

## 중첩, 붕괴, 얽힘, decoherence에 대하여 - 논평

최 종 덕 (상지대학교)

### 1. 인식의 전환

예측가능성의 의미는 앞 상태(state)와 뒤의 상태를 연결시킬 수 있는 라그랑지안(Lagrangian)이라는 기술방정식이 존재하며 그리고 그 해의 값이 하나라는 조건을 만족해야 한다. 예측의 자연철학적 전환을 가져온 뉴턴역학 역시 라그랑지안을 통해서 자연을 가역적 상태로서 기술하고자 했다. 뉴턴은 신의 인식의 영역인 결정론적 세계와 인간인식의 영역인 예측가능성의 범위를 가역적 시간관을 통해서 연결시켰다. 뉴턴역학의 결정론을 계승한 아인슈타인의 물리적 실재론의 입장에 도전하는 양자론적 인식론에 대한 필자의 몇 가지 논제를 자세히 살펴 볼 필요가 있다.

아인슈타인은 동시성 개념을 통해서 뉴턴의 가역적 시간관을 거부하면서 상대적 시간관을 말했다. 그러나 그의 상대성이란 상이한 좌표계 사이의 상대성이며 시간 자체가 상대적으로 로렌츠 변환하는 것으로 이해해서는 안 된다. 아인슈타인도 절대시간의 개념을 거부했지만, 기본적으로 세계를 총체적으로 설명할 수 있는 결정론적 방정식이 존재한다는 믿음을 굳게 갖고 있었다. 그러한 믿음은 세계의 실재성을 전제하는 결정론의 바탕 위에서 가능했다. 반면 닐즈 보어(Niels Bohr)를 따르는 양자역학의 코펜하겐 해석에 의하면 실재를 기술한다고 하는 두 물리량을 동시에 정확히 측정할 수 없으며 단지 관찰자가 측정을 원하는 측면만이 선택된다고 한다. 여기서 측정행위는 곧 관찰자의 비가역적 선택이 되고 만다. 양자론에 대한 인식론적 해석의 핵심은 측정 과정에서 나타나는 선택이며 이것을 파동함수의 감축(reduction)이라고 한다. 즉 측정은 전형적인 비가역성이다. 그래서 필자는 관찰자의 역할이 중요하다고 말했다. 여기서 위상공간으로 설정된 여건설정공간(Konfigurationsraum)위에 놓여있는 확률파의 파동함수는 개별 입자의 상태를 기존의 뉴턴 언어를 통해서 실제적으로 완전하게 기술할 수 있는지에 대해서 회의적이지만, 필자는 슈뢰딩거의 방정식을 통하여 실재론적 파동함수로서 대상을 기술하였다. 그러나 문제는 미시양자 상태를 기술하는데 있어서 파동함수를 이해하는 방식이 보어에게서는 아주 다르다는 점이다. 이는 기존의 결정론적 방정식이 불가능하며, 동시에 그 대상계인 양자 상태 또한 결정론적 구조가 될 수 없다는 점을 직접적으로 시사한다.<sup>1)</sup> 그 핵심은 필자가 강조했던 중첩, 얽힘 등의 양자적 현상들에 접근하는 태도의 차이이다.

이후 양자역학과 상대성이론은 자연을 보는 관점에 있어서 서로 대립된 상황으로 전개되었다. 상대성이론의 결정론적 실재론은 우연현상처럼 보이는 것도 결국에 가서는 필연성으로 설명될 수 있고 또 설명되어야 한다는 입장을 고수한다. 변수  $\lambda$ 에 의해 <sup>2)</sup> 그러한 입장을 뒷받침하는 것이 ‘숨겨진 변수이론’(Hidden Variables Theory)이론이다. 즉 우연처럼

1) 이와같이 양자상태에 대한 실재론 논쟁을 결정론과 비결정론의 논쟁방식으로 바꾸어 논의할 수 있다. 그리고 이로부터 가능한 의미론적 대체를 찾아볼 수 있다. 물론 역학에서 결정론이라는 말을 자주 사용하고 있기는 하지만 그 내용은 철학적 결정론의 범주와 다르며 실제로는 인과성의 가능성에 관한 내용임을 주지해야 한다.

2) 물리학적 이론의 필요조건 1)실험적 사실과 일치 2)논리적으로 일관성이 있어야 하고 3)다른 설명과 단순하게 비교되어야 한다. 참조: Belinfante, A Survey of Hidden Variables Theories, p.38

보이는 현상 배후에 우리가 아직 알 수 없었던 결정론적 인과관계를 주는 어떤 변수가 숨겨져 있다는 주장이다. 우연과 필연의 문제는 그 변수를 찾아냈느냐 아니면 아직 찾아 내지 못 했는가 의 문제일 뿐이라는 것이다. 숨겨진 변수이론이 정형화 된 것은 아인슈타인이 죽기 3년 전인 1952년 데이빗드 보움의 논문을 통해서였지만 아인슈타인의 기본 사유구조와 일치한다.

1926년 이후 양자론자와 상대론자와의 대립논쟁이 계속되어 왔지만 상대론자 일반이 주장하는 숨겨진 변수는 물론 아직 발견되지 않았다. 그리고 양자역학의 비국소적 해석의 기술방식이 더 타당성 있는 것으로 실험증명 되었지만,<sup>3)</sup> 우연적 운동으로 보이는 자연 속에 숨겨진 질서가 내재되어 있을 것이라는 생각은 여전히 자연과학자의 마음속에 가장 크게 자리 잡고 있는 것이 사실이다. 결정론을 가능케 하는 숨겨진 변수의 존재 가능성에 대한 필자의 논지를 살펴보기로 한다.

## 2. “숨겨진 변수”의 존재가능성

정계섭 교수님이 비판의 초점을 둔 EPR 역설의 요지는 국소성의 원리를<sup>4)</sup> 포기하지 않은 상태에서도 양자역학을 이해 가능하도록 해석할 수 있거나 혹은 해석되게끔 만들어야 한다는 아인슈타인의 기본입장에 있다. 그러한 국소성의 원리를 충족시키고 그리고 결정론적 방정식으로 이 미시세계를 기술하기 위해서도 양자론의 파동함수에 포함되지 않은 그리고 지금까지는 실험적으로 발견되지 않은 어떤 변수를 지정해 주어야만 한다고 보았다. 따라서 그렇게 보완된 파동함수는 인간에 의한 측정가능성의 범위에 들어오는 상태변수를 부분적으로 포함해야만 한다. 아인슈타인이 보기에 양자론의 파동함수가 보여주는 비결정성은 자연의 본질적인 상태가 아니라고 한다. 단지 아직 알지 못하는 변수를 찾아내지 못한 결과 일뿐이다. 그래서 그는 양자론의 파동함수를 불완전한 기술방정식으로 여겼다. 그렇다면 미시세계의 운동을 기술하여 아마도 양자론의 불완전성을 해결하는 어떤 추가의 상태요소가 있을지 모른다고 보았다. 이러한 요소를 “숨겨진 변수”라고 부른다.<sup>5)</sup> 이러한 관점에서 본다면 양자론은 불완전한 이론이며, 개별입자의 운동 역학을 통해 보완되어야만 한다. 숨겨진 변수의 존재를 인정할 경우 임의의 물리적 대상의 상태는 파동함수를 통해서만이 아니라, 다른 어떤 변수들에 의해서 표현된다. 예를 들어 한 원자의 결집에너지와 같은 물리량은 파동함수 안의 변수를 통한 방식으로는 그 값을 정확하게 기술할 수 없다. 그 이유는 필자가 말했듯이 파동함수의 reduction과 중첩collapse 때문에 그러하다. reduction을 해석하는 입장에서 폰노이만은 코펜하겐 해석과 미묘한 차이를 보인다. 정교수님이 기술한 방정식과 비교해보자.

## 3. 인식의 대상과 주체가 과연 어디에서 갈라지느냐에 대한 폰노이만의 탁월한 해석

폰노이만은 양자역학의 형식론을 그 자체해석으로 다룬 처음의 사람이다. 그의 해석을

3) Choi, Jongduck, Die Moeglichkeit einer ontologischen Deutung der Quantenmechanik, (Giessen,1993), p.85

4) “국소적”이라는 것은 각각의 개별 입자들의 임의의 위치(x)와 임의의 운동량(p)에 대한 측정이 그 입자 자체 안에서 결정되어질 수 있음을 의미한다. 예를 들어 상태 S1이 공간적으로 떨어져 있는 상태 S2에 인과적 관계가 없는데도 불구하고 어떤영향을 미쳤다면 우리는 그들사이의 상관성을 비국소적 상관성이라고 부른다. 결국 비국소성은 우리의 상식과 어울릴 수 없으며 당연히 이상하고 비합리적인 관계로 이해될 수 있다.

5) Muekenheim,W, "Das EPR-Paradoxon und die Unbestimmtheit der Realitat" in:Physikalische Blaetter 39,10(1983), p.332

뷔그너(Wigner)가 부른 대로 보통 정통해석이라고 한다.<sup>6)</sup> 이 정통해석은 코펜하겐 해석 위에서 이루어진 것이지만 그것과 같지 않다. 정통해석은 공리에서 구축되기 때문이다. 보어의 해석에서는 관찰에 의한 양자대상의 교란이 문제되었으나, 폰노이만은 대상과 측정장치 사이의 관계를 우선적으로 다루었다. 프리마(Hans Primas)는 보어와 폰노이만의 차이를 다음과 같이 쓰고 있다: “우리는 양자역학에 대한 보어의 견해와 폰노이만의 견해 사이의 근본적인 차이를 강조해야만 한다. 보어에 따르면 측정장치와 분리될 수 있는 어떤 ‘미시체계’도 없다고 한다. 물론 측정되는 대상은 측정수단의 이론적 위상과 완전히 다르다. 반면에 폰노이만의 해석은 측정대상과 측정수단에 대해 동일한 이론적 위상을 부여한다. 두 체계 사이의 상호작용을 말하는 것은 의미가 있다. 보어의 언어로 볼 때 측정문제에 대해 말하는 것은 불가능하다. 그러나 폰노이만의 해석에서는 측정과정의 논의가 핵심과제이다.”<sup>7)</sup>

양자역학에 대한 폰노이만 해석에 따르면 스핀 상태의 불확정성은 거시적 상태에도 적용될 수 있다고 본다. 여기서 문제가 되는 것은 양자대상의 상태와 측정장치의 거시적 상태 사이의 상관성을 드러내는 일이다. 측정장치에 의한 거시상태의 관찰은 대상의 양자상태에 대한 일의적인 역추론을 가능하게 한다. 폰노이만의 측정이론은 다음의 두 가지 상이한 상태변환을 비교하면서 논증된다.<sup>8)</sup>

과정 1: 자동적 변환; 연속적이고 인과적 변환;  
가역성; 슈뢰딩거 방정식을 따른다.

과정 2: 측정을 통한 임의적 변환; 불연속적이고  
비인과적, 그리고 순간적 변환; 비가역성;  
파동군의 reduction.

측정과정에 대한 드리슈너(Michael Drischner)의 분석에 따라 상태  $\psi_1$  와  $\psi_2$  그리고 두 상태 사이에서 결정되는 측정장치와의 결과상태  $\phi_1$  와  $\phi_2$  로 전체상태를 정교수님의 기술 방정식 그대로 따라 가보자. 대상과 측정장치 사이의 상호작용은 우선 대상이 상태  $\psi_1$  일 때, 전체계는 상태  $\psi_1 * \phi_1$  로 되며, 대상이 상태  $\psi_2$  일 때 전체계는 상태  $\psi_2 * \phi_2$  로 된다. 그러면 대상이  $\alpha\psi_1 + \beta\psi_2$  일 때 (여기서  $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ ), 전체계의 상태는 다음과 같다:

$$\Psi = \alpha\psi_1 \cdot \phi_1 + \beta\psi_2 \cdot \phi_2$$

상태  $\alpha\psi_1 + \beta\psi_2$  는 상태  $\psi_1$ 는  $|\alpha|^2$  의 확률값을 갖고  $\psi_2$ 는  $|\beta|^2$  의 확률값을 갖는 두 상태함수의 측정 전의 전체 상태함수를 의미한다. 그리고 측정 후의 결과 상태는  $|\alpha|^2$  의 확률값을 갖는  $\psi_1 \cdot \phi_1$  이거나  $|\beta|^2$  의 확률값을 갖는  $\psi_2 \cdot \phi_2$  의 상태이다. 전체 결과상태

$\Psi = \alpha\psi_1 \cdot \phi_1 + \beta\psi_2 \cdot \phi_2$  는 파속(wellenpakets)의 붕괴collapse를 기술한다. 그런데 측정 전에 측정대상의 상태값은 측정대상의 통계적 작용자를 통해서 아래와 같이 기술된다.

6) Wigner는 측정문제를 가장 중요하다고 본 양자역학의 해석을 소위 정통해석이라고 했다.( Wigner, "The Problem of Measurement" in: Amer. J. Phys. 31 (1963), pp.6-15

7) Hans Primas, Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism, (Berlin,1983), p.113

8) J.Von Neumann, Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, (Berlin,1932)

Max Jammer, The Philosophy of Quantum Mechanics,(1974), p.475

$$\Omega_I = |\alpha|^2 P\phi_1 + |\beta|^2 P\phi_2$$

그리고 측정전의 측정수단의 상태값은 측정수단에 대한 통계적 작용자를 통해서 아래와 같이 기술된다.

$$\Omega_{II} = |\alpha|^2 P\psi_1 + |\beta|^2 P\psi_2$$

여기서 실제로는  $\Omega_I * \Omega_{II} = \Psi = \alpha\psi_1 \cdot \phi_1 + \beta\psi_2 \cdot \phi_2$  이 된다.

닐즈 보어의 코펜하겐 해석에서는 실제로  $\Omega_I$  은 대상에 대한 값이고  $\Omega_{II}$  는 측정자에 대한 값으로 고정되었다. 그러나 폰노이만에 있어서  $\Omega_{II}$  는 의식을 지닌 측정자로 고정되는 것이 아니라 임의의 측정수단이 된다. 그러므로 인간도 측정수단의 한 편일 수 있다는 점이다. 정교수님이 이러한 점을 놓치지 않고 한편의 수사법으로 그 점을 유비했다. 즉 파속의 붕괴를 임제록의 凡所見色 皆是見心 문구와 유비한 정교수님의 생각은 흥미롭다. 단지 더 치밀한 유비 논구를 부탁드리고 싶다.

$\Psi$ 의 전체상태를 측정대상의 상태 I 와 측정수단의 상태 II 로 나누어 본다면 각 부분 상태는 앞에서처럼 통계적 작용자  $\Omega_I$  와  $\Omega_{II}$  로 기술된다. 즉 전체상태는 대상상태와 측정수단의 상태 사이의 상호작용된 상태를 기술한 것이다. 여기서 상태 II의 범위를 어떻게 결정할 것인지는 매우 임의적이다. 상태 I 과 II의 범위를 결정하는 것을 폰노이만은 ‘절단’(Schnitt)이라는 표현을 사용하였다. 우리는 어디에다 절단을 하느냐에 따라서 측정수단 II의 상태를 정할 수 있다. 폰노이만의 말을 인용한다. “수은주의 눈금으로 할 것인가, 온도계측기의 스칼라 량으로 할 것인가, 망막의 레티나로 할 것인가 아니면 우리의 두뇌구조로 할 것인가처럼 어디 까지를 경계 지워 생각해야 한다. 어쨌든 관찰자의 어느 부분에 의해 지각되어야 한다. 결국 우리는 “항상 세계를 관찰되는 체계와 관찰하는 체계의 두 부분으로 나누고 있다.”<sup>9)</sup> 관찰하는 체계 안에 관찰자로서의 인간과 관찰수단이 함께 들어오기도 하며 관찰도구가 관찰되는 체계로 될 수도 있다. 측정과정을 기술하는 데 있어서 ‘절단’의 역할은 크지만 절단의 선을 결정하는 주어진 메카니즘은 없다. 따라서 관찰대상의 고립된 체계를 인정하지 않는다. “측정에 있어서 대상체계 S 를 그 자체만으로 간주할 수 없다. 그리고 측정계 A와의 상호작용을 파악해 내기 위하여 대상과 측정도구의 결합체계 (S + A) 을 탐구해야만 한다. 물론 측정이론이 (S + A) 의 합의 상태를 고려해야 한다. 그러나 S의 상태가 어떻게 E 의 상태의 어떤 성질과 상관되는지 여전히 남는 문제이다.”<sup>10)</sup>

여기서 필자는 이러한 상관성의 외적 변수 중에서 아주 주요한 것을 지적하였다. 그것이 바로 decoherence 이다. Zeh의 decoherence 이론은 S와 A 외에 미시적 대상 수준에 버금가는 실험 환경에 존재하는 모든 방사능과 같은 에너지 요인들에 해당하는 E의 존재와 그것이 미치는 상호성을 추적한 점이다. 최근 브로셀 교수에 의해 실험으로 입증되었다고 하지만 아직은 그 상관성을 발생하는 환경적 에너지의 파동함수 변수 값으로의 도입이 확실하지 않다. 그러나 외적인 모든 요인에 상관적 이어야 한다는 주장은 미래 양자장 이론에서 매우 중요한 관건이 될 것이다.

우리는 양자역학이 대상체계에만 적용되고 측정도구에는 적용되지 않는다고 말할 수 없다. 다시 말해서 체계 사이의 상호작용을 인정한다는 점과 관찰체계와 피관찰체계 사이

9) Von Neumann,J.: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. Berlin,1932, Kap.VI

10) 같은 책, S.187

의 차이가 대부분은 임의적이라는 점에 대한 확신을 갖고 그의 논증은 출발한다. 여기서 체계 사이의 경계가 임의적이라는 논증 위에서 숨겨진 변수의 존재를 부정하는 논증으로 이어진다.

#### 4. 보움의 비국소성

양자역학의 확률론이 옳다는 것을 받아들인다면 당연히 양자역학을 인과율의 범주에서 말할 수 없게 된다. 폰노이만은 양자역학의 형식론에서 숨겨진 변수가 있을 수 없다는 것을 증명하였다.

한 입자의 스핀값에 대해  $n$ 번 측정은 아래와 같은 각각의 파동함수 값에 의존될 것이다. 그리고 그 가관찰량  $A$ 에 대한  $n$ 번의 결과치는 숨겨진 변수  $\lambda$ 에 의해 결정된다고 가정하면 하면, 즉 숨겨진 변수의 존재를 인정한다면 변수  $\lambda$ 에 의한 분산자dispersion 값이 중간평균값을 가질 것이며, 이는 폰노이만의 공리들을 위반하는 수학적 귀류법에 따라서 자유분산 상태는 존재할 수 없다는 결과에 이르며 결국 숨겨진 변수의 존재는 부정된다.

평자가 지루하게 이 논거를 말하는 이유는 같은 파동함수를 대하는 방식이 쉬워딩거와 폰노이만이 전혀 다르다는 점 때문이다. 어쨌든 이 증명이 확실하게 보여주는 것 하나는 숨겨진 변수이론이 양자역학의 파동함수와 일치되지 않는다는 점이다. 그러나 필자가 중시한 데이비드 보움은 파동함수의 비국소성을 인정하면서도 상대성의 숨겨진 변수의 존재를 인정하는 독특한 대안을 제시했다. 물리적 실제론자들에게 있어서 물리학에서 양자론의 파동함수와 같은 비인과적 성향은 당위적으로 불완전한 것이며 결코 정당화 될 수 없는 것으로 여겨진다. 결국은 양자론도 끝내는 숨겨진 변수에 의해서 대치될 것이라는 강한 믿음이었다. 이러한 사람들의 대표적인 이가 보움이다.

보움은 코펜하겐 해석의 기본입장을 거부하고 양자론의 이상현상들을 다시 고전적 입장의 결정론 안에서 재해석하려 했다. 보움은 52년에 발표한 숨겨진 변수이론을 60년대에 와서 약간 수정을 하지만<sup>11)</sup> 70년대 중반 들어 다시 초기이론으로 돌아간다.<sup>12)</sup> 보움은 폰노이만의 결과가 수학적으로 옳지만, 물리적으로 무의미한 공리를 포함한 것이기 때문에, 양자론을 결정론적 구조와 완전히 모순된 것으로 볼 수 없다는 입장을 보인다. 폰노이만의 해석은 측정과정에 대한 분석에서 출발하여 확률적 인과율만을 고려한 반면, 보움은 제한 없는 인과율의 타당성을 인정하면서 들어간다. 보움은 모든 확률성이 물리학에서는 근원적으로 인과율로 환원될 수 있다고 믿었다. 그에게 있어서 확률적 언명은 현 시점에서 임시적(ad hoc)일 뿐이다.<sup>13)</sup> 여기서 필자는 보움의 인과성 주장보다는 비국소성의 명제를 부각시켰다. 보움의 자연관에 따르면 자연 그 자체는 무한의 복잡한 양상을 갖고 존재한다. 따라서 자연은 겉보기에 무질서로 보일 수 있다. 그러나 그의 자연이해는 현상 뒤에서 그것을 결정해주는 숨겨진 변수들이 자연에 내재한다고 보는데서 시작된다. 그래서 아마도 필자는 보움의 시를 이 글에서 인용한 것 같다. 이 시에서 보듯 보움은 아주 깊은 우주론적 진리에 대한 고심에 젖어 그의 말년을 보낸다.

시간의 변화에 따른 측정값 사이의 인과적 관계를 도출할 수 없다는 것은 인식론적으

11) D.Bohm / J.Bub: A Proposed Solution of the Measurement Problem in Quantum Mechanics by a Hidden Variable Theory. Rev.Mod.Physics 38(1966),pp453-69

12) D. Bohm / B.J.Hiley " On The Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory." Found. of Physics 5(1975), pp93-109.

13) J.S.Bell,Speakable and Unspeakable Quantum Mechanics.(Cambridge,1987),p.83

로 양자론의 불완전성에 관계된다. 상태  $|\Psi\rangle$  로서는 물리적 체계를 완전하게 기술할 수 없다고 볼 때,  $|\Psi\rangle$  이외에 추가되는 패러미터  $\lambda$ 가 도입되는, 즉 원리적으로 개별체계에서 관측가능한 물리량인 숨겨진 변수에 의존되는  $|\Psi, \lambda\rangle$  으로 전체상태를 기술해야 한다는 실재론적 입장을 볼 필요가 있다. 그러나 이 변수  $\lambda$ 는 가관측량의 측정값을 결정해주는 하지만, 직접 관측되어 질 수 없는 듯하다. 나중에 보옴은 이 변수  $\lambda$  에 형이상학적인 진리의 입구로 간주하기도 한다.

비국소적 숨겨진 변수에 대한 보옴의 논증이 어느 정도 받아들여진다 해도, 현 시점에서 숨겨진 변수는 실제로 직접 측정될 수 없기 때문에, 지금으로서는 숨겨진 변수이론의 예측성이 양자론의 예측성보다 우월하다고 쉽게 말할 수 없다. 벨 역시 이점을 강조한다. 또한 필자가 언급했듯이 그 유명한 프랑스 물리학자인 아스페(A.Aspect)는 실험적으로 벨의 부등식과 양자역학의 파동함수 해석이 어긋남을 보여 주었다.

### 5. 얽힘의 세계에 대한 필자의 의중을 들으면서

필자가 말하듯 중첩 상태에서부터 관찰의 결과인 일의 상태로 변하는 양자적 변환과정 혹은 붕괴는 실재론자들이 수용하기 어려운 얽힘entanglement의 구조를 내포하고 있는 것이 사실이다. 이러한 변환 때문에 양자적 인식의 틀이 기존의 고전 인식 틀과 사뭇 다르다고 말하는 계기가 된다. 필자는 이에 양자의 세계를 인식의 저 건너편에 둘 수 있다는 상상을 하였는데, 그 의미가 무엇인지 궁금하다. 필자는 데스파냐의 “감추어진 실재”의 개념을 잠깐 비추었으나 더 이상 전개되지는 않았다. 아마도 데스파냐의 입장과 필자의 입장이 비슷한 듯하다. 데스파냐는 기존의 실재론의 범주에서 벗어나 “먼 실재론”이라는 개념을 도입했다. 그런 실재론이 바로 숨겨진 실재론이며, 이는 얽힘의 양자적 이해를 통해서 기존 인식론을 대체하려는 장대한 의도이기도 한다. 임제록과 신비주의에 빠진 말년의 보옴의 우주론, 世界一花, 天地與我同根의 사상과 맞닿아 있는 그런 사유의 세계를 얽힘과 decoherence에서 어떻게 찾을 수 있는지 이야기를 더 듣고 싶다. 사실 그 답을 원하는 것은 아니다. 그 정답이 있는 것이 아니라는 것쯤은 나도 알고 있다. 워낙에 엄청난 인식론의 혁명과 같은 이야기이기 때문이다. 얽힘의 세계가 임제록으로 이어지든 화엄경으로 이어지든지 아니면 새로운 양자장 이론으로 이어지든지 간에 이야기는 진행되어야 한다. 정교수님도 그 의중을 한번 밝히면서, 또한 우리도 진지하게 이야기를 듣는 소중한 시간을 기대한다. 그래야만 환상적 전망이 조금이나마 실현될 수 있을 것 같다. <끝>