

講座記録 市民科学講座 B コース 第 4 回

五島綾子さん、
「科学ブーム」って誰がどう仕掛けているんですか？

2015 年 9 月 25 日 光塾 COMMON CONTACT 並木町

◆この講座のねらい◆

科学研究には金がかかる。どんな研究にいかなる成果を期待してどれだけの金をかけるか—そのことの、適正で誰もが納得のいく決め方を、いまだどの国も見出していないように思える。一方、科学技術での覇者である国が国際的にも優位に立てる、という世の中であるため、多くの国において行政サイドが科学技術政策によって達成目標を掲げ、それに応じて大規模な資金を重点的に配分することが慣わしとなった。かかる状況で大きな役割を果たすのが、「"奇跡の"科学技術〇〇〇」が実現するだろうことを社会に印象付ける「科学ブーム」の勃興である（例えば 90 年代～2000 年代では〇〇〇はナノテクノロジーだったと言えるだろう）。いくつかの科学ブームの例を取り上げて、その仕掛けから幕引きまでを調べると、行政、研究者コミュニティ、企業、ジャーナリズム、市民のそれぞれが何を担い、何を共有し、何を議論できるようにしておくべきかが、みえてくるのではないか—五島綾子さんの『〈科学ブーム〉の構造 科学技術が神話を生みだすとき』で示されているデータや分析を手がかりに、科学技術を育て方向づけることにまつわる諸問題を、著者とともに考究してみたい。

(進行役の上田 (市民研・代表) より)

◆ゲスト講師プロフィール 五島 綾子 (ごとう あやこ) さん◆

薬博、理博。スイス連邦工科大学高分子科学研究所客員教授 (1993)、静岡県立大学経営情報学部助教授 (1998-2001) などを経て、同大学教授 (2002-2008 退官)。IUPAC Fellow。市民科学研究室会員。専門はコロイド化学、化学史、科学技術論。おもな著作に『ブレークスルーの科学』(日経 BP 社 2007、パピルス賞受賞)、『ナノの世界が開かれるまで』(共著、海鳴社 2004)、『〈科学ブーム〉の構造 科学技術が神話を生みだすとき』(みすず書房 2014) 監訳書にベルーベ『ナノ・ハイプ狂騒』(熊井ひろ美訳、みすず書房 2009)、編著に IUPAC-NIST Solubility Series (AIP, 2011) ほか。



五島：

このような機会をいただきまして、ありがとうございます。

今日はまず 30 分お話をいたしまして、後は上田さんから頂いた質問をお答えする形で話を進めて行きたいと思いますが、途中で疑問があればすぐにその場で聞いてください。そしてその時お答えするという形で、対話形式でやらしていただきたいと思います。よろしくお願いします。

科学技術政策が生み出す「科学ブームと神話」という主題は、みすず書房で昨年の 7 月に出版しました『〈科学ブーム〉の構造—科学技術が神話を生みだすとき』を中心にお話をさせていただきたいと思います。

この研究は静岡県立大学に在職していました時に、家族の関係で東京—静岡を行き来からしながら、大学図書館および国会図書館、国立の研究機関、国際学会などで調べたものですが、一番気をつけたことは資料の収集と、その資料が正確であるか、引用したものが正確であるかどうかでした。みすず書房の市原加奈子さんという優秀な編集者と議論を重ねて作り上げたものです。

科学ブームの何に注目したか

まず科学ブームについて定義しました。特定の科学技術に対する社会的な関心が急激に高まって個人・企業・組合・自治体に対してその関連する商品への投資や購買がおおられる現象を指す、としました。「科学ブーム」を、英語では「ブーム」とは言わないで。「buzz」と言ったり、「hipe」と言ったりします。

科学ブームとはなにか

<科学ブームの定義>特定の科学技術に対する社会的関心が急激に高まり、個人・企業・国や自治体に対して、その関連する研究や商品への投資や購買が煽られる現象を指す。

<ある特定の市場の商品のブーム>

事例: マイナスイオンブーム, 健康食品ブーム, アンチエイジング商品...

<自治体や国が支援する新興技術> 科学者, 政策立案者, 産業界(技術者), 投資家, 市民などが参加し, 莫大な税金が投資される。

事例: 家電リサイクルブーム, ペットボトルリサイクルブーム, 海洋深層水事業ブーム, 原発ブーム, 地震予知ブーム...

しかし、ここでは「科学ブーム」といたしました。ある特定の市場の商品のブームを指す場合と、公的な自治体、国が支援する、公的な資金で生み出す振興技術のブームの両方があります。一般には市場でのブームが問題になるわけですが、私は特に公的な資金について注目いたしました。家電リサイクルブーム、ペットボトルリサイクルブーム、海洋深層水ブーム、地震予知ブームについては、大学院生とともに調査したことがあります、その中で私はこの科学ブームの構造として 5 つの点に注目しました。

私は科学ブームの構造を明らかにするためには、事例で読み解く必要があると考えました。一つは 1940 年代半ばから 1962 年にアメリカで起こった DDT ブーム。それと記憶に新しいナノブームで、1990 年代から 21 世紀のゼロ年代のアメリカ・日本で生まれました。この 2 つのブームについて取り上げま

した。これらは全く意味が違うブームですが、その点は本書で歴史的に考察しました。

＜科学ブーム＞の構造の五つの注目点

1. ＜科学ブーム＞を二つの事例で読み解く

- ・DDTブーム(1940年代半ば～1962年, アメリカ)
- ・ナノブーム(1990年代から21世紀のゼロ年代アメリカ, 日本)

2. ＜科学ブーム＞に潜む神話から読み解く

- ・科学と神話的世界観
- ・ボードリヤール:豊かさは存在しないが、信じ込ませればよい(科学と大衆)
- ・レヴィ=ストロース(社会人類学者):神話とは言語の一形態で、自然がもつ混沌とした事実に知的意味を与えようとする試み
- ・マリノフスキー説:神話とはその背後にある緊張状態があり、それを正当化したい場合…科学ブーム

＜科学ブーム＞の構造の五つの注目点

3. 科学・技術の意味から＜科学ブーム＞を読み解く

科学(Science) ↔ 科学者(Scientist)

知識の体系的探求

技術(Technology) ↔ 技術(Technologist, Engineer)

もののつくり方, 人間の目的を果たす手段

4. ＜科学ブーム＞に果たす“専門家”の役割

専門家とは？

5. ＜科学ブーム＞を空間と時の流れの中で読み解く

- ・科学評価はグローバル
- ・＜科学ブーム＞の消滅する際の要因, 後世につなげるシーズがあるのか？

さらに科学ブームに潜む神話から読み解こうと考えました。といいますのは、神話的世界観というものがかつては不合理な世界観としてあり、合理的なものとしてサイエンスが登場してきたからです。要するにサイエンスが神話的世界観を打ち砕こうとしたのです。一方では、ボードリヤールは大衆に注目して、豊かさは存在しないが、信じ込ませれば良い、それが科学と大衆にも当てはまるのではないかと考えました。ボードリヤールはフランスの有名な哲学者です。それからレヴィ=ストロース、彼は神話的世界観は不合理ではなくて、神話というのは言語の一形態で、自然が持つ混沌としたことに詩的な意味を与えようとする試みだと考えました。そのことの例として、量子科学の世界を彼は取り上げていますが、それは私の本の中に記述しました。今回のブームに関連しましては、私はマリノフスキーの説を取り上げました。つまり、神話が生まれる時には、その背後にある緊張的な状態があって、それを正当化したい場合に神話を使うのではないかと。科学ブームもある意図があってブームを使うのではないかと。ということで、神話は科学ブームが公的な資金に絡む時に非常に重要な意味があるのではないかと考えました。

それからもう一つ。実は、1980年以降、科学と技術の間の境界が曖昧になってきました。科学は知識の体系的な探求で、それを追究するのが科学者です。それに対して技術はモノの作り方や人間の目的を果たす手段です。以前は科学と技術ははっきり分れていたのですが、現在ではそれらの境界領域が分からなくなってきたのです。このようなボーダレスの時代にナノブームが生まれ、境界がはっきりしてる時

代に DDT ブームがあったと考えていただきたいと思います。

それから、専門家が科学ブームにおいてどのような役割を果たしているのかに注目いたしました。また、科学ブームを空間と時の流れの中で読み解くことに重視しました。どういうことかと言いますと、科学の評価は現在、国際的な科学雑誌のピアレビューによってなされていますのでグローバルと言えますが、それがブームと繋がっているのです。つまり科学ブームがグローバルであるということで、空間を重視したわけです。そのためアメリカと日本と比較したのです。さらに、科学ブームが消滅する際に、後世に繋げるシーズがあるのか、つまり科学ブームの価値としては後世に繋がるしっかりとした科学シーズが育つのかどうか、その点についても注目いたしました。

DDT ブーム

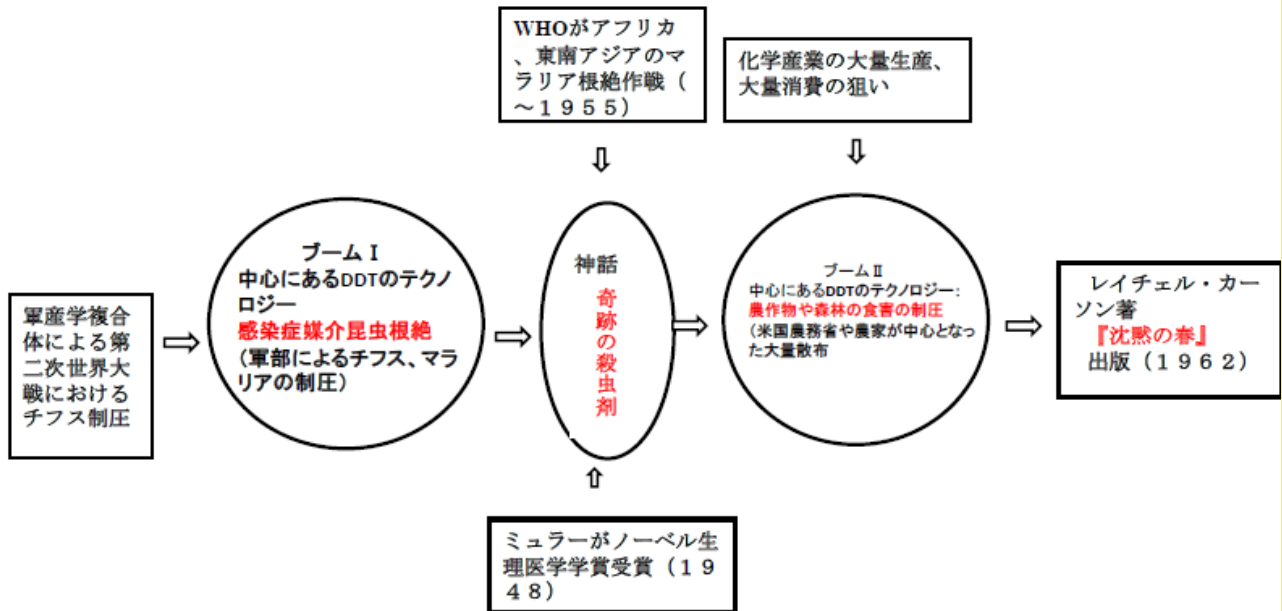
DDT ブームからまず入りたいと思います。DDT ブームにつきましては、DDT がどのように開発されていったか、それから DDT をめぐるブームにはブーム1とブーム2があり、それを神話が繋げていること、さらにそのブームを壊してしまったのは『沈黙の春』であるということについてお話ししたいと思います。DDT ブームは『沈黙の春』の出版によって壊れましたが、新たな学問が登場してきたという意味で、歴史に残るブームであるという視点で分析いたしました。

事例1：DDTブーム(1940年代半ば～1962年, アメリカ)

1. DDT有機合成殺虫剤の開発物語
2. DDTを巡るブームI, ブームIIと神話
3. 『沈黙の春』出版によるブームの崩壊
4. 新たな学問の登場

DDT ブームには、軍事利用から農作物の増産へのテクノロジーの切り替えがありました。軍事的なテクノロジーの背景には、当時アメリカの軍産学複合体が何とかして第二次世界大戦を始めるにあたって、兵士を守りたいという意図がありました。これが公衆衛生の研究につながるのです。イギリスで産業革命が最初に起こりましたが、大気汚染により喘息などが蔓延し、このため公衆衛生が一番発達した国となりました。このイギリスでは蚊やのみが媒介する感染症を何とか減らしたい、そして南方やあるいはアフリカなどにおける兵士がその感染症に耐えるようにしたいと考え、研究が盛んに行われていました。それに対してアメリカではそのフィールドワークが盛んであり、フランスではパスツール研究所などで実験室での研究が主流であったのですが、この時代に多くの製薬会社がドイツを中心に乱立しており、その中のスイスの製薬会社であるチバガイギーの研究者であるミュラーが DDT を発明しました。DDT は感染症媒介昆虫を根絶するという目的で生まれたテクノロジーで、アイゼンハワーの時代に軍部がこれを使って、チフス、マラリアの制圧に成功しました。

DDTブームの構造：軍事利用から農作物増産へのテクノロジーのすり替え



一説によると、この南方におけるチフスとマラリアを制圧することで難民も増えないで、南方での戦争に勝ったということが第二次世界大戦の連合軍の勝利に繋がったと言われております。日本は全くそういうことはなく、南方に赴いた兵士たちの多くがこの感染症によって死んだと言われております。これによって DDT は「奇跡の殺虫剤」になりました。DDT はノミや蚊を殺しても人には直接影響を与えなかったという理由で「奇跡」になったわけです。この実績と軍部の人の後押しを受けて、ミューラーはノーベル賞の生理医学賞を受賞しました。そして軍産学複合体はさらに利益を得るために、何とかして DDT を農薬に使えるのではないかと目論見を立て、プロパガンダしていくわけです。『TIMES』をはじめ様々なメディアが一著作の中にその事例を載せましたが一非常に盛んに宣伝いたしました。そして、例えば一つの森全体に DDT をヘリコプターで撒くといった具合に、DDT があちらこちらに撒かれていきました。

『沈黙の春』の登場

化学産業は大量生産、大量消費により、利益を狙ったわけですが、その頃になって市民がどうもおかしいと不安を抱くようになります。レイチェル・カーソンの元勤めていた生態系の公的な研究所は力はなかったのですが、疑問を抱いてデータを集め始めます。そこでレイチェル・カーソンは魚類生物学の生態研究所の研究者の後押しもあって『沈黙の春』を出版することになります。

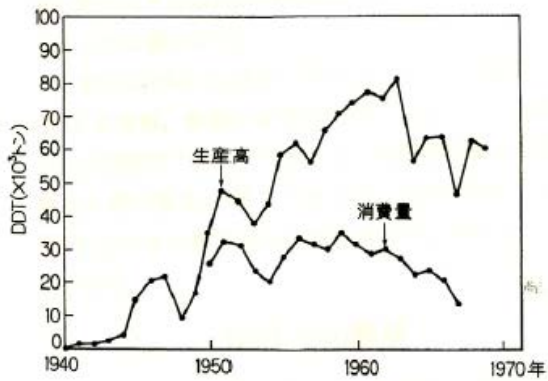
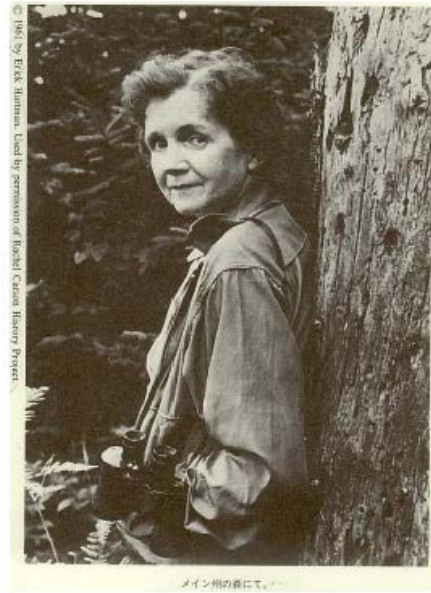


図1 米国における DDT の生産と消費の変遷
文献7)より改変。



Rachel Carson, 1907-1967
『我らをめぐる海』

『沈黙の春』(1962年出版)

ここまでがブームだったわけです。実際にこのブームで DDT は大量生産、大量消費されました。図1のように60年から62年の頃にはピークに達します。日本でもこの写真のように戦後、人に直接噴霧されたわけです。カーソンは『我らをめぐる海』という本をすでに出版してしまっていて、それが大ヒットしておりました。そのサイエンス・ライターのカーソンが『沈黙の春』を出版したのです。出版社の方ではこの『沈黙の春』は非常にクレームが出るだろうということで、多額の保険金を付けて発表したと言われております。DDT はブーム1とブーム2の影響で大量生産されましたが、健康や環境への影響が出てきます。例えば薬剤耐性の問題として、理想の農薬の条件が崩壊していきます。それからカイツブリという白鳥に似た鳥がいったんに何百羽と死んでしまうウクリア湖の DDT の濃度は非常に低かったのですが、卵の殻に異変が起きたり、DDT の発がんの可能性も出てきたりしました。『沈黙の春』では大量生産、大量消費による生態系における食物連鎖、生物濃縮についても論じ、それが非常に広い範囲に及んでいることもわかってまいりました。

しかし『沈黙の春』に対し、産業界や科学者コミュニティが大反発しました。以下の図で示したように、限られた人々の間で、DDT 支持派と DDT 反対派が非常に激しく争っておりましたが、この論争は初め閉ざされておりました。ところが、カーソンが『沈黙の春』を発表することによって、市民が「これはおかしいのではないか」と気づき、この DDT 支持派と反対派の隠されたコミュニティが市民の前に暴露されてしまったのです。これが一番重要なことで、今、原発内部でもコミュニケーションが、おそらくこのように閉じられた関係にあると思います。閉じられているときにはだいたいヒエラルキーで上位にある者、つまり産業界や、米国でしたら米国農務省が強いのですが、市民に向けて『沈黙の春』が出版されたことによって、市民が「おかしいよ」と気づき、もう一方の立場が強くなったのです。

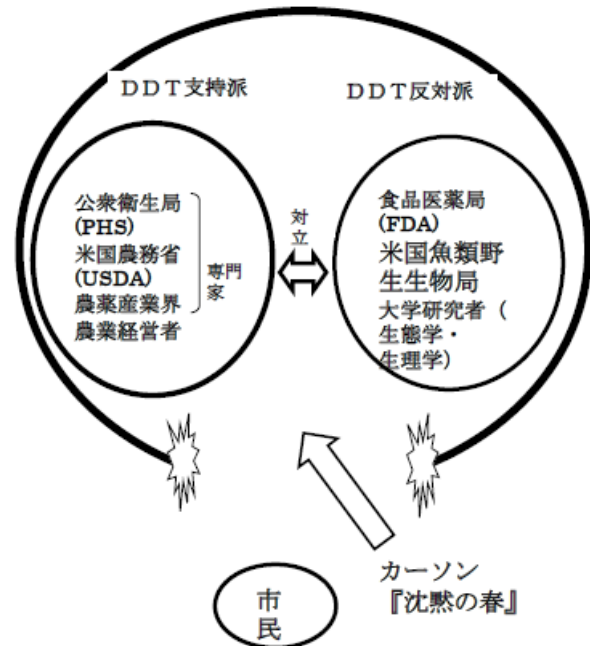
3.DDTブーム崩壊後の様相

DDTブームI及びブームIIの影響

健康・環境への影響

- ・抵抗性の問題;理想の農薬の条件の崩壊
- ・クリア湖のカイツブリ悲劇,卵の殻の異変
- ・DDT発がん性の可能性
- ・『沈黙の春』:大量生産・大量消費により生態系における食物連鎖,生物濃縮
- ・メディアを通して『沈黙の春』に対して産業界,科学者コミュニティが反発
- ・ケネディ大統領の登場: 1963ケネディレポート

『沈黙の春』出版によるDDTをめぐる
専門家コミュニティの破壊による可視化



アメリカの評価される場所は、食品衛生医薬品局が早い時期から DDT の慢性毒性について予算をつけて調べてきたことです。米国魚類野生生物局はすでに、1940 年代に政府から売り出されたにもかかわらず、売り出された直後から、医薬品の慢性毒性について予算をしっかりとつけていました。そういうことが続いたことにより、この DDT 支持派に対して反対派もそれなりの立場を堅持できたと思われます。その後この対立が市民に見えてしまうことになり、反 DDT のブームが出てきたことが特徴的です。

ナノブーム

これに対して今度はナノブームです。1990 年代に一気に飛びます。これはアメリカから始まって、欧米、ドイツ、それから日本、中国、韓国…世界中を駆け巡りました。これは科学がすでにグローバルであることを意味しております。それからアメリカのナノブームの構造と神話、それから日本のナノブームについて少しお話をしたいと思います。

事例2: ナノブーム(1990年代～)

- 1 世界を駆けめぐったナノブーム
- 2 アメリカのナノブームの構造と神話
- 3 日本のナノブーム



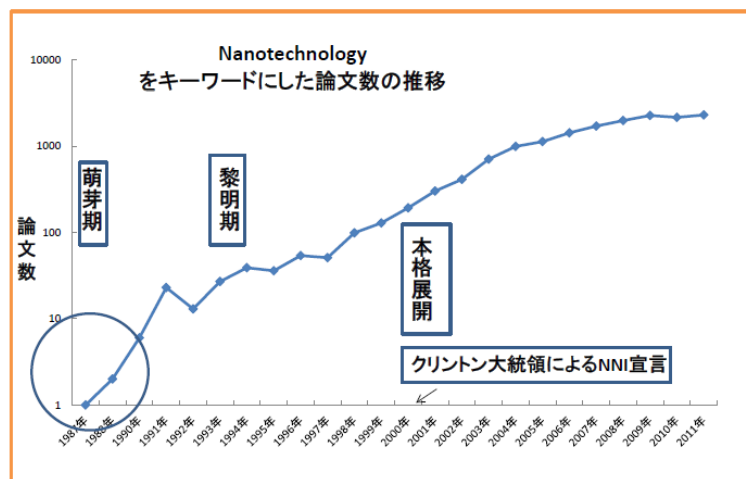
E.ドレクスラー, 未来工学者,
『創造する機械』(1986)



G.M.ホワイトサイズ(ハーバード大学教授, ナノテク先導者)

このナノブームの立役者は『創造する機械』を1986年に発表したドレクスラー。ご存知かと思いますが、日本でも10年ぐらいして翻訳されましたが、アメリカではこの書物は大ヒットしました。この人はMITの大学院生でしたが、1970年ぐらいから環境が問題になってきたときに、環境を汚さないで何とかして新しい物作りをしたいという思いで未来の科学技術として書いたSF的な本です。ホワイトサイズは、アメリカのナノブームを良心的に洗脳していった科学者であったのに対して、ドレクスラーは情報科学をバックにした方です。ベルーベの『ナノ・ハイプ』にも登場するのですが、アメリカではこのSF的な人であるドレクスラーが否定され、ホワイトサイズの影響の方が評価されました。フランスやドイツの科学哲学者はドレクスラーに対しても、ある一定の評価を与えております。ブームが始まったのはいつ頃かという点について、私は論文数で調べました。その結果、丁度1986年にドレクスラーが発表した後、ナノテクノロジーの論文数が勢いよく増えます。その後、クリントンによるNNI宣言で、本格的になってまいります。

Web Sci.にみるナノテクノロジー研究 の萌芽—黎明—展開



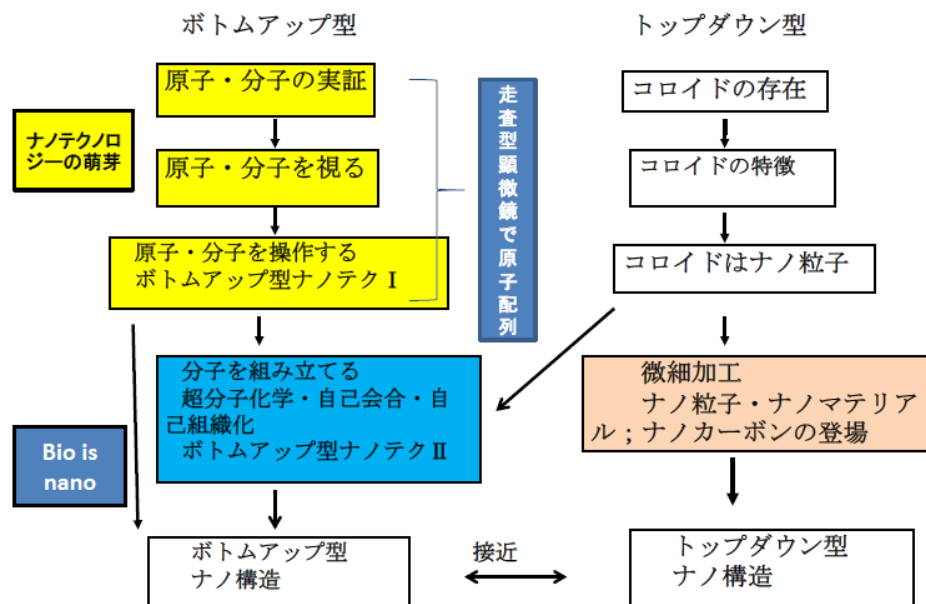
上田：

NNI というのはナショナル・ナノテクノロジー・イニシアティブのことですね。

五島：

そうです。

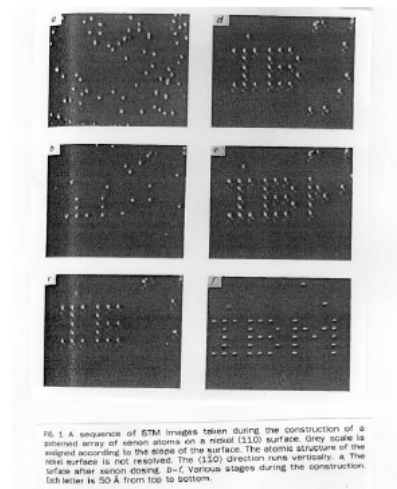
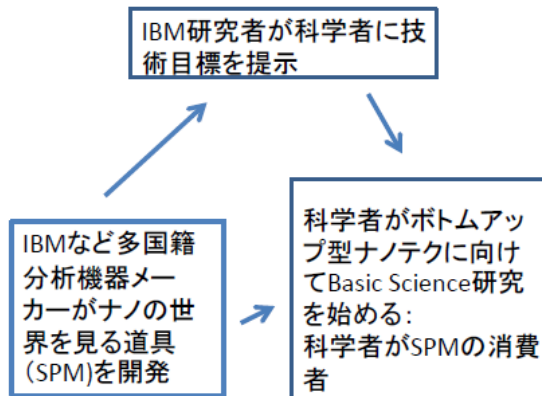
これですが、ナノテクノロジーというのは、大雑把に言って専門的ですが、ボトムアップ、つまり原子・分子を組み立ててナノテクノロジーを作りましょうという話で、ホワイトサイズたちはこれを支持しました。ドレクスラーはコンピュータ画面上で原子・分子を操作してボトムアップ型マシンをデザインしました。それに対してトップダウン型は、ある大きさのものを細かく分割して製造します。19世紀にその存在が知られていたコロイド粒子がトップダウン型としてあげられます。コロイド粒子とナノ粒子はサイズとして重なり合うためにコロイドナノ粒子とよばれることもあります。今、最先端領域ではトップダウン型とボトムアップ型の両者のナノ構造が接近し、5 nm 以下となり、特異な現象が見出されています。



ナノテクノロジー研究で最初に評判になったのは、1990年に、IBMの研究者が、ヘリウムの原子を用いて走査型顕微鏡で、真空状態で「IBM」と書いて『Nature』に発表したことです。これがブームのきっかけをつくりました。『Nature』は、非常に評判の高いものを採用すると言われています。このIBMの研究者が原子間力顕微鏡、走査型顕微鏡を発明したのですが、彼らはこういう言葉を残しております。「自分たちは企業の研究者で、企業の研究費によって研究ができたので、そのお返しをしなければならぬ」。このようにして大企業の人たちもこのブームにひと役買っていたわけです。

そうしてIBMの科学者、研究者が科学者に技術目標を提示し、多国籍の分析機器メーカーが大学の研究者に、ナノの世界を見る道具として原子間力顕微鏡、走査型顕微鏡を売りまくるのです。あの当時は何千万円もしましたが、今は100万円ぐらいで小さな企業でも買うことができます。科学者はボトムアップ型ナノテクに向けてベーシックな研究を始め、走査型顕微鏡の消費者の役割を果たしたともいえます。

ナノテクノロジーの 萌芽期: IBM 研究者による 原子操作(ボトムアップ型ナ ノテクI)

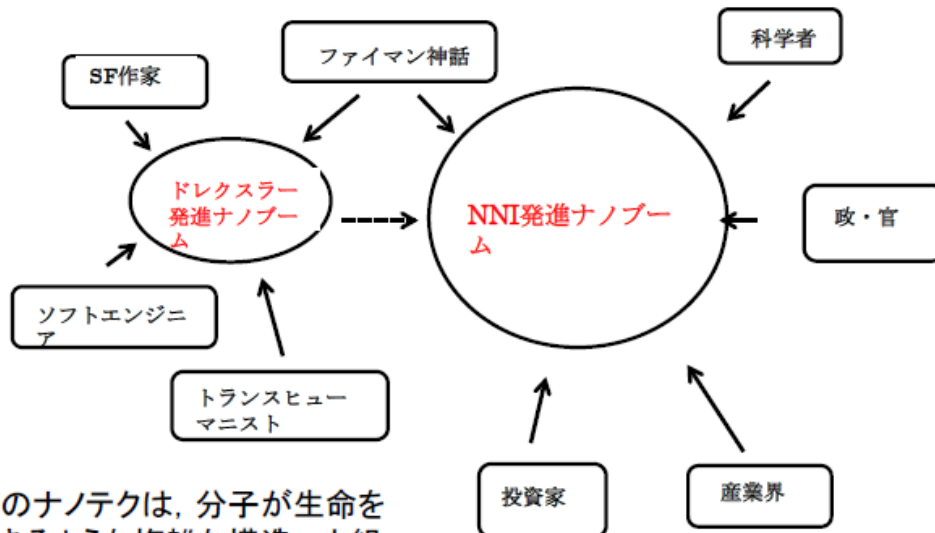


D.M.Eigler, E.K.Schweizer;1990
Positioning
Single Atoms with a Scanning Tunneling
Microscope,Nature, 344, 524-526(1990)

ドレクスラー的発想はレゴの組み立てのようなもので、大量生産できない！

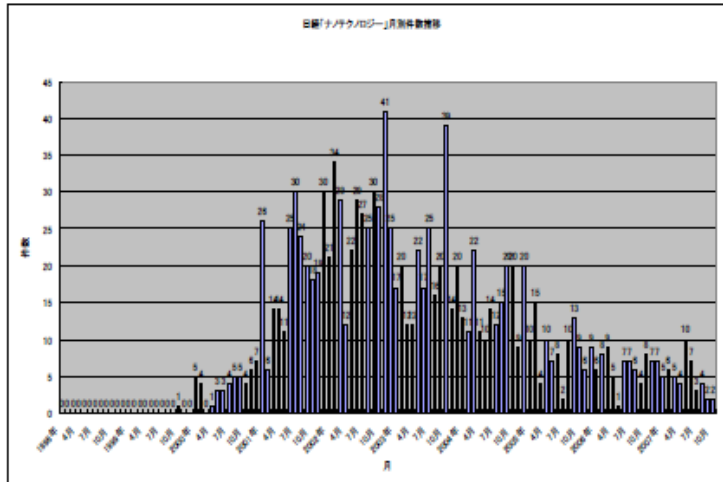
ドレクスラー的な発想というのは、レゴのように原子や分子を組み立てて、画面上で好きなものを組み立てて、ナノマシンをつくるのだ、つまり環境を汚さないで、材料だけをマシンに入ればパンもできるという話が出来上がっていくわけです。これが「ドレクスラー発進ナノブーム」の核心で、SF作家やソフトエンジニアらが「ドレクスラー発進ナノブーム」を盛り上げていきます。実はドレクスラーの『創造する機械』のもと、ファインマンのレクチャーでした。ファインマンはアメリカで人気のある物理学者でしたから、ブームに一役果たしました。一方では、ドレクスラーの言うナノマシンが、アメーバのように、地球に広がり、地球を滅ぼすという SF 的な小説もアメリカで流行しまして、ユートピアの世界が来るのか、反対の惨めな世界が来るのか市民は混迷を深めます。そこで NNI では何とかして、物質科学を確立し、新しいものづくりで成功させようとする狙いの下、ドレクスラーをはずし、そしてホワイトサイズやスモーリーなどを加えて、投資家、産業界、科学者が一緒になってナノブームに導いていきました。

2. アメリカのナノブームの構造



自然界のナノテクは、分子が生命を維持できるような複雑な構造へと組織化し始めた後、数十億年まえから存在した。

日本でブームが起こったのは非常にはっきりしてしまは。日経新聞と朝日新聞が「日本はナノテクノロジーにこれだけの予算をつけるよ」と言った途端に、この図で示したようにブームになっていきました。科学研究費がブームのきっかけです。そして新聞の科学者、企業、国とアクターを分けて学生と一緒に調べてみますと、日経新聞はブームの最中は圧倒的に企業の登場回数が多いのですが、朝日新聞の方は科学者の登場回数が多いのです。したがって、日本でも、科学者、企業、国がアクターとして関与しブームになっていったといえます。



年代	アクター	日経新聞	朝日新聞
1992-1999年	科学者	28.1% (25)	53.1% (60)
	企業	67.4% (60)	46.0% (52)
	国	4.5% (4)	0.9% (1)
2000年	科学者	27.0% (17)	35.0% (7)
	企業	58.7% (37)	30.0% (6)
	国	14.3% (9)	35.0% (7)
2001年	科学者	35.1% (240)	55.9% (114)
	企業	61.8% (423)	27.9% (57)
	国	3.1% (21)	16.2% (33)

日本のナノブームの構造

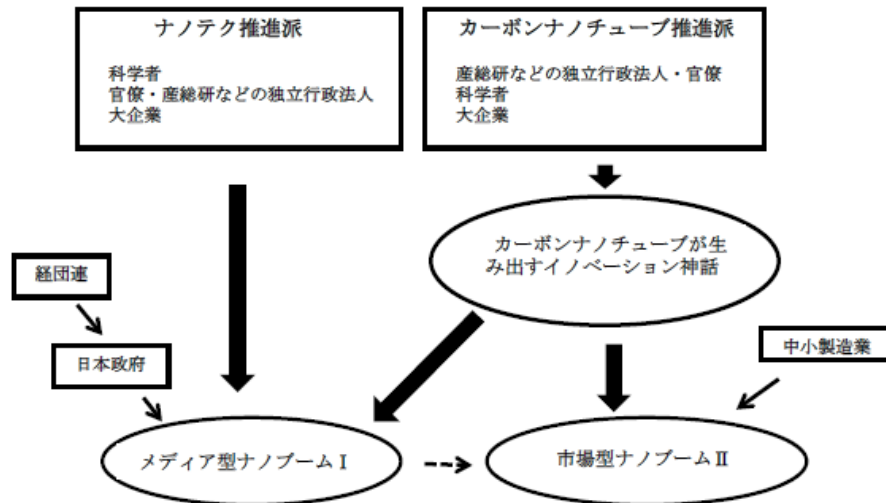
日本のブームは、このようなメディア型のナノブームがあげられますが、それに対して日本人は現実的なので、ナノという言葉を使って、ナノクラスターだとかナノウォーターだとかナノ化粧品とか、市場型のナノブームが起ってきます。私が一緒にディスカッションしていただいたハントさんというイギリスの教授は、「ナノブームの市場型というのはどうも日本だけみたいだ」「アメリカでは非常にスケールの大きいユートピアと脱ユートピアと、ミゼラブルな世界と両方の…そういうことでいろいろ言っているけれど、市場型ナノブームはない」と言われました。アメリカの学会で発表したときに、その話をアメリカの記者に伺うと、ないらしいです。この市場型ナノブームは中小企業の人々が利用して、そのまま消えてしまったということなのですが。

日本のナノブームの構造

1990年代 バブル崩壊後の経済の低迷

2001年 経団連「ナノテクがつくる未来社会ビジョン提示」

2001-2005年 第二期化学技術基本計画「ナノテク・材料」



カーボンナノチューブも一世を風靡しましたがけれども、ここではナノカーボンの応用製品の創造・創生プロジェクトを例にとり、このプロジェクトから「ただ一つの素材から一直線にイノベーションが導かれる」という神話ともいえる物語の分析をしました。飯島先生がこのプロジェクトの代表でしたが、フラレンの発見によりノーベル化学賞を受賞したスモーリーはカーボンナノチューブに主力を移し、ライス大学ですでに教え子と一緒にベンチャーを作っていました。スモーリー博士が日本の官僚に大きな希望を与えていたのではないかと、すなわちさらにおおきな権威の神話がひそんでいたのかもしれませんが。私はいろいろな会議に出て想像しました。さらに次のことも強調したいと思います、成功はヒーロー的な科学者により導かれるということです。要するに重点配分主義、それから実力主義こそがイノベーションに導くのだということです。本著にも書いたのですが、一橋大学とジョージワシントン大学の共同の国際シンポジウムにおいて、重点配分主義はアメリカでもあるのか、と質問しました。ナノテクノロジーに関しては、アメリカではむしろ『ナノ・ハイブ』に書いてありますように、重点配分というのは、いわばみんなが使えるような研究基地センターを作ることだ。それで重点配分というのは、日本は10倍アメリカよりも凄まじいって、はっきりアメリカの教授が答えたのですよ。

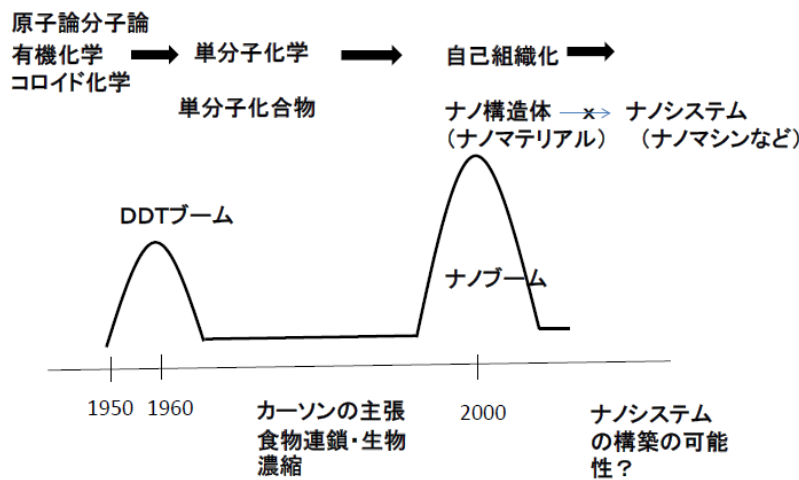
カーボンナノチューブ(CNT)ブームをめぐる神話

ナノカーボン応用製品創製プロジェクト(2002年～2005年度), 新聞記事など

- ①ただ一つの素材から一直線にイノベーションが導かれるという物語
- ②権威が生み出す神話: ライス大学スモーリー教授
- ③成功はヒーロー的な科学者により導かれる
- ④実力主義こそイノベーションに導く

最後に化学史の立場から以下の図のように、DDT ブームとナノブームをまとめてみました。19世紀に生まれた原子論、分子論、有機化学が発展し、企業が発明したテクノロジーDDT から20世紀半ば DDT ブームがうまれました。その結果、DDT が食物連鎖、生物濃縮により異物として残ることがはっきりしてきました。21世紀近くになるとナノブームが起こりますが、その背景には生命体の創出に向けた動きがあります。すなわち私たちの細胞はもの見事に外から食料を得て、排出して、成長していく。そういう生命体を目指してものづくりをしていこう、ナノシステムを作っていこう、としています。科学者はナノブームに乗りながらも、今でもナノという研究を進めているのが現実だと思います。

DDTブームからナノブームへ



上田:

ありがとうございます。今この本の骨格となる部分、概要をお話いただいたわけですが、この後は、私自身が五島さんに送った質問一覧を見ていただきながら、それを少し私の方から五島さんの方に改めて投げかけまして、それでやり取りをしていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

質問1 化学が自然科学のなかでどのような位置にある学問かを簡単にご説明ください。また、『〈科学ブーム〉の構造 科学技術が神話を生みだすとき』の170-171ページの表を用いて、ナノテクノロジーの化学史における位置づけにも言及していただきながら、科学ブームの事例として、DDTとナノテクノロジーの2つを取り上げたわけを教えてください。

まずなにゆえ DDT ブームとナノブームを選んだのか、というあたりです。先ほどのお話の中にも出てきたと思うんですけども、私の思いとしては、一つは化学というのが自然科学全体の中でも、非常にいろんなところに顔を出し、かつ物質の組成とその性質ということで、すべての自然科学に共通する部分を持っている、みたいなことがありまして、そういう意味でも科学ブームを見る時に、化学ということに注目すれば、どの分野にでも言えるようなことが導き出せるのかなという感じを持っているのです。それがこの質問1です。要するに、確かに化学製品とか、それから物質の基本的な構造とかを操作するようなものとしてのナノテクノロジーとか、それから DDT はもちろん化学製品ですけども、そういうものを取り上げることの五島さんなりの意図というのがどこにあったのかなということで聞きたいのが質問1です。

質問2 いろいろな化学製品がその時々で“流行”していると思います。DDTのブームには、他にないという特徴があったと考えられるのでしょうか？ そして、『沈黙の春』がブームを終焉させるインパクトを持ち得たのはどうしてでしょうか？

それから、それと関連して質問2なんですけども、皆さんもご存じのように、五島さんも例を先のスライドで挙げて下さったように、私たちの間に、こういう薬がいいよとか、こういう製品がどの家庭にとっても必要だよ、みたいなことで、いわばブームとしてそういうものが世の中に人気が出てきてたくさん消費されるということが、化学製品に対してよく起こることだと思います。そういう時に、じつはいつの間にかさあーっと消えていったということ例はとても多いと思うんですけども、このレイチェル・カーソンの『沈黙の春』のように、まさしく DDT をターゲットにして、そして1冊の本を書くことによって、まさにそのブームを終焉させたというのはかなり面白いといえますか、非常にインパクトの強い話なのです。なぜそういうインパクトを持ったのか、というあたりを教えてくださいなと思います。

五島：

とても大事な質問なので、力を入れてお答えしたいと思います。今の一般教育の自然科学では、数学、物理学、天文学、化学、生物学、それと情報科学ですね。19世紀の頃には自然科学のディシプリンとして、情報科学以外の5つがあったと思います。ところが、1825年にリービヒというドイツの化学者が自分で馬小屋を改造しまして一大学にはお金がないものですから一有機化学実験教育を行うわけです。

どういことをやったかといいますと、化学物質に炭素、水素、酸素、窒素が含まれていますね、そういうものがどのくらいの割合であるかを調べる有機分析の実験をやるわけです。そうしながら、学生と議論、講義を行い、助手が指導する。そうして新しいものを見つけたら、論文を書いて博士号を与える。これはパラダイムシフトです。化学研究と教育が一体化したというのが、この1825年が始まりだと言われております。これは後に人文社会にも波及していきます。非常に大事なパラダイムシフトだったわけですが、有機化学が誕生してまもなく、有機化学の実験教育が進みますと有機化学も非常に進みまして、有機合成化学が生まれてきます。ここで重要なのは、1828年のウェーラーが尿素を合成します。生命起源の物質は生命体でしかつくれないという生気論の考え方が支配的でしたが、尿素の合成は生気

論を覆す契機となり、有機化学が誕生しました。そして 1858 年にイギリス人のパーキンが、モーブという紫色の色素を作りました。それ以前紫色染料はムール貝でしかできなかったのですが、実験室で成功して、パーキンはベンチャーを作りました。それ以後化学の分野ではベンチャーづくりが流行し、有機化学はビジネスと一体化して進んでいきます。一方で、化学者と物理学者は目に見えない原子・分子のしくみ（ドルトンの原子論がその例です）を探求していきます。それが 19 世紀の科学でした。

化学の世界からみる科学ブーム (DDTと ナノテクノロジー) q1 No.1

19世紀以前の自然科学のディシプリン

数学

物理学

天文学

化学

生物学

19世紀:

- ① 化学の世界にパラダイムシフト: 有機化学と産業
1825: J.リービヒ(ドイツ)による有機化学実験教育: 有機化学の誕生から有機合成化学へ
(1939: DDT 発明へ)
- ② 目に見えない原子・分子を求める
- ③ コロイド化学の誕生

20世紀:

ディシプリンの異分野融合

20世紀後半: 情報科学、物質科学、ライフサイエンス

1980年代 : ナノテクノロジー(新しい概念)

key word: Atom by Atom,

Design, Nanomachine

一方、19 世紀に誕生したコロイド化学といえば、金コロイドを思いつく方もおられるでしょう。是非皆さん、ロンドンに行かれたらボンド・ストリートの王立研究所に寄ってみてください。無料で入場できると思いますが、そこにはファラデーの作った金コロイドが保存されています。ナノテクの萌芽は化学史上 19 世紀のコロイド化学の誕生が目に見えない原子・分子を求める流れとともにありました。一方、DDT の萌芽は 19 世紀の有機合成化学が原点でした。20 世紀になりますと、化学と物理学が融合して物理化学が、化学と生物学が融合してライフサイエンスなど、様々なディシプリンの異分野融合が始まります。またコンピュータの発展とともに情報科学の分野も大きな影響を与え始めます。そのような中で 1980 年代にナノテクノロジーという新しい概念ができあがります。キーワードはアトム・バイ・アトム (atom by atom) すなわち原子を一個ずつつなげることです。そしてもう一つのキーワードは原子、分子でデザインすることです。その典型的な例が 1980 年代のドレクスターの SF 的な物語であるナノマシンをデザインしてコンピュータ画面上に描き出すことでした。

DDTブームとナノブームの歴史的背景 (q1) No.2

19世紀後半～1920年	20世紀の技術確立の時代
1940年～1970年	大量生産、大量消費に導く科学技術黄金の時代
1970年代	DDT(チバガイギーの技術者ミュラーの発明) 環境問題 新自由主義萌芽(ネオリベラル化)、 ポストフォーディズム
1980年代	ポストモダンの時代 科学の商業化
1980年	Bye-Dole法(レーガン・サッチャーの時代)
1994年	The new production of knowledge by Michel Gibbones et al. (現代社会と知の創造)
2001年	Mode 2 モデル=ナノテクノロジー 国家ナノテクノロジー戦略推進(NNI)設立

その次に、もう一つ質問1について時系列で説明します。19世紀の後半から1920年頃までは、20世紀の技術の確立の時代、つまり、20世紀の技術を確立するよう準備していた時代です。1940年代から1970年代は、大量生産、大量消費に導いた科学技術の黄金の時代でした。この時期の1939年に、チバガイギーの技術者のミュラーがDDTを発明して、大量生産、それに続くブームが起き、その後1970年代は環境汚染が起きたわけです。そして新自由主義のネオリベラル化の台頭。環境問題とシカゴボーイズというシカゴ大学の人が作り出したネオリベラリズム、新自由主義の経済が萌芽しておりました。それからポスト・フォーディズム。フォード車を工場で作っている労働者が買うということからフォーディズムといわれたのですが、その後ポスト・フォーディズムの時代になります。1970年代から1980年代には、大量に売って大量に儲けるのではなくて、それぞれ個人の好みを尊重し、個人の自由を認める時代になったのです。そうしますと、商品も多様なものを作って売ればいいのかということになります。その上、サイエンスも知識として売り出される。そして科学からニーズを作り出そうという、科学の商業化の時代が到来したのです。バイ・ドール法が本格化した。これはレーガンの時代に生まれたものですが、科学者だって研究室に閉じこもっていないで市場に出てきて、どんなものを作ったらいいか勉強しなさい、というだけではなくて、特許を取って自分で儲けて企業も作ってもいいのではないかと。特許料は大学にすべて入っていましたが、研究者も一部もらってもよいではないか、そのようなバイ・ドール法が出来て、ここで科学者の質が変わっていきました。

そして、1994年には『The New Production of Knowledge』(Gibbonsらによる)(邦訳は小林信一監訳『現代社会と知の創造—モード論とは何か』丸善ライブラリー)が出版されます。これはイギリスの政策立案者たちが書いたもので、「モード2」という新しいモデルを提唱しています。このモデルがナノテクノロジーではないかといわれることもあります。

ここで、DDTブームとナノブームの特徴を比較してみます。まずDDTブームのDDTは、このような単分子化合物ですが、これは虫を殺すテクノロジーです。はじめは感染を防ぐために使われたのですが、後に農業に転換させてブームが拡大しました。言い換えますと、ブームは軍事テクノロジーとして成功したDDTを農業へ転用する、アメリカの軍産学複合体によるDDTブームだったと言えると思います。

DDTブーム・ナノブームの特徴(q1)

No.3

<p>DDTブーム DDT=有機塩素系化合物 $C_6H_4Cl_2$ Bis(4-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane 単分子化合物</p> <p>DDTの発明 : 企業競争から生まれた 企業の技術者 P. ミューラー</p> <p>DDTブーム : 軍事テクノロジーとして 成功したDDTを農業へ転用 アメリカの軍産学複合体</p>	<p>ナノブーム ナノシステム構造体 原子分子複合構造体</p> <p>ナノブームのきっかけ ドレクスラー「創造する機械」 (1986) 情報科学, 物質科学, バイオテクノロジー (Bio is Nano)</p> <p>ナノブーム : 第三次産業革命を狙う 官産学連携</p>
---	---

それに対してナノブームは、これからこんな風なものを作りたい、とデザインした原子・分子複合体だったのです。そしてナノブームのきっかけは、1986年に発表されたドレクスラーのSF的な本『創造する機械』でした。これが情報科学の研究者や物質科学、バイオテクノロジーの研究者に非常に刺激を与えて、そして「バイオこそナノである」ということで、ナノブームが起こりました。つまり、第3次産業革命をアメリカの政府は狙ったわけです。日本も第3次産業革命を狙うと称して官産学が連携したナノブームが生まれていきました。

上田 :

ちょっと確認なんですけども、今2つのブームのパターンといいますかね、型の違いみたいなことをおっしゃっていただいたんですけども、DDTは完成された製品として社会に第1次ブームの頃は感染症対策として、第2次ブームの時は農薬として、というようになって、要するに一つの製品が社会に影響を及ぼすという意味で非常に理解しやすいものなんですけども、ナノブームの方は最初にアイデアが先行して、実態がまだできていないものが何かブームを産んだ、みたいなことでかなり違いますよね。つまり、科学ブームというのは、例えば今ふたつのこと例でみますと、実態があるものがどういうふうに応用されていくときに神話化して大きな市場を作るか、という一つのパターンと、それからもうひとつ何かSFチックなんだけども、将来こんなことができるに違いないだろう、ということである構想が打ち上げられて、それにみんなが寄ってくるみたいな、その大きな2つがあるというふうに考えていいわけですかね。

五島 :

はい。それが起きた理由といたしましては、政策の違い、社会の違いがあるわけです。科学研究は知的好奇心だけでやっていいものかどうか。科学研究は社会の中で役に立つべきではないかと。そうすると、科学者はたくさんの予算を自分で申請して取るには、社会的な説明責任がなくてははいけない。サイエンス・アカンタビリティの問題です。それがブームと一緒にってしまったのです。だから大学もナノの予算が通ったら、ナノはこんなに素晴らしいとホームページに書くわけです。「あの大学のホームページに載っているのだから大丈夫だろう」ということで、プロジェクトに投資が進んでいくわけです。

サイエンス・アカンタビリティを強調したのが、ギボンズらの「モード 2」です。ギボンズの強調している点は、「応用の文脈でのサイエンス」です。

上田：

そして先ほどスライドで見せてくださったレイチェル・カーソンのインパクトですね。

五島：

そうです。若い時にこの本を克明に読んですごい本だと思いましたが、改めてすばらしいと思いますね。

何故、『沈黙の春』は市民社会に衝撃を与えることができたのか？(q2)No.4

本書(p72-74)

- カーソンのサイエンスライターとして経済的自立
- 米国魚類野生生物局とのつながりにより科学的信頼性
(米国はマイナーな分野でも予算を配布)
- 市民にとって十分読みこなせる書物
- 農薬産業界はパニック、ひきつけられた政治家、揺さぶられた官僚

『沈黙の春』の説得力の理由

- 生態系の異変に気付いていた一部の市民
- 明解に描かれた殺虫剤の生態系の及ぼす影響
- 自然と社会が複雑に絡み合った全体像を伝えた
- ノンフィクションとしての質の高さ

カーソンは強い人ですよ、本当に権力に対して。カーソンはサイエンス・ライターとして経済的に自立しています。だからこそ強いのでしょう。また米国の魚類野生生物局のつながりにより科学的信頼性を得ています。これは米国はマイナーな分野でも予算をある程度配分していること意味しています。それから市民にとって十分に読みこなせる書物であったことです。農薬産業界はパニックになって、どうしていいかわからなくなります。企業は大量生産、大量消費して儲けなければいけないと言われたらもうどうしようもないわけですね。一方、政治家は『沈黙の春』にすごく惹きつけられるわけです。その一人がケネディ大統領です。そして、揺さぶられた官僚。特に、地方の行政は DDT を使いたい放題使うように奨励していましたが、使い方は教えてこなかったのです。さすがに大手のモンサント社らが「ちょっと地方の行政はひどいのではない」と反省もするくらいでした。

この本がなぜ市民や政治家を動かすことができたかといいますと、生態系の異変に気づいていた一部の市民の存在でした。さらに農民や技術者がおかしいと気がついていたこと。その上、殺虫剤の生態系に及ぼす影響が明快に描かれていたこと。結論としてわかりやすく、自然と社会が複雑に絡み合った全体像を伝えたからでした。社会と自然が複雑に絡みあった全体像を報告書とは違う味で、やっぱり誰かが書いていけば読者数は増えるかもしれません。それがサイエンス・ライターであり、サイエンス・コミュニケーションだと私は思います。それからこの本はノンフィクションとして質が非常に高かったこと。要するに『沈黙の春』というのは環境哲学を生み出した最初の書物だと言われています。『沈黙の

春』より1年ぐらい前にそれに似たような本が出ているのですが、細かく書かれてあっても本が面白くなかったの、売れなかったようです。哲学を持っている本だからこそ価値があったと思います。

上田：

そうですね、私も今のお話を聞いていて思い出しましたが、これ最初に読んだのは中学生の時だったんですけども、やっぱり読み切っちゃいましたね。大人が読んでもレベルが高いと感じられる内容なのに中学生でも読めちゃうというあたりが、本当に書きっぷりがすごいなあとというのが今改めて私も思うところですね。あと、冒頭に2ページで、寓話的に書かれた最初の出だしがありますよね。あれなんかは誰が読んでも、「この後どうなるんだろうか」と思わせるものもありますし、本当にそういう意味では見事な本だなあとと思います。

五島：

それと、私が読んでびっくりしたのは、権力に対する批判の強さ。本当にこんなことよく書くなあ、というくらい厳しく書いています。『われらをめぐる海』(The Sea Around Us)という、以前に書いた本は、ダイナミックな海の生態を見事に描いているのですが、カーソンは権力について書く時も具体的なのです。企業に協力した昆虫学者に対する批判は、事細かに書いていますから、そういう点でもインパクトは違いますね。

上田：

それだけ、自分なりにきちんとした証拠を把握していたという自信があったのかな、という気がしますね。

五島：

そうですね。彼女はまもなく亡くなるのです、乳がんで。だから命をかけていたのではないかなと思いますし、私は彼女の本がナノブームに対する批判にも通じるものになっていると考えます。要するに「人工化学物質は異分子である、私たち生態の中では異物である」ことをしっかりと表現したことだと思うのです。

上田：

質問3ですね。

質問3 DDT ブームの終焉は、環境思想の変化、リスクの概念の誕生を促したと思われませんが、その後、新規の化学物質については“光と影”の両面がしっかりと検討され、適正な規制がなされるようになったと言えるでしょうか？ 例えば、ナノマテリアルのリスクに関してはどうでしょうか？ うまくいかないとすれば、その原因は何でしょうか？

質問4 「DDT ブーム崩壊のダイナミズムからは、専門家たちの行動が指導力の高い政治家の決断にすこぶる左右されやすいことが見てとれる」(87ページ)とありますが、日本にはこのような例は極めて少ないのではないかと思います。その違いの由来と、その違いからみえる日本の政策決定の問題点について教えて下さい。

ちょっとDDTについて私聞いてみたのですが、まずはですね、DDTがレイチェル・カーソンの『沈黙の春』によってとどめを刺されたということなのですから、その一方でカーソンがきっかけにな

って環境へのリスクというのをどのように考えたらいいか、人体への健康のリスク、そのリスクというものをどのように考えたらいいか、ということがやはり問題として展開されたのではないかなと思います。一方、広く生態学、エコロジーというものを思想としてやっぱりもっときちんと打ち立てていこう、というような流れも、そこから生まれたのではないかなと思うのです。その後皆さんご存知のように日本でもいろんな環境ブーム、それから1980年代ぐらいになってきますと、地球環境という言い方も出てきて今に至るわけです。環境のいろんな思想の盛り上がりがあるわけですね。ところが一方、その化学物質ということで見えますとですね、カーソンが描いたように影の部分、今五島さんがおっしゃったように、「人体にとって異物である」という認識が深まってはきたのですが、新しい物質が次々に作られている。それをきちんと規制していくということに関しては、ほとんどいつも規制が後追いになってしまっているという状態です。例えばナノマテリアルということで、日本でも新聞記事にもなりましたが、カーボンナノチューブを、濃厚な状態ですけれども動物に注入したら中皮腫ができたみたいなことも報道されました。そういうことで分かるように、新規物質というのはいろんなリスクというのをやっぱり抱えてしまうものだなということがある程度予測もできるわけですが、対策が後手後手になってということが繰り返されているような気がするのです。そうすると、そのあたりをどう考えたらいいかなというの、一つの私の問題意識なんです。

あとはもう一つ面白い五島さんの記述がありまして、こう書いてありました。「DDTブーム崩壊のダイナミズムからは、専門家たちの行動が指導力の高い政治家の決断にすこぶる左右されやすいことが見てとれる」。これは要するにケネディ大統領の例が典型的ですけども、要するに世の中でこういう問題が起こってきて、カーソンのような人がきちんとした指摘をしているとそれを受けて、やはり政治的な一番トップにいる方が、「それはまずいよ」「考え直そうよ」ということで声を上げるわけですね。そうすると、なんと世の中がそれに右ならえをして結構一気に流れが変わってしまうみたいなことが起こってくる、ということがアメリカではどうもあるらしい。そのあたりは日本では、なかなか科学技術とか専門の分野なんかでは、そういうことが起こりにくいんじゃないかな、という印象を私は持ってまして、そのあたり何か示唆することがあったら教えて欲しいと思います。

五島：

私はこのミュラーの理想の殺虫剤の概念の原本を英国の中古の本屋さんをインターネットで見つけました。その原本なのですが、ミュラーは企業のチバガイギーの技術者でしたが、彼は最初に企業の技術者として理想の殺虫剤はどういうものかというゴールを決めたのです。それで研究を進めていった時に、“強力な殺虫性”、“即効性”、“温血動物や植物に無害”、“広い範囲の虫に効く”、“化学的に安定で効力が持続”、“無刺激、無臭”、“低コストで、大量生産可能”、とこれだけ考えたのです。ミュラーはこのような7つの条件を持った殺虫剤であれば、虫のいない楽園が来ると思ったのです。

理想の条件を備えた殺虫剤の生態系への影響 (q3) No. 5

ミューラーの理想の殺虫剤の概念

- ① 強力な殺虫性
- ② 即効性
- ③ 温血動物や植物に無害
- ④ 広い範囲の応用
- ⑤ 化学的安定性による効力の持続
- ⑥ 無刺激・無臭
- ⑦ 低コストで大量生産可能

大量生産・大量消費



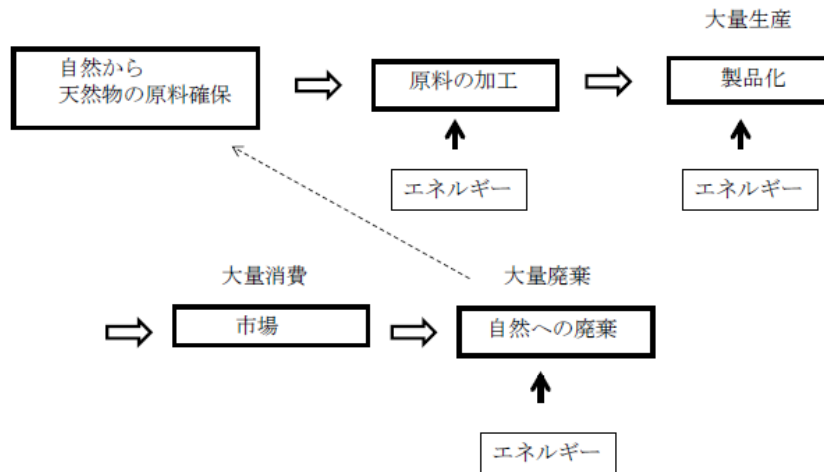
- ① 食物連鎖・生物濃縮
- ② 殺虫剤抵抗性が生まれる

DDTブームが教えてくれること

- ① 技術者が描く理想の条件を有するテクノロジーも大量生産、大量消費によりリスクが疑われる
- ② 人と物は自然の中で異物、持続性社会の構築

ところが、DDTの大量生産により大量散布されますと、どうもあちらこちらから、白鳥が死ぬとか、それからカーソンの『沈黙の春』により、食物連鎖、生物濃縮が知られるようになりました。もっと驚いたことには、害虫の殺虫剤への抵抗性が生まれてきたのです。日本でもその報告がなされ、ハエの抵抗性が生まれるという予想もしなかったことが明るみになってきました。要するに、自然はもっと奥深いというか、もっとダイナミックに変化していたのです。ですから、DDTブームは、技術者がこれだけ完璧なものができるれば大丈夫と思って作ったものでも、大量生産、大量消費によりリスクが生じてしまうことがあるのだ、ということを知って教えました。それから、人は元来自然の一部であり、私たちは自然と共生して生きなければいけないこともわかります。すなわち持続性社会の構築が望まれているわけで、自然から原料を確保して、原料を加工して製品化すると、大量消費、自然廃棄から元に戻っていく（下図参照）。このようなサイクルを満たす物作りをしなければいけないことを教えてくれます。私が原発に反対するのは、高レベル放射性廃棄物の処理方法が見出されていないからです。下図の循環に乗るものを私たちは求め続けなければいけないということだと思いますし、このスキームは私のいちばん大事にしているものです。

大量生産, 大量消費, 大量廃棄の構造



上田：

結局、科学者が世の中に望まれる製品でこれはほぼ大丈夫だろうというものをを出していくと。ところがそれがまあいわば大量に作られ大量に使われるということの中で、人間にとって予想外な局面が生じてきたりとか、それから、つまり個々の物質だけ見ても見えないものが生態系の中では起こったりするのだ、ということをもっと私達は認識しないといけないということですよ。

五島：

そうです。だからナノ材料に関しても、生分解性されるものをスイスの ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) などでは訴えていますね。アメリカでもここ数年ナノ材料がものすごくいろいろなところで普及しています。特に金属系は怖いですね。そういうことだと思います。

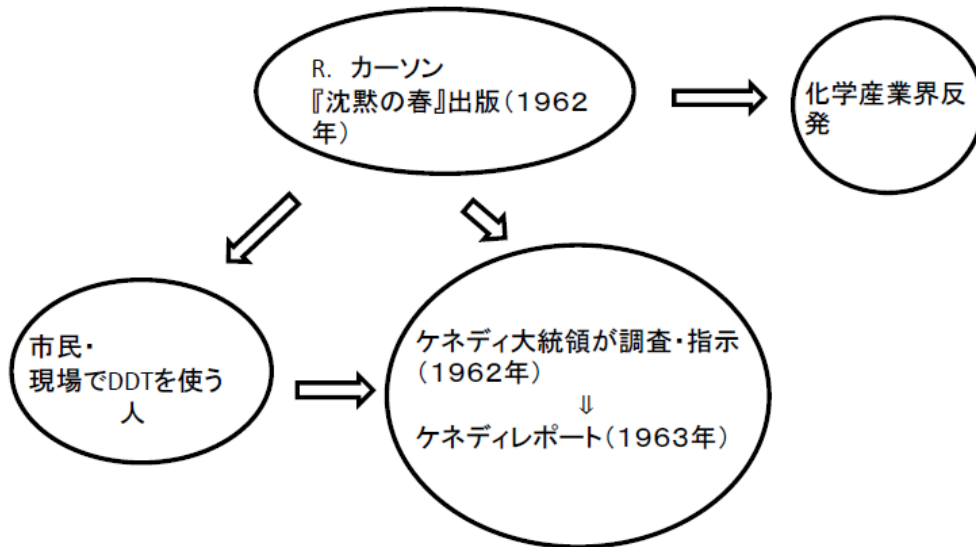
上田：

なるほど。

五島：

それでもう一つの政治家のことなのですが、これも私たちの今の社会にすごく大事なことを伝えてくれたと思います。カーソンが出版した『沈黙の春』に対して、市民や現場で DDT を使う人が、非常に反応しましたね。一方で、ケネディ大統領もこの本にすぐに反応しまして調査を指示します。そうするとケネディレポートが 1 年後に発表されるわけです。それに対して化学産業界はものすごく反発するわけです。

『沈黙の春』をめぐる市民、政治家、企業(q4) No. 6



このような中で私が一番言いたかったことは、次のようなことです。カーソンの本が出版されることによって、結局 DDT 支持派と不支持派が世間に丸見えになります。そうすると、両者の専門家たちが和解し始めるのです。和解し始めるということはどういうことかといいますと、ケネディ大統領がこのような方針で調査して DDT はやめるって言い出したから、和解し始めるのです。科学者も、要するにサラリーマンですから、そんなに強い立場でもものが言えるわけではありません。ですから、政治が変われば、例えば大統領の意見が出れば、それによって専門家は動くことができます。そこが重要だと思います。

上田：

なるほど。すなわち政治を変えるのは市民であるとするならば、その政治が変われば科学者が変わると。

五島：

ケネディ大統領の指示で科学者を含めた専門家はどのように変わったのでしょうか。DDT 反対派と DDT 支持派はそれぞれの考えを少しずつ変え歩み寄ることができるようになりました。DDT 反対派まずこう言ったのです。「DDT リスクについて確かな証拠がない」と。「生態系が崩れているとか、発がん性だとか、まだまだ現象を観察している段階で、確かな証拠を得るには実験して調べなければならないことがある」と。他方、DDT 支持派は「確かに DDT によって生態系はおかしくなってしまった」と。そしてお互いの意見を認めるということで DDT 反対派と支持派は歩み寄るわけです。そうしてプロジェクトがスタートしたのです。例えば、森に DDT をヘリコプターや飛行機で撒くと、虫が一旦はなくなる。DDT で荒れた森のフィールドワークに様々な分野の専門家が取り掛かろうとしたのです。市民が優れたリーダーを選ぶことによって方針が変わり、市民も専門家も変わっていく例ではないでしょう

か。

上田：

では、その次の質問にいきたいと思います。今度はですね、日本の研究環境にも関係するといえますか、まさに直結するお話なんですが。

質問 5 「研究費獲得競争の時代」にあって、現代の典型的な大型の予算獲得の事例を挙げていただき、一般の研究者がいまどのような研究環境に置かれているのか、その概略を教えてください。

質問 6 1980 年代以降の科学ブームには、それ以前にない、どのような特徴があると考えられるのでしょうか。「競争的資金」「産学協同」「知財」「ベンチャー」などを言葉が盛んに交わされるようになったことと、市場主義やグローバリゼーションの浸透と軌を一にしているようにみえますが、その関連性はどう整理できるのでしょうか？

五島さんのいろんな記述の中に、現在の科学が、研究費を獲得する競争をしている、そういう時代に今入っているのだ、ということが出てきます。例えばナノテクなんかもまあそうだと思いますけれども、どういう研究が科学者たちが一番お金を取ってやっている分野になっているのかな、ということです。それから実際に、そういう競争的資金が大きな割合を占めてくると、研究環境というのはどういう風なものになっていくのか。お金を取ったところは良いだろうけれども、取ってないところはどんどんどんどん肩身が狭くなって…みたいな。そういう状況が生まれているのだろうか。いわば文科省中心とする科学技術政策といいますか、資金配分の仕方みたいなことに直結する問題をちょっと振り返ってみたいというのが一点です。

それからもうひとつは、似た話なのですが、1 特に 980 年代以降、日本でも今言った競争的資金とか、産学協同連携とか、それから知財とか、あるいはベンチャーとか、そういう言葉が盛んに聞かれるようになりました。それは言ってみれば、他の分野を巻き込んだ市場主義、それからグローバリゼーション、それがどんどんどんどん世界に広がっていく、浸透していくということと、どうもやっぱり重なっているなあというふうに見えるのです。五島さんはそのあたりをどう分析されますか。

五島：

私が、レイチェル・カーソンの考え方がサイエンス・コミュニケーションに取り入れられなければならないということを、STS 学会で発表したことがあります。

私の発表に、国士舘大学の木原先生が来てくださいます。同様にサイエンス・コミュニケーションについて批判的な考え方を持っておられました。それで私は木原先生のところの研究会に参加させていただくことになりました。木原先生はたくさんの論文を出されていますが、ここで一番わかりやすい 2013 年の STS の春のシンポジウムでお話しされた文をそのまま写させていただきました。つまり公共性というのは公共の利益だと。政府を作って実現する、政治的主権者誰もの利益で、「政府がもたらす公共の利益の実現」です (①)。

市場のグローバル化と 政府のネオリベラル化(q5-6)(No7)

公共性について

木原英逸(国土館大学教授)

(STS Network Japan 2013年度、春のシンポジウム、2014・3・2)

公共性＝公共の利益＝誰もの(個人)利益

政府を作って実現する：政治的主権者誰もの利益

＝政府がもたらす公共の利益①の実現

市場を作って実現する：市場取引参加者誰もの利益

＝市場がもたらす公共の利益②の実現

自発的結社を作って実現する：結社成員誰もの利益

＝NPOがもたらす公共の利益③の実現

①から②の重心に片寄る。

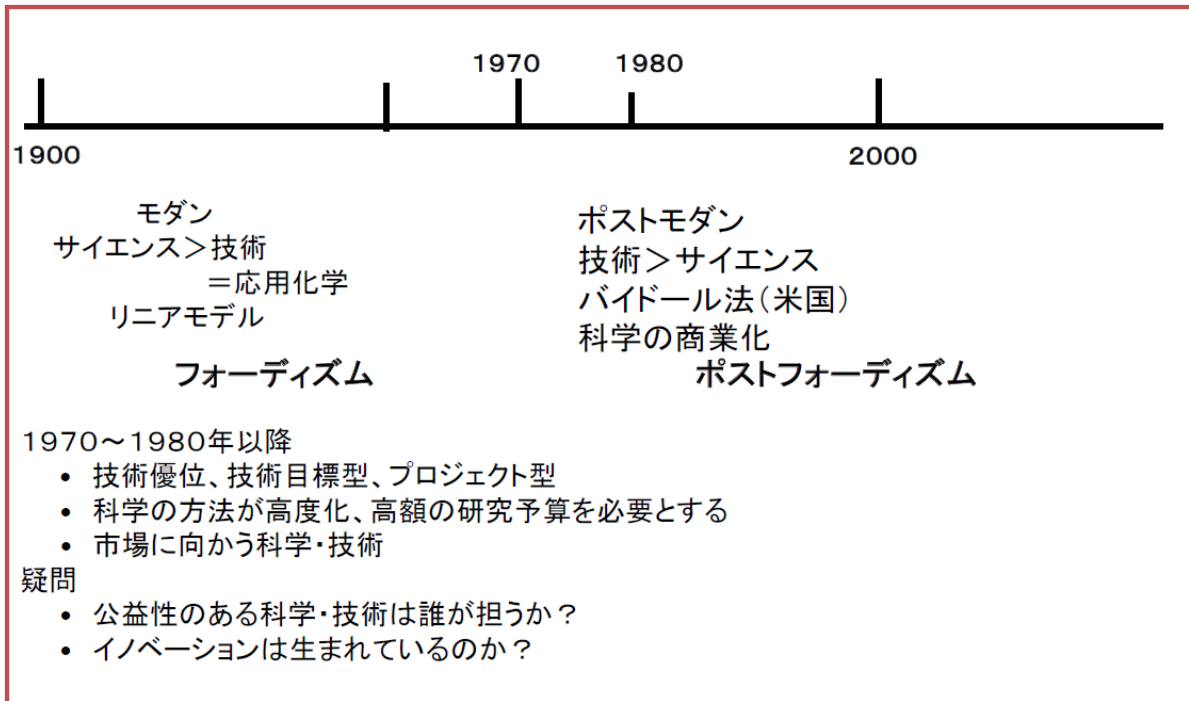
……市場のグローバル化と政府のネオリベラリズム化

市場を作って実現するというのは市場取引、参加者誰もの利益で、市場がもたらす公共の利益の実現だと(②)。自発的結社を作って実現する。結社成員の誰もの利益で、NPOがもたらす公共の利益を指します(③)。この3つの中で特に最近問題になっているのが、じつは①から②の重心に偏る、つまり政府を小さくしていった市場の取引参加者誰もの利益を大きくすること、市場がもたらす公共の利益の方に傾いていることだと。それが市場のグローバル化や政府のネオリベラル化であると表現をされておられます。それが科学の世界に生きているということです。

1962年にレイチェル・カーソルによる『沈黙の春』の発表によって1970年頃からリスク学が誕生してきて、環境問題が非常に大きな問題になってきます。1970年以前はモダンの時代と言われて、サイエンスが技術よりも上位にあると考えられてきました。つまりサイエンスがあって、技術が生まれる。科学者が上で技術者が下だとか、そのことに全く根拠はないのですが。ビッグ・サイエンスもその例です。月面に行った時もサイエンスではなく、技術で成功させた。このようにサイエンスが前面に出て技術が下に位置づけられる。これはリニアモデルにも通じるもので、サイエンスがあってその先で技術が生まれるという考え方でもあります。

この考え方はアメリカの科学史家フォアマンによって発表されましたが、賛否両論があります。しかしこの時代はポストモダンとって、個人が自由を求める傾向が高まっていった背景がありました。テクノロジーがあつてのサイエンスの傾向が強まり、問題解決型プロジェクトが立てられ、その解決のためにサイエンスの知が探求されるようになりました。プロジェクトは新自由主義が勃興する中、我先にと市場化を目指すようになりました。ナノテクノロジーにその傾向が象徴的に現れました。次々発表される特許に投資家はさらなる期待をかけて踊りました。

市場のグローバル化とネオリベラル化が科学・技術にもたらす影響：科学の商業化(q5, 6)(No. 8)



それから科学の方法が非常に高度化されています。そのため膨大なお金がかかるのです。ライフサイエンスにおいても種々の菌とか細胞をもらうとか、装置も必要ですから、高額の研究予算を必要とします。そのためには市場に向かう科学技術を考えてくださいよ、と資金提供側は要求してきます。そういうことで科学者も産学連携が必要だということになります。1980年前と以降では、アメリカでは3対7ぐらいで、公的な資金が多かったのですが、1980年以降は産業界の支援が7ぐらいになって研究が進められていったというのがアメリカの実態です。

で、ここで公益性のある科学技術は誰が担うのかという疑問が出てきますし、イノベーションは生まれているのかという疑問も出てきます。情報化が一番これに効いているのですけど。コンピュータひとつとっても、100分の1ぐらいの値段になっているでしょ、今は。1000分の1かもしれない。それからスマホだってどんどん安くなっている。そのように、どんどん新しいものができて普及しても、価格が安くなっていますから、利益が少なく均一化されていると言われております。本当にどこで儲かっているのか分からない。イノベーションも本当に生まれているのか、IT以外生まれているかどうか分からない。それが今の時代であると思います。

上田：

今お話を聞いていますとね、例えば公共性の深い領域あるいはそういうテーマで科学研究をきちんとやっていって、世の中のためになるようにする、というような思考が市場主義に飲み込まれると、どんどんどんどん縮小していくということが考えられると思うのです。例えば私の目から見ても、日本で最近すごく話題になっているように、まあ例えば火山の研究とかは必須の研究テーマだと思うので

すが、じつは担い手の科学者がかなり少ないという話を聞いています。で、それはなぜか。その根本的な理由は、必要な研究であることは誰が見ても分かるんだけど、まっはっきり言ってお金にならないし、それから時間的なスケールの問題もありますけれども、新しいイノベーションが生まれるというわけでもない。そういう人の生活を守ったり、私たちの安全とか健康とかを守ったりするのに当然必要とされるような基礎的な研究が、じつはなかなか思うように進まない環境になってきてるんじゃないかな、という気も一方ではするのです。

で、その次の質問にいきたいと思います。今度はナノのブームについての話です。

質問7 「科学技術政策の規模が大きくなればなるほど、各国政府は、納税者である市民とメディアの指示をとりつける必要がある」（109 ページ）とありますが、そのために専門家やメディアがどう動かされることになるのか、その基本的なしかけについて教えてください。「夢物語」「フィクション」はどう創作され、信ぴょう性を与えられるようになるのでしょうか？

質問8 「ナノハイプ」と言う時、“ハイプ”と“ハイプでない”ことの境界はどこにあると言えるのでしょうか？ 専門家はそれを見分けられるのでしょうか？ あるいは一般の市民がそれをある程度見分けようとするには、どうすることが必要なのでしょうか？ また、科学者コミュニティは“ハイプ”と気づいてもそれに対して沈黙を続けていたとの指摘がありますが（160 ページ）、この理由は何でしょうか？ また打開策はあるのでしょうか？

質問9 日本のナノテクノロジーを例に、国家あるいは民間で研究開発にどれくらいのお金が宛てられてきたのか、それがおおよそどのように配分されてきたのか、またその配分の決定にはどこかどう関与しているのか、といった「研究資金の流れ」の概要を教えてください。

質問10 このような特徴が日米の科学政策の違いにどのように反映しているのか（あるいはどこまで一般化できるのか）を教えてください。

一つは、ブームを作っていくときに、何も科学者が前にしゃしゃり出てものを言えばいいということにはなかなかなくて、やはりメディアがそれに絡んでもものを言うということが大きいんじゃないかなと思います。その時に、科学者も科学者なりに夢物語にみたいなものを語ることがありますし、それをメディア側ももっと増幅した形で伝えていくこともあるでしょう。サイエンスという私たちのイメージとしては、分かっていることを基礎にして、確実にこれが真だ、これはそれとは違う、これはまだ達成できていない、分かってない…いろんなことをそういうきちんとした区別をしていくものだというイメージがあるのですけれど、いわば科学ブームを作るときに、そこから大きくはみ出てしまって、私たちにとって根拠はよく分からないけど凄いものがこれから来るんじゃないかなと思わせるような、いわばフィクションみたいなところを作っていくわけですね。そのあたりの話をちょっと聞きたいなと思っています。例えば「ナノハイプ」みたいな言い方がありますがけれども、じゃ私たちにとってハイプとハイプでないものを一体どういう線引きをして見分けていったらいいのだろうか、ということがあります。特に科学者の内部、科学コミュニティにいる人から見れば、「予算取るためになんか結構大きなこと言ってるぞ」ということは内部にいる人からはよく見えると私は思うのですが、見えてもあまり口を出さない、口を閉ざしてまっそれはいいことにしようや、みたいなことで、内側で何かお互い了解しを合っている、といったような雰囲気があるのではないかな、と言う気もするんです。そのあたりについてもちょっと解説していただきたいなと思っています。

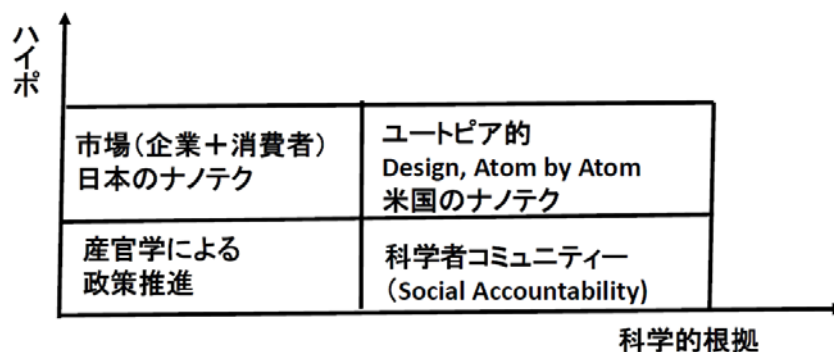
五島：

まず科学ブームの背景には、神話があり、権威に頼るところがあります。例えば成功事例を持ってきます。日本は非常にプラクティカルな国民で、「ナノ」＝先端。先端崇拜主義で、それがすぐ市場に結びつけばさらにいいとする傾向があり、ちょっと悲しいブームであったような気がします。背景には社会的なアカウンタビリティがあったと思います。社会のための科学研究であることの説明が求められるようになりました。基礎科学研究も世の中に役に立つことを言わなければ予算を取れないとなると、科学者も「こんなに役に立つ」というような説明をしてしまう、ということはあると思います。

科学ブームのプロセス(q7)(No9)

- 神話の採用：DDTブームの神話、日米のナノテク神話
- Social Accountability
- 社会のための科学
- ナノテクの場合：SFモデルとして、ドレクスラー『創造する機械』(1986年)、ファイマン神話
- 地域の海洋深層水ブーム：行政のレトリック、魔法の水、原子力発電普及との類似性

ハイプについて(q9)No.10



科学的根拠と科学ブーム

- 健康食品ブーム(科学者のお墨付き)
- 海洋深層水ブーム
- マイナスイオンブーム
- Water ビジネスブーム

それからハイプについてですが、縦軸にハイプの度合、横軸に科学的根拠を取りますと、科学者コミュニティは、科学的根拠はあっても社会に説明しなければいけないとなると、この上図のようにハイプが生まれる可能性があると思います。アメリカでみられるユートピア的なハイプは比較的科学的根拠もそれなりにありますが、日本のナノテクでは、ナノテクに関係ないものでも「ナノ」がついており、欧米に比べ極めて誇張されていると思われます。

上田：

下に書いてある例も上に当てはめて考えてみることもいろいろできそうです。

五島：

健康食品ブームは、科学者のお墨付きがテレビで頻繁に出ますし、広告にも出ます。また大学でも COE {Center of Excellence (卓越した研究拠点) の略、文部科学省が「大学の構造改革」の一環として 2002 年から始めた「21 世紀 COE プログラム」の略称} においても健康食品に関するプロジェクトがありました。海洋深層水ブームでも大学の科学者、中央、地方の公的研究機関の専門家、官僚も多いですから、事例はたくさんあったと思います。一方、科学者がなぜ黙っているのだろうかという疑問もあります。例えばマイナスイオンブームのことを調べてみると、web で科学者が警鐘を鳴らしています。ウォータービジネスについても非常に厳しく発表された若い科学者もおられます。嫌がらせがネット上であふれました。あやしい利益を産んでいるものを批判することは科学者にとって非常に勇気がいるというか、なかなか怖いですね。ただ科学者が黙って見過ごしているわけではないと思います。

上田：

このあたりは、参加者の皆さんも後で是非いろいろ尋ねて欲しいと思います。

最後の方の質問にいきましょうか。

質問 11 「市民の生活に役に立つイノベーション」と「儲かるイノベーション」は必ずしも一致しないはずですが、それを市民自身が見分けていくすべはあるでしょうか？

質問 12 今起こりつつある（起こっている）科学ブーム、今後起こりそうな科学ブームはどのようなものになると考えることができるでしょうか？

質問 13 科学研究の公益性と自立性が、これまでも損なわれてきた事例は少なくないと思えますが、安保法制の成立を受けて、これまで日本でかろうじて維持されてきた「科学研究は軍事に参与してはならない」という原則が突き崩されていくように思えます。公益性と自立性の確保という点から、どのような問題が生じていると言えるでしょうか？

これはですね、これから先の話にかなり関わっていた話だと思うんですけども、科学研究と科学ブームの関係みたいなものです。イノベーション、イノベーションとよく言われますが、一般市民にとってみれば、それがどんなふうに変えてくれるか、ということと、それが私たちの生活をもっとよくするだろうというイメージが折り込まれるわけですけども、じつのところやっぱりこれは科学者にとってみれば、あるいは開発側にとってみれば、儲かるからやるんだという面があるわけです。そうすると儲かることと生活が良くなることみたいなことは、ちゃんとバランスが取れていけばいいんですけども、必ずしもそうっていないんじゃないか。そこを見抜いていただければいけないんじゃないか、という気がしているということです。

それから、もう一つは、ひょっとしたら今もう目立った形ではないかもしれないけれども、これから起こってくる科学ブームみたいなものがありそうだ、ということです。そういうことと関連して、この

先の科学の神話が作られていくということ、私たちにちょっと先を見通すようなことをやってみてもいいのかなという気もしています。

それから最後はちょっと大きい話なのですが、先ほど木原先生の研究の例が紹介されましたが、科学研究にはそもそも公共性、公益性がなければいけないと思います。それともう一つは研究の自律性がやっぱり必要だと思うのですけれども、それがじつはいろんな面で損なわれてきているのではないかと思います。特にこの間成立した安保法制みたいなもの、これからどういう影響を与えていくかを考えますと、今まで軍事研究には手を染めないということで大きな原則が貫かれてきたと思いますけれども、それがもうだんだんだんだん崩れてくるような状況にいま私たちはいるのではないかと、という気がします。そうしますと、軍事が典型的な話になりますけれども、科学が誰のために役に立つものとしてあるのか。そして、科学者は本当に自立していると言えるのか、みたいなことを含めてですね、五島さんの考えを聞きたいと思います。

五島：

まず予算の流れをみると、ナノテクノロジーについては、アメリカと日本はほぼ同じ規模で、一斉に予算がつき始めました。ナノテクについては、期待もブームも世界同時に起きた、と言えます。しかし、日本は第 2 期科学技術基本計画において、ナノテクノロジーと材料が一体化して予算がつき、ナノテクノロジーはあらゆるところで広がりを見せています。IT、ライフサイエンス、それから情報、環境にも広がっています。ナノテクノロジーの研究はナノスケールリサーチと呼ばれるものが一般的であり、ナノテクノロジーの予算がどのくらいかということ特定することは、難しいと思います。

ただ、ナノテクノロジーで私は今でも印象深いのは、若い筑波大学の食品総合科学研究所の女性の研究者が、ナノテクノロジーというブームになったことで、1 つすごく良かったことがあるといわれたことです。「それまで食品栄養科学は研究が遅れていたけれど、ナノテクブームで分子レベルまで持って行って研究をするようになったという意味では、研究が非常に高度になった」と。そのように、ナノというのは特定するのは難しい面があります。エネルギー関係とライフサイエンスは圧倒的に多いですね。医療関係は医者が強いし。エネルギーは原子力が強いし、圧倒的に予算も多くて、科学者が中心にやったもの作りなどは割合から見ると小さいですね。その傾向も日米欧であまり変わらない。

ですから、予算の使い方の面で、日本はアメリカやイギリスやドイツに比べ、不合理な点があると思います。『ナノ・ハイブ狂騒』を監訳する機会があったときに気がついたのですが、欧米では拠点となる大学において、機械を共通で使う、そして定年退官した教授が相談役を引き受ける。ところが日本の場合には、予算執行は、大学においては単年度制度であり、研究機関によっては抱え込んで使わせない。私も名古屋大学に通っていた時に、1 日 2000 円ぐらいで泊まれる学生寮に泊まらせてもらって、そこで 2、3 日十分実験できました。しかも、プロの人に相談してもらって電子顕微鏡なども使ったことがあるのですが、そのような共用する拠点を作ることが日本でも始まりつつありますが、今それがうまく機能するようになっていきます。

私が ETH で研究していたとき、日本の大学では実験に使用した洗い物はほとんど学生さんが洗いますが、ETH では籠に入れて持って行くと一か所で全部洗ってくれます。ノートも各個人に配布されて、終了後、教授に提示し返却しなければいけません。また各研究室にはテクニシャンが多くいるのです。機械が壊れたらすぐにその場で直せるものは直す。日本から来た研究者が ETH に来て「損しちゃった」と言う人がいましたが、その理由は機械が古いからだという。ETH は古い機械を大事に使う。データが信頼できることが一番大事ですし、むしろ古い機械の方の原理がよくわかる場合もあります。

予算の組み立て方が米国では長期的な視点に立っています。『アメリカの世紀』（オリヴィエ・サン

ズ著、有賀 貞、西崎文字訳、刀水書房)を是非読んで欲しいのですが、その中でもみられるように、エリートの人たちが、各省庁、大学を動き回って、伝達しているわけです。しかし日本の場合には同調圧力が強くて、個人で動くななんてことできにくい。特に40代50代の働き盛りの人が行動しにくい。定年退官しないと自由なこと言えないような社会のように見えます。だからそういう点もアメリカと根本的に違うところだと思います。

日本のナノテクはカーボンナノチューブという材料に特化してしまった傾向があります。単層カーボンナノチューブ(CNT)は大量生産に成功し、日本ゼオンなどでその製造が始められました。しかし、優れた性質を持つCNTの商品化にまでは至っていません。何を作るか、目標が定まっていないようです。ポリマーとCNTを混ぜてCNTのもつ性質を生かす試みもありますが、市場では限られています。

CNTもこれからもっとブレイク・スルーが生まれる可能性はあると思いますが、大量生産されるようになった現在も商品化についてはあまり知られていません。私としては商品化に至るまでの環境が育っているかどうか疑問を持っています。上田さんがCNTに関連して企業との割合を調べてほしいと言われましたが、不可能だと思います。その理由は、プロジェクト毎に企業が入っているため私の力では数が多すぎて無理でした。しかし企業はほとんど私の知る限り大企業が多いと思いました。私は地方大学に長年在職していましたが、地方大学は戦後一貫して優れた中堅の人材を育ててきました。でも、今は日本中の大学が産学連携と成果主義におおわれていますから、人を育てることにまで手がまわりません。その上、企業との共同研究では、学生は修士論文を学会で発表できない場合もあります。産学連携の光と影についても少し調査する必要があると思います。

話が変わりますが、イノベーションの見分け方について長年気になっていたのですが、『イノベーションの普及』(エベレット・ロジャース著、翔泳社、2007)をお勧めします。様々な事例からイノベーションの真の意味を考えさせてくれます。新自由主義が吹き荒れる中、市場の利益を得ることが目的となってしまったように誤解されるイノベーションを考え直す書物です。

科学研究の変容と科学ブーム(q11~13)

No.11

質問10

- 米国 : 長期的視点
独立した産官学のエリートの活動
(オピニオンリーダ)
- 日本 : 現実的短期的視点, 市場化を急ぐ

質問11, 12

エベレット・ロジャース著 三藤利雄訳 『イノベーションの普及』 sf社(2007)

質問13

- 科学研究の公益性と自律性
- 選択と集中 ⇒ 人材は育てられるか?
- 研究の成果の評価の問題と予算配分
- 同調圧力の強い社会の中で日本の科学者の自律性は担保できるのか?

上田:

今、いろいろ本当に重要な指摘がいくつもあったと思います。1つは「日本とアメリカの比較」のことですが、私の目から見てなぜアメリカの科学技術政策が、日本に比べて言ってみれば割りと長期的、先を見通したような動きができるかということの原因の1つに次のことが関係していると思います。将来官僚になるっていう人も大学院生の頃に、省庁を含めインターンシップで結構いろんな所を回っている。いろんな現場を見た上で、将来官僚になるにしても、科学者になるにしても、そういういろんな政策に関わる現場を割と回っていく、というようなシステムがあったりするのです。そういう中で科学者だったら、日本だったら明らかに博士課程を含めてですね、その後は専門的な領域のことしか知らないっていうか、それしか体験できないみたいな人が圧倒的に多いと思いますけれども、決してそういう中からは科学技術政策に関わって何か有益なアドバイスが出来るような人が生まれてくるとは思えないんです。そういう幅広い人材育成的な経験を積んでいくというシステムがどうもアメリカには結構あるな、という印象を私は受けています。そのことがひとつ影響してるのだと思います。そういう意味ではさっきおっしゃった産官学のエリートですが、そのエリートの作り方みたいところで結構差があるんじゃないかなという気がしています。

それからもうひとつ、これは私の弱いところなのですが、経営学的な発想ですよ。そういうのが、例えばじつはお金を儲けるという意味だけじゃなくて、研究行政といいますかね、研究のマネジメントみたいな面でも、やはり学ぶところがきつとあるだろうなあとと思ひまして、どこどこを産官で組み合わせたら、将来こういう成果が生まれるぞ、みたいな見通しを、じゃあ科学者、研究開発側がちゃんどこまで持っているか、という話になるわけです。そういう意味で経営的なセンスとか判断ってのが、いろんなところで良い悪いは問わず科学で仕事する人に要求されるという時代になっているので、そういう意味ではじつはもっと早い段階から学んでおかなきゃいけないものなのではないかな、という気もしています。

五島：

今、大学の科学研究に問われているのは、「科学研究の公益性と自律性」であると思います。その背後に新自由主義があるからです。近年科学者はサイエンス・アカウントビリティが求められています。科学研究が社会に役立つべきであるという意味は社会からの要求に応えなければいけないことにつながっています。しかし社会の要求というのは、現在では市場の要求にもつながっており、「公益性と自律性」をどのように考えればよいか、本当に担保できるのかどうか現在問題になっています。しかし日本のように若い人が自分の意見を言うことができにくい状況では、若い研究者の自律は難しいと思います。一方、教授は大変厳しい仕事で、学生の自主性を重んじながら教育することが求められます。私がスイスのETHで研究する機会を得た時に、スイスの教授は学生や若い研究者に自由に研究させながらかつ議論をものすごくやります。一方日本の教授はあまりにも雑用があり、秘書もいないので教授自身がゆとりをなくしているように見えます。地域の活性化として、地方に優れた大学を育てることがいいと思います。ヨーロッパでは地方に優れた大学があり、それを中心にした町が発展しています。例えばスイスではバーゼルという小さな町にノーベル賞を数多く輩出しており、地方の自然豊かな地域に優れた大学をつくる理念が生きていると思います。

それから研究の成果の評価の問題という再配分も、これも松本三和夫先生が書かれているのですが、今はコンピュータが出来る人であれば、業績が出てきたらそこにパラメータを入れていったらパッと評価ができる。要するにインパクトファクターとか論文数とか、サイテーション（被引用度数）ですね。それで結果が直ちにでてきて、その中身を何も理解しなくても、評価されて昇格ということになる。こういうことにも疑問をもっています。

上田：

なるほど。最後はなかなか難しい問題をいくつも突きつけられた気がしますけれども、さて後 2,30 分になりましたので、会場の方からですね、どんな角度からでも結構だと思うんですが、いろいろと意見なり質問なりを出していただき議論していきたいなと思っております。いかがでしょうか。

参加者：

私最近毒ガスのことが気になっていますが、『八月の神話—原子力と冷戦がアメリカにもたらした悲劇』（スチュワート・L ユードル著、時事通信社、1995）という本はご存知でしょうか？

五島：

知らないです。

参加者：

アメリカの政策の内幕をよく知っている著者が、軍事と科学との結び付きという面で、マンハッタン計画とアメリカが原爆投下したその内幕の話を書いている本です。軍事研究と化学研究との関連でみると、DDT の場合、シラミをなくすということが軍事研究。逆に人を殺す毒ガスの開発とは、ドイツが第一次世界大戦で大々的に使うわけですが、このあたりの企業というのは、毒ガス開発と、つまり今のシラミ撲滅だけだったら毒ガスの開発とはたぶんあんまり関係なさそうなのですが、なんか繋がってるんじゃないかという気がして。

五島：

アンモニアの研究行ったハーバーが毒ガス開発の端緒をつけたと言われてます。当然、毒ガスは有機物が多いですから、有機化学の進展とともに、企業の化学にもなる。要するに大学で優秀な理系の学生を集めて、そして企業の大型研究がその毒ガスに関係していると思います。企業研究だと思いますけどね。

参加者：

企業というけど、軍事だから国家の研究。

五島：

もちろん国家と関係していると思います。

参加者：

日本では大久野島で開発していたことは有名ですけども、中国戦線で使っています。作ってるってだけでなく、使ってる。でも第一次大戦の後、いわゆる禁止されてるわけですね、使用は。

五島：

そうです。第一次世界大戦後ですが、ヒトラーは毒ガスだけはやめてくれと言ったという。

参加者：

ヒットラーも使わない毒ガスを中国戦線で日本軍は使っているわけです。アメリカもだから対抗して作っているわけですね。だから、ベトナム戦争でのケネディの枯葉剤もそのへんが関係してるような気がします。

五島：

自国の人を守るけど戦争だったら何でもやります、ということではないですか。

参加者：

ただ、『八月の神話』を読んで衝撃的だったのは、アメリカはじつは意外と自国民も守らない。つまり核実験をネバダだとか、あそこでやっているわけですよ。だからあそこのウラン採掘の労働者とか、先住民とかの被害もありますけども、それと同時に本当に自国民の被害もあるわけです、核実験で。やっぱり国益のためには、けっこう自国民も死んでいる。

五島：

ナノリスクは日本でも盛んに研究されていますが、経済産業省のナノリスク研究プロジェクトは現場で働く労働者の健康を守る意味合いが強いです。アメリカの DDT を調べている過程で、20 世紀半ばから消費者を守る FDA（アメリカ食品医薬品局）の力が相当にあることに驚きました。

上田：

そうですね。そのあたりすごく複雑ないろんな話ができると思うんですけども、例えば、水俣病の例なんか見ると、当時の厚生省がどういう立場にあったか。今の日本でいうと、FDA に相当するものを持っているわけです。じつは水俣病の原因を究明する中で、これらしいものがあるぞということが出てきたときに、それに反論する学者の意見があって、それを言ってみればその反論は十分な科学的な反論にはなっていないんだけども、そういう反論の余地があるぞ、みたいなことを学者を集めて審議会みたいなものを作った中で議論し、結局曖昧にしつつ、責任の所在が明らかにならないようにする、みたいな構造を作っていく話があるのです。それはじつは今度の 10 月 10 日の私たちの発表で、それに詳しい人を中心に発表しますけども（中野浩「水俣病事件における歪曲作用 ーある行政機関報告書に掲載された科学者名簿の意味ー」『市民研通信』第 33 号 通巻 179 号 2015 年 12 月所収）。

本来こういう例えば農業にしても環境汚染物質にしても、人の健康を守る立場にあるような省庁が、きちんと調べるべきところを調べる、あるいは被害の認定もすべきことはする、ということに関して出遅れてしまい曖昧な状態が続いたということがけっこう繰り返されてきた、と考えざるをえません。アメリカが全部いいとは全く私は思わないし、今毒ガスとか兵器関係なんかは特に他国民のみならず自国民の人体実験をしたこともたくさんあります。だからそういう意味では問題はすごく大きいと思いますけども、やはり面白いのは、誰かがすごく大きな社会的な問題を提起して、両論が出てきたときに、省庁が一方の立場に固まってしまうみたいなことが日本ほどはない、というような感じも受けていて、そのあたりに何か科学に対する信頼性とか、やっぱり科学をちゃんと立ててやっていこうみたいな思いがあるのかなあ、という気がするのです。

五島：

私は日本はアメリカと比べて 50 年遅れていると思います。兵器産業だっていちばん怖いのはすき間

なんですよ。兵器そのものを作るのではなくて、ニッチ産業ですから、あらゆるナノテクとか、あらゆる産業が動員されるということです。それに科学者が関わって資金を得て研究プロジェクトに加わる時代になってきたのだと思います。

参加者：

軍事産業との関係だと、私もつい最近知ったんですけど、学術会議っていうのは 50 年代ですかね、50 年代も終わりかもしれませんが、学術会議ってもともとすべての科学者が参加していて投票しているところだったんですが、その決議で軍事産業は絶対にやらないという決議みたいなものを出しているんですね。その後否定されたりとかした訳ではなくていまだにあります、学術会議の決議としては。だけど、先ほどのおっしゃってたような今の状況だと、もうすでに一部では科学者も手を染めているような状況だと思いますけど、あの学術会議のそれはもう一度もっと日を当たらせる必要もあるのかもしれないとか、日本はアメリカよりもそういう意味では戦後は少なくとも、なんかそういう軍事とやっぱり一線を画す的なところはあつたんじゃないかな、という気はするんです。

五島：

許可はいりますね。軍事に。例えば向こうの NASA と一緒に共同研究する人は日本の正式な許可がいりますね。私が所属していた学部ではアメリカの NASA と共同研究する時には、申請していました。教授会で出てきました。

参加者：

じゃあ、文科省ですか？

五島：

だと思いますけど。そういう縛りは今でもあると思います。

上田：

さっきおっしゃったニッチな部分ですね、日本がもうすでに大学自体が名乗りを上げ、動き出しているみたいな状況もあるわけですよ。

五島：

そうです。

参加者：

先ほどレイチェル・カーソンが漁業調査局みたいなところでここからに予算が出ていたという話がありましたが、産業グループと反対勢力ですよ。ケネディの前は共和党勢力と思うんですが、その漁業局に予算を出してるのは、やっぱり民主党勢力、共和党勢力のどちらの方がやっぱり多いとか少ないとか、というのはあるんですか。

五島：

あると思いますけど。NASA の研究者が、では軍事だけを研究しているのか、というとそうではないとおもいます。私が IUPAC という国際純正・応用化学連合のメンバーで本を作っているときに、サポ

ートしてくれた研究者は NASA の方でした。私のプロジェクトは、保存剤のあらゆる溶媒の溶解度のデータを評価し、統計的に信頼できるデータを求めることでした。

参加者：

アメリカの場合、国の組織がずっとそのレイチェルのところにお金を渡してたっていう、そういう感じのものを日本に紹介して、それを取り入れるみたいなことって、できないのかな、という気がしますが。

五島：

私は、白川先生を取り上げた『ブレイク・スルーの科学』（日経 BP 社 2007）を書いたときに、科研費の取得状況を調べたいと思いました。つまりアメリカに行って成功したから、その後お金がついたのではないか、その前は非常に予算的に大変だったのではないかの仮説を立てて、文科省に電話して聞きました。そうしたら、「僕、静岡大学にいました、事務官をしていました」という方が、すぐに送りますからとその日に FAX で調べてくれたものを送ってくださって、その後「文科省を、一つの枠として考えないで下さい。僕たちも中で戦っています」とおっしゃるのです。そうしたらもの見事に白川先生、アメリカで共同研究する前はまったくお金がなくて、その後バーッとお金がつくのです。だから、官僚でも戦っている人がいるのです。私は、それは信じている。そのような人が力を出せて、声が出せるような社会にしないとイケないと。

上田：

科学技術、さっき言った科学の公共性と関わりますけども、要するにいろんな国の問題を解決していく時に、科学的知見をどう活用するかということに関しては、官僚がどういうふうにしてそれを組織していて専門家の意見を集約していくかということが鍵になるわけですけども、そういう時に今五島さんがおっしゃったことと言うならば、国民の意見を広く反映した、そもそものその専門家の見識みたいなものを、どういうふうにもバランスよくやっていくかみたいなことが結構問われるんです。そのあたりでやはり日本はかなり手薄な部分があって、いってみれば専門家は官僚に呼ばれて委員会に属して、それで自分たちの意見は言うけども、自分たちが決定したものではない、と、逃げを打つ。一方官僚の方は、専門的な内容は専門家にお任せしたんだから、そこで先生たちがある種意見を言ってくれたことを受けてやっているわけで、みたいなことを言う。お互いどこに責任があるかよくわからないような状態の中で、政策を決めていくことが日本の常套手段となっているんです。そういう中で今ここに挙げられてるような、例えばどういう研究にどういうお金を配分していくとか、どういう人材を育てるかとか、それから軍事の研究に日本は本当に手を染めないでやり抜けるのかどうか、みたいな大きな問題は、これは今言った行政と専門家とそして国民の意見とをすり合わせる形で決めていくしかないと思うんですが、そのやり方が見えていないという現状がどうもあるのではないかと、という気が私はするのです。そういう時にやっぱり一番、私の目から見て寂しいと思うのは、専門家が口をちょっとつぐみ過ぎではないかな、というあたりなんです。仲間から孤立する恐れがあるとか、あるいは「お前は専門家として自分の領域から外れた違うところに行ってるんじゃないか」と批判される恐れがあるのではないかと。だから本来でしたら専門家も専門家である前に一市民であるということがあはずなんですけども、なかなかそういう立場に立てないという人が、それにさらにお金が絡んで来ますから、言ってみれば、世の中に批判的なことを自ら言っていくみたいな立場だと、なかなか大きな予算を取れないところに行くんじゃないかなという恐れを持っている人も多いのではないかな、と想像するんです。今難しい局面にある、

科学の社会的な活用の問題ですが、だんだん歪んだ形になってきているような気がするという中で、そろそろ結論といいますか、五島さんなりの見通しを語っていただきたいと思うのですが、どうでしょうか。

五島：

私は、科学研究が応用だけ向くようになったら、大学ではないと思うのです。それから、もうひとつは大学教育の重要性を再認識する必要があると思います。大学における基礎教育と基礎研究の重要性を考えたいです。それに関して、次の言葉が私は一番印象に残っているので紹介します。

アメリカの歴史家、J. ルカーチの著作『歴史学の将来』(みすず書房, 2013)の以下の一節

「ローマ文明が蛮族の侵入の結果として滅びたために、われわれはおそらく、文明は他の原因で滅びるはずがないとあまりにも強く思い込んでいる。われわれを導く文明の光りは、たとえ消されなくとも、徐々に暗くなってひとりで消えうることもありうる。応用の力に頼ってばかりでは原理は見失われ、原理をすっかり忘れてたら、そこから導き出された方法を正しく実行することはできまい。そうなれば新しい方法はもはや生み出されず、人々は理解できなくなった科学的プロセスを知恵も技術もなしに応用し続けることになるだろう」

こういう時代に来ているのではないかと、とても心配しています。

上田：

ルカーチの言葉は私たちが見失いつつあるものを指摘している感じがすごいですよね。皆さんどうでしょうか。

参加者：

最後の話は非常に面白い。ご本の中の最後にこれを書いておられるますよね。この言葉を。ついこないだ読んだから覚えているのですが。大学でももうコンピュータが入っちゃって、処理をすべてコンピュータでやってるから、先生もどういう処理をしたのか分からない、というようなことをおっしゃる。そうするとやっぱり原理をすっかり忘れてしまったという、今の話は身につまされますよね。いいご指摘をいただいたなと思ってます。

参加者：

私は違う視点なんですけれども、科学者…先程のミュラーの殺虫剤の話なんですけれども、こういう理想的な殺虫剤ができて、それでもそれは何か他の生態系を崩すようになってしまう。そうするとまた次の理想のものができて、やっぱり次から次に理想のものができていくんですけれども、夢のようなものってできるのかな、っていうこと。それから昔はマッドサイエンティストみたいな感じで、純粹に知

りたいとか、作りたいとか、謎を解きたいという気持ちでやってた方もいらっしゃるんじゃないかな、とも思うんですけど、現在では科学者の人たちってどういう方向に向かっているんだろうかということを感じたということと。それから、本当はこの一節もそうなんですけれども、私たちに便利なものとか豊かなものを作っているとか、研究していると一見思いがちなんですけれども、なぜかもしかしたら人を減ぼすとまで言わないんですけれども、私たちにとって本当はよくない方向に向かっているのかもしれない、というか。人を本当に豊かにするものを考えているんだろうか、というふうに思います。

五島：

大事なお指摘で、やっぱり教育をしていかなければならないのですが、私は科学技術というのは人間のやってることなので、やっぱり自然のなかの一部としてのもの作りを考えることが、私の一番言いたいところなんです。先ほど言いました「循環型」、要するに作ったものが自然に還るといって、それを目指して研究を是非やって欲しいと思っています。もの作りも、エネルギーも、そういうことだと思っていますけれど。

上田：

なるほど。そうですね。

参加者：

そのルカーチの「原理」という意味が、ルカーチ自身は、私はこの本読んでいないので分からないんですけど、「科学の原理」という意味だけを言っているのでしょうか？ 先程の話は、つまり今の科学の研究では学生にも研究者の中でもディスカッションをさせるというのが大事で、そうできない人は教授の資格がないというような話だと思うんですけど。

今の日本はその研究の中でさえディスカッションがないと。だから小保方さんのあれは、笹井氏とかは、なんとというかグループの中でのディスカッションが欠けているわけです。でも、多くの科学の研究が論文にあんなに沢山名前を連ねていても、その中でおそらくディスカッションや相互批判がないままの研究がいっぱいあるわけです。だから科学の研究の中でさえディスカッションと批判がないんですけど、そこで言う「原理」というのは、だから今科学の研究ってそれ以外のことを考えると、「そうでなくても成果をあげるのに競争の中にいるから、余計なことは考える時間がない」「やってられない」というんだけど。例えば自分たちのやっている科学の成果が、どういうふうに使われるのかとか、社会の中でどういう意味を持っているのかとか、今、五島先生がおっしゃった、この物質は自然、新しく生み出した物質は、例えば自然の全体の「循環」の中でどうなるんだろうと、使われてそれがまた環境の中に入っていったらどうなるんだろうと、そういうことまで考えたりディスカッションしたりすることも含めて「原理」と言うのではないのでしょうか。

五島：

そうです。そうだと思います。

上田：

五島さんのおっしゃる「循環」ということを基礎に据えたもの作り、それから科学の成果の活かし方ということは、これはおそらくそれ自身を取ってみれば誰も反対する人はいないと思うんですけど。ところが世の中見渡してみますと、それが実現できてるものは何があるかというところ極めて寂しい限りです

ね。私は以前文章でも書いたことがあるのですが、例えば皆さんが何気なく使っている、もう溢れかえっているプラスチックひとつ取っても、「マイクロプラスチック」の汚染の問題が生まれている。じゃあ、プラスチックを見直しましょうということで動いているかということ、まあないですよ。つまりもう、私たちの生活がどっぷりとそこに浸かってしまってる物質や処理の仕方みたいなことは、本当に一朝一夕では変えられないという現状がありまして、そこをどういうふうに科学の研究に携わっている人が見据えて、変える方向に動き始めるかということが必要なんですけども、そこがほんとになかなかうまく舵取りができてないということがありますし、世の中はひょっとしたら逆の方向に行こうとしているのかな、という気さえもします。

五島：

私は、大学の教養科がこのような状況が続いていったら、教養の学問とか、教養学部で学ぶことがなくなってしまう、誰が担うかといったら市民科学とか、外での教育、例えば寺子屋式的なところで教養が培われる時代になってくる。私は定年後、特に「科学と社会」に関心を持って、木原先生のところに行き勉強してみると、これだけ社会の状況が変わり、価値観が変わると、科学の方向まで変わるのかと実感しています。「科学と社会」とか、そのような講座は、何も儲からないから必要ないと、国はどんどん減らしていくわけでしょう。教養科目も先生も。だからおそらく、こういう外での講座が、若い人を巻き込むことができればと私は思います。

主な参考文献 No.12

1. 'Science in the Context of Application', edited by Martin Carrier and Alfred Nordmann, Springer, 2011.
2. Bernadette Bensuade-Vincent and Jonathan Simon, 'Chemistry The Impure Science', Imperial College Press, 2008
3. 'Discovering the Nanoscale', edited by Davis Baird, Alfred Nordmann Joachim Schummer, IOS Press, 2005
4. 'Nanotechnology Challenges', edited by Joachim Schummer and Davis Baird, World Scientific, 2006
5. David M. Berube, 'Nano-Hype, The Truth Behind the Nanotechnology Buzz', Prometheus Books, 2005
6. 'Neoliberalism and Technoscience', edited by Luigi Pellizoni and Marja Ylönen, Ashgate, 2012
7. Michel Gibbons et al., The New Production of Knowledge, SAGE Publication, 1994.
8. エベレット・ロジャーズ著, 三藤利雄訳, 『イノベーションの普及』翔泳社, 2003年
9. Paul Forman, The Primacy of Science in Modernity, of Technology in Postmodernity, and of Ideology in the History of Technology, *History of Technology*, **23**, 1,2, 2007, 1-152

上田：

はい、本当にありがとうございました。今日これをもって終了したいと思います。五島さん、どうもありがとうございました。