

Current Status of Integrated Science in College Liberal Education

Bokyoung LEE

University College, Yonsei University, Seoul 03722, Korea

Won Sup KIM · Jean Soo CHUNG*

Department of Physics, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Eungbin KIM

Department of Systems Biology, Yonsei University, Seoul 03722, Korea

Hye Young KIM

Division of Liberal Arts and Science, Korea National Sports University, Seoul 05541, Korea

Young-Kyun KWON

Department of Physics, Kyung Hee University, Seoul 02447, Korea

Duckhwan LEE

Department of Chemistry, Sogang University, Seoul 04107, Korea

(Received 01 October 2021 : revised 27 December 2021 : accepted 27 December 2021)

This study analyzed the current status of integrated natural science courses that cover all natural science fields offered to liberal arts students in Korean universities. It was found that only 40% of Korean universities offered integrated natural science courses. To examine these courses, we inspected students' course guide handbooks and syllabuses to classify contents and teaching methods. Most of the courses were just a simple combination of physics, chemistry, and biology mainly adopted in traditional "Introduction to Natural Science" - type courses. Developed countries provide integrated science, scientific inquiry methods, and science-related-to-everyday-life courses. True integrated science courses that provide a natural science perspective were extremely rare. Only a few Korean universities have recognized the need for integrated science education, and some have only attempted to do so. However, Korea has not developed its integrated natural science curriculum in liberal education, hence the lack of proper textbooks and teaching materials.

Keywords: University, Liberal education, Integrated Science

대학 교양교육에서 통합과학의 현황

이보경

연세대학교 학부대학, 서울 03722, 대한민국

김원섭 · 정진수*



충북대학교 물리학과, 청주 28644, 대한민국

김응빈

연세대학교 시스템생물학과, 서울 03722, 대한민국

김혜영

한국체육대학교 교양교직과정부, 서울 05541, 대한민국

권영균

경희대학교 물리학과, 서울 02447, 대한민국

이덕환

서강대학교 화학과, 서울 04107, 대한민국

(2021년 10월 01일 받음, 2021년 12월 27일 수정본 받음, 2021년 12월 27일 게재 확정)

본 연구에서는 현재 국내 대학에 개설된 교양 과학강좌 중에서 대학생 전체를 대상으로 하는 자연과학 전반을 다루는 통합형 과학 강좌 현황을 분석했다. 강좌의 제목으로만 판단하면, 국내대학 중 약 40% 정도의 대학에서만 통합형 자연과학 강좌를 개설하고 있었다. 통합형으로 선별된 자연과학 강좌에 대해서는 학사편람과 강의계획서를 통해 교과목 유형 및 내용, 강의 운영 방식을 보다 자세히 조사했다. 그 결과 강좌 제목은 통합과학을 표방하였으나, 대부분은 기존의 ‘자연과학 개론’ 형태의 물리학, 화학, 생물학 내용을 단순 나열하는 형태의 강좌가 대부분이었고, 자연과학 전반을 조망하는 통합과학을 제공하는 경우는 극히 드물었다. 선진국의 경우 통합과학, 과학적 탐구방법, 일상생활과 관련된 과학을 제시하기도 한다. 결론적으로 국내 대학에서는 극히 일부만 교양 과학 교육에서 통합과학 교육의 필요성을 인지하고 새로운 시도가 진행되고 있지만, 현실적으로 우리나라 대학의 교양 교육에서 통합과학의 교육과정은 거의 개발되지 않았고, 통합과학을 가르치기 위한 교재도 거의 없는 실정이다.

Keywords: 대학, 교양교육, 통합과학

I. 서 론

컴퓨터의 등장과 함께 촉발된 정보통신 기술(ICT)의 발전으로 현대 문명은 빠르게 변화하고 있다. 4차 산업혁명이란 단어를 처음 제시한 Schwab은 과학과 기술이 4차 산업혁명을 이끌 것이라 했다 [2]. 과학과 기술이 변화를 주도하는 미래에 대비하기 위해서는 대학의 교양교육에서도 과학교육을 강화시킬 필요가 있다. 특히 우리나라의 고등학생은 문과와 이과로 철저히 구분되어 학문적으로 단절된 교육만 받고 대학에 진학하기 때문에 대학의 교양 교육에서의 과학교육이 중요하다. 고등학교의 문과 출신 학생은 기본적인 과학의 내용을 배울 기회조차 제공받지 못한다. 이과 출신 학생도 대학수학능력시험에서 좋은 점수를 받기 위한 뼈뺀 과학 교육만 받고 진정한 과학적 소양을 기를 수 있는 교육은 받지 못한다. 과학과 기술이 사회의 빠른 변화를 이끄는 시대에는 개인을 위해서든 국가

전체의 경쟁력을 위해서든, 모든 사람들이 과학적 소양을 가지는 것이 중요하다. 그런데, 우리나라의 대학신입생들은 절름발이 교육의 피해자들이다. 대학은 이런 신입생들이 빠르게 변하는 사회에 적응할 수 있는 기본 역량을 가르치는 마지막 단계의 교육기관이다. 따라서 대학의 교양 교육에서 모든 학생들이 과학적 소양을 갖추도록 교육하는 일은 매우 중요하다 [3].

그러나 현재 국내 대학의 교양교육에서의 기초과학 교육의 현실은 이런 문제 상황을 전혀 반영하지 못한다. 대부분의 대학이 제공하는 자연과학의 교양과목은 두 가지로 분류할 수 있다. 첫째는 이공계 학생들이 수강하는 자연과학의 기초를 가르치는 수학·과학의 기초를 가르치는 과목(‘기초학문’이라 씀)이다. 이런 부류의 과목은 이공계를 전공하는 학생들만 수강하고, 많은 수학적 내용을 사용한다. 둘째는 인문사회계를 포함한 전체 학생이 수강해야하는 약 4-5개의 중핵 영역(핵심 영역 등 다양한 이름을 가지지만, 아래에서는 ‘중핵’이라 씀)의 일부로 개설되는 과목들이다.

*E-mail: chung@chungbuk.ac.kr

하지만 중핵 영역에 개설된 많은 과목은 이공계 학생들의 전공기초를 위한 과목과 별반 다르지 않고, 인문사회계열을 포함하는 전체 학생을 위한 ‘과학 교양 교육’의 역할을 하는 과목은 거의 없다. 이러한 피해는 이공계에 진학한 학생들에게도 미친다. 이들은 자신들의 전공이 사회적·역사적 맥락에서 어떤 의미와 중요도가 있었는지는 정작 배우지 못한다. 오로지 전공 지식을 습득하기 위한 기초 교육만 받고, 개념 위주의 기능 습득에만 몰입하고 만다 [4, 5]. 대학의 인문사회계열에 진학한 학생들은 고등학교에서 과학을 배울 기회도 없었고, 대학에서도 현대의 과학기술 사회를 가능하게 만들어준 과학의 진정한 가치를 배울 기회가 없다. 이들은 막연히 과학을 문명과 자연을 파괴시킬 수 있는 잠재적 주범으로 인식하면서 반과학적 성향을 가지게 되는 경우도 있다.

1970년대 이후 세계적으로 대학에서 교양교육으로서의 과학교육은 모든 학생들이 과학자들이 사고하는 방식에 대해 이해하도록 하고, 미래 세대들에게 과학적 관점을 기반으로 과학과 사회의 관계를 파악하도록 하는데 중점을 두고 있다 [6]. 1990년 교양 교육에서 과학의 중요성이 더욱 부각되면서 미국과학진흥협회(American Associations of Advancement of Science: AAAS)는 바람직한 과학교육을 위한 실천계획 도출을 위한 연구 과제에 착수하였다. 이 기관은 21세기를 살아가 학생들에게 필요한 과학적 이해의 적정한 수준은 무엇이며, 이를 위해서 대학에서 과학을 어떻게 가르쳐야 하는지에 대한 결론과 실천 과제를 담은 보고서도 출판하였다 [7]. 21세기 들어서면서 과학적 소양은 민주사회의 발전을 지속하기 위해 모든 시민이 갖추어야 하는 필수적인 것이라는 인식이 확산되고 있다 [8]. 모든 사람(특히 비전공자)을 위한 과학교육은 여전히 대학사회가 풀어야 하는 중요한 과제이다. 이러한 과학적 소양함양에 대한 높은 사회적 요구에 대응하여 세계 유수의 대학은 학부생, 특히 비전공자를 위한 과학 교과과정을 새롭게 개발하여 운영하고 있다.

국내의 과학교육에 관련한 연구는 초·중등 교육에 관련된 내용이 대부분이고, 아직도 대학에서의 교양과학교육에 대한 연구는 미미하다 [9]. 최근 들어 국내에서도 대학 교양 과학교육의 실태를 파악하고 문제점을 제시하는 연구결과들이 서서히 발표되고 있다. 수도권 일부 대규모 대학에서의 교양과학 교육 현황 [3,10], 교양과학 교육에서의 주제별 학생들의 선호도 조사 [11], 미국대학과 국내 대학에서의 일반화학 교육과정 변화에 대한 연구 [4], 그리고 전국적인 규모에서 대학 교양과학 과정에 대한 전반적인 현황과 문제점을 도출한 연구 결과 [5] 등이 있다. 특히 손향구 등에 의해 발표된 결과에 의하면, 국내 40개 대학 중 약 절반정도만이 교양과학과목 의무이수 규정이 있었고, 이중에서도

대부분의 대학이 수학과 과학을 포함한 전체 교과목 중 한 과목만 이수하도록 되어있었다 [5]. 이는 교양교육을 강조하는 전통적인 미국대학들이 모든 학생에게 수학과 과학 분야에서 각각 1 과목 이상을 이수하도록 요구하는 것과 대조적이다. 또한 극히 일부 대학에서만 비이공계 학생을 위한 과학과목을 개설한 사례가 있었다. 이 경우에도 학생들이 쉽게 접근할 수 있는 내용 위주로 구성하는 것이 위주여서, 기초과학의 기본 개념 및 원리 이해를 제공할 가능성은 거의 없다.

본 연구에서는 현재 국내 대학에 개설된 교양 과학강좌 중에서 교양과학 과목의 실태를 조사했다. 이공계를 위한 기초학문 분야는 제외하고, 인문사회계 학생을 포함한 전체 학생을 대상으로 하는 중핵 영역 내의 통합형 과학 강좌를 중심으로 분석한다. 전국 대학에서 상위권, 중위권, 하위권 대학을 대표하면서도, 지역별 안배를 고려하여 가능한 많은 대학을 선정하였다. 인터넷에 공개된 강의 제목과 개요를 조사하여, 이 대학들이 제공하는 통합형 과학 강좌를 선별하고, 보다 자세한 분석을 위해 인터넷에 공개된 자료를 바탕으로 교과목의 보다 자세한 성격 및 강의 운영 방식을 조사하였다. 그 결과 제목은 통합형 과학을 표방하였으나 대부분은 교수자의 전공을 강조하는 강좌가 대부분이었고, 진정한 통합형 과학을 제공하는 경우는 극히 드물었다.

반면 해외 선진대학은 통합형 과학 강좌를 개설하는 대학이 많다. 어떤 강좌는 물리학, 수학, 생물학을 통합하여 문제를 제시하기도 하고, 다른 강좌에서는 과학적 탐구 방법과 분석 방식을 강조하기도 한다. 일상생활과 관련된 다양한 주제에 대해 물리학적 설명을 제공하는 강좌도 있다. 이런 사례와 비교하면, 우리나라 대학에서 제공하는 통합과학 교양강좌는 매우 뒤처져 있다고 판단된다.

II. 국내 통합과학 교과목 개설 현황

현재 우리나라에는 약 180 여 개에 달하는 4년제 대학이 있다. 이 대학들이 제공하는 교양 과목 중 과학 교과목의 성격을 분석하기 위해, 입학성 학력 분포, 지역적 분포, 홈페이지에 공개된 정보 등을 고려하여 전국 105 대학을 선별하였다. 이 대학들이 2018년도에 개설한 교양 강좌 중 과학 관련 강좌 전체의 강좌명을 조사하였다. 이 연구의 목적은 모든 학생을 위해 개설된 통합형 교양 과학 강좌를 분석하는 것이므로 기초학문은 제외하였다. 중핵영역에서 자연과학 전반을 소개하는 “통합형 자연과학 강좌”를 개설한 대학은 41 대학(38%) 뿐이다 [12]. 60% 이상의 대학은 전체 학생의 과학적 소양을 기르기 위한 통합과학 교양 교과과정을 가지고 있지 않다는 뜻이다.

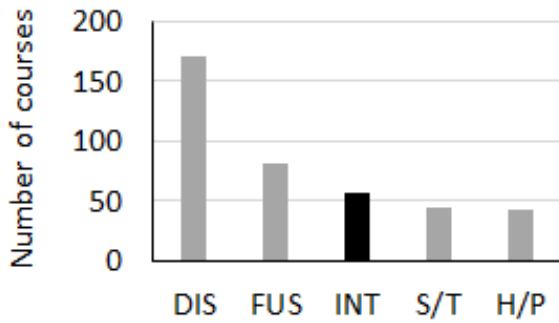


Fig. 1. Classification by course titles; disciplinary science (DIS), fusion with other fields (FUS), integrative science (INT), science and technology (S/T) and history/philosophy (H/P).

1. 통합과학 교과목의 제목 분석

위에 언급한 41개 대학의 대부분은 4 - 5개의 중핵 영역(인문, 사회, 과학, 기타)에서 학생들이 각각 1 - 2개 정도의 교양 교과를 이수하게 한다. 이 대학들이 자연과학 중핵 영역에 개설한 강좌는 404개 강좌다. 이 강좌들의 강의명과 학사편람의 강의 개요에 의해 분류하면 이 강좌들은 5가지 성격으로 나뉜다. (괄호 안의 숫자는 강좌의 수)

1. 분과과학 disciplinary (171): 생활과 물리, 생활 속의 화학, 생명의 이해, 지구의 탐구 등
2. 융합 및 기타 fusion (81): 환경과 사회, SF 인문학: 과학·인간 그리고 미래, 음식의 과학, 생명과학으로 인문학하기, 과학과 예술, 신·인간·과학 등
3. 통합 과학 integrative (56): 자연과학의 이해, 빅뱅에서 문명까지, 생활 속의 과학 등
4. 과학/기술 science/technology (45): 과학기술과 사회적 논쟁, 과학기술과 커뮤니케이션, 현대사회와 과학기술 등
5. 과학사/과학철학 history/philosophy (42): 과학사, 역사속의 과학, 과학기술의 역사, 과학의 철학적 이해, 철학으로 읽는 과학 등

제일 많은 분과 과학(42%)은 강의자의 전공에 따라 물리 또는 화학 등 분절된 한 분야만 가르친다. 융합 및 기타(22%)는 인문사회학 혹은 예술과의 접목을 시도한 형태다. 통합과학(14%)은 자연과학의 전 분야를 통합적 관점에서 폭 넓게 이해하기 위해 과학 전반에 대한 소개를 하는 형태다. 과학기술(11%)은 과학·기술·사회(Science, Technology, and Society)를 소개하는 형태다. 과학사/

과학철학(11%)은 인문학 강좌가 자연과학으로 둔갑한 것이다.

국내 자연과학 중핵 영역은 자연과학 전반을 아우르는 통합적인 교육이라기보다는 기존의 분과적 교육이 지배적이다. 인문학 강좌가 11%를 차지하고, 융합 과목 중에는 신이 포함된 것도 있으니, 자연과학 중핵영역의 과목들은 자연과학의 정체성마저 흐리게 만든다. 고등학교에서 자연과학을 거의 배우지 않은 인문·사회 계열 학생에게는 평생 전반적인 자연과학을 소개 받을 마지막 기회마저 박탈될 수 있음을 시사한다.

2. 통합과학 교과목의 강의 내용 분석

강의 제목과 강의 개요를 기준으로 통합과학으로 일단 분류된 56 강좌의 성격은 아래 6가지 성격으로 나뉜다. (괄호 안의 숫자는 강좌의 수)

1. 분과 과학 병치 juxtaposition (21): 자연과학의 이해(16), 자연과학개론(3), 자연과학의 세계(2),
2. 생활 속의 과학 science in life(15): 생활 속의 과학(4), 생활과 과학(4), 현대사회와 과학(2), 생활의 과학적 해석, 현대인의 삶과 과학이슈,
3. 자연과 인간 science/humanity (7): 자연과 인간(2), 과학과 인간, 과학과 인간의 삶, 자연과 함께하는 삶, 과학문명의 이해,
4. 과학적 사고/방법 thinking/method (7): 과학적사고와 과학적 방법(2), 과학적사유와 문제해결(2), 자연과학방법론, 과학의 원리,
5. 기타 etc. (5): 미시세계와 거시세계, 물질과 생명, 자연교양 세미나, 재미있는 과학이야기, 자연과 재료
6. 통합 과학 integrative (1): 빅뱅에서 문명까지

강의제목과 개요에는 통합적 자연과학 과목처럼 표현되었으나, 강의계획서의 내용은 그렇지 않은 경우가 대부분이었다. 이 연구에서 찾고자 하는 자연과학의 전 분야를 통합적 관점에서 제시하는 과목은 하나에 불과했다. 이 과목은 맥락이나 스토리 라인을 통해 다양한 학문분야의 개념을 상호 연관하여 설명하고 있다. 분과 과학의 병치(37%)는 기존의 자연과학 개론 과목처럼 물리, 화학, 생물, 지구과학을 연관성 없이 독립적으로 나열한 형태의 과목이다.

생활 속의 과학(27%)은 인간의 생활 속에서 나타나는 다양한 현상들을 과학으로 설명하고자 시도한다. 생활 속

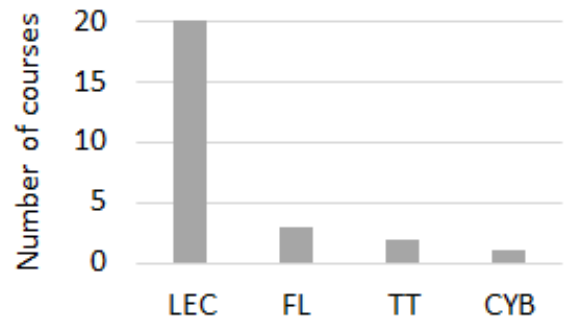
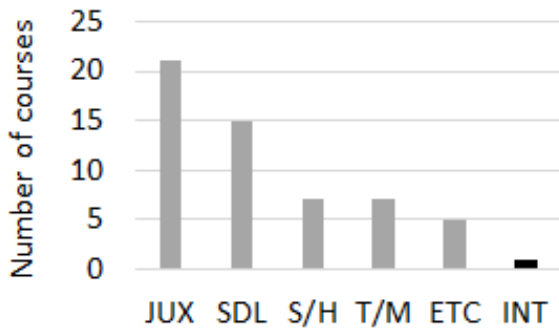


Fig. 2. Classification by outlines of the courses; juxtaposition of natural sciences (JUX), science in daily life (SDL), science/humanity (S/H), scientific thinking/method(T/M), etc. and integrative science (INT).

Fig. 3. Classification by teaching methods; conventional lecture (LEC), flipped learning (FL), team teaching (TT) and cyber lecture (CYB).

의 주제를 다루면서 과학에 무관심한 학생이나 인문사회계 학생들이 쉽게 다가올 수 있게 하지만, 과학교육 본연의 목적인 과학의 기본 개념이나 원리를 이해하기에는 부족한 ‘가벼운 과학’이다. 자연과 인간(12%)은 자연과학에 인문학과 사회학을 가미한 형태이다. 인문/사회학적 문제를 과학적 관점에서 접근하고자 하는 시도이지만, 이 역시 전반적 기초과학의 내용을 충실히 제시한다고 보기는 어렵다. 과학적 사고/방법론(12%)은 새로운 시도 중의 하나다. 과학이 축적해온 지식의 단순 전달이 아닌, 과학적 사고 방법과 이를 이용한 논리적/체계적인 문제해결 방법에 관한 내용으로 비교적 낮은 비율을 차지하고 있다.

3. 통합과학 강좌 운영 방식

통합과학 분류된 과목에 대한 구체적인 내용을 파악하기 위해 강의 계획서를 조사하였다. 강의계획서를 확보할 수 있었던 21개 대학, 총 26강좌의 강의 운영 현황은 다음과 같이 분류할 수 있다. (괄호 안은 강좌 수)

1. 강의식 lecture (20): 자연과학의 이해 (5), 자연과학 개론, 우주·물질·생명, 과학적 사고와 탐구, 자연과 인간, 과학 기술과 수학, 과학의 원리, 과학적 사유와 문제 해결 등
2. 플립 러닝 flipped learning (3): 자연과학의 세계, 융합적 사고로 풀어보는 과학세계, 빅뱅에서 문명까지,
3. 팀 티칭 team teaching (2): 자연과학의 이해, 물질과 생명
4. 사이버 cyber (1): 생활 속의 융합과학

26 강좌 중 21 강좌는 3 학점, 5 강좌는 2 학점으로 대부분은 3학점으로 수업을 진행한다. 강의식 lecture (77%)는 교수 1인이 진행하는 전통적인 이론 강의 운영 방식이다. 제목은 통합과학이지만, 자연히 강의를 하는 교수의 전공에 치우칠 수밖에 없다. 팀티칭 team teaching (8%) 전공이 다른 2인 이상의 교수가 가르치는 운영 방식이다. ‘자연과학의 이해’는 물리학, 화학, 생물학, 지질학을 전공한 교수 4명이 본인 전공의 내용을 가르친다. ‘물질과 생명’(특이하게, 이 대학은 비이공계 전교생이 들어야하는 과목이다.)은 화학과 교수가 물질을, 시스템생물학과 교수가 생명을 강의한다. 팀티칭은 전문성을 가진 교수가 강의하기 때문에 질 높은 강의를 들을 수 있으나, 다른 분야와의 연관성을 학생 스스로 구축하기는 어렵다는 단점도 있다.

플립 러닝 flipped learning (11%)은 학생들이 웹을 통해 강의를 듣고, 수업시간에는 토론과 문제 풀이 등의 활동을 진행하는 새로운 수업 방식이다. ‘자연과학의 세계’는 교수 한 명이 담당하지만 교내 온라인 시스템에 강의 동영상은 미리 탑재하고, 학생들은 수업 전에 이 강의를 시청하고 수업에 온다. 수업시간에는 퀴즈를 풀고 토론을 한다. 이 강의 콘텐츠는 KOCW(Korea Open Course Wave)를 통하여 일반에게도 공개되어있다 [13].

가장 주목할 만한 사례는 경희대학교의 ‘빅뱅에서 문명까지’이다. 이 강의는 경희대에 입학하는 모든 학생들이 수강해야 한다. 몇 년의 시행착오를 거치면서 플립 러닝 방식을 채택하고 있다. 수업에 들어오기 전에 학생들은 온라인 강의 시스템에 탑재된 강의 동영상을 시청하고, ‘구글 클래스룸’에 접속해서 퀴즈 풀기와 질문하기 등의 학습활동을 해야 한다 [14]. 이런 활동에 학생들의 참여하였는지를 확인해주는 강의관리시스템 learning management system(lms)을 활용한다. 컴퓨터가 채점할 수 있는 일은 자동화 하면서, 오프라인 수업에서는 크게 물질 파트와 생명 파트로 나누어, 물질 파트에는 물리 혹은 화학 전공 교수 1인, 생명 파트에

는 생명과학 혹은 의학 전공 교수 1인이 수업을 진행하여 깊이도 갖추고 학생들과의 소통을 위한 제도도 함께 갖추고 있다. 오프라인 강의 내용은 구글 클래스룸의 퀴즈 결과와 학생들이 올린 질문 등을 토대로 토론, 발표의 주제를 선정하여 자칫 산만해질 수 있는 분위기를 미리 차단하고 있다.

주목할 만한 점은 교양과학 26 강좌 중 과학 실험 및 실습을 포함하고 있는 강좌는 단 한 강좌도 없다는 사실이다. 아래에서 소개할 하버드 대학의 사례와 대조적이다.

4. 통합과학 강좌 교재의 성격

강의에서 사용하고 있는 교재를 조사한 결과, 통합과학 교양 총 26 강좌 중 절반인 13 강좌(50%)는 주교재 없이 자체 강의 자료로 강의를 진행되고 있다. 주교재, 참고문헌 등 어떠한 자료도 제시하지 않는 강좌도 8 강좌(31%)나 되었다. 학생들이 개별적으로 학습할 수 있는 기회가 매우 제한된다는 점에서 이는 매우 심각한 문제이다. 다른 관점에서 본다면 교수진들이 마땅한 통합과학 교재를 찾기 어렵다는 점을 시사할 수도 있다.

주교재로 사용하고 있는 15 권은 주제 및 성격에 따라 5 가지로 분류할 수 있다.

1. 분과 과학 disciplinary science (8): 현대과학의 이해, 개념으로 본 화학 세계, Science 101: Chemistry, 자연과학의 이해, 자연과학 개론, 화학의 현재와 미래, 최중이론의 꿈, 코스모스
2. 과학사/과학철학 history/philosophy (4): 과학사의 이해, 과학을 성찰하다, 과학으로 생각한다, 과학의 지형도
3. 통합 과학 integrative science (1): 빅뱅에서 인간까지
4. 과학적 사고/방법 scientific thinking/method (1): 생각한다면 과학자처럼
5. 융합 fusion with other fields (1): 과학적 사고와 인간

주교재로 사용하고 있는 15 권 중 출판한지 10 년 이상 (2008 년 이전 출판)인 책이 8 권(53%)에 이르며, 더구나 이중 2 권은 이미 절판되어 서점에서 구할 수조차 없는 교재였다. 교재 중에는 분량이 200 쪽이 안 되는 책이 3 권이었고, 백여 쪽 짜리의 소책자도 있었다. 이러한 교재들은 대학생을 위한 한 학기 분량의 교재라고 보기에는 너무 미흡한 수준이다. 또한 Science 101은 대학생 교재라고 보기보다는 초중 학생들을 위한 흥미 위주 상식 수준의 교재로써 과연

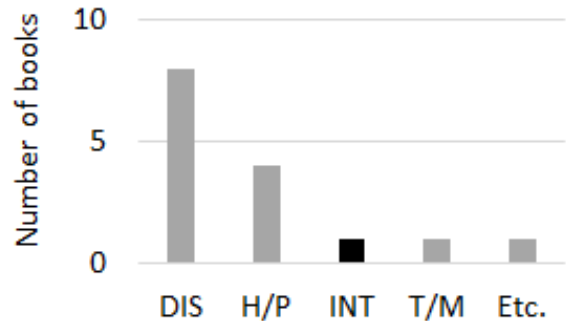


Fig. 4. Classification by the contents of textbooks; disciplinary science (DIS), history/philosophy (H/P), integrative science (INT), scientific thinking/method (T/M) and Etc.

대학교재라고 할 수 있을지 매우 의심스럽다. 사용하고 있는 주교재의 주제들 또한 대부분 통합과학이 아닌 물리, 화학, 생물, 지구과학 내용을 따로 가르치는 강좌도 있었다. 강좌명은 통합과학으로 제시했지만, 과학사와 과학철학을 주교재로 사용하는 강좌도 있었다. 교재로 보아서는 한 가지 전공만 가르치는 강좌도 다수 있었다.

교재로는 ‘빅뱅에서 문명까지’ 강좌에서 사용하고 있는 교재가 통합과학의 취지에 가장 접근한 책으로 판단된다. 주교재 ‘빅뱅에서 인간까지’ [15]는 통합과학 강좌에 참여하는 교수진들이 강좌 성격에 맞게 집필한 교재이다. 내용의 범위는 기초과학의 전 영역뿐만 아니라 최신 기술관련 내용까지 포함하고 있다. 하지만 내용의 난이도 및 학문적 깊이 면에서는 다소 부족한 듯이 보인다.

반면 과학적 방법론에 비중을 두었지만 통합과학 교재로써 국제적인 교양 교육의 기준의 내용 및 난이도 면에서 인정 받을만한 교재로는 ‘생각한다면 과학자처럼’ (원저: A Survival Guide to the Misinformation Age: scientific habits of mind) [16]이 있다. 이 교재는 Columbia 대학의 중핵과정 (core curriculum)으로 개발한 ‘첨단 과학 (Frontiers of Science)’ 과목에서 사용하는 온라인 강의자료 [17, 18] 내용을 토대로 출판한 교재이다. 과학의 속성이 잘 정리되어 있고, 정보의 홍수에서 어떻게 올바른 정보를 가려 내는지 등이 잘 소개되어 있다.

한두 강좌에 국한된 내용이지만, 참고도서의 경우에는 과학과는 전혀 무관한 책들도 다수 포함되어 있었다. ‘스물 아홉, 직장 밖으로 행군하다’, ‘인문학 습관’, ‘아트 스피치’, ‘헬스케어 이노베이션’, ‘지금 여기서 당신의 인생을 메이컵하라’, ‘당신의 인생을 이모작하라’ 등 과학교양 강좌와는 너무나 동떨어진 자기개발 혹은 처세술에 관련된 저서들을 추천한 강좌도 있었다.

III. 해외 대학의 통합과학 교과목 개설 현황

해외 대학의 통합과학 교육 현황을 파악하기 위해 북미 지역 대학에 대해 강의계획서 및 교양강좌 소개 자료를 조사했다. 그중 비교적 통합과학 취지에 맞게 성공적으로 통합과학 교양교육을 진행하고 있다고 판단된 대학의 사례를 아래에 제시한다.

1. 하버드대학 (Harvard Univ.)

하버드대학은 두 학기용 ‘통합과학(Integrated Science)’ 교과과정인 LS50를 개설하고 있다. 이 강좌의 목표는 학생으로 하여금 생물학, 화학, 물리학 및 수학의 개념과 방법을 사용하여 과학적 문제를 해결할 수 있도록 하는데 있다. 물리학이나 수학적 원리나 주제와 통합된 생물학의 사례를 활용하여 복잡한 문제를 간단하게 형태로 만들고, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 물리적, 생물학적 세상을 조절하는 동력학계(dynamic system)의 거동에 대해 학생들이 직관을 가질 수 있도록 한다. 이 과목 수강생은 과학실험을 위해 부트캠프(bootcamp)를 통해 컴퓨터 언어인 매트랩(Matlab)과 생물학 실험기술 등을 익힌 후, 매 학기 팀별 연구실험을 진행하여 결과보고서를 제출한다. 이 강좌의 교수진으로 다양한 전공의 교수 5명, 실험담당교수 2명 및 8명의 조교가 참여하고 있다. 교과 내용에 대한 이해를 돕기 위해 주별 강의 내용을 다음 Table 1에 제시한다 [19].

2. 컬럼비아대학 (Columbia Univ.)

컬럼비아대학의 중핵과정(core curriculum)으로 여러 교수가 공동으로 개발한 ‘첨단 과학 (Frontiers of Science)’ 과목은 모든 1학년 학생이 필수로 이수해야 하는 한 학기용 과목이다. 이 과목의 교육 목표는 과학적 소양을 함양하는데 필요한 비판적 사고능력을 개발하고, 다양한 분야의 최신 발견에 대한 관심을 가지게 하는데 있다. 이 과목은 2004년 Columbia 대학 개교 250주년을 기념하면서, 모든 학부생이 과학을 통해 새로운 관점을 가질 수 있도록 하려는 취지에서 개발되었다. 르네상스 시대 이후 현대과학은 자연 세계에 대한 독창적이고 심오한 접근방법을 활용하여 우주에 대한 완전히 새로운 관점을 제공했다는 사실에 대한 인식이 배경에 깔려있다 [17,18].

이 과목은 한 학문 영역에서 벗어나 여러 과학 분야의 맥락에서 탐구에 대한 과학적 접근 방식을 익히도록 한다. 교수진은 다양한 학문영역을 넘나들면서 학생들이 모든

분야에 적용할 수 있는 분석 기술을 경험할 수 있도록 애쓴다. 교과 내용은 신경 과학, 천체 물리학, 지구 과학 및 생물 다양성의 요소를 포함하며, 첫 두 주제는 우주에서의 우리의 입장에 대한 과학적 맥락에서의 질문이고, 나중 두 주제는 중요한 사회적 문제와 연결되어 있다. 모든 과목은 대규모 강의와 소규모 세미나로 진행되며, 교수와 세미나 리더들이 나누어 진행한다. 강의와 세미나 자료를 보완하기 위한 과학기사, 대중서적 등 다양한 자료가 활용된다 [18]. 강의 내용은 아래 Table 2에 정리했다. 한편 최근 이 강좌의 책임자인 D. J. Helfand는 강의 내용을 정리하여 책으로도 출간하였다 [16].

3. UC Berkeley

개인 교수차원에서 개발한 학부생 전체를 위한 과학 교과목 중 성공적인 사례로는 UC Berkeley 대학의 Richard A. Muller교수가 가르치는 ‘대통령을 위한 물리학(Physics for future Presents)’이라는 강좌가 있다. Muller교수는 현대적이며, 일상생활과 직접적으로 연관된 물리학의 양상에 대한 자신의 이해에 기반을 두어 물리학 교과과정을 구성하였다. 현대물리학 분야인 상대론이나 양자역학과 관련된 내용도 포함하면서도 동시에 교양교육의 맥락(general education context)에서 가르칠 수 있도록 하였다. 이 과목은 과제와 학습량이 많음에도 불구하고 학부생들에게 가장 인기 있는 과목 중 하나이며, 2009년 재학생이 뽑은 최고의 강의로 선정되기도 하였다. 팟캐스트와 유튜브의 교육 채널에서도 들을 수 있는 그의 강의는 강좌 하나에만 70만 명이 넘게 시청하였고, 교재는 단행본으로 발간되어 한국어를 비롯한 여러 언어로 번역되었다 [20].

IV. 결론 및 논의

본 연구를 통해 연구진은 국내 41개 대학의 교양 중핵 영역에 개설된 총 404개의 과학 강좌를 분석하였다. 물리학, 화학, 생물학, 지구과학 각각의 과목을 가르치기 위해 개설된 분과 과학 강좌가 약 42%, 인문사회학 혹은 예술과 접목된 형태의 융합강좌는 약 22%, 과학의 모든 분야를 가르치는 과목인 통합과학은 약 14%, 기술과 과학의 접목형태의 과학기술이 11%를 차지하고 있었다. 인문학 과목인 과학사/과학철학이 자연과학 교육과정 영역을 잠식하고 있으며 전체 과목의 11%나 차지하고 있었다. 현 대학 현실에서 고등학교 때 과학을 거의 배우지 않은 문과 학생들은 이런 과목을 주로 선택하고, 결국 이들은 대학에서 실제로 자연과

Table 1. The Integrated Science topics covered, week-by-week for the fall and spring semesters.

Fall		Spring	
week	Topics	week	Topics
1	Intro and course overview. Biology as computation. Central Dogma.	1	Graphs & networks. Sequence alignment.
2	Intro to probability and Bayesian analysis. Equilibria, energy, and steady state. The Lac operon as a paradigm for gene regulation.	2	Sequence search algorithms. Finding sequence motifs.
3	Classical and molecular genetics.	3	Bayesian inference, probability & Markov models.
4	Math primer. Introduction to computation and differential equations.	4	Phylogenetic trees. Computational grammar. Gene finding.
5	Linear algebra. The cell division cycle.	5	Determining protein and nucleic acid structure. EXAM 1.
6	Linear algebra. The cell division cycle. EXAM1	6	Protein structure. Enzyme mechanism. Dynamical systems.
7	Introduction to thermodynamics, entropy, temperature.	7	Enzyme mechanism. Dynamical systems. Cell structure.
8	Statistical mechanics. Chemistry of bonding.	8	Dynamical systems. Cell structure. Neuroscience
9	Statistical mechanics. Chemistry of cellular molecules.	9	Facial recognition. Population genetics. EXAM2.
10	Statistical mechanics. Cellular energy budget. Cooperativity. EXAM 2	10	Population genetics. Stochastic phenomena in biology. Symmetry breaking.
11	Diffusion. Gene regulation.	11	Simulating stochastic processes. Evolutionary thinking. Evolution of development.
12	Diffusion. Gene regulation. Membranes.	12	Evolution of development. History & origin of life.
13	Reaction-diffusion systems. Electrostatics. Thanksgiving!	13	Watch this space! EXAM3.
14	Capacitors. Photosynthesis, oxidation, reduction. ATP synthesis. EXAM 3.		

Table 2. Chapter titles and subtitles for lecture of ‘Frontiers of Science’.

Title	Subtitle
A Sense of Scale	Are humans big or small? The limits of perception: the scale of space. Beyond direct experience. The limits of perception: scales of time.
Discoveries on the Back of an Envelope	Qualitative quantitative reasoning. De-sensationalizing the news. Questioning authority. The famous fermi problem. Estimating the unknowable. Sanity checks. Providing context. Perspective. Concluding thoughts.
Insights in Lines and Dots	Types of graphs. Limits and uncertainties. Tricks and misrepresentations. So how many red quasars are there anyway?
Expecting the Improbable	Probability defined. Rare things happen all the time. A mathematical definition of "luck"
Lies, Damned Lies and Statistics	How not to lie with statistics. Accuracy and precision. Error and uncertainty.
Correlation, Causation ... Confusion and Clarity	Correlation defined. Correlation applied.
What is Science?	Truth and falsifiability. Data. Experiments and observations. Models. Theories. Assumptions. The self-correcting nature of science

학 영역은 한 과목도 수강하지 않는 결과를 야기한다. 이는 다양한 영역에서의 소양을 기르기 위한 교양교육의 목표를 정면으로 역행하고, 선진국에 비해 현저히 부족한 우리나라 전 국민의 과학적 소양을 떨어뜨리는 중요한 요인이라 할 수 있을 것이다.

통합과학으로 분류된 56 과목들의 강의 개요를 분석한 결과, 강의 제목은 통합과학의 형태라고 표방하였지만, 강의 계획서의 내용은 실제 통합과학이 아닌 경우가 대다수였다. 대부분이 물리/화학/생물/지구과학의 벽을 그대로

막은 채로 개별 학문의 내용을 단순히 병치시킨 ‘분과 과학 병치’ 형태의 내용이었다. 비교적 많이 개설된 ‘생활 속의 과학’ 성격의 강좌들은 생활 속에서 볼 수 있는 가벼운 과학을 다루어 학생들의 접근성을 높이긴 했지만, 자연과학의 전체적인 조망은 없는 형태였다. ‘자연과 인간’은 주로 자연과학에 인문학을 가미한 형태이다. 현재 국내에는 자연과학 분야를 전반적으로 아우르며 과학적 방법 및 사고력 향상을 지향하는 성격을 가진 ‘통합 과학’은 거의 없는 것이 현실이다. 통합과학에 가장 충실한 강좌로 경희대의 ‘빅뱅

에서 문명까지'가 모범사례로 보인다. 또한 과학적 사고/방법론형태의 강좌로서 과학이 발견해온 지식을 알려주는 것이 아니라, 과학적 방법을 직접 학생들이 경험해 보게 하려는 새로운 시도도 나타나고 있는 것으로 보인다.

사용하고 있는 교재도 교양 교육의 취지를 살리고 있지 못하고 있는 것으로 보인다. 거의 절반에 해당하는 강좌에서 자체 제작한 강의 자료를 배포할 뿐 주교재 지정을 하지 않았다. 또한 강좌의 성격에서도 언급한바와 같이 각각의 분과적 성격의 교재가 다수를 차지한다. 그중 경희대 교수진들이 집필한 '빅뱅에서 인간까지' [15]가 가장 통합과학 성격에 부합하는 교재로 보이며, '생각한다면 과학자처럼' [16]도 통합과학 교육 성격 중 과학적 사고/방법론에 충실한 교재로 보인다.

결론적으로 41개 대학의 자연과학 중핵 영역에서 제공하는 404개 과목 중에서 자연과학 전 분야를 가르치는 통합과학 교과목은 2-3 과목 정도에 그친다. 통합과학을 위한 교육과정 개발 노력도 거의 보이지 않고, 마땅한 교재도 부족하다. 일부 대학에서는 통합과학 교과정의 필요성을 인지하고 새로운 시도를 진행하고 있지만, 연구 실적만 강요하는 현 대학의 실정을 감안하면 양질의 결과가 나오기는 어렵다. 최근 이러한 문제점들을 심각하게 인식하는 교수진들이 새로운 교육과정 설계 및 교재개발에 대한 필요성을 강조하고, 한국교양기초교육원 등 정부산하 교육관련 기관에서의 재정적 혹은 제도적 도움이 필요하다고 주장한 바 있다 [21].

해외에서의 교양 과학 교육은 우리 보다 앞서 있다. 미국의 국가연구위원회(2003)는 학부 교양교육과정에 비전공자, 모든 학생을 위한 과학교육이 필요하고, 대학과학교육을 통해 학생들이 (i) 실제적 지식의 심오한 기초를 가져야 하고, (ii) 개념적 틀의 맥락에서 사실과 아이디어를 이해하며, (iii) 검색과 적용을 쉽게 할 수 있도록 지식의 구성할 수 있도록 해야 한다고 보았다 [8]. 대학에서 과학교육을 강화해야 한다는 공감의 학문공동체 뿐 아니라 사회적으로 널리 확산되고 있다는 증거다. 과학교육에 대한 새로운 접근법으로 학문간 경계를 넘는 간학문적인(interdisciplinary) 접근이나 다양한 교수법의 도입 하는 등 새로운 교과과정이나 교과목이 고안되고, 적절한 교재를 출판하는 일도 성공적으로 추진되고 있음을 알 수 있었다.

과학기술이 주도하는 미래사회에서는 개인으로서 성공적인 삶을 위해서나 의사결정과정에 참여하는 세계시민으로서의 소양을 위해서는 과학교육이 중요하다. 우리나라 아직 이런 인식을 많은 사람이 공유하지 못하고 있다. 본 연구에서는 현재 국내 대학 교양의 자연과학 영역에 대한 전반적인 내용을 살펴보고 그 중 통합과학 교육현황에 대해 중점적으로 살펴보았다. 본 연구가 전수 조사는 아니지만,

4년제 대학의 50% 정도의 대학을 분석하였으므로, 앞으로 통합과학 교육에서 국내현황을 파악할 때 도움이 될 수 있을 것이다. 본 연구결과를 통해 제시된 현 국내 대학의 통합과학의 문제점들은 차후 대학 교양과학 강좌구성이나 교재 집필에 유용한 자료로 활용되기를 기대한다. 특히, 한국교양기초교육원이 진행하고 있는 모든 대학생들을 위한 통합과학 교과목을 위한 교재의 개발을 위한 사전 연구단계로 본 연구에서 제시한 현재 국내외 대학의 통합과학 교육 현황 및 도출된 문제점들은 앞으로 진행될 새로운 통합과학 교과목 및 교재 개발에 개선점을 제시하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다 [1,21].

감사의 글

정진수의 연구는 2020년도 충북대학교 연구년제 지원에 의하여 연구되었습니다. 이보경, 김응빈의 연구는 한국연구재단(NRF- 2019S1A5C2A04083293)의 부분적 지원으로 진행되었습니다.

REFERENCES

- [1] J. S. Chung *et al.*, Korean Council for University Education Report No. RR-2018-11-673, 2018.
- [2] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, (Crown Publishing Group, New York, 2017)
- [3] B. Lee, S. Chang and J. Lee, *The Journal of Curriculum Studies* **27**, 205 (2009).
- [4] B. Lee, *Korean Journal of General Education* **12**, 341 (2018).
- [5] H.K. Shon, J.H. Park and K.S. Lee, *Korean Journal of General Education* **12**, 199 (2018).
- [6] S. Haggis and P. Adey, *Studies in Science Education* **6**, 69 (1979).
- [7] AAAS, *The Liberal Art of Science: Agenda for Action*, The Report of the Project on Liberal Education and Sciences, (AAAS, Wasington, D.C., 1990).
- [8] National Research Council, *A Framework for K-12 Science Education* (The National Academies Press, Wasington, D.C., 2012).
- [9] J. Y. Han and S.-C. Lee, *Journal of the Korean Chemical Society*, **56**, 290 (2012).
- [10] H. Y. Kim, E.H. Lee and Y.S. Joo, *Korean Journal of General Education* **11**, 373 (2017).

- [11] E.K. Lee, K.-W. Lee and N. H. Jeoung, Korean Journal of General Education **10**, 297 (2016).
- [12] Kangnam Univ., Gangneung-Wonju Nat'l Univ., Kangwon Nat'l Univ., Konkuk Univ. (Seoul), Konkuk (Glocal), Gyeongsang Nat'l Univ., Kyungnam Univ., Kyungdong Univ., Kyung Hee Univ., Korea Univ., Korea Univ. (Sejong), Kwangwoon Univ., Kunsan Nat'l Univ., Gimcheon Univ., Daegu Univ., Tongmyong Univ., Mokpo Nat'l Univ., Mokpo Nat'l Maritime Univ., Paichai Univ., Baekseok Univ., Sangmyung Univ. (Seoul), Sangmyung Univ. (Cheonan), Sogang Univ., Seoul Nat'l Univ., Seoul Women's Univ., Semyung Univ., The University of Suwon, Sookmyung women's Univ., Silla Univ., Yonsei Univ. (Seoul), Yonsei Univ. (Wonju), Eulji Univ., Ewha Womans Univ., Inha Univ., Jeju Nat'l Univ., Jungbu Univ., Cheongju Univ., Pyeongtaek Univ., Postech, Hannam Univ., Hoseo Univ.
- [13] KOCW, <http://www.kocw.net/home/search/kemView.do?kemId=675342>
- [14] Google Classroom, <https://classroom.google.com>
- [15] Magna Historia research group, Big Bang to Human; Universe, Life, and Civilization, (Cheonga Press, Seoul, 2017).
- [16] David J. Helfand, A survival guide to the misinformation age: scientific habits of mind (Columbia University Press, NewYork, 2016)
- [17] Core curriculum in Columbia University, <http://bulletin.columbia.edu/columbia-college/core-curriculum/>
- [18] Frontiers of science, <http://ccnmtl.columbia.edu/projects/frontiers/>
- [19] LS50: Integrated Science web-site: <https://projects.iq.harvard.edu/ls50/lecture-topics>
- [20] R. A. Muller, Physics for Future Presidents: The Science Behind the Headlines (W.W. Norton & Company, New York, 2009).
- [21] W. S. Kim *et al.*, Korean Journal of General Education, **13**, 39 (2019).