

# 드브로이의 노벨상 강연의 수사 비평\*

## - 서사 분석을 중심으로 -

구 자 현\*\*

- I. 도입
- II. 이론적 검토: 서사 분석
- III. 강연 분석
- IV. 맺음말

### • 국문초록

이 논문은 드브로이의 노벨상 강연을 서사 분석한다. 피셔의 서사적 패러다임에 따르면 인간의 삶은 서사이며 인간은 서사를 통해서 인간의 행위에 의미를 부여한다. 드브로이의 노벨상 강연은 서사적 개연성 중 구조적 일관성을 확보하기 위하여 가설적 서사 모형과 일치되는 배경의 서사, 발견의 서사, 인정의 서사를 제시한다. 즉, 물질 물리학과 복사 물리학이 분리되어 있고 매끄럽게 연결되지 않는 문제가 양자 개념의 도출로 더 심화되어 있었는데, 드브로이는 이 문제를 자연의 대칭성을 사용하여 빛과 물질 사이에 병존 관계를 통해 해결을 시도하면서 물질과 개념에 도달한다. 그의 물질과 개념은 이후 이론 및 실험의 지지로 확립된다. 강

\* 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022S1A5A2A01038345).

\*\* 영산대학교 성심교양대학 교수

연자는 자료적 일관성을 위해 물질-복사 불일치의 신비, 자연의 대칭성, 상대성 이론, 파동역학, 전자 회절 실험을 활용한다. 성격적 일관성을 위해 주인공인 드브로이와 다른 조연이 된 과학자들인 플랑크, 아인슈타인, 슈뢰딩거, 데이비슨과 저머 및 G. P. 톰슨 등에게 역할을 부여한다. 강연자는 서사적 충실성을 위해 과학 저술에서 요구되는 사실에 기반한 논의로 청중들의 지지를 이끌어낸다.

• **주제어**

드브로이, 노벨상, 서사, 피셔, 서사적 패러다임, 물질파

## I. 도입

드브로이(Louis de Broglie)는 20세기 초에 물질파 이론을 제시하여 노벨 물리학상을 수상하였고, 그의 이론은 이후 슈뢰딩거(Erwin Schrödinger)의 파동역학이 도출되는 데 결정적 기여를 하여 양자역학의 수립을 위한 토대를 마련한 것으로 인정받고 있다.<sup>1)</sup> 파동으로 알려진 빛의 입자성을 새롭게 부각하면서 촉발된 양자 혁명은, 드브로이의 물질파 개념 덕분에 입자로 이루어져 있다고 알려진 물질조차 파동성을 갖는다는 것이 사실이 되면서 파동역학의 출현을 통해서 더욱 정합적이고 보편적인 이론적 완결성을 확보하게 되었다. 드브로이는 노벨상을 수상하면서 물질파 개념의 도출과 수용 과정을 강연을 통해 제시하였다.

드브로이의 강연에서 두드러지는 특징은 서사를 통해 자신의 업적을 정당화하려고 한다는 점이다. 이것은 노벨상 강연에서 나타나는 일반적인 특징이라고 말할 수 있다. 그러므로 드브로이의 노벨상 강연은 노벨상 강연의 서사 구조에 대한 일반적 특성을 정립하기 위한 시금석이 될 수 있다. 그러므로 이 논문은 드브로이의 노벨상 강연에서 물질파 개념의 창안과 인정이라는 서사를 어떤 방식으로 풀어나가 그의 업적에 대한 긍정적인 인식을 과학계와 대중에게 얻어나가려고 했는지 분석하고자 한다. 이를 통해 노벨상 과학상의 강연에서 강연자가 자신의 노벨상 수상 업적의 가치를 동료와 지식 대중으로부터 어떻게 인정받기를 추구하였는가를 찾아낼 것이다. 이러한 서사 분석은 과학 기술 텍스트의 서사를 분석하는 방법을 예시할 것이다.

---

1) 그의 공적은 양자역학을 설명하는 대부분의 물리학 교과서에서 언급될 정도로 중요성이 인정된다. 가령 유명한 양자역학 교과서에서 확인할 수 있다. Richard L. Liboff, *Introductory Quantum Mechanics*, 4th ed., San Francisco: Addison Wesley, 2003, pp. 46~47; David J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Education International, 2nd ed., 2005, p. 19.

## II. 이론적 검토: 서사 분석

### 1. 서사적 패러다임

서사는 인간 사회에서 의미를 부여하는 수단이다. 호모 나란스(Homo narrans)는 ‘이야기하는 인간’이라는 말로 원초적으로 인간은 이야기하는 것을 좋아하고 이야기를 삶의 필수적인 수단으로 삼는 존재임을 지적한다. 인간의 삶의 존속을 위하여 이야기는 필수 요소임을 드러낸다. 이야기는 시간의 인지를 토대로 한다. 시간의 인지란 결국 과거에 일어난 일에 대한 기억을 가지고 있다는 뜻인데 그것은 인간이 경험을 통해서 현재와 미래를 해석하는 데 방향성을 갖게 된다는 뜻이다. 과거의 경험은 현재의 사건과 대상에 대하여 독특한 해석을 하게 만드는데 여기에서 서사가 형성된다.<sup>2)</sup>

이와 같이 서사는 사람이 사물과 상황을 인식하는 수단이 된다. 우리의 뇌 속에서는 사건의 연속으로서 서사적 구조가 저장되어 있어서 관련된 사물이나 상황을 맞닥뜨리면 서사를 떠올리며 어떻게 행동을 해야 할지를 알게 된다. 그래서 사람이 합리적이라고 생각하는 것도 사람마다 경험을 통해 형성한 뇌 속의 서사에 토대를 두게 된다. 그러므로 합리성에 대한 정의조차 서사에 의존할 수밖에 없다. 피셔(Walter Fisher)는 서사를 인간 본성과 의사소통에 대한 철학적 관점으로 확장하여 서사를 인간의 모든 의미 활동의 중심에 두는 서사적 패러다임을 주창했다.<sup>3)</sup> 사람들은 일상생활에서 형식 논리를 엄밀히 따지지 않더라도 서사적 맥락에서 ‘좋은 이유’(good reason)를 찾아냈을 때 그것을 논리적이라고 판단한다. 그래서 서사적 논리는 좋은 이유에 근거한 추론이면 족하다. ‘좋은 이유’는

2) 강현국, 『서사문법시론』, 고려대학교 민족문화연구원, 2003, p. 44.

3) Walter Fisher, *Human Communication as Narration: Toward a Philosophy of Reason, Value, and Action*, Columbia: University of South Carolina Press, 1987, p. 66.

사회가 보편적으로 인정하는 사실과 보편적으로 받아들여지는 가치가 반영된 온갖 근거들이 인과적이라고 인정되는 관련성에 의거하여 추론 과정에서 동원될 때 붙여진다.<sup>4)</sup>

서사적 패러다임은 인간이 이야기의 일관성과 충실성을 인식하는 능력을 가진 존재로서<sup>5)</sup> 서사적 합리성에 의해 서사를 평가하여 받아들일지 말지를 결정한다고 본다. 따라서 서사적 합리성은 인간의 서사를 테스트할 수 있는 기준이며, 개연성의 원리에서 나오는 세 가지 요소인 구조적 일관성, 자료적 일관성, 성격적 일관성과 충실성의 원리에서 나오는 2가지 요소인 진실성과 타당성으로 구성된다.

좋은 서사는 형식적으로 개연성을 갖추어야 하는데, 개연성이란 서사가 진짜 일어난 사건의 연쇄로서 인과적으로 잘 연결된 것으로 인식되기 위한 조건을 말한다. 개연성을 확보하기 위해서는 3가지 일관성을 갖추어야 한다. 먼저 구조적 일관성은 모순 없이 나열된 사건의 연속을 통해 하나의 주제를 전달하는 것을 말한다. 자료적 일관성은 서사에서 다루어지는 소재들이 하나의 주제를 전달하기 위해 짜임새 있게 밀집되어 있어야 함을 의미한다. 성격적 일관성은 서사에 등장하는 행위자로서 주인공과 보조 등장인물들이 주제의 전달을 위하여 맡겨진 역할을 충실하게 담당함을 의미한다.<sup>6)</sup>

내용상 서사적 합리성이 요구하는 충실성 중 진실성은 서사가 사실에 기초하는 것을 의미하고 타당성은 서사가 수신자가 받아들이는 ‘논리’를 충족하는 것을 의미한다. 피셔에게 논리란 상호작용에서 준수해야 할 체계적인 절차의 집합을 따르는 것을 말한다. 다시 말해서 논리는 ‘좋은 이유’를 잘 따르고 있는지 여부를 평가하는 기준으로 사용된다.<sup>7)</sup>

4) 구자현, 「서사와 과학: 서사적 패러다임에 비추어 본 진스의 『과학과 음악』」, 『인문연구』 제77호, 영남대학교 인문과학연구소, 2016, 412쪽.

5) Walter Fisher, op. cit., p. 24.

6) Timothy Borchers, *Rhetorical Theory: An Introduction*, Long Grove, IL: Waveland Press, 2006, p. 161.

과학에서도 사물과 상황을 인식하고 인지적 틀을 만들어 가는 것이 요구된다는 점에서 피셔가 말하는 서사적 합리성이 그대로 적용된다. 과학의 객관성과 합리성이 구성된다는 점에 대해서는 과학철학, 과학사회학, 과학사 등에서 본격적으로 논의되어 왔고 이에 대해서는 널리 지지를 받고 있다.<sup>8)</sup> 그러한 과학의 구성 과정이 합리성과 어떤 관련성을 갖는지에 대하여 많은 논의가 있어 왔다. 과학의 합리성에 대한 하나의 설명 방식은 과학 지식의 구성 과정에서도 피셔의 서사적 합리성이 기능을 발휘한다고 보는 것이다. 과학자의 노벨상 강연은 새롭게 수립되어 널리 공인됨으로써 새로운 보편적 서사의 일부가 될 과학적 업적을 다룬다는 점에서 피셔의 개념이 적극적으로 개입될 여지를 갖는다.

## 2. 노벨상 강연의 서사

노벨 과학상은 물리학, 화학, 생리 및 의학이라는 특정 과학 분야에서 탁월한 업적을 남긴 살아 있는 과학자에게 수여된다. 그에 따라 이들에게 요청되는 노벨상 강연은 그들의 업적에 대한 소개를 주된 내용으로 삼고 있다. 공동 수상자가 있는 경우에는 강연이 너무 비슷한 내용이 되지 않도록 내용의 조정이 이루어져 수상 업적과 상이한 주제로 강연하는 경우도 있다.<sup>9)</sup>

노벨 과학상 수상자들이 노벨상 강연을 수행할 때, 자신의 업적 소개를 중심으로 삼는 경우 그 내용은 수상 업적의 도출 과정에 대한 설명과

7) Walter Fisher, op. cit., p. 107.

8) Jan Golinski, *Making Natural Knowledge: Constructivism and the History of Science*, Chicago and London: The University of Chicago Press, 2005, pp. 13~46.

9) 크릭의 경우가 대표적이다. 크릭은 DNA 이중 나선 구조를 발견한 공로로 왓슨, 윌킨스와 함께 노벨 생리 및 의학상을 받았지만, 그의 강연은 다른 공동 수상자의 강연 내용을 고려하여 그의 주된 업적과는 동떨어진 유전 암호에 대한 내용으로 이루어졌다. Francis Crick, "On Genetic Code", *Nobel Lectures: Physiology and Medicine, 1942-1961*, Amsterdam: Elsevier, 1964, pp. 811~819.

수상 업적이 이후 해당 분야에 미친 영향에 대한 설명이 주를 이룬다. 이러한 구성이 전형적인 서사 구조에 해당한다고 말할 수 있다. 전형적인 서사의 구조는 대표적인 서사인 소설의 탐구로부터 얻어진 가설적인 서사 모형에 잘 나타나 있다. 이에 따르면 다음의 다섯 단계가 전형적인 서사 구조이다.

1. 결핍의 규정: 문제가 되는 결핍이 무엇인지 규정한다.
2. 환경의 속박: 주인공이 처한 환경이 결핍을 유발/유지한다.
  - 3-1. 환경의 부정: 주인공이 환경을 부정하는 시도를 한다.
  - 3-2. 환경의 긍정: 주인공이 환경을 긍정하는 상태에 머문다.
  - 3-3. 환경에 대한 미결정: 주인공이 환경을 부정/긍정하지 않는다.
4. 대안의 선택: 주인공이 결핍을 해소/회피하는 대안을 선택한다.
  - 5-1. 대안의 실현: 대안이 실현되어 결핍이 해소/회피된다.
  - 5-2. 대안의 실패: 대안이 실패하여 결핍이 계속된다.

여기에서 3-1, 3-2, 3-3은 서로 대안적 관계이고, 5-1, 5-2도 대안적 관계이다. 서사 구조는 이러한 전형적 구조를 변형한 것이 대부분이다.<sup>10)</sup>

이러한 전형적인 서사 구조가 대부분의 노벨 과학상 강연에서도 나타난다. 노벨 과학상 강연에서 결핍은 해당 과학 분야에서 해결되지 않는 문제이다. 이러한 문제는 해당 분야의 과학의 진로에서 맞부딪치는 심각한 난제로 제시된다(결핍의 규정). 강연자는 이러한 문제를 어떻게 직면하게 되었으며 그것이 왜 강연자에게 문제의식으로 다가오게 되었는가가 서술된다(환경의 속박). 그 다음에는 강연자가 어떻게 해서 그 문제를 해결할 생각을 하게 되었고(환경의 부정), 어떻게 그 문제를 해결할 방안을 떠올리게 되는가가 서술된다(대안의 선택). 마지막으로 강연자의 연구 성과가 어떤 방식으로 당초의 문제를 해결하게 되었는지가 서술된다(대안의 실현). 여기에서는 다른 과학자들에 의해 강연자의 연구 성과가 왜 대

10) 구자현, 앞의 글, 418쪽.

단한 성과로 평가받게 되었는지가 서술된다. 이 과정에서 강연자의 업적에 따른 후속 연구가 어떻게 해당 분야의 대단한 발전으로 이어지게 되었는지가 자세히 서술된다. 이러한 업적에 대한 인정 과정은 노벨상 수상의 결정이 내려지는 이유에 대한 해명이라고 볼 수 있다.

이런 맥락에서 다시 정리해 보는 전형적인 노벨 과학상 수상 강연의 서사는 대부분 배경의 서사(결핍의 규정+환경의 속박), 발견의 서사(환경의 부정+대안의 선택), 인정의 서사(대안의 실현)라는 3단계의 하부 서사로 이루어진다. 배경의 서사는 수상자의 업적이 이루어지기 전에 그 업적과 관련하여 학계의 상황이 어떠하였는가를 서술하는 것이다. 자신의 업적이 등장하기 이전이기 때문에 다른 연구자들이 어떤 연구 결과를 내놓았는지를 서술하므로 제3자적 입장에서 서술이 이루어지는데 시간 간격이 매우 긴 경우도 많아서 실제 서술되는 분량과 비교해 보면 상당한 축약이 이루어지는 서술상의 특징을 보이게 된다.

발견의 서사는 강연 전체에서 가장 핵심적인 부분이라고 할 수 있는데 강연자 자신이 어떻게 관련 주제에 관심을 갖게 되었는가부터 어떻게 연구를 진척을 시키다가 주요한 발견에 도달하게 되었는지가 1인칭 시점으로 서술되는 것이 일반적이다. 개중에는 1인칭 시점을 사용하지 않고 자신의 행위를 숨겨서 표현하는 경우가 있는데 아인슈타인의 노벨상 강연이 대표적인 예이다.<sup>11)</sup> 강연하는 시점과는 차이가 난다는 점에서 회고적인 서술을 하게 되는데 자신이 한 구체적인 행동과 그 행동의 의미를 종합적으로 해석하기 때문에 기록의 성격이 강하면서도 주관적인 관점의 해석이 두드러진다.

인정의 서사는 과학적 발견이 수상자에 의해 이루어지고 그에 대한 학계의 반응을 주로 서술하는데, 이 과정에서 수상자의 업적이 대단한 성과라는 것이 인정받는 과정이 두드러지게 표현된다. 이 대목에서 서사는 3

11) Albert Einstein, "Fundamental Ideas and Problems of the Theory of Relativity", *Nobel Lectures: Physics, 1901-1921*, Amsterdam: Elsevier, 1967, pp. 482~490.



인칭 시점으로 돌아가 이루어지는데 이는 인정의 서사에서 주인공은 강연자가 아니라 과학계의 동료라는 점에서 노벨상 수상을 이끌어낼 정도의 대단한 평가가 강연자의 연구 결과에 대하여 이루어져야 한다. 추억적 표현이 일반적이므로 과거형으로 기술되곤 하지만 현재에 이루어지는 것까지 포함하는 경우는 현재형으로, 미래의 전망까지 서술하는 경우에는 미래형으로 기술되기도 한다.

### Ⅲ. 강연 분석

피셔의 관점에서 서사적 합리성을 드브로이의 노벨상 강연이 잘 달성하고 있는가를 평가해 보자. 이는 드브로이의 노벨상 강연에 대한 수사 비평인 동시에 노벨상 강연을 서사적으로 분석하는 것이 어떻게 이루어져야 하는지를 보이는 데 목적이 있다. 먼저 형식적인 측면에서 개연성을 살핀다. 이를 위해 구조적 일관성, 자료적 일관성, 성격적 일관성을 평가한다. 구조적 일관성을 평가할 때는 가설적 서사 모형에서 도출한 전형적인 노벨 과학상 수상 강연의 서사 구조를 사용한다. 다음에는 내용 면에서 서사적 충실성을 살핀다. 이를 위해 진실성과 타당성을 평가한다.

#### 1. 구조적 일관성

구조적 일관성과 관련해서는 드브로이의 노벨상 강연이 가설적인 서사 구조에 부합하는 구조를 가지고 있다는 점에서 조건을 잘 충족했다고 볼 수 있다. 결핍의 규정과 환경의 속박, 환경의 부정과 대안의 발견, 대안의 실현에 해당하는 전체 서사가 각각 배경의 서사, 발견의 서사, 인정의 서사를 통하여 순차적으로 잘 서술되었다고 평가된다.

드브로이는 1인칭으로 자신의 연구가 1920년에 재개되었을 시점에서

노벨상을 수상하게 될 줄은 생각하지 못했다고 말하면서 강연을 시작한다.

1920년에 제가 통제할 수 없는 여건상 오래 중단되었던 이론 물리학 연구를 재개했을 때에는 제 연구가 매년 스웨덴 과학 아카데미가 과학자들에게 수여하는 영예로운 상인 노벨 물리학상을 몇 년 후에 받게 되리라고는 전혀 생각하지 못했습니다.<sup>12)</sup>

구체적인 시점을 제시함으로써 자신의 연구가 어떻게 시작되었는지를 전달하는데, 시간상 앞선 배경의 서사를 시작하기 전에 발견의 서사부터 시작한 점이 특이하다. 이는 배경의 서사는 추억하는 방식으로 플래시백을 하겠다는 의도를 가진 것이었다. 이렇게 강연을 시작하는 것은 현재 노벨상 수상 강연을 하고 있는 시점과 자신의 연구가 시작되는 시점을 연결하여 시간적 간극이 있는 두 사건을 인과적으로 연결하고자 한다는 점에서 청중의 호기심을 극대화하고 있다. 여기에서 그의 연구에 가장 큰 영향을 미치게 되는 배경으로서 물질 물리학과 복사 물리학이 분리되어 있는 문제와 양자 개념의 등장과 더불어 갈등이 심화되었던 것을 언급한다. 이는 다음 문장에서 본격적으로 배경의 서사를 시작하는 도입 문장으로 자연스럽게 이어진다.<sup>13)</sup> 1인칭의 서술자는 자신의 발견의 서사를 제시하려다가 자연스럽게 과거로의 회상으로 들어가 배경의 서사를 펼친다.

오랫동안 물리학자들은 빛이 작고 빨리 움직이는 입자로 이루어져 있는지 궁금해 했습니다. 이런 생각은 고대 철학자들에 의해 제시되었고 18세기에는 뉴턴(I. Newton)에 의해 지지받았습니다. 토머스 영(Thomas Young)의 간섭 현상의 발견과 뒤이은 오귀스탱 프레넬(Augustin Fresnel)의 존경스러운 성과 이후에 빛의 입자 구조 가설은 폐기되고 파동설이 만장일치로 채택되었습니다.<sup>14)</sup>

12) Louis de Broglie, "On the Nature of Electrons", *Nobel Lectures: Physics, 1922-1941*, Amsterdam: Elsevier, 1965, p. 244.

13) Ibid., p. 244.

회상의 범위는 고대까지 거슬러 올라갔다가 18세기로 돌아오기 때문에 매우 넓고 당연히 축약적이다. 빛이 입자설이 파동설로 바뀌는 것은 복사 물리학에서 일어난 변화였지만 물질 물리학에서는 여전히 입자설이 대세였음을 서술한다. 통계 역학은 물질을 많은 입자로 다룸으로써 열현상까지 설명할 수 있는 길을 열었고 전기는 전자라는 입자의 실체의 발견으로 확고하게 입자설로 이해되게 되었다는 점에서 이러한 경향을 잘 보여준다는 것이다.<sup>15)</sup>

물리학을 혼돈에 집어 넣은 문제는, 플랑크(Max Planck)의 복사 법칙에서 빛을 양자로 보고, 아인슈타인(Albert Einstein)이 광양자로 광전 효과를 설명하고, 1922년 콤프턴 효과의 발견에 이르기까지 양자 개념이 빛의 입자설을 지지하는 결과들을 내놓으면서 파동설이 위기에 처한 것이다.<sup>16)</sup> ‘신비’가 점차로 쌓여가고 수수께끼(enigma)가 출현한 국면을 1쪽 이상을 할애하여 강연자는 제시한다. 이로써 결핍의 규정과 환경의 속박이 확실하게 이루어진다. 여기에서 다시 강연자는 자신이 연구를 시작할 국면에서 빛의 입자성과 파동성이 병립하는 혼란상이 전개되고 있었음을 드러냄으로써 이제 배경 사사를 구성하는 추억 소환이 종결됨을 알린다.<sup>17)</sup> 이로써 본격적으로 발견의 서사가 1인칭 주인공 시점으로 제시되면서 환경의 부정과 대안의 제시가 이루어진다.

발견의 서사의 시작은 난점 2가지의 주목으로 시작된다. 그것은 드브로이가 이 분야의 연구에 들어오면서 가진 의문점으로 첫째, 빛의 양자론이 제시하는 에너지  $W = h\nu$  ( $h$ : 플랑크 상수,  $\nu$ : 진동수)는 진동수에 관련됨으로써 온전한 입자 형식으로 표현되지 않고, 둘째, 보어(Niels Bohr)가 수소 모형을 제시하면서 전자의 궤도를 설정할 때 정수에 비례하는 양이 등장하는 것은 입자적 특성이 아니라 파동적 특성이라는 인식이다. 물리

14) Ibid., p. 244.

15) Ibid., p. 244.

16) Ibid., p. 245.

17) Ibid., p. 246.

학에서 정수가 등장하는 것은 공명을 일으키는 고유 진동에서 나타나는 것이 일반적이기 때문이다.<sup>18)</sup>

원자 내에서 전자의 안정한 운동을 결정하는 것은 자연수를 요구하는데, 지금까지 물리학에서 자연수가 요구된 현상들은 간섭과 고유진동(eigenvibration)뿐이었습니다. 그러자 전자 자체도 단순히 입자로만 표현될 수 없고 주기성이 역시 할당되어야 한다는 생각이 저에게 떠올랐습니다.<sup>19)</sup>

이러한 문제 인식이 물질인 전자가 파동의 성질을 갖는다는 개념으로 나아가는 시발점이 된 것이다. 이런 생각은 물질 물리학과 복사 물리학의 분리라는 문제를 해결하기 위한 환경의 부정이 주인공의 마음에서 이루어졌음을 시사한다.

그리하여 저는 저의 연구를 이끄는 전반적인 개념에 도달하였습니다. 그것은 물질이나 복사 특히 빛을 다루려면 모두 입자와 파동의 개념을 동시에 도입해야 한다는 것입니다. 다시 말해서 파동을 동반하는 입자의 존재가 모든 경우에 반드시 가정되어야 한다는 것입니다.<sup>20)</sup>

이는 대안의 제시이다. 드브로이는 입자의 운동과 관계 파동의 전파 사이의 병존 관계를 항상 설정할 수 있어야 한다고 생각한다. 그리하여 정지한 입자부터 사고하기 시작한다. 정지한 입자는 상대성 이론에서 관성계에서 정지해 있으므로 정상파를 동반한다고 본다. 일정한 진동수를 갖지만 정지해 있는 파동은 에너지를 가져야 하므로 여기에서 부여되는 에너지는 상대성 이론에서 정지 질량에 해당하는 에너지이다. 이러한 사고가 가능하기 위해서는 특수 상대성 이론의 개념을 사용해야 하는 것은 자명하므로 드브로이의 사고가 성립하기 위하여 특수 상대성이 이론이 반드시

18) Ibid., pp. 246~247.

19) Ibid., p. 247.

20) Ibid., p. 247.

시 요구되었다는 것을 알 수 있다.

대안이 구체적인 실현을 위하여 모양을 갖춰 나간다. 강연자는 등속 직선 운동하는 입자에 대해서는 유사한 진동수를 갖는 파동들이 더해진 형태의 파동이 갖는 군속도(group velocity)가 입자의 속도에 해당한다고 보는 방식으로 입자와 관계파의 병존 관계를 수립할 수 있음을 논의한다.<sup>21)</sup> 파동과 입자의 병존 관계를 수립하기 위하여 주인공 드브로이는 파동의 진동수를 입자의 특성인 에너지, 운동량과 연결시켜야 한다고 본다. 그렇지만 여기에서 일인칭 대명사가 사용되지 않고 직접 서술자가 생각하는 형식으로 제시된다. 갑자기 서술자인 드브로이와 주인공인 드브로이가 일치가 되는 것이다. 플랑크의 양자 개념에서 이미 에너지와 진동수의 관계가 수립되었음을 회고하고 이것을 입자에 적용할 수 있음을 논증한다. 다음에는 입자를 파동으로 다룰 때에는 최단 경로를 택한다는 페르마(P. Fermat)의 정리를, 입자로 다룰 때에는 모페르튀(P. L. Maupertuis)의 최소 작용 원리를 충족시켜야 한다는 점을 이용하여, 입자의 가능한 경로가 파동의 경로와 일치한다는 것을 유도한다.<sup>22)</sup> 이로부터 주기적 원자 운동에 대한 플랑크의 식이라는 관계가 유도된다. 이는 양자역학에서 도입한 안정성의 조건과 일치된다는 것이다. 이는 “원자 안정성의 조건이 공명 현상과 유비적으로 나타나고 정수의 등장이 진동하는 현과 판의 경우처럼 자연스럽습니다.”라고 말한다.<sup>23)</sup> 여기에서 입자의 취급이 파동적 속성인 ‘정수배’로 이루어질 수 있음을 자연스럽게 지적한다. 이는 입자가 파동의 속성을 가진다는 것이 원자 내에서 나타나는 현상과 맞아 떨어진다는 지적이다.

서사상의 대안의 발견이 이렇게 완결되고 대안의 실현으로 나아간다. 이는 인정의 서사의 시작에 해당한다. 서술자는 드브로이의 물질파 개념

21) Ibid., p. 248.

22) Ibid., pp. 250~251.

23) Ibid., p. 251.

이 양자 개념과 무난하게 어울림을 지적한다. 서술자는 빛조차 질량이 매우 작은 입자로 취급하고 입자의 속력을 광속으로 보면 아인슈타인의 광양자 식이 주인공의 물질파 식과 일치하는 결과를 낸다는 것을 확인한다. 그리고 입자를 다루는 역학 법칙과 기하 광학의 법칙이 일치한다는 것을 이끌어내는데, 파동 이론에서 기하 광학은 근사에 불과하므로 회절이나 간섭과 같은 현상은 이러한 근사로는 설명되지 않지만 “기하광학의 파동 광학에 대한 관계가 고전 역학이 새 역학에 대한 관계와 같아지도록 새 역학을 전개하여야 한다.”고 말한다.<sup>24)</sup> 그 새 역학은 파동역학인 것이다. 그러므로 파동역학에 대한 언급은 주인공의 물질파 이론이 이후 고전 역학을 대신할 새로운 역학의 출현에 기여했다는 점을 부각하려는 것이다. 이것은 강연자의 업적이 이론 물리학에 기여한 부분을 드러내어 대안의 실현이 이루어짐을 보여주는 대목이다.

이 새로운 역학이 주로 슈뢰딩거의 훌륭한 연구에 의해 전개되어 왔습니다. 그것은 파동 전달 방정식에 토대를 두고 있으며 입자와 연관된 파동의 시간 상의 전개를 엄밀하게 정의합니다. 새 역학은 특히 원자 내 운동의 양자화 조건에 새롭고 더 만족스러운 형태를 제공하는 데 성공했습니다. 왜냐하면 고전 양자화 조건은 우리가 보았듯이 기하광학을 원자 내부의 입자와 연관된 파동에 적용하는 방식으로 정당화되는데 이러한 적용이 만족스럽게 정당화되지 않기 때문입니다.<sup>25)</sup>

입자와 연관된 파동 개념이라는 것 자체가 드브로이의 것인데 그 파동조차도 기하광학을 따르는 것으로 생각하는 것은 구식이어서 간섭이나 회절은 해명이 되지 않는다. 그러자 드브로이는 간섭이나 회절을 인정하는 파동 광학을 물질파의 해석에 사용하라고 권고한다. 그런 점에서 보면 플랑크나 보어는 기하광학을 사용했기에 빛의 간섭이나 회절은 고려하지

24) Ibid., p. 251.

25) Ibid., pp. 251~252.

않았고 슈뢰딩거의 파동역학에 와서야 드브로이의 물질파 개념을 들고 와서 파동이 서로 간섭하면서 정상파를 만든다고 생각했을 것이다.

마지막으로 대안의 실현이자 인정의 서사의 마무리는 물질파 개념에 의해 제시된 전자의 파동을 어떻게 실험으로 확인할 수 있는지를 서술하는 것으로 이루어진다. 수십 볼트의 전압으로 가속하는 전자는 엑스선의 파장에 해당하는 수 옴스트롬의 파장을 가지므로 라우에 회절을 일으킬 수 있다고 여겨지고 이에 따라 데이비슨(C. J. Davisson)과 저머(L. H. Germer)의 전자 회절 실험과 톰슨(G. P. Thomson)의 전자 회절 실험을 통해 전자의 파동성을 확인하였음을 언급한다. 이들 실험은 공히 회절의 결과로 파동의 세기가 가장 강하게 나타나는 위치에서 전자의 많은 수가 도달하는 것으로 나타난다.<sup>26)</sup> “그 현상이 실제로 존재한다면, 그것은  $h/mv$ 의 파장을 갖는 파동이 전자에 연관되어 있다는 결정적인 증거를 제시하는 것이 되며 파동역학의 근본적인 개념이 확고한 실험적 토대 위에 있게 됩니다.”<sup>27)</sup> 이러한 판단에서 드브로이는 물질파 개념이 파동역학의 근본을 지탱하는 핵심적인 이론임을 드러낸다. 파동역학을 정당화하려면 물질파라는 개념이 필수적으로 요구된다고 할 수 있는 것이다.

## 2. 자료적 일관성

자료적 일관성에 대한 검토는 서사를 뒷받침하기에 최적의 소재들이 활용되고 있는지를 살펴보아야 한다. 물질파 개념의 창안과 그 이론의 인정의 과정을 서술하기 위하여 꼭 필요한 소재들은 무엇이 되어야 하는가? 강연자가 주목하는 5가지의 소재가 있다. 그것은 물질-복사 불일치, 물질-복사 대칭성, 아인슈타인의 상대성 이론, 파동역학, 전자 회절 실험이다.

26) Ibid., pp. 254~255.

27) Ibid., p. 255.

드브로이를 이 주제의 연구에 뛰어들게 만든 계기가 된 것이 물질-복사의 불일치라는 ‘신비’였다.

그 당시에 저를 이론 물리학으로 끌어당긴 것은 나의 연구가 높은 명성을 가져오리라는 기대가 아니었습니다. 물질의 구조와 복사를 둘러싼 신비, 즉 1900년에 플랑크가 흑체 복사에 대한 연구 중에 도입한 낯선 양자 개념이 물리학의 전 영역에 계속 관련을 맺으면서 심화된 신비 때문에 저는 이론 물리학으로 끌려들었던 것입니다.<sup>28)</sup>

강연자를 노벨상을 받게 될 연구로 끌어들이는 ‘신비’는 1900년에 물리학에서 창안된 양자 개념 때문에 유발된 것이었다. 물리학은 입자와 원자에 토대를 두는 물질 물리학과, 광학 에테르와 전자기 에테르를 매질로 하는 복사 물리학으로 양분되었는데 이 두 물리학을 에너지 개념을 매개로 통합하려는 노력 중에 플랑크는 흑체가 복사선을 내어놓을 때 연속적으로 내놓는 것이 아니라 일정한 양(양자),  $h\nu$  ( $h$ : 플랑크 상수,  $\nu$ : 진동수)를 단위로 내놓는다는 개념을 창안하였고 그것은 매우 성공적으로 흑체 복사 현상을 설명하였다. 그렇지만 이러한 복사선을 내놓는 물체가 고전역학을 따라 진동을 하면서 입자적 성질을 갖는 복사선을 방출하는 것은 모순적이었다.<sup>29)</sup> 빛의 입자 개념은 이후에 진동수가 높은 복사선을 쫓은 물질에서 전자를 방출하는 광전 효과를 설명하기 위하여 1905년에 아인슈타인이 제시한 광양자 개념으로 더욱 확고해졌고, 1922년에 엑스선을 물질에 쬐었을 때 전자를 산란시킨 후에 자신의 파장은 길어지는 콤프턴 효과를 설명하기 위해서도 요구되었다. 그럼에도 복사선의 간섭과 회절을 설명하기 위해서는 여전히 복사선의 파동적 특성이 요구되었다.<sup>30)</sup> 빛의 본성의 혼란뿐 아니라 원자 내부에서 전자의 운동도 고전역학의 한계를

28) Ibid., p. 244.

29) Ibid., p. 245.

30) Ibid., pp. 245~246.



드러내었다. 보어의 이론은 원자 내부에서 전자의 운동이 양자화되어 있다고 보아 학계에 의문을 일으켰다.<sup>31)</sup>

연구에 뛰어든다고 해서 누구나 드브로이와 같은 개념의 창안을 할 수 있는 것은 아니다. 드브로이의 문제 해결에서 가장 중요한 열쇠는 물질-복사 대칭성이었다.

물질과 복사, 특히 빛에 대하여 입자 개념과 파동 개념을 동시에 도입하는 것이 필요합니다. 다시 말해 파동이 수반되는 입자 개념이 모든 경우에 가정되어야 합니다. 그러나 입자와 파동은 독립적일 수 없습니다. 보어의 표현을 따르면, 그 둘은 존재의 상보적 힘이므로 입자의 운동과 관계파의 전파 사이에는 어떤 병존 관계를 수립하는 것이 가능해야 합니다. 그러므로 제가 달성할 첫 번째 목표는 이러한 대응을 수립하는 것이었습니다.<sup>32)</sup>

여기에서 핵심이 된 개념적 수단이 ‘병존 관계’이다. 병존 관계에 의해 인도된 드브로이는 복사에서 일어난 일이 물질에서도 일어나야 한다고 생각했고 이 사이를 연결하기 위한 방안들을 모색하였다. 그래서 유사한 진동수를 갖는 파동의 균속도를 입자의 속도와 같다고 놓는 사고를 통해 드브로이는 파동과 입자의 운동을 연결하였다. 그리고 파동과 입자의 병존 관계를 수립하기 위하여 파동의 특성인 진동수와 파동을 입자의 특성인 에너지와 운동량에 연결할 방안을 모색했다. 그래서 도출된 관계식이  $E=h\nu$ 와  $p=\frac{h}{\lambda}$ ( $\lambda$ : 파장)였다. 두 식 모두 빛의 입자성을 기술하기 위해 사용되는 것이었지만 그것을 입자에 적용하여 입자에 진동수와 파장을 부여할 수 있다는 것이 드브로이의 생각이었다.<sup>33)</sup>

31) Ibid., p. 246.

32) Ibid., p. 247.

33) Ibid., p. 249.

파동과 입자의 병존 관계를 수립하는 일반식이, 정지 질량  $m_0$ 가 무한히 작다는 가정 하에서 빛 입자에도 적용될 수 있어야 합니다. 실제로 에너지의 주어진 값  $W$ 에 대해서  $m_0$ 는 0이 되는 경향이 있어야 하고 입자 속도  $v$ 와 위상 속도  $V$ 는 모두 광속  $c$ 가 됩니다. 극한에서 아인슈타인이 광양자 이론을 수립할 때 토대로 삼았던 두 기본 공식  $W = h\nu$ ,  $p = \frac{h\nu}{c}$ 가 얻어집니다. 이것이 제가 초기 연구에서 전개한 아이디어였습니다.<sup>34)</sup>

드브로이의 노벨상 강연에서 발견의 서사를 위해 아인슈타인의 상대성 이론을 등장시켜 자료적 일관성을 확보하려고 한다는 점이 오늘날의 관점에서 보면 특이해 보인다. 드브로이의 주된 업적인 전자의 물질파 이론이 오늘날 물리학 교과서에서 어떤 방식으로 교육되는가를 보면, 드브로이가 이 강연에서 제시하는 맥락과 강조점과는 사뭇 다르다. 양자역학 교과서에서는 아인슈타인이 사용한 빛의 에너지와 운동량 공식으로부터, 입자와 관련된 파동의 진동수와 파장은  $\nu = \frac{E}{h}$ ,  $\lambda = \frac{h}{p}$ 로 표현된다고 하고 보통 다음과 같이 논의한다.

이 식은 전자기파의 광자에만 적용되었으나 모든 입자에까지 확대하여 물질의 파동에도 적용된다고 해석할 수 있다. 물질과 복사 간의 대칭성이 있다면 복사에서 성립하는 위 식들의 유효성을 물질에도 연장하는 것은 자연스럽다. 물론 궁극적인 검증은 자연 현상, 즉 물리 실험을 통하여만 비로소 가능하다. 특히 운동량  $p$ 인 입자의 파장  $\lambda$ 는 중요한 의미를 가지며 드브로이가 제안하였다. ... 위 식들로 표현한 파장과 진동수를 갖는 파동을 물질 파동이라고 한다. 물질 파동은 파동과 입자의 성질을 동시에 갖고 있다.<sup>35)</sup>

34) Ibid., p. 251.

35) 강주상, 『양자 물리학』, 청문각, 2004, 20쪽.

여기에서 물질파의 개념 도출에 상대성 이론과의 관련성을 찾아볼 수 없다. 하지만 1929년 상황에서 드브로이는 자신의 물질파 개념이 창출되는 과정에서 상대성 이론이 결정적인 기여를 했음을 제시한다. 그는 상대성 이론에 따르면 입자의 내부 에너지인  $W = h\nu = m_0c^2$  ( $m_0$ : 정지 질량,  $c$ : 광속)으로 표현된다고 한다. 그리고 입자의 운동량은  $\frac{m_0v}{\sqrt{1-\beta^2}}$ 로 적을 수 있고 이것이  $\frac{h}{\lambda}$ 에 해당함을 보인다. 여기에서 유명한 드브로이 파장식  $\lambda = \frac{h}{p}$ 가 도출되는 것이다.<sup>36)</sup> 여기까지의 논의는 자유 입자에 대한 것이었고 다음의 논의는 일정한 힘을 받는 입자의 파동성에 대한 논의이다. 여기에서도 상대성 이론을 고려하여 입자의 속도가 군속도와 같다는 것을 유도한다.<sup>37)</sup> 이렇게 물질파 개념을 유도하는 과정에서 상대성 이론을 핵심적 사고 과정에서 고려하는 서사를 강연자가 제시하는 것은 드브로이의 물질파 개념이 빛과 물질 사이의 병존 관계를 유비적으로 고려하는 것만으로 착안할 수 있는 것이라는 해석에 이의를 제기하고 물질파 개념의 창안에서 우연에 의한 발견보다는 논리에 입각한 창의적 사고가 더 결정적인 역할을 했다는 점을 보여준다.

서사의 다음 단계인 인정의 서사에서 드브로이의 연구가 정당화되고 검증되는 데에는 여러 연구자의 이론적 연구와 여러 연구자의 실험적 연구가 소재로 활용되었다. 그 첫 번째 소재로 거론되는 것이 슈뢰딩거의 파동역학이다.

이 새 역학은 주로 슈뢰딩거의 훌륭한 연구 덕분에 전개되었습니다. 그것은 파동 전파 방정식에 토대를 두고 있고, 입자와 관계된 파동이 시간대에 따른 진척을 엄밀하게 정의합니다. 특히 원자 내의 운동에 대한 양자화 조건에 새롭고 더 만족스러운 형태를 제공하는 데 성공했습니다.<sup>38)</sup>

36) Louis de Broglie, op. cit., p. 249.

37) Ibid., p. 250.

38) Ibid., p. 251.

이어서 드브로이는 자신의 업적에 대한 지지가 또 다른 이론적 연구를 통해 이루어졌음을 언급한다.

저는 새 역학의 발전에 대해 여기에서 간단하게 요약할 수 없습니다. 다만 조사해 보니 그것이 처음에는 하이젠베르크(Werner Heisenberg)에 의해, 나중에는 보른(Max Born), 요르단(Pascual Jordan), 파울리(Wolfgang Pauli), 디랙(Paul Dirac)에 의해 독립적으로 전개된 역학, 즉 양자역학과 동등함이 입증된 것입니다. 파동역학과 양자역학은 수학적 관점에서 동등합니다. 우리는 얻어진 결과의 일반적인 의미를 여기에서 고려하는 데 만족하겠습니다. 파동역학의 의미를 요약하자면 “파동은 입자와 관계되어야 하고 파동 전파에 대한 연구만이 공간상 입자의 연속적 위치에 대한 정보를 우리에게 제공한다.”는 것입니다.<sup>39)</sup>

강연자는 당시에 파동역학과 행렬역학(여기에서는 양자역학이라고 부름)이 동등한 결론에 도달하는데 이를 통해 자신의 물질과 개념은 입자가 파동과 관계된다는 특성으로 인하여 더 많은 개연성을 확보하게 됨을 언급한다.<sup>40)</sup>

강연자는 이러한 이론적 발전과 더불어 드브로이의 물질과 개념을 지지하는 핵심 소재로서 전자 회절 실험을 제시한다. 드브로이는 우선적으로 ‘라우에 현상’을 언급한다.<sup>41)</sup> 강연자는 결정에 의한 엑스선의 회절이라는 라우에 현상의 배경 하에서 전자의 파동성에 따라 엑스선이 일으키는 회절과 같은 현상이 전자파에 대해서도 일어나야 할 것임을 설명한다. 이는 라우에 현상이 자신의 이론과 관련하여 어떤 의미를 갖는지를 강조하기 위한 것이다.<sup>42)</sup> 이어서 드브로이는 이러한 예상이 여러 차례의 실험으로 입증되었음을 제시한다.

---

39) Ibid., p. 252.

40) Ibid., p. 252.

41) Ibid., p. 254.

42) Ibid., pp. 254~255.

이제 이론들의 최종 심판관이 된 실험이 결정에 의한 전자 회절 현상이 실제로 존재하며 그것이 정확하게 파동역학의 법칙을 따른다는 것을 보여주었습니다. 엑스선에 대하여 라우에(Max von Laue)가 수행한 것과 유사한 방식으로 그 현상을 관찰하는 영예는, 뉴욕의 벨 연구소에서 일하는 데이비슨과 저머에게 돌아갔습니다. 유명한 케임브리지의 물리학자 J. J. 톰슨(Thomson)의 아들이기도 한, 애버딘의 G. P. 톰슨(Thomson)은 같은 실험을 복제하면서 엑스선에 대하여 디바이(Peter Debye)와 셰러(Paul Scherrer)가 도입한 방법과 일치되게 단일 결정 대신에 결정질 가루를 사용하여 같은 현상을 발견하였습니다.<sup>43)</sup>

강연자는 이후에 실험 조건을 바꿔가면서 다른 이들도 재현에 성공하여 전자파의 존재는 의심의 여지가 없어졌음을 언급한다. 그의 결론은 자신의 공적이 인간의 자연에 대한 인식을 얼마나 혁명적으로 바꾸었는가를 지적하는 데 할애된다. 이는 그의 공적에 대한 인정이 실험에 의해 추동되었음을 확인케 한다.

### 3. 성격적 일관성

성격(character)이란 가치를 반영하는 행동 경향의 조직화된 집합이다.<sup>44)</sup> 피셔에게 성격은 개인의 근본적인 가치 지향의 일반화된 지각이다. 우리는 어떤 행위자의 성격을 파악하면 그 사람이 어떻게 행동하고 판단할지를 알게 되고 누구와 친구가 되고 누구와 적이 될지를 알게 된다.<sup>45)</sup>

그런 점에서 보면 드브로이의 노벨상 강연의 주인공은 드브로이 자신이다. 드브로이는 이 이야기 속에서 새롭게 물리학에 진입한 사람이면서 물리학이 직면한 물질-복사 불일치에 대하여 큰 불만을 느끼며 그것이 새롭게 등장하는 양자 물리학에서 해소되기를 꿈꾸는 사람이었다. 그랬기

43) Ibid., p. 255.

44) Walter Fisher, op. cit., p. 147.

45) Ibid., p. 148.

때문에 그는 상대성 이론을 전면적으로 받아들였고 빛이 가진 이중성으로부터 물질 입자가 가져야 할 파동성을 생각하게 되었던 것이다.

먼저 조연으로서 18세기에 빛의 입자설을 주창한 뉴턴, 그것을 비판하고 파동설을 수립한 영과 프레넬, 그리고 전자가 입자임을 수립한 J. J. 톰슨과 전자 이론을 구축한 로렌츠(H. A. Lorentz)가 소개되고 이어서 물질 물리학의 토대가 되는 입자를 다루는 고전역학을 수립한 뉴턴이 다시 소개된다.<sup>46)</sup>

실험이 전자의 원자적 구조에 대한 결정적인 증거들을 내놓았습니다.

전기 입자의 개념은 J. J. 톰슨에 의해 등장하게 되었고 당신은 H. A. 로렌츠의 전자 이론에서 그 개념을 사용한 것에 친숙할 것입니다.<sup>47)</sup>

이들은 복사 물리학과 물질 물리학에서 각각 토대를 놓았던 연구자들이다. 그들은 이 분야에서 관련된 연구를 통해 중요한 발전을 이룩했던 인물들이다. 그 다음에 양자 개념으로 흑체 복사를 설명한 플랑크, 광양자 개념으로 빛에 양자 개념을 부여한 아인슈타인, 이것을 빛의 입자론으로 확장한 콤프턴(Arthur Compton)이 소개된다.<sup>48)</sup> 그들은 물리학의 혁신가들로서 물리학의 변혁에 결정적인 기여를 하였지만 복사 물리학과 물질 물리학이 양분되어 서로 매끄럽게 연결되지 않는 문제를 해결하지는 못했던 한계를 가지고 있었다. 이들은 새로운 물리학을 들고 나왔지만 여전히 빛과 물질 사이에 통합을 이룰 수는 없었다.

이에 입자와 파동의 상보적 관계에 힌트를 준 사람으로 보어가 소개되고, 그에게 영향을 받은 인물로 드브로이가 이 서사에 등장한다. 드브로이는 이 이야기 속에서 새롭게 물리학에 진입한 사람이면서 물리학이 직면한 물질과 복사 사이의 불일치에 대하여 큰 불만을 느끼며 그것이 새

46) Louis de Broglie, op. cit., pp. 244~245.

47) Ibid., pp. 244~245.

48) Ibid., pp. 245~246.

롭게 등장하는 양자 물리학에서 해소되기를 꿈꾸는 사람이었다. 그랬기 때문에 그는 상대성 이론을 전면적으로 받아들였고 빛이 가진 이중성으로부터 물질 입자가 가져야 할 파동성을 생각하게 되었던 것이다. 그는 이 서사에서 가장 독창적이고 혁신적인 사람이다.<sup>49)</sup>

이러한 드브로이의 혁신적인 물질파 개념을 이어받아 역학의 변혁을 꾀한 인물이 파동역학을 만든 슈뢰딩거였다. 그는 기하광학의 파동 광학에서는 근사에 불과했듯이 고전역학이 파동역학에서 근사에 불과하도록 파동역학을 창안한 인물이다. 그는 드브로이의 혁신을 이론적으로 일반화하고 확장한 혁신의 전파자인 것이다.<sup>50)</sup> 이러한 슈뢰딩거의 혁신인 파동역학은 하이젠베르크, 보른, 요르단, 파울리, 디랙이 전개한 행렬역학과 동등하다는 것이 알려지면서 고전역학을 대신하는 양자역학은 수립되었음을 언급한다. 하이젠베르크 등 물리학자들은 드브로이로부터 촉발되어 슈뢰딩거가 확장시킨 혁신의 가치를 공인해 준 이들이었다.<sup>51)</sup>

서사는 이제 실험의 측면에서 드브로이의 혁신을 확정 짓는 단계로 들어간다. 라우에와 브래그(W. L. Bragg)가 결정에 의한 엑스선의 회절을 설명하는 수학적 법칙을 수립하였음을 언급한다. 이들의 이론적 토대는 라우에, 프리드리히(Walther Friedrich), 크니핑(Paul Knipping)에 의해 실험을 입증된다.<sup>52)</sup> 이들은 혁신을 확정 짓기 위한 실험적 토대를 놓은 이들이다. 이들이 놓은 토대 위에서 엑스선과 비슷한 파장을 갖는 전자파가 결정에서 회절을 일으키는지를 확인한 인물은 데이비슨과 저머였다. 그리고 디바이와 세리가 엑스선으로 결정 분말로 수행한 실험을 변형하여 전자파를 결정 분말로 회절하는 실험을 성공시킨 인물은 G. P. 톰슨이었다. 데이비슨 팀과 톰슨이 성공한 전자파 회절 실험은 결정적으로 드브로이가 이론적으로 제시한 물질파가 실재함을 입증함으로써 드브로이의 생각

49) Ibid., pp. 247~249.

50) Ibid., p. 252.

51) Ibid., p. 252.

52) Ibid., p. 254.

이 옳을 뿐 아니라 왜 파동역학이 받아들일 만한지를 사람들에게 일깨웠다.<sup>53)</sup> 루프(Bernhard Rupp), 기쿠치(Seishi Kikuchi, 菊池正士), 폰트(M. J. H. Ponte)는 다른 조건에서 전자 회절 실험을 재현했고 특히 루프는 콤프턴과 티보(Jean Thibaud)가 빛의 회절을 일으키는 회절격자를 비스듬히 배열하여 엑스선을 회절시킨 방식으로 전자파를 회절시키는 데 성공하여 엑스선과 전자파가 파동으로서 같은 방식으로 행동한다는 것을 보였다.<sup>54)</sup> 이렇게까지 자세히 전자파의 회절 실험이 여러 물리학자에 의해 성공적으로 수행되었음을 서술한 것은 드브로이의 혁신적 이론이 실험으로 확실하게 검증되었음을 드러내기 위함이었다. 드브로이의 추종자들은 이렇게 확실한 성공을 거두었던 것이다.

#### 4. 서사적 충실성

충실성에 대한 분석 대상은 진실성과 타당성인데 드브로이의 노벨상 강연이 과학 분야의 보고라는 측면에서 진실성의 충족은 필수적으로 요구된다. 노벨상의 수상이 합당한 연구 업적에 대해서 이루어졌다는 것을 공인받아야 할 필요성이 있기에 이는 강연 주최 측인 노벨상 위원회가 수상자에게 당연히 요청하는 부분이다. 진실성을 달성하기와 관련하여 드브로이가 다루는 역사적 사실들은 다음과 같다. 1900년에 플랑크의 흑체 복사 이론에서 도입된 양자 개념은 고전 물리학으로는 이해될 수 없는 새로운 조건들을 물리학으로 끌어들였고, 1905년에 아인슈타인이 광양자 이론으로 빛 자체가 양자적 성질을 가질 때에라야 광전 효과를 설명할 수 있다는 것을 제시하였다.<sup>55)</sup> 1913년에 수소 스펙트럼에서 나타나는 독특한 불연속성에 대하여 양자적 에너지 준위 개념을 도입하여 설명하는

53) Ibid., p. 255.

54) Ibid., p. 255.

55) Paul A. Klevgard, *Einstein's Method: A Fresh Approach to Quantum Mechanics and Relativity*, Chula Vista, CA: Aventine Press, 2008, pp. 13~14.



보어의 이론이 등장하면서 양자 개념은 더욱 널리 받아들여지게 되었지만 역시 보어 이론이 인정하는 방식으로 미시 세계에서 일어나는 일은 고전역학적 기술이 불가능하다는 측면에서 미해결의 문제들을 노정하였다.<sup>56)</sup> 1921년에 아인슈타인은 광전 효과를 설명한 광양자 이론으로 노벨 물리학상을 수상했다. 1924년에 드브로이는 빛의 이중성 개념이 확립된 것에 착안하여 물질파 개념을 자신의 박사 논문에서 제안하였다.<sup>57)</sup> 1925년에 하이젠베르크와 그의 동료들은 행렬역학을 제시하였고, 슈뢰딩거는 물질파 개념에 입각해 파동역학을 제시하였는데, 이 둘은 수학적으로 동등함이 입증되면서 두 이론을 아우르는 양자역학이 수립되었다.<sup>58)</sup> 1927년에 데이비슨과 저머의 전자 회절 실험으로 전자의 파동성이 실험으로 입증되었고 다른 실험 연구자들에 의해 다양한 방식으로 전자파의 존재와 특성이 확인되었다.<sup>59)</sup> 이에 따라 드브로이는 1929년에 노벨 물리학상을 수상하게 되었다.

이러한 공개된 사실들 외에 의문의 여지가 있을 법한 부분은 물질파 개념에 도달하기 위하여 드브로이가 어떠한 사고 과정을 거쳤는가를 서술하는 부분이다. 이 부분은 지극히 개인적인 논의들인데 당시 청중들은 이런 사실 중 어느 것이 사실에 부합하지 않는 것인지를 판단할 위치에 있지 않았다. 그런 점에서 드브로이의 강연에서 진실성을 위배할 만한 소지는 없다.

서사적 타당성은 ‘좋은 이유’를 제시함으로써 충족될 수 있다. 합리적이라고 판단하기 위해서는 ‘좋은 이유’들이 제시되어야 하는데 ‘좋은 이

56) Helge Kragh, *Niels Bohr and the Quantum Atom: The Bohr Model of Atomic Structure 1913-1925*, Oxford: Oxford University Press, 2012, pp. 1~2.

57) John Hendry, *The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli Dialogue*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1984, pp. 52~54.

58) Robert D. Purrington, *The Heroic Age: The Creation of Quantum Mechanics, 1925-1940*, Oxford: Oxford University Press, 2018, pp. 55~93.

59) William H. Cropper, *The Quantum Physicists: And an Introduction to Their Physics*, Oxford: Oxford University Press, 1970, pp. 63~68.

유'는 서사가 다루는 가치들이 가치를 갖는다고 판단할 수 있는 근거들이 널리 공유되고 있는지와 관련된다. 드브로이의 노벨상 강연에서는 문제의식과 그에 대한 대안의 도출 과정이 논리적으로 타당한가, 대안이 문제를 해결하는 과정이 논리적으로 타당한가가 평가되어야 한다. 주인공의 문제의식은 물질 물리학과 복사 물리학의 분리 상황과 그것을 통합하려는 노력이 야기한 문제로서 플랑크의 양자 개념과 아인슈타인의 광양자 이론, 그리고 보어의 원자 모형이 제기하는 원자 내부의 양자적 상태 등이 서로 잘 연결되지 않고 조화되지 않는 문제에 쏠렸다. 그리고 이러한 문제점을 해결하기 위한 착안점은 물질과 복사 사이의 병존 관계로서 거기에서 물질파의 존재가 가정된 것이다. 여기에서 오랫동안 과학에서 채용되어 왔었던 방법으로 유비(analogy)가 활용되었음을 확인할 수 있다. 빛은 입자로 인식되기도 하고 파동으로 인식되기도 했는데 이러한 이중성이 전자와 같은 물질 입자에 대해서도 인정되어야 한다는 생각이 유비로부터 도출될 수 있었던 것이다.

이렇게 일단 수립된 물질파 개념이 이론으로서 지지를 받기 위해서는 슈뢰딩거의 파동역학과 같은 이론적 확장으로 이어지고, 이렇게 확장된 이론은 다른 맥락에서 얻어진 행렬역학과 수학적으로 동등하다는 사실로부터 지지를 얻는다. 이론이 확장된다는 것은 포퍼(Karl Popper)의 관점에서 반증 가능성을 높인다는 점에서 과학의 발전이 이루어진 것이라고 볼 수 있다.<sup>60)</sup> 드브로이의 물질파 이론이 설명하는 범위는 좁지만 드브로이의 물질파에 토대를 둔 파동역학이 설명하는 범위는 더 넓다는 점을 누구나 동의할 수 있다는 점에서 드브로이 이론의 반증 가능성은 더 커진다.

여러 전자파 회절 실험들은 한결같이 드브로이의 물질파가 실재함을 감각기를 통해 입증하므로 경험적 증거를 통해 이론을 지지한다. 드브로이의 이론이 지지하는 곳에 회절 무늬가 나타나고 그 이론이 지지하는

60) Zuzana Parusnikova, "Karl Popper: His Philosophy and Science", Zuzana Parusnikova and David Merritt, eds., *Philosophy and Science*, Cham: Springer, 2021, pp. 1~2.

곳에 회절 무늬가 나타나지 않는 것에서 드브로이 이론은 지지받는다. 이런 현상을 설명할 이론이 달리 없다는 것은 이 실험들이 드브로이의 이론이 옳음을 지시한다고 판단하는 데 아무 거리낌을 주지 않는다. 이로써 가설 연역법의 논리를 따라 드브로이의 물질파 이론이 입증된 것으로 여길 수 있다.<sup>61)</sup> 이런 사고는 이미 과학계에서 널리 받아들여지고 있었으므로 이견이 있을 수 없다. 이로써 타당성은 확실히 확보된다.

#### IV. 맺음말

드브로이의 노벨상 강연은 전형적인 서사 구조를 가지고 있다. 결핍의 규정, 환경의 속박, 환경의 부정, 대안의 발견, 대안의 실현을 배경의 서사, 발견의 서사, 인정의 서사를 통해 펼쳐나간다. 물질 물리학과 복사 물리학이 양립하지 못하는 갈등 상황이 플라크의 양자 개념의 제시 이후 심화되던 와중에 드브로이가 연구에 뛰어들어 자연의 대칭성에 대한 관념으로 빛의 이중성을 물질 입자로 끌어와 입자에는 파동이 관계되어야 한다는 병존 관계를 요청하고 아인슈타인의 상대성 이론을 활용하여 물질파의 파장과 운동량의 관계를 정립했다. 그의 개념은 슈뢰딩거의 파동역학의 이론적 기초가 되어 고전역학을 대체할 새로운 역학을 수립하는데 기여했다. 결정적으로는 라우에 현상을 전자를 통해 일으키는 일련의 실험이 데이비슨과 톰슨 등에 의해 수행되면서 전자파의 존재를 확증함으로써 드브로이의 이론은 성공한 이론으로 자리매김한다.

강연자가 제시한 물질파의 발견과 입증의 서사는 구조적으로 일관성이 있고, 자료상으로도 성격상으로도 일관성을 잘 갖추었다. 서사를 구성하기 위하여 요구되는 소재들은 등장인물들의 역할에 맞추어 적절하게 활

61) 김성원·최경희·허명, 『과학, 삶, 미래』, 이화여자대학교 출판부, 2009, 19~20쪽.

용됨으로써 강연자가 의도하는 서사의 흐름에 적절하게 봉사한다. 자료적 일관성에서 특기할 점으로 드브로이가 물질과 개념의 도출 과정에서 상대성 이론을 개입시킨 것은 자신의 업적이 우연이 아니라 논리적 고찰의 귀결임을 강조한다.

드브로이의 노벨상 강연은 서사적 충실성을 잘 충족한다. 진실성은 역사적으로 발생한 중요한 사건들의 내용을 정확하게 전달한다. 다만 자신의 연구 과정에 대한 개인적인 서술 부분은 자신의 기억에 의지한다는 점에서 고유한 경험이자 주관적인 서술이 상당 부분 들어가 있다. 그렇지만 이 부분은 청중에게 오히려 많은 관심을 끄는 부분으로 역사적 기록으로서 의미가 있는 사적인 서사를 구성한다. 타당성은 ‘좋은 이유’를 제시함으로써 청중이 동의할 만한 가치를 전달할 때 충족되는데, 물질과 발견과 인정의 서사는 과학의 방법을 잘 준수함으로써 어떻게 혁신적이고 믿을만한 새로운 과학 지식이 생산되었는지를 설득력 있게 제시한 것으로 여겨진다.

요컨대, 드브로이의 노벨상 강연은 피셔의 서사적 패러다임의 관점에서 볼 때 서사로서 어떻게 합리성을 구축해 나가는가를 보여주며, 이러한 분석은 노벨 과학상 강연을 포함하는 과학적 텍스트에 대한 서사 분석이 어떤 점에서 해당 텍스트를 수사학적으로 파악하는 데 도움을 줄 수 있는가를 예시해 준다.

## • 참고문헌

### <자료>

- Broglie, Louis de, “On the Nature of Electrons”, *Nobel Lectures: Physics, 1922-1941*, Amsterdam: Elsevier, 1965, pp. 244~256.
- Crick, Francis, “On Genetic Code”, *Nobel Lectures: Physiology and Medicine, 1942-1961*, Amsterdam: Elsevier, 1964, pp. 811~819.
- Einstein, Albert, “Fundamental Ideas and Problems of the Theory of Relativity”, *Nobel Lectures: Physics, 1901-1921*, Amsterdam: Elsevier, 1967, pp. 482~490.

### <연구논저>

- 강현국, 『서사문법시론』, 고려대학교 민족문화연구원, 2003.
- 강주상, 『양자 물리학』, 청문각, 2004.
- 구자현, 「서사와 과학: 서사적 패러다임에 비추어 본 진스의 『과학과 음악』」, 영남대학교 인문과학연구소, 『인문연구』 제77호, 2016, 407~436.
- 김성원·최경희·허명, 『과학, 삶, 미래』, 이화여자대학교 출판부, 2009.
- Borchers, Timothy, *Rhetorical Theory: An Introduction*, Long Grove, IL: Waveland Press, 2006.
- Cropper, William H., *The Quantum Physicists: And an Introduction to Their Physics*, Oxford: Oxford University Press, 1970.
- Fisher, Walter, *Human Communication as Narration: Toward a Philosophy of Reason, Value, and Action*, Columbia: University of South Carolina Press, 1987.
- Golinski, Jan, *Making Natural Knowledge: Constructivism and the History of Science*, Chicago and London: The University of Chicago Press, 2005.
- Griffiths, David J., *Introduction to Quantum Mechanics*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Education International, 2nd ed., 2005.

- Hendry, John, *The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli Dialogue*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1984.
- Klevgard, Paul A., *Einstein's Method: A Fresh Approach to Quantum Mechanics and Relativity*, Chula Vista, CA: Aventine Press, 2008.
- Kragh, Helge, *Niels Bohr and the Quantum Atom: The Bohr Model of Atomic Structure 1913-1925*, Oxford: Oxford University Press, 2012.
- Liboff, Richard L., *Introductory Quantum Mechanics*, 4th ed., San Francisco: Addison Wesley, 2003.
- Parusnikova, Zuzana, “Karl Popper: His Philosophy and Science”, Zuzana Parusnikova and David Merritt, eds., *Philosophy and Science*, Cham: Springer, 2021, pp. 1~16.
- Purrington, Robert D., *The Heroic Age: The Creation of Quantum Mechanics, 1925-1940*, Oxford: Oxford University Press, 2018.

# A Rhetorical Criticism of Louis de Broglie's Nobel Lecture

– With Focus on Narrative Analysis –

Ku, Ja Hyon\*

This paper analyzes Louis de Broglie's lecture on the Nobel Prize. According to Fisher's narrative paradigm, human life is a narrative, and humans give meaning to their behaviors through a narrative. De Broglie's Nobel Lecture presents the narratives of background, of discovery, and of recognition, consistent with the hypothetical narrative model to secure the structural coherence among the narrative possibility in the narrative paradigm. In other words, the problem of matter physics and radiation physics being separated and not seamlessly connected is deepened by the derivation of quantum concepts. De Broglie reaches the concept of matter waves by attempting to solve the problem through the parallelism between light and matter using natural symmetry. His concept of matter waves is later confirmed with the support of theories and experiments. To ensure the material coherence, the speaker utilizes the mystery of matter-radiation mismatch, natural symmetry, Einstein's relativity theory, wave mechanics, and electron diffraction experiments. For the characteristic coherence, the speaker gives proper roles to the main character de Broglie and other supporters like Planck, Einstein, Schrodinger, Davidson and Germer, and G. P. Thompson. The truthfulness and reliability required to satisfy narrative fidelity in the

---

\* College of Sungsim General Education, Youngsan University

narrative paradigm draw the support of the audience through fact-based discussions expected in general scientific writings.

Key words: Louis de Broglie, Nobel Prize, Fisher, Narrative paradigm,  
Matter wave

필자 E-Mail: flamingsword@hanmail.net

투고일: 2023년 3월 30일 / 심사완료일: 2023년 4월 16일 / 게재확정일: 2023년 4월 17일