

힘과 운동에 대한 중학생들의 개념조사

박성식 · 박승재
서울대학교 사범대학 물리교육과

(1987년 10월 15일 받음)

I. 서 론

1. 연구의 필요성

학생들이 과학을 어려워하는 요인은 일반적인 지적 발달, 구체적 인지 능력, 수학 실력 그리고 학습 내용에 대한 선입관 등 여러 가지를 들 수 있다(Champagne, 1980). 특별히 최근 십여 년간 물리교육 연구자들은 물리에 대한 아동의 인지 구조와 변화 과정을 의미있게 연구하여 왔는데, 무엇보다도 선입견(pre-conception)이 물리를 이해하는 과정에 중요한 요인임을 알았다.

흔히 교사가 수업한 대로 학생들에게 개념이 주입되고 그들의 사고가 변화한다고 생각해 왔으나 연구 결과는 학생들 자신이 지니고 있는 개념과 사고 방식에 따라 수업을 달리 해석하고 있다는 것이다(Driver, 1985). 즉 학생들은 교사나 과학자와는 다르게 자연과 과학에 대해 인식하고, 그들 중심의 고유한 인지 구조를 갖는다는 것이다(Driver, 1985). 만일 학생들의 고유한 사고 특성을 모르거나 무시한 채로 수업

을 하게 되면 교사와 학생간에 개념 및 문제인식, 행동, 결론유도 등에 불일치가 있게 된다는 것이다 (Osborne and Freyberg, 1985).

최근 많은 나라에서 물리의 여러 개념, 특히 힘과 운동에 대해 학생들이 갖고 있는 생각을 알아내기 위하여 활발히 연구하여 왔으며 그에 따른 교육전략을 모색하고 있다(Watts and Zylbersztajn, 1981).

우리나라 중학생들이 힘과 운동에 대해 갖고 있는 생각을 조사해서 그에 맞는 교수전략을 세울 수 있도록 기초연구를 수행하는 것은 필요한 일이고 가치있는 일이라 판단된다.

2. 연구의 목표

중학생들의 힘과 운동에 대한 사고구조의 유형과 학년별 비교를 통해 학습전후의 변화를 조사한다.

3. 연구의 과정

- (1) 힘과 운동에 대한 물리학적 고찰
- (2) 운동학과 뉴우튼의 운동법칙의 진술
- (3) 힘과 운동에 대한 학생들의 생각을 조사한 선

행연구 조사

- (4) 설문지 작성과 예비조사를 통한 수정 보완
- (5) 중학생들을 대상으로 한 설문 조사
- (6) 학생들의 응답을 분류하여 계통도를 작성하고 석하여 힘과 운동에 관해 학생들이 지닌 개념을 파악

II. 문헌연구와 이론적고찰(약문)

1. 힘과 운동에 대한 개념의 변천
2. 운동의 설명방식과 뉴우튼의 법칙
3. 힘과 운동에 대한 학생들의 직관
4. 중학교 교육과정중 힘과 운동단원내용
5. 용어의 정의

II. 연구 방법

1. 연구 대상

서울 도봉 중학교 1,2,3학년 각 1학급을 임의로 선택하였다. 1학급당 60명씩 총 180명을 대상으로 1987년 4월에 설문을 실시하였다. 1학년은 1학년 과학교과서 네번째 단원인 "힘과 운동" 단원을 학습하지 않았다.

2. 설문구성 및 설문지 작성

설문지의 문제수는 7개이었다.

각 문제는 다중 선택형과 그 문항의 선택에 대한 이유 설명하는 서술형을 결합하여 학생들이 응답을 하도록 만들었다.

1~5번의 문제는 건스톤이 제시한 것으로 아시아·태평양지역 물리교육학회(약칭 APPTA)연구 계획의 설문 중의 일부이다. 이 문제들의 개발 및 결과분석은 와츠와 질버스찬이 처음 시도했다. 문제의 핵심은 운동의 방향과 힘의 방향과의 관계에 대한 학생들의 생각을 묻는 것이다.

6번 문제는 관성 법칙의 적용을 묻는 것이다. 중학교 1학년 과학 교과서중 '힘과 운동' 단원 내용을 참조하여 연구자가 작성하였다.

7번 문제는 와츠가 만든 것으로 작용과 반작용에 관한 문제이다. 움직이고 있는 물체들간의 상호 작용

을 묻는 것이다.

문제들의 문항을 결정하기 위해 학생 30명을 대상으로 예비조사를 실시하여 문제에 대한 응답을 자유롭게 서술하도록 해서 학생들의 응답형태를 기초로 각 문제에 대한 문항을 수정보완하여 작성한 뒤, 1학급을 대상으로 소규모 실시를 하였다.

예비조사 분석으로부터 또 다른 응답형태를 발견해서 다시 문항을 보완하였다. 이 과정에서 보완된 예를 들면 6번과 4번 문항이다. 이 문항은 처음 작성할 때 없었지만, 응답을 보고 첨가시킨 것이다.

설문의 내용 및 표현은 현행 중학교 과학 교과서의 수준을 넘지 않도록 하였다.

3. 분석의 방법과 도구

문제에 대한 응답이 서술식이므로 표현이 다양했다. 학생들이 자유롭게 구사한 다양한 표현을 분석하기 위하여 계통도(network)를 작성했다. 계통도의 작성은 학생들의 다양한 응답을 보고 핵심어와 논리가 같은 응답을 범주화시켜 분류하는 일이다. 이 작업을 위한 기술 및 적용 예로는 블리스(Bliss)와 오그본(Ogborn) 등이 연구한 것이 있다(Bliss, 1983).

학생들의 응답을 분석하여 그들의 사고 구조를 알아내려는 본 연구의 경우에 계통도는 유용한 도구이다. 와츠는 에너지에 대한 학생들의 사고 구조를 알아내는 연구에서 계통도를 사용해서 분석했다(Bliss, 1983).

문제 4,5,7번은 객관식으로 충분한 응답을 얻을 수 있었기 때문에 문항 분석만 하였다.

III. 결과분석 및 논의

1. 위로 던진공에 작용하는 힘에 관한 문제분석

문제 1,2,3번은 공을 위로 던져 올린 후, 각 운동 상태 따라 공에 어떤 힘이 어떻게 작용하고 있는가를 묻는 문제들이다.

각 계통도에서 알파벳의 대문자는 객관식 응답중 하나를 선택한 것을 나타내는 기호이고, 소문자는 그

답을 선택한 이유에 대한 설명을 나타낸 것이다.

가. 공이 위로 올라갈 때의 상황에 관한 문제

이 문제에 대한 계통도는 그림1에 있다. 표 2에서 보면 운동, 방향이 위라고 하며(또는 언급이 없고) 중력이 아래로 작용한다는 표현을 한 학생들은 대상자 전체의 4%뿐이었다. '공이 위로 올라가기 때문에'라는 상태적 서술을 한 학생들은 코드번호 5에서 볼 수 있는 것처럼 1학년 22명, 2학년 11명, 3학년 16명이었다. 코드번호 1,9,10,14의 유형들은 운동 방향과 힘의 방향이 일치한다는 생각을 명시적으로 표현한 것이다. 그 수는 1학년 42명, 2학년 33명, 3학년 38명이다. 이 유형을 선택한 2학년 학생 수는 다른 학년에 비해 적지만, 16명의 2학년 학생들이 구체적인 힘을 명시하지 않고, '힘이 작용하는 방향으로 물체는 운동한다'는 일반적인 서술을 했다. 코드번호7의 경우는 중력과 사람의 힘의 합력을 생각하여 문제를 해결하려는 시도인데, 2,3학년 학생이 각각 10명씩이고, 1학년 학생은 3명이었다.

위의 분석으로부터 학년이 올라갈수록, 학생들은 현상을 학습한 개념이나 일반적인 문구로 표현하려는 경향이 생겼음을 볼 수 있지만, 표현된 내용을 보면, 학습이 오히려 오인을 강화시키고 있음을 알 수 있다.

〈표2〉 공이 위로 올라갈 때의 상황에 관한 분석표

코드 번호	학년		1	2	3
	유형				
* 1	Adb		-	1	-
2	Adi		1	2	1
* 3	Adj		1	3	3
4	Afj		1	1	-
5	Ba		22	11	16
6	Bbj		-	2	1
7	Bch		3	10	10
8	Bdh		-	1	2
9	Beh		4	2	5
10	Bej		16	4	10
11	Bfh		2	1	-
12	Bfj		2	-	-
13	Bgh		1	1	-
14	Bk		-	16	7
15	Ccj		-	-	2
기타	2번	2(지 구차 전)	-	-	1(위 에서 올린 다)
	3번		3	-	-
설명 없음	1번		2	2	-
	2번		-	2	2
	3번		-	1	-
	계		60 (명)	60 (명)	60 (명)

* 표는 바른 응답

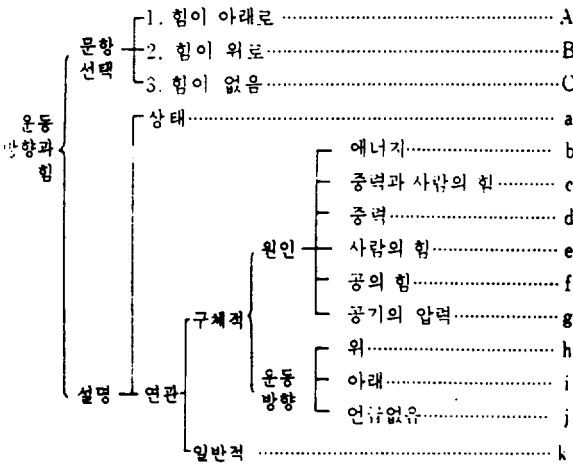


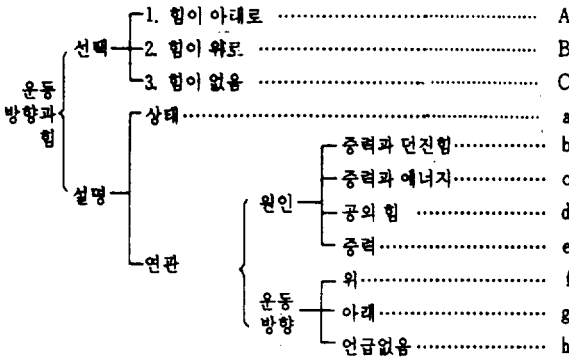
그림1 공이 위로 올라갈 때의 상황에 관한 계통도

나. 공이 아래로 내려올 때의 상황에 관한 문제

이 문제에 대한 계통도는 그림2에 있다. 표3에서 보면, 중력 때문에 공이 내려온다는 코드번호6,7을 선택한 학생 수는 학년에 관계없이 고르게 40%씩이었다. 정답에 관계없이 중력을 명시적으로 언급한 학생들은 코드번호 1,5를 제외한 8개의 코드번호에 나타났다며 학년별로 각각 1학년 53%, 2학년 57%, 3학년 68%이었다. 또한 학년이 높을수록 그 수가 줄긴 하지만, 전체적으로 코드번호1인 상태적 설명이 많았다.

이 문제의 정답율이 높은 이유는 이 문제가 공이 내려오고 있는 상황을 묻는 것이어서 힘과 운동 방향이

잘 부합되기 때문이다. 이것은 학생들이 문제 상황에 따라 같은 개념도 다르게 적용하고 있음을 나타내고 있다.



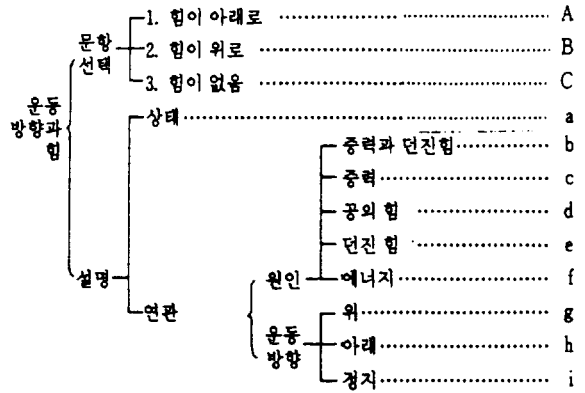
〈그림2〉 공이 아래로 내려올 때의 상황에 관한 계통도

〈표3〉 공이 아래로 내려올 때의 상황에 관한 유형별 분석표

코드 번호	유형	학년	1	2	3
1	Aa		22	17	15
2	Abg		1	6	7
3	Abh		1	—	3
4	Acg		—	—	3
5	Adg		—	3	3
*6	Aeg		16	9	9
*7	Aeh		9	17	18
8	Beg		1	—	—
9	Beh		3	1	1
10	Ceg		1	1	—
기타	1번 선택	3(공기압력)		3(가속도)	—
	2번 선택	—		1(공기마찰)	—
	3번 선택	—		1(힘의소모)	—
설명 없음	1번 선택		1	—	1
	2번 선택		2	1	—
계			60(명)	60(명)	60(명)

다. 공이 공중에 정지해 있는 상황에 관한 문제

이 문제에 대한 계통도는 그림3에 있다. 표4에서 보면 바른 응답은 '공은 정지해 있으나 아래 방향으로 중력이 작용한다.'라는 코드 번호 5인데, 그 수는 1학년 3명, 2학년 2명, 3학년 4명이다. 그런데 2학년 학생 12명은 코드번호4와 같이 '중력이 작용하므로



〈그림3〉 공이 공중에 정지해 있을 때의 상황에 관한 계통도

〈표4〉 공이 공중에 정지해 있을 때의 상황에 관한 유형별 분석표

코드 번호	유형	학년	1	2	3
1	Aa		7	2	1
2	Abh		1	1	2
3	Abi		—	1	—
4	Ach		1	12	2
*5	Aci		3	2	4
6	Adi		—	—	1
7	Aei		—	1	—
8	Ba		3	—	—
9	Bci		—	1	—
10	Bdg		1	—	—
11	Beg		2	—	—
12	Beh		—	1	—
13	Bei		—	1	—
14	Ca		14	6	13
15	Cbh		—	—	1
16	Cbi		15	15	18
17	Cch		1	—	—
18	Cci		4	1	—
19	Cdi		—	1	8
20	Ceh		—	1	—
21	Cei		2	2	1
22	Cfi		—	—	5
기타	1번 선택	1(공기압력)		4(공기압력, 산소)	—
	2번 선택	1(가속도)		—	—
설명 없음	2번 선택		3	—	2
	3번 선택		—	2	2
계			60(명)	60(명)	60(명)

아래로 내려올 것이다'라는 표현을 하고 있어서 유사한 설명이지만, 현재의 운동 상태를 무시한 응답이므로 바른 응답이라고 할 수 없다. 이 문제에서는 각 문항에 대한 고른 선택과 함께 그에 대한 설명도 다양했다. 예를 들면 '힘은 없다'고 답을 선택하고, 설명은 중력이나 던진 힘, 공의 힘이 소모된다'는 코드번호 17-21의 응답이나, '그런 힘들이 작용해서 공이 위로 올라간다'는 코드번호 10-11의 응답이 있었고, 기타 지구 자전이나 공기 압력 등을 언급한 경우 등 다양한 표현이 나왔다. '공이 정지해 있을 때는 힘이 없다'는 답을 선택한 학생들은 코드번호 14-22까지 1학년 60%, 2학년 47%, 3학년 80%이었다. 이 선택에 대한 설명 중 특기할 것은 3학년 학생들 중 5명이 에너지에 대해 언급하고, 8명이 공에 힘이 없다고 말한 점이다.

이 문제의 분석을 통해, 정지한 공에 작용하는 힘을 생각하면서 학생들은 개념적 혼란을 겪었음을 알 수 있었다.

지금까지 위의 세 문제의 분석 및 논의를 통해 학생들은 운동 상태에 따라 힘을 결정하려는 사고 방식이 있음을 알았다.

위의 결과들과 유사하게 비에노(Viennot)가 프랑스에서 중등학생 및 대학생을 대상으로 용수철을 사용하여 물체가 움직이면 운동 방향으로 힘이 있다는 결론을 얻은 바 있다(Viennot, 1979).

민스트렐(Minstrell)은 미국 고등학교 물리반 학생들에게 탁자에 정지된 책에 작용하는 힘을 화살표로 표시하라는 질문을 해서 반 수의 학생이 '움직임이 없는 것은 힘이 없음을 의미한다'는 생각을 갖고 있음을 알아냈다(Minstrell, 1982).

2. 포물선 운동에 관한 문제분석

문제4와 5는 공을 옆으로 던진 후, 각 운동 상태에 따라 공에 어떤 힘이 어떻게 작용하는가를 묻는 문제들이다. 이 문제들은 문항자체에 힘들이 구체적으로 언급되어 있어서 학생들의 설명이 문항의 표현 속에 모두 포함되어 있었다. 따라서 계통도를 작성하지 않고 문항분석만 하였다.

가. 공이 포물선의 최고점에 있을 때의 상황에 관한 문제

표5에서 보면 중력이 아래로 작용한다는 2번을 선택한 바른 응답이 학년별로 각각 3%, 12%, 6%이었다. 대다수의 학생들이 공이 손을 떠난 후에도 던진 힘이 계속 작용할 것이라고 생각해서 던진 힘을 포함한 문항번호 3, 4, 5의 유형을 선택하였다. 그 수는 학년별로 각각 73%, 70%, 68%로 거의 차이가 없다. 특기할 점은 문항번호1, 4에 나타난 '중력이 내리민다'는 표현은 학년이 높을수록 줄고 있는 것이다.

〈표 5〉 공이 포물선의 최고점에 있을 때의 상황에 관한 문항분석

문항번호 학년	문항번호						무응답	정답율	계
	1	2*	3	3	5	6			
1학년	1	2	6	12	26	11	2	3%	60
2학년	1	7	3	5	34	8	2	12%	60
3학년	0	4	5	1	33	15	2	6%	60

*표는 바른 응답

나. 공이 최고점을 지나 낙하할 때의 상황에 관한 문제

표6에서 보면 바른 응답이 '중력이 아래로 작용한다'는 2번을 선택한 2학년 학생들의 수가 7%로 다른 학년에 비해 낮았다. 앞의 문제와 비교해서 보면, '힘이 없다'는 6번을 선택한 학생 수는 줄고 던진 힘과 당기는 중력의 합력을 선택한 학생 수가 늘었는데, 특히 이 경향은 3학년과 1학년의 경우에 뚜렷하였다.

같은 맥락의 두 문제의 분석을 통해, 운동 상태에 따라 힘을 결정하려는 학생들의 경향을 볼 수 있었

〈표 6〉 공이 최고점을 지나 낙하할 때의 상황에 관한 문항분석

문항번호 학년	문항번호						무응답	정답율	계
	1	2*	3	4	5	6			
1학년	1	9	2	15	27	6	0	15%	60
2학년	2	4	2	8	37	5	2	7%	60
3학년	0	16	0	2	40	2	0	27%	60

*표는 바른 응답

다. 또한 던진 힘이 운동에 계속 영향을 줄 것이라는 응답이 많았는데, 이것은 고대나 중세의 압도적 사상인 물활론적 사고와 유사하다고 할 수 있다. 이상의 고찰로부터 '운동이 힘을 내포한다'는 학생들의 사고구조를 볼 수 있었다.

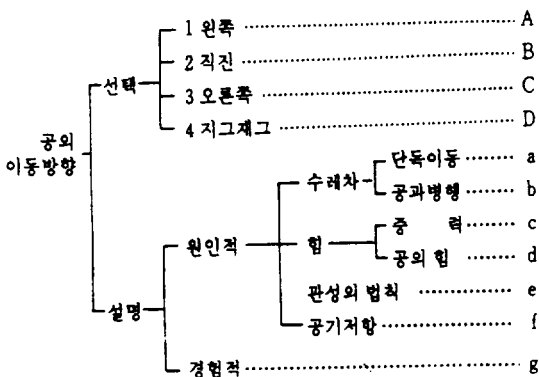
3. 관성에 관한 문제분석

문제6은 일정한 속력으로 달리는 차위에서 차의 운동 방향과 수직으로 공을 굴렸을 때 공의 운동 상태를 묘사하라는 문제이었다.

이 문제의 계통도는 그림4에 있다.

표7에서 보면 바른 응답은 '수레차와 병행하기 때 문에'라는 코드 번호9와 '관성에 의해 직진한다'는 코드번호 11, 그리고 '경험에 의해서'라는 코드번호 13이며, 그 합계는 1학년 7명, 2학년 18명, 3학년 16명 이었다. 그러나 코드번호 5에서처럼 같은 관성의 법 칩을 인용하면서 공이 왼쪽으로 튕다는 응답을 한 학 생이 1학년 1명, 2학년 8명, 3학년 8명이었다. 공과 수레차가 함께 이동하기 때문에 왼쪽으로 튕다는 코 드번호2의 경우는 2,3학년 학생들이 각각 10명, 11명 이고, 1학년은 1명 뿐이었다.

이 문제의 분석에서 관성에 대해 학습한 2, 3학년 학생들은 경험을 통해, 혹은 법칙의 적용을 통해 바 른 응답을 찾는 경우가 상당히 있었지만, 반대로 관 성의 법칙을 잘못 적용한 학생들도 같은 정도로 많았 다. 이것은 선입견의 유지나 학습의 결과로 오인이 생겼음을 보여준다.



〈그림 4〉 관성에 관한 계통도

〈표 7〉 관성에 관한 유형별 분석

코드 번호	유형	학년		
		1	2	3
1	Aa	11	7	9
2	Ab	1	10	11
3	Ac	1	—	—
4	Ad	2	—	—
5	Ae	1	8	8
6	Af	11	6	11
7	Ag	3	3	1
8	Ba	—	1	1
*9	Bb	—	3	—
10	Bc	2	1	—
*11	Be	5	6	10
12	Bf	1	—	—
*13	Bg	2	9	6
14	Ca	4	1	1
15	Cb	3	—	1
16	Ce	2	1	—
17	Cg	4	—	—
18	Da	—	—	1
19	Dc	1	—	—
20	Df	1	—	—
21	Dg	1	—	—
기타	1번선택	2	2	
	(추측)			
	2번선택	1	2	—
계		60(명)	60(명)	60(명)

*표는 바른 응답

4. 작용과 반작용에 관한 문제분석

문제7은 줄다기리를 할 때 한 사람이 이기고 있을 경우, 줄에 작용하는 힘을 묻는 문제이다.

이 문제의 경우, 학생들의 응답 유형을 몇 개의 단 순한 전형으로 구별할 수 있었으므로 계통도를 작성 하지 않고 문항분석만 하였다.

표8에서 보는 것처럼 이기는 사람이 줄에 더 큰 힘 을 줄 것이라는 답을 쓴 학생이 학년별로 각각 53명, 50명, 54명이었다. '줄에는 같은 힘이 작용한다'는 답을 쓴 학생이 학년에 관계없이 5%이내로 정답율이 매우 낮았다.

이것은 작용과 반작용에 대해서 학습의 결과로 나 아진 것이 없음을 보여준다. 이 문제를 영국의 13세 학생들에게 적용시킨 결과, 대상 학생중 82%가 이기

는 사람이 힘을 더 많이 줄에 작용한다는 생각을 갖고 있음을 알아냈다(Watts and Zylbersztajn, 1981).

〈표 8〉 작용과 반작용 문제에 관한 문항 분석

학년	분류번호	#1	2	3	무응답	정답율
1	1	2	53	5	0	3%
2	2	3	50	5	2	5%
3	3	3	54	5	2	5%

학년	기대어	1 번	2 번	3 번
1		<ul style="list-style-type: none"> 두사람이 당기는 힘이 같다. 	<ul style="list-style-type: none"> 힘이 7이 더 세기 때문 	<ul style="list-style-type: none"> 이끼려고 7보다 힘을 더 많이 쓰기 때문 거리가 짧은 사람이 더 유리하다. 지렛대의 원리와 같다. 힘이 세면 줄을 많이 당기므로
2		<ul style="list-style-type: none"> 힘은 항상 쌍으로 작용하고 그 크기는 같다. 같은 힘이 쌍으로 작용하기 때문 	<ul style="list-style-type: none"> 당기는 힘이 큰쪽이 이기기 때문 	<ul style="list-style-type: none"> 지고 있는 사람이 이끼려고 더 큰 힘을 작용하므로 처음 힘을 많이 쓰면 다음에 조금 남기 때문 당기는 힘이 줄수록 작아진다.
3		<ul style="list-style-type: none"> 똑같이 생기는 힘이기 때문 같은 힘을 주었기 때문 	<ul style="list-style-type: none"> 힘이 7이 더 세기 때문 7이 힘이 더 들어가기 때문 화살표 크기가 힘의 크기를 나타내므로 	<ul style="list-style-type: none"> 7이 이기고 있으므로 반대의 힘이 더 필요하므로 줄이 짧으면 힘이 작게 쓰여지므로 지렛대의 원리 힘이 많이 들수록 많은 힘이 적다.

*표는 바른 응답

아보기 위해 설문지 방식을 통해 조사 분석하였다. 도봉중학교 1, 2, 3학년을 대상으로 설문지를 실시하여 학생들이 응답한 결과를 같은 유형으로 분류하였다. 분류된 유형이 복잡한 경우는 계통도를 작성하여 분석하고 간단한 경우는 문항 분석만 하였다. 계통도에 따른 유형별 분석을 통해 학생들의 다른 사고 구조를 논의하였다.

공을 위로 던졌을 때의 문제에서 각 운동 상태에 따라 힘을 결정하려는 사고방식이 나타났다. 그 예로 공이 위로 올라갈 때 중력을 언급한 학생이 20%도 안 되었지만 공이 내려올 때는 전체의 90% 이상의 학생이 중력을 언급하였다. 포물선 운동의 문제에서 던진 힘이 운동에 계속 작용한다고 쓴 응답이 대다수이었다. 관성의 법칙은 학습한 후에도 잘못 이해하고 있음을 알았다.

작용과 반작용의 문제는 학년에 관계없이 거의 대부분이 줄다리기에 있어서 이기는 사람이 힘을 더 주고 있다고 응답하였다.

2. 결론

결과 분석으로부터, 역학의 중요한 개념을 포함한 문제를 여러 상황에 적용한 결과, 그 문제들이 물리적 의미가 같음에도 불구하고 학생들의 응답이 상황에 따라 달라짐을 보았다. 대부분의 문제에서 학년에 관계없이 정답율은 10%내외였다. 더우기 객관식 선택은 맞게 했어도 그 선택에 대한 설명이 그릇된 경우도 많았다. 유형별 분석을 통해 학생들의 응답 속에는 고대의 물활론적 사고라고 할 수 있는 개념이 상당수가 나타났으며 학생들이 갖는 오인의 요점은 '운동은 힘을 내포한다'는 것으로 기존의 연구와 일치하고 있다. 또한 잘못 형성된 개념은 학습 후에도 유지되거나 다른 형태의 오인으로 강화된다는 것을 알았다.

3. 계속 연구과제

우리나라 중학생들이 갖고 있는 사고 구조를 분석한 이런 종류의 기초 연구를 토대로 과학 교육과정과 효율적인 교수 학습 모형을 구안하여 실시하고 그 결과를 비교 분석하는 연구가 의미있을 것이다.

IV. 요약, 결론 및 계속연구과제

1. 요약

중학생들이 힘과 운동에 대해 갖고 있는 개념을 알

참 고 문 헌

- 박성식, 서울대학교 석사학위논문, 1987.
- Bliss, J. Monk M. and Cgborn, J. *Qualitative Data Analysis for Educational Research*, Croom Helm, London and Canberra.(1983)
- Champagne A.B., Klopfer L.E. and Anderson J.H., *Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics*, Am. J. Phys. 48 (12) (1980)
- Clement, J., *Student's Preconceptions in Introductory Mechanics*, Am. J. Phys (50) (1982)
- Driver, R., Guesne E. and Tiberghien A., *Children's Ideas in Science*, Open University Press (1985)
- Minstrell, J. *Explaining the "at rest" Condition of an Object*, The Physics Teacher 20.
- Nachtigall D., *Misconceptions in a Strategy to Overcome Them*, Phys. Educ. (1984. 8)
- Osborne R. and Freyberg P., *Learning in Science; The Implications of children's science*, Heinemann, 1985.
- Terry C. and Jones G. *Alternative Frameworks: Newton's third Law and Conceptual Change*, Eur. J. Sci. Educ. (1986) Vol. 8, No.3.
- Watts D.M. and Zylbersztajn, *A Survey of Some Children's Ideas about Force*, Phys. Educ. 360-5, (1981)
- Viennot L., *Spontaneous Reasoning in Elementary Mechanics*, Eur. J. Sci. Educ. Vol. 1, No.2. 205-221(1979)
- West L.H.T., *Cognitive Structure and Conceptual Change*, Academic Press. (1985)

A Network Analysis of the Middle School Student's Conceptions about the Force and Motion

Soung - Shik Park and Sung - Jae Pak

Physics Education Department, College of Education, Seoul National University

ABSTRACT

This paper was made for the purpose of examining middle school student's conception about force and motion. Using questionnaire method, this research was executed to 180 students at a middle school in Seoul.

Questions were as following : 3 questions about relation of the direction of force and that of motion in case of throwing a ball up, 2 questions about parabolic motion, 1 question about inertia, and 1 question about action and reaction.

The way of answering was both selecting and explaining the students' thought about questions. Network analysis was used for analyzing students' various responses. Through the analysis, some types of students' thought were revealed.

As a result, the representation of their response was 'motion implies force' which had been discovered by earlier researchers. Even though students had learned about force and motion in the classroom, their ideas were unchanged or even reinforced wrongly in some case.

부 록

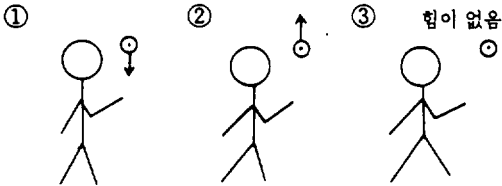
[문제]

(1~3) 한 사람이 공을 공중으로 곧바로 약간만 던져 올렸다.

1~3의 문제들은 그 공에 미친 전체적인 힘에 관한 것이다.

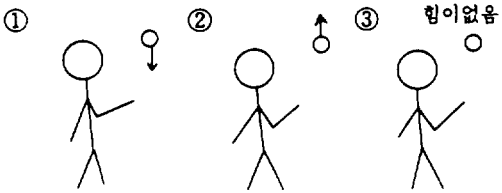


[1] 만일 던진 공이 위로 올라가는 중이라면, 그 공에 작용하는 힘은 다음 그림중 어느 화살표로 나타낸 것과 같은지 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



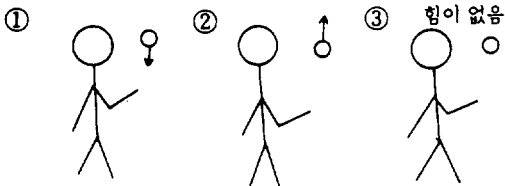
(가) 답.....
(나) 이 답을 고른 이유는 무엇입니까?

[2] 던졌던 공이 내려오고 있을 때, 그 공에 작용하는 힘은 어느 화살표로 나타낸 것이 옳은지 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



(가) 답.....
(나) 이 답을 고른 이유는 무엇입니까?

[3] 그 공이 던져 올려진 맨 꼭대기에 있다면 그 때에 그 공에 작용하는 힘은 어느 화살표로 나타낸 것이 옳은지 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



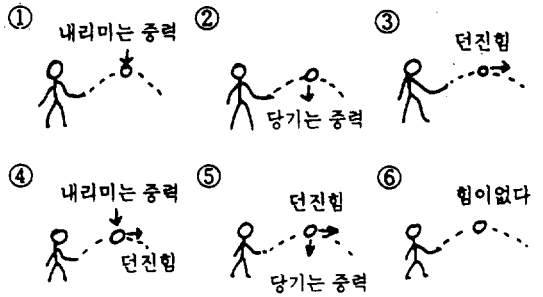
(가) 답.....
(나) 이 답을 고른 이유는 무엇입니까?

(4~5) 지금 어떤 사람이 다른 사람에게 공을 던지고 있다.

이 그림은 공이 날아간 경로를 보여 준다. 4~5의 문제들은 그 공에 미치는 모든 힘에 관한 것이다.

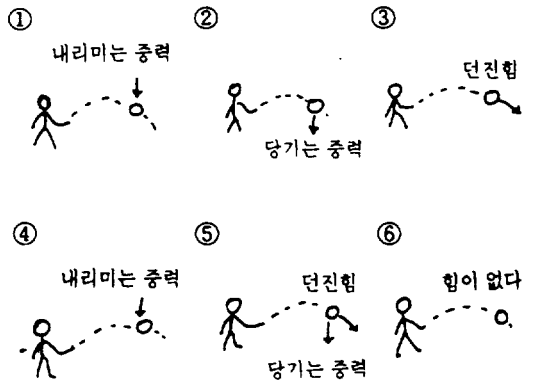


[4] 그 공이 최고점에 도달했을 때 밑의 그림중 그 공에 미치는 모든 힘을 가장 잘 나타낸 것을 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



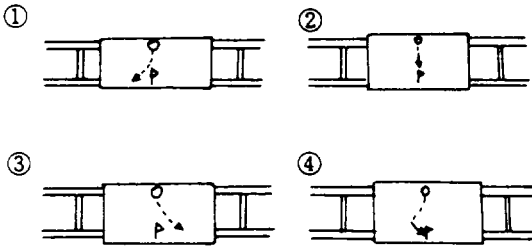
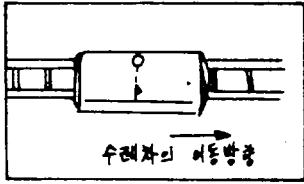
(가) 답.....
(나) 이 답을 고른 이유는 무엇입니까?

[5] 던진 공이 내려오고 있을 때 밑의 그림중 그 공에 미치는 모든 힘을 가장 잘 나타낸 것을 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



(가) 답.....
(나) 이 답을 고른 이유는 무엇입니까?

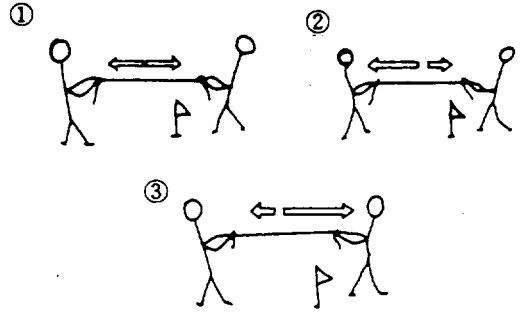
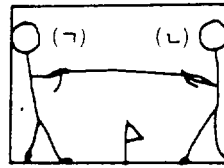
[6] 수레 차가 레일 위를 일정한 속력으로 굴러가고 있다. 그림의 위치에서 공을 깃발을 향해 굴릴 때, 공이 움직여 가는 길을 바르게 표시한 것을 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



(가) 답.....
 (나) 이 답을 고른 이유를 설명하시오.

.....

[7] 두 사람이 줄다리를 하고 있다. (ㄱ)의 사람이 이기고 있을 때 줄을 통해 잡아당기는 힘을 화살표로 바르게 나타낸 것을 고르고 그 답을 고른 이유를 설명하시오.



(가) 답.....
 (나) 이 답을 고른 이유를 설명하시오.

.....