

## 상상, 현실이 되다

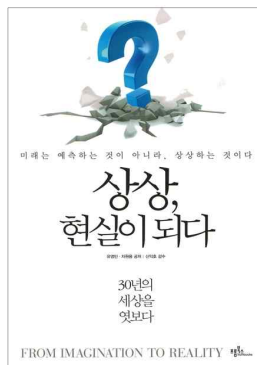
미래는 예측하는 것이 아니라, 상상하는 것이다

- CWPC CEO 서평 : 보고서식 -

2014년 06월 4주차, [www.CWPC.org](http://www.CWPC.org)

서진영 2014. 06. 30.

경영학 박사 · 철학 박사, 자의누리 경영연구원,  
02-3444-8836, [sirh@centerworld.com](mailto:sirh@centerworld.com)



\* 동시서평 : [유엔미래보고서 2040] 박영숙 등 지음, 교보문고, 2013.

(CWPC - 2014년 6월 1 주차)

[생명이 자본이다] 이어령 지음, 마로니에북스, 2014.

(CWPC - 2014년 1월 1주차)

[유엔미래보고서 2040 : 도전하는 미래가 살아남는다] 박영숙,  
제롬 글렌, 테드 고든, 엘리자베스 플로레스큐 지음, 교보문고,  
2013. (CWPC - 2014년 6월 1주차)

## 1. ‘상상, 현실이 되다’ 전체 소개

\* “미래는 예측하는 것이 아니라 상상하는 것이다.”

- 앨빈 토플러의 말이다. 우리가 미래에 대한 예측을 잘하면서 준비한다면, 우리가 걱정하는 것보다 훨씬 더 행복한 삶을 가져다 줄 수 있다는 뜻이기도 하다.

- 수십 년 전의 공상과학 소설이나 영화를 다시 보면 당시에는 터무니없다고 생각했던 것들이 이미 현실이 되어 있는 경우가 많다. 영화 [ET]에서 외계인을 싣고 하늘을 날았던 상상의 자전거가 지난 6월 체코에서 시험 비행에 성공했고, 더 나아가 영화 [제5원소]에 등장했던 하늘을 나는 자동차도 보게 될 것이다.

- 2054년을 배경으로 한 영화 [마이너리티 리포트(Minority Report)]와 2199년을 배경으로 한 [매트릭스(Matrix)]에서 보여주는 다양한 기술들이 만들어 낸 기기와 서비스들이 이미 우리 삶의 일부가 되었고, 또한 많은 기업들이 미래 먹거리를 선점하기 위해 치열하게 각축하고 있다.

\* 결국 상상에서 출발한 것들이 기술로 만들어지고, 시장이 생겨나며, 미래 비즈니스와 일자리로 연결된다는 것을 알 수 있다.

- 그러므로 이제 미래에 대한 준비를 하기 위해서 다양하고 풍부한 상상을 활발히 공유하는 것에서 출발해야 할 것이다.

- 다양한 상상들이 구체적 아이디어가 되고 체계적으로 관리되어 관련 첨단 기술과 서로 융합될 때 우리가 전혀 예측하지 못했던 다양한 산업과 미래의 가치를 만들어 낼 것이다. 결국 지나고 보니 ‘생각하는 대로’, ‘상상하는 대로’ 모든 것이 이루어지는 세상에 살고 있음을 깨닫게 해준다.

\* 이제 우리는 더 확장된 상상만 하면 된다. 다양한 상상과 아이디어가 활발

히 만들어지고 수집되어 체계적으로 관리되면서 관련 분야들과 융합될 때 우리가 살게 될 미래 세상을 밝힐 훌륭한 창조물이 태어나게 될 것이기 때문이다.

\* 상상이 미래를 만든다. 나는 상상하는가? 그 상상의 사례와 방법을 알고 싶을 때 꼭 한번 읽어보기 바란다.

\* [상상, 현실이 되다 : 미래는 예측하는 것이 아니라, 상상하는 것이다] 유명민, 차원용 지음, 프롬박스, 2014.

## 2. 지은이 ‘유영민, 차원용’ 에 대하여

\* 지은이: 유영민

- ‘미래는 예측하는 것이 아니라, 상상하는 것이다.’라는 앨빈 토플러의 말을 가장 좋아하는 저자는 한국 소프트웨어 진흥원장, 포스코경영연구소 사장으로 재임하면서 혁신과 미래 사업에 대한 다양한 역할을 담당해왔다.

LG CNS 부사장 시절부터 사업전략 수립과 신사업 발굴을 통하여 상상과 미래에 전문적인 관심을 갖게 되었다. 30년 이상 기업 현장에서 새로운 아이디어로 경영 혁신을 주도하고 미래 비즈니스 모델을 발굴하는 일을 동시에 해왔다.

동탑산업훈장, 존경받는CEO대상, 올해의CIO상 등을 수상하며 아날로그식 경영이 아닌 미래 예측과 현실화될 세상을 내다보고 준비하는 경영자로도 잘 알려져 있다.

- 저자는 이 책을 통해 개인뿐 아니라 조직과 한 나라의 성패가 좌우될 미래 산업 전반을 소개, 제안하고 있다. 다가올 미래는 더 이상 먼 훗날의 일이 아니며 지금 존재하고 있는 기술의 확장일 뿐이라는 지식 생산자로서의 그의 행보는 연구와 강의를 통해서도 이루어지고 있다.

\* 지은이: 차원용

- 차원용 박사는 자타 공인 모두가 인정하는 미래학자다. 아스팩미래기술경영 연구소(주)의 대표 소장이며 국제미래학회 과학기술위원장, 미래창조과학포럼 대표, 창조경제연구회와 한국지식재산산업화협회 이사 외에도 카이스트, 연세대, 숙명여대와 고려대에서 겸임교수로 재직하는 등 일일이 나열하기 힘들 만큼 많은 분야에서 뛰어난 활동을 하고 있다.

저자를 잘 아는 사람들은 그를 종종 ‘기인’이라고 부르는데 그 이유는 그가 가진 미래에 대한 도출 방식을 그 누구도 쉽게 따라잡지 못하기 때문이다. 이 책에서 그는 우리가 생각하지 못할 만큼 빠르게 발전된 30년의 세상을 펼쳐 보여 줄 것이다. 그는 그 누구라도 미래의 주인공이 될 수 있도록 지식을 환원하는 것에 목적을 두고 연구에 매진하고 있다.



**YouTube** <http://youtu.be/MmaYlriZSv4> (23분 45초)

제목: 상상, 현실이 되다 / YTN 사이언스

종류: [인터뷰] YTN 인터뷰, 저자 유명민 인터뷰

유튜브 검색어: 상상, 현실이 되다



**YouTube** [http://youtu.be/ecbjIKhJm\\_o](http://youtu.be/ecbjIKhJm_o) (58분 21초)

제목: 2014년 2월 고벤처포럼 강연 아스팩미래기술 경영 연구소 소장

종류: [강연] 고벤처 포럼, 저자 차원용 소장 강연

유튜브 검색어: 상상, 현실이 되다

### 3. 책의 내용과 서평

#### 1) 상상은 현실이 된다

\* 상상(想像)의 사전적 의미는 ‘실제로 경험하지 않은 현상이나 사물에 대하여 마음속으로 그려 보는 것’이다.

- 이 상상은 다양한 생각을 불러일으키고 어디로 튈지 몰라야 한다. 황당하고, 말도 안 되며, “어떻게 그런 일이 일어나?” 싶은 것이 바로 상상이다.

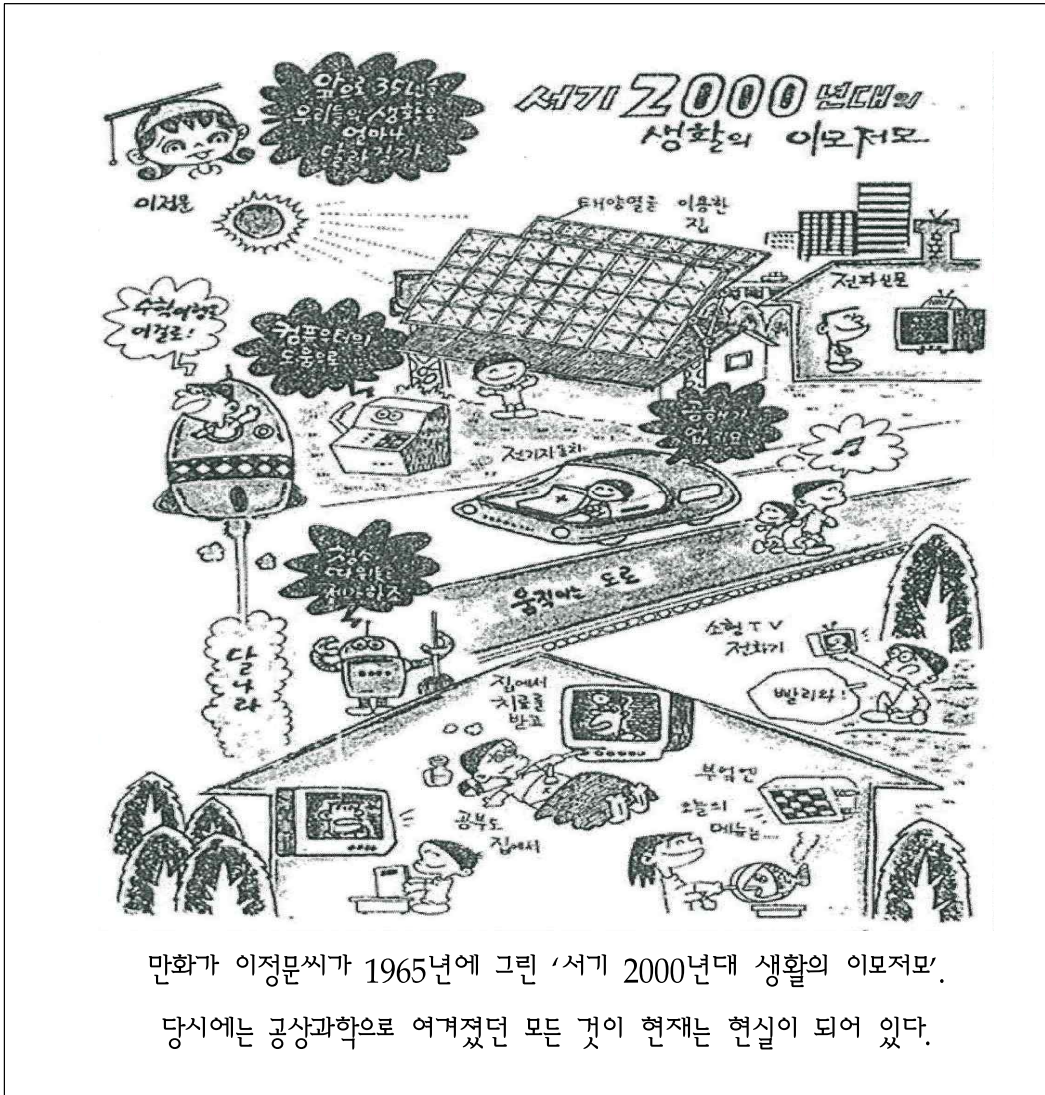
\* 그런데 상상이 세상을 어떻게 바꾸는가? 주위를 한번 둘러보자. 가장 먼저 무엇이 보이는가? 높이 솟아오른 고층 빌딩이나 비행기, 혹은 자동차, 컴퓨터, 스마트 기기 등 하나쯤은 가까이 있을 것이다. 이 모든 것은 누군가 생각했던 상상의 산물이다. 두 발로 직접 뛰지 않고도 빨리 달리고 싶다는 상상이 자동차를 만들었고, 새처럼 하늘을 나는 상상이 비행기를 만들었다. 컴퓨터나 스마트폰을 상상하지 않았다면 그것들은 지금 우리 손에 없을 것이다.

- 어디 물건과 과학의 발전뿐일까? 모든 사람들이 주인이 되는 세상을 상상했기에 민주주의가 나왔고 절대적으로 공평한 세상을 상상했기에 공산주의가 등장했다. 과거 누군가가 상상하고 꿈꾸고 실현하려고 노력했던 것들이 바로 지금 우리가 사는 세상이다. 우리 사회는 우리가 상상한 대로 진화해 간다. 상상의 힘은 이렇게 대단한 것이다.

\* 바로 상상했기 때문에 만들어졌다는 이야기다. 여기 그 증거가 있다.

- 1965년에 만화가 이정문씨가 상상력을 동원해 그린 ‘서기 2000년대 생활의 이모저모’라는 그림이다. 태양열 에너지, 전자신문과 인터넷, DMB폰, 재택의료, e러닝, 달나라 여행, 전기자동차, 움직이는 도로 등 당시에는 그야말로 공상과학 같은 이야기였다.

- 하지만 어떨까? 2013년 현재, 달나라 여행을 제외한 모든 것이 현실화되어 우리 곁에 있지 않은가!



## 2) 상상으로 산업을 만들어낸 이들

### (가) GPS와 원자력 에너지 - 아인슈타인

\* 역사적으로 가장 위대한 과학자 중 한 명인 아인슈타인은 1897년 3월 14일, 독일의 울름(Ulm)에서 평범한 사업가의 아들로 태어났다.

- 1905년은 놀라운 해였다. 아인슈타인이 6개월간 다섯 편의 논문을 잇달아 발표했기 때문이다. 일반적인 과학자들은 수년 동안 하나도 발표하기도 힘든 수준의 논문들이었다. 3월에는 빛의 발생과 변화에 관련된 발견에 도움이 되는 견해를, 4월에는 분자 차원의 새로운 결정을, 5월에는 정지 액체 속에 떠 있는 작은 입자들의 운동을, 6월에는 이동하는 물체의 전기역학을, 9월에는 물체의 관성은 에너지 함량에 의존하는가를 발표한 것이다.

- 그중에서 4월 논문을 제외한 네 편의 논문이 저명한 학술지인 물리학 연보(Annalen der Physik) 제17권에 실렸는데 이로 인해 물리학 연보 17권은 후대 과학자들 사이에서 인류 역사상 최고의 과학 문헌으로 손꼽히고 있다.

- 아인슈타인은 광전효과와 이론물리학에 기여한 공을 인정받아 1921년 노벨 물리학상을 받았다.

### ① 아인슈타인 논문 간략 소개

\* 그런데 아인슈타인이 1905년에 발표한 논문들을 살펴보면 모두가 상상하지 않으면 시작하기 힘들었을 연구들이다. 눈에 보이는 것도 아니고 대규모 현상을 수반하는 것도 아니며 기존의 과학 법칙에 의존하는 것들도 아니었기 때문이다.

- 예를 들어, 1905년 3월 논문은 광양자 가설에 관한 것인데 당시에는 빛의 파동설이 지배적이었다. 하지만 아인슈타인은 빛이 에너지를 가진 입자이지 않을까? 그렇다면 설명할 수 있는 많은 현상들이 존재한다는 상상을 했다. 그리고 그 이상을 바탕으로 금속에 빛이 입사되면 그 충격으로 전자가 튀어나와 전기의 흐름을 만든다는 광전효과를 설명했다.

- 5월의 논문은 정지해 있는 물 위의 꽃가루가 마치 살아 있는 것처럼 움직이는 브라운 운동(Brownian motion)을 설명한 것이었다. 아인슈타인은 운동하는 물 분자와 꽃가루 입자가 충돌하면서 불규칙한 움직임이 생기는 것으로 브라운 운동을 설명했다. 그리고 통계학적인 방법을 사용하여 꽃가루의 운동 거리를 계산했다.

- 6월 논문은 너무나도 유명한 특수상대성이론에 관한 것이었다. 아인슈타인은 시간과 공간은 절대적인 것이 아니라 관측자에 따라 상대적으로 변화하는 것이라고 주장하였다. 특수상대성이론은 그때까지 지배적인 이론이었던 갈릴레이와 뉴턴의 역학을 흔들며 놓았고 기존의 시공간 개념을 근본적으로 변혁시켰다. 그는 특수상대성 이론을 빛의 속도는 일정하다는 상상을 통해 단계적으로 증명해 보였다. 물론 현대과학은 이 이론에 오류가 있을 수 있음을 밝혀냈다. 하지만 그러한 상상을 통해 이전까지의 사고를 능동적으로 변화시킨 것은 대단한 업적으로 평가받기에 충분하다.

## ② 아인슈타인이 만들어낸 산업 : 원자력 에너지와 반도체, GPS

\* 아인슈타인은 9월 논문에서 질량-에너지 등가관계 법칙은  $E=mc^2$ 를 제안했다. ‘운동에너지가 아무리 증가하더라도 물체의 속도는 빛의 속도보다 빠를 수 없으므로 결국 질량이 속도에 따라 증가하는 것 아닐까’라는 상상에서 출발한 법칙이었다.

- 그런데 이 법칙이 훗날 원자력 에너지와 원자폭탄을 만드는 시금석이 되었다. 그의 상상을 통해 인류는 더 이상 화석연료에 의존하지 않아도 되는 원자력 에너지를 얻었다. 또한 다양한 기능을 하는 반도체칩을 제조할 수 있게 되었고 GPS로 정밀하게 위치 추적을 할 수 있게 되었다.

## (나) 전구 산업 - 토머스 에디슨

\* 1847년 미국에서 태어난 토머스 에디슨은 “천재란 99%가 땀이며 나머지 1%가 영감이다.”라는 말을 남겼을 정도로 끊임없이 연구와 창조를 계속한 사람이다.

- 그런데 에디슨의 발명 혹은 상상은 없던 물건을 창조해 내는 것보다는 상업적으로 응용할 수 있게 하는 것에 가까웠다는 점을 주목해야 한다.



## ① 에디슨이 만들어낸 산업 - 전자 투표기록기 등

\* 예를 들어 에디슨은 1868년에 전기투표기록기로 최초의 특허를 받았다. 에디슨의 전기투표기록기는 오늘날의 전자투표와 같은 것이었다. 전자투표는 각 의석에 설치된 전자투표 장치를 사용해 찬성, 반대 의사를 표시하면 그 결과가 빠르게 전산 집계되어 전광판에 표시되는 방식이다.

- 우리나라에서 전자투표 방식이 도입된 것은 2000년 16대 국회부터다. 에디슨은 130년이나 지난 후에 **한국에서 사용될** 일반화될 기기를 발명한 것이다. 이렇게 앞선 발명품임에도 불구하고 당시 상업적으로는 성공을 거두지 못했다. 이 일로 에디슨은 다수의 사람들에 의해 유용하게 쓰이는 상상을 중심으로 **한 발명에 집중하게 된다.**

- 즉, **에디슨이 발명한** 1871년에 인자전신기, 1872년 이중전신기, 1876년에 탄소전화기, 1877년에 축음기, 1879년에 백열전등, 1891년에 영화 촬영기, 영사기 등은 모두 상업적인 활용을 염두에 둔 것이었다.

## ② 백열전등 사례

\* 이 중 백열전등의 사례를 통해 에디슨의 상상이 지닌 특징을 살펴보자.

- 에디슨은 1878년부터 백열전구의 연구에 몰두하기 시작했다. 그 결과 당시 가장 적합한 탄소 필라멘트 재료로 인정받는 대나무를 사용해서 40시간 이상이나 계속해서 빛을 내는 전구를 만들어 내는 데 성공하였다. 이 과정에서 그는 각종 필라멘트 재료를 구해 비교 실험을 하는 한편, 필라멘트의 모양을 바꿔 가면서 무려 천 번이 넘는 실험을 했다. 실험 비용도 무려 4만 달러에 달했다.

- 한 가지 짚고 넘어가야 할 것은 에디슨은 백열전구의 원리를 발명한 것이 아니라 일반인들도 쓸 수 있는 실용적인 모습을 갖춘 백열전구를 발명했다는 사실이다. 에디슨은 백열전구의 특허 출원서에 다음과 같은 표현을 명확하게 기술하고 있다. ‘기존의 전기 램프를 개선, 발명의 목적-실용적 백열전구의 생산’이라고 했다.

쉽게 표현하자면 에디슨의 발명품들은 근본 원리에서부터 출발한 창조물이 아니라 이미 만들어진 것일지라도 그것을 많은 사람들이 사용할 수 있도록 개선시키고 상업적 활용이 가능하도록 만드는 또 다른 발명품이었다는 것이다.

### ③ 발명의 시작점

\* 에디슨 본인은 타인이 많이 사용한 신기하고 흥미 있는 아이디어를 끊임없이 찾아 개선하는 습관을 기르는 것이 바로 발명의 시작이라는 확고한 생각을 가지고 있었다.

실제로 오늘날 학생들을 위한 발명교실 같은 데서는 더하기, 빼기, 아이디어 빌리기, 모양 바꾸기, 재료 바꾸기 등도 모두 발명의 한 방법으로 가르치고 있다. 연필 꼭대기에 지우개를 단 지우개연필 역시 분명한 발명품인 것이다. 소위 창의적 모방이라 할 수 있을 것이다.

\* **하지만** 근본 원리부터 고안하지 않은 발명품이라 할지라도 상상의 출발부터 실현까지의 과정은 험난하다. 처음 원리를 고안한 사람, 이미지를 그린 사람, 시제품을 만든 사람이 각자 권리를 내세울 수 있기 때문이다.

백열전구만 하더라도 에디슨이 활동하기 이전이나 비슷하나 시기에 헨리 우드워드, 조지프 스완, 하인리히 괴벨 등 많은 사람들이 권리를 주장했다. 하지만 대부분 오랜 시간 점등할 수 없었고 대규모 생산이 가능한 제품의 모습이 아니었다. 한마디로 많은 사람을 만족시킬 수 없는 제품이었던 것이다.

- 그럼에도 불구하고 에디슨의 특허는 그 원리가 에디슨의 것이 아니라는 이유로 부당성에 대한 소송이 시작되었다. 1883년의 일이었다. 결국 7년에 걸친 지루한 싸움 끝에 에디슨의 발명은 인정되었다. 하지만 그의 회사는 엄청난 소송 비용으로 많은 손실을 보았고 그 결과 회사를 떠나게 되었다.

- 1897년 11월 4일, 미국 특허청에 토머스 에디슨이 제출한 특허 신청서의

첫 부분에는 “나는 나 이전의 마지막 사람이 멈추고 남겨 놓은 것에서 출발한다.”는 문구가 분명히 적혀 있다. 많은 사람들이 사용할 수 있는 발명품을 만들면서 외로웠지만 강렬한 상상으로 가득 찬 인생을 살다 간 에디슨 덕분에 우리 주변의 많은 문명의 이기가 탄생한 것이다.

## (다) 나노 산업 - 리처드 파인먼

### ① 나노 기술의 아버지, 리처드 파인먼

\* 나노기술의 아버지인 리처드 파인먼은 1918년 5월 11일, 미국 뉴욕시 퀸즈의 작은 마을에서 태어났다.

- MIT를 졸업하고 매사추세츠 공과대학과 프린스턴대학교에서 공부했고 프린스턴에서 박사 학위를 취득했을 때 나이는 24살이었다. 흥미로운 것은 그가 제2차 세계대전 중에 미국의 원자폭탄 계획인 맨해튼 프로젝트의 팀원으로 일했다는 것이다. 전쟁이 끝나자 1945년부터 코넬대학교 이론물리학 조교수로, 1950년부터 캘리포니아공과대학 교수로 재직하였다. 그리고 1965년에 노벨 물리학상을 수상하였다.

\* 1959년 12월 29일, 파인먼은 캘리포니아 공대에서 개최되었던 미국 물리학회에서 ‘바닥에는 충분한 공간이 있다. 물리학의 새로운 영역으로의 초대’라는 인상적인 내용의 강연을 했다. 이 당시 그는 고작 40대 초반의 나이였다.

- 그는 이 강연에서 원자들은 텅 빈 공간이라고 했다. 나노의 원자로 구성된 분자의 세계가 특정한 임무를 수행하는 매우 작은 구조물을 세울 수 있는 건물터가 되리라는 상상을 바탕으로 한 것이었다.

그 텅 빈 공간에 무수한 상상의 세계를 건설하자는 것이다. 마치 꿈같은 이야기였다. 그러나 그것은 실제 세계인 동시에 꿈의 세계다. 그는 장차 2천~3천 개의 원자로 구성된 작은 기계를 제작할 수 있게 될 것이라고 말했다. 이로부터 나

노기술이 비롯되었다.

- 당시 파인먼의 강연을 이해하는 사람은 단 한 사람도 없었다. 그러나 그것이 바로 오늘날의 10나노 또는 20나노 반도체 기술을 만들어낸다. 텅 빈 공간에 선을 그어 무수히 많은 100억 이상의 트랜지스터를 세우는 기술이다.

## ② 텅 빈 세계

\* 물리학자들에 의하면 우리 몸의 99.999%는 텅 빈 공간으로 이루어져 있다고 한다. 그리고 모든 공간을 채우는 물질로 보이는 나머지 0.001%도 텅 빈 공간이라고 한다. 원자의 전자와 핵을 제외하면 대부분 텅 빈 공간이기 때문이다. 그것은 단지 외견상 견고해 보일 뿐이다.

이렇게 말하면 무슨 소리인지 당황하는 사람들이 많을 것이다. 분명 내 몸은 존재하는데 텅 빈 공간이라니 말이다. 하지만 나노 공간에 대해 이해하고 나면 어느 정도 수긍하고 고개가 끄덕거리질지도 모른다. 나노는 10억분의 1을 나타내는 단위로 난쟁이를 뜻하는 말인 나노스(nanos)에서 유래되었다. 1나노미터(nm)라고 하면 머리카락의 1만분의 1밖에 안 되는 초미세의 세계다.

- 0.1나노는 원자는 음전하(-)의 전자와 원자로 이루어져 있고 원자는 핵을 갖고 있다. 이 핵 안에는 6개의 쿼크들(quarks) 중 3개의 쿼크들의 조합으로 만들어진, 가장 밖에 있는 음전하(-)를 띤 전자 수와 똑같은 양전하(+)의 양성자(proton)와 중성자(neutron)들이 있다. 그런데 놀랍게도 하나의 원자 안에 있는 이들 전자, 중성자, 양성자, 쿼크 등을 모두 제거해 버리면 99.999%가 텅 빈 공간이라는 점이다.

\* 스코틀랜드의 천문학자 말콤 롱에어(Malcolm Sim Longair)는 “0.1나노 크기의 원자가 만약 축구 경기장 크기라면 그 안의 원자핵은 축구공 크기에 불과하다.”라고 했다. 엄청나게 큰 원자와 엄청나게 작은 원자핵, 그리고 그 사이 99.999%의 텅 빈 공간. 즉, 원자를 이루는 99.999%는 텅 빈 공간이다. 그래서

미국의 철학자 하이럼 스탠리(Hiram M. Stanley)는 “공간이 사물로 가득 찬 것이 아니다. 오히려 사물이 공간으로 가득 차 있다.”라고 했다.

- 우리가 살고 있는 세상은 아직까지는 118개의 원자로 이루어져 있다. 세포 하나에는 666조 개의 원자가 있다. 지구에는 70억 사람들이 있고 지구가 속한 태양계가 속한 우리 은하계에는 1,000억 개의 별들이 있다.

- 그 다음 각각 1,000억 개의 별들로 구성된 우리 은하계 주위에는 12개 난쟁이 은하계가 있고 그 너머로 다시 수천억 개의 은하계들이 있다. 그런데 이 모든 우주 삼라만상이 텅 빈 공간인 것이다.

- 우리가 보는 것의 99.999%, 우리가 욕망하는 것의 99.999%, 그 모든 것의 99.999%는 텅 빈 공간이다. 물질로 보이는 나머지 0.001%도 텅 빈 공간이다. 아니, 22개의 원자로, 666조 개의 세포로 이루어진 우리 인간도 텅 빈 공간이다. 바로 이 텅 빈 원자의 세계가 나노(nano)의 세계이며 앞으로 도래할 피코(pico)의 세계다.

### ③ 파인먼의 제자, 에릭 드렉슬러

\* 파인먼의 제자인 MIT 공대의 에릭 드렉슬러(Eric Drexler)는 파인먼의 바통을 이어 받아 나노 영역을 더욱 넓혔다. 그는 1986년에 출간된 그의 저서 [창조의 엔진(Engines of Creation)]에서 어떤 제품이든지 만들어 낼 수 있는 마이크로 로봇으로 구성된 ‘만능 조립장치’가 미래에 만들어질 가능성이 있다는 이야기를 했다.

- 그는 이미 존재하는 재료를 깎고 붙이는 것이 아니라 원자나 분자를 구슬 꿰듯 조합해서 자동차 기어나 반도체 칩, 분자 로봇 등을 만들 수 있다고 주장했다. 그리고 이러한 기술을 나노기술이라고 명명하였다. 이런 장치가 일단 만들어지면 그것은 자신과 똑같은 장치를 만드는 데 쓰일 것이다. 그리고 이런 자기복제와 자기조립 및 자기조직화의 과정을 반복함으로써 이런 장치를 수도 없이 만들어 낼 것이다.

- 생각해보라. 그것은 정말 꿈처럼 환상적인 세계가 아닌가? 우리가 먹고 입고 생활하는 데 쓰는 모든 것은 결국 고작 118개의 원자로 구성되어 있다. 따라서 이런 장치가 개발되면 물과 공기, 그리고 기타 몇 가지 원소 화합물을 집어넣고 햄버거라는 버튼을 누르면 몇 분 후에 뜨끈뜨끈한 햄버거가 튀어나올 수도 있다는 것이다. 드렉슬러는 이런 만능 조립장치는 기본적인 물리 법칙을 위배하는 것이 아니기 때문에 언젠가는 개발되어 우리 생활의 일부분이 될 수 있을 것이라고 했다.

- 드렉슬러의 말은 분명 옳다. 그가 말한 과정의 반복, 즉 자기복제와 자기조립 및 자기조직화라는 바로 공정프로세스 상의 지적재산권에 해당된다. 물과 공기, 즉 수소, 탄소, 질소, 산소들은 분자에 해당하며 만능 조립장치는 바로 분자 제조기에 해당되는 것이다.

#### ④ 분자 제조기

\* 조금 더 쉽게 설명해보자. 2030년경에 분자경제가 되면 음식을 사러 마트에 갈 필요가 없다. 예를 들어, 소주가 필요할 때 먼저 인터넷에서 소주 만드는 방법(요리법, 지적재산권, 공정프로세스 특허, 디자인 특허 등등)을 다운받는다. 그 다음, 118개의 원소로 이루어져 있으며 이들 원소들이 빌딩블록되면 수소, 탄소, 질소, 산소라는 4가지 분자가 구성되기 때문이다. 이제 요리법과 분자들을 분자 제조기에 입력하면 소주가 완성된다.

- 드렉슬러의 말처럼 요리법에 따라 원소(원자)들이 자기복제(빌딩블록) 기술에 의해 분자를 만들고 분자들이 다시 빌딩블록되어 물질을 만들고 물질들이 다시 빌딩블록되어 소주가 만들어진다. 모든 것이 118개의 원자로 이루어져 있기 때문에 어떤 제품이든지 이런 방식으로 만들 수 있다. 언제 어디서나 원하는 음식이나 사물을 만드는 시대가 오는 것이다. 참으로 경탄할 만한 일 아닌가? 이를 분자혁명 또는 분자경제(Molecular Economy)라 한다.

- 거짓말 같은 이 일은 이미 실현 중에 있다. 바로 최근 사람들의 관심을 끌

고 있는 3차원 프린터 덕분이다. 실제로 미 국방성에서는 피자를 찍어내는 3차원 프린터를 야전에 배치했고 3차원 프린터로 찍어낸 무기가 문제가 되고 있다. 나중에 다시 언급하겠지만 앞으로 장구나 혈관까지도 3차원 프린터를 통해 맞춤형으로 찍어낼 것이다. 50여 년 전, 리처드 파인먼의 상상이 현실이 되어 서서히 세상을 움직이고 있는 것이다.

\* 그렇다면 이런 나노기술은 어떤 산업을 가져올지, 조금 어려운 내용을 CWPC - 2014년 6월 1 주차 서평 [유엔미래보고서 2040 : 도전하는 미래가 살아남는다] (박영숙, 제롬 글렌, 테드 고든, 엘리자베스 플로레스큐 지음, 교보문고, 2013.)에서 살펴보면 다음과 같다.

#### ⑤ 새로운 소재 산업 - 클레이트로닉스 소비자 제품 혁명

\* 물건의 형태를 변화시키는 나노물질 클레이트로닉스(claytronics)가 미래의 집 안 풍경을 바꿀 것이다.

- 카네기멜론 대학교 부속연구원에서 궁극적으로 항상 변하는 재료 직물(shape-shifting fabric) 기술을 샌프란시스코 인텔 개발자 회의에서 발표하면서 클레이트로닉스가 세상에 알려졌다.

이 물질은 적당한 전압을 가하면 소프트웨어 프로그램이 평평한 직물조작을 3차원의 자동차모델로 변화시켜준다. 찰흙으로 어떤 모양이든 빚을 수 있는 것과 같이 나노찰흙(nano clay)으로 어떤 형태의 물건이든 자유롭게 변형할 수 있는 로봇 제작 프로젝트에서 기원한다.

\* 핵심기술인 나노로봇 '캐톰(catoms)'은 정전하와 전기자기장의 힘을 이용해 스스로 움직이고 물질을 재구성해 그 형태와 기능을 근본적으로 변경할 수 있다. 예를 들면 가구가 만들어졌다가 필요에 따라 침대, 소파, 또는 대형 테이블의 모

양이 바뀔 수 있다. 의자는 개인에 맞게 즉시 성형되고, 벽, 카펫, 천장, 문 및 기타 표면이 필요에 따라 개인이 원하는 색상이나 질감으로 수정될 수 있다.

또 환경에 잘 적응해 사막에서 먼지와 더위, 정글의 습도에 저항력을 가진 성질로 변한다. 집 안의 가구를 여러 가지 살 필요 없이 소파 모양을 자유자재로 바꿀 수 있게 될 것이다.

- 미래에 만들어지는 차량의 재료로도 쓰여 프로그램을 수정하는 것만으로 자동차의 색상을 변경할 수도 있고 디자인도 어느 정도 변형이 가능해진다. 또 제품이 갈라지거나 색이 바래는 등 고장이 나면 이를 자동으로 수정한다. 투명한 창문은 필요할 때마다 사생활을 보호하기 위해 검게 변하거나 채광을 위해 밝게 변형된다. 클레이트로닉스는 놀랍도록 사실적인 형태로 변형이 가능해서 이 기술이 완벽하게 구현되는 미래에는 인간에 가까운 것도 만들어낼 수 있을 것으로 기대되고 있다.

## ⑥ 터미네이터2에서 나온 자가 치유되는 폴리머 개발

\* 미래에는 ‘소모품’의 개념이 거의 사라질 것으로 보인다. 현재 제조업이 끊임없이 물건을 생산하는 것은 거의 모든 물건이 사용하고 시간이 지남에 따라 닳고 고장나기 때문이다. 그런데 미래에는 자가 치유가 되는 폴리머 기술이 개발되어 모든 제품에 자가 치료 기능이 포함됨으로써 영구히 사용할 수 있게 될 것이라고 한다.

- 스페인의 과학자들이 어떠한 약물이나 촉매가 없음에도 스스로 치유해서 원상태로 복구시켜 주는 최초의 자가 치유 고분자를 개발했다. 스페인의 전기기술연구소에서 이본 오드리오졸라(Ibon Odriozola) 박사는 칼에 의해 두 개로 절단된 뒤 스스로 다시 붙는 폴리우레탄 네트워크를 개발해 선보였다. 터미네이터 폴리머가 탄생한 것이다. 영화 [터미네이터2]에 등장하는 T-1000은 파괴되더라도 원래의 형태를 그대로 재생하는 로봇이다.

오드리오졸라 박사는 자신이 만든 폴리머가 항상 치유되거나 재생하고 살아



있는 것처럼 작동하므로, 이 기술을 '터미네이터 폴리머'라고 명명했다고 밝혔다. 2시간 동안 97%의 치료 효율성을 보여준 터미네이터 폴리머는 향후 밀봉 또는 접착제 역할도 하게 될 것이라고 한다.

- 자가 치유 고분자는 부서진 교량을 재결합하게 해주는 등 대규모 작업도 가능하며, 기술을 더욱 발전시키면 인간의 상처도 치유할 수 있을 것으로 보인다. 다만 지금까지는 온도, 빛, 또는 산도와 같은 환경적 조건을 촉진하기 위해 외부 촉매가 필요하다.

- 스페인 바스크 대학교의 고분자화학 전문가 데이비드 메세레예스(David Mecerreyes) 교수는 자동차, 주택, 전기 부품에 이 재료를 활용할 수 있을 것이라고 예측하며, 많은 플라스틱 부품의 보안 및 지속적인 유지 보수에도 이를 활용할 수 있을 것이라고 말했다. 오드리오졸라와 메세레예스 팀의 연구는 더 강한 고분자 재료에 집중할 것이며 그 목표는 현재 폴리우레탄 합성 물질보다 더 부드러운 것이 될 것이라고 말했다.

## ⑦ 자가 치유 콘크리트

\* 우리나라 건물의 수명은, 아파트를 예로 들어 볼 때 약 25년 정도다. 서양에서 돌로 지은 집들이 수백 년간 사용되는 모습을 볼 때, 현대식 건축물의 상징인 아파트의 수명은 지나치게 짧다. 이런 아파트를 재건축할 때는 공기오염과 에너지 사용, 그 외에 아파트 재건축 시 폐기물 처리 등 여러 가지 문제가 발생하기도 한다.

- 오랫동안 품질을 유지할 수 있는 콘크리트가 개발되면 아파트는 물론, 교량, 도로, 댐 등 사회간접자본(social overhead capital: SOC)의 수명이 늘어나면서 재건축하거나 유지보수하는 비용이 절감될 것으로 보인다. 영국 바스 대학교의 연구진은 박테리아를 사용해 자가 치유가 가능한 콘크리트를 개발했다. 이 기술은 붕괴로 이어질 위험이 있는 콘크리트 균열을 밀봉해주어 유지보수 비용을 줄이고 콘크리트 구조물의 수명을 연장할 것으로 전망된다.

\* 그런데 바스 대학교 연구팀이 개발한 콘크리트는 작은 균열이 발생하자마자 박테리아가 균열을 메우고 굳혀주었다. 영국의 카디프 대학교와 케임브리지 대학교, 바스 대학교가 공동으로 한 연구에서 황산염 한원 박테리아를 이용했더니 콘크리트가 덜 파괴되는 것을 발견했다. 이를 응용해 콘크리트를 파괴하는 미생물을 죽이고 밀봉하는 박테리아를 사용해 수명을 늘린 것이 개량된 시멘트다.

### 3) 자연에서 발견하는 새로운 기술과 산업

#### (가) 바이오 미미크리 : 자연 생태계에 숨어 있는 수천만 달러

\* 하늘을 나는 새들과 곤충들, 물속에서 자유자재로 헤엄치는 물고기, 천장에 붙여서도 떨어지지 않는 도마뱀, 끊임없이 나오는 가벼운 거미줄, 어둠 속에서도 자유자재로 날아다니는 박쥐, 수백 년 동안 생존하는 나무들. 우리 주변의 자연을 보고 있으면 인류가 갖지 못한 여러 가지 능력이 부러워진다.

‘새처럼 날 수 있으면 얼마나 좋을까, 물고기처럼 물속에서 자유로이 헤엄치면 얼마나 좋을까’ 라고 생각하며 동식물의 능력을 갖는 상상을 해보곤 한다. 인간은 신체적인 능력에서 많은 한계를 가지고 있는 대신 무엇이든 상상할 수 있는 우수한 두뇌를 가지고 있다.

- 상상력과 우수한 두뇌, 발전한 과학기술 덕분에 우리는 동식물의 능력을 모방해서 생활에 활용하고 있다. 자연의 시스템을 잘 관련해보자. 그러면 생물의 능력을 모방하는 기술이나 도구를 개발할 영감(inspiration)을 얻을 수 있다. 이렇게 동물, 식물, 곤충들의 생체 시스템이나 자연지능을 모방하는 학문을 생체모방학(Biomimetics)이라고 한다.

\* 생체모방학 즉, 바이오미미크리에 대해 CWPC - 2014년 1월 1주차 서평 [생명이 자본이다] (이어령 지음, 마로니에북스, 2014.)에서 조금 더 자세히 살펴볼 수 있다.

## ① 바이오미미크리

\* 우리는 자연, 생명에서 많은 것을 배운다. 바로 생물체의 특성, 구조, 및 원리를 산업 전반에 적용시키는 바이오미미크리(biomimicry)이다.

바이오미미크리(Biomimicry)의 기술은 전대미문의 '자연자본주의'라는 신 개념의 사회문화 경제의 도화선이 되고 있다. 이제 인간이 자연을 바라보는 눈이 착취의 대상에서 배움의 대상으로 바뀐 것이다. 전혀 다른 창조성이다. 생명자본주의시대에서 기술은 산업기술을 넘어서는 자연과 생물의 기술에서 배우는 바이오미미크리로부터 시작된다.

- 레오나르도 디카프리오(Leonardo DiCaprio)가 54명의 전문가들과 인류 멸망에 대해 의견을 청취하는 [11번째 시간(The 11th Hour)]이라는 다큐 영화는 유일한 구제의 탈출구가 바이오미미크리에 있다는 것을 시사해준다.

한마디로 지금까지의 과학기술의 패러다임을 바꾸는 것이다. 200년도 채 안 되는 근대 과학기술을 38억년을 살아온 생명의 진화과정에서 형성된 자연계의 생명 기술의 방향으로 돌려놓자는 것이다.

\* 자연을 본받는 바이오미미크리 신기술의 세계에서는 모든 인식이 물구나무선다. 이미 재닌 M. 베니어스(Jannine M. Benyus)가 쓴 [바이오미미크리(Biomimicry)]라는 책이 나와 있는데, 그 부제는 'Innovation Inspired by Nature' 즉, '자연에 의해서 개발되는 기술'이다.

- 옛날에 우리는 생물을 죽이고 꿀벌에게서 꿀을 훔쳤지만, 이제는 벌집에서 육각형의 지혜를 배운다. 여름에는 원수 같은 모기들, 하지만 모기가 물면 아프지 않을 것을 응용해 찔러도 안 아픈 주삿바늘이 나온다. 타조는 시속 100km로 뛰어도 심장이 타지 않는 타조 몸의 매커니즘을 연구해, 자동차 엔진에 적용하려고 한다. 이제 우리가 그동안 잡아먹고 착취하던 동물을 사랑함으로써 그들의 슬기와 생명의 지혜를 배운다. 우리들의 최종적인 사랑은 교감하고 배우는 것이다.

지구의 한 시민으로써 자연에서 배우고 생명을 사랑하는 것이다. 사례를 조금 더 살펴보자.

## ② 최초의 바이오미미크리 - 벨크로

\* 이처럼 자연을 카피하여 생활 속 위대한 발명품을 만든 인물들은 많다. 레오나르도 다빈치는 르네상스 시대에 이미 자연지능을 엔지니어링 솔루션에 적용하여 비행기와 배를 만들었다. 하지만 자연지능을 활용해서 혁신적인 상품화에 성공한 첫 번째 사례는 메스트럴의 벨크로 제품이라고 할 수 있다.

- 1948년 스위스의 발명가 엔지니어인 조지 드 메스트럴(George de Mes-tral)은 그의 애완견과 함께 산책을 나갔다. 산책을 마치고 집에 돌아와 보니 자신의 바지와 개의 털에 엉겅퀴(Burrs(우엉)) 씨앗이 잔뜩 붙어있었다. 엉겅퀴 씨앗은 개의 털과 옷에 바짝 달라붙어 잘 떨어지지 않았다. 여기에 호기심을 느낀 그는 엉겅퀴 씨앗을 현미경으로 들여다보았고 갈고리 모양으로 생긴 끝부분이 섬유에 고리처럼 걸려 있는 것을 발견했다. 엉겅퀴 씨앗의 구조를 모방하여 만든 제품이 바로 오늘날의 파스터 테이프(fastner tape)와 같은 벨크로, 일명 찍찍이(Zzic-Zzigi)다. 벨크로 제품이 크게 인기를 얻으면서 수천만 달러의 산업으로 발전하였음은 물론이다.

\* 내용을 조금 더 살펴보면, 스위스의 조르즈 도메스트랄은 원래 기술자가 되고 싶었으나 여의치 않자 사냥에 폭 빠졌다.

1935년 어느 날, 그는 울창한 숲 속에서 애견과 함께 살찐 산토끼를 사냥하는 데 성공했다. 하지만 그의 몸은 마치 고슴도치처럼 우영가시로 뒤덮였다. 옷을 벗어 힘껏 털었으나 우영가시는 떨어지지 않았다.

- ‘우영가시는 왜 잘 떨어지지 않을까? 분명히 이유가 있을 거야.’ 그는 집으

로 돌아가 확대경으로 우영가시를 자세히 살폈다. 우영가시는 갈고리 모양이었다. 그 순간, 그의 머리를 스쳐 지나가는 것이 있었다. 곧장 그는 한 쪽에 갈고리가 있고 다른 쪽에는 걸림고리가 있는 테이프를 만들어 서로 붙였다. 양쪽이 닿자마자 철썩 붙었고 살짝 떼면 짝하며 떨어졌다. 여간 신기하고 편리한 게 아니었다.

- 그는 즉시 특허를 내고 벨크로라는 회사를 세우고 매직테이프 생산에 들어갔다. 그의 회사는 1년 만에 미국과 일본에 공장을 세울 정도로 번창했다.

2차 대전 발발로 군복과 군화에도 그의 매직 테이프가 사용되면서 그의 회사는 세계적으로 성장했다. 지금 매직테이프는 기저귀, 허리띠, 시계밴드, 운동화, 좌석커버, 우주복 등에 널리 쓰인다.

### ③ 모기에서 배운다

\* 인간을 괴롭히는 박멸의 대상인 모기가 첨단 나노기술의 선생이 된다. 벌써 일본에서는 모기의 침(針)을 모델로 하여 아픔 없이 주사를 놓을 수 있는 주사바늘을 개발했다. 모기바늘과 맞먹는 1mm 5분의 1만큼 가는 주사바늘에는 톱니 모양의 홈에 파져 있고 그 바늘은 체내에서 분해되는 폴리유산이라는 플라스틱으로 만든 것이다.

### ④ 거미줄

\* 신축율이 가존 나일론의 2배가 되고 같은 무게의 철강보다 10배 강하다는 거미줄에서 새로운 섬유기술을 발견하여 그것으로 방탄조끼나 안과 등 외과수술용 실을 만들어 내기도 한다. 영국의 맨체스터 대학 연구팀들이 벽에 달라붙는 도마뱀류의 발바닥 모양을 분석 적용하여 100그램의 무게를 가진 물건도 너끈히 달아낼 수 있는 강력 접착 테이프를 만들어낸 것도 마찬가지로의 성과다.

벌써 열대의 건조지대인 사바나에서도 상온 30°C를 유지하고 있는 흰개미(a

white ant; a termite) 집을 본 따서 냉방장치가 필요 없는 빌딩을 짐바브웨의 헤라레시에 세운 건설회사가 출현했다.

## ⑤ 연잎

\* 연잎에는 비가와도 스며들지 않는다. 또르르 굴러 떨어진다. 연잎의 자연 원리에서 방수벽돌을 만들어 실제로 쓰고 있다. 이 벽돌을 설치한 빌딩은 평생 청소를 하지 않아도 되고, 전체 건물이 방수가 된다. 또한 부영이 날개깃을 본 따서 소음이 없는 풍차를 만들어 개인집 옥상에 놓아도 뭐라 할 사람이 없다. 새들의 화려한 깃털을 과학을 이용한 것으로 이제 공해의 원인이 되는 화학염료를 사용하지 않고서도 여러분들이 아름다운 천연색의 옷을 입고 다니는 것도 멀지 않았다.

## ⑥ 바퀴벌레

\* 바퀴벌레는 이름부터가 이상하다. 어디를 봐도 바퀴가 없는데도 바퀴벌레이다. 수채에서 나온 녀석들이 어떤 신사의 구두보다도 반짝 거린다. 어떤 구두닦이가 이렇게도 신비한 광택을 낼 수 있다는 말인가. 바퀴벌레는 인간보다 훨씬 오래, 공룡보다도 오래인 3억 년 전에 이 지상에 나타나 지금에 이르기까지 그 형태도 거의 바뀌지 않은 채로 살아왔다.

완벽하게 지구의 환경에 적응해서 사는 곤충이다. 인간의 지혜보다도 오랜 지구속의 풍상을 겪어온 바퀴벌레들은 인간과의 경쟁에서 언제나 트로피를 따는 쪽이다. 왜냐하면 어떤 과학 기술로도 바퀴벌레를 박멸할 수 있는 그런 기술을 아직 발견하지 못했다. 바퀴를 죽이기 위해 단 것을 좋아하는 그 성질을 이용해 살충제를 만들었을 때 그것들은 그 단 것을 쓴 것으로 바뀌버리는 놀라운 능력을 가진 것이다.

\* 바퀴벌레는 인간에게는 까다롭고 흉측한 것으로 보이나 지구환경에는 참으로 친하다.

- 3억년 동안 이 지구에서 바퀴벌레는 오줌을 배설하지 않고 생체 속의 미생물을 이용해서 몸 안에서 아미노산을 만들어 재생해왔다. 몸 안의 절묘한 회로장치 부랴타 박테리움(Blattabacterium)을 이용하여 요산을 몸이 필요로 하는 아미노산으로 바뀌어버리기 때문에 극미량의 배설 밖에는 하지 않는다.

[네이처(Nature)]지에 소개된 회로장치를 보라. 반도체가 이길 수 없는 놀라운 정밀성을 보여준다. 3억년을 이렇게 살아온 대선배다. 하루에 자기 몸의 20배에 달하는 폐기물을 배출하지 않으면 살아갈 수 없는 인간이 부끄러운 것이다.

- 에머리 시몬즈 등이 행한 1999년의 조사, 미국의 중산층 가족 네 식구가 일 년간 살기 위해서는 연간 약 1800톤의 자원을 채취하여 가공처리해야 한다. 하루의 양을 계산해보면 표준적인 인간의 체중 약 20배에 달하는 자연자원을 소비하는 셈이다.

이 막대한 물자의 유통량 가운데 실제로 최종제품이 되는 것은 겨우 7퍼센트에 지나지 않고 그 가운데 내구성 제품들은 1퍼센트밖에 되지 않는다. 그리고 그 중 재생 또는 재이용되는 것은 겨우 0.02퍼센트밖에 되지 않는다. 선진국들의 자원 유통의 99.98퍼센트가 폐기물로 버려지는 셈이다.

여기에 비해서 자연의 생물들은 일체 자원을 낭비하는 일이 없다. 어떤 종의 배설물은 다른 종의 식량이 된다. 모든 자원의 재(再)이용률은 100퍼센트이다. 리사이클이나 에너지의 적절한 배분으로 폐기물을 발생시키는 일이 없다.

\* 이것만 생각해 봐도 우리의 기술, 200년도 안된 산업기술이란 얼마나 하찮은 것인지. 우리가 하찮게 여기는 물총제비로부터 신칸센, 하이테크로도 못하는

새로운 기술을 배운다.

- 막 시작된 바이옴미크리는 21세기의 환경문제를 해결할 뿐만 아니라 경제를 일으키는 요술지팡이의 노릇을 하는 두 마리 토끼 사냥의 신기술로 떠오르고 있다. 그것은 각 자연계의 생물을 대상으로 한 것이 아니라 자연 생태계의 시스템을 기술 시스템으로 대체하는 총체적 효력이다.

무엇보다도 인간이 발견한 산업기술은 기껏 200년 밖에 되지 않은 것으로 38억년 지속되어온 생명체의 생존 기술에 비하여 턱없이 불안전하고 빈약하다는 사실을 알아야 한다.

#### ⑦ 생명자본주의 시스템의 단초

\* 폐기물을 배출하는 미숙한 산업기술을 배설물을 배출하지 않는 바퀴벌레의 생체기술을 모방한 바이옴미크리로 바꾸면 생명의 순환과 생식을 이용하여 자연에 재투자가 가능한 생명자본주의 시스템을 창조할 수 있다. 지금 세계가 경쟁하고 있는 그린 테크놀로지나 한국이 주도해가고 있는 그린 그로스(Green Growth)가 바로 그러한 전환의 한 보기가 될 것이다.

- 산업혁명이 주도해 온 산업자본주의와 지식정보 혁명이 이끌어온 금융자본주의는 그 유통기간이 다 해가고 있다. 그 발전 모델과 기술을 바꾸지 않으면 오늘날과 같은 금융 위기, 환경 위기, 윤리 위기를 극복할 수 없다.

인간의 삶에 대하여 유해무해를 가리지 않고, 돈이 도는 것이면 모두 GDP로 간주하는 통계 숫자를 생명감이 충만한 행복지수를 나타낼 수 있는 GPI(Genuine Progress Indicator) 또는 GNH(Gross National Happiness)로 바뀌어야 한다.

- 추상적으로 이야기하는 것이 아니다. GNP는 우리 자녀들의 건강, 교육의 질 혹은 그들의 놀이에서 얻는 즐거움 등을 반영하지 않는다. 시의 아름다움이냐 결혼생활의 건강함, 국정 논쟁에서 나타나는 예지(銳智), 공무원들의 정직성 등도



포함하지 않는다. 요컨대 GNP에는 우리의 삶을 가치 있게 만들고 우리 자신을 자랑스럽게 만드는 것들을 제외한 나머지 것들만이 포함돼 있다.

\* 생체모방학은 새로운 생물질(biomaterial) 개발, 새로운 지능 시스템 설계, 생체 구조를 그대로 모방한 새로운 디바이스, 새로운 광학 시스템 디자인 등에 많은 도움을 주고 있다. 특히 나노기술 시대가 열리면서 생체모방학은 우리가 상상한 많은 것들을 실현시켜줄 뿐만 아니라 무기개발에도 도움을 주고 있다.

## (나) 새처럼 하늘을 나는 꿈 - 라이트 형제

### ① 이카루스

\* 가장 오래된 생체모방학 기술에서의 도전은 그리스 로마 신화에서 찾아볼 수 있다. 이카루스의 날개가 바로 그것이다.

- 아테네의 건축가이자 명장(名匠)이었던 다이달로스(Daedalus)는 한때 미노스 왕의 총애를 받았다. 미노스 왕의 명령으로 한번 들어가면 빠져나올 수 없는 크레타 섬의 미로 동굴을 만든 장본인이기도 하다. 그러나 왕비 파시파에의 부정을 도왔다는 이유로 아들 이카루스(Icarus)와 함께 자신이 만든 미로 동굴에 갇히고 말았다.

- 다이달로스는 동굴에서 탈출할 방법을 찾다가 하늘을 나는 새를 보고 새의 깃털을 모아 날개를 만들었다. 이제 그 날개를 자신과 아들의 몸에 밀랍으로 붙이고 함께 하늘로 날아올랐다. 아버지는 아들에게 너무 태양 가까이 날지 말라고 했다. 그러면 날개의 밀랍이 녹아 떨어져 죽기 때문이었다.

또한 바다 가까이 날지 말라고 했다. 바다로 떨어지면 날 수가 없었기 때문이었다. 그러나 이카루스는 자신이 하늘을 날고 있다는 사실에 너무 흥분한 나머지 태양신인 헬리오스(Helios)에 가까워질 때까지 높이 날아올랐다. 결국 태양열에 날개가 녹아 바다로 떨어져 죽고 말았는데, 이 바다를 이카리안 바다(Icarian

Sea)라고 한다.

## ② 새처럼 날고 싶다

\* **이카루스의 사례처럼** 새처럼 날고 싶다는 욕망은 인간의 오래된 꿈이다. 그렇게 꿈을 꾸는 사람들 덕분에 우리는 몇 달, 며칠이 걸려서 걸어가야 할 먼 곳을 비행기로 불과 몇 시간 만에 갈 수 있게 되었다. 날고 싶다는 욕망, 날 수 있다는 상상이 만들어 낸 비행기와 제트기 같은 결과물들 덕분이다. 지금부터 날고자 했던 인간의 욕망, 그 역사를 살펴보기로 하자.

- 사람들이 상상을 실현시킨 사례를 보면 처음에는 대부분 닮고 싶은 동물의 모습과 기능을 카피하려고 노력한 것이다.

1540년 포르투갈의 조아오모르토는 새의 날개 모양을 한 구조물을 제작해서 근처에서 가장 높은 건물인 성당의 지붕에서 뛰어내렸다. 하지만 모양만 비슷했던 탓에 공중에서 오래 머물지 못하고 곧바로 땅으로 곤두박질쳐 사망하고 말았다.

그로부터 50년 후, 웨일즈 콘웨이의 존 윌리엄이라는 어린 친구가 배의 돛처럼 생긴 큰 외투를 사용해 하늘을 날려는 시도를 했다. 그 결과 역시 좋지 못했다. 날짐승을 모방해서 상상을 실현하려는 노력이 완전하지 않았고 관련 기술도 뒷받침되지 않았기 때문이다.

- 새의 날개를 모방해서 날아보려는 노력 중 상당히 좋은 점수를 받은 것은 역시 레오나르도 다빈치의 카피였다. 1505년 다빈치는 새가 비행하는 모양은 물론, 새의 몸과 생리학에 관해 상세한 연구를 했다. 그는 새의 날개 윗부분과 아랫부분의 압력이 다르고 그 차이가 하늘을 날 수 있는 힘을 발생시킨다는 것을 밝혀냈다. 이것이 바로 훗날 과학적으로 증명된 양력이다. 양력의 발견은 동력을 사용한 비행기의 발전에 크게 기여했다.

- 다빈치가 양력을 발견하고 헬리콥터를 고안했지만 비행에 성공하지는 못했

으며 이후에도 새처럼 하늘을 나는 상상을 한 사람들이 많은 실패를 겪었다. 18세기 초 영국의 과학자 케일리는 고정된 날개를 일정한 속도로 달리게 하면 날개에 양력이 생겨서 비행기를 이륙시킬 수 있다는 항공기의 기본 원리를 확립했다.

### ③ 라이트 형제의 등장

\* 그리고 마침내 우리가 잘 알고 있는 라이트 형제가 세상에 등장했다. 20대 청년 오빌과 윌버 라이트 형제는 고향인 오하이오 주 데이턴에서 자전거 수리점을 경영하고 있었다.

두 형제는 새의 비행이 보여주는 경이적인 모습에 감탄했다. 1896년 독일의 오토 릴리엔탈이 비행 실험을 하다가 사망하자 그들은 직접 비행기를 만들기로 결심했다. 라이트 형제가 바퀴에 쏟았던 관심을 날개로 돌려 비행을 상상하기 시작하자 인류 역사의 한 페이지도 시작되었다.

라이트 형제는 그때까지 사람들이 시도했던 비행이 상상으로 끝날 수밖에 없었던 원인을 찾기 시작했다. 두 형제는 이전까지의 비행기 연구에 관한 논문과 책을 스미스소니언 박물관에서 빌려 완벽하게 공부했다. 비행에 성공하기 위해서는 날개와 엔진, 균형과 제어 방법이 중요한데, 라이트 형제는 주로 균형과 제어에 집중했다.

\* 1900년 9월, 그들은 글라이더에 타고 최고 20노트의 속도로 200피트를 비행하는 데 성공했다. 그 후에도 글라이더를 지속적으로 개량해서 8개월 후에는 400피트를 비행했다. 이때 상승과 하강을 조절하는 키를 발전시켜서 비행의 수평 안정성을 높였다. 이 상승과 하강 조절키는 지금도 비행체에 사용되는 대표적인 조절 기능이다.

- 라이트 형제는 새들을 관찰하다가 날개가 기울면 날개 끝을 뒤틀어서 균형을 잡는다는 사실을 알아냈다. 새처럼 양력의 효과를 최대치로 활용하기 위해 고

심하던 그들은 1901년 풍동을 만들었다.

실제하늘에서와 같은 상황을 연출하기 위해 공기 흐름을 조절하는 장치로 길이 6피트, 높이 2피트에 달하는 것이었다. 이 풍동으로 글라이더의 날개 모형을 200개나 시험했고, 길고 얇은 주날개가 보다 큰 양력을 얻는다는 것을 알아낼 수 있었다.

- 라이트 형제의 실험이 순탄했던 것만은 아니었다. 비행 거리를 늘리려고 시도할 때마다 추락을 거듭했다. 실패를 거듭하면서 추락하려는 동체를 조절할 방향키의 필요성을 밝혀냈고 실제로 제작하게 되었다. 이 방향키로 조종 성능이 크게 향상되자 비행거리도 획기적으로 늘어나게 되었다. 비행거리가 늘어나자 라이트 형제는 비행기를 완성할 수 있다는 기대감으로 흥분하기 시작했다.

바로 가솔린엔진을 설치해서 대륙을 횡단하는 새처럼 오랜 시간 비행을 해보고자 했다. 하지만 오랫동안 날 수 있을 만큼 가볍고 힘 센 엔진은 그 당시 자동차 시장에서는 구할 수가 없었다. 결국 라이트 형제는 엔진을 스스로 설계, 제작함으로써 문제를 정면 돌파하였다.

- 그리고 1903년 라이트형제는 세계 최초로 유인동력 비행에 성공했다. 새를 카피하여 하늘을 나는 상상을 실현시킨 주인공이 된 것이다.

#### (다) 물고기를 본뜬 잠수함

\* 인류의 영원 중에는 바닷속의 항해가 중요한 위치를 차지하고 있다. 그 영원을 답아 영국 엘리자베스 여왕 시대의 과학자 프란시스 베이컨은 주전자 모양의 잠수 기구를 만들어 실제로 잠수 실험을 했지만 결국 실패했다. 하지만 그는 앞으로 풍량이 심해도 바닷속으로 들어가 이동할 수 있는 날이 올 것을 예측했다고 한다. 이 예측이 실현되기까지는 그리 오랜 시간이 걸리지 않는다.

- 1580년, 영국의 과학자 윌리엄 본(William Bourne)은 사람의 키보다 크고 물이 새지 않는 선체를 만들었다. 중앙에 외부 공기가 들어올 수 있는 장치를 만든 후 사람이 타는 곳 아래쪽에 무거운 물체를 놓고 물에 가라앉을 수 있도록

했다. 그리고 선체 바깥에 바닷물이 들어나고 나올 수 있는 가죽 백도 부착했다. 이 백에는 바닷물을 가득 채워 두었다. 물 위로 떠오를 때는 기계적으로 백을 압축시켜 바닷물을 빼내 물 위로 부상하는 방식을 사용하였다. 이 선체가 실제적인 잠수함의 시초라고 할 수 있다. 근대적인 잠수함도 해수를 유입하고 배출함으로써 잠항 및 부상하는 원리를 사용하고 있기 때문이다.

\* 다시 바닷속을 이동하는 문제로 관심을 돌려보자. 앞서 언급한 잠수하는 기구는 바닷속을 이동하는 기구로 발전했다. 그 발전 과정을 보면 여러 방식, 여러 디자인의 경합을 거치면서 결국 물고기를 카피하는 형태가 되었다.

- 물속에서 자유자재로 움직이는 것이 바로 물고기이기 때문에 어쩌면 당연한 일일 것이다. 지금의 잠수함 모양, 즉 유선형의 물고기 모양과 함께 잠수함을 위아래 방향으로 조정하는 수평타 등을 갖춘 최초의 잠수함은 1800년에 미국의 로버트 풀턴(Robert Fulton)이 만든 노틸러스호다.

- 노틸러스호는 물 위에서는 굉장히 큰 돛을 펴서 바람을 이용했고 수면 밑으로 내려갈 때는 이 돛을 선체에 부착시켰다. 바닷속에서 이동할 때는 프로펠러에 연결된 축을 사람이 손으로 돌리는 방식을 사용하였다.

\* 이후 잠수함은 꾸준히 만들어졌다. 1898년에 건조된 미국 잠수함 Holland A-1, 두 사람이 탑승해서 어뢰를 다룰 수 있게 한 1942년의 영국 잠수함 Chariot MK, 1993년 실전 배치된 한국 최초의 잠수함인 장보고함에 이르기까지 잠수함은 물고기, 특히 돌고래의 모양과 물속에서의 운동 원리를 카피한 형태를 띠고 있다.

## **(라) 연꽃잎에서 코팅제를, 나비 날개에서 실리콘을 찾는 사람들**

\* 에너지 비용을 줄이기 위해 이들은 조개껍질의 나노 구조를 연구하고 있다.

발전소에 들어가는 가스터빈의 날들(gas turbine blades)을 대체하려는 것이다. 왜 하필 조개껍질일까? 바로 조개껍질의 놀라운 비밀 때문이다. 조개껍질의 나노 구조는 철보다 강하고 합금보다 강력하며 영구적일 뿐만 아니라 이산화탄소가 전혀 나오지 않았다.

\* 이들은 연꽃잎의 나노 구조도 연구하고 있다. 공항에서의 항공기 연착이나 지연 출발을 방지하기 위한 것이다. 항공기 연구에 왜 연꽃잎을 연구하는 것일까? 연꽃잎의 나노 구조는 물을 배척하는 성질을 갖고 있다. 그렇기 때문에 연꽃잎에 물을 떨어뜨리면 구슬처럼 굴러다닌다. 바로 이 성질을 모방해서 물을 싫어하는 소수성의(hydrophobic) 나노 코팅제를 발견하려는 의도다.

- 비행기 날개가 물에 대해 연꽃잎처럼 반응한다고 상상해보라. 비행기 날개에 나노 코팅제를 코팅할 경우, 겨울에도 날개에 물이나 안개가 달라붙지 않아 얼지 않을 것이다. 따라서 뜨거운 물로 날개의 결빙을 녹이는 시간과 에너지를 절약할 수 있고 이로 인한 항공기 연착이나 지연 출발을 방지할 수 있게 될 것이다.

- 이미 소수성의 플라스틱 코팅제는 많이 개발되고 있다. 하지만 GE사는 금속 물질의 코팅제를 발견하려고 노력해 왔다.

\* 그들은 나비 날개의 고감도 가스 센싱 나노 구조(gas sensing nano structure)도 연구하고 있는데 나비는 자연 공간에 있는 어떠한 가스들도 감지할 수 있는 능력이 있기 때문이다.

이를 모방해 활용하면 지하철이나 공항 같은 공공장소에 고감도의 안전 시스템을 구축할 수 있을 것이다. 바이오 테러나 화학 가스를 사전에 감지해 제거하거나 대비함으로써 수많은 생명을 구할 수 있을 것이기 때문이다.

## **(마) 잠자리 눈을 본떠 만든, 먹는 내시경 시대가 온다**

\* 인간이나 동물이나 곤충이나 각각의 시각 메커니즘이 있는데, 자연에 존재하는 시각 메커니즘은 모두 합쳐야 10개 미만이다. 이 중 가장 두드러진 시각 메커니즘은 인간의 카메라 형태의 눈(camera-type eye)과 곤충의 겹눈(compound eye)이다.

- 곤충의 겹눈은 인간의 눈과는 전적으로 다르다. 잠자리는 1만여 개의 낱눈으로 구성된 복잡한 눈을 가지고 있다.

\* 이평세 교수팀이 개발한 인공 곤충 눈은 작은 미세 렌즈들을 지름 2.5mm의 돔 구조에 촘촘히 배열해 놓은 것이다. 1만 개나 되는 미세한 낱눈들이 모여 하나의 겹눈을 이룬 잠자리의 눈과 마찬가지로이다.

- 이것은 돔 2개를 겹치는 구(球)가 되기 때문에 원칙적으로 360도를 볼 수 있는 카메라가 되며 크기도 비타민 알약 하나보다 작기 때문에 몸 안을 관찰하는 먹는 내시경으로 사용할 수 있을 것이라고 설명했다.

- 곤충의 눈을 모방하는 이유는 인간의 눈에 비해 뛰어난 장점들을 활용하기 위해서다. 곤충은 각각의 낱눈을 통해 정보를 뇌에서 모자이크처럼 모아 사물을 인지한다. 파리가 사람의 손을 쉽게 피하는 것도 각각의 낱눈이 아주 미세한 변화까지 감지할 수 있기 때문이다.

- 인공 곤충 눈은 몸 안의 미세한 변화를 감지하는 내시경으론 그만인 셈이다. 또 낱눈들은 공과 같은 3차원 구조에 흩어져 있기 때문에 높이와 각도가 다른 곳에서 들어온 빛을 감지할 수 있다.

## **(바) 홍합의 DOPA 단백질과 도마뱀이 결합되면 당신도 스파이더맨**

\* 이번에는 인간의 능력을 향상시켜 누구나 스파이더맨이 되고, 600만 불의 사나이가 될 수 있는 도마뱀과 홍합, 거미줄의 지능을 살펴보자.

## ① 도마뱀

- 벽과 천장을 마음대로 기어 다니는 도마뱀은 기원전 그리스 때부터 학자들에게 주목을 받았다. 날카로운 발톱이나 갈고리도 없고 발바닥이 끈적거리는 것도 아닌데 곤충보다 훨씬 무거운 도마뱀이 어떻게 벽과 천장에 가볍게 오르내릴 수 있느냐는 의문 때문이었다.

- 이 수수께끼는 2002년에 와서야 풀렸다. 미국의 국방과학연구소(DARPA)가 지원하고 루이스 앤 클라크 대학의 오툼(Kellar Autumn) 교수가 주도한 캘리포니아 버클리대, 산타 바바라대, 스탠퍼드 공대 공동연구팀의 성과였다.

- 도마뱀의 비밀은 반데발스의 결합에 있었다. 서로 다른 물질이라도 미세 입자 상태에서는 분자끼리 서로 당기는 힘이 발생하는 원리다. 연구 결과 도마뱀의 발바닥은 전자 현미경으로나 볼 수 있는 수백만 개의 미세한 털로 뒤덮여 있었다. 털끝은 다시 1천 여 가닥의 나노 털로 나뉘어 있었는데 이 가닥들은 사실상 분자 상태나 다름없었다. 그 결과 벽, 천장, 유리, 시멘트, 흙, 목재 같은 물질의 분자와 접촉하면서 반데발스의 법칙에 따라 서로 당기는 힘이 도마뱀을 지탱해주는 것이었다.

- 이들은 반도체로 도마뱀의 발바닥과 같은 인공 털을 만들어 실험했고 결과는 성공적이었다. 이후 인공 털을 이용해 접착제가 없는 반창고나 풀 없이 벽에 붙이는 액자 등 다양한 상품을 개발하고 있다. 이와 같은 인공 털이나 접착제를 인간의 장갑이나 신발에 이용하면 정말 꿈과 같은 스파이더맨이 등장하게 될 것이다.

\* 실제로 2003년 영국 맨체스터 대학의 게임(Andre Geim) 교수팀은 도마뱀의 털을 이용해 크기가 아주 작은 도마뱀 접착제(Gecko Tape)를 만들었다. 독일 막스 플랑크 연구소(Marx Planck Institute)의 스폴낙(Ralph Spolenak) 박사팀은 2005년 도마뱀의 발바닥에는 수백만 개가 아니라 십억 개의 미세한 나노 분자 털이 있다는 사실을 추가로 밝혀냈다.



- 최초로 나노 털을 발견했던 루이스 앤 클락 대학의 오톰 교수팀은 2005년에 도마뱀에 관한 흥미로운 사실을 더 밝혀냈다. 더러운 곳을 다니는 도마뱀은 나노의 이중성인 당김과 배척의 균형을 이용해서 그들의 나노 털을 스스로 청소한다는 것이었다. 도마뱀은 인간보다도 훨씬 먼저 나노기술을 이용하고 있었던 셈이다. 참으로 신기하지 않은가?

## ② 홍합

\* 홍합은 물속에서나 육지에서나 변함없이 강력한 접착력을 자랑한다. 무기물이 바위에도 붙을 수 있고 유기물인 고래 등이거나 수초에도 붙을 수 있기 때문이다.

- 그 비밀은 1980년대에 이르러서야 부분적으로 밝혀졌다. 다이하이드록시 페닐알라닌(DOPA, Dihydroxy-L-Phenylalanine)이라는 단백질이 비밀의 열쇠였다.

- 2006년 미국 노스웨스턴대 생의학공학과 이해신 연구원은 홍합의 접착력을 본드보다 강력하게 해주는 단백질의 힘을 처음으로 밝혀냈다. 그 힘은 지금까지 생물체에서 알려진 가장 센 결합력보다 무려 4배나 더 강력했다. 게다가 보통 접착제는 물에 약하지만 홍합은 오히려 물속에서 접착력이 더 세진다.

이 DOPA 단백질로 이루어진 지름 1mm의 실 모양 패드는 12.5kg의 무게를 들어 올릴 수 있다. 총 10개의 패드로 이루어진 홍합은 무려 125kg의 무게를 견딜 수 있다. 즉 성인남녀 두 명이 매달려도 끄떡없다는 이야기다. 참으로 대단한 힘이 아닐 수 없다.

따라서 홍합의 접착력을 모방하거나 가공해서 이용할 수 있다면 그 활용 범위는 무궁무진할 것이다. 유기 물질인 피부에 달라붙어 세균을 막아 내는 보호막이나 골절이나 수술 부위를 봉합하는 생체 의료용 접착제를 만들 수 있다. 물속에서도 접착력을 잃지 않는 홍합은 수중에서 접착력을 유지해야 하는 제품에 활용할 수도 있다. 천장을 기어 다니는 도마뱀의 분자 털 접착력과 융합하면 그야말

로 최고의 접착제가 탄생할 수도 있을 것이다.

### ③ 도마뱀과 홍합의 결합

\* 2007년 이해신 연구원은 도마뱀과 홍합을 연결시키면 목욕탕에 들어가도 떨어지지 않는 밴드를 개발할 수 있을 것으로 생각했다. 그 결과 게켈(Geckel)이라는 새로운 접착 물질을 개발했다. 이렇게 만들어진 게켈은 공기 중에서도 물속에서 1천 번을 붙였다 떼어 내도 접착력이 유지됐다.

홍합 접착 물질을 코팅한 인공 미세 털은 그렇지 않은 것에 비해 물속 접착력이 무려 15배나 증가했다. 연구팀은 게켈로 만든 강력한 접착제는 수술용 봉합 실이나 상처에 붙이는 밴드, 방수용 접착제 밴드, 약물 전달용 패치 등 다양한 용도로 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

### ④ 거미줄 - 거대산업의 가능성을 엿보다

\* 영화 스파이더맨은 시리즈로 제작되며 크게 히트를 쳤다. 스파이더맨의 손에서 나오는 거미줄은 영화 팬을 사로잡는 큰 인기 요인이 되었다. 어른 엄지손가락 굵기의 실제 거미줄은 보잉 737 비행기 두 대를 들어 올릴 수 있을 정도로 질기다. 단위 당 들어 올릴 수 있는 힘인 장력은 강철과 비슷하지만 같은 굵기의 강철에 비해서는 무려 100여 배나 강하다.

이 때문에 거미줄은 꿈의 섬유로 불린다. 학자들은 거미줄을 인공으로 합성하거나 대량으로 생산할 수 있는 방법을 찾기 위해 노력하고 있다. 유전자 변형(transgenic) 방법도 중요한 연구방향이다. 거미가 거미줄을 만드는 유전자를 알아내 동물의 젖이나 박테리아, 식물의 잎 등에서 대량 생산하려는 것이다. 그러나 지금까지의 유전자 배열 재조합 거미 실크는 아주 짧고 불완전한 수준에 그치고 있다.

\* 과학자들이 거미줄 양산에 매달리는 이유는 뛰어난 특성 때문에 응용 분야가 많기 때문이다. 인공 힘줄, 방탄복, 스포츠 의류, 봉합사, 가방, 밧줄, 항공기 몸체 등 쓸 수 있는 곳은 많다. 덩어리 원료상태인 거미줄 단백질을 비닐처럼 얇게 만들어 차량의 코팅 재료로도 사용할 수 있다.

### (사) 처방전이 자라는 텃밭

\* 밭에 밟혀 고통당하는 잔디나 각종 풀은 우리가 몰라서 그렇지 인간을 치료할 수 있는 특정 물질을 갖고 있다.

- 예를 들어 썩은 원자폭탄이 투하되었을 경우 제일 먼저 방사능을 극복할 수 있다. 제일 먼저 방사능을 극복하고 메마른 땅에서도 제일 먼저 싹을 틔우고 회생한다. 따라서 썩에서 항(抗)원자병 또는 항방사능 물질을 뽑아내 약을 만들면 방사능에 희생된 동식물이나 사람을 살릴 수 있다.

\* 그 반대의 과정을 밟는 것은 어떨까? 예를 들어 폐암을 고치는 폐암 항암제는 40가지 정도로 밝혀졌다. 저자 차원용, 유명민이 알기로는 3,199가지의 질병을 고치는 약물이나 항암 물질은 1,000가지 정도다. 그렇다면 대다수가 걸리는 병이나 암을 치료할 수 있는 특정 물질만을 대량 포함하는 식물을 창조할 수는 없을까?

- 이 분야의 대가는 충남대 농업생명과학대학장인 임용표 박사다. 바로 배추 게놈을 분석한 분이다. 이 분이 제안하는 것은 특정 항암 물질이나 병을 치료할 수 있는 약물을 99% 포함하는 식물을 육성 재배하는 것이다.

예를 들어 배추에는 항암 물질인 글로코시놀레이트가 들어 있다. 이 물질이 99% 들어 있는 배추를 육종해서 대량 육성 재배할 수 있다. 이렇게 되면 미래의 의사는 오늘날처럼 치료를 할 처방만 내리는 것이 아니라 맞춤 식단을 처방할 수 있다.

이를 위해 임용표 박사는 모든 식물의 게놈을 빅 데이터로 구축하고 있다. 슈퍼컴퓨터 또는 양자컴퓨터를 이용한 시뮬레이션을 통해 인간에게 좋은 약물을 99% 포함하는 친인간 농업과 맞춤 식단을 마련하려는 것이다. 이 프로젝트를 2030년을 목표로 하고 있다. 정말 박수를 보내도 모자랄 분이다. 우리도 이와 같은 상상의 프로젝트를 꿈꿔보자. 다시 한 번 강조하지만 현실은 우리가 상상한 대로 이루어진다.

\* 그런데 이러한 식물 중 슈퍼 푸드, 만병통치약으로 불리는 스피룰리나는 무엇인지, 또 무슨 산업으로 발전할지에 관해 CWPC - 2014년 6월 1주차 책 [유엔미래보고서 2040 : 도전하는 미래가 살아남는다] (박영숙, 제롬 글렌, 테드 고든, 엘리자베스 플로레스큐 지음, 교보문고, 2013.)에서 살펴보면 다음과 같다. 조금 어렵다고 생각되면 '스필룰리나'라는 이름만 주의깊게 보고 다음 챕터로 넘어가도 괜찮다.

### ① 스피룰리나의 특징 - 각종 필수 영양소의 보고

\* 스피룰리나는 어느 식재료보다 풍부한 특이영양소로 인해 슈퍼 푸드라고도 불린다. 가소화단백질과 아미노산, 저지방 저칼로리 식품인 스피룰리나의 65~70%에 이르는 단백질 함유량은 살코기(15~25%), 콩(35%), 분유(35%), 땅콩(25%), 달걀(12%), 곡물(8~14%), 우유(3%) 등 다른 어떤 천연식품보다 높다.

하지만 이보다 비타민과 미네랄 함유량이 더 높은 가치를 지닌다. 하루에 3~10그램으로 상당한 양의 베타카로틴, 비타민 B<sub>12</sub>와 B 복합체, 철분, 필수미량원소, 감마리놀렌산을 섭취할 수 있다.

- 스피룰리나는 저개발국가의 굶주린 사람들에게 영양을 신속하게 공급할 수 있다. 불건전하고 영양소가 적은 식품으로 인한 서방세계의 과식 문화도 개선할

수 있다. 일본과 유럽, 그 밖의 세계 여러 국가에서 과식 문화도 개선할 수 있다. 일본과 유럽, 그 밖의 세계 여러 국가에서 스피룰리나는 합법적인 식품 또는 식품첨가물로 공인되었다.

미국 FDA는 1981년 스피룰리나를 다양한 비타민과 미네랄이 함유된 단백질 원이며 식품첨가물로 판매할 수 있도록 GRAS 등급(일반적으로 안전)으로 승인했다.

## ② 스피룰리나의 영양분

\* 스피룰리나의 세포벽은 부드러운 점액다당류로 이루어져 있어 쉽게 소화 흡수되기 때문에 흡수장애를 겪는 사람들에게 특히 도움이 된다. 이로써 복합단백질을 소화하는 데 어려움을 겪는 고령인구에게 훌륭한 식품이 되어줄 것으로 보인다. 또한 아프리카의 단백질 결핍성 소아영양실조증과 같은 영양부족 질병에도 효과적이다. 스피룰리나의 지방함유량은 5%정도로, 대부분의 단백질원과 비교해 낮은 편이며, 콜레스테롤이 없다.

- 당근보다 10배 이상의 베타카로틴을 함유하고 있는 스피룰리나 10그램에 비타민 A 1일 권장량의 460%가 들어 있다. 비타민 A는 부족하면 실명을 일으키는 영양소다. 또한 10가지 카로티노이드가 복합된 항산화물질이 포함된 스피룰리나는 4~9가지에 이르는 추천 과일과 야채를 먹지 못하더라도 하루의 필수 영양소를 채워주는 데 부족함이 없을 것이다.

- 천연 철분 공급원으로도 훌륭하다. 철분 부족은 전 세계적으로 여성과 아동, 노인에게 미네랄 결핍증을 유발한다. 다이어트를 하는 여성들은 일반적으로 충분한 철분을 섭취하지 못해 빈혈이 발생하는 경우가 많다. 철분은 적혈구와 면역시스템을 강하게 만드는 데 필수적이다. 스피룰리나 10그램에 일일 권장량의 55%에 해당하는 철분이 포함되어 있다. 특히 스피룰리나의 청색색소인 피코시아닌이 소화과정에서 철분을 더 많이 흡수되도록 도와준다. 그래서 스피룰리나의 철분은 야채나 고기의 철분보다 2배 더 흡수되어 황산철과 같은 철분보충제보다

60% 더 잘 흡수된다.

- 칼슘의 경우 같은 무게의 우유보다 더 많이 함유되어 있는데, 스피룰리나 10그램에 일일 권장량의 7%에 해당하는 칼슘이 들어 있다. 또 일일 권장량의 10%에 해당하는 마그네슘이 들어 있는데, 마그네슘은 칼슘의 흡수와 혈압 조절을 돕는다. 스피룰리나에는 나트륨 함량이 적어 저염식 다이어트를 하는 사람에게도 문제가 없다.

- 인간은 효소시스템과 생리적 기능을 위해 수십 종류의 미량원소를 필요로 한다. 스피룰리나 10그램에는 망간(일일권장량의 25%), 크롬(일일권장량의 21%), 셀레늄(일일권장량의 14%), 구리(일일권장량의 6%), 아연(일일권장량의 2%)이 들어 있다. 또 4~7%의 지질이 들어 있는데, 이들 대부분은 필수지방산이다.

- 스피룰리나 10그램에는 리놀렌산과 감마리놀렌산과 같은 필수지방산이 225mg 들어 있으며 이는 성과 연령에 따라 일일 권장량의 8~14%에 해당한다. 감마리놀렌산은 인체에서 다양한 기능을 하는 호르몬 조절물질인 프로스타글란딘의 선구물질이다. 지방과 알코올은 감마리놀렌산의 부족현상을 가져오며 프로스타글란딘의 생성을 억제해서 건강상의 문제를 초래하게 된다.

### ③ 항바이러스 활동

\* 미국의 과학자들은 스피룰리나 추출물이 T-세포와 혈액 단핵세포에서 HIV-1 바이러스의 복제를 막아준다는 예비 연구 결과를 발표했다. 소량의 추출물로도 바이러스 복제가 감소되었으며 고농도에서는 복제가 완전히 중단되었다. 추출물은 바이러스가 세포막을 뚫는 것을 막아주어 바이러스가 복제될 수 없었다.

1989년 미국 암연구소는 청록 미세조류의 화합물이 에이즈 바이러스를 막는데 상당한 효과가 있다고 발표했다. 당지질이 포함된 황지질이 에이즈 바이러스가 세포 속으로 들어오는 것을 막아주거나 바이러스 감염을 막아준다.

#### ④ 항암효과

\* 여러 연구를 통해 스피룰리나에 풍부한 베타카로틴이 인간과 동물의 암 발생을 억제하거나 예방하는 효과가 있다고 밝혀졌다. 미국의 한 연구에서 스피룰리나 추출물이 구강암세포를 감소시켰다. 베타카로틴 수용액은 햄스터 구강 속 암세포의 숫자와 크기를 감소시켰고 결국 사라지게 했다. 이스라엘에서는 천연 베타카로틴이 합성 베타카로틴보다 효과가 좋다는 연구 결과를 발표했다.

#### ⑤ 노화 방지와 신경 보호

\* 여러 연구를 통해 스피룰리나는 뇌의 노화를 방지하는 치료적 효과가 있음이 입증되었다. 스피룰리나의 여러 가지 효과들이 면역체계활동과 연계되어 신체의 1차 방어막으로 작용한다. 일반적인 노화로 인한 염증이 감소되어 관절염의 치료과정에 도움을 준다. 또 중앙신경체계에 작용해서 노화로 인해 일어나는 산화 스트레스와 감염을 중화하며 부상 치료를 돕는다.

#### ⑥ 신장과 간 손상 감소

\* 간과 신장은 우리 몸의 독소를 중화해주는 핵심적 역할을 한다. 과학자들은 중금속이나 약물 과용으로 인한 신장 손상을 억제해줄 수 있는 물질에 주목해왔다. 일본에서 쥐를 대상으로 한 연구에서 스피룰리나의 피코시아닌 추출물이 중금속 질병에 시달리는 사람들에게 도움을 줄 수 있다는 것을 밝혀냈다. 피코시아닌은 면역체계를 강화시킨다. 일본의 연구에 따르면 피코시아닌은 림프구의 활동을 상승시켜 림프 체계에 의한 신체 저항력을 높여주고 면역성을 높여서 퇴행성 질환을 막아준다. 일본에서는 매일 소량의 피코시아닌으로 일반적인 세포기능을 유지하고 향상시키는 것이 암과 같은 악성 종양 발생을 예방하거나 성장과 재발을 막는다는 내용의 연구에 특허가 주어졌다.

## ㉗ 면역체계를 강화하는 다당류

\* 1979년 러시아의 과학자들은 스피룰리나의 지질다당체가 토끼의 면역체계를 자극한다는 연구 결과를 발표했다. 더 최근의 중국과 일본에서 시행된 연구에서는 다당류 추출물이 면역 담당 대식세포의 기능을 향상시키고 항체의 생성과 감염과 싸우는 T-세포를 증가시킨다고 발표했다.

- 또한 연구에 의하면 스피룰리나 피코시아닌은 골수에서 발견되는 줄기세포에 영향을 준다. 줄기세포는 세포면역체계를 만드는 백혈구와 신체에 산소를 공급하는 적혈구를 동시에 만들어내는 곳이다. 중국의 과학자들은 피코시아닌이 조혈작용을 자극하며 골수의 줄기세포가 독성물질이나 방사선에 의해 손상을 입은 경우에도 백혈구 생산을 조절한다고 밝혔다.

## ㉘ 상처 치유와 항생효과

\* 사람들은 피부 건강을 위해 스피룰리나를 얼굴 크림과 입욕용 크림으로 사용한다. 차드공화국에서는 갓 수확한 미세조류를 특정 질병의 치료하기 위한 피부 습포제로 사용한다. 프랑스도 일부 약제의 상처 치료 기능을 개선하기 위해 스피룰리나를 함유했다. 환자들은 스피룰리나를 그대로, 또는 주스, 고약, 수용액, 현탁액으로 사용하고 있다. 일본에서는 스피룰리나와 효소가수분해물이 함유된 화장품이 피부의 신진대사를 돕고 상처자국을 감소시킨다는 연구 결과를 내놓았다.

- 이처럼 스피룰리나는 개인건강을 위해 완벽에 가까운 천연식품이다. 이 뛰어난 효능 덕분에 미 국립과학아카데미와 국립아마연구소, 미국 심장협회에서 이 식품을 채택한 것이다.

자연 체중조절 계획의 일환인 가벼운 식사, 심장질환과 암 발생 위험 감소, 단식과 신체 정화프로그램, 운동선수와 보디빌더를 위한 건강식 노인들을 위한 엄격한 식이요법, 잘 흡수되는 영양 공급, 면역 강화와 노화방지 전략에 가장 적절한 미래의 식량이다.



## ㉑ 기후변화와 건강을 모두 지켜주는 미래 식재료

\* 아래 내용도 역시 어렵다. 하지만 읽어두면 새로운 산업이 이런 것도 있구나라는 생각이 든다.

- 미래학자들과 기관이 예측한 미래 부상산업을 보면 기후에너지산업이 최대 규모로, 현재 매출액순위 10대 기업들 중 8개의 다국적 기업이 에너지산업에 종사하는 기업이다. 또 [포춘(Fortune)] 500대 기업들 가운데서도 상위 10위까지 살펴볼 때, 순이익으로 기준으로 3위 월마트, 7위 애플, 10위 마이크로소프트를 뺀 나머지 7개가 에너지 기업이다. 에너지산업 다음으로 큰 시장이 식음료산업이다. 미래에는 고령화로 인해 식음료 중에서도 특히 건강식품이 가장 큰 산업으로 부상한다. 이 두 가지를 한꺼번에 해결해주는 것이 미세조류다.

- 수십억 년 땅속에 묻혀 석유나 석탄이 되는 미세조류 나노클로롭시스(nannochloropsis)나 두날리엘라(dunaliella) 균주를 직접 키워 바이오연료를 만들려는 움직임이 미국에서 벌어지고 있다. 또 스피룰리나(spirulina)는 이산화탄소를 나무보다 200배 많이 소비하기 때문에 이를 상용화하면 기후변화를 완화시켜 준다는 연구 결과도 있다.

- 미세조류의 종류는 수십만 종이 있고 학계에 등록된 조류만 해도 6,000여 종이 있다. 우리나라에 잘 알려진 것은 클로렐라 종이다. 그 외에도 주로 건강식품과 화장품을 만드는 스피룰리나, 아파니조메논 플로스아쿠에(aphanizomenon flos-aquae) 오일을 생산하는 두날리엘라, 염료 및 제약 생산의 해마토코쿠스(haematococcus), 바이오연료를 생산하는 나노클로롭시스 등 다양하다.

- 해마토코쿠스가 생산하는 아스타잔틴(astaxanthin)은 최근 주목받고 있는 건강식품 및 화장품 원료다. 미국에서 처음 개발되었을 때 ‘신비의 약’ ‘하늘이 내린 약’으로 불리기도 했으며, 2011년 미국의 유명 TV프로그램 [닥터오즈]에서 그 효능이 다뤄지며 선풍적인 인기를 끌기 시작했다. 특히 항산화작용이 뛰어나 주름을 방지해주고, 시력 강화와 심혈관질환 예방, 스포츠 선수들에게 스테미너와 에너지를 제공해준다. 사람들은 산소와 음식을 통해 에너지를 생산하고 생명을 유지한다. 그러나 산소가 쇠나 철에 산화작용(oxidation)을 일으켜 녹슬게

하듯이, 신체에 들어온 산소는 산화작용으로 노화를 촉진시키고 질병을 일으키기도 한다. 아스타잔틴은 유해한 활성산소를 제거하고 만성적인 염증반응을 없애줌으로써 체내의 조직이 손상되지 않도록 해준다.

\* 체르노빌 원전 사고로 인해 방사능 치료물질에 대한 연구가 활발히 이뤄진 옛 소련 지역에서도 스피룰리나는 높은 주목을 받았다. 우크라이나공화국 키예프 보건성센터는 스피룰리나를 치료제와 병용해서 좋은 성과를 얻었다는 연구를 발표했다. 러시아 크로트넨스키 국립의학연구소는 방사능으로 오염된 지역에 살고 있는 어린이들이 스피룰리나를 섭취한 결과 방사능으로 인한 알레르기 반응이 줄어들었다는 결과를 밝힌 바 있다. 일본에서도 방사능물질을 제거해주는 건강보조식품으로 각광받고 있다. 스피룰리나가 방사능 치료 목적으로 사용된 뒤 효과가 입증되면서 세계보건기구에서도 그 유효성을 공식 인정하고자 검토 중에 있다.

\* 로버트 헨릭슨(Robert Henrikson)은 지난 30년 동안 미세조류, 대나무와 같은 천연의 자원을 이용한 지속가능한 사업모델을 개발해온 녹색사업가다. 그는 최근 미세조류 식품과 에너지 시스템 설계에 도전하는 국제미세조류대회(International Algae Competition) 사업을 시작했다. 미세조류 개척자인 헨릭슨은 1977년 세계에서 가장 큰 스피룰리나 농장인 어스라이즈 농장을 만들었고 20년 동안 농장의 대표를 맡아 미세조류를 지구적 자원으로 개발하기 시작했다. 그는 '어스라이즈 스피룰리나' 브랜드를 미국을 포함한 30개국에 제공했다. 또 2010년 출간된 그의 책 [세계 식품 스피룰리나(Spirulina World Food)]는 6개 언어로 번역되어 세계에 소개되었다.

- 35억 년 전 출현한 청록 미세조류는 다른 생명체들이 진화할 수 있는 대기를 만들었고 이후 지금까지 지구의 생물권을 조절하고 있다. 지구상에 생명체가 처음 나타났을 때, 대기 중 이산화탄소 농도는 현재보다 약 100배가량 높았다. 이러한 온실대기에서 생명이 시작되었으며 미세조류는 황량했던 지구를 오늘날

의 아름답고 풍요한 세상으로 바꾸는 데 중심적 역할을 수행했다. 어떻게 이러한 일이 일어났는지 살피는 것으로 지구온난화를 막을 힌트를 얻을 수 있다. 미세조류는 지구 생물자원의 3분의 2를 차지하고 있는데, 지구에 있는 수천 종류의 미세조류가 식품, 사료, 약품, 생화학물질, 비료, 바이오연료를 생산하기 위해 식별되어 개발되고 있다.

#### **4) 한국의 미래와 제3세대 천연가스 에너지 산업, 그리고 독도**

\* 아직 우리가 손도 대지 못하고 있는 에너지가 있다. 바다 밑 얼음덩어리 속에 있는 LNG 등의 천연가스 에너지다. 이를 가스 하이드레이트(gas hydrates)라고 한다. 가스 하이드레이트는 저온고압에서 천연가스가 얼음처럼 고체화된 상태로 시베리아 동토나 동해 깊은 바닷속에 매장돼 있는 것으로 알려진 미래의 에너지원이다.

엄청난 양의 가스 하이드레이트가 매장되어 있음에도 불구하고 에너지고갈의 위험에 직면해 있는 인류는 이 가스를 활용하지 못하고 있다.

\* 참고로 수소와 산소가 공기 중에서 만나면 10조 분의 1초 만에 결합한다. 현재 우리의 기술은 나노 초, 즉 10억 분의 1초까지 제어할 수 있다. 따라서 물에서 수소와 산소를 분리한다는 것은 불가능하다. 기체 다음의 플라즈마로 1,500~3,500도의 열을 가해 분리해 낼 수는 있지만 비용이 워낙 많이 들어 실익이 없다.

- 하지만 20~30년 후에 피코(1조 분의 1초) 시대로 진입하면 지금의 중고생이나 대학생들은 물에서 수소와 산소를 분리시켜 에너지로 사용할 수 있게 될 것이다. 역으로 수소와 산소를 결합시켜 물을 만드는 시대도 열릴 것이다. 이런 시대가 되면 어떤 일이 일어날까? 막대한 에너지를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 사막을 포함한 그 어디에서든 물 부족으로 걱정할 필요가 없어진다.

- 하지만 아직은 아니다. 지금은 식물의 광합성 작용의 원리를 이용한다. 식물의 엽록소는 태양에너지를 전기에너지로 전환하는데 이를 모방한 것이 태양전지다. 식물의 엽록소는 상온(22도)에서도 뿌리에서 끌어올린 물을 아주 쉽게 전기분해하여 수소와 산소로 분리한다. 이를 모방한 것이 인공엽록소 촉매로 상온에서 물을 수소와 산소로 분리시켜 자동차를 움직이게 하는 기술이다.

### (가) 독도 분쟁의 이유

\* 오랫동안 우리는 일본과 독도를 사이에 두고 영토 분쟁을 벌이고 있다. 우리나라 사람들은 누구나 ‘독도는 우리 땅’이라고 생각하지만 일본 역시 꾸준히 자기네 땅이라고 주장하면서 세계 곳곳의 지도에 동해를 일본해로 표기하게 만들었다. 왜 일본은 자그마한 섬 독도를 차지하기 위해 그토록 고집을 부리고 안달을 할까?

혹시 독도 아래에 LNG 하이드레이트가 매장되어 있기 때문이 아닐까? 일본이 그토록 독도를 자기네 땅이라고 우기는 이유가 있을 수 있다. 바다 밑 독도는 울릉도 면적의 6배이고 이들은 3개의 해산(海山)으로 연결되어 있다. 여기에는 6억 톤의 가스 하이드레이트가 매장되어 있다. 우리나라가 30년 동안 사용할 수 있는 양으로 지금은 이보다 훨씬 많은 양이 매장되어 있을 것으로 추정된다. 아마도 일본은 이것을 자기네 것이라고 상상하고 있었는지도 모르겠다.

\* 우리나라 사람들이 물 위로 돌출된 독도를 우리 땅이라고 외치고 있을 때 일본과 러시아는 잠수함 기술과 해저 탐사 기술로 바다 밑을 탐사하고 있다. 그 결과, 자기네 땅과 연결된 3개의 해산을 발견하고 추적하여 독도 아래 얼음덩어리에 저장된 엄청난 에너지를 찾아낸 것이다.

일본은 이미 지난 1984년 일본 전역에서 가스 하이드레이트 매장량 조사를 시작했다. 우리나라의 동해 일원에서도 이미 상당량의 매장 가능성을 확인한 것으로 알려져 있다.

## (나) 가스 하이드레이트

\* SBS TV ‘백만불 미스터리’ 프로그램에서는 2005년 3월 21일 방송에서 일본이 집요하게 독도의 영유권을 주장하는 이유는 무엇보다 독도 인근에 대량 매장된 지하자원에 대한 욕심 때문이라고 주장했다. 이 프로그램은 경상대 백우현 교수의 말을 빌려 ‘가스 하이드레이트가 독도 분쟁의 불씨’라고 주장했다.

- 백 교수가 독도 부근에 가스 하이드레이트가 대량 매장돼 있다는 사실을 알게 된 것은 1997년 러시아의 과학원을 방문했을 때였다. 당시 그 같은 사실은 국내에는 생소한 소식이었다.

하지만 이미 오래전에 이런 사실을 파악하고 있던 일본은 독도의 영유권 문제를 지하자원 확보와 연결시켜 인식하고 있었다고 한다. 실제로 가스 하이드레이트가 매장돼 있는 독도 남서 해역은 일본이 독도와 함께 일본 해역이라고 주장하는 곳과 상당 부분 겹쳐 있다. 또 일본은 가스 하이드레이트 개발을 위해 한 해 수십억 달러를 들이고 있는 실정이다.

- 이에 대해 뒤늦게나마 우리 정부도 지난 2000년부터 2004년 12월까지 동해 전 해역에 걸쳐 광역 기초 탐사를 벌였다. 그 결과, 동해 울릉분지와 독도의 광범위한 해역 수십 곳에 LNG 환산으로 6억 톤 가량의 가스 하이드레이트가 매장돼 있는 것으로 조사되었다고 2005년 3월 17일 한국가스공사와 지질자원연구원이 밝혔다.

- 산업자원부는 이번 기초 탐사로 드러난 가스 하이드레이트에 대한 시추 작업과 상업 생산을 위해 2007년까지 667억 원을 투입했다. 그리고 지질자원연구원, 석유공사, 가스공사 등으로 전담사업단을 구성, 동해 일원에 대한 정밀 조사를 벌이고 있다. 정부가 중장기 계획을 성공적으로 수행할 경우 2014년에는 가스 하이드레이트에 대한 시험 생산 및 상업 생산기술이 완성될 것으로 보인다.

\* 그런데 우리나라가 서두르는 동안 일본이 가만있을 리 없다. 그들 역시 연구 개발을 서둘러 에너지 소유권을 주장할 것이다.

- 그렇다면 이 에너지의 주인은 누구인가?
- 이 에너지를 지배할 국가는 어느 국가인가?
- 과연 한국이라고 주장할 수 있는가?
- 이제 독도 아래 해저 전쟁이 시작된 것이다. 이 전쟁에서 이기는 방법은 우리가 먼저 이 에너지를 채굴하는 기술을 개발하는 것이다. 100%는 아니더라도 50% 이상의 에너지를 차지하는 것, 그것이 바로 이 전쟁에서 이기는 길이다.

## 5) 徐評曰

\* 미래는 선점하는 자의 것이다. 그리고 그 선점은 지식으로 이루어진다. 독도를 가지고 있으면서도 가스 하이드레이트를 모른채 대응한다면 잘못된 대응을 할 수도 있다. 어렵지만 반드시 해야할 일, 미래를 예측하는 것과 상상하는 것이다.

## 4. 경영에 필요한 한마디

- \* “Imagination is more important than knowledge.” - Albert Einstein
- “상상력은 지식보다 더 중요하다.” - 알버트 아인슈타인

\* 생체모방학 연구의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 자연은 수백만 년 동안 스스로 진화해 왔다. 만약 우리가 자연에서 필요로 하는 것을 충분히 얻을 수 있다면 그것은 우리 인간에게는 불가능을 없애 줄 수 있는 가장 최적화된 시스템일 것이다.

\* 영국 윈저 성의 왕립도서관에는 다빈치가 매일 생각했던 것과 연구했던 것을 메모한 600쪽 정도의 노트가 보관되어 있다. 전문가들은 그 노트의 가치가 한화로 6조원이 넘는다고 평가한다. 그 가치의 대부분은 바로 상상에 있다고 해도 과언이 아닐 것이다.

## 5. 멋진 사례와 재미있는 통계

\* 2030년경이 되면 출산율 저하로 인한 유괴범죄가 증가할 것이다. 멕시코에서는 지난 5년간 15만 명의 아이들이 유괴당했다. 영국 역시 최근 유괴범죄가 증가 추세다. 한 가정에 한 아이밖에 없어 아이만 유괴하면 원하는 돈을 쉽게 강탈할 수 있기 때문이다.

\* 오감이 소비자의 구매의사결정에 미치는 영향은 시각이 87%, 청각이 7%, 촉각이 3%, 후각이 2%, 그리고 미각이 1%다.

\* 2005년 창업한 유튜브는 그 다음 해 구글에 1조6,500억 원(당시 환율)에 팔렸다. 아이디어가 2년도 채 안 되는 기간에 조 단위의 돈을 벌게 해준 것이다.

\* 2004년에 뉴질랜드의 과학자들은 후각 감기 시스템이 아니라 비둘기 부리에 비밀이 있다는 사실을 발표했다. 부리에 자기(자성)가 있어서 지구의 자기장을 감지함으로써 위치를 파악한다는 연구 결과를 네이처(Nature) 지에 발표한 것이다.

\* 미국 국립지질연구소는 북극해에 전 세계 석유가 가스 매장량의 4분의 1이 묻혀 있는 것으로 추정하고 있다.

\* 우리가 사는 세상의 주인공은 바로 인간이다. 그런데 스스로 만물의 영장이라고 일컫는 인간의 육체는 그다지 강하지 않다. 치타는 시속 120km로 달릴 수 있고 군함조는 시속 400km까지 날 수 있다. 흰 수염고래는 30m가 넘는 몸길이를 갖고 있다. 미국 캘리포니아 국립공원의 소나무 메두셀라는 무려 4,765살이라고 한다.

\* 뇌의 무게는 생각보다 작다. 우리 몸무게의 2% 정도에 불과하다. 몸무게가 60kg인 사람의 뇌 무게는 1,200g 정도 된다는 이야기다. 그런데 이 2%의 뇌가 우리 몸에 필요한 산소의 20~25%를 사용하고 심장에서 나가는 피의 15% 정도를 사용한다. 하는 일이 그만큼 많기 때문이다. 마음과 육체의 모든 활동이 뇌에서 시작되고 인간의 활동 역시 뇌 기능에 좌우된다. 운동기능과 감각조절기능뿐만 아니라 우리의 생각, 감정, 기억, 언어능력까지 모두 뇌의 담당 영역이다.



<http://youtu.be/esXVDGpbUFM> (1분 8초)

제목: 뇌 활동 실시간 3차원으로 본다 / YTN 사이언스

종류: [뉴스] YTN, 뇌 활동 영상화

유튜브 검색어: 뇌 3차원

\* 세계 최초로 국내 연구진이 중심이 된 국제컨소시엄에서 호랑이의 게놈 지도가 완성되었다고 한다. 2013년 9월의 일이다. 연구 결과 호랑이와 고양이의 유전자는 98.8%가 일치하며 호랑이는 사냥과 육식에 적합하도록 진화했다고 한다. 이 결과를 잘 활용하면 멸종 위기에 처한 한국 호랑이의 개체 수를 늘릴 수 있다고 한다.

\* 2001년 2월에 인간게놈프로젝트에서 공식적으로 발표되었다. 2001년 발표 당시의 해독 결과는 99%였다. 2003년 4월에 나머지 1%까지 해독함으로써 인간



게놈프로젝트는 최종 마무리되었다. 무려 13년간에 걸친 방대한 프로젝트였다.

- 인간게놈프로젝트에 사용된 유전자는 익명의 여성 3명과 남성 2명의 것이었다. 2명의 남성은 바로 셀렐라 사의 벤터(Craig Venter) 박사와 왓슨(James Watson) 박사다. 13년간 이들의 게놈을 분석하는 데 들어간 총 비용은 무려 30억 달러였다. 이후 2007년 5월 31일에 새로운 정보기술과 새로운 고속처리를 방법을 이용해 454개 기업이 왓슨 박사의 게놈을 다시 분석하여 DVD에 담아 전달했다. 2개월 만에 이뤄진 성과였고 이때 들어간 비용은 기존 비용의 1/10도 안 되는 2백만 달러였다.

- 그러다가 2013년 현재 한 사람의 게놈을 분석하는 데 소요되는 기간은 4주로 줄어들었다. 비용 역시 1만 달러로 떨어졌다. 물론 아직도 비싸서 일반인들에게는 비싼 비용이다.

그러나 이 같은 추세로 간다면 2015년이면 1,000 달러 이하의 비용으로, 2020년이면 500달러 이하의 비용으로 본인의 게놈을 분석할 시대가 올 것으로 기대된다. 2020년이면 하루 만에 자신의 게놈을 분석할 수 있는 다양한 게놈분석기들이 개발될 것이고, 2030년이면 100달러의 비용으로 게놈을 분석하는 시대가 열릴 것으로 저자 차원용, 유영민은 예측하고 있다.

## 6. 조직에 던져야 할 질문

- ① 나는, 우리 조직은 상상력을 키우는 노력을 하고 있는가?
- ② 나는, 우리 조직은 바이오 미미크리의 기술개발을 하고 있는가?
- ③ 나는, 우리 정부는 가스 하이드레이트 개발 전략을 가지고 있는가?

서평자 경력: 서울대학교 경영학 박사, 성균관대 유학과 철학박사.

자의누리 경영연구원 원장(Since 1997), 경영학 교수  
서평가(600여권 CEO 서평), 전략·인사평가 컨설턴트,  
CEO 카운슬러/칼럼리스트/저술가/학자.

대표저서 : 스토리 경영학

자의누리 : [sirh@centerworld.com](mailto:sirh@centerworld.com) / [www.centerworld.com/](http://www.centerworld.com/) [www.cwpc.org/](http://www.cwpc.org/)  
트위터 @CWPC\_book / 02-3444-8836 /

## 7. 관련자료 및 행정사항

### 1) 관련 서평 보기

[유엔미래보고서 2040 : 도전하는 미래가 살아남는다] 박영숙, 제롬 글렌,  
테드 고든, 엘리자베스 플로레스큐 지음, 교보문고, 2013.

(CWPC - 2014년 6월 1주차)

[생명이 자본이다] 이어령 지음, 마로니에북스, 2014.

(CWPC - 2014년 1월 1주차)

[베끼고, 훔치고, 창조하라] 김종춘 지음, 매경출판, 2011.

(CWPC - 2012년 9월 3주차)

### 2) 관련 멀티미디어와 동영상 검색

서평앱



iOS



Android

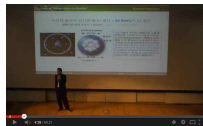


**You Tube** <http://youtu.be/MmaYlriZSv4> (23분 45초)

제목: 상상, 현실이 되다 / YTN 사이언스

종류: [인터뷰] YTN 인터뷰, 저자 유명민 인터뷰

유튜브 검색어: 상상, 현실이 되다



**You Tube** [http://youtu.be/ecbjIKhJm\\_o](http://youtu.be/ecbjIKhJm_o) (58분 21초)

제목: 2014년 2월 고벤처포럼 강연 아스팩미래기술  
경영 연구소 소장

종류: [강연] 고벤처 포럼, 저자 차원용 소장 강연

유튜브 검색어: 상상, 현실이 되다



**You Tube** <http://youtu.be/esXVDGpbUFM> (1분 8초)

제목: 뇌 활동 실시간 3차원으로 본다 / YTN 사이언스

종류: [뉴스] YTN, 뇌 활동 영상화

유튜브 검색어: 뇌 3차원

### 3) 책의 목차

- 1장 과거로부터 시작된 상상이 현실이 되기까지**
- 1 막연한 상상이 일상의 편리함이 되다
  - 2 400년 전 낙하산을 꿈꾸다 - 레오나르도 다빈치
  - 3 막연한 상상을 현실로 이끄는 이론적 연구 - 아이작 뉴턴
  - 4 지식보다 상상력이 먼저다 - 아인슈타인
  - 5 응용과 융합으로 새롭게 창조되는 세상 - 토머스 에디슨

- 6 텅 빈 공간, 나노 공간을 예측하라 - 리처드 파인먼
- 7 원하는 꿈에 제한을 두지 않을 때 - 라이트 형제

## 2장 자연에서 발견한 새로운 미래

- 1 자연 생태계에 숨어 있는 수천만 달러
- 2 비둘기 부리의 자기장으로 무인정찰기를?
- 3 전쟁의 시대는 지났다 - 잠수함을 개발시켜라
- 4 연꽃잎에서 코팅제를, 나비 날개에서 실리콘을 찾는 사람들
- 5 잠자리 눈을 본떠 만든 먹는 내시경 시대가 온다
- 6 홍합의 DOPA 단백질과 도마뱀이면 당신도 스파이더맨
- 7 처방전이 자라는 텃밭

## 3장 생명나무, 불가능은 없다

- 1 인간의 수명, 한계는 어디일까?
- 2 영원히 변치 않는 사랑, 후성게놈EPIGENOME에서 답을 찾다
- 3 뇌, 3차원 영상 지도에 도전하다
- 4 먹는 약에서 빛을 쏘여 낮게 하는 치료법으로
- 5 자신의 DNA 정보를 갖고 다닌다? - 100달러 게놈 시대가 온다
- 6 20년 더 어려보이는 피부로 - 붙이는 인공피부
- 7 조직이나 장기, 3차원 프린터로 출력하여 이식하는 세상
- 8 몸 안의 자명종 생체시계를 내 마음대로
- 9 행복한 꿈을 팝니다 - 꿈도 세팅이 가능하다

## 4장 우리가 살게 될 30년 공간을 엿보다

- 1 우주 정복, 어디까지 가능할까?
- 2 하늘을 나는 자동차와 오닐기지, SF 영화는 단순한 상상이 아니다
- 3 지구 내부 속 공간, 그곳에서 살게 된다면?
- 4 바닷속, 그 깊은 미지의 세계로
- 5 총성 없는 전쟁, 제3세대 천연가스 에너지
- 6 해리포터의 투명 망토를 입어라
- 7 음향 망토, 소리를 감추는 세상
- 8 열 망토, 추위와 더위도 조절되는 미래

## 9 미리 보는 2030년의 부엌

### 5장 시간을 상상하고 디자인하라

- 1 빛에 저장하고 빛으로 전송하기
- 2 시간의 제약을 뛰어넘는 클라우드 컴퓨팅의 세상
- 3 애플은 ICLOUD 베이스의 어떤 비즈니스를 상상하고 있을까?
- 4 ‘구글화’를 통해본 구글의 새로운 세상 만들기
- 5 인간의 두 눈을 따라잡을 3차원(3D) 카메라
- 6 시공간을 넘나들게 해줄 미래의 디스플레이
- 7 현실과 가상세계를 이어주는 3D 증강현실이 구축되다

### 6장 SF 영화-그 최첨단 세상은 현실이 되고 있다

- 1 감정을 표현하는 나의 분신, 아바타
- 2 신체적 장애까지 극복되는 미래
- 3 인간과 곤충을 닮은 기능적인 로봇들이 몰려온다
- 4 2054년의 현실을 만나다 - 마이너리티 리포트
- 5 미래의 범죄를 예측하다
- 6 매트릭스, 어디까지 실현될 것인가?

## 4) 책을 읽으실 때

- \* 미래를 가져올 기술과 산업을 상상하시며 읽으시면 좋습니다.
- \* 참고 자료
  - 가독성 : 보통
  - 중점 연구 챕터 : 1, 2, 4부
  - 독3, 시4, 논3, 자료4.
  - 반드시 읽으셔야 할 분야의 경영자 : CEO, CSO

\* 주제어 : 미래학, 상상력, 가스하이드레이트, 독도

## 5) CWPC의 행정사항

\* 홈페이지

- CWPC (CenterWorld Prestige Club) : [www.CWPC.org](http://www.CWPC.org)

- 자의누리 (CenterWorld Corp.) : [www.centerworld.com](http://www.centerworld.com),

\* 문의 사항이나 서평을 원하시는 책자가 있으시면,

02-3444-8836, [sirh@centerworld.com](mailto:sirh@centerworld.com)으로 연락주십시오.

CWPC: CENTERWORLD PRESTIGE CLUB

## 徐評 [글로벌 경영·인문·트렌드 보고서] 안내문

### I. 徐評 [글로벌 경영·인문·트렌드 보고서] 란?

자의누리의 徐評 [글로벌 경영·인문·트렌드 보고서]는 최고가 앞서가야 조직이 바뀐다는 신념으로 2000년 5월부터 약 15년간 제공되어온 대한민국의 리더들을 위한 서평서비스입니다. 엄선된 양서(良書)의 정수를 통해 경영지혜, 최신 트렌드 및 풍부한 아이디어를 체득(體得)하실 수 있으며 기업과 조직을 이끌어 가는데 필요한 해안을 얻으실 수 있습니다.

### II. 徐評 [글로벌 경영·인문·트렌드 보고서] 내용

1. 서평 e-mail: 일주일에 1번씩, 한달 간 총 4회분의 서평 메일을 받으실 수 있습니다.  
 2014년 1월 주제 [생명과 자본주의]                      2014년 3월 주제 [미래가 원하는 인재상]  
 2014년 2월 주제 [북유럽의 교육과 창조경제]        2014년 4월 주제 [정보수용의 힘]
2. [www.cwpc.org](http://www.cwpc.org) DB 접속 : 사이트를 통해 서평을 열람하실 수 있습니다.
3. 서평 책자 : 매달 1권의 서평북을 받아보실 수 있습니다.
4. 임원 교육을 위한 서평 강의: 기업이나 조직 내에서 30인 이상 서평북 회원으로 가입하실 시 서평자의 특강 1회를 무료로 받으실 수 있습니다.
5. PC 뿐 아니라 스마트 기기를 통해 서평 Application(아이폰, 안드로이드)을 통해 언제 어디서나 서평을 열람하실 수 있습니다.
6. 서평 Application(아이폰, 안드로이드)으로 자료 및 동영상 강의를 보실 수 있습니다.
7. YTN 라디오 서평 방송 CD 매월 제공 (신규가입시)

### III. 2015년 CWPC 멤버심사위원회 / CWPC 필독서 선정위원회

1. CWPC 가입대상은 기업 CEO 및 임원급 이상으로 제한되어 있으며, 신청자는 5인으로 구성된 CWPC 멤버심사위원회의 전원동의와 기존회원 3/4의 동의를 있어야만 회원 자격을 받으실 수 있습니다.
2. 다양한 분야에서 전문가로 활동하고 있는 CEO 필독서 선정위원들을 통해 한 분야에 치우치지 않고, 늘 새로운 분야의 지식을 제공하도록 노력하고 있습니다.

< 멤버 심사위원 >

이어령 (초대 문화부 장관)
유석현 (스카이저축은행 회장)
조창현 (한양대학교 석좌교수)
전용욱 (세종대학교 부총장)
서진영 (자의누리 경영연구원 원장)

< 필독서 선정위원 >

이어령 국문학 박사 (초대 문화부 장관)
이기동 인문학 박사 (성균관대학교 유학과 교수)
이유재 경영학 박사 (서울대학교 경영학과 교수)
김상래 경영학 박사 (성도 GL 대표이사)
서진영 경영학 박사 (자의누리 경영연구원 원장)

### IV. 연간 서비스 가격안내

		(1년 1년 회원가)	
	서평 48회 + 월간 서평북	<Class A> 회장님용	<Class O> 해외용
1인	1,000,000원(1인)	서평48회 + 서평북 12권+ 도서48권 + 독서자문	서평48회+ 서평북 12권+ 도서12권 + 해외배송
2인이상 (20% 할인)	800,000원(1인)	2,000,000원(1인)	1,500,000원(1인)
30인특별권(45% 할인)	16,500,000(30인)		

(VAT 별도, 세금계산서 발부)

※. 위 가격은 2015년 1월 기준으로, 1년간 회원가격입니다.

## 서평(徐評)이란?

Tel: 02-3444-8836

e-mail: cwpc@centerworld.com

서평(徐評)은 세계에서 단 하나밖에 없는 최고의 지식, 지혜 서비스입니다.

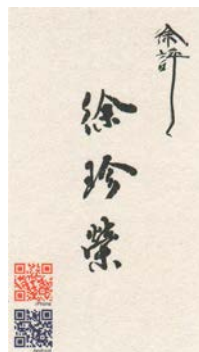
15년간 700권의 전문 서평을 작성한 서평가(家), 서(徐)진영 박사가 경영, 인문, 글로벌 트렌드를 알기 위해 어떤 책을 읽어야 할지 명확히 가이드 해주고, 책의 내용을 단순한 요약이 아니라, 경영 이론과 실무 입장에서 완전히 재해석하여 지식과 통찰력을 제공합니다.

뿐만 아니라 관련된 도서, 자료, 동영상 등을 추가로 제공하여 연관 지식을 누구보다 깊이 있게 습득할 수 있게 해줍니다. 여기에 서평콘서트와 저자 인터뷰를 통해 저자와의 대화 채널도 준비하고 있습니다.

서평은 확장된 지식 체계와 품성을 가질 수 있게 해주는 지식 네비게이션 서비스입니다. 최고의 명품 전문가이드가 안내하는 만족스러운 여행 패키지 상품을 경험하셨다면, 지식과 독서의 세상에서 바로 그것을 제공하고 있습니다.

이제 세상은 지식과 지혜, 통섭 만이 부가가치를 만들어냅니다.

그 세상으로의 여행에 초대합니다.



2015.01.

서평가 서진영 드림  
(경영학 박사, 철학 박사)