

범교과적 학습 내용을 수반하는 수학과 교수-학습 자료 - 원자력 에너지를 중심으로 -

황 해 정 (조선대학교)

조 성 민 (동일여자고등학교)

I. 서 론

수학은 수학적 사고 능력을 바탕으로 실생활과 관련된 여러 가지 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 능력과 태도의 배양을 주요 목표로 삼는 교과이다. 수학 학습을 통하여 학생들로 하여금 수학의 기본적인 지식과 기능을 습득하고 자연과 사회에서 일어나는 현상이나 문제를 수학적 방법으로 조직하고 해결할 수 있는 문제해결 능력을 배양할 수 있도록 해야 한다. 특히, 제7차 교육과정 에 의거하여 범교과와의 연계, 실생활과의 관련성 등을 중시하는 학습 풍토가 조성되는 상황에서, 수학 교과에서도 사회나 과학 교과와 더불어 범교과적 소재 관련 내용이 유용한 학습 소재로서 다뤄질 수 있을 것이다. 그러므로, 수학 교수-학습 상황에서 범교과적인 내용을 소재로 하는 여러 가지 현상을 문제 상황으로 다루고 이를 해결함으로써 그러한 현상에 관한 올바른 이해는 물론 해당 수학 내용에 관한 학습을 강화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

여기서 범교과적 학습 내용 중의 하나인 '원자력 에너지'에 관하여 간략히 살펴보면, 원자력은 전력의 안정적 공급을 통한 국가 경쟁력 제고를 비롯하여 의학과 농업 등 인간의 복지 증진, 그리고 최근에는 전 세계적으로 거론되는 지구온난화 문제의 주요 원인이 되는 화석 에너지의 사용을 대체함으로써 환경 보전 방안으로도 우수한 에너지원의 핵심 요소로 간주되고 있다(한국원자력문

화재단, 2001). 그림에도 불구하고, 설문 조사 결과에 따르면(코리아데이터 네트워크, 1998), 교사와 학생 모두 원자력에 대한 관심과 지식이 매우 낮은 편이고, 특히 원자력의 안정성에 대해서는 강한 의구심과 잘못된 편견 등을 갖고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라, 학생들에게 원자력 이해 교육을 실시하여 원자력에 대한 인식도와 이해력을 제고시키고 바람직한 태도를 가지게 하는 것이 필요하다는 지적이다(한국원자력문화재단, 2001).

물론, 위와 같은 원자력 내용은 현재 사회, 과학, 기술, 공업, 환경 등의 교과목에서 원자력 발전소의 분포와 위치, 원자력 발전소 사고와 방사능 누출 및 사용 후 원전 연료(방사성물질)의 처리 문제, 원자력과 환경 문제 등의 주제와 관련하여 다뤄지고 있다. 그러나, 수학 교과에서도 수학적 지식과 기능을 토대로 원자력 발전과 관련된 내용을 소재로 하는 여러 가지 문제를 해결하는 과정을 통하여 학교에서의 원자력 이해 교육의 지도는 물론 해당 수학 내용에 관한 학습도 강화시킬 수 있으리라 생각된다. 또한, 제7차 교육과정에 따른 수학과 교과용 도서 개발을 위한 검정기준(교육부, 1999)에도 범교과 학습 내용의 반영을 별도의 심사 기준의 항목으로 두어 이를 강조하고 있다. 여기서 범교과 학습 내용으로는 민주시민 교육, 인성 교육, 환경 교육, 경제 교육, 에너지 교육, 소비자 교육, 진로 교육, 해양 교육, 정보화 및 정보 윤리 교육, 양성 평등 교육 등을 포함하고 있다. 그러므로, 범교과 학습 내용 중의 에너지 교육에 해당하는 원자력 관련 내용을 중심으로 수학 교과에서도 원자력 이해 자체를 위한 교육과 동시에 해당 수학 학습 내용의 이해 증진(강화)이 가능하리라 생각한다. 이에 따라, 본고는 수학 교과에서 원자력 이해 교육이 가능한 내용 요소를 추출하고 이에 따른 교수-학습 자료를 개발하여 제시함으

* 2002년 1월 투고, 2002년 5월 심사 완료.

* ZDM분류 : D43

* MSC2000분류 : 97D99

* 주제어 : 범교과, 원자력, 수학과 교육과정 분석, 수학과 교수-학습 자료.

로서, 원자력 관련 내용을 소재로 하는 수학적 문제해결을 통하여 학교에서의 원자력 이해 교육 및 해당 수학 학습이 강화될 수 있도록 하는 데 도움이 되고자 하였다.

II. 수학 교과에서의 원자력 이해 교육 가능 내용

본고는 범교과적 학습 내용으로 원자력을 소재로 하는 자료 개발에 초점을 두었으므로, 우선 '범교과적 학습 내용'과 '원자력'에 관한 이해를 돕기 위하여 우선 이에 관하여 간략히 살펴보고, 이어서 수학 교과에서 어떠한 내용이 원자력 이해 교육에 가능한지 살펴보려고 하였다. 이러한 내용을 수학과 교육과정에 근거하여 추출하기 위해서는 그 분석 준거가 요구되는데, 최석진 외(1999)는 각 교과에서 공통적으로 적용 가능한 분석 준거로 '원자력 이해 교육을 위한 목표와 내용 요소'를 추출하고 이에 관하여 연구한 바 있다. 이를 소개하면 다음과 같다.

1. 범교과의 의미

우선, 범교과와 범교육과정의 뜻을 살펴보려고 하자. 범교과와 범교육과정의 구분이 다소 인위적이기는 하지만, '범교과'라 함은 기존 교과 교육과정의 존재를 인정하는 사후조치적, 방법적 접근에 중점을 두는 반면, 범교육과정은 교과 교육과정을 통어하는 사전조치적, 내용적 특성을 취한다고 할 수 있다(박순경 외, 2001). 여기서 범교과적 학습 내용은 보다 자연스럽게 전자의 의미에 부합한다고 볼 수 있을 것이다. 하지만, 본고에서 제시하고 있는 원자력과 같은 에너지 교육에 관한 내용을 범교과적이 아닌 범교육과정적 내용으로서 그 의미를 확대 해석하여도 큰 무리는 아니라고 생각한다. 왜냐하면, 교육과정을 교육과정에 제시된 교과의 산술적인 합이 아니라 시대 사회적 변화와 학습자의 요구에 따라 불필요한 내용이 빠져나가기도 하고 새로 요청되는 교육 내용이 들어오기도 하는 개방 체제인 것으로 받아들인다면, 교육과정과 범교육과정의 범주는 상호 배타적인 것은 아니며, 더욱이 범교과적 학습 내용이 그러한 범교육과정적 개념에 속하는 것은 당연한 것으로 여겨지기 때문이다.

본고에서는 범교과적 의미와 범교육과정적 의미를

명료히 구분하는데 큰 의미를 부여하지 않으며, 제7차 교육과정에 제시된 용어 진술에 따라 '범교과'와 관련된 교육 활동 내지 학습의 의미를 좀더 살펴보기로 한다. '범교과적' 교육 활동이라 함은 각 교과의 지식이나 경험을 필요에 따라 재구성하여 학생의 흥미, 문제, 특정 체제를 중심으로 구성한다. 범교과적 교육 활동의 범주에 속하는 요소들은 다양한 지식과 경험을 요구하기 때문에 특정 교과의 독점적인 내용으로 구성할 수 없다(김종건 외, 1996). 또한, 국가 교육과정은 교과별 체계를 갖추고 있으며, 학교의 수업도 대개 교과별로 이루어진다. 그런데, 학생들이 도달해야 할 목표나 배워야 할 내용 중에는 교과별 교육과정 체제나 교과별 학습으로는 달성하기 어렵거나 효과적이지 않은 것들이 있다. 이와 같이 교과별 체계보다는 학교 교육 활동 전반에 걸쳐서 통합적으로 다룰 때 효과적인 주제 학습을 '범교과 학습'이라 부른다. 따라서 범교과 학습의 주제는 대개 학문적 성격을 반영하기보다는 학습자의 개인적 요구나 사회적 요구를 중시하여 선정한다(김대현 외, 1997).

그리하여 제7차 교육과정에서는 이러한 범교과 학습의 주제들로 환경교육, 경제교육, 근로정신 함양 교육, 보건 안전 교육, 에너지 교육, 성교육, 진로교육, 통일교육 등을 제시하고 있다. 아마도 범교과 학습 내용 중에서 수학 교과에서 다루기기에 적절한 주제로 환경교육, 경제교육, 에너지 교육 등이 적절할 것으로 예상되나, 이러한 상식적인 수준에서의 열거가 아닌 보다 분석적인 판단 내지 논의가 별도로 이뤄질 필요가 있겠다. 어찌되었든 원자력 이해에 관한 부분은 원자력의 평화적 이용에 관한 객관적이면서도 과학적인 지식의 개발과 보급을 통하여 올바른 이해증진을 도모하고 원자력 문화를 진흥시킴으로써 사회의 공익에 이바지함을 목적으로 하는 국가적, 사회적 요구라 할 수 있겠다.

이와 같이, 학교 교육에서 범교과적 학습 내용을 부각시키는 데에는 교과와 교과를 연계시키거나 교과와 생활의 관계를 파악하는데 도움을 주고자 함인데, 우리나라의 경우에는 다른 나라에 비해 교과별로 구분된 교과별 교육과정과 교과서 내용에 상당한(거의 절대적)에 가까운 의미와 가치를 부여하기 때문에 통합적으로 또는 범교과적으로 재구성하여 운영하는 데 어려움이 따르는 것으로 여겨진다. 그러므로, 수학을 비롯한 특정 교과에 범

교과적 학습 내용을 도입함에 앞서, 위에서 언급한 바와 같이 우리 나라에서 수용되고 있는 두 가지 측면(즉, 이론적으로 그리고 실제적으로)에서의 교육과정의 의미를 다시 한 번 음미해 볼 필요가 있겠다. 왜냐하면 이러한 결과에 따라 범교과적 학습 내용을 주제로 하는 교과 수업이 보다 적극적으로 또는 보다 수동적으로 이뤄지는데 영향을 받기 쉬울 것이라는 판단에서이다.

어찌되었건 간에, 제7차 교육과정에서의 범교과 학습 내용은 구체적으로 각급 학교에서의 교과 활동과 더불어 학생들이 무엇을 할 줄 알아야 하는지 차별화 되어 명시되어야 할 것이다. 요컨대 학교교육에서 다들만한 온갖 것들을 여과하지도 않은 채 범교육과정으로 규정할 수 없다는 점에서 교과에서 비중 있게 반영되어 달성될 수 있는 것과 그렇지 않은 것에 대한 면밀한 가치 판단이 필요할 것이다(박순경 외, 2001).

끝으로, 범교과 학습 내용을 중심으로 하는 교과용 자료를 개발할 때 고려해야 할 몇 가지 점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 무엇보다도 개발하고자 하는 자료는 범교과 학습 내용의 주제 중심으로 치우치지 않게 교과 중심으로 진행되도록 한다. 그 다음으로는 해당 수업 시간에 다룰 학습 목표를 선정하고, 그 목표를 근간으로 적합한 주제를 결정하고, 그 주제를 학습하는 이유, 주제 설정 근거 등을 기술한다. 둘째, 수학 교과에서 추구하는 교과의 일정 목표가 달성될 수 있는 범위 내에서 개발하여야 하며, 학습자의 심리적 특성에 맞도록 개발해야 한다. 즉, 학습 내용을 선정함에 있어 지적 수준, 요구, 흥미, 관심 등 학습자의 특성을 반영하여야 한다.

2. 원자력의 이해

21세기에 들어서면서 우리 나라는 사회 시스템의 유지 발전에 근간이 되는 에너지를 어떻게 안정적으로 확보하느냐 하는 중요한 문제를 안고 있다. 이는 에너지가 없는 현대 문명 생활은 불가능하며, 국력 또한 보유하고 있는 에너지 자원과 그 이용 기술의 수준에 따라 크게 좌우되기 때문이다. 현재 우리 나라는 석유와 석탄 등 에너지 부존 자원이 매우 빈약하여 대부분을 수입에 의존하고 있다. 그러므로, 에너지를 안정적으로 확보하기 위하여 에너지의 효율성을 강화시키고, 나아가 독립적인 에너지 생산 기술을 확보하여 에너지의 해외 의존도를

줄이는데 힘을 모아야 한다. 그런데, 인적 자원 외에는 뚜렷한 자원이 없는 우리 나라 실정을 고려할 때, 안정적인 에너지 공급을 위해 가장 적절한 에너지원은 자원의존형이 아닌 기술의존형의 에너지 생산시스템이라고 할 수 있으며, 이를 충족시키는 것이 바로 원자력발전이다(김장곤, 1999). 원자력 발전은 발전원가에서 차지하는 연료비 비중이 약 12% 정도로 매우 낮으며 연료 소비량도 매우 작아 한 번 연료를 장전하면 3년 이상 사용이 가능하므로 에너지 비축 효과도 기대할 수 있다. 더욱이 화석 연료의 사용의 증가로 지구 온난화 등의 문제가 심각한 양상을 보이면서 기존의 화석 연료를 대체할 수 있는 에너지 개발이 절실히 요청되고 있다(한국원자력문화재단, 2001).

그런데, 고등학교 학생과 교사들을 대상으로 한 설문조사 결과에서(코리아데이터 네트워크, 1998⁴⁾) 그들이 가장 바람직한 대체 에너지원으로 생각하는 것은 태양열이며(학생 66.2%, 교사 58.5%) 원자력에 대한 선호도는 매우 낮은 것으로 나타났다(학생 15.5%, 교사 24.1%). 이 결과는 다음과 같은 요인에서 비롯된 것으로 나타났다. 첫째, 교사나 학생 모두가 대체에너지인 태양열이 깨끗하고 거의 무한대의 양을 가진 장점만을 생각하고, 에너지 집적도가 낮아 현재의 기술로는 경제성이 없다는 점을 이해하지 못하고 있다. 둘째, 원자력을 원자폭탄과 동일시하고 원전 사고만 나면 치명적인 결과가 초래되며 방사선 누출 등의 심각한 환경 오염 문제를 일으키는 것으로 잘못 인식하고 있다. 결국, 전반적으로 교사와 학생 모두 원자력 발전의 필요성을 어느 정도는 인식하고 있으나, 방사선이나 원자력 발전의 안전성 등에 대한 이해 부족으로 원자력 발전소 건설 등과 같은 원자력 발전 지향 사업에 대하여 반대하거나 부정적으로 사고하는 경우가 많은 것으로 판단된다.

결과적으로, 현재 초·중등학교 학생들이 갖고 있는 원자력 발전 사업에 대한 오개념 및 이해 부족에 대하여 체계적인 교육을 통하여 장기적으로 인식도와 이해력을 증대시키는 일이 중요하다고 하겠다. 특히, 코리아데이터

4) 코리아데이터 네트워크는 1998년에 전국의 고등학교 전학년 학생 1,215명과 원전 견학 학생 200명, 일반 교사 416명 및 원전 시찰 교사 115명을 대상으로 원자력에 대한 인식 조사를 실시하였다.

네트워크 설문 조사 결과(1998)를 보면, 응답 교사 중에서 64.7%가 원자력에 대한 자세한 정보가 부족하고, 50%가 원자력 관련 내용에 대한 교수-학습 자료가 부족하여 원자력 이해 교육을 하는데 어려움을 겪었다고 응답하였다. 이에 근거할 때, 원자력에 관한 보다 정확한 이해와 긍정적 사고의 확산을 위한 교육 자료를 개발하여 공급하는 것이 필요하다고 하겠다.

3. 교육과정 분석 준거

원자력 이해 교육의 목표 달성에 요구되는 내용 요소에는 '에너지 자원', '원자력 발전의 원리', '원자력 발전과 환경', '원자력의 이용'이 있으며, 이에 관한 내용 및 그 하위 요소는 다음과 같다.

■ 에너지 자원 : 원자력 자체가 에너지원으로서의 의의를 가지고 있기 때문에 원자력의 문제를 논의하기 위해서는 먼저 에너지 상황을 살펴봐야 한다. 그런데, 이미 앞에서 살펴본 바와 같이, 일반적으로 학생 또는 교사, 일반인들은 현재 상황에서 에너지에 관한 문제 해결책으로 다른 대체 에너지보다 원자력 자체의 활용성을 높이는 것에 관한 이해가 부족하며, 특히 에너지에 관한 문제 해결을 위한 대안으로서 태양에너지를 선호하고 있는 것으로 나타났다. 그러므로, 현재 우리 나라 및 세계의 에너지 사정과 에너지원을 파악하고 대체 에너지원들의 장단점을 바르게 이해함으로써 원자력 발전의 필요성을 충분히 인식시킬 필요가 있다. 이를 위한 지도 내용으로는 '에너지 수요와 공급 상황', '화석 에너지 및 대체 에너지 종류와 장단점' 등이 요구된다.

■ 원자력 발전의 원리 : 일반인들은 원자력의 필요성을 인식하면서도 원자력의 안전성에 대한 의구심 때문에 원자력을 기피하는 경향이 있다. 원자력 발전에 관한 가장 그릇된 생각 중의 하나는 원자력 발전과 원자폭탄을 동일시하거나 혼동하는 것이다. 그러므로, 원자력 발전의 안전도에 대한 불안감을 해소하기 위해서는 원자력 발전의 원리를 이해시켜야 하며, 이를 위한 지도 내용으로는 '원자력에너지', '원자력 발전의 원리', '원자력 발전의 안전성', '원자력 발전의 현황' 등이 요구된다.

■ 원자력 발전과 환경 : 현재 원자력에 관한 국민들의 인식은 그것이 환경에 어떤 영향을 끼칠 것인지에 대한

의문과 연결되어 있다. 그러므로 원자력 발전과 환경 문제를 교육의 주요 내용 부문으로 설정해야 하며, 이를 위한 지도 내용으로는 '방사선의 종류와 성질', '자연 방사능과 인공 방사능', '방사성폐기물 관리', '원자력이 환경에 미치는 영향' 등이 요구된다.

■ 원자력의 이용 : 현대 사회의 산업 발전이나 국민의 삶의 질을 위해 원자력을 이용하는 것이 필요한 상황에서, 실제 그것이 어떻게 이용되는지 지도될 필요가 있다. 농업과 의학 및 기타 부문에서 원자력이 이용되는 분야를 살펴봄으로써 원자력의 효율적 사용 가치를 인식시키고 원자력에 대한 긍정적인 태도를 가지게 할 수 있으며, 이를 위한 지도 내용으로는 '농업분야', '의학분야', '기타'의 하위 영역이 요구된다.

지금까지 언급한 원자력 이해 교육의 목표 달성에 필요한 내용 요소를 간단히 표로 정리하면 <표 1>과 같다. 다음의 <표 2>에 제시된 내용 요소들은 원자력 이해 교육과 관련하여 가장 기본적인 내용으로 교과와 특성에 따라 다른 내용을 추가할 수도 있고 일부의 내용만을 지도할 수도 있을 것이다. 다만, 최석진 외(1999)는 정규(일반) 학교 교육을 마칠 때까지 관련 교과에서 필요한 내용을 학습하게 함으로써 전체적으로 원자력 이해 교육에 필요한 내용 요소 전반에 대한 학습 경험을 가질 수 있도록 기대하고 있다.

<표 1> 교육과정 분석에 필요한 원자력 이해 교육의 내용 요소

내용 요소	세부 내용
1. 에너지 자원	1-1. 에너지 수요와 공급 상황 1-2. 화석 에너지 및 대체 에너지 종류와 장단점
2. 원자력 발전의 원리	2-1. 원자력에너지 2-2. 원자력 발전의 원리 2-3. 원자력 발전의 안정성 2-4. 원자력 발전의 현황
3. 원자력 발전과 환경	3-1. 방사선의 종류와 성질 3-2. 자연 방사능과 인공 방사능 3-3. 방사성폐기물 관리 3-4. 원자력이 환경에 미치는 영향
4. 원자력의 이용	4-1. 농업 분야 4-2. 의학 분야 4-3. 기타

<표 2> 원자력 이해 교육과 관련된 주요 내용 및 지도 방안의 예

학년 또는 교과목	수학과 교육과정에서 원자력 이해 교육 가능 내용	원자력 이해 교육 내용 요소	지도 방안의 예	자료개발 여부
초등 6학년	(라) 화물과 통계 ① 비율그래프 ① 띠그래프와 원그래프의 의미를 알고, 이를 활용할 수 있다. [심화 과정] ① 비율그래프로 나타난 실생활의 통계 자료를 수집하여 여러 가지 사실을 찾아내고 자료의 특성을 설명할 수 있다.	1-2. 화석 에너지 및 대체 에너지 종류와 장단점 2-3. 원자력 발전소의 안정성 3-1. 방사선의 종류와 성질 3-2. 자연방사능과 인공방사능	① 화석 연료를 이용한 발전소에 의하여 배출된 오염 물질의 양과 이에 따른 인근 지역의 기온 분포를 비율그래프로 나타내어 자료의 특징을 파악하게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 화석 연료를 이용한 발전소가 환경에 미치는 영향을 이해함으로써 대체 에너지 개발의 필요성을 인식하게 한다.	
	(바) 규칙성과 함수 ① 비와 비율 ① 두 수량 사이의 비와 비율의 의미를 이해한다. ② 비율을 여러 가지 방법으로 나타낼 수 있다. [심화 과정] ① 실생활에서 여러 가지 비율의 예를 찾아보고, 관련된 문제를 해결할 수 있다.	2-4. 에너지 발전의 현황	① 화력, 수력, 원자력 등 에너지원에 따른 발전량과 발전설비 용량에 관한 자료를 비율그래프로 나타내고 두 그래프의 특징을 비교해 보게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력 발전의 현황을 파악하고 원자력 발전의 효율성을 인식하게 한다.	○ (자료 2)
중학교 2학년	(다) 문자와 식 ③ 연립일차방정식의 활용 ① 미지수가 2개인 연립일차방정식을 활용할 수 있다.	1-2. 화석 에너지 및 대체 에너지 종류와 장단점 2-4. 원자력 발전의 현황 3-4. 원자력이 환경에 미치는 영향	① 우리나라를 기준으로 세계 각국의 원자력 발전소의 출력 현황을 비로 나타내고 원자력 발전의 발전원가를 기준으로 여러 가지 에너지 원별 발전원가를 비로 나타내어 보게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력 발전소의 필요성을 인식하게 한다. ① 화석연료에 따른 폐기물의 양과 원자력 폐기물의 양 사이의 비를 구해 보게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력이 환경에 미치는 영향을 인식하게 한다.	○ (자료 1)
	(가) 수와 연산 ② 명제 ① 명제의 뜻을 알고, 참, 거짓을 판별할 수 있다. ② 명제의 역, 이, 대우를 이해한다.	4-3. 기타	① 연립일차방정식을 이용하여 화석의 연령을 구하는 문제를 해결하게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 방사성 원소의 성질을 이해한다.	
고등학교 1학년		1-1. 에너지 수요와 공급상황 3-4. 원자력이 환경에 미치는 영향	① 명제의 역, 이, 대우 및 추론 법칙을 이용하여 에너지 수급과 환경 오염에 관한 문제를 해결하게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력 발전이 환경에 미치는 영향을 인식하게 한다.	

계 각 국의 원자력 발전소의 출력 현황을 비로 나타내고

<표 2> 원자력 이해 교육과 관련된 주요 내용 및 지도 방안의 예(계속)

고등학교 1학년	(나) 측정 □ 부등식의 영역 ① 부등식의 영역을 이해한다. ② 간단한 최대 문제와 최소 문제를 해결할 수 있다.	1-1. 에너지 수요와 공급상황 1-2. 화석 에너지 및 대체에너지 종류와 장단점	① 부등식의 영역과 최대 최소 문제를 이용하여 화석원료의 발전원가와 관련된 문제를 해결하게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력 발전을 이용한 에너지 공급 확대의 필요성을 인식한다.	
수학 I	(1) 대수 (가) 지수와 로그 □ 지수 ② 지수가 유리수까지 확장될 수 있음을 이해한다.	2-1. 원자력 발전의 원리	① 지수법칙을 이용하여 원자력 발전 시 필요한 원전연료의 양과 이를 통해서 발생하는 열에너지의 총량 및 원전연료의 사용 기간을 구해보게 한다. ② 위의 ①의 학습을 통하여 원자력 발전의 원리를 이해한다.	○ (자료 3)

4. 수학과 교육과정에서의 원자력 이해 교육 관련 내용

이 장에서는 앞서 언급한 최석진 외(1999)의 분석 근거에 기초하여 제7차 수학과 교육과정에서 원자력 교육과 관련된 '주요' 내용을 선정하고 이의 지도 방안의 예를 제시하고자 하였다(<표 2> 참조).

III. 원자력 이해 교육 및 수학 학습 강화를 위한 수학과 교수-학습

이 장에서는 원자력 관련 내용을 소재로 하는 문제해결 중심의 수학과 교수-학습 자료를 개발하여 제시하고자 하였다. 이 자료는 위의 <표 3>에 기초하여 개발한 것으로, 자료 1은 원자력 발전소의 필요성을 인식시키기 위하여 초등학교 6학년 이상을⁵⁾ 대상으로 우리나라와 세

원자력 발전의 발전원가를 기준으로 여러 가지 에너지원별 발전원가를 비로 나타내도록 하였다. 자료 2는 원자력 발전의 현황을 파악하고 원자력 발전의 효율성을 인식시키기 위하여 초등학교 6학년 이상을 대상으로 에너지원에 따른 발전량과 발전설비 용량에 관한 내용을 그래프로 나타내고 비교해 보게 하였다. 한편, 자료 3은 원자력 발전의 원리를 이해시키기 위하여 고등학교 2학년을 대상으로 지수법칙을 이용하여 원자력 발전시 필요한 원전연료의 양과 이를 통해서 발생하는 열에너지의 총량 및 원전연료의 사용 기간을 구해 보도록 하였다.

본 자료는 다음과 같이 각각의 대상 학년, 교육과정 관련 영역, 활동 목표, 주제, 정답 및 지도 안내 순으로 제시되어 있다.

자료 1 : 비와 비율을 이용하는 문제

개 관

- 대상 학년 : 6학년 이상
- 교육과정 관련 영역 : 6-가 단계 (바) 규칙성과 함수 □ 비와 비율

과정] 내용과도 연계되어 있으므로, 해당 학년을 포함하여 그 이상으로 대상의 범위를 확장하였다.

5) 자료 1과 관련된 수학 내용은 수학과 교육과정 상에 6-가 단계에, 자료 2는 6-가 단계에, 자료 3은 수학 I 교과목에 제시되어 있다. 하지만, 본 고에서는 자료를 실제로 활용할 수 있는 대상을 말하는 것으로, 자료 1과 2의 경우에는 6학년 학생 이상으로 제시하였다. 이는 학생들이 지금까지 원자력과 관련된 내용을 접해 본 적이 많지 않기 때문에 내용 자체를 이해하기가 쉽지 않으며, 또한 이러한 낯설은 내용을 소재로 한 문제를 해결하는 것이 기존의 수학적 문제를 해결하는 것보다 어렵게 느껴질 것으로 예상된다. 더욱이, 각 자료에 제시된 주제 내용이 해당 학년의 교육과정 상의 [심화

■ 활동 목표

- 비와 비율에 관한 여러 가지 문제를 해결할 수 있다(자료 1의 문제 1과 문제 2).
 - 우리 나라를 기준으로 세계 각국의 원자력 발전소 출력 현황을 비로 나타내기
 - 원자력 발전의 발전원가를 기준으로 여러 가지 에너지원별 발전원가를 비로 나타내기
 - 원자력에 관한 문제 해결을 통하여 원자력 발전소의 필요성을 인식한다(자료 1의 문제 3).

주 제

다음 표는 세계 여러 나라의 원자력 발전소 현황을 표로 나타낸 것이다(1998. 12. 31 현재, International Atomic Energy Agency(국제원자력기구) 자료).

<표> 세계의 원자력 발전소 현황

국 명	운전중인 발전 (기수)	건설중인 발전소 (기수)	출력 (TWh)	국가 총 전력생산량중 원자력 비중(%)
불가리아	6	-	15.49	41.50
캐나다	14	-	67.50	12.44
중국	3	6	13.46	1.16
핀란드	4	-	20.98	27.44
프랑스	58	1	368.40	75.77
독일	20	-	145.20	28.29
헝가리	4	-	13.12	35.62
일본	53	2	306.94	35.86
한국	15	3	85.19	41.39
러시아	29	4	95.38	13.08
스페인	9	-	56.68	31.66
스웨덴	12	-	70.00	45.75
스위스	5	-	24.37	41.07
대만	6	1	35.41	24.77
영국	35	-	91.14	27.09
우크라이나	16	4	70.64	45.42
미국	104	-	673.70	18.69

[문제 1]

5개국을 선택하여 한국을 기준으로 원자력 발전

소에서의 출력 현황을 비로 나타내어 보고, 그 결과에 대하여 말하여 보아라(단, 출력은 소수 첫째 자리에서 반올림한다.).

(기준량: 한국의 원자력 발전소 출력)

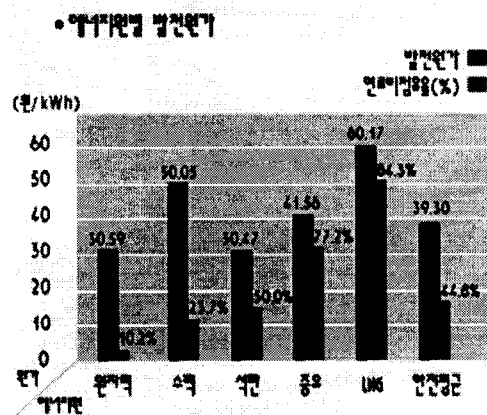
비교하는 양 (국가명)	분수표시	소수표시 (소수셋째 자리에서 반올림)
프랑스	$\frac{368}{85}$	4.33

[문제 2]

다음 그림은 에너지원 발전원가 및 연료비 점유율을 나타낸 것이다.

① 원자력발전의 발전원가를 기준으로 수력, 석탄, 중유, LNG의 발전원가를 비로 나타내어 보고, 그 결과에 대하여 말하여 보아라(단, 발전원가는 소수 첫째자리에서 반올림한다).

② 다음 그림을 보고 원자력, 수력, 선택 등의 에너지원 각각에 대하여 발전원가와 연료비점유율의 관계에 대하여 말하여 보아라.



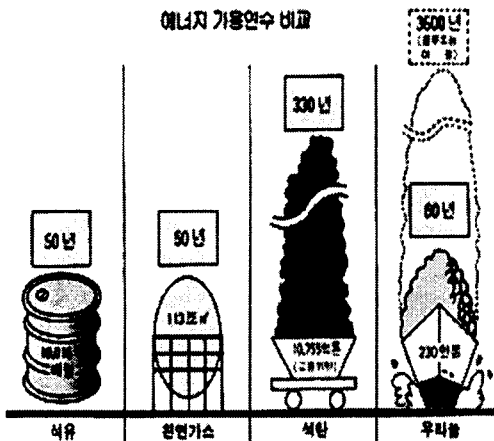
(http://www.kepco.co.kr)

(기준량: 원자력 발전의 발전원가)

비교하는 양 (발전원)	분수표시	소수표시(소수 셋째자리에서 반올림)
수 력	$\frac{50}{31}$	1.61

【문제 3】 선택 6)

다음 그림은 에너지원별 가용연수를 비교한 것이다. 발전원가와 에너지 가용연수에 관한 자료를 이용하여 21세기 에너지 확보 방안에 관한 생각을 말하여 보아라.



(<http://www.kepco.co.kr>)

6) 문제 3과 같이 수학적 문제해결을 통하여 원자력 이해 교육 강화를 주목적으로 하는 문항의 경우에는 수업 상황에 따라 생략하여도 무방할 것으로 판단된다. 수학 수업 시간에 다루지는 문제해결은 (비록 본 자료에서 원자력 내용을 소재로 하는 문제들을 다루고 있지만) 일차적으로 원자력 교육을 이해하는 것보다는 수학적 학습 능력을 향상하는 것에 보다 초점을 두어야 할 것이다. 이러한 견해에서 문제 3과 같이 원자력 이해 및 인식 증진을 위한 문항은 선택으로 두었다. 또한, 자료 2에서 문제 3의 ㉓번도 마찬가지로 경우임.

정답 및 지도 안내

【문제 1】 정답

비교하는 양 (국가명)	분수표시	소수표시(소수 셋째자리에서 반올림)
프랑스	$\frac{368}{85}$	4.33
독 일	$\frac{145}{85}$	1.71
미 국	$\frac{674}{85}$	7.93
일 본	$\frac{307}{85}$	3.61
영 국	$\frac{91}{85}$	1.07

☞ 지도 안내 : 문제에서 요구하는 답을 위의 표와 같이 완성하게 한 후, 표를 보고 그 결과에 대하여 조별로 각각 토론한 후 발표하게 한다. 조별의 의견을 조율하여 교사가 이를 정리하여 준다. 이때, 수업의 흥미를 유발하는 차원에서 각 조마다 선택한 국명이 다를 것이라 예상 되는데, 해당 국명을 선택한 이유에 대해서도 말해 보게 하여도 좋다.

【문제 2】 정답

비교하는 양 (발전원)	분수표시	소수표시(소수 셋째자리에서 반올림)
수 력	$\frac{50}{31}$	1.61
석 탄	$\frac{30}{31}$	0.97
중 유	$\frac{42}{31}$	1.35
LNG	$\frac{60}{31}$	1.94

☞ 지도 안내 : 문제 1과 마찬가지로 방법으로 진행하도록 한다. 그리고, 전원별 발전원가와 연료비 비율의 관계의 이해를 바탕으로 에너지원으로서의 원자력발전의 필요성 및 증대를 인식할 수 있도록 지도한다.

【문제 3】

☞ 지도 안내 : 각자 또는 조별로 에너지원별 가용연수 비교 그림을 보고 느낀 점을 말하여 보게 하고, 이를 바탕으로 향후 에너지를 어떻게 확보해야 하는지에 관한 의견을 수렴하여 교사가 정리하여 준다.

자료 2 : 비율그래프를 이용하는 문제

개 관

- 대상 학년 : 6학년 이상
- 교육과정 관련 영역 : 6-가 단계 (라) 확률과 통계
 - ① 비율그래프
- 활동 목표
 - 주어진 자료를 그림그래프, 비율그래프로 나타내고, 그래프로 표현된 자료의 특성을 설명할 수 있다(자료 2의 문제 1과 문제 2, 문제 3의 ①).
 - 우리 나라의 발전연료별 발전설비용량에 관한 자료를 그래프로 나타내기
 - 우리 나라의 에너지원별 발전량에 관한 자료를 그래프로 나타내기
 - 여러 가지 그래프의 특징을 파악할 수 있다(문제 3의 ②).
 - 원자력에 관한 문제 해결을 통하여 원자력 발전소의 현황을 파악하고, 원자력 발전소의 안정성을 인식한다(자료 2의 문제 3의 ③).

주 제

다음 표는 1980년부터 2000년까지 우리 나라의 발전연료별 발전설비용량을 나타낸 것이다.
(<http://www.kepco.co.kr>)

<표> 우리나라 발전설비 용량 (단위: 천kW)

구분	1980	1995	1996	1997
수력	1,157	3,093	3,094	3,115
무연탄	750	1,020	1,020	900
유연탄	0	6,800	6,800	9,300
유류	6,897	6,119	7,349	8,860
가스	0	6,536	7,836	8,551
원자력	587	8,616	9,616	10,316
계	9,391	32,184	35,715	41,042
구분	1998	1999	2000.6	
수력	3,131	3,148	3,148	
무연탄	1,091	1,291	1,291	
유연탄	10,240	11,740	11,740	
유류	7,410	4,716	4,686	
가스	9,518	12,368	12,472	
원자력	12,016	13,716	13,716	
계	43,406	46,979	47,053	

【문제 1】

2000년 6월의 발전연료별 발전설비용량을 만의 자리에서 반올림하여 100,000kW는 ■로, 1,000,000kW는 ■로 나타내어 그림그래프를 그려보아라.

수력	■■■■■
무연탄	
유연탄	
유류	
가스	
원자력	

【문제 2】

한 해를 선택하여(또는 연도별로) 우리 나라의 발전연료별 발전설비용량을 띠그래프로 나타내어 보고, 전체 발전용량에서 원자력 발전이 차지하는 비중에 대하여 말하여 보아라.

【문제 3】

아래 그림은 발전원료를 석탄, 중유, 경유, 가스, 국내탄, 수력, 원자력으로 구분하여 이를 원그래프로 나타낸 것이다. 다음 물음에 답하여라(자료: 한국전력공사, 2000. 6).

자료 3 : 지수법칙을 이용하는 문제

개 관

- 대상 학년 : 고등학교 2학년
 - 교육과정 관련 영역 : 대수 (가) 지수와 로그
- ① 지수
- 활동 목표
 - 지수법칙을 이용하는 여러 가지 문제를 해결할 수 있다(자료 3의 문제 1, 2, 3).
 - 원자력 발전 시 필요한 핵연료의 양 구하기
 - 핵연료를 통해서 발생하는 열에너지의 총량 구하기
 - 핵연료의 사용 기간 구하기
 - 원자력에 관한 문제 해결을 통하여 원자력 발전의 원리를 이해한다.⁷⁾

주 제

원자료를 계속 가동할 경우, 다음 자료를 근거로 하여 핵연료 사용 기간을 구하여라.

- 1년 $\approx 3 \times 10^7$ 초
- 핵연료의 총량 : 21.6×10^{18} kg
- 핵연료 중 ^{235}U (우라늄)의 함량 : 3 %
- ^{235}U (우라늄) 1kg이 방출하는 총열량 : 10^{14} J
- 도심(핵연료가 들어 있는 곳)에서 매초 발생하는 열에너지 : 2.4×10^9 J/S

【문제 1】

핵연료 중 우라늄 양을 구하여라. 이때, 사용한 지수법칙을 말하여라.

【문제 2】

7) 자료 3의 경우에는 주제에 주어진 그림과 자료 설명에 대하여 어느 정도 이해한 후, 주어진 문제를 해결할 수 있으므로, 원자력 이해 자체에 관한 별도의 문제를 제시하지 않았음.

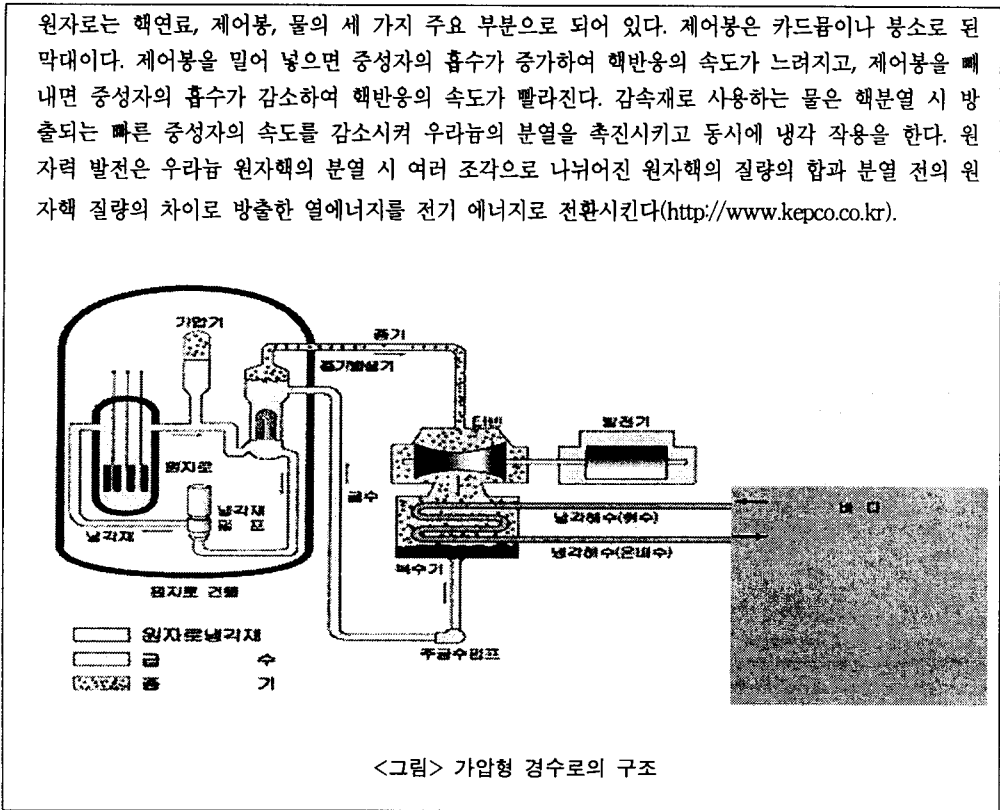
핵연료에서 발생하는 열에너지의 총량을 구하여라. 이때, 사용한 지수법칙을 말하여라.

【문제 3】

핵연료의 사용 기간을 구하여라. 이때, 사용한 지수법칙을 말하여라.

정답 및 지도 안내

☞ 지도 안내 : ① 위의 문제를 보다 쉽게 이해하고 원활히 해결하려면 원자력에 대한 이해가 선행되는 것이 바람직하다. 그러므로, 교사는 다음의 자료를 참고하여 학생들이 원자력에 대해 이해할 수 있도록 설명하여 준다.



② 이 문제를 해결하는데 이용되는 수학 내용은 다음 있는지 확인한다.
 의 지수법칙이다. 학생들이 지수법칙을 제대로 이해하고

지수법칙 (1)	0 또는 음의 정수인 지수	지수법칙 (2)
임의의 실수 a, b 와 자연수 m, n 에 대하여 [1] $a^m a^n = a^{m+n}$ [2] $(a^m)^n = a^{mn}$ [3] $(ab)^n = a^n b^n$ [4] $a^m \div a^n = \begin{cases} a^{m-n} & (m > n) \\ 1 & (m = n) \\ \frac{1}{a^{n-m}} & (m < n) \end{cases}$ [5] $(\frac{a}{b})^n = \frac{a^n}{b^n}$ (단, $b \neq 0$)	a 는 0이 아닌 실수이고, n 이 양의 정수일 때, $a^0 = 1, a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	a, b 가 0이 아닌 실수이고, m, n 이 정수일 때 [1] $a^m a^n = a^{m+n}$ [2] $(a^m)^n = a^{mn}$ [3] $(ab)^n = a^n b^n$

【문제 1】
 핵연료 중 우라늄을 구하기 위한 식은
 $(21.6 \times 10^{18}) \times (3 \times 10^{-2})$ 이므로
 핵연료 중 우라늄의 양은
 $(21.6 \times 10^{18}) \times (3 \times 10^{-2})$
 $= (21.6 \times 3) \times (10^{18} \times 10^{-2})$
 (지수법칙 (2)의 [1])
 $= 64.8 \times 10^{16}$

【문제 2】
 핵연료에서 발생하는 열에너지의 총량을 구하기 위한
 식은 $64.8 \times 10^{16} \times 10^{14}$ 이므로
 핵연료에서 발생하는 열에너지의 총량은
 $64.8 \times 10^{16} \times 10^{14} = 64.8 \times 10^{16+14}$
 (지수법칙 [1])
 $= 64.8 \times 10^{30}$

【문제 3】
 핵연료의 사용 기간을 구하기 위한 식은
 $(64.8 \times 10^{30}) \div (2.4 \times 10^9)$ 이므로
 핵연료의 사용기간은
 $(64.8 \times 10^{30}) \div (2.4 \times 10^9)$
 $= (64.8 \div 2.4) \times 10^{30-9}$ (지수법칙 [4])
 $= 27 \times 10^{21}$ (s)
 $= (3 \times 10^7)^3$ (지수법칙 [2])
 ≈ 3 (년)

IV. 요약

원자력은 전력의 안정적 공급을 통한 국가 경쟁력 제고를 비롯하여, 의학과 농업 등 인간의 복지 증진, 그리고 최근에는 전 세계적으로 거론되고 있는 지구온난화 문제의 주요 원인이 되는 화석 에너지의 사용을 대체함으로써 환경 보전 방안으로도 우수한 에너지원의 핵심 요소로 여겨지고 있다. 그러나, 앞서 살펴본 바와 같이, 설문 조사 결과에 따르면(코리아데이터 네트워크, 1998),

교사와 학생 모두 원자력의 필요성을 어느 정도는 인식하고 있으나, 이에 대한 관심과 지식은 상당히 낮은 편이며, 특히 원자력의 안정성에 대해서는 강한 의구심과 부정적인 견해를 갖고 있다. 따라서, 초·중등학생들에게 원자력 이해 교육을 실시하여 원자력에 대한 인식도와 이해력을 제고시키고 바람직한 태도를 가지게 하는 것이 중요하다는 지적이다(한국원자력문화재단, 2001).

이러한 취지에 부합하여, 본 고에서는 학교에서의 원자력 이해 교육을 증진시키고 관련 수학 내용의 학습 상태를 강화시키기 위한 노력의 일환으로, 수학 교과에서 원자력 이해 교육이 가능한 내용 요소를 추출하고 이에 따른 여러 가지 문제 중심의 교수-학습 자료 및 지도 방안을 개발하여 제시하였다. 여기서, 자료 1은 원자력 발전소의 필요성을 인식시키기 위하여 초등학교 6학년 이상을 대상으로 우리나라와 세계 각국의 원자력 발전소의 출력 현황을 비로 나타내고 원자력 발전의 발전원가를 기준으로 여러 가지 에너지원별 발전원가를 비로 나타내도록 하였다. 자료 2는 원자력 발전의 현황을 파악하고 원자력 발전의 효율성을 인식시키기 위하여 초등학교 6학년 이상을 대상으로 에너지원에 따른 발전량과 발전설비 용량에 관한 내용을 그래프로 나타내고 비교해 보게 하였다. 한편, 자료 3은 원자력 발전의 원리를 이해시키기 위하여 고등학교 2학년을 대상으로 지수법칙을 이용하여 원자력 발전 시 필요한 원전연료의 양과 이를 통해서 발생하는 열에너지의 총량 및 원전연료의 사용 기간을 구해 보도록 하였다.

끝으로, 본 고에서 제시한 원자력 내용을 소재로 다룬 교수-학습 자료 개발을 기화로 향후 보다 다양한 범교과적 내용을 소재로 하는 통합교과적 학습 주제 중심의 교수-학습 자료를 개발하여 제시함으로써, 학생들이 수학 내적 문제해결뿐만 아니라 수학 외적 문제해결을 통해서도 수학 관련 의 풍부한 지식이 습득되기를 기대하는 바이다.

참 고 문 헌

교육부 (1997). 수학과 교육과정, 대한교과서주식회사.
 교육부 (1999). 제7차 교육과정에 따른 중학교 2종도서
 선정 기준.

- 김대현 외 (1997). 교과의 통합적 운영, 문음사.
- 김무성 (2000). 수능나라 공통과학 물리, (주) 고려출판.
- 김장곤 (1999). 안정적 에너지 공급원-원자력, 원자력 문화 21, 한국원자력문화재단 5월호, p.2.
- 김종건 외 (1996). 통합 교과의 교육과정·교과서 개선 방안 연구, 교육과정 개정연구위원회 보고서.
- 코리아 데이터 네트워크 (1988). 고등학교 학생 및 교사들의 원자력에 대한 인식 실태 조사 보고서.
- 박순경 외 (2001). 교과교육학신론, 문음사.
- 박완규·장학수 (2000). 과학탐구 공통과학 물리, (주)좋은책.
- 조봉제·정경수 (2000). 과학탐구 공통과학 물리, (주)도서출판 디딤돌.
- 최석진·김정호·이양락 (1999). 학교에서의 원자력 이해 교육 강화 방안, 한국교육과정평가원 연구보고 CRO 99-2.
- 한국원자력문화재단 (2001). 학교에서의 원자력 교육, 한국원자력문화재단.
- 한국원자력문화재단 (2000). 사진으로 보는 원자력 발전, 한국원자력문화재단.
- <http://myhome.elim.net/~noth>
- <http://nuclearplaza.go.kr>
- <http://www.iaea.org>
- <http://www.kepo.co.kr>
- <http://www.okaea.or.kr>

Development of Teaching and Learning Mathematical Materials Including Cross-Curriculum Based Contents

Hwang, Hye Jeang

Department of Mathematics Education, Chosun University, susuk-dong-gu, kwangju Seoul, Korea, 501-759
sh0502@chosun.ac.kr

Cho, Seong Min

Dong-il Girls' High School

The 7th national mathematics curriculum lays emphasis on an interrelation of several subjects and a connection between mathematics and real life. In this reason, this study focuses on the enhancement of sound understanding nuclear energy which is one of important factors(concepts or contents) dealt with in the other subjects such as science, environment, social studies, etc.. Recently, even though it is insistent that nuclear energy be so important and request in the future society, there are still strong pro and cons regarding the use of it. In this study, teaching-and-learning materials were developed dealing with using nuclear energy, and consequently they might be used in math class for the purpose of enhancement of mathematical learning ability and of recognition on nuclear energy.

In this study, Material 1 included a matter of the necessity for nuclear power plants using the ratio concept, and Material 2 did on a matter of the efficiency of nuclear energy and the safety of nuclear power plants using ratio-graph, in the elementary and upper school mathematics. Material 3 focused on a matter of the principles of nuclear power plants using the properties of exponential law in high school mathematics. Ultimately, it is hoped in the study that more diverse instructional materials dealing with diverse situations inside and outside mathematics would be developed.

* ZDM classification : D43

* MSC2000 classification : 97D99

* key word : understanding nuclear energy, ratio concept,
teaching-and-learning materials, properties of exponential
law, connection between mathematics and real life.