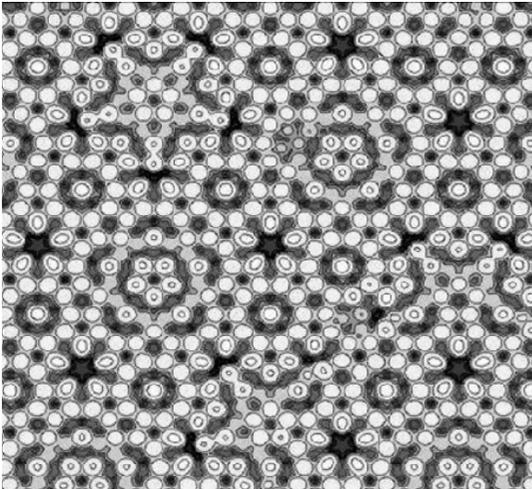


# 빛이 새겨진 DNA 필라멘트와 형태공명, 그리고 양자 생물학 (3부)

| 윌리엄 브라운 | 박병오 옮김 |

DNA가 정보전달의 안테나 역할을 하며, 특히 파이전자의 중첩을 이용하는 양자계산도 수행함을  
보입니다. 그리고 생명이란 양자생물시스템이라는 것도...(편집자 주)



(지난 호에 이어서 3부)

## 주파수 변환

새로운 패러다임의 과학과 함께 나아가면서, 우리는 생물유기체의 기능이 사실상 일차적으로 전기적이며, 양자결맞음(quantum coherence)하기 쉬운 것으로 보게 된다. 이것을 생물학의 “전기우주(electric universe)”이론<sup>1)</sup>으로 생각할 수도 있겠다. 생물체에서 전기적이고 자기적인 행동의 일차적인 중요성으로 볼 때, DNA와 그 밖의 몇몇 분자들이 안테나처럼 작용한다는 사실은 그리 놀라운 일이 아니다. 특히 DNA는 이것의 중요한 예인데 - 그 분자구조에서 보는 것처럼 - 나선 안테나(helical antenna)로 알려진 아주 독특한 디자인이 특징이다. 긴 선형의 고분자구조는 전기파를 수신하고 발신하는데 적합한 반면, 이중나선의 단면에서 형성되는 고리는 자기파를 수신하는 데 적당하다.

---

1) 전기우주이론은 우주에서의 전기의 중요성에 초점을 맞춘다. 이 이론의 바탕은 자연의 전기현상의 존재(번개, 코로나 방전 등)와 물질우주의 99.999%를 이루고 전자기장에 강하게 반응하는 플라즈마(이온화 “가스들”)의 속성들을 인식하는 것이다.(www.electricuniverse.info 참조. 모든 각주는 역자가 붙인 것임.)

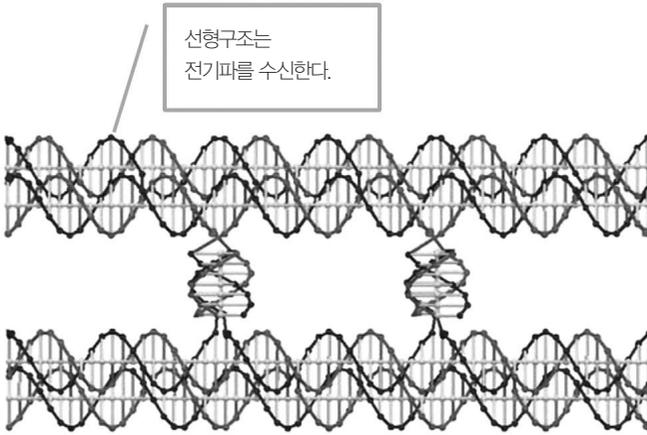


그림 1. 뉴욕 대학교의 과학자들은 자기복제가 가능한 세 개의 DNA 이중나선을 가진 삼중나선 분자들로 이루어진 인공구조를 개발했다. 위 그림에서 두 개의 BTX 영역들이 두 개의 측면연결로 쌍을 이룬다(또 다른 두 개의 연결은 여기서 보이지 않음). 단면에서는 측면 결합작용으로 만들어진 네 개의 나선들 가운데 두 개가 보인다. (출처: 폴 차이킨(Paul Chaikin), 내드리안 씨만(Nadrian Seeman); 네이처(Nature))

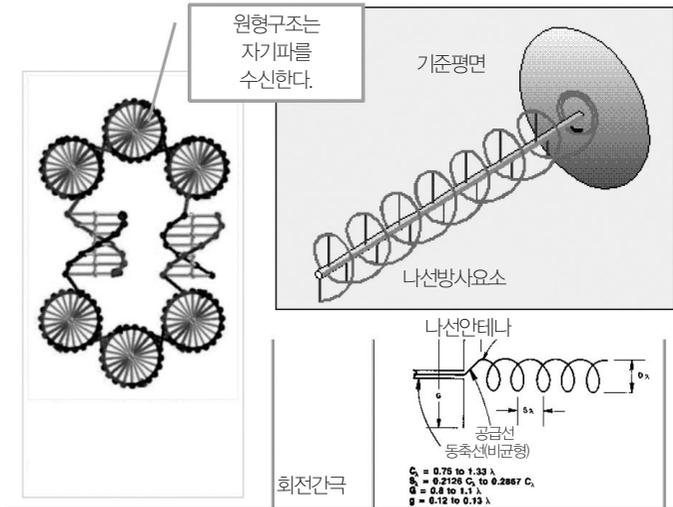


그림 2. 위 그림의 단면 모습에서도 두 BTX 분자들 사이의 측면 결합작용으로 만들어진 네 개의 나선들 가운데 둘이 보인다. (출처: 위와 같음)

전자기방사를 위한 주 안테나로서 DNA는 빛을 받아서 변환하고, 반응을 계산하고, 특정 분자들이나 세포 밖의 목표들에까지도 아주 분명한 변조효과를 줄 전자기 신호를 다시 방사한다. 그러나 DNA가 프랙털 안테나의 구조적인 조직특성을 보이는 것을 보면, DNA는 전자기 주파수들을 수신하는 데서 그치지 않는다. 이 안테나로 DNA는 영점에너지(Zero Point energy)를 받아서 변환함으로써 ‘장(the Field)’과 더 직접적으로 상호작용한다. 이들 더 미묘한 에너지 형태들은 의식과 더 직접적으로 작용할 것이며, 그런 방식으로 의식적인 자각(awareness)의 확장이나 수축에 영향을 줄 수 있다. 이 말은 DNA의 어떤 규격화된 배열이 의식적인 자각이 더 쉽게 일어나도록 할 것임을 의미할 것이다. 반대로 이 염색질 단위들(chromatin modules)의 많은 수가 재배열되면 게놈(genome)은 재구성되어서 이 영점에너지를 변환하는 데 효율적이지 못하게 되고 그 결과 의식적인 자각이 덜 일어나게 하기도 한다.

전형적인 프랙털 구조의 대수적인 주파수 반응

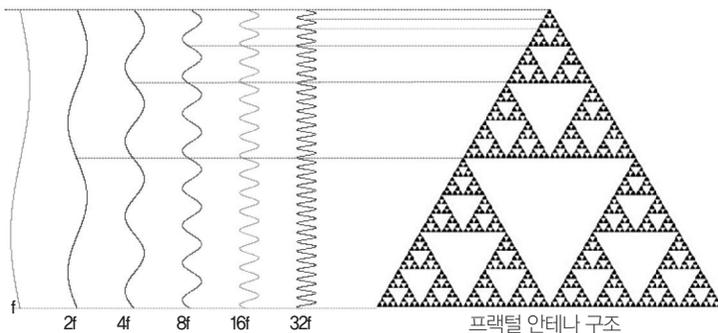


그림 3.

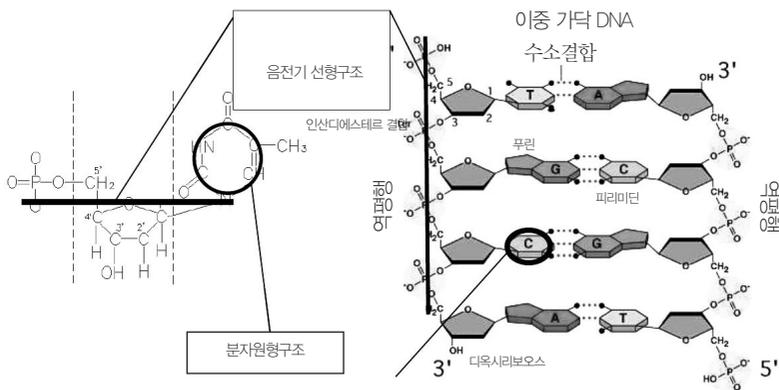


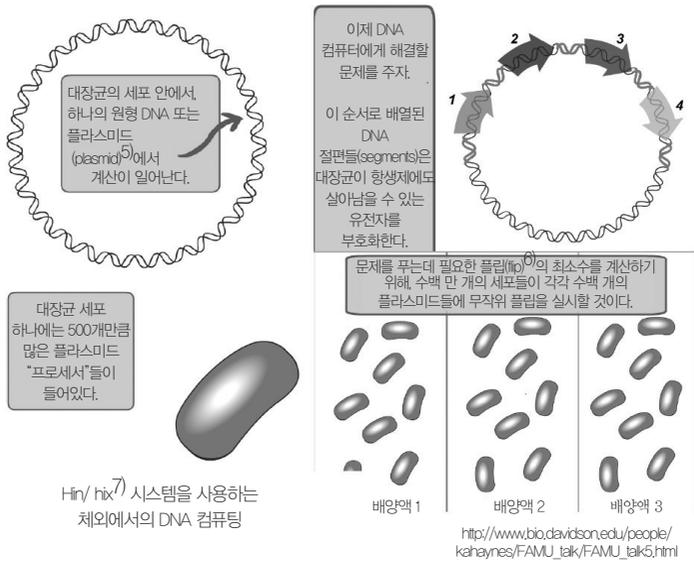
그림 4.

빛을 가진 정보가 수신되면 DNA는 이 정보를 홀로그래픽적으로 저장하고, 계산하고, 전달한다. 몇몇 연구들에서는 계산 작업에 DNA를 이용하는 것의 효율성을 보여주었고, 2) 사실 DNA는 특별한 계산 방식이 요구되는 아주 독특한 문제들을 푸는 데 이용되어왔는데, “유도 해밀턴 경로문제(the Directed Hamiltonian Path Problem)<sup>3)</sup>”(리라 카리(Lila Kari)<sup>4)</sup> 같은 수학 문제들이 그것이다. 그러므로 체외시험관 실험(다음 그림 참조-역자 주)에서 보아왔던 것처럼 DNA가 계산적으로 기능한다는 주장은 전혀 소설 같은 이야기가 아니며, 이 생물체 안에 있는 계산능력은 특별한 용도를 가졌다는 점이 이미 알려져 있다.

2) “DNA 컴퓨팅”이라고 부르는 이 분야는 전통적인 실리콘 기반의 컴퓨터 기술대신, 계산 작업에 DNA, 생화학, 분자생물학을 이용하는 형태다.

3) 해밀턴 경로는 어떤 그래프에서 모든 꼭짓점을 단 한 번만 지나는 경로를 말한다.

4) 캐나다의 컴퓨터과학 및 생화학자로 1990년대 중반부터 DNA가 유전자 재조합과정에서 보여주는 정보처리능력에 주목해왔다.



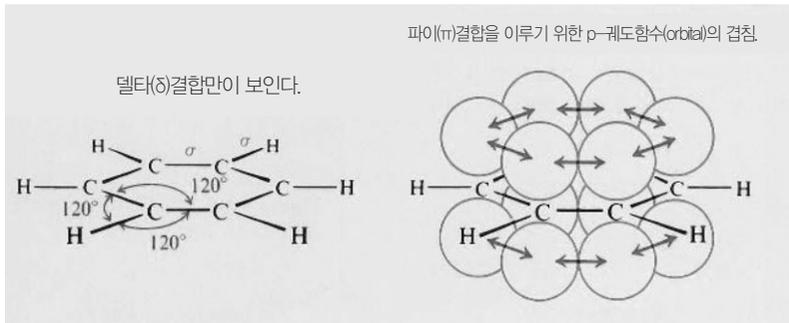
\*\* 이 그림은 중간과정이 생략된 그림으로 전체과정은 다음 웹페이지에 알기 쉽게 설명되어 있다.

그림 5.

지금껏 설명한 DNA의 계산적인 기능은 오로지 고전적으로 작동하는 시스템의 계산에 관한 것일 뿐이다. 그러나 DNA에게는 뉴클레오티드 염기쌍들에서 파이-전자들의 중첩을 이용하는 양자계산도 수행하는 능력이 있다. 뉴클레오티드들의 염기짝지음(base-pairing)은 서로의 피리미딘(pyrimidine)과 푸린(purine) 고리구조들에 대한 친밀도를 바탕으로 한다. 이 고리구조들에는 판데르발스(Van Der Waals)결합<sup>8)</sup>

- 5) 염색체와는 달리 별도로 존재하는 유전인자로 미생물에서 볼 수 있다.
- 6) 유전자 재조합을 위한 계산과정에서 Hin에 의해 절단된 DNA 절편이 역방향으로 뒤집히는 과정.
- 7) Hin은 유전자 재조합효소 또는 전환효소이고, hix는 재조합과정에서 Hin과 결합하는 유전자 단백질로, 이 과정에서 서로 상호작용한다.
- 8) 분자사이의 정전기적인 인력에 의해 형성된 약한 결합.

을 형성하는 비국소 전자들이 들어있는데, 이 전자들은 결합된 고리구조들에 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 생기게 한다. 쌍극자 모멘트는 분자에 자기(磁氣) 모멘트와 양극(兩極) 전하분포를 부여하는 분자 분극(polarization)이다. 이 경우 전자의 전하분포는 푸린에서 피리미딘으로, 또는 피리미딘에서 푸린으로 옮겨가거나, 이것이 양자역학상태이므로 둘 사이에 중첩되어 있기도 한다.



A-T는 A-T 또는 A-T, 또는  $|A-T\rangle + |A-T\rangle$  둘 다의 양자 중첩이 될 수도 있다.  
 G-C는 G-C 또는 G-C, 또는  $|G-C\rangle + |G-C\rangle$  둘 다의 양자 중첩이 될 수도 있다.  
 각 쌍이 양자역학적 상호작용에 의해 중재되는 두 가지 가능한 쌍극자 상태일 수 있으므로, 세 개의 염기쌍들은 여덟 개의 가능한 쌍극자 상태들의 양자 중첩으로 보일 수도 있다.

- A-T A-T A-T A-T
- G-C G-C G-C G-C
- G-C G-C G-C G-C
- A-T A-T A-T A-T
- G-C G-C G-C G-C
- G-C G-C G-C G-C

출처: 스투어트 하메로프(Stuart Hameroff MD), 양자의식, DNA에서의 양자 컴퓨팅.  
<http://www.quantumconsciousness.org/>

그림 6.

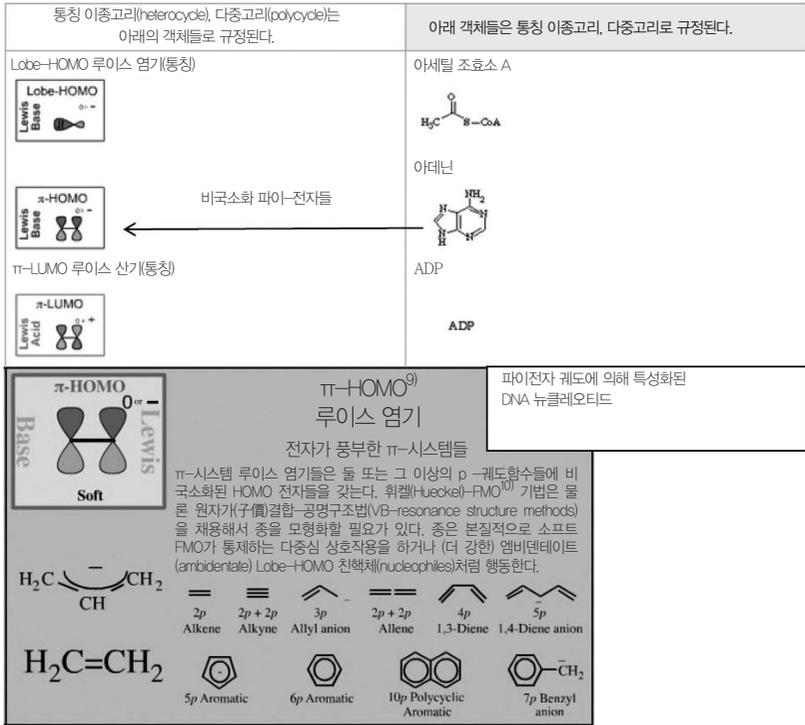


그림 7.

이에 더해, 쌍극자의 변화는 양자조화진동자를 만들어내는데, 이것은 포논(phonons)이라 알려진 준입자들을 만든다. 긴 파장의 포논들은 소리를 만들고, 그래서 빛이 새겨진 DNA 가닥은 실제로 하나의 전기-음조(音調) 필라멘트다. 양자적 소통 및 계산과 함께, 이 양자 얽힘

9) 전자들의 공간위치(궤도함수)를 기술하는데 있어 HOMO는 최고준위 점유 분자궤도(the Highest Occupied Molecular Orbital)로 전자가 들어있는 분자궤도 중에서 궤도에너지가 가장 높은 것이고, 이에 대응하는 LUMO는 최저준위 비점유 분자궤도(the Lowest Unoccupied Molecular Orbital)로 전자가 들어있지 않은 분자궤도 중에서 궤도에너지가 가장 낮은 것이다.

10) Frontier Molecular Orbital로 경계분자궤도라고 한다.

상태(quantum entangled state)는 바로 DNA 분자를 함께 결합시키는 원인이 될 터인데, 이것은 고전 역학에서의 DNA 결합에 관여하는 동역학으로는 이중나선을 유지하는데 불충분하기 때문이다. 그러나 포논들의 파장은 DNA 나선의 크기와 동등해서, 포논 덩치기(phonon trapping)라는 현상을 만드는 정상파(standing wave)를 가져온다.



**물리학자들, 양자 얽힘이 DNA를 결합시킨다고 말한다.**

새로운 이론 모델은 양자 얽힘이 생물분자들의 분해를 막는데 도움을 준다는 점을 제기한다.

KFC 06/28/2010

162 COMMENTS

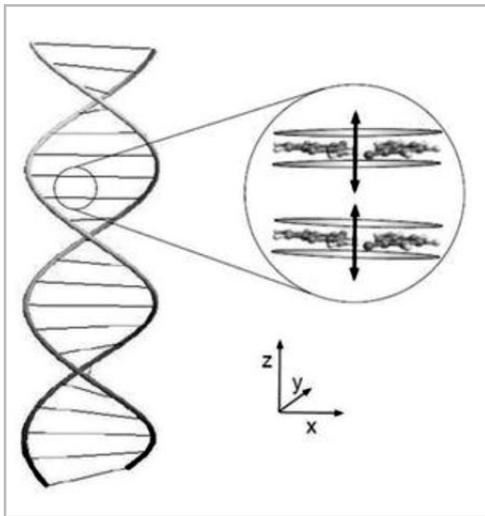
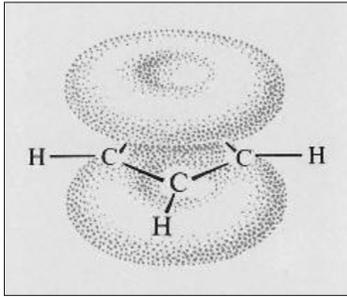


그림 8.



여기서 방향성(芳香性) 분자인 벤젠에서 파이-전자 궤도함수 구름(pi-electron orbital cloud)<sup>11)</sup>이 토러스(torus) 형태를 만든다. 이 그림은 파이-전자가 복잡한 궤도함수 형태를 만드는 방법을 보여주는데, 토러스는 특히 주목할 만한 구조다. 특히 금(gold)의 전자 궤도함수 구름 형태는 64개 사면체 그리드를 만들며, 물리학자 나심 하라민(Nassim Haramein)은 이것이 진공(the vacuum)의 기초적인 시공간 기하형태임을 보여주었다.

그림 9.

DNA의 빛을 저장하는 능력은 그것이 비주기적 결정체(aperiodic crystal)이기 때문이다. 에르빈 슈뢰딩거(Erwin Schrodinger)는 비주기적 결정체의 놀라운 속성들을 상세히 설명하면서 다음과 같이 말했다.

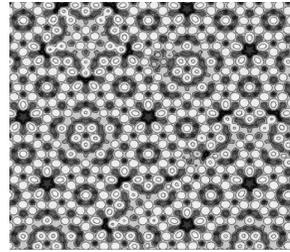


그림 10.

“살아 있는 세포의 가장 필수적인 부분인 염색체사(chromosome fiber)는 비주기적 결정체라 부르는 게 적합할 것이다. 물리학에서 우리는 지금까지 주기적 결정체(periodic crystal)들만을 다뤄왔다. 겸손한 물리학자에게는 이 결정체들이 무척 흥미롭고 복잡한 대상들이다. 무생물계가 주는 이 복잡성으로 결정체들은 가장 멋지고 복잡한 물질 구조들 가운데 하나를 구성한다. 그러나

11) 전자구름(electron cloud)은 원자, 분자 안에 있는 전자의 공간적 분포 상태를 구름에 비유하여 이르는 말로서, 전자의 파동 함수의 제곱에 비례하는 밀도 분포가 된다.

비주기적 결정체와 비교하면, 주기적 결정체들은 평범하고 재미없다. 둘의 구조 차이는 규칙적인 주기를 가지고 같은 패턴이 하염없이 반복되는 보통의 벽지와, 따분한 반복 대신 명장이 그린 정교하고, 일관되고, 의미 있는 디자인을 가진 라파엘 태피스트리(Raphael tapestry) 같은 명품 자수 사이의 차이와도 같다.”

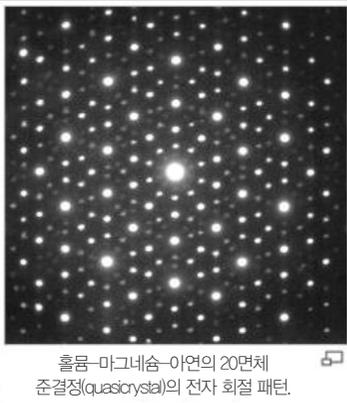
에르빈의 설명은 이 경우에 아주 흥미로운 사실을 보여준다 – 그가 DNA의 비주기적 결정체를 일관되고 의미 있게 디자인된 명품 태피스트리에 비유한 것처럼 말이다. 결정체들의 빛을 저장하는 능력은 다음과 같이 이미 과학자들에 의해 이용되고 있다.

### **결정메모리(Crystal memory)는 빛에 들어있는 양자정보를 효율적으로 저장하게 한다.**

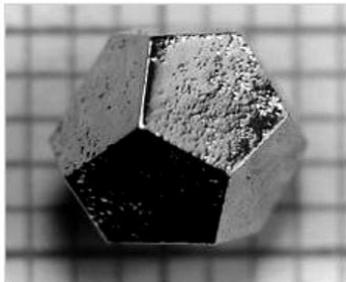
존 맷슨(John Matson) | 2010년 6월 29일 |

연구자들은 광자의 양자상태를 원자의 양자상태로 암호화함으로써 광자에 저장된 정보를 안착시키는 몇 가지 방법들을 고안했는데, 원자의 양자상태가 보다 쉽게 고정될 수 있다. 그러나 이런 시스템들은 정보를 저장하고 다시 불러오는 능력이 한심할 정도로 고르지 못하기가 쉽다. 6월 24일 <네이처(Nature)>지에 실린 한 연구는 하나의 결정에 69%에 이르는 효율로 광자정보를 저장할 수 있는 양자메모리를 소개한다. ([<사이언티픽 어메리칸(Scientific American)>은 네이처출판그룹(Nature Publishing Group)의 일부다.]

회전축에 직각인 축을 따라 12면체(또는 20면체)의 나선 확장은 DNA 분자구조와 비슷한 이중나선을 분명하게 드러낸다.



홀름-마그네슘-아연의 20면체 준결정(quasicrystal)의 전자 회절 패턴.



12면체로 형성된 홀름-마그네슘-아연의 20면체 준결정

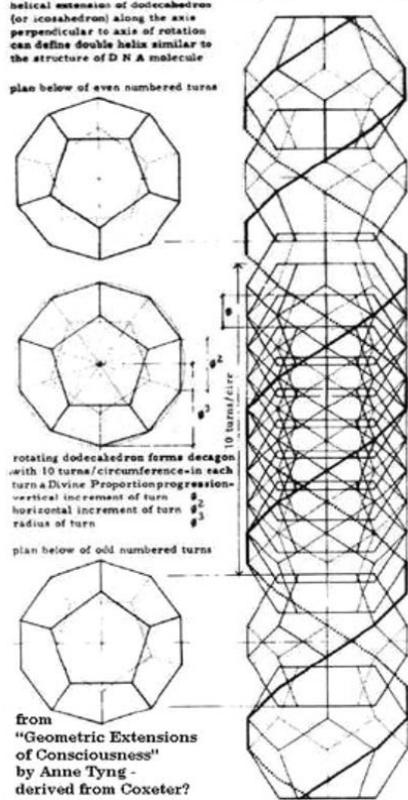


그림 11.

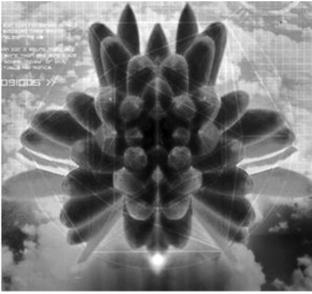


그림 12.



그림 13.

정의상으로 비주기적 DNA 결정이 준주기성(quasiperiodicity)을 갖기 때문에, 이것은 또 준결정이라고도 하는 것이 적절하다. 댄 셰시트먼(Dan Shechtman; 과학계에서 큰 비웃음을 사고 있다)이 이들 특별한 고체상태의 물질들의 존재를 증명하기까지, 준결정들이 가능하기도 하다고는 믿기지 않았다. 어떤 준결정들은 12중 대칭을 보인다. 12중 대칭을 가진 준결정들은 12각형으로, 만일 DNA 분자가 12각형 대칭을 이룬다면, 우리가 잘 아는 DNA의 이중나선은 12중 에너지 매트릭스에서 에너지적으로 더 안정될 것이다. 더욱이 DNA는 나란히 반복되는 패턴에 있어서 꾸준한 주기성을 가지고 있다는 점에서 정말이지 아주 독특한 준결정이라고 하겠다.

이 논문은 “생명이란 무엇인가?”라는 질문으로 시작했다. 그리고 이 질문이 존재의 가장 수수께끼 같은 이 상태를 결코 온전히 규정하지는 못할지라도, 살아있는 유기체가 현실의 가장 근본적인 직물구조(fabric)와 인터페이스하는 양자생물시스템임을 보여주면서 우리 인식을 확장해준 것은 분명하다. 과학에서는 생명에 대한 적절한 정의가 없다 - 이것은 우주 그 자체의 본성에 대한 이해가 턱없이 부족함을 직접적으로 보여준다. 상식적인 시각으로는, 우주는 주로 죽은 물질로 이뤄졌고, 막연하게 정의하고 있는 어떤 전환점에서 죽은 물질이 살아있게 되어서 생명이라 불리게 된다고 여겨지고 있다. 이것은 근본적으로 잘못된 생각이다. 우주 전체가 살아있다. 그러므로 살아있음은 존재 그 자체의 특성이다. 생명은 존재이며, 영원하다. 정의상 존재(existence)의 일차적인 본성은 존재하기(to exist)이기 때문이다. 따라서 생명과 의식은 무한하고 영원하며, 그리고 형태나 구성만을 바꿀 뿐이지, 결코 끝나지 않는다. (끝) 

- 이 글은 『The Light Encoded DNA Filament, Morphic Resonance, and Quantum Biology』에서 발췌하였습니다.
- 이 글은 미래사의 허락 없이 무단 전재나 재배포를 할 수 없습니다.

저자 | **윌리엄 브라운**(William Brown) | 호놀룰루 마노아 하와이 대학교 생물재생연구소의 분자생물학자이다. 그의 스승인 프레데릭 머서는 뇌에 존재하는 세포외 기질 단백질 복합체를 발견하고, 만델브로의 프랙탈 패턴을 본 따 프랙톤(fractone)이라고 명명했다. 그들은 프랙톤과 신경의 유연성, 조직 구조, 생물학적 재생, 줄기세포 분야에서 결합조직 네트워크의 여러 요소들을 집중적으로 연구했다. 연구소는 유기체 내에서 발달과 패턴 형성의 과정, 인간의 손상된 조직과 기관 재생에 응용할 수 있는 방법을 중심으로 한다. 브라운은 이상해 보이는 모든 대상에 대해 연구를 지도하며, 자연과 음악, 무한으로 우리를 연결해주는 내적인 자원을 인식하면서 시간을 보내고 있다. 전자메일 [wcb225@gmail.com](mailto:wcb225@gmail.com)을 통해 브라운에게 연락을 취할 수 있다.

역자 | **박병오** | 「지금여기」 번역위원