

政策研究レポート

 —科学がけん引する日本へ—
「境界人」への道標

シリーズ第1話

政策研究事業本部 研究開発部 研究員 鈴木 龍二

日本の「底力」を高める一つのカギとして、産学連携を通じたオープンイノベーションの加速が重要であるが、企業と科学者の立場の違いから円滑な連携ができていない事例が散見される。本シリーズでは科学と社会の境界を越えてイノベーションを起こす「パスツール象限の科学者」に着目し、産学連携の成功事例を紹介すると共に、そこから見える境界の達人としての秘訣を示すことで、今後の日本の企業と科学者が境界を越えた濃密なコラボレーションを展開する一助となることを期待するものである。

1. 本シリーズの背景と狙い

科学技術立国を目指した「科学技術基本法」が制定されてから20年が経過し、国を挙げての産学連携が図られて久しい。一方で、“豊かさ”を志向する社会に対して“基礎原理”を志向する科学が更に積極的に貢献していくことが、我が国が「世界で最もイノベーションに適した国」となるための今日的課題とも解される。この問題意識に基づいて、社会との積極的な交わりを標榜する科学者＝「境界人」が産学連携によってフロンティアを拓いた事例を紹介する。これを通じて、我が国における科学振興の担い手となる科学者が、新しい行動目標を持って活躍し、我が国科学界の構築に資することを期待したい。以下、当方が自主調査として行ったインタビュー調査結果(第1話:土井正男教授(北京航空航天大学)、第2話:伊藤耕三教授(東京大学・JST)、第3話:浦山健治教授(京都工芸繊維大学))に基づいて事例紹介を行う。

2. 日本の産学連携の現状

日本では、1996年から始まった科学技術基本計画において産学連携に関する記述が每期存在するなど、国を挙げて産学連携に取り組んできた。円滑な産学連携実現のための環境は整いつつあり、共同研究センター、技術移転機関(TLO)、大学知財本部やリサーチ・アドミニストレーター(URA)等が整備されてきている。これらの努力もあり、民間企業からの研究資金等受入額が2016年度には初めて800億円を突破する¹などアカデミア(大学等)と民間企業との連携の規模は拡大しつつある。

一方、産学連携の問題点も存在する。現状の基礎科学領域における産学連携の考え方は、研究室で創出された技術シーズを社会実装するという「リニアモデル」を基本としている。リニアモデルでは、基礎研究から社会実装に至るまでに、3つの障壁を乗り越える必要があるとされる。つまり、基礎研究状態から実用化研究への間の障壁である「魔の川」、実用化研究から製品化までの「死の谷」、製品が市場による淘汰を受ける「ダーウィンの海」である。これをそれぞれの段階で乗り越えることができず結局日の目を見なくなる研究は多いとされる。他方、成果を特許出願件数で評価するなど出口戦略を重視しすぎるがあまり、失敗の可能性は低いがインパクトの小さい取り組みに産学の共同研究実施者が終始してしまう事例も散見される。また別の問題として、実用化に向けた開発は基礎研究とは異なる営みであることから、基礎科

¹文部科学省「平成28年度 大学等における産学連携等実施状況について」

学者は産学連携によって自身の研究に割くことのできる時間が減ってしまうのではないかと危惧しており、積極的に産学連携に取り組めない仕組みになっていることも指摘できる。

本シリーズでは、科学行政や基礎科学者らが上述の「リニアモデル」に基づいた産学連携像から脱却し、産学連携の意義を再検討・再認識するために、次節から展開する「パスツール象限」という科学者のあり方を提示する。この考えに基づいた新しい産学連携が日本における社会と科学のオープンイノベーションを更に促進し、日本の底力を高めることを期待する。

3. パスツール象限の科学者

D. E. Stokes は、研究をその様式によって、2つの軸によって分類した²(図 1 参照)。1つ目の軸は「社会実装を志向する／しない」である³。2つ目の軸は「未知の現象や法則の発見を志向する／しない」である。この分類を行ったとき、実際の営みとして以下の3つの象限が考えられる。

- (1) ボーア象限: 社会実装を志向せず、未知の現象や法則の発見を志向する。これは、一般的な基礎研究像に近いと思われる。
- (2) エジソン象限: 社会実装を志向し、未知の現象や法則の発見を志向しない。これは一般的な応用研究像ないしは企業における研究開発像に近いと思われる。
- (3) パスツール象限: 社会実装を志向しつつ、同時に未知の現象や法則の発見を志向する。本シリーズで着目する象限である。

図 1 パスツール象限の定義

		社会実装を志向	
		しない	する
未知の現象や法則の発見を志向	する	(1) ボーア象限 (従来型基礎科学。社会実装を考えずに研究を行う。)	(3) パスツール象限 (社会実装を志向しつつも、基礎原理を探求。科学へは新たな研究の種を、社会へは新たな技術をもたらす。)
	しない	(2) エジソン象限 (従来の応用科学や企業での研究開発。既に解明されている・知られている現象をどのように社会実装していくのかを考える。)	

(出典: D.E. Stokes “Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation” (1997)を基に三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社作成)

² D.E. Stokes “Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation” (1997).

³ 原典では、「用途を考慮する／しない」を軸としているが、わかりやすさのため本シリーズでは改変した。

通常、研究の在り方は、「基礎研究」と「応用研究」の 2 つに分類することが多い。この分け方では、図 1 で言うところの「ボーア象限」を「基礎研究」、「エジソン象限」を「応用研究」と呼んでいるのであって、議論の軸がボーア寄りかエジソン寄りかの 1 次元となる。このため、科学者や産学連携を支援する組織が「パスツール象限」の活動を見落としがちであった。これは、科学者の評価のあり方に起因していると考えられる。「基礎研究」の評価は“*Nature* や *Science* を筆頭に著名な論文誌に何本論文を掲載できるか”で、「応用研究」は“特許をどれだけとれるか”で決まる時代が長く続いており、その 2 つの指標は両立せず、どちらかに注力するべきだと考えられてきた。これに対して本シリーズでは、パスツール象限の科学者に焦点を当てることで、評価の点で一見相反しているように見える「未知の現象や法則の発見を志向する」営みと「社会実装を志向する」営みは、実は相互に高めあう形でイノベーションに繋がっていることを示したい。

4. 土井正男教授

パスツール象限の科学者の一例として、今回は物性物理のソフトマター分野⁴で高名な北京航空航天大学の土井正男教授を取り上げる。土井教授は東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻にて博士号を取得後、英国のインペリアル大学とケンブリッジ大学にて研究を行った。帰国後、東京都立大学で助教授に就任、名古屋大学・東京大学にて教授を歴任され、豊田理化学研究所のフェローを経て、北京航空航天大学にて外国人 1000 人教授となり現在も研究を継続されている。土井教授は、ご自身の研究の傍ら企業の相談役として研究室外部と連携していたご経験があるので、この事例を通じて見えてきた 2 つのポイントを紹介する。

5. パスツール象限の研究者がもたらす効果①: 企業との対話を通じた研究領域の拡大

土井教授へのインタビューによると、

“これまで研究室へ訪問してきた企業や学会で知り合った企業と交流を深め、企業の相談に乗るようにしていた。この目的は、自身の研究成果を実用化するパートナーを探すためではなく、研究テーマ探しのためであった。

実際、こうした企業との対話を通じて有益な研究テーマを見つけ出すことができ、特に「研究の幅が広がった」ことに大きな意味があった。「研究の幅が広がる」とは例えば、科学者コミュニティではある法則 A は特定の分野 B にしか適用できないという認識を持っていたとした時、企業との対話を通じて、A は実は別の分野 C の現象にも適用できると気が付くということがあった。これにより、自身が想定していなかった解くべき問題に出会うことができ、より広い分野を対象にした研究活動を行うきっかけとなった。”

というご経験があったそうである。

以上の事例の考察は、図 2 にまとめられる。企業と対話せずに研究室の中だけで閉じている場合、主な情報源は論文と学会のみになる。この場合、研究コミュニティが限定されてくるため、無意識のうちに自身の研究領域が限定される。これに対して、研究室で閉じず企業と対話をする場合、情報源は論文と学会に加え企業もその対象となる。企業は科学者とは異なるモノの見方をしているとともに、常に変化する開発ニーズ(社会課題)を持っているため、特定の学術分野に閉じない技術開発を行っている。このような情報源と対話を重ねることによって、科学者が想定していなかった現象に「思いがけず出くわす」可能性が高くなるのではないだろうか。結果、偶然の出会いや発見つまり「セレンディピティ」に遭遇し、研究の幅が広がるという構図が考えられる。これは、従来の産学連携で焦点が当たっていた「研究室で創出された技術シーズを社会実装する」とは逆の、「社会のニーズが科学のシーズとなる」という効果が存在する可能性を示唆するものである。

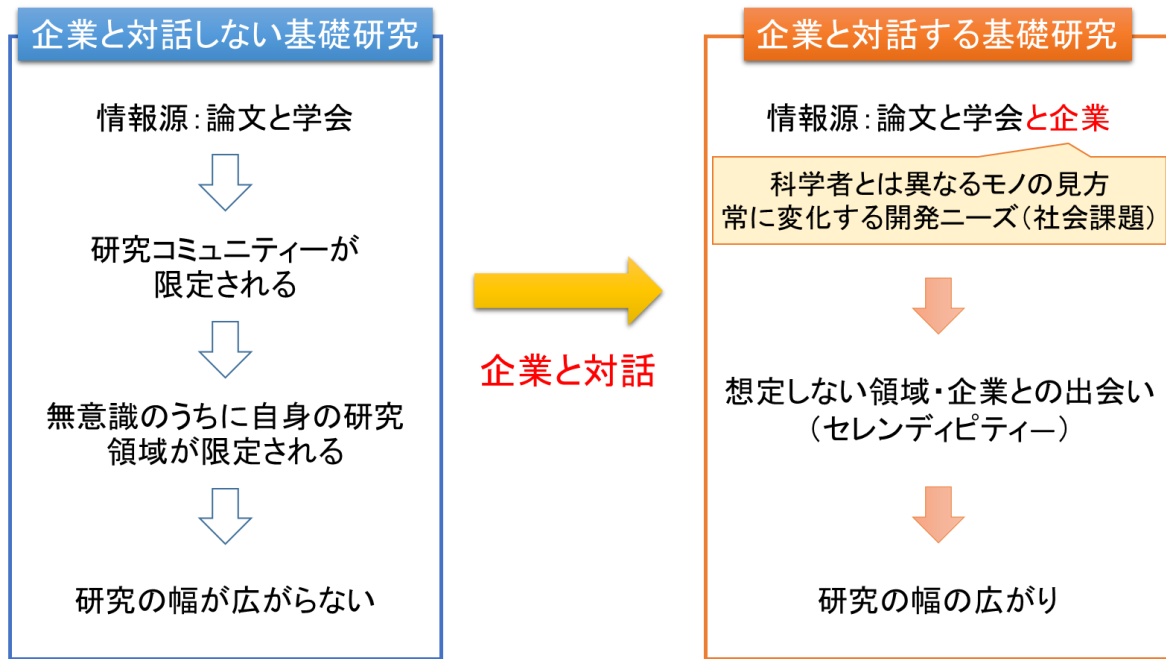
上述の概念は基礎研究者コミュニティではあまり普及していない。しかし、パスツール型の営みが自身の研究の幅

⁴ 高分子や液晶、コロイド等のやわらかい材料の物理的な性質を明らかにする学問領域。

を広げるとの認識が広がれば、優秀な基礎科学者が積極的に産学連携に取り組み始めるのではないだろうか。

ただし、パストツール象限としての営みは、単に研究者のアイデア探索に留まるものではない。次章に取り上げるように、企業の底力を高める効果もあることが判明した。

図 2 パストツール象限の科学者がもたらす効果①:企業との対話を通じた研究領域の拡大



(出典:インタビュー内容を基に三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社作成)

6. パストツール象限の研究者がもたらす効果②:「基礎」の有る開発への転換

土井教授は、

“企業は課題に突き当たった時に相談を持ちかけてくるが、これはその場のソリューションを求めているわけではない。むしろ、企業に所属する技術者に科学者と対話させることで「基礎(解決の道筋の考え方)」を身につけさせる狙いがある”

と考えている。

以上の事例の考察は、図 3 にまとめられる。「基礎」の無い開発を行っている企業では、科学的に明らかでなく原理のわからない現象を使って開発を行っている。原因がわからないまま突き詰めて考えないので、その現象を使いこなすことができず改良や応用ができない。これに対して、科学者と対話して「基礎」を身につけている企業であれば、科学的に明らかでない現象に対して突き詰めて考えて原理を解明するため、その現象を使いこなすことができる。これにより開発方針を立て改良していけるため、高付加価値の製品を作ることができ、社会をより豊かにすることができるという構図が考えられる。

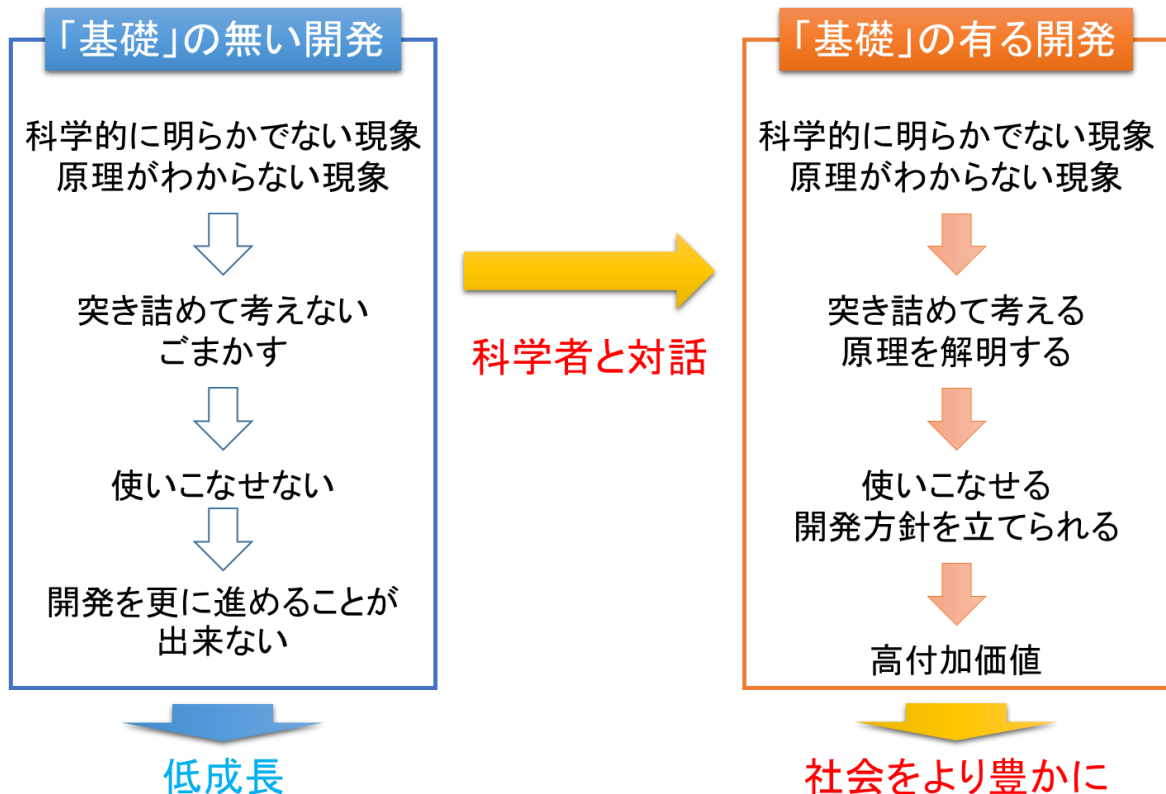
従来の産学連携では、評価指標が共同研究の特許件数や実施料等収入であったため、上述のような人材育成の側面に焦点が当たらなかった。しかし、今後この効果を積極的に評価することによって、企業や関係機関がパストツール象限の科学者の価値を認識できると考えられる。これにより、企業がより長期的な視点を持ってアカデミアと連携し、より付加価値の高い技術開発を行うことが期待される。

また、将来的に人工知能を用いた研究開発が期待されており、例えば材料分野では人工知能が過去の膨大な実験結果から作成すべき材料とその素材を示す「マテリアルインフォーマティクス」が実現し、材料開発のあり方が変わると言

われている。しかしながら、人工知能は原因を提示すること無しに結果だけ示すので、人工知能のみに頼った場合上述の「基礎」の無い開発に陥ってしまうことが懸念される。

上述の状況に対して、基礎科学者の果たす役割は重要だと考えられる。つまり、人工知能が示した結果に対して、基礎科学者が考察を促し因果関係を明らかにする働きを持つと期待されるのである。これまで議論してきたように、因果関係を明らかにする営みは生まれた技術のノウハウ化・産業財産権化をさらに推し進めるものなので、「人工知能」×「企業」×「パストツール象限の科学者」の組み合わせは社会をより豊かにする可能性を秘めていると期待される。

図 3 パストツール象限の科学者がもたらす効果②:「基礎」の有る開発への転換



(出典:インタビュー内容を基に三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社作成)

<パストツール象限の営みのもたらす効果まとめ>

■[科学者サイド] 企業との対話を通じた研究領域の拡大

- ・ 常に変化するニーズを持っており、幅広く情報収集している企業と対話することで、科学者はセレンディピティへの遭遇確率を高めることができる。これにより、科学者の研究領域が拡大する。

■[企業サイド] 「基礎」の有る開発への転換

- ・ 現象の原理を突き詰めて考えることのできる科学者と対話することで、企業の技術者は自らの扱う現象を解明するスキル・態度を身につけることができる。これにより、より高付加価値の出る技術開発を行うことができる。

7. パストツール象限の科学者が増え活躍できる社会のための提言

土井教授の事例紹介を通じて、パストツール象限の科学者は従来の産学連携像とは違う側面から、科学に対しても社会に対してもイノベーションをもたらす存在であることを提示した。では、パストツール象限の科学者を増やすためにどのような検討が必要だろうか。筆者は情報発信と環境整備の検討を行うべきであると考えている。

情報発信においては、産学連携が基礎研究にどのような影響を与えたかを評価する必要がある。共同研究実績と論文数の相関や、基礎研究者や企業に対する意識調査等、パスツール象限の活動が実際に科学者や企業にどのような影響があるかを定量的に評価し、科学者や民間企業に上述の関係性の有用性を国が広報することが重要である。

環境整備においては、パスツール象限の活動を行おうと思いついた科学者がすぐに企業とつながることができる環境づくりが必要である。例えば、大学等で技術顧問や CTO (Chief Technical Officer; 最高技術責任者) を引き受ける科学者の人材プールを作り、そこでマッチング事業を展開するということが考えられる。ただし、ただでさえ間接業務に忙殺されている大学の科学者たちにこういったマッチング事業がさらなる負荷とならないような制度設計を行う必要がある。

ただし、上述のような提言はボーア象限、エジソン象限、パスツール象限の 3 つの象限がそれぞれ存在していることを前提としており、全てのボーア象限の科学者がパスツール象限に移行すべきであると主張するものではない。むしろ、パスツール象限は他の 2 象限との関係性の中でこそ存在するものなので、実際の政策作りにおいては注意を払うべきである。

8. まとめ

日本のこれまでの産学連携はリニアモデルに縛られ、研究室の技術シーズを実用化することを目的とした取組が多かった。これに対して、本シリーズで提案する「パスツール象限」はそれだけには留まらない産学連携の効能に焦点を当てるものである。パスツール象限の科学者が増え、その効能を理解している企業とうまく協業することは、日本の底力を引き出すという意味で大きな意義を持つため今後も検討していく必要がある。

今回は、ImPACT の伊藤耕三教授の事例を紹介し、パスツール象限の活動をするにあたり重要なスキームを提示する。

— ご利用に際して —

- 本資料は、信頼できるとされる各種データに基づいて作成されていますが、当社はその正確性、完全性を保証するものではありません。
- また、本資料は、執筆者の見解に基づき作成されたものであり、当社の統一した見解を示すものではありません。
- 本資料に基づくお客様の決定、行為、及びその結果について、当社は一切の責任を負いません。ご利用にあたっては、お客様ご自身でご判断くださいますようお願い申し上げます。
- 本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所：三菱UFJリサーチ&コンサルティングと明記してください。
- 本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当社までご連絡ください。