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

언어 네트워크 분석을 이용한 과학탐구실험 과목의 세부평가기준 특성 분석

2021년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 물리전공

고 의 준

언어 네트워크 분석을 이용한 과학탐구실험 과목의 세부평가기준 특성 분석

지도교수 유 준 희

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2020년 12월

서울대학교 대학원
과학교육과 물리전공
고 의 준

고의준의 석사 학위논문을 인준함
2021년 2월

위 원 장 _____ 이 경 호 _____ (인)

부위원장 _____ 조 정 효 _____ (인)

위 원 _____ 유 준 희 _____ (인)

국문초록

2015 개정 교육과정이 도입되면서 과학탐구실험 과목이 신설된 이후, 다방면의 연구가 진행되었으나, 보다 구체적인 교사의 어려움에 관한 연구가 부족하다. 이에 본 연구에서는 과학탐구실험 과목의 세부평가기준의 특징을 확인하여 평가와 교사교육에 대한 시사점을 얻고자 하였다. 이를 위해 절대평가가 도입된 2019학년도의 전국 국·공립 고등학교 과학탐구실험 과목의 평가계획서를 수집하고, 세부평가기준에 대해 단원별, 성취기준별로 언어 네트워크 분석을 진행하고 네트워크 구조를 내용, 맥락, 과정, 태도 4개 영역의 틀로 해석하였다.

단원별 세부평가기준을 분석한 결과 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 고루 반영되어 있지 않았다. 내용 요소 중에는 '과학의 본성', '연구 윤리', '선조들의 첨단 과학'이 누락 되었으며, 맥락 차원과 과정 차원에서는 일부 요소를 제외하면 교육과정 문서에 제시된 대부분의 요소가 평가계획에 반영되었다. 반면, 태도 차원의 요소는 교육과정 문서에 제시된 '과학적 태도', '흥미와 호기심' 등이 모두 평가계획에서 누락 된 것으로 확인되었다. 성취기준별 세부평가기준을 분석한 결과 각 성취기준에 제시된 모든 요소가 고루 반영되지 않는 것으로 드러났으며 15개 성취기준 중 4개 성취기준을 제외하고 모두 누락 된 요소가 확인되었다. 특히, 한 개의 성취기준에 여러 개의 과정 요소가 제시된 경우 특정 과정 요소에 치중된 평가계획이 수립되었으며, 정의적 요소, 의사소통 요소 등 태도 차원에 해당하는 요소들도 모두 평가계획에 누락 되었다. 세부평가기준에 포함된 탐구 기능 요소의 특징을 분석한 결과, '탐구 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'에

치중되어 평가계획이 수립되었다. 또한, 위 3개의 기능 요소만이 연계되어 평가계획에 반영되었으며, ‘문제 인식’,‘ 증거에 기초한 토론과 논증’, ‘모형의 개발과 사용’과 같은 요소들은 상호 연계되지 못하고 분절적으로 반영되어 있었다.

종합하자면, 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 충분히 평가계획에 반영되지 않고 있었으며, 특히 내용 차원과 태도 차원의 요소들이 평가계획에 충분히 반영되지 않았다. 내용 차원은 교육과정 문서에 제시된 ‘핵심 개념’에 해당하기 때문에 누락 되는 요소 없이 평가계획에 모두 반영될 수 있도록 해야 하며, 태도 차원의 경우 정의적 요소에 대한 평가의 어려움으로 인해 평가계획에 반영되지 않은 것으로 판단되므로 이를 지원하는 방안이 필요하다. 탐구 기능 요소의 각각의 요소가 따로 평가되기보다는 학생들이 탐구의 전체적인 흐름을 학습할 수 있도록 일련의 과정을 통해 연계되어 평가되어야 한다.

본 연구는 공개된 평가계획서만으로 연구를 진행하였기에 실제로 이루어진 평가의 내용을 모두 파악하지 못하였으며, 국·공립 고등학교에 대해서만 분석을 진행하였기 때문에 연구의 결과를 일반화하는데 한계점을 갖고 있다. 본 연구의 한계를 극복하기 위해 전국 모든 고등학교의 평가기준을 대상으로 하는 분석과 과학탐구실험 과목의 담당 교사의 인터뷰 등과 같은 질적 분석을 동반한 후속 연구가 필요하다.

주요어 : 과학탐구실험, 성취기준, 언어 네트워크 분석, 세부평가기준, 탐구 기능 요소, 학생 평가
학 번 : 2018-26310

목 차

1. 서론 ····· 1
1.1. 연구의 배경 ····· 1
1.2. 연구의 목적 ····· 4
1.3. 용어의 정의 ····· 5
1.3.1 성취기준 ····· 5
1.3.2 언어 네트워크 분석 ····· 5
1.3.3 내용, 맥락, 과정, 참여 ····· 5
1.3.4 탐구의 기능 요소 ····· 6
1.4. 연구의 한계 ····· 7

2. 이론적 배경 ····· 8
2.1. 성취기준과 평가틀 ····· 8
2.1.1. 성취기준 ····· 8
2.1.2. 과학 탐구 평가틀 ····· 8
2.2. 과학탐구실험 ····· 10
2.2.1. 2015 개정 교육과정의 과학탐구실험 ····· 10
2.2.2. 과학탐구실험 과목의 운영 실태 및 평가 ····· 13

3. 연구 방법 ····· 15
3.1. 분석 대상 ····· 15
3.2. 자료 수집 및 분류 ····· 15
3.2. 자료 분석 ····· 19
3.2.1. 언어 네트워크 분석 ····· 19
3.2.2. 언어 네트워크 분석의 절차 ····· 19

4. 연구 결과 및 논의 ····· 22
4.1. 단원별 세부평가기준에 나타난 특징 ····· 22
4.1.1. ‘역사 속의 과학 탐구’ 단원 ····· 22
4.1.2. ‘생활 속의 과학 탐구’ 단원 ····· 29
4.1.3. ‘첨단 과학 탐구’ 단원 ····· 37
4.2. 성취기준별 세부평가기준에 나타난 특징 ····· 44
4.2.1. 성취기준 [10과탐01-01] ····· 44
4.2.2. 성취기준 [10과탐01-02] ····· 50
4.2.3. 성취기준 [10과탐01-03] ····· 56
4.2.4. 성취기준 [10과탐01-04] ····· 62
4.2.5. 성취기준 [10과탐02-01] ····· 68
4.2.6. 성취기준 [10과탐02-02] ····· 74
4.2.7. 성취기준 [10과탐02-03] ····· 80
4.2.8. 성취기준 [10과탐02-04] ····· 86
4.2.9. 성취기준 [10과탐02-05] ····· 92
4.2.10. 성취기준 [10과탐02-06] ····· 98
4.2.11. 성취기준 [10과탐02-07] ····· 104
4.2.12. 성취기준 [10과탐02-08] ····· 110
4.2.13. 성취기준 [10과탐02-09] ····· 116
4.2.14. 성취기준 [10과탐03-01] ····· 122
4.2.15. 성취기준 [10과탐03-02] ····· 128
4.3. 성취기준별 세부평가기준에 나타난 특징 ····· 137

5. 결론 및 제언 ····· 142
5.1. 요약 ····· 142
5.2. 결론 및 제언 ····· 146
5.3. 계속 연구 과제 ····· 148

참고문헌 ····· 149
Abstract ····· 153

표 목 차

표 1 과학탐구실험 과목의 내용체계(교육부, 2015) ····· 12
표 2 수집된 평가계획서의 지역별, 학교 구분별 통계 ····· 16
표 3 분석에 사용된 성취기준별 평가계획서 통계 ····· 18
표 4 네트워크 생성 단계에서 사용되는 변인 ····· 21
표 5 '역사 속의 과학 탐구' 단원의 성취기준 ····· 22
표 6 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 24
표 7 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 26
표 8 '생활 속의 과학 탐구' 단원의 성취기준 ····· 29
표 9 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 31
표 10 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 33
표 11 '첨단 과학 탐구' 단원의 성취기준 ····· 36
표 12 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 37
표 13 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 · 39
표 14 교육과정 문서상에 제시된 내용·과정·맥락·태도 차원의 요소별 세부평가기준 반영 여부 ····· 43
표 15 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 45
표 16 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 47
표 17 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 52
표 18 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 54
표 19 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 58
표 20 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 60
표 21 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 64

표 22 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 66
표 23 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 70
표 24 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 72
표 25 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 76
표 26 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 78
표 27 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 82
표 28 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 84
표 29 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 88
표 30 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 90
표 31 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 94
표 32 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 96
표 33 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 100
표 34 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 102
표 35 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 106
표 36 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 108
표 37 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 112
표 38 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 114
표 39 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 118
표 40 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 120

표 41 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 124
표 42 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 126
표 43 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수 ····· 130
표 44 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크 ····· 132
표 45 성취기준별 세부평가기준에 미반영된 요소 ····· 136
표 46 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 탐구기능요소(권문호와 박종석, 2020) ····· 137
표 47 성취기준 세부평가기준에 포함된 탐구기능요소별 단어 출현 빈도 ····· 139

그 림 목 차

그림 1 PISA 과학과 평가틀의 구조(OECD, 2018) ····· 9
그림 2 평가의 주체에 따른 평가별 비율(변태진 외, 2020) ····· 13
그림 3 성취기준별 분류에 사용된 코드 ····· 17
그림 4 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 27
그림 5 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 34
그림 6 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 40
그림 7 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 48
그림 8 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 55
그림 9 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 61
그림 10 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 67
그림 11 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 73
그림 12 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 79
그림 13 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 85
그림 14 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 91
그림 15 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 97
그림 16 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 103
그림 17 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 109
그림 18 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 115
그림 19 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 121
그림 20 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 127
그림 21 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준의 네트워크 구조 ····· 133
그림 22 세부평가기준에 포함된 탐구기능요소의 네트워크 구조 ····· 140

1. 서론

1.1. 연구의 필요성

교육에 있어서 평가는 교사가 교육목표의 달성 여부를 확인할 수 있도록 하며, 이를 토대로 교수-학습 과정을 개선하고 학생에게 피드백을 적절한 제공하여 교수-학습의 효과를 증진하는 역할을 한다. 또 교육은 교육의 목표, 내용, 방법, 평가가 일관성 있게 이루어져야 하며, 이 일련의 과정은 교육과정을 근거로 하게 된다. 2015 개정 교육과정에서는 핵심역량이 강조되고, 과정 중심 평가에 대한 강조가 두드러진다(교육부, 2015a). 또한, 7차 교육과정부터 교육과정에는 과목의 성격과 목표, 내용 체계 등과 더불어 성취기준이 제시되어왔으며, 학교 현장의 교사들은 교육과정의 내용 체계와 성취기준을 토대로 평가계획을 수립한다.

한편, 이전의 과학교육은 과학 지식 전달만을 강조하였다면, 현대의 과학교육은 지식의 구성과정과 학생의 참여가 강조되면서 과학적 탐구활동이 중요하게 여겨지고 있다(교육부, 2015b; NRC, 2012). 학생의 참여가 동반된 협력적 탐구활동을 과학 수업에 도입하기 위해서는 수업을 설계하고 이끌어나가는 교사의 역할이 중요하다(Crawford, 2000). 탐구를 통한 과학 교육은 학생들이 질문을 개념화하고 그 질문에 대답할 수 있는 가능한 설명을 찾을 수 있게 하며 과학 교육에 있어 이러한 탐구의 과정에 대한 평가는 매우 중요하다(NRC, 2000).

과학 탐구의 올바른 교수-학습과 평가를 위해 이를 하위 영역으로 구분하고 개념화하는 연구들은 국내외에서 다양하게 진행되었다. 국제 비교 연구에는 TIMSS와 PISA 등이 있으며, TIMSS에서는 과학과 평가 영역을 인지 영역을 알기(Knowing), 적용하기(Applying), 추론하기(Reasoning) 세 개의 하위 영역으로 평가틀을 구성하였으며(Victoria & Lee, 2017), PISA에서는 지식(Knowledge), 맥락(Context), 인지적 요구(Cognitive demand) 세 개 차원을 토대로 과학적 역량(Competency)을

평가하도록 하였다(OECD, 2018). 또, NRC에서는 과학과 공학의 8가지 실천(practices)을 과학 탐구의 하위 요소로 제안하였다(NRC, 2012).

국내에서도 과학 탐구의 평가 방안에 관한 연구가 지속적으로 진행되었다. 2015 과학과 교육과정에 제시된 과학과 핵심역량을 측정할 수 있는 문항을 개발하고, 그 타당도와 신뢰도를 확인하기 위한 연구가 진행되었으며(하민수 외, 2018), 대학수학능력시험 과학탐구 영역 평가 틀의 행동 영역에 관한 연구도 진행되었다(김현정과 김동영, 2016). 과학 탐구 능력과 탐구 과정을 평가하기 위한 평가 도구, 루브릭을 개발하고 적용한 연구들(윤도운과 최애란, 2019; 이효녕 외, 2017)와 같이 실제 학교 현장에서에 적용하기 위한 평가 도구의 개발을 위한 연구도 활발하게 진행되었으며, 중등학교 과학 실험 수업의 탐구 수준을 평가하기 위한 도구를 개발한 연구(이근준과 정진우, 2004)도 진행되었다. 김민철과 하상우(2020)는 탐구의 맥락에서 평가의 신뢰도와 공정성을 확보하기 위한 형태의 수행평가 도구를 개발하기도 하였다.

2015 개정 교육과정의 도입과 함께 과학탐구실험 과목이 공통이수과목으로 신설되었다. 핵심역량이 강조되고 과정 중심 평가에 대한 정책적 강조가 두드러지면서 학습자의 참여와 실천이 강조되는 과학탐구실험이 개념 중심의 과학 교과목을 상호보완할 것으로 많은 기대를 받았다(장영록 외, 2015). 교사들은 과학탐구실험 과목이 학생들의 흥미와 호기심 유발과 같은 정의적 요소에 긍정적 영향을 줄 것으로 기대하였으며(변태진 외, 2019), 고등학생들도 과학탐구실험에 대한 긍정적인 기대를 갖고 있다는 연구 결과도 있다(유은정과 장선경, 2020). 과학탐구실험 과목이 도입된 이후 교육적 효과를 탐색하는 연구들도 수행되고 있으며, 특히 과학탐구실험이 학생들의 과학에 대한 흥미, 과학적 태도, STS와 NOS에 대한 견해에 미치는 영향을 조사한 연구에서는 학생들의 과학에 대한 흥미 점수와 과학적 태도 점수가 유의미하게 향상된 것으로 나타났다(김민환 외, 2019).

과학탐구실험 과목이 학교 현장에 도입된 2018년 이후의 연구들을 살

펴보면, 교과서에 포함된 탐구 활동과 과학적 탐구 요소를 분석한 연구들이 있으며(김민지와 강남화, 2018; 조헌국, 2018), 여상인(2019)은 교과서에 기술된 지구과학 내용을 비교 분석하였다. 과목의 운영 실태와 어려움을 확인한 연구들을 통하여 여러 방면의 어려움이 확인되었는데, 교사들은 수업 준비 시간과 수업 시간의 부족을 호소하였고(변태진 외, 2019), 과학탐구실험을 담당하는 교사 중 저경력 교사의 비율이 높아 경험 부족으로 인하여 수업 운영과 평가에 어려움이 있었다(곽영순, 2020). 교사의 과학탐구실험 실행과 그 과정에서 발생하는 모순을 문화역사적 활동이론(CHAT)의 관점으로 분석한 연구에서도 평가 기준 개발의 어려움이 확인되었다(신소연 외, 2018).

2019학년도에 평가 방식이 상대평가에서 절대평가로 변화되면서 수행평가의 비율이 증가하고, 평가에 대한 교사들의 어려움이 다소 해소되었으나(변태진 외, 2019), 여전히 평가에 어려움이 남아 있으며 과학탐구실험의 평가에 관한 연구들은 많지 않았다. 한국과학창의재단에서는 2015 개정 과학과 교육과정 모니터링 연구를 진행하였으며, 과학탐구실험 과목의 평가계획서를 통해 수행평가의 유형 분포를 확인하였으나(박현주 외, 2019), 구체적인 평가의 내용이나 평가기준에 대한 조사는 이루어지지 않았다. 심보경과 유미현(2020)은 과학탐구실험 과목의 수행평가 채점기준에 반영된 과학과 핵심역량과 그 하위항목을 분석하였으나 경기지역의 10개 학교만이 분석 대상이었으며, 백종호 외 3명(2020)이 과학탐구실험 평가 도구 및 평가 현황을 탐색하는 연구를 수행하였으나, 이 또한 교사 25명을 대상으로 하여 과학탐구실험의 수업과 평가 전체를 조망하는 데에는 한계가 있다.

1.2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 과학탐구실험 과목의 세부평가기준을 분석하여 2015 개정 교육과정의 신설과목인 과학탐구실험의 절대평가 체계에서의 평가 현황을 파악하고, 시사점을 제안하는 데 있다. 이를 위해 언어 네트워크 분석을 이용하여 2019년도 전국 국공립 고등학교 과학탐구실험 과목의 세부평가기준을 분석하여 단원별, 성취기준별로 나타난 특징을 분석한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 언어 네트워크 분석으로 본 과학탐구실험 과목의 단원별 세부평가기준에 나타난 특징은 무엇인가?

2. 언어 네트워크 분석으로 본 과학탐구실험 과목의 성취기준별 세부평가기준에 나타난 특징은 무엇인가?

3. 과학탐구실험 과목의 세부평가기준에 포함된 탐구 기능 요소에서 나타난 특징은 무엇인가?

1.3. 용어의 정의

1.3.1. 성취기준

성취기준은 교수 학습 및 평가에서의 실질적인 근거로, 과학 교과에서 학생들이 학습을 통해 달성해야 할 지식, 기능, 태도의 능력과 특성을 기술한 것이다.

1.3.2. 언어 네트워크 분석

텍스트 내의 개념들의 구조를 파악함으로써 텍스트의 의미에 대해 찾아내고, 개념 간의 관계를 파악하는 분석 방법으로 텍스트 내의 개념을 노드(Node), 텍스트 내에서의 동시 등장 횟수를 가중치(Weight)로 나타내고 그 값을 분석하여 텍스트 내의 개념 관계를 파악할 수 있다.

1.3.3. 내용(Content), 맥락(Context), 과정(Process), 태도(Attitude)

내용(Content) 요소는 학생들이 학습해야 할 내용으로, 본 연구에서는 교육과정에 제시된 '핵심개념'과 '내용 요소'로 부터 내용 요소를 추출하였다. 맥락(Context) 요소는 내용 요소가 다루어지는 맥락을 나타내는 요소로, 본 연구에서는 과학탐구실험 과목의 내용체계를 반영하여 '역사', '생활', '첨단 과학기술'에 해당하는 맥락 요소를 추출하였다. 과정(Process) 요소는 학생들이 학습 상황에서 수행하게 되는 모든 과정을 나타내는 요소로, '실험', '수행', '탐구', '설계' 등이 이에 해당한다. 태도(Attitude) 요소는 학습 및 평가의 과정에서 학생들의 태도에 관련된 요소로 참여와 의사소통에 관련된 요소로, 정의적 영역과 함께 참여도와 의사소통 등의 요소를 포함한다. '발표', '참여', '모둠 활동' 등이 이에 해당한다.

1.3.4. 탐구의 기능 요소

‘기능’은 학생들이 수업 후 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 능력을 나타내는 용어로, 탐구의 기능 요소라 함은 학생들이 탐구의 과정을 통해 배워야 할 내용 요소와 수행 능력을 나타내는 요소이다. 2015 개정 교육과정에서는 과학탐구실험 과목의 기능 요소를 ‘문제 인식’, ‘모형의 개발과 사용’, ‘탐구 설계와 수행’, ‘자료의 수집·분석 및 해석’, ‘수학적 사고와 컴퓨터 활용’, ‘결론 도출 및 평가’, ‘증거에 기초한 토론과 논증’, ‘의사소통’으로 제시하고 있다.

1.4. 연구의 한계

본 연구는 과학탐구실험의 평가에 드러나는 특징을 살펴보기 위해 2019년도 전국 국공립 고등학교 과학탐구실험 과목의 세부평가기준을 단원별, 성취기준별로 나타난 특징을 분석하였다. 이 과정에서 다음과 같은 한계점을 지닌다.

첫째, 본 연구에 사용된 모든 자료는 교육부에서 제공하는 학교 알리미(https://www.schoolinfo.go.kr)에 공개된 것만을 기준으로 하였기에, 학교 현장에서 실제로 이루어진 평가의 내용을 모두 파악하기에는 어려움이 있다.

둘째, 본 연구에서는 2019학년도 전국 국·공립 고등학교의 평가계획서만을 분석 대상으로 선정하였다. 2019년 기준 전국의 국·공립 고등학교는 1410개(국립 19개, 공립 1391개)이고, 사립 고등학교는 946개로 본 연구의 분석 대상에서 제외된 사립 고등학교의 비율이 40%에 이르기 때문에 본 연구의 결과를 일반화하는데 한계가 존재한다.

셋째, 자료와 분석 방법의 특성으로 인한 일반화의 한계가 존재한다. 분석 자료로 사용된 평가계획서는 정해진 양식이 없어 학교별로 그 양식과 서술 방식이 상이하다. 또 언어 네트워크 분석 방법은 분석 범위(문장, 문단, 문서 전체)에 따라 다른 결론이 도출될 수 있다. 이러한 특성으로 인하여 본 연구의 결과를 일반화하는데 한계가 존재한다.

2. 이론적 배경

2.1. 성취기준과 평가틀

2.1.1. 성취기준

2009 개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준 개발 연구(교육과학기술부, 2012)에 따르면 성취기준은 교수 학습 및 평가에서의 실질적인 근거로, 과학 교과에서 학생들이 학습을 통해 달성해야 할 지식, 기능, 태도의 능력과 특성을 기술한 것이다. 성취기준은 국가 수준의 교육과정을 구체화하여 각 교과의 교육과정에 적용한 구체적인 방향과 지침으로서 교수·학습 및 평가에 이르는 모든 교육 활동의 기준이 된다(교육과학기술부, 2012). 특히, 과학 교과는 탐구 활동의 비중이 높아 성취기준에서 제시하는 과학적 지식, 기능, 태도가 수행요소로서 교과 내용에서 차지하는 비중이 커 과학 교과의 성취기준을 명료하게 진술하는 것은 중요하다(서영진, 2013).

2.1.2. 과학 탐구 평가틀

현대의 과학교육은 과학 지식의 단순 전달을 넘어서 학생들이 지식을 얻는 방법과 과정을 체험하고 습득하는 탐구에 중점을 두고 있다. 이러한 탐구와 과정과 학생들의 탐구능력을 평가하기 위한 평가틀의 개발을 국내외에서 활발하게 이루어지고 있다.

국제 비교 연구에는 TIMSS와 PISA 등이 있으며, TIMSS에서는 과학과 평가 영역을 인지 영역을 알기(Knowing), 적용하기(Applying), 추론하기(Reasoning) 세 개의 하위 영역으로 평가틀을 구성하였고(Victoria & Lee, 2017), PISA에서는 지식(Knowledge), 맥락(Context), 인지적 요

구(Cognitive demand) 세 개 차원을 토대로 과학적 역량(Competency)을 평가하도록 하였다(OECD, 2018). 또, NRC에서는 과학과 공학의 8가지 실천(practices)을 과학 탐구의 하위 요소로 제안하였다(NRC, 2012).

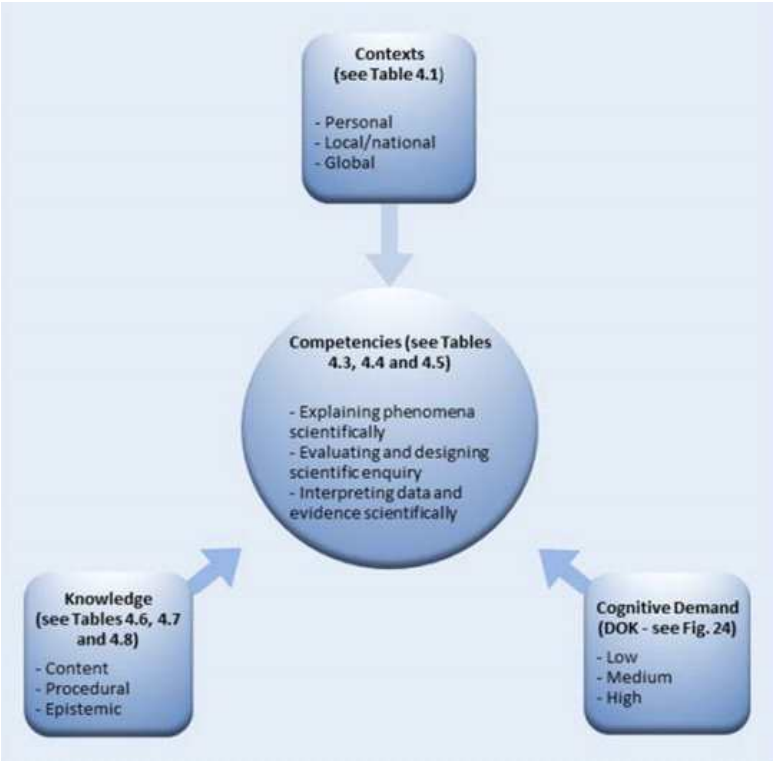

그림 1 PISA 과학과 평가틀의 구조(OECD, 2018)

본 연구에서는 해당 평가틀에서 Context를 상황 대신에 맥락으로 번역하여 사용하였으며, 3개의 요소 외에 '태도' 요소를 추가하여 평가를 분석하는 평가틀로 활용하였다.

2.2. 과학탐구실험

2.1.1. 2015 개정 교육과정의 과학탐구실험 과목

과학탐구실험 과목은 2015 개정 교육과정에서 학교 교육을 통한 탐구 역량 강화를 통해 학습자의 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 신장하기 위한 목적으로 신설되었다(장영록 등, 2015). 과학탐구실험 과목은 진로 선택과 무관하게 모든 학생들이 필수적으로 이수하도록 필수과목으로 지정되어 있다.

2015 개정 교육과정에 나타난 과학탐구실험의 성격은 다음과 같다(교육부, 2015).

고등학교 '과학탐구실험'은 9학년까지의 '과학'을 학습한 학생들을 대상으로 하여 과학 탐구 능력 및 핵심 역량을 향상시키기 위해 과학 탐구 활동과 체험 그리고 산출물 공유의 경험을 제공하는 과목이다.

고등학교 '과학탐구실험'은 학생들이 즐겁게 실험 활동을 할 수 있도록 워크북 형태로 구성하여 성취감, 즐거움, 흥미 등을 느낄 수 있게 한다. 기존 '과학' 수업을 통해 학습한 것을 일상생활이나 사회 또는 전(全) 지구적 문제의 발견과 해결에 활용할 수 있는 기회를 제공함으로써 과학의 가치뿐만 아니라 과학 탐구가 사회 및 과학기술 발전에 미치는 영향을 인식할 수 있도록 한다. 과학 개념이나 원리를 검증하기 위한 실험 활동뿐만 아니라 과학 탐구 과정과 기능을 활용할 기회를 제공하고, 과학이 일상생활에서 실제로 어떻게 활용되는지를 체험하게 한다. 생활 주변에서 과학과 관련된 문제를 찾고, 이를 창의적으로 해결하기 위해 과학의 기본 개념과 탐구 활동을 활용하는 능력을 기르는 데 초점을 둔다. 전통적인 과학 탐구 활동 이외에도, 문제의 발견과 해결을 포괄하는 프로젝트 형태의 과학 탐구 활동 및 창의적 설계와 공학적 도구 제작을 경

험할 수 있도록 한다.

2015 개정 교육과정에 제시된 과학탐구실험의 목표는 다음과 같다.

자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.

가. 자연 현상에 대한 흥미와 호기심을 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
나. 자연 현상을 이해하고 일상생활의 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 탐구능력을 기른다.
다. 자연 현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
라. 과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고, 이를 바탕으로 민주시민으로서의 소양을 기른다.
마. 과학 학습에서 즐거움을 느끼고 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

2015 개정 교육과정에 제시된 과학탐구실험의 내용체계는 표 1과 같다.

표 1 과학탐구실험 과목의 내용체계(교육부, 2015)

<table>
<tr><th>영역</th><th>핵심
개념</th><th>일반화된 지식</th><th>내용 요소
과학탐구실험</th><th>기능</th></tr>
<tr><td rowspan="2">역사
속의
과학
탐구</td><td>과학의
본성</td><td>과학자들의 탐구실험에서 과학의 다양한 본성이 발견되며, 과학 탐구 수행 과정에서 과학의 본성을 경험한다.</td><td>• 우연한 발견
• 사고실험
• 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험</td><td rowspan="9">• 문제 인식
• 탐구 설계와 수행
• 자료의 수집·분석 및 해석
• 수학적 사고와 컴퓨터 활용
• 모형의 개발과 사용
• 증거에 기초한 토론과 논증
• 결론 도출 및 평가
• 의사소통</td></tr>
<tr><td>과학자의
탐구
방법</td><td>주제에 따라 다양한 과학 탐구 방법이 활용된다.</td><td>• 귀납적 탐구
• 연역적 탐구</td></tr>
<tr><td rowspan="5">생활
속의
과학
탐구</td><td rowspan="3">과학적
태도</td><td>과학 탐구와 실험을 통해 과학에 대한 흥미와 호기심, 즐거움 등을 함양한다.</td><td>• 제품 속 과학
• 놀이 속 과학
• 스포츠 속 과학
• 문화예술 속 과학</td></tr>
<tr><td>과학 탐구는 흥미와 호기심, 협력, 증거에 근거한 결과 해석 등 다양한 과학적 태도가 필요하다.</td><td>• 흥미와 호기심
• 끈기
• 공동 탐구</td></tr>
<tr><td>과학 탐구에는 준수해야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항이 있다.</td><td>• 연구 윤리
• 안전 사항</td></tr>
<tr><td rowspan="2">과학
탐구의
과정</td><td>탐구 문제 및 상황 특성에 따라 탐구 활동 계획을 다양하게 수립한다.</td><td>• 문제 인식
• 탐구 계획 수립</td></tr>
<tr><td>과학 탐구 활동은 문제 발견, 탐구 활동 계획 수립, 탐구 수행, 결과 표상 등의 과정으로 진행된다.</td><td>• 탐구 수행
• 정성적, 정량적 데이터 수집 및 분석
• 문제 해결
• 공학적·창의적 설계 및 도구 제작
• 결과 표상</td></tr>
<tr><td rowspan="2">첨단
과학
탐구</td><td rowspan="2">과학의
응용</td><td>과학 탐구를 통해 생활 및 다양한 상황 속에 과학 지식을 적용한다.</td><td rowspan="2">• 첨단 과학 기술
• 탐구 산출물
• 선조들의 첨단 과학</td></tr>
<tr><td>과학 탐구의 산출물은 첨단 과학기술 등 다양한 분야에 공유 및 확산된다.</td></tr>
</table>

2.1.2. 과학탐구실험 과목의 운영 실태 및 평가

2015 개정 교육과정에서 과학탐구실험 과목이 새롭게 도입된 이후 과학탐구실험 과목의 운영 실태를 조사하고자 하는 연구들이 진행되었으며, 과학탐구실험 과목은 대부분 학기 당 1단위로 2개 학기로 운영하고 있으며, 2명 이내의 교사가 담당하고 있는 경우가 대부분인 것으로 확인되었다(박현주 외, 2019). 과학탐구실험 과목에서 과학교사가 경험하는 어려움을 중심으로 진행한 연구 결과 교사들은 수업 준비 시간과 수업 시간의 부족을 호소하고 있는 것으로 드러났다(변태진 외, 2019). 이러한 어려움은 축적된 수업 자료가 부족하고, 수업을 운영하는데 필요한 시간과 인적, 물적 자원의 부족으로 인한다.

2019학년도부터 과학탐구실험 과목의 평가 체계가 9등급 상대평가에서 3등급 절대평가로 전환되면서 과학탐구실험과목의 평가에 관한 연구도 진행되었다. 절대평가로 전환됨에 따라 과학탐구실험 과목의 학생 변별에 대한 교사들의 부담이 감소하였고, 교사들은 과정 중심 평가를 실천하는 데 적합한 과목으로 인식하고 있다(변태진 외, 2019). 과학탐구실험의 평가 현황에 대한 연구 결과, 교사들은 탐구 기능 요소 중 특정 요소만을 중점적으로 평가하고 있었으며, 인지적 영역과 정의적 영역에 대한 평가의 한계점이 확인되었다(백종호 외, 2020). 과학탐구실험 과목의 평가의 주체는 '교사 평가'의 비율이 가장 높은 것으로 확인되었다.

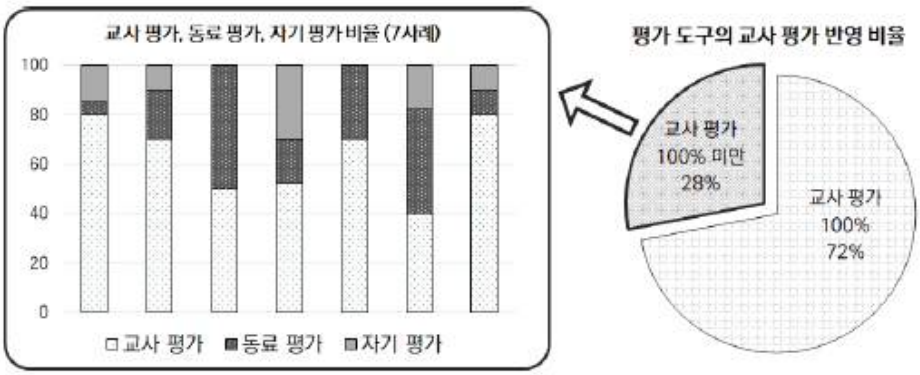

그림 2 평가의 주체에 따른 평가별 비율(변태진 외, 2020)

과학 교과 역량의 측정과 평가를 위하여 평가 요소를 개념화하고 분석하는 연구들도 수행되었는데, 과학교과 역량 중 일부 역량은 과학탐구실험의 내용에 제한적으로만 포함되어 있는 것으로 확인되었다(송신철, 심규철, 2019). 과학 탐구 능력, 과학 탐구의 과정을 평가하기 위한 평가도구, 루브릭 등을 개발하고 적용한 연구들은 학습자들의 탐구 수행과 관련된 기능, 역량 등을 평가하기 위한 방안을 제안하기 위한 연구들도 진행되었다(이효녕 외, 2017; 윤도운, 최애란, 2019). 과학탐구실험은 과정 중심 평가의 실천이 가능할 것으로 기대를 모으는 과목이나, 구체적인 실천 방안과 관련된 연구가 많이 수행되지 않았으며(김유정 외, 2019), 교사들 역시 과정 중심 평가의 취지와 목적에 맞추어 수업에 실제 적용한 경험이 많지 않았다. 또, 탐구의 맥락에서 평가의 신뢰도와 공정성을 확보하기 위한 형태의 수행평가 도구를 개발한 연구도 진행되었다(김민철과 하상우, 2020).

3. 연구 방법

3.1. 분석 대상

분석대상은 전국 국·공립 고등학교의 2019학년도 과학탐구실험 과목의 평가계획이다. 평가계획 중 '세부평가기준'에 작성된 내용만을 발췌하여 분석의 대상으로 활용하였다.

3.2. 자료 수집 및 분류

자료의 수집을 위하여 학교알리미(https://www.schoolinfo.go.kr)에 공개된 공시자료 중 전국 국·공립 고등학교의 '교과별(학년별) 평가계획에 관한 사항'에 해당하는 평가계획서를 모두 수집하였다. 최초 수집된 평가계획서의 지역별 통계는 표 2와 같다. 본 연구에서는 수집된 평가계획서 중 국·공립 고등학교의 평가계획서만을 분석의 대상으로 활용하였다. 수집된 자료는 pdf, 한글, 엑셀 등 다양한 파일 형식으로 저장되어 있었으며, 자료 분석의 편의를 위하여 모든 파일 형식으로 pdf로 통일하는 작업을 진행하였다.

성취기준별 분석을 위해 pdf 형식으로 변환한 전체 파일을 성취기준별로 분류하는 작업을 진행하였다. 분류 작업은 Anaconda Nagator(Anaconda 3) 프로그램에서 Jupyter Notebook 기능을 활용하여 진행하였다. 평가계획서 상에 특정 성취기준이 언급되어 있는 경우 해당 성취기준의 폴더로 파일이 복사, 이동 되도록 코드를 작성하였으며, 분류 작업에 사용된 코드는 그림 2와 같다. 성취기준 별로 분류한 후에는 해당 평가계획서의 세부평가기준을 엑셀 파일에 수합하는 과정을 거쳤으며, 이 과정에서 세부평가기준을 작성하지 않았거나, 특정 성취기준에 대

한 평가를 진행하지 않고 전체 성취기준에 대한 일괄적인 평가를 진행한 학교의 평가계획서는 분석 대상에서 제외되었다. 분석에 사용된 성취기준별 평가계획서의 통계는 표 3과 같다.

표 2 수집된 평가계획서의 지역별, 학교 구분별 통계

지역	국·공립 고등학교	사립 고등학교
강원도	199	43
경기도	780	289
경상남도	250	169
경상북도	204	205
광주광역시	122	89
대구광역시	86	94
대전광역시	62	54
부산광역시	150	183
서울특별시	267	449
울산광역시	92	56
인천광역시	196	104
전라남도	243	98
전라북도	149	142
제주특별자치도	40	20
충청남도	216	80
충청북도	152	45
합계	3,208	2,120

```
import os
import subprocess
from pdfminer.pdfinterp import PDFResourceManager, PDFPageInterpreter
from pdfminer.converter import TextConverter
from pdfminer.layout import LAParams
from pdfminer.pdfpage import PDFPage
from io import StringIO
from shutil import copyfile

targets = ["과탐01-01", "과탐01-02", "과탐01-03","과탐01-04",
        "과탐02-01", "과탐02-02", "과탐02-03", "과탐02-04", "과탐02-05", "과탐02-06", "과탐02-07", "과탐02-08", "과탐02-09",
        "과탐03-01","과탐03-02"]

def create_target_dir(targets):
    for target in targets:
        if not os.path.isdir(target):
            print(f"Making directory {target}...")
            os.mkdir(target)
    return

def convert_hwp_to_txt(path):
    ret = subprocess.call(['hwp5html', f'{path}', '--output', 'tmp'])
    if ret == 0:
        f = open('tmp/index.xhtml')
        text = f.readlines()
        return " ".join(text)
    else:
        return 'e'

def convert_pdf_to_txt(path):
    rsrcmgr = PDFResourceManager()
    retstr = StringIO()
    codec = 'utf-8'
    laparams = LAParams()
    device = TextConverter(rsrcmgr, retstr, laparams=laparams)
    fp = open(path, 'rb')
    interpreter = PDFPageInterpreter(rsrcmgr, device)
    password = ""
    maxpages = 0
    caching = True
    pagenos=set()

    for page in PDFPage.get_pages(fp, pagenos, maxpages=maxpages, password=password,caching=caching, check_extractable=True):
        interpreter.process_page(page)
        text = retstr.getvalue()

    fp.close()
    device.close()
    retstr.close()
    return text

def investigate_all_files(path):
    for (dirpath, dirnames, filenames) in os.walk(path):
        if len(dirnames) == 0:
            for f_name in filenames:
                try:
                    print(f"Processing {f_name}...")
                    if f_name.split('.')[-1] == 'hwp':
                        text = convert_hwp_to_txt(f"{dirpath}/{f_name}")
                    elif f_name.split('.')[-1] == 'pdf':
                        text = convert_pdf_to_txt(f"{dirpath}/{f_name}")
                    else:
                        text = ""
                    for target in targets:
                        if text.find(target) != -1:
                            print(f"\tFound {target} in the file")
                            copyfile(f"{dirpath}/{f_name}", f"{target}/{f_name}")
                    print("\tDone")
                except Exception as e:
                    print(f"Error occured in the file {f_name}!!!!")
    return


if __name__ == "__main__":
    create_target_dir(targets)
    investigate_all_files("daejeon/국공립")
```

그림 3 성취기준별 분류에 사용된 코드

표 3 분석에 사용된 성취기준별 평가계획서 통계

성취기준	수합된 평가계획서 수	분석에 사용된 평가계획서 수
[10과탐01-01]	321	195
[10과탐01-02]	239	209
[10과탐01-03]	247	183
[10과탐01-04]	247	195
1단원 합계	1,054	782
[10과탐02-01]	300	184
[10과탐02-02]	236	167
[10과탐02-03]	214	126
[10과탐02-04]	265	229
[10과탐02-05]	222	118
[10과탐02-06]	236	171
[10과탐02-07]	283	284
[10과탐02-08]	276	220
[10과탐02-09]	232	185
2단원 합계	2,264	1,684
[10과탐03-01]	232	223
[10과탐03-02]	265	205
3단원 합계	497	428
총계	3,815	2,894

3.3. 자료 분석

3.3.1. 언어 네트워크 분석

본 연구에서는 세부평가기준의 내용에 대해 구조적으로 파악하고 질적으로 분석하기 위해 언어 네트워크 분석 방법을 이용하였다. 언어 네트워크 분석(Semantic Network Analysis)은 텍스트의 구성 요소들 간의 관계를 도출하여 시스템의 구조를 파악하는(Wassetman & Faust, 1994) 사회 네트워크 분석법의 한 방법으로 이를 언어에 적용한 것이다.

언어 네트워크 분석을 통해 단어 사이의 관계를 확인하고, 텍스트에 나타난 핵심어간의 네트워크를 시각화하여 네트워크의 의미 분석을 용이하게 한다. 언어 네트워크를 분석에서 단어의 맥락구조는 사회 네트워크 분석과정에서와 동일하다. 인지구조는 사회이며, 단어는 이 사회의 한 구성원을 나타낸다. 이때 네트워크적 관점에서 중요한 것은 핵심 단어 간의 의미론적 연관(semantic association)이다(이준기와 하민수, 2012). 또, 언어네트워크 분석은 기존의 다른 개념 구조 분석 방법들과 비교하면 개념들 사이의 관계를 시각화하고, 주요 개념과 개념 사이의 관계, 관계의 강도까지도 분석할 수 있다는 장점을 갖는다(한관종, 2003). 이에 본 연구에서는 언어 네트워크 분석 방법을 사용하여 과학탐구실험 과목의 세부평가기준에 드러난 주요 개념을 도출하고, 주요 개념들 간의 관계를 살펴봄으로 어떤 의미로 사용되었는지 살펴보려고 한다.

3.3.2. 언어 네트워크 분석의 절차

본 연구에서는 언어네트워크 분석 프로그램 중 Netminer 4.4.3d를 활용하여 네트워크 분석을 진행하였다. 자료의 분석은 자료의 입력 및 전처리, 핵심어 및 핵심 네트워크 도출, 네트워크의 특성 분석의 단계를 거쳤다. 자료의 입력 및 전처리 단계에서는 엑셀 파일의 내용 중 세부평가기준에 해당하는 부분만을 분석의 대상으로 설정하여 넷마이너 프로그램

상에 자료를 불러온다. 이 때, 분석의 기본 단위를 나타내는 네트워크의 동시 발생 단위(Co-occurrence unit)는 문단(Paragraph)으로 설정하여 하나의 평가에 사용된 단어들 사이의 네트워크를 분석할 수 있도록 한다. 핵심어 및 핵심 네트워크 도출 단계에서는 단어의 출현 빈도(frequency)와 단어와 단어의 동시 등장 빈도 가중치(Weight) 값을 산출하여 핵심어와 핵심 네트워크를 도출하였다. 본 연구에서는 단원별, 성취기준별로 출현 빈도 상위 50개 단어를 '핵심어'로, 동시 등장 빈도 가중치 상위 30개의 단어쌍을 '핵심 네트워크'로 설정하여 분석을 진행하였다. 도출된 핵심어와 핵심 네트워크를 교육과정 상의 내용 체계, 성취기준과 비교하여 세부평가기준이 교육과정에 제시된 요소들을 반영하고 있는가를 확인하였다. 네트워크 특성 분석의 단계에는 네트워크 생성과 시각화의 단계로 나누어지며, 네트워크 생성 단계에서는 Co-occurance Unit을 포함한 5개의 조건값을 부여하여 네트워크를 생성한다(표 4). 시각화 단계에서는 Visualize 기능을 활용하여 네트워크 구조를 스프링(Spring) 방식으로 나타낸 후 노드의 크기는 내향 중심성(In-degree Centrality)에 따라, 링크의 굵기는 동시 등장 빈도 가중치(Weight)에 따라 나타날 수 있도록 설정하였다.

표 4 네트워크 생성 단계에서 사용되는 변인

변인	의미	연구에 사용된 값
Co-occurance Unit	단어 간 링크를 생성하는 범위를 나타내는 변인. 네트워크를 문장 내에서 생성할지, 또는 문단이나 문서 내에서 생성할지 선택	어떠한 단어들이 하나의 문장을 구성하는가를 확인하기 위하여 'Sentence'
Window Size	단어 간 링크 생성 범위를 설정할 때 포함되는 단어의 개수. 예를 들어 바로 옆에 위치한 단어 간에만 링크를 생성할 경우 Window Size = 2	동일 문장내에 함께 사용된 모든 단어들 간의 네트워크를 확인하기 위하여 '100'
Link Frequency Threshold	추출하고자 하는 공동 등장한 단어쌍의 동시 등장 최소값	총 추출되는 단어의 개수가 50개 내외로 추출될 수 있도록 단원별, 성취기준 별로 상이하게 설정
Direction	방향성 있는 링크를 생성할지, 방향성 없는 링크를 생성할지 결정하는 변인	문장 내에서 단어가 등장하는 순서를 확인하기 위하여 'Directed'
Remove Self-Loop	동일한 단어 사이의 네트워크 제거 여부를 결정하는 변인	동일한 단어 사이의 네트워크가 발생하는 것을 방지하기 위하여 'Yes'

4. 연구 결과 및 논의

4.1. 단원별 세부평가기준에 나타난 특징

4.1.1. ‘역사 속의 과학 탐구’ 단원

과학탐구실험 과목의 1단원은 ‘역사 속의 과학 탐구’이다. 2015 개정 교육과정은 이 단원의 목표를 학생들이 과학자들이 행했던 역사적인 실험들을 과학의 탐구 과정을 따라 수행하고 이를 통해 과학의 본성을 깨닫도록 함이라 제시하고 있다. 아울러 과학의 본성이라 함은 과학은 자연 현상을 설명하려는 인간 노력의 산물이며 사회적·문화적 맥락에 따라 끊임없이 변화함이라 정의하고 있다. 1단원에는 총 4개의 성취기준이 제시되어 있으며 각각은 아래와 같다(표 4).

표 5 ‘역사 속의 과학 탐구’ 단원의 성취기준

성취기준	내용
[10과탐01-01]	과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라해 보고, 과학의 발전 과정에 대해 설명할 수 있다.
[10과탐01-02]	과학사에서 우연한 발견으로 이루어진 탐구 실험을 수행하고, 그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명할 수 있다.
[10과탐01-03]	직접적인 관찰을 통한 탐구를 수행하고, 귀납적 탐구 방법을 설명할 수 있다.
[10과탐01-04]	가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구 실험을 수행하고, 연역적 탐구 방법의 특징을 설명할 수 있다.

‘역사 속의 과학 탐구’ 단원의 세부평가기준에 나타나는 특징을 분석하기 위해 세부평가기준의 문장들에서 핵심어를 도출했다.

전국 362개 학교의 782개의 평가 기준에 포함된 3905개 문장이 분석

되었으며, 총 1190개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도(Frequency: Fqcy)순으로 추출하여 표 5에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(4017)이고, 이어서 탐구(2786), 과학(2223), 설명(2003), 과정(1699) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 내용 요소(Content: Cnt)에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 두 가지임을 확인할 수 있다. 과정 요소(Process: Pro)에 해당하는 단어는 실험, 탐구, 설명, 과정 등 42개로 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 맥락 요소(Context: Cxt)에 해당하는 단어는 상위 50개에 포함되지 않았다. 이외에 태도 요소(Attitude: Att)에 해당하는 단어는 6개로 '발표', '모둠', '자신' 등이 이에 포함된다.

표 6 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	4017	11	활동	1130	21	자신	750	31	조사	606	41	도출	29
2	탐구	2786	12	원리	989	22	논리	749	32	분석	575	42	그래프	29
3	과학	2223	13	작성	901	23	정리	721	33	결론	563	43	역할	28
4	설명	2003	14	서술	899	24	주제	711	34	문제	556	44	설정	27
5	과정	1699	15	발표	890	25	참여	707	35	표현	556	45	해결	25
6	결과	1651	16	모둠	885	26	보고서	687	36	적용	551	46	기록	22
7	제시	1220	17	정확	857	27	변인	671	37	사용	535	47	근거	21
8	자료	1209	18	방법	848	28	적극	662	38	해석	534	48	이용	19
9	수행	1197	19	이해	784	29	기술	644	39	가설	522	49	관련	16
10	내용	1135	20	설계	766	30	변화	636	40	안전	514	50	기구	14

세부평가기준에서 추출된 핵심어들이 어떤 의미로 사용되었는지 확인하기 위하여 문장에서의 동시 등장 횟수 가중치(Weight)와 방향성을 고려하여 단어 네트워크를 분석하였다(표 6).

상위 5개의 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(1141), 탐구→과정(858), 실험→과정(770), 과학→원리(750), 실험→수행(596) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 Cnt에 해당하는 단어 쌍은 과학→원리, 과학→탐구 두 가지이며, Cxt에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 포함되지 않았다. Pro에 해당하는 단어 쌍은 22개로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, Cnt과 Pro에 해당하는 단어 사이의 단어 쌍인 과학→설명과 원리→설명도 확인되었다. 이를 통해 역사 속의 과학 탐구 단원에서는 과정 요소에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이 외에 Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 모둠→원 등 4개가 확인되었다.

표 7 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	1141	11	적극	참여	433	21	문제	해결	312
2	탐구	과정	858	12	탐구	방법	404	22	탐구	실험	302
3	실험	과정	770	13	원리	설명	401	23	결과	해석	301
4	과학	원리	750	14	실험	설명	379	24	활동	적극	299
5	실험	수행	596	15	결론	도출	378	25	실험	보고서	277
6	탐구	수행	592	16	보고서	작성	354	26	과학	탐구	276
7	과학	설명	536	17	모둠	원	341	27	탐구	설명	270
8	탐구	활동	481	18	실험	정리	319	28	실험	해석	267
9	실험	기구	469	19	실험	설계	317	29	탐구	설계	267
10	탐구	결과	467	20	활동	참여	313	30	변인	통제	266

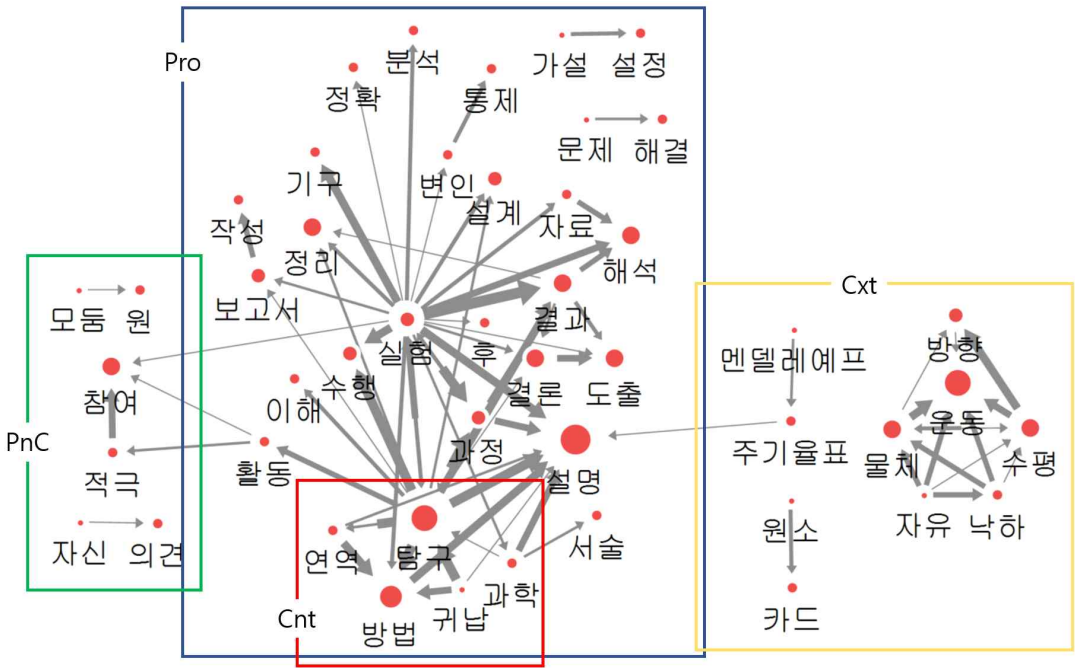

그림 4 역사 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 4는 연결 가중치(Weight) 60 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. 전체 네트워크를 Cnt, Cxt, Pro, Att 4개 영역으로 구분하였다. Cnt 영역 내부에는 '귀납', '연역', '탐구', '방법' 사이에 강한 네트워크가 형성되어 있다. 이를 통해 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법이 내용 요소로 주로 다루어졌음을 알 수 있다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, Cxt 영역 내부에는 뉴턴과 갈릴레오의 중력 관련 실험과 멘델레예프의 주기율표를 나타내는 네트워크들이 형성되고 있다. Att의 영역에서는 적극→참여 사이의 강한 네트워크와 자신→의견, 모둠→원이 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cnt 영역이 Pro의 영역 내부에 포함되어 있으며, 이는 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법이 과정 요소인 동시에 내용 요소로 작용하였기 때문이다. 또 '설명'(Pro)를 연결고리로 하는 Cnt와 Pro, Cxt와 Pro 사이의 네트워크도 확인할 수 있는데, 이는 각각의 내용 요소와 맥락 요소에 대하여 설명하는 평가도 이루어지고 있

음을 나타낸다. 이 외에 ‘실험’, ‘활동’(Pro)와 ‘적극’, ‘참여’(Att) 사이의 네트워크를 통해 실험과 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, [역사 속의 과학 탐구 단원]의 평가는 자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동, 멘델레예프의 주기율표에 대한 평가와 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 이는 모두 교육과정에 제시된 ‘역사적인 실험들을 과학의 탐구 과정을 따라 수행’에 대한 평가이다. 반면, 교육과정에 제시된 [역사 속의 과학 탐구 단원]의 핵심 개념인 ‘과학의 본성’과 내용 요소인 ‘우연한 발견’, ‘패러다임의 전환’ 등에 대한 평가는 확인되지 않았다.

4.1.2. ‘생활 속의 과학 탐구’ 단원

과학탐구실험 과목의 2단원은 [생활 속의 과학 탐구]이다. 2015 개정 교육과정은 이 단원의 목표를 학생들이 생활 제품, 문화, 놀이와 체험 등 생활 속의 다양한 분야와 문명에 담긴 과학 원리와 과학 탐구 과정을 찾아냄으로써 실생활 속 과학 탐구에 대한 흥미와 호기심을 갖도록 함이라 제시하고 있다. 교육과정에 제시된 [생활 속의 과학 탐구] 단원의 핵심 개념은 ‘과학적 태도’와 ‘과학 탐구의 과정’이다. 2단원에는 총 9개의 성취기준이 제시되어 있으며 각각은 아래와 같다(표 7).

표 8 ‘생활 속의 과학 탐구’ 단원의 성취기준

성취기준	내용
[10과탐02-01]	생활 제품 속에 담긴 과학 원리를 파악할 수 있는 실험을 통해 실생활에 적용되는 과학 원리를 설명할 수 있다.
[10과탐02-02]	영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어 등 생활과 관련된 다양한 분야에 적용된 과학 원리를 알아보는 실험을 통해 과학의 유용성을 설명할 수 있다.
[10과탐02-03]	과학 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.
[10과탐02-04]	흥미와 호기심을 갖고 과학 탐구에 참여하고, 분야 간 협동 연구 등을 통해 협력적 탐구 활동을 수행하며, 도출한 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가할 수 있다.
[10과탐02-05]	탐구 활동 과정에서 지켜야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항을 준수할 수 있다.
[10과탐02-06]	과학 관련 현상 및 사회적 이슈에서 과학 탐구 문제를 발견할 수 있다.
[10과탐02-07]	생활 속에서 발견한 문제 상황 해결을 위한 과학 탐구 활동 계획을 수립하고 탐구 활동을 수행할 수 있다.
[10과탐02-08]	탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 다양하게 표상하고 소통할 수 있다.
[10과탐02-09]	과학의 핵심 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하거나, 탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하고 제작할 수 있다.

전국 362개 학교의 782개의 평가 기준에 포함된 3905개 문장이 분석되었으며, 총 1190개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 8에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(2533)이고, 이어서 탐구(1520), 과학(1327), 설명(2003), 과정(1699) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 두 가지임을 확인할 수 있다. Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '설명', '결과' 등 42개로 가장 많은 비율을 차지하고 있다. Cxt에 해당하는 단어는 '생활'만이 상위 50개에 포함되었으며, Att에 해당하는 단어는 5개로 '모둠', '발표' 등이 이에 포함된다.

표 9 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	2533	11	자료	672	21	논리	436	31	적극	358	41	반응	290
2	탐구	1520	12	내용	668	22	주제	427	32	분석	353	42	도출	283
3	과학	1347	13	작성	548	23	자신	422	33	사용	334	43	가설	281
4	설명	1127	14	정확	545	24	이해	419	34	표현	332	44	관련	280
5	결과	1058	15	모둠	539	25	변인	417	35	조사	328	45	역할	275
6	과정	979	16	서술	522	26	방법	415	36	적용	319	46	기록	270
7	수행	743	17	변화	493	27	보고서	410	37	결론	309	47	기구	268
8	제시	721	18	발표	478	28	문제	382	38	해석	302	48	생활	252
9	활동	717	19	설계	455	29	안전	380	39	해결	294	49	설정	237
10	원리	694	20	정리	437	30	참여	374	40	그래프	290	50	이용	230

표 9는 [생활 속의 과학 탐구] 단원의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(716), 과학→원리(521), 실험→과정(466), 탐구→과정(453), 실험→수행(381) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 Cnt에 해당하는 단어 쌍은 과학→원리 1개이며, Cxt에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 포함되지 않았다. Pro에 해당하는 단어 쌍은 22개로 가장 많은 비율을 차지하고 있으며, Cnt과 Pro에 해당하는 단어 사이의 단어 쌍인 과학→설명과 원리→설명, 과학→적용도 확인되었다. 이를 통해 [생활 속의 과학 탐구] 단원에서는 과정 요소에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이 외에 Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 모둠→원 등 4개가 확인되었다.

표 10 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	716	11	원리	설명	284	21	결과	해석	180
2	과학	원리	521	12	적극	참여	231	22	실험	정확	179
3	실험	과정	466	13	실험	설명	224	23	과학	적용	177
4	탐구	과정	453	14	결론	도출	220	24	과학	탐구	173
5	실험	수행	381	15	실험	정리	214	25	실험	보고서	169
6	탐구	수행	343	16	문제	해결	210	26	활동	적극	168
7	과학	설명	315	17	모둠	원	209	27	탐구	주제	167
8	탐구	활동	313	18	보고서	작성	209	28	탐구	설계	164
9	실험	기구	307	19	실험	설계	191	29	탐구	실험	163
10	탐구	결과	294	20	활동	참여	186	30	실험	후	162

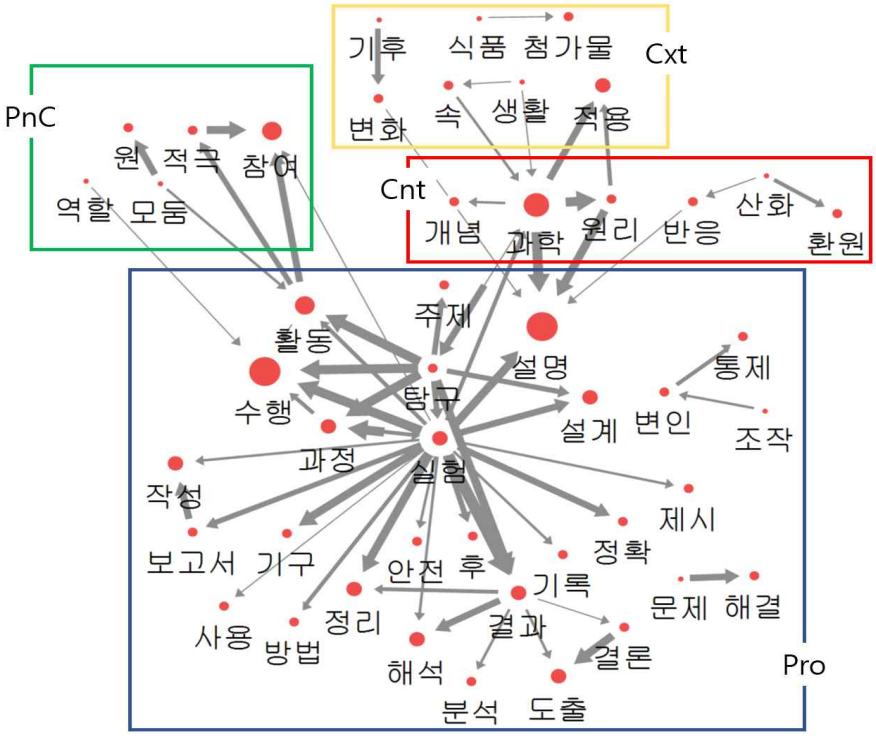

그림 5 생활 속의 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조

그림5는 연결 가중치(Weight) 120 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역 내부에는 과학→개념, 과학→원리와 과학 원리의 하나로 산화·환원 반응을 나타내는 네트워크가 형성되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, 결과를 중심으로 하는 네트워크도 확인할 수 있다. Cxt 영역 내부에는 생활→속, 기후→변화, 식품→첨가물 3개의 네트워크가 형성되었으며, Att의 영역에서는 적극→참여와 모둠→원의 네트워크가 형성되었다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '생활', '속', '적용'(Cxt)와 '과학', '원리'(Cnt), '설명'(Pro)으로 이어지는 네트워크를 확인할 수 있는데, 이는 생활 속 맥락에 적용된 과학 원리를 설명하는 평가로 해석할 수 있다. '설명'(Pro)은 기후→변화(Cxt)와 산화→반응(Cnt)와도 네트워크를 형성하고 있다. 이 외에 '활동'(Pro)과 '적극', '참여', '모둠'(Att) 사이의 네트워크를 통해 실험, 탐구 활동과 모둠 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평

가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, [생활 속의 과학 탐구 단원]의 평가는 생활 속의 맥락에 적용된 과학 원리를 설명하는 평가가 가장 많이 이루어지고 있으며, 생활 속 맥락의 구체적인 예시로는 '기후 변화'와 '식품 첨가물'이 확인되었다. 이를 통해 교육과정에 제시된 핵심 개념 중 '과학 탐구의 과정'에 평가가 집중되어 있음을 알 수 있다. 반면, 또 다른 핵심 개념인 '과학적 태도'에 해당하는 내용 요소인 '흥미와 호기심', '끈기', '연구 윤리' 등에 대한 평가는 확인되지 않았다.

4.1.3. ‘첨단 과학 탐구’ 단원

과학탐구실험 과목의 3단원은 [첨단 과학 탐구]이다. 2015 개정 교육과정은 이 단원의 목표를 학생들이 첨단 과학기술에 적용된 과학 원리 및 탐구 활동의 과정을 체험할 기회를 제공함으로써 지속가능한 발전에 대한 관심과 호기심을 갖도록 함이라 제시하고 있다. 아울러 교육과정에 제시된 3단원의 핵심 개념은 ‘과학의 응용’이며, 내용 요소에는 ‘첨단 과학 기술’, ‘탐구 산출물’, ‘선조들의 첨단 과학’이 제시되어 있다. 3단원에는 총 2개의 성취기준이 제시되어 있으며 각각은 아래와 같다(표 10).

표 11 ‘첨단 과학 탐구’ 단원의 성취기준

성취기준	내용
[10과탐03-01]	첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학 지식이 활용된 사례를 추론할 수 있다.
[10과탐03-02]	첨단 과학기술 및 과학 원리가 적용된 과학 탐구 활동의 산출물을 공유하고 확산하기 위해 발표 및 홍보할 수 있다.

전국 362개 학교의 782개의 평가 기준에 포함된 3905개 문장이 분석되었으며, 총 1190개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 11에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 과학(382)이고, 이어서 설명(359), 실험(357), 기술(354), 탐구(288) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 과학, 기술, 원리이다. Pro에 해당하는 단어는 ‘설명’, ‘실험’, ‘탐구’ 등 31개로 가장 많은 비율을 차지하고 있다. Cxt에 해당하는 단어는 ‘적정’, ‘태양’, ‘에너지’ 등 10개이며, 전체 단원 중 Cxt에 해당하는 단어가 가장 많이 상위 50개에 포함되었다. Att에 해당하는 단어는 6개로 ‘발표’, ‘모둠’ 등이 이에 포함된다.

표 12 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	과학	382	11	조사	183	21	전지	156	31	도시	115	41	방법	82
2	설명	359	12	적정	180	22	작성	142	32	논리	108	42	사례	82
3	실험	357	13	활동	178	23	참여	139	33	서술	103	43	역할	82
4	기술	354	14	설계	173	24	수행	135	34	이용	101	44	발전	77
5	탐구	288	15	적용	172	25	주제	132	35	정리	99	45	표현	75
6	발표	231	16	과정	171	26	이해	131	36	보고서	94	46	사용	73
7	원리	219	17	모둠	167	27	자신	127	37	제작	94	47	제출	73
8	자료	213	18	태양	167	28	장치	126	38	정확	92	48	창의	72
9	제시	207	19	에너지	161	29	적극	125	39	소재	90	49	원	68
10	내용	201	20	결과	156	30	친환경	124	40	전력	86	50	활용	68

표 12는 [첨단 과학 탐구] 단원의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 적정→기술(195), 과학→원리(173), 태양→전지(169), 친환경→에너지(116), 기술→설명(106) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 Cnt에 해당하는 '과학', '기술', '원리'가 포함된 단어 쌍은 12개이며, 그중 4개는 Cnt끼리의 단어 쌍이고, 5개는 Cxt와의 단어 쌍이다. 태양→전지, 친환경→에너지 등 Cxt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 7개가 상위 30개에 포함되었다. Pro에 해당하는 단어 쌍은 6개이며, Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 모둠→원 등 4개가 확인되었다. 다른 단원에 비하여 Cnt와 Cxt에 해당하는 단어를 포함한 단어 쌍이 상위 50개에 많이 포함된 것을 알 수 있는데, 이를 통해 [첨단 과학 탐구] 단원에서는 과정 요소에 대한 평가보다는 첨단 과학기술과 그 원리에 대한 평가가 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 13 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	적정	기술	195	11	탐구	과정	89	21	첨단	과학	69
2	과학	원리	173	12	에너지	도시	89	22	기술	원리	69
3	태양	전지	169	13	적극	참여	86	23	태양	전력	67
4	친환경	에너지	116	14	과학	기술	76	24	활동	참여	63
5	기술	설명	106	15	탐구	수행	75	25	실험	수행	60
6	과학	설명	101	16	에너지	기술	70	26	활동	적극	60
7	친환경	도시	98	17	전지	전력	70	27	과학	적용	59
8	기술	적용	93	18	탐구	활동	70	28	실험	과정	59
9	원리	설명	93	19	모둠	원	70	29	태양광	발전	57
10	실험	결과	91	20	기술	과학	70	30	적용	과학	57

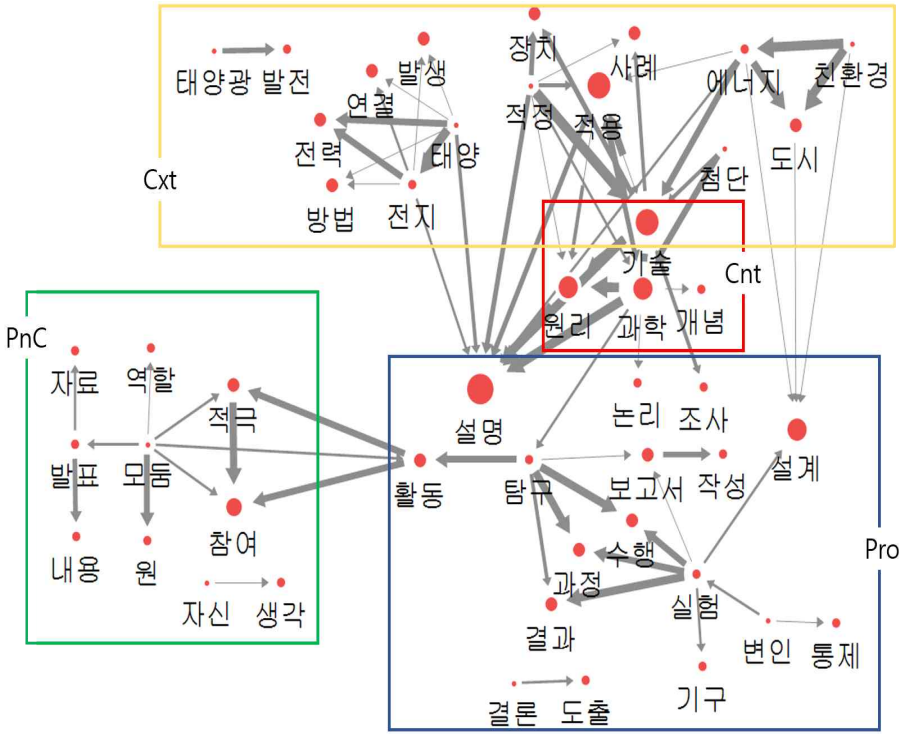

그림 6 첨단 과학 탐구 단원 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 6은 연결 가중치(Weight) 30 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역 내부에는 '과학', '기술', '원리', '개념' 사이의 강한 네트워크가 형성되었다. 과학 Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 네트워크가 형성되었으며, '수행', '과정', '결과'와의 네트워크가 강하게 나타났다. Cxt 영역 내부에는 '태양 전지', '적정 기술', '친환경 에너지'에 해당하는 강한 네트워크들이 형성되었다. Att의 영역에서는 모둠을 중심으로 네트워크가 형성되었으며 '적극', '참여' 사이에 강한 네트워크가 형성되었다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '태양', '전지', '적정', '에너지' 등(Cxt)과 '과학', '기술', '원리' (Cnt), '설명'(Pro)으로 이어지는 강한 네트워크를 확인할 수 있는데, 이는 태양전지, 적정기술, 친환경 에너지 등의 첨단 과학기술과 그 원리를 설명하는 평가로 해석할 수 있다. 또 '친환경', '에너지', '도시'(Cxt)와 '설계'(Pro) 사이의 네트워크를 통해 일부 학교에서는

친환경 에너지 도시를 설계하는 평가를 진행하였음을 알 수 있다. ‘활동’(Pro)과 ‘적극’, ‘참여’, ‘모둠’(Att) 사이의 네트워크를 통해 실험, 탐구 활동과 모둠 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, [첨단 과학 탐구 단원]의 평가는 첨단 과학기술과 적용된 과학 원리를 설명하는 평가가 가장 많이 이루어지고 있으며, 첨단 과학 기술의 구체적인 예시로는 ‘태양전지’와 ‘적정기술’, ‘친환경 에너지’가 확인되었다. 이를 통해 교육과정에 제시된 내용 요소 중 ‘첨단 과학 기술’에 평가가 집중되어 있음을 알 수 있다. 다른 내용 요소인 ‘탐구 산출물’에 해당하는 평가는 친환경 도시 설계를 통해 이루어지고 있으며, ‘선조들의 첨단 과학’에 대한 평가는 확인되지 않았다. 이 외에 다른 단원에 비하여 모둠 활동과 모둠 발표 평가가 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

교육과정 문서에 제시된 요소를 내용, 맥락, 과정 및 태도 4개의 차원으로 나누어 단원별 세부평가기준에 어떻게 반영되었는지를 분석한 결과, 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 고루 반영되지 않고 일부 요소에 대한 평가계획이 반영되지 않았음을 확인하였다(표 14). 4개 차원 중 과정 차원의 요소가 가장 충실하게 반영되었으며, 반면 태도 차원의 요소는 충분히 반영되지 않은 것으로 드러났다. 학교 현장에서는 평가의 계획 단계에서 교육과정 문서에 제시된 각 차원의 요소들이 충실하게 반영될 수 있도록 해야 하며, 태도 차원에 대한 평가가 잘 이루어질 수 있도록 평가 자료와 연수 등의 제공이 필요한 것으로 판단된다.

교육과정 문서에서는 내용 차원의 요소들을 핵심 개념과 내용 요소로써 제시하고 있다. 단원별 세부평가기준을 분석한 결과, 교육과정 문서상에 제시된 내용 차원의 요소 중 '과학의 본성'(1단원), '연구 윤리'(2단원), '선조들의 첨단 과학'(3단원)이 평가계획에 명시적으로 반영되지 않았다. 교육과정 문서에 제시된 단원별 맥락 차원은 각각 역사, 생활, 첨단의 맥락이며, 이는 세부평가기준에도 모두 반영되었다. 반면, 교육과정 문서의 내용 체계에 세분되어 제시된 맥락 요소 중 2단원은 '스포츠'와 '문화예술', 3단원은 '선조'의 맥락이 세부평가기준에 명시적으로 반영되지 않았다. 과정 차원은 4개 차원 중 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 가장 충실하게 세부평가기준에 반영되었다. 2단원의 내용 체계에 제시된 여러 과정 요소 중 '문제 인식'과 '공학적·창의적 설계 및 도구 제작'가 세부평가기준에 반영되지 않았으나, 이를 제외하면 교육과정 문서에 제시된 대부분의 과정 요소가 세부평가 기준에 반영되어 있었다. 태도 차원은 교육과정 문서상의 요소가 세부평가기준에 가장 반영되지 않은 차원이다. 교육과정 문서에 제시된 태도 요소는 2단원의 핵심 개념인 '과학적 태도'와 내용 요소인 '흥미와 호기심', '끈기'인 반면, 평가계획서의 세부평가기준에서 드러난 태도 차원의 평가는 활동 참여도와 의사소통에 대한 평가로 한정되어 있었다.

표 14 교육과정 문서상에 제시된 내용·과정·맥락·태도 차원의 요소별 세부평가기준 반영 여부

단원	반영 여부	내용	과정	맥락	태도
1단원 ‘역사 속의 과학 탐구’	반영	과학자의 탐구 방법 귀납적 탐구 연역적 탐구	귀납적 탐구 방법 연역적 탐구 방법	역사 역사 속 과학자	-
	미반영	과학의 본성 우연한 발견 패러다임의 전환	-	-	-
2단원 ‘생활 속의 과학 탐구’	반영	과학 원리 안전 사항 과학 탐구의 과정	과학 탐구의 과정	생활 생활 제품 놀이	-
	미반영	연구 윤리	문제 인식 공학적·창의적 설계 및 도구 제작	스포츠 문화예술	과학적 태도 흥미와 호기심 끈기
3단원 ‘첨단 과학 탐구’	반영	과학 원리 과학 기술	과학의 응용	첨단	-
	미반영	-	탐구 산출물	선조	-

4.2. 성취기준별 세부평가기준에 나타난 특징

4.2.1. 성취기준 [10과탐01-01]

성취기준 [10과탐01-01]은 '과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라해 보고, 과학의 발전 과정에 대해 설명할 수 있다.'이다. 여기서 내용에 해당하는 요소는 '패러다임의 전환'과 '과학의 발전 과정', 맥락에 해당하는 요소는 '과학사', 과정에 해당하는 요소는 '실험 수행'과 '설명'이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다. 실제 학교 현장의 해당 성취기준에 대한 세부평가기준의 특징을 분석하기 위해 세부평가기준에 있는 문장들에서 핵심어를 도출했다.

성취기준 [10과탐01-01]의 경우 전국 165개 학교의 195개 평가기준에 포함된 1045개 문장이 분석되었으며, 총 688개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도(Frequency: Fqcy)순으로 추출하여 표 13에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(412)이고, 이어서 탐구(185), 운동(159), 결과(151), 물체(143) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 패러다임(22), 전환(33) 두 가지임을 확인할 수 있다. 성취기준 상의 또 다른 내용 요소인 '과학의 발전 과정'에 해당하는 단어 중 과정(118), 과학(113)은 등장 빈도가 높았으나, 발전(13)의 등장 빈도는 상대적으로 낮은 것으로 보아 과정과 과학은 주로 실험과정, 과학탐구 등의 맥락에서 사용된 것으로 보인다. Pro에 해당하는 단어는 실험, 탐구, 결과, 설명, 과정 등 33개로 가장 많은 비율을 차지하고 있다. Cxt에 해당하는 단어는 운동, 물체, 수평, 낙하 등 8개이며 이는 역사 속의 과학자인 갈릴레이 뉴턴 등이 실험을 수행했던 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 7개로 참여, 자신, 적극 등이 이에 포함된다.

표 15 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	412	11	방향	96	21	참여	63	31	가설	39	41	비교	29
2	탐구	185	12	수행	92	22	논리	60	32	정리	39	42	설정	29
3	운동	159	13	그래프	91	23	자신	60	33	기록	38	43	특징	28
4	결과	151	14	자유	88	24	방법	59	34	문제	37	44	공	27
5	물체	143	15	작성	74	25	이해	57	35	도출	36	45	해결	25
6	설명	130	16	서술	71	26	활동	56	36	설계	36	46	패러다임	22
7	과정	118	17	자료	71	27	적극	51	37	의견	33	47	원	21
8	수평	117	18	분석	67	28	모둠	50	38	전환	33	48	차이점	19
9	과학	113	19	보고서	63	29	결론	44	39	안전	32	49	공통점	16
10	낙하	102	20	정확	63	30	해석	41	40	기구	31	50	수직	14

세부평가기준에서 추출된 핵심어들이 어떤 의미로 사용되었는지 확인하기 위하여 문장에서의 동시 등장 횟수 가중치(Weight)와 방향성을 고려하여 단어 네트워크를 분석하였다(표00).

상위 5개의 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(146), 물체→운동(134), 수평→방향(122), 수평→운동(107), 낙하→운동(107) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 이를 통해 수평 방향으로 운동하는 물체, 낙하하는 물체를 다루는 실험에 대한 평가가 주로 이루어졌음을 알 수 있다.

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 물체, 운동, 수평, 방향, 낙하 등의 Cxt에 해당하는 단어와 실험, 결과, 과정, 수행, 설명 등의 Pro에 해당하는 단어 간의 단어 쌍이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 반면, Cnt에 해당하는 패러다임의 전환, 과학의 발전 과정에 해당하는 단어 쌍은 패러다임→전환(20), 실험→패러다임(16), 과학→발전(13), 발전→설명(10) 등으로 상대적으로 매우 적게 다루어지고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 성취기준 [10과탐01-01]에 대한 평가는 내용 요소에 대한 이해를 확인하는 평가보다는 역사 속 과학자들이 수행했던 탐구 활동과 같은 맥락에서의 탐구 수행 과정에 대한 실습과 평가가 주가 되고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여(36), 실험→참여(31), 자신→의견(21) 등이 확인되었다.

표 16 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	146	11	실험	과정	67	21	탐구	수행	52
2	물체	운동	134	12	물체	방향	62	22	운동	수평	51
3	수평	방향	122	13	방향	운동	58	23	탐구	과정	50
4	수평	운동	107	14	자유	수평	56	24	실험	운동	49
5	낙하	운동	96	15	낙하	수평	56	25	운동	실험	46
6	자유	낙하	91	16	물체	수평	55	26	물체	설명	45
7	자유	운동	90	17	운동	방향	54	27	실험	분석	45
8	낙하	물체	83	18	운동	설명	54	28	운동	그래프	43
9	자유	물체	81	19	실험	수행	53	29	실험	기구	42
10	수평	물체	77	20	실험	설명	53	30	보고서	작성	39

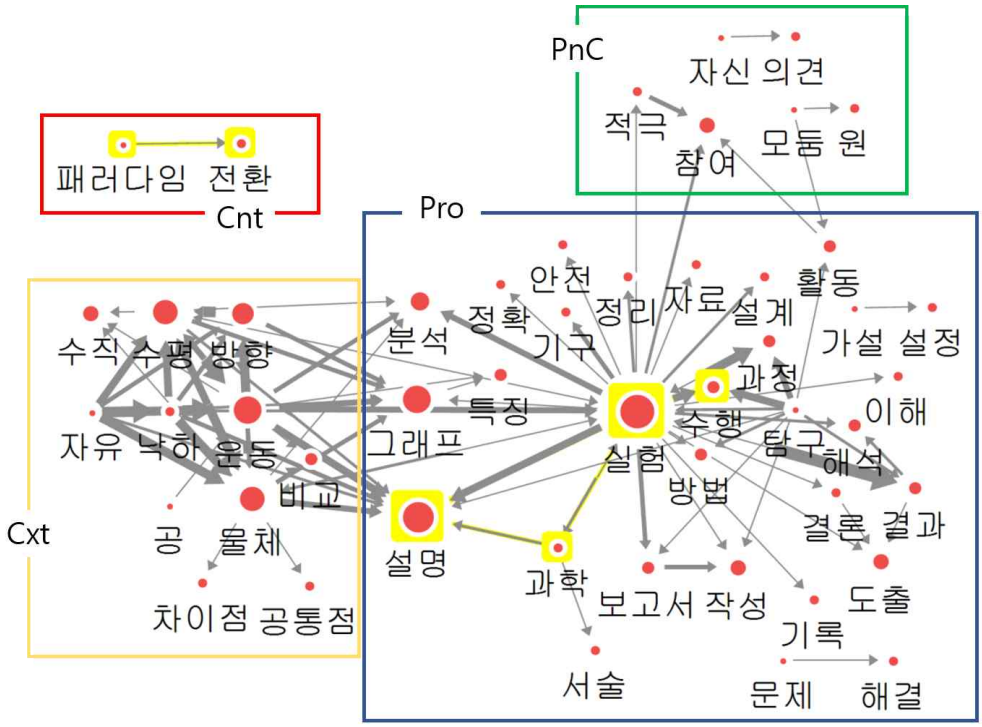

그림 7 성취기준 [10과탐01-01] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 7은 연결 가중치(Weight) 20 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. 내향 중심성(In-degree Centrality)에 따라 노드의 크기를 설정했고, 링크의 굵기는 가중치에 따라 나타냈다. 또한, 화살표의 방향을 통해 내향과 외향의 방향성을 알 수 있다. 교육과정 상의 성취기준에 포함된 단어는 따로 강조 표시하였다. 전체 네트워크를 내용(Cnt), 과정(Pro), 맥락(Cxt), 참여와 의사소통(Att) 4개 영역으로 구분하였다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '패러다임'과 '전환' 만이 추출되었다. Pro 영역 내부에서는 실험을 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, Cxt 영역 내부에서는 단어 사이의 연결성이 상호 간 강하게 나타나고 있다. Att의 영역에서는 '적극→참여', '자신→의견' 등의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cxt와 Pro 사이의 연결성이 강하게 나타나고 있으며, '그래프', '분석', '설명', '실험'을 연결고리로 하여 연결되어 있다. 이는 Cxt의 현상을 그래프로 나타내고, 이를 분석하고 설명하

는 실험과정이 주로 평가되고 있다고 해석할 수 있다. 또 Pro와 Att 사이의 연결성도 확인할 수 있으며, ‘실험’, ‘활동’, ‘참여’ 등이 연결고리를 형성하고 있다. 이는 실험과 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가로 해석할 수 있다. Cnt의 영역은 다른 3개 영역과의 연결성이 나타나지 않았다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐01-01]의 평가가 성취기준에 제시된 ‘과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험을 따라 해봄’에 집중되어 있고, 이를 ‘패러다임의 전환’ 이나 ‘과학의 발전 과정’과 같은 성취기준 상의 내용 요소로 확장하지는 못하고 있다고 해석할 수 있다. 또 성취기준 해설 상에는 ‘과학사 적으로 중요한 실험을 추가로 진행할 수 있다.’라고 나와 있지만, 학교 현장에서는 성취기준 해설에 직접 언급된 ‘갈릴레이와 뉴턴이 수행했던 다양한 중력 관련 실험’만을 실험 주제로 활용하고 있음을 알 수 있다.

언어 네트워크 분석을 통해 살펴본 성취기준 [10과탐01-01]의 세부평가기준의 특징은 다음과 같다.

핵심어와 핵심 네트워크 분석 결과, 고등학교에서의 역사 속의 과학 탐구 단원의 평가는 '실험'과 '탐구' 활동의 과정 요소와 교육과정에 제시된 내용 요소인 '과학자의 탐구 방법'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 단원명과 교육과정에 제시된 단원의 목표에 제시된 '역사'의 맥락은 핵심어와 핵심 네트워크에는 드러나지 않았으나, 네트워크 구조 분석 결과 역사의 맥락이 '자유 낙하 하는 물체와 수평으로 운동하는 물체의 운동 비교 실험', '멘델레예프의 주기율표' 등의 맥락으로 구체화되어 평가에 반영되고 있음을 확인할 수 있었다. 반면, 교육과정에 제시된 또 다른 내용 요소인 '과학의 본성'이나 '과학의 발전 과정', '패러다임의 전환' 등에 대한 평가는 핵심어와 핵심 네트워크, 네트워크 구조 모두에 나타나지 않았다.

이를 통해, 역사 속의 과학 탐구 단원의 평가는 교육과정에 제시된 단원의 목표 중 "과학자들이 행했던 역사적인 실험들을 과학의 탐구 과정을 따라 수행한다."에 치중되어 이루어지고 있으며, "이를 통해 과학의 본성을 깨닫도록 한다."에 대한 평가는 잘 이루어지지 않고 있음을 알 수 있다. 이는 실험 및 탐구의 과정 요소에 대한 평가가 쉽고, 과학탐구 실험 교과서에 수록된 탐구 활동이 '과학적 논증 탐구'보다는 '귀납적 탐구'와 '조사 탐구' 등 실험 탐구 활동 위주로 구성되어(김민지와 강남화, 2018) 있기 때문으로 판단된다.

4.2.2. 성취기준 [10과탐01-02]

성취기준 [10과탐01-02]는 '과학사에서 우연한 발견으로 이루어진 탐구 실험을 수행하고, 그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명할 수 있다.'이다. 여기서 내용에 해당하는 요소는 '우연한 발견'과 '과학의 본성'이고, 맥락에 해당하는 요소는 '과학사', 과정에 해당하는 요소는 '탐구 실험 수행'과 '설명'이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐01-02]의 경우 전국 180개 학교의 209개 세부평가기준에 포함된 924개 문장이 분석되었으며, 총 616개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 15에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 주기율표(227)이고, 이어서 원소(220), 탐구(180), 실험(158), 과학(148) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 과학(148), 발견(43), 본성(37), 과학자(33) 네 가지임을 확인할 수 있다. 성취기준 상의 또 다른 내용 요소인 '우연한 발견'에 해당하는 단어인 우연(14)은 등장 빈도가 상대적으로 낮은 것으로 확인되었다. Pro에 해당하는 단어는 탐구, 실험, 과정, 설명, 활동 등 13개가 확인되었고, Cxt에 해당하는 단어는 주기율표, 원소, 규칙, 멘델레예프 등 14개이며 이는 역사 속의 과학자인 멘델레예프가 주기율표를 발견했던 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 8개로 제시(73), 모둠(64), 발표(62), 자신(56) 등이 이에 포함된다.

표 17 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	주기율표	227	11	결과	72	21	배열	55	31	발견	43	41	주제	31
2	원소	220	12	이해	70	22	성질	54	32	논리	41	42	의견	30
3	탐구	180	13	수행	68	23	정확	54	33	정리	40	43	창의	28
4	실험	158	14	내용	66	24	카드	53	34	본성	37	44	역할	27
5	과학	148	15	모둠	64	25	참여	52	35	표현	34	45	결론	25
6	과정	135	16	발표	62	26	작성	51	36	과학자	33	46	주기	24
7	설명	126	17	자료	60	27	방법	49	37	기준	33	47	특징	24
8	규칙	79	18	멘델레예프	58	28	적극	48	38	분석	33	48	원리	23
9	활동	76	19	서술	57	29	보고서	45	39	완성	33	49	해석	23
10	제시	73	20	자신	56	30	조사	44	40	사용	32	50	현대	22

성취기준 [10과탐01-02]의 세부평가기준에 나타난 상위 5개의 단어 쌍을 살펴보면 원소→카드(74), 탐구→과정(70), 멘델레예프→주기율표(69), 주기율표→설명(64), 원소→규칙(54) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다(표 16).

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 원소, 멘델레예프, 주기율표 등의 Cxt에 해당하는 단어와 탐구, 과정, 설명, 실험, 결과 등의 Pro에 해당하는 단어 간의 단어 쌍이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 성취기준 상 내용 요소인 과학의 본성에 해당하는 단어 쌍은 과학→본성(44), 본성→설명(24)이 확인되었으며, 우연한 발견이나 과학자의 노력에 해당하는 우연→발견(20), 과학자→노력(15) 등은 상대적으로 적게 다루어지고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 성취기준 [10과탐01-02]에 대한 평가는 역사 속 과학자인 멘델레예프가 주기율표를 발견한 과정과 같은 맥락에서의 탐구 수행 과정에 대한 실습과 평가가 주가 되고 있으며, 내용 요소 중에는 과학의 본성을 주로 다루고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여(34), 활동→참여(22), 자신→의견(19), 모둠→활동(17) 등이 확인되었다.

표 18 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	원소	카드	74	11	탐구	수행	40	21	실험	수행	29
2	탐구	과정	70	12	주기율표	원소	37	22	탐구	실험	28
3	멘델레예프	주기율표	69	13	실험	과정	37	23	탐구	방법	28
4	주기율표	설명	64	14	주기율표	과정	37	24	주기율표	차이점	27
5	원소	규칙	54	15	탐구	결과	34	25	원소	설명	26
6	원소	성질	53	16	적극	참여	34	26	멘델레예프	설명	26
7	과학	설명	47	17	과정	설명	31	27	성질	원소	26
8	원소	배열	45	18	탐구	활동	31	28	주기율표	규칙	25
9	실험	결과	45	19	탐구	설명	31	29	과정	실험	25
10	과학	본성	44	20	원소	주기율표	29	30	본성	설명	24

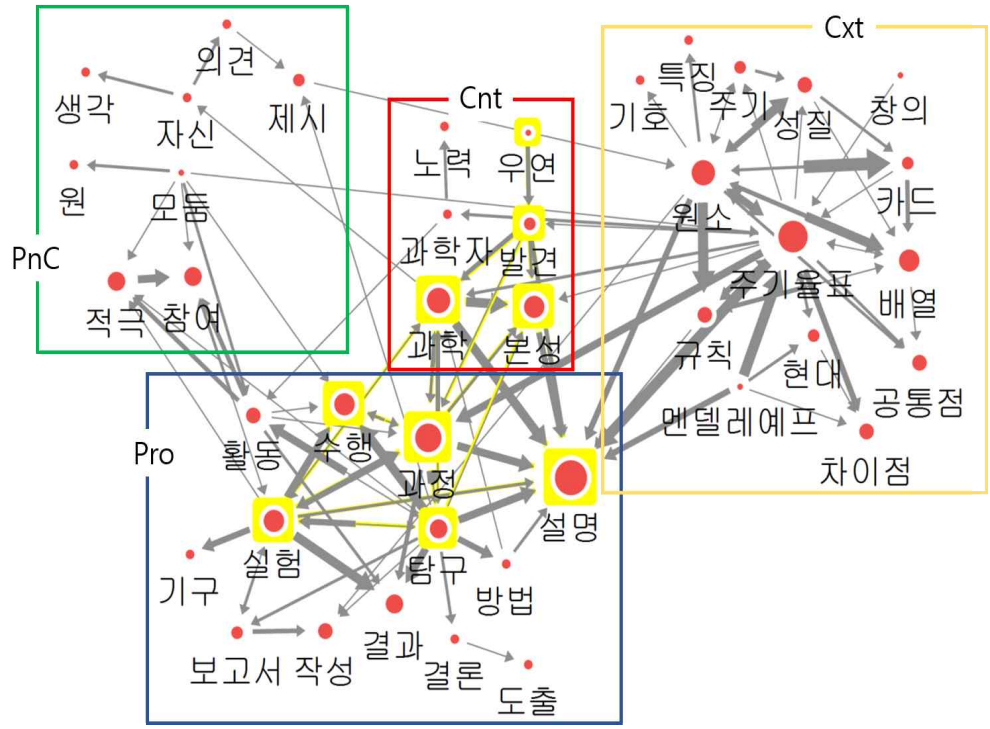

그림 8 성취기준 [10과탐01-02] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 8은 연결 가중치 10 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '본성', '우연', '발견', '과학자', '노력'이 추출되었다. Pro 영역 내부에서는 '실험'과 '탐구'를 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, Cxt 영역 내부에서는 '원소'와 '주기율표'를 중심으로 네트워크가 형성되고 있다. Att의 영역에서는 '적극→참여', '자신→의견' 등의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cnt와 Cxt, Pro 사이의 연결성이 강하게 나타나고 있으며, '과정'과 '설명'이 중심 연결고리를 형성하고 있다. 이는 멘델레예프가 수행했던 같은 맥락에서의 탐구 과정과 이를 토대로 과학의 본성과 같은 내용 요소를 설명할 수 있는가가 주로 평가되고 있다고 해석할 수 있다. 또 Pro와 Att 사이의 연결성도 확인할 수 있으며, '실험', '활동', '참여' 등이 연결고리를 형성하고 있다. 이는 실험과 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가로 해석할 수 있다. Cxt의 '주기

율표'와 Att의 '모둠' 사이에도 약한 연결이 확인되는 것으로 보아 일부 학교에서는 주기율표와 관련된 모둠 활동을 진행하였음을 알 수 있다.

종합해보면 성취기준 [10과탐01-02]에 언급되어있는 대로 '과학사에서 우연한 발견으로 이루어진 탐구 실험을 수행'하고 '그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명'하는 평가가 주로 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 또 과학사에서 우연한 발견으로 이루어진 탐구 실험은 멘델레예프의 주기율표에 관한 탐구 실험으로 한정되어 있음을 확인할 수 있다.

4.2.3. 성취기준 [10과탐01-03]

성취기준 [10과탐01-03]은 '직접적인 관찰을 통한 탐구를 수행하고. 귀납적 탐구 방법을 설명할 수 있다'이다. 여기서 '귀납적 탐구 방법'은 학생들이 수행해야 하는 과정 요소인 동시에 학습해야 하는 내용 요소라고 볼 수 있다. 이외에 과정에 해당하는 요소는 '직접적인 관찰'과 '탐구 수행'과 '설명'이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐01-03]의 경우 전국 163개 학교의 183개 평가기준에 포함된 914개 문장이 분석되었으며, 총 729개의 단어가 추출되었다. 세부 평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 17에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 탐구(262)이고, 이어서 실험(193), 자료(128), 설명(121), 과학(118) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 귀납, 탐구, 방법 세 가지임을 확인할 수 있다. Pro에 해당하는 단어는 탐구, 실험, 자료, 설명, 활동 등 32개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어는 멸종, 생물, 지층 등 9개로 이는 과학자들이 지질 시대에 걸친 생물 대멸종에 대한 가설을 도출한 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 6개로 자신, 적극, 표현, 참여 등이 이에 포함된다.

표 19 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	탐구	262	11	제시	80	21	결론	53	31	분석	39	41	가설	31
2	실험	193	12	관찰	76	22	변화	53	32	원인	39	42	모둠	31
3	자료	128	13	내용	72	23	논리	49	33	정확	39	43	조사	31
4	설명	121	14	생물	72	24	이해	49	34	표현	38	44	바탕	30
5	과학	118	15	서술	70	25	자신	46	35	근거	37	45	변인	30
6	과정	109	16	해석	70	26	도출	45	36	보고서	36	46	발표	29
7	방법	100	17	수행	69	27	작성	41	37	참여	36	47	그래프	28
8	결과	93	18	정리	58	28	적극	41	38	문제	34	48	사용	26
9	귀납	86	19	주제	54	29	지층	41	39	공룡	33	49	설정	26
10	멸종	84	20	활동	54	30	중생대	40	40	기술	33	50	말	25

성취기준 [10과탐01-03]의 세부평가기준에 나타난 상위 5개의 단어 쌍을 살펴보면 귀납→탐구(109), 탐구→방법(93), 탐구→과정(67), 귀납→방법(63), 실험→결과(62) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다(표 18). 귀납적 탐구 방법과 과정에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 생물→멸종, 멸종→원인, 중생대→지층 등 Cxt에 해당하는 단어 쌍 5개를 제외하면 모두 귀납, 탐구, 방법, 과정 등의 Pro에 해당하는 단어 간의 단어 쌍임을 알 수 있다. 성취기준 상 내용 요소인 귀납적 탐구 방법에 해당하는 단어 쌍은 귀납→탐구(109), 탐구→방법(93), 귀납→방법(63) 등으로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 그런데, 탐구→설명(51), 방법→설명(32) 등의 단어 쌍의 비율을 고려하면 귀납적 탐구 방법을 내용 요소로써 이해하고 설명할 수 있는가에 대한 평가는 이 중 절반 정도임을 유추할 수 있다. 이를 통해 성취기준 [10과탐01-03]에 대한 평가는 과학자들이 생물 대멸종에 대한 가설을 도출하는 과정과 같은 맥락이 주로 다루어지고 있으며, 탐구 수행 과정에 대한 실습과 평가, 그리고 귀납적 탐구 방법을 이해하고 설명할 수 있는가에 대한 평가가 주가 되고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 확인되지 않았다.

표 20 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	귀납	탐구	109	11	실험	기구	33	21	연역	탐구	26
2	탐구	방법	93	12	방법	설명	32	22	과정	실험	25
3	탐구	과정	67	13	결론	도출	31	23	실험	후	23
4	귀납	방법	63	14	실험	해석	30	24	결과	해석	23
5	실험	결과	62	15	멸종	원인	30	25	중생대	지층	23
6	탐구	설명	51	16	귀납	설명	28	26	탐구	이해	23
7	자료	해석	46	17	탐구	결과	28	27	탐구	활동	23
8	실험	과정	45	18	관찰	탐구	27	28	실험	자료	23
9	탐구	수행	43	19	실험	설명	27	29	공룡	멸종	23
10	생물	멸종	33	20	실험	수행	26	30	중생대	말	23

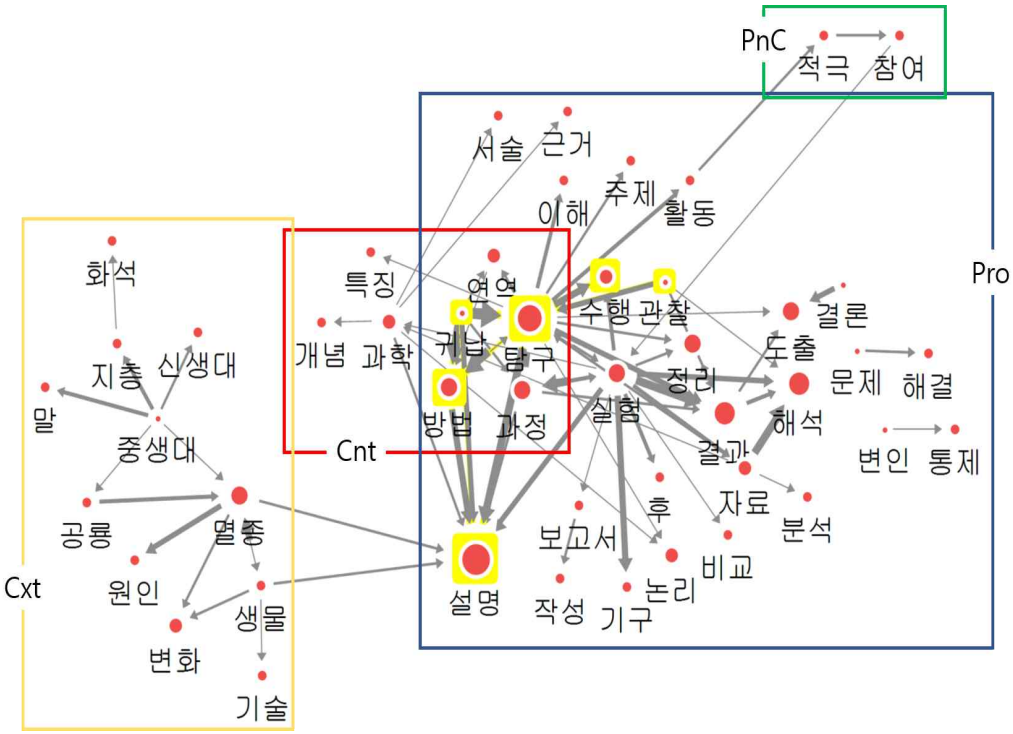

그림 9 성취기준 [10과탐01-03] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 9는 연결 가중치 15 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '귀납', '탐구', '방법', '과학', '개념' 등이 추출되었으며, 특히 성취기준 상의 내용 요소인 귀납적 탐구 방법에 해당하는 '귀납', '탐구', '방법' 사이의 링크가 강하게 형성되고 있다. 이 외에도 '연역'과의 연결도 확인할 수 있는데, 이는 일부 학교에서 귀납적 탐구와 연역적 탐구를 연계하여 함께 평가하고 있다고 해석할 수 있다. Pro 영역 내부에서는 '탐구'와 '실험', '설명'을 중심으로 네트워크가 강하게 형성되고 있으며, Cxt 영역 내부에서는 '멸종', '중생대'를 중심으로 네트워크가 형성되고 있다. Att의 영역에서는 '적극→참여' 한 가지 링크만 확인되었다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cnt와 Pro 사이의 연결성이 강하게 나타나고 있으며, 이는 귀납적 탐구 방법이 성취기준 [10과탐01-03] 상의 내용 요소인 동시에 과정 요소이기 때문으로 보인다. 또, Cnt와 Cxt, Pro

는 ‘설명’을 중심으로 연결되어 있으며, 이는 과학자들의 생물 대멸종에 대한 가설을 도출과 같은 맥락에서의 귀납적 탐구를 수행하고 귀납적 탐구 방법에 대해 설명할 수 있는가가 주로 평가되고 있다고 해석할 수 있다. 또 Pro와 Att 사이의 연결성도 확인할 수 있으며, ‘실험’, ‘활동’이 연결고리를 형성하고 있다. 이는 실험 및 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가로 해석할 수 있다.

종합해보면 성취기준 [10과탐01-03]에 언급되어있는 대로 ‘직접적인 관찰을 통한 탐구를 수행’하고 ‘귀납적 탐구 방법을 설명’하는 평가가 주로 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 또 탐구 수행이 이루어지는 맥락은 성취기준 해설에 귀납적 탐구의 대표적 사례로 제시된 과학자들의 생물 대멸종에 대한 가설 도출 과정으로 한정되어 있음을 확인할 수 있다.

4.2.4. 성취기준 [10과탐01-04]

성취기준 [10과탐01-04]은 ‘가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구 실험을 수행하고, 연역적 탐구 방법의 특징을 설명할 수 있다’이다. 여기서 ‘연역적 탐구 방법’은 학생들이 수행해야 하는 과정 요소인 동시에 학습해야 하는 내용 요소라고 볼 수 있다. 이외에 맥락에 해당하는 요소는 ‘과학사’이고, 과정에 해당하는 요소는 ‘가설 설정’과 ‘탐구 수행’과 ‘설명’이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐01-04]의 경우 전국 178개 학교의 195개 평가기준에 포함된 1023개 문장이 분석되었으며, 총 657개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 19에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(364)이고, 이어서 탐구(351), 과정(187), 방법(143), 설명(140) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 연역, 탐구, 방법 세 가지임을 확인할 수 있다. Pro에 해당하는 단어는 실험, 탐구, 과정, 방법, 설명, 등 42개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어는 파스퇴르, 생물, 2개로 이는 파스퇴르가 자연발생설의 오류를 밝힌 실험의 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 6개로 발표, 참여, 자신, 적극 등이 이에 포함된다.

표 21 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	364	11	수행	90	21	논리	55	31	문제	41	41	분석	34
2	탐구	351	12	제시	90	22	해석	50	32	주제	41	42	사용	31
3	과정	187	13	설정	85	23	내용	49	33	귀납	39	43	기록	30
4	방법	143	14	서술	76	24	활동	49	34	보고서	39	44	근거	29
5	설명	140	15	결론	71	25	정리	48	35	생물	39	45	대조	29
6	결과	121	16	자료	65	26	파스퇴르	47	36	자신	39	46	의견	28
7	과학	115	17	도출	64	27	작성	45	37	적극	39	47	조작	28
8	가설	109	18	정확	64	28	발표	44	38	표현	39	48	안전	27
9	변인	108	19	설계	62	29	참여	43	39	군	35	49	검증	25
10	연역	95	20	이해	58	30	통제	42	40	모둠	34	50	기구	25

성취기준 [10과탐01-04]의 세부평가기준에 나타난 상위 5개의 단어 쌍을 살펴보면 탐구→방법(168), 탐구→과정(129), 연역→탐구(116), 실험→과정(96), 탐구→설명(93) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다(표 20). 연역적 탐구 방법과 과정에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개의 단어 쌍 전체를 살펴보면 파스퇴르→탐구, 파스퇴르→과정을 제외하면 모두 연역, 탐구, 방법, 과정 등의 Pro에 해당하는 단어 간의 단어 쌍임을 알 수 있다. 성취기준 상 내용 요소인 연역적 탐구 방법에 해당하는 단어 쌍은 탐구→방법(168), 연역→탐구(116), 연역→방법(93) 등으로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 이 중 연역적 탐구 방법을 내용 요소로써 이해하고 설명할 수 있는가에 대한 평가를 나타내는 단어 쌍은 탐구→설명(93), 방법→설명(58) 등이 확인되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐01-04]에 대한 평가는 파스퇴르의 탐구 과정의 맥락에서 다루어지고 있으며, 탐구 수행 과정에 대한 실습과 평가, 그리고 귀납적 탐구 방법을 이해하고 설명할 수 있는가에 대한 평가가 주가 되고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 확인되지 않았다.

표 22 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	탐구	방법	168	11	결론	도출	50	21	실험	방법	40
2	탐구	과정	129	12	연역	설명	47	22	탐구	결과	39
3	연역	탐구	116	13	변인	통제	47	23	탐구	수행	39
4	실험	과정	96	14	실험	수행	47	24	실험	설계	38
5	탐구	설명	93	15	실험	탐구	45	25	귀납	방법	38
6	연역	방법	93	16	과정	설명	45	26	파스퇴르	과정	38
7	실험	결과	81	17	실험	설명	44	27	과정	탐구	36
8	방법	설명	58	18	탐구	연역	42	28	조작	변인	36
9	귀납	탐구	57	19	파스퇴르	탐구	42	29	탐구	설계	35
10	가설	설정	51	20	실험	군	41	30	탐구	실험	35

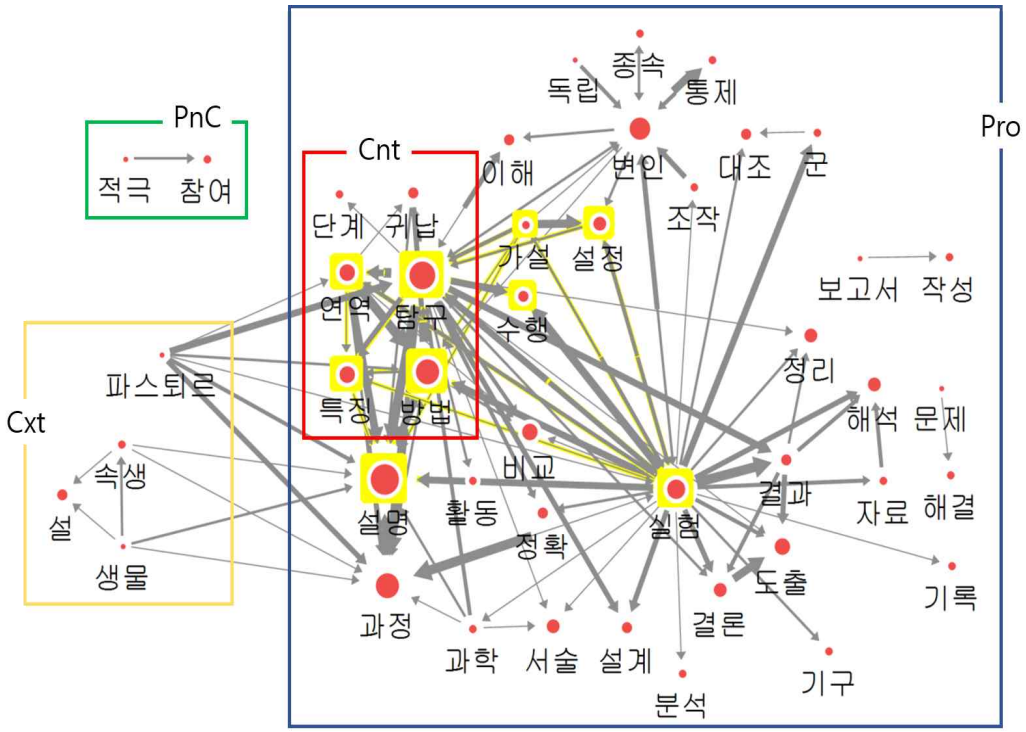

그림 10 성취기준 [10과탐01-04] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 10은 연결 가중치 15 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt에 해당하는 단어는 '연역', '탐구', '방법', '특징', '단계' 등이 추출되었으며, 특히 성취기준 상의 내용 요소인 연역적 탐구 방법에 해당하는 '귀납', '탐구', '방법' 사이의 링크가 강하게 형성되고 있다. 이 외에도 '귀납'과의 연결도 확인할 수 있는데, 이는 일부 학교에서 귀납적 탐구와 연역적 탐구를 연계하여 함께 평가하고 있다고 해석할 수 있다. Pro 영역 내부에서는 '탐구'와 '실험', '설명', '과정'을 중심으로 네트워크가 강하게 형성되고 있다. 이 외에도 '변인'을 중심으로 한 네트워크를 확인할 수 있으며, 가설 설정 과정에서의 변인에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다. Cxt 영역에서는 '생물', '속생', '설' 3개 단어 사이의 네트워크가 형성되고 있다. Att의 영역에서는 '적극→참여' 한 가지 링크만 확인되었다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cnt와 Pro 사이의 연결성이 강하게 나

타나고 있으며, 이는 연역적 탐구 방법이 성취기준 [10과탐01-04] 상의 내용 요소인 동시에 과정 요소이기 때문으로 보인다. 또, Cnt와 Cxt, Pro는 '설명'과 '과정'을 중심으로 연결되어 있으며, 이는 파스퇴르의 탐구 과정과 생물속생설의 맥락에서 연역적 탐구를 수행하고 연역적 탐구 방법에 관해 설명할 수 있는가가 주로 평가되고 있다고 해석할 수 있다. Att 와 다른 영역 사이의 네트워크는 확인되지 않았다.

종합해보면 성취기준 [10과탐01-04]에 언급되어있는 대로 '가설 설정'을 포함한 '과학사의 대표적인 탐구 실험을 수행'하고 '연역적 탐구 방법의 특징을 설명'하는 평가가 주로 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 일부 학교에서는 연역적 탐구와 귀납적 탐구를 연계하여 함께 평가하고 있다. 또 탐구 수행이 이루어지는 맥락은 성취기준 해설에 연역적 탐구의 대표적 사례로 제시된 파스퇴르의 실험과 생물속생설로 한정되어 있음을 확인할 수 있다.

4.2.5. 성취기준 [10과탐02-01]

성취기준 [10과탐02-01]은 '생활 제품 속에 담긴 과학 원리를 파악할 수 있는 실험을 통해 실생활에 적용되는 과학 원리를 설명할 수 있다.'이다. 여기서 내용 요소는 '과학 원리' 이며, 과정 요소는 '실험'과 '설명'이다. 이외에 맥락에 해당하는 요소는 '생활 제품'과 '실생활'이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐02-01]의 경우 전국 159개 학교의 184개 평가기준에 포함된 1061개 문장이 분석되었으며, 총 761개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 21에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(364)이고, 이어서 과학(175), 원리(169), 설명(167), 결과(120) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 과학, 원리, 두 가지임을 확인할 수 있다. Pro에 해당하는 단어는 실험, 설명, 결과, 탐구 등 34개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어는 제품, 생활, 소화제 등 9개로 이는 실생활과 생활 속 제품의 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 5개로 모둠, 발표, 적극, 참여 등이 이에 포함된다.

표 23 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	364	11	정확	68	21	방법	48	31	참여	40	41	분석	30
2	과학	175	12	제품	67	22	변인	47	32	영양소	39	42	주제	30
3	원리	169	13	활동	66	23	보고서	44	33	용액	37	43	결론	29
4	설명	167	14	생활	60	24	서술	44	34	기록	35	44	사용	29
5	결과	120	15	속	60	25	설계	44	35	논리	35	45	색	29
6	탐구	118	16	적용	55	26	모둠	43	36	반응	35	46	관련	28
7	과정	107	17	자료	54	27	변화	42	37	자신	34	47	기구	28
8	수행	91	18	작성	51	28	소화제	42	38	안전	33	48	역할	28
9	제시	72	19	정리	50	29	발표	41	39	이용	31	49	가설	27
10	내용	69	20	이해	49	30	적극	40	40	도출	30	50	관찰	27

표 22는 성취기준 [10과탐02-01]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 과학→원리(120), 실험→결과(101), 원리→설명(79), 과학→설명(61), 실험→수행(54) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험을 수행 및 결과에 대한 평가와 과학 원리를 설명하는 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 실험→수행, 실험→과정 등 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 13개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 생활→제품, 생활→속, 제품→속 3개가 확인되었다. 과학→원리, 원리→설명, 제품→원리 등 Cnt에 해당하는 '과학'과 '원리'와 네트워크를 형성하는 단어 쌍은 11개가 확인되었으며, 이는 모두 상위 20개 이내에 들었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-01]에 대한 평가는 실험의 수행과 결과 등 과정에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또 생활 제품과 생활 속의 맥락에서 다루어지고 있음을 알 수 있으며, 이러한 맥락을 과학 원리라는 내용 요소와 연결 지어 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 확인되지 않았다.

표 24 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	과학	원리	120	11	탐구	과정	42	21	실험	정리	27
2	실험	결과	101	12	제품	과학	42	22	실험	기구	27
3	원리	설명	79	13	생활	원리	41	23	실험	정확	27
4	과학	설명	61	14	생활	과학	40	24	제품	속	26
5	실험	수행	54	15	생활	속	35	25	속	설명	26
6	실험	과정	54	16	탐구	수행	35	26	과정	수행	26
7	제품	원리	49	17	원리	적용	31	27	실험	설계	26
8	생활	제품	49	18	과학	적용	30	28	실험	설명	26
9	속	과학	46	19	보고서	작성	29	29	실험	제시	25
10	속	원리	43	20	적극	참여	28	30	실험	보고서	24

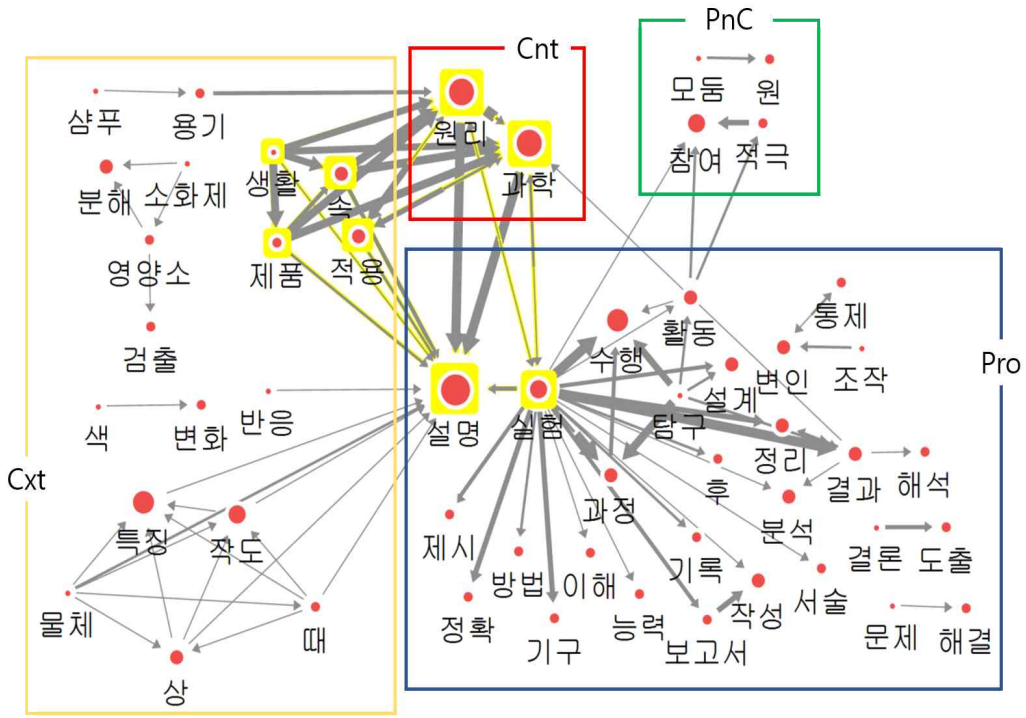

그림 11 성취기준 [10과탐02-01] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 11은 연결 가중치(Weight) 15 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학'과 '원리'가 추출되었으며, 강한 네트워크를 형성하고 있다. Pro 영역 내부에서는 실험을 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, 수행, 과정, 결과 등과의 강한 네트워크를 형성되어 있다. Cxt 영역 내부에서는 5개의 영역이 형성되었으며, 샴푸 용기, 소화제 등의 생활 제품과 물체의 상과 같이 생활 속 현상의 맥락을 나타내는 것을 확인할 수 있다. Att의 영역에서는 '적극→참여', '모둠→원' 두 개의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 Cnt와 Cxt 사이의 네트워크가 매우 강하게 나타나고 있으며, 이는 Cxt에서의 과학 원리가 평가의 주된 주제로 사용되고 있다고 해석할 수 있다. 또 '설명'을 중심으로 한 Cnt와 Pro, Cxt와 Pro 사이의 네트워크도 확인할 수 있으며, Cxt와 Cnt에 대해 설명하는 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. Pro와 Att 사이에는

‘실험’, ‘활동’, ‘참여’ 등이 연결고리를 형성하고 있다. 이는 실험과 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가로 해석할 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-01]의 평가는 성취기준에 언급된 대로 ‘생활 제품 속에 담긴 과학 원리를 파악할 수 있는 실험’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있으며, 이러한 실험에 대한 평가는 실험의 과정과 결과에 대한 평가가 주를 이루고 있다. ‘실생활에 적용되는 과학 원리를 설명’에 대한 평가도 많이 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 샴푸 용기, 소화제, 물체의 상과 작도 등 생활 제품과 생활 속의 다양한 맥락에서 실험과 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-02]

성취기준 [10과탐02-02]는 ‘영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어 등 생활과 관련된 다양한 분야에 적용된 과학 원리를 알아보는 실험을 통해 과학의 유용성을 설명할 수 있다.’이다. 여기서 내용 요소는 ‘과학 원리’ 와 ‘과학의 유용성’이며, 과정 요소는 ‘실험’과 ‘설명’이다. 이외에 맥락에 해당하는 요소는 ‘영화’, ‘건축’, ‘생활’ 등이다. 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐02-02]의 경우 전국 148개 학교의 167개 평가기준에 포함된 970개 문장이 분석되었으며, 총 808개의 단어가 추출되었다. 세부 평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 23에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(253)이고, 이어서 과학(227), 원리(158), 설명(156), 탐구(138) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 과학, 원리, 두 가지임을 확인할 수 있다. 또 다른 내용 요소인 과학의 유용성에 해당하는 단어 유용성(12)은 상위 50개에 포함되지 않았다. Pro에 해당하는 단어는 실험, 설명, 탐구 등 31개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어는 안전, 장치, 생활, 구조 등 10개로 이는 생활과 관련된 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 7개로 발표, 활동, 모둠, 적극 등이 이에 포함된다.

표 25 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	253	11	활동	69	21	자신	45	31	방법	36	41	변화	30
2	과학	227	12	모둠	66	22	속	42	32	이해	36	42	결론	29
3	원리	158	13	내용	62	23	조사	42	33	생활	35	43	역할	28
4	설명	156	14	작성	61	24	안전	41	34	구조	34	44	관찰	27
5	탐구	138	15	정확	61	25	적극	41	35	문제	34	45	분석	27
6	결과	103	16	자료	54	26	서술	40	36	관련	33	46	반응	26
7	과정	86	17	논리	53	27	정리	40	37	사례	33	47	아치	26
8	제시	83	18	보고서	49	28	주제	40	38	장치	33	48	용액	26
9	수행	77	19	발표	46	29	참여	39	39	표현	32	49	해결	26
10	적용	76	20	설계	46	30	제작	37	40	기록	31	50	변인	25

표 24는 성취기준 [10과탐02-02]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 과학→원리(137), 실험→결과(84), 과학→설명(76), 원리→설명(72), 실험→설명(49) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험 결과에 대한 평가와 과학 원리를 설명하는 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 실험→설명, 실험→과정 등 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 13개로 가장 많이 나타났다. 과학→원리, 원리→설명, 속→과학 등 Cnt에 해당하는 '과학'과 '원리'와 네트워크를 형성하는 단어 쌍은 12개가 확인되었으며 이 중 7개는 '속', '생활' 등 Cxt에 해당하는 단어와의 단어 쌍이다. 또 다른 내용 요소인 과학의 유용성에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 포함되지 않았다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-02]에 대한 평가는 실험의 수행과 결과 등 과정에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또 생활 속의 맥락에서 다루어지고 있음을 알 수 있으며, 이러한 맥락을 과학 원리라는 내용 요소와 연결 지어 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 활동→참여 2개가 확인되었다.

표 26 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	과학	원리	137	11	탐구	과정	35	21	적극	참여	26
2	실험	결과	84	12	탐구	수행	34	22	탐구	활동	26
3	과학	설명	76	13	속	원리	32	23	생활	원리	26
4	원리	설명	72	14	실험	과학	31	24	활동	참여	24
5	실험	설명	49	15	적용	과학	30	25	실험	기구	23
6	실험	과정	48	16	탐구	결과	29	26	실험	기록	23
7	과학	적용	45	17	생활	과학	29	27	실험	제시	23
8	원리	적용	42	18	구조	설명	28	28	보고서	작성	22
9	속	과학	39	19	적용	원리	27	29	실험	정확	22
10	실험	수행	39	20	원리	과학	27	30	문제	해결	22

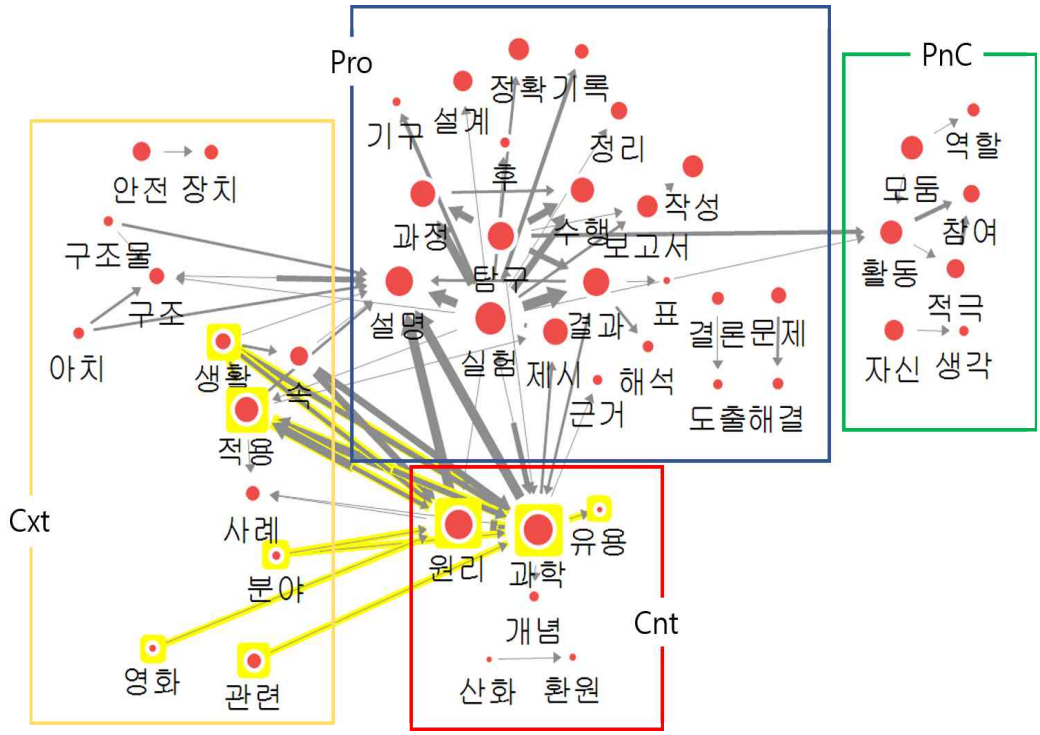

그림 12 성취기준 [10과탐02-02] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 12는 연결 가중치(Weight) 15 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '원리', '유용' 등 6개가 추출되었으며, 과학 원리 중 하나로서 산화→환원도 확인되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, 설명, 결과, 과정 등과의 강한 네트워크가 형성되어 있다. Cxt 영역 내부에서는 '생활', '속', '적용' 사이의 네트워크가 형성되어 있으며, 아치 구조물과 안전장치 등을 나타내는 네트워크도 확인할 수 있다. 생활 속의 맥락에서 구체적인 예시로 아치 구조물과 안전장치가 평가에 활용되었음을 알 수 있다. Att의 영역에서는 적극→참여, 모둠→역할 등의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 과학, 원리(Cnt)와 생활, 속, 적용(Cxt) 사이의 네트워크가 매우 강하게 나타나고 있으며, 이는 Cxt에서의 과학 원리가 평가의 주된 주제로 사용되고 있다고 해석할 수 있다. 또 '설명'

을 중심으로 한 Cnt와 Cxt, Pro 사이의 네트워크도 확인할 수 있으며, 이를 통해 실생활의 다양한 맥락에서의 과학 원리를 설명하는 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다. Pro와 Att 사이에는 '활동'이 연결고리를 형성하고 있다. 이는 실험과 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가로 해석할 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-02]에 언급된 '생활과 관련된 다양한 분야에 적용된 과학 원리를 알아보는 실험'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 하지만 이러한 실험을 통해 '과학의 유용성을 설명할 수 있는가'에 대한 평가는 일부 학교에서만 이루어지고 있으며, 과학의 유용성보다는 과학 원리를 설명할 수 있는가에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또 성취기준에는 '영화, 건축, 요리, 스포츠, 미디어 등'으로 다양한 분야가 언급되어있지만, 실제 학교 현장에서는 다소 제한적인 맥락에서만 실험과 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

4.2.2. 성취기준 [10과탐02-03]

성취기준 [10과탐02-03]은 '과학 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.'이다. 여기서 내용 요소는 '과학 원리'이며, 맥락에 해당하는 요소는 '놀이 체험'이다. 추가로 '과학의 즐거움'이라는 정의적 요소가 포함되어 있다. 과정 요소와 태도에 해당하는 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐02-03]의 경우 전국 118개 학교의 126개 평가기준에 포함된 642개 문장이 분석되었으며, 총 608개의 단어가 추출되었다. 세부 평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 25에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(195)이고, 이어서 설명(106), 탐구(97), 과학(90), 원리(85) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 과학, 원리 등 5가지임을 확인할 수 있다. 성취기준 상의 내용 요소인 과학 원리와 그 예시 중 하나인 산화·환원 반응을 나타내는 단어들이 도출되었다. Pro에 해당하는 단어는 실험, 설명, 탐구 등 32개로 가장 많이 나타났으며, Cxt에 해당하는 단어는 색, 용액, 변화 등 7개이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 6개로 적극, 모둠, 참여 등이 이에 포함된다.

표 27 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	195	11	용액	57	21	적용	34	31	때	26	41	주제	20
2	설명	106	12	변화	48	22	참여	33	32	설계	25	42	놀이	19
3	탐구	97	13	정확	48	23	서술	32	33	작성	25	43	안전	19
4	과학	90	14	반응	46	24	내용	31	34	역할	24	44	제작	19
5	원리	85	15	이해	42	25	관찰	29	35	이용	24	45	지시약	19
6	결과	78	16	제시	40	26	표현	29	36	자신	23	46	변인	18
7	과정	74	17	환원	40	27	기구	28	37	후	22	47	사용	17
8	활동	65	18	산화	38	28	자료	27	38	분석	21	48	협동	17
9	색	58	19	적극	37	29	정리	27	39	해석	21	49	방법	16
10	수행	57	20	모둠	36	30	기록	26	40	보고서	20	50	속	16

표 26은 성취기준 [10과탐02-03]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 과학→원리(60), 실험→결과(58), 과학→설명(76), 원리→설명(72), 실험→설명(49) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험 결과에 대한 평가와 과학 원리를 설명하는 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 실험→설명, 실험→과정 등 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 13개로 가장 많이 나타났다. '과학'과 '원리', '산화' 등 Cnt에 해당하는 단어를 포함하는 단어 쌍은 10개가 확인되었으며, '설명', '적용', '놀이' 등의 단어와 쌍을 이루고 있다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-03]에 대한 평가는 실험의 수행과 결과 등 과정에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또 놀이의 맥락에 적용된 과학 원리가 다루어지고 있으며, 이를 설명하는 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여 한 가지만 확인되었다.

표 28 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	과학	원리	60	11	색	변화	34	21	변화	관찰	21
2	실험	결과	58	12	용액	색	34	22	놀이	과학	21
3	실험	설명	43	13	실험	기구	31	23	실험	정리	21
4	실험	과정	41	14	반응	설명	30	24	과학	적용	20
5	산화	환원	41	15	실험	수행	29	25	실험	반응	20
6	탐구	활동	38	16	탐구	과정	28	26	실험	정확	20
7	과학	설명	37	17	탐구	결과	24	27	환원	설명	19
8	산화	반응	36	18	용액	변화	23	28	과정	실험	19
9	환원	반응	35	19	원리	적용	22	29	탐구	수행	19
10	원리	설명	35	20	적극	참여	22	30	실험	후	18

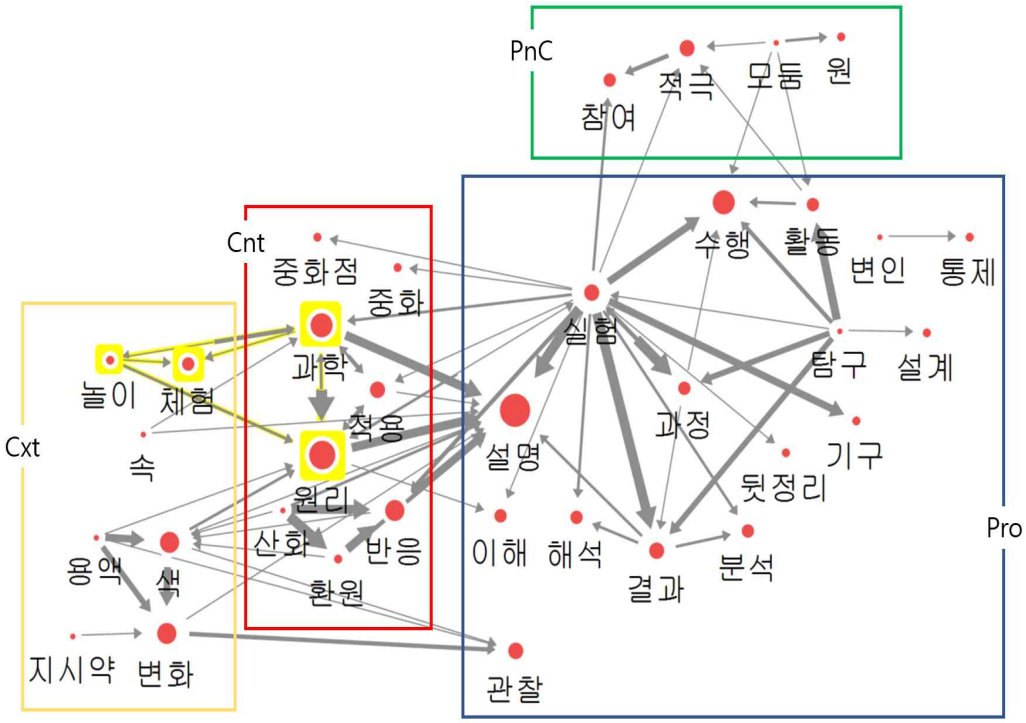

그림 13 성취기준 [10과탐02-03] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 13은 연결 가중치(Weight) 11 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 등 7개가 추출되었으며, 과학 원리의 예시로 산화·환원 반응과 중화 반응을 나타내는 네트워크도 확인되었다. Pro 영역 내부에서는 실험을 중심으로 네트워크가 형성되고 있으며, 설명, 결과, 과정 등과의 강한 네트워크가 형성되어 있다. Cxt 영역 내부에서는 '용액', '색', '변화' 사이의 강한 네트워크가 확인되었으며, 놀이→체험의 네트워크도 도출되었다. 놀이 체험이 이루어지는 맥락에서 용액의 색 변화에 관한 내용이 주로 다루어졌다고 해석할 수 있다. Att의 영역에서는 '적극', '참여', '모둠', '원' 사이의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '과학', '원리'(Cnt)와 '놀이', '체험'(Cxt) 사이의 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 놀이 체험의 맥락에서 과학 원리가 평가의 주된 주제로 사용되고 있다고 해석할 수 있다. 또 '과학',

‘원리’, ‘반응’(Cnt)과 ‘설명’(Pro)을 연결고리로 하는 Cnt와 Pro 사이의 강한 네트워크도 확인할 수 있으며, 이를 통해 산화·환원 반응 등의 과학 원리를 설명하는 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. Pro와 Att 사이의 네트워크를 통해 실험과 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가와 모둠 활동에서의 수행이 평가되고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-03]은 ‘과학 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있다.’이지만, 실제 학교 현장에서는 ‘놀이 체험의 맥락에서 과학 원리가 적용된 실험 수행’과 ‘이에 적용된 과학 원리를 설명할 수 있는가’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 즐거움이라는 정의적 영역을 평가하기 어렵기 때문일 것으로 예상하며, 실제 성취기준 해설에도 “놀이 체험 등의 다양한 분야에서 즐거움 등을 깨달을 수 있는 실험 활동을 진행할 수 있다.” 정도로만 언급이 되어 있다. 또 놀이 체험과 주제는 산화·환원 반응과 중화 반응을 원리로 하는 용액의 색 변화로 제한되어 있음을 알 수 있다.

4.2.3. 성취기준 [10과탐02-04]

성취기준 [10과탐02-04]는 '흥미와 호기심을 갖고 과학 탐구에 참여하고, 분야 간 협동 연구 등을 통해 협력적 탐구 활동을 수행하며, 도출한 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가할 수 있다.'이다. 이 성취기준은 과정 요소와 태도 요소로만 구성되어 있다. 과정 요소는 '과학 탐구', '연구', '수행', '도출한 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가'이며, 태도 요소는 '참여', '협동', '협력적 활동', '흥미'와 '호기심'이 포함되어 있으며, 내용 요소와 맥락 요소는 포함되어 있지 않다.

성취기준 [10과탐02-04]의 경우 전국 187개 학교의 229개 평가기준에 포함된 1261개 문장이 분석되었으며, 총 855개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 27에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(355)이고, 이어서 탐구(238), 결과(156), 과정(151), 과학(142) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '결과' 등 38개로 가장 많이 나타났으며, Att에 해당하는 단어는 8개로 '모둠', '발표', '참여' 등이 이에 포함된다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-04]에 대해서는 과정과 태도의 영역에서 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. Cnt와 Cxt에 해당하는 단어는 각각 '과학'과 '원리' '제시'로 2개씩 확인되었다.

표 29 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	355	11	주제	81	21	자신	58	31	안전	46	41	제작	39
2	탐구	238	12	발표	76	22	적극	58	32	반응	45	42	기구	37
3	결과	156	13	작성	76	23	자료	56	33	역할	45	43	기지	37
4	과정	151	14	제시	74	24	서술	53	34	조사	45	44	해결	37
5	과학	142	15	정확	72	25	변인	52	35	가설	44	45	산화	36
6	설명	128	16	보고서	67	26	해석	52	36	기록	43	46	연구	36
7	수행	125	17	설계	67	27	논리	51	37	사용	43	47	환원	36
8	활동	122	18	정리	63	28	도출	50	38	방법	41	48	평가	35
9	내용	95	19	이해	61	29	원리	49	39	문제	40	49	협력	35
10	모둠	87	20	참여	61	30	결론	47	40	분석	40	50	원	34

표 28은 성취기준 [10과탐02-04]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(91), 실험→과정(73), 탐구→수행(72), 탐구→과정(71), 탐구→활동(51) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험과 탐구의 수행, 과정, 결과에 관한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 실험→과정, 탐구→수행 등 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 20개로 가장 많이 나타났다. '참여', '모둠' 등 Att에 해당하는 단어를 포함하는 단어 쌍은 5개가 확인되었으며, 나머지 5개의 단어 쌍은 '과학', '원리', '산화' 등 Cnt에 해당하는 단어를 포함하는 단어 쌍이다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-04]에 대한 평가는 실험의 과정과 결과 등 과정 요소에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또 모둠 활동 등을 통한 참여도에 대한 평가와 산화·환원 반응 등의 과학 원리에 관한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 30 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	91	11	산화	환원	35	21	탐구	실험	28
2	실험	과정	73	12	탐구	주제	35	22	산화	반응	28
3	탐구	수행	72	13	결과	해석	35	23	환원	반응	28
4	탐구	과정	71	14	활동	적극	34	24	모둠	수행	27
5	탐구	활동	51	15	보고서	작성	34	25	문제	해결	27
6	실험	수행	49	16	활동	참여	33	26	과정	수행	26
7	탐구	결과	46	17	실험	정리	31	27	실험	정확	26
8	실험	기구	46	18	과학	원리	31	28	과학	설명	25
9	적극	참여	38	19	결론	도출	31	29	실험	활동	25
10	모둠	원	35	20	실험	설계	28	30	실험	보고서	25

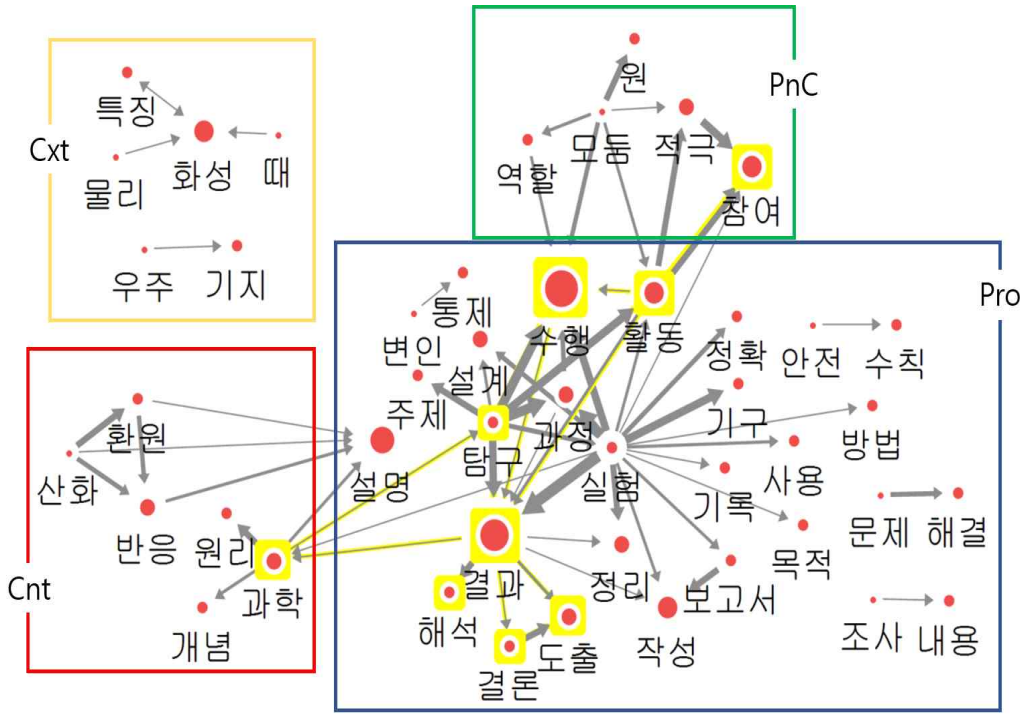

그림 14 성취기준 [10과탐02-04] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 14는 연결 가중치(Weight) 18 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 등 6개가 추출되었으며, 과학 원리의 예시로 산화·환원 반응을 나타내는 네트워크도 확인되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구, 결과를 중심으로 하는 강한 네트워크가 형성되고 있으며, 실험→결과, 탐구→과정 등의 네트워크가 특히 강하게 나타났다. Cxt 영역 내부에서는 '화성'과 '우주기지'를 나타내는 네트워크가 확인되었으며, Att의 영역 내부에서는 '모둠'을 중심으로 하여 '역할', '원', '적극', '참여' 사이의 강한 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '과학'(Cnt)과 '놀이', '결과', '탐구', '실험'(Pro) 사이의 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 실험과 탐구, 그리고 결과를 통해 그 속에 포함된 과학 원리와 개념을 주제로 하는 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. '결과'가 Cnt와 Pro 사이의 연결고리

역할을 하는 것은 성취기준 [10과탐02-04]만의 특징이다. ‘산화’, ‘환원’, ‘반응’(Cnt)과 ‘설명’(Pro)을 사이의 네트워크도 확인할 수 있으며, 이는 산화·환원 반응에 관해 설명하는 평가로 해석할 수 있다. ‘수행’과 ‘활동’(Pro)를 연결고리로 하는 Pro와 Att 사이의 강한 네트워크를 통해 실험과 탐구 활동에 적극적으로 참여하고, 모둠 활동에서 역할 수행을 잘 하는가에 대한 평가도 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다. Cxt는 다른 영역과 네트워크가 형성되지 않았으며, 이는 어떤 맥락에서 평가가 이루어지는가보다는 과정과 참여 자체에 대한 평가가 중요시되었다고 해석할 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-04]에 대한 평가는 과정 요소와 태도 요소를 중심으로 이루어졌음, 특히 성취기준 상에 제시된 ‘과학 탐구에 참여’와 ‘협력적 활동 수행’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. ‘분야 간 협동 연구’를 활용한 평가는 확인되지 않았으며, 성취기준에 제시된 정의적 요소인 ‘흥미’와 ‘호기심’에 대한 평가도 확인되지 않았다. 이는 성취기준 [10과탐02-03]의 ‘과학의 즐거움’과 마찬가지로 정의적 요소에 대한 평가의 어려움 때문이라 예상된다. 과정 요소 중에는 탐구 및 실험의 수행과 결론 도출, 결과 해석이 주로 평가되었다. 하지만 성취기준에 제시된 도출한 결과를 ‘증거에 근거하여 해석하고 평가’할 수 있는가에 대한 구체적인 평가의 과정은 드러나지 않았다. 또 성취기준 해설은 “…‘운동 관련 안전사고 예방 장치 고안하기’ 탐구 활동을 통해 협업의 가치를 알게 하고…’라고 제안하고 있으나, 안전사고 예방 장치와 관련된 요소는 도출되지 않았으며, 일부 학교에서 화성의 특징과 우주기지 관련 맥락만을 다룬 것으로 드러났다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-05]

성취기준 [10과탐02-05]는 '탐구 활동 과정에서 지켜야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항을 준수할 수 있다.'이다. 이 성취기준은 과정 요소와 내용 요소로만 구성되어 있다. 과정 요소는 '탐구 활동'이고, 내용 요소는 '생명 존중', '연구 진실성', '지식 재산권' 등의 '연구 윤리'와 '안전 사항'이다. 다른 성취기준에서는 '안전 사항'을 실험 및 탐구 과정에서 지켜야 할 과정 요소로 분류하였지만, 성취기준 [10과탐02-05]에서는 학생들이 학습해야 할 내용 요소로 분류하였다.

성취기준 [10과탐02-05]의 경우 전국 109개 학교의 118개 평가기준에 포함된 648개 문장이 분석되었으며, 총 618개의 단어가 추출되었다. 세부 평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 29에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(204)이고, 이어서 탐구(75), 과정(72), 과학(72), 제시(71) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '과정' 등 33개로 가장 많이 나타났으며, Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '안전', '수칙' 등 7개가 확인되었다. Cxt와 Att 해당하는 단어는 각각 5개씩 확인되었다.

표 31 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	204	11	연구	48	21	방법	34	31	결론	23	41	실험실	20
2	탐구	75	12	활동	47	22	작성	34	32	관련	23	42	사항	19
3	과정	72	13	내용	44	23	때	33	33	논리	23	43	설계	19
4	과학	72	14	수칙	41	24	주제	32	34	변화	23	44	원리	19
5	제시	71	15	정확	41	25	변인	31	35	보고서	23	45	해석	19
6	안전	63	16	기구	38	26	윤리	31	36	참여	23	46	효과	19
7	결과	51	17	자신	37	27	정리	29	37	포함	23	47	가설	18
8	자료	51	18	모둠	35	28	조사	29	38	분석	22	48	개념	18
9	서술	50	19	사용	35	29	표현	27	39	발표	21	49	근거	18
10	설명	48	20	수행	35	30	항생	27	40	도출	20	50	물질	18

표 30은 성취기준 [10과탐02-05]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 때→대처(102), 때→방법(100), 수칙→때(69), 수칙→방법(54), 수칙→대처(54) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 특정 상황(때)에서의 대처 방법과 지켜야 할 수칙에 대한 평가가 주로 이루어졌음을 알 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 '안전', '수칙', '대처'와 같은 Cnt에 해당하는 단어를 포함하는 단어 쌍이 18개로 가장 많이 나타났다. 그 중 8개는 때→대처, 때→방법과 같이 Cxt에 해당하는 단어와 이루어진 단어 쌍이고, Cnt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 수칙→방법, 수칙→대처 등 7개이다. Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 실험→기구, 실험→과정 등 5개가 확인되었다. Att에 해당하는 단어를 포함하는 단어 쌍은 상위 40개에 포함되지 않았다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-05]에 대한 평가는 다양한 맥락과 실험 상황에서 지켜야 할 안전수칙과 대처 방법에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 32 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	때	대처	102	11	실험	안전	35	21	실험	수행	21
2	때	방법	100	12	실험	과정	35	22	기구	때	20
3	수칙	때	69	13	실험	결과	32	23	발생	때	20
4	수칙	방법	54	14	연구	윤리	31	24	발생	대처	20
5	수칙	대처	54	15	실험	때	30	25	유리	때	19
6	대처	방법	46	16	때	수칙	30	26	실험	후	18
7	실험	기구	43	17	실험	방법	28	27	과학	원리	18
8	방법	때	36	18	안전	수칙	26	28	실험	설계	18
9	방법	대처	36	19	실험	수칙	25	29	발생	방법	18
10	대처	때	36	20	탐구	과정	24	30	실험	대처	18

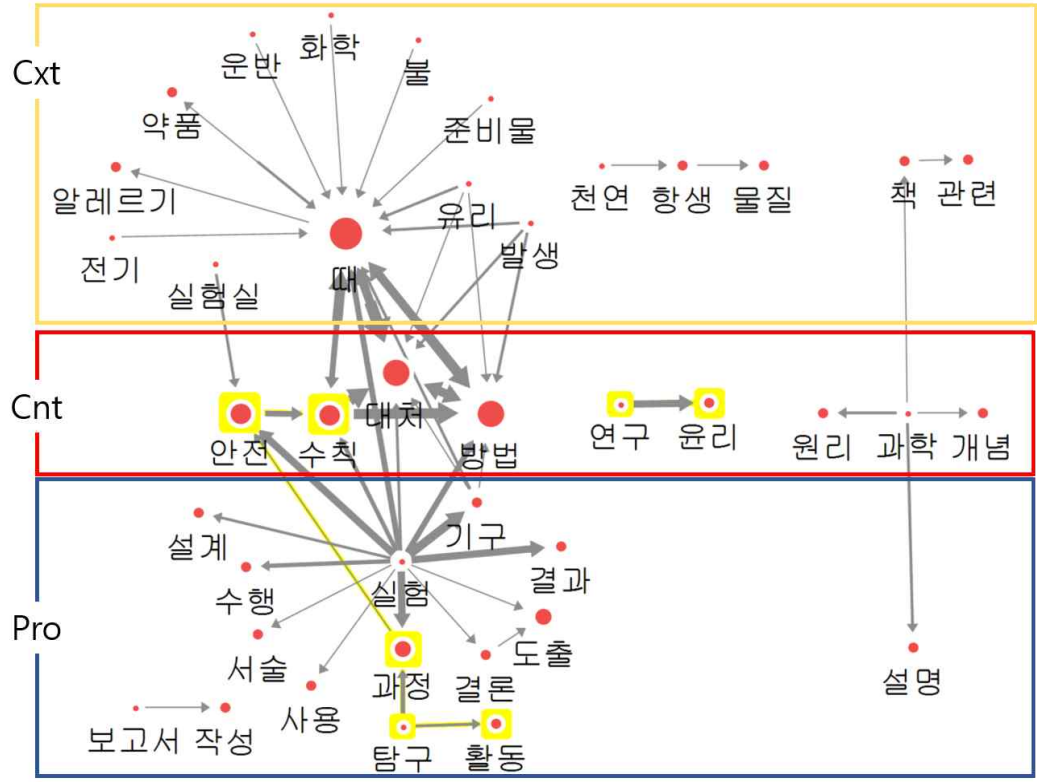

그림 15 성취기준 [10과탐02-05] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 15는 연결 가중치(Weight) 14 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '안전', '수칙' 등 9개가 추출되었으며, 성취기준 상의 내용 요소인 '연구 윤리'와 '안전 사항'을 나타내는 단어들 사이에 강한 네트워크가 형성되었다. 그 외에 과학→원리, 과학→개념의 네트워크도 도출되었다. Pro 영역 내부에서는 실험을 중심으로 하는 네트워크가 형성되었으며, Cxt 영역 내부에서는 '때'를 중심으로 하는 네트워크가 형성되었다. Att에 해당하는 네트워크는 확인되지 않았다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '수칙', '대처', '방법'(Cnt)과 '때'(Cxt) 사이의 강한 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 여러 상황(때)에서 지켜야 할 안전수칙과 대처 방법에 대한 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. '안전', '수칙', '대처', '방법'(Cnt)과 '실험'(Cxt) 사이에도 강한 네트워크가 형성되고 있으며, 이는 실험과정에서의 안전수칙과 대처 방법에

대한 평가로 해석할 수 있다. 이외에도 과학(Cnt)→책(Cxt), 과학(Cnt)→설명(Pro)의 네트워크도 확인할 수 있는데, 일부 학교에서는 과학 독서 활동을 통한 평가를 진행한 것으로 보인다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-05]에 대한 평가는 성취기준 상에 제시된 '탐구 활동 과정에서 지켜야 할 안전 사항 준수'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, 성취기준에 제시된 또 다른 내용 요소인 '생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리'에 대한 평가는 잘 드러나지 않았다. 연구→윤리의 네트워크가 도출되기는 했지만, 구체적인 예시로 제시된 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 등은 평가의 주제로 다루어지지 않았다. 성취기준 해설에는 "천연 항생 물질 찾기 탐구 활동을 통해 관련된 연구 윤리와 안전 사항을 파악할 수 있다."라고 제시되어 있으며, 일부 학교에서는 천연 항생 물질에 대한 평가를 진행했지만, 대부분 학교에서는 불, 약품, 전기 등 실험 상황에서의 위험요소를 평가의 맥락으로 활용하였다. 추가로 일부 학교에서는 과학 독서 활동을 통한 평가와 과학 원리와 개념을 설명하는 평가를 진행하기도 한 것으로 확인되었다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-06]

성취기준 [10과탐02-06]는 '과학 관련 현상 및 사회적 이슈에서 과학 탐구 문제를 발견할 수 있다.'이다. 여기서 '과학 탐구 문제'는 과정 요소인 동시에 학생들이 학습해야 하는 내용 요소라고 볼 수 있다. 이 외의 과정 요소는 '발견'이며, 맥락 요소는 '과학 관련 현상'과 '사회적 이슈'이다.

성취기준 [10과탐02-06]의 경우 전국 146개 학교의 171개 평가기준에 포함된 867개 문장이 분석되었으며, 총 732개의 단어가 추출되었다. 세부 평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 31에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 과학(170)이고, 이어서 실험(168), 탐구(135), 설명(94), 내용(84) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '탐구', '문제' 등 5개가 도출되었으며, Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '설명' 등 33개로 가장 많이 나타났다. Cxt에 해당하는 단어는 '식품', '첨가물' '관련' 등 8개로 이는 과학 관련 현상 및 사회 이슈의 맥락을 나타내는 단어들이다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 7개로 '자신', '발표', '표현' 등이 이에 포함된다.

표 33 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	과학	170	11	활동	56	21	식품	45	31	변인	36	41	기술	31
2	실험	168	12	자신	55	22	작성	44	32	변화	36	42	원리	31
3	탐구	135	13	발표	51	23	근거	43	33	중화	35	43	분석	30
4	설명	94	14	서술	51	24	조사	43	34	모둠	34	44	의견	30
5	내용	84	15	관련	48	25	정확	42	35	사회	34	45	이슈	29
6	제시	84	16	수행	48	26	주제	42	36	참여	34	46	해석	29
7	결과	83	17	논리	47	27	해결	41	37	적극	33	47	논술	28
8	자료	67	18	이해	46	28	보고서	37	38	토양	33	48	결론	25
9	문제	63	19	방법	45	29	첨가물	37	39	방안	32	49	설계	25
10	과정	62	20	사용	45	30	표현	37	40	정리	32	50	반응	24

표 32는 성취기준 [10과탐02-06]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(47), 과학→탐구(40), 식품→첨가물(39), 과학→문제(34), 과학→관련(32) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 성취기준 상 내용 요소이자 과정 요소인 '과학', '탐구', '문제'가 포함된 단어 쌍은 17개이다. 그중 탐구→활동, 탐구→결과 등은 과정 요소를 나타내는 단어 쌍은 5개이다. 이 외에 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 실험→수행, 실험→과정 등 8개가 확인되었다. 식품→첨가물, 사회→이슈 등 Cxt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 7개가 확인되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-06]에 대한 평가는 '과학 탐구 문제'에 대한 평가가 가장 많이 이루어지고 있으며, 과학 관련 현상과 사회 이슈의 맥락에서 이루어지고 있음을 알 수 있다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 자신→의견 2개가 확인되었다.

표 34 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	47	11	관련	사회	28	21	적극	참여	23
2	과학	탐구	40	12	과학	이슈	28	22	과학	현상	23
3	식품	첨가물	39	13	사회	이슈	28	23	중화	반응	22
4	과학	문제	34	14	관련	이슈	27	24	탐구	수행	22
5	과학	관련	32	15	과학	원리	26	25	과학	발견	21
6	과학	사회	31	16	문제	해결	26	26	자신	의견	21
7	실험	수행	29	17	과학	설명	26	27	실험	기구	20
8	실험	과정	29	18	탐구	문제	25	28	현상	사회	19
9	탐구	활동	28	19	탐구	과정	25	29	관련	과학	19
10	탐구	결과	28	20	과학	제시	23	30	관련	현상	19

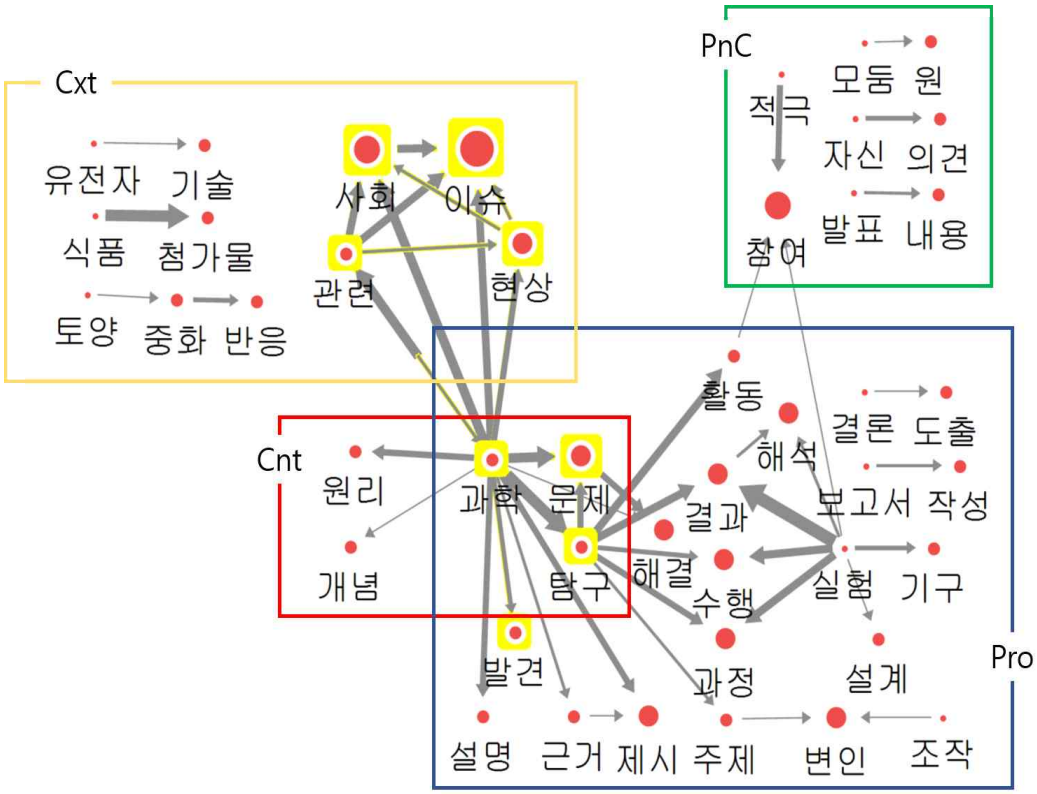

그림 16 성취기준 [10과탐02-06] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 16은 연결 가중치(Weight) 14 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 등 5개가 추출되었으며, 특히 '과학', '탐구', '문제' 사이의 강한 네트워크가 확인되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 하는 네트워크가 형성되고 있으며, 결과, 해결, 수행과의 네트워크가 강하게 형성되었다. 실험과 탐구 사이에는 네트워크가 형성되지 않았다. Cxt 영역 내부에서는 '사회', '이슈', '관련', '현상' 사이에 상호 간에 강한 네트워크가 형성되었으며, 유전자기술, 식품 첨가물, 토양의 중화 반응을 나타내는 네트워크도 확인되었다. Att의 영역 내부에서는 적극→참여, 자신→의견 등의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '과학'(Cnt)과 '사회', '이슈', '관련', '현상'(Cxt) 사이의 네트워크가 강하게 나타나고 있으며, 이는 과학 관련 현

상과 사회 이슈 속 과학 원리와 과학 탐구 문제에 대한 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 과학, 탐구(Cnt)를 연결고리로 하는 Cnt와 Pro 사이의 강한 네트워크도 확인할 수 있는데, 이는 '과학 탐구 문제'가 내용 요소인 동시에 과정 요소의 역할을 하기 때문이다. '실험'과 '활동'(Pro)과 참여(Att)를 사이의 네트워크를 통해 실험과 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-06]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 대로 '과학 관련 현상 및 사회적 이슈에서 과학 탐구 문제를 발견'하는 것에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 또 과학 관련 현상과 사회적 이슈의 예시로 유전자기술, 식품 첨가물, 토양 중화 반응 등의 맥락에서 평가가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-07]

성취기준 [10과탐02-07]은 ‘생활 속에서 발견한 문제 상황 해결을 위한 과학 탐구 활동 계획을 수립하고 탐구 활동을 수행할 수 있다.’이다. 이 성취기준은 과정 요소와 맥락 요소로만 구성되어 있다. 과정 요소는 ‘문제 상황 해결’, ‘과학 탐구 활동 계획 수립’, ‘탐구 활동 수행’이고, 맥락 요소는 ‘생활 속’이다.

성취기준 [10과탐02-07]의 경우 전국 221개 학교의 284개 평가기준에 포함된 1708개 문장이 분석되었으며, 총 961개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 33에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 과학(170)이고, 이어서 실험(168), 탐구(135), 설명(94), 내용(84) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 ‘과학’, ‘원리’ 등 4개가 도출되었으며, Pro에 해당하는 단어는 ‘실험’, ‘탐구’, ‘결과’ 등 38개로 가장 많이 나타났다. Cxt에 해당하는 단어는 ‘안전’, ‘장치’ 2개만이 도출되었다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 6개로 ‘모둠’, ‘발표’, ‘자신’ 등이 이에 포함된다.

표 35 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	480	11	자료	121	21	발표	88	31	보고서	67	41	적극	55
2	탐구	327	12	내용	114	22	정리	86	32	안전	65	42	역할	52
3	결과	208	13	모둠	113	23	설정	79	33	원리	65	43	장치	51
4	과정	194	14	서술	110	24	변화	78	34	도출	59	44	기록	50
5	설명	191	15	설계	105	25	정확	77	35	반응	58	45	조사	50
6	과학	189	16	작성	104	26	가설	76	36	참여	58	46	구체	49
7	수행	147	17	문제	100	27	해결	76	37	분석	57	47	생활	49
8	활동	132	18	방법	97	28	자신	74	38	표현	57	48	의견	49
9	제시	124	19	주제	93	29	이해	71	39	중화	56	49	해석	47
10	변인	123	20	논리	91	30	결론	67	40	사용	55	50	그래프	46

표 34는 성취기준 [10과탐02-07]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(148), 탐구→과정(98), 실험→과정(88), 탐구→수행(75), 실험→수행(74) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험 및 탐구 활동의 수행 및 과정 등에 대한 과정 요소의 평가가 주로 이루어졌음을 알 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 탐구→과정과 같은 Pro에 해당하는 단어 쌍이 24개로 가장 많이 나타났으며, 그 중 15개는 '실험'과 '탐구'가 포함된 단어 쌍이다. Cnt에 해당하는 단어 쌍은 과학→원리와 중화→반응, Att에 해당하는 단어 쌍은 모둠→원, 실험→과정으로 각각 2개씩 도출되었다. Att에 해당하는 단어 쌍은 모둠→원, 활동→참여, 적극→참여 3개가 상위 40개에 포함되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-07]에 대한 평가는 실험과 탐구 활동의 과정 요소에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 36 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	148	11	과학	원리	50	21	보고서	작성	39
2	탐구	과정	98	12	조작	변인	50	22	변인	설정	37
3	실험	과정	88	13	탐구	주제	49	23	실험	보고서	36
4	탐구	수행	75	14	실험	기구	46	24	활동	참여	34
5	실험	수행	74	15	모둠	원	44	25	적극	참여	34
6	탐구	활동	54	16	실험	설계	41	26	중화	반응	34
7	결론	도출	54	17	통제	변인	40	27	과학	탐구	33
8	탐구	결과	52	18	탐구	설계	40	28	탐구	계획	33
9	문제	해결	52	19	변인	통제	40	29	과정	실험	33
10	안전	장치	52	20	실험	정리	40	30	결과	정리	33

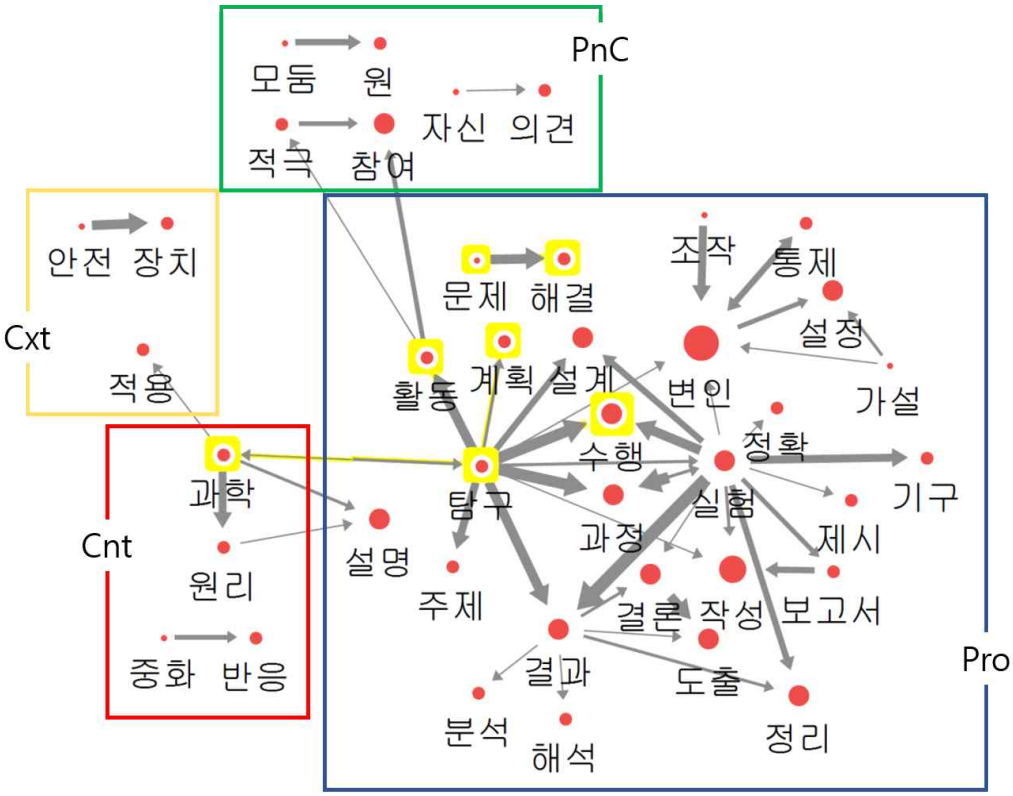

그림 17 성취기준 [10과탐02-07] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 17은 연결 가중치(Weight) 27 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에는 과학→원리, 중화→반응 2개의 네트워크가 추출되었으며, 특히 과학→원리는 강한 네트워크를 형성하였다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 하는 네트워크가 형성되고 있으며, 결과, 과정, 수행과의 네트워크가 강하게 형성되었다. 변인을 중심으로 하는 네트워크와 문제→해결의 강한 네트워크도 확인할 수 있다. Cxt 영역에는 '안전'과 '장치' 사이에 강한 네트워크가 형성되었다. Att의 영역 내부에서는 적극→참여, 모둠→원 등의 네트워크가 형성되어 있다.

성취기준 [10과탐02-07]은 영역 간의 네트워크가 다른 성취기준에 비하여 적게 나타났다. 성취영역 간 연결성을 확인해보면 '과학', '원리'(Cnt)과 '적용', '설명'(Pro) 사이의 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 과학 원리를 적용하고, 과학 원리에 관해 설명하는 평가가 이루어지고

있다고 해석할 수 있다. ‘활동’(Pro)과 ‘적극’, ‘참여’(Att) 사이의 네트워크를 통해 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-07]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 ‘과학 탐구 활동 계획 수립과 탐구 활동 수행’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 특히, 실험 및 탐구 활동의 수행과 결과에 대한 평가가 많이 이루어졌다. 가설 설정과 변인 통제에 대한 평가도 일부 확인되었는데, 이는 일부 학교에서 ‘과학 탐구 활동 계획 수립’에 대한 평가를 ‘가설 설정과 변인 통제’에 대한 평가를 통해 진행한 것으로 해석할 수 있다. 성취기준에는 ‘생활 속에서 발견한 문제 상황 해결’에 대한 내용도 제시되어 있지만 이에 대한 평가는 드러나지 않았다. 문제 해결에 대한 평가는 진행되었으나, 학생들이 생활 속에서 문제 상황을 발견하는 과정은 이루어지지 않은 것으로 해석할 수 있다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-08]

성취기준 [10과탐02-08]은 '탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 다양하게 표상하고 소통할 수 있다.'이다. 이 성취기준은 과정 요소와 태도 요소로만 구성되어 있다. 과정 요소는 '탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터 분석'과 이를 '다양하게 표상'하는 것이고, 태도 요소는 '소통'이다.

성취기준 [10과탐02-08]의 경우 전국 187개 학교의 220개 평가기준에 포함된 1308개 문장이 분석되었으며, 총 886개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 35에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(298)이고, 이어서 탐구(197), 자료(178), 변화(162), 결과(154) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '원리' 2개가 도출되었으며, Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '자료' 등 38개로 가장 많이 나타났다. Cxt에 해당하는 단어는 '기후', '변화' 등 5개가 도출되었다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 5개로 '모둠', '발표', '자신' 등이 이에 포함된다.

표 37 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	298	11	수행	93	21	서술	68	31	방법	49	41	원리	39
2	탐구	197	12	작성	89	22	해석	67	32	사용	48	42	적극	39
3	자료	178	13	내용	88	23	경향	63	33	주제	48	43	문제	38
4	변화	162	14	분석	85	24	표현	63	34	참여	48	44	가설	37
5	결과	154	15	활동	84	25	정리	62	35	결론	46	45	기구	35
6	설명	152	16	기후	83	26	보고서	61	36	이해	46	46	기록	35
7	과정	133	17	논리	77	27	기온	60	37	조사	46	47	기술	34
8	과학	133	18	정확	70	28	자신	57	38	데이터	43	48	설정	34
9	그래프	125	19	발표	69	29	모둠	55	39	변인	43	49	한반도	34
10	제시	95	20	표	69	30	도출	49	40	설계	40	50	반응	33

표 36은 성취기준 [10과탐02-08]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 실험→결과(98), 기후→변화(89), 탐구→과정(69), 실험→과정(56), 탐구→수행(54) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다. 실험 및 탐구 활동의 수행 및 과정 등에 대한 과정 요소의 평가가 주로 이루어졌음을 알 수 있다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 탐구→과정과 같은 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 26개로 가장 많이 나타났으며, 그 중 14개는 '실험'과 '탐구'가 포함된 단어 쌍이다. Cxt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 5개로 기후→변화, 변화→경향 등이 이에 해당한다. 변화→설명, 기후→설명, 변화→그래프 3개는 Cxt에 해당하는 단어와 Pro에 해당하는 단어 사이의 단어 쌍이다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여 1개가 도출되었으며, Cnt에 해당하는 단어 쌍은 상위 30개에 포함되지 않았다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-08]에 대한 평가는 한반도 의 기후 변화의 맥락에서 실험과 탐구 활동의 과정 요소에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 38 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	실험	결과	98	11	연구	활동	44	21	자료	해석	30
2	기후	변화	89	12	탐구	활동	44	22	한반도	기후	29
3	탐구	과정	69	13	연구	과정	41	23	기후	설명	28
4	실험	과정	56	14	표	그래프	38	24	실험	자료	28
5	탐구	수행	54	15	실험	설명	37	25	결과	해석	27
6	실험	수행	54	16	탐구	실험	36	26	적극	참여	27
7	탐구	결과	45	17	기온	변화	36	27	보고서	작성	27
8	변화	설명	44	18	결론	도출	34	28	실험	정리	27
9	변화	경향	44	19	한반도	변화	34	29	실험	도출	26
10	실험	기구	44	20	실험	활동	33	30	변화	그래프	26

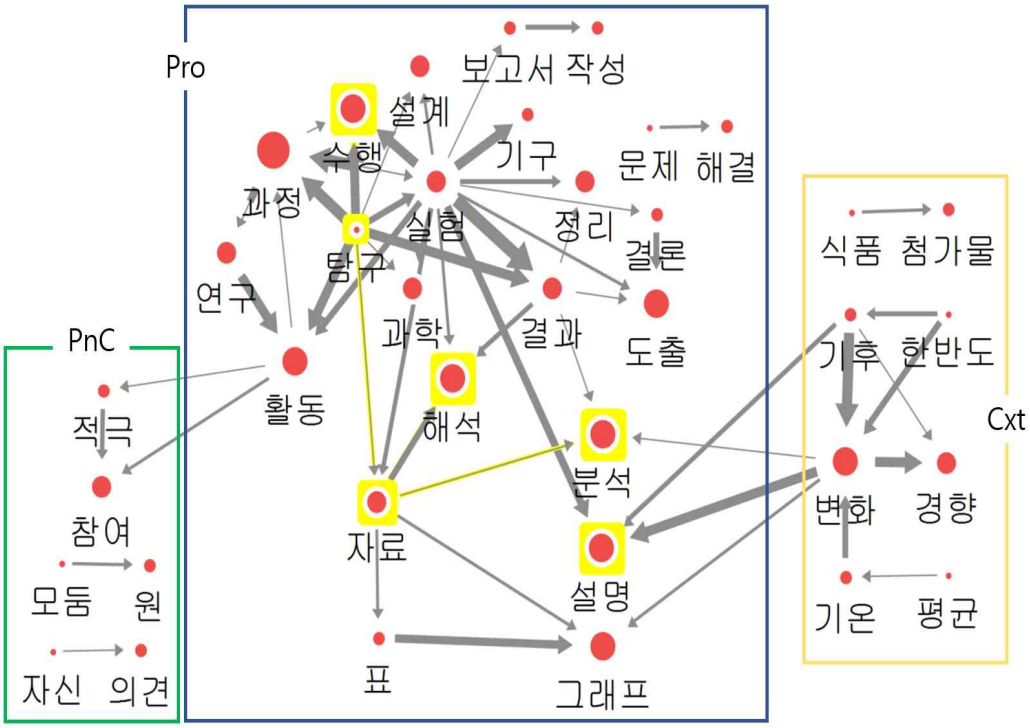

그림 18 성취기준 [10과탐02-08] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 18은 연결 가중치(Weight) 20 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Pro 영역 내부에서는 '실험'과 '탐구'를 중심으로 하는 강한 네트워크가 형성되고 있으며, 특히 '결과', '과정', '수행'과의 네트워크가 강하게 형성되었다. '자료'를 중심으로 하는 네트워크와 연구→활동의 강한 네트워크도 확인할 수 있다. Cxt 영역에는 '한반도', '기후', '변화', '경향' 사이에 강한 네트워크가 형성되었다. Att의 영역 내부에서는 적극→참여, 모둠→원, 자신→의견 3개의 네트워크가 형성되어 있다. Cnt 영역에 해당하는 네트워크는 도출되지 않았다.

성취영역 간 연결성을 확인해보면 '기후', '변화'(Cxt)와 '분석', '설명', '그래프'(Pro)를 연결고리로 하는 Cxt와 Pro 사이의 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 한반도 기후 변화의 경향을 그래프로 나타내고, 분석하고 설명하는 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. '활동'(Pro)과 '적극', '참여'(Att) 사이의 네트워크를 통해 탐구 활동에 적극적으로 참여하

는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-08]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 '탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석'하는 평가가 주로 이루어지고 있다. 정성적, 정량적 데이터의 구분에 대한 부분은 드러나지 않았다. 또 성취기준에 제시된 '그 결과를 다양하게 표상하고 소통'할 수 있는가에 대한 평가는 표와 그래프로 나타내는 평가로 한정되어 있다. 성취기준 해설 상에는 "표, 그래프, 모형, ICT 등 다양한 표상으로 소통하는 경험을 가질 수 있다."라고 제시되어 있으나, 실제 학교 현장에서는 정량적 데이터를 표와 그래프로 표상하는 활동 위주로 평가하고 있다. 성취기준 [10과탐02-08]은 내용 요소 없이 특정 맥락에서의 과정 요소에 대한 평가가 주로 이루어졌다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐02-09]

성취기준 [10과탐02-09]는 '과학의 핵심 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결하거나, 탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하고 제작할 수 있다.'이다. 여기서 내용 요소는 '과학의 핵심 개념'이고, 과정 요소는 '적용', '문제 해결', '탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하고 제작'이다. 맥락 요소는 '실생활'이다.

성취기준 [10과탐02-09]의 경우 전국 155개 학교의 185개 평가기준에 포함된 1084개 문장이 분석되었으며, 총 818개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 37에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(216)이고, 이어서 탐구(195), 과학(149), 결과(105), 과정(100) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '원리', '개념' 3개가 도출되었으며, Cxt에 해당하는 단어는 '안전', '장치' '제시' 등 5개가 도출되었다. Pro에 해당하는 단어는 '실험', '탐구', '설명' 등 35개로 가장 많이 나타났다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 7개로 '발표', '모둠', '자신' 등이 이에 포함된다.

표 39 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	216	11	활동	76	21	문제	56	31	분석	41	41	역할	33
2	탐구	195	12	서술	74	22	이해	53	32	주제	41	42	조사	33
3	과학	149	13	발표	72	23	논리	51	33	자신	39	43	시간	32
4	결과	105	14	모둠	70	24	변화	50	34	적극	39	44	그래프	31
5	과정	100	15	수행	70	25	방법	49	35	참여	38	45	원	31
6	설명	85	16	안전	67	26	정리	48	36	사용	37	46	표현	31
7	설계	84	17	장치	67	27	적용	46	37	제작	37	47	설정	30
8	내용	81	18	정확	66	28	관련	45	38	창의	34	48	이용	29
9	원리	79	19	자료	64	29	변인	42	39	해결	34	49	결론	28
10	제시	78	20	작성	64	30	보고서	42	40	가설	33	50	개념	25

표 38은 성취기준 [10과탐02-09]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 탐구→과정(61), 실험→결과(57), 과학→원리(56), 탐구→결과(42), 실험→과정(42) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 탐구→과정, 실험→결과와 같은 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 20개로 가장 많이 나타났으며, 그 중 14개는 '실험'과 '탐구'가 포함된 단어 쌍이다. Cnt에 해당하는 '과학', '원리'를 포함하는 단어 쌍은 4개가 확인되었으며, Cxt에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 4개로 안전→장치, 안전→사고 등이 이에 해당한다. Att에 해당하는 단어 쌍은 모둠→원, 적극→참여 2개가 도출되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐02-09]에 대한 평가는 탐구 활동의 과정 요소에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 40 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	탐구	과정	61	11	실험	기구	27	21	결론	도출	20
2	실험	결과	57	12	과학	설명	27	22	결과	정리	20
3	과학	원리	56	13	문제	해결	25	23	실험	보고서	19
4	탐구	결과	42	14	탐구	수행	25	24	과학	서술	19
5	실험	과정	42	15	원리	설명	24	25	탐구	정리	18
6	탐구	활동	32	16	실험	정리	23	26	보고서	작성	17
7	실험	수행	32	17	적극	참여	23	27	운동	안전	17
8	모둠	원	30	18	과학	탐구	23	28	관련	안전	17
9	안전	장치	29	19	과학	적용	22	29	자료	작성	17
10	탐구	설계	28	20	안전	사고	20	30	실험	기록	17

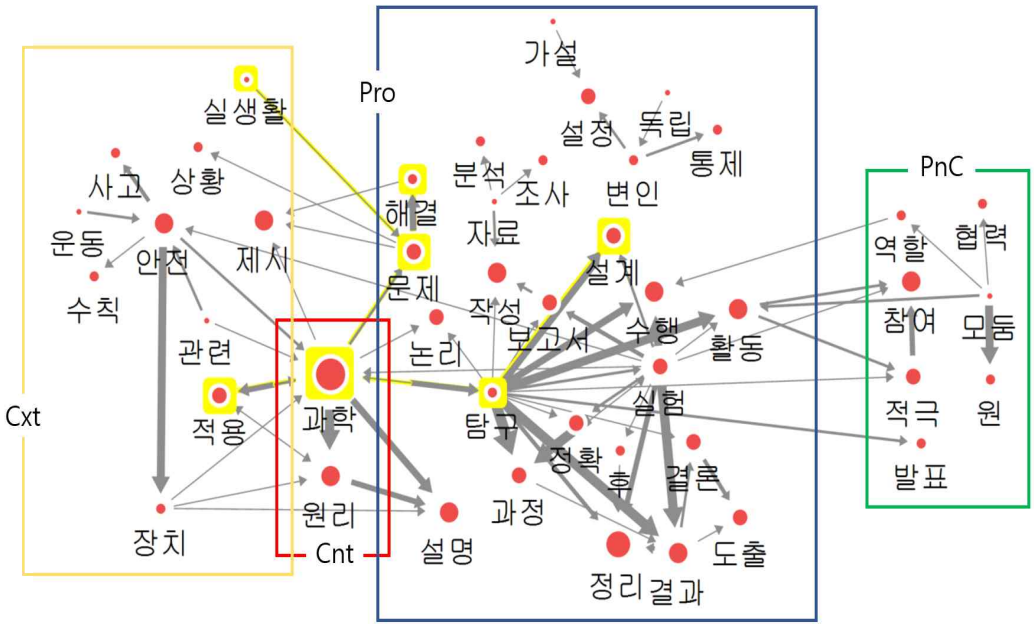

그림 19 성취기준 [10과탐02-09] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 19는 연결 가중치(Weight) 12 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학'과 '원리'가 추출되었으며, 둘 사이에 강한 네트워크가 형성되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구, 결과를 중심으로 하는 강한 네트워크가 형성되고 있으며, '설계', '수행', '과정', '결과'와의 네트워크가 특히 강하게 나타났다. '변인'을 중심으로 하는 네트워크도 Pro 영역 내부에 형성되었다. Cxt 영역 내부에서는 '안전'을 중심으로 하는 네트워크가 확인되었으며, '장치'와의 네트워크가 특히 강하게 나타났다. Att의 영역 내부에서는 '모둠'을 중심으로 하는 네트워크와 '적극', '참여' 사이의 강한 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '안전', '장치'(Cxt)와 '과학', '원리'(Cnt), '적용', '설명'(Pro) 으로 이어지는 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 다양한 맥락, 특히 안전장치와 관련된 과학 원리를 적용하고 설명하는 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 또 '과학'(Cnt)과 '문제', '제시'(Pro) 사이의 네트워크를 통해 과학 원리를 이용하여 문제 해결법을

제시하는 평가도 이루어짐을 알 수 있다. ‘수행’과 ‘활동’(Pro)을 연결고리로 하는 Pro와 Att 사이의 강한 네트워크를 통해 실험과 탐구 활동에 적극적으로 참여하고, 모둠 활동에서 협력 및 역할 수행을 잘하는가에 대한 평가도 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐02-09]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 ‘과학의 핵심 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결’하는 평가가 주로 이루어지고 있다. 이러한 평가는 실생활의 맥락에서 과학 원리를 설명, 적용하고 문제에 대한 과학적 해결방안을 제시하는 형식으로 이루어진다. 안전장치, 사고, 수칙 등의 맥락에서 주로 평가가 이루어지고 있으며, 이는 성취기준 해설에 ‘운동 관련 안전사고 예방 장치 고안하기’ 탐구 활동이 제시되어 있기 때문으로 보인다. 반면, 성취기준에 제시된 ‘탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하고 제작’하는 평가는 드러나지 않았다. 탐구→설계 사이의 강한 네트워크가 도출되었고, ‘변인’을 중심으로 한 네트워크도 도출된 것으로 보아 일부 학교에서는 ‘탐구에 필요한 도구의 설계’보다는 ‘탐구 과정의 설계’에 초점을 두고 평가를 진행한 것으로 보인다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐03-01]

성취기준 [10과탐03-01]은 ‘첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동을 통해 과학 지식이 활용된 사례를 추론할 수 있다.’이다. 여기서 내용 요소는 ‘과학기술 속의 과학 원리’와 ‘과학 지식’이고, 맥락 요소는 ‘첨단’이다. 과정 요소는 ‘탐구 활동’, ‘사례 추론’이다.

성취기준 [10과탐03-01]의 경우 전국 188개 학교의 223개 평가 기준에 포함된 1365개 문장이 분석되었으며, 총 812개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 39에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 실험(265)이고, 이어서 설명(207), 과학(185), 기술(159), 탐구(150) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 ‘과학’, ‘기술’, ‘원리’ 3개가 도출되었으며, Cxt에 해당하는 단어는 ‘태양’, ‘전지’ ‘장치’ 등 13개가 도출되었다. Pro에 해당하는 단어는 ‘실험’, ‘설명’, ‘탐구’ 등 28개로 가장 많이 나타났다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 6개로 ‘발표’, ‘모둠’, ‘자신’ 등이 이에 포함된다.

표 41 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	실험	265	11	내용	96	21	이해	77	31	이용	60	41	연결	47
2	설명	207	12	자료	94	22	모둠	75	32	적극	59	42	사용	46
3	과학	185	13	과정	92	23	전력	75	33	에너지	58	43	전류	45
4	기술	159	14	발표	91	24	설계	74	34	보고서	57	44	결론	42
5	탐구	150	15	적용	87	25	자신	67	35	논리	56	45	표현	42
6	태양	148	16	수행	85	26	적정	67	36	정확	56	46	전압	41
7	전지	138	17	조사	81	27	주제	64	37	방법	55	47	역할	40
8	원리	124	18	작성	80	28	서술	63	38	태양광	55	48	측정	38
9	제시	123	19	장치	79	29	발전	61	39	정리	51	49	고안	37
10	결과	107	20	활동	78	30	참여	61	40	변인	49	50	가설	36

표 40은 성취기준 [10과탐03-01]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 태양→전지(148), 과학→원리(93), 적정→기술(77), 실험→결과(73), 전지→전력(61) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 실험→결과, 탐구→수행과 같은 Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍이 8개이며, Cnt에 해당하는 '과학', '기술', '원리'를 포함하는 단어 쌍은 11개가 확인되었다. Cxt에 해당하는 단어 쌍은 9개로 그중 7개는 태양→전지, 전지→전력 등 태양전지와 태양광발전에 대한 단어 쌍이다. Att에 해당하는 단어 쌍은 모둠→원, 적극→참여 2개가 도출되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐03-01]에 대한 평가는 태양전지와 태양광발전의 과학 원리에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 42 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	태양	전지	148	11	실험	수행	46	21	모둠	원	36
2	과학	원리	93	12	기술	적용	45	22	보고서	작성	36
3	적정	기술	77	13	과학	설명	45	23	전지	연결	34
4	실험	결과	73	14	실험	과정	45	24	에너지	기술	34
5	전지	전력	61	15	태양	설명	42	25	과학	적용	33
6	태양	전력	57	16	적극	참여	41	26	과학	기술	33
7	원리	설명	55	17	탐구	과정	41	27	변인	실험	32
8	태양광	발전	53	18	전지	설명	39	28	탐구	활동	32
9	기술	설명	50	19	기술	과학	37	29	기술	장치	31
10	탐구	수행	48	20	첨단	과학	37	30	친환경	에너지	31

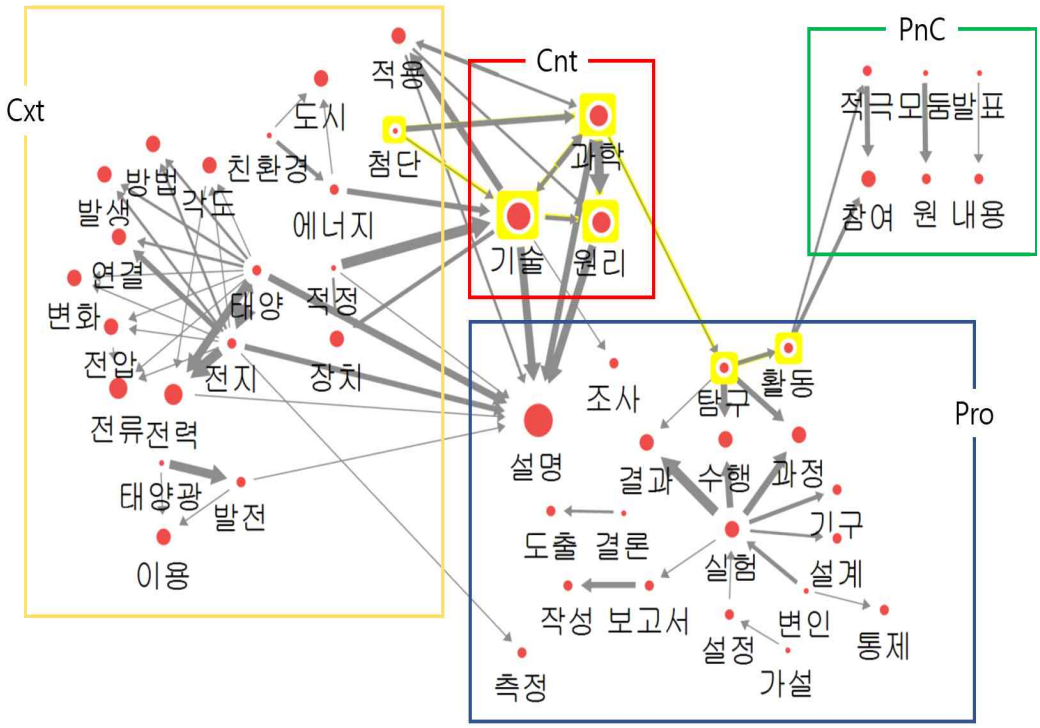

그림 20 성취기준 [10과탐03-01] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 20은 연결 가중치(Weight) 20 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '기술', '원리'가 추출되었으며, 과학→원리 사이에 강한 네트워크가 형성되었다. Pro 영역 내부에서는 실험과 탐구를 중심으로 하는 네트워크가 형성되고 있으며, '설계', '수행', '과정', '결과'와의 네트워크가 강하게 나타났다. Cxt 영역 내부에 가장 많은 네트워크가 형성되었으며, 특히 태양→전지를 중심으로 하는 네트워크가 가장 두드러진다. 이 외에 태양광발전, 친환경기술, 적정기술 등 첨단 과학기술의 맥락을 나타내는 네트워크들이 형성되었다. Att 영역 내부에서는 적극→참여, 모둠→원, 발표→내용 3개의 네트워크가 형성되어 있다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '태양', '전지', '발전'(Cxt)과 '설명'(Pro) 사이의 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 태양전지와 태양광발전에 관해 설명하는 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 또 '적정', '에너

지'(Cxt)와 '기술'(Cnt), '설명'(Pro) 사이의 강한 네트워크를 통해 적정기술, 친환경 에너지 등의 첨단 과학기술 속의 과학 원리를 설명하는 평가도 이루어짐을 알 수 있다. '활동'(Pro)을 연결고리로 하는 Pro와 Att 사이의 네트워크를 통해 탐구 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가도 이루어지고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐03-01]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 '첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면 '과학 지식이 활용된 사례를 추론'하는 평가는 드러나지 않았다. 사례를 추론하는 평가보다는 교사가 태양전지와 같은 특정 사례를 제시하고 이에 적용된 과학 원리나 기술 자체에 대해 설명하는 평가가 주로 이루어진 것으로 보인다. 또 성취기준 [10과탐03-01]에 대한 평가는 주로 태양전지(태양광발전), 친환경에너지(도시), 적정기술의 맥락에서 이루어지고 있으며, 이는 성취기준 해설에 '태양광발전'과 '적정기술'이 첨단 과학기술의 예시로 제시되어 있기 때문으로 보인다.

4.2.1. 성취기준 [10과탐03-02]

성취기준 [10과탐03-02]는 '첨단 과학기술 및 과학 원리가 적용된 과학 탐구 활동의 산출물을 공유하고 확산하기 위해 발표 및 홍보할 수 있다.'이다. 여기서 내용 요소는 '과학기술 및 과학 원리'이고, 맥락 요소는 '첨단', 과정 요소는 '탐구 활동', '사례 추론'이다. 태도 요소는 '공유하고 확산하기 위해 발표 및 홍보'이다.

성취기준 [10과탐03-02]의 경우 전국 163개 학교의 205개 평가 기준에 포함된 1235개 문장이 분석되었으며, 총 802개의 단어가 추출되었다. 세부평가기준에 포함된 단어들을 등장 빈도순으로 추출하여 표 41에 상위 50개를 나타냈다. 가장 많이 등장한 단어는 과학(197)이고, 이어서 기술(195), 설명(152), 발표(140), 탐구(138) 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

상위 50개 단어 중 Cnt에 해당하는 단어는 '과학', '기술', '원리' 3개가 도출되었으며, Cxt에 해당하는 단어는 '적정', '에너지' '친환경' 등 9개가 도출되었다. Pro에 해당하는 단어는 '설명', '탐구', '조사' 등 29개로 가장 많이 나타났다. 이외에 Att에 해당하는 단어는 9개로 '발표', '모둠', '참여' 등이 이에 포함된다.

표 43 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준 핵심어의 빈도수

no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy	no	word	Fqcy
1	과학	197	11	활동	100	21	참여	78	31	수행	50	41	제출	40
2	기술	195	12	설계	99	22	주제	68	32	결과	49	42	활용	39
3	설명	152	13	친환경	96	23	적극	66	33	정리	48	43	보고서	37
4	발표	140	14	원리	95	24	작성	62	34	장치	47	44	정확	36
5	탐구	138	15	모둠	92	25	자신	60	35	역할	42	45	근거	35
6	자료	119	16	실험	92	26	제작	59	36	가능	41	46	조건	34
7	적정	113	17	도시	91	27	소재	56	37	이용	41	47	원	33
8	내용	105	18	적용	85	28	이해	54	38	창의	41	48	특징	33
9	에너지	103	19	제시	84	29	논리	52	39	산출물	40	49	표현	33
10	조사	102	20	과정	79	30	사례	51	40	서술	40	50	제안	29

표 42는 성취기준 [10과탐03-02]의 세부평가기준에 나타난 상위 30개의 단어 쌍을 나타낸 것이다. 상위 5개 단어 쌍을 살펴보면 적정→기술(118), 친환경→에너지(85), 과학→원리(80), 친환경→도시(78), 에너지→도시(69) 순으로 문장 내에서 함께 등장한 횟수가 많았다.

상위 30개 단어 쌍 전체를 살펴보면 Cnt에 해당하는 '과학', '기술', '원리'를 포함하는 단어 쌍은 14개가 확인되었다. Pro에 해당하는 단어끼리의 단어 쌍은 전체 성취기준 중에 가장 적게 도출되었으며, 탐구→과정, 탐구→활동, 탐구→수행 3개만이 상위 30개에 포함되었다. Cxt에 해당하는 단어 쌍은 8개로 그중 4개가 상위 5개에 포함되었다. Att에 해당하는 단어 쌍은 적극→참여, 모둠→원 등 5개가 도출되었다. 이를 통해 성취기준 [10과탐03-02]에 대한 평가는 태양전지, 친환경 에너지 도시와 같은 첨단 과학기술과 원리에 대한 평가가 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

표 44 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준 문장에서의 단어 네트워크

no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight	no	Source	Target	Weight
1	적정	기술	118	11	과학	기술	43	21	적용	과학	31
2	친환경	에너지	85	12	탐구	활동	38	22	기술	사례	30
3	과학	원리	80	13	원리	설명	38	23	적정	설명	28
4	친환경	도시	78	14	기술	원리	38	24	탐구	수행	27
5	에너지	도시	69	15	에너지	기술	36	25	기술	조사	27
6	기술	설명	56	16	모둠	원	34	26	발표	내용	26
7	과학	설명	56	17	활동	참여	33	27	에너지	설계	26
8	기술	적용	48	18	기술	과학	33	28	첨단	기술	26
9	탐구	과정	48	19	첨단	과학	32	29	과학	적용	26
10	적극	참여	45	20	활동	적극	31	30	적정	장치	26

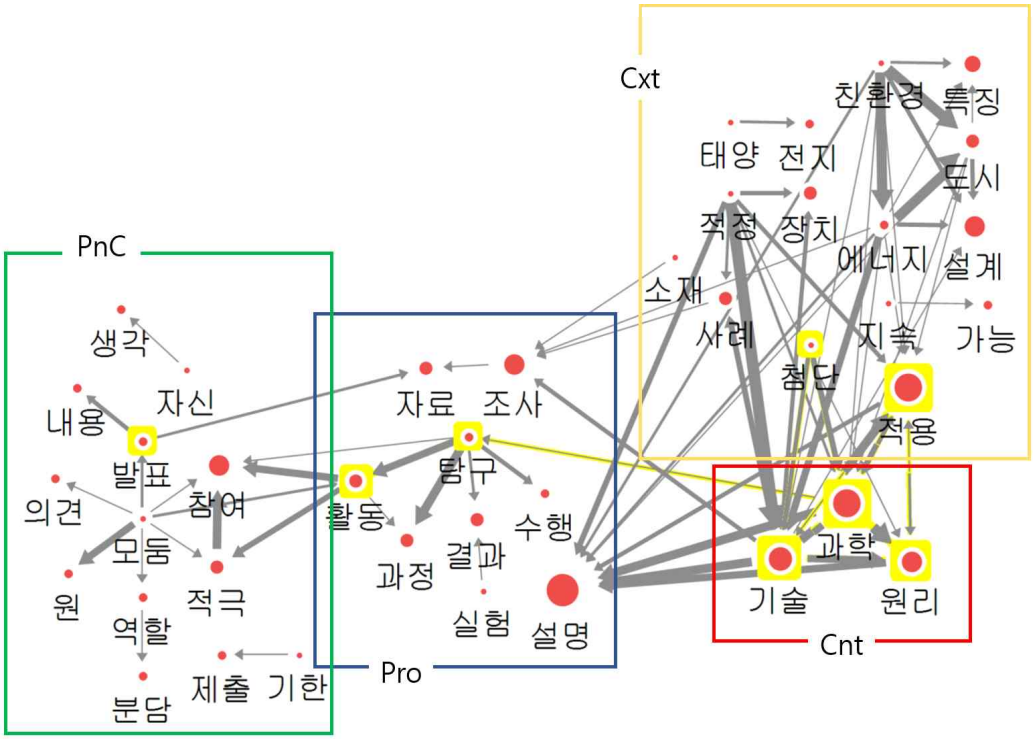

그림 21 성취기준 [10과탐03-02] 세부평가기준의 네트워크 구조

그림 21은 연결 가중치(Weight) 15 이상의 링크들을 나타낸 네트워크 구조이다. Cnt 영역에 해당하는 단어는 '과학', '기술', '원리'가 추출되었으며, 상호 간 강한 네트워크가 형성되었다. Pro 영역 내부에서는 탐구를 중심으로 하는 네트워크가 형성되어 있다. Cxt 영역 내부에 가장 많은 네트워크가 형성되었으며, 특히 '친환경', '에너지', '도시'를 중심으로 하는 네트워크가 가장 두드러진다. 이 외에 적정→장치, 지속→가능과 같이 첨단 과학기술의 맥락을 나타내는 네트워크들이 형성되었다. Att 영역 내부에서는 모둠을 중심으로 하는 네트워크가 형성되어 있으며, 전체 성취기준 중 Att 영역 내에 가장 많은 네트워크가 형성되었다.

영역 간 연결성을 확인해보면 '적정', '에너지'(Cxt)와 '과학', '원리', '기술'(Cnt), '설명'(Pro) 사이에 강한 네트워크가 나타나고 있으며, 이는 적정장치, 친환경 에너지 도시 등의 맥락 속 과학기술과 원리에 관해 설명

하는 평가가 이루어지고 있다고 해석할 수 있다. 또 '에너지', '사례'(Cxt)와 '조사'(Pro)를 연결고리로 하는 Cxt와 Pro 사이의 네트워크를 통해 적정장치, 친환경 에너지 등의 사례를 조사하는 평가도 이루어짐을 알 수 있다. '활동'(Pro)을 연결고리로 하는 Pro와 Att 사이의 강한 네트워크도 확인할 수 있는데, 전체 성취기준 중 Pro와 Att 사이의 네트워크가 가장 강하게 나타나고 있다. 이를 통해 탐구 활동, 모둠 활동에 적극적으로 참여하는가에 대한 평가가 중요시되고 있음을 알 수 있다.

종합해보면, 성취기준 [10과탐03-02]에 대한 평가는 성취기준에 제시된 요소보다는 '여러 사례에 적용된 첨단 과학기술 및 과학 원리에 관해 설명할 수 있는가'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 성취기준에 제시된 '첨단 과학기술 및 과학 원리가 적용된 산출물 제작'에 대한 평가는 '친환경 에너지 도시 설계하기'의 형태로 일부 학교에서 이루어지고 있다. 또 성취기준에 '산출물을 공유하고 확산하기 위해 발표 및 홍보할 수 있다.'라고 제시되어 있어 다른 성취기준에 비하여 태도 요소에 대한 평가가 많이 이루어지고 있는 것으로 드러났으나, '발표', '의견' 등의 노드와 과정 요소 사이의 네트워크가 강하지 않은 것으로 보아 발표 및 홍보에 대한 평가가 주된 평가 항목은 아닌 것으로 해석할 수 있다.

교육과정 문서에 제시된 성취기준을 4개 차원으로 나누어 세부평가기준에 어떻게 반영되었는지를 분석한 결과, 일부 성취기준의 경우 각 요소가 평가계획서상에 충분히 반영되지 않은 것으로 드러났다(표 45). 특히, 여러 개의 과정 요소가 제시된 성취기준의 경우 일부 과정 요소가 평가계획에 반영되지 않은 경우가 많았으며, 태도 차원의 정의적 요소와 의사소통 요소도 평가계획에 반영되지 않았다. 교육과정평가원은 성취기준을 "각 교과목에서 학생들이 학습을 통해 성취해야 할 '지식', '기능', '태도'의 능력과 특성을 진술한 것"으로 정의하고 있다. 이를 통해 과정 요소와 태도 요소는 성취기준의 핵심적인 요소이며, 평가계획 수립 단계에서 이 요소들이 누락되지 않고 반영될 수 있도록 해야한다.

성취기준 [10과탐01-01, 02]와 [10과탐02-02, 05]의 경우 성취기준에 제시된 내용 요소가 평가계획에 반영되지 않았으며, 누락 된 요소는 '패러다임의 전환', '우연한 발견', '과학의 유용성' 등이다. 내용 요소가 누락된 성취기준의 경우 과정 차원에 치중된 평가계획이 수립되어 있음을 확인할 수 있었다. 성취기준 상에 여러 맥락 요소가 제시된 [10과탐02-02]의 경우, 세부평가기준에는 이 중 일부만이 반영되어 있었다. 이는 해당 학교에서 사용하는 교과서에 수록된 탐구 활동에 제시된 맥락만을 평가의 맥락으로 반영하여 평가 계획을 수립한 것으로 해석된다. 태도 차원의 정의적인 요소를 포함하고 있는 성취기준 [10과탐02-03, 04]의 경우에는 정의적 요소 대신에 내용 요소나 과정 요소에 대한 평가만이 반영되어 있었다. 성취기준 [10과탐02-08]과 [10과탐03-02]의 세부평가기준에도 태도 차원의 요소가 누락 되었으며, 누락 된 요소는 각각 '소통'과 '발표 및 홍보'로 의사소통에 대한 요소들이다. 여러 개의 과정 요소를 포함한 [10과탐02-04, 07, 08, 09], [10과탐03-01]은 제시된 과정 요소 중 전부 혹은 일부가 평가계획에 반영되어 있지 않고, 일부 과정 요소에 치중되어 평가가 계획되었음을 확인할 수 있었다.

표 45 성취기준별 세부평가기준에 미반영된 요소

성취기준	미반영된 차원	미반영된 요소
10과탐01-01	내용	패러다임의 전환
10과탐01-02	내용	우연한 발견
10과탐01-03	-	-
10과탐01-04	-	-
10과탐02-01	-	-
10과탐02-02	내용 맥락	과학의 유용성 요리, 스포츠, 미디어
10과탐02-03	태도	과학의 즐거움
10과탐02-04	과정 태도	협동 연구, 증거에 근거한 평가 흥미와 호기심
10과탐02-05	내용	생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중
10과탐02-06	-	-
10과탐02-07	과정	문제 상황 발견
10과탐02-08	과정 태도	정성적 데이터 분석, 다양한 표상 소통
10과탐02-09	과정	탐구에 필요한 도구의 설계 및 제작
10과탐03-01	과정	사례 추론
10과탐03-02	과정 태도	탐구 산출물 발표 및 홍보

4.3. 세부평가기준에 포함된 탐구기능요소의 특징

2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 탐구기능요소는 총 8개로 문제 인식, 탐구의 설계와 수행, 자료의 수집과 분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론의 도출 및 평가, 의사소통이 이에 해당한다(표 44).

표 46 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 탐구기능요소(권문호와 박종석, 2020)

기능 요소	정의
문제 인식	과학적 질문을 인식하거나 제기하는 것으로 현상에 관한 호기심뿐만 아니라, 모델이나 이론을 예측하거나 정교화하기 위해 혹은 탐구 문제에 더 나은 해답을 제시하기 위해 질문을 제기하는 것이 해당
탐구의 설계와 수행	체계적인 관찰이나 실험을 설계, 수행하여 질문에 대한 답을 찾아내는 능력
자료의 수집, 분석 및 해석	자료를 표나 그래프와 같이 다른 사람과 의사소통할 수 있는 형태로 제시하거나, 이를 분석하여 자료를 설명하는 능력
수학적 사고와 컴퓨터 활용	수학과 컴퓨터를 사용하여 변인 간의 관계를 표현하고, 나아가 이를 이용하여 결과를 예측하는 능력
모형의 개발과 사용	탐구 대상의 특징을 명확히 나타내는 모형을 개발하고, 이를 이용하여 현상을 이해하거나 설명하는 능력
증거에 기초한 토론과 논증	증거를 들어 자신의 주장을 정당화하고, 자신과 타인의 주장을 논리적으로 분석하는 기능 및 비판적인 태도로 주장이나 지식을 파악하여 토론할 수 있는 능력
결론 도출 및 평가	증거를 들어 원리를 설명하거나 과학적 이론을 적용하여 특정 관측 및 현상을 설명하거나 문제를 해결하는 능력
의사 소통	각종 문헌 자료를 수집하여 읽고 이해하여 언어를 통해 소통하는 능력으로 주변의 다양한 정보를 조사하여 이를 바탕으로 교류하는 기능

세부평가기준에 포함된 탐구 기능 요소의 특징을 살펴보기 위해 각 탐구기능요소에 해당하는 단어의 출현 빈도와(표 45) 단어쌍의 동시 등장 빈도 가중치(표 46)를 확인하였다.

단어의 출현 빈도와 단어 쌍의 동시 등장 빈도 가중치(Weight)를 분석한 결과 과학탐구실험 과목의 탐구 기능 요소 중 '탐구 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'에 대한 평가가 중점적으로 이루어지고 있다. '증거에 기초한 토론과 논증'과 '의사소통'에 대한 평가는 일부 확인되었으나, '문제 인식', '모형의 개발과 사용', '수학적 사고와 컴퓨터 활용'에 대한 평가는 적은 것으로 확인되었으며, 이는 '문제 인식', '증거에 기초한 토론과 논증', '모형의 개발과 사용'이 평가 요소로서의 활용이 많지 않다는 백종호 외 3인(2020)의 연구와도 일치하는 결과이다.

표 47 성취기준 세부평가기준에 포함된 탐구기능요소별 단어 출현 빈도

기능 요소	단어	출현 빈도 (Frequency)	단어 네트워크	동시 등장 빈도 가중치(Weight)
문제 인식	문제 인식	560 63	문제 → 인식	54
탐구의 설계와 수행	탐구 설계 수행	2,792 770 1,201	탐구 → 설계 탐구 → 수행	473 1,357
자료의 수집, 분석 및 해석	자료 수집 분석 해석	1,209 177 575 534	자료 → 수집 자료 → 분석 자료 → 해석	12 294 381
수학적 사고와 컴퓨터 활용	수학 사고 컴퓨터	5 127 1	수학 → 사고 컴퓨터 → 사고	1 1
모형의 개발과 사용	모형 개발	76 34	모형 → 개발	0
증거에 기초한 토론과 논증	증거 토론 논증	61 86 8	토론 → 증거 증거 → 논증	6 0
결론 도출 및 평가	결론 도출 평가	563 490 228	결론 → 도출 결론 → 평가	421 16
의사 소통	의사소통	136	의사 → 소통	136

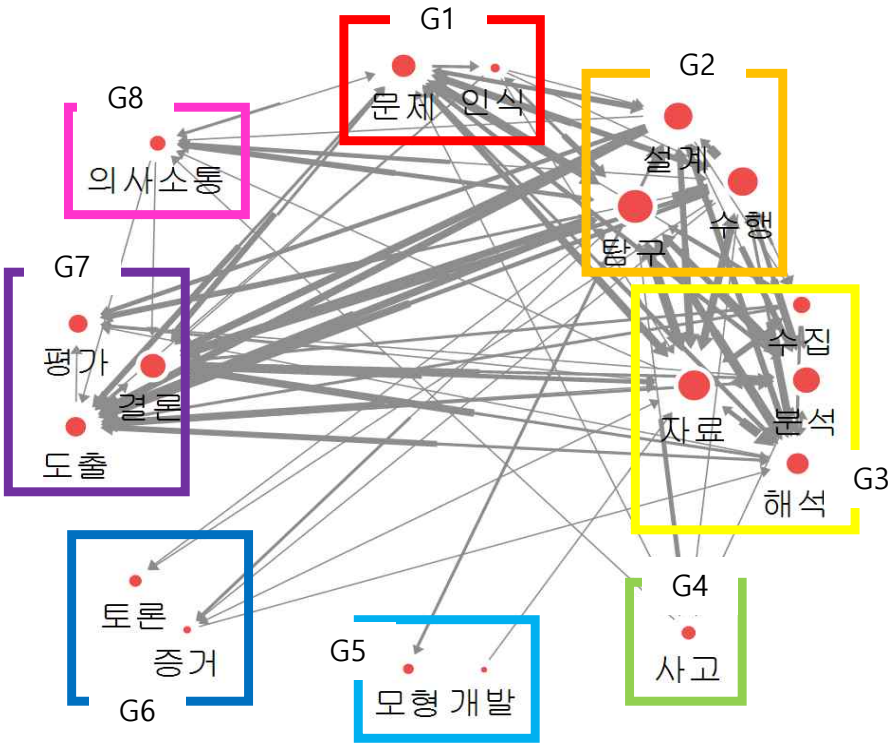

그림 22 세부평가기준에 포함된 탐구기능요소의 네트워크 구조

탐구기능요소 간의 연계성을 확인하기 위해 네트워크 구조를 시각화하여 분석하였다(그림 22). '탐구의 설계와 수행'과 '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가' 사이에는 상대적으로 강한 네트워크가 형성되어 있으며, 이는 3개의 탐구기능요소가 하나의 평가로 연계되어 평가되고 있다고 해석할 수 있다. 반면 '문제 인식'의 경우 '탐구의 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석'과의 네트워크를 형성하고 있으며, 이는 일부 학교에서 '문제 인식' 요소에 대한 평가를 탐구를 설계하고 수행하는 단계의 사전 단계로써 연계하여 평가를 진행하고 있다고 해석할 수 있다. 반면, '수학적 사고와 컴퓨터 활용', '모형의 개발과 사용', '증거에 기초한 토론과 논증', '의사소통' 요소의 경우 절대적인 평가의 수도 부족하며, 평가가 이루어지더라도 다른 기능 요소와 연계되지 못하고 다소 분절적으로 평가되고 있는 것으로 드러났다.

성취기준에 포함된 탐구기능요소의 특징을 분석한 결과, 각각의 탐구기능요소가 평가계획에 고루 반영되지 않고 일부 요소에 치중된 평가계획이 수립되어 있음을 확인하였다. 또, 각각의 기능 요소들이 연계되지 않고, 분절적으로 세부평가기준에 반영되어 있었다.

각 탐구기능요소에 포함된 핵심어와 핵심 네트워크를 분석한 결과 '탐구 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'에 해당하는 핵심어와 핵심 네트워크만이 다수 도출되었고, 이를 통해 3개 기능요소에 치중된 평가계획이 수립되어 있음을 확인할 수 있다. '문제 인식'과 '의사소통'에 대한 평가계획도 일부 확인되었으나, '수학적 사고와 컴퓨터 활용', '모형의 개발과 사용', '증거에 기초한 토론과 논증'은 평가계획에 반영되지 않은 것으로 드러났다.

네트워크 구조 분석 결과 '탐구의 설계와 수행'과 '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가' 사이의 강한 네트워크가 나타났으며, 이를 통해 3개의 기능 요소가 연계되어 평가계획에 반영되어 있음을 알 수 있었다. 반면, 나머지 기능 요소들은 서로 연계되지 못하고 분절적으로 평가계획에 반영된 것으로 확인되었다.

5. 결론 및 제언

5.1. 요약

각 연구 문제에 관한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, [역사 속의 과학 탐구] 단원의 평가는 '자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동', '멘델레예프의 주기율표', '귀납적 탐구 방법', '연역적 탐구 방법' 4개의 주제에 대하여 주로 이루어지고 있다. 반면 교육과정 내용 체계에 제시된 핵심 개념인 '과학의 본성'이나 내용 요소인 '우연한 발견', '패러다임의 전환'에 대한 평가는 드러나지 않았다.

[생활 속의 과학 탐구] 단원의 평가는 생활 속의 맥락에 적용된 과학 원리를 설명하는 평가와 실험 및 탐구 활동의 과정 요소에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 이는 2단원의 핵심 개념 중 '과학 탐구의 과정'에 대한 평가이며, '과학적 태도'에 대한 평가는 드러나지 않았다.

[첨단 과학 탐구] 단원의 평가는 첨단 과학기술에 적용된 과학 원리를 설명하는 평가가 주로 이루어지고 있으며, 교육과정에 제시된 내용 요소인 '첨단 과학기술'의 구체적인 예시로서 '태양전지', '적정기술' 등을 집중적으로 다루고 있다. 반면, '탐구 산출물'에 대한 평가는 상대적으로 적게 이루어졌으며, '선조들의 첨단과학'에 대한 평가는 드러나지 않았다. 모둠 활동과 발표를 통한 평가는 다른 단원에 비해 상대적으로 많이 이루어진 것으로 확인되었다.

둘째, 성취기준 [10과탐01-01]의 평가는 '과학사에서 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험 수행'에 집중되어 있고, '갈릴레이와 뉴턴의 중력 관련 실험'만이 실험 및 평가의 주제로 활용되었다. '패러다임의 전환' 이나 '과학의 발전 과정'과 같은 성취기준 상의 내용 요소에 대한 평가는 드러나지 않았다.

성취기준 [10과탐01-02]의 평가는 성취기준에 제시된 대로 '과학사에

서 우연한 발견으로 이루어진 탐구 실험을 수행'하고 '그 과정에서 발견되는 과학의 본성을 설명'하는 평가가 주로 이루어지고 있다.

성취기준 [10과탐01-03]의 평가는 성취기준에 제시된 대로 '직접적인 관찰을 통한 탐구를 수행'하고 '귀납적 탐구 방법을 설명'하는 평가가 주로 이루어지고 있다. 성취기준

[10과탐01-04]의 평가는 성취기준에 제시된 대로 '가설 설정을 포함한 과학사의 대표적인 탐구 실험을 수행'하고 '연역적 탐구 방법의 특징을 설명'하는 평가가 주로 이루어지고 있으며, 일부 학교에서는 연역적 탐구와 귀납적 탐구를 연계하여 함께 평가하고 있다.

성취기준 [10과탐02-01]의 평가는 성취기준에 제시된 대로 '생활 제품 속에 담긴 과학 원리를 파악할 수 있는 실험'에 대한 평가와 '실생활에 적용되는 과학 원리를 설명'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다.

성취기준 [10과탐02-02]의 평가는 '생활과 관련된 다양한 분야에 적용된 과학 원리를 알아보는 실험'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, 이러한 실험을 통해 '과학의 유용성을 설명할 수 있는가'에 대한 평가는 일부 학교에서만 이루어지고 있으며, 과학의 유용성보다는 과학 원리를 설명할 수 있는가에 대한 평가가 이루어지고 있다.

성취기준 [10과탐02-03]의 평가는 '과학 원리를 활용한 놀이 체험을 통해 과학의 즐거움을 느낄 수 있는가'보다는 '놀이 체험의 맥락에서 과학 원리가 적용된 실험 수행'과 '이에 적용된 과학 원리를 설명할 수 있는가'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다.

성취기준 [10과탐02-04]의 평가는 '과학 탐구에 참여'와 '협력적 활동 수행'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, '분야 간 협동 연구'를 활용한 평가와 정의적 요소인 '흥미와 호기심'에 대한 평가도 확인되지 않았다. 또 과정 요소 중에는 결과 결론 도출에 대한 평가가 주로 이루어졌으나, 성취기준에 제시된 '도출한 결과를 증거에 근거하여 해석하고 평가'할 수 있는가에 대한 구체적인 평가의 과정은 드러나지 않았다.

성취기준 [10과탐02-05]의 평가는 '탐구 활동 과정에서 지켜야 할 안전 사항 준수'에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, 성취기준에

제시된 또 다른 내용 요소인 ‘생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리’에 대한 평가는 드러나지 않았다.

성취기준 [10과탐02-06]의 평가는 성취기준에 제시된 대로 ‘과학 관련 현상 및 사회적 이슈에서 과학 탐구 문제를 발견’하는 것에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다.

성취기준 [10과탐02-07]의 평가는 ‘과학 탐구 활동 계획 수립과 탐구 활동 수행’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, ‘생활 속에서 발견한 문제 상황 해결’에 대해서는 ‘문제 해결’에 대한 평가는 이루어졌으나, ‘생활 속에서 문제 상황을 발견’하는 과정은 드러나지 않았다.

성취기준 [10과탐02-08]의 평가는 ‘탐구 수행으로 얻은 정성적 혹은 정량적 데이터를 분석하고 그 결과를 다양하게 표상’하는 평가가 주로 이루어지고 있으나, 정량적 데이터를 표와 그래프로 표상하는 평가로 한정된 것으로 드러났다. 다양하게 표상하고 ‘소통할 수 있는가’에 대한 평가는 드러나지 않았다.

성취기준 [10과탐02-09]의 평가는 ‘과학의 핵심 개념을 적용하여 실생활 문제를 해결’하는 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, ‘탐구에 필요한 도구를 창의적으로 설계하고 제작’하는 평가는 드러나지 않았다. 일부 학교에서는 ‘탐구에 필요한 도구의 설계’보다는 ‘탐구 과정의 설계’에 초점을 두고 평가를 진행한 것으로 드러났다.

성취기준 [10과탐03-01]의 평가는 ‘첨단 과학기술 속의 과학 원리를 찾아내는 탐구 활동’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 반면, ‘과학 지식이 활용된 사례를 추론’하는 평가는 드러나지 않았으며, 사례를 추론하는 평가보다는 교사가 특정 사례를 제시한 것으로 드러났다.

성취기준 [10과탐03-02]의 평가는 ‘여러 사례에 적용된 첨단 과학기술 및 과학 원리에 관해 설명할 수 있는가’에 대한 평가가 주로 이루어지고 있다. 성취기준에 제시된 ‘첨단 과학기술 및 과학 원리가 적용된 산출물 제작’에 대한 평가는 ‘친환경 에너지 도시 설계하기’의 형태로 일부 학교에서 이루어지고 있는 것으로 드러났다. 다른 성취기준에 비해 모둠 활동 및 발표를 통한 평가가 상대적으로 많이 이루어졌으나, ‘산출물을 공

유하고 확산하기 위한 발표'에 대한 평가는 드러나지 않았다.

셋째, 과학탐구실험 과목의 탐구 기능 요소 중 '탐구 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'에 대한 평가가 주로 이루어졌다. '증거에 기초한 토론과 논증'과 '의사소통'에 대한 평가는 일부 확인되었으나, '문제 인식', '모형의 개발과 사용', '수학적 사고와 컴퓨터 활용'에 대한 평가는 드러나지 않았다. 또, '탐구 설계와 수행'과 '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'는 하나의 평가를 통해 연계되어 평가되기도 하였으나, 전체적으로 보았을 때, 각각의 기능 요소는 분절적으로 평가되는 것으로 드러났다.

5.2. 결론 및 제언

2019년도 전국 국공립 고등학교 과학탐구실험 과목의 세부평가기준을 언어 네트워크 방법을 이용하여 분석한 결론은 다음과 같다.

첫째, 단원별 세부평가기준을 분석한 결과 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 고루 반영되지 않고, 일부 요소에 치중되어 평가계획이 수립된 것으로 드러났다. 교육과정 문서상에 제시된 내용 차원의 요소 중 '과학의 본성', '연구 윤리', '선조들의 첨단 과학'이 평가계획에 반영되어 있지 않았다. 또, 맥락 차원에서는 '스포츠', '문화예술', '선조'의 맥락이 평가계획에 반영되지 않았다. 과정 차원은 4개 차원 중 교육과정 문서상에 제시된 요소들이 가장 충실하게 세부평가기준에 반영되었으며, 2단원의 내용 체계에 제시된 '문제 인식'과 '공학적·창의적 설계 및 도구 제작'만이 세부평가기준에 반영되지 않았다. 반대로 태도 차원은 교육과정 문서상의 요소가 세부평가기준에 가장 반영되지 않은 차원으로, 교육과정 문서에 제시된 태도 요소인 '과학적 태도', '흥미와 호기심', '끈기'가 모두 세부평가기준에 반영되지 않았다.

둘째, 언어 네트워크 분석을 통해 성취기준별 세부평가기준에 나타나는 특징을 분석한 결과 각 성취기준에 제시된 모든 요소가 평가계획에 고루 반영되지 않는 것으로 드러났다. 성취기준 [10과탐01-01, 02]와 [10과탐02-02, 05]의 경우 성취기준에 제시된 내용 요소가 평가계획에 반영되지 않았으며, 누락 된 요소는 '패러다임의 전환', '우연한 발견', '과학의 유용성' 등이다. 맥락 차원의 요소들은 [10과탐02-02]를 제외한 모든 성취기준에서 누락 없이 평가계획에 반영되었다. 태도 차원의 경우, 성취기준 [10과탐02-03, 04]에서는 정의적 요소가, [10과탐02-08]과 [10과탐03-02]에서는 의사소통에 대한 요소가 세부평가기준에 반영되지 않았다. 과정 차원의 경우 성취기준 [10과탐02-04, 07, 08, 09], [10과탐03-01]에 제시된 과정 요소 중 전부 혹은 일부가 평가계획에 반영되어 있지 않았

다. 하나의 성취기준에 여러 개의 과정 요소가 제시된 경우 일부 과정 요소에 치중되어 평가가 계획되었음을 확인할 수 있었다.

셋째, 성취기준에 포함된 탐구기능요소의 특징을 분석한 결과, 각각의 탐구기능요소가 평가계획에 고루 반영되지 않고 일부 요소에 치중된 평가계획이 수립되어 있음을 확인하였다. 또, 각각의 기능 요소들이 연계되지 않고, 분절적으로 세부평가기준에 반영되어 있었다. '탐구 설계와 수행', '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'에 대한 평가는 세부평가기준에 다수 반영되었으나, '수학적 사고와 컴퓨터 활용', '모형의 개발과 사용', '증거에 기초한 토론과 논증'은 평가계획에 반영되지 않은 것으로 드러났다. 이는 '문제 인식', '증거에 기초한 토론과 논증', '모형의 개발과 사용'이 평가 요소로서의 가장 적게 활용되었다는 선행연구(백종호 외, 2020)와도 유사한 결과이다. 또, 네트워크 구조 분석 결과 '탐구의 설계와 수행'과 '자료의 수집·분석 및 해석', '결론 도출 및 평가'는 하나의 평가로 상호 연계되어 평가계획에 반영되어 있었으나, 나머지 기능 요소들은 서로 연계되지 못하고 분절적으로 평가계획에 반영된 것으로 확인되었다.

5.3. 계속 연구 과제

첫째, 본 연구에서는 과학탐구실험 과목의 세부평가기준에 관해 연구를 진행했다. 2021학년도부터 절대평가가 도입되는 과학탐구II 과목들을 분석 대상으로 확장해 연구한다면, 절대평가 체재에서의 과학 과목의 평가 내용이나 특징에 대해 더욱 풍부한 분석이 이루어질 수 있을 것으로 기대하는 바이다.

둘째, 과학탐구실험 과목의 경우 2019학년도부터 절대평가가 도입되었다. 이후 연구에서는 상대평가가 적용되었던 2018학년도의 세부평가기준을 함께 분석하여 비교한다면 상대평가에서 절대평가로 변화되어 가고 있는 고교 내신 평가에 더욱 도움이 되는 연구가 될 것으로 기대하는 바이다.

셋째, 학교알리미에 공개된 학교별 공시자료는 학교마다 양식이 상이하고 학기 초에 업로드되는 관계로 실제 평가와 일치하지 않는 때도 있다. 실제 학교에서 이루어지는 평가의 내용과 특징, 어려움 등에 대해서 살펴보는 방법으로써 교사 설문, 인터뷰 등이 함께 진행된다면 평가에 대해 더욱 정확한 분석이 이루어질 것으로 기대하는 바이다.

참 고 문 헌

교육과학기술부(2011). 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책 9].

교육과학기술부(2012). 2009 개정 교육과정에 따른 성취기준, 성취수준.

교육부(2015a). 2015 개정 초·중등학교 교육과정 총론. 제2015-74호 [별책 1]. 세종: 교육부

교육부(2015b). 2015 개정 과학과 교육과정. 제2015-74호 [별책 9]. 세종: 교육부

곽영순. (2020). 2015 개정 통합과학과 과학탐구실험 교육과정의 2차 년도 적용 현황 추이 분석. 대한지구과학교육학회지, 13(1), 53-63.

김민지, 강남화. (2018) 고등학교 과학탐구실험 교과서의 탐구활동 분석. 청람과학교육연구논총, 24(2), 60-69.

김민철, 하상우. (2020) 과정 중심 탐구형 과학수행평가 방안 개발 및 적용: 과학영재학교 학생들을 대상으로. 새물리, 70(5), 454-465.

김민환, 김성훈, 노태희, 최숙영. (2019) 2015 개정 과학과 교육과정의 통합과학과 과학탐구실험이 학생들의 과학에 대한 흥미, 과학적 태도, STS와 과학의 본성에 대한 견해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 39(6), 791-797.

김유정, 장원형, 홍훈기. (2019) 텍스트 네트워크 분석법을 활용한 2015 과학과 교육과정 평가 분석 및 논의: 과정 중심 평가와의 연계를 중심으로. 교육과정평가연구, 22(3), 225-250.

김현정, 김동영. (2016). 대학수학능력시험 과학탐구 영역 평가 틀의 행동 영역에 대한 고찰. 현장과학교육, 10(1), 83-94.

동효관, 김경주, 강민경, 장의선, 성경희, 양성현, 김성경, 이재봉, 구자옥, 박상복, 김소연, 최원호, 김용진, 이기영, 김희영. (2018). 2015 개정 교육과정에 따른 국가수준 학업성취도 평가 출제 방안 연구. (연구보고 RRE 2018-4). 충북: 한국교육과정평가원.

박현주, 심재호, 최혁준, 임희준, 박지선, 안희정, 양승원. (2019). 2015 개

정 과학과 교육과정 운영 모니터링, 연구보고서. BD19030006, 한국과학창의재단.
변태진, 백종호, 심현표, 이동원. (2019). 2015 개정 교육과정 '과학탐구실험' 운영 실태 조사. 한국과학교육학회지, 39(5), 669-679.
송신철, 심규철. (2019) 고등학교 과학탐구실험 교과서의 탐구 활동에 나타난 과학과 핵심역량 분석. 학습자중심 교과교육연구, 19(22), 363-383.
신소연, 박철규, 이창윤, 홍훈기. (2018). 2015 개정 교육과정의 '과학탐구실험' 실행에 대한 사례연구 -문화역사적 활동이론(CHAT) 측면에서의 이해-. 한국과학교육학회지, 38(6), 885-899.
신영준, 곽영순, 김연화, 성정원, 이정우, 임은진. (2018). 2015 개정 교육과정에 따른 신설과목 운영 질 관리 방안 연구. 세종: 교육부.
오필석. (2020) 과학 교육에서 기능 중심의 과학 탐구에 대한 비판적 고찰. 한국과학교육학회지, 40(2), 141-150.
여상인. (2019). 2015 개정 선택 중심 교육과정의 공통 과목인 '과학탐구실험' 교과서에 기술된 한반도의 기후 변화 내용 비교 분석. 에너지기후변화교육, 9(3), 187-197.
유은정, 장선경. (2020). 고등학생의 과학탐구에 대한 관점 및 과학탐구실험 과목에 대한 인식. 학습자중심교과교육연구, 20(22), 1293-1317.
윤도운, 고은아, 최애란. (2018). 2015 개정 과학과 교육과정의 과학과 핵심역량 하위요소 추출 및 적용. 학습자중심교과교육연구, 18(24), 1301-1319.
윤도운, 최애란. (2019) 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 중학교 1학년 성취기준과 과학 1 교과서에 포함된 활동과 평가 문항 분석: 과학과 핵심역량 중심으로. 대한화학회지, 63(3), 196-208.
이근준, & 정진우. (2004). 중등학교 과학실험수업의 탐구수준을 평가하기 위한 도구 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 25(7), 507-518.
이효녕, 이유정, 이현동. (2017) 과학 탐구 과정 평가를 위한 루브릭 개발

및 적용. 중등교육연구, 65(1), 145-171.
장영록, 강남화, 강석철, 강남화, 강석철, 고선영, 곽영순, 권석민, 권홍진, 김율, 김경화, 김기상, 김명화, 김순욱, 김재우, 김지은, 김해동, 김현경, 김현정, 나지연, 민병욱, 박권태, 박병철, 박상희, 박선영, 박창용, 박현주, 방담이, 변태진, 손정우, 송진웅, 신영준, 심규철, 심병주, 심선희, 안종제, 안필헌, 오상욱, 오원근, 윤혜경, 이기영, 이명제, 이미경, 이미하, 이양락, 이용철, 이은미, 이인호, 이준규, 이한민, 임혁, 장신호, 전성수, 전화영, 정원선, 좌용주, 최임정, 최중철, 최현동, 최호성, 현종오, 홍준의, 황의욱, 강주, 김수구, 김승환. (2015). 2015 과학과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ 과학과 교육과정. BD15070002, 한국과학창의재단.
조헌국. (2018) 2015 개정 교육과정에서 나타나는 과학적 탐구 요소 분석: 과학탐구실험을 중심으로. 교과교육학연구, 22(3), 208-218.
하민수, 박현주, 김용진, 강남화, 오필석, 김미점, 민재식, 이윤형, 한효정, 김무경, 고성우, 손미현. (2018). 2015 개정 과학과 교육과정에 기초한 과학과 핵심역량 조사 문항의 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 38(4), 495-504.
한관종. (2003). 사회과학 방법론으로서의 연결망 분석기법 적용의 의의와 연구과제. 사회과학연구, 10(2), 219-235.
한국교육과정평가원. (2012). 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 교과별 성취기준 및 성취수준 개발 홍보 워크숍. ORM 2013-11.
Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 37(9), 916-937.
National Research Council(NRC)(2012). A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core idea. Washington,DC: National Academy Press.
National Research Council(NRC). (2000). Inquiry and the national

science education standards: A guide for teaching and learning. National Academies Press.

OECD. (2017). Pisa 2015 assessment and analytical framework: science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving. OECD Publishing.

Victoria, A. S. C., & Lee, R. J. (2017). Timss 2019 science framework, In I. V. S., Mullis & M. O. Martin (Eds.). Timss 2019 assessment frameworks. Retrieved from Boston College, IEA TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved 2020. 10. 5. from http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/

Abstract

A Study on the Characteristics of Detailed Assessment Criteria for 'Scientific Inquiry Experiment' Using Semantic Network Analysis Methods

Ko, Eui-jun

Science Education(Physics)

The Graduate School

Seoul National University

As core competencies were emphasized in the 2015 revised curriculum and emphasis on course-oriented evaluation, the newly introduced science exploration experimental subjects were expected to play a complementary role with concept-oriented science subjects. However, there was a lack of research on how assessments were being made in science exploration subjects. Therefore, in this study, the detailed evaluation criteria of science exploration experimental subjects were analyzed to identify the status of evaluation in the

absolute evaluation system and to analyze the characteristics of evaluation criteria. To this end, evaluation plans for 2019 science exploration experiments of national and public high schools were collected and detailed evaluation criteria were analyzed by unit and achievement criteria, and the network structure was interpreted as a framework for 4 areas of content, context, process, Attitude. As a result of analyzing the detailed evaluation criteria for each unit, the evaluation was focused on some of the key concepts and content elements presented in the curriculum. Analysis of detailed evaluation criteria for each achievement standard revealed that all factors presented in each achievement standard were not evaluated evenly.

keywords : Scientific inquiry experiments, achievement criteria, language network analysis, detailed evaluation criteria, Inquiry functional elements, Student Assessment
Student Number : 2018-26310