

인과율, 자연율과 자연과학¹⁾
The law of Causation, The
law of Nature and
Natural Science

장지린(張志林).철학²⁾

Chang Jirin · Philosophy

번역: 이지은 · 중국어³⁾

trans. Chieun Lee · Chinese

1. 본문의 기초 및 임무

1-1 《인과관계의 상태공간 모형》이라는 글에서 나는 인과관계의 오대 어의학 특징과 4대 본체론 승락을 제시했으며 상태공간모형방법을 이용하여 인과관계의 새로운 정의를 제시했다. 사건 E_1 은 사건 E_2 의 원인이며 (i) 객체 X_1 은 객체 X_2 에 대하여 A라는 작용을 할뿐만 아니라 (ii) $A(X_1, X_2)$ 는 사건 E_1 이 출현할때 역시 사건 E_2 도 나타

1) 이 논문은 중국 베이징에서 발간되는 哲學研究 1996.9월호에 게재된 것을 번역하여 소개하는 것이다.

2) 중국 중산대학 철학계

3) 본 연구소 회원

나는데 상태공간 모형부호를 사용하여 나타내면 $A(X_1, X_2) \triangleright (E_1, E_2)$ 가 된다. 여기에서의 대우 (E_1, E_2) 는 순서의 의미를 갖게 되는데 그이유는 본문 제2부분을 참고하라.

1-2 《金岳霖의 인과론 평가분석》이라는 글에서 나는 金岳霖이 《지식론》이라는 책에서 제기한 몇가지 전형적인 인과 표현을 분석 했다. 이토론의 문제에대해 말하면 金岳霖의 아래와 같은 관점은 계발의 의미를 가진다 : 첫째 인과는 지(知)를 권하는 예설(assumption)이지 늘 검증해야 하는 가설(hypothesis)이 아니다, 둘째 “원인(cause)”의 관념은 인과의 요지다, 셋째 인과가 시공의 제약을 받으면 역시 시공은 서로 제한한다 넷째 인과및 그 실현의 관계에 대해 논하자면 “이치가 정해진 원인을 가지면 힘이 반드시 이르지 않는다”

1-3 본문은 상술한 연구성과를 기초로하여 어의학이나 분체론 및 인식론 세 방면으로부터 인과율(law of caustion)과 자연율(law of Nature) 분석을 시도 했으며 그들 각자의 특징및 그 상호관계를 제시함으로써 한층 나아가 그들과 자연과학의 관계를 고찰했다

2. 인과율 분석

2-1 金岳霖의 표현을 빌리면, 인과율은 “일체의 모든것이 각각의 인과관계를 가진다” 엄격히 말해 이는 아래와 같은

정률(정해진 률)을 가리키는 것이다. 임의의 사건 E_i 에 대해 또다른 사건 E_j 가 늘 존재하며 인과관계 $Rc (E_i , E_j)$ 가 성립한다. 논리 부호 표현형식으로 전환하면 인과율은 $(\forall E_i) (\exists E_j) Rc (E_i , E_j) \quad (Lc)$ 가 된다.

여기에서의 \forall 는 전칭양사로 “모든것 을 나타내며 \exists 는 존재양사로 “적어도 하나가 있음“을 나타낸다. 金岳霖이 말한 바와 같이 상술한 인과율 표현에 대해 말하면 “이것은 단지 원인도 없고 결과도 없는 사체(사건을 가리킨다)를 말하는 것이지 일체의 모든것이 서로 인과관계를 가짐을 말하는 것이 아니다. 만일 일체의 모든것이 서로 인과관계를 가진다면 내재관계의 곤경에 빠질것이다. 이에 대하여 나는 《金岳霖의 인과율 평가분석》이라는 글에서 분석했었으니 흥미있는 독자는 참고하기 바란다.

2-2 어의학으로 부터 말하면 인과율 분석은 4개 낱말의 의미를 가지는데, 즉 “모든것”(\forall) , “존재한다”(\exists) , “인과관계”(Rc) 및 “사건”(E)이다. 낱말 “모든것”이 나타내는 의미는 “인과율은 임의사건에 활용된다”는 것이다. 바꾸어 말하면 인과율은 부증(否認)할 수 없다는 특징을 가지고 있다. 또는 엄격히 말하여 ‘ E_i 는 E_j 의 원인이다“ 라는 식의 일반어구 형식은 부증할 수 없으며, 구체적으로 단정 지어 “ E_1 는 E_2 의 원인이다“ 라는 식의 실제어구 내용은 부증할 수 있는 것이다.

“존재”라는 단어의 뜻은 어떠한 사건 E_i 에 대해 적어도 그 결과인 하나의 사건 E_j 에 이른다는 것이다. “존재”는 논리학 사이지 논리위사(목적어)가 아니기 때문에 인과관계는 객체

의 자연속성을 나타내지는 않는다.

이와같이 나는 “인과성(causality)”의 표현방식을 좋아하지 않는다 이에 비추어 비록 “이 사건은 원인이 있다” “이 장미꽃은 붉다” 와 같은 두마디말은 표면상 비슷한 어법형식을 가지고 있다해도 그 심층의 논리 형식은 같진 않다.

“인과관계”는 특수한 관계다. 다른사건들간의 관계로써 그것은 3가지 특징을 가지고 있다

(1) 자반성(自反性)이 아니다. 즉 인과관계 $Rc(E_i, E_j)$ 에서는 $E_i \neq E_j$ 이다. 이에 근거하여 소위 “자인 인과로 부터”라는 설법은 인과율을 오용한 것이다.

(2) 대칭성이 아니다 만일 인과관계 $Rc(E_i, E_j)$ 가 성립한다면 인과관계 $Rc(E_j, E_i)$ 는 성립하지 않는다. 이에 근거하여 소위 “두 사건은 서로 인과가 된다”는 설법 역시 인과율의 오용이다.

(3) 전달성을 가진다. 만일 인과관계 $Rc(E_i, E_j)$ 와 $Rc(E_j, E_k)$ 가 동시에 성립한다면, 인과관계 $Rc(E_i, E_k)$ 는 성립한다. 이에 근거하여 E_j 는 원인 (E_k)이기도 하고 결과(E_j)이기도 하다. 전달관계를 확장시키면 “어떤 사건은 곧 원인이기도 하며, 결과이기도 하다” 라는식의 혼란을 종종 가져오기도 한다. “관계” 앞에 “인과” 라는 한정사를 붙이면 그 의미는 객체 X_i 가 X_j 에 대해 작용을 일으킴을 가리키게 할 뿐 아니라 사건 $E_i (S_1)$ 이 출현한 후에 $E_j (S_2)$ 도 출현하게 된다.

이로부터 사건의 의미를 알 수 있다. 그것은 객체의 상태변화를 가리킨다. 金岳霖은 인식론의 각도로 부터 “사건”(그는 사체라고 칭했음)에 대해 이러한 한계를 정했다. “모든것”의 안에는 성질과 관계상의 통일성이 있으며 시간과

위치를 종결로 하는것이 사체이다. 사건의 이유와 시·공간 계는 객체 사이의 상호작용에 근원하여 시공 조건의 제약을 받는다. 바꾸어보면 단지 두 객체의 공간 간격 ΔS 와 시간간격 Δt 가 사람들이 늘 말하는 “인과성조건”인 $\Delta S \leq \Delta t \cdot C$ 를 만족시킬때 (여기에서 C는 광속), 그들 사이에는 비로소 상호 작용의 전달이 있게되며 상응하는 두 사건 사이에는 비로소 인과 관계가 있게 된다.

2-3. 본체론으로부터 보면 인과율은 사건, 상태, 객체 및 그 작용 전달 사이의 관계까지 미치게 된다. 객체 X_i 는 X_j 에 대해 작용을 일으키며, X_i 와 상응한 상태는 S_1 으로부터 S_2 까지 변화하며 X_j 와 상응한 상태는 S_3 으로부터 S_4 까지 변화하게 된다.

즉 ΔS_i 는 $\Delta S_i = S_2 - S_1$, $\Delta S_j = S_4 - S_3$ 이다.

게다가 ΔS_i 는 ΔS_j 보다 먼저 출현한다. 인과율이 요구하는 서술어를 사용하여 표현하여 나는 E_i 는 E_j 의 원인이라고 말한다. 여기에서 선인후과 (원인이 먼저, 결과가 뒤)의 순서역시 위에서 서술한 $\Delta S \leq \Delta t \cdot C$ 라는 제한 조건에서 비롯된 것이다. 나는 《인과 관계의 상태공간 모형》에서 대우 (E_1 , E_2)에 순서의 의미를 부여한 것은 이런 제한 조건에 근거하는 것인데 金岳霖은 인과의 시공, 배경문제 및 “원인”이라는 관념에 대해 강조 하였고, 이러한 제한 조건과 서로 맞물린다.

설령 단지 제한조건 $\Delta S \leq t \cdot C$ 를 만족 시킨다면, 두 객체 사이에는 비로소 전달 작용이 발생하여 상응하는 두 사건 사이에는 비로소 인과 관계가 생기는데 인과 관계는 반드시 自反(스스로 반대됨)은 아니다. 인과관계 $R_c (E_i, E_j)$ 에 대응하

는 작용은 $A(X_i, X_j)$ 이며, $A(X_j, X_i)$ 가 아니기에 그 대칭성 역시 마땅히 그 의미를 가진다. 인과관계의 전달성에 대해 그 본체론은 객체 X_i 가 X_j 에 대해 작용하여 X_j 가 X_k 에 대해 작용을 일으키도록 하는데에 근거를 두고 있으며, 사건 E_i 가 E_j 보다 먼저 출현하며 E_k 의 출현을 맞는다. 인과 관계의 기본 특징은 모두 본체론의 각도로부터 그 근거를 찾아낼수 있고, 관건은 다른 객체가 인과 제한 조건 $\Delta S \leq \Delta t \cdot c$ 를 만족하는 상황에서의 상호작용에 있다고 볼수있다. 나는 문헌 [1]에서 상호작용으로부터 인과 관계를 정하는데 힘썼으며 이에 근거 하였다. 이러한 의미로 보면 엥겔스의 아래와 같은 단언은 합리적이다.

“다만 이 보편적인 상호 작용으로부터 출발 하여야만이 우리는 비로소 현실의 인과 관계를 이해할 수 있다.”

2-4. 인식론으로부터 보자면, 인과율은 다음과 같이 표현할 수 있다.

인지자(認知者)는 모든 사건이 각각 그 인과관계를 가지고 있다고 믿는다. P를 세우는 것은 인지자인데, 곧 인과율은 다음과 같이 표현 한다.

B (P, Lc) (L'c)

여기서 “믿는다” (B)라는 단어를 택한다 - 인과율의 인식론 형식을 표현하는 것으로, 인과율을 명확하게 하기 위한 것은 일종의 인식자의 신념이다. 인과율을 굳건히 지키고자 하는 사람에 대해 말하자면, 예를 들면 金岳霖이 말한바와 같이 그것은 지(知)를 구하는 예설이지 검증을 해야되는 가설은 아니다. “그것은 우리로 하여금 어떠한 현상에 대해 느끼게 하였으며, 모두 인과의 기초로써 연구를 할 수 있다.

먼저 우리가 그것에 인과가 있는 지를 증명한 후 그것의 인과를 나타내는 것이 무엇인지 방법을 강구할 필요는 없다. 이것은 연구의 기초 방법에서는 비교적 간단한 주장이다. 인과율은 유희규칙 (오락규칙)과 비슷하며, 믿는 사람은 이를 따라 지를 구하고, 믿지 않는 이는 규칙을 포기하는 것과 같다. 이렇듯 논리적 규율 $B(P_1, \neg Lc) \rightarrow B(P, Lc)$ 을 인지하는 것은 전환을 시도해 보는 의미를 가진다. 만약 한 사람이 인과율이 성립할 수 없다고 믿는다면, 그는 사실상 인과율의 유효를 믿을 수 없다.

지를 구하는 방법에 근거하여 인과율은 2가지로 나눌 수 있다. 하나는 결정론의 인과율인데, 신봉자는 선형 방법을 택하여 사건 사이의 인과 관계를 구한다 또 하나는 통계성의 인과율인데, 신봉자는 확률방법을 택하여 사건 사이의 인과 관계를 찾는다. 경전역학(經典力學)연구는 충분히 첫째 종류 인과율의 풍조를 나타내었고, 양자역학(量子力學)연구는 둘째 종류 인과율의 격조를 나타냈다.

3. 자연율 분석

3-1. 자연율은 전형적으로 자연계에서 각종 객체의 다른 상태 혹은 상태 변화사이의 관계를 나타낸다. α 와 β 를 가정하여 각각 객체의 다른 상태 혹은 상태변화를 나누어서 표시하는데 $R_N(\alpha, \beta)$ 는 α, β 사이의 관계를 나타내며 L_N 은 자연율을 나타낸 것이다. 즉, 부호를 사용하여 자연율 정의의 일반 형식을 나타낼수 있다.

$$L_N = D_f R_N(\alpha, \beta) \quad (L_N)$$

그중 “=Dr”는 “정의는 ~ 이다”로 읽을수 있다. 언어 표현 형식에서, 자연율은 종종 동일 객체의 다른 상태, 혹은 상태 변화의 관계를 타나낸다. 전칭진술 형식을 사용하여 L_N 을 나타낼때, 일반적으로 결정론의 정률이라 칭하고 전형적인 형식은 모든 객체 X 에 대하여 만약 그것들이 속성 Q 를 가지고 있으면 그것들은 반드시 속성 K 를 가진다는 것이다. 논리 부호를 사용해 표현하면 곧,

$$\forall X (Q(X) \rightarrow K(X)) \quad (L'_N) \text{ 이다.}$$

그중 화살표 \rightarrow 는 “만약 …… 그렇다면”의 뜻이다.

확률 진술형식을 써서 L_N 을 표현할때 일반적으로 통계성 정률이라고 칭하며 전형적인 형식은 어떠한 객체 X 에 대해 한 계열의 D 를 실험하는 단계에서, 상태 $W(X)$ 가 출현한 확률은 r 의 값이다. $P(W(X), D)$ 를 세워 확률을 나타내면 논리부호 형식으로

$$P(W(X), D) = r \quad (L''_N)$$

로 나타낼수 있다.

대강말하면 (L'_N) 식과 (L''_N) 식은 자연율 $R_N(\alpha, \beta)$ 에 대한 구체성의 유형화 보기다.

3-2. 비트겐슈타인은 “인과율은 규율이 아니라 규율의 형식규칙이다”라고 생각했다. 바꾸어 말하면, 인과율은 자연율의 형식규칙으로 그것과 자연율은 서로다른 계층에 처한다. 언어 표현 형식상 인과율은 원언어(元語)를 사용하여 자연율을 언급하는 것이지만 자연율은 대상 언어로 자연계속의 객체 상태 혹은 상태변화 사이의 관계를 설명하는 것이다. 결코 각 자연율은 모두 합리적으로 인과율속에 귀입할수 있는 것이 아니며 다만, 아래와 같은 두가지 조건을 만족시켜야 비

로소 인과식(因果式)이 되는 것이다.

(1) 상태변화 α 와 β 를 사건 E_i 와 E_j 로 적합하게 번역할수 있으며

(2) 사건 E_i 와 E_j 를 합리적으로 볼 수 있는데 객체 X_i 가 X_j 에 대한 작용으로부터 $A(X_i, X_j)$ 가 일어나는 전후의 두 사건을 해석할 수 있다. 무릇, 동시에 이 두 조건의 자연율을 만족시킬 수 없는것은, 인과식의 자연율이 아니라 관련식의 자연율 이다..

자연과학에서 그러한 객체상태변화 및 그 機理적인 자연율이 인과식의 자연율을 균등케 하며 그러한것들은 다만 객체 상태 묘사 및 물질조직의 자연율이 곧 관련식의 자연율임을 언급한다. 위에서 서술한 바에 근거하면 인과식 자연율은 반드시 아래와 같은 제한조건을 만족해야만 한다. 즉 자반성(自反性)이 아니며 대칭성·전달성 및 시·공제한성 $\Delta \leq \Delta t \cdot C$ 이 아니다. 관련식 자연율은 곧 반드시 이러한 조건을 만족시키지는 않는다. 이에대해 우리는 두 가지 자연율에 대한 분류방식에 이르렀다. 대상언어에 근거하여 볼 때 자연율은 결정론적인것과 통계성적인 것으로 나눌수 있다. 원언어에 근거하여, 자연율은 인과식적인 것과 관련식적인 것으로 나눌수 있다.

3-3. 어의학으로부터 보면 자연율은 전칭진술 혹은 확률진술로 표현하지 않고 그 주어는 반드시 술어의 의미를 포함하지 않으므로 종합진술(칸트의 구별 기준에 근거함)에 속한다. 인식론으로부터 보면 자연율은 경험진술에 속한다. 본체론으로부터 보면 자연율은 우연한진술에 속한다. 한마디로 말하면, 자연율 진술속의 술어는 주로 아직 포함하지 않

은 내용을 나타내며, 경험현상에 대해 진술하면 그 진가는 경험 사실로부터 판정을 더하며 근본상 부증성을 가진 우연 진리다.

3-4. (L_N)식에 근거하면 자연율에 대한 경험판정은 두가지 상황이 있다.

첫째, α 에 대하여 만일 β 가 존재하고 $L_N(\alpha, \beta)$ 가 성립함을 발견했다면, 자연율의 일차 확증을 얻은 것이다.

둘째, α 에 대해 만일 β 가 존재하더라도 $R_N(\alpha, \beta)$ 를 만족시키지 못한다는 것을 발견했다면 자연율은 일차부증을 얻은 것이다. 하나의 제한 조건으로써 α 와 β 는 같은 상태공간속에 놓인다.

결정론의 자연율에 대해 말하면, 만일 객체 a 가 성질 Q 를 가지고 있음을 알고 실제적으로 a 가 성질 K 를 가지고 있음을 발견한다면 (L'_N)식으로 나타나는 자연율은 일차 확증을 얻은 것이다. 만일, 같은 상태공간에서의 객체 b, c, d 등이 성질 Q 를 가지고 있음을 알았고, 사실상 그들이 성질 K 를 가지고 있음을 발견했다면, 이미 여러차례 확증을 얻은 것이다. 상술한 조건을 만족시킬수 있는 객체가 많을 수록 자연율의 확증도는 높아진다. 반대로, 만일 객체 a 가 성질 Q 를 가지고 있음을 알지만 사실상 a 가 성질 K 를 가지고 있지 않음을 발견했다면 자연율은 일차부증을 얻을 것이다. 이런 상황을 나타낼 수있는 객체가 많을수록, 자연율의 부증도는 높아진다.

포퍼는 “증명할 수 있음”은 과학 이론의 필요 조건인데 증명할 수 있는 정도가 높은 이론일수록 우수한 이론이기에

그 논리는 (L'N)로 나타나는 전칭식 등에 근거하여 아래와 같은 존재식으로 나타낼 만하다.

$$\neg \exists x (Q(x) \wedge K(x)) \quad (L''N)$$

이런 관계에 근거하여 포퍼는 단지 한 개의 반례만이 논리상으로 엄격하게 한가지 결정론의 자연율을 증명할 수 없다고 주장 했다.

통계성의 자연율에 관하여, D는 한 계통의 추측실험으로 인해 (L''N)식이 나타나는 자연율의 확증, 혹은 부증에 대해, 상태 W(x)에 대해 요구하는 검증은 여러차례 있다. 만일, 많은 관찰 빈도수가 자연율의 확율치 r에 접근할수록 자연율의 확증도는 높아진다. 반대로 많은 관찰빈도수가 자연율의 확률치 r에 벗어나갈수록 자연율의 부증도는 높아진다.

3-5. 비록 논리상으로 말해, 한가지 반례가 결정론의 자연율을 부증할 수 있다해도 실제과학 연구에서 과학자들은 오히려 자연율이 반례를 만나기 때문에 그것을 포기할 수 없을 것이다. 일반적으로 말해 일체의 확증수가 많을수록 과학자들의 자연율에 상응하는 믿음은 높아지며, 실제의 부증 수치가 높을수록 과학자들이 자연율에 상응하는 신뢰도는 낮다. 결정론에 관한 자연율이거나 통계성에 관한 자연율이거나를 막론하고 상황은 모두 이와 같다.

특정시각에서 결국 자연율을 받아들이거나 포기해야만 하는 적당한 표준을 가져야 한다. 이런 표준은 4개방면에 이른다.

: (1) 실제의 확증 사례가 어느 정도까지 이르러 받아들여만 자연율이 비로소 합리적일 수 있는지 ?

(2) 실제의 부증사례가 어느 정도까지 이르러 포기해야만이 자연율이 비로소 합리적일수 있는지 ?

(3) 확증 사례와 부증사례의 비례가 어느 정도까지 이르렀을 때 받아들이거나 포기해야만 자연율이 합리적일 수 있는지 ?

(4) 자연율에 대하여 판결성의 확증, 혹은 부증이 있는지 없는지?

험펠이 통계성 자연율을 분석할 때 단지 앞의 두가지만 제시했으나 나는 그가 제시한 아래와 같은 사상이 이 전체 문제의 평가에 적합하고 생각한다.

: “우리가 말한 이런 요구는 비교적 엄격하게 규정 될 수도, 그다지 엄격하지 않게 규정될 수도 있는데, 어떻게 그들은 규정 짓느냐 하는 것은 선택의 문제다.

표준을 선택하는 엄격성은 일반적으로 연구에 따른 전후관계와 목적은 다르다. 넓게 말하면 이런 표준은 일정한 전후관계에서 범할 수 있는 아래의 두 가지 착오를 피하는 중요성에서 결정된다. 이 두 가지 착오는 다음과 같다. 하나는 이 가설이 참된것이라 하더라도 검증하는 것은 포기하는 것이다. 다른 하나는 가설이 거짓이라 하더라도 그 가설을 받아들여 검증하는 것이다. 받아들이거나 포기된 가설이 실제 행동의 기초가 될 때 이점의 중요성은 특별히 명백해진다. 두 가지 점을 주의해야 하는데

: 첫째, 근본적으로 말하자면, 만일 위 표준의 규정이 실용적인 선택이라면 특정의 연구목적에 받아들여지며

: 둘째, 상술한 표준을 운용할 때 종종 같은 경험 증거의 배경아래 다른 이론에 대해 비교와 평가를 함에 있어 취하고 버림을 결정한다.

4. 자연과학과 자연어와 인과율의 관계

4-1. 어떠한 자연과학의 이론도 모두 대량의 자연현상에 대한 과학묘사를 포함한다. 과학묘사의 기본 도구는 계열의 개념과 진술이다. 언어 표현방식에 근거하면 개념을 두가지로 나타낼수 있는데, 하나는 반드시 전문적인 이름이나 고유명사를 빌려 개념을 정의하는 것이고, 또 하나는 완전히 전문적인 이름이나 고유명사를 빌릴 필요없이 정의를 하는 것인데 반드시 보통 명사나 등가어(等價語)를 빌려 개념을 정의하는 것이다.

전자는 개별 개념이라 이르고 후자는 보통개념이라 이룰 수 있다. 아래 문장에서 볼수 있는 것이 이런 분류를 진술, 진행하는 하나의 논리 기초다. 이와 마찬가지로 언어 표현 형식에 근거하여 개념에 대해 또 다른 구분을 할수 있는데, 자연언어 혹은 비량화(非量化)형식으로 나타내는 개념은 定性이고, 숫자부호 혹은 양화(量化)형식으로 나타내는 개념은 정량 개념이다. (정해진 量)

이 두 개념 사이에 서로 전환의 관계가 존재하고 있다.

4-2. 定性개념과 定量 개념의 구분에 근거하여 진술을 두가지로 나눌 수 있다.

하나는 定性개념을 포함하는 진술로, 定性 진술이라 이른다. 또 다른 하나는 定量 개념을 포함하는 진술로, 定量 진술이라 이른다. 變量을 함유한 수학 방정식은 정량 진술의 전형적인 진술이다. 定性 개념과 定量 개념사이의 상호전환

관계는 定性 진술과 定量진술 사이의 상호전환에 논리적 기초가 된다. 일반적으로 말해, 자연 계통의 성질과 구조를 기술할 때에는 정성 개념과 定性 진술만을 사용할 수 있으나, 자연 계통 가운데에서 상태 변화를 기술할 때에는 주로 定量 개념과 定量 진술을 채용한다. 定量 개념 및 定量진술의 구조는 서로 관련된 술어에 대한 “설명과 환원”에까지 관련된다.

헤어는 “술어의 설명 과정은 반드시 두 가지 관련된 요구를 만족시켜야 하는데, 첫번째는 계통 상태나 상태 변화를 기술할 때 사용한 것에 대해 정확한 표현을 관찰할 수 있어야 하며, 둘째는, 사실을 기술한 수학적 유추를 통하여 하나의 함수적인 개괄을 찾아내는 것이다.

첫번째 요구를 만족시키는데에는 두 가지 방식이 있다. ; 한 가지는 예를 들어 ‘속도가 100 m/s다.’라는 말을 사용해 ‘속도가 빠른 운동이다’를 대신하는 것으로, 이때는 계통의 전환을 기술하는 것과는 관련되지 않는다. 헤어는 이것을 “선형(線形)설명”이라 불렀다.

또 다른 하나는 “온도가 40℃이다” 라는 말로 “날씨가 매우 덥다”를 대신하는 것으로,

이 때는 계통의 전환을 기술하는 것과 관련되어 지며, 그 근거가 인간감각의 변화와 온도계 수은높이의 변화간의 대응 관계이기 때문에, 헤어는 “비교 설명”이라 불렀다. 과학에서는 늘 체계적인 수학방정식을 건립하고 기술함으로써 위에서 말한 두 번째 요구를 만족시킨다.

환원에 대해 말하자면, 일련의 기본적인 술어를 선택하고, 다른 나머지 술어를 이런 기본적인 술어의 형식으로 번역하거나 표현하는 것이다. 물리학에서 길이(L), 시간(T), 양(M)

을 선택해 기본술어로 삼고, 그 나머지 물리량은 모두 이 세 가지 기본적인 술어의 양식으로 나타내는 것이 명확히 볼 수 있는 실례이다.

4-3. 개별 개념과 보편개념의 구분에 근거하여 진술에 대한 또 다른 분류를 할 수 있다. 구조 요소에서 보면 개별진술은 반드시 개별 개념을 포함해야만 한다. 보편진술은 반드시 보편개념을 포함해야만 한다. : 단어형식에서 본다면 개별진술은 반드시 고유명사 혹은 등가단어를 포함해야 하며, 보편진술은 반드시 보통명사 혹은 등가단어를 포함하고 있어야 한다. 바로 (L'_N)식과 (L''_N)식 논리값이 나타내는바와 같이, 개별진술과 보편진술 사이의 논리 관계는, 한 보편전칭진술은 논리적으로 하나의 개별 존재진술의 부정과 같은 값이라는 것이다.

바로 이와같이 때문에, 자연과학 중에서 결정론적인 자연율은 보편전칭진술을 가지고 나타낼 수 있으며, 또한 개별 존재진술의 부정을 논리적 값으로 채택해 나타낼 수 있다. 예를들어 “모든 물체는 열을 받으면 팽창한다.”와 “열을 받고도 팽창하지 않는 물체는 존재하지 않는다”는 표현은 동일한 자연율이며 그들은 (L'_N)식과 (L''_N)식에 부합하는 자연율로 논리값을 나타낸다. 경전적인 뉴턴역학 및 현대의 상대론적 역학가운데에는 이렇게 볼 수 있는 많은 자연율이 있다.

확률진술인 “라듐의 (방사선 원소의)반감기는 1620년이다.”라는 것은 (L''_N)식에 부합되는 자연율로 나타내는데, 경전 열역학과 현대양자역학 가운데의 많은 자연율이 모두 (L''_N)식의 자연율로 표현된다.

4-4 자연과학중의 모든 정률(정해진률)은 모두 (L'N)이나 (L" N)의 형식으로 표시된다. 이 때문에 (L'N)과 (L" N)식은 과학묘사의 일반적인 형식이다. 이 뿐만이 아니라 그들은 역시 과학 설명과 과학 예언 논리 구조 속의 핵심 부분인데, 어떤식으로 설명되거나 예언되거나 한 항목은 모두 (L'N)이나 (L" N)식의 자연율이다. 그리고 약간의 가관찰가능한 진술로 도출된 결과를 모은 것인데 구별할 수 있는 것은 단지 (L'N)식 자연율을 포함하는 추리는 연역성이라는 것이며, (L" N)식의 자연율을 포함한 추리는 통계성이라는데 있다.

위에서 서술한 자연율의 확증이나 부증이 근거할수 있는 논리구조와 과학적 설명, 과학 예언이 의존하는 논리 구조는 다르지 않다.

4-5. 특정의 과학묘사, 과학설명과 과학예언에 대하여 인과식의 해석을 할수있는데, 그 만족하는 조건은 이미 위에 서술한 바와 같으며, 반드시 합리적으로 $\Delta S \leq \Delta t \cdot c$ 에 의거하여야 한다. 또한 합리적으로 인과 관계가 요구하는 $A(X_i, X_j) \nabla (E_i, E_j)$ 에 부합되는 해석을 할수 있다. 바꾸어말하면 단지 인과식자연율에 부합하는 과학 기술, 과학 설명 및 과학예상만으로는 겨우 합리적인 인과 해석을 해낼수 있다는 것이다. 그것은 반대로 그들이 다만 관련식 자연율에 부합하는 것만으로는, 합리적으로 인과 해석을 할수 없다는 것이다. 일반적으로 말해서 물질 구조와 상태를 나타내는 자연율로서는 인과 해석을 하기에는 적당치 않다.

물질 상태변화를 나타내는 자연율에 대해 말하자면, 만일 그것이 변화의 구조와 원리에 관련된다면 반드시 인과 해석

을 해야만 한다. 만일, 그것이 변화의 구조와 원리에 관련되지 않는다면 인과 해석을 할 필요가 없다. 이로부터 볼 때, 자연과학의 근본 임무는 곧 자연의 인과 관계를 들어내는 것이라는 생각은 평면적인 것이라 볼 수 있다.

4-6. 간단히 요약하여 말하면, 자연 과학의 근본 임무는 자연계의 규율성 관계를 제시하는 것으로 그 표현 형식은 곧 자연율이다. 그 중, 결정론의 자연율은 표현 형식상 전칭진술을 따르며, 통계성자연율은 표현형식상 확률진술을 따른다. 전칭진술이나 확률진술을 구분할것 없이 모두 定性이나 定量 방식을 빌려 표현 할 수 있으며 이러한 두가지 방식은 定性概念과 定量概念 사이의 논리관계에 의존하여 서로 전환할 수 있다. 그런것들이 물질 상태변화 및 그 구조와 원리적 자연율에 미치는 것에 대해 인과율에 의거하여 합리적인 해석을 할 수가 있다. 이러한 해석은 우리가 자연율을 이해하는데 도움을 준다. 자연 현상을 만들어내는 자연율로서 그 근본적인 평가 기준은 검증을 통한 진리성이다. 그러나, 자연율을 규범하는 형식 규칙의 인과율로써, 그 근본적인 평가 기준은 이론해석의 합리성 이다.

