



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사 학위논문

일본 슈퍼 사이언스 하이스쿨의
특징과 사례 분석

Characteristics and Case Analyses of
Super Science High School in Japan

2023년 2월

서울대학교 대학원
과학교육학과 물리전공
정인선

일본 슈퍼 사이언스
하이스쿨(SSH)의 특징과 사례 분석

Characteristics and Case Analysis of
Super Science High School (SSH) in Japan

지도교수 송진웅

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
과학교육학과 물리전공
정인선

정인선의 석사 학위논문을 인준함
2023년 2월

위원장 유준희 (인)

부위원장 채승철 (인)

위원 송진웅 (인)

국문초록

21세기는 빠른 과학기술 발전 속도로 인하여 관련 지식의 양이 폭발적으로 증가하고 있다. 따라서 미래 과학교육에서는 지식의 습득능력보다는 새로운 지식의 창출 및 활용능력을 갖춘 과학기술 인재의 양성이 강조되며, 이를 위해 미국을 비롯한 일본, 한국 등 많은 선진국들에서 STEM, STEAM 등과 같은 다양한 형태의 과학교육이 시도되고 있다. 또한 특성화된 과학교육 과정을 가진 학교들이 나타나면서 영재교육 뿐만 아니라 일반 고등학교에서도 보편화된 과학교육의 발전을 도모하고 있다.

과학교육적 측면에서 일본은 우리나라와 유사한 면이 많으며 현실적으로 직면하는 교육의 문제점도 유사하게 드러난다. 그중 ‘이과기피 현상(理科離れ)’은 최신 과학기술 중심의 산업구조를 갖는 두 나라에서 공통적인 문제로 인식되었다. 이에 대한 대책으로 일본은 2002년 문부과학성과 과학기술진흥기구 주체로 일반 고등학교에 각 지역과 학교의 특색에 맞는 자율적인 커리큘럼의 과학·수학 수업을 도입하는 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH) 사업을 시작하였다.

SSH 사업은 20년간 지속적으로 운영되어 2022년 현재 일본 전국 218개교가 운영되고 있으며, 학생들의 과학에 대한 흥미와 관심 증진 및 이공계 분야로의 진로선택 등에 큰 영향을 끼치고 있다. 이와 유사하게 우리나라에도 일반 고등학교에 특성화된 과학교육과정을 도입한 과학중점학교(SCS)가 운영되고 있으므로, SSH 사업의 특징과 장단점을 집중적으로 분석해 볼 가치가 있다.

본 연구에서는 SSH의 특징을 파악하기 위해 두 가지의 연구 방법을 택하였다. 첫째, 일본 전국 SSH의 ‘연구개발 실시보고서’를 언어 네트워크 분석(SNA) 기법으로 분석하여 SSH의 공통적 특징을 파악하였고, 일본 SSH의 특징과 지향을 보고서 속 키워드를 통해 확인하였다. 둘째, SSH의 대표 운영사례로 사업 개시 이후 현재까지 가장 오랜 기간 운영해 온 세 학교의 보고서를 심층 분석하여 장기간의 노하우를 가진 SSH의 운영사례를 파악하였다. 이를 통해 한국의 과학중점학교 사업에 대한

시사점을 제공하고자 하였다.

첫 번째 연구에서는 각 SSH에서 해마다 발행하는 ‘연구개발 실시보고서’ 속에 등장하는 단어들을 ‘연구개발의 개요’, ‘연구개발의 성과’, ‘연구개발의 과제’의 과정에 따라 언어 네트워크 분석 및 시각화 프로그램(넷마이너4.4.5)을 사용해 분석하였다. 각 과정에서 언어 클라우드, 단어 빈도수, 연결중심성, 응집구조를 통해 핵심어를 중심으로 한 그룹별 주제를 확인하고, 다른 단어들과의 연결 형태를 통해 핵심어가 의미하는 바를 구체화 하였다. 또한 연결중심성을 통해 SSH의 공통적인 특징을 분석하고, 보고서 원문에서 핵심어가 쓰인 문장을 찾아 각 단어의 세부 맥락을 파악하였다.

‘연구개발의 개요’에서 핵심어로 나타난 ‘육성’은 학생을 ‘우수한 인재로 양성’한다는 의미와 ‘학생의 소양을 길러낸다’는 의미로 사용되어 학교와 교사에 의한 학생의 능력과 소양의 성장을 목표로 하는 것을 의미한다. ‘글로벌’은 교류와 협동을 추구하는 ‘국제성’, 커뮤니케이션을 위한 ‘외국어(영어)교육’, 넓은 사회에서 ‘세계 무대를 경험’의 의미로서 활용되었다. 이는 SSH가 국내 활동뿐만 아니라 해외에서 활동하는 국제적 과학인재양성을 목표로 함을 의미한다.

‘연구개발의 성과’를 연결중심성으로 분석한 결과 ‘발표’가 가장 빈도수 높은 핵심어로 등장하였다. 학생들이 다양한 연구들을 직접 발표하며 다른 학생들에게 내용을 공유하고 발전시켜 나가는 SSH의 교육방법이 전국적으로 유사함을 의미한다.

‘연구개발의 과제’에서 가장 빈도수가 높은 핵심어는 ‘탐구’였다. ‘탐구’는 SSH 사업 속에서 학생들이 가지게 된 탐구 활동들을 평가하는 의미로 사용되었다. 구체적으로는 육성된 탐구력을 평가하고 부족한 점을 개선하려는 의미로 ‘탐구’를 서술하고 있음을 알 수 있다.

첫 번째 연구의 결과는 SSH의 주요 특징이 과학기술 인재양성을 목표로 학생의 능력을 ‘육성’하는 것이며, SSH의 학생들은 스스로 ‘탐구’한 연구를 ‘발표’한다는 것이다. 또한 SSH는 지역의 중고대연대, 산학연대, 해외의 학교와 연대 등 지역사회의 과학기술 연구개발의 거점으로서 과학교육 교류를 확장할 수 있다는 가능성을 보여주었다.

두 번째 연구에서는 20년이라는 가장 오랜 기간 SSH 사업을 운영해

온 세 학교를 대상으로 최근까지의 사업 성과를 분석하였다. 학교의 특징마다 차이점은 있었으나, 세 학교 모두 대학과의 연대가 뛰어나고, 활발한 해외교류로 국제성 함양에 기여하며, 지역사회에서 과학기술 연구개발의 거점 역할을 하는 것이 공통점으로 나타났다. 자율적으로 운영되는 SSH이지만 사업이 추구하는 최종목표는 동일하였다.

두 연구의 결과를 통해 고등학교 수준에서의 해외 교류와 이과 영어 교육이 가능함을 알 수 있었고, 입시 위주의 과학교육에서 벗어나 탐구와 발표, 과학기술자 윤리교육 등 학교가 추구하는 교육관으로 과학기술 인재양성이 가능함을 알 수 있었다.

본 연구는 20년간 운영되어 온 SSH의 특징 분석을 통해 같은 목적으로 운영되고 있는 과학중점학교와 같은 과학특성화 학교에서 활용할 수 있는 다양한 과학교육의 사례를 제시하고 있다.

주요어 : 슈퍼 사이언스 하이스쿨, SSH, 과학중점학교, 언어 네트워크 분석, 연결중심성, 일본과학교육

학 번 : 2021-21370

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 문제	3
3. 연구 과정의 개요	4
4. 연구의 한계	6
II. 선행연구와 이론적 배경	7
1. 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH)	7
가. SSH의 탄생 배경	7
나. 슈퍼 사이언스 하이스쿨 관련 선행연구	10
다. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 분류	14
라. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 역사	18
1) 시행기(2002년-2004년)	18
2) 본격 실시기(2005년-2009년)	21
3) 지정 확대기(2010년-2015년)	25
4) 제도 정착기(2016년-2020년)	28
5) 독립 운영기(2021년 이후)	33
마. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 성과	39
바. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 중간평가	40
2. 언어 네트워크 분석	44
가. 언어 네트워크 분석	44
나. 연결중심성	44
다. 커뮤니티와 응집구조	46
III. 언어 네트워크에서 나타난 SSH 특징 분석 ...	48
1. 연구 대상 및 방법	48

가. 연구 대상	48
나. 연구 방법	49
2. 자료수집 및 전처리 과정	51
가. 자료수집 과정	51
나. 전처리 과정	51
3. 연구 결과	53
가. ‘연구개발의 개요’에서 나타난 특징	53
1) SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 언어 네트워크	53
2) SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 연결중심성과 커뮤니티	55
3) SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 핵심어	58
나. ‘연구개발의 성과’에서 나타난 특징	65
1) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 언어 네트워크	65
2) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 연결중심성과 커뮤니티	67
3) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 핵심어	70
다. ‘연구개발의 과제’에서 나타난 특징	76
1) SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 언어 네트워크	76
2) SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 연결중심성과 커뮤니티	77
3) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 핵심어	81
IV. 주요 SSH 변천과 활동 사례 분석	86
1. 연구 대상	86
2. 연구 결과	86
가. 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교	90
1) SSH 운영개요	90
2) 학교 현황	90
3) SSH 운영 변천 과정	91
4) 최근 성과	96
나. 리츠메이칸 고등학교	98
1) SSH 운영개요	98
2) 학교 현황	98

3) SSH 운영 변천 과정	99
4) 최근 성과	104
다. 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교	106
1) SSH 운영개요	106
2) 학교 현황	106
3) SSH 운영 변천 과정	107
4) 최근 성과	110
라. 각 학교 성과 비교	113
V. 요약 및 결론	115
참 고 문 헌	120

<표 차례>

<표 1> SSH 선행연구	12
<표 2> SSH의 기능에 따른 분류 (國立研究開發法人科學技術振興機構 (JST) ,2021. P2.	15
<표 3> 중간평가항목과 평가내용(SSH中間評價實施要項)	42
<표 4> 평가기준의 구분	42
<표 5> 2021년 SSH 연구개발 실시보고서 기본 양식	49
<표 6> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 단어별 빈도수	54
<표 7> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 연결중심성 수치(상위 10개 단어만 표기)	56
<표 8> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 핵심어와 주제	58
<표 9> SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 단어별 빈도수	66
<표 10> SSH의 ‘연구개발의 성과’속 연결중심성 수치	67
<표 11> SSH의 ‘연구개발의 성과’속 핵심어와 주제	69
<표 12> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 단어별 빈도수	77
<표 13> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 연결중심성 수치	78
<표 14> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 핵심어와 주제	80
<표 15> 연도별 SSH의 활동 모습	87

<표 16> 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교 2021년 학생 및 학급 수	91
<표 17> 리츠메이칸 고등학교 2021년 학생 및 학급 수	99
<표 18> 리츠메이칸에서 자체제작한 영어과학 교재	104
<표 19> 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교 2021년 학생 및 학급 수	106

<그림 차례>

[그림 1] 연구 과정의 개요	5
[그림 2-1] 科學技術・理科大好きプラン(과학기술・이과 좋아하기 계획, 文部科學省, 2002, p.1)	9
[그림 2-2] 과학기술 이과 좋아하기 계획(한국어 번역)	9
[그림 3] 일본 전국 SSH 분포도(2021년 기준) (國立研究開發法人科學技術振興機構(JST), 2021. P13-14.)	17
[그림 4] SSH 사업 실시 체제(文部科學省科學技術・學術政策局基盤政策課, 2004)	20
[그림 5-1] 2005년 과학기술 이과 좋아하기 계획 및 관련 대책	23
[그림 5-2] 2005년 과학기술 이과 좋아하기 계획 및 관련 대책 (한국어 번역)	24
[그림 6-1] 2013년도 SSH 구조도	27
[그림 6-2] 2013년도 SSH 구조도(한국어 번역)	27
그림 7	27
[그림 8-1] 2020년도 SSH 구조도(國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021)	31
[그림 7-2] 2020년도 SSH 구조도(한국어 번역)	31
[그림 8-1] 2021년 SSH 지정교의 목표 모습 (スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 支援事業の今後の方向性等に關する有識者會議第二次報告書, 2021)	36
[그림 8-2] 2021년 SSH 지정교의 목표 모습(한국어 번역)	36
[그림 9-1] 2021년 슈퍼 사이언스 하이スクール 인정틀(가칭) 도입 (スーパーサイエンス ハイスクール (SSH) 支援事業の今後の方向性等に關す	

る有識者會議第二次報告書, 2021)	38
[그림 9-2] 2021년 슈퍼 사이언스 하이스쿨 인정틀(가칭) 도입(한국어 번역)	38
[그림 10] 연결중심성의 개요	45
[그림 11] 커뮤니티의 모습(Ahn et al., 2010)	46
[그림 12] ‘연구개발의 개요’의 언어 클라우드	53
[그림 13] SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 언어 네트워크	54
[그림 14] SSH의 ‘연구개발의 개요’속 응집구조(modularity) 분석	56
[그림 15] SSH의 ‘연구개발의 성과’의 언어 클라우드	65
[그림 16] SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 언어 네트워크	67
[그림 17] SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 응집구조(modularity) 분석	68
[그림 18] ‘연구개발의 과제’의 언어 클라우드	76
[그림 19] ‘연구개발의 과제’ 속 언어 네트워크	78
[그림 20] SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 응집구조(modularity) 분석	79
[그림 21] ‘연구개발의 개요’ 속 ‘탐구’와 연결된 노드들 간의 네트워크	83
[그림 22] ‘연구개발의 성과’ 속 ‘탐구’와 연결된 노드들 간의 네트워크	84
[그림 23] ‘연구개발의 과제’ 속 ‘탐구’와 연결된 노드들 간의 네트워크	85
[그림 24] 인간과 기술 교재	92
[그림 25] 과학기술 기초 교재	92
[그림 26] 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교의 SSH 2기 운영 개요	93
[그림 27] 과학기술 연구 입문 교재	94
[그림 28] 과학기술 커뮤니케이션 입문 교재	94
[그림 29] 리츠메이칸 중학교·고등학교의 코스 분류	98
[그림 30] Japan Super Science Fair 2013	102
[그림 31] 신문에 게재된 SDGs 활동 (2020년 2월 12일자 에히메 신문, 게재허가번호 : d20200212-001)	110
[그림 32] 미래의 여성 연구자 온라인 교류발론회	112

I. 서론

1. 연구의 필요성

21세기는 빠른 과학기술 발전 속도로 인하여 관련 지식의 양이 폭발적으로 증가하고 있다(김남희 외 2012; 이광우 외 2013). 미래 과학교육에서는 지식의 습득능력보다는 새로운 지식의 창출 및 활용능력을 갖춘 과학기술 인재의 양성이 강조되며, 이를 위해 미국, 일본, 한국 등 많은 선진국들에서 STEM, STEAM 등과 같은 다양한 형태의 과학교육이 시도되고 있다(송진웅, 나지연, 2014; 하시모토, 2008; Yakman, 2010). 또한 특성화된 과학교육과정을 가진 학교들이 나타나면서 영재교육 뿐만 아니라 일반 고등학교에서도 보편화된 과학교육의 발전을 도모하고 있으며, 대표적인 예로 미국의 마그넷 스쿨(Magnet School), 일본의 슈퍼 사이언스 하이스쿨(Super Science High school, 이하 SSH), 한국의 과학중점학교(Science Core School, 이하 SCS) 등이 있다(김진희, 나지연, 송진웅, 2018; 國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021; Blank, 1989; Honey, Kanter, 2013; Pratt, 2013).

일본은 우리나라와 같은 동아시아 문화권에 속한 국가로서 과학교육적 측면에서 유사한 점이 많다. PISA(2006)와 TIMSS(2007)를 분석한 결과, 동아시아 지역의 학생들은 높은 과학 성취 수준과 함께 과학교과에 대한 자신감과 참여도 등의 정의적 영역에서는 상당히 낮은 수준을 보이며, 특히 일본과 한국 학생들은 해당 영역에서 세계 최저 수준을 나타낸다(Song, 2013). 또한 일본과 한국은 입시경쟁, 교사중심의 교실운영, 학생들의 낮은 수업 참여도, 교실침묵 등 우리나라의 교육 전반에서 나타나고 있는 문제점도 유사하게 보인다(송진웅 외, 2018; Song, 2021).

2000년대 일본 과학교육에서 발생한 수많은 문제점 중 ‘이과기피 현상(理科離れ)’은 매우 심각하였다(노지현, 2008; 이면우, 2006; 名越, 2011). 일본은 반도체, 자동차, 조선 등 최선의 과학기술이 요구되는 산

업이 크게 발달한 ‘과학기술 선진국(科學技術創造立國)¹⁾’으로서 국가 차원의 과학교육 활성화를 통해 이과 인재를 양성하는 것이 중요하다. 때문에 이과기피 현상은 국가의 흥망성쇠를 좌우할 심각한 문제였다. 이에 대한 대책으로 일본 문부과학성²⁾은 2002년 ‘과학기술·이과 좋아하기 정책(科學技術·理科大好きプラン)’(文部科學省, 2002)으로 여러 제도를 시행하였다. 그중 하나가 일반 고등학교에 정부 지원으로 각 지역과 학교의 특색에 맞는 자율적인 커리큘럼의 과학·수학 수업을 도입한 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH) 제도였다.

SSH는 일본의 문부과학성과 독립행정법인인 과학기술진흥기구(Japan Science and Technology Agency, 이하 JST)가 주체가 되어 2002년부터 실시된 사업이다. 일반 고등학교에 정부 예산을 투입하여 학교마다 독자적인 과학·수학(이수, 理數)³⁾ 중점의 커리큘럼을 제작·시행하였다. 2002년에 전국 26개교 지정을 시작으로, 2022년 현재 218개교가 지정되며 전국적으로 분포되는 등 SSH는 20년간 사업의 규모를 꾸준히 확장해왔고 그 성과를 키워가고 있다(國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021). 또한 SSH 학생을 대상으로 한 ‘과학기술에 대한 흥미, 관심 및 자세에 관한 설문조사’에서 SSH는 과학기술을 공부하려는 학생들에게 흥미와 관심, 도전정신과 탐구심을 향상시켰고, 이공계 분야로의 진로 선택에 큰 영향을 끼쳤다(國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021).

한국 또한 우수 과학기술 인재양성과 과학학습 기회의 다양한 제공을 목적으로 2009년부터 과학중점학교(Science Core School, 이하 SCS) 운영을 시작하였으며(한국과학창의재단, 2022), 일본 SSH의 운영방식을 벤치마킹하여 SCS의 초기 개념을 정립하였다(손정우 외, 2013). SCS는 교육과정, 교수학습방법 등에 있어서 일반 고등학교와 다르게 운영된다. 과학중점과정을 선택한 학생들은 일반 고등학교에서 선택과목으로 지정된 과학 과목을 모두 이수하고 있으며, 학교는 학생들에게 과제연구, 과

1) 일본어로는 ‘과학기술창조입국’이지만 ‘과학기술 선진국’으로 번역하였다.

2) 일본의 중앙성청의 하나. 한국의 교육부+과학기술정보통신부(정보통신 및 우정 부문 제외)+문화체육관광부(관광 부문 제외)에 해당한다(文部科學省, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 약칭 : MEXT)

3) 이수(理數) : 이과와 수학의 의미로 본 연구에서는 ‘이수계’로 원문을 쓰거나 ‘과학·수학계’로 번역하였다.

학실험 등의 전문교과 이수나 과학봉사, 과학 관련 국제교류 등의 교육 활동 참여를 지원해 과학적 소양을 갖추 수 있도록 하고 있다(김진희 외, 2018). 2009년부터 일반계 고등학교를 대상으로 지원을 받아 전국 53개교를 SCS로 지정하였으며, 이후로 계속 추가 지정되어 2021년 기준 124개교가 SCS로 운영되고 있다(한국과학창의재단, 2022). SSH와 SCS, 두 학교의 시작 시기와 현재 운영방식에는 차이가 있지만, ‘일반 고등학교 교육과정을 통한 과학인재 양성’이라는 동일한 목적에서 시작되었다.

본 연구에서는 일본 전국 SSH의 ‘연구개발 실시보고서’를 언어 네트워크 분석(SNA) 기법으로 분석하여 SSH의 공통적 특징을 파악하였고, 일본 SSH의 특징과 지향하는 바를 보고서 속 키워드를 통해 확인하였다. 또한 SSH의 대표 운영사례로 20년간 지속적으로 SSH 사업을 진행해 온 세 학교의 보고서를 심층 분석하여 SSH가 변화해 온 모습을 살펴보았다.

2. 연구 문제

앞서 서술한 필요성을 기반으로 하여, 본 논문을 구성하는 두 가지 연구 방법(연구 1과 연구 2)을 진행하였다. 두 연구 방법에서의 연구 문제는 다음과 같다.

1. SSH의 ‘연구개발 실시보고서’를 통해 나타나는 SSH의 공통적인 특징은 무엇인가?

2. SSH 사업 개시 이후 현재까지 지속 운영되고 있는 세 SSH 지정교는 20년간 어떻게 변화해 왔는가?

3. 연구 과정의 개요

본 연구는 두 가지의 연구 방법으로 나뉜다.

연구 1에서는 SSH의 특징을 파악하고자 하였다. 일본 전국 218개 SSH 중 145개 학교의 연간 ‘연구개발 실시보고서’를 한국어로 번역한 뒤, 네트워크 분석 및 시각화 프로그램인 넷마이너(Netminer 4.4.5)를 사용해 분석하였다. 비정형의 텍스트 데이터들을 한국어 단어 단위인 네트워크 데이터로 변환한 뒤, 해당 프로그램의 워드 클라우드 분석, 연결중심성 분석 등을 활용해 SSH의 특징을 분석하였다.

연구 2에서는 SSH 사업 개시 이후 현재까지 SSH 활동을 가장 오랫동안 지속한 세 학교의 보고서를 심층 비교 분석하였다. 이를 통해 20년의 기간동안 운영된 SSH의 활동 변화 및 현재 운영사례를 파악하였다.

마지막으로 연구의 결과를 종합하여 연구 전체의 결론과 제언을 도출하였다. 본 연구 과정의 전체적인 개요는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 과정의 개요

4. 연구의 한계

본 연구에서는 일본 SSH 지정교에서 발행한 2021년 연구개발 실시보고서(2022년 3월 발행)를 자료원으로 사용하였다. 이 보고서에 나타난 키워드를 바탕으로 SSH의 공통적인 특징을 언어 네트워크로 분석하였다. 이 과정에서 다음과 같은 한계점이 존재한다.

첫째, 본 연구에 사용된 데이터는 SSH 각 학교에서 제공하는 연구개발 실시보고서를 분석하였다. 보고서 특성상 실제 학교 현장에서의 실행상의 문제점과 이에 부정적인 의견 등이 누락 되었을 가능성이 있으며, SSH에 대한 균형잡힌 분석이 아닐 수 있다.

둘째, 본 연구 1에서는 전체 218개 학교의 보고서 중 공개되고 활용이 가능한 145개 학교의 보고서를 분석에 사용하였다. 이는 전체 학교의 66.5%에 해당하는 비율로서, 데이터 유실·파일 오류 등 열람을 할 수 없는 데이터들도 존재하여 분석에 포함되지 않은 학교의 비율이 33.5%에 이르기 때문에 본 연구의 결과를 일반화하는 것에 한계가 있다.

또한 연구 2는 사업 개시 이후 현재까지 20년간 SSH로 운영되어온 3개 학교를 대표적인 사례로 선택하여 분석한 것으로 전국 SSH의 운영 방법으로 일반화하기 어렵다.

셋째, 연구 1에 사용된 언어 네트워크 분석 프로그램인 넷마이너4.4.5의 특성상 영어와 한국어로만 분석이 가능하여 일본어로 표기된 보고서를 한국어로 번역하는 과정이 필요했다. 이 과정에서 구글 번역기를 1차 번역으로, 연구자의 상세 번역을 2차 번역으로 한국어화된 자료를 수집하였다. 이러한 번역 과정을 통해 분석의 정확성이 제한될 수 있겠다.

II. 선행연구와 이론적 배경

1. 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH)

가. SSH의 탄생 배경

일본의 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 초기 탄생 배경은 과학교육의 발전이라는 교육적 목적보다 과학기술 선진국 반열에 오르기 위한 과학기술 인재 양성이란 정치적 목적이 앞서 있었다. 일본은 20세기 중반부터 선진 과학기술국 대열에 올랐다. 「한 명의 과학자가 백만 명을 먹여 살린다(一人の科學者が百万人を生かす)」를 슬로건 삼아, 국제사회에 적극적으로 공헌하는 ‘과학기술 선진국(科學技術創造立國)’으로서의 입지를 다지려 하였다(김범성, 2005; 이화정, 2003; 文部科學省科學技術·學術政策局基盤政策課, 2004). 새로운 지식의 창조와 기술혁신으로 산업의 기술력 및 국제 경쟁력을 강화하기 위해서는 청소년들이 과학기술에 관심을 가지고 배우고자 하는 의지를 가질 필요가 있었다. 하지만 일본 청소년들의 ‘이과 기피 현상(理科離れ)’이 심화되고 2000년도 초반 OECD 기초 학력 평가에서 이전보다 낮은 평가를 받게되면서 일본 과학·수학교육의 환기가 요구되었다(노지현, 2008; 하시모토, 2008). 하지만 이전까지의 일본은 한국의 과학고등학교와 같은 공식적인 영재교육을 위한 과학 특화된 특수목적 고등학교가 없었다(이면우, 2006). 이에 우수한 과학 영재를 양성하기 위한 중등교육 기관이 절실히 요구되었다.

일본의 문부과학성은 2002년부터 SSH를 ‘과학기술·이과 좋아하기 계획(科學技術·理科大好きプラン)’ 중 하나⁴⁾로 도입하였으며[그림 2-1 & 2-2]⁵⁾, 이후 2003년부터 독립행정법인인 과학기술진흥기구(JST)가 주체

4) ‘과학기술·이과 좋아하기 계획(科學技術·理科大好きプラン)’에는 Super Science High school 이외에도, Science Partnership Program(SPP), 과학기술·이과교육 추진모델 사업, 지역과학기술 이해증진 인재의 활동추진 사업, 선진적 과학기술·이과교육용 디지털 교재 개발 등이 있었다(文部科學省科學技術·學術政策局基盤政策課, 2004).

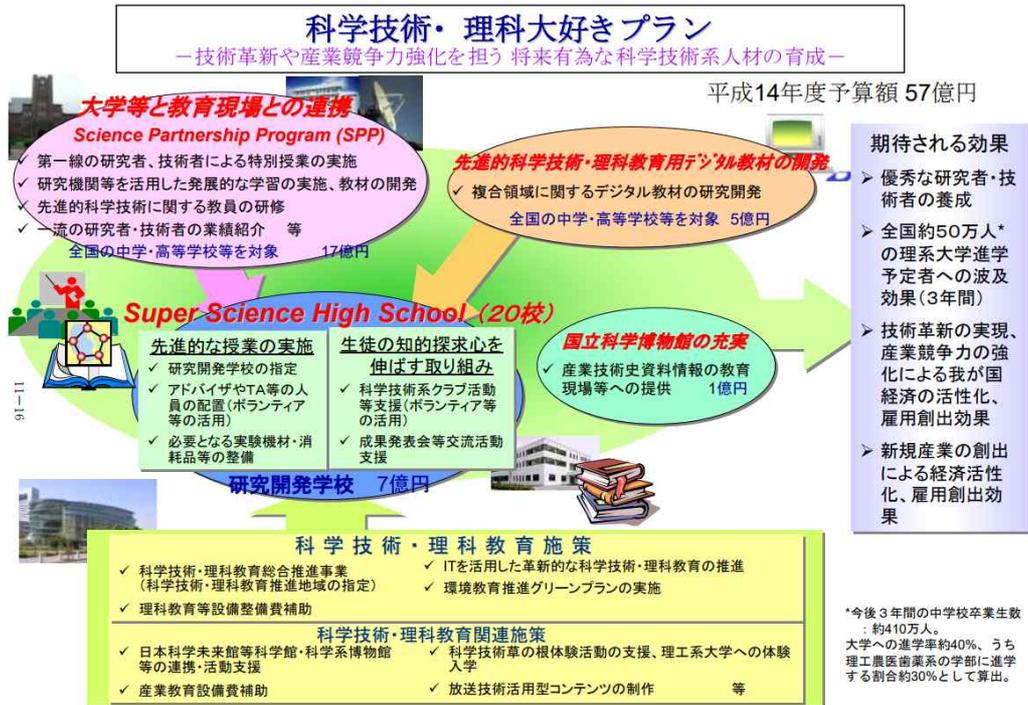
5) 일본어로 표기된 원문은 [그림 2-1]에, 이를 연구자가 번역한 한국어 번역본은 [그림 2-2]에 제시하였다.

가 되어 SSH 사업을 실시하였다.

SSH는 「미래의 국제적인 과학기술 인재를 육성하는 것을 목표로, 과학·수학교육(理數教育)에 중점을 두고 연구개발 실행」을 목적으로 한다. SSH 사업은 연구개발학교 증진사업으로 교육과정의 개선에 지원을 받고, 과학기술 인재육성 촉진사업으로 최신의 과학기술을 구사한 교육을 실시할 수 있는 사업이다.

2002년 초창기 SSH 사업은 3년의 단기간 지원으로 계획되었으나, 보다 긍정적인 성과 창출과 장기 연구개발과제 진행 등을 위해 2005년부터 지정기간은 5년으로 늘어났다. 지정기간 종료 후에는 경과조치로 1-2년간 정부지원을 받지 않는 상태가 유지되고, 이후 5년간의 신규지정으로 재신청하는 경우도 있다.

SSH로 지정된 기간 중에는 연구개발을 위한 자금이 각 지정교에 지원되어, 지정교는 이를 이용하여 여러 가지 활동을 진행할 수 있다. 2002년 시행 초기에는 7억엔 정도였던 전체 예산(文部科學省, 2002)이 최근 2021년에는 22억 5100만엔으로 증가하였다(文部科學省科學技術·學術政策局基盤政策課, 2021). 더불어 SSH 지정교의 숫자도 SSH 개시 초년도인 2002년 26개교에서 2022년 현재 218개교로 크게 늘었으며, SSH 사업의 규모 또한 초기 대비 크게 증가하였다.



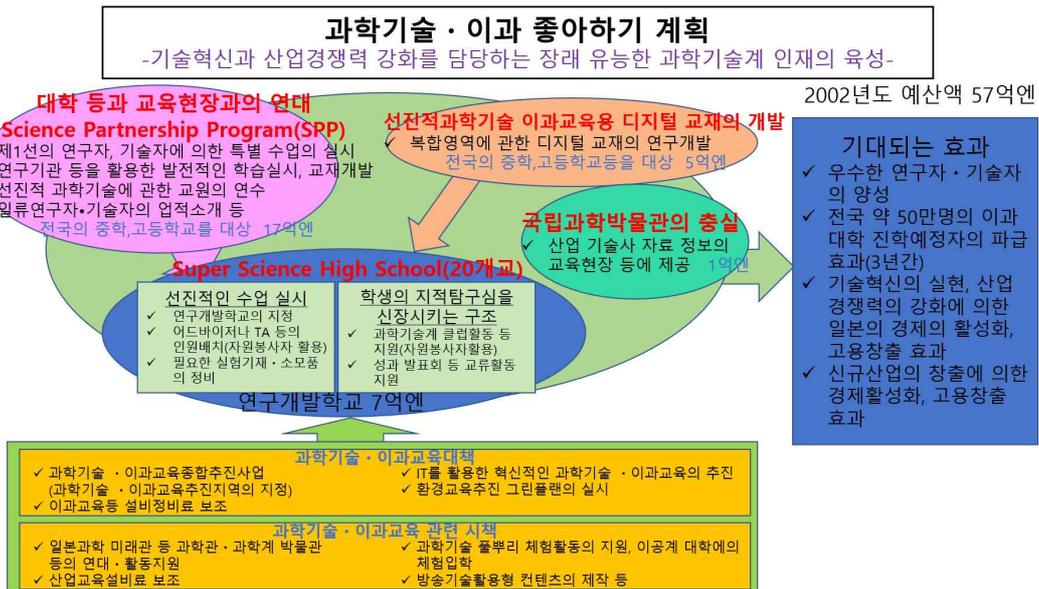
科学技術・理科教育施策

- 科学技術・理科教育総合推進事業(科学技術・理科教育推進地域の指定)
- 理科教育等設備整備費補助
- ITを活用した革新的な科学技術・理科教育の推進
- 環境教育推進グリーンプランの実施

科学技術・理科教育関連施策

- 日本科学未来館等科学館・科学系博物館等の連携・活動支援
- 産業教育設備費補助
- 科学技術革の根体験活動の支援、理工系大学への体験入学
- 放送技術活用型コンテンツの制作 等

[그림 2-1] 科學技術・理科大好きプラン(과학기술·이과 좋아하기 계획, 文部科學省, 2002, p.1)



과학기술·이과교육대책

- 과학기술·이과교육종합추진사업(과학기술·이과교육추진지역의 지정)
- 이과교육등 설비정비비보조
- IT를 활용한 혁신적인 과학기술·이과교육의 추진
- 환경교육추진 그린플랜의 실시

과학기술·이과교육 관련 지원

- 일본과학 미래관 등 과학관·과학계 박물관 등의 연대·활동지원
- 산업교육설비비보조
- 과학기술 풀뿌리 체험활동의 지원, 이공계 대학への 체원인학
- 방송기술활용형 콘텐츠의 제작 등

[그림 2-2] 과학기술 이과 좋아하기 계획(한국어 번역)

나. 슈퍼 사이언스 하이스쿨 관련 선행연구

SSH에 대한 연구는 주로 문부과학성과 그 산하 연구기관에서 수행된 보고서의 형식으로 제시되고 있다. 2015년 문부과학성에서 작성한 ‘슈퍼 사이언스 하이스쿨 사업의 부감과 효과의 검증(スーパーサイエンスハイスクール事業の俯瞰と効果の検証)’ 보고서는 2002년부터 2014년까지 12년간 SSH 지정교, 학생, 학과의 개수와 지역별 변화추이, 활동과제 수상 분야와 횟수, 필드워크 종류와 횟수, 졸업생의 진학 학과, 성비, 대학 종류의 비율, 설문 조사를 통한 SSH의 인식조사 등 SSH 사업의 전반적 흐름을 볼 수 있게 하였다.

또한, 2021년에 SSH에 관해 전문가들의 회의 내용을 담은 보고서(文部科學省科學技術・學術政策局基盤政策課, 2021)를 통해 앞으로 SSH의 역할과 방향성에 대해 다시 논의하고 새로운 제도에 대한 개혁을 제시하였다.

지난 20년 동안 일본 학계에 투고된 SSH 관련 논문을 시기별로 정리하면 다음과 같다.

SSH 시행 초기에는 SSH의 과학적 학습의욕이나 고교-대학연대와 같은 실질적 효과에 대한 분석(勝原雅人, 2004; 小倉康, 2005; 中川和倫, 2005; 鳩貝太郎, 2005), SSH의 개요와 기대와 전망(清原洋一, 2004; 河崎哲嗣, 2004; 中川和倫, 2007)과 같은 SSH 자체에 대한 분석과 SSH에 거는 기대 및 전망에 관한 연구가 주를 이루었다.

중기에는 수업개발(重松敬一, 2010; 榎阪昭則, 廣木義久, 大仲政憲, 2012; 中山玄三, 2015; 新井教之, 2015; 松壽昭雄, 2016; 若山勇太, 2019), 교육 성과/실적(渡邊一矢, 中村琢, 2014; 大前佑斗, 吉野華惠, 大島敦子, 三井貴子, 高橋弘毅, 2015; 野中繁, 2018)과 같은 실질적 결과 분석에 연구가 집중되었다.

최근에는 SSH에서 활용할 수 있는 구체적인 교재와 실험 개발 및 평가도구 개발(葎内ありさ, 2021; 西岡加名恵, 大貫守, 2020), 교육자본으로서의 분석(ラッシラ, エルッキ・T, 隅田學 2021; 隅田學, 2020), 지금까지의 활동에 대한 평가(草場實, 2019) 등 성과분석 및 심화 주제에 관한 연구가 이루어지고 있다.

우리나라에서도 SSH를 주제로 연구가 진행된 바 있다. 이화정(2003)의 연구에서는 새로 시작된 일본 SSH의 정책을 소개하고 SSH로 운영 중인 학교의 현황을 통해 일본의 보편화된 교육이 아닌 수준 높은 교육의 하나인 영재교육의 모습으로 접근하였다. 김부윤, 전미정(2006)의 연구에서는 SSH의 실천보고서⁶⁾를 분석하여 활동모습과 평가방법을 조사하고 SSH의 성과와 문제점을 살펴보았다. 이면우(2006)의 연구에서는 일본 영재교육의 역사와 SSH의 배경을 소개하고 대표적인 SSH의 운영 특징을 분석함으로써, 우리나라에도 영재교육뿐 아니라 일반학교에서도 과학교육을 실천하기 위한 교육과정 개발, 도입 및 실천이 필요함을 제언하였다. 이렇듯 SSH가 시행된 2002년에서 한국의 SCS가 시작된 2009년 사이에 SSH를 영재교육의 개념으로 한국에 소개하는 연구가 다수 있었다. 하지만 2009년 이후에는 SCS와의 비교 대상으로 SSH가 드물게 언급될 뿐, SSH를 중심 주제로 다루는 연구는 소수에 불과하다.

이외에도 다양한 연구들이 있지만 앞에서 언급한 선행연구들을 시기와 주제별로 정리하면 <표 1>과 같다.

6) ‘연구 개발 실시보고서(研究開發實施報告書)’의 번역을 해당 논문에서는 ‘실천보고서’로 한 것으로 추정

<표 1> SSH 선행연구

시기	주제	저자	논문
일본	과학적 학습의욕	梶山正明 (2004)	スーパーサイエンスハイスクールにおける実験教材の開発 (슈퍼 사이언스 하이스쿨의 실험교재의 개발)
		小倉康 (2005)	科学への学習意欲に関する実態調査—スーパーサイエンスハイスクール・理科大好きスクール対象調査結果報告書 (과학에서의 학습의욕에 관한 실태조사-슈퍼 사이언스 하이스쿨 이과가 좋아지는 학교 대상 조사 결과 보고서)
	초기 고교-대학 연대	勝原雅人 (2004)	鳥取東高等學校 SSH の取り組み: 課題研究と大學連携を中心として (돗토리 히가시 고등학교 SSH의 실태: 과제연구와 대학 연대를 중심으로)
		中川和倫 (2005)	SSH でここまでできた: 高大連携の推進・進路意識の高揚・課題研究の活性化 (SSH에서 여기까지 이루었다: 고대연대의 추진·진로意識의 고양·과제연구의 활성화)
		鳩貝太郎 (2005)	SSH におけるカリキュラム開発と高大連携の現状 (スーパーサイエンスハイスクール 3 年間の成果と課題) (SSH에서의 커리큘럼 개발과 고대연대의 현상(슈퍼 사이언스 하이스쿨 3년간의 성과와 과제))
	SSH 개요 및 기대와 전망	清原洋一 (2004)	スーパーサイエンスハイスクールの概要および今後への期待 (슈퍼 사이언스 하이스쿨의 개요 및 앞으로의 기대)
		河崎哲嗣 (2004)	教員養成大學附屬高校の役割と展望: スーパーサイエンスハイスクール事業の観点から (교원양성대학 부속고등학교의 역할과 전망: 슈퍼 사이언스 하이스쿨 사업의 관점에서)
		中川和倫 (2007)	スーパーサイエンスハイスクール (SSH) による理数系教育の新展開 (슈퍼 사이언스 하이스쿨에서의 이수계 교육의 새 전개)
		重松敬一 외 (2010)	スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における数学科の取り組みの成果と課題 (슈퍼 사이언스 하이스쿨에서의 수학과목의 운영 성과와 과제)
	중기 수업개발	榎阪昭則 외 (2012)	課題研究における高校生の満足度調査と満足度を高めるための指導モデルの開発: スーパーサイエンスハイスクールにおける分析から(과제연구에서 고등학생의 만족도 조사와 만족도를 높이기 위한 지도모델 개발: SSH에서의 분석으로)
		中山玄三 (2015)	SSH (スーパーサイエンスハイスクール) の科学教育カリキュラムの特色: 熊本縣立高校の事例をもとに (SSH의 과학교육 커리큘럼의 특색: 쿠마모토현립 고등학교의 사례를 중심으로)
		新井教之 (2015)	スーパーサイエンスハイスクールにおける「地理」の関わり (슈퍼 사이언스 하이스쿨에서의 「지리」의 역할)

최근	교육 성과 /실적	松寄昭雄 (2016)	変換に着目したモデリング授業-スーパーサイエンスハイスクール指定校での取組 (변환에 주목한 모델링 수업 - 슈퍼 사이언스 하이스쿨 지정교에서의 운영)
		若山勇太 (2019)	スーパーサイエンスハイスクール事業 (SSH 事業) における課題研究を通じた生物教育 (슈퍼 사이언스 하이스쿨 사업에서의 과제연구를 통한 생물교육)
		渡邊一矢 외 (2014)	高等學校における探究活動とその教育効果: スーパーサイエンスハイスクール卒業生の課題研究の効果の追跡調査 (고등학교에서의 탐구활동과 그 교육과정 : 슈퍼 사이언스 하이스쿨 졸업생의 과제연구 효과 추적조사)
		大前佑斗 외 (2015)	山梨英和中學校・高等學校におけるスーパーサイエンスハイスクールによる教育実践 (야마나시 에이와 중고등학교에서 슈퍼 사이언스 하이스쿨에 의한 교육실적)
		野中繁 (2018)	新教科「理数」をどう創るか: スーパーサイエンスハイスクールの実践をもとに (신교과 「이수」를 어떻게 만들 것인가 : 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 실적을 근거로)
		西岡加名 惠 外 (2020)	スーパーサイエンスハイスクール 8 校の連携による「標準ルーブリック」開発の試み (슈퍼 사이언스 하이스쿨 8개교의 연대에 의한 「표준 채점기준표(루브릭)」 개발의 시험)
	교재/실험 및 평가도구 개발	葭内あり さ (2021)	スーパーサイエンスハイスクールにおける緑茶を利用した授業教材の開発 (슈퍼 사이언스 하이스쿨에서의 녹차를 이용한 수업교재의 개발)
		隅田學 (2020)	スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における日本型才能伸長と「教育資本 (Educational capital)」へのインパクト (SSH에서의 일본형 재능신장과 「교육자본」으로의 임팩트)
	교육자본 으로씨의 분석	ラッシラ 외 (2021)	スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における日本型才能伸長: 「教育資本 (Educational capital)」からの分析 (SSH에서의 일본형 재능신장 : 「교육자본」에서 분석)
		이 화 정 (2003)	일본과 학문부성의 교육정책전략: 슈퍼 사이언스 고등학교 추진현황을 중심으로
한 국	초 기 일본 영재교육	이 면 우 (2006)	일본의 슈퍼 사이언스 하이스쿨
		김 부 윤 외 (2006)	슈퍼 사이언스 하이스쿨의 실천보고서를 통해 본 일본의 영재교육에 관한 연구

다. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 분류

일본은 우리나라와 달리 고등학교가 비평준화 되어 있어, 역사가 있는 명문 고등학교에 학력 수준이 높은 학생들이 몰리면서 자연스럽게 수준별 학습이 이루어진다(쭈쭈키, 2013). 때문에 우리나라의 과학고등학교와 같은 영재교육을 위한 국가 주도 교육시설은 2002년까지 없었으며, SSH가 일본 국가 정책상 우수한 학생들에게 높은 수준의 교육을 제공할 수 있는 이른바 과학 영재교육기관의 시작이라고 할 수 있다(이면우, 2006).

현재 운영되고 있는 SSH는 운영 방법에 따라 ‘기초틀(基礎枠)’과 ‘중점틀(重点枠)’로 나뉜다(<표 2>). 기초틀은 기본적인 학교 내에서의 활동과 연구개발에 집중하고 이를 지역 내 다른 학교로 확장하는 역할이다. 기초틀은 SSH 운영기간에 따라 개발형(開發型, 1기 = 운영기간 0-5년), 실적형(實踐型, 2-4기 = 운영기간 6-18년), 선도적 개혁형(先導的改革型, 5기 = 운영기간 18년 이상)의 3가지로 분류할 수 있다⁷⁾(<표 2>). 중점틀은 학교 내 활동과 함께 더욱 대외적인 활동에 집중하는 학교로 유형에 따라 ①광역 연대틀(廣域連携枠), ②해외 연대틀(海外連携枠), ③지구 규모 문제에 관한 사회와의 공동 가치 창조틀(地球規模問題に關わる社會との共創枠), ④고등학교-대학 <고대연대에 의한 일관된 이과계 탑레벨 인재육성 프로그램의 개발·실증>연대틀(高大接續<高大接續による一貫した理數系トップレベル人材育成プロセスの開発·實証>枠), 그리고 이 중 어디에도 속하지 않는 ⑤그 외(その他)의 총 5종류로 나눌 수 있다(<표 2>)(國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021).

7) SSH로 선정되면 해당학교는 5년간 운영지원을 받는 기간을 1기라 한다. 2기는 처음 선정되고 5년간의 1기 운영이 끝난 뒤, 다시 지원 후 선정이 되어 새로운 5년의 임기를 받는 기간동안을 2기라 한다. 사업 초창기(2002년)에는 임기가 3년으로 당시 선정된 학교는 3년간의 임기로 1기를 완료했다.

<표 2> SSH의 기능에 따른 분류

(国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST), 2021. P2.

틀	유형	특징
기초틀	1. 개발형	연구가설을 처음부터 설정·검증하고, 새로운 교육과정 등의 연구개발을 실시한다.
	2. 실적형	새로운 연구가설의 설정을 필수로 하지는 않으며, 지금까지 개발해 온 교육과정의 보완 등의 실적형 연구개발을 실시한다. 따라서 신청교에서는 과거 SSH에 지정되어 쌓은 실적이 필요하다. 단, 4기의 최종년도(5년차)인 경우, 또는 4기의 최종년도를 마친 경우는 신청되지 않는다.
	3. 선도적 개혁형	과학기술인재육성에 따른 시스템상의 과제를 스스로 설정하고 해당 과제에 도전하는 의욕적인 연구개발을 실시한다. 신청학교는 신청시점에 SSH지정 4기의 최종년도(5년차), 또는 4기의 최종년도를 마친 경우여야 한다.
중점틀	1. 광역 연대틀	과학·수학계 광역연대의 거점교로서, 널리 주변 지역 전체에 과학·수학계 교육의 질 향상을 계획한다. SSH 지정교의 경험을 기르고, 과학·수학계 교육의 커리큘럼이나 지도법, 평가법, 관계기관과의 네트워크 구축 방법 등을 관리기관의 협력과 온라인 등을 통해 시도지역 전체, 광역 또는 전국적으로 다른 학교(SSH 지정교 이외의 학교를 포함)에 보급한다.
	2. 해외 연대틀	해외의 선진적인 과학·수학계 교육을 진행하는 학교나 연구기관과 온라인 등을 활용하여 정상적인 연대관계를 구축하고, 국제성을 함양하며, 장래에 언어나 문화의 차이를 넘어서 공동의 연구활동이 가능한 인재의 육성을 목표로 한다.

3. 지구 규모 문제에 관한 사회와의 공동 가치 창조	지구 규모의 사회문제에 관해, 학생이 자주적·주체적으로 문제 구조에 관한 구체적인 과제를 탐색·발견하고, 그 과제의 해결을 위해 지역의 대학, 연구기관, 기업, NPO법인 등과의 연대 하에 최첨단의 과학기술을 활용하는 과학적인 과제연구를 통해 새로운 가치의 창조를 지향하는 인재를 육성한다.
4. 고등학교-대학 연대	고등학교가 주체적으로 대학과의 조직적인 협력 하에, 그 인재상이나 익혀야 할 자질과 능력에 대해 공통의 이해를 형성하고, ①고등학교 단계, ②대학입시에서 대학입학까지의 단계, ③대학입학 후의 각 단계에 있어서 과학적인 과제연구 등을 통해 일관된 인재육성 프로세스를 공동으로 개발·실증한다. 이를 통해 장래의 과학과 혁신을 이끌어갈 과학·수학계 최고 수준의 인재를 육성한다.
5. 그 외의 분류	위 4가지 분류 이외의 과학기술인재육성에 이바지하는 특색있는 구조. 예를 들어, ‘전국적인 규모의 공동연구’로서, 국내의 여러 고등학교가 각각의 지역적 조건이나 환경을 살려서 단독 학교로서 실현하기 힘든 전국적인 공동연구를 실시하는 경우 등을 생각할 수 있다.

2021년 SSH 218개교는 일본 전역에 고르게 분포되어 있으며[그림 3], 이 중 정부가 집중적으로 학교를 지원하는 중점들은 13개이고, 지금은 활동을 중단했지만 과거 SSH 지정 경험이 있는 학교는 총 69개이다. 이후 전국 고등학교 총 수(약 5000개)의 5%에 해당하는 250개교를 목표로 규모를 늘리려 하고 있다(文部科學省科學技術·學術政策局基盤政策課, 2021).

라. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 역사

SSH 사업이 지금까지 어떻게 전개되고, 변화해 왔는지를 파악하기 위해 SSH 20년의 역사를 시기별로 분류하였다. 자료는 문부과학성이나 독립행정법인인 과학기술진흥기구(JST)의 공개 데이터를 기반으로 SSH 사업 운영의 변천에 따라 5개의 시기(시행기, 본격 실시기, 지정 확대기, 제도 정착기, 독립 운영기)별로 정리하였다⁸⁾. 5개의 시기를 연도별로 보면 시행기(2002년-2004년), 본격 실시기(2005년-2009년), 지정 확대기(2010년-2015년), 제도 정착기(2016년-2020년), 독립 운영기(2021년 이후)로 나뉘며 SSH 사업의 취지나 구성내용, 또는 각 기간의 지원 내용에 대해 정리하였다.

1) 시행기(2002년-2004년)

SSH는 2002년 일본 정부에서 추진하는 ‘과학기술 이과가 좋아하기 계획’을 통해 처음 등장하였다([그림 2]). 이 계획에서 교육적 효과로 기대되는 두 가지 사업으로는 대학·연구기관·산업기관 등과 교육현장과의 연대를 계획하는 Science Partnership Program(SPP)과 디지털 교재의 개발·국립 과학박물관 활용을 추구하는 SSH 사업이었다. 2002년에 사업이 시작되고 최초 3년간(2002년-2004년)은 앞으로 SSH 사업의 원활한 전개를 위해 많은 시행착오를 거치며 구체적인 사업 기반을 다지는 시기라고 할 수 있다. 2005년 이후의 SSH 지정기간은 5년이지만, 이 시기에는 3년으로 운영되었다. 지정교의 개수도 첫 해(2002년)에는 26개교에서 3년째(2004년)에는 72개교까지 증가하였다. 하지만 이 당시에는 SSH 선정 시 지리적 조건에 대한 기준이 없었기에 시행기 마지막인 2004년도에도 SSH 지정교가 없는 지역이 존재하여 지역 간 분포 불균형이 있었다.

8) 5개의 시기 중 시행기, 본격 실시기, 지정 확대기는 2015년 문부과학성이 발표한 보고서(小林淑恵, 小野まどか, & 荒木宏子. (2015). スーパーサイエンスハイスクール事業の俯瞰と効果の検証. 科学技術・学術政策研究所.)에서 각 시기별 특징을 잘 분류하여 언급한 공식적 용어를 활용하였다. 2015년 이후 시기의 분류에 대해서 언급한 보고서는 발표된 바가 없어 본 연구자가 각 시기의 특징을 분석하여 임의로 4번째 시기를 ‘제도 정착기’, 5번째 시기를 ‘독립 운영기’로 명명하였으며, 이는 본 연구에서만 사용되는 용어일 뿐, 공식적인 용어가 아님을 밝힌다.

이처럼 시행기는 사업실시의 체제를 점점 정비해가는 시기였다.

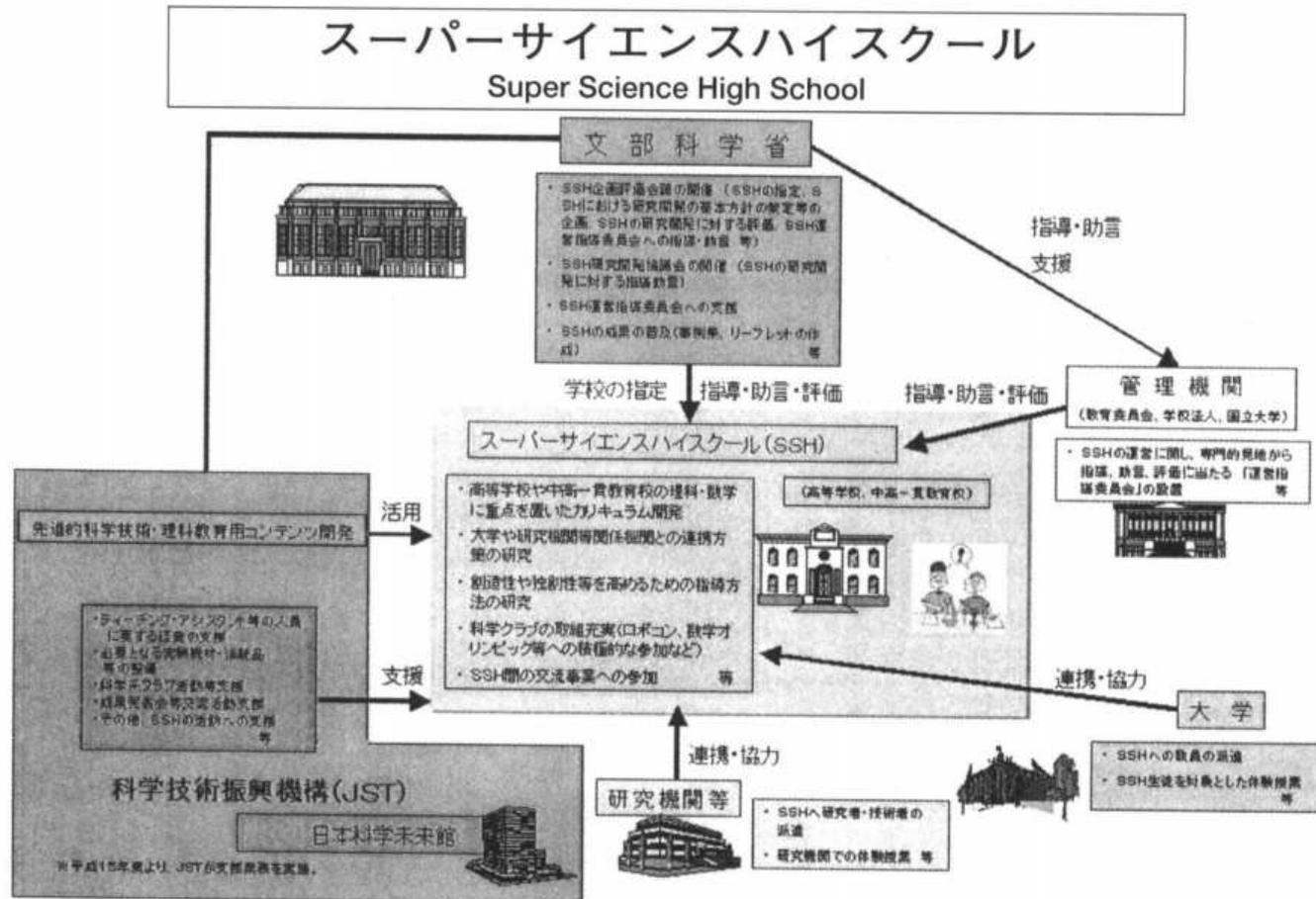
시행기 첫 해(2002년)에는 문부과학성 직할로 운영되어 문부과학성에서 직접 SSH에 관련된 연구개발 경비를 집행했다. 그 다음 해인 2003년에 지원업무는 독립행정법인인 과학기술진흥기구(JST)에 이관되었고, SSH 지정교의 운영 평가에 관한 전문가의 심사는 문부과학성 내에 설치된 ‘SSH 기획평가협의’에 의해 진행되는 체제를 갖추었고, 각 지방 교육위원회 내에는 SSH 경영에 관한 지도·조언을 주는 ‘경영지도위원회’와 같은 관리기관도 설치되었다([그림 4]⁹⁾). 시행기에는 문부과학성 안팎으로 SSH 지정교의 운영과 지원이 가능하도록 체제가 정비되고 있었다.

지정교의 운영내용에도 2년째인 2003년부터 많은 변화가 나타났다. 2002년도에는 ‘최첨단 과학기술의 체험학습’이나 ‘대학과 연구기관 등에 있어서 시설·인재·연구성과 등을 학교의 학습 자료로서 활용’ 등, 큰 줄기에서의 방향성만을 보였지만, 2003년도부터는 구체적으로 ‘학생이 대학의 수업 수강’, ‘대학교원이나 연구자가 특강 실시’, ‘과학클럽 실행’과 같이 활동에 다양화가 이루어졌다.

게다가, 2003년도 이후에는 SSH 지정학교끼리의 학술적 교류가 시작되었다. 2003년도에 ‘SSH 간의 교류 사업의 참가’, 2004년도에 ‘과제연구 발표회 개최’ 등이 명시되었다.

이와 같이, 시행기의 SSH 사업은 연도별로 체제나 실시내용을 실행과 수정을 거치면서 진행되었다. 2004년 ‘과학기술학술번영회의 인재위원회 제3차 제언 보고서’에서는 이러한 성과를 발판삼아 장래의 국제적인 과학기술 인재양성 시점을 한층 중시하고 당시의 지정기간(3년)보다 장기간의 운영을 실시할 것을 제언했다. 또 내용적으로는 SSH 사업을 발전시키고 집중시켜 창조성이나 독창성을 키우는 교육을 추진하고, 과학기술 관련 테마 도전을 통한 의욕 상승 기회를 강화하는 것 등을 제언했다.

9) 구체적인 내용은 화질 악화로 정확히 식별되지는 않으나, ‘지원업무의 JST로의 이관’, ‘대학과 연구기관 등과의 연대와 협력’, ‘관리기관의 설치’ 등 위의 내용에 대해 간단한 도식으로 잘 표현하고 있다.



[그림 4] SSH 사업 실시 체제(文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課, 2004)

2) 본격 실시기(2005년-2009년)

2005년도에서 2009년도까지는 시행기 3년의 경험을 발판삼아 SSH 사업을 집중적으로 전개하여 실시한 시기이다. 이 시기에 지정학교를 100개 전후로 늘리고, 운영기간도 앞서 언급된 인재위원회의 제언을 받아들여 3년에서 5년으로 확대하였다. 사업을 시작한 2002년도에 SSH로 지정된 학교는 2004년도에 1기에 해당하는 지정이 종료되어, 2005년도는 2기로서 새롭게 시작되는 해였다. 사업내용의 가장 큰 변화는 지정기간이 5년간으로 연장되어 연구개발을 장기간에 걸쳐 계획하고 실시할 수 있게 되었으며, 지정학교는 장기적인 예산 배치가 기대되어 본격적인 사업진행이 가능해졌다.

본격 실시기에 SSH 사업의 실행 내용이나 취지 등에 ‘국제(國際)’라는 단어가 추가되었다. 시행기에는 SSH 사업이 진행됨에 있어 국제적인 인재 육성 측면은 거의 의식되지 않았지만, 고등학교 단계에서 영어교육 강화에 대한 사회적인 필요성이 높아지고, 지정학교에서는 보여주기 식으로 영어교육 강화를 진행하였다. SSH는 ‘영어로 수학·이과 수업 및 프레젠테이션 연습하기’의 활동과 함께, 해외연수도 SSH의 기획으로서 인정되게 되었다. 이과 인재육성 속에도 국제적인 과학기술 인재육성을 포함하는 활동이 목표가 되었다([그림 5-1 & 5-2]¹⁰⁾).

또한 본격 실시기의 SSH는 사업으로서 일련의 체제가 정비되어 실제 과학기술 인재육성이라는 효과 달성 여부에 대한 조사도 시행되었다. 이에 2005년도부터는 각 SSH 지정교에서의 ‘졸업생의 추적조사’가 의무적으로 이루어지게 되어 본격적인 SSH의 성과를 찾는 연구도 시작되었다.

이후 SSH 사업에 있어 큰 변화의 시작점으로 주목할 내용은 2008년도 ‘발전적인 연대활동 기획의 설정’이었고, 이것이 다음 해부터의 ‘중점틀(重点枠)’ 설정의 전신이 된다. 이 구성은 해외와의 연대뿐만 아니라, SSH 지정학교끼리 연대와 전국 규모에서 산학 연구 교류 실시를 추진

10) 2005년에 발표한 과학기술 이과 좋아지기 계획의 개요. SSH가 중심사업으로 거듭나고 이를 위한 다양한 프로그램들이 JST 주관으로 새로 만들어져 SSH의 활동과 연계된다. [그림5-1]은 원문, [그림 5-2]은 [그림 5-1]의 한국어 번역이다. (https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/013/siryo/04052601/012/001.pdf)

하는 것이다. 지금까지의 SSH 지정학교는 지정학교 내에서의 연구개발을 중심으로 운영되었으며 외부와의 유대는 연대하고 있는 대학과의 교류에 한정되었다. 하지만, 2007년도에는 지정학교의 수가 100개를 넘는 등 같은 지자체 내에 다수의 SSH 지정교가 운영되는 상황이 되었다. 때문에 보다 발전적인 SSH 활동을 목표로 추가적인 예산 배분이 진행되었으며, 해당 예산은 지역의 지정학교끼리의 교류를 촉진하는 네트워크 구축 및 그 중심이 되는 ‘거점교(據点校)’의 정비에 사용이 될 것으로 기대되었다. 이 ‘발전적인 연대활동 기회의 설정’은 다음 해(2008년) ‘SSH 핵심적 거점육성 프로그램’, ‘중점틀’과 같이 보다 명확한 형태로 실시되었다.

요약하면, 본격 실시기는 지정 기간의 장기화에 힘입은 운영의 안정화, 국제적 운영의 추진, 지자체를 넘어서는 네트워크 형성 등 안정적으로 100개교라는 사업 규모를 유지하면서 SSH 사업이 본격적으로 실시되고, 그 실행 내용을 보다 유의미한 활동으로 수정해나가는 시기라고 할 수 있다. [그림 5-1 & 5-2]에서 ‘국제과학기술 콘테스트에 대한 지원(신규)’로 ‘국제’에 대한 항목이 강조되고 있고, ‘지역과학기술 이해 증진 인재 활동추진’과 같이 지역내 네트워크를 구축하려는 시도가 강조되고 있다.

科学技術・理科大好きプラン及び関連施策

— 技術革新や産業競争力強化を担う将来有為な科学技術系人材の育成 —

運営費交付金中の推計額を含む

平成16年度予算額 13,395百万円(12,752百万円)

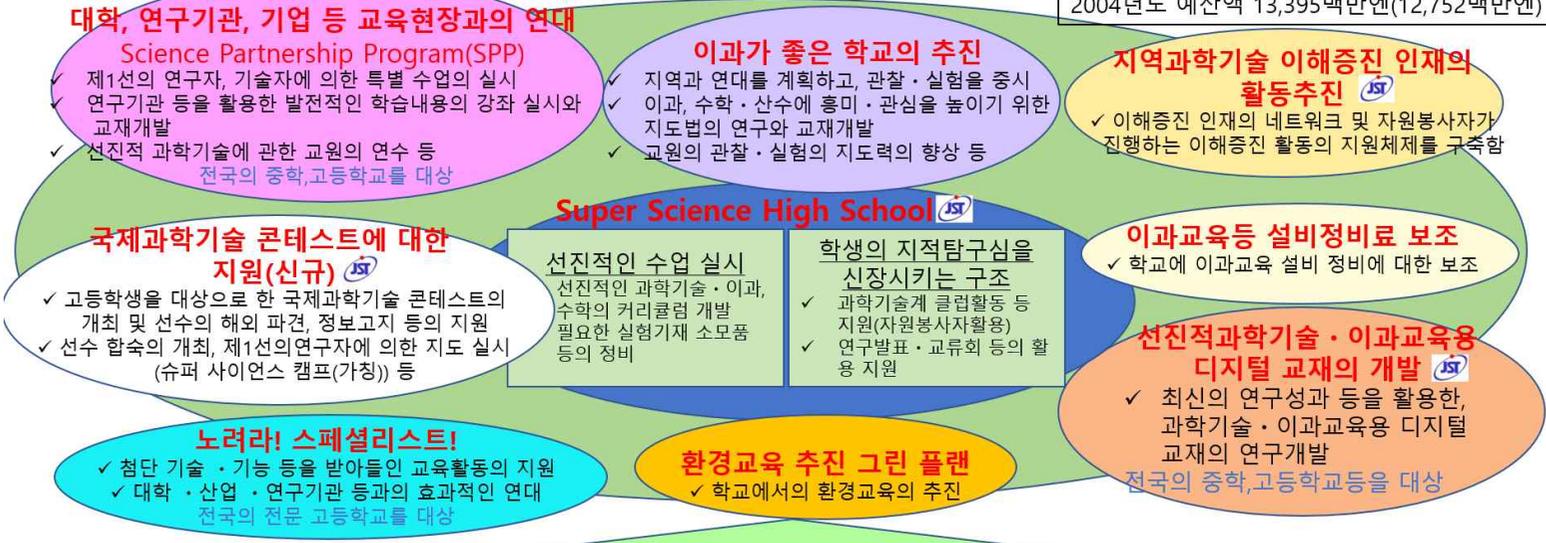


[그림 5-1] 2005년 과학기술 이과 좋아하기 계획 및 관련 대책

과학기술 · 이과 좋아지기 계획 및 관련대책

-기술혁신과 산업경쟁력 강화를 담당하는 장래 유능한 과학기술계 인재의 육성-

2004년도 예산액 13,395백만원(12,752백만원)



각종 과학기술·이과교육관련 대책

<ul style="list-style-type: none"> ✓ 국립대학 박물관의 관리·운영 ✓ 일본과학 미래관의 관리·운영 ✓ 선구적 과학기술 전시 개발 사업 	 	
---	----------	--

[그림 5-2] 2005년 과학기술 이과 좋아하기 계획 및 관련 대책 (한국어 번역)

3) 지정 확대기(2010년-2015년)

본격 실시기의 후기에 시작된 중점들의 설치나 컨소시엄의 설정 등으로 이미 SSH 지정교의 확대는 예견되었다. 2009년 9월의 인재위원회 제 4차 제언에서는 「SSH를 더욱 확충함으로써 지정학교가 지금까지 길러온 성과를 널리 다른 학교에 보급할 필요가 있다」라고 명시되었다. 이처럼 2010년 이후에는 중점들의 다양화와 함께 지정학교의 개수도 꾸준히 증가되었고 기존의 성과를 다른 학교로 널리 보급하려는 움직임이 크게 일어났다. 2010년도에 설정된 수치 목표는 ‘2014년도에는 200개 교’였으며, 이 목표는 매년 변동되어 명확하고 구체적으로 설정되었다. 연도별 추가로 지정된 학교의 수는 2009년도 9개, 2010년도 36개, 2011년도 38개, 2012년도 73개였으며, 이로써 2013년에는 총 201개교가 지정되어 예정보다 1년 앞당겨 200개교를 넘었다.

2010년도에서 2012년도에 ‘선진적 이과교육의 거점형성(코어SSH)’로 특화되었던 학교들이 2013년과 2014년에는 ‘과학기술 인재육성 중점들’로 이름을 바꾸어 그 특징을 자리매김 하였다. 이같이 중점들은 그 이름을 바꾸고 내용의 통합과 개편을 반복하면서 실시되어왔다. ‘과학기술 인재육성 중점들’은 지역의 핵심거점으로서 SSH 지정 경험을 통해 이뤄낸 성과를 다른 학교에 보급하였다. 또한 해외의 선진적인 이수계 교육을 담당하는 학교나 연구기관과의 정상적인 연대관계를 구축하는 등의 중점들을 운영하는 SSH 지정학교에 대해서 정부의 추가지원을 진행하기도 하였다.

또 2013년도 이후의 SSH는 ‘개발형(開發型)’과 ‘실적형(實踐型)’으로 나누어 지정되었다. ‘개발형’은 신규 지정되는 학교를 중심으로 「새로운 연구개발을 진행하는 타입」으로 지정되었다. 한편, ‘실적형’은 과거에 지정된 이력이 있는 학교를 중심으로 「지금까지의 성과를 활용해 실적을 낼 수 있는 연구개발을 진행하는 타입」으로 지정되었다. 지정 확대기에는 지정학교의 증가와 함께 재지정을 받는 학교가 등장하였으며, 신규지정학교(개발형)와 재지정학교(실적형) 간 운영 경향이 달랐다. 이를 반영하여 개발형 및 실적형으로의 SSH 지정 타입 분화가 시행된 것으로 보인다.

スーパーサイエンスハイスクール 平成25年度予算額(案) : 2,952百万円
(平成24年度予算額 : 2,757百万円)

※運営費交付金中の推計額を含む

方針
 ・「科学技術基本計画」(平成23年8月19日閣議決定)
 国は、次代を担う科学技術関係人材の育成を目指すスーパーサイエンスハイスクール(SSH)への支援を一層充実するとともに、その成果を広く他の学校に普及するための取組を進める。

概要
 将来の国際的な科学技術関係人材を育成するために、先進的な理数系教育を実施する高等学校等をスーパーサイエンスハイスクール(SSH)として指定して支援を実施

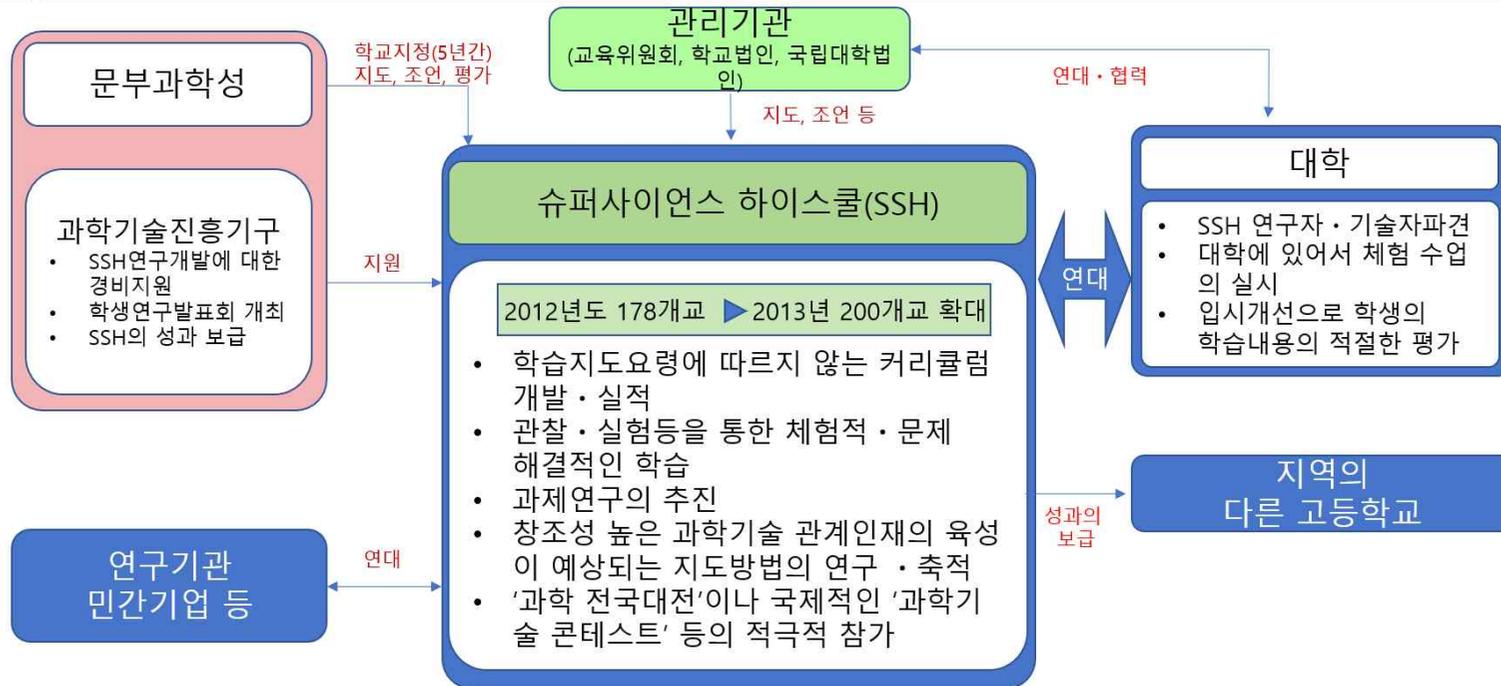


[그림 6-1] 2013년도 SSH 구조도
 (출처 : <http://blog.cocorocoro.com/?eid=1628444>)

슈퍼 사이언스 하이스쿨

2013년도 예산액 : 2,952백만원
(2012년도 예산액 : 2,757백만원)

방 침	- '과학기술기본계획'(2011년 8월 19일 내각회의 결정) 국가는, 다음세대를 짊어질 과학기술 관계 인재의 육성을 목적으로 슈퍼사이언스 하이스쿨(SSH)의 지원을 한층 충실함과 동시에, 그 성과를 널리 다른 학교에 보급하기 위한 시도를 진행한다.
개 요	- 장래의 국제적인 과학기술 관계 인재를 육성하기 위해, 선진적인 이수계 교육을 실시하는 고등학교 등을 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH)라 지정하고 지원을 실시한다.



[그림 6-2] 2013년도 SSH 구조도(한국어 번역)

요약하면, SSH는 시행기 종료 후의 2005년까지 사업의 골격이 완성되고, 그 후 새로운 사업방향으로서 중점틀 등의 설치나 지정학교의 ‘개발형’과 ‘실적형’으로의 분화 등에 의해 다양성을 확보해 나가면서 대폭 지정학교 수를 늘려, 현재는 일본 중등교육의 과학기술 인재육성에 있어 중요한 사업 중 하나로 자리매김하게 되었다.

SSH와 더불어 효과적인 과학기술 인재육성 사업의 대표적인 예로써는 2002년도부터 시행한 ‘국제과학기술 콘테스트 지원(國際科學技術コンテスト支援)’, 2011년에는 ‘과학 전국대전(科學の甲子園)¹¹⁾’ 2014년에는 ‘글로벌 사이언스 캠퍼스(グローバルサイエンスキャンパス)’ 등의 사업이 개시되었고, 이들은 대학과 SSH의 적극적인 연대를 이루며 상호 발전해왔다([그림 6-1 & 6-2]).

4) 제도 정착기(2016년-2020년)

2016년부터는 전국적으로 고르게 분포된 200여 개 SSH의 다양한 활동들이 진행되었다. 이 시기에는 SSH 사업이 양적으로 확대되기 보다는, 각 지역에 맞는 특색과 장점을 살린 다양한 과학교육의 발전을 통해 질적으로 성장해 나갔다. 전체적인 SSH 지정교의 개수는 200여 개로 거의 일정하게 유지되었으며, 각종 지역연대, 고등학교-대학연대, 산학연대, 해외 연수, 학회·발표회 개최 등의 연합적 규모를 확장해 나가는 시기라고 할 수 있다([그림 7-1 & 7-2]).

특히 2015년에 문부과학성이 발표한 ‘차세대의 인재육성 검토작업부회에서 주된 검토사항(次世代人材育成検討作業部會における主な検討事項)¹²⁾’의 내용에 과학기술 인재양성을 위한 지원 대책으로 SSH의 사례

11) 과학 전국대전은 일본어 ‘科學の甲子園’의 의미번역이다. 甲子園은 일본 고교야구가 성행하던 시절 효고현 니시노미야시(兵庫縣西宮市)에 있는 한신 갑자원구장(甲子園球場)에서 결승전을 치르던 것에서 비롯되었다. 전국 시도(都道府縣)에서 지역 예선을 치르고 결승전을 치르던 방식과 비슷하여 과학으로 치르는 전국 대전이라는 의미로 ‘과학의 갑자원’으로 이름 지은 것으로 추정된다.

12) 해당 문서에서 다양한 인재활약 촉진의 일환으로 여성의 활약을 촉진해야 한다 강조한다. 이공계 여성 지원을 위해 관계부처나 경제계, 학계, 민간단체 등 지원체제 네트워크 구축하고, 여성 연구자 기회확대를 위해 대학, 전문학교 등에 대해 장학금 지원이나 등록금 면제 등 경제적 지원도 강조한다.

(https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu10/001/attach/1363274.htm)

가 언급 되었다. 이는 수년간 운영되어 온 정부 주도의 과학 선도 교육 기관에 대해 자체적으로 긍정적 평가를 하고 있다.

특히 이 보고서에는 일본의 연구개발력 강화를 위한 방법 중 하나로 여성 연구자의 육성이 강조되고 있다. 여학생들의 낮은 이공계 진학률을 증가시키고 여학생들의 이공계 진학을 도모하기 위해 경제적 지원, 조직적 대응, 홍보 및 현직의 여성 연구자를 롤모델로 삼을 수 있도록 연계 지원, 여성 연구자 특강 등의 다양한 활동을 예고하고 있었다. 이에 다음 해인 2016년부터 여성 연구자 육성을 위한 활동이 SSH에서도 본격적으로 나타나기 시작한다.

2019년에는 전 세계가 코로나 바이러스 감염증-19(COVID-19)로 인해 활동이 멈췄고, SSH 역시 단체활동에 대한 제약이 걸렸다. 교내로는 필드워크, 도서관, 실험실습 등 집단활동의 제약으로 활동 조사된 연구자 수가 부족하게 되고, 대외적으로는 학교 간 교류회, 특강, 성과 발표회, 해외 연수 등이 중단되었다. 이러한 어려움을 극복하기 위한 수단으로 온라인으로 활동을 새로운 대외활동의 장이 열리게 되었다. 오히려 해외 연수나 다른 지역 학교와의 교류는 온라인을 통해 오히려 더욱 활발하게 진행이 되었고, 성과발표회나 학술교류회 역시도 온라인 발표와 영상발표로 참여하게 되어 보다 빈번하게 참가할 수 있게 되었다. 또 조사연구보다는 문헌조사에 충실하게 되어 연구에 대한 확실한 기초를 다지는 시기가 되었다고 평가된다(下島泰子, 2022).

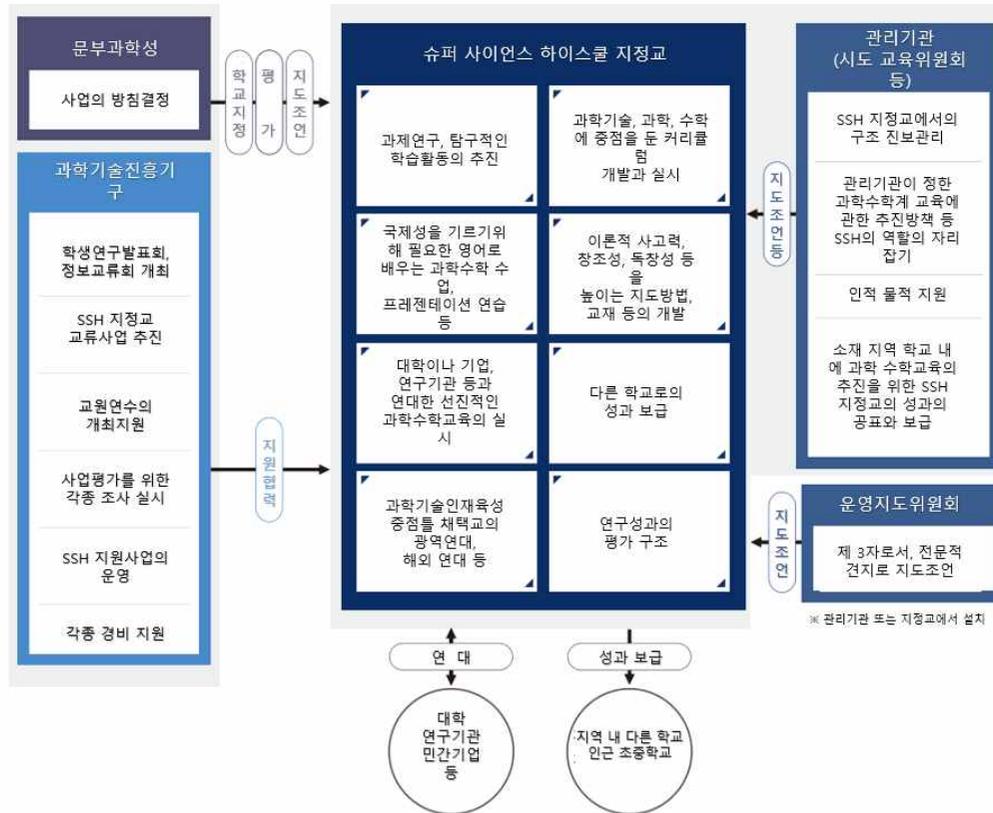
국가 교육과정과 별도로 기존의 교육과정에는 없는 다양한 교과목을 개발해 오고 있다. 예를 들면, 기존의 물리, 화학, 생물의 수준보다 높은 ‘SS물리’, ‘SS화학’, ‘SS생물’의 교과목이 있어 일반 고등학교보다 더 높은 수준의 과학수업이 진행되고, ‘인간과 기술’, ‘과학기술 커뮤니케이션 입문’, ‘생명의 과학’의 교과목에서 과학기술 윤리와 커뮤니케이션에 관한 수업이 진행된다. 특히 2018년에는 SSH의 연구개발의 실적을 기반으로 만들어진 ‘이수(理數)과목¹³⁾’이 국가 교육과정으로 채택¹⁴⁾되면서 SSH에

13) 과학과 수학에 대한 과제를 학생이 스스로 설정하고 관찰, 실험, 조사를 통해 탐구를 실행해 성과를 정리하여 발표하는 형식의 수업이다. 이런 수업형식은 SSH의 과제연구가 모델이 되었다. 과목은 기초과정의 ‘이수탐구기초(理數探究基礎)’와 심화과정의 ‘이수탐구(理數探究)’의 두 과정으로 나뉜다.
(<https://senpaitalk.com/risuutuikyuuutoha/>)

서 진행한 수업 방식, 수업 평가를 일반 고등학교에 널리 보급하는 역할을 하게 되었다. 이렇게 각 SSH에서 만든 새로운 교육과정이 주변 학교들에게 보급함으로써 지역 특색과 현시대에 나타나는 문제점에 맞는 과학교육으로 개선하며 교육의 질을 향상시키려는 목적을 가지고 있다.

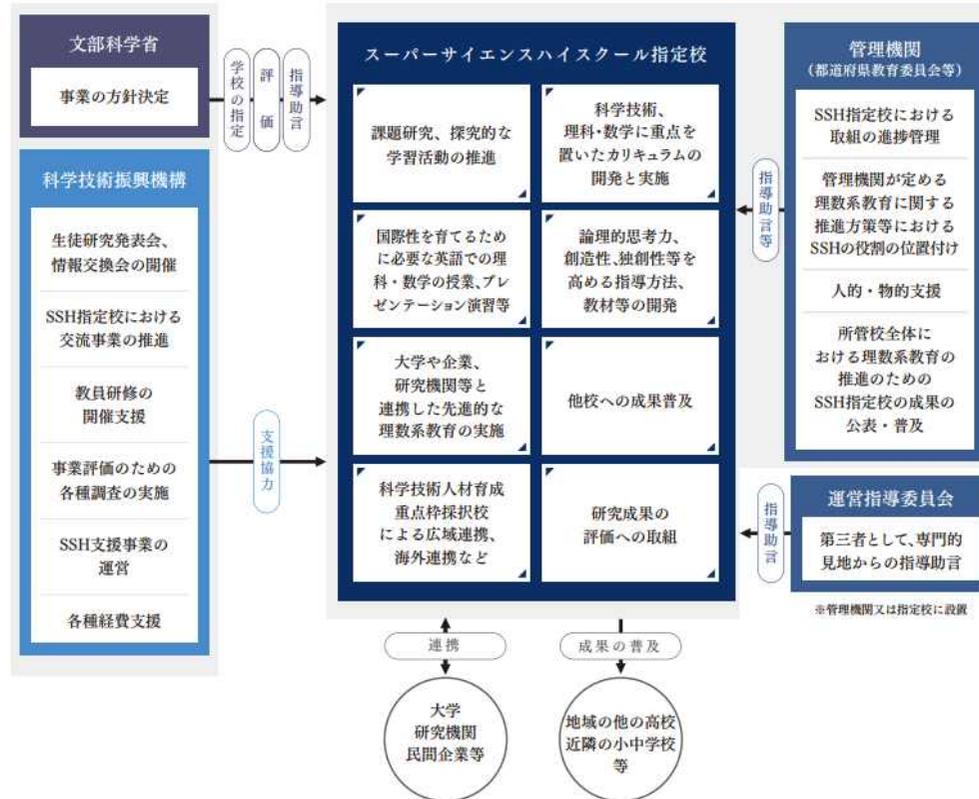
14) 2018년에 일본의 교육과정인 ‘고등학교 학습지도요강’에 고시되고 2022년부터 실시하게 된다.

선진적인 이수계 교육에 의한 창조성 풍부한 과학기술 인재의 육성



[그림 7-2] 2020년도 SSH 구조도 (한국어 번역)

先進的な理数系教育による創造性豊かな科学技術人材の育成



[그림 8-1] 2020년도 SSH 구조도(国立研究開発法人科学技術振興機構, 2021)

5) 독립 운영기(2021년 이후)

2021년 이후를 독립 운영기로 구분한 것은 2021년에 발표된 유식자회의 2차 보고서에 언급된 ‘인정틀(認定枠, 가칭)’의 의미가 크다. 해당 보고서에는 2022년부터 SSH를 기존처럼 정부 예산 지원이 이루어지는 사업들과, 5기(25년간)의 SSH의 활동을 끝내고 정부의 예산 지원을 받지 않으면서 지금까지의 연구개발 성과를 기초로 다양한 SSH의 활동을 이어나가는 독립된 형식의 구조의 ‘인정틀’을 시행한다고 발표하였다. 오랜 SSH의 활동 경험을 살려 다른 SSH와 일반 학교에게 연구 사례를 전개하고 보급하는 역할을 하는 거점학교의 제도를 만들게 되는 것이다. 이는 다양한 학교의 SSH 활동 참여를 위해 오랫동안 지원을 받은 학교를 졸업시키고 새로운 SSH 지정교에 예산을 돌리며, 기존의 연구 방식과 경험을 벗어나 새로운 학교에서 새로운 연구가 만들어지길 기대하면서 만든 정책으로 해석된다([그림 8-1 & 8-2, 9-1 & 9-2]).

이 시기부터 과제연구 주제로 새롭게 떠오른 SDGs(Sustainable Development Goals, 지속가능개발목표¹⁵⁾)와 이를 교육에 접목시킨 ESD(Education for Sustainable Development, 지속가능발전교육) 강조하는 학교가 늘어났다는 것이 특징적이다. 이는 세계 시민 교육(Global Citizenship Education)을 실시해 더불어 사는 사회를 이룩하기 위한 구체적인 목표를 고등학교 교육과정 속에 잘 녹여낸 좋은 사례라 할 수 있다. SSH에서 SDGs를 강조하는 이유는, JST의 기본 사업목표 중 하나가 지속가능한 개발 목표의 달성을 향한 과학기술 이노베이션(STI)의 공헌(STI for SDGs)에 있기 때문이다. 이에 JST는 SDGs의 구조 3대 원칙¹⁶⁾을 정하고, JST가 갖는 싱크탱크 기능, 연구개발, 산학연대, 차세

15) SDGs는 2015년부터 UN에서 인류의 보편적 문제(빈곤, 질병, 교육, 여성, 아동, 난민, 분쟁 등)와 지구 환경문제(기후변화, 에너지, 환경오염, 물, 생물다양성 등), 경제 사회문제(기술, 주거, 노사, 고용, 생산 소비, 사회구조, 법, 대내외경제)를 2030년까지 17가지 주 목표와 169개 세부목표로 해결하고자 이행하는 국제적 공동목표이다(UN 홈페이지: <https://sdgs.un.org/goals>, 2022)

16) 1. 적극적인 SDGs 관련 정보의 홍보, 계발(SDGs for All, STI for All)
2. SDGs 달성에 공헌하는 연구개발 프로그램 실시(STI for SDGs)
3. SDGs의 시점을 토대로 업무 진행(SDGs for STI)
(JST 홈페이지 : <https://www.jst.go.jp/seika/bt2019-15.html>)

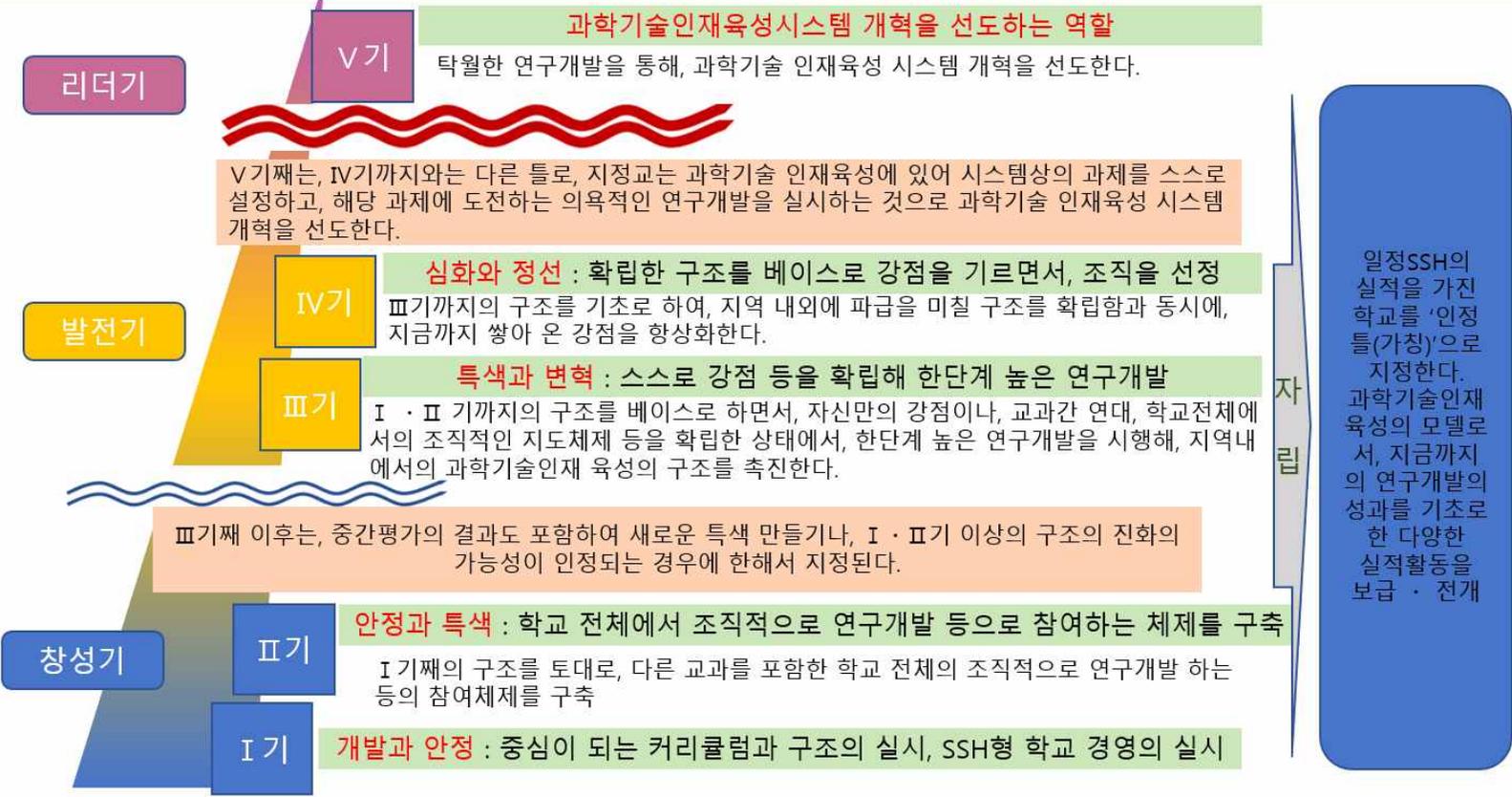
대 인재 육성, 과학과 사회의 대화 협동 등을 목적으로 공교육 기관에서 공식적으로 SDGs에 대한 교육을 하나의 목표로 삼고 진행하고 있다.

SSH指定校の目指す姿（イメージ）



[그림 8-1] 2021년 SSH 지정교의 목표 모습 (슈퍼사이언스하이スクール(SSH)支援事業の今後の方向性等に関する有識者会議第二次報告書, 2021)

SSH 지정교의 목표 모습(이미지)



[그림 8-2] 2021년 SSH 지정교의 목표 모습(한국어 번역)



スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 認定校 (仮称) の導入

背景

OSSH事業は、先進的な理数系教育を通じた国際的に活躍しうる科学技術人材の育成を目的として、平成14年より事業を開始し、一定の成果を上げている。事業開始から約20年が経過しており、多様な取組が各指定校で展開されている。

OSSH指定校としての長年の活動の成果をもとに、これまでのノウハウや特色・強みを活かし、一定の指定期間を終了した後、独自にSSH指定校の取組の自立した継続を検討している学校が出始めていることから、従来の予算支援の取組とは別に、新たに「認定校 (仮)」を創設し、科学技術人材育成のモデルとしてこれまでの研究開発の成果を基にした多様な実践活動を展開・普及することを通じて、「事業校」と共に、SSH事業全体の取組の質の向上を図り、科学技術人材育成システム改革をより強力に推進する。



事業校(予算支援あり)

我が国の次代を担う

科学技術人材育成システム改革を先導

- ◆ 産学官の連携等による質の高い課題研究を教育課程の中核に据えて推進するシステムの開発
- ◆ 拠点校として、周辺校と緊密に連携しながら、地域全体の科学技術人材育成をリードするシステムの開発
- ◆ 複数の国の高等学校や大学、企業等と連携した国際共同研究を通じた人材育成システムの開発 など



認定校 (仮)

科学技術人材育成の全国的なモデルとして
これまでの研究開発の成果を基にした
多様な実践活動を展開・普及

- ◆ 各指定校が培ってきた特色・強みを生かした取組を展開・普及 ※積極的な情報発信、視察の受入れ 等
- ◆ 「SSH指定校」としての認知度・ブランドを活用

※対象校：一定期数以上のSSHの実績のある学校
※教育課程の特例への申請は可
※制度の運用は、令和4年度以降を想定

SSH指定校としての取組・体制等の実施・確立

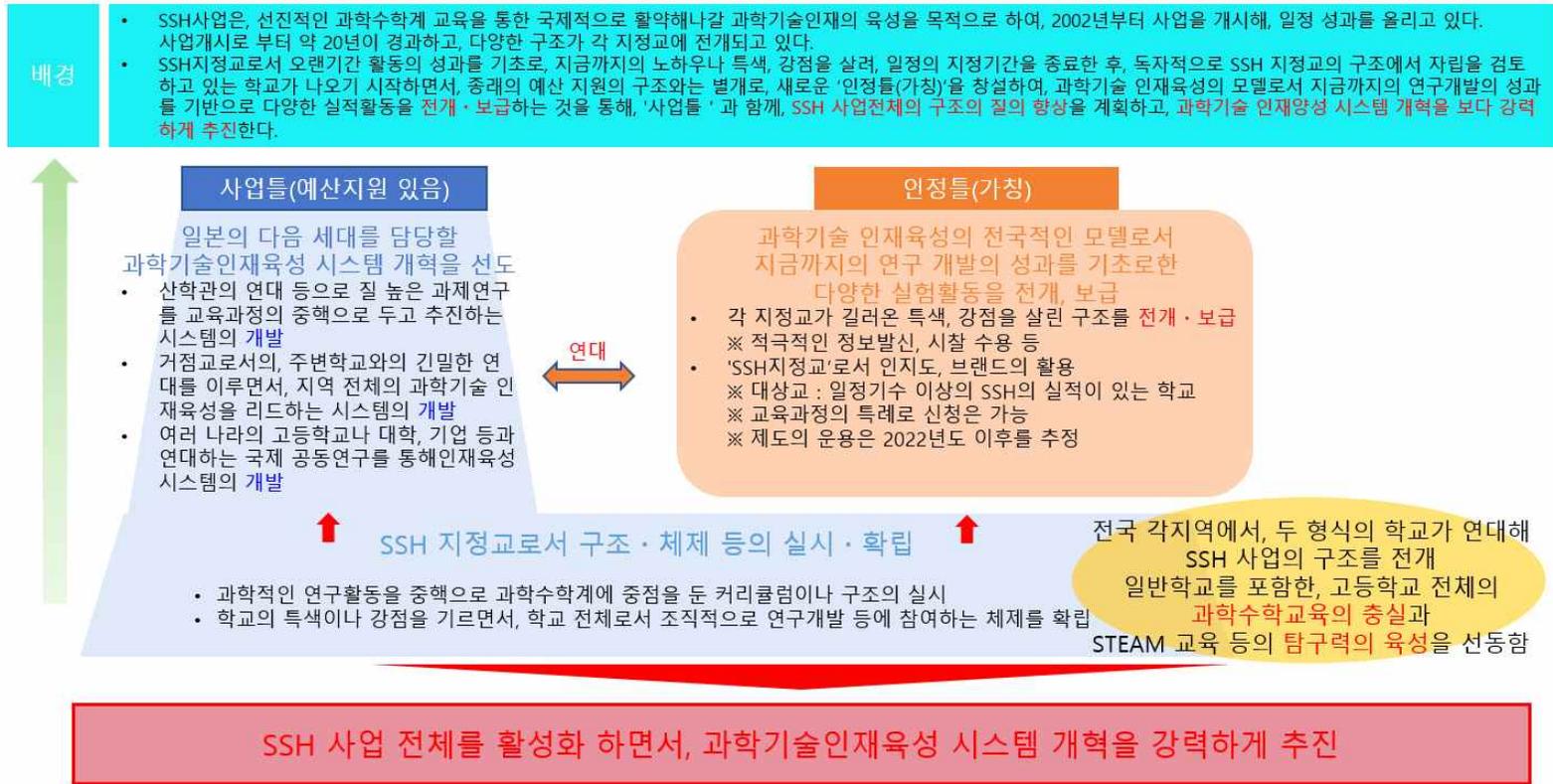
- ◆ 科学的な探究活動を中核とする理数系に重点を置いたカリキュラムや取組の実施
- ◆ 自校の特色や強みを培いながら、学校全体として組織的に研究開発等に取り組む体制を確立

全国各地域において、両者が連携し、SSH事業の取組を展開
一般校を含め、高等学校全体の理数系教育の充実やSTEAM教育等の探究力の育成を後押し

SSH事業全体を活性化するとともに、科学技術人材育成システム改革を強力に推進

[그림 9-1] 2021년 슈퍼 사이언스 하이スクール 인정틀(가칭) 도입 (슈퍼사이언스 하이スクール (SSH) 支援事業の今後の方向性等に関する有識者会議第二次報告書, 2021)

슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH) 인정들(가칭)의 도입



[그림 9-2] 2021년 슈퍼 사이언스 하이스쿨 인정들(가칭) 도입(한국어 번역)

마. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 성과

2021년에 문부과학성에서 발표한 ‘슈퍼 사이언스 지원사업의 이후 방향성에 관한 유식자 회의 제 2차 보고서’에 따르면 일본 내 전문가가 본 2002년부터 약 20년간 SSH의 교육적 성과는 다음과 같다.

첫째, 우수한 과학기술 인재의 배출이다. SSH 사업의 개시 목적이 국가를 이끌어갈 과학기술 인재양성이기에 과거의 이과 기피 현상을 타파하고 과학 분야로 진로를 선택하는 학생을 배출하여 그 성과를 달성하였다.

둘째, 고등학교 과학·수학교육에 관한 교육과정 개선이다. 실제로 많은 SSH들이 일반 교육과정이 아닌 ‘SS과학’, ‘SS물리’, ‘실험탐구’와 같은 새로운 교육과정을 자체적으로 만들어 운영하였고, 이후 과학적 사고를 수학과 접합시킨 ‘이수(理數)과목’으로 정식 교육과정으로 채택되어 SSH가 아닌 일반 고등학교에서도 해당 수업이 진행되고 있다.

셋째, 학생의 의욕·관심, 연구 방향성과 진로선택에 영향을 준다. 다양한 과학수업과 활동에 노출시켜 자연스럽게 과학 분야를 몸에 익히고 진로로써 선택할 수 있도록 지도한다.

넷째, 학생들의 대학원 진학희망률이 상승하였다. 고등학생들은 SSH 졸업생들과의 활발한 교류를 통해 대학원 전문 연구분야에 대한 자세한 정보를 쉽게 얻을 수 있고, 졸업생들은 대학원 진로에 대한 고민을 해결해주는 상담자 역할을 하였다. 또 졸업생의 인터뷰를 담은 책자를 보급하여 SSH 졸업생들의 다양한 활약상을 보여주며 미래의 전문 연구자로서의 진로를 희망할 수 있도록 안내한다.

다섯째, 대학과 고등학교의 선진적 교육의 연대를 만들었다. 고등학교에서 다루기 힘든 전문 연구나 첨단 기술 장비를 인근 혹은 해외 대학과 연대를 통해 SSH 학생들에게도 지도할 수 있었다. 여섯째, 지역 교육으로 파급효과를 볼 수 있다. 지역 내의 교원 연구회에서는 SSH가 개발한 지도법·교재 등의 성과를 보급하고, 지역 내 학생 연구 발표회의 개최를 통해 학생들 간 교류의 기회를 제공한다. 또한 시·도를 넘어선 학교간의 연대, 공동과제연구 및 대학 등과의 연대를 통해 지역 내의 이과 교육 네트워크를 구축한다.

실제로 2020년에 JST에서는 SSH 학생을 대상으로 과학기술의 흥미·관심과 자세에 관한 의식조사를 시행했다. 그 결과 ‘과학기술에 관한 학습 의욕이 상승했다’는 항목에 62%, ‘미지의 현상에 흥미(호기심)가 향상되었다’는 항목에는 81%, ‘스스로 대응하는 자세(자주성, 도전성, 의욕)가 향상되었다’는 항목에는 75%, ‘진실을 찾아 밝히려는 마음(탐구심)이 향상되었다’는 항목에는 74%의 학생이 긍정적으로 대답했다(國立研究開發法人科學技術振興機構, 2021). 이를 통해 SSH는 과학기술을 공부하려는 학생들에게 흥미와 관심, 도전성과 탐구심을 향상시켰고, 이공계 분야로의 진로선택에 큰 영향을 끼쳤음을 알 수 있으며, 유식자 회의에서 발표한 SSH의 성과에 대한 타당한 근거가 될 수 있다.

바. 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 중간평가

SSH는 일본 정부로부터 예산적 지원을 받지만 활동에 대한 별도의 지시사항은 주어지지 않는다. 다만 개별 학교들이 SSH를 지원할 때 제출하는 계획서에 학교와 지역의 특색을 살린 연구개발 목표와 활동 계획 등의 비전을 제출하고 이 계획서를 바탕으로 선발된 학교들이 SSH로 선정되어 5년간 운영된다. 즉, 학교들은 자발적인 계획으로 운영되며 이 SSH 지정교들의 운영 모습은 제각기 다 다를 수 있다. SSH운영의 모습이 제각기 다르다면 다양한 주제와 활동이 가능해져 새로운 분야로의 발전이 용이하지만, 정부 주도하에서의 관리와 평가가 어려울 수 있다. 이렇게 정부에서 별도의 운영지시사항은 없지만, 대부분의 SSH들이 비슷한 운영을 유지할 수 있는 이유는 SSH의 중간평가(スーパーサイエンスハイスクールの中間評価) 기준이 정해져있기 때문이다.

중간평가실시요강¹⁷⁾에 따르면, 중간평가는 SSH 지정교에 대해 전문가들이 연구개발의 진보상황, 예산운영 등을 평가하고 각 학교가 연구개발 내용에 대한 반성하는 기회로 삼아 사업의 효과적으로 실시할 수 있음을 목적으로 한다. 중간평가 시행 시기는 지정된 후 3년째(선도적 개

17) 슈퍼사이언스하이스쿨 중간평가 실시요항 :
https://www.mext.go.jp/content/220225-mxt_kyoiku01-000020753_04.pdf

<표 3> 중간평가항목과 평가내용 (SSH中間評價實施要項)

평가항목	평가내용
1. 연구개발계획의 진보와 관리체제, 성과분석에 관한 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 연구개발계획은 예정대로 진행되었는가? - 학교 전체로서 연구개발계획은 어떤 체제로 추진·관리 되고 있는가? - 연구과제나 연구목적에 대한 학생들의 변화(학습의욕, 자질, 능력, 진로상황 등)가 보여지는가? 등
2. 교육내용 등에 관한 평가	<ul style="list-style-type: none"> - SSH의 목표나 커리큘럼·매니지먼트의 시점을 토대로, 이수계 교육에 중점을 둔 교육과정을 편성하고 실시하고 있는가? - 이수계 과제연구나 연구적 학습활동에 관한 시도가 적극적으로 일어나는가? - 과제연구나 연구적 학습활동과 이수계 과목이나 이수계 이외의 과목과의 연대가 이루어졌는가? - SSH의 목표에 맞는 특색있는 교재(다른 학교에서도 활용 가능한 연구 가이드북이나 실험서)를 개발하고 있는가?
3. 지도체제에 관한 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 교내의 지도체제(수학과 이과와의 연대, 이수계와 다른 교과와의 연대 등)수업형태나 클래스 편성의 상황이 연구의 목적에 적당한가? - 교사의 지도력 향상을 위한 구조를 실시하고 있는가?(교내연수, 합동연구, 다른 학교 시찰 등의 구조상황 및 효과)
4. 외부연대·국제성·부활동 등의 구조에 관한 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 대학이나 연구기관, 기업 등과의 연대를 스스로 주체적인 시도로서 진행하고 있는가? - 지역과 연대하는 구조나, 다른 SSH 지정교 혹은 그 외의 고등학교 등과의 연대하는 구조가 적극적으로 일어나고 있는가? - 국제회의 참가나 국제대회 출전, 해외 고등학생과 공동연구, 어학력 강화 등의 시도, 과학기술인재로서의 국제성의 육성에 적극적으로 노력하고 있는가? - 이수계 부활동의 설치상황 및 활동 내용 등이 충실한가?

혁형은 2년째)에 실시되기에 매년 중간평가를 받는 학교와 그 수는 달라지고, 선정 후 임기동안 한 번의 중간평가만이 실시된다.

중간평가는 SSH의 연구개발계획의 진보·관리체제 성과분석, 교육내용, 지도체제, 외부연대·국제성·부활동에 대한 시도, 성과보급, 관리기관의 관리체제, 그리고 경비지출 상황에 대해 평가한다<표 3>.

평가 방법은 학교가 작성한 자기평가표, 경비지출상황, 연구개발실시 보고서 등의 자료와 학교에서 조사된 학생들의 설문조사를 근거로 평가위원이 평가한다(스ーパ一サイ一エンスハイスクール中間評価實施要項, 2021).

<표 4> 평가기준의 구분

우수한 구조상황이고, 연구개발의 목적의 달성이 예상되어, 더욱 발전이 기대된다.
지금까지의 노력을 판단해보면, 연구개발의 목적의 달성이 가능하다고 판단된다.
지금까지의 노력을 판단해보면, 연구개발의 목적의 달성이 대체로 가능하다고 판단되지만, 전체적으로 구조 개선의 노력도 필요하다.
연구개발의 목적을 달성하기에는, 조언 등을 고려해 한층 노력하는 것이 필요하다 판단된다.
지금까지는 연구개발의 목적을 달성하기는 어렵다고 생각되지만, 조언 등에 유의해, 당초 계획의 변경 등의 대응이 필요하다고 판단된다.
현재까지의 진보상황 등에 의하면, 이후의 노력을 가지고도 연구개발의 목적 달성은 곤란하고, 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 취지 및 사업 목적에 반하거나, 따르지 않는 것으로 생각되는 것으로, 경비의 대폭 감액 또는 지정 해제가 적당하다고 판단된다.

평가위원은 중간평가를 통해 SSH의 현 상황을 평가하고 결과를 각 SSH에게 문서로써 통보한다. 평가 기준은 6가지로 등급이나 점수가 아닌 서술형으로 평가하고 있다<표 4>. 중간평가에서 경비지출에 부족함이 있다면 다음년도에 JST로부터 경비집행에 대한 지도가 시행된다. 또, 개선의 노력이 필요하다 판단되는 학교에 대해서는 필요에 따라 학교 방문을 시행하고, 연구개발에 대한 구체적인 개선 사항의 지적과, 연구개발

향상을 위한 계획을 촉진한다. 평가결과는 문부과학성 홈페이지에 게시되어 공개된다. 이때 학교 실명이 직접 언급되고 학교들에 대한 분석¹⁸⁾과 평가 이유에 대해 자세히 기록된 문서가 함께 공개되어 운영에 대한 자세한 피드백을 받을 수 있다(2021中間評価結果について)¹⁹⁾.

18) S S H中間評価の結果について(總括) : 해당 문서는 매년 중간평가 결과를 분석하여 각종 도표로 정리해 둔 것으로 원문은 문부과학성 홈페이지에 게시되어 있다(https://www.mext.go.jp/content/220225-mxt_kyoiku01-000020753_01.pdf).

19) 해당 문서는 평가 대상이 되었던 각 학교의 결과와 심사이유를 상세히 설명한 문서로 각 평가 분야 중 어떤 것이 좋았고 나빴는지에 대해 서술하고 있다(https://www.mext.go.jp/content/220225-mxt_kyoiku01-000020753_03.pdf).

2. 언어 네트워크 분석

가. 언어 네트워크 분석

언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis, SNA)은 문장 속 단어를 네트워크 분석의 대상으로 하는 분석방법으로 텍스트의 특성을 기본 개념으로 간주하여 분석 단위로 삼는다. 이 분석은 단어의 특성과 단어들 간의 의미적 관계에서 나타내는 속성들을 파악하는 데 유용한 방법이다(이수상, 2014). 언어 네트워크 분석은 텍스트 내 출현단어의 연결 패턴의 정량화와 핵심주제어 추출과 같은 분석결과를 통해 유의미한 언어의 구조를 파악할 수 있는 장점이 있다(Carley, 1993)

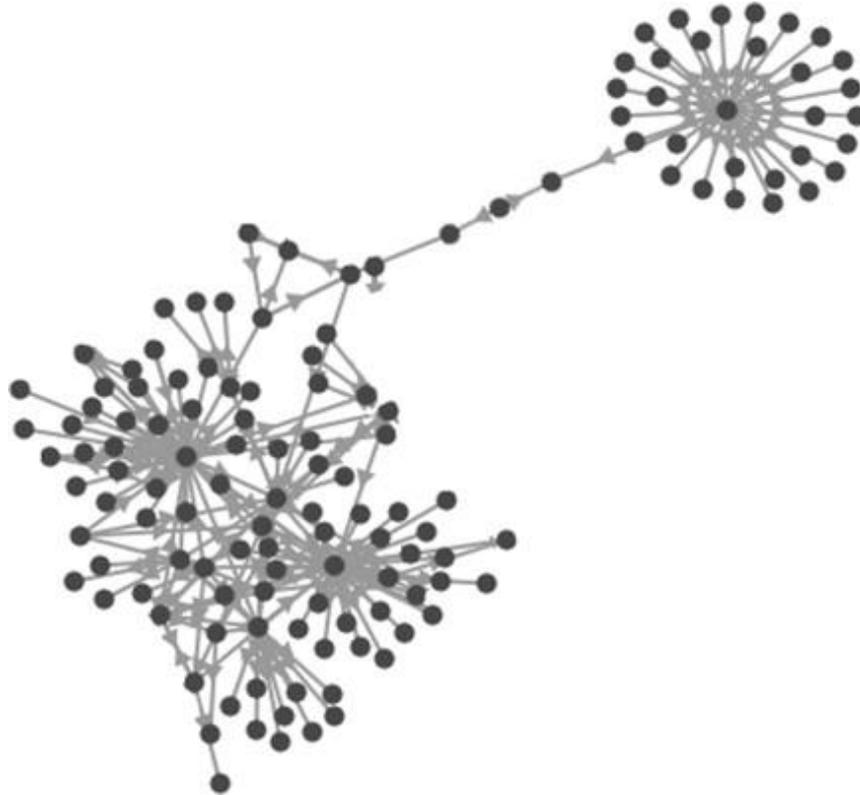
우리 주변에는 다양한 유형의 언어 텍스트가 존재한다. 그동안 각종 연구 논문이나 언론기사 등에서 분석의 주요한 대상이 되어 왔던 언어 텍스트는 심층면담, 회의나 토론 현장에서 녹취한 정성적 텍스트자료(면담자료, 토론자료 등)이거나 이미 형식적인 체계를 갖추어 발표된 문헌적 텍스트자료(언론기사, 연구문헌, 보고서 등)로 구분된다(이수상, 2018).

나. 연결중심성

단어들 간의 연결 모습을 확인하여 연결중심성(degree centrality)도 측정한다. 중심성(centrality) 분석의 가장 기본적인 측정 방법으로 네트워크(network)를 구성하는 노드(node)와 그 노드와 직접 연결된 다른 노드들과의 연결(edges) 정도를 측정하여 각각의 노드들이 네트워크에 얼마나 중심에 위치하는지를 알아보는 기법이다. 네트워크상에서 정도(degree) 측면에서 가장 높은 중요도를 가지는 노드(node)를 파악할 수 있고, 네트워크에서 연결자(connector) 또는 허브(hub) 역할을 수행하는 노드를 파악할 수 있다.

연결중심성은 가장 간단한 측정 방법 중 하나로 인접한 노드들의 수를 이용하여 연결성을 측정하는 방법이다. 즉, A 노드가 1000개의 노드와 연결되어 있고 B 노드에 100개의 노드가 연결되어 있으면 A가 많은

노드들과 연결되어 있으므로 연결중심성에서는 A가 더 중요하다고 판단한다. 하지만 해당 방법은 그래프 전체를 고려하는 것이 아닌 이웃간의 연결관계만 고려하므로, 오류가 발생할 수 있다(Golbeck, 2015)([그림 10]²⁰⁾).



[그림 10] 연결중심성의 개요

20) 오른쪽 상단에 있는 클러스터의 중심에 있는 노드는 네트워크의 밀집된 중심에서 멀리 떨어져 있더라도 높은 수준의 중심성을 갖는다(Golbeck, 2015).

연결중심성은 분석의 두 노드의 연결 방향성에 따라 내부 연결중심성(In-degree centrality) 분석과 외부 연결중심성(Out-degree centrality) 분석으로 나눌 수 있다. 내부 연결중심성 분석은 다른 노드로부터 특정 노드로 들어오는(in) 관계만을 고려하는 방법이고, 외부 연결중심성 분석은 하나의 노드에서 다른 노드들로 나가는(out) 관계만을 고려하는 방법이다(Golbeck, 2013). 하지만 본 연구에서는 방향성을 고려하지 않은 단순 연결의 정도만을 다루었다.

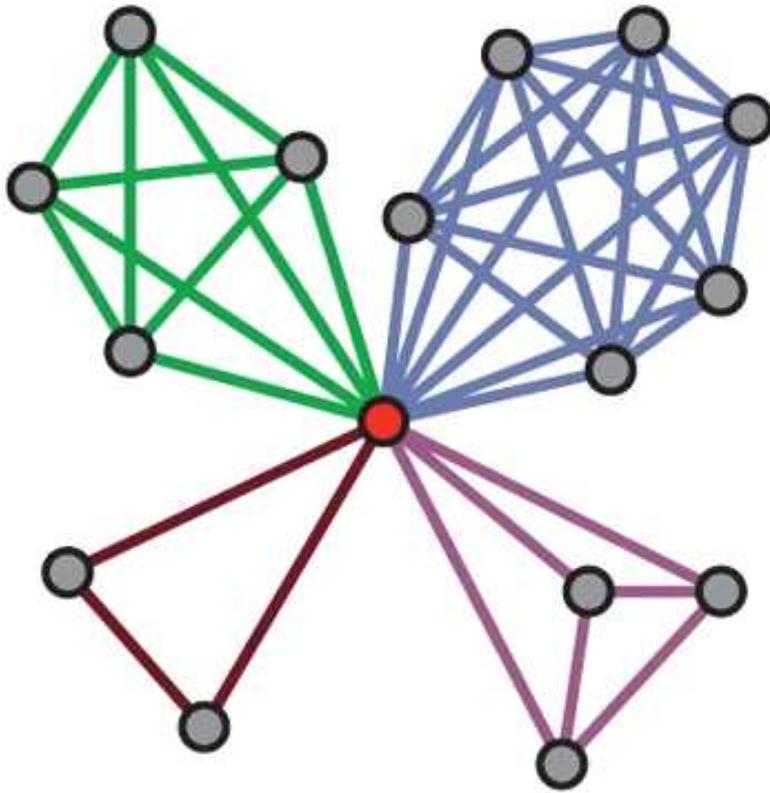
연결중심성은 0에서 1 사이의 값의 척도로 변환되는데, 네트워크에서 가장 높은 차수를 가진 노드는 1의 중심성을 가지며 다른 모든 노드의 중심성은 가장 인기 있는 노드와 비교한 차수의 비율이 된다. 예를 들어, 네트워크의 최상위 노드에 20개의 연결이 있는 경우, 10개의 연력을 갖는 노드는 $0.5(= 10/20)$ 의 연결중심성을 갖고, 차수가 2인 노드의 연결중심성은 $0.1(= 2/20)$ 의 결괏값을 갖는다(Golbeck, 2015).

다. 커뮤니티와 응집구조

커뮤니티(community)는 네트워크 구조에 기반하여 점(노드)과 선(링크)으로 몇 개 그룹으로 클러스터링(clustering)²¹⁾ 하는 기법이다(Ahn, Y., et al. 2010). 같은 그룹이면 링크를 연결할 확률이 높고, 다른 그룹이면 링크를 연결할 확률이 낮다. 이를 수학적 정의를 통해 함수를 만들어서 사용한다. 이 함수가 최대화되도록 노드를 클러스터링함으로서 커뮤니티 추출을 실행할 수 있다. 이 식의 값을 응집구조(modularity)라고 한다. 이 응집구조가 가장 높아지는 순으로 바텀업(bottom-up) 방식으로 클러스터링해 감으로써 극대화 한다.

예를 들어 [그림 11]과 같이 링크의 연관성에 따라 몇 개의 노드들이 상호간에 집중적으로 링크됨에 따라 4개의 커뮤니티를 생성하고 있다. 커뮤니티 내에서는 링크가 활발하지만 다른 커뮤니티와의 링크는 적다. 커뮤니티 내의 노드들은 유사성을 보이며, 하나의 주제로 엮을 수 있다.

21) 유사한 성격을 가진 개체를 묶어 그룹으로 구성하는 것



[그림 11] 커뮤니티의 모습(Ahn et al., 2010)

Ⅲ. 언어 네트워크에서 나타난 SSH 특징 분석

1. 연구 대상 및 방법

가. 연구 대상

본 연구의 분석 대상은 현재 일본 SSH로 지정된 218개교의 2021년 연구개발 실시보고서(研究開發實施報告書, 이하 보고서)²²⁾이다. 보고서는 매년 말까지의 운영 모습을 정리하여 이듬해 초에 발행된다. 이는 각 학교 평가를 위해 작성되는데 그 속에는 학교의 비전, 중장기 운영계획, 학생 및 교원 현황, 시설 및 환경과 같은 기본적인 정보에서 학생 모집 및 선정, 교육과정 편성 및 운영, 학교 운영 전문성, 진로지도, 학생 만족도 설문조사 등의 전문 운영모습과 성과, 각 학교가 진행하는 특화 연구의 결과에 대해서도 자세히 기술하고 있다. 그리고 보고서는 문부과학성에 보고되고 웹사이트를 통해 공개된다.

데이터 수집을 위한 보고서들은 2021년 학교운영 내용을 담은 2022년 초에 발표된 최신의 보고서로 선정하였다. 모든 SSH의 보고서는 문부과학성의 양식대로 통일된 양식으로 작성되었기 때문에 동일한 주제로 정리되어 있다. 그중 각 학교의 특징과 운영방식, 운영방향성을 알기 위해 ‘연구개발의 개요’, ‘연구개발의 성과’, ‘연구개발의 과제’ 부분을 주요 분석 대상으로 하였다(<표 5>).

전체 보고서의 핵심을 요약한 ‘연구개발의 개요’를 통해 SSH 지정교가 개발한 연구업적, 지향성, 학교의 사상을 알 수 있다. ‘연구개발의 성과’에서는 한 해동안 진행한 연구개발의 모습과 그 성과를 자전적 평가로 기술하고 있어 학교가 한 해 동안 이룬 실적을 알 수 있다. ‘연구개발의 과제’에서는 해당 학교가 앞으로 이루어야 할 과제와 한 해를 반성하

22) SSH 지정교 한 곳의 연구개발 실시보고서는 연구개발 과제, 한 해 동안 활동 내용, 학생들 설문조사, 활동 사진 등을 포함하여 평균 100 페이지 내외로 작성된다.

고 새로운 목표를 제시하고 있어 목표의 방향성을 유추할 수 있다. 다른 항목들은 내용이 반복되거나 활동 내용에 대한 자세한 서술이 포함되어 본 연구의 데이터로 부적합하다 판단하여 데이터 수집에서 제외하였다.

<표 5> 2021년 SSH 연구개발 실시보고서 기본 양식

1. 2021년도 슈퍼 사이언스 하이스쿨 연구개발 실시 보고(요약)
① 연구개발 과제(요약)
② <u>연구개발의 개요</u>
③ 2021년도 실시규모
④ 연구개발의 내용(요약)
⑤ 연구개발의 성과와 과제(요약)
⑥ 신형 코로나바이러스 감염확대의 영향
2. 2021년도 슈퍼 사이언스 하이스쿨 연구개발의 성과와 과제
① <u>연구개발의 성과</u>
② <u>연구개발의 과제</u>
3. 실시보고서(본문)
① 연구개발의 과제(상세기술)
② 연구개발의 경위(상세기술)
③ 연구개발의 내용(상세기술)
④ 실시 효과와 그 평가
⑤ 성과의 발신, 보급에 대해
⑥ 연구개발 실시상의 과제 및 앞으로의 방향성
⑦ 관련자료

나. 연구 방법

본 연구에서는 언어 네트워크 분석을 위해 넷마이너4.4.5 프로그램을 이용하였다. 엑셀 파일로 수집된 데이터를 프로그램에서 Unstructured Text로 불러와 언어는 Korean, 필터는 Noun, Foreign만 분석한다. 초별

분석하여 나오는 데이터 중, 유사의미를 가지는 단어는 Thesaurus에 그룹화하고, 의미가 없거나 주제에 벗어난 단어들은 Exception List에서 제외하도록 한다.

블러온 데이터에서 Word Cloud를 이용해 단어 빈도수에 따른 양상을 시각화하고, Word Network에서 단어 간 연결을 분석한다. 이때 분석의 기본 단위를 나타내는 네트워크 동시 발생 단위(Co-occurrence unit)는 ‘문장(Sentence)’으로 설정하여 문장에서 쓰이는 단어들 간의 네트워크를 분석할 수 있도록 한다.

Window size는 단어 간 네트워크를 생성할 때의 범위로 최솟값인 2를 입력하면 바로 나란히 등장하는 단어들끼리 네트워크를 생성한다. 수치가 높을수록 문장 내 단어들 간의 링크 범위가 커진다. 동일 문장 내 사용된 모든 단어들 간의 네트워크를 확인하기 위해 수치는 ‘10’으로 두었다.

Link Frequency Threshold는 추출하고자 하는 공동 등장한 단어 간의 링크의 가중치(동시출현빈도)의 임계치를 나타내는 것으로, 2를 입력하면 2회 이상 함께 사용된 단어 쌍만 추출된다. 이는 주제에 따라 적절한 수치의 단어 쌍을 추출하기 위해 적절한 수치를 이용해 추출할 수 있도록 설정한다.

Direction은 문장 내에서 단어가 등장하는 순서에 따라 방향성을 가리킨다. 앞에 나온 단어가 뒤에 있는 단어를 수식한다고 인식하여 문장 내 단어의 등장 순서에 따라 수식 방향이 달라지는 것으로 인식한다. 하지만 일본어는 한국어와 마찬가지로 수식의 방향이 다양하게 나타날 수 있기에 방향성을 고려하지 않는 Un-Directed로 설정한다.²³⁾ Remove Self-Loop는 동일한 단어 사이의 네트워크가 발생하는 것을 방지하기 위하여 ‘Yes’로 설정한다.

23) 일본어 역시 한국어와 마찬가지로 수식의 방향이 다양하게 나타날 수 있다. 예를 들어, ‘아름다운 꽃이 있다’라는 문장에서 ‘아름다운’이 ‘꽃’을 수식하는 것으로 인식하지만, ‘꽃이 아름답다’에서는 같은 의미이지만, ‘꽃’이 ‘아름답다’를 수식하는 것으로 인식하기에 다른 Direction으로 인식하게 된다.

2. 자료수집 및 전처리 과정

가. 자료수집 과정

슈퍼 사이언스 하이스쿨 지정학교 홈페이지에 있는 2021년 보고서(2022년 3월에 발간)를 열람하여 엑셀파일에 동일한 주제의 내용을 학교별로 정리하였다. 일본어로 작성된 보고서들은 한국어로 번역할 필요가 있었다. 넷마이너는 영어 혹은 한글로만 사용이 가능하기 때문에 번역 후 용어에서 큰 차이가 나는 영어보다는 같은 어족(語族)이고 한자권 언어인 한국어로 번역하여 원어의 의미가 크게 변화하지 않도록 번역하였다. 이에 보고서 내의 ‘연구개발의 개요’, ‘연구개발의 성과’, ‘연구개발의 과제’ 부분을 1차적으로 구글 번역기를 통해 초벌 번역을 하고, 번역에 오류가 있거나 의미적으로 겹치는 내용과 단어를 통일하는 2차 번역과 전처리 과정을 연구자²⁴⁾가 직접 진행하였다.

보고서 중 열람이 불가능하거나 내용이 전체 공개가 되지 않는 보고서의 내용은 제외하고 데이터를 수집하였고, 보고서 내용이 이미지로 제작되어 텍스트화할 수 없는 보고서는 이미지 텍스트 변환 기술인 OCR(optical character recognition)을 이용하여 텍스트화하여 데이터를 수집하였다.

나. 전처리 과정

수집한 동일 주제 데이터를 언어 네트워크 분석 및 시각화 전문 프로그램인 넷마이너4.4.5를 이용하여 분석하였다. 번역과정에서 ‘슈퍼 사이언스 하이스쿨’, ‘SSH’, ‘지정교’와 같은 의미의 단어들은 ‘슈퍼 사이언스 하이스쿨’로, ‘코로나 바이러스’, ‘신형 바이러스’, ‘COVID-19’의 단어들은 ‘신형바이러스’로 동의어 사전에 등록하고 동의어로 처리하여 분석하였

24) 본 연구자는 도쿄에 소재한 대학에 교환학생 1년을 이수하였고 JLPT(일본어 능력시험) N1급을 소지하고 있다. 이후에 일본 유학 입시 관련한 직업을 가져 다수의 일본교재를 한국어로 번역하고 일본 교재의 내용을 한국 학생들에게 가르치는 강사로 수년간 재직하여 일본어로 기술된 과학 내용에 대해서는 원활한 일본어 번역이 가능하다.

다. 일본어 한자 번역은 번역자 임의로 한국어로 알기 쉽게 ‘이계(理界)’을 ‘자연계’로, ‘루브릭(ルーブリック)’은 ‘채점기준표’로 번역하였다. 보고서 특성상 반복되어 언급되는 ‘과제’, ‘성과’, ‘연구’ 등과 같은 형식적 단어들과 한 글자로 이루어진 의미가 불분명한 단어(명, 관, 개 등), 그리고 특정 지역이름(히로시마, 효고, 고베, 도쿠시마 등)은 분석 데이터에서 제외하였다.

수집된 비정형 텍스트 데이터들은 넷마이너에서 제공하는 한국어 자연어 처리 과정을 거쳐 각각의 한국어 단어를 노드로 하는 네트워크 데이터로 변환되었으며, 이를 이용해 여러 가지 분석을 진행했다. 그중 언어 클라우드를 이용하여 언어의 상대적 빈도수를 파악하고, 언어 네트워크를 통해 단어 간 연결성, 단어들 분류 및 커뮤니티 분석하여 SSH의 특징, 주요 과제, 발전 방향 등을 유형화하고 분석된 단어들의 원문을 조사하며 세부적인 내용을 파악하고자 하였다. 이때 키워드와 커뮤니티의 구조만으로는 확인하기 어려운 맥락의 경우 넷마이너의 단어별 문장 확인 기능을 이용해 일본어 원문과 비교하였고, 의미 재검토하여 키워드가 실제 어떠한 맥락에서 도출되었는지 확인하였다.

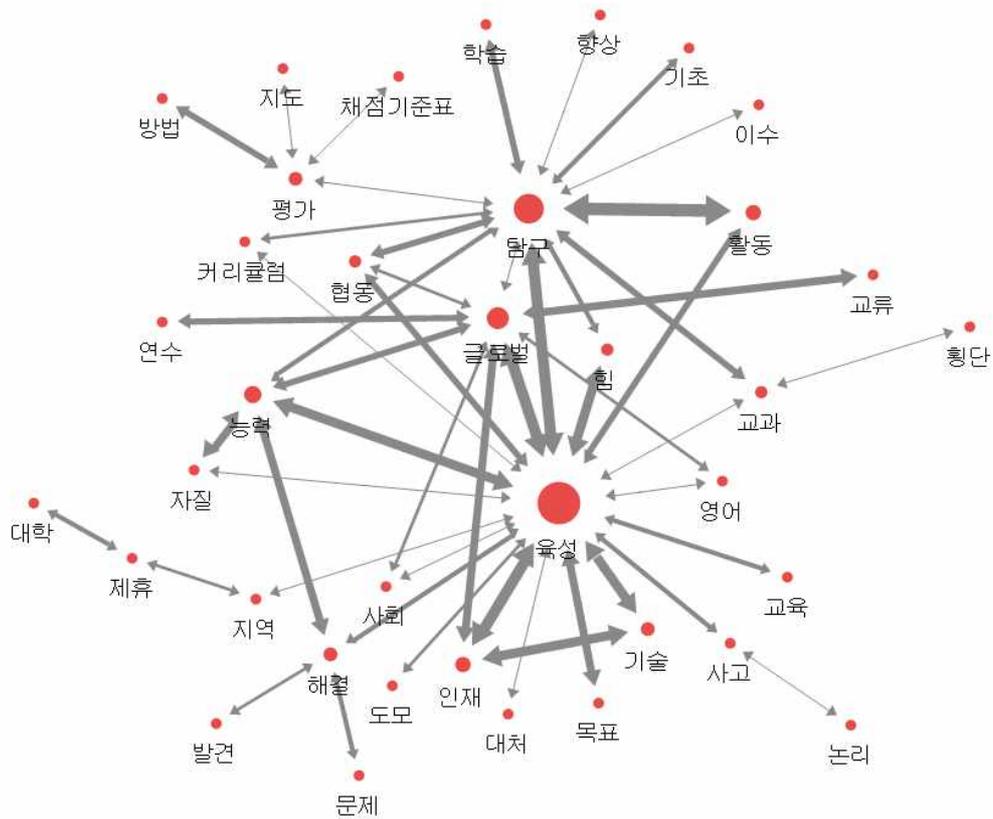
한편 수집한 데이터는 ‘①연구개발의 개요, ②연구개발의 성과, ③연구개발의 과제’의 3부분으로 분류하여 언어 네트워크 프로그램인 넷마이너에서 언어 클라우드, 언어 네트워크, 연결중심성, 응집구조 등을 분석하였다.

Window Size = 10, Link Frequency Threshold = 30 이었다. 측정 후 다시 등장 빈도(Frequency)순으로 내림차순으로 단어를 정렬하여 <표 6>에 정리하였다. 보고서 내에 핵심적인 단어는 모두 37개이다.

<표 6> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 단어별 빈도수

순위	단어	빈도수	순위	단어	빈도수
1	육성	388	20	사고	83
2	탐구	360	21	학습	81
3	글로벌	229	22	체휴	80
4	활동	205	23	지도	77
5	능력	161	24	커리큘럼	76
6	평가	149	25	도모	75
7	힘	139	26	대학	68
8	교육	137	27	방법	66
9	기술	132	28	이수	65
10	협동	130	29	연수	60
11	지역	130	30	발견	58
12	인재	128	31	기초	53
13	대처	108	32	차질	50
14	교과	104	33	교류	48
15	사회	96	34	문제	44
16	해결	91	35	논리	42
17	목표	89	36	횡단	25
18	향상	85	37	채점기준표	25
19	영어	84			

‘연구개발의 개요’ 속의 언어 네트워크는 [그림 13]과 같다. 노드(동근점)가 클수록 연결된 언어가 많다는 의미이다. 각 단어들 간의 연결성을 조사하여 화살표의 방향과 굵기로 연결 방향과 빈도를 표시한다. 화살표의 방향이 단어에서 외부로 향하면 해당 단어가 수식을 한다는 의미



[그림 13] SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 언어 네트워크

(out-degree centrality)이고, 화살표의 방향이 단어를 향하면 해당 단어는 다른 단어로부터 수식을 받는다(In-degree centrality)는 의미이다. 대부분의 단어들이 양방향으로 연결이 되어있기에 이 데이터에서는 화살표의 방향은 크게 의미가 없다. 화살표의 굵기는 연결 빈도를 의미하는데 한 문장에서 자주 연결되는 단어일수록 화살표가 굵게 표현되도록 설정하였다.

2) SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 연결중심성과 커뮤니티

SSH의 연구개발의 개요 속에서 연결중심성의 수치²⁵⁾는 다음 <표 7>

25) 연결중심성 수치는 방향에 상관없기(Un-Directed) 때문에 In-degree centrality와 Out-degree centrality의 값이 동일하게 나온다.

과 같다.

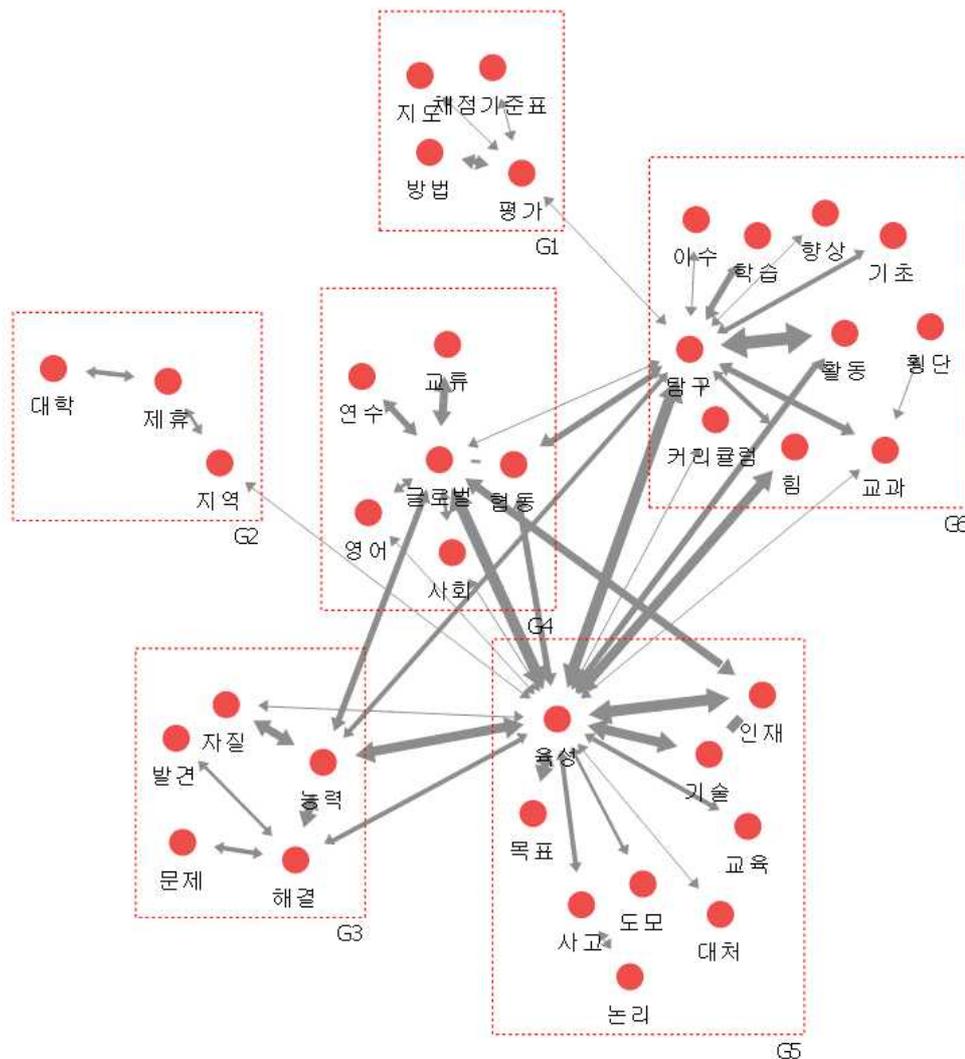
<표 7> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 연결중심성 수치(상위 10개 단어만 표기)

	단어	연결중심성		단어	연결중심성
1	육성	31.472222	6	활동	6.083333
2	탐구	19.500000	7	해결	4.666667
3	글로벌	13.083333	8	기술	4.388889
4	능력	7.888889	9	평가	3.972222
5	인재	6.527778	10	협동	3.388889

<표 7>에서 보이는 ‘연구개발의 개요’ 속 연결중심성 수치의 network degree centralization index²⁶⁾는 2,924.048%이고, 중심성은 ‘육성(31.472222)’, ‘탐구(19.500000)’, ‘글로벌(13.083333)’, ‘능력(7.888889)’의 순으로 많은 단어(노드)와 연결됨을 알 수 있다. network degree centralization index의 수치가 매우 높은 것으로 보아, 상위 단어들에 대한 의존도가 매우 높은 것을 알 수 있다. 실제로 1순위인 ‘육성’은 31.47의 중심성을 가지지만 4위인 ‘능력’은 자리수가 낮아져(7.89) 큰 차이를 보인다.

‘연구개발의 개요’ 속 단어들의 네트워크를 분석하여 응집구조 분석을 하였을 때, [그림 14]와 같이 6개의 그룹으로 나타난다. G1에는 ‘평가’, ‘채점기준표’, ‘지도’, ‘방법’의 4개의 단어가 모여있고, 링크가 가장 많은 핵심어는 ‘평가’로 「학생 평가」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G2는 ‘지역’, ‘제휴’, ‘대학’의 3개의 단어가 모여있고 가장 많은 링크로 연결된 핵심어는 ‘제휴’로 「SSH의 지역·대학과의 연대를 만들고 제휴」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G3는 ‘능력’, ‘자질’, ‘발견’, ‘문제’, ‘해결’의 5개의 단어가 모여있고 링크가 가장 많은 핵심어는 ‘능력’으로 「학생들이 항상 해야 할 능력」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G4는 ‘글로벌’, ‘영어’, ‘협동’, ‘교류’, ‘연수’, ‘사회’의 6개의 단어가 모여있고 링크가 가장 많은 핵심어는 ‘글로벌’로 「글로벌 인재 양성을 위한 해외 교류와 영어 능력 향

26) 네트워크 전체의 중심성을 보기 위해 각 노드의 중심성을 종합한 연결중심성지수(Degree Centralization Index)를 사용하고, 이 값이 클수록 해당 네트워크의 링크가 특정 노드에 의존하는 정도가 크다는 것을 의미한다(정석진 외, 2020).



[그림 14] SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 응집구조(modularity) 분석

상」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G5는 ‘육성’, ‘인재’, ‘기술’, ‘목표’, ‘교육’, ‘사고’, ‘도모’, ‘대처’, ‘논리’의 9개의 단어가 모여있고 링크가 가장 많은 핵심어는 ‘육성’으로 「인재 육성을 위한 SSH의 목표」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G6는 ‘탐구’, ‘이수’, ‘학습’, ‘향상’, ‘기초’, ‘활동’, ‘활동’, ‘커리큘럼’, ‘힘’, ‘교과’의 10개의 단어가 모여있고 링크가 가장 많은 핵심어는 ‘탐구’로 「탐구력을 키울 수 있는 교육과정의 개발」에 대한 그룹이라 할 수 있다(<표 8>)²⁷⁾.

<표 8> SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 핵심어와 주제

그룹	핵심어	주제
G1	평가	학생의 역량 평가
G2	제휴	SSH의 지역·대학과의 연대와 제휴
G3	능력	학생들이 향상시켜야 할 능력
G4	글로벌	글로벌 인재양성을 위한 해외 교류와 영어능력 향상
G5	육성	인재육성을 위한 SSH의 목표
G6	탐구	탐구력을 키울 수 있는 교육과정의 개발

3) SSH의 ‘연구개발의 개요’ 속 핵심어

G1 그룹의 핵심어인 ‘평가’는 빈도 순위 6위로 149회 등장했다. ‘평가’의 언어 네트워크를 보면 교과 목표에 맞는 탐구력 향상을 위한 적절한 지도 방법을 평가하기 위한 채점기준표가 필요했음을 알 수 있다. ‘평가’가 포함된 원문을 보면 다음과 같다.

- 연구 기관 등과의 제휴에 의한 다면적인 사업 평가 및 수업 평가의 연구 ○ 채점기준표 등을 활용한 각종 사업의 객관적인 평가에 대한 개발 및 검증 ○ 액티브 러닝 등을 활용한 학습에 대한 새로운 효과적인 평가 방법 개발(北海道旭川西高等學校, 2022)
- 전교 학생이 3년간 지속해서 진행하고 있는 「탐구 활동」을 중심으로 하고, 긴밀한 고대 연계에 의한 과제 연구의 심화·발전, 지역과 제휴한 과학 체험의 개발·실천, 해외의 대학·고교와의 협동 학습, 과학계 클럽의 활성화, 적절한 평가기준의 작성과 운용 등을 추진함으로써 과제설정·해결능력, 주체성, 리더성, 국제성을 육성한다 (兵庫縣立三田祥雲館高等學校, 2022)

27) 그룹의 순서는 랜덤하게 제시되는 것으로 순서에는 아무런 의미가 없다.

SSH마다 새로운 교수법과 교과목이 적용되면서 학교만의 새로운 평가 기준이 필요했다. 새로운 교과에서 함양하는 탐구력, 창의력, 국제성, 리더십 등 SSH 성취목표에 맞는 소양들을 객관화하여 평가해야 하기에 적절한 채점기준표가 만들어지는 연구가 필요했음을 알 수 있다.

G2 그룹의 핵심어인 ‘제휴’는 빈도 순위 20위로 80회 등장했다. ‘제휴’는 링크된 모습으로 보아, ‘대학/기업’과의 제휴와 ‘지역’과의 제휴로 나눌 수 있다. ‘제휴’가 포함된 원문을 보면 다음과 같다.

- 실천력(지역사회 참여·사회공헌)을 육성하기 위해, 「자연과학부 양성」에 있어서는 대학과의 제휴에 의한 연구 추진과 적극적 학회 발표, 지역의 초중학생 대상의 과학 교실의 기획 운영을 실시한다 (鳥取縣立米子東高等學校, 2022)
- 지역 제휴, 고대 제휴, 학교 간 제휴, 행정 기관과의 제휴를 더욱 추진하고, 창조적 부흥에 요구되는 탐구 활동의 질을 향상시킨다 (熊本縣立第二高等學校, 2022)
- 인근의 SSH교와 제휴하면서 사업의 성과를 보급시켜 지역의 이수교육의 향상에 기여한다 (鹿兒島縣立國分高等學校, 2022)
- 교과간 제휴 프로그램의 개발, 학교를 기점으로 하는 대학·기업·지자체 등과의 제휴에 의한 사회에 열린 학교 교육 프로그램의 개발(學校法人聖マリア學園 聖光學院中學校高等學校, 2022)

‘대학/기업’과는 연구, 강좌, 전문 분야 등을 발전시키기 위한 제휴이고, ‘지역’과는 지역사회 이바지, 공헌, 지역 상생과 같은 의미의 제휴이다. 또 지역과의 제휴에는 인근 지역에 있는 초·중등학교나 다른 SSH와의 제휴의 의미로 쓰이기도 하였다.

G3 그룹의 핵심어인 ‘능력’은 빈도 순위 5위로 161회 등장했다. ‘능력’은 학생이 향상해야 할 소양으로 SSH 교육의 목표가 되는 부분이다. 링크로 보아 글로벌(커뮤니케이션) 능력, 탐구 능력, 해결 능력 등으로 볼

수 있고, 이를 육성시키는 것이 성취기준이 될 것이다. ‘능력’이 포함된 원문을 보면 다음과 같다.

① 글로벌(커뮤니케이션) 능력

- 영어 프레젠테이션 능력을 육성하고 국제성을 높이기 위해 아카데미 프레젠테이션 I·II, 해외교와 국제교류를 실시한다 (學校法人東海大學 東海大學付屬高輪台高等學校, 2022)
- 프레젠테이션 능력이나 글로벌화에 대응한 외국어 커뮤니케이션 능력의 향상에 더해, 리더십 교육이나 「지식 이론(TOK)」의 에센스 도입에 의한 토론을 할 수 있는 학생의 육성 (茨城縣立日立第一高等學校·附屬中學校, 2022)

② 탐구능력

- 각 교과에 있어서의 「질문하는 힘」을 공통 지침으로 한 자질·능력 육성 프로그램의 개발 : 「질문하는 힘」을 수업 중에서 육성하고 싶은 자질·능력의 총칭으로 하고, 모든 교과에 있어서 「질문하는 힘」을 기르고, 수업 및 탐구의 질을 높이고 ‘매우 과학적인 인재’의 육성을 도모한다 (茨城縣立龍ヶ崎第一高等學校·附屬中學校, 2022)
- 「종합적인 탐구의 시간」(필수 1단위)을 활용해, 「지속 가능한 사회의 탐구」를 테마로, 3년간의 배움을 통합해, 과학적 근거에 기초하는 가치 판단·의사 결정·합의 형성의 능력을 높인다 (お茶の水女子大學附屬高等學校, 2022)

③ 해결능력

- SDGs를 활용한 「교과횡단적인 학습의 대처」 SDGs의 시점을 근거로 한 교과 횡단적인 학습을 실시해, 과제 발견·해결 능력이나 논리적 사고력 등, 본교가 육성하고 싶은 능력을 익히기 위한 수업 실천을 조직적으로 실시한다 (神奈川縣立多摩高等學校, 2022)
- 고대 연대를 비롯한 대학·연구소·산업계 등과의 제휴 프로그램

램은, 폭넓은 지식·기능, 과제 발견·해결 능력의 육성이나 대학에의 부드러운 학습 이행에 효과가 있다 (埼玉縣立川越女子高等學校, 2022)

‘연구개발의 개요’에서 의미하는 ‘능력’은 글로벌(커뮤니케이션)능력, 탐구능력, 해결능력으로 SSH의 교육목표로써 명확히 제시하고 있다. 해외 학회나 해외교와의 교류를 위한 영어발표/프레젠테이션을 강조하고, 질문하는 힘과 탐구력을 길러 과학인재 양성을 추구하며, 과제 발견·해결이나 논리적 사고력 등의 과학적 기초 능력의 육성을 추구한다.

G4 그룹의 핵심어인 ‘글로벌’은 빈도 순위 3위로 229회 등장했다. ‘글로벌’은 유사 의미인 ‘해외’, ‘국제’를 포함시켜서 빈도수를 측정하여 빈도 순위가 높게 측정되었다. SSH의 특징 중 하나가 글로벌(3위), 영어(19위), 연수(29위)로 국내에서 활동하는 과학자가 아닌, 해외로 진출하기 위한 기초적/언어적 능력과 커뮤니케이션 능력을 기르는 토대가 되는 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

- 지역 이해와 국제 이해를 높이기 위한 대처로 「필드워크」, 「외국인 연구자나 고교생과의 연구 교류」 등을 실시해, 지역 이해·국제 이해를 깊게 넓은 시야와 풍부한 인간성·창조성을 기른다 (岩手縣立一關第一高等學校・附屬中學校, 2022)
- 해외 연계 학교와의 정상적인 인터넷 회의, 해외 연수 등을 활용한 SDGs의 관점에서 글로벌한 과제에 임하는 과제 해결형 협동 탐구 프로그램의 개발·실천 (北海道札幌啓成高等學校, 2022)
- 글로벌 시야를 갖춘 과학기술 인력 육성 해외의 대학에 의한 연수나 공동연구, 교내에서의 성과발표회 등 탐구활동에 관한 발표의 기회를 넓혀 국제성, 영어에 의한 커뮤니케이션 능력, 프레젠테이션 능력, 토론 능력을 육성하고 국제사회에서 활약 과학적 리더십을 갖춘 글로벌 인재의 육성에 연결한다 (神奈川縣立多摩高等學校, 2022)

- 영국, 독일, 러시아, 말레이시아 등의 여러가지 다양한 국가의 고등학생과의 합동이과학연구발표회의 개최 및 '국제적인 교원 컨소시엄'의 조직화에 의해 다각적인 국제성 육성 프로그램을 개발한다 (愛知縣立時習館高等學校, 2022)

'글로벌'의 의미를 살펴보면, 직접적으로는 세계로 나아가는 '국제성'의 의미와 이를 위한 '외국어 능력 강조'가 있다. 또 간접적으로는 '큰 규모/넓은 무대'의 의미로 사용되었다.

G5 그룹의 핵심어인 '육성'은 빈도 순위 1위로 388회 등장했다. 육성(育成)은 일본어와 한국어가 동일한 의미로 '자라게 하는 것', '키워서 훌륭하게 만드는 것'으로, 학교의 목적이 '무언가를 키워내는 역할을 하는 곳'이라는 의미를 강하게 내포하고 있다.

- 중고일관의 대처를 강화함으로써 국제과학올림픽 등에서 상위에 진출하는 뛰어난 학생을 육성하는 베이스를 넓혀 학교 전체에 바람직한 파급효과를 가져올 수 있다 (學校法人立命館立命館慶祥高等學校, 2022)
- 세계에서 활약하는 능력 향상 프로그램의 개발과 실천 국제공동 과제 연구를 강화하여, 과학 인재의 육성을 획기적으로 강화할 수 있다 (學校法人立命館立命館慶祥高等學校, 2022)
- 국제사회에 공헌할 수 있는 과학자·기술자를 육성하는 탐구형 학습의 교재 개발과 실천(筑波大學附屬駒場高等學校, 2022)
- 중고 일관 교육의 특색을 살린 발달 단계에 따른 과제 연구를 실시와, 6년을 전망하는 발달단계에서의 과제연구를 실시하여 과학적 소양을 육성한다 (岩手縣立一關第一高等學校·附屬中學校, 2022)
- ① 중·고·대 연대에 의한 고도의 정보 활용 능력의 육성 ② 중·고·대 연대에 의한 고도의 과학적 사고력의 육성(福島縣立會津學鳳高等學校·中學校, 2022)

‘육성’이 포함된 원문을 살펴보았을 때 키워지는 것은 ① 우수한 인재 양성, ② 학생 소양의 성장의 두 가지로 나눌 수 있다. 우수한 인재 양성의 ‘육성’은 SSH가 추구하는 학생상을 표하며 모든 학생들을 그렇게 키우겠다는 의미보다 소수 상위권 학생을 양성하겠다는 목적이 나타나 있다. 두 번째의 학생의 능력 성장이라는 의미의 ‘육성’은 SSH의 교육을 받는 모든 학생들이 가져야 할 소양을 나타내며 보편적 능력을 갖춘 인재를 양성하겠다는 목적이 나타나 있다.

G6 그룹의 핵심어인 ‘탐구’는 빈도 순위 2위로 360회 등장했다. 보고서에서 사용된 탐구의 의미는 각종 교과목이나 프로그램 명칭이나 활동의 수식으로 자주 등장하였다.

- 그 대처를 촉진하기 위해 학교설정교과 ‘탐구’를 설치하여 과제연구를 보다 충실하게 시행한다 (學校法人清眞學園 清眞學園高等學校·中學校, 2022)
- 과제 연구력을 육성하는 프로그램의 연구 실천 학교 설정 과목인 「베이직 탐구」에 있어서 실시했다 (福島縣立福島高等學校, 2022)
- 과제 연구를 추진하는 프로그램의 연구 실천 학교 설정 과목 「어드밴스 탐구」 및 부 활동 슈퍼 사이언스부(SS부)에 있어서 과제 연구나 교외 연수 등을 실시했다 (福島縣立福島高等學校, 2022)
- 이수 교육·탐구 활동·SDGs와 ESD의 추진, STEAM 교육의 충실, 개발의 거점으로부터 세계를 창조하는 과학자로서 필요한 5개의 자질·능력을 다음과 같이 정의해, 평가 방법을 충실하게 육성해 나간다 (福島縣立會津學鳳高等學校·中學校, 2022)

‘탐구’의 사용은 과목명으로서 ‘탐구’와, 탐구심·탐구활동과 같은 수식어로 활용되는 경우가 다수였다. 즉 교육목표로 측정하거나 정량적으로 목표로 세울 수는 없으나, ‘탐구’의 역량은 과학교육에 있어 필수적인 요

소이기에 탐구를 다루는 교과목을 만들거나, 탐구적 소양을 갖도록 보고서에서도 지속적으로 강조하고 있음을 알 수 있다.

여 <표 9>에 정리하였다. 보고서 내에 핵심적인 단어는 모두 51개로 등장하였다.

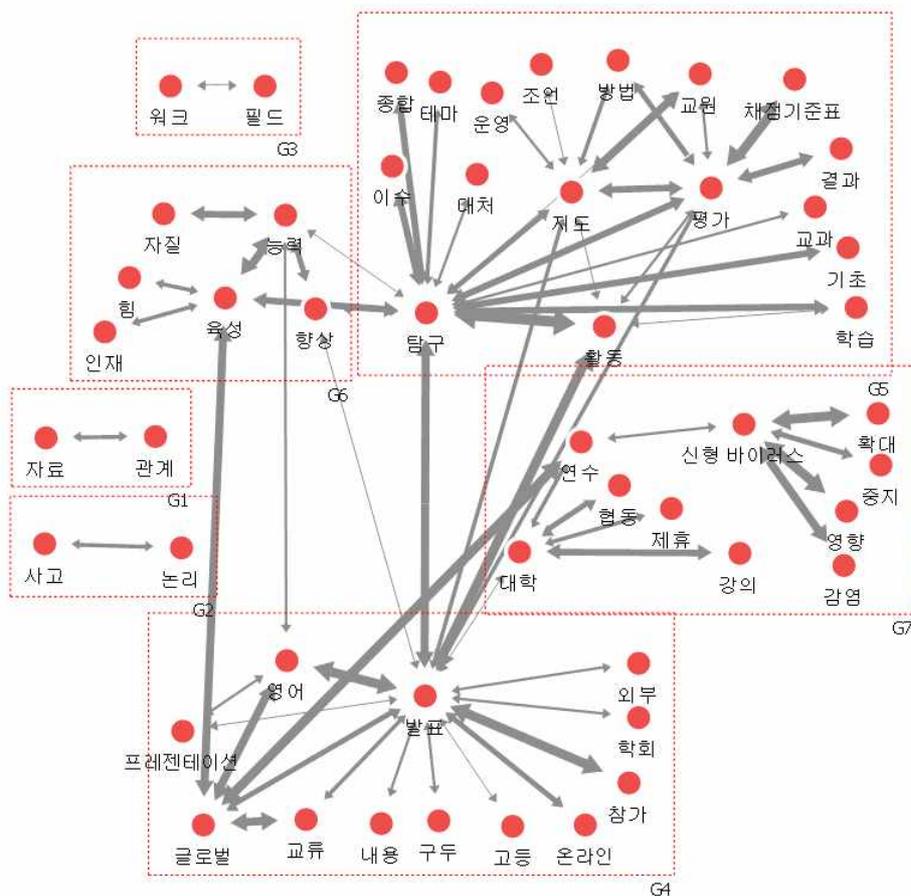
<표 9> SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 단어별 빈도수

순위	단어	빈도	순위	단어	빈도
1	발표	1918	27	고등	423
2	탐구	1796	28	온라인	419
3	활동	1425	29	교과	362
4	평가	1229	30	기초	356
5	영어	878	31	체휴	335
6	지도	862	32	사고	328
7	대학	840	33	채점기준표	267
8	글로벌	760	34	프레젠테이션	261
9	육성	735	35	종합	259
10	대처	680	36	영향	244
11	교원	661	37	자료	219
12	신형바이러스	642	38	외부	198
13	향상	616	39	자질	175
14	강의	605	40	논리	175
15	학습	601	41	확대	174
16	내용	590	42	관계	170
17	연수	589	43	운영	165
18	능력	588	44	인재	154
19	협동	581	45	중지	140
20	참가	573	46	조언	137
21	결과	568	47	워크	134
22	테마	516	48	감염	128
23	이수	495	49	필드	108
24	힘	493	50	학회	93
25	교류	450	51	구두	58
26	방법	444			

<표 10> SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 연결중심성 수치

	단어	연결중심성		단어	연결중심성
1	발표	0.340000	4	능력	0.100000
2	탐구	0.300000		대학	0.100000
3	지도	0.160000		신형바이러스	0.100000
4	평가	0.100000		육성	0.100000
	글로벌	0.100000	활동	0.100000	

network degree centralization index가 낮은 것으로 보아 ‘연구성과의 개요’보다 상위단어 의존도가 낮고 링크가 고르게 형성되어 있음을 짐작할 수 있다.



[그림 17] SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 응집구조(modularity) 분석

‘연구개발의 성과’ 속 단어들의 네트워크를 분석하여 응집구조 분석을 하였을 때, [그림 17]과 같이 7개의 그룹으로 나타난다. G1에는 ‘자료’, ‘관계’의 2개의 단어가 모여있고 관계자료에 관한 그룹이지만, 다른 그룹과의 네트워크가 없기에 독립적인 그룹으로 큰 의미를 가지지 않는다. G2에는 ‘사고’, ‘논리’의 2개의 단어가 모여있고 사고 논리에 관한 그룹이지만, 다른 그룹과의 네트워크가 없기에 역시 큰 의미를 가지지 않는다. G3에는 ‘워크’, ‘필드’의 2개의 단어가 모여있고 「필드워크」에 관한 그룹이고 큰 의미를 가지지 않는다. G4는 ‘발표’, ‘영어’, ‘프레젠테이션’, ‘글로벌’, ‘교류’, ‘내용’, ‘구두’, ‘고등’, ‘온라인’, ‘참가’, ‘학회’, ‘외부’의 12개의 단어가 모여있고 핵심어는 ‘발표’로 SSH의 대표적인 활동인 「글로벌 학회에서의 영어 프레젠테이션 발표」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G5는 ‘탐구’, ‘활동’, ‘종합’, ‘테마’, ‘운영’, ‘조언’, ‘방법’, ‘교원’, ‘채점기준표’, ‘이수’, ‘대처’, ‘지도’, ‘평가’, ‘결과’, ‘교과’, ‘기초’, ‘학습’의 17개의 단어가 모여있고, 핵심어는 ‘탐구’로 「탐구 교과목의 개발과 학습 및 평가」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G6는 ‘육성’, ‘자질’, ‘능력’, ‘힘’, ‘인재’, ‘향상’의 6개의 단어가 모여있고, 핵심어는 ‘육성’으로 「학생의 능력향상과 인재육성」에 대한 그룹이라 할 수 있다. G7는 ‘신형바이러스’, ‘연수’, ‘확대’, ‘중지’, ‘영향’, ‘감염’, ‘대학’, ‘협동’, ‘체휴’, ‘강의’의 10개의 단어가 모여있고, 핵심어는 ‘연수’로 「신형바이러스로 인한 연수의 중지와 확대 및 대학 협동 연수 실시」에 대한 그룹이라 할 수 있다(<표 11>).

<표 11> SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 핵심어와 주제

그룹	핵심어	주제
G1	-	관계 자료
G2	-	사고 논리
G3	-	필드워크
G4	발표	글로벌 학회에서의 영어 프레젠테이션 발표
G5	탐구	탐구 교과목의 개발과 학습 및 평가
G6	육성	학생의 능력향상과 인재육성
G7	연수	신형바이러스로 인한 연수의 중지와 확대 및 대학 협동 연수 실시

3) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 핵심어

G1, G2, G3 그룹에서는 핵심어를 지정할 수 없고, 외부와의 링크도 존재하지 않아 큰 의미 없는 그룹으로 볼 수 있다.

G4 그룹의 핵심어인 ‘발표’는 빈도 순위 1위로 1918회 등장했다. ‘발표’는 유사 의미로 ‘포스터’, ‘콘테스트’를 포함하여 빈도수를 측정하였다. 이는 학생들이 스스로 연구한 것들을 정리해 적극적으로 표현한다는 의미에서 유사성을 가진다. ‘활동(3위)’, ‘참가(20위)’와는 강한 링크(화살표가 두꺼움)를 가지고 있어 발표로써 학생들의 적극적 참여 활동을 의미함을 알 수 있다. 또, 그룹 내에 ‘영어(5위)’, ‘글로벌(8위)’, ‘교류(25위)’와도 링크되어 있어, 국내 학회에서 발표뿐 아니라, 해외 학회 및 공동연구에서 영어 발표를 강조하고 있음을 알 수 있다.

- 참가 학생의 설문조사에 「더 다른 분야의 강좌에도 참가하고 싶다」나 「올해는 할 수 없었지만 내년도는 콘테스트에 참가하고 싶다」 등이 있었기 때문에, 국제 과학기술 콘테스트에의 참가 의욕은 향상되고 있어, 다음 년도 참가자의 증가로 이어지는 효과가 생겼다고 생각한다(三重縣立桑名高等學校, 2022)
- PPDAC 사이클을 의식하고, 포스터 세션에 의한 중간 발표회, 교내 발표회, 과제 연구 발표회를 실시해, 자신의 연구를 되돌아볼 기회를 많이 마련한 것이, 요점 정리나 알기 쉬운 발표, 논리성 등의 향상으로 이어졌다(滋賀縣立虎姫高等學校, 2022)
- 온라인에 의한 연구 교류회에 있어서는, 「환경」을 테마로 각국·지역의 연구를 발표하는 것으로 글로벌한 시점에서의 환경 문제에 대한 이해를 깊게 할 수 있었다(滋賀縣立虎姫高等學校, 2022)
- 과학 영어 강좌 : 과학영어 강좌에서는 “영어로 과학을 배우다” “영어로 과학을 표현, 발표, 논의한다” 2가지 힘에 특화해 국제적으로 활약할 수 있는 과학기술계 인재의 육성을 도모했다(滋賀縣立膳所高等學校, 2022)

각종 행사에서 자신의 연구를 발표하며 학생들의 적극적인 참여 활동을 유도할 수 있었고, 발표를 통해 자신의 연구를 돌아보거나 다음에도 발표를 하겠다는 의지를 확인할 수 있다는 결과를 도출하였다. 또한, 학생들이 해외 학회에서 영어 발표를 진행하면서 영어로 과학을 표현할 수 있고, 글로벌 시점에서 과학적 의견을 제시할 수 있는 역량을 길러주고 있다.

G5 그룹의 핵심어인 ‘탐구’는 빈도 순위 2위로 1796회 등장했다. ‘탐구’는 ‘연구개발의 개요’의 ‘탐구’와 마찬가지로 수식어로 주로 사용되었으나, ‘연구개발의 성과’의 ‘탐구’는 SSH가 활동한 내용 속에서 등장한 것이라 ‘탐구’의 쓰임이 더 구체적인 모습이 보였다.

- 이과 분야에서 「중화적정」 이외에 「물리에 관한 탐구」를 더해 「가설→검증 실험→결과→고찰」의 과정을 반복해서 배울 수 있는 프로그램을 추가했다(北海道釧路湖陵高等學校, 2022)
- 각종 국제 고대 연계 프로그램을 개발함과 동시에 호주 퀸즐랜드의 환경 교육 및 STEAM 교육 선진교인 말레이니 주립 고등학교와의 생물다양성 보전을 주제로 하는 협동 탐구 프로그램(정상적인 인터넷 회의) 를 연 5회 실시하였다(北海道札幌啓成高等學校, 2022)
- 여기서 발견한 문제를 학술·연구 분야나 선행 연구의 조사 방법 등 탐구 스킬의 기초를 학습하는 소재로 한다(北海道旭川西高等學校, 2022)
- 「후쿠시마 부흥 탐구학」에서는 동일본 대지진 및 후쿠시마 제1 원전 사고의 영향을 받은 후쿠시마를 부흥시키기 위해서는 앞으로 무엇이 필요한가(さいたま市立大宮北高等學校, 2022)

‘탐구’를 포함한 원문의 내용은 학년별 교과과정으로 분류되어, ‘지식

의 기초가 되는 탐구'와 '실생활에서 활용하는 탐구' 등 단계별 교육과정으로 나누어 제시되고 있다. 탐구의 주제(테마)는 이슈가 되는 지역과 인근 환경에서 찾을 수 있는 내용을 담고 있다.

G6 그룹의 핵심어인 '육성'은 빈도 순위 9위로 735회 등장했다. '연구개발의 성과'에서의 '육성'의 링크는 5개로, '연구개발의 개요'의 '육성'의 링크보다 훨씬 단순화된 것을 알 수 있다. '육성'의 주요 링크 내용인 '인재의 육성'과 '학생 능력의 육성'의 의미는 크게 변하지 않았으나, '개요'에서 표현한 전반적인 육성의 의미와는 달리, '성과'에서 표현하는 구체적인 육성 대상을 말하는 것이라 링크 수가 축소됨을 확인할 수 있다. 하지만 '성과'에서는 '탐구'와의 링크 수가 크게 나타남을 확인할 수 있어, 탐구력의 육성을 더 중시함을 확인할 수 있다.

- 실패를 반복 시행착오하면서 서서히 오리지널 데이터를 분석, 고찰하는 힘이 높아져 갈 것으로 생각하기에, 이 탐구력을 육성하는데 있어서 매우 중요한 활동인 것을 알 수 있다(茨城縣立並木中等教育學校, 2022)
- 츠쿠바 대학 인문 사회계 연구실에서 세미나 활동을 체험한 학생들의 앙케이트 결과(15명)로부터, 테마 설정이나 데이터의 취득 방법 등 탐구의 진행 방법에 대해 대학교수와 토론을 한 것으로, 한층 높은 레벨로 인문 사회계의 탐구에 대해 생각하는 힘을 익히고, 「탐구력」의 육성으로 이어진 것을 알 수 있다(茨城縣立並木中等教育學校, 2022)
- 가설 검증 등을 위한 오리지널 데이터의 취득을 의무화하는 것과 동시에, 탐구 전체의 흐름을 논리적으로 구성하는 것을 중시하여, 논리적 사고력의 육성을 도모했다(茨城縣立龍ヶ崎第一高等學校·附屬中學校, 2022)

G7 그룹의 핵심어인 '연수'는 빈도 순위 17위로 589회 등장했다. 하지만 이 그룹에서 '연수'와 링크된 '대학(7위)', '신형바이러스(12위)'의 링크가 그룹 내에서 더 많이 연결된 것으로 보아 '대학'과 '신형바이러스'가

‘연수’보다 더 의미 있는 것으로 볼 수 있다.

① 대학

- SSH기업·연구소 체험연수 - 제1학년 및 제2·3학년 자연계 학생(희망자) 대상 대학·기업·연구소 체험 연수는, 관동권에서의 연수를 상정하고 있지만, R2, R3은 신형 코로나 바이러스 감염 확대로부터, 현내의 협력 기업·연구소에서 실시했다(青森縣立青森高等學校, 2022)
- 대학·연구소·산업계·박물관과의 제휴 행사는 많은 행사가 중지되었지만, 온라인 실시도 포함해 9회(출장 강의 5회, 대학 연수 3회, 연구소와의 제휴 1회) 실시할 수 있었다(埼玉縣立川越女子高等學校, 2022)

② 신형바이러스(코로나 바이러스)

- 해외과학연수에 대해서는 금년도 채택된 중점범위와 함께 국외 여러 개소의 계획을 시행했지만, 세계적인 코로나바이러스 감염증의 만연으로 해외연수를 포기했다(學校法人札幌日本大學學園 札幌日本大學高等學校, 2022)
- 교외 연수는 신형 코로나 바이러스 감염증 확대에 의해 중지했기 때문에 성과는 없다(宮城縣仙台第一高等學校, 2022)
- 코로나 바이러스 감염 확대의 영향 때문에 지정 제 1기부터 실시하고 있는 「도쿄 방면 과학 체험 연수」나 「자연 체험 합숙」, 오카야마 대학 등에서의 「대학 연구실 체험」, 「지역의 기업 방문 등에 대해서는 중지되었다(香川縣立觀音寺第一高等學校, 2022)

‘연수’는 해외 학교와 연계하여 활동하는 해외 연수의 의미와 지역 내 기업·대학·연구소 등에 방문하여 연구활동을 체험하는 연수의 의미가 있다. 하지만 이들은 신형 코로나 바이러스(COVID-19)에 의해 대부분 중단되었거나, 온라인 연수로 대체되었다는 내용으로 이어졌다.

G7 그룹에서 연수와 링크 되어있는 ‘대학’은 그룹 내 링크가 많아 그룹 내에서 중요도가 높다고 판단되어 의미를 살펴볼 필요가 있다. ‘대학’은 진학에 관한 내용보다, 지역 인근 대학과의 연계에 관련된 내용이 주를 이루었다.

- 「과제연구를 중심으로 한 교육과정의 연수」 「대학·연구기관과의 연계」 「국제교류」를 3개 기둥으로서 SSH 사업을 진행해 왔다(茨城縣立日立第一高等學校·附屬中學校, 2022)
- 폭넓은 이바라키 대학 공학부의 연구를 접할 수 있었다(茨城縣立日立第一高等學校·附屬中學校, 2022)
- 올해는 도쿄농공대학에서 글로벌 사이언스캠퍼스(GIYSE 프로그램)에 SSH클래스 2학년이 지난해부터 계속해서 참가하여 각각 연구실에 배속되어 1년에 걸쳐 연구를 실시했다(埼玉縣立川越女子高等學校, 2022)

‘대학’은 현재 SSH가 연계하고 있는 대학명이 구체적으로 드러나 있고, 연계된 대학에서 ‘강의’를 함께 듣는다거나, 대학 연구실과 ‘협동’하여 ‘연수’를 진행하는 등의 활동이 나타났다.

G7 그룹에 핵심어인 ‘연수’와 링크된 ‘신형 바이러스’ 역시 그룹 내 링크가 많은 것으로 보아 의미를 살펴볼 필요가 있다. ‘신형 바이러스’는 유사 의미의 ‘코로나’, ‘감염증’을 포함하여 빈도수를 측정하였다. 원문을 살펴보면 신형 바이러스에 의해 많은 활동이 중지됨을 알 수 있다.

- 금년도는 신형 코로나 바이러스 감염 확대의 영향으로 콘테스트 자체가 중지, 연기함으로써 예년보다 참가자는 감소(愛知縣立半田高等學校, 2022)
- 호주에서의 해외 연수를 계획하고 있었지만, 신형 코로나의 영향으로 중지(滋賀縣立彦根東高等學校, 2022)
- 매년 국제과학교류를 실시하고 있던 한국의 자매교인 인천과학예술영재고등학교(IASA)와의 교류도 코로나바이러스의 국

제적인 유행으로 중단되었다(學校法人札幌日本大學學園 札幌日本大學高等學校, 2022)

그룹 내에 ‘중지’, ‘영향’과 링크를 만들어 신형 바이러스 ‘영향’에 의한 활동 ‘중지’의 내용이 많았다. 하지만, 새로운 대책을 강구하고 온라인 ‘연수’로 변경하며 새로운 사회-과학 이슈(SSi)로서 과학교육으로의 접근을 시도하였다.

- ‘SSH 특별활동’에서도 신형 코로나 바이러스 감염증 확대의 영향을 크게 받는 한편, 새로운 대처의 수법이 퍼진 1년이었다(愛知縣立明和高等學校, 2022)
- 작년부터 이어지는 코로나에 의해 상호 해외 교류는 할 수 없었지만, 올해는 Zoom에 의한 온라인 연구 교류회를 2번 실현했다(新潟縣立柏崎高等學校, 2022)
- 이과과제 연구의 충실과 탐구형 교재의 개발과 실천 신형 코로나 감염증 확대에 의한 긴급 대응으로 하는 온라인 수업으로부터 새로운 교재가 개발되어, 수업 후의 학생에게 양케이트로부터 그 효과가 검증되었다(筑波大學附屬駒場高等學校, 2022)
- 워크숍 「코로나 시대를 우리는 어떻게 살아야 하는가」를 실시했다(茨城縣立並木中等教育學校, 2022)

코로나 시대에 오프라인 활동은 축소되었지만 온라인 활동을 적극 활용하여 이전보다 더욱 활발한 해외/외부 교류가 이루어졌음을 알 수 있다.

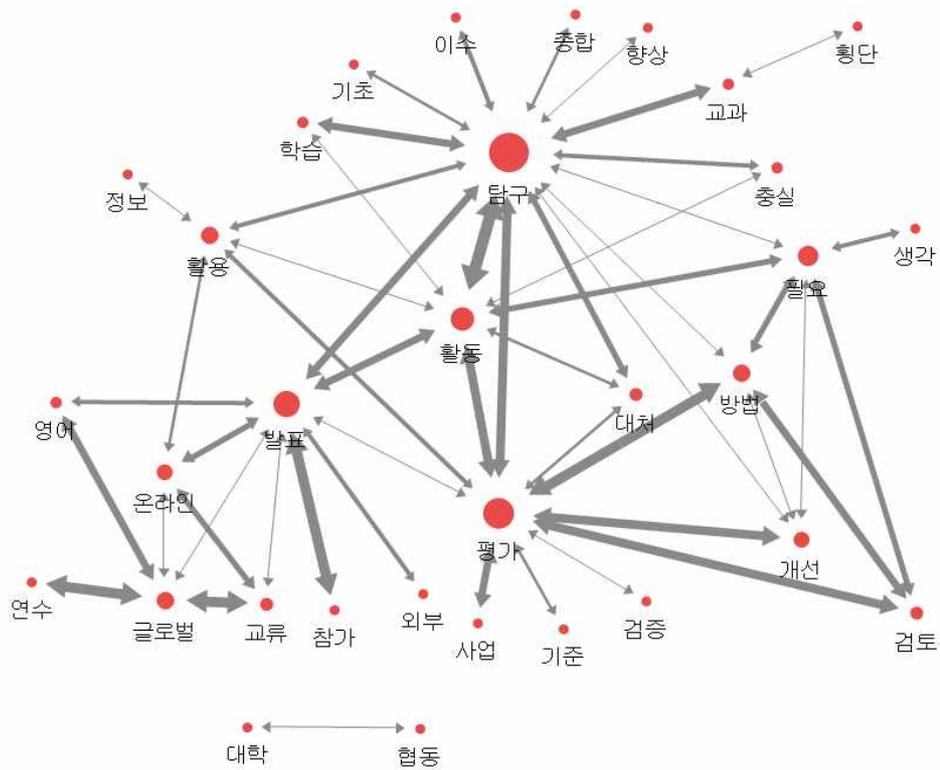
<표 12> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 단어별 빈도수

순위	단어	빈도	순위	단어	빈도
1	탐구	663	17	향상	209
2	평가	594	18	영어	207
3	활동	574	19	학습	205
4	필요	473	20	교류	189
5	발표	467	21	교과	188
6	대처	356	22	충실	170
7	글로벌	347	23	대학	165
8	활용	328	24	참가	163
9	방법	297	25	정보	142
10	검토	277	26	외부	132
11	사업	273	27	이수	131
12	개선	271	28	검증	116
13	생각	256	29	기초	87
14	협동	235	30	종합	61
15	연수	232	31	횡단	34
16	온라인	219	32	기준	32

등장 빈도(Frequency)순으로 정렬하여 <표 12>에 정리하였다. 보고서 내에 핵심적인 단어는 모두 32개로 등장하였다. ‘탐구(1위)’, ‘평가(2위)’, ‘활동(3위)’, ‘발표(5위)’는 연구개발의 성과에서도 강조되었던 단어들로 과제로 여기고 있는 부분과 성과로 나타나는 부분이 대부분 일치함을 알 수 있다. 이는 과제에서 목표로 삼았던 내용들을 성과에서 대부분 실천했음을 알 수 있다.

2) SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 연결중심성과 커뮤니티

SSH의 연구개발의 과제 속에서 언어 네트워크의 모습은 다음 [그림 19]와 같다.

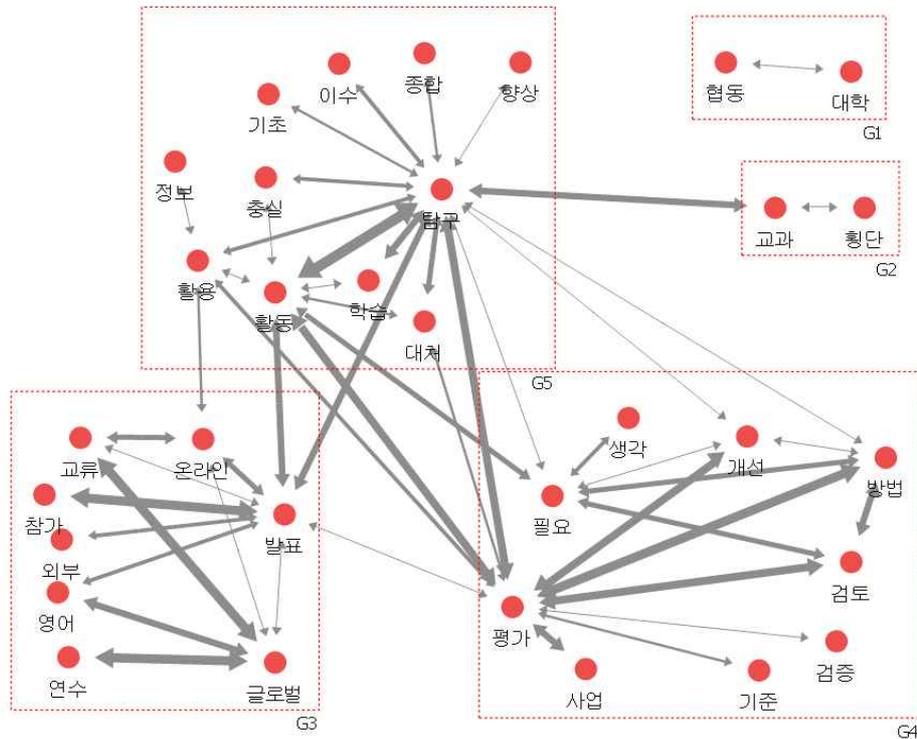


[그림 19] ‘연구개발의 과제’ 속 언어 네트워크

<표 13> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 연결중심성 수치

	단어	연결중심성		단어	연결중심성
1	탐구	0.483871	6	글로벌	0.161290
2	평가	0.354839		방법	0.161290
3	발표	0.290323		활용	0.161290
4	활동	0.258065		개선	0.129032
5	필요	0.193548		온라인	0.129032

<표 13>에서 보이는 ‘연구개발의 과제’ 속 연결중심성 수치의 network degree centralization index는 40.43%이고, 중심성은 ‘탐구(0.483871)’, ‘평가(0.354839)’, ‘발표(0.290323)’, ‘활동(0.258065)’의 순으로 많은 단어(노드)와 연결됨을 알 수 있다.



[그림 20] SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 응집구조(modularity) 분석

‘연구개발의 과제’ 속 단어들의 네트워크를 분석하여 응집구조 분석을 하였을 때, [그림 20]과 같이 5개의 그룹으로 나타난다. G1에는 ‘협동’, ‘대학’의 2개의 단어가 모여있고 「대학과의 협동」에 관한 그룹이지만, 다른 그룹과의 네트워크가 없기에 독립적인 그룹으로 큰 의미를 가지지 않는다. G2에는 ‘교과’, ‘횡단’의 2개의 단어가 모여있고 교과끼리 연대가 일어나도록 「교과 횡단」에 관한 그룹으로, 핵심어는 ‘교과’이다. G3에는 ‘발표’, ‘교류’, ‘온라인’, ‘참가’, ‘외부’, ‘영어’, ‘연수’, ‘글로벌’의 8개의 단어가 모여있고 핵심어는 ‘발표’로 「온라인을 활용한 글로벌 무대에서의 발표」에 관한 그룹이다. G4에는 ‘평가’, ‘필요’, ‘생각’, ‘개선’, ‘방법’, ‘검토’, ‘검증’, ‘기준’, ‘사업’의 9개의 단어가 모여있고 핵심어는 ‘평가’로 「SSH 사업에 대한 평가와 개선」에 관한 그룹이다. G5에는 ‘탐구’, ‘활동’, ‘기초’, ‘이수’, ‘종합’, ‘향상’, ‘정보’, ‘충실’, ‘활용’, ‘학습’, ‘대처’의 11개의 단어가 모여있고 핵심어는 ‘탐구’로 「정보 활용과 학습향상을 위한 탐구활동」에 관한 그룹이다(<표 14>).

<표 14> SSH의 ‘연구개발의 과제’ 속 핵심어와 주제

그룹	핵심어	주제
G1	-	대학과의 협동
G2	교과	교과끼리 연대를 위한 교과 횡단
G3	발표	온라인을 활용한 글로벌 무대에서의 발표
G4	평가	SSH 사업에 대한 평가와 개선
G5	탐구	정보 활용과 학습향상을 위한 탐구 활동

3) SSH의 ‘연구개발의 성과’ 속 핵심어

G1 그룹은 핵심어를 지정할 수 없고, 외부와의 링크도 존재하지 않아 큰 의미없는 그룹으로 볼 수 있다.

G2 그룹의 핵심어인 ‘교과’는 빈도 순위 21위로 188회 등장했다. ‘교과’의 쓰임은 교과 간 연계, 타 교과 간 횡단형 수업 등 융합교과를 강조함에 사용되었다.

- 교내 모든 교과에 있어서 「SDGs」의 각 교과에서의 취급 방법이나, 「SDGs」가 목표로 하는 각 항목에 관한 내용을 학습하는 시기에 대해 조사하고, 교과 간 제휴나 교과 횡단형 수업, 탐구형 수업 등 수업 개선 활성화한다(滋賀縣立虎姫高等學校, 2022)
- 향후 연구 과정이나 논문 쓰는 방법, 포스터 양식, 발표 방법 등, 교과 간이나 과목 간을 넘은 제휴를 해 지도력 향상과 섬세한 어드바이스를 할 수 있도록 만든다(德島縣立城南高等學校, 2022)
- 향후에도 계속해서 수업 개선에 노력해 가면서 과학적인 데이터의 분석과 탐구하는 자질·능력을 육성하는 「종합적인 탐구의 시간」·「과제 연구Ⅱ」에서의 대처를 타 교과의 수업 전개로 자리매김하는 연구가 필요하다(福岡縣立小倉高等學校, 2022)

이에 교과간 연대 및 교과 횡단형 수업으로 융합과학교육의 실현을 과제로 삼고 있음을 알 수 있다. 교과 뿐만 아니라, 미래 시민사회에서 추구해야 할 SDGs도 교과에 적용시켜 활용할 방법을 모색하고 있음을 알 수 있다.

G3 그룹의 핵심어인 ‘발표’는 빈도 순위 5위로 467회 등장했다. ‘연구개발의 성과’ 속 ‘발표’와 비교했을 때, 순위도 낮고 링크된 단어의 수도 상당히 줄어 단순화되었다. 하지만, ‘발표’와 강하게 링크된 ‘탐구’, ‘참가’, ‘활동’, ‘영어’, ‘온라인’ 등의 단어들은 거의 동일하였다.

- 구체적으로 자연과학계 학회에 있어서 포스터 발표나 고교생 세션으로 참가하는 등 서포트 체제 구축에 노력해 간다(神奈川縣立希望ヶ丘高等學校, 2022)
- 전체적으로 고등학교 1학년에서 2학년으로 오르면서 각 대회에서 발표하는 것이 자기효력감의 향상의 계기가 된다(學校法人玉川學園 玉川學園高等部・中學部, 2022)
- 내년도는 온라인 발표도 포함하여 외부 발표에 적극적으로 도전할 수 있도록 지원을 할 필요가 있다(三重縣立桑名高等學校, 2022)

‘연구개발의 성과’의 ‘발표’와 의미적으로는 큰 차이는 없으나, ‘연구개발의 과제’의 ‘발표’는 발표 활동을 앞으로 어떤 방향 혹은 어떤 효과를 기대하며 할 것인지에 대해 주로 논의되고 있다.

G4 그룹의 핵심어인 ‘평가’는 빈도 순위 2위로 594회 등장했다. ‘연구개발의 개요’에 등장하는 ‘평가’와 비교했을 때, ‘연구개발의 과제’ 속 ‘평가’는 순위도 올랐고 링크 수도 증가한 것을 알 수 있다. 이 차이는 ‘연구개발의 개요’ 속 ‘평가’는 SSH의 새로운 교과를 지도하고 그에 맞는 평가를 위한 서술이었다면, ‘연구개발의 과제’ 속 ‘평가’는 학생들을 평가하는 내용과 한 해의 SSH 사업을 마무리하는 의미에서의 사업 평가의 내용도 포함하는 것을 알 수 있다.

① 학생 평가

- 학생의 설명과 채점기준표의 평가의 일관성을 보는 등 평가의 일관성을 높인다(群馬縣立高崎高等學校, 2022)
- 이를 위해서는 각 기능의 학생 상황과 도달 목표와 평가에 대해 명확히 할 필요가 있으며, "채점기준표"평가에 대한 추가 연구를 진행한다(神奈川縣立相模原高等學校, 2022)

② 사업 평가

- 올해는 교내에서 검증한 뒤 운영지도위원이나 SSH 연구지원팀 등의 외부기관 평가를 받는 등 다양한 평가가 되도록 배려했다(北海道北見北斗高等學校, 2022)
- SSH 사업의 유효성 평가 검증·다양한 앙케이트를 실시해, 보다 세세하게 SSH 사업의 유효성을 검증하고 싶다(長野縣屋代高等學校·附屬中學校, 2022)

원문 속 학생 평가는 학생을 평가함에 나타난 특성을 결과로써 정리하고, 부족했던 부분을 반성하며 앞으로의 방향을 계획한다. 사업 평가에서는 자체평가 뿐만 아니라, 외부기관의 객관적인 평가를 실시하고, 사업의 유효성을 검증하려 한다.

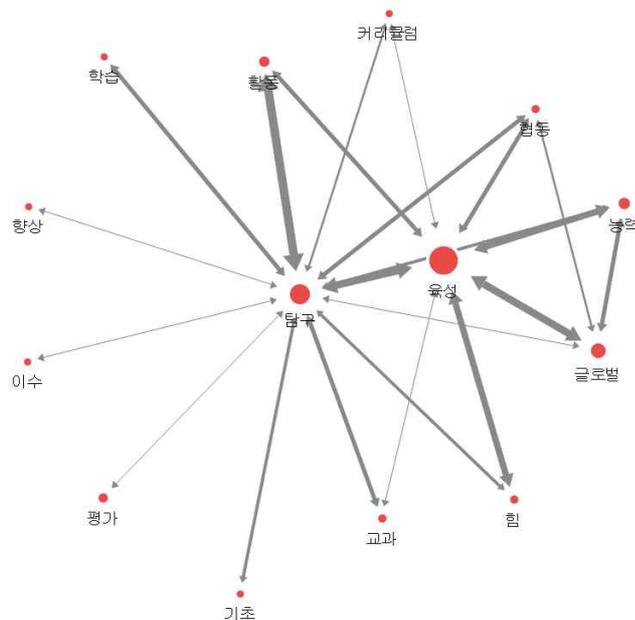
G5 그룹의 핵심어인 '탐구'는 빈도 순위 1위로 663회 등장했다. '탐구'는 모든 과정(연구개발의 개요/성과/과제)에서 등장했다. 각 과정에서의 '탐구'와 링크된 주요 단어들의 차이를 보면, '연구개발의 개요'에서는 '활동'과 '육성'[그림 21], '연구개발의 성과'에서는 '활동'과 '발표'[그림 22], '연구개발의 과제'에서는 '활동'과 '평가'[그림 23]로 첫 번째 강한 링크로 모두 '활동'은 포함하고 있지만 두 번째로 강한 링크는 모두 달랐다. 이는 각 과정에서 '탐구'의 쓰임이 달랐던 것으로 해석된다.

- 본교의 탐구 활동을 적절하게 평가하기 위한 채점기준표로 「평가항목」이나 「평가규준」의 설정을 재고한다(北海道北

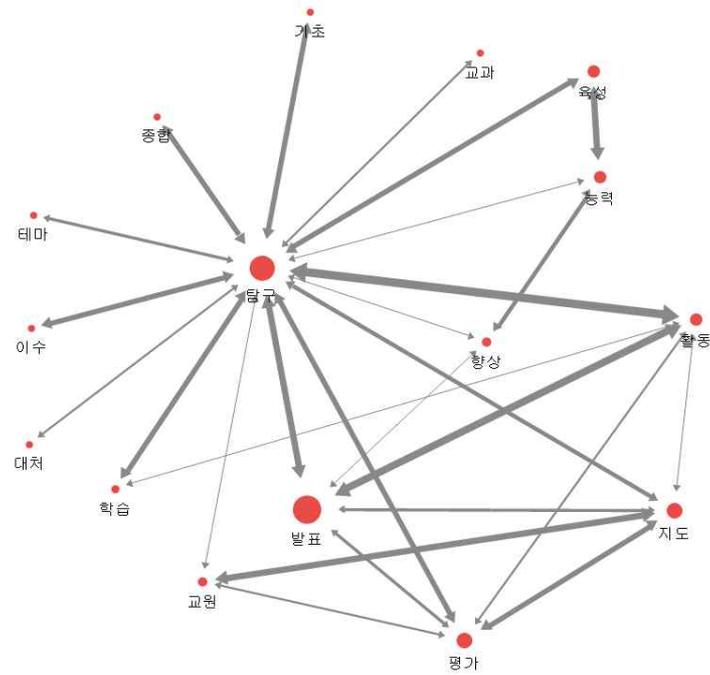
見北斗高等學校, 2022)

- 탐구 활동에 있어서의 평가 방법의 확립 2017년 2018년에는 채점기준표의 활용 방법을 개선했지만, 보다 정밀도가 높은 평가 방법을 검토할 필요가 있다(大阪府立富田林高等學校・中學校, 2022)

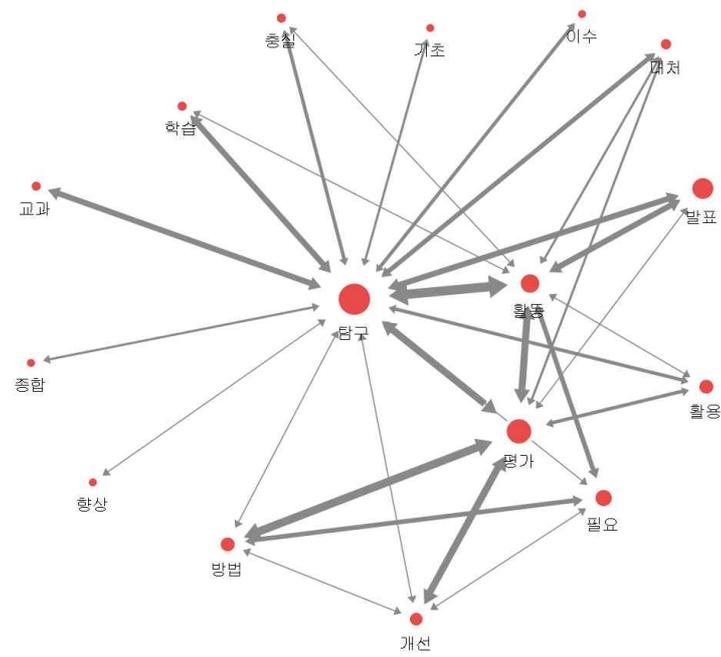
‘연구개발의 개요’ 속 ‘탐구’는 과목명으로서 탐구와 수식어로서 탐구로 나누어 ‘탐구’란 육성해야 할 목표로 보았다. ‘연구개발의 성과’ 속 ‘탐구’는 구체적인 탐구 활동을 의미하는 것으로, ‘물리에 의한 탐구’, ‘협동 탐구 프로그램’ 등 탐구를 활용한 다양한 활동들이 제시되고 있었다. ‘연구개발의 과제’ 속 ‘탐구’는 SSH 사업 속에서 학생들이 가지게 된 탐구 활동들을 평가하는 의미로 사용되었다. 육성된 탐구력을 평가하고 부족한 점을 반성하여 개선하려는 기준으로 ‘탐구’를 서술하고 있다.



[그림 21] ‘연구개발의 개요’ 속 ‘탐구’와 연결된 노드들 간의 네트워크



[그림 22] '연구개발의 성과' 속 '탐구' 와 연결된 노드들 간의 네트워크



[그림 23] '연구개발의 과제' 속 '탐구' 와 연결된 노드들 간의 네트워크

IV. 주요 SSH 변천과 활동 사례 분석

1. 연구 대상

2002년 SSH 사업이 개시된 이후 현재(2022년)까지 20년 동안 운영되어 온 학교는 단 세 개 뿐이다. 이 세 학교(도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교, 리츠메이칸 고등학교, 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교)를 대상으로 SSH사업이 시작한 해부터 2021년까지 학교들의 ‘연구 개발 실시보고서’를 분석하여 20년 동안의 SSH 사업의 변화와 적용 사례를 살펴보고, 최근의 운영 현황과 특징에 대해 연구하였다.

2. 연구 결과

연구 대상의 세 학교의 2022년 보고서 속 각 학교의 SSH 운영개요, 현황, 성과, 변천사 등을 분석하여 SSH의 특징 사례로 <표 15>에 정리하였다.

<표 15> 연도별 SSH의 활동 모습

년도	시기	SSH 역사	학교 수	도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교	리츠메이칸 고등학교	에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교
2002		SSH 사업 도입 문부과학성 산하로 운영	26	1기 신과목 개발 : 수리기초, 인간과 기술, 과학기술기초, 선단과학기술입문, 과학기술 총 5개 과목 미디어 활용 교육 대학생 TA 활용	1기 독자과목 ‘생명’ 신설 고·대·원 연대 추진 과학기술 종사자에 윤리관·사회성을 높이는 지도 연구 특강을 통한 최첨단 과학연구 입문	1기 신교과 개발 : 사이언스X, 이수세미나, 챌린지X 이수계 교육의 고대연대 강화
2003	시행 기	JST로 업무 인계	52			
2004		SSH 지정학교 간 교류 촉진	72			
2005		국제화 강조, 졸업생 추적조사 실시	82	2기 신과목 : 과학기술연구입문 해외교류 활발 유학생TA 도입	2기 RSSF 개최 활성화 국제 사이언스 페어 참가 : 해외와 과학교류 증가	2기 신교과 개발 : 슈퍼사이언스 영어와 이과의 연대 : 영어 프레젠테이션 능력강화 과학계 부활동 강화
2006	본격 실시 기	지정교 100개 돌파 발전적인 연대활동 설정	99			
2007			101			
2008			102	외국인 연구자 초빙강연 타 SSH와 연구교류 실시	해외 커뮤니케이션 능력 강화 : 영어로 된 수학 교과서 사용	
2009			106			
2010	지정 확대 기	SSG의 성과를 타학교로 보급 강조	125	3기 신과목 : 과학기술 커뮤니케이션 입문	3기 수학·이과과목 고도화 : 대학 수준의 이과교육	3기 대만 고등학교와 국제교류

		과학					
2011		전국대전(科學の甲子園)실시	145				
2012		선진적 이과교육의 거점형성 (코어SSH) 지정교 200개	178	해외학술대회 참석/발표 개발교재, 지도방법 데이터화/데이터 공개	과학 커뮤니케이션 강화 : 과학영어/프레젠테이션 지도 커리큘럼화 국제 네트워크 구축	과학계 부활동을 활용한 지역으로의 보급활동 이수계 교원육성을 위한 멘토프로그램	
2013		돌파, 개발형/실적형 분류	201			다른 학교와 교류 및 과제연구 합동발표회 개최	
2014		과학기술 인재육성 중점틀 실시	204				
2015		중점틀 도입	-28)	경과조치 개발과목 교재개선 과제연구는 영어포스터 발표로 진행 한국 과학국제페어 참석	4기 이수계 글로벌 인재육성 : 해외 연수, 해외 연구발표, 공동과제연구 글로벌 기업과 연계한 공동연구	4기 지속가능한 발전을 위한 과학교육 국제적인 과학기술인재 육성	
2016		여성연구원 장려정책	-	4기 성과목 :	높은 학력과 능동적 학습능력을 위한 액티브러닝	지역 상생 및 지속적인 발전에 공헌하는 인재육성	
2017			-	과학기술기초실험, 과학기술연구, STEM 과제연구			
2018	제도 정착	제 1회 유식자 회의 보고서 작성	-				
2019	기	COVID-19 유행	-	국제학교와 연대하여			

2020	운영지도위원회 설치	217	국제적인 활동의 장으로 거듭남 싱가폴, 한국, 러시아, 몽골, 브라질 등 여러나라 교육전문가들의 학교시찰방문 경과조치	5기 국제 네트워크 공유 : 한국, 중국, 오스트레일리아 온라인 사이언스 페어 참가 국제공동과제연구 보급 및 국제공동과제연구센터 설치	5기 기업과 연대한 데이터 사이언스 교육 대학과 연대하는 STEAM교육 졸업생을 통한 고대연대 강화	
2021	독립 운영 기	인정틀(가칭) 도입, SDGs 교육 강조, 제 2차 유식자 회의 보고서 작성	218	개발과목 유지/개선 필리핀, 한국, 일본에서 주최하는 국제 과학페어 참가/발표/수상 COVID-19로 오프라인 활동 중단/온라인 국제교류 활발	과제연구 발표 및 콘테스트 참여 해외과학교육중점교와 협력관계 강화 : 온라인 JSSF 실시	여성 연구자의 육성 SDGs 연구과제 적용

28) 2015년부터 2020년까지는 신규 SSH 지정교 수는 공개되지만 그 해에 중단된 SSH의 수는 공개되지 않기 때문에 합산하여 전체 수를 가늠할 수 없었다.

가. 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교

도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교(東京工業大學附屬科學技術高等學校)²⁹⁾는 일본의 명문 국립 공과대학인 도쿄공업대학의 부속 고등학교로 1886년에 창립되었으며, 도쿄 시내에 위치한 도쿄공업대학 타마치 캠퍼스에 위치해 있다. 1951년에 도쿄공업대학 부속 공업 고등학교에서 2005년 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교로 명칭을 변경하였다.

1) SSH 운영개요

도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 2002년 문부과학성의 ‘슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH)’에 이어 2015년 ‘슈퍼 글로벌 하이스쿨(SGH)’³⁰⁾의 연구개발교로 지정받아 활동해온 일본 선도 교육기관이라 할 수 있다. 대학 부속 고등학교인 만큼, 대학과의 제휴와 교류가 적극적으로 이루어지기에 어느 학교보다 고대연대가 활발하다.

이처럼 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 사업을 시작한 2002년부터 2021년 현재까지 20년간 ‘개발형 SSH’로써 과목개발, 국제교류, 성과보급 분야에 많은 실적을 남겼다.

2) 학교 현황

이 학교는 과학기술 전공 학생을 양성하는 교육기관으로 ‘응용화학분야’, ‘정보시스템분야’, ‘기계시스템분야’, ‘전기전자분야’, ‘건축디자인분야’의 5개 전공 분야로 나누어져 운영되며, 인문계 학급은 운영하지 않는다. 1학년 때는 전 교과를 공통으로 이수하고 2학년 이후 전공교과로 나뉜다. 2021년 학생 수와 학급 수는 다음 <표 16>과 같다.

29) 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교 학교 홈페이지 : <https://www.g.hst.titech.ac.jp/>

30) SSG는 SSH와 같이 일본 문부과학성이 일반 고등학교 중 선발하여 글로벌 리더 육성과 같은 국제화에 특화된 고등학교로 지원하는 제도이다. 2014년부터 시작하였고 운영은 5년 단위로 지속된다. 주로 국내외 대학, 기업, 국제기관, 비영리단체 등과 교류하며, 글로벌한 사회 과제, 비즈니스 과제를 테마로 종합적 학습, 탐구 학습을 실시한다.

<표 16> 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교 2021년 학생 및 학급 수

학과	1학년		2학년		3학년		합계	
	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수
응용화학분야	-	-	40	1	38	1	78	2
정보시스템분야	-	-	40	1	40	1	80	2
기계시스템분야	-	-	40	1	41	1	81	2
전기전자분야	-	-	40	1	37	1	77	2
건축디자인분야	-	-	36	1	34	1	70	2
합계	180	5	196	5	190	5	566	15

SSH 연구개발 목표는 ‘과학적으로 생각하고 기술적인 구조의 문제를 해결하며, 국제적으로 활약하는 인재를 육성하는 교육방법을 개발’이다. 인문계열 과정이 없는 과학기술 학교임에도 불구하고 SGH로 선정된 이유는 단순한 과학 인재 양성에 그치지 않고, 이러한 과학 인재들이 해외에서 활약하게 될 미래를 대비하여 국제적 교류 또한 활발히 이뤄나가고 있기 때문이다.

3) SSH 운영 변천 과정

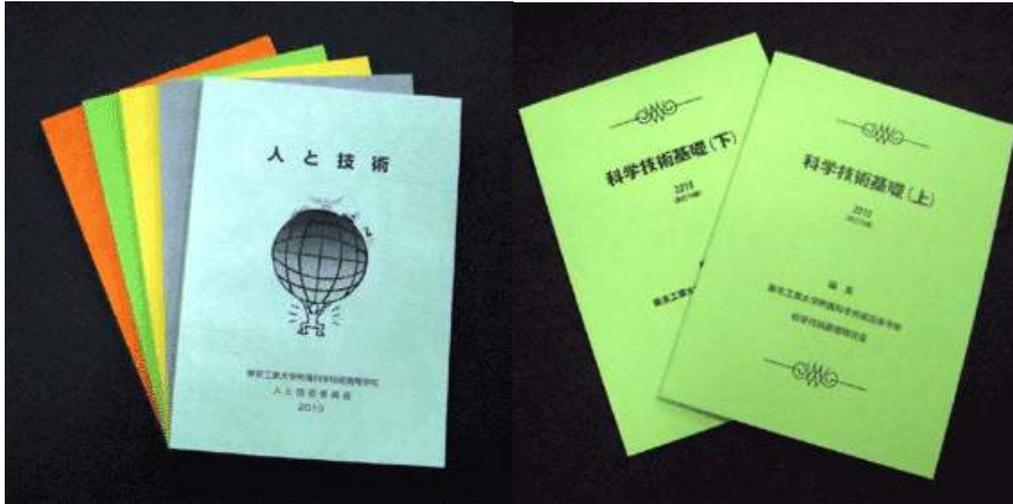
도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 2002년 SSH 사업 개시와 동시에 1기로 선정되어 2004년까지 3년간 SSH 지정교로 운영되었다.

1기의 연구개발 과제는 ‘최첨단 과학기술을 교재로써 받아들이고, 이공계 대학과 연대를 그리며, 이수계 교육에 있어서 학력 향상과 함께 센스, 창조성, 독창성 및 윤리관을 높이는 새로운 과학기술교육 시스템의 연구개발’로 기술 교육에 풍부한 경험을 가진 교원과 충실한 실험·실습 설비를 보유한 유리한 교육 환경을 살려 과학기술과 이과·수학을 하나의 큰 과목으로 재정비하여 서로 어떻게 관계하고 있는지를 학습시키는데 그 목표가 있었다.

1기 SSH의 주요활동은 ‘수리기초’, ‘인간과 기술[그림 24]³¹⁾, ‘과학기술 기초[그림 25]³²⁾, ‘선단 과학기술 입문’, ‘과학기술’ 등 독자적인 기초

31) 과학기술자로서의 센스를 기르고 윤리관을 형성하기 위한 과목 (http://www.hst.titech.ac.jp/~archives/People_Tech.html)

과목을 개발하여 보급한 것이다. ‘수리기초’ 과목에서는 과학과목에서 쓰이는 수학을 정리해 학습할 수 있게 하였고, ‘인간과 기술’ 과목에서는 과학기술자의 윤리를 연구하고 학습하게 하였다. 나머지 과목에서는 첨단 과학기술을 학습하여 흥미와 전문성을 가질 수 있게 하였다.



[그림 24] 인간과 기술 교재 [그림 25] 과학기술 기초 교재

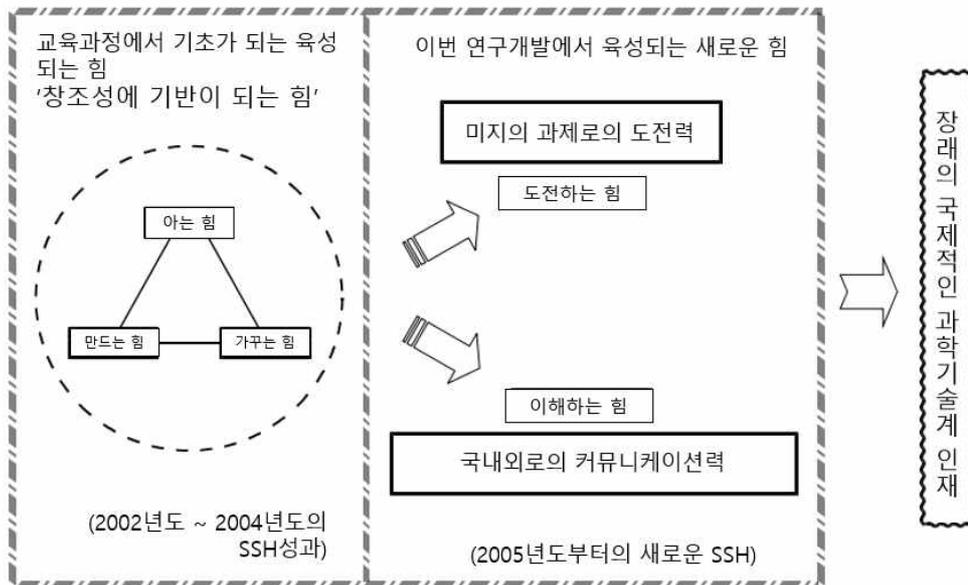
또한 SSH 활동으로써 중고 연대, 고대 연대를 다양하게 이루었다. 중고 연대로 중학생들에게 체험 입학, 학교설명회를 활발히 하여 참여하는 학생들에게 과학기술에 대한 흥미와 관심을 불러 일으키고자 노력하였다. 고대 연대로 대학생들이 고등학교 3학년들의 과제연구 활동에 TA로 참여하도록 하여 후배들에게 상담 및 조언을 할 수 있는 선배의 역할을 하게 하였다. 또 DVD와 VHS와 같은 미디어를 활용하여 대학 학부 수업의 일부를 고등학생들이 볼 수 있게 대학과 연대하기도 하였다.

2005년부터 2009년까지의 2기 활동의 연구개발과제는 ‘미지의 과제에 대한 도전력, 국내외와의 커뮤니케이션력을 육성하기 위해서, 고대연대를 활발히 한 과학기술교육시스템의 연구개발’을 내세우며 과거 3년간의 SSH 성과를 바탕으로 창조성을 기반으로 한 힘을 기르는 것을 목표로

32) 실험, 실습의 실천을 통해 과학기술에 대한 흥미와 넓은 시야를 함양하고 기본적인 지식과 태도를 익히는 과목으로 과목 내용은 「역학(力學)」, 「전기(電氣)」 「화학(化學)」, 「제도(製図)」의 네 분야로 나누어져있다.

(http://www.hst.titech.ac.jp/~archives/Foundation_Sci_Tech.html)

하였다. 즉, 과거 3년 동안 아는 힘(わかる), 만드는 힘(つくる), 가꾸는 힘(えがく)을 길렀다면, 2기에서는 도전하는 힘(いどむ), 이해하는 힘(わかりあう)으로 발전시키겠다는 목표를 가졌다[그림 26].



[그림 26] 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교의 SSH 2기 운영 개요

SSH 2기의 주요활동으로 새로운 과목인 ‘과학기술 연구입문[그림 27]33)’을 개발하여 지금까지와는 다른 시점에서의 교육을 추구하였다. 과학자들이 학습하는 방법대로 적극적인 발의와 토론으로 발상력을 키우고, 과제의 발견과 문제해결능력을 익히는 것을 중시하여 그 성과를 프레젠테이션으로 표현하도록 하였다.

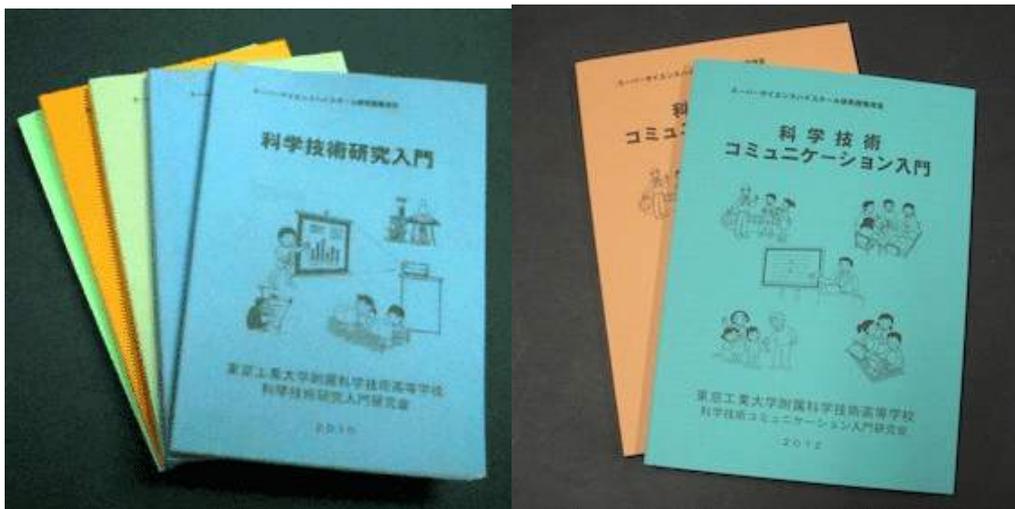
SSH 2기부터는 다른 학교들과의 활발한 교류 활동을 추구하였다. 국제성 육성 위원회를 설립하여 태국의 카세사트 대학(Kasetsart University) 부속 고등학교를 비롯한 아시아 해외 고등학생들과의 교류를 시도하고, 일본 내 유학생들을 TA로 도입하여 영어로 듣는 해외 연구자 초빙강연회로 국제성 역량 강화를 중시하기도 하였다. 또, 타 지역

33) 창조력과 발상력을 기르기 위한 브레인 스토밍(brainstorming)이나 KJ법(친화도 분석기법)등의 훈련을 통해 과학에 뒷받침된 기술을 논리적으로 해명할 수 있도록 하는 과목 (http://www.hst.titech.ac.jp/~archives/Intro_Res_Sci_Tech.html)

SSH와 연구 교류를 실시하여 성과를 올리는 등, 국내외 학교들과의 적극적인 교류를 추구하였다.

2010년부터 2014년까지 5년간 SSH 3기 활동을 진행하였다. 3기의 연구개발과제는 ‘국제연대/고대연대교육을 실행하는 과학기술 고등학교의 새로운 전개를 위해, 만들기 과정을 스스로의 발상으로 디자인하고 널리 보급하는 과학기술 커뮤니케이션 교육의 연구개발 및 연구성과보급 아카이브의 개발’로 국제연대와 대학교와의 연대, 개발 성과 보존과 보급을 강화하는 시기였다.

SSH 3기의 새로운 과목으로는 ‘과학기술 커뮤니케이션 입문[그림 28]34’을 개발하여, 과학자의 커뮤니케이션과 국제성 함양을 위한 과학 영어 프레젠테이션 교육을 진행하였다. 이를 바탕으로 싱가포르, 필리핀 등의 아시아 여러나라와 추가적인 교류협정을 맺고 더욱 활발한 교류를 진행해 나갔으며, 대만과의 공동 과학교육 교류 심포지엄, 리츠 슈퍼 사이언스 페어 2010(RSSF 2010) 등에 참가하여 각종 해외 교류회에서 영어로 발표를 진행하고 국제대회에서 수상하는 등 다양한 성과를 이루어 내었다.



[그림 27] 과학기술 연구 입문 교재 [그림 28] 과학기술 커뮤니케이션 입문 교재

34) 인간관계에서의 공감과 자신의 아이디어를 남에게 설명할 수 있는 커뮤니케이션 능력을 길러, 공동연구나 과제연구 발표에 활용할 수 있는 능력을 기르는 과목 (http://www.hst.titech.ac.jp/~archives/Int_Sci_Tech_Com.html)

또 교내에서 자체적으로 개발한 교재파일이나 지도방법 등의 연구성과들을 디지털화 및 온라인 게재하여 아카이브로 만들었다.

2015년에는 경과조치 활동으로 연구개발과제는 3기와 동일하며 3기의 새로운 과목의 수업실적을 축적함과 동시에 교재, 수업형태, 지도방법 등에 대한 개선이 진행되었다. 또한 3학년 과제연구는 영어로 포스터 발표를 진행하고, 한국과학영재고등학교(KSA)로부터 초대를 받아 KSASF 2015(KSA Science Fair 2015)에 참가하는 등 국제 사이언스 페어에서 활동하는 등, 국제성 함양 활동을 하였다.

2016년부터 2020년까지 5년간 SSH 4기의 연구개발과제는 ‘과학적으로 생각하고 기술적으로 실행하여 문제를 해결해, 국제적으로 활약하는 인재를 육성하는 교육방법의 개발’로, 실험, 실습, 관찰 및 만들기 등의 방법을 이용해 여러 과제에 대해서 공학적인 발상을 이용한 문제해결을 통해 연구하는 방법을 배우게 하였다. 1기에서 아는 힘(わかる), 만드는 힘(つくる), 가꾸는 힘(えがく)을 기르고, 2기에서는 도전하는 힘(いどむ), 이해하는 힘(わかりあう)으로 발전시켰다면 4기에서는 국제적으로 활약하는 인재의 양성을 목표로 기존의 힘들을 적재적소에 활용하는 ‘연결하는 힘(結びつける)’을 기르는 것을 목표로 하였다.

4기의 새로운 과목으로는 1학년의 ‘과학기술기초실험’, 2학년의 ‘과학기술연구’, 3학년의 ‘STEM 과제연구’를 신설하여 고등학교 3년간 단계적인 사고력, 판단력, 표현력을 육성하는 과학기술교육을 목표로 하였다.

또한 지속적으로 국제교류의 성과를 올려, 싱가포르, 한국, 러시아, 몽골, 브라질 등 여러 나라의 교육 전문가들이 학교를 시찰 방문하여 학교 운영의 모습을 전하기도 하였다.

2021년은 경과조치 활동으로 4기와 같은 목표로 4기 활동에서 개발한 새로운 교과목의 개발을 유지하고 개선하며, 필리핀, 한국, 일본에서 주최하는 여러 국제 과학페어에 참가하여 발표/수상을 하며 성과를 올렸다. 또 COVID-19로 인한 오프라인 활동이 축소되었지만, 동시에 온라인 국제교류 활동을 활발히 하며 새로운 교류의 장을 열었다.

4) 최근 성과

도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교의 2021년 SSH 활동은 크게 ‘과목개발’, ‘국제교류’, ‘성과보급’의 3가지로 나뉜다.

과목개발 활동으로는 수년 전부터 개발해온 ‘과학기술 기초실험’, ‘과학기술 연구’, ‘STEM 과제 연구’, ‘선단 과학기술 입문’이라는 과목을 자체적으로 운영하였다. ‘과학기술 기초실험’은 1학년을 대상으로 한 4단위 수업으로 실험·실습, 관찰과 만들기의 기초적인 지능, 수학·과학의 기초지식 및 현실에서 직면하는 여러 가지 과제들을 유기적으로 결합하는 힘, 그리고 스스로 문제를 설정하고 해결하는 힘을 기르기 위한 과목이다. ‘과학기술 연구’는 2학년을 대상으로 한 4단위 수업으로 각 전공분야에서 학습하는 전공 지식과 전문적인 실험·실습, 관찰과 만들기 과정에서 과학적 사고 기술을 익혀 문제해결을 끌어낼 수 있다. ‘STEM 과제 연구’는 3학년을 대상으로 한 4단위 수업으로 과학기술에 관한 과제 및 가설을 설정하고 과제를 해결하며 학습할 수 있다. 또 국제적 활동이나 고교-대학 연대를 시행하며 필요한 과학·기술·공학·수학(STEM)을 자유롭게 활용하는 방법을 배운다. ‘선단 과학기술 입문’은 2학년을 대상으로 한 1단위 수업으로 학생들의 소속 전공(응용화학, 정보시스템, 기계시스템, 전기전자, 건축디자인 중 하나)에 해당하는 선단 과학기술의 연구나 성과 및 기반이 되는 부분을 접하였다. 또한, 기초적인 학력의 필요성이나 중요성을 인식하는 것으로 이과 과목의 기초를 정착시키기 위한, 자연과학과 더불어 기술에 대한 의욕과 도전으로의 동기유발을 목표로 한다.

국제교류 활동으로는 국제적 과학 콘테스트에 참가해 수상하고, 해외 기관과 협동하여 연구하는 등의 성과를 올리고 있다. 해외의 인재들과 영어로 커뮤니케이션하기 위해 교내에서 영어 학습에 대한 중요성을 강조하고 있다. COVID-19 사태로 인해 온라인 교류가 활발해짐에 따라 온라인 회의 시설을 갖추어 이전보다 더 유용한 국제교류 수단을 얻었다. 2021년의 성과는 Thailand-Japan Student Science Fair (TJ-SSF) 2020, Japan Super Science Fair (JSSF) 2020 ,

TTHS/DLSU-IS Online Exchange(필리핀과 온라인을 통한 스터디 그룹), Thailand International Science Fair (TISF) 2021 등 많은 국제 과학 콘테스트에 참가하고, 온라인을 활용한 새로운 국제교류 활동을 실시하고 있다.

성과보급 활동으로는 SSH 4기에 걸친 지금까지 축적된 교재나 학생들의 과제연구 성과 등을 학교시찰·학교방문의 기회를 이용해 보급할 뿐만 아니라, 홈페이지의 'NewsLetter'³⁵⁾ 메뉴를 활용하여 디지털화 및 보급하고 학생교류회 참가, 각종 대화·부활동, 연대활동 등의 기록까지 공유하고 있다. 또 '수리기초(數理基礎)', '수리응용(數理応用)' 등의 부교재 개발을 통한 수리적 탐구활동의 강화 요령도 파일화하여 다른 학교에 보급하고 있다.

35) 한 달에 한 번씩 학교의 주요행사와 업적을 전하는 소식지로 디지털화하여 홈페이지에 게시되어 있어 학교의 소식을 누구나 쉽게 받아 볼 수 있다.
(<https://www.g.hst.titech.ac.jp/NewsLetter>)

나. 리츠메이칸 고등학교

1) SSH 운영개요

리츠메이칸 고등학교(立命館高等學校)³⁶⁾는 1905년 창립된 사립 리츠메이칸 재단에서 운영하는 학교로, 교토에 위치한 오랜 역사와 전통이 있는 학교이다. 리츠메이칸 재단은 리츠메이칸 중학교, 고등학교, 대학교까지 중고대 일관 교육뿐만 아니라, 리츠메이칸 소학교, 리츠메이칸 아시아 태평양 대학(APU)등 많은 교육기관이 연계되어있는 큰 규모의 사립 교육 재단이다.

2) 학교 현황

리츠메이칸 고등학교는 리츠메이칸 중학교와 연계된 교육 코스가 갖춰져 있다. 2013년에 커리큘럼을 개편하면서 초등교육을 1st stage, 중학 1, 2년을 2nd stage, 중학 3학년에서 고등학교 1학년을 3rd stage 전기, 고등학교 2, 3학년 과정을 3rd stage 후기로 과정을 분류해 두고 각 단계마다 코스를 선택할 수 있도록 하였다(리츠메이칸 고등학교 홈페이지, 2022).



[그림 29] 리츠메이칸 중학교·고등학교의 코스 분류

36) 리츠메이칸 고등학교 학교 홈페이지 : <http://www.ritsumei.ac.jp/fkc/>

리츠메이칸 고등학교의 1학년은 공통코스인 코어(Core) 코스, GJ(Global Junior)와 의대 진학코스인 MS(Medical Science) 코스로 나뉠 수 있다. 1학년 말에 전공을 선택하여 이과계열의 SS(Super Science) 코스와 문과계열의 CE(CORE) 코스, 국제계열의 GL(Global Leader) 코스로 나뉜다. 특히 이과계열에서 국제계열을 통합한 SSG(Super Science Global) 클래스의 운영이 SSH와 SGH의 장점을 살린 커리큘럼이라 할 수 있다[그림 29].

리츠메이칸 고등학교의 2021년 학생·학급수는 다음 <표 17>와 같다.

<표 17> 리츠메이칸 고등학교 2021년 학생 및 학급 수

학과	1학년		2학년		3학년		합계	
	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수
코어코스	232	6					232	6
GJ클래스	69	2					69	2
GS코스			120	3	120	3	240	6
SSG클래스			39	1	41	1	80	2
CE코스			121	3	120	3	241	6
GL코스			39	1	36	1	75	2
MS코스	58	2	50	2	45	2	153	6
과정별합계	359	10	369	10	362	10	1090	30

3) SSH 운영 변천 과정

리츠메이칸 고등학교는 2002년 SSH 사업 개시와 동시에 1기로 선정되어 2005년까지 3년간 SSH 지정교로 운영되었다.

1기의 연구개발 과제는 첫째, ‘이수계 학습에 의욕·흥미·관심을 높이기 위한 교육내용의 연구개발’이다. 이과기피 현상이나 이수계 학습에 대한 의욕 저하가 사회 전반에 문제가 되고있는 상황에서, 고등학교 단계에 있는 학생의 학습 의욕을 높여 학습에 임하도록 하기 위해 학습 내용을 깊고, 분류별로 학습하게 하였다. 이를 위해, 고등학교 1학년 희망자에 한 해 매주 토요일 특별 수업을 듣게 하는 슈퍼 사이언스 새터데이

(SSS), 타 학교 학생들과 연구발표를 공유하는 슈퍼 사이언스 페어 (SSF) 등의 프로그램을 운영하였다. 둘째, ‘이수계의 높은 학습력을 얻고, 풍부한 창조성의 기반을 양성하는 교육과정의 연구개발’이다. 고대연대를 통한 학교 독자적인 수준 높은 수학 커리큘럼을 구축하여, 리츠메이칸 고등학교만의 교과서를 편성하였다. 셋째, ‘과학기술선진국을 이끌고 갈 높은 목적의식을 기르는 고등학교-대학교-대학원의 연대에 관련한 연구개발’이다. 수학·물리학습의 고도화와 고대연대 과목을 설치한 슈퍼 사이언스 프로그램(SSP), 일본 국내의 최첨단 연구시설 방문과 각 시설 전문가가 들려주는 특강으로 선진적 과학기술을 접할 수 있었다. 넷째, ‘과학기술에 종사하는 자로서 윤리관이나 사회성을 높이는 지도에 대한 연구개발’이다. 과학기술을 다루는 연구자로서 사람을 소중히 여기는 생명윤리, 과학 윤리감을 높이기 위한 ‘생명의 과학(いのちのサイエンス)’을 중시하였다. 이를 위해, 생명윤리를 배우는 ‘생명(生命)’ 과목을 학교내 자체 제작하여, 학생들이 그룹별 과제 설정 후 프레젠테이션으로 콘테스트를 하며 생명윤리에 대해 학습할 수 있었다.

리츠메이칸 고등학교의 SSH 1기 활동은 과학에 대한 동기부여를 유도하고, 확실한 학력형성과 과학윤리관 확립을 위한 많은 연구개발을 하였다고 할 수 있다.

2005년부터 2009년까지 운영된 2기의 연구개발과제는 첫째, 「생명」, 「로봇」, 「환경」을 상징적 테마로 하는 국제적 공동 연구나 교류학습 활동 실시 및 교육 콘텐츠의 연구개발’이다. 이를 위해 리츠메이칸 고등학교에서 개최하는 세계 과학 콘테스트인 ‘리츠 슈퍼 사이언스 페어(RSSF)’의 개최로 해외 고등학생과 함께 과제연구를 교류하는 장으로 발전시켰다. 또한 매년 개최되는 International Science Fair에 참가함으로써 해외와 과학교류 및 공동연구를 추진하기도 하였다. 그 외에도 싱가포르, 캐나다, 오스트레일리아, 한국, 영국, 태국, 중국, 미국 등의 해외 교류학교에 교환학생을 파견하여 다른 나라의 윤리관·기술·문화를 볼 수 있게 하였다. 둘째, ‘21세기 국제사회 리더로서 이수계 분야의 인재(지식을 수양하고, 지식을 활용하는 도전자)육성을 목표로 하는 고대원(고등학교-대학교-대학원)일관 교육 프로그램의 연구개발’이다. 리츠메이

칸 대학과 연대하여 수준 높은 대학 강의를 영상을 통해 수강하거나, 대학교수가 고등학교에서 특강을 하는 등 학력 수준을 대학 수준으로 높이려 하였고, 대학생들이 TA(Teaching Assistant)로 활동하며 학습지도와 연구분야에 대한 상담을 진행하였다. 또한 핵융합 과학연구소, 주사형전자현미경(SEM), 싱크로트론(Synchrotron)과 같은 연구소에 학생이 직접 방문 및 연대하여 첨단과학연구에 입문하도록 하였다. 셋째, ‘프로젝트형 학습이나 국제교류에 기반이 되는 학력·윤리관·커뮤니케이션 능력 등을 높이기 위한 연구개발’이다. 과학윤리관 향상을 위해 대학교수들의 특강과 과학 워크숍을 진행하고, 커뮤니케이션 능력 향상을 위해 과학영어(Science English)를 구성하였으며, 영어로 된 수학·과학 교과서를 사용하여 영어 실력을 강화하였다. 또한 이와 같은 학습을 기반으로 3학년 졸업연구를 발표형식으로 진행하여 학생들의 향상된 실력을 실전에 선보이기도 하였다.

이처럼 2기의 전반적인 활동은 과학학습의 동기유발을 강화하기 위해 연대교육과 과학교육의 국제화를 시도하였고, 연구자로서 갖추어야 할 높은 수준의 학력, 올바른 윤리관, 영어로 소통하는 커뮤니케이션 능력을 강조하였다.

3기는 2010년부터 2014년까지 5년간 ‘국제무대에서 활약하는 과학자로서의 소양을 기르는 교육시스템의 연구개발’이라는 연구개발과제를 목표로 운영되었다. 이를 실천하기 위한 활동으로는 크게 3가지 연구가 있었다. 첫째, 과학의 지식·감성을 넓혀 사회적 사명감을 가지게 하기 위한 연구를 진행하였다. 이전까지 시행했던 과제연구, 고대연대, 수학·물리 고도화, ‘생명’과목 개발과 같은 사업을 이어나가며 교과외 고도화와 학생들의 이과윤리 적립에 노력했다. 둘째, 국제무대에서 필요한 과학 커뮤니케이션 능력을 육성하기 위한 연구도 실행하였다. 영어능력 강화를 위해 영어 발표를 위한 영어 발음지도, 원고 및 슬라이드 지도를 담당하는 영어 프레젠테이션 수업을 실행하고, 과학 커뮤니케이션력을 강화시켜 실전에 이용할 수 있게 하는 과학 영어 수업도 진행하였다. 그리고 이러한 커뮤니케이션 능력개발 활동을 커리큘럼화하고 전문 교재를 만들어 보급하였다. 그 성과는 학생들의 TOEFL-ITP 점수 평균 500점(677점

만점)으로 드러나 긍정적으로 평가되었다. 셋째, 장래 활동을 위해 국제 네트워크를 구축하기 위한 연구를 실행하였다. 이전부터 활발히 진행해 오던 해외 교류를 더욱 확장하고 워크숍과 교류학교를 증가시켜 국제 네트워크망을 확장하였다. 영국 과학연구 워크숍, 미국 하와이 코스 워크숍, 여러 나라의 해외 단기 파견과 리츠 슈퍼 사이언스 페어(RSSF)와 같은 세계 과학 콘테스트를 매년 지속적으로 개최하였다. 특히 RSSF가 11회차를 맞이하던 2013년부터는 명칭을 Japan Super Science Fair(JSSF)[그림 30]로 변경하여 18개국 28개 학교, 116명의 외국 학생과 국내 12개교가 참가하는 국가를 대표하는 과학 콘테스트로 발전시켰다.



[그림 30] Japan Super Science Fair 2013

3기에서는 ‘높은 학력과 넓은 경험’, ‘배운 것을 전하고 응용하는 힘’, ‘과학을 사회에 공헌한다는 사명감’을 길러 사회에 공헌하는 과학교육을 시스템화 하였다. 또한 국제적인 과학인재양성을 위한 과학영어 커뮤니케이션 능력을 향상을 위해 많은 프로그램을 실시하였으며, 그 성과를 얻었다.

4기는 2015년부터 2019년까지 ‘국제 네트워크를 활용한 이수계 글로벌 인재육성 시스템 개발’이라는 연구개발과제로 5년간 운영되었다. 이전

까지 쌓아온 해외교류학교와 해외 워크숍 경험을 바탕으로 국제 과학교육 네트워크의 거점이 되는 것을 큰 장점으로 활용하였다. 이를 실천하기 위한 활동으로 다음의 5가지 연구과제를 목표로 하였다. 첫째, 이수계 글로벌 인재육성을 위한 국제 네트워크 활용 연구이다. 미국, 싱가포르, 태국, 캐나다, 한국, 영국의 교류학교에 해외과학 연수를 실시하고, 싱가포르, 한국, 오스트레일리아, 태국에서 주최하는 과학 콘테스트에 참가해 해외 과학 연구발표를 실시하였다. 또, 태국, 싱가포르, 한국, 홍콩, 필리핀의 과학교육중점교를 리즈메이칸 고등학교로 초청해 교류하며, 국제 공동 과제연구를 진행하기도 하였다. 둘째, 국내교·해외교·자연계 대학·연구소와 글로벌 기업을 포함한 컨소시엄형의 큰 교육 네트워크 구축과 그 활용에 관한 연구이다. 일본 국내 및 해외 학교들이 참가한 사이언스 워크숍과 발표회를 진행하고, 미츠비시, 소니, 일본과학미래관 등의 기업과 연대하여 해양연구개발구조에 대한 이공계 글로벌 기업과학연수를 실시하였다. 또 특별 강연회에서 여성연구자들이 강연을 하며 이공계 분야에서 여성연구자로서의 위상을 높이는 기회를 만들기도 하였다. 셋째, 이과·수학 융합과목 등의 개발과 고대연대를 중심으로 하는 이수학습의 고도화 연구이다. 자연계 융합과학개발로 ‘생명과학(生命科學)’, ‘분석화학(分析化學)’, ‘자연계지구과학 I·II(理系地學 I·II)’ 과목을 독자적으로 개발하고, 수학학습의 고도화를 위해 PRECALCULUS, CALCULUS의 수학영어 교과서를 제작하였다. 이렇게 학생들의 실력을 쌓아 올려 과학 올림픽/과학전국대전 등에 참가하여 발표·수상을 하며 높은 성과를 얻었다. 넷째, 국제무대에 필요한 과학 커뮤니케이션 능력의 육성을 위한 연구이다. 국제무대에 기본이 되는 영어 교육을 이과의 특성에 맞게 개발하였다. 「SCIENCE ENGLISH for High School Students~이과고등학생을 위한 과학영어 수업 교재집~」을 2016년 편찬하고, 「Science English for High School Students 2 ~이과고등학생을 위한 과학영어 수업 교재집/과제연구발표편~」을 2018년에 편찬하며 학생들의 과학영어 운영능력과 프레젠테이션 능력의 신장을 이끌었다<표 18>. 다섯째, 높은 학력과 능동적 학습능력을 기르기 위한 전교생의 과제연구 추진과 액티브러닝 등을 중심으로 하는 수업개선을 위한 연구이다. 과제연구로써 2학년, 3학년에게는 주 1시간씩 과제연구 수업을 진행하고, 특히 3학

년 때 중간 발표회 및 졸업 발표회를 실시하여 스스로 연구과제를 찾고 해결해 나가는 과정을 습득하게 하였다. 이렇게 만들어진 과제연구는 해외 사이언스 페어에 발표하거나 해외과건으로 교류하였다.

<표 18> 리츠메이칸에서 자체제작한 영어과학 교재

		
<p>SSH 영어과학프레젠테이션 ~ 통상수업에서 일어나는 단계적 지도의 실적, 10년간의 발자취~(2015년도)</p>	<p>「SCIENCE ENGLISH for High School Students~이과고등학생을 위한 과학영어 수업 교재집~」(2016년도)</p>	<p>「Science English for High School Students 2 ~이과고등학생을 위한 과학영어 수업 교재집/과제연구발표편~」(2017년도)</p>

4기의 활동을 요약하면, 해외에서도 활약하는 글로벌 인재를 양성하기 위한 소양을 기르는 교육을 강조하였다. 또 이를 실전에서 활용할 수 있는 많은 기회와 조건을 제공해주며 학생들을 이끄는 교육을 주도하였다.

4) 최근 성과

리츠메이칸 고등학교는 2020년부터 SSH 5기 활동을 시작하여 2021년 기준 5기의 2년 차 활동까지 진행하였다. 5기의 SSH 개발목표는 ‘과학교육의 글로벌 디자인과 국제공동과제연구의 전국 보급을 목표로 시스템을 만들자’이다. 국제 과학교육의 중요성을 인식하고 그 방법과 개발에 중점을 두어 많은 해외 과학교육 중점 고등학교들과 네트워크를 형성하

고, 대학·기업 등과의 연대, 국내 학교들을 이끌어 갈 수 있도록 많은 활동들을 실시하였다. 특히 STEAM 교육에 의한 수준 높은 과학교육을 선보이고 교류하는 장으로서의 Japan Super Science Fair(JSSF)를 매년 주최하고 있다.

리츠메이칸 고등학교는 연구개발 과제를 추진하기 위해 다음의 4가지 테마를 설정하였다.

첫째, 지금까지의 연구개발에서 얻은 국제과학교육방법을 전국에 보급하고 국제 네트워크를 공유한다. 이를 위한 2021년 활동으로는 교원 네트워크의 확대, 한국·중국·호주 등 해외 온라인 Science Fair 참가, 미국·한국·태국·인도네시아 등 교류학교와 온라인 국제과학 교류 프로그램 참가가 있다.

둘째, ‘국제공동과제연구’를 보급하고, ‘국제공동과제연구센터’를 설치하여 운영한다. 이를 위한 2021년 활동으로 국제공동과제연구를 실시하여 국내 16개교(49명), 해외 11개교(32명)가 참가한 학습회를 진행하였다. 또한 이를 위해 국제공동과제연구센터를 설치하여 매년 개최되는 학습회를 준비하였다.

셋째, 중·고·대 연대 과제연구의 심화와 과제연구에 의한 사회협동 의식을 조성한다. 이를 위한 2021년 활동으로 대학교수 7명, 고등학교 교원 3명이 참석한 ‘과제연구지도방침 협의회’를 개최하였고, 대학과의 연대활동으로 라이프 엔지니어링 부문 심포지엄에 참가하기도 하였다. 또 젊은 연구자를 초청해 특강을 진행하는 등 다양한 연대로 과제연구를 심화해나가고 있다.

넷째, JSSF의 지속적 개최로 고등학생의 국제적인 발표기회를 보장하고 해외 과학교육 중점교와의 협력관계를 강화한다. 2021년 11월 2일에서 5일까지 19개 국가에서 해외 38개교(179명), 일본 국내 19개교(56명), 리츠메이칸 고등학교 91명이 참가한 대규모의 Science Fair를 주최하여 국내외 과학중점교 간의 교류와 협력관계를 도모하고 있다.

다. 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교

1) SSH 운영개요

에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교(愛媛縣立松山南高等學校)³⁷⁾는 에히메현 마츠야마시에 위치한 현립 고등학교로 1891년 사립 에히메현 여자고등학교의 설립으로 시작되었다. 1901년 사립에서 현립으로 바뀌어 현립 에히메현 여자고등학교로 명칭이 변경되었고, 1949년에 마츠야마 공업 고등학교(松山工業高等學校), 이요시 농업 고등학교(伊予農業高等學校)와 통합하며 남녀공학의 현립 에히메현 미나미 고등학교가 되었다. 이후 농업과, 공업과가 분리되고 이수과가 설치되었다. 이때, 정식 명칭을 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교로 변경하며 실업계 고등학교에서 인문계 고등학교로 자리매김 하게 되었다.

2) 학교 현황

에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 보통과와 이수과로 나뉜다. 보통과는 다시 문과형(文型)과 이과형(理型)으로 분류된다. 여기서 SSH에 직접적으로 활동하는 학급은 보통과의 이과형과 이수과로, 수업의 심

<표 19> 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교 2021년 학생 및 학급 수

학과명	1학년		2학년		3학년		합계	
	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수	학생수	학급수
보통과	322	8	317	8	314	8	953	24
문과형			167	4	167	4	334	8
이과형			150	4	148	4	297	8
이수과	36	1	43	1	41	1	120	3
합계	358	9	360	9	355	9	1073	27

37) 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교 홈페이지 : <https://matsuyamaminami-h.esnet.ed.jp/>

화성과 과제연구의 난이도에서 학급별로 차이가 있다.

에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교의 2021년 학생·학급수는 다음 <표 19>와 같다.

3) SSH 운영 변천 과정

에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 2002년 SSH 사업 개시와 동시에 1기로 선정되어 2022년 기준 20년간 지속적으로 SSH 지정교로 운영되어왔다.

2002년부터 2004년까지 3년간 운영된 1기의 연구개발 목표는 ‘대학 등과의 연대를 계획하고, 이수계 교육의 내용에 더 많은 흥미와 관심을 가지게 하여, 창조성과 독창성이 있는 연구자를 양성하고, 기술자의 소양을 몸에 익히게 한다’이다. 이를 실행하기 위해 ‘사이언스X’, ‘이수세미나’, ‘챌린지X’와 같은 자체 과목의 제작이 우선적으로 진행되었다. ‘사이언스X’는 1학년 3단위 수업으로 이수교육의 기초와 기본을 쌓게 하고, 선단과학에 흥미와 관심을 가지게 하여 과학의 재미를 알게 하기 위한 목적으로 만들어졌다. ‘이수세미나’는 1학년 2단위, 2학년 1단위 수업으로, 과학기술의 제 1선에 있는 연구자와 만나고 최신의 연구를 배우는 것으로 ‘연구’하는 것의 의미와 방법론에 대해 깊은 이해를 하도록 하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 외부강사의 출장강의나 대학 연구실 혹은 첨단 연구소를 방문한다. ‘챌린지X’는 2학년 2단위, 3학년 2단위 수업으로 학생들 스스로의 연구를 통한 학문적 탐구방법이나 문제해결의 능력을 몸에 익히기 위한 수업이다. 2-6명의 그룹을 만들어 과제연구주제를 정하고 대학이나 연구소의 기구를 빌려 연구를 직접 실행하는 수업이다. 이처럼 대학이나 연구기관과의 연대를 강조하며 연구실 방문과 공동 연구를 진행하였고, 에히메대학, 히로시마대학, 도쿄대학 교수들의 특강 및 대학주최행사에 적극 참여하며 고대연대과정을 구축하였다.

1기 기간에는 외부활동은 적지만 내부로부터의 강화를 위해 신교과를 개발하고 학생들의 기초력과 연구력 향상을 위한 준비를 하는 시기라 할 수 있다.

2기는 기존 1기의 활동은 지속적으로 이어나가되, 보다 발전된 연구개발을 실행해 나갔다. 신교과로는 기존 3과목과 함께 ‘슈퍼사이언스’ 과목을 도입하였다. ‘슈퍼사이언스’는 1, 2학년에서 진행되며 1학년 2단위 수업으로 물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학, 정보의 각 교과별로 자연과학을 배우면서 필요한 학력 정착을 위한 지도를 시행한 후, 2학년부터 시작되는 과제연구를 준비하는 과정이다. 2학년 2단위 수업에서는 직접 과제연구를 시행하며, 과제연구 발표회, 포스터 발표, 프레젠테이션 발표 등 자신의 연구주제에 대해 깊게 탐구하고, 연구분야에 대해 커뮤니케이션을 할 수 있는 능력을 기를 수 있다. 또 영어와 이과의 연대로 영어 활용능력을 높이고 프레젠테이션 능력을 강화하는 수업을 진행하였다. 과학계 부활동을 강화하여 정규수업 이외에도 부활동으로 과학계 콘테스트, 청소년 과학제전, 국제 생물학 올림피아드와 같은 외부활동에 참가할 수 있도록 지원하였다.

2기 활동은 1기의 활동은 그대로 유지하되 국제화를 위한 준비를 시작하는 시기로, 과학영어 강화와 해외커뮤니케이션 능력을 발전시키는 시기라 할 수 있다.

3기의 연구개발과제는 ‘고등학생과 사회를 잇는 과학의 유대를 구축하고, 학생과 과학을 연결하는 유대를 더욱 견고하게 한다’이다. 이 유대를 ‘사이언스 본드(Science Bond)’라 명명하고 이를 강화하는 ‘사이언스 본드 프로그램’을 구축하려 하였다. 3기 활동에서는 기존 2기까지의 활동은 그대로 이어나가며 새로운 활동을 더욱 개발해 나갔다. 본격적으로 해외 교류를 활성화하기 위해 영어 연구 프레젠테이션을 강조하고, 일본 국내의 외국인 유학생과 교류하며, 대만의 고등학교와 공동연구를 시행하였다. 또 고대연대를 발전시켜 이수계 교원을 목표로 하는 대학생이나 본교 SSH 졸업생을 대상으로 한 이수계 교원 육성 지원 프로그램과 멘토 프로그램을 계획적으로 실시하였다. 지역과의 연대를 위해 과학계 부활동을 활용한 지역으로의 보급활동으로, 초·중학교나 지역 사람들에게 과학의 즐거움과 매력을 전하고 장래에 이과를 지원하는 인재육성을 목적으로 한 ‘자연과학세미나’와 ‘부모와 함께하는 실험 교실’ 등을 학생들

이 직접 운영하였다. 또 인근 지역의 자연관찰과 기업방문을 포함한 연수로 지역과 유대를 쌓으며 지역개발인재양성을 목표로 하였다.

3기의 활동은 과학을 매개로 하는 유대를 강조하며, 해외와의 교류, 대학과의 연대, 지역과의 상생을 이끌어가는 활동을 주로 하였다.

4기 활동의 연구과제는 높은 레벨의 과학적 탐구능력을 육성하고, 커리어 디자인을 만들어 나가며, 우리 지역에 대한 아이덴티티 조성을 목표로 연구테마를 ‘지속가능한 발전을 위한 과학교육(SES, Science Education for Sustainable Development)’으로 설정했다. 3기까지 운영해 온 과학을 매개로 하는 유대와 지역과의 상생을 발전시켜 UN이 선정한 지속가능한 개발(SDGs)을 응용해 인근 지역 속 지속가능한 발전을 위한 교육을 실천하였다.

구체적인 연구개발 과제는 첫째, 국제적인 과학기술인재를 육성하기 위해 지금까지 개발해 온 프로그램의 실적으로 그 유효성을 검증하고 개선하며 보급하는 것과 둘째, 학생 스스로 장래를 꿈꾸며 계속 성장하고, 과학기술에서 지역 상생 및 지속적인 발전에 공헌하는 인재를 육성하는 프로그램을 개발하는 것으로 나뉘었다. 국제적 과학기술인재 육성을 위한 활동으로는 새로운 해외과학교류 프로그램의 개발과 유네스코 스쿨에 가입하여 협동연구를 준비하는 것, 해외 발표회에 참석하여 영어발표의 기회를 늘리는 것 등 발전된 활동들을 이어나갔다. 지역 상생 및 지속적인 발전에 공헌하는 인재육성 프로그램으로는 SSH 학생들이 지역의 초·중학교 이과 클럽에 참여하여 함께 연구하는 지역 이과 교육의 추진과, 시코쿠³⁸⁾ 지구 SSH 학생들과의 연구발표회 등 인근 지역 SSH 학생들과의 공동연구 및 교류 형성, ‘에히메 고등학생 SDGs 미팅’을 주최해 에히메현 내의 고등학생의 연구성과를 발표하는 장소를 마련해 SDGs에 참여하는 네트워크를 넓혔다[그림 31].

4기의 활동은 이전까지의 연구를 더욱 발전시키고 글로벌 테마인 SDGs를 차용하여 지역 현장에 활용하는 모습을 보이며 큰 성과를 얻었다.

38) 시코쿠(四國) : 에히메현(愛媛縣)이 위치하는 일본 지역의 4개의 큰 섬 중 하나

SDGs의達成へ、自分たちにてできることなどを考えた高校生ら



SDGs 高校生の視点で 9校生徒ら松山で議論

「スーム高校生SDGs(持続可能な開発目標)ミーティング2020」が9日、松山市末広町の松山南高校であり、県内9校の生徒や教員45人が事例発表やワークショップなどを通じて自分たちで考えることを考えた。

事例発表で松山南高は、家庭クラブ活動などに「エシカル消費(倫理的消費)」の視点を加えたと説明した。買い物量を減らし、調理の工夫で水やエネルギーの消費を減らせるメニューの考案や、プラスチックごみ削減のため蜜蝋(みつろう)を使ったラップ作りを紹介し、「購買でエコバックの持参を普及させたい」と発表した。

西条高は少子高齢化や若者の地元離れで、地域の関わりが希薄化する中、地域の魅力を学び啓発する「地域・歴史研究部」の取り組みを報告。「初めて知ることも多く、意識することのなかった地域の良さを実感することができた」と話した。

グループに分かれ地方で実現できるSDGsについて議論。高齢化が進む農村・島しょ部で1次産業の後継者を呼び込み、地域の高齢者が子育てを支援する暮らしなどを提案した。

ミーティングは2018年度に続き2回目の開催。(丸岡裕美)

[그림 31] 신문에 게재된 SDGs 활동 (2020년 2월 12일자 에히메 신문, 게재허가번호 : d20200212-001)

4) 최근 성과

에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교 5기 SSH 사업의 연구개발목표는 'Society 5.0³⁹⁾의 실현에 맞춰 폭넓은 분야에서 새로운 가치를 창조하는, 국제경쟁력을 가진 과학기술인재를 육성하기 위해 지금까지의 SSH 사업을 진화·발전시킨 산학연대, 국제연대, 지역 연대형의 STEAM 교육을 실행하여, 「신시대 대응형 과제 발견·해결능력」, 「선진적 과제 발견·해결능력」, 「지역공헌·사회 환원 능력」을 육성한다' 이다. SSH 사업을 통해 새로운 시대를 준비하고, 지역사회에 공헌하는 과학기술 인재 양성을 목표로 하는 선진 과학교육을 시행하고 있다. 이러한 목표에 맞춰 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 6개의 테마를 중심으로 연구과제를 시행하고 있다.

첫째, 실질적인 데이터 사이언스 교육이다. Society 5.0의 초고도화 정보중심의 사회를 맞이하여 FUJI, SEKI, True Data와 같은 인근 지역 실

39) "사이버 공간과 물리적 공간을 고도로 통합한 시스템으로 경제 발전과 사회문제 해결 사이에서 균형을 이루는 인간 중심 사회(일본 내각부 홈페이지 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/, 2022)"로 우리나라의 '4차 산업혁명시대'와 유사한 의미이다.

제 기업의 구매 빅데이터를 활용하여 데이터 사이언스 교육을 추진한다. 뿐만 아니라 시가대학(滋賀大學) 데이터사이언스 학부와 이요긴 지역경제연구센터⁴⁰⁾와 같은 인근 지역의 전문 교육기관과 연대하여 데이터 마케팅 전문가 육성과정을 진행하고 있다.

둘째, 대학·기업과 연대하는 STEAM 교육이다. STEAM 교육은 Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics의 연계 교육으로 각 교과 영역 고유의 지식과 생각을 통합적으로 활용하여 현대사회의 과제를 해결하는 학습이다. 특히 A의 Art는 이전엔 ‘디자인’ 혹은 ‘감수성’으로 접근하였지만, 해당 교에서는 Liberal Arts의 의미로 ‘문화, 생활, 사회, 정치, 윤리’ 등으로 해석하여 접근하고 있다. 특히 대학·기업·해외고교와 연대한 아이디어 콘테스트는 지역 상생과 정책 아이디어를 만들고 경쟁한다. 인근의 일본 에히메대학은 물론 미국 하와이대학, 하와이의 와이파후 고등학교와도 연대하여 로보틱스, 프로그래밍, SDGs에 관한 공동연구도 시행하고 있다.

셋째, 원활한 고대연대이다. SSH의 1기, 2기 졸업생들이 대학교원으로 근무하는 연구실과 연대하여 연구실 탐방·특강 등을 진행한다. 또한 지역의 히로시마대학, 에히메대학 글로벌 사이언스 캠퍼스(GSC)에서 전문적 연구에 참여하여 고대연대를 강화하였다.

넷째, 많은 나라와 해외 연수·국제공동연구를 실시한다. 대만시립건국 고급중학교와 자매교를 맺고 온라인 미팅을 실시하며 공동연구를 진행하고, 미국 하와이 대학과 온라인 연결을 통해 우주 탐사 로봇 개발과 여성 과학자의 커리어에 대한 특강을 진행하였다.

다섯째, 여성 연구자의 육성이다. SSH 사업 중 과학 연구 분야에 성비 불균형을 해소하기 위해 여성 연구자의 육성을 목표로 여성 과학자나 다른 학교 여학생들과의 교류를 실시한다[그림 32]. ‘미래의 여성 연구자 교류발표회’를 실시하여 현직 여성 연구자와 여학생들의 연구발표 및 질의응답과 친목을 도모하였다.

40) 에히메현 마츠야마시에 위치한 강연회 및 비즈니스 세미나를 위한 교육기관 (<https://www.iyoirc.jp/>)



[그림 32] 미래의 여성 연구자 온라인 교류발전회

여섯째, 지속가능한 개발목표(SDGs)의 연구과제 적용이다. 매년 SDGs를 주제로 ‘에히메 고교생 SDGs 미팅’을 개최하여 좁게는 우리 생활 지역이나 넓게는 범지구적 과제에 대한 탐구활동과 과제연구를 통해 지역활성화에 공헌한다. 특히 2021년에 주최된 미팅에서는 에히메 대학의 환경지도자 양성과정 강좌에 참여하여, ‘위드 코로나 시대의 SDGs’에 대한 주제로 고등학생이 대학강좌를 통해 글로벌 시점에서 주체적으로 접근할 수 있었다.

라. 각 학교 성과 비교

가장 역사가 오래된 세 SSH의 보고서를 바탕으로 학교들의 성과를

분석하여 비교해 보았다.

세 학교의 공통점으로는 첫째, 세 학교 모두 대학과의 연대가 뛰어났다. 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 도쿄공업대학과, 리츠메이칸 고등학교는 리츠메이칸 대학과, 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 에히메 대학과 연대하여 고등학교에서 할 수 있는 연구의 한계를 뛰어넘었으며, 더욱 높은 수준으로 발전시켰다. 둘째, 활발한 해외교류로 국제성 함양에 기여하고 있다. 세 학교 모두 해외의 고등학교 혹은 대학교와 교류하며 공동연구 및 발표회를 개최하여 학생들의 시각을 국내 뿐만 아니라 세계로 돌릴 수 있도록 확장해주고 있다. 셋째, 지역사회에서 과학기술 연구개발의 거점 역할을 하고 있다. 지역 내에서 초·중·고·대·기업으로 이어지는 과학기술 연구개발의 중심 허브 역할로서의 수직적 연대뿐만 아니라, 인근 고등학교 혹은 인근 SSH를 대상으로 한 발표회 및 학술대회를 개최하는 수평적 연대를 구축에도 큰 역할을 하고 있다.

세 학교의 차이점을 살펴보면, 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 성과 보급에 강점이 있었다. 학교 내에서 개발한 교재나 교육방법, 여러 노하우를 교류회와 온라인을 통해 타 학교에 보급하는 것에 중점을 두고 있다. 리츠메이칸 고등학교는 중학교 과정과 통합한 중고일관 교육을 계획하여 장기간의 중등교육 연구개발이 가능한 것이 장점이다. 중학교 3년, 고등학교 3년의 별개의 교육과정이 아닌, 중등 6년의 장기간에 걸친 교육과정을 실행함으로써 학생들에게 일관된 교육을 제공할 수 있다. 또한, 세계 과학 콘테스트(JSSF)를 매년 직접 주최하며 일본 내 과학 콘테스트의 중심이 되는 거점 역할을 하고 있다. 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 SDGs 교육과 여성 연구자 양성을 위한 교육 및 지역 과학 발전의 산학연대로 오랜 교류를 이루고 있다. UN에서 발표한 SDGs를 기반으로 세계의 흐름에 따른 교육을 추구한 ‘지속가능한 발전을 위한 과학교육(SES, Science Education for Sustainable Development)’을 운영하고 여성 연구자의 초청강연과 여학생 지원으로 여성 과학 연구자를 양성하려 노력하며 학문의 성적 불균형을 해소하는 교육을 지향하고 있다. 또한, 이과 클럽을 통한 지역 상생과 지속적인 발전에 공헌하고, 지역 내 다른 SSH와 연대하며 에히메와 시코쿠 지역의 과학교육 네트워크 구축과 지역공헌·사회 환원을 추구하고 있다.

초창기의 SSH들은 각 학교의 지역과 특성, 교육관에 맞는 계획으로 SSH 운영을 시작한다. 하지만 전체적인 운영모습에 공통점이 나타남을 알 수 있다. 이는 문부과학성과 JST에서 보고서 형식으로 발표되는 공통적인 운영 목표를 매년 제시하는 것과 지정 후 3년째에 있는 중간평가의 평가 요강들이 전체적 운영을 가이드하고 있음을 알 수 있다.

V. 요약 및 결론

빠르게 변화하는 21세기의 과학기술에 맞춰 과학교육도 새로운 지식의 창출과 활용능력을 갖춘 과학기술 인재의 양성을 요구받고 있다. 이를 위해 여러 나라에서 특성화된 과학교육과정을 가진 학교들이 나타나 과학교육의 보편적 발전을 도모하고 있다. 본 연구에서는 우리나라와 같은 동아시아 문화권에 속해있으며, 더 일찍 일반고 대상 과학 특성화 커리큘럼을 도입한 일본의 슈퍼 사이언스 하이스쿨(SSH)에 주목하였다.

일본 SSH의 특징 및 사례를 분석하기 위하여 두 가지의 연구 방법을 택하였다. 첫 번째 연구 방법으로 각 SSH에서 해마다 발행하는 ‘연구개발 실시 보고서’ 속 ‘연구개발의 개요’, ‘연구개발의 성과’, ‘연구개발의 과제’에 사용된 단어들을 언어 네트워크 분석 및 시각화 프로그램(넷마이너4.4.5)을 사용해 분석하였다. 각 과정에서 언어 클라우드, 단어 빈도수, 연결중심성, 응집분석을 통해 핵심어를 중심으로 한 그룹별 주제를 확인하고, 다른 단어들과의 연결 형태를 통해 핵심어가 의미하는 바를 구체적으로 알아보았다. 또한 연결중심성을 통해 SSH의 공통적인 특징을 분석하고, 보고서 원문에서 핵심어가 쓰인 문장을 찾아 각 단어의 세부 맥락을 파악하였다.

‘연구개발의 개요’에서는 6개의 그룹으로 주제가 나뉘었고 각각 ‘학생의 역량평가’, ‘SSH의 지역·대학과의 연대와 제휴’, ‘학생들이 향상시켜야 할 능력’, ‘글로벌 인재양성을 위한 해외 교류와 영어능력 향상’, ‘인재육성을 위한 SSH의 목표’, ‘탐구력을 키울 수 있는 교육과정의 개발’로 나타났다. ‘육성’은 SSH가 추구하는 학생상을 표하며 모든 학생이 아닌 소수의 상위권 학생을 양성하겠다는 목적이 나타나 있다. 또한 SSH의 교육을 받는 모든 학생들이 가져야 할 소양과 보편적 능력을 갖춘 인재를 양성하겠다는 목적이 드러난다.

‘연구개발의 성과’에서는 7개의 그룹으로 주제가 나뉘었고 각 주제는 ‘관계 자료’, ‘사고 논리’, ‘필드워크’, ‘글로벌 학회에서의 영어 프레젠테이션’

선 발표’, ‘탐구 교과와 개발과 학습·평가’, ‘학생의 능력향상과 인재육성’, ‘신형바이러스로 인한 연수의 중지와 확대 및 대학 협동 연수 실시’이다. 각각 핵심어 빈도수에는 약간의 차이가 있었지만, 연결중심성으로 분석하였을 때는 ‘발표’가 가장 높았다. SSH는 학교 주체 행사를 중심으로 공식적인 발표회 기회가 많았으며, 이를 대비하여 수업에서 탐구 활동을 발표로 평가하는 등 대중 앞에서의 발표에 대한 연습을 강조하였다.

‘연구개발의 과제’에서는 5개의 그룹으로 주제가 나뉘었고 각 주제는 ‘대학과의 협동’, ‘교과끼리 연대를 위한 교과 횡단’, ‘온라인을 활용한 글로벌 무대에서의 발표’, ‘SSH 사업에 대한 평가와 개선’, ‘정보 활용과 학습향상을 위한 탐구 활동’이다. ‘연구개발의 과제’에서 가장 빈도수가 높은 단어는 ‘탐구’였다. ‘탐구’는 모든 과정에서 등장하였으나 각 과정에서 ‘탐구’와 링크된 단어들의 종류는 조금씩 달랐다. ‘연구개발의 개요’ 속 ‘탐구’는 과목명으로서 탐구와 수식어로서 탐구로 나뉜다. ‘연구개발의 성과’ 속 ‘탐구’는 구체적인 탐구 활동을 의미하는 것으로, ‘물리에 의한 탐구’, ‘협동 탐구 프로그램’ 등 탐구를 활용한 다양한 활동들이 제시되고 있었다. ‘연구개발의 과제’ 속 ‘탐구’는 SSH 사업 속에서 학생들이 가지게 된 탐구 활동들을 평가하는 의미로 사용되었다. 육성된 탐구력을 평가하고 부족한 점을 반성하여 개선하려는 기준으로 ‘탐구’를 서술하고 있다.

두 번째 연구 방법으로는 SSH 사업 시행 이후 20년간 지속적으로 SSH 사업을 운영해온 세 학교를 대상으로 최근 사업 형태를 분석하였다. 세 학교 모두 대학과의 연대가 뛰어났고, 활발한 해외교류로 국제성 함양에 기여하였으며, 지역사회에서 과학기술 연구개발의 거점 역할을 하는 것이 공통점이었다. 이를 통해 자율적으로 운영되는 SSH이지만, 사업이 추구하는 공동목표는 동일함을 알 수 있었다. 하지만 학교의 특성마다 차이점은 있었다. 도쿄공업대학 부속 과학기술 고등학교는 교재 제작과 성과보급에서 강점을, 리츠메이칸 고등학교는 중고일관 교육과 세계 과학 콘테스트를 통한 해외교류에서 강점을, 에히메현립 마츠야마 미나미 고등학교는 SDGs 교육과 여성 연구자 양성을 위한 교육, 그리고 지역연대에서 강점을 가졌다. 각 SSH는 공통의 운영 목표를 가지되 각

학교의 특색과 지역에 특화된 교육을 시행하는 등 각 SSH의 개성도 존중되고 있음을 찾을 수 있었다. SSH들은 각 학교의 지역과 특성, 교육관에 맞는 주제로 SSH 운영을 계획하지만, 운영이 시작된 이후에는 공통점이 많아진다. 이는 문부과학성과 JST에서 보고서 형식으로 발표되는 공통적인 운영 목표를 매년 제시하는 것과 지정 후 3년차에 있는 중간평가의 평가 요강들이 SSH 운영의 가이드라인 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, SSH는 사업 도입 초기부터 강조했던 ‘국제적인 과학기술인재 육성’의 핵심적인 요소로 ‘탐구’를 강조하며, 탐구의 역량을 ‘발표’로써 평가한다. SSH는 탐구력 향상을 위해 설계된 별도의 교과목과 고등학교 3년간의 연구과제를 통해 학생 스스로 탐구하는 능력을 기르도록 한다.

둘째, SSH는 ‘글로벌’ 인재양성을 위한 ‘영어’교육과 지역연대를 통한 연구자로서의 인성교육도 강조하며 다방면에 우수한 이공계 인재양성을 목표로 하고 있다. SSH에서는 과학기술 지식 역량 뿐만 아니라 외국어 능력, 소통 역량, 연구 윤리의식을 함께 가진 인재를 육성하고자 한다. 이를 위해, 사람 간의 소통, 연구자로서의 양심 등 정량적으로 평가할 수 없는 요소들을 교과목에 반영하여 지도하고 있다. 특히 SDGs를 고등학교 과학교과와 융합시켜 지도하면서 글로벌 이슈에 발맞춰 나가는 교육을 시도하고 있다.

셋째, SSH는 지역의 중고대연대, 산학연대, 해외의 학교와 연대 등 과학교육의 거점으로서 과학교육 교류 확장의 가능성을 보여주었다. SSH는 고등학교 수준의 지식만을 다루는 것이 아니라 대학·기업 연구실과의 교류를 통해 지역에 특화된 심층연구를 적극적으로 체험할 기회를 제공한다. 특히 20년간 SSH를 운영해온 학교들은 공통적으로 대학과의 강한 연대를 가지고 교류하고 고등학교 수준 이상의 공동연구 및 발표회를 개최한다. 이를 통해 SSH가 지역사회의 과학기술 교육의 거점 역할을 크게 하고 있음을 알 수 있다. 또 학생들은 다양한 학회나 발표회에 참가하여 연구성과를 대중에게 발표함으로써 과학기술인재의 자질을 향상한다.

분석을 통해 확인한 SSH의 여러 특징들 중 ‘일반 고등학교 교육과정을 통한 과학인재 양성’이라는 동일 목적을 가진 한국의 과학중점학교(SCS)에서 주목해야 할 점은 다음과 같다.

첫째, SSH에서 개발하고 보급한 각종 신 교과와 같은 창의융합형 과목의 도입, 글로벌 인재육성을 위한 해외 교류 및 과학 영어 교육이 일반 고등학교에서도 가능할 수 있음을 확인하였다. 이처럼 과학과 수학의 연대를 지향하고, 과학과 영어의 과목간 연대 등과 같이 새롭게 만들어진 교과를 우리나라의 과학교육에 도입한다면, 융합형 인재육성에 긍정적인 효과를 가져올 것으로 기대할 수 있다.

둘째, SCS의 커리큘럼 자율성 향상 및 각 학교의 특성에 맞는 교과 개발의 지원이 필요하다. SCS는 입시 위주의 과학교육에서 벗어나 탐구·발표 위주의 수업과 과학기술자 윤리교육이나 SDGs와 같은 국제사회의 일원으로서의 인재양성 등의 탈교과적 교육도 추구할 필요가 있다. 지역 특색과 학교별 교육관이 반영된 교육을 통해 양성된 다양한 인재들은 보다 넓은 분야에서 각자의 개성과 특징을 살려 활약할 것이다.

영재고/과학고 등 엘리트 중심의 과학교육 뿐만 아니라 일반고의 보편화 된 과학교육 수준을 높이는 데에 SCS의 보급과 활성화는 중요한 역할을 담당하고 있다. SCS는 2020년 신입생부터 정부산하 교육부에서 각 시도 교육청이 관리하도록 이전을 시작하여 2022년에는 전면이양되는 변화를 맞이 하였다(한국창의재단, 2021). 이에 SCS는 학교 교육관을 살린 커리큘럼의 도입, 지역 내 산학연계 활성화 등 새로운 시도가 가능하게 되었으며, 이에 같은 목적으로 20년간 운영되며 성과를 내어 온 SSH의 특징과 사례를 잘 파악해 볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김남희, 한화정, 홍보라, 심규철 (2012). 고등학교 ‘과학’ 과목의 생명과학 관련 학습 내용에 관한 과학 융합 요소와 STEAM 요소 분석 및 ‘과학’ 과목의 ‘생명과학 I’, ‘생명과학 II’와의 연계성. **생물교육**, 40(1), 121-131.
- 김부윤, 전미정. (2006). 슈퍼 사이언스 하이스쿨의 실천보고서를 통해 본 일본의 영재교육에 관한 연구. **영재교육연구**, 16(1), 1-19.
- 김범성 (2005). 일본 과학기술문화활동의 동향 및 새로운 모색. **과학기술정책**, 15(2), 50-60.
- 김진희, 나지연, 송진웅 (2018). 언어 네트워크 분석을 통해 본 과학중점학교 과학수업의 특징. **한국과학교육학회지**, 38(4), 565-574.
- 노지현 (2008). 이공계 기피 현상 20년, 일본의 정책변화가 주는 시사점. **대학교육**, 45-50.
- 손정우, 이봉우, 최재혁, 김종희, 박종석, 서혜애, ... 이선경 (2013). 과학중점학교 교수학습의 실제에 대한 만족도와 이에 따른 개선 방향. **새물리**, 63(4), 379-389.
- 송진웅, 나지연. (2014). 창의융합의 과학교육적 의미와 과학 교실문화의 방향. **교과교육학연구**, 18(3), 827-845.
- 송진웅, 정용재, 마틴산야, 나지연, 장진아, 강다연 (2018). **교실과 문화 : 동아시아 과학 교실문화의 이해**. 서울: 북스힐.
- 이광우, 조난심, 김현미 (2013). 창의적 인재 육성을 위한 중등학교 교실수업에 대한 전문가 인식 조사. **열린교육연구**, 21(4), 1-21.
- 이면우. (2006). 일본의 슈퍼 사이언스 하이스쿨. **한국일본교육학연구**, 10(2), 55-71.
- 이수상. (2018). **네트워크 분석방법의 활용과 한계**, 서울; 도서출판 청람
- 이수상. (2014). 언어 네트워크 분석 방법을 활용한 학술논문의 내용분석. **정보관리학회지**, 31(4), 49-68.
- 이화정. (2003). 일본과학문부성의 교육정책전략: 슈퍼사이언스고등학교 추진현황을 중심으로. **영재교육연구**, 13(1), 117-134.
- 정석진, 정석, 전호석, 임춘성. (2020). 사회네트워크 분석기법을 활용한 생태산업단지구축사업 네트워크 특성 분석. **한국자원공학회지**, 57(2),

- 168-175.
- 쭈주키 쭈구오. (2013). 일본인 노벨상 수상자들의 교육 및 연구 환경에 나타난 특징. *한국일본교육학연구*, 18(1), 73-93.
- 하시모토 다테오 (2008). 일본의 이과교육 혁신을 위한 시도. 한국과학교육학회 제 53차 동계학술대회 및 정기총회. 1월 31일. 서울: 한양대학교.
- 한국과학창의재단. (2022). **과학중점학교 12년의 노력과 결실**. 광주: 전남대학교출판문화원
- Ahn, Y., Lehmann, S., Bagrow, J. (2010). Link communities reveal multiscale complexity in networks. *Nature*, 466(7307), 761-764.
- Blank R. K. (1989). Educational effects of magnet high schools. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED313469>
- Carley, K.(1993). Coding choices for textual analysis: A comparison of content analysis and map analysis. *Sociological methodology*, 23, 75-126.
- Golbeck, J. (2013). *Analyzing the social web*. Newnes.
- Golbeck, J. (2015). *Introduction to social media investigation: A hands-on approach*. Syngress.
- Honey M., Kanter D. (2013). *Growing the Next Generation of STEM Innovators*. New York: Routledge Pub.
- Pratt H. (2013). *The NSTA reader's guide to the Next Generation Science Standards*. Arlington: National Science Teachers Association.
- Song J. (2013). The disparity between achievement and engagement in students' science learning: a case of East-Asian regions. *In Valuing assessment in science education: Pedagogy, curriculum, policy* (pp. 285-306). Dordrecht: Springer.
- Song J. (2021). The Pursuit of Understanding Science Classroom Culture in Korea and East Asia. *In Science Education Research and Practice from Japan* (pp. 25-44). Singapore: Springer.
- Yakman G. (2010). What is the point of STE@M? - A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines*. **STEAM Education**, 7, 1-9
- 下島泰子. (2022). 슈퍼사이언스하이スクールにおける特別活動と総合的な探究の時間 コロナ禍において教師が捉えるエージェンシーとコ

- ンピテンシー. 関係性の教育學, 21(1), 103-111.
- 国立研究開発法人科学技術振興機構 (2021). **スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 事業紹介パンフレット**. 埼玉縣: 科学技術振興機構.
- 文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課. (2021). スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 支援事業の今後の方向性等に関する有識者會議第二次報告書, Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210701-mxt_kiban01-000016309_0.pdf
- 葎内ありさ. (2021). スーパーサイエンスハイスクールにおける緑茶を利用した授業教材の開発. 宇都宮大学共同教育学部教育実践紀要, (8), 437-442.
- ラッシラ, エルッキ・T, 隅田學. (2021). スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における日本型才能伸長: 「教育資本 (Educational capital)」からの分析. 科学教育研究, 45(4), 375-383.
- 隅田學. (2020). スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における日本型才能伸長と 「教育資本 (Educational capital)」へのインパクト. 日本科学教育学会研究會研究報告, 35(3), 25-28.
- 西岡加名恵, 大貫守. (2020). スーパーサイエンスハイスクール 8 校の連携による 「標準ルーブリック」 開発の試み. 教育方法の探究, 23, 1-12.
- 若山勇太. (2019). スーパーサイエンスハイスクール事業 (SSH 事業) における課題研究を通じた生物教育. 昆虫. ニューシリーズ, 22(2), 66-71.
- 草場實, 原田勇希, 齋藤恵介. (2019). 理科の活用志向性測定尺度の開発—スーパーサイエンスハイスクール指定校の取組の評価を見据えて—. 日本教育心理学会總會発表論文集 第 61 回總會発表論文集 (p. 410). 一般社団法人 日本教育心理学会.
- 野中繁. (2018). 新教科 「理數」 をどう創るか: スーパーサイエンスハイスクールの実践をもとに. 武蔵野教育學論集: the bulletin of Musashino University, Faculty of Education, (5), 139-151.
- 松寄昭雄. (2016). 変換に着目したモデリング授業—スーパーサイエンスハイスクール指定校での取組. In 日本科学教育学会年會論文集 40 (pp. 167-170). 一般社団法人 日本科学教育学会.
- 新井教之. (2015). スーパーサイエンスハイスクールにおける 「地理」 の

- 関わり. 日本地理學會発表要旨集, 100191.
- 小林淑恵, 小野まどか, 荒木宏子. (2015). スーパーサイエンスハイスクール事業の俯瞰と効果の検証. 科学技術・学術政策研究所.
- 大前佑斗, 吉野華恵, 大島敦子, 三井貴子, 高橋弘毅. (2015). 山梨英和中学校・高等学校におけるスーパーサイエンスハイスクールによる教育実践. 山梨英和大学紀要, 14, 78-88.
- 中山玄三. (2015). SSH (スーパーサイエンスハイスクール) の科学教育カリキュラムの特色: 熊本県立高校の事例をもとに. 熊本大学教育実践研究, 32, 51-59.
- 渡邊一矢, 中村琢. (2014). 高等学校における探究活動とその教育効果: スーパーサイエンスハイスクール卒業生の課題研究の効果の追跡調査. 日本理科教育學會東海支部大会研究発表要旨集, (60), 55.
- 榎阪昭則, 廣木義久, 大仲政憲. (2012). 課題研究における高校生の満足度調査と満足度を高めるための指導モデルの開発: スーパーサイエンスハイスクールにおける分析から. 理科教育學研究, 52(3), 33-41.
- 名越, (2011). 「理科離れ」問題に関する研究(I) - 「理科離れ」問題をめぐる高校生の意識を基軸として. 福井工業大学研究紀要, 41, 497-508.
- 重松敬一, 横弥直浩, シゲマツ, ケイイチ, ヨコ, ヤスヒロ. (2010). スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における数学科の取り組みの成果と課題. 奈良教育大学紀要 人文・社会科学, 59(1), 133-141.
- 中川和倫. (2007). スーパーサイエンスハイスクール (SSH) による理数系教育の新展開. In 日本植物生理學會年會およびシンポジウム 講演要旨集 第 48 回日本植物生理學會年會講演要旨集 (pp. S046-S046). 日本植物生理學會.
- 中川和倫. (2005). SSH でここまでできた: 高大連携の推進・進路意識の高揚・課題研究の活性化 (スーパーサイエンスハイスクール 3 年間の成果と課題). In 日本科学教育學會年會論文集 29 (pp. 301-304). 一般社団法人 日本科学教育學會.
- 鳩貝太郎. (2005). SSH におけるカリキュラム開発と高大連携の現状 (スーパーサイエンスハイスクール 3 年間の成果と課題). In 日本科学教育學會年會論文集 29 (pp. 309-312). 一般社団法人 日本科学教育學會.
- 小倉康. (2005). 科学への学習意欲に関する実態調査—スーパーサイエンス

- ハイスクール・理科大好きスクール対象調査結果報告書－
<http://www.nier.go.jp/ogura/RepSSH05All.pdf>.
- 文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課. (2004), 科学技術・理科大好きプランの推進, *工学教育*, 2004, 52 巻, 1 号, p. 130-133,
- 梶山正明. (2004). スーパーサイエンスハイスクールにおける実験教材の開発. *化学と教育*, 52(9), 592-595.
- 河崎哲嗣. (2004). 教員養成大学附属高校の役割と展望: スーパーサイエンスハイスクール事業の観点から. *研究紀要*, (75), 21-23.
- 清原洋一. (2004). スーパーサイエンスハイスクールの概要および今後への期待. *化学と教育*, 52(9), 578-581.
- 勝原雅人. (2004). 鳥取東高等学校 SSH の取り組み: 課題研究と大学連携を中心として. *化学と教育*, 52(9), 598-601.
- 文部科学省. (2002). 科学技術・理科大好きプランー技術革新や産業競争力強化を担う将来有為な科学技術系人材の育成ー
Retrieved from
<https://www.jst.go.jp/johokokai/joho/pdf/hyoka/h14-01.pdf>

Abstract

Characteristics and Case
Analysis of
Super Science High School
(SSH) in Japan

Insun Jeong

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Science and technology development has been changing rapidly in the 21st century. Accordingly, the amount of related knowledge is exploding. In future science education, the cultivation of science and technology talents with the ability to create and utilize new knowledge is emphasized rather than the ability to acquire new knowledge. To this end, various forms of Science Education, such as STEM and STEAM, are being implemented in many advanced countries like the United States, Japan, and Korea. In addition, as schools with specialized science curriculum emerge, the development of science education is promoted not only in gifted education but also in general high schools.

In terms of science education, Japan and Korea share many similarities. Including the problems they face. Among them, the 'Phenomenon of avoiding science' was recognized as a common problem in two countries which have the latest science and technology-oriented industrial structures. As a countermeasure, Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) and Japan Science and Technology Agency (JST) established the Super Science High School (SSH) in 2002. The Super Science High School project introduced science and mathematics classes with autonomous curriculum reflecting the characteristics of each region and school.

As of 2022, 218 SSHs are operating in Japan. It has a great influence on students who want to study science and technology to promote interests in the two disciplines and to choose a career in science and engineering. Similarly, in Korea, Science Core school (SCS) that operates a science curriculum specialized in general high schools has been implemented. In this context, it is necessary to understand the characteristics of the SSH that has been continuously operated for 20 years.

In this study, two research methods were selected to identify the characteristics of SSH. First, the common characteristics of SSH were identified by analyzing the 'R&D Implementation Report' of nationwide SSH in Japan using Semantic Network Analysis (SNA). Among them, the characteristics and orientations of Japanese SSH were found through keywords in the reports. Second, as representative cases of SSH's operation, the reports of the three schools that have been operating for the longest time since the start of the project were analyzed in depth. Among them, the current operation case of SSH with long-term know-hows were identified.

In the first study, the words in the annual R&D Implementation Reports published by each SSH were analyzed using a Semantic Network Analysis of a visualization program (Netminer 4.4.5) according to the processes of "Overview of R&D", "Results of R&D", and "Tasks for R&D". In each process, the topic was identified through Word Cloud, Word Frequency, Degree Centrality, and Cohesion Structure, and what the key words meant was embodied through connecting with other words. In addition, common characteristics of SSH were analyzed through connection centrality. The detailed contexts of each word were researched in depth by finding sentences with key words in the original text of the report.

"Development", which appeared as a keyword in "Overview of R&D," was used to mean "cultivate students with excellent talents" and "develop students' literacy." This means aiming the promotion of growth in students' ability and literacy by teachers and schools by schools and teachers. "Global" was used as the meaning of "internationality" pursuing exchange and cooperation, "English education" for communication, and "experience the world stage in a wide society." This means that SSH aims to cultivate both national and international scientific talents working abroad.

As a result of analyzing 'Results of R&D' as Degree Centrality, 'Presentation' appeared as the keyword with the highest frequency. This means that SSH's education methods, in which students have opportunities to present various studies as well as to develop contents with other students, are similar nationwide.

The most frequent keyword in the "Tasks for R&D" was "Exploration." Exploration was used to evaluate the inquiry activities students had in the SSH projects. Specifically, it can be seen that 'Exploration' describes evaluations for inquiry the fostered inquiry

ability and improving the deficiencies.

The results of the first study are that the main characteristic of SSH is 'developing' students' abilities with the aim of science and technology talents. SSH's students 'Present' their own research driven by their own 'Inquiry'. In addition, SSH showed the possibility of expanding science and education exchanges as a research and development hub for science and technology in local communities such as solidarities for local middle and high school, industry-academia and oversea high school. In the second study, the three schools that have been operating the SSH projects for the longest time were analyzed to explore how their schools have been operated. There were differences in the characteristics of the schools. However, all three schools have excellent solidarities with universities, foster internationality through active overseas exchanges, and play a role as a hub for science and technology R&D in the local community. These enabled the autonomous operation of SSH with the same ultimate goal pursued by the project.

What should be noted through these results was that overseas exchange and Science-English education at high school level were possible. In addition, it was found that it was possible to cultivate science and technology talents through the educational perspectives pursued by school such as, exploration and presentation, and ethics education for scientists and engineers, away from entrance exam-oriented education.

This study presents examples of various science education that can be utilized in Korea's SCS, which is operated under the same objectives, by illustrating the characteristics of SSHs which has operated over two decades.

keywords : Super Science High School, SSH, Science Core School, Semantic Network Analysis, Degree Centrality, Japanese Science Education

Student Number : 2021-21370