

IB DP 수학과 교육과정 문서 체제의 일관성 분석 연구

오 국 환 (운정고등학교, 교사)
이 창 석 (정왕고등학교, 교사)[†]
이 경 원 (경기고등학교, 교사)
권 오 남 (서울대학교, 교수)

이 연구는 우리나라 차기 수학과 교육과정의 문서 체제의 일관성 구현의 시사점을 도출하기 위해 국제적으로 주목받고 있는 IB 교육과정 내의 수학과 교육과정 문서 체제의 일관성을 탐구하였다. 이를 위해 IB DP 고등학교 교육과정 문서의 외·내적 체제의 일관성을 기준으로 분석하였다. 먼저, IB DP 수학과 교육과정은 문서의 목차와 형식을 동일하게 제시하여, 과목별·주제별로 교육과정 문서는 일관된 서술을 보였다. 다음으로, 동일한 과목 주제 구성 및 평가 방법의 구성, 빅 아이디어 제시, ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’와 같은 장치 마련을 통해 일관성 있는 과목 간, 과목 내의 교육과정 문서의 서술을 이루었다. 마지막으로, ‘연결’에서 실세계 맥락, 다른 과목, IB 교육과정 ‘지식론’과의 연계 방안을 서술함으로써 타 교과와의 연계를 통해 교육과정 문서의 일관된 서술을 이루었다. 이러한 연구 결과를 토대로 수학과 교육과정 문서 항목의 구체적이고 일관적인 제시, 개정 교육과정의 과목별 영역과 평가 방법의 일관적인 제시, 타 교과와의 연계를 통한 일관성 있는 교육과정 문서 구현에 대한 시사점을 도출하였다.

I. 서론

OECD(2005)에서 DeSeCo(Definition and Selection of Key Competencies) 연구보고서를 통해 미래 학생들이 반드시 갖추어야 할 자질로 핵심역량을 제시한 이후, 역량 개념을 교육과정에 반영하려는 시도가 국제적으로 이루어졌다. 이러한 흐름에 발맞추어 우리나라에서도 2015 개정 교육과정에 이르러서는 역량 개념을 중심으로 한 교육과정을 표방하게 되었다. 2015 개정 교육과정은 미래 사회 시민으로서 성공적이고 행복한 삶을 살아가기 위해 필요한 핵심적인 능력으로 6가지 핵심역량을 제시하고, 이를 통해 궁극적으로는 창의·융합형 인재라는 인재상을 길러내는 것을 목표로 삼는다.

교육과정의 의도와 목표를 현장에서 효과적으로 실행하고 그 목표를 달성하려면 교육과정 문서가 가진 목표와 내용이 일관성을 갖고 있어야 한다. 이때 일관성은 연구 맥락에 따라 다양한 의미가 있지만, 포괄적으로는 크게 두 가지의 의미로 사용된다. 첫째는 교육과정 총론과 각 교과 교육과정의 목표와 내용이 얼마나 같은 방향성을 갖고 있는지의 의미이다(Schmidt, Wang, & McKnight, 2005). 즉, 총론에서 제시하는 목표와 인간상을 각론에서 얼마나 충실하게 재해석하여 반영하고 있는지를 의미하는 것이다. 둘째는 교육과정의 목표와 학습 경험, 평가가 얼마나 유기적으로 연결되어 있는지에 대한 것이다(김자미·이원규, 2011). 즉, 목표를 달성하기에 적합한 학습 내용과 교수·학습 방법이 제시되고, 학습 경험을 고려한 평가가 실시되도록 교육과정이 구성되었는지를 의미하는 것이다.

* 접수일(2021년 2월 27일), 심사(수정)일(2021년 3월 19일), 게재확정일(2021년 3월 25일)

* MSC2000분류 : 97C90

* 주제어 : IB DP 수학과 교육과정, 문서 체제, 일관성

* 이 논문은 2020년도 서울대학교의 재원으로 대학혁신센터의 지원을 받아 수행된 연구임.

† 교신저자 : chimdra@snu.ac.kr

2015 개정 교육과정의 일관성을 탐색하고 보완하려는 노력 또한 이러한 차원에서 이루어졌다. 예를 들어 권오남·박수민·이경원(2019)은 2015 개정 교육과정의 총론과 수학과 교육과정 사이의 일관성을 탐색하고, 호주 및 일본의 교육과정 개발 사례를 분석함으로써 총론과 각론의 일관성을 보완할 방법을 제안했다. 교육과정의 목표와 학습 경험, 평가의 유기적 연결을 보장하려는 노력은 주로 교과 차원에서 이루어졌다. 예를 들어 강현영 외(2018)는 교육목표, 교육내용, 교수·학습 및 평가의 일관성을 강화하고자 제시된 과정 중심 평가에 대한 교사 연수프로그램을 실행한 바 있다. 교육과정의 일관성을 보완하려는 노력은 차기 교육과정 개정을 눈앞에 둔 최근에 더욱 중요성을 가진다고 볼 수 있다.

이 연구에서는 차기 우리나라 수학과 교육과정의 문서 체재의 일관성을 보완할 수 있는 방향을 살피기 위해 IB(International Baccalaureate, IB) 교육과정을 분석하고자 한다. IB 교육과정은 1960년대 스위스에서 개발되어 2020년 현재 158개국에서 시행되고 있는 일종의 국제 공인 교육과정이다. IB 교육과정을 분석한 선행연구는 대체로 IB 교육과정이 목표와 내용, 교수·학습 방법 및 평가 면에서 일관성을 갖고 있다고 보고하고 있다(배은지, 2020; 손민호 외, 2018; 홍후조·임유나, 2019). 그런데 이러한 선행연구들은 수학과를 중심으로 한 분석이 아닐 뿐더러 구체적인 사례나 분석을 충분히 제시하지 않아 선행연구의 결과만을 통해서도 IB 교육과정이 구체적으로 어떤 방법으로 일관성을 구현하고 있는지, 차기 수학과 교육과정 개정에 어떻게 반영할 수 있는지 등을 파악하기는 어려운 것이 사실이다. 이에 따라 이 연구에서는 우리나라 교육과정에 시사점이 뚜렷할 것으로 판단되는 고교 수준의 IB DP(Diploma Programme, DP) 교육과정을 중심으로 일관성이 어떻게 구현되고 있는지를 구체적으로 살펴보고자 한다. 그리고 이를 통해 일관성을 중심으로 하여 우리나라 수학과 교육과정에 대한 시사점을 제시하고자 한다. 이에 따른 연구 질문은 다음과 같다.

IB DP 수학과 교육과정 문서 체재는 어떻게 일관성을 구현하고 있는가?

II. 문헌 검토

1. IB 교육과정 개관 및 관련 선행연구 분석

IB 교육과정은 1960년대 스위스를 비롯해 각국에 설립된 국제학교 학생들의 국제적인 대학입시와 그에 적합한 교육과정 개발을 목표로 기획되어 개발된 일종의 국제 공인 교육과정이다. 1968년 6개국 7개교에서 실시된 IB DP 교육과정으로부터 시작하여 현재는 다양한 개선을 바탕으로 158개국 5,402개교(2020년 12월 10일 기준)에서 실시되고 있다.¹⁾

IB 교육과정은 탐구하는 사람, 지식을 갖춘 사람, 생각하는 사람, 의사소통을 잘하는 사람, 원칙을 중시하는 사람, 열린 마음을 갖춘 사람, 배려하는 사람, 도전하는 사람, 균형 잡힌 사람, 성찰하는 사람의 인간상(IB learner profile)을 바탕으로 구성된다.²⁾ 교육단계별로는 초등 단계인 PYP(Primary Years Programme), 중학교 단계인 MYP(Middle Years Programme), 고등학교 단계인 DP(Diploma Programme), 직업탐색 단계인 CP(Career-related Program)의 4가지 프로그램이 있으며, 각 프로그램은 발달단계별 특색에 맞게 다소간의 차이를 두고 운영된다.

이중 우리나라의 고등학교 과정에 해당하는 DP 교육과정은 크게 TOK(Theory of Knowledge)³⁾,

1) 참고 사이트: <https://www.ibo.org/about-the-ib/facts-and-figures/>

2) 원문은 각각 Inquirers, Knowledgeable, Thinkers, Communicators, Principled, Open-minded, Caring, Risk-takers, Balanced, Reflective이다.

EE(Extended Essay), CAS(Creativity, Activity, Service)로 구성된 핵심 영역과 6개의 교과로 구성된다. TOK는 구체적인 특정 교과의 지식보다는 지식을 알아가는 과정을 탐구하고 비판적으로 생각하는 과목이다. TOK에서는 우리가 어떻게 무언가를 안다고 주장할 수 있는지, 지식은 어떻게 구성되는지와 같은 지식의 본질에 대한 내용을 다른 교과와 연결하는 기회를 제공한다. EE는 DP에서 선택한 교과의 내용과 학생의 흥미를 바탕으로 독립적인 연구를 수행하고 4,000단어 분량의 소논문을 제출하는 과목이며, CAS는 예술적, 신체적, 봉사활동을 통해 DP에서 추구하는 전인적 학습자를 길러내는 데 초점을 두는 과목이다. 이를 둘러싼 6개의 교과는 언어와 문학 연구, 언어 습득, 개인과 사회, 과학, 수학, 예술이다.

여기서 수학 과목은 다시 <수학: 분석 및 접근(Mathematics: analysis and approaches)>의 표준수준(Standard Level, SL)과 상위수준(High Level, HL), <수학: 응용 및 해석(Mathematics: applications and interpretation)>의 표준수준과 상위수준으로 구분되어 총 4개 과목이 제시된다. <수학: 분석 및 접근>은 미적분을 포함한 전통적인 수학 교과에 가까운 과목으로, 수학적 논증과 사고를 강화하는 데 초점을 두는 과목이다. 한편 <수학: 응용 및 해석>은 공학 도구를 적극적으로 활용하여 실생활을 수학적으로 모델링하고 특정 맥락에서의 문제를 해결하는 데 초점을 두는 과목이다. 과정 이수 위해 표준수준과 상위수준은 각각 150시간, 240시간이 권장된다. 수학과 내용 구성은 수와 대수, 함수, 기하와 삼각법, 통계와 확률, 미적분, 수학적 탐구의 6가지로 나뉘는데, 수학적 내용뿐 아니라 수학적 탐구를 지도하기 위한 별도의 시수를 배정하고 있다는 점이 특징적이다.

IB DP의 평가는 크게 외부평가(External assessment)와 내부평가(Internal assessment)로 나누어진다. 외부평가는 우리나라의 수능과 같은 형태로 치러지는 지필 평가로, 수학적 내용에 대한 평가를 실시하며 전체 평가 비율 중 80%를 차지한다. 내부평가는 교내에서 담당 교사에 의해 실시되는 일종의 수행평가이다. 학생들은 내부평가를 위해 수학적 탐구 시간을 통해 작성한 12~20페이지 분량의 보고서를 제출해야 한다. 내부평가는 지필 평가에서 평가할 수 없는 수학적 탐구 영역을 평가하기 위해 치러지며, 전체 평가비율 중 20%를 차지한다.

국내에서는 IB 교육과정의 특징을 분석해 우리나라 교육과정의 개선을 모색하려는 연구가 다양하게 이루어져 왔다(예, 강익수·홍후조·성열관, 2006; 강효선, 2020; 권문호, 2019; 김선희·안세인, 2020; 배은지, 2020; 정승모·권상철, 2019; 정혜준, 2013). 하지만 수학교육 분야에서 IB 교육과정을 다룬 연구는 그리 많지 않은 편이다. 양현주·좌준수·최승현(2015)은 2009 개정 수학과 교육과정과 IB DP 수학과 교육과정의 교과서 대수 영역을 비교 연구했고, 김선희·이은정·김수민(2020)은 IB 수학과 교육과정과 우리나라 수학과 교육과정을 비교 분석하고 그 적용사례에 대해 보고했다. 이러한 선행연구에서 반복적으로 언급되는 IB 교육과정의 특징 중 하나로는 일관성을 들 수 있다. 홍후조·임유나(2019)는 IB 교육과정이 목적과 교육과정, 교수·학습 전략 및 평가에서 일관성을 띠고 있다는 점에서 우수한 교육과정의 모델이 된다고 평가했으며, 손민호 외(2018)와 배은지(2020)는 IB 교육과정이 핵심적인 개념에 대한 이해를 중심으로 평가를 우선적으로 상징하고 수업을 설계·운영하는 백워드 방식의 수업 설계를 통해 일관성을 획득한다고 설명했다. 김선희 외(2020)는 IB DP가 가진 지식과 이해, 문제해결, 의사소통과 해석, 공학 도구, 추론, 탐구의 6가지 평가목표가 교수·학습 과정에 잘 반영된다는 사실을 근거로 하여 IB DP 수학과 교육과정의 수학 교수·학습이 가진 특징 중 하나로 교수·학습과 평가의 일관성을 제시하였다.

그런데 수학교육 연구의 입장에서 볼 때, IB DP 교육과정의 일관성이 특징적으로 보고된 것에 비해 실제로 그 일관성이 구체적으로 어떤 식으로 구현되는지는 분명하지 않다. 가령 김선희·김수민·이은정(2020)에서는 교수·학습과 평가의 일관성에 대한 근거로 평가목표 중 하나인 공학 도구의 평가 반영 사례와 수업과 평가에 일관성이 있다는 교사의 인터뷰를 제시하였으나, 이로부터 교육과정에 나타나는 일관성의 구현을 명확하게 확인하기는 쉽지 않다. 또한 선행연구에서는 일관성의 의미를 주로 교과 내에서의 교수·학습과 평가의 일치 여부로 파

3) 이후 장에서는 '지식론(TOK)'으로 서술하였다.

악하여, IB 수학과 교육과정이 가진 다학문적 융합의 특징이 어떻게 교육과정의 일관성에 기여하는지를 충분히 조명하지 못하고 있다. 이에 이 연구에서는 IB DP 수학과 교육과정이 가진 일관성이 구체적으로 어떻게 구현되는지를 폭넓게 탐구하여 우리나라 수학과 교육과정이 개선될 수 있는 방향을 모색하고자 한다.

2. 교육과정의 일관성

교육과정에서 학생들이 학습해야 하는 내용과 그것을 평가하는 내용이 일치하는 것은 교육을 위해 필수적인 일이다(김자미 · 이원규, 2011). 학습목표는 학생들이 학습을 통해 배워야 하는 내용을, 평가는 학습 목표에 도달한 정도를 확인한다는 점에서 목표, 수업, 평가의 일관성은 지켜져야 한다(Anderson, 2005). 이에 따라 교육과정 문서는 교육목표, 학습 경험, 평가의 단순한 열거가 아니라 항목 간 유기적 연결을 통해 일관성을 획득할 수 있는 구성을 취할 필요가 있다.

국내외에서 교육과정의 일관성에 관한 여러 선행연구가 진행되었지만, 교육과정 일관성의 의미는 연구자들 사이에서 합의되지 않고 연구 맥락에 따라 조작적으로 사용되고 있다. 국내외의 선행연구에서 그 의미는 크게 두 가지로 분류해볼 수 있다. 첫째, 교육과정의 일관성을 국가 교육과정의 총론과 각 교과 교육과정의 목표와 내용 사이의 일치로 정의하고 있다(소경희, 2000; Schmidt, Wang, & McKnight, 2005). 다시 말해, 총론에서 제시하는 목표와 인간상을 각론에서 반영하고 재정리하고 있는 것을 교육과정의 일관성이라고 보는 것이다. 예를 들어 권오남 · 이경원 · 이아란 · 한채린(2019)은 한국과 일본 교육과정 개정의 종적 및 횡적 비교를 통하여 우리나라 교육과정보다 일본 교육과정이 문서의 형식 및 총론과 각론에 반영된 역량 개념 구현에서 일관성이 있음을 밝힌 바 있다. 이와 같은 일관성에 대한 이해는 총론과 교과 교육과정 간의 공조가 어느 정도 이루어지고 있는지를 알 수 있게 해준다. 둘째, 교육과정의 일관성은 목적과 학습 경험 평가 간의 가시적인 연결을 만들고 유지하는 것으로 정의한다. 이때 교과 교육과정에서의 일관성은 목표, 학습 경험, 평가를 일관되게 서술하는 것을 말한다(신준식, 2011; 오경선 · 하지수 · 이수희, 2017; Schmidt & Prawat, 2006). 교과 교육과정 문서에서 목표, 내용, 평가의 일관성을 유지한다는 것은 학습자가 무엇을 배워야 하는지, 무엇을 배웠는지에 대한 일관성을 가지다는 의미에서 중요하다(Beane, 1995).

Beane(1995)은 교육과정의 목표, 학습 경험, 평가의 일관된 서술에 초점을 두어 일관성 있는 교과 교육과정의 특징을 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 교육과정의 목표를 달성하기 위한 구체적인 학습 활동을 교육과정에 제안한다. 추상적인 내용이 아니라 맥락을 기반으로 한 구체적인 활동으로 교육과정의 학습 내용에 해당하는 부분을 구성하는 것이다. 둘째, 교육과정에서의 학습 경험 간의 연결을 포함한다. 이는 과도한 학습 경험의 전문화를 막고 학습한 지식 혹은 기술을 목표에 적합하게 적용 및 활용을 할 수 있도록 도와준다. 셋째, 교육과정의 목표에 적합한 학습 경험의 의미를 향상시킬 수 있도록 다학문적 융합을 시도한다. 이는 Fortus · Krajcik(2012)의 연구에서 교육과정의 일관성을 학습자의 지속적인 학습을 위한 교육과정의 빅 아이디어들 사이의 연결로 설명하는 것과 일맥상통한다.

IB 교육과정은 추구하는 인간상과 교과의 핵심적 개념을 중심으로 교육과정을 제시한다. 또한 평가에 대한 세밀한 지침과 정보를 제공하고, 탐구와 표현을 중시하는 평가를 실시한다. 이를 통해 교육 현장에서 교육과정의 의도와 현장의 맥락을 구체화한 재구성성을 하도록 하고, 학습 과정에서 학습자의 융합적 경험이 이루어지도록 한다. 결과적으로 학습자가 지식을 습득하기보다는 지식의 탐구 방법을 배우도록 하는 것이다(손민호 외, 2018). 이러한 일련의 흐름을 살펴볼 때, Beane(1995)의 연구에서 언급한 일관성의 개념은 IB 교육과정을 분석하기에 적합하다고 판단할 수 있다. 이에 이 연구에서는 Beane(1995)을 비롯한 선행연구에서 제시된 일관성의 관점을 구체화하여 IB DP 수학과 교육과정의 특징을 분석하고, 2015 개정 수학과 교육과정을 개선할 수 있는 방향을 모색하고자 한다.

III. 연구 방법

이 연구에서는 IB DP 교육과정 문서를 분석하기 위하여 문헌 분석 방법을 이용하였다. 문헌 분석 방법은 문헌을 검토하고 평가하는 연구 방법의 하나로 검색, 선택, 평가, 종합의 절차를 따른다(Bowen, 2009). 이에 따라 이 연구에서는 첫째, 검색 단계에서 IB 교육과정 및 수학과 교육과정 문서를 검토하였다. 둘째, 그중에서 우리나라 교육과정에 대한 시사점이 비교적 분명할 것으로 판단되는 고등학교 수준의 IB DP 교육과정을 분석의 대상으로 선택하였다. 셋째, 교육과정 문서의 일관성을 중심으로 IB 교육과정을 평가하였다. 마지막으로 종합 단계에서 IB DP 교육과정을 분석한 결과로부터 그 시사점을 도출하여 이후 우리나라 고등학교 수학과 교육과정 개정의 방향에 대한 논의를 제안하였다.

문헌 분석에 활용된 문서는 IB DP 수학과 교육과정(IBO, 2019a; IBO, 2019b)이다. 해당 교육과정 문서의 이면에 있는 의미를 파악하기 위해서 IB 교육과정 해설서(BO, 2019c)⁴⁾를 참고하여 분석을 보완할 수 있도록 하였다. 추가적으로 우리나라의 맥락에서 시사점을 도출하기 위해 추가적인 보조 자료로서 우리나라 2015 개정 수학과 교육과정 문서(교육부, 2020), 수학과 교육과정 시안 연구보고서(박경미 외, 2015), 고등학교 수학과 평가 기준 개발 연구보고서(변희현 외, 2017; 이광상 외, 2018)의 서술 내용을 참고하였다.

<표 III-1> 교육과정 문서의 일관성에 대한 분석 준거

| 범주 | 분석 준거의 내용 |
|------------|--|
| 외적 체제의 일관성 | 교육과정 문서 구조가 동일한 형식으로 제시되어 있는가? |
| 내적 체제의 일관성 | 교육과정 문서 내용이 교과 내에서 유기적으로 연결되어 있는가? |
| | 교육과정 문서 내용이 교과 외부 요소의 연계 방안을 제시하고 있는가? |

선행연구로부터 도출한 일관성의 관점을 교육과정 문서를 해석하기 위한 틀로 재해석하여 분석의 준거를 마련하였다(<표 III-1> 참조). 분석 기준을 마련하기 위해서 교육과정의 체제(體裁)⁵⁾를 기준으로 외적 체제와 내적 체제로 범주를 구분하였다. 교육과정의 외적 체제는 수학과 교육과정 문서의 형식이나 목차와 같은 외형적인 요소를 의미하며, 내적 체제는 서술된 내용의 질적인 의미에 관한 것이다(김진숙, 2006). 교육과정 문서 체제의 일관성을 외적 체제, 내적 체제를 기준으로 구분하였다. 이러한 분석은 기존의 IB 교육과정의 일관성에 관한 연구가 일관성의 의미를 교과 내에 국한된 것으로 접근함으로써 주목하지 못했던 다학문적 융합과 같은 특징을 조망하기 위함이다.

도출된 분석 준거를 바탕으로 IB 교육과정 문서의 일관성이 명확하게 드러날 수 있는 사례가 각 연구자에 의해 수집되었다. 수집된 사례를 통해 결과를 범주화한 뒤, 각 범주에 따라 대상 문헌을 재분석하였다. 이때 각 범주의 주제를 드러내기 적합한 정성적, 정량적 분석 방법이 사용되었다. 정성적 분석 방법은 분석의 범주별로 여러 주제에서 서술된 내용을 드러낼 수 있도록 표나 그림으로 제시하였다. 이는 여러 주제에 걸쳐 교육과정 문서의 일관된 서술을 결과에서 제시하기 위함이었다.⁶⁾ 정량적 분석 방법은 교육과정 문서에서 항목별로 제시된 목록의 개수를 기준으로 표를 구성하여 제시하였다. 분석된 결과는 연구진에 의해 교차적으로 검토하여 결과를

4) 정식 명칭은 ‘교사 지원 문서(TSM, Teacher Support Material)’이지만, 실질적으로 교육과정 문서에 담겨 있는 내용에 대한 해설을 주로 다루고 있다는 점에서 이 논문에서는 ‘교육과정 해설서’라는 명칭을 사용한다.

5) 체제(體制)는 보다 광범위한 단어로 주로 ‘(사회적) 제도와 조직의 양식’을 의미하는 반면, 체제(體裁)는 ‘사물을 곁에서 본 본체나 된됨’을 의미하며 책 혹은 문서에 보다 적절하게 사용되는 단어이며(김진숙, 2006), 교육과정 문서를 다루는 연구에서 그 용례가 있으므로 이 연구에서는 ‘체제’를 사용한다.

6) [그림 IV-3], [그림 IV-4]의 연계된 서술의 사례는 교육과정 문서상에서 발견할 수 있는 연계의 증거를 찾아 연구 결과에서 함께 제시하였다.

검증하였으며, 그 결과를 효과적으로 드러낼 수 있도록 표나 그림의 구조를 재구조화하였다.

IV. 연구 결과

1. 교육과정 문서의 과목별 동일한 구성을 통한 일관성 구현

IB DP 수학과 교육과정에는 <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>의 두 과목이 있으며, 각 과목의 교육과정의 문서 체제는 동일한 형식을 기준으로 서술되어 있다. 이를 정리하면 [그림 IV-1]과 같다.

| IB DP 수학과 교육과정 목차 |
|--|
| 1. 도입 이 문서의 목적 DP(Diploma Programme) 수학의 본질 수학의 교수·학습 방법 목표 평가 목표 평가 목표에 대한 평가방법별 반영비율 |
| 2. 교수요목 교수요목 개요 선행 학습 주제 교수요목 내용 |
| 3. 평가 DP의 평가 평가 개요 - 표준수준 평가 개요 - 상위수준 외부평가 내부평가 |
| 4. 부록 용어 목록 표기법 목록 |

[그림 IV-1] IB DP 수학과 교육과정 <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>의 목차

IB DP 수학과 교육과정의 목차는 고교 교육과정의 총론에 해당하는 DP에 대한 이해, 수학 교과와 성격, 수학 교과와 교수·학습, 지도 목표 및 평가 목표에 대한 내용을 담은 ‘도입’, 학습 내용에 대한 설명을 담고 있는 ‘교수요목’, 평가에 대한 상세한 지침을 담은 ‘평가’, 용어와 기호에 대한 설명을 담은 ‘부록’으로 이루어진다. IB DP 수학과 교육과정의 목차는 상대적으로 목차를 이루고 있는 항목의 수가 많다고 볼 수 있는데, 이는 다양한 국가에서 실행되는 IB 프로그램의 특징상 교육과정 이해당사자가 교육과정을 충분히 이해할 수 있도록 상세화한 것으로 해석할 수 있다. IB DP 수학과 교육과정의 각 과목 내에서 가르쳐야 할 내용을 제시하는 ‘교수요목 내용’의 항목도 주제별로 모두 일관성 있게 제시하고 있으며, 이를 정리하여 제시하면 [그림 IV-2]와 같다.

| 교수요목 내용 | |
|----------------|--|
| 주제명 | |
| 개념 | 필수적 이해 이 주제와 포함된 개념 내용 특수적인 개념적 이해 |
| 표준수준 내용 | 내용 안내, 명료화, 교수요목 연계 연결 |
| 상위수준 내용 | 내용 안내, 명료화, 교수요목 연계 연결 |

[그림 IV-2] IB DP 수학과 교육과정 '교수요목' 내용의 주제별 문서 항목

[그림 IV-2]는 주제별로 제시되어 있는 교수요목 내용의 요소를 정리한 것이다. IB DP 교육과정에서 주제별로 동일하게 항목을 구성하고 있으며, 그 특징은 다음과 같다. 먼저, 주제별로 다루는 개념에 대한 항목을 세분화하여 제시하고 있다. 주제별로 관련되는 핵심 아이디어와 전반적인 주제별 학습 목표를 제시하고 있다. 이는 주제별로 가르쳐야 하는 내용에 대한 정보를 유의사항의 형태로 제시함으로써, 교육과정 문서를 읽는 독자에게 주제별로 학습의 도달점이 어디인지를 명확하게 제시하고 있다. 다음으로, IB 교육과정은 과목별로 표준수준과 상위수준을 구분하여 제시하는데, 상위수준이라고 해서 표준수준의 서술 구성과는 차이를 두지 않고 동일한 형식으로 문서를 구성하였다. 이는 교사에게 가르쳐야 할 내용에 대한 안내뿐만 아니라, 교수·학습 방법에 대한 사항을 충실히 서술하도록 문서를 구현했다고 해석할 수 있다. IB DP 수학과 교육과정 문서의 외적 체계 분석의 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, IB DP 수학과 교육과정은 교육과정 총론과 각론의 구분 없이 일체화된 형태로 수학과 교육과정을 서술하고 있다. 이러한 구성은 총론과 각론 사이의 괴리 문제를 해소할 수 있으며, 수학과 교육과정에서 추구하고자 하는 목표, 성격, 교수·학습 방법 등을 IB 교육과정을 범교과적 차원에서 이해할 수 있도록 돕는다. 과목별로 별도의 문서를 제공하는 IB DP 수학과 교육과정에서 교육과정 총론과 각론의 구분 없이 일관된 형태로 문서를 구성하고 있다.

둘째, 교수·학습 방향이 내용 체계보다 구체적으로 서술되어 있다. IB DP 수학과 교육과정 문서의 교수·학습 방향은 개념적 이해, 수학적 탐구, 수학적 모델링, 공학 도구 사용, 교수·학습안 형태, 과정 설계, 시간 할당, 도구(The toolkit)⁷⁾, 공식과 공식집, 용어와 기호로 구성되어 있다. 각 항목은 1쪽 내외의 분량으로 상세하게 서술되어 있어 교사가 어떻게 수학을 지도해야 하는지를 이해하도록 돕는다. 또한 이러한 교수·학습 방향은 내용에 대한 서술에 앞서 제시되어 있어 독자에게 내용 이상으로 교수·학습 방법에 방점을 두고 있다는 인상을 주도적으로 주고, 교수·학습의 방향성을 바탕으로 내용 체계를 독해할 수 있게 안내한다.

셋째, 평가에 대한 내용을 구체적으로 제시하고 있다. IB DP 수학과 교육과정은 교수·학습 방향의 평가 목표

⁷⁾ 학생들이 어떠한 종류의 수학 문제에도 이용할 수 있는 수학적 사고방식을 의미한다. IB DP 교육과정의 교사 지원 문서(Teacher support material)에서는 이러한 사고방식을 익힐 수 있는 방안으로 인지적 활성화자(cognitive activators), 개념적 이해, 공학 도구 활용, 모델링을 제안하고 있다(IBO, 2019c).

와 외부평가와 내부평가로 이루어지는 평가의 체계, 내용, 방법 등에 대한 구체적인 정보를 별도의 절에서 제공한다. 이는 IB DP 수학과 교육과정의 평가가 어떻게 이루어질 것인가를 명확하게 전달함으로써 교사가 어떻게 평가를 고려하여 교육과정을 재구성해야 할지를 판단하게 하는 기준이 된다. 즉, 교육과정의 취지를 충실하게 고려한 평가를 명확하게 제시하여, 교사가 교육 환경을 고려한 실질적인 맥락에서 활용할 수 있는 평가에 관한 정보를 제공한다.

구분된 문서를 동일한 문서의 형식으로 제시하는 것은 교육과정 이해당사자들이 교육과정에 대한 이해도를 높이는 하나의 방안이 될 것이다. IB DP 수학과 교육과정은 수학과 교육과정 문서를 과목별로 구분하여 제시하였는데, 두 문서의 목차와 형식이 동일한 방식으로 서술되었다. 특히, 수준에 따른 내용을 구분하여 제시하더라도 관련된 지침은 수준에 관계없이 일관성 있게 제시한다. 수학과 교육과정 내의 과목별 문서 체계를 동일하게 구현함으로써 교육과정 전반에 대한 이해를 도모한 것이다.

2. 교육과정 문서의 교과 내 유기적인 연계를 통한 일관성 구현

가. 수학 과목 간 연계

IB DP 수학과 교육과정은 교육을 통해 구현하고자 하는 학생의 모습을 인간상의 형태로 제시한다. IB DP 수학과 교육과정이 추구하는 12개의 목표는 IB 교육과정에서 제시하는 10개의 인간상과 밀접하게 관계되어 있다. 이 관계는 서술적인 차원에서 추상적으로만 제시되는 데 그치지 않고, IB 교육과정 해설서에 <표 IV-1>과 같이 구체적으로 제시되어 있다(IBO, 2019c).

<표 IV-1> IB DP 수학과 교육과정의 목표와 IB DP 교육과정의 인간상

| 수학과 교육과정 목표 | 인간상 |
|--|--------------------------|
| 수학에 대한 호기심과 즐거움을 기르고, 그 우아함과 힘을 인식한다. | 탐구하는 사람 |
| 수학의 개념, 원리, 본질에 대한 이해를 기른다. | 지식을 갖춘 사람 |
| 다양한 맥락에서 명확하고 간결하며 자신감 있게 수학을 의사소통한다. | 의사소통을 잘하는 사람 |
| 문제 해결에 있어 논리적이고 창의적인 사고, 참을성과 끈기를 길러 수학을 사용하는 것에 대한 자신감을 심어준다. | 생각하는 사람, 균형 잡힌 사람 |
| 추상화와 일반화의 힘을 사용하고 개선한다. | 성찰하는 사람 |
| 대안적 상황, 다른 지식 영역, 자신들의 지역적, 국제적 공동체의 향후 발전에 기술을 적용하고 전할 수 있다. | 열린 마음을 갖춘 사람, 도전하는 사람 |
| 테크놀로지와 수학의 발전이 어떻게 서로에게 영향을 주는지를 인식한다. | 지식을 갖춘 사람, 성찰하는 사람 |
| 수학자들의 업적과 수학의 응용으로부터 제기된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문을 인식한다. | 원칙을 중시하는 사람, 배려하는 사람 |
| 수학의 보편성과 그 다문화성, 국제적이고 역사적인 관점을 인식한다. | 열린 마음을 갖춘 사람 |
| 특히 지식론(TOK) 과정에서 특정 “지식 영역”으로서 다른 학문에 대한 수학의 공헌을 인식한다. | 지식을 갖춘 사람, 균형 잡힌 사람 |
| 자신과 타인의 작업물에 대한 비판적 성찰 능력을 기른다. | 성찰하는 사람, 의사소통을 잘하는 사람 |
| 수학에 대한 자신의 이해를 독립적으로, 협력적으로 확장한다. | 탐구하는 사람 |

또한 IB 교육과정 해설서는 교사들에게 학생들과 함께 수학 과정의 목표와 IB 인간상의 상호관계에 대해 토론하기를 권장한다. 그리고 학생들에게는 학기 초, 그리고 학기 중간에 스스로가 얼마나 IB 교육과정의 인간상

과 수학자로서의 모습에 부합하게 발전했는지를 성찰하도록 하는 토론이나 활동을 제안한다. 수학과 교육과정 목표와 인간상에 대한 연계를 강조하였고, 이러한 인간상은 과목 및 주제의 구성을 구현하는 데 일조하기도 하였다. IB DP 교육과정에서 과목에서 다루어야 하는 지식을 언급한 인간상에는 ‘지식을 갖춘 사람’이 있다.⁸⁾ 지식을 갖춘 사람이란 다양한 학문 분야의 지식을 탐구하고 개념적으로 이해하려는 자세를 지닌 자를 의미한다. 이러한 인간상은 IB DP 수학과 교육과정의 과목과 주제 구성에 비교적 잘 드러나 있다. 이는 IB DP 수학과 교육과정이 두 개의 과목을 수준에 따라 제시하고 있는데, 과목과 수준에 관계없이 모두 동일한 주제를 배울 수 있도록 구성이 되어있기 때문이다. IB DP 수학과 교육과정의 과목과 주제를 정리하면 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> IB DP 수학과 교육과정의 과목과 주제

| 과목 | | 주제 | | | | |
|---------------|------|-------|----|---------|--------|-----|
| <수학: 분석 및 접근> | 표준수준 | 수와 대수 | 함수 | 기하와 삼각법 | 통계와 확률 | 미적분 |
| | 상위수준 | | | | | |
| <수학: 응용 및 해석> | 표준수준 | | | | | |
| | 상위수준 | | | | | |

IB DP 수학과 교육과정은 <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석> 두 과목이 있고, 학습 요소의 수준과 양에 따라 표준수준, 상위수준으로 각각 구분된다. 각 과목의 주제는 공통적으로 수와 대수, 함수, 기하와 삼각법, 확률과 통계, 미적분으로 이루어진다. 고등학교 교육과정 문서 내에서 모든 과목에 걸쳐 동일한 주제명을 사용하여 일관성 있게 구성하였다. 모든 주제를 골고루 배울 수 있도록 과목을 구성한 것이며, 학생의 학습 수준에 맞도록 배우는 범위의 양에 따라 과목의 수준을 선택할 수 있도록 하였다. 다방면의 지식을 탐구하고 이해할 수 있도록 인간상에서 제시한 만큼, 이에 일관된 기조로 과목, 주제를 구성하여 제시한 것으로 해석할 수 있다. 과목별로 표준수준과 상위수준의 내용 요소를 제시하는데, 과목 간 공통 내용 요소를 제시하고 있으며, 이를 정리하면 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>의 공통 내용 요소

| 주제 | 공통 내용 요소 | 공통 내용 요소 개수(비율1)(비율2) | |
|---------|---|-----------------------|---------------|
| | | <수학: 분석 및 접근> | <수학: 응용 및 해석> |
| 수와 대수 | $a \times 10^k$ 꼴의 연산, 등차수열과 등차수열의 합, 등비수열과 등비수열의 합, 등비수열의 활용, 지수법칙과 로그 | 5(56%)(31%) | 5(63%)(33%) |
| 함수 | 직선의 방정식, 함수의 뜻, 함수의 그래프, 그래프의 특징 | 4(36%)(25%) | 4(67%)(40%) |
| 기하와 삼각법 | 두 점 사이의 거리, 삼각법, 삼각법의 활용 | 3(38%)(17%) | 3(50%)(20%) |
| 통계와 확률 | 표본의 개념, 자료의 표현, 평균·분산·표준편차, 산포도와 상관관계, 확률의 개념, 확률의 성질, 이산확률변수, 이항분포, 정규분포 | 9(75%)(64%) | 9(82%)(47%) |
| 미적분 | 극한의 정의, 함수의 증가와 감소, 도함수, 접선의 방정식, 부정적분 | 5(45%)(26%) | 5(63%)(28%) |

※ (비율1): (표준수준 내용 요소 중 공통 내용 요소 비율) = ((공통 내용 요소 개수) / (표준수준 내용 요소 개수)) × 100

※ (비율2): (전체 내용 요소 중 공통 내용 요소 비율) = ((공통 내용 요소 개수) / (전체 내용 요소 개수)) × 100

⁸⁾ IB DP 수학과 교육과정은 ‘IB 인간상(IB learner profiles)’에서 IB 프로그램을 통해 길러내야 할 인간의 모습을 10가지의 차원에서 나누어 서술한다. 2015 개정 교육과정은 교육과정 총론에서 핵심역량을 길러냄으로써 도달하는 인간의 모습(A Vision of Educated Person)을 제시하고 있다.

과목별로 표준수준에서 주제별로 동일한 내용 요소를 제시한다. 공통 내용 요소를 제외하고 과목별로 표준수준의 내용 요소와 상위수준의 내용 요소를 제시한다. 표준수준에 한정했을 때 <수학: 응용 및 해석>은 50% 이상, <수학: 분석 및 접근>은 36% 이상의 주제별 공통 내용을 다룬다. 상위수준의 내용 요소까지 고려했을 때 공통 내용 요소가 차지하는 비율은 낮다. 더불어 이 내용 요소를 가르치는 구체화된 방법 역시 동일하게 제시하고 있다. 이러한 과목별 공통 내용 요소의 제시는 과목의 선택에 관계없이 필수적인 내용 요소를 다룰 수 있도록 하며, 과목별로 다루는 내용 요소의 연계를 보여주는 사례가 된다.

IB DP 수학과 교육과정에서 ‘개념(The concepts)’이라 표현되는 빅 아이디어는 학생들이 수학의 본질과 여러 중요한 주제, 아이디어를 탐구하는 수단을 나타내는 광범위하고 강력하며, 조직적인 아이디어로 설명된다(BO, 2019a). 즉, 개념은 수학 학습을 통해 익혀야 할 핵심적인 내용이자 탐구의 방식으로 이해할 수 있다. 이러한 맥락에서 근사, 변화, 동치, 일반화, 모델링, 패턴, 양, 관계, 표현, 공간, 체계, 타당성의 12가지 개념이 제시된다. 빅 아이디어는 각 과목 주제의 수학 학습에서 어떠한 사고가 구현되는지를 나타내도록 하는 형식으로도 기능한다. 구체적으로 제시하면 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> IB DP 수학과 교육과정에서 주제별 빅 아이디어의 제시

| 빅 아이디어 | <수학: 분석 및 접근> | | | | | <수학: 응용 및 해석> | | | | |
|--------|---------------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 수와 대수 | 함수 | 기하와 삼각법 | 통계와 확률 | 미적분 | 수와 대수 | 함수 | 기하와 삼각법 | 통계와 확률 | 미적분 |
| 근사 | | | | 근사 | 근사 | 근사 | | | 근사 | 근사 |
| 변화 | | | | 변화 | 변화 | 변화 | 변화 | 변화 | | 변화 |
| 동치 | 동치 | 동치 | 동치 | | | 동치 | | | | |
| 일반화 | 일반화 | | 일반화 | 일반화 | 일반화 | 일반화 | 일반화 | 일반화 | | 일반화 |
| 모델링 | 모델링 | | 모델링 | | 모델링 | 모델링 | 모델링 | | 모델링 | |
| 패턴 | 패턴 | 패턴 | | | 패턴 | | | | 패턴 | 패턴 |
| 양 | 양 | 양 | 양 | 양 | 양 | 양 | | 양 | 양 | 양 |
| 관계 | | 관계 | 관계 | | 관계 | 관계 | 관계 | 관계 | 관계 | 관계 |
| 표현 | 표현 | 표현 | 표현 | | | 표현 | 표현 | 표현 | 표현 | |
| 공간 | | 공간 | 공간 | | 공간 | | 공간 | 공간 | | 공간 |
| 체계 | 체계 | 체계 | | 체계 | 체계 | 체계 | | 체계 | 체계 | 체계 |
| 타당성 | 타당성 | | | 타당성 | | | 타당성 | | 타당성 | |

※ 상위수준은 굵은 글씨 표시

각 과목에서 구체적으로 구현해야 하는 빅 아이디어를 목록의 형태로 제시하였다. 빅 아이디어는 <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석> 과목의 각 주제에서 구체적으로 수행해야 하는 학생의 사고를 보여주는 틀로써 작용하였다. 과목별, 주제별로 빅 아이디어가 동일하게 구성되지는 않았는데, 이는 각 과목에서 다루고 있는 내용 요소가 상위수준과 하위수준으로 구분되어 있어 과목별로 가르치는 내용 요소에 차이가 있었기 때문이다. 그럼에도 각 과목의 주제를 이루는 핵심적인 아이디어를 제공한다는 점에서, 과목별 주제에 기반이 되는 사고의 형식을 빅 아이디어를 통해 가능할 수 있게 해주었다.

한편, IB DP 수학과 교육과정은 외부 평가와 내부 평가로 평가를 구분하여 제시하고 있는데, IB의 외부평가는 IBO가 출제의 중심이 되며, 지필형 졸업 시험이며, 내부평가는 학생들이 2년 동안에 걸쳐 학습하는 기간에 이루어지며, 프로젝트, 포트폴리오 등을 바탕으로 한다. 수학과 교육과정에서는 과목별로 수준에 따라 평가 방법과 시간 기준을 제시하고 있는데 구체적으로 제시하면 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> IB DP 수학과 교육과정 외부평가, 내부평가 개요

| 과목 | <수학: 분석 및 접근> 표준수준 | <수학: 분석 및 접근> 상위수준 | <수학: 응용 및 해석> 표준수준 | <수학: 응용 및 해석> 상위수준 |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 외부평가 | 평가시간(반영비율) | | | |
| 시험 1 | 90분(40%) | 120분(30%) | 90분(40%) | 120분(30%) |
| 시험 2 | 90분(40%) | 120분(30%) | 90분(40%) | 120분(30%) |
| 시험 3 | · | 60분(20%) | · | 60분(20%) |
| 총계 | 180분(80%) | 300분(80%) | 180분(80%) | 300분(80%) |
| 내부평가 | 수학적 탐구(Exploration) | | | |
| | 10~15시간(20%) | | | |
| | 제시(0~4수준) | | | |
| | 수학적 의사소통(0~4수준) | | | |
| 내부 평가 기준 (척도) | 개인 참여(0~3수준) | | | |
| | 성찰(0~3수준) | | | |
| | 수학의 사용(0~6수준) - 표준수준/상위수준 | | | |

외부 평가는 구체적으로 살펴보면 과목별로 시험의 형식과 과목별 시간의 할당이 균일하게 배당되어 있다. ‘시험 3’의 여부에 따라서 표준수준과 상위수준의 평가 비율과 시간이 달라지지만, 과목에 따른 편차는 없다. 이는 IB 교육과정이 국제적으로 사용되는 교육과정이므로, 여러 국가에서 동일한 방식으로 평가되어야 한다는 점을 고려했을 때 일관성을 도모하기 위해 마련된 기준으로 해석된다. 또한, 내부평가의 경우 과목에 관계없이 모두 동일한 시간 기준(10~15시간)과 평가 비율(20%)을 제시하고 있다. 더불어, 내부평가의 기준을 제시, 수학적 의사소통, 개인 참여, 성찰, 수학적 사용의 다섯 가지 기준을 사용하고 있다. 여기에는 평가 기준의 척도를 수준으로 구분하여 제시하고 있는데, 이는 과목별로 모두 동일하게 적용되는 기준이다. 이는 과목의 선택이 평가 방법에 영향을 받지 않는다는 점을 시사하며, 상위수준의 ‘시험 3’의 경우 표준수준의 내용 요소와 비교했을 때 추가적으로 다루는 내용 요소가 있어 이에 관한 시험 시행으로 볼 수 있다.

나. 단일 수학 과목 내 연계

IB DP 수학과 교육과정은 목표, 학습 내용, 교수·학습 방법 및 평가의 유기적 서술을 통해 교육과정의 일관성을 높인다. 즉, 목표와 학습 내용, 교수·학습 방법 및 평가가 전체적으로 연계되어 서술되어 있다. IB DP 수학과 교육과정 문서는 내용을 중심으로 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’와 ‘연결’이라는 문서의 항목으로 구체화하여 서술하고 있다. 수학과 교육과정 목표, 내용, 평가 목표 사이의 연계된 서술은 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’와 ‘연결’의 하위 항목을 통해서 이루어지고 있는데, 구체적인 사례를 제시하면 [그림 IV-3]과 같다.

[그림 IV-3]은 공학 도구와 수학이 서로 어떻게 영향을 주었는지 인식할 것을 제안하는 수학과 교육과정 목표가 학습 내용이나 평가에 반복적으로 언급되는 경우가 있다. 가령 공학 도구를 통해 수학을 이해하거나, 수학과 관련된 공학 도구를 이해하는 내용이 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’에 나타나고, 공학 도구의 사용을 기반으로 한 평가를 진행하는 것이다. 이 밖에도 다양한 맥락을 기반으로 학습한다는 목표를 반영하여 학습 내용의 ‘연결’ 부분에서 ‘다른 맥락’이라는 장치를 통해 실제 상황을 수학 평가에 반영할 것을 언급하기도 한다.

| | | | |
|-------------------|---|---|---|
| IB DP 수학과 교육과정 목표 | 테크놀로지와 수학의 발전이 어떻게 서로에게 영향을 주는지를 인식한다. | 다양한 맥락에서 명확하고 간결하며 자신감 있게 수학을 의사소통한다. | 대안적 상황, 다른 지식 영역, 자신들의 지역적, 국제적 공동체의 향후 발전에 기술을 적용하고 진할 수 있다. |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 연계의 증거 | 테크놀로지와 관련된 공학 도구의 사례를 학습 내용 서술에서 제시 | 다른 맥락의 사례를 학습 내용 서술에서 제시 | 다른 교과에서의 사례를 학습 내용 서술에서 제시 |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 학습 내용 | 표준수준 1.3 등비수열과 급수 | 표준수준 3.3. 피타고라스 정리와 삼각법 | 표준수준 4.1 표본 개념 |
| 학습 내용 서술 항목 | 안내, 명료화, 교수요목 연계 | ‘연결’ 다른 맥락 | ‘연결’ 다른 교과와의 연계 |
| 학습 내용 서술 | 여러 가지 방법으로 수열을 만들고 나타는 테 스프레드시트, GDC, 그래프 작성 소프트웨어를 사용할 수 있다. | 삼각측량, 지도 만들기, 네비게이션과 라디오 송신, 네비게이션의 시차 사용 | 기술 통계와 임의 표본 (생물, 심리, 스포츠, 건강, 환경 시스템과 사회, 지리, 경제, 비즈니스 경영), 연구 방법론(심리) |
| ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 연계의 증거 | 테크놀로지와 관련된 공학 도구의 사례를 학습 내용 서술에 제시 | 실제적 상황의 예시를 학습 내용 서술에 제시 | 수학적 모델의 사례가 될 수 있는 예시를 학습 내용 서술에 제시 |
| ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| 평가 목표 항목 | 테크놀로지 | 의사소통과 해석 | 문제 해결 |
| 평가 목표 서술 | 문제를 해결하고 새로운 아이디어를 탐구하기 위해 공학 도구를 정확하고 적절하고 효과적으로 사용한다. | 일반적인 실제 상황을 수학으로 변환시킨다. | 문제를 해결하기 위해 추상적이고 실세계 맥락 모두에서 수학적 기술과 결과, 모델에 대한 지식을 상기, 선택하고 사용한다. |

[그림 IV-3] ‘수학과 교육과정 목표 - 내용 - 평가 목표’ 서술의 연계 사례

한편, IB DP 수학과 교육과정은 교수요목 내용에서 표준수준과 상위수준의 내용 요소에 대한 설명은 크게 세 가지의 항목으로 구성되어 있다. 먼저, 내용 요소 목록을 제시하는 ‘내용’, 내용 요소에 대한 교수·학습 방법의 구체적인 사항을 다루는 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’, IB 교육과정의 다른 요소와의 연계, 실생활의 연계를 다루는 ‘연결’의 항목으로 이루어져 있다. ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’는 수학적 개념을 지도하는 방법에 대한 구체적인 서술로 이루어져 있으며, 하위 항목으로 ‘예시 제공’, ‘범위 제한’, ‘연계’로 이루어져 있다.⁹⁾ ‘연계’는 같은 주제, 다른 주제와 연결되는 개념 요소 간의 연결되는 부분이 있는 경우의 설명을 가리킨다. 여기서는 특정 개념을 다룰 때 후속 내용 요소 혹은 선수 내용 요소를 가리키는 일방향 연계의 사례가 있다. 혹은 선수 내용 요소와 후속 내용 요소를 모두 연계하고 있는 양방향 연계의 사례도 찾아볼 수 있다. ‘예시 제공’은 각 내용 요소에 대한 실제적인 예시를 수식이나 설명으로 제시한 것이다. ‘범위 제한’은 특정 개념을 다룰 때 지도상의 범위를 설정하여 제시한 것이다. 구체적인 사례를 정리하여 제시하면 <표 IV-6>과 같다.

⁹⁾ <수학: 응용 및 해석> 표준수준 3.6에서 ‘보로노이 다이어그램’을 다룰 때 ‘맥락’이라는 항목을 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’에 포함한다. 이는 ‘연결’의 ‘다른 맥락’ 항목으로 해석될 수 있어 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’의 특징으로 서술하지 않았다.

과목 목표와 학습 내용의 일관성을 높이기 위한 노력을 ‘연결’에 나타난 ‘목표’에서 명시적으로 찾아볼 수 있다. 연결에서 목표는 ‘목표 8’과 ‘목표 9’ 두 가지로 구분되어 제시되는데, 이는 IB DP 수학과 교육과정의 여덟 번째 목표인 ‘수학자들의 업적과 수학의 응용으로부터 제기된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문을 인식한다.’와 아홉 번째 목표인 ‘수학의 보편성과 그 다문화성, 국제적이고 역사적인 관점을 인식한다.’를 해당 수학 내용과 관련하여 어떻게 다룰 수 있는지를 구체적으로 제시하는 것이다. 이것은 교과 목표를 학습 내용 요소와 연결한 시도로 해석할 수 있다. 각 과목의 ‘목표’에 관련된 연계 사례를 제시하면 [그림 IV-4]와 같다.

| 분류 | 학습 내용 | 연계의 증거 | ‘연결’의 ‘목표 8’, ‘목표 9’ |
|--|---|---|---|
| <수학: 응용 및 해석> 표준수준 1.7 | 테크놀로지를 사용한 상황과 언급 | ⇒ 수학의 응용과 관련된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문 | ← 목표 8: 대출과 상환에 대한 윤리적 인식; 고금리의 단기대출, 수학적 지식이 어떻게 개인을 착취하게 하거나 착취로부터 보호하는 결과를 가져올 수 있는가? |
| <수학: 분석 및 접근> 표준수준 2.9 | 지수함수와 그래프: $f(x) = a^x, a > 0,$ $f(x) = e^x$ 로그함수와 그래프: $f(x) = \log_a x, x > 0$ $f(x) = \ln x, x > 0$ | ⇒ 수학의 응용과 관련된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문 | ← 목표 8: ‘지수적 성장’이라는 문구는 현상의 수를 서술할 때 주로 사용된다. 이 문구는 수학적 용어를 오용하는 사례인가? |
| <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석> 표준수준 3.3 | 피타고라스의 정리를 포함한 직각삼각형과 그 외의 삼각형에 대한 삼각법의 응용 · 올려본 각과 내려본 각 · 주어진 명제로부터 명칭이 부여된 표의 구성 | ⇒ 수학자들의 업적과 관련된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문 ⇒ 수학의 다문화성, 국제적이고 역사적인 관점 | ← 목표 8: 피타고라스의 정리는 정말로 누가 발견하였는가? ← 목표 9: 얼마나 많은 방법으로 피타고라스 정리를 증명할 수 있는가? |
| <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석> 표준수준 4.9 | 정규분포와 정규분포곡선 정규분포의 성질 도식적 표현 정규분포에서의 확률 계산 역가우스분포 | ⇒ 수학자들의 업적과 관련된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문 | ← 목표 8: 정규분포의 오용은 왜 위험한 추론과 결론을 유도할 수 있는가? |
| <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석> 표준수준 5.1 | 극한 개념의 소개 기울기 함수와 변화율로 해석된 미분 | ⇒ 수학자들의 업적과 관련된 도덕적, 사회적, 윤리적 질문 | ← 목표 8: 뉴턴과 라이프니츠의 미적분 개념 발견에 대한 논쟁; 그리스인들이 0을 믿지 않았다는 사실이 어떻게 아르키메데스의 연구가 미적분으로 이어지지 않았음을 의미하는가? |

[그림 IV-4] 학습 내용과 과목의 ‘목표 8’, ‘목표 9’와 연계되어 제시된 사례

내용 요소별로 ‘연결’에서 과목의 목표와 관련된 설명을 구체적으로 진술하고 있다. 이러한 목표 서술의 예시는 과목별, 주제별로 확인할 수 있었다. 내용 요소에 기초하여 수학 교과목의 목표와 연관 지음으로써, 과목 내의 연계를 분명히 하고 있다. IB DP 수학과 교육과정은 그 목표를 학습 내용과 관련하여 교육과정 문서 차원에서 구체적으로 제시함으로써 교육과정의 목표와 내용의 연계를 강화함으로써 일관성 있는 문서를 구현하고 있다.

3. 교육과정 문서의 교과 외부 요소와의 연계를 통한 일관성 구현

IB DP 수학과 교육과정은 ‘대안적 상황, 다른 지식 영역, 자신들의 지역적-국제적 공동체의 향후 발전에 기술을 적용하고 전할 수 있다.’, ‘수학의 보편성과 그 다문화성, 국제적이고 역사적인 관점을 인식한다.’, ‘특히 지식론(TOK) 과정에서 특정한 “지식 영역”으로서 다른 학문에 대한 수학의 공헌을 인식한다.’와 같은 목표를 통해 IB 교육과정의 인간상인 열린 마음을 갖춘 사람, 도전하는 사람, 지식을 갖춘 사람, 균형 잡힌 사람 등을 구현하고자 한다(IBO, 2019c). 이를 위해 IB DP 수학과 교육과정은 교과 내용에 관련하여 학습에 연계할 수 있는 다양한 맥락을 교육과정 차원에서 ‘연결’이라는 항목을 통해 구체적으로 제시한다. ‘연결’은 ‘다른 맥락’, ‘다른 교과와의 연계’, ‘목표’, ‘국제적 마음가짐’, ‘지식론(TOK)’, ‘교육과정 해설서와의 연계’, ‘표본 연구와의 연계’, ‘테크놀로지 사용’, ‘웹사이트와의 연계’, ‘강화’의 세부 항목을 제시한다. 주제별로, ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’와 ‘연결’은 문서를 구성하는 체계로서 과목에 관계없이 일관성 있게 구성되어 있다. 다만, ‘연결’의 하위 항목은 주제별 내용 요소에 기초해, 모든 하위 항목에 대한 서술이 아니라 선별적으로 제시하였다. 특히, ‘연결’은 하나의 지침이라는 점을 강조하고 있으며, ‘연결’을 추가할 수 있음을 서술하고 있다. ‘연결’의 분포를 연결 분류에 따라 과목별로 표로 정리하면 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 과목별 ‘연결’의 분포

| 연결 분류 과목 분류 | 다른 맥락 | 다른 교과와의 연계 | 목표 | 국제적 마음가짐 | 지식론 (TOK) | 교육과정 해설서와의 연계 | 테크놀로지 사용 | 웹사이트와의 연계 | 강화 |
|------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| <수학: 분석 및 접근> | 27 (13.9%) | 40 (20.6%) | 16 (8.2%) | 29 (14.9%) | 68 (35.1%) | 0 (0%) | 4 (2.1%) | 0 (0%) | 10 (5.2%) |
| <수학: 응용 및 해석> | 38 (17.3%) | 47 (21.4%) | 21 (9.5%) | 23 (10.5%) | 63 (28.6%) | 1 (0.5%) | 8 (3.6%) | 6 (2.7%) | 13 (5.9%) |

※ 개수(비율): 개수 - ‘연결’의 분류별로 제시된 목록의 개수,
 (비율)=(‘연결’의 분류별로 제시된 목록의 개수)/(‘연결’에 제시된 목록 개수의 합)×100
 ※ 표본 연구와의 연계는 수학과 교육과정 전반에서 제시하지 않았음

<표 IV-7>에 따르면 ‘연결’의 열 가지 항목 중에서 아홉 가지 항목을 수학과 교육과정에서 다루고 있으며, 각각의 요소의 서술은 편차가 존재한다. 특히, 과목별로 공통적으로 ‘연결’의 서술이 집중된 항목은 ‘지식론(TOK)’, ‘다른 맥락’, ‘다른 교과와의 연계’임을 알 수 있다. ‘지식론(TOK)’은 IB 교육과정의 필수 영역으로 수학과 교육과정의 하위 요소라기보다는 통합 교과의 성격을 지닌 영역이며, 지식 자체의 가치를 다루는 영역으로 볼 수 있다. 다시 말해서, 범교과적으로 강조하고 있는 ‘지식론(TOK)’이라는 IB 교육과정 영역의 학습을 위해서, 수학과 교육과정 내에서도 강조하여 서술한 것이다. ‘다른 맥락’은 실세계 맥락에서 생각할 수 있는 수학의 사례를 다루는 것이다. ‘다른 교과와의 연계’는 IB DP 수학과 교육과정에서 다루는 다른 교과와 연계될 수 있는 내용을 수학 내용 요소와 연계하여 지도할 수 있는 사례를 제공하는 것으로, 물리, 화학, 경제의 사례와 연계하여 제시한다. ‘연결’ 항목은 교과 내, 교과 간 연결뿐만 아니라 테크놀로지, 웹사이트와 같은 교육과정 외부의 요인까지도 연결 짓는다. IB DP 수학과 교육과정에서 집중하고 있는 항목은 ‘지식론(TOK)’, ‘다른 교과와의 연계’, ‘다른 맥락’을 중심으로 연결된다는 점에서 교과 간 연결에 보다 무게를 두고 있다는 점을 알 수 있다. 이러한 연계의 사례는 각 내용 요소별로 제시하고 있는데, 교과 내외의 연계에 대한 구체적 예시를 정리하면 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 내용 요소에 따른 '연결' 사례

| 분류 | 내용 요소 서술 | 연결 분류 | | |
|-----------|--|---|---|---|
| | | 다른 맥락 | 다른 교과와의 연계 | 지식론(TOK) |
| 표준 수준 1.5 | <ul style="list-style-type: none"> 정수가 지수인 지수법칙 밑이 10, e인 로그 테크놀로지를 사용한 로그의 수치적 계산 | 리히터 척도와 데시벨 척도 | pH, 완충액, 실험 데이터에서 활성화 에너지 찾기(화학). | 수학은 발명되었는가? 발견되었는가? 예를 들어, 자연상수 e나 로그는 이전에 이미 존재하고 정의되었던 것일까? (이 주제는 교사가 “수학의 본질”에 대해 성찰할 수 있게 한다.) |
| 표준 수준 2.1 | <ul style="list-style-type: none"> 일차방정식의 다양한 형태. 기울기; 절편. 기울기가 m_1, m_2인 직선 두 직선이 평행하면 $m_1 = m_2$. 두 직선이 수직이면 $m_1 \times m_2 = -1$. | 산악 도로의 기울기, 진입로의 기울기 | 환율, 가격과 소득 탄력성, 수요와 공급 곡선(경제), 실험에서의 그래프 분석(과학) | 데카르트는 기하학적 문제가 대수적으로 해결될 수 있고 그 반대의 경우도 가능하다는 것을 보여주었다. 이것이 우리에게 수학적 표현과 수학적 지식에 대해 말해주는 것은 무엇인가? |
| 표준 수준 3.1 | <ul style="list-style-type: none"> 삼차원 공간에서 두 점 사이의 거리와 중점 정사각뿔, 원뿔, 구, 반구 등의 삼차원 입체의 부피와 겹넓이 교차하는 직선이 이루는 각이나 직선과 평면이 이루는 각의 크기 | 건축과 설계 | 설계 테크놀로지, 별의 부피와 역제곱법칙(물리) | 무엇이 공리 체계인가? 공리는 모두에게 명백한 것인가? |
| 표준 수준 4.5 | <ul style="list-style-type: none"> 시행, 결과, 등확률, 표본공간(U), 사건의 개념. 사건 A의 확률은 $P(A) = \frac{n(A)}{n(U)}$. 사건 A와 여사건 A'. 사건 발생의 기댓값. | 보험 회계학과 수명연장과 보험료 사이의 연관성, 몬테카를로 방법에 기초한 정부 계획. | 이론적 유전학 및 푸넷사각형(생물), 입자의 위치(물리). | 이론적 확률과 실험적 확률은 어느 정도까지 연계되어 있는가? 예를 들어 사업, 의료, 여행 안전과 같은 위험에 대한 우리의 인식에서 감정의 역할은 무엇인가? |
| 표준 수준 5.5 | <ul style="list-style-type: none"> -1이 아닌 정수 n에 대하여 함수 $f(x) = ax^n + bx^{n-1} + \dots$의 피적분함수로서 적분의 도입 상수항을 결정하기 위한 초기조건으로 피적분함수 구하기 테크놀로지를 이용하여 정적분 정의하기 $f(x) > 0$인 곡선 $y = f(x)$와 x축 사이에 둘러싸인 영역의 넓이 | 속도 시간 그래프 | 속도 시간, 속력 시간 그래프(물리, 스포츠 게임, 건강 과학) | 하나의 지식 영역을 통해 세계를 변형 없이 설명하는 것이 가능한가? |

※ <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>의 공통 내용 요소의 사례를 제시하였음

<표 IV-8>에서는 물리, 화학이나 경제뿐만 아니라 체육, 건축, 실생활의 사례까지 연계의 사례를 보여준다. 수학과 다른 교과와의 관계를 조명하여 해당 내용을 지도할 수 있게 하고, 관련된 지식을 논할 수 있도록 지식론(TOK) 항목을 안내하고 있다. 이러한 연결의 사례가 수학과 교육과정 내에서 지속적으로 서술된다. 이는 다학문적 연계를 시도하여 교육과정의 목표에 적합한 학습 경험을 만들으로써 교육과정 목표와 학습 경험 간의 유기적으로 연계하였다고 볼 수 있다. 이러한 연계를 통해 수학 교과목 내의 요소뿐만 아니라 교과 외부의 요소

와도 연계함으로써 일관성 있는 교육과정 문서를 구현해냈다.

V. 결론 및 논의

이 연구에서는 국제적으로 공인된 교육과정으로서 국내·외에서 도입 방안에 대해 논의가 진행 중인 IB 교육과정 중에서 IB DP 수학과 교육과정을 중심으로 교육과정 문서의 일관성을 탐구하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, IB DP 수학과 교육과정은 과목별로 문서의 목차와 형식을 동일하게 구현함으로써 교육과정 문서의 일관성을 구현해냈다. <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>으로 구분된 두 개의 문서가 동일한 목차로 구성된 것뿐만 아니라, 수준별로 다르게 제시된 각 과목의 내용 요소에 대한 항목까지도 모두 동일하게 구성되어 있다. 과목별, 주제별로 동일한 형식이 갖추어졌기 때문에 교육과정의 이해당사자가 교육과정 문서를 검토할 때에 이해도를 높일 수 있게 해준다. 또한, 평가에 대한 문서 항목이 구체적으로 제시되어 있어, 외부평가, 내부평가에 대한 개요와 지침이 충분히 서술되어 있다. 이는 국제적으로 활용되는 교육과정인 만큼, 평가에 대한 지침을 구체적으로 마련한 것으로 해석할 수 있다.

둘째, 수학과 교육과정 내의 과목 간 연계, 과목 내 연계를 통해서 IB DP 수학과 교육과정 문서의 일관성을 구현하고 있다. 먼저, <수학: 분석 및 접근>, <수학: 응용 및 해석>의 과목 간 연계가 되어 있다. 수학과 교육과정의 목표는 인간상을 바탕으로 구체화하여 서술되었으며, 인간상을 이루고 있는 지식에 대한 관념을 바탕으로 과목의 구성과 주제가 두 과목이 동일하게 구성되어 있다. 표준수준과 상위수준으로 과목별로 수준을 구분하여 제시하고 있지만, 두 과목 사이의 공통 내용 요소가 존재하여 고등학교 교육과정 내에 필수적으로 이해해야 하는 수학 개념 요소를 담도록 한다. 또한, 빅 아이디어는 주제별로 수학적 개념 구성 아이디어를 제공하는 역할을 함으로써 각 과목 간 주제별 연계를 도모한다. 더불어 과목별로 외부평가와 내부평가의 평가 시간이 동일하고 반영 비율 역시 동일하게 구성되어 있다. 다음으로, 단일 과목 내에서 교육과정 문서 구성 요소 사이의 연계가 분명하게 되어 있다. 교육과정 목표 - 내용 - 평가 목표가 연계되어 있다. 뿐만 아니라, ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’에서 ‘예시 제공’, ‘범위 제한’, ‘연계’는 내용 요소와의 연계를 보여주었으며, 특히 ‘연계’는 주제별 연계를 위한 장치로써 기능하였다.

셋째, IB DP 수학과 교육과정은 타 교과목과의 연계, 실생활 사례, 지식론(TOK) 등의 연계 서술을 통해 교육과정을 일관성 있게 서술하였다. IB DP 수학과 교육과정 문서의 ‘연결’ 부분에서 실세계 상황 및 타 교과와의 융합을 통해 학습할 수 있는 사례를 목록의 형태로 수학 학습 내용과 함께 제시하였다. 뿐만 아니라 이는 수학 교수·학습상의 다양한 가능성을 제한함으로써 교과 외적 요소와의 연계된 서술을 도모한 것이다. 이러한 지도 시 유의사항은 IB DP 교육과정에서 구현하고자 하는 국제적인 마인드를 갖춘 인재, 개방적이고 지식을 갖추었으며, 의사소통할 수 있는 인재상과 연관되는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 교육과정 문서에서 타 교과와의 연결을 기반으로 한 학습을 통해 교육과정에서 지향하는 목표를 달성할 수 있는 장치를 마련하였다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 한 향후 우리나라의 수학과 교육과정에서 일관성 있는 문서 구현의 방향성을 제언하면 다음과 같다.

첫째, 수학과 교육과정 문서에서 교육과정의 목차, 형식을 세분화하여 구체적으로 작성할 수 있어야 한다. IB DP 수학과 교육과정의 경우, 내용 요소를 설명하는 항목이 모두 동일하게 구성되어 있었다. 2015 개정 교육과정은 진로 선택 과목의 경우 내용체계표에 ‘기능’이 제외되어 있거나, 학습 요소가 제시되어 있지 않다. 일관된 교육과정의 서술은 교육과정 문서를 읽는 독자가 교육과정에 대한 깊이 있는 이해를 도울 것이다. 더불어 고등학교 교과 대학 교육과정 사이 연계 강조의 일환으로 대학입학수학능력시험에 관한 사항이 교육과정 개발 시에 고려되어야 한다는 주장은 교육과정 개발 주체에 의해 지속적으로 논의됐다. 교육과정 문서의 항목에서 평가 관련

서술을 분명하게 구분하고, 상세하게 제시하는 것은 고교 내부의 실제적인 평가 방안을 구체적으로 제시함과 동시에 고등학교 교육과정 에 대한 전반적인 학습 능력을 평가하는 국가 수준의 평가에 대한 정보를 함께 제공하는 것이 될 것이다.

둘째, 수학과 교육과정 문서에서 과목 간, 과목 내 연계를 강화할 수 있는 장치를 마련할 수 있어야 한다. 구체적인 논의는 다음과 같다. 먼저, 교과에서 다루어 할 지식의 측면에서 여러 지식을 이해할 수 있도록 다양한 지식을 이해하고 탐구할 수 있는 역량을 갖춘 인재를 양성하기 위해서는 한 과목 내에서 여러 수학의 영역을 다룰 수 있도록 해야 한다. 2015 개정 수학과 교육과정 과목에서 해석, 기하, 대수, 확률과 통계와 같은 여러 영역을 학습할 수 있도록 제시하고 있다. 다만, <수학>, <기본 수학>을 제외한 과목에서는 한 과목 안에서 하나 내지 두 개의 영역을 학습한다는 점은 IB DP 수학과 교육과정과 차이점이 있다.¹⁰⁾ 학생의 과목 선택이 특정 영역에 대한 선택으로 이어지게 되어, 특정 영역에서 편중된 학습이 발생할 가능성이 있다. 다음으로, 평가 방안 에 대한 구체적인 논의가 교육과정 개정 시에 반영되어야 할 것이다. IB DP 수학과 교육과정은 외부평가와 내부평가의 시간과 반영 비율이 동일한 데에 반해, 2015 개정 교육과정의 진로 선택 과목은 공통 과목과 일반 선택 과목과 평정 방식이 다르다. 과목별 평가 방법에 대한 개요가 교육과정 개정시에 충분히 논의되어야 개정 교육과정에서 각 과목이 효과적으로 운영될 수 있을 것이다. 마지막으로, 수학과 교육과정 문서 내에 연계를 위한 장치가 마련되어야 한다. IB DP 수학과 교육과정의 경우 빅 아이디어와 ‘안내, 명료화, 교수요목 연계’, ‘연결’의 장치가 교육과정 문서 서술의 일관성을 갖추도록 하는 데 기여하였다. 이러한 연계를 강조하는 것은 교육과정 문서를 읽는 독자가 과목 간, 영역 간 차이점과 연결 부분에 대한 이해를 제고할 수 있을 것이다.

셋째, 수학과 교육과정에서 다학문적인 관점에서 타 교과와의 연계가 포함된 서술을 도모함으로써 교육과정의 목표, 학습 내용, 평가상의 일관성 있는 명료한 서술을 위해 교육과정 문서 내의 별도의 장치가 마련될 필요가 있다. 우리나라 교육과정에서도 융합인재교육(STEAM Education)과 같은 타 학문과의 연계성 있는 지도 방안이나 융합 교육과정에 대한 논의는 지속되어 왔다. 특히, 2015 개정 교육과정 총론에서는 ‘창의융합형 인재 양성’을 목표로 하고 있으며, 이와 관련된 기초를 유지하기 위해서 수학과 교육과정에서는 수학 교과 역량에 ‘창의·융합’을 수학 교과 역량으로 제시한 바 있다. 창의·융합 역량의 하위 역량 요소에서 수학의 개념 사이의 연결을 의미하는 수학 내적 연결뿐만 아니라 수학 외부의 실제적인 상황이나 맥락을 연결하는 수학 외적 연결까지도 포함할 수 있도록 제시하고 있다(박경미 외, 2015). 교수·학습 방법 및 유의 사항에서는 실생활 맥락에서의 연결과 같은 서술을 통해서 창의·융합 역량을 기르도록 하고 있다. 교육과정에서 구현하고자 하는 융합형 인재를 양성하기 위해서는 타 교과와의 연계를 도모할 수 있는 교육과정 문서상의 장치 마련에 대한 추가적인 고려가 필요하다.¹¹⁾ 타 교과와의 연계한 서술은 수학 교수·학습의 다층적인 방향을 제안할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 지식에 대해서 탐구할 수 있는 인재를 양성할 수 있는 토대가 될 것이다.

10) 예를 들어, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>에서는 ‘해석’ 영역, <확률과 통계>에서는 ‘확률과 통계’ 영역, <기하>에서는 ‘기하’ 영역을 학습한다. 고등학교 수학과 교육과정은 다양한 수학적 지식을 탐구하고 이해할 수 있도록 선택 과목이 제시되었으나, 각 과목은 특정 영역에서의 학습에 초점을 기울였다. 이는 ‘확률과 통계’, ‘기하’와 같이 내용 영역을 기준으로 과목을 구성한 것이며, 학생의 과목 선택권을 통해 여러 지식을 이해할 수 있도록 과목을 구성한 것으로 해석할 수 있다. 단위 학교에서 수학 과목에 대한 선택할 수 있는 단위수는 제한적이다. 학생의 수학 과목 선택의 폭이 넓어졌지만, 대학 입시와 학교 교육과정에서 선택 과목은 제한될 수밖에 없다. 이에 차기 교육과정에서 과목 및 영역 구성은 재고의 여지가 있다.

11) 2015 개정 교육과정 평가기준 개발 연구(변희현 외, 2017; 이광상 외, 2018)에서는 성취 수준에 따른 평가 기준을 제시하고 있으며, 과목별 평가의 구체적인 기준을 마련하고 있다. 이는 평가상에서 활용할 수 있는 보조 자료이다. 국가 교육과정 문서에서 타 교과와의 연결 지점의 서술은 교사가 수학 교수·학습에서 타 교과와의 연결을 시도할 수 있게 하는 문서상의 장치가 될 것이다.

참 고 문 헌

- 강익수 · 홍후조 · 성열관 (2006). 우수 고교생의 대학진학준비 교육과정으로서의 AP와 IB의 비교 연구. 비교교육 연구, **16(4)**, 207-235.
- Kang, I-S., Hong, H-J., & Sung, Y-K. (2006). A comparative study of AP and IB: Curricula that work for advanced high school students. *Korean Journal of Comparative Education*, **16(4)**, 207-235.
- 강현영 · 고은성 · 이동환 · 이화영 · 탁병주 · 조진우 · 김선희 (2018). 수학과 과정중심평가 교사 연수 프로그램 개발 연구. 수학교육학연구, **28(3)**, 321-343.
- Kang, H. Y., Ko, E. S., Lee, D. H., Lee, H., Tak, B., Cho, J. W., & Kim, S. H. (2018). A study on professional development program for mathematics teachers about process-focused assessment. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **28(3)**, 321-343.
- 강효선 (2020). IB(International Baccalaureate) 교육과정의 핵심 개념 의미와 성격 탐색. 학습자중심교과교육연구, **20(4)**, 489-510.
- Kang, H. (2020). Exploration of the meaning and characteristics of key concepts in the international baccalaureate. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **20(4)**, 489-510.
- 교육부 (2020). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2020-236호. [별책 8]. 세종: 교육부.
- Ministry of Education. (2020). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2020-236[Annex 8]. Sejong: Author.
- 권문호 (2019). IB와 2015 개정 교육과정의 물리학 교과 비교 분석 - '힘과 운동', '전기와 자기'영역을 중심으로. 새물리, **69(10)**, 1072-1090.
- Kwon, M. (2019). Comparative analysis of physics subjects in IB and 2015 revised curriculum - focused on the unit 'Forces and Motion', 'Electricity and Magnetism'. *New Physics: Sae Mulli*, **69(10)**, 1072-1090.
- 권오남 · 박수민 · 이경원 (2019). 교육과정 총론과 각론 문서 체제의 일관성의 기제: 호주와 일본 수학과 교육과정 개발 절차를 중심으로. 교육과정연구, **37(3)**, 171-197.
- Kwon, O. N., Park, S., & Lee, K. (2019). The mechanisms of coherence between general and subject curriculum documents: Focusing on mathematics curriculum development procedures in Australia and Japan. *The Journal of Curriculum Studies*, **37(3)**, 171-197.
- 권오남 · 이경원 · 이아란 · 한채린 (2019). 한·일 수학과 교육과정의 외·내적 체제 비교 분석: 직진 교육과정과의 변화를 중심으로. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **58(2)**, 187-223.
- Kwon, O. N., Lee, K., Lee, A., & Han, C. (2019). A comparative study on the external & internal structure of mathematics curriculum between Korea and Japan: Focusing on the aspects of recent revisions. *Journal of the Korean Society of Mathematics Education Series A: The Mathematical Education*, **58(2)**, 187-223.
- 김선희 · 이은정 · 김수민 (2020). 국제 공인 수준 교육과정과 우리나라 수학과 교육과정 비교 분석 연구. 한국과 학창의재단 연구보고서 C1015119-01-01.
- Kim, S. H., Lee, E. J., & Kim S. M. (2020). *A comparative analysis of international curriculum and Korean mathematics curriculum*. KOFAC Research Report C1015119-01-01.
- 김선희 · 김수민 · 이은정 (2020). IB DP 수학 내용 및 교수·학습 특징에 근거한 고등학교 수학교육의 방향. 수학교육학연구, **30(2)**, 329-351.
- Kim, S. H., Kim S. M., Lee, E. J. (2020). Exploring the direction of high school mathematics education based on IB DP curriculum. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **30(2)**, 329-351.
- 김선희 · 안세인 (2020). IB 수학 평가 체제 분석을 통한 과정 중심 평가 안착 방안 모색. 수학교육학연구, **30(3)**, 445-463.

- Kim, S. H., & Ahn, S. I. (2020). Ways to settle process-focused assessment through analysis of the IB MYP and DP mathematical assessment system. *Journal of Educational Research in Mathematics*, **30(3)**, 445-463.
- 김자미 · 이원규 (2011). 교과교육과정 조정(Alignment)의 관점에서 본 중학교 '정보' 교과서의 목표와 평가의 일치도 분석. *교육과정평가연구*, **14(3)**, 129-155.
- Kim, J-M., & Lee, W-G. (2011). Analysis of the congruence between objectives and evaluation in middle school informatics textbooks from the perspective of curriculum alignment. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, **14(3)**, 129-155.
- 김진숙 (2006). 제7차 교육과정의 문서 체제(體裁) 개선 연구. *교육과정연구*, **24(1)**, 121-151.
- Kim, J-S. (2006). A critical review of the structure of 7th national curriculum documents. *The Journal of Curriculum Studies*, **24(1)**, 121-151.
- 박경미 · 이환철 · 박선화 · 장혜원 · 이만근 · 권오남 · ... · 강성권 (2015). 2015 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ. 한국과학창의재단 연구보고서 BD15110002.
- Park, K., Lee, H., Park, S., Jang, H., Lee, M., Kwon, O. N., ..., & Kang, S. (2015). *A development of a draft for the 2015 revised mathematics curriculum II*. KOFAC Research Report BD15110002.
- 변희현 · 조성민 · 임해미 · 최인선 · 오택근 · 강은주 · ... · 최영란 (2017). 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 평가기준 개발 연구. 세종: 교육부.
- Byun, H. H., Cho, S. M., Rim, H., Choi, I. S., Oh, T-K., Kang, E. J., ..., Choi, Y. R. (2017). *A Study on the Development of Evaluation Criteria for High School Mathematics based on the 2015 Revised Curriculum*. Sejong: Ministry of Education.
- 배은지 (2020). 백워드 설계를 적용한 국어과 교육과정 재구성 방안 연구 - IB 교육과정의 단위 설계를 중심으로-. *국어교육*, **169**, 91-123.
- Bae, E-J. (2020). Reconstructing Korean language curriculum based on a backward design - Focusing on the design of the International Baccalaureate unit -. *Korean Language Education*, **169**, 91-123.
- 소경희 (2000). 우리 나라 교육과정 개정에 있어서 총론과 각론의 괴리 문제에 대한 고찰. *교육과정연구*, **18(1)**, 201-218.
- So, K. H. (2000). A study on the conflict between general and subject curriculum in the revision practice of Korean national curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, **18(1)**, 201-218.
- 손민호 · 조현영 · 진동섭 · 김기홍 · 박진희 (2018). *고교 단계 IB AP 교육과정 적용방안 연구*. 교육부 정책연구보고서.
- Sohn, M. H., Cho, H. Y., Jin, D. S., Kim, K. H., & Park, J. H. (2018). *A Study on Application Method of IB AP Curriculum at High School Level*. Ministry of Education Policy Research Report.
- 신준식 (2011). 핀란드 수학과 교육과정 비교 분석. *초등수학교육*, **14(3)**, 225-236.
- Shin, J. S. (2011). A comparative study of mathematics curriculum in Finland. *Journal of the Korean Society of Mathematics Education Series C: Education of Primary School Mathematics*, **14(3)**, 225-236.
- 양현주 · 좌준수 · 최승현 (2015). 2009 개정 수학교육과정과 IBDP 수학과 교육과정에서의 교과서 비교 연구 - 고등학교 대수 영역을 중심으로. *한국수학교육학회 시리즈 E <수학교육논문집>*, **29(3)**, 391-421.
- Yang, H. J., Choa, J. S., & Choe, S. H. (2015). A comparative study of mathematics textbook between 2009 revised curriculum and IB diploma program - the case of high school algebra. *Journal of the Korean Society of Mathematics Education Series E: Communications of Mathematical Education*, **29(3)**, 391-421.
- 오경선 · 하지수 · 이수희 (2017). 가정과교육과정 구성요소의 내적 일관성 검토 및 대안: 의생활 영역을 중심으로. *한국가정과교육학회지*, **29(3)**, 49-75.
- Oh, K., Ha, J., & Lee, S-H. (2017). Review and alternatives to the internal consistency of home economics curriculum

- components: Focused on the clothing & textiles area. *Journal of Korean Home Economics Education Association*, **29(3)**, 49-75.
- 이광상 · 김성경 · 최인선 · 강성권 · 강일선 · 김세진 · ... · 최인선 (2018). 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과(진로 선택 과목) 평가기준 개발 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2018-11.
- Lee, K. S., Kim, S. K., Choi, I. S., Kang, S. K., Kang, I. S., Kim, S. J., ..., Choi, I. S.(2018). *A Study on the Development of Evaluation Criteria for High School Mathematics(Carrer-related Electives Courses) based on the 2015 Revised Curriculum*. Report of the Korea Institute for Curriculum and Evaluation CRC 2018-11.
- 정승모 · 권상철 (2019). IB DP(디플로마) 핵심 과목의 내용과 지역 연계: 제주 국제학교의 사례 검토. *한국지리 환경교육학회지*, **27(4)**, 17-38.
- Chung, S., & Kwon, S. (2019). IB DP core subjects and their local relations: An examination of the Jeju international school practice. *The Journal of The Korean Association of Geographic and Environmental Education*, **27(4)**, 17-38.
- 정혜준 (2013). 국내외 지역학교에서의 IB 교육과정 도입 및 접목 사례 연구. *교육과정연구*, **31(4)**, 195-212.
- Jeong, H-J. (2013). Studies on the adaptation of the international baccalaureate curriculum in local schools. *The Journal of Curriculum Studies*, **31(4)**, 195-212.
- 홍후조 · 임유나 (2019). IB DP의 특징에 기반한 진학계 고등학교 교과목 재구조화 방안 탐색. *교육과정연구*, **37(1)**, 29-56.
- Hong, H., & Lim, Y. (2019). Restructuring academic high school subjects and courses based on implications from analysis of the International Baccalaureate Diploma Programme. *The Journal of Curriculum Studies*, **37(1)**, 29-56.
- Anderson, L. W. (2005). Objectives, Evaluation, and the Improvement of education, *Studies in Educational Evaluation*, **31(2-3)**, 102-113.
- Beane, J. A. (1995). *Toward a Coherent Curriculum*. The 1995 ASCD Yearbook.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, **9(2)**, 27-40.
- Fortus, D., & Krajcik, J. (2012). Curriculum coherence and learning progressions. In *Second international handbook of science education* (pp. 783-798). Springer, Dordrecht.
- IBO(2019a). *Mathematics: analysis and approaches guide*. IBO.
- IBO(2019b). *Mathematics: applications and interpretation guide*. IBO.
- IBO(2019c). *Diploma Programme Mathematics: analysis and approaches teacher support material*. IBO.
- OECD(2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- Schmidt, W., Wang, H. C., & McKnight, C. C. (2005). Curriculum coherence: an examination of US mathematics and science content standards from an international perspective. *Journal of Curriculum Studies*, **37(5)**, 525-559.
- Schmidt, W. H., & Prawat, R. S. (2006). Curriculum coherence and national control of education: issue or non issue?. *Journal of Curriculum Studies*, **38(6)**, 641-658.

A Study on Coherence in the Structure of IB DP Mathematics Curriculum Documents

Oh, Kukhwan

Unjeong High School, 267 Waseoksunhwan-ro, Paju-si, Gyeonggi-do 10891
E-mail : ratel35@snu.ac.kr

Lee, Changsuk[†]

Jeongwang High School, 13 Jeongwang-daero 118beon-gil, Siheung-si, Gyeonggi-do,
Republic of Korea, Gyeonggi-do 15038
E-mail : chimdra@snu.ac.kr

Lee, Kyungwon

Kyunggi High School, 643 Yeongdong-daero, Gangnam-gu, Seoul,
Republic of Korea, Seoul 06086
E-mail : kyungwon.lee.snu@gmail.com

Kwon, Oh Nam

Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826
E-mail : onkwon@snu.ac.kr

This study aims to drive the implications for the structure of mathematics curriculum documents in Korea, exploring the coherence in the documental structure of the IB DP mathematics curriculum, which is gaining international attention. The documents of the IB DP mathematics curriculum were analyzed based on the coherence of external and internal structures. First, the curriculum was consistently described by subject and topic, presenting the table of contents and structure of the documents in the same format. Second, the descriptions of the curriculum between subjects and within the subjects were consistent through the same composition of the subject and assessment methods, the presentation of big ideas, and ‘Guidance, clarification and syllabus links’. Third, in ‘Connections’, the curriculum documents were described with coherence through linking with other subjects by describing the connection plan with the real-world contexts, other subjects, and the ‘Theory of Knowledge’ in the IB curriculum. Based on these findings and implications for the concreteness and consistency of the components in mathematics curriculum documents, we propose the coherence between the presentation of subject areas and assessment methods of the revised curriculum, and the implementation of coherence in documental structure through links with other subjects.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C90

* Key words : IB DP curriculum, the structure of curriculum documents, coherence

[†] corresponding author