

## 伊東 孝紳

本田技研工業株式会社  
代表取締役  
社長執行役員

### Takanobu Ito

President, CEO and Representative Director,  
Honda Motor Co., Ltd.

#### いとう・たかのぶ

1978年本田技研工業に入社。1998年ホンダR&Dアメリカズ副社長。2000年本田技研工業取締役、本田技術研究所常務取締役。2003年本田技術研究所社長。2005年鈴鹿製作所長。2007年専務取締役・四輪事業本部長。2009年本田技術研究所社長再就任。2009年6月より本田技研工業代表取締役社長と兼務、2011年より代表取締役社長執行役員、現在に至る。

#### Takanobu Ito

Ito joined Honda Motor in 1978. He was appointed Vice President of Honda R&D Americas in 1998; Director of Honda Motor and Managing Director of Honda R&D in 2000; President of Honda R&D in 2003; General Manager of Honda Motor's Suzuka Factory in 2005; and Chief Operating Officer of Automobile Operations in 2007. In April 2009, Ito again assumed President and Director of Honda R&D, and concurrently served as President and CEO of Honda Motor from June 2009. He has been President, CEO and Representative Director of Honda Motor since 2011.

## デニ・ルビアン 博士 第33回本田賞受賞者

### Denis Le Bihan

Laureate of the 33rd Honda Prize

#### デニ・ルビアン

1984年パリ大学医学博士、1987年物理学博士。1987年アメリカ国立衛生研究所放射線診断研究部門主任。1991年ジョージタウン大学病院放射線科臨床准教授。1999年フランス・オルセーCEAフレデリック・ジョリオ動労病院解剖学・機能的神経画像研究所長。2000年よりフランス連邦脳機能画像研究所長、フランス・ニューロスピン (NeuroSpin) 超高磁場MRI研究センター所長、京都大学医学研究科附属脳機能総合研究センター脳機能画像領域客員教授、現在に至る。

#### Denis Le Bihan

Le Bihan obtained M.D. in Medicine in 1984 and Ph.D. in Physical Sciences from University of Paris in 1987. After graduation he became Chief of the Diagnostic Radiology Research Section of the National Institutes of Health in U.S.A. in 1987, and Clinical Associate Professor of Radiology of the Dept. of Radiology in Georgetown University Hospital in 1991. He served as Director of Laboratory of Anatomical and Functional Neuroimaging in the Service Hospitalier Frédéric Joliot, CEA, Orsay, France in 1999. At present, he has been Director of Federative Research Institute on Functional Neuroimaging in France; Invited Professor of the Human Brain Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine in Japan. Since 2007, he is also Director of the NeuroSpin, CEA-Saclay in France.

# 伊東孝紳 × Denis Le Bihan



# あくなき探求と挑戦こそ 持続可能な社会を築き上げる

Initiative Spirit of Inquiry and Tireless Efforts  
Toward A Sustainable Society

拡散MRI技術の基礎から臨床応用までを確立して急性脳梗塞患者を救う道筋をつけ、脳機能の解明に迫ろうとするデニ・ルビアン博士。ヒューマノイドロボット・ASIMOを生んだ本田技研工業・伊東孝紳社長。自然や生命活動に謙虚に学ぶ研究や技術開発の重要性について語り合った。

In the course of his research into human brain functions Dr. Denis Le Bihan has established the basis of the Diffusion MRI modality, whose clinical application has saved great many patients suffering from acute stroke and other neurological disorders. Mr. Takanobu Ito has led the company whose diverse research interest has brought forth the humanoid robot ASIMO. They talked about the importance of modestly learning nature and vital activity for future research and technological advance.

**伊東** 今回博士が受賞された、拡散MRIとはどのようなものなのか、簡単にご説明いただけますか。

**ルビアン** まずMRIについて説明いたしましょう。レントゲンやCTは骨を写しますが、MRIはラジオやテレビと同じ周波数のRFを照射し、脳内の水分子を磁化して映像化します。非常に強力な磁場を使うのですが、3Dで詳細に脳内の様子を映像として捉えることができます。

**伊東** 私も少し予習をしたのですが、水素の原子核はある周波数のRFをいったん吸収し、またそれを放出するという特性を持っているそうですね。強い磁場をかける必要があるのはなぜですか。

**ルビアン** MRIで使う磁場は地球の磁場の3万倍、現在私の研究所・ニューロスピンでは、地球の23万倍の磁場を世界で初めて使おうとしています。

水素原子核はきわめて小さな磁場しか生じないので、鮮明な画像を得られるように磁化するには、そのくらい強力な磁場をかける必要があるのです。

今回の本田賞は、私の拡散MRIの業績に対していただいたものです。拡散とは分子のブラウン運動を意味します。私はMRIを使って水分子の動きを映像化することに成功いたしました。

**Ito** Dr. Le Bihan, you received Honda Prize mainly for Diffusion MRI. Would you briefly explain what it is?

**Le Bihan** OK. While X-ray and CT devices capture images of bones, MRI devices visualize magnetized water molecules inside the brain by applying pulses at the same frequency we use for radio and television. MRI magnets are used in an extremely strong magnetic field so we can obtain very fine three-dimensional images of internal brain.

**Ito** For this talk I did some prep, and learned that the MRI radio frequency pulse is specific only to hydrogen atoms and their nuclei have the property of emitting energy they previously absorbed. Why do we have to apply energy in a strong magnetic field?

**Le Bihan** For MRI we use a magnetic field 30,000 times stronger than the Earth's. Our NeuroSpin laboratory is about to use one 230,000 times stronger than the Earth's. All these are because hydrogen nuclei generate a very weak field. Quite a powerful magnetic force is required to obtain crisp images.

The Honda Prize committee recognizes my work for Diffusion MRI, and "Diffusion" here means the Brownian motion of water molecules. I succeeded in visualizing their movements in vivo by my MRI technique.

**Ito** Exactly what kind of things can we learn from Diffusion MRI images?

私の夢は人命を救い、  
大切な身体機能を失った人の助けとなることです。——デニ・ルビアン

My motivation has always been to save people's lives,  
especially aiding those who lose vital body functions. ——Denis Le Bihan

**伊東** 博士の拡散MRIを使うと、どのようなことがわかるのでしょうか。

**ルビアン** 脳梗塞が起きると脳の血管が詰まり、血流が止まるため、その先の細胞が壊死してしまいます。かつては脳梗塞に対してほとんど打つ手がなく、亡くなったり重い障害が残る場合がほとんどでした。しかし拡散MRIを使いますと、梗塞が起きた場所でブラウン運動が減衰する様子がはっきりと映し出されます。発症の初期段階に拡散MRIで診断すれば、脳の血管のどの部分が詰まっているかがわかります。そこに梗塞を溶かす薬を投与することによって1分以内に血流が戻り、大きな後遺症なく回復することができます。

**伊東** それはすばらしいですね。まさにエコテクノロジーの精神に合致したものです。ところで、博士の研究のモチベーションとなっているのは何でしょう。

**ルビアン** 私にとって最大のモチベーションは夢です。先ほどASIMOを拝見して、また新たな夢が生まれました。

私は拡散MRIを使って脳のどの部分がどのような機能を司るのかマッピングしようとしています。脳が損傷を受けると体の一部が動かなくなることが多いため、リハビリでも機能回復が望めない場合には、ASIMOのようなロボットが人間の失われた機能を代替できるだろうと期待しています。

## 脳や細胞という自然を学び 生命の成り立ちに迫る

**伊東** 我々はヒューマノイドロボットをつくろうとASIMOの開発を進めてきました。最初にチャレンジしたのは二足歩行です。今ASIMOは走り、指を動かし、相手と会話するところま

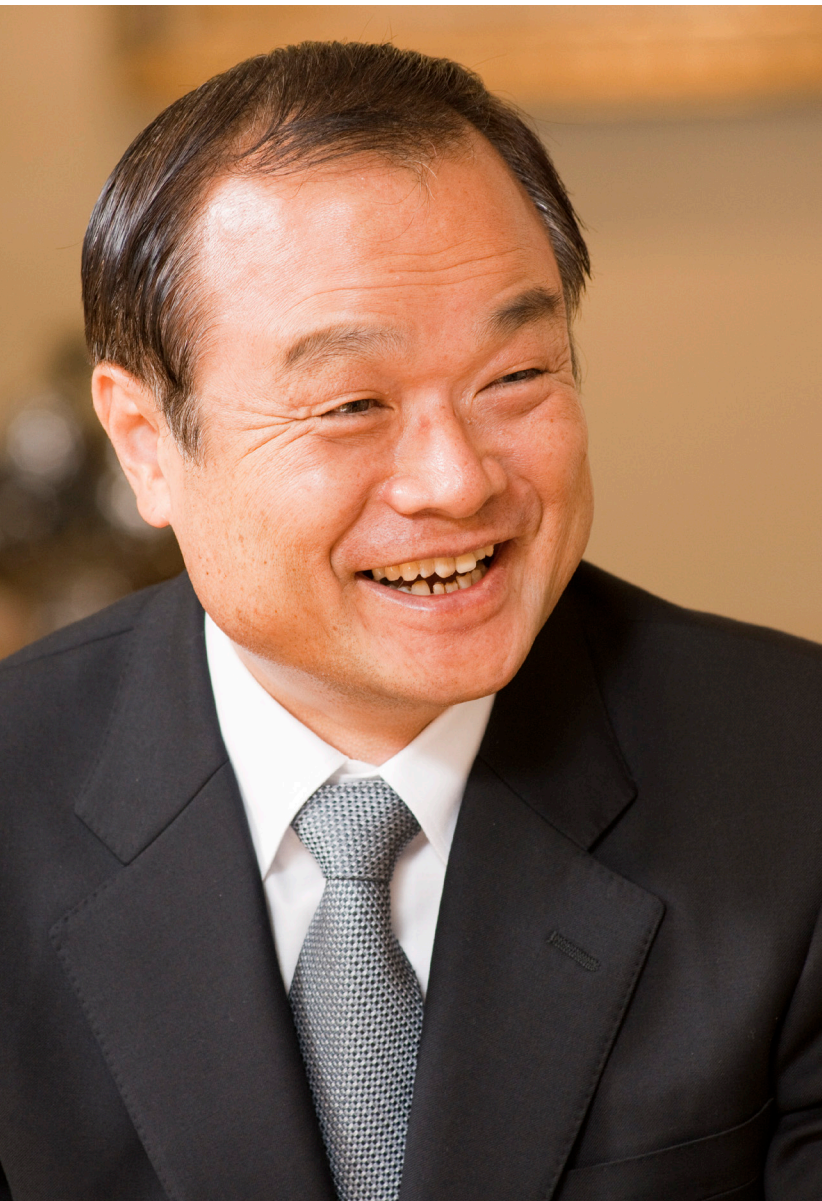


**Le Bihan** A stroke blocks blood vessels and resultant lack of blood supply causes necrosis. Before Diffusion MRI what we could do about strokes was very limited, and patients either died or became profoundly-disabled. With Diffusion MRI, we visualize deteriorating Brownian motions of water molecules. If patients are diagnosed in the first few hours, we can identify the exact spot the blood stream is blocked. So if we promptly



究極のサステイナブル・ワールド（持続可能な世界）とは  
水素と水の循環によるものだと思います。——伊東 孝紳

I think the ultimate sustainable world  
could be built on the sound circulation of hydrogen and water. ——Takanobu Ito



infuse the thrombolytic drug into the clot, the blood stream will be back in force within a minute and most patients will recover without severe after-effects.

**Ito** That is wonderful. It fits in very well with the spirit of ecotechnology. What has motivated you towards all these achievements?

**Le Bihan** The shortened answer would be dreams. Yet another dream came to me when I met ASIMO earlier today. For I am now working on a project that aims to map all the connectivity inside the brain to identify what part plays what role. Once our brain is damaged, quite often we cannot freely move certain parts of our body anymore. I felt ASIMO could do things for us in cases where rehabilitation won't work.

**Imitate Nature: Incorporating Knowledge on the Brain, Cells, And Other Life Systems into Technological Advance**

**Ito** In our enterprise to create humanoid robots which led to ASIMO, biped walking was the first and foremost challenge. Now ASIMO can run, move his fingers, and have a simple conversation with humans; but every time we added a new function, ASIMO's built-in computers as well as batteries needed to be several orders of magnitude more powerful than previous versions. As ASIMO "evolves," we have come to realize how incomparable our brain's capacity is. So is it your dream to analyze and fully understand the inner workings of the brain and its nerve system through your mapping project?

**Le Bihan** My motivation has always been to save people's lives, especially aiding those who lose vital body functions. My ultimate dream is to create a brain-machine interface based on the brain map that people can operate by just thinking what they want it to do. That interface would receive command signals directly from the brain of a disabled person, and drive cars or fly airplanes for him or her.

**Ito** Our company is also trying to create vehicles

**ルビアン** 私の夢は脳の解析を通して、大切な身体機能を失った人の助けとなることです。将来的にはマッピングをもとに脳と機械とのインターフェイスを創り、考えただけで機械を動かせるようにしたいのです。いつか、脳からの信号を直接機械が受け取り、車の運転や飛行機の操縦が可能になる日が訪れてほしいですね。

**伊東** 我々も障害者の方々が運転できる車を開発していますが、おっしゃるような技術ができれば、ハンディキャップを持った方でも自由に車で移動できます。我々の夢にもつながる分野を切り拓いているのが博士の研究なのですね。

**ルビアン** 私はロボットの専門家ではないのですが、ロボット開発にはやり方が2つあると思います。コンピューターを活用して人工的に造っていく方法と、自然を真似る方法です。人間がどうやって歩くかを理解することでASIMOは歩行ができるようになったのですから、自然を真似るほうが理に適っていると思いますし、ロボットの研究をすることで、人間の機能への理解がさらに深まると思います。

**伊東** 我々はASIMOを歩かせるために、まず人間の歩行がどういうものかを分析しました。学んでいけばいくほど、人間の機能は非常に完成されたものであるとつくづく感じますね。

**ルビアン** さきほどASIMOがたくさんのバッテリーを必要とするというお話がありましたが、人間の脳もたくさんのエネルギーを消費します。体全体のエネルギーの25パーセントは脳が消費するので、ほとんどの血流は脳に行きます。そして水が運んだ栄養分を細胞内のミトコンドリアが取り込んでエネルギーに変えている。  
水は生命にとって非常に大切であり、決して無駄にしているいけない自然の贈り物です。水、そして水素エネルギーは今後、より大切になっていくと思います。

**伊東** 太陽が水素の核融合反応で熱エネルギーを放出し、それを地球が受け取って生命活動が成り立っています。水素はすべての源であることは間違いない。また地球に水があったからこそ生命進化が始まったのですから、我々の永続性は水と水素抜きに考えられません。究極のサステイナブル・ワールド（持続可能な世界）とは、水素と水の循環によるものだと思います。

**ルビアン** 私と同じような考えを伊東社長が持っておられるのは嬉しいことです。実に脳の80パーセントは水であり、脳内にある分子の10分の9は水が運んでくるのです。  
拡散MRIを用いて脳組織にどのように水が取り込まれど

that handicapped persons can drive. If the kind of technology you dream of comes true, they can freely travel with cars. It seems what your research is cultivating could connect to what we do to fulfill our dreams.

**Le Bihan** I'm not a robotics expert, but I think there are two options for robot development: One option is to artificially design machines from scratch by using computer calculations, and the other is to mimic natural things. ASIMO has become able to walk as your developers understand how humans walk. In my opinion it is more reasonable for us to imitate nature. In many ways working on robots deepens our understanding of what human brain functions really are.

**Ito** True. We started to study how humans walk so ASIMO can walk upright on two legs. The more we studied, the more we learned how perfect and complete human functions are.

**Le Bihan** You mentioned that ASIMO consume a lot of batteries. Our brains consume a lot of energy, too. The brain spends one quarter of the amount of energy our entire body uses. Most of blood stream flows into the brain, and mitochondria inside brain cells convert nutrition transported by circulating water into energy.  
Key here is water included in blood. It is vitally important for life and a nature's gift that we should never waste. I think water and energy derived from hydrogen will play increasingly important roles in our future society.

**Ito** Yes, the Earth receives thermal energy emitted from the nuclear fusion reactions of hydrogen nuclei on the Sun and sustains life activity. Hydrogen is no doubt the origin of all vital actions. Our civilization won't exist either without water and hydrogen; in the first place, all lives began to evolve because there was bountiful water on this planet. I think the ultimate sustainable world could be built on the sound circulation of hydrogen and water.

**Le Bihan** I am glad to learn you and I have similar views. In fact the brain is 80% water, and the brain cells are 90% water molecules. I believe Diffusion MRI helps us fully understand the mechanisms of what and how we feel and think by studying how water behaves after absorbed in the cerebral tissue. When we think, neurons inside our brains use energy and transform themselves. Probably these brain inner workings hold the key for future energy issues. Human brains are slower than computers. The computers I own are much faster than me in terms of data processing, but my brain is far more powerful in terms of creativity.



ういう振る舞いをするのか研究することで、心の動きや思考が解明できると思います。ニューロンは常にエネルギーを消費しながら変化し、それによって私たち人間は考えています。これからのエネルギーを考える鍵は、脳にあるのかもしれませんが。人間の脳は、コンピューターに比べ処理速度はゆっくりです。おそらく私の持っているパソコンのほうが私の脳より速く情報処理をしているでしょう。しかし脳のほうがずっと創造的でパワフルです。

そのように生命細胞はクリーンなエネルギーを非常に低コストでつくっていますから、エンジニアは自然を真似し、生命から学んでいくべきだと思います。化石燃料は過去の生命をエネルギーに変えていました。これからは細胞という生命エネルギーのありかたを研究して、将来に向けて活用していければよいと思うのです。

## 未来へのビジョンが 技術を変革し社会を変える

**伊東** 私どもの会社は人の暮らしを便利に、もっと楽しくしたいと考えており、そこに我々のビジネスの根源があります。しかし現在、持続可能な社会と、我々のテーマである自由な移動の喜びを両立させる必要が出てきました。それは非常に難しい命題ですが、必ず成し遂げなければいけないことです。いかにそれに寄与する技術やビジネスの仕組みを提案できるかという競争を民間企業はしており、我々は常にそのリーダーでありたいと考えています。

人間および生物が水なしでは語れないのであれば、技術進化や革新の方向も水を大切に作るものでなければならない。それがサステナブル（持続可能）な社会づくりの大きなキーワードだと、今日のお話のなかで改めて思いました。

**ルビアン** これからの私の目標は、もしニューロンにもDNA配列のようなコードがあるとするならば、脳機能にどのようにニューロンのコードが関与し活動をするのかを解明することです。そのためにはさらに強力な磁場が必要です。私どもの研究センターでは、現在の10倍以上の精度で映像化できるMRIを開発しています。

また精神疾患の患者さんは脳を見るかぎりにおいて異常はありませんが、回路のどこかに何らかの問題があるのだろうと考えられています。この研究が進んでいけば、やがては精神疾患の治療法も確立され、社会にもたいへん役に立つでしょう。

**伊東** 我々は太陽光発電によって水を電気分解し、溜めた水素で走るクラリティという燃料電池電気自動車を長年研究し、埼玉県庁に設置しました。太陽光エネルギーで自動車を走らせるのが、私が究極のモビリティについて描いている夢です。

To put it another way, biological cells can produce energy in a very low-cost way. This is where engineers should delve more into our life system. They should imitate nature, so to speak. Fossil fuels are the conversion of dead lives of the past into energy. Going forward we better study more about the energy plant called cells, and think about how to mimic the energy circulation system called life.

## Coherent Vision for the Future Advances Technology for Better Society

**Ito** Honda Motor's mission has always been with our aspirations to make people's lives more convenient and joyful. What we are faced with today is the issue of how we help build a sustainable society without sacrificing our quest for the amenity of free travel. It is a quite difficult challenge, but we must make it.

We want to be at the forefront of completion towards that goal in terms of both technological contributions and business practice.

Because water is indispensable for life including human activity as you stressed, our technological progresses and innovations must take it into account. Today's talk with you is a fresh reminder that water is the key for building a sustainable society.

**Le Bihan** In my view, neurons may have a code system similar to the DNA's sequence alignment. If so, we can deepen our understanding of the brain by studying how such system controls the cerebral functionality. Yet more powerful magnets are necessary to do further specific study like this. Actually our NeuroSpin is developing an MRI system that produces images 10 times finer than now.

When you diagnose patients with mental disorders like schizophrenia and autism, their brains are visually just fine. We think these disorders come from some defects in their brain circuits. I hope further MRI study would soon lead to the establishment of decisive treatments and make great contributions to these people and the society at large.

**Ito** Some years ago we delivered a hydrogen fuel-cell car called Clarity to the Saitama Prefecture Office after a long development period. It runs on electricity generated by a catalytic reaction that combines hydrogen gas and oxygen, using the reverse of the principles of electrolysis. The car still needs refueling stations, but my ultimate dream as a mobility company leader is to create a vehicle that runs on a built-in solar power generation system. If each person becomes able to have a solar energy-electricity conversion system and uses hydrogen as a primary energy

まだ効率の悪さがありますが、太陽光エネルギーを電気に変え、水を電気分解して水素にし、移動も生活も賄えれば究極のクリーンなエネルギー循環ができます。それが広がる技術を早く創り出したい。そこで効率のいい燃料電池をいま一生懸命開発しています。ソーラーパネルも、水を電気分解で高圧水素に変える部分も、もっともっと進化させ効率のよいものにしたいですね。

**ルビアン** 揺るぎないビジョンを持って社会を変えようとしている御社を、心から尊敬いたします。

source for both travel and living, it would be a definite form of clean energy circulation. Honda wants to create technological basis to spread this kind of energy circulation as soon as possible. For this end, we are now working on far more efficient fuel cells. Solar panels also need to be improved so they can more efficiently apply electrolysis of water to produce high-pressure hydrogen gas.

**Le Bihan** I really respect your company that strives to change the society with a coherent vision.

