

언젠가는 물리학이 완벽하게 될 것이라는 것을 아직 보여주지 않고 있다. 지금까지는 새로운 대응 규칙들이 끊임없이 추가되어 왔고, 이론 용어들에 대한 해석에 있어서 계속적인 수정만이 이루어져 왔다. 그것이 무한한 과정인지 아니면 결국 언젠가는 끝장을 보게 될지는 알 길이 없다.

그것은 아마 다음과 같이 바라보아야 하지 않을까. 물리학에서는 어떤 용어에 대한 대응 규칙이 그 용어를 명백히 정의해 줄 만큼 강해서, 그 결과 그 용어가 더 이상 이론 용어가 아니게끔 해주는, 그 정도로 강한 대응 규칙을 만드는 것을 반대하는 것을 막지 않는다. 그리고 새로운 대응 규칙을 더 첨가할 수 있는 가능성이 항상 존재한다는 것을 지지해 주는 어떤 근거도 없다. 왜냐하면 물리학의 역사는 이론적 개념들에 대한 꾸준하고도 끊임없는 수정을 보여주고 있고, 대부분의 물리학자들은 이론 용어를 완벽하게 정의할 만큼 강한 대응 규칙을 만들지 말도록 조언할 것이기 때문이다. 더구나 그것은 전혀 불필요한 절차이다. 그것을 통해서 아무 것도 얻는 것이 없다. 그것은 하나의 획을 긋는 비약적인 발전에 대한 역효과가 될 수도 있다.

물론 여기서 다시 우리는 관찰할 수 있는 것들과 관찰할 수 없는 것들 사이의 구분은 정도의 문제라는 것을 인정해야 한다. 우리는 경험적 절차에 의해서 길이와 같은 개념을 명백히 정의할 수도 있다. 왜냐하면 그것은 아주 쉽게 직접적으로 측정되고, 새로운 관찰에 의해서 좀처럼 수정될 것 같지 않기 때문이다. 그러나 “전자”를 명백히 정의할 수 있을 만큼 강한 대응 규칙을 찾는 것은 경솔한 일일 것이다. “전자”라는 개념은 간단하고 직접적인 관찰과는 너무나 동떨어져 있기 때문에, 그것을 이론 용어로 그대로 두고 새로운 관찰들에 의해서 수정될 수 있도록 하는 것이 최상책이다.

제 25 장

어떻게 새로운 경험적 법칙이 이론적 법칙으로부터 유도되는가

24장에서는 한 이론의 관찰할 수 없는 이론 용어들과 경험적 법칙들의 관찰 용어들을 연결시키는 데 대응 규칙들이 어떤 방식으로 사용되는가에 대해서 논의하였다. 이것은 경험적 법칙들이 한 이론에서의 법칙들로부터 파생되는 방법의 몇 가지 실례를 들어 봄으로써 좀더 분명해질 것이다.

첫번째 예는 기체의 운동 이론에 관한 것이다. 그것의 모형 또는 모형 그림은 분자라고 불리는 작은 입자들에 대한 것인데, 그 입자들은 모두가 일정하게 동요하고 있다. 처음에 기체의 운동 이론은 그 입자들을 모두 동일한 질량을 가지고 기체의 온도가 일정할 때는 그 속도도 동일하게 일정한 작은 공으로 간주하였다. 나중에 각 입자들이 동일한 속도를 지닌다면 기체는 불안정한 상태에 있게 된다는 것이 발견되었다. 따라서 기체가 안정 상태로 남아 있을 수 있는 속도들의 특정한 확률 분포를 구하는 것이 필요했다. 이것은 볼츠만-맥스웰 분포라고 불렀다. 이 분포에 따르면, 어떤 분자가 속도계의 특정한 영역 안에 있게 되는 특정한 확률이 있다.

기체의 운동 이론이 처음 전개되었을 때는 그 이론의 법칙에 따르는

물리량들 가운데 많은 것들이 알려지지 않았다. 아무도 분자 하나의 질량이 얼마인지, 특정한 온도와 압력에서 기체 1입방 센티미터 안에 얼마나 많은 분자가 들어 있는지 알지 못했다. 그런 물리량들은 그 법칙들에 쓰여지는 특정한 매개 변수들로 표현되었다. 방정식들이 만들어진 후에 대응 규칙 사전(辭典)이 준비되었다. 그러한 대응 규칙들은, 그 방정식에 있는 매개 변수들의 값을 간접적으로 정할 수 있게 해주는 방식으로, 이론 용어들을 관찰할 수 있는 현상들과 관련시켰다. 이것은 다시 경험적 법칙들을 유도해 낼 수 있게 하였다. 어떤 대응 규칙은 기체의 온도와 분자들의 평균 운동 에너지가 대응된다고 진술한다. 또 다른 대응 규칙은 기체의 압력과 용기(容器)의 벽에 분자들이 충돌하는 것을 관련시킨다. 분자들은 따로따로 분리되어 있기 때문에 그것들의 충돌은 불연속적인 과정이지만, 그것들의 총체적인 결과는 벽에 대한 일정한 압력으로 간주될 수 있다. 따라서 대응 규칙에 의하면, 압력계를 가지고 거시적으로 측정되는 압력은 분자들의 통계 역학의 용어로 표현될 수 있다.

기체의 밀도란 무엇인가? 밀도는 단위 부피에 대한 질량(질량/부피)이다. 하지만 분자 하나의 질량을 어떻게 측정할 수 있을까? 다시 우리의 사전—매우 간단한 사전—은 대응 규칙을 제공해 준다. 기체의 총 질량 M 은 분자들의 질량 m 의 합이다. M 은 관찰할 수 있는 것이지만(우리는 기체의 무게를 쉽게 잴 수 있다), m 은 이론적인 것이다. 대응 규칙 사전은 두 개념들 사이를 연결시켜 준다. 그 사전의 도움으로 이론으로부터 파생된 다양한 법칙들에 대한 경험적 테스트가 가능하게 된다. 이론에 근거해서, 기체의 부피가 일정하게 유지되고 기체의 온도가 올라갈 때 기체의 압력이 어떻게 되는지 계산해 낼 수 있다. 우리는 그릇의 옆을 두드리면 음파가 어떻게 생겨날지 계산해 낼 수 있고, 기체의 일부만을 가열하면 어떻게 될지 계산해 낼 수 있다. 그 이론적 법칙들은 결국 그 이론의 방정식 안에 들어 있는 다양한 매개 변수들로 환산된다. 우리는 대응 규칙 사전을 통해서 그 방정식들을 측정할 수 있는 개념들이 들어 있는 경험적 법칙들로 나타낼 수 있고, 측정할 수 있기 때문에 우리는 경험적 절차를 통해서 매개 변수들의 값을 부여할 수 있다. 만일 경험적 법칙들이 확증된다면, 그 이론도 간접적으로 확

증된다고 할 수 있다. 물론 기체의 운동 이론이 전개되기 전에 이미 기체에 대한 많은 경험적 법칙들이 알려졌다. 기체의 운동 이론은 그러한 법칙들에 대한 설명을 제공해 준다. 더 나아가 그 이론은 아직 알려지지 않은 경험적 법칙들을 이끌어 낸다.

한 이론이 새로운 경험적 법칙들을 예측하는 힘을 보여주는 두드러진 예는 1860년경에 영국의 위대한 두 물리학자 패러데이(M. Faraday)와 맥스웰에 의해서 전개된 전자기 이론이었다. (패러데이는 주로 실험적인 연구를 했고, 맥스웰은 주로 수학적 연구를 하였다.) 전자기 이론은 전하(電荷, electric charges)를 다루는 것으로, 그 전하들이 전기장과 자기장에서 어떻게 움직이는가와 관련된 것이었다. 전자—기본 전하를 띤 아주 작은 입자—라는 개념은 19세기말에야 비로소 성립하였다. 전자기장에 대해서 기술하는 맥스웰의 유명한 미분 방정식은 하나의 전하나 자극(磁極, magnetic pole)을 전달할 수 있는 그 본성에 대해서는 알려지지 않은 따로따로 분리된 작은 입자들만을 전제로 하고 있다. 전류가 구리선을 따라 움직이게 되면 어떤 일이 일어날까? 전자기 이론의 사전은 그와 같은 관찰할 수 있는 현상을 전하를 띤 작은 입자들이 전선을 따라 실제로 움직이는 것과 대응시켰다. 맥스웰의 이론적 모형으로부터 (물론 대응 규칙들의 도움을 받아서) 전기와 자기에 대해서 우리가 아는 많은 법칙들을 파생해 내는 것이 가능해졌다.

맥스웰의 이론적 모형은 그보다 훨씬더 큰 역할을 하였다. 맥스웰의 방정식에는 c 라는 특정한 매개 변수가 있다. 그의 모형에 따르면, 전자기장에서의 파동의 진행 속도는 c 이다. 전기 실험에 의하면 c 의 값은 대략 초속 3×10^{10} cm로 나타났다. 이것은 우리가 이미 알고 있는 빛의 속도와 일치했고, 그것은 우연한 일로 보이지 않았다. 물리학자들은 다음과 같은 의문을 던졌다. 빛도 전자기파의 특수한 경우가 아닐까? 얼마 지나지 않아서 맥스웰의 방정식은 빛의 굴절, 다른 매질 속에서의 빛의 속도 등을 포함한 모든 광학 법칙들을 설명하게 되었다.

당시의 물리학자들은 맥스웰의 모형이 이미 알려진 전기와 자기의 법칙들을 설명해 준다는 것을 알고는 대단히 기뻐했을 것이다. 그러나 그들은 두 가지 축복을 받았다. 맥스웰의 이론은 광학의 법칙들도 설명해 준 것이다! 마침내 새로운 법칙의 위대한 힘은 지금까지 알려지지 않

있던 경험적 법칙들을 세우고 예언하는 데서 발휘되었다.

그에 대한 첫번째 사례는 독일의 물리학자 헤르츠(H. Hertz)에 의해서 제공되었다. 1890년 경에 그는 낮은 주파수의 전자기파가 실험실에서 만들어지고 탐지될 수 있는지 알아보기 위한 실험을 시작하였다. 빛은 일종의 전자기파이고 매우 높은 주파수를 가진 파동이다. 그러나 맥스웰의 법칙은 어떤 주파수를 가진 파동도 가능하게 해주었다. 헤르츠의 실험은 이른바 처음에 헤르츠파라고 불리던 것들을 발견하는 결과를 가져왔다. 그것들은 지금은 전파라고 불린다. 처음에 헤르츠는 그 파동들을 한 발진기에서 약간 떨어져 있는 몇 센티미터 거리에, 그 다음에는 몇 미터 떨어진 다른 곳으로 전달할 수 있었다. 오늘날 방송국에서는 그 파동들을 수천 마일 떨어진 곳까지 보낸다.

전파의 발견은 맥스웰의 이론적 모형으로부터 새로운 법칙들을 유도해 내는 시초에 불과했다. X선이 발견되었는데, 처음에 그것은 굉장한 속도와 관통력을 지닌 입자라고 생각되었다. 그 다음에 물리학자들은 X선도 빛이나 전파처럼 전자기파이기는 하지만, 가시 광선보다는 주파수가 훨씬 높은 극고주파의 전자기파일지도 모른다는 생각을 하게 되었다. 이것도 역시 나중에 확증되었고, X선과 관련된 법칙들이 맥스웰의 방정식으로부터 유도되었다. X선은 γ 선이 차지하고 있는 상당히 넓은 넓은 주파수대 가운데 특정한 주파수 영역을 가진 파동임이 입증되었다. 오늘날 의학에서 사용되는 X선들은 단지 특정한 주파수를 지닌 γ 선에 지나지 않는다. 이러한 모든 것들은 맥스웰의 모형을 기초로 하여 광범위하게 예측할 수 있었다. 맥스웰의 이론적 법칙은 대응 규칙과 더불어 엄청난 양의 새로운 경험적 법칙들을 이끌어 내었다.

엄청나게 다양한 분야에서의 실험적인 확증들은 특히 맥스웰 이론 전반에 대해서 강력하게 확증해 주었다. 물리학의 다양한 분과들은 실천적인 이유들 때문에 발전하였다. 대부분의 경우에 각 분과들이 나누어진 것은 우리의 감각 기관이 여러 가지이기 때문이다. 눈은 빛과 색을 지각하기 때문에 우리는 그런 현상을 광학이라고 부르고, 우리의 귀로 소리를 지각하기 때문에 우리는 그에 대한 물리학의 분야를 음향학이라 부른다. 그리고 우리는 피부로 열을 느끼기 때문에 열 이론이라는 것이 있다. 우리는 물체들의 운동을 근거로 해서 바퀴, 지렛대, 나사, 축바

퀴 등과 같은 간단한 운동력 전달 장치를 만드는 것이 유용하다는 것을 알고는 역학이라는 분야를 전개하였다. 전기와 자기 같은 다른 현상들은 직접 지각되지는 않지만 그것들의 결과는 관찰될 수 있다.

물리학의 역사에서 물리학의 한 분야가 다른 분야에 의해서 설명될 수 있을 때는 언제나 커다란 진보가 있어 왔다. 예를 들어 음파는 단지 고체, 액체, 기체에서의 탄성파에 지나지 않기 때문에 음향학은 단지 역학의 일부에 지나지 않는다는 것이 발견되었다. 우리는 이미 앞에서 기체의 법칙들이 어떻게 운동하는 분자들의 역학으로 설명되는지에 대해서 말한 바 있다. 맥스웰의 이론은 물리학의 통일을 향한 또 하나의 거대한 도약이었다. 광학은 전자기 이론의 일부라는 것이 발견되었다. 점차적으로 물리학의 모든 분야가 거대한 하나의 이론으로 통일될 수 있을지도 모른다는 입장도 나오게 되었다. 현재는 전자기와 중력 사이에 상당한 간격이 있다. 아인슈타인은 이 간격을 메꿀 수 있는 통일장 이론을 전개시키려는 시도를 몇 번 한 적이 있고, 비교적 최근에는 하이젠베르크를 비롯한 몇몇 사람들이 비슷한 시도를 하였다. 그러나 지금까지 완전히 만족스럽고 확증될 수 있는 새로운 경험적 법칙들을 제공해 주는 어떠한 통일장 이론도 고안되지 않았다.

물리학은 본래 얼핏 보아서 아무런 관련도 없는 수많은 경험적 법칙들을 포함하는 기술 거시 물리학(記述巨視物理學, descriptive macro-physics)으로 시작하였다. 과학의 초기에는 과학자들은 수백 가지 법칙들을 발견했다는 것에 대해서 자랑스러워했을지도 모른다. 그러나 법칙들이 점점더 불어남에 따라 과학자들은 그와 같이 수많은 법칙들이 있다는 것에 대해서 별로 바람직스럽게 여기지 않았다. 과학자들은 수많은 법칙들의 밑바닥에 놓여 있어서 그 법칙들을 하나로 통일시켜 주는 근본 법칙들을 탐구하기 시작하였다. 19세기에는 그러한 근본 법칙의 문제에 대한 심각한 논쟁이 있었다. 어떤 과학자들은, 과학은 그와 같은 근본 법칙을 발견하는 것이어야 한다고 생각하였다. 왜냐하면 그렇지 않으면 과학은 자연에 대한 실제적 설명(explanation)이 아니라 단순한 기술(description)에 지나지 않을 것이기 때문이다. 다른 과학자들은, 그것은 잘못된 접근이며, 근본 법칙들은 단지 형이상학에 속하는 문제라고 생각하였다. 그들은 과학자의 임무는 자연 현상이 왜 일어나

는지를 알아내는 것이 아니라 어떻게 일어나는지를 알아내고 기술하는 것이라고 믿었다.

오늘날 우리는 설명이나 기술이나 하는 심각한 논쟁을 보고 약간의 미소를 짓게 된다. 우리는 양쪽 주장 모두 일리가 있기는 하지만, 그 문제에 대해서 그런 식으로 논쟁한다는 것은 무익하다는 것을 알 수 있다. 설명과 기술 사이에는 어떠한 실제적 대립도 없다. 물론 만일 기술을 좁은 의미로 받아들여서 어떤 과학자가 어떤 특정한 날에 어떤 특정한 물체를 가지고 무엇을 했다는 것만을 기술한다면, 그와 같이 단순한 기술에 반대하는 과학자가 좀더 실제적인 설명을 요구하는 것은 정당하다고 할 수 있다. 그러나 오늘날 우리가 알기로는 넓은 의미에서의 기술, 즉 현상을 좀더 일반적인 법칙들의 맥락에서 기술하는 것은 현상에 대한 유일한 설명이라고 할 수 있다. 마찬가지로 만일 과학은 설명에 관심을 가져야 한다고 주장하는 사람들이 의미하는 것이 경험적 절차에 근거하지 않은 형이상학적 설명이라면, 그들에 대한 반대자들이 과학은 기술에만 관심을 가져야 한다고 하는 주장은 옳다고 할 수 있다. 양쪽 주장 모두 일리가 있다. 제대로 이해된 설명과 기술은 모두가 과학의 본질적인 측면들이라고 할 수 있다.

설명에 대한 첫번째 노력은 이오니아의 자연 철학자들에 의해서 이루어졌는데, 확실히 그들이 의도했던 설명은 다분히 형이상학적이었다. 그들은 만물은 불로 되어 있다, 만물은 물로 되어 있다, 만물은 변화한다고 주장한다. 과학적 설명에 대한 그와 같은 초기의 노력들에 대해서는 두 가지 입장을 취할 수 있다. 우리는 다음과 같이 말할 수 있다. “그것은 과학이 아니라 순전히 형이상학이다. 그 이론들에 대한 아무런 확증 가능성도 없고, 그 이론을 관찰할 수 있는 현상들과 관련시켜 주는 아무런 대응 규칙도 없다.” 다른 한편 우리는 다음과 같이 말할 수도 있다. “이오니아 자연 철학자들의 그와 같은 이론들은 확실히 과학적이지는 않지만, 적어도 이론들에 대한 생생한 통찰들이라고 할 수 있다. 그것들은 과학의 시초이다.”

우리는 다음을 잊어서는 안 된다. 과학의 역사에서나 한 창조적 과학자의 심리적 역사에서 이론은 흔히 처음에는 일종의 통찰력으로 나타난다. 즉 이론이 처음에 등장할 때는 그 이론을 확증하는 데 도움을 줄지

도 모르는 대응 규칙들이 발견되기 훨씬 전에 그 창조적인 과학자의 영감에 의해 상상으로 나타나는 것이다. 데모크리토스가 모든 것은 원자로 이루어져 있다고 말했을 때, 그는 확실히 자신의 이론에 대한 아무런 확증도 없었다. 그럼에도 불구하고 그것은 천재적인 착상이었고 심오한 통찰력이었다. 왜냐하면 2천 년 후에 그의 상상은 확증되었던 것이다. 따라서 만일 미래의 언젠가 시험될 수 있는 상상이라면 이론을 예측하는 통찰들을 무턱대고 거부해서는 안 된다. 그러나 분명한 것은, 만일 어떤 가설이 시험될 수 있는 가능성이 없다면, 어떤 가설도 과학적이라고 주장될 수 없다는 사실이다. 어떤 가설이 반드시 확증되어야 하는 것은 아니지만, 원리상으로(in principle) 그 이론을 확증하거나 반증하는 수단을 제공해 주는 대응 규칙들은 반드시 있어야 한다. 이론을 시험할 수 있는 실험들을 생각해 낸다는 것이 대단히 어려울 수도 있다. 오늘날 이미 제안된 여러 가지 통일장 이론들이 바로 그 경우에 해당한다. 그러나 만일 그런 시험이 원리상으로 가능하다면, 그 이론은 과학적 이론이라고 불릴 수 있다. 어떤 이론이 처음 제안되었을 때 우리는 그 이상의 것을 요구해서는 안 된다.

초기의 철학으로부터 과학에로의 발전은 점진적이고 단계적인 과정이었다. 이오니아 철학자들은 가장 원시적인 이론들을 가졌다. 그와는 달리 아리스토텔레스는 좀더 분명하고 좀더 구체적인 과학적 근거들을 가지고 생각하였다. 그는 많은 실험들을 하였고, 비록 그는 다른 측면에선 선험주의자였지만, 실험의 중요성을 알고 있었다. 이것은 과학의 시작이었다. 그러나 1600년경 갈릴레이 시대가 되어서야 비로소 자연에 대한 선험적 이유보다 과학적 방법론을 더 우위에 두게 되었다. 갈릴레이의 개념들 가운데 많은 것이 이미 이론적으로 진술되기는 했지만, 구체적인 경험적 토대 위에 이론적 물리학을 세운 것은 갈릴레이가 처음이었다. 확실히 1670년경의 뉴턴 물리학은 관찰할 수 없는—만유 인력, 질량의 일반 개념, 광선의 이론적 속성 등과 같은—이론적 개념들을 포함하고 있는 최초의 포괄적이고 체계적인 이론이었다. 그의 중력 이론은 상당히 일반적인 것이다. 어떤 두 입자—그 입자가 크든 작든 상관없이—사이에 그것들 사이의 거리의 제곱에 반비례하는 힘이 있다. 뉴턴이 중력 이론을 전개하기 전에는 과학은 돌의 낙하와 태양 주

위를 공전하는 행성들의 운동을 설명할 수가 없었다.

놀라운 일이지만, 뉴턴 이전에는 아무도 사과가 떨어지는 것과 달이 지구 주위를 공전하는 것은 똑같은 힘(만유 인력) 때문이라는 것을 생각하지 못했을 것이다. 사실 그것은 누구에게나 떠오를 수 있는 생각은 아니었을 것이다. 그것은 대답하기에 그렇게 어렵지는 않다. 그러나 아무도 그런 물음을 묻지 않았다. 이것은 대단히 중요한 점이다. 아무도 다음과 같이 묻지 않았다. “하늘에 있는 물체들 사이에 서로 작용하는 힘과 물체들을 땅으로 떨어지게 하는 지상의 힘들 사이에 어떤 관계가 있을까?” “하늘”(天, heavenly)과 “지상”(地, terrestrial)이라는 용어를 쓰는 것조차도 이분법적 사고를 하고 있는 셈이다. 즉 자연을 근본적으로 다른 두 영역으로 나누고 있는 것이다. 그런 이분법적 사고를 무너뜨리고 그와 같은 근본적인 분리란 있을 수 없다고 주장한 것은 뉴턴의 뛰어난 통찰력이었다. 하나의 자연, 하나의 세계만이 있다. 뉴턴의 중력 법칙은 사과가 떨어지는 것과 케플러의 행성의 운동 법칙 모두를 최초로 설명한 이론적 법칙이었다. 뉴턴 당시에 그와 같은 일반적 용어로 생각한다는 것은 심리적으로 어려운 일이었고, 대단히 과감한 모험이었다.

물론 나중에 과학자들은 대응 규칙들을 가지고 천체들의 질량을 어떻게 정하는지를 발견해 냈다. 뉴턴의 이론은 탁자 위에 나란히 놓여 있는 두 개의 사과도 서로 끌어당긴다고 말한다. 그것들이 서로를 향해 움직이지 못하는 이유는 끌어당기는 힘이 너무 작고 탁자 위의 마찰력이 너무 크기 때문이다. 마침내 물리학자들은 실험실에서 만유 인력을 실제로 측정하는 데 성공했다. 그들은 비틀림 저울을 사용하였는데, 그 저울은 양쪽 끝에 쇠로 된 공이 달려 있는 막대로 되어 있고, 그것들 긴 철삿줄로 중앙에 묶어서 천장에 닿도록 매달아 놓았다. (그 철삿줄이 가늘고 길수록 그 막대는 쉽게 돌아갈 것이다.) 실제로는 그 막대는 완전히 정지하지는 않고 언제나 약간씩 진동한다. 그러나 그 막대가 진동하는 평균점은 설정될 수 있다. 그 평균점의 정확한 위치가 정해진 후에 그 막대의 가까이에 납 덩어리로 커다란 더미를 쌓는다. (납을 사용하는 이유는 비중이 대단히 크기 때문이다. 금은 더 큰 비중을 갖지만, 금 덩어리는 너무 비싸다.) 그 진동하는 막대의 평균점이 납 더미

가까이에 있는 막대의 끝 위에 공 하나를 더 놓은 것만큼 작게 위치를 이동하였다. 그 위치 이동은 단지 수십분의 1mm밖에 안 되었지만, 실험실 안에서 두 물체 사이의 중력 효과—뉴턴의 중력 이론에 의해 예측되었던 효과—를 처음으로 관찰했다는 것을 증명하기에 충분했다.

뉴턴 이전에도 사과가 땅으로 떨어지고 달이 지구 주위를 돈다는 사실은 이미 알려져 있었다. 그러나 뉴턴 이전에는 아무도 비틀림 저울에 의한 실험 결과를 예측할 수 없었다. 그러한 사실은 이론이 아직 관찰되지 않은 새로운 현상을 예측할 수 있다는 것을 보여주는 고전적인 예라고 할 수 있다.