계에도 공통적으로 포함되어 있다. 따라서 초등 수학 전자 교과서 「규칙성과 함수」 영역에는 규칙을 찾을 수 있는 기능을 넘어 규칙을 자유롭게 생성, 변경할 수 있는 패턴 작성기와 패턴 분석기 등이 필수적으로 요구된다고 할 수 있다.

초등 수학 전자 교과서 속에는 영역별(단원별)로 특수한 기능 툴들이 포함되어야 하는

데 그 종류를 표로써 정리하면 [표 4]와 같다.

[표 4] 영역별 특성에 기초하여 요구되는 특수 기능 툴

영역	특수 기능 툴
수와 연산	구체물 생성기, 수모형 조작기, 계산기, 분수 조작기, 사칙 연산기 등
도형	자, 삼각자, 각도기, 컴퍼스, 계산기, 도형 작성기(2D,3D), 도형의 자유로운 회전 이동이 가능한 도구, 도형 분석기 등
측정	여러 가지 양의 비교, 시각과 시간, 도형의 넓이와 부피 등을 자유롭게 변형 시켜 측정할 수 있는 도구 등
확률과 통계	표 작성기, 그래프 작성기, 통계 처리기 등
문자와 식	문제 작성기, 문항 분석기 등
규칙성과 함수	패턴 작성기, 패턴 분석기, 그래프 작성기 등

#### 4. 구성 모델

##### 가. 초등 수학 전자 교과서의 개념적 구성

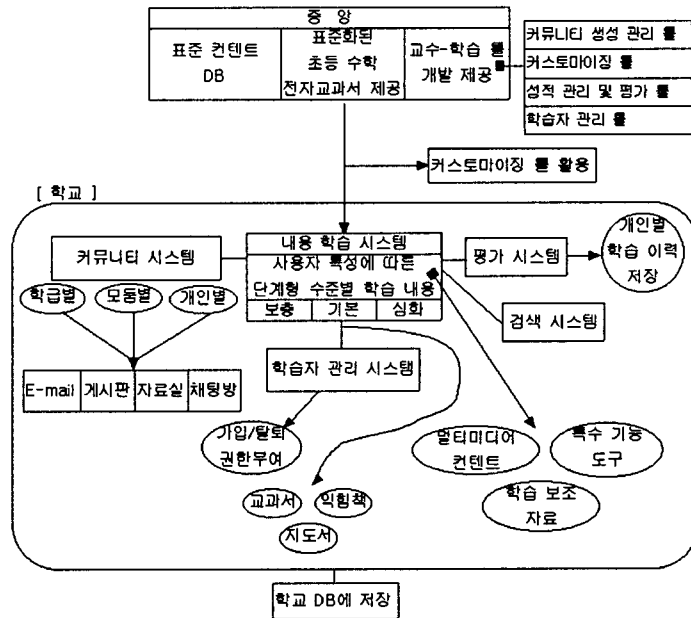
지금까지 논의한 구성 방향을 요약해 보면 초등 수학 전자 교과서는 단순한 웹 페이지의 모음이 아닌 중앙과 학교의 분산 시스템 하에서 운영되는 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 구성되어야 한다는 것이다. 즉 구성 방향을 협소한 관점이 아니라 좀더 포괄적이고 종합적인 측면으로 생각해야 한다. 지금까지 논의한 초등 수학 전자 교과서의 구성을 개념적으로 구조화한 것이 <그림 2>와 같다.

먼저 학습자 관리 시스템은 필요에 따라 교사와 학생이 별도의 가입을 한 후 사용할 수 있다. 교사와 학생으로 로그인 하느냐에 따라 화면 구성 및 사용 기능, 사용 권한 등이 달라져야 한다.

내용 학습 시스템에는 학생들이 학교에서나 가정에서 수준별·개별화 학습을 할 수 있는 기본·보충·심화 정보가 멀티미디어적인 표현 방식으로 모두 들어 있어야 한다. 따라서 교과서, 익힘책 그리고 참고 자료가 풍부해야 한다. 또한 교사들을 위해 교사용 지도서의 자료와 참고 자료가 학습 내용과 상호 연결되어 교사가 쉽게 참조할 수 있어야 한다.

학습 보조 자료에는 수학사를 비롯한 내용 학습과 관계된 풍부한 자료를 제공해 주어야 할 것이다. 특수 기능 도구 모음에는 관련 단원 학습에 필요한 여러 가지 도구적 기능들(그래프 작성기, 통계 처리기, 패턴 작성기 등)이 포함되어 있어 학습의 편의를 도울 수 있어야 한다. 평가 시스템에는 단원 학습에 활용되는 진단 평가 문제, 기본 문제, 익힘 문제, 심화 문제 등이 제공되며 학습 수준에 따라 자유로운 분기가 가능해야 하며 평가

결과를 수시로 확인할 수 있어야 한다.



<그림 2> 초등 수학 전자 교과서의 개념적 구성도

또한 자신이 학습한 개인 이력이 저장되어 자신의 위치가 어느 정도인지 쉽게 파악하도록 설계되어야 할 것이다. 그리고 교사는 이 시스템을 이용하여 평가 시험을 치르고 원한다면 평가된 결과를 표나 그래프로 출력하여 활용할 수 있어야 한다. 교사는 커뮤니티 시스템을 활용하여 학생들의 개별 학습 지도와 협동 학습, 프로젝트 학습을 시킬 수 있다. 초등 수학 전자 교과서 내의 모든 시스템은 하이퍼링크(hyperlink)로 연결되어 상호 유기적인 연동이 가능하도록 구성되어야 한다. 이렇게 되어야 초등 수학 전자 교과서를 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 바라볼 수 있는 것이다.

#### IV. 초등 수학 전자교과서 개발을 위한 전략

##### 1. 단계별 개발 전략

###### 가. 단계적인 개발 전망

초등 수학 전자 교과서 개발을 위해서는 백영균(2002)이 제시한 다음과 같은 사항들에 대한 인식의 공유가 선행되어야 할 것으로 생각되며 그 이후에 단계적인 형태의 개발이 이루어져야 할 것이다.

첫째, 교과서 발행과 보급을 담당하는 정부 기관의 적극적인 개입으로 초등 수학 전자

교과서의 개념정의와 그 범위 및 한계가 정의되어야 한다는 점이다.

둘째, 교과서에 대한 개념을 재정립할 필요가 있다. 우리는 기존의 교수-학습의 내용을 담아내는 종이를 별 생각 없이 당연한 것으로 받아들이고 있으며 인쇄된 내용을 기본적인 것으로 여긴다. 즉, 종이에 인쇄된 것이 주가 되며 나머지 것들은 인쇄된 교과서를 지원하는 보조 내지는 보충 혹은 심화된 내용과 방법으로 이해하려는 관점을 바꾸어야 한다.

셋째, 초등 수학 전자 교과서의 개발은 교과서가 갖는 공공성을 고려한다면 정부가 주도해야 한다. 현재 교과서 개발과 보급 정책을 고려한다면 초등 수학 전자 교과서 도입의 결정과 개발 초기 단계의 책임은 정부가 가져야 할 것이다.

넷째, 현 시점에서 초등 수학 전자 교과서는 현재의 서책형 교과용 도서와 병존하여 개발되어야 한다. 즉 초등 수학 전자 교과서는 기존 교과서의 완전한 대체형이 아니라 보조형 또는 부분 대체형이 되어야 할 것이다. 이상의 논의와 정보 통신 기술 및 인프라의 확대를 고려한다면 다음과 같은 후속 단계료의 개발이 이루어 질 것으로 전망되며 [표 5]와 같이 정리된다.

[표 5] 초등 수학 전자교과서의 단계별 개발 전망

	1단계 (현시점)	2단계 (약 5년 이후)	3단계 (약 10년 이후)
운영 기반	PC와 웹	웹과 단말기	단말기
개발 주체	정부	정부	민간
도서 성격	국정	국정	검인정
서책형 교과서와의 관계	보조형	부분 대체형	완전 대체형
특징	종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템 구축	1단계에서 구축한 시스템을 부분적으로 단말기 형태에서도 서비스 할 수 있도록 전환	휴대성과 이동성이 극대화됨

반문섭(2002)은 전자 교과서를 도입하기 위해서는 이전의 교육 정보화 사업과 비슷하거나 또는 그 이상으로 큰 규모의 예산 확보 방안과 투자 계획 등이 우선적으로 필요하다는 것과 실제 현장에 적용하는 과정을 통해서 문제점과 개선점을 찾아야 하기 때문에 정부 주도의 연구 시범학교의 운영이 필수적으로 요구된다는 것을 지적한 바 있다. 이러한 점들을 고려 할 때 전자 교과서의 도입은 일차적으로 정부가 책임을 져야 하며 당연히 국정으로 먼저 개발하고 이후에 점차적으로 검인정으로의 개발이 이루어지는 것이 합리적으로 보인다. 또한 교육 정책과 기술 수준의 변화에 따라 변동의 소지가 많겠지만 대략적으로 현시점을 중심으로 2단계는 향후 5년, 3단계는 10년 이후가 될 것으로 예측해 본다.

그렇다면 현 단계의 개발은 이후의 단계를 전체적으로 염두에 두면서 개발하는 안목이 필요할 것이다. 현재의 교실 환경을 고려한다면 무리하게 단말기 위주의 전자 교과서를 개발하려고 하는 것보다는 네트워크로 연결된 교실(멀티미디어실 포함)에서 활용 가능한 하드웨어 즉 PC에 담길 수 있는 전자 교과서를 개발하는 것이 바람직하다고 보인다.

#### 나. PC와 웹 기반의 초등 수학 전자 교과서 개발 전략

단계적인 개발 전망을 통해 알 수 있듯이 현 시점에서는 PC와 웹 기반의 초등 수학 전자 교과서 개발이 타당하다는 것을 알 수 있다 (<그림 3> 참조).

샘플 개발 단계	
분석 단계	사용자 요구 분석, 샘플 단원 선정, 단원 분석, 기술 요인 분석
설계 단계	학습 요소 추출, 설계 전략 수립, 과학적인 설계, 관련 기술 확보
개발 단계	개발 전략 수립 (가용성, 편의성, 다양성), 개발 및 검토
적용 단계	시범 그룹 선정, 시범 운영, 결과 분석
평가 단계	자체 및 전문가 평가, 평가 분석, 전체 개발 단계에 기초 자료 제공

↓

전체 개발 단계	
<b>1단계</b>	중앙-학교 분산 시스템 설계를 통한 운영 기반 확정
	개발 플랫폼 확정                      학교 시스템 DB의 종류 확정
<b>2단계</b>	멀티미디어 콘텐츠 중심의 표준화된 전자교과서 개발 및 공급
분석 단계	전체 단계, 단원 내용 분석 (교과서, 익힘책, 지도서, 관련 자료 포함)
설계 단계	초등 수학 전체 및 단계별 메인 구조 확정 내용 학습 시스템 구조 설계, 콘텐츠 표준 확정, 화면 구성 및 자료 제시 방법 확정, 스토리 보드 작성
개발 단계	에듀넷 멀티미디어 자료 수정 보완, 멀티미디어 콘텐츠 추가 개발 내용 학습 시스템 개발
적용 단계	학교에 공급, 운영, 결과 분석
평가 단계	자체 및 전문가 평가, 평가 분석, 3단계 개발 준비
<b>3단계</b>	교수-학습 보조 툴 개발을 통한 완전한 교수-학습 시스템 구축
	일반 기능 툴 개발                      특수 기능 툴 개발
	커뮤니티 툴, 커스토마이징 툴, 검색 툴, 성적 및 평가 관리 툴 등                      내용 학습 시스템을 보조할 수 있는 각 단원(영역)별 특수 기능 도구

<그림 3> 초등 수학 전자 교과서 개발 모형

여기에서는 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 구성되는 초등 수학 전자 교과서의 구체적인 개발 전략을 체계적으로 제시해 보고자 한다. 조난심(2000)은 전자 교과서의 개발은 「분석→설계→개발→실행 및 적용→평가」라는 체제 개발 모델에 기초하여 이루어져야 한다고 하였으며 강신천(2002)은 체제적 접근에 기초한 전자 교과서 개발 모형을 제시하고 있다. 강신천(2000)이 제시한 개발 모형은 전자 교과서 개발의 일반 모형으로서 초등 수학 전자 교과서 개발 전략 수립의 기초를 제공하고 있다고 볼 수 있다.

초등 수학 전자 교과서의 개발 전략은 크게 샘플 개발 단계와 전체 개발 단계로 나뉘어



질 수 있으며 각 단계에 따라 구체적인 하위 단계가 존재한다.

<샘플 개발 단계>는 초등 수학의 특정 단계 특정 단원을 선정하여 체제적 개발 모형에 개발하고 도출된 결과를 분석하여 전체 개발 단계의 기초 자료로 활용하게 된다. 전체 개발 단계는 총 3단계로 이루어진다. 먼저 1단계는 본격적인 개발에 들어가기에 앞서 초등 수학 전자 교과서의 운영 기반이 될 중앙-학교 분산 시스템의 전체 구조를 설계하는 것이다. 운영 기반 설계가 확정되면 2단계로 멀티미디어 콘텐츠 중심의 표준화된 전자 교과서 개발 및 공급을 하게 된다.

<전체 개발 단계>도 샘플 개발 단계와 같은 분석에서 평가에 이르는 체제적 개발 모형에 입각하여 개발이 이루어지게 된다. 다음은 샘플 개발 단계와 전체 개발 단계의 관계 및 각 하위 단계에 포함될 내용에 대한 설명이다. 샘플 개발 단계의 하위 단계에 있는 내용들은 모두 전체 개발 단계에도 적용되는 내용으로 공통되는 내용은 생략하고 좀더 구체적인 내용을 제시하였다. 2단계에서는 내용 학습 시스템만을 개발하게 된다. 3단계는 2단계 개발이 완료된 후 일반 기능 틀과 각 영역(단원)별로 추가적인 특수 기능 틀을 개발하여 각급 학교에 공급하게 되며 관련 자료 및 정보들은 최종적으로 학교 DB에 통합하게 된다.

## 2. 콘텐츠 확보 및 개발 전략

앞서 살펴본 바와 같이 초등 수학 전자 교과서가 단계적이며 체제적인 방법에 의해 개발되어 진다고 볼 때 가장 중요한 문제로 초등 수학 전자 교과서라는 그릇에 어떠한 내용들을 어떻게 만들어 담아야 하는가라는 것이다. 즉 전자 교과서에 포함될 콘텐츠의 질적 수준을 포함하여 방법적인 문제까지 고려해야 한다는 것이다. 먼저 초등 수학의 특성에 맞는 콘텐츠의 구성 요소를 살펴보고 이를 토대로 효과적인 콘텐츠 확보 및 개발 전략에 대해 알아보려고 한다.

### 가. 콘텐츠의 구성

강신천(2002)이 전자 교과서의 유형 설정을 위해 들었던 네 가지 개념적 요인은 초등 수학 전자교과서 콘텐츠 개발에 시사하는 바가 크다고 생각한다. 앞으로의 기술진보를 고려한다면 PC를 기반으로 하든지 아니면 단말기를 기반으로 하든지 파일 포맷의 호환은 필수적이라고 생각된다. 따라서 현재 개발된 수많은 PC 기반의 콘텐츠들을 효과적으로 활용할 수 있는 방향으로 콘텐츠 개발을 고려해야 할 것이다. 또 한 가지 고려해야 할 사항으로 서버-클라이언트의 구조 하에서 어떻게 콘텐츠가 설계되어야 할 것인가의 문제이다.

백영균(2002)은 전자 교과서의 유형별 구성 요소를 크게 디지털 파일 포맷, 리소스, 뷰어, 원 자료 유형, 제시 방식 등에 따라 분류하였다. 이러한 분류에 기초하여 초등 수학 전자 교과서 콘텐츠의 필수 구성 요소를 추출하면 다음과 같다.

첫째, 특수한 기반에서만 구동될 수 있는 콘텐츠가 아니라 운영 체제나 구동 환경이 달라도 구동이 되어야 한다. 따라서 서로 다른 환경의 클라이언트가 콘텐츠를 요구한다 할지라도 서버는 원하는 정보를 제공할 수 있어야 한다.

둘째, 콘텐츠의 종류는 정적인 형태(텍스트, 그래픽, 이미지 등)와 동적인 형태(동영상,

애니메이션) 그리고 클라이언트(client)와 서버(server)가 상호작용할 수 있는 형태가 종합적인 균형을 이루되 주로 상호 작용인 형태가 주를 이룰 수 있어야 할 것이다.

셋째, PC 또는 단말기라는 하드웨어에 의존하지 않는 범용적인 형태의 콘텐츠가 되어야 한다.

넷째, 교과서를 그대로 전자화한 수준의 콘텐츠가 아니라 기존의 교과서 내용을 완전히 포함하면서도 제한된 지면에 담지 못했던 교과서 집필자들의 의도를 담아낼 수 있는 부가적인 내용이 포함된 형태의 콘텐츠가 필요하다.

이러한 필수 구성 요소를 요약해 보면 서책형 교과서의 내용을 포함하면서도 그 한계를 극복할 수 있도록 개방적이고 열린 형태의 콘텐츠가 필요하다는 것이다. 현실적으로는 제7차 단계형 수준별 초등 수학 교육과정의 정신을 충실히 구현할 수 있는 형태의 콘텐츠가 필요하다는 것은 두말할 필요가 없을 것이다. 그런데 이러한 조건에 맞는 콘텐츠를 현 시점부터 새롭게 개발한다는 것은 시간적으로나 경제적으로 많은 무리가 따를 것임을 감안한다면 좋은 방법의 하나로 기존에 공적 기관에서 개발한 우수하고 검증된 자료를 초등 수학 전자 교과서의 특성에 맞게 수정 보완하면서 부족한 부분은 새롭게 개발해 나가는 것이 현실적인 방안이 될 수 있다고 생각한다.

김태환(2002)은 에듀넷(www.edunet4u.net)에 탑재된 콘텐츠들 중에서 교육부가 2000년, 2001년 추진했던 멀티미디어 교육자료 공동 개발 사업의 일환으로 개발된 초등 수학 멀티미디어 모듈 자료를 학생들의 특별 보충과정에 적용하면서 학생들의 자율학습, 개별화 학습, 즉각적인 피드백, 개인차의 고려가 가능하다는 것과 수업의 질을 향상 시킬 수 있다는 것 그리고 교수-학습 과정의 효율성을 제고할 수 있다는 효과를 들고 있다.

이처럼 모듈 프로그램은 기존의 개별화 프로그램의 장점을 포함하고 단점을 보완하여 교수-학습용 프로그램으로써의 향상된 기능을 보여주고 있다는 것이다.

임창균(2002)은 수학 수업 (개념 형성, 원리 탐구, 문제 해결) 유형에 따라 멀티미디어 모듈 프로그램의 효율적인 활용 방안을 제시하면서 기 개발된 모듈 프로그램이 수학 학습 지도 방법에 충실하게 개발되었음을 지적한 바 있다. 또한 초등 수학 교육의 특성에 적합하게 개발된 모듈 프로그램이 학생들의 수학에 대한 관심과 흥미를 촉진시킬 것으로 기대하였다. 또한 현재 모듈 프로그램 이외에도 다양하게 개발된 에듀넷 멀티미디어 콘텐츠의 효과적인 활용 방안에 대한 연구를 제안하였다.

이상에서 살펴보았듯이 멀티미디어 모듈 자료는 앞으로 개발되어질 초등 수학 전자 교과서의 콘텐츠 구성 요건에 매우 적합하게 개발되어졌다는 사실을 알 수 있다.

#### 나. 에듀넷 초등 수학 멀티미디어 교육 자료의 활용

초등 수학 전자 교과서의 콘텐츠는 초등 수학의 특성에 맞아야 하며 단계적이며 체계적인 방법에 의해 7차 교육과정의 정신을 충실히 반영할 수 있어야 한다. 앞서 살펴본 바와 같이 방대한 양의 콘텐츠를 새로이 만들어 전자 교과서를 개발하는 것은 시간, 비용의 측면에서 많은 무리가 따른다. 가장 현실적 방안으로 에듀넷 초등 수학 멀티미디어 자료를 기본적인 콘텐츠로 하여 초등 수학 전자 교과서가 갖추어야 할 여러 가지 요소를 결합해 전자 교과서를 개발하는 것이 현 시점에서 가장 현실적인 방법이 될 수 있을 것이다.

따라서 서울교육대학교 1중도서편찬위원회가 실제 설계와 개발을 담당했던 에듀넷 초등 수학 멀티미디어 교육자료개발 과정과 개발 현황을 살펴보는 것은 초등 수학 전자 교과서 콘텐츠 확보 및 개발 방법을 제시해 주는 데 많은 시사점을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

에듀넷 멀티미디어 교육 자료는 김태환(2002)과 임창균(2002)의 연구 결과와 앞서 살펴본 전자 교과서의 구성 방향에 비추어 볼 때 향후 개발될 초등 수학 전자 교과서의 기본적인 콘텐츠로서의 활용 가능성이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 현재 에듀넷에 탑재되어 있는 초등 수학 멀티미디어 교육 자료의 형태는 그래픽, 이미지, 동영상, 애니메이션, 사운드, 모듈로 구성되어 있다. 교육부가 의도했던 바와 같이 엔드유저(End user)가 사용할 수 있는 최종적인 형태의 프로그램이 아니라 그러한 프로그램을 만들기 위한 멀티미디어 라이브러리 콘텐츠가 개발된 것이다. [표 5]는 현재 에듀넷 멀티미디어 교육 자료에 탑재되어 있는 초등 수학 멀티미디어 콘텐츠의 유형과 수량을 분석하여 도표화한 것이다.

[표 5] 에듀넷 초등 수학 멀티미디어 콘텐츠의 형태와 수량 (2002. 11.12)

종류 단계	그림	사진	동영상	애니 메이션	소리	모듈	합계
1-가	36	9	7	5	1	44	102
1-나	68	2	4	8	0	42	124
2-가	76	31	4	5	4	41	161
2-나	55	0	4	6	0	41	106
3-가	76	26	6	14	2	34	158
3-나	76	9	4	15	0	41	145
4-가	76	26	5	15	2	42	166
4-나	84	2	5	11	0	41	143
5-가	225	16	4	8	5	50	308
5-나	217	18	4	9	7	51	306
6-가	229	15	6	6	6	50	312
6-나	219	13	4	8	5	51	300
	1437	167	57	110	32	505	2308

콘텐츠의 형태와 수량을 분석해 보면 먼저 정적인 자료 형태 (그래픽, 이미지)의 수량이 총 수량에서 차지하는 비율이 동적인 자료(애니메이션, 동영상)와 상호작용적 자료(모듈 프로그램)가 차지하는 비율보다 높은 것을 알 수 있다. 그러나 실제적으로 모듈 프로그램 속에는 다양한 그래픽, 애니메이션이 통합되어 있기 때문에 전체 자료에서 차지하는 비중은 모듈 프로그램이 가장 크다고 할 수 있다. 실제적으로 개발비용에 있어서도 약 50%의 개발비가 모듈 프로그램 개발을 위해 사용되었다고 한다(서울교육대학교 1중도서편찬위원회, 2001).

에듀넷 자료는 공적인 형태 또는 사적인 형태로 이전에 개발되었던 콘텐츠들에 비해 질적으로나 양적으로 우수하다고 보인다. 또한 전 학년 전 차시에 걸쳐 거의 모든 모듈 프로그램과 기타 자료가 빠짐없이 개발되어져 있기 때문에 앞으로 초등 수학 전자 교과서

개발의 기본적인 콘텐츠로 사용되어도 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

현 시점에서 가장 효과적으로 콘텐츠를 확보하는 방법은 공적으로 개발된 에듀넷 자료를 활용하는 것이라고 생각한다. 교수-학습용으로 개발된 자료들은 약간의 수정만 가하면 훌륭한 초등 수학 전자 교과서의 핵심 콘텐츠로 사용될 수 있기 때문이다.

## Ⅴ. 결 론

본 연구는 바람직한 초등 수학 전자 교과서의 구성 및 개발 전략을 현실적으로 제시하기 위해 이루어졌으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 초등 수학 전자 교과서는 초등 수학의 특성과 단계형·수준별 교육과정에 근거해서 개발되어야 한다. 왜냐하면 초등 수학 전자 교과서도 교과서의 역할과 기능을 수행해야 하기 때문에 현행 교과용 도서 편찬 방향을 기본적으로 따를 수밖에 없다. 따라서 현행 교과용 도서의 편찬 방향을 개발 원칙으로 수준별·개별화 학습이 가능한 전자교과서를 개발해야 한다.

둘째, 초등 수학 전자 교과서의 구성은 초등 수학의 특성과 교육과정을 내용의 근거로 삼아 전자 교과서가 갖추어야 할 일반적 기능과 초등 수학이 지녀야 할 특수 기능을 포함하는 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 구성되어야 한다. 왜냐하면 이러한 시스템은 학생들에게 연역적 방법이나 추상적 방법으로 이해하기 어려운 내용을 구체적인 소재와 방법에 의해 효과적으로 발견하게 할 수 있으며 교사들에게는 자신이 생각하는 수학 학습 지도 모형에 입각하여 전자 교과서를 재구성하여 학생들의 수준별·개별화 학습을 도울 수 있기 때문이다. 초등 수학 전자 교과서의 운영 기반으로는 중앙과 학교의 이원화된 분산 시스템이 필요하며 열린 형태의 내용 학습 시스템을 중심으로 독립적으로 사용이 가능한 커뮤니티 시스템, 평가 시스템, 학습자 관리시스템 등이 상호 유기적으로 결합된 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 구성되어야 한다.

셋째, 초등 수학 전자 교과서의 개발은 단계적인 개발 전망 속에서 체계적인 개발 모형에 입각하여 이루어져야 한다. 현 단계에서의 개발은 정부의 책임 아래 공공성을 확보할 수 있는 검증된 기관에서 사업을 진행시키는 것이 바람직하며 PC와 웹을 기반으로 하는 개발 형태를 지녀야 한다. 개발 절차는 분석, 설계, 개발, 적용, 평가라는 체제 개발 모델에 기초하여 크게 두 단계로 이루어진다. <샘플 개발 단계>는 초등 수학의 특정 단계 특정 단원을 선정하여 개발하는 것이고 <전체 개발 단계>는 샘플 개발 단계에서 나온 성과를 반영하고 단점은 보완하면서 전체 단계, 전체 단원을 개발하는 것이다. 전체 개발 단계는 총 하위 3단계로 이루어진다. 먼저 1단계는 중앙-학교 분산 시스템의 전체 구조를 설계하는 것이다. 운영 기반 설계가 확정되면 2단계로 멀티미디어 콘텐츠 중심의 표준화된 전자 교과서(내용 학습 시스템 중심)를 개발하고 서비스 하게 된다. 3단계에서는 2단계 개발이 완료된 이후 일반 기능 툴과 특수 기능 툴을 개발하여 각급 학교에 공급하게 된다. 이 단계에서 비로소 관련 자료 및 정보들이 최종적으로 학교 DB에 통합 구축되게 된다. 3단계를 거치면 초등 수학 전자 교과서는 종합적인 초등 수학 교수-학습 시스템으로 자리 잡게 된다.

넷째, 초등 수학 전자 교과서 개발의 가장 중요한 과제 중의 하나는 양질의 콘텐츠를 어떻게 확보하느냐의 문제이다. 모든 콘텐츠를 새롭게 개발한다는 것은 시간적으로나 경제적으로 많은 어려움이 예상된다. 현 시점에서는 개발 쪽의 비중보다는 초등 수학의 특성과 교육과정에 근거하여 교수-학습용으로 개발된 에듀넷 자료와 같이 검증된 기존 자료를 확보한 후 수정하는 방법을 선택하는 것이 합리적인 방안이라고 생각한다.

### 참 고 문 헌

- 강숙희 (1998). 디지털 교과서의 설계를 위한 교육공학적 접근: 유형과 기능을 중심으로. **교육공학연구** 14(1).
- 강신천 (2002). 전자교과서 개발의 전략과 방향. **전자교과서/참고서 발전방향 세미나 자료집**.
- 곽병선 외 (1997). **전자교과서 개발 방안 연구(1)**. 서울: 한국교과서연구재단.
- 교육부 (1996). **교육법전**.
- 교육부 (2002). **전국단위교육행정정보시스템 운영방안**.
- 김소영 (1998). 전자교과서 시스템을 위한 사용자 인터페이스 프로토타입 개발. **한양대학교 대학원 석사학위논문**.
- 김태환 (2002). 인터넷을 활용한 초등학교 수학과 특별보충과정 운영방안 연구. **서울교육대학교 교육대학원 석사 학위 논문**.
- 반문섭 (2002). 전자교과서의 구성 및 개발 방향. **전자교과서/참고서 발전방향 세미나 자료집**.
- 배종수 (1992). 수학교육의 학습지도 모형과 지도의 실제. **서울교육대학교 과학교육연구소 논문집** 25.
- 백영균 (2002). 전자교과서의 도입과 활용. **서울초등ICT교육정보(제2호)**.
- 서울교육대학교 1종도서편찬위원회 (2001). **2001년도 초등 수학 자료 개발 최종 보고서**.
- 여운방 외 (2000). 전자교과서 설계 지침 및 모형 개발 연구. **한국교과서연구재단**.
- 임창균 (2002). 초등 수학 교육에서의 멀티미디어 모듈 프로그램 활용 방안 연구. **서울교육대학교 교육대학원 석사 학위 논문**.
- 조난심 외 (2000). 전자교과서 편찬 및 검증 방안에 관한 연구. **한국교육과정평가원**.
- 조영규 (2002). 전자교과서 시장의 가능성과 한계. **전자교과서 발전 방향 세미나 자료집**.
- 하순희, 박근수 (2000). 전자책 단말기 기술의 현황과 전망. **정보과학회지**.

<Abstract>

## A Study on the Organization and Development Strategy of Electronic Textbooks in Elementary School Mathematics

Kim, Bong Woo<sup>6)</sup>; & Bae, Jong-Soo<sup>7)</sup>

This study was done in order to suggest a desirable organizational and developmental strategy of electronic textbooks for elementary school mathematics. First of all, it was intended to set up the exact definition of electronic textbooks for elementary school mathematics by surveying previous researches and examinations regarding elementary mathematics and electronic textbooks, and showed were the total organizational model of electronic textbooks for elementary mathematics by analyzing related cases. Finally, it was intend to present a developmental strategy for each level and an effective method to secure its content.

**KEYWORDS:** Electronic Textbook, Level Based Curriculum, Teaching with ICT, Self-Lead Learning, Learning with Multimedia.

---

6) snuekim@hanmail.net

7) baejs@ns.snue.ac.kr