

Cartwright, N. (1980), "Do the Laws of Physics State the Facts?", *Pacific Philosophical Quarterly* 61: 75-84. Reprinted in Curd & Cover (1998), 865-877.

이름도 없으면서 깊이 고정된 자연법칙에 대한 개념이 있다. 그 개념은 자연법칙이 현실에 대해 사실을 서술한다는 것이다. 만일 우리가 법칙에 의해 서술된 사실이 통용된다고 생각한다면, 혹은 적어도 통용되는 사실이 법칙 속에서 서술된 것처럼 충분하다면, 다음 사실이 발견될 때까지는 우리는 그 법칙이 옳다, 아니면 당장 옳다고 본다. 나는 이 원칙을 "법칙의 사실상적 개념 the facticity(사실적성질?) view of laws"이라고 부르겠다(by John Perry).
사실상적 *가정* *고자 한다.*

기본적이고 설명적인 물리학의 법칙을 이상으로 받아들이는 것은 습관적인 것이다. Maxwell의 방정식, Schrodinger의 방정식, 아니면 일반상대성이론의 방정식은 패러다임이며, 그런 패러다임은 화학, 생물학, 열역학, 혹은 입자물리학의 법칙 같은 모든 법칙이 모델로 되는 것이다. 그러나 이 가정은 "법칙의 사실상적 개념"을 논박한다. 따라서 <기본적인 물리학의 법칙은 현실의 대한 옳은 사실을 서술하지 않는다. 사실의 서술로 한다면 법칙들은 틀린 것이며, 옳은 것으로 개정되면 법칙들은 기본적이고 설명적인 힘을 잃어버린다.>

이 주장을 이해하기 위해 생물학과 물리학의 대비가 도움이 될 것이다. J.J.C.Smart는 생물학은 그 자체에 진짜 법칙이 없다고 논의한다. 이것은 공학과 비슷하다. 라디오나 생명체와 같이 복잡한 시스템에 대한 어떤 일반적인 주장에게도 예외가 있을 것이다. 생물학의 일반화나 공학의 오른손 법칙은 예외적이지 않기 때문에 옳은 법칙이 아니다. (생물학을 한 위도의 과학으로 간주하기에) 만약 좋은 이유라면 하위의 과학은 물리학이어야 한다. 물리학의 법칙은(생물학과 달리) 예외를 갖고 있을 뿐만 아니라, 대부분에 있어 옳지 않거나 아마 옳은 것이다. *Second rate science approximately*

"자연법칙은 현실에 대한 사실을 서술한다"고 내가 시작한 법칙의 개념은 보행자의 개념이다. 즉, 내가 상상하기에는 어떤 과학적 리얼리스트가 갖고 있는 것이다. 이것은 자연법칙은 다양한 대상이 어떻게 움직이는지, 어떨 때, 아니면 언제나, (만일 실행필요성을 앞에 놓고 싶다면) 어떻게 움직여하는지조차 가르쳐주겠다고 가정한다. 중요한 것은 대상 - 우리의 물질세계에 존재하는 정말 구체적인 것, 즉 쿼크나 생쥐, 아니면 세포 같은 것에 대해 얘기하고, 이러한 대상들이 무엇을 하는지를 가르쳐주는 것이다.

생물학적 법칙은 좋은 예를 제공한다. 예컨대 척삭 동물에 관한 Stanford의 교과서에서 든 일반화가 있다.

Gymnotoids(American knife fish)는 엄청나게 긴 뒷지느러미를 지닌 날씬한 물고기이며, ... 밤에만 나타난다. (이)

기본적인 물리학의 법칙은 대조적으로 그 범위 안의 대상이 무엇을 하는지를 가르쳐주지 않는다. 만일 이런 식으로 생각을 해보면 물리학의 법칙은 단순히 틀리고, 그냥 틀린 것이 아니라 법칙들을 지탱하는 이론에 의해 틀린 것으로 간주된다. 물리학의 기초나 설명적인 법칙이 사물이 어떻게 움직이는지 서술하지 않는다면, 무엇을 하는 것인가? Richard

Feynman은 그의 저서 "The Character of Physical Law"에서 아이디어, 메타포를 제공해 준다. Feynman은, "눈에 안 보이는 자연현상과 분석하는 눈에만 분명한 자연현상 사이에는 리듬과 패턴이 있으며, 그것은 우리가 물리학적 법칙이라 부르는 것"이라고 말한다. 대부분 철학자들은 이런 리듬과 패턴이 어떻게 기능하는가에 대해 더 알고 싶어할 것이다. 그러나 적어도 Feynman은 그가 연구한 법칙이 사실을 서술한다고 주장하지 않는다.

물리학의 법칙은 현실의 ^{어떻게} ^{작용} ^{하는} ^가 서술을 제공하지 않는다고 말하겠다. 이것은 비현실주의자의 교리 같이 들린다. 사실 이런 식으로 주장하는 것은 오해시킬지도 모른다. 과학철학계에서의 비현실주의자들의 견지는 전통적으로 두 가지이기 때문이다. Bas van Fraassen은 그런 비현실주의자에게 근대적인 대변자이다. 그는 관찰 불가능한 실체의 존재를 두려워하며, 오히려 그러한 존재를 믿기 위한 우리의 기반의 건전함을 걱정한다. 또 그런 실체가 어떻게 움직이는가에 대한 이론적인 주장을 옹호할 것이란 증거에 대해 걱정한다. 그러나 나는 이론적 실체와 싸울 까닭이 없으며, 당장 그것들이 무엇을 하는지를 어떻게 우리는 아는가에 대해 관심이 없다. 여기서 나를 괴롭히는 것은 우리의 설명적인 법칙이 안 가르쳐준다는 것이다. 가르쳐주지 않는다는 것이 사실은 설명적인 역할이다.

Hilary Putnam 역시 탁월한 리얼리즘의 새로운 버전 속에서 물리학의 법칙은 현실에 대한 사실을 나타내지 않는다고 주장한다. 그러나 이것은 오븐 안에서 불타고 있는 쿠키에 대한 가장 공통된 주장조차도 아닌 아무 것도 현실에 대한 사실을 나타내지 않기 때문이다. 만약 어떤 것은 사실을 나타낸다면 Putnam은 아마 근대 물리학의 기본적 방정식이 가장 잘 나타낸다고 생각할 것이다. 이것은 내가 거부하는 주장이다. 생물학이나 공학에서 배우는 일반화를 포함해서 모든 종류의 진술이 자연법칙을 나타낸다고 허락할 수 있다. 그것은 올바르게 나타내지 않는 기본적이고 설명적인 법칙이다. Putnam은 의미와 언급, 그리고 어떻게 우리가 언어의 순환에 속여지는지에 대해 두려워하는데 나는 진실과 설명, 그리고 어떻게 한 사람이 남을 배제하는가를 두려워한다.

1 원인의 구성에 의한 설명과, 진리와 설득력의 교환

모두가 알고 있는 물리학의 법칙, 만유인력의 법칙으로부터 시작해보자. 이것은 Feynman이 예로서 쓰는 법칙이다. 그는 이 법칙이 "인간의 지성에 의해 달성된 가장 대단한 일반화"라는 생각에 뒷받침했다.

$$\text{Law of gravitation: } F = Gmm'/r^2$$

Feynman은 다음과 같이 말한다.

만유인력의 법칙은 두 개의 물체들이 그들 간의 거리의 제곱으로 거꾸로 바꾸는 힘을 서로 가하는 것이며, 그 질량의 적으로 직접 바꾼다.

이 법칙은 정말로 어떻게 물질이 움직이는가를 서술하는가?

확실히 아니다. Feynman 자신은 그 한 가지 이유를 말해준다. "전기도 거리(이 경우는 전하電荷 간의 거리)의 제곱으로 거꾸로 힘을 가한다". 어떠한 두 가지의 물체들에게도 그들 사이의 힘이 만유인력에 의해 주어진다. 이것은 옳지 않다. 어떤 물체들은 대전체(a charged body)이며, 둘 간의 힘은 Gmm'/r^2 가 아니다. 오히려 Feynman이 언급한 전자적

힘을 지닌 힘의 합성력이다.

질적이고 대전한 물체에게 만유인력의 법칙과 Coulomb의 법칙(2 개의 대전체 간의 힘을 주는 법칙)은 최종적 힘을 결정하기 위해 상호작용한다. 그러나 어느 쪽 법칙도 그 자체만으로는 정말로 어떻게 물체가 움직이는지를 서술하지 못한다. 대전하지 않은 물체는 만유인력의 법칙대로 움직일 것이며, 어떤 강력한 물체는 Coulomb의 법칙에 반례를 구성할 것이다. 이들 두 가지의 법칙들은 옳지 않다. 더 나쁘게 말하자면 이 법칙들은 대략 옳지도 않다. 예컨대 원자의 전자와 양성자 간의 상호작용에 있어 Coulomb 효과는 중력의 효과를 없애버리고, 실제로는 생기는 힘이 중력의 법칙에 의해 서술되는 것과 전혀 다르다.

분명한 대답은 나한테는 완전한 이 두 법칙의 서술문이 없고 다만 속기만이 있을 뿐이다. 나는 감추어 왔는데, Feynman 버전은 전방에 다른 사정이 같다면 절대적이다. 더 조심스럽게 말하자면 만유인력의 법칙은 다음과 같다.

만약 작동하는 중력 이외의 힘이 없다면, 두 개의 물체들이 그들 간의 거리의 제곱으로 거꾸로 바꾸는 힘을 서로 가하는 것이며, 그 질량의 적으로 직접 바꾼다.

나는 이 법칙은 옳은 것으로 인정하고 적어도 하나는 주어진 이론 속에서 진실로 간직된다. 그러나 이 법칙은 편이한 것이 아니다. 중력의 법칙의 주된 역할 중의 하나는 매우 다양하고 복잡한 상황에서만의 실험에 반대하는 힘의 설명을 돕는 것이다. 이 법칙은 아주 단순하고 혹은 이상적인 상황에서만 설명 가능하며, 중력이 작용할 때만 힘이 작용하는 것은 무엇 때문인가를 설명한다. 그러나 중력도 전기적 물질 둘 다의 경우에도 아무 도움도 안된다. 한번 다른 사정이 같다면 변경자modifier가 고착되면 중력의 법칙은 더 복잡하고 흥미로운 상황에 부적절하다.

이 불행한 특성은 설명적 법칙의 성격이다. 나는 생물학적 법칙이나 공학의 원리와 달리 물리학의 기본적 법칙은 사실을 나타내지 않는다고 말했다. 이 설은 너무나 강하고, 너무나 약하다. 어떤 물리학의 법칙은 사실을 나타내는데 어떤 생물학의 법칙, 특히 설명적인 법칙은 그렇지 않다. facticity의 실패는 물리학의 본질과 그다지 관계는 없으며 오히려 설명의 본질과 관계가 있다. <우리는 자연이 몇 가지의 단순하고 기본확인 법칙에 의해 지배된다고 생각한다. 세계는 복잡하고 변화 많은 현상들로 가득 차 있으나 그런 현상들은 기본적인 것이 아니다. 자연의 기본 법칙에 따른 더 단순한 과정의 상호작용에서 생기는 것이다.>

어떻게 자연이 우리가 보는 난해하고 복잡한 결과들을 생산하기에 작용하는가의 그림은 우리가 주는 설명을 반영한다. 즉, 우리는 복잡한 현상들을 더 단순한 구성요소로 줄여서 설명을 하는데 이것은 우리가 하는 유일한 설명이 아니라, 중요하고 중심적인 것이다. 나는 John Stuart Mill의 말을 인용하고 이 설명을 "요인의 구성"이라고 부른다.

설명들이 인용하는 법칙이 facticity의 요구를 만족시키지 못하는 것은 요인의 구성에 의한 설명의 특징이다. 이러한 설명들의 힘은 설명적인 법칙들이 개별적으로 '작용'하는 것 같이 보이는 결합 속에서 '작용'하는 추측에서 오는 것이다. 인용된 법칙이 결합 내외에서 같은 형식을 갖는다는 것은 매우 중요하다. 그러나 이것은 법칙이 물질의 실제적인 움직임을 서술하려고 할 때엔 불가능하다. 실제적인 움직임은 결합 속에서의 단순한 법칙의 결과이다. 생기는 결과는 개별적인 어떠한 법칙에 의해 지시되지 않는다. 여러 가지 요소들을 포함하는 경우에서 진실이기 위해서는 법칙은 (실제로 생기는) 하나의 결과를 서술해야만 하지만, 설명적이기 위해선 법칙은 다른 것을 서술해야만 한다. 진실과 설명적인 힘 사이에

는 교환이 있다. ✓

2 벡터 부가는 어떻게 원인의 힘을 받아들이는가.

중력과 전자가 합성되는 터인 우리의 예는 힘의 합성의 예이다. 우리는 힘을 벡터적으로 가하는 것은 알고 있는데 벡터 부가는 ^이 내의 걱정^이에 대한 단순하고 분명한 대답을 줄 것인가? 중력과 전기 둘 다 작용할 때, 두 가지 힘^이을 생산되는데 하나는 Coulomb의 ^이 법칙^이에 의해, 하나 더는 만유인력의 법칙에 의해 생산된다. 중력의 힘도 전지의 힘도 종합적 합성력을 만들기 위해 두 개의 힘을 서로 벡터적으로 가한다.

벡터 부가의 관한 얘기는 좋은 것이라고 인정한다. 그러나 이것은 메타포에 불과하다. 우리는 계산을 할 때 힘(혹은 힘을 나타내는 수)을 가한다. 가해지는 구성요소의 힘은 어떤 은유적 의미에서도 존재하지 않기 때문이다. 그리고 그들이 말하는 법칙이 은유적인 해석도 주어져야만 하기도 한다. 더 자세히 설명해보자.

벡터 부가^이 얘기는 Feynman이 그의 중력의 법칙 번역에서 남긴 것을 가정한다. 그가 쓴 방법은 중력적인 질량의 효력 속의 두 개의 물체들 간에서 생산 되는 힘(짧게 말하면 중력에 의한 힘)이라고 하기 보다는 마치 법칙이 두 개의 물체 간의 생기는 힘^이을 쓴다고 서술하는 것처럼 들린다. 법칙을 다루기에 더 나은 방법은 다음과 같다.

두 개의 물체들^이가 힘을 서로 간에(중력에 의해) ~~힘을~~ 생산한다. 그 힘은 그들 간의 거리의 제곱으로 ~~반대로~~ 주고, 그 질량의 생산으로 ~~직접~~ 힘을 준다.

비슷하게 Coulomb의 법칙에는

두 개의 대전한 물체들^이가 서로 간에(전자에 의해) 힘을 생산한다. 그 힘 역시 그들 간의 거리의 제곱으로 ~~반대로~~ 주고, 그 대전량의 생산으로 ~~직접~~ 힘을 준다.

이러한 법칙들은 facticity의 요구를 충족시키지 않는다고 주장한다. 그들은 분명히 물체가 무엇을 하는지를 서술하는 것처럼 보인다. 한 경우에는 두 개의 물체가 Gmm/r^2 의 크기의 힘을 생산하며, 반면 qq/r^2 의 힘을 생산한다. 그러나 이것은 말 그대로 있을 수 없다. Gmm/r^2 의 힘과 qq/r^2 의 힘은 현실적이고 현재 있는 힘이 아니기 때문이다. 상호작용에 있어 하나의 힘('결과'로 불리는 힘인데)만이 생기고 이 힘은 중력에 의한 것도 전기에 의한 것도 아니다. 벡터 합의 얘기에 관해서는 중력과 전지의 힘은 둘 다 생산되지만 존재하지 않는다.

Mill은 아마 이것을 부정할 것이다. 그는 요인의 합성의 경우, 각 분리된 효과는, 테이블의 왼쪽 부분이 전체의 한 부분으로서 존재하는 것처럼, 결과로서의 효과의 일부로서 존재한다고 생각한다. Mill의 요인의 합성에 관한 패러다임은 역학적이다. 즉,

인과관계의 경우의 중요한 종류에 있어, 적절히 말하자면, 한 요인은 결코 다른 요인을 무효로 하거나 헛되게 하지 않는다. 둘 다 충분한 효과를 지닌다. 만약 한 물체가 두 개의 힘에 의해 두 가지의 방향, 하나는 북쪽으로 하나 더는 동쪽으로 추진된다면 두 개의 힘이 따로 얻은 만큼 양쪽 방향에 정확히 주어진 시간에 움직이게 된다.

Mill의 주장은 옳지 않다. 어떤 사상(事象)이 일시적인 부분을 가져도 Mill이 서술한 종의 부분은 갖지 않는다. 한 물체가 동북쪽 길에 따라 운동했을 때 그 물체는 북쪽으로 간 것이 아니며 서쪽으로 간 것도 아니다. 운동의 전반은 종합 운동의 일부일 수도 있지만, 항상 동북쪽으로 향한 운동의 일부는 순수하게 북쪽으로 간 운동은 없다.(우리는 이것을 Judith Jarvis Thomson's Acts 와 Other Event로부터 배운다.) 이 과정은 사례가 조금만 바뀌면 더 분명하다. 물체는 반대 방향으로 똑같이 당겨진다. 1인치만 움직이는 것이 아니라, Mill의 청사진에 의하면 좌우로 몇 feet씩 움직이게 된다. 하지만 이런 경우 직관은 강하게 나누어진다고 확신한다. 그래서 다음 단락에서 나는 실제로 일어나는 효과의 일부로서 만들어진 요인의 분리된 효과를 보기 위해 불가능한 예를 제시하겠다.

실제로 생기는 힘의 일부로서 말 그대로 중력에 의한 힘과 전자에 의한 힘을 잡는 것은 불가능하다. 그렇다면 벡터 합에 관한 얘기의 의미는 ~~없~~ 없는 것일까? 나는 여기에는 법칙의 facticity view를 버려야 할 것이라고 생각한다. 우리는 Coulomb의 법칙과 중력의 법칙의 진실성을 사실이 아닌 무엇인가로 함으로써 보존할 수 있다. 법칙들은 물체가 지닌 원인이 되는 힘을 서술할 수 있다.

Hume은 “우리가 ~~자~~ 자꾸 힘과 그 힘의 작용으로 삼는 구별은 기초가 없는 것이다”고 가르쳤다. 이것은 우리가 여기서 필요로 하는 Hume의 부정한 구별이다. 즉 중력의 법칙은 두 개의 물체는 Cmm/r^2 의 크기의 힘을 생산하는 힘을 갖는다고 주장한다는 것이다. 그러나 물체들은 항상 작용을 성공시키지 않는다. 물체가 실제로 생산하는 것은 다른 힘들의 작용과 최종적으로 그들 간에서 될 타협에 걸려 있다. 이것은 우리가 가끔 원인의 요소를 상상하는 방식일지도 모른다. 그러나 만약 그렇다면, 우리가 사용하는 법칙들은 물체가 무엇을 하는가에 대해선 말하지 않고 물체가 소유하는 힘들에 대해 말하는 것이다.

요인이 되는 힘의 도입은 적당한 경험주의의 현대에서는 아주 생산적인 시작점으로서 보이지 않을 것이다. 의심없이 우리는 가끔 요인의 힘의 뜻으로 생각하여 facticity view는 옳아야 하며 요인의 힘의 사용은 전적으로 틀리다는 것을 지속하는 것이 어리석일 것이다. 그러나 facticity는 용이하게 버려지지 않는다. 한편에서는 법칙을 확인하기 위한 표준적 과학적 방법과 연결하는 것이며, 다른 한편에서는 예언이나 건축, 설명을 위한 사용과 연결하는 것이 법칙이기 때문에 우리는 법칙을 필요로 한다. 만일 자연법칙이 사실을 서술한다면, 사실의 실례가 왜 자연법칙의 확인에 적절하며 자연법칙이 자연세계에서 일어나는 일에 대한 지식과 이해에 어떠한 도움을 주는가에 대해 다루어진 잘 알려지고 자세하고 철학적인 얘기가 있을 것이다. 자연법칙들이 하는 것과 말하는 것의 대신의 이유는 적어도 똑같이 서브해야 한다. 내가 아는 요인의 힘에 관한 아무 얘기도 좋은 시작을 못 가졌다.

3. A Real Example of the Composition of Causes

단소원자의 기초상태는 다섯 개의 다른 에너지 레벨을 지닌다. 물리학의 교과서는 공통적으로 이 현상을 세 가지의 단계에서 연속적으로 취급한다. 나는 Albert Messiah의 의론을 지지한다. 첫 단계에서는 초기상태의 에너지는 중앙 장 근사에 의해 계산되며, 단선은 끌어낸다(a). 어떤 목적을 위해 이 레벨만이 일어난다고 추측하는 것은 정확하다. 그러나 어떤 문제는 더 정확한 서술을 요구한다. 이것은 중앙 장 근사가 두 개 외쪽 전자 상에서 내쪽 껍질 전자의 정전기의 척력의 평균치만을 고려한다고 언급함으로써 공급된다. 이 결점은 두 번째 단계에서 정확한 Coulomb의 상호작용과 첫 단계에서 사용된 평균가능성 간의 차이와

등치인 한계 효과를 고려함으로써 고쳐진다. 개정된 가능성은 단선을 세 가지 선으로 쪼갠다.

하지만 이 방법은 회전효과를 무시하기 때문에 정확하지 않다. 각 전자는 회전하는 혹은 내부의 각을 이룬 운동량을 갖는다. 그리고 전자의 회전은 부가적인 전위¹ 만들기 위해 궤도 각의 운동량과 연결시킨다. 부가적 전위는 회전하는 전자가 본질적이고 자석인 모멘트를 지니고 전위 내에서 운동하는 전자가 자장을 보기 때문에 생긴다. 이 전위에¹ 결과에 대해 Messiah는 “P의 상태만이 회전궤도 에너지의 한계에 의해 영향을 받는다. 세 가지의 레벨 P_0, P_1, P_2 로 쪼개진다”고 말한다.

철학적인 혼란은 마지막 단계에서 가장 눈에 띈다. 다섯 번째 레벨은 Coulomb의 전위의 조합과 회전궤도에 의해 만들어진 전위에 의한 것이다. 이것이 5레벨의 설명이다. 그러나 우리는 법칙을 어떻게 서술할 것인가?

Coulomb 효과에 대해 보자.

Coulomb의 전위가 탄소원자 같은 때는 언제나 (b)에서 그려진 세 개의 에너지 레벨이 일어난다.

(진짜의 법칙은 물론 탄소에서 Coulomb의 전위의 수학적 서술에 의해 “탄소원자의 그것처럼”으로 대체될 것이고, 마찬가지로 “(b)에서 그려진 세 개의 에너지 레벨”로 대체될 것이다.) 탄소원자 자체¹ 이 법칙의 반증을 제공한다. 탄소원자는 옳은 종류의 Coulomb의 전위를 지닌다(세 개의 b 레벨이 아니라 다섯 개의 c 레벨이지만).

We might, in analogy with the vector addition treatment of composite forces, try instead

탄소원자에서처럼 Coulomb 전위에 의해 생산된 에너지 레벨은 (b)에서 그려진 세 개의 레벨이다.

그러나 (앞의 예처럼 “중력에 의해 생산된” 힘과 같이) Coulomb 전위에 의해 생산된 것으로 추측되는 레벨은 일어나지 않는 레벨이다. 실제로 다섯 개의 레벨은 일어나는데 (b)의 세 개의 레벨은 포함하지 않는다. 특히 Messiah의 그림에서 봤듯이 세 레벨 중 제일 낮은 것(3P)은 다섯 중의 아무 것과 동일하지 않다. ¹운동의 합의 구성의 경우, Mill은 실제적인 효과의 일부로서 “요소” 효과를 보려고 했다. 그러나 이것은 여기서 작용하지 않는다. (b)의 3P레벨은 “split”일 것이고 그러므로 $3P_0, 3P_1, 3P_2$ 를 일으킨다. 하지만 3P레벨은 확실히 이러한 레벨의 어떠한 일부도 아니다.

탄소원자에서 Coulomb 전위의 효과에 관한 옳고¹ 사실의 주장을 다루는 것은 어렵다. 그러나 양자이론은 어떤 반증counterfactual이 옳은 것을 보장한다. 즉, Coulomb 전위가, 작용만 한다면, (b)의 세 개 레벨을 생산한다고 보장한다. 분명히 이 반증은 우리의 설명에 관계가 있다. 그러나 우리에게는 그것을 나타내는 어떠한 설명도 없다. 어떻게 covering 법칙 모델은 사실의 서술이 현상을 설명의 관련하는가를 제시한다. 그러나 전혀 다른 상황에서 일어나는 에너지 레벨에 대한 진실은 어떻게 앞에서 본 것과 같이 일어나는 레벨과 관련 될까? 우리는 반증이 중요하다고 생각하지만, 그것이 어떻게 작용하는가에 관한 근거는 없다.

4 요인의 구성 대 covering 법칙에 의한 설명

요인의 구성은 사용될 수 있는 설명의 유일한 방법이 아니다. 다른 방법도 있으며 그것들은 법칙의 facticity view과도 양립한다. 기본적인 covering 법칙의 설명은 중요한 예이다.

이런 다른 종류의 설명은 현상을 구성하는 요소가 무엇인가에 대한 설명을 할 때조차 가끔 유용하다. 예컨대 Coulomb의 법칙이나 중력의 법칙의 경우, 한 체계가 질량과 전하를 지닐 때 정확히 일어나는 일에 말하는 더 복잡한 법칙(더 복잡한 선례를 지닌 법칙)을 쓰는 법을 알고 있다. Mill은 이러한 super법칙이 역학 현상에 항상 유용하다고 생각한다. 사실, 그는 “이것은 왜 역학이 연역적이거나 논증적인 과학이며 화학은 그렇지 않은지를 설명한다”고 생각한다.

이러한 super 법칙과 covering 설명에 대한 세 가지의 주의를 하고 싶다. 첫째, super 법칙은 항상 유용하지 않다. 둘째 그것들이 유용할 때조차 자주 설명이 부족하다. 셋째, 가장 중요한 것인데, 다른 좋은 설명을 얻었을 때조차, 만일 우리가 현상의 생산과 동시에 이르러지는 구성 과정의 서술에 실패했다면 무엇이 사물을 일으키는가에 대한 이해의 중심적이고 중요한 부분을 잃어버린다.

1. 설명할 수 있다고 자랑스럽고 복잡한 수많은 과학적 현상이 있다. 하지만 그런 설명 중 대부분에 대해 super covering laws는 우리에게 유용하지 않다. 나는 이것을 “진실은 많은 것을 설명하지 않는다 Truth Doesn't Explain Much”에서 의론한다. 우리는 이런 상황에서 가끔 super laws가 존재한다고 믿을 이유를 갖는다(신이 성경the Books of Nature의 어딘가에서 그것을 써왔다). 다른 경우에는 이것을 추^추조^조차 못 하는 좋은 경험적 이유를 갖지 않는다(자연은 잘 결정되었을지도 모른다. 신은 모든 ^복 복잡한 상황에 대해 법칙을 쓰지 못했다). 그럼에도 불구하고 특수한 경우에서 일어난 것을 본 후에 우리는 어떻게 다양한 요인들이 그 경우를 일으킨 데에 공헌을 했는지를 자주 이해할 수 있다. super laws를 몰라도 설명한다. 우리에게는 아주 공통적이고 과학적인 실천과 그러한 설명들이 왜 좋은 것인가를 보여주는 법칙의 철학적인 근거가 필요하다.

2. super laws는 어떤 경우를 보^보관^관하기에 유용할 때조차 가끔 그다지 설명적이지 않다. 이는 설명의 covering 법칙 모델에 대한 오래된 불만이다. 즉 “왜 정원에 있는 메추라기는 걸 어다닐 때 저렇게 웃기게 머리를 아래위로 움직이는가?” - “왜냐하면 그들은 다 하기 때문이다”. 회전궤도 연결의 예에서 그것은 “모든 탄소원자는 다섯 개의 에너지 레벨을 지닌다”고 하는 특별한 실험에서 나타나는 다섯 개의 에너지 레벨을 설명하지 않는다.

3. 물론 복잡한 경우에는 covering law는 자주 설명적일 것이다. 이것은 특히 법칙의 선례가 경우에 따라 문제에서 얻는 특별한 환경을 만들지 않고 대신에 일^일본^본적인 이론체계와 알맞은 더 매력적인 서술을 제공할 때에는 옳다. 회전궤도의 경우에는 양자역학은 상칭적인 그룹에 관한 일반원리를 제공하며, and Hamiltonians, and degeneracies, from which we could expect to derive, covering law style, the energy levels of carbon from the appropriate abstract characterization of its Hamiltonian, and the symmetries it exhibit.

우리는 할 수 있으며 만약 안하면 단소의 레벨의 패턴이 자연의 대칭의 효과에 관한 깊은 사실을 반영하는 일반현상의 특별한 경우인 것을 못 볼 것이다. 한편, 이것만을 하면 대칭의 이동에 의한 스펙트럼선의 분할이 어떻게 각 특별한 경우에서 작용하게 하는가라는 자세한 요인의 얘기를 놓친다.

as potential cases
이 양면의 성격은 설명의 폭넓은 특성이다. 만약 모든 복잡한 현상들을 물리학의 하나의 연구로 통일시키는 super 법칙의 한 세트가 있을지라도 현재 사진은 오직 다음과 같은 법칙의 기초를 제공한다. 즉, 통일된 법칙이 일어나게 명령하는 것은 중력의 법칙이나 Coulomb의 법칙처럼 분리된 영역에서 합쳐진 법칙의 운동 때문에 일어난다. 이러한 법칙이 없이는 설명적인 얘기의 본질적인 부분을 놓칠 것이다. super, 통일된, covering 법칙 아래서의 포함에 의한 설명은 요인의 구성과 대체할 수 없을 것이다. 이것은 보완하는 것이다. 통일된 법칙의 결과가 어떻게 일어난 것인가를 이해하는 것은 중력의 법칙이나 Coulomb의 법칙, 등의 분리된 작용을 요구하며, 이러한 공헌적인 법칙의 facticity의 실패는 아직 직시되어야 한다.

5 결론

과학적 리얼리즘과 facticity view에 의해 제기된 자연법칙의 단순하고 똑바른 견해가 있다. 즉 자연법칙은 물리체계가 어떻게 작용하는가를 서술한다는 것이다. 이것은 지금까지 가장 공통적인 견해이며 현명한 의견이지만 잘 작용하지 않는다. 자연법칙은 기본적인 물리 법칙처럼 설명적인 법칙에 알맞지 않다. 또 다른 견해는 설명에 있어 법칙의 사용을 생각한다면 필요로 되는 것인데, 법칙이 현실을 서술하고 옳을 것인 사실을 다룬다는 리얼리스트들의 편이한 요구와 일치하는 어떠한 분명한 후보도 보지 않는다. 사실적인 요소와 설명적인 힘 사이에는 거리가 있다고 의론했다. 우리는 단순하고 기본적인 법칙의 상호작용의 결과가 될 복잡한 현상을 설명한다. 그러나 이러한 기본적 법칙들이 무엇을 말해주는가? 우리가 요구하는 설명의 역할을 하기 위해서는 이러한 법칙들은 홀로 작용할 때와 같이 서로 작용할 때에도 같은 형식을 가져야만 한다. >가장 단순한 경우에서 법칙이 규정하는 결과는 법칙이 홀로 작용할 때 얻을 수 있는 결과와 정확하게 동일해야 한다. 그러나 법칙이 서술하는 바는, 홀로 작용할 때 일어날 결과가 상호작용할 때 실제로 일어날 결과가 아니기 때문에 말 그대로 옳을 수가 없다.

만일 기본적인 법칙들을 유일한 요인만으로 작용할 때 일어나는 것에 대한 법칙으로서 서술한다면, 법칙은 옳은 서술을 제공한다고 추^측할 수 있다. <법칙을 잡고 여러 요인들이 작용할 때 일어나는 다양한 것들에 대해 설명하기 위해 그 법칙을 사용할 때 문제는 나타난다.> 이것은 "The Truth Doesn't Explain Much"의 핵심이다. 우리가 옳다고 추^측하는 법칙을 쓰기에는 어려움이 없다. "만약 전하가 없다면 원자력은 없고, 질량 m 과 m' 간의 거리 r 에서 작용하는 힘은 $F=Gmm'/r^2$ 이다." 우리는 이 법칙이 옳다고 생각한다. 즉 이 법칙이 말하는 것이 일어날 것이거나 일어나거나 적어도 좋은 근사치로 일어난다고 생각한다. 우리는 모든 옳은 자연법칙을 알 수 있었지만 여러 가지의 요소를 함유하는 경우를 설명하는 법을 알 수 없었다. 설명은 법과 다른 무엇인가에 걸려 있다.

그러나 이 견해는 불합리하다. 설명하기에 두 가지의 수단, 즉, 요인이 단독으로 일어나는 드문 경우에 맞는 법칙들이나 요인들이 결합으로 일어날 때에 맞는 다른 은밀하고 이름도

없는 장치의 두 가지밖에 없는 것이 아니다. 설명들은 하나의 요인만이 작용하든 많은 요인이 작용하든 간에 작용한다. "Truth Doesn't Explain"은 요인의 구성에 의한 설명에 대한 혼란을 일으키며, 설명은 자연법칙을 공통적으로 사용하지 않는 매우 독특한 과학적 활동이라고 결론을 내렸다. 그렇지만 과학적 설명은 법칙을 이용한다. 독특한 것은 법칙 그 자체이다. 배워야 할 교훈은 요인의 구성에 의해 설명하는 법칙은 facticity의 요구를 만족시키지 못했다는 것이다. 만일 물리법칙들이 현상이 어떻게 일어나는가를 설명할 것이라면 그 법칙들은 사실을 서술할 수 없다.

Cartwright's Antirealism about Fundamental Laws

Dretske가 자신의 글 "Laws of Nature"의 끝에서 조건적 주장을 제한한 것은 주목할 만하다. 그는 실제로 서로를 필요로 하는 보편적인 것과 우연적인 관계가 있다고 주장하지 않는다. 오히려 만약 어떤 자연법칙이 있다면 보편적인 것은 옳다고 그는 주장한다. 이것은 Cartwright가 다룬 "Do the Laws of Physics State the Facts?"라는 문제를 상기시킨다. 즉, 자연법칙이란 것이 있는가라는 문제이다. 틀림없이 과학에는 많은 일반화가 있고, 그들의 대부분은 법칙이라고 불린다. 그러나 이른바 법칙들은 자신들에게 부여된 역할, 특히 설명을 옳은 것으로서 할 수 있는가? 우리의 설명적인 법칙들은 정말로 물체가 실제로 어떻게 운동하는가를 서술할 수 있는가? Cartwright는 그렇게 생각지 않는다.

그는 다음과 같은 분리를 지킨다. 즉, 법칙들이 틀리지만 사물을 설명하기에 사용되거나, 아니면 법칙들이 옳지만 설명하기에는 소용이 없다고 하는 분리이다. 그의 말에 따르면 "사실적 내용과 설명적 힘의 사이에는 교환"이 있다. 이리하여 Cartwright는 현상학적으로 언급되는 법칙들이 물체들이 실제로 어떻게 작용하는가에 관한 공평히 정확한 서술일 수 있다고 인정했다. 그러나 이러한 현상학적인 법칙들은 그 시야가 높이 한정되어 있는 가치에서 그리고 높이 제한된 가치에서 서술적 정확성을 이룬다. Cartwright의 비현실주의의 표적은 폭넓은 설명적인 시야의 무한적이고 기초적인 법칙이다.

기본적인 법칙에 대한 Cartwright의 많은 사례는 중력의 법칙의 인력과 정전기학의 인력(혹은 척력)의 법칙을 포함한 실례에 기초를 둔다. 만일 중력의 법칙이 옳다면, 그것은 물체가 어떻게 운동하는가를 서술할 것이다. 특히 법칙은 중력에 끌리는 현실적이고 실제적인 힘을 예언할 것이다. 하지만 거의 모든 중력에 끌리는 물체들은 또한 대전되었고 물체가 작을수록 운동을 결정하기에 대전이 하는 역할이 커진다. 이리하여 문자 그대로의 뜻을 들면 중력의 법칙은 틀린 것이며, 정확하게 중력에 끌린 모든 물체에 작용하는 실제적인 그물의 힘을 서술하지 않는다. 왜냐하면 대부분의 물체에 의해 경험된 실제적 그물 힘은 공동으로 질량과 대전에 걸려 있기 때문이다.

물체가 실제로는 어떻게 운동하는가에 관한 옳은 서술로서 중력의 법칙을 보유하려는 하나의 방법은 대전되지 않은, 중력만이 작용하는 데의(혹은 무중력에 의해 어떻게든 영향을 받은) 물체에 시야를 한정하는 것일 것이다. 그러나 이 방법은 법칙이 서술하는 물체의 수를 격렬히 제한할 것이고, 가장 설명적인 목적을 위해 법칙을 실질적으로 소용없게 만들 것이다. 그리하여 Cartwright는 우리가 설명으로 쓰는 법칙이 틀리고 옳다 하더라도 설명에 실질적으로 소용이 없는 것이고, 우리는 설명적이고 기본적인 법칙에 대한 리얼리스트가 될 수 없다고 결론을 내렸다.