



予稿

(Citation)

神戸のSTS：スプリング8をめぐるサイエンス・ベスト・イノベーション研究と低線量被曝の歴史研究:1-8

(Issue Date)

2021-02

(Resource Type)

book part

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90007908>



シンポジウム1

放射光科学とサイエンス・ベースト・イノベーション(神戸大学実行委員会企画)

(予稿)

(趣旨説明)：松嶋登

第一部 経営学における STS 理論の援用

第一報告 放射光施設が形成する社会物質的エコシステム

桑田敬太郎・原拓志・松嶋登

ディスカッサント 塚原東吾、およびリプライ

第二部 量子物理学者による経営実践

第二報告 先端科学技術基盤と経営学

石川哲也

第三報告 先端科学技術基盤の社会的責任

高田昌樹

ディスカッサント 桑田耕太郎、およびリプライ

予稿論文

放射光科学とサイエンス・ベースト・イノベーション(神戸大学実行委員会企画)

兵庫県佐用郡佐用町に、世界的にも放射光科学をリードしてきた大型放射光施設 SPring-8 がある。科学技術社会論の中でも、膨大な予算が必要となる素粒子加速器は、それ自体が科学的な探求(粒子の衝突実験を通じた物質の最小単位の探究)であるというだけで正当化されることはできず、その科学自体も社会的実践として捉えなければならないと指摘されて久しい(Rouse, 1996)。これに対して大型放射光施設は、光速に近い速さに加速された粒子が発する高輝度の光を活用し、物理学以外にも広範な科学や産業における分析の可能性を広げる先端科学技術基盤として開発されてきた。そこでは、自ずとサイエンスとイノベーションが共進化するようなダイナミズムが期待されてきた。

経営学においても、いまだ問題意識を共有する感受概念のレベルであるものの、サイエンス・ベースト・イノベーションという概念が提唱され始めている(Garud, Gehman and Giuliani, 2018)。原と松嶋は、2003年の神戸大会でも MoT を題材とした報告を行ってきた。そこでは、イノベーションを対象にする MoT が、実際には基礎的な科学や技術の内実を分析対象としてきたとは言えず、結果として何かしらの科学的成果を応用するためのマネジメントを論じてきたことを振り返りつつ、技術の社会的形成やアクターネットワーク理論など、科学技術社会論で開発されてきた理論を援用する可能性を検討してきた。いうまでもなく、これらの理論は、今や経営学においても確固たる位置づけを得ている。

他方で、サイエンスを分析対象として加えるべく、MoT に抜本的な理論的刷新があったかという、そうとも言い切れない。その原因の一端は、線形的なマネジメントを技術決定論として位置づけ、これを退けようとするあまり、主意主義的な議論に矮小化されてきたことにある。線形的なマネジメントに関わる人間主体の解釈の機微を丁寧に分析したところで、科学技術の中身を経営学の分析対象とするという従来までの課題には迫れない。経営学の名誉のために加えておくと、近年の経営学の論者からも、この課題に対して量子物理学者でもある実在論者カレン・バラッドなどを参照し、科学技術の中身をマネジメントの対象として分析する社会物質性(sociomateriality)概念が議論されはじめている(松嶋, 2015)。

本セッションでは、こうした背景をもとに、放射光施設を媒介に形成されるエコシステムを検討していきたい。問題は、これを開催校セッションとして、どういう仕掛けていくかである。本セッションでは、二つのアプローチを考えている。

第一部は、前神戸大会で行ったのと同じように、新しい科学技術社会論の理論を、サイエンス・ベースト・イノベーションの理論枠組みとして援用する方法である。この方法では、経営学者の関心から社会物質性概念も参照した量子物理学者の実在論を応用した分析を行い、科学技術社会論者にディスカッサントとして参加してもらい、経営学における科学技術社会論の応用可能性をより深めていくアプローチが有効であろう。第二部は、こんどは我が国を代表する放射光施設のマネジメントと実践してきた専門家に自身の実践を省みてもら

う方法である。この方法では、経営学者がディスカッサントとなってサイエンス・ベースト・イノベーションへの理論含意を読み解いていく。前者の方法は、桑田敬太郎・原・松嶋による報告に対して、塚原がディスカッサントとなる第一報告で行う。後者の方法は、石川による第二報告、高田による第三報告に対して、桑田耕太郎がディスカッサントとなり、シンポジウム形式で会員とディスカッションしたい。

シンポジウムのプログラム

司会（趣旨説明）：神戸大学大学院 経営学研究科 教授 松嶋登

第一部 経営学における STS 理論の援用

第一報告 放射光施設が形成する社会物質的エコシステム

桑田敬太郎（神戸大学大学院 経営学研究科 博士課程後期課程）

原拓志（関西大学 商学部 教授）

松嶋登（神戸大学大学院 経営学研究科 教授）

ディスカッサント

塚原東吾（神戸大学大学院 国際文化学研究科 教授） 第一報告

第二部 量子物理学者による経営実践

第二報告 先端科学技術基盤と経営学

石川哲也（国立研究開発法人理化学研究所 放射光科学研究センター
センター長）

第三報告 先端科学技術基盤の社会的責任

高田昌樹（東北大学大学院 国際放射光イノベーションスマート研究センター 教授）

ディスカッサント

桑田耕太郎（東京都立大学 経営学研究科 教授） 第二報告、第三報告

第一報告 放射光施設が形成する社会物質的エコシステム

○桑田敬太郎（神戸大学）・原拓志（関西大学）・松嶋登（神戸大学）

第一報告では、カレン・バラッドの新実在論（new realism）に基づき、大型放射光施設 SPring-8 を要石としたエコシステムの形成を検討していく。新実在論は量子物理学の背景を持つ研究者が、存在論と認識論の位置づけに対し、人間の認識や経験から実在を説明するのではなく、実験装置から人間の認識や経験を説明する、存在-認識-論（onto-epistem-ology）を目指すということである（Barad, 2007）。経営学でも MoT や情報経営学の一部の研究者が中心となって、社会物質性概念として論じられてきた（Orlikowski, 2007; Leonardi, 2010）。しかしながら、彼らの研究を振り返ってみると、社会物質性と言いながらも人間の経験や認識から実在を説明する主意主義に陥っているという批判もある（Kautz and Jensen, 2013）。人間主体に先立つ存在として装置概念を置くバラッドの新実在論に基づけば、これまで MoT や情報経営学の研究者が分析してきた実践よりもはるかに広い視点で、SPring-8 のエコシステムを分析することができる。

人工的に作り出された自然界にはない波長の光を利用した「巨大な顕微鏡」とも言われる SPring-8 は、結果として二つの全く異なる方向性のエコシステムを生み出した。まず、より小さな世界を観察することから可能になるイノベーションを求めるエコシステムである。従来型の X 線装置の約 1 兆倍という高輝度を誇る SPring-8 は、可視光では観察することのできない、0.01nm というより小さな世界を観察することを可能にした。こうした観察装置に反応したのが、製薬業界であった（原・桑田, 2020）。病因となるタンパク質の結晶構造を解析し、これに適合する化合物を探索するドラッグデザイン技術に期待が集まっていたからである。放射光施設の産業利用を推進していた SPring-8 でも、2002 年に、蛋白質構造解析コンソーシアムが形成され企業利用を念頭に置いた創薬専用のビームラインが設置された。しかし、2012 年 3 月には、SPring-8 の創薬専用のビームラインから全ての製薬企業が完全に撤退し、蛋白質構造解析コンソーシアムも解散されてしまう。このような結果が招かれたのは、SPring-8 が放射光施設をコアにした社会物質的なエコシステムを作り出すことに失敗したからである。確かに放射光施設によって、参加してきた製薬企業は病因となるタンパク質の構造を解析できるようになった。しかし、病因となるタンパク質の構造が解析できれば、今度はタンパク質と化合物との適合関係をシミュレーションするデータベースを用意する必要が出てくるが、シミュレーションするためのデータベースを整備するには、一企業には負担できない大きなコストが必要となる。少なくとも当時の SPring-8 では、製薬企業が利用できるシミュレーションのためのデータベースまで用意することはできなかった。今日、日本の製薬業界は、アメリカやスイスなど海外にある放射光施設を使っている。それらの国では化合物のデータベースが国策として整備され、スイスの Swiss Light Source では、タンパク質の結晶構造解析から適合する化合物の探索それ自体をサービスが提供されていたからである。ただ、こうしたサービスに依存する一方で、情報保護という観点から、

改めて日本の放射光施設に回帰する動きもあるようだ。

他方で、より小さな世界を観察することが可能になることで、より大きな世界の観察に対するニーズが触発され、新しいエコシステムが形成されていく。SPring-8 の産学利用においては、多くの民間企業が参加してきたが、極小世界の観察技術では解明できない、より大きなスケールの観察領域（暗黒領域）が残されていることを見出すのである。このきっかけとなったのが、それまで科学的な分析ができないと言われていたゴムを SPring-8 に持ち込んだ、住友ゴムであった（桑田・松嶋, 2017）。多重結合するゴムのポリマーは、SPring-8 で観察された極小領域で観察される原子や電子の単位ではその特性を捉えることができず、100nm～数 μm というより大きなスケールの観察が必要であることを見いださせた。この新たなニーズは、量子物理学者たちに理解されることはなかったが、放射光検出学の研究者の関心とともに、新たな観察手法を開発するに至る。その後、量子物理学者が率いるビームラインとは独立に、民間企業が多く参加する独自のフロンティアソフトマター開発専用ビームラインが出来上がっていった。誤解を恐れず言えば、このエコシステムは、量子物理学者による放射光科学を応用したものではなく、科学的実践そのものに対しても影響を与えることになる。住友ゴムは、様々なスケールでゴムが持つ創発特性を分析していくが、それらの動的関係性までを解析することはできなかった。そのために、彼らは日本でほとんど研究者がいない中性子実験に注目する。ポリマーに中性子を当てることによって、様々なスケールでの変化を捉えようとするものである。しかし、そのためには、中性子実験を行える研究者を育成しなければならない。住友ゴムは、2016 年に中性子実験施設 J-PARC センターとの連携のもと、任期付きの研究員を雇用するフェローシップ制度を始めている。今や、企業が主導となって新たな科学のフロンティアを切り開く産学連携体制が生まれている。

この二つの対極的な結果にも見えるサイエンス・ベースト・イノベーションは、いずれも大型放射光施設という装置が要石になって形成されてきた社会物質的エコシステムである。すなわち、社会物質的エコシステムは、バラッドの装置概念が示したように、巨大な実験装置に駆動されていると言えよう。ただし、装置概念は、技術によって社会構造が決められると主張する技術決定論とは異なる。他方で、技術に対する解釈を強調する非決定論でもない。本報告で検討してきた二つの事例からは、大型放射光施設が要石となることによって、社会物質的エコシステムの形成が成功するかどうかを明らかにすることはできない。しかしながら、いかなる社会物質的なエコシステムが形成されており、そのエコシステムが抱えている問題、さらにはその問題を解決することによって新たなエコシステムが生まれる可能性についての手がかりを得ることができると考える。そのための分析概念こそ、今日のサイエンスを支えている実験装置に他ならないわけであり、こうした実験装置に注目することにより、MoT が分析してきた実践よりも遥かに広い視点で、サイエンスの実践に踏み込んだエコシステムを分析できるだろう。

第二報告 先端科学技術基盤と経営学

○石川哲也（理化学研究所）

数年来、我が国の労働生産性の低さが話題になっており、科学技術がその改善に役立つのかという質問をうけることがままある。その科学技術であっても、政府の投資額は GDP の 3.43%と比較的高率ではあるが、真水としての投資は全体の半分以下であり、半分以上は改善可能性の高い中間プロセスに費やされている。

極めて勤勉な日本人は、多数の判断基準のひとつひとつに白黒をつけた上で、さらに積み重ねていく「フォン・ノイマン型」組織を作りたがり、優秀な人材が集まる大企業ほどその傾向が強いように見える。このような組織では、一つの製品にまつわる間接経費が大量に発生し、労働生産性の足を引っ張っている。

物理屋には常識であり、また経験的にもおそらく常識ではないかと推測するが、多数の判断の順序を変えると結果が変わる場合があり、また判断結果が前の判断結果の影響を受ける場合もある。フォン・ノイマン型ですべての場合を尽くそうとすると、膨大な時間を要し、その間に周囲の環境が変化して、行われた検討自体が無意味になることも少なくない。

電子計算機の世界では、「フォン・ノイマン型」を超えた「量子コンピュータ」の開発が進められている。並行して組織経営に量子コンピュータ的視点を持ち込むことは検討の価値がありそうだ。

第三報告 先端科学技術基盤の社会的責任

○高田昌樹（東北大学）

2023 年の完成を目指して東北大学のキャンパス内に建設中の次世代放射光施設は、以下の観点から、新しい先端科学技術基盤として期待されている。

- 1) ナノレベルで機能や価値を「見える化」するエンジンとして、特殊な専門知識を必要としたナノレベルの分析を非専門家に容易にし、産学連携における価値創出の技術シーズの新たな開拓の手段となる。
- 2) 施設の利用を学術の個人ベースの利用を基本とする共用（成果公開・利用料金免除）から、産学の出資に基づく成果専有利用を基本とする、産学連携の新しいスキーム“コアリション（有志連合）”に革新する。その結果、産の課題と学の技術シーズのマッチングが組織的・戦略的に推進する。

今、コロナ禍がもたらす社会の非連続的な構造変化により、従来のビジネスモデルが大きく変化しつつある。その変化に創造的に対応するため、先端科学技術基盤の利活用を、専門分野別、業界別の従来のシステムから、産学連携から探索・事業化まで拡大したオープンイノベーションのエコシステムへ転換することが急務である。

参考文献

- Barad, K. (2007) *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*, Duke University Press.
- Garud, R., Gehman, J. and Giuliani, A. P. (2018) "Serendipity Arrangements for Exapting Science-Based Innovations," *Academy of Management Perspectives*, Vol. 32, No. 1, pp. 125-140.
- 原拓志・桑田敬太郎 (2020) 「創薬ビジネスと大型放射光施設」『神戸大学大学院経営学研究科ワーキングペーパー』 202007a, 1-12 頁.
- Kautz, K. and Jensen, T. B. (2013) "Sociomateriality at the Royal Court of IS: A Jester's Monologue," *Information and Organization*, Vol. 23, No. 1, pp. 15-27.
- 桑田敬太郎・松嶋登 (2017) 「イノベーションの社会物質性：「技術」と「組織」からの差異化した異種混合の実践」『神戸大学大学院経営学研究科ディスカッション・ペーパー』 2017・23, 1-13 頁.
- Leonardi, P. M. (2010) "Digital Materiality? How Artifacts Without Matter, Matter," *First Monday*, Vol. 15, No. 6.
<http://firstmonday.org/htbin/>
- 松嶋登 (2015) 『現場の情報化：IT 利用実践の組織論的研究』 有斐閣.
- Rouse, J. (1996) "What are Cultural Studies of Science?," in J. Rouse, *Engaging Science: How to Understand Its Practice Philosophically*, Cornell University Press, pp. 237-260. (成定薫・阿曾沼明裕訳「科学のカルチュラル・スタディーズとは何か」『現代思想』第24巻, 第6号, 1996年, 308-324頁).
- Orlikowski, W. J. (2007) "Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work," *Organization Studies*, Vol. 28, No. 9, pp. 1435-1448.