

< 講演録 >

京都大学基礎物理学研究所 研究会 複雑システムにおける創造的破壊現象の原理に迫る

日時 2015 年 8 月 6 日 (木) 16 : 10 - 16 : 50

場所 コープイン京都 201

座長 津田一郎 (北海道大学電子科学研究所 教授)

講演 山口栄一 (京都大学大学院総合生存学館 教授)

イノベーションの本質

山口●はじめまして。京都大学思修館の山口栄一と申します。「イノベーションの本質」という題は、村瀬雅俊さんにつけていただいたもので、そこまで深いことを話せるかというのは、ちょっと自信がありません。

もともとの研究のきっかけは、90 年代後半に起こった、日本における「大企業中央研究所の終焉」と呼ぶ現象に端を発します。私は当時、NTT (日本電信電話株式会社) の基礎研究所というところにいて物性物理学の研究をしておりました。この NTT 基礎研究所のみならず、NEC (日本電気株式会社)、SONY 株式会社、それから株式会社日立製作所と、次つぎに中央研究所が壊れてゆく状況を目の当たりにして、「なんでこんなことが起こるのだろう」と思いました。こんなことが起きたら、たぶん 15 年後の日本のイノベーションは壊滅的になると予見しました (その予見は当たりました)。

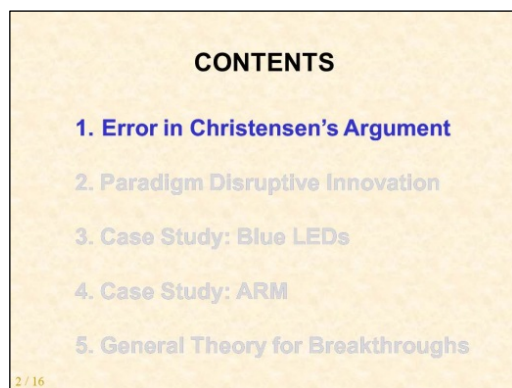
そこで私は、「研究を止めてはだめだ。結局イノベーションまでだめになってしまう」と、大企業の経営者たちを説得しにかかったのです。ところが、ことばが通じないので、すね。ようするに、イノベーションがどうやって生まれるかということに関する考え方が根本的に違うということがわかったのです。

◇スライド1「イノベーションの本質」

そこで、書いたのがこの最初の本、「イノベーション 破壊と共鳴」（NTT 出版）です。これは 1999 年から 2003 年くらいに研究した話をまとめた本で、2006 年に出版されました。きょうの講演では、その前半でこの本のエッセンスをご説明したいと思います。奇妙なことに、いまからお話しする話は、おそらくみなさま方理系の研究者にと



っては「なんだ、こんなのあたりまえじゃないか。あたりまえのことを、なんでこんなに仰々しく言うんだ」という話だと思います。ところが、経営者ないし社会科学の人からみると、まったくわからない。言っていることがなにもわからないという不思議な話なのです。ですから、どこに「分かる、分からない」の境界があるのかというのを見据えながら聞いていただきたいと思います。



◇スライド2「CONTENTS1」

第1は、クレイトン・クリステンセン（Clayton Christensen）の議論からです。クリステンセンという人は、『イノベーションのジレンマ』という、いまだに平積みされているベストセラーを書いた人です。ハーバード・ビジネス・スクールの経営学者ですね。私は 1997 年にこの本を読んで、「まったく、なんてアホくさい間違いをしている

のだろう」と思い、その「アホくさい間違い」がいったいどこに起因するのだろうかということを考えました。ですから最初に、クリステンセンの議論のどこが間違っているのかということをお話します。

CONTENTS
1. Error in Christensen's Argument
2. Paradigm Disruptive Innovation
3. Case Study: Blue LEDs
4. Case Study: ARM
5. General Theory for Breakthroughs

5 / 16

◇スライド 5「CONTENTS2」

第2は、クリステンセンの間違いを正すプロセスで見つけた概念についてです。この概念を表現するなにかいいことばがないかと思って、半年くらいかけて「パラダイム破壊型イノベーション（Paradigm Disruptive Innovation）」ということばを思いつきました。この「パラダイム破壊型イノベーション」をきちんと定義づけておきたいと思っています。

CONTENTS
1. Error in Christensen's Argument
2. Paradigm Disruptive Innovation
3. Case Study: Blue LEDs
4. Case Study: ARM
5. General Theory for Breakthroughs

8 / 16

◇スライド 8「CONTENTS3」

第3が、パラダイム破壊型イノベーションのいちばんよいケーススタディとしての青色 LED の物語です。このイノベーション・プロセスのお話をします。

CONTENTS
1. Error in Christensen's Argument
2. Paradigm Disruptive Innovation
3. Case Study: Blue LEDs
4. Case Study: ARM
5. General Theory for Breakthroughs

10 / 16

◇スライド 10「CONTENTS4」

第4は、ちょっと時間がなくてお話ができないかもしれません。ARM のお話をします。

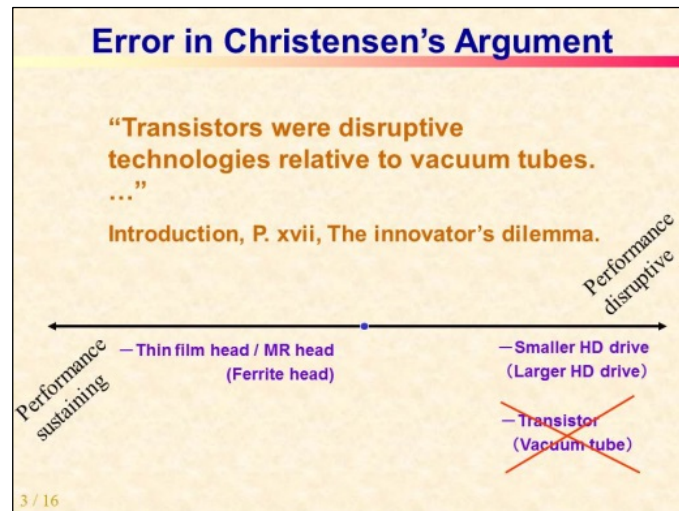
CONTENTS
1. Error in Christensen's Argument
2. Paradigm Disruptive Innovation
3. Case Study: Blue LEDs
4. Case Study: ARM
5. General Theory for Breakthroughs

14 / 16

◇スライド 14「CONTENTS5」

最後に、イノベーションの一般論を体系化しておこうと思います。

◇スライド 3 「Error in Christensen's Argument1」



第 1 の、クリステンセンの議論の間違いについて。クリステンセンは、ハーバード・ビジネス・スクールの博士論文のなかで、こういう話をしました。ハードディスクの歴史を調べてみると、最初に思っていたのは高記憶容量化という歴史です。彼は、この高記憶容量化（スライドの軸の左側）を持続的イノベーション（Sustaining Innovation）と呼びました。この持続的イノベーションは、放っておけば、エンジニアが勝手にやるので、経営学的になんら考慮する必要もないと彼は言います。

この持続的イノベーションではなくて、だいじなのは軸の右側なのだと。つまりハードディスク・ドライブは、14 インチから 8 インチ、5.25 インチ、3.5 インチとしだいに小型化する。これは、じつは技術革新でもなんでもありません。たんに小型化するだけです。ですから、ステップごとに記憶容量が 1 桁ずつ下がっていきます。

こんな風に性能が下がっていったのが起こったか。8 インチのハードディスク・ドライブを、あるしがたいベンチャー企業が売り出したときに、14 インチのハードディスク・ドライブのメーカーは、「こんなおもちゃみたいなものは意味がない」と切って捨てました。その結果、14 インチのハードディスク・ドライブのメーカーは、IBM（International Business Machine Corporation）を除いて、みんなつぶれてしまった。

5.25 インチのハードディスク・ドライブをシーゲート・テクノロジー（Seagate Technology PLC）が売り出したときには、やはり 8 インチのハードディスク・ドライブのメーカーは、みんなバカにした。「こんなおもちゃみたいなものは意味がない」と。その結果、4 社のうち 3 社がつぶれてしまった。

さらに、3.5 インチのハードディスク・ドライブを、あるしがたいアメリカ西海岸のベンチャー企業が売り出したときに、シーゲートはどういう企業行動をとったか。この 3.5 インチのハードディスク・ドライブは簡単につくれます。技術革新でもなんでもありません。

そこで技術部はプロトタイプを簡単につくって、マーケティング部に渡して、「これを売るかどうかを判断してくれ」とお願いした。マーケティング部は顧客に聞いてみた。すると「こんなものは興味がない。もっと記憶容量をあげてくれ」と顧客全員が言ったので、経営陣は売らないと決断した。シーゲートはその後ずいぶん遅れて 3.5 インチをつくりだしたのですが、結果的になかなかラップトップ・パソコンの世界に食いこめなかった。

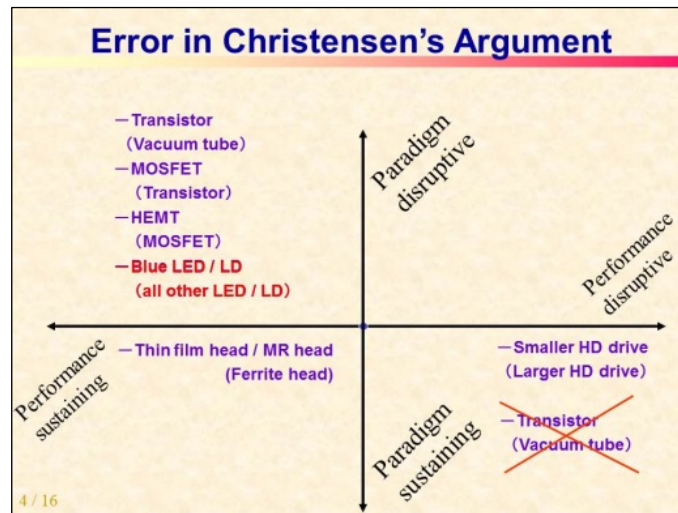
このように、性能を落とすようなイノベーションが起きて市場が攪乱される。このことを、彼は破壊的イノベーションと呼びました。破壊的イノベーションとは、第 1 に「製品の性能を、主流市場では認められないほど落とすイノベーション」のこと。第 2 に「潜在市場が発見され、その潜在市場が主流市場を壊すイノベーション」のことです。

さて、クリステンセンはこういうことも言いました。“Transistors were disruptive technologies relative to vacuum tubes.”つまり、「トランジスターは真空管に対して、破壊的技術であった」。これはもう、完全に間違いであるわけですね。なぜ間違いかという、これは二つの定義を二つとも外してしまっている。

「製品の性能を主流市場では認められないほど落としたか」といえば、トランジスターは、性能を落としたどころか、圧倒的かつ劇的に性能を引きあげたわけです。それから「潜在市場が発見され、その潜在市場が主流市場を壊したか」といえば、トランジスターは潜在市場どころか、最初から主流市場で真空管と戦った。当時でいうと、真空管の市場は、電話交換機、ラジオ、それからテレビでしたが、その主流市場に真っ向勝負して、真空管の市場を全部塗り替えていった。だから、彼の議論は完全に間違っているわけです。

では、これをどう考えなおせばよいのだろうかということから、私は出発しました。彼はトランジスターを図の右側の破壊的イノベーションに分類するのですが、左側の持続的イノベーションに分類されるべきではないかということです。

◇スライド 4「Error in Christensen's Argument2」



どう分類しようかと、私が頭を捻って考えたのが、2次元構造で考えようということです。つまり横軸において、「パフォーマンス」を頭に冠して、破壊的イノベーションを性能破壊型イノベーション、そして持続的イノベーションを性能持続型イノベーションと名前を呼び変えたうえで、もう一つ2次元めの軸を描いて、パラダイム破壊型、パラダイム持続型とよんでおきましょう。

そうすると、トランジスターはパラダイム破壊型イノベーションに分類されるようになる。あたりまえですね。だって、トランジスターは量子力学で動いていますから。いっぽう真空管のほうは古典電磁気学で動いている。

技術を成立させているパラダイムが変わると、やはり経営者は混乱するのです。混乱して、いろいろな攪乱が起きる。いくつか例をあげてみます。トランジスターに対する MOSFET、MOSFET に対する HEMT、そして他のすべての LED や半導体レーザーに対する青色 LED と青色半導体レーザー。ベンチャー企業が勝つメカニズムをもっていて、じっさい HEMT を除いては、すべてベンチャー企業が勝っています。

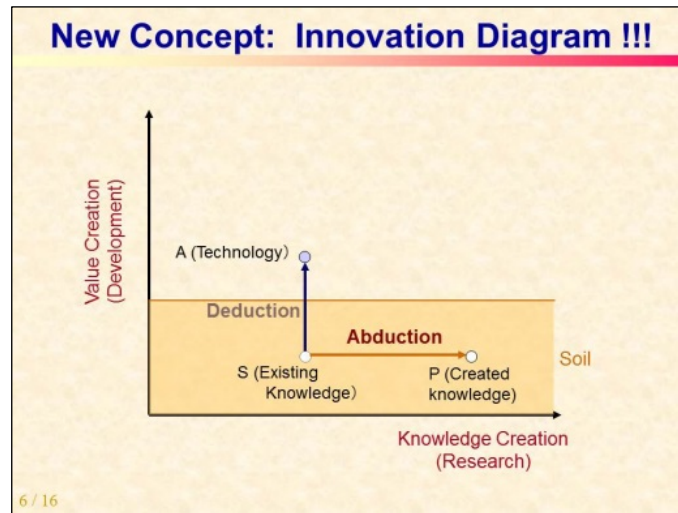
つまり、もともとのイノベーション・メカニズムが違うのです。性能破壊型イノベーションは、クリステンセンによれば、バリュー・ネットワーク・トラップ (Value Network Trap) に企業が囚われてしまう。それによってベンチャー企業が勝つ不可避的メカニズムを持っている。いっぽう、パラダイム破壊型イノベーションは、結局は、江崎玲於奈さんのいう「夜のサイエンス」の本性が経営者に伝わらないから起こってしまうのです。経営者は、一般には夜のサイエンスのことはまったく知りません。夜のサイエンスを成立させている暗黙知が経営者にはどうしても伝わらない不可避的なメカニズムがある。こうしてベンチャー企業が勝つメカニズムが起こるわけです。

私はこれを一つ一つ全部ケーススタディとして調べあげて、「じょうずに一つの図が描けるなあ」と思いました。ですから、いまからその図をご紹介します。そ

の図のことを、イノベーション・ダイアグラムと名付けます。

とくに青色LEDは、もっとも典型的なパラダイム破壊型イノベーションの例ですから、たいへん美しいイノベーション・ダイアグラムが描けます。

◇スライド 6「New Concept: Innovation Diagram!!!」



というわけで、イノベーション・ダイアグラムの図を用いて、パラダイム破壊型イノベーションの定義をしたいと思います。私はこんな図はあたりまえだと思うのですが、なかなか社会科学系の方には理解してもらえません。

まず横軸に「知の創造 (Knowledge Creation)」を書いておきます。いわゆる研究です。そして縦軸に「価値の創造 (Value Creation)」を書いておきます。あるいは「知の具現化」です。これは開発のことです。

これら二つ、研究と開発とは、人間の知的営みとして完全に直交していて、線形独立なのだということを表現するために、横軸と縦軸で描いておきます。こうして描くと、私たちの知的な営みは二つに分解できます。

一つは、縦向きのユニット・ベクトルです。「価値の創造」です。これで生まれたものを、われわれはテクノロジーとよびます。テクノロジーというのは、いわば社会に価値を与える行為です。こういう行為のことを、一般に「演繹」といいます。つまり、ある一般的な、さまざまな命題から、特殊的なものを見つけだす行為です。

もう一つのユニット・ベクトルがあります。横向きのベクトルです。これは「知の創造」です。私たちサイエンティストは、この「知の創造」の営みばかりやっているものですから、「価値の創造」がわからなくなってしまうのですね。ところが、経営者は「価値の創造」ばかりやっているものですから、「知の創造」の重要性がわからないのです。そこに悲劇が生まれます。

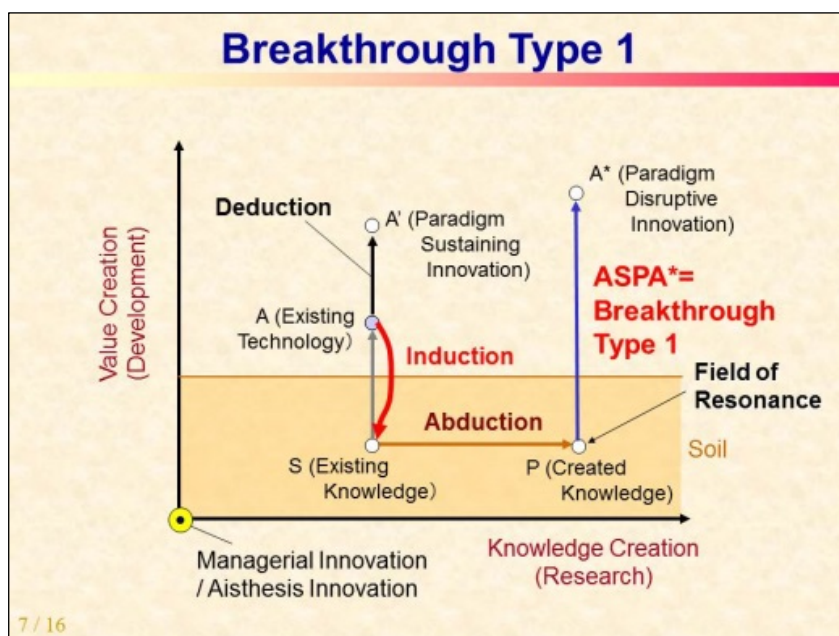
この「知の創造」を、チャールズ・パース (Charles Pierce) のことばに厳密に従って、

アブダクション (abduction) とよんでおきましょう。アブダクションは、当時きちんとした訳がなかったので、私はとりあえず「創発」と訳しました。最近、村瀬さんをふくめてみんなつかってくださっていますから、創発のままにしておきましょう。創発は、イマージェンス (emergence) の訳語でもつかうので厄介なのですが、ここではアブダクションを創発と訳しておくことにします。

ここまで理解したうえで、パラダイム破壊型イノベーションの構造はどうなっているかという、すべて同じ構造をしています。オレンジ色の塗り部分から上、土壌の上はマーケットからみえる世界です。ですから、社会です。ここから下は、マイケル・ポランニー (Michael Polanyi) のいう、サイエンス共和国の世界です。

さて、既存の技術から出発する時、産業活動の中で経営者は上にゆくことをめざします。価値の創造 (deduction、演繹) のベクトルをゆこうとするわけです。これを、パラダイム持続型イノベーションとよんでおきましょう。世の中の 9 割以上の企業活動は全部これです。ところが、この、上に向かうベクトルはすべてゆきづまります。みなさんご承知のとおり、ムーアの法則 (Moore's Law) によって、半導体テクノロジーは 2020 年にもゆきづまることが、もうすでに予測されています。

◇スライド 7「Breakthrough Type1」

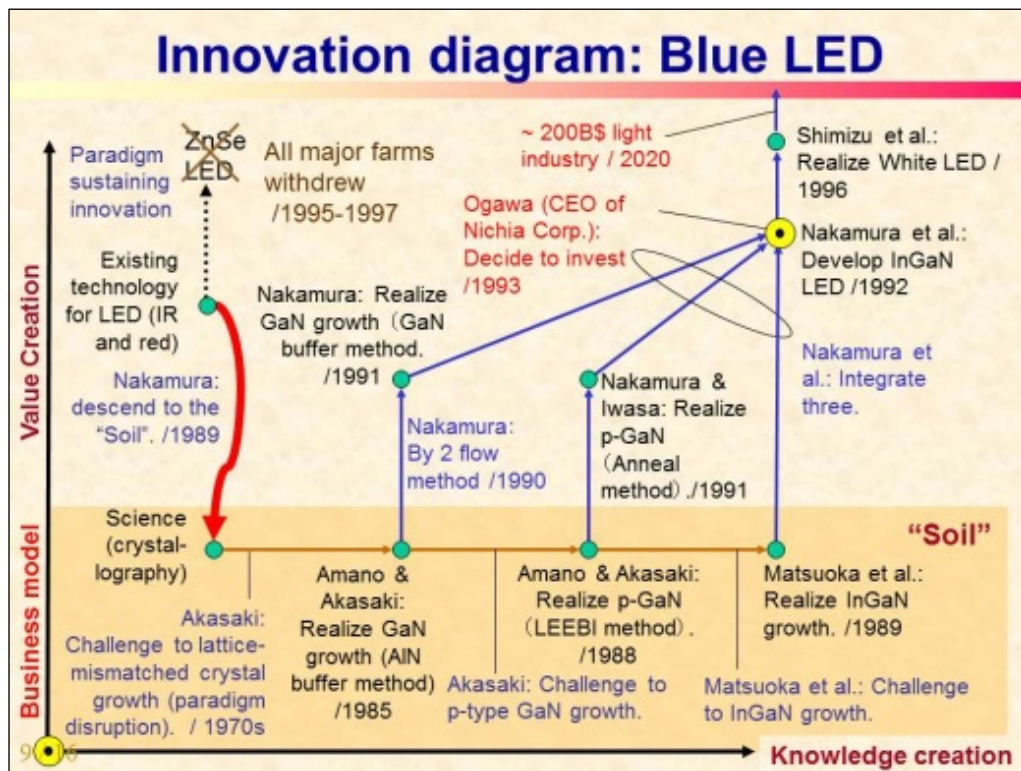


ゆきづまったらどうするか。それは、簡単で、演繹 (deduction) の逆操作をすればよい。帰納 (induction) をすればよいということです。ただし、土壌の下まで降りなければダメです。土壌の下まで降りると創発 (abduction) ができます。創発ができて、一つ別のパラダイムをつくりあげれば、そこから演繹をすればよい。こういうような、A→S

→P→A★というプロセスのことを、パラダイム破壊型イノベーションとよんでおきましょう。これをブレークスルー・タイプ1 (Breakthrough Type1) とよんでおきます。

この創発のベクトルと演繹のベクトルの結節点を、共鳴場と呼んでおきましょう。この共鳴場こそがだいじです。問題はここの点なのです。いまから出てくる青色 LED の場合は、ひじょうにアンフェアな場として表現できますが、アンフェアであってもよい、フェアであってもよい。とにかく、アブダクティブ (abductive) な人間とディダクティブ (deductive) な人間が共鳴的に仕事をいっしょにする場のことをフィールド・オブ・レゾナンス (Field of Resonance) 、共鳴場とよんでおきましょう。

◇スライド 9 「Innovation diagram: Blue LED」



以上、準備が整いましたので、青色 LED について少しくわしくお話しします。青色 LED の研究・開発は、もともと存在していた LED の技術から考えると、ふつうは図の黒の点線（縦ベクトル）のように進展します。セレン化亜鉛 (ZnSe; Zinc selenide) という II-VI 属半導体を用いるのです。なぜセレン化亜鉛が選ばれるかを話すと 10 分くらい費やしてしまうので、ここでは省略します。とにかく、パラダイム持続型イノベーションとして、セレン化亜鉛を選ぶ。その結果、世界中の 99% までの研究者はセレン化亜鉛を選びました。1980 年代、応用物理学会にいきますと、セレン化亜鉛のセッションには何百人という人が会場にいました。世界中がみんなこれを研究していたのです。

ところが、世の中にはやはりパラダイム破壊を人生のゴールとする人間がいる。結晶成長学のなかで、赤崎勇さんが、Lattice-mismatched Crystal Growth すなわち格子不整合系の結晶成長をやってみようと思ったのです。これは、基本的に教科書破りです。結晶成長学の教科書には、こういうことをしてはいけませんと書いてありました。

かくて彼は、格子不整合系の結晶成長にトライしようとして、窒化ガリウムを選ぶのです。窒化ガリウムに格子整合する物質は存在しません。存在しないので、サファイアを選ぶ。サファイアを基板結晶として選んで窒化ガリウム結晶を成長させると聞いただけで、当時の人は、「ああ、あの人はまったくサイエンスが理解できていない」と蔑視しました。実際に応用物理学会における窒化ガリウムのセッションは、1980年代はいつも10人未満でした。7、8人が細々と発表しあうという状況が、10年くらい続いていました。

ある日のこと、天野浩さんという修士2年生の学生さんが赤崎さんの言いつけをやぶって、秋山の方法というものにトライするのです。秋山正博さんという方は、いまは京都工芸繊維大におられますが、当時は沖電気工業株式会社の中央研究所におられて、シリコンの上に格子不整合のガリウム・ヒ素を結晶成長するために、その間にバッファ層と呼ばれるスポンジ状の物質を入れたのです。この秋山のバッファ層法にトライして、みごとに一発で成功するのです。これが、人類がいちばん最初に手にした窒化ガリウムの結晶です。

天野さんは、さらにP型の窒化ガリウム半導体をつくることに挑戦します。たまたまセレンディピティで、電子顕微鏡の下でカソード・ルミネッセンス (Cathode Luminescence) の実験をしていたときに、P型になり損ないの窒化ガリウムを入れてみると、みるみる光り始めるという現象を見つめます。それをきっかけに、P型のつくり方を世界で初めて発見しました。LEEBI法 (Low Energy Electron Beam Irradiation) すなわち低エネルギー電子ビーム法と呼ばれています。こうして天野さんは二つのパラダイム破壊を成し遂げましたのでした。これは、ともに世界中の人から「できない」と思われていたことです。

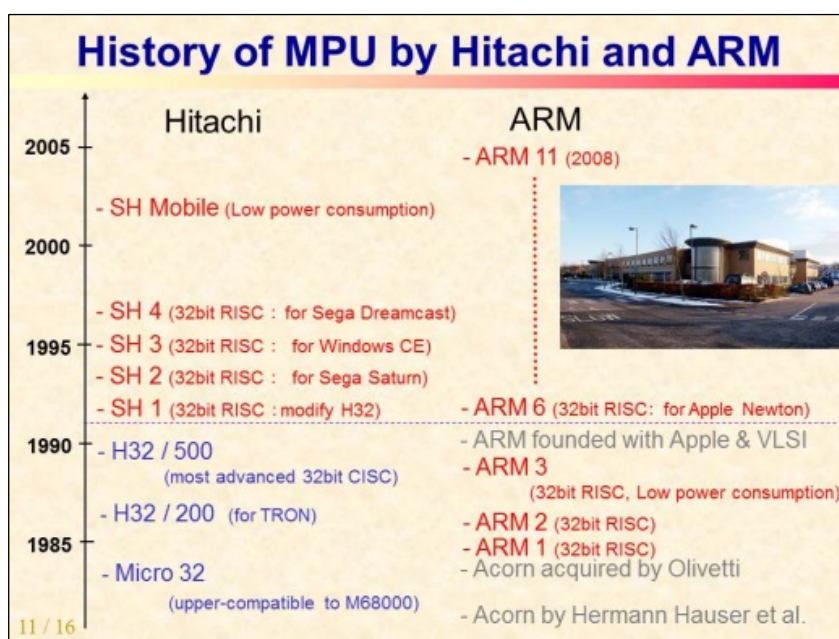
それから、最後の「インジウムを導入する」というのもパラダイム破壊です。これは、さすがの天野さんもできませんでした。2002年に天野さんは武田賞をもらったときに述懐していましたが、「われわれもこれに取り組んだけれど、できなかった」と。だから「できないのだと思っていた」と。そうしたら、そのうちに松岡隆志さんが「つくれた」と。「あ、つくれるんだ」と思ってやったら、一発でできたそうです。だから、「できる」ことが分かった人は「できる」のです。

というわけで、三つのパラダイム破壊がこの青色LEDのイノベーション物語には必要でした。そしてそのパラダイム破壊が終わった後に、中村修二さんがこの世界にやって

くるわけです。ちょっとくわしくは話している時間はありませんが、この三つのパラダイム破壊を、中村さんは一つひとつ自分のものにして、世界で初めて窒化ガリウムによる青色 LED の開発に成功します。

ここから先の話は、みなさまもご承知のとおり、日亜化学工業株式会社は白色 LED をつくりました。清水義則さんという若いエンジニアが、青色 LED の上にオレンジの YAG 蛍光体を塗って白色 LED をつくるという方法を見つけました。いまや、われわれはその技術のご利益を携帯電話や照明で享受しているわけです。これは、典型的なパラダイム破壊型イノベーションの例です。

◇スライド 11 「History of MPU by Hitachi & ARM」

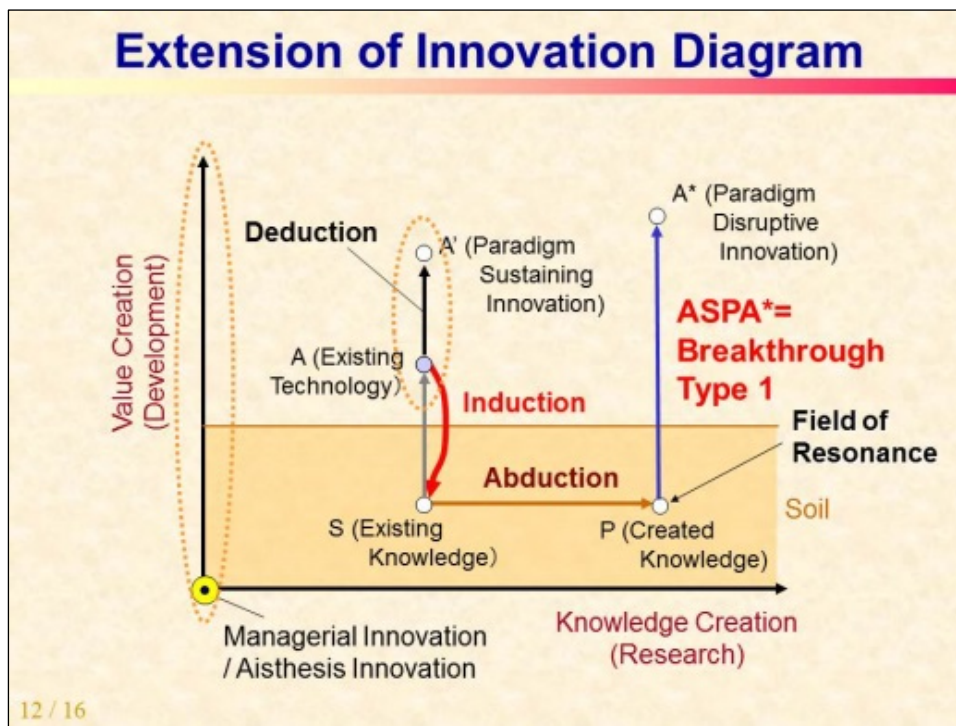


さて、次です。駆け足ですが ARM の話をします。ARM はご承知のとおり、Advanced RISC Machine の略で、いまやすべての携帯電話は ARM アーキテクチャです。なぜ ARM が成功して、日立が失敗したかということを考えておきたいと思います。

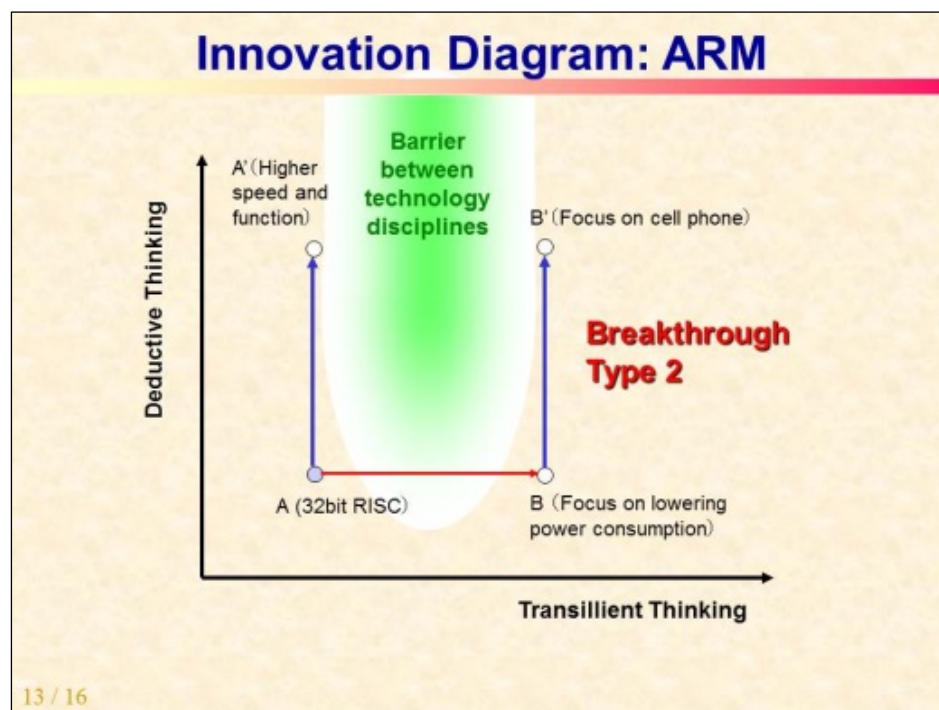
この図に日立と ARM が生み出したすべての CPU を並べておきます。ARM はもともとエイコーン・コンピュータ (Acorn Computers) という会社でした。ARM は、エイコーンからスピン・アウトした 18 人が創ったスタートアップで、いまだに従業員 800 人不足の、ケンブリッジにある小さなベンチャー企業です。

この運命の岐路は、1991 年にあります (青い点線)。日立は、SH-1 という 32 ビット RISC (Reduced Instruction Set Computer) を作ります。いっぽう ARM は、ARM6 という 32 ビット RISC を作る。SH-1 のほうが、圧倒的に性能が良かった。ところが、結局のところなぜ ARM が勝って、日立が負けたか。

◇スライド 12 「Extension of Innovation Diagram」



◇スライド 13 「Innovation Diagram: ARM」



この謎を説明するために、再びさきほどのイノベーション・ダイアグラムを描いて、演繹の軸を注視します（左の図）。マイクロプロセッサというのはすべてロジック、論理回路ですから、演繹だけで成立しています。だから Value creation の軸だけをみればよい。この右の図が、Value creation の軸のサブ構造を描いたものです。縦軸が演繹的思考

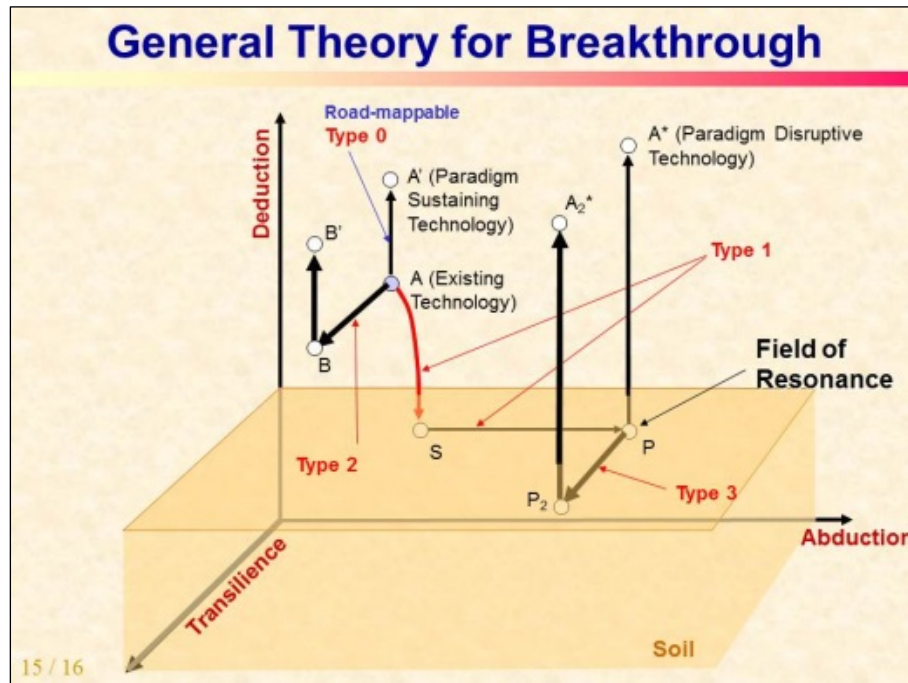
です。横軸にトランジリエンス（transilience）という軸を加えておきます。「回遊」と訳します。回遊軸を加えると、この問題はわりと簡単に解けます。回遊とは、異なる評価軸に進むこと。

日立は、なんといってもやはり従業員数数千人の日立中央研究所をかかえるプロフェッショナル集団です。32 ビット RISC というアーキテクチャが生まれたとき、とうぜん32 ビット空間を最大限に利用しようとするから、高速かつ高機能を求めますね。大雑把に言えば、インテル（Intel Corporation）と勝負しようと考えた。優秀だが単調（monotone）な集団は、つねに演繹に進みます。

一方の ARM はたった 18 人しかいないベンチャー企業です。全員がケンブリッジ大学の卒業生で、マイクロプロセッサのアーキテクチャを設計するという観点からすると、アマチュアです。ですから、インテルと勝負してもかなわないと考えた。リソースが限られているので、あえて低消費電力に特化します。低消費電力に特化して、パームトップ・パソコンをつくろうと。エイコーン社を創ったハーマン・ハウザー（Hermann Hauser）がそう皆に決意を促したのです。

ハウザーは、テクノロジーではなく人類の未来を見ようと思いました。未来をみて、これは、消費電力が低いということがいちばんのプライオリティだということを見抜き、あえてスピードを下げて、機能も下げて、消費電力の低いものをつくった。これは言うまでもなくコンピュータ・サイエンスから見ると、正統的な方向ではありません。こんな風に、演繹的には正統な道を選ばず、あえて異なる評価軸に「回遊」した。そしてそれから数年後に、携帯電話の時代がやってきたということです。時代が彼らに追いついたということです。

◇スライド 15 「General Theory for Breakthrough」



最後に、イノベーションの理論をまとめておきます。これまでに、タイプ 1 とタイプ 2 の話をしました。

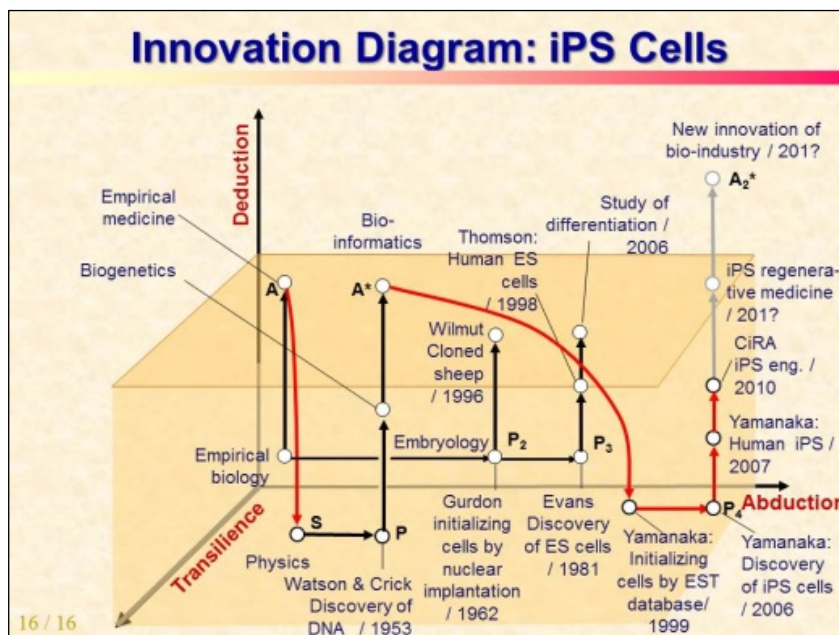
その前に、タイプ 0 というのを、いちおう入れておきましょう。これは、「あたりまえのイノベーション」のことです。日本の企業が大得意なことです。パラダイム持続型イノベーションですね。

いまや日本の企業の中央研究所が事実上機能を停止してしまいましたので、タイプ 1 ができなくなってタイプ 0 しかできなくなってしまいました。この S から P のベクトルが切れてしまったのです。ですから、日本の「沈みゆく舟」という状態が生まれました。この $A \rightarrow S \rightarrow P \rightarrow A^*$ をタイプ 1 と呼んでおきます。

それから、タイプ 2 の例が ARM です。ARM は $A \rightarrow B$ と、違う評価軸に向かって進むという道を選びました。これを「回遊」(transilience)と呼んでおきましょう。ここに描いたように、3 次元のイノベーション・ダイアグラムを描いてやると、イノベーションのすべてのプロセスを表現することができます。この 3 次元軸は、「創発」(abduction)、「演繹」(deduction)、そして「回遊」(transilience)の三つの軸で成立しています。

さて、この 3 次元のイノベーション・ダイアグラムを眺めると、タイプ 3 というイノベーションがあることに気づきます。タイプ 3 は、土壌の下で、ある分野から違う分野に飛ぶというイノベーションです。このいちばん典型的な例が iPS 細胞です。iPS 細胞は典型的なタイプ 3 として表現できます。

◇スライド 16 「Innovation Diagram: iPS Cells」



もともと伝統的な生物学の中から発生学が生まれた。しかし、伝統的な生物学から飛び出て、ジェームズ・ワトソン (James Watson) とフランシス・クリック (Francis Crick) が、違う分野 (物理学) に飛び、DNA の 2 重らせん構造を発見した。これは回遊 (transilience) の軸を描くときちゃんと表現できます。いっぽう、発生学はジョン・ガードン (Sir John Gurdon) やマーティン・エヴァンズ (Martin Evans) によってそのまま継承され、分化の研究に進んだ。ですから、二つの分岐は別ものです。図の手前側が分子生物学の歴史です。奥側が伝統的な発生学の歴史です。

しかし、山中伸弥さんは A^* から、ふたたび回遊 (transilience) の軸を飛ぶのです。Bio-informatics から、ぜんぜん違う分野にむかって飛び、新しい分野を築きます。このようにして、三次元空間で表現すると、すべてのイノベーションが表現できるということを、今日はお話いたしました。

では、ここで終わりたいと思います。どうもご静聴ありがとうございました。

津田 ● どうもありがとうございました。たいへん興味深いお話なので、ご質問がありましたらどうぞ。

A 氏 ● こういうイノベーション理論をつかって、イノベーションに成功したという例はあるのでしょうか。

山口 ● この理論自身は私が築いたもので、私が本に書いただけであって、広く認知され

ているものではありません。

A氏●中村修二さんかなにか知らないですが、そういう人がこの理論を知っていて……。

山口●いえ、中村さんは、まったく知らないと思います。

A氏●たぶん、知っていないと、できないのではないですか。それは、かなり自明のような感じがするのですが。

山口●それが、実のところ現実世界では自明ではない。実際に Entrepreneurship の実践論として適用しようとする、実にむずかしいのですよ。じつは私はベンチャー企業を四つ起こしました。1998 年に最初のベンチャー企業、そして 2001 年にソニー中研の方に「あなたがソニーを辞めて会社を起こすことこそが日本を救う」と訴えて 2 社目の超ハイテクベンチャー企業を起業、そんな風に一昨年に至るまで四つ会社を起こしました。これら四つの会社はすべて、私のイノベーション理論に基づいて創りました。まだ完全には成功するに至っていないので高らかに言うことはできませんが、少なくともこの理論に基づいて実践してきたからこそ成功しつつあると考えております。

A氏●つまり、この理論をつかってやろうとすると、人間はきっとその極限まで行くでしょうから、あっという間に、160 人かなにか知らないですが、たくさんのスタッフがいる企業にシェアされてしまって、その瞬間にその空間というのは、すべて使われてしまう……。

だから、そんなことは自明だと思うのです。そうしたら、そのあとどうするのかという話になって、けっきょく手探りしかないじゃないかということになるのではないのでしょうか。

山口●まったく違います。この創発軸というものの重要性がわからないかぎり、そう考えがちです。創発軸がなくて、演繹軸しかないのだれもが（とりわけ優秀で単調な集団は）思っているから、大企業はイノベーション・ダイアグラムにおいて、上に、上にゆくのです。だから、いまの日本のエレクトロニクス企業のように体たらくになってしまう。あれは、すべて演繹軸にゆくからです。

A氏●じゃあ、その創発軸のほうで……。途中から聞いたので完全に理解していないのですが。つまり、創発軸というのは、サイエンスの世界ですね。

山口●そうです。

A氏●アンダーグラウンドの世界ですね。だから、それなりの広がりをもっている。ですが、垂直方向とのあいだのつながりがまったくない。垂直方向は、ぼくのことばをつかえば、それは実軸で、こちらは虚軸です。つまり、虚と実というので全体の構造をつくっていると思うのですが、その二つのあいだのやりとりが日本の風土のなかではひじょうに少ない。それはよくいわれますが、日本独特の文系・理系という分け方があると思うのです。

理系だけが広がっているような広がり方と、文系とのあいだが切れているという、その原因ですね。その原因はいったいどう考えられますかというのが、一つの質問です。

山口●重要な質問ですね。それを理解してほしいから、あの3冊の本『イノベーション破壊と共鳴』、『死ぬまでに学びたい5つの物理学』（筑摩選書）、『イノベーション政策の科学』（東京大学出版会）を書いたのです。つまり、すべて共鳴場(Field of Resonance)の問題なのです。場の問題なのです。場がどう特徴づけがなされているかというのが問題で、これはお話ししているとすごく長くなるので、できれば本を読んでもいただければと思います。

ようするに、目標が違うベクトルが二つつながらなければいけない。じつは、これを無意識に担保していたのが日本の基礎研究所だったのです。ところが1990年代後半に事実上基礎研究所がなくなってしまいましたから、ここから先は少しオープンな——私はオープン・イノベーションということばは嫌いなのですが、オープンなイノベーターのネットワーク統合体という新しいイノベーション・モデルが生まれた。これをどうつくればよいのだろうというのが、私たちの命題です。

A氏●たとえば、文系と理系ということばですが、理系のもっている文化と文系のもっている文化とのあいだに、そのオリジンにもものすごく相違がある、日本の場合なのです。

ぼくは理系の研究者ですが、そういう感じがものすごく強い。これはなんなのかと思ったら、たぶん明治以来の輸入過程によっている。いまの研究所がどうのこうのという程度のレベルではなくて、もっと根が深いと思うのです。

つまり、理的な発想と文的な発想をひとつの枠組みのなかに捉えることができないという日本独特の文化がある。きっと明治だけではなくて、中国から日本が文明を輸入してきたころからずーっとあるものなのではないかと思うのです。日本のコンプレックスのようなものだと思うのです。

だから、研究所がどうのこうのといったところで始まるような代物ではないのではないかと。もっと根の深い問題なのではないかとぼくは思うのです。

山口●根は深いと思います。けれども、私たちはそれをきちんと、ある種の腑分けをして、解決策をもたないといけませんね。一つの解決策が、ちょっと手前味噌ですが、京都大学の思修館です。

思修館は、けっして理想に向かっているとはいえないのですが、私が思修館にきたときの理想はそれです。つまり、文系と理系を完全に共鳴的に教えるのです。

「八思（はっし）」とよんでいます、人文・哲学から始まって、理工・医薬から芸術までの八つの思想を、まず徹底的に学生に教えます。教えることで、少なくとも文系と理系の発想の、いわば精神のバリアを解こうとするのです。最終的に私はそこから出発して、イノベーション・ソムリエとぼくらがよんでいる「目利き」をつくろうと思っているのです。残念ながらまだ道半ばですが、なんとかそういう動きをしてゆくしか、道はないと思います。

B氏●内科の医師をしていますBと申します。かいつまんで言うと、縦軸のほうは文系的なディダクションとか発想であって、水平軸のアブダクションのほうが理系的な発想。その乖離ということをおっしゃいましたが、これはアクワイヤド（acquired）なのか、もともとその人が本来もっている素質が大きいのか。それは融合できるものなのか。基本的には、仲よくすることはできても、別のものなのか、そのあたりはどう考えておられますか。

山口●人によると思うのですよ。学術的研究をぜひ、心理学の方がたにしてほしいと思うのですが。

いま、私はたまたま、ある種の実験をしています。文系の学生に物理学を根本から教えるのです。量子力学に至るまでの創発プロセスを、逐一教えてゆきます。歴史を追って教えてゆきます。

どこから教えるかという、ヨハネス・ケプラー(Johanness Kepler)とアイザック・ニュートン(Isaac Newton)から教えます。ニュートンから順番に教えていって、最終的に量子力学まで至る。どういう歴史プロセスで、それぞれの人間がどういう考え方の創発プロセスをしたかというのを教えてゆくと、文系の人だって理解できるのです。ですから、教え方はやはりそうとう重要だと思います。歴史を追うという教え方が重要でしょうね。理系的な頭はどうしても公理から出発しますから、そうではなくて、人間の営みとして教えてゆくというやり方をすれば、多くの文系の学生は「科学大好き人間」にな

ると信じます。

C氏●二つあるのですが。一つは、東京大学の科学哲学の伊東俊太郎さんがアナロジーかなにかの議論をするときに、ディダクションというのがあるって、移って、こちらにまた行くというような議論をしています。そのときに言っているアナロジーというのは、ある種の不連続性というのがあるって。不連続であるにもかかわらず連続的で、結果的に連続であるかのように見えるというようなものを含んでいます。一つは、伊東さんの議論との関係はどうなっているのかという質問です。二番めは、アブダクションというの、部分から全体をでっちあげみたいなのがあるって、その種の不連続性というのは問題になっていて。とくに文化人類学の人たちなんかは、アナロジーということが忘れられた重要な概念ではないかといっています。やはり、不連続性であるにもかかわらず、結果的に連続であるかのような、そういうことを問題にする。そのへんはどう思われますか。

山口●伊東さんの話は、ぼくはまったく知らなくて。読んだことがないので、また改めて教えてください。

不連続なところを飛んだあとに、ぜんぜん違う解を見つけるのではないかと。つまり、最終的に全体性にいかないのではないかという議論は、おっしゃるとおりだと思います。しかし、少なくとも物質世界の本質を探る物性物理においてはそうならない。それを歴史は教えてくれています。

なぜかという、物質世界の場合は、赤崎さんや天野さんをはじめとする物性物理学者は、へんな言い方ですが、最終的に物質と対話できるようになる。物質と対話できるようになって、物質系からやり方を聞くという手法に切り替わります。私もそのなかにいましたから、その感覚はすごくよくわかるのです。物質系の世界をよく知っている人は、サブミクロン（submicron）のブレやラフネス（roughness）がわかるようになると同時に、物質のいまある状態が望ましい状態なのかどうかということも対話できる、そういう感覚になるのです。これは、暗黙知です。

ノーベル賞をもらった人はすべて日本人ですね。物質からものを聞くというあの感覚は、日本の物理・化学の世界では刀鍛冶のように徹底的に鍛えられます。だから3人ともこれがすごく得意なのです。赤崎さん、天野さん、それから中村さん、みんなそういう暗黙知を読み解く能力をもっています。そういう能力がしだいに身について、最終的に正しいパラダイム破壊の方向を見つけるというように、私は思います。

C氏●あと一つだけ。不連続性は、アナロジーとも関係性があるって、切れているかつな

がっているかではなくて、切れているにもかかわらず、結果的につながっているような連続性が担保されているかのようにみえる連関があるというのが問題なのです。

文化人類学者たちは、たとえば人と人間の血の関係が、ジャガーとトウモロコシの発泡酒の関係に置き換えられるという、まったく無関係に思えるのだけれども、それが理解できるというのはいったいどういうだろうということです。

山口●わかりました。どうもありがとうございます。

D氏●工学レベルのイノベーションということですが、たとえば生物というのは、生物自身がエヴォリューション（evolution）しながらイノベートしていますが、生物サイドのイノベーションとこのスキームとは、なにかアブダクションするとみえるもの、みえないものがあるのでしょうか。それから、政治システムや経済システムのイノベーションと、このダイアグラムがどのていど普遍的なのかをご検討されたのでしょうか。

山口●それはほんとうに、永遠の課題ですね。創発（abduction）というものがいかに生まれるかというのは、まだきちんと研究できていないと思うのです。ですから、生物進化プロセスにおける創発（abduction）はどういうものなのかというのは、これから突き詰める必要があると思います。

それから、政治プロセスや民主主義プロセスも、やはり創発的（abductive）な側面をもっていますので、やはり民主主義における進化プロセスというのも、同じように生物系のアナロジーが利くだろうなあとと思います。ご指摘ありがとうございます。

D氏●逆に、このスキームを用いると、次になにが起きるかという予見性あるいは方向性というのは、山口さんのほうから、なにかみえるものがありましたら。いまのお話は、すべて現在までの一つの解釈ですよ。

山口●きょうはお話ししなかった、私の創った四つの会社の話を、いずれお話ししたいと思います。私自身がまさに実践した16年にわたる物語で、どのような信念をもって「三途の川を飛び越していったか」ということをお伝えできればうれしいです。これらはまさにどちらの方向が正しいかという判断を夜のサイエンスの世界でしながら、飛躍をしていきます。なぜ飛躍すべきなのかというのは、私は説明できますが、たぶんその説明は、合理性をふくんでいないと思います。

津田● どうもありがとうございました。