

정보화 사회의 수학교육을 생각함에 있어서 변하는 것과 변하지 않는 것

오 병 승 (서울교육대학교 명예교수)

한국수학교육학회가 유아수학교육에 관심을 갖게 된 것을 기쁘게 생각하며 진심으로 축하의 말씀을 드립니다. 오늘 저는 여러분을 모시고 우리의 수학교육, 특히 정보화 사회 또는 지식 사회라고 불리는 사회를 대비하는 교육을 생각함에 있어서 변하는 것과 변하지 않아야 하는 것에 대해서 아주 소박하게 논의하여 보려고 합니다.

I. 정보화 사회의 교육에서도 변하지 않아야 하는 것

사람은 누구나 잘 살기를 바랍니다. 물질적으로 안정된 생활을 하고 싶어하며, 자기가 하고 싶은 일을 마음대로 하면서 살고 싶어하기도 합니다. 또 주변의 사람들과 함께 원만하게 살고 싶어합니다. 오늘의 시대, 더욱이 앞으로의 시대에 이렇게 살기 위해서는 고 수준의 전문 지식, 그리고 그 지식을 기반으로 하는 고도의 기술, 기능을 몸에 익혀야 합니다. 그리고는 자기가 지닌 지식, 기술, 기능에 걸 맞는 어느 집단(지식 공동체, 기술 기능 공동체 등)에든 소속되어야 합니다. 그렇지 않으면 자기가 바라는 삶을 잘 살기가 어렵습니다. 아마 집단에 소속되지 않는 독불장군 식의 삶은 점점 어려워질 것이라고 생각합니다. 다양한 소집단의 시대야말로 어느 집단에든 속하지 않으면 절대로 살수가 없습니다. 왜냐하면 이 새로운 시대의 소집단은 지금의 우리가 살아 온 시대의 개인과 같은 것이기 때문입니다.

삶을 잘 살기 위한 전문적 능력은 이미 오래 전에 가정이나 가까운 이웃으로부터 배우는 것이 아니라 공교육(公教育; 여기서 말하는 공교육은 학교교육만을 말하는 것은 아닙니다. 물론 학교교육은 공교육의 대표 역할을 할 것입니다. 그러나 그것이 대표라고 해서 그 것만으로 교육의 역할을 다하는 것은 아닙니다. 학교 이외의 사회가 갖는 교육력의 참여가 있어야 공교육은 구실을 다하는 것입니다.)을 통해서 얻어지고 있습니다. 이러한 일은 앞으로 더더욱 강화될 것입니다.

사람이 무엇을 하고 살든 자기의 삶을 잘 살기 위해서는 어떤 능력을 갖추고 있어야 할 것입니다. 시대가 어떻게 변하든 사람으로서 그리고 자기의 삶을 잘 살기 위해서는 반드시 갖추고 있어야 할 기초 능력이라는 것이 있을 것입니다. 여러분은 무엇이라고 생각하십니까. 저는 크게 나누어 다음 세 가지라고 생각합니다.

첫번째는, 체력인 것입니다. 몸이 약하다면 삶을 살아가는 힘도 약할 것입니다. 그러므로 기초적인 체력을 바탕으로 하는 운동 능력은 중요한 삶의 능력입니다. 그래서 건강한 체력이 중요한 것입니다.

두번째는, 느끼고 표현하는 능력일 것입니다. 우리는 혼자 따로 떨어져서 홀로 살수는 없습니다. 그러므로 남이 하는 말을 알아듣고, 서로 함께 기뻐하고 즐거워하며, 또 때로는 남과 함께 슬퍼하기도 하면서 살아야 합니다. 이렇게 남을 이해하고 함께 기뻐하고 함께 슬퍼하는 것도 삶을 살아가는데 없어서는 안될 능력입니다. 그렇게 함께 더불어 살기 위해서는, 다른 사람에게 자기의 사정이나 생각을 확실하게 전할 수 있어야 합니다. 이것 또한 삶을 살아가는데 반드시 필요한 기초 능력입니다. 그래서 감응(感應)하는 힘과 표현(表現) 하는 힘이 중요한 것입니다. 어른들의 세계에서는 정치활동, 예술활동에 이 능력이 필요한 것입니다. 오늘의 우리 정치계나 문화계가 미숙하다면 그 원인은 이 두 번째 능력의 결여에서 오는 결과일 것입니다.

세번째는, 학력(學力)일 것입니다. 이것은 우리가 잘 알고 늘 말하고 있는 읽고(讀), 쓰고(書), 셈(算)을 기본으로 하는 능력입니다. 시대가 아무리 컴퓨터로 대표되는 정보화 사회로 변하여도, 이 읽고, 쓰고, 셈하는 것을 기축으로 하는 학력을 삶을 사는 기초능력이 아니라고 할 사람은 아무도 없을 것입니다. 이 학력은 인식(認識)이 발달해 가는데 없어서는 안될 능력인 것입니다. 더구나 앞으로 우리에게 다가올 사회는 정보화사회, 지식사회라고 불리는 고도의 지성을 필요로 하는 사회입니다. 이러한 사회를 정확하게 파악하고 그에 따른 여러 문제에 관심을 갖고, 그로부터 자기의 미래를 개척하면서 삶을 살기 위해서는 고도의 식견(識見)을 필요로 합니다. 그러기 위해서는 깊은 전문적인 지식과 넓은 안목(眼目)이 있어야 합니다. 기초학력에 결합이 있다면 이러한 능력은 생겨날 수가 없을 것입니다. 그래서 삶을 살아가는 기초능력으로 학력이 중요한 것입니다. 확실한 학력을 형성시켜 주는 일, 이것은 교육에서 빼놓을 수 없는 것입니다. 왜 이 당연한 말을 하느냐하면, 오늘 우리 사회에서는 무엇이든 한 가지만 잘하면 되지 모든 것을 다 할 필요는 없다는 말을 기초교육의 단계부터 강조하고 있기 때문입니다. 이 말은 현재 상당한 오해를 야기 시키고 있습니다. 이 말은 기초교육을 다 받은 어른들에게는 옳은 말일 수도 있을 것입니다. 그러나 그 '한가지'가 기초학력 없이는 존재할 수 없다는 것을 우리는 알아야 합니다. 더구나 고도의 식견을 필요로 하는 앞으로의 사회에서의 '한가지'는 더 말할 나위가 없을 것입니다.

삶의 기초능력인 체력, 감응력과 표현력, 기초학력을 마련하여 주는 것은 정보화 시대에도 중요한 것입니다. 특히 어린이 교육에서는 더욱 그렇습니다.

II. 정보화 사회의 교육에서 변화하는 것

삶을 잘 살기 위한 기초적 능력으로서의 '체력', '감응과 표현력', '기초학력'을 부여하려는 것이 정보화 시대에도 여전히 교육의 기본 임무라는 것을 바탕으로 하면서, 정보화 사회의 교육에서 변화하는 것이 무엇인가를 생각해 보려고 합니다.

빌게이츠는 '정보화 사회는 디지털 신경체계가 인체의 신경조직과 같은 역할을 할 것이다'라고 말하고 있습니다. 말하자면 디지털 혁명이 일어나고 있다는 것입니다. 디지털 혁명은 산업은 물론 학

교, 신문, TV, 문화, 정부 등 인간 활동의 모든 면에 엄청난 영향을 미치고 있습니다. 이러한 영향은 교육하는 수업 현장에도 미치고 있습니다. 외양적으로는 컴퓨터, PC, 인터넷, 멀티미디어, 사이버 공간 등 눈에 보이는 커다란 변화가 교육의 현장을 혁명적으로 바꾸어 놓고 있습니다. 일부 대학이기는 하지만 대학의 교실은 이미 혁명적으로 변하고 있습니다. 멀티미디어 전자 도서관과 원격 강의는 시간과 공간을 초월한 사이버 대학을 낳게 하고 있습니다. 21세기의 사이버 대학은 모든 학생들이 책과 공책 대신에 노트북 PC와 디지털 휴대폰을 합친 개인용 정보 단말기를 들고 다닐 것입니다. 그렇게 되면 매일 학교에 등교하는 일없이 재택 수업을 받게 될 것입니다. 이렇게 되어 가는 시대에는 유치원이나 초등학교의 교실 또한 우리의 상상을 초월할 만큼의 큰 변화가 일어날 것입니다. 이러한 변화는 눈에 보이는 변화입니다. 정보화 사회에서는 눈에 보이지 않는 변화 또한 획기적입니다. 한국 수학교육학회가 유아수학교육에 관심을 갖고 연구를 추진하려는 이 시점에서 눈에 보이지 않는 변화 가운데 우리가 주목해야 할 것이 무엇인가 대해서 함께 생각해 보아야 할 것입니다.

1. 정보화 사회에서는 지식의 개념이 달라지고 있습니다.

정보화 사회에서 달라지고 있는 것 가운데 첫 번째로 생각해 볼 것은 지식의 개념이 달라지고 있다는 것입니다. 얼마 전에 「지식이라는 환경」이라는 일본 사람들의 논문을 책으로 엮은 것을 읽은 일이 있습니다. 거기에 이런 질문이 있습니다.

「아직 초등학교에 입학하지도 않은 어린 소녀 Y는 전자계산기를 갖고 놀기를 좋아합니다. 사칙계산(四則計算)의 답을 구하기 위하여 전자계산기를 두들기기를 좋아하고 있습니다. 그러나 이 소녀 Y는 두 자리수의 암산이나 필산(筆算)을 아직 할 줄 모릅니다. 그런데 이 소녀는 계산기를 두드려서 16×4 의 답이 64라는 것을 얻어냈습니다. 이 때 소녀 Y는 ‘수 계산에 대한 지식이 있다’라고 말할 수 있겠는가. 즉, 그 ‘소녀는 곱셈을 할 줄 안다’라든가 ‘16곱하기4는 64라는 것을 알고 있다’라고 말하여도 좋은가?」

이 질문에 대해서 여러분들은 어떤 답을 내리시겠습니까. 아마 여러분들은 소녀 Y가 그 지식을 갖고 있다고는 말하지 않을 것입니다. 지금까지는 이 판단에 이의를 달 사람은 아무도 없었습니다. 그러나 이제는 의의를 제기하지 않을 수가 없습니다. 우리가 조금만 생각하여 보면 이의를 제기하는 이유를 알 수 있습니다.

현대 사회에서는 과학계뿐만이 아니라 모든 전문분야에서는, 주어진 문제를 해결할 때 필요한 기초지식은 일일이 검증하지 않은 채 사람들은 사용하고 있습니다. 그렇게 하는 이유는 시간이나 능력의 한계가 있기도 하지만, 설명 능력이나 시간이 있다 하더라도 동원된 기초지식을 철저히 검증한다는 일 자체가 사실상 불가능하기 때문입니다. 실제로 검증 작업을 하는 것은 문제 해결에 직접 관련이 있는 것일 뿐 기초지식에 관한 것은 아닙니다. 기초지식에 관해서는 각 분야의 공동체의 권위나 상식에 의존하고 있습니다. 이와 같은 것은 소녀 Y가 전자 계산기를 사용하는 것과 다를 것이 없

습니다. 문제를 해결하고 있는 사람이 기초지식을 검증하지 않았다고 해서 ‘과학적 지식이 없다’고는 말할 수 없을 것입니다.

지금까지 우리는 지식에 대해서 말을 할 경우 당연히 그 지식에 대한 거증(舉證) 능력까지를 요구하고 있었습니다. 그러나 이제는 지식을 이용하는 사람에게 그 지식을 거증하는 것까지를 반드시 요구하지도 않고 또 사실상 요구할 수도 없는 그러한 시대가 오고 있습니다. 그것은 정보화 시대의 정보의 양(量)과 질(質)이 혁명적으로 변하고 있기 때문입니다. 수학교육사의 입장에서 말씀 드린다면, 20세기 중반에 있었던 「수학교육 현대화」 시대에도 지식의 양과 질이 커다란 문제로 제기 되었었습니다. 당시에는 그 문제를 해결하기 위하여 수학교육의 내용과 방법을 수학이라는 학문에 의존하려고 하였습니다. 그래서 당시의 수학교육을 학문중심주의라고 불렀던 것입니다. 학문중심주의에서는 지식의 개념이 달라지지 않았었습니다. 그러나 정보화 시대의 지식의 양이나 질의 혁명적 변화는 지식의 개념 자체가 달라지고 있습니다. 지식의 정당성(正當性)을 인식의 주체인 개인의 거증 능력에 두는 것을 「지식을 정당화하는 내재주의(內在主義)」라하고, 지식의 정당성을 인식 공동체의 권위나 상식을 신뢰하는 것에 두는 것을 「지식을 정당화하는 외재주의(外在主義)」라고 합니다. 「수학교육 현대화」 시대의 지식의 개념은 내재주의에 기반을 두고 있는데 반해서 정보화 시대의 지식의 개념은 외재주의에 기반을 두고 있다고 할 수 있습니다.

지식의 개념을 외재주의에 입각하여 파악할 때, 교육에서의 기초지식과 기초기능, 즉 기초학력으로 무엇을 선택할 것인가라는 문제가 새롭게 등장하게 됩니다. 소녀 Y의 이야기로 이해되었을 것으로 믿습니다만, 컴퓨터로 정보가 제공되는 정보화 사회에서는 지식을 크게 두 가지로 말할 수 있습니다. 하나는 기계적 지식이고 또 하나는 인간적 지식입니다. 이 제 기계에 의존할 지식은 기계에 맡기고 인간에 의해서만 가능한 지식은 인간에게 의존하여야 합니다. 교육에서 어떤 지식과 기능을 기계에 맡기고 어떤 지식과 기능을 사람에게 의존시킬 것인가를 이제 새롭게 생각하여야 합니다. 이 문제는 그리 쉬운 문제가 아닙니다.

원래 학교교육에서 학생들이 익혀야할 기초지식과 기초기능은, 한 사회 공동체가 다음 세대의 성공적 삶을 살도록 마련하여 놓은 것입니다. 그런데 지금까지 마련하여 놓은 기초지식과 기초기능으로는 정보화 사회에서 성공적 삶을 살 수 있다는 보장이 점점 없어지고 있습니다. 정보화 사회에서 성공적 삶을 살 수 있도록 하는 기초지식, 기초기능을 우리 공동체는 새롭게 마련하여야 합니다. 이 작업은 교육계에 종사하고 있는 전문인만으로 이룩할 수는 없는 것입니다. 공동체의 모든 분야에서 「미래의 혜안(慧眼)」을 지닌 지성(知性)들의 논의와 합의에 의하여 마련되어야 합니다.

2. 정보화 사회에서는 일상의 생활 세계가 과학의 세계와 하나가 되어가고 있습니다.

지금까지의 시대에서는 과학의 세계와 일상의 세계가 밀접하게 관련이 되어 있기는 하나 그 두 세계가 어느 정도 서로 다른 세계일 수 있었습니다. 그러나 정보화 사회에서는 정보화에 필요한 과

학의 세계를 떼어놓고는 생활이 불가능하게 되었습니다.

사실 과학의 세계와 일상의 세계는 상당히 다른 성격을 갖는 세계입니다. 현대의 과학이 추구하려는 것은, 우리들이 일상의 생활 세계에서 어떤 목적이나 가치를 추구하려고 하는 것과는 판이하게 다릅니다. 그것은 사상(事象)의 관찰이나 기술(記述)의 방법 혹은 사상의 언어적 표현양식에서 오는 차이인 것입니다. 과학적 세계에서 관찰은, 우리들이 일상에서 행하고 있는 것과 같이 감각기관에 의한 사상의 직접적 지각(知覺)에 의한 관찰과는 다릅니다.

과학의 세계에서 관찰은 첫째로 점점 더 고도화하고 정밀한 관찰장치에 의한 것입니다. 게다가 그것은, 관찰장치에 의한 변화를 지각하면 그것으로 끝나는 것이 아닙니다. 대상과 관찰장치와의 상호작용의 결과로서 나타나는 변화를 수량화하고 그것에 이론적 해석을 내려야 합니다. 그러므로 과학적 세계가 문제로 하는 사실이란 우리들이 일상적인 감각지각에 의하여 얻어지는 직접적 사실이 아닙니다. 그것은 관찰장치를 매개로 하여 얻어진 자료를 수량적으로 표현하고 이론에 의하여 해석한 이론적 사실인 것입니다. 다시 말합니다만, 과학적 세계에서 관찰 작업은 일상의 세계에서 이루어지는 우리들의 직접적인 오감(五感)에 의한 관찰로서 이루어지는 것이 아닙니다. 그것은 우리들의 직접적인 오감에 의한 관찰이 외화(外化)한 관찰 장치에 의해 수량적 이론적 해석을 취한 결과로 이루어진 것입니다.

사실 과학적 세계와 일상의 세계가 달라지기 시작한 것은 17세기라고 할 수 있습니다. 갈릴레오, 데카르트, 뉴턴으로 대표되는 근대 과학은 그때까지 지배적이었던 과학적 자연관과는 다른 자연관으로 이루어진 것입니다. 아리스토텔레스 이래로 가져왔던 자연관은 자연현상을 우리들의 감각지각에 바탕을 두고 우리들의 생물학적 삶을 모델로 하여 기술하려는 것이었습니다. 그러나 17세기를 기점으로 하는 근대 과학은 이와는 달리 자연현상의 보편적 인과적(因果的) 구조를 수학적 표상에 의하여 해명하려고 하였습니다. 이때부터 과학적 세계가 우리들의 일상적인 세계와 근본적으로 방향을 달리하게 되었던 것입니다. 그렇기는 하였지만 과학기술의 시대를 살아 온 지금까지의 일상의 생활 세계와 과학의 세계는 밀접하게 관련되어 있습니다. 밀접하게 관련되어 있었으면서도 그 두 세계는 현상의 기술이나 세계관에서 근본적으로 방향을 달리하고 있어서 분리되어 있었습니다. 그러나 정보화 사회에서는 그 두 세계는 또 다른 차원에서 일체가 되어가고 있습니다. 말하자면 정보화 사회에서는 과학의 세계의 이해 없이는 일상의 생활을 영위할 수 없게 되어 가고 있는 것입니다.

과학체계의 구성이 시종 수학적 기호적 표현이나 수학적 체계화에 의존하고 있습니다. 이것은 우리들의 생활에서 사용하는 일상의 언어활동이나 경험적 지식의 조직화와는 근본적으로 다릅니다. 그러므로 과학적 체계의 구성이 의존하고 있는 수학적 언어와 수학적 체계에 대한 학습 없이는 과학의 세계를 이해할 수가 없으며 동시에 일상생활도 원만하게 영위할 수가 없게 되는 것입니다. 「수학교육 현대화 운동」의 시대에는 수학은 과학의 언어이므로 수학교육은 언어능력이라는 관점에서 이루어져야 한다고 주장하였었습니다. 그것은 매우 통찰력 있는 주장이었습니다. 이제 우리에게 다가오는 정보화 사회에서는 수학은 과학의 언어일 뿐만이 아니라 일상의 언어가 되어가고 있는 것입니다. 수

학이 일상의 언어라고 한다면 언어학습인 수학의 학습을 어렵다고 해서 수학교육의 수준을 내리거나 약화시킬 수는 없을 것입니다.

이 점은 우리가 정보화 시대에 얻으려고 하는 정보가 어떤 수준의 것이어야 하는가를 생각해보면 쉽게 이해할 수 있는 것입니다. 우리가 얻으려는 정보는 일상적인 범속한 생활정보보다는 고도의 과학적 정보일 것입니다. 일상의 범속한 정보는 관찰자나 관찰자의 상황에 의존한 것이지만, 과학적 정보는 관찰자의 좌표선택에 의존하지 않는 관찰 대상의 불변형식이나 불변적 성질을 전달해 주는 것입니다. 정보화 사회에서의 각 분야의 정보는 사상을 객관적으로 이해할 수 있는 것이어야 합니다. 이러한 정보를 정보의 언어인 수학적 소양 없이 읽고, 분석하고, 평가하고, 대책을 수립하는 일을 할 수는 없을 것입니다.

3. 정보화 사회에서는 인간적 사고를 더욱 필요로 합니다.

정보화 사회에서는 인간적 사고를 더욱 필요로 합니다. 인간적 사고를 어떻게 설명하면 좋을까요. 수학의 노벨상이라고 불리는 월드상을 받은 히로나가라는 수학자는 인간적 사고에 대해서 다음과 같이 설명을 시작하고 있습니다. 그 설명을 대충 간추려 인용하면서 이 대목의 이야기를 전개하여 보려고 합니다.

인간의 특색은 「사고한다」는 것에 있습니다. 광물은 생각하지 않습니다. 식물이 얼마간은 생각한다고 말하는 사람이 있습니다만 그것은 지능이라고 부를 수 있는 것은 아닐 것입니다. 인간 이외의 동물들이 사고한다고 하지만 지능은 아주 낮아서 인간의 사고와는 비교가 되지 않습니다. 인간은 아주 높은 지능적 사고를 합니다. 인간이 사고하고 무엇인가를 판단할 수 있다는 것을 생각해보면 아주 놀라운 일인 것입니다. 생각한 것을 정리하여 말을 하기도 하고 글을 쓰기도 합니다. 또 때로는 그래프를 그리기도 하고 표도 만들기도 합니다. 사실을 분석 종합하여 파악하기도하며 평가도 하고 판단도 합니다. 이것이 인간의 특색입니다. 정보화 시대에는 노트북 PC와 디지털 휴대폰이 합쳐진 개인용 정보 단말기가 일상화 될 것이라고 앞에서 말하였습니다. 그러나 정보화가 진행되면 될수록 역으로 인간의 특색인 인간의 사고력, 글을 쓰는 힘, 판단력이 중요하게 됩니다. 예를 들어봅시다. 저는 이 원고를 컴퓨터로 작성하였습디만 오늘날에는 거의 모든 사람이 기계로 글을 쓰고 있습니다. 앞으로는 보다 발달된 기계로 글을 쓸 것입니다. 그러나 기계가 아무리 발달하여도 사람을 대신하여 기계가 글을 써주지는 않을 것입니다. 인간이 자기의 생각을 정리하여 문장을 만들고 표현을 구안하지 않으면 안됩니다. 개인용 컴퓨터가 아름다운 색을 써서 그래프를 만들어 줄 수는 있지만 어떤 숫자를 써서 어떤 목적으로 어떤 그래프를 만드는가는 결국 우리 인간이 결정하지 않으면 안됩니다. 지금까지 우리는 인간의 특색인 사고력을 키우기 위한 교육을 하려고 많은 노력을 하여왔습니다. 정보화 사회에서는 이 노력이 더욱 필요한 것입니다. 한마디로 사고력이라고 말합니다만 사실 사고력이라는 말처럼 애매하고 모호한 말은 없습니다. 그러므로 사고력이라는 말을 설명하기가 매우 어렵

습니다. 그렇기는 하지만 사고력을 키우기 위해서 우리가 염두에 두어야 할 인간적 사고가 갖는 특성의 몇 가지는 합의할 수 있을 것입니다.

인간적 사고의 특성 중 첫 번째 것은 사고의 여유(餘裕)라고 할 수 있습니다. 이것은 인간의 사고가 잊어버린다는 특성을 지닌 데서 비롯된 것입니다. 잊어버린다고 하는 것은 컴퓨터에게는 없는 인간이 지닌 특유의 것입니다. 인간의 두뇌는 과거의 사건이나 과거에 학습하여 얻은 지식도 잊어버립니다. 사실 우리에게도 잊어버려도 좋을 사건이나 지식이 얼마든지 있습니다. 컴퓨터는 기억한 모든 것을 100% 끄집어 낼 수 있습니다. 그러나 인간의 두뇌는 기억한 것의 극히 일부분만을 끄집어낼 뿐입니다. 나머지는 기억에서 살아지는 것이 아니라 정보를 뇌에 축적하여 두기는 하지만 끄집어내지 못할 뿐인 것입니다. 우리의 뇌에는 직접 꺼내 쓸 수 있는 정보와 축적은 되어 있으나 직접 꺼내 쓸 수 없는 형태로 기억되어 있는 정보가 있습니다. 사실, 직접 꺼내 쓸 수 없는 형태로 축적되어 있는 정보의 양이 우리의 사고를 결정하는 것 중의 중요한 요인이 될 것입니다. 왜냐하면 이 정보는 영원히 꺼내 쓸 수 없는 것이 아니라 어떤 기회가 주어졌을 때 얼마간의 수고를 기울이면 얼마든지 꺼내 쓸 수 있는 것이기 때문입니다. 직접 꺼내 쓸 수 없는 정보량의 크기를 우리는 주목하여야 합니다. 이 정보량의 크기를 사고력의 넓이라고 한다면 이 넓이는 계속 학습하고 잊어버리고 하는 사이에 두뇌 속에 만들어지고 키워지는 것입니다. 그러므로 어차피 잊어버릴 것을 무엇 때문에 가르치느냐 하는 것은 잘못된 생각입니다. 역설적으로 들리겠지만 잊어버릴 수 있도록 가르치는 것도 우리는 염두에 두어야 합니다. 사고의 넓이를 키우는 것은 결국 사고의 여유를 부여하자는 것입니다.

인간적 사고의 특성 중 두 번째 것은 인간의 사고에는 유연성(柔軟性)이 있다는 것입니다. 인간은 컴퓨터와는 달리 사물을 광범위하게 보고 생각합니다. 인간의 사고는 편협하지 않고 너그럽습니다. 이것을 사고의 유연성이라고 합니다. 사고의 유연성은 사리를 판단할 때도 발휘하게 됩니다. 이 유연성과 밀접하게 관련되어 있는 것 중의 하나는 연상(聯想)입니다. 두뇌의 연상 작용은 여러 개의 다른 것들 사이의 공통점을 찾아내거나 또는 차이점을 찾아내는 작용과 관계가 있습니다. 이 연상은 개념의 형성에도 유용하게 작용하지만 서로 다른 의견의 공통점을 발견하여 하나의 종합된 의견을 도출시키는 데도 작용합니다. 이러한 사고 능력을 갖는다는 것은 대단히 유용합니다. 인간이 지닌 사고의 이 유용성은 사고를 폭 넓게 생각하게 하고 또 그래야만 사고는 발전하고 깊어지는 것입니다. 그래서 사고의 유연성을 사고의 깊이라고 하겠습니다. 사고의 깊이는 폭 넓고 편협하지 않은 그리고 이해와 궁리(窮理)를 통한 학습에 의하여 얻어지는 것입니다. 「공부(工夫)를 많이 하면 문리(文理)가 튼다」는 말을 우리 어른들은 자주 하셨습니다. 공부를 해야만 사물의 이치를 깨닫는 것입니다. 원래 공부란 궁리하면서 애써 배우는 뜻이 있습니다. 연구하면서 배우는 것이 공부입니다. 궁리함 없이, 연구함 없이 배우는 것은 사고의 깊이를 만들어 주지 못합니다. 사고의 유연성으로 비롯되는 사고의 깊이에 대해서도 우리는 각별히 유념하여야 합니다.

인간적 사고의 세 번째 특성은 사고의 힘입니다. 인간의 사고에는 그 나름대로의 힘이 있습니다. 인간의 사고에는 「결단할 수 있는 힘」과 「비약할 수 있는 힘」, 그리고 「간단없이 이어지는 끈

기라는 힘」이 있습니다. 컴퓨터는 스스로 결단할 수 있는 힘도, 어느 순간 비약하는 힘도, 끊어졌던 생각을 다시 이어 끈기 있게 사고를 진행시키는 힘도 없습니다. 그러나 인간에게는 그러한 힘이 있습니다. 이러한 힘도 공부가 아니고는 키워지는 것이 아닙니다. 사고의 힘, 이것 또한 우리가 크게 유념하여야 합니다.

사고의 넓이, 사고의 깊이, 사고의 힘은 지금까지의 교육에서도 늘 관심을 갖고 논의하여온 문제였다는 것은 우리 모두가 잘 알고 있는 사실입니다. 정보화 사회에서 살아남아야 할 우리의 다음세대에게는 그 어느 때보다도 인간적 사고의 능력을 요구받고 있습니다. 인간적 사고의 능력을 키워주지 않으면 그들은 살아남을 수 없을지도 모릅니다.

4. 정보화 사회에서 살기 위한 인간의 학습 속도는 너무 느립니다.

정보화 사회에서는 정보의 양이 엄청나게 늘어날 것이며 앞으로는 더욱 빠르게 폭주할 것입니다. 그리고 그 정보의 수준 또한 엄청나게 높아질 것입니다. 이것은 인간이 학습하여야할 지식의 양이 폭주한다는 말이며, 학습의 수준이 상상을 초월 할만큼 높아질 것이라는 것을 뜻하는 것입니다. 학습하여야할 지식의 양의 폭주와 수준의 향상은 인간의 학습능력에 회의론을 갖게 합니다.

인간의 학습에 관한 첫 번째 회의는 학습의 속도가 너무 느리다는 것입니다. 인간이 무엇인가를 학습하기 위해서는 몇십 년이라는 세월이 필요합니다. 학교에 입학하기까지 6년, 인지과학자나 컴퓨터 학자가 되는데 20년이나 걸립니다. 이것은 최소한이어서 더 많이 걸리는 사람들이 더 많은 것이 현실입니다. 결국 우리들은 극단적으로 느린 학습자인 것입니다. 지금까지는 이 느린 속도의 학습능력으로도 그런 대로 잘 살아 왔습니다. 그러나 이제는 그 느린 학습 속도로는 그런 대로라도 잘 살 수는 없게 됩니다. 오늘날 세계는, 대단히 비싼 교육 시스템을 이용하여 학습과정의 효율을 높이려고 애쓰고 있으나 학습과정은 여전히 느리기가 짝이 없습니다. 정보화 시대는 이 문제를 어떻게 해결할 것이냐 하는 것이 최대의 문제가 될 것이라고 생각합니다. 컴퓨터를 연구하는 쪽에서는 학습 능력을 어떻게 컴퓨터에게 심는가를 연구과제로 갖고 있습니다. 이 과제를 해결하려는 것이 인공지능에 대한 도전이라고 그 쪽 연구자들은 말하고 있습니다.

이런 일이 가능해졌을 때 교육에서는 학습할 것들 중에서 무엇을 기계에 의존하고, 무엇을 인간에게 학습시킬 것인가를 분별하는 연구가 있어야합니다. 정보화시대를 맞이하는 오늘의 이 시점에서 우리가 시작하여야할 과제가 정해지면 그것을 어떻게 프로그래밍화할 것인가는 교육을 연구하는 사람들이 할 몫입니다. 그러기 위해서는 다면적인 학습의 과정의 연구와 컴퓨터·모델화의 공부를 우리는 하여야 합니다.

학습이라고 하는 것은 다면적인 현상입니다. 학습과정에는 새로운 선언적 지식의 획득, 지도나 훈련에 의한 인지(認知)에 관한 기술의 개발, 새로운 지식의 일반적 효과적인 표현의 조직화, 관찰과 실험에 의한 새로운 사실의 발견 등이 있습니다. 이렇게 다면적이긴 하지만, 기본적으로는 학습은 두

가지 틀이 있습니다. 하나는 지식 획득이고 또 하나는 기능의 개선입니다. 지식 획득의 본질은 의식적 과정이고 그 결과는 새로운 기호적인 지식의 구조와 멘탈 모델(mental model)의 창조인 것입니다. 이에 반해서, 기능의 개선은 거듭되어지는 연습에 의하여 무의식의 수준에서 이루어지는 것입니다. 즉, 지식 획득은 지적작업(知的作業)이며 기능의 개선은 운동조정적작업(運動調整的作業)입니다.

인간의 느린 학습 속도를 극복하기 위해 우리는 어떤 노력을 하여야 하겠습니까. 지금까지의 교육에서는 운동조정적인 작업인 기능의 개선에 너무 많은 시간과 노력을 기울이고 있습니다. 이것이 학습속도를 느리게 하는 중요한 요인중의 하나입니다. 우선 이 문제를 극복할 수 있는 방안이 연구되어야 하겠습니까.

지적인 작업의 지식 획득에서 학습속도에 장애를 주는 것은 이해의 속도입니다. 수학의 경우, 개념과 지식이 다원적이고 다단계적으로 구성되어있다는 것과 고도의 추상성을 지니고 있다는 것이 이해를 어렵게 하고 있습니다. 그래서 이해의 속도가 느린 것입니다. 이 문제는 매우 어려운 문제입니다. 지금까지도 많은 수학교육의 전문가들이 연구하여 왔고 또 많은 실천을 하여 왔습니다. 그러나 그 노력은 그다지 성공적이라고 할 수 없습니다. 거듭 말하지만, 정보화 시대의 정보의 양과 질은 인간의 학습의 양과 질을 의미합니다. 정보화 시대의 폭주하는 학습의 양과 점점 높아 가는 학습의 수준을 감당하기 위해서는 이해의 속도를 빠르게 하는 방안이 연구되어야 합니다.

학습 속도를 극복하기 위해서는, 지적 작업인 지식 획득과 운동조정 작업인 기능의 개선을 나누어 인간 지능의 연구와 인공 지능의 연구분야에서 하는 컴퓨터 학습의 연구의 도움을 받아 교육의 내용과 방법이 새롭게 연구되어야 합니다. 교육의 내용에 관한 연구는 지식의 개념의 변화에 따른 기초 지식과 기초기능을 새롭게 정하는 것과 밀접하게 관련되어 있습니다. 교육의 방법에 대한 연구는 어떤 내용을 어떤 방법으로 학습하게 할 것인가를 연구하여야 합니다.

인류는 지금까지 오랜 세월 교육이라는 행위를 하여 왔습니다. 그리고 여러 가지의 학습 방법을 개발하여 왔습니다. 인류가 개발하여 실행하여온 학습방법을 유형에 따라 분류하여 보면 다음과 같습니다.

첫번째는 새로운 지식을 암기하여 직접적으로 인식시키는 암기학습(暗記學習)입니다. 이 학습은 지식의 추론이나 다른 곳으로의 변환을 학습자에게 요구하지 않습니다. 즉 이 학습은 외부의 의도에 따라 이루어지는 것으로 학습자 쪽의 작업을 필요로 하지 않습니다. 그리고 입력 정보에 따라 추론은 하지 않으며 단지 주어진 사실과 데이터를 기억할 뿐입니다.

두번째는 교시에 의한 학습입니다. 교사 또는 교과서와 같이 체계적인 준비적 정보원(情報源)으로부터 지식을 획득하고, 학습자가 그 지식을 입력언어(入力言語)로부터 자기 내부에서 이용할 수 있는 표현으로 변환시키고, 그리고는 이 새로운 지식을 이전에 가졌던 지식과 통합시켜 효과적으로 이용하는 것이 이 학습입니다. 그러기 때문에 이 학습에서는 학습자가 어떤 종류의 추론이든 추론을 할 필요가 있습니다. 이 학습에서는 교사가 학습자의 지식을 서서히 증가시키도록 지식을 주고 또 그 지식들을 조직화 시켜주어야 합니다. 그렇기 때문에 이 학습에서는 교사에게 대부분의 학습을 의존

할 수밖에 없습니다. 이 교시학습(敎示學習)은 지금까지 우리가 택하여온 학습방법 중 가장 전통적으로 하여왔던 학습방법입니다.

세번째는 유추(類推)에 의한 학습입니다. 요구되어지는 새로운 개념이나 기능에 매우 유사한 형태의 지식을 새로운 상황에 효과적으로 이용할 수 있는 형태로 변형이나 증식시킴으로서 새로운 사실이나 기능을 획득하는 것이 이 학습입니다. 이 학습은 암기학습이나 교시학습보다 학습자에게 보다 많은 유추활동을 요구합니다. 그래서 이 학습은 관련된 매개사항(媒介事項)과 유사한 사실이나 기능을 기억 속에서 상기(想起)시키지 않으면 안됩니다. 그리고는 상기된 지식을 변환시키고, 새로운 상황을 적용시키고, 장래에 이용할 수 있도록 기억 속에 담아두지 않으면 안됩니다.

네번째는 사례(事例)에 의한 학습입니다. 이것은 귀납에 의한 학습의 특별한 경우입니다. 어떤 개념에 대한 정(正)의 예들과 반(反)의 예들이 함께 주어지면 학습자는 정의 모든 예는 포함하나 반의 예는 어느 것도 포함시키지 않는 일반적 개념의 기술(記述)을 귀납적으로 추론해 내는 것이 이 학습입니다. 이 학습에서 하계되는 학습자의 추론의 양은 일반적 개념을 교사로부터 주어지는 교시학습보다 많아집니다. 그리고 그 새로운 개념을 도출시키는 씨앗이 되는 유사(類似) 개념이 제공되지 않기 때문에 유추학습 보다도 많아지게 됩니다. 사례학습은 사례의 정보원(情報源)에 따라 분류하여 볼 수가 있습니다. 즉, 정보원이 교사인 경우, 정보원이 학생인 경우, 그리고 정보원이 외부환경인 경우로 분류할 수가 있습니다.

다섯번째는 관찰(觀察)에 의한 학습입니다. 때로 이 학습은 교사 없이 하는 학습이라고 불려지는 것으로 귀납학습의 일반적인 형태의 것입니다. 관찰학습은 학습자에게 특정 개념에 대한 실례들이 주어지지 않으며, 스스로의 내부에서 생성시킨 실례들을 개념의 정(正)의 실례라거나 반(反)의 실례라고 분류하는 어떤 힌트도 주어지지 않습니다. 게다가 한번에 하나의 개념에 초점이 맞추어지는 것이 아니라 그 관찰은 언어질 필요가 있는 여러 개의 개념으로 그 범위가 넓어지기 때문에 주의집중이라는 중대한 문제가 생깁니다. 관찰학습은 환경과의 상호작용에 의하여 이루어지는 것이므로 수동적 관찰과 능동적 실험으로 분류할 수 있습니다.

이상에서 지금까지 우리가 하여온 인간의 학습 유형에 대해서 설명하였습니다. 학습내용에 따라 학습방법을 선택하여 학습 프로그램을 구성하는 연구가 교육 현장을 위하는 것은 물론 컴퓨터에게 학습을 시키려는 인공지능의 연구자들을 위해서도 이루어져야 합니다. 왜냐하면 인간의 느린 학습속도를 극복하기 위한 컴퓨터를 이용한 학습에 대한 연구를 이제 우리 사회가 외면할 수 없기 때문입니다.

이제 제 말씀을 마무리하겠습니다. 정보화 시대의 「나」는 이제 나를 이루고 있는 생물학적이고 정신적인 그런 나 자체만이 아닙니다. 생각하는 두뇌로 컴퓨터를 한쪽에 두고있고 또 고도하고 정밀한 관찰장치를 한곳에 두고 있고 그 모두가 신경망(神經網)으로 구성되어 있는 시스템으로 되어 있습니다. 이를테면 다가오는 시대의 「나」는 「시스템」입니다. 그러나 신생아로 태어나는 「나」는

여전히 예전과 같이 생물학적이고 정신적인 나이지, 정보화 시대에 존재할 「시스템」으로서의 나가 아닙니다. 선생으로서의 「나」는 「시스템」으로서의 나로 성장해 가야할 나인 것입니다. 그러므로 생물학적이고 정신적 존재로 태어나는 어린이 교육은 과거에도, 오늘도, 내일도 변하지 않는 생각을 바탕으로 시작하여 점차 성장함에 따라 시스템인 나로 살 수 있도록 변화하는 것에 대비하는 교육이 되어야 할 것입니다.

마지막으로, 21세기의 정보화사회, 지식사회가 혁명적 시대이기는 하지만 그것은 20세기까지의 사회가 만들어낸 산물이라는 것, 그래서 21세기는 20세기의 연장선상에 있다는 것에 주목하자는 말씀을 드리면서 제 이야기를 모두 끝내기로 합니다.