

## 신체적-정신적 장애를 극복하고 학문적 기여를 한 수학자들과 특수수학교육 환경

박 경 은 (성균관대학교)

이 상 구 (성균관대학교)<sup>†</sup>

인류의 진보를 이끈 많은 수학자 중에는 장애를 극복하고 커다란 업적을 이룬 장애인 수학자들이 적지 않다. 그리고 이들의 수학자로서의 성공은 장애와 수학을 연결하는 좋은 모델이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 국내·외에서 신체적 또는 정신적 장애를 극복하고 수학적 발전에 기여한 니콜라스 선더슨, 오일러, 루이스 캐롤, 솔로몬 레프셰츠, 루이스 앙투안, 가스통 줄리아, 레프 폰트랴긴, 아브라함 네메스, 존 내쉬, 버나드 모린, 아나톨리 뷔투쉬킨, 로렌스 바셋, 노베르토 살리나, 시어도어 카진스키, 리처드 보처즈, 디미트리 카네브스키, 황윤성, 엠마누엘 지록, 김인강, 제커리 배틀(한국이름: 이정남), 프라티쉬 다타 등과 같은 수학자들의 사례를 소개하고, 특수수학교육 환경에 대하여 논한다.

### I. 서론

수학은 다른 학문과 비교하여 추상성, 형식성, 논리성, 일반성 그리고 이상성 등의 특성을 가진다(교육인적자원부, 2007). 특히 20세기에 들어와 현대수학은 논리적 형식, 공리적 방법 그리고 구조적 측면에 따라 체계화 작업이 진행되었고 대부분의 현대 수학자들은 추상화, 일반화, 구조, 엄밀성, 공리체계를 추구한다(우정호, 2010). 그러나 수학에 흥미를 가지고 수학을 오랫동안 연구하는 사람들은 이러한 수학을 즐겁게 경험하고 자신의 수학적 습과 연구를 유지하는 원동력으로 활용한다. 더불어 신체적-정신적 장애를 극복한 많은 수학자들 역시도 수학을 연구하고 위대한 업적을 남긴 이유가 동일하다. 특히 국제 수학 연맹이 4년마다 수여하는 필즈상(Fields Medal)에서 정상적인 수학자뿐 아니라 신체적-정신적 장애를 극복한 수학자들을 확인할 수 있다(김원기, 2010). 그러나 현실적으로 신체적-정신적 장애를 가진 사람들에 대한 수학교육에서의 특별한 고려나 기대는 상당히 부족했다. 여러 이유로 우리 주위에 신체적-정신적 장애를 가진 사람들의 대부분은 수학이라는 학문을 멀리하고 수학을 자신의 인생에서 배제하는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 신체적-정신적 장애를 가진 사람들 중에서도 신체가 매우 건강한 많은 수학자들 보다 더욱 중요하고 뛰어난 업적을 낸 장애인 수학자들이 적지 않다. 솔로몬 레프셰츠(Solomon Lefschetz), 레프 폰트랴긴(Lev Pontryagin), 가스통 줄리아(Gaston Julia), 레온하르트 오일러(Leonhard Euler) 뿐 아니라, 2002년 10월 미국수학회 소식지의 원고 '세계의 시각장애인 수학자(The World of Blind Mathematicians)'(Jackson, 2002)에서 소개된 많은 수학자들도 심각한 신체적인 장애를 가졌지만 이를 극복하며 수학 발전에 위대한 기여를 하였다.

장애를 가진 수학자들의 학술적인 성공은 신체적-정신적인 어려움과 별개로 수학을 하는 즐거움, 수학이라는 학문의 즐거움을 통해 지적인 욕구를 채움으로써 만족감과 행복을 느끼고 자신의 성취감과 자아실현을 유지하면

\* 접수일 (2015년 3월 30일), 심사(수정)일(1차: 2015년 5월 9일, 2차: 2015년 7월 8일), 게재확정일(2015년 7월 17일)

\* ZDM 분류 : C96, D96, M16

\* MSC2000 분류 : 97C60, 97C80, 97U70

\* 주제어 : 장애인 수학자, 니콜라스 선더슨, 아브라함 네메스, 제커리 배틀, 특수수학교육 환경

† 교신저자 : sglee@skku.edu

서 사회적으로도 인정을 받아 성공한 롤 모델(Role Model)의 사례로 활용 할 수 있다. 더불어 읽는 대로 수식이 표현되는 LaTeX을 이용한 수식의 표현이 보편화된<sup>1)</sup> 21세기 수학계는, 개선된 인터넷 환경 및 개인용 컴퓨터, 그리고 스마트러닝 등의 교육환경의 변화에 힘입어 채커리 배틀(이정남)과 같은 시각 장애인뿐 아니라 정신지체 장애인의 수학 성취도 향상에도 긍정적인 효과를 보이고 있다(이태수, 이승훈, 2012). 이는 신체적-정신적 장애를 가진 사람들도 수학 학습 과정을 통하여 지적 자신감과 자존심을 갖는 것이 점점 더 용이해 지고 있음을 보여준다. 따라서 우리도 장애를 가진 사람들을 수학교육의 대상으로 적극 고려하고 특수수학교육에 대한 관심을 가져야 할 시점에 이르렀다. 더불어 우리나라 특수수학교육이 현재까지는 초등교육 수준에 비중을 둔 특수교육의 일부로 다루어지는 한계를 가지고 있음도 지적되어야 한다. 특히 시각장애인에게 수학이 얼마나 매력적인 분야이고, 좋은 직업을 얻고 자신의 능력을 즐기는 인생을 사는 기회라는 것과 선진국이 이미 도달한 새로운 특수교육 환경이 우리나라에서 갖추어져야 할 때라는 것을 강조해야 한다.

장애를 극복하고 세계적으로 인정받는 수학자가 된 사람들의 경험은 장애인과 일반인 사이의 거리를 좁혀주는 좋은 연결고리가 될 수 있다. 특히 수학은 체육이나 공학 등 다른 분야와 달리 신체적인 장애가 있더라도 전혀 불이익 없이 지적인 사고를 경쟁적으로 해 낼 수 있는 특수한 분야이므로 오히려 추상수학의 특정분야에서는 신체적인 장애가 추상화를 더욱 잘 이해하는 장점이 되기도 하며, 지필을 이용한 계산보다 직관을 이용한 접근이 새로운 수학적 관계를 발견하는데 더 큰 역할을 하기도 한다<sup>2)</sup>.

본 연구는 기술적(Descriptive) 연구로 특수수학교육의 관점에서 장애인 수학자들의 성취를 발굴하여 소개하며, 앞으로 특수수학교육의 연구 방향을 위한 기초조사로 활용 가능함에 그 의미를 두려한다. 즉, 신체적-정신적 장애를 극복하고 수학 분야에서 능력을 보여준 수학자들의 사례를 수학교육과 특수수학교육 등 수학교육에 관심있는 주변과 공유하면서, 장애라는 불리한 상황을 극복한 동기와 방법, 그 과정에서 부모와 학교 및 사회의 역할, 이들의 성장과정에서 가진 교육의 특수성을 논한다. 그리고 지난 수세기 동안 장애인을 위한 수학교육에 과학기술적 발전을 소개하면서 21세기 변화된 특수수학교육의 환경을 이해하고 신체적-정신적 장애를 가진 아이들의 수학교육 가능성을 강조한다.

## II. 본 론

### 1. 장애의 정의와 수학교육

‘장애’(障礙, disability, handicap, disorder)란 「신체 기관이 본래의 기능을 제대로 못하거나 정신 능력에 결함이 있는 상태(고려대 민족문화원, 2009)」이며, 장애인 복지법 제2조에서 ‘장애인’은 「신체적-정신적 장애로 인하여 장기간에 걸쳐 일상생활 또는 사회생활에 상당한 제약을 받는 자」로 정의하고 있다. 즉 장애의 개념은 세월에 따라 변화하고 있지만, 신체적, 정신적 장애로 인해 일상생활, 사회생활에서 상당한 제약을 받는다는 점은 변하지 않고 있다(한국장애인개발원, 2013). 그렇다면 장애인 스스로도 자신을 장애인복지법에서와 같은 개념으로 인식하고 있을까? 고려대학교 수학과 황윤성 교수<sup>3)</sup>가 한 신문사와의 인터뷰에서 지금까지 살아오면서 자신을 장애인이라고 생각해 본 적이 없다고 언급한 것처럼, 현재까지 장애 및 장애인에 대한 시각은 의학적 정의 때문이 아닌 사회적 활동과 관련하여 정의되고 있기 때문에 사회적 문제로 이해되고 있는 것이다(황수경, 2004).

1) [http://www.apple.com/education/docs/L419373A-US\\_L419373A\\_AppleTechDisabilities.pdf](http://www.apple.com/education/docs/L419373A-US_L419373A_AppleTechDisabilities.pdf) 장애인의 수학 학습을 돕는 Apple의 기술들

2) <http://www.blindscience.org/blindmath-gems-mathematicians>, (접속일: 2015년 5월 17일)

3) <http://www.cowalknews.co.kr/news/articleView.html?idxno=2012> (접속일: 2015년 5월 17일)

현재 장애인구 비율이 매년 꾸준히 증가함에도 불구하고 2014년 전체 인구 대비 취업률은 37%이며(고용노동부4) 그 중에서 한국장애인고용공단이 발표한 2014년도 3/4분기 장애인 구인·구직 및 취업동향에 대해 분석한 자료에 따르면 교육 및 자연과학, 사회과학 연구 관련직 구인 부분에서 장애인 비율은 약 0.19%이다5). 국내에서 진행된 장애와 관련한 연구의 대부분은 장애의 문제점 및 그에 대한 치료 연구이거나, 비장애인들을 대상으로 장애인식 정도와 장애인식 개선을 위한 프로그램에 관한 연구 또는 장애를 사회복지실천의 주요한 대상으로 인식하고 개입방안을 모색하는 연구들(고강호, 2011)로 교육과 무관한 것들이 많다. 특히 수학교육의 측면에서는 그 연구가 더욱 미비한데, 한국재활복지대학의 허일·원성욱(2011)이 한국수학교육학회 학술회의에서 발표한 《장애 학생 수학교육 현황과 개선 방안》에서는 초등과 중등교육에서 장애 학생에게 낮은 수준의 수학을 쉽게 가르치는 방법을 주로 다루었으며, 지적장애 학생이나 시각장애 학생들의 수 개념 인식이나 수학적 문제해결의 어려움 및 도형과 수학적 표현에 대한 오류 분석 등이 주를 이룬다(이미영·정주영, 2014; 이효자·이동원, 2014; 류현·이해군, 2013; 이지연·박순희, 2013). 더불어 몇몇의 논문이나 신문 등에서 역경을 극복한 장애인들에 대한 소개가 있으나(홍예령, 2013; 이영인·추연구, 2012) 수학이나 수학자에 관련한 내용은 전혀 소개된 바가 없다. 이는 사회적으로 장애인에 대한 수학교육의 중요성을 간과하고 있음과, 특수교육 분야에서조차 특수수학교육에 대하여 무관심해 왔음을 보여준다.

그러나 앞서 언급한 바와 같이 신체적 손상이나 인지 장애, 지적 장애, 정신 질환, 만성 질환 등 다양한 장애를 가졌음에도 불구하고 이를 극복하여 자신의 분야에서 큰 업적을 남기면서 사회에 크게 공헌한 사람들도 많다6). 예를 들어 어린이 도서에 늘 소개되는 아인슈타인(Albert Einstein), 토마스 에디슨(Thomas Edison), 헬렌 켈러(Helen Keller), 베토벤(Ludwig van Beethoven) 등과 전 세계 사람들이 알고 있는 프랭클린 루즈벨트(Franklin D. Roosevelt), 조지 워싱턴(George Washington), 스티븐 호킹(Stephen Hawking) 등이다. 특히 수학의 역사상 가장 많은 업적을 남긴 오일러(Leonhard Euler)는 시각장애 수학자였으며, '줄리아 set'을 발견한 프랑스 수학자 가스통 줄리아(Gaston Maurice Julia)는 전쟁에서 코를 잃은 신체적 장애 수학자였고, 영화 <Beautiful mind>의 주인공으로 잘 알려진 존 내쉬(John Nash)는 정신적 장애 수학자였다.

다음 장은 오일러와 레프 폰트라긴을 포함하여 수학에 공헌한 수학자들을 소개하고, 이들의 삶과 성공을 통해 수학과 장애인 그리고 이들을 바라보는 비장애인 사이의 연대적 의미를 이해한다.

## 2. 신체적-정신적 장애를 극복한 수학자

장애를 극복한 수학자들 중에서, 양손을 모두 잃은 솔로몬 레프세츠와 코를 잃은 가스통 줄리아는 신체적 장애를 극복한 수학자들이다.

러시아 태생의 미국 수학자 솔로몬 레프세츠(Solomon Lefschetz, 1884-1972)는 고급 기술자 양성 학교 에콜 상트랄 파리(École Centrale Paris)7)에서 전기공학을 전공한 엔지니어였다. 이후 미국으로 건너가 웨스팅하우스 전기(Westinghouse Electric Company)에 취직하여 1907년 실험 도중 변압기가 폭발하는 사고로 양손을 잃은 후,

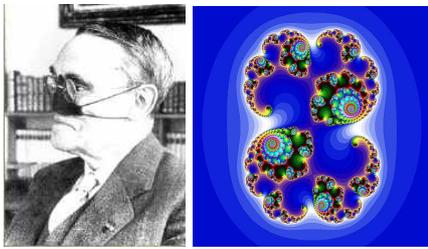
4) <http://www.moel.go.kr/> (접속일: 2015년 5월 17일)

5) 2014년 3/4분기 고용직업분류별(직업특수목적분류)에 따른 구직자수는 환경·인쇄·목재·가구·공예 및 생산 단순직 2,051명(21.6%), 경비 및 청소 관련직 1,820명(19.2%), 경영·회계·사무 관련직 1,691명(17.8%) 등의 순으로 나타나며, 전년 동분기 대비 증감을 보면 법률, 경찰, 소방, 교도 관련직(60.0%), 교육 및 자연과학, 사회과학 연구 관련직(46.6%), 농림어업 관련직(39.5%) 등에서 감소하였고 화학 관련직(14.3%), 기계 관련직(12.8%), 보건 및 의료 관련직(12.2%) 등이 증가하였다.

6) <http://hcdg.org/famous.htm> (접속일: 2015년 5월 17일)

7) 1829년 설립. 에펠탑을 건조한 구스타브 에펠(Gustave Eiffel, 1832-1923)도 이 학교 출신이다. 파리 외에도 리옹(Lyon), 낭트(Nantes), 릴(Lille) 등에 에콜 상트랄이 설치되어 있다.

손을 반드시 쓰지 않고도 연구를 할 수 있는 수학을 연구하기로 결심하고 클라크(Clark) 대학 수학과 대학원에 입학, 1911년에 박사 학위를 취득했다. 레프세츠는 어떤 점이 주어질 때 그 점을 특이점으로 갖는 대수곡선에 관한 대수기하학 분야의 문제를 학위논문으로 썼으며, 푸앵카레(Jules Henri Poincaré, 1854-1912)나 브라우어(Luitzen Egbertus Jan Brouwer, 1881-1966) 등의 연구 결과를 확장하는 과정에서 오늘날 대수적 위상수학(algebraic topology)이라 불리는 분야의 기초를 닦았으며, 1960년대에는 물리학자 파인만(Richard Feynman, 1918-1988)이 고안한 파인만 적분의 위상적 성질을 밝혔다.



[그림 11-2] 가스통 줄리아와 줄리아 집합

프랑스 수학자인 가스통 줄리아(Gaston Maurice Julia, 1893-1978)

[그림 11-1] 레프세츠

는 프랙털의 대표적 예인 ‘줄리아 집합(Julia set)’을 발견한 사람이다. 줄리아는 젊었을 때부터 수학에 흥미를 가지고 있었다. 그러나 1914년 제1차 세계대전에 프랑스가 참여하게 되면서 군대에 소집되어 공부를 그만두게 되었고, 전쟁 중인 1915년 1월 25일 독일군의 총탄이 얼굴에 박히면서 코를 잃었으며 고통스러운 병실의 침대에 누워 고통을 잊으려 수학연구에 몰두한 결과 199 페이지에 달하는 논문 《유리함수 연산에 대한 연구(Mémoire sur l'itération des fonctions rationnelles)》을 완성하고

1918년 프랑스 수학 저널인 <Journal de Mathématiques Pures et Appliquées>에 실리면서 세상에 주목을 받았다. 그리고 이 연구 결과는 프랑스 학술원(Academy of Sciences)의 논문상 대상(Grand Prix)을 그에게 안겨 주었다. 그의 연구 결과는 1970년대 만델브로트(Benoit Mandelbrot)가 컴퓨터 시뮬레이션으로 시각화 하면서 더욱 주목을 받았다.

신체적 장애이지만 청각이나 시각의 문제를 극복한 수학자들도 많다. 그 중, 디미트리 카네브스키(Dimitri Kanevsky, 1960?- )는 소리를 들을 수 없는 청각장애인 수학자이다. 카네브스키는 현재 IBM 왓슨(T.J.Watson) 연구소의 대화 및 언어 알고리즘 부서의 멤버로 일하는 수학자이면서 발명가이다. 카네브스키는 3세 이후로 청력을 잃은 청각장애인이지만 이 부서에서 긴 문장을 듣고 말하는 것과 관련된 기술들을 발명해 왔으며, 그 중에는 청각장애인들이 전화 회의를 할 때에 대화내용을 인터넷을 통해 실시간으로 글로 바꿔주는 기능을 가진 시스템도 있다. 카네브스키는 모스크바(Moscow) 대학을 졸업하고 이스라엘의 와이즈만 과학 연구소(Weizman Institute of Science), 독일의 막스 플랑크 수학 연구소(Max Planck Institute of Mathematics) 그리고 프린스턴 대학의 고등 연구소(Institute for Advanced Studies at Princeton University) 등에서 정수론과 대수기하와 같은 추상적인 수학문제를 오랜 기간 동안 연구했으며, 장애인들을 위한 과학, 기술, 엔지니어링 및 수학 분야에서 기여한 사람에게 수여되는 ‘Champion of Change’ 상을 미국의 백악관으로부터 수여받기도 했다. 또한 디미트리는 최초로 Russian automatic speech recognition system을 개발하였으며, 152개의 미국 특허를 소유하고 있다.

시각에 장애가 생겼음에도 불구하고 실명을 극복하고 학문적으로 성공한 수학자들로는 니콜라스 선더슨, 오일러, 루이스 앙투안, 레프 폰트랴긴, 아브라함 네메스, 버나드 모린, 아나톨리 뷔투쉬킨, 로렌스 바셋, 노르베르토 살리나, 엠마뉴엘 지록, 제커리 배틀(이정남) 그리고 프라티쉬 다타 등이 있다. 이 중에서 오일러, 앙투안, 폰트랴긴, 뷔투쉬킨, 살리나 그리고 지록은 청소년기 이후 실명을 한 수학자들이다.

18세기에 오일러는 역사적으로 가장 많은 업적을 남긴 시각장애 수학자이다. 1735년 천체 역학에 대한 문제풀이 이후, 파로로 인한 심한 열병으로 오른쪽 눈의 시력을 잃었고 1766년 왼쪽 눈마저 백내장이 발병하여 시력을 잃었지만, 아들이나 후배학자에게 자신의 연구 결과를 받아쓰게 하거나 비서가 정서할 수 있도록 큰 석판에 분필

로 공식들을 적는 방법으로 연구를 계속하여 평생 500편이 넘는 논문과 저서를 출판하고 함수  $f(x)$ , 수열의 합  $\sum$ , 자연로그  $e$ , 허수단위  $i$  등 수많은 수학기호와 표기법을 만들어 수학으로 세상을 보는 법을 알려준 위대한 수학자이다.

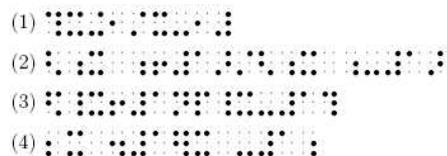


프랑스 수학자 루이스 앙투안(Louis Antoine, 1888 - 1971)은 제1차 세계대전에서 29세의 나이로 시력을 잃었지만 앙투안 목걸이(Antoine's necklace)를 발견한 것으로 유명한 2, 3차원 위상수학자이다. 르베그(Lebesgue)는 그에게 시력이 아니라, 마음의 눈과 집중력으로 볼 수 있는 2, 3차원에서의 위상을 연구하도록 권했으며, 그 결과 조르단-손플라이즈 정리(Jordan-Schönflies theorem)의 3차원적 analogue가 틀렸다는 것을 증명하였다. 즉 앙투안에게는 르베그라는 훌륭한 스승이 있었던 것이다. 이후 앙투안의 결과는 알렉산더의 뿔 달린 구(Alexander's Horned Sphere)의 영감이 되었으며, 버나드 모린(Bernard Morin)이나 다른 시각장애인 수학자들에게 중요한 영향을 미쳤다.

[그림 11-3] 앙투안 러시아 수학자 레프 폰트랴긴(Lev Semenovich Pontryagin, 1908-1988)은 시각장애인 수학자 중에 가장 널리 알려진 수학자이다. 폰트랴긴이 14살이었을 때 폭발 사고로 실명한 뒤, 어머니는 수업을 같이 듣고 전달해 주고, 내용을 다시 읽어주고, 수식을 말로 전달해주고, 소리 내어 과학 책들을 읽어주고, 특히 외국어 해독 능력을 갖추어 주면서, 아들이 학업을 이어가도록 해주었다. 그 결과, 폰트랴긴은 중등교육을 정상적으로 마치고 17세에 1925년 모스크바 대학에 입학하였으며 눈이 안보여 필기를 전혀 할 수 없었음에도 불구하고 일반 학생들보다 수학적 개념이나 논리의 '이미지'를 더욱 분명하게 이해하고 설명하였다. 이후 알렉산드로프(Pavel Sergeevich Alexandroff, 1896-1982)의 지도로 위상수학을 연구하기 시작한 이후, 호몰로지(homology) 이론을 비롯하여 위상수학과 대수학이 연결된 문제에서 많은 연구 성과를 남겼으며 1950년대 이후에 폰트랴긴은 미분방정식, 동역학계(dynamical system), 제어 이론(control theory)과 같은 응용수학 분야 연구에도 크게 기여했다.

러시아의 시각장애인 수학자 아나톨리 뷔투쉬킨(Anatoli G. Vitushkin, 1931-2004)은 1943년 수보로프 군사학교(Tula Suvorov Military School)에 입학하여 훈련을 받다 1946년에 시력을 잃었다. 그러나 1949년 모스크바 대학 수학-기계(Mechanics and Mathematics)학과에 입학하여 1954년에 졸업한 뒤 1958년 수학과 물리분야의 국가 박사학위(Doctor)를 취득했고, 콜모고로브(Andrey Kolmogorov)로부터 수학을 배우고 크론로드(Alexander Kronrod)의 연구 그룹에서도 함께 연구를 하였다. 뷔투쉬킨은 근사 이론(approximation theory), 복소기하학, 정보이론 분야를 연구하였고, 분석 용량(analytic capacity)에 대한 업적으로 유명하다.

아르헨티나 출신의 노베르토 살리나(Norberto Salinas, 1940 - 2005)는 10세에 시력을 잃었지만, 미시간 대학교로 유학가서 박사학위를 받은 후 30여년 간 캔사스 대학교(Kansas) 수학과 교수를 역임하면서 수학교수로서 70여 편의 고등 수학 논문을 발간하였을 뿐만 아니라 수학을 위한 다양한 변형된 점자(Braille)를 개발하여 많은 학생들에게 강한 동기를 주었던 존경 받은 수학자이다. 이러한 살리나의 성공 뒤에는 시력을 잃은 살리나를 위해 직접 많은 책을 크게 읽어주고 녹음을 하여 꾸준히 들을 수 있도록 도왔던 부모의 헌신이 있었다. 살리나는 수학을 공부하면서 자신 만의 수학용 점자 코드를 만들었고, 1960년대에는 스페인어 버전의 점자를 개발하는 데 기여하였으며, John Gardner와 함께 Gardner - Salinas braille codes GS8을 개발하였다.



[그림 11-4] GS8

프랑스의 맹인 수학자 엠마뉴엘 지록(Emmanuel Giroux, 1965?-)은 11살에 시력을 잃었으나, 1991년 파리 에



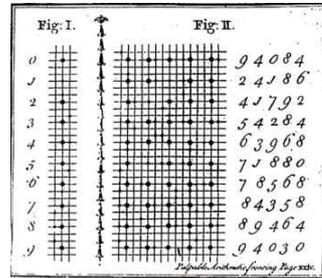
[그림 II-5] 지록

콜 노르말 쉬페리외르(École Normale Supérieure, Paris)에서 박사학위를 취득하고, 현재 국립과학연구소(CNRS, The National Center for Scientific Research)와 리옹 에콜 노르말 쉬페리외르(ENS, Lyon)의 교수이다. 지록은 접촉 기하학(Contact geometry), 사교 기하학(Symplectic geometry)과 위상 수학을 전공한다. 그는 맹인 수학자 대부분이 기하학을 전공한 사실에 대하여, 수학의 다른 분야는 점자(Braille)로 학습하기가 쉽지 않지만 “기하는 순수한 생각입니다(It’s pure thinking)” 이기 때문이라고 하였다. 그리고 기하학에서는 “the information is very concentrated, it’s something you can keep in mind”라고 하였다. 지록은 2002년 북경 세계수학자대회(International Congress of Mathematicians, ICM)에서 초청강연을 하기도 하였다.

$$\begin{aligned}
 &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\
 &\dots \\
 &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\
 &\dots \\
 &a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m
 \end{aligned}$$

Below the equations, there are several lines of Braille representing the same mathematical content.

[그림 II-6] 지록의 수학점자



[그림 II-7] 만질 수 있는 숫자판 (palpable arithmetic)

17세기의 영국수학자 니콜라스 선더슨(Nicholas Saunderson, 1682-1739)은 천연두에 의해 한 살 때 시력을 잃었지만 아버지가 직접 책을 읽어주는 등 부모의 도움으로 언어와 수학을 마스터하였으며, 18세 때 수학자 윌리엄 웨스트(William West)를 만나 수학에 더 큰 관심을 갖고 발전시킨 결과, 1711년 캠브리지 대학 수학과에 네 번째 루카스(Lucas) 석좌 교수가 되었으며, 못을 꽂을 수 있는 구멍을 가진 판을 손의 촉감으로 다루는 숫자판 (palpable arithmetic)인 시각장애인용 계산기를 최초로 만들었다.

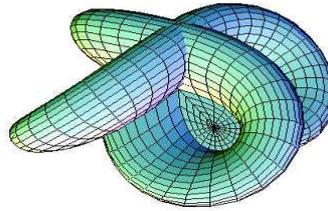
아브라함 네메스(Abraham Nemeth, 1918-2013)는 수학기호를 점자로 표기하는 네메스 코드(Nemeth code)를 발명한 미국의 수학자이며 발명가이다. 이러한 연구가 가능했던 이유는 네메스 자신이 태어날 때부터 앞을 볼 수 없었던 시각장애인이었기 때문이다. 네메스는 대학과 대학원에서 심리학을 전공하였지만 학창시절부터 수학을 좋아하여 수학에 동경을 가지고 있었으며, 결국 부인의 권유와 도움으로 컬럼비아대 대학원에서 수학을 다시 공부하고 몇몇 학교에서 수학 시간강사로 일하면서 복잡한 수학기호들을 점자(Braille)로 표현하는 적당한 시스템을 고민한 결과 1952년 <Nemeth Code for Braille Mathematics>를 발표하였다. 또한 네메스는 수학 문서를 말(orally)로 읽어주어 의사소통할 수 있는 시스템인 MathSpeak의 원리도 연구하였다.



[그림 II-8] 네메스

버나드 모린(Bernard Morin, 1931-)은 6살에 발병한 녹내장으로 실명하였으나 지금은 위상수학(topologist)에 전문가가 된 프랑스의 수학자이다. 특히 모린은 피비우스 띠처럼 3차원적 구(sphere)를 비틀어 처음 시작과 끝의 위상이 같은 호모토피(Homotopy)를 만들었고 1978년에 보이즈 표면(Boy’s surface)의

첫 번째 매개변수를 발견했다.



[그림 11-9] 버나드 모린과 모린의 표면(Morin's surface)

미국의 콜로라도 대학에 근무하는 시각장애인 수학자 로렌스 바젯(Lawrence W. Baggett, 1939-)은 5살 때 사고로 시력을 잃었다. 그러나 가족과 어머니의 극진한 보살핌으로 1945년 헬렌 켈러(Helen Keller)의 모교로 유명한 퍼킨스(Perkins) 학교에 입학하여 학업과 피아노에서 두각을 보였으며, 이후 노스 캐롤라이나(North Carolina)의 데이비슨(Davidson) 대학에 다니면서 수학적 재능을 확인받고 1966년 시애틀의 워싱턴 대학(University of Washington)에서 수학으로 박사학위를 받은 즉시 콜로라도 대학의 수학교수가 되어 현재까지 많은 수학자를 양성하고 있다.



[그림 11-10] 바젯



[그림 11-11] 재커리 배틀 (한국이름: 이정남)

한국인이지만 태어날 때부터 시각장애인이었고 세 살 때 대한민국의 고아원에서 미국으로 입양되었지만 21세기 천재 시각장애인 수학자 중 한명으로 알려진 이정남(미국명: Zachary J. Battles, 1979-)은 Chebfun 프로그램 버전 1을 쓴 것으로도 유명하다. 이정남은 양부모의 교육적 관심과 공학적 기기, 예를 들어, 소프트웨어가 설치된 컴퓨터와 음성 합성기의 도움으로 자신의 장애를 잊고 도전한 결과, 펜실바니아(Pennsylvania) 주립대학에서 컴퓨터와 수학을 전공하면서, 미국은 물론 우크라이나를 포함하여 국제적으로 장애인을 위한 다양한 프로그램에 적극적으로 참여하였으며, 권위 있는 로즈장학금(Rhodes Scholarship)을 받고 옥스퍼드 대학에 유학을 가서 수치해석학을 전공하여 박사학위를 받았다. 이정남은 옥스퍼드 대학에서 체비셰프 다항식(Chebyshev polynomials)을 행렬 같이 다루는 수치적 알고리즘을 연구하는 <Chebfun 프로젝트>를 탄생시켰으며, 미국에서 가장 독자가 많은 잡지 중 하나인 'People' 잡지의 2001년 3월 26일자 판에 그의 신념과 삶이 소개되었다.

인도의 프라티쉬 다타(Pratish Datta, 1980-)는 시각장애인으로 2012년에 IIT 카라그퍼(Indian Institute of Technology Kharagpur) 학부 수학과를 졸업하였다. 다타는 태어난 지 6개월째에 망막 감각 층을 다쳐, 어린 시절부터 어머니가 모든 수업과 수학 문제를 읽어주고 다타는 이 모두를 기억하였으며, 이후에도 매우 복잡한 수학도 지필 없이 머리로만 계산하는 천재적인 계산 능력을 보여주며 IIT에서 암호론과 네트워크 보안 박사과정을 전공하였다. 위에 소개한 선더슨, 네메스,



[그림 11-12] 프라티쉬 다타

모린, 바젯, 이정남과 다탈는 태어날 때 또는 아주 어린 나이에 실명을 한 수학자들이다. 신체적 장애 중에 지체장애로 분류되는 뇌성마비와 소아마비인 수학자도 있다. 우리나라의 황윤성 교수와 김인강 교수가 그러하다.

황윤성(1961-) 교수는 임신 8개월 만에 미숙아로 태어나 식도로 우유를 공급받다 간호사의 실수로 우유가 허파로 들어가는 바람에 뇌성마비의 명예를 짊어지게 된 후천성 장애인이다. 그러나 황윤성 교수의 부모는 아들의 장애를 짐으로 생각하지 않고 더욱 꾀꾀하게 살아야한다고 생각하고, 정상인처럼 특수학교가 아닌 정규학교에서 정상인과 똑같이 공부하게 했으며 서울삼선중학교와 경동고를 우수한 성적으로 졸업한 뒤, 1980년대 고려대 수학과에 입학했고 모교에서 대학원을 마친 뒤 샌디에고(UC San Diego)로 유학을 떠나 6년만인 1992년에 박사학위를 획득했다. 황윤성 교수는 현재 고려대학교에서 환론을 전공분야로 후배양성에 힘쓰고 있다.



[그림 11-13] 황윤성



[그림 11-14] 김인강

현재 고등과학원(KIAS)에서 학도들을 지도하는 김인강(1967-) 교수는 인생을 ‘기쁨 공식’으로 풀어낸 세계적인 수학자로 알려져 있다. 김인강 교수는 두 살 때 소아마비를 앓았지만 집안이 가난해 치료를 받지 못했고, 주변 아이들에게 위화감을 준다는 이유로 초등학교 입학부터 거부당한 뒤, 11살 때 가족과 떨어져 재활원 생활을 시작하고 그 곳에서 스승을 만나 공부에 눈을 뜬 뒤 장애에도 불구하고 일반중학교에 입학, 이후 충남고를 거쳐 서울대 수학과에 입학했다. 그리고 서울대학교 수학과를 졸업한 뒤 미국 캘리포니아 버클리 대학에서 박사 학위를 받고 귀국하여 서울대학교와 카이스트에서 실력을 인정받아 교수로 임용되었고, 지금은 고등과학원(KIAS) 교수로 활동 중이다.

정신적 장애를 극복하고 세상에 훌륭한 수학적 업적을 세운 수학자들도 여럿 있다. 우선 19세기 ‘이상한 나라의 앨리스’의 작가는 수학자 출신인

루이스 캐롤(Lewis Carroll, 1832-1898, 본명은 찰스 뚏슨(Charles Lutwidge Dodgson))이다. 루이스 캐롤은 언어장애와 청각장애를 지니고 있었고 말을 더듬기까지 하여 쉽게 주류 사회의 성인들과 어울리지 못하는 성격의 소유자였다. 그러나 유클리드 기하학에 정통한 수학자이자 옥스포드 대학에서 수학 강의를 담당하는 강사였으며, 기하학, 선형대수학과 행렬대수, 수리논리학, 레크리에이션(Recreational) 수학, 확률론 분야를 연구했고, 10여권의 수학 책을 저술 하였으며, 크로네커-카펠리(Kronecker-Capelli) 정리의 증명을 포함하는 선형대수(linear algebra)에서의 새로운 아이디어를 발견하였다. 그리고 교류부호행렬 추정(Alternating Sign Matrix conjecture)도 뚏슨에 기인한다.



[그림 11-15] 캐롤



[그림 11-16] 존 내시

그리고 영화 <Beautiful mind>의 주인공으로 잘 알려졌

고 아벨상 수상 후 교통사고로 사망한 존 내쉬(John Nash, 1928-2015) 역시 게임 이론과 미분기하학, 편미분 방정식과 같은 분야를 연구한 미국의 수학자이며 30년간 정신분열증을 앓다가 극적으로 회복된 후 일흔 살에 노벨 경제학상을 수상한 수학자이다.

시어도어 존 카진스키(Theodore John Kaczynski, 1942-)는 5학년 때 지능지수 테스트에서 167이 나왔고, 고등학교 1학년 때 이미 대학과정의 라플라스 변환(Laplace Transforms)을 완전히 이해할 정도로 수학에 출중하였으며 1958년 16살에 하버드대 수학과에 합격하였고 미시간대 수학과에서 석사와 박사를 취득한 뒤, 25세에 버클리 대학 역사상 최연소 교수가 된 수재 수학자이다. 그러나 카진스키는 사람을 무시워하는 대인기피증이 있었으며, 자폐성 증상도 농후하여 어머니와 함께 자폐증 정신장애 치료를 받기도 했던 수학자이다.

그리고 『수학의 노벨상, 필즈상 이야기(김원기 저)』에 제14회(1998)에 필즈상을 받은 수학자로 소개된 ‘장애를 극복한 천재 수학자-리처드 보처즈(Richard E. Borcherds, 1959-)’는 자폐증과 유사한 아스퍼거 증후군(Asperger's Syndrome) 환자로 알려져 있다. 보처즈는 군론과 리 대수, 수리물리학을 연구하는 영국의 수학자이며, 군 이론과 정수론의 함수 이론 사이에서 신비하고 밀접한 관계가 있다는 ‘문샤인 추측(Moonshine conjecture)’을 입증한 케임브리지 대학교 수학과 교수이지만, 대중을 꺼려하고 군중 앞에 서는 것을 두려워하는 등의 사회적 상호작용에 어려움을 겪고 관심사와 활동에 상동증(相同症, stereotypy, 같은 어구나 행동을 끊임없이 반복하는 일종의 정신 질환)을 나타내는 자폐 스펙트럼 장애를 가졌다. 보처즈는 정상적인 사회생활에서 장애를 보이지만 매우 뛰어난 지적 능력을 바탕으로 현재 물리학과 수학이 매우 치열하게 만나고 있는 등각장 이론(Conformal field theory) 연구에 몰두하고 있는 것으로 알려져 있다.



[그림 11-17] 카진스키



[그림 11-18] 보처즈

지금까지 나열한 많은 신체적-정신적 장애를 극복한 수학자들로부터 확인할 수 있듯이, 일반적으로 장애인을 보는 시각이나 현실적인 벽과는 분명 다르게 장애를 극복하여 위대한 수학자로 성장한 사례가 주변에 많았다는 것이다. 지금까지 소개한 장애인 수학자에 대한 자세한 자료는 참고목록 후반에 웹주소로 추가 제시하였다.

수학자로 성공한 장애인들에게 몇 가지 공통점을 분석할 수 있다.

첫째, 솔로몬 레프세츠나 가스통 줄리아와 같은 신체의 일부를 손상 입은 경우 그리고 버나드 모린과 엠마누엘 지록과 같은 시각장애인의 경우는 신체장애에 영향을 적게 받는 분야가 수학과 자신의 장애로도 연구하고 발전시킬 수 있는 분야가 수학임을 스스로 인정하고 헌신적으로 연구하는 자세로 인해 수학자로 성공할 수 있었다.

둘째, 니콜라스 선더슨, 로렌스 바젯, 노르베르트 살리나, 존 내쉬 그리고 황윤성 교수 등은 수학에 대한 자신감이나 의지를 적극적으로 지지해주고 그들의 손과 발이 되어 늘 후원해준 부모(또는 주변인)의 지지에 의해 수학자로 성공할 수 있었다.

셋째, 루이스 앙투안이 르베그를 만나 더욱 수학에 매진한 것, 그리고 뷔투쉬킨이 훌륭한 스승으로부터 자극을 받은 것과 같이 수학을 함께 공감하고 나눌 수 있는 스승에 의해 수학자로 성공할 수 있었다.

넷째, 오일러, 네메스, 살리나 그리고 다타와 같이 자신의 장애를 대체할 수 있는 자신만의 방법을 스스로 찾아 활용함으로써 수학자로 성공할 수 있었다.

그리고 마지막으로 이정남 박사가 자신의 장애를 현대의 기술에 접목시켜 더욱 발전시킨 것과 같이 LaTeX과 같은 현대의 기술 등의 적절한 교육적 지원에 의해 수학자로 성공할 수 있었다.

이러한 분석과 더불어, 수학에 대한 자신의 열정과 끈기 그리고 긍정적인 창조능력은 어떠한 장애를 가졌더라도 수학자나 수학교사가 될 수 있는 가장 근본 공통점인 것으로 분석된다. 여기서 한 가지 확인 가능한 사실은, 지난 수세기 동안 전 세계적으로 장애인을 위한 수학교육에 과학기술이 접목되면서 특수수학교육의 환경이 상당히 변하고 있다는 것이다. 따라서 다음 장에서는 21세기 변화된 특수수학교육의 환경을 소개하고 신체적-정신적 장애를 가진 아이들의 수학교육 가능성을 논의한다.

### 3. 21세기 특수수학교육 환경<sup>8)</sup>

수학은 과학의 전 분야와 공학, 기술의 기초이며 사회 과학 조차도 대부분 수학의 한 분야인 통계학에 의존한다. 따라서 수학을 제대로 교육받지 못한 학생은 진행되는 교육과정과 직업을 찾는 데도 결정적인 약점을 갖게 된다. 수학은 표나 그림 등과 같은 시각적인 방법을 보조수단으로 하여 교육되고 있지만, 보통 고도로 추상화된 식과 공식, 기호적 표현과 이들의 형식적 체계로 전개되므로 보통의 지능과 신체적 조건을 가진 사람은 물론이고 시각장애인을 포함한 대부분의 장애인에게 넘기 어려운 장애물로 작용하여 교육기회는 물론 직업선택에서도 결정적인 불이익을 주고 있다.

그러나 장애인에 대한 교육환경은 지속적으로 변하고 있다. 2016년에는 15차 Computers Helping People with Special Needs 국제학술회의<sup>9)</sup>가 오스트리아에서 개최되며, 그동안의 프로시딩으로부터 특수교육의 환경이 꾸준히 개선되고 있음을 구체적으로 확인할 수 있다. 또 유럽에서 주관하는 Tide 프로그램(Technology Initiative for Disabled and Elderly persons)<sup>10)</sup>은 장애인들을 돕는 기술을 지속적으로 개발하여 소개하고 있다. 더불어 대중적으로 확산되고 있는 스마트러닝은 장애학생들에게 신체적 노력을 최소화하면서 효과적으로 학습할 수 있게 해주는 맞춤형 교수·학습 환경을 제공해주고, 다양한 장애 특성과 요구에 맞추어 교육과정을 융통성 있게 개별화하는데 활용되고 있다. 예를 들어, 디지털교과서를 수업에서 활용하거나 정보 검색과 네트워크를 활용하는 수업, 개인훈련 형태와 게임기반의 증강현실(augmented reality: AR)<sup>11)</sup> 프로그램의 활용 그리고 보조도구로 개인 교수형 어플리케이션, 게임기반 교육용 어플리케이션, 일반적 어플리케이션을 활용하는 것 등이다(김동일 외, 2013). 그 결과 학습 성취도 향상, 자기주도적 학습능력 향상, 학습과제 집중력 향상, 학습에 대한 흥미와 자신감 향상, 적응행동 및 과제수행 향상, 문제행동 감소, 운동기능 향상 등 긍정적인 반응이 나타났으며 이러한 스마트러닝의 긍정적인 효과는 장애를 극복한 수학자들의 성공사례에서도 확인이 가능하다. 그리고 추상적이고 비직관적인 수학을 3D 프린팅하여 장애인과 비장애인 모두가 이해할 수 있도록 시각화 및 직관화 함으로써 신체적-정신적 장애인들이 수학과 더욱 친숙해지는 환경이 꾸준히 만들어지고 있다.

특히, 특수수학교육 분야의 교육환경변화 중 시각장애인에 대한 수학교육 환경은 지속적인 기술발전과 더불어 이미 그 가능성이 현실적으로 구현되어 왔다. 시각장애인은 시각적으로 표현된 수학기호를 받아들여 이해하는데 어려움이 있고 손으로 종이 위에 계산을 하면서 문제를 풀어나가는 것도 불리하지만 이런 불편을 해결해 주고 장애를 가진 학생들의 수학 학습을 돕는 도구들이 꾸준히 개발되고 있다<sup>12)</sup>. 예를 들어 ‘네메스(Nemeth) 점자’와 화면의 글자를 점자로 바꾸어서 손으로 읽게 해주는 ‘(Refreshable) 점자 터치스크린(Touch-Screen)’, ‘MathML(수학을 위한 HTML)’, ‘LaTeX’, ‘LaTeX2Tri’, ‘Mathtalk’, ‘Simple Linear Math’, ‘스크린을 읽어주는 프로그램(Jaws 또는 SpeakUp)’, ‘책을 모니터에서 볼 수 있게 하고 이어서 그 책을 문자인식 장치를 이용하여 스피커를 통하여 말로 읽어주거나 점자책으로 바꾸어 주는 프로그램’ 등은 시각장애인에게 적용되는 교육 환경이다. 즉, 컴퓨터는 시각장애인들에게 의사교환을 위한 완전히 새로운 세계를 열어주고 있다(Stevens & Edwards, 1994; Thompson, 2005). 다음 [그림 II-19]은 ‘(Refreshable) 점자 터치스크린(Touch-Screen)’이다.

<sup>8)</sup> Mathematics and Accessibility: a Survey, <http://www.utdallas.edu/~gupta/mathaccsurvey.pdf> (접속일: 2015년 5월 17일)

<sup>9)</sup> <http://www.icchp.org/> (접속일: 2015년 5월 17일)

<sup>10)</sup> <http://www.cs.york.ac.uk/math/> (접속일: 2015년 5월 17일)

<sup>11)</sup> 증강현실이란 사용자가 눈으로 보는 현실세계와 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실(virtual reality : VR)의 한 분야로 학습 콘텐츠에 적용할 경우 학습장면에 대한 맥락인식(contextawareness)을 높이고, 학습자의 실제감과 몰입감을 촉진함으로써 학습효과를 향상시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다(고병석, 류지현, 조일현, 허희욱, 김정현, 계보경, 2006).

<sup>12)</sup> <http://www.washington.edu/doit/are-there-commercial-products-designed-make-math-accessible-students-disabilities?342=>



[그림 II-19] Refreshable 점자 Touch-Screen

시각장애인들은 수학과 과학적 기호를 코딩하기 위해 1940년대에 디트로이트 머시(Mercy) 대학교의 수학과 교수였던 아브라함 네메스에 의하여 개발된 수학 기호용 점자의 표준인 네메스 점자(Nemeth braille)를 사용한다. 네메스 점자는 6-dot 점자 코드를 이용하여 알파벳과 다르게 수와 수학적 심벌을 표현하며, 다른 나라의 수학 점자와 다르게 숫자를 한칸 내려쓰고, 각종 수식의 묶음을 시작·종료 기호로 묶어 표현하며, 도형을 기호화하여 사용하고, 로그나 삼각함수 등의 각종 함수의 표기는 별도로 기호화하지 않고 철저한 목자의 형태를 본떠 기호의 문자 그대로 점역하여 사용하며, 다양한 문자체, 구두점, 화살표 및 점자의 체계를 가지고 있어 다양하고 정밀한 체계를 보인다(김한규·이해균, 2009). 그리고 문서 조판(document markup) 언어인 LaTeX은 문서 작성(document preparation) 시스템으로 많은 수학자, 과학자 그리고 특정 문서로 작업하는 전문가들이 널리 활용하며, 특히 시각장애인들이 조판을 활용하는데 강점을 가지고 있다. 앞서 설명한 아르헨티나 출신으로 캔사스 대학교 수학과 교수를 역임한 노베르토 살리나(Norberto Salinas)는 수학용 점자 코드를 만들고 스페인어 버전의 점자를 개발하는 데 기여했으며, 가드너(Gardner)와 함께 6-dot 점자 코드 대신 8-dot 점자 코드를 개발하여 GS8을 개발했다. 이 두 개의 추가된 점들이 수학기호를 위하여 사용되면서 표준인 6-dot 점자 코드에서 63개의 문자(characters)만 표현 할 수 있던 것을 8-dot 점자 코드에서는 255개의 문자(characters)를 표시하게 되어 수학책을 올바르게 구분하여 학생들이 이해 할 수 있게 해 주었다. 그리고 GS8의 문법에 의해 GS8 서류를 LaTeX으로 그리고 LaTeX 문서를 GS8 점자 문서로 변환하는 것을 LaTeX의 기본기능으로 추가하였다. 다음 [그림 II-20]는 LaTeX를 사용하여 수식을 입력한 예이다.

```

\begin{displaymath}
\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}
\end{displaymath}

```

[그림 II-20] LaTeX로 작성한 수식

MathML(Mathematical Markup Language)은 XML 어플리케이션의 하나로 W3C에 의해 1999년 MathML 1.0이 권고안으로 발표되었고 2003년 MathML 2.0이 발표되었으며 현재는 MathML 3.0이 2010년에 권고안으로 발표되었다. MathML은 전문적으로 수학을 표현하기 위해 설계되었으며 수학적 표현과 수학적 내용을 인코딩할 수 있는 기반 기술을 제공한다. MathML의 엘리먼트(Element)는 프레젠테이션 마크업과 콘텐츠 마크업으로 구성된다. MathML 태그중 약 30개는 프레젠테이션 엘리먼트(Presentation Element)들로 추상적인 표기법의 구조를 기술하며 또 다른 150개는 콘텐츠 엘리먼트(Contents Element)로 수학적 표현에 담긴 수학적 의미를 기술한다. 프레젠테이션 마크업은 소수의 특수한 경우를 제외하고는 모두 기초적인 부호와 기호를 나타내기 때문에 전통적인 수학적 표기법과 유사하다고 할 수 있다. [그림 II-21]에서 보듯이 콘텐츠 마크업은 프레젠테이션 마크업과는 달리 수학식의 추상적인 내용을 표현하는 데 초점을 둔다(이재화, 2011).

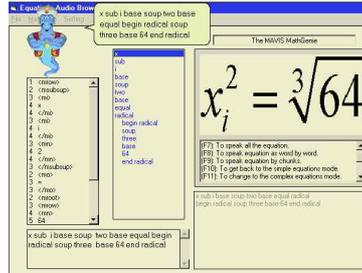
<code>&lt;msup&gt;</code>	<code>&lt;apply&gt;</code>
<code>&lt;mfenced&gt;</code>	<code>&lt;power/&gt;</code>
<code>&lt;mi&gt;a&lt;/mi&gt;</code>	<code>&lt;apply&gt;</code>
<code>&lt;mo&gt;+&lt;/mo&gt;</code>	<code>&lt;plus/&gt;</code>
<code>&lt;mi&gt;b&lt;/mi&gt;</code>	<code>&lt;ci&gt;a&lt;/ci&gt;</code>
<code>&lt;/mfenced&gt;</code>	<code>&lt;ci&gt;b&lt;/ci&gt;</code>
<code>&lt;mn&gt;2&lt;/mn&gt;</code>	<code>&lt;/apply&gt;</code>
<code>&lt;/msup&gt;</code>	<code>&lt;cn&gt;2&lt;/cn&gt;</code>
	<code>&lt;/apply&gt;</code>
(a) 프레젠테이션마크업	(b) 콘텐츠마크업

[그림 II-21]  $(a+b)^2$ 에 대한 마크업 표현의 예

또한, 현재 외국에서는 전자 문서에 포함된 수식을 장애인들에게 음성으로 서비스해주는 프로그램들이 개발되어 사용되고 있다. 대표적으로 Design Science사의 'MathPlayer'이다. MathPlayer는 미국의 수식 독음 서비스로 MathML을 웹 브라우저에서 볼 수 있게 렌더링하고, 수식을 읽어주는 서비스이다. 현재 모질라의 파이어폭스(Firefox), 구글의 크롬(Chrome) 등의 주요 브라우저에서는 MathML을 기본적으로 지원하고 있지만, 인터넷 익스플로러(Internet Explorer, 이하 IE)에서는 MathML을 지원하지 않고 있다. IE에서의 수식 콘텐츠의 접근성을 높이기 위해 MathPlayer가 플러그인 형태로 제공되고 있다. MathPlayer가 설치된 IE에서는 마우스 클릭을 통한 수식 확대, 마우스 오른쪽 버튼의 메뉴에서 수식 읽기(Speak Expression)를 클릭하여 수식 독음 서비스를 제공받을 수 있다(서승희, 2013).

'Math Genie'는 Math Genie사에서 제작한 수식 음성 출력을 지원하기 위한 브라우저이다. 시각 장애인들이 점자에 대한 상식 없이도 보조자와 함께 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 MathML로 만들어진 수식 콘텐츠를 지원하여 일반 학생들과 시각 장애인 학생들 모두 동등하게 교육 자료를 사용할 수 있도록 지원하고 있다. 오디오와 그래픽 렌더링 간의 동기화 기능을 제공하고 'SVG 기반'으로 수식 독음과 수식의 부분 하이лай트를 가능하게 하여 난독증 학생들의 수학 교육을 돕고 있다. 현재 영어, 불어, 스페인어를 지원하고 있다.

'MathGenie'의 수식 독음 서비스의 특징은 [그림 II-22]에서 보는 바와 같이 하위 수식에 폴딩(folding) 방식을 적용하여 요약된 수식 읽기 기능을 제공하는 것이다. 요약된 수식으로 미리 수식의 간략한 구조를 인지시킨 후 전체 수식 독음을 통해 수식을 더욱 자세히 이해할 수 있도록 하고 있다. 또한 수식의 의미 기반 단위를 통한 내비게이션이 가능하게 하고, 수식에 대한 북마크 기능을 지원하여 이해하지 못한 수식을 다시 읽어 줄 수 있게 하고 있다.



[그림 II-22] MathGenie의 실행 화면

수식을 읽어주기 위해서는 수식을 읽는 규칙이 필요한데, 'MathSpeak'는 2004년에 시작된 gh MathSpeak™ (Purdue대 Research Park에 위치한 회사)의 MathSpeak 프로젝트를 통해 고안된 독음 스타일이다. 수식 독음에 대한 표준의 부재로 많은 장애인들이 수학 및 과학 공부에 어려움을 겪는다는 사실에 착안하여 시작된 MathSpeak 프로젝트는 'Braille Nemeth Code(수식을 점자로 나타내는 표준 코드)'를 바탕으로 수식의 독음을 정의하여 수식을 정확하게 음성으로 표현할 수 있는 'MathSpeak'를 만들었다. 이는 현재 미국에서 사용되는 대부분의 수식 음성 프로그램에서 채택하고 있으며, DAISY/NISO 표준에도 적용되고 있다. Design Science사의 'MathPlayer'의 최신 버전인 'MathPlayer 3.0'에서는 'Math-Speak'와 이를 기본으로 변형한 <SimpleSpeech 스타일>을 제공하고 있다. 'MathSpeak'는 수식을 구어로 표현할 때 생기는 모호성을 최소화하고 수식의 명확성을 제공하기 위해 명확성을 표현하는 구문들을 사용하여 수식의 독음을 표현한다. 또한 사용자의 특성이나 사용되는 상황에 따라 선택하여 사용할 수 있도록 <표 II-1>에서 보는 방법으로 verbose, brief, super-brief의 세 가지 단계를 나누어 정의하고 있다.

<표 II-1> 분수를 입력할 경우 MathSpeak의 단계별 독음 예시

verbose	말로 할 때 명령어	begin-fraction / end-fraction	분수식 입력 예 1
brief	간략형	b-frac / end-frac	예 2
super-brief	초간략형	frac / end-frac	예 3

'MathSpeak'에서는 웹 사이트를 통해 MathSpeak 문법 규칙을 공개하고 있으며, 사용자들의 피드백을 적용시켜 <표 II-2>의 예와 같이 독음 규칙을 계속해서 업그레이드하고 있다.

<표 II-2> 보완된 MathSpeak 문법 규칙

수식	기존 독음	보완된 독음
$\frac{1}{2}$	begin fraction 1 over 2	one half
$x^2$	x superscript 2 baseline	x squared

결국, 다른 신체적-정신적 장애보다 시각장애자의 경우는 현대의 기술 발전을 활용하고 유능한 수학교사와 수학을 접자로 바꾸는 접자책 등의 적절한 교육적 지원이 뒷받침된다면 다른 어떤 분야보다 수학을 연구하고 활용할 수 있음을 확인할 수 있다. 특히 이러한 기술적인 발전에도 불구하고 추상화된 수학기호가 포함된 책의 경우에 작동이 순조롭게 이루어지지 않는 몇 가지 문제점이 꾸준히 수정·보완되고 있다. 코넬대(Cornell Uni.) 컴퓨터학과의 라만(T. V. Raman)은 TeX 파일을 입력하면 모든 수학적 기호와 식을 포함해서 오디오 파일로 바꾸어 주는 프로그램 'AsTeR'를 개발하였으며, 가드너(Gardner)가 'TRIANGLE'이라고 LaTeX을 GS8 코드로 바꾸어 주는 프로그램을 개발한 사례가 그러하다.

장애인들이 제한된 신체적-정신적 한계 속에서 어려운 수학에 거부감을 가지는 것은 당연하다. 그러나 수학은 다른 과목의 내용보다 간결하게(Compact) 서술되고 전개되므로 읽어야 하는 내용이 많지 않으며, 몇 페이지만 읽어도 내용을 관련짓거나 연결하여 생각할 수 있는 많은 것들을 얻게 된다. 그리고 차분하게 상상력을 동원하여 좀 더 추상적으로 깊이 있게 그 본질에 대해 생각할 수 있다. 따라서 다양한 장애 특성과 요구에 맞추어 교육환경 특히 수학교육환경을 융통성 있게 제공한다면 장애학생에게도 보통의 학생과 동등한 학습 기회와 풍부한 경험을 제공해 주어 장애학생의 수학교육적 통합에 꾸준히 기여할 수 있다(김동일 외, 2013).

#### 4. 한국에서의 특수수학교육

수학은 모든 분야의 필수과목이므로 신체적-정신적 장애를 가진 학생들도 수학을 수학선생님으로부터 바르게 교육받아야 하며, 일반학생과 마찬가지로 수학 학습에 대한 즐거움과 성취감을 갖고 일상생활에서의 의미 있는 참여를 높여 졸업 이후에 다양한 삶을 추구할 수 있어야 한다. 한국에서의 특수수학교육에 대한 연구를 분석해 본 결과 시각장애인을 위한 초등 및 중등 정도의 특수수학교육 연구와 자료 외에는 거의 찾을 수 없었다. 따라서 본 절에서는 최근의 연구 결과를 포함하여 '한국에서의 시각장애인을 위한 특수수학교육' 환경을 중심으로 소개한다.

수학교과는 보통 식과 공식, 표, 그래프를 이용하는 시각적인 방법으로 교수·학습이 진행되기에, 신체적-정신적 장애학생들 특히 시각장애학생들은 다른 교과에 비해 수학교과의 한계를 느끼고, 진로를 선택할 때에도 수학을 기피하는 경향이 있다(Gourgey, 1998; 임안수, 2006). 시각장애학생들이 수학교과를 어려워하고 기피하는 이유로는, 수학 기호, 그래프, 표 등이 의미하는 시각적 정보를 통해 다양하고 의미 있는 수학적 경험을 하기 힘들고, 수학에 자주 등장하는 거리, 시간 등의 개념을 습득하는 것이 어려우며, 수학을 학습할 때 많이 활용되는 모방학습이 쉽지 않아 수학의 개념을 습득하는데 특히 더 어려움을 겪는 것으로 나타났다(임안수, 2006). 더불어 이러한 인지적 측면의 어려움은 수학 학습에 대한 불안이나 부정적인 학습태도로 이어져 더욱 더 부진한 수학 성취를 가져오는 것으로 나타났다(황민용·김정연, 2013). 시각장애학생들의 수학 학습을 방해하는 또 다른 요인은 교육현장의 부족한 교육시설과 교육자료 등으로 알려져 있다. 시각장애학교에서는 특수학교의 교육과정 편제상 일반학교와 동일한 수준의 수학시간을 확보하지 못하여 일반학교보다 적은 시간을 수학교과에 배정하고 있으며, 수학교과도 부족하여 1~2명의 수학교사가 중학교와 고등학교의 전 학년의 수학교육을 담당하고 있는 경우가 많고 수학을 담당하는 교사가 다른 교과목의 수업까지 병행하기 때문에 질 높은 수학교육이 이루어지기 어렵다(황민용·김정연, 2013). 더불어 시각장애학생들은 수학접자로 된 수학교과서를 배우는데, 초등학교와 중학교 수학의 교과서만이 수학접자로 출판되며 좀 더 응용된 내용이나 문제에 대한 수학접자 참고자료가 많이 부족하다. 그리고 고등학교의 경우, 수학을 좀 더 선택해서 공부할 수 있는 높은 수준의 교과서는 수학접자로 번역되어 나와 있지조차 않으며 고등학생으로 배워야 하는 공통수학교과서의 교과서만이 수학접자로 출판되어 있어 학생들이 수학을 심도 있게 공부할 수 있는 기회가 박탈되어 있다. 특히 접자화 된 대학 수준의 우리말 전공서적은 전무하다. 현실적으로 중등학교 수학교과서조차 수학접자로 점역을 하는 점역사들 중에 수학을 깊이 있게 이해하고, 학생

들이 이해하기 쉽게 점역을 할 수 있는 수준의 점역사가 절대적으로 부족하며, 대학교재 정도의 수학을 전문적으로 점역하는 점역사 양성은 시작도 못하고 있다. 다른 나라의 예를 참고할 때, 이러한 문제는 시각장애인 수학교수의 탄생이 있으면 이루어 질 수 있는 일이다<sup>13)</sup>.

이와 같은 빈약한 시각장애학생들을 위한 수학 교육에도 불구하고, 시각장애학생들을 대상으로 수학을 교수하는데 효과적으로 활용될 수 있는 구체물, 점자, 주산 등의 교수 도구는 꾸준히 활용되고 있다. 예를 들어 수학 교수 도구로는 점자를 대신한 점판, 점자타자기, 점자정보단말기(한소네) 등이, 구체물로는 주판이나 수정된 교구<sup>14)</sup> 그리고 공학기기로는 ‘GSP(Geometer’s Sketchpad)<sup>15)</sup>’와 같은 교육용 소프트웨어나 전자 칠판<sup>16)</sup> 등이 대표적이다(김동일 외, 2013). 그러나 이러한 교수 도구조차도 개별 교사들 개개인의 노력으로 수학 수업에서 활용될 뿐, 국가 교육과정 자체에서 점자 및 구체물이 효과적으로 활용될 수 있도록 지원하고 있지 않으며 시각장애 학생을 위한 다양한 수학 교재 및 교구들도 국가 교육과정과 함께 개발되지 못하고 있다. 또한 시각장애 학생을 위해 별도의 수학 교구들을 개발하는 것도 중요하지만, 기존에 개발되어 있는 수많은 수학 교재 및 교구들을 시각장애 학생을 위해 쉽게 수정하여 활용할 수 있도록 하는 방안을 연구하는 것이 중요하다(김동일 외, 2013).

우리의 현실과는 다르게 미국, 스페인, 프랑스 등 다른 세계 여러 나라에서는 컴퓨터를 이용하여 시각장애인들에게 의사교환을 위한 완전히 새로운 세계를 열어주고 있다. 앞서 언급한 다양한 도구와 프로그램 등이 상용화되면서 장애인 수학교육 환경이 혁신적으로 개선되고 있는 것이다(Edwards & Lewis, 1998). 김동일 외(2013)가 강조한 것처럼, 일반 학생들을 가르치는 수학교사들과 시각장애 학생들을 가르치는 교사들이 함께 정보를 공유하여 효과적인 중재방법과 적절한 교구 적용방안을 고민해보는 교사회의 노력도 필요할 것이다. 그리고 실제 시각장애 학생 교육 현장에서 쉽게 구현될 수 있는 수업 도구 및 공학 기기의 개발이 뒤따라야 할 것이며, 시각적 제한을 대체해 줄 수 있는 청각적, 촉각적인 다감각적(Multi-Sensory) 정보를 통해 다양한 영역의 수학 학습을 지원할 수 있도록 테크놀로지 개발이 이루어져야 할 것이다. 지금까지 우리나라도 장애학생을 위한 수학교육이 어느 정도 진행되었다. 따라서 장애학생 특히 시각장애학생들을 위해 별도의 수학 교재나 교구들을 개발하는 것도 중요하지만, 기존에 개발되어 있는 수많은 수학 교재 및 교구들을 장애학생을 위해 수정하여 쉽게 활용할 수 있도록 하는 방안을 연구하는 것이 필요함을 알 수 있다. 즉, 효과성이 이미 검증되어 있는 일반교육에서의 다양한 수학 교재 및 교구들을 장애학생에게 적합하게 수정해서 활용할 수 있다면, 풍부한 수학적 경험을 통해 장애학생에게 효과적인 중재가 이루어질 수 있게 될 것이다.

장애를 가진 아동이라는 선입관과 편견으로 아동의 능력이나 선호도를 무시한 채 수학을 교수·학습에서 배제시키고 있는 현실과 점자책이나 촉각적 교구 등과 같은 오랫동안 사용해온 고전적인 방법만을 유지하고 있는 우리나라의 현실을 극복하여야 한다. 특히 모바일 시대의 현대적인 방법 - 예를 들어, 앞서 소개한 많은 컴퓨터 활용 등 - 을 적극적으로 이용하는 수학 지도가 반드시 필요하다. 더불어 최소한의 기회인 수학과 관련한 서적의 점자화를 통해 - 특히 대학과정의 수학전공서적 - 수학을 더 깊이 학습하고 싶은 시각장애학생들이 수학을 전공한 특수수학교사와 교수 및 특수수학교육 전문가로 성장하여 한국에서의 특수수학교육에 혁신적인 발전을 주도할 수 있기를 기대한다.

13) 현재 서울소재 한빛맹학교에서 수학을 가르치는 교사가 연구자에게 직접 전달한 시각장애 학습 상황이다.

14) 예를 들어, 그래프를 가르칠 때 시각장애인용 바둑판을 이용한다. 바둑알을 바둑판의 구멍에 꽂을 수 있으며 백색알은 메뚜기 흉고 흑색알은 위에 점이 하나 있다. 백색알로 x축 y축을 만들고 흑색알로 점을 표시해서 그래프를 만들어 설명한다.

15) <http://www.dynamicgeometry.com/> (접속일: 2015년 5월 17일)

16) 단, 공학 소프트웨어는 저시력 장애 학생들에게만 도움이 된다.

### Ⅲ. 결론

수학은 과학의 전 분야와 공학, 기술을 하는 사람들에게 필수 과목일 뿐 아니라 사회과학을 하는 사람들에게도 필수과목이다. 따라서 장애인도 수학만큼은 수학을 전공한 교사로부터 양질의 수학교육을 받아야 한다. 그러나 우리의 현실을 돌아보면 장애인에게 수학을 지도할 때, 수학을 전공한 사람이 가르치는 중등교육기관은 상당히 드물며 다른 선진국과 달리 장애인이 고등교육기관에서 수학을 전공하는 예 또한 거의 없다. 특히 앞서 시각장애인 수학자들이 다른 나라에 많았던 것과 달리 우리나라의 경우는 시각장애인이 수학을 전공하기 위하여 정상적으로 대학교육을 받는 예가 극소수이며 수학을 전공한 예도 전무하다. 그 이유 중 하나는 시각장애인을 위한 전공 접자서적 한권도 없는 수학을 대학에서 전공하여 공부하기보다 아마나 간단한 기계를 다루는 등으로 자신의 인생을 만족스럽게 여기기 때문이다. 결국 수학에 재능 있는 시각장애인들도 자신의 능력을 발휘할 기회를 갖지 못하며 레드오션인 안마사와 같은 직업을 위하여 무한 경쟁을 하고 있다. 그리고 수학이 보통 식과 공식, 표, 그림 등을 이용한 시각적 방법으로 전달된다는 것으로부터 시각장애인은 수학을 넘기 어려운 장애물로 인식하고 교육기회는 물론 직업선택에서도 결정적인 불이익을 감수하고 있다.

그러나 본문에서 다룬 내용과 같이, 장애를 가졌음에도 불구하고 수학적으로 큰 업적들을 남긴 수학자들이 전 세계 도처에 있음을 알 수 있었다. 레프세츠는 양손을 잃은 후에 반드시 양손을 쓰지 않아도 연구할 수 있는 수학을 공부했으며, 폰트랴긴은 시력을 잃었음에도 불구하고 개념이나 논리의 ‘이미지’를 시력이 있는 학생들보다 더 잘 이해했다. 수학은 반드시 손을 쓰지 않아도 머릿속으로 생각하고 논리를 전개해나갈 수 있으며, 개념의 이미지화를 통해 얼마든지 수학을 더 잘 이해하고 더 잘 다룰 수 있다는 것이다. 즉, 수학에 대한 열정과 끈기 그리고 긍정적인 창조능력을 지닌 장애인이라면 신체장애에 영향을 적게 받는 분야 그리고 장애를 극복하고 학문적으로 기여할 수 분야가 수학이다(Jackson, 2002). 따라서 수학에 대한 학생의 자신감이나 의지를 적극적으로 지원해주고 그들의 손과 발이 되어 후원해 주는 부모나 스승의 정성과 자극이 있다면, 그에 보태어 자신의 장애나 단점을 보완할 수 있는 자신만의 방법을 스스로 찾아 활용하거나 LaTeX과 음성인식을 포함한 다양한 현대 기술을 활용하는 것이 용이하게 하는 적절한 교육환경의 변화가 있다면 수학자나 수학교사로 성공할 수 있다는 것을 확인하였다. 특히 선진국에서 확인된 시각장애인을 위한 수학교육 환경을 우리나라에 도입함으로써 시각장애인들에게 수학의 아름다움과 수학하는 즐거움을 주고 그들이 비장애인 학생들 보다 지적으로 더욱 성숙함을 확인시켜주며 그런 자신감으로 자연과학과 공학에도 기여할 수 있도록 하는 방향을 정하고 시작해야 할 시점이 되었다는 것을 확인하였다.

따라서 앞으로 우리의 과제는 일반수학교육과 특수수학교육 사이의 유사점과 차이점을 분명히 하고 일반수학교육의 교재와 교구를 특수수학교육으로 수정·보완하는 것이다. 더불어 장애를 가진 아동이라고 아동의 능력이나 선호도를 무시한 채 무조건 수학 과목에 대한 교수·학습을 배제시키는 시스템이 먼저 개선된다면 수학적 재능을 가진 장애인을 발굴할 수 있을 것이고 그 밖의 많은 수학교과를 위한 도구의 개발 및 활용도도 높아질 것이다. 특히 선진국에서 이미 보편화되고 있는 것처럼, 시각장애인학생들이 수학에 관심을 갖고 공부할 수 있도록 공학적 환경을 적극적으로 도입하고, 우리나라의 어순과 수학 기호에 맞는 시각장애인을 위한 수학교드가 빠르게 개선되어야 할 것이다. 본 연구에서 파악한 바로는 우리나라의 특수학교에서 수학을 지도하는 시각장애인 수학교사가 몇 명 있으며, 미국에서 수학분야에서 박사학위를 취득하고 미국에 거주하는 한국인 시각장애인이 있다고 한다. 이제는 이들과의 공동연구로 한국 장애인 수학교육에 대한 혁신적인 발전을 구상하여야 할 때이다. 분명한 것은 시각장애인 첫 번째 수학교수의 존재가 이 변화를 리드하는 계기가 될 것으로 기대한다.

## 참 고 문 헌

- 고강호 (2011). 시각장애인이 경험한 장애 의미에 대한 현상학적 연구, *시각장애연구*, **27(1)**, 25-47.
- Go, K. H. (2011). A Phenomenological Study on the Disability Meaning that the Visually Impaired Experienced, *The Korean Journal of Visual Impairment* **27(1)**, 25-47.
- 고려대 민족문화연구원 (2009). 고려대 한국어 대사전  
Research Institute of Korean Studies (2009). Korean dictionary : Korea University.
- 교육인적자원부 (2007). 2007년 개정 중학교 수학과 교육과정 해설(3), 교육과학기술부 고시 제2007-75호 및 제 2007-79호에 따른.
- The Ministry of Education, Science and Technology(2007), *Commentary about the 2007 Revised Mathematics Curriculum(3)*.
- 김동일 · 손지영 · 이재호 · 고혜정 · 정소라 · 백서연 (2013). 시각장애 학생을 위한 효과적인 수학 증재에 관한 연구 : 문헌분석과 수학교사 면담을 중심으로, *시각장애연구*, **29(2)**, 173-196.
- Kim, D. I., Son, J. Y., Lee, J. H., Koh, H. J., Jeong, S. R. & Baek, S. Y. (2013). Research on Effective Mathematics Interventions for Students with Visual Impairments, *The Korean Journal of Visual Impairment* **29(2)**, 173-196.
- 김원기 (2010). 수학의 노벨상 ; 필즈상 이야기. 살림출판사.
- Kim, W. G. (2010). *Nobel Prize of mathematics ; Fields Medal story*. Salim Publisher.
- 김한규 · 이해균 (2009). 3개국간 수학 점자의 비교-분석을 통한 체계 연구(한국, 일본, 미국을 중심으로), *시각장애연구*, **25(4)**, 01-19.
- Kim, H. G. & Lee, H. G. (2009). The Study of Systems in the Braille Code of Mathematics through the Comparative-analysis among Three Countries - Focused on Korea, Japan and USA(Nemeth Code), *The Korean Journal of Visual Impairment* **25(4)**, 1-19.
- 류현 · 이해균 (2013). 시각장애학교 중등학생의 수학적 성향 분석, *시각장애연구*, **29(3)**, 89-103.
- Ru, H. & Lee, H. G. (2013). An Analysis on Mathematical Disposition of Secondary Course Students Attending Schools for the Blind, *The Korean Journal of Visual Impairment* **29(2)**, 87-103.
- 서승희 (2013). 독서 장애인용 전자책에서 Contents MathML 수식의 독음 변환 기법 연구, 숙명여자대학교대학원 멀티미디어과 멀티미디어과학전공 석사학위논문.
- Su, S. H. (2013). *A Study on Reading Technique of Contents MathML Expressions in e-Book for Reading-disabled People*, Sookmyung Women's University.
- 우정호 (2010). 수학 학습-지도 원리와 방법, 서울; 서울대학교출판부.
- Woo, J. H. (2010). Principles and Methods of Learning-Teaching Mathematics(Korean), Seoul: Seoul National University Press.
- 이미영 · 정주영 (2014). 수 감각 교수가 지적장애 학생의 수 개념에 미치는 효과, *통합교육연구*, **9(2)**, 113-138.
- Lee, M. Y. & Jung, J. Y. (2014). The Effects of Number Sense Instruction for Number Concept of Students with Intellectual Disability, *The Journal of Inclusive Education* **9(2)**, 113-138.

- 이영인 · 추연구 (2012). 장애극복사례를 이용한 신문 활용 교육이 초등학교 일반학생의 장애수용태도 변화에 미치는 영향, 발달장애연구, **16(2)**, 47-66.
- Lee, Y. I. & Chu, Y. G. (2012). The Effects of Newspaper in Education Based on Overcoming Cases of Disability on Changes of Elementary School Student's Acceptive Attitudes toward Disability, *The Journal of the Korean Association on Developmental Disabilities* **16(2)**, 47-66.
- 이재화 (2011). 국내 독서 장애인을 위한 수식의 음성 변환기법에 대한 연구, 숙명여자대학교대학원 멀티미디어학과 학과 멀티미디어과학전공 석사학위논문.
- Lee, J. H. (2011). *A Study of Math to Speech Translation Techniques for Reading Disables in Korea*, Sookmyung Women's University.
- 이지연 · 박순희 (2013). 입체도형 과제해결과정에서 나타나는 맹학생들의 수학적 표현과 오류 분석, 시각장애연구, **29(3)**, 103-129.
- Lee, J. Y. & Park, S. H. (2013). An Analysis on Mathematical Representations and Errors of Students with Blindness in Problem Solving Process of Solid Figures, *The Korean Journal of Visual Impairment* **29(3)**, 103-129.
- 이태수 · 이승훈 (2012). 게임기반 디지털 교과서 활용이 정인지체 학생의 기초연산 수행능력 및 과제집중에 미치는 효과, 한국콘텐츠학회논문지, **12(8)**, 484-495.
- Lee, T. S. & Yi, S. H. (2012). Effects of Game-Based-Digital Textbook on the Basic Arithmetic Abilities and the Task Attention of Students with Mental Retardation, *The Journal of Korea Contents Society* **12(8)**, 484-495.
- 이효자 · 이동원 (2014). 지적장애 특수학교 교사의 수학과 수영역에 대한 실천적 지식 분석, 특수교육연구, **21(1)**, 151-174.
- Lee, H. J. & Lee, D. W. (2014). An Analysis on Special School Teachers' Practical Knowledge in the Number Area of Mathematics Concerning Students with Intellectual Disabilities, *Journal of Special Education* **21(1)**, 151-174.
- 임안수 (2008). 시각장애아 교육, 학지사.
- Im, A. S. (2008). *The Education of visual Disabilities*, Hakjisa.
- 한국장애인개발원 (2013). 장애인백서.
- Korea Disabled people's Development Institute (2013). *Paper on Disability*.
- 허일 · 원성욱 (2011). 장애학생 수학교육 현황과 개선 방안, 수학교육학술지, **1**, 163-174.
- Hoe, I. & Won, S. O. (2011). The Study on Realities and Improvements of Mathematics Education for the Students with Disability, *Studies in Mathematical Education* **1**, 163-174.
- 홍애령 (2013). 장애를 넘어 춤추는 사람들, 장애의 재해석, **4**, 92-140.
- Hong, Y. L. (2013). People dancing beyond the disability, *Reinterpretation of disability* **4**, 92-140.
- 황민용 · 김정연 (2013). 시각장애학교 중등학생의 수학교과 태도 및 인식, 특수교육, **12(2)**, 161-184.
- Hwang, M. Y. & Kim, J. Y. (2013). *Special Education Research* **12(2)**, 161-184.
- 황수경 (2004). WHO의 새로운 국제장애분류(ICF)에 대한 이해와 기능적 장애 개념의 필요성, 노동정책연구, **4(2)**, 128-149.
- Hwang, S. K. (2004). Understanding the New International Classification of Disability and Introduction of the Concept of

- Functional Disability, *Quarterly Journal of Labor Policy* **4(2)**, 128-149.
- Edwards, B. J. & Lewis, S. (1998). "The Use of Technology in Programs for Students with Visual Impairments in Florida". *Journal of Visual Impairment and Blindness*, May.
- Gourgey, K. L. (1998). Book Review, Project VISION: Visually Impaired Students and Internet Opportunities Now (JVIB, May 1998).
- Jackson, A. (2002). The World of Blind Mathematicians, *Notices of the AMS* **49(10)**, 1246-1251.
- Jorgensen, Merrill & Packer (2008). Representations, Wavelets, and Frames: A Celebration of the Mathematical Work of Lawrence W. Baggett. Birkhäuser Boston.
- Stevens, R. D. & Edwards, A. D. N. (1994). Mathtalk: The design of an interface for reading algebra using speech. in Zagler, W. L., Busby, G. & Wagner, R. R. (ed.) Computers for Handicapped Persons (Proceedings of the 4th International Conference, ICCHP '94). Berlin: Springer-Verlag. *Lecture Notes in Computer Science*, 860 Edition, pp. 313-320.
- Thompson, D. M. (2005). LaTeX2Tri : Physics and Mathematics for the Blind or Visually Impaired. Technology, 3-6.

#### 참고한 웹주소:

- <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Saunderson.html>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Leonhard\\_Euler](http://en.wikipedia.org/wiki/Leonhard_Euler)
- [http://www.emiji.net/shop\\_contents/myboard\\_read.htm?myboard\\_code=sub3\\_6&myboard\\_idx=5703&idx=9992](http://www.emiji.net/shop_contents/myboard_read.htm?myboard_code=sub3_6&myboard_idx=5703&idx=9992)
- <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Lefschetz.html>
- <http://math.stackexchange.com/questions/889594/who-are-some-blind-or-otherwise-disabled-mathematicians-who-have-made-important>
- <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Biographies/Julia.html>
- <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Pontryagin.html>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Abraham\\_Nemeth](http://en.wikipedia.org/wiki/Abraham_Nemeth), [http://www.blindchildren.org/infoabout/1\\_2\\_3.html](http://www.blindchildren.org/infoabout/1_2_3.html)
- [http://ko.wikipedia.org/wiki/존\\_포브스\\_네시](http://ko.wikipedia.org/wiki/존_포브스_네시)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Bernard\\_Morin](http://en.wikipedia.org/wiki/Bernard_Morin)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Anatoli\\_Georgievich\\_Vitushkin](http://en.wikipedia.org/wiki/Anatoli_Georgievich_Vitushkin)
- [http://www2.ljworld.com/news/2005/apr/01/norberto\\_salinas\\_ann/](http://www2.ljworld.com/news/2005/apr/01/norberto_salinas_ann/)
- <http://cafe.starry.com/bbs/board.php?board=gokjea&page=3&command=body&no=422>
- [http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A6%AC%EC%B2%98%EB%93%9C\\_%EB%B3%B4%EC%B2%98%EC%A6%88](http://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A6%AC%EC%B2%98%EB%93%9C_%EB%B3%B4%EC%B2%98%EC%A6%88)
- <http://www-03.ibm.com/able/news/kanevsky.html>
- <http://www.cowalknews.co.kr/news/articleView.html?idxno=2012>
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Emmanuel\\_Giroux](http://de.wikipedia.org/wiki/Emmanuel_Giroux)
- <http://www.mpowernews.com/news/articleView.html?idxno=5196b>
- <http://totallyinspired.wordpress.com/stories/pratish-datta-a-blind-student/>

## Mathematicians who overcomes their disabilities

**Kyung-Eun Park**

Department of Mathematics Education, Sungkyunkwan University, Sungkyunkwan-ro 25-2, Jongno-gu, Seoul, Korea

E-mail : postmedu@skku.edu

**Sang-Gu Lee<sup>†</sup>**

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

E-mail : sglee@skku.edu

There are lots of disabled mathematicians who overcame their disabilities and made great achievement to the world of mathematics. In this article, we introduce disabled mathematicians who overcome their disabilities and contributes to the development of mathematics: Nicholas Saunderson, Leonhard Euler, Lewis Carroll, Solomon Lefschetz, Louis Antoine, Gaston Maurice Julia, Lev Semenovich Pontryagin, Abraham Nemeth, John Nash, Bernard Morin, Anatoli G. Vitushkin, Lawrence W. Baggett, Norberto Salinas, Theodore John Kaczynski, Richard E. Borcherds, Dimitri Kanevsky, Hwang Yun-seong, Emmanuel Giroux, Kim In-kang, Zachary J. Battles, and Pratish Datta. As well, we classify mathematics education environments and the role education played in helping these mathematicians overcome their disabilities and other obstacles. Then, we discuss educational environmental changes in the 21st century for special mathematics education.

---

\* ZDM Classification : C96, D96, M16

\* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C60, 97C80, 97U70

\* Key Words : mathematician, disability, Abraham Nemeth, Zachary J. Battles, special mathematics education environment

† Corresponding author:

**[부록]** 본문에 소개된 수학자들 중 한국인 장애인 수학자 이정남(Zachary J. Battles, 1979-)<sup>18)</sup>에 대한 자세한 소개를 기록으로 남긴다.

이정남 박사는 태어날 때부터 시각장애인이었고 세 살 때 한국의 고아원에서 미국으로 입양되었지만, 현재는 가장 유명한 미국 시각장애인 수학자 중 한명으로 그리고 Chebfun 프로그램 버전 1<sup>19)</sup>을 쓴 것으로도 잘 알려져 있다. 이정남 박사의 양부모(Richard 와 Barbara Battles)는 이정남 박사가 어려서부터 똑똑하다는 것을 알고 학교에 입학하기 전에 점자를 가르쳤으며, 특수학교에 보내기보다 일반 학교에서 공부하도록 안내하여 일찍부터 학문적 기량을 확인하고 도전할 수 있는 기회를 제공하였다. 이정남 박사는 점차 소프트웨어가 설치된 컴퓨터와 음성 합성기의 도움으로 고등학교에서 모든 과목에 A를 받았으며 다른 시각장애인학생들보다 많은 책을 읽었고 트럼펫을 연주하는 등, 자신의 장애를 잊고 도전과 성공을 즐겼다. 이정남 박사는 펜실베니아주립대에서 컴퓨터 과학과 수학을 전공하고, 컴퓨터 과학으로 석사학위를 받았으며, 다양한 장학금과 수상 경력을 가졌다. 특히 미국은 물론 우크라이나(Ukraine)를 포함하여 국제적으로 장애인들을 위한 다양한 프로그램에 적극적으로 참여하였으며, 1902년 영국의 부호인 세실 로즈의 유언으로 시작되어 매년 전 세계에서 우수한 학생들을 선발해 10월 영국의 옥스포드(Oxford)대에 입학시키는 최고 권위의 로즈장학금(Rhodes Scholarship)<sup>20)</sup>을 받고 옥스포드 대학교에 유학을 가서 수치해석(numerical analysis)을 전공하여 박사학위를 받았다. 이정남 박사는 2001년 12월 4일 동대학원 지원서에 ‘벡터와 행렬을 주로 사용하는 MATLAB 명령어 아이디어를 이용하여 함수와 작용소 연구를 벡터와 행렬 연구로 바꾸어 아주 쉽게 처리하고 싶다’는 연구 내용을 제시하였다. 즉, 벡터에 대한 QR 분해로부터, 아래와 같이 함수의 orthonormal expansion에 대한 QR 분해를 찾았다고 편지에 써서 보낸 것이다.

Consider, for example, the following “matrix” whose “columns” are the monomials  $x^j$ :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x & x^2 & \cdots & x^{n-1} \end{bmatrix}. \tag{7.10}$$

Each column is a function in  $L^2[-1, 1]$ , and thus, whereas  $A$  is discrete as usual in the horizontal direction, it is continuous in the vertical direction. It is a continuous analogue of the Vandermonde matrix (1.4) of Example 1.1.

The “continuous QR factorization” of  $A$  takes the form

$$A = QR = \begin{bmatrix} q_0(x) & q_1(x) & \cdots & q_{n-1}(x) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ & r_{22} & & \vdots \\ & & \ddots & \\ & & & r_{nn} \end{bmatrix},$$

<부록 그림> 이정남 박사의 편지 내용을 수학적으로 정리한 일부분

편지 내용은 <부록 그림>과 같이 벡터가 continuum이 되고, 행렬이 continuum-by-discrete object가 되면 체비셰프(Chebyshev) 점에서의 다항식의 글로벌 인터플레이션에 QR 분해와 최소제곱법 등을 적용할 수 있다는 것

<sup>18)</sup> <http://www.people.com/people/archive/article/0,,20133957,00.html>

<sup>19)</sup> <http://www.chebfun.org/about/history.html>

<sup>20)</sup> [http://www.koreadaily.com/news/read.asp?art\\_id=949656](http://www.koreadaily.com/news/read.asp?art_id=949656)

이다. 이 편지를 받고 옥스퍼드 대학교의 트레페텐(L. N. Trefethen) 교수는 이정남을 대학원생으로 받아 들여 그의 꿈을 이루게 해 주었다. 그리고 옥스퍼드 대학교에서 체비셰프 다항식(Chebyshev polynomials)과 piecewise polynomial interpolants을 이용하는 수치적 알고리즘을 연구하는 <Chebfun 프로젝트><sup>21)</sup>를 탄생시켰는데, 목표는 floating-point numerics 속도로 Maple과 Mathematica와 같은 symbolic computing systems의 패키지를 만드는 것이었다. Chebfun 프로젝트는 2002년 옥스퍼드 대학교 수학연구소에 트레페텐 교수와 이정남(Zachary Battles)에 의하여 시작되었고, 지금까지도 정부의 연구비를 받으면서 진행되어 최신버전 Version 5.1이 2014년 12월 12일에 공개되었다. 그리고 2013년에는 Chebfun을 2차원으로 확장한 Chebfun2가 일반인에게 공개되었다. 이와 관련한 논문은 2004년 “An Extension of MATLAB to Continuous Functions and Operators<sup>22)</sup>” 이라는 제목으로 「SIAM Journal on Scientific Computing 25 (5)」에 실렸으며 이정남 박사는 21세기 시각장애인 수학자로 가장 두각을 나타낸 한국계 미국인이 되었다. 또한 그의 신념과 삶에 대해 미국에서 가장 독자가 많은 잡지 중 하나인 ‘People’ 잡지<sup>23)</sup>의 2001년 3월 26일자 판에도 소개되었다.

이정남 박사는 태어날 때부터 시각장애인 고아였고 미국으로 입양되었지만, 양부모의 극진한 보살핌과 뛰어난 학문적 기량 및 도전정신을 바탕으로 자신의 장애를 잊고 도전과 성공을 삶의 즐거움으로 바꾼 장애인의 롤 모델이다.

21) <http://en.wikipedia.org/wiki/Chebfun> (접속일: 2015년 5월 17일)

22) <http://epubs.siam.org/doi/abs/10.1137/S1064827503430126>

23) <http://www.people.com/people/archive/article/0,,20133957,00.html>