

연장된 신체로서의 도구: 데카르트의 망원경 이론*

1

김봉국

서울대학교, 과학사 및 과학철학 협동과정

- I. 머리말
- II. 데카르트의 기계적 철학: 유용성을 위한
자연학과 기계학의 연계
- III. 데카르트의 망원경 이론: 자연으로부터
연장된 도구

- IV. 망원경의 진화: 연장된 눈에서 현실세계의
망원경으로
- V. 데카르트의 도구와 기계: 장인을 계몽하기
위한 기획
- VI. 맺음말

I. 머리말

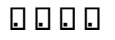
1637년 출간된 굴절광학(*La Dioptrique*)에서 데카르트(René Descartes, 1596-1650)는 생김새가 독특한 두 가지 광학 기구를 소개했다. 첫 번째 기구는 긴 원통형 관(管)의 전면부에 얇은 렌즈가 달려 있고 관 속에는 물이 채워져 콘택트렌즈처럼 눈에 밀착되는 장치였다(<그림 1> 왼쪽). 두 번째 광학 기구는 매우 두꺼운 유리의 양 끝을 절삭, 연마하여 만든 기다란 통유리 렌즈였다(<그림 1> 오른쪽).

²⁾ 데카르트는 두 기구의 원리를 상술하면서 이 장치를 이용하면 먼 거리의 물체를 훨씬

1 * 이 글은 2005년 10월 21일 한국과학사학회 추계발표회에서 발표한 초고를 발전시킨 것이다. 초고를 쓰는 동안 냉철한 조언을 해주신 홍성욱 선생님, 이상욱 선생님, 김재영 선생님께 감사드린다. 또 이 글 전체의 논지를 다듬는 과정에서 큰 도움을 주신 임종태 선생님, 박민아, 서민우, 김준수, 오선실 학형께 감사드린다.

2) René Descartes, *La Dioptrique*, in Chaires Adam and Paul Tannery, eds., *Oeuvres de Descartes* Vol. VI, (Paris: Vrin, 1982), pp. 156, 159. 데카르트의 굴절광학 (*La Dioptrique*)과 기하학(*La Géométrie*), 기상론(*Les Météors*)과 함께 묶여 이성을 바르게 이끌어 여러 학문에서 진리를 탐구하기 위한 방법의 서설과 이 방법을 활용한 에세이들(*Discours de la methode pour bien conduire sa raison, et chercher la verité dans les sciences*)이란 책으로 출판되었다. 이 글에서 Paul J. Olscamp, trans., *Discourse on Method, Optics, Geometry, and Meteorology*

가깝게 볼 수 있다고 주장했다. 흥미롭게도 데카르트는 이 특이한 장치들이 일종의 망원경이라고 주장했던 것이다.³⁾

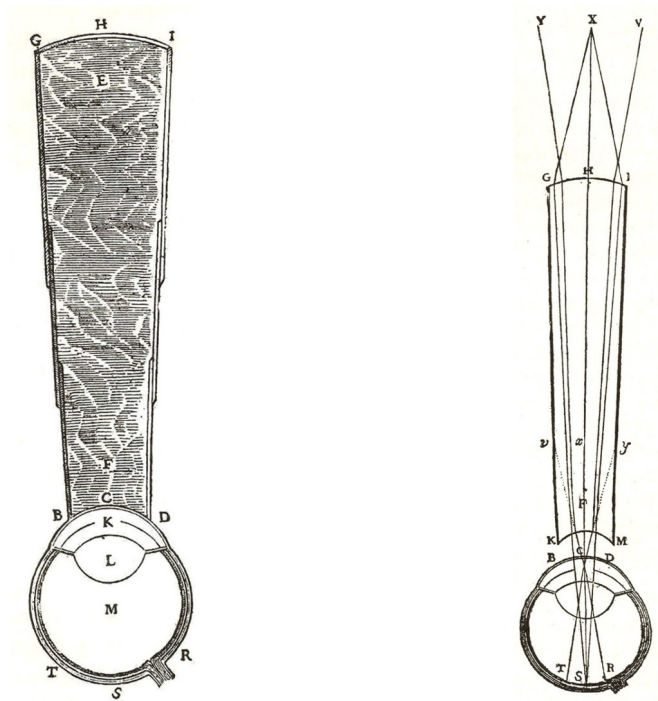
더욱 이목을 끄는 부분은 위의 장치들과 실제 망원경의 관계에 관해 데카르트가 개진하고 있는 견해이다. 사실 위의 두 장치는 일반적으로 사용되던 광학 기구도 아니거니와 데카르트 본인도 실제로 제작해 보지 않았을 것이 분명한, 단지 그의 머릿속에서 고안된 가상의 장치였다. 그럼에도 굴절광학에서 두 광학 기구는, 당시 통용되던 망원경이 그 구조와 형태를 갖추기까지 밟아나갔던 발전 단계를 논하는 맥락에서 소개되고 있다. 다시 말해 데카르트는 첫 번째 광학 기구가 망원경의 원형(原型)인  , 이를 실용적으로 사용할 수 있도록 만든 장치가 두 번째 광학 기구이며, 이를 더욱 개량하여 당시 사용되던 망원경이 등장한 것인 양 설명했던 것이다.

4)

(Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1965)를 활용했다.

- 3) 첫 번째 기구는 그 생김새로 인해 콘택트렌즈의 원리를 예시한 장치로 자주 오인되었다. 특히 콘택트렌즈의 약사(略史)를 다룬 초기 저작들은 1887년에 스위스 의사 피크(A. E. Fick)와 독일 의사 뮐러(F. E. Müller)가 독립적으로 콘택트렌즈를 발명하기 250여 년 전에, 데카르트가 그 원리를 이론적으로 예견했다고 설명하고 있다. 콘택트렌즈 발명에 대한 데카르트의 기여를 논한 대표적인 연구로는, J. M. Enoch, "Descartes' Contact Lens," *American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry* 33 (1956), pp. 77-85; R. Graham, "The Evolution of Corneal Contact Lenses," *American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry* 33 (1956), pp. 55-57을 들 수 있다. 한편, 존 레빈(John R. Levene)은 이런 오해를 바로 잡기 위해, 데카르트의 첫 번째 광학 기구가 근시와 원시를 바로 잡는 기구(콘택트렌즈)가 아니라 물체의 상을 확대하는 용도의 기구(망원경)임을 주장하는 짧은 논문을 쓰기도 했다. John R. Levene, "Sources of Confusion in Descartes' s Illustration, with Reference to the History of Contact Lenses," *History of Science* 6 (1968), pp. 90-96.

- 4) René Descartes, *La Dioptrique*, in Paul J. Olscamp, trans., op. cit.(각주 1), pp. 119-122.



<그림 1> 데카르트의 망원경. 출전: René Descartes, *La Dioptrique*, in Chales Adam and Paul Tannery, eds., *Oeuvres de Descartes* Vol. VI, (Paris: Vrin, 1982), pp. 156, 159.

데카르트는 대체 무슨 근거로 이 특이한 기구를 망원경의 원형이라 주장했던 것일까? 아울러 왜 데카르트는 실제 망원경의 발명 및 개량 과정과 그다지 상관없어 보이는 망원경의 진화 단계를 논한 것일까? 이런 물음에 답하려면 데카르트의 망원경 이론을 그가 추구한 기계적 철학(mechanical philosophy)의 연장선상에서 파악해야 한다.

‘자연’과 ‘기계’를 동일시하는 기계적 철학 특유의 접근법은 망원경에 대한 데카르트의 논의 전반을 관통하는 기본 원칙이었기 때문이다. 이 글에서 필자는 데카르트가 망원경(기계)을 인간의 눈(자연)을 인공적으로 연장한 장치로 여겼으며, 이를 토대로 독특한 망원경 이론을 정립했음을 보일 것이다. 또한 데카르트가 자신의 이론을 통해 당대의 불완전한 망원경이 크게 개량되어 그 본연의 완벽함에 이를 것이라 기대했으며, □ □ □ □ □ □ □ ‘□ □ □ □ □ □’ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ 데카르트의 기대가 반영되었음을 주장할 것이다.

데카르트의 난해한 망원경 이론을 해명하고 이 이론이 등장한 맥락을 살피는 것이 본 논문의 일차적 목적이지만, 이런 분석을 통해 데카르트의 기계적 철학 전반에 관해서도 좀 더 균형 잡히고 진전된 이해를 얻을 수 있을 것이다. 기존의 연구들은 주로, 데카르트가 명확하게 인식할 수 있는 기계의 메커니즘에 빚대어 자연을 이해함으로써

자연의 미시적 작동 원리를 설명하고자 한 측면을 집중 조명했다. 하지만 이 글을 통해서 우리는 데카르트가 자신의 기계적 철학을 통해서 자연에 대한 합리적 이해를 얻는 것 이상의 목표를 추구했음을, 적어도 망원경 이론을 정립해가는 그의 모습 속에서 확인할 수 있을 것이다. 자연과 기계를 동일시하는 관점은 자연을 명확하게 이해하는 데 중요했을 뿐만 아니라, 자연의 원리를 그것과 본질적으로 다르지 않은 기계에 다시 적용함으로써 좀 더 완벽한 기계의 제작을 가능하게 한다는 데카르트의 기획에서도 핵심적인 역할을 했다.

II. 데카르트의 기계적 철학: 유용성을 위한 자연학과 기계학의 연계

데카르트의 자연학은 명석판명한 지식의 근거를 마련하려는 형이상학적 고찰을 토대로 구축되었다. 데카르트는 그의 사상을 집대성한 *철학의 원리(Principia Philosophiae, 1644)*의 제1부, 실체(substance)를 그 본성에 따라 정신세계인 ‘사유하는 실체(*res cogitans*)’와 물질세계인 ‘연장된 실체(*res extensa*)’로 양분했고, 자연의 근간인 물질적 실체를 ‘기하학적 연장(geometrical extension : 물체가 3차원 공간에서 점유하는 길이, 너비, 높이)’만으로 완전하게 정의할 수 있다고 주장했다.⁵⁾ 데카르트가 보기에 연장을 제외한 나머지 속성들, 예컨대 무거움과 가벼움, 차가움과 따뜻함, 건조함과 습함, 그리고 색깔, 소리, 냄새, 맛 등은 물체의 본질적 속성이 아니라, 그 물체를 구성하는 미세 입자들의 크기, 모양, 운동 상태에 따라 인간의 감각기관이 만들어내는 부차적 속성일 뿐이었다.⁶⁾ 이 같은 고찰 아래 데카르트는 자연으로부터 신비한 힘과 속성들을 몰아내고, 자연의 모든 원리를 물체의 크기, 모양, 운동과 그에 작용하는 기하학과 기계학의 원리만으로 환원해 설명하는 새로운 자연학을 구축하고자 했다.

5) 물질적 실체에 관한 데카르트의 논변은 *철학의 원리* 제2장 “물질적인 것들의 원리에 관하여”를 참조하라. 2장 말미에서 데카르트는 자연은 본질적으로 “기하학자들이 양(quantity)이라 부르면서 증명대상으로 삼는 것과 다르지 않”으며 이런 점에서 자신의 자연학은 일종의 기하학이라고 주장했다. René Descartes, *Principia Philosophiae*, in John Cottingham, Robert Stoothoff, Dugald Murdoch, trans., *The Philosophical Writings of Descartes*(이하 CSM), Vol. I (Cambridge: Cambridge University Press, 1985), pp. 223-247, esp. p. 247.

6) 영국의 철학자 존 로크(John Locke, 1632-1704)는 *인간오성론(Essay on Human Understanding, 1689)*에서 이런 데카르트의 논변을 발전시켜, 사물 자체의 속성에 해당하는 연장을 제1성질(primary qualities), 감각기관에서 주관적으로 발생하는 나머지 속성들을 제2성질(secondary qualities)로 정식화했다.

이런 시도의 일환으로 데카르트는 자연학에서 물질의 활성화와 내재적 성질에 의거한 설명을 배제했을 뿐만 아니라, 아리스토텔레스 이래로 유지되어 온 ‘자연적인 것’과 ‘인공적인 것’ 혹은 자연과 기계 사이의 경계마저 허물어뜨렸다.⁷⁾ 데카르트에게 신의 합리적 설계에 기초해 구축된 자연과 인간이 만들어 낸 기계는 그 규모와 정교함에서 차이가 날 뿐, 양자 모두 기하학과 수학으로 분석할 수 있는 연장된 실체라는 점에서 본질적으로 동일했다. 나아가 데카르트는 “기계학(mechanics)과 물리학(physics)의 한 분과이자 특수 사례일 뿐이며 기계학의 설명 중 자연학에 적용 불가능한 것은 없으므로, 각종 톱니바퀴를 조립해 시간을 알리도록 제작된 시계는 여러 씨앗에서 자라나 고유한 열매를 맺는 나무 못지않게 자연적인 것”이라고 주장했다.⁸⁾ 즉, 불활성 물질의 크기, 모양, 운동만을 물리적 현상의 본질로 간주하는 데카르트에게, 자연과 기계는 원칙적으로 다르게 취급될 이유가 없었던 것이다.

물론 이런 관점에서 볼 때도 자연과 기계 사이에 차이가 전혀 없는 것은 아니었다. 철학의 원리에서 데카르트는 이에 대해 다음과 같이 말했다.

대부분의 인공물, 특히 실제 제작 가능한 인공물의 경우 인간의 감각으로 쉽게 지각할 만큼 충분히 큰 기계부품들에 의해 작동된다. 반면, 자연의 효과는 인간의 감각으로는 파악하기 힘든 미세한 구조에 의존해 일어난다. 나는 이 점만 제외하면 인공물과 자연물 사이에 어떤 차이도 없다고 생각한다.⁹⁾

7) 자연과 인공을 구분하는 전통이 16-17세기를 거쳐 붕괴되는 맥락과 그것이 낳은 결과에 관한 이해는, 관련 연구들이 많이 이뤄짐에 따라 현재 크게 진척된 상황이다. 자연을 기계로 바라보는 세계관이 등장함에 따라 자연, 인공, 기계 사이의 관계뿐만 아니라 각각의 의미 자체도 변했는데, 이에 관해서는 Peter Dear, *Discipline and Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, ch. 3. “Art, Nature, Metaphor: The Growth of Physico-Mathematics,” (Chicago and London: The University of Chicago Press, 1995), pp. 151-179를 참조하라. 또한 시계를 비롯한 각종 인공물에 대한 관심 증대가 기계적 철학의 태동에 미친 영향에 관해서는 Otto Mayr, *Authority, Liberty and Automatic Machinery in Early Modern Europe*, ch. 3. “The Clockwork Universe,” (Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1986), pp. 54-101, esp. pp. 62-67을 참조하라. 그 밖에서도 Lorraine Daston and Katharine Park, *Wonders and the Order of Nature, 1150-1750*, ch. 7. “Wonders of Art, Wonders of Nature,” (New York: Zone Books, 1998), pp. 255-301; Paolo Rossi, *Philosophy, Technology, and the Arts in the Early Modern Era*, “The Nature-Art Relationship and the Machine of the World,” (New York: Harper & Row, 1970), pp. 137-145 등을 참조할 수 있다.

8) Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I, p. 288.

9) Ibid., p. 288.

데카르트에게 이 차이가 의미하는 바는 비교적 명확했다. 모든 자연 현상을 기하학적 연장만으로 해명하려면, □□ □□□ □□ □□ □□□ □ □□ □□ □□□

크기, 모양, 운동을 추정할 방법이 마련돼야 했던 것이다.

이런 맥락에서 기계와 기계학은 자연을 탐구하는 수단으로서 중요했는데, 기계를 분석하는 전형적인 방법은 자연학 연구의 난관을 극복하는 데 유용하게 활용될 수 있었다.¹⁰⁾ □ 철학의 원리□ 에서 데카르트는 “기계류를 능숙하게 다루는 사람들이 기능을 아는 특정 기계를 택해 그 구성부품의 일부를 살펴봄으로써 나머지 볼 수 없는 부분들의 설계를 쉽게 추측” 하듯이, 자신도 “자연에서 감지할 수 있는 효과와 부분들을 숙고한 후, 이를 일으키는 지각 불가능한 원인과 입자들을 찾아내고자 했다” 고 말했다.¹¹⁾ 나아가 데카르트는 기계학의 방법뿐만 아니라, 사람들이 제작해 그 원리를 잘 아는 기계나 인공물 자체도 자연의 미시적 메커니즘을 규명하는 데 큰 기여를 한다고 보았다. 요컨대 데카르트는 자연을 일종의 기계로 바라보고, 좀 더 명확히 파악할 수 있는 기계의 작동 메커니즘에 비유해 자연을 이해함으로써, 베일에 가려져 있는 자연의 메커니즘—미세한 물질입자의 크기, 모양, 그리고 운동 패턴—을 드러내고자 했던 것이다.

기계학의 원리와 기계적 유비를 통해 현상의 원인을 해명하려는 접근법은 데카르트의 자연학 전반을 관통하고 있었다. □ 세계, 혹은 빛에 관한 논고(*Le Monde, ou Traité de la lumière*)□ □□ □□□□□ □□ □□ , 중력 현상, □□□ □□ , 행성과 혜성의 운동을 포함한 우주 전체를 불활성 물질입자들과 그것들의 충돌, 그리고 그에 작용하는 세 가지 자연 법칙만으로 설명해 냈으며, □ 인간에 관한 논고(*Traité de l' homme*)□에서는 사람의 신체를 자동기계인형으로 가정하고 이를

10) 데카르트는 여러 저술에서 physics, mechanics, 그리고 양자의 관계에 관해 논했으며, 이 때 각 단어는 17세기의 통상적인 용법인 자연학(science of nature)과 기계학(science of machines)의 의미로 사용되었다. 하지만 데카르트는 기계학(mechanics)에 ‘실제 기계에 관한 학문’ 이상의 의미를 담곤 했는데, 기계학 분야에서 전형적으로 행해지던 물질의 크기, 모양, 운동에 관한 분석을 토대로 삼아 (자연과 기계를 모두 포괄하는) 물질적 실체에 관한 새로운 학문을 세우려 했기 때문이다. 이에 대해 다니엘 가버(Daniel Garber)는 데카르트의 기계학을 자연학의 토대 역할을 한 “foundational mechanics” 와 실제 기계에 관해 다루는 “non-foundational mechanics” 로 구분할 수 있다고 주장하기도 했다. Daniel Garber, “Descartes, Mechanics, and the Mechanical Philosophy,” *Midwest Studies in Philosophy* 26 (2002), pp. 185-204. 한편, 자연학과 기계학의 관계에 관한 폭 넓은 고찰은 Alan Gabbey, “Between ars and philosophia naturalis: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics,” in J. V. Field and F. A. J. L. James, eds., *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe* (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), pp. 133-145를 참조하라.

11) Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I , pp. 288-289.

통해서 호흡, 소화, 성장, 지각, 반응 등과 같은 생명현상을 기계적인 메커니즘으로 기술해 냈다.¹²⁾ 또한 데카르트 자연학의 완결판이라 할 만한 $\square$ 철학의 원리 $\square$ 에서, 그는 자신의 목표가 “이곳 지구와 관찰 가능한 전 우주를 마치 구성 부품의 모양과 움직임만 고찰하면 되는 기계처럼 설명” 하는 데 있었음을 밝힌 바 있다.¹³⁾ 이러한 데카르트의 기계적 철학은 당시 권위가 흔들리고 있었던 아리스토텔레스의 방대한 자연철학을 총괄적으로 대체할 수 있는 대안으로 평가받으며 큰 성공을 거두었다.

하지만 자연과 기계를 동일시하고 기계의 연장선상에서 자연을 이해하려는 접근방식에는 한 가지 딜레마가 있었다. 기계적 유비를 통해 설명해 낸 자연의 메커니즘이 감각으로 인지할 수 없는 미세 입자의 운동에 의존한다면, 이렇게 유추해 낸 설명이 자연의 실제 메커니즘과 일치하는지 여부를 어떻게 확인할 수 있을까? 데카르트가 이 근본적 의문에 대해 $\square$ 철학의 원리 $\square$ 에서 내놓은 답변은 ‘불가능하다’ 였다.

하지만 내가, 추정한 원인들[과 인과적 메커니즘]을 통해 자연 만물이 어떻게 형성될 수 있었는지 보였다고 하여, 자연 만물이 실제로 그런 원인들[과 인과적 메커니즘]에 의해 형성되었다고 단정해서는 안 된다. 한 숙련공이 겉모습이 동일하고 같은 시각을 가리키는 두 개의 시계를 그 내부 톱니바퀴의 구성을 완전히 달리해 조립할 수 있듯이, 이 세계의 신성한 조물주는 우리 눈에 보이는 모든 사물들을 무한히 다양한 방식으로 만들어 낼 수 있다. 인간의 정신으로는 조물주가 실제 어떤 방식을 선택해 이 세계를 만들었는지 알 길이 없는 것이다. 나는 이점을 기꺼이 인정한다. 그리고 나는 내가 추정한 원인들에 의해 일어나는 결과가 자연의 모든 현상들과 정확히 일치하기만 한다면, 그런 현상들의 실제 원인이 무엇인지 결정하지 않고도 내가 목표한 바를 모두 달성했다고 여길 것이다.¹⁴⁾

이 언급은 데카르트가 자신이 고안한 미시적 메커니즘을 일종의 가설로 취급했으며, 현상에 대한 개연적 설명을 자연학의 목표로 설정했음을 보여준다. 이런 데카르트의 입장은 $\square$ 세계, 혹은 빛에 관한 논고 $\square$ 나 $\square$ 인간에 관한 논고 $\square$ 와 같은 초기 저작들에서도 비교적 일관되게 나타난다. 물질입자들로만 이뤄진 ‘가상의 신세계’ 를 구축하고 현실 세계의 현상들이 이곳에서도 동일하게 일어남을 논하는 독특한 서술방식이나, 이 ‘가상의 신세계’ 가 실제 세계와 일치한다고 단정할 수는 없어도 신이 이런 방식으로 우리 세계와 동등한 신세계를 재창조할 수 있다는 주장은 $\square$ 철학의

12) René Descartes, *Le Monde, ou Traité de la lumière*, in Stephen Gaukroger, ed., *The World and Other Writings* (Cambridge University Press, 1998), pp. 3-75; René Descartes, *Traité de l' homme*, in Gaukroger, ed., *The World and Other Writings*, pp. 99-169.

13) Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I, p. 279.

14) Ibid., p. 289.

원리Ⅱ에서 표명한 목표와 일맥상통하기 때문이다.¹⁵⁾

데카르트의 이런 태도는 그에 대한 전형적 인상, 즉 당대의 극단적 회의론에 정면으로 맞서 절대 의심할 수 없는 지식의 토대를 구축해 나가는 철학자의 이미지와 상충한다.¹⁶⁾ 또한 철학의 제1원리로부터 지식을 연역해 절대적 확실성을 획득하려는 데카르트의 형이상학과, 기계적 유비에 의거한 개연적 설명에 기꺼이 만족하는 자연학 사이에는 명백한 불일치가 존재한다. 이는 많은 데카르트 연구자들을 당혹스럽게 만든 문제이지만, 흥미롭게도 정작 데카르트 본인은 이 문제에 대해 묵과하지 않았다. 그는 이런 불일치를 염두에 두고 Ⅱ 철학의 원리Ⅱ에서 개연성을 추구하는 자신의 자연학이 두 가지 차원에서 가치를 지닌다고 강조한 바 있다.

우선 데카르트는 그의 자연학이 비록 절대적 진리에 대한 해답은 아니지만 “일상생활에서 활용되기에 충분한 확실성”을 지닌다는 점을 암호해독에 비유해 설명했다.¹⁷⁾ 예컨대 추정해 낸 해독 규칙을 적용하여 암호문의 의미가 통했을 때 그 규칙이 (절대적으로 옳다고 할 수는 없어도) 얼마간 정확하다고 믿는 것처럼, 물질과 운동에 의거한 가설적 메커니즘을 적용해 자연의 여러 현상들을 설명해 낼 수 있으면 그 메커니즘 역시 충분히 확실한 것으로 받아들일 수 있다는 것이다. 이에 더하여 데카르트는 해독해 낸 암호문이 길수록 그 해독 규칙을 더 신뢰할 수 있듯이, 자신이 몇 가지 원리들만으로 거의 모든 자연 현상을 정합성 있게 설명해 냈다는 점에 큰 의미를 두었다.¹⁸⁾

하지만 데카르트가 새로운 자연학의 가치를 강조한 더 중요한 근거는 이를 응용해 얻을 수 있는 ‘유용성’이었다. Ⅱ 철학의 원리Ⅱ에서 데카르트는 자연세계에 대한 절대적 진리를 획득할 수 없는 한계를 논한 후, 그가 정립한 자연학의 의의를 다음과 같이 말했다.

나는 추정한 원인들에 의해 일어나는 결과가 자연의 모든 현상들과 정확히 일치하기만

15) Descartes, *Le Monde, ou Traité de la lumière*, in Stephen Gaukroger, ed., op. cit.(각주 11), p. 24.

16) 지식의 위기와 회의론에 대한 대응은 데카르트의 사상체계를 평가하는 데 중심축 역할을 해왔다. 이에 관한 대표적인 역사적 연구로는 R. H. Popkin, *The History of Skepticism from Erasmus to Spinoza* (University of California Press, 1979), chaps. 10-11을 들 수 있다. 하지만 최근의 연구자들은 회의론에 대한 데카르트의 대응을 조금 다른 각도에서 분석하면서, 그것이 데카르트의 주된 관심사라기보다는 더 큰 목적(아리스토텔레스 철학의 대체)을 달성하기 위해 활용했던 수단으로 바라봐야 한다고 지적하고 있다. Stephen Gaukroger, *Descartes: An Intellectual Biography* (Oxford University Press, 1995), pp. 135-146.

17) 데카르트는 이런 유형의 확실성을 absolute certainty와 구분해 moral certainty라 불렀다. Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I, p. 290.

18) Ibid., p. 290.

한다면, 그런 현상들의 실제 원인들이 무엇인지 결정하지 않고도, 내가 목표한 바를 모두 달성했다고 여길 것이다. 이것만으로도 일상을 살아가는 데에 충분한 응용이 산출되는데, 자연학의 도움으로 완벽한 단계에 이를 수 있는 의학, 기계학, 그리고 나머지 모든 기예들은, 자연적 원인들이 작용해 지각 가능한 특정한 결과들[자연의 현상들]이 산출되는 방식대로, 지각 가능한 물체들을 서로에게 적용하는 것을 목표로 삼기 때문이다. 그리고 우리는 다양한 원인들을 추정하고 그 인과적 결과를 고려하는 것을 통해서, 추정된 원인이 진실이나 거짓이냐에 무관하게 그 목표를 달성할 수 있다. 이런 인과적 결과는 관찰 가능한 결과들[자연의 현상들]에 속하는 한 결코 달라지지 않기 때문이다.¹⁹⁾

여기서 데카르트는 가설적 메커니즘으로 자연의 현상들을 명확히 설명해 내는 것만으로도 충분한 응용을 낳으며, 이를 통해 여러 실용적인 분야들이 발전할 수 있음을 논하고 있다. 또한 그는 “이런 가설[적 메커니즘]을 활용하면 마치 자연적 원인들을 조작해 원하는 결과를 얻는 것과 같은 효과를 볼 수 있다” 고 강조했다.²⁰⁾ 그것이 구체적으로 어떻게 가능한지에 대한 데카르트의 생각은 3절과 4절에서 논할 망원경의 사례에서 살펴볼 수 있는데, 일단 여기서 주목할 만한 사실은 데카르트가 자연학의 의의를 자연학 그 자체가 아니라 다른 분야들과의 연계 속에서 찾았으며 그 연결 고리에 자연학이 다른 학문들에 제공할 유용성이 자리했다는 점이다. 이와 관련해 데카르트는 자신의 전체 철학 체계를 ‘지식의 나무’에 비유하면서, 형이상학과 자연학이 각각 뿌리와 줄기에 해당하고 기계학, 의학, 윤리학으로 대표되는 각종 학문들이 가지를 이룬다고 논했다. 또한 그는 “나무의 열매가 뿌리나 줄기가 아니라 가지 끝에서 맺히듯이, 철학의 주된 결실은 마지막에 배울 수 있는 분야들[기계학, 의학 등]에서 나온다” 고 강조했다.²¹⁾

데카르트가 자연에 관한 이론적이고 추상적인 논의를 넘어서 실제적 문제들과 다양한 기계기술에 관심을 보였다는 사실은 몇몇 연구자들이 조명한 바 있다. 데카르트의 저작과 편지들은 시계, 펌프, 수차, 오르간, 분수기계와 같은 각종 기계장치에 대한 이야기와 이런 인공물에 비유해 자연의 현상들을 해명하는 내용으로 풍성하다.²²⁾ 좀 더

19) 인용문의 마지막 두 문장 “그리고 나머지 모든 기예들은 [...] 결코 달라지지 않기 때문이다”는 1647년에 프랑스 번역판이 출간되면서 내용이 확장되고 추가된 부분이다. 1644년에 출간된 라틴어 판본에는 “그리고 나머지 모든 기예들은 감각으로 인지할 수 있는 대상들, 즉 자연의 현상들에 속하는 것들만 다루기 때문이다”라고 써어 있다. Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I, p. 289.

20) Ibid., p. 255.

21) 지식의 나무에 관한 논의는 □ 철학의 원리 □ 프랑스어판 서문에 실려 있다. Ibid., p. 186.

22) Arthur H. Schrynmakers, “Descartes and the Weight-Driven Chain Clock,” *Isis* 60 (1969), pp. 233-236; Otto Mayr, op. cit. (각주6), pp. 54-101, esp. pp. 62-67; Simon Werrett, “Wonders Never Cease: Descartes’ *s Météores* and the Rainbow Fountain,” *British Journal of History of Science* (2001), pp. 129-147; D. Graham Burnett, *Descartes and the Hyperbolic Quest: Lens Making Machines and Their Significance in the Seventeenth*

최근의 연구들은, 복잡한 기계장치의 작동 원리를 ‘기본기계(simple machines : 지레, 사면(斜面), 도르래, 윤축(輪軸), 나사, 썰기)’의 기능적·구조적 결합으로 설명하는 르네상스기의 기계학이 데카르트의 자연학 연구에 미친 직·간접적 영향을 살피고 있다.²³⁾ 이런 연구들을 통해서, 자연과 기계를 동일시하고 기계의 연장선상에서 자연을 이해하려는 독특한 접근방식의 기원을 당대의 기계적 기술 및 기계학의 전통 속에서 찾으려는 시도가 이뤄지고 있다.

하지만 데카르트의 철학 체계에서 기계적 기술 및 지식이 갖는 위상, 특히 그것과 자연학의 관계에 대해 좀 더 치밀한 평가를 할 여지는 여전히 남아 있다. 필자가 보기에 데카르트에게 기계적 기술은 자연을 이해하고 자연학을 개혁하기 위해 참조해야 하는 대상일 뿐만 아니라, 자연학을 통해 드러난 자연적 원인들의 효과를 체계적으로 활용해 더 완벽한 형태로 개선돼야 할 대상이기도 했다. 실제로 데카르트는 이런 맥락에서 자신의 기계적 철학이 실용적 응용의 차원에서 큰 성과를 낼 수 있음을 여러 차례 강조한 바 있다. 일례로 방법 서설(*Discourse de la méthode*)¹⁶ 114쪽, 115쪽, 116쪽, 117쪽, 118쪽, 119쪽, 120쪽, 121쪽, 122쪽, 123쪽, 124쪽, 125쪽, 126쪽, 127쪽, 128쪽, 129쪽, 130쪽, 131쪽, 132쪽, 133쪽, 134쪽, 135쪽, 136쪽, 137쪽, 138쪽, 139쪽, 140쪽, 141쪽, 142쪽, 143쪽, 144쪽, 145쪽, 146쪽, 147쪽, 148쪽, 149쪽, 150쪽, 151쪽, 152쪽, 153쪽, 154쪽, 155쪽, 156쪽, 157쪽, 158쪽, 159쪽, 160쪽, 161쪽, 162쪽, 163쪽, 164쪽, 165쪽, 166쪽, 167쪽, 168쪽, 169쪽, 170쪽, 171쪽, 172쪽, 173쪽, 174쪽, 175쪽, 176쪽, 177쪽, 178쪽, 179쪽, 180쪽, 181쪽, 182쪽, 183쪽, 184쪽, 185쪽, 186쪽, 187쪽, 188쪽, 189쪽, 190쪽, 191쪽, 192쪽, 193쪽, 194쪽, 195쪽, 196쪽, 197쪽, 198쪽, 199쪽, 200쪽, 201쪽, 202쪽, 203쪽, 204쪽, 205쪽, 206쪽, 207쪽, 208쪽, 209쪽, 210쪽, 211쪽, 212쪽, 213쪽, 214쪽, 215쪽, 216쪽, 217쪽, 218쪽, 219쪽, 220쪽, 221쪽, 222쪽, 223쪽, 224쪽, 225쪽, 226쪽, 227쪽, 228쪽, 229쪽, 230쪽, 231쪽, 232쪽, 233쪽, 234쪽, 235쪽, 236쪽, 237쪽, 238쪽, 239쪽, 240쪽, 241쪽, 242쪽, 243쪽, 244쪽, 245쪽, 246쪽, 247쪽, 248쪽, 249쪽, 250쪽, 251쪽, 252쪽, 253쪽, 254쪽, 255쪽, 256쪽, 257쪽, 258쪽, 259쪽, 260쪽, 261쪽, 262쪽, 263쪽, 264쪽, 265쪽, 266쪽, 267쪽, 268쪽, 269쪽, 270쪽, 271쪽, 272쪽, 273쪽, 274쪽, 275쪽, 276쪽, 277쪽, 278쪽, 279쪽, 280쪽, 281쪽, 282쪽, 283쪽, 284쪽, 285쪽, 286쪽, 287쪽, 288쪽, 289쪽, 290쪽, 291쪽, 292쪽, 293쪽, 294쪽, 295쪽, 296쪽, 297쪽, 298쪽, 299쪽, 300쪽, 301쪽, 302쪽, 303쪽, 304쪽, 305쪽, 306쪽, 307쪽, 308쪽, 309쪽, 310쪽, 311쪽, 312쪽, 313쪽, 314쪽, 315쪽, 316쪽, 317쪽, 318쪽, 319쪽, 320쪽, 321쪽, 322쪽, 323쪽, 324쪽, 325쪽, 326쪽, 327쪽, 328쪽, 329쪽, 330쪽, 331쪽, 332쪽, 333쪽, 334쪽, 335쪽, 336쪽, 337쪽, 338쪽, 339쪽, 340쪽, 341쪽, 342쪽, 343쪽, 344쪽, 345쪽, 346쪽, 347쪽, 348쪽, 349쪽, 350쪽, 351쪽, 352쪽, 353쪽, 354쪽, 355쪽, 356쪽, 357쪽, 358쪽, 359쪽, 360쪽, 361쪽, 362쪽, 363쪽, 364쪽, 365쪽, 366쪽, 367쪽, 368쪽, 369쪽, 370쪽, 371쪽, 372쪽, 373쪽, 374쪽, 375쪽, 376쪽, 377쪽, 378쪽, 379쪽, 380쪽, 381쪽, 382쪽, 383쪽, 384쪽, 385쪽, 386쪽, 387쪽, 388쪽, 389쪽, 390쪽, 391쪽, 392쪽, 393쪽, 394쪽, 395쪽, 396쪽, 397쪽, 398쪽, 399쪽, 400쪽, 401쪽, 402쪽, 403쪽, 404쪽, 405쪽, 406쪽, 407쪽, 408쪽, 409쪽, 410쪽, 411쪽, 412쪽, 413쪽, 414쪽, 415쪽, 416쪽, 417쪽, 418쪽, 419쪽, 420쪽, 421쪽, 422쪽, 423쪽, 424쪽, 425쪽, 426쪽, 427쪽, 428쪽, 429쪽, 430쪽, 431쪽, 432쪽, 433쪽, 434쪽, 435쪽, 436쪽, 437쪽, 438쪽, 439쪽, 440쪽, 441쪽, 442쪽, 443쪽, 444쪽, 445쪽, 446쪽, 447쪽, 448쪽, 449쪽, 450쪽, 451쪽, 452쪽, 453쪽, 454쪽, 455쪽, 456쪽, 457쪽, 458쪽, 459쪽, 460쪽, 461쪽, 462쪽, 463쪽, 464쪽, 465쪽, 466쪽, 467쪽, 468쪽, 469쪽, 470쪽, 471쪽, 472쪽, 473쪽, 474쪽, 475쪽, 476쪽, 477쪽, 478쪽, 479쪽, 480쪽, 481쪽, 482쪽, 483쪽, 484쪽, 485쪽, 486쪽, 487쪽, 488쪽, 489쪽, 490쪽, 491쪽, 492쪽, 493쪽, 494쪽, 495쪽, 496쪽, 497쪽, 498쪽, 499쪽, 500쪽, 501쪽, 502쪽, 503쪽, 504쪽, 505쪽, 506쪽, 507쪽, 508쪽, 509쪽, 510쪽, 511쪽, 512쪽, 513쪽, 514쪽, 515쪽, 516쪽, 517쪽, 518쪽, 519쪽, 520쪽, 521쪽, 522쪽, 523쪽, 524쪽, 525쪽, 526쪽, 527쪽, 528쪽, 529쪽, 530쪽, 531쪽, 532쪽, 533쪽, 534쪽, 535쪽, 536쪽, 537쪽, 538쪽, 539쪽, 540쪽, 541쪽, 542쪽, 543쪽, 544쪽, 545쪽, 546쪽, 547쪽, 548쪽, 549쪽, 550쪽, 551쪽, 552쪽, 553쪽, 554쪽, 555쪽, 556쪽, 557쪽, 558쪽, 559쪽, 560쪽, 561쪽, 562쪽, 563쪽, 564쪽, 565쪽, 566쪽, 567쪽, 568쪽, 569쪽, 570쪽, 571쪽, 572쪽, 573쪽, 574쪽, 575쪽, 576쪽, 577쪽, 578쪽, 579쪽, 580쪽, 581쪽, 582쪽, 583쪽, 584쪽, 585쪽, 586쪽, 587쪽, 588쪽, 589쪽, 590쪽, 591쪽, 592쪽, 593쪽, 594쪽, 595쪽, 596쪽, 597쪽, 598쪽, 599쪽, 600쪽, 601쪽, 602쪽, 603쪽, 604쪽, 605쪽, 606쪽, 607쪽, 608쪽, 609쪽, 610쪽, 611쪽, 612쪽, 613쪽, 614쪽, 615쪽, 616쪽, 617쪽, 618쪽, 619쪽, 620쪽, 621쪽, 622쪽, 623쪽, 624쪽, 625쪽, 626쪽, 627쪽, 628쪽, 629쪽, 630쪽, 631쪽, 632쪽, 633쪽, 634쪽, 635쪽, 636쪽, 637쪽, 638쪽, 639쪽, 640쪽, 641쪽, 642쪽, 643쪽, 644쪽, 645쪽, 646쪽, 647쪽, 648쪽, 649쪽, 650쪽, 651쪽, 652쪽, 653쪽, 654쪽, 655쪽, 656쪽, 657쪽, 658쪽, 659쪽, 660쪽, 661쪽, 662쪽, 663쪽, 664쪽, 665쪽, 666쪽, 667쪽, 668쪽, 669쪽, 670쪽, 671쪽, 672쪽, 673쪽, 674쪽, 675쪽, 676쪽, 677쪽, 678쪽, 679쪽, 680쪽, 681쪽, 682쪽, 683쪽, 684쪽, 685쪽, 686쪽, 687쪽, 688쪽, 689쪽, 690쪽, 691쪽, 692쪽, 693쪽, 694쪽, 695쪽, 696쪽, 697쪽, 698쪽, 699쪽, 700쪽, 701쪽, 702쪽, 703쪽, 704쪽, 705쪽, 706쪽, 707쪽, 708쪽, 709쪽, 710쪽, 711쪽, 712쪽, 713쪽, 714쪽, 715쪽, 716쪽, 717쪽, 718쪽, 719쪽, 720쪽, 721쪽, 722쪽, 723쪽, 724쪽, 725쪽, 726쪽, 727쪽, 728쪽, 729쪽, 730쪽, 731쪽, 732쪽, 733쪽, 734쪽, 735쪽, 736쪽, 737쪽, 738쪽, 739쪽, 740쪽, 741쪽, 742쪽, 743쪽, 744쪽, 745쪽, 746쪽, 747쪽, 748쪽, 749쪽, 750쪽, 751쪽, 752쪽, 753쪽, 754쪽, 755쪽, 756쪽, 757쪽, 758쪽, 759쪽, 760쪽, 761쪽, 762쪽, 763쪽, 764쪽, 765쪽, 766쪽, 767쪽, 768쪽, 769쪽, 770쪽, 771쪽, 772쪽, 773쪽, 774쪽, 775쪽, 776쪽, 777쪽, 778쪽, 779쪽, 780쪽, 781쪽, 782쪽, 783쪽, 784쪽, 785쪽, 786쪽, 787쪽, 788쪽, 789쪽, 790쪽, 791쪽, 792쪽, 793쪽, 794쪽, 795쪽, 796쪽, 797쪽, 798쪽, 799쪽, 800쪽, 801쪽, 802쪽, 803쪽, 804쪽, 805쪽, 806쪽, 807쪽, 808쪽, 809쪽, 810쪽, 811쪽, 812쪽, 813쪽, 814쪽, 815쪽, 816쪽, 817쪽, 818쪽, 819쪽, 820쪽, 821쪽, 822쪽, 823쪽, 824쪽, 825쪽, 826쪽, 827쪽, 828쪽, 829쪽, 830쪽, 831쪽, 832쪽, 833쪽, 834쪽, 835쪽, 836쪽, 837쪽, 838쪽, 839쪽, 840쪽, 841쪽, 842쪽, 843쪽, 844쪽, 845쪽, 846쪽, 847쪽, 848쪽, 849쪽, 850쪽, 851쪽, 852쪽, 853쪽, 854쪽, 855쪽, 856쪽, 857쪽, 858쪽, 859쪽, 860쪽, 861쪽, 862쪽, 863쪽, 864쪽, 865쪽, 866쪽, 867쪽, 868쪽, 869쪽, 870쪽, 871쪽, 872쪽, 873쪽, 874쪽, 875쪽, 876쪽, 877쪽, 878쪽, 879쪽, 880쪽, 881쪽, 882쪽, 883쪽, 884쪽, 885쪽, 886쪽, 887쪽, 888쪽, 889쪽, 890쪽, 891쪽, 892쪽, 893쪽, 894쪽, 895쪽, 896쪽, 897쪽, 898쪽, 899쪽, 900쪽, 901쪽, 902쪽, 903쪽, 904쪽, 905쪽, 906쪽, 907쪽, 908쪽, 909쪽, 910쪽, 911쪽, 912쪽, 913쪽, 914쪽, 915쪽, 916쪽, 917쪽, 918쪽, 919쪽, 920쪽, 921쪽, 922쪽, 923쪽, 924쪽, 925쪽, 926쪽, 927쪽, 928쪽, 929쪽, 930쪽, 931쪽, 932쪽, 933쪽, 934쪽, 935쪽, 936쪽, 937쪽, 938쪽, 939쪽, 940쪽, 941쪽, 942쪽, 943쪽, 944쪽, 945쪽, 946쪽, 947쪽, 948쪽, 949쪽, 950쪽, 951쪽, 952쪽, 953쪽, 954쪽, 955쪽, 956쪽, 957쪽, 958쪽, 959쪽, 960쪽, 961쪽, 962쪽, 963쪽, 964쪽, 965쪽, 966쪽, 967쪽, 968쪽, 969쪽, 970쪽, 971쪽, 972쪽, 973쪽, 974쪽, 975쪽, 976쪽, 977쪽, 978쪽, 979쪽, 980쪽, 981쪽, 982쪽, 983쪽, 984쪽, 985쪽, 986쪽, 987쪽, 988쪽, 989쪽, 990쪽, 991쪽, 992쪽, 993쪽, 994쪽, 995쪽, 996쪽, 997쪽, 998쪽, 999쪽, 1000쪽, 1001쪽, 1002쪽, 1003쪽, 1004쪽, 1005쪽, 1006쪽, 1007쪽, 1008쪽, 1009쪽, 1010쪽, 1011쪽, 1012쪽, 1013쪽, 1014쪽, 1015쪽, 1016쪽, 1017쪽, 1018쪽, 1019쪽, 1020쪽, 1021쪽, 1022쪽, 1023쪽, 1024쪽, 1025쪽, 1026쪽, 1027쪽, 1028쪽, 1029쪽, 1030쪽, 1031쪽, 1032쪽, 1033쪽, 1034쪽, 1035쪽, 1036쪽, 1037쪽, 1038쪽, 1039쪽, 1040쪽, 1041쪽, 1042쪽, 1043쪽, 1044쪽, 1045쪽, 1046쪽, 1047쪽, 1048쪽, 1049쪽, 1050쪽, 1051쪽, 1052쪽, 1053쪽, 1054쪽, 1055쪽, 1056쪽, 1057쪽, 1058쪽, 1059쪽, 1060쪽, 1061쪽, 1062쪽, 1063쪽, 1064쪽, 1065쪽, 1066쪽, 1067쪽, 1068쪽, 1069쪽, 1070쪽, 1071쪽, 1072쪽, 1073쪽, 1074쪽, 1075쪽, 1076쪽, 1077쪽, 1078쪽, 1079쪽, 1080쪽, 1081쪽, 1082쪽, 1083쪽, 1084쪽, 1085쪽, 1086쪽, 1087쪽, 1088쪽, 1089쪽, 1090쪽, 1091쪽, 1092쪽, 1093쪽, 1094쪽, 1095쪽, 1096쪽, 1097쪽, 1098쪽, 1099쪽, 1100쪽, 1101쪽, 1102쪽, 1103쪽, 1104쪽, 1105쪽, 1106쪽, 1107쪽, 1108쪽, 1109쪽, 1110쪽, 1111쪽, 1112쪽, 1113쪽, 1114쪽, 1115쪽, 1116쪽, 1117쪽, 1118쪽, 1119쪽, 1120쪽, 1121쪽, 1122쪽, 1123쪽, 1124쪽, 1125쪽, 1126쪽, 1127쪽, 1128쪽, 1129쪽, 1130쪽, 1131쪽, 1132쪽, 1133쪽, 1134쪽, 1135쪽, 1136쪽, 1137쪽, 1138쪽, 1139쪽, 1140쪽, 1141쪽, 1142쪽, 1143쪽, 1144쪽, 1145쪽, 1146쪽, 1147쪽, 1148쪽, 1149쪽, 1150쪽, 1151쪽, 1152쪽, 1153쪽, 1154쪽, 1155쪽, 1156쪽, 1157쪽, 1158쪽, 1159쪽, 1160쪽, 1161쪽, 1162쪽, 1163쪽, 1164쪽, 1165쪽, 1166쪽, 1167쪽, 1168쪽, 1169쪽, 1170쪽, 1171쪽, 1172쪽, 1173쪽, 1174쪽, 1175쪽, 1176쪽, 1177쪽, 1178쪽, 1179쪽, 1180쪽, 1181쪽, 1182쪽, 1183쪽, 1184쪽, 1185쪽, 1186쪽, 1187쪽, 1188쪽, 1189쪽, 1190쪽, 1191쪽, 1192쪽, 1193쪽, 1194쪽, 1195쪽, 1196쪽, 1197쪽, 1198쪽, 1199쪽, 1200쪽, 1201쪽, 1202쪽, 1203쪽, 1204쪽, 1205쪽, 1206쪽, 1207쪽, 1208쪽, 1209쪽, 1210쪽, 1211쪽, 1212쪽, 1213쪽, 1214쪽, 1215쪽, 1216쪽, 1217쪽, 1218쪽, 1219쪽, 1220쪽, 1221쪽, 1222쪽, 1223쪽, 1224쪽, 1225쪽, 1226쪽, 1227쪽, 1228쪽, 1229쪽, 1230쪽, 1231쪽, 1232쪽, 1233쪽, 1234쪽, 1235쪽, 1236쪽, 1237쪽, 1238쪽, 1239쪽, 1240쪽, 1241쪽, 1242쪽, 1243쪽, 1244쪽, 1245쪽, 1246쪽, 1247쪽, 1248쪽, 1249쪽, 1250쪽, 1251쪽, 1252쪽, 1253쪽, 1254쪽, 1255쪽, 1256쪽, 1257쪽, 1258쪽, 1259쪽, 1260쪽, 1261쪽, 1262쪽, 1263쪽, 1264쪽, 1265쪽, 1266쪽, 1267쪽, 1268쪽, 1269쪽, 1270쪽, 1271쪽, 1272쪽, 1273쪽, 1274쪽, 1275쪽, 1276쪽, 1277쪽, 1278쪽, 1279쪽, 1280쪽, 1281쪽, 1282쪽, 1283쪽, 1284쪽, 1285쪽, 1286쪽, 1287쪽, 1288쪽, 1289쪽, 1290쪽, 1291쪽, 1292쪽, 1293쪽, 1294쪽, 1295쪽, 1296쪽, 1297쪽, 1298쪽, 1299쪽, 1300쪽, 1301쪽, 1302쪽, 1303쪽, 1304쪽, 1305쪽, 1306쪽, 1307쪽, 1308쪽, 1309쪽, 1310쪽, 1311쪽, 1312쪽, 1313쪽, 1314쪽, 1315쪽, 1316쪽, 1317쪽, 1318쪽, 1319쪽, 1320쪽, 1321쪽, 1322쪽, 1323쪽, 1324쪽, 1325쪽, 1326쪽, 1327쪽, 1328쪽, 1329쪽, 1330쪽, 1331쪽, 1332쪽, 1333쪽, 1334쪽, 1335쪽, 1336쪽, 1337쪽, 1338쪽, 1339쪽, 1340쪽, 1341쪽, 1342쪽, 1343쪽, 1344쪽, 1345쪽, 1346쪽, 1347쪽, 1348쪽, 1349쪽, 1350쪽, 1351쪽, 1352쪽, 1353쪽, 1354쪽, 1355쪽, 1356쪽, 1357쪽, 1358쪽, 1359쪽, 1360쪽, 1361쪽, 1362쪽, 1363쪽, 1364쪽, 1365쪽, 1366쪽, 1367쪽, 1368쪽, 1369쪽, 1370쪽, 1371쪽, 1372쪽, 1373쪽, 1374쪽, 1375쪽, 1376쪽, 1377쪽, 1378쪽, 1379쪽, 1380쪽, 1381쪽, 1382쪽, 1383쪽, 1384쪽, 1385쪽, 1386쪽, 1387쪽, 1388쪽, 1389쪽, 1390쪽, 1391쪽, 1392쪽, 1393쪽, 1394쪽, 1395쪽, 1396쪽, 1397쪽, 1398쪽, 1399쪽, 1400쪽, 1401쪽, 1402쪽, 1403쪽, 1404쪽, 1405쪽, 1406쪽, 1407쪽, 1408쪽, 1409쪽, 1410쪽, 1411쪽, 1412쪽, 1413쪽, 1414쪽, 1415쪽, 1416쪽, 1417쪽, 1418쪽, 1419쪽, 1420쪽, 1421쪽, 1422쪽, 1423쪽, 1424쪽, 1425쪽, 1426쪽, 1427쪽, 1428쪽, 1429쪽, 1430쪽, 1431쪽, 1432쪽, 1433쪽, 1434쪽, 1435쪽, 1436쪽, 1437쪽, 1438쪽, 1439쪽, 1440쪽, 1441쪽, 1442쪽, 1443쪽, 1444쪽, 1445쪽, 1446쪽, 1447쪽, 1448쪽, 1449쪽, 1450쪽, 1451쪽, 1452쪽, 1453쪽, 1454쪽, 1455쪽, 1456쪽, 1457쪽, 1458쪽, 1459쪽, 1460쪽, 1461쪽, 1462쪽, 1463쪽, 1464쪽, 1465쪽, 1466쪽, 1467쪽, 1468쪽, 1469쪽, 1470쪽, 1471쪽, 1472쪽, 1473쪽, 1474쪽, 1475쪽, 1476쪽, 1477쪽, 1478쪽, 1479쪽, 1480쪽, 1481쪽, 1482쪽, 1483쪽, 1484쪽, 1485쪽, 1486쪽, 1487쪽, 1488쪽, 1489쪽, 1490쪽, 1491쪽, 1492쪽, 1493쪽, 1494쪽, 1495쪽, 1496쪽, 1497쪽, 1498쪽, 1499쪽, 1500쪽, 1501쪽, 1502쪽, 1503쪽, 1504쪽, 1505쪽, 1506쪽, 1507쪽, 1508쪽, 1509쪽, 1510쪽, 1511쪽, 1512쪽, 1513쪽, 1514쪽, 1515쪽, 1516쪽, 1517쪽, 1518쪽, 1519쪽, 1520쪽, 1521쪽, 1522쪽, 1523쪽, 1524쪽, 1525쪽, 1526쪽, 1527쪽, 1528쪽, 1529쪽, 1530쪽, 1531쪽, 1532쪽, 1533쪽, 1534쪽, 1535쪽, 1536쪽, 1537쪽, 1538쪽, 1539쪽, 1540쪽, 1541쪽, 1542쪽, 1543쪽, 1544쪽, 1545쪽, 1546쪽, 1547쪽, 1548쪽, 1549쪽, 1550쪽, 1551쪽, 1552쪽, 1553쪽, 1554쪽, 1555쪽, 1556쪽, 1557쪽, 1558쪽, 1559쪽, 1560쪽, 1561쪽, 1562쪽, 1563쪽, 1564쪽, 1565쪽, 1566쪽, 1567쪽, 1568쪽, 1569쪽, 1570쪽, 1571쪽, 1572쪽, 1573쪽, 1574쪽, 1575쪽, 1576쪽, 1577쪽, 1578쪽, 1579쪽, 1580쪽, 1581쪽, 1582쪽, 1583쪽, 1584쪽, 1585쪽, 1586쪽, 1587쪽, 1588쪽, 1589쪽, 1590쪽, 1591쪽, 1592쪽, 1593쪽, 1594쪽, 1595쪽, 1596쪽, 1597쪽, 1598쪽, 1599쪽, 1600쪽, 1601쪽, 1602쪽, 1603쪽, 1604쪽, 1605쪽, 1606쪽, 1607쪽, 1608쪽, 1609쪽, 1610쪽, 1611쪽, 1612쪽, 1613쪽, 1614쪽, 1615쪽, 1616쪽, 1617쪽, 1618쪽, 1619쪽, 1620쪽, 1621쪽, 1622쪽, 1623쪽, 1624쪽, 1625쪽, 1626쪽, 1627쪽, 1628쪽, 1629쪽, 1630쪽, 1631쪽, 1632쪽, 1633쪽, 1634쪽, 1635쪽, 1636쪽, 1637쪽, 1638쪽, 1639쪽, 1640쪽, 1641쪽, 1642쪽, 1643쪽, 1644쪽, 1645쪽, 1646쪽, 1647쪽, 1648쪽, 1649쪽, 1650쪽, 1651쪽, 1652쪽, 1653쪽, 1654쪽, 1655쪽, 1656쪽, 1657쪽, 1658쪽, 1659쪽, 1660쪽, 1661쪽, 1662쪽, 1663쪽, 1664쪽, 1665쪽, 1666쪽, 1667쪽, 1668쪽, 1669쪽, 1670쪽, 1671쪽, 1672쪽, 1673쪽, 1674쪽, 1675쪽, 1676쪽, 1677쪽, 1678쪽, 1679쪽, 1680쪽, 1681쪽, 1682쪽, 1683쪽, 1684쪽, 1685쪽, 1686쪽, 1687쪽, 1688쪽, 1689쪽, 1690쪽, 1691쪽, 1692쪽, 1693쪽, 1694쪽, 1695쪽, 1696쪽, 1697쪽, 1698쪽, 1699쪽, 1700쪽, 1701쪽, 1702쪽, 1703쪽, 1704쪽, 1705쪽, 1706쪽, 1707쪽, 1708쪽, 1709쪽, 1710쪽, 1711쪽, 1712쪽, 1713쪽, 1714쪽, 1715쪽, 1716쪽, 1717쪽, 1718쪽, 1719쪽, 1720쪽, 1721쪽, 1722쪽, 1723쪽, 1724쪽, 1725쪽, 1726쪽, 1727쪽, 1728쪽, 1729쪽, 1730쪽, 1731쪽, 1732쪽, 1733쪽, 1734쪽, 1735쪽, 1736쪽, 1737쪽, 1738쪽, 1739쪽, 1740쪽, 1741쪽, 1742쪽, 1743쪽, 1744쪽, 1745쪽, 1746쪽, 1747쪽, 1748쪽, 1749쪽, 1750쪽, 1751쪽, 1752쪽, 1753쪽, 1754쪽, 1755쪽, 1756쪽, 1757쪽, 1758쪽, 1759쪽, 1760쪽, 1761쪽, 1762쪽, 1763쪽, 1764쪽, 1765쪽, 1766쪽, 1767쪽, 1768쪽, 1769쪽, 1770쪽, 1771쪽, 1772쪽, 1773쪽, 1774쪽, 1775쪽, 1776쪽, 1777쪽, 1778쪽, 1779쪽, 1780쪽, 1781쪽, 1782쪽, 1783쪽, 1784쪽, 1785쪽, 1786쪽, 1787쪽, 1788쪽, 1789쪽, 1790쪽, 1791쪽, 1792쪽, 1793쪽, 1794쪽, 1795쪽, 1796쪽, 1797쪽, 1798쪽, 1799쪽, 1800쪽, 1801쪽, 1802쪽, 1803쪽, 1804쪽, 1805쪽, 1806쪽, 1807쪽, 1808쪽, 1809쪽, 1810쪽, 1811쪽, 1812쪽, 1813쪽, 1814쪽, 1815쪽, 1816쪽, 1817쪽, 1818쪽, 1819쪽, 1820쪽, 1821쪽, 1822쪽, 1823쪽, 1824쪽, 1825쪽, 1826쪽, 1827쪽, 1828쪽, 1829쪽, 1830쪽, 1831쪽, 1832쪽, 1833쪽, 1834쪽, 1835쪽, 1836쪽, 1837쪽, 1838쪽, 1839쪽, 1840쪽, 1841쪽, 1842쪽, 1843쪽, 1844쪽, 1845쪽, 1846쪽, 1847쪽, 1848쪽, 1849쪽, 1850쪽, 1851쪽, 1852쪽, 1853쪽, 1854쪽, 1855쪽, 1856쪽, 1857쪽, 1858쪽, 1859쪽, 1860쪽, 1861쪽, 1862쪽, 1863쪽, 1864쪽, 1865쪽, 1866쪽, 1867쪽, 1868쪽, 1869쪽, 1870쪽, 1871쪽, 1872쪽, 1873쪽, 1874쪽, 1875쪽, 1876쪽, 1877쪽, 1878쪽, 1879쪽, 1880쪽, 1881쪽, 1882쪽, 1883쪽, 1884쪽, 1885쪽, 1886쪽, 1887쪽, 1888쪽, 1889쪽, 1890쪽, 1891쪽, 1892쪽, 1893쪽, 1894쪽, 1895쪽, 1896쪽, 1897쪽, 1898쪽, 1899쪽, 1900쪽, 1901쪽, 1902쪽, 1903쪽, 1904쪽, 1905쪽, 1906쪽, 1907쪽, 1908쪽, 1909쪽, 1910쪽, 1911쪽, 1912쪽, 1913쪽, 1914쪽, 1915쪽, 1916쪽, 1917쪽, 1918쪽, 1919쪽, 1920쪽, 1921쪽, 1922쪽, 1923쪽, 1924쪽, 1925쪽, 1926쪽, 1927쪽, 1928쪽, 1929쪽, 1930쪽, 1931쪽, 1932쪽, 1933쪽, 1934쪽, 1935쪽, 1936쪽, 1937쪽, 1938쪽, 1939쪽, 1940쪽, 1941쪽, 1942쪽, 1943쪽, 1944쪽, 1945쪽, 1946쪽, 1947쪽, 1948쪽, 1949쪽, 195

나는 자연학의 일반 개념을 획득하고 그것을 여러 개별 문제에 적용해보면서, 그 개념들이 어디까지 나아갈 수 있고 현재까지 사용되던 원리와 얼마나 다른지 알았으며, 그것을 혼자서만 간직하고 있어서는 안 된다고 생각하게 되었다. [...] 왜냐하면 이것들은 삶에 유용한 여러 가지 지식에 이를 수 있고, 사변적인 철학과 달리 실제적인 것을 발견할 수 있게 하며, 불, 물, 공기, 별, 하늘과 주변 모든 물체의 힘과 작용을 드러내줌으로써 숙련된 장인처럼 이것들을 적절하게 사용하여 자연의 주인이자 소유자가 될 수 있게 해주기 때문이다. 그리고 이는 별다른 노고 없이 편의와 결실을 거둘 수 있게 해주는 무수한 인공물의 발명을 위해서도 바람직하다.²⁴⁾

유용성은 스콜라주의 철학의 사변성과 대비해 데카르트가 기계적 철학의 장점으로 내세운 부분 중 하나였지만 데카르트에게 유용성이 기존 철학에 대한 상대적 우위를 강조하는 맥락에서만 중요했던 것은 아니다. 앞서 살펴보았듯이, 데카르트의 철학 체계 내에서 자연학을 응용해 얻을 수 있는 실질적 유용성은 그가 추구한 자연학의 가치와 직결되는 문제였으며, 이런 점에서 유용성에 대한 강조는 데카르트 철학 체계의 자연스러운 귀결이었기 때문이다.

그렇다면 데카르트는 그의 자연학이 도구의 제작과 같은 실용적인 문제에 ‘구체적으로’ 어떤 도움을 줄 수 있다고 보았던 것일까? 굴절광학에 실려 있는 망원경의 개량에 관한 논의는 이를 살피기에 적합한 소재이다. 데카르트는 철학의 원리 서문에서 자신이 ‘지식의 나무’의 가지에 해당하는 여러 분야들에 아직 문외한이긴 하지만, 10여 년 전에 이와 관련된 연구 성과를 출간한 적이 있다면서 다음과 같이 말했다.

□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□ □□ □□□□
성취할 수 있을 정도로 이뤄졌음을 보이려고 했다. 왜냐하면 그 책에서 내가 설명한 망원경의 설계는 지금까지 시도된 프로젝트들 중에서 가장 어려운 것 중 하나였기 때문이다.

25)

3절과 4절에서는 데카르트가 기계적 철학의 대표적 응용 사례라 소개한 망원경 이론을 자세히 살펴볼 것이다. 이를 통해 자연과 기계를 동일시하는 데카르트의 관점이 자연을 명확히 이해하는 데 중요했을 뿐만 아니라, 자연의 원리를 그것과 본질적으로 다르지 않은 기계에 다시 적용함으로써 좀 더 완벽한 기계의 제작을 가능하게 한다는 기획에서도 핵심적인 역할을 했음을 보일 것이다.

24) Descartes, *Discours de la méthode*, in Paul J. Olscamp, trans., op. cit.(각주 1), p. 50.

25) Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I, p. 187.

이런 실행의 중심에 있었던 것은 다름 아닌 망원경의 개량이었다. 망원경 제작에 관한 데카르트의 관심은 책의 곳곳에서 표출된다. “망원경의 개량에 관한 것 중에서 시각이 가장 포괄적이고 고귀한 감각이므로, ‘보는 능력(power of sight : 이하 시력)’을 향상시키는 장치는 인간의 발명품 중에서도 최고로 유용하다”고 언급했다. 이어서 그는 “이런 발명들 중에서 망원경보다 중요한 것을 찾기 힘들며 [...] 사용된 지 얼마 안됐지만 망원경을 활용해 이전에 축적된 것보다 훨씬 더 많은 새로운 발견이 이뤄졌고, 이를 통해 자연에 대한 완벽한 지식을 얻을 수 있는 방법이 마련되었다”고 평가하면서 그 유용성을 강조했다. 나아가 데카르트는 “망원경이 발명된 이래 이를 개량하려고 애쓴 사람들이 있었고 이들의 노력으로 많은 발견이 이뤄졌지만, 이 발명품이 아직은 최종적인 완벽함에 도달하지 못했으며 바로 이런 점이

이와 같은 언급을 염두에 두고 굴절광학을 살펴보면 책의 상당 부분이 망원경 제작과 직간접적으로 연관된 내용으로 구성되어 있음을 이해할 수 있다. □ □ □ □ □ □ □ □ 10장으로 이뤄졌는데 각 장에서 데카르트는 ①빛, ②반사와 굴절, ③눈의 구조, ④감각 일반, ⑤망막에 맺히는 상, ⑥시각, ⑦시력을 향상시키는 방법, ⑧렌즈 모양, ⑨망원경, ⑩렌즈 연마기계를 다루었다. 이런 전체 내용은 다루는 대상의 성격에 따라 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 첫 번째 부분은 ‘자연(nature)의 영역’—빛의 본성과 운동, 눈의 구조와 기능, 시각의 작용—을 다루는 1-6장이며, 두 번째 부분은 ‘인공(art)의 영역’—시력을 보완하는 다양한 장치의 원리와 제작방법—을 다루는 7-10장이다. (이 글에서는 편의상 1-6장을 1부, 7-10장을 2부로 구분해 부르겠다.) 망원경에 대한 직접적인 논의는 7장과 9장에서 비교적 간략하게 이뤄졌지만 2부 전체에서 그것이 차지하는 위상은 결코 부수적이지 않았다. 우선 7장에서 데카르트는 시력을 향상시키는 대표적인 장치로 망원경을 소개하고 그 작동 원리를 이론적으로 규명했다. 이어지는 8장은 타원·쌍곡면 렌즈가 빛을 한 초점에 정확히 모아 기존 렌즈의 구면 수차 문제를 완벽히 해결할 수 있음을 증명한 후, 렌즈의 여러 모양이 망원경의 성능에 미치는 실질적 영향을 분석하는 데 할애되었다. 마지막으로 데카르트는 망원경을 실제 제작할 때 고려할 사항들을 9장에서 열거한 후, 10장에서는 쌍곡면 렌즈의 제작에 사용될 렌즈 연마기계의 설계에 관해 설명했다. 이러한 굴절광학 2부의 내용과 구성은

30) Descartes, *La Dioptrique*, in Paul J. Olscamp, trans. op. cit.(각주 1), pp. 65-66.

망원경의 제작 지침을 담아 놓은 매뉴얼과 흡사하다.³¹⁾

‘자연의 영역’을 다루는 굴절광학 1부도 망원경 제작과 간접적으로 연관되어 있었다. 빛의 본성으로부터 굴절 법칙을 증명하고 눈의 구조로부터 시각의 원리를 해명하는 1부의 내용은 체계적인 망원경 이론을 정립하고 더 완벽한 망원경의 제작 방법을 마련하는 데 토대 역할을 했다. 특히 5장과 6장은 1부와 2부, 다시 말해 ‘자연’과 ‘인공’의 논의를 매개하는 연결고리 역할을 했는데, 이 부분에서 데카르트는 눈을 카메라 옵스큐라로 간주하고 그 원리에 비추어 시각의 작용 메커니즘을 해명했으며, 이를 근거로 어떤 조건에서 시각 기능이 완벽하게 발휘되는지를 조사했다. 이를 통해 그는 다음의 네 가지 조건이 충족될 때, (1)물체로부터 온 빛이 망막의 한 지점에 정확히 모이고 (2)망막에 맺히는 상의 크기가 충분히 크며 (3)적당한 밝기의 빛이 제공되고 (4)눈이 가능한 여러 물체를 동시에 지각할 수 있을 때, 시력을 증진시킬 수 있다고 주장했다.³²⁾ 그리고 위의 조건이 충족되지 않을 때 야기되는 불완전한 시력을 적절한 도구와 장치를 활용해 보완할 수 있으며, 이런 도구와 장치를 개발하는 것이 광학 분야의 목적이라고 강조했다.

수정체의 모양과 동공의 크기를 충분하게 조절하지 못하는 눈의 결함은 훈련을 통해서 조금씩 바로 잡을 수 있다. 왜냐하면 수정체나 동공의 모양도 우리 몸의 근육에 의해서 조절되는 것이고, 따라서 연습을 통해 근육의 기능을 강화할 수 있기 때문이다. [...] 하지만 이런 방법은 몸의 기관(natural organ)을 바로잡아 시각의 결점을 치료하는 의학의 영역에 속하는 것이다. 반면 광학의 목적은 동일한 눈의 결점을 다른 ‘인공적인 기관(artificial organ)’을 사용하여 바로잡는 데에 있다.³³⁾

이어지는 2부는 이와 같이 눈의 기능을 보완하는 인공적인 기관들에 관한 상세한 분석을 담고 있었다. 데카르트가 다룬 인공적인 기관에는 원시 ‘근시용 안경, 확대경 등 다양한 장치와 도구들이 포함됐지만, 앞서 논했듯 망원경은 그 중에서도 중심에 있었다. 시력 증진의 네 가지 조건을 논할 때, 망원경과 직결된 두 번째 조건에는 가장 많은 지면과 상세한 분석이 할애되었다. 이런 분석을 통해 데카르트는 망막에 맺히는 상의 크기를 키우는 세 가지 방안을 (1)물체를 눈 근처로 가져와 각막까지의 거리를 줄이는 방법 (2)각막과 망막 사이의 거리를 늘이는 방법 (3)수정체의 굴절률을 변화시키는 방법을 제시했다. 각각의 장단점을 논했다. 데카르트에 따르면 수정체의 굴절률을 변화시키는 세 번째 방법은 상을 약간 크게 하는데 그치기 때문에 별 효과가 없으며, 물체와 각막 간의 거리를 줄이는 첫 번째 방법은 다가갈 수 없는 먼 거리의

31) Ibid., pp. 114-173.

32) Ibid., pp. 114-115.

33) Ibid., p. 126. 강조는 필자.

물체에는 소용이 없으므로 제약이 따랐다. 데카르트에게는 두 번째 방법이 가장 중요했는데, 그는 각막과 망막 사이의 거리를 늘이면 상의 크기를 무한히 키울 수 있으며 이에 어떤 제약도 없으므로 가장 효과적인 방법이라고 주장했다.³⁴⁾

사실 이런 두 번째 방법은 눈의 직경을 길게 늘이는 비현실적인 상황을 가정하고 있는데, 데카르트가 이를 가장 효과적인 방법으로 지목한 까닭은 무엇이였을까? 데카르트는 눈을 실제로 늘일 수야 없지만 도구와 장치를 활용해 이와 동일한 효과를 낼 수 있다고 보았고, 인간의 눈을 구조적으로 ‘연장해’ 망막에 맺히는 상의 크기를 인위적으로 확대하는 장치가 바로 망원경이라고 주장했다. 자연과 기계를 동일시하는 데카르트의 기계적 철학에서, 눈과 망원경의 구조적·기능적 경계는 불분명해졌으며 이 두 가지가 자연스럽게 통합되었던 것이다.³⁵⁾ 나아가 데카르트는 망원경이 ‘연장된 눈(extended eye)’에 불과하다는 관점에 기초해 망원경의 작동 메커니즘을 명확히 하고자 했으며, 이를 통해 눈의 원리를 그대로 구현한 완벽한 망원경을 고안할 수 있다고 보았다.³⁶⁾

이와 같은 데카르트의 관점은 망원경에 대한 당대의 눈의 지형에서 얼마나 독특한 것이었을까? 사실 ‘눈의 연장으로서의 망원경’이 데카르트만의 독창적 견해는 아니었다. 그 맥락이 조금 다르기는 하지만 망원경이 인간의 눈을 연장한 도구에 불과하다는 수사적 비유는, 망원경이 발명된 순간부터 흔하게 사용되었다. 여기에는 망원경 관측 결과의 극적인 새로움, 초기 망원경의 기술적 불완전함, 새로운 도구가 갖는 이질성 등의 맥락이 깔려 있었다. 예컨대 망원경을 통해 맨 눈으로는 불가능했던 새로운 천문학적 발견들—수많은 새로운 별, 태양의 흑점, 목성의 위성 등의 발견—이 이뤄졌지만, 우주체계에 관한 기존 관념을 위협했던 이 발견들이 아무 걸림돌 없이 쉽게 받아들여질 수는 없었다.³⁷⁾ 또한 초기 망원경의 보잘 것 없는 성능과 기술적 불완전함은 관측 시 발생하는 오차를 다루는 숙련 기법을 필수적인 것으로 만들었으며, 이로 인해 이 시기 대부분의 망원경 관측 결과는 그 진위 여부를 판가름하는 공적 논쟁으로 이어지곤 했다.³⁸⁾ 바로 이런 상황에서, 망원경을 통해 재현되는 이미지가

34) Ibid., pp. 117-120.

35) 데카르트는 시각의 작용에 외부의 대상(objects), 신경과 뇌와 같은 내부기관(internal organs), 눈과 같은 외부기관(external organs)이 관여한다고 보았다. 여기서 그는 눈뿐만 아니라 눈과 대상 사이에 위치하는 렌즈를 일종의 인공기관(artificial organs)으로서 외부기관에 포함시키고 있다. Ibid., p. 114.

36) 이에 관한 본격적인 분석은 이 글의 4장 4절 4.4.4절.

37) 17세기 초 목격과 가상목격 등의 전략을 통해, 망원경을 이용한 관측 결과에 정당성을 부여하기 위한 노력들에 관한 분석은 Albert Van Helden, “Telescope and Authority from Galileo to Cassini,” *Osiris* 9 (1994), pp. 9-29를 참조하라.

38) 이에 관해서는 Yaakov Zik, “Science and Instruments: The Telescope as a Scientific Instrument at the Beginning of Seventeenth Century,”

렌즈에 의한 환영이나 기구 조작을 통한 속임수가 아니라, 맨 눈으로 직접 본 관측 결과만큼이나 신뢰할 만하다는 수사적 차원의 주장이 빈번하게 등장했다. 망원경 사용자들은 관측 결과의 정당성을 획득하기 위해서 망원경을 ‘눈의 부속물’, ‘눈의 조력자’, 나아가 ‘눈의 연장’으로 표현했던 것이다.³⁹⁾

이런 수사적 표현뿐만 아니라 이론적 차원에서도 초기의 망원경은 인간의 눈과 떼어 수 없는 관계에 있었다. 특히 눈은 망원경의 확대 원리를 해명하기 위해 꼭 필요했다. 예를 들어 $\square$ 별의 전령(*Sidereus Nuncius*, 1610) $\square$ 에서 갈릴레오는 자신의 망원경을 소개하면서, 이 장치에 의해 눈으로 들어오는 빛의 입사각이 변하기 때문에 물체가 크게 보이게 된다고 설명했다. 굴절에 의한 시각(視角, visual angle)의 변화는 17세기 말까지 망원경의 확대 원리에 관한 표준적인 설명이었는데, 유클리드의 $\square$ 광학 $\square$ 이래로 물체의 크기를 눈에 진입하는 빛의 입사각으로 설명하는 전통적인 견해가 그 뿌리에 있었다. 렌즈의 광학적 성질에 관한 연구는 망원경의 발명 이후 본격적으로 이뤄졌지만, 그것에 대한 설명 방식은 눈을 중심으로 구축된 고전적인 광학 이론에 의존했던 것이다.

인간 눈에 대한 참조는 망원경 이론을 본격적으로 다룬 케플러의 $\square$ 굴절광학(*Dioptrice*, 1611) $\square$ 에서도 두드러지게 나타난다. 케플러의 망원경 이론을 분석한 말렛 (Antoni Malet)에 따르면, 케플러의 $\square$ 굴절광학 $\square$ 은 17세기 내내 가장 권위 있는 망원경 이론서로 평가되었지만, 그 속에 담긴 내용은 망원경에 대한 근대적인 이론과는 상당한 격차가 있었다. 예컨대 근대적인 광학 이론에서 망원경은 관측자에 상관없이 —눈이 망원경을 통해 물체를 바라보건 그렇지 않건 간에— 물체의 상(picture)을 만드는 것으로 설명되지만 케플러의 이론은 기본적으로 망원경에 의해 굴절된 빛이 눈의 망막에 만드는 상(image)에 관한 것이었다. 이런 눈과 망원경의 긴밀한 연결고리는 17세기 말 아이작 배로우(Isaac Barrow, 1630-1677), 제임스 그레고리(James Gregory, 1638-1675), 윌리엄 몰리뉴(William Molyneux, 1656-1698)에 의해 근대적인 기하광학 이론이 정립될 때까지 끊이지 않고 유지되었다.⁴¹⁾

Perspectives on Science 9 (2001), pp. 259-284를 참조하라. 이 글은 망원경 관측 결과에 정당성을 부여하기 위해 개발된 오차 수정 기법들과, 그 과정에서 이뤄진 이론, 방법, 도구의 상호작용을 갈릴레오의 사례를 중심으로 분석하고 있다.

39) Harold I. Brown, “Galileo on the Telescope and the Eye,” *Journal of the History of Ideas* 46 (1985), pp. 487-501.

40) Galileo, *Sidereus Nuncius*, Albert Van Helden, trans., *Sidereus Nuncius, or The Sidereal Messenger* (Chicago: The University of Chicago Press, 1989).

41) 케플러의 망원경 이론에 관해서는 Antoni Malet, “Kepler and Telescope,” *Annals of Science* 60 (2003), pp. 107-136, esp. pp. 131-134를 참조하라. 근대적 기하광학의 등장에 관해서는 Idem, “Isaac Barrow on the Mathematization

이렇듯 눈에 의거한 망원경의 이해가 적어도 17세기 중반까지 일반적이었던 상황에서, 데카르트의 관점이 갖는 나름의 독특함을 논할 수 있을까? 우리는 데카르트의 망원경 연구가 이러한 일반적인 경향과 격리된 채 진행되지 않았을 것이며, 그로부터 영향을 받았으리라 추측할 수 있다. 하지만 망원경에 대한 데카르트의 논의는 그러한 전통에 뿌리를 두면서도 훨씬 더 나아간 면이 있었다. 망원경이 인간의 눈을 연장한 것에 불과하다는 데카르트의 주장은 단지 관측 결과를 정당화하기 위한 수사적 차원에 그치는 표현이 아니었다. 또한 데카르트의 접근 방식은, 망원경이라는 새로운 도구의 원리를 파악하는 데 눈에 대한 개념적 참조가 꼭 필요하다는 식의 ‘수동적인’ 태도와도 거리가 멀었다. 다음 절에서 살펴보겠지만, “망원경이 눈의 연장”이라는 데카르트의 주장에는 훨씬 더 강하고 직접적인 의미가, 다시 말해 ‘완벽한 망원경의 원형’을 인간 눈의 ‘구조적·기능적 연장’에서 찾을 수 있다는 ‘적극적인’ 의미가 담겨 있다.

IV. 망원경의 진화: 연장된 눈에서 현실세계의 망원경으로

눈의 직경을 늘이면 빛의 ‘굴절 거리’—빛이 각막에서 굴절된 후 망막에 도달할 때까지 이동한 거리—도 증가해 망막에 맺히는 상이 커진다는 사실은 데카르트에게 중요한 실마리를 제공했다. 이런 고찰을 근거로 데카르트는 눈의 구조와 연속적으로 결합되어 물체의 상을 확대해주는 장치의 원리를 고안했다. 하지만 굴절광학에서 데카르트가 개진한 논의가 망원경이 눈의 연장이라는 원칙을 천명하는 수준에서 마무리된 것은 아니었다. 그의 목표는 망원경을 ‘연장된 눈’으로 바라봄으로써 망원경의 확대 메커니즘을 명확히 밝혀내고, 이를 통해 눈의 원리를 제대로 모방한 완벽한 망원경을 고안하는 데에 있었다. 굴절광학에서 망원경에 대한 일반론을 논한 후에, 데카르트가 제시한 세 가지 독특한 망원경에 대한 논의는 바로 이를 달성하기 위한 시도였다고 할 수 있다.

of Nature: Theological Voluntarism and the Rise of Geometrical Optics,” *Journal of the History of Ideas* 58 (1997), pp. 265-287을 참조하라.

유용했지만 두 가지 문제점 때문에 실용적으로는 별 쓸모가 없었다. 첫 번째는 장치의 사용에 관한 문제로, 관 속의 물이 각막과 직접 닿았기 때문에 실제로 사용하기에는 매우 불편한 장치라는 데에 있었다. 두 번째는 장치의 제작에 관한 문제로, 각막의 정확한 모양을 알 수 없기 때문에 그것과 곡률이 일치하는 전면부의 렌즈(GHI)를 만들 수가 없다는 점에 있었다. 이에 데카르트는 첫 번째 망원경과 원리와 효과는 동일하지만, 좀 더 쉽게 제작·사용할 수 있는 대안적인 망원경을 제시했다. 무엇보다도 데카르트는 첫 번째 문제점을 해결하기 위해서 눈과 일체화되어 있던 망원경을 눈의 각막으로부터 떼어 놓아야 했 다 이런 문제의식 아래 소개된 두 번째 가상의 망원경은 눈과 약간의 거리를 두는 ‘속이 짝 차 있는’ 두꺼운 유리 렌즈로, 첫 번째 망원경과 달리 두꺼운 렌즈의 전면부 GHI와 후면부 KM 양쪽 모두에서 빛이 굴절되었다(<그림 3> 참조). 데카르트는 이 장치로 물체 VXY를 관찰하면 실제보다 훨씬 가깝게 보일 것이며, 구체적으로는 물체에서 장치까지의 거리(XH)와 ‘연장된 눈’의 길이(HS) 사이의 비($XH : HS$)가 가까워진 물체의 이미지 vxy에서 각막까지의 거리(xC)와 실제 눈의 길이(CS) 사이의 비($xC : CS$)와 같게 되는 비율로 물체의 상이 확대된다고 주장했다($XH : HS = xC : CS$). 그리고 이런 효과를 내기 위해서, 렌즈의 전면부 GHI는 X에서 방출된 빛을 S지점에 모아주는 곡면 모양으로 만들고, 후면부 KM은 (V, X, Y 지점에서 방출된 후) 렌즈를 통과해 온 빛을 마치 v, x, y에서 온 것처럼 굴절시켜 망막의 R, S, T에 맺히도록 해주는 곡면으로 만들면 된다고 설명했다.⁴³⁾

XH : HS = xC : CS를 만족하며 이렇게 되기 위해 갖추어야 할 렌즈의 모양에 관해 간략히 이야기했을 뿐, 그 이유를 자세히 설명하지는 않았다. 하지만 첫 번째 망원경의 원리에 비추어 보면, 데카르트가 이 같은 결론에 도달하게 된 과정을 추론해 볼 수 있다. 비록 구조는 크게 달랐지만, 첫 번째 망원경과 두 번째 망원경의 작동 원리는 빛의 굴절이 시작되는 지점을 눈의 각막에서 렌즈의 전체 길이만큼 앞으로 당긴다는 점에서, 즉 망원경으로 눈을 연장하고 이를 통해 빛의 굴절 거리를 늘인다는 점에서 동일했다. 이에 데카르트는 위의 망원경을 사용하는 것이 CS에서 HS로 길이가 늘어난 ‘가상의 눈’으로 물체를 바라보는 것과 같은 효과를 갖는다고 보았던 것이다. 따라서 늘어난 ‘가상의 눈’의 길이에 비례하여 망막에 맺히는 상 또한 커지게 되는데,⁴⁴⁾ 이는 결국 실제 우리의

119-121.

43) Ibid., pp. 121-122.

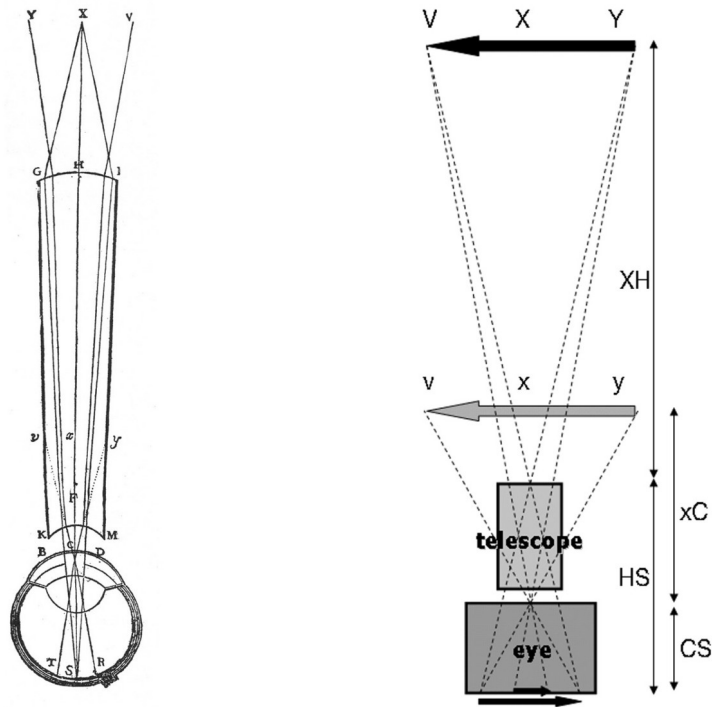
44) 이러한 추론에 근거하여, 데카르트는 렌즈의 전체 길이에 비례하여 망원경이 만드는 물체의 상이 커질 것이라고 예측했다. 헬덴(Albert Van Helden)은 17세기 중반 6-15피트에 불과하던 망원경의 길이가 17세기 말에 이르러 40-50피트 정도까지 늘어났으며, 그 길이가 200피트에 이르는 망원경도 제작되었음을 보여주었다. 하지만, 헬덴은 망원경의 길이를

눈이 X지점에 있는 대상을 마치 훨씬 더 가까운 x지점—이 장치의 배율인 $XH : HS = xC : CS$ 로부터 추산되는 지점—에 있는 것처럼 인지하도록 하는 효과를 가져 올 것이었다. 이러한 추론을 통해서 데카르트는 ‘연장된 눈의 각막’ 역할을 하는 렌즈의 전면부는 물체에서 나온 빛을 ‘연장된 눈의 망막’이 있는 S지점에 모으며, 렌즈의 후면부는 (V, X, Y 지점에서 방출된 후) 렌즈를 통과해 나온 빛을 훨씬 더 가까운 v, x, y에서 온 것처럼 보이게 굴절시켜 눈으로 진입하게 만들어야 한다는 결론에 도달했던 것이다.⁴⁵⁾ 그리고 이렇게 고안된 두 번째 망원경은, 각막의 곡률을 모르기 때문에 만들 수 없었던 첫 번째 망원경과 달리, 특정한 초점 거리를 갖는 렌즈의 모양을 정확히 작도할 수 있기 때문에 실제로 제작 가능한 장치이기도 했다.⁴⁶⁾

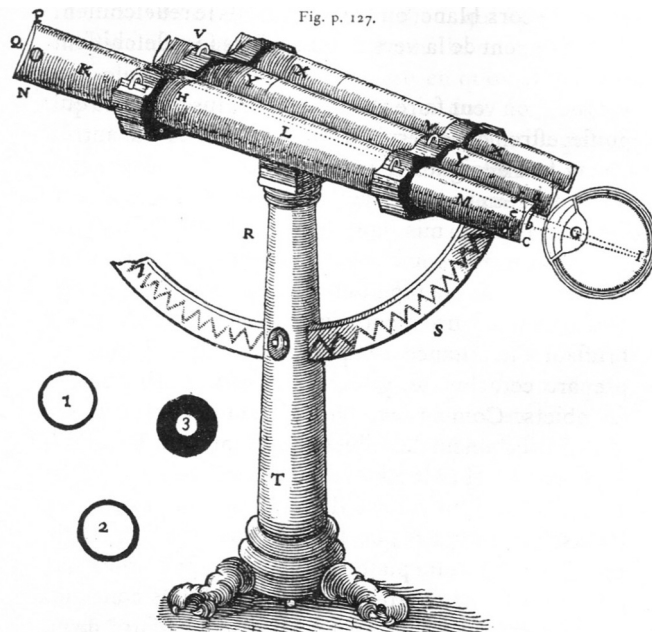
늘려 그 성능을 향상시키려는 이러한 노력이 데카르트의 이론적 논의에 직접적인 영향을 받은 것으로 간주하기는 힘들다고 지적했다. Albert Van Helden, “The Telescope in the Seventeenth Century,” *Isis* 65 (1974), pp. 46-48.

45) Descartes, *La Dioptrique*, in Paul J. Olscamp, trans. op. cit.(각주 1), pp. 121-122.

46) 초점 거리와 렌즈의 모양 사이의 관계에 관한 상세한 논의는 굴절광학 8장에 실려 있다. *ibid.*, pp. 127-149.



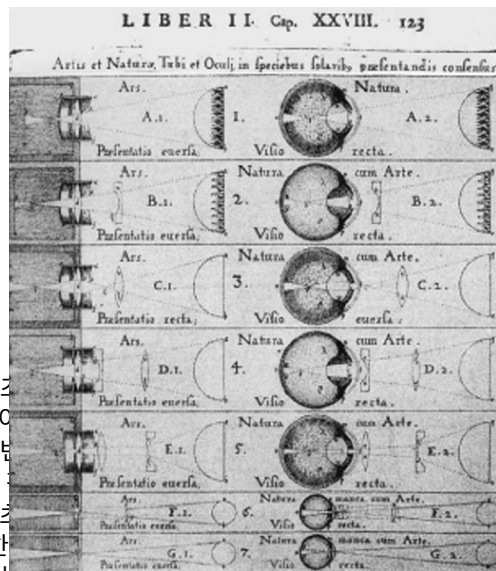
<그림 3> 데카르트의 두 번째 망원경. 출전: René Descartes, *La Dioptrique*, in Chales Adam and Paul Tannery, eds., *Oeuvres de Descartes* Vol. VI, (Paris: Vrin, 1982), p. 159.



<그림 4> 데카르트의 세 번째 망원경. 출전: René Descartes, *La Dioptrique*, in Chales Adam and Paul Tannery, eds., *Oeuvres de Descartes* Vol. VI, (Paris: Vrin, 1982), p. 202.

마지막으로 데카르트는 충분한 두께를 지니면서도 빛이 잘 투과하는 렌즈를 가공하기가 쉽지 않으므로 두 번째 망원경 역시 개선의 여지가 있다고 지적하면서 세 번째 망원경에 대해 논했다. 첫 번째 망원경에서 두 번째 망원경으로의 이행이 기본 개념과 구조에서 급격한 변화를 수반했다면, 마지막 망원경은 두 번째 망원경을 기술적으로 개량한 것에 불과했다. 두 번째 망원경의 확대 원리를 그대로 구현하기 위하여, 데카르트는 두꺼운 렌즈의 양 끝(곡면 GH와 곡면 KM)을 그와 동일한 방식으로 빛을 굴절시키는 두 개의 얇은 렌즈로 대체한 후 이를 긴 관으로 연결하면 충분하다고 주장했다(<그림 4> 참조).⁴⁷⁾ 이어서 데카르트는 이 장치의 세부적 특징을 설명했는데, 이때도 망원경을 ‘연장된 눈’으로 바라보는 관점은 여전히 유지되고 있다. 예를 들어, 데카르트는 태양과 같은 밝은 물체를 망원경을 통해 관찰하려고 할 때, <그림 4>의 1, 2, 3과 같은 검은색 종이를 사용해서 렌즈의 가장자리를 가려주면 된다고 주장했다. 우리의 눈이 홍채를 통해 동공의 크기를 조절하듯이, ‘연장된 눈’인 망원경도 이와 유사한 방법으로 빛의 양을 조절하는 것이 가장 효과적이라고 보았던 것이다.⁴⁸⁾

데카르트는 위의 마지막 장치가 당시 널리 사용되던 망원경과 외형상 유사하므로, 자신이 규명한 원리와 이에 입각한 설계가 결함 많은 당대의 망원경을 한 차원 높은 단계로 끌어올리는 데 기여를 할 것이라고 주장했다.⁴⁹⁾ 시행착오와 우연에 의해 발명되고 경험과 숙련에 의존해 제작되던 망원경에서 불완전한 한계를 보았던 데카르트는, 자신의 이론적 논증에 기초한 새로운 제작 방법을 통해 망원경이 그 본연의 완벽함에 이르게 될 것이라 기대했던 것이다. 현실 세계의 망원경과는 전혀 유사성이 없어 보이는, 데카르트의 첫 번째 망원경은 눈의 구조적 특징을 모방해 그 작동 원리를 그대로 반영하기 위한 장치였다. 그리고 두 번째 망원경을 거쳐 세 번째



온전히

번째

서로
를 낼

47) 데카르트의 설명에 따르면, 대물렌즈를 빛줄기를 망막이 위치한 I지점에 모아 평행하도록 다시 굴절시켜주면, 두 번째 렌즈를 사용할 수 있었다. 이를 위해서 데카르트는 볼록렌즈 NOPQ와 평면 abc와 (볼록렌즈와 대안렌즈로 사용해야 한) 초점거리와 대물렌즈 초점거리의 비가 된다. Ibid., pp. 154-155.

48) Ibid., pp. 123-124, 155-156. <그림 5> “자연과 인공의 경탄할 만한 일치”.

49) Ibid., pp. 65-66, 122.

출전: Chrstoph Scheiner, Rosa Ursina(1630), A. C. Crombie,

“Expectation, Modelling and Assent in the History of Optics—II. Kepler and Descartes,” Studies in History and philosophy of Science 22 (1991), p. 106에서 재인용.

망원경으로의 이행은 이러한 눈의 작동 원리를 현실에서 사용할 수 있는 망원경에 구현하기 위한 과정이었다. 결국 데카르트에게 망원경은 눈의 구조를 기계적으로 ‘연장’한 것에 다름 아니었는데, 빛의 본성과 눈의 지각 원리를 명확하게 하고, 눈의 구조적 연장선상에서 망원경을 이해함으로써 보다 완벽한 망원경의 제작 원리를 제시하고자 했던 것이다.

나아가 이와 같은 망원경 이론은 자연의 원리를 인공물의 제작에 응용하려는 데카르트의 ‘이상’을 실제 ‘실현’할 수 있도록 하는 매개 역할을 했기에 더욱 중요했다. 인간의 눈은 이러한 데카르트의 기획에 부합하는 최적의 대상이었다. 5장에서 데카르트는 “[카메라 옵스큐라] 상자가 눈 전체에, [작은] 구멍은 동공에, 유리 렌즈는 수정체 혹은 굴절의 원인이 되는 눈 안의 모든 물질에, 흰 종이는 광학 신경의 말단이 분포된 얇은 막[망막]에 대비된다”고 설명했다.⁵⁰⁾ 이러한 카메라 옵스큐라에 관한 이론은 르네상스 시기까지 거슬러 올라가며, 17세기에 이르러 눈의 망막에 맺히는 이미지를 카메라 옵스큐라의 작동 메커니즘에 비유하는 설명은 널리 통용되었다.⁵¹⁾ 단적인 예로 독일의 천문학자 크리스토프 샤이너(Christoph Scheiner, 1573-1650)는 로자 우르시나(*Rosa Ursina*, 1630)에서 여러 렌즈의 조합에 의한 효과가 인간의 눈과 카메라 옵스큐라에서 완전히 동일하게 일어남을 강조하면서 “자연과 인공의 경탄할만한 일치”라는 표현을 쓰기도 했다(<그림 5> 참조).⁵²⁾ 다시 말해 눈은 자연 중에서도 가장 ‘기계’를 닮은 ‘자연’이었고, 이런 점에서 망원경은 자연의 원리를 반영해 제작할 수 있는 최적의 인공물이었던 것이다.

V. 데카르트의 도구와 기계: 장인을 계몽하기 위한 기획

그렇다면 데카르트의 망원경 이론은 당대의 망원경 발전에 얼마나 큰 영향을 미쳤을까? 17세기 망원경의 역사를 자세히 분석한 헬덴(Albert Van Helden)은 이에 대해 다소 부정적인 결론을 내렸다. 그가 보여준 바에 따르면, 1600년대에 발명된 망원경은 광학으로부터 제시되는 이론적 기반 위에서 등장했던 것이 아니라 시행착오를 거친 숙련 기술을 통해서 개발되었다. 더군다나 1611년에 케플러가 굴절광학을

50) Ibid., p. 91.

51) 카메라 옵스큐라에 관해서는, 특히 케플러의 망막 이론에 카메라 옵스큐라 이론이 미친 영향에 관해서는 다음을 참조하라. David C. Lindberg, *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler* (Chicago: The University of Chicago Press, 1976), ch. 9.

“Johannes Kepler and the Theory of the Retinal Image,” pp. 178-208.

52) A. C. Crombie, op. cit.(각주 27), pp. 105-108.

낙관적 전망은, 일면 기계적 철학으로 특징 지워지는 그의 ‘자연학’이 기계의 제작에 응용될 때 커다란 성과를 낼 수 있을 것이라는 기대에서 비롯된 것이다. ‘자연’과 ‘기계’의 구분이 타파된 기계적 철학의 기반 위에서, 데카르트는 기계를 통해 자연의 숨겨진 메커니즘을 발견하고자 했으며, 이렇게 이해된 자연의 원리를 그것과 본질적으로 다르지 않은 기계의 제작에 다시 적용하고자 했다. 이러한 데카르트의 접근 방식은 망원경을 ‘연장된 눈’으로 바라보면서, 그것의 기능적 완벽함을 꾀했던 데카르트의 ‘망원경 이론’에서 가장 잘 드러난다.

VI. 맺음말

이 글에서 필자는 굴절광학에 개진된 ‘망원경의 발전 단계’에 관한 논의를 분석하면서, 데카르트가 여러 망원경의 설계에 공통적으로 구현해 넣은 한 가지 ‘착상’을 드러내 보이고자 했다. 이 착상은 다름 아닌 ‘연장된 눈으로서의 망원경’이었다. 데카르트는 인간의 눈을 구조적·기능적으로 연장한 장치를 망원경의 원형(原型)으로 간주했고, 이를 근거로 망원경의 확대 원리를 해명한 이론을 정립했으며, 이를 통해 자연의 원리와 효과가 반영된 ‘완벽한 망원경’의 제작 기반을 마련하고자 했다. 이런 점에서 ‘자연과 기계가 동일하다’는 기계적 철학의 근본 명제는 데카르트의 자연학에서 뿐만 아니라 그의 망원경 이론에서도 중추적 역할을 했다. 이런 원칙 아래, 눈과 망원경의 구조적 기능적 경계는 불분명해졌으며, 이를 기반으로 데카르트는 눈과 망원경의 자연스러운 통합에 토대를 둔 독특한 망원경 이론을 정립할 수 있었다.

[illegible]

63) Descartes, *Principia Philosophiae*, CSM Vol. I , p. 187.

이런 질문에 명확히 답하려면, □□ □□ □□□□ □□ □□□□□□
형이상학이나 자연학 연구뿐만 아니라 그의 기계학 연구나, 그가 학문의 또 다른 ‘가
지’ 라 일컬으며 말년에 큰 관심을 보였던 의학 연구에 관해 충실한 분석이 우선
이뤄져야 할 것이다. 하지만 지금까지의 논의만으로도, 자연의 원리와 효과를
체계적으로 적용해 완벽한 인공물의 제작을 가능하게 한다는, ‘과학적 엔지니어링
(scientific engineering)’ 과 흡사한 데카르트의 기획이 자연과 기계를 동일시하는
그의 사상에 뿌리내고 있었음은 확인할 수 있다.

<ABSTRACT>

Instruments as Extended Organs: Descartes' Theory of the Telescope

KIM Bong-Gook

Program in History and Philosophy of Science
Seoul National University

Many historians of science have discussed mechanical philosophy as a central theme of seventeenth century science, especially focusing on the machine metaphor as a way of representing nature. Originally, this postulation was spawned by French philosopher René Descartes, who could see no difference between machines and natural bodies. Most previous studies have examined Descartes' machine metaphor from only one perspective; their primary concerns were concentrated on the fact that Descartes tried to explain principles of nature by understanding natural objects through the analogy of mechanical objects because their mechanisms were more clearly recognizable than that of the natural objects.

In this paper, I will propose that Descartes pursued a more ambitious goal than simply attempting to gain a reasonable understanding of nature. His comparison of elements of nature with machines had an important role not only in the understanding of nature but also in Descartes' other project, which involved constructing perfect machines by applying principles of nature in the construction of machines. In this paper, I will focus in detail on three types of telescopes that were presented in Descartes' *La Dioptrique* and their theoretical principles, and thereby examine Descartes' distinctive approach with similar aspects of modern scientific engineering. In *La Dioptrique*, Descartes regarded a telescope as an "extended eye", which led to his development of a unique theory of the telescope. In

addition to this theoretical consideration, Descartes expected that his theory of the telescope would contribute to improve contemporary telescopes.

Key Words: René Descartes, telescope as an extended eye, *La Dioptrique*, mechanical philosophy, mechanics, nature