

創意融合形 人才 養成을 爲한 科學科 教育課程

申 榮 俊

京仁教育大學教 教授

I. 2015 改正 教育課程 背景

미래 사회는 과학기술의 발달에 따라 급변하고 있고 세계에 빠르게 적응하고 주도해 나갈 수 있는 창의적이고 융합적 마인드를 겸비한 인재를 필요로 하고 있다. 이에 교육부는 2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요사항 발표(2015.9)를 통해 우리 사회에 필요한 인재상을 ‘인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 **창의융합형 인재**’로 제시하고, 학교교육을 통해 모든 학생들이 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 교육을 개혁하고자 교육과정 개정을 추진하였다. 또한, 창의융합형 인재 양성을 위한 기초 소양의 균형있는 함양과 함께 학습 경험의 질 개선을 통한 행복한 학습 구현을 개정의 비전으로 제시하고 있다. 2015개정 교육과정의 비전에 따른 구체적인 개정의 방향을 요약하면 다음과 같다.

- 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양 교육을 강화한다.
- 학생의 ‘꿈과 끼’를 키울 수 있는 학생중심의 교육과정을 개발한다.
- 미래 사회가 요구하는 핵심 역량이 가능한 교육과정을 마련한다.
- 학습량을 적정화한다.
- 교과 내용, 교수·학습 평가가 일관성 있게 이루어지도록 한다.
- 학교 현장의 요구를 반영하고 현행 교육과정의 문제점을 개선한다.

국가교육과정에는 항상 추구해 나가야 할 교육적 인간상을 제시하고 있다. 2015 개정 교육과정에서도 기존의 교육적 인간상의 큰 틀을 유지하면서 미래 사회에서 요구하는 핵심 역량을 포함하여 제시하고 있는 것이 큰 특징 중의 하나라고 할 수 있다. 즉, **홍익인간**이라는 교육이념을 토대로 초·중등 교육에서 추구해야 할 인간상 4가지(자주적인 사람, 창의적인 사람, 교양 있는 사람, 더불어 사는 사람)를 설정하고, 이 인간상을 구현하기 위해 학교 교육 전 과정을 통해 중점적으로 기르고자 하는 핵심 역량 6가지를 제시하고 있다(Fig1, Table 1). 2015개정 교육과정은 6가지 핵심

역량을 비롯한 미래 핵심 역량을 갖춘 인간상을 학교교육을 통해 추구함으로써, 궁극적으로 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재를 길러내는 것을 목표로 하고 있다.

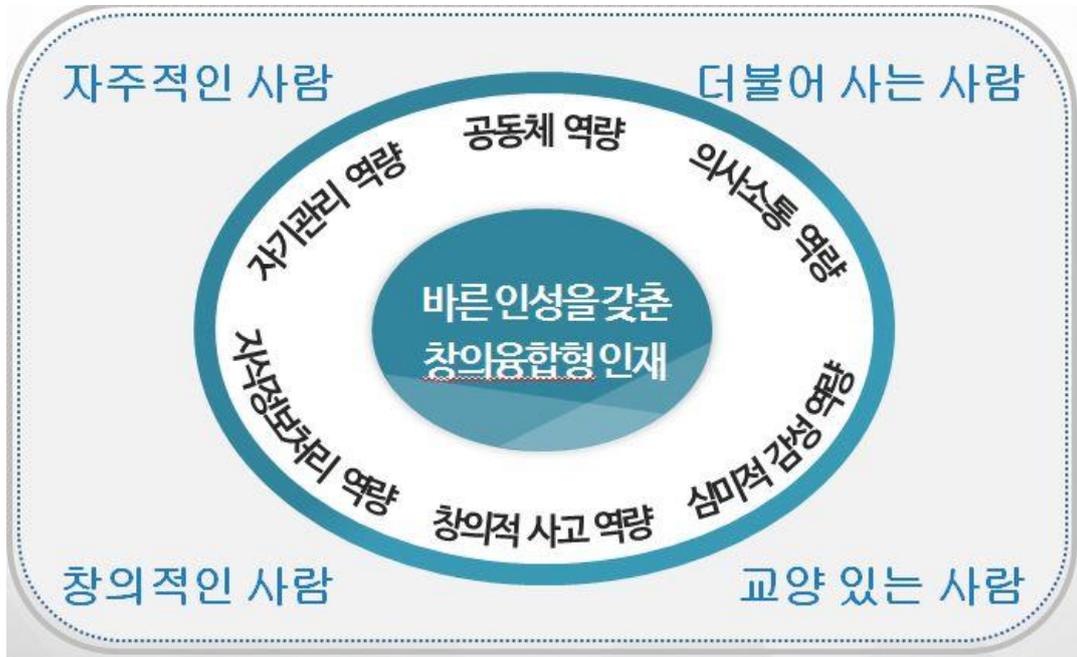


Figure 1. 교육적 인간상과 핵심역량, 인재상의 관계(출처:온정덕 외, 2015)

Table 1. 핵심역량

핵심역량	의미
자기관리 역량	자아정체성과 자신감을 가지고, 자신의 삶과 진로에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기 주도적으로 살아갈 수 있는 능력
지식정보처리 역량	문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 능력
창의적 사고 역량	폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 능력
심미적 감성 역량	인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 능력
의사소통 역량	다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하며 존중하는 능력
공동체 역량	지역·국가·세계 공동체의 구성원으로서 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체의 발전에 적극적 참여하는 능력

II. 과학과 교육과정의 개정 방향

2015 과학과 교육과정을 개발함에 있어 가장 핵심이 되는 키워드는 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’으로 과학적 소양 함양 및 탐구 방법 습득 및 학생의 적성을 고려한 진로교육이 될 수 있도록 교육과정을 개발하고자 하였다. 총론의 개정 방향이 있듯이 과학과 교육과정에도 추구해야 할 개정 방향이 있다. 2015개정 과학과 교육과정의 구체적인 개정의 방향을 요약하면 다음과 같다.

- 핵심개념 중심 통합 구현
- 학교 교육을 통한 탐구 역량 강화
- 학습량 적정화
- 학생 참여형 수업 촉진

2015 개정 교육과정은 창의융합형 인재를 양성하는 것으로, 대표적인 개정의 방향은 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 균형 잡힌 인재의 양성이다. 2015 개정 과학과 교육과정은 교육과정 총론이 추구하는 방향성을 반영하고, 학생 참여형 교육과정이 실현 될 수 있도록 하였으며, 학습량의 적정화, 통합 단원의 신설, 학교 수업 장면을 고려하여 설계되었다. 이는 궁극적으로 학교 과학교육을 통해 모든 학생들이 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 교육을 개혁하고자 교육 과정의 개정을 추진하였다.

2015 개정 과학과 교육과정의 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다. 과학과 교육과정은 교사의 입장에서 무엇을 가르치고 평가해야 하는지 명확하게 알 수 있는 친절한 교육과정, 학생 중심의 체험 및 활동을 강조하는 교육과정, 초·중·고 과학교육이 유기적으로 연계된 교육과정 개정을 목표로 진행되었다.

2015 개정 과학과 교육과정에서 가장 두드러진 변화로 문서 체제의 변화를 꼽을 수 있다. 이전 교육과정에서는 성격과 목표를 통합하여 목표로 제시하였으나, 2015개정 과학과 교육과정에서는 성격과 목표를 분리하였다. 특히 2015개정 과학과 교육과정에서는 성격에 과학과 교과 역량을 도입한 것이 큰 특징이라고 할 수 있다. 총론의 핵심역량이 교과 등 학교교육 활동을 통해 전반적으로 길러지는 일반 역량의 성격을 지니는 반면, 교과 역량은 교과별로 중점을 두고 길러주어야 할 교과 고유의 역량이라고 할 수 있다.

과학과에서 제시하고 있는 교과 역량은 모두 5가지로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등이다.

과학적 사고력은 과학적 주장과 증거의 관계를 탐색하는 과정에서 필요한 사고이다. 과학적 세계관 및 자연관, 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력, 추리 과정과 논증에 대해 비판적으로 고찰하는 능력, 다양하고 독창적인 아이디어를 산출하는 능력 등을 포함한다.

과학적 탐구 능력은 과학적 문제 해결을 위해 실험, 조사, 토론 등 다양한 방법으로 증거를

수집, 해석, 평가하여 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 가는 능력을 말한다. 과학적 탐구를 위해서는 과학 탐구 기능과 지식을 통합하여 적용하고 활용하는 능력이 필요하며 과학적 사고력이 이 과정에 기초가 된다.

과학적 문제 해결력은 과학적 지식과 과학적 사고를 활용하여 개인적 혹은 공적 문제를 해결하는 능력이다. 일상생활의 문제를 해결하기 위해 문제와 관련 있는 과학적 사실, 원리, 개념 등의 지식을 생각해 내고 활용하며 다양한 정보와 자료를 수집, 분석, 평가, 선택, 조직하여 가능한 해결 방안을 제시하고 실행하는 능력이 필요하다. 문제 해결력은 문제 해결 과정에 대한 반성적 사고 능력과 문제 해결 과정에서의 합리적 의사 결정 능력도 포함한다.

과학적 의사소통 능력은 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 능력을 말한다. 말, 글, 그림, 기호 등 다양한 양식의 의사소통 방법과 컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통하여 제시되는 과학기술 정보를 이해하고 표현하는 능력, 증거에 근거하여 논증 활동을 하는 능력 등을 포함한다.

과학적 참여와 평생 학습 능력은 사회에서 공동체의 일원으로 합리적이고 책임 있게 행동하기 위해 과학기술의 사회적 문제에 대한 관심을 가지고 의사 결정 과정에 참여하며 새로운 과학기술 환경에 적응하기 위해 스스로 지속적으로 학습해 나가는 능력을 가리킨다.

Table 2. 고등학교 통합과학 영역 및 핵심 개념

영역	핵심 개념(big Idea)
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합 자연의 구성 물질과 기원
시스템과 상호작용	역학적 시스템 지구 시스템 생명 시스템
변화와 다양성	화학변화 생물의 다양성과 유지
환경과 에너지	생태계와 환경 핵 발전과 신재생 에너지

각급학교 과학교육의 유기적 연계를 위해서 핵심개념과 내용요소를 학교급별로, 학년군별로 배

치한 내용 체계표를 마련하여 학문적 체계에 대한 이해를 돕고자 하였다. 더 나아가 초·중·고의 학문 분야별 내용 체계표도 <부록>으로 제시함으로써 학문적 체계성에 대해 일목요연하게 들여다 볼 수 있도록 하였다. 통합과학 과목의 영역과 핵심 개념은 Table 2와 같다.

교과 역량은 성취 기준을 통해 실질적으로 구현될 수 있도록 하였다. 성취 기준은 교과를 통해 학생들이 배워야 할 지식과 기능으로 성취 기준은 내용 체계를 근거로 내용 요소와 기능을 정합하여 진술하였다. 즉, 성취 기준 영역 당 성취 기준과 탐구 활동, 그리고 학습 요소를 제시하였으며, 특히 성취기준 문장에 실험하기, 관찰하기, 분류하기, 고안하기, 비교하기, 표현하기, 구별하기, 관련짓기, 조사하기, 토의하기, 발표하기, 설명하기 등과 같은 구체적인 기능과 활동을 포함하였다(Fig 2).



Figure 2. 과학과 교과역량-기능-활동과의 관계

또한, 성취 기준 영역 당 주요 성취기준에 대한 해설을 강화하여 교육 과정의 이해도를 높이고자 하였다. 교수·학습 방법 및 유의 사항과 평가 방법 및 유의 사항을 각 성취기준 영역 당 제시하여 실질적인 학생 중심형 수업이 이루어지는데 도움을 주고자 하였다.

III. 과학과 교수·학습 방향 - 역량 중심 수업

2015 개정 교육과정에서는 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 사고력, 문제 해

결력, 의사소통 능력, 평생 학습 능력 등의 핵심 역량을 함양하도록 하고 있으며 대체적인 과학과 교수·학습 방향은 Fig 3과 같다.

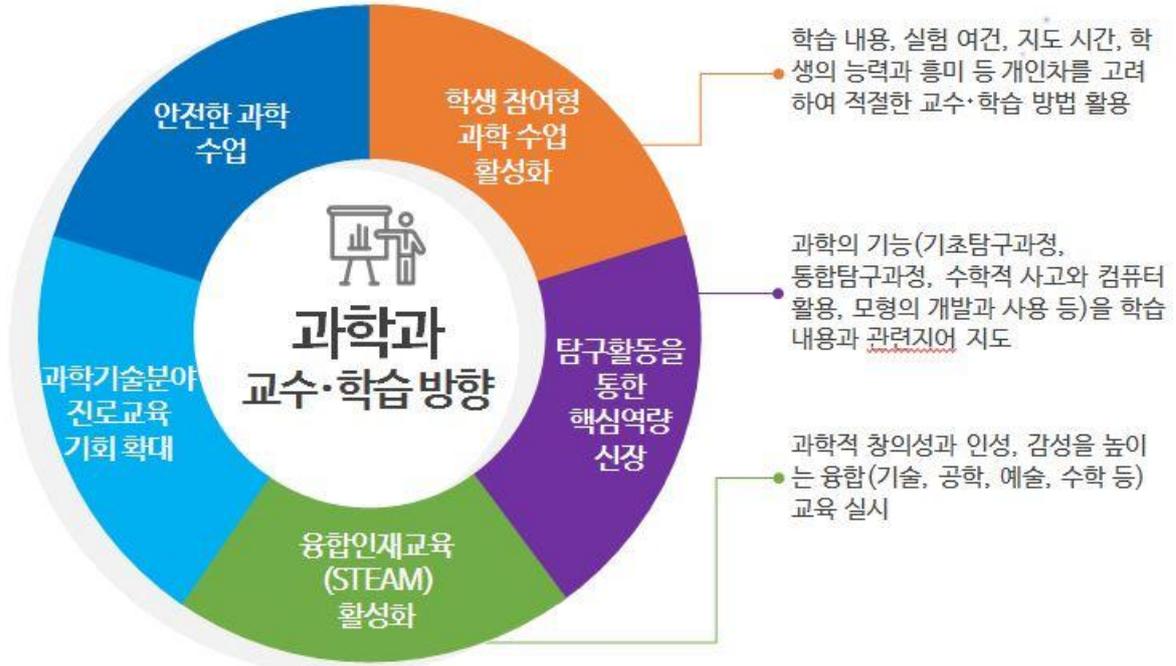


Figure 3. 과학과 교수·학습의 방향

역량중심의 수업이 이루어지도록 하기 위해 2015 개정 교육과정에서는 교사 중심의 강의식 수업을 지향하고, 학생들의 참여 학습을 강조하고 있다. 사고와 컴퓨터의 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증 등의 기능과 강의, 실험, 토의, 조사, 프로젝트, 과제 연구, 견학 등의 다양한 교수·학습 방법을 적절히 활용하여 학생이 주도하는 참여 수업을 제공하도록 하고 있다. 특히 학생의 이해를 돕고 흥미를 유발하며 구체적 조작 경험과 활동을 제공하기 위해 모형이나 시청각 자료, 컴퓨터나 스마트 기기, 인터넷 등의 최신 정보 통신 기술과 기기 등을 수업에 활용하도록 하고 있다. Fig 4 보는 바와 같이 2015 개정 교육과정에 제시된 다양한 학생 참여 활동은 낮은 단계에서부터 높은 단계까지 다양하게 배치되어 있다.

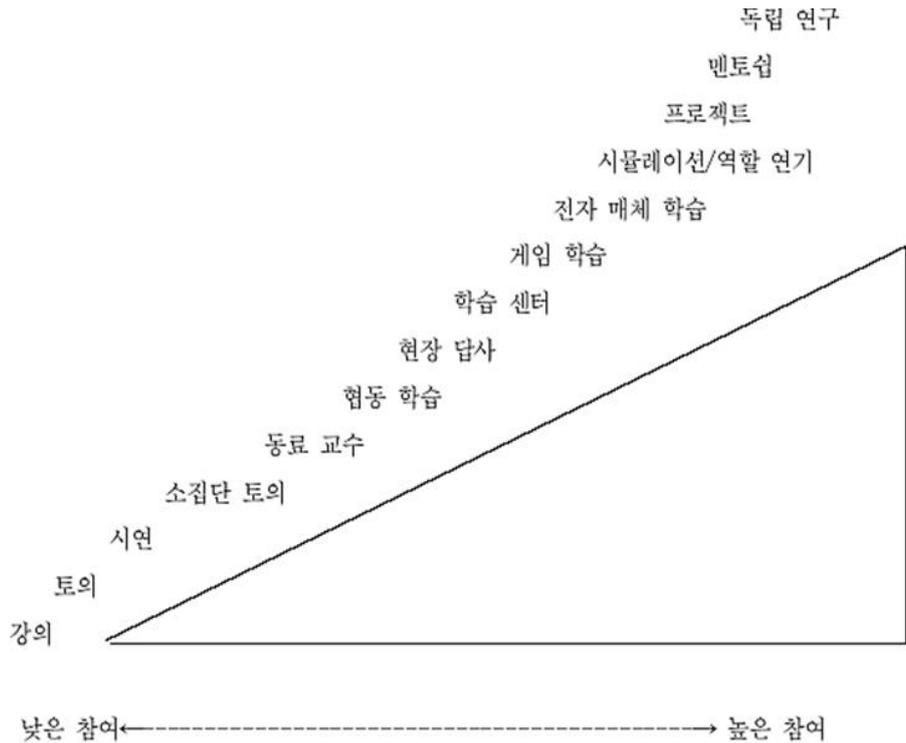


Figure 4. 다양한 수업 참여 활동 단계

학생 참여 수업을 강조하다 보니, 성취기준에도 학생들의 적극적인 활동을 제시하고 있는데, 통합과학의 성취기준 서술어를 예로 제시하면, Table 3과 같다. 기존의 과학적 설명과 예상 위주의 개념 위주 학습에서 과학적 주장을 담은 학생 참여 학습으로 바뀐 것을 알 수 있다.

Table 3. 고등학교 통합과학 성취기준 서술 양식

과학적 설명/예상: 14개	과학적 주장: 18개
- 구분할 수 있다(1)	- 추론할 수 있다(7)
- 설명할 수 있다(5)	- 논증할 수 있다(2)
- 해석할 수 있다(1)	- 토의할 수 있다(4)
- 분석할 수 있다(3)	- 토론할 수 있다(1)
- 찾아낼 수 있다(2)	- 평가할 수 있다(3)
- 비교할 수 있다(1)	- 발표할 수 있다(1)
- 예시할 수 있다(1)	

2015 개정 교육과정에서는 새로운 교수법의 학교 현장에의 적용을 위해 노력하고 있다. 영국 개방대학(Open University)은 2012년부터 매년 새롭게 떠오르거나 그 영향력을 크게 확대할 것으로 기대되는 혁신적인 교수학습 관련 용어나 이론, 수업방법들을 정리하여 보고서로 발표하고 있는데, 2015년에 크게 영향력을 확대할 교수-학습 혁신으로 10가지를 제시하였다(Innovating

Pedagogy 2014). 특히 일단 어떤 상품에 대한 수요가 형성되면 이것이 다른 사람들의 상품 선택에 큰 영향을 미치는 현상인 네트워크 효과를 통해 다수의 학습이 촉진되고, 소셜 네트워크의 교육적 잠재력을 통해 교육이 급변할 수 있음을 강조하였다.

- ▶ MOSL(Massive Open Social Learning): 소셜 네트워크를 활용해서, 많은 사람들에게 대규모 온라인 공개수업을 제공하는 것. MOOC가 대표적이며, 온라인의 생산적인 토론과 지식 공유를 활성화하여 새로운 지식을 습득하도록 하는 것
- ▶ 분석 기반 학습 설계(learning design informed by analytics): 학습 설계를 할 때 데이터 분석을 사용자는 것. 학습 활동을 관리하면서 쌓인 많은 양의 데이터를 분석하여, 어떤 미디어를 사용하면 좋을지, 어떤 순서로 학습활동을 활용하면 좋을지 등을 결정
- ▶ 거꾸로 교실(flipped classroom): 집에서, 혹은 개인적인 시간에 짧은 강의 동영상을 시청하고, 수업 시간에는 교사의 도움을 받아서 다양한 학습 활동을 수행
- ▶ BYOD(Bring Your Own Device): 학생이 자신의 스마트폰이나 태블릿PC를 가져와서 교실학습에 활용. 교실 안의 학습과 교실 밖의 학습을 연결시켜주고, 학생의 개인적인 자료와 네트워크들이 학습의 자원이 됨
- ▶ 학습하는 법 학습하기(learning to learn): 단순히 문제를 해결해서 목표에 도달하는 것뿐만이 아니라, 학습 과정 전체를 큰 틀로 바라보고, 더 효과적으로 학습하기 위한 질문을 스스로에게 끊임없이 던지는 자기주도학습
- ▶ 역동적 평가(dynamic assessment): 학습 기간 동안 평가자는 학생과 끊임없이 상호작용 하면서 학습자 개개인이 자신의 현 상태보다 발전하고 있는지를 평가
- ▶ 이벤트 기반 학습(event-based learning): 일정한 기간 동안 진행되는 행사(event)를 통해서 그 행사와 관련된, 그리고 학습자가 잘 기억할만한 감각을 갖도록 하는 학습방식
- ▶ 스토리텔링 학습(learning through storytelling): 학습자가 스스로 내레이터, 해설자가 되어서 특정한 관점에서 학습 내용에 대한 이야기를 하면서 이루어지는 학습
- ▶ 문지방 개념(threshold concepts): 학습 과정에 있어서 중요한 입구에 해당하는 개념을 이해하면, 학습자는 특정한 문제나 주제, 혹은 세계에 대해서 새로운 방식으로 사고할 수 있게 됨
- ▶ 브리콜라주(Bricolage): 여러 가지 재료들을 손으로 만지작거리면서 학습을 하는 방식, 창의적인 발명이나 혁신을 유도

하지만 이러한 새로운 교수·학습 방법을 교사가 적극적으로 수용하기란 쉽지가 않다. 입시위주의 교육에 익숙한 학교 현장에서 학생들의 자기 주도적 학습을 지향하는 학생 참여 수업은 원지모를 불안감을 가중시키기 때문이다. 그러나 학생들이 과학 공부를 즐겁게 하는 방법에는 자기효능감을 느끼게 하고, 학습의 선택을 자신이 하는 자기결정권이 중요하다. 위의 새로운 교수·학습 방법의 변화는 바로 즐거운 수업이 되도록 하는 방안이다. 따라서 교사들의 적극적인 노력과 변화가 필요하게 되었다.

IV. 과학과 평가 방향 – 과정 평가 강화

2015개정 과학과 교육과정에서는 평가의 방향을 학습 내용, 실험 여건, 지도 시간, 학생의 개인차 등을 고려하여 적절한 평가 방법을 활용하도록 하고 있다. 또한, 교사가 성취기준과 수준을 확인하는 데 적절하고 유용한 평가방법의 예시로 영역 및 성취기준 특성을 고려한, 지필평가, 포트폴리오평가, 수행평가, 자기(성찰)평가, 동료·협력평가, 관찰평가 등 다양한 평가방법을 제안하고 있다. 더불어 창의융합적 문제해결력 및 인성과 감성 함양에 도움이 되는 소재나 상황을 적극적으로 발굴하여 활용할 것을 제안하고 있다(Fig 5).

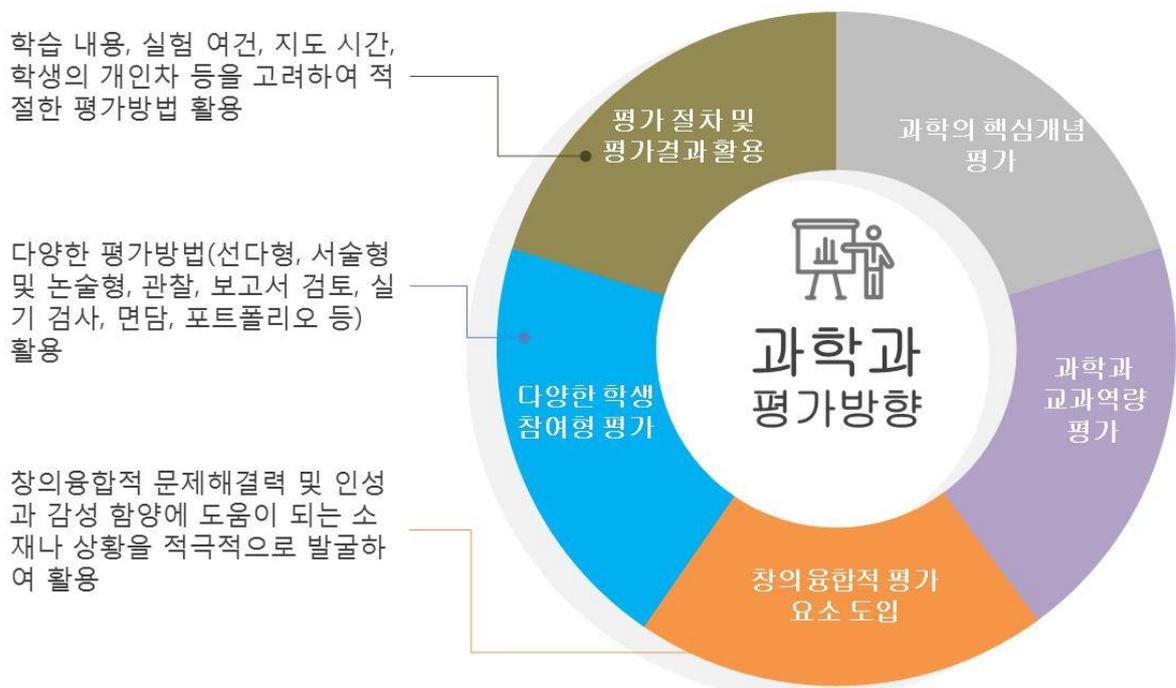


Figure 5. 과학과 평가의 방향

교과별 핵심역량을 종합적으로 확인할 수 있는 평가 방식을 제안하되, 특히 수행과 과정 중심의 질적 평가의 중요성을 강조하고 있다. 이는 종래의 학교 평가나 상급 학교 진학을 위한 대학수학능력시험 등에서 선다형 문제 중심으로 과정보다는 단순 지식의 암기에 편중된 평가를 지양하고, 평소의 학습 과정 전반에 걸쳐 평가하는 것의 중요성을 반영한 것이다.

다음은 2018년에 적용되는 2015개정 교육과정에 의한 통합과학을 위한 교육부에서 발간한 자료집에서 제시하고 있는 평가 방법 중의 몇몇 예이다(학습 주제 : 물질의 물리적 성질과 이용).

<관찰 평가>

교사가 모둠 활동 중 다음 항목의 해당 칸에 학생들의 번호를 기록한다. 한 번의 활동으로 평가하기 보다는 지속적으로 모둠 활동을 관찰하여 학생들의 특성을 파악하면 이를 학교생활기록부 기록과 연계시킬 수 있다.

평가 항목		평가 내용 / 평가 기준	평정 (○, ×)
흥미/ 태도	참여	과제에 대하여 해결 방안을 제안 또는 방어하거나, 다른 사람의 제안에 대해 질문하거나 다른 말로 풀어서 설명하는 등의 행동을 한다.	
	과제 집착력	과제에 대하여 집중하여 참여한다.	
합 계			

<학생활동 누가 기록(예시)>

- 토의 진행 과정에서 논의 내용이 물리적 성질의 한계 및 개선 방안에서 벗어나지 않도록 집중하여 토의 과정에 참여함. (과학적 의사소통 능력)
- 물리적 성질의 한계 및 개선 방안 토의에서 자신의 의견을 논리적으로 말하고, 다른 사람의 의견을 경청하여 듣는 태도를 가짐. (과학적 의사소통 능력)

<동료 평가>

모둠 활동으로 진행되므로 동료 평가를 진행할 수 있다. 다른 모둠의 발표를 평가할 수 있는 채점표를 학생들에게 배부하고, 발표를 들으며 평가하도록 하여 평가의 결과가 우수한 모둠에 대해 학교생활기록부에 기록하는 형태로 진행할 수 있다.

모둠	가	나	다	라	마	바
평가 항목						
논리성	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
정확성	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
발표 준비 및 태도	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
평정 결과						

평가 항목	평가 내용 / 평가 기준
논리성	- 물질의 물리적 성질을 조사하고 분류한 기준이 적합한가?
정확성	- 물질의 물리적 성질을 정확하게 조사 및 분류하였는가? - 물리적 성질의 이용 사례가 맞는가? ☞ 물리적 성질의 한계 및 개선 방안에 대한 내용이 유의미한가?
발표 준비 및 태도	- 발표 준비를 잘 하였는가? - 발표 내용을 이해하기 쉽게 잘 설명(전달)하는가? - 발표 내용에 대해 자신감을 갖고 발표하는가?

<학생활동 누가 기록 예시>

- 모둠원들이 조사한 자료를 분석하고 선택, 조직하여 개념도(또는 마인드맵)로 나타내는 데 적극적으로 참여하였음. (과학적 문제 해결력)
- 리더십을 발휘하여 토의를 이끌었으며 토의 결과를 효과적인 다이어그램으로 나타내는데 기여함. (과학적 의사소통 능력)
- 모둠에서 작성한 물질의 물리적 성질의 조사, 분류, 토의 결과를 바탕으로 설득력 있게 발표함. (과학적 의사소통 능력)
- 물리적 성질을 분류한 기준이 합리적이고, 과학적으로 타당함. (과학적 사고력)

參考 文獻

- 教育部 (2015). 2015 改正 教育課程 總論. 首爾: 教育部.
- 溫正德, 金敬子, 朴熙卿, 洪恩淑, 黃圭浩(2015). 2015 改正 教育課程 總論 解說書 開發 研究. 教育部.
- 韓國教育課程評價院(2015). 2015 改正 教育課程을 위한 教科 教育課程 開發 政策研究陳 合同 workshop(4次) 資料集 首爾: 韓國教育課程評價院.
- Krathwohl, D.R., Bloom B.S., Massia B.B. (1964), Taxonomy of Educational Objectives (Hand book 2, Affective Domain), NY: David Mckay.
- Mike Sharples, Anne Adams, Rebecca Ferguson, Mark Gaved, Patrick McAndrew, Bart Rienties, Martin Weller, Denise Whitelock (2014), Innovating Pedagogy 2014 REPORT, Open University, United Kingdom
- Trilling, B., Fadel, C. (2009). 21st Century Skills – Learning for life in our times. San Francisco: Jossey-Bass.

<부록> 물리학 분야 내용 체계표

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소					기능
			초등학교		중학교	고등학교		
			3~4학년	5~6학년	1~3학년	물리학 I	물리학 II	
힘과 운동	시공간과 운동	시공간의 측정 은 상대성이 있다.				·동시성 ·질량-에너지 등가성	·등가 원리 ·중력 렌즈 효과 ·블랙홀 ·가속 좌표계	·문제 인식 ·탐구 설계와 수행 ·자료의 수집·분 석 및 해석 ·수학적 사고와 컴퓨터 활용 ·모형의 개발과 사용 ·증거에 기초한 토론과 논증 ·결론 도출 및 평가 ·의사 소통
	힘	물체의 운동 변화는 뉴턴 운동 법칙으로 설명된다.		·속력 ·속력과 안 전	·등속 운동 ·자유 낙하 운동	·뉴턴 운동 법칙	·등가속도 운 동 ·포물선 운동 ·단진자 운동 ·천체의 운동	
		물체 사이에는 여러 가지 힘 이 작용한다.	·무게 ·수평 잡기 ·용수철저울 의 원리		·중력 ·마찰력 ·탄성력 ·부력		·힘의 합성과 분해 ·물체의 평형	
		운동량은 물체 의 충돌 전후 에 보존된다.				·운동량 보 존 ·충격량		
전기와 자기	역학적 에너지	마찰이 없는 계에서 역학적 에너지는 보존 된다.			·중력에 의 한 위치 에너지 ·운동 에너 지 ·역학적 에 너지 보 존	·역학적 에 너지 보존		
	전기	두 전하 사이 에는 전기력이 작용한다.			·전기력 ·원자 모형 ·대전 ·정전기 유	·원자와 전 기력 준 ·에너지 위	·전하와 전기 장 ·전기력선 ·정전기 유도	

					도		·유전 분극
		물질은 전기적 성질에 따라 도체, 부도체, 반도체로 구분된다.				·고체의 에너지 띠 ·전기 전도성	·전기 저항
		전기 회로에서는 기전력에 의해 전류가 형성된다.		·전기 회로 ·전기 절약 ·전기 안전	·전기 회로 ·전압 ·전류 ·저항		
	자기	전류는 자기장을 형성한다.		·전자석	·자기장 ·전동기 ·발전	·전류에 의한 자기장	·전류에 의한 자기장 ·자기력선
		물질은 자기적 성질에 따라 자성체와 비자성체로 구분된다.	·자기력 ·자석의 성질			·물질의 자성	
		자기장의 변화는 전기 회로에 기전력을 발생시킨다.				·전자기 유도	·유도 기전력
열과 에너지	열평형	온도가 다른 물체가 접촉하면 온도가 같아진다.		·온도 ·전도, 대류 ·단열	·온도 ·열의 이동 방식 ·열평형		
		물질의 종류에 따라 열적 성질이 다르다.			·비열 ·열팽창		

	열역학 법칙	에너지는 전환되는 과정에서 소모되거나 생성되지 않는다.			·소비 전력	·내부 에너지	
		열이 모두 일로 전환되지는 않는다.				·열효율	
	에너지 전환	에너지는 다양한 형태로 존재하며, 다른 형태로 전환될 수 있다.			·에너지 전환		·열의 일당량
파동	파동의 종류	음파는 매질을 통해 전달되는 파동이다.	·소리의 발생 ·소리의 세기 ·소리의 높낮이 ·소리의 전달		·횡파, 종파 ·진폭 ·진동수 ·파형		
		빛을 비롯한 전자기파는 진공에서 전자기 진동이 공간으로 퍼져 나가는 파동이다.	·빛의 직진 ·그림자				
	파동의 성질	파동은 반사, 굴절, 간섭, 회절의 성질을 가진다.	·평면거울 ·빛의 반사	·프리즘 ·빛의 굴절 ·볼록 렌즈	·빛의 합성 ·빛의 삼원색 ·평면거울의 상	·파동의 요소 ·파동의 간섭	·파동의 굴절 ·파의 간섭
	파동은 정보를 전달할 수 있다.				·광통신	·전자기파	

		다.					
현대 물리	빛과 물질의 이중성	빛과 물질은 입자와 파동의 성질을 모두 가진다.				·빛의 이중성 ·물질의 이중성	·빛의 입자성 ·입자의 파동성
	미시 세계의 운동	미시 세계에는 운동량과 위치를 동시에 정확하게 측정할 수 없다.					·불확정성 원리