

“결정론”의 의미*

정 인 교**

몬테규의 “결정론”개념을 보다 존재론적인 규정 및 보다 인식론적인 포퍼의 규정과 비교 검토한다. 몬테규의 논증의 오류를 지적하고, 몬테규의 정의를 옹호하면서 적절한 의미의 “결정론”이 포퍼의 “원칙적 예측가능성”을 함축하지 않음을 보임으로써, 포퍼의 인식론적 규정을 비판할 것이나, 아직 완전한 평가를 유보해야 하는 이유도 지적할 것이다.

【주요어】 결정론적 이론, 예측가능성, 몬테규, 포퍼, 이어만

0. 결정론은 일견 형이상학적 논제인 동시에 경험적 자료에 의해 입증되거나 잠식될 수 있는 성격을 지닌 논제이다. 세계의 어떤 측면이 결정론적이라는 주장은, 그 측면에 속하는 사건이나 상태가 같은 측면에 속하는 다른 사건이나 상태에 의해 결정된다는 주장으로, 세계의 모습에 관한 주장일 것이다. “측면”, “사건”, “상태”, “결정”은 일견 존재론적인 개념이며, 특히 이 논제의 이해를 위해 핵심적인 “결정”의 개념은 양상적 개념이다. 결정론의 전통적 서술에서는 흔히 “결정”의 관계를 “인과”(혹은 “결정론적 인과”) 관계로 바꾸어 쓴다. “결정”이란 용어가 여러 가지 의미로 사용되고 있음을 감안할 때, 이런 서술은 결정론에 관한 초보적인 혼동을 피하는 데에는 도움이 될 것이다.¹⁾ 그러나, 지금 우리가 가지고 있는 인과개념에

* 이 글은 1998년도 한양대학교 교내 연구비의 지원을 받아 작성되었다. 익명의 두 심사위원의 비판에 깊은 감사를 드린다.

** 한양대학교 철학과 교수

1) 예를 들어, 수반관계의 역으로서의 “결정”관계를 결정론 논제에서의 “결정”관계와 혼동해서는 안될 것이다. 이 두 양상적 개념의 차이들 중 두드러지는

2 정 인 교

대한 이해로서는 이런 서술은 다분히 “결정”이라는 모호한 개념을 “인과”라는 더욱 모호한 개념으로 설명하려 한다는 비난을 피하기가 쉽지 않을 것이다.²⁾ 이런 이유에서 결정론에 대한 인과적 서술을 세련되게 하려는 시도 자체를 거부하는 것은 정당하지 않지만, 지금 상황에서 “결정”을 “인과”로 바꾸어 쓴다고 해서 “결정론”의 의미가 보다 분명하고 엄밀하게 된다고 하기는 힘들 것이다.

경험적 입증가능성을 비롯한 결정론적 논제의 성격과 의미를 엄밀하고 두드러지게 드러내기 위한 한 방식은, “결정론적 이론”의 정의와 그 성격 규명을 주요 목표로, 과학이론에 대한 메타 이론적인 접근방식을 택하는 것이다. “결정론”의 개념에 관한 이런 언어적 접근들 중 가장 성공적인 것은 몬태규(R. Montague[1974])의 작업일 것이다. 그의 작업은 과학이론의 분석에 관한 보다 일반적인 틀에 큰 무리 없이 수용될 수 있을 것으로 보인다. 물론 그가 과학이론을 보는 시각은 논리실증주의의 관점과 중요한 점에서 유사한 것으로 여겨지지만, “결정론”의 개념에 관한 그의 핵심적인 생각의 타당성 여부는 “과학이론”에 관한 철학적 견해의 차이에 그다지 큰 영향을 받을 것 같지 않다.³⁾ 과학이론에 적용된 “결정론적”이라는 양상적 개념을 모형이론적 방식으로 해명하려는 그의 생각으로부터 존재론적 입론으로서의 “결정론”의 내용을 자연스럽게 드러낼 수 있는 것으로 보인다. 이 글의 전반부에서 필자는 몬태규의 논의를 설명하고(1절) 그의 글에 포함된 오류를 지적한 후(2절) 그의 정의를 “결정론”에 관한 보다 직접적인 존재론적 규정과 비교하며 검토할 것이다(1, 3절). 결정론에 대한 이런 언어적 접근방식은 흔히 인식론적 고려에 의해 옹호되어 왔다. 뿐만 아니라, “결정론”의 개념자체를 인식론적으로 규정하려는 시도들이 많이 있어 왔다. 라플라스(P. Laplace)의 원래의 규정과 포퍼(K. Popper)의 예측가능성에 의한 규정 등이 이런 시도에 속한다. 이 글의 후반부(4, 5, 6절)에서 필자는 보이드(R. Boyd)와 이어만(J. Earman)의 도움을 빌어 몬태규

것은 후자는 상태들이나 사건들의 시간적 변화에 관한 고려가 핵심적인 반면, 전자는 그렇지 않다는 것이다.

2) Earman[1986]은 이런 이유에서 인과개념에 의존하는 서술을 피하려 한다.

3) 이 점에 관해서는 Van Fraassen[1972]을 참조할 것.

의 규정과 같은 적절한 의미의 "결정론"은 "원칙적 예측가능성"을 함축하지 않으며, 포퍼의 조건은 "결정론"의 개념을 적절하게 포착하지 못했다는 평가를 잠정적으로 내리면서도, 이런 문제의 보다 만족스런 해결을 위해서는 더 깊이 다루어야 할 어려운 문제들이 남아 있음을 지적할 것이다.

1. 결정론적 이론의 규정을 위해 몬태규가 모형 이론적 접근방식을 택하는 주된 이유는 구문론적 접근방식이 부닥치는 한 기술적 난점 때문이다. 예컨대, 한 계(system)의 어떤 시점의 상태기술로부터 그 계의 모든 시점의 상태기술을 주어진 이론 내에서 연역할 수 있다는 조건이 그 이론이 "결정론적"이기 위한 필요충분조건이라는 제안을 고려해 보자.⁴⁾ 주어진 계의 상태는 임의의 실수로 나타내지는 시간의 함수이므로, 일반적으로 비가부변수(nondenumerable)의 상태들이 있을 수 있다. 그러나, 표준적인 언어들은 가부변수(denumerable)의 표현들만을 포함한다. 따라서, 어떤 특정한 상태들이 굉장히 자주 반복해서 일어난다는 보장이 없는 한, 이런 의미의 결정론은 성립할 수가 없을 것이다.⁵⁾ 이런 난점을 피하기 위해 몬태규는 비가부변수의 표현들을 허용하는 비표준적 언어에 호소하는 대신, 표준적인 모형이론의 접근방식을 택한다. 아래에서 필자는 몬태규의 기술적 논의를 그의 정의를 이해하기 위해 필수적이라고 여겨지는 부분에 국한해 제시할 것이다.

한 이론 T 는 언어 L 과 공리들의 집합 V 에 의해 구성되는 순서쌍 $\langle L, V \rangle$ 로 간주된다. 언어 L 은 추상적 상황들(이론적 용어들)의 계열 I 과 기초 상황들(관찰용어들)의 계열 m 에 의해 구성되는 순서쌍 $\langle I, m \rangle$ 으로 간주된다. 관찰 가능한 세계에 관한 결정론과 결정론의 경험적 입증가능성에 대한 관심은 L 의 기초 상황들과 그 해석들에 특별한 주의를 기울이게 한다. 그러나, 몬태규의 정의가 관찰용어와 이론적 용어의 절대적이고 엄밀한 구

4) 이런 식의 구문론적 접근방식의 사례로는 Nagel[1953]을 참조할 것.

5) 필자는 3절에서 암시할 바와 같이, 몬태규가 모형이론적 접근방식의 불가피성을 논증하기 위해 제시하는 이 이유가 타당한가에 대해 의심의 여지가 충분히 있는 것으로 생각한다. 그러나, 몬태규의 정의의 타당성은 그의 동기의 타당성과 독립적으로 고려되어야 할 것이다.

분가능성에 의존하는 것은 아니다. 그의 정의가 필요로 하는 가정은 주어진 이론이 다루는 계의 관찰 가능한 시간적 상태변화를 기술하게 하는 기초 상황들의 이론 내 구분이다. 언어 L 이 $\langle\langle\epsilon_1, \dots, \epsilon_k, \dots\rangle, \delta_1, \dots, \delta_n, \dots\rangle$ 의 형식을 지닐 때, L 의 모형은 번역 D 와 $\epsilon_1, \dots, \delta_1, \dots$ 에 대한 해석 $E_1, \dots, D_1, \dots$ 로 구성되는 $\langle D, \langle E_1, \dots, E_k, \dots \rangle, \langle D_1, \dots, D_n, \dots \rangle \rangle$ 의 형식을 지닌다. 결정론은 상태들의 시간적 천이 양태에 관한 주장이므로, 결정론적 이론의 규정을 위해서는 이론의 모형을 구성하는 함수들이 모든 실수들을 그 정의역에 포함하는 모형들에 주목해야 한다. 이런 이유에서 $E_1 = R$ (실수 집합), $E_2 = N$ (자연수 집합), $E_3 = +$ (덧셈 함수), $E_4 = \times$ (곱셈 함수)일 경우, M 을 “표준 모형”이라 한다. $\langle D_1, \dots, D_n, \dots \rangle$ 을 S 라 할 때, S 를 그 부분 모형으로 포함하는 표준 모형 M 이 있을 경우 - 이 조건을 “ $S = P_m(M)$ ”으로 표기할 것이다 - , S 를 “역사(history)”라고 한다. $S = P_m(M)$ 인 어떤 표준 모형 M 이 어떤 이론 T 를 만족하는 경우 (즉, T 의 모든 공리들이 M 에서 참인 경우), “ S 가 T 를 실현한다 (S realizes T)” 혹은 “ S 는 T 에 의해 가능한 역사이다”라고 하고 이 조건을 “ $S \in RI(T)$ ”로 표기한다. 이제, 한 이론의 언어에 상대적으로 주어진 계의 상태를 정의한다. 일항 술어 π 와 일항 연산기호 $\delta_1, \dots, \delta_n$ 로 구성된 언어 $L = \langle\langle\epsilon_1, \dots, \epsilon_k\rangle, \pi, \delta_1, \dots, \delta_n\rangle$ 과 $S = \langle C, D_1, \dots, D_n \rangle$ 및 어떤 특정한 시각 $t \in R$ 이 주어졌을 때, 이항함수 sts 는 모든 $x \in C$ 에 대해 $sts(x, t) = \langle D_1(x, t), \dots, D_n(x, t) \rangle$ 인 함수로 정의되고, 정의역이 C 이면서 모든 $x \in C$ 에 대해 $F(x) = sts(x, t)$ 인 일항 함수 F 를 “ t 에서의 S 의 상태”라 하고 이 함수 F 를 “ $sts(t)$ ”로 표기할 것이다. 이 정의는 보다 일반적인 언어로 쉽게 확장될 수 있다. “ t 에서의 S 의 상태($sts(t)$)”가 t 에서의 개별 상태들의 집합이 아니라 위와 같은 함수 F 로 정의된 이유는 다음의 정의를 보면 분명히 드러날 것이다.

- (1) 다음과 같은 조건을 만족하는 이론 T 를 “결정론적 이론”이라 한다:
 임의의 S, S', t_0, t 에 대해, 만약 $t, t_0 \in R, S, S' \in RI(T)$ 이고
 $sts(t_0) = sts'(t_0)$ 이면, $sts(t) = sts'(t)$ 이다.⁶⁾

“결정론적 역사”는 이를 기술하는 결정론적 이론에 의해 다음과 같이 정의된다.

(2) $S \in RI(T)$ 인 결정론적 이론 T 가 있을 때, 역사 S 를 “결정론적 역사”라 한다.⁷⁾

(2)에서 정의된 결정론적 역사는 지나치게 강하다는 비판을 받을 여지가 있다. (2)와 (1)은 T 에 의해 가능한 어떤 역사 S 가 (즉, $S \in RI(T)$) 결정론적이기 위한 필요조건이 T 에 의해 가능한 모든 역사 S' 이 결정론적이라는 것을 함축한다. 이는 모든 가능한 역사가 결정론적인 것은 아니지만 어떤 역사는 결정론적이라는 주장의 가능성을 원천적으로 봉쇄해 버리는 셈이 된다.⁸⁾ (2)의 정의를 제시함에 있어서 몬태규는 결정론에 대한 “민주적” 가정, 즉, 물리적으로 가능한 모든 역사가 결정론적이거나 물리적으로 가능한 어떠한 역사도 결정론적이지 아니다는 전제를 한 셈이다. 그러나, 이런 전제의 타당성은 “자연의 법칙”의 개념에 비추어 재검토되어야 할 것이다.⁹⁾ 따라서, (2)의 정의를 이런 전제로부터 자유롭게 다음과 같이 수정해 제시하는 것이 바람직할 것이다.

(3) 어떤 역사 S 가 “결정론적”이기 위한 필요충분조건은 다음과 같은 조건을 만족하는 이론 T 가 있다는 것이다: $S \in RI(T)$ 이며, 임의의 $S' \in RI(T)$ 와 $t, t_0 \in R$ 에 대해, 만약 $sts(t_0) = sts'(t_0)$ 이면, $sts(t) = sts'(t)$ 이다.

6) Montague[1974], 321쪽.

7) 상계서 324쪽.

8) 현실역사가 물리적으로 가능한 여러 역사들 중 어느 것과 정확히 일치하는지 판단할 수 없을 경우 이런 가능성을 열어 놓는 것은 더욱 필요하다. 이런 경우, 주어진 역사와 충분히 가까운 모든 역사가 결정론적이라는 조건을 만족하는 “안정적으로 결정론적(stably deterministic)”이란 개념도 유용한 역할을 할 수 있을 것이다. (Earman [1971] 732쪽 참조)

9) Earman[1986], I, V장 참조.

(2)의 의미에서 결정론적인 모든 역사는 (3)의 의미에서도 결정론적이지만, 그 역은 성립하지 않음이 쉽게 확인된다. (3)에 의거해 (1)은 다음과 같이 재 서술될 수 있다.

(1') 이론 T 가 결정론적이기 위한 필요충분조건은 모든 역사 S 에 대해, 만약 $S \in RI(T)$ 이면 S 는 결정론적이라는 것이다.

몬태규가 규정한 “어떤 이론 T 에 의해 가능한 역사들”, 즉, $\{S; S \in RI(T)\}$ 는 자연스럽게 물리적으로 가능한 세계들과 연결된다. 이런 생각은 결정론에 관한 일견 보다 존재론적인 규정에 이르게 된다. W 를 물리적으로 가능한 세계들의 집합, 즉, 논리적으로 가능한 세계들 중 현실세계의 법칙들의 지배를 받는 세계들의 집합이라 하자. “결정론적 세계”의 한 의미는 다음과 같은 방식으로 규정될 수 있을 것이다.

(4) $w \in W$ 가 어떤 측면에서 결정론적이기 위한 필요충분조건은 모든 $w' \in W$ 에 대해, 주어진 측면에 관해 w 와 w' 이 어떤 시점에서 일치하면, 그 측면에 관해 w 와 w' 이 항상 일치한다는 것이다.¹⁰⁾

일견 (4)는 (3)의 생각을 보다 직접적으로 존재론적인 용어로 제시한 것이지만, 과연 (4)가 (3)보다 덜 언어적인지 의심할 수 있을 것이다. 실제로 (4)를 보다 엄밀히 이해하는 한 방식은 (3)을 통해서 일 것이다. (4)의 “측면”이라는 모호한 용어는 (3)에서 주어진 이론의 상태 변항들의 값들에 의거해 엄밀히 규정될 수 있을 것이다. 나아가, (4)의 “물리적으로 가능한 세계”란 개념은 (3)에서 주어진 이론을 실현하는 “역사들”에 의거해 설명되어야 한다고 주장할 수도 있을 것이다. 실제로, 필요하다면, “물리적으로 가능한 세계”의 개념을 다음과 같이 이론에 상대적인 것으로 이해할 수

10) 이 규정은 라플라스가 제시한 결정론의 한 의미에 해당한다. 이 정의의 후건 의 ‘항상’을 ‘모든 미래 시점’ (혹은 ‘모든 과거 시점’)으로 대체하면 ‘미래적’ (혹은 ‘과거적’) 결정론이 얻어진다. (Montague[1974], 320-321쪽 및 Earman[1986], 13쪽 참조.)

있을 것이다. T 가 어떤 일관적인 이론일 때, WT 를 논리적으로 가능한 세계들 중 T 가 성립하는 세계들의 집합이라 하자. “ WT ”와 “ $w \in WT$ ”의 (어떤 측면의) 순간상태”는 각각 몬태규가 의미하는 “ T 에 의해 가능한 역사들의 집합”($\{S; S \in RI(T)\}$)과 “가능한 한 역사의 t 에서의 상태”(sts(t), 단 $S \in RI(T)$)와 동일하게 여겨질 수 있을 것이다. 인식론적인 고려를 중요시하는 이론가들은 이처럼 상대화된 가능세계의 개념을 선호할 것이다. 이들은 우리에게 알려져 있는 (알려질 수 있는?) 것은 진정한 자연의 법칙들이 아니라 비교적 잘 입증된 과학이론들임에 주목할 것이다. 따라서, 이들은 물리적으로 가능한 세계들에 관한 논의가 경험적 내용을 지니려면, 이들이 주어진 이론에 상대적인 것으로 몬태규와 같은 언어적 접근 방식에 의해 규정되어야 한다고 주장할 수도 있을 것이다. 여기서 “가능세계”의 개념에 관한 철학적 논쟁들을 검토할 수는 없으며, 필자는 3절에서 전통적으로 관심을 끌어왔던 “보편적 결정론”의 개념을 이해하는 데에 있어서 언어적 접근방식과 존재론적 접근방식 중 어느 것이 우위에 있다고 할 수 있는지를 검토할 것이다. 그러나, 그 전에 몬태규의 정의보다 조금 더 강한 한 흥미로운 형태의 결정론에 대해 논의할 것이다.

2. 몬태규는 카르납(R. Carnap)에 기인하는 다음과 같은 결정론 개념에 대해 논의한다.

- (5) 다음과 같은 조건을 만족하는 이론 T 를 “C-결정론적”이라 한다:
 모든 $S, S', C, C', D1, \dots, Dn, D1', \dots, Dn', f, t0, t$ 에 대해,
 만약 $S, S' \in RI(T)$, $S = \langle C, D1, \dots, Dn \rangle$, $S' = \langle C', D1', \dots, Dn' \rangle$
 이고 f 는 C 로부터 C' 으로의 일대일 대응함수이며, 어떤 $t0 \in E$ 에서
 모든 $x \in C$ 에 대해 $sts(x, t0) = sts'(f(x), t0)$ 이면, 모든 $t \in E$ 에서 모든
 $x \in C$ 에 대해 $sts(x, t) = sts'(f(x), t)$ 이다.¹¹⁾

T 가 C-결정론적이면 T 는 결정론적인 반면, 그 역은 성립하지 않는다는 사

11) Montague[1974], 326쪽.

실은 쉽게 확인된다. 몬태규는 그의 정리 1에서 " $T \vdash \pi x \rightarrow \sim Rx$ "라는 조건하에서는 T가 결정론적이기 위한 필요충분조건이 T가 C-결정론적이라는 것이라고 주장한다.¹²⁾ 그러나, 정리 1에 대한 그의 증명에는 오류가 있는 것으로 보인다. 필자의 진단으로는, 몬태규의 논증을 타당한 것으로 만들기 위해서는 다음과 같은 전제를 필요로 한다.

(6) 모든 i 에 대해, $T \vdash \sim \pi \delta i(x, t)$.

(이 전제는 몬태규의 논증에서 (19)와 (21)의 단계를 정당화하기 위해 필요하다.¹³⁾ 예컨대, 어떤 $i \in N$, $x \in C$ 와 $t_0 \in R$ 에 대해, $Di(x, t_0) \in C$ 이면, 문장 " $Ei(x, t_0) = Di(g^{-1}(x), t_0)$ "는 거짓이 된다. $Di(x, t) \in C$ 이고 $Di(x, t) \notin C$ 인 경우, 몬태규의 조건으로부터 (19)와 (21)이 따라나오지 않는다.) (6)의 조건은 이론 T의 상태 변항들의 값들이 T가 기술하는 계의 "개체들"이 아닐 것을 요구한다. 물론, 많은 중요한 과학이론들의 상태 변항의 값들은 실수들이다. 몬태규가 논의하는 뉴턴의 입자역학과 고전적 천체역학도 이 조건을 만족한다. 예컨대, 이 이론들에 대한 몬태규의 공리체계에서는 " $T \vdash \pi x \rightarrow \sim Rx$ "의 가정 하에서 그의 공리 (28)과 (31)에 의해 위의 조건 (6)이 만족된다.¹⁴⁾ 그렇지만, 몬태규의 정리 1은 이론일반에 적용되는 것으로 진술되었기 때문에, (6)의 전제가 없이는 그의 논증이 타당하지 않은 것이다.

결정론적이지만 C-결정론적이 아닌 이론들은 어떤 성격을 지니고 있는가? 직관적으로 서술한다면, 이런 이론들에서는 개체들에 대해 피할 수 없는 언급을 해야한다고 여겨진다. 이 다소 모호한 서술은 일견 보다 약해 보이는 조건들 - (6)과 몬태규의 원래조건 - 에 의해 보다 엄밀히 표현된다. 즉, 그런 이론들은 어떤 시점에 어떤 개체에 적용되었을 때 어떤 개체를 값으로 가지는 상태 변항을 지니고 있다고 할 것이다. 그런 이론들은 그들의 상태 변항들로, 말하자면, 양적이 아닌 질적 개념을 표현한다고 할

12) 상계서 326-328쪽.

13) 상계서 328쪽.

14) 상계서 316, 317쪽.

것이다.¹⁵⁾ 이런 이론들의 가능성을 심각하게 받아들이다면, 1절의 (4)와 같은 결정론의 존재론적 규정이 (3)과 같은 언어적 규정에 독립적으로 이해되어야 한다거나 (4)가 (3)보다 개념적으로 우선한다는 입장을 취하는 사람들에게는 개체들의 통 세계적 동일성의 문제가 매우 시급한 과제로 부각될 것이다. 반면에, 이런 이론들의 가능성을 입증하는 것은 매우 쉽겠지만, 이런 이론들이 과연 “과학이론”의 자격이 있는지 의심할 수 있을 것이다. 왜냐하면, 첫째, 발전된 과학이론들에서는 대부분 양적 개념을 사용한다는 점을 고려할 때 질적인 개념에 의존하는 이론들은 배제될 수 있으리라는 전망을 가질 수 있고, 둘째, 특정한 개체들에 대한 불가피한 언급을 포함하는 진술은 자연의 법칙의 올바른 서술이 될 수 없다는 생각이 정당하다면, 이런 이론들의 법칙들을 자연의 법칙들로 여길 수는 없을 것이기 때문이다. 이런 이유에서 결정론적이지만 C-결정론적이지 않은 과학이론의 가능성을 심각하게 고려할 필요는 없을 것으로 보인다.

3. 몬태규의 정의의 맥락에서 이해한다면, “보편적 결정론(universal determinism)”은 세계의 모든 적절한 경험적 측면들을 기술하거나 설명할 수 있는 결정론적 거대이론이 있다는 주장이다. 이를 그의 정의 (3)에 대응되게 서술하자면, 다음과 같은 식이 될 것이다.

(7) 어떤 “세계역사(world history) S가 결정론적”이기 위한 필요충분조건은 다음과 같은 조건을 만족하는 거대이론(grand theory) T가 있다는 것이다.

$S \in RI(T)$ 이며, 임의의 $S' \in RI(T)$ 와 $t, t_0 \in R$ 에 대해,
만약 $sts(t_0) = sts'(t_0)$ 이면, $sts(t) = sts'(t)$ 이다.

이 정의의 문제는 “세계역사”나 “거대이론”과 같은 개념을 어떻게 이해해야 할 것인가 하는 것이다. 물론, “거대이론”에 대한 이야기는 지금으로서는 소설 같은 것이지만, 여기서의 문제는 현실적인 것이 아니라 개념적

15) “양적 개념”에 대한 논의로는 Carnap[1958], 168쪽을 참조할 것.

인 것이다. 세계역사나 거대이론의 상태 변형들은 세계의 적절한 경험적 측면들을 모두 표상 할 수 있어야 한다. 그러나, 곧 지적 할 바와 같이, “세계역사”나 “거대이론”과 같은 포괄적 개념들을 규정하는 데에는 기술적 문제가 따른다. “보편적 결정론”을 (4)의 정의에 대응하게 보다 존재론적인 서술로 제시하면 다음과 같은 식이 될 것이다.

- (8) $w \in W$ 가 (보편적으로) 결정론적이기 위한 필요충분조건은 모든 $w' \in W$ 에 대해, 모든 적절한 측면들에서 w 와 w' 이 어떤 시점에서 일치하면, 그런 모든 측면들에서 w 와 w' 이 항상 일치한다는 것이다.

(7)의 문제는 (8)에서 “모든 적절한 측면들”을 이해하는 문제로 전가될 것이다.

“보편적 결정론”의 개념과 관련해 제기될 수 있는 첫번째 문제는, 험펠(C. Hempel)이 제기한 것으로, 세계의 순간 상태를 규정하는 문제이다.¹⁶⁾

세계의 전체상태를 이렇게 무제약적으로 포괄적인 것으로 이해하면, 결정론은 당연하고도 시시한 진리가 된다. 왜냐하면, 시점 t_0 에서의 세계상태의 특성들 중의 하나는 t_0 으로부터 이전이나 이후의 어떤 간격을 둔 시점 t_1 에 세계상태가 이러저러한 특성들을 지닌다는 것이기 때문이다. 그렇다면, 시점 t_0 에서의 세계상태의 완전한 규정은 모든 시점에서의 세계상태들의 완전한 규정들을 포함해야 할 것이다. 따라서, 한 시점의 세계 전체상태의 규정은 모든 시점의 세계 전체상태를 당연하고도 시시하게 결정할 것이다 - 그러한 상태들은 전부 동일하기 때문이다. 따라서, 보편적 결정론을 의미 있게 규정하려면, 임의의 시점의 세계상태를 구성하는 것으로 여겨질 수 있는 특성들에 적절한 제약이 가해져야 한다. (중략) 이론에 대한 상대화를 포함하는 결정론의 언어적 전회는, 그것이 아무리 풍부하다 할지라도, 존재론적 개념으로서의 결정론의 직관적 내용을 완전히 포착할 수는 없다.

언어적 접근 방식의 옹호자가 험펠이 지적하는 문제를 피하기 위해서는, 순간 상태기술에 다른 시점의 정보가 “불법적으로” 숨어들어 오는 것을

16) Hempel[1969], 186-189쪽. Earman[1971], 739쪽 및 Van Fraassen[1972], 317-318쪽도 참조할 것.

방지하도록, 이론의 언어에 어떤 제약을 가해야 할 것이다. 예컨대, 상태 변항들의 값들이 다른 시점들을 논항으로 가지는 함수들과 같아서는 안된다는 제약을 생각해 볼 수도 있을 것이다. 그러나, 우리가 굿만의 문제를 통해 익히 알듯이, “비시간적 술어(non-temporal predicate)”를 - 보다 일반적으로는 비국소적 술어(non-positional predicate)를 - 규정하는 문제가 얼마나 어려운 것인가 하는 점을 염두에 둔다면, 이론의 언어에 어떤 말끔한 형식적 조건을 부과함으로써 적절한 “순간상태”의 개념을 확립하려는 시도가 과연 희망적일까 하는 의구심이 생길 것이다. 그러나, 햐펠의 문제는 언어적 접근 방식에만 문제가 되는 것은 아니다. (8)과 같이 일견 보다 존재론적인 규정에서도 “모든 적절한 측면에서 일치한다”는 구절, 특히 “적절한”이란 조건을 보편적 결정론이 당연하고 시시한 것이 되지 않게 규정하는 것이 바로 햐펠의 문제이기 때문이다.

다음으로, 두 정의들이 전제하는 “자연의 법칙”개념과 관련된 문제를 지적해야 할 것이다. (7)과 같은 언어적 규정에서는 “이론”의 개념이 암묵적으로 그 개념에 의존한다. 예컨대, 거대이론은 모든 자연의 법칙들의 서술들을 포함해야 할 것이다. (8)과 같은 존재론적 규정에서는 “물리적으로 가능한 세계”의 개념이 보다 명시적으로 그 개념에 의존한다고 할 것이다. 이 문제와 관련해서도 또한, “자연의 법칙”의 개념이 언어적 접근 방식에 의해 제대로 포착될 수 있을 지 의구심이 생길 것이다. 이런 문제들은 존재론적 개념에 대한 언어적 접근 방식은 존재론적 가정을 하게 마련이라는 입장을 강화시켜준다고 할 것이다.

물론, 존재론적 문제에 대한 언어적 접근 방식에서는 언어의 특성들을 부당하게 세계의 특성으로 전가시키지 않도록 유의해야 할 것이다. 1절에서 소개한대로, 몬테규가 모형이론적 접근 방식을 택하게된 주된 동기도 표준적 언어들의 표현력의 제약이 세계의 가능한 상태들의 수에 대한 제약을 함축해서는 안된다고 생각했기 때문이다. 그러나, 몬테규의 정의가 과연 그가 논의하는 언어의 제약으로부터 충분히 자유로운가 의심할 수 있을 것이다. 예컨대, 그가 논의하는 표준적 언어의 표현들의 수는 가부변수이기 때문에, 그의 논의는 세계에 있는 경험적 양의 종류가 비가부변수일 가능성을 배제한다고 할 수 있을 것이다. 이런 가능성을 배제해야 할

선험적 이유가 없다면, 몬태규의 논의는 언어의 특성을 부당하게 세계의 특성으로 전가시킨다고 비판받을 수 있을 것이다. 필자의 견해로는, 그러한 선험적 이유가 있어야 할 것 같다. 우선, 경험적 양을 표상하는 비가부변수의 원초적 표현들을 포함하는 언어는 물론이고 가부변수의 무한히 많은 그런 표현들을 포함하는 언어의 개념적 가능성에 대해 회의를 품지 않을 수 없다. “경험적 양”의 개념이 궁극적으로 관찰가능성과 같은 개념에 의존해야 할 것이고 우리가 경험할 수 있는 특성들의 종류들은 원칙적으로 유한하다고 해야 할 것 같기 때문이다. 그런 언어로 서술된 이론이 경험에 의해 입증가능 하다고 할 이유가 있을지 의심스러운 것이다. 여기서는 논리실증주의자들의 논변을 따를 필요 없이, 언어와 이론의 보다 기본적인 성격을 지적하는 것으로 충분할 것이다. 데이빗슨 (D. Davidson [1965]) 등이 지적한대로 정상적인 사람이 배울 수 없는 것을 “언어”라 할 수는 없을 것이며, 신의 “이론”이 아닌 과학이론이 그런 “언어”로 서술될 수는 없다. 여기서 우리의 인식적 제약과 관련된 언어의 특성이 세계의 특성에 관한 함축을 지닌 것으로 여겨야 할 것인가 하는 문제를 논의하려면 실재론과 반실재론의 형이상학적 논쟁에 깊숙히 빠져들게 될 것이다. 지금이 논쟁에 깊이 빠져들 수는 없지만, 필자의 견해로는, 그런 함축을 전적으로 부정한다면 우리가 원칙적으로 알 수 없는 진리를 인정해야 할 것인데, 이런 진리개념을 정당화 할 수 있을 지 의심할 수 있을 것 같다.¹⁷⁾ 몬태규의 접근 방식이 언어적이기는 하지만, 1절에서 지적한 그의 동기에서 드러나듯이 비가부변수의 크기에 대해 실재론적이고 아마 고전적인 태도를 취하고 있으며, 이런 점에서도 그는 인식적인 고려를 중요시 하면서도 논리학과 수학에 대해 고전적이고 (더밋의 의미에서) “실재론적”인 태도를 취하는 논리실증주의자들과 유사하다고 할 것이다. 실재론과 반실재론의 문제를 보류하더라도, 결정론과 같은 존재론적 논제를 논의하기 위해 인식론적 고려는 매우 중요하며, 몬태규의 것과 같은 언어적 접근 방식은 이런 목적을 위해서도 매우 효과적인 수단임을 드러낸다.

17) 이런 논의의 최근 예로는 Tennant[1997] (특히 8장)을 참조할 것.

4. 흔히 존재론적 논제에 대한 잘못된 인식론적 접근의 사례로 포퍼(K. Popper[1982])의 “결정론”에 관한 규정이 언급된다. 그는 “과학적 결정론”을 궁극적으로 “모든 미래사건들의 원칙적 예측가능성”과 동일시한다. 실제로, 포퍼의 주된 관심은 흔히 제시되는 다음과 같은 일반적 논증을 지지하기 위한 것이었다.

- (가) 보편적 결정론이 옳다면, 모든 미래 사건은 원칙적으로 예측 가능하다.
- (나) 원칙적으로도 예측될 수 없는 미래 사건이 있다. 따라서,
- (다) 보편적 결정론은 거짓이다.

물론, 이 논증을 지지하기 위한 목적에서는 포퍼처럼 “모든 미래 사건의 원칙적 예측가능성”을 “보편적 결정론”의 필요충분조건으로 간주할 필요는 없으며, 보다 약한 (가)의 조건을 지지하는 것으로 충분하다. 그러나, 필자는 이미 여러 사람들이 지적한대로 (가)도 “결정론”에 대한 잘못된 이해에 토대한 것으로 정당하지 않은 진술이라고 생각한다.¹⁸⁾ 많은 철학자들이 인간 행위와 관련해 (나)를 지지하려 했지만, 포퍼는 물리학, 특히 고전역학과 특수상대성이론의 사례를 통해 (나)를 지지할 수 있다는 논변을 제시한다. 그러나, 필자의 견해로는 포퍼의 논변은 오히려 “결정론이 원칙적 예측가능성을 함축한다”는 주장, 따라서 (가)의 주장이 정당하지 않다는 것을 지지하는 것으로 이용될 수 있을 것 같다. 필자는 우선 “결정론”에 관해 앞서 제시한 몬태규의 정의나 그것의 보다 직접적으로 존재론적인 규정이 기본적으로 올바른 방향이라는 가정 하에서, 이런 의미의 “결정론”이 “원칙적 예측가능성”을 함축하지 않는다는 것을 보일 것이다. 이런 논증은 일찍이 보이드(Boyd[1972])가 제시한 바 있다. 그러나, 그의 “결정론”에 대한 정의는 앞서 제시된 몬태규의 정의와 외견상 일치하지 않는다. 필자는 그의 정의가 기본적으로 1절의 몬태규의 정의와 동치임을 보인 후, (가)가 정당하지 않음을 보이기 위해 필요한 나머지 논증은 보이드와 이어

18) Boyd[1972], Earman[1986] 등. Davidson[1970]은 이들과 다른 이유에서 (가)를 부정하는 것으로 여겨진다.

만의 논의를 받아들이는 것으로 대신할 것이다. 그러나, 그러기 위해서는 “결정론”에 대한 몬태규의 또 다른 규정 - “연역적 결정론(provable determinism)” - 을 먼저 논의하는 것이 유익할 것이다.

5. “결정론”개념을 엄밀히 포착하려 했던 라셀(B. Russell[1953])의 시도도 과히 성공적이지 못했던 것으로 여겨진다. 그는 잠정적으로 다음과 같은 정의에 도달했었다.

어떤 역사 S 는 다음과 같은 조건을 만족하는 함수 f 가 있을 때 “결정론적”이다:

임의의 시점들 t_0, t 에 대해, $sts(t) = f(sts(t_0), t_0, t)$.

그러나, 라셀이 지적하듯이, 이 정의에 의하면 모든 역사가 결정론적이 되고 만다.¹⁹⁾ 라셀은 f 에 적절한 제약을 가함으로써 이 정의를 정당한 것으로 만들 수 있으리라는 제안을 했다. 몬태규는 라셀의 정의를 수정하기 위해 가해져야 할 제약은 “ f 가 이론에 의해 기술 가능하다”는 조건이나 “ f 가 $R, N, +, \times$ 에 의해 명시적으로 정의 가능하다”는 조건이라는 제안을 한다.²⁰⁾ 그의 제안을 보다 정확히 서술하자면, T 가 어떤 이론이고, MT 가 T 의 언어에 대한 모든 표준모형 하에서 참인 문장들의 집합이며, AT 가 T 의 공리들의 집합이라는 가정 하에서, 그의 제안은 다음과 같은 조건이 된다.

- (9) 다음과 같은 조건을 만족하는 식 Ψ 가 있다. Ψ 에 나타나는 자유 변형들은 $v_0, \dots, v_3$ 를 포함하며, $R, N, +, \times$ 이외의 상항은 Ψ 에 나타나지 않으며, $MT \cup AT \vdash R t_0 \ \& \ R t \rightarrow [u = \delta t \leftrightarrow \Psi(\delta t_0, t_0, t, u)]$ 이다.²¹⁾

베쓰의 정의가능성 정리(Beth's Definability Theorem)와 유사한 논증에 의

19) Russell[1953], 398-401쪽.

20) Montague[1974], 325쪽 및 343쪽.

21) Montague[1974], 344쪽.

해, 몬태규는 (9)의 조건과 동치인 “연역적 결정론”에 도달하게 된다.²²⁾ (9)의 조건에서 자연의 법칙들은 AT에 속하는 문장들에 의해서, 선행조건은 δt_0 에 의해서 표현된다. “법칙진술과 선행조건에 관한 진술로부터 미래 사건의 진술을 연역할 수 있다”는 조건과 “원칙적 예측가능성”의 조건은 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨져 왔다.²³⁾ 실제로, 몬태규가 (9)의 조건과 “연역적 결정론”에 관심을 가진 주된 이유는 이 조건들이 뉴턴 역학의 다체문제(many body problem)²⁴⁾의 해결가능성에 대해 가지는 관계 때문이었다. 그는 이 문제를 식 $\mathbf{F}$ 를 찾는 문제로 규정하며, 따라서, 다체문제가 해결가능하기 위한 필요충분조건은 천체역학이 연역적으로 결정론적이라는 것이라고 주장한다.²⁵⁾ 포퍼는 다체문제가 해결가능하지 않으며, 이 사실이 물리적 사건도 원칙적으로 예측 가능하다고 할 수 없음을 보여주는 예라고 주장한다. 따라서, (9)의 조건이 몬태규의 원래 정의 (1)이나 (4)보다 “결정론”의 의미에 더 적절하거나 이들과 똑같이 적절하다면 4절의 논증에서 (가)를 받아들이고 (나)를 배격하는 포퍼의 전략은 지지를 받을 것이다. 그러나, 우선, 이 둘이 똑같이 적절할 수는 없다. 왜냐하면, 몬태규는 (9)의 조건과 연역적 결정론이 그의 원래 의미의 결정론이 성립하기 위한 필요조건도 충분조건도 아님을 보이기 때문이다.²⁶⁾ 어떤 강한 인식론적 규제를 만족하지 않으면 존재론적 진술의 유의미성이 확보되지 않는다는 입장을 취하지 않는 한, (9)의 조건이 몬태규의 원래 정의 (1)이나 (4)보다 결정론의 의미에 더 충실하다고 보기도 힘들 것이다. 최소한 (1)의 정의를 옹호하는 입장에서 볼 때, 몬태규가 라살의 정의를 올바르게 수정하기 위해 제안했어야 할 조건은 (9)가 아니라, f의 정의역과 값들에 관한 제약이

22) Montague[1974], 343-344. Boolos and Jeffrey[1989], 24장의 베쓰 정리의 증명과 비교할 것.

23) 최소한 험펠의 DN-모형(Hempel[1965], 12장)에서는 이들이 거의 일치한다고 할 것이다. “거의”란 조건의 해명을 위해서는 아래 6절을 볼 것.

24) 포퍼는 이 문제를 “whether a many-body system whose initial conditions are given with any finite degree of precision will ever be in some specified state”로 규정한다. Popper[1982], note 4, 40쪽.

25) Montague[1974], 357쪽.

26) Montague[1974], 정리 10 (346쪽) 및 정리 13 (349-353쪽).

되어야 한다. 그런 식의 정의는 보이드의 글에서 찾아진다.

6. 앞서 그랬던 것처럼, 몬테규의 용어를 따라 임의의 역사 S 와 이론 T 및 실수(시점) t 에 대해 $S \in RI(T)$ 일 경우 “ S 는 T 에 의해 물리적으로 가능한 역사이다” (혹은 “ S 는 T 를 실현한다”)고 하고 $sts(t)$ 를 “ T 에 의해 물리적으로 가능한 순간상태”라고 하자. Σ 를 T 에 의해 물리적으로 가능한 모든 순간상태들의 집합이라 할 때, 사소한 차이를 무시한다면, 보이드의 정의는 다음과 같이 재서술될 수 있다.²⁷⁾

- (10) 이론 T 가 “결정론적”이기 위한 필요충분조건은 $\Sigma \times R \times R$ 로부터 Σ 로의 함수가 있다는 것이다. (즉, 다음과 같은 조건을 만족하는 함수 f 가 있다는 것이다: 모든 $s, s' \in \Sigma$ 와 $t_0, t \in R$ 에 대해, T 에 의해 s 가 t_0 에 가능한 상태이고 s' 이 t 에 가능한 상태이면, $s' = f(s, t_0, t)$ 이다.)

이제 (10)은 몬테규의 정의 (1)을 다른 말로 표현한 것에 불과하다는 점을 확인하는 데에 어려움이 없을 것이다.

이제 “원칙적 예측가능성”의 개념이 어떻게 보다 정확히 이해될 수 있는지를 고려하여, (1)이나 (4) 혹은 (10)이 이 조건을 함축하는지 검토해 보자. 결정론적 맥락에서 예측문제는 흔히 미래사건에 관한 진술을 법칙진술과 선행조건에 관한 진술로부터 연역하는 문제로 간주된다. 그러나 이런 법칙연역모형의 틀 안에서도 “원칙적 예측가능성”의 개념에 대한 적절한 규정이 만족해야 할 부가적 조건들을 고려 할 수 있다.

첫째, (10)과 관련해 볼 때, 법칙과 선행조건에 의거한 미래사건의 예측이 원칙적으로 가능하기 위해서는 (10)의 f 함수가 효과적으로 계산가능한 (effectively computable) 함수이어야 할 것이다. 유한한 시간 내에 f 를 계산하는 기계적 절차가 없다면, 선행조건 (예컨대, (10)의 s)에 의거해 미래 상태 (예컨대, (10)의 s')를 알 수 있다는 보장이 없기 때문이다. 따라서, 일

27) Boyd[1972], 433-434쪽.

전 (10)의 조건은 f 함수의 존재만 요구할 뿐 그것의 인식적 지위에 대한 요구가 없기 때문에, (10)의 결정론이 원칙적 예측가능성을 함축하지 않는 것으로 보인다. 이는 “연역적 결정론”과 대조될 수 있을 것이다. “연역적 결정론”은 f 함수가 이론 T 내에서 정의 가능할 것을 요구하므로, 이론 T 를 본태규가 의도하는 표준적인 형식체계라 할 때, f 는 효과적으로 계산가능한 함수가 될 것이다. 물론, f 는 실험수이므로, 이런 논의를 엄밀히 하기 위해서는 “효과적 계산가능성”의 개념이 실수와 실험수에 어떻게 적절히 적용될 수 있는가 하는 논의가 선행되어야 한다. 기술적 논의에 깊이 들어가지 않고, 결론만을 언급하자면, 보이드와 특히 이어만은 (1), (4), (10)과 같은 부류의 그들이 옹호하는 “결정론”의 조건은 “효과적 계산가능성”을 함축하지 않음을 논증한다.²⁸⁾ 물론, 이런 논리적 결과 자체가 그들이 옹호하는 결정론 개념이 올바른 것임을 보이는 것은 아니다. 오히려, 효과적으로 계산가능하지 않은 함수의 값은 원칙적으로 알려질 수 있는 것이 아니라고 한다면, 존재진술의 의미가 어떤 강한 인식적 규제를 요구한다고 생각하는 사람들에게는 이런 “효과적 계산가능성을 함축하지 않는 결정론” 개념의 정당성을 의심하는 계기가 될 수도 있을 것이다.

“원칙적 예측가능성”에 대한 두 번째와 세 번째 조건은 포퍼 자신에 의해 제시되었다. 그가 “평가(계산) 가능성의 원칙 (Principle of Accountability)”이라 부르는 두 번째 조건은 “우리가 (이론들과) 예측과제로부터 선행조건들에 요구되는 정확도를 계산할 수 있어야 한다”는 것이다.²⁹⁾ 이 조건은 예측결과를 테스트하기 전에 선행조건들이 충분히 정확하게 규정되었는지 알 수 있어야 한다는 요구로서, 만약 이 조건이 위배된다면, 예측의 실패는 항상 선행조건들의 규정이 정확하지 못한 탓으로 돌릴 수 있게 될 것이다. 세 번째 조건은 다음 두 가지를 포함한다: ① 예측자의 관점에서 볼 때, 예측된 사건이 이미 일어난 사건이어서는 안된다. ② 예측되어야 할 사건들을 결정하는 사건들이나 예측되어야 할 사건들에 인과적

28) Boyd[1972] 및 Earman[1986] (VI 장) 참조. 일반적으로 “효과적 계산가능성”이 “결정론”의 필요조건도 충분조건도 아니지만, 이 두 개념 사이에 여러 가지 특수관계가 성립한다고 논증하는 이어만의 논의는 특히 유용하다.

29) Popper[1982], 12쪽.

영향을 주는 사건들로부터 예측자가 정보를 얻는 것이 물리적으로 가능해야 한다. 포퍼는 뉴턴 역학이 두 번째 조건을 위배하며, 특수 상대성 이론이 세 번째 조건을 위배한다고 논증한다.³⁰⁾ 이어만의 논의를 따르자면, 포퍼의 예와 유사한 다른 예들도 찾아 질 수 있을 것으로 보인다. 선행조건들의 극히 미세한 차이가 결과들의 커다란 차이를 가져오는 계와 같은 “강하게 불안정한(strongly instable)” 계는 포퍼의 두 번째 조건을 위배할 수 있을 것이다.³¹⁾ 4절에서 본바와 같이, 이로부터 포퍼가 내리는 결론은 결정론이 거짓이라는 것이었다. 그러나, 이 글에서 논의한 (1), (4), (10)과 같은 결정론 개념이 기본적으로 올바른 것이라면, 포퍼가 지적하는 사실들로부터 내릴 수 있는 올바른 결론은 기껏해야 결정론이 원칙적 예측가능성을 함축하지 않는다는 것이다.

물론 이 절의 논의가 원칙적 예측가능성을 함축하지 않는 의미의 결정론이 올바른 것이라는 것을 확립하지는 못한다. 이어만 등의 강력한 논의에 비추어 볼 때, 포퍼의 “결정론” 규정은 존재론적 논제에 대한 잘못된 인식론적 접근이라는 평가가 설득력을 지닐 뿐이다. 반면에, 존재론적 논제가 인식론적 고려로부터 완전히 자유로울 수는 없을 것이다. 세계의 어떤 측면의 모습이 원칙적으로 알려질 수 없다면, 그 모습에 관한 진술이 무슨 의미가 있을지 이해하기 힘들기 때문이다. 이런 고려는 첫 번째나 두

30) 상계서, 49-55쪽 및 57-61쪽.

31) Earman[1986] IV장 및 IX장 참조. 이어만도 포퍼와 마찬가지로 고전 역학과 특수상대성이론이 결정론적이라는 일반적 통념에 심각한 회의를 제기하지만, 그의 이유는 포퍼의 이유와는 전혀 다른 것이다. “인식론적 결정론”과 “형이상학적 결정론”의 관계에 관한 보다 일반적인 설명으로는 Gigerenzer et al.[1989](8.3)을 참조할 것. 일반적으로 카오스적 체계(chaotic systems)는 포퍼의 두 번째 조건을 위배하고, 결정론적이지만 “원칙적으로” 예측가능성을 허용하지 않는 체계로 여겨진다. (위 책 284쪽 참조) 그러나, 포퍼의 “원칙적”이라는 조건을 아주 이상적인 것으로 생각하면, 이런 예가 “원칙적 예측가능성”에 대한 반례가 되지 않을 수도 있을 것이다. 문제는 이런 지극히 이상적인 “원칙적”의 조건이, 우리의 인식 조건의 규제를 받는 이상적 조건인 한, 원칙적으로 실현될 수 없을 것같이 보이기 때문이다. 필자의 견해로는 “원칙적으로”의 조건이 어떻게 이해되어야 하는가하는 문제는 인식론적-의미론적인 고려에 의해 다루어져야 할 깊은 문제이다.

번째 조건을 위배하는 “결정론적” 이론의 의미를 다시 돌이켜 보게 한다. 이런 의구심에 의해 제기되는 문제는, 필자의 견해로는, 의미에 관한 보다 깊은 탐구를 통해 접근되어야 할 것 같다.

참고문헌

- 김영정, 최훈, 강진호 옮김, 『계산가능성과 논리』, 문예출판사, 1996.
- Boolos, G. and R. Jeffrey, *Computability and Logic*, 3rd. ed., Cambridge Univ. Pr., 1989.
- Boyd, R., "Determinism, Laws, and Predictability in Principle", *Philosophy of Science*, Dec., 1972.
- Carnap, R., *Introduction to Symbolic Logic and Its Applications*, Dover, 1958.
- Davidson, D., "Theories of Meaning and Learnable Languages", 1965, reprinted in *Inquiries into Truth and Interpretation*, Clarendon Pr., 1984.
- Davidson, D., "Mental Events", 1970, reprinted in *Essays on Actions and Events*, Clarendon Pr., 1980.
- Earman, J., "Laplacian Determinism, or Is This Any Way to Run a Universe ?", *The Journal of Philosophy*, Vol. LXVIII, 1971.
- Earman, J., *A Primer on Determinism*, D. Reidel, 1986.
- Gigerenzer, G. et. al., *The Empire of Chance*, Cambridge Univ. Pr., 1989.
- Hempel, C., *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*, The Free Pr., 1965.
- Hempel, C., "Reduction: Ontological and Linguistic Facts", S. Morgenbesser et.al. (eds.), *Philosophy, Science, and Method*, 1969.
- Montague, R., "Deterministic Theories", *Formal Philosophy*, Yale Univ. Pr., 1974.
- Nagel, E., "The Causal Character of Modern Physical Theory", H. Feigl and M. Broadbeck (eds.) *Readings in the Philosophy of Science*, 1953.

- Popper, K., *The Open Universe*, Rowman and Littlefield, 1982.
- Russell, B., "On the Notion of Cause, with Applications to the Free-Will Problem", reprinted in H. Feigl and M. Broadbeck (eds.) *Readings in the Philosophy of Science*, 1953.
- Tennant, N., *The Taming of the True*, Clarendon Pr., 1997.
- Van Fraassen, B., "A Formal Approach to the Philosophy of Science", in R. Colodny (ed.), *Paradigms and Paradoxes*, Pittsburgh Univ. Pr., 1972.

【부 록】

ARTICLE ABSTRACTS

The Meaning of 'Determinism'

Chung Inkyo

In this article, I attempt to clarify the notion of determinism and discuss some related issues. I examine, critically but sympathetically, Montague's characterization of deterministic theories in comparison with more ontological versions and with more epistemic versions. point out an error in Montague's argument. While I join the usual criticisms of Popper's epistemic characterization of determinism, i. e., the criticisms which are based on the claim that an appropriate notion of determinism (such as Montague's) does not imply "predictability in principle", I try to indicate some reasons for withholding a final evaluation.