

# 화이트헤드가 보는 과학과 철학

---

고 인 석

서울대 강사 · 과학철학

## 1. 들어가는 말

20세기의 가장 독창적인 사상가 가운데 한 사람인 알프레드 노스 화이트헤드(Alfred North Whitehead: 1861~1947)는 대학 시절 케임브리지의 트리니티 칼리지에서 수학과 물리학을 전공하는 학생이었다. 하지만 이 시기에 그는 수학 이외에도 문학, 철학, 종교, 예술, 그리고 정치에 이르는 다양한 분야에 관심을 갖고 있었다. 특히 그가 참여했던 전통 깊은 토론모임 '사도使徒들the Apostles'은 그의 지적인 면모와 학문적 기초뿐만 아니라 그의 풍부한 인격을 형성하는 데 중요한 영향을 미친 것으로 알려져 있다. (부러운 대학 시절의 모습이 아닌가!) 1885년부터 트리니티 칼리지에서 수리물리학과 역학 강의를 시작한 그는 런던 대학에서의 응용 수학 교수직(1914~1924)을 거쳐, 63세(!)가 되는 1924년에 미국 하버드 대학의 초빙을 받아 철학과 교수로 부임한다. 그리고 그는 이 때부터 12년간

강단에서 철학을 가르쳤다.

실제로 오늘날 미국 철학계를 대표하는 인물들 가운데는 상당한 시기 동안 화이트헤드의 철학을 주제로 연구했거나 그로부터 영향을 받은 흔적이 드러나는 예—리처드 로티 Richard Rorty, 콰인 W.V.O. Quine, 그리고 니콜러스 레셔 Nicholas Rescher 등이 모두 여기 해당한다—가 드물지 않다. 필자가 보기에 화이트헤드의 철학은 실용주의 Pragmatism, 그리고 1930년대 이후 독일어권 유럽으로부터 유입된 논리실증주의의 전통과 더불어 오늘날의 미국 철학을 형성한 하나의 중요한 뿌리라는 의미를 지닌다. 그러나 이제까지 화이트헤드의 철학에 대한 연구는 소수의 제한된 연구자들에 국한되어 왔고, 방금 언급한 화이트헤드 철학의 사상사적 의미에 대한 연구도 미진해 보인다.

그는 ‘해명되어야 할 미래의 철학자’ (C.E. Raven)이다. 화이트헤드에게 걸맞는 이 표현은 난해하기로 이름난 그의 사상이 여러 면에서 해명을 기다리고 있다는 사실을 말하는 동시에 그것이 해명될 만한 가치가 있음을 역설한다. 수학과 논리학에 대한 연구로 이루어진 그의 케임브리지 시기, ‘자연철학, 또는 과학철학의 시기’라고 일컬어지는 그의 중기中期 사상, 그리고 주로 하버드에서 이루어진 그의 형이상학 저술들의 시기, 이 세 토막은 한 사상가의 진정 흥미로운 지적 여정을 보여 주는 것이기도 하지만, 또 구성구석마다 무진장한 철학적 아이디어와 빛나는 통찰들을 담고 있는, 그러면서 하나의 질서정연하게 통합된 전체를 이룩하고 있는 사상 체계라는 점에서 연구의 가치가 크다. 최근 국내외를 막론하고 화이트헤드에 대한 학문적 관심이 차츰 고조되고 있는 것은 이런 의미에서도 자연스러운 일이라고 하겠다. 이 글은 화이트헤드의 사상을 과학과 철학의 특성, 또 양자의 상호 관계라는 주제의 관점에서 고찰해 보고자 한다. 과학과 철학—혹은 과학과 형이상학—은 화이트헤드의 사상 체계 전체를 관통하고 있는 두 축이라고 할 수 있다.

## 2. 화이트헤드와 과학철학

앞에서 언급되었지만 화이트헤드의 사상을 세 시기로 구분할 때 허리가 되는 중간 토막은 ‘과학철학의 시기’로 불리곤 한다. 화이트헤드는 이 시기의 저서 『자연의 개념 *The Concept of Nature*』(1920: 이하 CN으로 표기)과 『상대성 원리 *The Principle of Relativity: With Applications to Physical Science*』(1922: R로 표기) 등에서 자신의 작업을 지칭하는 데 실제로 ‘과학철학 *philosophy of science*’이라는 표현을 사용하고 있다.<sup>1)</sup> 그러나 20세기 과학철학의 논의에 익숙한 우리는 이 표현 앞에서 약간의 당혹감을 느낀다. 우리가 논리실증주의나 포퍼 K.R. Popper, 그리고 쿤 T.S. Kuhn 등을 연상하게 되는 그런 과학철학의 개념을 놓고 볼 때, 화이트헤드는 과학철학이라는 분야에 종사한 사람이 아니었기 때문이다. 그는 수학자이고 물리학자<sup>2)</sup>인 동시에 철학자였지만, 당장에 그를 과학철학자라고 부르는 부적절하다고 느껴진다.

그것은 왜일까? 우선 표면적인 이유를 분석해 보자면, 그가 ‘진짜 과학’과 ‘사이비 과학’의 구획이라든가 입증 *confirmation*과 반증 *falsification*의 관계, 혹은 과학적 설명의 구조라든가 또 과학이론 변동의 메커니즘 등 현대 과학철학의 전통적인 문제들을 따로 주제화하여 논구한 적이 없었던 점을 지적할 수 있다. 물론 20세기 과학철학의 본격적인 시작을 알린 비엔나 학단의 논리실증주의가 왕성한 활동을 시작할 무렵 그는 이미 그의 후기 저작들, 즉 이른바 형이상학 3부작들 가운데서도 정수라고 할 『과정과 실재 *Process and Reality: An Essay in Cosmology*』(1929: PR로 표기)를 완성하고 있었으니, 이런 역사적 맥락을 고려해 볼 때 그가 논리실증주의 이후의 과학철학이라는 흐름에 고스란히 귀속될 수 없는 것은 당연한 일이기도 하다.

그러나 다른 한편으로 우리는 화이트헤드가 일생 동안 추적했던 문제의 식의 한가운데에 분명 과학에 대한 철학적 반성이라는, 과학철학의 토대

를 이루는 문제의식이 자리잡고 있다는 사실을 주목하지 않으면 안 된다. 화이트헤드는 한편으로 철학적인 논의 속에 과학의 성과를 적극적으로 수용하는<sup>3)</sup> 동시에 그것을 철저하게 비판적인 시각에서, 철학적 관점으로부터 재해석하고 있었다. 뿐만 아니라 우리는 사상사적 관점으로 볼 때 화이트헤드가 러셀 B. Russell과 공저한 『수학 원리 *Principia Mathematica*』(1910~1913)가 자연과학, 특히 물리과학의 기반을 이루는 수학과 논리학을 하나로 묶는 거대한 시도를 통해 논리실증주의의 기반 형성에, 즉 20세기 과학철학의 출범에 결정적 기여를 했다는 점 또한 간과할 수 없다. 그렇다면 이와 같은 여건에도 불구하고 화이트헤드의 작업을—그의 중기 저작들까지 포함해서—과학철학의 영역에 분류해 넣기가 망설지게 되는 까닭은 무엇인가? 가장 근본적인 이유는 그에게서 과학과 철학, 이 두 가지가 통상적인 의미의 과학철학적인 작업이 성립할 수 있기에는 너무 깊이 서로 융합되어 있다는 사실에 있다. 이제 화이트헤드 양자의 관계를 살펴보도록 하자.

### 3. 화이트헤드에서 과학과 철학

통상적인 의미에서 과학철학적인 작업이란 과학 그 자체를 하나의 대상으로 삼는 관점을 토대로 해서 성립한다. 이렇게 해서 자연 혹은 어떤 특정한 현상들의 영역을 대상으로 삼는 과학들에 비해, 과학철학은 메타적 탐구의 성격을 갖게 된다. 이런 토대 위에서 과학철학은 과학이 사용하는 개념들 그리고 과학적 진술의 구조 등을 고찰하고 때론 비판한다. 그러나 그 개념들이나 진술들은 처음에도 나중에도 어떤 특정한 과학의 영역에 속하는 것이다. 그런데 화이트헤드의 경우 과학과 철학의 관계는 이와 같이 대상계에 대한 일차적 탐구와 이 일차적 탐구에 대한 메타적 탐구라는 도식으로 적절히 포착되지 않는다. 과학과 철학은 “인간 정신의 위대한 하나의 기도企圖에서 서로 다른 두 측면에 지나지 않는다”[『관념의 모형

*Adventures of Ideas* (1933: AI로 표기), 235]라고 그는 말한다.

그런데 여기서 화이트헤드가 말하는 ‘위대한 기도’는 무엇을 뜻하는가? 『관념의 모험』의 문맥 속에서 그 대답은 명시적으로 주어진다고 하기 어렵지만, 바로 뒤따라 나오는 문장이 주는 시사는 뚜렷하다. “이제 ‘동물적 삶의 일반적 수준 이상으로 인간성을 끌어올리는 작업에서 양자가 어떻게 협력하는지에 관해 깊이 생각해’ 보기로 하자.” (AI㉔, 235. 필자의 강조) 하지만 ‘인간성의 고양高揚’이라는 화두가 ‘위대한 기도’에 대해 던지는 암시는 그다지 구체적이지 않다. 도대체 과학과 철학이 어떻게 인간성을 고양시킨다는 것인가?

과학은 우리 주변에서 일어나는 사태들을 이해하도록 해 준다는 점에서 존재 의미를 갖는다. 동물적 삶은 주변의 환경에 반응하고 또 적응해 가지만 그것을 이해하는 단계에는 이르지 못한다. 이해는 눈앞에서 일어난 문제의 현상이 하나의 보편적 원리 또는 일련의 원리들로 이루어진 체계로 귀속될 때 일어난다. 다시 말하면 그것은 특수the particular를 보편the universal의 구조 속에 편입시키는 과정이다. 화이트헤드의 관점에서 볼 때 과학과 철학은 공통적으로 이러한 과정에 기여하는 것들일 뿐만 아니라, 작동 방식에서도 기본적인 일치를 나타낸다. 그것은 구체적이고 개별적인 사태들을 일반적 원리들을 통해 포착하는 방식이다. “과학과 철학은 다같이 개개의 사실들을 일반 원리의 예증사례로 이해하는 데 관계한다. 원리는 추상 속에서 이해되고, 사실은 그 원리의 구현으로서 이해된다.” (AI㉔, 236)

그렇다면 화이트헤드에게 과학과 철학은 근본적으로 동질적이고 등가적인 것이라고 할 수 있는가? 그것은 아니다. 양자는 방금 말한 것과 같은 공통성을 지니지만 결코 등가물은 아니다. 그렇다면 양자의 차이는 어디에 있는가? 먼저 지적할 수 있는 것은 그 시야의 폭에의 차이이다.

특수 과학의 영역은 ‘사실의 한 가지 유類genus에 국한’되어 있는데, 이 유

이외의 사실들에 관해서는 아무런 진술도 할 수 없다는 의미에서 그러하다. 어떤 한 조組의 사실과 관련하여 하나의 과학이 자연스럽게 생겨나게 되었다. ... (반면에) 철학의 연구는 (어떤 특수 과학에 비해서도) ‘보다 광범한 일반성’을 향해 나아가는 항해이다(PR㉔, 60. 강조는 필자가 첨부한 것).

과학은 언제나 ‘어떤 특정한 대상 영역에 대한’ 탐구이다. 어떤 과학도 모든 종류의 현상들에 일률적인 관심을 기울이지 않는다. 과학자의 시야는 어떤 특정한 종류의 현상들에, 혹은 하나의 현상에서도 어떤 특정한 국면들에 제한되어 있다. 이러한 시야의 제약을 약점이라고 생각할 필요는 없다. 오히려 이와 같은 시야의 제약을 기반으로 해서 탐구의 강도와 효율성이 가능하게 되기 때문이다. 그런데 여기서 화이트헤드는 철학을 과학과 대비시킨다.

철학의 목적 가운데 하나는 과학의 제1원리를 구성하고 있는 ‘반쪽짜리 진리 half-truths’에 도전하는 일이다(PR㉔, 61. 필자의 강조).

어째서 그는 과학이 ‘반쪽 짜리 진리’ 위에 기초하고 있다고 말하는 것일까? 개별 과학은 그것의 관념들을 그 기초가 되는 개념으로까지 추적하지 않고, 어디선가 도중에 멈추어 서서는 그것을 가정하고 사용한다. 개별 과학은 그 자체의 직접적 목적이나 직접적 방법을 위해서는 그 이상의 분석이 불필요한 개념 속에서 안주할 장소를 찾는 것이다. 과학의 그와 같은 기초적 개념들은 그 시대의 문명화된 사상의 배경을 형성하는 철학적 직관으로부터 특수화되어 나온 것들이다. 한 예로 우리는 17~19세기에 사용된 ‘물체 material bodies’의 개념을 돌이켜볼 수 있다. 갈릴레오와 뉴턴에 의해 마련되었던 이 개념은 20세기에 와서는 물리학의 기초 개념이라는 용도에 관한 한 그 발판을 잃고 말았으며, 결국 오늘날 이 개념은 특수한 목적에만 한정적으로 적용되는 매우 제한된 개념이 되어 버렸다(AR㉔, 242).

하지만 우리는 단순히 과학이 철학보다 덜 근본적이고 열등한 지적 작업이라는 선부론 결론으로 달려가서는 안 된다. 철학은 홀로 의미를 갖고 존립하는 것이라기보다 과학—그리고 종교—과의 연결과 상호작용 속에서 피와 살을 얻는다. 과학적인 탐구 및 그 성과물들과의 연관이 배제된 상황 속에서라면, 예를 들어 하나의 형이상학적 도식이란 세밀하게 체계화된 경험적 내용을 갖지 못하는 추상적 사유의 뼈다귀일 뿐이거나, 아니면 한낱 피상적 경험 속에서 일어나는 알팍한 통찰 이상의 것을 반영해 내지 못하는 무용한 것일 뿐이다.

철학은 종교나 과학—자연과학이든 사회과학이든 간에—과 긴밀한 관계를 맺을 때, 무기력하다는 오명에서 벗어날 수 있다. 철학은 이 양자, 즉 종교와 과학을 하나의 합리적인 사고의 도식 속에 융합시킴으로써 그 최고의 중요성을 획득한다(PP㉔, 69).

결국 화이트헤드에게 과학과 철학은 서로 작용과 반작용을 교환하는 가운데 서로 도움을 주고 또 받는 것들로 드러난다. ‘과학’과 ‘철학’은 서로 비판하며, 서로에게 상상적 소재를 제공한다. 철학 체계는 과학이 추상화하는 구체적 사실에 대한 설명을 제공해야 한다. 또한 과학은 철학 체계가 제시하는 구체적 사실들 속에서 자신의 원리를 발견하도록 해야 한다. 화이트헤드는 사상의 역사란 결국 이러한 공동 작업에서 나타나는 크고 작은 실패와 성공에 관한 이야기라고 규정한다(AT㉔, 242~243).

화이트헤드는 근본적으로 과학과 철학을 상이한 두 수준level, 즉 ‘대상에 대한 탐구’와 ‘그 탐구에 대한 탐구, 즉 메타적 탐구’라는 도식 속에 놓지 않는다. 형이상학적 사유는 우리가 경험하는 자연 현상들의 총위, 즉 자연과학적 사유의 총위를 떠나 어떤 다른 총위로 옮겨감으로써가 아니라, 직접적 경험으로부터 보다 고도의, 그리고 보다 폭넓은 일반화를 수행함으로써 도달된다. 화이트헤드가 『과정과 실재』의 서두에서 언급하고 있

는 ‘비행(飛行)의 방법’과 결부시켜 말하자면, 과학도 철학도 모두 상상력이라는 날개의 힘을 빌어 직접적 경험 자료들의 지면으로부터 이륙하지 않으면 안 된다. 비교를 하자면 형이상학의 비행은 과학의 그것보다 한층 더 높은 고도를 취하게 될 것이다. 낮은 고도의 비행이 어느 특정한 영역에 대해서 유관성을 지니는 또렷한 시계(視界)를 확보하게 해 준다면, 반면에 높은 고도는 보다 포괄적인 시야를 제공해 줄 것이다. 화이트헤드의 형이상학은 인간의 모든 경험이라는 최대의 시야를 염두에 두고 있다. 그러나 다시 한 번 생각해야 할 점은, 어떤 고도의 비행이든 언제나 지면으로부터 출발하지 않으면 안 된다는 것, 그리고 언제나 다시 지면에 내려앉지 않으면 안 된다는 사실이다. 다시 말해서 이 비행은 그것을 마치고 구체적 경험의 지표면으로 되돌아왔을 때, 보다 예민해지고 새로워진 경험을 가능하게 한다는 의의를 지니는 것이다(PR㉔, 52).

#### 4. 과학에서 경험의 의미와 객관성의 문제

##### (1) 자연의 이원분열

화이트헤드는 CN에서 이른바 ‘자연의 이원분열(二元分岐/Bifurcation of Nature)’이라는 개념을 거론한다. 자연의 이원분열에 대한 비판은 과학에 관한 그의 철학적 입장에서 하나의 중심축을 이루는 중요한 사항이다. 여기서 문제가 되는 이원분열은 외견상의 자연(apparent nature)과 인과적 자연(causal nature)을 분리하는 것을 말한다. 외견상의 자연, 드러나 보이는 자연은 무엇을 말하는가? 그것은 우리의 인식에 의해 포착된 것으로서의 자연을 뜻한다. 반면 인과적 자연은 우리의 눈앞에 이러저러하게 드러나 보이는 현상의 배후에서 그 원인이 되는 자연을 가리키는 개념이다.

과학자가 포착하려는 것은 후자의 자연이다. 반면에 실제로 그의 손에 주어지는 것은 언제나 전자일 뿐이다. 이제 유념해야 할 것은 이러한 두 가지 의미의 ‘자연’이 일치하는가의 여부에 대한 확인이 근본적으로 어렵



다는 점이다. 이런 이유로 그러한 일치에 대한 믿음은 실로 자주 위협받기도 한다. 화이트헤드는 이와 같은 문제 상황을 분명히 인식하고 있었다.

장작더미에서 활활 타오르는 불꽃의 밝은 빛과 따스한 열기는 탄소와 산소 분자들의 활발한 운동과 변화, 그리고 그것들이 변화 과정 속에서 방출하는 에너지 복사에 의한 것이라고 해석된다. 이 예에서 주황색으로 밝게 타오르는 불꽃이 외견상으로 드러나 보이는 자연의 모습이라면, 탄소와 산소 등 분자들의 변화와 운동, 그리고 에너지 복사輻射 등은 그러한 현상의 미시적 원인으로서 인과적 자연에 해당한다. 이 경우 전자와 후자를 동일한 것으로 볼 수 있는가는 우선 그것을 문제삼고 있는 사람의 과학 지식(의 수준)에 의존하는 문제일 것이다. 즉, 연소에 결부된 분자 수준의 작용과 에너지 복사에 대한 이론은 주황색의 불꽃과 에너지 복사를 동일시할 수 있기 위한 필요조건이 된다. 그런데 이렇게 보면, 겉보기 자연과 인과적 자연 사이의 동일성을 확인할 수 있기 위해서는, 자연 속의 모든 현상들에 결부된 모든 인과적 원리에 대한 지식이 필요하다는 결론이 추론된다. 바로 이런 의미에서 화이트헤드는 우리가 자연의 모든 사태들을 포괄하는 인과적 관계를 ‘우리의 과학 지식의 항목들로’ 확보하기 전까지는 이원분열적 시각을 완전히 물리칠 수 없다고 말한다. 그런 의미에서 그는 “이원분열적 이론은 좀처럼 스러지지 않는다”(CN, 44)라고 말하기도 한다.

그렇다면 하나의 물음이 고개를 든다. 우리의 과학 지식이 결코 완결된 것일 수 없다는 사실을 감안한다면, 우리는 결국 실질적으로 자연의 이원분열을 피할 수 없다는 이야기가 되는 것이 아닌가? 하지만 화이트헤드는 그것을 ‘악성vicious’ 이원분열이라고 부르면서, 피하지 않으면 안 된다고 잘라 말하지 않는가(CN, 185)! 이 무슨 해괴한 모순적인 얘기란 말인가. 여기서 우리는 먼저 이원분열에 대한 기본적인이고도 중요한 사실 한 가지를 확인해 두지 않으면 안 된다. 그것은 이원분열의 부정이 우리의 지각 능력에 의해 포착되는 겉보기 자연과 그 배후의 인과적 자연 양자가 일치

한다는 사실에 대한 천명이 아니라, 그러한 ‘두 자연’을 분리시키지 말아야 한다는 당위에 대한 주장이라는 점이다.

이원분열의 부정을 당위라는 관점에서 본다고 해서 문제가 모두 해결되는 것은 아니다. 그러한 당위의 근거가 무엇인지 따져 보아야 하기 때문이다. 필자는 우리의 감각 인식에 포착된 것으로서의 자연과 그 배후에서 눈에 보이는 현상의 원인이 되는 자연을 둘로 보아서는 안 된다는 화이트헤드의 주장을 과학의 의미를 구하기 위한 기본 장치로 해석한다.

이원분열을 수용하는 순간, 다시 말해서 우리의 경험 속에 드러난 자연과 그런 경험까지를 포함한 자연 현상들의 원인으로서는 실재하는 자연을 분열시켜 ‘둘’이라고 인정해 버리는 순간, 자연과학의 경험적 기반은 근본적인 난문 앞에 서게 된다: ‘도대체 자연과학은 어떻게 가능한 것인가?’ 달리 표현해 보자면, 과학적 탐구 속에서 관찰이나 실험은 어떻게 자연의 본성에 대한 지식의 기반이 될 수 있는가? 이와 같은 난문을 뛰어넘기 위해서는 이원분열 자체를 부정하는 길밖에 없다. 그런데 이원분열을 부정하려면 겉보기 자연과 실재적 자연 사이를 매개하고 화해시키는 어떤 적절한 ‘자연의 개념’이 필요하다. 이와 관련하여 우리는 CN에서 다음과 같은 구절을 발견하게 된다.

자연은 감각인식sense-awareness이 (우리에게) 가져다 주는 것 이외의 그 어떤 것도 아니다(CN, 185).

자연은 우리의 감각인식에 대하여 열려 있다. 따라서 자연은 그 자체로 가지적可知的인 성격을 띤다. 이와 같은 자연의 개념 위에서 이제 과학적 탐구를 위한 과제는 ‘모든 관찰된 것들의 성격, 그리고 그들간의 상호 관계를 하나의 체계 속에 드러내는 일’ (같은 곳)로 설정된다. 그런데 여기까지 이르고 보니, ‘그렇다면 화이트헤드는 결국 소박한 귀납주의자의 결론에 귀착하고 있는 것인가?’ 하는 의문이 생겨난다. 화이트헤드의 체계 전체를 놓고 볼 때 물론 그것은 명백히 잘못된 해석이다. 이제 관찰의 지위

를 한 번 재고해 볼 때이다.

## (2) 관찰의 지위와 과학의 객관성

이원분열을 부정함으로써 우리는 경험을 발판으로 자연에 대한 (참된) 지식을 추구할 수 있는 형이상학적 토대를 얻게 되었다. 그런데 여기서 간단치 않은, 그러면서도 중요한 문제 하나가 제기될 수 있다. 이렇게 과학 지식의 근거가 되는 경험 자체에 대한 비판과 평가는 어떻게 가능한가 하는 문제이다. 원칙적으로 가능한 하나의 대답은 “그런 비판이 불가능하다”는 것이다. 다시 말해서 직접적인 경험에다가 그것은 더 이상 반성에 노출되지 않아도 좋다는 원초적 원리를 부여하는 것이다. 이것은 말하자면 프로토콜 문장Protokollsatz; protocol sentence의 지위에 대한 논리실증주의의 기본 시각, 그리고 러셀(1912)의 ‘견고한 자료hard data’ 개념—즉, 감각을 통해 즉각적으로 인식된 것으로서 비판적 반성을 거칠 필요가 없는 것이라는 개념—과 어깨를 나란히 하는 것이다. 필자는 화이트헤드도 1919년 즈음엔 과학적 경험에 대해 실제로 이와 같은 —소박한— 관점을 지니고 있었다고 추측한다. 위에 인용된 ‘자연’에 대한 규정(CN, 185) 또한 그런 관점에서 가장 자연스럽게 이해된다.

CN의 7장에서 화이트헤드는 ‘대상object’의 개념에 대해 논하고 있다. 그는 세 단계의 위계적 구도를 설정한다. 그것은 감각 대상sense-object-지각 대상perceptual object-과학적 대상scientific object이다. 가장 원초적 대상인 감각 대상은 감각 인식sense-awareness 혹은 감각적 재인지sense-recognition의 대상이 되는 것으로, 우리의 감각 인식에 직접적으로 주어지며 어떤 다른 유형의 대상도 전제하지 않는다. 예를 들어 이 서츠의 흰색, 저 칠판의 네모남 같은 것들이 여기에 해당한다고 볼 수 있다. 이러한 감각 대상이 다양한 지각 사건들 속에서 중첩되어 나타나면서 지각 대상이 형성된다. 우리가 일상 속에서 ‘물건’이라고 부르는 물리적 대상들이 이 범주에 속한다. 끝으로 과학적 대상은 예를 들어 ‘전자electron’와 같은 것

으로, 그것에 도달하기 위해서는 지각 대상으로부터 한 단계의 추상화를 더 거쳐야 하겠지만, 과학적 대상들은 자연 전체에 미만彌滿한 다양한 사태들을 관통하는 보편적 특성들, 그리고 그들 상호간의 체계적인 상관성을 담고 있다.

다시 이 계층 체계의 밑바닥에 위치한 감각 대상으로 눈을 돌려 보자. 1960년대 이후의 과학철학을 기준으로 본다면, 우리는 경험의 1차적 국면에 대한 화이트헤드의 견해가 논리실증주의의 그것이 그랬던 것처럼 소박하지 않은가 의심하게 될 것이다. 경험이 그 가장 원초적인 국면에서부터 이미 해석된 것—혹은 채색彩色된 것—이라는 사실이 아직 그의 논의 속에 반영되고 있지 못하기 때문이다. 모든 관찰에는 이미 이론이 실려 있다는 이른바 ‘관찰의 이론의존성theoryladenness’ 테제는 1950년대 말 이후 과학철학에서 점차 널리 수용되어 정착되었다. 또 이와 더불어 비슷한 시기에 콰인에 의해 정식화된 이론의 미결정성underdetermination테제—혹은 뒤엠-콰인 테제Duhem-Quine thesis—는 만일 감각 대상의 수준에서 완전한 상호주관적 공유가 이루어진다고 가정하더라도,<sup>4)</sup> 과학 이론의 수준에 근본적인 불일치가 존재할 수 있다는 가능성에 대한 철학적 기반을 제공하였다.

사실상 CN에서 화이트헤드의 관점은 이런 방식으로 과학에서 발생할 수 있는 심각한 불일치의 가능성을 고려에 넣지 않은 소박한 것이었다. 그렇기 때문에 그것은 위의 두 테제의 공격에 의해 곤경에 처하게 될 여지가 있다. 관찰의 이론의존성이라는 관점에서 보자면 감각 대상의 원초성은 재고되어야만 할 것이다. 하지만 문제는 그럴 경우 자연과학의 이념, 특히 객관적 지식 체계로서의 과학이라는 이념이 다시 위협받기 시작할 수밖에 없다는 것이다. 20세기 후반의 과학철학이 상대주의라는—아마도 원치 않는—명령에 계속해서 시달릴 수밖에 없었던 것도 같은 이유에서라고 할 수 있다.

만일 오늘의 시점에서 이러한 문제 상황과 대면한다면 화이트헤드는 뭐

라고 말할 것인가? 두 가지의 선택지가 고려될 수 있을 법하다. 하나는 다시 한 번 당위를 사실 기술에 우선시킴으로써 문제를 해소하는 길이다. 말하자면 이렇다. 과학의 객관성은 보장되어야만 한다. 그런데 위의 두 테제가 주장하는 바를 적극적으로 수용할 경우, 과학의 객관성이라는 이념은 위협받을 수밖에 없다. 그러므로 만일 원치 않는 바보스런 결론에 귀착하는 것 *reductio ad absurdum*을 피하고자 한다면, 우리는 그것들을 부인하는지 아니면 최소한 그 의미를 무기력한 선에 제한하지 않으면 안 된다.

또 하나의 가능한 해명은 쉴프 P.A. Schilpp가 편집한 논문집 「*The Philosophy of Alfred North Whitehead*」(1941)에서 루이스 C.I. Lewis가 제안하는 것처럼 이 문제를 화이트헤드의 존재론과의 연결 속에서 조명하는 데서 발견될 수 있다.<sup>9)</sup> PR에 제시된 형이상학적 도식에 비추어 말하자면 지각자—대상을 관찰하고 있는 과학자일 수도 있고 혹은 어떤 측정 기계일 수도 있다—는 ‘사회 *society*’라는 범주에 귀속되는 ‘존속하는 대상 *enduring object*’으로 해석되며, 관찰 대상 역시 마찬가지로 또 하나의 사회이다. 이런 가운데 우리는 지각적 경험을 두 사회 사이에서 일어나는 파악 *prehension*, 더 정확히 말하자면 두 사회를 구성하고 있는 일련의 계기들 사이에서 일어나는 파악(들의 중첩)이라는 구도에서 해석할 수 있다. 이러한 파악들을 통해서 지각자와 지각 대상에 해당하는 두 사회 사이에는 ‘영원한 객체 *eternal object*’들의 전달이 일어나게 된다. 문제는 동일한 지각 대상이 ‘존속하는 대상’으로 주어져 있고 그것을 구성하는 현실적 계기들을 파악의 대상으로 삼는 계기들을 구성 요소로 가진 다수의 존속하는 대상이 있다고 할 경우, 지각자의 역할을 하는 그런 다수의 사회들에 비쳐진 피지각자, 즉 지각 대상의 모습이 과연 일의적일 것인가 하는 것이다.

실제로 과학적 경험은 반복 가능한 것이어야 하고, 우리는 얇은 금속막에 대고 쏜 알파 입자—즉, 헬륨의 원자핵—들이 이번 실험과 다음 번 실험에 있어 동일한 것들이라고 자연스럽게 가정한다. 형이상학적 관점에서

이렇게 관찰 대상 자체가 과연 적절한 의미에서 동일하다고 말할 수 있을 만큼의 유사성을 지녔는가 하는 문제를 접어 둔다고 하더라도, 그것들에 대한 파악들의 중첩이 여러 관찰자에게 동일한 결론으로 귀결될 것인가 하는 물음에는 결코 간단히 그렇다고 대답할 수 없다.

경험의 과정은 그 과정에 선행하고 있는 존재들을 그 과정 자신인 복합적 사실 속으로 수용함으로써 구성된다(Al<sup>③</sup>, 284). 그런데 이와 같은 수용—또는 파악을 통한 자기 합생<sup>④</sup>—의 과정에는 파악의 입각점이라는 문제, 그리고 파악하는 계기의 주체적인 가치평가valuation에 따르는 각 요소들의 강도의 변이variation라는 사항들이 고려되지 않으면 안 된다. 이것은 결국 동일한 여건data에 대한 지각, 즉 동일한 대상에 대한 관찰이 상이한—그 차이가 미미하건 중대하건 간에—결과를 낳을 수 있는 근거가 된다. 모든 현실적 존재들이 연장적 연속체 속의 어디엔가somewhere 자리잡고 있음으로써(PR<sup>⑤</sup>, 157) 각기 고유한 관점 또는 입각점을 갖게 된다는 점을 생각한다면, 우리는 오히려 동일한 대상에 대한 파악(의 중첩)이 동일한 결론으로 이어지기를 기대한다는 것이 이상한 일이라고 여기게 될 것이다. 이렇게 보면, 관찰의 이론의존성 대체가 함축하는 바에 상응하는 불일치의 형이상학적 기반이 화이트헤드의 체계 속에서 확보되고 있는 셈이다.

필자는 경험과학의 객관성objectivity of science이라는 문제가 두 가지 측면으로 나누어 분석되어야 한다고 본다. 하나는 상호주관성intersubjectivity이라는 측면에서의 객관성이고, 다른 하나는 주관이—그 자신 안에 머무르는 것이 아니라—대상object을 포착한다는 의미에서의 객관성이다. 위에 전개된 논의의 결론은 화이트헤드의 체계 안에서 첫 번째 의미에서의 객관성은 보장되지 않는다는 것이었다. 그러나 반면에 그의 체계 속에서 경험이란 곧 주체가 그 바깥에 실재하는 대상과 만나는 사태이며, 그런 점에서 두 번째 의미에서의 객관성은 단단히 자리잡고 있다는 사실 또한 분명하다. 즉, 그의 체계는 유아론<sup>⑥</sup>이나 근본적인 회의주의에 자리를 내

주지 않는다. 한 가지 유념할 점은, 엄밀한 의미에서 상호주관성으로서의 객관성을 보장하지 못한다는 것은 화이트헤드의 약점이 아니라는 사실이다. 다음 절에서 논의하겠지만 그것은 과학이 실제로 디디고 서 있는 입지에 대한 정직한 철학적 통찰이다. 오히려 우리는 화이트헤드의 형이상학이 과학의 이러한 성격에 대해 해명을 제공한다는 점을 높이 평가해야 할 것이다.

### (3) 과학에서 개념들의 역할과 과학의 객관성

우리는 방금 과학에서의 경험, 즉 과학자의 관찰이나 실험을 바라보는 화이트헤드의 입장이 논리실증주의의 그것과 다르다는 사실을 살펴보았다. 이와 같은 차이는 후기의 형이상학 속에서 더욱 분명한 모습으로 드러나고 있다. 자신의 형이상학을 통해서 그는 관찰에 개입할 수 있는 상대성에 대한 적극적이고도 체계적인 설명을 제공하고 있는 것이다. 이제 우리는 한 걸음 더 나아가서, 과학적 경험의 배후에 항상 어떤 개념틀conceptual framework이 존재해서, 경험을 제약하고 또 인도한다는 생각이 화이트헤드에게서 어떤 방식으로 드러나는지를 고찰하고자 한다. 쿤이라면 패러다임paradigm 혹은 (나중엔) 어휘사전lexicon이라고 불렀을 이와 같은 개념틀에 대한 고려는 1970년대 이후의 현대 과학철학에서는 하나의 필수적인 철학적 관점으로 정착되었다고 할 수 있다. 그런데 화이트헤드는 이미 1933년 (논리)실증주의에 대한 다음과 같은 날카로운 비판을 던지고 있다.

그러나 실증주의에 의하면 확실히 새로운 행성을 발견하게 되는 일은 결코 없을 것이다. 사람들이 눈으로 보아온 것은 사진판에 나타난 약간 희미한 작은 점들뿐이니까(AT<sup>3</sup>, 217).

이 구절에서 화이트헤드는 귀납의 문제라는 걸림돌말고도 논리실증주의가 사실상 안고 있던 또 다른 근본적 문제점—즉, 과학적 경험에 대한 무비판적 신뢰—에 대한 예리한 통찰을 아주 단순한 표현 속에 담아 드러

내고 있다. 우리의 망막에 맺힌 상이 담고 있는 것은 사진판에 나타난 희미한 점들뿐이다. 그런 희미한 점들에 대한 원초적 지각경험을 아무리 쌓고 또 쌓는다고 해도 거기서 ‘새로운 행성’이나 ‘새로운 불박이별(恒星)’이라는 것은 나오지 않는다. 화이트헤드는 과학적 경험이 두 가지 질서의 상호작용을 통해 이루어진다고 말한다. 그 두 가지 질서란 관찰적 질서 observational order와 개념적 질서 conceptual order다.

제일 먼저 기억해 두어야 할 점은, 관찰적 질서는 예외 없이 개념적 질서에 의해서 공급되는 개념으로 해석된다는 것이다(AI㉔, 253).

개념적 질서가 제공하는 적절한 개념들 없이는 관찰적 질서가 해석되지 않는다. 말하자면 그런 상황에서 관찰이라는 행위는 어떤 유의미한 과학적 결론을 낳지 못한다. 물론 두 질서간의 상호 제약이 일방적으로 ‘개념들→관찰’의 방향으로만 작동하는 것은 아니다. 다시 말해서 관찰은 개념들을 기반으로 해서 이루어지지만, 개념들에 전적으로 종속되는 것은 아니다. “새로운 관찰이 개념적 질서를 수정한다는 것도 사실”(AI㉔, 253)이다. 또 역으로 “새로운 개념은 관찰에 의한 식별의 새로운 가능성을 시사하기도 한다”(같은 곳). 이렇게 두 줄기의 질서는 서로를 제약하면서 함께 전진해 간다.

여기서 우리는 다시 한 번 과학과 철학의 위상 관계를 고찰할 기회를 얻는다. 주목할 만한 점은, 과학과 철학 양자의 관계가 이 글의 앞부분에서는 자연에 대한 일차적 탐구와 메타적 탐구라는 구별 속에서 드러나지 않고 다만 그 일반성의 범위라는 차원에서만 차이를 드러냈던 것과 달리, 여기선 사실상 철학이 지니는 메타적 성격, 그리고 개별 과학에 대한 비판적·반성적 고찰이라는 성격이 두드러지게 된다는 사실이다. 화이트헤드는 AI에서 다음과 같이 말한다.

관찰적 질서의 ‘중대한 약점’을 고려하지 않고서는 사상의 역사를 이해할 수



없다. 관찰에 의한 식별은 공평한 사실이 지시해 주는 것이 아니다. 그것은 ‘취사선택’ 한다. 그리고 그것이 취하는 것은 모두 우선성을 갖는 ‘주관적 질서 속에 재배치’ 된다. 이러한 관찰에서 우선성의 질서는 실제로 사실들을 왜곡한다. 그렇기 때문에 우리는 나타나는 사실로부터 있는 그대로의 사실들을 규명해 내야 한다. 우리는 버려진 사실들을 규명해야 하며, 그 자체가 하나의 관찰의 사실이 되고 있는, 우선성을 갖는 주관적 질서를 버려야 한다(AM, 253. 강조는 필자가 첨부한 것).

과학적 관찰이 대상으로 주어진 사태를 ‘있는 그대로’가 아니라 특정한 개념적 질서의 기반 위에서 취사선택하고 또 재배치한다는 것은 과학이 지니는 근본적인 성격이자 그 한계이다. 그런데 우리는 여기서 화이트헤드가 이를 ‘중대한 약점grave weakness’ 이라고 부르고 있다는 점에 주목할 필요가 있다. 그런 표현은 그가 관찰에서 어떤 특정의 주관적 질서에 의해 취사선택되고 재구성된 결과 이상<sup>以上</sup>의 것을 염두에 두고 있다는 사실을 드러내기 때문이다. 만일 그런 ‘제한된 관점으로부터의 해석’을 그야말로 회피할 수 없는 것이라고 본다면, 그로부터 연유되는 결과들을 ‘중대한 약점’이라고 비하할 수는 없을 것이다. 우리가 결코 달리 할 수 없다면 말이다. 그러나 그는 우리에게 “「취사선택 속에서」 버려진 사실들을 규명”할 것, 그리하여 “나타나는 사실로부터 있는 그대로의 사실들을 규명”해 낼 것을 종용한다.

그런데 특정한 개념들과 결부된 제약된 관점으로부터의 취사선택 속에서 버려진 사실들을 규명해 내기 위해서는 특정 개념들의 한계를 벗어나지 않으면 안 된다. 그러나 문제는 과학자에게 그것이 원칙적으로 허용되지 않는 일이라는 데 있다. 『과학혁명의 구조The Structure of Scientific Revolutions』에서 서술된 쿤의 통찰에 따르면 과학적 탐구는 패러다임을 기반으로 수행되든가—이른바 ‘정상과학normal science’의 시기—아니면 생산적인 문제풀이의 축적이 일어나지 않는 혼란의 시기—패러다임 이전 pre-paradigm의 시기 아니면 비정상과학extraordinary science의 시기—일

뿐이다. “과학적인 학설을 다룰 때 우리는 (언제나) 우리 시대에 유포되어 있는 형이상학적 개념들에 의해서 통제받는다”(AI㉔, 252). 또 이런 관점에서 화이트헤드는 “과학의 (절대적) 확실성이란 일종의 망상”(같은 곳)이라고 잘라 말한다. 관찰, 가설의 수립, 다시 관찰과 실험을 통한 가설의 검토, 이론 체계의 구성 등 과학 활동의 모든 국면들은 형이상학적 기반 위에서 이루어진다. 다만 과학은 스스로 이와 같은 형이상학적 기반을 반성의 대상으로 삼지 않는다. 과학이 근거하고 있는, 나아가 우리의 사유 일반이 위치하고 있는 형이상학적 기반을 고찰하고 하나의 적합한 기반을 확보하는 작업은 과학의 영역 너머에 있다. 그것은 철학의 몫이다. 앞에서 우리는 화이트헤드에게서 과학과 철학이 아래위층의 위계적 관계 속에 위치하는 것이 아니라 원칙적으로 동일한 평면 위에서 그 범위의 차이를 드러낼 뿐이라고 말했지만, 여기서 우리는 둘 사이에 놓인 경계선, 즉 과학의 한계와 그 너머에서 펼쳐지는 철학의 고유한 존재의미를 목격하게 된다.

## 5. 맺는 말

우리는 이 우주에 미만한 질서, 진정한 질서를 파악할 수 있는 존재들이다. 화이트헤드는 그의 저서 곳곳에서 이와 같은 긍정적인 신념을 분명하게 피력하고 있다. 그런데 그것은 과연 가능한 일일까? 그는 무슨 근거로 그런 일이 가능하다고 하는 것일까? 화이트헤드는 이렇게 말한다. “물리적 우주에 대한 지적 이해가 가능한 것은 바로 궁극적 체계의 현시 때문이다. 모든 관련된 사실에 침투해 있는 체계적 골격이라는 것이 있다”(PR㉔, 566). 여기서 우리가 염두에 두고 있는 도전은 바로 실재 전체의 체계적인 골격을 포착하려는 것인데, 그런 목표가 도달 가능하기 위한 기본적인 조건은 실재의 궁극적 체계가 이미 현시되고 있음으로 해서 충족되고 있다. 바로 이런 골격을 체계화된 도식으로 표현해 내는 것, 그 도식을 통해서

실재의 궁극적 체계를 파악하는 것, 화이트헤드가 그의 철학적 작업, 특히 그의 후기 형이상학 속에서 성취하고자 하는 과제는 바로 이런 것이다. 그는 철학의 고유한 유용성이 거기에 있다고 본다.

철학의 유용한 기능은 문명화된 사상의 가장 일반적인 체제화를 촉진하는 일이다(PR㉔, 71).

그는 계속해서 과학과 철학의 역할에 대해 다음과 같이 말한다.

상식을 수정하는 일은 특수 과학의 책임이다. 철학은 상상력과 상식을 결합 시킴으로써 전문가를 제약하고, 또 전문가의 상상력을 확대시킨다. 철학은 보편적인 개념을 공급함으로써 (...) 무한히 다양한 특수 사례들을 보다 손쉽게 파악할 수 있도록 해 주어야 한다 (같은 곳).

화이트헤드는 철학이 “부적당한 장비를 가지고 특수 과학의 영역을 침범”하는 일에 대해 경고한다(PR㉔ 71). 우리의 상식이 잘못되어 있을 경우—예를 들어 모든 천체들이 지구를 중심으로 돌고 있다는 한때의 상식—그것을 수정하는 일은 과학의 책임이다. 반면 철학의 고유한 임무는 전문가들, 곧 과학자들의 상상력을 확대시키는 동시에 그것을 제약하는 데 있다. 철학은 과학적 탐구에 적절한 보편 개념을 공급함으로써, 또 나아가 이러한 보편 개념들간의 체계적인 상호 관계를 규명함으로써, 과학적 탐구를 촉진하는 동시에 제약한다. 과학적인 탐구가 철학에 의한 보완과 제약을 필요로 한다는 것은 단순하고도 분명한 사실임에도 불구하고 실제로 자주 망각된다.

우리는 과학의 사고 방식이 일반적으로 “그 자신의 경계 안에서는 열렬히 합리주의적인 데 반해, 그 경계를 벗어나면 독단적으로 비합리주의적”(PR㉔, 53)이라는 점을 직시해야 한다. 이러한 화이트헤드의 통찰은 패러다임의 의미와 상이한 패러다임들간의 관계에 대한 쿤의 견해와도 상응하

는 것이다. 물론 과학이 지니는 이와 같은 협소한 합리성이 과학의 효율적인 발전에 긍정적인 영향을 미쳐 왔다는 사실은 부인할 수 없다. 협소성이 강도intensity를 가능하게 한다는 것은 당연하다. 스스로가 디디고 선 기반에 대해 자꾸 따져 묻는 과학, 또 연구의 성공적인 결과를 놓고서 그것이 해당 분야 저편에서 어떤 문제점을 함축하지는 않는지를 캐묻는 과학은 스스로의 뒷덜미를 붙잡는 셈이다. 개인의 차원에서도 그런 성향을 지니는 과학자는 성공적인 과학자, 곧 유능한 퍼즐풀이꾼puzzle solver<sup>6)</sup>이 되기 어렵다.

그러나 우리가 어느 특정한 전문 분야의 시야를 벗어나서 보다 광범위한 전체의 시각에서 바라보게 될 경우 문제는 달라진다. 우리가 오늘 직면하고 있는 많은 문제들은 실로 이와 같은 분야초월적, 혹은 이른바 학제적 interdisciplinary 관점의 필요성을 실감하게 하는 것들이다. 환경 문제가 그렇고, 생명공학의 발달이 동반하고 있는 새로운 물음들, 컴퓨터 공학과 정보통신 기술의 발달이 제기하는 물음들이 그러하며, 인간의 정신적 차원에 대한 이해, 그리고 다음 세대를 위한 교육이 맞닥뜨리고 있는 문제들이 모두 그러하다. 이미 우리의 삶 속에 들어와 있는 이런 문제들을 해결하기 위해서는 학문적 차원에서 학제적 시각과 협력이 필요할 뿐만 아니라 그 밖에도 다양한 가치에 대한 감각이 요구된다. 철학의 고유한 의미는 바로 이런 점과 결부되어 있다.

철학에서는 사실과 이론과 선택지와 이상理想이 하나같이 중요시된다. 철학이 주는 선물은 통찰과 예견, 생명의 가치에 대한 감각, 요컨대 모든 문명적 노력을 고취하는 중요성의 감각sense of importance이다(AE, 173).

이러한 중요성의 감각, 다양한 가치들에 대한 고도의, 그러면서도 균형 잡힌 감각이야말로 인간이 스스로의 산물에 종속된 노예로 전락하지 않도록 지켜 주는 보루인 것이다.

## 주

- 1) 한 가지 흥미로운 것은 *R*에 등장하는 ‘범물리학pan-physics’이라는 개념이다. 화이트헤드는 “(‘범물리학이라고 불러야 할 철학의’) 과제는 모든 분야의 자연과학들에서 동일하게 채택되고 있는 그런 과학 원리들을 정식화해 내는 일”(R, 4)이라고 말한다. 필자는 그의 중기 철학에서는 ‘과학철학’이라는 개념 자리에 범물리학의 개념을 대입해서 읽어야 한다고 본다.
- 2) 화이트헤드가 *R*에서 제시한 그의 상대성 이론은 20세기 물리학사에서 아인슈타인A. Einstein의 상대성 이론에 대해 제기되었던 비판과 대안적 논의들 가운데 가장 경청해 볼 만한 주요한 반론으로 평가된다.
- 3) 『과학과 근대세계*Science and the Modern World*』(1925)에서 화이트헤드는 ‘과학적 유물론’을 비판하면서 “나는 이러한 (과학적 유물론의) 가정이 ‘지금 우리가 도달한 과학적 상황에 전적으로 부적당하기 때문에’ 그것을 배격할 것”(국역 37쪽, 필자의 강조)이라고 단언한다. 이와 같은 표현 속에는 발달하는 과학의 성과를 철학적 사유에 적극적으로 반영하고자 하는 그의 태도가 명시되어 있다.
- 4) 앞서 소개한 ‘관찰의 이론의존성 테제’는 이런 원초적 수준에서의 일치도 사실상 보장되지 않는다고 말하고 있다는 점에 유의하라.
- 5) 그의 논문, 「The Categories of Natural Knowledge」.
- 6) 물론 ‘과학 활동은 퍼즐풀이puzzle solving activity’라는 쿤의 날카로운 통찰에 의존한 표현이다.

## 참고 문헌

### 1. 화이트헤드의 저작들:

1) *AI Adventures of Ideas* (1933), 오영환 역, 『관념의 모험』, 한길사, 1996.

2) *CN : The Concept of Nature* (1920).

3) *PR : Process and Reality: An Essay in Cosmology* (1929). D.R.Griffin과

D.W.Sherburne 에 의한 교정판(New York: The Free Press, 1978), 오영환 역, 『과정과 실재: 유기체적 세계관의 구상』, 민음사, 1991.

4) *R: The Principle of Relativity: With Applications to Physical Science* (1922).

5) *SMW: Science and the Modern World*(1925), 오영환 역, 『과학과 근대세계』, 서광사, 1989.

※㉠으로 표시된 것은 우리말 번역본의 쪽수, 그 외에는 원문의 쪽수임.

## 2. 그 외의 문헌들:

1) 오영환 (1997): 『화이트헤드와 인간의 시간 경험』, 통나무.

2) 오영환 외 (1993): 『과학과 형이상학』, 자유사상사.

3) Kuhn, T.S. (1962/1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: The University of Chicago Press.

4) Plamondon, A.L. (1979): *Whitehead's Organic Philosophy of Science*, Albany: SUNY Press.

5) Schilpp, P.A. (ed.)(1941/1951). *The Philosophy of Alfred North Whitehead*, New York: Tudor.

6) Suppe, F. (1977). *The Structure of Scientific Theories*, University of Illinois Press.