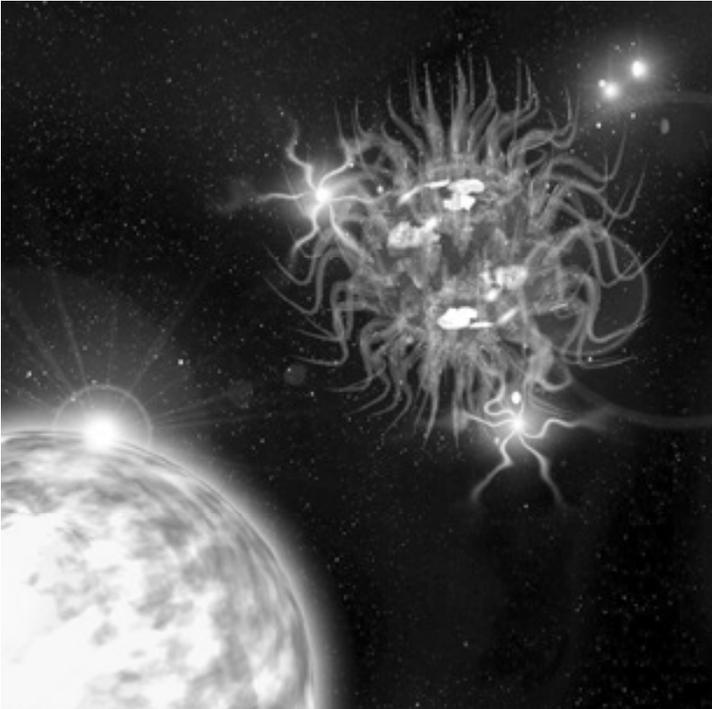


살아있는 우주 (4부)

| 데이비드 피트 | 이견우 '지금여기' 번역위원 옮김 |

살아있다는 것은 무질서로 향하는 우주의 한 흐름에 거스르며 새로운 질서를 창조해내는 또 다른 우주의 흐름임을 잘 보여줍니다(편집자 주).



(지난호에 이어서 4부)

분산 구조

작가인 스노우(C.P. Snow)는 언젠가 열역학 제2법칙을 모른다는 것은 셰익스피어의 작품을 하나도 읽어보지 않은 것과 같다 라고 말하였다. 사람들의 당혹감을 덜어주기 위하여 제2법칙에 대해 다시 한번 말해보자면, 자연적인 과정은 항상 엔트로피의 증가를 수반한다는 것이다. 엔트로피가 무질서, 무작위, 그리고 물건에서의 정돈의 부족 등의 척도인 까닭에, 제2법칙은 시스템이 항상 고장 나고, 분리되고, 파괴되며, 붕괴되고 혼돈으로 갈 것이라고 지적하고 있다. 이것은 사실 일반적으로 일어나고 있는 일이며, 큰 상자 안의 할아버지 시계는 결국 시계의 똑딱임이 멈추게 되고, 고장 날 것이다. 충분히 긴 시간을 기다리면, 시계를 구성하는 그 물질들은 분해되어 바스러질 것이다. 엔트로피의 행진은 멈추지 않는 것이다.

그러나 만약 시스템이 항상 망가지고 지속적인 유지가 안되며 구조는 허물어지기만 한다면, 플라즈마와 점군류는 어떻게 자발적으로 질서가 높은 형태로 전개되며, 어떻게 새로운 패턴과 구조가 나타나고 성숙되겠는가. 그리고 비선형시스템에서 안정성이 창조되겠는가? 이러한 예들은 단지 자연의 예외적이고 일시적인 장난이란 말인가? 그렇다면 제2법칙을 어떤 방식으로든 바꿔야 하는 것은 아닐까? 이 질문에 대한 대답은 《있음에서 되어감으로》와 《혼돈으로부터의 질서》라는 책의 저자이며 노벨상 수상자인 일리야 프리고진(Ilya Prigogine)과 관련된다. 그의 교수직 기간 중에 프리고진은 열역학 제2법칙을 재해석 혹은 확장시켜, 제2법칙이 새로운 구조의 출현을 나타낼 수 있고 혼돈

으로부터 질서가 발생할 수 있음을 지적하였다. 동시발생은 혼돈과 우연으로부터 자발적으로 발생하는 패턴으로 생각될 수 있기 때문에, 프리고진의 작업은 의미있는 결합의 본질에 대한 흥미로운 통찰을 제공하고 있다.

제2법칙의 숨겨진 모든 의미를 드러냄으로써, 프리고진은 물질과 에너지의 흐름이, 평형점으로부터 벗어난 시스템을 유지하고 있는 상황에서, 새로운 형태와 구조가 성장할 수 있다는 것을 보일 수 있었다. 그의 가장 잘 알려진 예 중 하나는 버나드 불안정성이라 불리운다. 그것은 물이 담긴 작은 접시가 전기난로에 가열되거나 사막의 더운 공기가 작은 모래입자를 밤공기 속으로 들어올릴 때 발생한다. 접시의 물이 천천히 가열되면, 처음에 열은 대류에 의하여 위에 있는 차가운 물 쪽으로 움직인다. 액체의 모든 부분은 열평형으로부터 벗어날 수 없기 때문에 물 표면은 매끄럽고 교란되지 않는다. 그러나 바닥의 물이 점점 뜨거워지고 밀도가 열어지면 뜨거운 물은 떠오르려 하고 동시에 차가운 물은 위에서 바닥으로 내려오려 한다. 이러한 긴박한 상황에서 물의 흐름은 점점 평형상태에서 멀어지게 되고 흐름은 섞이며 회오리 형태와 나선의 소용돌이 형태를 띠게 된다. 사실, 혼돈이 시작되는 것이다.

그런데 가열의 속도가 증가함에 따라 드디어 전 시스템이 무질서에서 질서의 상태로 이동하는 임계지점에 도달하게 된다. 이것은 무작위적인 움직임만으로는 열이 더 이상 빠르게 분산될 수 없는 상황에서 일어나며, 그러면 작은 회오리가 갑자기 큰 규모의 흐름으로 증폭되어 커지게 된다. 거의 마술처럼 액체의 움직임은 무작위 흐름에서 일련의 안정된 대류 흐름으로 변형되며 육각 형태의 규칙적인 격자 흐름을 만드는 것이다.

이러한 버나드 셀(Bernard Cells)은 때때로 비스듬한 각도에서 볼 때 차가운 커피 잔의 윗부분에서 나타나기도 한다. 저녁에 사막 위를 비행한다면 그와 유사한 패턴을 볼 수도 있다.

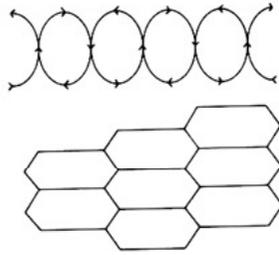


그림 1. 가열된 팬 위의 물은 대규모 대류로 인해 육각 세포 형태를 띤다. 그것은 때때로 비스듬하게 그 물 표면을 볼 때 보이기도 한다. 그와 유사한 패턴이 밤의 차가워진 공기로 인해 사막에서도 나타난다.

거대한 규모의 대류가 밤의 차가운 공기 속으로 상승하며, 작은 모래 알갱이를 들어올려 육각형의 언덕 위로 퇴적시킨다. 프리고진에게 지구적인 질서의 발생은 “눈부신 현상”이었다. 백만의 백만 승의 분자들이 갑자기 무질서한 방식이 아니라 응집되어 통일적으로 움직이는 것이다. 이러한 현상은 점균류 세포에서의 협조적인 움직임이나 플라즈마 안의 전자를 회상케 한다.

이러한 분산 구조는 모두 일정량의 에너지 소모나 물질의 흐름 비용을 지불하고서 유지되며, 따라서 많은 양의 엔트로피를 해방시켜 외부 환경으로 방출하게 된다. 이런 의미에서 볼 때 결코 제2법칙을 위반하는 것이 아니며, 세포에서 도시에 이르는 모든 역학구조에서 높은 엔트로피 산물은 그들의 주변 환경에 쏟아진다. 생명체나 비생명체에서 이러한 예를 발견하는 일은 그리 어려운 일이 아니며, 비활성의 동적인 구조가 생명 자체와 많은 공통점을 가지고 있음도 어렵지 않게 알

수 있다.

휴딩이를 메고 땅의 여기저기를 움직이는 흰개미는 무질서하게 움직이는 것처럼 보인다. 그러나 어떤 임계점에 이르면 그들의 움직임은 협력적이 되고, 집단의 규모가 커지게 되며, 다른 것들은 잊혀지게 되고, 동지 만들기의 첫 번째 단계가 시작되는 것이다. 이른 오후에는 자유로이 움직이는 도로 위에서 모든 운전자들이 자유롭게 질주하고, 코스도 바꾸고, 원하는 대로 속도를 줄인다. 그러나 러시아워라는 비상사가 되면 모든 차량들은 단일 흐름의 하나의 부분이 된다. 운전자는 교통 흐름에 따르게 되며, 안정적인 동적 흐름 구조가 나타나게 된다.

프리고진은 또한 자가촉매작용이라는 흥미로운 화학 반응을 지적하였다. 이것은 시공간 안에서 진동 패턴이 만들어지는 반응이다. 이러한 패턴은 적당한 흐름과 신선한 반응물질이 공급된다면, 놀랍도록 안정적인 상태를 이룰 수 있다.

살아있는 세포는 분산구조의 최적의 예이다; 주변의 환경으로부터 구성물질과 풍부한 화학성분을 에너지 형태로 취하고 엔트로피가 높은 부산물을 환경으로 내보냄으로써, 세포는 끊임없는 재생 과정을 통해 그 자체의 구조를 유지하고 성장할 수 있다. 유사한 형태로 도시 역시 무질서한 마을과 정착촌들로부터 태어난다. 도시 자체는 그들의 주변 환경(에너지, 사람, 음식 그리고 건축자재 등)에서 원료 물질을 끌어 모아 자신을 유지하고 소모된 것을 버린다. 도시의 역동적 구조를 유지하기 위해 요구되는 엔트로피 산물의 증가는 공기와 물의 오염, 도시 쓰레기 더미의 증가와 자동차 폐차장을 보면 알 수 있다.

제2법칙의 관점에서 보면, 도시와 세포는 모두 똑같이 살아있다. 도시는 단지 환경과의 끊임없는 교환의 덕분으로 살아있게 된다. 어떤 의미에서 환경은 도시를 통과해 흐른다고 볼 수 있다. 이러한 지속적

인 재생이 멈추면 도시는 죽기 시작하고, 도시 중심은 사막화되고, 서비스와 유용한 시설물들은 기능을 멈추게 되며, 결국 건물 자체도 분해 되게 된다. 따라서 “살아있는 우주”는 많은 변장한 모습으로 나타나고, 의미있는 패턴의 출현은 자연의 모든 곳에서 출현한다.

구조와 동시성

“선형 세상”의 구조는 각 구성요소들의 질서를 통해 만들어진다. 벽돌은 일정한 비율로 놓여지고 시멘트와 같이 협력하여 벽을 형성한다. 벽은 일정하게 정렬하여 집을 형성한다. 어린이의 장난감 블록 부품들은 서로 걸쳐지고 볼트로 조립되어 다리가 되고 탑이 된다. 이런 모든 경우 구조는 단순한 부품들로 건축되지만, 그것의 마지막 형태는 이러한 부품의 어느 것 하나와도 같지가 않다. 이러한 구조는 건축물로 분류되어질 수 있는데 왜냐하면 이것들은 외부디자인에 따라 건축가의 도움으로 만들어지기 때문이다. 집을 건축하기 위해서는 청사진을 필요로 하고, 아이들의 장난감 블록은 인간의 상상을 통한 행동을 필요로 한다. 따라서 이러한 정적인 구조의 의미는 외부에서 발견될 수 있고, 부분들의 질서화를 통해 부여된다.

그와 대조적으로 비선형시스템은 끊임없는 변화과정을 통해 유지되는 형태로 진화해 간다. 역설적인 의미에서, 도시의 한 가운데 있는 샘물은 한시도 같지 않기 때문에 그 형태를 유지한다. 그것은 물의 흐름을 통하여 끊임없이 태어난다. 그러므로 이러한 역동적이고 비선형 분산 시스템은 전체 세계의 표현이며, 그것을 살아있게 하기 위해 외부적인 건설 행위를 필요로 하지 않는다. 따라서 그것은 자기 충족적 형태를 띠며, 그 자체의 의미를 내포하고 있다고 말할 수 있고 전체계의

의미를 명백히 표현하는 것으로 볼 수도 있다. 아무런 외부적인 계획이나 디자인이 필요치 않으며, 어떤 의미에서는 각 새로운 형태의 출현은 시작부터 자체 내에 내재되고 혹은 전 시스템의 내부에 응축되어 있다고 할 수 있다.

이제 이러한 생각을 동시성이라는 개념으로 은유하는 것이 가능할 것이다. 동시성은 우연이라는 배경에서 출현하지만, 그것을 경험하는 사람에게는 깊은 의미를 갖게 하는 패턴의 형태를 취한다. 이러한 동시성은 종종 한 사람이 인생에서 임계점에 이를 때 발생하며, 미래 성장의 씨앗을 포함하고 있는 것으로 해석된다. 따라서 동시성은 잠재성이 의미있게 펼쳐지는 것을 말한다고도 할 수 있다.

의미는 또한 형태와 구조 안에 함축되어 있다. 그들은 명백한 혼돈 혹은 개별적인 행동 속에서도 집합적으로 나타난다. 그들 각자의 내부에는 더 큰 전체가 함축되어 있고, 마찬가지로 그 형태 자체는 전체에 펼쳐져 나타난다. 각 구조는 임계점에서 나타나 그 시점에서 잠재력이 잉태되어 삶의 형태로 꽃 피우게 되는 것이다. 이 패턴을 위해서는 어떤 외부적인 계획이나 건설자가 필요하지 않다. 왜냐하면 그들이 그들을 둘러싼 혼돈으로부터 나올 때는 그들 자신의 의미의 표현이기 때문이다.

“살아있는 우주”의ダイ나믹한 구조는 더 넓은 전체에 의존하며, 아마도 극단적으로 전 우주 자체에 포함될지도 모른다. 근본으로부터 태어나고, 일정기간 지속되다가 다시 근본으로 되돌아가는 것이 이 시스템의 특성이다. 마음으로 비유하자면 이것은 텅 빈 허공의 느낌, 전체성 그리고 어떤 초월적인 상태와 동반되는 자아의 사라짐을 떠오르게 한다. 신비적인 관점에서 보면, 자아는 근본적인 실체가 없다. 그것은 단순히 일정시간동안 미지의 존재로서 나타나는 패턴일 뿐이다.

의식이란, 아마도 더 깊은 본바탕에서 나타나 스스로를 지속시키는, 일종의 ‘의미의 형태’일 수 있을 것이다. 분산된 비선형 구조처럼 마음은 어떤 펼쳐진 형태로 이 바탕의 전체 본질을 포함할 지도 모른다. 이렇게 물질과 마음이라는 형태로 자신을 드러내는 동시성의 의미있는 패턴은 분별을 넘어 놓여있는 더 본질적인 질서의 펼쳐짐을 나타낸다고 할 수 있다. 그러므로 동시성은 존재의 어떤 지점에 포함된 의미, 또는 가능성의 표현이다. 동시성은 특정의 삶, 관계 혹은 역사적인 순간 안에 숨겨져 놓여있는 의미를 넘어서 비취주는 방식으로 행동한다. 헬무트 빌헬름(Hellmut Wilhelm)의 경우 역사적 순간은 “내재된 힘”에서 발견되어 질 수 있는 단일한 조화음으로 들린다. 이러한 내재된 힘이 물질, 비물질의 전체 우주의 표현이 될 수 있을까?

동시성에 대한 이러한 은유는 원형적이고 심리적인, 내재된 질서와 조건 지워지지 않은 창조성의 알아챌음으로 인도될 것이다. 그러나 이러한 연결점에서 주의의 한마디가 필요하다. 동시성과 분산된 비선형적, 협력적인 구조 사이에 비유를 드는 것이, 환원주의의 새로운 형태를 암시하는 것이어서는 안된다. 즉, 동시성과 마음이 비선형 미분방정식으로 설명되어져서는 안된다는 것이다. 현대 물리학의 호기심 어린 현상을 신비주의나 동양의 종교, 초상현상을 정당화하는 데 사용하려는 새로운 경향이 있다. 예를 들어 마음을 빛의 입자보다 빠른 것에 비유하거나 혹은 파동함수의 붕괴로 설명하려고 하는 환원주의가 있는 것이다. 그러므로 고전물리학적 당구공이 있던 자리에 새로운 세계관은 이제 양자 요동에 근거를 두고 있다.

그러나 이것은 뉴턴적인 유산의 잔여물로, 아직도 모든 현상은 가장 간단한 부분으로 줄일 수 있다는 선형적인 인과율로 자연을 최면적으로 받아들이게 하고 있는 것이다. 이러한 세계관으로 동시성을 수

용하기는 극히 어렵다. 그러나 예를 들어 과학이 새로운 방법을 개발함에 따라, 전적으로 동시성적 생각과 양립할 수 있는 새로운 접근법이 개발되어졌다. 따라서 단지 동시성을 설명하기 위하여 과학을 사용하는 것이 아니라 이 양쪽 영역이 양립하는 태도가 개발되어 질 수 있다. 이제 더 이상 실험실의 입장만을 대변할 필요는 없다. 이런 방식으로 자연에 대한 과학적 설명은 마음의 생태학에서 그레고리 베이트슨(Gregory Bateson)이 “바로 그런 이야기들”이라고 부른 자연의 동시성에 대한 환상을 심어주는 종교, 예술, 그리고 심리학적인 설명대신 자리를 차지할 수 있을 것이다.

결론

이 글은 점균류의 생태학 및 인간 신체에서 개인적인 세포와 진화하는 도시에 이르기까지 모든 것을 포함하는 “살아있는 우주”를 설명하였다. 이를 통해 생명조직계와 전자구름, 초유동체, 비선형적 분산계의 협조적이고 두드러진 행태에서 의미있는 유사함이 발견되었다. 각각의 경우 새로운 형태는 어떤 임계상황에서 출현하고, 새로운 형태의 질서가 혼돈 안에서 펼쳐져 나왔다. 이 시스템들은 전체와 그 부분 사이의 의미있는 관련성을 보여주었다. 예를 들어 솔리톤의 경우 시스템 전체는 각 부분 속에 접혀져 있었다.

명백한 혼돈의 배경에서 펼쳐지는 새로운 패턴은 동시성에 접근할 때 특히, 이러한 구조의 형태가 자체 의미의 작용인 경우 설득력이 더 있다. (끝) 

- 이 글은 'SYNCHRONICITY'에서 발췌하였습니다.
- 이 글은 미내사의 허락없이 무단 전재나 재배포를 할 수 없습니다.

저자 | **데이비드 피트** | 데이비드 피트는 1938년 영국 리버풀에서 태어났다. 리버풀 대학에서 박사학위를 받고 캐나다로 이주하여 처음에는 퀸즈대학에서 가르쳤다. 그후 캐나다 국립연구소에서 양자의 구조와 상대성 이론 및 양자이론의 기를 탐구하였는데 이것이 그로 하여금 과학적 세계관에 대해 의문을 가지게 하였다. 1971년 런던에서 데이빗 봄과 작업을 함께 하는 동안 그는 칼 융과 집합 무의식에 흥미를 갖게 되었으나, 처음에는 그것을 현재의 과학적 접근과 접촉하기가 어렵다고 느꼈다.

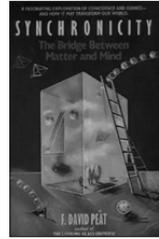
지난 10여년 동안 피트는 이 분야를 추구하는데 헌신하였고, 존 브리그와 함께 《Looking Glass Universe》, 데이빗 봄과 함께 《Science, order and creativity》를 포함한 많은 책을 썼다. 의식과 우주의 밀바탕에 놓여있는 미세한 질서를 탐구해온 그는 과학과 심리학 뿐만이 아니라 연극과 라디오 방송에 관심을 갖게 되었고, 내적인 질서와 대칭성에 대한 연구는 그로 하여금 그림과 조각에도 이끌기도 하였다.

역자 | **이건우** | 동국대 물리학과 대학원 졸업이며, 현재 물리실험기기 개발 및 일반 업체 제품 개발 일을 하고 있다. 이런 일을 하는 목적은 공간에서 에너지를 얻을 수 있는 방법을 찾기 위한 워킹업으로 하고 있으며, 홈페이지 주소는 physics119.com 이다.

추천도서 마음에 닿은 책 Good Book

Synchronicity

David Peat 저 | Bantam 판 | \$16.00



동시성, 물질과 마음을 잇는 다리.

물리학자들이 통일장 이론을 탐구하는 동안 칼 융과 동료들은 의미있는 우연의 일치와 시공간의 전체성, 개인의 의식 등의 배후에 놓여있는 통일의 원리인 동시성을 탐구해왔다. 이제 데이비드 피트는 이 두가지 연구를 결합하여 양자이론과 동시성 사이의 연결점을 보여주기 위해 여정을 시작하였다. 그리고 물질과 마음 사이를 잇는 다리에 대한 놀라운 이해를 보여준다.

매혹적인 역사적 일화 및 예리한 과학적 분석과 함께 이 책은 고대의 통찰과 현대의 과학이론을 결합하여 우주에 대한 새로운 관점을 보여준다. 그리고 그것은 우리의 자각과 삶을 확장시키고, 21세기를 위한 신과학의 길을 펼쳐보일 것이다.