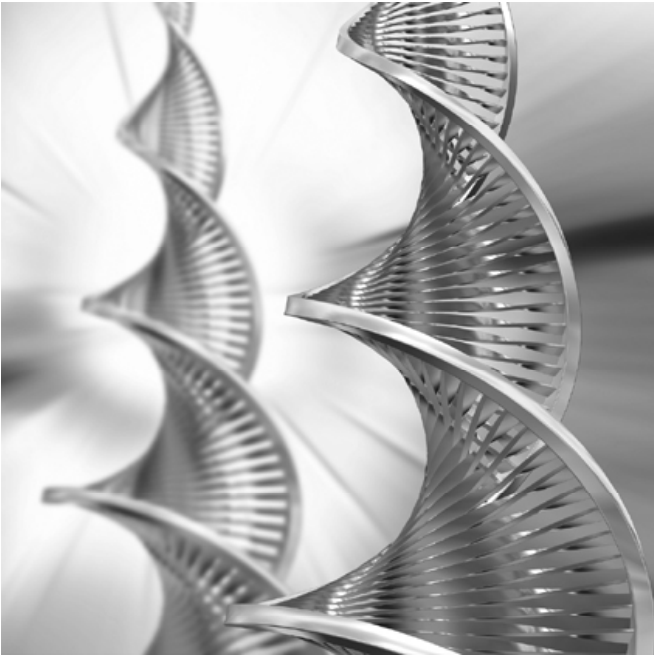


# 이중나선에서 홀로그램으로

## 인간계놈에 붙이는 송시頌詩

| 이오나 밀러, 리차드 알란 밀러 공저 | 이영수 '지금여기' 번역위원 옮김 |

DNA 이중나선이 단순한 물리적 구조일 뿐만 아니라, 생체광자가 그 코드를 읽어 홀로그램적으로 생물학적 구조를 만들어내는 투사기임을 신선한 각도에서 조망합니다(편집자 주).



## 생화학에서 생물물리학으로

DNA란 무엇인가? 그것은 어디에서 왔는가? 어떻게 생명을 창조하도록 기능하는가? 우리는 그에 대한 생화학적인 답을 가지고 있으나 이 모델에 대해 생물물리학을 통해 더 깊이 통찰해 들어갈 수 있다. 우리는 여기서 DNA가 홀로그래픽 투사와 상호작용하는 방식으로 기능한다고 제안한다. DNA는 전자기력으로부터 분자수준에 이르기까지 유기체의 청사진을 투사한다.

더 나아가 연구는 DNA가 바이오 컴퓨터(인간의 뇌·신경에 가까운 성능의 분자 전자 장치를 이용한 컴퓨터-역주)로 기능한다고 제안한다. 이 DNA 파동 생물학 컴퓨터는 유전암호(유전물질인 디옥시리보 핵산: deoxyribonucleic acid/DNA에서 질소를 함유한 염기의 순서이며, 이 염기의 순서가 단백질을 구성하는 아미노산의 순서를 결정함으로써 단백질 합성을 지시한다-역주)를 읽고 쓰며 바이오 구조들의 홀로그래픽 사전 이미지들을 형성한다. 즉, 우리는 화학적 존재라기보다는 근본적으로 전자기적 존재에 가깝다.

## 바이오코스몰로지

우리는 어디서 기원하였는가? 생명이, 우주의 비옥한 자궁에서, 우주선 역할을 하는 유성을 타고 아주 작은 외계생명으로 지구에 왔을 가능성을 생각해보라. 고대 그리스의 아낙사고라스는 생명의 씨앗이 우주를 통해 전파되었다는 이론을 처음으로 제안하였다. 생명의 기초를 발견하고자 하는 과학은 생물학적인 빅뱅이라는 이론을 필요로 한다. 현행 이론은 우주 내 생명에 대해 연구하는 우주생물학으로부터

출현하였다. 이 이론은 “원시 스프” 안에서 지구 위 생물이 발생하였다는 오래된 개념을 대체하는 후보이다.

배종胚種 발달설 panspermia alleges은 생명이 아미노산, 미생물, 세균, 포자의 형태로 전 우주에 균등하게 존재하고 분포한다고 주장한다. 생명이 지구 밖에서 발생했다면 우리의 행성은 닫힌 시스템이 아니다. 화석의 증거물은 무거운 입자의 충격이 있던 시기가 진정되자 행성이 냉각되고 물이 형성되었으며 곧이어 생명이 지구 위에 뿌리를 내렸음을 보여주고 있다. 화산활동과 공간의 잔여물은 수 억 년 동안 생명체에게 혹독한 조건을 형성하였다. 이런 생명의 씨앗은 탄도의 충돌, 운석, 혜성과 같은 자연적 수단에 의해 성간 여행을 할 수 있다. 행성들 사이의 공간은 우주 먼지와 미생물로 충만할 수 있다. 그들이 강한 우주선 복사와 우주공간의 추위를 이기고 생존할 수 있다는 증거도 있다.

어떤 학자들은(Hoyle & Wickramasinghe, 2000년) 우주적 조상설을 확신하면서 이러한 생명의 씨앗들이 항상 우리 위에 비처럼 내리고 있다고 말한다. 수억 년 전 지구 위에는 DNA가 없었다. 우리의 DNA/단백질 기반 세포들은, 정보를 복제할 수 있고 화학적 또는 대사과정을 촉매하는 RNA에 기반을 둔 이전의 세계로부터 파생되었다고 널리 믿어지고 있다. 생물 발생 이전의 시기에 (생체 고분자 · 바이러스 따위의) 자가 조립체인 RNA는 유전적 기초이자 동시에 촉매반응을 일으키는 기초이기도 하였다. RAN에 간단한 계놈이 자리를 잡았으며 이것은 단일한 원형의 염색체이다. 우리는 최초의 장소 내에 RNA가 어떻게 발생하였는지 아직 모르고 있다(Poole, 1998년). 아마도 더 간단하며 자기복제를 하는 분자로부터 발생하였을 것이다.

RNA 세계로부터 진화론적인 경로를 따라가면 가장 원시적인 유기

우리는 근본적인 측면에서 화학적 존재라기보다는  
전자기적인 존재이다. 진화의 추진자는 DNA가 아니라  
대칭성을 깨는 양자역학적 힘이다.

체를 만날 수 있다. 원핵생물(박테리아와 고세균)(단세포로 되어 있는 미생물의 한 종류. 핵이 존재하는 진핵생물과는 달리, 핵이 없는 원핵생물에 포함되는 생물군-역주)과 진핵생물(단일세포 유기체)이 그들이다. 다양한 원시의 유기체는 완벽한 세포가 아니었지만 원핵생물조차 자유롭게 떠다니는 DNA와 리보솜을 가지고 있으며 이들은 단백질을 만들었다. DNA와 리보솜은 유전정보를 읽고 세포가 필요한 것이면 무엇이든지 만든다. 화석과 탄소 연대 측정기에 의하면 그들은 아마도 35억 5천만 년 전 이전에 존재하였다. 생명체 기원에 대한 경쟁이론들의 주창자들조차 리보솜은 최소 27억 년 전에 존재하였다(Copley, 2003).

5억 년간 단지 RNA에 기반을 둔 유기체들만 존재하였다. 원시 생명체는 극도의 열과 산도를 지녔으며 산소나 빛이 없는 적대적인 주변 환경 속에서도 생존할 수 있었다. 최근의 발견을 통해 이 생명 형태는 우리 행성의 내부 깊숙이 내려간다고 밝혀졌으며 다른 행성들도 아마 그러할 것이다. 생명은 결국 부서지기 쉬워 보이지만 굳세고 강건하다. 우주의 자궁은 비옥하며 생명체에 적대적이지 않다. 생명체가 어떻게 인간으로 양자적 도약을 이루었는가는 아직 신비에 쌓여있다. 생명이라고 부르려면 핵과 세포막을 갖춘 세포가 필요하다. 이 신비는 우리를 둘러싼 모든 생명들의 세포와 분자 내에 기록되어 있다. 진핵생물은 세포 특성을 전개하여 복잡성 속으로 진화하였다. 논쟁의 여지가 있지만, 구조를 갖춘 분자들, 리보솜(세포 중의 RNA와 단백질의 복합체; 단백 합성이 행해진다), 단백질 합성기제를 지닌 38억 년된

화석이 존재한다. 단백질은 청사진 분자인 DNA를 위한 분자들도 가능하게 한다. 안정된 DNA분자는 계놈 캐리어(운반자)가 되었다.

## 지구 위의 소금

우리는 DNA의 소금 구조를 제안하고 싶다. 이 구조물은 상당한 생물학적 흥미를 불러일으키는 신기한 특색을 지닌다.

그리하여 왓슨과 크릭이 순수 결정화된 DNA 연구에 대해 삼가는 표현을 하면서 진화론 연구를 발표하였다. 그러나 이 지구의 소금이 생명체의 진화에 행한 역할은 무엇인가?

20억 년 전 산소가 풍부한 대기로의 전환은 핵을 지닌 세포의 진화를 허용하였다. 진핵생물은 핵에 DNA 구조물을 간직한다. 그들은 원핵생물보다 이런 유전물질을 1,000배 이상 더 많이 가지고 있다. 1억 년 동안 원핵생물(미생물)과 단세포 미시 유기체인 진핵생물만이 존재하였다. 그들은 지구 위 생명체가 존재한 시기의 절반을 차지했다. 세포들은 영겁의 시간에 걸쳐 더욱 더 복잡하게 되었고 유기체로 발달했으며 그들을 먹이로 삼는 생명체로 진화하였다. 식물, 물고기, 척추동물, 벌레, 양서류, 파충류, 포유류, 조류, 꽃들이 나타났다. 원핵생물의 양이 세포 생물의 수보다 훨씬 많음에도 불구하고 모든 동물, 식물, 곤충, 곰팡이와 조류藻類는 진핵생물이다. 원핵생물은 지구상 생명체들을 유지하는데 아직도 필수적이다. RNA는 세포 생명에 있어서 아직도 핵심적인 역할을 하며 근본적 중요성을 지니고 있다.

38억 5천만 년 이상의 나이를 가지고 있는 생명체라면 아마도 지구상에서 진화하지 않았을 것이다. 그들은 유성, 혜성, 충돌로 느슨해진 행성 잔여 파편 내에 안전하게 동지를 틀고 극한 조건에 견디는 박테리아와 포자, 미생물의 유기적 복합체 형태로 은하 간 이동을 통해 왔

을 것이다. 이론에 따르면 이들은 일단 우주에서 지구에 도착하여 단백질로 자기조립체를 구성하고 난 후 아미노산과 자기복제 능력을 가진 생명체로 성장했을 것이다.

DNA는 자연의 생명 청사진 즉, 단백질 도서관의 활성화된 저장소가 되었다. 디옥시리보 핵산(核酸)(유전 정보를 가진 세포핵 염색체 기초 물질: DNA)은 우리의 유전적 잠재능력을 프로그래밍하는 분자이다. 그것은 결국 여태껏 존재해왔던 모든 생명체에 우리를 영원히 묶어준다. 생명체를 해독하는 것은 자연의 신비한 과정을 벗기는 현실이 되었다. 과학자들은 이제 실험실에서 DNA를 정제하고 증폭하며 재생산할 수 있다. 그들도 이제는 전체적으로 새유기체를 창출할 유전 코드를 꼼꼼하고 길게 쓸 수 있다.

## 유전적 송시

생명의 비밀이여! 인류는 그 정수를 알고자 얼마나 오랫동안 동경해 왔으며 수명을 늘리고 건강을 개선하고자 얼마나 고심해왔던가. 1953년 왓슨, 크릭에 의한 DNA 나선의 발견은 이 마법적인 분자의 모습을 보여주었다. 이후 50년간의 연구로 인간 계놈을 읽을 수 있는 능력을 갖추게 되었다. 우리는 이제 DNA의 창조적 의미를 해독하고 창조적 진화를 모방할 수 있다. 유전공학은 더 이상 기괴한 환상이나 공상과학, 소설 상의 꿈이 아니며 완전한 현실이다. 유전학의 견지에서 보면 우리는 기계시대에서 유전의 시대로 넘어가고 있다. 새로운 유전정보의 홍수는 과학과 의학을 변화시키고 있다.

뉴클레오티드(핵산의 구성 성분)의 선형 끈은 DNA를 구성한다. 그것은 “코돈(Codons)(특정 아미노산을 지정하는 유전 정보의 최소 단위)”을 상술하며, 교대로 코돈은 몸을 만들기 위해 결합하는 다른 단백질을

들을 구성하는 아미노산을 상술한다. 50년의 지루한 작업으로 인간 게놈의 서열을 암호화하는 33억 개의 뉴클레오티드를 확인하는 것이 가능해졌다.

### 우리는 지금 어디에 있는가?

우리가 “인간성”과 유전적 온전함을 유지한다 할지라도 게놈 이용의 선과 악 사이에서 어떻게 균형을 이루어야 할지 통찰해야 한다. 인류는 유사 이래 이렇게 중대한 프로젝트를 시도한 바가 없다. 종종 “지도”는 영토가 아니라고들 말한다. 인간 게놈의 “지도”도 다르지 않다. 지도가 현실 속 실험의 자연적 결과물로 그대로 드러나지는 않는다. 복잡계에서의 작은 변화는 극적이고 예측할 수 없으며 잠재적으로 재앙이 되는 결과가 될 수도 있다. 얼마 동안 DNA의 이중나선은 분자생물학과 생화학의 영역에서 탐구되었다. 이 생물학적 유기조직의 세계를 연 것에 근거하여 우리는 생체의 기능적 기반을 더 깊이 통찰하는 것이 어떤 신비를 드러낼 것인지 추측할 수 있다. 이것은 생물물리학의 영역이며 입자와 파동 상호작용들 즉, 장의 영역이다.

DNA는 전기 전도성이 있다고 증명되어왔다. 그것은 구리선처럼 전하를 운반할 수 있다는 것이다. 이 살아있는 전선의 핵심적 능력은 생명을 활성화시키는 전하를 운반할 수 있다고 과학자들은 믿는다. DNA의 전하 수송능력은 산화로 인한 유전적 손상을 최소화시킨다 (Lawton, 2003). 물질과 우주를 지배하는 동일한 근본 물리 법칙은 살아있는 유기체도 지배한다. 건전한 생화학이론조차 더 근본적이고 나은 생물물리학 이론으로 대체될 수 있다. 그들의 수준에서 그 속성을 연구하는 것은 여전히 중요성을 가지지만 더 근본적인 과학분과의 결과만큼은 아니다.

## 우리는 어디로 가고 있는가?

인간의 미래 세대가 인간 계놈의 33억 “코드”로부터 공학적으로 어떻게 처리될지 누가 알겠는가? 우리는 생명의 비밀에 대한 유전 코드를 보아왔다. 아마도 우리는 유전적 송시를 들어야 하는지도 모른다. 그것은 우리 존재를 통해 울려 퍼지는 생명의 전자기적 노래이자 들을 수 있는 생명의 흐름이다.

## 홀로그래픽 우주

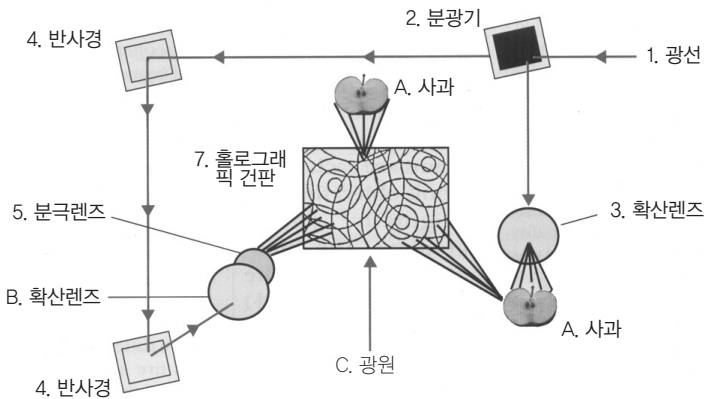
우리는 근본적인 측면에서 화학적 존재라기보다는 전자기적인 존재이다. 진화의 추진자는 DNA가 아니라 대칭성을 깨는 양자역학적 힘이다(King, 2003). 우리가 화학과 원자구조에 의해 설명되고 있는 질퍽한 “두뇌”로부터 또 다른 관찰의 전 영역을 내려놓으면 양자물리의 아원자적 영역으로 들어가게 된다. 이 수준에서 유기적이든 무기적이든 물질의 행동은 고전역학의 인과개념에 지배되지 않으며 심지어 복잡성 동역학에 지배되지도 않고 양자적 확률에만 지배된다.

“어떤 것”이 “무<sup>無</sup>”에서 출현하는 것처럼 보인다. 이 무를 물리학자들은 “무한 잠재력의 바다”로 설명한다. 그들은 “양자 거품”, “진공 포텐셜” 또는 “제로 포인트 에너지”라고 부른다. 우리는 이것을 “진공 토대”라고 부를 수 있다. 아원자적 입자들은 연속적인 기초 위에서 존재와 비존재 사이를 점멸한다. 이 “어떤 것”은 역설적으로 파동/입자의 형태 내에서 나타난다. 이 아원자 세계는 물질에 초월적인 것이 아니라 물질을 응집된 통일체로서 받치고 있다. 생태학이 생물학의 기층가 되는 것처럼...

이런 의미에서 어떤 물리학자들은 실재의 본성이 기본적으로 홀로그래픽 투사와 유사하다고 강하게 주장해왔다. 홀로그래피의 광학적



과정은 간섭효과를 이용한다. 홀로그래피는 빛과 광학 정보를 파동역학의 견지에서 수학적으로 변형한다.



홀로그램 제작 및 투사 과정

쪼개진 레이저 빔의 중첩 기술은 홀로그램 또는 기록할 수 있는 홀로그래픽 이미지를 실험실에서 개발할 수 있게 했고, 1949년에 데니스 가버가 증명하였다. 1971년 칼 프리브람은 신경심리학에 이 은유를 적용하여 두뇌는 실제 홀로그램으로 정보를 암호화하며 이것은 단순 비유 이상이라고 제안하였다. 패턴이 형태를 유지하는 것이다.

홀로그램은 전체 이미지를 재구성하는 데 필요한 모든 정보를 내포하고 있다. 마치 압축파일처럼 그것은 훨씬 적은 공간 내에 정보의 많은 차원을 함유한다. 그것은 상호작용하는 진동수의 미묘한 네트워크 내에 정보를 유지한다. 그리하여 가파간섭성의 빛(기준 빔)이나 레이저를 2차원적 홀로그램의 흐릿해 보이는 중첩 파동을 통해 비추면 3차원적인 형상의 시각적 이미지를 창출할 수 있다. 홀로그래픽 패러다임의 요지는 더 근본적인 실재가 존재한다는 것이다. 부분이 아니라 분

리될 수 없는 상호연관성으로 구성된 보이지 않는 흐름이 존재한다. 홀로그래픽 패터다임은 정보의 패턴을 상호간에 열었다 접는 것이다. 우주에 대한 모든 잠재적 정보는 홀로그래픽적으로 우리가 항상 우주에서 받고 있는 주파수 패턴의 스펙트럼 내에 암호화되어 있다. 이런 동적인 모델 내에서 “사물”은 존재하지 않으며 단지 에너지적인 사건들만 존재한다. 이 “홀로플럭스Holoflux”에는 궁극적으로 흘러가는 자연과 모든 가능한 형태들이 포함된다. 우리 세계의 모든 대상들은 전자기적이고 핵의 과정에 의해 머무르고 움직이는 파동들로 형성된 3차원적 이미지들이다. 이것은 자기조립과 물리적 현실을 제작하고 조직화하기 위한 매트릭스이다.

십자형 패턴은 둘 또는 그 이상의 파동이 서로를 통과해 파문처럼 퍼질 때 일어난다. 양자물리학의 상호작용 해석에서 확률파는 과거, 현재, 미래에서 기원한다. 과거와 미래로부터 기원한 파동이 현재 속에서 서로에게 간섭할 때 사건이 나타난다. 이 패턴은 물질과 에너지를 창조한다. 우주는 파문처럼 퍼지는 광대한 수의 엇갈리는 간섭파동 효과로부터 출현한다. 장field의 기하학은 장이나 출현한 입자 자체보다 더 근본적이다.

우리 두뇌는 다른 차원으로부터 온 진동수를 해석함으로써 “구체적” 실체를 구성한다. 이 의미있고 패턴화되며 원초적인 실재의 정보 영역은 시공을 초월한다. 그리하여, 두뇌는 홀로그램적 우주를 해석하는 구현된 홀로그램이다. 모든 존재는 홀로그램에 구현된 홀로그램들이다. 그리고 그들의 상호연관성은 우리 존재를 구성하고 감각이미지들을 일으킨다. 파동의 간섭패턴은 연못 위에 잔물결처럼 상호작용하는 것으로 보일 수 있다. 양자적 수준에서 그들은 물질과 에너지를 창조하고 우리는 물질과 에너지를 3차원적 효과로 지각한다.

의식과 물질은 같은 본질을 갖는다. 이들은 묶고 진함이나 밀도의 정도에서 다를 뿐이다. 두뇌 전자기장의 조율과 의식 사이에는 강한 상호연관이 있다(Persinger, 1987/ McFadden, 2002). 우주는 연속적으로 전개되고 상호작용하는 동적 홀로그램이다.

이 “실재의 홀로그램적 개념”은 밀러, 웹, 딕슨( Miller, Webb, Dickson)이 1973년에 처음으로 제안하였고 이후에 데이비드 봄(1980), 켄 월버(1982), 칼 프리브람(1991), 마이클 탈봇(1991), 기타 다른 이들이 극구 추천하였다. 이 전체론에서 우주는 하나의 동적인 홀로무브먼트(전일적 움직임), 즉 거대한 통합체로 간주된다. 부분이 전체 내에 포함되기만 하는 것이 아니다. 전체는 모든 부분 내에 포함된다. 단지 해상도가 더 낮을 뿐이다. 그래서 “위에서처럼 아래에서도 As above, So below”라는 공리를 따르면 우리는 창조의 동일한 물리적 기초에 바탕을 둔 생물학을 기대할 수 있다. 1973년에 밀러와 웹은 이것을 “발아기發芽期の 홀로그래피”라고 정확하게 가설화하였다. 그 시기에 물론 그런 개념은 검증할 수 없었다. 그러나 기술의 대변혁으로 지금 우리는 이 창조적인 과정을 모델링하고 검증하는 데 더 가까워져 있다.

### 홀로그래픽적 투사기로서의 DNA


홀로그램에서 파동의 장은 서로 간섭하여 물체의 이미지를 재구성하기 위한 기초가 된다. 그러나 파동의 장은 어떻게 생성되는가? “홀로그래피”라는 용어는 “전체의holo”와 “쓰는 것graphy”을 의미하는 그리스어에서 기인한다. 홀로그래피에서 이미지는 대상 파동과 기준 파동이 간섭하여 나타난다. 이 이원적 본성은 DNA분자의 입자/파동적 본성 내에 반영된다. 염색체의 생체광자는 DNA분자의 코드를 읽어 홀로그래픽 파동장을 형성한다. 이 파동 장들(대상 파동과 기준 파동)

을 중첩시키면 생물학적 구조 형성을 위한 안내파가 생성된다. 그 이미지는 유전자 내에 함유된 기준 정보를 따라서 구성된다. 재구성된 대상파는 대상파동의 장과 동등하다. 재구성된 파동 장은 정확하게 기록된 것들(유전암호를 지닌 DNA)을 재생산해낸다.

러시아의 유전학 연구는 과학자들이 DNA 이중나선 구조를 DNA코드의 가능한 홀로그래픽적 “투사”로서, 실험적으로 바라보기 시작하도록 이끌었다. 그리하여 DNA의 나선으로 설명된 기존 청사진은 유기체의 분자적 성질을 안내하는 복잡한 전자기장electromagnetic field으로 번역된다. 밀러와 기타 과학자들은 30년 전에 이것을 제안하였고 세포적 수준과 전체 유기체적 수준에서 이 양자 바이오 홀로그램의 가능한 메커니즘 개요를 말하였다.

이 과정은 표준적인 유전 코드 3중 모델보다 더 기본적인 영역으로부터 출현하였다. 생물물리학은 이제 빈 진공의 토대로부터 우리의 형태가 직접 출현하는 기제를 설명할 수 있다. 본질적으로 우리는 우주적 공갭으로부터 출현한다. 우주적 공갭은 사전에 기하적으로 구조화된 무無이다. DNA는 동적 펼침을 개시하기 위한 진공 토대 내 스트레스를 설정하는 장 투사기이다. 유전자는 존재의 청사진의 홀로그래픽 기억들로서 기능한다.

배란의 순간에 여성 신체의 전기장 내에 분명한 변화가 존재한다. 난포卵胞 내 세포막이 터져서 난자가 나팔관 아래로 흐른다. 정자는 난자에 대해 마이너스로 하전된다. 정자와 난자가 통합할 때 난자를 둘러싼 세포막은 전자기적 극성을 강하게 띠게 되면 다른 정자들에 대해 닫혀버린다. 전자기적 존재가 형성되는 순간이다. 이 비옥한 난자 세포는 완전하며 기능을 하는 인간을 창조하기 위해 필요한 전체 정보를 모두 포함한다.

바이오 홀로그램은 수태 시에 기능하기 시작하고 죽으면 멈춘다. 우리의 눈점은 각 세포의 중앙에 있는 DNA가 다중 세포적 피조물 홀로그램을 창조하는데 그것은 세포 중앙의 DNA를 투사함으로써 해낸다는 것이다. 바이오 홀로그램은 배아기의 신경시스템에 의해 투사되어 공명구조의 3차원적 패턴을 형성한다. 이 구조물들은 음향파동으로 움직여, 물질과 에 지가 흘러가는데 안내 장場으로서 작용한다. 홀로그램들은 염색체의 구조적 한계를 뛰어넘는 유전과 정보를 나르는 전자기적 음향장에 의해 읽혀진다. 이런 새로운 이해 속에서 DNA와 염색체 장치는 물질적이고 물리적 장 수준에서 유전 정보에 대해 기록하고, 저장하며, 변환하고, 운송하는 시스템이다. (다음 호에 계속) 

• 이 글은 미내사의 허락없이 무단전제나 재배포를 할 수 없습니다.

저자 | **이오나 밀러** | 멀티미디어 아티스트, 최면치료사, 연구자, 의식과 신경신학, 카발라, 연금술과 현실의 본질에 대해 탐구하고 있다. [www.geocities.com/iona\\_m/](http://www.geocities.com/iona_m/)

저자 | **리처드 알란 밀러** | 물리학자, 생물물리학자. 1972년 후반부터 킬리언 사진기법으로 실험을 통한 심리물리학 연구 시작. 이 현상을 설명하기 위해 장이론을 발전시켰다. 그는 식물학 전문가이며 노스웨스트 보타니컬이란 회사를 가지고 있다. [http://www.nwbotanicals.org/oak/alltagri/a\\_a\\_index.html](http://www.nwbotanicals.org/oak/alltagri/a_a_index.html)

역자 | **이영수** | 고려대학교 화학과를 졸업한 후 고려대학교 과학대학원 과학철학 석사과정을 수료했다. 과학전문 프리랜서 번역가로서 과학대중화를 위해 노력하고 있다.