

■ 제5발제

통합과학 성취기준 종합 분석

김진희(사교육걱정없는세상 정책대안연구소 연구원)

6차 교육과정에서는 모든 계열 학생들이 '공통과학'을 배우고 대학수학능력시험에서도 평가가 이루어졌다. 다만 계열마다 출제 비율이 달랐는데, 인문계와 예·체능계는 공통과학에서 100%, 자연계는 공통 67% 이내, 선택 33% 이내의 비율로 출제되었다. 7차 교육과정부터는 응시자의 계열에 따라 사회탐구, 과학탐구, 직업탐구 중에서 선택적 응시가 이루어지면서 고등학교 교육과정에서 모든 학생들이 과학을 배우기는 하나 인문계와 예·체능계 학생들이 수능은 치르지 않게 되었다. 2009개정 교육과정에서는 융합형 과학 교과가 등장함에 따라 물화생지의 구분이 명확하던 기존의 과학 교과와는 다른 새로운 성격의 교과가 탄생하였다. 그러나 과학(융합과학) 교과에는 물리Ⅱ, 지구과학Ⅱ 등 기존의 선택교과에서 다루어지던 심화 내용이 다수 포함되면서 학교 현장에서 교과 지도에 많은 어려움을 겪기도 하였다. 그럼에도 수능출제과목이 아니었기 때문에 높은 난이도에도 불구하고 대다수 학생들의 입시 부담에는 큰 영향을 미치지 않았다고 본다. 다만 검정고시에 과학(융합과학)의 일부 내용이 포함되면서 학교 밖 학습자들에게는 상당한 애로사항이 있었던 것으로 보인다.

2015 개정 교육과정에서 신설된 통합과학은 통합형 교육과정이라는 개정 교육과정의 취지에 부응하여 기존의 과학(융합과학) 교과와는 다른 위상을 지닌다. 대학수학능력시험에서 모든 계열의 수험생의 공통 응시교과가 될 것으로 예상되며, 그럴 경우 10년 이상 인문계와 예·체능계 학생들은 수능 과학을 준비하지 않았던 학교 현장에는 몇 가지 어려움을 겪을 것으로 생각된다. 발제문의 내용을 종합하여 특히 다음의 세 가지 측면에서 문제를 제기하고 그에 따른 개선사항을 제시하고자 한다.

I. 문제점

1. 누가 가르칠 것인가

단일 교사가 통합적인 관점으로 스토리라인을 구성하여 통합과학을 가르치기에는 내용요소가 상당히 까다롭고 분량이 많다. 선택교과Ⅱ에서 유래한 내용요소가 포함되어 있기 때문에 교사의 수업부담이 크게 증가할 것이다. 더욱이 본 과목이 수능에서 공통 영역으로 지정될 경우, 내용요소의 정확한 교수학습이 중요해지면서 결국 통합과학의 본래 취지와는 달리 물화생지 영역별로 쪼개어 가르치게 될 가능성이 높다. 가르치는 교사도 어려움이 많겠지만, 배우는 학생들은 통합과학을 전혀 통합적으로 배우지 못하고 분절된 지식의 나열로 학습하게 될 여지가 크다. 통합적인 교수·학습이 보다 원활하게 이루어지기 위해서는 지금보다 난이도와 분량이 모두 감축되어야 할 것으로 보인다.

2. 인문계와 예·체능계 학생들에게 과중한 부담이 가해지는 것이 아닌가

본 토론회의 발제자들은 오랫동안 고등학교 교실에서 수업을 해오신 분들로, 담당 교과에 대한 애착과 전문성이 뛰어나신 분들이다. 주로 자연계 학생들을 대상으로 선택교과의 수능 응시를 준비시켜온 분들이기에 이 분들이 통합과학의 성취기준을 분석하였을 때는 특정 성취기준이 학습의 위계성을 크게 해치지 않는 한 해당 성취기준의 이동이나 삭제를 강하게 주장할 만한 반감이 없는 입장이라 생각된다. 그럼에도 특정 내용요소가 통합과학에서 다루기에 적절하지 않다고 판단한다면, 이러한 항목들은 과감히 이동시켜야 한다.

“통합사회가 아무리 통합적으로 구성을 해도 저희는 쉽게 공부합니다. 왜냐하면 가장 그 양반들이 어려워하는 게 경제인데, 저희는 산수가 되잖아요. (좌중 웃음) 그런데 거꾸로 생각해보세요. 장차 인문사회계열로 갈 아이들이 물화생지의 엑기스가 담긴 통합과학을 공부한다, 엄청난 도전이에요.”

— 광영순 박사, 과학과 교육과정 시안 공개 토론회 녹취 중에서

2015 개정 교육과정에서 통합사회, 통합 과학이 신설되어 계열 상관없이 수능 공통과목으로 갈 예정인 이 체제가 자연계가 아닌 학생들에게 불리한 게임임은 이미 통합과학 연구진이 스스로 인정한 바 있다. 더욱이 현재의 통합과학 시안이 그대로 확정될 경우 인문계열과 예·체능계열 학생들의 학습량은 기존의 교육과정에 비해 비약적으로 상승할 것이 명백히 예견되는 현 상황에서는, 가장 난이도가 높은 몇 개의 내용요소만이라도 선택교과로 이동시켜 학습자의 학습부담을 경감하고 전계열 공통과목으로서의 성격을 분명히 하는 것이 바람직하다고 본다. 통합과학을 통해 학생들이 과학에 흥미를 느끼고 해당 분야를 더욱 심도있게 공부해보고자 하는 의욕을 불러일으키는 것이 본 교과목의 우선목표가 되어야 할 것이다.

3. 내용요소가 제대로 드러나지 않는 성취기준

현 통합과학 각론 시안에서는 성취기준에 내용요소가 제대로 드러나지 않아서 성취기준만 보아서는 어느 정도까지 관련 내용을 다루는지 파악하기가 어렵다. 이러한 모호한 기술방식은

성취기준 개수를 줄이는 데에는 유용할지 몰라도, 교과서를 개발하는 입장에서는 하나의 성취기준으로도 상당히 많은 분량의 내용 집필이 가능하도록 테두리를 넓게 그려주는 결과를 낳는다. 통합과학의 도입 취지가 계열과 상관없이 과학 분야의 기초소양을 길러주는 데에 있다면, 어느 정도까지가 '기초'에 해당하는지에 대해 분명하게 선을 그어줄 필요가 있다.

II. 개선사항

이와 같은 문제 인식을 바탕으로 통합과학이 학교 현장에 의미있게 안착하기 위해서 연구진들은 다음의 두 가지 과제를 먼저 해결해야 한다고 본다.

1. 반드시 교과서 개발 지침을 명확하게 제시해야 한다.

많은 각론 연구진들이 '교육과정과 교과서를 분리해서 보아달라'고 부탁하곤 한다. 그러나 교과서가 곧 교육과정이며 수업의 전부가 되는 우리의 교육현실을 고려할 때, 교육과정이 제시한 성취기준이 교과서 개발에 온전히 반영되도록 명확한 지침을 제시하는 것 또한 연구진의 책무이다. 교사들은 교육과정을 보고 가르치는 것이 아니라 교과서를 보고 가르친다. 교과서에 있으면 교육과정에 없는 내용이라도 일단 가르치고 평가한다. 따라서 통합과학 교과서가 성취기준에서 벗어나 난이도가 과도하게 상향개발되지 않도록 분명한 지침을 줄 필요가 있다.

지난 4월 각론 시안 공개 토론회에서 통합과학 연구진은 이번 과학과 교육과정에는 각 성취기준 진술문 끝에 탐구문제 또는 탐구활동 예시를 제시할 수 있기 때문에 여기에 무슨 내용을 다루면 좋을지를 세세하게 담겠다고 밝힌 바 있다. 각론 연구진은 향후 탐구문제 또는 탐구활동 예시를 제시할 때, 내용요소의 범위 또한 명시적으로 기술해주어 출판사에서 교육과정을 넘어서는 과도한 양을 담지 않도록 반드시 분명한 신호를 주어야 한다. 성취기준이 32개 밖에 되지 않는다고 해서 통합과학의 성취기준과 내용요소가 여유롭게 짜여졌다고 보기엔 어렵다. 이번 통합과학의 성취기준은 '통합'에 대한 요구를 수용하기 위해 매우 모호하고 포괄적인 방식으로 기술되었다. 따라서 하나의 성취기준에 엄청나게 많은 양의 지식이 담길 수 있는 여지가 있다. 기준차시의 80%인 109차시에 성취기준을 맞췄으니 이미 학습량 적정화가 이루어졌다고 자위하며 교과서 개발을 온전히 출판사의 몫으로 돌려서는 안된다. 학교현장의 관행에 비추어볼 때 교사들은 교과서에 실린 모든 내용을 하나하나 꼼꼼히 가르치고 평가하게 되므로, 연구진은 교과서 개발 방향까지 분명하게 제시해야 한다.

2. 지나치게 어려운 내용요소는 선택교과로 과감히 이동시켜야 한다.

통합과학은 교육부 보도자료 Q&A에서 현행 물화생지 I 교과에서 각 30% 정도의 내용과 난이도를 가져와서 재구조화한다는 안내가 있고, 신설교과이기에 비교대상이 없는 관계로 학습량 과다를 논하기 어려워 다소 수월하게 학습량 적정화 문제를 비껴가는 것 같다. 또한 성취기준표상으로는 기준 차시 대비 80%에 근접한 109차시에 성취기준 및 차시를 맞춤으로써 학습량 적정화에 도달한 것처럼 보이고 있다. 그러나 '성취기준 진술문을 내용과 기능을 합쳐서 진술'한다는 개정 교육과정 추진방향과는 달리 성취기준에 내용요소가 제대로 반영되고 있지 않기 때문에 현재의 성취기준만으로는 통합과학이 적정한 학습량을 담고 있는지 판단하는 데

에 무리가 있으며, 각 내용요소가 어느 정도의 난이도로 다루어지는지도 파악하기 어렵다. 그럼에도 간략화된 성취기준상으로도 어려운 내용요소임이 드러난 항목들은 다음과 같다.

1) 물질의 기원 (지구과학, 화학)

물질의 기원은 융합과학에 있을 때에도 학생들이 어려움을 겪었던 내용요소로, 여러 교과가 통합된 형태로 구성하기엔 유용한 소재일 수 있지만 난이도가 지나치게 높다. 지난번 공개토론회에서 플로어의 지적이 있었던 것처럼 학계에서도 여러 학설이 있고 전공자도 이해하기 어려운 내용을 중학교를 갓 졸업하고 올라온 1학년 학생들에게 억지로 주입할 필요는 없다고 본다.

영역	핵심개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009개정 해당 교과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
물리	물질의 기원	-우주 조기의 원소 생성 -무거운 원소의 생성 -고체 물질의 형성 -지구의 기원 물질 -천체기파의 스펙트럼	화학 지학	① 지구와 생명들 비롯하여 우주를 구성하는 기본입자들이 우주 초기부터의 진화 과정을 거쳐서 형성됨을 설명해서 발동되는 빛을 활용하여 추론할 수 있다.	3	화학1 지학1	낮음	상		화학1 지학1	
			화학 지학	② 우주의 기본입자들이 응집되어 태양계의 대부분이면서 생명이 필수적인 무거운 원소들이 생성되는 과정을 통해 지구의 생명의 역사가 우주 역사의 일부임을 해석할 수 있다.	3	화학1 지학1	낮음	상		화학1 지학1	

2) 탈출속도 (물리)

탈출속도는 과거에 물리Ⅱ에서 다루어졌던 내용이다. 인문계와 예·체능계 학생들이 우주발사체의 탈출속도까지 계산이 가능하도록 가르치려면 교사 입장에서는 얼마나 많은 시간과 에너지가 들 것이며, 학생 입장에서는 과학은 어렵다는 좌절감만 안겨줄 소지가 큰 내용요소이다. 이번 토론회 발제에서는 별다른 언급이 없었지만, 지난 4월 본 단체에서 진행되었던 과학 각론 시안 검토회의에 참여했던 현장 전문가들은 탈출속도의 난이도에 대해 다음과 같이 평가하였다. 1학년 학생들이 관련 개념에 대한 충분한 이해 없이 통합과학에서 기계적으로 탈출속도를 학습하는 것보다는 선택과목으로 올리는 것이 더 적합하다고 본다.

3) 지질시대와 생물의 변천 (지구과학)

지질시대와 생물의 변천 또한 과거의 선택과목Ⅱ에서 내려온 내용으로 중학교 과정과의 내용 연계성도 적을뿐더러 과학분야에 흥미와 관심이 적은 학생이라면 1학년에서 배우기에 어려울 수 있는 내용이다. 선택과목으로 올려보내는 것이 보다 적합할 것이다.

영역	핵심개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009개정 해당 교과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
번역과	생물의 다양성과 유지	-지질시대와 생물의 변천 -진화의 물리: 변이와 자연선택 -생물 다양성 -생물 다양성 보전	지학 (생명)	⑤ 지질시대를 통해 지구환경이 끊임없이 변화 왔으며 이러한 환경 변화에 적응하여 오늘날의 생물 다양성을 갖게 되었음을 추론할 수 있다.	4	생물과학2 지구과학2 융합과학 생물	낮음	중 또는 상		지학1 생명1	

4) 핵분열 / 핵융합 / 핵발전 (물리)

핵분열, 핵융합, 핵발전도 고등학교 1학년 학생들이 이해하기에는 난이도가 매우 높은 부분으로, 굳이 1학년 공통과정에서 다루어야 하는지 의문스럽다.

영역	핵심개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009개정 해당 교과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
환경과 에너지	핵발전과 자세대에너지	-전기유도, -전력수송, -광전효과, -태양광 발전, -열-에너지 등가성, -열분열과 핵융합, -핵발전	물리	㉗ 태양에서 수소 핵융합 반응을 통해 질량 일부가 에너지로 바뀌고, 그 중 일부가 지구에서 에너지 순환을 일으키고 다양한 에너지로 전환되는 과정을 추론할 수 있다.	3	과학	낮음	상		물리학 II	
		물리	㉘ 기후 변화 등이 지구 환경에 초래하는 문제를 극복하기 위한 대체 에너지로서의 핵발전과 태양광 발전의 장단점을 발전 원리에 근거하여 평가할 수 있다.	3	물리1	낮음	상		물리학 II		
		물리	㉙ 인류의 문명 발전에 필요한 자세대에너지 기술 개발의 필요성과 대안적인 방법에 해당하는 과학 조력, 연료전지 등을 이용한 발전의 원리를 경성적으로 이해하여, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산출물 등시할 수 있다.	4	과학	낮음	중	v			

위 내용을 종합하여 통합과학의 성취기준 32개 중에서 선택과목으로 이동하는 것이 적절하리라고 판단되는 내용요소 및 성취기준은 아래의 6개이다.

	내용요소	교과	성취기준
1	<물질의 기원>의 하위 내용요소 전체	지구과학 화학	지구와 생명을 비롯하여 우주를 구성하는 기본입자들이 우주 초기부터의 진화 과정을 거쳐서 형성됨을 물질에서 방출되는 빛을 활용하여 추론할 수 있다. (3차시)
2		지구과학 화학	우주의 기본입자들이 응집되어 태양계의 재료이면서 생명에 필수적인 무거운 원소들이 생성되는 과정을 통해 지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석할 수 있다. (3차시)
3	탈출속도	물리	우리가 살고 있는 세상은 일정한 질서를 따라 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계인 '시스템'으로 구성되어 있으며, 자연에는 여러 가지 힘이 작용하여 시스템을 유지하고 있음을 논증할 수 있다. (4차시)
4	지질시대와 생물의 변천	지구과학	지질시대를 통해 지구환경이 끊임없이 변화해 왔으며 이러한 환경 변화에 적응하며 오늘날의 생물 다양성을 갖게 되었음을 추론할 수 있다. (4차시)
5	핵분열/핵융합/핵발전	물리	태양에서 수소 핵융합 반응을 통해 질량 일부가 에너지로 바뀌고, 그 중 일부가 지구에서 에너지 순환을 일으키고 다양한 에너지로 전환되는 과정을 추론할 수 있다. (3차시)
6		물리	기후 변화 등이 지구 환경에 초래하는 문제를 극복하기 위한 대체 에너지로서의 핵발전과 태양광 발전의 장단점을 발전 원리에 근거하여 평가할 수 있다. (3차시)

위 내용과 앞의 네 분의 발제자의 의견을 종합하여 제시한 것이 다음의 종합 분석표이다. 붉은 테두리로 표시된 성취기준은 선택과목으로 이동하는 것이 바람직한 항목이다.

■ 통합과학 성취기준 종합 분석표

영역	핵심 개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009 개정 교육과정의 해당 과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능 계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
매개체과 단원권	물체의 기원	-우주 초기의 원소 생성 -무거운 원소의 생성 -고체 물질의 형성 -지구의 기원 물질 -전자기파의 스펙트럼	화학 지학	① 지구와 생명을 비롯하여 우주를 구성하는 기본입자들이 우주 초기부터의 진화과정을 거쳐서 형성됨을 물질에서 방출되는 빛을 활용하여 추론할 수 있다.	3	지구과학1 화학1	낮음	상			화학1 지학1
			화학 지학	② 우주의 기본입자들이 응집되어 태양계의 재료이면서 생명에 필수적인 무거운 원소들이 생성되는 과정을 통해 지구와 생명의 역사가 우주 역사의 일부분임을 해석할 수 있다.	3	지구과학1 화학1	낮음	상			화학1 지학1
	매개체의 구성과 결합	-금속과 비금속 -족과 주기 -최외각 전자수 -알칼리금속 -할로젠 -18족 -옥텟규칙 -이온결합 -공유결합 -화합물 -화학적	화학	③ 세상을 이루는 물질은 원소들로 이루어져 있으며, 각 원소들의 성질이 주기성을 나타내는 현상을 통해 자연의 규칙성을 찾아낼 수 있다.	4	화학1	높음	중	v		
			화학	④ 지구를 구성하는 주요 원소들이 결합을 형성하는 이유와, 원소들의 성질에 따라 형성되는 결합의 종류를 추론할 수 있다.	3	화학1	높음	상	v		
			화학	⑤ 인류의 생존에 필수적인 산소, 물, 소금 등이 만들어지는 원소들의 결합을 모형으로 나타내어 비교하고 각 물질의 성질을 알아보는 탐구를 수행할 수 있다.	4	화학1	낮음	상	v		
	자연의 구성 물질	-지각의 구성 물질 -생물의 구성 원소 -생물의 구성 물질 -단백질과 DNA의 구조 -신소재 -전기전도성 -열전도 -자성 -경도	지구과학	⑥ 우리가 살고 있는 세계와 생명체는 특정한 규칙성을 따라 다양한 형태로 만들어져 있는 물질로 이루어져 있다는 사실을 생명체와 지각을 구성하는 단백질, 광물 등을 예를 들어 논증할 수 있다.	3	지구과학1	낮음	중	v		
			생명과학	⑦ 생명체를 이루는 주요 구성물질(탄수화물, 지질, 단백질, 핵산)의 구조와 기능을 이해하고, 그 차이를 비교하여 설명할 수 있다.	3	생명과학1	낮음	중	v		
			물리	⑧ 물질의 (전기전도, 열전도, 자성, 경도와 같은) 물리적 성질을 변화시켜 신소재를 개발한 사례를 찾아 그 장단점을 평가할 수 있다.	4	물리1	낮음	하	v		

영역	핵심 개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009 개정 교육과정의 해당 과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
시스템과 상호작용	역학적 시스템	-중력 -등가속도 운동 -탈출속도 -운동량과 충격량	물리	① 우리가 살고 있는 세상은 일정한 질서를 따라 끊임없이 변화하면서도 지속성을 유지하는 체계인 '시스템'으로 구성되어 있으며, 자연에는 여러 가지 힘이 작용하여 시스템을 유지하고 있음을 논증할 수 있다.	4	물리1	높음	중	√		
			물리	② 일상생활에서 충돌과 관련된 안전사고를 탐색하고 안전장치의 효과성을 과학적으로 평가할 수 있다.	3	물리1	낮음	중	√		
	지구 시스템	-지구시스템의 구성 -지구시스템의 에너지와 물질순환 -기권과 수권의 상호작용 -지권의 변화와 판의 운동	지학	③ 지구시스템은 태양계라는 시스템의 구성요소이면서 그 자체로 수많은 생명체를 포함하는 시스템임을 추론하고, 지구시스템을 구성하는 하위요소를 분석할 수 있다.	3	융합과학 지구과학1 중학교과학	높음	중	√		
			지학	④ 다양한 자연 현상이 지구시스템 내부의 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과임을 기권과 수권의 상호작용을 사례로 논증할 수 있다.	4	융합과학 지구과학1	높음	중	√		
			지학	⑤ 지권의 변화를 판구조론적 관점에서 해석하고, 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권의 변화가 지구시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.	4	융합과학 지구과학1	높음	중	√		
	생명 시스템	-생명현상의 특성 -세포막과 물질수송 -물질대사와 효소 -DNA와 단백질의 관계	생명	⑥ 막으로 둘러싸인 세포가 생명체의 특성을 나타내는 기본적인 단위임을 이해하고, 삼투와 확산실험을 통해 세포막을 경계로 한 물질 출입현상을 확인/관찰할 수 있다.	3	생명과학2	낮음	중	√		
			생명	⑦ 화학반응에 의한 시스템 구성 물질의 재생산이 시스템 유지에 필요함을 알고, 물질대사에서 효소의 역할에 대한 실험을 계획하고 수행할 수 있다.	3	생명과학2	낮음	중	√		
			생명	⑧ 세포 시스템 내 화학반응에 필수적인 역할을 담당하는 단백질과 유전자의 관계를 사례를 들어 토의할 수 있다.	3	생명과학2	낮음	중	√		

요인	핵심 개념	내용 요소	교과	성취기준	기준차시	2009 개정 교육과정의 해당 과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제	
표준 표준 표준 표준 표준 표준 표준	화학 화학 화학 화학	-산화 -환원 -연소 -제련 -전자의이동 -이온화	화학	① 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석연료 사용, 철기시대를 초래한 철의 제련 등을 조사하고 각 반응의 공통점을 찾을 수 있다.	3	중학교과학	낮음	중	V			
			화학	② 생명현상 및 일상생활에서 일어나고 있는 다양한 변화의 이유를 산화와 환원에서 나타나는 규칙성과 특성 측면에서 파악하여 분석할 수 있다.	4	중학교과학	낮음	중	V			
		화학	③ 생명 현상과 밀접한 관련이 있는 핵산, 식량 증산을 가능하게 해준 암모니아 등의 물질을 각각의 성질에 따라 분류하고 산성과 염기성을 판별하는 탐구를 수행할 수 있다.	4	중학교과학	낮음	중	V				
		화학	④ 산과 염기를 섞었을 때 일어나는 변화를 관찰하여 미시적 관점에서 해석하고, 중화 반응을 활용하여 일상생활에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있다.	3	중학교과학	낮음	중	V				
	생물 생물 생물	-지질시대와 생물의 변천 -진화의 원리: 변이와 자연선택 -생물 다양성 -생물 다양성 보전	지구과학	⑤ 지질시대를 통해 지구환경이 끊임없이 변화해 왔으며 이러한 환경변화에 적응하며 오늘날의 생물 다양성을 갖게 되었음을 추론할 수 있다.	4	지구과학2 융합과학	낮음	중 또는 상			지학1	
			생명	⑥ 항생제나 살충제에 대한 내성 생명체의 출현 메커니즘을 변이와 자연선택에 의한 진화의 원리에 근거하여 설명하고 인간 활동이 생물 다양성에 영향을 미칠 수 있음을 추론할 수 있다	4	생물과학2	높음	중	v			
			생명	⑦ 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 토대로 활용하여 생물 다양성 보전 방안을 토의할 수 있다.	4	생물과학1	높음	하	v			

영역	핵심 개념	내용 요소	교과	성취기준	기준 차시	2009 개정 교육과정의 해당 과목	중학교 과정과의 내용 연계성	고1 문과,예체능계열 학생의 이해 난이도	유지	이동	삭제
환경과	생태계와 환경	-생태계 구성요소와 환경 -생태계 평형 -엘니노 -사막화 -지구 온난화와 지구환경 변화	생명과학	① 인간을 포함한 생태계의 구성요소와 생물과 환경과의 상호관계를 이해하고, 인간의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 추론할 수 있다.	3	생명과학1	높음	하	v		
			생명과학	② 먹이 관계와 생태 피라미드로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경 변화가 생태계에 영향을 미치는 다양한 사례를 조사하고 토의할 수 있다.	3	생명과학1	높음	하	v		
				③ 엘니노, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경에 미치는 영향을 분석하고, 이와 관련된 문제를 해결하기 위한 다양한 노력을 찾아 토론할 수 있다.	3	융합과학 지구과학1 중학교과학	낮음	중	v		
			물리	④ 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석연료의 사용과정에서 버려지는 열로 인해 열효율이 낮아진다는 것을 알고, 열효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다.	4	융합과학	낮음	중	v		
에너지	핵발전과 차세대에너지	-전자기유도, -전력수송, -광전효과, -태양광발전, -질량-에너지등가성, -핵분열과핵융합, -핵발전 -핵분열 -핵융합 -핵발전 -광전효과 -에너지전환 -차세대에너지 -연료전지 -파력,조력에너지	물리	⑦ 태양에서 수소 핵융합 반응을 통해 질량 일부가 에너지로 바뀌고, 그 중 일부가 지구에서 에너지 순환을 일으키고 다양한 에너지로 전환되는 과정을 추론할 수 있다.	3	융합과학	낮음	상		물리학2	
			물리	⑧ 기후 변화 등이 지구 환경에 초래하는 문제를 극복하기 위한 대체 에너지로서의 핵발전과 태양광 발전의 장단점을 발전 원리에 근거하여 평가할 수 있다.	3	물리1	낮음	상		물리학2	
			물리	⑨ 인류의 문명 발전에 필요한 차세대에너지 기술 개발의 필요성과 대안적인 방법에 해당하는 파력, 조력, 연료전지 등을 이용한 발전의 원리를 정성적으로 이해하여, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다.	4	융합과학	낮음	중	v		

고등학생들을 오래 지도해왔던 현장교사들이 특정 내용요소는 계열 공통으로 학습하기에 무리가 있겠다고 지적하였다면, 그 항목은 정말 어려운 것이라고 보고 반드시 선택교과로 올려보내야 할 것이다.

“교육부 요구는 기존에 배웠던 배경지식을 적용하고 실생활에 응용해서 주어진 문제상황을 해결하는 통합의 경험을 제공하는 과목으로 구성해달라, 그런데 교과 내부에서는, 과학 내부에서는, 그럼에도 불구하고 요만큼은 꼭 알아야하지 않을까, 대한민국 국민으로 살아가기 위해서. 그 둘 사이의 끊임없이 지금 줄다리기가 진행되고 있습니다.”

“연구진 내부에서는 그럼에도 불구하고 문과로 갈 아이들에게는 이게 생애 마지막 과학과목이 될 수 있다. 그래서 여기 보시면 미니멈 에센셜에 해당하는 과학 내용을 담으려고 욕심을 냈습니다. 솔직히 고백을 하면.”

— 광영순 박사, 과학과 교육과정 시안 공개 토론회 녹취 중에서

이번 토론회에서 분석대상으로 삼은 자료는 4월 29일 공개토론회 당일에 발표된 성취기준표로서, 공개 토론회 자료집 제작 이후 신소재 부분이 추가된 버전이다. 공개 토론회 이후로 한달이 지났기 때문에 어쩌면 그 사이에 새로운 내용요소가 더 추가되었는지에 대해서는 아는 바가 없다. 위의 녹취록에서도 드러나듯이 과학계에서는 통합과학에 가급적 많은 내용요소를 넣으려고 욕심을 내고 있다. 통합과학 하나만 염두에 두고 교육과정을 구성하는 연구진에서는 이 정도 내용이라면 학생들이 수월하게는 아니더라도 좀 신경쓰고 노력하면 충분히 배우고 이해할 수 있는 수준이라고 주장하겠지만, 갑자기 신설되는 교과 여럿을 받아내야 하는 학생들의 입장을 고려한다면 통합과학을 통해 과학의 경이로움을 느끼고 자연계에서 나타나는 여러 차원의 현상을 통합적인 시각에서 조망할 수 있으리라는 생각은 그야말로 과학계의 낭만적인 바람일 뿐이다.

과학과 교육과정은 각 내용요소가 얼마나 중요한지를 학습자에게 설득하기 위해 존재하는 것이 아니다. 교육과정에 담긴 성취기준의 달성을 통해 궁극적으로는 학습자가 과학적 방법론을 통해 현상을 분석할 수 있도록 사고체계를 성장시키는 데에 궁극적인 목표가 있다고 본다. 학생들이 자연계를 관통하는 원리를 깨닫게 되면서 과학의 경이로움을 느끼려면 교사도 학생도 마음의 여유가 있어야 한다. 더군다나 통합적 사고는 누가 억지로 주입해줄 수 있는 것이 아니라 학습자의 인지구조 속에서 이루어지는 고차원적인 사고과정이다. 그러나 현재의 통합과학을 통해서는 학생들이 학습부담에 짓눌려 과학의 경이로움을 도저히 느낄 수가 없는 구조이다. 분명한 교과서 개발 지침을 제시하고, 난이도가 높은 항목은 과감히 선택교과로 이동시킴으로써 보다 나은 통합과학 교육과정이 완성

되길 기대한다.