



**日本国際賞 2010
受賞記念講演会**

**JAPAN PRIZE 2010
Commemorative Lectures**

プログラム 4月22日(木) 有楽町朝日ホール

- | | |
|---------|---------------------------------|
| 6:30 PM | 開会 主催者挨拶 |
| 6:40 PM | ピーター・ヴィトーセク博士 「島から見た地球の環境変化」 |
| 7:40 PM | 岩崎俊一博士 「垂直磁気記録の開拓と実現」 |
| 8:40 PM | 閉会 |

2010年(第26回)日本国際賞受賞者



「生物生産・生命環境」分野

ピーター・ヴィトセク博士（米国）

スタンフォード大学生物学部教授

1949年生まれ

授賞業績

窒素などの物質循環解析に基づく地球環境問題解決への貢献

島から見た地球の環境変化

私は、文化的にも生物学的にも興味深い島、ハワイで生まれました。ハワイは、経済的には米国と少数派の白人によって支配されていましたが、1959年にアメリカ合衆国の州になるまでは、日系人が政治的に大きなプレゼンスを持っていました。その当時、ハワイ先住民の権力と影響力は極めて少なかったのです。しかしながらハワイの歴史と文化は、地名や歴史の中に、そして学校で教わった神話や伝説を通じて私たちの中に浸透していました。大人になって知ったのですが、この力強いアジア人とハワイ先住民が、ハワイを合衆国本土の各州とは全く異なる州として形作ったのです。この島で育ったこと、そして奥深い歴史ある島の文化からの影響が私の科学に対する価値観、そして世界観を形成したのだと最近思うようになりました。

1967年、私は、ハワイを離れ、マサチューセッツのアムハースト大学に入学し、政治学を学びました。しかし大学3年の時、幸運にも科学文献に関するコースを取り、それに触発され、生態学を学びたいという気持ちへと移っていきました。政治学の学位を取得すると同時

に、当該分野の経歴も短く浅い私でも受け入れてくれる生態系生態学の博士課程を探しました。幸運にもダートマス大学が私にチャンスを与えてくれました。1975年に博士号を取得した後、インディアナ大学とノースカロライナ大学で教鞭を取り、その後1984年にスタンフォード大学に移りました。大部分の人たちがそうであるように、振り返ってみると、このような幸運が私の勉学と成長に大きな役割を果たしました。中でも、幼少期に進む道を狭めてしまわない体制の中で育ったことは私にとって幸運でした。

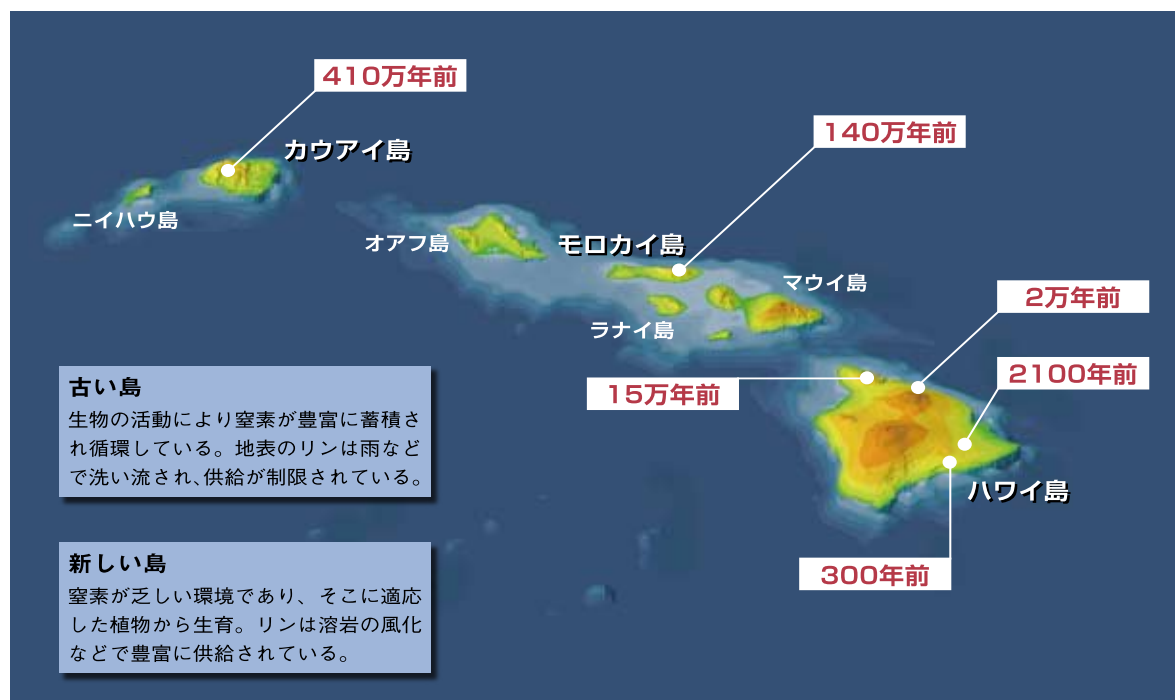
さて、元素循環の科学である生物地球化学に話を移します。ここでは、生物地球化学的循環に人間が加える変動に焦点を絞ってお話しますが、これらの循環における変化を評価し、その変化による影響を低減するシステムを管理できるかどうかは、私達の生物地球化学の基本的な理解にかかっているといえます。人間による影響という点では、知識のある多数の人々は、少なくとも1997年の京都会議(COP3)以降、1つの生物地球化学的循環、即ち、炭素循環については知っています。しかし、

私たち人間が、炭素循環よりも化学肥料で使用されている窒素やリンなど他の元素の地球規模の循環をより大きく変化させたということは余り認識されていません。窒素やリンなどを添加する効率は低く、穀物のために使用しても、かなりの部分が無駄となって環境の中に失われていくこととなります。窒素は特に移動性が高く、複数の経路で移動します。現在の人間の活動による窒素やリンの放出は、大気中や海洋に自然に放出される窒素やリンの流量と同等もしくはそれを超えています。それにより、小川や湖及び沿岸海洋の富栄養化が起こります。私たちは、生物生産はよいものと考えがちですが、富栄養化現象を見れば過ぎたるは猶及ばざるがごとしであるとわかります。

元素循環の変動から生じる富栄養化が拡散する中であって、富栄養化抑制の効果が成功した場合もあれば、そうでない場合もあります。農業における栄養素の損失をコントロールするために、私たちにはどんな課題とチャンスがあるのか、これはメキシコのヤキ峡谷を見

るとよく分かります。私のパートナーであるパメラ・マトソン（Pamela Matson）が率いる学際的研究グループは、集中的に灌漑し、施肥した畑から極めて多量の窒素が失われていることを実証しました。その後、このグループは麦の収穫量とその品質の両方を維持しながらも、必要とする化学肥料を減らし、環境中への窒素損失を大幅に低減する施肥の代替方策を開発しました。また、峡谷での意思決定システムを研究し、リスクを避けたがる信用組合が化学肥料の使用の決定に大きく関係していると判断しました。そこで、信用組合と共同で、個々の農民が十分な化学肥料を使用していることを組合が納得できる技術的な方法を開発しました。その結果、今ではより少ない施肥量による栽培がヤキ峡谷で幅広く実践されています。経済が急速に成長している国々では、効率や生産レベルを超える量の化学肥料が使用されており、これらの国でも同じように、より少ない肥料での農業が可能となります。

農業システムにおける生物地球化学について



ハワイ諸島の誕生と物質循環の変化

て論議することにより私が示したい重要なポイントは、地球システムの人間による変化が、すでに実際に起きており、且つ広く拡大しているということです。このような人為的な変化に対応して、多くの生物地球化学者や、他の科学者も研究テーマの選び方を変えてきています。広く言えば、この新しい方向性は、地球変動に部分的に焦点を当てた科学から、持続性を目指した移行を支える役割を明確にする科学へと変わってきていると特徴づけることができます。世界そのものを理解し、人間が世界に与える影響を理解しようとするだけではなく、より持続可能な生き方へと導いていくようなアプローチがこれからの科学の主流であり、重要な部分となっていくことを信じると同時に願って止みません。

ここでハワイや太平洋の他の島々の話に戻ります。これらの島々を発見したポリネシア人たちは優れた探検家でした。彼らは、自分たちが植民地化したそれぞれの島にそれぞれ大きく違った社会を構築しました。住み着いた人た

ちにとっては、これらの島自体が地球全体であったのです。ポリネシア人社会も、彼らの島という世界にも“地球”変動が起これ、更なる持続可能な暮らし方への移行が必要になったのです。資源搾取的なシステムから持続可能な社会生産システムへ目覚ましい移行を行った社会もありましたが、いくつかの社会は調整に失敗し、人口減少や人々の健康の悪化に相まって環境悪化にも苦しみました。過去においてそのような移行にはっきりと成功した、又は失敗した文化を持つ島々の研究を行うことによって持続可能性に関し何を学ぶことができるでしょうか。彼らにとって島が世界の総てであった時に何世代にも亘って形成されてきた島の人々の考え方は、持続可能な文化への有用な指針となり、そのような世界の挑戦に大きな貢献ができるものと私は考えます。ポリネシアの或るリーダー達は、そのような考え方を明瞭に思い描いており、私たちは彼らの努力を支援すべきであります。

2010年（第26回）日本国際賞受賞者



「工業生産・生産技術」分野

岩崎俊一博士（日本）

東北工業大学理事長・東北大学名誉教授

1926 年生まれ

授賞業績

垂直磁気記録方式の開発による高密度磁気記録技術への貢献

垂直磁気記録の開拓と実現

1. はじめに

2005年5月に日本の東芝から世界初の垂直磁気記録方式ハードディスク装置（HDD）を搭載した音楽プレーヤーが発売されました。垂直磁気記録について私が最初に発表してから28年かかったこととなります。その後日米のメーカーからPC用垂直磁気記録HDDが

相次いで市販され、垂直型HDDへの転換が急速に進んでいます（図1）。2010年には全てのHDDが垂直磁気記録方式になるとわれています。まさに、水平型から垂直型への技術革新がかつてないスピードで行われているわけで、その量産と市場化の光景を直接見ることができるのは発明者冥利に尽きることです。

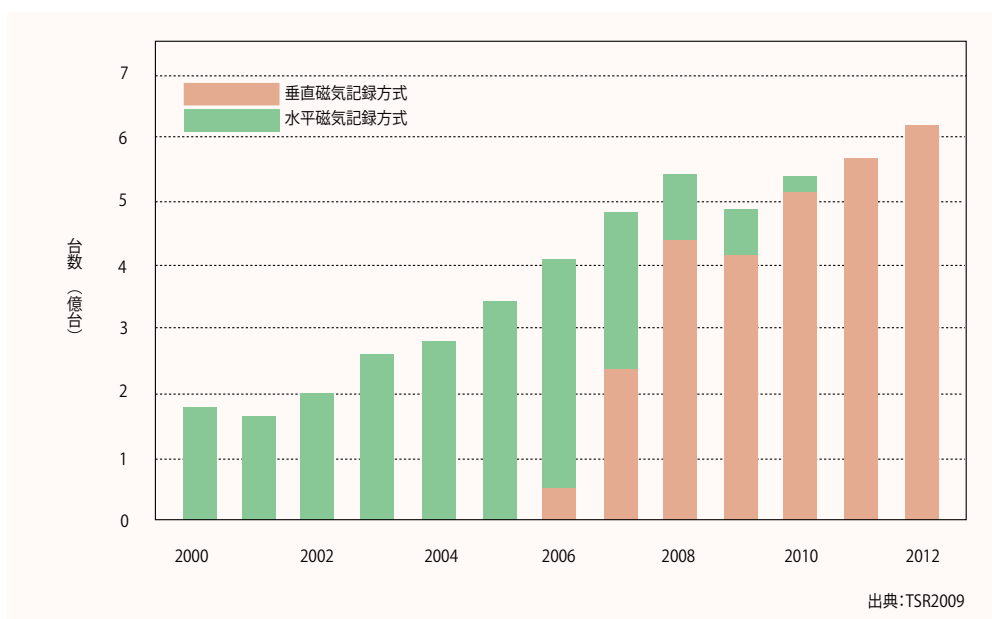


図1. ハードディスク装置（HDD）の世界出荷台数と垂直磁気記録方式の年次推移と予測

あらためて研究を振り返ってみますと、私は1950年から磁気記録の研究を始め、情報の記録密度を高めることを主テーマとして行ってきました。メタルテープの発明に始まり、高密度記録理論の構築を行ってきましたが、1975年頃に記録媒体を面に垂直に磁化する方式が記録密度の向上に有効なことに気がきました。それからわずか3年ほどの間に、単磁極型磁気ヘッド、コバルト・クロム合金垂直磁化膜、垂直・水平磁化膜を組み合わせた2層膜媒体という、現在でも垂直磁気記録の基本構成となっているキー技術を開発し、垂直磁気記録が基本的に可能なことを実証しました。それ以後は実用化を目指して、研究室の総力を挙げて新しい磁気ヘッド、記録媒体、および記録・再生特性の評価を中心に研究を広げてきました。同時に、この研究のテーマの大きさから、日本学術振興会に磁気記録第144委員会を設け、産学連携の先駆とも言える大学と産業界のオープンな協力機関による研究

の推進を行いました。この委員会の研究会は200回を超え、また、垂直磁気記録国際会議 (PMRC) を8回主催しています。さらに、本年5月には第9回のPMRCを主催する予定です。

このように、本研究はきわめて長期間かつ広範囲の協力によって発明の目的を達成しました。これは、研究の始めから不動の開発方針を持っていたことによります。このような例は他には少ないのではないかと思います。

2. 研究のフィロソフィー ～相補性～

新しい研究を遂行することでもっとも迷ったことは、磁気ヘッドや記録媒体、記録挙動など多くの問題の中でどの範囲から採り上げていくかという点でした。これは私たちのデータにより、垂直記録への評価が定まり、また、世の中への広がり方も変わってくると考えたからです。当初は減磁という問題に着目して記録密度を増すことに重点を置きました。しかし、考えが深まるにつれて、垂直磁気記録は従来方

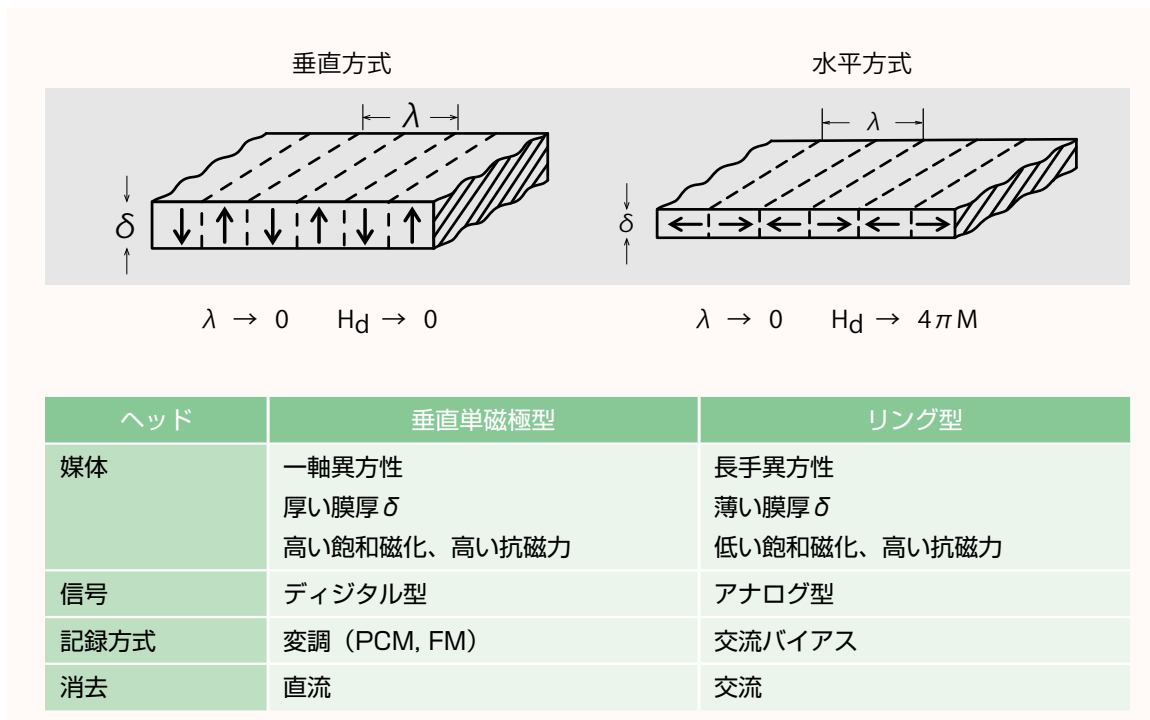


図2. 垂直記録と水平記録の相補性

式である水平磁気記録とは互いに相補的な技術として捉えられることに気付きました（図2）。これは記録したビット（磁化）間に働く力が、水平磁化では反発力が減磁作用を生むのに対し、垂直磁化ではこれが吸引力となり増磁作用を持つという基本的な関係から導かれるものです。

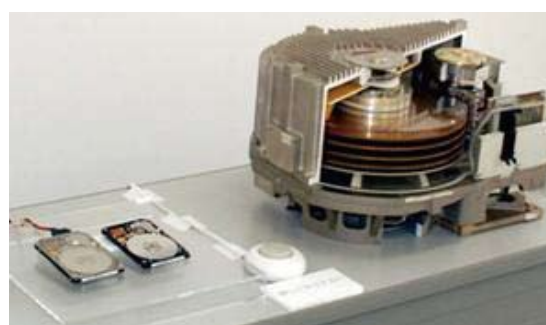
磁気記録には水平と垂直の二つの記録方法があり、私はこの二つの関係を相補的＝コンプリメンタルという言葉で表すことにしました。デュアルという意見もありましたが、コンプリメンタルは単に「二重の」ということではなく、「互いに補足し合って完全にする」という意味です。このコンプリメンタルという考えは、垂直磁気記録を具体的に組み上げていく上で極めて大きな力になりました。従来の水平記録はアナログ型、垂直記録はデジタル型と明確に分けたことも、当時としては大胆な提案でしたが、今では極めて正しい判断だったと考えています。垂直記録と水平記録の相補的な関係を考えると、水平から垂直への転換は、単に記録密度を高めるということ以上に、記録限界が構造的なものから物性的なものへという工学発展の道筋に合致したものと理解できます。

3. 実用化への歩み

以上のように、初期の研究は比較的順調に進みましたが、1990年代になると、磁気記録の中心技術が高密度再生技術に移り、私たちはいわゆる「死の谷」を経験しました。しかし、2000年代に入り、記録密度が100 Gbit/in²に達するとともに、熱減磁による記録の限界が明らかになり、再び垂直磁気記録への移行が始まりました。この「死の谷」の期間を乗り越える上で、先に述べた産学連携の研究体制が大きな力を発揮しました。

私は当初、垂直磁気ディスクの実用化は1990年代と予想していましたが、それは2005

年と遅れてしまいました。しかし、2005年での実現された記録密度は、当初予想した記録密度のトレンドに合致したものでした。垂直、水平両記録方式の記録密度のトレンドを較べると、もし1990年代初めに垂直型への移行を真剣に検討していれば、HDDは他の記録方式に対して今よりも優位な地位を占めることになったと思われます。今後の研究戦略に対する参考例とすべきと思います。



| 現在(左) | | 1980年代(右) |
|-------|-------|-----------|
| 垂直 | 記録方式 | 水平 |
| 135g | 重さ | 35kg |
| 300GB | メモリー量 | 0.3GB |
| 0.4w | 消費電力 | 600w |

図3. 新旧ハードディスク装置（HDD）の比較

2005年以降多くのメーカーが垂直磁気 HDD を市場に出し始め、数年でほぼ全数が垂直型に移行することが予測されています。これはまさにハードディスク分野でのイノベーションといえます。現在の垂直記録型 HDD を25年前の水平記録型 HDD と比較すると（図3）、重さと消費電力が大幅に低減したのに対し、容量は1000倍になっています。このイノベーションは性能の画期的な向上だけではなく、資源とエネルギーの節約にも大きな効果を持つことを示しています。30年前に東北大学電気通信研究所の一室で生まれた着想が、今世界の各地に根付いて、私がモットーとする「社会への統合」の一步を踏み出していることを、研究者として心から嬉しく思っています。

4. 垂直記録の意義

垂直型 HDD の生産規模の大きさ（年間5億台以上）と変換のスピードからみて、これは従来の工業生産の常識を遥かに超えたものと言えるでしょう。トランジスタですらその工業化のスピードはこのように早いものではありませんでした。これらを実現した理由は、垂直磁気記録の原理の卓越さ、および25年以上に亘って組織的研究を続け、さらに学会等を通じて社会的関心をつなぐ努力をたゆまず行ってきたためと考えています。勿論、従来型の記録が性能の限界に達したことも理由の一つです。

垂直磁気記録は、ビット間相互作用の磁氣的吸引力が高密度化を助けるという極めて明白な原理に基づいており、磁気記録の高密度化に対する最も正しい解答といえます。この確信は1990年代における所謂「死の谷」の期間中も揺らぐことはありませんでした。

今改めて110年に亘る磁気記録の進歩を振り返ってみると、磁気記録は、初期のピアノ線記録、これは長さ方向だけの一次元記録といえます、から、磁気テープ、これは平面内の

二次元記録です、を経て垂直磁化を用いる究極の三次元記録に到達したといえます。すなわち、高密度化には最終の形態ですので、今後記録媒体の改善などいろいろあっても、垂直記録という原理は将来も不動と考えられます。

もし、30年前の垂直記録の発明が無かったら、最近のSSDや光ディスクの追い上げによって、磁気記録は姿を消してしまうか、或いは少なくともメモリ分野における今の主要な地位を失うことになったと思われる。現在、磁気ハードディスク装置（HDD）は、数百エクサバイト（ 10^{20} バイト）もの膨大な情報が流通する高度情報化社会を支えています。これは同時に、この膨大な情報を後世に伝える「ロゼッタストーン」の役割を果たすこととなります。脳情報や自分の全歴史が数万円で買えるHDDに記録できる時代になりました。個人の知識、すなわち価値が、飛躍的に増していく新時代が開けつつあると感じています。それは「IT文明」ともいえるものです。

「日本国際賞」(JAPAN PRIZE) とは

～科学技術分野における世界的に権威ある国際賞～

「日本国際賞」(JAPAN PRIZE) とは、「国際社会への恩返しの意味で日本にノーベル賞並みの世界的な賞を作ってはどうか」との政府の構想に、松下幸之助氏が寄付をもって応え、実現した国際賞です。

この賞は、全世界の科学技術者を対象とし、独創的で飛躍的な成果を挙げ、科学と技術の進歩に大きく寄与し、もって人類の平和と繁栄に著しく貢献したと認められた人に与えられるものです。

毎年、科学技術の動向を勘案して決められた2つの分野で受賞者が選定されます。受賞者には、賞状、賞牌及び賞金 5,000 万円（1 分野に対し）が贈られます。

授賞式は、天皇皇后両陛下ご臨席のもと各界を代表する方々のご出席を得、盛大に挙行されます。

この顕彰事業を行っているのが財団法人 国際科学技術財団です。

国際科学技術財団とは

1982年に設立された財団法人 国際科学技術財団は、日本国際賞による顕彰事業のほかに、一般の方々を対象とした「やさしい科学技術セミナー」の開催や若手科学者の育成のための研究助成など科学と技術の更なる発展に貢献するための活動を行っています。



やさしい科学技術セミナー

私たちの生活に関わりのある、様々な分野の科学や技術について、その分野の専門家にやさしく解説していただきます。講演ばかりでなく実験室の見学なども行われ、学生から一般の方を対象に年10回各地で開催しています。



研究助成

日本国際賞の授賞対象と同じ分野で研究する 35 歳未満の若手科学者を対象に、独創的で発展性のある研究に対し、助成を行っています。将来を嘱望される若手科学者の研究活動を支援・奨励することにより、科学と技術の更なる進歩とともに、それによって人類の平和と繁栄がもたらされることを期待します。



ストックホルム国際青年科学セミナー

ノーベル財団の協力でスウェーデン青年科学者連盟が毎年ノーベル賞週間にストックホルムにおいて開催する「ストックホルム国際青年科学セミナー (SIYSS)」に 1987 年以降、毎年 2 名の学生を派遣し、世界各国から派遣された若手科学者との国際交流の機会を提供しています。

財団法人 国際科学技術財団

〒107-0052 東京都港区赤坂2-17-22 赤坂ツインタワー東館13階

Tel : 03-5545-0551

Fax : 03-5545-0554

www.japanprize.jp