

# J.Piaget의 아동의 운동과

## 속력 개념에 관한 고찰

김 현 재

(인천 교육 대학 교수)

목

- I. 서 론
- II. J.Piaget의 운동과 속력 개념에  
관계되는 실험 개관
  - A. 계속적인 순서 또는 배치
  - B. 위치의 변화
  - C. 정성적 속력
  - D. 속력의 양화

차

- III. Piagetian Level에 따른 아동의  
운동과 속력 개념의 이해 분석
  - A. 아동의 이해 분석 기준
  - B. 운동과 속력 개념의 Piagetian Level  
분석
- IV. 논 의
- V. 결론 및 제언

### I. 서 론

일반적으로 물리학자 및 물리 교육자 등 전문  
가적 입장에서 운동과 속력의 인식, 정의, 이에  
따른 실험 방법에 대하여는 많은 자료를 제시하  
고 있지만, 아동의 입장에서 이들 개념이 어떻  
게 형성되어 지는가를 밝혀 놓지 못하였다. 그  
러나 J.Piaget는 이들 개념의 발달 과정을 “아동  
의 운동과 속력 개념”(1946)<sup>1)</sup>에서 소상히 이에  
대한 자료를 제시하고 있다. 즉, J.Piaget는 1928  
년에 A.Einstein(1879~1955)으로부터 아동의 속  
도에 대한 개념은 맨처음에 거리와 시간의 기능  
으로서 이해를 하는 것인지? 직관적이며 근원적  
으로 이해하는 것인지?를 질문 받고 연구에 착

수하여 아동은 우선 지각(知覺: perception)에  
영향을 받으므로 거리와 시간 개념으로 속도를  
생각할 수 있는 것은 어느 수준 단계에 도달해  
야만 가능한가를 연구하였다<sup>2)</sup>. 그리고, Piaget  
(1950)는 물리학적인 운동과 속도의 개념의 형  
성이 시간 개념의 구성을 지배한다면 이 형성은  
힘의 개념의 진전에도 큰 관전을 제공한다. 이  
때문에 이들 개념에 특별한 주의를 기울일만하  
다고 강조하였다.<sup>3)</sup>

아동의 과학 개념 형성 중 운동과 속도 개념  
은 어느 때, 어떻게 형성되는 것일까? 이러한  
면울 아무런 이론적 배경 없이 개별 면담을 통

1) J.Piaget, The child's Conception of Movement  
and Speed, (translated by G.E.T.Holloway and  
M.J.Mackenzie, 1946)

London: Routledge and Kegan Paul Ltd,  
1970.

2) K.Lovell, The growth of basic mathematical  
and Scientific concepts in children,

London: Hodder and Stoughton, 1966, p. 90.

3) J.Piaget, Introduction Á L'ÉPISTÉMOLOGIE  
GÉNÉTIQUE TOME I, LA PENSÉE PHYS  
IQUE, Paris: UNIVERSITAIRES DE FRANCE,  
1950.

田邊振太郎・島雄元譯 ジャンピアジエ 發生物  
認識論序説 第Ⅱ卷 物理學思想 東京:三省堂  
1976, p. 65.

해 완전히 발생학적으로 연구 분석한 과학 교육 분야의 지도 및 교육 과정 내용 조직에 많은 교육적 의미를 제시하여 주고 있다. 그러나, 한국에서는 과학 개념 형성 발달에 관한 연구 중 물질량의 보존 개념(1968)<sup>4)</sup> 과학 개념 발달(물질량, 시간, 공간 개념, 1973)<sup>5)</sup>, 분류 개념(1965)<sup>6)</sup>, 측정 개념(1975)<sup>7)</sup>, 등 일부 연구는 있지만 운동과 속력 개념에 관한 고찰은 아직 없다.

그러므로 본 연구는 J.Piaget의 연구 자료의 고찰을 통해 운동과 속력 개념 형성에 관계되는 여러 가지 실험 내용을 개관하고 Piagetian Level에 따른 아동의 이해 수준을 분석하고 이에 대한 제반 사항을 논의하려고 한다.

## II. J.Piaget의 운동과 속력 개념에 관계되는 실험 개관

### A. 계속적 순서 또는 배치

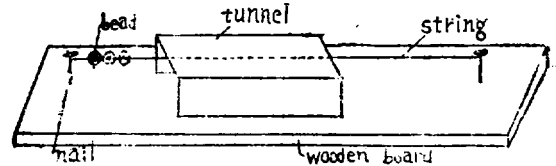
“계속적 순서와 배치”에 관한 개념은 “진행 방향 변화에 따른 문제”와 “주기 운동(週期運動)에서 고유 계속적(固有繼續的)인 순서” 등의 실험으로 이루어졌는데 이는 앞으로 “위치 변화”에 대한 분석을 소개하려는 수단으로 직선적 혹은 순환적인 계속 순서를 포함하고 있다. 우선 운동 개념은 무엇보다도 수학 및 심리학적인 모든 면에서 순서 관념을 내포하게 되는 바 이는 위치 변화가 위치의 계(系) (특수 순서에 일치하는 위치)에 관련시킬 필요성이 있기 때문인 것이다. 이와 같은 순서 관념의 진전이 운동과 속도의 개념의 발달을 분석할 수 있는 기본이 되기 때문에 이들 2가지 실험을 개관하여 보려 한다.

- 4) 한 중하, “아동의 물질량의 보존 개념 형성 발달에 관한 연구” 교육 연구, Vol. 6, No. 1, 1968, pp. 55~61.
- 5) 김 현재 외, “아동의 과학 개념 발달에 관한 연구”, 인천 교육 대학, 교육 연구소 논총 제 4집, 1973, pp. 97~125.
- 6) 차 재선 외, “아동의 분류 개념 형성에 관한 연구”, 인천 교육 대학, 과학 교육 연구소 논문집, 제 2집, 1975, pp. 105~121.
- 7) 우 정호 외, 아동의 기하 개념 발달에 관한 연구 (측정 개념을 중심으로) 인천 교육 대학, 과학 교육 연구소 논문집 제 2집, 1975, pp. 1~35.

### 1. 진행 방향 변화에 따른 문제

본 실험의 자료로는 3개의 요소인 A,B,C가 우측에서 좌측으로(A←B←C) 이동할 때, 또 이와 역순(逆順)인 좌측에서 우측으로(C←B←A) 고정 이동하게 되어 있는 아래 그림과 같은 실험 기구인데 여기서 A,B,C는 염주(A=적, B=적, C=청)로서 나무판 위에 고정된 못에 철사를 걸고 이들 염주를 끼워 달아 좌우로 터널을 통하여 이동 가능하게 되어 있다. (이 때 염주 대신 작은 나무 구슬(A=적, B=갈, C=황), 또는 아주 작은 인형(A=청, B=늑, C=황) 등의 대체 자료의 사용도 가능함)

(fig. 1) The problem of Alternative Directions of Travel



위와 같은 실험 기구를 써서 진행 방향 변화에 따른 문제의 실험 내용은 우선 A,B,C를 터널 속 중앙에 넣고 이들 염주를 우→좌측으로 이동시, 또한 반대 방향인 좌→우측으로 이동시, 실험자과 아동의 위치 변화 후 좌우측으로 이동시, 실험 기구를 180° 회전시, 360° 회전시, 우수 또는 기수의 자유로운 횡수로 회전시 등에서 A,B,C가 나올 순서에 대한 예상 질문과 중간 요소인 B가 먼저 나올 가능성에 대한 질문을 통하여 아동의 진행 방향 변화에 따른 순서 개념을 알아보도록 면담하게 된다.

### 2. 주기 운동에서 고유 계속성의 순서<sup>8)</sup>

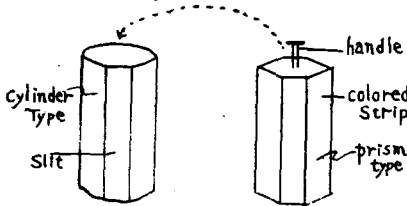
본 실험의 자료로는 슬릿(slit)이 있는 원통형(圓筒型)의 외통(外筒)과 그 통 안에서 수직축을 중심으로 회전 가능한 4 또는 면이 있는 각주형(角柱型)의 내통(內筒)으로 이루어졌고, 4~6(ABCD 또는 ABCDEF) 개의 각 면에는 각각 다른 색의 색종이를 붙인다. 그리고, 원통형 슬릿엔 각주형을 회전함에 따라 각주형면(角柱型面) 하나씩만 나타나게 되어 있다.

8) J.Piaget, op.cit., pp. 3~5.

9) J.Piaget, Ibid., pp. 34~35.

여기서 아동에게도 내통인 각주에 붙어 있는 색종이의 똑같은 갯수의 색종이를 주어 model series를 관찰 확인하게 한다.

(fig. 2) Order of Succession Inherent in cyclic Movement



위와 같은 실험 기구를 써서 면담할 “주기 운동에서 고유 계속성의 순서”의 실험 내용은 색 순서(色順序)의 관찰, ABCD(EF)의 순서로 회전시, 역순인 반대 방향으로 회전시에, A 다음에 나올 색에 대한 예상, 중간색 C나 D를 써서 바뀐 순으로, 또한 역순으로 회전시 C나 D 다음에 나올 색의 순서 예상이 가능한지의 질문을 통하여 주기 운동에서 고유 계속성의 순서 개념 수준을 알아보게 되어 있다.

### B. 위치의 변화

위치의 변화 실험은 “이동한 진로” “변화의 합성” “상대 운동” 등으로 이루어졌는데 이는 위치의 조작(操作)이란 점에서 앞서 순서 개념과의 관계를 고찰했기 때문에 이젠 위치의 변화로서 운동 그 자체의 분석을 이해하여 불 실험 내용을 살펴보고자 한다. 그러나, 어린 아동은 지각이나 직관을 써서 운동을 이해할 때 운동의 도착점 출발점 및 두 지점 간의 간격(이동 거리) 등을 어떻게 이해하고 있는가? 이런 위치의 변

#### 1. 이동한 진로

본 실험의 자료로는 2개의 두꺼운 종이 판지를 써서 하나에는 그림 (A)와 같은 직선과 요, 철형의 곡선을 그리고, 다른 하나에는 그림 (B)와 같은 직선과 불규칙한 지그재그형의 곡선을 그린 것을 사용하고 모형 자동차(소형 장난감

또는 고무 찰흙으로 만들) 2개가 필요하다. 그리고, 다음과 같은 칫수로 된 길고 좁은 판지 조각을 측정 도구로 준비한다. (2.5cm, 5cm, 7.5cm, 10cm, 12.5cm 등 각각 1개씩, 5cm만 2개)

(fig. 3) The path traversed

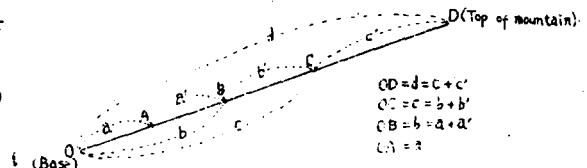


위와 같은 실험 자료를 사용하여 “이동한 진로”에 관한 면담 내용으로 그림 (A)에서 A<sub>1</sub>과 A<sub>2</sub>의 진로 비교를 하고 실험자(A<sub>2</sub>)가 5분절 이동시와 실험자(A<sub>2</sub>)가 두 분절(分節) 더 이동시에 아동이 진로(A<sub>1</sub>)에서 동일 거리로 움직여 보도록 질문하고, 긴 측정 판지 종이를 써서 동일 거리임을 검증해 보도록 하여 아동이 이동한 거리 개념을 파악하여 보도록 면담하게 된다. 그림에 (B)서도 같은 방법으로 실시한다.

#### 2. 변위의 합성

본 실험은 직선상 O에서 X까지의 거리는 X에서 O까지의 거리와 동일한 것으로서 사면상(斜面上)에서의 운동 문제와 수평면상에서의 운동 문제를 제시하고 있는데 우선 경사면상(傾斜面上)에서의 문제를 고찰하기로 한다.

(fig. 4-1) Ascent and Descent



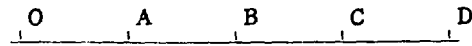
첫째 사면상에서는 오르내리기(Ascent and Descent) 문제로서 그림과 같은 산정(山頂)(Top of mountain)과 경사면 밑(Base)을 일직선으로 연결한 그림을 제시하고 케이블카가 오르내리는 것을 연상 설명한다. 그리고, 그 거리를 측정할 수 있는 길고 좁은 판지 조각을 측정 자료로 제시하는 바 적색(오르기) 청색(내리기)으로 a, a', b', c', b, c 등의 길이에 해당하는 것을 준비한다. 이러한 자료를 써서 변위(變位)에 대한 실험을 하게 되는 바 그 실험 내용은 OD

10) J. Piaget, Ibid., pp. 57~60.

와 DO ( $Q_1$ ),  $O \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow O$  ( $a+a'+b'-b'+b'+c'-d$ ) 즉  $c+b'+c'$ 와  $-b'-d$  ( $Q_2$ ),  $O \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow O$  ( $Q_3$ ), 등에서 올라가는 길과 내려오는 길의 거리 비교를 통해 변위의 합성 개념을 면담하게 된다.

둘째, 수평상에서는 수평 운동(Horizontal movement) 문제로서 이는 경사면상을 오르내리는 대신 수평면상을 움직여 가고 오는 운동으로서 그 면담 내용은 상술한 오르내리기 문제와

(fig. 4-2) Horizontal movement



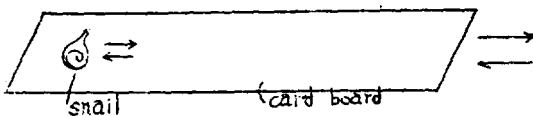
유사한 방법으로 오고 가는 거리의 비교를 통해 변위의 합성 개념에 관한 것이다.

### 상대 운동<sup>11)</sup>

본 실험의 자료는 그림과 같이 모형 달팽이(조그마한 달팽이껍데기)와 두꺼운 판지(3~5cm × 10~15cm)로 이 두 가지를 전후 상대적인 이동을 할 수 있다.

또 이들 이동 거리를 측정할 수 있는 길고 좁은 판지 조각이 한 개 필요하다

(fig. 5) Relative movements



위와 같은 실험 자료를 써서 상대적인 이동 방향에 따른 운동의 내용은 달팽이와 판지가 동시에 동일 방향으로 이동, 달팽이와 판지가 동시에 반대 방향으로 이동할 때에 달팽이의 실질 운동 거리에 대한 질문과 실제 동작으로 결과를 보이진 말고 말로, 또는 몸짓으로만 동시에 동일 거리를 반대 방향으로 이동시 달팽이의 이동을 예상하게 한다.

또한 서로 반대 이동시 달팽이가 판지 길이보다 더 길게, 또는 짧게 움직임에 따라 기준선(基準線)의 좌우 어느 쪽에 있겠는지를 예상하게 하는 질문을 통하여 아동의 상대운동 개념(相對運動概念)을 고찰하게 한다.

11) J.Piaget, Ibid., pp. 102~104.

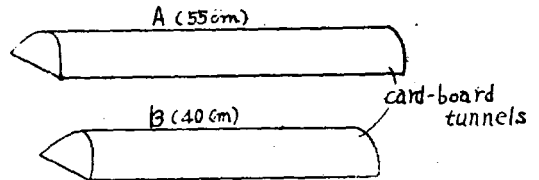
### C. 정성적 속력

전술한 바와 같이 지금까지는 운동 개념이 위치나 순서의 조각이 형성된 후에 출발점과 도착점 사이의 이동 거리로서 직관적으로 쉽게 이해할 수 있는 내용을 고찰해 왔다. 그러나, 운동보다 더 좀 복잡한 시간과 공간간의 관계가 있는 속력 개념은 어떠한 과정으로 직관되며 두 거리가 같은 경우, 또 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 정성적 속력 개념의 실험을 개관하여 보고자 한다.

#### 1. 속력의 직관<sup>12)</sup>

본 속력의 직관에 대한 실험은 크게 세 가지로 이루어졌는데 그 첫번째 절의 실험 자료는 두 개의 직선 터널(길이 55cm와 40cm)을 그림과 같이 나무판위에 설치하고 그 터널 속을 지나갈 수 있는 두 인형을 가로 막대(또는 철사) 끝에 고정시키게 되어 있다. 이와 같은 실험 기구를 써서 아동에게 자료를 소개한 후, 두 인형을 두 터널 입구에 (그 입구는 출발선이 똑같게 나란히) 놓고 동시에 운동시켜 반대 방향의 터

(fig. 6-1) The Speed of two movement where only the starting and stopping point are visible.



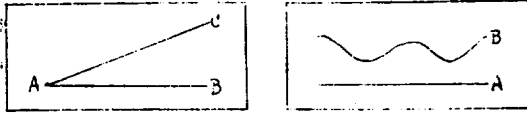
널 끝쪽에서 똑같이 정지시킨 후게 그 터널 속을 어느 것이 더 빨리 움직였는지를 질문하여 출발점과 도착점만 볼 수 있는 두 운동의 속력 개념을 면담케 된다.

또한 두번째 절의 실험 자료는 아래 그림과 같은 출발점만 일치하는 경우와 출발점도 일치하는 얇은 경우의 두 그림 카아드와 모형차(교무 찰흙) 두개가 필요하다. 이런 자료를 가지고

12) J.Piaget, Ibid., pp. 121~122, pp. 132~134, pp. 140~141.

길 AB와 AC를 비교(Q<sub>1</sub>), 두 차가 동일 속력으로 AB와 AC를 달릴 때 어느 쪽이 먼저 도착하는지를 예상케 하고, 실제 그대로 실시하여 한

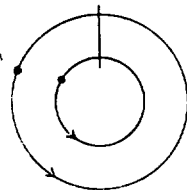
(fig. 6-2) Wholly visible movement with starting and stopping point coinciding or in alignment but unequal in length



차가 B에 도착한 후, 다른 차는 좀 늦게 C에 도착한 이유를 질문한다. (Q<sub>3</sub>) 또한 다른 그림을 가지고도(직선(A) 또 하나는 곡선(B)의 그림을 가지고도) Q<sub>1</sub>과 같은 질문을 한다. (Q<sub>2</sub>) 또한 AB와 AC(또는 A와 B)의 A에서 동시에 출발해서 동시에 B와 C에 정지하였다면 어느 차가 빠른가를 예상시키고, 실제로 해보고 속력이 꼭 같았는지를 질문(Q<sub>4</sub>)하여 출발에서 도착 까지를 모두 볼 수 있는 운동에서 속력의 직관 정도를 면담 파악케 된다.

그 다음 세제질의 실험 자료는 경주로(길)를 대신할 동심원(同心円) (원의 반경이 2:1)을 그린 카아드에 출발선은 아래 그림과 같이 그려져 있고, 모형차(또는 모형 개)2개가 필요하다.

(fig. 6-3) The speed of circular movements with concentric paths with concentric paths



이런 자료를 가지고 두 모형차를 출발선에 각각 놓고 출발과 도착을 동시에 함을 강조하여 말하고 원운동을 2~3번 반복해 보인 후 차의 속력 비교와 그 이유를 질문함으로써 동심원 진로를 가진 순환 운동에서 속력 개념을 파악하는 것이다.

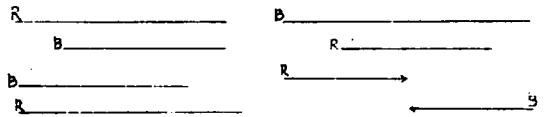
2. 동시적 운동(同時的 運動)에서의 속력 관계<sup>13)</sup>

본 실험 내용은 크게 두 가지로 이루어졌는데

13) J.Piaget, Ibid., pp. 156~157, pp. 171~172.

그 첫번째 실험은 거리가 다른 동시적 운동으로 여기에 필요한 자료로는 2개의 모형차(R:적색 및 B: 청색차)와 아래 그림과 같은 거리가 다른 길을 나타내는 그림 4장이다.

(fig. 7-1) Synchronous movements over unequal distance



이와 같은 자료를 가지고 R는 B보다 앞서 출발하나 똑같이 도착하는 경우(Q<sub>1</sub>), 출발 지점은 같으나 도착 지점이 다른 경우(Q<sub>2</sub>), 따라잡기의 경우(Q<sub>3</sub>), 반대 방향의 운동인 경우(Q<sub>4</sub>) 등의 면담 내용을 가지고 동시적 운동에서의 여러 가지 속력 관계를 직관하게 하는 실험을 개념할 수 있다.

두번째 실험은 부분적으로 동일 시간(동일 정지와 동일 거리)에 관한 것으로서 자료로는 앞서와 같이 2개의 모형차와 아래 그림과 같은 거리가 다른 길을 나타내는 그림 2장이다.

(fig. 7-2) Partly Synchronous times(Stopping simultaneously) and equal distance



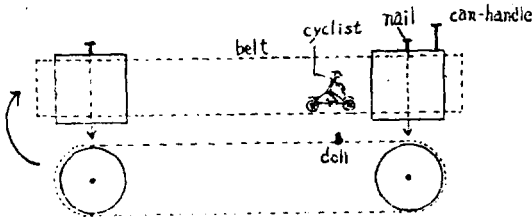
이런 자료로서 동일 거리를 좀 늦게 출발한 R가 먼저 출발한 B를 따라잡는 경우의 속력(Q<sub>1a</sub>)과 B가 먼저 출발하고, 나중에 출발한 R가 좀 긴 거리이지만 빨리 달려 따라 잡는 경우의 속력(Q<sub>2a</sub>) 등의 면담 내용을 가지고 속력의 직관 개념을 알아본다.

3. 상대 속력(相對速力)<sup>14)</sup>

본 상대 속력의 실험 자료는 계속 가동되는 벨트상에 그려진 8사람의 자전거 선수가 있는 틀(frame)과 이와 평행하는 이동하게 관찰자인 인형을 운반하는 평행선줄(string)로 되어 나란하게, 또는 반대로 이동 회전할 수 있는 틀이 아래 그림과 같이 마련되어 있다.

14) J.Piaget, Ibid., pp. 186~187.

(fig. 8) Relative Speed



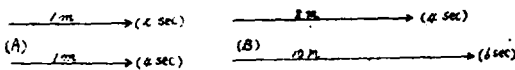
위와 같은 실험 기구를 써서 상대 속력 문제의 실험 내용은 정지하고 있는 관찰자인 인형 앞을 8사람의 자전거 선수가 동일 방향으로 동일 시간 움직이는 경우, 인형과 8사람의 자전거가 반대 방향으로 움직이는 경우, 등에서 관찰자가 볼 수 있는 자전거 선수의 수와 그 이유를 질문하여 아동의 상대 속력 개념을 알아보도록 하는 것이 실험 개관의 전부이다.

**D. 속력의 정량화**

전술한 바와 같이 운동이 순서 변화에 있다면 속력은 두 운동간의 비교와 따라잡기의 기초적 직관으로 비교되는 두 운동체의 순서의 역전(逆轉)에 의해 조작적(操作的)으로 해석 가능한 것이다. 그러나, 운동의 출발과 도착점 사이의 간격이 이동 거리와 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 이동 거리와 두 시간 간격 간의 비율)로 또는 수치적(數量的) 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 실험을 개관해 보고자 한다.

1. 다른 시간에 다른 거리를 계속 움직이는 운동의 속력<sup>15)</sup>

(fig. 9) Speeds of Movements in Succession Travelling Unequal Distances in Unequal times.



15) J.Piaget, Ibid., pp. 201~202.

본 실험의 자료는 2개의 모형차와 아래와 같은 두 개의 직선 길이 그려진 그림이 필요하다.

위의 자료를 가지고 시간과 거리가 다른 운동의 속력을 알아보는 실험 내용은 우선 그림 A에서 위 자료를 아동에게 제시하고 동일 거리를 달리되 한 직선에선 2초, 또 다른 직선에선 4초의 운동을 해 보이고 기록된 2초와 4초를 소요 시간으로 읽게 한 다음, 두 차는 똑같은 속력인지를 질문한다. 그리고 그림 B로 차의 속력 문제를 계속 질문함으로써 아동이 다른 질문에 다른 거리(또는 같은 거리)를 움직이는 물체의 운동 속력에 대한 개념을 알아보고 면담을 하게 된다.

**2. 일정속력의 보존과 그 관계성<sup>16)</sup>**

본 실험의 자료로는 모형차와 인형 한 개씩을 그림과 같이 흰 종이 위에 두 평행 직선(平行直線) (2cm와 1cm)를 그려 놓은 것을 가지고 아동에게 다음과 같은 질문을 한다.

(fig. 10) Conservation of Uniform Speeds and their Relationship

vehicle _____	(first day)
doll _____	( " )

동시에 출발과 도착을 확인(Q) (동일 시간, 다른 속력), 각각 자기 고유의 같은 속력으로 동시 출발과 도착을 한다면 제 2일과 제 3일째의 모형차와 인형의 각각의 위치(Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>), 제 4일째는 토요일로 만나질만 이동할 때 그들의 위치(Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>), 7일째 차가 고장나 정지했다면 인형이 차를 따라 잡으려면 며칠을 더 요하는가? (Q<sub>5</sub>), 차와 인형의 도착점 사이의 거리는 매일 같은지? 일정하게 증가하는지? (Q<sub>6</sub>) 등의 면담을 통하여 아동이 일정 속력의 보존과 그 관계성에 대한 개념을 알아보게 된다.

**3. 일정하게 가속된 운동<sup>17)</sup>**

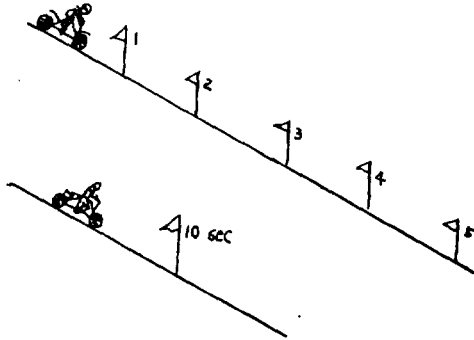
본 실험의 자료로는 눈덮인 길을 뜻하는 흰 판자와 공, 그리고 아래 그림 2장을 그려준다. 첫 그림은 경사면 진로에서 자전거 선수가 계속 달리는 경우인데, 그 사면을 따라 일정한 간격으로

16) J.Piaget, Ibid., pp. 226~228.

17) J.Piaget, Ibid., pp. 257~260.

로 깃발 4개가 있고. 두번째 그림은 그와 반대로 자전거 선수가 깃발 4개를 갖고 사면을 달리면서 매 10초마다 깃발을 던져 꽂아 놓은 경우이다.

<fig. 11> Uniformly Accelerated Motion



이와 같은 자료를 가지고 공이 굴러가는 상태와 속력, 속력이 제일 큰 경우와 작은 경우의 두 깃발, 깃발 1~2가 5초인 경우 2~3, 3~4의 예상 시간, 매 10초마다 던진 깃발의 간격의 변화에 대한 질문 등을 통하여 일정하게 가속된 운동 개념을 알아보도록 하는 것이 이 실험의 개관이다.

### III. Piagetian Level에 따른 아동의 운동과 속력 개념의 이해 분석

#### A. 아동의 이해 분석 기준

인지 발달(認知發達)은 지적 구조를 조직하고 재조직하는 지속적인 과정으로서 각각 새로운 조직은 조직 자체 속으로 충만해 가는 것이라고 J. Piaget는 생각하고 있다. 그러므로 그 과정은 계속적이지만 그 결과는 불연속적인 것이 된다. 그 결과는 때때로 질적으로 다르다. 이런 이유로 해서 Piaget는 발달의 전반적인 경과를 기(期: Period) 또는 단계(段階: Stage)라고 부르는 4가지 단계인 감각 동작기(感覺動作期)(0~2세), 전조작기(前操作期)(2~7세), 구체적 동작기(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 숫자로 Piaget의 단계를 언급하고 분류 기준으로 삼았다. 그러나, 아동의 과

학 개념 발달 수준을 조사함에 있어서 각 단계의 연령 범위가 넓어 형성 여부의 분석이 곤란하므로 본 연구에서는 M. Shayer<sup>18)</sup>가 사용한 단계별 분류 기호보다 더 세분화하여 다음과 같이 구분하려 한다.

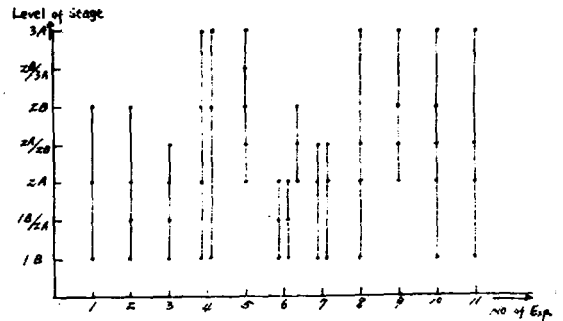
- 1A: 전조작의 초기
- 1B: 전조작의 생성기
- 1B/2A: 구체적 조작으로의 과도기
- 2A: 구체적 조작의 전기
- 2A/2B: 구체적 조작의 중간기
- 2B: 구체적 조작의 완성기
- 2B/3A: 형식적 조작으로의 과도기
- 3A: 형식적 조작의 초기
- 3A/3B: 형식적 조작의 중간기
- 3B: 형식적 조작의 완성기

이를 바탕으로 아동의 운동과 속력개념형성 수준을 <표 1>과 같이 분석하였다.

#### B. 운동과 속력 개념의 Piagetian Level 분석

위에서 제시한 세분화된 단계별 분류 기준을 바탕으로 Piaget의 운동과 속력 개념의 형성 수준을 실험별로 분석하면 다음 표와 같다.

<표 1>에서 밝혀진 운동과 속력 개념의 실험별 형성 수준을 그래프화하면 그림과 같다.



<fig. 12> 운동과 속력 개념의 실험별 형성 수준

윗그림에서 본 바와 같이 실험 1, 2에 해당하는 계속적 순서 또는 배치 개념의 형성 수준은 1B에서 2B, 실험 3, 4, 5에 해당하는 위치의 변화 개념의 형성 수준은 1B에서 3A, 실험 6, 7, 8에 해당하는 정성적(定性的)인 속력 개념의 형성은 대개 1B에서 2A/2B(또는 1B~3A), 끝으로 실험 9, 10, 11에 해당하는 속력의 정량화

18) M. Shayer, J. Piaget's work and Science Teaching M. Ed., University of Leicester, 1972, p. 8.

〈표 1〉

운동과 속력 개념의 형성 수준

실험명	아동의 사고 수준 기술	피아제의 수준						
		1B	$\frac{1B}{2A}$	2A	$\frac{2A}{2B}$	2B	$\frac{2B}{3A}$	3A
1. 진행 방향 변화에 따른 문제	<p>S<sub>1</sub> 다른 쪽으로 순서에 따라 나온다는 답을 하지만 반대 방향으로 터널을 통해서 다시 나오는 순서를 대답 못하는 경우</p> <p>S<sub>2</sub> 반대 방향으로 다시 나오는 물체의 순서를 답할 수 있지만 앞은 위치를 바꾸거나 180°, 360° 기구를 회전시켜 물체의 위치를 바꿨을 때 답하지 못하는 경우</p> <p>S<sub>3</sub> 위의 S<sub>2</sub>의 단계의 모든 답을 할 수 있으며 문제의 답으로부터 일반화할 수 있는 경우</p>	*			*		*	
2. 주기 운동에서 고유 계속성의 순서	<p>S<sub>1</sub> 순서에 따라 관찰한 바를 실험으로 옮겨 놓는 능력이 없고, 또는 순서 짓는 능력은 있으나 그렇게 하는 충분한 이유를 대지 못하고 이동 방향에 따른 관계를 알지 못하는 경우.</p> <p>S<sub>2</sub> 계속성의 순서와 역순도가 보존됨을 재구성 할 수 있고 순서에 대한 model에 의하여 근처 위치를 재구성할 수 있는 경우.</p> <p>S<sub>3</sub> 맨끝 요소를 써서 바뀐 순서 또는 역순서를 재구성할 수 있는 능력이 있지만 중간 요소에 의한 순서 및 역순서의 특징을 내면화하지 못하는 경우.</p> <p>S<sub>4</sub> 임의의 순서나 역순서를 예견할 수 있는 능력과 중간에서의 순차성의 역순서로도 재구성이 가능한 경우.</p>	*		*		*	*	
3. 이동한 길	<p>S<sub>1</sub> 통과한 길이는 단지 도착 지점의 직관적인 순서에 의해 평가하는 경우 : 아동은 두 개의 다른 선분 사이의 차이를 구별할 수 없고, 두 개의 도착 지점이 일치할 때는 똑같은 선분이라고 생각하는 경우</p> <p>S<sub>2</sub> 도착점의 순서와 통과한 길과는 분리하나 측정에는 실패하는 경우 : 실험자의 차가 움직인 거리와 자기 차가 움직인 거리와를 비교하여 시각적인 판단을 한다. 그러나 동기 유발 없이는 측정 단위를 쓰지 못하는 경우.</p> <p>S<sub>3a</sub> 통과한 길과 측정에 본 결과를 써서 조작적인 비교를 하는 경우 : 실험자의 차의 움직인 거리를 손가락을 써서 측정하고, 자기 차도 똑같은 거리를 이동하게 하는 경우.</p> <p>S<sub>3b</sub> 실험자의 차의 움직인 거리를 측정 도구를 써서 재어보고 자기 차도 그렇게 해서 똑같은 거리를 이동하게 하는 경우</p>	*		*		*	*	
4. 변위의 합성 4-1. 오르 내리기	<p>S<sub>1a</sub> 오르과 내림 운동이 불일치 : 이 단계의 아동은 <math>OD &gt; DO</math>라고 생각하며 측정도 못하며 해 보여줘도 믿지 않으려 한다. 그러므로 <math>Q_1</math>와 <math>Q_2</math>은 전혀 해결 못하는 경우</p> <p>S<sub>1b</sub> 형식적인 일반화는 못하지만 구체적인 조작을 통하여서 위치 변화의 파악하는 경우로 이 단계의 아동은 아직도 <math>OD &gt; DO</math>라고 생각하나 종이 조각을 써서 실제로 해보게 하면 같다고 인정한다. <math>Q_2</math>도 스스로 맞혀진 못하나 측정한 후에 부정하던 <math>b + b' + b' + c' = -d - b'</math>을 인정하는 경우 (<math>Q_1</math> 불가능한 경우)</p> <p>S<sub>2a</sub> 이 단계의 아동은 측정 전에 벌써 <math>OD = DO</math>에 대하여 알며 <math>Q_1</math>는 처음엔 형식적 연역법으로 못 해결하나 도움 없이 측정해 본 후엔 동일함을 알아내고 <math>Q_2</math>도 처음엔 형식적 일반화의 결여로 못하나 측정 후엔 해결 가능한 경우</p> <p>S<sub>2b</sub> 이 단계의 아동은 <math>Q_1</math>의 해결 경험으로 <math>Q_2</math>도 직접적인 일반화에 의해 성공적으로 해결하나 더하기의 과정을 거쳐서 하는 경우</p>	*		*		*	*	



실험명	아동의 사고 수준 기술	피아제의 수준						
		1B	1B 2A	2A	2A 2B	2B	2B 3A	3A
4-2. 수평 운동	S. 형식적인 연역적 방법에 의해 세 질문에 모두 옮겨 해결하는 경우 : 이 단계의 아동은 모두 형식적으로 해결 가능하며 구체적인 추정을 안하고도 연역법으로 결과를 예상 가능한 경우							*
	S.과 S. 어떠한 조작적 합성도 못하는 경우 : 이 단계의 아동은 이동 거리의 일렬 정돈 후에도 예상이나 귀납지도 못하는 경우	*						
	S. 형식적인 연역 없이도 구체적 조작을 통하여 이해하는 경우 : 이 단계에서는 행해진 관찰에 의하여 점진적인 귀납의 형태인 구체적 합성을 통해 인지하는 경우 S. 형식적인 연역법에 의해 직접적으로 문제를 해결, 결국 위치 변화에 대한 파악 : 이 단계의 아동은 각각의 결과를 예상하는 형식적 연역법을 보이고 있는 경우					*		*
5. 상대운동	S. 같은 시간에 한 운동에만 주의를 집중한다. 그리고 달팽이의 이동 거리를 측정해서 무슨 소용이 있는지를 모르고 하는 경우			*				
	S. 판지와 달팽이의 이동 거리를 측정해서 그것을 기본선으로 옮기긴 하지만 판지의 운동과 달팽이의 운동을 관계지을 수 없는 경우 이들 운동은 서로 독립적이고 성질이 다른 것이라고 생각하는 경우				*			
	S. 판지의 운동과 달팽이의 운동을 관련시킬 수 있는 경우, 판지의 운동이 같은 거리를 같은 방향으로 이동한 달팽이의 운동과 관련지을 수 있지만 움직이는 길이가 같지 않고 방향이 다를 때 두 운동의 관계성을 알지 못하는 경우					*		
	S. 여러 가지 시험적인 절차를 거쳐 이동한 거리가 다른 두 반대 방향의 운동을 관련시킬 수 있는 경우						*	
	S. 명백한 방안을 가지고 여러 가지 추정을 시도한 후에 두 운동이 동시에 일어남을 보일 수 있으며 문제를 논리적으로 해결할 수 있는 경우, 즉 간단한 폐기 조작으로 두 운동을 조직하는 경우							*
6. 속력의 직관 6-1. 출발과 도착점만 볼 수 있는 두 운동의 속력	S. 속력 비교의 실패; 이 단계에서 터널을 치우고 인형이 보이게 움직여도 이 터널 문제를 풀지 못하는 경우	*						
	S. 중간 정도의 답; 이 단계에서는 터널을 제거해서 보게 하면 옳은 답을 할 수 있는 경우 S. 이 문제의 조작적인 답; 이 단계에서는 이동 공간과 시간과를 관계지어 속력의 차이를 간단히 파악할 수 있는 경우		*		*			
6-2. 출발과 도착점 모두 볼 수 있는 운동의 속력	S. 속력의 차를 이해 못하는 경우로 이 단계에서는 속력과 시간 사이 및 이동 거리와 운동 사이의 관계성을 파악할 수 없는 경우	*						
	S. 질문 Q <sub>1</sub> 과 Q <sub>2</sub> 는 아무 어려움 없이 해결할 수 있으나 Q <sub>3</sub> 와 Q <sub>4</sub> 는 실제 실험을 하지 않고서는 해결할 수 없는 경우 S. 문제에 대해 조작적인 답을 하는 경우		*		*			
6-3. 동심진로를 가진 순환 운동의 속력	S. 속력이 같든지 속력이 거리에 역비례한다고 판단하는 경우 : 이 단계에서는 따라잡기의 결여 때문에 속력이 같다고 생각한다. 즉 짧은 경주로에서 속력이 더 크다고 생각하는 경우			*				
	S. 중간 반응 : 이 단계에서는 처음엔 혼동하나 첫 단계에서와 같이 시간이 경과한 후엔 정확한 답을 얻게 되는 경우					*		
	S. 문제에 대한 조작적인 답; 이 단계에서는 속력과 거리 및 운동간의 관계에 대한 해답을 쉽게 하는 경우						*	

실험명	아동의 사고 수준 기술	피아제의 수준						
		1B	$\frac{1B}{2A}$	2A	$\frac{2A}{2B}$	2B	$\frac{2B}{3A}$	3A
7. 동시적 운동에서의 속력 관계 7-1. 거리가 다른 동시적 운동	<p>S<sub>1</sub>. 이 단계에서 속력은 정지 지점의 위치에 따라 직관적으로 평가하는 경우</p> <p>S<sub>2</sub>. 정지점에 집중하는 직관성과 논리적 관계성 즉 정지점의 직각에서 멀어지려는 경향 간의 중간적 반응의 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 관계성의 조작적 조작</p> <p>① 시간적인 순서를 공간에서 연속성과 분리해서 생각하는 경우</p> <p>② 주어진 출발점과 도착점간의 이동 거리는 길이로써 생각하는 경우</p> <p>③ 동시에 움직이는 운동, 속력은 같은 시간에 이동한 길이로 정의하는 경우, 아동은 길이 또는 거리의 관점에서 속력의 관계를 표현한다.</p>	*			*			
7-2. 부분적으로 동시 및 동일 거리	<p>S<sub>1</sub>. 아동은 아직도 도착점이, 같기 때문에 두 차는 모두 같은 속력이라고 말하는 경우</p> <p>S<sub>2</sub>. 중간적 반응; 아동의 대답은 항상 일정한 것이 아니지만 시간의 차가 크기만 하면 탈중심적(도착 지점에서)이기 시작하고 문제를 해결할 수 있는 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 아동은 포함된 관계성을 직접 분류하여 문제를 해결할 수 있는 경우, 이 단계에서는 동일 시간에서 차이에 집중하는 경우, 즉 탈중심화는 완전히 가역적일 때 조작적이 되는 경우</p>	*			*		*	
8. 상대 속력	<p>S<sub>1</sub>과 S<sub>2</sub>; 어떠한 상대 속력의 개념도 없는 경우</p> <p>① 옳은 답을 주지 못하는 경우: 즉 아동은 시간과 속력의 변화를 인식 못하는 경우</p> <p>② 일부 질문에는 옳은 답을 하지만 다른 것에는 실패하는 경우</p> <p>일부 문제는 지시적인 예상을 통해 푸는 경우</p> <p>S<sub>2</sub>. 구체적 조작; 실험 후엔 관계성을 이해하고 점차 예상하는 경우, 실제 경험 절차를 거쳐 자기 선수와 인형의 운동을 관계짓는 능력이 있는 경우, 결과를 예상하나 충분한 이유를 대지 못하는 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 형식적 조작에 의해 문제를 일반된 개념으로 해결하는 경우, 문제를 논리적이며 수학적으로 해결하는 능력이 있는 경우, 결과를 충분한 근거를 갖고 예상함. 아동은 자전차와 인형의 두 다른 속력을 동시에 전체적으로 조정할 수 있는 경우</p>	*		*		*		*
9. 거리와 시간이 다른 계속 운동의 속력	<p>S<sub>1a</sub>. 운동이 연속성일 때 같은 거리와 다른 시간 또는 그 반대 다른 거리와 같은 시간의 어려움이 있고 시간과 거리가 모두 같지 않은 비례 관계를 세우기가 불가능한 경우, 이 단계에서는 시간과 공간, 시간과 속력, 속력과 공간 등을 혼동하는 경우</p> <p>S<sub>2a</sub>. 같지 않은 시간에 같은 거리에 대한 속력과 그 반대의 경우도 성공이나 모두 같지 않은 시간과 공간에 대한 속력은 점진적으로 이루어진다. 이 단계에서 처음에는 실패하나 두 안자가 모두 같지 않을 때도 조금씩 성공해 가는 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 정확한 비례 관계의 구성</p> <p>S<sub>4a</sub>. 이 단계에서는 파오와 불확성으로 수행되는 경우, 이 단계의 아동은 비례에 대한 이해를 보이는 시기이다. 이들은 1:2, 1:4, 1:3의 비율로 나타난다. 이 두 경우에서 올바른 조작을 하지만 계산에서 어려워하는 경우</p>			*		*		*

실험명	아동의 사고 수준 기술	피아제의 수준						
		1B	1B 2A	2A	2A 2B	2B	2B 3A	3A
	S <sub>0</sub> . 비례에 대한 답에서 조직적인 방법을 사용하는 경우. 이 단계에 아동은 우선 측정을 하고 비례를 써서 문제 해결을 위한 보다 간단한 구성을 할 수 있는 경우							*
10. 일정 속력의 보존과 그 관계성	<p>S<sub>1</sub>. 차(인형)가 매일 일정한 속력으로 움직인다는 것을 이해 불가능한 경우. 다만 첫날에 출발 및 정지점에만 집중하며 차(인형)가 움직인 거리를 예상 불가능한 경우. 매일 매일 차가 인형보다 먼 거리를 움직인다는 사실을 이해 가능하지만 그들이 일정한 속력이라는 생각은 할 수 없을 경우</p> <p>S<sub>2</sub>. 매일 매일 차가 인형보다 먼 거리를 움직인다는 사실은 이해 가능하지만 그들이 일정한 속력이라는 생각은 할 수 없을 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 차와 인형이 각각 일정한 속력으로 매일 같은 거리를 움직여 갈 것이라는 것을 예견할 수 있는 능력이 있지만 차와 인형은 두 개의 다른 일정 속력이라는 것은 인식 못하는 경우</p> <p>S<sub>4</sub>. 차(인형)의 속력이 계속적인 날에 갔다는 것을 예견할 수 있는 능력이 있고 차의 반나절 가동에서는 2:1의 간단한 비율임을 발견할 수 있지만 인형에서는 불가능한 경우</p> <p>S<sub>5</sub>. 반나절 동안에 인형이 움직인 거리에 관련된 일반화할 작도할 능력이 있는 경우</p> <p>S<sub>6</sub>. 차(인형)의 일정 속력을 예견하고 이들 속력을 서로 관련시킬 능력이 있는 경우. 구체적인 물체 없이도 그들의 이동을 예상할 수 있고 차와 인형의 계속적인 이동에 관계되는 문제를 해결키 위하여 형식적인 비례의 관계를 구성하는 경우</p>	*			*		*	*
11. 일정한 가속된 운동	<p>S<sub>1</sub>. 내리반이 길의 기능에서 아무런 가속 개념이 없을 경우: 이 단계에서는 속력이 항상 같고 처음 가속 시작에서 좀 더 빠르다고 생각하는 경우. "이 단계에서는 일정 속력에서 일정 가속의 개념을 갖지 못하는 경우이다."</p> <p>S<sub>2</sub>. 직관적인 가속 개념 자전거 선수가 내리반이를 내려갈 때 속력은 점점 빨라진다는 사실을 이해하기 시작하나 내려갈 때 깃발의 간격이 좁아지는지 더 넓어지는지를 확실히 알지 못하는 경우. "아동은 일정한 가속에 대한 직관적인 개념은 보이지만 시간과 이동 거리에 대한 관계를 지어 설명하지 못하는 경우</p> <p>S<sub>3</sub>. 이동 거리와 시간에 대해 정확한 상호 관련 없이 가속도에 대한 직관적인 표현. 자전거 선수가 내리막 길을 내려갈 때 속력이 점점 빨라진다는 사실은 약간 알지만 아직도 깃발간의 간격을 모르는 경우</p> <p>S<sub>4</sub>. 통과된 거리와 시간을 상호 관련시키는데 점차적으로 성공되어 가는 경우. 대부분의 아동은 내리막 길을 내려갈 때 속력이 점점 증가된다고 확신하는 경우. 깃발 간격에 대해선 처음엔 실패를 하나 반대 제의를 할 때 제대로 맞히는 경우.</p> <p>S<sub>5</sub>. 형식적 조작으로 문제를 직접 해결하는 경우. 아동은 각각 새로운 거리에서 걸린 시간을 감소하고 일정 시간대의 이동 거리는 증가한다는 사실을 아무런 주저함이 없이 답하는 경우.</p>	*			*		*	*

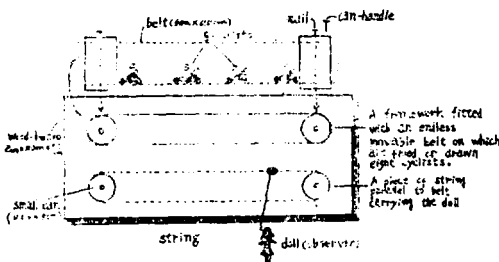
개념은 보통 1B에서 3A이다. 그러므로 일반적으로 운동과 속력 개념 형성 수준은 1B에서 3A이므로 전조작 후기인 직관적 단계에서 형식적 조작의 초기인 논리적 단계에 걸쳐 점진적으로 형성된다고 사료된다.

## IV. 논의

### A. 실험 개관의 자료면

앞서 실험 개관에서 고찰한 바에 의하면 11개 실험(상세화하면 15 가지) 중에서 한 가지 이동한 길(The path traversed)만 제외하고는 자료 제시가 도식이 아닌 기술식으로 되어 있는 것을 모두 그 내용의 변화 없이 그대로 도식화 하여 고찰하였던 바, 주기운동(週期運動)에서 고유 계속적(固有繼續的)인 순서의 실험 기구와 상대 속력의 실험 기구를 제외하고선 모두 용이하게 준비할 수가 있는 자료이다. 주기 운동의 순서에선 슬리트가 있는 원통형의 외통과 4~6 면의 각주형 내통으로 이루어진 실험기구를 외통은 강통( $\phi 7.8 \times 11.2\text{cm}$ )으로 슬리트를 만든 원통형으로 쓰고, 내통의 각주형 대신으로 외통보다 약간 작은 맥주 강통( $\phi 6.5 \times 12.2\text{cm}$ )으로 하고, 슬리트 폭보다 약간 작은 색종이 띠를 연속 접속하여 붙여 사용하면 좋은 대치 자료(代置資料)가 된다. 한편 상대 속력의 실험 자료는 기술문(記述文)만 가지고는 재현키 어려우나 다음과

**<fig. 12> Structure of Relative Speed**



같이 회전 축통(回轉軸筒)은 작은 강통( $\phi 6.5 \times 5\text{cm}$ )와 두꺼운 흰색 바닐의 벨트로 하고 그 벨트 위에 자전거 선수의 그림을 8개, 그리고 또 다른 회전대(回轉臺)에는 관찰자를 두꺼운 종이로

그려 만들어 붙이고 이들 모두 하나의 판자에 두 틀을 고정하여 사용하면 좋은 대치 자료가 된다.

### B. 운동과 속력 개념의 수준면

J. Piaget 연구에 의하면 운동과 속력 개념은 단시일 내에 이루어지는 것이 아니라 처음엔 감각 동작적(感覺動作的), 직관적, 조작적으로 의 순으로 정량적인 개념 형성 이전에 정성적 개념 형성부터 시작되나, 오랜 기간이 걸려야 한다. 그리고 Piaget는 아무런 이론적 전제 없이 운동과 속력 개념이 어떻게 형성되는가를 발달학적(發達學的)으로 분석하여 본 결과 실제로 다음 여섯 가지 단계의 조작적 체계로 구분됨을 알았다.

첫째는 위치의 조작(Operations of Placement): 공간의 계속이나 순서의 개념을 일으키고 정성적으로 순서짓는 첫 시도인 위치에 대한 조작은 다음 단계의 위치의 변화 개념을 구성하는 데 필요한 것이다. 둘째는 변위의 조작(Operations of Displacement): 이는 정성적인 관점에서 전술한 위치의 조작의 단순 순서짓기에서 부터 형성된다. 여기서 위치는 물체를 순서짓기 위해 움직이는 주체가 있으며, 변화하려고 실제로 움직인다. 셋째는 상호 변위의 조작(Operations of Co-displacement): 즉, 이는 위치와 변위 사이의 연관 시간의 연속 개념 또는 지속과 절대 속력의 개념을 주는 조작이다. 넷째는 상대 변위와 상호 변위의 조작(Operations of relative displacement and Co-displacement): 상호 관련이 되는 운동과 속력에 대한 합성을 가능케 한다. 다섯째는 넓은 범위에 있는 조작(Operations which are extensive): 이미 정성적이 아닌 수학적 조작이나 아직도 이동 거리와 걸린 시간 사이의 비례나 비율 관계를 허용하는 수치는 못쓴다. 끝으로 측정에 의한 수치적 조작(Metrical Operations): 통과한 거리와 걸린 시간의 측정을 통한 숫적인 조작이 가능하게 된다.

### C. 주제 개념의 교육적 의미

Piaget가 아동의 "운동과 속력"에 관한 연구를 한 것은 어떤 교육학적인 의미를 부여하기 위해 한 것이 아니라 인식론의 발생학적 입장에서 개념 형성 과정과 수준을 규명한 것이라고 볼 수 있다. 그러나 운동과 속력 개념 형성 수

준이 발견되었다면 이를 아동의 지적 발달에 맞게 교재화하여 적용 연령에 투입할 필요가 있다. 많은 초등 과학 교육 과정에서 운동과 속력 개념의 초보적인 도입은 모두 하고 있으나 아동의 인지 발달을 고려하여 취급하고 있지는 못한 실정이다. 그러므로 Piaget의 연구 내용을 교재화 하려는 단원 개발 연구가 있어야겠다. 한편, 본 운동과 속력 개념에서 제시한 실험 내용은 논문 기술식으로 되어 있으므로 이를 일선 교사에 의하여 현장에서도 사용할 수 있으려면 그 개인 면담 내용을 좀더 상세한 실험 절차가 연구 마련되어야 하고, 나아가서 이를 가지고 한국적 문화 배경에서 아동의 개념 형성 수준도 비교 연구되어야겠다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 J.Piaget가 연구한 아동의 운동과 속력 개념에 관한 고찰을 통하여 운동과 속도 개념

에 관계되는 실험 내용의 개관과 Piaget 수준에 따른 아동의 이해 수준을 분석하여 본 결과 다음과 같은 결론을 맺을 수가 있다.

첫째, 실험 내용의 개관에서 고찰한 바에 의하면 운동과 속력 개념 형성을 알아보기 위해 계속적 순서 또는 위치(2), 위치의 변화(4), 정성적인 속력(6), 속력의 정량화(3) 등 15가지 실험을 인지 발달에 따라 논리적으로 짜임새 있게 구성하였고

둘째, 아동의 이해 수준에선 일반적으로 운동과 속력 개념은 전조작적 단계의 후기에서 시작하여 형식적 조작 단계의 초기에 가서야 형성되는 것으로서 위치의 조작, 변위의 조작, 상호 변위의 조작, 상대적 변위와 상호 변위의 조작, 제량적 조작 등 여러 단계의 조작적 체계로 진전되어 간다. 이상의 연구를 바탕으로 제언하면 앞으로 실험 내용을 응용하되 자연과의 운동과 속력 개념의 단원 개발을 위한 교재화의 연구와 운동과 속력의 개인 면담 내용 절차의 상세화 작업, 한국 아동의 운동과 속력 개념의 형성 규명 등의 연구 과제가 남아 있다.

## 《참고 문헌》

1. 김 현재 외, "아동의 과학 개념 발달에 관한 연구" 인천 교대 교육 연구소, 논총, 제 4 집, 1973.
2. 우 정호 외, "아동의 기하 개념 발달에 관한 연구" (측정 개념을 중심으로) 인천 교대, 과학 교육 연구소 논문집 제 2 집, 1975.
3. 차 재선 외, "아동의 분류 개념 형성에 관한 연구" 인천교대 과학 교육 연구소 논문집 제 2 집, 1975.
4. 한 종하, "아동의 물질량의 보존 개념 형성 발달에 관한 연구" 교육 연구, Vol. 6, No. 1, 1968.
5. K.Lovell, The growth of basic mathematica and Scientific concepts in children, London; Hodder & Stoughton, 1966.
6. I.Mori, M.Kojima & T.Deno, "Child's Forming the concept of Science education, John Wiley & Sons, 1976.
7. J.Piaget, The child's conception of Movement and Speed, (Translated by G.E.T.Holloway and M.J.Mackenzie, 1946) London; Routledge and Kegan Paul Ltd. 1970.
8. J.Piaget, Introduction Á L'ÉPISTÉMOLOGIE GÉNÉTIQUE, TOME II, LA PENSÉE PHYSIQUE, Paris: UNIVERSITAIRES, 1950. (일본역 1976)
9. M.Shayer, J.Piaget's work and Science Teaching, Submitted for the degree of M.Ed, University of Leicester 1972.

# Study on Piagetian Child's Cenception of Movement and Speed

Kim, Hyun Jae (Inchon Teacher's College)

## ABSTRACT

The aims of this research are two-folds; to make an outline of 15 experiments conducted by J.Piaget and to make an analysis of Piagetian understanding level on child's conception of Movement and Speed.

The finding of this study are as follows;

1) The outline reveals that all of the experiments(15EA.) were constructed logically under the bases of Cognitive Development.i.e. Succession order or placing (2EA.), Change of locatio (4EA.) Qualitative Speed(6EA.), and Quantification of Speed (3EA.)etc,

2) The analysis indicates that the concept on Movement and Speed which children develop go through generally from the stage (1B) of late preoperation to the stage(3A)early formal operation.