

아동의 운동과 속력개념형성에 관한 연구

*김 윤식·윤 희곤·윤 형덕
윤 경희·김 동연·홍 명진
<한국과학교육학회 초등교육분과위원>

I. 서 론

Piaget는 아동의 전체적인 지적성장(知的成長)을 규명하려는 노력으로 계 개념(概念) 형성의 기구(mechanism)을 성공적으로 분석, 제시하고 있다. 지적 성장(知的成長) 과정을 의식적이고 조직적인 방법으로 고양(高揚)시키고자 하는 목적을 가진 교육자에게 이것은 큰 관심을 불러일으키고 있다.

따라서, Piaget의 지적 발달 이론에 관한 재연구가 세계 각국에서 활발히 진행되고 있다. 특히 보존개념(保存概念)에 대한 연구보고가 많이 이루어지고 있는 것으로 보고 되어 있다.

본 연구에서는 그 한 부분으로서의 "속력 개념"을 Piaget가 실시한 것과 같은 방법으로 한국 학생을 대상으로 조사하여 속력 개념의 발달 수준을 비교 검토하는데 주 목적을 가지고 있으며 형성 시기를 밝혀 교육적인 시사를 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

A. J. Piaget의 운동과 속력 개념에 관한 실험 계관⁽¹⁾

* 김 윤식(서울 경기국민학교 교사), 김 동연(인천 문학국민학교 교사), 윤 희곤(인천 송도국민학교 교사)
윤 경희(양주 덕소국민학교 교사), 윤 형덕(인천 광천국민학교 교사), 홍 명진(용인 용천국민학교 교사)

1) 김 현제, J. Piaget의 아동의 운동과 속력개념형성에 관한 고찰에 대한 논문 한국과학교육학회, 과학교육논총 제 1권 : 1978 pp. 1~7

J. Piaget는 1946년 아동의 운동과 속력 개념이란 책에서 아동의 입장에서 이들 개념이 어떻게 형성되어 지는가를 밝혔다.

아동의 속도에 대한 개념은 먼저움에 거리와 시간의 기능으로서 이해하는 면과 직관적이며 근원적으로 이해하는 면 중 어떻게 형성되는 것인지에 대한 의문으로 시작하여 우선 아동이 지각(知覺: perception)에 영향을 받으므로 거리와 시간 개념으로 속도를 생각할 수 있는 것은 어느 수준 단계에 도달해야만 가능한가를 아무런 이론적 배경 없이 개별 면담(個別面談)을 통해 발생학적(發生學的)으로 연구 분석하였다. 그 내용을 간단히 살펴 보면 다음과 같다.

1) 계속적 순서 또는 배치

"진행 방향 변화에 따른 문제"와 "주기 운동(週期運動)에서 고유 계속적인 순서"등의 실험으로 이루어졌는데 이는 앞으로 "위치 변화"에 대한 분석을 소개하려는 수단으로 직선적 혹은 순환적인 계속 순서로 포함하고 있다. 우선 아동 관념은 무엇보다도 수학 및 심리학적인 모든 면에서 순서 관념을 내포하게 되는바 이는 위치 변화가 위치의 계(系—특수 순서에 일치하는 위치)에 관련시킬 필요성이 있기 때문인 것이다. 이와 같은 순서 관념의 진전이 운동과 속도의 개념의 발달을 분석할 수 있는 기본이 된다.

2) 위치의 변화

“이동한 진로” “변위의 합성” “상대 운동” 등으로 이루어졌는데 이는 위치의 조작(操作)이란 점에서 운동 그 자체의 분석을 이해하고 있는가를 알아 보는 실험이다. 따라서, 어린 아동은 지각이나 직관을 써서 운동을 이해할 때 운동의 도착점 출발점 및 두 지점 간의 간격(이동거리)등을 어떻게 이해하고 있는가를 본다.

3) 정성적 속력

앞의 실험들은 운동 개념이 위치나 순서의 조작이 형성된 후에 출발점과 도착점 사이의 이동거리로서 직관적으로 쉽게 이해할 수 있는 내용이다. 그러나, 운동보다 좀 더 복잡한 시간과 공간 간의 관계가 있는 속력 개념은 어떠한 과정으로 직관되며 두 거리가 같은 경우 또는, 다른 경우의 동시적 내지는 시차적(時差的) 운동시의 속력 비교, 상대 운동에서의 속력 비교, 즉 “속력의 직관” “동시적 운동에서의 속력 관계” “상대 속력” 등의 면담을 통하여 알아보는 정성적 속력 개념의 실험들이다.

4) 속력의 정량화

운동이 순서 변화에 있다면 속력은 두 운동간의 비교와 따라 잡기의 기초적 직관으로 비교되는 두 운동체의 순시의 역전(逆轉)에 의해 조작적(操作的)으로 해석 가능한 것이다. 그러나, 운동의 출발과 도착점 사이의 간격이 이동거리와 시간으로 정량화(定量化) 될 수 있는 바와 같이 변위의 정량적 관계도 $V=D/T$ 의 양적 형태로 쓸 수도 있을 것이다. 그 다음 이러한 정량화는 아주 넓은 형태(두 이동거리와 두 시간 간격간의 비율)로 또는 수치적(數置的) 형태로 나타낼 수 있다. 여기서는 속력의 정량화 개념을 알아보기 위해 “거리와 시간이 다르게 계속 움직이는 운동의 속력” “일정 속력의 보존과 그들의 관계성” “일정하게 가속된 운동” 등의 3가지 실험이 있다.

B. 피아제의 수준(piagetion level)

인지 발달(認知發達)은 지적 구조를 조직하고 재조직하는 계속적인 과정으로서 각각 새로운 조직은 조직 자체 속으로 충만해 가는 것이라고 J. Piaget는 생각하고 있다. 그러므로 그 과정은 계속적이지만 그 결과는 불연속적인 것이 확

다. 그 결과는 때때로 질적으로 다르다. 이런 이유로 해서 Piaget는 발달의 전반적인 경과를 4가지 단계(段階: Stage)인 감각 동작기(感覺動作期)(0~2세) 전조작기(前操作期)(2~7세) 구체적 조작기(具體的操作期)(7~11세) 형식적 조작기(形式的操作期)(11~15세)로 분류하였다. Piaget는 아동이 진술한 내용을 3~4개의 범주로 나누어 로마 숫자로 표시했으나, M. Shayer는 편의상 아라비아 숫자로의 단계를 언급하고 분류 기준으로 삼았다. 그러나, 아동의 과학 개념 발달 수준을 조사함에 있어서 각 단계의 연령 범위가 넓어 형성 여부의 분석이 곤란하므로 인천 교대 김현재 교수는 M. Shayer가 사용한 단계별 분류 기호보다 더 세분화하여 사용하였으며 본 연구에서는 시작과 완성 시기를 후자에 맞추고 세분화하여 평가하기 힘든 중간 정도의 단계를 함께 묶어 보기로 하였다.

1A : 전 조작의 초기

1B : 전 조작의 생성기

1B/2A : 구체적 조작으로서의 과도기

2A : 구체적 조작의 전기

2A/2B : 구체적 조작의 중간기

2B : 구체적 조작의 완성기

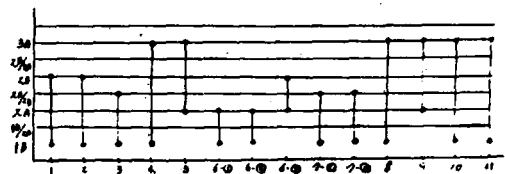
2B/3A : 형식적 조작으로서의 과도기

3A : 형식적 조작의 초기

3A/3B : 형식 조작의 중간기

3B : 형식적 조작의 완성기

이 분류 기준을 바탕으로 Piaget의 운동과 속력 개념 형성 수준을 실험별로 나타내면 다음과 같다.



위 그림에서 본 바와 같이 실험 1,2에 해당하는 계속적 순서 또는 배치 개념의 형성 수준은 1B에서 2B, 실험 3,4,5에 해당하는 위치의 변된 개념의 형성 수준은 1B에서 3A, 실험 6,7,

8에 해당하는 정성적인 속력 개념의 형성은 대개 1B에서 2A/2B(또는 1B-3A), 실험 9, 10, 11에 해당하는 속력의 정량화 개념은 보통 1B에서 3A이다. 그러므로, 일반적으로 운동과 속력 개념 형성 수준은 1B에서 3A이므로 전조작 후기인 직관적 단계에서 형식적 조작의 초기인 논리적 단계에 걸쳐 점진적으로 형성된다고 보고 있다.

III. 연구 내용 및 방법

A. 연구 대상

연구 대상은 서울과 경기도 지역의 6개 국민학교를 정하여 생월이 10월 근방의 어린이 중 학업성적이 중간 수준의 어린이를 대상으로 하였다.

- 도시(4개 국민학교)
남 10, 여 10(전학년 120명)
 - 농촌(2개 국민학교)
남 6, 여 6(전학년 72명)
- } 총 192명

B. 연구기간 · 1979. 9. 1~1980. 12. 31

(면담기간 1980. 10. 1~1980. 11. 30)

C. 조사 방법

본 연구는 Piaget와 Inhelder가 실시한 것과 같은 방법으로 개인 면접 방법을 적용하였다.

D. 면담 도구

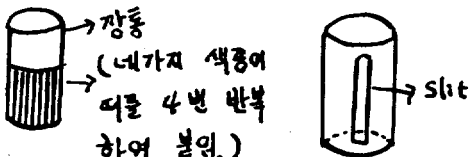
(실험 1)

① (세 가지 색을 각각 강한 스티로폼 조각)

② 어린이용 스티로폼 조각(세 가지색)

(실험 2)

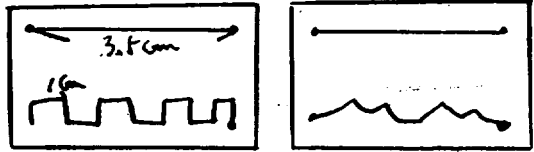
① 색 띠 붙인 장통과 슬리트



② 어린이용 4가지 색종이 띠

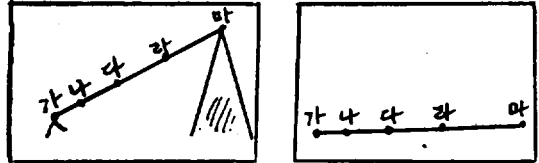
(실험 3)

① 그림 자료



② 아동용 좁은 판지 조각(2.5, 7.5, 10, 12.5, 각 1개씩, 5 2개)

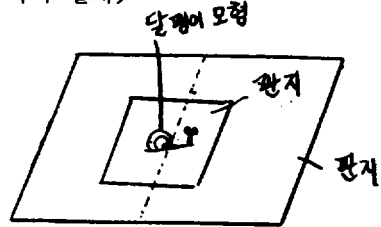
(실험 4) ① 그림 자료



② 적색, 청색 판지(길이는 가나, 나다, 다라, 라마와 같게)

(실험 5)

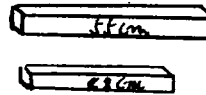
①



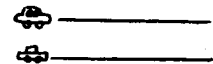
② 측정용 판지 조각

(실험 6)

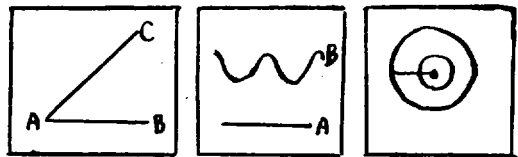
① 러널 조각



② 모형 자동차 (막대 붙임) 조각

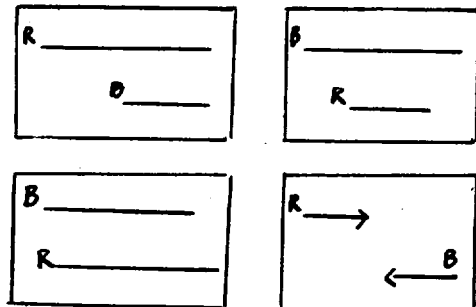


③ 그림 자료



④ 모형차 조각

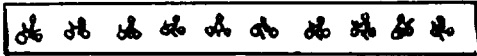
(실험 7) ① 그림 자료



② 모형차 2개

(실험 8)

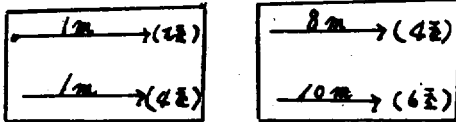
① 자전거 타는 사람에 모양을 10개 붙인 막대



② 작은 인형

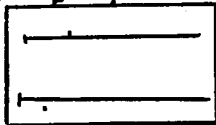
(실험 9)

① 그림 자료



(실험 10)

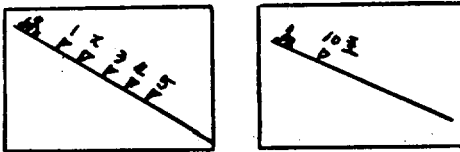
① 그림 자료



② 모형차 인형

(실험 11)

① 그림 자료



E. 면담 내용 및 절차 요약

(실험 1)

1-1 자료 소개

아동에게 입방체 주기(같은 순서로 배열색의 순서 말하기)

1-2 터널 속으로 3개의 입방체를 밀어 넣으면 나오는 순서?

이유?

1-3 반대 방향으로 입방체를 밀면 나오는 순서

1-4 확인후 다시 터널 속에 넣은후 아동과 실험자의 자리 바꾸기 나오는 순서?

이유?

1-5 확인후 터널 속에 넣고 180도 회전 나오는 순서?

이유?

1-6 꺼내어 확인한 후 360도(두번) 돌릴 나오는 순서?

이유?

1-7 한번, 두번, 세번 세면서 돌린후 나오는 순서?

이유?

1-8 회전수 세지 말고 적수번, 홀수번 돌린 후 나오는 순서?

이유?

(실험 2)

2-1 자료 소개

폼새로 본 색며 늘어 놓기

빨간색 며의 수?(빨간색은 언제 다시 나올까?)

색며 4개만 사용

2-2 바른 순서 사용하기

· 빨간색으로 시작→같은 방향으로 돌리면 무슨색? 다음 순서의 색은? 이유?

2-3 바른 순서로 중간색 사용하기

· 파란색으로 시작→다음색? 처음색? 마지막색? (노랑색으로 시작→같은 질문)

2-4 반대-순서 사용하기

· 흰색으로 시작→반대 방향

다음색의 순서? 이유(색 며를 일렬로 늘어 놓을 수 있을까?) 왜 빨간색이 아니니?

2-5 반대 방향으로 중간색 사용하기

· 노랑색-다음색? 다음색? 다음? (색며를 일렬로 늘어 놓을 수 있을까?)

(실험 3)

3-1 자료 소개

3-2 요철형 길-5구간 이동

(너의 차도 내 차가 움직인 만큼 움직여라)

3-3 똑같은 거리인가?

너의 차가 왜 앞서 있지?

3-4 2구가 이동-아동도 움직이게 함


똑같은 거리를 움직였니?


(No.-위치 조정 기회)

어렵다고 하면, 판지 조각 가리키며 실시 판지 사용 해서 못하면-1구간의 움직임

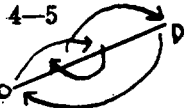
- 3-5 출발점으로 되돌아 가기
매구간마다 되풀이
똑같은 거리를 움직었니?
왜?

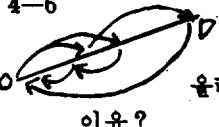
(실험 4)

- 4-1 자료 소개 
- 4-2 산밑-산꼭대기
얼마만한 거리를 올라왔니?

- 4-3 산꼭대기-산밑
내려온 거리는?


- 4-4 올라간 길과 내려간 길의 비교
이유?

- 4-5  O→C→B→D→O
올라간 길과 내려간 길 비교.
이유?

- 4-6  O→B→A→C→B→D→O
올라간 길과 내려간 길 비교.
이유?

(실험 5)

- 5-1 자료 소개
- 5-2 달팽이와 판지가 같은 방향으로 같은 거리 움직이면 달팽이는 실제로 얼마만한 거리를 움직일까?
- 5-3 동시에 같은 거리를 반대 방향으로 움직인다면 달팽이의 실제 움직인 거리는?
- 5-4 동시에 같은 방향으로 다른 거리 움직인다면 달팽이의 위치는?
- 5-5 동시에 다른 방향으로 다른 거리를 움직인다면 달팽이의 위치는?

(실험 6-1)

- 6-①-1 터널 소개(자료 소개)
짧은 튜널 쪽에 아동 앉힌 후 실시
- 6-①-2 두 튜널의 길이 비교
- 6-①-3 두 인형이 동시에 출발(아동이 출발 신호) 도착 아동에게 동시 출발과 동시 도착 확인 시킴
- 6-①-4 두 인형이 빠르기(속력?)

같은가 어느 한쪽이 더 빠르게 달렸는가?

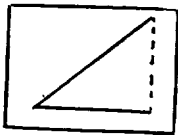
왜(그 이유는?)

속력 비교 못한다면(같은 속도라도 대답하면) 튜널을 치워놓고 판지에 그려놓고 실험.

(실험 6-②)

- 6-②-1 길이 비교(경사진길 > 수평한 길)
(곡선 길 > 평면 후)

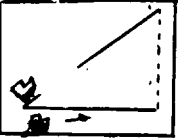
- 6-②-2 (예상) 똑같은 속도로 동시 출발-
(똑같이 도착할까? 어느 하나가 먼저 도착할까?)
이유?

- 6-②-3  수평선의 차가 끝
의 지점에 왔을
때 경사진 길에
있는 차의 위치

(예상)

교사의 시범(확인)

이유?

- 6-②-4  동시 출발, 동시
도착하면 빠르기
(예상) 이유?
교사실시→(이유)

그럼 B도 같은 방법으로 실시.

(실험 6-③)

- 6-③-1 자료 소개
길이 비교 하기
- 6-③-2 동시 출발, 동시 도착(실지로 2~3
번 반복)
똑같이 출발 했니? (같은 시간에
출발, 도착한 것을 똑같이 도착 했
니? 확인시킴)
- 6-③-3 두차의 빠르기는? 이유 제시.
- 6-③-4 동시 출발하여 같은 속력으로 간다면 어느 것이 먼저 도착?
동시에 도착 한다고 대답하면 부가
제안하기

(실험 7-①)

- 7-①-1 길이 비교
동시 출발-도착되면(예상) 어느
차가 빠르나? 느린가? 같은가?

이유?

7-①-2 길이 비교
(예상) 동시 출발, 도착-빠르기
비교(같은가? 어느 한쪽이 더 빠
른가?) 왜?

7-①-3 길이 비교
(예상) 동시 출발-도착-빠르기
비교
이유 설명

7-①-4 길이 비교
각각의 출발 점에서 동시의 출발한
가운데서 똑같이 정지-빠르기?

(실험 7-②)

7-②-1 길이 비교
㉞ 길의 차가 먼저 출발 > 예상
㉟ 길의 차가 늦게 출발
하여 동시 도착(예상)→빠르기 비
교. 왜?

7-②-2 길이 비교
(예상) ㉞ 차가 먼저 출발 > 동시도
㉟ 차가 늦게 출발 > 동시도
착-빠르기? 이유?

(실험 8)

8-1 자료 소개
8-2 관찰자 고정 막대기를 일정 시간(15초)
동안 잡아 당겨 자전거 선수를 제어 보
게 한다.

8-3 몇 명의 자전거 선수가 지나 갔는가?

8-4 관찰자와 자전거 선수가 일정 시간(15
초)동안 같은 방향으로 움직일 때(단
관찰자가 자전거 선수보다 느린 속력으
로 갈 때)

몇 명의 자전거 선수를 볼 수 있는가?
더 많이, 더 적게, 같게?(2번 정답 보
아) 그 이유는?

8-5 서로 반대 방향으로 관찰자가 좀 느린
속력으로 일정시간 동안 움직이면?
(예상) 볼 수 있는 자전거 선수의 수?
(더 많이, 적게, 같게?) 왜(그 이유
는?)
부가 질문.

(실험 9)

9-1 자료 소개

길이 비교

9-2 같은 거리 다른 시간 동안 달린 것 질
문→확인 후 빠르기 비교?

9-3 이유 설명?

9-4 길이 비교

9-5 달리는 시간, 거리, 다름을 확인 후 빠
르기는? (먼저 똑같이 나중)

9-6 이유 설명

(실험 10)

10-1 자료 소개

동시에 출발 해서 각각의 고유의 속력
으로(동일시간: 오전 9시-오후 5시
다른 속력 2:1) 동시 도착 됨을 설명

10-2 2,3일째의 자전거가 간거리? 아등이
간거리? 표시 하기

10-3 4일째(토요일: 반나절만 움직임) 간거
리 확인?(자전거, 아등) 5,6일째도
계속 움직임.

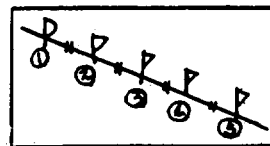
10-4 7일째 자전거는 고장 나서 정지함.
인형이 따라 가려면 며칠이 걸릴까?
그 이유는?

(실험 11)

11-1 자료 소개

- 비탈길에서 공을 굴려본 경험?
- 비탈길에서 자전거를 타본 경험?

11-2 비탈길에서 자전거 선수가 브레이크를



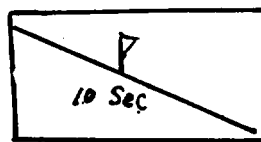
밟지 않고 내
려온다면 가
장 빠른 경우
는 어느 것발

사이 인가? 왜(그 이유?)

11-3 만약 1~2구간 통과~4초
(2-3, 3-4, 4-5구간 통과 시간) 왜?

11-4 자전거 선수 속력(빨라지는가, 느려지
는가? 일정 한가?) 왜 그럴까?

11-5 자전거의 선수가 비탈길 꼭대기에서 5



개의 것발을
들고 내려오
면서, 외부 관
찰자가 10초

마다 호각 볼 때마다 것발 꿩고 내려

온다면? 어느 것발 사이가 가장 짧을까? 그렇게 생각한 이유?

11-6. 1-2 구간 거리: 10m라면

2-3, 3-4, 4-5 구간 거리는?

F. 아동의 반응 판정 기준

운동과 속력 개념 형성의 반응 판정 기준은 M. Shayer가 사용한 개념 형성에 따른 단계별 분류 기호를 써서 전 조작의 초기(1A), 전조작의 생성기(1B), 구체적 조작의 전기(2A), 구체적 조작의 완성기(2B), 형식적 조작의 초기(3A), 형식적 조작의 완성기(3B)로 나누어 각 실험별로 기준을 설정하였다.

(실험 1)

S1: 다른 쪽으로 순서에 따라 나온다는 답을 하지만 반대 방향으로 터널을 통해서 다시 나오는 순서를 대답 못함(1B)

S2: 반대 방향으로 다시 나오는 물체의 순서를 답할 수 있지만 앉은 위치를 바꾸거나 180도, 360도 기구를 회전시켜 물체의 위치를 바꿨을 때.

S3: 답하지 못함.

모든 답을 할 수 있으며 문제의 답으로부터 일반화 할 수 있음(2B).

(실험 2)

S1: 순서에 따라 관찰한 바를 실험으로 옮겨 놓는 능력이 없고, 또는 순서짓는 능력이 있으나 그렇게 하는 충분한 이유를 대지 못하고 이동 방향에 따른 관계를 알지 못함(1B).

S2: 계속성의 순서와 역순도가 보존됨을 재구성할 수 있고 순서에 대한 모델에 의하여 근처 위치를 재구성할 수 있음. 맨 끝 요소들 써서 바른 순서 또는 역순서를 재구성할 수 있는 능력은 있지만 중간 요소에 의한 순서 및 역순서의 특징을 내면화하지 못함.

S3: 임의 순서나 역순서를 예견할 수 있는 능력과 중간에서의 순차성의 역순서로도 재구성이 가능함(2B).

(실험 3)

S1: 통과한 길이는 단지 도착 지점의 직관적

인. 순서에 의해 결정함(1B).

S2: 도착점의 순서와 통과한 길과는 분리하나, 측정에는 실패함.

S3: 통과한 길과 측정해 본 결과를 써서 조작적인 비교를 하거나 실험자의 차의 움직임 거리를 측정 도구를 써서 재어보고 자기 차도 그렇게 해서 똑같은 거리를 이동함(2A/2B).

(실험 4)

S1: 오름과 내림 운동 거리의 불 일치로 봄(1B).

S2: 형식적인 일반화는 못하지만 구체적인 조작을 통하여서 위치 변화를 파악하거나 처음엔 형식적 연역법으로 못해결하나 도움없이 측정해 본 후엔 동일함을 알아냄.

S3: 직접적인 일반화에 의해 성공적으로 해결하나 더하기의 과정을 거쳐서 하거나 형식적인 연역적 방법에 의해 세 질문에 모두 옳게 해결함(3A).

(실험 5)

S1: 같은 시간에 한 운동에만 주의를 집중하고 달팽이의 이동 거리를 측정해서 무슨 소용이 있는지를 모르고 하거나 판지와 달팽이의 이동 거리를 측정해서 그것을 기본선으로 옮기긴 하지만 판지의 운동과 달팽이의 운동을 관계 지을 수 없고 이들 운동은 서로 독립적이고 성질이 다른 것이라고 생각함(2A).

S2: 판지의 운동과 달팽이의 운동을 관련시킬 수 있으나 움직이는 거리가 같지 않고 방향이 다를 때 두 운동의 관계성을 알지 못함.

S3: 여러가지 시험적인 절차를 거쳐 이동한 거리가 다른 두 반대 방향의 운동을 관련시킬 수 있으나 명백한 방안을 가지고 여러가지 측정을 시도한 후에 두 운동이 동시에 일어남을 보일 수 있으며 문제를 논리적으로 해결함(3A).

(실험 6-①)

S1: 터널을 지우고 인형이 보이게 움직여도 이 터널 문제를 풀지 못함(1B).

S2: 터널을 제거 해서 보게 하면 옳은 답을

할 수 있음.

S3 : 이동 공간과 시간과를 관계 지어 속력의 차이를 간단히 파악할 수 있음(2A).

(실험 6-②)

S1 : 속력과 시간 사이 및 이동 거리와 운동 사이의 관계성을 파악할 수 없음(1B).

S2 : 실제 실험을 하지 않고서는 해결할 수 없음.

S3 : 문제에 대해 조작적인 답을 함(2A).

(실험 6-③)

S1 : 속력이 같든지 속력이 거리에 역비례한다고 판단함(2A).

S2 : 처음에는 혼동하나 첫단계에서와 같이 시간이 경과한 후에 정확한 답을 얻게 됨.

S3 : 문제에 대한 조작적인 답을 함(2B).

(실험 7-①)

S1 : 속력을 정지 지점의 위치에 따라 직관적으로 결정함(1B).

S2 : 정지점에 집중하는 직관성과 논리적 관계성 즉 정지점의 집착에서 멀어지려는 경향 간의 중간적 반응을 함.

S3 : 관계성의 조작적 조직을 함(2A/2B).

(실험 7-②)

S1 : 아직도 도착점이 같기 때문에 두차는 모두 같은 속력이라고 말함(1B).

S2 : 항상 일정하게 대답하지 않지만, 시간의 차가 크기만 하면 탈중심적이기 시작하고 문체를 해결할 수 있음.

S3 : 포함된 관계성을 직접 분류하여 문제를 해결할 수 있음(2A/2B).

(실험 8)

S1 : 시간과 속력의 변화를 인식하지 못함(1B).

S2 : 일부 문제는 직시적 예상을 통해 풀거나

구체적 조작 실험 후엔 관계성을 이해하고 점차 예상하는 경우

S3 : 문제를 일반화된 개념으로 해결함(3A).

(실험 9)

S1 : 운동이 연속성일 때 같은 거리와 다른 시간 또는 그 반대 다른 거리와 같은 시간의 어려움이 있고 시간과 거리가 모두 같지 않은 비례관계를 세우기가 불가능함(2A).

S2 : 두 인자가 모두 같지 않을 때는 조금씩 성공해 감.

S3 : 비례에 대한 답에서 조작적인 방법을 사용함(3A).

(실험 10)

S1 : 두 개가 다른 일정 속력이라는 것은 인식 못함(1B).

S2 : 속력이 계속적인 날에 갔다는 것을 예견할 수 있는 능력이 있고 차의 반나절 가운데에서는 2:1의 간단한 비율임을 발견할 수 있지만 인형에서는 불가능함.

S3 : 일정 속력을 예견하고 이들 속력을 서로 관련 시킬 능력이 있음(3A).

(실험 11)

S1 : 내리 받이 길의 기능에서 아무런 가속 개념이 없음(1B).

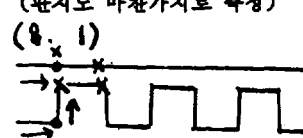
S2 : 속력은 점점 빨라진다는 사실을 이해하기 시작하지만 내려갈 때 깃발의 간격이 좁아지는지 더 넓어지는지를 확실히 알지 못하거나, 이동거리와 시간에 관해 정확한 상호 관련 없이 가속도에 대한 직관적인 표현을 함.


S3 : 새로운 거리에서 걸린시간을 감소하고 일정 시간에서의 이동 거리는 증가한다는 사실을 아무런 주저함이 없이 답함(3A).


IV. 결과 및 해석

○ 아동 반응 사례

	단 계 1	단 계 2	단 계 3
실험 1	○ 돌아가니까(7.0). ○ 거꾸로일 때-빨, 파, 노 앞에 막혀 있어서 먼저 나올 수 없	○ 빨강에서 세번 돌리면 빨강, 노랑, 빨강해서 빨강이 나와요(8.1).	○ 들어간 순서는 빨, 파, 노인데 반대쪽으로 나오게 되니까 노, 파, 빨순서로 나온다(12.

	<p>어서요(7.1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 팔강에서 4번 돌리면 팔강이 2, 노랑이 22이니까 노랑이 나온다(9.1). ○ 노란색이 앞에 있었는데 2바퀴 돌렸어요(10.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6번 돌렸는데 홀수이면 거꾸로 나오고 짝수이면 팔강이 먼저 나온다(10.1). ○ 짝수일 때는 제자리로 다시 돌아오니까 노, 파, 빨이 나온다. ○ 홀수일 때는 반대니까 빨, 파, 노가 나온다(9.0). ○ 짝수로 돌리면 똑같이 나오지만, 한번 돌리면 바꾸어줘요(10.1).
<p>실 험 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 파랑이 나왔으니까 파랑이 나온다(7.0). ○ 거꾸로 돌렸으니까 파랑이 나온다(거꾸로 돌렸다고 하면서 그대로 순서대로 말함)(7.1). 노랑-원색 다음에 없어요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 그 다음에 있는 색이니까(8.0). ○ 주루룩 늘어 놓은 것을 보니 까(8.1). ○ 여기서 부터 하나가 옮겨지니까요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주황이 끝색인데 앞으로 돌렸기 때문(10.0). ○ 원형에서 빨, 노, 파, 주로 계속 도는데 팔강 권은 주황으로 이어지니까(10.0). ○ 반대 순서 사용시 반대 방향으로 돌렸기 때문에 색도 반대 순서로 나온다(10.0). ○ 돌리면 순서에서 계속 있으니 까(10.1).
<p>실 험 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 같은 위치에 차를 세움 평평한 길을 교사 것처럼 오목 볼록하게 생각해서 차를 움직임 (판지도 마찬가지로 추정)  <p>(8.1)</p> <p>○ 매 구간 움직여 볼때 첫번째는 바르게 자동차가 움직였으나 두번째 구간(올라간길) 움직일시는 그 자리에서 자동차 방향만 위로 보게 하며 세번째 구간 움직일때는 움직인 거리만큼 움직임(7.2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 길이 구불거리니까 여기에 오고 똑바로 되어 있으니까 빨리가요(한구간씩 되돌아올 때 1칸 차이남)(9.1)(그림 2) ○ 매 구간 움직일시 판지로 제어 본 후 자동차를 움직이나 자동차 앞부분 부터 거리를 제어 해본 이릉. 똑같은 거리 갔어요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내차는 직선 길을 달리고 선생님차는 곡선 길을 달리므로 내차가 앞서 있어요(9.1). ○ 길이 굽어 있고 이 길은 직선이기 때문에 되면 같아요(11.1). ○ 밀의 길은 울퉁불퉁하여 더 적게 간 것 같지만, 똑같은 거리 갔어요. 판지로 제어 보면 같아요(8.0). ○ 간 길은 곧은 길로 갔기 때문에 도착점까지 빨리 갈 수 있지만 밀의 길은 구불구불하여 거리가 기니까 내차가 더 앞서 있어요(9.1)
<p>실 험 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 올라갔다다 다시 여러번 위로 내려 왔다. 다시 올라 갔기 때문에 올라가는 길이 많다. (10.0). ○ 내려간 길이 더 길었어요. 올라갈 때는 올라갔다 내려갔다 했지만, 내려올 때는 꼭 밑까지 내려왔으니 까요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 올라간 길과 내려온 길은 같다. 그 이유는 가와 마는 반이라 지점이기 때문에 거리가 같게 된다(9.1). ○ 올라간 길이요 하며 이유를 설명하다 판지 조간을 끌라서 이어본다. 길이를 재보니 까 같아요(11.0). ○ 올라간 길과 내려간 길이가 똑같아요. 판지로 제어 보면 알아요. 그러나 판지로 제어 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교장나서 내려갔다 다시 다음 지점에서 올라갔다 내려 오더라도 결국 올라간 길과 내려온 길은 같다(11.0). ○ 내려온 길이와 올라간 길이를 같이 재면 같아요(일렬로 늘어 놓는다)(9.1). ○ 길이는 같아요. ○ "가"에서 "라"지점까지 갔다가 "아"까지 내려왔는데 다시 "다-라"지나 "마"까지 갔으

		<p>본 후에는 다치워 버림.</p> <p>○ →(치우면 길이를 비교할 수 있을까?): 올라갔다 내려갔다 해서요(7.1).</p>	<p>니 즉 "가"에서 "마"까지 올라간 셈이고 그 다음에 댄 밑까지 내려왔으니까요(11.1).</p>
실 험 5	<p>○ 달팽이와 판지가 같은 방향으로 같은 거리 움직이면 실제 거리는 똑같다(9.1).</p> <p>○ 달팽이와 판지가 다른 방향으로 같은 거리 움직이면 실제 거리는 판지쪽으로 움직였다고 대답(7.1).</p> <p>○ 바람이 불어서 달팽이는 이쪽으로 갔어요(달팽이가 어느 쪽으로 갔는지에만 집중함)(7.1).</p> <p>○ 달팽이가 다른 방향으로 다른 거리 움직이면 달팽이가 움직인 것 만큼만 갔다고 함(7.1)</p>	<p>○ 판지가 간거리 만큼 달팽이로 움직였고 달팽이가 판지보다 많이 움직이면 기준선의 어느 한쪽에 있다(12.0).</p> <p>○ 판지가 달팽이보다 많은 거리를 반대 방향으로 이동시, 경계선으로 부터 판지(나뭇잎)가 움직인쪽으로 이동했어요. 달팽이는 나뭇잎 위에 있으려고 하니까요(9.0).</p> <p>○ 종이는—쪽으로 갔고 달팽이는 쪽으로 가서 이선에 그대로 있어요(간거리는 관계치 않음)(10.1).</p> <p>○ 긴 화살표 만큼 간곳에 있어요(10.1).</p>	<p>○ 달팽이와 판지가 같은 방향으로 같은 거리 움직인 경우, 달팽이가 간거리의 두배정도 같은 방향으로 움직였다(9.1).</p> <p>○ 달팽이와 종이 움직인 것이 반대 방향이니까 종이가 간 길이에서 달팽이가 간 거리는 배면 돼요(12:1).</p> <p>○ 똑같이 옆으로 갔는데 길이를 반대로 잡아 당겼으니까(11.1).</p> <p>○ 두판지의 차이를 비교하여 정확한 지점에 실제로 달팽이를 움직여 봄(11.1).</p>
실 험 6 ①	<p>○ 작은 터널을 달린 자동차가 빠르다. 그 이유는 길이 짧으니까(8.0).</p> <p>○ 똑같이 달렸어요. 한쪽 터널이 더 길어도 똑같이 출발, 도착했으므로 똑같이 달렸어요(8.0).</p> <p>○ 이 쪽은 굴이 작아서 빨리 나와요(7.0).</p> <p>○ 똑같이 달렸어요. 속력을 똑같이 내세요(7.0).</p>	<p>○ 긴 터널속을 달린 자동차가 빠르다. 이유는 빨리 나왔으니까(9.0). 나오는 것이 똑같기 때문</p>	<p>○ 긴터널을 달린 자동차가 빠르다. 이유는 동시 출발하여 짧은 터널을 달린 자동차와 동시에 도착하였으니까(12.0).</p> <p>○ 더 긴 곳을 같이 나왔으니까 더 빨리 가야한다(9.1).</p> <p>○ 길이가 더 거니까요(9.1).</p>
실 험 6 ②	<p>○ 똑같이 달렸어요. 돌이 꼭 줄을 서서 달렸기 때문(8.1)</p> <p>○ 곡선길(경사길), 수평길은 같다(9.0).</p> <p>○ 경사길이 수평길보다 먼저 도착한다(9.0).</p>	<p>○ 길이 구불 구불해서 속력을 더 많이 내야돼요(8.1).</p> <p>○ 수평길이 짧으며 먼저 간다. 경사길은 험해서(10.0)</p>	<p>○ — 길은 짧고/길은 긴데 똑같이 달려서 똑같이 도착했기 때문에/길의 차가 더 빨리 달렸어요(10.1).</p> <p>○ 꼬불어져서 길이가 길어서 빨리 가야 같이 도착한다(8.1).</p>
실 험 6 ③	<p>○ 바깥원의 길은 크고 안쪽원은 조그맣기 때문에 바깥원의 차가 더 먼저 도착해요(9.0). 속력을 내서 똑같아요(7.1).</p> <p></p> <p>둘다 원이니까 같아요(12.0).</p> <p>○ 작은 원이니까 먼저 도착했다(7.1).</p> <p>○ 길이 더 작아서 더 빨리 들어</p>	<p>○ 큰원의 차는 빨리 가고 작은 원의 차는 천천히 갔어요. 똑같이 갈려고요(7.1).</p> <p>○ 두차의 빠르기는 큰원을 달리는 것이 빠르다 같은 속력으로 간다면 큰원이 먼저 도착한다(7.0).</p>	<p>○ 원의 바깥쪽에 있으면 길이가 먼저 같이 도착했으니까 빨리 달렸어요(12.1).</p> <p>○ 큰원의 차길이 먼저 작은 원의 차와 같이 도착했으니 큰원을 달린 자동차가 빠르지요(11.0).</p> <p>○ 길이를 피면 밖이 더 길어서 더 빨리 가야 같이 도착해요(9.1).</p>

	은다(7.0).		
실 험 7 ①	<ul style="list-style-type: none"> ○ 똑같이 달렸어요. 물이 속력을 빨리 내세요(7.0). ○ 길이 같아서요(7.0). ○ 나_____ “나”의 길의 나_____ 자동차가 더 빨리 달렸어요. 길이가 더 짧으니까요(7.1). ○ 가_____ “나”길의 차 나_____ 가 더 빨리 달렸어요. “나”길은 길이가 짧으니까요. 앞에와서 달리니까요(8.0). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (가)차 약간 좌음 잦기 때문(7.1). ○ 길이가 짧아서 빨리 갔어요(10.0). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (가)차 거리가 먼데도 똑같이 도착했으니까요(12.1). ○ 길이가 똑같으면 똑같이 출발 도착하면 같은 빠르기인데 “가”길은 더 긴데도 똑같이 출발 도착했으므로 “가”차가 더 빨리 달렸어요(9.1).
실 험 7 ②	<ul style="list-style-type: none"> ○  (가)차가 빨라요 속력이 많아서요(7.1). (가)차요. 준비 방하지도 않았는데 먼저 달려서요(7.1). ○ “가”차가 먼저 갔으니까 빨리 도착해요(7.1). ○ 길이 같아요. 빠르기가 같아요. 똑같이 도착했으니까요. “나”길이 더 길어요. “가”차가 더 빨리 달렸어요. 먼저 달렸으니까요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (가)차가 앞서 가는데요. 늦을까봐 빠른 속도로 가세요(8.0). ○ (길이가 같은 경우) “가”차가 빨리 달린 것이어요. ○ “가”차가 먼저 달리어서 “나”차가 늦었어요. (“나”길이 더 긴 경우) “나”차가 더 빨리 달렸어요. “나”길은 아주 길고 빨리 달리려고 했고 “가”길은 작아서 느리게 가서 같이 도착했으니까요(8.0). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 거리는 똑같은데 늦게 출발해서 같이 도착했기 때문(10.1) 늦게 출발했어요. 같이 도착했으니까(10.0). ○ “나”길이 더 길어요. “나”차가 더 빨리 달렸어요. “가”길은 짧고 “나”길은 긴데도 “가”차는 먼저 출발했는데도 똑같이 도착해서요(8.0).
실 험 ③	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사람은 걸고 자전거도 달리고 있으니까 같다(11.0). ○ 사람의 걸음이 늦으니까 같다(10.0). ○ 사람이 다른 쪽으로 가니까 볼 수 없다(7.0). ○ 관찰자가 서 있을때나 같은 방향으로 걸어가거나 반대 방향으로 가도 자전거 선수는 9명이니까(9.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 걸어가면서 달리는 것을 보면 더 많이 볼 수 있고 반대편으로 가면 울때 그대로 걸어가니까 똑같다(9.0). ○ 관찰자가 같은 방향으로 천천히 걸어가니까 더 많이 보이고 반대 방향으로 갈때 똑같이 보인다(12.0). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가는 방향이 같게 되어 앞으로 나왔으니까 적게 보며 뒤로 가면서 보니까 더 많이 만난다(12.0). ○ 가만히 서 있을때 보다 관찰자가 같이 움직이니까 적게 보이고 반대 방향으로 가면 더 많이 지나가는 것 같이 보인다(9.0).
실 험 9	<ul style="list-style-type: none"> ○ 길이가 기니까(7.0). ○ 길이가 같을 때는 같이 도착하고 짧을 때는 먼저 도착한다(8.0). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 길이, 시간 틀려요 4초에 달린차가 더 빨리 달렸어요. ○ 길이가 작고 시간도 조금 걸렸으니까요(7.2). ○ 둘다 그의 차이가 지니까 같다(10.0). ○ 2초 4초 만에 달린 자동차가 4초 6초만에 달린 자동차보다 빠르다. 길이가 짧기 때문에(7.0) ○ 같은 질문에 대답을 골잘 하 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 길이 달라요 4초에 8m달린 것이 더 빨리 달렸어요. 계산해보니 2m를 1초에 달렸으니까 10m를 2로 나누면 5초에 가야하는데 6초 걸렸으니까요(11.2). ○ 4초에 8m달린데로 가면 6초에 12m를 가야하는데 10m밖에 못갔으니까(12.0).

		나 대답에 대한 이유는 잘 모르겠으므로 대답한다(8.3).	
실 험 10	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3일 더 가면 만날 수 있어요. 사람은 뛰어가면 더 빨리 갈 수 있으니까요(7.2). ○ (사람이 7일까지 간거리를 자전거 선수가 간 길에 뛰어들어 본 후 남은 거리를 손가락으로 나누어 보더니) 17일 걸려요. 손으로 재어보니 17일 나와서요(8.0). ○ 3번만 자면 돼요. 자전거가 바퀴가 있어서 메달 메달 잘 굴러가니까요(7.0). ○ 하루만 더 가면 따라 갈 수 있어요(7.0). ○ 자동차는 인형보다 더 멀리 가요하고 임의대로 거리를 잡아 놓는다(7.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6일 걸려요. 지금까지 6일동안 하루종일 사람과 자전거 선수가 갔으므로 또 사람은 자전거 선수의 반 정도씩 매일 갔으니까 그만큼 더 가야돼요(11.1). ○ 6일 걸려요. 판지로 재보면 돼요(10.1). ○ 자전거는 인형보다 몸을 가니까 인형은 3일 더 가야 돼요(11.0). ○ 차와 인형이 매일 가는 거리는 같다고 하나 실제 작조시에는 실패한다(9.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 7일 걸려요. 일주일에는 토요일이 또 한번 있으니까 그때 만나질 가게 되면 7일 후 즉 14일 되는 날 만날 수 있어요(12.1). 7일 이요. 자전거는 사람의 2배만큼 가기 때문에(10.1) ○ 차가 인형의 일정 속력을 각각 예전하고 그들 속력을 서로 판편시켜 비가 2:1임을 정확히 이야기 한다(12.1).
실 험 11	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1-2것발 사이가 가장 빨리 내려가요. 1-2것발은 처음이니가 빨리 내려가지만 밑으로 내려가서 4-5것발 사이에서는 어쨌든 물에 걸릴지도 모르니까 천천히 내려가요(7.2). ○ 자전거의 속력은 항상 일정해요. 것발 사이 간격 같아요 10초 마다 쫓았으니까요(9.1). ○ 맨처음에 내려갈 때 속 내려가기 때문에 빨라요 1,2것발 사이는 숫자가 제일 작기 때문에 길이도 작아요(7.1). ○ 1번과 2번 사이가 가장 높으니가 가장 빠르다(7.0). ○ 처음에는 높아서 빨리 내려가요(7.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4-5것발 사이 거리가 가장 짧아요. 내려갈수록 속력이 점점 빨라지니까요(11.1). ○ 내려갈수록 빨라져요. 빠를수록 더 빨리 가니까요(8.17). ○ 10초마다 것발꽃은 구간이 가장 짧은 곳은 1-2구간이고, 1-5번이 가장 먼 구간이다(12.0). ○ 자전거 선수가 내리막길을 내려 갈때에 속력이 점점 빨라진다는 사실은 알지만 것발간의 간격을 잘 모른다(9.1). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자전거 선수는 언덕을 내려갈 때 밑으로 내려갈수록 속력이 더해지기 때문에 점점 빨라져요. ○ 1-2구간 사이가 가장 짧아요. 밑으로 내려갈수록 속력 빨라지니 맨 위는 가장 속력이 느려서 10초 동안에 간 거리는 제일 짧아요(11.2). ○ 조금씩 내려오다 막내려오니까 가속을 내서 빨라져요(10.1). ○ 밑으로 내려올수록 속력이 빠르니까(12.0).

○ 실험 통제

- 실험 아동들의 면담과정에서 오는 요인을 관련, 통제하기 위하여 다음과 같은 것을 고려하여 실시하였다.
1. 면담자의 면담 요령에 대하여서는 사전 협의를 하여 면담에서 오는 조건을 최대한 통제하였다.
 2. 면담내용에 대한 면담자의 전후 순번 실시에서 오는 면담기술의 항상 요인을 제거하기 위하여 하기 휴가중 임상법의 훈련을 받은 면담자(교사)가 했고, 사전에 실험 대상이 아닌 다른 아동들에게 사전 실시하여 1980년 8월 하기 연수중 그 문젯점을 고려한 다음 실시하였다.
 3. 각 면담 도구에 대한 11가지 실험은 모든 면담자가 다 동일하게 실시하였으며 장시간 면담에 의한 장애를 없애기 위하여 하루 면담 시간을 1시간 이내로 제한하였다.
 4. 면담과정에서 학년별 아동들은 동일 질문에 대한 이해 정도가 다르므로 동일 질문 내용이라도 그 정도를 달리하여 질문이 어려워져서 답을 못하는 일이 없도록 하였다.

〈표 2〉 실험 1. 진행 방향에 따른 문제

지역	성	학년					
		1	2	3	4	5	6
도	남	1	1				
		2	2	2		1	
		3	7	8	10	9	10
시	여	1					
		2	2	3	2		
		3	8	7	8	10	10
농	남	1	1				
		2	2	4	3	2	1
		3	3	2	3	4	5
촌	여	1					
		2	5	5	4	2	1
		3	1	1	2	4	5
계		1	2				
		2	11	14	9	5	2
		3	19	18	23	27	30

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며.
2. 4학년부터 구체적 조작 완성기(2B)에 해당된다고 해석할 수 있음.
3. 남녀 모두 학년별로 볼 때 전반적으로 점진적 발전을 보이며 남녀별 특징은 크게 없음.
4. 전체적 경향은 각학년 모두 도시가 농촌보다 개념 형성이 빠름.

〈표 3〉 실험 2. 주기 운동에서 고유 계속성의 순서

지역	성	학년					
		1	2	3	4	5	6
도	남	1	3	1			
		2	4	3	1		1
		3	3	6	9	10	10
시	여	1	1	2	1		
		2	4	4	2	1	3
		3	5	4	7	9	7
농	남	1	1	1			
		2	4	3	2	1	1
		3	1	2	4	5	6
촌	여	1	2	1			
		2	2	4	4		
		3	2	2	2	6	6
계		1	7	4	1		
		2	14	14	9	2	3
		3	11	14	22	30	29

1. 학년별 전체적 경향은 점진적 발전을 보이며 4학년부터 구체적 조작 완성기(2B)에 해당된다고 해석할 수 있음.
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 남·녀별 특징은 크게 없음.
3. 전체적 경향은 각학년 모두 도시가 농촌보다 개념 형성이 빠름.

<표 4> 실험 3. 이동한 길

지역	성	학년					
		1	2	3	4	5	6
도	남	1	2	1	1		
		2	4	4	3	2	1
		3	4	5	6	8	9
시	여	1	2	1	2		
		2	8	5	5	2	
		3		4	3	8	10
농	남	1	3		1		
		2	3	6	3		1
		3			2	6	5
촌	여	1	3	3	3	1	
		2	3	2	3	3	2
		3		1		2	4
계		1	10	5	7	1	
		2	18	17	14	7	4
		3	4	10	11	24	28

1. 도시, 농촌 모두 학년별토 볼 때 점진적 발전을 보이며 4학년부터 구체적 조작 완성기(2B)에 해당된다고 해석할 수 있음(piagetian level에서는 실험 1.2보다 낮은 2A/2B에서 형성되었으나 본 실험에서는 수준 같음.)
2. 전체적 경향은 자학년 모두 도시가 농촌보다 개념 형성이 빠름으로 나타났으며 남·녀 모두 학년별토 점진적 발전을 보임.

<표 5> 실험 4. 변위의 합성

지역	성	학년						
		1	2	3	4	5	6	
도	남	1		2	1	1		
		2	10	8	8	6	2	2
		3			1	3	8	8
시	여	1	2	3	3	3		
		2	7	7	7	5	5	
		3	1			2	5	10
농	남	1						
		2	6	6	5	3	1	1
		3			1	3	5	5
촌	여	1						
		2	6	6	5	4	3	1
		3			1	2	3	5
계		1	2	5	4	4		
		2	29	27	25	18	11	4
		3	1		3	10	21	28

1. 도시, 농촌 모두 학년별토 볼 때 점진적 발전을 보이며 6학년부터 형식적 조작기(3A)에 해당된다고 해석할 수 있음.
2. 학년별토 볼 때 점진적 발전을 보이며 남녀별 특징은 크게 없음.

<표 6> 실험 5. 상대운동

지역	성별	학년			1	2	3	4	5	6
		단계	2	3						
도	남	1			10	7	6	3		1
		2				2	2	5	4	2
		3				1	1	2	3	6
시	여	1			9	8	10	1		
		2			1	1		5	6	4
		3				1		4	4	6
농	남	1			6	4	1		2	
		2				2	1	3	1	1
		3					4	4	3	3
촌	여	1			6	5	3	3		
		2				1	3	3	1	1
		3							5	5
계		1			31	24	20	6	2	1
		2			1	6	6	16	12	8
		3				2	6	10	18	23

1. 학년별 전체적 경향은 점진적 발전을 보이거나 6학년에서도 완전히 형성되지 못함(71.8%)
2. 남녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 저학년은 남자, 5,6학년은 여자의 형성이 빠른 것으로 보임.
3. 4학년을 제외한 중·고학년에서는 농촌에서 좀더 빠르게 형성됨을 보임.

<표 7> 실험 6-1. 속력의 직관 ①

지역	성별	학년			1	2	3	4	5	6
		단계	2	3						
도	남	1			5	6	2		1	
		2			2	2		1		
		3			3	2	8	9	9	10
시	여	1			4	3	1			
		2			3	4	6	3	1	
		3			3	3	3	7	9	10
농	남	1			2		1			
		2			1				1	
		3			3	6	5	6	5	6
촌	여	1			2					
		2			2		1		1	
		3			2	6	5	6	5	6
계		1			13	9	4		1	
		2			8	6	7	4	3	
		3			11	17	21	28	28	32

1. 학년별 전체적 경향은 점진적 발전을 보이며 4학년부터 완전 형성됨(구제적 2A)
2. 남·녀별 특징은 없으며, 1,2,3,4,학년에서는 농촌이 약간 빠르게 나타나고 있으며 5,6학년은 비슷한 경향을 보임.

<표 8> 실험 6-2. 속력의 직관 ②

지역			학년					
			성	1	2	3	4	5
도	남	1	3	2	1			
		2	3	1	2	2		1
		3	4	7	7	8	10	9
시	여	1	5	2		1		
		2	3	4	3	1		1
		3	2	4	7	8	10	9
농	남	1						
		2	3	2	1			
		3	3	4	5	6	6	6
촌	녀	1	2					
		2	1	3	2			
		3	3	3	4	6	6	6
계		1	10	4	1	1		
		2	10	10	8	3		2
		3	12	18	23	28	32	30

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 4학년부터 완전 형성(구체적 2A)되며 Piagetian Level(수준)에서와 같이 6-1, 6-2 수준이 같음.
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 저학년은 도시·농촌이 비슷하게 나타나며 농촌에서 4,5,6학년이 좀 빠르게 형성 됨.

<표 9> 실험 6-3. 속력의 직관 ③

지역			학년					
			성	1	2	3	4	5
도	남	1	4	3				
		2	3	2	5	3	1	1
		3	3	5	5	7	9	9
시	여	1	5	1	2		1	1
		2	4	5	1	1		
		3	1	4	7	9	9	9
농	남	1	2	1				
		2	1					
		3	3	5	6	6	6	6
촌	녀	1	1	1	1		1	
		2	3	1	1	1	1	
		3	2	4	4	5	4	6
계		1	12	6	3		2	1
		2	11	8	7	5	2	1
		3	9	18	22	27	28	30

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 4학년부터 완전 형성이 됨. Piagetian Level 수준에서 6-1, 6-2 수준과 크게 다른 수준(구체적 완성 2B)을 보이는 것과는 다른 특징을 보임.
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 남자가 조금 앞서 형성되는 경향을 보임.
3. 전체적 경향은 각학년 모두 도시보다 농촌이 개념 형성이 빠른 것으로 나타남.

<표 10> 실험 7-1. 동시적 운동에서의 숙련관계 ①

지역	성별	학년			1	2	3	4	5	6
		단계								
도	남	1	1	1	1	1	2			
		2	4	4	4	4	8	10	10	10
		3	5	5	5	8	10	10	10	10
시	여	1	3	1	1	1				
		2	4	4	1	1	1	1		
		3	3	5	8	9	10	10	10	
농	남	1	1			1				
		2	2			1				
		3	3	6	4	6	6	6	6	
촌	여	1	2	2	2	2	1	1		
		2	2			1	1			
		3	2	4	3	4	5	6	6	
계		1	7	4	6	1	1			
		2	12	8	3	2				
		3	13	20	23	29	31	32		

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 4학년부터 완전 형성됨(2A/2B).
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 4,5학년은 남자 어린이의 형성도가 조금 앞섬.
3. 도시, 농촌 큰 특징은 없으나 3학년에서 농촌이 우세함.

<표 11> 실험 7-2. 동시적 운동에서의 숙련관계 ②

지역	성별	학년			1	2	3	4	5	6
		단계								
도	남	1	4	2	2					
		2	1	4						
		3	5	4	8	10	10	10	10	
시	여	1	4	3	1					
		2	1	4				2		
		3	5	3	9	10	8	10	10	
농	남	1	2							
		2	1	1						
		3	3	5	6	6	6	6	6	
촌	여	1	1			1	1	1		
		2	2	2	2	2				
		3	3	4	3	5	5	6	6	
계		1	11	5	4	1	1			
		2	5	11	2		2			
		3	16	16	26	31	29	32		

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 3학년부터 완전 형성되며 실험 7-1보다 빠르게 나타남.
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 2학년 이상 남자 어린이의 형성이 빠르게 나타남.

〈표 12〉 실험 8. 상대 속력

지역		학년			1	2	3	4	5	6
		성	단	계						
도	남	1			3	4	4	1	2	1
		2			2	3	2	6	2	2
		3			5	3	4	3	6	7
시	여	1			3	1	4	2	2	3
		2			7	8	4	2	5	1
		3				1	2	6	3	6
농	남	1			3	2	1			
		2			3	1	1	1	1	1
		3				3	4	5	5	5
촌	여	1			4	3	4	1	2	
		2			2	3	5	1	1	1
		3				3	1	4	3	5
계		1			13	10	14	4	6	5
		2			14	15	8	10	9	5
		3			5	7	10	18	17	22

1. 도시, 농촌 모두 2~3학년, 4~5학년에는 점진적 발전을 보이지 못하며 Piagetian Level수준에서 보면 형식적 조작 초기에 형성됨을 보이나 위 표에서와 같이 6학년에서도 완전 형성이 되지 못함.
2. 학년별로 크게 나타나지는 않으나 점진적 발전을 보이며 남자 어린이가 조금 우세함.
3. 농촌이 4,5,6학년에 와서 도시보다 빠르게 형성됨을 보임.

〈표 13〉 실험 9. 거리와 시간이 다른 계속 운동의 속력

지역		학년			1	2	3	4	5	6
		성	단	계						
도	남	1			3	1	2	2	4	1
		2			7	9	5	8	4	3
		3					3			2
시	여	1			2	1		2		1
		2			8	9	9	3	8	2
		3					1	5	2	7
농	남	1			2	1	2		1	4
		2			4	5	4	4	3	2
		3						2	2	1
촌	여	1			1	2	1		1	1
		2			5	4	5	6	5	4
		3								1
계		1			8	5	5	14	6	3
		2			24	27	23	13	20	13
		3					4	5	6	16

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 Piagetian Level에서 보면 형식적 조작 초기(3A)에서 형성됨을 보이나 위 표 13을 보면 6학년에서도 완전 형성이 되지 못함.
2. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 여자가 약간 형성 수준이 높음.
3. 도시가 농촌보다 약간 우세하며 도시는 3학년부터, 농촌은 6학년부터 형성되기 시작함.

<표 14> 실험 10. 일정 속력의 보존과 그 관계성

지역		성	학년										
			단계	1	2	3	4	5	6				
도	남	1	10	9	3	1	3	5					
		2							1	3	5	3	5
		3											
시	여	1	8	7	2	1							
		2	2	3	7	4	6	6					
		3			1	5	4	4					
농	남	1	4	2	1								
		2	2	4	3	5	4	1					
		3			2	1	2	5					
촌	여	1	4	1	3								
		2	2	3	3	5	5	2					
		3		2		1	1	4					
계		1	26	19	9	2							
		2	6	11	16	19	18	14					
		3		2	7	11	14	18					

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 4,5학년 이상은 과도기 이상에 속하는 특징을 보임(현재 과정)
2. Pagetian Level수준에 의하면 형식적 조작초기에서 형성되나 표 14에서 보면 6학년에서도 형성이 완전하지 못함.
3. 남·녀 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보임.

<표 15> 실험 11. 일정하게 가속된 운동

지역		성별	학년					
			단계	1	2	3	4	5
도	남	1	8	6	4	8	1	2
		2	2	4	4	2	5	4
		3			2		4	4
시	여	1	7	6	8	5	2	1
		2	3	4	2	4	7	2
		3				1	1	7
농	남	1	4	3	3	2		
		2	2	3	3	2	3	2
		3				2	3	4
촌	여	1	2	2	3	3		2
		2	4	4	3	3	6	3
		3						1
계		1	21	17	18	18	3	5
		2	11	15	12	11	15	11
		3			2	3	14	16

1. 도시, 농촌 모두 학년별로 볼 때 점진적 발전을 보이며 6학년에서도 형성되지 못함.
2. 남·녀 학년별로 볼 때 남자는 4학년에서 여자는 3학년에서 저조해지는 이상 현상을 보이며 도시, 농촌 지역 특징은 없음.

Ⅶ. 요약 및 결론

운동과 속력 개념의 발달 수준을, Piaget 실시한 것과 같은 방법으로 조사하여 비교 검토하고 형성시킴을 밝혀보기 위하여 192명의 국민학교 아동을 대상으로 하여 조사 실시한 바 그 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 실험 항목 모두가 성별 지역별 구분 없이 학년이 오름에 따라 대체적으로 점진적인 발전을 보였다. 그러나 상대 속력은(그 경향이 조잡한 모양으로 난상하게) 나타났다.

둘째, 남녀별 특징이 크게 두드러지는 실험 항목은 없다.

그러나 '상대 운동'에서는 저학년에 남자, 고학년에 여자가 앞섰고 '순환 운동' '속력의 직관' '동시적 운동에서의 속력 관계' '상대 속력'에서는 남자가 좀 앞서는 경향을 보이는가 하면 '거리와 시간이 다른 계속 운동의 속력'에서는 여자가 빠른 형성을 보였다.

세째, 도시와 농촌의 지역적 특징도 크게 두드러지는 것은 없었으나 '진행방향 변화' '주기 운동의 고유계속성 순서' '이동한 길' '거리와 시간이 다른 계속 운동의 속력'에서는 도시가 앞섰고 '상대 운동' '상대 속력' '속력 직관'에서는 농촌에서 앞서는 예가 발견되었다. 이 결과는 본 연구에서 대상이 되었던 농촌 지역이 농촌이라고 하나 비교적 교통신 편리한 지역이었던 점도 관계가 되어졌을 것으로 보인다.

네째, Piagetian Level과 본 연구 결과를 비교해 보면 '진행 방향 변화에 따른 문제' '주기 운동에서 고유 계속성의 순서'의 개념 형성 시기가 Piagetian Level의 수준에서 동일하게 나타나 있는데 본 연구에서도 동일한 결과(4학년에서 형성)를 보였고 '이동한 길'은 Piagetian Level의 수준은 2A/2B로 조금 낮추었으나 앞서의 실험 결과 처럼 4학년에서 이루어졌다. '속력의 직관'은 구체적 조작의 전기에 속하나 본 연구에서는 4학년에서 이루어진 점으로 미루어 '속력직관'의 개념 형성이 늦게 이루어지고 있음을 보였다. '변위의 합성'은 6학년에서 형성되었고 형식적 조작 초기(3A)와 거의 일치

되었으나 '상대 운동' '상대 속력' '거리와 시간이 다른 계속 운동의 속력' '일정 속력의 보존과 관계성' '가속 운동' 모두 6학년에서도 부족됨을 보이고 있다.

이상과 같은 결과를 미루어 운동 개념의 기본이 되는 순서 개념에 관하여 Piaget의 수준과 일치하나 속력의 직관 개념과 상대개념, 속력의 정량화 개념면에서 뒤늦고 있으므로 앞으로 현장에서 이면에 대한 경험장을 조직적으로 두어야 할 필요를 보여주고 있다.

참고 문헌

1. 金顯宰, "J. Piaget의 兒童의 運動과 속력 개념에 관한 고찰" 科學教育論叢, 한국과학교육학회, 第1卷, 1978.
2. 金顯宰, "運動과 速力概念 臨床節次의 詳細化研究" 仁川教育大學, 科學教育研究所, 論文集, 第5輯, 1978.
3. K. Lovell, "The Growth of basic Mathematic & Scientific Concepts in Children," London: Hodder & Stoughton, 1966.
4. I. Mori, M. Kojima & T. Dens, "A Child's Forming-Che Concept of speed," Science Education, Jone wiley & sons. Vol. 60, No.4, 1976 Oct.-Dec. 1976.
5. J. Piaget, the Childs Conception of Movement & Speed(Translated by G.E.T. Holloway and M.J. Madeenzie, 1946). London: Routledge and Kegan Paul Ltd. 1970.
6. M. Laurendeau & A. Pinard, The Development of the Concept of Space in the Child, International universities press. Juc. 1976.
7. SEAMEO-RECSAM, Science and Mathematics Concept learning of Southeast Asian Children, phase on Report Series. No.4, Penang, Malaysia. 1977.

A STUDY ABOUT THE CHILDREN'S CONCEPTION OF MOVEMENT AND SPEED

KIM YUNSIG, YUN HEEGON, YUN HYOUNG DEOK
YUN KYEONGHI, KIM DONGYEON, HONG MYOUNG JIN

In order to research into the level of the concept of movement and speed in our own way and compare with the Piaget's method, and then find out the formative period of such development, we have put the 192 primary school children as the model and obtained the following results.

1. As their grade goes upwards, all the experimental subjects showed the gradual progress generally regardless of sex or regions, while only the relative speed showed irregular progress.
2. There was no experimental subject which showed any remarkable sexual characteristics. But in the relative movement, the lower grade boys and higher grade girls made progress. In the subjects of circulation movement, intuition of speed, relative speed and speed of simultaneous movement, the boys marked better progress, whilst the girls were advanced a little in the speed of continuous movement with different distance and time.
3. There was no conspicuous difference between the urban and rural areas, except a slight tendency that the urban children made better progress in the change of progressing direction, native continuous procedure of periodical movement, travelling road, and the speed of continuous movement with different distance and time whereas the rural children were more advanced in the relative movement, relative speed and intuition of speed. But it should be taken into consideration that the rural regions in our case were relatively developed in comparison with the traditional rural communities, which may explain about little regional difference.
4. Comparing our research results with the Piaget's theory, we have reached below results. Our research reports that the formative period of the conception of the problems of diverse progressing direction and a native continuous procedure of periodical movement was simultaneous, at the Piagetian level(at the fourth grade) which coincides with Piagetian theory. The travelling road should be made up a little lower at 2A/2B according to Piagetian Level, whereas it was formed at the 4th grade as shown in our previous research.

Intuition of speed should belong to the prior stage to concrete operation, but our research shows it was formed late at the 4th grade.

Composition of displacement was made at the 6th grade, and it was almost equal to the first stage of formal operation(3A). But in the subjects of relative movement relative speed, the speed of continuous movement with different distance and time, relation and preservation of invariable speed, and accelerated motion, even 6th grade children marked a poor record.

Summed up, the procedure conception as a basic movement conception coincides with the Piagetian level. But as for speed intuition, relative speed and speed fixation, it was far behind Piagetian level. Therefore it is required that we have to concentrate on the systematic training in these parts on the spot.