

잃어버린 1/3 을 찾아서

# 특수과학교육

제2권(2호) 2006년 12월

특수과학교육연구회

# 잃어버린 1/3 을 찾아서

## 특수과학교육

제2권(2호) 2006년 12월

이 자료는 2006년 9월 21일 대구대학교 과학교육연구소와 대구과학교육단체총연합회가 주최하고 대구대학교, 한국과학교육단체총연합회 및 한국과학문화재단이 후원한 시각장애 학생과 함께하는 “과학 잔치”, 그리고 9월 21일 저녁과 22일 한국과학교육학회가 주최하고 교육인적자원부와 대구대학교가 후원하여 대구대학교 과학교육연구소가 주관한 학술세미나(주제: 장애 및 비장애 학생의 통합 과학교육 실천을 위한 연구 과제와 접근 모형)에 발표되었던 초청강연, 논문발표, 워크숍, 과학연극, 과학 체험 활동 등의 내용을 모은 것입니다.

연구하시고 발표하시며 이와 같이 한 묶음으로 하게 해주신 여러분에게 감사드리며 무료로 전자출판을 해 주신 볼록미디어 대표님에게 감사드립니다.

2006. 12. 특수과학교육연구회 회장

특수과학교육연구회

# 차례

머리글 눈을 뜨고도 (박 승재) 4

## 제 I 부 시각장애 학생을 위한 과학 잔치

### 1. 과학행사

[과학연극] “전화는 내 운명”(대구대학교 물리교육과)	7
[과학전시] 발달장애 학생의 빛 개념 지도를 위한 자료 개발 (전진)	21
[과학탐방] 대구대학교 점자 도서관과 점자 식물원(대구대학교 점자도서관)	26

### 2. 과학체험

2.1 물리지도 자료의 면모 (대구대학교 과학교육학부 물리교육 전공)	29
지렛대의 과학	29
빛은 정보를 신고	31
내 머리속에 무지개	32
저항은 전하를 귀찮게 해	33
필름없는 카메라	34
2.2 화학지도 자료의 면모 (대구대학교 과학교육학부 화학교육 전공)	35
땀 흘리는 컵	35
장고 없이 만드는 얼음과자	36
주물럭~퍽퍽!!	38
천방지축 탕탕볼 만들기	39
슬러쉬 만들기	40
Hot and Cool	41
드라이아이스의 미스터리	43
2.3 환경지도 자료의 면모 (대구대학교 과학교육학부 생물교육 전공)	44
땅이 우리에게 준 고운 빛깔, 살아 숨쉬는 황토	44
생명의 땅, 우포늪의 소리를 찾아서	46
생명의 향기 허브	47

## 제 II부 한국과학교육학회 가을 특별학술대회

주제: 장애 및 비장애학생의 통합 과학교육 실천을 위한 연구 과제와 접근 모형

### 3. 초청강연

3.1 특수교육에서 교과교육론의 정립 : 현상과 과제(김병하)	50
3.2 특수아의 통합과학교육을 위한 기초 - 특수아 과학학습 특성 - (하미경)	64
3.3 통합교육 환경에서 과학교육의 실천(오유정)	72
3.4 Science education for the students with a visual impairment (Yoshiko TORIYAMA)	78

### 4. 워크숍

4.1 Develop Tools for Sciecne Education for Visually Impaired Students-Collaboration with Teachers in School (Koichi Kodama,Aichi University of Education)	85
4.2 An Alternative Method in Science Education-For Students with a Visual Impairment (Yoshiko Toriyama, Koichi Kodama)	88

## 머리글

## 눈을 뜨고도

박 승재(과학문화교육연구소)

꽤 오래 전부터, 그러니까 1966년 미국에 공부하러가기 위해 직항로가 없어 일본으로 거쳐 갈때, 일본의 과학교육자들과 만나 보니 영어가 몹시 미흡함을 느꼈습니다. 그때부터 이번 동경에서 개최되었던 국제물리교육연구모임(JCPE) 때 까지만해도 우리가 일본 과학교육자들 보다는 영어를 잘한다고 은근히 뼈져왔습니다.

그런데, 근래에 일본 국립맹아학교 방문시 토리야마 교수가 대동한 맹인 학생, 그 학생은 이 맹아학교를 졸업하고 대학을 다닌 후 지금 대학원생이러는데, 그는 나보다 영어를 훨씬 잘 하는 것이 아니겠습니까! 속으로 은근히 일본에서 하와이 일본교포나고하며 내 영어를 치켜올리던 일본 사람들의 자녀가 이렇게 변하고 있음에 놀랐고, 더욱이 맹인 대학원생이라는 데 느낌이 달랐습니다.

또한 지난 여름 유럽 물리교육연구모임(GIREP)에 갔을 때 홍콩에서 온 교수가 홍콩대학 물리학과에 실험물리학 전공의 맹인교수가 있다는 것이었습니다. 나는 호킹교수와 같이 이론물리학자도 아닌 실험물리학자라는 것이 믿기지않아 함께 인터넷으로 들어가 보았습

니다. 정말로 홍콩대학교 자연과학대학 물리학과에 들어가 보니 그 교수에 대한 자세한 사항을 알 수 있었습니다.

나는 한국과학교육학회가 주관하는 특별학습세미나 초청발표를 하기 전에 이 맹인교수를 만나 자초지종을 알기 위해 홍콩을 가서 만났습니다.

그는 홍콩 근처 가난한 중국 땅에서 1950년에 태어났는데 눈병으로 시력을 잃게 되었다는 것입니다. 홍콩의 유일한 맹아학교, 내가 방문한 그 학교를 초등 6년과 중학 3년을 졸업하였으나 유일한 취직 자리는 전화교환원이었다는 것입니다.

공부를 잘했던, 특히 수학에 뛰어났던, 그리고 더 공부하고 싶었던 그는 온갖 노력으로 영국에 공부하러 갈 수 있었다는 것입니다. 그곳에서도 공부를 잘하였는데, 똑똑한 다른 맹인들이 인문사회나 예능 등으로 진출하는 경우가 대부분이었지만, 수학을 잘하고 과학을 좋아했던 그는 옥스퍼드 대학에 입학하여 물리학석, 박사 과정을 정식으로 이수하고 홍콩



대학에 와서 계속 연구하여, 현재 실험물리학 전공의 정교수로 “열물리학” “고체물리학” “통계역학” 등을 강의하고 있는 것이었습니다.

그는 보이지않을 뿐 다른 사람과 거의 똑같이 연구하며 학생을 지도하고 특히 시각장애 관계의 단체, 기관 등에 봉사하고 있다는 것이었습니다.

눈을 뜨고 살아 온 나는 한편으로 부끄럽고, 또 한편으로는 최선을 다해 시각장애학생의 과학교육에 조금이라도 도움되는 일을 해야 하겠다는 생각을 들게 되었습니다.

이번 대구대학교에서 한국과학교육단체총연합회 지원으로 벌인 “시각장애학생과 함께 하는 과학잔치”는 너무나 좋은 행사였다고 생각합니다. 일기도 좋았고 환경도 좋았지만, 그 행사를 준비한 대구대학 학생들과 교수님들의 정성과 지혜는 더욱 돋보이는 명쾌한 기쁜 날이었습니다.

시각장애 학생들을 위한 연구개발도 놀라웠지만 점자도서관, 점자식물원 등의 방문은 그날의 행사를 더욱 뜻 깊게 하였다고 생각합니다.

이어진 한국과학교육학회 주관의 특별 세미나는 특수교육연구 전문가와 과학교육 연구자들의 만남에 특수과학교육에 20 여년 종사해 온 토리야마 교수의 발표와 워크숍은 우리를 일깨우는데 큰 몫을 했다고 여겨 집니다.

일본의 “시각장애교육연구회”가 1986 년에 시작되어 2006 년 지금까지 발행해 온 소박한 잡지를 보니 실감나게 우리가 20 여년은 뒤진 것 같습니다. 빠른 시간내에 (2 년내에?) 그들의 연구를 흡수하고 우리의 시각장애학생들을 위한 과학교육을 발전시키고 나아가 다른 장애학생들을 위한 활동, 그리고 더 앞서 연구하고 교육해 온 나라, 기관, 사람들과 교류해

야 되겠다는 생각이 듭니다.

시각장애학생들과 그들에게 무엇인가 “지도”하려는 대학생들의 표정은 “눈뜨고” 바라본 그날의 푸른하늘 만큼이나 밝고 진지했음을 눈을 감아도 잊을 수가 없습니다.

# 제 I 부 시각장애 학생을 위한 과학 잔치

## 1. 과학행사

[과학연극] “전화는 내 운명”

대구대학교 물리교육과

[과학전시] 발달장애 학생의 빛 개념 지도를 위한 자료 개발

전진(대구대학교 교육대학원 물리교육전공)

[과학탐방] 대구대학교 점자 도서관과 점자 식물원

대구대학교 점자도서관

## 2. 과학체험

물리지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 물리교육 전공

화학지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 화학교육 전공

환경지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 생물교육 전공

## [과학연극]

# “전화는 내 운명”

대구대학교 물리교육과

### 초대말

옷깃을 스치는 바람이 가을의 향기를 실어나르는 풍성한 계절입니다.

이런 기분 좋은날, 연극 한편 어떠세요?

이 연극은 보통 연극이 아니라 과학내용을 다루는 과학 연극입니다.

특히 시각장애학생들과 함께하는 연극으로 장애학생들도 함께 과학을 공부할 수 있다는 것을 보여주기 위해 이런 연극을 마련하였습니다.

연극의 제목은 '전화는 내 운명'이며 우리의 생활과 아주 밀접한 전화의 탄생 배경을 주제로 하였습니다. 저희는 이번 연극에서 전화기가 단순히 천재 과학자의 발명이 아닌, 사랑과 정의의 결실이었다는 것을 보여주려 합니다.

연극으로 보는 재미있는 과학의 세계로 여러분을 초대합니다.

### 연극 줄거리

벨의 스승인 헨리, 연구 끝에 전신기를 발명한다.

그러나 이를 가로챈 모스!!

한편, 메이블과의 결혼이 부모님의 반대에 부딪쳐 좌절하던 벨은 메이블의 부모님을 설득하기 위해 헨리와 함께 전화를 발명하기 시작한다.

이를 호시탐탐 노리는 모스, 과연 이들의 운명은...

### 대본

#### [1 막 전보의 발명]

#### 장소: 학교

헨리: ( 토크쇼 진행자 분위기) 여러분 안녕하십니까? 저는 아이들에게 이 아름다운 자연의 오~묘한 이치를 가르쳐 주는 과학교수 헨리라고 합니다... 혹시 앞에 계신 여러분들중에 아이들에게 관심을 불러 일으킬만한 특별한 아이디어를 가진 분 없습니까?? 없어요? 제가 그럴줄 알고 책 하나를 들고 나왔어요. 그럼... 잠시만요... 음... 어디보자( 잡지를 뒤적뒤적) 음... 아니?? 쇠덩어리에 도선을 감아 전기를 흘려보냈더니 멀쩡한 쇠덩어리가 자석으로 변했다고?? 여러분은 믿어지세요?? 흠... 벨을 불러 실험을 한번 해봐야겠네요.

벨!! 벨!! 이리로 와보게나...



벨: 아~ 선생님 이번에는 무슨일로 부르시는 거예요? 한참 낮잠 자고 있었는데 귀찮게 시리...

헨리: 자네는 똑똑한데 열정이 없어... 그게 문제야... 하여튼 벨... 이리로와 이 기사 좀 보세. 쇠덩어리에 도선을 감아 전기를 흘렸더니 쇠덩어리가 자석으로 변해서 주위에 있는 철조각들을 잡아 당긴다는구만! 이게 말이되나?!

벨: 에이~ 평범한 쇠덩어리가 자석이 된다고요?..( 버릇없게) 선생님 그건 말도 안되요, 그냥 수업이나 하세요...

헨리: (느리게) 아니야. 아니야... 이거 뭐가 될 것 같애... 그럼 어디.. 실험을 해 볼까?( 직접, 천천히 실험을 한다.) 쇠덩어리에~ 이렇게 도선을 두울~ 두울~ 두울~ 감고 이 도선 양 끝에 전지를 연결하여 전기를 흘려보내면면 되는건가?! 벨! 쇠덩어리에 철로된 물건을 붙여 보게나!

( 벨이 철조각을 붙인다. 자석에 철조각이 붙는 소리가 난다.)

철.... 킁...

벨: 선생님! 정말로 철로된 쇠숫가락이 붙는데요?! 믿기지가 않아요! 어떻게 평범한 쇠덩어리에 전기가 흐르면 자석이 되는 거죠?! 와 신기하다... 선생님... 다르게도 해봐요... 빨리요... 빨리....

헨리: 벨... 릴렉스.. 릴렉스... 자네는 한번 관심을 가지면 엄청난 열정이 생긴단 말이야. 하하하// 아무래도 이 전기가 평범하게 흐르지않고 돌돌 감겨 흘러 이 쇠덩어리를 자석으로

변화시키는 것 같군! 놀라워! 벨! 이 실험을 학교 운동장에서 많은 학생들과 마을사람들이 보는 앞에서 보여줘야겠어! 자네가 실험을 좀 준비해주게나! 그리고 마을사람들도 모아주게!

벨: 예, 알겠습니다. 이거 신기한데?? 빨리 사람들을 모아야지... 유후~~~~( 밖으로 썩~ 나간다)

헨리: 저녀석도 참....

#2 철조각이 전자석이 되다.

헨리: 자, 지금 여러분들은 이제 신기한 현상을 보게될 겁니다. 지금 여러분들 앞에 있는 쇠덩어리가 엄청난 일을 저지를 것입니다... 하하하... 자~ 벨! 스위치를 올리게나!

( 쇠덩어리가 전자석이 된다. 하지만 마을사람들은 눈치를 채지못한다.)( 효과음)

마을사람1: 뭐요! 아무런 변화도 없잖소! 에잇! 거짓말쟁이구먼! 이것 때문에 우리를 부른게요?! 나~~~~ 원참~~ 여러분~ 돌아갑시다! 돌아가요! 괜히 왔잖아!

( 마을사람들 웅성웅성, 웅성이 대사는 아니야,,,,)

헨리: 잠깐만... 잠깐만 있어보시오! 벨! 쇠덩어리에 철로된 것들을 붙여보게나!

( 벨이 철로된 물건들을 붙이자 쇠덩어리에 붙어 떨어지지 않는다.)



마을주민들: 우와!( 마을사람들, 웅성웅성 감탄한다.)

헨리: 자! 이 쇧덩어리가 자석이 되었습니다! 여러분.. 여기 붙은 철조각을 떼어 볼 사람있 습니까? 이 철조각을 떼어내는 사람에게 제가 오늘 저녁을 사겠소.

마을사람2: 제가 해볼게요...( 팔약근 힘들어가는 소리)  
이거 왜 이리 안떨어져요??

마을사람3: 이거 안떨어져요?? ( 같이 잡아당긴다) 같이 한번 해봅시다.

헨리: 하하! 이걸 쇧덩어리가 자석이 되어서 그런 거랍니다.. 제가 한번 떼어보지요.. 자 여 러분은 좀 떨어지세요... 벨! 스위치를 내리게나!

( 전자석이 다시 쇧덩어리로 돌아온다) ( 쇧덩어리가 쿵 소리를 내며 떨어진다)

주민들: 와... 와...

주민2: 어떻게 저 쇧덩어리에 철조각을 붙인거죠?

주민1: 우리 마을에 요술을 부리는 사람이 나타났구만!

주민2: 맞아.. 맞아... 요술쟁이가 틀림없어...

마을주민들: 헨리!..... 만세! 만세!

( 마을사람들, 전자석에 철조각을 붙였다 떼었다 하며 신기해한다.)

헨리: 워~ 워~ 워~ 여러분! 진정하세요! 진정... 저는 요술을 부린것이 아닙니다! 이 전기가 요술을 부렸죠! 이 쇧덩어리에 이렇게 도선을 감아 전기를 흘려보내면 이 쇧덩어리는 순식 간에 자석이 돼죠! 하지만 흐르는 전기를 끊으면 쇧덩어리는 다시 쇧덩어리로 돌아오게 되 는겁니다!

( 마을주민들 이 기이한 현상에 대해 웅성웅성 거리며 어두어진다.)

### 1.1. [2 막 모스의 음모]

#### #3 전보의 발명

( 책상, 의자 필요)

벨: 선생님, 마을 사람들이 난리예요! 선생님이 요술쟁이라나! 뭐라나! 아무리 전기가 쇧 덩어리를 자석으로 만들었다고 말해줘도 통 듣질않아요.. 선생님? 제 말을 듣고 계신가요?! 무슨 생각을 그리 깊이하시나요?

헨리: 아! 자넨가? 이 전기가 흐를때만 자석이되는 쇧덩어리를 유용하게 이용할 방법이 없 을까 하고 고민하고 있었네. 그렇지 않아도 자넨 찾을 생각이었는데 이렇게 와줘서 고맙네. 자네, 나가서 전선을 구해주지 않겠 · 나? 될수 있으면 길게 말이야.

벨: 그렇게 긴 전선을 가지고 뭘 하시려고요? 그냥 마을사람이나 기쁘게 하면 그만이지...  
하여튼 선생님은 너무 생각이 많아요...

헨리: 아니야.. 벨.. 생각이 많은건 좋은거라네... 하하... 자네도 알다시피 이 쇠 ↑ 덩어리에 전기가 흐르면 자석이 되서 주위의 철조각이 달라붙을 때 철컥거리는 소리를 내지 않나. 그럼 ↑ 이 도선을 소리가 들리지 않을만큼 멀리 떨어트려놓고 반대편에 도선을 감은 쇠덩어리를 연결한다고 해보게. 그 주위에 철조각을 놓아두고서 말이지. 그런다음 내가 전기를 흘려보내게 되면 반대편에 있는 이 쇠덩어리는 자석이 되어 철조각을 잡아당겨 철컥거리는 소리를 내지않겠나.

벨: 그야 그렇죠! 그런데 그게 어쨌는 데요?? 선생님.. 선생님... 빨리 가르쳐 줘요....(급하게)

헨리: 벨... 좀 천천히... 듣게... 그래서 난 이 철컥거리는 소리의 횟수마다 의미를 정해 반대편사람에게 연락을 취해보려고 하네!

벨: 그럼 멀리 떨어져 있어도 직접 가지 않고도 연락을 할 수 있겠네요?!

헨리: 그렇지!

벨: 정말 편리한 발명품이 될거 같아요! 직접 가지도 않고 멀리 떨어진 사람에게도 연락을 할 수 있다니! 선생님! 지금 당장 긴 전선을 구해 오겠습니다!( 썩 나간다)

헨리: 벨~~ 벨~~ 천천히 갔다 오게나... 하여튼 벨.. 이놈은 한번 흥미를 주면... 너무 열씨미란 말이야.. 허허..

#4 헨리, 전보를 만들어내다!

벨: 선생님! 선생님! 전선을 구해왔어요...

헨리: 벨! 자네가 전선을 구해오는 동안 난 이렇게 이 쇠덩어리에 도선을 감아 보았네! 그리고 이 쇠덩어리 밑에 다른 철조각을 두어서 위에 있는 쇠덩어리가 자석이 되면 달라붙을 수 있도록 해보았네!

벨: 선생님?! 그런데 왜 똑같은걸 두 개나 만드셨나요?!

헨리: 이 전선 양 끝에 각각 이 기계를 연결할꺼야! 그래서 양 방향으로 연락을 할 수 있게 해 보았네! 자~ 그럼 자네는 이 도선을 들고 저 멀리까지 가서 이 기계를 연결해보게나! 그리고 약속을 · 하세! 내가 한번 전기를 보냈다 끊었다하면 숫자 1 을 뜻하는 것이고 두 번 전기를 보냈다 끊었다 하면 숫자 2 를 뜻하는 것일세! 내가 신호를 보낼테니 무슨 숫자를 보냈는지 알아맞춰보게나!

벨: 네! 선생님!

( 벨, 전선을 끌고 무대 끝으로 가서 전보를 전선에 연결한다.)

(헨리, 벨이 너무 멀리 떨어져 있어서 큰소리로 소리 지른다.)

헨리: 벨! 자 이제 신호를 보낼테니 무슨 뜻인지 알아맞춰보게나!

벨: 네! 선생님! 준비됐습니다! 신호를 보내세요!

(철컹,,,, 철컹철컹철컹,,,,,,,,, 철컹철컹철컹철컹)·

(벨, 뛰어온다)

헨리: 그래! 내가 뭐라고 보냈나?!

벨: 134 라고 보냈습니다!\_-

헨리: (아주 기뻐하며) 성공이야! 성공! 하하하~ 벨! 성공이라고!!

#5 모스, 헨리의 기술을 흠뻑 특허신청하다!

모스: 어이... 헨리... 잘 지냈나?? 요즘 머하나??

헨리: 나는 잘 지내고 있네.. 하하... 자네 요즘 주식해서 망했다더니 괜찮은가?!

모스: 그것 때문에 요즘 힘들어. 하필 내가 투자한 회사가 부도가 날게 뭐냐?!

헨리: 허허~ 이친구야~ 그러게~ 주식은 빚하러하나! 아! 자네~ 내가 재미있는 걸 발견했다네.. 글썽말야 철조각에 도선을 감아 전기를 흘려보내면 자석이 되는데 이걸 이용하면 아무리 멀리 떨어져있는 사람과도 연락할 수 있다네... 하하..

모스: 철조각에 전기를 흘려보내 그걸로 서로 연락을 한다고?! 자네 무슨 똥딴지 같은 소리인가?!

헨리: 자세하게 설명하자면 기네,,, 하하...

모스: 좀 알려줄수 없겠나?

헨리: 이리 와보게~~(속닥속닥)

모스: 이야~~ 이거 대단하구만... 허허~ 알았네! 나는 이만 가봐야겠네!...(모스 퇴장)

헨리: 허허~ 저친구 뭐가 그리 바빠서... ㄷㄷ조심히가게나!

벨: 선생님... 저 사람과 어울리지 말아요... 저사람 소문이 안 좋더라고요...

헨리: 허허! 벨! 모스는 내친골세! 걱정하지 말게나!

#6 모스의 집

(짐을 꾸리고 있다)

아내: (앙칼지게) 여보!! 당신 또 어디가웁!? 당신은 열심히 일해서 돈벌 생각은 안하고 어딜 자꾸 싸대긴단 말이예요! 이젠 제발 정신차리고 취직 좀 하세요! 내가 못살아!

모스: 내가 대박을 찾았단 말야! 이번일만 잘 해결되면 우린 부자라구! 부자! 하하하하!

아내: 부자같은 소리 하고 있네... 어디로 내뺄려고... 집청소나 해웁!!!

모스: 아니야.. 이번에는 진짜 대박이란말야... 내친구 헨리에게는 조금 미안하지만... 이제 뭐~ 그친구 안보면 되는거지... 빨리 특허청에가서 이 발명품을 신청해야겠어... 하하하.. 나는 이제 부자가되는거야~~~~~!!!

#7

(모스와 기자가 함께 서 있다.)

기자: 안녕하세요? 강유미 기자입니다.

철조각 하나로 먼거리를 가지 않고도 연락을 할 수 있다 고 주장하는 모스씨.

과연, 어떻게 그럴 수 있는건지 직접 모스씨에게 물어보 도록 하겠습니다.

모스: 하하하! 쇧덩어리에 도선을 칭칭 감아 전기를 흘려보내면 쇧덩어리는 자석이 된다 오! 그 철조각에 다른 철조각이 붙으면서 소리를 내거든?! 그 소리의 횡수에 의미를 정해서 먼거리를 연락하는것이오! 전선만 연결되어 있다면 아무리 먼거리라도 서로 연락을 할 수 있소! 하하하! 이 모든게 내가 만든것이오! 다~ 내가 똑똑해서지! 난 천재라구요!

기자: 비록 세상을 놀래킬만한 훌륭한 기계를 발견했음에도 불구하고, 자기 잘난 맛에 거만함이 하늘을 찌르는 제수없는 모스의 모습이 안타깝기까지 합니다.

이상, 강유미 기자였습니다.

(모스, 기자 치고박고 하면서 퇴장.)

#8

(사람들이 봄비는 가운데로 신문배달부가 소리치며 다닌다)

신문배달부: 신문이오! 신문! 모스가 새로운 기계를 발명하여 특허를 냈답니다! 이제 먼거리를 직접 가지 않고도 전기로 연락을 할 수 있는 세상이 왔습니다! 신문이오! 신문!

행인1: 신문 한부 주시오... 아니! 어떻게 사람이 직접 가지 않고도 전기로 연락을 할 수 있단말이지?! 기이한 세상이 왔구먼! 허~ 허~

행인2: 모스 그 양반 대단하구려! 이런걸 만들어내다니! 허~ 허~

벨: 어라?? 이거는 우리 선생님이 발명한 건데... 어떻게 된거지?? 발명자 모스?? 모스 이 사람.. 내가 이럴 줄 알았어... 어서가서 이사실을 선생님께 알려야지... 선생님~~~~~!!!

(헨리의 집)

벨: 선생님!! 선생님!! 이것 좀 보세요... 모스가 선생님이 만들 걸 가로채서 부자가 되었어요

~이것 좀 보세요..

헨리:아니?이사람...그럴 사람이 아닌데...주식 때문에 힘들다더니...

벨:선생님...이거 선생님이 발견한거자나요??소송 걸어야 되는 거 아니에요??

헨리:아니다...그냥 놔두렴...모스라는 친구 때문에 다른 사람들이 많이 누리면 되는 것 아닌가??

나는 그걸로 만족 한다네...하하...

벨:선생님은...연구 할때는 그렇게 독한사람이...사람한테는 왜 그리 너그러우신건지...선생님 그렇게 살면 맨날 손해만 보고 살아요...

헨리:나의 오랜친구 모스를 더이상 비난하지 말게나~~

벨:선생님~저도 몰라요!선생님 맘대로 하세요!

3막 벨의 전화 발명

#9

벨:(귀엽게)메이블!메이블~잘지냈어?!올마나메이블이보구싶었다구!!!!오늘은어디루가까?쪼기강가에꽃이활짝폈던데같이꽃이나보러갈까?!내가꽃한~~다발꺾어메이블에게줄게!

(메이블, 눈물을 흘린다.)

(벨, 메이블의 얼굴을 부여잡으며)

벨:(느끼하게)왜우는거야.메이블?!

(메이블, 메모장에 무언가를 적는다.)

벨:미..안...해?...메이블!내가미안해하지말랬잖아!난~널사랑해!너도널사랑하잖아?!우리불타는사랑에메이블의장애따위는문제가될게없어!니가아무말하지않아도난니맘을다알수있어,(최민수투로)왜냐면이렇게하면널가질수있을거라생각했으니깐)

(메이블 눈물을 흘리며 벨을 끌어안는다.)

벨:메이블!이제난니남자야.너의부모님께가자!

(메이블, 당황하며 손을 흔들며 안된다는 시늉을 한다.)

벨:안된다고?왜?괜찮아.넌내여자니깐!

(벨과 메이블이 메이블의 집에 들어온다. 평동평동 현관문 여는소리)(벨이 한박스를 들고 들어온다.)

벨: 아버지, 어머님 안녕하세요?! 메이블의 남자친구, 그레이엄 벨이에요. 메이블과의 결혼을 허락받고 싶어서 이렇게 인사드리러 왔습니다.

메이블아버: 어서오게나! 그래~ 자네는 무슨일을 하는가?

벨: 네! 아직 직업은 없습니다. 하지만 학교에서 물리를 공부 중입니다.

메이블아버: 돈도 안되는 물리를 공부한다고?! 안된다! 내 딸을 너처럼 가난한 집에 시집을 보낼 순 없다! 메이블이 자네와 결혼하면 힘들게 살게 뻔~ 하구나! 메이블과의 결혼은 없던걸로 하세! 내 딸과는 더 이상 만나지 않아줬으면 좋겠네!

벨: (아둥바둥... 땡굴땡굴 땡깡 작살바지끄덩이 잡어) 아버지! 메이블과 저는 서로를 매우 사랑합니다! 메이블과의 결혼을 허락해 주십시오! 비록 지금은 가난하지만 열심히 노력하겠습니다! 아버지!

메이블어머님: (양갈지게) 사랑이 밥먹여 주나? 자네 맘을 내 모르는건 아니지만, 자네도 알다시피 우리 메이블은 말을 못하지 않나. 메이블이 자네처럼 가난한 이에게 시집을 간다면 우리 메이블은 평생토록 고생만 할게 뻔해! 뭐 좀 미안하긴 하다면 메이블을 만나지 말게! (사모님투로) 그만 돌아가~ 김기사~

김기사: (간사하게??) 네 사모님

메이블어머님: 당장 끌고가게 어~ 서어~

김기사: 네 사모님

메이블어머님: -ㅁ-;; 김기사 일 고타구로 할 거야?

김기사(종민선배): -\_-;; 죄송합니다 사모님

(메이블은 아버지 어머니에게 끌려나가고 벨은 김기사에게 끌려나간다)

벨: 아버지 어머님 우리사랑을 허락해주세요!!! 메이블!! 날 잊지마오! 꼭 다시 돌아오겠소!!

#10

(벨, 실험실 한쪽에서 메이블의 사진을 보며 훌쩍이고 있다.)

헨리: 벨! 벨있나?!(벨을 찾고있다.) 자네.. 여기서 머하나?? 또 낮잠 자나?? 잉?? 자네 울고있나??

벨: 아!.. 아닙니다! 선생님! 아! 그런데 선생님?! 무슨일로 절 찾으셨나요?

헨리: 아! 이걸 좀 보게! 이 종이말야! 이 종이에 대고 소리를 내니까 종이가 파르르 떨리지 않는가. 자~ 보게나~ 아!!!!(종이가 파르르 떨린다.) 종이가 파르르 떨리는게 보이냐?!

벨: 네! 그렇군요! 소리... 소리는 바로 파동인 것이군요! 파동!

헨리: 그렇네. 소리는 바로 파동이라네. 이 파동이 공기를 진동시키며 에너지를 전달하여 우리 귀에 소리가 들리게되는 것이지.

벨: 음... 이 소리를 전기로 전달 할 순 없을까요?.....

헨리: 하하하! 그럴수도 있겠구만! 자네는 머리가 비상해... 자네가 한번 연구해보게나! 발명만 한다면 내가 만든 전보보다도 더 뛰어난 발명품이 되겠구만! 하하!

벨: 선생님... 시러요.. 귀찮게 시리... 맨날 힘든건나만 시켜...

헨리: 그걸 연구하는 동안 내 실험실은 마음대로 사용해도 좋네! 마음껏 공부하고 연구해보게나! 전기에 대해서 모르는게 있다면 날찾도록 하게! 열성을 다해서 가르쳐줄테니!

벨: 아이씨.. 아라씨요.. 하면 되자나요...

( 헨리, 퇴장한다. 벨 혼자 남게 된다.)

벨: 아... 귀찮아... 이걸 왜해?? 나는 메이블만 있으면 되는데... 돈... 돈... 돈... 그것이 문제로다... 아하!!! 헨리선생님으로부터 배운 전기에 대한 지식을 바탕으로 소리를 직접 전달할 수 있는 기계를 만들어 보는거야! 그래서 이 기계로 돈을 벌어... 메이블 부모님에게 허락 받는 거야... 헨리 선생님도 적극적으로 도와주신다고 했으니 더욱 힘이 나는군! 그럼 어디 실험을 해볼까?! 조아~~ 가는 거야~~!~~~~

( 벨의 실험실로 친구가 찾아온다. 벨은 연구중)

왓슨: 자네! 잘지냈나?! 벨! 자네 요즘 소리를 직접 전달하는 기계를 만들려고 연구중이라며?! 자네 지금 정신이 있는건가?! 어떻게 소리를 그 작은 도선 속으로 집어 넣는단 말인가?! 바깥에 나가보게나! 다들 자네보고 미쳤다고한다고!

벨: 자네가.. 아직 연구중이지만 분명 가능성이 있는것 같아! 요즘 소리에 대해 연구를 해둔게 있어. 사랑하는 메이블을 위해서라도 꼭 이 연구를 성공하고 말테야.

왓슨: 도대체 머리가 있다면 생각을 해봐! 소리가 전기를 타고 날아간다는게 말이나 되나?! 자넨 정말 미친게 아닌가!

벨: 자네! 소리가 뭘지 생각해 보았나?!

왓슨: 소리가 소리지 뭐가!

( 먼 곳에서 종소리가 들린다.)

땡~ 땡~ 땡~ 땡

벨: 지금 이 종소리가 들리지? 종이 어떻게 소리를 내는지 생각해본적있어?! 종을 치면 종표면이 심하게 떨려! 그러면서 소리를 내~ 우리 목도 그래! 우리 목도 말을 할때면 목젓부분이 떨리잖아? 자! 여러분도 소리를 내어보세요~ 그리고 목을 만져보세요. ( 관중을 확인후.....) 모든 소리를 내는 물체는 떨리는거야! 즉! 진동으로써 소리를 내는거지!



그래서 난 이 소리의 원리! 즉, 진동을 이용한다면 소리를 전달하는 기계를 만들 수 있을 거라 생각해!

왓슨: 흠.. 벨! 그럴듯한 이야기인데?! 평소에 무관심했던 소리에 대해 생각해보니 모든 소리를 내는 건 진동을 함이 분명한 것 같아. 이렇게 종이에 소리를 내어도 종이도 진동하잖아? 이 진동을 전기줄에 실어 보낼 방법이 없을까? 벨! 자네와 함께 이 기계를 만들어 보고 싶네! 그래도 돼겠나?!

벨: 고맙네! 친구! 그럼.. 일단 헨리 선생님께서 만든 전보를 만들어보자! 그래.. 어디보자.. 선생님께서 전보를 만드신다고 철조각을 다 쓰시는 바람에 실험실에 남은 철조각이 하나도 없군! 그럼 바쁘는데 철조각 대신 자석이라도 감아서 실험을 해야겠다! 거기서 거기지 뭐~

(벨, 자석에 도선을 감아 전기에 연결한다. 각각의 액션에는 벨이 무엇을 하는지 직접 하나 하나 말해가면서 만든다. 전보가 완성 된다.)

왓슨: 어?! 자석이 코일에 붙어서 잘 떨어지지 않네? 코일을 자석에서 떼어내야겠어..

(벨 쪽의 코일에서 소리가 난다. 찌, 찌, 찌.)

벨: 왓슨! 자네 지금 뭘 어떻게 한겐가?! 금방 내앞에 있는 코일이 진동하며 소리를 냈네!

왓슨: 뭐라구?! 난 단지 코일이 자석에 붙어서 잘 떨어지지 않길래 코일을 툭툭 쳤을 뿐인데?..

벨: 코일을 친 건 그쪽인데 왜 여기 있는 코일이 진동하는 거지?! 그렇군! 코일이 움직이면서

자석이 코일속에 흐르는 전기의 흐름을 변화시킨게야! 그래서 그 변화된 전기가 반대편에 있는 코일 속에 흐르면서 코일이 진동하도록 한 거지! 대단해! 이젠 바로 소리를 내는 기계야! 소리를 내는 기계라구!!

왓슨: 그런데?.. 사람의 소리는 도대체 어떻게 이 전기속으로 집어 넣을까?

벨: 아! 고민이다.... 이 소리가 지고는 아무것도 못하겠구먼... 아.. 힘들군 이럴 때 메이블이라고 곁에 있다면.. 메이블에게 편지라도 써서 보내야겠다.

#11

[벨의 편지]

To. 사랑하는 메이블에게

당신 생각에 잠이 오지 않는 날이 수도 없소. 하지만 당신만을 위해서 난 연구실에서 소리를 전달하는 기계를 만드는데 힘을 기울이고 있소! 최근 소리의 원리에 대해 연구를 해 보았소. 소리를 내는 모든 물체들은 진동을 한다는 것을 밝혀냈소. 하지만 그 이후로 진전이 없소. 우연찮게 소리를 내는 기계를 만들었지만 그 기계에서는 사람의 소리는 들리지 않고 이상한 소리만 나오고 있소. 그 이상한 소리가 사람의 소리 일테면 좋으려만.. 연구를 하고 실험을 할수록 당신을 향한 마음 만큼은 더욱 간절해 지고 있따오. 조금만 기다려 주시오. 내 기필코 소리를 전달하는 기계를 만들어 당신에게 바칠터이니! 다시만나는 그날까지 기다리겠소. I love you so much 메이블!

From. 사랑하는 벨

메이블: (편지를 보며 우는 소리를 낸다.)

(메이블 부모님이 등장한다.)

메이블부: (화내면서) 메이블! 그 편지 그녀석한테 온게 맞지?! 당장 이리 내놓거라! 이자식! 뭐라고 써서 우리딸을 꼬드길려는거야! (메이블 아버지 잠시 편지를 읽는다.) 소리를 내는 기계를 만든다고?! 바보같은니! 소리는 소리일뿐 어떻게 전기를 타고 날아간단말야! 어리석은 녀석 같으니라고! 하는짓마다 다 맘에 안드는군! 소리를 전달하는 기계를 만든다니 이녀석 정신이 있는게야?! 메이블! 이렇게 얼빠진 녀석이랑은 결혼해서는 절대로 안된다! 알겠느냐?!

메이블모: 내가 너때때 못살아...

(메이블, 눈물을 흘리며 뛰어나간다.)

메이블부: 메이블! 어디가는게냐! 메이블!

메이블모: (사모님투로) 야~ 어디가! 너 잡히면 죽어...

# 12

(메이블, 방에서 벨에게 편지를 쓴다.)

메이블의 편지. (메이블의 독백)

사랑하는 벨, 당신의 편지.. 잘 받았어요. 비록 부모님께 빼앗기기는 했지만.. 부모님께서 소리를 전달하는 기계를 만들려는 당신을 정신이 나간 사람이라고 비난하세요. 하지만 난 믿어요. 당신을.. 당신이라면 그 기계를 분명 만들 수 있을꺼예요! 주위 사람들의 말에 귀 기울이지 말고 당신이 하는 연구에 집중하세요! 그러면 반드시 하나님은 당신과 우리를 도울꺼예요! 사랑해요~ 벨~

(벨, 실험실에서 메이블의 편지를 읽는다.)

벨: 흑흑흑~ 메이블은 날 이렇게 믿어주는데 아직 나의 연구는 진척이 없다니! ㅠ으악! 괴롭다!!

왓슨: 벨.. 어서 실험을 하자! 아 그런데 연구실오는길에 보니까 실험실 주위에 누가 두리번 두리번 거리던데... 혹시 자네 아는 사람이야??

벨: 누가 두리번 거리더라고?! 혹시! 모스 그사람! 또 기술을 훔치러 온게구만! 왓슨! 나가서 그사람을 아 주게! 그사람은 전에 우리 선생님의 전보기술을 훔쳐 특허를 낸 사람이가고!

왓슨: 그런가?! 알았네! 내 나가서 그놈을 잡아 혼을 내줄테니!

(왓슨 실험실을 뛰어나간다. 헨리 인자하게 등장)

헨리: 벨~! 연구는 잘되어가는가?

벨: 선생님...( 뒷말을 잊지 못한다.)

헨리: 바깥에 나가보니까 다들 자네더러 미쳤다는구먼! 허~ 허~ 허~

벨: 선생님! 웃을 일이 아니잖아요..

헨리: 벨?! 자고로 과학을 하는 사람은 자기의 연구에 미쳐야 한다네. 허~ 허~ 허~  
그래~ 연구는 어디까지 되었는가?

벨: 선생님이 만드신 전보를 개량해보았어요. 자석에다가 도선을 감아서 전기를  
흘려보냈습니다. 그랬더니 이 자석과 도선이 진동을 하면서 소리를 내었습니다.  
그런데 이 이후로 실험이 진전이 되지 않고 있어요.

헨리: 허~ 허~ 허~ 소리를 내는 기계를 만들었구먼! 대단해! 대단해! 역시 자네야!

벨: 하지만 이 기계는 지지직 하는 이상한 소리만 내고 있는걸요? 어찌하면 좋죠?  
ㄸ. ㄸ

헨리: 지지직 하는 소리면 어쩐가! 난 소리를 내는 기계를 만들어낸 자네가 자랑스  
럽기만 하네! 하하! 아~ 벨?! 가끔씩 실험이 잘 안될땐 거꾸로 실험을 해보게나. 나  
도 어려운 수학문제가 잘 풀리지 않을 때에는 뒤에서부터 풀어본다네. 그러면 뭘  
가 찾을지도 모르겠구먼. 그럼, 난 이만 가보겠네. 바깥사람말에 귀기울이지 말고  
열심히 연구하게나. 과학을 하는 사람은 미쳐야 한다네~ 허~ 허~ 허~ 그럼, 난 이  
만 가보겠네.

벨: 선생님도 참! 그럼 조심히 들어가세요!

(헨리 퇴장, 벨만 남게 된다.)

벨: 거꾸로 해보라고?! 그럼 어디... 그럼 이 코일에다가 소리의 떨림을 전달해야할텐  
데.. 코일에다가 소리의 진동을 잘 전달할 무언가를 달아보아야겠어. 이렇게~ 종이조  
각을 잘 접어 붙이고.. 이 자석 주위에 도선을 감아보자. 됐다! 그리고 이 도선의 반대편  
에는 전에 만든 소리를 내는 기계를 연결하자!

(벨, 소리를 낸다.)

벨: 아!아! 여보세요?! 아!아! 여보세요?!

(반대편에서 흐릿하지만 소리가 난다.)

벨: 그래! 이거야! 소리의 신호를 이쪽을 통해 파동으로써 전달하면 자석이 코일속에  
서 진동하면서 이 도선에 변화를 일으키는구나! 이 변화로 인해 전기의 흐름에도 변화  
가 생겨 반대편에서 소리가 나는거야! 그래! 바로 이거야! 지금은 바로 반대편에 소리  
를 내는 기계에서 소리가 잘 안나지만 이걸 계량해서 더 분명한 소리를 내도록 해야겠  
어! 그렇담?! 소리를 내는 기계에도 종이조각을 달아 파동이 소리로 잘 나오도록 해야  
겠어! 성공이다!!!!!!! 성공했어!!!!!!! 드디어 내가 소리를 전기로 바꿀수 있는 기계를  
발명했다구!!!!!! 왓슨!!!!!! 왓슨!!!!!! 어서 이리로와봐!!!!!!

(왓슨, 모스를 고등장)

왓슨: 무슨일이야 벨!

벨: 내가 드디어 소리를 전달하는 기계를 만들었다구! 헨리선생님 말씀대로 거꾸로 생각해 보니 아이디어가 떠올랐어!

왓슨: 정말이야?! 어떻게 한거야 벨!

벨: 응! 우리가 처음 소리를 내는 기계의 원리를 반대로 만들었어! 소리가 진동으로써 코일로 나왔다면 그 코일을 소리로 진동시키면 소리가 전기로 바뀌잖아! 그래서 두 기계를 연결한거야! 그러니 한쪽은 소리가 들어가고 반대쪽에선 소리가 나오게 되는거야!

왓슨: 자넨 미친게 아니라 자넨 천재였어! 대단해 벨!

벨: 하하하! 아니네~! 헨리선생님과 자네가 없었다면 난 이렇게 대단한 발명을 하지 못했을 꺼네! 아차차! 내가 지금 이럴때가 아니지! 나 잠시 나갔다 오겠네!

(둘다 퇴장)

(숨어있던 모스 등장)

모스: ㅋㅋㅋ... 벨이 이런 걸 발명 했단 말이지... 하하하... 내가 먼저가서 특허 신청을 해야겠는 걸...

이제 나는 세상에서 가장 큰 부자가 되는 거야... 푸하하하하하하( 퇴장)

# 13 특허청

벨: (헐떡이며) 헉! 헉! 헉! 아직 접수 받죠?!

특허청 직원: 음,, 아직 4시58분이니까 네! 접수받습니다.

벨: 어서 이걸 특허신청해 주시오! 하하하하!

특허청 직원: 대단한 발명을 하셨네요! 이제 부자가 되는건 순식간이겠는데요?!

벨: 하하! 그렇습니까?!

특허청 직원: 이 기계 이름은 뭐라고 하실꺼죠?!

벨: 이름말이죠?!... 음... 전! 화! 기!? 이거 멋진데~ 전화기로 해주세요

특허청 직원: 네 그러죠^~

(잠시후 모스가 들어온다)

모스: 빨리 이걸 특허신청 해주세요!

특허청 직원:네, 이리주세요. 음.. 이건 조금전에 누가 이미 전화기라고 특허를 신청하셨는 데요? 한발 늦으셨네요! 특허신청이 불가능합니다. 매번 남의 발명이나 훔쳐서 특허내시고 ~사람이 왜그래요?!

모스:아니뭐! 자네가 알게 뭐가?! 흥!

(모스의 집, 모스 무거운 발을 이끌고 집으로 들어온다. 화가나있다)

모스아내:여보! 성공했나요?! 벨의 발명품을 먼저 특허 신청하셨냐구요!

모스:아니. 한발 늦었지 뭐야! 젠장!

모스아내:아휴! 그렇게 빨리가야지! 뭣한다고 꾸물꾸물댄거예요! 아휴! 내가 못살아!(냄새 간보는거야...) 쿵.. 쿵.. 근데 이거 무슨냄새야?! 타는냄새같은데?! 여보! 타는냄새 안나요?!

모스:타는냄새? 글썄?.. 어이쿠! 불이야! 불이야! 여보! 우리 금고는 어디됐지?  
.....

모스아내:저 방안에 뒀잖아요! 어머!!!! 어떡해.... ㅠ. ㅠ

모스:으악! 내~ 돈!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! 아이고! 난 이제 망했구나!~ 어휴!~~~~~

사회자:이후, 모스의 집은 몽땅 불타 없어져서 거지가 되었습니다. 그리고 전보를 계약했던 회사들이 획기적인 벨의 발명품 때문에 전보계약을 모두 취소하게 되었습니다. 그래서 모스는 엄청난 빚덩어리를 지게 되었습니다.

# 14 헨리의 집

벨:헨리선생님?! 아니, 헨리교수님?!

헨리:아! 자네왔나?

벨:선생님..! 감사합니다..! 선생님이 아니었다면 전화기를 만들지 못했을겁니다!

헨리:허~ 허~ 허~ 내가 뭘했다고 그러나! 이렇게 나의 제자가 나보다 훌륭한 발명을 해내다니 이보다 더 기쁠수가 있겠나. 그래~ 무슨일로 찾아왔는가?

벨:아! 선생님!^^ 선생님 덕분에 결혼하게 되었습니다!!^^

헨리:내덕분이라고? 허~ 허~

벨:네! 선생님덕분이라구요! 꼭 참석해 주실꺼죠?^^

헨리:그런가?! 알았네! 자네가 결혼한다는데 안가볼수 없지! 허허!

#15 벨과 메이블의 결혼식  
( 결혼행진곡 및 결혼분위기)

벨: 메이블! 당신을 영원히 사랑하리오! 언제나 나의 곁에 있어주세요!

메이블: ( 고개를 끄덕인다)

메이블부: 난~ 자네가 해낼줄 알았네! 하하하하!

메이블모: 그럼요! 첫인상이 얼마나 좋던지! 우리 메이블의 신랑감으로 딱이란걸 한눈에  
알아봤지뭐예요!

( 모두들 웃는다.)

벨: 여러분, 감사합니다!!

( 벨과 메이블이 함께 우아하게 인사한다.)

## [과학전시]

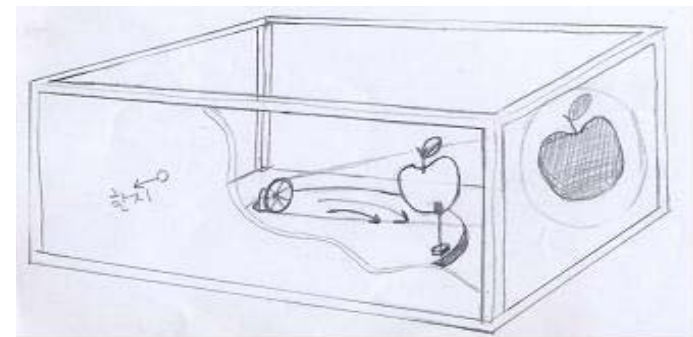
# 발달장애 학생의 빛 개념 지도를 위한 자료 개발

전진(대구대학교 교육대학원 물리교육전공)

#1. 빙빙~ 그림자놀이

< 교사용 >

빙빙~ 그림자놀이 상자를 이용해서 색깔 그림자와 그냥 그림자를 만들어보고, 왜 그런 차이가 나는지 생각해 볼 수 있다. 상자 안의 물체 판을 돌리면서 광원에 의해 생긴 물체의 그림자는 광원과 물체를 따라 움직이는 것을 직접 확인 할 수 있고, 광원과 물체, 그림자의 위치적 관계도 자연스럽게 익힐 수 있다. 특히 색깔 그림자를 만들어 봄으로써 좀더 재밌는 수업이 될 수 있을 것이다.



1. 과학적 개념

광원 앞에 불투명체의 물체를 놓으면 빛이 물체에 가로막혀서 물체 뒤로 나아가지 못한다. 이 때문에 물체 뒤에는 물체와 닮은 어두움 부분이 생기는데, 이것이 그 물체의 그림자이다.

2. 학습목표

- 1) 탐구과정: 관찰, 비교, 예측, 실험, 추론, 의사소통을 경험한다.
- 2) 탐구결과: 물체에 의해 빛이 가려지면 그림자가 생긴다는 것을 알고, 광원과 물체, 그림자의 위치적 관계도 알 수 있다.
- 3) 태도: 그림자를 만들어 보려는 태도를 보인다.

3. 학습자료

그림자놀이 상자, 손전등, 물체

4. 활동방법

- 1) 상자안의 손전등을 켜다 껐다 하면서 상자를 관찰한다.
- 2) 상자안에 준비된 물체를 넣고, 손전등을 켰을 때와 껐을 때의 차이점을 관찰한다.
- 3) 셀로판지로 만든 물체와 그렇지 않은 물체의 그림자를 비교해 본다.
- 4) 상자안의 물체 판을 돌리면서 그림자가 움직이는 것을 관찰한다.
- 5) 활동지를 통해 학습한 내용을 복습한다.

5. 학습효과

셀로판지로 만들어진 물체를 이용해 색깔 그림자를 만들어 재미있게 그림자놀이를 할 수 있다. 직접 물체 판을 돌리면서 그림자와 물체가 함께 움직이는 것을 관찰 할 수 있고, 위치적관계도 쉽게 익힐 수 있다.

6. 관련교육과정

< 기본교육과정 >

■ 저학년

(12.1) 그림자놀이

(12.2) 물체와 그림자 모양

< 국민공통기본교육과정 >

■ 3학년- 그림자놀이

※ 유의할 점

빛 놀이를 할 때는 빛이 나아가는 모습이 잘 보일 수 있도록 주위가 충분히 어두워야 한다.

< 학생용 >

☆ 빙빙~ 그림자놀이

( )학년 ( )반 ( )번 이름 ( )

1. 빙빙~ 그림자놀이 상자에 물체를 넣고 후레쉬를 켜면 어떻게 되나요?

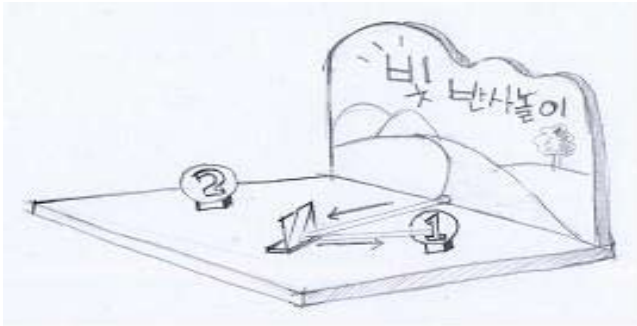
2. 색깔 그림자가 생기는 물체와 그냥 그림자가 생기는 물체의 차이는 무엇인가요?



자료 #2. 빛 반사놀이

<교사용>

빛의 반사하는 성질을 딱딱한 수업이 아닌 게임을 통해 재미있게 개념을 공부할 수 있으며, 빛 반사놀이 활동을 통해서 빛이 직진하는 성질과 반사하는 성질을 한번에 익힐 수 있다. 이 활동은 특별히 제작된 반사놀이 판을 이용해 빛을 한번 혹은 두 번 반사시켜 과녁을 맞히는 놀이로, 혼자서 하는 놀이가 아닌 친구와 함께 할 수 있어 협동심과 사회성을 기를 수 있다.



1. 과학적 개념

- 1) 빛이 물체에 닿아서 튀어나오는 것을 빛의 반사라고 한다.
- 2) 거울에 빛을 비추면 거울의 표면은 투명유리이기 때문에 빛이 통과하지만 거울이 뒤쪽 면에 은도금이 칠해진 곳에서 빛이 반사된다.

2. 학습목표

- 1) 탐구과정: 관찰, 예견, 실험, 추론, 비교, 의사소통을 경험한다.
- 2) 탐구결과: 놀이를 통해 빛이 직진하는 성질과 반사하는 성질을 이해할 수 있다.
- 3) 태도: 빛의 반사성질에 관심을 가지고, 탐색하는 태도를 가진다.

3. 학습자료

빛 반사놀이 판, 거울 2 개, 과녁, 손전등, 활동지

4. 활동방법

1) 거울 한 개를 이용한 놀이( 두 명 혹은 편을 나눠서 게임을 한다.)

ex) 철수와 영희가 게임을 한다.

게임을 하기 전 선생님은 빛이 거울에 반사됨을 직접 시범을 통해 보여준다.

- ① 철수가 빛 반사놀이판의 적당한 위치에 과녁을 세우고, 손전등을 이용해 빛을 통화시킨다.
- ② 영희는 거울을 이용해 적당한 각도로 빛을 반사시켜 철수가 세워둔 과녁을 맞힌다.
- ③ 이번에는 철수와 영희의 역할을 바꿔서 게임을 한다.

2) 거울 두 개를 이용한 놀이 ( 두 명 혹은 편을 나눠서 게임을 한다.)

ex) 철수와 영희가 게임을 한다.

- ① 철수가 빛 반사판의 적당한 위치에 과녁을 세우고, 손전등을 이용해 빛을 통화시킨다.
- ② 철수는 거울 하나를 이용해 빛을 적당한 각도로 반사시켜둔다.
- ③ 영희는 철수가 반사시켜둔 빛을 다른 거울을 이용해 반사시켜 과녁을 맞힌다.
- ④ 이번에는 철수와 영희의 역할을 바꿔서 게임을 한다.

3) 활동지를 통해 학습한 내용을 복습한다.

5. 학습효과

빛이 반사 현상을 친구들과 놀이를 통해 익힘으로써 협동심과 사회성을 기를 수 있고, 집중도

와 성취도도 증진 시킬 수 있다.

6. 관련교육과정

< 기본교육과정 >

- 고학년-(7.3) 두 거울 사이에 있는 물체의 상

< 국민공통기본교육과정 >

- 5 학년- 거울과 렌즈
- 7 학년- 빛 단원

※유의할 점

빛 놀이를 할 때는 빛이 나아가는 모습이 잘 보일 수 있도록 주위가 충분히 어두워야 한다.

< 학생용 >

☆ 빛 반사놀이

( ) 학년 ( ) 반 ( ) 번 이름 ( )

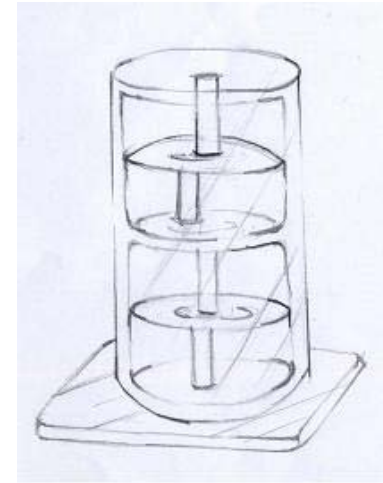
1. 빛 반사관의 구멍에 손전등으로 빛을 비추면 빛은 어떤 모양으로 나아가나요?

2. 빛 반사관에 나온 빛에 거울을 비추면 빛은 어떻게 되나요?

자료 #3. 신기한~ 굴절 막대놀이

< 교사용 >

이 활동은 굴절에 관한 현상을 손쉽게 익힐 수 있도록 '굴절관'을 제작하여 수업에 활용하는 것이다. 특별한 장비가 필요 없고, '굴절관' 하나만으로도 굴절현상과 물질에 따라 굴절 정도가 다름을 한 눈에 익힐 수 있다.



1. 과학적 개념

빛이 한 물질에서 다른 물질 속으로 들어갈 때 그 경계면에서 꺾이어나아가는 현상을 빛의 굴절이라 한다.

2. 학습목표

- 1) 탐구과정: 관찰, 비교, 실험, 추론, 의사소통을 경험한다.
- 2) 탐구결과: 굴절관을 이용해 굴절현상을 이해하고, 물질에 따라 굴절 정도가 다름을 알 수 있다.

3. 학습자료

굴절관 2 개, 활동지

4. 활용방법

1) 굴절관을 살펴보면서 막대가 어떻게 보이는지 이야기 나눈다.

“막대가 어떻게 보이니?”

“윗칸과 아랫칸의 막대가 어떻게 달라 보이니?”

2) 작은 굴절관을 직접 움직여보면서 막대의 모양이 어떻게 보이는지 이야기 나눈다.

“굴절관을 움직이면 막대모양이 어떻게 달라 보이니?”

“굴절관을 어떻게 하였을 때 막대 모양이 달라 보이니?”

3) 활동지를 통해 학습한 내용을 정리한다.

5. 학습효과

굴절관을 통해 손쉽게 막대의 굴절현상을 관찰할 수 있고, 서로 다른 물질의 굴절 정도를 한번에 관찰 할 수 있다. 또 아이들이 직접 굴절관을 여러 각도로 움직여 볼 수 있어 재미있게 학습할 수 있다.

6. 관련교육과정

< 기본교육과정 >

■ 고학년-(7.4) 볼록렌즈와 빛의 굴절

< 국민공통기본교육과정 >

■ 7학년- 빛 단원

< 학생용 >

☆ 신기한 막대를 관찰해 봅시다!

( )학년 ( )반 ( )번 이름( )

1. 세워둔 ‘신기한 막대’는 어떻게 보이나요? 간단히 그려봅시다.

2. ‘신기한 막대’를 옆으로 눕혔을 때는 어떻게 보이나요? 간단히 그려봅시다.

3. 어느 부위에서 막대가 꺾이어 보이나요?

## [과학탐방]

# 대구대학교 점자 도서관과 점자 식물원

### 대구대학교 점자도서관

#### 설립목적

대구대학교 점자도서관은 시각장애로 인한 정보접근의 제약과 또 장애에 대응하는 적절한 교육 및 복지서비스의 부재 등으로 문맹과 정보로부터 소외되어 고충과 문화적 갈증을 겪고 있는 시각장애인들의 정서생활 및 인격함양을 위한 점자도서, 녹음도의 출판, 제작과 생활에 필요한 용구를 개발하여 보급함으로써 시각장애인들의 복지향상에 기여하고자 한다.

#### 기본현황

도서관명: 대구대학교점자도서관

주소: 경북 경산시 진량읍 내리리 15 번지 대구대학교

인터넷주소: <http://baram.daegu.ac.kr>

전화: (053)850-5481~5 / 팩스: (053)850-5489

건물면적: 총 2,826 평

- 1 층: 관장실, 행정실, 점역제관실, 편집교정실, 전자도서개발실, 컴퓨터점자인쇄실, 복사실
  - 2 층: 녹음도서 서고 및 시각장애학생 열람실, 점자·녹음도서 대출실, 녹음도서 제작실, 점자출판박물관, 낭독봉사회
  - 3 층: 점자도서 서고(점자, 목자 및 정기간행물실), 대기실 및 점자교과서 서고, 시청각강의실
  - B1: 점자도서 인쇄 및 제본실, 기계실
- 직원현황: 관장1, 팀장1, 담당10 명( 행정, 사서, 점역, 제관, 교정, 인쇄, 제본 등)

#### 인사말

대구대학교점자도서관은 1958년 2월 4일故 이영식목사님이 시각장애인에 대한 사랑과 희생, 그리고 끊임없는 도전정신을 가지고 대구광역시 남구 대명동에 설립한 한국 최초의 점자도서출판부 설립을 기반으로 1980년 11월 25일 대통령의 하사금으로 설립된 최초로 설립된 점자도서관입니다.

故 이영식목사님은 평소 사회로부터 소외되고 그나마 제한적인 접근밖에 할 수 없는 시각장애인들의 지식의 눈을 밝히고 그들의 '알 권리 읽을 권리'를 찾아주기 위해 전 재산을 털어 특수교육과 사회복지교육의 장을 열어 준 것입니다.

대구대학교점자도서관은 시각장애인은 물론 노환, 질병 등으로 독서에 장애를 겪는 독서장애인들이 그들의 교육적, 문화적, 오락적, 여가선용적, 평생교육적인 측면에서 보다 삶의 질을 향상시킬 수 있도록 도와주는 중추적인 역할을 수행하는 기관으로서 21세기 지식기반사회의 핵심기관이 되었습니다.

특히 본 도서관은 초중등 점자교과서 및 녹음도서 출판 보급과 EBS 교육방송 및 인터넷 강의 교재 텍스트화일 변환 및 제공은 물론 EBS 수능방송교재 점역사업을 추진함에 따라 시각장애인과 비시각장애인 그리고 시각장애인을 둔 비장애 부모가 자녀와 더불어 학습할 수 있는 기회를 제공하여 장애인인식개선과 교육공동체 구현에도 기여하고 있습니다.

민간으로 운영되고 있는 대구대학교점자도서관은 전 국민의 10%에 달하는 시각장애인 및 독서장애인들이 양질의 도서를 이용하고 살아 있는 정보에 보다 쉽고 정확하게 접근할 수 있도록 노력하고 있으며, 사회 각계각층의 후원과 자원봉사를 통해 큰 힘을 얻고 있습니다. 본 도서관이 도서관의 기능과 역할을 제대로 수행하기 위해서 그 어느 때보다 깊은 관심과 도움이 필요합니다.

#### 사업안내

##### 점자교과서 출판

##### 시각장애인의 언어생활 함양

##### 시각장애 대학생 교수·학습 지원

- 보충교재 점자출력 서비스
- 대면 낭독 서비스
- 시험지 점역 서비스
- 녹음도서 지원

##### 녹음도서 제작 및 대출

낭독 봉사원을 모집하여 시각장애 대학생은 물론 일반 시각장애인을 대상으로 전문서적, 소설 등을 녹음·제작하여 대출하고 있으며, 녹음된 테이프를 구입하여 대출하기도 한다.

##### 교육 및 재활 상담

시각장애 대학생의 학업·진로·직업 등에 대한 상담을 실시하고 중도 시각장애인에게 재활 및 교육기관을 소개한다.

##### 행정기관 안내 책자의 점자출판

전국 시·도·구·군청(경북도청외 35곳, 4,900만원)의 민원업무안내서를 점역하여 시각장애인들이 관련제도를 직접 읽고 이용할 수 있도록 하고 있으며, 제 16대 국회의원 후보 50여명의 선거공보물을 점역하여 공급하였고, 지하철의 계단이나 엘리베이터에 점자 라벨을 제작하여 지원하고 있다.

##### 시각장애인에 대한 홍보

재활기기, 시각장애인용 생활용품, 시각장애 교육관련 자료를 수집·보관 및 전시하여 매년 1만 명 이상 본 점자도서관을 방문하는 내·외국인들에게 시각장애인에 대한 올바른 인식을 고취시키고 있다.

##### 시각장애인 지도자의 훈련

전국의 시각장애 지도자들에게 새로운 재활 방법을 소개하고, 지도자들의 자질을 향상시키기 위하여 1984년 ~ 1990년까지 '헬렌켈러 사회복지대학'을 설치하여 약 1,000명의 시각장애인들이 이수하였다.

##### 전국 점자도서관 종합목록 발행

사회복지공동모금중앙회 지원(5,000만원)으로 전국 점자도서관 종합목록을 점자, 목자, 녹음테이프, CD-ROM으로 제작하여 전국 시각장애인 관련기관 및 맹학교 등에 보급하였다.

##### 온라인봉사 및 대면낭독서비스

시각장애인을 위한 정보나 소식, 기타 유용한 자료 등을 홈페이지를 통하여 서비스하고 있습니다. 원하는 정보를 쉽게 검색할 수 있도록 간략한 사용자 환경을 구축하고 있으며, 재활 및 교육, 상담 등 포괄적인 서비스를 온라인 환경에서 제공받을 수 있습니다.

## 장애인 인식개선 사업

점자 명함 사용하기, 점자 알리기 운동, 장애 체험 행사, 통합교재 발간, 특수장비 자료 전시회 등 점자도서관에 관한 정보를 비장애인에게 올바르게 전달하고자 노력하고 있습니다. 이러한 지속적인 홍보를 통해 시각장애인에 대한 인식이 범국민적으로 개선되기를 희망하고 있습니다.

## 문화교육 및 행사

시각장애인을 위한 기타 교육, 영어 회화 교육, 문화 관련 점자도서 및 녹음도서 무료 배포 등 다양한 문화 서비스가 이루어지고 있으며, 비장애인을 위한 점자 교육, 독서감상문 대회, 체험수기 공모 등 장애인과 비장애인이 함께 참여할 수 있는 다양한 행사를 추진하고 있습니다.

## 그밖의 점자도서 제작

경북 청소년 자원봉사센터와 협력하여 청소년 자원봉사자들이 입력한 파일을 편집하여 점자도서로 제작·발간(나는 빠리의 택시운전사의 권) 하고 있다.

## 점자출판박물관 개관 계획(안)

### 1. 개관 필요성

시각장애인을 위한 점자·녹음도서 출판의 발전 역사에 대한 고찰  
점자 교육·출판 자료를 수집·정리하여 역사적 보존과 전승 기여  
시각장애인 생활용구 및 자료 등을 소장하여 문화 정체성 확립

### 2. 개관 내용

점자도서, 녹음도서 제작·출판 발달사 연대별 전시  
국내외 점자도서와 시청각 자료 및 기타 문헌 전시  
점자 관련 체험 전시장 설치  
시각장애인들의 문화서비스 공간 설치

### 3. 추진 방법

시각장애인 관련 기관의 의견수렴  
박물관 전문 학예사의 지문  
교과서 박물관 등 벤치마킹  
개인 및 기관의 소장품 기증 요청(공문 및 현장 방문 포함)  
점자출판박물관 추진위원회 구성  
시각장애인 관련 자료 역사적 가치로 보존방안 모색  
자료 유형 분류 및 목록 작업

### 4. 기대효과

시각장애인을 위한 점자·녹음 자료 등의 역사적 이해  
시각장애인의 교육 자료 체험으로 장애 인식 제고  
시각장애인 역사 및 문화 탐방 공간 제공  
국내 유일의 점자출판박물관 개관으로 대학 특성화에 기여

### 5. 활용방안

시각장애인 점자·녹음 출판에 관한 현장 체험 박물관으로 활용

평생 교육 학습기관으로 점자출판박물관 운영

우리 대학 내방객을 위한 대학건학이념의 현장 학습장으로 활용

#### 6. 개관 일자( 예정)

2006. 11. 3( 금): 점자의 날(11 월 4 일) 전일

점자 · 음성안내 수목원

- 2004. 4. 20. 장애인의 날 개원

- 향기의 거리

- 856 평, 80 여종의 나무와 풀 소개

- 전국최초로 개원된 수목원: 시각장애인이 잔존감각을 통해 나무와 풀을 스스로 체험할 수 있도록 점자 설명과 최첨단 음성시스템을 설치

## [과학체험]

### 물리지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 물리교육 전공

#### 지렛대의 과학

아빠랑 시소를 탑니다. 끼익끼익~ 우리 아빠는 아주 뚱뚱해서 항상 바닥에 내려가 있어요.

그런데 내가 아빠를 들어올릴 수 있는 방법이 있다고 하네요. 어떻게 하면 될까요?

아르키메데스가 말한 “나에게 지구를 들 수 있을만한 긴 지렛대만 준다면 지구라도 들어 보이겠다” 라는 말을 들어보았나요? 아르키메데스는 어떻게 지구를 들 수 있을까요?

#### 1. 준비물

지레 모형, 추 세트, 손톱깎이, 핀셋, 젓가락, 병따개, 병

#### 2. 실험 방법

(1) 지레 관찰과 설치하기: 손으로 지렛대와 받침대의 모양, 바닥의 홈을 느껴보도록 하고 바닥에 지렛대를 설치한다. 지레의 각 명칭( 작용점, 받침점, 힘점) 에 대해서 설명한다.



▶ 중등: 앞에 놓인 지렛대에서 지레의 3 요소가 어떤 순서로 위치해있는지 질문한다.

(2) 지레를 이용하여 물체 들어올리기: 받침대를 맞추는 홈의 위치를 변화시켜가며 힘을 주어 물체를 들어올려 보도록 한다.

▶ 초등: 홈을 옮길 때마다 드는 힘이 어떻게 변했나요?

잘 못 느꼈다면, 첫 번째 홈과 마지막 홈에 받침대를 놓고 물체를 들어올려봅시다.

지레를 이용하여 물체를 들 때 가장 작은 힘으로 들어 올리려면 어떻게 해야 할까요?

지레를 이용하여 물체를 들 때 가장 큰 힘으로 들어 올리려면 어떻게 해야 할까요?

받침대를 물체에서 점점 멀어지게 했을 때, 물체가 들린 높이는 어떻게 되나요?

▶ 중등: 홈을 옮길 때마다 드는 힘이 어떻게 변했나요?

잘 못 느꼈다면, 첫 번째 홈과 마지막 홈에 받침대를 놓고 물체를 들어올려봅시다.

지레를 이용하여 물체를 들 때 가장 작은 힘으로 들어 올리려면 어떻게 해야 할까요?

지레를 이용하여 물체를 들 때 가장 큰 힘으로 들어 올리려면 어떻게 해야 할까요?

받침대를 물체에서 점점 멀어지게 했을 때, 물체가 들린 높이는 어떻게 되나요?

받침대를 물체에서 점점 멀어지게 했을 때, 힘점의 높이는 어떻게 되나요?

지레를 이용하여 작은 힘으로 무거운 물체를 움직이기 위해서는 작용점과 받침점 사이의 거리와 힘점과 받침점 사이의 거리 중 어느 것이 더 커야 할까요?

받침점이 물체에서 점점 멀어질수록 물체를 들어 올리는데 드는 힘은 어떻게 되나요?

받침점과 작용점 사이의 거리, 받침점과 힘점 사이의 거리, 물체의 무게, 힘점에 가하는 힘 사이에는 어떠한 관계가 있을까요?

물체를 가장 높이 들었을 때, 물체가 들린 높이와 내가 지렛대를 아래로 움직인 거리 중에서 어느 것이 더 클까요?

물체를 가장 높이 들었을 때, 물체가 들린 높이와 내가 지렛대를 아래로 움직인 거리 중에서 어느 것이 더 클까요?

지레의 중앙에 있는 홈(두 번째 홈)에 받침대를 놓았을 때, 힘점의 높이와 위로 들리는 물체의 높이는 어떤가요?

받침대가 물체에서 점점 멀어질 때, 힘점의 높이와 위로 들리는 물체의 높이는 어떻게 되나요?

받침점과 힘점 사이의 거리와 받침점과 작용점 사이의 거리의 비는 힘점의 높이와 물체가 들리는 높이의 비와 어떠한 관계가 있을까요?

(3) 일에 대한 원리: 일의 크기를 구하는 공식 설명하기

▶ 초등: 첫 번째 홈에 받침대를 놓았을 때 우리가 지레에 해 준 일과 지레가 물체에 해 준 일 중 어느 것이 더 클까요?

▶ 중등: 일은 작용하는 힘 곱하기 움직인 거리입니다. 우리가 지레에 해 준 일은 힘점에 가한 힘 곱하기 힘점이 움직이는 거리, 즉 힘점의 높이입니다. 지레가 물체에 하는 일은 물체의 무게 곱하기 물체가 들리는 높이입니다. 그렇다면 첫 번째 홈에 받침대를 놓았을 때 우리가 지레에 해 준 일과 지레가 물체에 해 준 일 중 어느 것이 더 클까요?

(4) 지레 균형 맞추기: 받침대의 위치를 변화시켜가며 추를 이용하여 지렛대를 평형이 되도록만 들어 본다.

(5) 지레의 원리를 이용한 물건: 실생활에서 지레를 이용한 예를 들어 준다.

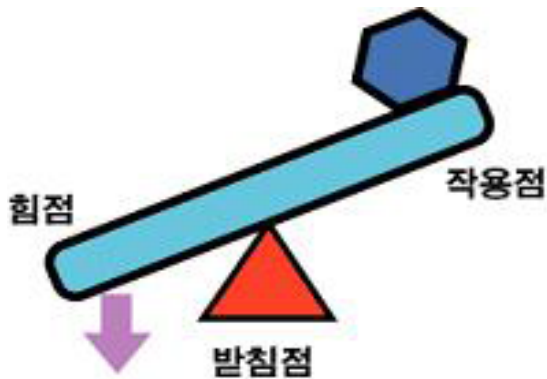
① 시소: 여러분보다 무거운 친구와 같이 시소를 탈 때, 여러분이 친구를 들어 올리려면 어떻게 앉아야 할까요?

- ② 가위: 가위를 이용해서 종이를 잘라보고 힘점, 작용점, 받침점을 찾아본다.
- ③ 핀셋: 핀셋을 이용하여 물건을 집어보고, 작용점, 힘점, 받침점을 찾아본다.
- ④ 손톱깎이: 손톱이 긴 친구들은 도움을 받아 손톱을 깎아보고 작용점, 힘점, 받침점을 찾아본다.
- ⑤ 병따개로 병 따보기: 병뚜껑을 따보고, 작용점, 힘점, 받침점을 찾아본다.

▶ 중등: 다섯 가지 중 받침점이 작용점과 힘점 사이에 있는 것은 무엇인가요?(1 종 지레)  
 작용점이 받침점과 힘점 사이에 있는 것은 무엇인가요?(2 종 지레) 힘점이 받침점과 작용점 사이에 있는 것은 무엇인가요?(3 종 지레)

(6) 정리하기: 주변에 있는 물건들 중에서 지레의 원리를 이용한 것을 더 찾아봅시다. 그리고 앞으로 무거운 물건을 들어올릴 때는 스스로 지레를 만들어 사용해 보세요.  
 수수께끼! 우리의 신체구조 속에도 지레의 원리가 숨어있답니다. 과연 어떤 것이 있을지 잘 생각해 보세요.

3. 원리



무거운 짐을 들어올리는 일을 할 때 자신의 힘만으로 들어올린다면 허리에 상당한 무리가 올 것이다. 작은 힘으로도 물체를 들어올릴 수 있을 정도의 큰 힘을 낼 수 있는 장치는 지레, 도르레, 축바퀴, 빗면이용, 바퀴가 있다.

그림은 지레를 나타낸 그림이다. 받침점의 위치가 어디냐에 따라 힘을 들이는 정도가 결정된다. 만약 받침점이 무거운 물체 즉 작용점 근처에 있다면 작은 힘이 들어가도 물체를 들어올릴 수 있을 것이고 받침점이 힘점 근처에 있으면 지레를 이용하는 이유가 없어질 것이다.

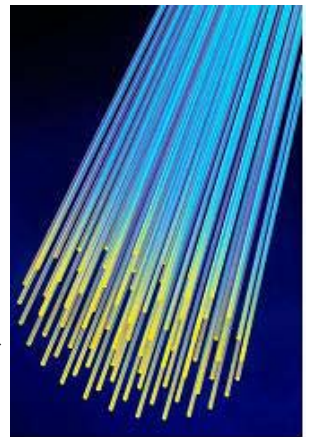
이처럼 받침점과 작용점과의 거리, 받침점과 힘점사이의 거리에 따라 가해지는 힘이 결정된다.

즉 물체의 무게\* 받침점과 작용점사이의 거리 = 가해지는 힘\* 받침점과 힘점의 거리 이런 원리가 성립된다.

하지만 매우 무거운 물체를 들어 올리려면 받침점과 힘점사이의 거리가 매우 길어야 한다. 즉 공간상의 제약을 받게 된다.

빛은 정보를 싣고

우리는 한번쯤 인터넷을 사용해봤을 것입니다. 모뎀을 사용했을 경우와 광통신을 사용했을 때 어떤 것이 더 빠를까요? 광통신을 사용했을 때가 더 빠를 것입니다. 왜 그럴까요? 광통신은 빛을 이용하여 정보를 주고 받는 통신 방식인데 빛이 세상에서 가장 빠르기때문 광통신을 이용할때가 더 빠릅니다. 그럼 빛은 직진하는데 어떻게 원하는 곳에 장애물을 피해서 빛을 보낼수 있을지 알아 봅시다.



### 1. 과정

우린 낚시줄을 빛으로 하였고 광섬유를 파이프관으로 만들었고 파이프관속은 공기가 아닌 다른 매질이 있다고 가정하겠습니다. 빛이 파이프관속에서 진행할 때, 굴절률이 높은 파이프관속의 매질이 파이프관이라는 굴절률이 상대적으로 작은 매질을 만나면서 경계면에 입사된 빛이 어떤 특정한 임계각보다 크면 모두 반사하는데 이를 이용하여 광통신을 만듭니다.

### 2. 원리

빛이 한 매질에서 다른 매질로 진행할 때, 그 속도가 달라지면서 두 매질의 경계면에서 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라고 합니다. 대개의 경우, 두 매질의 경계면에서는 이러한 굴절과 함께 반사도 함께 이루어진다. 그런데 물과 같이 굴절률이 큰 매질에서 공기와 같이 굴절률이 상대적으로 작은 매질로 진행할 때, 어떤 각도보다 큰 각도로 경계면에 입사된 빛은 경계면에서 모두 반사된다. 이러한 현상을 전반사라고 한다.

## 내 머리속에 무지개

여러분은 비온 후 파란하늘 위에 무지개를 보신 적이 있으신가요? 여러분은 무지개하면 어떤 느낌이 떠오르시나요? 지금은 머릿속에 남아 있는 아름다운 빨주노초파남보 일곱가지 무지개 색..... 지금부터 여러분 머릿속에 무지개를 불러 일으켜 드리겠습니다 ^^

### 1. 빨간색

얼마 전에 아쉽게 끝이 난 독일 월드컵을 기억하시나요? 세계인의 이목을 집중시켰던 붉은 악

마 다들 아시죠? 이번 독일 월드컵에서도 붉은 악마는 열정과 패기를 가지고 6월 한 달을 뜨겁게 달렸습니다. 붉은 색 또한 붉은 악마와 같은 열정과 패기, 정열이란 이미지를 내뽐습니다. 빨간 장미의 꽃말이 정열, 열정인 이유도 여기에 있습니다. 그리고 길을 가다 긴박하게 울리는 소방차의 사이렌 소리를 들어보신 적 있나요? 빨간색은 뿔뿔 타오르는 불의 뜨거움과 이를 끄기 위해 달려가는 소방차의 사이렌소리와 같은 긴박감을 느끼게 합니다.

지금부터 붉은 악마의 힘찬 함성소리와 빨간 장미, 열이 나는 히터, 그리고 긴박한 소방차의 사이렌소리를 듣고 만지면서 여러분의 머릿속에 빨간색을 떠올려보세요.

### 2. 주황색

귤과 오렌지는 주황색으로 된 대표적인 과일이며 달고 맛있는 것도 있는 반면에 굉장히 신맛을 내는 것도 있습니다. 사람들은 주황색을 보면 귤과 오렌지, 그리고 신맛을 떠올리게 됩니다.

지금부터 앞에 있는 신맛을 내는 귤과, 오렌지를 만져보고 직접 먹어보며 여러분의 머릿속에 주황색을 떠올려 보세요.

### 3. 노란색

“삐약, 삐약” 이 울음소리는 무슨 동물의 울음소리일까요? 네, 맞습니다. 바로 귀여운 병아리의 울음소리입니다. 병아리가 커서 닭이 되기전까지는 노란색의 털을 가졌습니다. 그리고 유치원에 다니는 어린 아이들은 노란색 유치원 옷을 입고 유치원에 가는 모습이 병아리와 비슷합니다. 이렇듯 노란색은 병아리와 유치원을 다니는 어린 아이들을 떠올리게 합니다.

지금부터 귀여운 병아리 소리를 들어보고, 노란색으로 된 대표적인 과일인 바나나를 먹으며 여러분의 머릿속에 노란색을 떠올려 보세요.

#### 4. 초록색

나무가 우거진 숲속에서 시원하게 부는 바람과 새들이 지저귀는 소리를 들어보신적 있으신가요? 숲속의 시원한 바람과 새들의 지저귀는 우리들에게 편안함과 상쾌함을 줍니다. 초록색은 숲속에 푸르게 우거진 나무와 풀을 연상하게 하고 숲과 같은 편안함과 상쾌함을 느끼게 합니다.

지금부터 풀과 나뭇잎을 직접 만져보고 숲속의 새들의 지저귀는 시원한 바람소리를 들으며, 여러분의 머릿속에 초록색을 떠올려 보세요.

#### 5. 파란색

‘철썩, 철썩’ 시원한 파도소리와 갈매기 소리..... 바로 바닷가의 풍경이죠. 사람들은 무더운 여름 날 바닷가에 가서 시원한 파도소리와 바닷바람을 맞으며 더위를 날리곤 하죠. 시원한 얼음물 또한 무더위를 날리는데 제격이죠. 파란색은 구름 한 점 없는 하늘, 파도치는 바다, 그리고 얼음물의 시원함과 같은 느낌을 줍니다.

지금부터 바닷가의 파도소리와 갈매기소리를 들어보고, 차가운 얼음물에 손을 담귀보면서 여러분의 머릿속에 파란색을 떠올려 보세요.

### 저항은 전하를 귀찮게 해

전하를 따라 우리 같이 전기회로 속을 여행해 볼까요? 전하가 전기회로 속을 여행 하면서 어떤

친구들을 만날까요? 우선 전하가 여행을 할 수 있는 길이 있을 것이고 전하의 여행을 방해하는 고난과 역경인 저항도 있을 것입니다. 마지막으로 여행을 하는 동안 지친 전하의 체력을 보충해 주는 기전력도 있겠죠? 자! 그럼 전하와 함께 여행을 시작해 볼까요! Let's go!!!

#### 1. 준비물

나무판, 나무기둥, 줄대, 전지, 전기선, 소리장치, 쇠구슬, 소리키트

#### 2. 과정

실험 기구에서는 전하를 쇠구슬로 표현 하였습니다. 그럼 쇠구슬이 굴러가는 나무판은 전선이 되겠죠? 전하의 여행을 방해하는 고난과 역경은 바로 윗판에서 길을 막는 나무판이 되는 것입니다. 전하가 여행을 하는 동안 많은 고난과 역경을 겪을수록 전하가 도착지점으로 오는데 걸리는 시간이 길어 지겠죠? 이는 쇠구슬이 도착지점에 오면 내는 소리간격을 통해서 여러분들은 알 수 있을 것입니다. 쇠구슬이 힘든 여행을 마치고 오면 체력이 많이 떨어져 있겠죠? 우리가 다시 체력을 보충시켜주어 볼까요? 전하의 체력은 기전력이라는 엘리베이터에 의해 올려 줄 수 있습니다.

#### 3. 원리

이 기구의 과학원리 설명을 위해 전류의 흐름을 물의 흐름에 비교해 볼게요. 물은 높은 곳에서 낮은 곳에서 흐르죠? 이와 마찬가지로 전기 역시 높은 전기력에서 낮은 전기력으로 흐르면 전류가 흐른다고 합니다. 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 떨어지면서 어떤 일을 해요? 시골에 가면 물레방아가 돌아가는 것을 볼 수 있죠? 바로 물이 떨어지면서 물레방아를 돌리는 일을 해 준 것이에요. 마찬가지로 전류가 흐르면서 전구에 불을 켜 주고, 선풍기를 돌리는 등 각종 전기기구를 사용할 수 있는 것이죠. 그러나 물레방아가 물의 흐름을 방해하기도 하죠. 만약 물레

방아가 없다면 물은 좀 더 잘 흐를 수 있을 텐데 말이죠. 전기에서도 마찬가지로 저항이 없다면 좀 더 잘 흐를 수 있죠. 저항은 물의 흐름을 방해하는 물레방아처럼 전하가 도선을 통해 흘러가는데 그 흐름을 방해하는 것입니다. “그럼 저항이라는 것이 안 좋다고 생각하고 없으면 제일 좋겠네요?” 라고 질문을 할 수도 있지요. 그렇지만 저항이 없다면 우리가 전구에 불을 켜고 선풍기를 돌리는 등 각종 전기기구를 쓰는데 꼭 필요하여서 없어서도 안 되는 거예요. 우리가 전기기구를 쓰는데는 반드시 필요하고 도선에 전하가 흐를 때 저항이 없으면 가장 좋겠죠? 이제 높은 곳에서 떨어진 물을 올려볼까요? 물을 다시 높은 곳으로 올려 주려면 어떻게 하면 되나요? 펌프를 사용해서 올려 주면 되겠죠? 그럼 이 올려진 물은 다시 떨어지면서 물레방아를 돌릴 수 있게 되구요. 그럼 전류의 흐름을 이어갈 수 있도록 펌프 작용을 해 주는 것이 기전력이라고 하면 쉽게 이해 되겠죠?

## 필름없는 카메라

지난 추억을 회상하게 해주는 카메라. 작은 물체도 볼 수 있게 해주는 현미경. 밤하늘에 아름다운 별을 볼 수 있게 해주는 망원경. 내 친구, 우리 할아버지가 끼고 다니는 안경. 앞에 네가지의 공통점은 모두다 렌즈를 이용한다는 것이다. 렌즈는 얼핏 보기엔 보통 유리 같지만, 평평한 것도 아닌 것이 어느 것은 중심이 볼록하고 어느 것은 중심이 오목하다. 흔히 주변에서 볼 수 있는 볼록렌즈와 오목렌즈. 우리는 두 렌즈의 원리를 알고자 하는 여러분을 위해 손으로 느낄 수 있는 과학을 준비하였다.

### 1. 재료

나무판, 나무기둥, 반구형 아크릴판, 낚시줄, 구형 스티로폼, 흰 철사끈, 카메라 옵스큐라

### 2. 모형 소개

- ① 구형스티로폼은 광원을 나타냅니다.
- ② 편의상 파장( 황파) 인 빛을 직선인 낚시줄과 흰 철사끈으로 나타내었습니다.
- ③ 원형아크릴판으로 오목렌즈( 줄보기) 와 볼록렌즈( 돋보기) 모형을 만들었습니다.
- ④ 광원에서 빛이 모든 방향으로 뻗어나감을 표현하기 위해 흰 철사끈을 이용해 나타내었습니다. 고로, 흰 철사끈은 보이지 않는 빛의 일부를 나타냅니다.
- ⑤ 낚시줄은 모든 방향으로 뻗어가는 빛 중에서 필요한 빛 9 가닥만 나타낸 것입니다.
- ⑤ 광원에서 뿔어져 나온 빛은 직진해서 렌즈에 도달한 후, 렌즈를 통과하면서 굴절하게 됩니다. 볼록렌즈의 경우는 빛이 굴절하여 한 점에 모인 후 다시 퍼지는 형태를 띠지만, 오목렌즈의 경우에는 빛이 굴절 후에 바로 분산해 버리는 형태를 나타냅니다. 이것으로 보아, 볼록렌즈는 빛을 모으는 효과를, 오목렌즈는 빛을 분산시키는 효과를 거둘 수 있습니다.
- ⑥ 두 종류의 렌즈가 사용 된 물체를 실생활에서도 접할 수 있는데, 예를 들자면 안경, 카메라, 현미경, 망원경등이 있습니다.
- ⑦ 또한 두 렌즈의 특징을 이용하여 손쉽게 만들 수 있는 것 중에 카메라 옵스큐라가 있는데, 이는 이름에서와 같이 카메라의 원리와도 비슷합니다.
- ⑧ 볼록렌즈와 오목렌즈 두 종류의 렌즈를 사용하여 렌즈간의 거리를 조절하여 초점을 맞춘 후 하얀 미농지에 상을 맺히게 하는 것입니다.

## 3. 원리

렌즈는 투명한 물질로 만들어진 중심축( 광축) 을 공유하는 두 굴절면을 갖는 광학기기이다. 렌즈를 공기 중에 놓으면 빛은 공기로부터 렌즈로 굴절해 들어와 이를 통과해서 다시 공기속으로 굴절해 나간다. 이때 중심축에 평행한 입사광이 렌즈를 지나며 한 점으로 모여들면 볼록렌즈( 수렴렌즈) 퍼져나가면 오목렌즈( 발산렌즈) 라 부른다.

앞에서 말했듯이 렌즈는 두개의 굴절면을 가진다. 일반적으로 우리가 알고 있는 렌즈는 볼록



한 두 굴절면은 가졌거나, 오목한 두 굴절면을 가진다. 하지만 간혹 한쪽 면이 평면인 렌즈도 있다. 우리가 실험모형 제작을 한 모델이 우리가 일반적으로 아는 두 굴절면이 같은 렌즈이기 때문에 그에 대한 설명을 하도록 하겠다. 두개의 굴절면을 가지는 렌즈는 두개의 초점을 가지게 된다.

#### 1) 볼록렌즈

빛은 렌즈를 통과하는 동안 두 번의 굴절을 하게 된다. 이때 광축에 평행하게 입사하는 빛은 굴절 후 광원 반대편 초점을 지난다(1). 그리고 렌즈의 중심으로 입사하는 빛은 그대로 직진을 하게 된다(2). 또 광원의 반대편 초점을 향해 입사하는 빛 굴절 후 광축에 평행하게 진행한다(3).

#### 2) 오목렌즈

볼록 렌즈와 같이 두개의 굴절면을 가지므로 빛이 렌즈를 통과하는 동안 두 번의 굴절을 하게 된다. 역시 마찬가지로 렌즈의 중심을 향해 입사하는 빛은 굴절하지 않는다(2'). 하지만 볼록 렌즈와는 달리 광축에 평행하게 입사하는 빛은 굴절 후 광원쪽 초점거리의 연장선에 평행하게 진행한다(1'). 또한 광원 반대편 초점을 향해 입사하는 빛은 굴절 후 광축에 평행하게 진행을 하게 된다(3').

## [과학체험]

### 화학지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 화학교육 전공

#### 땀 흘리는 컵

맑은 날 아침 아파트 화단에 있는 식물을 관찰해 본적이 있나요? 식물의 앞에는 아주 작은 물방울들이 맺혀 있습니다. 이 이슬들은 어디서 왔을까요? 어떻게 생긴 것일까요?

##### 1. 활동 목표

컵 표면의 수증기가 응결하는 과정을 경험을 통해 느끼도록 하여 아침에 이슬이 맺히는 원리를 말로 설명할 수 있다.

##### 2. 준비물

마른수건, 물병, 비이커(500ml), 차가운 물

##### 3. 대상

초등학교 1~6학년

## 4. 실험과정

- ① 2 개의 비이커를 준비하여 표면을 깨끗이 닦는다.  
→ 컵 표면에 물기가 없음을 손으로 확인한다.
- ② 2 개의 비이커에 각각 같은 양의 물을 붓는다.
- ③ 1 개의 비이커에는 얼음을 넣고, 다른 한개는 그냥 둔다.
- ④ 1~2 분 경과 후 양쪽의 컵의 표면을 손으로 느끼게 한다.  
→ 얼음이 있는 컵의 표면에는 물방울이 맺혔음을 손으로 알 수 있다.

## 5. 원리

- ① 겨울에 버스에 타면 안경에 김이 맺히는 현상도 이슬이 생기는 원리와 같다.
- ② 공기중에 포함된 수증기가 찬 물체의 표면에 닿아 식어서 생긴 작은 물방울을 이슬이라 한다.

## 6. 관찰 방법

- ① 물방울이 생기는 과정을 실험으로 알아봅시다.
- ② 물체 주변에 물방울이 생긴 까닭을 알아봅시다.

## 7. 관찰 과정

- ① 맑은 날 아침에 풀밭에 가 본적이 있나요?
- ② 그 때 풀잎을 만져 본적이 있나요?
- ③ 풀잎에 묻는 물방울들은 어디서 왔을까요? 비가 왔을까요?
- ④ 어디서 왔는지 자신의 생각을 말해보세요.

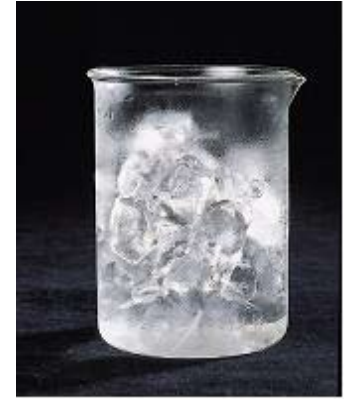
⑤ 그런 물방울을 이슬이라고 하는데, 우리도 이슬을 만들 수 있어요.

⑥ 실험을 진행.( 모두 만져보고 느껴보게 할 것)

⑦ 이 컵에 맺힌 물방울은 어디서 온 것일까요?

⑧ 공기 중에 떠다니는 수증기가 컵 표면의 차가운 공기와 만나서 물방울형태로 바뀌는 것입니다.( 액화 현상 설명)

⑨ 더 이해가 되는 학생은 물의 순환에 대해서도 설명해 준다.( 고체 ↔ 액체 ↔ 기체)



## 냉장고 없이 만드는 얼음과자

아이스크림을 좋아 하나요? 냉장고나 냉동실이 없었던 아주 옛날에는 해마다 아이스크림 없는 여름을 보냈을까요? 그렇지 않습니다. 지혜로웠던 조상들은 냉동실 없이도 얼음과자를 만들어서 시원한 여름을 보낼 수 있었습니다. 지금부터 선생님과 함께 냉장고 없이 얼음과자를 만들어 봅시다.

## 1. 수업 목표

얼음과자를 만드는 흥미있는 과정을 직접 경험하고, 어느점 내림에 대한 개념을 이해하도록 하여 설명할 수 있도록 한다.



## 2. 대상

초급: 초등학교 1~3, 중급: 초등학교 4~ 중1, 고급: 중 2~ 고1

## 3. 준비물

잘게 부순 얼음, 소금, 15ml 시험관, 환타 · 사이다, 나무젓가락

## 4. 과정



1. 두 개의 큰 비이커를 준비한다. 두 개의 비이커에 잘게 부순 얼음을 똑같이 넣도록 한다.



2. 한쪽의 비이커에는 얼음과 소금의 비율이 3:1이 되도록 소금을 골고루 뿌리고 막대로 잘 저어준다. 한쪽의 비이커에는 소금을 넣지 않고 비교하도록 한다.



3. 학생에게 환타나 사이다 중 한 가지를 고르게 하고 2개의 15ml 작은 시험관에 붓도록 한다.



4. 3번을 양쪽의 비이커 얼음 사이에 꽂는다. (소금이 들어있는 얼음비이커와 소금이 들어 있지 않은 얼음비이커의 음로수의 동등 변화를 비교하도록 한다.)



4. 양 쪽의 비이커에 완전히 묻힐 수 있도록 넣는 것을 도와준다.



5. 얼음과자의 손잡이가 될 나무젓가락을 받을 나누어 한 쪽을 음로수안에 꽂아 20~30분 방치한다.



6. 기다리는 동안 소금을 넣은 비이커의 표면과 소금을 넣지 않은 비이커의 표면의 변화를 느끼게 한다. (소금을 넣은 비이커의 경우 비이커의 표면에 얼음이 낀다.)



7. 소금을 넣은 비이커의 음로수가 얼은 것 같으면 환타나 사이다의 나무젓가락 뽑아 보게 한다. 소금이 들어 있는 비이커는 얼음과가 되었을 것이고, 그렇지 않은 비이커는 변화가 없다.

## 5. 원리

### 1) 초급

>> 얼음과자를 만드는 과정을 익히고 차이를 느끼도록 하는 경험 중점을 두어 진행함.

### 2) 중급

>> 신기하게도 작은 시험관 안에 들어 있던 설탕물은 어느새 얼음과자로 변해 있을 것입니다. 그냥 얼음에 설탕물을 넣으면 얼음과자가 되지 않습니다. 그러나 얼음에 소금을 넣으면 온도가 아주 내려가게 되지요. 비율만 잘 맞추면 영하 20도까지도 내릴 수 있습니다. 얼음에 소금을 넣고 가만히 살펴보면 소금이 닿아 있는 쪽의 얼음이 녹아서 물로 변하는 것을 볼 수 있습니다. 이렇게 얼음이 물로 변하면서 주위의 열을 뺏어가기 때문에 온도가 낮아져 간 이 냉동실이 되는 것입니다.

겨울철 온도가 영하로 내려가면 길가의 눈이나 물이 얼어 있습니다. 그러나 웬만한 겨울날씨에도 바닷물은 얼지 않지요. 그 이유가 바로 바닷물이 소금물이기 때문입니다. 이렇게 물에 어떤 물질이 녹아 있으면 순수한 물의 어는 온도인 0도가 되어도 얼지 못하고 온도가 아주 많이 내려가야만 얼 수 있습니다. 물에 들어 있는 물질이 많을수록 더 낮은 온도에서 얼게 되지요. 이것은 한강에도 적용이 됩니다. 옛날 한강물이 오염이 되지 않고 깨끗했을 때에는 겨울철에 한강이 얼어서 그 위에서 스케이트도 탔다고 합니다. 그러나 요즘은 한강이 오염이 많이 되어서 그 안에 불순물이 많기 때문에 겨울철 온도가 영하로 내려가도 얼지 않지요.

그렇다면 왜 소금이나 다른 물질은 물의 어는 온도를 낮추는 것일까요? 즉, 얼음에 소금이 들어가면 왜 얼음이 녹게 되는 것일까요? 그 이유는 소금이 얼음에 닿아서 불규칙한 상황

을 만들어 주기 때문입니다. 얼음보다 물이 더 불규칙한 분자 배열상태를 가지고 있다는 것을 인식한다면 쉽게 이해가 될 것입니다. 얼음에 있던 분자가 열을 받아서 더 활발하게 움직여 불규칙한 배열을 갖는 물이 되는 경우도 있지만, 소금이 얼음에 닿아서 얼음이 불규칙한 배열을 가질 수 있도록 도와주어서 물이 될 수도 있는 것입니다. 소금을 뿌릴 때 얼음의 온도가 영하 0.5 도라고 한다면 이 온도에서 얼음이 물로 변해 버렸으니 얼음의 어는 온도가 낮아진 셈이 되는 것이지요. 이것을 '어는점 내림' 현상이라고 합니다.

어는점 내림 현상에 의해 얼음이 물로 변할 때 온도가 많이 내려가게 되지요. 그것은 물이 얼음보다 에너지를 많이 가지고 있는 상태이므로 얼음이 녹을 때 주위에서 열을 빼앗기 때문입니다. 그래서 간이 냉동실을 만들 수 있는 것입니다

3) 고급

>> 중급의 흡열반응의 원리와 더불어 석빙고의 역사까지 설명하도록 한다.

1738년(영조 14) 경상북도 경주시 인왕동(仁旺洞) 월성(月城)의 북쪽에 축조한 조선시대의 화강석제 얼음창고.

지정번호	보물 제66호
지정연도	1963년 1월 21일
소재지	경북 경주시 인왕동
시대	조선
크기	길이 18.8m, 홍예 높이 4.97m, 너비 5.94m
종류	얼음창고



↑ 경주 석빙고 / 경북 경주시 인왕동. 보물 제66호. 조선시대.

주물럭~ 퍽퍽!!

어느 날 준이라는 주방장이 있었는데... “내 오늘은 기필코 내 생애 최고의 수타면을 뽑겠다”라고 호언장담을 했었다. 그리하여 보통 사용하는 밀가루대신 옥수수 전분을 사용하게 되었는데 그 전분에 물을 붓고 반죽을 하는 순간 “헉, 큰일이다!!!!!!” 반죽이 안 되지 않은가? 준 주방장은 다시 전의를 기다듬고 반죽을 했다. 그러나 반죽이 끝났다 싶으면 다시 풀어지는 것이었다. 준 주방장은 결국 최고의 수타면을 포기하고 밀가루로 자장면 반죽을 했다는 옛 이야기가 있었다. 왜 준 주방장이 수타면을 포기하게 되었는지 그 비밀을 알아볼까요?

1. 준비물

옥수수전분, 물, 세숫대야, 비커, 앞치마, 두건, 수건

2. 과정



3. 원리

이 실험의 원리는 위에 보이는 타원형통 모양의 분자로서 설명할 수 있어요. 속은 비어 있어서, 압력(P) 을 가하면 녹말분자 사이에 물 분자가 들어가게 되죠. 다시 말해서 녹말 분자 속에 빈공간이 많고, 서로 사이가 많이 떨어져 있어서 액체 상태였다가, 힘을 주게 되면 빈 공간에 물 분자들이 강제로 끼어 들어가게 돼요. 이렇게 하여 겔(GEL) 화가 된답니다. 요약 하건대, 물체에 힘을 가했을 때 액체와 고체의 성질이 동시에 나타나는 현상을 점탄성이라 해요. 여러분, 이제 비밀이 풀렸죠?



4. 참고. 밀가루와 전분의 용도와 차이점이 무엇일까요???

기름에 튀겼을 때 바삭바삭한 질감의 정도입니다. 전분으로 튀겼을 때 튀김이 가장 바삭바삭해지죠..... 밀가루는 기름을 많이 먹어서 별로 안 바삭거리죠. 참고로, 튀김가루나 부침가루에는 여러 가지 혼합물을 첨가한 겁니다. 부침가루는 말 그대로 부침을 할 때 쓰시면 되고, 튀김가루 같은 경우 안에 베이킹파우더가 들어있어서 튀김을 하면 부풀어 오르는 효과가 있고 전분가루가 함유 되어있어서 더 바삭바삭하죠..



천방지축 탕탱볼 만들기

어렸을 적 한번쯤은 가지고 놀았던 탕탱볼~ 어디로 튀었는지 몰라서 찾아 헤매었던 기억 한번쯤은 가지고 계시죠? 어쩜~ 그렇게 자기 마음대로 잘 튀는지~

“탕탱볼의 숨겨진 원리”를 한번 알아보시다.

1. 준비물

물풀(PVA), 붕사(BORAX), 물, 색소, 종이컵, 세숫대야, 비닐장갑.

2. 과정



1. 탕탱볼을 만들기 위하여 물(PVA)과 소  
폭용도로 쓰이는 붕사를 준비한다.



2. 세숫대야에 물을 퍼서 모은 다음 붕사 수  
용액을 풀에 넣는다.



3. 하얀 응고물이 만들어 질 때까지 계속 거  
어준다.



4. 물을 뺀내어 물기를 짜낸 후 손으로 반죽  
을 하여 둥글게 모양을 만들어 준다.

3. 원리

문방구용 고무풀은 폴리비닐알코올(PVA) 로 이루어져 있습니다. 여기에 붕사 수용액을 혼



합하면, 물에 녹은 붕사 용액이 풀 속의 P.V.A( 폴리비닐 알코올) 분자와 P.V.A 분자 사이에 끼어들게 되지요.

분자 사이를 거대한 사슬로 연결시키기 때문에 고탄성의 성질을 가진 고분자 사슬구조의 물질이 만들어 지는 것이지요.

이것이 고무의 특징을 가지게 만드는 것입니다. 이렇게 만들어진 합성고무는 탄성이 크기 때문에 통통 튀는 탱탱볼을 만들 수 있는 것입니다.

#### 4. 참고. 합성고무

탱탱볼은 합성고무라는 탄성체의 일종입니다. 탄소(C) 원자와 수소(H) 원자가 결합된 분자 덩어리가 수백, 수천 개씩 연결되어 만들어진 긴 사슬체로서, 우리 생활 속에서 많이 볼 수 있는 고무장갑, 농구공, 지우개, 타이어 이러한 것들이 있습니다.



어려울 것 같지만 알고 보면 손쉽게 만들어 볼 수 있다는 것!!!

자, 그럼 지금부터 탱탱볼 만들기에 한번 빠져 볼까요?

## 슬러쉬 만들기

무더운 여름날, 우리의 갈증을 식혀주는 맛있는 슬러시~ 이 슬러시는 어떻게 만들까요? 슬러시를 만드는 과정 속에 숨겨진 원리를 한번 알아봅시다.

### 1. 실험준비물

큰통, 비닐 팩, 얼음, 소금, 탄산음료, 종이컵

### 2. 방법

- ① 비닐 팩에 탄산음료를 넣고 묶는다.
- ② 두 통에 모두 얼음을 반쯤 채우고 음료를 채운 비닐 팩을 넣는다.
- ③ 한 통에만 소금을 다량 넣어준 다음, 다시 얼음을 더 넣는다.
- ④ 뚜껑을 닫고 3~5 분정도 흔든다.
- ⑤ 얼음만 넣은 통과 소금을 넣은 통의 온도 차를 비교한다.
- ⑥ 완성된 슬러시를 종이컵에 붓고 학생들에게 맛보게 한다.



### 3. 원리

[어는점 내림] 이란 비휘발성 용질이나 비전해질이 용해된 용액의 어는점이 순수한 용매의 어는점보다 더 낮아지는 현상, 혹은 그 낮아진 정도를 일컫는 말이에요.

쉽게 말하면, 보통 액체의 어는점은 그 액체에 다른 물질을 녹였을 때 낮아진답니다. 이때 낮아지는 정도는 용액의 몰랄 농도에 비례해요.

여기서 몰랄 농도란 용매 1Kg 당 녹아있는 용질의 몰수로서 온도와 압력의 영향을 받지 않는다는 점에서 몰 농도( 용액 1L 당 녹아있는 용질의 몰수) 보다 유용하게 쓰일 수 있는 농

도예요.

우리가 음료수를 슬러쉬 형태로 만들기 위해서는 얼음이 어는 온도보다 더 낮은 온도를 만들어 주어야 하는데, 얼음에 소금을 넣으면 어는점이 내려가서 음료수가 차가운 상태에서 슬러쉬 형태로 바뀌게 된답니다.

이것은 몹시 추운 겨울날 강물은 얼지만 바닷물은 얼지 않는 것과 같은 원리랍니다. 바닷물은 짜지요? 즉, 바닷물은 각종 염류가 녹아있는 비교적 고농도의 용액이기 때문에 [어는점 내림]의 정도가 강물이나 호수에서 보다 더 크답니다. 그래서 강물이나 호수가 얼어도 바닷물은 얼지 않지요.



원리를 설명하는 용어들은 어렵지만, 실제로 실험을 해보면 매우 재밌고 간단한 실험입니다. 자, 그럼 맛있는 슬러쉬를 만들어 볼까요?

## Hot and Cool

어릴적 누구나 한번쯤, 문구점에서 구입해본 손난로, 운동선수들이 흔히, 사용하는 냉찜질팩 이두가지가 간단한 열의 이동의 원리로 된다는 사실!!

지금부터, 어떠한 원리로 열이 이동하는지 살펴보도록 합시다.

### 1. 준비물

#### (1) 손난로

먼저, 손난로 안에 들어갈 시료로는 아세트산나트륨이 필요합니다, 그리고, 비닐봉투, 비닐봉투가 들어갈 크기의 비커, 그리고 똑딱이가 필요합니다.

#### (2) 냉팩

질산암모늄, 비닐봉지, 물



### 2. 과정

#### (1) 손난로

- ① 액체상태의 손난로를 들고, 손난로 안에있는 똑딱이를 몇 번 꺾어보자
- ② 똑딱이로 꺾은 몇초뒤, 손난로가 따뜻해지는 것이 느껴지는지 손으로 느껴보자

#### (2) 냉팩

- ① 비커에 질산암모늄을 넣고, 조금뒤에 물을 넣어보자
- ② 비커에 손을 대어보면, 차가운것이 느껴지지 않아보자

### 3. 원리

손난로는 액체상태의 물질이 고체상태로 되면서 에너지인 “열”을 내는 겁니다. 그럼, 어떻게 열이 나오는지 알아봅시다.

열도 에너지의 일종이에요, 에너지가 보존된다는 사실은 알지요??

그럼 이것도 그런 원리와 똑같은 겁니다. 높은 상태의 에너지(액체)에서 낮은에너지(고체)로 에너지를 보내는 것입니다. 이때 에너지가 높은곳에서 낮은곳으로 이동할 때, 에너지의 차이가 나는데, 이때 차이나는 에너지 만큼 주위에 열을 방출하는 것을 말합니다. 이것이 바로 에너지 방출 바로 발열반응 인 것입니다. 발열반응의 예가 바로 위에서 실험한 손난로가 되는 것입니다.

잠깐, 손난로안에 있는 똑딱이는 어떤 역할을 맡고 있는지 알아봅시다. 바로 똑딱이는 높은 에너지 상태에서 낮은에너지 상태로 갈수 있게, 도와주는 역할을 합니다. 액체로된 아세트산나트륨에 똑딱이로 충격을 주면, 바로 에너지변화를 주게 되는 것입니다.

흡열반응은 이것과 반대 원리라고 생각하시면 됩니다. 낮은 에너지상태에서 높은에너지의 상태로 변하고자 하면, 차이나는 에너지만큼, 에너지가 필요하게 됩니다. 바로 이때는 주위의 열을 빼앗아 높은 에너지상태로 되고자 합니다. 이때 주위로부터, 열을 빼앗기 때문에 주위는 온도가 내려가, 우리가 시원하게 느끼게 되는 것입니다.

이러한 간단한 열의 이동으로 우리주위에 여러가지 유익함을 주는 제품들이 많습니다. 이제 이러한 원리를 알았으니, 우리주위에 어떠한 것들이 있는지 한번 알아보는 것도 재미있는 일이 될 것입니다..

### 4. 참고

지금까지, 설명한 손난로의 원리는 단순한 발열반응으로 설명한 것입니다. 깊게 들어가면, 실제 손난로는 재결정을 이루면서 열을 방출하는 반열반응인 것입니다.

액체형 손난로에 쉽게 사용되는 티오황산나트륨(하이포)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . 으로 분자1 개가 물 분자5 개씩 포함하고 있는 화합물입니다. 이것은 물에 대한 용해도가 작아서 고체로 굳어 있지만, 가열해 주면 온도가 높아지기 때문에 액체상태로 됩니다. 녹은 티오황산나트륨은 굳어있는 상태보다 높은 열에너지를 많이 포함하고 있습니다.

티오황산나트륨을 액체로 만들어 식힐 때, 열을 방출하면서 고체 결정이 석출되어야 하는데도 티오황산나트륨은 그대로 녹아있는 과포화 상태를 유지하게 됩니다. 과포화상태는 매우 불안정하기 때문에 약간의 충격만 가해주면, 한꺼번에 고체 결정이 석출되면서 내부에 포함하고 있던 열에너지를 방출하게 되는데, 이것이 액체형 손난로의 원리이다. 이때, 액체형 손난로 속에 들어있는 작은 똑딱이 금속 단추는 과포화 상태의 티오황산나트륨에 충격을 가해 불안정한 상태에서 안정한 상태로 되게 해주는 역할을 해주는 것입니다.

그리고 냉팩에 사용한 질산암모늄은 물과 반응을 하지 않습니다. 단지 설탕이 물에 녹듯이 용해되며 그과정에서 열을 흡수하기 때문에 매우 차가워지게 되는 것입니다. 중요한 점 한 가지는 손난로는 다시 끓는물에 넣으면, 다시 액체상태로 만들어 사용할 수 있지만, 냉팩은 이론적으로 주변 습기만 잘 차단된다면 원위치를 시킬 수는 있지만, 생각만큼 일상생활에서 다시 분리한다는 것은 쉽지않을 요인들이 있기 때문에 실험적으로는 재사용하지 못하였습니다. 냉팩을 만드는 방법은 질산암모늄에 물을 붓기만 하면 됩니다.

## 드라이아이스의 미스터리

물질의 상태에 따른 분자운동을 청각과 촉각으로 느낄 수 있는 실험이에요. 드라이아이스의 상태변화를 직접 느껴보는 실험입니다. 또, 상태변화에 따라 다른 분자운동을 소리로 알아보아요. 자 이제 시작해 볼까요?

### 1. 준비물

지퍼팩, 드라이아이스, 장갑

### 2. 방법

- ① 장갑을 끼고, 드라이아이스를 만져보세요. 드라이아이스의 크기 확인해 보세요.
- ② 지퍼팩을 열고 드라이아이스를 넣어 주세요.
- ③ 지퍼팩안의 공기를 빼고 꼭 닫아주세요.
- ④ 지퍼팩을 양손 사이에 놓고 잠시 기다려보세요. 자~ 어떻게 될까요?

### 3. 원리

아까 실험에서 드라이아이스가 담긴 지퍼팩이 부풀어 올랐죠? 이것은 드라이아이스가 고체에서 기체로 변하는 승화현상 때문이랍니다. 승화란 고체가 액체 상태를 거치지 않고 직접 기체로 변하는 현상을 말해요. 옷장에 넣어둔 나프탈렌(썩약) 이 크기가 점점 작아지는 것도 같은 현상입니다. 생활 속에서 또 다른 승화의 예를 찾아볼까요?



앞의 구슬을 넣은 같은 크기의 통 3 개가 있어요. 각각 흔들어 보세요. 소리가 다르죠? 소리가 작은 순서대로 배열해 보세요. 소리가 작은 순서대로 고체, 액체, 기체랍니다. 통안에 소리나는 것은 구슬이예요. 구슬은 분자 또는 원자 모형이라고 생각하시면 되요. 고체는 분자가 많고, 분자간 거리가 아주 짧아 진동운동만 해요 그래서 소리가 거의 안나는 거예요. 액체는 고체보다는 분자수가 적지만 기체보다는 많답니다. 고체보다는 분자의 운동이 활발하겠죠? 물질의 상태 중에 기체는 같은 부피속의 분자수가 가장 적어요. 그리고 분자들의 운동이 가장 활발하답니다.

3 개의 사각형 그릇에 구슬이 들어있어요. 각각 손을 넣어 구슬의 개수가 어느 정도인지 느껴보세요. 가장 많이 들어있는 통의 구슬을 둥근 그릇에 부어보세요. 둥근 그릇의 구슬을 다시 만져보세요. 구슬의 모양이 사각형 그릇에 담겨있던 때와 둥근 그릇에 담겨있을 때와 어떻게 다른가요? 모양이 똑같죠? 고체가 존재하는 용기가 달라도 모양이 변하지 않는답니다. 또 다른 사각형 그릇이 있죠? 이번에도 둥근 그릇에 부어보세요. 이번엔 어떤가요? 아까와는 달리 구슬들이 둥근 그릇에 맞게 담겨있죠? 액체는 액체가 존재하는 용기가 달라지면 그 모양도 달라진답니다. 구슬이 가장 적게 들어있는 사각형 그릇을 둥근 그릇에 부어보고, 만져보세요. 기체는 용기와는 상관없이 자유롭게 존재하는 성질을 가지고 있고, 액체처럼 용기에 따라 모양도 달라진답니다.



## [과학체험]

# 환경지도 자료의 면모

대구대학교 과학교육학부 생물교육 전공

### 땅이 우리에게 준 고운 빛깔, 살아 숨쉬는 황토

사람은 흙에서 태어나 흙으로 돌아간다는 평범한 진리에서 비롯된 건축 재료가 바로 황토다. 사람이 원시생활을 시작하면서부터 주거의 형태를 만들어왔으며, 지금까지도 황토는 우리에게 친숙한 재료이다.

황토는 입자가 곱고, 산소를 많이 함유하고 있으며, 정화 능력이 뛰어나고 냄새와 기름을 흡수하는 성질이 강하다. 또한 생활 용기, 도예품, 민간요법에 이용되어 왔으며, 인체에 해가 없어 체내의 나쁜 기운을 없애주는데 뛰어난 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 자, 그러면 땅이 우리에게 준 고마운 선물, 황토에 대해 알아봅시다.

#### 1. 황토를 맨 손으로 직접 만져보기

우리가 하루 동안 걷는 길과 머무는 공간은 거의가 시멘트 철골 구조물이다. 딱딱한 시멘트 바닥에는 풀 한포기, 꽃 한송이 대신 언제나 깔끔하게 포장된 모습에서 우리는 보드라운

흙의 감촉을 잊고 살게 된다. 직접 손으로 황토를 만져보고 황토 내음을 맡아봄으로써 보다 평화롭고 안정된 마음을 가져본다.

#### 2. 황토 염색하기

황토는 습도조절, 온도유지, 전자파흡수, 생리작용활성화 등의 효능이 있다. 황토 염색 제품은 황토를 직접 입혀서 만든 염색천이므로 우리의 건강에 매우 효과적이다.

##### ① 수비하기

채취한 황토는 곧바로 염색하지 않고 수비과정을 거쳐 고운 황토의 원액으로 만든다. 수비란 도자기를 만들 때 쓰는 말인데, 채취한 흙을 물에 침전시키면 제일 고운 입자가 위에 뜨게 되고, 무거운 불순물들은 가라앉게 된다. 가라앉은 불순물들을 부어내고 이와 같은 과정을 반복하여 고운 입자를 골라내는 것을 말한다.

##### ② 정련 (면포세탁)

염색하기 전에는 반드시 면포세탁을 거쳐 천을 깨끗이 해야 한다. 천을 만드는 과정에서 실과 기계에 기름을 칠하고 면포에 풀을 먹여 제품을 만들기 때문에 기름기와 풀을 제거해야 한다. 염색 전, 흐르는 물에 깨끗이 빨고 물기를 짤다.

##### ③ 황토염색 준비

수비한 황토원액을 적당량 물과 섞은 후에, 매염제인 소금을 넣고 녹인다.

## ④ 황토염색 하기

면포를 뭉텅이로 집어넣지 말고 조금씩 집어넣으면서 빨래하듯 잘 주무른다. 황토는 입자로 되어 있다. 작고 고운 입자가 섬유사이에 박혀서 색깔을 내는 것이므로 염액이 잘 스며들게 지루할 정도로 문지른다. 약 30 분 정도 담가두었다가 가볍게 짜서 햇빛에 말린다.

## 3. 원리

늘 차갑고 딱딱한 시멘트 길을 걷고, 시멘트 건물을 접하면서 자연에 점점 무감각해져가는 우리에게 보드라운 황토의 느낌과 기분 좋은 향을 맡아보는 것은 정서적 안정과 더불어 황토의 감촉과 내음으로 새로운 경험을 제공한다.

## 4. 읽기자료

## (가) 황토의 효능과 그 이용

황토 1g 속에 살고 있는 약 2 억 마리 이상의 각종 미생물은 인체에 유익한 원적외선을 방출하여 살아있는 생명체라 하고, 뛰어난 효능을 지녔다하여 민간요법에서는 무병장수의 흙으로 이용되어 오고 있다. 우리나라의 황토는 연한 황색 퇴적물로 황색토와 적색토가 있으며, 전국에 골고루 분포되어 있다. 황토의 신비한 효능은 과학으로 밝혀지기 전에 우리 생활에서의 많은 활용으로 입증되고 있다.

## ① 적조를 막는 황토의 힘

우리나라 연안의 적조현상은 어민이나 양식업자에게 큰 피해를 입히고 있다. 이 적조를 막을 수 있는 신비로운 힘을 가지고 있다. 이는 1980 년대 중엽 일본학자들에 의해 발표 되었으며, 일부 어민들이 사용하여 효과를 보고 있다. 96 년 9 월 남해안지역에 나타난 적조현

상의 피해를 막기 위해 양식장 부근에 황토 가루를 뿌린 사실이 이를 증명해주고 있다.

## ② 독충으로부터의 보호 기능

오동잎에다 황토를 섞어서 놓아두면 파리나 기타 곤충이 접근을 못하며 이것을 된장 항아리에 넣어두면 쇠파리나 구더기가 생기지 않는다. 이 황토요법은 세계 원주민에게도 이용되고 있는데, 자연 환경에서 살고 있는 원주민들은 온몸에 황토를 발라 독충으로부터 몸을 보호하고 있다.

## ③ 기근을 면하게 한 식토

조선 태종 때 지금의 함경도에 식토가 나왔는데 흉년이 계속되면 많은 기민들이 이 진흙으로 떡을 만들어 먹어 기근을 면했다. 이 같은 토식의 예는 선조 때에도 있었다고 전해지고 있다. 선조갑오년에 대기근이 들었는데, 황해도 봉산의 진흙이 밀가루와 같이 부드러워 이 진흙 70% 에 쌀라기 30% 를 섞어 떡을 해 먹었으며, 이것을 먹어 질병도 앓지 않게 되었다고 한다.

## ④ 황토에서 자란 우리 먹거리

신토불이 채소, 우리 땅에서 자란 채소 중 황토로 키운 채소류는 단순히 식품이 아닌 약용으로 쓰이고 있다. 녹두, 메밀, 무우가 대표적인 예인데, 황토에서 자란 녹두는 해독제, 치료제로 쓰인다.

## ⑤ 황토마사지

여성들의 미용법으로 사용되는 황토요법이다. 길이 7cm 정도 되는 작은 가제 주머니에 죽염이나 볶은 소금, 레몬즙 황토를 섞어 반죽한 것을 집어놓는다. 세수를 한 직후에 주머니

를 얼굴 군데군데에 대고 꾹꾹 눌러주었다가 피부에 흠의 감촉이 느껴지면 떼어낸다. 이미 용법은 피부가 매끈해지는 효과가 있으며 지장수를 이용하여도 같은 효과를 볼 수 있다.

#### (나) 우리나라의 황토

##### ① 황토의 기운산삼을 자라게 하는 토함산의 기

우리나라에서 황토의 기운을 가장 광범위하게 받고 있는 곳은 경북 경주에 위치한 불국사로 토함산의 정기를 받고 있는 곳이다. 경주 토함산 자락은 생기가 그득하여 천년 왕도의 서기가 뻗치는 곳으로 이곳의 황토는 산삼과 송이버섯을 자라게 하는 기가 있다고 한다.

##### ② 문화재 경비병 황토 이야기

조선 후기 정조가 창경궁에 설치한 규장각은 역대 국왕들의 정치 기구이자 어제와 도서를 보관, 관리하는 기구이다. 1776년에 설치되어 현재 서울 대학교에 보관된 규장각의 도서가 지금까지 연구 자료로 사용되고 있는 것도 황토의 기운이 큰 역할을 한 것으로 알려져 있다.

##### ③ 귀신(鬼) 을 쫓고 복(福) 을 부르는 황토

황토의 모든 일상사에서 부정적인 것의 대명사격인 악귀를 물리치는 영험이 있다고 믿었으며 복의 상징이기도 했다. 집안에 금줄을 치고 치성을 드려야 할 때나 임금님이 지나갈 때에도 황토를 뿌리는 관습이 있었다. 마당을 쓸 때도 복을 불러들인다고 하여 바깥쪽에서 안쪽으로 쓸었다고 한다.

## 생명의 땅, 우포늪의 소리를 찾아서

도심 속에서 자연은 다소 잊혀져가고 있다. 생명력이 넘치는 우포늪의 소리를 통해 자연의 소리를 다양한 방법으로 느끼면서 실제 자연에 온 듯 한 편안한 마음으로 자연의 경이로움을 느껴 볼 수 있다.

### 1. 준비물

CD 플레이어, 밀폐형 헤드폰, 노트북, 자연의 소리 교구세트, 자연의 소리 녹음 CD, 우포늪 자연다큐멘터리 CD, 동물의 발자국 도장

### 2. 내용

- ① 자연관련다큐멘터리 소리 샘플을 이용한 교육
- ② 우포늪 자연다큐멘터리를 이용한 교육 (노트북활용)
- ③ '자연의 소리' 교구를 이용한 교육
- ④ 동물의 발자국 도장을 이용한 촉각교육

### 3. 과정

- ① 학생들에게 준비된 지역의 생태계에 대해 간략히 소개한 후 듣고 싶은 곳을 선택하게끔 한다.
- ② 학생들에게 소리를 1분 간격으로 들려주면서 어떤 소리를 들었는가? 등의 발문을 통해 자연의 소리에 조금 더 집중하도록 한다.
- ③ 시간차를 두어 들려줌으로써 더욱 다양한 소리를 발견하게 하고 이를 통해 자연과 더욱 친밀해지도록 한다.

④ 소리를 스피커로 들려주며 간단한 설명(이때의 설명은 소리와 관련된 설명이 더욱 효과적이다.) 점점 더 다양한 생물의 소리를 느낄 수 있었던 이유, 더불어 생태계의 원리 등의 약간의 이론적인 지식을 언급하며 마무리 짓고 질문이나 소감을 받는다.

#### 4. 원리

자연의 소리를 들음으로써 생태계에 대한 이해를 넓히고 자연과 친밀해지는 효과를 기대할 수 있으며 실제 음악치료요법에 쓰이는 자연효과음과 같은 심리적 안정을 누릴 수 있다. 교구를 활용한 프로그램에서는 학생들이 직접 소리를 내어봄으로써 능동적이고 주체적인 교육적 효과를 기대할 수 있다. 특히 교구를 직접 조작할 때 촉각을 활용한 교육이 이루어짐으로 다양한 감각을 활용한 교육적 효과를 누릴 수 있다.

#### 5. 참고. 우포늪

우포늪은 국내 최대의 자연 늪이다. 창녕군 대합면 주매리와 이방면 안리, 유어면 대대리, 세진리에 걸쳐있는 70 만평. 끝이 보이지 않을 정도로 광활한 늪지에는 수많은 물풀들이 머리를 내밀고 있다. 부들, 창포, 갈대, 줄, 올방개, 붕어마름, 벼풀, 가시연꽃 등이 무더기로 자라고 있다. 늪에 반쯤 밀동을 담그고 있는 나무들이 '원시' 의 분위기를 자아낸다. 개발이란 미명아래 국내 많은 늪은 사라지고 이제 늪의 모습을 제대로 갖추고 있는 곳은 국내 한 곳. 바로 우포늪뿐이다.

물도 아닌 물도 아닌 늪, 국내 최대규모로서 온갖 풀, 나무, 곤충, 물고기, 새 그리고 인간을 품어 안은 자애로운 곳. 원시적 저층늪을 그대로 간직한 마지막 자연늪인 우포는 산으로 둘러싸여 개발이란 탐욕의 칼날을 피할 수 있었던' 생태계 박물관 바로 그것이다.(경향신문 1996/5/30)



우포늪의 봄



우포늪의 여름



우포늪의 가을



우포늪의 겨울

#### 생명의 향기 허브~

환경 파괴로 인한 환경 호르몬의 위험에 과다하게 노출된 현대 사회에 사는 우리들. 많은 사람들이 건강한 심신을 잘 유지하고 활기차게 살기 위해 운동, 건강식품, 식생활 등에서 '웰빙'과 관련된 관심이 많이 높아지고 있는 요즘입니다.

그 중 허브와 관련된 많은 건강 활동들이 사람들의 정신적·신체적 건강에 많은 효과가 있다는 것이 알려지면서 허브의 인기가 날로 높아져가고 있는데요, 우리 일상에서 아주 쉽고 간단한 방법들로 허브의 효과를 직접 느낄 수 있는 자리를 이번 기회를 통해 마련하고자 합니다.



우리 생활을 한층 풍요롭고 건강하게 만들어 줄 수 있는 허브~ 직접 오셔서 허브의 향기에 흠뻑 취해봄이 어떨지요! 생명의 향기 Herb, 여러분을 깊고 풍요로운 허브의 세계로 초대합니다.

### 1. 과정

(가) 허브 식물을 직접 느껴봅니다.

허브에 매력은 향기에 있습니다. 가만히 만져보기만 해도 손끝에 쏘아하게 묻어나는 그 향긋함. 그렇듯 신선한 향기를 즐길 수 있다는 것만으로도 마음의 안정을 느낄 수 있습니다. 단순히 만지고 스쳐지나가지 말고 각각의 허브가 가지고 있는 느낌을 손끝의 촉감으로 천천히 만져보고, 깊은 향기를 천천히 코로 마셔보면서 허브만이 가질 수 있는 자연 그대로의 매력에 빠져봅니다.

(나) 허브를 차로 마셔봅니다.

허브차는 스트레스에 쌓인 현대인의 긴장을 풀어주고 피로를 회복하는 데 많은 효과가 있습니다. 차로 만들어 마실 때는 신선한 잎을 그대로 우려내어 마시거나, 말린 잎을 이용하기도 하며 꿀이나 레몬 등을 곁들여 마시기도 하는데요, 자연 그대로의 풍미를 즐기기 위해 70도 정도의 물로 우려낸 다음, 별도의 첨가물을 넣지 않고 각 허브 식물마다 함유된 달고, 쓰고, 떫고, 신맛 등의 독특한 맛과 각각의 허브 특유의 향을 혀끝과 코로 천천히 느끼면서 자연 그대로의 풍미를 음미하며 마셔봅니다. 또한, 허브차를 음미하기 전에 각각의 허브차가 가지고 있는 특징과 효능 등을 미리 알고 마시면 그 즐거움이 두 배가 될 것입니다.

이번 행사에서는 많은 허브차의 종류 중에서 히비스커스(Hibiscus), 라벤더(Lavender), 로즈마리(Rosemary), 페퍼민트(Peppermint), 펜넬(Fennel) 이 5 가지를 경험하게 됩니다.



히비스커스(Hibiscus)는 '신선하고 섬세한 아름다움'이라는 꽃말을 가진 허브이며, 루비와 같은 빨간색을 띄며 레몬처럼 상큼한 향과 맛이 납니다. 특히, 비타민A와 비타민C의 함량이 매우 높으며, 변비가 있는 분들에게 적극 권장합니다.



라벤더(Lavender)는 '풍부한 향기'라는 꽃말을 가진 허브이며, 보라색의 매우 아름다운 라벤더는 예로부터 향기의 여왕이라 불릴 만큼 허브를 대표하는 식물입니다. 피곤하고 스트레스가 쌓인다면 라벤더 차를 마셔보세요. 몸의 긴장을 풀어주고 심신의 안정을 찾는 데는 라벤더 차가 최고입니다.




로즈마리(Rosemary)는 '바다의 이슬'이라는 꽃말을 가진 허브이며, 달콤하면서도 씹싸름한 맛이 조화된 허브차입니다. 로즈마리는 특히 항균작용과 살균작용에 뛰어나며, 특히 눈이 피로하고 집중이 잘 안될 때 로즈마리 차가 매우 좋습니다.



페퍼민트(Peppermint)는 '따뜻한 정'이라는 꽃말을 가진 허브이며, 서양의 박하 중에서 가장 오래되었으며, 후추를 연상케 하는 특소한 향을 가지고 있다고 하여 페퍼민트라 불린다고 합니다. 박하향의 상쾌한 향기와 강한 청량감이 있으며, 특히, 위액 분비를 조절하여 소화를 돕기 때문에 위장 기능이 약한 사람들에게 도움이 됩니다.



펜넬(Fennel)은 '모든 칭찬에의 가치'라는 꽃말을 가진 허브이며, 꽃향이 풍부하고 약간의 약초향이 납니다. 펜넬은 눈의 시력을 좋게 하고, 노화를 막는 등의 효과가 있으며 특히, 체중감량의 효과가 있어 다이어트를 하는 사람들에게 인기가 있습니다.

Three dice are scattered on the left side of the slide. One is at the top left, one in the middle left, and one at the bottom left. They are dark grey with white pips.

# 제II부 한국과학교육학회 가을 특별학술대회

주제:

장애 및 비장애학생의 통합 과학교육 실천을 위한 연구 과제와 접근 모형

## [초청강연]

1. 특수교육에서 교과교육론의 정립: 현상과 과제

김병하

2. 특수아의 통합과학교육을 위한 기초-특수아 과학학습 특성-

하미경

3. 통합교육 환경에서 과학교육의 실천

오유정

4. Science education for the students with a visual impairment

Yoshiko TORIYAMA

## [워크숍]

1. Develop Tools for Science Education for Visually Impaired Students-Collaboration with Teachers in School

Koichi Kodama

2. An Alternative Method in Science Education-For Students with a Visual Impairment

Yoshiko Toriyama, Koichi Kodama

# 특수교육에서 교과교육론의 정립

## - 현상과 과제 -

김병하(대구대학교 특수교육과 교수)

### 1. 문제의 제기

전통적으로 특수교육은 '진단-처방적 교정' 모형으로 주조(鑄造)되어 왔다. 특수교육의 실천모형이 이런 식으로 정당화되는데 의료적 모델이 깊숙이 영향을 미쳐 온 때문이기도 하지만, 교육과정 측면에서 볼 때는 Tyler식 교육과정관에 깊은 영향을 받은 탓으로 볼 수도 있다. 일찍이 Tyler는 「교육과정과 수업의 기본원리」(1949, 이해명 역, 1987)에서 네가지 질문을 제기하고 있다. 즉, ① 학교는 어떤 교육목표를 달성하고자 노력해야 하는가?, ② 이 목표를 달성하기 위해 어떤 교육경험이 제공될 수 있는가?, ③ 이 교육경험을 효과적으로 조직하는 방법은 무엇인가?, ④ 위의 목표가 달성되었는가 아닌가를 결정하는 방법은 무엇인가? 이 네가지 요소들은 결국 ① 교육목표 설정, ② 학습경험의 선정, ③ 학습경험의 조직, ④ 평가로 요약된다. Tyler에 의하면, 교육과정은 교육목표 설정에서 시작하여 학습경험의 선정과 조직을 거쳐 그 결과를 목표에 비추어 평가하는 순환과정으로 이어진다.

이러한 타일러식 교육과정 모형은 Bruner의 '지식의 구조'를 탐구하는 과정으로서 교육과정 모형과 Dewey의 반성적 사고의 연속적(나선적) 과정에 의한 교육관에 의해 상당히 극복될 수 있었음에도, 특수교육 분야에서는 여전히 타일러식 교육과정

모형을 철저히 고수하는데 몰두해 왔다. 특수교육 분야에서는 이런 목표중심의 교육과정 모형을 철저화하기 위해 Mager의 「행동적 수업목표의 설정」(1962, 정우현 역, 1972)을 금과옥조처럼 떠받들어 가능한 한 교육(수업) 목표를 행동적 용어로 진술하는 것을 철칙으로 삼아왔다.

다른 한편으로 특수교육은 의료적 모델에 깊은 영향을 받아 장애(disabilities)를 개인의 병리적 문제로 비극화 하여, 이를 교정하고 보상하는데 일차적 관심을 기울여 왔다. 이처럼 특수교육이 타일러식 교육과정 모형과 장애의 의료적 모델에 의거하여 그 토대를 굳건히 유지해 오는 동안, 특수교육은 '교육'을 단순반복의 '훈련'으로 격하하거나 아이를 돌보는 '보육'으로 오도(誤導)되어 왔다.

특수교육이 '교육다운 것' 으로부터 멀어지는 만큼, 특수교육에서 교과교육은 걸들거나 등한히 다루어 질 수밖에 없었다. 오늘날 21세기 지식기반 사회의 시대적 요구에 따라 기존의 공교육 제도와 더불어 학교는 질적으로 재구조화(school restructuring) 되지 않을 수 없다면, 그에 따라 기존의 특수교육도 재구조화 되지 않을 수 없다. 이 시대의 특수교육이 진정 재구조화되어 '교육다운 것'이 되기 위해서는 모든 교육활동이 그러하듯이 무엇보다 "교과교육을 본래의 자리로 되돌려 놓는 일"에 심혈을 기울여야 한다. 특수교육의 재구조화는 교육본질의 복원이며, 교육본질의 복원은 결국 교과교육을 본래의 성격에 맞게 수행하는데 있다.

### 2. 특수교육과 교과교육

학교교육으로서 특수교육은 오랜 역사적 전통을 지니고 있다. 농학교 교육은 1760년 C. M. de l'Epee에 의해 파리에서 처음 시작되었고, 맹교육은 V. Hauy에 의해



1784년 역시 파리에서 처음 시작되었다. 이처럼 18세기 중후반에 프랑스가 세계적으로 특수교육의 선구자가 된 것은 결코 우연히 아니라, 프랑스는 서구세계의 계몽사조를 주도해 왔던 터여서 장애인의 교육가능성을 실천적으로 입증하는데도 남다른 관심을 보였다.

미국에서 특수학교 교육은 유럽에 이어 1817년 T. H. Gallaudet에 의해 Hartford에서 농교육이 처음 시작되었다. 우리나라는 1445년 세종조 27년에 맹인들을 따로 모아 서운관(書雲觀)에서 음양학을 강론한 기록이 있으나, 근대적 의미의 특수교육은 개신교 의료 선교사인 R. S. Hall에 의해 평양에서 1894년에 처음 시도된 이래, 광복 이후에는 대구에서 이영식(李永植) 목사가 대구맹아학교(1946)를 설립하여 맹교육과 농교육을 주도하였다.

이처럼 초기의 특수교육은 맹학교와 농학교 중심으로 주로 기숙제 특수학교의 형태로 실천되어 왔다. 당시에 맹학교와 농학교의 교육활동은 엄격히 말해서 맹교육과 농교육을 실시한 것이 아니라, 맹학생과 농학생을 대상으로 교과교육을 중심으로 특수교육을 실시해 왔다. 즉, 농학생과 맹학생들에게 특별히 요구되는 의사소통기능(communication skill) 활동 외에는 일반학생과 마찬가지로 동일한 교과내용을 편성해서 운영하는 것을 원칙으로 했다. 이런 맥락에서 이하에서는 광복 후 우리나라 특수학교 교육과정의 변천과정을 개관해 보고자 한다.

우리나라는 1967년에 최초로 국가수준에서 맹학교와 농학교 교육과정을 제정하여 공포하였다. 당시 제 1차 특수학교 교육과정의 구성방침은 ① 일반성과 특수성의 조화, ② 전인성의 강조, ③ 자기실현의 강조, ④ 자주성의 강조, ⑤ 유용성과 생산성의 강조(공보부, 1967:1-3)를 들고 있으나, '일반성과 특수성의 조화'라는 방침 외에는 일반학교 교육과정 구성방침을 그대로 반영하고 있다. 교육과정 편제도 교과

활동, 반공·도덕생활, 특별활동으로 구분하고 있으나, 특히 교과활동은 일반초등학교 교육과정 편제에 준하여 편성하고 있다. 다만 교육과정 조직 및 운영 면에서 '개별성'을 강조하고 있는 것 외에는 일반학교 교육과정과 동일하였다(정대영, 이유훈, 정동영, 1994).

이어 1974년 제 2차 특수학교 교육과정에서 정신지체(박약)학교 초등부 교육과정을 처음 제정·공포하였다. 이 교육과정은 교육가능 정신지체 학생의 초등교육을 일반초등학교에 '준하여' 실시하면서, 그들에게 실생활에 필요한 최소한의 지식과 기능을 습득시키는 '생활교육'을 교육과정 구성 방향으로 설정하고 있다. 당시만 해도 "대부분의 교육가능 정신지체 학생들이 특수학교에서 분리교육을 받았으며, 학습부진 학생이나 학습지진 학생은 특수학급에 배치된 것으로 보인다"(김정권, 이유훈, 2002, p. 118).

또, 당시 일반초등학교 교육과정은 생활중심 교육에 대한 비판으로 지식중심 교육과정으로 전환하는 것을 강조했으나, 정신지체학교 교육과정에서는 교과 중심의 분과형보다 생활경험 중심의 '종합형'(통합형)을 강조하고 있었다. 교육과정 편성도 생활연령을 기준으로 한 학년개념을 탈피하여 저, 중, 고학년의 3단계로 하였다.

제 3차 특수학교 교육과정은 1977년에 일반학교 교육과정에 준하여 맹학교 교육과정을 개정된 것 외에는 별다른 변화가 없었다. 즉, 지식중심 교육과정 모형으로 맹학교 교육을 일반교육과 같은 맥락으로 정상화 하려고 노력하였으나, 현장에서는 "교육내용의 난이와 과다 등으로 인해 효율적으로 운영되지 못했다"(임재운, 강석우, 박병량, 1980)는 평을 받기도 했다. 이어 제 4차 특수학교 교육과정(1979)에서는 농학교 교육과정만 그내용이 일부 수정·보완되었을 뿐, 맹학교 교육과정과 정신지체학교 초등부 교육과정 내용은 변동이 없었다. 농학교 교육과정도 1967년 제정 당

시에 비추어 일반학교 교육과정이 변화된 것을 그대로 반영했을 뿐, 농학교의 특수성을 반영한 변화는 없었다.

그러나 제 5차 특수학교 교육과정에서는 특수교육의 특수성이 상대적으로 강조되면서 특수학교 교육과정이 장애영역별로 정비되는 한편, 교육과정 개발 작업도 훨씬 체계적으로 추진되기 시작했다. 1983년 말에 고시된 특수학교 교육과정은 맹학교, 농학교, 정신지체학교, 지체부자유학교로 구분되었다. 이때 지체부자유학교 교육과정은 처음 제정되었으며, 정신지체학교 교육과정도 ‘훈련가능’과 ‘교육가능’으로 2원화 되었다. 제 5차 특수학교 교육과정(1983)에서부터 장애학생의 장애보상을 위한 제 3의 교육과정 활동영역으로 소위 ‘요육활동’ 혹은 ‘재활훈련’ (지체부자유) 영역이 등장하였다.

특히, 농학교의 ‘요육활동’에서 지금까지 강조되어온 ‘구화일변도’의 언어지도 접근 방법을 탈피하여, 농학생의 독특한 의사소통 요구에 따른 토털커뮤니케이션 접근이 도입됨에 따라, 정규 교육과정 활동에서 수화지도가 도입될 수 있게 되었다. 그러나 교과활동영역에서는 맹학교, 농학교, 지체부자유학교는 모두 일반학교 교육과정에 ‘준하여’ 운영하는 것을 원칙으로 하였다.

1989년에 고시된 제 6차 특수학교 교육과정은 그 편성과 운영에서 국가(중앙), 지역(시·도 단위), 단위학교의 역할과 책임을 명확히 구분함에 따라 교육과정의 자율성이 강조되고, ‘학교중심 교육과정’의 개발이 강조된 것이 중요 특징이었다고 할 수 있다. 특히, 6차 특수학교 교육과정에서 정신지체 특수학교 교육과정은 정신지체학생의 일반적 수준(발달과업)을 유치·초등·중학·고등부 과정으로 대별하여 제시한 것이 하나의 특징이었다면, 지체부자유 학교는 학생의 장애유형과 정도, 학습능력 등을 고려하여 3개 유형으로 나누어 교육과정을 편성한 것이 중요 특징이었다.

현재 시행되고 있는 제 7차 특수학교 교육과정은 문민정부시절 교육개혁위원회에서 제시한 ‘21세기 정보화 사회에 대응하여 국가경쟁력을 제고하기 위한 신자유주의적 개혁 흐름을 반영하여 대폭 개정되었다. 제 7차 교육과정의 주요특징은,

- ① 초등 1학년부터 고등 1학년까지 10년간 ‘국민공통 기본교육과정’을 도입하여 수준별 교육과정 운영을 강조하고,
- ② 각급학교 교육과정 활동에서 재량활동 시간을 확대하여 교육과정 운영의 자율성을 강조하고,
- ③ 고등학교 2, 3학년 과정에서 선택중심 교육과정을 활성화하여, 학생들에게 교육과정 선택권을 부여하고,
- ④ 교육과정 운영에서 질관리 중심의 평가활동을 강화한 것 등이라 할 수 있다(대구대학교 특수학교 교육과정 개정연구 위원회, 1996).

7차 교육과정에서 우리가 주목해야 할 부분은 지식기반 사회에 대응하여 국민 된 자는 누구나 기본적인면서도 공통적으로 갖추어야 할 기초교육과정으로 10년간의 ‘국민공통 기본교육과정’을 도입한 점이다. 더욱이나 이것은 소위 지식정보사회에서 생존에 필요한 ‘최소 필수량’(minimum essential)의 교육과정 개념이므로 지적 발달상에 현저한 지체를 보이는 발달장애학생을 제외한 시각장애학생, 청각장애학생, 지체부자유학생에게도 ‘국민공통 기본교육과정’을 그대로 도입하도록 조처하였다. 특수교육 요구학생을 위한 교육과정 편성과 운영에서 ‘보편성과 특수성의 조

화'(혹은 연관성)는 끊임없이 강조되어온 기본원칙이었다. 하지만, 국가수준 교육과정에서 10년제의 '국민공통 기본교육과정'이 강력하게 도입됨에 따라 특수교육에서 교육과정의 편성과 운영은 '특수성' 보다 상대적으로 '보편성과 '일반성'에 기초한 교육의 '수월성' 요구를 보다 심각하게 반영하지 않을 수 없게 되었다. 이런 측면에서 신자유주의 물결에 편승한 교육과정상의 통합교육 흐름을 국제적 시각에서 예의주시해 볼 필요가 있다.

이를테면, 영국은 국가공통 교육과정(National Curriculum)을 제정하여 교육의 수월성을 전반적으로 강조하면서, 특수한 교육적 요구(special educational needs)를 지닌 학생을 위한 교육의 평등성과 수월성을 동시에 충족시키는데 스스로 한계를 절감하지 않을 수 없었다. 이런 관점에서 Norwick(2000)은 영국에서 특수교육 실천에 따른 딜레마를 심도 있게 논의하고 있다. 그는 학교교육의 효율성을 논의하면서 소수학생(특수교육 요구학생)의 교육적 요구가 대다수 학생의 성취에 도움을 주지 못할 때, 학교교육은 심각한 갈등에 빠지게 된다고 경고하면서, 전체에 못지않게 개별성과 개인차를 중시하는 교육과정은 '간단한 평등에서 복잡한 평등'으로의 이행을 요구한다고 지적했다.

마찬가지의 맥락에서 미국은 최근 일반교육과 특수교육을 막론하고 학교 책무성에 대한 결과중심의 관료적 모델에 기초하여 표준중심개혁(standard-based reform)을 강조하고 있다. 이런 동향은 최근 개정된 초·중등교육법으로 등장한 '아동낙오방지법'(No Child Left Behind Act of 2001)의 여파로 더욱 강요되고 있다(Skrtic, Harris, and Shriner, 2006). 이런 일련의 세계적 교육개혁의 흐름은 결국 학교교육에서 평등성 못지않게 수월성에 더 큰 무게를 두게 하고, 특수교육 요구학생을 위한 교육과정 편성과 운영에서도 '특수성' 보다는 '일반성'(보편성)에 더 강조를 두게 함

으로서, 특수교육에서 교과교육론의 정립에 보다 엄격한 과제를 제기하고 있다.

이런 문제의식의 연장선상에서 이하에서는 농교육과 관련한 교과교육의 문제를 논의해 보고자 한다. '청각장애'를 지닌 학생들의 교과교육은 기본적으로 일반교육에서 다루어지는 내용을 기반으로 하고 있음은 앞에서 언급한 농학교 교육과정의 편성과 운영의 실제에서 거듭 확인할 수 있었다. 그러나 지금까지 행해져온 약 250여년에 걸친 농교육의 역사적 흐름에 비추어 볼 때, 농교육의 주된 관심은 '언어지도 방법논쟁'에 집중되어온 반면에 상대적으로 농학생을 위한 교과교육론에 대해서는 무관심했다는 비난을 면하기 어렵다.

18세기 후반 프랑스에서 de l'Epee가 수화주의(manualism)에 입각한 농학교 교육을 실천할 무렵에 독일에서는 S. Heinicke가 구화주의(oralism)에 의한 농교육 방법을 강조함으로써, 이때부터 농교육계에서 '방법논쟁'이 격렬하게 전개되어 왔다(김병하, 1973). 농교육계에서 '언어지도방법 논쟁'은 생산적인 논쟁으로 발전되어 왔다기 보다는 그 후 약 100년간(소위 방법논쟁에 대한 100년 전쟁이라 일컬어지듯) 소모적 논쟁으로 전개되어 왔다. 이런 갈등적 상황의 와중에 1880년 Milan 세계농교육자대회에서 구화와 수화에 대한 방법논쟁이 토의주제로 상정되었으나, 뚜렷한 합의점에 도출되지 못하자 궁여지책으로 양방법론에 대한 찬반투표를 실시한 결과, 당시에 농교육 현장에서는 수화를 선호하고 있었음에도 이외로 구화지지론자가 압도적으로 많았다. 이때부터 농교육사에서 유명한 구화일변도(oral only)주의가 공식적으로 채택 되어 19세기말에서 오늘에 이르기까지 그 명분을 강하게 유지해오게 되었다.

당시 농교육계에서 하나의 이념적 지표로 '구화주의'를 표방해온 것은 특수교육 철학을 주도해온 '정상화'(normalization) 이념을 충실히 반영하기 위함이었다. 즉, 농

교육의 궁극목적은 농학생이 듣지 못하는 장애를 극복하여 청각재활을 통해 음성 언어로 일반인과 더불어 의사소통할 수 있는 기능을 익히는데 있었다. 그러나 이와 같은 '정상화' 이념에 입각한 구화주의는 결과적으로 하나의 실천으로서 농교육의 실패를 입증하는데 그치고 말았다. 즉, 농교육에서 구화중심주의는 청각장애학생들에게 구화능력의 신장에 실패했을 뿐더러, 교과내용에 대한 학습능력 면에서도 심각한 실패를 자초했다. 오늘날 대부분 농학생들의 기초학습능력으로서 읽기능력이 고등학교 졸업(12학년)에 이르러서도 일반학생의 3-4학년 수준을 넘어서지 못하는 현실은 그 상당부분 책임이 공허한 구화중심주의의 이상에 기인한 것으로 평가할 수 있다. 이에 대한 일련의 반성으로 1970년대 이래 '정상화' 원리에 대응하여 농인중심의 독특한 요구를 존중하는 토털커뮤니케이션 접근이 농교육계를 지배해왔고, 또 최근에는 농세계에서 두루 통용되는 '자연수화'와 '농문화'를 긍정적으로 수용하여 농정체성을 정립하고자 하는 소위 2Bi(bilingual/bicultural) 접근이 강조되고 있다. 하지만, 이런 일련의 새로운 변화에도 불구하고, 농교육 현실은 크게 달라지지 않고 있으며, 더욱이나 문해능력을 비롯한 기초학습능력의 실패는 거의 개선되지 못하고 있다. 물론 장기적으로 볼 때, 농학생들의 문해능력이 과거에 비해 다소 향상되고 있다 할지라도, 전반적으로 지식정보사회에서 요구하는 문해능력의 표준적기준의 향상에 비추어 볼 때 여전히 심각한 난제로 남아있다.

이런 일련의 문제에 대한 진단으로 Johnson, Liddell, 그리고 Erting(1989)등은 "Unlocking the Curriculum"이라는 유력한 논문에서 당대 농교육이 실패하고 있는 주요 이유를 다음 두 가지로 들고 있다. 즉, 그 하나는 농학생들이 그들의 학년수준에 상응하는 교육과정 내용을 수용할 수 있는 기본적 능력이 결여되어 있기 때문이고, 다른 하나는 농학생들에 대한 교사와 부모의 기대수준이 아예 낮게 설정되기 때문이라고 지적했다. 펍 설득력 있는 지적이다. Johnson등은 이 논문에서 농학

생들이 학습에 실패하는 것은 그들이 속한 학년수준에서 제공되고 있는 교과내용을 수용(이해)할만한 언어능력(language competency)을 내축하지 못했기 때문이며, 따라서 1차언어로서 농성인 사회에서 두루 통용되는 자연수어(natural sign language)를 튼튼하게 획득하게 하는 것이 가장 확실한 대안이 될 수 있다고 제안하면서, 이를 위한 원칙을 다음과 같이 제시하고 있다.

- 농아동은 그들이 학습하고자 하는 것을 제대로 수용할 수만 있다면 성공적으로 학습을 수행할 수 있다.
- 그렇게 할 수 있게 하기 위해 농아동의 1차언어(first language)는 자연수어(ASL)이어야 한다.
- 자연수어의 획득은 결정적 시기가 미치는 긍정적 효과를 고려하여, 가능하면 조기에 시작되어야 한다.
- 농아동의 자연수어 획득을 비롯해서 자존성의 확립, 사회정체감의 발달을 위해 그(자연수어) 언어를 능숙하게 구사하는 농성인은 최선의 모델이 된다.
- 이런 식으로 획득된 자연수어는 농아동들이 교육내용을 가장 잘 수용할 수 있게 하는 방안을 마련해준다(Johnson, Liddell, and Erting, 1989).

이 논문에서 Johnson등은 구화교육의 한계에 따른 농교육의 실패를 적시하면서 농아동은 그들이 학습할 교과내용을 성공적으로 수용하기 위해 1차언어로서 자연수화를 확실하게 획득하여, 그것을 교육과정 수용의 유력한 도구로 적극 활용할 것을 제안하고 있다. Johnson등의 이 같은 제안은 신통하게도 오늘날 농교육계에서 강조되는 2Bi접근 원리와 일치하고 있다. 그러나 우리가 범을 잡기 위해서는 범이 있는 굴을 찾아 들어가야 하듯, 무엇보다 농학생들이 학습해야 할 교과내용을 성공적으



로 학습할 수 있도록 하기 위해 우리는 1차적으로 교과내용 그 자체에 비대한 관심을 가질 필요가 있다.

이런 관점에서 농교육의 개혁을 위해 지금까지 우리가 집중해온 어떻게 가르칠 것인가(How to teach)하는 ‘방법’의 문제에서부터 무엇을 가르칠 것인가(What to teach)하는 ‘내용’의 문제로 패러다임적 전환이 있어야 한다는 주장(Lytle, Rovins, 1997)은 하나의 신선한 충격이다. 일찍이 Dewey가 지적했듯이 “내용이 방법을 규제” 하지 “방법이 내용을 규정” 하지는 않는다.

그렇다면 우리가 특수교육 요구학생들로 하여금 그들에게 제공되는 교육내용을 성공적으로 학습할 수 있도록 하기 위해, 일차적으로 가르치고 배워야 할 교과내용에 능숙해야 하고, 내용에 능숙해지는 만큼 우리는 2차적으로 그 내용을 다루는 방법에 능숙해질 수 있다. 바로 이런 이유에서 특수교육분야에서 교과교육론은 재정립되어야 한다.

### 3. 특수교사와 교과교육

전형적 의미에서 특수교육은 특별한 자료와 방법으로 특별히 훈련된 교사에 의해 수행되는 교육이다. 여기서 ‘전형적’이라는 것은 특수교육이 전통적으로 그런 모습으로 행해져왔기 때문에, 특수교육은 “특별히 고안된 자료와 방법으로 특별히 훈련된 교사에 의해 행해지는 교육”이라는 식의 조작적 정의가 가능하다. 이때 ‘특별히’ 훈련된 교사라 함은 특수교육 요구학생들을 지도하는데 필요한 전문적 수행능력(competency)을 공인된 교사교육 과정을 통해 두루 갖춘 교사를 지칭한다.

교사교육에서 교사가 실제로 현장에서 학생들을 가르치는데 필요한 지식과 기능을 체계적으로 분석하여, 그렇게 분석된 지식과 기능에 토대하여 교사교육과정을 개발하는 것을 강조하는 입장이 있다. 이런 입장에 의거하여 충실하게 개발·운영되는 교사교육을 수행능력중심(competency based) 교사교육이라 한다. 교사양성에서 수행능력중심 교사교육(CBTE)이 강조되는 이유는 종래 코스중심의 교사양성 과정을 성공적으로 이수한 결과가, 그가 현장에서 학생들을 잘 가르칠 수 있다는 것을 논리적으로나 실제적으로나 보증을 들만한 근거나 기준이 pek 불분명한 채로 배출된다는 것이다. 이런 난점에 대한 하나의 대안으로 교육의 책무성(accountability)을 강화하고, 유능한 교사가 수행하는 전문능력에 비추어 교사의 전문성을 좀 더 엄격하게 관리하기 위해 수행능력 중심 교사양성과정의 개발이 한때 크게 호응을 얻기도 했다 이런 맥락에서 현장 특수학교의 교육과정을 competency-based curriculum 모형으로 개발한 좋은 예가 대구보명학교에서 개발한 「정신박약아 개별화교육/ 훈련을 위한 능력분위 교육과정」(1981)이 있다. 이 교육과정은 그후 특수학교의 교육과정 편성과 운영에 많은 시사점을 제공해주었다.

그러나 실제로 교사와 학생이 만나서 이루어지는 교육활동(가르치고 배우는 활동)은 양성과정에서 기획한 개개의 지식과 기능을 모아 놓은 것이상으로 총체적이고 복합적일뿐더러 우리가 쉽사리 예측할 수 없는 신비성까지 내포되어 있다. 그러나 교사교육의 적합성이나 공적 책무성을 좀 더 합리적으로 따지기 위해 수행능력 중심 교사교육 모형은 유용한 기준을 제공해 준다. 바로 이런 이점(利點)을 겨냥하여 특수교육 분야에서 특수교육 요구학생을 지도하는데 필요한 교사의 수행능력을 체계적으로 개발하는데 진작부터 깊은 관심을 표명해 왔다.

그 최초의 용례(用例)로 지금부터 약 반세기전 Mackie 등은 농아동교사(1955), 약시아동교사(1956), 맹아동교사(1959), 정신지체아동교사(1957), 사회·정서적 이

상아교사(1957) 등에 걸쳐 특수교사에게 요구되는 수행능력을 10개 영역에 걸쳐 다음과 같이 제안하였다. 즉, ① 특수아동의 심리적, 의학적, 사회적, 교육적 특성에 관한 전문지식, ② 아동과 그의 편차에 대한 이해, ③ 교육과정의 운영과 교수방법에 관한 능력, ④ 특수기기 및 자료에 대한 사용능력과 지식, ⑤ 아동 및 양친에 대한 상담, 생활지도의 지식과 능력, ⑥ 각종검사와 기록의 실시와 해석 능력, ⑦ 관계전문가 및 단체와 협력해서 일하는 능력, ⑧ 특수교육 프로그램을 마련하는 것에 관련된 행정적 의무, ⑨ 중복장애아의 이해와 지도 능력, ⑩ 특수교육 교사의 인성적 특성과 태도(Mackie, and Dunn, 1959) 등이다.

그 이래로 미국특수아동협의회(Council for Exceptional Children)에서는 특수교사에게 요구되는 수행능력 중심의 교사양성과 자격표준을 제시하는데 깊은 관심을 가지고 1966년에 특수교사의 전문적 표준(professional standards)을 개발한 이래, 1992년에는 초임특수교사에게 필수적으로 요구되는 지식과 기능의 공통중핵 수행능력을 개발하였으며, 이어 1995년에는 이를 국제적 표준으로 제시하는 한편, 그 후 장애영역의 특수성에 따른 수행능력을 지속적으로 개발해 왔다. 최근 CEC(2003)는 수행능력 중심의 특수교사 전문적 표준을 청각장애아교사, 유아특수교사, 정서행동장애아교사, 학습장애아교사, 정신지체/발달장애아교사, 신체 및 건강장애아교사, 시각장애아교사, 특수교육진단가, 특수교육행정가, 특수교육공학전문가, 특수교육전환전문가, 우수아 교사 등에 걸쳐 제안하고 있다. 이상의 장애영역별 교사와 전문영역별 교사에게 요구되는 수행능력의 표준적 카테고리는 동일하게 다음의 10개 영역으로 대별된다.

1. 기초(철학, 역사, 법적 기초)
2. 학습자의 발달과 특성
3. 개인별 학습차
4. 수업전략
5. 학습환경과 사회적 상호작용
6. 언어
7. 수업계획
8. 평가
9. 전문적 및 윤리적 실천
10. 협동

이상의 10개 카테고리에 대한 수행능력 진술목록의 수를 청각장애아 교사에게 요구되는 수행능력 표준을 중심으로 지식과 기능, 그리고 공통중핵과 장애영역의 특수성 등으로 대별하여 보면 다음과 같이 분포되어 있다(CEC, 2003).

	지식	기능	공통	특수
기초(철학, 역사, 법적기초)	15	2	11	6
학습자의 발달과 특성	9	0	7	2
개인별 학습차	9	0	5	4
수업전략	3	10	9	4
학습환경과 사회적 상호작용	12	21	26	7
언어	12	5	6	11
수업계획	6	17	19	4
평가	8	12	15	5
전문적 및 윤리적 실천	7	14	16	5
협동	6	13	15	4

이상에서 보면 전체 수행능력 목록 191개 가운데 알아야 할 ‘지식’에 해당되는 목록이 87개 목록으로 전체의 45.5%를 차지하고 있으며, 수행해야 할 ‘기능’에 해당되는 목록이 전체의 54.5%로 다소 높은 비중을 차지하고 있다. 즉, 이것은 특수교사에게 요구되는 수행능력 가운데 알아야 할 ‘지식’보다 교직수행에 필요한 ‘기능’ 쪽에 좀 더 무게를 두고 있는 것으로 볼 수 있는 하나의 기준이 된다. 다음에 전체 수행능력 목록 가운데 공통중핵 영역의 목록이 129개로 이는 전체의 67.5%를 차지하고 있으며, 청각장애아교사에게 장애특성(specialized)에 따라 요구되는 수행능력은 32.5%로 전체의 약 3분의 1에 해당된다. 이처럼 청각장애아교사에게 요구되는 수행능력 가운데 특수교사로서 공통중핵에 해당되는 수행능력이 훨씬 높은 비중을 차지하는 반면에, 상대적으로 청각장애의 특수성에 따른 전문적 수행능력군이 차지하는 비중은 낮게 반영되어 있다. 특수교육분야에서 교사수행능력을 논의함에 있어, 한때 (1976년의 CEC 특수교사 양성 가이드라인)는 특수교육 공통 영역보다 장애별 특수성에 따른 수행능력에 더 높은 비중을 둔적이 있었으나, 최근에 와서는 특수교사에게 요구되는 수행능력 가운데 ‘공통중핵’에 해당되는 수행능력을 훨씬 강조하면서, 그 위에 장애별 전문성에 따른 특수성을 설정함으로써 삼각형의 밑변이 길어지면 서 꼭지점 부위의 면적이 상대적으로 줄어드는 이치와 같은 것으로 설명할 수 있다.

한편, 특수교사에게 요구되는 수행능력의 분포를 위의 10개 카테고리별 수행능력 목록수를 기준으로 상위 3순위 영역 순으로 보면,

1순위: 학습환경과 사회적 상호작용(33개 목록)

2순위: 수업계획(23개 목록)

3순위: 전문적 및 윤리적 실천(21개 목록) 등으로 나타난다.

위의 세 개 영역이 특수교사에게 요구되는 수행능력 가운데, 다른 수행능력 카테고리에 비해 높은 비중을 차지하고 있다는 것은 그만큼 중요하다는 것을 의미한다. 이상의 수행능력 가운데 특수교사의 교과교육 능력과 직결되는 쪽은 ‘수업계획’ 영역이다. 수업계획에 해당되는 전체 23개 수행능력 목록 가운데, 특수교사의 교과교육에 깊이 연관되는 목록만 따로 뽑아 보면 다음과 같다.

- 교육과정개발과 수업실제의 기초가 되는 이론과 연구 성과에 대한 지식
- 일반교육과정과 특수교육과정의 범위와 계열에 대한 지식
- 국가수준에서 지역수준에 이르는 교육과정 기준에 대한 지식
- 과제분석을 수행하는 능력
- 아동수준에 맞는 목표를 설정하고 평가하는 능력
- 학습자 특성에 상응하는 수업내용, 자료, 교수전략을 개발하는 능력

이상에서 제시한 수행능력 카테고리 설정과 또 구체적인 수행능력 진술의 내용을 특수교사에게 요구되는 ‘교과교육’의 수행능력 측면에서 엄밀히 따져보면 이외로 교과내용에 대한 수행능력이 소홀히 취급되고 있거나 아예 직접적인 관심을 표명하고 있지 않음을 볼 수 있다. 우선 전체 수행능력 카테고리 설정에서 직접적으로 ‘교육과정 개발과 운영’ 이라든지 교과내용을 직접 다루는 영역이 설정되어 있지 않을 뿐만 아니라, 이런 내용을 다루는데 깊이 연관되는 ‘수업계획’ 영역에서도 교과내용에 대한 지식과 기능을 직접 언급한 수행능력 목록은 발견되지 않는다. 다만, 위에



서 제시한 수행능력 목록에서 보는 것처럼 포괄적으로 교육과정 개발과 운영에 관한 지식과 기능을 일반교육과 관련지어 제시하고 있을 뿐이다. 또한 실제로 교과교육 운영에 필요한 과제분석이나 목표설정, 수업내용 개발 등이 언급되고 있으나, 가르칠 교과내용에 대한 직접적인 수행능력 진술은 전혀 발견되지 않는다. 그러면서 교육과정 운영 방식은 철저히 Tyler의 모형에 따르고 있다.

이와 같은 맥락에서 Lytle과 Rovins(1997)는 농교육분야를 중심으로 교사수행능력 진술에서 교과교육에 대한 직접적 진술이 거의 전무하거나 소홀한 문제점을 지적한 적이 있다. 이 논문에서 그들은 교사가 잘 가르치기 위해서는 교과내용에 대한 지식을 튼튼히 확립해야 함에도 농교육에서 지금까지 의사소통 기술과 방법에 지나치게 치우쳐온 나머지 교과내용 부분은 소홀히 다루어져 왔음을 적시하고 있다. 따라서 일반학교 교사에 비해 농학교 교사들이 가르쳐야 할 교과내용에 대한 수행능력이 부족한 것이 사실이라면, 일반학교에 비해 교과내용을 잘 가르치지 못하는 교사에게 교과내용을 지도받은 농학생들이 일반학생들에 비해 교과내용 수용능력이 뒤떨어지는 것은 당연한 귀결이 아니냐고 반문한다. Lytle과 Rovins(1997)가 실제로 농교육분야 행정가들(농학교 교장 등)을 중심으로 농교육 교사들에게 요구되는 수행능력을 평가해본 결과, 행정가들은 “농학생을 지도하는 교사들도 일반학교 교사와 대등한 교과지도 수행능력을 갖추어야 함”이 마땅하다(95% 수준에서)고 요구하고 있으나, 농교육 교사들은 교과내용을 다루는 수행능력이 있어 일반 초·중등학교 교사에 비해 여전히 차이를 타나내고 있는 현실을 문제 삼고 있다. 또한 농학교에서 학생들에게 제공되는 교과내용은 그 깊이와 폭에 있어 이미 일반학교 학생들에게 제공되는 교육내용과 차이를 나타내고 있어, 농학생들이 그들 학년에 상응하는 학업성취를 수행하지 못하고 학년이 올라갈수록 학업능력의 지체가 누적되는 것은 당연하다고 본다.

특수교육에서 교과교육을 정립하기 위해 무엇보다도 특수교육은 교육의 본질을 복원해야하고, 특수교사는 교사의 본질을 내면화해야 한다. 특수교육이 교육다운 것이 되지 못하는 결정적 함정은 특수교육을 보육(care)으로 격하하거나 교육을 훈련(training)과 혼동하는데 있다. 외피적으로 볼 때 정신지체학교 교사가 하는 일은 아동을 돌보고 보호하는 보육사가 하는 일과 거의 구분되지 않을 수 있지만, 정신지체학교 교사는 어디까지나 교사이지 보모나 보육사는 아니다. 정신지체학교 교사가 교육과정 활동에 종사하는 동안 그는 ‘기본교육과정’의 틀 속에서 교과를 가르치는 일을 해야지, 그것과 다른 어떤 종류의 활동에 종사해서는 안 된다. 특수교사가 ‘교육’활동을 구성하지 못하고, ‘보육’활동 수준에서 멈춘다면, 그는 어쩌다가 불쌍한 아이들을 돌보는 ‘천사’ 대접을 받을 수 있을지 몰라도 적어도 그는 궁극적으로 ‘교사’일 수 없다.

P. Freire는 그의 교사론에서 교사가 하는 일을 보모가 하는 일로 격하하는 것을 경계하면서, 가르치는 일은 학생들의 편에 선다는 의미에서 특별한 과업이며, 교사의 학생에 대한 사랑은 ‘무장된 사랑’(armed love)이어야 한다고 했다(Freire, 교육문화연구회 옮김, 2000). 교과교육의 관점에서 볼 때, 교사의 학생에 대한 ‘무장된 사랑’은 곧 교사의 ‘교과지도’에 대한 관점으로 치환되어야 한다.

특수교육에서 교과교육이 정립되지 못하는 또 하나의 중대한 이유는 교육(educating)을 훈련(training)과 혼동하는데 있다. 교육은 궁극적으로 인간의 심성(mind) 계발에 있지만, 훈련은 인간의 특정 기능(skill)을 반복적으로 단련하는데 일차적 관심을 갖는다. 개념적(본질적)으로 교육과 훈련은 엄격히 구분되어야 함에도, 특수교육 현장에서 흔히 훈련을 교육과 같은 맥락으로 착각하는 동안 특수교육은 ‘교육적’인 것으로부터 한참 멀어 진다 필자가 특수교육과에 다니면서 마지막 교

생실습으로 농학교에서 공개수업을 하면서 농학생들에게 ‘포도’라는 단어를 발성하는 훈련을 거듭하는 과정으로 한시간 수업을 치른 기억이 있다. 그때 나는 지도교사의 의도에 충실히 따르면서 ‘포도’라는 그림과 단어를 결합시켜, 농학생들에게 ‘포도’를 수없이 되풀이하면서 발성하게 하는 반복훈련으로 대부분의 시간을 때웠다. 당시 그같은 수업은 농학교 저학년 학생들의 국어시간에 행해지는 발성훈련이었지, 내가 국어시간에 국어교과를 가르친 것은 아니었다.

특수교육에서 교육과 훈련을 혼동하게 하는 데는 상당한 역사성이 있다. 당초에 특수교육은 의료적 전달체제 기법에 강한 영향을 받아 전형적으로 ‘진단-처방적 교정’ 절차로 모형화 되었다. 특수교육의 이런 모형을 아직까지도 극단하게 강조하는 입장에서는 “특수교육은 곧 치료교육”이라는 확신에 차있다. 이런 확신의 바탕에는 암암리에 특수아동의 ‘장애’는 개인의 병리적 문제로서 질병과 같은 것이어서 의료적 치료절차의 모형에 따라 ‘교정’되어야 한다는 믿음이 깔려있다. 실제로 발달지체아동을 ‘교육’하는 특수학교의 교실교육 모습을 보면, 교사가 하는 일과 치료사가 하는 일이 명백히 구분되지 않고 혼재(混在)해 있다. 현상적으로 그런 혼란스런 일이 연출되고 있다 할지라도 치료사(치료교사)가 하는 일은 특수교사가 하는 교과활동을 지원하는 보조수단이지 그 자체가 (특수)교육의 궁극 목적일 수는 없다. 특수교육은 ‘교육’활동이지 ‘치료’활동이 아니다. 특수교사가 하는 일이 교육활동의 성격을 충실히 반영하기 위해, 무엇보다 특수교사는 교과내용을 전문적으로 지도하는 사람이어야 한다.

특수교사가 교육의 최전선에서 하는 일은 참으로 어렵고 복잡함에도 교사 스스로가 그 일을 일상적인 테크닉 수준으로 쉽게 단순화 하려는데 심각한 문제가 있다. Palmer(1998)는 「가르칠 수 있는 용기」(The Courage to Teach)에서 교사들이 당면하는 교직의 어려움을 다음 세 측면에서 근본적 문제로 제기하고 있다.

첫째, 우리가 가르치는 ‘교과’가 실제보다 훨씬 복잡하여 우리의 지식이 늘 모자라고도 부분적이라는 사실이다. 우리가 아무리 책읽기와 연구를 많이 한다고 하더라도 교직은 우리가 알 수 있는 범위 이상의 것을 요구한다.

둘째, 우리가 가르치는 학생들이 실제보다 더 복잡하다는 것이다. 학생들을 분명하게 이해하고 하나의 전체로 보아주고 매순간 그들에게 현명하게 반응하려면, 프로이트와 솔로몬을 합쳐 놓은 것 같은 사람이 되어야 하는데, 우리들 중에는 이런 사람이 흔치 않다. 만약 학생과 교과가 교직의 어려움을 설명하는 모두라면, 우리는 해당 교과를 열심히 공부하고 또 학생심리를 미리 파악하는 기술을 습득하기만 하면 될 것이다. 그러나 교직의 어려움을 더욱 복잡하게 만드는 요인이 있으니, 그것은 우리가 우리 자신을 가르쳐야 하기 때문이라는 것이다(Palmer, 이종인 역, 2000, 16-17).

이처럼 Palmer는 교직의 어려움 가운데 그 첫 번째로 ‘교과’의 어려움과 학생심리의 복잡성을 들면서, 이 두 가지 보다 근본적으로 교직을 더 어렵게 하는 것은 교사가 바로 자기 자신을 가르치는 일이라고 했다. 그에 의하면 가르치는 일은 모든 진정한 인간 활동이 그러하듯이 인간의 내면세계(inwardness)로부터 출현하는 것이어야 한다. 만일 우리가 자신의 영혼이 투영된 거울을 들여다보면서 거기에 나타난 자신의 모습을 보고도 회피하지 않는다면, 그 속에서 자기지식(self-knowledge)을 얻어낼 기회를 가지게 된다(Palmer, 1998). 이때 교사가 자기를 가르치는 ‘자기지식’을 얻어낼 수 있는 확실한 방안은 그가 가르칠 교과내용에 대한 공부를 게을리 하지 않고 지속하는 경우에만 가능하다.

이홍우(2000)는 21세기 학교교육의 과제는 한마디로 “교과를 그 원래의 의미로 되돌려 놓는데 있다”고 하면서, 오늘의 학교교육에서 “교과의 의미라는 주제는 사람들이 모르면서도 그 모른다는 사실을 모르기 쉬운 그런 주제”라고 경고하고 있다. 이

런 문제의식에서 그는 성리학의 이론(이홍우, 2000)을 본보기로 하여, 교과공부가 자기를 가르치는 '심성함양'의 확실한 방법이 된다는 것을 제기하고 있다. 바로 이런 혁신에 따라 특수교육에서 교과교육론이 정립되어야 한다.

#### 4. 특수교육에서 교과교육론의 정립 과제

전통적으로 특수교육은 장애영역별 특성에 따라 그 전문성을 강조해왔다. 그래서 한때는 특수교육이 장애영역별로 분화된 정도에 따라 한나라의 특수교육 발전지표로 삼기도 했다. 그러나 최근 통합교육이 강조됨에 따라 탈범주화(noncategorizing)의 관점에서 개별아동의 특수한 요구(individual with special needs)를 기능적으로 문제 삼는 경향이 강조되고 있다. 이처럼 특수교육의 전문성 정립을 위해 장애영역별 '범주화'와 장애영역을 가로지르는 '탈범주화'가 동시에 중층적(重層的)으로 강조될 수밖에 없다.

같은 맥락에서 특수아동을 위한 교과교육의 문제를 짚어보아야 한다. 즉, 특수교육 요구학생들을 위한 교과교육은 장애영역별 특수성에 따른 전문성이 강조되어야 하는 반면에, 장애영역을 가로질러 특수교육 요구를 지닌 모든 장애아동을 위한 교과교육의 공통적 특성에도 깊은 관심을 보여야 한다. 여기서는 후자의 공통적 특성에 따른 측면에 주안점을 두면서, 부분적으로 하나의 예로서 장애영역에 따른 교과교육의 특수성을 논의하고자 한다.

T. Skrtic은 「장애와 민주주의」(Disability and Democracy, 1995)의 대표편저자로서, 이 책의 부제를 "탈근대성에 따른 (특수)교육의 재건"(Reconstructing [special] Educating for Postmodernity)으로 달아놓고, (특수)교육에서 '특수'를 괄호 안에 넣

어 표기한 특별한 이유를 이렇게 설명하고 있다. 통합(inclusion) 교육의 시대에 특수교육이 특별히 따로 존재해야 할 이유가 없다고 할지 모르겠으나, 일반 공립학교에서 특수아동이 불편함 없이 통합교육을 받을 수 있을 정도로 전반적으로 학교교육의 질이 재편되어 있지 않는 상황에서, (특수)교육에서 '특수'는 여전히 특별히 존립해 있어야 할 당위성이 인정된다는 것이다. 그가 '특수'를 괄호로 묶어 표기한 또 하나의 이유는 '정치적 정략'으로서 당대 사회에서 특수교육자가 가장 역량 있는 집단이라는 것을 드러내기 위함이라고 했다. 하나의 정치적 의도에서, 아마 Skrtic 교수는 특수교육이 일반교육의 변두리에서 특수하게 존재하는 것을 경계하면서, 특수교육자는 당대 교육계에서 가장 역량 있는 집단으로 교육개혁을 앞장서 리더하는 선두주자가 되어야 한다는 것을 강조하고자 했던 것이다.

특수교육이 교육의 주변부가 아니라 중심부에서, 교육개혁의 후발대가 아니라 선발대에서 그 역량을 발휘할 수 있게 하기 위해, 특수교육에서 교과교육론은 당연히 재정립되어야 한다. 전술한 것처럼 특수교육은 장애의 특수성에 따른 지도방법의 문제에 일차적인 관심을 쏟은 결과, 그들에게 가르칠 교과내용에 대한 관심은 부차적으로 밀려났다. 특수교육에서 교과교육은 기껏해야 일반학교의 교육과정에 '준하는 것'을 원칙으로 하면서, 장애영역별 특수성에 따라 그 교과내용을 어떻게 폭과 수준에서 하향조정할 것인가 하는 부분에 관심을 갖는 정도였다. 그나마 특수교육에서 교과교육은 내용과 방법이 이원적으로 따로 떨어져 있는 가운데, 아동발달에 기반을 둔 특수한 방법이 강조되어 온 반면에, 내용은 그냥 빌려오는 것으로 취급되어 왔다. 일찍이 Dewey가 지적했듯이 교육에서 (교과)내용이 (교수)방법을 규정하지, 방법이 내용을 규정하지는 않는다. 즉, 수학이라는 교과내용의 특성에 따라 수리문제를 다루는 방법이 규정되고, 물리학이라는 교과내용의 특성에 따라 물리현상을 다루는 방법이 결정될 수밖에 없다. 일차적으로 특수교육에서 특수교사가

교육과정 활동을 정상적으로 '교육답게' 수행하고자 한다면, 그가 가르치고자 하는 교과내용에 정통해야 한다.

중용(中庸)에서 지육(知育)의 단계별 과정을 논의하면서, 지식이 확실히 자기 것으로 내면화되었다는 것은 명변(明辯)으로 입증되어야 한다고 했다. 즉, (교과)지식이 확실히 자기 것이 되었다는 것은 말로서 그것을 확실히 설명할 수 있을 때 입증된다는 것이다. 교사가 자신이 가르칠 교과내용에 정통하다는 것은 그가 그 교과내용을 학생들에게 쉽게(명쾌하게) 설명할 수 있을 때 비로소 입증된다. 따라서 교사가 '잘 가르친다'는 것은 학생들이 이해할 수 있도록 '쉽게 가르친다'는 것이다. 스포트닉 쇼 이후 교과전문가(학자)들이 중심이 되어 모인 우즈홀 회의 보고서로 정리된 「교육의 과정」(The Process of Education, 1960, 1977)에서, Bruner는 교사가 교과를 가르칠 때 그 교과에 담겨있는 핵심적이고 기본적인 아이디어로 짜여있는 '지식의 구조'를 가르칠 수 있어야 한다고 하면서 이렇게 예를 들고 있다. 고등학교 상급학년에서 가르치는 미적분의 원리를 초등학교 고학년 학생들에게도 그 원리를 훼손하지 않고 이해 가능한 언어로 풀어서 가르칠 수 있어야 한다고 했다. 만약 초등학교 고학년 담임교사가 그렇게 가르치기 위해서는 미적분의 원리를 정통하게 이해하고 있어야 하며, 그런 이해의 기반위에서 그가 지도하는 학생의 수준과 특성에 맞추어 이해할 수 있도록(적절한 방법으로) 설명해야 한다. 따라서, 특수교사로서 농학생을 가르치든, 심지어 정인지체학생을 가르치든 교사는 기본적으로 일반초·중등학교 교사가 교과내용에 대한 지식을 습득해 있는 정도로(혹은 그 이상으로) 교과내용에 대한 지식의 구조가 내면화되어 있어야 한다.

7차 특수학교 교육과정에서 정인지체를 위한 '기본교육과정'은 정신연령 5-6세 이하의 이동을 위한 교육과정이므로 국민공통 기본교육과정 밑에 깔려있는 그 전 단계의 교육과정으로 이해할 수 있다. 그러나 교과내용에서 다루게 될 핵심적인 원

리와 아이디어로 짜여진 '지식의 구조'자체가 기본교육과정이라고 해서 별도로 존재하는 것은 아니다. 다만 그 교과내용을 다룰 때 교과간의 통합적 연계성을 강조한 다든지, 실생활의 구체적 경험과 연관해서 지도하는 등 그 방법상의 유의성이 강조될 뿐이다.

교사들이 교과내용에 정통하지 못한 상태에서 교육과정 운영의 실패를 '교과서' 탓으로 돌리고자 하는 예를 농학교 교육에서 볼 수 있다. 농학교에서 교과교육은 일반 학교에 '준하는 것'을 고수해 오고 있지만, 막상 농학생들에게 맞는 교과서가 없다고 교사들은 한탄하고 있다. 이에 부응하기 위해 6차 특수학교 교육과정 개정시에는 '농학교용 교과서'를 농학교 교사들이 중심이 되어 별도로 개발하여 농학교에 적용하였다. 7차 특수학교 교육과정 개정시에 농학교용 교과서가 실제로 얼마나 유용하게 활용되고 있는가를 조사해 본 결과, 대부분 교사들은 "없는 것에 비해 좀 나을지는 몰라도 별로 도움 되지 않는 것"으로 응답하였다(대구대학교 특수학교교육과정연구위원회, 1996). 그 이유를 따로 물어본 즉, "교과서 편성에서 내용이 다소 줄어들었지만, 내용의 연계성이 썩 문제였다"고 털어놓았다.

이것은 단적으로 농학교 교사 손에 의해 교과내용이 정교하게 조정되지 못했음을 의미한다. 그래서 7차 교육과정에서는 일반학교의 국민공통 기본교육과정에 의거한 교과서를 그대로 사용하게 했더니, 지금은 내용이 너무 어려워 농학생에게 적용하는데 많은 무리가 있다고 호소하고 있다. 필자가 보기에 어떤 경우나 개인별 편차가 심한 농학생들에게 적합한 교과서 개발은 애당초 불가능하다고 본다(다만, 그들의 특수한 학습요구를 도와줄 풍부한 교육과정 자료개발이 후속 조치로 강구되어야 한다). Bruner는 「교육의 과정」 개정판(1977) 서문에서 "교육과정은 학생을 위한 것이라기보다 훨씬 교사를 위한 것"이라고 하면서, 교육과정과 함께 교사가 새롭게 달라지는 정도에 따라 학생들도 달라진다고 했다.



특수교육에서 교과교육의 실패는 특수교육자들이 학생을 진단하면서 “흔히 장애인 보고 사람을 놓쳐버리는” 동안에 반복되는지도 모른다. 병리적 관점에서 개인의 장애(disability)를 규정하는 전통적 입장에서는 장애는 곧 “결함”의 모형이며, 장애인은 곧 무능한 사람으로 규정된다. 국제적으로 농인특성화 대학으로 두루 알려져 있는 Gallaudet 대학의 총장인 K. Jordan은 그 자신이 농인으로서 “농(deafnes)은 듣지 못하는 것 외에는 아무런 문제가 없다”고 하면서, 이를 입증이라도 하듯 그는 약 18년 동안 Gallaudet 대학 총장역할을 훌륭히 수행해 왔다.

Freire는 “재배되는 것은 식물이며, 길들여지는 것은 동물인 반면, 인간은 스스로를 교육하는 존재”(Freire, 교육문화연구회 옮김, 2003)라고 규정하면서, 그는 교육만이 희망일 수 있는 근거를 “모든 인간은 스스로를 교육하는 존재”라는 데서 찾고 있다. 프레이리의 ‘희망의 교육론’이 함축하는 형이상학적 뿌리는 당연히 중증장애인을 포함한 특수교육에도 관통하는 명제이어야 한다. 정신지체인으로서 뉴질랜드에서 지적장애인의 자기권리 주장 운동에 앞장서온 인권운동가 R. Martin은 제 16차 아시아정신지체국제회의(16th Asian Conference on Mental Retardation, 2003) 전체회의장에서 “지역사회에서 정신지체인의 완전참여와 권력 나눔”이라는 주제로 다음과 같이 연설을 시작했다.

여러분!!

왜 나의 삶은 여러분들과 것처럼 달라야 합니까?

정신지체 혹은 지적장애로 명명되는 우리들을 이처럼 차별하는 것이 도대체 무엇입니까?

왜 우리는 쓸모없는 사람으로 취급됩니까?

왜 우리들 대부분은 친구도 아닌 낯선 사람들과 침실까지 함께 사용하면서 살아야 합니까?

왜 우리는 형제자매와 같은 학교에 다니지 못합니까?

왜 우리는 일할 능력이 있음에도 일자리를 얻는데 늘 마지막이어야 합니까?

왜 우리는 빈곤층 가운데도 가장 가난한 사람으로 살아야 합니까?

왜 우리는 결혼하여 배우자와 함께 살지 못합니까?

왜 정부와 UN은 우리에게 영향을 미칠 법률이나 선언문을 발표할 때 조차도 우리를 포함시켜 주지 않습니까?

이런 질문들이 우리 정신지체인들에게는 대단히 중요한 것이지만, 대부분의 사람들은 여전히 그 심각성을 제대로 이해하지 못하고 있습니다.

(R. Martin, 2003, 8. 16th ACMR)

정신지체인 당사자의 자기권리 주장으로서 Martin의 연설은 참석자들에게 갈채를 받은 명연설이었다. 로버트 마틴은 정신지체인으로서 스스로 교육만이 희망임을 우리에게 입증해 주었다. 특수교육은 보육이나 훈련이 아니라, 모든 장애인은 스스로를 교육하는 존재임을 확신하는 교사에 의한 ‘무장된 사랑’으로서의 교육이어야 한다. 교육은 인간행동의 계획적 통제가 아니라, 신비롭기 짝이 없는 가능성의 열림이다. 바로 이 열림을 향해 특수교육에서 교과교육론은 재정립 되어야 한다.



## 참고문헌

- 교육문화연구회(2000). *프레이리 교사론*. 서울: 아침이슬.
- 교육문화연구회(2003). *망고나무 그늘아래서*. 서울: 아침이슬.
- 김병하(1973). 18, 19세기 구미청각장애아 학교교육의 성립과정과 방법논쟁에 관한 사적 연구. 한국사회사업대학논문집 제4집.
- 김병하(1999). *특수교육교사론*. 경북: 대구대학교출판부.
- 김정권, 이유훈(2002). *특수교육과정운영론*. 서울: 도서출판 특수교육.
- 대구대학교 특수학교 교육과정 개정연구위원회(1996). *특수학교 교육과정 총론시안 개발*. 1996년도 교육부 위탁연구과제 답신보고서.
- 대구보명학교 편역(1981). *능력본위교육과정*. 대구: 대구보명학교.
- 이종인 역(2000). *가르칠수 있는 용기*. 서울: 한문화.
- 이해명 역(1987). *교육과정과 학습지도의 기본원리*. 서울: 교육과학사.
- 이홍우(1977, 2004). *교육과정 탐구*. 서울: 박영사
- 이홍우(1997). *지식의 구조와 교과*. 서울: 교육과학사.
- 이홍우, 이기환, 김광민 편(2002). *마음과 교과*. 서울: 성경재.
- 이홍우(2003). *성리학의 교육이론*. 성경재 교육총서1. 서울: 성경재.
- 임재원, 강석우, 박병량(1980). *특수교육 현황분석 연구*. 한국교육개발원.
- 정대영, 이유훈, 정동영(1994). *한국 특수학교 교육과정 변천사 연구*. 국립특수교육원연구 94-R-1.
- 정우현 역(1972). *행동적 수업목표의 설정*. 서울: 교육과학사.
- Bruner, J.(1960, 1977). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Council for the Exceptional Children(2003). *What every special educator must know*. 5th Ed. Reston, VA: The Council for Exceptional Children.
- Jonson, R.E., Liddell, S.K., and Erting, C.L.(1989). *Unlocking the Curriculum : Principles for achieving access in deaf education*. Gallaudet Research Institute Working Paper 89-3. Gallaudet University.
- Lytle, R.R., and Rovins, M.R.(1997). *Reforming Deaf Education: A Paradigm shift from how to teach to what to teach*. *American Annals of the Deaf*, 142(1), 7-15.
- Martin, R.(2003). *The empowerment and full participation of people with an intellectual disability in their community*. 16th Asian Conference on Mental Retardation, Speech Note.
- Norwick, B.(2000). "Inclusion in Education : From concepts, values, and critique to practice". In H. Daniels(Ed.). *Special Education Reformed : Beyond rhetoric?* London, and New York : Falmer Press.
- Palmer, P.J.(1998). *The Courage to Teach : Exploring the Inner Landscape of a Teacher*

Life, San Francisco : Jossey-Bass Publishers.

Skrtic, T.M.(1995). Disability & Democracy : Reconstructing [Special] Education for Postmodernity. New York: Teachers College, Columbia University.

Skrtic, T.M., Harris, K.R., and Shriner, J.G.(2006). Special Education Policy and Practice. Denver, Colorado: Love Publishing Company.

## 특수아의 통합과학교육을 위한 기초

### - 특수아 과학학습 특성 -

하미경(사범트발달교육연구소 소장)

#### I. 서론

장애 학생들에게 과학을 가르쳐야 하는 교사들 중에는 '장애 학생들에게 과학이라, 왜? 과학을 가르쳐야 할 상황에서는 '무엇을 가르칠 것인가?' '과학 수업이 진행되는 동안에 장애 학생들은 무엇을 할 것인가?' 등의 고민에 빠질 경우가 많을 것이다. 이러한 질문들은 과학의 본질에 대해 다시 한번 생각해 보게 하며, 장애 학생들을 적절한 과학적 경험에 성공적으로 참여시키기 위해서는 과학의 본질에 대한 이해가 아주 중요함을 의미하기도 한다.

장애 학생들이 과학을 학습할 기회를 가져야 하는 이유는 많다, 우선적으로 과학은 일상생활에서 요구되는 문제해결에 필요한 기술들 즉, 관찰하기, 묘사하기, 설명하기, 비교하기 관련시키기, 추리하기, 적용하기, 예견하기와 관련된 기초적인 기술들의 개발에 기여하기 때문이다. 이와 더불어 과학은 장애 학생들에게 긍정적인 자아감, 자신과 환경과의 상호관계에 대한 이해와 바람직한 학습습관의 발달을 도움으로써 학생들의 신체적, 심리적, 사회적 요구를 충족시키는 데 유용하다.

장애 학생을 위한 과학에는 많은 것이 포함될 수 있다. 만들기, 만지기, 탐험하기, 실험하기, 분류하기, 비교하기, 그리기, 쓰기, 일상생활에 대해 학습하기 등의 생활에서 일어나는 모든 문제를 해결하는 것과 관계한다.

따라서 장애 학생의 과학교육에서는 논리적인 과학 지식보다는 일상생활에서 경험하는 자연현상에 흥미와 관심을 가지게 하는 일과 일상생활의 문제 해결을 과학적으로 처리하는 데 필요한 기능적 지식을 강조해야 한다.

## II. 특수 과학교육 학생에 대한 이해

### 1) 뇌손상과 기능장애

신생아는 약 140억개의 뇌세포를 가지고 태어난다. 세포의 수가 문제가 아니라 각 세포의 축적과 신경계가 얼마나 빨리 발달하여 다른 세포와 연결되느냐가 문제이다. 출생시에는 거의 연결되지 않은 채 드문드문 존재하는 뇌신경 세포이지만 세월이 흐를수록 아동의 경험이 확대될수록 서로 밀접한 연관성을 갖게 된다. 이런 과정은 생후 2년 동안에 가장 활발하게 이루어지며, 아동의 영양, 경험, 정서적 안정 등의 영향을 많이 받는다. 6세 이후에는 이과정이 상당히 약화되므로 조기교육이 요구된다.

아동의 행동에서 복잡성의 증가는 피질 신경세포 수의 성장과 이들 간의 상호 연결 작용의 복잡성에 달려 있다. 즉, 아동 행동의 지적인 발달은 신경세포 수의 증가 및 상호 연관성의 정도와 밀접한 관련이 있다는 것이다.

사고, 질병, 출생 시 외상 및 선천적 조건들 때문에 뇌의 어떤 부분이 손상을 입어 혼란에 빠질 경우 나타나는 행동과 뇌의 피질에 관한 상관 그림(PET 사진)은 뇌의 특정 영역의 손상이 특정 장애의 근원으로 작용하고 있음을 알려준다. 따라서 신경정신병리학의 자료는 지각결함, 인지결함, 행동결함을 지닌 장애아동, 뇌손상아동의 이해와 치료, 교육에 중요하다. 뇌세포는 일단 파괴되면 재생되지 않고 치료되지 않지만 지속적인 학습을 통해 손상된 뇌세포들 사이에 신경결합이 이루어지므로, 기능에 장애를 일으키거나 완전히 파괴되지 않은 대뇌는 적절한 자극을 받으면 기능을 회복할 수 있다.

따라서 뇌손상의 진단은 학습자의 독특한 정보처리 과정을 이해하고 이에 적절한 교수 프로그램을 개발하는 데 큰 도움을 줄 수 있다.

### 2) 특수 과학교육 학생의 인지능력에 따른 분류

특수교육 현장에서 뿐 아니라 일반학급에서 통합 과학 수업에 참여하게 되는 특수과학교육 학생들에는 특성에 따라 몇 가지의 영역으로 고려되어야 할 필요가 있다. 즉, 정신지체 장애, 학습지진, 학습장애, 학습부진, ADHD의 영역들이며, 이들의 인지능력의 범위에 따른 특성을 간단히 나타내면 아래와 같다.

분류	지능지수의 범위	특성	
ADHD	85이상의 정상범위	주의산만, 과잉행동장애	
학습부진		강제적 인지적 능력 수준에 비해 학업 성취가 현격하게 뒤떨어지는 상태	
학습 장애		개인 내적 결손, 즉 지각장애, 신경체계의 역기능 및 뇌손상과 같은 기본적인 정보처리과정의 장애로 인한 학습의 부적응	
학습지진	70-85	지능발달이 높은 아동이나 학습의 지체가 눈에 띌 정도의 아동	
정신지체	경도	55-70	사회적응 기술의 2가지 이상의 영역에서 제한
	중등도	40-55	사회적응 기술의 2가지 이상의 영역에서 제한
	중도	25-40	사회적응 기술의 모든 영역에서 제한
	최중도	25이하	사회적응 기술의 모든 영역에서 제한

\*\*\*사회적응 기술 영역 : 의사소통/자기관리/가정생활/사회기술/지역사회활동/자기지식/건강과 안전/기능적 학문/여가/직업

III. 특수 과학교육 내용

감각을 통한 직접 경험으로부터 습득한 개념은 단순히 읽거나 암기하는 것보다 더 오래 기억되며 더 분명하게 조직되어 진다. 과학 활동의 목적 중 하나는 감각매체를 이해하고 확장시켜 주는 것이라 할 수 있으며, 호기심을 자극하고, 질문을 존중하며, 탐색활동을 격려해 주는 것이다. 따라서 개념적인 어휘와 용어는 매우 감소되며, '탐구과정 관찰, 분류, 측정, 비교, 예측, 추론'에 대한 적용이 강조되어야 한다. 이러한 과학적 과정을 통해 학생들은 활동에 참여하고, 다양하고 구체적인 조작물과 작용하며, 교사와의, 또는 동료와의 상호작용의 과정을 통해 모든 분야에서의 성장과 발달을 촉구하게 된다.

특수 과학교육에서 특히 강조되어야 할 영역은 기초적 과정이다(하미경, 2000).

기초적 과학과정 (특수 과학교육 내용 영역)	
*관찰하기(Observing)	*분류하기(Classifying)
*측정하기(Measuring)	*전달과 기록하기(Communicating and Recording)
*예상하기(Predicting)	*추리하기(Infering)
통합적 과학과정	
*가설 형성하기	*변화요인조절하기
*자료해석하기	*조작적으로 정의하기
*모델 형성하기	

IV. 특수아의 과학학습 특성

특수아들이 탐구 과학 활동에 성공적으로 참여할 수 있도록 하기 위해서는 이들에

게서 공통적으로 나타나는 특징적인 결함들이 고려되어야 하며, 이러한 결함에는 주의집중력, 의미 기억, 논리적 사고, 외향성으로 나타나는 인지 사회심리적인 특성들이 포함된다. 따라서 특수아에게 탐구 과학 활동이 유익하다 할지라도, 그들의 결함 특징들이 탐구 과학 활동 과정과 어떻게 상호작용 하는지를 아는 것은 매우 중요하다며, 특수아들의 이러한 특징들은 특수교육 상황에서 뿐 아니라 통합교육 상황에서 장애아동과 일반아동을 위한 탐구 과학 활동을 지도하는 과학교사들에게는 더욱 중요하다 할 수 있다.

1. 주의 집중력

주의력은 일반적으로 어떤 과제에 일정한 시간의 기간 동안에 집중하는 개인의 능력을 의미한다. 주의 집중이 어려운 학생들은 주의가 산만하며, 학문적으로 적절한 과제들에 주의를 집중할 수가 없는 것으로 볼 수 있다. 발달장애아들은 관련된 과제에 기울이는 주의력이 부족하고, 새로운 개념의 가장 중요한 속성에 주의를 집중하기 어려우며 대신에 부적절한 과제 요인에 집중하는 경향이 많으며, 이러한 특성들이 그들의 학습능력을 방해하고 있다. 그러나 적절한 과제 요인에 일단 주의를 기울이기만 시작한다면 그들의 학습은 일반 아동의 능력과 유사하게 수행하는 것으로 나타나며(Zeaman & House, 1963; 1979), 이는 발달장애아들도 새로운 학습과제의 가장 적절한 요인을 확인하며, 주의 집중을 보다 오랫동안 지속할 수 있음을 시사한다.

과학 활동 중에 나타난 주의 집중의 어려움과 관련된 특징들은 다음과 같다(하미경, 1998)

## (1)분류과제에서 나타나는 문제

분류활동에서 한 부류가 다른 부류와 구별되는 속성을 찾도록 하였을 때, 한 부류의 일부 속성들은 설명하나 다른 부류와 확연하게 구별되는 속성을 처음에는 찾아내기가 어렵다.

이러한 상황에서 교사는?

(2)주의 집중의 어려움은 활동 과제와 관계없는 대답을 하는 것으로 더욱 명백히 나타난다. 컵에 든 액체의 색깔을 묻는 질문에서 대부분의 학생들은 액체의 색깔로 대답하기보다는 액체의 종류로 “주스” “우유” 라고 대답하는 것으로 나타난다. 이러한 유형은 색깔이 뚜렷하게 구별되지 않는 물, 식초, 식용유 액체들의 탐색 활동에서 더욱 두드러지게 나타난다. 따라서 색깔을 묻고 있음을 주의 집중시키기 위해 여러 번의 반복 질문을 한 후에야 색깔 이름으로의 대답이 나타난다.

각 액체들의 색깔 관찰 활동에서, 액체들의 색깔 구분을 돕기 위해 흰 종이를 병 뒤에 대고 관찰하게 하였을 때, 학생들은 병 뒤에 댄 흰 종이를 액체들의 색깔 구분하기보다는 병을 통해 보이는 색깔에 집중하여 물, 식초, 식용유의 색을 모두 종이 색깔인 흰색으로 대답하고 있다. 즉 주제와는 상관없이 순간적으로 관찰된 것만을 확인하는 경향이다. 이러한 경우에 교사는?

(3)주의력과 대한 두가지 문제 요인: 주의 집중의 기간과 주의 산만에 관한 것으로, 이러한 요인들은 수업 활동이 진행되는 동안에도 교사의 지시나 질문에는 관심을 두지 않고 집단에서 이탈하여 주변의 다른 동료를 간섭하는 경우와 실제적인 재료도 부적절하게 조작하는 경우, 이러한 상황에서 교사는?

지도유형에 따라 교사의 개별적인 지도에서는 주제에 관련된 활동을 잘 수행하며

교사의 질문에 잘 대답을 하는 편이나, 개별적인 지도가 아닌 집단적인 지도에서는 다른 친구들이 하는 활동에 무관심하며 교사의 지시나 질문에 주의를 집중하지 않고 자리를 이탈하여 주변의 다른 것을 간섭하며 다니기도 한다.

주의 집중의 시간이 짧거나 주의가 산만하여 과제 수행을 방해하는 이러한 문제는 교사가 행동이나 말로 다시 집중시키는 방법 즉, 자리를 이탈한 학생에게 접근하여 “-야, 자리로 가서 이것을 함께 해보자!”하거나 학생이 주의 집중하여 과제를 수행할 때, “-는 자리에 예쁘게 앉아 있구나!” “-는 아주 잘 하는구나!” 하며 즉각적으로 칭찬하는 방법으로 해결할 수 있다.

학생의 주의 집중력은 흔히 손으로 조작하는(hands-on) 과학교육과정 특징에 의해 부분적으로 촉진된다. 준비 재료들을 각 학생들에게 분배하는데 있어서 학생들의 자발성이 많이 나타난다. 친구들에게 활동에 필요한 기구나 재료들을 하나씩 나누어주는 활동을 매우 좋아하며, 활동 재료나 기구를 친구에게서 받는 학생들도 자기의 자리에 앉아 활동을 즐겁게 수행한다. 또한 자신의 과제를 완성하고 나면 기뻐하면서 주변을 뛰어다니며 자기가 완성한 결과를 친구들이나 교사에게 보여 주기도 한다.

특수학생들이 과학 활동에 참여하여 바람직한 결과를 얻기 위해서는 과제 수행을 위한 계속적이고 반복적인 노력과 지속적인 주의 집중력이 반드시 필요하며, 주의 집중에 대한 학생들의 특징들은 과학교육에서도 중요한 요인이다.

## 2. 논리적인 사고

논리적인 사고는 과학적 과정 기술들, 예견하고, 추론하고, 문제 해결하는 등의 대



부분을 포함하므로 과학교육과 상당히 관련되어 있다고 볼 수 있다. 그러나 발달장애 학생들은 적절한 추론을 이끄는 논리적인 예견과 문제 해결 능력이 요구되는 과제에서 어려움을 나타내고 있다(Spitz, 1979; Spitz et al., 1985; Benson et al., 1993; Bos & Tierney, 1984). 부피의 보존과 같은 피아제식의 사고 과제에서 발달장애아들은 대체적으로 같은 연령의 일반아동들보다 낮은 수행 능력을 나타낸다. 그러나 항상 정신연령이 동일한 더 어린 일반 아동과 동일한 수행을 하는 것만은 아니다(Woodward, 1979). 이러한 결과들은 발달 지체가 학생들의 사고에 중요한 역할을 하고 있음을 제시한다. 추론하고, 예견하고, 문제 해결하는 것과 같은 기술들은 탐구 과학 수업에서 매우 중요하지만 학생들은 이러한 사고의 어려움을 흔히 나타내고 있다.

액체의 흘러내리는 성질을 탐색하는 활동에서 관유리 위의 한쪽에 액체 방울을 떨어뜨린 후, 기울였을 때 일어나는 현상을 예견하도록 했을 때 나타난 사고의 어려움을 보면 다음과 같다(하미경, 1998).

교사: “유리관의 한 쪽을 들어올리면 어떻게 될까?” “여기에 있는 주스가 어떻게 될까?”

학생: “우리가 깨져요!”

교사: (유리관의 한 쪽을 들어 기울이면서) “주스가 어떻게 되는지 잘 보세요?” “어떻게 되니?”

학생: (일어나는 현상만을 계속 주시한다)

교사: “유리관을 들어올리니까 주스가 어떻게 되었지?”

학생: (대답 없이 유리관만 쳐다본다)

교사: (한 학생에게) “야, 유리관을 들어올리니까 주스가 어떻게 되었니?”

학생: (한참을 쳐다본 후) “미끄러움처럼 내려가”

위의 대화에 나타난 것과 같이 학생들은 현상을 미리 예견하여 표현하거나, 직접 관찰한 것을 말로 표현하는데 있어서 어려움이 있다. 이러한 어려움은 휴지를 적시는 액체의 성질을 알아보기 위해 휴지의 한 쪽 끝을 액체에 담갔을 때 일어나는 현상을 관찰하는 활동에서도 나타난다.

교사: “이 휴지 끝을 이 콜라에 담그면 어떻게 될까?”

학생: “찢어져!”

교사: “이 휴지가 찢어지지 않게 조심조심해서 넣을 거예요, 그러면 어떻게 될까?”

학생: (대답이 없다)

교사: “지금부터 휴지를 콜라에 넣을 테니까 잘 보세요” “어떻게 되었니?”

학생: (일어나는 현상을 유심히 쳐다보기만 한다)

교사: “휴지가 어떻게 되었니?”

학생: (교사의 얼굴과 휴지만을 번갈아 쳐다본다)

교사: “휴지를 손으로 만져 보세요” “휴지가 어때요?”

학생: “젖었어요”

(1) 예견을 할 때 모든 관련 정보를 통합하여 적용하는데 어려움이 있다.

심은 씨앗이 언제 싹이 나고 열매를 맺을지 예견하도록 했을 때, 관련개념들을 어느 정도 이해는 하더라도 예견할 때 모든 관련 정보를 통합하여 적용하는데 어려움이 있다. 이러한 상황의 원인과 교수방안은?

(2) 부가적으로 제시한 질문에 사고를 집중하는 경향이 있다.

자신의 반응이나 대답이 특정한 상황에 적합한지를 판단하기보다는 교사가 학생들의 대답 유도를 위해 부가적으로 제시하는 질문에 대한 대답에만 집중한다. 이러한 상황에서 교수방안은?

### 3. 의미기억

의미기억은 구어적으로 제공된 정보의 기억과 관련된다. 발달장애아들은 보통 의미기억에 결함을 나타낸다. 이러한 결함은 아동의 기억과정 단계에서 기억의 부호화단계, 저장단계, 재생단계에서의 어려움을 의미한다. 또한 기억과정에서 새로운 정보를 시연하고 조직화하고 정교화하는 전략들의 사용에 있어서 제한성이 의미기억의 어려움을 가중시킨다.

과학 활동에서 자연 현상을 의미하는 개념이나 어휘를 지나치게 강조하는 것은 문제가 되지만, 일부 특정한 개념이나 어휘의 제공과 기억은 의사소통을 위해 반드시 필요하다. 또한 사전활동에서 학습한 어휘를 계속해서 사용하는 경우에 어휘를 기억해 내는 어려움은 의사소통뿐 아니라 전체 학습의 흐름을 방해한다.

따라서 어휘의 기억을 촉진시키기 위해서는 다양한 방법이 사용되어야 하며, 음성

적으로 제공하는 방법 외에 그 어휘와 관련된 이미지 윤곽을 함께 제공하는 보다 주의 깊은 조직화 방법이 요구된다. 또한 어휘를 보다 의미 있는 어원, 즉 아동의 생활 경험과 관련시켜 조직화하거나 정교화하여 단어의 의미를 이해할 수 있도록 해야 한다.

### 4. 외향성

외향성은 과제 수행에 있어서 수업 상황적이고 외적인 단서에 의존하는 발달장애 학생에게서 관찰되는 성향을 의미한다(Balla & Zigler, 1979; Bybee & Zigler, 1992). 외향성을 갖는 개인은 스스로 어떤 문제를 적극적으로 추구하기보다는 오히려 다른 사람의 반응 행동을 단순히 모방하기 쉽다. 외향성은 스스로의 능력을 불신하는 것이 학습되어 왔으며, 과거의 많은 실패의 경험이 주원인이라 할 수 있다. 다른 사람의 행동을 모방하는 것이 자신의 판단을 믿는 것보다 훨씬 성공하기 쉽다는 것이 학습된 결과이다(Balla & Zigler, 1979).

외향성이 어떤 환경에 적절한 적응이라 할지라도, 그것은 탐구 과학교육에서는 중요한 요인이다. 외향성을 갖는 개인들은 과학교육의 목표인 적극적인 사고 과정의 수행을 싫어한다고 볼 수 있으며, 다른 사람의 행동과 의견에 지나치게 의존하고 있음을 알 수 있다.

동료의 반응을 모방하는 것 외에 교사의 언행에서 외적 단서를 찾는 경향도 나타난다. 액체의 종류를 탐색하는 활동(하미경, 1998)에서 색깔이 뚜렷이 구별되는 액체들을 관찰하고 난 후에, 색깔이 비슷한 액체들을 제시하여 병에 들어 있는 것이 무엇인지 어떻게 알 수 있는지를 요구했을 때 학생들은 아무런 대답을 못하고 마치 도움

이 될만한 것을 찾는 듯 교사만을 쳐다본다. 이 때 교사가 이전 시간에 했던 액체의 관찰 활동을 상기하도록 하는 질문을 추가적으로 하더라도 학생들은 여전히 무응답으로 교사만을 바라보고 있다. 이에 대해 학생들에게 매우 구체적으로 “이 병 속에 있는 것이 무엇인지를 냄새를 맡아서 알아보자” 하는 질문에 대해서는 학생들이 액체 관찰 활동에서 학습한 방법대로 병의 입구에 손으로 바람을 일으켜 냄새를 맡는 행동을 자발적으로 하며 액체의 냄새를 잘 대답하고 있다.

이와 같이 특수학생들은 흔히 교사에게서 외적인 단서를 찾고 있다.

이것은 교사로부터의 단서가 학생 자신의 판단에 의한 것보다 정확한 대답을 구별하는데 더 결정적인 것으로 인식하는 것으로써, 교사가 생각하고 있는 것을 추측하기 위해 교사의 언어 표현이나 행동 등에서 단서를 찾고 있다. 그 중에서 특히, 교사의 반응 표정이나 언어 억양이 주요 단서로 이용되고 있다.

외적 단서에 의존하는 외향성은 이전의 실패들에 의해 야기된 자신감의 결여를 통해서도 나타나 자신의 생각을 말로 표현하기 꺼려하는 학생은 활동과정에서 교사의 질문에 대해 대답을 피하려 한다. 특히, 두 글자 이상의 단어로 표현해야 하는 경우에는 대답을 피하려 한다. 그래서 교사가 먼저 답을 표현해주고 따라 반복하도록 하면 처음에는 자발적으로 대답을 잘한다. 그러나 교사가 다시 동일한 질문을 했을 때는 고개를 숙이고 대답을 더욱 회피한다. 이는 말로 표현하는데 있어서 자신감이 없으며, 특히 교사가 동일한 질문을 반복했을 때 대답을 더욱 회피하는 것은 자신의 대답이 틀렸다고 판단하는 경우가 많다. 즉, 교사의 반복 질문을 자신의 대답 오류를 판단하는 단서로 이용하고 있는 것이다.

이러한 자신감 결여에 의한 외향성의 문제를 해결하기 위한 방법은?

## V. 결 론: 통합과학교육을 위한 시사점

특수 학생들이 과학 활동에 참여하여 바람직한 결과를 얻기 위해서는 과제 수행을 위한 계속적이고 반복적인 노력과 지속적인 주의 집중력이 반드시 필요하며, 이와 더불어 학생의 개념 이해와 관계하는 논리적인 사고력의 향상을 위해서는 교사들의 특별한 노력이 요구된다. 교사들은 학생들의 사고를 촉진하기 위해 정교하게 구조화된 질문의 사용과 많은 예들을 제공하며, 학생들에게 과학적 재료에 익숙케 하고 자신 생각의 표현을 적극적으로 할 수 있도록 다양한 재료들을 이용하는데 주력해야 할 것이다. 또한 과학적 과정에서 관찰하기, 비교하기, 기록하기, 예견하기와 같은 기초 과정 기술(process skill)의 반복적인 연습과 강조는 과학적인 사고 향상 뿐 아니라 과제 수행에 대한 집중을 지속시키는데 있어서도 반드시 필요하며, 반복 연습을 통해서만이 이러한 기술들(skills)의 획득 가능성은 증가할 것이다.

또한 활동 과정에서 나타난 학생들의 외향성은 교사의 시범이나 격려 과정에서 보다 자주 나타난다. 외적 단서에 의존하는 외향성은 이전의 실패에 의해 야기된 자신감의 결여가 주원인으로써, 이러한 외향성의 문제를 해결하기 위한 방법으로는 많은 성공적인 경험을 제공하며, 훈련하는 것과 학생들의 다양한 반응들을 기꺼이 수용하며 격려하는 것이다. 이를 위해서는 학생들의 능동적인 사고를 돕는 자유스러운 환경이 요구되며, 비록 학생들의 모방적인 반응과 외적인 단서 찾기가 과학 수업에서 관찰되었다 할지라도 교사들은 학생들의 자발적인 사고를 적극 권유하는 조직적인 지도가 매우 필요하다.

발달장애 학생들은 어린 아동들의 인지적이고 사회적인 특징들을 많이 나타내고 있는 반면에, 어린 아동들보다 더 많은 생활 경험과 더 큰 신체적 발달의 영향에 의

한 특징을 나타내고 있다. 이와 더불어 학습의 속도가 느리고 언어사용 능력의 결여 등의 영향에 의한 특징들이 있다(Scott & Perou, 1994).

이러한 상대적인 결함은 재료와 방법들의 능숙한 조작에 의해 설명될 수 있으며, 대조적으로 적절한 요인에 주의를 집중시키고, 과학적 사고를 추구하고, 다양한 반응을 격려하기 위해 교사들이 적용하는 기술들은 과학교수의 과제와 일치하는 것이라 할 수 있다. 또한 이러한 기술들은 학생의 결함 영역을 설명하고, 높은 수준의 수행 능력을 격려하는데 매우 적합한 것이라 할 수 있다. 이러한 전략의 대부분은 정규 과학교사들에 속하는 것으로, 그들의 과학수업에 발달장애 학생들을 포함시킬 수 있음을 의미한다.

따라서 발달장애 학생들을 통합(mainstream) 과학수업에서 교수하는 것과 관련된 구체적인 사항들은 과학교육과정에서 읽고 쓰는 요인들을 제한하는 것, 꼭 필요한 어휘만을 강조하는 것, 분명하고 잘 조직화된 표현을 사용하는 것, 적절한 과제 요인들을 조절하고 주의를 집중하는 것, 분명하고 잘 조직화된 질문을 하는 것, 다양한 반응들을 격려하고 받아들이는 것, 반복 제공하는 것, 이해 수준을 규칙적으로 평가하는 것들이 포함된다.

그러나 통합(mainstream) 과학교사들에 있어서의 가장 두드러진 문제는 특수 학생들에 대한 교사의 개별적인 지도와 학생들이 교육과정을 수행하는데 전체적으로 속도가 느리다는 점이다. 탐구 과학은 특히 확장된 단원들의 깊이 있는 연구에 초점을 두고 있으나, 교사들은 동일한 개념을 2개월 이상으로 집중하여 다루거나, 3-4명 학생들 간의 집단적 상호작용에 많은 시간을 할애하지 않고 있다. 이것은 통합 특수 학생들에 대한 충분한 이해가 반영되지 못한 결과라 볼 수 있다.

따라서 이러한 한계를 해결하기 위해서는 특수교사와의 공동적인 협력과 수업 동

료의 도움을 구체화하는 것이다. 특수교사는 특수 학생 주변의 전체적인 상황에서 직접적인 교수와 특수교육 상황에서의 부가적인 교수와 재검토에 도움을 줄 수 있으며, 과학교사들에게 통합상황에서 필요한 사항들을 제공하는데 도움을 줄 수 있다. 그러나 대부분의 특수교사들은 과학교육에 대한 적절한 훈련이 부족하기 때문에(Patton et al., 1986), 상호간의 지속적인 의견 교환이 반드시 필요하다. 과학교육과정과 상호 작용하는 특수 학생들의 특징들은 특수교사에만 의존하는 것이 아니라 과학교사와의 지속적인 의견교환이 요구되는 것이기 때문이다.

# 통합교육 환경에서 과학교육의 실천

오유정(국립특수교육원 교육연구사)

## I. 머리말

인간은 누구나 자신의 독특한 교육적 요구(unique educational needs)에 적절한 교육을 받을 권리가 있다. 장애학생 역시 자신의 장애정도 및 능력이 고려된 교육을 원하는 곳에서 받아야 한다. 헌법 제31조 1항은 “모든 국민은 능력에 따라 균등하게 교육을 받을 권리를 가진다,” 교육기본법 제12조 2항은 “교육내용, 교육방법, 교재 및 교육시설은 학습자의 인격을 존중하고 개성을 중시하여 학습자의 능력이 최대한으로 발휘될 수 있도록 강구되어야 한다”라고 규정하고 있다. 또한 특수교육진흥법 제11조는 장애학생과 그 보호자가 교육환경을 선택할 수 있도록 명시함으로써 교육권을 보장해 주고 있다. 이는 우리의 특수교육이 통합교육을 지향함과 동시에 학생 개개인의 교육적 욕구를 보장함으로써 특수교육의 질적 향상을 도모하고 있음을 의미한다.

우리나라의 통합교육은 양적으로 괄목할 만한 성장을 하여 2006년 현재 전체 특수교육대상학생 중 일반학교에 재학 중인 학생이 63%로 특수학교에 재학 중인 학생 37%보다 높은 비율을 보이고 있다. 이러한 양적 성장에 따라 이제는 장애학생을 일

반학교에 배치해서 머무르게 하는데 그치지 않고, 이들의 통합학급 수업 장면에서의 학습권을 보장해 주어야 한다는 주장이 강력하게 제기되고 있다.

## II. 통합교육의 의의

### 1. 통합교육의 개념

특수교육의 궁극적인 목적은 장애학생이 지역사회의 구성원으로 독립적으로 생활하도록 하는 데 있다. 독립적으로 생활한다는 것은 자신이 속한 지역사회의 정상적인 환경에서 성공적으로 적응하여 사회 구성원이 수용할 수 있는 방식으로 행동하며, 경제생활을 통하여 자립을 도모한다는 의미이다.

Idol(1998)은 “통합이란 특수교육을 필요로 하는 학생을 일반학급에 가능한 한 많은 시간 배치하는 것이며, 특수교육 프로그램에도 부분적으로 참여하는 것이다.”라고 하였다. Friend(2002)는 “최소한의 도움을 받아 전통적인 학업을 할 수 있든지 없든지 상관없이 장애학생을 일반학급에 배치하는 것”이라고 정의하였다. 특수교육진흥법 제2조 6항은 통합교육을 “특수교육대상자의 정상적인 사회적응능력의 발달을 위하여 일반학교(특수교육기관이 아닌 학교를 말한다. 이하 같다)에서 특수교육대상자를 교육하거나, 특수교육기관의 재학생을 일반학교의 교육과정에 일시적으로 참여시켜 교육하는 것을 말한다.”라고 명시하고 있다.

이러한 정의들은 모두 일반교육과정에 장애학생을 포함시키는 것을 공통적인 핵심 내용으로 하고 있다. 즉, 통합교육은 다양한 교육적 필요와 능력을 지닌 학생들이



함께 교육받는 프로그램으로서, 그 특징은 장애학생과 비장애학생이 사회적 활동이나 교수활동에서 의미 있는 상호작용을 하는 데 있다. 또한 통합은 장애학생을 일반학급에 물리적으로 통합(시간적 통합)하는 것 외에도 학문적(교수활동적), 사회적으로도 통합하는 것을 의미한다. 시간적 통합이란 일정 시간 동안 비장애또래들과 동일한 교육환경에 배치하는 것을 의미하며, 교수활동적 통합이란 일반학급의 학업 활동에 의미 있게 참여하는 것을 말한다. 사회적 통합이란 통합되는 학급의 교사 와 또래들로부터 학급의 구성원으로 수용되는 것을 의미한다(이소현 외, 1999). 따라서 통합교육은 장애학생에게 비장애학생과 함께 다양한 교육적 환경을 경험할 수 있는 기회와 사회적 기술을 습득할 수 있는 기회를 제공함으로써 장애학생이 지역 사회에서 독립된 인격체로 살아가도록 하는 기초가 된다는 점에서 의의를 갖는다.

## 2. 통합교육의 효과

통합교육을 통해 장애학생은 사회적응능력을 신장시킬 수 있으며, 비장애학생은 상호협력 활동을 통하여 동료 의식 및 인간성 함양을 도모할 수 있다.

### 1) 통합교육이 장애학생에게 미치는 효과

통합교육을 통해서 얻을 수 있는 가장 큰 효과는 장애학생이 정상적인 발달을 보이는 또래들과 함께 교육받음으로써 이들이 보이는 적절하고도 연령에 맞는 행동을 관찰하고 학습하며, 상호작용을 할 수 있다는 것이다(Odom 외, 1990). 특히, 통합교육은 장애학생의 사회성 발달을 촉진시킬 수 있을 뿐 아니라 의사소통, 학업 성취 등에 있어서도 긍정적인 영향을 미친다(이소현 외, 1999).

통합교육이 장애학생에게 미치는 효과를 다음과 같이 정리해 볼 수 있다(서울특별시교육청, 2000).

첫째, 비장애또래학생과의 교류를 통하여 연령에 걸맞은 일상생활 적응능력과 의사소통능력을 신장한다.

둘째, 정상적인 발달을 보이는 또래들과의 통합을 통해 보다 바람직한 생활 태도를 형성한다.

셋째, 친구들간의 상호작용을 통하여 사회성이 촉진된다.

넷째, 학급 친구와 어울리면서 자신이 그 집단에 소속되어 있다는 정서적인 안정을 갖게 된다.

다섯째, 학교에서의 통합교육을 통하여 사회생활에서 보다 자연스럽게 대응할 수 있는 능력을 키운다.

여섯째, 비장애학생과 서로 도우며 협력할 수 있는 능력을 키운다.

일곱째, 독립심과 자아를 발달시킨다.

### 2) 통합교육이 비장애학생에게 미치는 효과

통합교육을 통해서 비장애학생들이 얻을 수 있는 가장 큰 효과는 장애인을 사회의 구성원으로 인식하고 수용할 수 있게 되는 것이다. 사회의 한 구성원으로서 자신의 능력을 발휘하면서 여러 사람들과 더불어 살아가기 위해서는 먼저 사회의 다양한 구성원을 이해하는 것이 선행되어야 한다. 비장애학생들은 통합 환경에서 장애학

생들과의 상호작용을 경험하면서 장애인도 나와 비슷한 점을 많이 지니고 있는 한 사람의 개인으로 수용하게 되며, 학교라는 지역사회가 장애학생들을 포함하고 수용해야 한다는 일종의 사회적 책임감을 학습하게 된다(이소현 외, 1999).

통합교육이 비장애학생에게 미치는 효과를 서울특별시교육청(2000)은 다음과 같이 정리하고 있다.

첫째, 인성 발달 및 도덕심을 기른다. 예를 들면, 부모와 형제, 그리고 다른 사람에 대해서도 많은 이해를 할 수 있는 마음을 기른다.

둘째, 자기중심적이기보다는 타인 중심적인 사고를 형성하며, 타인을 이해하고 받아들이는 능력을 기른다.

셋째, 일종의 사회적 책임감을 학습하므로 폭 넓은 인생관과 세계관을 형성한다.

넷째, 다양한 개성들이 한 사회의 구성원으로서 공존하는 것을 자연스럽게 생각할 수 있는 기초능력을 기르며, 한 사회의 구성원의 이질성의 인정과 수용, 그리고 더불어 살아갈 수 있는 능력의 기초를 형성한다.

다섯째, 장애인에 대한 잘못된 인식과 편견을 줄이고 보다 더 긍정적인 태도로 행동의 변화를 가져온다.

여섯째, 학교에서나 사회에서 장애인과 통합을 할 경우 자연스럽게 그들을 사회 구성원으로 받아들이며, 인생의 파트너로 여길 수 있는 태도를 기른다.

일곱째, 자신의 생애 보다 긍정적이고 자율적인 자아형성을 도모한다.

이상과 같이 통합교육은 장애학생과 비장애학생 모두가 국민의 일원으로서 생활하는데 필요한 훈련을 받아 민주시민으로 자신의 역할을 수행하며, 자아존중감을 갖고 독립적인 생활을 하도록 도모하는 수단이며, 그 자체가 목표이다.

### III. 통합학급에서의 과학과 교육과정적 통합

#### 1. 교육과정적 통합의 개념

최근 통합교육이 양적으로 확대되면서 장애학생을 위한 수업의 질적인 부분, 곧 장애학생이 통합학급의 수업에 의미 있게 참여하고 있는가에 대한 관심이 증대되고 있다. 장애학생이 통합학급에 있는 동안 방치되어 있거나 수업과는 관련이 없는 유아용 학습지를 하고 있는 것은 장애학생에 대한 부정적인 이미지를 심어 준다. 또한 특수학급 교사나 통합학급 교사가 장애학생의 수업권을 고려하지 않는다는 책무성에 대한 문제를 불러일으키게 된다. 이러한 문제를 해결하고 통합교육의 질적인 성취를 도모하고자 등장한 개념이 교육과정적 통합이다.

박승희(2002)는 교육과정적 통합을 일반학교에서 함께 교육받는 장애학생과 비장애학생의 교육과정을 하나의 공통된 교육과정 틀 하에서 조화시키는 것으로 정의한다. 또한, 교육과정적 통합을 교수적 수정이라는 용어로 구체화하면서 “교수적 수정이란 일반학급의 일상적인 수업을 특수교육적 욕구가 있는 학생의 수업 참여의 양과 질을 최적합한 수준으로 성취시키기 위해 교수환경, 교수적 집단화, 교수방법(교수활동, 교수전략 및 교수자료), 교수내용, 또는 평가방법에 따라서 수정 및 보완을 하는 것”이라고 제시하였다. 한편 신현기 등(2005)은 교수적합화라는 용어를 사

용하여 “다양한 교육적 요구를 지닌 학생들의 수행의 향상과 수업 참여의 범위와 양을 확장시키기 위해서 교수환경, 교수집단, 교수내용, 교수방법, 평가방법을 포함하는 교육의 전반적인 환경을 조절하고 수정하는 과정”이라고 정리하였다.

이와 같이 학자마다 사용하는 용어가 다르고, 개념 정의에 다소 차이가 있기는 하지만, 결국 교육과정적 통합이란 일반학급에 통합된 장애학생이 일반학생과 함께 수업활동에 참여함으로써 실질적으로 한 학급의 구성원으로 소속되고, 수업을 통해 적합한 교육적 성취를 이루는 수준의 통합을 의미한다(국립특수교육원, 2005).

## 2. 과학과 교육과정적 통합

과학과의 목표는 학습자가 성취해야 할 최소 필수 수준의 성취능력을 중심으로 한 총괄적 목표와 이를 달성하기 위한 인지적 측면, 정의적 측면, 과학 방법적 측면, 과학·기술·사회적 측면의 하위목표로 구성되어 있다. 장애학생들이 이러한 하위목표를 성취하고, 교육과정적 통합을 달성하기 위해서는 다음 사항을 고려해야 한다(국립특수교육원, 2005).

### 1) 인지적 측면

각 장애영역별로 인지적 특성이 다르므로 교사는 자신이 담당하고 있는 학생의 장애 정도와 특성을 파악하고, 다음과 같은 인지적 측면을 고려하여 교수적합화 전략을 준비한다.

<표 1> 장애유형별 인지적 특성

장애유형	인지적 특성
정신지체	- 주의집중의 지속시간이 짧으며, 범위와 초점, 선택적 주위에 어려움이 있음 - 단기 기억과 문제해결 능력 부족 - 어휘의 제한성, 이해력 부족
청각장애	- 상상력, 민감성, 추리능력에 어려움이 있음 - 언어 이해력 부족
학습장애, 행동장애	- 언어 이해력 부족
시각장애	- 경험부족으로 개념 이해에 어려움이 있을 수 있음

※ 출처 : 국립특수교육원(2005), 장애학생의 교육과정적 통합을 위한 교과별 수업 적용 방법 구안(p.221), 서울:천세.

### 2) 정의적 측면

정의적 측면에서는 장애학생이 적극적으로 수업에 참여하며, 자신의 의사를 표현할 수 있도록 격려하는 교사의 태도가 중요하다.

### 3) 기술적·물리적 측면

교사는 장애학생을 위한 물리적 환경을 준비해야 하는데 여기에는 교육자료, 설비, 시간계획 등을 비롯하여 물리적인 공간 확보, 조명, 온도 등이 포함된다. 특히, 인지적인 면에 제한성이 있는 장애학생의 경우 학생의 수준에 적합한 기술 수준을 파악하여 그에 적절한 활동에 참여하도록 해야 한다.

## 3. 과학과 교육과정적 통합의 실제

### 1) 교육목표의 수정

통합학급에서의 장애학생을 위한 교육목표는 장애정도와 유형 곤, 장애학생의 인지적 특성, 학습능력, 학습과 관련된 기술, 사회적 상호작용, 학습활동의 참여수준 등을 고려하여 수정된다.

<표 2> 4학년 1학기 “단원 1. 수평잡기” 목표 수정의 예

일반학생의 교육목표	장애학생의 교육목표
- 여러 가지 물체를 수평이 되게 할 수 있다. - 가운데를 받쳐서 수평이 되는 물체와 그렇지 않은 물체의 특징을 비교할 수 있다.	- 연필, 자, 나무막대로 수평잡기를 시도할 수 있다. - 주어진 물체에 표시된 무게 중심을 받침대 위에 올려놓을 수 있다.

※ 출처 : 국립특수교육원(2005), p.225.

2) 교수내용의 수정

일반교육과정의 내용을 장애학생의 강점과 약점, 욕구에 적절하게 다양한 수준으로 수정 및 보완을 하는 것이다. 교수내용의 수정에는 교육과정 내용을 보충하는 것, 교육과정 내용을 단순화하는 것, 교육과정 내용을 변화시키는 것 등이 있다.

<표 3> 4학년 1학기 “단원 4. 강낭콩 기르기”의 내용을 수정한 예

일반학생의 교육내용	장애학생을 위해 수정된 교육내용
- 식물이 자라는데 필요한 조건 알아보기	- 씨앗을 심는 방법이 그려진 4가지 그림을 순서대로 배열하기 - 여러 가지 그림 중 씨앗 심기에 필요한 것 고르기 - 모둠에서 토의한 내용 보고 따라 적기
- 식물이 자라는 모양 관찰하기	- 모듬의 식물 이름을 명명하고 자라난 모양 그리기 - 강낭콩이 나는 순서대로 그림 배열하기 - 모듬 구성원이 기록한 관찰일지 함께 작성하고 발표해보기

※ 출처 : 국립특수교육원(2005), p.226.

3) 교수방법의 수정

교수방법의 수정은 장애학생이 해당 교과목의 학습목표를 달성하기 위해 교수내용에 적합한 교수활동, 교수전략, 교수자료를 수정하고 보완하는 것이다. 실제 수업 장면에서 교수활동, 교수전략, 교수자료 이 세 가지 요소는 밀접한 연관이 있으므로 함께 또는 부분적으로 고려할 필요가 있다.

<표 4> 교수방법을 수정한 예

교사의 지원	일반학생의 지원	교수매체 지원
- 의도적인 발표 기회 제공 - 주요 핵심 어휘 대표로 읽기 - 짧은 판서 내용 선택하여 읽기 - 대표로 시연할 기회 주기	- 장애학생의 발표기회 존중하기 - 높은 반응에 대해 기다려주기 - 선택에 대해 따라 말하기 - 친구가 말할 때 조용히 듣기 - 대표로 시연할 때 격려하기	- 발표할 내용이 적힌 발달카드나 윤장카드 - 장애학생이 보고 쓸 수 있도록 준비된 과도나 윤장카드

※ 출처 : 국립특수교육원(2005), p.227.

4) 평가방법의 수정

장애학생을 가르치는 특수학급교사와 통합학급교사가 부딪치는 공통된 문제 중 하나가 통합된 장애학생에 대한 평가이다. 비장애학생과의 형평성을 고려하면서 장애학생에게 신뢰로운 점수를 부여하는 것은 쉽지 않은 일이다. 장애학생 개개인의 인지 발달 상황을 이해하고 도와주는 긍정적인 측면에서 평가가 이루어져야 한다는 것을 염두에 두어야 한다.

<표 5> 4학년 1학기 “단원 4. 강낭콩 기르기”의 평가 방법을 수정한 예

평가 내용	평가 척도		
	A	B	C
<과학지식> 교과서에 나온 씨앗의 명칭을 바르게 명명하는가?			
<과학탐구> 관찰한 씨앗의 생김새를 보고 그릴 수 있는가?			
<과학태도> 모둠 구성원과 함께 씨앗심기에 참여하는가?			
A : 도움없이 80%이상 수행      B : 간헐적 도움으로 80% 이상 수행 C : 간헐적 도움으로 50 ~ 70% 수행      D : 전반적 도움으로 30 ~ 50% 수행 E : 전반적 도움으로 30% 미만 수행			

※ 출처 : 국립특수교육원(2005). p.229.

#### IV. 맺는 말

특수교육은 다양성을 인정하는 데서 출발한다. 사람들은 모두 저마다의 개성과 강점, 약점이 있으므로 이를 고려한 교육을 받을 권리가 있다. 이러한 차원에서 장애학생이 통합학급 수업에서 배제되지 않도록 준비를 해 주는 것이 교육과정적 통합이다. 물론 현재의 일반학교 상황에서 장애학생 개개인을 위한 교육과정적 통합을 실행하기에는 학급당 인원수와 교사의 잡무가 많은 등의 여러 어려운 점이 있다. 하지만 이러한 문제점들을 정책적으로 개선해 가고, 장애학생의 교육을 책임지고 있는 학교행정가, 특수교사, 일반교사들이 열린 마음으로 협력 체제를 구축한다면 곧 가능한 일이 될 것이다.

#### 참고문헌

국립특수교육원(2005). 장애학생의 교육과정적 통합을 위한 교과별 수업적용 방법 구안. 서울:천세.

박승희(2002). 장애학생의 교육과정적 통합을 위한 일반학교의 학교수준 교육과정 계획 모형. 특수교육학연구, 37(1), 199-235.

서울특별시교육청(2000). 장애학생 교육 길라잡이. 서울:서울특별시교육청.

신현기, 최세민, 유장순, 김희규(2005). 통합교육의 이론과 실제. 서울:박학사.

이소현, 박은혜(1999). 특수아동교육. 서울:학지사.

Hallahan, Daniel P and Kauffman, James M.(2003). Exceptional Learners 9th. Boston:Allyn and Bacon.

Idol, Lorna and Griffi, Julia(1998). A Study of Four Schools: Moving toward Inclusion of Special Education Students in General Education: Executive Summary(Austin Independent School District, TX., 1998). ERIC, ED432083.

Odom, S. L., and McEvoy, M. A.(1990). Mainstreaming at the preschool level: Potential barriers and tasks for the field. Topics in Early Childhood Special Education, 10(2), 48-61.



# Science education for the students with a visual impairment

Yoshiko TORIYAMA  
University of Tsukuba, Japan

## 1. General arrangements in teaching science for students with a visual impairment.

Teaching of science for students with a visual impairment requires two different skills. The one is to figure the essence of the teaching materials, known as the "teaching skill of the subject". The other is to understand the difficulties that arise due to the students' disabilities and make arrangement for overcoming or lessen the difficulties, known as so called the "skill of managing disabilities".

In Japan, based on the law enforced in 1947, it is required to teach the same content regardless of the school categories, from the elementary level to the high school level. However, the ordinary text books contain a lot of visual materials since its basic premises are to teach many students at once. Hence some of those materials are very difficult to understand for students with a visual impairment.

Teachers in the schools for blind, whether they are teaching in the elementary, junior high, or high school, it is required of them to make some special arrangements for their students, so that the students can achieve the objectives that is difficult to do by solely depending on the text books, as those books are largely depending on visions. In doing so, choosing the appropriate study material is a big part of the teachers' task. Teaching that doesn't depend on vision and choosing the appropriate teaching materials are the two essential skills of science teachers for students with a visual impairment.

## 2. Arranging the teaching content and the study material for learning through experiencing.

(a) Some arrangements for achieving the same objectives without using vision.

The learning process of students with a visual impairment takes the following steps; first they acquire some images from experience, followed by the articulation that leads to the communication with the teachers and friends. This in turn enhances their own understandings, and finally, such understandings eventually settle as a form of knowledge.

In general, students with a visual impairment are lacking in experiences. So, it is particularly important to provide some opportunities in which the students can build their image by experiencing the actual materials or phenomenon. For that, teachers should be able to provide materials/devices which allow the student

to touch by their hands." For example, in studying "the heat transmission", elementary school science text book says "apply wax on iron stick, then heat the one side of the stick, and observe the way how wax will melt." Since students with a visual impairment cannot observe the way how wax gets melt, it is difficult to learn from this experiment method. Nevertheless, instead of "watching" the way how wax gets melt, if one asks the students to "touch" the iron stick by the finger and move the finger away from the heat as they feel the heat, the students can experience the way how the heat transmits in a material (iron stick in this case). And the Braille text books actually teach this arranged version of the experiment method.

(b) Changing and amending unsuitable study materials for students with a visual impairment.

It is common to find the experiment and observation techniques and materials used in the ordinary schools which can cause some difficulties for students with a visual impairment. In such cases, the teacher should make some changes or amending without losing the content of the experiment or observation. Following are some of the examples.

(i) Usage of big and strong objects.

For instance, in observing the plant's sprout, it is recommended to use a "morning glory", as it is relatively strong and its seed and bud are large. In understanding

flower structure, using a "lily" or a "tulip" (relatively big and easy to touch), and a balloon flower (relatively strong) are recommended. Also, instead of using a "medaka" (killifish), whose egg is too small in size to observe the incubation, one should use eggs of "bullfrog" (an edible frog) to become larva.

(ii) Limiting the space/area.

Distinguishing a set of flower from weeds is very difficult. However, making a ridge can solve this problem. If one plants a set on top of the ridge, the students can distinguish that set by the place where it is planted. As well, one should always place the equipments in the same place by using a box, so that the students know where to look for the equipments.

(iii) Setting guide lines.

Always prepare the line or the scale, which can be read by the touch. This would enable the students to move objects with order. You may also use the edge of the desk or the edge of the paper as the guideline instead.

(c) Developing some original contents for students with a visual impairment.

Developing the original curricula in addition to the arrangement of the study materials and teaching materials is essential. For instance, in school for the blind, University of Tsukuba where I had been working, for the seventh grade biology students, the first half of the year (through April to September) had always been

spent for observing leaves (two hours a week approximately), which was followed by observing the animal skeletal specimen in the latter half of the year. This is the original curriculum which has been taught since thirty years until the present day. The ordinary text books for seventh grade (the first year in junior high school) starts off from observation with a microscope, which is very difficult for students with a visual impairment to do. Therefore, in the school for the blind, the students observe some macro species by using the actual material, instead of observing the micro species with a microscope, since the study objectives in the period is to "understand the diversity in the animate nature." In addition, in order to study micro species (which normally requires the use of a microscope to visualize), the students can "develop the knowledge with raised drawings or figures." As I have shown here, analyzing the study objectives in a broader perspective allows the teacher to develop the original curricula, which better suit for students with a visual impairment.

### 3. Building a teaching plan on the characteristics of the visual impairments.

#### (a) Understanding the essence of the content.

Often times, teacher faces difficulties in teaching according to the text books due to the students' visual impairments. However, as I mentioned earlier, the student can acquire the study objectives if the teacher knows "what needs to be understood in the lesson" clearly.

#### (b) Letting students to "do".

It is particularly important for the visually impaired student to do it by themselves, since seeing somebody else's movement is difficult for them. The teacher should include students from the preparation stage as much as possible, so that the students can form a better and bigger picture of the activity, as well as motivating themselves. It is always necessary to arrange all of study contents, study materials, and teaching materials for any experiments/observations, by considering the characteristics of students' visual impairment.

#### (c) Keeping some spare time.

After charting out an experiment/observation plan, the teacher needs to try out or rehearse in advance. Then, the teacher needs to discuss the content and write an exact time table. In doing so, it is very important to build a plan with some spare time incorporated. When the teacher knows that the experiment takes fifteen minutes for students, it is always better to allot a time longer than fifteen minutes, as the real situation takes more than it is supposed to be. If the teacher knows that the activity takes fifteen minutes, he or she should allot with twenty minutes. Otherwise, the teacher is likely to end up with hurrying the students, because once the teacher realizes that they are running out of time, it is almost impossible to rearranging the time table in the middle of the activity. The teacher must be aware of the characteristic of the visual impairment, that in doing an experiment for the first time, it takes much longer for students with a visual impairment than

for the others. Also, the teacher should never use the word "urry" while teaching students with a visual impairment, as it directly leads into the risk of causing accidents.

(d) Including the systematic skill development in the teaching plan.

The teaching plan should include the systematic skill development, which is necessary in conducting experiment/observation. Giving students enough time to practice the basic and essential skills in the beginning of the year is also important. Pouring water or liquid into a test tube, checking the amount of water or liquid inside a test tube by touching the outside of the test tube, shaking a test tube, knowing whether there is a precipitate or not by using a glass stick, are the basic essential skills.

These operations might not need special practice for the ordinary students. However in case of students with a visual impairment, the teacher must provide careful instructions until the students can operate with confidence.

For other operations, such as lighting and closing of a gas burner, controlling the size of the flame, making and collecting a gas, measuring the temperature or the weight, it is better to instruct as they appear in the content. But it is also necessary to give instructions prior to the actual experiments.

However, it must be noted that in a science class, developing students' skill is achieved by allowing the students to conduct experiments/observation by

themselves and the skill development itself is not the objective of the class.

(e) Selecting the teaching content and focusing on the important operation.

For students with a visual impairment, it is inevitable to take much time for doing new activities. At the same time, practice can make a dramatic change in their speed. Therefore, it is important to spend time for teaching the important content, instead of teaching many different contents.

In observing an object by touch without using the vision, the most important part of the operation is to touch the object deliberately. Then, the students create overall image and articulation and abstraction would follow. Once the students had gone through this process, they can observe the next object by deploying the standard, which they had created in the first process. The comparative observation is only possible by going through these processes and the organization of the data occurs simultaneously.

#### 4. Some considerations in experiment/observation

(a) For spatial recognition: imaging an object as a whole.

Visual impairments cause a difficulty in grasping an overall image, since they can only recognize what they can touch. In other words, they can not even recognize the existence of the object in front of them, unless they touch. In addition, in

order to recognize a big object by touch, the student must be able to organize the sporadic information that keeps coming as he/she moves the hands over one picture. And regardless to say, all these are happening inside his/her mind. This recognition ability is a skill, being acquired only by accumulating experiences according to the systematic teaching plan.

For doing experiment/observation, it is particularly important to enable the students to have the overall picture of what they are doing. Prior to the actual experiment, the teacher must check each equipment and chemical with students, and place those in appropriate positions. If the lab is unfamiliar to the students, the teacher must start from introducing the place. If the experimental equipment is large, the teacher should start the experiment by letting the students to touch all the parts of the equipment.

In order to understand the overall picture, the size of the equipments should not be too big. For instance, while experimenting how the light travels straight, reflection, and refraction, the teacher should provide a small apparatus in which the students can recognize the position of each light source, a mirror, a tank, and a light probe, so that the every student can do the experiment by his/her own equipment.

As for students with low vision, it is also necessary to make special arrangement for understanding the overall image, such as using pictures and photos, as they are not good in conceptualizing the overall image. Moreover, the teacher must pay attention to the students' movements in the classroom when doing activities

in a large class room, as it is hard for the students with low vision to be aware of the movements of others.

(b) For time recognition: understanding the schedule.

Understanding the activity procedure is a difficult task for students with a visual impairment, since they are not able to oversee other people's movements. Thus, it is an important task of the teacher to instruct the students, to relate their activities with the time schedule and constantly remind them where they are in the time schedule.

In particular;

- 1) Talk about the whole procedure before the actual activity starts.
- 2) Let the students involve in an activity from the start till the end.
- 3) If the activity requires some collaboration of a few different tasks, let the students exchange the tasks so that they can develop the whole picture of the activity.
- 4) Explain about the whole procedure as well as the other people's tasks, and give a cue upon starting an activity by saying "Let's begin!".

(c) The active inquiry using the touch, and the verbal feedbacks by the teacher.



The active inquiry is important for gathering information by using touch. The students need to use both their hands to touch all the parts of the objects, or measuring the distance and angle from the point of reference. These inquiries are the basics of the learning process, and the students themselves must take the initiative.

The verbal feedbacks from the teacher helps developing the students' uncertain feelings into firm images. However, the teacher should wait until the students finish their inquiry, as the students are concentrated on building a whole image from the partial information they read with their fingers. Once the students finish, the teacher should give them verbal feedbacks in the right timing. Without this feedback, it is difficult to build a firm accumulation of the experience.

Selecting a good study material is a key for the success. As inquiring an object only by touch would take long time, the teacher has to provide enough time for the students by providing some carefully selected objects. In the museums for instance, where there are several exhibits available for touching, inquiring of every object in a short period of time would not let the students learn much. Instead, the students should spend enough time for inquiring a few objects and build some images on the objects. Then, the students should articulate and exchange those images to each other.

5. Significant aspects of oral communication in teaching the visually impaired.

The voice plays the central role in a class of the school for the blind. For students with low vision, there is a time when the teacher uses the blackboard to show the letters or the form of expression, but yet the teacher should never fill the board (for example) with the summary of the lesson as it often happens in the ordinary schools.

The voice of the speaker (teacher) disappears in the same moment as it comes out in the air, and also the listener has to wait till the end to understand what the speaker is trying to say. So, the act of learning solely by voice of the speaker requires the students' concentration and good memory. For becoming a good speaker (teacher), the following aspects are to be considered;

- 1) Provide an overview in the beginning of the talk.
- 2) Explain logically, and be aware of the structure behind the logic.
- 3) Make the usage and the pronunciation of the defined terms (technical term) as clear as possible, so that the students can share the same images from the same term.

In teaching science, instruct the usage of technical terms by doing experiments/ observations through the following steps; 1) let the student develop an image of the term from the empirical experiences, then 2) let them articulate and share the image.

- 4) Provide the information on the notional system (which symbols or characters are being used).

How we can apply those aspects to the real teaching situation? Let me draw an example with the case of reading out a formula in class. For the students with visual impairments to write down a formula correctly, the teacher must read out the formula several times. At first, read out the formula, but tell the students not to take notes. This helps the students to recognize the length of the formula.

During the second time, explain the structure of the formula. In particular, if the formula contains fractions, explain carefully the fractions, their segments, the denominator, and the numerator, so that the students can understand the structure by heart. Yet, the students should not take notes. The note taking starts from only after the third time. This time, the teacher reads the formula cluster by cluster and instructs the students to memorize and take notes.

Wait for a few seconds after reading out each cluster so that the students can take notes. For the fourth time, read the whole formula in a certain speed in order to show the overview of the formula. Also, let the students to check their notes in this time. By taking these steps, the students can write formulas correctly though they can not see the board.

Once a new technical term is introduced in the class, make sure that that term is constantly in use, and let the students get accustomed to that term. X-axis, Y-axis, quadrants of 2D-graph...etc. Once the term is introduced, it is important to keep using them, and the students can share the same image from those terms. In addition to teaching the study content, the teacher should enhance the students' knowledge about the Chinese characters and Chinese words as the society's living

expressions.

Teaching students with a visual impairment takes more time than teaching the ordinary students with visual aid. So, it is crucial to prepare enough study materials for every single student to maximize the every minute of the lesson.

#### 6. Instruction on note taking.

Taking notes fast and reading one's own notes are difficult tasks for both blind students and low vision students. Therefore, the students need to make the decision on what to write down. A good note taker knows that he/she should write down 1) only the necessary points, 2) after understanding the points, 3) precisely and carefully, instead of trying to write down everything.

In teaching Chinese characters for students with low vision for example, the teacher must make sure that the students understood the structure of the letter (the combination of the parts). It is most effective to instruct the students to write precisely and carefully, and keep their work load minimum. As for calculation, the teacher should instruct them to write only the crucial expression precisely and carefully, so that the students do not make mistakes while writing. For instance, when solving the formula stated below, students with a visual impairment should write down only what appears in the left column, but should skip writing down the rest (shown in the right column).

the formula to write down

①  $2X+1=4X+5$

③  $-2X=4$

⑤  $X=-2$

(→)

(→)

the formula to skip writing

②  $2X-4X=5-1$

④  $(-2X) \div (-2) = 4 \div (-2)$

The teacher needs to instruct the students in the beginning on what formulas are to be written and what are all to be skipped and during the course the teacher should provide enough time for the students to decide. This is one example of what the teacher should instruct the students, to overcome the difficulties based on the visual impairment, which I believe is a big part of "teaching" in the education for the visually impaired students.

## Develop Tools for Science Education for Visually Impaired Students-Collaboration with Teachers in School

Koichi Kodama  
Aichi University of Education

Voice Tester

I am a researcher in particle physics and education is not my field.

In 2001, at a party with graduates of my lab ...

Maeda-san, who is now a teacher in Okazaki school for visually impaired, asked if we can make a volt and current meter with voice output ( i.e. voice tester ).

I accepted since it seems to be a good theme for graduate thesis for my students.

I could use my knowledge which I had for my research work.

Maeda-san's problem

A voice tester in Okazaki was old ( produced in 1981 ) and disappeared in the

market already.

Repair was not possible.

It was actually NOT VOICE but with Morse like code.

Students had to learn the code.

It is not very user friendly and takes some time.

How to realize voice output

Convert voltage to number using A/D converter.

Pre-recorded voices of numbers are played for each digit of the converted number.

10.5 is played like 'one' 'zero' 'point' 'five'

No voice synthesizer.

Computer Connected Type

Standalone Type

Activities after development

I went JASEB regular meeting for demonstration.

This was my first time in joining JASEB ( 2004 July 30,31 ).

Standalone Type was much more favored there because ...

It can be used outside.

PC is not very stable ( sometimes freezes ).

Maeda-san and I organized a small seminar.

9 teachers in school for visually impaired students attended.

Science Partnership Program @ Aichi University of Education on 2004 August 24,25

Merits ...

I can provide longer term availability and more frequent improvements compared to company.

Something like a free software !?

Low cost light probe

Light probe is a powerful tool for science education, but is expensive (10,000 ~ 30,000 yen) for developing countries.

Prof. Toriyama asked if a low cost light probe is possible.

JASEB meeting on 2005 July.

Technically it seems not be difficult.

Collaboration with teachers at Tsukuba and Okazaki was really essential to know if it has ENOUGH performance.

Cost for parts is about 500yen.

Low cost light probe

Presentation @ ICEVI

I presented low cost light probe in a poster session.

Prof. Toriyama had a workshop using 10 of them.

Hamada-san from Tsukuba, Prof. Toriyama's students and I also participated.

I feel it was welcomed and actually meaningful.

Kuala Lumpur on 2006 July

Now I should like to find a way to provide it with minimum cost.

What's next ...

Can visually impaired students have a profession in developing embedded small PC inside home electronics ?

Use a standalone type voice tester to teach hardware and software.

Low cost light probe could be a kit, which visually impaired students can make with themselves.

I am trying because I met a blind teacher who make electronic circuit using soldering iron !

Summary

I could have a good collaboration with teachers in school for visually impaired.

Maeda-san in Okazaki

Prof. Toriyama

Hamada-san, Yamada-san, Ishizaki-san and other teachers in Tsukuba

I am using only a small fraction of my time now and should like to continue



# An Alternative Method in Science Education-For Students with a Visual Impairment

Yoshiko Toriyama, Koichi Kodama

In nature, there are various information that stimulate all human senses. Therefore, it is possible for the students with visual impairment to observe and do experiments through their senses other than the eyesight.

Students with visual impairment can fully enjoy observations and experiments by using all the senses that they hold, since information of nature is diverse, and therefore does not only depend on the visual information.

The Characteristics of Observation and Experiment ~Points to Consider in Teaching~

In the order for the students to engage themselves in the study activities, it is necessary for them to understand the setting that surrounds them, and the process that they are expected to follow.

Before the experiment, it is important to take a plenty of time to let them touch and practice using each appliances on the table.

To understand the overall experiment, it is very helpful for the students to carry out the experiment by themselves from the beginning to the end.

By understanding the operation and reaction of the experiment, they can comprehend the relationship of cause and effect.

When an experiment involves more complex and advanced appliances and the chances of accidents are high, there is a need for the teacher to assist.

But even in the case, once the students acquire basic knowledge from these basic experiments, they will be able to understand more advanced experiments.

The kinds of basic practices are; putting water into the test tube, putting powder (salt and sugar) into the test tube, mixing by shaking the test tube, and verifying whether the solid dissolved or not.

Some of these tasks are easily understood, for individuals with vision. However, in order to carry out the experiment by themselves, repetition of basic practice is strongly recommended for the students with visual impairment.

For the blind to notice the existing light and changes in its color, light probe is very useful.

The pitch of the light probe changes depending on the brightness of the light.

When the light is bright (white color), the pitch will be high, and when it is dark (black), the pitch will become low.

In using the light probe effectively, have student understand the flow of the experiment. Be sure that students understand WHAT and WHERE to measure with the light probe in the experiment.

Every time the light probe has a change in its pitch, have students reinstate the meaning behind it.

Reinstate the meaning by gathering together sound, smell, temperature change; all things students were able to observe by their senses and light probe during the gas generating experiment.

## 특수과학교육연구회 규정과 사업계획 및 임의원서

1. [명칭] 본회는 특수과학교육연구회(약칭 특과연, Special Science Education Study Group : SESG)이라 칭한다.

2. [목적] 본회는 시각장애아, 청각장애아, 정신박약아, 정서장애아, 신체부자유아, 학습지진아 등의 과학교육을 연구개발하고 교육 현장을 돕는다.

3. [회원] 본회의 회원은 다음으로 구성한다.

연구회원 : 연구개발 활동을 하고 현장을 도우며 본 회의를 운영함

학생회원 : 초중고대 학생으로 연구회원 활동을 봉사적으로 도움

후원회원 : 전문적 자문, 재정적 후원 등으로 지원 함

후원기관 : 본 회 활동의 장소 제공 등 여러 면을 지원 함

4. [임원] 본회는 다음 임원을 둔다.

회장, 부회장, 감사, 자문위원, 총무간사 및 필요에 따라 회장이 추가로 간사를 둔다.

5. [운영] 본회는 원칙적으로 전자우편과 홈페이지(<http://seer.snu.ac.kr>) 사랑방 (등록 후) 특별과제 8-21~8-26 등으로 연락하며 운영하고 필요시 모임 하며 다음에 사무실을 둔다.

서울특별시 관악구 봉천7동 1661-4 ( 에덴오피스텔 806 호)

과학문화교육연구소 내 [ 전화: 02-875-0640 전송: 02-875-0641]

6. [회비] 본회의 입회금, 연회비, 후원 금액을 정하지 않고 임의 액수를 자발적으로 납부 ( 농협 079-12-828060 특수과학교육연구회) 한다. 매년 수입지출 결과를 감사가 검토하고 회원에게 알린다.

7. [추진] 본회는 2005년 5월 21일 설립회원에 의하여 선출된 회장에 의하여 활동이 시작되고 그 이후는 선출된 회장이 구성한 임원과 연구회원에 의하여 추진된다.

2005. 5.  
설립회원

# 특수과학교육연구회 임원과 사업

## 임원 조직

- 회장: 박승재 (paksj@snu.ac.kr)
- 부회장: 장석민 (smchang@hanrw.ac.kr)
- 감사: 박화문 (hmpark@taegu.ac.kr)
- 총무간사: 임성민 (ismphs@daegu.ac.kr) - 대구 총괄팀장
- 시각장애 간사: 한성희 (ashan@kongju.ac.kr)
- 청각장애 간사: 유준희 (yoo@snu.ac.kr)
- 정신지체 간사: 하미경 (miky65@korea.com)
- 정서장애 간사: 김형석 (khsksk@empal.com) - 서울 총괄팀장
- 지체부자유간사: 심재규 (imshim@dreamwiz.com)
- 건강장애 간사: 정용재 (csn1csn1@chollian.net)
- 학습장애 간사: 윤진 (yjinall@hanmail.net)

## 자문 위원(요청 예정)

## 협조 직원

- 연구 협조: 이성은 (aqua0202@snu.ac.kr)
- 사무 협조: 임경화 (sceri@hanmail.net)

## 예정 사업

1. 장애아를 위한 과학 교재 연구개발 및 과학 잔치 참가
2. 연구 결과 후 논문으로 학술지에 투고
3. 연구개발 자료를 관계기관에 상자로 보내 돌림
4. 연구와 개발 및 실시 결과 발표회
5. 회원 모집
6. 자금 모음
7. 기타 관계되는 사업

## 특수과학교육연구회

[151-087]  
 서울시 관악구 봉천7동 1661-4번지 에덴오피스텔 806호  
 과학문화교육연구소내  
 전자우편: paksj@snu.ac.kr 웹사이트: http://seer.snu.ac.kr  
 전화: 02-875-0640 전송: 02-875-0641 (보내시기 전후에 전화로 확인 요)

## 연구 개발 조직(안)

서울총괄팀: 이상우, 박화평 권택환, 김형석	대구총괄팀: 박화문, 김인환, 임성민
시각장애 역학교육서울팀: 김형석, 이성은	대구팀: 임성민
음향교육서울팀: 유준희, 서연희	
광학교육서울팀: 박승재, 이상은	
화학교육서울팀: 전화영, 유미현	김인환
생물교육서울팀: 홍기운	
지구교육서울팀:	
지정장애 물리교육서울팀: 윤진, 장상경	대구팀: 김상우
화학교육서울팀: 유미현	
식물교육서울팀: 변정운, 이혜림,	
동물교육서울팀: 채보람	
지구교육서울팀: 서미령	
대안학교과학교육팀: 강은형	
탈북학생과학교육팀: 김만희	
미성취영재과학교육팀: 김명환	



## 특수과학교육연구회 가입 신청서

이름:

근무기관:

우송주소:

전화:

전송:

Email:

전공:

희망 회원 구분

신청자:

요청: 본 신청서를 기입하시고 아래로 보내 주시기 바랍니다.

전자우편: paksj@snu.ac.kr

전송: 02-875-0641 ( 보내시기 전후에 다음 전화로 확인 요)

전화: 02-875-0640

우송: [151-087] 서울시 관악구 봉천7 동 1661-4 번지

에덴오피스텔 806 호 과학문화교육연구소 내

특수과학교육연구회