



공약불가능성 논제의 방법론적 도전

Incommensurability Thesis and its Methodological Challenge

저자 (Authors)	조인래 Cho In-Rae
출처 (Source)	철학 47 , 1996.6, 155-187(33 pages) Korean Journal of Philosophy 47 , 1996.6, 155-187(33 pages)
발행처 (Publisher)	한국철학회 Korean Philosophical Association
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01267624
APA Style	조인래 (1996). 공약불가능성 논제의 방법론적 도전. 철학, 47, 155-187
이용정보 (Accessed)	서울대학교 147.46.181.*** 2022/03/15 21:29 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

공약불가능성 논제의 방법론적 도전*

조 인 래
서울대 교수

1. 들어가는 말

철학의 임무를 과학의 논리적 분석으로 보았던 논리경험주의자들이 이러한 작업을 통해 보여주고자 했던 것 중의 하나는 과학적 합리성의 정체였다. 그들이 과학의 합리성을 보장하는 두 요소로 보았던 것은 과학적 추론의 논리성과 경험적 기초였다. 특히 후자는 이론 독립적인 것으로서 과학적 이론의 고안과 평가를 위해 객관적이고 중립적인 토대를 제공해 주는 것으로 간주되었다. 이러한 인식론적 구상을, 논리경험주의자들은 관찰적 용어와 이론적 용어의 구분을 통해 구체화하고자 하였다. 그러나, 이러한 용어상의 구분이 이론 독립적인 방식으로 행해지고 유지되기 어렵다는 점은 이제 널리 인정되고 있다. 나아가서, 이러한 용어 구분에 대응해 있었던 인식론적 구분의 정당성에 대한 의심은, 관찰이 일반적으로 이론적재적(theory-laden)이라는 인식의 대두와 함께 심화된 것으로 볼 수 있다.

그러나, 과학적 합리성의 정초를 위한 논리경험주의적 시도에 대해 가장 심각한 도전은, 경쟁이론 간에 공약불가능성(incommensurability)이 성립한다는 주장에서 비롯하는 것으로 볼 수 있다. 이 공약불가능성 논제는 해당 이론들 간의 비교불가능성을 함축하는 것

* 이 논문은 1994년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 연구되었다. 그리고 이 논문의 초고에 대한 장희익 교수(서울대), 정병훈 교수(경상대), 성영곤 박사 그리고 김미경 박사의 논평으로부터 도움을 받았다.

으로, 따라서 공통된 경험에 의한 이론간 비교를 근간으로 하여 성립하는 과학의 합리성을 크게 위협하는 것으로 널리 받아들여졌다.

본 논문에서 나는, 공약불가능성이 성립하는 것으로 간주되는 대표적인 사례들에서 이론간의 비교가능성을 구체적으로 논구함으로써, 공약불가능성 논제의 방법론적 함의와 그 한계를 비판적으로 검토하고자 한다.

2. 공약불가능성 논제의 방법론적 함의

쿤(1962, 148ff)에 따르면, 과학혁명을 전후하여 서로 경쟁관계에 있게 되는 연구전통들, 즉 패러다임들은 상호 공약불가능하다. 그리고 그 자신 『과학혁명의 구조(*The Structure of Scientific Revolutions*)』에서 공약불가능성의 세 다른 측면에 대해 말한다. 먼저, 쿤에 의하면, 경쟁하는 패러다임들은 해결되어야 할 문제들에 관해서 그리고 그 문제들이 어떻게 해결되어야 하는가에 대해서 입장을 달리한다. 예를 들어, 데카르트주의자들에게 있어 중력은 설명되어야 할 현상으로 간주되었던 데 반하여 뉴턴주의자들은 중력을 더 이상의 설명을 필요로 하지 않는 당연한 존재로 여겼다.¹⁾ 둘째로, 경쟁하는 패러다임들 속에서 공통으로 사용되는 용어들조차 각 패러다임 속에서 서로 다른 관계들을 가지며, 그 결과 서로 다른 의미를 가지게 된다. 예를 들어, 지구중심설 속의 “지구”와 태양중심설 속의 “지구”는 공통으로 사용되는 용어임에도 불구하고, 서로 다른 의미를 가진다. 즉, 지구중심설 속의 “지구”는 고정된 위치를 그 의미의 일부로 가지는 데 반해, 태양중심설 속의 “지구”는 이에 반하는 의미를 가진다.²⁾ 비슷하게, 뉴턴 역학에서의 “공간”과 일반상대성 이론의 “공간”은 서로 다른 의미를 가진다. 즉, 전자는 편평함을 그 의미의 일부로 삼는 데 반해, 후자는 그렇지 않다. 마지막으

1) 참조: Kuhn(1962), 148.

2) 참고: Kuhn(1962), 149-50.

로, 경쟁하는 패러다임을 받아들이는 과학자들은 서로 다른 세계 속에 살게 되며 서로 다른 것을 보게 된다.³⁾ 이 세 유형의 공약불가능성을 각각 문제 영역에 있어서의 공약불가능성, 의미상의 공약불가능성, 관찰적·존재론적 공약불가능성이라 부른다.

그런데, 이 공약불가능성에 대한 논의에 앞서 쿤(1962, 98 & 103)은, 경쟁관계에 있는 혁명 전후의 패러다임들은 서로 양립불가능하다(incompatible)고 말한다. 두 패러다임이 양립가능하지 않다고 함은 그들 사이에 충돌이 존재함을 말하는 것이다. 그리고 가장 전형적인 형태의 충돌은 세계에 대해서 상반된 주장을 하는 부분이 있는 경우이며, 그러한 부분이 존재하는 한, 두 패러다임은 적어도 원칙적으로 비교 가능하다. 이제 공약불가능성이 비교불가능성을 함축한다고 하자. 그러면, 두 패러다임이 양립불가능한 동시에 공약불가능하다고 말하는 것은 일관성을 결여한 것이 된다. 실제로 쿤의 공약불가능성 논제에 대한 비판자들은 흔히 그의 논제가 비교불가능성을 함축하는 것으로 이해하였고, 따라서 두 패러다임이 경쟁관계에 있다고 말하는 동시에 공약불가능한 것으로 말함으로써 쿤은 자가 당착에 빠졌다고 지적하였다. 이에 대한 쿤의 대응은, 공약불가능성이 비교불가능성을 함축하지 않을 뿐만 아니라 그 자신 공약불가능한 패러다임들은 비교불가능하다는 주장을 한 적이 없다는 것이다. 그러나, 설사 문제의 비판이 쿤의 입장에서 보면 오해에서 비롯된 것이라 할지라도, 쿤 자신 그러한 “오해”를 자초했다는 추궁을 면하기 어려운 것처럼 보인다. 왜냐하면, 『과학혁명의 구조』를 통해 새로운 과학관을 모색하고 제시하는 과정에서 쿤은 기존의 과학관과는 다른 면들을 부각시킬 필요성이 있었고, 그런 이유로 과학적 변화에 있어서의 불연속적인 측면들을 자연히 강조하게 되었던 것처럼 보인다. 과학혁명 전후의 경쟁 패러다임들이 공약불가능하다는 주장은 이러한 작업의 일환이었고, 그 주장을 위한 옹호 논변들은 그 적용 범위에 대한 명시적인 제한없이 행해졌다. 따라서, 경쟁 패러다임간의 공약불가능성에 대한 쿤의 주장은 전면적인 공약

3) 참고: Kuhn(1962), 150.

불가능성(global incommensurability)을 의미하는 것으로 별 무리없이 이해되었고, 그 결과 즉각적이고 강한 비판을 불러일으킨 것으로 볼 수 있다.

문제는, 쿤 자신의 주장대로 공약불가능한 이론들 사이의 비교가 과연 가능한가, 그리고 가능하다면 어떤 방식으로 가능한가 하는 것이다. 우선 쿤의 주장을 비판적으로 보는 입장에서 논의를 시작해보자. 쿤의 공약불가능성 논제에 대한 초기 비판자들⁴⁾이 주로 주목한 것은 앞서 우리가 의미상의 공약불가능성이라 불렀던 것이다.⁵⁾ 그리고 그들 중 다수는 이러한 공약불가능성이, 공약불가능한 이론간의 번역불가능성을 함축하는 것으로 간주하였다. 뿐만 아니라, 그들은 이 번역불가능성으로부터 이론간의 비교불가능성을 이끌어내었다. 일단 경쟁이론 사이의 비교가 가능하지 않다는 결론을 이끌어낸 이후의 행보는, 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는, 경쟁이론간의 공약불가능성이 지닌 이러한 부정적 함의에도 불구하고 쿤을 포함하여 공약불가능론자들은 이론간의 비교가 가능한 것처럼 때때로 이야기하며, 따라서 그들의 입장은 일관성을 결여한다고 말하는 것이다. 다른 하나는,⁶⁾ 경쟁이론간의 비교가 불가능할 경우 이론선택은 임의적인 것이 될 수밖에 없고, 이러한 상대주의적 결론은 모순에로의 환원(reduction to absurdity)에 해당하므로 전제인 공약불가능성의 논제가 거부되어야 한다고 말하는 것이다. 그러나 이론선택에 대한 상대주의적 결론이 받아들이기 용이하지 않은 주장이라 할지라도, 이를 모순에 해당하는 것으로 보는 입장 역시 정당화를 요한다. 게다가, 공약불가능성 논제의 대표적인 주창자인 쿤의 경우 그 자신의 입장을 해명하는 과정에서 분명하게 경쟁이론간의 비교가능성을 인정하므로, 일관성의 결여를 지적하는 것이 보다 현실적인 비판으로 여겨진다. 이제 논의의 판건은, 일관성 결여의 비판이 근거해 있는 추론을 구성하는 두 전제, 즉, (i) 공약불가능성이

4) Shapere(1966), Scheffler(1967), Davidson(1974) 등이 그 예이다.

5) 실제로 1969년부터는 쿤 자신도 의미상의 공약불가능성을 주된 논의의 대상으로 삼는다. 참조: Hoyningen-Huene(1993), 213.

6) 참조: Putnam(1981), 119-124.

번역불가능성을 함축한다는 주장과 (ii) 번역불가능성은 비교불가능성을 함축한다는 주장의 성립 여부이다.

공약불가능성과 번역불가능성의 관계에 대한 쿤의 견해는 적어도 표면상으로 보면 한결같지 않다. 1969년의 “후기”와 1970년대의 논문들에서 쿤은, 경쟁이론들의 관찰적 귀결들을 손실없이 번역할 수 있는 중립적인 관찰언어(neutral observational language)의 부재에 의해 공약불가능성을 해명한다. 그러다가 1980년대에 오면 쿤은, 경쟁이론들의 상호번역불가능성 또는 제3의 언어로의 번역불가능성에 의해 공약불가능성을 해명한다.⁷⁾ 그러나, 이러한 표면상의 변화가 얼마나 실질적인 차이를 의미하는지는 분명치 않다. 특히, 비교불가능성과 관련하여 공약불가능성에 대한 위의 두 가지 다른 해명이 지닌 함의는 실질적으로 차이가 없는 것처럼 보인다. 비교불가능성에 대하여 전자의 해명이 지닌 함의는 보다 직접적이다. 왜냐하면, 두 경쟁이론 사이의 비교는 일차적으로 그들의 관찰적 귀결들 사이의 비교를 의미하였고, 쿤의 공약불가능성은 이러한 비교를 매개하는 중립적 관찰언어의 부재를 뜻했기 때문이다. 반면, 후자의 해명이 지닌 함의는 보다 우회적이다. 우선, 이론적 표현들 간의 번역불가능성이 이론의 관찰가능한 귀결을 매개로 한 이론간 비교의 불가능성을 직접적으로 함축한다고 보기 어렵다. 그러나, 이 대목에서 공약불가능성의 논제와 밀접한 관계를 맺고 있는 관찰의 이론적재성 논제가 양자 사이의 논리적 틈을 메워 주는 역할을 하는 것으로 생각해 볼 수 있다. 즉, 두 이론 사이의 번역불가능성이 그들 간의 이론적 차이에서 비롯된 것이라면, 그런 이론들이 적재되는 관찰에서 공통 분모가 확보되기를 기대하기는 일단 어렵다. 따라서 관찰의 이론적재성과 결합된 의미상의 공약불가능성은, 공약불가능한 이론들에 공통된 관찰적 귀결을 매개로 한 이론간의 비교가능성을 배제하는 것처럼 보인다는 추론이 성립한다. 결국, 공약불가능성과 번역불가능성 사이의 관계에 대한 쿤의 견해가 드러내는 표면적 변화에

7) 이러한 변화과 관련된 논의를 위해서는, 참조: Hoyningen-Huene(1993), 214-5.

도 불구하고, 그의 견해는 공약불가능한 이론들 사이의 비교불가능성을 함축하는 것처럼 보인다.

이러한 추론을 바탕으로 한 비판에 대한 쿤의 대응은 무엇인가? 그에 따르면, 위의 추론은 자신의 입장에 대한 중요한 오해에서 비롯된 것이다. 즉, 쿤(1983a)은, 그의 과학관에서 공약불가능성의 논제가 중요한 위치를 차지하는 것은 사실이지만, 처음부터 자신이 의도한 것은 전면적인 공약불가능성이 아니라 국소적인(local) 것이었다고 해명한다. 쿤이 주장하는 바대로 과학혁명 전후의 경쟁이론들 사이에 성립하는 공약불가능성이 국소적이라면, 위의 추론에 근거한 비교불가능성의 주장을 있는 그대로 받아들일 필요는 없는 것처럼 보인다. 그 이유는, 전자가 국소화된다면 후자 역시 그러할 것으로 기대할 수 있기 때문이다. 문제는, 공약불가능성이 국소적인 것에 불과하다는 주장이 성립하는 근거가 무엇인가 하는 것이다. 쿤 자신은 이에 대해 만족스러운 답을 제공하지 못하고 있는 것처럼 보인다. 그는 국소적 공약불가능성이 성립하는 상황을 이렇게 기술한다:

두 이론에 공통된 용어들 중 대부분은 그들 속에서 동일한 역할을 수행한다. 그 용어들의 의미는, 그것이 무엇이든지, 보존된다. 그들에 대해서는 별도의 번역이 필요없다. 번역가능성의 문제가 발생하는 것은 오로지 소수의 (보통 상호 정의되는) 용어들 및 그들을 포함하는 문장들에 대해서이다.(1983a, 669-670)

그러나, 공약불가능성의 국소적 측면에 대한 이러한 기술을 이론적으로나 구체적 사례를 통해서 뒷받침하는 논의는 더 이상 찾아보기 힘들다. 반면, 그의 공약불가능성-특히, 의미상의 공약불가능성-에 대한 논의는 대부분 과학적 개념들이 습득되고 사용되는 과정의 전체론적 성격을 부각시키는 데 할애되고 있다.⁸⁾

그런데, 공약불가능성으로부터 비교불가능성을 이끌어내는 비판

8) 참고: Kuhn(1981).

자들은 공약불가능성에 대한 쿤의 논의가 일종의 의미론적 전체론 (semantic holism)을 전제로 하고 있는 것으로 본다. 쿤 역시 구태여 이를 부정하는 것처럼 보이지는 않는다. 양자의 차이는, 전자가 이 의미상의 전체론적 연관을 전면적인 것으로 해석한 데 반해, 후자는 그를 단지 국소적인 것으로 주장하는 데 있다. 따라서 문제는, 논쟁의 전제인 의미론적 전체론이 과연 성립하는지, 그리고 성립한다면 전면적인 것인지 또는 국소적인 것인지에 있다. 본 논문에서는 후자의 문제에 초점을 맞추되, 의미론 일반의 수준에서 논의를 시작하여 국소화 가능성 여부를 따지기보다는 경쟁이론간의 비교가 실제로 어떤 수준에서 가능한 지를 사실적인 차원에서 점검하고, 이를 바탕으로 의미론적 전체론이 (성립한다면) 국소적인 것으로 간주되어야 할지 여부를 결정하는 방식을 택할 것이다. 만약 경쟁이론간의 비교가 그들에 공통된 관찰 또는 실험을 매개로 하여 이루어진다면, 이는 의미상의 공약불가능성이 성립한다 하더라도 단지 국소적인 것으로 간주되어야 한다는 결론을 가능케 할 것이다. 그리고 그러한 비교의 성립은 그 자체 방법론적으로 뜻 있을 뿐만 아니라 의미론적 논의에 대해 사실적인 제약으로 작용할 것이다.

3. 공약불가능한 이론들의 비교

쿤은 그 자신 과학혁명 전후의 경쟁이론들 사이에 공약불가능성이 성립함을 주장해 왔으나, 그들이 그로 인해 비교가능하지 않다는 주장을 한 적은 없다고 말한다. 실제로 그러했다면, 쿤은 어떤 형태의 비교를 염두에 두고 있었던 것인가? 쿤의 공약불가능성 논제는 경쟁 패러다임 사이의 비교를 허용하지 않으며, 따라서 그런 상황에서 행해지는 과학자들의 패러다임 선택을 비합리적인 것으로 만든다는 일부 비판자들의 주장은 쿤을 잘못 읽은 것에 불과한 것인가?

공약불가능성 논제와 이에 따른 이론 선택에 대한 이해는 비합리주의를 초래한다는 비판에 직면하여, 쿤은 공약불가능한 이론 사이

의 비교가능성에 대한 자신의 입장을 보다 분명히 하려고 시도한다. 먼저, 쿤(1970a, 184-6 & 199; 1977)은, 패러다임의 일부를 구성하는 과학적 가치들이 패러다임(또는 이론) 선택에 있어 중요한 역할을 담당하지만 이 가치들에 근거한 선택은 기존의 방법론적 기준에 따른 선택과는 다르다고 주장한다. 쿤이 염두에 두고 있는 과학적 가치들은, 정확성(accuracy), 일관성(consistency), 넓은 적용 범위(broad scope), 단순성(simplicity), 다산성(fruitfulness) 등이다. 그런데 이 가치들이 쿤의 주장대로 패러다임의 한 구성 요소라면 어떻게 패러다임 사이의 비교와 선택에서 객관적인 잣대의 역할을 담당할 수 있는가라는 물음이 당연히 제기될 수 있다. 이에 대한 쿤의 대답은, 문제의 가치들이 패러다임의 일부를 구성하지만, 어떤 특정 패러다임에 고유한(paradigm-specific) 요소이기보다는 과학자라면 누구나 받아들이는 것이라는 점에서 범패러다임적인 성격을 가지며,⁹⁾ 따라서 경쟁 패러다임간의 비교를 위한 공통된 기반으로 작용할 수 있다는 것이다. 그렇다면, 가치에 의한 이론 평가는 기존의 방법론에서 논의되어 온 이론 평가와 구체적으로 어떻게 다른가? 후자의 경우, 임의의 이론이 그와 관련된 관찰 및 실험 자료들에 의해 확증 받는 정도를 유일하게 결정할 수 있는 연산자(algorithm)에 의한 이론 평가를 주장한다.¹⁰⁾ 반면, 전자의 경우, 과학자들이 가치 항목들에 대하여 의견을 같이 하더라도 그 적용을 달리하여 서로 다른 이론을 선택하게 되는 것이 일반적으로 인정된다. 즉, 연산자에 의한 이론 평가가 유일한 이론 선택을 위한 방법론적 근거를 제공할 것으로 기대되었던 데 반해, 가치에 의한 이론 평가는 다양한 이론 선택을 허용할 뿐만 아니라 그에 정당성을 부여한다.

그러나, 쿤의 가치에 의거한 이론 평가는, 평가의 객관성 확보와

9) 참조: Kuhn(1962), 42; Kuhn(1970a), 184. 과학적 가치들의 범패러다임적 지위에 대한 쿤의 생각은 그 후에도 일관되게 유지된다.(참조: Kuhn 1977, 335; Kuhn 1983b, 568)

10) 유일한 이론 선정이 연산자에 의한 이론 평가라는 보다 전통적인 견해에 불가결한 요소일 필요가 없다는 최근의 논의를 위해서는, 참조: Salmon (1990).

관련하여 문제 회피적이라는 이의가 제기될 수 있다. 과학자들이 과학적 가치들을 공유한다 하더라도 그 적용 과정에서 과학자 개개인의 주관적 차이가 개입한다면 그리고 그 결과 상이한 선택으로 나아간다면, 그러한 이론 평가는 주관적 인자들에 의해 오염된 것으로 따라서 객관성 확보에 실패한 것으로 볼 수밖에 없다는 비판이 가능하다. 이에 대해 쿤은, 가치에 의한 이론 평가의 경우 객관적 요소와 주관적 요소의 결합이 불가피하며 이를 객관성의 상실이라는 부정적인 관점에서보다는 과학의 연속성에 기여한다는 긍정적인 관점에서 볼 것을 제안한다. 즉, 이론들이 경쟁하는 상황에서 어느 이론이 더 나은 것으로 밝혀질 지는 불확실하며, 이런 상황에서 모든 과학자들이 어떤 특정 이론에 몰릴 경우 위험부담이 너무 클 뿐만 아니라 과학의 연속성마저 위협받게 된다는 것이 쿤의 생각이다.

그런데 쿤의 이러한 방법론적 제안은 다소 역설적이다. 왜냐하면, 정상과학의 본성과 그 역할에 대한 논의에서 쿤 자신도, 절대 다수의 과학자들이 어떤 특정 패러다임을 받아들이고 그 테두리 내에서 연구에 매진하는 것이 과학의 발전을 위해 가장 효과적이라고 주장하는 것처럼 보이기 때문이다. 만약 정상과학적 활동에 대한 이러한 방법론적 정당화가 성립한다면, 과학혁명적인 상황에서 과학자들이 한 이론에 몰리는 것이 왜 허용되어서는 안 되는지 분명치 않다.

결국, 과학적 가치에 근거한 이론 선택은, 과학자가 쿤의 가치 항목들을 인정하는 입장을 취하는 한, 그의 어떤 선택도 허용하는 결과를 낳는 것처럼 보인다. 이는 방법론적 자유방임에 가깝다. 이에 대해 쿤은 이러한 자유방임이 과학혁명기에는 불가피하다고 말할 것이다. 그리고 그 이유로, 어떤 패러다임도 그 초창기에는 아직 자신의 문제 해결 능력을 충분히 발휘하지 못한 상태이기 때문에 실제로 얼마나 많은 문제들을 해결했는가에 기준에 의해 초기 단계의 패러다임을 옹호하기는 어렵다는 점을 지적할 것이다. 이러한 지적은 현실적이며, 부인하기 어렵다. 그러나 보다 심각한 문제는, 쿤의 주장대로 혁명기의 경쟁 패러다임들이 공약불가능하다면, 새 패러다임이 그 자신의 문제 해결 능력을 어느 정도 발휘할 수 있는 시간적 여유를 가진 후에도 과학적 가치에 의거해 옛 패러다임과의

우열을 논란의 여지없이 결정하는 것은 여전히 어려우리라는 것이다. 그 이유는 다음과 같다. 만약 혁명기의 경쟁 패러다임들이 공약 불가능하다면 그 패러다임들을 받아들이는 과학자들의 가치 적용 역시 어떤 패러다임을 받아들이는가에 따라 다를 것으로 예상할 수 있고, 그러한 상황에서 공통된 기반에 의해 패러다임들을 비교하여 논란의 여지없이 우열을 결정하는 것은 예외적인 경우(예를 들어, 한 패러다임이 다른 패러다임보다 가치의 모든 항목에서 우월하다는 합의가 성립하는 경우)를 제외하고는 가능하지 않을 것이다.¹¹⁾ 결국, 과학적 가치에 의한 이론 평가만으로 패러다임 중립적인 평가가 어려운 상황은, 과학 혁명의 초기 단계에 국한되지 않는다. 따라서, 쿤의 가치에 의한 이론 선택은 혁명의 초기 단계에서만 아니라 그 이후에도 방법론적 자유방임을 허용할 수밖에 없는 것처럼 보인다.¹²⁾

다른 한편, 1983년의 논문에서 쿤(1983a)은, 가치에 의한 평가와는 다른 이론 비교의 채널이 존재함을 그리고 그러한 존재를 결코 부정한 적이 없음을 분명히 하고자 한다. 공약불가능성의 국소성에 대한 쿤의 논의가 그것이다.¹³⁾ 만약 쿤의 주장대로 경쟁이론간에 성립하는 의미상의 공약불가능성이 국소적이라면, 이는 가치에 근거한 이론 비교와는 다른 형태의 이론 비교를 가능케 할 것이다. 후자

11) 경쟁 패러다임들을 받아들이는 과학자들이 가치 항목들뿐만 아니라 그들에 대한 이해와 적용까지 공유한다면, 경쟁 패러다임의 우열에 대해 합의에 도달할 가능성은 높아질 것이다. 이러한 가능성을 적극적으로 인정하는 입장을 위해서는, 참조: Laudan(1984).

12) 쿤 자신 이러한 점을 인정하는 것처럼 보이는 대목들이 있다. 예를 들어, 쿤(1962, 159)은 프리스틀리가 비합리적이었던 것으로 비난되어야 하는 어떤 시점도 없다고 말한다.

13) 돌이켜 보면, 쿤이 처음부터 국소적 공약불가능성을 의미했다고 볼 수 있는 부분들이 있다. 예를 들어, 『과학혁명의 구조』(1970a, 198)에서 쿤은, 공약 불가능한 이론들을 받아들이는 과학자들이 사용하는 어휘는 거의 같은 용어들로 구성되기 때문에, 그들은 그 용어들 중의 일부를 다른 방식으로 자연에 적용하고 있음에 틀림없으며 그 결과 그들 사이의 의사소통은 불가피하게 부분적이 된다고 말한다. 또 다른 예로는, 참조: Kuhn(1970b), 267 & 269.

는 전자에 비해 보다 직접적인 비교가 될 것이다. 그런데, 앞서 지적한 것처럼, 의미상의 공약불가능성이 국소적이라는 주장을 위해 쿤 자신 이렇다 할 만한 옹호 논변을 제공하지 않는다. 공약불가능성이 국소화되어 나타나는 구체적 사례들에 대한 자세한 논의도 찾아보기 힘들다. 이러한 상황에서 쿤의 국소적 공약불가능성 논제를 평가하는 일은 용이하지 않다. 따라서, 앞서 밝힌 대로, 나는 쿤적 관점에서 공약불가능성이 성립한다고 할 구체적인 사례들에서 어떤 형태의 그리고 어떤 수준의 이론 비교가 가능한 지를 논구하고자 한다. 그러한 논구의 결과는 공약불가능성 논제에 대한 보다 이론적인 논의(예를 들어, 의미론적 논의)를 위한 사실적인 제약으로 작용할 것이다.

4. 공약불가능한 이론들의 사례

쿤은 『과학혁명의 구조』에서 많은 역사적 사례들을 통해 그의 과학관을 전개한다. 이는 기존의 과학관(특히, 과학철학)이 과학사적 연구를 통해 그 모습을 드러내는 과학활동의 현실과 부합하지 않으며 따라서 거부되어야 한다는 그의 입장에서 비롯한다. 이러한 입장은 논리경험주의자들을 포함하는 보다 전통적인 과학철학자들의 입장과 매우 대조적이다. 후자의 경우, 과학철학자들의 방법론적 규범과 과학자의 실천이 어긋날 때, 비난을 받아야 하는 것은 규범 또는 그를 제안한 과학철학자가 아니라 규범을 어긴 과학자라고 보는 시각이 일반적이기 때문이다. 물론 이러한 대비는 지나치게 단순화된 것이다. 그러나, 문제의 사안과 관련하여, 두 입장이 상반된 경향을 드러내었던 것으로 보아도 큰 무리는 없을 것이다.

어떤 과학관 내지 과학철학의 적합성 여부는 역사를 통해 진행되어 온 과학활동의 실제와 얼마나 잘 부합하는가에 의해 결정된다는 입장을 취할 경우, 다음과 같은 물음들이 제기될 수 있다. 먼저, 과학활동의 어떤 부분들이 과학철학적 견해의 적합성 여부를 가늠하

는 시금석 역할을 하는 것으로 간주되어야 할 것인가라는 물음이다. 이에 대하여는 크게 두 가지 형태의 답이 가능할 것이다. 하나는 과학활동의 모든 부분과 부합해야 한다는 주장이다. 이러한 주장의 한 변형으로 볼 수 있는 것은 가능하면 많은 부분과 부합해야 한다는 생각이다. 다른 하나는, 과학활동의 어떤 특정한 부분과 부합해야 한다는 주장이다. 이 경우, 그 특정한 부분을 결정하는 기준과 그러한 기준의 채택에 대한 정당화가 제시되어야 한다. 다음은, 적합성 여부를 따짐에 있어 고려해야 할 과학활동의 분야들은 무엇인가라는 물음이다. 이는 첫번째 물음과는 다른 것이다. 왜냐하면, 어떤 분야들이 고려되어야 할 것인가에 대한 결정이 내려진 후에도 첫번째 유형의 물음이 여전히 남기 때문이다.

쿤의 경우를 생각해 보면, 일단 자연과학을 그의 과학철학적 논의의 대상으로 삼고 있는 것 같다. 이는 그의 과학사적인 예들이 자연과학적인 것들에 국한되어 있다는 데서 알 수 있다. 물론, 심리학의 실험 사례들을 들긴 하지만, 이는 다소 비유적인 성격을 가진 것으로 보는 것이 옳다. 한편, 쿤이 의도적으로 그렇게 한 것처럼 보이지는 않지만, 그의 과학사적 사례들은 물리학과 화학 분야에 집중되어 있다. 이러한 상황은, 그의 과학철학적 논의의 적용범위와 관련하여, 쿤 자신이 원하지 않는 어떤 함의를 지닐 여지를 남겨놓고 있다. 그러나, 본 논문에서 나는 이런 물음들을 일단 보류하고, 쿤 자신의 과학사적 사례들(특히, 그가 공약불가능성이 성립하는 것으로 보는 사례들)에 주목하고자 한다.

첫번째 사례는 천문학에서의 코페르니쿠스 혁명이다. 쿤은 『과학혁명의 구조』에서 그의 새로운 과학관을 개진하기 5년 전에 그의 처녀작인 『코페르니쿠스 혁명(The Copernican Revolution)』(1957)을 출간하였다. 후자는 과학사 분야의 저작이지만, 『과학혁명의 구조』에 담긴 쿤의 과학철학적 견해는 이 중요한 사례 연구에서 이미 그 모습을 일부 드러내고 있다. 예를 들어, 코페르니쿠스에 의해 제안된 태양중심설 역시 그 초기 단계에는 기존 패러다임에 해당하는 프톨레마이오스의 천문 이론보다 경험적 적합성에 있어 특별히 우월하다고 이야기할 수 없으며, 케플러와 같은 소수의 천문학자들이

일찌기 전자의 이론을 받아들인 것은 관찰과 더 잘 부합한다는 이유 때문이라기보다는 그것의 구조적 단순성에 매료되었기 때문이라는 주장을 쿤은 한다. 그리고 이러한 논의의 연장선상에서 코페르니쿠스 혁명은 쿤이 ‘과학혁명’이라 부르는 과학적 변화의 대표적인 사례로 간주된다.¹⁴⁾

이제 우리의 물음은, 코페르니쿠스의 천문이론과 그 경쟁 상대였던 프톨레마이오스의 천문이론은 어떤 방식으로 공약불가능하며, 비교가능한가라는 것이다. 쿤(1962, 128-9)에 따르면, 전자의 이론이 후자의 이론에 의해 대체되는 과정에서 의미상의 공약불가능성이 발생한다. 예를 들어, ‘행성(planet)’이라는 용어는 두 이론에서 공통적으로 사용되지만, 그 의미는 동일하지 않다는 것이다. 즉, 프톨레마이오스적 행성과 코페르니쿠스적 행성은 내포와 외연 모두에서 다르다. 전자는 ‘지구 주위를 도는 항성 아닌 천체들’을 의미했다면, 후자는 ‘태양 주위를 도는 항성 아닌 천체들’을 의미했다. 뿐만 아니라, 전자의 집합에는 태양이 포함되고 지구가 빠져 있었던 데 반해, 후자의 집합에는 태양과 달이 빠지는 대신 지구가 포함된다. 물론, 이 의미상의 변화는, 프톨레마이오스적 패러다임을 받아들이는 천문학자들이 ‘지구가 우주의 중심에 있다’를 기본 전제로 삼았던 데 반해 코페르니쿠스 및 그 추종자들은 ‘태양이 우주의 중심에 놓여 있다’를 기본 전제로 삼았다는 것과 밀접한 관계가 있다. 그러나, 『과학혁명의 구조』에서 쿤은, 이러한 개념적 변화와 그로부터 비롯하는 의미상 공약불가능성의 범위에 대하여 별다른 논의를 하지 않는다. 그 결과, 혁명기에 나타나는 개념적 변화의 전체론적 성격에 대한 쿤의 강조와 혁명기의 이론 선택은 코페르니쿠스 혁명의 경우처럼 심미적 판단 등에 의존하기도 한다는 그의 진술 등이 합쳐져서, 쿤 자신의 의도와는 달리, 문제의 공약불가능성이 전면적인 것이며 따라서 경쟁이론간의 비교불가능성을 초래하는 것으로 해석하도록 유도했다고 볼 수 있다.

14) 『과학혁명의 구조』 1장에서 쿤(1962, 6)은 “과학혁명의 가장 명백한 예들” 중의 하나로서 코페르니쿠스 혁명을 든다.

한편, 앞서 언급된 형태의 개념적 변화에도 불구하고, 프톨레마이오스의 천문이론과 코페르니쿠스의 천문이론은 여전히 공통된 관측 자료를 통해 비교가 가능한 것처럼 보인다. 고대로부터 근대 천문학의 혁명에 이르기까지 진행되어 온 행성들의 겉보기 운동에 대한 관측이 전적으로 이론 중립적이라고 말하기는 어렵다. 그러나, 문제의 핵심은 그 시기 동안에 이루어진 천체들에 대한 관측이 비교 평가의 대상인 프톨레마이오스의 천문이론이나 코페르니쿠스의 이론을 적재하고 있었는가라는 것이다. 이 물음에 대한 답은 그렇지 않다는 것이다. 단적인 예로, 코페르니쿠스는 일차적으로 이론 천문학자였다. 그의 궁극적인 관심은 관찰가능한 현상들을 전통적인 이론(즉, 프톨레마이오스의 이론)보다 나은 방식으로 “구제”하는 것이었으며, 따라서 현상 자체에 관한 한 고대 천문학자들의 작업에 의존하였다.¹⁵⁾ 코페르니쿠스의 이러한 태도는, 천체에 대한 관측 및 그 결과에 특정 천문이론이 적재되고 그에 따라 전자가 후자를 배타적으로 선호하는 상황이 실제로 성립했다면, 자가당착일 뿐만 아니라 새로운 천문 이론에 대한 그의 추구는 실패하기로 예정된 경우였을 것이다. 그러나, 잘 알려진 바와 같이, 그는 대안 이론의 개발에 성공했을 뿐만 아니라 그의 이론은 전통이론과의 경쟁에서 궁극적으로 승리하였다. 이 결과는 코페르니쿠스가 의존했던 관측자료와 그를 얻는 데 사용된 관측 기구 및 방식이 특정 천문이론을 배타적인 방식으로 적재하지 않았음을 입증하는 것이다. 또 코페르니쿠스 이후 천문학의 혁명에 결정적인 기여를 한 케플러도 코페르니쿠스의 이론과 경쟁 관계에 있었던 천문이론을 제안한 브라헤의 관측 자료를 토대로 전자의 이론을 개선하고 옹호하는 작업을 하였다. 만약 브라헤의 관측이 그 자신의 천문이론을 적재하고 그 결과 후자를 선호하고 다른 경쟁이론들을 배제하는 역할을 하였다면, 케플러가 한 형태의 작업은 소기의 성과를 거둘 수 없었을 것이다. 케플러가 우주의 구조에 대하여 자신과는 다른 견해를 가졌던 브라헤의 관측 자료를 토대로 이론적인 작업을 한 것은, 브라헤의 관측 자료가 그

15) 참고: Pedersen (1993), p. 265.

의 천문 이론적 입장과는 별도로 가장 정확한 것으로 공인되고 있었음을 입증하는 것으로 볼 수 있다. 따라서, 코페르니쿠스 혁명 과정에서 경쟁 관계에 있었던 천문 이론들이 “구제”하고자 했던 관측 자료를 산출하는 데 사용된 기구의 제작과 사용은 그 나름의 원리에 의존해 있었지만, 비교 대상이 되고 있는 특정의 천문이론을 적재했었다고 추정할 이유는 없는 것처럼 보인다.¹⁶⁾

이에 대해 혹자는, 천체에 대한 그 시기의 관측이 비교 대상에 속하는 특정의 천문이론을 적재하고 있었던 것은 아니라 하더라도, 코페르니쿠스가 태양중심설을 제안한 그 당시에 경쟁 천문이론들을 경험적 증거에 의해 차별화 하는 것이 여의치 않았다는 쿤의 지적은 여전히 유효하다는 문제를 제기할 수 있다. 그러나 이러한 문제 제기는 그 적절성이 의심스럽다. 현재 논의의 초점은, 혁명기의 경쟁이론 사이에 성립하는 것으로 주장되는 공약불가능성과 그에 따른 비교가능성 여부이다. 반면, 방금 언급된 문제 제기는, 경쟁이론들이 공약가능한 상황에서도, 경험적 자료에 기반한 이론 비교가 어떤 경우에는 그 효력을 발휘하지 못함을 지적하는 것이다. 경쟁이론들이 공약가능하기 때문에 그들 사이의 경험적 비교가 이론 선택에 있어 항상 결정적 역할을 한다는 주장은 방법론적으로 매우 강한 주장이다. 사실 지나치게 강하기 때문에 옹호되기 어려운 주장이다. 한편, 공약불가능성 논제에 대한 초기의 비판자들은 다른 극단으로 결론을 이끌어갔다. 경쟁이론들이 공약불가능하면, 그들 사이의 비교는 원칙적으로 가능하지 않다는 결론이다. 물론, 그들은 이 조건언을 귀류법적 추론의 한 요소로 삼아 공약불가능성 논제의 부당함을 주장하였다. 이러한 방법론적 양극단 사이에서 보다 현실적인 문제는, 공약불가능한 경쟁이론들을 공통의 경험적 자료에 의해 비교하는 것이 원칙적으로 가능한가, 그리고 그러한 비교가 이론 선택이

16) 예를 들어, 천체관측의(astrolabe)의 제작과 사용에 대해 남아 있는 가장 오래된 설명은 6세기에 쓰여진 것이다. 그러나, 16세기나 17세기의 천체관측의는 그 크기와 정교함에 있어서는 천년전의 그것과 다를지라도 그 제작 및 사용 원리에 있어서는 후자와 다르지 않았다.(참조: North 1974, 특히, p. 104)

요청되는 대부분의 상황에서 효력을 발휘하는가 일 것이다. 이러한 방법론적 관심과 관련하여 근대 천문학의 혁명이 말해 주는 것은, 혁명기의 경쟁이론들을 공통의 천문 관측 자료에 의해 비교하는 것이 가능했을 뿐만 아니라 케플러의 작업에 이르러서는 그러한 비교가 (적어도 천문학의 영역 내에서는) 경쟁이론간의 우열을 분명히 해주는 역할을 담당했다는 것이다.

마지막으로, 두 천문 이론의 주장자들이 해결하고자 했던 문제들의 목록이 상이했을 가능성이 지적될 수 있다. 그러나, 두 이론에 담긴 우주의 구조에 대한 상반된 견해도 불구하고, 그들이 해결하고자 했던 문제들의 목록은 별반 차이가 없었다. 천문학의 경우, 고대로부터 전승되어 온 문제들의 목록이 있는데, 항성(stars), 태양, 달, 그리고 행성들의 겉보기 운동을 설명하는 일이 그것이다. 그리고 프톨레마이오스 이론과 코페르니쿠스 이론이 하고자 했던 일은, 이 천체들에 대한 공통된 관측 자료들을 두 가지 다른 관점, 즉, 지구를 중심으로 삼는 관점과 태양을 중심으로 삼는 관점에서 설명하려고 한 것으로 봄이 옳다.

두번째 사례는 역학에서의 아인슈타인 혁명이다. 뉴턴 역학으로부터 상대론적 역학으로의 전이에 해당하는 이 과학적 변화 역시 과학혁명과 공약불가능성에 대한 쿤의 논의에서 자주 등장하는 사례이다. 쿤(1962, 101-2)에 따르면, 여기서도 주요 개념들의 의미 변화가 일어나고, 그 결과 의미상의 공약불가능성이 성립한다. 예를 들어, “질량”이라는 용어는 두 역학 이론에서 공통적으로 사용되지만, 그 의미가 상이할 뿐만 아니라 뉴턴 역학의 질량과 같은 의미를 가지는 상대성 이론 내의 표현도 존재하지 않는 것처럼 보인다는 것이다. 즉, 뉴턴 역학에서 질량은 주어진 물리계에 대한 측정자의 상대적인 운동 상태에 관계없이 일정하고 따라서 그 물리계의 내재적인 성질로 간주된다. 반면, 상대성 이론에서의 질량은, 주어진 물리계에 대한 측정자의 상대적인 운동 속도에 따라 결정되며 따라서 그 물리계와 측정자 사이에 성립하는 관계적 성질에 해당한다고 흔히 말해진다. 그러나, 질량을 측정자의 운동에 상대적인 것으로 보는 관점이 상대성 이론에서 불가피한 것은 아니다. 뉴턴 역학에서처

럼 질량을 측정자의 운동에 독립적인 양으로 보는 관점 역시 가능하다. 이 경우, 운동량의 상대론적 표현에 나타나는 인자 $\gamma(=1/\sqrt{1-\beta^2})$ 는 질량 대신 속도와 연계된다. 물론, 인자 γ 를 질량과 연계시키고 정지상태의 질량과 상대론적 질량(즉, 운동상태의 질량)을 구분하는 통상적인 관점은 그 나름의 이점들을 가지고 있다. 그러나, 질량을 불변적인(invariant) 스칼라 양으로 보는 관점이 상대성 이론의 개념적 토대와 더 일관되는 것은 분명하다. 왜냐하면, 상대성 이론은 시간 측정의 상대성에 대한 인식으로부터 비롯되었고, 따라서 시간 측정에 직접적으로 의존해 있는 속도와 같은 운동론적 양들의 변화는 당연히되는 반면에 전하나 질량 같은 시간과 직접적으로 관계가 없는 양들은 영향을 받지 않을 것으로 기대되기 때문이다. 그러므로, 일반적으로 알려진 것과는 달리, 상대론적 혁명에서 질량 개념의 의미변화가 불가피한 것은 아니다.

이러한 점을 인정한다 하더라도, 아인슈타인 혁명은 여전히 코페르니쿠스 혁명보다 어떤 점에서는 더 근본적인 변화에 해당한다. 이는 전자가 물리 이론들의 바탕에 놓여 있는 시간 및 공간 개념의 급진적인 변화에서 비롯되었다는 데 있다. 근대 천문학의 혁명에서 경쟁관계에 있었던 프톨레마이오스의 이론과 코페르니쿠스의 이론은 우주 구조에 관하여 상반된 주장을 포함하고 있었지만, 둘 다 유클리드적 공간 개념과 아리스토텔레스적 시간 개념에 근거를 두고 있었다고 할 수 있다. 앞서 논의된 것처럼 그 당시의 천문 관측 자료들이 두 경쟁이론의 비교를 위한 공통적인 기반 역할을 하는 것으로 간주될 수 있는 것도 두 이론이 공통된 시공간 개념에 토대를 두고 있었던 데서 비롯하는 것으로 볼 수 있다. 아인슈타인 혁명에서는 상황이 매우 다르다. 우선 아인슈타인 혁명은 시간 개념, 특히 동시성(simultaneity) 개념에 대한 근본적인 반성에서부터 비롯되었다. 뉴턴 역학의 동시성 및 시간 간격은, 모든 관성 관찰자(inertial observer)에 대하여 동일하다는 의미에서 보편적이다. 즉, 어떤 관성 관찰자에 대하여 동시적인 두 사건은 모든 다른 관성 관찰자에 대해서도 동시적이며, 시간 간격에 대해서도 같은 상황이 성립한다. 동시적인 두 사건 사이의 공간적 거리 역시, 뉴턴 역학에서는, 모든

관성 관찰자에 대하여 동일하다는 의미에서 보편적이다. 반면, 상대성 이론의 경우, 동시성, 시간 간격 및 (동시적인 또는 비동시적인 두 사건 사이의) 공간적 거리 모두 관성 관찰자의 상대적인 운동 상태에 따라 달라진다. 물론, 상대성 이론에서 다루어지는 모든 시공간적 양이, 측정자의 운동 상태에 따라 다른 값을 가진다는 의미에서, 보편성을 상실하는 것은 아니다. 시간 간격과 공간적 거리의 특정한 조합, 즉, “(두 사건 사이의 겹보기 공간 거리/빛의 속도)² - (두 사건 사이의 겹보기 경과 시간)²”에 해당하는 ‘간격’(interval)은 상대성 이론 내에서 측정자의 운동상태에 관계없이 일정한 값을 가진다. 즉, ‘간격’은 상대성 이론에서 보편성을 유지한다. 그런데, 이번에는 역으로 ‘간격’이 뉴턴 역학에서 보편성을 가지지 못한다. 왜냐하면, 뉴턴 역학적 관점에서 볼 때, 두 사건 사이의 겹보기 경과 시간은 측정자의 운동상태에 관계없이 일정한 값을 가지는 반면에, 비동시적인 두 사건 사이의 공간적 거리는 측정자의 운동상태에 따라 그 측정값이 달라지기 때문이다.¹⁷⁾

시공간적 양들의 보편성과 관련하여 뉴턴 역학과 상대론적 역학 사이에 성립하는 이러한 비대칭성은 두 이론 사이의 공약불가능성과 관련된 우리의 방법론적 논의에 대하여 어떤 의미를 지니는가? 역학분야에서의 측정은 두 사건 사이의 경과한 시간 및 공간적 거리 같은 시공간적 양들에 대한 측정이 주종을 이룬다. 그리고, 근대 천문학의 혁명에서와는 달리, 20세기의 역학 혁명에서는 경쟁이론인 뉴턴 역학과 상대성 이론이 각기 다른 시공간론에 기초를 두고 있다. 그러므로, 만약 시공간적 양들에 대한 측정의 수준에서 상이한 시공간론들이 적재된다면, 각기 상이한 시공간론에 기초한 뉴턴 역학과 상대론적 역학은 공약불가능한 관계에 놓일 뿐만 아니라 두 이론의 경험적 비교를 위한 공통된 토대 역시 존재하지 않을 것처럼 보인다. 그렇다면, 문제는 시공간적 양들에 대한 측정의 수준에서 상이한 시공간론들이 적재되는가이다.

그러면, 뉴턴 역학과 상대론적 역학이 경쟁하는 상황에서 시공간

17) 참조: Geroch(1978).

적 양들에 대한 측정이 어떤 방식으로 행해지는가를 생각해 보자. 우선 관찰자가 있는 지점에서 발생하는 사건들을 기록하기 위해 전자와 같은 장소에 위치해 있는 시계가 필요하다. 그리고 관찰자로부터 시공간적으로 떨어진 지점에서 일어나는 사건들을 탐사하기 위한 도구가 필요한데, 이를 위해 유력한 후보는 빛이다. 관찰자로부터 시공간적으로 떨어진 영역에서 일어나는 사건의 발생지점, 관찰자와 그 사건 사이의 공간적 거리 등을 측정하려면, 관찰자가 보낸 빛으로 하여금 문제의 사건이 발생한 것을 확인하고 되돌아오게 하는 방법을 사용할 수 있다. 빛을 보내는 시점과 그것이 되돌아오는 시점을 재기 위해 관찰자가 사용하는 시계는 관찰자와 같은 장소에 위치해 있고 같은 운동상태를 유지하기 때문에, 그 작동에 관하여 뉴턴 역학과 상대론적 역학 사이에 이견이 없는 경우이다. 반면, 빛의 경우에는 사정이 다르다. 빛의 속도에 대한 상대성 이론의 입장은, 잘 알려진 것처럼, 모든 관성 관찰자에 대하여 같은 속도 c 를 가진다는 것이다. 이는 특수상대성 이론의 두번째 공준(postulate)으로 이야기되는 것이다. 그런데 뉴턴 역학과 연계되어 있는 갈릴레오 변환의 관점에서 보면, 빛 역시 다른 물리계와 마찬가지로 관찰자의 운동 상태에 따라 다른 속도를 가진다. 이것이 사실이라면, 빛은 관찰자로부터 시공간적으로 떨어진 영역에서 일어나는 사건들을 탐사하기에 적합한 도구가 아닐 것이다. 왜냐하면, 빛이 방사되는 방향으로 일정한 속도를 가지고 운동하는 관찰자의 관점에서 보면, 어떤 시공간적으로 떨어진 지점을 향해 갈 때의 빛의 속도와 그로부터 되돌아올 때의 빛의 속도가 달라질 것이기 때문이다. 따라서, 빛의 속도에 대한 뉴턴 역학적 관점에 어떤 변화가 일어나지 않는다면, 두 이론은 시공간적 양의 측정을 위한 도구에 대해서조차 합의를 보지 못하는 상황에 놓일 것이다. 그러나, 역사적으로 보면 바로 이 부분에서 치열한 논란이 있었고, 과학자들은 적어도 측정도구로의 채택을 위해 필요한 빛의 성질에 관한 한 합의에 도달하는 과정을 밟은 것처럼 보인다. 이 과정은 대체로 다음과 같다. 뉴턴 역학의 운동방정식들은 갈릴레오 변환에 대해 변화하지 않는(invariant) 성질을 가진다. 반면, 고전 전자기학의 맥스웰 방정식들은 갈릴레오 변

환에 대해 불변적이지 않다. 그 주된 이유는 맥스웰 방정식이 c 를 포함하고 c 는 갈릴레오 변환에 대해 불변적이지 않기 때문이다. 따라서, 뉴턴 역학의 운동방정식을 통해서는 관성 관찰자의 운동상태를 알 방도가 없는 반면에, 고전 전자기학은 c 의 속도를 측정함으로써 관성 관찰자의 운동상태를 알아낼 수 있는 길을 열어주는 것처럼 보였다. 그러나, 관찰자의 운동상태에 따라 달라지는 광속의 변화를 포착하려 했던 모든 시도는 실패로 끝났다. 마이켈슨(Michelson)과 몰리(Morley)의 실험(1887)이 대표적인 예이다. 마이켈슨-몰리의 실험 결과는 갈릴레오 변환식의 정당성에 심각한 의문을 제기하는 것으로 이해될 수 있다. 물론, 갈릴레오 변환식을 건드리지 않고 마이켈슨-몰리의 실험 결과를 수용하고자 했던 시도가 없었던 것은 아니다. 로렌츠-피츠제랄드(Lorentz-Fitzgerald)의 수축 가설(contraction hypothesis, 1892)은 정확히 그러한 목적을 위해 고안된 가설이다. 물체의 길이는 그 운동방향으로 수축한다는 주장이 그것이다. 그러나, 로렌츠-피츠제랄드의 수축 가설은 마이켈슨-몰리의 실험을 변형시킨 케네디-손다이크(Kennedy-Thorndike)의 실험(1932) 결과를 설명하지 못함으로써 일반적인 해결 방안으로서의 지위를 상실한 경우였다. 에테르 제동 가설(ether-drag hypothesis)도 같은 목적으로 고안된 것이다. 그러나 이 가설 역시 광행차(stellar aberration) 현상 그리고 피조(Fizeau)의 실험 결과 등과 충돌하는 것으로 밝혀졌다. 갈릴레오 변환식을 건드리지 않고 마이켈슨-몰리 실험 결과를 설명하는 또 다른 시도(W. Ritz 1908)는, 빛의 속도가 (관찰자나 에테르의 운동 상태가 아니라) 광원의 운동상태에 따라 달라진다고 가정하는 것이었다. 이 가정을 받아들이면, 마이켈슨-몰리의 실험 결과는 자동적으로 설명된다. 그러나 이 시도 역시 그에 반하는 실험 결과들이 나오으로써 좌절되었다.¹⁸⁾ 이와 같이 대안들의 모색과 좌절의 과정을 거치면서, 빛의 속도는 관찰자, 매질로서의 에테르, 광원의 운동상태에 관계없이 동일하다

18) 참고: Resnick(1968), 33-5. 문제의 방출 이론(emission theories)에 반하는 것으로 간주되는 증거들에 대한 비판적 검토를 위해서는, 참조: Fox(1965).

는 가설을 채택하는 것이 다양한 실험 결과들을 일관되게 이해할 수 있는 유일한 방안이라는 인식이 과학자들 사이에 일반화된 것으로 볼 수 있다.¹⁹⁾ 그리고, 앞서 언급된 여러 실험 결과들과 별도로 광속 불변의 가설이 아인슈타인에 의해 특수상대성 이론의 두 공준(postulate) 중의 하나로 채택되었던 것은 사실이지만, 광속 불변의 가설은 상대성 이론과는 별도로 채택될 만한 그 나름의 경험적 근거를 가진 가설로 볼 수 있다.

그러나, 이러한 결론에 대하여, 광속 불변의 가설을 지지하는 것으로 볼 수 있는 실험 결과들 역시 어떤 특정의 시공간론을 전제로 하여 얻어진 것이 아닌가라는 물음이 생겨날 수 있다. 왜냐하면, 문제의 실험에서 사용되는 기구들의 배치를 위해서도 어떤 시공간적 양들의 측정이 필요하고 이에 특정의 시공간론이 적재될 것이기 때문이다. 예를 들어, 마이켈슨-몰리의 실험에서 사용되는 반사 거울들을 배치할 때, 실험 장치의 중심에 놓이는 부분적으로 은을 입힌 거울(partially silvered mirror)로부터 반사 거울들까지의 거리를 측정할 필요가 생긴다. 만약 이 거리의 측정을 위해 미터자를 사용한다면, 전체 실험 장치의 운동상태에 따라 미터자의 길이가 변화할 가능성이 문제가 된다. 여기서 두 가지 입장이 가능하다. 하나는 변화하지 않는다고 가정하는 것인데 이는 뉴턴 역학적 시공간론을 전제하는 것이 된다. 다른 하나는, 변화한다고 가정하는 것인데 이는 상대론적 시공간론을 전제하는 것이 된다. 그리고, 어느 입장을 취하든지 간에 일단 평가 대상인 이론을 전제하는 결과가 되는 것처럼 보인다. 이 경우, 광속 불변의 가설이 상대성 이론과는 별도로 그 나름의 경험적 기반을 가지므로 전자의 가설을 적재하는 측정 결과들이 평가 대상 이론들에 공통된 경험적 자료를 제공한다는 앞에서의 주장은 더 이상 성립하기 어렵다는 지적이 나올 수 있다. 그러나,

19) 물론, 뉴턴 역학을 옹호하는 입장에서 본다면 광속 불변의 가설을 받아들이는 것조차, 전자와 연계되어 있는 갈릴레오 변환이 후자와 양립가능하지 않기 때문에, 부담스러운 일임에 틀림없다. 이러한 상황에서 뉴턴 역학이 부딪히는 물음은, 뉴턴 역학과 광속 불변의 가설을 함께 만족시키는 변환식이 존재하는가일 것이다.

광속 불변 가설과 관련된 실험들이 평가 대상인 특정 시공간 이론을 전제한다는 점을 인정하더라도 이것이 뉴턴 역학과 상대론적 역학에 공통된 경험적 자료의 존재에 대한 부인을 반드시 함축하는 것처럼 보이지는 않는다. 그 이유를 마이켈슨-몰리 실험의 경우를 통해 살펴보자. 마이켈슨-몰리 실험에서 일상적인 자를 사용하여 빛이 통과하는 수평거리와 수직거리를 측정한다고 하자. 이렇게 측정된 수평거리를 수축가설에 의해 교정한 값을 사용하여 간섭 줄무늬의 이동(fringe shift)을 계산한 결과는, $(v/c)^2$ 보다 높은 차수의 항을 무시할 경우, 레이먼(Laymon 1988)이 지적하는 바대로 수축가설에 의거하지 않은 계산 결과와 정확하게 같다. 이는, 빛이 통과하는 거리를 측정할 때 사용되는 자의 길이가 그 운동상태에 따라 변화하는 것으로 보든 그렇지 않든 간에, 간섭 줄무늬 이동의 값을 산출하기 위해 마이켈슨이 행한 원래의 계산 결과에는 차이가 생기지 않는다는 것을 의미한다. 달리 표현하면, 마이켈슨-몰리 실험에서 행해지는 간섭 줄무늬 이동에 대한 계산 결과는 거리 측정에 적재되는 시공간이론에 대하여 실질적으로 중립적(practically neutral)이다. 그러므로, 광속 불변의 가설과 관련된 실험에서 행해지는 측정에 특정 시공간론이 적재되는 경우에도, 전자의 가설이 상대성 이론과는 별도로 그 나름의 경험적 근거를 가지며 따라서 이 가설을 적재하는 측정 결과들이 뉴턴 역학과 상대론적 역학에 공통된 경험적 자료를 제공한다는 주장은 여전히 성립하는 것으로 볼 수 있다.

이러한 분석이 옳다면, 우리는 뉴턴 역학이나 상대성 이론 중의 하나를 선택하기에 앞서 광속 불변의 가설을 토대로 두 이론의 비교 평가를 위한 경험적 기반을 확보할 수 있게 된다. 즉, 관찰자의 시계와 빛을 사용하여 시공간적 양들을 측정하고 그 결과를 각 이론의 예측과 비교하는 작업이 가능하게 된다. 예를 들어, 임의의 두 사건 사이에 경과한 시간에 대하여, 뉴턴 역학은 관찰자의 운동상태와 상관없이 일정한 값을 가진다고 말하는 반면 상대성 이론은 관찰자의 운동상태에 따라 다른 값을 가진다고 말한다. 또 비동시적인 두 사건 사이의 간격에 대하여, 뉴턴 역학은 관찰자의 운동 상태에 따라 다른 값을 가진다고 예측하는 반면 상대성 이론은 일정한 값

을 가진다고 예측한다. 관찰자의 시계와 빛을 사용하여 이 두 시공간적 양을 측정하면, 그 결과는 상대성 이론의 예측과 일치한다. 그렇다면, 왜 과학자들은 뉴턴 역학의 예측이 그릇됨을 오랜 기간 동안 알아채지 못했는가? 그 주된 이유는, 흔히 이야기되어 온 것처럼, 관찰자와 측정대상의 상대적 운동 속도가 광속보다 현저하게 작은 상황에서 시공간적 양들에 대한 뉴턴 역학의 예측과 실제 측정 결과(또는 상대성 이론의 예측) 사이의 차이가 극히 작기 때문이다.

지금까지 우리는 뉴턴 역학과 상대론적 역학 사이에 공통의 경험적 토대가 성립함을 논하였다. 이는 시공간적 양에 대한 측정이 평가 대상 이론을 적재하지 않았음을 뜻하지 않는다. 그렇다면, 두 평가 대상 이론에 공통된 경험적 토대의 성립은 어떻게 가능했는가? 이 물음에 대한 답은 두 부분으로 나누어 이야기될 필요가 있다. 첫째, 광속 불변의 가설을 위해 경험적 근거를 제공한 실험 결과들은 그 측정이 특정한 시공간론을 적재하는 경우에도 후자에 대하여 실질적으로 중립적이라는 주장이 성립하는 것처럼 보인다는 것이다. 둘째, 특정 시공간론에 대하여 실질적으로 중립적인 실험 결과들에 의하여 지지되는 광속 불변의 가설을 토대로 이루어지는 시공간적 양에 대한 측정은, 문제의 가설이 특수 상대성 이론의 두 공준 중의 하나이기는 하나, 특수 상대성 이론의 전면적 적재를 전제하지는 않았다. 만약 특수 상대성 이론의 전면적인 적재가 일어났다면, 상대론적 예측과 측정 결과의 일치를 토대로 한 상대론적 역학의 옹호는 순환적이라는 비난을 회피할 수 없었을 것이다. 그런데 실제로 일어난 일은 특수 상대성 이론의 부분적 적재라 할 수 있다. 이 경우, 적재된 이론과 측정 결과와의 일치는 보장되지 않는다. 따라서, 자기 부정이나 수정(self-denial or self-correction)의 가능성을 배제하는 그러한 의미의 악순환이 일어나고 있는 상황은 아니다.

세번째 사례는 라브와지에(Lavoisier)의 화학혁명이다. 이 역시 쿤의 『과학혁명의 구조』(1962, 92, 118, etc)에서 과학혁명의 예로서 비교적 자주 언급되는 사례이다. 이 혁명 과정에서 경쟁 관계에 있었던 두 이론은 플로지스톤(phlogiston) 이론과 라브와지에의 산소 이론이다. 앞에서 논의된 두 사례는 경쟁이론들에서 어떤 용어가 공

통적으로 사용되지만 그 의미가 변화하는 경우였던 데 반해, 현재의 사례는 한 이론에서 사용되는 주요 용어가 다른 이론에서는 아예 다른 용어로 대체되는, 따라서 표면적으로도 공약불가능성의 성립이 현저하게 시사되는 경우이다. 그러나, 경쟁이론들이 서로 다른 이론적 용어들 사용한다는 사실이 그들에게 공통된 경험적 토대가 존재하지 않음을 함축한다고 생각할 필요는 없다. 현재 논의되고 있는 화학혁명은 바로, 그러한 함축관계가 반드시 성립하는 것은 아님을 예시하는 경우인 것처럼 보이기 때문이다.

플로지스톤 이론은 18세기 무렵 유럽에서 널리 받아들여졌던 화학이론으로서, 연소 및 하소 등의 현상을 플로지스톤이라는 실체의 존재를 통해 설명하였다. 즉, 어떤 물체가 연소가능한 것은 플로지스톤을 포함하고 있기 때문이며, 연소 과정은 이 플로지스톤이 빠져나가는 과정으로 이해되었다. 하소(calcination) 현상도 유사한 방식으로 설명되었다. 그런데 플로지스톤 이론이 직면한 문제들 중의 하나는, 인과 같은 무기물의 경우 연소 후에 연소 전보다 오히려 무게가 증가한다는 사실이었다. 플로지스톤 이론가의 설명대로 연소와 더불어 플로지스톤이 빠져나간다면 무게가 줄어들어야 할 것이기 때문이다. 이러한 난점에 대한 플로지스톤 이론가들의 대응은 플로지스톤 방출을 전제로 하여 여러 가지 방식으로 이루어졌다. 반면, 라브와지에는 연소를 연소물질로부터 플로지스톤이 빠져나가는 과정으로 보지 말고 공기 중의 순수한 부분(즉, 산소)이 연소물질과 결합하는 과정으로 볼 것을 제안하였다. 결국, 근대의 화학 혁명을 통해 일어난 일은 “플로지스톤”이라는 용어의 의미 변화가 아니라 다른 용어(즉, “산소”)에 의한 대체였다. 뿐만 아니라, 이러한 이론적 변화는 연소 등에 대한 관찰에도 직접적인 영향을 미쳤을 것이다. 왜냐하면, 동일한 연소 현상을 관찰하면서, 플로지스톤 이론가는 ‘연소물질로부터 플로지스톤이 빠져나가고 있다’와 보고할 것인 데 반해 라브와지에 같은 산소이론가는 ‘연소물질이 산소와 결합하고 있다’고 보고할 것이기 때문이다. 이런 이유 때문에 근대의 화학 혁명에서 일어난 이론적 변화는 공약불가능론자들에 의해 불연속적인 과학 변화의 대표적 사례로 예시되어 왔다.

그러나 이러한 표면상의 급진적인 변화에도 불구하고, 플로지스톤 이론과 라브와지에의 산소 이론을 비교하는 것이 불가능하지는 않은 것처럼 보인다. 예를 들어, 연소 전의 무게와 연소 후의 무게를 비교하는 실험은, 플로지스톤 이론가들과 산소 이론가인 라브와지에 모두에 의해 공통적으로 행해졌다. 그리고, 연소 과정에서 일어나고 있는 일이 무엇인지에 대해 다른 견해를 가졌을 때에도, 연소를 전후하여 일어나는 무게의 변화에 대해서는 같은 결론을 내렸다. 뿐만 아니라, 하소 과정에서 금속의 무게가 증가한다는 것은 16세기부터 잘 알려진 사실이었다.²⁰⁾ 이러한 실험결과들에 대한 플로지스톤 이론가들의 대응은 여러 가지였다. 예를 들면, 플로지스톤은 음의 무게를 가진다고 말하거나, 플로지스톤 이론은 화학적 현상들에 관한 이론이며 따라서 무게의 변화와 같은 물리적 현상을 설명할 필요가 없다고 말하는 것이었다. 그러나, 이러한 다양한 대응들이 공통적으로 인정했던 것은 연소(또는 하소)의 결과로서 무게의 증가가 일어난다는 사실이다. 이는 연소(또는 하소) 전후의 무게 변화와 같은 실험 자료들이 경쟁관계에 있었던 플로지스톤 이론과 산소 이론의 공통된 경험적 근거로 역할 했음을 말해준다.

물론, 두 경쟁이론에 공통된 경험적 근거가 존재한다고 해서 그를 토대로 경쟁이론 간의 차별화가 가능하다는 결과가 보장되는 것은 아니다. 전자가 후자를 논리적으로 함축하지는 않기 때문이다. 그렇다면, 플로지스톤 이론과 산소 이론에 공통된 경험적 자료들이 두 이론에 대한 증거적 차별화를 산출하거나 적어도 산출할 수 있었던 경우인가? 이 물음에 긍정적으로 답하려는 시도와 관련된 문제점들을 생각해 보자. 우선 하나는, 플로지스톤 이론과 산소 이론이 각기 해결하고자 했던 문제들의 영역이 달랐으며, 그 결과 플로지스톤 이

20) 참고: Partington(1957), 148. 플로지스톤 이론을 체계화한 슈탈(Stahl) 역시 적어도 몇몇 금속에 대하여 이러한 사실을 믿었다. 그러나, Guerlac(1961, 125-145)에 따르면, 이러한 현상의 일반성을 화학자들이 인정하게 된 것은 기통(Guyton de Morveau)이 하소에 대한 기존의 문헌을 비판적으로 검토하고 그 자신의 실험결과들을 담은 논문 "Dissertation sur le phlogistique"을 파리 과학 아카데미에 제출하면서부터이다.

론가들은 연소나 하소 과정에서 일어나는 무게의 변화를 해결해야 할 문제로 간주하지 않았던 반면에 산소 이론가들은 금속들이 어떤 성질들을 공통으로 지닌다는 사실을 설명하지 못했다는 지적이다. 그러나, 이러한 지적은 역사적인 사실과 잘 부합하지 않는 것처럼 보인다. 그 당시의 문헌들을 통하여 알 수 있는 것은, 캐번디쉬(Cavendish), 프리스틀리(Priestley), 커완(Kirwan), 기통(Guyton de Morveau)과 같은 플로지스톤 이론가들 역시 라브와지에, 베르톨레(Berthollet), 푸르크로와(Fourcroy) 같은 산소 이론가들과 마찬가지로 연소, 하소 및 환원, 산과 금속 사이의 화학반응과 같은 현상들에 대한 일관성 있는 이해를 주요 과제로 삼았으며, 산소 이론이 금속의 공통된 성질들을 설명하지 못한다는 주장들이 논쟁의 초점에 놓여 있지 않았다는 점이다.²¹⁾ 다른 하나는, 연소나 하소 과정에서 무게가 늘어난다는 사실은 플로지스톤 이론의 등장 이전부터 알려져 있었으며 그럼에도 불구하고 후자의 이론이 널리 받아들여졌다는 사실은 문제의 현상을 플로지스톤 이론의 틀 안에서 해결(또는 해소)하는 데 별 어려움이 없었음을 입증한다는 지적이다. 이러한 지적이 옳다면, 플로지스톤의 정체와 그 무게에 대해 다양한 설이 존재했던 이유는 무엇인가? 다양한 이설 중의 하나는, 플로지스톤은 무게가 없는 물질(imponderable)이라는 것이었다. 그러나 이러한 입장에서 연소나 하소 전후에 관찰되는 무게들 사이의 관계를 설명하기는 어렵다. 다른 한 가지 방법은, 플로지스톤의 무게가 음이라고 말하는 것이다. 일부 플로지스톤 이론가에 의해 채택되기도 했던 이 견해는 그 당시에 널리 받아들여지고 있었던 역학 이론과의 일관성을 확보하는 과제를 안고 있었다. 뿐만 아니라, 하소 과정에서 일어나는 금속재의 무게 증가와 공기의 부피 감소 사이의 동반 관계를 설명해야 한다. 실제로 대표적인 플로지스톤 이론가들이 이 음의 무게 가설을 채택하지 않았던 것은 잘 알려져 있다. 특히, 1770년대 후반에 행해진 금속의 하소 및 환원 실험과 그 결과에 대한 라브와지에의 보고 이후 금속의 하소 과정에서 공기의 특정한 부분, 즉

21) 참조: Kitcher(1993), 275.

“순수한 공기(pure air 또는 vital air)”가 흡수된다는 사실은 부인하게 어렵게 되었고, 80년대의 주요 논쟁은 이러한 공통된 인식을 바탕으로 전개되었다. 그러나 하소 과정에서 순수한 공기의 흡수와 플로지스톤의 방출은 양립가능하다. 플로지스톤 이론가의 입장에서 볼 때 남는 문제는, 하소 과정에서 방출되는 플로지스톤이 흡수되는 공기와 결합하여 재흡수되는지 아니면 흡수되지 않는 공기의 부분과 합류하는가를 결정하는 일이다. 여기서 후자의 입장을 취하기는 어렵다. 왜냐하면, 순수한 공기 속에서 하소가 일어난 후 남는 공기는 순수한 공기 이외에 어떤 것도 포함하지 않는 것처럼 보이기 때문이다. 실제로 80년대의 주요 플로지스톤 이론가들은 방출되는 플로지스톤이 순수한 공기와 결합하여 재흡수된다는 입장을 취하였다.²²⁾ 플로지스톤 이론의 이러한 변형에 대한 라브와지에의 공약은 그의 잘 알려진 “銃身(gun barrel)” 실험을 통해 이루어졌다.²³⁾ “총신” 실험은 쇠의 줄밥(iron filings)을 총신 속에 넣고 새빨갳게 달아오를 때까지 가열한 다음 물을 통과시키는 실험인데, 그 결과 철의 검은 재와 가연성 공기가 생성된다. 이에 대해 라브와지에는, 물이 순수한 공기와 가연성의 공기로 분해되어 후자의 공기를 방출하고 전자의 공기는 철과 결합하여 검은 재를 산출한 과정으로 생각하였다. 반면 플로지스톤을 가연성 공기와 동일시하는 플로지스톤 이론가들은 가연성 공기(즉, 플로지스톤)가 철로부터 방출되고 가연성 공기가 빠져나간 철은 물과 결합하여 검은 재가 되는 과정으로 간주할 것이다. 그런데, 금속 재의 무게 증가와 같은 무게의 순수한 공기와 이 실험에서 방출된 가연성 공기를 결합하여 생겨난 물의 무게가 문제의 실험에서 줄어든 물의 무게와 같다는 것이 라브와지에의 실험에 의해 밝혀졌다. 이러한 상황에서, 플로지스톤 이론가들은 (i) 흡수되는 물 속에 포함된 가연성 공기의 양이 금속으로부터 방출되는 가연성 공기의 양과 정확하게 일치할 뿐만 아니라 (ii) 후자의 가연성 공기가 전자의 가연성 공기를 대체한다고 말해야 할 입

22) 참조: Kitcher(1993), 283.

23) 참고: Holmes(1985), 211-214 & 232-3.

장이다. 그러나 왜 (i)과 (ii)에 해당하는 과정이 일어나야 하는가에 대해 플로지스톤 이론가들이 내세울 만한 설명기제가 존재하지 않으며, 따라서 그들은 플로지스톤 이론 내에서는 소화하기 어려운 문제에 봉착한 것으로 볼 수 있다.²⁴⁾

실제로, 앞서 논의된 문제 및 그와 유사한 문제들이 산출되는 상황 속에서, 프리스틀리를 제외한 주요 플로지스톤 이론가들은 1780년대 후반과 90년대 초를 통해 연이어 라브와지에적 입장으로 전향하였다. 그리고 이러한 과정에 대한 분석을 통해 우리는, 플로지스톤 이론가와 산소 이론가에 의해 공통으로 인정되는 실험 결과들이 두 경쟁이론을 차별화 하는 경험적 기저의 역할을 한 것을 알 수 있다.

지금까지 우리는 쿤이 과학혁명의 과정에서 경쟁관계에 있었던 공약불가능한 이론들의 대표적인 사례로 간주하는 몇몇 경우를 살펴보았다. 이들에 공통된 것은, 의미상 공약불가능한 상황에서도 제한된 형태로나마 경쟁이론 간의 비교가 가능했다는 것이다. 다소 역설적으로 들리는 이러한 상황이 성립 가능했던 근거는 무엇인가? 주된 이유는, 우선, 과학 이론들이 가지는 복합적 구조에 있는 것처럼 보인다. 공약불가능한 경쟁이론의 첫번째 사례로 우리가 다루었던 천문학 이론들의 경우를 살펴보자. 프톨레마이오스의 천문이론과 코페르니쿠스의 천문이론은 그 적용 대상인 천체들이 이루는 실제상의 공간적 배열과 그들의 운동 양식에 대한 그 나름의 가설들로 구성되어 있다. 두 이론이 경쟁관계에 들어가게 된 것은 바로 이 부분에서 상충되는 주장을 함에 의해서였다. 반면에, 천체들의 위치와 관측 시각을 결정하는 데 사용되는 기구의 제작 및 작용 원리는 두 천문이론에 공통적이었다. 따라서, 프톨레마이오스적 이론가와 코페르니쿠스적 이론가는, 우주 구조 및 천체들의 실제 궤도 등에 대해서는 서로 견해를 달리하였을지라도, 천체들의 겉보기 운동에 대한 관측 자료에 관한 한 합의를 볼 수 있었다.

근대 화학혁명에서 경쟁관계에 있었던 플로지스톤 이론가와 산소

24) 참조: Kitcher(1993), 286-7.

이론가 역시, 가연성의 물질들이 무엇을 포함하는지 그리고 연소과정에서 이들이 어떤 운동을 하는지에 관하여는 상충되는 견해를 표방했지만, 연소, 하소, 환원 등의 전후에 일어나는 무게 및 부피의 변화와 같은 물리적인 측정 결과에 대해서는 서로 의견을 같이할 수 있었다. 이는 과학자들이 물질을 구성하는 요소들과 화학적 반응과정에서 일어나는 그들의 운동에 대해 상충되는 이론을 받아들이면서도, 무게 및 부피와 같은 해당 물질의 물리적 성질에 대해서는 공통된 이론을 채택할 수 있었음을 말해 준다.

이러한 사례들을 통해 우리는, 과학이론들이 서로 연계되는 경우에도 독자성을 유지할 수 있다는 관찰을 하게 된다. 특히, 어떤 현상들의 기저에 놓여 있는 실재에 대하여 상충하는 이론을 채택하는 경우에도, 그 현상들에 대한 관측 과정 및 결과에 대해 서로 공통된 이론을 받아들일 수 있음을 보게 된다. 이러한 이론간 연계성과 독자성의 공존은, 이론간 관계가 드러내는 매우 일반적인 특성인 것처럼 보이며, 관찰의 이론적재성과도 양립가능한 것이다. 뿐만 아니라, 이론간 관계의 이러한 특성은, 쿤이 말하는 공약불가능성의 국소화를 성립가능하게 하는 주요한 근거에 해당하는 것으로 보인다.

앞서 우리가 다룬 두번째 사례, 즉 아인슈타인 혁명의 사례는 공약불가능성의 국소화가 성립하는 또 다른 유형을 예시하는 경우처럼 보인다. 이 사례의 경우, 다른 두 사례에서와는 달리, 동시성, 시간 간격, 공간적 거리 등에 대한 측정 결과가 두 경쟁이론 중 어떤 이론을 채택하느냐에 따라 달라진다. 그러므로, 뉴턴 역학과 상대론적 역학에서의 시공간적 양들에 대한 측정이 각기 다른 시공간적 이론을 적재하는 방식으로 일어난다면, 그러한 측정의 결과들을 두 이론의 경험적 비교를 위한 공통된 토대로서 사용할 수는 없을 것이다. 그러나, 앞에서의 논의가 옳다면, 일련의 실험 결과들에 의해 과학자들은 측정 도구(즉, 빛)와 그 성질(즉, 광속)에 대하여 하나의 공통된 입장을 받아들이고 이를 통해 두 경쟁이론에 공통된 경험적 토대를 확보하게 된 것처럼 보인다. 물론 이 과정 역시 순환적인 양상을 띠는 것은 사실이나, 실제로 일어나고 있는 일은 상대성 이론의 부분적 적재이므로 상대성 이론의 거부나 수정을 배제한다는 의

미의 악순환은 아니다.

이와 같이, 아인슈타인 혁명의 사례는 평가 대상인 이론이 적재된 측정을 통하여 문제의 이론을 평가하는 것이 가능함을 보여 준다. 여기서 악순환을 피할 수 있는 주된 이유는, 평가 대상인 이론이 부분적으로만 적재된다는 데 있다. 물론, 두 경쟁이론의 비교를 위한 공통된 경험적 토대를 확보하기 위해서는 측정에 적재되는 (이론의) 부분에 관한 합의된 수용이 필요하다. 그리고 이러한 분석의 의의는, 경쟁이론들이 측정에 직접 적재되는 상황에서조차 어떤 조건들이 만족되면 이론 비교가 성립한다는 것이다. 즉, 평가 대상인 이론은 기껏 부분적으로만 적재되며, 적재되는 부분에 대한 합의된 수용이 이루어진다는 조건이 그것이다.

5. 과학적 합리성의 수준

쿤의 초기 비판자들이 지적한 대로 이론간의 공약불가능성이 비교불가능성을 함축한다면, 그가 말하는 과학적 ‘가치’의 역할을 감안하더라도, 과학적 합리성의 수준은 현저하게 낮아질 수밖에 없다. 그러나, 앞 절에서 논의된 것과 같은 유형의 경험적 비교가 공약불가능한 이론들 사이에 성립한다면, 과학에서의 이론 선택은 보다 고양된 수준의 합리성을 유지할 수 있는 토대를 가진다고 말할 수 있다. 물론, 이러한 토대 위에서 성립하는 과학적 합리성은 논리경험주의자들에 의해 추구된 것과는 유형이 다르다. 후자의 경우, 모든 이론에 대해 중립적인 경험을 토대로 성립하는 매우 강한 의미의 합리성이었다. 반면, 전자의 합리성은 경쟁이론들에 공통적으로 연계되어 있는 이론을 바탕으로, 또는 평가 대상 이론이 부분적으로 적재되는 상황에서, 공유되는 경험(즉, 관측 및 실험 결과)을 토대로 성립하는 것이다. 따라서, 어떤 경험이 공약불가능한 이론들을 받아들이는 과학자들에 의해 공유되는가 하는 물음에 대한 보다 구체적인 답은 맥락의존적인 방식으로 주어질 수밖에 없다. 그럼에도 불구

하고, 과학이론들 간의 연계성과 독립성이 일반적으로 공존하는 것처럼 보인다는 앞 절에서의 지적이 옳다면, 공약불가능한 이론 사이의 경험적 비교는 맥락의존적인 방식으로나마 폭넓게 성립할 것이다. 뿐만 아니라, 관측이 평가 대상 이론을 부분적으로나마 적재하는 극단적인 상황에서도 공유되는 경험의 존재함을 보여 주는 앞 절에서의 사례연구는, 과학이론간의 경험적 비교가 (때때로는 제한된 형태로나마) 일반적으로 가능하다는 주장을 위해 유력한 증거를 제공하는 것으로 볼 수 있다.

그리고, 과학이론들은 그 연계성과 독립성이 공존하는 방식으로 서로 관계를 맺는 다는 앞에서의 제안이 일반적으로 성립한다면, 이는 공약불가능성의 국소화가 어떻게 성립하는가라는 물음에 대한 답을 위해 좋은 실마리를 제공한다. 상호 연계된 이론들로 구성되는 이론복합체(theoretical complex) 내에서 흔히 성립하는 의미상의 전체론적 연관은, 그 복합체를 구성하는 부분 이론들이 독립성을 유지한다면, 무제한적으로 이론복합체 전체에 걸쳐 일어나는 것이 아니라 부분 이론들에 국한된 형태로 일어나는 것으로 봄이 옳을 것이기 때문이다.

이와 같이 이론복합체의 구성이 그 속에서 성립하는 의미상의 전체론적 연관을 국소화시키는 방식으로 이루어진다면, 이는 공약불가능한 이론들 간의 비교를 일반적으로 가능케 하는 바탕을 제공할 것이다. 따라서, 경쟁이론 간의 공약불가능성에 대한 주장으로부터 야기된 과학적 합리성의 위기(또는 종오)에 대한 우려는 다소 과장된 것으로 볼 수 있다. 앞서 언급된 것처럼, 국소화된 공약불가능성이 경쟁이론들 간에 존재하는 상황에서 성립하는 과학적 합리성은, 논리경험주의자들이 추구했던 전면적이고 맥락독립적인 합리성과는 다르다. 그러나, 이 맥락의존적인 합리성은 굳이 이야기하는 과학적 가치의 공유에 근거한 “합리성”보다는 훨씬 제고된 수준에서 성립한다. 왜냐하면, 후자가 가치의 명목상 공유를 그 토대로 삼고 있는 반면에, 전자는 주어진 맥락에서 공통적으로 인정되는 경험적 자료에 의한 이론 비교를 통해서 성립하기 때문이다.

참고문헌

- Davidson, D.(1974), "The Very Idea of a Conceptual Scheme", *Proceedings & Addresses of the American Philosophical Association* 47: 5-20.
- Doppelt, G.(1978), "Kuhn's Epistemological Relativism: An Interpretation and Defence", *Inquiry* 21: 33-86.
- Fox, J.G.(1965), "Evidence against Emission Theories", *American Journal of Physics* 33: 1-17.
- Geroch, R.(1978), *General Relativity from A to B*, Chicago U.P..
- Guerlac, H.(1961), *Lavoisier-The Crucial Year*, Cornell U.P..
- Holmes, F.(1985), *Lavoisier and the Chemistry of Life*, Univ. of Wisconsin Press.
- Hoyningen-Huene, P.(1990), "Kuhn's Conception of Incommensurability", *Studies in History and Philosophy of Science* 21: 481-492.
- Hoyningen-Huene, P.(1993), *Reconstructing Scientific Revolutions*, Chicago U.P..
- Kitcher, P.(1993), *The Advancement of Science*, Oxford U.P..
- Kuhn, T.S.(1957), *The Copernican Revolution*, Harvard U.P..
- Kuhn, T.S.(1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago U.P., 2nd ed., 1970.
- Kuhn, T.S.(1970a), "Postscript-1969", in *The Structure of Scientific Revolutions* (2nd ed., 1970), 174-210.
- Kuhn, T.S.(1970b), "Reflections on my Critics", in Lakatos & Musgrave (eds.) (1970), 241-259.
- Kuhn, T.S.(1977), "Objectivity, Value Judgement, and Theory Choice", in *The Essential Tension*, Univ. of Chicago Press, 1977, 320-339.

- Kuhn, T. S.(1981), "What are Scientific Revolutions?", Occasional Paper no. 18, Center for Cognitive Science, M.I.T. Press. Reprinted in L. Krüger, L. J. Daston and M. Heidelberger (eds.), *The Probabilistic Revolution, vol. 1: Ideas in History*, M.I.T. Press, 1987.
- Kuhn, T.S.(1983a), "Commensurability, Comparability, Communicability", *PSA 1982*, Vol.II, 669-688.
- Kuhn, T.S.(1983b), "Rationality and Theory Choice", *Journal of Philosophy* 80: 563-570.
- Lakatos, I. & Musgrave, A.(eds.)(1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge U.P..
- Laudan, L.(1984), *Science and Values*, Univ. of California Press.
- Laymon, R.(1988), "The Michelson-Morley Experiment and the Appraisal of Theories", in A. Donovan, et al.(eds.)(1988), *Scrutinizing Science*, Kluwer, 245-266.
- North, J.D.(1974), "The Astrolabe", *The Scientific American* 230: 96-106.
- Partington, J.(1957), *A Short History of Chemistry*, Dover.
- Pedersen, Olaf(1993), *Early Physics & Astronomy*, Cambridge U.P..
- Perrin, C.E.(1988), "Research Traditions, Lavoisier, and the Chemical Revolution", *Osiris* 4: 53-81.
- Putnam, H.(1981), *Reason, Truth and History*, Cambridge U.P..
- Resnick, R.(1968), *Introduction to Special Relativity*, John Wiley & Sons.
- Salmon, W.(1990), "Rationality and Objectivity in Science or Tom Kuhn Meets Tom Bayes", in C.W. Savage (ed.), *Scientific Theories*, Univ. of Minnesota Press, 175-204.
- Scheffler, I.(1967), *Science and Subjectivity*, Bobbs-Merrill.
- Shapere, D.(1966), "Meaning and Scientific Change", in R.G. Colodny (ed.), *Mind and Cosmos*, Univ. of Pittsburgh Press, 41-85.