

수학과 교육과정에 반영된 핵심역량의 국제적 동향 탐색

김선희 (강원대학교)

박경미 (홍익대학교)

이환철 (한국과학창의재단)

I. 서론

수학과 교육과정은 전통적으로 수학에 대한 개념, 원리, 법칙과 같은 내용의 습득에 초점을 맞추었으나, 기존의 교과 내용중심 체제가 갖는 한계가 지적되면서 내용 외에 학습자의 역량 함양을 교육과정의 목표로 하고 이를 구체화하려는 노력이 시작되고 있다. 핵심역량이 본격적으로 담론화된 것은 OECD DeSeCo(Definition and Selection of Competencies) 프로젝트를 통해서이다. DeSeCo는 1997년부터 2003년까지 여러 국가의 학자들이 공동으로 수행한 연구로, 미래 사회에서 개인의 성공적인 삶과 사회의 발전을 위해 필요한 핵심역량을 규명하였다(OECD, 2003). DeSeCo의 영향으로 호주, 뉴질랜드, 독일, 캐나다, 대만 등 세계 여러 국가에서는 역량을 중심으로 초·중등 교육과정을 개편하려는 움직임이 나타났다. 이처럼 교과 중심의 교육과정을 핵심역량 중심으로 전환시키고자 하는 이유 중 하나는 학교가 현대 사회를 살아가는 학습자에게 필요한 역량을 개발하도록 유도함으로써 학교교육의 사회적 책무성을 높이기 위한 것이다.

핵심역량에 대한 논의는 수학 교과에서 실제화 하는 노력으로 이어졌다. 박혜숙, 나귀수(2010)는 수학과 교육과정이 목표와 교수·학습 방법에서만 수학적 과정¹⁾을 선언적으로만 강조하게 되면 교과서의 내용 구성에 수학적 과정이 암묵적으로 스며들 수 있다는 장점을 갖지만,

학생들에게 적극적으로 명확하게 지도되지 않는다는 한계를 지적하고, 수학적 과정의 세 측면들을 내용 성취기준으로 제시할 것을 권고하였다. 수학적 과정이 수학 교수·학습에서 실효성을 거둘지의 여부는 평가에 달려있기 때문에, 정상권 외(2011)는 과정 중심의 수학 교과 평가 방안 연구를 통해 수학적 과정의 평가가 어떤 관점에서 그리고 어떤 방식으로 구현되어야 하는지를 구체화하고, 예시문항과 채점기준을 제시하였다. 이처럼 일반론 차원에서, 또 수학 교과의 차원에서 핵심역량을 규명하고 핵심역량이 교육에 실효성 있게 작동할 수 있는 방안의 연구가 이루어져 왔지만, 여전히 교과서와 수업에는 핵심역량이 충실히 전달되지 못하고 있다. 그 원인 중의 하나는 핵심역량의 아이디어가 수학과 교육과정에 미온적으로 반영되고 있다는 점과 관련된다.

핵심역량은 미래 사회를 살아가기 위해 수학 교과를 통해 길러야 하는 학생들의 능력으로서, 수학 교육에서 강조하고 지향해야 하는 목표이기도 하다. 2009 개정 교육과정에서는 수학 교과의 핵심역량으로 ‘창의적 사고 능력, 문제 해결 능력, 정보처리 능력, 의사소통 능력 등’을 언급하였고, 지금까지 각 역량의 교수·학습과 관련한 선행 연구(최지영, 이대현, 2009; 유현주, 2000; 서동엽, 2010)가 진행되어 왔으나, 교육과정에서 핵심역량을 무엇으로 선정해야 하고 어떻게 반영되어야 할지에 대하여 국제적 동향을 파악하여 시사점을 제공한 연구는 조윤동, 윤용식(2014)이 일본을 대상으로 한 것뿐이다. 이에 본 연구에서는 2009 개정 수학과 교육과정에 반영된 핵심역량을 정리하고, 수학적 핵심역량을 교육과정에 구현한 9개국의 사례를 통해 국제적인 동향을 조사하고 핵심역량의 지도 내용과 방법을 비교함으로써, 차기 수학과 교육과정에서 어떤 수학적 핵심역량을 어떤 방식으로 반영할지에 대한 시사점을 얻고자 한다.

* 접수일(2015년 01월 02일), 수정일(2015년 02월 16일), 게재확정일(2015년 02월 24일)

* ZDM분류 : 0B7

* MSC2000분류 : 97B70

* 주제어 : 핵심역량, 수학과 교육과정

1) 수학 교과 차원의 핵심역량으로 II장에서 설명할 것이다.

II. 이론적 배경

1. 일반 핵심역량

한국교육과정평가원에서는 미래 사회에 대비하기 위한 한국인의 핵심역량에 대한 일련의 연구를 수행해 왔다(윤현진 외, 2007; 이광우 외, 2008). 이광우 외(2009), 최승현 외(2011), 이근호 외(2012), 이근호 외(2013a, 2013b), 이광우 외(2013) 등의 연구를 통해 핵심역량의 개념을 정련하고 구체화해왔는데, 최근 이근호 외(2013a)는 핵심역량을 개인적, 사회적, 지적 역량으로 구분하고, 개인적 역량으로는 자기관리 능력, 사회적 역량으로는 의사소통 능력, 시민의식, 대인관계 능력, 지적 역량으로는 문제해결력, 정보처리 및 활용능력, 창의적 사고능력으로 분류하였다. 한편 가장 최근에는 핵심역량을 단순화하여 자기관리 능력, 공동체 의식, 의사소통 능력, 창의·융합 사고 능력, 정보처리 능력, 심미적 감성 능력으로 정련화하기도 하였다(이광우, 2014).

2. 2009 개정 수학과 교육과정의 핵심역량

2009 개정 교육과정은 핵심역량을 표면화시켜 강조하지는 않았으나 수학과 교육과정의 ‘목표’와 ‘교수·학습 방법’, ‘평가’에 핵심역량의 아이디어를 반영하고 있다. 교육과정의 ‘목표’에서는 일반적인 차원의 다양한 핵심역량의 요소 중 수학과와 관련이 깊은 것은 창의적 사고 능력, 문제해결 능력, 정보처리 능력, 의사소통 능력이라고 보고, 이를 수학 교과로 특화한 것을 ‘수학적 과정’으로 개념화하였다. 다음의 ‘목표’를 살펴보면 ‘문제해결’과 ‘의사소통’이 핵심역량과 수학적 과정에 공통적으로 포함되어 있는데, 핵심역량에 일반적인 문제해결과 의사소통, 수학적 과정에 수학적 문제해결과 수학적 의사소통이 제시되어 있다. 그리고 핵심역량은 수학적 과정의 교수·학습을 통해 증진되는 것으로 말하고 있다.

복잡하고 전문화되어가는 미래 사회에서 사회 구성원에게 필요한 핵심 역량은 창의적 사고 능력, 문제해결 능력, 정보처리 능력, 의사소통 능력 등으로, 이는 주로 수학적 추론, 수학적 문제 해결, 수학적 의사소통과 같은 수학적 과정의 교수·학습을 통하여 증진된다. 수학적 과정을 통해 길러진 핵심 역량은

타 교과와 성공적인 학습에 기반이 될 뿐 아니라, 나아가 개인의 전문적 능력의 증진과 창의·인성 중심의 21세기 지식 기반 사회의 민주 시민에게 필요한 소양과 경쟁력을 갖추는 데에도 토대가 된다.

(교육과학기술부, 2011, p. 2)

2009 개정 수학과 교육과정에서 목표에 진술된 수학적 과정은 ‘교수·학습 방법’에서 수학적 창의력, 수학적 문제 해결력, 수학적 추론 능력, 수학적 의사소통 능력을 신장시키기 위한 방안으로 각각 상술되어 있다.

사. 수학적 창의력을 신장시키기 위하여 ...
 아. 수학적 문제 해결력을 신장시키기 위하여 ...
 자. 수학적 추론 능력을 신장시키기 위하여 ...
 차. 수학적 의사소통 능력을 신장시키기 위하여 ...

(교육과학기술부, 2011, pp. 44-45)

2009 개정 수학과 교육과정의 ‘평가’에서도 수학적 과정은 간단히 언급되고 있다. 인지적 영역의 평가에 대한 ‘마’ 항은 하위 항목으로 7가지를 언급하고 있는데, 그 중에서 (3)은 추론, (4)와 (5)는 문제해결, (6)은 의사소통, (7)은 창의력에 각각 대응된다.

마. 인지적 영역에 대한 평가에서는 ...
 (3) 수학적 지식과 기능을 활용하여 추론하는 능력
 (4) 다양한 상황에서 발생하는 여러 가지 문제를 수학적으로 사고하여 해결하는 능력
 (5) 생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상을 수학적으로 관찰, 분석, 조직하는 능력
 (6) 수학적 사고 과정과 결과를 합리적으로 의사소통 하는 능력
 (7) 수학적 지식과 기능을 바탕으로 창의적으로 사고하는 능력

(교육과학기술부, 2011, p. 47)

2009 개정 수학과 교육과정에 반영된 핵심역량 관련 내용을 정리하면 [표 1]과 같다. 문제해결 능력과 의사소통 능력은 일반적인 핵심역량과 수학적 과정에 공통으로

출현하는 반면, 추론 능력은 수학적 과정에서만 언급되었고, 교수·학습 방법과 평가에서는 이러한 세 가지 수학적 과정과 더불어 창의적 사고 능력에 대해 진술하고 있다.

[표 1] 2009 개정 수학과 교육과정에 반영된 핵심역량
[Table 1] Core competencies in 2009 revised mathematics curriculum

2009 개정 교육과정		핵심역량	창의적 사고 능력 (창의력)	문제 해결 능력	정보 처리 능력	의사 소통 능력	추론 능력
목표	(일반적) 핵심역량	○	○	○	○	○	
	수학적 과정		○			○	○
	교수·학습 방법	○	○			○	○
	평가	○	○			○	○

2009 개정 수학과 교육과정의 개발 단계 중 황선욱 외(2011)의 시안 개발 연구는 내용 성취기준에 별도의 항목을 두어 수학적 과정을 표시하는 시도를 하였다. 예를 들어 중학교 3학년의 피타고라스 정리에 대한 성취기준을 2007 개정 교육과정, 황선욱 외(2011)의 연구, 2009 개정 교육과정으로 비교하면 [표 2]와 같다.

[표 2] 피타고라스 정리에 대한 수학과 교육과정의 내용 성취기준
[Table 2] Achievement standards of Pythagorean theorem

2007 개정 교육과정	황선욱 외(2011) 연구의 시안	2009 개정 교육과정
⑧ 피타고라스의 정리 ① 피타고라스의 정리를 알고 이를 증명할 수 있다. ② 피타고라스의 정리를 간단한 도형에 활용	⑧ 피타고라스의 정리를 추측하고 정당화할 수 있다. ② 피타고라스의 정리를 활용하여 여러 가지	수학적 과정 ① 추론, 의사소통 ② 문제해결 ⑧ 피타고라스의 정리 ① 피타고라스의 정리를 이해하고 설명할 수 있다. ② 피타고라스의 정리를 활용하여 여러 가지

할 수 있다.	문제를 해결할 수 있다.		문제를 해결할 수 있다.
---------	---------------	--	---------------

황선욱 외(2011)에서는 내용 성취기준과 문제해결, 의사소통, 추론의 수학적 과정을 연결 지었다. 수학적 과정을 적극적으로 구현하기 위해서는 일반적인 진술 이외에 구체적인 내용과 연계 짓는 것이 필요하다는 인식 하에 수학적 과정 요소들을 성취기준과 대응시키는 시도를 한 것이다. 그러나 이러한 작업이 상대적으로 용이한 초등학교와 달리 고등학교급에서는 어려움이 발생하면서 최종적인 2009 개정 교육과정에서는 수학적 과정과의 내용 연계가 약화되었고, 결국 의미 있는 시도에 그치게 되었다.

따라서 2009 개정 수학과 교육과정은 핵심역량을 수학적 과정으로 개념화하고 교수·학습방법과 평가에 그 적용 방안을 명시하였으나 내용과 연계하여 실제 학습과의 연관성을 드러내지는 못한 한계가 있다. 또한 수학적 과정과 핵심역량의 정의와 차이점이 독자에게 잘 전달되지 못했다. 이에 외국 수학과 교육과정에서는 어떤 핵심역량을 어떻게 반영하고 있는지 탐색하여 우리 교육과정에 주는 시사점을 얻을 필요가 있다.

III. 연구 방법

외국의 수학과 교육과정에 반영된 수학적 핵심역량²⁾의 국제적 동향을 파악하기 위해 북미의 미국과 캐나다 온타리오 주, 유럽의 영국과 폴란드, 아시아의 싱가포르, 중국, 대만, 홍콩, 오세아니아의 호주, 총 9개국의 수학과 교육과정을 조사하였다. 미국, 캐나다, 영국, 호주는 대륙별로 서구의 대표적인 국가로 선정하였고, 폴란드는 교육개혁 이후 국제비교 연구에서 성취도가 상승하고 있어 주목받고 있으며 싱가포르, 중국, 대만, 홍콩은 TIMSS와 PISA에서 높은 성취도를 보인 국가라는 점에서 본

2) 2009 개정 교육과정에서 사용한 '수학적 과정'이라는 용어는 일상이 차원에서 수학을 학습하는 과정과 절차를 나타내는 것으로 잘못 이해되기도 한다. 그런 연유로 박경미 외(2014)는 용어상의 혼란을 막고 일반적인 핵심역량과의 일관성을 기하기 위하여 '수학적 과정' 대신 '수학적 핵심역량'으로 용어를 수정하였으며, 이후 본 연구에서도 '수학적 핵심역량'으로 명명한다.

연구의 분석대상으로 선정하였다. 핀란드, 뉴질랜드, 일본, 북한 등의 국가들도 연구 대상으로 포함하려 했으나 핵심역량이 명확히 드러나지 않았거나 대륙별 대표성을 띠지 못한다는 측면에서 제외하였다.

미국은 국가 교육과정이 존재하지 않으므로 2010년에 발표되어 현재 45개 주³⁾가 채택하고 있는 ‘CCSSM(Common Core State Standards for Mathematics)’을 분석하였고, 캐나다는 ‘온타리오 주 1~8학년 수학과 교육과정’(Ministry of Education Canada, 2005), 영국은 ‘key stage 3 & 4 수학과 교육과정’(Department of Education England, 2013), 폴란드는 ‘초·중학교 수학과 교육과정’(Minster of National Education Poland, 2008), 싱가포르의 ‘중등 수학과 교육과정’(Ministry of Education Singapore, 2007), 중국은 ‘의무교육 수학과정표준’(중국교육부, 2011), 대만은 ‘국가 수준 교육과정 기준’을 번역한 교육과학기술부·부산시 교육청(2009)의 자료, 홍콩은 ‘수학과 교육과정’(HKSARG, 2007), 호주는 ‘호주 교육과정’(ACARA, 2011)을 분석하였다.

본 연구에서 조사한 9개국의 교육과정에서 수학적 핵심역량에 대응되는 용어는 다양하다. 미국은 ‘수학적 실행(mathematical practices)’, 캐나다와 싱가포르는 ‘수학적 과정(mathematical processes)’, 대만의 초·중학교는 ‘연결’, 홍콩은 ‘포괄적 기능(generic skills)’, 호주는 ‘일반 능력(general capabilities)’이라는 용어로 수학에서 다루어야 할 핵심적인 능력을 다루고 있으며, 본 연구에서는 이들을 ‘수학적 핵심역량’으로 간주하였다. 한편 핵심역량을 별도로 제시하지 않은 영국, 폴란드, 중국 교육과정은 수학교육 목표에서 핵심역량에 해당하는 요소를 추출하였으며, 학교급별로 핵심역량이 상이하게 설정된 경우 중학교 교육과정을 분석 대상으로 하였다.

수학적 핵심역량 요소를 분석하는 방법은 각국의 교육과정에서 핵심역량으로 명시된 것을 먼저 추출한 후, 핵심역량에 대한 서술이나 설명에서 나타난 핵심어를 정하여 국가별 문서에 반영된 여부를 정리하였다. 그리고 교육과정 문서에서 핵심역량의 선정 및 반영 방식의 특

징을 분석하고, 2009 개정 교육과정에서 핵심역량으로 명시한 문제해결, 추론, 의사소통, 창의력에 대하여 각국의 교육과정 문서에서 서술된 내용을 국가별로 정리하고 우리나라와 다른 특징을 기술하였다.

IV. 결과 분석 및 논의

1. 수학적 핵심역량의 요소

9개국에서 선정한 수학적 핵심역량은 [표 3]과 같다.⁴⁾

[표 3] 국가별 수학과 교육과정에 반영된 핵심역량
[Table 3] Core competencies in foreign mathematics curriculum

국가	수학적 핵심역량
미국	<ul style="list-style-type: none"> · 문제를 이해하고 끈기 있게 해결하기 · 추상적으로 그리고 양적으로 추론하기 · 논증을 구성하고 다른 사람의 추론을 비판하기 · 수학으로 모델링하기 · 적절한 도구를 전략적으로 사용하기 · 정확성에 주의를 기울이기 · 구조를 찾고 사용하기 · 반복되는 추론에서 규칙성을 찾고 표현하기
캐나다 (온타리오주)	<ul style="list-style-type: none"> · 문제해결 · 추론과 증명 · 반성 · 도구와 계산 전략 선택 · 연결 · 표현 · 의사소통
영국	<ul style="list-style-type: none"> · 수학의 기초에 능통 · 수학적 추론 · 문제해결

4) 수학적 핵심역량을 확장하면 정의적 영역과 만나게 된다. 실제 각국의 수학적 핵심역량 중에서 중국의 ‘감정과 태도’와 같이 정의적 영역으로 분류될 수 있는 것도 포함되어 있지만, 이러한 정의적 영역과 일반적 특성이 강한 호주의 ‘도덕적 행동’, ‘문화간 이해’ 등은 수학적 핵심역량에서 제외하고 논의하였다.

3) 미국 50개 주 중에서 텍사스, 알래스카, 미네소타, 네브라스카, 버지니아의 5개 주를 제외한 모든 주가 CCSSM을 채택하고 있다.

국가	수학적 핵심역량
폴란드	<ul style="list-style-type: none"> 정보의 활용 및 제작 표현의 활용 및 이해 수학적 모델링 전략의 활용 및 고안 추론과 논증
싱가포르	<ul style="list-style-type: none"> 추론, 의사소통, 연결 적용, 모델링 사고 기술, 발견술 문제해결* <p>*교육과정 문서에서 별도 항목으로 다루어 강조한 요소</p>
중국	<ul style="list-style-type: none"> 지식과 기술 수학적 사고 문제해결 감정과 태도
대만	<ul style="list-style-type: none"> 발견 전환 문제해결 소통 분석
홍콩	<ul style="list-style-type: none"> 협력 기술 의사소통 기술 창의성 비판적 사고 기술 정보공학 기술 수리적 기술 문제해결 기술 자기경영 기술 학습 기술
호주	<ul style="list-style-type: none"> 문해력 수리력 ICT 능력 비판적 사고와 창의적 사고 도덕적 행동 개인적·사회적 능력 문화간 이해

미국과 홍콩의 수학적 핵심역량은 상당히 구체적이고 영국의 경우는 포괄적이기 때문에 개수의 비교가 큰 의

미를 갖지 못할 수 있으나, 조사 대상인 9개국은 수학적 핵심역량을 적게는 3개에서 많게는 9개까지 선정하고 있다. 수학적 핵심역량별로 어떤 국가가 반영하고 있는지를 정리하면 [표 4]와 같다.

[표 4] 핵심역량 요소별 국가 반영 사항
[Table 4] Countries' details of core competencies

핵심역량 요소	미국	캐나다	영국	폴란드	싱가포르	중국	대만	홍콩	호주	합계
문제해결	○	○	○		○	○	○	○		7
추론	○	○	○	○	○					5
의사소통		○			○		○	○		4
수학적 지식/기술			○			○		○	○	4
도구 선택/사용 (정보공학기술)	○	○						○	○	4
비판적 사고	○							○	○	3
연결		○			○		○			3
모델링	○			○	○					3
전략 활용		○		○	○					3
수학적 사고					○	○				2
표현		○		○						2
창의력								○	○	2
정보 활용				○						1
반성		○								1
구조 찾기	○									1
정확성	○									1
발견							○			1
전환							○			1
분석							○			1
협력/기여								○	○	2
자기경영								○	○	2
학습기술								○		1

본 연구에서 조사한 9개국의 수학적 핵심역량 중 가장 빈번하게 등장한 것은 '문제해결'이다. 1980년대 수학 교육의 화두로 등장하여 현재까지 지배적인 영향력을 미치고 있는 문제해결은 폴란드와 호주를 제외한 7개국에서 수학 교과역량의 핵심역량으로 선정되고 있다. 특히 싱가포르의 수학과 교육과정은 문제해결을 중핵으로 하는 정오각형 모형을 제시하여, 문제해결이 교육과정 전체의

틀이 됨을 보이고 있다(Ministry of Education Singapore, 2007, p.2). 그 다음으로 많이 선정된 핵심역량은 '추론'으로, 영국은 '추론' 자체를 핵심역량으로 선정하였고, 미국과 캐나다와 폴란드는 연역적 추론인 '증명' 혹은 '논증'과 '추론'을 핵심역량으로 보고 있다. 한편 싱가포르의 추론을 독립적으로 명시하지 않고, 의사소통, 연결과 병렬하여 함께 언급하고 있다.

'의사소통'과 '수학적 지식/기술', '도구 선택/사용'을 수학적 핵심역량에 포함한 것은 4개국이다. '의사소통'은 캐나다, 싱가포르, 대만, 홍콩에서 선정되었는데, NCTM(1989, 2000)에서 과정 기준으로 중요하게 취급되던 의사소통이 미국의 CCSSM에서는 핵심역량으로 선정되지 않은 점이 주목할 만하다. CCSSM은 NCTM(1989) 기준의 연속선상에 있지만(장혜원, 2012, p.561), 의사소통을 전면에 내세우지 않고 '논증을 구성하고 다른 사람의 추론을 비판하기'와 '정확성에 주의를 기울이기'의 실행에 결합시킨 것으로 보인다. 수학교육전문가를 중심으로 한 NCTM의 1989년과 2000년의 Standards와 달리 CCSSM은 수학자 중심으로 개발되었고, 학습자의 탐구와 활동이 지나치게 강조되면서 수학의 체계적인 교수·학습이 약화되었다는 반성이 담긴 만큼 의사소통을 그 자체보다는 논증과 추론의 한 방법으로 다룬 것으로 해석할 수 있다. '수학적 지식/기술'은 영국, 중국, 홍콩, 호주에서 핵심역량으로 선정되었는데, 홍콩은 이를 '수리적 기술', 호주는 '문해력'과 '수리력'으로 표현하고 있다. '도구 선택/사용'은 수학적 사고를 위한 도구에 대한 것으로 미국은 '적절한 도구의 전략적 사용', 캐나다는 '도구 선택', 홍콩은 '정보공학 기술', 호주는 'ICT 능력'으로 진술하고 있다.

'비판적 사고', '연결', '모델링', '전략 활용'은 3개국에서 선정하고 있는 핵심역량이다. 미국, 홍콩, 호주는 '비판적 사고'를, 캐나다, 싱가포르, 대만은 '연결'을 핵심역량으로 보고 있었다. 특히 대만의 경우 초등학교와 중학교 교육과정에는 '연결'을 광의로 해석하여 수학적 핵심역량을 대신하는 개념으로 사용하고, 그 하위 요소로 '발견', '전환', '문제해결', '소통', '분석'을 선정하고 있다. 이 중에서 '발견', '전환', '분석'은 '문제해결'이나 '소통'에 비해 구체적인 하위능력으로 볼 수 있지만, 동일 차원으로 취급되고 있다. '모델링'은 미국, 폴란드, 싱가포르에서

강조되는 핵심역량이고, '전략 활용'은 캐나다, 폴란드, 싱가포르에서 선정된 핵심역량이다.

의사소통과 마찬가지로 NCTM의 1989년과 2000년 Standard의 과정 기준이었던 '표현'이 CCSSM에는 독립적인 항목으로 다루어지지 않았다. '표현'은 수학의 아이디어를 조직하고 교류하기 위해 수식, 그래프, 표와 같이 다양한 수학적 표현 양식을 동원하여 나타내는 것을 말하므로 의사소통과 문제해결의 토대가 되는데, '표현'을 핵심역량으로 포함시키고 있는 국가는 캐나다와 폴란드이다.

미국에서는 '구조 찾기', '정확성'과 같이 상세화된 측면을 핵심역량으로 선정하고 있으며, 홍콩과 호주에서는 '협력/기여'와 같은 인성적 측면, 그리고 '자기경영'과 '학습기술'과 같은 학습 방법적 측면을 핵심역량에 포함시키고 있다.

2. 수학적 핵심역량의 선정과 반영 방식

각국에서 수학적 핵심역량을 선정하는 방식은 크게 두 가지가 있다. 첫 번째는 교과 간 통용될 수 있는 일반적인 핵심역량을 선정하여 이를 교과에 적용하는 것이고, 두 번째는 수학과 고유의 핵심역량을 선정하는 방식이다. 호주는 첫 번째 경우에 해당하는데, 국어, 역사, 수학, 과학의 영역에 통용되는 일반적인 핵심역량을 7가지로 선정하고 이를 수학 교과에 반영하고 있다. 하지만 호주의 학년별 수학 교육과정에서는 숙달 영역(proficiency strand)에 해당하는 '이해, 유창성, 문제해결, 추론'이 수학의 내용에 핵심적인 부분이라고 하면서 학년별 수준에서 성취기준을 제시하고 있어 일반 핵심역량과 수학적 핵심역량을 모두 제시한 형태를 갖는다. 그리고 본 연구에서 분석한 나머지 국가들은 수학 교과 고유의 핵심역량을 선정하고 있다.

핵심역량을 교육과정에 반영하는 방식으로는 다음의 세 가지가 있다. 첫째는 수학교육 목표에서 핵심역량을 내포하는 것이다. 우리나라의 2009 개정 교육과정이나 영국, 폴란드, 중국이 이에 해당하며, 다소 소극적인 반영이라 할 수 있다.

둘째는 수학적 핵심역량의 요소를 내용 영역의 하나로 다루는 병렬 방식이다. 대만의 초등학교와 중학교 수학과 교육과정에서는 내용 영역을 '수와 양', '기하', '대

수’, ‘확률과 통계’, ‘연결’의 5개로 분류한다. 즉 수학적 핵심역량에 대응되는 ‘연결’은 다른 내용 영역과 동등하게 제시되어 있다. 물론 연결을 제외한 나머지 4개 영역에 대해서는 성취기준이 학년별로 제시되나 ‘연결’에서는 성취기준이 초등학교에서 중학교까지 통틀어 제시되는 차이점을 갖는다.

셋째는 수학적 핵심역량을 내용 영역과 다른 차원으로 놓고 내용과 만나도록 하는 직교 방식이다. 홍콩에서는 핵심학습영역(Key Learning Area)이 ‘내용 영역’, ‘포괄적 기능’, ‘가치와 태도’의 세 가지로 구성되는데, 이때 핵심역량에 해당하는 ‘포괄적 기능’, 그리고 ‘가치와 태도’는 ‘내용 영역’과 직교하는 방식으로 구성되어 있다. 미국, 싱가포르, 캐나다, 호주도 핵심역량에 해당하는 영역을 내용 영역과 별도로 두어 이와 같은 방식에 해당한다. 특히 캐나다와 호주는 핵심역량의 성취기준을 학년별로 제시하고 있는데, 캐나다는 7가지 핵심역량 각각이 학년별로 어떤 수준에서 성취되고 경험되어야 하는지를 기술하고 있어 핵심역량의 수준이 존재할 수 있음과 학생들의 수준에 따라 요구하는 핵심역량이 다를 수 있음을 보여주었다.

3. 외국의 수학과 교육과정에 반영된 핵심역량의 지도 내용과 방법

2009 개정 교육과정에 포함된 핵심역량인 문제해결, 추론, 의사소통, 창의력은 국제적 동향을 살펴볼 때에도 빈번하게 나타나는 대표성이 높은 핵심역량이다. 이 네 가지 핵심역량이 각국의 교육과정에서 어떠한 방식으로 상세화, 구체화되어 있는지 알아보고, 이를 2009 개정 교육과정의 교수·학습 방법과 비교함으로써 핵심역량이 교수·학습에서 구체적으로 작동하도록 개선하는 단초로 삼고자 한다.

1) 문제해결

문제해결은 가장 많은 국가에서 핵심역량으로 선정하고 있다. 문제해결을 선정한 7개국의 사례를 구체적으로 알아보면 다음과 같다. 미국의 경우 ‘문제를 이해하고 끈기 있게 해결하기’라는 표현으로 문제해결을 다루었는데, 그 설명에서는 문제의 이해, 계획, 반성 등의 단계에서 학생들이 무엇을 할 수 있는지를 기술하고 있다. 캐나다

온타리오주는 ‘문제해결 전략 선택하기’와 Polya의 ‘4단계 문제해결 모델’의 구체 사항을 제시하고 문제해결 4단계에서 학생들이 사고하도록 유도해야 하는 것을 [표 5]로 정리하고 있다. 문제해결 모델에서는 단계별로 학생들이 의사소통해야 하는 내용이 포함되어 있다.

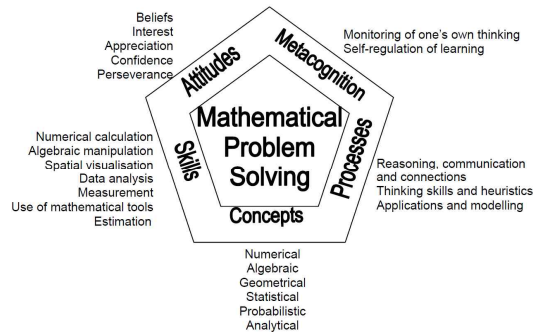
[표 5] 캐나다 온타리오주의 ‘문제해결’ 핵심역량 중 문제해결 모델 (Ministry of Education, Canada, 2005, p.13) [Table 5] Problem-Solving Model of Canada Ontario

문제 이해 (탐색 단계)	<ul style="list-style-type: none"> ▶문제를 다시 읽고 재진술하기 ▶주어진 정보와 결정될 필요가 있는 정보 확인하기 <p><i>의사소통: 더 나은 이해를 위해 문제에 대해 말하기</i></p>
계획 세우기	<ul style="list-style-type: none"> ▶전에 풀었던 문제와 관련시키기 ▶가능한 전략 고려하기 ▶하나의 전략 또는 전략의 조합 선택하기 <p><i>의사소통: 전략이 가장 좋은 것인지 명확히 하기 위해 다른 사람과 아이디어 토론하기</i></p>
계획 실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶선택된 전략 실행하기 ▶필요한 계산을 하기 ▶성공을 모니터하기 ▶필요하다면 다른 전략을 적용하거나 전략 수정하기 <p><i>의사소통:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶그림 그리기: 중간 결과를 나타내기 위해 조작물 사용하기 ▶계획을 실행하거나 계산을 하면서 각 단계를 표현하기 위해 말과 기호 사용하기 ▶컴퓨터나 계산기 조작 결과 공유하기
해를 되돌아 보기	<ul style="list-style-type: none"> ▶답의 타당성 확인하기 ▶사용된 방법 검토하기: 의미가 있는가? 문제에 접근하는 더 좋은 방법이 있는가? ▶확장 또는 변화를 고려하기 <p><i>의사소통: 가장 적절한 형식으로 해에 어떻게 도달했는지 말하고 해를 설명하기</i></p>

영국은 문제해결 핵심역량에 대한 구체적인 설명은 없이, 교육 목표에서 다양한 정형 문제와 비정형 문제를 접하게 하고, 문제를 간단한 단계로 구분하고 답을 찾는

동안 인내심을 가질 것을 언급하고 있다.

싱가포르는 1990년 이래로 문제해결이 중심에 위치한 정오각형의 수학 교육과정 모형을 제시하여 모든 학교급의 수학과 교수, 학습, 평가의 지향점이 문제해결임을 시각적으로 드러내고 있다. [그림 1]의 모형에서 정오각형의 다섯 개 변에는 문제해결과 관련된 요소로 메타인지, 과정, 개념, 기술, 태도가 위치하며, 각 요소는 하위요소들로 구성된다.



[그림 1] 싱가포르의 수학 교육과정 모형
(Ministry of Education Singapore, 2007, p.2)
[Figure 1] Mathematics framework of Singapore

중국은 문제해결이라는 핵심역량을 성취하기 위한 4 가지 하위목표를 두고 있다. 중국의 문제해결 목표에는 문제 제기, 창의력, 의사소통, 반성하기 등이 포함되어 있다. 특히 창의력이나 의사소통이 중국에서는 핵심역량으로 선정되어 있지는 않지만 문제해결 목표 내에서 언급되고 있음을 볼 수 있다. 대만도 문제해결의 구체적인 목표를 제시하고 있는데, 문제를 분석하고 수학적 표현을 선택하여 사용하며 관찰, 분류, 귀납, 연역, 유추 등의 방식을 이용하는 방법, 문제의 풀이 방법이 여러 가지 있음을 이해하고 시도할 수 있어야 한다고 말하고 있다. 홍콩은 핵심역량의 하나로 문제해결을 기술하고 있지만 별도의 구체적인 설명은 없다. 하지만 교수·학습 방법, 교수·학습의 유의점 등에서 문제해결을 지속적으로 언급하고 있고, '좋은 문제를 선택하는 기준'과 같은 구체적인 내용을 교육과정에서 포함시키고 있다.

한편 2009 개정 수학과 교육과정의 교수·학습 방법에 제시된 '문제해결'을 지도할 때의 유의점은 다음과 같

다. 문제해결이 수학의 모든 내용영역에서 지도되어야 하고, 학생 주도로 문제를 탐색하고 해결하게 하며, 문제 해결 방법과 과정 그리고 문제제기 활동이 증시되어야 하고, 다양한 현상에서 출발한 탐구를 강조하고 있다.

1. 문제 해결은 전 영역에서 지속적으로 지도한다.
2. 학생 스스로 문제 상황을 탐색하고 수학적 지식과 사고 방법을 토대로 해결 방법을 적절히 활용하여 문제를 해결하게 한다.
3. 문제 해결의 결과뿐만 아니라 문제 해결 방법과 과정, 문제를 만들어 보는 활동도 중시한다.
4. 생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상에서 파악된 문제를 해결하면서 수학적 개념, 원리, 법칙을 탐구하고, 이를 일반화하게 한다.

(교육과학기술부, 2011, p.34~35)

각국에서 제안한 문제해결의 지도 내용과 방법을 정리하면 [표 6]과 같다.

[표 6] 문제해결의 지도 내용 및 방법
[Table 6] Teaching contents and methods of problem solving

지도 내용 및 방법	우리나라	미국	캐나다	영국	싱가포르	중국	대만
학생 주도의 문제해결	○		○				
문제해결 방법과 과정 중시	○	○	○		○	○	
문제 제기	○					○	
문제해결을 통한 수학 학습	○		○				
문제해결 단계별 지도		○	○				
실제적 문제 다루기	○					○	○
다양한 문제			○	○			
여러 가지 풀이 방법	*	○				○	○
문제해결 전략	○		○	○	○		○
태도(인내)				○	○		
메타인지		○			○	○	
관련 핵심역량	창의력		의사소통		추론연결	창의력	표현추론

					의사소통	의사소통
--	--	--	--	--	------	------

* 다른 핵심역량에서 언급됨

문제해결 지도 내용 및 방법과 관련하여 우리나라의 교육과정에 반영되지 않은 항목을 중심으로 교육과정에 시 문제해결 지도에 대한 시사점을 찾고자 한다.

첫째, 교수·학습 방법에서 문제해결 단계별로 학생들에게 해야 할 발문이나 활동을 제시할 필요가 있다. 캐나다의 경우는 Polya를 언급하면서 문제의 이해, 계획, 실행, 반성의 각 단계별로 학생들이 해야 할 활동과 각 단계별로 학생들이 의사소통해야 하는 내용을 제시하고 있다. 미국은 구체적인 단계를 명시하지는 않았지만 캐나다와 마찬가지로 Polya의 문제해결 단계별로 해야 할 활동 내용을 담고 있다. 이를 참고할 때, 학생들에게 문제를 제시하고 풀라는 막연한 요구에서 벗어나, 문제해결 단계별 안내를 교육과정에 진술하는 것을 고려할 수 있다. 제7차 교육과정은 교수·학습 방법에서 문제해결 4단계를 문제의 이해→해결 계획 수립→계획 실행→반성으로 제시하고 있으나, 2007 개정 교육과정부터 이 항목이 삭제되었다. 따라서 문제해결 4단계를 복원시키고, 각 단계별 발문의 구체적인 예를 교육과정에 제시하는 방안을 모색할 수 있다.

둘째, 다양한 유형의 문제에 대한 언급을 제시할 필요가 있다. 캐나다와 영국은 문제의 유형으로 정형문제와 비정형문제를 언급하고 있는데, 이처럼 개념을 익히고 단순히 계산을 하는 문제부터 비정형의 개방형 문제에 이르기까지 다양한 문제해결 경험을 통해서 수학적 사고력을 신장시켜야 함을 제시할 수 있다. 2009 개정 교육과정의 ‘평가’에서는 선택형 위주의 평가를 지양하고 서술형 평가, 관찰, 면담, 자기평가 등의 다양한 평가 도구를 사용하라는 항목을 포함시키고 있는데, ‘교수·학습 방법’에서 문제의 유형에 대한 언급을 추가할 수도 있을 것이다.

셋째, 문제해결 전략에 대한 고려가 필요하다. 문제해결 경험을 통해 학생들은 문제해결 전략을 배울 수 있고, 역으로 문제를 해결하는 유용한 전략을 갖고 있다면 문제해결이 용이해질 수 있다. 제7차 교육과정에서는 ‘교수·학습 방법’에서 그림그리기, 예상과 확인, 표 만들기, 규칙성 찾기, 단순화하기, 식 세우기, 거꾸로 풀기, 논리

적 추론, 반례 들기 등의 문제해결 전략이 언급되었으나, 2007 개정 교육과정에서는 이 항목이 삭제되었다. 2009 개정 교육과정에서는 초등학교급에서만 내용과 관련하여 문제해결이 집중적으로 언급되고 있다. 초등학교 학년군 별 성취기준에서는 [표 7]과 같이 구체적인 전략이 제시되고, 또한 각 학년군의 영역별로 제시되는 ‘교수·학습 상의 유의점’에서도 문제해결은 언급되고 있다.

[표 7] 2009 개정 교육과정의 초등학교급 성취기준에 명시된 문제해결 전략

[Table 7] Problem solving strategies in 2009 revised mathematics curriculum

학년군	문제해결 전략
1~2학년군	실제로 해보기, 그림그리기, 식 만들기, 규칙 찾기, 거꾸로 풀기
3~4학년군	표 만들기, 예상과 확인, 단순화하기, 논리적 추론
5~6학년군	여러 가지 문제해결 전략

그러나 2009 개정 교육과정의 중학교와 고등학교에서는 문제해결 전략에 대한 내용이 전무하다. 문제해결은 전체 학교급에서 지속적으로 강조되어야 한다는 점을 고려할 때, 학교급을 아우르는 교수·학습 방법에서 문제해결 전략을 언급할 필요가 있다.

넷째, 문제해결을 정의적, 인성적 측면에서 접근하는 것을 포함할 필요가 있다. 미국과 영국의 경우 문제의 답에 도달하기까지 인내하는 태도에 대해 언급하고 있으며, 싱가포르의 문제해결 모형에서 ‘태도’에 신념, 흥미, 감사(appreciation), 자신감, 인내의 5가지를 명시하고 있다. 신념(beliefs)은 Schoenfeld(1985)가 제시한 문제해결의 4가지 자원 중 하나이고, 인지(cognition)와 정의(affect)가 서로 밀접하게 연계된 것임을 고려할 때(김선희, 김부미, 이종희, 2014) 문제해결과 정의적 측면을 관련지어서 언급할 필요가 있다.

다섯째, 문제해결에서의 메타인지에 대한 고려가 필요하다. Schoenfeld(1985)는 문제를 해결하는 데 필요한 행동의 하나로 통제(control)를 강조했는데, 이는 문제를 해결하는 데 어떤 자원과 전략을 선택하고 수행할지에 관한 전반적인 결정 능력으로 문제해결의 전 과정에 영향을 준다. 싱가포르의 ‘메타인지’를 문제해결 모형에서

정오각형의 한 변으로 지정하고 전면에 내세우고 있는데, 여기서 메타인지가 의미하는 바는 자신의 사고를 모니터하고 학습을 스스로 조절하는 것이다(Ministry of Education Singapore, 2006, p.2). 미국과 중국에서는 메타인지라는 용어를 명시적으로 언급하고 있지는 않지만, 미국은 ‘(문제해결 과정을) 모니터하고 평가하며’, 중국은 ‘평가와 반성 의식을 형성한다’를 통해 메타인지와 통제를 암묵적으로 제시하고 있다. 이처럼 문제해결을 계획하고, 감시하고 평가하며, 의사 결정을 하는 ‘메타인지’와 ‘통제’를 교수·학습 방법에 반영하되, 용어가 갖는 생소함을 고려하여 이 용어 자체는 사용하지 않은 채 그 의미를 담은 방안이 필요하다.

2) 추론

추론을 핵심역량으로 선정한 국가는 미국, 캐나다, 영국, 폴란드, 싱가포르의 5개국이다. 미국은 수학적 실행 기준 8가지 중 추론과 관련된 내용을 ‘추상적으로 그리고 양적으로 추론하기’, ‘논증을 구성하고 다른 사람의 추론을 비판하기’, ‘반복되는 추론에서 규칙성을 찾고 표현하기’의 3가지에서 언급하고 있어, 추론을 상당히 강조하고 있다. 첫 번째의 양적 추론에서는 문제 상황에서 양 사이의 관계를 이해하기 위해 ‘주어진 상황을 추상화하고 그것을 기호로 나타내고 표현한 기호를 조작하는’ 탈맥락화와 ‘기호가 가리키는 참조물을 탐색하기 위해 조작 과정 동안 잠시 머물러 있는’ 맥락화 능력이 상보적으로 필요함을 말하였다. 두 번째의 논증 구성과 비판에서는 개연적 추론과 결론의 정당화, 세 번째의 규칙 찾기에서는 반복되는 계산을 간단히 할 수 있는 방법을 찾고 문제해결의 중간 단계에서 타당성을 파악할 것을 제시하고 있다.

캐나다는 ‘추론’과 ‘증명’을 하나의 핵심역량으로 연결하고 있는데, 추론과 증명 지도에서는 발견한 사실이나 참이라고 알고 있는 것으로부터 추론하게 하고, 수학에서 받아들일 수 있는 논증의 특징을 인식하게 하고, 항상 참이라고 할 수 있는지 되돌아보게 하라고 권고하고 있다. 영국은 탐구, 관계와 일반성의 추측, 수학적 주장, 정당화, 증명의 순서로 추론 지도를 할 것을 교육 목표에서 서술하고 있다. 폴란드는 교육과정 문서가 매우 간단하여 상세한 내용 설명이 거의 없지만, 추론에 대해

기본(basic)과 확장(extended) 두 영역을 비교해 보면, 기본 영역에서는 ‘여러 단계로 구성된 간단한 추론’, 확장 영역에서는 ‘일련의 논증과 그 정확성의 정당화’로 약간 차별화하고 있다. 싱가포르의 추론이 수학적 과정의 하나로서 수학적 상황을 분석하고 논증을 구성하는 능력이라고 본다.

한편 2009 개정 교육과정은 추론에 대하여 교수·학습 방법에서 다음과 같이 진술하고 있다. 추측, 정당화, 분석, 조직, 반성의 활동과 일상생활에서도 수학에서 습득한 추론 능력을 적용할 수 있어야 함을 말하고 있다.

- 귀납, 유추 등을 통해 학생 스스로 수학적 사실을 추측하고, 이를 정당화할 수 있게 한다.
- 수학적 사실이나 명제를 분석하고, 수학적 관계를 조직하고 종합하며, 학생 자신의 사고 과정을 반성하게 한다.
- 수학적 추론을 통해 합리적으로 사고하는 능력을 키우고, 일상생활에서 자신의 의견을 정당화할 때 적절한 근거에 기초하여 논지를 전개할 수 있게 한다.

(교육과학기술부, 2011, p.35)

우리나라와 5개국에서 핵심역량으로 선정된 추론의 지도 내용과 방법을 정리하면 [표 8]과 같다.

[표 8] 추론의 지도 내용 및 방법

[Table 8] Teaching contents and methods of reasoning

지도 내용 및 방법	우리나라	미국	캐나다	영국	폴란드	싱가포르
추측	○	○	○	○		○
정당화/증명	○		○	○	○	
분석	○					○
관계 조직	○					
반성	○		○			
생활에의 적용	○					○
양적 추론		○				
비판		○				
규칙 찾기		○				
탐구				○		
일련의 추론 과정	○	○	○	○	○	
개연적 추론(귀납 등)	○	○				

관련 핵심역량		의사소통			의사소통 연결
---------	--	------	--	--	---------

위의 표에 근거하여 우리나라 교육과정에서 추론에 대한 교수·학습의 개선점을 모색해 보면 다음과 같다.

첫 번째는 추론을 내용과 결합시키는 것에 대한 고려이다. 미국은 양적 추론, 다른 사람의 추론을 비판하기, 반복되는 추론에서 규칙성 찾기와 같이 추론과 관련하여 다양한 요소들을 포함하고 있다. 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정은 추론을 명시하고 있으나 추상적인 차원에서 진술되어 있어 수업에 적극적인 영향을 미치고 있지는 못한 것으로 지적되고 있다. 추론은 내용과 결합될 때 구체적인 효력을 발휘하므로, 성취기준들과 연계 지어 명시하는 것이 바람직할 것이다.

두 번째는 추론을 다른 핵심역량과 관련짓는 것이다. 추론은 학생의 머릿속에서 일어나는 것이므로 그것을 말과 글로 표현하고 의사소통하는 것을 통해 외재화될 수 있다. 미국은 추론과 관련하여 정당화한 것을 다른 사람과 의사소통하고 다른 사람의 주장에 답하는 것을 강조하면서 추론을 의사소통과 연결 짓고 있다. 뿐만 아니라 다른 사람의 추론을 비판하는 것을 통해 비판적 사고력과도 연계할 여지가 있다. 싱가포르의 경우도 수학적 과정에 '추론, 의사소통, 연결'을 한 항목으로 명시하여 이들이 서로 연동되는 역량임을 나타내고 있다. 이처럼 핵심역량 각각을 독립적으로 취급하기보다 서로 관련시켜 함께 신장시키는 능력으로 다루는 것도 고려할 수 있다.

3) 의사소통

의사소통은 캐나다, 싱가포르, 대만, 홍콩에서 핵심역량으로 선정하고 있다. 캐나다는 의사소통을 수학 학습의 필수적인 과정으로 보고, 의사소통을 통해 학생들이 아이디어, 이해, 논증을 반성하고 명확히 할 것을 강조하면서, 의사소통이 활발히 일어날 수 있는 학습 환경을 조성해야 함을 언급하였다. 그리고 의사소통을 유도하는 구체적인 방법도 제시하고 있다.

싱가포르는 전술한 바와 같이 수학적 과정에 '추론, 의사소통, 연결'을 통합하여 명시하고 있는데, 의사소통은 수학적 아이디어와 주장을 정확하고 간결하고 논리적으로 표현하는 데 수학적 언어를 사용하는 능력으로 규

정하고 있다. 대만은 의사소통의 구체적인 성취기준을 8 가지로 선정하고 있으며, 의사소통이 언어의 의미 이해, 수학적 언어의 특성 이해, 수학적 언어의 사용, 해답의 추측/설명/반박, 해결 과정 보여주기, 해결 과정의 설명, 해답의 타당성 설명, 다른 사람의 생각 존중으로써 나타난다고 보았다.

한편 2009 개정 교육과정은 의사소통의 교수·학습 방법을 다음과 같이 명시하고 있다. 수학적 표현의 이해와 사용, 말과 글 또는 시각적 표현, 다른 사람의 생각 이해가 의사소통에서 다루어지는 핵심적인 지도 내용 및 방법으로 볼 수 있다.

- 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등의 수학적 표현을 이해하고 정확히 사용하게 한다.
- 수학적 아이디어를 말과 글로 설명하거나 시각적으로 표현하여 다른 사람과 효율적으로 의사소통할 수 있게 한다.
- 수학적 아이디어를 표현하고 토론하며 다른 사람의 수학적 아이디어와 사고를 이해하는 과정을 통해 의사소통의 중요성을 인식하게 한다.

(교육과학기술부, 2011, p.45)

각국의 의사소통 지도에 대한 내용 및 방법을 정리하면 [표 9]와 같다.

[표 9] 의사소통의 지도 내용 및 방법
[Table 9] Teaching contents and methods of communication

지도 내용 및 방법	우리나라	캐나다	싱가포르	대만	홍콩
수학적 표현의 이해와 사용	○	○		○	
말과 글 또는 시각적 표현	○				
토론	○				○
의사소통 환경 조성		○			
소리내어 생각하기		○			
질문 명확히 하기/명확화 추구		○			
개방형 발문		○			
수학적 언어의 특징		○	○	○	
문제, 해결 과정, 해답 설명		○		○	
다른 사람의 생각 이해/존중	○			○	

관련 핵심역량		추론 문제해결	추론 연결	추론 문제해결	
---------	--	------------	----------	------------	--

의사소통에 대한 외국의 사례를 참고하여 의사소통의 교수·학습에 대한 개선 방안을 제안하면 다음과 같다.

첫째는 의사소통이 원활히 일어날 수 있는 학습 환경을 조성하는 방안의 모색이다. 의사소통은 학생들이 자유롭게 말할 수 있는 분위기에서 발현되고 신장될 수 있는 능력이다. 2007과 2009 개정 교육과정에서는 ‘의사소통의 필요성을 인식하게 한다’고 되어 있으나 이를 위한 구체적인 방안은 교사의 몫으로 남겨두고 있다. 의사소통이 활성화되기 위해서 학생들이 수업에서 자신의 의견을 말하는 것, 그리고 다른 사람의 의견을 경청하고 보다 더 나은 결론에 도달하려는 노력이 수학 학습에 필요한데, 그러한 의사소통이 이루어질 수 있는 학습 환경의 조성을 캐나다와 같이 교수·학습 방법으로 제안할 수 있을 것이다.

둘째, 학생들의 의사소통이 활발하게 일어나기 위한 구체적인 활동의 제안이다. 캐나다는 의사소통을 유도하는 구체적인 방법으로 소리내어 생각하기, 질문 명확히 하기, 문제해결 과정 말하기 등을 예시하고 있다. 홍콩의 경우 각 핵심역량의 의미를 구체적으로 드러내기 위한 수학 예들을 제시하고 있다. 예를 들어 key stage 3의 기하와 관련하여 사다리꼴에서 찾아볼 수 있는 동치관계를 찾도록 요구하면서, 관련 핵심역량으로 의사소통, 비판적 사고, 문제해결을 상세히 언급하고 있는데, 이처럼 예를 제시하는 것도 구체화 방안의 하나가 될 것이다.

셋째, 일상 언어와 대비되는 수학적 언어의 특징에 대한 고려이다. 수학적 의사소통은 일상의 의사소통과 달리 엄밀성과 정확성을 요구하는 수학이라는 언어를 도구로 하기 때문에 학생들에게 어려움을 야기할 수 있다. 캐나다, 싱가포르, 대만은 수학을 간결하고 정확하게 표현할 수 있는 방법으로 수학적 언어가 사용됨을 강조하고 있으며, 우리나라도 고등학교 교육과정에서 이런 측면을 반영할 필요가 있다.

4) 창의력

창의력(creativity)을 창의적 사고(creative thinking)와 유사 개념으로 볼 때, 창의력을 핵심역량으로 선정한 국

가는 홍콩과 호주가 있다. 홍콩의 교육과정은 비판적 사고와 더불어 창의적 사고를 강조하고 있으나 별도의 설명은 없다. 호주는 창의적 사고가 수학적 문제해결에 필수적이라고 보고 문제에 접근하는 다양한 방법을 찾게 하는 것으로 다음과 같이 창의적 사고를 설명하고 있다.

(중략) 창의적 사고는 추론, 논리, 상상, 발산을 요구하는 활동에 필수적이다. (중략) 창의적 사고는 수학적 문제해결에 필수적이다. 수학 교육과정은 학생들이 문제에 접근하는 다양한 방법을 찾도록 격려해야 한다. 예를 들어, 이전에 풀어본 것과 유사한지 확인하거나 그림을 그리거나 여러 변수를 통제하여 문제를 단순화하는 것이 해를 구하는 데 발전시켜야 할 전략이다.

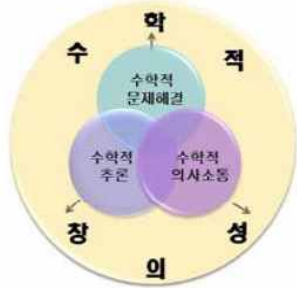
(ACARA, 2011, p.9)

창의력에 대한 2009 개정 교육과정의 교수·학습 방법을 보면, ‘사(1)’항에서 “수학적 창의력의 신장이 이루어지도록 수학적 문제 해결력, 추론 능력, 의사소통 능력을 강조한다.”(교육과학기술부, 2011, p.34)고 진술하여, 창의력이 수학적 과정을 아우르는 통합적 개념임을 설명하고 있다. 그리고 (3)항에서 “하나의 수학 문제를 여러 가지 방법으로 해결한 후 그 해결 방법을 비교해 보고, 더 높은 차원으로 확장해서 사고할 수 있게 한다.”는 것으로 문제해결과 창의력의 관계를 말하고 있다. 호주는 창의적 사고를 문제해결에만 연결시킨 것에 비해, 우리나라는 창의력을 보다 포괄적인 개념으로 사용하고, 그 지도 방법 또한 구체적으로 명시하고 있음을 알 수 있다.

정상권 외(2011)는 2009 개정 수학과 교육과정 연구에 참여한 연구진에 대한 의견 조사를 통해 ‘수학적 과정이 수학적 창의성의 수단이라는 해석’과 역으로 ‘수학적 창의성이 수학적 과정의 수단’이라는 두 가지 해석을 모두 제시하고 있다. 이 의견 조사는 소수의 연구자를 대상으로 이루어지기는 했지만, 조사 결과 수학적 과정이 수학적 창의성의 수단이라는 전자의 해석이 약간 우세를 보인다.

2009 개정 교육과정 시안 개발을 위한 두 번째 연구인 황선욱 외(2011)에서는 수학적 창의성과 수학적 과정(수학적 핵심역량)의 관계를 [그림 2]의 모형도로 제시하

었는데, 이 모형도에 비추어 볼 때 2009 개정 교육과정에서는 수학적 문제해결, 추론, 의사소통이 결합된 수학적 과정을 통해 창의력이 실현되는 것으로 보았고, 수학적 과정의 강조는 수학적 창의성을 신장시키는 필요조건이고 충분조건이 되지 않는 것으로 해석하였음을 알 수 있다.



[그림 2] 수학적 창의성과 수학적 과정의 관계 (황선욱 외, 2011, p.26)

[Figure 2] Relation between mathematical creativity and mathematical process

V. 결론 및 제언

교육과정에 대한 일반적인 비판은 “폭넓게는 배우지만 깊이가 충분하지 않다(a mile wide and an inch deep)”는 점으로(Ginsburg, Leinwand, & Decker, 2009), 이는 우리나라 수학과 교육과정에도 일부 적용될 수 있다. 수학과 교육과정이 내용 주제들을 나열한 폭에 있어서는 충분할지 모르지만, 이를 수학적 사고 과정과 연계 짓는 핵심역량 측면에서는 깊이가 충분하지 못하기 때문이다. 실제 수학과 교육과정은 모학문인 수학의 내용 지식 체계를 수평 이동시켜 초등화하는 방식에서 크게 벗어나지 못했다는 지적이 부분적으로 설득력을 갖는 만큼, 수학적 핵심역량에 기반하여 교육과정을 설계한다는 아이디어는 호응을 얻을 수 있다. 본 연구는 외국 수학과 교육과정에서 선정하고 있는 핵심역량, 핵심역량의 선정과 교육과정 반영 방식을 살펴보고, 우리나라 2009 개정 교육과정에서 중요하게 다루어진 문제해결, 추론, 의사소통, 창의력에 대해 외국 교육과정에서는 어떤 지

도 내용과 방법을 제시하고 있는지 자세히 살펴보았다. 본 연구 결과를 토대로, 차기 교육과정과 관련하여 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

첫째, 2009 개정 수학과 교육과정은 ‘문제해결’, ‘추론’, ‘의사소통’의 세 가지 수학적 핵심역량을 반영하고 있지만, 외국은 보다 다양한 요소들을 수학적 핵심역량에 포함시키고 있다. 2015 개정 교육과정은 ‘창의·융합’을 표방하고 있는 만큼(박경미 외, 2014), 이러한 방향성에 따라 핵심역량을 선별할 필요가 있다. 창의는 현재 창의적 사고 능력이라는 핵심역량에 반영되어 있으므로, 융합의 방향에서 연결, 표현, 모델링 등을 추가적으로 고려할 필요가 있다. 정상권 외(2011)에서는 NCTM Standard 2000의 과정 기준 중 2009 개정 교육과정에 반영되지 않은 ‘연결성’과 ‘표현’은 수학적 핵심역량의 다른 구성 요소와 중첩되거나 덜 포괄적이어서 다른 요소의 하위 과정에 포함시킬 수 있다고 했지만, 기존 수학적 핵심역량 이외의 요소들을 독립된 수학적 핵심역량으로 추가할지, 다른 요소의 하위 과정으로 포함시킬지에 대한 논의는 필요하다.

둘째, 수학적 핵심역량에서 정보처리 능력을 적극적으로 반영하는 것이다. 2009 개정 수학과 교육과정의 목표에는 일반적 핵심역량으로 ‘정보처리 능력’이 명시되었다. 그런데 이 정보처리 능력은 목표에서만 단발성으로 언급되었을 뿐이다. 문제 상황이나 모델링에서 주어진 자료 또는 찾아야 하는 자료를 수집하고 분석하고 활용하며, 공학적 도구를 활용하는 능력은 수학 교과에서도 필요한 것이며, 2009 개정 교육과정에 반영된 만큼 보다 구체적인 반영 방식을 고민할 필요가 있다. 특히 2015 개정 교육과정의 핵심적인 특징 중의 하나는 소프트웨어 교육의 강화인데, 소프트웨어 코딩 교육의 핵심을 이루는 컴퓨팅 사고력 CT(computational thinking)는 수학과도 관련이 깊다. Wing(2006)에 따르면 CT의 핵심요소는 추상화(abstraction)와 자동화(automation)로, ‘추상화’는 문제해결을 위해 문제를 분해하거나 중요한 부분을 끌어내는 것 등을 통하여 해결해야 할 문제의 복잡성을 효과적으로 해소시켜 나가는 것이고, ‘자동화’는 추상 개념이 수행해야 할 일들을 컴퓨팅 기기가 수행할 수 있도록 해결과정을 알고리즘화하는 과정을 의미한다. 이영준 외(2014)는 CT의 구성 요소를 자료수집, 자료분석, 자료표

현, 문제분해, 추상화, 알고리즘과 절차, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화의 9가지로 세분화하였는데, 이는 수학적 문제해결과 관련이 깊다. 수학적 문제해결을 수학교육의 지향점 중 하나로 삼고 정보처리 능력을 핵심역량의 하나로 선정한다면 공학도구의 활용에 필요한 구체적인 수학적 능력으로 CT를 반영해보는 것에 대한 숙고가 필요하다.

셋째, 2009 개정 교육과정에서 수학과 핵심역량과 관련된 언급은 ‘목표’, ‘교수·학습 방법’, ‘평가’에서 이루어지고 구체적인 내용 성취기준과 연계하지는 않고 있어, 수학적 핵심역량의 영향력이 제한적일 수밖에 없다. 차기 교육과정은 수학의 구체적인 내용 성취기준과 수학적 핵심역량의 직접적인 연결을 적극적으로 고려해야 할 것이다. 본 연구에서 분석하지는 않았지만 일본의 경우 핵심역량을 성취시키기 위한 방법으로 초등학교에서는 ‘산수적 활동’을, 중학교에서는 ‘수학적 활동’을 학년별로 제시하고 있는데(조윤동·윤용식, 2014), 일본과 같이 교육과정 성취기준에서 핵심역량을 반영하지 않고 그 외의 항목에서 반영하게 된다면, 지금보다 더 적극적으로 목표, 교수·학습방법, 평가에서 그 내용을 구체화하고 일관되게 표현할 수 있다. 또한 내용 성취기준에 반영하는 것이 어렵다면 내용 체계표에 핵심역량을 함께 제시하여 주어진 내용을 학습할 때 어떠한 핵심역량에 초점을 두어야 하는지 안내하는 것도 한 방법일 것이다.

넷째, 현행 교육과정에서는 초등학교부터 중학교에 이르는 공통과정의 수학부터 고등학교 선택과목에 이르기까지, 마치 분배법칙을 적용하듯 ‘교수·학습방법’과 ‘평가’가 동일하게 진술된다. 그러나 수학적 핵심역량은 학교급에 따라 다소간은 상이하게 작용할 수 있다. 예컨대 초등학교에서는 규칙성 찾기와 같은 추론이, 중학교에서는 연역적 추론인 증명이 강조되고, 말과 글로 자신의 아이디어를 표현하는 의사소통의 경우 초등학교에서는 말로 하는 의사소통이, 고등학교에서는 글로 표현하는 의사소통이 강조될 수 있다. 대만의 경우, 초·중학교와 고등학교의 핵심역량의 틀이 다르게 제시되고 있는데, 학생들의 인지 수준과 학습 내용에 따라 핵심역량과 그 수준에 차이가 있음을 인지한 것이다. 또 호주와 캐나다는 핵심역량 성취기준을 학년별로 제시하였는데, 이러한 방식의 준용도 차기 교육과정에서 고려할 필요가 있다.

만약 수학적 핵심역량이 학교급에 따라 다르게 작동한다면, 교수·학습방법과 평가 역시 학교급별로, 혹은 과목별로 최적화된 진술이 필요할 것이다.

다섯째, 문제해결·추론·의사소통·창의력의 핵심역량을 개념화하여 제시할 필요가 있다. 2009 개정 교육과정은 핵심역량의 정의 없이 그 교수·학습방법과 평가에 대한 제안만이 있었다. 하지만 각 핵심역량의 의미와 하위요소 등의 개념이 명료하게 제시되어야 그를 위한 교수·학습방법과 평가가 타당하게 여겨질 수 있다. 본 연구에서 살펴본 외국의 구체적인 예시와 안내를 참조하여 각 핵심역량의 개념을 명료하게 제시한다면, 보다 친절하고 상세한 교육과정 문서가 개발되어 실제 적용과도 잘 연동될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2011). 수학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호.
- Ministry of Education and Science Technology (2011). *Mathematics curriculum*. Ministry of Education and Science Technology notification 2011-361.
- 교육과학기술부, 부산시교육청 (2009). 세계 각국의 교육과정 및 운영사례(III) -대만-. 교육과정 자료-438.
- Ministry of Education, Science and Technology, Busan Metropolitan City Office of Education (2009). *World countries' curriculum and manage cases(III) -Taiwan-*. Curriculum Data-438.
- 김선희, 김부미, 이종희 (2014). 수학교육과 정의적 영역. 경문사.
- Kim, S.H., Kim, B.M. & Lee, C.H. *Affective domain in mathematics education*. Kyungmoon.
- 박경미 외 11 (2014). 문·이과 통합형 수학과 교육과정 재구조화 연구 최종보고서. 교육부.
- Park, K. et al. (2014). *A research report of reconstructing mathematics curriculum incorporating liberal art and natural science*. Ministry of Education.
- 박혜숙, 나귀수 (2010). 수학과 교육과정에서 ‘수학적 과정’의 신설에 대한 소고. 수학교육논문집 24(3). 503-523.
- Park, H. & Na, G. (2010). Investigating on the building of ‘mathematical process’ in mathematics curriculum.

- Communications of Mathematical Education*, 24(3), 503-523.
- 서동엽 (2010). 수학적 추론의 본질에 관한 연구. 한국초등수학교육학회지 14(1), 65-80.
- Seo, D. Y. (2010). A study on the nature of the mathematical reasoning. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 14(1), 65-80.
- 유현주 (2000). 수학적 의사소통과 수학의 교수-학습. 학교수학 2(1), 53-72.
- Yu, H.J. (2000). Mathematical communication and mathematics learning-teaching. *School Mathematics*, 2(1), 53-72.
- 윤현진, 김영준, 이광우, 전제철 (2007). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(I): 핵심역량 준거와 영역 설정을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2007-1.
- Yoon, H., Kim, Y., Lee, K. & Jeon, J. (2007). *A study on developing a key competence in the primary/secondary school curriculum for the future of Koreans*. KICE RRC 2007-1.
- 이광우 (2014). 교과 교육과정 개발의 방향. 교육부 워크샵 자료.
- Lee, K. (2014). *A direction of developing subject curriculum*. Ministry of Education Workshop.
- 이광우, 민용성, 전제철, 김미영 (2008). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(II): 핵심 역량 영역별 하위 요소 설정을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2008-7-1.
- Lee, K., Min, Y., Jeon, J. & Kim, M. (2008). *A study on developing key competencies in the primary/secondary school curriculum for the future of Koreans(II). -Focused on the establishing sub-domains and components for key competencies-*. KICE RRC 2008-7-1.
- 이광우, 박지만, 박민정 (2013). 핵심역량 중심의 교육과정 재구조화 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2013-17.
- Lee, K., Park, J. & Park, M. (2013). *A study on the directions reconstructing core competencies-focused curriculum*. KICE CRC 2013-17.
- 이광우, 전제철, 허경철, 홍원표, 김문숙 (2009). 미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 설계 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2009-10-1.
- Lee, K., Jeon J., Huh, K., Hong W., & Kim, M. (2009). *Redesigning elementary and secondary school curriculum for developing future Koreans' core competences*. KICE RRC 2009-10-1.
- 이근호, 광영순, 이승미, 최정순 (2012). 미래 사회 대비 핵심 역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2012-4.
- Lee, K., Kwak, Y.S., Lee, S. & Choi, J. (2012). *Design of the competencies-based national curriculum for the future society*. KICE RRC 2012-4.
- 이근호, 김기철, 김사훈, 김현미, 이명진, 이상하, 이인제 (2013a). 미래 핵심역량 개발을 위한 교과 교육과정 탐색: 교육과정, 교수·학습 및 교육평가의 연계를 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2013-2.
- Lee, K., Kim, K., Kim, S., Kim, H., Lee, M., Lee, S., & Lee, I. (2013a). *Improvement plan of the subject curriculum based on the key competencies-focusing on the alignment of curriculum, teaching-learning methods and educational assessment*. KICE RRC 2013-2.
- 이근호, 이광우, 박지만, 박민정 (2013b). 핵심역량 중심의 교육과정 재구조화 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2013-17.
- Lee, K., Lee, K., Park, J., & Park, M. (2013b). *A study on the directions reconstructing core competencies-focused curriculum*. KICE CRC 2013-17.
- 이영준, 백성혜, 신재홍, 유현창, 정인기, 안상진, 최정원, 전성균 (2014). 초중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 BD14060010.
- Lee, Y. Baik, S., Shin, J., You, H., Jeong, I., An, S., Choi, J., & Jeon, S. (2014). *Research for introducing computational thinking into primary and secondary education*. KOFAC BD14060010.
- 장혜원 (2012). 미국의 수학교육과정 기준 CCSSM의 수학적 실천에 대한 고찰. 수학교육학연구 22(4), 557-580.
- Chang, H.W. (2012). Study on the standards for mathematical practice of common core state standards for mathematics. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 22(4), 557-580.
- 정상권, 이경화, 유연주, 신보미, 김구연 (2011). 과정 중

- 심의 수학교과 평가방안 연구. 한국과학창의재단 2012-1.
- Chung, S., Lee, K.H., Yoo, Y., Shin, B.M., & Kim, G. (2011). *A study on process-focused assessment in school mathematics*. KOFAC 2012-1.
- 조운동, 윤용식 (2014). 핵심 역량 육성의 관점에서 비교한 한국과 일본의 수학과 교육과정. 수학교육학연구 24(1). 45-65.
- Jo, Y.D. & Yun, Y.S. (2014). A Comparison of the mathematics curriculum of Korea and Japan in viewpoint of promotion of key competencies. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 24(1), 45-65.
- 중국어교육부 (2011). 의무교육 수학과정표준(2011년판). 중국인민공화국교육부제정.
- 中國教育部 (2011). 義務教育 數學課程標準(2011年版). 中國人民共和國教育部制定.
- 최승현, 광영순, 노은희 (2011). 학습자의 핵심역량 제고를 위한 교수·학습과 교사교육 방안: 중학교 국어, 수학, 과학교과를 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2011-1.
- Choe, S., Kwak, Y., & Noh, E. (2011). *Research on teaching and learning and teacher education to improve learners' key competencies: centering on mother tongue, mathematics and science*. KICE RRI 2011-1.
- 최지영, 이대현 (2009). 소집단 문제해결 학습에서 수학 문제 유형에 따른 의사소통의 패턴 분석. 한국학교수학회논문집 12(3), 247-265.
- Choi, J. & Lee, D. (2009). An analysis of the communication patterns according to the mathematical problem types in small group. *Journal of the Korean School Mathematics Society* 12(3), 247-265.
- 황선욱 외 32명 (2011). 창의 중심의 미래형 수학과 교과 내용 개선 및 교육과정 개정 시안 연구. 한국과학창의재단 2011-4.
- Hwang, S. et al. (2011). *Draft of the creativity-focused mathematics curriculum for the future*. KOFAC 2011-4.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (2011). *The Australian Curriculum*.
- Common Core State Standards Initiative (2014). *Common Core State Standards for Mathematics*. <http://www.corestandards.org/math>(검색일: 2014.10.23.).
- Curriculum Development Council (2002). *Mathematics Education. Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1-Secondary 3)*. Hong Kong.
- Department of Education, England (2013). *The National Curriculum in England Key stages 3 and 4 framework document*.
- Ginsburg, A., Leinwand, S., & Decker, K. (2009). *Informing Grades 1-6 standards development: What can be learned from high-performing Hong Kong, Korea, and Singapore?* American Institute for Research.
- Hong Kong Special Administrative Region Government (HKSARG, 2007). *Mathematics Curriculum and Assessment Guide(Secondary 4-6)*. http://334.edb.hkedcity.net/doc/eng/curriculum/Math%20C&A%20Guide_updated_e.pdf
- Minister of National Education, Poland (2008). *The core curriculum of preschool education and general education in particular types of schools* (Certified translation from Polish language). Annexes to the Regulation of the Minister of National Education of December 23rd, 2008 (Journal of Laws of 15 January 2009, No 4, it. 17).
- Ministry of Education, Singapore (2007). *Secondary Mathematics Syllabuses*.
- Ministry of Education, Canada (2005). *The Ontario Curriculum Grades 1-8 Mathematics*.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standard for school mathematics*. VA: NCTM.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. VA: NCTM.
- OECD (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation(DeSeCo)*. OECD Press.
- Schoenfeld A. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 19(3), 33-35.

An Exploration of International Trends about the Core Competencies in Mathematics Curriculum

Kim, Sun Hee

Department of Mathematics Education, Kangwon National University, KNU Ave1, Chuncheon-si, Korea,
200-701

E-mail : mathsun@kangwon.ac.kr

Park, Kyungmee

Department of Mathematics Education, Hongik University, Sangsu-dong, Mapo-gu, Seoul, Korea, 121-791

E-mail : kpark@hongik.ac.kr

Lee, Hwan Chul

Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, 602 Seollungno, Gangnam-Gu, Seoul, Korea,
135-867

E-mail : singgri@kofac.re.kr

The purpose of this study is to investigate the international trends of how the core competencies are reflected in mathematics curriculum, and to find the implications for the revision of Korean mathematics curriculum. For this purpose, the curriculum of the 9 countries including the U.S., Canada(Ontario), England, Australia, Poland, Singapore, China, Taiwan, and Hong Kong were thoroughly reviewed. It was found that a variety of core competencies were reflected in mathematics curricula in the 9 countries such as problem solving, reasoning, communication, mathematical knowledge and skills, selection and use of tools, critical thinking, connection, modelling, application of strategies, mathematical thinking, representation, creativity, utilization of information, and reflection etc. Especially the four most common core competencies (problem solving, reasoning, communication, and creativity) were further analyzed to identify their sub components. Consequently, it was recommended that new mathematics curriculum should consider reflecting various core competencies beyond problem solving, reasoning, and communication, and these core competencies are supposed to combine with mathematics contents to increase their feasibility. Finally considering the fact that software education is getting greater attention in the new curriculum, it is necessary to incorporate computational thinking into mathematics curriculum.

* ZDM classification : 0B7

* 2000 Mathematics Classification : 97B70

* key word : core competency, mathematics curriculum