

Title	地域における科学技術イノベーション政策が成果を挙げるための条件に関する一考察
Author(s)	新川, 雅之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 25: 853-858
Issue Date	2010-10-09
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/9426
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

地域における科学技術イノベーション政策が 成果を挙げるための条件に関する一考察

新川雅之（東北公益文科大学大学院）

1. はじめに

2001年の開設以来、慶應義塾大学先端生命科学研究所（以下、先端研）は山形県と鶴岡市の支援を受けて「メタボローム解析技術」を独自に開発してきた。2008年度にはJSTの「日本が強い技術」として選出され、同じく2008年に経済産業省の「光る大学発ベンチャー20選」に先端研輩出のベンチャー2社が共に選出されるなど、地方都市における大学の研究拠点として出色した成果を挙げている。

本事象は、地方の中小都市において大学が地域のイノベーションを促している数少ない事例である。この事象に対して科学的説明を試みることで、地域の科学技術イノベーション政策が成果を挙げる条件を導くための一助とする。

2. 先端研の設置経緯

(1) 設置までの経緯

1995年に策定された「山形県新総合発展計画」に、「庄内地域における4年制大学の設置について地域を主体にした取組みを推進していく」ことが盛り込まれ、翌1996年に庄内地域大学プロジェクトがスタートした。山形県と庄内開発協議会（庄内地域14市町村（当時）が加盟）が共同で大学整備検討会議を立ち上げ、慶應義塾が運営面を支援することになった。

1998年、大学整備検討会議において酒田市に大学が、鶴岡市に大学院が設置されることが決まった。これは現東北公益文科大学および同大学院のことである。

1999年3月に山形県、庄内開発協議会、慶應義塾の3者で協定が締結され、慶應義塾の責務として、以下の3項目があげられた。

山形県庄内地域に慶應義塾大学附属研究センターを設置し、研究活動を展開する

研究活動を通じて、山形県及び庄内地域の産業振興、科学技術の向上、人材育成等に資する

新設される大学及び大学院について、積極的な知的支援を行う

また、山形県及び山形県庄内地域市町村の責務として、研究センターが行う研究活動について、研究施設の提供その他の積極的な支援を行う、とされた。

2001年4月、酒田に東北公益文科大学が開学すると同時に、鶴岡に「慶應義塾大学先端生命科学研究所」が開所した。中心市街地のセンター棟と北部地区のバイオラボ棟ともにほぼ同時の稼働となった。

(2) 富塚市長のリーダーシップ

広報つるおか2005年6月15日号によると、大学は酒田、大学院は鶴岡に決まったのは慶應義塾の意見によるもので、その後鶴岡市が、酒田市との格差をなんとかしたいと慶應義塾に相談に行き、バイオ系の研究所を設置することになったとのことである。

学部の学生が約1,000人に対して大学院の学生は約60人しかおらず、負担金は鶴岡・酒田ともに60億円とほぼ同じなのに鶴岡の学生数は甚だ少なく経済効果が見込めない上に、大学院の開設時期は4年も後になるのでこの格差をなんとかしたいと考えて慶應義塾大学当局に相談したところ、慶應側では、かねてよりバイオの研究所を開設したいと考えていたので、それでどうかということになったとのこと。鶴岡としては、1949年に設立された山形大学農学部もあるし、1963年設立の鶴岡高専もあるので、互いに連携しながらバイオの研究ができるのは大歓迎ということで、先の3者協定に至ったようだ。

折しも山大農学部の移転問題⁽¹⁾が取りざたされる中で、東北公益文科大学の学部は酒田市に立地することが決まり、最悪の場合、鶴岡市には公文大の大学院しか残らないかもしれないという状況下で、鶴岡市の富塚市長（当時）はまさに背水の陣で慶應義塾と対峙し、先端研の誘致に成功したのであった。

(1) 大学整備検討会議で4年制大学の設置についての議論を始めた翌1997年に、鶴岡市に立地している山形大学農学部が山形市内に移転するという決議をしている。しかし、1999年3月に3者協定が締結された後に山大農学部の移転は見送られることになった。

さらに、議会を説得して 2001 年から 2005 年までの 5 年間で 20 億円強の研究資金を拠出することを決めた。先端研にとっては山形県分と合わせて 45 億円の研究資金を得ることになったのである。2006 年からは毎年 3 億円強、山形県と合わせて毎年 7 億円に減額になったが、用途は所長の一存で決められるようにしたため、やってみないと結果がわからないような独創的な研究をも続けることができおりそれが先端研の活力の源泉になっている。所長の富田氏は荘内日報の取材に応じてこう述懐している。

「県や市の支援は安定財源として、われわれがこれまで勝ってきた原動力です。予算規模は国内外の競争相手に比べて不利な面も多いですが、それでも対等にやってこられたのは、研究における自由度が高く、私たちを信頼して任せてくれたおかげからだと思います。」⁽²⁾

3. 研究活動

(1) 研究体制

所長の慶應義塾大学環境情報学部教授富田勝氏は、医学博士(分子生物学)、工学博士(電気工学)、Ph.D(情報科学)の学位を保有している。以下、教員 49 人(2010.6.1 現在)、事務・技術スタッフ 45 人(2010.4.1 現在)、派遣や委託を含めると約 140 人が研究所に常駐している。他にヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ(以下、HMT)とスパイバーの大学発ベンチャー企業 2 社の社員が約 60 人、留学生を含む学生約 40 人が加わって総勢 240 人の体制で研究活動と事業化活動を行っている。

(2) 研究分野

先端研では、2001 年の開所当初からメタボローム研究に重点をおいてきた。最先端のバイオテクノロジーを用いて生体や微生物の細胞活動を網羅的に計測・分析し、コンピュータで解析・シミュレーションして医療や食品発酵などの分野に応用している。IT を駆使した「システムバイオロジー」という新しい生命科学のバイオニアたらんことを目指している。

(3) 研究成果

開所翌年の 2002 年に、ゲノム解析ソフト「G-language」の開発と、数百種類の細胞内代謝物質の量を一齐に 30 分程度で測定できるという画期的なメタボローム分析システムを開発したのを皮切りに、注目度の高い研究成果を次々に創出している。

2005 年には理化学研究所とメタボローム研究に関する基本合意書を締結して共同研究を継続的に実施しており、2008 年には国立がんセンター東病院との共同研究を開始する等、我が国トップクラスの研究機関との連携にも積極的に取り組んでいる。

a) 論文

研究員が海外の学術誌に投稿する論文の数は、2001 年 7 件、2002 年 11 件、2003 年 20 件、2004 年 21 件、2005 年 17 件、2006 年 41 件、2007 年 52 件、2008 年 42 件、2009 年 36 件、2010 年 29 件(8 月迄)と 2006 年以降はそれ以前に比較して倍増している。国立大学法人と独法研究機関の研究者 1 人当たりの論文数は年間 0.6 本余り(1997 年～2006 年の平均値)⁽³⁾に対して先端研では 0.8～1 本と大きく上回っている。

b) 大学発ベンチャー

先端研では開所当初から研究成果の特許化、企業化することにも積極的に取り組んできた。富田と曾我らは、2002 年 8 月に「陰イオン性化合物の分離分析及び装置」に関する特許を取得し、2003 年 7 月にはメタボローム測定・解析技術をベースに、慶大発バイオベンチャー企業として HMT 社を設立した。

この HMT 社では、医療・創薬・食品発酵などの産業応用を目指して先端研内で研究開発を実施しており、2003 年 10 月、慶應義塾が制定した慶大発ベンチャー支援制度「アントレプレナー支援資金」の第 1 号に適用され、慶應義塾の出資を受けている他、ベンチャーキャピタルからも出資を受けており、2010 年 9 月現在で資本金は 506 百万円に達している。メタボローム解析の受注件数(2009 年 4 月～12 月)は前年同期比 4 倍以上で推移する等、IPO を狙えるほどに成長している。

競争力の源泉は、先端研とのキャピラリー電気泳動/質量分析(CE-MS)によるメタボローム解析技術に関する恒常的な共同研究によりメタボローム解析の先端技術や情報を常時習得できる環境にあること、さらには、精密測定機器製造のアジレント・テクノロジー株式会社や大手食品会社、大手製薬会社との共同研究により技術の商用化にいち早く取り組んでいることにある。

(2)「世界が求める「知」発信 慶應義塾大学先端生命科学研究所開設 10 年」荘内日報 2010/8/14-1 面

(3)総合科学技術会議(2007)「独立行政法人、国立大学法人等の科学技術関係活動に関する成果」第 71 回総合科学技術会議参考資料

HMT 社に続いて、2007 年 9 月には、博士課程の学生が人口合成したクモの糸タンパク質の大量生産技術を活かした事業を行う「スパイバー株式会社」を設立した。ベンチャーキャピタルならびに慶應義塾から出資を受けて、資本金は 340 百万円となっている。HMT 社、スパイバー社ともに 2009 年 6 月に経済産業省が発表した「光る大学発ベンチャー 20 選」に選ばれている。

4. 成果を出し効果を生むメカニズム

(1) イノベーション・ダイヤグラムによる可視化

イノベーション・ダイヤグラム⁽⁴⁾を用いて、先端研におけるメタボローム解析に関するイノベーションがどのような過程でなされてきたのかを可視化してみることにする。イノベーション・ダイヤグラムとは、「知の具現化」を Y 軸に、「知の創造」を X 軸に据えた 2 次元空間において知の営みの連鎖プロセスを明示したもので、ある理論や技術などが製品として市場に投入されるまでどのような経路をたどっていったのかを理解することができる。

ここで、「知の創造」とは、新たな考え方や理論、科学的知見などが発見されることを示す。いわゆる「科学者」や「研究者」と呼ばれる人が営む行為に相当する。「知の具現化」とは、知の創造によって生み出された科学的知見を集積・統合して実行可能なものに仕立て上げる知的営みのことをさす。民間企業における製品開発やサービス開発が相当する。

このイノベーション・ダイヤグラムを考案した山口は、新しい知の創造が含まれていないイノベーション（パラダイム持続型イノベーション）は容易に模倣できるが、創造された新たな知に基づくイノベーション（パラダイム破壊型イノベーション）は模倣されにくいという。

また、「パラダイム破壊型イノベーション」生成のための重要な要素として、新技術を望む人間と、目指す新技術を生み出しうる基礎科学の領域での科学的知見を持った人間、さらには事業化の責任者が参加して暗黙知を共有するための「共鳴場」の必要性を説いている。

以下に、イノベーション・ダイヤグラムに沿って、メタボローム解析に関するパラダイム破壊と共鳴場の関係について考察する（図 1 参照）。

(2) 第 1 のパラダイム破壊

慶應義塾大学は 2001 年 4 月に開所する先端研の所長として富田勝教授を任命し、富田が提唱する「システムバイオロジー」を研究テーマに据えた。富田によると、システムバイオロジーとは「生物の複雑な細胞を網羅的に分析、測定して、その膨大なデータをコンピュータを駆使して理解するもの」で、必要なことは数多くの生体分子を網羅的かつ高速で計測する「分析技術」と、計測した膨大なデータを理解する「情報技術」だという。この二つを同時に行っている研究所は世界のどこにもなかった。

富田は工学部出身で、もともとは言語処理や人工知能を専門としていたが後に生命科学に転じ、汎用細胞シミュレーションソフトウェア E-Cell を開発していた。所長に就任した富田の初仕事は自らのパートナーとなる研究者を探すことだった。

研究職を公募し、応募してきた曾我朋義（現教授）に富田は熱く語った。

「E-Cell による全細胞シミュレーションを可能にするために、どうしても実際の細胞内の個々の代謝物を定量したい。」

曾我也富田と同じく工学部出身で、学部を卒業して横河電機に入社し、分析機器の応用開発に取り組んでいた。博士号を取得して応募してきた当時は、キャピラリー電気泳動装置（CE）に、質量分析計（MS）を組み合わせた CE-MS 法を研究開発しており、将来はこの分析法が世の中を変えると確信していた。CE-MS 法はイオン性物質であれば何でも測定できるという可能性を秘めていたからだ。

曾我は、先端研に着任してから細胞に存在する代謝物質を調べたところほとんどがイオン性物質だったので、CE-MS しかないと感じたという。着任 1 年でキャピラリー電気泳動質量分析計（CE-MS）によるメタボローム測定法を世界で初めて開発し、微生物の細胞内から二千種類弱の代謝物質を一斉に測定することに成功した。

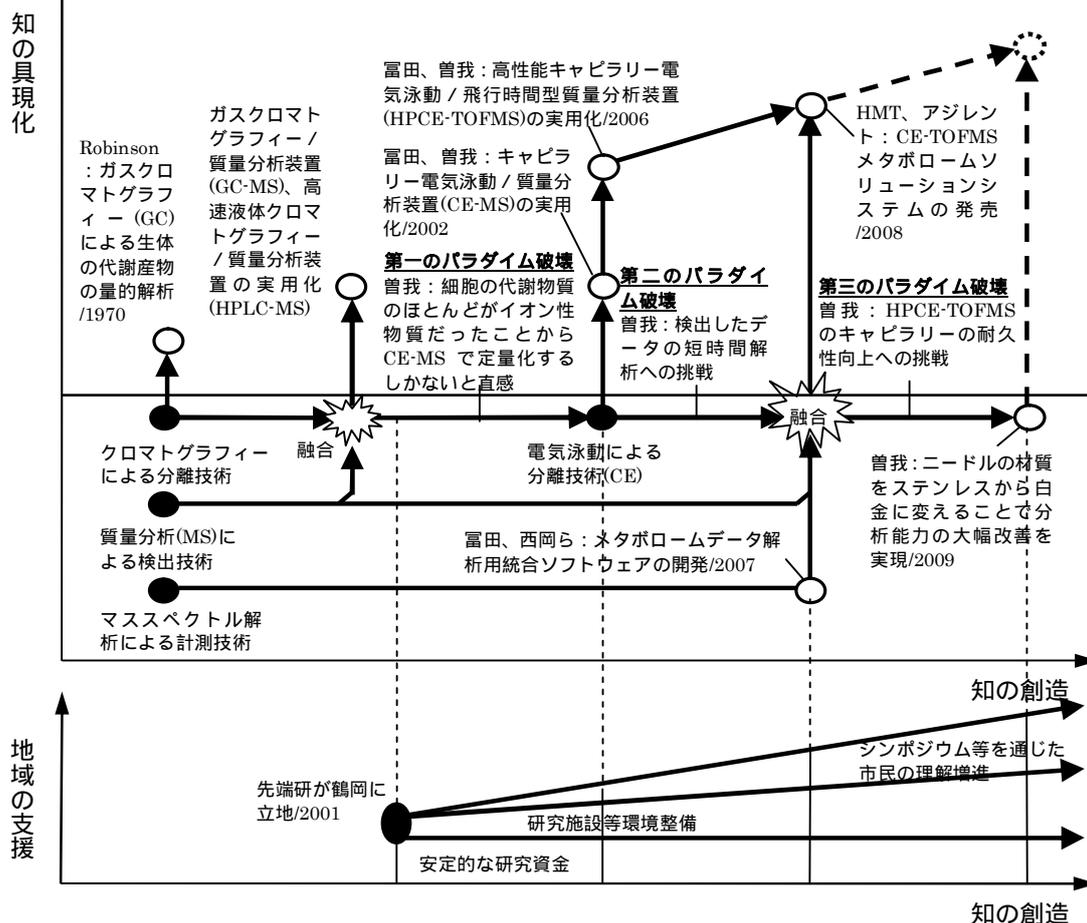
従来のメタボローム解析はクロマトグラフィーに質量分析を組み合わせた方法が主流であったのを、キャピラリー電気泳動に目をつけたのが第 1 のパラダイム破壊である。責任者であり新技術を望んでいた富田と、科学的知見を持っていた曾我との間で共鳴場が形成されていたことはいうまでもない。

(3) 第 2 のパラダイム破壊

CE-MS を発展させて、高性能キャピラリー電気泳動 / 飛行時間型質量分析装置（HPCE-TOFMS を開

(4)山口栄一（2006）「イノベーション 破壊と共鳴」NTT 出版、96-99 頁

図1 キャピラリー電気泳動/質量分析(CE-MS)による
メタボローム解析のイノベーション・ダイアグラム⁽⁴⁾



出所：特許第 4385171 号 (2009)「シースフロー方式のキャピラリー電気泳動-質量分析計法による陰イオン性化合物の測定装置」
慶應義塾大学先端生命科学研究所 (2008)「曾我朋義教授インタビュー記事 (2007 年 11 月 9 日実施)」、曾我朋義 (2003)「CE-MS のメタボローム解析への展開」日本質量分析学会『Journal of the Mass Spectrometry Society of Japan』51 号:3 407-411 頁、アジレント・テクノロジー(株)、HMT(株) (2008)「HMT とアジレントが次世代メタボローム解析ソリューションを発表 (2008 年 6 月 16 日付けプレスリリース)」、(株)テクノアソシエーツ (2007)「メタボローム解析のデータ処理を 4 週間から 4 日に」『技術&事業インキュベーション・フォーラム - 注目技術&事業』2007 年 4 月 2 日付記事、富田勝他 (2005-2009)「メタボローム解析のための計測技術開発とそれを用いた代謝経路推定」ライフサイエンス統合データベース、の各資料より作成

発する一方で、曾我はせっかく代謝物質を一齐に分離することができるようになったのに、データ処理に 4 週間もかかっていることにもどかしさを感じていた。もっと早くできないのか。あるいは、誰でもとは言わないが程度の訓練を受けた者であればデータ処理ができるようにならないものか。

富田に相談したところ、すぐにメタボロームデータを解析するための統合ソフトウェアを開発するプロジェクトチームを組成することになった。先端研には E-Cell で培ったソフトウェア開発の有形無形のノウハウやモジュールが蓄積されていたので、メタボロームデータを解析して可視化するプログラムをつくる際にも、それらを生かすことで効率的に開発を進めることができた。

このソフトにより、従来は 4 週間かかっていたデータ処理を 4 日にまで短縮することができた。この時間短縮効果もさることながら、メタボロームの研究者や専門家でなくともデータ処理ができるようになったことで、先端研が地元から技術員を採用するという雇用誘発効果にもつながっていった。

この統合ソフトを HPCE-TOFMS とセットにしてマニュアルや試薬をつけることで汎用パッケージ商品とし、「メタボロームソリューションシステム」として販売を開始した。測定請負から製品販売へ、HMT がより大きな付加価値が見込める業態へと変化を遂げた瞬間であった。

このように、従来は研究者や専門家の範疇であったメタボローム解析作業を標準化して、一般人でもできるようにしようとしたのが第 2 のパラダイム破壊である。今回のパラダイム破壊における共鳴場を構成するのは、新技術を望んでいたのが曾我で、科学的知見を持っていたのは富田ということで第 1 のパラダイム破壊の時とは立場が入れ替わっている。事業化の責任者は HMT 社の大滝社長だった。この大滝社長はバイオベンチャー専門のベンチャーキャピタリストでもあり、自らの目利きで富田や曾我の

技術を事業化しようと HMT 社の立ち上げを支援したくらいの理解者だったので、共鳴場の構成員としては申し分なかった。

(4) 第3のパラダイム破壊

曾我のあくなき挑戦はまだ続く。研究室しか知らない純粋培養の研究者であれば、ソリューションシステムとして商品化できたところで満足して別の研究テーマを探すだろう。いや、HPCE-TOFMSを開発したところで原理的には完成したのだから研究者としての興味は失せるのが通常だ。

だが曾我は大学卒業後に入社した横河電機という民間企業で育った研究者だ。HPCE-TOFMSは作動原理としては完成域に達していたが製品としてはまだ改善余地があった。短時間でキャピラリー（毛細管）が詰まる、キャピラリーに電流が流れなくなるといった問題があり、数回から20回程度の測定毎にキャピラリーを交換する必要があったのだ。

曾我は電気化学の知識と経験を駆使してこの原因を突き止めた。結局、キャピラリー電気泳動装置（CE）と質量分析計（MS）のインターフェイスに設置してあるニードルの腐食によるものだったのだ。このニードルはステンレス製だったので、イオン化傾向の低い白金に変えることで腐食は収まり、541回連続で測定してもニードルはまったく腐食せずに初期と同じ状態だということが確認された。

さらに、ニードルが錆びなくなったことで、金属との錯体形成能を持つ陰イオン類の測定感度をステンレスニードルの時よりも数倍から63倍高めることができた。これにより、ほとんどすべての陰イオン性加工物を一斉分析することが可能となった。

従来は技術者の範疇であった製品の改良に、研究者が徹底的にコミットしていったのが第3のパラダイム破壊である。この段階になると、新技術を望んでいるのは製品を販売するHMT社とアジレント社で、責任者はHMT社の菅野社長ということになる。菅野社長は2007年11月にHMT社の社長に就任したのだが、前職はアジレント社の代表取締役副社長兼ライフサイエンス・化学分析統括本部長としてユーザーニーズを十分に把握していた。曾我の挑戦は製品にとって不可欠なものとして喜んで引き受けたのだ。

5. イノベーションの成功要因

首都圏でなければ優秀な人材が集まらずに成功しないと言われている研究開発で、出色した成果を挙げてしかも商品化にまでこぎつけた先端研の成功要因としてはどのようなものがあげられるだろうか。

第一に、パラダイム破壊型イノベーションを実現するための「共鳴場」が先端研を中心に形成されていたことがあげられよう。

共鳴場には新技術を望む人間と、目指す新技術を生み出しえる基礎科学の領域での科学的知見を持った人間、さらに事業化の責任者が参加しなければならない。先述したように先端研の富田と曾我、HMTの大滝と菅野が中心になって共鳴場を形成しているが、山形県と鶴岡市のバックアップも見逃せない。

毎年数億円の安定財源の拠出に始まって、バイオラボ棟の整備拡張、シンポジウム等を通じた市民への理解増進という具合に、知の創造活動が本格化するとともに適切な支援を行って共鳴場の継続性を支えてきた。これらの地域の支援があったからこそ安定した共鳴場が形成できたのである。

また、企業の場合、既存企業では既存製品の売上極大化という組織慣性が働くことからイノベーションの実現には、独立した新しい小組織をもって製品化を試みた方が成功確率は高くなる、と言われている⁽⁵⁾が、研究組織にも同様のことが言えるのではないか。すなわち、先端研は、慶應義塾大学の伝統的な学部や研究科に付帯する研究所ではなく、全く新たに作られた独立した新しい小組織だからこそ、他から干渉されることなく新たな規範で、独特の共鳴場を形成し研究を継続できたのではないだろうか。

第二に、富田所長と富塚市長のリーダーシップがあげられる。

シリコン・バレーの成立には、スタンフォード大学副学長のフレッド・ターマン（Fred Terman）がイニシアティブを取ったことが大きく関わっていたという。一方、米国東部の128号線沿いに散在している企業群もMITの学長、カール・コンプトン（Karl Compton）のイニシアティブでつくられた⁽⁶⁾。

先端研の富田所長も自らのイニシアティブで「システムバイオロジー」という世界に例を見ないコンセプトを打ち立てて、不退職の面持ちで先端研をメタボロームの解析技術を駆使した「知的産業」の拠点たらしめようとしている。先端研の地位向上や大学発ベンチャーの成功によって、鶴岡の魅力を向上させてバイオ産業の集積を図ろうとしている。

(5) C.クリステンセン著/伊豆原弓訳(2000)「イノベーションのジレンマ」翔泳社、263~265頁

(6)宮田由紀夫(2009)「アメリカにおける大学の地域貢献 産学連携の事例研究」中央経済社、177頁

そんな富田の意を汲んで、議会を説得して毎年数億円もの研究資金を拠出することを決めた富塚市長（当時）のリーダーシップも見逃せない。富塚に言わせれば、庄内の基幹産業である農業は歴史的に先人たちがさまざまな知恵や研究を重ねて成熟させてきた「知的産業」なのだという。藩主が農民に伸び伸びと農業をさせたことでオリジナリティが醸成されてきたのだと。そしてうまいものができたらほめた。そうしたら農民はまた自ら工夫をしてもっとうまいものをつくったそうだ。

富塚は、為政者の役目は伸び伸びやっている者を邪魔する者を取り払うことだとして、市の職員に対して「先端研の先生方が他人を気にせずやれる環境をつくれ」と命じたそうだ。そんな富塚の思いは富田を通じて先端研の研究者一人一人に伝わっており、それが一層のやる気につながっている。

第三に、大学発ベンチャーの役割があげられよう。

技術が暗黙知のとき、既存企業にライセンス供与されるよりベンチャー企業が設立される可能性が高いとされている。その理由の第一は、暗黙知の場合、それを今後どのように商業化が可能な技術に発展させたらよいか、発明者以外の者には見通しを立てにくいということだ。第二は、暗黙知の場合、その発明が実際に機能することを既存企業の人々になかなか納得してもらえないことである。そこで、発明者が主導してベンチャーを設立するケースが多くなるのである。先端研から設立された大学発ベンチャーである HMT 社、スパイバー社ともに、発明者が主導して設立したベンチャーだ。

また、大学発ベンチャーが最も多い産業はバイオテクノロジーだと言われており、MIT、ウィスコンシン大学、カルフォルニア大学、コロムビア大学、ニューヨーク大学等での調査により明らかになっている。その理由は、製品開発に長い時間がかかることから大学のテンポと合うこと、技術開発の専門知識が大学に集中していること、コストよりも製品の効果に顧客の関心が集中していることで大学が苦手なコストメリットを追いかけなくてよいこと、特許によって強力な保護が得られやすく商習慣にとらわれることなくビジネスができる可能性が高いことなどがあげられている⁽⁷⁾。

6. おわりに

山形県鶴岡市の慶應義塾大学先端生命科学研究所を中心とするイノベーションの成功要因として、「共鳴場」「リーダーシップ」「大学発ベンチャー」をあげた。鶴岡市にとっては、先端研の誘致から研究支援、事業化支援といった一連の政策は、まさしく科学技術イノベーション政策であり、これらの成功要因は地域における科学技術イノベーション政策が成果を挙げるための条件の一部といえる。しかし、現在のところ雇用とか生産額の面で大きな地域経済効果を生むまでには至っていない。大学発ベンチャーが育ち、いわゆる「ダーウィンの海」を超え、メタボローム解析技術をコアにした産業集積を形成し、地域が「イノベーション・ミリュウ⁽⁸⁾」化していくことができれば、継続的なイノベーションを通じて自立的に発展し続ける地域を形成することができるだろう⁽⁸⁾。ただし、それには富田も指摘しているように 1 世代（30 年）くらいのスパンが必要だ。

一方で、先端研の研究者の生産性を論文数でみると年間一人当たり 0.8~1 本と、一般の研究者が年間 0.6 本程度なのに比較して高いという結果も出ている。論文の生産性は研究資金と研究者数を説明変数とした関数で示されるという先行研究⁽⁹⁾や、化学工業や電気機械工業の技術輸出額は研究費と研究員数を説明変数とするコブ・ダグラス型生産関数で示されるという研究結果⁽¹⁰⁾が報告されている。先端研の状況を鑑みると、先端研では研究費こそ多くはないが研究時間が多くとれるために論文の生産性が高いのではないかと推察される。あるいは、若くても成果を出せば認められる伸び伸びとした自由な環境、鶴岡という自然や文化に恵まれた地域特有の環境がプラスに働いているのかもしれない。研究者の生産性に与える要因を実証的に分析し、科学技術イノベーション政策が成果を挙げるための研究環境面での条件を導いてみたい。

<参考文献>

「世界が求める『知』発信 慶應義塾大学先端生命科学研究所開設 10 年」庄内日報 2010/8/11-17
山口栄一（2006）「イノベーション 破壊と共鳴」NTT 出版

(7)S.シェーン著/金井一頼・渡辺孝訳（2005）「大学発ベンチャー新事業創出と発展のプロセス」、中央経済社、95 頁

(8)友澤和夫（2000）「生産システムから学習システムへ」経済地理学会『経済地理学年報』第 46 巻第 4 号、336 頁

(9)近藤正幸他（2005）「日本論文の生産性と生産関数」研究技術計画学会『年次学術大会講演要旨集』第 20 巻(1)、224-227 頁

(10)米澤克雄（1994）「生産関数を用いた研究開発の生産性モデルについて」研究技術計画学会『年次学術大会講演要旨集』第 9 巻、172~178 頁