creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

교육학석사 학위논문

2000~2017년간 공평한 비형식 과학교육 및 학습에 대한 연구 동향 탐색

- 네트워크 분석법을 이용하여 -

Research Trends of Equitable Informal Science Education and Learning from 2000 to 2017 Using Network Analysis

2019년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 지구과학전공

기 경 미

2000~2017년간
공평한 비형식 과학교육 및
학습에 대한 연구 동향 탐색

- 네트워크 분석법을 이용하여 -

Research Trends of Equitable Informal Science Education and Learning from 2000 to 2017 Using Network Analysis

지도교수 **Sonya N. Martin**

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함

2019년 1월

서울대학교 대학원

과학교육과 지구과학전공

기 경 미

기경미의 석사 학위논문을 인준함

2019년 1월

위 원 장 김 찬 종 (인)

부위원장 Sonya **N.** Martin (인)

위 원 박 은 지 (인)

국문초록

비형식 과학교육은 지난 20년간 많은 주목을 받으며 급격히 성장하였다. 그러나 현대 과학교육의 지향인 모두를 위한 과학이 비형식 과학교육 및 학습 환경에서 얼마나 실현되고 있는지는 여전히 의문이다. 선행 연구에 따르면 비형식 과학 교육 참여 층이 왜곡되어 있는 것으로 나타났으며, 참여에서 소외된 영역 역시 전통적으로 학교 과학에서 소외되어온 저소득층, 다문화와 같은 계층으로 밝혀졌다. 비형식 환경의 특성과 효과로 이들이 겪는 여러 어려움을 극복할 수 있다는 연구에도 불구하고, 우리는 비형식 과학교육의 형평성 이슈에 대해 일부분만 그리고 있다. 따라서 본 연구는 공평한 비형식 과학교육 연구의 동향을 파악하여 현재 비형식 과학교육의 형평성에 대한 지식체계를 드러내고, 이로부터 구체적으로 해결되어야 할 지점을 찾고자 한다. 그런데 국내 과학교육은 소외계층에 대한 관심이 매우 부족하여 관련 연구가 감소하고 있는 추세이다. 따라서 해외 연구를 대상으로 하였으며, 이로서 국내 관련 연구 활성화에 기여하고 기초 토대를 마련하는데 기여하고자 하였다.

구체적으로는 전반적인 연구 동향을 살펴보는 동시에, 형평성 주제에 대한 어떤 연구가 이루어 졌으며, 연구 주제 간 관계 특성은 어떠한지를 살펴보았다. 추가적으로는 연구 방법으로 적용한 네트워크 분석 방법에 대하여, 연구 동향 탐색에서 적용 가능한 네트워크 분석 기법은 무엇이 있고 어떻게 해석할 수 있는지를 알아보았다. 따라서 연구 동향 연구에 적용 가능한 몇 가지 네트워크 분석 기법을 소개하고, 본 연구를 하나의 예시로서 해석방향을 제시하고자 하였다.

이를 위해 공평한 비형식 과학교육에 대한 문헌으로부터 연구 주제를 추출하여 네트워크를 구성하였다. 미시적 관점부터 거시적 관점까지 주제 관계 분석을 하여 단순히 빈도분석에서 나아가 주제어 관계를 통한 패턴을 찾고자 하였다.

데이터 기술통계 분석 결과, 문헌 출판이 증가하는 추세였으며 영미권이 우세하였으나 아시아, 아프리카 등 전 세계적으로 연구가 이루어지고 있었다. 연구 장소는 과학박물관이 가장 우세하였고, 선행연구에 비해 과학센터의 비중이 증가하였다.

네트워크 기술통계 분석 결과, 거시적으로는 공평한 비형식 과학 교육 지식체계는 몇 가지 핵심 주제(프로그램, 관람객, 경험, 전시, 개발, 커뮤니티, 교사)가 서로 연결되어있는 동시에 지엽적인 주제도 함께 연결되어있는 약한 국지적 위계관계로 나타났다. 핵심주제는 17년간 누적된 결과이므로, 5년씩 구간을 나누어 시간에 따른 주제어 변화도 살펴보았다. 중규모적 관점에서는 이 중심 주제를 중심으로 6가지 하위 주제어 집단('관람객・전시', '박물관・학습', '프로그램・교사', '비형식・과학(・교육)', '경험・접근성', '문화・공학')으로 구분되었고, 형평성, 다양성 주제어는 이 핵심주제와 하위주제그룹 맥락에서 미시관점으로 해석되었다.

해석 결과, 다양성 주제어는 여러 핵심 주제와 하위 주제어 집단에 걸쳐 주제 관계 패턴이 나타나 다양하게 연구되고 있었다. 주로 다양한 학습자에 대한 접근이 많았는데, 다양한 학습자의 지적, 물리적 측면에서 박물관 접근성 연구가 있었다. 또, 비형식 과학교육이 다양한 학습자에게 적지만 강력한 기회로서, 그들의 사회문화적 배경 이해를 강조한 연구도 있었다.

반면, 형평성 주제는 교사와 같은 특정 주제어와 강한 연결 관계를 보였고, '경험・접근성'과 '관람객・전시'주제어 집단은 직접 연결되지 않았다. 주로 교사의 역량과 역할이 중요하다고 보았으며,

교사가 공평한 과학교육을 실행하여 소수학생의 학습을 지원하려는 접근이 많았다. 커뮤니티에서 소수민족, 다양한 배경 학생에게 공평한 과학교육을 제공하고자 하는 움직임도 있었다.

이로서 공평한 과학교육 지식체계는 전체 비형식 과학 분야의 일부분으로서 부분적인 그림을 그리고 있으므로 국내 비형식 과학교육의 형평성 이슈를 구체화해야 할 것이다. 본 연구를 통해 구체적으로 공평한 비형식 과학교육의 지식체계 연구 주제 경향을 알아보고 구체화 하였다. 중심 연구 주제 중 하나인 프로그램으로부터 다양한 학습자의 특성을 반영한 비형식 과학교육 프로그램 개발 필요성을 제언하였고, 이는 공평한 과학교육을 지향하는 과학관의 의제와 가치관으로부터 출발하기에 기관의 지향점으로서 의제를 설정하는 것이 필요하다. 또한, 에듀케이터의 공평한 비형식 과학 교육을 지원할 역량과 증진 방안 연구 필요. 또한, 연구방법측면에서 네트워크 분석 방법은 체계적인 분석틀을 바탕으로 함을 확인하였고 이로부터 논리적이며 체계적인 네트워크 분석 틀을 수립할 필요성을 제언하였다.

주요어 : 비형식 과학 교육, 비형식 과학 학습, 문헌 연구, 모두를 위한 과학, 네트워크 분석
학 번 : 2017-23241

목 차

제 1 장 서론 ····· 1
제 1 절 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
제 2 절 연구 문제 ····· 3
제 3 절 용어의 정의 ····· 4
1. 형평성과 다양성 ····· 4
2. 공평한, 그리고 모두를 위한 비형식 과학교육·학습 ····· 5

제 2 장 이론적 배경 ····· 6
제 1 절 비형식 과학교육 및 학습 ····· 6
1. 비형식 환경 ····· 6
2. 비형식 환경에서의 과학교육·학습과 유형 ····· 7
3. 비형식 환경에서의 과학교육·학습의 특징 ····· 10
제 2 절 공평한 비형식 과학교육 및 학습 ····· 11
1. 모두를 위한 비형식 과학 ····· 11
2. 공평한 비형식 과학교육·학습에 대한 선행연구 고찰 ·· 12
제 3 절 네트워크 과학 ····· 14
1. 네트워크 과학의 이론과 목표 ····· 14
2. 네트워크의 한 유형으로서의 지식 네트워크 ····· 15
3. 네트워크 연구 과정 ····· 16
4. 네트워크 분석 이론 ····· 17
5. 네트워크 분석을 활용한 선행연구 고찰 ····· 20

제 3 장 연구 방법 ····· 23
제 1 절 연구 방법 개요 ····· 23

제 2 절 연구 대상 ····· 24
제 3 절 데이터 수집 ····· 24
제 4 절 네트워크 데이터 조사 ····· 26
1. 노드 데이터 ····· 26
2. 링크 데이터 ····· 27
제 5 절 네트워크 생성 및 분석 ····· 28
1. 네트워크 생성 ····· 28
2. 네트워크 분석 ····· 30

제 4 장 연구 결과 ····· 32
제 1 절 데이터 기술 통계 분석 결과 ····· 32
1. 연구 국가 동향 ····· 32
2. 연도별 출판 동향 ····· 33
3. 학술지 동향 ····· 35
4. 연구 장소 동향 ····· 36
제 2 절 네트워크 기술 통계 분석 결과 ····· 37
1. 도수 분포 분석 ····· 37
2. 유사도 지수 분석 ····· 37
제 3 절 네트워크 분석 결과 ····· 39
1. 중심 주제어 분석 ····· 39
2. 하위 주제어 집단 분석 ····· 46
3. 에고 중심 네트워크 분석 ····· 49
3-1. 형평성 주제어 중심 에고 네트워크 분석 ····· 49
3-2. 다양성 주제어 중심 에고 네트워크 분석 ····· 55

제 5 장 결론 ····· 61

제 6 장 논의 및 제언 ····· 63
제 1 절 논의 ····· 63
1. 비형식 과학 분야의 부분집합인 공평한 과학교육 문헌의 지식체계 ····· 63
2. 프로그램 주제 중심의 공평한 비형식 과학교육 지식체계의 연구 주제 경향 ····· 64
3. 공평한 비형식 과학교육 지식체계에서 형평성 이슈의 구체화 ····· 65
4. 체계적인 분석 틀을 바탕으로 한 네트워크 분석 기법 67
제 2 절 제언 ····· 69
1. 국내 비형식 과학교육의 형평성 이슈 구체화의 필요 69
2. 다양한 학습자의 특성을 반영한 비형식 과학교육 프로그램 개발의 필요 ····· 70
3. 공평한 과학교육을 지향하는 과학관의 의제와 가치관의 필요· 71
4. 공평한 비형식 과학교육에 대한 에듀케이터의 역량 증진의 필요 ····· 71
5. 논리적이고 체계적인 네트워크 분석 틀 수립의 필요 72

참고문헌 ····· 75

Abstract ····· 93

표 목 차

[표 2-1] 전시요소 분석 틀 ····· 9
[표 2-2] 형식 학습과 비형식 학습의 특성 비교 ····· 10
[표 3-1] 검색 범위별 검색 단어 그룹 A, B, C, D ····· 25
[표 4-1] 출판 국가의 빈도 결과 ····· 32
[표 4-2] 학술지 등급에 따른 학술지별 빈도 ····· 35
[표 4-3] 연구 장소의 빈도 결과 ····· 36
[표 4-4] 상위 중심 주제어 분석 결과 ····· 39
[표 4-5] 검색 단어를 제외한 상위 5개 중 3개 중심 주제어의 범주별 중요 링크 추출 결과 ····· 41
[표 4-6] 검색 단어를 제외한 상위 5개 중 2개 중심 주제어의 범주별 중요 링크 추출 결과 ····· 43
[표 4-7] 연도 구간별 상위 10개 중심 주제어 결과 ····· 44
[표 4-8] 연도 구간별 검색 단어를 제외한 상위 10개 중심 주제어 결과 ····· 46
[표 4-9] 각 하위 집단 별 중심 주제어 분석 결과 ····· 48
[표 4-10] 형평성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과: 하위 집단 속성과 연결 강도에 따른 주제어 수 ····· 50
[표 4-11] 형평성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과 주제어 목록 ····· 51
[표 4-12] 다양성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과: 하위 집단 속성과 연결 강도에 따른 주제어 수 ····· 57
[표 4-13] 다양성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과 주제어 목록 ····· 57

그 림 목 차

[그림 2-1] 학습 환경의 연속체인 형식, 비형식, 무형식 환경 7
[그림 2-2] 유사도 지수 값에 따른 네트워크 예 ····· 18
[그림 2-3] 군집화의 예 ····· 19
[그림 3-1] 연구 절차 ····· 23
[그림 3-2] 네트워크 생성 결과 ····· 29
[그림 3-3] 네트워크 결과 분석 틀과 분석 지표 ····· 30
[그림 4-1] 2000년부터 2017년 9월까지 문헌 출판 동향·· 34
[그림 4-2] 도수에 따른 도수별 노드 수 분포 ····· 38
[그림 4-3] 하위 주제어 집단 예시
(하위 집단 D '비형식·과학·교육') ····· 48
[그림 4-4] 형평성 주제어 중심 에고 네트워크와 하위
주제어 집단별 구분 ····· 50
[그림 4-5] 다양성 주제어 중심 에고 네트워크와 하위
주제어 집단별 구분 ····· 56

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 필요성 및 목적

오늘날 학습의 패러다임은 시·공간으로 확장되었다. 학습은 전 생애에 걸쳐 일어나며, 학교 안 뿐 아니라 밖에서도 이루어진다(한숭희, 2009). 이에 따라 학교 밖 환경을 일컫는 '비형식 환경' 용어가 등장하였고(Eurosata, 2005; Patrick, 2010), 교육 자원으로서 비형식 환경에 대한 관심이 비약적으로 증가하였다.

특히 비형식 환경에서 과학교육과 학습은 다양한 교육적 역할과 효과가 입증되며 더욱 주목받았다. 연구에 따르면, 비형식 환경에서의 과학교육 및 학습은 교실 과학 수업을 연계하고 보조할 수 있다(Riedinger, 2012). 또한, 과학 흥미를 증진시키고, 과학 학습에 대한 동기를 부여할 수 있는(Burns, O'Connor & Stocklmayer, 2003) 정서적 측면과, 내러티브를 통해 과학을 학습할 수 있는 등 인지적 측면 모두에서 교육적 효과가 입증되었다(Stocklmayer et al., 2010).

그러나 일부 연구에 따르면, 비형식 과학교육·학습 참여에 형평성 이슈가 있는 것으로 드러났다. 과학관에 방문하는 관람객 층을 조사한 결과, 주로 고소득층, 65세 미만, 높은 교육수준, 자녀가 있는 가정(National Science Board, 2018)이 비형식 과학교육에 참여하고 있었다. 반대로 나이가 많을수록, 교육 수준이 낮을수록(OECD, 2012), 소수민족이거나, 저소득층(Ipsos MORI, 2014)일수록 비형식 학습 참여율이 저조한 경향으로 나타났다. 이렇듯 편향된 참여 유형을 종합하면 시골이나 교외에 거주하는 주민, 노년층, 다문화 등의 사회경제적으로 취약한 계층은 비형식 과학교육 참여율이 매우 저조하다는 의미로 볼 수 있다.

비형식 과학교육과 학습에서 나타나는 이러한 편향된 참여 양상은 명쾌하게 이해되지 못하고 있다. 이는 관련 주제에 대한 연구가 매우 부족

하기 때문인 동시에, 비형식 과학 교육계가 형평성 이슈에 대한 관심이 매우 부족하다는 점을 방증한다고 볼 수 있다. Dawson(2014) 역시 비형식 과학교육 및 학습에서 접근, 통합, 소외와 같은 형평성 이슈는 거의 다뤄지지 않는다고 비판하였다. Falk 외(2012)는 현재의 비형식 과학교육·학습은 가능한 대상과 범위를 조명한 것이며 따라서 자칫 왜곡된 지식 체계를 그리고 있을 수 있다고 경고하였다. 과학기술이 쇄도하는 오늘날 과학에 접근할 수 없는 것은 새로운 사회적 소외라 할 수 있으므로(Harding, 2006), 비형식 과학교육·학습에 대한 형평성 이슈는 반드시 이해되어야 하는 동시에 설명해야 할 핵심 과제라 할 수 있다(Dawson, 2014).

그런데, 이들 소외 계층은 그동안 형식 과학교육에서도 소외되어, 학교 과학 수업에서 다양한 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 연구에 따르면, 다문화 및 특수교육 대상 학생들은 핸즈온(Hands-on) 과학 활동에 참여할 기회가 적었고(Atwater, 1996), 학습자의 학습 수준이 배제된 평가체계에 따라 평가되었으며(Gandara et al., 2003), 이로 인해 과학을 못 한다는 부정적인 인식을 내재화하고 있었다(Lee & Fradd, 1998).

비형식 과학교육의 교육적 기능과 역할은 다양한 학습자들이 교실 과학 학습에서 겪는 이러한 어려움을 극복하는데 도움을 줄 수 있다. 연구에 따르면, 비형식 과학교육을 통하여 소외 계층에게 편안한 방법으로 과학교육에 참여할 기회를 제공할 수 있으며(Falk & Dierking, 2012), 참여자 자신에게 의미 있는 방식으로 과학을 학습하고(Mahfood, 2017), 과학의 본성에 대한 이해를 증진하도록 도울 수 있다(Wulf, Mayhew, & Finkelstein, 2010).

최근 우리나라는 모든 한국인의 과학소양, 과학교육종합계획과 같이 다양한 학습자를 포용하는 과학 학습과 그 기회를 제공하기 위한 논의가 이루어지고 있다(과학창의재단, 2017; 교육부, 2016). 비형식 환경에서는 양질의 과학교육을 제공하고자 과학관의 질적 발전을 도모하고 있다(미래창조과학부, 2017). 비형식 환경도 이 흐름에 동참하여 모두를 위

한 비형식 과학교육·학습, 공평한 비형식 과학교육·학습을 지향하기를 연구자는 제안한다. 이를 위해서 현재의 상황을 분석하고 나아가 어떤 연구가 더욱 활성화 되어야 하는지 알아볼 필요가 있다. Dawson(2014)은 누가, 어디서, 어떻게 비형식 과학교육에 접근이 불가능하고, 혜택을 받지 못하는지 파악함으로서 실무자와 연구자가 어디서부터 어떻게 변화해 나가야할지 인지할 수 있다고 하였다. 그러나 국내 과학교육은 소외계층에 대한 관심이 매우 적은 관계로(남일균, 이상원, 임성민, 2017) 형평성 이슈를 충분히 이해하기 어려운 실정이다.

이에 본 연구는 해외의 문헌으로부터 공평한 비형식 과학교육·학습의 연구 동향과 그 특징을 파악하였다. 국제 학계는 우리보다 앞서 비형식 과학교육의 형평성 이슈에 대한 의제를 설정하였기에(American Association of Museums, 1992) 관련 연구가 이루어지고 있다고 볼 수 있겠다.

연구 방법으로는 네트워크 분석 기법을 도입하였다. 네트워크는 노드(점)과 링크(연결선)으로 이루어진 연결망으로 거시적인 시스템부터 미시적인 관계 양상을 구조적으로 파악할 수 있는 방법이다(이수상, 2012). 본 연구는 지식네트워크의 형태로 현재까지의 비형식 과학교육 및 학습의 형평성 이슈에 대한 지식 체계를 규명한다. 이를 통해 비형식 환경에서 과학교육·학습의 형평성 이슈를 이해하고 발전해 나갈 수 있는 시발점을 만들고자 한다. 또한 향후 국내에서 관련 분야의 기초 토대를 마련하고 연구 활성화에 기여하고자 한다.

제 2 절 연구 문제

선행연구에서 나타난 비형식 과학교육·학습의 연구 동향은 형평성을 이해하고 이를 실현해야한다고 주장하고 있으면서도 관람객의 계층은 왜곡되어있으며 이러한 현상을 이해하기 위한 연구가 매우 부족하다는 한계도 보인다. 따라서 본 연구는 공평한 비형식 과학 교육과 학습에 대한 전반적인 연구 동향과 구조적 특징, 관계 양상을 분석하여 현재 활성화

된 연구 분야와 향후 필요한 연구 분야 등을 알아보고자 한다.

구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1) 공평한 비형식 과학교육·학습 연구들은 국가별, 연도별, 주요 국제학술지별, 연구 장소별 어떤 동향을 보이는가?
2) 중심 주제어는 무엇이며 어떤 경향성을 보이는가?
3) 그 중에서도 형평성과 다양성을 주로 다루는 연구들은 어떤 다른 주제들을 함께 다루어 왔는가?
4) 이들 주제 사이에는 어떤 관계적 특성을 보이는가?

제 3 절 용어의 정의

1. 형평성과 다양성

본 연구에 등장하는 “형평성”, “다양성” 용어는 관련 선행연구를 참조하여 정의하였다. Feinstein과 Meshoulam(2014)은 비형식 과학교육·학습에서 나타나는 전반적인 형평성 이슈를 ‘형평성(equity)’이라 명명하였다. 그리고 공평한 과학교육을 모범적으로 잘 실행하고 있는 기관을 선정하여 기관의 행정 실무자, 교육자 등의 관계자들에게 ‘형평성’에 대한 정의를 어떻게 인식하고 있는지 조사하였다. 그 결과, 형평성 이슈에 대해 합의된 표현은 없으나 주로 3가지 용어, ‘형평성(equity)’, ‘다양성(diversity)’, ‘접근(access)’으로 이해하고 있었다. 즉, 형평성 이슈는 ‘형평성’이라는 하나의 용어로 지칭되는 것이 아니라, ‘형평성’과 ‘다양성’ 등의 용어로도 표현된다고 볼 수 있다. 따라서 연구자는 형평성 이슈에 대한 표현의 다양성을 고려하여 ‘형평성’, ‘다양성’을 형평성 이슈 연구를 탐색하기 위한 핵심 주제로 선정하였다. 여기서 접근은 물리적 측면과 시설 등을 내포하므로 교육과 학습 측면을 조명하는 본 연구의 초점에 좀 더 무게를 두고자 제외하였다.

더불어 ‘형평성’, ‘다양성’ 용어는 모두 형평성 이슈의 맥락에서 기인한다. 먼저, 형평성 이슈의 조명을 이끈 모두를 위한 과학에서, '모두'는

다양한(diverse) 학습자라 할 수 있다. 또한, 모두를 위한 과학은 모두에게 공평한(equitable) 과학 교육과 학습을 의미한다(National Committee on Science Education Standards & Assessment, 1993).

‘형평성(equity)’과 ‘공평한(equitable)’, ‘다양성(diversity)’과 ‘다양성(diverse)’와 같은 용어는 검색 조건과 표현 등의 여건을 고려하여 명사형인 ‘형평성’과 ‘다양성’으로 언급하고자 한다. 이와 같이 형평성 이슈를 나타내는 표현으로서 ‘형평성’, ‘다양성’을 선정하였고, 이 두 주제를 중심으로 관련 연구 주제를 분석하고자 한다.

2. 공평한, 그리고 모두를 위한 비형식 과학교육·학습

현대 과학교육의 지향은 모두를 위한 과학(Science for All)이라 해도 과언이 아니다(남일균 외, 2017). 이러한 맥락에서 비형식 과학교육과 학습 분야도 ‘모두를 위한 과학’을 지향해 나가야 하겠다.

따라서 연구자는 ‘모두를 위한 비형식 과학’을 제안한다. 모두를 위한 과학은 다양한 학습자에게 적절하고 공평한 과학교육의 기회를 제공해야 한다는 의제를 담고 있다. 따라서 모두를 위한 비형식 과학은 비형식 과학교육 및 학습 환경에서 다양한 학습자에게 절절하고 공평한 기회를 제공해야 한다는 의제를 나타낸다고 하겠다. 이를 축약한 표현으로서 공평한 비형식 과학으로도 나타낼 수 있겠다.

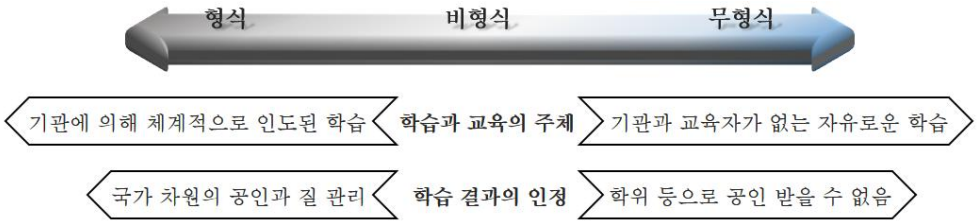
제 2 장 이론적 배경

제 1 절 비형식 과학교육 및 학습

1. 비형식 환경

오늘날 과학 기술이 비약적으로 발전하고 지식기반 사회가 등장함에 따라 교육과 학습은 더 이상 학교라는 물리적 공간에서만 발생하지 않으며, 교육자에 의해 체계적으로 인도되는 형식 교육에 한정되지 않는다. 무엇을 어떻게 학습할지에 대한 학습 결정권은 학습자에게 이양되었고, 따라서 학습은 언제 어디서나 이루어진다고 볼 수 있다. 다양한 학습의 장면을 시·공간의 축으로 확장하면 학교에서 이루어지는 형식 교육은, 교육 또는 학습의 한 가지 양식에 불과하다. 즉, 학교 밖에 다양한 양식의 교육이 있으며 이를 지칭하기 위한 용어로서 비형식 환경, 무형식 환경과 같은 용어가 등장하였다(성태제 외, 2007). 이 비형식과 무형식 환경에 대한 정의와 범주는 학자나 기관에 따라 다를 수 있으나, 현재는 두 환경 모두 형식 교육 밖의 환경으로 보고 있으며, 형식 환경과 구분되는 공통분모로서 공인된 졸업장과 학위 등이 있다(한숭희, 2009; Banks et al., 2007). 예컨대 EU와 UNESCO가 정의한 학습 환경(Eurosata, 2005)에 따르면, 형식과 비형식 환경의 교육은 모두 기관에 의해 체계적으로 이루어지지만, 형식 교육은 국가의 주도하에 공인된 질이 보장받는 반면 비형식 학습은 그 외적인 영역이다. 각 환경의 대표적인 예시는 학교와 과학관이 있다. 무형식 학습은 교육자와 공인된 학습의 질, 체계가 배제된 유형으로 일상생활에서 무의식적으로 일어나는 것을 포함한다. 이렇듯 형식과 비형식, 그리고 무형식 환경은 각 환경 고유의 특징으로 구분되는 듯 보이지만 이들 학습 환경은 각각 뚜렷이 구분되는 독립된 환경이라기보다는(Malcom et al., 2003), 학교에서 일상

생활까지의 연속된 환경과 같이 연속된 장면을 구성한다(National Research Council, 2009). 세 가지 학습 환경과 특징을 [그림 2-1]과 같이 정리할 수 있다.



[그림 2-1] 학습 환경의 연속체인 형식, 비형식, 무형식 환경

2. 비형식 환경에서의 과학교육·학습과 유형

비형식 환경에서 일어나는 과학교육과 학습을 비형식 과학교육 및 학습이라 하며, 그 유형은 분류하는 방식에 따라 다양하다. 김찬종, 신명경, 이선경(2010)은 National Research Council(2009)와 Crane 외(1994)의 분류를 통합하여 일상적 가족 학습, 지역사회 기반 학습, 설계된 비형식 학습의 3가지 유형으로 제시하였다.

먼저 일상적 가족 학습 은 명시적으로 또 암시적으로 일상생활의 모든 장면에서 일어날 수 있는 일상적인 학습을 말한다. 예를 들면 가족, 친구, 전문가 등과의 대화와, 인터넷, 책 등의 미디어, 놀이와 취미와 같은 다양한 활동이 해당된다(Burns, O'Connor & Stocklmayer, 2003). 최근에는 정보통신 기술(ICT, Information and Communications Technology)의 발달로 다양한 스마트폰을 비롯한 다양한 스마트 기기가 일상생활에서 교육과 학습에 활용되고 있다(최훈, 송승근, 최은영, 2014).

다음으로 지역사회 기반 비형식 학습 환경은 청소년이나 성인과 같은 특정 연령이나 계층을 대상으로 기관이나 단체에서 진행하는 프로그램, 자원봉사, 클럽, 캠프 등의 유형을 말한다. 따라서 참여 대상과, 프로그램의 유형에 따라 학습 형태와 범위의 차이가 매우 크다. 예를 들어 지

역공동체의 환경 캠페인은 지역마을 환경 문제에 관심 있는 지역마을 거주민들이 모여 자체적으로 학습 활동을 이끌어나가며, 이로서 환경 문제, 마을의 환경생태, 지역 공동체, 사회문화이슈(Socio-Sciencetific Issue) 등을 학습한다(Roth & Barton, 2004). 반면, 명예학생제도와 같은 노인 대학은 고령층을 위한 대학 교육 과정의 형태로 진행되어 주어진 학습 내용과 과정을 따라야 하는 수동적인 형태이다(장미옥, 2008).

마지막으로 설계된 비형식 학습 환경은 의도적으로 계획된 학습 환경으로 과학관, 박물관, 수족관, 동물원 등이 해당된다. 공통적으로 이 환경에서는 학습을 위해 인공물 또는 실물과 같은 물체를 전시하고, 전시 내용을 설명하고 전달하기 위한 매체를 사용한다.

다양한 유형의 비형식 학습 환경 중에서, 특별히 과학관의 학습 환경을 다음과 같이 크게 2가지로 정리해 볼 수 있다.

첫째는 과학 교육 프로그램이다. 이선경 외(2004)에 따르면 자연사 박물관의 교육 프로그램의 유형은 이동식 박물관, 워크숍, 강연/강좌, 축제/이벤트, 탐구활동, 과학탐구/연구프로젝트, 야외조사, 청소년 학예사/인턴과정, 자료대여, 캠프/투어, 기타(퍼포먼스, 시범실험, 간행물 등) 등의 11가지로 구분할 수 있다. 각 프로그램은 대상과 규모, 진행 장소, 활동 수준 등의 속성에 차이가 있다.

둘째는 전시이다. 전시는 전시를 구성하는 요소와 설계에 따라 관람객의 인지, 행동 등에 영향을 미친다. 따라서 명시적으로 또 잠재적으로 교육과 학습에 효과가 있다(Falk, 1997; Falk, 1983). 김찬종 외(2006)는 과학관의 전시 요소를 분석하기 위한 틀을 [표 2-1]과 같이 제시하였다.

그런데, 과학관의 이러한 교육 기능은 20세기에 들어서서 비로소 주요 기능으로 자리를 잡게 되었다. 과학관의 발전 역사를 보면, 르네상스 시대에는 귀족계층을 중심으로 희귀한 물품을 수집하는 수집 기능으로 출발하여, 산업혁명 시대에는 전시 기능에 집중되었다. 이후 민주화 및 세계화와 같은 사회 변화에 따라 박물관은 기관의 존립 가치를 증명해야 했다. 박물관은 다양한 대중의 수요를 반영하여 더 이상 특권층의 전유

물이 아닌 모든 대중이 함께 향유할 수 있는 박물관으로서 그 기능을 바꾸게 되었다. 20세기에 이르러 과학관은 교육, 여가, 과학문화보급 등의 역할과 기능으로서 과학의 대중화를 위해 노력하고 있다.

영역		세부항목
전시매체		자연물, 인공조형물, 디오라마, 동영상, 패널 등
전시설명		텍스트, 그림, 오디오, 비디오, 컴퓨터 소프트웨어, 등
활동유형	수동적	고정전시, 스스로 작동하는 전시, 생물 관찰, 시범실험, 필름, 기타
	능동적	전시물 작동, 전시물 조정, 컴퓨터 활용, 관람자 신체 이용, 돋보기 등의 도구 사용, 기타
관람행동		보기, 쓰기, 읽기, 말하기, 작동, 사진 찍기, 설명하기, PDA듣기

[표 2-1] 전시요소 분석 틀(김찬종, 신명경, 이선경, 2010)

한편 우리나라의 과학관 발전 역사를 살펴보면, 1970년대 초반에 박물관의 제도와 체제가 갖추어지기 시작하였으며, 1980년대에 본격적으로 박물관, 과학관 육성법이 제정되며 양적 발전을 이루었다(윤희정, 2007). 이후 2000년대에 과학관 육성 기본계획으로 질적 내실을 다지고자 노력해오고 있으며, 2018년까지 제3차(2014~2018) 과학관 육성 기본계획이 수행되었다. 대표적인 추진 과제로는 전시품 R&D 생태계를 조성하고, 관람객 참여형 전시공간을 확대하며, 과학관 핵심 리더와 과학문화 전문가를 양성하고 활용하는 것이 있으며, 이를 통해 과학관의 교육 기능을 강화고자 노력하고 있다(미래창조과학부, 2014).

3. 비형식 환경에서의 과학교육·학습의 특징

비형식 과학교육과 학습에 대한 연구가 지난 20년간 급격히 증가하며 한 축으로 자리잡아가고 있다. 미국과학교육학회(NARST, National Association for Research in Science Teaching)는 비형식 과학 학습(Science Learning in Informal Context)을 한 연구 분과로 지정하였고, 한국과학교육학회(KASE, The Korean Association for Science Education)도 이에 동참하려 하고 있다.

이는 비형식 과학교육 및 학습의 긍정적인 효과와 비형식 학습 환경만의 특성이 입증되며 더욱 가속화 되었다고 할 수 있다. Wellington(1991)은 형식 학습 환경과 비형식 학습 환경의 차이를 [표 2-2]와 같이 제시하였다.

형식 학습	비형식 학습
강제적인	자발적인
구조화된, 연속된	비 구조화된, 비연속적인
평가되고, 자격증이 부여되는	평가되지 않고, 자격증이 부여되지 않는
폐쇄적인	제한이 없는
교사가 이끄는, 교사 중심의	학습자가 이끄는, 학습자 중심의
교실과 기관에서 진행되는	형식 환경 밖의 환경
계획된	비계획적인
의도된 학습 결과 중심의	의도하지 않은 많은 학습 결과(측정하기 어려움)
고도로 보급되고 통용되는	사회적 측면 중심의(관람객간의 사회적 상호작용)
재정되었고 통제되는	보급과 통용의 정도가 낮은
	재정되지 않고 규제되지 않는

[표 2-2] 형식 학습과 비형식 학습의 특성 비교(Wellington, 1991)

OECD는 이러한 차이는 명확히 구분되는 것이 아닌 연속적인 속성으로서, 학습 환경에 따라 경중이 있다고 보았다(Patrick, 2010).

제 2 절 공평한 비형식 과학교육 및 학습

1. 모두를 위한 비형식 과학

1993년, 모두를 위한 과학(Science for All)의 수사의 등장으로 다양한 학습자에게 공평하고 적합한 과학 학습 기회를 제공하해야 한다는 움직임이 시작되었고, 현대 과학교육의 주요 지향점이 되었다(National Committee on Science Education Standards & Assessment, 1993). 이후로 어떤 학습자가 어떤 어려움을 겪는지 학계의 관심이 높아졌다.

연구에 따르면, 다문화 및 특수교육 대상 학습자들은 학교 과학 수업에서 핸즈온(Hands-on) 과학 활동에 참여할 기회가 적었고(Atwater, 1996), 학습자의 학습 수준이 배제된 평가체계에 따라 평가되었으며(Gandara et al., 2003), 이로 인해 과학을 못 한다는 부정적인 인식을 내재화(Lee & Fradd, 1998)하는 것으로 나타났다. 또한, 학교에서 내용 지식이 부족한 교사에 의해 교육받는 경우가 많았으며(Lee & Buxton, 2011), 교사는 긍정적인 다양한 학습자에게 성인 과학 학습 모델이 되지 못했다(Atwater, 2012).

과학교육의 형평성 이슈에 대한 연구가 활성화되었으나 대부분의 연구는 학생이 학교 과학 수업에서 겪는 어려움을 집중적으로 탐색하였다. 이후 비형식 환경이 주목받음에 따라 비형식 과학 교육·학습을 통해서 다양한 학습자들이 겪는 과학 학습의 어려움을 극복할 수 있다는 긍정적 가능성이 제기되었다. 연구에 따르면, 다문화 학생이 비형식 환경에서 과학 및 과학 관련 직업을 경험함으로서 과학 학습에 긍정적인 동기부여가 되었고, 과학의 사회적 영향을 인식하게 되었다. 비형식 과학 학습은 이후 학교 수업에서 과학 학습을 지속할 수 있도록 관심을 유지하는 매개체로서, 과학에 대한 이해를 증진하는 것으로고 밝혀졌다(Mahfood, 2017). 이렇듯 소외계층 학습자의 학습과 실천을 지원함으로서 소외계층 학습자는 과학 학습 전문가로서 자아정체성을 획득할 수 있는 것으로 나타났다(Tan & Barton, 2010). 이는 자유롭고, 학습자 중심의, 학습자

가 이끄는 등과 같은 비형식 과학 교육·학습의 특징을 바탕으로 하기 때문에 가능하다고 할 수 있다. 또한, 비형식 과학 학습을 통해서, 교과 과정에서 부족한 과학 학습 시간을 보조하거나 대체할 수 있는 것은 물론이며, 과학 교사의 내용 지식 개발을 도울 수 있고, 다양한 학습 유형을 지원할 수 있으므로, 다양한 학습자가 학교 과학 교육·학습에서 겪는 어려움을 해결하는 데에 도움이 될 것이라고 기대할 수 있다(Anderson et al., 2001).

비형식 과학 학습 환경은 비단 학생 계층 뿐 만이 아니라 모든 사람들의 과학 학습을 증진하는데 도움을 줄 수 있다. 다양한 관람객을 위한 박물관 프로그램 연구에 따르면, 박물관은 프로그램의 형식으로서 관람객이 재밌고 편안한 방법으로 참여할 수 있는 양질의 시간을 제공하는 동시에 과학에 흥미가 있는 가족에게는 함께 흥미 있는 공간에 참여할 기회를 제공할 수 있다(Falk & Dierking, 2012).

그런데 공평한 비형식 과학교육 및 학습에서 형평성 이슈는 비단 참여만의 문제는 아니다. 모두에게 각각 얼마나 '적합하고 동등한' 과학 학습인지도 고려해야 한다. 이는 '모두를 위한 과학(Science for All)'으로부터 출발한다(National Committee on Science Education Standards & Assessment, 1993). 즉, 모두를 위한 비형식 과학은 어떻게 다양한 학습자를 통합할지, 다양한 학습자에게 적합한 학습 기회는 무엇인지, 어떻게 제공할 것인지와 같이 형평성 이슈에 대해 이론과 실행 모든 측면에서 전 방위적이면서도 심층적인 고찰로부터 출발해야한다.

모두를 위한 과학이 등장한지 25년이 지난 지금, 비형식 환경에서는 과연 얼마나 실현되고 있는지는 여전히 의문이다.

2. 공평한 비형식 과학교육·학습에 대한 선행연구 고찰

비형식 과학교육 및 학습 분야에서는 분화된 참여양상이 나타나며 형평성 이슈가 제기되었다. 이 현상은 전 세계적으로 미국, 영국, 국제적인 비형식 과학교육 및 학습 참여에 대한 인구학적 통계 조사를 바탕으로

한다.

먼저, 미국의 경우, 비형식 과학교육 및 학습 기관에 방문하는 사람들은 주로 어린 자녀가 있는 가정, 65세 미만, 고등교육을 이수한, 고소득자인 사람들로 나타났다(National Science Board, 2018). 영국은 Falk 외(2012)의 연구에서 찾아볼 수 있는데, 비형식 과학 학습의 참여자는 주로 청소년, 학생과 같은 특정 계층이며, 여성, 소수 민족, 저소득층 등의 계층은 매우 적었다고 보고하였다. 이 외에도 국제적 범위의 조사 결과를 보면, 비형식 학습 참여에 있어서 나이와 교육 수준의 영향을 언급하며, 나이가 많고 교육 수준이 낮을수록 상대적으로 그렇지 않은 사람들에 비해 참여율이 저조한 것으로 나타났다고 하였다(OECD, 2012).

이러한 비형식 과학교육 및 학습에 대한 비접근성, 비참여 패턴은 사회적 불이익에 의해 나타나는 패턴으로, 위계적이며, 여러 사회적 불이익과 취약 계층에 해당된다는 공통분모를 보인다. 이를 바탕으로 볼 때, 비형식 과학교육 및 학습에 대한 접근성, 즉 참여 정도는 사회적으로 층화되어있으며, 관람객 수에는 사회적 특권층이 더 많이 포함된다고 볼 수 있다. 역으로 보면, 사회경제적으로 취약한 계층 즉, 소수인종, 노인, 시골지역, 1인 가구는 비형식 과학교육 및 학습에 참여하지 않을 가능성이 높다. 즉, 모든 사람이 이 기회를 이용하기보다는, 사회 특권층이 대부분의 비형식 과학교육 학습 기회를 수혜하고 있다. 과학에 참여하는 것은 현대사회 곳곳에 스며든 과학기술을 접하고 향유할 수 있는 기회이다. 이 기회조차 없다는 것은 또 다른 사회적 소외 형태로 볼 수 있다(Harding, 2006). 따라서 비형식 과학교육 및 학습에서 형평성 이슈는 반드시 설명되어야할 도전과제라 할 수 있다(Dawson, 2014).

이 형평성 이슈가 왜 과학관에서 다루어져야 하는지는, 과학관 기관의 기능 측면으로 생각해 볼 수 있다. 과학관의 기능은 박물관의 발전 역사에 따라 변화해왔다. 특히, 오늘날의 사회적 기능은 민주화와 시민계층이 나타나는 18-19세기 무렵, 과학관이 모든 대중에게 개방되면서 시작되었다. 다양한 인구 계층으로 구성된 사회에서 과학관은 특별히 일부

대중 특히 특권층을 위한 곳으로서 도전받았으며 점차 누구를 대상으로 하며, 다문화 사회에서 어떤 역할을 해야 하는지에 대한 의문에 답해야 했다. 이후 다양한 관람객을 통합하는 사회 통합의 기능이 대두되었다(Sandell, 1998). 이는 비단 관람객 계층에 대한 문제뿐만이 아니라, 전시 내용과 방법, 지역 커뮤니티에 기여 여부 등과 같은 문제로 확산되었다(Adams, 2007). 오늘날에는 과학을 만나고, 과학기술을 이해하며 윤리적 측면도 함께 제시하여 합리적인 의사결정을 접할 수 있는 문화사회적 장으로서 변모하였다(박정희, 김경훈, 2012).

최근의 박물관과 과학관과 같은 기관의 형평성 이슈는, 포용적이며, 권력을 부여하고, 사회 정의를 실현하는 등과 같이 다양한 개념을 전이되어가고 있다(Golding, 2009; Sandell & Nightingale, 2012). 그런데, 과학관은 비슷한 유형의 기관인 박물관과 미술관에 비하여 형평성 이슈에 대해 소극적인 경향을 보이며(Sandell & Nightingale, 2012), 게다가 학계와 현장은 상호 교류가 활발하지 않은 채 각각이 독립된 영역으로 발전되어, 현재의 형평성 이슈를 가늠하는데 많은 어려움이 있을 것으로 예상된다(Falk, Randol, & Dierking, 2012).

제 3 절 네트워크 과학

1. 네트워크 과학의 이론과 목표

네트워크 분석 기법은 네트워크 과학에서 사용하는 분석 기법을 연구 방법으로 차용한 것으로, 이 기법을 연구 방법으로 적용하는데 있어 네트워크 과학의 이론과 목표를 따른다.

네트워크 과학은 쾨헬 베르크 다리 문제(Euler, 1741)로부터 기원된 그래프 이론의 응용학문으로, 노드(Node)인 점과 링크(link)인 연결선으로 구성된 네트워크와 그 구조를 다룬다. 네트워크를 구성하고 분석하는데 있어서 네트워크 과학은, 네트워크를 하나의 시스템으로서 바라보는 시스템 과학에 기반을 둔다(Lewis, 2009). 시스템 과학은 시스템 내부

의 개별 요소를 분리하거나 독립적으로 해석하지 않고, 요소가 구성하는 전체 맥락에서 요소간의 상호 관계를 고려하여 시스템을 해석하는 것을 목적으로 한다(이수상, 2012). 따라서 네트워크 이론은 시스템의 속성에 따른 과학적인 분석 방법과 해석을 다룬다.

2. 네트워크의 한 유형으로서의 지식네트워크

시스템의 요소인 노드와 링크를 각각 어떻게 정의하느냐에 따라 네트워크의 성격이 결정된다(손동원, 2002). 네트워크 과학을 활용하는 분야별로 구성 요소가 매우 다양하여 네트워크의 속성 또한 매우 다양하다.

그 중에서 본 연구와 같이 학술 지식의 체계를 다루는 네트워크를 지식 네트워크라 한다. 지식네트워크는 학술 지식을 재료로 여러 가지 관계 양상을 나타낼 수 있는데, 대표적으로 서지결합과 동시인용, 동시단어가 있다. 먼저 서지결합(bibliographic coupling)은 서로 다른 두 문헌이 동일한 하나의 문헌을 공통으로 인용할 경우, 전자의 서로 다른 두 문헌은 주제적으로 관련되었다고 가정한다. 따라서 공통으로 인용한 문헌이 많을수록 두 문헌은 주제 면에서 밀접한 관계를 갖는다고 할 수 있다(Kessler, 1963). 다음으로 동시인용은 서지결합과 가정은 비슷하지만, 인용 정보를 저자-문헌 간 관계로 확장하였다(Small, 1973). 이렇듯 인용으로부터 나타낸 지식 네트워크는, 인용 형식의 상호작용으로부터 학술 지식이 생산되는 시스템을 나타낸다(Garfield, 1955). 마지막으로 동시단어는 하나의 문헌 텍스트에서 의미 있는 단어 쌍이 공동으로 출현한 관계 양상을 나타낸다. 여기서 텍스트는 과학자들이 출판한 '(과학)지식'이며, 기존의 텍스트를 통합하거나, 변형함으로서 새로운 지식이 생산된다고 보았다(Callon et al., 1983). 단어 쌍은 같은 문헌에서 등장하였기에 공출현 관계에 있는 것이며, 이는 즉, 공출현 빈도로 정의된다. 동일한 문헌에서 추출된 모든 주제어 쌍은 링크 강도(공출현 빈도) 1인, 완전히 연결된 네트워크가 된다(Paranyushkin, 2010). 새로운 문헌에서 새로운 주제어 쌍이 공출현 관계로 등장하게 되면 네트워크에 새로운 주

제어가 추가되며 확장된다. 또한, 한 주제어 쌍이 여러 문헌에 등장할수록 링크 강도는 높아지므로 여러 문헌에서 등장할수록 밀접한 관계가 된다.

본 연구는 후자의 동시단어 즉, 공출현 관계에 기반을 둔 지식 네트워크를 분석한다. 구체적으로는 공평한 비형식 과학교육 및 학습에 대하여 누적된 학술 지식의 결과인 지식체계를 다룬다.

3. 네트워크 연구 과정

이수상(2012)에 따르면 일반적인 네트워크 연구 과정은 다음의 과정을 따른다. 먼저, 1)연구 대상 또는 현상에 대한 데이터를 수집하여 2)네트워크로 나타내고, 3)표현된 네트워크의 기본 구조, 형태, 특징을 도출하여 4)다양한 관점에서 관계적 특성을 파악하고 5)노드와 링크에 배태된 네트워크 속성을 바탕으로 분석하여 설명한다. 손동원(2002)은 사회 네트워크 분석에 맞는 구체인 네트워크 분석 단계를 제시하였는데, 먼저 1)연구 현상에 맞는 노드 데이터, 링크 데이터를 설정하고 2)데이터를 생성하여 3)네트워크를 생성한다. 다음으로 4)적절한 분석 지표를 선택하여 5)분석을 수행하고 분석 결과를 해석하는 일련의 과정이다. 물론 네트워크 구성 요소에 따라 각기 다른 특성이 배태되어 있기에 구체적인 네트워크 분석과 해석 방법은 매우 상이하다. 그러나 공통적으로 두 과정은, 네트워크로 표현하고 분석을 한 뒤 이를 해석하고 설명하는 것은, 구성 요소와 특성이 해당하는, 어떤 영역의 몫이므로, 네트워크에 배태된 특성이 무엇인지 가장 먼저 고려해야 한다는 점이다. 또한, 같은 네트워크이더라도 연구 문제에 따라 해석방향이 달라지므로, 연구 관점에 맞는 분석 틀과 분석 지표를 설정하는 것이 중요하다.

4. 네트워크 분석 이론

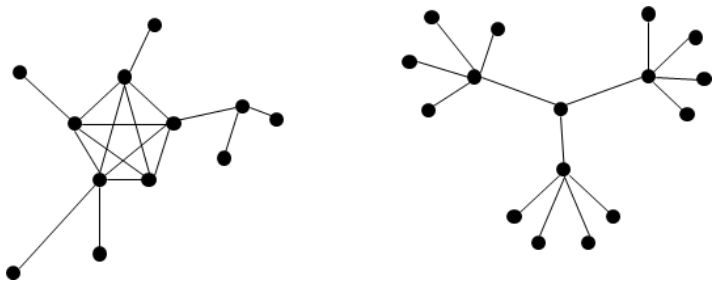
네트워크 이론에서 사용하는 분석 기법은 매우 다양하지만, 네트워크의 기본적인 구조와 특징을 파악하는 분석 지표와, 노드 수준의 구조 분석 지표, 연구 문제나 분석 초점에 따른 범위별, 구조별 분석 지표가 있다. 여기에서는 네트워크 기본 구조와 노드 수준의 구조에 대한 대표적인 분석 지표 몇 가지와 본 연구에서 사용할 분석 지표를 소개한다.

먼저, 네트워크의 기본 특징은 크기, 밀도 등으로 알 수 있다. 네트워크의 크기는 네트워크를 구성한 노드 수로 나타내며 규모와 같은 개념이다. 네트워크를 규모에 따라 구분할 경우, 대략적으로 노드 수 100개미만은 소규모 네트워크(small network), 100개 이상~1000개미만 노드는 중규모 네트워크(medium network), 1000개 이상은 대규모 네트워크(large network)로 분류한다. 밀도는 노드가 연결 정도를 의미하며, 실제 연결된 링크 수 대비 이상적으로 연결 가능한 모든 링크 수의 비율로 계산한다. 따라서 0~1사이의 값을 가지며, 1은 완전히 연결된 네트워크, 0은 연결이 하나도 안 된 네트워크를 의미한다.

다음으로 노드 수준의 분석 지표는 연결정도(degree), 연결정도 중심성(degree centrality), 연결강도(strength), 가중치 합(weight) 등이 있다. 연결정도는 한 노드에 연결된 총 링크 수이며, '도수'로도 불린다(Barabási & Albert, 1999). 도수 값이 큰 노드는 많은 수의 노드와 연결되어 있는 것이다. 연결정도 중심성은 이 도수 값에서 파생되었다. 도수는 한 노드 관점에서 총 몇 개의 노드와 연결되었는지를 나타내는 절대적인 값이지만, 이를 전체 네트워크의 크기로 나눈다면 그 영향력을 수치화 할 수 있다. 이 연결 중심성이 높은 노드를 허브 노드(hub node)라고 하며, 전체 네트워크에서 영향력이 크다고 판단할 수 있다(이재윤, 2006). 링크의 속성 중에서 관계의 무가 아닌, 관계 강도에 경중이 있을 경우 이를 연결강도라 한다. 즉, 하나의 링크에 부여된 가중치가 연결강도이며, 이러한 링크 속성을 갖는 네트워크를 가중치 네트워크라 한다. 하나의 링크로 연결된 두 노드는 그 관계의 강함과 약함을 연

결강도로 볼 수 있다. 한 노드에 연결된 모든 링크의 가중치를 합한 것이 바로 가중치 합이다. 따라서 가중치 합이 높을수록 해당 노드의 영향력이 강하다고 볼 수 있겠다. 가중치 네트워크일 경우 허브노드는 가중치 합을 바탕으로 분석할 수도 있다.

마지막으로 네트워크의 기본 구조를 파악할 수 있는 분석 지표는 연결정도 분포와 유사도 지수(Assortativity)가 있다. 연결정도는 앞서 설명하였듯이 개별 노드의 특성이므로 단독으로도 사용되지만, 네트워크 전체의 분포로 나타냄으로서 네트워크 구조를 분석할 수 있다. 예를 들면 도수의 분포가 정규분포일 경우에는 무작위 네트워크(Erdös & Rényi, 1959)이며, 멱함수 법칙을 따르는 분포일 경우에는 무척도 네트워크이다(Albert, et al., 1999). 유사도 지수는 이웃한 노드간의 도수 상관성을 나타내는 것으로, 한 노드의 도수와 이웃 노드의 도수 값 평균 간의 피어슨 상관계수 값으로 정의된다(Newman, 2002; Leung & Chau, 2007). 따라서 계산 결과 값은 -1~1의 범위이며 그 결과는 [그림 2-2]의 네트워크 예시와 같다. 구체적으로, 1은 네트워크 전역에서 위계적인 구조가 나타나는 것이고, -1은 네트워크의 국지적 규모에서 위계적 구조가 나타나게 된다.



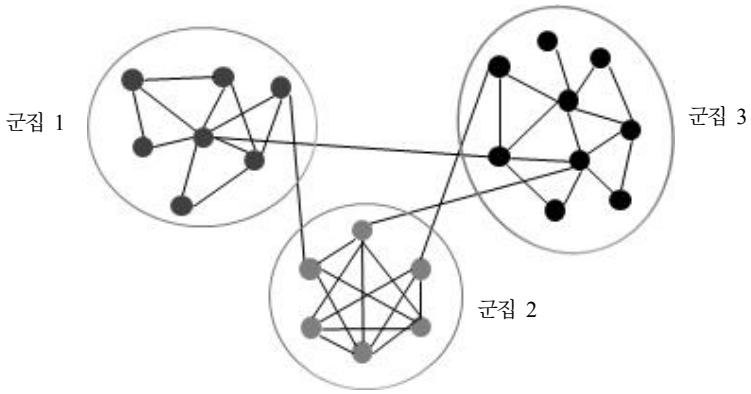
음의 유사도 지수　　양의 유사도 지수

[그림 2-2] 유사도 지수 값에 따른 네트워크 예

이 외에도, 본 연구에서 사용한 분석지표로는 군집화(Community detection)와 하위 집단별로 하위 집단 내 표준 값(Within-module

z-score), 그리고 중요 링크 추출(Extracting Significant link)이 있다.

군집화는 국지적으로 연결이 밀접한 노드를 집단으로 묶는 기법으로, 계산에는 모듈 방식(Modularity)함수를 이용한다. 이론적으로 가능한 계산 결과의 최댓값 Q값은 1이며, 실제 네트워크에서는 최대 0.7이다. Q값이 클수록 하위 집단이 뚜렷이 구분된다는 의미이다(Fortunato, 2010; Newman, 2004; Newman, 2006). 그런데, 계산의 복잡도가 높기 때문에 어떤 방식으로 노드 집단을 묶는 것이 가장 최상의 결과인지, 계산 결과 값(계산 결과로 나타난) 하위 집단이 가장 잘 구분된 것인지에 대한 이론상의 최댓값을 구하는 것은 불가능하다. 따라서 현실적으로 가능한 시간 내에 근사 최댓값을 찾는 것이 모듈 방식 함수를 최적화 하는 것으로 여겨지며, 이 근사 최댓값을 찾기 위한 수치 알고리즘 연구가 활발히 진행 중이다(Lancichinetti & Fortunato, 2009). 군집화의 예시는 [그림 2-3]과 같다.



[그림 2-3] 군집화의 예

일단 가능한 최적의 군집으로 구분하면, 집단 내 표준 값으로 집단 내부의 위계 구조를 파악할 수 있다. 집단 내 표준 값은 하위 집단 내부의 연결 중심성을 표준화한 값(Guimera & Amaral, 2005)이므로, 이 값이 큰 노드일수록 하위 집단에서 중심이 된다고 할 수 있다.

마지막으로, 중요 링크 추출은 한 노드에게 중요한 링크만을 추출하는

기법으로, 정보이론에 바탕을 둔다. 즉, 정보의 중요도에 따라 선별하여 취하는 것으로, 가중치 네트워크에서는 가중치가 선별 기준이 될 수 있다(Lee et al., 2010).

이상의 분석 지표로 볼 때, 네트워크 분석은 단순히 연구 주제 쌍의 빈도를 분석하는 것에서 나아가, 미시적으론 강한 또는 약한 연관성을 보이는 주제와, 국지적인 지역 연결패턴 등을 파악할 수 있다. 따라서 네트워크 기법으로 연구 경향을 탐색하는 것은 누적된 학술 지식의 체계를 규명하고, 연구 주제간 연결 패턴과 강도를 기반으로 지식 구조를 발견하는데 유용하다(Radhakrishnan et al., 2017). 이로서 양적 문헌 연구 방법보다 다양하게 현상을 분석하여 연구 동향 탐색에 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다(Barabási & Pósfai, 2016).

5. 네트워크 분석을 활용한 선행연구 고찰

네트워크 과학 및 이론은 다학제적 성격으로 학계의 전반에서 널리 사용되고 있다. 연구를 통해 살펴보면, 생물학에서는 분자 수준의 네트워크로서 단백질이나(Uetz et al., 2000)나 유전자(Lee et al., 2002)의 상호작용, 조절을 연구하였으며, 경제학에서는 사회경제적인 맥락에서 개별적인 존재(entity)와 그들의 상호작용 네트워크 연구를 통해 거시적으로 보고자 하였으며, 이 외에도 전기, 소프트웨어 산업, 항공분야 등의 사업 군 속성별로 나누어 연구하기도 하였다(Goyal, 2012).

지식 네트워크에서도, 특히 연구 동향 연구는 문헌정보학(조재인, 2011), HRD 및 평생교육(현영섭, 2011), 법제 분석(류상일, 남궁승태, 2011), 디지털 금융(김미현 외, 2011)과 같이 다양한 분야에서 이루어지고 있다. 과학 교육 분야에서도 연구 동향 탐색을 위해 네트워크 분석 방법을 도입한 선행 연구를 찾아볼 수 있다.

과학교육 분야에서 진로교육 연구 동향 연구는 관련 문헌의 키워드로부터 2회 이상 출현한 65개 주제어와 공출현 빈도로 네트워크를 구성하였고, 분석에는 밀도, 평균 연결정도, 연결중심성, 매개중심성, 하위 네트

워크 분석을 하였다. 이로부터 현재 연구 경향의 제한점과 앞으로의 연구 활성화를 위한 제언을 하였다(신세인, 하민수, 이준기, 2017).

과학관 연구 동향 분석 연구는 관련 문헌의 키워드 중 상위 9개 키워드와 공출현 빈도로 네트워크를 구성하여, 노드 3개가 모두 빈도 5회 이상인 클리크(모든 노드가 서로 완벽히 연결된 하위 네트워크의 한 형태)를 분석하여 가장 강한 관계를 탐색하였다. 이 결과로부터 과학관의 연구 동향을 박물관의 연구 동향과 비교하고, 정책적 제언을 하였다(탁현수, 김홍정, 2015).

STEM 교육의 연구 동향을 분석한 연구는 관련 문헌의 제목으로부터 키워드를 추출하고, 이 중 4회 이상 출현한 75개 주제어와, 주제어의 공출현 빈도로 네트워크를 구성하였다. 분석으로는 빈도 분석, 연결중심성, 매개중심성, 클러스터 분석을 실시하였고, 일정 강도 이상의 네트워크나, 각 연도별로 네트워크로 재구성하여 강한 관계와 연도별 변화 등과 같이 연구 동향을 다각도로 분석하고자 하였다. 그 결과, 중심성 결과로부터 상위 목록의 단어와, 빈도 결과로 부터 STEM 관련 교과 단어를 제시하였고 이를 선행연구의 경향과 비교하여 일치 여부를 논의하였다(김방희, 김진수, 2014).

과학영재들의 인식을 네트워크 방법으로 조사한 연구는 과학지식(사실, 가설, 이론, 법칙)에 대한 내용과 과학적인 것(Scientificness)에 대한 인식을 나타내고자 하였다. 이를 위해 중학교 과학 영재를 대상으로 개방형 검사지의 텍스트 중 상위 20개 핵심 단어와, 공출현 빈도로 네트워크를 구성하였다. 분석에는 밀도, 연결중심성, 매개중심성, 중심화지수를 사용하였다. 이로부터 네트워크에 나타난 핵심 단어의 구조 관계를 분석하고, 이로부터 참여자의 인식 체계를 해석하고자 하였다(이준기, 하민수, 2012).

이들 선행연구는 네트워크 분석 방법으로 연구 경향을 탐색하는 것이 과학적이며, 유용하고, 의미 있는 시사점을 줄 수 있다는 점을 입증하였다. 특히 평생교육, 영재교육, 특수교육, 과학관에 대한 연구 동향 탐색 연구는 교육 분야에 네트워크 분석 방법을 도입한 선구자로서 귀중한 발

자취를 남겼다.

그러나 동시에 제한점도 남겼다. 첫째로, 비슷한 분석 지표를 사용한 연구가 많았으며, 둘째로 일부 연구는 분석 결과를 보고하는데 그쳤다. 셋째로, 네트워크의 구조 분석을 적용하는데 있어 노드 100개미만의 소규모 네트워크는 효율성이 떨어진다. 더불어, 누적된 학술 지식은 대규모로 거동하는 지식체계인데 반하여, 일부 연구는 극소규모의 지식체계를 나타내어 아쉬움이 남는다.

제 3 장 연구 방법

제 1절 연구 방법 개요

본 연구는 손동원(2002)의 네트워크 연구 단계를 [그림 3-1]의 절차로 재구성하여 연구를 수행하였다. 연구 동향을 분석하기 위해서 먼저, 문헌을 연구 대상으로 설정하고 수집하였다. 수집한 데이터로부터 노드 데이터와 링크 데이터를 조사하였고, 이를 시각화 하여 네트워크를 생성하였다.

[그림 3-1] 연구 절차

네트워크 결과를 분석하기 위해서, 일반적인 네트워크 연구 분석 단계에 따랐다. 먼저, 네트워크의 기본 구조를 밝히고 다양한 관계 특성을 파악하고자 하였다. 구체적으로는 '네트워크 구조 접근' 방식(손동원, 2002)을 적용하여, 네트워크의 구조적 특성에 따라 노드의 지위와 특성을 분석하였다. 연구자는 이 네트워크 구조 접근 방식을 네트워크 결과 분석 틀로 재구성 하였고, 이에 따라 분석 결과와 해석을 기술하였다.

제 2 절 연구 대상

본 연구는 해외 논문으로부터 공평한 비형식 과학교육과 학습에 대한 연구 동향을 파악하고자 하였다. 따라서 수집 대상은 해외에서 출판된 연구 문헌이며 Editorial, round table, book review등의 형식을 제외하였다. 논문의 출판 기간 선정에는 구글 학술 검색을 이용하였다. 본 연구 주제인 비형식 과학 학습(informal science learning)을 정확히 일치하는 조건으로 검색한 결과 2000년부터 논문이 폭발적으로 증가한 것을 확인하였다. 따라서 연구 논문의 출판 기간 범위는 2000년부터 연구 시점인 2017년 9월까지를 대상으로 하였다.

제 3 절 데이터 수집

특정 학술지에 제한하지 않고 포괄적으로 연구 문헌을 수집하고자 ERIC(Educational Resources Information Center) 데이터베이스를 선정하였다. 데이터베이스에 포함되지 않았으나 비형식 교육과 학습 분야를 대표하는 것으로 판단된 4개 학술지 Journal of Museum Education, Visitor studies, Museum Management and Curatorship, Curator: The Museum Journal도 추가로 선정하였다. 검색 단어는 본 연구의 주제인 '비형식 과학 학습'과 '비형식 과학 교육' 그리고 '형평성'에 관련된 단어로 선정하였다. '형평성'에 대한 단어는 선행연구를 참조하여 형평성 이슈를 나타내는 표현으로 선정하였다(Feinstein & Meshoulam, 2014). 여기에 더하여, 비형식 과학교육 및 학습 연구는 상당부분 과학관 또는 과학박물관에서 이루어지는 점을 고려하여 과학관(science museum, science center)을 검색 단어에 포함하였다.

이렇게 선정된 검색어는 검색환경에 따라 다르게 적용하였다. 예컨대 비형식 분야의 4개 학술지는 그 특성상 이미 비형식 환경을 내포하고 있으므로, 비형식(informal) 단어를 제외하고 검색하였다. 또한 '형평성'

에 대한 검색어는 명사, 형용사 등 문법상 형태가 다양하므로 모든 표현을 포함할 수 있도록 *문자를 이용하여 검색하였다. 검색 범위 별 검색어 목록은 [표 3-1]과 같으며, 검색 형태는 A/B/C AND D의 형태이다.

[표 3-1] 검색 범위별 검색 단어 그룹 A, B, C, D

검색 단어 그룹	검색 범위	
	ERIC DB	4 Journals
A	informal science education	science education
B	informal science learning	science learning
C	science center / science museum	
	AND	
D	inclusi*[1], equit*[1], marginal*[1], divers*[1]	

주. [1]은 * 특수 문자로, 단어 형태에 상관없이 검색이 가능 하다.

마지막으로, 과학교육 전문가 2인과 수차례의 검토를 거쳐 수집한 문헌 중 본 연구의 초점에서 크게 벗어나는 문헌을 제외하였다. 예를 들어 형식 환경에 대한 연구이거나(Green & Naidoo, 2008; Erdogan, Campbell, & Abd-Hamid, 2011), 비형식 과학 교육·학습과 매우 동떨어진 주제 연구(예: 포르투갈 교육에서 패러다임 충돌의 교차점과 목표 연구(Ulhøi, 2005); 남아프리카 공화국의 모두를 위한 질적 교육정책 실현 방안 연구(Feza, 2014); 연구 기금 정보에 대한 데이터베이스 연구(Weiner, 2009) 등)가 있었다.

최종 선정된 논문의 출판 정보(제목, 저자, 년도, 저널, 키워드, 초록)를 수집하여 기술 통계 자료로 제시하였다.

제 4 절 네트워크 데이터 조사

1. 노드 데이터

지식 네트워크를 구성할 때, 문헌의 수많은 텍스트에서 연구자가 '가장 가치 있다고' 판단되는 정보를 취하는 것이 무엇보다 중요하다. 텍스트로 구성되는 네트워크에서 이 정보는 노드가 된다(박치성, 정지원, 2013). 본 연구에서는, 논문을 대표하는 핵심 정보는 연구의 주제와 목적이 라 판단하였다. 따라서 정보가 함축된 제목, 초록, 키워드 세 영역에서(이수상, 2012) 가장 가치 있는 정보 즉, 주제를 나타내는 주제어를 추출하여 노드로 설정하였다. 이 때 제목과 키워드를 중심으로 하되, 초록에서 추가적으로 나타난 정보도 함께 수집하였다.

이는 키워드의 제한점을 극복하기 위한 방법이기도 하다. 일부 선행연구에서는 문헌에 제시된 키워드를 그대로 사용하여 네트워크를 구성하기도 하지만(김상아, 강정배, 변찬석, 2015; 허균, 2016), 여기에는 여러 제한점이 있다. 학술지에 따라서 키워드는 제시되지 않거나, 정해진 용어만을 사용하기도 하며, 반대로 자유롭게 저자가 제시할 수도 있는 등 형식과 표현의 획일성이 떨어진다는 점이다.

주제어는 연구의 핵심 내용을 포함하도록 연구 주제, 연구 방법, 참여자, 연구 장소의 4가지 범주로 구성하였다. 동일한 주제어가 다른 범주에 등장 할 수 있으므로 범주별로 주제어를 구분하기 위하여 앞서 제시한 순서대로 _Theme, _Method, _Par, _Field를 어미에 표기하였다. 예를 들어 같은 박물관이더라도, 연구 장소로서 박물관과 주제어인 박물관은 각각 Museum_Field, Museum_Theme으로 나타내었다.

수집된 4범주의 주제어는 교정 및 통제작업의 전처리 과정을 거쳤다. 교정 작업은 품사/약어를 통일하고, 단/복수 띄어쓰기 등을 정리하는 과정이며, 통제작업은 동의/유사어 등을 통합하는 과정이다(이수상, 2012). 특히 후자의 과정에서 이론적 언어 틀을 참조하여 정리하는 확증적인 접근방법을 취하였다(Carley & Palmquist, 1992). 본 연구에서는 학계 용

어의 틀을 참조하고자 2가지 국제 과학 교육 학회(The National Association for Research in Science Teaching(NARST), European Science Education Research Association(ESERA))의 Strand 목록과, 과학교육 및 비형식 과학 분야에서 높은 인용횟수로 널리 활용되고 있는 책 3권(International Handbook of Science Education, Second International Handbook of Science Education, Learning science in informal environments: People, Places and Pursuits)의 목차를 활용하여 표현을 통합하였다. 이렇듯 일련의 과정으로 네트워크를 구성할 주제어를 선정하였다.

2. 링크 데이터

한 문헌에서 추출된 모든 주제어는, 모두 같은 문헌에서 출현했으므로 '공동으로 출현한 관계'가 된다. 그리고 여러 문헌에서 이 주제어 쌍이 등장할수록 공동으로 출현한 빈도는 높아진다(He, 1999). 즉, 본 연구에서 링크는 공출현 관계이며, 가중치는 공출현 빈도이다. 따라서 관계 속성은 관계의 유무, 관계의 빈도 가중치가 있으며 무방향성(undirected) 네트워크이다.

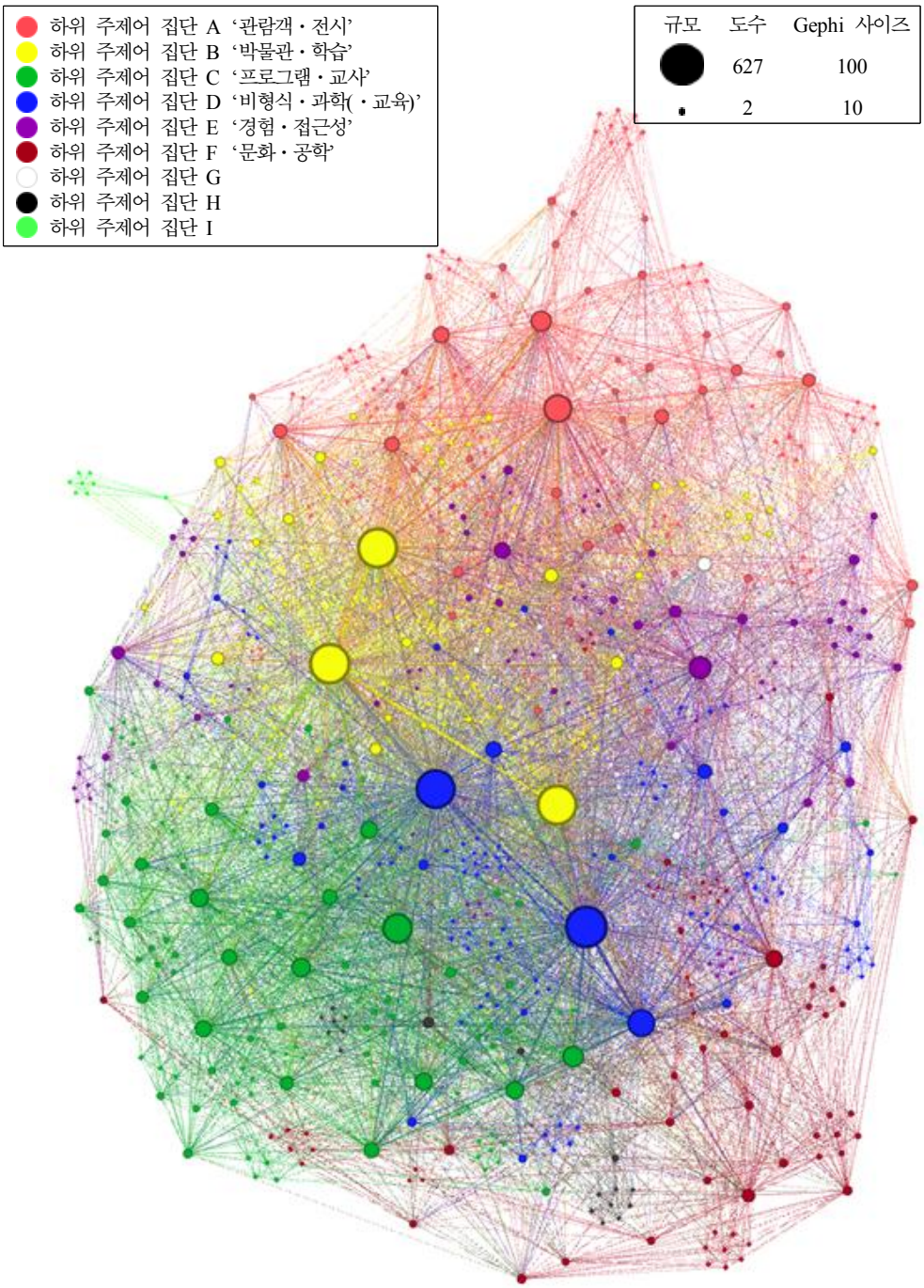
제 5 절 네트워크 생성 및 분석

1. 네트워크 생성

최초의 자료 유형은 문헌 별 주제어 리스트 형식이다. 이 데이터 형식은 노드 데이터를 표현하는 형식 중 한 가지로, 링크의 강도를 표현할 수 없는 제한점이 있다(이수상, 2012). 따라서 네트워크를 구성하기 위해 필요한 노드 데이터와 링크 데이터를 MATLAB으로 분석하였다.

먼저, 노드 데이터는 최초 자료에 등장한 모든 주제어로, 동일한 주제어가 여러 문헌에 등장할 경우 한 번만 포함하였다. 링크 데이터는 최초의 자료에서 모든 주제어 쌍의 공출현 빈도를 계산한 값으로, 모든 주제어 쌍 별 링크 목록과, 해당 링크의 가중치로 나타내었다.

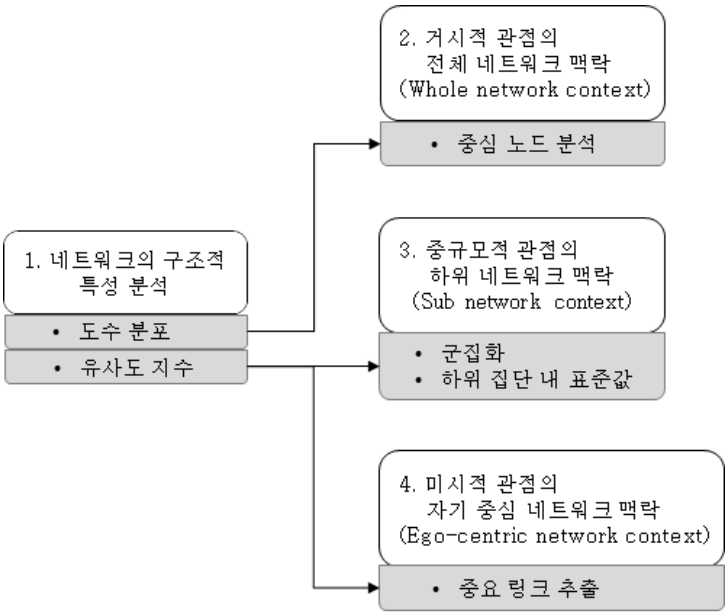
생성한 노드 및 링크 데이터는 네트워크 가시화 프로그램인 Gephi 0.9.2를 이용하여 네트워크를 생성하였다. [그림 3-2]에서 노드의 크기는 도수를 의미하며 도수가 클수록 큰 노드이다. 링크의 두께는 가중치를 나타내며, 두꺼운 링크일수록 가중치가 크다. 노드의 색상은 6개 하위 주제어 집단을 의미한다.



[그림 3-2] 네트워크 생성 결과

2. 네트워크 분석

생성한 네트워크 결과를 분석하는 것은 네트워크 구조 접근 방식에 따라, 먼저 거시적 관점에서 전반적인 네트워크 구조 속성을 살펴보았다. 이를 위해 기본적인 분석 지표로서 도수 분포와, 유사도 지수를 계산하였다. 이 결과로 나타난 네트워크의 구조 특성에 따라 중규모적, 미시적 관점의 분석 전략을 수립하였다.



[그림 3-3] 네트워크 결과 분석 틀과 분석 지표

본 연구에서는 네트워크의 도수 분포와 유사도 지수 결과로부터 [그림 3-3]과 같이 분석 관점을 설정하고, 이 분석 관점에서 상응하는 분석 지표를 적용하였다. 거시적으로는 네트워크의 중심 노드를 분석하여 지식체계에서 중심이 되는 주제어와, 연도 구간 별 주제어 변화로 중심 주제어 경향을 살펴보았고, 중규모적으로는 국지적 위계 관계를 분석하고자 군집화를 하였고, 그 결과로 나타난 하위 집단 내부의 위계를 하위 집단 내 표준 값으로 분석하였다. 마지막으로 미시적으로는 본 연구 주

제인 ‘형평성’과 ‘다양성’ 주제어를 중심으로 연관된 주제어와의 관계적 특징을 살펴보았다. 중요 링크 추출 기법으로 강한 연관성을 보이는 주제어를 살펴보았고, 중규모 단계 분석 결과를 종합적으로 고려하여 먼 관계의 주제어, 관련이 없는 주제어를 분석하였다. 분석에는 MATHLAB을 사용하였다.

제 4 장 연구 결과

이 장에서는 문헌과 네트워크의 기술 통계 분석 결과로 시작하여 분석 틀에 따른 네트워크 분석 결과를 소개한다. 구체적으로는 네트워크로 표현된 공평한 비형식 과학교육 및 학습 지식체계는 어떤 연구 주제가 중심이 되며, 어떤 하위 주제어 집단으로 구성되었는지, 또 '형평성'과 '다양성' 주제어와 연관된 주제어의 관계적 특성을 기술하였다.

제 1 절 데이터 기술 통계 분석 결과

검색 결과 1211편의 문헌 중에서 공평한 비형식 과학교육 및 학습에 대한 논문은 174편으로 나타났다.

1. 연구 국가 동향

[표 4-1] 출판 국가의 빈도 결과

국가	f (%)
미국	52(56.5)
영국	13(14.1)
호주	5(5.4)
캐나다, 멕시코	3(6.5)
중국, 뉴질랜드	2(4.3)
기타 (남아프리카 공화국, 네덜란드, 대만, 독일, 브라질, 스페인, 인도, 일본, 콩고, 키프로스, 포르투갈, 필리핀)	1(13)

연구 국가는 [표 4-1]과 같이 미국이 56.5%로 가장 높았으며 영국(14.1%), 호주(5.4%)순서로 나타났다. 영미권 국가가 총 76%로 매우 우

세했다. 이는 영어로 작성되는 국제 학술지의 특성 때문이라고 볼 수 있다. 또한, 이 국가들은 다문화 국가로서 형평성 이슈를 사회 전 방위적으로 다루어 왔다. 비형식 과학교육 기관 또한 다문화 사회에서 '누구'를 위한 기관인지와 같이 기관의 존재 가치와 역할에 도전 받으며, 형평성 이슈가 점차 대두되었고(Sandell, 1998), 이에 따라 관련 연구가 많이 이루어졌다고 볼 수 있다.

이 외에도 대만, 중국, 일본 등의 아시아권과 인도, 남아프리카 등도 나타나, 다양한 문화권에서 공평한 비형식 과학 교육 및 학습에 대해 연구하고 있었다.

2. 연도별 출판 동향

2000년부터 2017년 9월까지 문헌의 출판 동향은 [그림 4-1]과 같다. 2010년부터 10편 이상의 문헌이 출판되기 시작하였고 2016년에 34편으로 가장 큰 폭으로 상승하였다.

초기에 문헌 수가 적은 것은, 2000년대에 접어들어 과학 교육에서 교육과 학습의 형평성 이슈를 다루기 시작하였고(황세영, 2018), 비형식 기관은 교육을 기관의 역할로서 수용하기 시작한(Persson, 2000) 배경을 생각해 볼 수 있겠다.

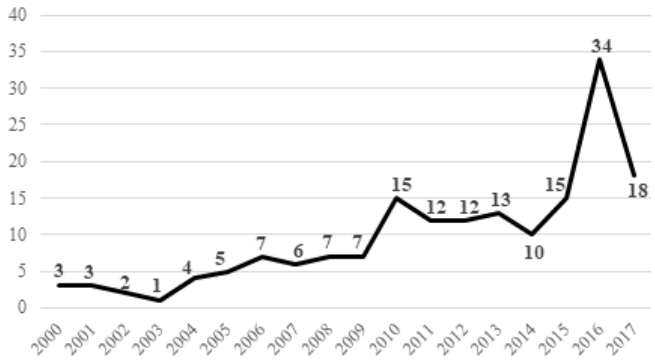
2010년부터 증가한 문헌 수는 출판 국가 동향 결과와 종합해 볼 때, 정부의 영향으로 생각해볼 수 있다. 구체적으로 미국 평의회에서 2009년에 발간한 보고서 "비형식 환경에서 과학 학습: 사람, 장소, 지향"(National Research Council, 2009)은 비형식 환경의 향후 연구를 위한 기반을 제공하였고 다양성 및 형평성 이슈를 언급하여 큰 시사점을 주어 널리 인용되고 있다. 뒤이어 2010년에는 "과학에 둘러싸인: 비형식 환경에서 과학 학습"이 발간되어 현장 관계자들이 다양성과 형평성 이슈에 대해 구체적으로 실행에 옮길 수 있는 방법을 제안하였다. 이후 2013년에는 "차세대 과학교육 표준"(National Research Council, 2013)이 발간되어 비주류 학습자가 학교 과학 학습에서 겪는 어려움을

바탕으로 형평성 이슈를 다루는 동시에 비형식 과학이 형평성 이슈에 기여할 수 있다는 점을 다루었다.

이와 같이 비형식 과학교육 및 학습의 다양성과 형평성 이슈에 대하여 정부가 지속적으로 보고서를 발간함에 따라 관련 연구가 누적된 결과로 볼 수 있다.

또한, 최근 비형식 기관의 교육적 역할은 단순히 일 방향적으로 지식을 전달하는 것에서 벗어나 시민들이 여가와 문화를 즐기고 교류하는 장으로 변모하고 있다(최훈, 송승근, 최은영, 2014). 따라서 기관이 목표로 하는 대상은 시민과 같은 모든 대중으로 확대되므로 공평한 비형식 과학에 대해 관심이 증가하고 있는 것으로 생각해 볼 수 있다.

이렇듯 최근 출판 수가 증가한 것은 긍정적이나 Falk 외(2012)의 1980~2011년 비형식 과학 학습에 대한 국제 문헌 연구에 나타난 출판 경향에 비해 전반적으로 논문의 수가 매우 적으므로 관련 분야의 연구 활성화가 시급한 실정이다.



[그림 4-1] 2000년부터 2017년 9월까지 문헌 출판 동향

3. 학술지 동향

본 연구에서 수집한 문헌의 학술지는 SSCI부터 기타까지로 다양하였으나, 문헌의 91.2%가 Scopus급 이상의 학술지에 등재되어 문헌 데이터의 신뢰도를 확보하였다. 구체적으로는 [표 4-2]와 같이 SSCI급이 13.7% Scopus급이 77.5% SCI 0.6% 기타 8%로 나타났다.

[표 4-2] 학술지 등급에 따른 학술지별 빈도 결과

등급	학술지 명	f (%)
SSCI	International Journal of Science Education	6(6.9)
	Journal of Research in Science Teaching	
	Science Education	2(1.1)
	Distance Education	1(5.7)
	Diverse: Issues in Higher Education	
	Journal of Science Education	
	Library Quarterly	
	Physical Review Special Topics - Physics Education Research	
	Research in Science Education	
	Science & Education	
	Studies in Science Education	
	Teachers College Record	
	Topics in Early Childhood Special Education	
SCOPUS	Museum Management and Curatorship	38(21.8)
	Curator: The Museum Journal	36(20.7)
	Journal of Museum Education	33(19)
	Cultural Studies of Science Education	7(8)
	Visitor Studies	
	Journal of Science Teacher Education	2(1.1)
	British Journal of Special Education	1(6.9)
	Child & Youth Services	
	Cogent Education	
	Higher Education Research and Development	
	IEEE Transactions on Education	
	Intercultural Education	
	International Journal of Technology and Design Education	
	Journal of Pre-College Engineering Education Research	
	Journal of Research in Special Educational Needs	
	Learning Environments Research	
	Multicultural Education	
	The Urban Review	
SCI	Science	1(0.6)
Others	Science and children	2(1.1)
	Education Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review	1(6.9)
	Electronic Journal of Science Education	
	European Journal of Science and Mathematics Education	
	gifted child	
	Interchange: A Quarterly Review of Education	
	Journal of International Education Research	
	Journal of Special Education Technology	
	Journal of STEM Education: Innovations and Research	
	New Educator	
	Tech Directions	
	The Education Digest	
	ZERO TO THREE	

4. 연구 장소 동향

연구 장소는 [표 4-3]과 같이, 갤러리와 과학박물관 등을 포함하여 박물관이 가장 많았으며(67.9%) 다음으로 과학센터를 의미하는 센터(16%)와 식물원, 동물원 등을 포함하는 생물자원 기관(8.5%) 순서로 나타났다. 연구 장소 구분이 본 연구와 유사한 선행연구, 10년간(1997-2007) 비형식 과학 교육 및 자유선택학습 연구 동향 조사의 결과에 따르면 박물관은 64%로 본 연구의 결과와 유사하였다. 또한 선행연구의 결과에서 과학센터, 동물원, 아쿠아리움 등의 기타 비형식 기관은 13%인 것에 비해(Phipps, 2010) 본 연구에서는 27.3%로 나타나 과학박물관 외의 기타 비형식 기관에 대한 연구가 증가했음을 알 수 있다. 특히 기타 비형식 기관 중 (과학)센터가 16%를 차지하므로 연구 장소로서 비중이 높아졌다고 볼 수 있다.

결과적으로 과학관(과학박물관, 과학 센터)이 비형식 과학 교육 및 학습의 대표 기관임을 다시 한 번 확인하는 동시에 교육과 학습에 대하여 과학관을 포함한 비형식 과학 기관의 역할과 책임을 요구하는 목소리가 반영된 결과라 할 수 있겠다.

[표 4-3] 연구 장소의 빈도 결과

연구 장소	f (%)
Museum	72(67.9)
Center	17(16)
Institute of biological resources	9(8.5)
Aquarium	3(2.8)
Local marine coastal environment, Planetarium, Rural community	1(2.8)

제 2 절 네트워크 기술 통계 분석 결과

추출한 주제어는 총 696개이며, 각 논문 당 평균 주제어 수는 10.58, 표준편차는 4.09이다. 즉, 한 논문의 주제어는 대략 7개에서 15개로 볼 수 있다. 구성된 네트워크의 도수 분포와 유사도 지수를 살펴봄으로서 네트워크의 구조적 특성을 먼저 파악하고자 하였다.

1. 도수 분포 분석

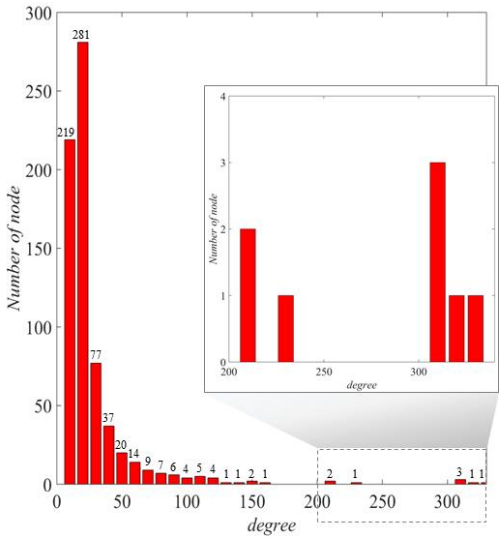
네트워크의 구조를 살펴보기 위해서 도수의 분포를 살펴보았다. 분석 결과 [그림 4-2]와 같이 많은 링크 수를 갖는 노드는 극소수인데 반하여 대다수의 노드는 적은 수의 링크를 갖는다. 즉, 도수와 도수별 노드 수는 거듭제곱 관계인 멱함수 분포를 보인다. 중요한 것은 [그림 4-2]의 오른쪽 하단에 위치한 노드이다. 이들은 아주 많은 수의 링크를 갖기 때문에 네트워크의 중심인 중심 노드로서 네트워크 전반적으로 구조 관계에 강력한 영향을 미친다고 할 수 있다(Barabási, 2003). 따라서 이들 중심 노드를 분석하여 전반적인 연구 주제 경향을 알아볼 수 있다. 중심 노드를 거점으로 강한 연결 관계가 나타나는 반면 다수의 노드는 약한 연결 관계를 보이는 분포이므로 전체 네트워크의 연결 패턴을 파악할 필요가 있다.

2. 유사도 지수 분석

네트워크의 구조적 특성을 알아보기 위한 두 번째 기본 분석 지표는 유사도 지수이다. 계산 결과 유사도 지수 값은 -0.2로(r = -0.192975636481289) 국지적 위계 관계가 약하게 나타남을 의미한다. 즉, 네트워크의 중심 주제에 여러 하위 주제들이 연결되어 지역을 형성하는 동시에, 연결 강도가 약한 소주제들도 연결되어있는 형태이다.

이는 주제어 추출 방식의 영향으로 볼 수 있다. 즉, 중심 주제는 문헌

의 제목과 키워드에서, 하위 주제와 소주제는 초록에서 나타난 표현을 추가로 추출하였기 때문으로 볼 수 있다.



[그림 4-2] 도수에 따른 도수별 노드 수 분포

제 3 절 네트워크 분석 결과

도수 분포와 유사도 지수로 살펴본 네트워크의 구조적 특성을 바탕으로, 분석 방향을 설계한 뒤 도입할 분석 지표를 선정하였다. 먼저, 도수 분포에서 나타난 중심 노드를 분석하여 비형식 과학교육 및 학습의 지식체계에 나타난 전반적인 주제 경향을 알아보았다. 유사도 지수에서 나타난 국지적인 위계 관계를 살펴보기 위해 주제어를 국지적 집단으로 묶어 구분하였다. 더불어 그 집단 내부의 위계에서 지식체계를 구성하는 하위 집단의 중심 주제어도 함께 살펴보았다.

1. 중심 주제어 분석

17년간 연구 문헌에서 중심이 되는 주제어 상위 15개는 [표 4-4]와 같았다. 가장 높은 빈도의 주제어는 '박물관(장소)', '과학', '박물관', '학습', '교육' 순서로 나타났다.

그러나 주제어의 빈도는 검색 단어의 영향에서 자유로울 수 없다. 따라서 [표 4-4]의 결과에서 검색 단어를 제외하면 새로운 상위 10개의 중심 주제어 결과를 얻을 수 있다. 구체적으로 '프로그램(384회)', '관람객(342회)', '경험(238회)', '전시(211회)', '개발(199회)', '교사(196회)', '커뮤니티(191회)', '학생(162회)'과 그 외에도 '문화(152회)', '학교(149회)' 순서로 나타났다. 이는 [표 4-4]에서 굵은 글씨체 단어로 확인할 수 있다.

[표 4-4] 상위 중심 주제어 분석 결과

순위	중심 주제어	f	순위	중심 주제어	f	순위	중심 주제어	f
1	museum_Field	627	6	**program_Theme**	384	11	**exhibition_Theme**	211
2	science_Theme	576	7	**visitor_Theme**	342	12	**development_Theme**	199
3	museum_Theme	574	8	informal_Theme	341	13	**teacher_Theme**	196
4	learning_Theme	565	9	**experience_Theme**	238	14	**community_Theme**	191
5	education_Theme	557	10	diversity_Theme	226	15	student_Par	182

주. **굵은 글씨**는 검색단어를 제외한 중심 주제어 결과를 나타낸다.

검색 단어를 제외한 상위 5개 중심 주제어에 대하여 중요 링크 추출 분석을 실시하여 어떤 측면에서 중심 주제를 다루었는지 분석하였다. [표 4-5]에서 보듯이, 프로그램 연구는 '박물관, 학습(공동 12회)', '교육(11회)' 측면이 가장 높았으며, '개발(8회)', '파트너쉽, 학교(공동 7회)'가 뒤를 이었다. 즉, 박물관 프로그램은 교육과 학습 측면이 가장 많았으며 한편으로는 학교와 같은 기관과 파트너쉽을 이루는 측면도 있었다고 볼 수 있다. 프로그램의 참여자는 '학생(7회)', '어린이(6회)'가 가장 높았고, '학교(4회)', '중등・교사・소수자(공동 3회)'순서로 나타나 형식 환경의 속성이 두드러졌다고 볼 수 있겠다.

둘째로, 관람객 연구는 '경험・학습(공동 9회)'의 측면이 가장 높았고, '전시・박물관(공동 8회)', '전시물(7회)' 순서로 나타났다. 즉, 전시, 전시물 등에 대한 관람객의 경험과 학습에 대한 연구가 두드러졌다고 할 수 있겠다. 연구 장소 부문은 '박물관(18회)'이 가장 많았지만, '생물자원기관(3회)'과 '센터(2회)'도 있어 다양한 비형식 기관에서 관람객 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 참여자 부문은 '관람객(4회)'이 가장 많으며, 구체적으로 '가족・어린이(공동 2회)'가 등장하여 특정 관람객 범주에 대한 연구가 이루어졌음을 알 수 있다.

셋째로, 경험 연구는 '관람객(9회)', '박물관(7회)', '과학(6회)', '교육・학습(공동 5회)' 측면의 순서로 나타났다. 주된 참여자는 '예비・교사・학생・자원봉사자(공동 2회)'가 동일한 횟수로 나타났다. 이들 주제와 참여자는 비형식 환경에서 과학을 교육받고 학습하는데 관련된 여러 범주로서 경험 연구에 대해 다양한 측면에서 접근이 있었음을 알 수 있다.

[표 4-5] 검색 단어를 제외한 상위 5개 중 3개 중심 주제어의 범주별 중요 링크 추출 결과

중심 주제어 범주	프로그램 (program_Theme)	f	관람객 (visitor_Theme)	f	경험 (experience_Theme)	f
연구 주제	learning	12	experience	9	visitor	9
	museum	12	learning	9	museum	7
	education	11	exhibition	8	science	6
	development	8	museum	8	education	5
	science	8	exhibit	7	learning	5
	partnership	7	design	5	informal	4
	school	7	diversity	5	design	3
	diversity	5	education	5	development	3
	informal	5	behavior	4	exhibit	3
	teacher	5	conservation	4	exhibition	3
	university	5	knowledge	4	teacher	3
	community	4	program	4		
	engagement	4	understanding	4		
	environment	4	assessment	3		
	equity	4	development	3		
	student	4	educator	3		
	visitor	4	perception	3		
	youth	4	science	3		
연구 장소	museum	11	museum	18	museum	9
			institute of biological resources	3	center	4
			center	2		
참여자	student	7	visitor	4	pre-service	2
	children	6	children	2	student	2
	school	4	family	2	teacher	2
	secondary	3			volunteer	2
	teacher	3				
	minorities	3				
연구 방법	interview	3	case study	6	case study	5

다음으로 전시와 개발 주제는 [표 4-6]으로 나누어 나타내었다. 넷째로 전시 연구는 '박물관(9회)', '관람객(8회)', '설계(5회)', '평가・학습(4회)' 측면의 순서로 나타났다. 이들 주제는 다양한 전시 연구와 연관된 주제로 볼 수 있다. 장소는 '박물관(12회)'이 압도적으로 높았으나 '센터(2회)'도 있었다.

관람객 또는 경험에 대한 연구는 다른 연구 주제에 비해 '사례 연구' 방법이 각 6회, 5회로 자주 등장하였다. 이는 주제의 특성상 어떤 사례로 포착하여 연구하는 것이 용이하다고 볼 수 있다. 관람객은 과학관 기관을 방문하는 사람들을 통칭하는 용어이나 이들의 특성에는 차이가 있다. 경험 주제도 시간, 공간, 대상에 따라 상이하다. 실제 여러 연구에서, 특정 관람객 그룹(예: 가족, 다문화 관람객, 예비 교사)과(Avraamidou, 2015; Scott, 2005; Melber, 2006), 구체적인 경험(예: 참여, 반응, 행동, 장기기억)을(Jagger, Dubek, & Pedretti, 2012; Shea, 2014; Briseño-Garzón & Anderson, 2012; Eardley, Mineiro, Neves, & Ride, 2016) 다루고 있었다. 따라서 비형식 과학교육・학습에서 관람객과 경험을 연구하는 데 사례연구가 좋은 방법이 될 수 있겠다.

마지막으로 개발 연구는 '프로그램(8회)'측면이 가장 높았고, '전문적・과학(공동 6회)', '교육・박물관(공동 5회)'이 뒤를 이었다. 참여자는 '학생・교사・예비(공동 2회)'로 주로 학생과 교사였다. 종합하자면 프로그램, 교육, 박물관 개발과 더불어 교사 등의 전문성 신장 측면의 접근도 있었다고 볼 수 있다

[표 4-6] 검색 단어를 제외한 상위 5개 중 2개 중심 주제어의 범주별 중요 링크 추출 결과

중심 주제어 범주	전시 (exhibition_Theme)	f	개발 (development_Theme)	f
연구 주제	museum	9	program	8
	visitor	8	professional	6
	design	5	science	6
	evaluation	4	education	5
	learning	4	museum	5
	behavior	3	community	4
	community	3	diversity	4
	education	3	learning	4
	experience	3	school	4
	meaning making	3	student	4
			belief	3
			educator	3
			equity	3
			exhibit	3
			experience	3
			practice	3
			teacher	3
			teaching	3
			visitor	3
장소	museum	12	museum	7
참여자	visitor	6	student	4
			teacher	2
연구 방법	case study	3		
	observation	3		

이상으로 전체 기간 동안의 중심 주제어 결과를 살펴보았다. 이는 시간 누적에 따른 결과이므로, 시기별로 나누어 연구 주제를 분석하면 연구 주제어의 변화 동향을 살펴볼 수 있다.

각 연도별 논문 수를 고려하여, 5년씩 4구간으로 나누었다. 특히 최근 2개년의 문헌 수가 가장 많은 점을 고려하여 2016-2017년을 한 구간으로 하였고 남은 15년을 3개의 구간으로 나누었다. [표 4-7]은 각 구간별 상위 10개 주제어를 나타냈다.

[표 4-7] 연도 구간별 상위 10개 중심 주제어 결과

순위	1구간 (2000~2005)	f	2구간 (2006~2010)	f	3구간 (2011~2015)	f	4구간 (2016~2017)	f
1	**visitor**	64	science	135	education	258	museum_Field	286
2	**conservation**	37	museum	108	science	249	museum	247
3	science	33	learning	103	museum_Field	221	learning	239
4	learning	33	museum_Field	91	learning	190	education	197
5	**design**	31	education	86	museum	189	science	159
6	museum	30	**program**	81	**program**	157	**experience**	158
7	**evaluation**	29	diversity	69	informal	134	**program**	145
8	**process**	29	**visitor_Par**	66	equity	133	informal	137
9	museum_Field	29	informal	66	**community**	118	**visitor**	122
10	**exhibition**	29	**culture**	56	**visitor**	117	**development**	98

주. **굵은 글씨**는 검색 단어를 제외한 구간 별 중심 주제어 결과이다.

그런데 2구간~4구간의 상위 5개 단어는 모두 검색단어이다. 검색단어는 반드시 포함되기에 검색단어의 영향으로 볼 수 있으면서도 동시에 공평한 비형식 과학교육 및 학습 지식체계를 나타냈음을 확인하였다고 할 수 있겠다.

검색단어를 제외한 주제어 결과를 분석하기 위하여, 검색 단어를 제외한 상위 10개 주제어 결과를 다시 [표 4-8]에 나타냈다. 특히 연구 주제를 중심으로 분석하고자 연구 주제 범주의 주제어로만 구성하였다.

2000년대 초에는 '관람객(64회)' 주제가 가장 많이 연구 되었고 뒤이어 '대화(37회)', '설계(31회)', '전시・과정・평가(29회)', '전시물(25회)', '효과・행동(21회)', '측정(16회)' 순으로 많이 나타났다. 이들 주제는 관람객 대화, 관람객 행동, 전시 효과, 전시 설계 등과 같이 주로 관람객이나 전시의 세부 연구 분야와 연관된 주제어로 볼 수 있다.

2006년부터 5년간은 '프로그램(81회)' 연구가 가장 많았으며, '문화(56회)'와 '과학적(50회)'이 비슷한 빈도로 뒤를 이었다. 다음으로 '관람객(39회)', '언어적(36회)', '이해(32회)', '소양(30회)' 등의 주제가 있었다. 전 구간에 등장하지 않았던 '프로그램'이 1순위로 나타나 학계의 주된 관심이 '관람객'에서 '프로그램'으로 옮겨 갔다고 볼 수 있다. 또한, '관람객' 외에도 '청소년', '에듀케이터' 등의 다양한 인적 속성의 주제어가 상위권에 등장하여 많은 관심을 받았음을 알 수 있다. 다음으로, 많

은 연구가 ‘문화’의 측면과 다양한 ‘과학적’인 측면(‘탐구’, ‘지식’, ‘소양’ 등)을 고려하기 시작했음을 알 수 있다. 특히 과학 소양은, 그 정의에 대하여 50여 년간 논란이 이어졌으나 2007년 OECD와 Roberts 등이 선행연구를 바탕으로 이를 체계적으로 정립하고자 시도하였다(OECD, 2008; Roberts, 2007). 이후 과학소양은 점차 과학교육의 목표로 자리잡게 되면서, 비형식 환경을 통한 과학 소양 증진과 함양에 대한 연구가 활성화 된 것으로 보인다.

다음으로 2011년부터 5년간, ‘프로그램(157회)’은 여전히 1위로 나타났다. 다음으로 ‘커뮤니티(118회)’, ‘관람객(117회)’, ‘교사(116회)’와 ‘전시(105회)’가 있었고 뒤이어 ‘실행(90회)’, ‘학교(89회)’, ‘설계・개발(87회)’ 등의 주제로 밝혀졌다. 전 구간에 비하여 ‘관람객’과 ‘전시’ 주제어는 다시 상위권을 차지하였다. 반면, ‘교사’, ‘학교’와 같은 형식 속성의 주제어와 ‘커뮤니티’, ‘협업’과 같은 아웃리치 속성의 단어가 새롭게 등장하였다.

최근 2년간은 ‘경험(158회)’, ‘프로그램(145)’, ‘관람객(122회)’이 가장 주목받는 연구 주제였으며, 뒤이어 ‘개발(98회)’이 있었다. 그 외에도 ‘학생(65회)’, ‘대학(64회)’, ‘파트너쉽(63회)’, ‘교사(62회)’, ‘참여(58회)’, ‘전시물(57회)’ 주제는 적은 차이를 보이며 뒤를 이었다. 전 구간에 비하여 ‘교사’ 연구는 빈도와 순위 면에서 하락하였으나 ‘학생’이 새롭게 등장하였다. 아웃리치 속성의 연구 주제도 ‘커뮤니티’와 ‘협업’에서 ‘대학’과 ‘파트너쉽’으로 관심이 옮겨갔다고 볼 수 있겠다. ‘전시물’ 연구는 반 정도로 줄었다.

[표 4-8] 연도 구간별 검색 단어를 제외한 상위 10개 중심 주제어 결과

순위	1구간 (2000~2005)	f	2구간 (2006~2010)	f	3구간 (2011~2015)	f	4구간 (2016~2017)	f
1	visitor	64	program	81	program	157	experience	158
2	conservation	37	culture	56	community	118	program	145
3	design	31	scientific	50	visitor	117	visitor	122
4	evaluation	29	visitor	39	teacher	116	development	98
5	process	29	linguistical	36	exhibition	105	student	65
6	exhibition	29	understanding	32	practice	90	university	64
7	exhibit	25	literacy	30	school	89	partnership	63
8	impact	21	youth	29	design	87	teacher	62
9	behavior	21	educator	27	development	87	engagement	58
10	measurement	16	environment	26	collaboration	72	exhibit	57

2. 하위 주제어 집단 분석

본 연구에서 네트워크는 약하지만 국지적 위계관계를 보였다. 즉, 지식체계는 여러 하위 집단으로 구성되어있는 것이다. 따라서 이 집단을 분석하여 세부 연구 주제 집단을 알아볼 수 있다.

본 연구에서는 군집화의 2가지 방법(Newman, Louvain)을 (Lancichinetti & Fortunato, 2009; Blondel et al., 2008) 각각 10만 번 수행하였고 이 중 가장 Q값이 높은 결과를 취하였다. 그 결과 Q값은 0.32로 낮은 편에 속하지만, 앞서 분석한 네트워크의 관계적 특성이 약한 국지적 위계관계이기 때문으로 볼 수 있다. 또한 본 연구의 네트워크는 모든 주제어가 연결된 하나의 큰 컴포넌트이므로 각 하위 집단은 고립되거나, 뚜렷이 구분되기보다는, 집단의 외부 대비 내부와 연결이 더 밀접한 주제어로 구성된 것이다.

분석 결과, [표 4-9]과 같이 총 9개 하위 집단 A~I로 구분되었다. 규모는 집단의 노드 수로서, A~D는 100개 노드 이상의 대 규모 하위 집단이며, E와 F는 중규모 하위 집단, G~I는 소규모 하위 집단으로 볼 수 있다. 노드 수가 100개~1000개인 네트워크는 소규모 네트워크로 구분할 수 있는데, 본 연구에서 하위 집단의 규모가 소규모 네트워크 규모

에 준하므로 하위 집단으로선 대규모로 볼 수 있다. 9개 집단 중 소규모 집단 G~I는 1개~4개의 극소수 논문으로 구성되어 있었다. 연구자는 집단 내부를 분석할 만큼 해당 집단의 규모가 충분하지 않다고 판단하여 분석에서 제외하였다. 결과적으로 6개의 하위 집단 A~F을 최종 선정하였다.

하위 집단별 대표 주제어는 집단 내부 도수를 표준화하여 결과 값이 가장 높은 상위 주제 2개를 선정하였다. 분석 결과 [표 4-9]와 같이, 집단 A의 중심 주제는 '관람객・전시'로 가장 큰 규모였다. 집단 B의 중심 주제는 '박물관・학습'으로 집단 A와 비슷한 규모를 보였다. 다음으로 집단 C의 중심 주제는 '프로그램・교사', 집단 D의 중심 주제는 '과학・비형식'이었다. 소규모 집단 E의 중심 주제는 '경험・접근성', 집단 F의 중심 주제는 '문화・공학'이었다.

이러한 하위 집단의 중심 주제어와 규모 특성은 전체 네트워크의 중심 주제어 경향에 기반을 둔다고 볼 수 있다. 즉, 전체 네트워크의 상위 중심 주제어가 상호 관련 정도에 따라 대규모 하위 주제어 집단으로 구분되어 나타났다고 볼 수 있다. 따라서 대규모 하위 집단의 중심 주제어는 전체 네트워크의 중심 주제어인 반면, 소규모 하위 집단의 중심 주제어는 전체 네트워크의 상위 중심 주제어보다는 빈도가 낮은 주제어였다. 이로서 하위 집단의 경향은 전체 네트워크 경향에 기반하며, 이는 시스템의 구조 관계를 이루는 전체 맥락이라고 볼 수 있다.

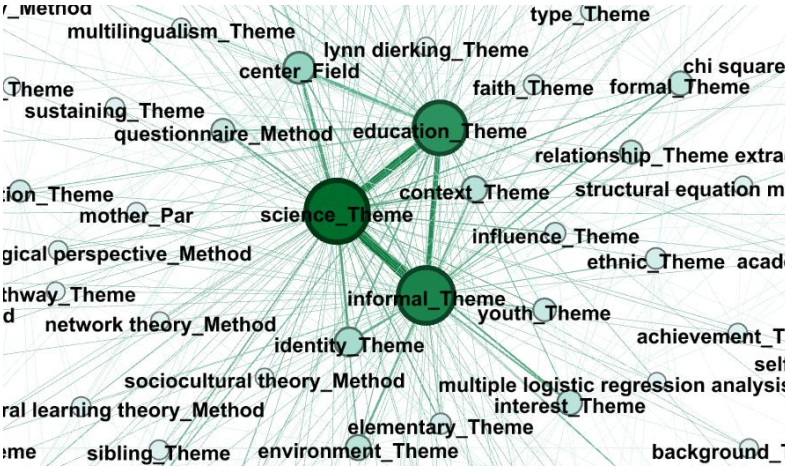
하위 집단 결과에서 주목할 점은 비형식 과학 학습의 한 형태인 프로그램과 형식 요소 주제어인 교사가 동일한 하위 집단의 중심 주제어로 함께 등장한 점이다. 달리 말하면 이 결과는, 프로그램과 교사 두 주제어의 상관성이 매우 높고 밀접하다는 의미이자, 관련 연구가 일정 규모를 이루고 있어 관련된 주제어가 집단을 이룬다는 점이다. 더불어, 문화와 공학 주제어도 비슷한 양상으로 나타나 주목할 만하다.

[표 4-9] 각 하위 집단 별 중심 주제어 분석 결과

집단	*N*	대표 주제어 1	집단 내 도수의 *z*	대표 주제어 2	집단 내 도수의 *z*
A	137	visitor	7	exhibition	5.6
B	133	(museum_Field museum	7.1) 6.3	learning	5.2
C	123	program	4.6	teacher	4.4
D	105	science	6.2	informal	5.3
E	79	(case study_Method experience	4.6) 4.3	accessibility	2.1
F	68	(school_Par (middle_Par culture	3.4) 3.2) 2.8	engineering	2.3
G	24	논문 4개[1]의 주제어로 구성된 집단			
H	19	논문 3개[2]의 주제어로 구성된 집단			
I	8	논문 1개[3]의 주제어로 구성된 집단			

주. [1] Bautista, 2011; Bruder & Dunst, 2015; Leftwich & Haywood, 2016; Romo et al, 2015.
[2] Brown & Kloser, 2009; Govender et al, 2008; Luke et al, 2007.
[3] López et al, 2010.

하위 주제어 집단은 [그림 4-3]과 같이 가시화 할 수 있다. 그림에서 노드의 크기와 진하기는 하위 집단 내 도수의 표준 값을 나타내는 색인으로, 클수록 그리고 진할수록 표준 값이 높으며 하위 집단 네트워크의 중심에 위치한다. 따라서 [그림 4-3]에 나타난 하위 집단 D의 중심 주제어는 크고 진한 순서에 따라 첫째는 과학, 둘째는 비형식 그리고 셋째는 교육임을 볼 수 있다.



[그림 4-3] 하위 주제어 집단 예시 (하위 집단 D '비형식・과학・교육')

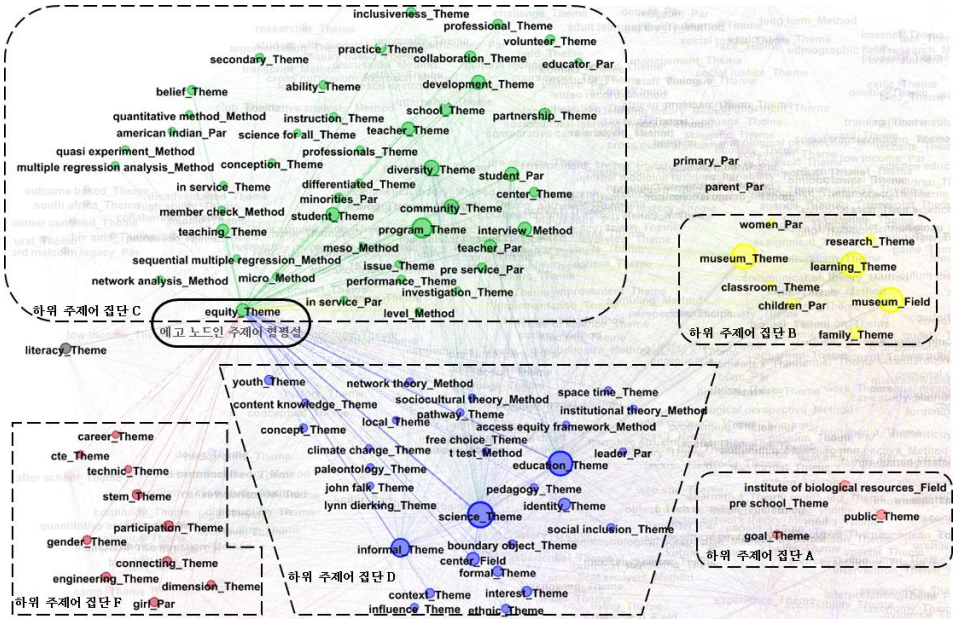
3. 에고 중심 네트워크 분석

에고는 특정한 한 노드를 말한다. 따라서 에고 중심 네트워크란 특정한 하나의 노드 그리고 이와 연결된 주제들로 구성된 네트워크이다. 본 연구는 공평한 비형식 과학 교육 및 학습에 대한 미시적 관점의 분석으로 '형평성'과 '다양성' 주제어를 중심으로 하는 네트워크를 분석하였다. 구체적으로 '형평성'과 '다양성' 주제와 연관된 주제어, 또 먼 관계인 주제어를 살펴본다. 또, 이들 주제가 '형평성'과 어떤 구조적 관계 특징을 보이는지와 강한 연관성을 보이는 주제어의 논문 내용을 살펴보았다.

3-1. 형평성 주제어 중심 에고 네트워크 분석

'형평성' 주제어를 중심으로 한 에고 네트워크에서 에고 노드인 '형평성' 주제어는 [그림 4-4]와 같이 총 99개 주제와 직접 연결되어있었다. 즉, 99개의 다른 주제들과 함께 논문에서 등장한 것이다.

그러나 이들 주제 중 단 한 번만 출현하는 연구 주제가 있으므로, '형평성' 주제와 강하게 연결된, 달리 말해 더 빈번하게 함께 연구되는 주제를 중점적으로 분석하고자 중요 링크 추출 분석을 실시하였다. 그 결과, 총 29개 주제어가 유의미한 것으로 나타났으며, 이들 주제어의 속성은 [표 4-10]과 같이 하위 집단과 연결 강도에 따라 나타내었다. 그 결과, '형평성' 주제어와 강한 연결 관계를 보이는 주제들은 주로 '박물관・학습(B)', '프로그램・교사(C)', '과학・비형식(D)', '문화・공학(F)' 4개 하위 집단에 속하였고, 총 주제어 수 측면에서는 '프로그램・교사(C)' 주제어 집단에 가장 많았으며(18개) '문화・공학(F)' 주제어 집단에는 제일 적었다(2개). '형평성' 주제어와 가장 연결 강도가 높은(5~9회) 주제어는 '과학・비형식(D)' 주제어 집단에 속하였다.



[그림 4-4] 형평성 주제어 중심 에고 네트워크와 하위 주제어 집단별 구분

[표 4-10] 형평성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과: 하위 집단 속성과 연결 강도에 따른 주제어 수

하위 집단	하위 집단의 중심 주제어	강도				총 주제어 수
		2	3	4	5~9	
B	박물관 • 학습	2	-	2	-	4
C	프로그램 • 교사	6	8	3	1	18
D	과학 • 비형식(• 교육)	1	-	1	3	5
F	문화 • 공학	2	-	-	-	2

‘형평성’ 주제어 중심 에고 네트워크에서 중요 링크 추출 결과 결과로 나타난 29개 주제어의 구체적인 목록은 [표 4-11]과 같다. 이들 주제어 중에서 ‘과학 • 비형식(D)’ 주제어 집단에 속한, 가장 연결 강도가 높은 주제어는 ‘과학(9회)’, ‘교육(7회)’, ‘비형식(6회)’ 순서였다. 그러나 이들은 검색 단어이며 ‘형평성’ 주제어 또한 그러하다. 검색단어의 영향을 배제하고자 검색 단어를 제외한 결과를 굵은 글씨체로 나타내었다. 그 결과, ‘프로그램 • 교사(C)’ 주제어 집단의 ‘교사(5회)’가 가장 높은 관련성

을 보였으며, ‘커뮤니티, 프로그램, 학생참여자(공동 4회)’와 다음으로 ‘신념, 개발, 다양성, 파트너쉽, 실행, 학생, 교사참여자, 교수(공동 3회)’ 순서로 나타났다. 이 중 연구 주제 영역에 해당하며, 가장 빈도가 높은 주제어 ‘교사(5회)’, ‘커뮤니티, 프로그램(공동 4회)’을 대상으로 어떤 맥락에서 ‘형평성’ 주제어와 함께 등장하는지를 파악하고자 논문 내용을 살펴보았다.

[표 4-11] 형평성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과 주제어 목록

하위 집단	하위 집단의 중심 주제어	주제어	강도
B	박물관・학습	learning	4
		museum_Field	
		family	2
		museum	
C	프로그램・교사	**teacher**	5
		community	4
		program	
		student_Par	
		belief	3
		development	
		diversity	
		partnership	
		practice	
		student	
		teacher_Par	
		teaching	
		center	2
		instruction	
		interview_Method	
		minorities_Par	
		professional	
		school	
D	과학・비형식(・교육)	science	9
		education	7
		informal	6
		center_Field	4
		context	2
F	문화・공학	**gender**	2
		stem	

주. **굵은 글씨는** 검색 단어를 제외한 주제어 결과이다.

먼저, 가장 높은 빈도의 주제어 '교사'는 5회 등장하였다. 구체적으로 Southerland 외(2011)는 '형평성' 주제에 대해 포용적(inclusive) 과학 교육의 맥락으로 보았고, 포용적 과학 교육 실행에 대한 과학 교사의 신념과 인지가 중요하다고 여겼다. 이들 연구자는 과학 교사가 비형식 환경에서 학습하고 상호작용하는 것으로부터 과학 교사가 다양한 학생을 가르치는데 발생하는 여러 어려움과, 과학 교사 스스로가 인식하는 장벽을 연구하였다. 다음으로 Rivera Maulucci와 Brotman(2010)는 형평성 과학 교수법(equity science pedagogy)맥락에서 '형평성' 주제를 다룬다. 이들 연구자는 박물관에서 일어나는 교사와 학생들의 학습을 조명하고, 특히 교사의 학습에 영향을 미치는 학생의 학습, 비형식 맥락 등을 조사하였다. 교사의 학습 수준이 교사 교육 목표에 미치지 못한 경우도 나타났는데, 이는 형평성 측면에서 학생의 학습에 부정적 영향을 미친다고 보았다.

위처럼 형평성 맥락에서 교사 주제를 단독으로 다루기도 하지만, 다른 주제들과 복합적으로 나타난 논문도 있다. Grimberg와 Gummer(2013)는 교사와 프로그램 주제를 복합한 연구로서, 학교 밖의 환경인 아메리칸 인디언 보호구역에서 과학 교사의 전문성 신장을 위해 전문 프로그램을 운영하였고 그 영향을 조사하였다. 이 프로그램에 참여한 교사는 이후 공평한 과학 교육을 실행하였고, 공평한 교수 전략 수행에 대한 믿음은 학생의 과학 성적 향상으로 이어졌다고 보고하였다. 한편 Bannister(2016)는 교사와 커뮤니티 주제를 아우른 연구로서, 불평등으로 인해 아프리카계 미국인 아동이 겪는 학습과 참여의 제한을 이론화하였고, 이 대안으로서 교사 커뮤니티 내부에서 개발된 복합 교육을 통한 형평성 교수법을 제안하였다. 마지막으로 Yerrick과 Beatty-Adler(2011)는 위의 교사, 프로그램, 커뮤니티 주제를 모두 다루는 연구로서, 중학교 교사와 과학 전문가가 함께 개발한 중학교 소풍의 수족관 활동을 연구하였다. 연구 결과, 비형식 교육에 대한 교사의 신념이 이 소풍 프로그램에 대한 교사의 인식과, 학생의 활동 참여 여부에 영향을 미쳤으며, 더불어 교사가 협업에 몰입한 정도에 따라 수족관

소풍에서 소수학생을 지원하는데 에도 영향을 끼쳤다는 점이 밝혀졌다.

종합하자면 비형식 환경에서 학생의 학습과 교육에 대해 교사의 역할과 그 역할의 중요성을 주로 조명하였다고 볼 수 있다. 또한, 연구 목표로는 과학 교사가 공평한 과학 교육을 실행하고, 소수 학생의 학습을 지원하도록 하고자 하였다. 이를 위해서는 교사의 믿음, 협업 정도, 자기 인식 등의 역량이 지대한 역할을 한다고 보았다 할 수 있다.

다음으로, '형평성' 주제에 대해 프로그램 주제를 단독으로 다룬 연구로서 Leonard 외(2016)의 연구가 있다. 이들 연구자는 2년 간 고생물학과 기후변화 맥락의 과학 교육 프로그램에 참여한 8-12세의 소외된 소수 민족 학생을 연구하였고 그 결과, 소수 민족 학생들은 과학 내용 지식을 습득하였고 과학에 대한 관심이 증진되었다. 커뮤니티 주제도 단독으로 등장하는데, Brewe 외(2012)의 대학 내 물리 학습 센터의 학습 공동체에 참여 요인 분석연구이다. 연구 결과, 성별이나 민족성 등은 영향력 있는 참여 요인이 아니며, 오히려 다양한 배경의 학생이 학습 공동체에 참여하고 있었다. 따라서 대학 내 물리 학습 센터는 공평한 환경이며, 학습 공동체 형성에는 학생들이 협업할 수 있는 공간을 제공하는 것이 중요 요소라고 보았다. 마지막으로 프로그램 커뮤니티 주제를 복합적으로 다룬 Chasek과 Rosen(2011)은 학교에서 운영하는 가족 파티 프로그램 사례에 대한 연구이다. 이 프로그램은 아이들의 학습과 성취를 증진시키고자 가족과 학교 간에 파트너쉽을 맺는 것으로, 부모-교사 간 협력 촉진하고, 가족-학교를 잇는 커뮤니티 파트너쉽을 강화한다. 연구자들은 이 프로그램을 통해 집에서 또는 학교에서 부모와 함께 배울 수 있는 기회를 모든 아이에게 제공하고자 하며, 최종적으로 혁신적면서 다학제 간에 형평성-중심의 프로그램을 지향한다. 특히 교사는 프로그램에 참여한 교육자와 부모들에게 교육 자원과, 과학, 수학, 기술 등에서의 형평성을 가르치고 있다.

이렇듯 비형식 환경에서 교육 프로그램이나 커뮤니티를 통해 공평한 과학 교육을 위한 기회를 제공 하고자 하는 노력들이 있었으며, 주로 소수 민족이나 다양한 배경의 학생들을 대상으로 하고 있었다고 볼 수 있

겠다.

이상으로 ‘형평성’ 주제어와 관련성이 나타난 하위 집단과 강한 연관성을 보이는 주제어와 관련 문헌의 내용을 살펴보았다. 다음으로는 ‘형평성’ 주제어와 직접적인 연관성이 없거나 관련성이 아주 낮은 하위 집단과 주제어를 살펴보았다.

‘박물관・학습(B)’과 ‘문화・공학(F)’ 주제어 집단은 연결 강도와 규모 면에서 상대적으로 연관성이 낮다고 할 수 있으며, 하위 집단의 규모를 고려할 때 특히 ‘박물관・학습(B)’ 주제어 집단은 ‘문화・공학(F)’ 주제어 집단보다도 ‘형평성’ 주제와 더 관련성이 낮게 나타났다고도 볼 수 있다. 따라서 ‘박물관・학습(B)’ 주제어 집단과 ‘형평성’에 대한 주제 즉, 공평한 박물관 학습에 대한 연구는 더욱 활성화 되어야 할 필요가 있다.

이와 반대로 에고 노드 ‘형평성’ 주제어와 직접적인 연관성이 없는 하위 집단도 있다. 이는 [표 4-11]에 등장하지 않는 하위 집단 즉, ‘관람객・전시(A)’와 ‘경험・접근성(E)’ 주제어 집단이다. 특히 ‘관람객・전시(A)’ 주제어 집단은 가장 대 규모의 집단임에도 불구하고 ‘형평성’ 주제어와 직접적인 관련성이 없다. 이는 주제어의 특성에 기인한다고 볼 수 있다. 먼저, 전시 주제어의 경우, 전시 맥락에 대한 형평성 이슈는 전시 주제, 방법 등에 따라, 특정 상황이나 사건을 묘사함에 따라, 또는 전시와 연관된 여러 분야에 따라 사용되는 표현이 다를 수 있기 때문이라 생각된다. 다음으로 관람객 주제 또한, 관람객의 구체적인 특성, 예컨대 인구학적인 특징, 관람객이 처한 상황의 특수성, 개인의 특수성 등에 따른 연구가 이루어지고 있어 관련 분야의 용어로 나타날 가능성이 있다.

‘경험・접근성(E)’ 주제어 집단의 접근성 주제도 같은 맥락으로 볼 수 있다. 즉, Feinstein과 Meshoulam(2014)에 의하면, 형평성 이슈에 대해 접근성의 이슈로 이해하고 있는 기관이 있었다. 이 점을 고려하면 ‘경험・접근성(E)’ 주제어 집단의 접근성 중심 주제는 곧 ‘형평성’ 주제와 비슷한 의미이나 다른 표현으로 볼 수 있으므로, 유의 표현간의 연관성은 낮을 수 있다.

그러나 경험 주제는 ‘형평성’ 주제와 연관성이 없는 것에 주목할 만하

다. 그 이유는, 학습(하위 집단 B의 중심 주제)과 교육(하위 집단 D의 주제) 주제는 '형평성'과 연관성이 있었던 반면 경험이 '형평성' 주제 맥락에서 다뤄지지 않고 있기 때문이다. 특히 비형식 과학학습에서 '경험학습'에 이론적 바탕을 두곤 하는데(Rahm, 2002) '형평성' 주제와 직접적인 관련성이 없다는 점은 비형식 과학교육 및 학습에서 형평성 주제를 중요 의제로서 다루지 않고 있다는 점을 방증한다고 볼 수 있다.

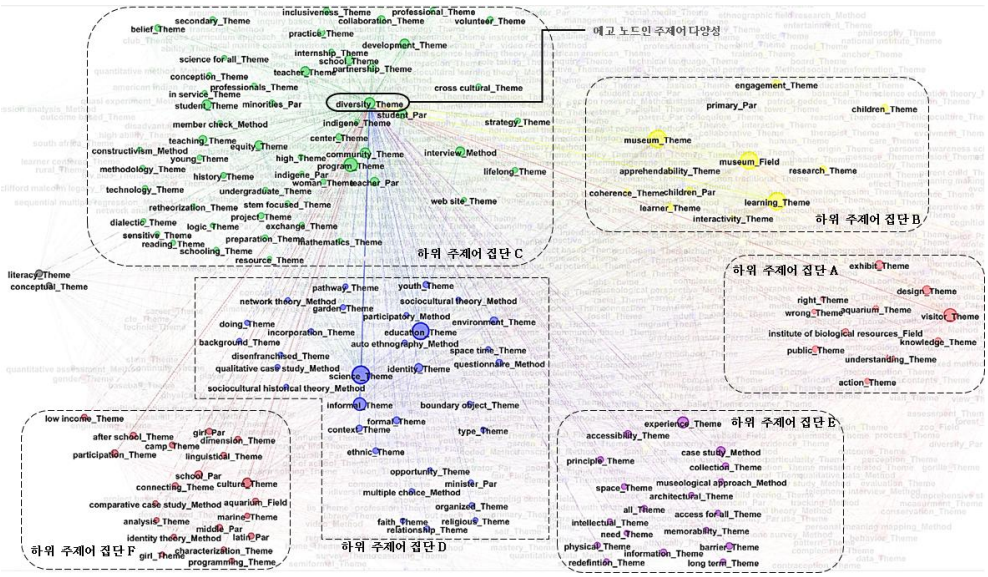
그뿐만 아니라, 교사(하위집단 C의 중심 주제)는 '형평성' 주제와 연관성이 있는 반면 에듀케이터(하위 집단 E에 속한 주제어)는 연관성이 없다는 점도 주목할 만하다. 형식 교육 환경에서 인적 요소인 교사와 대치될 수 있는 개념이 비형식 교육 환경의 인적 요소인 에듀케이터로 볼 수 있기 때문이다.

3-2. 다양성 주제어 중심 에고 네트워크 분석

'다양성' 주제어를 중심으로 한 에고 네트워크는 [그림 4-5]와 같이, 총 148개의 다른 주제와 직접 연결되어 있었다. 즉, '다양성' 주제는 148개의 다른 주제들과 논문에서 함께 등장한 것이다. 그러나 출현 빈도가 1회인 주제가 있으므로, 이를 제외하여 '다양성' 주제와 더 강하게 연결된, 달리 말해 함께 등장한 횟수가 높은 주제어를 중심으로 살펴보고자 중요 링크 추출 분석을 실시하였다. 분석 결과 34개 주제어가 '다양성' 주제어와 연관성이 높은 것으로 나타났다. 이들 주제의 하위 집단과 연결 강도 속성은 [표 4-12]과 같다. '다양성' 주제어와 강하게 연결된(연결 강도 5~11회) 주제는 주로 '박물관・학습(B)', '프로그램・교사(C)', '과학・비형식(D)' 주제어 집단에 속하였고(각 2개), 주제어의 규모면에서 연관성이 높은 주제어 집단은 '프로그램・교사(C)(15개)'와 '과학・비형식(D)(7개)'로 나타났다.

'다양성' 주제어 중심 에고 네트워크의 중요 링크 추출 결과로 나타난 34개 주제어 목록은 [표 4-13]와 같다. 가장 연결 강도가 높은 주제어는 '과학・비형식(D)' 주제어 집단의 '과학(11회)'이며 다음으로 '박물관

• 학습(B)’ 주제어 집단의 ‘학습(9회)’, ‘ 과학 • 비형식(D)’ 주제어 집단의 ‘비형식(7회)’, 그리고 ‘프로그램 • 교사(C)’ 주제어 집단의 ‘커뮤니티 • 프로그램(공동 5회)’ 순이었다. 그러나 이들 주제어는 대부분 검색 단어이며 다양성도 그러하다. 따라서 검색 단어를 제외한 결과를 [표 4-13]의 굵은 글씨체로 제시하였다. 제외한 결과, 가장 연결 강도가 높은 주제어는 ‘관람객 • 전시(A)’ 주제어 집단의 ‘관람객(5회)’과 ‘프로그램 • 교사(C)’ 주제어 집단의 ‘커뮤니티 • 프로그램’이 각각 5회로 나타났다. 한편, ‘프로그램 • 교사(C)’ 주제어 집단에 ‘형평성’ 주제어와 ‘다양성’ 주제어가 속해있어 중요 링크 추출 결과가 일부 중복되므로, 이를 이탤릭체로 [표 4-13]에 나타내었다. 이는 ‘형평성’과 ‘다양성’ 주제가 함께 등장하는 논문 3편(Yerrick & Beatty-Adler, 2011; Southerland et al., 2011; Rahm, 2014)의 영향으로 볼 수 있다.



[그림 4-5] 다양성 주제어 중심 에고 네트워크와 하위 주제어 집단별 구분(color online)

[표 4-12] 다양성 주제어 중심 네트워크의 하위 집단 속성과 연결 강도에 따른 주제어 수

집단	강도				총 주제어 수
	2	3	4	5~11	
A	2	-	-	1	3
B	-	1	-	2	3
C	8	4	1	2	15
D	4	-	1	2	7
E	3	-	-	-	3
F	1	2	-	-	3

[표 4-13] 다양성 주제어 중심 네트워크의 중요 링크 추출 결과 주제어 목록

하위 집단	하위 집단의 중심 주제어	주제어	강도
A	관람객 • 전시	**visitor**	5
		design	2
		knowledge	
B	박물관 • 학습	learning	9
		museum	5
		museum_Field	3
C	프로그램 • 교사	***community***	5
		program	
		development	4
		equity	3
		partnership	
		teacher	
		teaching	
		belief	2
		center	
		collaboration	
		inclusiveness	
		professional	
		project	
		school	
		student_Par	
D	과학 • 비형식(• 교육)	science	11
		informal	7
		education	4
		ethnic	2
		formal	
		identity	
		youth	
E	경험 • 접근성	**accessibility**	2
		collection	
		principle	
F	문화 • 공학	**culture**	3
		participation	
		linguistical	2

주. ***굵은 이탤릭체***는 [표 4-11]의 굵은 글씨와 중복된 주제어이다.
굵은 글씨는 [표 4-11]의 굵은 글씨와 중복되지 않는 주제어이다.

[표 4-13]에서 가장 연결 강도가 높은 주제어 '관람객·커뮤니티·프로그램(공동 5회)'이 등장한 논문을 살펴보고, 다양성을 어떤 맥락에서 고려하였는지를 살펴보고자 하였다.

먼저, 관람객 주제를 단독으로 다룬 연구로서, Davis 외(2013)은 박물관 전시 홍보에서 과학자와 대중의 의사소통에 격차가 있음을 지적하며 박물관에서의 과학 학습에 대한 새로운 접근법을 제시하였다. 다음으로 Scotchmoor(2000)는 캘리포니아 대학의 고생물학 박물관(UCMP)의 웹사이트를 개발 및 연구하였다. 연구 결과, 박물관의 웹사이트는 설명 중심의 온라인 도구에서 과학자와 대중 간의 대화를 장려하고 촉진하는 다각적인 교육 자원으로 발전했다고 시사했다. 또한, Eardley 외(2016)은 물리적 및 지적 두 측면에서 박물관에 대한 접근성을 "모두를 위한 접근"으로 언급하며 사례연구를 소개하였다. 모두를 위한 접근 틀은 3단계로 설계하였는데 구체적으로는 구조적 장벽, 물리적 접근에 대한 정보를 준비하는 것, 다양한 방식으로 여러 정보를 전달하는 방법이 해당된다. 이 연구는 모든 방문객을 위한 박물관 경험 학습, 장기간 기억력 및 문화적 가치를 어떻게 향상시킬 수 있는지를 중점적으로 다룬다. 관람객 주제 뿐 아니라 커뮤니티 주제도 함께 등장한 Were(2010)의 연구는, 대학 박물관의 다양한 소장품과 교수의 관심사에 대한 이데올로기 경쟁이 어떻게 다양한 관람객을 아우르며 복잡한 정치 문제를 야기하는지를 조사하였다. 연구 결과, 교육과 포괄성에 대한 것만큼, 연구자금 확보와 지식운영에 대한 참여적 접근이 얼마나 중요한지를 시사한다. 이로서 학계 지식에 대해 민주적으로 접근할 수 있는 시대에 대학 박물관이 나아갈 길과 질문을 제기하였다. 마지막으로 관람객, 커뮤니티, 그리고 프로그램 주제를 모두 포함한 DiLisi 외(2011)의 연구는, 지역사회 청소년 대상의 STEM 프로그램에 대한 WISE프로젝트 내용을 담고 있다. 프로젝트의 목표는 비형식 과학 교육에 대한 긍정적인 경험을 통해 STEM 직업을 지향할 수 있도록 관심을 촉진시키고, 성공적인 비형식 교육 모델을 시범적으로 적용하는 것이다. 학생들이 직접 지역 사회의 삶의 질을 향상하는데 기여하고 여러 분야와 세대로 구성된 팀에서 일할 수 있는 희소

하면서도 의미 있는 기회를 제공했다.

종합하자면 관람객과 다양성 주제는 과학전문가와 대중간의 소통 격차로 인해 박물관에서 과학 학습을 새로운 접근법으로 보고자 하였고, 이러한 지적 측면과 더불어 물리적 측면도 포함한 박물관의 접근성을 다루었다. 이로서 다양한 관람객의 각기 다른 특성에 대한 연구가 이루어지고 있다고 볼 수 있겠다.

다음으로는 다양성 주제와 프로그램 주제에 대한 Rajdev(2011)의 연구는 미국-인도 간 협력 프로젝트에 대한 내용을 담고 있다. 다양한 학생에게 수・과학 학습을 지도하는 통합 접근법을 이해하는데 도움을 주고자 하였고, 참여자들은 협력을 통해 다문화 교육에 있어서 학생들의 효율성에 대한 이해가 증진되었고, 교육의 기저를 이루는 문화와 상황을 이해하는 것이 중요함을 깨달았다. 또한, Rahm과 Ash(2008)는 수족관과 방과 후 프로그램 두 가지 비형식 교육 환경에서 저소득층 또는 인종적 언어적 배경이 다양한 학생을 대상으로, 학습자가 과학 세계의 내부자로서 정체성을 채택하는 방법을 연구하였다. 특히 비형식 환경에서의 과학은 과학과 상호작용할 기회가 많지 않은 청소년에게 이와 같은 프로그램은 긍정적인 방법으로서 중요하다고 강조하였다. 마지막으로 프로그램과 커뮤니티 주제를 복합적으로 다룬 Datta(2016)는 커뮤니티 텃밭이 환경교육에서 형식-비형식을 연결하는 중요한 역할이라고 보았다. 연구자는 텃밭 활동을 통해서 도시의 학생들이 다양한 인종과 어우러지고 궁극적으로는 지역사회 활동을 이끌도록 목표하였다.

위 연구 내용을 종합해보면, 비형식 과학교육 및 학습은 학교 과학 학습과 연계될 수 있으며 특히 과학을 접할 기회가 적은 저소득층, 다문화 학생에게 매우 중요한 교육 방법이다. 또한 그들의 배경과 문화에 대한 이해 없이는 그들의 학습과 성취 등에 대한 효율성을 논할 수 없다고 할 수 있겠다.

이렇듯 다양성 주제는 지식체계를 이루는 모든 커뮤니티와 연결되어 있어, 지식체계의 전반을 다루고 있다.

반대로 연결 관계가 약한 집단을 살펴보면, '관람객・전시(A)', '박물

관・학습(B)', '경험・접근성(E)', '문화・공학(F)' 4개의 주제어 집단은 다양성 주제와 연결 규모와 강도 측면에서 관계성이 적고 낮은 편이다. 앞으로 관련 연구가 활성화 되어 점차 이해를 넓혀가도록 해야겠다.

제 5 장 결론

본 연구는 지난 17년(2000~2017)동안의 비형식 과학교육 및 학습의 형평성 이슈 연구에 대한 지식체계를 나타내었다. 구체적으로 어떤 연구가 이루어지고 있는지 알아보기 위해 주제어의 관련성과 그 특징을 알아보았다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 17년간 연구로부터 나타난 공평한 비형식 과학교육 지식체계는 비형식 과학교육의 전반적인 경향을 따르므로, 하나의 부분집합으로 볼 수 있다. 전반적으로 과학관에서 상당수 연구가 이뤄지고 있었고, 문헌 출판 수는 상승세였다. 이 결과는 선행연구의 결과와 매우 유사하였으나 총 문헌 수는 선행연구에 비하여 매우 적었다(Falk et al., 2012; Phipps, 2010). 따라서 공평한 비형식 과학교육・학습은 전체 비형식 과학 분야에 비하여 규모가 작은 지식체계로서 큰 흐름을 따른다고 볼 수 있다.

둘째, 17년간의 연구로부터 나타난 비형식 과학교육・학습의 형평성 이슈에 대한 지식체계의 중심 주제는 '프로그램', '관람객', '경험', '전시', '개발', '교사'였다. 이 17년간 누적의 결과는 기간에 따라 변화한 경향을 보였다. 2000년대 초반에는 '관람객'과 '전시'주제가 가장 활성화 되었고, 2006년 이후로는 '프로그램'이 새롭게 등장하는 한편, '과학'의 다양한 맥락이 주목받았다. 2015년 이후로도 '프로그램' 주제는 가장 많이 연구되었으며, 아웃리치와 학교맥락이 함께 등장하였다.

이 중심 주제들은 상호 연관성에 따라 6개 하위 집단으로 나뉘었다. 즉, 비형식 과학교육・학습의 형평성 이슈에 대한 지식체계는 '관람객・전시', '박물관・학습', '프로그램・교사', '비형식・과학(・교육)' 4개의 대규모 집단과, '경험・접근성', '문화・엔지니어' 2개의 중규모 집단으로 구성되었다.

셋째, 비형식 과학교육・학습에서 '형평성' 주제는 '교사', '프로그램',

‘커뮤니티’ 주제와 가장 연관성이 높았다. ‘형평성’에 대한 연구는 주로 공평한 비형식 과학교육을 제공함에 있어 교사가 중요한 역할을 하는 것으로 보았고, 때문에 교사의 역량을 중점적으로 조명하였다. 한편, 교육 프로그램이나 커뮤니티를 통해서도 공평한 비형식 과학교육과 학습의 기회를 다양한 학습자에게 제공하고자 하였다. 반면, ‘관람객・전시’, ‘경험・접근성’ 2개 하위 주제어 집단과는 직접적인 연관성이 없는 것으로 나타났다. ‘경험・접근성’ 주제어 집단에 속한 에듀케이터 주제 또한 같은 결과였다.

넷째, 비형식 과학교육・학습에서 ‘다양성’ 주제는 전 지식체계에 걸쳐 있어 다방면으로 연구가 이루어짐을 알 수 있었다. ‘다양성’ 주제를 다룬 연구를 종합하면, 공평한 비형식 과학교육・학습은 다양한 학습자의 문화적 배경을 이해함으로서 출발한다. 따라서 대상의 다양한 특성을 이해해야 한다고 강조하였다.

이와 같이 17년간의 연구로부터 나타난 비형식 과학교육・학습의 형평성 이슈에 대한 지식체계는 몇 가지 핵심 주제를 중심으로 하위 주제가 연결되어있는 국지적인 연결 패턴의 구조이며, 주요 연구 분야와 관련된 연구 집단들로 구성되어 있었다. 즉, 중심 주제, 중심 주제의 17년간 변화 경향, 그리고 핵심 주제에 대한 연관 주제 집단으로 구성되어 있었다. 이 결과는, 하나의 문헌으로는 알 수 없으며, 17년간의 문헌을 하나의 체계로 거동하는 지식 구조로 나타냄으로서 가능하였다. 지식체계를 구성하는 전체 주제 목록은 그 관련성에 따라 하위 집단으로 부록에 제시하였다.

이상으로, 본 연구의 공평한 비형식 과학교육・학습의 지식체계로부터 현재의 형평성 이슈를 이해하는데 도움이 될 것이다. 이로서 본 연구는 모두를 위한 비형식 과학을 지향하는 첫 걸음이 될 것이다.

제 6 장 논의 및 제언

이 장에서는 4장의 연구 결과에서 나타난 특이점에 대해 논의한다. 이로서 공평한 비형식 과학교육 및 학습 연구의 활성화를 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

제 1 절 논의

위의 연구 결과로부터 국내 맥락의 정책, 선행 연구, 현황과 비교하여 아래의 4가지 논점을 논의하고자 한다.

1. 비형식 과학 분야의 부분집합인 공평한 과학교육 지식체계

문헌 출판 경향과 연구 장소 경향을 바탕으로 볼 때, 공평한 과학 교육 및 학습의 지식 체계는 전체 비형식 과학 교육 분야의 한 부분집합으로 볼 수 있다. Falk 외(2012)의 비형식 과학 교육에 대한 국제 문헌 연구 결과와 비교해 볼 때, 문헌 수가 증가하는 추세는 동일하나 선행연구에 비하여 본 연구의 문헌 수가 매우 적다. 연구 장소의 경우, 본 연구와 구분 범주가 유사한 선행 연구에 따르면(Phipps, 2010), 박물관이 가장 높고 다음으로 기타 비형식 기관들이 나타나는 경향으로 비슷한 추세를 보였다. 이로부터 공평한 비형식 과학 교육 및 학습 지식체계의 전반적인 경향이 전체 비형식 과학 교육 지식체계의 경향을 따름을 알 수 있다. 따라서 공평한 비형식 과학 교육 및 학습 지식체계는 전체 비형식 과학 교육 및 학습 지식체계의 한 부분집합이라 할 수 있겠다.

달리 말하면, 비형식 과학 분야의 여러 선행연구가 지적하듯이 현재의 공평한 비형식 과학에 대해서 우리는 일부의 그림을 그리고 있다고 볼 수 있다.

2. 프로그램 주제 중심의 공평한 비형식 과학교육 지식체계의 연구 주제 경향

공평한 비형식 과학교육 및 학습 지식체계는 몇 가지 중심이 되는 연구 주제가 있었으며, 이들과 연관된 주제들이 공출현 연관성에 따라 하위 집단을 이루고 있었다.

전반적으로 프로그램 주제는 큰 비중을 차지하였고 형평성 주제와도 밀접한 관련성을 보였다. 즉, 공평한 비형식 과학 교육 및 학습 지식체계에서 프로그램 연구 주제가 중요하게 다뤄지고 있다고 볼 수 있다.

그러나 많은 선행연구에서 프로그램 형태로 제공되는 단발성 교육 기회를 비판하였다. 예컨대, 다문화 계층을 위한 공평한 비형식 과학교육 및 학습 프로젝트 연구 결과에서, 참여자들은 비형식 과학교육 프로그램이 한정된 기간 동안 특별히 운영되는 것을 인지하였다. 이로 인해 제공된 기회에 충분히 참여하지 못하였다. 그 뿐만 아니라 비형식 과학교육·학습 기회는 참여자들을 위한 기회가 아니라는 아비투스를 잠재적으로 강화하게 된 계기였다고 보고하였다(Hooper-Greenhill et al., 2007). 다른 선행연구, 다문화 계층 대상의 과학교육 프로그램 현황 분석 결과에 따르면 대부분의 프로그램이 학생 대상의, 단순 체험 위주의 일회성이었다는 점이 밝혀졌다(강경리, 2014).

다양한 학습자에게 프로그램과 같은 교육 형식으로 지속적인 교육 기회를 제공하는 측면도 중요하다. 하지만, 일회성에 그칠 경우 위 선행연구와 같은 제한점이 반복되어 강화될 수 있다. 이 제한점을 극복하기 위해서는 다양한 학습자의 배경, 문화 등의 특성을 반영한 프로그램을 개발하여 지속적으로 운영하는 노력이 필요하다.

3. 공평한 비형식 과학교육 지식체계에서 형평성 이슈의 구체화

본 연구에서 특히 형평성 이슈를 대표하는 형평성과 다양성 주제어에 대하여 연관된 주제들을 살펴보고 연관성이 약한 주제어들을 찾아보았다. 그 중, '형평성' 주제와 가장 연관성이 높은 주제는 '교사', '커뮤니티', '프로그램', '학생(참여자)'였으며, 관련 연구들도 교사로 하여금 프로그램을 통하여 학생들에게 공평한 비형식 과학교육을 제공하고자 하였다. Falk과 Dierking(2012)은 학교 기반의 학생의 비형식 과학교육 연구가 두드러지는 점을 우려하였고, 구체적으로 Dawson(2014)역시 학생들에게 뚜렷한 어떤 형태로 학습이나 교육을 지원하면 비형식 환경에서 과학을 더 잘 배울 수 있다는 많은 선행연구가 있다고 하였다. 이는 현재 관람객에게 의미 있는 시사점을 제공하지만, 그 밖의 계층에 대해서는 잘 알지 못한다는 의미이기도 하다.

이와는 반대로 직접적인 연관성이 없는 것은, '경험・접근성' 주제어 집단이었다. 앞서 살펴보았듯 접근성은 '형평성' 주제어와 유의표현으로, '형평성' 주제어와 관련성이 낮을 수 있으나 접근성 주제어 그 자체는 형평성 이슈를 나타내므로 중요하다. 예컨대 비형식 과학 학습 환경에서는 함께 방문하는 개인, 가족, 동료의 비형식 과학교육 소양 즉, 전시물을 올바르게 동작하고 사용하는 방법을 파악하는 능력과, 전시가 접근 가능하도록 설계된 정도에 학습 성패가 달려있다. 따라서 무엇을 해야 하는지 아는 것은 관람객의 생활방식, 이전의 경험에 따라 차이가 있다(Dawson, 2014). 달리 말해 접근성은, 관람객이 전시물에 얼마나 물리적 인지적으로 접근이 가능하며, 전시물은 물리적 인지적으로 접근 가능하도록 설계되었는지를 다 아우르는 개념인 것이다.

다음으로, 학습과 교육이 '형평성' 주제와 높은 연관성을 보이는 반면 경험은 직접적인 연관성이 없으므로 경험에 대한 형평성 연구가 활성화되어야겠다. 본 연구의 데이터에서 경험은 주로 관람객 경험, 박물관 경험, 전시(물) 경험 등으로 나타났으므로, 이들 경험에 대한 형평성 이슈가 어느 부분에서 어떻게 도전과제가 있는지 연구가 필요하다.

‘경험•접근성’ 하위 주제어 집단에는 에듀케이터 주제도 포함된다. 여기서 에듀케이터란, 비형식 환경에서 과학교육 및 학습을 담당하는 모든 교육자를 일컫는 용어로서, 전시 해설사 또는 도슨트, 교육프로그램 강사 등을 모두 포함한다. 연구 결과를 달리 말하면, 에듀케이터 주제는 형평성 이슈에 대해 거의 다뤄지지 않고 있다고 볼 수 있다.

국내의 경우, 에듀케이터의 한 유형인 도슨트에서 위의 결과를 찾을 수 있다. 도슨트 양성과정에 대한 선행연구 결과에 따르면, 기관별로 양성과정을 운영하기에 구체적인 내용은 다르지만, 공통적으로 다양한 학습자에 대한 지식, 실행에 대한 내용은 매우 부족한 것으로 보인다(박영신, 이정화, 2011). 더불어 도슨트 양성과정 실태 분석 연구에 따르면, 도슨트는 교육을 제공함에 있어 교육 뿐 아니라 관람객에 대한 정보도 인지해야 하며(박영신, 이정화, 2012), 이는 그들의 사회적, 문화적 배경을 학습하는 것으로부터 출발한다. 그런데 양성과정에서 다양한 관람객에게 과학교육 및 학습을 어떤 방식으로 제공해야 할지 구체적인 정보가 제공되지 않는 상황에서, 도슨트의 자력으로 현장에서 다양한 관람객의 특성을 이해하고, 이를 반영하여 교육 서비스를 제공하기에는 많은 어려움이 따를 것이다.

대조적으로, 과학 교사 양성과정은 일련의 체계적인 과정으로 운영되며, 다양한 학습자에게 공평한 과학교육을 제공할 수 있도록 교수학습 이론과 방법을 익힐 수 있는 교과목이 마련되어있다. 또한, 공평한 과학교육 제공에 대한 과학 (예비)교사의 역량 및 실행 연구를 통하여 공평한 과학교육 실행을 높이기 위한 노력을 지속해오고 있다. 예컨대 전희옥(2011)은 문화호응적인(Culturally Responsive) 다문화 교사양성을 위한 교육과정을 탐구하며, 문화적으로 다양한 학생들의 입장을 배려하는 측면을 조명하였다. 황세영(2018)은 학습자의 문화적 정체성을 지지하는 과학교사의 역할로서 문화 적정 교수법(culturally relevant pedagogy)을 다루었다. 문화 적정 교수법은 학습자가 지닌 다양한 문화적 자원을 존중하고, 이를 과학 교수학습에 반영하는 것을 의미한다. 강다연(2018)은 다문화 학생을 담당한 과학교사가 겪는 구조적인 문제를 탐색하여,

실행 측면의 연구도 있었다.

4. 체계적인 분석 틀을 바탕으로 한 네트워크 분석 기법

네트워크 분석 기법은 네트워크 과학의 이론과 정의를 따른다. 시스템의 속성을 먼저 파악하고 그에 따른 분석 틀을 수립하고 적절한 분석 지표를 적용하는 일련의 단계로 수행되어 논리적이고 체계적인 방법이다.

다양한 교육 분야에서 네트워크 분석을 활용하고 있으나 분석 지표의 적용과 해석에 많은 아쉬움을 남겼다.

첫째는 네트워크의 규모이다. 선행연구에서 적게는 9-10개의 노드로 네트워크를 구성하기도 하였는데(탁현수, 김홍정, 2015; 권현범, 천세영, 2013) 이는 소규모 네트워크 중에서도 극소규모에 해당한다. 소규모의 기준은 대략적으로 100개 노드를 말하며, 대규모 네트워크(대략 노드 1000개 이상 규모)의 한 지역으로서 다루기도 한다(이수상, 2012). 따라서 네트워크 분석 방법을 적용하기에 적당한 규모의 네트워크인지에 대한 고찰이 필요해 보인다. 네트워크 이론에 따르면 어떤 분석지표를 적용할 것인지 결정하는 것은 네트워크의 구조 특성에 기반 한다. 충분한 규모의 네트워크에서, 네트워크의 구조 특성을 분석하여 그에 적절한 분석 지표를 적용하는 것이 필요하다. 공출현 빈도 기반의 네트워크는 모두가 연결된 하나의 큰 컴포넌트가 된다. 모든 노드가 최소 1회 이상 연결된 네트워크에서 어떤 분석으로 통찰을 제공할 수 있을지 고민이 필요하다.

둘째는 분석지표의 적용과 해석이다. 텍스트의 공출현 빈도 속성의 네트워크 연구에서 중심성 분석이 널리 사용되고 있다. 매우 다양한 중심성이 있지만 선행연구에서는 주로 연결중심성, 매개중심성, 근접중심성 3가지가 사용되고 있다. 특히 매개중심성과 근점중심성은 사람의 관계 속성의 사회네트워크(Social Network)에서 태동하였고, 최단경로(shortest path)를 기반으로 한다. 매개중심성은 특정 사람을 얼마나 많은 사람들이 거쳐 가는가에 대한 개념을 바탕으로 한다. 최단경로에 가

장 많이 등장하는 노드가 매개중심성이 높다. 근접중심성은 최단경로(shortest path)개념을 바탕으로, 어떤 사람이 네트워크의 모두에게 가장 효율적이고 빠르게 접근할 수 있는지를 분석하는 지표이다.

그런데, 텍스트의 공출현 빈도 속성 네트워크에서는 이 두 가지 중심성 분석지표의 해석이 명쾌하지 않아 보인다. 예컨대, 영향력이 큰 매개자이며, 가장 가까이에 인접해있는 텍스트가 어떻게 중요한지에 대한 구체적인 해석이 없거나(류상일, 남궁승태, 2011), 어떤 텍스트가 중심성 값이 높은지 보고 형태로 귀결하고(허균, 2016), 매개중심성의 기본 개념으로 해석을 제시하였다(김방희, 김진수, 2014). 분석 지표를 적용하고 해석하는데 있어 분석 지표가 어떤 속성의 네트워크에서 기원되었는지 고려해야 할 필요가 있다. 텍스트의 공출현 빈도 속성의 네트워크에서 '가장 빠르게 효율적으로 도달하는'것이 어떤 의미일지에 대한 해석과 해설이 필요하다. 이에 앞서 텍스트에 배태된 특정 영역의 지식, 정보가 무엇인지 고려하는 것을 선행해야 할 것이다.

셋째는 네트워크의 일부분을 재구성 하는 것이다. 일부 선행연구에 따르면, 연구 목적과 분석 초점에 따라 네트워크의 일부분을 재구성하기도 한다. 구체적으로 특정 빈도 이상의 노드, 특정 가중치 이상의 링크로만 네트워크를 구성한다(강정배, 2015; 채희인, 노석구, 2015). 양적 문헌연구에서 연구자의 판단으로 상위 빈도의 정보만 분석하기도 한다. 그러나 네트워크연구는 관계 정보를 다룬다. 원 정보에서 선택적으로 취하는 것은 선택적으로 정보를 탈락시키는 것이며, 이는 곧 네트워크를 구성하는 정보를 삭제하는 것이다. 네트워크상에서 매개된, 이웃한, 인접한 노드 정보를 버리는 것과 같다고 볼 수 있다. 따라서 원 재료로 네트워크를 구성한 뒤, 전체 네트워크에서 목적하는 바를 분석하는 것이 정보의 양과 해석 측면에서 적합할 수 있다.

마지막으로 임의적 분석이다. 여러 분석 지표 중 군집분석은 네트워크 이론에 군집화 기법이 있음에도 연구자 임의로 분석하는 연구가 있었다(이준기, 하민수, 2012; 권현범, 천세영, 2013). 연구 방법과 이론에서 제시하는 과학적인 분석 방법에 따라 수행해야겠다.

제 2 절 제언

위의 연구 결과와 논의로부터 국내 관련 분야의 연구 활성화와 기초 토대 마련을 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

1. 국내 비형식 과학교육의 형평성 이슈 구체화의 필요

국내 과학교육은 형평성 이슈에 대한 관심이 매우 부족한 실정으로(남일균 외, 2017), 국내 비형식 과학교육 및 학습에서 '형평성' 용어를 직접 다루고 있는 논문은 없었다.

그러나 다양한 학습자에게 공평한 비형식 과학교육 및 학습을 제공하려는 일부의 긍정적인 움직임이 있었다. 예컨대, 소외 계층과 다문화 학습자 대상의 프로그램 효과 연구와(오진호, 홍성택, 2015; 류지영, 김미진, 2017; 김애화 외, 2012), 장애 학생의 경우 학습 효과(이태수, 2017), 학습 특성(조성민, 전동렬, 2012), 프로그램의 영향 연구(손오근, 임성민, 2016)가 있었고, 교사가 직접 장애학생 입장에서 과학탐구를 경험하고 이에 대한 인식을 조사한 연구(김학범 외, 2015)도 있었다. 특히 장애학생을 대상으로 과학관의 시설, 프로그램, 전시물에 이르는 전 방위적 측면 조사 연구도 있었다(임성민, 김소정, 2009). 마지막으로 학습부진아의 배경요인 조사 연구(권치순 외, 2010)가 있었다. 이 계층이 겪는 다양한 어려움을 조사하여 형평성 이슈를 심층적으로 이해해야겠다. 동시에 이 외에도 노인, 농어촌, 탈북 등 다양한 계층을 대상으로 이들이 겪는 어려움과 그 요인을 조사하고 관계자의 인식과 현실적인 여건 등을 파악하고자 노력해야 할 것이다. 이로부터 국내의 비형식 과학교육 및 학습의 형평성 이슈를 폭넓게 그려나갈 수 있을 것이다.

본 연구의 문헌 출판 경향을 바탕으로 볼 때, 공평한 비형식 과학교육 및 학습 연구는 형평성 이슈를 다룬 정부 보고서와 의제에 영향을 받는다고 할 수 있다. 따라서 정책적인 지원을 바탕으로, 현장과 학계가 함께 논의를 통해 기초 토대를 마련함으로서 모두를 위한 비형식 과학을

향해 나아갈 수 있을 것이다.

2. 다양한 학습자의 특성을 반영한 비형식 과학교육 프로그램 개발의 필요

우리나라는 과학문화의 격차를 해소하기 위하여 직장인, 소외지역 주민 등과 같이 다양한 계층에 따른 맞춤형 프로그램을 진행하고 운영 기간을 확대하고 있다(미래창조과학부, 2017). 사실 이러한 과학기술문화 보급을 위한 프로그램은 주로 사회 배려계층을 대상으로 언급하고 있다. 구체적으로 저소득층, 소년소녀가장, 독거노인, 도서 및 산간벽지 주민 등의 사회적 배려계층 대상과 북한 이탈주민, 다문화 등의 같은 새로운 소외계층을 언급하고 있다(교육과학기술부, 한국과학창의재단, 2012). 이렇듯 교육 기회와 대상을 확대 하는 것은 매우 긍정적이므로 앞으로 더욱 확대되고 지속되어야 할 것이다. 더불어, 고령화로 접어드는 우리나라의 인구 계층 변화(통계청, 2018)와 다문화 특히, 새로운 소외계층으로 등장한 탈북민 계층 등을 고려하여(한국교육개발원, 2016) 고령층과 다문화 계층을 위한 교육 기회를 제공할 수 있도록 해야 할 것이다.

그러나 이 다양한 학습자 계층은 계획 단계에서 고려되었을 뿐, 실행 단계에서는 일부의 소외 계층만을 대상으로 단일한 프로그램을 운영하는 것으로 보인다. 즉, 다양한 계층의 특성을 반영하기보다 특정 사회적 배려계층이나 소외계층에게 비형식 과학교육 및 학습에 대한 참여 기회를 확대하는 측면으로 볼 수 있다. 많은 선행연구에서 나타나듯, 소외계층은 학교 과학수업에서 양질의 교육 기회를 접하는데 많은 어려움을 겪는다(Jackson & Seiler, 2013; Kane, 2016). 비형식 과학교육・학습에서도 이들을 포용하지 못 한다면, 사회적 배려 계층과 소외계층은 학교 안팎의 모든 교육과 학습 기회에서 소외되어 선행연구의 제약점을 강화하게 된다. 프로그램은 형식과 대상을 비교적 다양하게 운영할 수 있으므로 개발 단계에서 참여 대상의 특성을 충분히 반영하여 예상되는 어려움과 지원 등을 고려해야 할 것이다. 연구에 따르면 참여자의 배경을 고려하지 않은 채 프로그램을 일방적으로 제공할 경우, 참여자와 프로그램

간에 충돌이 발생할 수 있으므로(DeGennaro & Brown, 2009), 프로그램에서 예상되는 갈등 지점도 고려해야 할 것이다.

3. 공평한 과학교육을 지향하는 과학관의 의제와 가치관의 필요

의제는 기관의 가치관으로, 기관이 나아갈 방향과 달성하고자 하는 지향을 선언하는 기본 출발점이 된다(황석원 외, 2017).

연구에 따르면 박물관 기관 관계자는 개인의 행동과 실천에 있어 해당 기관의 의제와 가치관 등에 영향을 받는다(Schneiberg & Clemens, 2006). Tomlinson와 Schwabenland(2010) 또한, 커뮤니티에게 어떤 서비스를 제공하는지 측면에서도 과학관 의제에 대한 고려가 필요하다고 하였다. 즉, 공평한 비형식 과학교육 및 학습을 지향하기 위해서는 기관의 의제로 설정하는 것이 필요하다고 하겠다. 더불어, 자칫 관람객을 방문객대 비방문객으로 나누거나, 방문하지 않는 사람들을 타 계층, 타인으로 표현하는 것을 조심해야 한다(Levitas, 2004). 게다가 비형식 과학교육 및 학습에서의 형평성 이슈를 자칫, 비참여자의 지식 결여로 인한 행동으로부터 기인한 '문제'라고 인식하는 것은, 참여자와 비참여자 모두에게 '틀'을 만들어 투영하는 것이며, 이는 비형식 환경의 과학교육 및 학습 전반에 영향을 미치므로(National Research Council, 2009) 반드시 지양해야 할 것이다.

과학관의 질적 발전을 도모하고(교육과학기술부, 한국과학창의재단, 2012) 모든 한국인을 위한 과학소양을 고려하는(미래창조과학부, 2017) 지금 비형식 과학교육 및 학습 기관은 공평한 비형식 과학교육 및 학습에 대한 의제를 마련하고 실현을 위해 노력해야 할 때이다.

4. 공평한 비형식 과학교육에 대한 에듀케이터의 역량과 증진의 필요

에듀케이터의 대표적인 예로서 국내 도슨트를 논의하였다. 도슨트 양성과정에도 다양한 관람객 계층을 이해하고 그에 맞는 교육을 제공할 수 있도록 국내 다양한 관람객의 범주와, 학습자로서의 특징, 그에 따른 교수학습법 등의 내용이 반영되어야 하겠다. 또, 이론과 실제가 조화롭게 구성된 체계적인 과정을 개발 및 적용하여 현장에서 공평한 비형식 과학교육 및 학습 활동이 가능하도록 해야 할 것이다(박찬웅, 변순화, 2016). 나아가 실행에서의 어려움, 구조적 제한점 등에 대해 관심과 후속연구가 필요하다. 더불어, 에듀케이터의 고용과 관리에 책임이 있는 기관도 에듀케이터가 공평한 과학교육을 충분히 인지하고 또, 현장에서 실행할 수 있도록 교육과 제반 사항을 지원하는 등의 형태로 함께 도와야 할 것이다. 이를 통해 에듀케이터 본인과 에듀케이터와 교류하는 참여자의 정체성 형성에 긍정적인 영향을 미칠 것이며(Gupta, 2009) 나아가 모두에게 질 좋은 과학교육 서비스를 제공하는 길이 될 것이다.

5. 논리적이고 체계적인 네트워크 분석 틀 수립의 필요

이상으로 볼 때 네트워크 분석 기법은 다음의 세 가지 측면으로 더욱 정교하게 연구를 설계하고 분석할 수 있다.

첫째, 연구 방법으로서 네트워크 분석기법의 효율을 최대로 활용하기 위해서는 어느 정도 이상의 규모를 만족하는 네트워크를 구성하는 것이 기본이겠다. 네트워크의 규모 기준에서, 소규모 네트워크는 대략 100개 노드로 구성된다. 이는 독자적인 하나의 네트워크도 해당되지만, 대규모 네트워크의 하위 네트워크도 해당된다. 따라서 극 수소의 노드로 구성된 네트워크는 네트워크 분석 방법을 적용하는데 효율성이 매우 떨어지므로 유의해야겠다.

둘째로, 네트워크를 생성함에 있어 노드와 링크의 정의를 명시하여 네트워크 속성을 독자에게 알리고, 어떤 분석틀이나 이론에 따라 네트워크

를 구성하고 분석하였는지를 제시할 필요가 있겠다. 네트워크의 속성은 같은 연구 분야, 같은 연구 질문이더라도 매우 상이하므로, 연구의 기본 배경을 제시하는 의미에서 네트워크 속성을 제시하는 것은 반드시 필요하다. 또한, 질적 연구에서 배경 철학과, 이론적 배경, 분석 틀에 대해 제시하는 일련의 과정과 같이 네트워크 분석 방법도 배경이 되는 철학부터 분석 틀까지 제시할 필요가 있다. 이로서 연구의 당위성을 확립하고 분석 과정과 결과 해석 등을 명료화 할 수 있다.

셋째로, 앞서 설명한 배경 철학부터 분석틀뿐 아니라, 구성한 네트워크의 어떤 속성으로부터 특정 분석 지표를 적용하였는지도 함께 제시한다면 더욱 체계적이고 논리적으로 독자를 설득할 수 있겠다.

참 고 문 헌

강경리. (2014). 다문화 과학교육 프로그램의 운영 현황 분석. **현장과학교육**, 8(3), 280-299.

강다연. (2018). 문화적, 언어적 다양성을 지닌 학생 대상 과학교육에 있어 교사가 겪는 구조적 문제의 이해. **학습자중심교과교육연구**, 18, 1-30.

강정배. (2015). 언어 네트워크 분석 (Semantic Network Analysis) 을 활용한 특수교육 분야 연구동향 분석. **특수교육저널: 이론과 실천**, 16(1), 281-306.

과학창의재단. (2017). **모든 한국인을 위한 과학**. 서울: 과학창의재단

교육과학기술부, 한국과학창의재단 (2012). **제3차 과학기술문화창달 5개년(2013-2017)계획 수립 정책 연구**. 서울: 한국과학창의재단

교육부. (2016). 과학교육 종합계획. 세종: 교육부

권치순, 박병태, 유주선. (2010). 서울 지역의 초등학교 과학학습 부진아에 대한 배경 요인 조사 연구. **한국초등교육**, 21(1), 219-232.

권현범, & 천세영. (2013). 스마트교육 연구 동향 분석: 언어네트워크 분석방법의 적용. **교육연구논총**, 34(2), 103-125.

김미현, 함유근, 이우형, 김용재. (2011). Co-word 분석법을 통한 디지털금융 연구의 프레임워크 도출. **인터넷전자상거래연구**, 11(1), 83-99.

김방희, 김진수. (2014). 네트워크 텍스트 분석법을 활용한 STEAM 교육의 연구 논문 분석. **초등과학교육**, 33(4), 674-682.

김상아, 강정배, 변찬석. (2015). 언어 네트워크 분석 (Semantic Network Analysis) 을 이용한 국내 학습장애 연구 동향 분석. **특수교육재활과학연구**, 54(2), 449-471.

김애화, 신동희, 김설희, 김미정. (2012). 다양한 특성을 지닌 학생을 위한 과학 프로그램 개발 및 적용 연구. **교과교육학연구**, 16, 1253-1275.

김찬종, 신명경, 이선경. (2010). 비형식 과학학습의 이해. 서울: 북스힐.
김찬종, 신명경, 이창진, 차현정. (2006). 자연사 박물관 전시물의 학교 지구과학 교육과정 반영 정도와 전시 방법의 교육적 분석: 미국의 사례를 중심으로. **한국지구과학회지**, 27(2), 130-139.
김학범, 박승재, 차정호. (2015). 암실 속 과학탐구를 경험한 과학교육자들의 시각장애학생의 학습상황에 대한 인식. **한국과학교육학회지**, 35(4), 609-618.
남일균, 이상원, 임성민. (2017). 소외계층학생을 대상으로 한 과학교육 연구의 동향 분석. **한국과학교육학회지**, 37(6), 921-935.
류상일, & 남궁승태. (2011). 재난안전 관련 법제 분석: 언어네트워크 분석기법을 중심으로. **한국위기관리논집**, 7(6), 29-46.
류지영, 김미진. (2017). 소외계층 잠재적 과학영재를 위한 교육프로그램의 효과. **영재교육연구**, 27(4), 527-546.
미래창조과학부. (2014). **제3차 과학관육성기본계획(2014~2018)**. 경기: 미래창조과학부
미래창조과학부. (2017). **2017년도 과학기술문화사업 시행계획(안)**. 경기: 미래창조과학부
박영신, 이정화. (2011). 과학관 도슨트 양성 프로그램의 실태 분석 및 발전 방향 모색. **한국지구과학회지**, 32(7), 881-901.
박영신, 이정화. (2012). 과학관 활성화를 위한 도슨트 제도 개선 연구. **한국지구과학회지**, 33(2), 200-215.
박정희, & 김경훈. (2012). 과학문화를 위한 과학관의 역할과 발전방안 연구. **한국과학예술포럼**, 11, 61-71.
박찬웅, 변순화. (2016). 비형식 과학교육자 양성 및 전문성 신장을 위한 교육과정 개발. **학습자중심교과교육연구**, 16, 877-897.
박치성, 정지원. (2013). 기획논문: 텍스트 네트워크 분석: 사회적 인식 네트워크(socio-cognitive network) 분석을 통한 정책이해관계자 간 공유된 의미 파악 사례. **정부학 연구**, 19(2), 73-108.
성태제, 강이철, 곽덕주, 김계현, 김천기, 김혜숙, 봉미미, 유재봉, 이윤

미, 이윤식, 임웅, 한숭희, 홍후조. (2007). 최신 교육학개론. 서울: 학지사.

손동원. (2002). 사회 네트워크 분석. 서울: 경문사.

손오근, 임성민. (2016). 안전교육과 과학교육을 통합한 프로그램이 특수교육 대상 중학생의 안전의식에 미치는 영향. **특수교육 저널: 이론과 실천**, 17(1), 143-166.

신세인, 하민수, 이준기. (2017). 사회네트워크 분석을 통한 과학교육영역에서의 진로교육 연구동향. **학습자중심교과교육연구**, 17, 293-312.

오진호, 홍성택. (2015). 소외계층 아동을 위한 과학체험 교육연극 프로그램 개발 및 현장 지원 효과 연구. **한국엔터테인먼트산업학회논문지**, 9(2), 91-101.

윤희정. (2007). 우리나라 박물관 발달에 따른 전시연출 변천 연구. 추계예술대학교 문화예술경영대학원 석사학위논문.

이선경, 최지은, 신명경, 김찬종, 임진영, 변호승, 이창진. (2004). 세계 주요 자연사 박물관의 교육 프로그램의 유형 및 특징. **한국과학교육학회지**, 24(2), 357-374.

이수상. (2012). 네트워크 분석 방법론. 서울: 논형.

이재윤. (2006). 계량서지적 네트워크 분석을 위한 중심성 척도에 관한 연구. **한국문헌정보학회지**, 40(3), 191-214.

이준기, 하민수. (2012). 언어 네트워크 분석법을 통한 중학교 과학영재들의 사실, 가설, 이론, 법칙과 과학적인 것의 의미에 대한 인식 조사. **한국과학교육학회지**, 32(5), 823-840.

이태수. (2017). 증강현실 기반 안내된 탐구학습활동이 학습장애 학생의 과학학습에 미치는 효과. **통합교육연구**, 12, 251-271.

임성민, 김소정. (2009). 과학관의 장애학생을 위한 시설과 프로그램 및 전시물 조사. **한국과학교육학회지**, 29(6), 680-692.

장미옥. (2008). 우리나라 노인교육의 성과와 전망. Andragogy Today, 11(1), 57-83

전희옥. (2011). 문화호응적인 다문화 교사 교육기관 교육과정 탐색. **사회과교육연구**, 18(4), 121-135.

조성민, 전동렬. (2012). 경제적, 신체적 어려움이 있는 과학영재의 학습 특성과 전술. **영재교육연구**, 22(3), 729-755.

조재인 (2011). 네트워크 텍스트 분석을 통한 문헌정보학 최근 연구 경향 분석. **정보관리학회지**, 28(4), 65-83.

채희인, & 노석구. (2015). 범교과적 핵심역량과 과학핵심역량의 개념적 정의에 대한 국내외 연구 동향의 네트워크적 분석. **학습자중심교과교육연구**, 15, 23-40.

최훈, 송승근, 최은영. (2014). 외적 환경 변화에 따른 과학관의 구축 방향 전략. **한국정보통신학회논문지**, 18(11), 2792-2798.

탁현수, 김홍정. (2015). 언어네트워크분석을 통한 국내 과학관 연구 동향 분석. **한국과학예술포럼**, 22, 369-379.

통계청. (2018). 2018 고령자 통계. 서울: 통계청

한국교육개발원. (2016). **데이터기반 교육정책 분석연구(V): 교육소외계층을 위한 교육지원 실태 분석**. 서울: 한국교육개발원

한숭희. (2009). 학습사회를 위한 평생교육론(3 판). 서울: 학지사.

황석원, 권성훈, 김윤종, 김기환, 김지훈. (2017). 과학기술 기본계획 성과분석 체계 기반구축. **과학기술정책연구원**, 1-166.

황세영. (2018). '모두를 위한 과학교육'을 실현하기 위한 과학 학습 정체성에 대한 사회문화적 접근 연구 동향 분석. **한국과학교육학회지**, 38(2), 187-202.

허균. (2016). 플립러닝 연구 동향에 대한 키워드 네트워크 분석 연구. **수산해양교육연구**, 28(3), 872-880.

현영섭. (2011). 사회적 네트워크 관련 HRD 및 평생교육 연구동향: 개념연결망 분석을 활용하여. **HRD 연구 (구 인력개발연구)**, 13(4), 1-29.

Adams, J. D. (2007). The historical context of science and education at the American Museum of Natural History.

Cultural Studies of Science Education, 2(2), 393-440.

Albert, R., Jeong, H., & Barabási, A. L. (1999). Internet: Diameter of the world-wide web. *Nature*, 401(6749), 130.

American Association of Museums. (1992). *Excellence and equity: Education and the public dimension of museums*, DC: AAM Press.

Anderson, A., Druger, M., James, C., Katz, P., & Ernisse, J. (2001). *An NSTA position statement on informal science education.* In P. Katz (Ed.), Community Connections for Science Education (pp. ix-xi). Arlington, VA: NSTA Press.

Atwater, M. M. (1996). Social constructivism: Infusion into the multicultural science education research agenda. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 821-837.

Atwater, M. M. (2012). Significant science education research on multicultural science education, equity, and social justice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 1-5.

Avraamidou, L. (2015). Reconceptualizing elementary teacher preparation: A case for informal science education. *International Journal of Science Education*, 37(1), 108-135.

Banks, J.A., Au, K.H., Ball, A.F., Bell, P., Gordon, E.W., Gutiérrez, K., Heath, S.B., Lee, C.D., Lee, Y., Mahiri, J., Nasir, N.S., Valdes, G., and Zhou, M. (2007). *Learning in and out of school in diverse environments: Lifelong, life-wide, life-deep.* Seattle: Center for Multicultural Education, University of Washington.

Bannister, N. A. (2016). Breaking the spell of differentiated instruction through equity pedagogy and teacher community. *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 335-347.

Barabási, A. L. (2003). *Linked: The new science of networks*. Perseus Books Group

Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439), 509-512.

Barabási, A. L., & Pósfai, M. (2016). *Network science*. Cambridge university press.

Bautista, N. U. (2011). Investigating the use of vicarious and mastery experiences in influencing early childhood education majors' self-efficacy beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333-349.

Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10), P10008.

Brewe, E., Kramer, L., & Sawtelle, V. (2012). Investigating student communities with network analysis of interactions in a physics learning center. Physical Review Special *Topics-Physics Education Research*, 8(1), 010101.

Briseño-Garzón, A., & Anderson, D. (2012). "My Child is Your Child": Family Behavior in a Mexican Science Museum. *Curator: The Museum Journal*, 55(2), 179-201.

Brown, B. A., & Kloser, M. (2009). Conceptual continuity and the science of baseball: using informal science literacy to promote students' science learning. *Cultural Studies of Science Education*, 4(4), 875.

Bruder, M. B., & Dunst, C. J. (2015). Parental judgments of early childhood intervention personnel practices: Applying a consumer science perspective. *Topics in Early Childhood Special Education*, 34(4), 200-210.

Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. Public *Understanding of Science*, 12, 183-202.

Callon, M., Courtial, J. P., Turner, W. A., & Bauin, S. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Information (International Social Science Council)*, 22(2), 191-235.

Carley, K., & Palmquist, M. (1992). Extracting, representing, and analyzing mental models. *Social Forces*, 70(3), 601-636.

Castell, S., Charlton, A., Clemence, M., Pettigrew, N., Pope, S., Quigley, A., Shah, J. N., Silman, T., & Silman, T. (2014). Public attitudes to science 2014. London, Ipsos MORI Social Research Institute, 194, 28. Accessed online on January 22, 2019 from https://www.ipsos.com/ipsos-mori/en-uk/public-attitudes-science-2014

Chasek, A. S., & Rosen, M. (2011). Instilling a love of learning at home. *The Education Digest*, 77(1), 57.

Datta, R. (2016). Community garden: A bridging program between formal and informal learning. *Cogent Education*, 3(1), 1177154.

Davis, P. R., Horn, M. S., & Sherin, B. L. (2013). The right kind of wrong: A "Knowledge in Pieces" approach to science learning in museums. *Curator: The museum journal*, 56(1), 31-46.

Dawson, E. (2014). Equity in informal science education: developing an access and equity framework for science museums and science centres. *Studies in Science Education*, 50(2), 209–247, http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2014.957558

DeGennaro, D., & Brown, T. L. (2009). Youth voices: connections

between history, enacted culture and identity in a digital divide initiative. *Cultural Studies of Science Education*, 4(1), 13-39.

DiLisi, G. A., McMillin, K. A., & Virostek, M. E. (2011). Project WISE: Building STEM-focused youth-programs that serve the community. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5).

Eardley, A. F., Mineiro, C., Neves, J., & Ride, P. (2016). Redefining Access: Embracing multimodality, memorability and shared experience in Museums. *Curator: The Museum Journal*, 59(3), 263-286.

Erdogan, I., Campbell, T., & Abd-Hamid, N. H. (2011). The Student Actions Coding Sheet (SACS): An instrument for illuminating the shifts toward student-centered science classrooms. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1313-1336.

Erdös, P., & Rényi, A. (1959). On random graphs I. *Publ. Math. Debrecen*, 6, 290-297.

Euler, L. (1741), Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis. *Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae*, 128-140

Eurosata. (2005). *Classification for Learning Activities manual.* Luxembourg: European commission

Falk, J. H. (1997), Testing a museum exhibition design assumption: Effect of explicit labeling of exhibit clusters on visitor concept development. *Science Edducation*, 81(6) 679-687.

Falk, J. H. (1983), Time and behavior as predictors of learning. *Science Education*, 67(2) 267-276.

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). *Lifelong science learning for adults: The role of free-choice experiences.* In Second international handbook of science education (pp. 1063-1079). Springer, Dordrecht.

Falk, J. H., Osborne, J., Dierking, L. D., Dawson, E., Wenger, M., & Wong, B. (2012). *Analysing the UK science education community: The contribution of informal providers.* London: Wellcome Trust.

Falk, J. H., Randol, S., & Dierking, L. D. (2012). Mapping the informal science education landscape: An exploratory study. *Public Understanding of Science*, 21(7), 865-874.

Feinstein, N. W., & Meshoulam, D. (2014). Science for what public? Addressing equity in American science museums and science centers. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 368-394.

Feza, N. (2014). Inequities and lack of professionalisation of early childhood development practice hinder opportunities for mathematics stimulation and realisation of South African policy on quality education for all. *International Journal of Inclusive Education*, 18(9), 888-902.

Fortunato, S. (2010). Community detection in graphs. *Physics reports*, 486(3-5), 75-174.

Garfield, E. (1955). Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science122* (3159), 108-111.

Gandara, P., Rumberger, R., Maxwell-Jolly, J., & Callahan, R. (2003). English Learners in California Schools: Unequal resources, 'Unequal outcomes. e*ducation policy analysis archives*, 11, 36.

Golding, V. (2009). *Learning at the museum frontiers: Identity, race, and power*. Burlington, VT: Ashgate Publishing.

Govender, N., Ramsuran, A., & Dhunpath, R. (2008). Clifford Malcolm: glimpses of his South African legacy of hope. *Cultural Studies of Science Education*, 3(3), 567-580.

Goyal, S. (2012). *Connections: an introduction to the economics of networks*. Princeton University Press.

Green, W., & Naidoo, D. (2008). Science Textbooks in the Context of Political Reform in South Africa: Implications for Access to Science. *Science education international*, 19(2), 235-250.

Grimberg, B. I., & Gummer, E. (2013). Teaching science from cultural points of intersection. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(1), 12-32.

Guimera, R., & Amaral, L. A. N. (2005). Cartography of complex networks: modules and universal roles. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 02, P02001.

Gupta, P. (2009). *Identity development in pre-service teachers who are explainers in a science center: Dialectically developing theory and praxis.* (Doctoral dissertation, The City University of New York, 2009)

Harding, S. (2006). *Science and social inequality: Feminist and postcolonial issues.* Urbana, IL: University of Illinois Press.

He, Q. (1999). Knowledge discovery through co-word analysis. *Library Trends,* 48(1), 133-159.

Hooper-Greenhill, E., Dodd, J., Creaser, C., Sandell, R., Jones, C., & Woodham, A. (2007). *Inspiration, identity, learning: The value of museums. Second study. An evaluation of the DCMS/DCSF National/Regional Museum Partnership*

Programme in 2006-2007. London: Department of Culture, Media and Sport.

Jackson, P. A., & Seiler, G. (2013). Science identity trajectories of latecomers to science in college. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 826-857.

Jagger, S. L., Dubek, M. M., & Pedretti, E. (2012). 'It's a personal thing': visitors' responses to Body Worlds. *Museum Management and Curatorship*, 27(4), 357-374.

Kane, J. M. (2016). Young African American boys narrating identities in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 95-118.

Kessler, M. M. (1963). Bibliographic coupling between scientific papers. *American documentation,* 14(1), 10-25.

Lancichinetti, A., & Fortunato, S. (2009). Community detection algorithms: a comparative analysis. *Physical Review E*, 80(5), 056117.

Lee, O., & Buxton, C. (2011). Engaging culturally and linguistically diverse students in learning science. *Theory Into Practice,* 50(4), 277-284

Lee, O., & Fradd, S. (1998). "Science for All" including students from Non-English-language backgrounds. *Educational Researcher,* 27(4), 12-21

Lee, S. H., Kim, P. J., Ahn, Y. Y., & Jeong, H. (2010). Googling social interactions: Web search engine based social network construction. *PLoS One*, 5(7), e11233.

Lee, T. I., Rinaldi, N. J., Robert, F., Odom, D. T., Bar-Joseph, Z., Gerber, G. K., Hannett, N. M., Harbison, C. T., Thompson, C. M., Simon, I., Zeitlinger, J., Jennings, E. G., Murray, H. L., Gordon, D. B., Ren, B., Wyrick, J. J., Tagne, J. B.,

Volkert, T. L., Fraenkel, E., Gifford, D. K., & Young, R. A. (2002). Transcriptional regulatory networks in Saccharomyces cerevisiae. *Science*, 298(5594), 799-804.

Leftwich, M., & Haywood, C. (2016). The Littlest Historians: Early Years Programming in History Museums. J*ournal of Museum Education*, 41(3), 152-164.

Leonard, J., Chamberlin, S. A., Johnson, J. B., & Verma, G. (2016). Social justice, place, and equitable science education: Broadening urban students' opportunities to learn. *The Urban Review*, 48(3), 355-379.

Leung, C. C., & Chau, H. F. (2007). Weighted assortative and disassortative networks model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 378(2), 591-602.

Levitas, R. (2004). Let's hear it for Humpty: Social exclusion, the third way and cultural capital. *Cultural Trends*, 13, 41-56.

Lewis, T. G. (Theodore Gyle) (2009). *Network science : theory and practice*. Canada: John Wiley & Sons.

López, X., Margapoti, I., Maragliano, R., & Bove, G. (2010). The presence of Web 2.0 tools on museum websites: a comparative study between England, France, Spain, Italy, and the USA. *Museum Management and Curatorship*, 25(2), 235-249.

Luke, J. J., Stein, J., Kessler, C., & Dierking, L. D. (2007). Making a difference in the lives of youth: Mapping success with the "Six Cs". *Curator: The Museum Journal*, 50(4), 417-434.

Malcolm, J., Hodkinson, P., & Colley, H. (2003). The interrelationships between informal and formal learning. *Journal of workplace learning*, 15(7/8), 313-318.

Mahfood, D. (2017). *The Significance of Informal Science Experiences on Science Motivation Development for Students of Color from Middle and High School, Through Undergraduate Education.* Paper presented at the 2017 International Conference on Association for Science Teacher Education, Des Moines, IOWA. Abstract retrieved from https://theaste.org/publications/proceedings/2017-proceedings

Rivera Maulucci, M.S., & Brotman, J. S. (2010). Teaching science in the city: Exploring linkages between teacher learning and student learning across formal and informal contexts. *The New Educator*, 6(3-4), 196-211.

Melber, L. M. (2006). Learning in Unexpected Places: Empowering Latino Parents. *Multicultural Education*, 13(4), 36-40.

National Research Council. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits. Committee on Learning Science in Informal Environments. Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, and Michael A. Feder, Editors. Board on Science Education, Center for Education*. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (US). National Committee on Science Education Standards, & Assessment. (1993). *National Science Education Standards: July'93 Progress Report; a Working Paper of the National Committee on Science Education Standards and Assessment*. Washington, DC: National Academies.

National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academic Press

National Science Board. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. NSB-2018-1. Alexandria, VA: National Science Foundation. Available at Science Foundation. Available at https://www.nsf.gov/statistics/indicators/.

Newman, M. E. (2002). Assortative mixing in networks. *Physical review letters*, 89(20), 208701.

Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. *Physical review E*, 69(6), 066133.

Newman, M. E. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 103(23), 8577-8582.

OECD. (2008). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world: Volume Ⅰ: Analysis,* OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264040014-en

OECD. (2012). *Education at a glance 2012: OECD indicators, OECD Publishing*. http://dx.doi.org/10.1787/eag-2012-en

Paranyushkin, D. (2010). Text network analysis. *In Conférence du Performing Arts Forum*, https://issuu.com/deemeetree/docs/text-network-analysis

Patrick, W. (2010). *Recognising non-formal and informal learning outcomes, policies and practices: Outcomes, policies and practices.* Paris: OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264063853-en.

Persson, P. E. (2000). Community impact of science centers: Is there any? *Curator: The Museum Journal*, 43(1), 9-17.

Phipps, M. (2010). Research Trends and Findings From a Decade(1997-2007) of Research on Informal Science Education and Free-Choice Science Learning, *Visitor Studies,* 13:1, 3-22, DOI: 10.1080/10645571003618717

Radhakrishnan, S., Erbis, S., Isaacs, J. A., & Kamarthi, S. (2017).

Novel keyword co-occurrence network-based methods to foster systematic reviews of scientific literature. *PloS one*, 12(3), e0172778.

Rahm, J. (2002). Emergent learning opportunities in an inner-city youth gardening program. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 164-184.

Rahm, J. (2014). Reframing research on informal teaching and learning in science: Comments and commentary at the heart of a new vision for the field. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 395-406.

Rahm, J., & Ash, D. (2008). Learning environments at the margin: Case studies of disenfranchised youth doing science in an aquarium and an after-school program. *Learning Environments Research*, 11(1), 49-62.

Rajdev, U. (2011). Educators across the globe collaborate and exchange ideas. *Journal of International Education Research*, 7(2), 13.

Riedinger, K. (2012). Family Connections: Family Conversations in Informal Learning Environments: Carol McNulty, Editor. *Childhood Education*, 88(2), 125-127.

Roberts, D. A. (2007). *Scientific literacy/science literacy*. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education(pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Romo, A. C., Vega, M., & Sampieri, R. H. (2015). Mexican Students at Primary School and Their Perception and Attitude towards Science. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), 390-395.

Roth, W. M., & Barton, A. C. (2004). *Rethinking scientific literacy*.

NY: Routledge.

Sandell, R. (1998). Museums as agents of social inclusion. *Museum management and curatorship*, 17(4), 401-418.

Sandell, R., & Nightingale, E. (Eds.), (2012). *Museums, equality and social justice*. New York, NY: Routledge.

Schneiberg, M., & Clemens, E. S. (2006). The typical tools for the job: Research strategies in institutional analysis. *Sociological Theory*, 24(3), 195-227.

Scotchmoor, J. (2000), Sharing Science Through Technology. *Curator: The Museum Journal*, 43(2), 139-146. doi:10.1111/j.2151-6952.2000.tb00009.x

Scott, M. (2005). Writing the history of humanity: The role of museums in defining origins and ancestors in a transnational world. *Curator: The Museum Journal*, 48(1), 74-89.

Shea, M. (2014). The hands-on model of the Internet: engaging diverse groups of visitors. *Journal of Museum Education*, 39(2), 216-226.

Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for information Science*, 24(4), 265-269.

Southerland, S., Gallard, A., & Callihan, L. (2011). Examining teachers' hurdles to 'Science for all'. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2183-2213.

Stocklmayer, S., Rennie, L., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46, 1-44.

Tan, E., & Barton, A. C. (2010). Transforming science learning and student participation in sixth grade science: A case study of a low-income, urban, racial minority classroom. *Equity & Excellence in Education*, 43(1), 38-55.

Tomlinson, F., & Schwabenland, C. (2010). Reconciling competing discourses of diversity? The UK non-profit sector between social justice and the business case. *Organization*, 17(1), 101-121.

Uetz, P., Giot, L., Cagney, G., Mansfield, T. A., Judson, R. S., Knight, J. R., Lockshon, D., Narayan, V., Srinivasan, M., Pochart, P., Qureshi-Emili. A., Li, Y., Godwin, B., Conover, D., Kalbfleisch, T., Vijayadamodar, G., Yang, M., Johnston, M., Fields, S., & Rothberg, J. M. (2000). A comprehensive analysis of protein–protein interactions in Saccharomyces cerevisiae. *Nature*, 403(6770), 623.

Ulhøi, J. P. (2005). Postgraduate education in Europe: An intersection of conflicting paradigms and goals. *International Journal of Educational Management*, 19(4), 347-358.

Weiner, S. A. (2009). Tale of two databases: The history of federally funded information systems for education and medicine. *Government Information Quarterly*, 26(3), 450-458.

Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13(4), 363-372.

Were, G. (2010). Re-engaging the university museum: knowledge, collections and communities at University College London. *Museum management and curatorship*, 25(3), 291-304.

Wulf, R., Mayhew, L. M., & Finkelstein, N. D. (2010). Impact of informal science education on children's attitudes about science. *Proceedings of 2010 Physics Education Research Conference, USA*, 1289(1), 337-340.

Yerrick, R., & Beatty-Adler, D. (2011). Addressing equity and diversity with teachers though informal science institutions and teacher professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 22(3), 229-253.

Abstract

Research Trends of Equitable Informal Science Education and Learning from 2000 to 2017 Using Network Analysis

Gyeong Mi Gi

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Informal science education has grown rapidly, attracting much attention over the past two decades. However, it is still questionable how much "science for all," which is the focus of modern science education, is realized in informal science education and learning. Research has shown that participation in informal science education is limited to certain groups and that people identified as having a low-income, being ethnically or culturally diverse, or being disabled are often marginalized from

school science and from informal science learning opportunities. Despite studies showing that informal learning environments could benefit those who are traditionally marginalized from learning science, there is no clear consensus about the ways in which informal learning environments are being used to support efforts to make "science for all" a reality in the field of informal education. To make sense of what has been reported in the literature, this study employs network analysis techniques to identify and report on trends in equitable informal science education research, specifically by country, year, journal, and research field. Drawing from these findings, I suggest key areas/issues that would benefit from additional and expanded research. In Korea, there is currently limited interest in conducting research in science education with marginalized or disadvantaged students and communities. Therefore, this study focuses on examining trends from international research contexts with the intent to use these findings to inform and revitalize researchers' interest in exploring issues of equity in relation to informal science education.

Specifically, this study uses network analysis techniques to explore overall research trends and to examine what kinds of research has been done on equity topics and to identify structural relationships between research topics. Findings from this study have implications for considering the usefulness of applying network analysis techniques in educational research and for thinking about the effectiveness of using this method for interpreting research trends in general. Therefore, network analysis techniques applicable to examining research trends are introduced and methods for conducting analysis are clearly

presented as an example for researchers considering this method for future research.

To conduct the analysis, research topics were first extracted from literature published about equitable informal science education. Analysis was conducted at multiple levels (micro to macro) to determine patterns of structural relationships between different topics and frequency analysis was also conducted to determine which topics were most prevalent in the literature. From the descriptive statistical analysis of all publications from 2000-2017, it is revealed that research on equity in informal education has been steadily increasing. Although the majority of studies identified were conducted in native-English speaking countries, there was also evidence of studies being conducted in other regions, including Europe, South America, Africa, and Asia. In addition, while science museums accounted for most of the studies reported, there has been an increased focus on examining equity issues in science centers over time.

Network analysis revealed several key themes, known as hub nodes, at the macro level. Some hub nodes include program(s), visitor, experience, exhibition, development, community, and teacher. At the same time, some minor themes were also connected together, revealing a network structure with a weak local hierarchical relationship between themes. As these main themes accumulated over 17 years of research, they were divided five-year "chunks" and carefully examined to identify if there was any change in the themes of each section over time. From this meso-level view, six sub-topic groups were identified. These groups are referred to as a community. Here the "A▪B" combination denotes that character A and B are themes which

represents community. The dot symbol(▪) indicates “and”. These six communities included “visitors ▪ exhibition,” “museum ▪ learning,” “program ▪ teacher,” “informal ▪ science (▪ education),” “experience ▪ accessibility,” and “culture ▪ engineering”. Closely analysis of the network at the micro level examining the themes of equity and diversity was done to interpret the relationships between hub nodes and communities.

Analysis of the keyword diversity revealed a pattern suggesting that this concept is covered in overall research groups. For example, studies explored accessibility of informal educational settings for various learners, including a study examining museum accessibility for learners with cognitive and physical context. In addition, several studies emphasized the need to support all learners, including those with diverse socio-cultural backgrounds. Analysis of the keyword equity revealed strong patterns of connections between hub node sub-topics, such as “teacher”. Interestingly, there were no direct connections between the keyword equity and the communities represented as “experience ▪ accessibility” and “visitor ▪ exhibition”. On the contrary to the theme teacher, the theme educator included in the community “experience ▪ accessibility”, was no direct connections with the theme equity. This suggest that researchers mainly recognize the important role teachers can play in supporting the learning of minority students by implementing equitable science education practices in informal environments, but less research has considered the impact that museum experiences and educators may play in supporting diverse learners.

Network analysis revealed a knowledge system related to equity/diversity that exists as part of the larger field of informal

science education research. Based on identified trends in this knowledge system, it is clear there is a need to develop more informal science education programs that are specifically designed to target the needs of specific groups of science learners. However, initiatives calling for providing equitable education opportunities in informal education settings must be driven by the institutions, the science museums and science centers, themselves. It is also clear there is a necessity research focusing on finding ways to expand educators' capacity for supporting equitable informal science education experiences for all learners. Finally, this study demonstrated that network analysis method can be used to establish a logical and systematic network analysis framework that can help researchers understand overall trends in the field and to identify areas that would benefit from additional study. From characterizing the current knowledge system that exists concerning equity in informal science education, this study can contribute to identify the research status and suggest the future research needed to develop for realizing 'informal science for all'.

keywords : informal science learning, informal science education, review study, Science for All, network analysis

Student Number : 2017-23241

부록 1 하위 주제어 집단 '관람객・전시(A)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
visitor_Theme	208	342	6.950387
exhibition_Theme	145	211	5.56746
visitor_Par	108	146	3.320203
design_Theme	98	135	2.743983
behavior_Theme	77	95	1.937276
understanding_Theme	89	110	1.76441
exhibit_Theme	88	129	1.706788
evaluation_Theme	59	71	1.591544
conservation_Theme	38	44	1.303434
attitude_Theme	61	71	1.18819
impact_Theme	47	54	0.957702
observation_Method	56	67	0.842458
assessment_Theme	41	46	0.842458
measurment_Theme	29	30	0.669593
institute of biological resources_Field	54	65	0.611971
curator_Theme	29	33	0.554349
change_Theme	38	41	0.554349
outcome_Theme	36	42	0.496727
knowledge_Theme	43	50	0.439105
process_Theme	28	29	0.439105
perception_Theme	44	50	0.381483
public_Theme	50	63	0.381483
meaning making_Theme	32	41	0.323861
success_Theme	23	24	0.323861
study_Theme	31	34	0.266239
diverse_Par	35	37	0.266239
adolescent_Theme	20	22	0.208617
criteria_Theme	24	25	0.093373
view_Theme	22	22	0.093373
curator_Par	19	21	0.035751
planning_Theme	19	19	0.035751
gorilla_Theme	16	16	0.035751
forest_Theme	16	16	0.035751
diversity_Par	16	16	0.035751
zoo_Field	16	16	0.035751
anew_Theme	15	15	0.035751
typology_Theme	15	15	0.035751
exhibition_Par	15	15	0.035751
team_Par	15	15	0.035751
research_Method	15	15	0.035751
model_Method	15	15	0.035751
question_Method	15	15	0.035751
hypotheses_Method	15	15	0.035751
answer_Method	15	15	0.035751

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
aquarium_Theme	33	34	-0.02187
text_Theme	23	23	-0.07949
nature_Theme	29	29	-0.13712
communication_Theme	24	26	-0.19474
adolescent_Par	12	12	-0.19474
interpretive perspective_Method	12	12	-0.19474
mixed method_Method	27	27	-0.19474
sociocultural approach_Method	12	12	-0.19474
information processing_Method	12	12	-0.19474
racially_Par	14	14	-0.19474
ethnically_Par	14	14	-0.19474
socio economically_Par	14	14	-0.19474
community_Par	14	14	-0.19474
random telephone survey_Method	14	14	-0.19474
pattern_Theme	13	13	-0.19474
use_Theme	13	13	-0.19474
personal meaning mapping_Method	13	13	-0.19474
tracking_Method	13	13	-0.19474
telephone interview_Method	13	13	-0.19474
philosophy_Theme	21	21	-0.19474
staff_Par	16	16	-0.25236
mission_Theme	10	10	-0.25236
message_Theme	10	10	-0.25236
evolvment_Theme	10	10	-0.25236
care_Theme	10	10	-0.25236
ocean_Theme	10	10	-0.25236
advocacy_Theme	10	10	-0.25236
comment_Theme	14	14	-0.25236
contraception_Theme	14	14	-0.25236
usefulness_Theme	14	14	-0.25236
data_Theme	14	14	-0.25236
complement_Theme	14	14	-0.25236
concern_Theme	14	14	-0.25236
goal_Theme	28	29	-0.30998
constructivist_Theme	12	12	-0.30998
festival_Field	12	12	-0.30998
visit_Theme	17	17	-0.3676
interpretation_Theme	19	20	-0.3676
formation_Theme	13	13	-0.3676
power_Theme	13	13	-0.3676
ethnographic tool_Method	13	13	-0.3676
qualitative research_Method	13	13	-0.3676
evidence_Theme	13	13	-0.42522
taxonomy_Theme	13	13	-0.42522
systematics_Theme	13	13	-0.42522
website_Field	13	13	-0.42522
action_Theme	23	23	-0.42522

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
mental_Theme	10	10	-0.42522
biomedicine_Theme	10	10	-0.42522
media_Field	10	10	-0.42522
comprehensive study_Method	8	8	-0.42522
record_Method	6	6	-0.48285
manager_Par	16	16	-0.48285
affordance_Theme	8	8	-0.48285
cognition_Theme	8	8	-0.48285
interpretive strategy_Method	8	8	-0.48285
volunteer_Par	14	15	-0.48285
effect_Theme	8	8	-0.48285
judgment_Theme	8	8	-0.48285
impression_Theme	8	8	-0.48285
mission related_Theme	9	9	-0.54047
ontology_Theme	7	7	-0.54047
institution_Theme	7	7	-0.54047
actor network theory_Method	7	7	-0.54047
immersion_Theme	8	8	-0.54047
microculture_Theme	8	8	-0.54047
science education theory_Method	8	8	-0.54047
game_Theme	8	8	-0.54047
plan_Theme	8	8	-0.54047
curriculum theory_Method	8	8	-0.54047
standardizing_Theme	8	8	-0.54047
interpretive_Theme	8	8	-0.54047
quality_Theme	8	8	-0.54047
evolution related_Theme	10	10	-0.54047
parent child_Theme	10	10	-0.54047
evolution_Theme	10	10	-0.54047
enjoyment_Theme	7	7	-0.59809
benefit_Theme	7	7	-0.59809
personal meaning mapping methodology_Method	7	7	-0.59809
archaeology_Theme	9	9	-0.59809
contents_Theme	9	9	-0.59809
horticultural therapy_Theme	6	6	-0.59809
veteran_Theme	6	6	-0.59809
veteran_Par	6	6	-0.59809
pilot program_Method	6	6	-0.59809
right_Theme	8	8	-0.59809
wrong_Theme	8	8	-0.59809
personal awareness science technology model_Method	5	5	-0.65571
interpretative study_Method	6	6	-0.65571
phenomenological study_Method	6	6	-0.65571
therapist_Theme	6	6	-0.65571
reaction_Theme	6	6	-0.65571
graduated master_Par	5	5	-0.71333

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 2 하위 주제어 집단 '박물관・학습(B)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
museum_Field	310	627	7.083549
museum_Theme	314	574	6.31036
learning_Theme	310	565	5.205805
family_Par	75	98	1.450317
family_Theme	89	116	1.192587
research_Theme	61	80	0.787584
children_Par	66	95	0.64031
engagement_Theme	80	102	0.566673
children_Theme	58	66	0.566673
learner_Theme	52	60	0.529854
latin_Theme	39	49	0.38258
model_Theme	55	65	0.345762
american_Theme	35	41	0.308943
particularity_Theme	26	28	0.272125
learner_Par	26	31	0.235306
website_Theme	28	33	0.235306
taxidermy_Theme	20	26	0.198488
object_Theme	25	30	0.198488
low income_Par	33	37	0.198488
training_Theme	33	36	0.198488
object based_Theme	19	23	0.161669
digital_Theme	16	18	0.088032
transformation_Theme	29	33	0.051214
notion_Theme	22	22	0.051214
socio cultural_Theme	22	22	0.051214
value_Theme	34	36	0.051214
child rearing_Theme	22	22	0.051214
american_Par	22	22	0.051214
exploratory study_Method	22	22	0.051214
socio cultural theory_Method	22	22	0.051214
collaborative_Theme	11	14	0.014395
review_Theme	22	23	-0.02242
potential_Theme	23	27	-0.02242
virtual_Theme	14	15	-0.02242
classroom_Theme	21	24	-0.02242
curriculum_Theme	30	31	-0.02242
long term_Method	28	29	-0.02242
conversation_Theme	28	30	-0.02242
african american_Theme	13	14	-0.05924
display_Theme	14	15	-0.05924
management_Theme	12	12	-0.09606
national institute_Theme	18	18	-0.09606
anchor_Theme	18	18	-0.09606
heritage_Theme	13	14	-0.13288
life_Theme	11	11	-0.13288

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
death_Theme	11	11	-0.13288
animal_Theme	11	11	-0.13288
kingdom_Theme	11	11	-0.13288
living_Theme	10	10	-0.1697
transcribed_Method	10	10	-0.1697
coded_Method	10	10	-0.1697
botanical_Field	10	10	-0.1697
garden_Field	10	10	-0.1697
function_Theme	16	17	-0.20652
interactive_Theme	16	18	-0.20652
authenticity_Theme	13	14	-0.20652
involvement_Theme	13	14	-0.20652
social justice_Theme	9	9	-0.20652
lesson_Theme	7	7	-0.24333
7p_Theme	7	7	-0.24333
agile_Theme	10	10	-0.24333
course_Theme	10	10	-0.24333
curiosity_Theme	8	8	-0.24333
colloquium_Theme	7	7	-0.24333
agenda_Theme	7	7	-0.24333
21c_Theme	7	7	-0.24333
latin american_Par	6	6	-0.28015
sociocultural learning perspective_Method	6	6	-0.28015
open resource_Theme	15	16	-0.28015
leisure_Theme	9	9	-0.28015
non_Par	9	9	-0.28015
social media_Theme	7	7	-0.28015
race_Theme	7	7	-0.28015
racism_Theme	7	7	-0.28015
unit_Theme	6	6	-0.28015
alternative_Theme	10	10	-0.28015
sociocultural perspective_Method	10	10	-0.28015
women_Par	16	16	-0.28015
encounter_Theme	7	7	-0.28015
coursework_Theme	7	7	-0.28015
vietnam_Par	7	7	-0.28015
active_Theme	9	9	-0.31697
fashion_Theme	9	9	-0.31697
student curator_Par	9	9	-0.31697
cross disciplinary_Theme	9	9	-0.31697
patrick geddes_Theme	5	5	-0.31697
outlook tower_Theme	5	5	-0.31697
botanical_Theme	5	5	-0.31697
educationalist_Theme	5	5	-0.31697
passion_Theme	9	9	-0.31697
interdisciplinary_Theme	10	11	-0.31697
board_Theme	5	5	-0.31697

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
social transformation_Theme	5	5	-0.31697
framework_Theme	12	12	-0.31697
programing_Theme	9	9	-0.31697
racial_Theme	9	9	-0.31697
fossil_Theme	9	9	-0.31697
lesson_Field	9	9	-0.31697
apprehendability_Theme	10	10	-0.31697
interactivity_Theme	10	10	-0.31697
coherence_Theme	10	10	-0.31697
universal_Theme	9	9	-0.31697
udl_Theme	9	9	-0.31697
joint attention_Theme	5	5	-0.35379
giant screen film_Theme	5	5	-0.35379
sensory_Theme	5	5	-0.35379
narrative structure_Theme	5	5	-0.35379
swot analysis_Method	7	7	-0.35379
communication theory_Method	7	7	-0.35379
complexes_Theme	5	5	-0.35379
museological perspective_Method	5	5	-0.35379
blind_Theme	7	7	-0.35379
blind_Par	7	7	-0.35379
family learning framework_Method	6	6	-0.35379
hospital_Theme	6	6	-0.35379
humanism_Theme	6	6	-0.35379
internal medicine resident_Par	6	6	-0.35379
light_Theme	10	10	-0.35379
overview_Theme	6	6	-0.39061
government_Theme	6	6	-0.39061
policy_Theme	6	6	-0.39061
assignment_Theme	4	4	-0.39061
action research_Method	8	8	-0.39061
human_Theme	3	3	-0.39061
origin_Theme	3	3	-0.39061
museology_Theme	3	3	-0.39061
theater_Theme	6	6	-0.39061
non traditional_Theme	6	6	-0.39061
mandate_Theme	6	6	-0.39061
alzheimer_Theme	4	4	-0.42743
multimedia_Theme	5	5	-0.42743
equality_Theme	2	2	-0.42743
expedition_Theme	2	2	-0.46425

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 3 하위 주제어 집단 '프로그램・교사(C)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
program_Theme	222	384	4.584623
teacher_Theme	108	196	4.345948
development_Theme	124	199	3.152575
diversity_Theme	148	226	2.356993
student_Par	120	182	2.356993
equity_Theme	99	168	2.317214
community_Theme	131	191	2.237656
teaching_Theme	85	121	2.158097
school_Theme	101	149	2.118318
teacher_Par	99	146	1.959202
student_Theme	116	162	1.919423
partnership_Theme	81	128	1.839864
interview_Method	114	158	1.481853
belief_Theme	46	68	1.402294
collaboration_Theme	75	106	1.282957
professional_Theme	57	80	1.243178
practice_Theme	70	103	1.16362
university_Theme	63	90	1.004503
pre service_Par	53	72	0.487375
inclusiveness_Theme	44	50	0.407817
project_Theme	35	43	0.288479
secondary_Theme	31	38	0.288479
minorities_Par	35	44	0.208921
instruction_Theme	23	29	0.169142
qualitative analysis_Method	33	39	0.089584
health_Theme	40	45	0.049805
center_Theme	47	59	0.049805
club_Theme	25	28	0.049805
preparation_Theme	29	33	-0.02975
secondary_Par	25	31	-0.10931
challenge_Theme	32	35	-0.10931
ability_Theme	34	36	-0.14909
volunteer_Theme	42	45	-0.18887
history_Theme	28	29	-0.18887
performance_Theme	29	29	-0.18887
american indian_Par	17	17	-0.18887
quasi experiment_Method	17	17	-0.18887
quantitative method_Method	17	17	-0.18887
multiple regression analysis_Method	17	17	-0.18887
technology_Theme	26	29	-0.22865
professionals_Theme	21	21	-0.22865
educator_Par	19	20	-0.26843
strategy_Theme	25	26	-0.26843
stem focused_Theme	18	18	-0.26843
undergraduate_Theme	18	18	-0.26843

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
high_Theme	18	18	-0.26843
young_Theme	18	18	-0.26843
woman_Theme	18	18	-0.26843
internship_Theme	17	18	-0.30821
lifelong_Theme	22	22	-0.30821
researcher_Theme	17	17	-0.30821
argumentation_Theme	17	17	-0.30821
transcript_Method	17	17	-0.30821
inquiry based_Theme	17	17	-0.30821
setting_Theme	17	17	-0.30821
student with moderate learning difficulties_Par	17	17	-0.30821
discussion_Method	17	17	-0.30821
cross curriculum approach_Method	17	17	-0.30821
local marine coastal environment_Field	17	17	-0.30821
in service_Theme	13	13	-0.34799
conception_Theme	13	13	-0.34799
science for all_Theme	13	13	-0.34799
member check_Method	13	13	-0.34799
cross cultural_Theme	22	22	-0.38777
exchange_Theme	14	14	-0.38777
methodology_Theme	14	14	-0.38777
mathematics_Theme	14	14	-0.38777
inclusion_Theme	15	15	-0.42754
pre service_Theme	15	18	-0.42754
reading_Theme	13	13	-0.42754
sensitive_Theme	13	13	-0.42754
schooling_Theme	13	13	-0.42754
retheorization_Theme	13	13	-0.42754
dialectic_Theme	13	13	-0.42754
logic_Theme	13	13	-0.42754
constructivism_Method	13	13	-0.42754
differentiated_Theme	10	12	-0.46732
in service_Par	17	17	-0.46732
meso_Method	17	17	-0.46732
micro_Method	17	17	-0.46732
level_Method	17	17	-0.46732
conceptualization_Theme	11	11	-0.46732
book_Theme	11	11	-0.46732
reflection_Method	11	11	-0.46732
researcher journal note_Method	11	11	-0.46732
motivation_Theme	18	18	-0.5071
issue_Theme	18	19	-0.5071
developmental theory_Method	9	9	-0.5071
learning theory_Method	9	9	-0.5071
paid_Theme	11	11	-0.5071
cultural technology_Theme	11	11	-0.5071

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
adult_Theme	11	11	-0.5071
gallery_Theme	11	11	-0.5071
museum_Par	11	11	-0.5071
docent_Par	11	11	-0.5071
adult learning theory_Method	11	11	-0.5071
implementation_Theme	10	10	-0.54688
improvement_Theme	14	14	-0.54688
curriculum based_Theme	11	11	-0.58666
administrator_Par	11	11	-0.58666
investigation_Theme	10	10	-0.58666
network analysis_Method	10	10	-0.58666
sequential multiple regression_Method	10	10	-0.58666
robotics_Theme	13	13	-0.58666
junior_Par	13	13	-0.58666
indigene_Theme	7	7	-0.62644
indigene_Par	7	7	-0.62644
apprenticeship_Theme	10	10	-0.62644
apprentice_Par	10	10	-0.62644
primary school_Theme	9	9	-0.62644
instructor_Theme	9	9	-0.62644
local history based_Theme	7	7	-0.62644
trunk_Theme	9	9	-0.62644
visitation_Theme	11	11	-0.62644
colonial history_Theme	11	11	-0.62644
blog_Theme	7	7	-0.62644
material_Theme	5	5	-0.66622
workshop_Theme	5	5	-0.66622
people with visually impairment_Par	5	5	-0.66622
comparative case analysis_Method	4	4	-0.706
resource_Theme	5	5	-0.706
staff_Theme	4	4	-0.74578
web site_Theme	6	6	-0.74578

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 4 하위 주제어 집단 '비형식·과학(D)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
science_Theme	325	576	6.221231
informal_Theme	202	341	5.296102
education_Theme	303	557	4.767457
center_Field	106	154	1.639639
identity_Theme	90	119	1.243155
context_Theme	44	54	0.758564
environment_Theme	80	106	0.71451
interest_Theme	57	65	0.670456
formal_Theme	58	70	0.538295
questionnaire_Method	54	68	0.450188
relationship_Theme	26	28	0.406134
youth_Theme	47	57	0.36208
exploration_Theme	25	26	0.185865
multiculturalism_Theme	25	26	0.141811
ethnic_Theme	36	42	0.097757
social inclusion_Theme	23	27	0.053704
inquiry_Theme	28	34	0.053704
influence_Theme	24	25	0.053704
elementary_Theme	32	36	0.053704
experiential_Theme	26	28	-0.07846
religious_Theme	15	15	-0.07846
faith_Theme	15	15	-0.07846
type_Theme	25	25	-0.07846
organized_Theme	15	15	-0.07846
opportunity_Theme	15	15	-0.07846
minister_Par	15	15	-0.07846
multiple choice_Method	15	15	-0.07846
adult_Par	26	30	-0.12251
academic_Theme	24	25	-0.12251
interaction_Theme	15	15	-0.12251
sibling_Theme	15	15	-0.12251
role taking_Theme	15	15	-0.12251
sociocultural learning theory_Method	15	15	-0.12251
video record_Method	15	15	-0.12251
informal science learning theory_Method	15	15	-0.12251
sustaining_Theme	15	15	-0.16657
multilingualism_Theme	15	15	-0.16657
hispanic_Par	15	15	-0.16657
mother_Par	15	15	-0.16657
phenomenological perspective_Method	15	15	-0.16657
extracurricular_Theme	13	13	-0.16657
self concept_Theme	13	13	-0.16657
achievement_Theme	13	13	-0.16657
national assessment_Method	13	13	-0.16657
chi square test_Method	13	13	-0.16657

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
structural equation model_Method	13	13	-0.16657
disenfranchised_Theme	17	17	-0.21062
doing_Theme	17	17	-0.21062
background_Theme	17	17	-0.21062
qualitative case study_Method	17	17	-0.21062
sociocultural historical theory_Method	17	17	-0.21062
concept_Theme	26	28	-0.25467
sampling_Method	19	20	-0.25467
boundary object_Theme	22	23	-0.25467
place based_Theme	10	10	-0.25467
authentic_Theme	10	10	-0.25467
activist_Theme	10	10	-0.25467
stance_Theme	10	10	-0.25467
indigenous_Par	10	10	-0.25467
ethnography_Method	10	10	-0.25467
cultural historical activity theory_Method	10	10	-0.25467
perspective_Theme	20	20	-0.29873
pathway_Theme	15	15	-0.29873
space time_Theme	15	15	-0.29873
sociocultural theory_Method	15	15	-0.29873
network theory_Method	15	15	-0.29873
free choice_Theme	10	10	-0.29873
john falk_Theme	10	10	-0.29873
lynn dierking_Theme	10	10	-0.29873
teach_Theme	12	12	-0.29873
ethnographic study_Method	12	12	-0.29873
camp_Field	12	12	-0.29873
content knowledge_Theme	12	12	-0.34278
paleontology_Theme	12	12	-0.34278
climate change_Theme	12	12	-0.34278
t test_Method	12	12	-0.34278
nature of science_Theme	11	11	-0.34278
coding_Method	11	11	-0.34278
scoring rubric_Method	11	11	-0.34278
pedagogy_Theme	16	16	-0.34278
initial_Theme	15	15	-0.34278
multiple logistic regression analysis_Method	15	15	-0.34278
quantitative research_Method	15	15	-0.34278
double_Theme	11	11	-0.34278
bind_Theme	11	11	-0.34278
exilic_Theme	11	11	-0.34278
garden_Theme	15	15	-0.38683
incorporation_Theme	15	15	-0.38683
auto ethnography_Method	15	15	-0.38683
participatory_Method	15	15	-0.38683
access equity framework_Method	10	10	-0.43089
local_Theme	12	12	-0.43089

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
leader_Par	12	12	-0.43089
institutional theory_Method	12	12	-0.43089
story_Theme	9	9	-0.43089
ecosystem_Theme	6	6	-0.47494
gregory bateson_Theme	6	6	-0.47494
ecological perspective_Method	6	6	-0.47494
description_Theme	6	6	-0.47494
citizen_Theme	6	6	-0.47494
narrative_Theme	7	7	-0.47494
people_Theme	7	7	-0.47494
ecologic_Theme	7	7	-0.519
ecological model_Method	7	7	-0.519
innovation_Theme	4	4	-0.519

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 5 하위 주제어 집단 '경험・접근성(E)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
case study_Method	105	146	4.62006
experience_Theme	159	238	4.321219
accessibility_Theme	70	95	2.129717
information_Theme	45	51	1.930489
educator_Theme	78	100	1.830875
barrier_Theme	55	63	1.233193
role_Theme	53	70	1.133579
scientific_Theme	68	82	1.133579
space_Theme	31	33	1.033965
physical_Theme	36	37	0.834738
collection_Theme	44	53	0.63551
principle_Theme	39	45	0.63551
all_Theme	39	40	0.535897
long term_Theme	29	30	0.535897
redefintion_Theme	22	22	0.535897
access for all_Theme	22	22	0.535897
intellectual_Theme	22	22	0.535897
architectural_Theme	22	22	0.535897
need_Theme	22	22	0.535897
memorability_Theme	22	22	0.535897
museological approach_Method	22	22	0.535897
work_Theme	30	34	0.336669
scientist_Theme	31	34	0.237055
parent_Theme	44	51	0.137442
dialogue_Theme	27	30	0.137442
level_Theme	31	32	0.137442
connection_Theme	22	23	0.037828
hands on_Theme	29	31	-0.1614
empowering_Theme	17	17	-0.1614
participant_Theme	23	27	-0.1614
comfort_Theme	17	17	-0.1614
ethnographic approach_Method	17	17	-0.1614
diverse_Theme	24	24	-0.26101
internet_Theme	17	17	-0.26101
entertainment_Theme	17	17	-0.26101
property_Theme	17	17	-0.26101
ethnographic field research_Method	17	17	-0.26101
higher_Theme	15	16	-0.36063
system_Theme	14	15	-0.36063
worldview_Theme	11	11	-0.36063
bioregional_Theme	11	11	-0.36063
thinking_Theme	11	11	-0.36063
skill_Theme	11	11	-0.36063
planetarium_Field	11	11	-0.36063
bridger_Theme	12	12	-0.46024

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
lecturer_Theme	12	12	-0.46024
student with disabilities_Par	12	12	-0.46024
biographical narrative methodology_Method	12	12	-0.46024
transnational_Theme	13	13	-0.46024
preconception_Theme	13	13	-0.46024
anthropology_Theme	13	13	-0.46024
african_Par	13	13	-0.46024
idiversity_Theme	10	10	-0.55985
library_Theme	10	10	-0.55985
lis_Theme	10	10	-0.55985
competence_Theme	10	10	-0.55985
vision_Theme	10	10	-0.55985
profession_Theme	10	10	-0.55985
comparison_Theme	9	9	-0.65947
zoo_Theme	9	9	-0.65947
media_Theme	9	9	-0.65947
source_Theme	9	9	-0.65947
sustainability_Theme	18	20	-0.65947
second_Theme	10	10	-0.65947
language_Theme	10	10	-0.65947
outdoor_Theme	10	10	-0.65947
pre kindergarten_Par	10	10	-0.65947
community based_Theme	11	11	-0.65947
migrant_Theme	11	11	-0.65947
non formal_Theme	11	11	-0.65947
indigenene_Theme	9	9	-0.75908
indian_Theme	9	9	-0.75908
mindset_Theme	9	9	-0.75908
professionalism_Theme	8	10	-0.8587
response_Theme	8	8	-0.8587
personal context_Theme	8	8	-0.8587
french canadian_Theme	10	10	-0.8587
technical language_Theme	5	5	-0.95831
filed trip_Theme	4	4	-1.05792

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 6 하위 주제어 집단 '문화·공학(F)'의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
school_Par	80	103	3.405738
middle_Par	46	54	3.152634
culture_Theme	114	152	2.772978
engineering_Theme	43	48	2.26677
girl_Par	40	41	2.013666
participation_Theme	62	81	1.507458
stem_Theme	51	61	1.507458
camp_Theme	35	36	1.507458
gender_Theme	33	35	0.748146
activity_Theme	40	43	0.748146
aquarium_Field	38	39	0.748146
linguistical_Theme	33	36	0.495042
after school_Theme	46	50	0.36849
latin_Par	39	41	0.36849
marine_Theme	19	19	0.241938
analysis_Theme	19	19	0.241938
characterization_Theme	19	19	0.241938
programming_Theme	19	19	0.241938
girl_Theme	19	19	0.241938
comparative case study_Method	19	19	0.241938
identity theory_Method	19	19	0.241938
project based_Theme	16	16	0.115386
design based_Theme	16	16	0.115386
explore_Theme	16	16	0.115386
norm_Theme	16	16	0.115386
gender_Par	16	16	0.115386
discourse analysis_Method	16	16	0.115386
video_Method	25	26	0.115386
rural_Field	16	16	0.115386
community_Field	16	16	0.115386
young_Par	25	27	-0.13772
people_Par	16	17	-0.13772
low income_Theme	32	34	-0.13772
network_Theme	27	28	-0.39082
problem solving_Theme	25	26	-0.39082
disadvantaged_Theme	17	17	-0.39082
high ability_Theme	17	17	-0.39082
middle_Theme	17	17	-0.39082
collaborator_Theme	17	17	-0.39082
professor_Theme	17	17	-0.39082
university based_Theme	17	17	-0.39082
dimension_Theme	31	34	-0.51737
everyday life_Theme	22	23	-0.51737
connecting_Theme	43	48	-0.51737
out of school_Theme	13	13	-0.51737

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
culturally_Par	13	13	-0.51737
elementary_Par	13	13	-0.51737
survey_Theme	19	19	-0.51737
reasoning_Theme	19	19	-0.51737
home_Theme	19	19	-0.51737
semiformal_Theme	19	19	-0.51737
regression analysis_Method	19	19	-0.51737
factor analysis_Method	19	19	-0.51737
out reach_Theme	11	11	-0.77048
fair_Field	11	11	-0.77048
show_Field	11	11	-0.77048
shopping center_Field	11	11	-0.77048
workshop_Field	11	11	-0.77048
career_Theme	9	9	-1.02358
technic_Theme	9	9	-1.02358
cte_Theme	9	9	-1.02358
knowing_Theme	6	6	-1.02358
native_Theme	6	6	-1.02358
water_Theme	6	6	-1.02358
art_Theme	7	7	-1.15013
film_Theme	7	7	-1.15013
musical_Theme	7	7	-1.15013
ballet_Theme	7	7	-1.15013

주. **굵은 글씨체**는 집단의 중심 주제를 나타낸다.

부록 7 하위 주제어 집단 G의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
survey_Method	92	117	2.900927
primary_Theme	33	38	1.348838
method_Theme	48	53	0.461931
primary_Par	42	47	0.461931
self efficacy_Theme	17	17	0.461931
mastery_Theme	17	17	0.461931
cognitive_Theme	17	17	0.461931
self_Theme	17	17	0.461931
simulated_Theme	17	17	0.461931
symbolic_Theme	17	17	0.461931
modeling_Theme	17	17	0.461931
quantitative data_Method	17	17	0.461931
qualitative data_Method	29	29	0.461931
early childhood_Theme	21	25	-0.20325
pre school_Theme	20	24	-0.20325
parent_Par	25	27	-0.6467
consumer_Theme	9	9	-0.6467
practitioner_Theme	9	9	-0.6467
intervention_Theme	9	9	-0.6467
special_Theme	9	9	-0.6467
mexican_Theme	11	11	-1.31188
principal_Par	11	11	-1.31188
statistical analysis_Method	11	11	-1.31188
new_Theme	7	7	-1.75534

부록 8 하위 주제어 집단 H의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
literacy_Theme	62	72	2.666125
conceptual_Theme	28	31	0.705233
continuity_Theme	15	15	0.378418
physics_Theme	15	15	0.378418
baseball_Theme	15	15	0.378418
high_Par	25	28	0.378418
baseball_Par	15	15	0.378418
player_Par	15	15	0.378418
quantitative assessment_Method	15	15	0.378418
test_Method	15	15	0.378418
multiple choice question_Method	15	15	0.378418
re definition_Theme	11	11	-0.60203
south africa_Theme	11	11	-0.60203
rural_Theme	11	11	-0.60203
hiv aids_Theme	11	11	-0.60203
learner centered_Theme	11	11	-0.60203
outcome based_Theme	11	11	-0.60203
clifford malcolm legacy_Par	11	11	-0.60203
mapping_Theme	6	6	-2.56292

부록 9 하위 주제어 집단 I의 주제어 목록과 속성

주제어	도수	가중치 합	집단 내 도수 표준값
web_Theme	8	8	0.00
tool_Theme	13	14	0.00
italy_Theme	8	8	0.00
usa_Theme	8	8	0.00
france_Theme	8	8	0.00
spain_Theme	8	8	0.00
england_Theme	8	8	0.00
diversity perspective_Method	8	8	0.00