

동경과학축전의 발명교육에의 접목을 위한 착안점



전국과학전람회 대통령상 수상
발명의 날 국무총리 표창
대입수능 출제검토위원 역임
한국교육개발원의 학교종합평가단장 역임
전국발명교육연구논문대회 심사위원 역임
현재 과학기술 앰배서더
현재 한국학교발명협회 강원도회장

산업사회의 핵심 화두인 지능이 지난 100여 년 동안 인간의 능력을 판단하는 잣대였다면 지식중심 사회인 21세기에는 창의성이 인간의 능력을 판단하고 운명을 결정짓는 잣대가 될 것이다. 우리나라도 미래의 국가 성장 엔진을 검토하기 위해 열린 전문가 협의회에서 참석자들은 하나 같이 창의성이야말로 우리 민족의 미래를 결정지을 핵심 엔진이 되어야 한다고 주장했다. 이렇게 보면 우리의 시민과 학생들이 창의성을 갖게 하는 교육은 이제 선택이 아니라 생존을 위한 필수 과업인 셈이다.

0g의 상품이라고 일컬어지는 특허권은 무게나 부피가 전혀 없으면서도 엄청난 수익을 가져온다. 여인의 주름치마 모양인 코카콜라 병은 상표 값이 무려 8조원이나 된다고 한다. 이처럼 탁월한

발명 아이디어는 백년을 캐낼 수 있는 천연자원과 맞먹는 보배인 것이다. 일본의 국민소득은 이미 3만 불을 넘었다. 거기에 비해 아직까지 우리나라는 국민소득 1만 불의 문턱에서 주저앉아 청년 실업자가 넘쳐나고 있는 현실이고 보면 우리나라의 사회적 문제 해결을 위한 실사구시의 '실학'으로서 발명교육만큼 절실한 과제는 없을 것이다.

본인은 지난 8월에 '참과학'의 일원으로 동경과학축전(일본에서는 '청소년을 위한 과학의 제전'이라 함)에 참가했었는데 일본의 현직은 물론이고 백발이 성성한 은퇴한 많은 과학교원들이 200여개의 부스에서 초·중등 학생들에게 각 팀이 새롭게 고안해낸 과학실험 시연활동을 열정적으로 하고 있어 깊은 감명을 받았다. 이처럼 언제

나 하던 실험을 판박이처럼 반복하는 것에서 발전하여 서로 자극을 줄 수 있는 새로운 도전을 시도한다는 것은 얼마나 보람찬 일인가! 아름다운 Senior 그 자체였다. 일견 융통성이 없어 보이는 일본인의 이런 태도는 「빨리」와 「큰 성과」만을 고집하는 우리네 사정과는 거리가 먼 것이다. 이것이 바로 일본의 과학발명의 저력이요 과학부문 노벨상 연속 수상이라는 힘의 원천이 아닐까? 동경과학축전의 후반기 시연기간 중이었는데 갑자기 일본의 황세자가 친히 참관할 것이라는 메시지가 집행위원들을 통해 알려지자 과학기술관 전체가 술렁이기 시작했다. 퇴직한 70대의 원로교원들은 물론이고 중년층의 학부모들과 청바지차림의 20대 대학생, 교복 차림의 소학교와 중학교 학생들까지 남녀노소를 불구하고 그야말로 세대를 초월하여 모두가 상기된 표정으로 황세자를 조금이라도 더 가까운 위치에서 영접하려고 사람들이 커다란 파도가 되어 움직였다. 천황과 황세자라는 불멸의 영웅이 있는 일본인들은 그래서 것처럼 벚꽃의 만개를 이 세상 그 누구보다도 더 사랑하는 것이리라. 필자는 동경의 기타노마루코우엔 안에 있는 체육관인 국기관(國技館) 옆을 지나면서 지난날 프로 레슬링으로 일본 국민을 열광시킨 역도산의 포효성을 상기했다. 비록 수십 년의 시간은 흘렀지만 국기관의 지척에 있는 과학기술관 그 공간 바로 그 장소에 와있다는 감회가 나로 하여금 결코 무심할 수 없게 만든 것이다. 그것은 역도산의 프로 레슬링 대신에 신기하고 멋진 과학발명아이디어로 동경의 과학기술관을 열광의 소용돌이로 만들 한국의 후예들이 반드시 나타날 것이라는 갑자기 눈물이 핑 돌 정도로 가슴 벅찬 기대 때문이 아니었을까? 그것은 어쩌면

나 스스로에게 했던 약속인지도 모른다. 최근의 국제관계에 대한 우리 국민들의 의식조사에서 가장 미워하는 나라도 일본이며, 동시에 가장 본받고 싶은 나라도 일본이라는 결과가 나왔다고 한다. 이러한 우리 국민적 정서는 배일론(排日論)이 결코 우리의 능사가 아님을 시사하고 있는 것이다.

다음에 소개하는 3편의 작품 해설은 2006 동경과학축전의 시연작품 중에서 발명의 공작적 요소가 가장 선명하게 돋보이고 탐방 학생들의 인기를 독차지한 것들이다.

〈마구 달리는 루프! 가우스가속기 미니〉

兵庫縣朝來市立與布土小學校(효고현 아사고 시립요후도초등학교)

國眼厚志(코쿠간 아츠시)

● 어떤 실험인가?

천천히 레일 위를 굴러 가는 쇠구슬. 레일모양의 줄대(몰드) 끝에는 같은 크기의 쇠구슬이 나란히 5개 있다. 그 끝의 한 개에 부딪쳤을 때, 반대쪽 쇠구슬이 빠른 스피드로 달린다. 게다가 몰드로 루프(loop)를 만들면, 쇠구슬을 보기 좋게 1회전시킬 수 있다.

● 실험의 방법과 요령

[준비할 것]

쇠구슬 5개, 네어디뎀 자석 1개, 얇은 플라스틱제의 레일모양의 줄대(몰드)

1. 우선, 네어디뎀 자석에 쇠구슬을 4개 붙인다.
2. 자석의 한 방향에서 천천히 같은 쇠구슬을 움직인다. 가능한한 천천히 하는게 좋기 때문

발명현장

에, 종이를 몰드 밑에 끼워넣는다거나 해서 약간 경사지게 하는 것도 좋겠다.

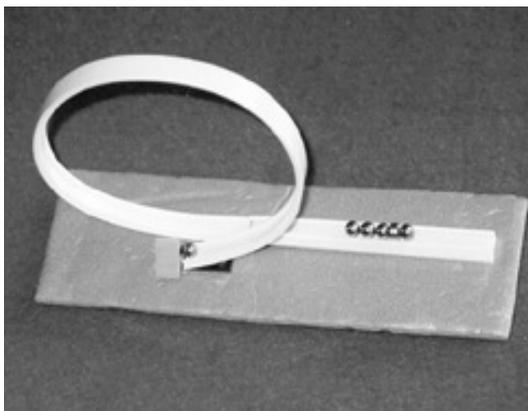
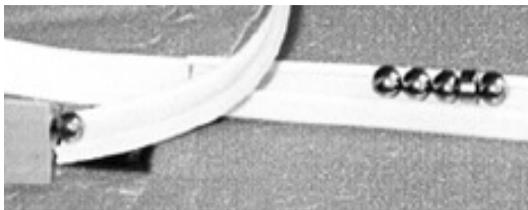
3. 천천히 굴러가는 쇠구슬은 드디어 네오디뮴 자석에 부딪친다. 부딪친 힘으로 반대쪽의 쇠구슬이 달려가는데, 이때의 스피드가 매우 빠르다.

비밀은 네오디뮴 자석이다. 매우 강력한 자석이므로, 천천히 가까이 다가오는 쇠구슬은 자석에 충돌하기 직전에 급격하게 속도가 증가한다.

얇은 몰드를 루프 형태로 만들어, 뜨거운 물에 댄다. 그러면 「루프 레일」이 완성된다.

여기에 네오디뮴 자석과 쇠구슬을 놓고 실험하면, 쇠구슬을 1회전시킬 수 있다.

한국의 '롤러코스터 만들기'와의 차이점은 완전성충돌의 특성이 선명하게 돋보이게 설계되어져 있다는 것이다. 쇠구슬의 최후 낙하지점에 또 다른 네오디뮴 자석을 장착해 놓아 루프를 굴



러온 쇠구슬이 그 네오디뮴 자석에 절묘하게 맞닿아 정지한다.

● 주의하자

네오디뮴 자석은 매우 강력한 자석이다. 정밀기계나 자기 카드에 닿으면 고장이나 불량을 일으킨다. 절대 가까이하지 않도록 한다. 또한, 손을 끼워 넣지 않도록 주의하자.

자석이나 쇠구슬은 작은 아이들이 입에 넣지 않도록, 손이 닿지 않는 곳에 두자.

뜨거운 물에서 몰드를 굽힐 때에는 화상에 주의, 반드시 다른 사람과 함께 도와가며 하자.

● 더 자세하게 알고 싶다면

「워크시트에서 편안하게 과학 클럽」p.43, 명치 도서(2006), 과학체험 데이터베이스에서「가우스 가속기 미니」를 검색, www.proto-ex.com/

〈돌아와라 자석팽이〉

山口縣防府市立松崎小學校(야마구찌현 호우후시립마쓰사키초등학교)

宮本 勝彦(미야모토 카쓰히코)

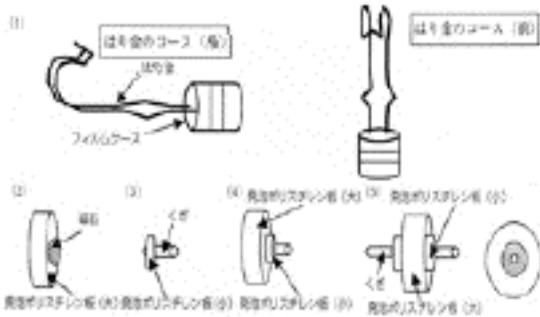
● 어떤 실험인가?

주변에 있는 재료를 사용하여 빙글빙글 잘 도는 자석팽이를 만들어, 철사 위를 왔다갔다 하게 하여 즐겁게 놀아보자.

● 실험의 방법과 요령

[준비해야할 것]

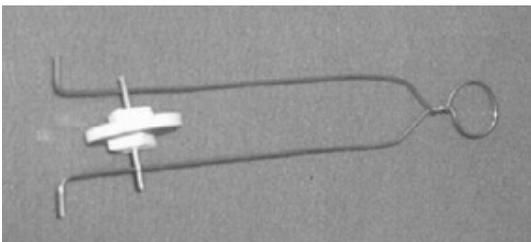
필름케이스, 발포 폴리스틸렌 판(대, 소), 못, 철사, 페라이트 자석



- (1) 철사를 필름케이스에 꼽아, 필름케이스 뒤에서 묶는다.
- (2) 발포 폴리스틸렌(대)에 자석을 끼운다.
- (3) 발포 폴리스틸렌(소)에 못을 박는다.
- (4) (3)을 (2)의 자석 중심에 맞추어 붙인다.
- (5) (4)의 반대쪽도 똑같이 붙인다.
- (6) 자석 팽이를 철사 레일 위에 얹고, 왔다 갔다 하게 한다.

필름케이스를 상하로 움직이는 것만으로 팽이가 왔다 갔다 잘한다.

※ 필름케이스를 너무 기울이면, 자석팽이의 힘이 너무 붙어서, 철사의 코스를 벗어나버리게 되는 경우가 있다. 너무 기울이지 않도록 주의한다.



● 주의하자

철사 끝에 손을 베이거나 눈을 찔리거나 하지

않도록, 주의하여 작업하자.

● 더 자세한 사항을 알고 싶다면

「자석 인법장」 p90~92, 일간공업신문사(2001)
 사용된 공작재료는 대형 공작재료점 등에서 구할 수 있다.

< Shall we dance with light! >

Chamscience(한국의 과학교사씨클 참과학)
 白星燦

● 이 실험은?

다 쓰고 남은 볼펜대에 에나멜선을 감아서 전자석을 만들고 볼펜스프링에 네오디뮴 자석을 붙여 그 속에 넣으면, 전자석과 Nd 자석의 반발력에 의해 볼펜대 위로 종이인형이 툭~툭~ 튀어 오르고, 발광다이오드에는 반짝반짝 불이 들어오는 재미 있는 실험이다. 여러 가지 생소한 부품들의 특성도 익히고, 전자기력과 어려운 전자기유도 현상도 쉽고 재미있게 이해할 수 있다.

● 준비물

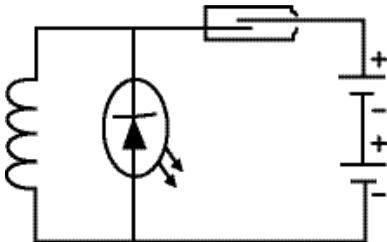
에나멜선 (0.2mm 약 15m) 1개, 볼펜대(모나미) 1개, LED-적색(5파이) 1개, 리드스위치(4파이 *48mm) 1개, 네오디뮴 자석(6파이*5mm) 1개, 건전지 AAA 2개, 건전지 케이스-2개 1조, 배선 1개, 색종이 1장, 색깔 펜, 가위, 사포, 스카치 테이프

● 실험방법

1. 볼펜대에 종이로 1cm 폭의 가이드를 2cm 간격으로 2개 만든다.

발명현장

2. 이때 한쪽 가이드 밑에 에나멜선을 20cm 남겨 두고 고정한다.
3. 에나멜선을 가이드 안에서 2,500회 정도 촘촘히 감는다.
4. 이때 감는 방향은 동일해야 하며 끝단은 20cm 남기고 고정한다.
5. 에나멜선 양끝의 피복을 1cm 정도 벗긴다.
6. 종이로 각자 디자인해 인형을 만든다.
7. 인형의 몸길이는 길게 만들고, 후에 인형의 길이를 조절할 수 있게 한다.
8. 스프링에 만든 인형을 꽂고 스프링의 반대편에 네오디뮴 자석을 붙인다.
9. 인형머리 아래부분을 볼펜 끝단에 대었을 때



자석의 끝부분이 코일 중간보다 위쪽에 위치하도록 한다.

10. 건전지(+), 리드스위치, 코일, LED(코일과 LED는 병렬로, 역방향으로 연결), 건전지(-) 순으로 연결한다.
11. 볼펜에 만든 인형을 넣고 리드스위치를 코일의 중간부분에 대어 인형이 가장 잘 뛰는 곳을 찾는다.
12. 리드스위치를 위치에 고정하고 LED를 보기 좋은 곳에 부착한다.

● 유의사항

- ① 에나멜선은 일정한 간격으로 촘촘하게 감는다.
- ② 에나멜선 끝을 사포로 잘 벗겨낸다.

● 이 부품은 어떤 특성이 있을까?

(1) 리드 스위치(Reed Switch)

리드 스위치의 원리는 밀폐된 유리 튜브 안에 있는 두 개의 자석이 서로 끌어당기는 것과 같다. 자석을 리드 스위치 가까이 하면 각각의 리드 편이 자화되어 겹쳐진 부분이 접촉하여 스위치는 ON으로 된다. 리드의 재질은 니켈 합금의 자성체로 되어 있고, 유리관 속에는 산화 방지를 위한 불활성 가스가 충전되어 있다. 접촉하지 않고도 스위치를 켜고 끌 수 있으므로, 휴대폰이나 문의 개폐에 널리 이용된다.

(2) 발광다이오드(LED- Light Emitting Diode)

LED라는 발광다이오드는 열로 방출되는 양이 매우 적어서 에너지 효율도 높고 수명도 길어 점점 그 쓰임이 증가하고 있다. LED는 발열에 의해 빛을 내는 백열전구와는 달리

p-n 접합에 전류가 흐르면 전자와, 정공이라고 불리는 플러스 전하입자가 결합해서 광자를 방출하여 빛을 내는 반도체 소자로, 다리가 긴 쪽이(+), 다리가 짧은 쪽이(-)이며, 역방향으로 전압이 걸리면 전류가 흐르지 않는다. 지하철의 전광판을 비롯 많은 전자 장치에 활용되고 있으며, 미래의 조명기구로 주목받고 있다.

●인형이 통~통~ 튀며 반짝 거리는 이유는 뭘까?

(1) 전자기력

원통에 도선을 여러 번 감으면 그 내부에 균일한 자기장이 형성되는데 이런 것을 ‘솔레노이드’라고 한다. 솔레노이드에 의한 자기장은 도선에 흐르는 전류의 세기와 단위길이 당 도선의 감긴 수에 비례하고 원통의 단면적과는 관계가 없다. 볼펜대에 감긴 코일에 전류가 흐르면 코일 주위에 자기장이 형성되어 Nd자석의 자기장과 솔레노이드의 자기장이 반발을 일으켜 인형이 튀어 오르게 되는데 이러한 힘을 ‘전자기력’이라고 한다. 전자기력은 전기와 자기가 독립적인 현상이 아니라는 사실을 상기시켜준다.

(2) 전자기유도

도선과 자기장 사이의 상대적인 운동으로 전압이 유도되는데 이때 코일의 감긴 수가 많을수록, 자석을 빨리 움직일수록 큰 전압이 유도되며(패러데이 법칙), 유도 기전력의 방향은 자속(磁束: 자력선 다발)의 변화를 방해하는 방향(렌츠의 법칙)으로 나타난다. 이와 같이 코일내의 자기장을 변화시켰을 때, 전압이 유도되는 현상을 ‘전자기유도’

라고 한다. 인형이 코일에서 멀어지는 순간, 역방향으로 연결된 LED에 불이 들어오는 현상은 코일에 순간적으로 흐르는 유도전류 때문이다.

●기본정신

- (1) ‘재미있고 신나게’: 전자석에 의해 인형이 통통 튀며 솔레노이드에 불이 반짝이는 현상은 보는 사람과 만드는 사람을 모두 재미있고 신나게 한다. 어려운 전자기력과 전자기 유도 현상을 충분히 흥미롭게 표현한 실험이라고 생각한다.
- (2) ‘어떻게 새로운지’: 이 실험은 과학교사모임 ‘참과학’의 백성찬 선생님이 5년 연속 동경 ‘청소년을 위한 과학의 제전’에서 발표한 작품으로 기존의 한번 튀어 오르고 끝나는 전자기력 실험을, 리드 스위치를 이용하여 반복적으로 튀어 오르며 빛도 반짝이게 한 아주 기발한 실험이다.
- (3) ‘얼마나 싸게’: 몇 개의 조금은 생소한 부품들이 들어가지만, 모두 쉽게 구할 수 있고 가격이 저렴하며, 무엇보다도 다 쓰고 남은 볼펜 통과 볼펜 스프링을 이용해서 만들므로 재활용의 장점이 있다.