원자력 및 방사선에 대한 초, 중, 고등학교 교육과정 개발

이승구 · 최윤석 · 한은옥
한국원자력안전아카데미

2014년 8월 20일 접수 / 2014년 10월 1일 1차 수정 / 2014년 10월 7일 채택

학교에서 표준화된 원자력 및 방사선 기초교육을 실시하기 위해 학생, 과학교사, 전문가의 입장을 반영한 교육과정을 개발하였다. 초(78.4%), 중(78.6%), 고등학교(93.1%) 모두 높은 빈도로 원자력 및 방사선에 대한 학교교육이 필요하다고 나타냈다. 교과목 제목은 초등학교의 경우 "방사선과 생활", 중, 고등학교의 경우 "원자력과 방사선"이다. 학급별로 한 학기, 주당 1시간(초등학교 40분, 중학교 45분, 고등학교 50분 기준) 교육을 요구하였다. 교재는 얇고, 만화와 사진이 많이 포함된 것을 요구하였다. 교육 시작시기로는 초등학생은 6학년, 중학생은 2학년, 고등학생은 1년 때 배우는 것을 요구하였다. 교육형태는 정규교과가 아니라 창의적 체험학습으로 학교와 과학교사의 필요에 따라서 선택하는 것을 선호하였다. 학급별로 교육시간, 교재형식, 교육형태, 교육의 필요성에 대해서 모두 같은 요구 경향을 나타냈다. 고안된 교육과정을 모의 실시한 결과 전체적인 적합도는 5점 만점에서 초등학생 3.88±0.60점, 중학생 3.89±0.60점, 고등학생 3.66±0.63점으로 모두 70점(100점 만점 기준) 이상의 수준을 나타냈다. 본 연구는 원자력 및 방사선이해를 바탕으로 가치판단의 능력을 함양하기 위한 학교 교육과정을 최초로 고안했다는 것에 큰 의미를 둔다. 그러나 원자력 및 방사선에 대한 학교 교육이 실현되기 위해서는 후속조치로 교육과정에 적합한 교재개발, 관련 법령 개정, 교안제공 등이 이루어져야 한다.

중심어 : 원자력, 방사선, 교육과정, 교육, 학교

1. 서론

원자력발전은 끊임없는 반대 여론과 민원에 부딪쳐 왔고[1], 2011년 후쿠시마 원자력발전소 사고 이후에는 원자력발전과 방사능에 대한 부정적 인식이 더욱 증가하였다[2-6]. 원자력의 부정적인 이미지에 고정된 사람들은 자신이 이전에 생각했던 것보다 원자력의 위험성이 크다고 알려주는 정보를 더 신뢰하고 기억하게 된다[7]. 대형 사고들은 빈도가 매우 낮지만 한 번의 사고만으로도 해당기술에 비정상 위험이 존재한다는 강한 신호(signal)를 만들어 내고 이 신호는 부정적 인식을 고착시켜 결과적으로 원자력관련 기술에 대한 낙인화를 초래한다[8]. 대게 개인은 과학기술에 대한 충분한 지식을 지니지 못하고 있기 때문에 이성적 판단보다는 자신의 경험에 의한 감정적 인식에 의존한다[9]. 이러한 복합적인 현상은 충분한 사회적 합의를 요구하는 당위성을 제시하고 있는 것이다[10]. 그러므로 국가의 주요 에너지원인 원자력발전과 국민의 복지증진을 위해 다양하게 사용되는 방사선에 대한 국민의 올바른 이해와 신뢰가 필요하다[11,12].

그런데, 국내에서는 방사선 개념에 대해서 많은 문제점을 가지고 있는 실정이다[13]. 학생들은 원자력과 방사선에 대한 내용을 과학 교과서를 통해서 학습하기도 하지만 대부분 교사와 학생간의 교수-학습활동을 통해서 개념이 획득된다. 그러므로 원자력 및 방사선에 대한 교과가 부재한 국내 실정에서 과학교사가 잘못된 개념을 가지고 있게 되면 학생들의 개념획득에 잘못된 영향을 미치게 된다. 뿐만 아니라 지식 정보화 사회에서 그 누구도 미디어의 영향을 벗어날 수 없다는 인식이 확산되면서 미디어를 비판적으로 수용하는 능력을 길러야 할 필요성이 증대되고 있지만[14], 일부 미디어 정보에서는 원자력과 방사선에 대한 잘못된 정보 또는 어려운 정보가 무분별하게 제공되고 있으므로 학생뿐만 아니라 교사도 올바른 가치판단을 하기는 매우 어려운 실정이다.

현대사회는 과학기술의 발달로 다양한 사회, 윤리적 문제(socioscientific issues)에 직면하므로 과학기술에 대한 이해를 바탕으로 가치판단을 내리고 합리적으로 대처하기 위한 능력을 함양해야 한다고 과학교육 연구자들은 강조하고 있다[15-19]. 현대사회의 다양한 변화가 교육에 요구하는 많은 것들로 인해 교육자들은 학생들이 이들 변화에 대처할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있도록 새로운 교육과정을 개발할 필요성이 있다고 제기한다[20]. 교육과정은 교육의 목적을 달성할 수 있게 설계된 활동의 프로

교신저자 : 한은옥, haneunok@gmail.com
서울특별시 강남구 테헤란로 7길 한국과학기술회관 신관 307호

그램이며[21], 의도되고 계획된 목표와 내용의 체계로 구성된다[22]. 그래서 국제적으로 과학교과의 목표는 실생활에서 사용할 수 있는 과학적 소양의 함양이다[23]. 우리나라 국민공통기본교육과정의 과학교과에서도 국민의 기본적인 과학적 소양을 기르기 위하여 자연을 과학적으로 탐구하는 능력과 과학의 기본 개념을 습득하게 하고, 과학적인 태도를 기르기 위한 과목으로 정의하고 있다[24]. 그런데, 우리 학교교육은 다양하고 창의적인 내용을 가르치기에 적절한 체제라기보다는 획일적인 교육을 실시하기에 적합한 체제를 유지해 왔다는 것이다. 이러한 우리 교육의 근본적인 문제를 해결하기 위해 학교 교육과정 자율화가 나오게 되었고 그 결과를 집약한 것이 2009년 교육과정이다. 2009년 개정 과학과 교육과정에서는 과도한 개념 중심의 교육에서 과감하게 벗어난 현대 과학 문명에 대한 현대 과학적 이해를 통해 과학적 탐구의 방법과 가치를 인식할 수 있도록 하는 것이다. 그럼에도 불구하고 현재 학교들은 대입 실적을 중심으로 하는 동일 목적과 교육과정으로 무익한 경쟁에 노출되어 있는 편이므로 다양한 학습기회를 마련해주기 위해 지역 내 학교 간 협력과 역할분담이 요구되는 상황이다[25]. 그래서 단위학교별로는 교육과정 자율화를 추진해 나갈 수 있는 구체적인 방안을 모색하고 있으며, 국가 수준의 교육과정을 탄력적으로 적용할 수 있도록 여러 규제 완화를 요구하는 시점이다[26]. 이때, 원자력 및 방사선 전문가, 교육자들은 전 국민적 차원의 에너지 문제, 보건문제, 복지문제, 산업발전문제, 혼란을 야기하고 있는 소통문제 등 다양한 영역에서 국민과 직접 관계되는 원자력 및 방사선분야가 새로운 교육과정에 포함될 시점임을 고려해야 한다. 일반인과 전문가 사이에 존재하는 인식격차의 경우 단순한 지식 차에 의한 것은 아니라 할지라도 양질의 관련 정보와 교육은 필요하다[27].

따라서, 미래의 주역이 될 학생들에게 원자력 및 방사선이용에 대한 올바른 가치판단을 할 수 있도록 실제로 활용될 수 있는 학교 교육과정을 개발하고자 하였다.

2. 방법

원자력 및 방사선 이해에 대한 학교 교육과정 개발을 위해 양적 조사와 질적 조사를 병행하였고, 다단계 절차를 거치면서 내용타당도와 구성타당도를 확보하였다. 그 단계와 방법으로는 국내외 문헌조사, 국내외 유관기관의 교육실태 조사, 초 · 중 · 고등학생, 교사와 전문가의 집단별 토론회 및 설문조사, 예비 교육과정 모의 운영 등이 포함되었다. 교육과정 및 교수-학습 전략의 체계적 교육과정은 목표, 내용, 대상, 미디어 종류에 따라 다를 수 있는데, 본 교육과정은 Table 1과 같은 설계과정에 의해 개발되었다.

첫째 단계, 전문가 토론회는 각 학급별 과학교사, 일반인 대상의 원자력 및 방사선 이해교육 강사, 한국원자력안전기술원 및 원자력연구원의 책임연구자, 대학교수 등이 포함되어 교육의 방향과 내용에 대한 토론이 이루어졌다. 둘째 단계, 문헌조사는 국내외 선행연구 자료의 질적 분석, 한국수력원자력, 원자력문화재단, 한국원자력안전기술원, 한국원자력안전아카데미. 방사선진흥협회, 여성원자력전문인협회 등에서 제공되고 있는 교육과 정보내용의 질적 분석, 학교 교육을 시작한 일본의 학교 교육내용과 미국, 캐나다, 유럽 등에서 일반인 대상으로 수행되고 있는 교육내용을 질적 분석하였다. 이를 통해 교육의 범위와 체계에 대한 초안을 구상하였다. 셋째 단계, 교육요구도 문항을 작성하기 위해 토론회와 선행연구를 통해 도출된 자료를 근거로 학교장의 승인을 얻은 수도권 소재의 3개교 초, 중, 고등학생들을 임의 선정하여 토론회를 가졌다. 토론회를 통해 교육목표, 방향, 방법, 내용, 대상 등 학생들의 요구도 초안을 작성하였다. 전문가 토론회, 선행연구 분석, 학생 토론회를 통해 도출된 교육요구도 항목과 범위에 대해 각 학급별 과학교사와 전문가의 내용타당도 확보를 위한 자문이 이루어졌다. 도출된 교육요구도 조사지의 내용타당도를 확보하기 위해 예비조사를 실시하였고, 수정 및 보완 후 본 조사를 실시하였다. 본 조사는 방문조사, 우편조사, 인터넷조사의 방법으로 이루어졌다. 대상은 학교장의 승인을 얻은 평균적인 성적수준에 해당되는 수도권 소재의 3개교의 각 학급별 최고학년(초등학생 6학년, 중학생 3학년, 고등학생 3학년) 각각 57명, 52명, 56명과 약 30개교 내외의 학급별 과학교사 각각 32명, 29명, 34명과 한국원자력안전기술원, 한국수력원자력, 한국원자력연구원의 연구자, 원자력 및 방사선과 개설대학의 교수, 해당분야의 10년 이상 전문가 등 45명에게 각각 설문조사를 수행하였다. 넷째 단계, 교육과정 초안을 결정하기 위해 각 학급별 학생 및 과학교사와 전문가를 통해 도출된 교육요구도 조사결과를 바탕으로 전문가 자문을 받았다. 다섯째 단계, 도출된 예비 교육과정의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해 예비 모의 교육과정을 운영하였다. 교육내용은 학생요구에 따른 임의 교재로 압축된 모의 교육을 운영하였다. 모의 교육과정 운영대상은 학교장의 승인을 얻은 수도권 소재의 3개교를 임의 선정하였고, 교육 요구도에 나타난 각 학급별 교육요구 학년(초등학교 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년) 각각 30명, 34명, 31명이다. 여섯째 단계, 모의 교육과정 운영에서 교육목표, 범위, 내용, 매체, 방법 등의 5점 척도로 조사된 설문분석을 바탕으로 적합성 평가가 이루어졌다. 일곱째 단계, 각 단계별 내용과 결과를 바탕으로 최종 교육안을 결정하였다. 각 단계별 분석은 필요에 따라 질적 분석과 양정분석이 함께 이루어졌고, 양적 분석은 SPSS 17.0 프로그램을 이용하여, 빈도와 백분율, 평균과 표준편차, X^2-text가 사용되었다.

교육과정 개발절차는 크게 계획수립, 기초 연구, 교육과정 연구 및 개발, 심의, 최종안 선정, 최종안 확정, 고시, 후속조치의 절차를 거치는데[28], 본 연구에서는 기초연구를 통한 교육과정 초안을 도출하는 것에 중점으로 두었다. 후속조치로 교육과정에 적합한 교재개발, 관련 법령 개정, 교안제공 등이 이루어져야 한다.

최근 교육과정 개발 및 개선 분야에서는 자료에 기초한(data driven) 혹은 자료 분석(data analysis)에 의한

Table 1. Research Procedure and Content.

Stages	Content
1. Design the basic framework for a suitable national curriculum	· Debate amongst professionals (elementary, middle, and high school science teachers; nuclear power /radiation professionals)
2. Investigate related literature and analyze existing execution data	· Understand the present condition of general public education in Korea. · Understand the present condition of general public education in the United States, Japan, Europe, and Canada
3. Study on the demand for understanding nuclear power and radiation	· Session 1: Eight pairs of students from the sixth, ninth, and eleventh grades debate · Session 2: Consultation with science teachers and professionals · Session 3: Main study

Category	Students	Teachers	Professionals	Total No.
Elementary(6^{th}grade)	57	32	45	134
Middle(3^{th}grade)	52	29	45	126
(3^{th}grade)	56	34	45	135

4. Feasibility study conducted by professionals; decision making related to the preliminary curriculum	Select a preliminary curriculum following a feasibility study conducted by professionals based on a survey of demand
5. Preliminary curriculum simulation	Curriculum simulation with randomly selected elementary, middle, and high school students Simulation: Offline

Grade level	Total No.
Elementary (6^{th}grade)	30
Middle (2^{nd}year)	34
High (1^{st}year)	31

6. Simulation results analysis	Judgment of the developed curriculum's suitability
7. Confirmation of the final curriculum plan	Confirmation of the final plan based on study results

교육과정을 개발하고 개선해야 한다는 필요성이나 경향이 확산되고 있다. 전통적으로 교육과정은 전문가 집단에 의존해 왔다. 자료를 기초로 한 교육과정 개발을 지지하는 사람들은 자료 수집과 분석은 교육과정 개발자들이 최선을 결정하도록 하고, 문제 해결을 실질적으로 연구하게 하고, 효과적이고 효율적인 대안을 찾는 방식으로 일하게 되며, 더 나은 변화를 유지하고, 어려운 일을 이해하고, 미래를 준비하도록 도우며, 아이들에게 도움이 되는 학습에 주목하도록 돕는다고 강조하고 있다[29, 30]. 그럼에도 불구하고 지금까지 교육과정 개발에 필요한 자료 분석이나 이런 자료의 활용이 미흡했던 이유에 대해 Glatthorn 등(2009)은 자료를 체계적으로 사용하지 않는 습관, 자료를 중심으로 교육과정을 개발하지 않는 풍토, 자료 수집이 쉽지 않고, 시간이 많이 필요한 여건, 자료 지향적이 아니라, 교과 지향적으로 교육받는 교육과정 개발자 및 교사 요인을 지적하고 있다[31]. 중요한 것은 교육과정 개발자들이 교육과정 개발에 필요한 정확한 자료를 모으고, 적절하게 사용하는 것이다[32, 33]. 따라서 본 연구에서는 각 집단별(학생, 교사, 전문가) 토론, 설문조사 등의 분석 과정을 통한 집단의 요구에 맞는 눈높이 맞춤식 교육과정을 개발한 것에 큰 의의를 둔다.

3. 결과

3.1 교육과정 요구도

3.1.1 학급별 교육과정 요구도

초(78.4%), 중(78.6%), 고등학교(93.1%) 모두 높은 빈도로 원자력 및 방사선이해에 대한 학교교육이 필요하다고 나타냈다. 교육은 주당 1시간 교육을 요구하였고, 교재는 얇고, 만화와 사진이 많이 포함된 교재를 원하였다. 교육 시작시기로는 초등학생은 6학년, 중학생은 2학년, 고등학생은 1년 때 배우는 것을 원했다. 교육형태는 정규

Table 2. Level of Curriculum Demand by Grade Level.

Category		Elementary	Middle	High	Total
Number of education hours	Approximately an hour each week (40, 45, and 50 minutes for elementary, middle, and high school students respectively)	60(44.8)	75(59.5)	68(51.9)	203(51.9)
Textbook format	Thin, containing many cartoons and photos	98(74.2)	97(77.6)	61(47.3)	256(66.3)
Curriculum grade level	Sixth grade (elementary school)	66(50.8)	-	-	66(50.8)
	Eight grade (middle school)	-	49(39.5)	-	49(39.5)
	Tenth grade (high school)	-	-	85(66.4)	85(66.4)
Form of education	Creative field study	88(66.2)	75(61.0)	65(50.4)	228(59.2)
Curriculum necessity	Required	105(78.4)	99(78.6)	122(93.1)	326(83.4)

Survey subjects included students from the highest grade levels at the elementary, middle, and high school stages, science teachers from all grades, researchers specializing in nuclear power and radiation, and professors and experts possessing no less than ten years of experience. Students from the highest grade levels at each school level were selected under the assumption that, since they completed all relative levels, their responses to the curriculum's necessity would be the most well rounded. Science teachers were selected based on the assumption that because current science textbooks cover some concepts related to nuclear power and radiation, said instructors would be capable of reflecting the curriculum's most realistic level of demand. Frequencies(percentages) indicate only the highest response values.

교과가 아니라 창의적 체험학습으로 학교와 교사의 필요에 따라서 선택하는 것을 선호하였다. 학급별 교육시간, 교재형식, 교육형태, 교육의 필요성은 모두 같은 교육요구도 경향을 나타냈다(Table 2). 교재에 대한 학생, 교사, 전문가의 요구는 이론과 같은 맥락을 가진다. 교과서에서 다루는 대부분의 학습 내용은 문자로써 서술되지만 교과서 내의 삽화는 학생들에게 문자보다 우선하여 시각적으로 인지가 된다[34]. 특히 과학 교과는 과학 현상에 관한 학습 내용의 사실적 전달을 위해서 내용보다 사진이나 삽화를 많이 이용하면 할수록 함축적인 의미 전달에 효율적이다[35]. 교육의 형태는 모든 학급에서 창의적 체험학습을 요구하였다. 창의적 체험학습은 학생의 발달단계, 학교 실정 및 지역 특성 등을 고려하여 목표 달성에 적합한 내용을 선정, 운영할 수 있다. 학교 급별 교육과정에 제시된 최소 시수(단위) 이상 편성·운영하도록 하며 학교의 필요에 따라 기준 시간(단위)보다 더 많은 시간을 확보하여 운영할 수 있다. 이에 학교는 제한적인 학교 내 인적 물적 환경을 포함해서, 학교 밖의 지자체, 유관기관 등과의 연계를 통해 지속적인 체험활동이 이루어질 수 있도록 노력해야 한다[36]. 단위학교의 교육과정 편성과 운영의 자율성 증대 조치에 따라 학교에서는 국가 수준의 교육과정편제표에 제시되어 있지 않은 선택과목을 개설할 수 있도록 하고 있기 때문에[37], 학교재량에 따라 원자력 및 방사선에 대한 교육이 이루어질 수 있도록 교육과정을 준비할 필요가 있다.

3.1.2 초등학생용 교육 요구도

교과목명은 「방사선과 생활」이고, 추구하는 인간상은 "원자력과 방사선을 올바르게 알고 이해하는 인간", "원자력과 방사선을 올바르게 이해하고 위급한 상황에 대처하는 능력을 기르는 인간"이다. 이를 달성하기 위한 교육목표는 "원자력과 방사선의 정확한 이해와 올바른 인식"이고, 교과의 목표는 "원자력과 방사선에 대한 개념, 중요성, 내용 이해"이다. 교육방법으로는 흥미유발의 영상, 사진, 실험, 체험 등 복합적 매체/방법 사용을 요구하였다. 교육 후 평가는 간단한 발표(발표문 만들기, 포스터 만들기, 소감 발표, 토론 등)를 통해 성적반영보다는 가치판단의 기회가 되는 것을 요구하고 있었다(Table 3).

3.1.3 중학생용 교육요구도

교과목명은 「원자력과 방사선」이고, 추구하는 인간상은 "원자력과 방사선을 올바르게 알고 이해하는 인간"이다. 이를 달성하기 위한 교육목표는 "원자력과 방사선의 정확한 이해와 올바른 인식"이고, 교과의 목표는 "원자력과 방사선에 대한 개념, 중요성, 내용 이해"이다. 교육방법으로는 흥미유발의 영상, 사진, 실험, 체험 등 복합적 매체/방법 사용을 요구하였다. 교육 후 평가는 간단한 발표(발표문 만들기, 포스터 만들기, 소감 발표, 토론 등)를 통해 성적반영보다는 가치판단의 기회가 되는 것을 요구하고 있었다. 초등학생 교육요구와 유사한 인간상, 교육목표, 교육과정 목표를 나타냈다(Table 4).

3.1.4 고등학생용 교육요구도

교과목명은 「원자력과 방사선」이고, 추구하는 인간상은 "원자력과 방사선에 대한 합리적인 판단과 행동을 할 수 있는 인간"이다. 이를 달성하기 위한 교육목표는 "원자력과 방사선에 대한 올바른 이해 및 문제해결 기술 습득"이고, 교과의 목표는 "원자력과 방사선에 대한 개념, 중요성, 내용, 활용도의 폭넓은 지식함양"이다. 교육방법으로는 흥미유발의 영상, 사진, 실험, 체험 등 복합적 매체/방법 사용을 요구하였다. 교육 후 평가는 간단한 발표(발표문 만들기, 포스터 만들기, 소감 발표, 토론 등)를 통해 성적반영보다는 가치판단의 기회가 되는 것을 요구하고 있었다. 초, 중학생의 교육목표는 원자력 및 방사선에 대한 정확한 이해와 올바른 인식이라면, 고등학생은 문제해결 기술습득까지 포괄한 내용을 요구하였다(Table 5).

Table 3. Level of Demand for Elementary School Education.

Development area	Summary of main points derived from prior research and debate	Level of demand by subject			Total
		Students	Teachers	Professionals	
Course title	Radiation and life	13(23.2)	20(62.5)	15(33.3)	48(36.1)
	Proper understanding of nuclear power and radiation	10(17.9)	6(18.8)	22(48.9)	38(28.6)
	Nuclear Power and Radiation	27(48.2)	5(15.6)	4(8.9)	36(27.1)
	Radiation Friends	6(10.7)	1(3.1)	4(8.9)	11(8.3)
Desirable teacher characteristics	Proper knowledge and understanding of nuclear power and radiation	12(21.4)	11(34.4)	26(57.8)	49(36.8)
	Proper understanding of nuclear power and radiation; ability to respond to urgent situations	22(39.3)	19(59.4)	7(15.6)	48(36.1)
	Balanced interest in and familiarity with nuclear power and radiation	15(26.8)	2(6.3)	9(20.0)	26(19.5)
	Knows the importance of nuclear power and radiation; unaffected by falsified information concerning nuclear power	7(12.5)	0(.0)	3(6.7)	10(7.5)
Educational objectives	To gain an accurate understanding and proper awareness of nuclear power and radiation	23(41.1)	21(65.6)	23(51.1)	67(50.4)
	Promoting a familiarity of and interest in basic nuclear power and radiation concepts	16(28.6)	3(9.4)	12(26.7)	31(23.3)
	Understanding nuclear power development and radiation in everyday life	7(12.5)	7(21.9)	10(22.2)	24(18.0)
	Identifying nuclear power and radiation risks	10(17.9)	1(3.1)	0(.0)	11(8.3)
Curriculum objectives	To grasp concepts related to nuclear power/radiation and their significance through experience and investigation	25(44.6)	16(50.0)	15(34.1)	56(42.4)
	Promote interest in nuclear power and radiation through related experiences	21(37.5)	5(15.6)	14(31.8)	40(30.3)
	Develop a proper understanding of nuclear power and radiation through radiation measurement and exploration	10(17.9)	11(34.4)	15(34.1)	36(27.3)
Course objectives	Understand nuclear power and radiation concepts, contents, and their significance	16(29.1)	13(40.6)	18(40.0)	47(35.6)
	Understand radiation and nuclear power in our everyday environment	11(20.0)	10(31.3)	21(46.7)	42(31.8)
	Understand the pros and cons of nuclear energy and radiation	23(41.8)	7(21.9)	5(11.1)	35(26.5)
	Recognize the meaning of humans' selection of nuclear power and radiation	5(9.1)	2(6.3)	1(2.2)	8(6.1)
Teaching/ learning methods	Use of complex media/methods that arouse interest (e.g., video clips, photos, experiments, and experiences)	37(64.9)	31(96.9)	41(95.3)	109(82.6)
	Experiment-centered	13(22.8)	1(3.1)	2(4.7)	16(12.1)
	Lecture (textbook) centered	5(8.8)	0(.0)	0(.0)	5(3.8)
	Others	2(3.5)	0(.0)	0(.0)	2(1.5)
Evaluation methods	Simple presentations (e.g., /poster creation, debate, presentation of opinions)	15(26.8)	24(75.0)	29(65.9)	68(51.5)
	Games (e.g., on-line and games)	32(57.1)	3(9.4)	8(18.2)	43(32.6)
	Long-answer exams (e.g., academic papers, essays, and reports)	8(14.3)	4(12.5)	1(2.3)	13(9.8)
	Multiple-choice exams	1(1.8)	1(3.1)	6(13.6)	8(6.1)
Evaluation application methods	Not reflected on report card	40(70.2)	30(93.8)	31(70.5)	101(75.9)
	Reflected on report card	17(29.8)	2(6.3)	13(29.5)	32(24.1)

Table content is derived from the first draft of curriculum demand and based on an analysis of existing short-term educational materials, two professional debates, debate at each grade level, and a review of relevant literature. Shaded boxes indicate the highest frequency of demand and an item's inclusion in the finalized curriculum.

Table 4. Level of Demand for Middle School Education.

Development area	Summary of main points derived from prior research and debate	Level of demand by subject			Total
		Students	Teachers	Professionals	
Course title	Nuclear energy and our lives	13(25.0)	22(73.3)	17(38.6)	52(41.3)
	Nuclear energy and radiation	20(38.5)	1(3.3)	19(43.2)	40(31.7)
	Radiation and our lives	11(21.2)	5(16.7)	6(13.6)	22(17.5)
	Life and radiation	8(15.4)	2(6.7)	2(4.5)	12(9.5)
Desirable teacher characteristics	Proper knowledge and understanding of nuclear power and radiation	26(50.0)	9(30.0)	22(50.0)	57(45.2)
	Possesses sufficient knowledge to make rational judgments and take reasonable actions concerning nuclear power and radiation	21(40.4)	14(46.7)	13(29.5)	48(38.1)
	Capable of making value judgments concerning the ethics of nuclear power and radiation	1(1.9)	3(10.0)	8(18.2)	12(9.5)
	Capable of accessing intelligent information concerning different issues related to nuclear power and radiation	4(7.7)	4(13.3)	1(2.3)	9(7.1)
Educational objectives	To gain an accurate understanding and proper awareness of nuclear power and radiation	23(44.2)	18(60.0)	34(75.6)	75(59.1)
	To properly understand nuclear power and radiation and partake in problem solving	13(25.0)	7(23.3)	6(13.3)	26(20.5)
	Understand problems related to nuclear power and radiation and take appropriate measures	12(23.1)	5(16.7)	4(8.9)	21(16.5)
	Develop an ability to refute incorrect knowledge pertaining to nuclear power and radiation	4(7.7)	0(.0)	1(2.2)	5(3.9)
Curriculum objectives	To grasp concepts related to nuclear power/radiation and their significance through experience and investigation	25(48.1)	15(50.0)	25(56.8)	65(51.6)
	Develop a proper understanding of nuclear power and radiation through experience and debate to make value judgments	12(23.1)	12(40.0)	16(36.4)	40(31.7)
	Observe the effect of value judgments on radiation usage	10(19.2)	3(10.0)	2(4.5)	15(11.9)
	Develop the ability to explain concepts related to nuclear energy and radiation to others	5(9.6)	0(.0)	1(2.3)	6(4.8)
Course objectives	Understand nuclear power and radiation concepts, contents, and their significance	22(43.1)	22(75.9)	33(75.0)	77(62.1)
	Recognize the rationality of nuclear power and radiation use by humans	64.8(11.8)	6(20.7)	7(15.9)	19(15.3)
	Develop an understanding of safe nuclear development and the handling/management of radioactive waste	11(21.6)	1(3.4)	4(9.1)	16(12.9)
	To refute false information concerning nuclear power and radiation	12(23.5)	0(.0)	0(.0)	12(9.7)
	Use of complex media/methods that arouse interest (e.g, video clips, photos, experiments, and experiences)	33(63.5)	26(86.7)	39(88.6)	98(77.8)
	Experiment-centered	13(25.0)	2(6.7)	4(9.1)	19(15.1)
	Lecture (textbook) centered	4(7.7)	2(6.7)	1(2.3)	7(5.6)
	Others	2(3.8)	0(.0)	0(.0)	2(1.6)
Evaluation methods	Simple presentations (e.g., announcement/poster creation, debate, presentation of opinions)	13(25.0)	17(56.7)	29(65.9)	59(46.8)
	Multiple-choice exams	15(28.8)	4(13.3)	12(27.3)	31(24.6)
	Long-answer exams (e.g., academic papers, essays, and reports)	7(13.5)	9(30.0)	3(6.8)	19(15.1)
	Games (e.g., on-line and speed games)	17(32.7)	0(.0)	0(.0)	17(13.5)
Evaluation application methods	Not reflected on report card	38(74.5)	24(82.8)	22(51.2)	84(68.3)
	Reflected on report card	13(25.5)	5(17.2)	21(48.8)	39(31.7)

The frequency for the course title "Nuclear Energy and Our Lives" was the highest, although "Nuclear Power and Radiation" was selected following professional debate. While the frequency for the teachers was exceptionally high, student and professional demand was also reflected; consequently, the decision was based on the size of each group rather than overall frequency.

Table 5. Level of Demand for High School Education.

Development area	Summary of main points derived from prior research and debate	Level of demand by subject			Total
		Students	Teachers	Professionals	
Course title	Nuclear energy and radiation	28(50.0)	17(56.7)	22(48.9)	67(51.1)
	The light and shadow of nuclear energy and radiation	17(30.4)	10(33.3)	9(20.0)	36(27.5)
	Humans and energy	6(10.7)	3(10.0)	9(20.0)	18(13.7)
	Radiation and investigation	5(8.9)	0(.0)	5(11.1)	10(7.6)
Desirable teacher characteristics	Ability to make logical judgments and take appropriate actions related to nuclear power and radiation	17(30.4)	11(36.7)	16(35.6)	44(33.6)
	Seeks balanced opinions concerning nuclear power and radiation	4(7.1)	8(26.7)	19(42.2)	31(23.7)
	Ability to critically assess various problems with a proper understanding of nuclear energy and radiation	17(30.4)	8(26.7)	3(6.7)	28(21.4)
	Understands the relationship between nuclear energy/radiation and society	8(14.3)	2(6.7)	4(8.9)	14(10.7)
	Fosters enlightenment and accurate judgment skills related to nuclear energy and radiation	10(17.9)	1(3.3)	3(6.7)	14(10.7)
Educational objectives	To promote an accurate understanding and awareness of nuclear power/radiation and develop relevant problem-solving techniques	23(41.1)	16(53.3)	22(50.0)	61(46.9)
	Understand the necessity of nuclear energy and radiation based on society's future needs	13(23.2)	3(10.0)	14(31.8)	30(23.1)
	Foster critical thinking skills related to nuclear power and radiation	14(25.0)	7(23.3)	3(6.8)	24(18.5)
	Understand the country's need for energy by thinking critically about nuclear energy and radiation	6(10.7)	4(13.3)	5(11.4)	15(11.5)
Curriculum objectives	Develop a proper understanding of nuclear energy and radiation through interesting education methods	25(44.6)	8(26.7)	7(15.6)	40(30.5)
	Encourage interest in nuclear energy and radiation that reverberates in everyday life	12(21.4)	7(23.3)	15(33.3)	34(26.0)
	Arouse interest in radiation by using familiar and interesting approaches that involve experience and investigation	10(17.9)	9(30.0)	11(24.4)	30(22.9)
	Recognize and imagine present and future problems related to radiation	9(16.1)	6(20.0)	12(26.7)	27(20.6)
Course objectives	Cultivate a broad knowledge of nucleal power/ radiation concepts/ contents and their significance/ application	23(41.1)	12(41.4)	22(51.2)	57(44.5)
	Present multiple viewpoints regarding radiation and nuclear power	15(26.8)	11(37.9)	11(25.6)	37(28.9)
	Recognize the rationality of nuclear power and radiation use by humans	13(23.2)	5(17.2)	6(14.0)	24(18.8)
	Develop the ability to explain nuclear energy/radiation concepts to others	5(8.9)	1(3.4)	4(9.3)	10(7.8)
Teaching/learning methods	Use of complex media/methods that arouse interest (e.g., video clips, photos, experiments, and experiences)	34(61.8)	27(90.0)	29(67.4)	90(70.3)
	Lecture (textbook) centered	10(18.2)	0(.0)	9(20.9)	19(14.8)
	Experiment-centered	11(20.0)	3(10.0)	5(11.6)	19(14.8)
Evaluation methods	Simple presentations (e.g., announcement/poster creation, debate, presentation of opinions)	20(35.7)	24(80.0)	16(36.4)	60(46.2)
	Long-answer exams (e.g., academic papers, essays, and reports)	20(35.7)	4(13.3)	15(34.1)	39(30.0)
	Multiple-choice exams	12(21.4)	1(3.3)	13(29.5)	26(20.0)
	Games (e.g., on-line and speed games)	4(7.1)	1(3.3)	0(.0)	5(3.8)
Evaluation application methods	Not reflected on report card	26(46.4)	22(73.3)	20(47.6)	68(53.1)
	Reflected on report card	30(53.6)	8(26.7)	22(52.4)	60(46.9)

Table 6. Group Differences Regarding the Necessity of a Curriculum based on the Need for Nuclear Power Development and the Use of Radiation.

Category	"Need" curriculum group	"Do not need" curriculum group	x^2 (p)
Need for nuclear power development	291(89.5)	44(68.8)	19.329 (0.001)
No need for nuclear power development	34(10.5)	20(31.3)	
Total	325(100.0)	64(100.0)	
Need for radiation use	299(91.7)	46(71.9)	20.637 (0.001)
No need for radiation use	27(8.3)	18(28.1)	
Total	326(100.0)	64(100.0)	

Table 7. Curriculum of Elementary School.

Subject	Radiation and Life (Establishment proposal)	
Structure	13 sessions	
Radiation and life	Objective	To develop an accurate understanding and awareness of nuclear power and radiation
	Content	(Session 1) Definition of nuclear power and radiation (Session 2) History of nuclear power and radiation (Session 3) Significance of nuclear power and radiation (Session 4) Risks associated with nuclear power and radiation (Session 5) Strategies for managing accidents (Session 6) Nuclear power and radiation applications (Session 7) Nuclear power development (Session 8) Presence of radiation in food (Session 9) Medical radiation (Session 10) Radiation in everyday objects (Session 11) Occupations related to nuclear power and radiation (Session 12) Future energy sources (Session 13) Talk talk concept (revision game)
		Use of complex media/methods that arouse interest (e.g., video clips, photos, experiments, and experiences)
	Evaluation	Simple presentations (e.g., announcement/poster creation, debate, presentation of opinions, debates). Not reflected on report card.
Selected curriculum : Creative field study	Does not currently exist as an individual subject.	

3.1.5 원자력발전 및 방사선이용의 필요성에 따른 교육 필요성 차이

원자력 발전이 필요한 집단은 교육이 필요하다는 비율이 높았고 원자력 발전이 불필요하다는 집단은 교육이 불필요하다는 비율이 상대적으로 높았다.

방사선 이용이 필요한 집단은 교육이 필요하다는 비율이 높았고 방사선 이용이 불필요하다는 집단은 교육이 불필요하다는 비율이 상대적으로 높았다. 즉, 원자력 및 방사선이용이 불필요하다고 인식하는 집단만 교육도 필요 없다고 통계적으로 유의하게 나타냈다($p < 0.001$) (Table 6).

3.2 학년별 교육과정

3.2.1 초등학생용 학교교육과정

"원자력과 방사선을 올바르게 알고 이해하는 인간"과 이를 통한 "위급한 상황에 대처하는 능력을 기르는 인간"을 추구하기 위해 13차시 내용으로 창의적 체험학습에서 다루어져야 한다. 초등학교 고학년의 어린이는 발달단계상 구체적 조작기(concrete operational stage)에 해당한다[38]. 이 시기 어린이의 가장 큰 특징은 논리적 방법으로 구체적인 문제를 해결할 수 있는 실천적 사고(hand on thinking)가 가능하다는 점이다. 그래서 원자력 및 방사선에 대해서도 본격적인 비판 분석의 교육이 시작 가능한 시기라고 볼 수 있다(Table 7).

3.2.2 중학생용 학교교육과정

"원자력과 방사선을 올바르게 알고 이해하는 인간"을 추구하기 위해 총 13차시 내용으로 원자력의 정의, 원자력 기술, 원자력활용 실태, 방사선의 정의, 방사선의 위험성, 식품의 방사선활용, 방사선이용 생활용품, 생활방사선, 원자폭탄, 방사능의 오해와 진실, 원자력 연구의 발전방향, 원자력 찬반토론, 미래의 에너지 등을 포함하고 있다. 한 학기를 배운 뒤 발표문 만들기, 포스터 만들기, 소감 발표, 토론 등으로 평가하고, 성적에는 미반영하는 것으로 구성되었다. 중학생은 초등학생, 고등학생과는 다르게 원자폭탄의 원리가 교육내용에 포함되어 있다(Table 8).

3.2.3 고등학생용 학교교육과정

"원자력과 방사선에 대한 합리적인 판단과 행동을 할 수 있는 인간"을 추구하기 위해 총 13차시 내용으로 원자

력과 방사선의 역사, 원자력과 방사선의 정의, 방사능의 오해와 진실, 방사선의 종류, 원자력발전, 식품의 방사선 활용, 의료방사선, 산업용 방사선, 연구용 방사선, 국내외 방사선 관련 실태, 방사선사고 및 방사능 오염, 방사선에 대한 토론 등을 포함하고 있다. 한 학기를 배운 뒤 발표문 만들기, 포스터 만들기, 소감 발표, 토론 등으로 평가하고, 성적에는 미반영하는 것으로 구성되었다. 고등학생은 초등학생, 중학생과는 다르게 교육내용에 대한 범위를 국내자료 뿐만 아니라 국외 자료까지 포함하였다. 또한 토론의 시간이 타 학급에 비해 더 많이 구성되었다(Table 9).

Table 8. Curriculum of Middle School.

Subject	Nuclear Power and Radiation (Establishment proposal)	
Structure	13 sessions	
Nuclear power and radiation	Objective	To develop an accurate understanding and awareness of nuclear power and radiation
	Content	(Session 1) Definition of nuclear power (Session 2) Nuclear technology (Session 3) Present conditions of nuclear power application (Session 4) Definition of radiation (Session 5) Radiation risks (Session 6) Application of radiation in food (Session 7) Radiation in everyday objects (Session 8) Radiation in everyday life (Session 9) Nuclear bombs (Session 10) Misconceptions and truths about radiation (Session 11) Future studies in nuclear energy (Session 12) Nuclear energy debate (Session 13) Future energy sources
	Teaching/ learning methods	Use of complex media/methods that arouse interest (e.g., video clips, photos, experiments, experiences, and debates)
	Evaluation	Simple presentations (e.g., announcement/poster creation, debate, presentation of opinions). Not reflected on report card.
Selected curriculum : Creative field study	Does not currently exist as an individual subject	

Table 9. Curriculum of High School.

Subject	Nuclear Power and Radiation (Establishment Proposal)	
Structure	13 sessions	
Nuclear power and radiation	Objectives	To establish a proper understanding of nuclear power/radiation and acquire problem solving techniques
	Content	(Session 1) History of nuclear power and radiation (Session 2) Definition of nuclear power and radiation (Session 3) Misconceptions and truths about radiation (Session 4) Types of radiation (Session 5) Nuclear energy development (Session 6) Application of radiation in food (Session 7) Medical radiation (Session 8) Industrial radiation (Session 9) Radiation research (Session 10) Present conditions, both domestically and internationally, related to radiation (Session 11) Accidents and radiation pollution (Session 12) Debates on radiation
	Teaching/Learning Methods	Use of complex media/methods that arouse interest (e.g., video clips, photos, experiments, and experiences)
	Evaluation	Simple presentations (e.g., announcement/poster creation, debate, presentation of opinions). Not reflected on report card.
Selected curriculum : Creative field study	Does not currently exist as an individual subject.	

3.3 모의 교육과정에 대한 평가

초등학교 6학년생 30명, 중학교 2학년생 34명, 고등학교 1학년생 31명을 대상으로 도출된 내용과 방법으로 교육과정을 압축해서 모의 교실수업을 실시하였다. 그 결과 전체적인 적합도는 5점 만점에서 초등학생 3.88±0.60점, 중학생 3.89±0.60점, 고등학생 3.66±0.63점으로 모두 70점(100점 만점 기준) 이상의 적합도 수준을 나타냈다 (Table 10).

Table 10. Goodness of Curriculum Fit by Level.

Subjects of Education	n	Mean±SD
Sixth grade elementary school students	30	3.88±0.60
Eighth grade middle school students	34	3.89±0.60
Tenth grade high school students	31	3.66±0.63

Scores are out of 5. Following the curriculum simulation, the goodness of fit for elementary, middle, and high school students was 77.6, 77.8, and 73.2 out of 100 respectively.

4. 결론

인류의 삶의 질이 기후변화, 각종 과학기술의 오용, 경제와 무역 이슈들, 법 및 정치 시스템의 영향, 기술 및 행정의 복잡성과 변화, 집단과 사회의 규범 등의 복잡한 이슈들의 상호작용으로 움직이고 있다. 그래서 자연과학, 인문 사회과학분야의 통섭적 접근을 하는 학문이 요구되고 있다[39]. 이를 통해서만 진단적 또는 분석적 능력을 배양할 수 있다고 교육학자들은 설명하고 있다. 원자력이나 방사선 측면에서의 학문적 접근을 고려해 보면, 과학기술 학문별 대분류에 원자력이 포함되어 있으며, 중분류 160개에서 원자로 노심기술, 원자로 계통, 원자력 계측, 방사선기술, 원자력 기반, 원자력발전 건설 등의 내용이 포함되어 있다[40]. 그런데, 국내 과학교육에서는 원자력 발전의 원리나 운영실태 등에 대한 교육만 일부 이루어지고 있고, 진단적, 분석적 능력을 배양할 수 있는 원자력 및 방사선에 대한 정보는 제공되지 않고 있는 실정이다. 그러므로 후쿠시마 원자력발전소 사고이후 다양한 부정적 인식이 사회적 혼란으로 야기될 수밖에 없었고, 원자력 및 방사선이용의 지지와 동의를 얻는데 한계를 나타내고 있다. 어떤 나라에서나 시민 또는 정부가 풀어나가야 할 사회문제에 부딪힌다. 이때, 민주사회에서는 대부분 계획된 사회변화가 정부나 시민 측의 관심으로부터 시작되며, 중심의 주도자는 반드시 주요한 사회변화를 이루기 위해 국민들의 지지와 동의를 얻어야 한다는 것을 가정하고 있다[41].

따라서 본 연구에서는 원자력 및 방사선에 대한 올바른 가치판단을 통한 지지를 얻기 위한 장, 단기적 학교교육 방안으로 학생, 교사, 전문가의 의견을 반영한 교육과정을 개발하였다. 그 결과 초, 중, 고등학교에서 배워야 할 내용은 학급 특성별로 요구에 차이가 있으나 초(78.4%), 중(78.6%), 고등학교(93.1%) 모두 높은 빈도로 원자력 및 방사선 이해에 대한 학교교육이 필요하다고 나타냈다. 학교 교과 내용에는 학문뿐만 아니라 학생이나 사회의 관심과 필요를 반영하여 조직해야 한다는 인식이 확산되었는데[42], 본 결과는 원자력 및 방사선이해에 대한 학교교육이 필요하다는 당위성이 된다. 교육은 주당 1시간 교육을 요구하였고, 교재는 얇고, 만화와 사진이 많이 포함된 교재를 원하였다. 교육 시작시기로는 초등학생은 6학년, 중학생은 2학년, 고등학생은 1년 때 배우는 것을 원했다. 교육 형태는 정규교과가 아니라 창의적 체험학습으로 학교와 교사의 필요에 따라서 선택하는 것을 선호하였다. 학급별로 교육 요구는 교육시간, 교재형식, 교육형태, 교육의 필요성 모두 같은 경향을 나타냈다. 교육과정 구성에서 학습자에 대한 고려가 많을수록 교육의 효율성을 높일 수 있는데[43], 본 연구는 학습자 중심의 요구를 통해 도출된 교육과정이므로 실제 운영 시 교육의 효율성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

교육과정은 학교 교육에 있어 학생들에게 교육목표, 교육내용과 방법, 평가를 통하여 무엇을 성취시킬 것인가를 정해 놓은 국가 수준의 공통적인 일반적 기준이다. 즉, 교육 현장에서 가르치고 배울 내용과 방법에 대해 체계적으로 배열한 프로그램을 구성하고 이를 구성해 가는 일련의 과정을 말한다[44]. 초, 중등교육법 제23조에 의거하여 교육부장관은 학교 교육과정의 기준과 내용에 관한 기본적인 사항을 정하며, 교육감은 교육부장관이 정한 교육과정의 범위에서 지역의 실정에 맞는 기준과 내용을 정할 수 있도록 하였다[45]. 이와 같이 본 연구는 현 시대에 맞는 교육과정을 정할 때 일반인의 원자력 및 방사선 이해를 통한 가치판단의 능력을 함양하기 위한 기준과 내용을 적용할 수 있도록 교육과정을 최초로 고안했다는 것에 큰 의미를 둔다.

본 교육과정이 학교 교육에서 실현되기 위해서는 여러 후속조치가 필요하다. 그 중 교육과정 관련 법령 정비를 통하여 교육과정의 수준과 위상에 따른 권한의 명료화가 필요하다. 국가, 시·도 교육청, 학교 등 교육과정 위상에 따른 권한도 명확하게 규정되어야 한다. 이때 원자력 및 방사선교육에 대한 권한도 명확하게 규정되어야 한다. 또한 새로운 교육과정 개발, 적용에 따른 현장의 혼란을 완화하고, 적합성 높은 교육과정을 구현하는 중요한 장치로써 교육과정 개발을 위한 실험, 협력 학교 운영도 필요하다. 뿐만 아니라 새로운 교육과정 시안을 환류하여 새로운 교육과정을 개발, 확정하는데 도움을 주는 실험, 협력 학교도 운영되어야 한다[28]. 이때, 교육과정의 학교 적용에서 일차적으로는 교사가 새로운 개혁 방향을 이해하고 이의 필요성에 대한 신념을 갖는 것이 필요하다[46]. 본 교육과정을 일선 학교에서 창의적 체험학습에 도입하여 실행한 후 나타나는 문제점들을 보완하면서 전국 규모로 확대 시행할 필요가 있으며 이를 통해 원자력 및 방사선에 대한 가치판단의 기회가 마련되기를 바란다. 교육과정은 단지 잘 계획된 것만으로는 의미를 가질 수 없고, 교실에서 실행되었을 때 의미를 갖게 된다[47]. 더 나아가 Hobbs(1998)는 정보시대의 리터러시 교육을 실시함에 있어서 탐구 기저교육, 학습자 중심 학습, 팀 협동을 통한 문제해결, 표준 학력테스트와는 다른 방법의 테스트, 통

합 교과과정과 같은 5가지 요소를 연계시킬 필요가 있다고 한 것과 같이[48] 향후 본 교육과정이 5가지 요소를 포함한 통합 교과로서의 기능을 할 수 있도록 연계하여 연구하는 것도 필요하다.

참고문헌

1. 한장희, 고영희. 한국수력원자력의 지역공동체 경영을 통한 원전 지역수용성 제고 전략 - 시련의 극복과 새로운 도전-. 한국경영학회지. 2012;16(2):21-28.
2. Yi JH, Lee JG, Seok DH. Identification of dimensions in organizational safety climate and relationship with safety behavior. Korean Journal of Industrial and Organization Psychology. 2011; 24(3):627-650.
3. Bird DK, Haynes K, Honert RVD et. al. Nuclear power in australia: A comparative analysis of public opinion regarding climate change and the Fukushima disaster. Energy Policy. 2013;65:644–653.
4. Prati G, Zani B. The Effect of the Fukushima nuclear accident on risk perception, antinuclear behavioral intentions, attitude, trust, environmental beliefs, and values. Environment and Behavior. 2013;45:782-798.
5. Siegrist M, Visschers VHM. Acceptance of nuclear power: The Fukushima effect. Energy Policy. 2012;59:112-119.
6. Yamamura E. Experience of technological and natural disaster and their impact on the perceived risk of nuclear accidents after the Fukushima nuclear disaster in Japan 2011: A cross-country analysis. The Journal of Socio-Economics. 2012;41:360-363.
7. Slovic P. Perceived risk, trust, and democracy. Risk Analysis. 1993;13(6):675-682.
8. Kasperson JX, Kasperson RE. SEI Risk and vulnerability programme report 2001-01. International workshop on vulnerability and global environmental change. 2001:1-34.
9. Epstein S. Integration of the cognitive and the psycho-dynamic unconscious. American Psychologist. 1994;49(8):709-724.
10. Cho SK, Oh SK. A theoretical approach to derive perception indicators influencing the acceptability on nuclear energy facilities and policies. Journal of Energy Engineering. 2002;11(4):332-341.
11. Cho KY, Moon JH. Investigation of perception of nuclear power by the local residents adjacent to nuclear installations. Journal of the Korean Radioactive Waste Society. 2011;9(3):181-189.
12. 오미영, 최진명, 김학수. 위험을 수반한 과학기술의 낙인효과: 원자력에 대한 낙인이 방사선기술이용 생산물에 대한 인식과 수용에 미치는 영향. 한국광고홍보학회 춘계학술회 논문집. 2007:139-143.
13. 박상태, 최혁준, 김준태 등. 물리 교사들의 방사선 개념에 대한 인식 실태. 한국과학교육학회지. 2005;25(5):603-609.
14. 권성호, 서윤경, 강인경. 초등학교 고학년을 위한 미디어 교육과정 개발에 관한 연구. 교육정보방송연구. 2002;8(2):29-59.
15. Roberts DA. Scientific literacy. In abell sk. lederman ng(Eds.); Handbook of research on science education. 2007:729-780.
16. Zeidler DL, Sadler TD, Simmons ML et. al. Beyond STS: A research-based, framework for socio-scientific issues education. Science Education. 2005;89:357-377.
17. Sadler TD. Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of the research. Journal of Research in Science Teaching. 2004;41:513-536.
18. 장지영, 문지영, 유호숙 등. 과학과 관련된 사회 윤리적 문제(SSI)의 맥락에 따른 중학생들의 인성적 태도와 가치관 분석. 한국과학교육학회지. 2012;32(7): 1124-1138.
19. 김광선. 초등학생의 융합인재교육(STEAM)에 관한 인식실태 분석 및 활성화 방안. 교육연구논문. 2013:35.
20. 권낙원. 교육과정 총론. 한국교원대학교. 2000.
21. Hirst PH. Knowledge and the curriculum : A collection of philosophical papers. London, Routledge & Kegan Paul. 1974:1-193.
22. 이규석. 교과용 도서의 새로운 모형 개발을 위한 연구. 토론회 자료집, 한국교육과정 평가원. 1998. 71
23. Roberts DA. Scientific literacy, science literacy. S.K. Handbook of research on science education. 2007:729-780.
24. 교육과학기술부, 한국직업능력개발원. 교과 통합 진로교육 교수·학습자료 개발 매뉴얼. 교육과학기술부. 2011;63.
25. 홍후조. 일반계 고등학교 교육과정 편성·운영 우수사례 연구. 한국교육개발원. 2013:1-256.
26. 임영은. 2009 교육과정 적용에 따른 중학교 교육과정 편성 내실화 방안 연구. 교육연구논문. 2010;32:1-68.
27. Slovic P. Perception of risk from radiation. In Slovic P. the perception of risk. London: earth scan publication ltd. 2000:264-274.
28. 권영민. 국가 수준 교육과정의 개발 체제 분석 연구: 1954년-1997년 초, 중등학교 교육과정 개발 과정을 중심으로-. 인하대학교. 2004:1-229.
29. Olson L. Tennessee reconsiders value-added assessment system. Education week. 2004;23(5):9.
30. Bracey GW. Value-added models, Front and center. Phi delta kappan. 2006;87(6):478-481.
31. Glatthorn AA, Boschee F, Whitehead BM. Curriculum leadership: strategies for development

and implementation. SAGE publications. 2009: 1-552.
32. 한국통합교육과정학회. 2011 초등통합교과 교육과정 개정을 위한 시안 개발 연구. 교육과학기술부. 2011:2.
33. 홍후조, 박순경. 교육과정 개선 방향 설정에 관한 연구- 국가 수준 교육과정 기준의 변화와 질관리 방안의 개선을 중심으로. 2002년도 교육과정 후속 지원 연구과제 답신 보고. 2002.
34. 김준옥. 제7차 교육과정과 2007년 개정 교육과정의 슬기로운 생활 삽화 비교 분석. 경인교육대학교 교육대학원. 2009.
35. 정완호. 고등학교 물리, 화학, 생물, 지구과학 Ⅰ, Ⅱ 교과서 구성 방향 및 체제, 과학교과의 새 교과서 구성 방향 및 체제. 한국과학교육학회 동계 세미나 자료. 1993:54-72.
36. 김애경. 효과적인 창의·인성교육 정착을 위한 창의적 체험활동 운영 방안. 교육연구논문. 2011;33:1-89.
37. 교육과학기술부 고시 제2009-41호. 고교 과학과 교육과정. 교육과학기술부. 2009.
38. Piaget J. Intelligence and affectivity: Their relationship during child development. Annual reviews monograph. 1981.1-77.
39. 한국과학기술한림원. 지속가능과학의 본질연구 및 과학 분류체계 작성과 중장기 발전 로드맵 작성에 관한 연구. 한국과학기술한림원 연구보고서. 2011;75:1.
40. 과학기술기본법 제27조. 국가과학기술표준분류체계. 과학기술부 고시 제2008-159.
41. 부경희. 공익광고 메시지의 귀인 효과에 관한 실증연구: 메시지 프레이밍 중개요인들을 중심으로. 광고학연구. 2001;12(4):7-35.
42. Kliebard, HM. Metaphorical roots of curriculum design. In pinar, w(ed.). Curriculum theorizing: The reconceptualists. 1975;84-85.
43. 안귀덕, 배호순, 현주. 한국 중, 고등학교 학생의 관심 및 요구 조사 연구. 한국교육개발원. 1980:5.
44. 최호성. 교육 민주화의 맥락에서 본 교육과정 개발. 교육 이론과 실천 창간호. 1991;186-187.
45. 초·중등교육법. 법률 제12338호. 2014.
46. 김희백. 최근 과학교육과정 개정의 방향과 쟁점 및 향후 과제: 2007년, 2009년 개정을 중심으로. 교육연구와 실천. 2011;77:113-132.
47. Marsh CJ, Willis G. Curriculum: alternative approaches, ongoing issues(3rd ed.). upper saddle river, nj: Merrill prentice hall. 2003:1-416.
48. Hobbs R. The seven great debates in the media literacy movement. Journal of Communication. 1998;48:82-95.

Curriculum Development for Nuclear Power and Radiation Education in Elementary, Middle, and High Schools

Seung Koo Lee, Yoon Seok Choi, and Eun Ok Han
Korea Academy of Nuclear Safety

Abstract - I developed a curriculum reflecting the perspectives of students, science teachers, and professionals in order to carry out standardized, fundamental nuclear power and radiation education in schools. Among elementary, middle, and high schools, 78.4%, 78.6%, and 93.1% respectively exhibited (with high frequency) a need for nuclear power and radiation education. The proposed elementary and middle/high school course titles are "Radiation and Life" and "Nuclear Power and Radiation" respectively. The courses are offered at every grade level and span one semester each year. The duration of each weekly class varies; at the elementary, middle, and high school levels classes meet for 40, 45, and 50 minutes respectively. Thin textbooks containing an abundance of cartoons and photos were requested. The starting points for education were fixed at the sixth grade, second year of middle school, and the first year of high school. It was stipulated that the education be separate from the regular curriculum, and encompass a creative and experimental field study based on the principal and science teachers' needs. Similar trends were observable according to grade levels regarding class hours, textbook format, form of education, and educational necessity. A simulation of the devised curriculum revealed an overall goodness of fit totaling 3.88±0.60, 3.89±0.60, and 3.66±0.63 out of five for elementary, middle school, and high school students respectively, which are scores equivalent to 70 and above (out of 100). The significance of this study is that it is the first to propose a curriculum designed to cultivate value judgment based on understanding nuclear power and radiation. However, the realization of nuclear power and radiation education requires that follow-up measures be taken regarding textbook development, amendments to related laws, and the providing of teaching plans.

Keywords : Nuclear power, Radiation, Curriculum, Education, School