

The Gene: Life as Information #1

There are 8 billion people on the planet /	地球には80億人の人がいて /
and all of us are wonderfully unique. //	私たちは驚くほど個性的だ //
We have different eye color, height, shape of mouth and nose, /	目の色や、身長、口や鼻の形が異なっていて /
and dramatically different way of thinking. //	考え方も大きく異なっている //
But, at the same time, /	しかし同時に /
there are characteristics that we all share. //	すべての人が共有している特徴もある //
Wherever you go, /	どこへ行っても /
you will find people who walk, breathe and digest food /	歩き、呼吸し、食べ物を消化する人たちがいる /
the same way. //	同じ方法で //
Where do these diversity and similarity come from? //	こうした多様性と類似性はどこから生まれるのだろうか? //
Human body is a collection of 30 to 40 trillion cells. //	人体は30兆から40兆個の細胞が集まって構成されている //
Each of these cells contains a nucleus, /	1つ1つの細胞には細胞核が含まれている /
and inside each nucleus is your genome, your DNA /	そして細胞核の中には、ゲノム、つまりDNAがある /
that carries your genetic information. //	それはあなたの遺伝情報を保有している //
Most of the cell's structures and operational systems /	細胞のほとんどの構造や機能は /
are made from a variety of proteins. //	さまざまなタンパク質によって作られている //
DNA is an encoded instruction, digital information /	DNAは暗号化された指令、つまりデジタル情報だ /
on how to build proteins. //	タンパク質の組成に関する //
This genetic code is read by the cell and put into practice. //	この遺伝暗号は細胞によって読み込まれ、実行に移される //
It specifies both the features we all share /	それは私たち全員が共有する特徴も記しているし /
and the inherited characteristics /	親から受け継いだ特徴も（記している） /
that make us different to one another. //	（その特徴は） 個体間の差異を生み出している //
In other words, genome is the software that codes for "you." //	言い換えれば、ゲノムはあなたをコード化するソフトウェアだ //
It's your hair color, a significant part of your personality, /	それはあなたの髪の色や、性格のかなりの部分や /
and even susceptibility to specific diseases. //	特定の病気への罹りやすさまで決めている //

The Gene: Life as Information #2

Think about how your computers and smartphones work. //	コンピュータやスマホがどのように機能しているのか考えてみよう //
Any form of digital information is essentially a series of 2 letters: /	あらゆるデジタル情報は根本的にはただの2つの文字の羅列だ /
0 and 1. //	(その2つの文字は) 0と1だ //
Your devices read this binary code of information /	あなたの機器はこの2進数の暗号を読み解く /
and turns it into a picture, a video, a spreadsheet or whatever /	そして写真や動画、スプレッドシートなどに変換する /
and show it on the screen. //	そしてスクリーン上で見せてくれる //
Similarly, our DNA consists of 4 types of letters— /	同様に、我々のDNAは4種類の文字で構成されている /
Adenine, Thymine, Guanine and Cytosine, or A, T, G, C for short. //	アデニン、チミン、グアニン、シトシン、略してA, T, G, Cだ //
The cell reads this quaternary code to build a protein, /	細胞はこの4進数の暗号を読み解いてタンパク質を組成する /
and the protein realizes the form or function of the organism. //	そしてタンパク質が生物の形質や機能を実現する //
Genome has 3.2 billion letters of DNA. //	ゲノムには32億文字のDNAがある //
If it were a book with a standard-size font, /	もし仮にそれが標準的なフォントサイズの本だとすると /
it would have 1.5 million pages full of just four letters, /	たった4種類の文字で埋め尽くされた150万ページに及ぶ本で /
60 times the size of an ordinary encyclopedia. //	一般的な百科事典の60倍の大きさ(厚さ)になる //
These 3.2 billion letters are divided /	これらの32億文字は23対の染色体に分割され /
and packaged into 23 pairs of chromosomes in a double helix form. //	(染色体に) 二重螺旋構造で格納されている //
But the vast majority has nothing to do /	しかしその大多数は関わりがない /
with your genetic information. //	遺伝情報とは //
Only about 2 percent of DNA encodes proteins, /	DNAのうち約たった2%がタンパク質を暗号化しており /
which we call “genes.” //	それらを「遺伝子」と呼ぶ //
Human genome contains about 22,000 genes in total /	ヒトゲノムには合計でおよそ2万2000個の遺伝子が含まれている /
—only 1,800 more than worms /	それは線虫よりたった1800個多いだけであり /
and 25,000 fewer than rice or wheat. //	コメやコムギより2万5000個少ない //
There is nothing particularly special about human genome. //	ヒトゲノムに特段特別なところは何もない //

The Gene: Life as Information #3

Another critical function of DNA is / its ability to copy itself very precisely. //	DNAのもう1つの重要な機能は / 自身を正確に複製する能力だ //
Most of the genetic code for the various cellular components / are the same in all organisms / from plants to animals, tiny bacteria to Homo sapiens. //	様々な細胞の構成要素の遺伝暗号のほとんどは / あらゆる生物で共通している / 植物から動物まで、小さな細菌からホモ・サピエンスまで //
That means / the core information in those genes has been preserved / for probably three billion years. //	つまり / これらの遺伝子の中核的な情報は保存され続けてきたということだ / おそらく30億年ほど //
DNA can replicate and preserve itself with very few errors. //	DNAはほとんどミスなく自身を複製し保存することができる //
Then how does DNA's structure make it possible? //	では、DNAの構造がどのようにそれを可能にしているのか? //
DNA contains two chains. //	DNAは2本の鎖から成る //
Each chain is a long sequence of four bases / —Adenine, Thymine, Guanine and Cytosine, or A, T, G, C. //	それぞれの鎖は4種類の塩基の長い連続だ / アデニン、チミン、グアニン、シトシン、または略してA, T, G, C //
The bases can only pair up in a single, precise way. //	(異なる鎖の) 塩基どうしはたった1つの正確な方法でペアになる //
A can only pair with T, and G can only pair with C. //	AはTとのみペアになり、GはCとだけペアになる //
One chain is a reflection of the other. //	片方の鎖は、もう片方の鎖の写し鏡になる //
This means / that if you know the order of bases along one chain of DNA, / you immediately know the order of the other. //	つまり / DNAの片方の鎖の塩基配列がわかれば / ただちにもう片方の配列もわかる //
If you break the double helix apart into two separate chains, / each chain can act as a template / to recreate a perfect copy of its original partner chain. //	二重螺旋を一本ずつの分離した鎖に分けると / それぞれの鎖は鋳型として振る舞うことができる / もとの相手の鎖とまったく同じ複製を再現するための //
This is the way / that cell division takes place without almost no copy errors. //	こういう方法で / 細胞分裂はほとんど複製エラーなしに実行される //

The Gene: Life as Information #4

If DNA is an encoded blueprint of the cell and the whole human body, /	DNAが細胞や人体すべての暗号化された設計図だとすれば /
how does each cell decipher these encrypted messages to build proteins? //	各々の細胞はどのように暗号メッセージを解読しタンパク質を組成しているのか? //
Let's go back to the analogy of DNA and digital devices /	もう一度、DNAとデジタル機器の類似点に話を戻そう /
and see what happens when you text your friend "Hi." //	そして、あなたが友人に"Hi"と送るときに実際に起きていることを見てみよう //
One letter on computers is encoded into 8-digit binary code. //	コンピュータ上の1文字は2進数8桁に暗号化される //
For example, capital H is represented as 01001000. //	たとえば、大文字のHは01001000と表される //
When you text your friend "Hi," /	あなたが友人に"Hi"と送るとき /
what you're actually sending is just a 16 digits of 0 and 1 //	実際に送られているのはただの16桁の0と1の羅列だ (Hi=01001000 01101001) //
Genetic code functions quite similarly. //	遺伝暗号の機能のしかたも非常に似ている //
DNA consists of 4 bases—A, T, G, C. //	DNAはA, T, G, Cの4つの塩基で構成されている //
And three bases come together to carry one piece of information. //	そして塩基は3つで1つとなり、1単位の情報を伝えている //
But why does it have to be three-letter code? //	しかし、なぜ3文字暗号である必要があるのだろうか? //
A protein is created from twenty simple chemicals named amino acids. //	タンパク質は20種類のアミノ酸と呼ばれるシンプルな化学物質からなる //
A quaternary code of single digit would only represent four amino acids. //	1桁の4進数は4種類のアミノ酸しか表現できない //
A two-digit would code for 16. //	2桁の4進数は16通りの情報を暗号化できる //
A triple digit of quaternary code can represent 64 messages, /	4進数は3桁で64通りの情報を表すことができ /
enough to express 20 kinds of amino aids and how to control them. //	20種類のアミノ酸とその制御方法を表現するには十分だ //
For example, ACT specifies the amino acid Threonine, /	たとえば、ACTはトレオニンというアミノ酸を指定している /
and ATG is the code to start the building of a protein. //	また、ATGはタンパク質の組成を始める信号だ //
By the end of the 20th century, /	20世紀の終わりには /
entire genomes could be sequenced. //	ゲノム全体の配列を決定することができた (=ヒトゲノムの配列が判明した) //
This was the goal of the Human Genome Project, /	それはヒトゲノム計画の目標だった /
a \$100 million ten-year effort. //	(ヒトゲノムの解析には) 1億ドルと10年の時間がかかった //
Since then, though, the price has plummeted. //	しかし、それから価格は大幅に下落した //
Today, sequencing a human genome takes a few days /	いまでは、ヒトゲノムの配列決定は数日で完了する /
and costs less than \$1000. //	1000ドル以下のコストで //
It was a major step forward for biology and for medicine. //	それは生物学と医療にとっての大きな進歩だった //
When you understand your genome, /	あなたのゲノムがわかれば /
you will learn the diseases to which you're most susceptible, /	もっとも罹りやすい病気を知ることができ /
and, more importantly, how to prevent and cure them. //	さらに重要なのは、その予防や治療の方法を知ることでもできる //

The genome contains the memory / to build every cell in every tissue in every organism. //	ゲノムは記憶を収容している / あらゆる生物のあらゆる組織のあらゆる細胞を作るための //
All the cells in your body / have the same collection of 3.2 billion DNA letters. //	そして身体のすべての細胞は / 同じ32億文字のDNAの集まりを持っている //
The next question is; / what distinguishes a brain cell from a liver cell, / a skin cell from a bone marrow cell, / even though they have the exact same set of DNA? //	次の疑問は / 脳細胞と肝臓細胞を分け隔てるものは何か? / 皮膚細胞と骨髄細胞を (分けるものは何か?) / まったく同じDNAの一式を持っているのにも関わらず //
When the cell reads its genetic information, / DNA code is transcribed into a messenger RNA code. //	細胞が遺伝情報を読み込むとき / DNAの暗号はメッセンジャーRNAの暗号に転写される //
The RNA copy then moves from the nucleus to the cytosol, / where its messages are decoded to build a protein. //	RNAの複製は次に細胞核から出て細胞質に移動する / 細胞質でRNAのメッセージが解読され、タンパク質を組成する //
But the transcription to RNA is done selectively; / not all DNA is copied into RNA. //	しかしRNAへの転写は選択的に行われる、つまり / DNAのすべてがRNAに複製されるわけではない //
The key to understand this mechanism is gene regulation, / the set of chemical reactions which cells use to turn genes 'on' and 'off'. //	このメカニズムを理解する鍵は、遺伝子制御だ / 遺伝子をオン/オフにするために細胞が使う一連の化学反応だ //
For example, the cells in your kidney, skin and brain / all contain the same total set of 22,000 genes. //	たとえば、腎臓の細胞や皮膚細胞、脳細胞は / すべて同じ組み合わせの2万2000個の遺伝子を持っている //
Gene regulation means / the genes needed to make a kidney were turned 'on' / in embryonic kidney cells, / and those that function specifically to create skin or brain were turned 'off' / and vice versa. //	遺伝子制御とはつまり / 腎臓を作るのに必要な遺伝子をオンにする / 胚芽の状態の腎臓細胞で / 皮膚や脳を作るために機能する特定の遺伝子はオフになる / また逆もしかり //
Once the growing embryo instructs cells to be kidney cells, / they remember that information and rarely change their identity. //	一度、成長中の胚が腎臓細胞になるよう指示すると / 細胞は情報を記憶し、アイデンティティを変えることはほぼない //
Once a cell is determined to be a kidney cell, / it will remain part of the kidney / by turning off unnecessary information. //	一度、細胞が肝臓細胞になるよう定められると / それは腎臓の一部であり続ける / 不必要な情報をオフにすることによって //
This mechanism of turning genes on and off is called "epigenetics." //	この、遺伝子をオン/オフする仕組みはエピジェネティクスと呼ばれる //
It does not change the DNA sequence of the genes themselves; / instead, it works by adding chemical 'tags' to the DNA. //	それは遺伝子のDNAの配列それじたいを変えるわけではない / 代わりに、DNAに化学的な「タグ」を付けることで機能する //
These tags tell which genes should be on and off. //	これらのタグはどの遺伝子がオン/オフかを指示している //
Only parts of genes that are "on" / are selectively transcribed into messenger RNA to build proteins. //	オンになっている遺伝子のみ / 選択的にメッセンジャーRNAに転写され、タンパク質を組成する //