Journal of Korean Society of Earth Science Education
15(3); 354~372; December 2022

pISSN: 2005-5668 eISSN: 2289-0386
https://doi.org/10.15523/JKSESE.2022.15.3.354

ORIGINAL ARTICLE

과학교육을 위한 과학이론의 철학적 위치

오준영[1*] · 이은주[2]
([1]단국대학교 교수, [2]단국대학교 강사)

The Philosophical Status of Scientific Theories for Science Education

Jun-Young Oh[1*] · Eun-Ju Lee[2]
([1]Dankook University, [2]Dankook University)

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore the philosophical position of various scientific theories based on the scientific worldviews for science education. In addition, it aims to expand science education, which has usually dealt with epistemology and methodology, to ontology, that is, to the problem of metaphysics. It can be said that there exists a physical realism, traditionally defined as a strong determinism of the metaphysical belief. That is fixed and unchanging objective scientific knowledge independent of our minds, which was established by Newton, Einstein and Schridinger. What can be seen in the natural laws of dynamics can be called 'mathematicization'. Einstein also shook the traditional views to some extent through the theory of relativity, but his theory was still close to traditional thinking. On the contrary, to escape from this rigid determinism, we need anthropomorphic concepts such as 'possibility' and 'chance'. It is a characteristic of the modern scientific worldviews that leads the change of scientific theory from a classically strong deterministic thought to a weak deterministic accidental accident, probability theory, and a naturalistic point of view. This can be said to correspond to Darwin's theory of evolution and quantum mechanics. We can have three types of epistemological worlds that justify this ontological worldviews. These are rationalism, empiricism and naturalism. In many cases, science education does not tell us what kind of metaphysical beliefs the scientific theories we deal with in the field of education are based on. Also, science education focuses only on the understanding of scientific knowledge. However, it can be said that true knowledge can bring understanding only when it is connected to the knowledge of learned knowledge and the learner's own metaphysical belief in the world. Therefore, in the future, science education needs to connect various scientific theories based on scientific worldviews and philosophical position and present them to students.

Key words : metaphysical belief, strong determinism, weak determinism, local, non-local

Ⅰ. 서 론

전통적으로 서구의 과학적 이성은 변화에서 불변을 찾으며, 다수에서 하나의 원형을 찾는다. 불완전한 것에서 완전을 찾으며, 구체적인 것에서 추상적인 것을 찾아내려 한다. 그리고 상대적인 것, 일시적인 것, 유

Received 28 November, 2022; **Revised** 14 December, 2022; 26 December, 2022; **Accepted** 28 December, 2022
***Corresponding author :** Jun-Young Oh, Institute of Integrated Science Education of Dankook University, 152, Jukjeon-ro, Suji-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, 16890, Korea
E-mail : jyoh3324@dankook.ac.kr
이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2017S1A5A2A01023529).

ⓒ The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한한 것에서부터 절대성, 영원성, 무한성을 찾고자 한다. 이는 현상적인 것에서 그 현상을 지배하는 원리적인 것을 찾으려는 형이상학적 작업이며 추상화 작업이다.

이러한 작업은 서구 사상사에 Parmenides와 Plato에서부터 서구 계몽주의 기하학 정신의 부활과 함께 Galileo, Kepler, 그리고 Newton을 거쳐 과학과 철학이 추구하는 기본 틀이 되었다.

이처럼 물리에서 전통적으로 정적인 우주를 추구하는 시간 가역적 입장과 비-가역적 시간을 핵심으로 하는 철학 사이의 모순은 결국 충돌할 수밖에 없다. 더욱이 자연을 설명하는 데에서 확률적이며 비가역적 설명을 하는 진화의 역할이 점점 중요해졌다. 그러한 생물진화개념은 Darwin에 의해 1859년에 발표된 이후 지금까지 약 150년 동안 논쟁의 중심에 있었으며, 그 덕분에 생명과학 영역에서뿐만 아니라 자연과학의 전 영역에서 수많은 검증과정을 거쳐 과학이론으로 자리매김하였다. “진화개념은 인류를 포함한 지구상의 모든 생명체와 이들의 연관성, 그리고 이들을 둘러싼 세계에 대해서 이해할 수 있는 통합적 원리로 생명과학의 모든 개념을 통합하는 중심원리이다”라고 한 Dobzhansky (1973)의 말처럼 현대 생물학에서 진화개념의 위치는 점점 더 핵심적이고 중요한 자리를 차지하고 있다 (AAAS, 1989; Sober, 1993).

현대 과학에서 전통적으로 자연 안에 내재되어있다고 믿는 질서를 찾는 능동적인 접근의 연구 수단이던 실험이 차지하는 비중이 현저히 줄어들고 활동적인 차원과 아주 복합적인 영역 또는 개별적인 상황이 중요하게 작용한다는 사실에 근거한다. 우리는 빅뱅이나 진화의 복잡계 이론을 실험하기 어렵다. 이제 과학은 검증할 수 있는 진리를 통해서가 아니라 일종의 미학적 형식을 받아들임으로써 그 질을 확보한다. 자연은 연구자들에게 아주 오래전부터 새로운 진리를 더는 보여주지 않고 있으며, 자연을 미학적으로 해석하고 우리 인간의 마음이 관념론적으로 투사되는 방향으로 향하고 있다.

과학교육자이며, 교육심리학자인 Cobern(1996, 2014a, 2014b)의 연구를 따르면, Cobern(1996, 2014a, 2014b)은 형이상학적 체계를 세계관이라 보았으며, 과학교육에서 인식론적인 탐색보다는 이러한 형이상학적인 믿음인 세계관 교육을 해야 한다고 강조하고 있다. 또한 우주의 질서, 대칭. 혹은 무질서에 관한 과학에 대한 형이상학적 믿음은 과학적 연구에서 매우 중요하다고 주장한다. 왜냐하면 이러한 믿음은 특정 종류의 설명을 선택하거나 거부할 수 있는 인식론적 견해를 초래한다고 하였다. 하지만 Cobern(1996, 2014a, 2014b)은 그러한 세계관에 대한 정의를 내리려는 시도는 다각적으로 했지만 이러한 세계관을 포함한 전체적인 개념 틀의 시도는 시도하지 않았다.

하나의 예로, 과학교과서는 개별적인 관념들의 처리에만 초점을 맞추고 있는, 엄격한 경험주의를 보여주고 있다고 할 수 있다. 이론과 증거사이의 대응에만 초점을 맞추고 있지 이론과 이론사이의 연결 사이에는 형이상학적 믿음이 중요한 역할을 한다는 것은 강조하지 않고 있다(Kosso, 2007; 오준영, 2019). 그러한 이론이 어떤 형이상학적 믿음으로 기반을 두었는지 전혀 말하고 있지 않다. 또한 학습한 지식의 앎이라는 것과 학습자 자신의 형이상학적 믿음인 세계관과 연결되어 있을 때만이 진정한 지식의 이해를 가져올 수 있다고 할 수 있다. 하지만 대부분의 과학교육은 과학 지식의 이해에만 초점을 맞추고 있다(Cobern, 1996, 2000; 오준영, 2019).

따라서 과학교육에서는 이러한 세계관, 특히 형이상학적 믿음체계에 관하여 고찰할 필요가 있다.

연구의 목적은 이러한 과학적 세계관의 변화를 기반으로 하여, 그들이 과학 철학적으로 어떤 위치에 있는지를 탐색하는 것이다. 본 연구는 통상적으로 교육에서 인식론과 방법론을 주로 다루어왔던 앎의 과정인 과학철학을 존재론, 즉 형이상학의 문제에 관심을 두는 세계관으로 변화하자는 것이다. 결국 교육을 위한 과학적 세계관의 문제를 새롭게 제기하고자 하는 것이다. 이 연구에서는 과학이론의 암묵적인 전제인 형이상학적 믿음인 존재론과, 이러한 믿음에 의하여 제안된 이론을 어떻게 정당화하는 가하는 인식론적인 정당화과정을 탐색한다.

그러한 목적을 위하여 구체적인 연구 내용으로,

첫째, 과학적 지식인 명제적 지식의 암묵적 전제로, 과학적 세계관 성립의 형이상학적 믿음 체계란 무엇인가?

둘째, 지식으로서의 진위 판단이 가능한 제안된 이론에 대한 명제적 지식을 진리라고 어떻게 정당화시키고 판단할 수 있는가?

셋째, 결론적으로 그러한 형이상학적 믿음인 존재론에 대한 과학교육에서의 시사점은 무엇인가?

Ⅱ. 형이상학적 믿음 체계

과학적 탐구는 아주 넓게 두 가지의 주요한 양상(aspects)을 드러낸다고 할 수 있다. 하나는 사실을 확인하고 발견하는 것이며, 다른 것은 가설과 이론을 구성하는 것이다. 과학 활동에서 전자를 기술(descriptive)과학, 후자를 이론(theoretical)과학이라 부른다. 또한, 전자는 사실이고 후자는 법칙이다. 이러한 과학적 법칙을 사용한 사실들의 과학적 설명에 대한 두 가지 주요한 전통이 있다. 한 전통은 Aristotle 전통이라 불리고 다른 전통은 Galileo 전통이라 부른다. 전자의 설명 유형은 목적론적 설명이라 하고 후자의 설명 유형을 인과론적 설명이라 부른다. 과학에서 Galileo 전통은 현상을 설명하고 예측하는 노력을 인과적-기계론적 관점으로 투영한다는 점에서 진보에 해당하고, Aristotle 전통은 사실을 목적론적으로 이해하려는 인간의 노력에 해당한다(von Wright, 1971, pp.1-3). Aristotle 전통은 자신의 이론들을 논리학으로 정당화하고, Galileo 전통은 수학을 주로 사용하여 정당화한다고 볼 수 있다. 따라서 Aristotle 전통을 합리적이고 관념론적이라고 할 수 있으나, Galileo 전통은 경험론적이고 유물론적이라 부를 수 있다. 이러한 전통은 Newton과 Einstein으로 연결된다.

반면에 확률 개념은 진화론에서 필수 불가결한 부분이다. 진화론에서 확률은 무엇을 나타내는가? 만약 확률이 생물학적 세계의 실재들을 나타낸다면, 그것은 세계가 비-결정론적이라는 점을 의미한다. 하지만 고전적 세계관에서는 과학적 맥락에 등장하는 확률은 결정론적 세계에 대한 우리의 무지로 해석되었다. 즉, 확률은 단순히 실재에 대한 우리의 무지를 반영하기 때문에 실재론적으로 해석되어서는 안 된다고 주장한다. 또한, 구성원 수가 매우 많은 대상에서는, 동역학과는 달리 각 구성원의 상태가 아니라 전체 집단의 상태를 다루는 통계역학이다. 통계역학은 열역학과 동역학을 연결하며 열역학에 이론을 제시한 셈이다(최무영, 2019). 따라서 통계적 확률을 말하는 엔트로피 법칙과 복잡계는 약한 결정론을 말하기에, 실재론보다는 도구적인 관점에 있다고 할 수 있다. 무엇보다도 생물학에서 순전히 우연한 유전자 구조의 변화인 돌연변이도 양자역학적 요동 때문에 생기는 것이다. 또 유기체 세계에서 일어나는 진화도 그 때문이다. 자연 과정들이 완전히 결정론적 길을 걷지 않는 것, 우주의 진화가 존재하는 것도 자연 과정에서의 양자역학적 불확정성 때문이다(Fritzxch, 1984). 현재 물리적 현상들에 대한 양자역학의 확률론적인 해석이 널리 받아들여지고 있다. 약한 인과론적 약한 결정론이라 할 수 있다.

1. 형이상학적 믿음 체계, 존재론

통상적으로 연구자들의 탐색을 이끄는(Creswell, 2014, pp.35-36) 세계관(즉, "행동을 안내하는 일련의 믿음들"(Guba, 1990, p.17))은 연구의 행동을 안내하는 일련의 믿음 체계로 이루어져 있다. 일련의 형이상학적 믿음 체계인 존재론이 우리가 외부 세계를 보는 방식(즉, 내부에서 외부로 보는 렌즈)에 관한 연구로 설명된다면, 인식론은 우리가 자신의 세계에 대한 지식을 어떻게 판단하는지에 관한 연구이다. 즉, 내면을 들여다보고 그들이 가질 수 있는 다양한 이론과 개념에 대해 질적 판단과 헌신을 하는 것이다.

또한 우리가 자연환경 속에서 산출된 이러한 명제적 지식의 암묵적 전제인, 형이상학적 믿음 체계인 존재론, 그러한 명제적 지식을 어떻게 정당화시키는 인식론적 앎의 과정인 것이다. 그러한 인식론적 정당화 과정도 형이상학적 믿음에 의하여 귀결되어야 한다(Cobern, 1996).

전체로서의 세계 및 그것을, 신, 인간(영혼), 자연으로 이루어지는 존재론적 위계질서 아래 일부분인 차지하는 것으로 구성하고 있는 사물들은 인간 정신과 독립적으로 그 자체로서 고정, 불변을 본성으로 하고 있다는 이해 방식을 형이상학이라 한다. 즉 본질적으로 변화되는 것이 아니라 고정된 것으로 형이상학적 세계관이라 할 수 있다. 반면에 보편적인 연관 속에서 끊임없이 운동 즉, 변화, 발전하는 것이야말로 세계의 기본적인 모습이라고 보는 이해 방식을 형이하학 혹은 변증법적이라 한다.

우리가 자연환경에서 발견되고 산출된 명제적 지식의 암묵적인 전제로, 우리가 세계를 어떻게 표상하느냐는 형이상학적 믿음은 지식 활동의 기반이 되는 틀(schema)을 제공하는 것이다.

존재론적(Ontology), 형이상학적 믿음의 논의 수준(개념 스키마 : Conceptual scheme, Conceptual frame-

work)에서 세계에 대한 본질에 대한 차이점으로, 실재론과 반실재론(도구주의, 실용적) 혹은 변증법적 철학적 입장으로 구분할 수 있다. 또다시 정신적 존재와 물질적 존재 가운데서 어떤 것에 의하여 세계의 실재(존재)가 가장 적정하게 기술될 수 있을까? 이 물음에 대한 답으로, 관념론, 유물론으로 구분할 수 있다.

형이상학적 실재론은 인간 정신(mind)과 독립적으로 객관적인 사실(matter)인 지식이 있다는 견해(믿음 혹은 주장)이다. 즉 과학이론들, 즉 인간의 지식은 하나의 객관적인 진실 혹은 실재를 표현한다는 것이다.

고대 그리스의 철학의 한 파로 알려진 엘레아학파(Eleatics)인 Parmenides에게 변화란 환상에 불과하고 오직 현재 지속하는 것이 실재하는 것으로, 현대의 학자들은 Parmenides를 가역성의 세계, 즉 시간의 전개에 맞서 변화하지 않는 '불변'의 세계를 발견한 사람으로 해석하고 있다(Mainzer, 2002, p.26). Plato의 이데아 사상은 불변의 세상을 강력하게 반영하고 있다. 이러한 형이상학적 사고에 따르면, 현상은 선과 악, 사랑과 증오, 삶과 죽음, 참과 거짓 등 고정불변의 대립물로 나뉜다. 특히 진리 대응설로, 즉 근대 이후에 과학 법칙 또는 과학이론을 평가할 때, 목표는 외재하며, 인간 독립적인 세계와 그것이 대응하느냐 그렇지 않으냐를 결정하는 것이라는 관념인 것이다. 인간사회와 독립적 실재가 존재한다고 말하는 입장은 형이상적 실재론이다. 이와 같은 인간 독립적 실재와 이론적 주장의 대응 사이에서 성립하는 진리에 관한 옹호의 입장이 바로 진리 대응설이다. 서구 자연과학의 근간은 물리적 실재론과 환원주의를 바탕으로 하는 결정론적 사유에 있다. 이러한 서구 과학 정신의 기초는 Plato와 Aristotle로부터 그 정적 우주라는 사상사적 조류를 찾을 수 있으며, Copernicus로부터 Newton에 이르는 천체과학은 현상계를 지배하는 질서에 대한 믿음에서 시작된다. 이러한 사상적 흐름으로부터 결정론적 사유 구조를 찾기 쉽다. 근대 역학에서 결정론의 사유는 질점 질량의(point mass) 동역학의 배경으로 나타나는 데 그것은 원자적 사유 방식의 일환이었다. 또한 대상의 운동을 관계 짓는 법칙을 마련하는 데에 원자론은 환원주의를 틀을 마련하는 기본 가정이었다.

반면에 존재론적 사실(실체)이 지식으로 존재하지 않다고 주장하거나, 존재론적 사실이 인간의 마음과 독립적인 객관적 지식이 아니고 인간이 구성했다고 주장하는 입장을 반실재론(도구적, 실용적) 혹은 변증법적 견해라고 한다. 즉 과학이론들은 단순히 잘 작동하는 모형들이라는 것이다. 쿤에 의하면, 이러한 작동 모형은 영원한 것이 아니라, 교체될 수 있는 것이다.

형이하학적인 변증법적 사고는 대립물의 공존뿐만 아니라 대립물의 통일, 상호 침투, 상호작용, 상호 변화를 인정한다. 기원전 5세기에 Heraclitus는 '대립되는 긴장의 원리'를 발표했다(Baghavan, 1987. p.75). 변증법은 대립물의 통일에 관한 원리라고 할 수 있다. Heraclitus는 우주를 지배하는 원리는 대립이라 선언했는데, 모든 것은 대립하는 힘들의 균형이며 대립하는 힘들의 싸움터라고 주장하였다(Baghavan, 1987. p.130). Heraclitus를 비가역성, 즉 '시간의 화살'의 발견자라고 보고 있다. 반면에 그는 변화의 법칙인 로고스(logos) 자체는 불변이고 영원하다는 것이다(Mainzer, 2002, p.26). 필자의 견해로 보면, 변화는 인정하되, 변화의 원리가 되는 근본적인 원리를 파악할 수 있다는 점은, 형이상학적 변증법이라고 할 수 있다.

형이상학적 관점과는 정반대로 Darwin은, 변화는 아주 정상적이며 창조와 그 가능성으로 보았다. 그는 이러한 생각으로 Plato의 이상세계와 결별한다.

형이상학자들은 자신의 연구주제가 실재의 본성(nature of reality)이라고 말한다. 그렇다면 정신적 존재와 물질적 존재 가운데서 어떤 것에 의해 실재가 가장 적절하게 기술될 수 있는가? 이 물음에 세계에는 두 가지 매우 다른 존재가 있다고 한다. 한편에는 물리적 대상과 사건이 있다. 다른 한편에는 우리의 사고와 감정이 있다. 우리는 이 차이를 정신(mind)과 물질(matter)로 구분하여 언급한다.

그렇다면 정신적 존재와 물질적 존재 가운데서 어떤 것에 의하여 세계의 실재(존재)가 가장 적정하게 기술될 수 있을까?

이 물음에 관념론자(idealist)는 실재의 근본적 성격이 정신, 사고, 의식과 흡사하다고 답한다. 물리적 사물과 사건의 질서는 정신과 지식의 질서에 의존하는 부차적 질서인 것이다. 반면에 유물론자(materialist)는 실재의 근본적 성격이 물리적 용어에 의하여 해석되어야 한다고 한다. 자연주의자는 자연이 근본적 실재이며, 자연적인 것이 궁극적 범주이다. 자연으로부터 정신과 물질이 둘 다 발생하므로 이 둘의 궁극적인 근원은 자연이라고 설명되지 않으면 안 된다, 자연은 존재

하는 모든 것이다. 따라서 어떠한 초자연적 질서도 존재하지 않는다. 이 세 가지 형이상적 세계관을 이해하는 것이다(Brennan, 1967, pp.259-260).

우리가 세계를 표상하는 안경으로, 심층적인 전제인 형이상학적 믿음 체계로,

첫째로, 이 세계(World)에 대한 지식은 우리의 마음과 별개로 변화 여부에 따라, 실재론(형이상학 실재론, 과학적 실재론)과 반실재론(도구주의, 실용주의, 변증법적 사고)으로 구분하였고, 이러한 세계는 무엇으로 이루어졌으며, 무엇이 우선인가로, 이것을 다시 관념론, 유물론으로 말할 수 있다.

이들은 다시 세계에 관한 그러한 지식의 앎의 과정인, 인식론적으로 정당화 근거에 따라 관념론은 합리주의, 유물론은 경험주의, 자연주의는 경험론에 관념론을 받아들인 것이다. 이들은 다음에 개략적으로 다룬다. 즉 자연주의는 초자연적인 것을 인정하지 않는다는 점에서 자연주의는 유물론과 같다. 하지만 자연주의는 실재가 물질의 기계적 작용에 지나지 않는다는 주장을 부정하며, 일반적으로 생명 또는 인간의 정신 활동도 물리 화학적 과정으로 설명될 수 있다는 견해도 인정하지 않는다. 즉, 인간의 마음도 개입시키는 역사적이고 진화적인 과정으로 설명되어야 한다는 것이다.

특히, 영역 일반적인 형이상학적적 믿음과 구분하여 영역 특수적인 형상학적 개념은 시공간, 신 등의 개념으로 구분할 수 있다. 우리는 형이상학적 개념을 포함하여 형이상학적 믿음 체계라는 표현을 사용한다.

특수형이상학에서 우주의 하나인 시공간의 개념을 통하여,

1. 세계의 구성물을 담고 있는 시간과 공간을 불변의 고정된 기준으로 본다. (형이상학), 아니면 변화되는 기준으로 본다. (형이하학적이고 변증법적).
2. 시간과 공간은 우리 인식 밖의 객관적으로 존재하는 자연 시공간(유물론), 아니면 주관적으로 존재하는 인식 시공간(관념론).

2. 실재론과 반-실재론

자연과학에서 존재론적인 성격이 강한 결정론이라는 말은 실제로 인식론적인 성격의 인과율이라는 의미로 사용되고 있다. 하지만 그것의 세계관으로 들어가면 존재론적 입장이 반드시 개입된다.

첫째, 실재론에서 핵심적인 논제는 둘이다.

(ⅰ)하나는 실존 주장이고,

(ⅱ)하나는 독립성 주장이다. 즉 존재하는 것과 것의 본성 일반에 관한 설명(Miller, 1996)으로.

존재론적 실재론: 세계는 인간의 마음과 무관하게 독립적으로 존재한다. 그들을 우리가 이해할 수 있는지와 관계없는 그들의 속성이 있다(Faye, 2002, p.169). 대부분, 실존과 독립성을 주장한다. 강한 실체론이라고 할 수 있다. 형이상학적 실재론이라 부를 수 있다.

존재론적 반-실재론: 세계는 인간의 마음(혹은 다른 형태의 의식)과 세계를 이해하는 능력과 독립적으로 존재하지 않는다(Faye, 2002, p.170). 형이상학적 요구사항(Ladyman, 2002, p.158)으로, (ⅰ)실존 주장(exist)과 (ⅱ) 독립성(mind- independent) 중, 전부 혹은 하나만 부정하면 반-실재론이지만, 대부분 약한 반실재론자로 실존은 주장하지만, 독립성을 부정한다.

예를 들면, 대표적인 구성주의자인, Kuhn과 같은 사회적 구성주의자는 독립성을 부정하고, Fraassen과 같은 구성적 경험주의는 실존 주장을 믿지 않거나, 불가론자로 남는다(Ladyman, 2002, p.159).

Kuhn의 견해에서는 과학이란 그 과학이 속한 인간의 마음에 의존하는 사회와 역사적 맥락에서 조망되어야 한다. 즉 과학의 변화가 사회적인 영향력에 관한 설명을 하지 않는다면 올바른 이해를 할 수 없다는 점을 강조하였다. 반면에 전통적인 견해가 취하고 있듯이, 이론들과 그러한 이론들을 지지하는 증거 간의 관계에 관한 순수한 논리적 관계에만 의존한다는, 무엇보다도 관찰 자료에 의하여 과학이론을 정당화하는 객관적인 척도에만 의존한다는 생각은 전적으로 문제가 있다는 점이다.

따라서, Kuhn은 과학자들의 가치들이 하나의 새로운 패러다임을 수용할 것인가의 여부를 결정하는 데 중요한 역할을 한다고 하였다. Einstein은 과학이 그저 경험적으로 충족시키는 이론들을 제공하는 것보다, 세계가 어떻게 존재하는가에 대한 설명을 제공해야 한다고 믿었다.

대부분 실존(실체)을 인정하고, 그대로 관측대상이 우리가 관측하는 대로 실체를 보여준다는, 강한 실재론과 실존은 인정하지만, 관측자와의 관계 속에서 필요한 실체를 선택하여 구성하기 때문에, 관측 결과는 그러한 관계만을 알 수 있을 뿐이라는, 약한 반실재론

이다.

둘째, Einstein의 과학적 실재론은 다음과 같이 기본적인 전제들이다(최종덕, 1995, p.212; 이봉재, 1999, p.228).

(1) 물리적-객관적 실재론: 인간의 주관과 독립된 외적 세계가 존재한다는 믿음,
(2) 존재론적 결정론: 물리적 실재론은 언제나 결정론과 연관된다.
(3) 인식론적 국소적 실재론: 광속보다 빠르게 전달되는 작용은 없다. 상대성이론 안에서 충격에너지 전달을 통해서만 인과관계가 성립한다.
(4) 과학사적 점진적 실재론: 실재의 인식은 직접적이 아니라 점근적이다.

따라서, (1) 관찰할 수 있는 대상과 관찰할 수 없는 대상들로 구성된 세계가 정신-독립적으로 존재한다는 형이상학적 실재론에서 논했지만, (2) 존재론적 결정론과 (3) 인식론적 국소적 실재론이라는 또 다른 관점인 물리 이론의 독립성을 인식론적으로 국소적, 혹은 비-국소적으로도 구분된다고 할 수 있다. 즉 (4) 를 포함한 네 가지 전제들은, 실재론적 결정론과 객관주의, 인식론적 국소성, 점진적 근접, 등으로 요약할 수 있다. 이들 네 가지 조건 중, 전부 인정하면, 강한-실재론이라고 할 수 있다. (1) 의 물리적 실재론을 부정하면, 일단은 반-실재론이지만, 나머지 하나라도 인정하면 약한-반실재론이라고 할 수 있다. 전부를 부정하는 경우는 거의 없다고 할 수 있다.

국소성의 원리는 인과율의 공간적으로 인식론적 적용 범위를 말한다. 역학에서의 국소성은 현상적으로 본 최초의 작업은 Aristotle에서 찾을 수 있다. 예를 들면 Galileo와 Newton에 의하여 부정되었으나, 직진 운동을 계속 유지하기 위해서는 작용인으로 가촉적(국소적) 외력이 있어야 한다. 그러한 Newton역학의 중심이론의 만유인력 법칙은 동시에 순간적으로 작용하지만, 에테르(aether)의 존재를 말하고, 멀리 떨어질수록 만유인력이 약해지기에 그 힘이 무시되기에 어떤 존재는 어떤 영역에서는 독립적일 수 있다고 할 수 있다. 상대성이론은 빛의 속도로 어떤 정보를 전달할 수 있기에, 그 또한 독립적으로 존재할 수 있다고 볼 수 있다고 할 수 있다. 따라서 Newton역학과 Einstein의 상대성이론은 국소적이고 분리적이고 독립적으로 존재할 뿐만 아니라 그들의 존재가 확률적으로 존재한다기보다는 엄격한 결정률이 적용된 실존으로 존재하기에 강한 실재론이라 할 수 있다. 무엇보다도 인과율의 적용 범위가 국소적이라는 관점에서 볼 때, Aristotle에서 Newton, 그리고 Einstein에 이르기까지는 이러한 일관성이 이어진다고 볼 수 있다. 즉 독립적인 실체론이라고 할 수 있다. 위의 Einstein의 네 가지 실재론 조건에 해당하기 때문에, 강한 실재론이라고 볼 수 있다.

하지만 양자역학에서는 정보를 광속을 넘어선 속도로 전달해 줄 뿐만 아니라, 그 힘이 거리에 따라 약해지지 않기에 비-국소적이라고 할 수 있다. 이러한 존재는 비 국소적이고 비 분리성인 존재뿐만 아니라 또한 그들의 존재를 확률적으로는 실존한다고 믿기에 약한 반-실재론이라고 할 수 있다. 또한 위의 네 가지 조건 중, 국소적이고, 인간의 마음과 독립된 물리적 실재론에는 문제가 있지만, 약한 결정론이고, 진리의 점근적 접근을 믿기 때문이다.

열역학 제 2 법칙은 Newton역학의 통계학적 고찰에 근거하고 있다. 제2 법칙은 어디까지나 통계학적인 예측에 해당하기 때문에 어떤 거시적인 시스템이 짧은 시간 동안 엔트로피(entropy)의 방향을 거꾸로 거슬러 올라가는 경우가 많다. 바로 예외적인 운동들이 생명체들의 복제 기구에 포획되어 복제되어 자연 선택으로 보존되는 것이다. 하지만 전 우주적인 적용은 거꾸로 거슬러 올라갈 수가 없다. 즉 인과율의 적용 범위가 비-국소적이라는 것이다. 열역학법칙 또한 약한 반-실재론이라고 할 수 있다. 또한 위의 네 가지 조건 중, 통계학이기에 국소적에는 문제가 있지만, 물리적 실재론, 약한 결정론이고, 점근적 접근을 믿기 때문이다.

또한 생물학의 관점에서, 유기체에서 비 국소적 현상은 매우 독특하다. 유기체의 비 국소적 특징에 따르면 자기 자신을 복제하며 조직하는 반복 작업을 환원주의적 방식으로는 도저히 설명하기 어렵다. 즉 유기체는 부분이 전체 형상을 기억하는 특이한 특성을 보여준다. 진화론은 유전 요소와 돌연변이 요소가 있음을 알고 있다. 유비적으로 말하면 결정론을 함의하는 유기체적 질서 이론은 변이 요소 때문에 결정론이 아닌 것처럼 보일 수 있다(최종덕, 1995, p.138). 따라서 필자의 견해로서는, 확률적인 변이라는 요소의 약한 실존과 비 국소적 현상으로, 약한 반-실재론이라 할 수 있다. 결국 대부분 반-실재론을 주장하는 과학의 이론들의 특징은 약한 반-실재론이라 할 수 있다. 약한 실

체론과 관계론으로 진행한다고 할 수 있다.

우리 우주는 아마도 결정론적일 것이다. 그럼에도 우리는 우주가 미래에 어떻게 진화할지 예측할 수 없습니다. 다음에 일어날 일을 확실하게 알지 못한다. 통계 역학적으로 한 계에 대한 완벽한 지식을 갖는다는 것은 현실적으로 불가능해서, 그런 불확실한 부분들이 쌓이다 보면 미래가 어떻게 펼쳐질지 절대 확실할 수 없다는 점이다. 또한 양자 수준에서도 계를 관찰하려 들면, 필연적으로 우리가 그 계를 교란하게 되어 관찰 결과가 뒤바뀌게 된다. 따라서 빅뱅우주론은 약한 결정론이라고 할 수 있다.

Ⅲ. 인식론적 정당화 과정

제안된 세계에 대한 지식의 진위 판단이 가능한 명제적 지식을 진리라고 어떻게 정당화시키고 판단할 수 있는가 하는 앎의 과정도, 우리가 믿고 있는 암묵적 형이상학적 전제로부터 산출되어야 한다. 형이상학적 전제에 따라 앎의 과정도 다르기 때문이다. 즉 목표가 다르면, 접근과정도 다르기 때문이다.

과학교육과 과학철학은 이제까지 앎의 과정인 인식론과 방법론에 집중되었으나, 이제는 그러한 세계 지식에 대한 심층적인 전제인 형이상학적 믿음과 존재에 대한 과학교육과 과학철학으로 변화되어야 한다고 할 수 있다. 어떤 논증이 합리적 설득력을 갖기 위해서는 그 논증의 전제를 수용하는 것이 정당화되어야 한다. 논증이 연역적으로 타당할 경우, 그 전제들을 수용하는 것이 정당화된다면 결론을 수용하는 것도 똑같이 정당화된다. 또, 그 논증의 전제들이 실제로 참이고, 우리가 그 사실을 알 경우, 그리고 우리가 논증이 타당함을 인지한다면, 우리는 그 결론이 참임을 아는 것이다(Bowell, and Kemp, 2002, p.247). 따라서 명제적 진술인 과학이론의 인식론적인 정당화는. 과학이론의 암묵적 전제인 형이상학적 믿음과 연결되어야 한다.

과학자들은 그들이 관찰한 현상을 객관적으로 설명하고자 하는데, 이를 위해 그들은 현상의 이면에 형이상학적으로 질서정연한 세계가 존재한다는 가정으로, 그 세계에 대한 일반적인 성격을 묵시적으로 전제한 상태에서 연구를 수행한다. 하지만 이러한 전제를 순수한 과학적 개념으로 볼 수는 없다. 그러한 개념은 과학의 우리 밖에서 존재하는 다양한 사유 영역까지 은밀하게 침투한 형이상학적 성격을 가지고 있기 때문이다. 그러한 전제들이란 결국 과학의 보이지 않는 토대를 구성하는 형이상학적 믿음의 체계라고 할 수 있다. Kuhn이나 Collingwood 같은 사상가들이 마음에 두었던 것은 특정한 기간이나 시대에 묵시적으로 고유한 세계관이었는데, 그것은 특정 시기의 체계적 사유에 근본적 토대를 제공한 개념적 도식(conceptual scheme)이라는 표현을 즐겨 쓴다. 그런 전제들은 과학적 이론의 산출과 과학적 질문의 원천이 되지만 그들 스스로가 그 질문에 대한 답변인 과학이론을 제공하지는 않는다.

따라서, 산출된 명제적 지식을, 우리가 세계에 대하여 어떠하다고 믿고 있는 형이상학적 전제가 기반이 된, 앎의 과정에서, 그것이 참이라고 어떻게 정당화시키고 판단할 수 있는가? 즉 인식론적 정당화는 형이상학적 믿음 체계와 반드시 기반이 되어야 한다는 점이다.

우리는 어떤 것이 사실이라고 안다. 이런 종류의 지식을 진리에 대한 지식이라고 할 수 있다.

우리는 지식을 어떻게 얻는가? 두 가지 주요 근원, 즉 이성과 경험으로 수렴된다(Hosper, 1997, p.107).

합리주의는 추리에 의한 이성이 근원으로 수동적인 관찰자

경험주의는, 감각 경험이 근원으로 능동적인 관찰자로 확장

자연주의에는, 아름다움과 문제해결의 실용성이 근원으로 인간의 마음이 개입

그러한 어떠한 명제적 지식의 상태(지위)가 어떠한가? 즉, 이론의 형성 후, 이러한 이론의 지위를 인지적으로 판단하는 데 어떤 조건들이 충족되어야 하는가? 즉, 앎의 과정으로, 진리라고 판단할 수 있는 합리주의(정합성, 지적이고 그럴듯함, 연역법 등, 형식 논증), 경험주의(경험적 정확성, 가설-연역 등, 형식 논증). 자연주의(아름다움, 역사적 실용성, 귀추, 변증법 등 비 형식 논증)이다.

서로 다른 이론을 끌어낼 때, 정당화 문제에서의 어려움은 더욱더 커진다. 이 물음에 대한 첫 번째 대답은 경험법칙이나 관찰내용에 더 잘 대응하는 이론을 선택해야 한다는 것이다. 하지만 어떤 경우에는 두 이론이 증거 정도로는 우열이 판가름 나지 않을 수 있다. 즉

두 이론이 동일한 일련의 사실을 설명할 수 있는 경우가 바로 그러하다. 하지만 이와 같은 상황에서 Carnap은 단순성을 선택기준으로 인정한다. 카르납은 단순성을 두 가지 유형으로 구분한다. 비유클리드 기하학(non-Euclidean geometry)은 유클리드 기하학(Euclidean geometry)보다 더 복잡하지만, 물리법칙 체계를 상당히 단순화시킨다. 그래서 Einstein과 그의 추종자들은 단순성의 계산적 형태보다는 단순성의 체계적 형태를 선택한다(Carnap, 1995, pp.162-164). 이론 선택의 더 나은 증거를 근거를 제공하는지에 따라 앎의 지위가 상승한다고 할 수 있다. 시간이 지남에 따라 포함된 이론 용어가 관찰 용어로 전환되는 경향을 보이는 연구 프로그램이나 기술적 혜택의 산출이 증가하는 프로그램이 선호되어야 한다는 것이다.

제안된 이론이, 인식적 가치인 논리적 정합성, 경험적 대응성, 아름다움, 그리고 비-인식적 가치인 문제해결의 역사적 실용성으로 정당화될수록 인식론적으로 개념 지위는 상승한다고 할 수 있다.

자연에는 숨겨진 질서가 감추어져 있다는 형이상학적 믿음에 따라, 그러한 숨겨진 질서에 우리는 어떻게 접근하는가? 우선 인식론적으로 크게 세 가지 방식으로 접근한다고 한다.

첫째, 합리주의, 목적론의 합목적성의 우주로 발전, 숨겨진 질서는 수동적 관찰로 접근

Plato에서 Aristotle, 중세에 이르기까지 합리주의자들은 지각을 부정확하고 쉽게 오류에 빠지는 것으로 보았는데, 이러한 지각의 오류 가능성이 경험적 관찰을 넘어 합리적 사고를, 사실에 대한 믿음을 정당화하는 데 선호하게 만들었다. 즉 수동적인 관찰자이다.

둘째, 경험주의, 인과론적 결정론의 기계론으로 발전, 숨겨진 질서는 능동적인 관찰로 확장하여 접근

반면에 경험주의자인 베이컨은 지식체계가 만들어지기 시작한 것은 반복 가능한 측정에 있다고 강조하였다. 이 양자는 모두 주체와 객체를 분리하는 것으로, 전자인 합리주의자는 이성적인 주체를 객관적인 객체에 접근하도록 길들이고자 한 것이고, 후자의 경험주의자는 그러한 객관적인 객체를 덫으로, 즉 자연의 법칙과 이론으로 사용하였다(Davis, 2009, p.130). 철학에서는 전통적으로, 지식의 근원에 대하여 관념론과 유물론으로 구분한다. 보통 물질을 이성적인 관념의 산물로 보는 관념론, 반면에 관념을 물질의 산물로 보는 철학을 유물론이라 한다. 수동적인 관찰자에서, 능동적인 관찰자로 확장된다.

셋째, 자연주의 혹은 변증주의, 인과론에 목적론의 결합, 숨겨진 질서를 물질에 마음이 결합하여 구성됨

우리가 중요하게 다루는 변증법을 자연과학의 내용으로 풀이한 것은 형이하학적인 변증론이 관념론보다는 유물론과 결합할 가능성을 강하게 함축하지만 반드시 그렇다고 할 수 없다. 자연과학의 내용 자체는 유물론으로 해석할 수 있고 관념론으로도 해석할 수도 있기 때문이다. 자연주의로 대상인 유물론에 인간의 마음인 관념론을 결합하기 때문이다.

20세기 물리학 가운데 양자역학은 빛의 이중성을 아직 아무도 거부할 수 없는 과학적 사실로 확립했다. 빛의 이중성이란 빛의 입자성과 파동성을 함께 지닌다는 뜻이다. 그런데 입자는 어떤 위치를 차지하는 성질이 있고, 파동은 어떤 위치보다는 퍼져있다. 이 성질을 국소성과 비 국소성이라고도 한다. 그렇다면 빛은 서로 대립하는 두 성질을 함께 가지고 있는 셈이다. 20세기 초 물리학자들을 당혹스럽게 만든 이 과학적 사실에 대하여 관념론과 유물론의 서로 다른 철학적 해석이 나왔다. 빛의 입자성은 19세기 후반에 알려진 광전효과라는 특수한 실험 결과를 설명하기 위해 가정된 것이고, 파동성은 전통적으로 알려진 빛의 간섭, 회절 실험 결과를 설명하기 위해서 가정된 것이다. 그러므로 관념론의 눈으로 보면 빛의 입자성과 파동성은 빛의 객관적 성질이 아니라 주관이 어떤 실험을 선택하는가에 따라 나타나는 주관적 성질이다. 하지만 유물론의 관점에서 보면 주관이 실험을 해야 나타나지만, 잠재적으로 빛이 실제로 이중성을 가지고 있으므로 실험으로 나타나게 되는 하나의 객관적 성질이다.

형이하학적인 변증법은 존재론적으로, 강한 결정론에 반대하고, 약한 결정론을 내세우면서 또 한 가지 중요한 특징을 시사했다. 이 특징은 세계 변화 원인을 모순으로 본다는 점이다. 약한 결정론은 세계의 변화가 필연과 우연의 상호작용으로 결정된다. 왜 세계가 변화하는가에 대한 변증법의 궁극적 대답은 “세계 속에 모순이 있기 때문이다.”라고 한다. 진화란 유전과 변이의 상호작용으로 이루어진다. 그런데 유전과 변이는 서로 대립하는 성질을 가지고 있다. 유전은 다음 세대에게 똑같은 형질을 물려주는 필연적인 성질을 가지고 있고, 변이는 환경에 대해 더 잘 적응하는 새로운 형질

Table 1. Characteristics of scientific thoughts in terms of Philosophy (오준영, 2023, In press)

			이성주의	경험주의	자연주의
형이상학 믿음 체계로, 인식론에 영향을 줄 수 있는 권력을 가짐 (세계관)	믿음	존재 양상 (Mode of Being)	진리(지식)는, 인간의 마음과 독립되고 고정불변이다. (permanence)	진리(지식)는, 인간의 마음과 독립되고 진리(지식)는 고정불변이다. (permanence)	세계에 대한 진리(지식)는 역사적 변화와 확률적이다. (change)
		존재 상태 (States of Being)	관념론(mind)으로, 형상인 목표가 우선, 목적론적 결정론,	유물론(matter)으로. 강한 결정론,	약한 결정론으로 유물론(인과론)에 관념론(목적론)을 포함,
	개념	시공간에 대한 개념	유한한 시공간 고정됨. (인식 시공간)	무한한 시공간이 고정된 수학적 시공간으로 신의 속성, (약한 자연 시공간) 세계 안에 기하학적 틀이 존재	시공간은 변화되는 인식과 관련되나, 현실적으로 존재, (강한 자연 시공간)
인식론적 정당화 근원은?	인식론적인 앎의 과정으로, 제안된 개념을 정당화하기 위한, 평가와 선택기준으로, 가치 주장		합리주의로, 논리적 정합성, 인식론적으로 국소적	환원주의로, 이론의 정확성 인식론적으로 국소적	통합과 창발의 비 환원주의 (자연주의, 역사주의)로, 인식론적으로, 국소적(상대성이론), 비국소적(양자역학)
유비적 관점에서 세계관 이해 (정의적인 관점)			인간 개인은 소우주, 우주는 대 우주 유기체라는 고대 그리스 자연철학	인간이 개발한 시계처럼, 신이 창조한 우주는 시간 속에 움직이는 기계론적 우주라는, 뉴턴역학	역사 속에서 창발 되고 변화되는 우주라는, 현대물리학, 진화론
방법론	과학이론에 어떻게 접근하는가?		연역법 등, 형식 논증으로 관찰 대상에는 능동적인 목적이 있기에 우리는 수동적인 관찰하지만, 우리 마음과 독립	귀납법, 가설-연역 등, 형식 논증, 관찰 대상은 수동적인 성질 때문에 우리는 실험이라는 능동적인 관찰이지만, 우리 마음과는 독립	변증법, 귀추법(IBE)등, 비-형식 논증에서 가설형성 후, 가설-연역의 형식 논증에서 가설 정당화, 인간의 마음과 관찰대상과는 상호작용.
이론의 미적 가치			기하학적 대칭성, 논리적 정합성	물리적 대칭성 강한 결정론	물리적 대칭성 통일성, 상보성

을 표현할 수 있게 하는 우연적인 성질을 가지고 있다. 유전과 변이 가운데 어느 한쪽만이 완전하게 관철된다면 진화는 불가능하다. 이런 점에서 진화론은 형이하학적인 변증법적이다. 비-환원주의와 약한 결정론을 짜임새 있게 갖춘 세계관이 변증법이다.

자연뿐만 아니라 사회와 인간 사유를 포함한 세계 전체의 변화에 관해서도 현상만 변하고 본질은 변하지 않는다고 보는 견해와 현상과 본질이 모두 변한다는 보는 견해가 있다. 전자는 기계론이고, 후자는 변증법이다. 두 주장을 다음과 같이 구분할 수 있다.

첫째, 기계론은 환원주의를 주장하고, 변증법은 비-환원주의를 주장한다. 여러 과학이 다루는 대상을 고려하면 세계 전체는 다음과 같은 모형으로 나타낼 수 있다. 세계 전체는 소립자로부터 원자, 분자, 고분자, 세포, 조직, 기관, 동식물 개체와 개인, 사회, 생태계, 지구, 태양계, 은하, 우주까지 여러 층을 가진 하나의 위계 구조를 이루고 있다. 이 대상들에는 물리학, 화학, 생물학, 생리학, 심리학, 사회 과학, 생태학, 지구과학, 우주 과학 등이 대응된다. 그리고 이 위계 구조에서 각각의 위층은 바로 그 아래층의 단위들이 모여서 이루어진다. 이런 구조를 철학에서는 '존재론적 위계 구조'라고 한다.

환원주의란 존재론적 위계 구조에서 원칙적으로 위층의 현상을 바로 아래층 또는 맨 아래 층의 현상에 관한 법칙과 이론으로 다 설명할 수 있다는 입장이다. 즉 환원주의는 기본 물질 입자와 이를 대상으로 삼는 기본 과학을 정하면 다른 과학의 대상들도 기본 과학의 법칙과 이론으로 전부 설명할 수 있다는 입장이다.

보통 물리학이 이런 기본 과학으로 설정된다. 존재론적으로 결정론의 구조를 가진다고 한다.

하지만 비-환원주의란 존재론적 위계 구조에서 위층의 현상을 바로 아래층이나 맨 아래 층에 관한 법칙과 이론으로 전부 설명할 수 없다는 입장이다. 아래층의 대상들이 모여 위층의 대상을 이루면 아래층의 대상에 없던 본질이 위층의 대상에서 나타나기 때문이다. 그러므로 환원주의가 참된 원리로 성립하려면, 사람의 문화적인 사회성도 개나 말의 속성이나 유전자의 속성으로 전부 설명해야 한다. 환원주의자는 이런 속성도 환원의 방법으로 전부 설명할 수 있다는 점이고, 이런 환원의 방법을 사용하지만, 한계를 인정하는 비환원주의자이다.

둘째, 기계론은 강한 결정론을 주장하고, 변증법은 약한 결정론을 주장한다. 강한 결정론은 세상에는 우연이라는 것은 없고, 필연에 의하여서만 결정된다는 철학 원리이다. 그리고 약한 결정론이란 세상일은 우연과 필연의 상호 작용에 의해 결정된다는 원리이다.

우연보다는 필연을 말하는 강한 결정론은 Newton역학의 기계론과 Einstein의 우주론이 여기에 해당한다. Einstein도 상대성이론을 통하여 전통적인 견해를 어느 정도 흔들어 놓았으나 그의 이론은 여전히 전통적인 사고에 가까웠다. 이를테면 그의 이론은, 우리가 손으로 잡을 수 있는 세계라는 객관성을 띤 세계의 이해하고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고, Einstein은 새로운 과학은 새로운 질이 탄생됨을 인정한다. 따라서 Einstein의 우주론에는 변증법의 성질도 있다고 할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 특수상대성이론은 환원론인 Newton역학에 좀 더 가깝고, 일반상대성 이론은 Newton역학에 좀 더 멀 뿐만 아니라 구성하는 이론 간의 정합성을 강조하는 미적 감각이 탁월하다고 할 수 있다. 따라서 엄격한 결정론과 새로움을 창조하는 변증법적 성질 두 가지의 관점을 동시에 가지고 있다고 할 수 있다.

한편 약한 결정론은 세상일에는 필연도 있지만, 우연도 있다. 우연도 있으므로 우리는 사물의 현재 상태를 정확히 알더라도 그 미래 상태를 정확히 알 수 없고 확률적으로만 알 수 있다, 세상일은 필연과 우연도 함께 작용하여 일어나고 엄밀하게 결정되지 않는다는 것으로 보인다. 이러한 확률적인 약한 결정론은 양자론과 진화론에 해당한다고 할 수 있다. 따라서 양자론과 진화론을 변증법적 유물론이라고 할 수 있다.

하지만 공통적으로 시간이 가역적이라고 할 수 있기에 불변성과 영원성을 강조하는 플라톤 사상을 반영하고 있다고 할 수 있다.

셋째, 인과율은 실재론과 반실재론을 가름하는 조건 중에서 인식론적으로 중요한 비중을 차지한다. 실재론적 의미에서 인과율은 국소적이어야 한다. 즉 시공간을 초월하지 않는 인과율은 물리적 실재론자들이 가지는 자연의 설명을 위한 가장 큰 도구이다. 물리적 실재론자들은 국소적 인과율이 거시적 대상에 대해서는 물론, 양자 세계에도 적용되어야 한다고 주장한다.

고전적 과학은 세계를 부분으로 분석하고 이 부분을 인과법칙에 의해 배열하는 Descartes적 방법을 구축하였다. 그 결과에 의한 결정론적 우주관은 시계와 같은 우주상과 밀접한 관련이 있었다. 하지만 원자 물리학에서는 이러한 기계론적, 결정론적 우주관은 더 이상 불가능하다. 양자론은 세계가 독립적으로 존재하는 고립된 요소로 분석할 수 없다는 점이다. 고립된 부분이라는 개념(원자, 아원자 입자 등)은 다만 근사치적인 타당성만을 가진 하나의 이상화일 뿐이다. 또한 이 부분들은 고전적인 의미의 인과관계에 의해 연결된 것이 아니다. 어떤 부분의 행동도 전체에 대한 비 국소적인 연결로 결정되는 것이며 우리는 이 연결을 모르기 때문에 좁은 고전적 인과 개념을 통계적 인과율의 넓은 개념으로 확장해야 한다. 원자 물리학의 법칙은 통계적인 법칙이며, 전체 시스템의 역학이 이 법칙에 따라 원자 사건의 확률을 결정하는 것이다. 고전적인 물리학에서는 부분의 성질과 행동이 전체의 성질과 행동을 결정하는 데에 반해, 양자론에서는 그 상황이 반대가 되고, 부분의 행동을 결정하는 것은 전체인 것이다 (Capra, 1982, p.110).

이러한 비국소개념과 통계적 인과율의 개념은 물질의 구조가 기계적이 아니라는 것을 명확하게 시사한다. 1951년 Bohm(David Bohm)은, 지식의 흐름이 비 기계론적인 실재를 향하고 있다. 우주는 거대한 기계가 아니라 거대한 사상과 유사하게 되기 시작했다고 주장하였다(Capra, 1978). 물질의 구조와 정신의 구조 사이의 명료한 유사성은, 인간의 의식이 관찰과정에서 결정적 역할을 수행하며, 원자 물리학에서 상당한 정도로 관찰된 현상의 특성을 결정하기 때문이다. 이 과정의 끝에는 항상 인간 관찰자의 의식이 놓여있는 것이

다. 내가 만약 입자 질문을 하게 되면 입자 해답을 나에게 줄 것이며, 파동 질문을 하면 파동 해답을 줄 것이다.

넷째, 현대물리학의 두 개의 양자론과 상대성이론은 Descartes와 Newton 물리학의 근본적인 면을 초월하였다. 양자론은 아원자 입자가 독립된 물질의 낱알맹이가 아니라 확률의 모형이며, 분리될 수 없는 우주적 그물 속의 상호연결이고, 이 그물 속에는 인간 관찰자와 그의 의식도 포함되어 있다는 것을 말한다. 상대성이론은 이 우주의 그물이 본래 역동적이며 이러한 활동성이 존재의 본질 자체라는 것을 보여주었다(Capra, 1982, p.117).

양자역학은 시간의 흐름에 따른 미래를 확률 분포로 예측할 수 있다는 것이다. 그 결과 자세한 위치, 운동량에 대하여 불확정적이다. 하지만 파동함수의 시간에 따른 변화를 알 수 있어서 과거에 어땠으면, 미래에는 어떨 것이다. 라는 Newton역학과 상대성이론보다는 약하지만, 인과론이 그대로 성립한다. 불확정 원리에 기반을 둔 양자역학이 등장하면서 Newton역학으로부터 나왔던 결정론이 깨졌다. 그런데 한동안 많은 철학자와 사람들이 결정론이 깨진 것을 인과론이 깨진 것으로 오해했다. 즉 양자론의 등장으로 결정론과 인과론, 이 두 사실을 오인한 것이다. 결정된 것이 없기에 결정론이 깨졌다는 것뿐인데, 원인을 모르므로 결론도 모른다고 오해한 것이다. 결정론은 깨져서 불확정이지만, 인과론은 여전히 그대로 약하지만 성립한다는 것이다. 또한 Newton역학과 같은 동역학이기에 양자역학에서는 시간의 화살이 가역적이다.

Boltzmann은 이론, 열역학 제1 법칙과는 다르게 제2 법칙인, 즉 엔트로피(entropy) 과학적 개념을 객관적 세계의 반영이라고 간주하지 않았다. 고착되거나 불변적이라고는 생각하지 않았다. 반대로 우리의 표상은 새로운 실험적 사실의 영향 속에서 끊임없이 변화하며, 점차 현실의 완전한 반영에 가깝게 접근해가는 것이다. 그는 인식에 있어서 감성적인 것과 이성적인 것의 상호관계 문제, 가설역할의 문제, 물리학의 연구에서 수학이 갖는 의의 문제를 유물론적인 입장에서 고찰하였다. Boltzmann의 유물론은 매우 제한된, 기계론적이었다. 이 제한성은 그의 요동 이론에서 물질의 발전과정에서 물질이 질적으로 다양한 운동 형태가 무한하게 전개된다는 것을 사실상 부정하는 것이다(러시아과학아카데미연구소, 1988, p.321). 열역학에서는 시간이 또 다른 의미가 있다. 엔트로피(entropy) 가 증가하는 방향, 즉 과거에서 미래로의 흐름을 가리키는 비가역적인 화살이다. Newton역학의 강한 결정론의 연장선에서 통계적인 결정론으로 도구적인 유물론이라 할 수 있다.

서구의 전통적인 근대과학은 자연의 존재 자체를 묻기보다는 그것을 어떻게 알 수 있는가의 문제만을 주로 다루었다. 어떻게 알 수 있느냐의 문제를 과학에서는 인과율이라는 말로 표현한다. 그래서 과학의 기본 목표는 운동 현상 사이의 인과율을 찾는 작업이다.

인식론적 차원에서 인과관계의 끈이 연결되지 않는 영역도, 실제로는 존재론적 차원의 결정론적 세계의 외형성일 뿐이라는 점이 카오스(chaos) 이론의 중요한 세계관이다.

카오스(chaos) 이론은 비가역적 시간관에다 비선형을 수용한 이론이다. 과거에는 비 -선형적 현상이 물리적 탐구대상에서 제외됐다. 자연의 세계는 실제로 이러한 기하학을 위한 수학의 세계가 아니며 무수한 변수가 개입되는 상태에서 다루어져야 한다. 결국 비선형적 세계가 자연과학적 탐구대상으로 진입할 수 있게 되었다. 현재의 우주 진화가 비선형적이고 비가역적이라는 것이다(최종덕, 1995).

정지된 실체 개념을 통해서는 운동하고 진화하는 우주의 모습을 담을 수 있었다. 철학적 실체 개념은 진화하는 인지구조의 현재적 단면만을 통하여 그것을 정지된 것이라고 간주한 기하학적 이성의 소산물이라고 볼 수 있다. 우주의 진화 속에서 진화 선상에 있는 우리의 인지 구조를 밝히기 위해서 우리는 이전의 정지철학에서 벗어나고 있다.

세계가 비가역적이라는 의는 세계를 실체가 아닌 관계의 차원에서 바라볼 것을 요구한다.

무엇보다도 생명 세계에서 일어나는 진화는 필연적으로 비가역적인 과정이기에 시간 속에서 어떤 방향성을 가지고 있다. 진화의 비가역성은 통계학적인 고찰인 것과 마찬가지로 열역학 제 2 법칙도 똑같이 통계학적 고찰에 근거하고 있다. 실제로 진화의 비가역성은 열역학 제2 법칙이 생명체 계에 표현된 것이라고 보는 것은 타당하다. 이 제2 법칙은 어디까지나 통계학적인 예측에 해당하기 때문에 어떤 거시적인 시스템이 짧은 시간 동안 엔트로피(entropy)의 방향을 거꾸로

거슬러 올라가는 경우가 많다. 바로 예외적인 운동들이 생명체들의 복제 기구에 포획되어 복제되어 자연선택으로 보존되는 것이다. 분명히 진화는, 우연적인 요소와 자연 선택과 함께 시간을 거슬러 올라가는 일종의 타임머신(Time Machine)이라고 할 수 있다. 하지만 지구는 태양으로부터 엄청난 양의 에너지를 매일 전달받고 있습니다. 이 에너지는 지구계에서는 부분적으로 열역학 제 2 법칙을 무시할 수 있도록 큰 에너지를 준다. 핵 변화가 지속해서 일어나는 태양을 포함한 영역에서는 분명히 열역학 제 2 법칙이 잘 적용되고 있다는 점이다.

어떤 이론이 되려면 당연히 최근의 양자 이론이 포함되어야 한다. 생명권은 여러 예측 가능한 대상이나 사건들을 포함하고 있는 것이 아니라, 어떤 종류의 대상이나 사건들이 존재하게 될 것이며 그 속성이나 서로 간의 관계들이 어떤지를 일반적으로 예측하는 것이다. 하지만 결코 어떤 특수한 개별적인 대상이나 사건들이 존재하게 되고 그것들의 성질에 대해서는 예측할 수 없다. 생명체들은 양자론에서 말하는 것처럼 제1 원리에 의하여 예측될 수 있는 종류가 아니라는 것이다. 어떤 존재가 제1 원리에 의하여 연역되어 나올 수 있는 것이라면 그때 그 존재는 필연적으로 존재해야 할 것이다. 즉 반드시 존재해야 할 의무(Devoir of Exister)를 지게 되는 것이다. 반면 이 존재가 제1 원리들로부터 연역되어 나오는 것이 아니라 단지 확률로만 양립될 수 있다면, 즉 그 원리들에 의해 불가능한 것이 아니라면, 그 경우 이 존재는 존재할 수도 있는 가능성(권리, Droit of Exister)을 가지는 것이다(Monod,1970, p.70). 즉 진화론은 양자역학과 마찬가지로 약한 인과론에 의한 결정론이 아닌 확률론이란 것을 알 수 있다. 필연성보다는 우연성이 가미된 생성과 변화를 말하기에 언제나 진화를 강조하는 낙관적인 유물론의 성질을 공유하고 있음을 알 수 있다. 하지만, 물 자체를 알 수 있다는 필연성은 아니다. 또한 변증법적 유물론자들은 비관적인 엔트로피(entropy) 법칙을 공격하였다.

만약 세상이 정적이고 안정한 동역학계로 이루어져 있다면, 세상은 우리가 지금 보고 있는 것과는 전혀 다를 것이다. 그런 세상은 정적이며 예측할 수 있겠지만, 문제는 예측할 인간이 존재할 수 없는 세상이라는 사실이다. 우리가 알고 있는 세상에서는 모든 수준에서 요동과 불안정성이 존재한다. 확실성이 존재하는 정적인 계는 이상화와 근사치에 해당할 뿐이다.

시간의 화살을 확립하게 되면 자연의 두 가지 중요한 특성인 통일성과 다양성을 모두 이해할 수 있다. 시간의 화살이 우주의 모든 부분에 공통으로 적용되기 때문에 통일성이 나타난다. 비가역적인 비 평형 덕분에 평형으로부터 멀리 떨어진 고도로 조직화한 다양성이 나타난다(Prigojine, 1996, p.62).

형이상학적인 자연주의는 자주 '철학적인 자연주의' 또는 '존재론적인 자연주의'로 불리며, 자연주의에 대한 존재론적인 접근을 취한다. 존재론은 존재에 관해 연구하는 형이상학의 분과이며, 그것은 초자연적인 것은 존재하지 않는다는 관점이다. 따라서 강한 무신론이 뒤따르게 된다. 일종의 "근본적 창발" 방식을 사용하여 비-경험적 실재로부터 경험적 실재로 발전시켜야 한다는 것이다. 현대 물리인 상대성이론과 양자역학은 수학적 추상화를 통한 비-경험적 실재로부터 시작하였다. 그리고는 경험적 실재로 나아가고 있다. 이것은 결정론을 옹호하는 물리주의적 자연주의이다. 진화론적 인식론에서 과학적 지식은 무작위 변이와. 선택의 메커니즘을 통해 진화된다. 생물에서 본질주의를 포기하고, 창발을 중요하게 고려한다.

유물론에 의하면, 이 우주는 근본적으로 물질로 되어 있고, 정신은 물질에 예속된 부차적인 산물이거나 또는 존재하지 않는다는 것이다. 물질이란 정신에 앞서 미리 존재해왔다고 보는 것이다. 진화론도 유물론적인 세계관과 관계가 있다. 우연한 변화와 적자생존의 원리에 의하여 발전되어가는 우주는 어떤 목적이나 섭리와는 아무런 관계가 없고 자연 세계에서의 일들을 이끌어 가는 정신을 인정하지 않는 유물론과 통하는 것이다.

이러한 유물론은 자연주의와도 유사하다. 자연적이라는 것은 자연과학의 방법에 따라 모든 것이 설명될 수 있다는 뜻이다. 결국 자연주의는 과학적인 설명의 영역을 넘어서 어떤 것이 존재한다는 것을 부정한다. 초자연적인 존재를 인정하지 않는다는 점에서 자연주의는 유물론과 같다. 하지만 자연주의는 실재가 물질의 기계적 작용에 지나지 않는다는 주장을 부정하며, 일반적으로 생명 또는 인간의 정신 활동도 물리 화학적 과정으로 설명될 수 있다는 견해도 인정하지 않기에 관념론을 가미했다고 할 수 있다. 우주의 진정한 질서는 물질세계 이상을 포함하고 있는 것이다. 그 질서

는 우리와 우리 마음, 그리고 우리의 생각을 포함하고 있다. 생성과 변화를 강조한다. 엄격한 결정론보다는 확률적 세상이라는 실용적인 주장도 한다. 자연주의는 인식론에 경험과학을 도입하는 일, 선험적인 인식론의 거부, 진화론적인 관점 등으로 특징지어질 수 있다. 또한 역사적인 방법을 택하는 점에 있어서 쿤은 넓은 의미에서 자연주의라고 말할 수 있다(정병훈, 1995). 일상생활에서 어떤 현상을 설명하는 몇몇 가설들에 직면하게 될 때, 우리는 보통 그 현상을 가장 최선으로 설명하는 가설을 선택하게 된다. IBE(Inference to the Best Explanation, 최선의 설명에 대한 추론)는 우리가 몇 개의 경쟁적인 가설들을 가지고 있고 이 경쟁이론 모두가 어떤 영역의 현상들에 대하여 경험적으로 충족될 때 우리는 그러한 현상들에 대해 최선의 설명을 제공하는 가설이 진리라고 한다. 이러한 추론 규칙을 자연주의가 채용한다고 할 수 있다(Ladyman, 2002).

이러한 유물론이나 자연주의와는 정반대로 정신이 궁극적인 실체라고 주장하는 관념론이 있다. 첫째, 마음은 물질에서 유래된 것이 아니고, 물질로 환원될 수도 있는 것도 아니다. 둘째, 만일 물질이 존재한다면 그것은 어떤 의미로는 정신에 의존한다.

형이상학적인 자연주의는 자주 '철학적인 자연주의' 또는 '존재론적인 자연주의'로 불리며, 자연주의에 대한 존재론적인 접근을 취한다. 존재론은 존재에 관해 연구하는 형이상학의 분과이며, 그것은 초자연적인 것은 존재하지 않는다는 관점이다. 우리 인간의 정신과 독립적인 존재라는 실재론을 옹호하는 Einstein은 형이상학적 자연주의라고 볼 수 있다. 하지만 이론 생성과정에서 미적 통합이라는 목적론이 가미된다. 대조적으로, 방법론적인 자연주의는 과학은 형이상학적이지 않고, 그것의 성공을 위해서 형이상학이 주장하는 궁극적인 진리를 수호하지도 않는다(비록 과학이 형이상학적인 함축을 지니기는 하지만 말이다). 그에 반하여 형이상학적인 자연주의는 과학으로 성공하기 위해서 전략적이고 작업 가설적 성격을 반드시 수용해야만 한다. 결국, 형이상학도 과학적 방법론과 똑같은 방법으로 연구해야 한다는 것이다.

실재론 논쟁보다는 '과학적 방법론'을 중요하게 다루는 양자역학은 방법론적 자연주의라고 볼 수 있다. 양자역학은 물리학 이론에서 다루는 것은 관측 장비의 데이터뿐이며, 이론으로 계산한 값이 실험 데이터와 수치와 맞아떨어지면 그것으로 충분하다는 사상이다. 실험의 정밀도에 한계가 있다는 것이 오히려 자연스럽다고 여긴다. 방법론적 자연주의는 우리가 모든 것을 알 수 있다고 주장하지 않는다. 오히려 우리 지식의 한계를 인정하며, 우리가 인식할 수 있는 범위 내에서 논의하고자 하는 일종의 방법론이다. 왜냐하면 방법론적 자연주의는 어디까지나 진리에 접근하기 위한 방법론일 뿐이지 실체적으로 진리가 어떻다고 규정하는 것은 아니기 때문이다. 형이상학적 자연주의와 다르게 관찰은 우리의 정신과 세계 사이에 이루어지는 어떤 형태의 물리적 접촉이다. 과학은 우리의 정신과 세계 사이의 이 접촉을 활용하려는 시도이다. 자연주의를 일차적으로 하는 형태의 경험주의일 수 있다.

고대와 중세로부터 모든 개별적인 선들은 자연의 불변하는 형식으로 간주된 것 안에 설정하려는 견해가 전승됐다. 그러나 이 전승된 견해도 역시 자연의 배후에 항구적, 영속적 가치를 내포하는 초자연적 초월적인 영역이 존재한다고 주장한다.

하지만 과학혁명 아래로 인간의 삶을 인도하는 절대적인 목표에 대한 불신이 있었다.

첫째, 과학자들은 자연이 변화한다는 것을 보여주었다. 자연의 변화하는 질서는, 만물의 운동 방향으로 생각되었던 어떤 최종적이고 궁극적인 목적에 대한 믿음에 대한 하나의 제약을 가하게 되었으며, 다시 이러한 믿음들은 최종적이며 궁극적인 목적에 대해 의문을 불러왔다. 예를 들면, Darwin의 진화론으로부터 기존의 종으로부터 새로운 종이 생겨나며, 어떤 종은 도태되고 또 어떤 종은 소멸하는 것이다.

둘째, 과학적 믿음들은 절대적인 것이 아니라 잠정적이다. 자연 자체가 변화하고 진화하기 때문에 자연에 대한 믿음도 변화하여야만 된다.

따라서 Darwin의 진화론은 자연주의의 토대가 되었다는 점이다. 진화론은 존재론적으로 엄격한 결정론보다는 약한 결정론을 받아들인다는 관점이다. 실존은 인정하지만, 객관적이고 고정된 것보다는 진화되고 변화된다는 점이다.

엄격한 결정론에서 말하는 엄격한 형식 논증의 방법론으로는 과학이론에 접근하기 어렵다는 점이다. 그러한 과학이론에 접근하기 위해서는 연역, 귀납, 혹은 가설-연역보다는, 귀추, 유추, 변증법적 방법론을 사용하여야 한다. 무엇보다도 관측은 진화되는 인간의 마

음과 자연이 연결되는 통로인 셈이다. 즉 실재론에서 주장하는 인간의 마음과 관찰 대상이 독립되었다고는 말할 수 없다.

Aristotle, Newton역학, 그리고 Einstein의 상대성이론, 그리고 진화론과 양자역학에 대한 세계관을 간략하게 기술한다.

고대 그리스인들은 존재론적인 믿음으로서 우주는 우리가 사는 고정된 집이며, 그 안에 있는 물질들은 실현해야 할 어떤 목적이 있다고 생각했다. 인간에 관해서는 인식론적 가치 체계로서 우주에 있는 물질에는 인간을 포함한 위계가 있다고 보았으며, 유비적으로 우리 인간의 몸은 서로 유기적으로 영향을 주면서 행동하기 때문에 우주를 구성하는 모든 물체는 유기체처럼 행동한다고 생각했다. 또한 세계에 존재하는 모든 것을 자기 자신을 위한 자아, 마음 또는 자기 의지가 만들어낸 관념론적 상이라 보았다. 이러한 유기체적이고 목적론적인 형이상학적 믿음은, 아리스토텔레스의 자연철학인 천상과 지상이 다른 질적인 세계를 정당화의 근원으로 우리의 의도가 있는 논리가 필요하였고, 방법론은 연역 논증으로 접근하였다. 자연의 대상에 대한 수동적인 관찰자일 뿐이다.

고대 그리스에서는 모든 생명체가 영혼이 있고 자아실현이기에 그 선한 것이 신으로 발전했다고 믿었다. 하지만 근대로 오면서 신의 속성을 가지고 있는 절대적인 시간과 공간을 배경으로, 신이 자연의 법칙을 만들었다고 보며, 모든 것들은 신이 만든 법칙에 따라서 움직인다고 형이상학적으로 믿었기 때문에 처음에 만든 것은 보전되고 변하지 않는다고 생각했다. 즉 자연이라는 세계는 신이 기계처럼 어긋나거나 변하지 않는 요소로서 만들었고, 그것의 운행원리는 법칙이 되었으며 이 세계를 기계처럼 작동하는 것으로 본 것이다. 이러한 형이상학적 믿음 체계가, Newton역학의 암묵적인 전제로, 세계를 인과론적으로 설명하는 기계론적 세계였다.

따라서 이전의 논리적이고 목적론적인 고대 그리스의 자연철학에 문제를 해결하고자 제안되고 산출된 명제적 지식인 자연법칙을 정당화하는 근원은 우선적으로, 인과론적이고 기계론적인 Newton역학을 지지하기 위해서 정확하게 설명되는 경험적인 자료들이었다(경험주의, 정확성). 그 결과 Newton역학에 접근하고자 하는 방법론은 형식논리인 귀납과 연역이 결합한 가설-연역법이 적용되어 정당화된다(형식 논증). 자연의 대상에 접근하는 것은 수동적인 방법을 넘어서 능동적인 관찰자가 되었다.

하지만, 우주는 시간에 따른 역사를 유비로, 모든 우주는 고정되지 않으며, 변화하는 변증법적으로 통합되는 전체론적인 세계관으로서 이해된다. Einstein의 상대성이론에서는 절대적인 시공간을 전제로 하지 않고, 물체와 에너지에 의한 중력장이라는 공간이 휘어져서 형성된다고 보았다. 별도의 형이상학적 전제인 절대적 시공간을 전제로 하지 않으며, 물질과 에너지, 그리고 시공간을 통합했다는 것은, 구성하는 이론 간 서로 필연적으로 단단하게 결합하였다는 의미에서 정합적이고, 우리의 생각이 포함하고 있는 미적인 세계관이라 할 수 있다(미적 가치). 그 결과 Einstein의 상대성이론에 접근하고자 하는 방법론은 유비추리와 변증법적 논리가 적용된다. 하지만, Einstein은 인간의 관찰과 대상은 분리되었다는 것을 고수하였기에 형이상학적 자연주의다.

변증법적 유물론의 낙관주의와 변화와 생성을 받아들인 점, 진화론을 양자역학과 약한 인과론의 설명과 생명체의 강점을 말하는 진화론을 오히려 모든 현대 자연주의 과학의 출발에 두었다. Darwin의 이론은 이미 한 세기 전에 과학연구에 혁명적 충격을 주었다. 물질적 형상들은 주어진 것이라기보다는 역사적으로 만들어진 것이고 그들이 서로 다른 점들은 초자연적인 모양이 반영된 것이 아니라 작은 변이에서 시작하여 자연적으로 만들어진 것이라는 주장은, 가능하다고 생각했던 이 세상에 대한 완벽한 지식의 축적이 결코 이루어질 수 없다는 사실을 인식하도록 촉진하였다. Darwin 이후로 자연과학은 이름 짓고, 분류하고, 측정하는 노력으로부터 일시적인 것, 역사적인 관심, 그리고 이론 창출을 강조하는 쪽으로 꾸준히 변해왔다(Davis, 2009, p.114).

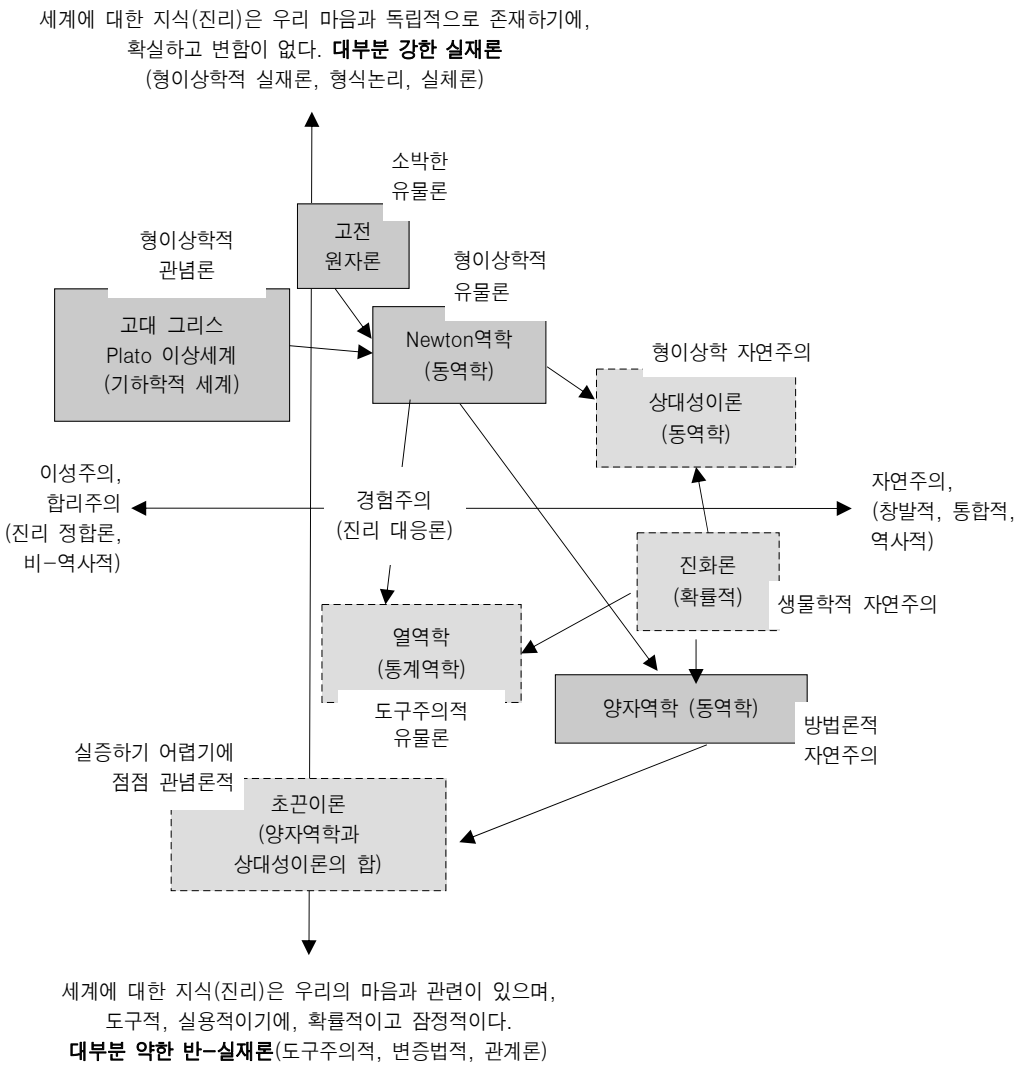
양자역학은 우주의 진정한 질서는 물질세계 이상의 것을 포함하고 있다는 것을 보여준다. 그 질서는 우리와 우리 마음, 그리고 우리의 생각을 포함하고 있다(Wolf, 1989). 우리가 생각하는 것이 관측대상에 영향을 주고 있다는 사실은 과학철학에도 커다란 영향을 주었다.

Aristotle는 사물인 대상을 우리 주체와 분리되어 존재하고, 인식은 그 자체로 존재한다는 것에 상응한다

고 하는 객관주의를 주장했다고 할 것이다. Kant는 그러한 사물 자체는 파악할 수 없지만, 인간이 이성적인 존재인 이상, 비록 현상에 불과한 것이지만, 원칙적으로는 누구에나 동일하게 사물을 파악할 수 있다고 하는 객관주의를 주장했다고 할 수 있다(주광순, 2007, p.246).

고대 그리스인이 대상 존재자들을, 주체가 그 원래의 모습대로 인식해서, 그것들을 사물과 그 속성을 파악했다면, 근대인은 우리의 경험은 객관의 자극에만 의존하지 않고, 오히려 주체의 주관 능력이 모든 사람에게 공평하게 부여되었다고 보았다. 근대에 Newton 역학이 절대시간과 절대공간이라는 형이상학적인 사상을 기반으로 동역학을 구성하였다.

전통적으로 이러한 과학적 사고는 생각하는 주체와 그 주체의 사고의 대상 사이의 분명한 간격 및 명확한 분리를 요구하며, 이러한 간격은 이상적인 영혼을 가정함으로써 가장 잘 보장된다. 그러한 영혼이 오직 주체는 될 수 있지만, 결코 객체가 될 수 없다(Plank, 1936). 인간



Y축 : 세계를 표상(representation)하는 안경으로 형이상학적 믿음, 존재론
X축 : 제안된 명제적 지식을 어떻게 판단(judgment), 인식론

Fig. 1. The philosophical status of scientific theories (Oh, 2022; 오준영, 2023)

의 마음과 독립적으로 대상들이 존재한다는 실재론의 기반이다.

하지만 현대인은 이러한 주체인 인간의 마음과 독립적인 대상의 존재보다는 변증법적으로 상호 작용한다는 점이다. 언제나 고정되고 변화하지 않는 존재자로서의 실체보다는 변화하고 생성되는 대칭적이고 관계론적인 실용적이고, 도구주의적이다. 특히 양자역학이 대표적인 과학이론이다.

1. 현대 과학에서의 자연주의

Lagrange역학에서도 물체의 운동에 대해 계산하지만, 어느 정도 예상 답안이 나온 상태에서 그것을 맞춰 문제를 푼다. Newton역학이 문제를 아래부터 풀어 올라가면서 답을 얻어내는 것이라면, Lagrange역학은 예상 답안을 정해놓고 위로부터 푼다. 정해진 목표를 맞춰 수식을 세우고 계산한다는 점에서 목적론적이라 부를 수 있다(이준호, 2016). Maxwell도 이런 Lagrange역학의 도움으로 Maxwell방정식을 만들 수 있었다. 전자기장을 수학적으로 깔끔하게 정리하였다. 그런데 아마추어 과학자 Einstein은 그런 Maxwell방정식을 지켜내기 위해서 그 유명한 상대성이론을 탄생시킨다.

Einstein은 '이 멋진 Maxwell방정식은 우주 어디에서나 동일하게 적용될 것이고 그러기 위해서는 광속은 어떤 상황에서도 불변이어야 한다. 하지만 속도를 측정할 때 Newton역학에서는 운동 상태가 다르면 당연히 속도가 다르게 측정되어야 한다.'고 가정한 것이다. Newton역학의 문제점에 대한 Einstein의 해결 방법은 단순하다. 속도라는 개념을 광속에 맞춰 바꾸는 것이다. 속도는 이동 거리를 걸린 시간으로 나누면 된다고 할 수 있기에, Einstein의 특수상대성이론에서는 운동 상태에 따라 시간과 거리를 광속에 맞추면 광속이 일정하게 측정될 수 있다.

또한 Einstein은 일반상대성이론에서도, 모든 물리적 방정식은 통합이라는 미적 감각에 따라 관성력과 중력은 등가라는 생각을 할 수 있었다. 일종의 답을 정해놓고, 그 목표를 향하여 수식을 세우는 것과 같다고 할 수 있다. 필자가 보기에는 Einstein의 이러한 전략은 목적론적 전략이라고 할 수 있다. 인과론적 결정론에 믿음을 강조하는 관념론의 목적론적 설명의 가미라고 할 수 있다. '관찰의 이론의 의존성'에 의해 관찰 자료를 수집하는 것이라고도 할 수 있다. 우리는 인과론적인 결정론을 넘어서 관념론의 목적론적 설명을 가지는 자연주의라고 할 수 있다. 하지만 Einstein은 강한 결정론에 미적 감각을 가지고 자신의 이론을 구성하였기에, 형이상학적 자연주의라고 할 수 있다.

하지만 실재론 논쟁보다는 '과학적 방법론'을 중요하게 다루는 양자역학은 방법론적 자연주의라고 볼 수 있다. 양자역학은 물리학 이론에서 다루는 것은 관측장비의 데이터뿐이며, 이론으로 계산한 값이 실험 데이터와 수치와 맞아떨어지면 그것으로 충분하다는 사상이다. 실험의 정밀도에 한계가 있다는 것이 오히려 자연스럽다고 여긴다. 따라서 관측 시, 우리 인간의 마음이 관찰 자료에 영향을 준다는 것이다. 그것은 방법론적으로 피할 수 없다는 점이다.

또한 "방법론적 자연주의"는 우리가 모든 것을 알 수 있다고 주장하지 않는다. 오히려 우리 지식의 한계를 인정하며, 우리가 인식할 수 있는 범위 내에서 논의하고자 하는 일종의 방법론이다. 왜냐하면 방법론적 자연주의는 어디까지나 진리에 접근하기 위한 방법론일 뿐이지 실체적으로 진리가 어떻다고 규정하는 것은 아니기 때문이다. 형이상학적 자연주의와 다르게 관찰은 우리의 정신과 세계 사이에 이루어지는 어떤 형태의 물리적 접촉이다. 과학은 우리의 정신과 세계 사이의 이 접촉을 활용하려는 시도이다. 자연주의를 일차적으로 하는 형태의 경험주의일 수 있다.

변증법적 유물론의 낙관주의와 변화와 생성을 받아들인 점, 약한 인과론의 설명과 생명체의 강점을 말하는 진화론을 오히려 모든 현대 자연주의 과학의 출발에 두었다. "생물학적 자연주의"인 Darwin의 이론은 이미 한 세기 전에 과학연구에 혁명적 충격을 주었다. 물질적 형상들은 주어진 것이라기보다는 역사적으로 만들어진 것이고 그들이 서로 다른 점들은 초자연적인 모양이 반영된 것이 아니라 작은 변이에서 시작하여 자연적으로 만들어진 것이라는 주장은, 가능하다고 생각했던 이 세상에 대한 완벽한 지식의 축적이 결코 이루어질 수 없다는 사실을 인식하도록 촉진하였다. Darwin 이후로 자연과학은 이름 짓고, 분류하고, 측정하는 노력으로부터 일시적인 것, 역사적인 관심, 그리고, "진화하는 우리 인간의 마음에 의한 이론 창출"을 강조하는 쪽으로 꾸준히 변해왔다(Davis, 2009, p.114).

Ⅳ. 결론 및 제언

세상을 바라보는 관점인 해석의 틀은 세계관이다. 과학교육을 위해서는 이러한 형이상학적 믿음을 명확하게 정의해야한다. 과학이론을 이해하고 깨닫는다는 것은 형이상학적 믿음과 관련이 있다(Cobern, 1996, 2000, 2014a, 2014b). 이 연구는 바람직한 세계관을 위해서 과학이론의 철학적인 위치, 즉 세계관의 위치를 고찰하였다. 이를 위해 근대의 결정론적 사상으로부터 우연적인 사고인 확률론으로의 변화와 자연주의적 관점을 탐색하였다. 그리고 과학적 세계관을 기반으로 하여 다양한 과학이론들이 철학적으로 어떤 위치에 있는지를 탐색하였다.

명제적 지식인 과학이론의 전제인 형이상학적 믿음을 기반으로, 존재 양상을 실재론과 반실재론으로 구분할 수 있다. 그리고 존재 상태에 따라 세상을 제1차적으로 우선하는가에 따라, 정신을 우선하면 관념론, 물질을 우선하는가에 따라 유물론으로 구분할 수 있다.

제안된 이론을 정당화하는 접근 방법으로 이 연구에서는 인식론적으로 합리주의, 경험주의, 그리고 자연주의로 구분하였다. 따라서 우리는 존재론적 세계관을 정당화하는 세 종류의 인식론적 세계가 있다고 할 수 있다. 바로 합리주의, 경험주의 그리고 자연주의다. 형이상학 믿음 체계는, 과학이론의 전제로 뿐만 아니라 인식론에도 영향을 주고 있는, 일종의 권력을 가진 것으로 전체 세계관의 바탕이 된다.

우리와 독립적으로 객관적인 과학지식이 존재한다는 형이상학적 믿음의 결과인 결정론은 잘 정의된 메커니즘에 해당하고, Newton, Einstein, Schridinger가 정립한 동역학의 자연법칙에서 볼 수 있는 '수학 화'라고 할 수 있다.

예를 들면, 고대그리스의 Aristotle의 세계관은 형이상학적 관념론으로서, 변화가 많은 개별 사물의 질료보다는 변화가 없는 형상이 우선이다. 그리고 형상이라는 목표를 가진 생물학적인 유기체는 형이상학적 믿음과 고정된 시공간으로 인식된 형이상학적 개념을 가진다. 개별 사물의 목표인 형상이라는 이성적 논리는 이론의 인식론적 정당화 근원과 판단 기준이 된다. 또한 정서적인 가치를 가질 수 있는 개별 인간과 우주 전체를 유비로 하여 유기체적 우주를 가진다. 또한 자연 현상에 대한 설명은, 목적인 형상이 우선인 관계로 목적론적 관념론이다. 숨겨진 질서에 접근하는 것은 수동적인 관찰자이다.

Newton역학의 사상은 형이상학적 유물론으로서, 형상이라는 목표를 가진 생물학적인 유기체가 아니라, 형상이라는 목표가 없을 뿐만 아니라 신의 창조물로 보존되는 질료인 질량이 우선이라는 유물론의 관점을 가지고 있다. 그리고 고정된 자연법칙이 질량에 적용된다는 형이상학적 믿음과 무한대의 절대적 시공간으로 약한 자연 시공간이라는 형이상학적 개념을 가진다. 또한 자연 현상에 대한 설명은, 목적이 없는 질료인 질량을 우선하는 관계로 인과론적 유물론이다.

이와는 반대로, 결정론에서 벗어나게 되면 '가능성', '우연'과 같은 의인화 된 개념이 필요하다. 자연주의는 경험주의 유물론에 우리인간의 마음인 관념론을 결합하여 바라본 세계라고 할 수 있다. 이는 Darwin의 진화론과 양자역학에 해당한다고 할 수 있다. 물질에 인간의 마음이 포함되어 있다는 관점, 즉 숨겨진 질서를 인간의 마음으로 구성될 수 있다는 관점이라는 것이다.

과학이론의 독립성은 그것의 존재론의 결정론과 연결되는, 인식론적으로 인과율의 적용 범위에 따라 국소적, 혹은 비-국소적으로 구분된다고 할 수 있다. Aristotle의 작용인, Newton역학과 Einstein의 상대성이론의 인과율의 적용 범위가 국소적이고 분리적이고 독립적일 뿐만 아니라 그들의 존재가 확률적으로 존재한다기보다는 엄격한 실존으로 존재하기에 강한 실재론이라 할 수 있다. 강한 인과론과 강한 결정론이라 할 수 있다. 인간의 마음과 독립적이라는 엄격한 객관성을 강조하는 강한 실체론이라 할 수 있다.

하지만 양자역학에서는 정보를 광속을 넘어서 전달해 줄 뿐만 아니라, 그 힘이 거리에 따라 약해지지 않기에 비-국소적이라고 할 수 있다. 이러한 존재는 비국소적이고 비 분리성인 인과율의 적용뿐만 아니라 또한 그들의 존재를 확률적으로는 실존한다고 믿기에 약한 반-실재론이라고 할 수 있다. 약한 인과론과 약한 결정론이라 할 수 있다. 이론의 실존은 인정하지만, 인간의 마음과 독립될 수 없다는 것으로, 약한 실체론으로 관계론이라 할 수 있다.

Plato가 말하는 추상적이고 관념론적인 수학의 세계인 기하학적 대칭성을 추구하고, Newton이 말하는 물리적 실재의 경험주의적 세계로 엄격한 결정론의 세계

로서 Bohr가 말하는 자연주의 세계는 상보성의 대칭성이 존재한다. 즉 인식론적으로 세 가지 세상이 존재한다. 앞의 두 세계는 우리의 마음과 독립적인 세계인 객관적인 실체가 존재한다는 세계이다. 그러나 Bohr가 말하는 세계는 인간의 마음이 대상의 관찰에 영향을 준다는 약한 반실재론으로, Plato의 세계를 결합한 이전의 실체라고 생각되는 것들 사이의 관계 세계를 말한다. Aristotle는 Plato의 관념론적인 세계에서 Newton의 경험주의적 세계의 과도기적인 사상이지만, 오히려 목적론적인 실재론자로 Plato에 가깝다. 또한 Einstein은 Newton과 Bohr의 과도기적인 사상이지만, 오히려 물리적 실재론자인 Newton에 가깝다.

고전적으로 강한 결정론적 사상으로부터 약한 결정론인 우연적인 사고인 확률론으로의 변화와 자연주의적 관점으로 과학이론의 변화를 주도하는 현대의 과학적 세계관의 특징이다. 학습한 지식의 앎이라는 것은 학습자 자신의 형이상학적 신념, 형이상학적 믿음인 세계관과 연결되어 있을 때만 진정한 지식의 이해를 가져올 수 있다고 할 수 있다.

학생들이 과학에 관한 과학의 철학적 및 형이상학적 가정, 인식론과 방법론, 역사, 문화 및 종교와의 상호관계를 배우고 이해하지 못한다면 과학이 문화와 인간의 삶을 풍요롭게 하는 기회는 점점 줄어들 것이다. 단지 기술적인 주제, 결론만을 가르치는 과학은 과학과 과학교육에 정당성을 부여하지 않는다(Matthews, 2009). 과학교육의 이러한 보다 광범위한 목적의 핵심 요소는 과학과 세계관의 상호관계에 대해 배우는 것이다(Matthews, 2009).

앞으로 과학적 세계관을 기반으로 하여, 다양한 과학이론들이 철학적으로 어떤 위치에 있는지를 연결해 줄 수 있는 과학교육연구가 지속적으로 필요하며 관심과 지원이 또한 필요하다.

국문요약

이 연구의 목적은, 과학교육을 위해 과학적 세계관을 기반으로 하여 다양한 과학이론들이 철학적으로 어떤 위치에 있는지를 탐색하는 것이다. 또한 그동안 통상적으로, 인식론과 방법론을 주로 다루어왔던 과학교육을, 존재론, 즉 형이상학의 믿음의 문제로 확장시키는 것에 목적을 두고 있다. 전통적으로 우리의 마음과는 독립적으로, 고정되고 변화하지 않는 객관적인 과학지식이 존재한다는 형이상학적 믿음의, 강한 결정론으로 정의된 물리적 실재론이 존재한다고 할 수 있다. 이것은 Newton, Einstein, Schridinger가 정립한 동역학의 자연법칙에서 볼 수 있는 것으로 ‘수학 화’라고 할 수 있다. Einstein도 상대성이론을 통하여 전통적인 견해를 어느 정도 흔들어 놓았으나 그의 이론은 여전히 전통적인 사고에 가까웠다. 이와는 반대로, 이러한 엄격한 결정론으로부터 벗어나게 되면 ‘가능성’, ‘우연’과 같은 의인화 된 개념이 필요하다. 고전적으로 강한 결정론적 사상으로부터 약한 결정론인 우연적인 사고인 확률론으로의 변화와 자연주의적 관점으로 과학이론의 변화를 주도하는 현대의 과학적 세계관의 특징이다. 이는 Darwin의 진화론과 양자역학에 해당한다고 할 수 있다. 우리는 이러한 존재론적 세계관을 정당화하는 세 종류의 인식론적 세계가 있다고 말할 수 있다. 바로 합리주의, 경험주의 그리고 자연주의다. 과학교육은 우리가 교육현장에서 다루는 과학 이론이 어떤 형이상학적 믿음에 기반을 두었는지 많은 경우 말하고 있지 않다. 또한 과학교육은 과학 지식의 이해에만 초점을 맞추고 있다. 그러나 학습한 지식의 앎이라는 것과 학습자 자신의 형이상학적 믿음인 세계관과 연결되어 있을 때만 진정한 지식을 이해를 가져올 수 있다고 할 수 있다. 따라서 앞으로 과학교육은 다양한 과학이론들을 과학적 세계관과 철학적 위치에 기초하여 연결시키고 이를 학생들에게 제시해줄 필요가 있다.

주제어: 형이상학적 믿음, 강한 결정론, 약한 결정론, 국소적, 비-국소적

References

오준영(2019). 서양고대 그리스와 중세의 철학적 세계관, 그리고 근 현대의 과학적 세계관의 영향. 서울: 연세대학교 대학출판문화원.

오준영(2023, 출판 중). 세계관과 서양과학사의 이해. 서울: 연세대학교 대학출판문화원.

이봉재(1999). 과학적 실재론. 조인래 등, 현대 과학철학의 문제들 (제4장). 서울: 아르케.

주광순(2007). 존재론의 역사적인 고찰. 코키토, 62, 217-248.

최종덕(1995). 부분의 합은 전체인가: 현대 자연철학의 이해. 서울: 소나무.

American Association for Advancement of Science. (1989). A project 1061 panel report: Biological and health science. Washington DC.

Baghavan, R. S. (1987). An introduction to the philosophy of marxism part one. London: Socialist Platform.

Bowell, T., & Kemp, G. (2002). Critical thinking: A concise guide (3th ed.). New York: Routledge.

Brennan, J. G. (1967). The meaning of philosophy (2nd ed.). New York: Harper & Row.

Capra, F. (1978). The sociobiology debate. New York: Harper & Row.

Capra, F. (1982). The turning point: Science, society, and the rising culture. New York: Simon & Schuster.

Carnap, R. (1995). An introduction to the philosophy of science. NY: Dover Books.

Cobern, W. W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. Science Education, 80(5), 579-610.

Cobern, W. W. (2000). Everyday thoughts about nature. Dordecht. The Netherlands: Kluwer.

Cobern, W. W. (2014a). Belief. In R. Gunstone (Ed.), Encyclopedia of science education. New York, Loden: Springer.

Cobern, W. W. (2014b). Worldview. In R. Gunstone (Ed.), Encyclopedia of science education. New York, Loden: Springer.

Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Washington, DC: Sage Publications Inc.

Davis, B. (2009). Inventions of teaching. Routledge.

Faye, J. (2002). Rethinking science: A philosophical introduction to the unity of science. USA: Ashgate Publishing Company.

Fritzsch, H. (1984). The creation of matter. New York: Basic Books, Inc. Publishers.

Guba, E. G. (1990). The alternative paradigm dialog. In E. G. Guba (Ed.), The paradigm dialog (pp.17-30). Newbury Park, CA: Sage.

Hospers, J. (1997). An introduction to philosophical analysis (4th ed.). Routledge.

Kosso, P. (2007). Scientific understanding. Foundations of Science, 12, 173-188.

Ladyman, J. (2002). Understanding philosophy of science. New York: Routledge.

Mainzer, K. (2002). Zeit von der urzeit zur computerzeit. Munchen: Verlag C. H. Beck oHG.

Matthews, M. R. (2009). Science, worldviews and education: An introduction. Science & Education, 18, 641-666.

Miller, A. I. (1996). Insights of genius: Imagery and creativity in science and art. New York: Springer-Verlag.

Monod, J. (1970). Le hasard et la nècessitè. Paris: du Seuil.

Oh, J. Y. (2022). Conceptual features of einstein's theory of general relativity based on the philosophy of science. New York: Nova Science Publishers, Inc.

Plank, M. (1936). The philosophy of physics. W.W. Norton & Company, Inc.

Prigogine, I. (1996). La Fin des certitudes: Temps, chaos et les lois de la nature. Paris: de Odile Jacob.

Sober, E. (1993). Possibility of biology. New York: Oxford University Press.

Von Wright, G. H. (1971). Explanation and understanding. Ithaca and London: Cornell University Press.