

Title	地域における科学技術イノベーションの普及要因の考察：ファインバブルの農業・水産業への応用事例の検討
Author(s)	吉岡(小林), 徹
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 301-304
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14985
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation 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の普及要因の考察： ファインバブルの農業・水産業への応用事例の検討

○吉岡(小林)徹(東京大学・一橋大学)

1. はじめに

知識経済化の進展と共に、都市への集約が世界各地で進みつつある[1]。その要因は、付加価値の源泉としてますます重みが増している知識、とりわけ技術的知識が地理的に近い範囲で広がりやすいこと[2]にあると考えられる。インターネットなどの通信手段の発達に相反するようであるが、人から人への知識の移転が人の営みである以上、やむを得ないものであろう。実際、技術基盤がある都市に新たなハイテク産業が発生しやすい傾向があり、「技術的に富める都市が富む」状態にある[1]。

このような中、地域の経済活動をどのように維持するかが課題となる。この点についてマイケル・ポーターが主張したクラスター理論[4]は、重要な解を示した。特定の科学技術を核にし、周辺産業と共に成長することで、限られた知識資源を活かし競争力を確保することができる。しかしながらクラスター理論はその内部でのダイナミクスについては詳細な言及をしていない。とりわけ、地域内の知識やそれを具現化する資源の不足が科学技術を起点とするイノベーションの発生・発展・普及の阻害要因となっているが、その乗り越え方についてまでは射程としていない。

この点に関して、高知県では、高知工業高等専門学校が地域内の農業・水産業、および、加工事業者と連携することによって、ファインバブルと呼ばれる微細な気泡を生み出す技術確立し、それを生産の現場に応用することで生産性を向上させることに成功しつつある。この取組は立ち上がったばかりではあるものの、多くの示唆を持つものである。本研究は同事例から導かれる、地域における科学技術イノベーション実現の定石について考察を試みる。

2. 先行研究

地域における科学技術イノベーションの発生・発展・普及の促進・阻害要因についての研究は複数あるが、地域にはコンテキストの影響が強く働くと推測されることから、日本を対象とした研究に注目する。とりわけ手がかりとなるものが岡本信司による地域クラスターの成功要因に関する研究[5]である。岡本は先行研究を基に形成要素や促進要素を以下のようにまとめている。

表 1 地域における科学技術イノベーションクラスターの形成要素

	欧米のクラスター形成・促進要素[6]	日本的なクラスターの成功要素[7]	大学を核としたイノベーションクラスター構成要素[8]	その他の主要研究が指摘する要素
集積	特定地域への特化	知的な集積		
研究機関	質の高い核となる研究機関	世界的技術	質の高い大学の技術シーズ	
地場の産業	特定産業での強み、独自の産業資源	地場産業・技術シーズの存在	地場産業・技術シーズの存在	企業間の柔軟なネットワーク[9]
	中核企業の存在	中核企業の存在		
	スピン・オフベンチャーの発生	核となるベンチャー企業の存在	(ベンチャー企業群の存在)	
地域内の認識	変化への対応の必要性の認識、地域内競争	経済的危機感の共有	経済的危機感の共有	

(出所) [5]を筆者が改変

表 2 地域における科学技術イノベーションクラスターの促進要素

	欧米のクラスター形成・促進要素[6]	日本的なクラスターの成功要素[7]	大学を核としたイノベーションクラスター構成要素[8]	その他の主要研究が指摘する要素
公の関与	公共機関の関与	自治体の主体性	自治体の主体性	
	産学官接触連携、コネク機能	地域での産学官連携	地域での産学官連携	
新事業の支援基盤	ベンチャーキャピタル、エンジェル、ビジネスサポート	ソフト面での支援インフラ	ソフト面での支援インフラ	
		ハード面での支援インフラ	ハード面での支援インフラ	
非ローカルネットワーク	国際展開、大企業との連携	世界市場アクセスを目指した大企業との連携	世界市場アクセスを目指した大企業との連携	
	他産業との融合	他のクラスターとの連携、競争	他のクラスターとの連携	国内外地域・研究機関とのネットワーク (institutional thickness)[10]
理念・リーダー	ビジョナリー	核となる地域リーダー	核となる地域リーダー	

(出所) [5]を筆者が改変

本研究では、これらの要素が、個々の科学技術を起点としたイノベーションが創出され、地域において普及していく過程で、どの程度決定的な影響を与えるかを、一事例の詳細な分析に基づき考察を行う。なお、本事例の記述にあたっては、9名の関係者への詳細なインタビュー調査を2016年7月と2017年2月に実施した。

3. 事案の概要

(1) ファインバブルの技術的背景

ファインバブルは、直径100マイクロメートルのごく微細な気体の泡を指す。表面張力により自己加圧が生じ、気体が圧縮されるため、長く液中に留まる性質を示す。また、負の電位を帯び、汚れの分離などを実現する。とりわけ1マイクロメートル以下のウルトラファインバブルは独特の特性を示すが、これまで計測が困難であったため作用効果が実験的に確認されているにとどまっていた。

ただし、応用した場合の成果は顕著なものがあり、1999年に徳山工業高等専門学校の大成博文教授によって、赤潮による牡蠣の酸欠解消に効果があることが確認されて以来、農業分野や水産分野での応用例が幾つか存在していた。もっとも、ファインバブルの発生装置の価格が高いか、安い装置では大量にファインバブルが作れないとの事情や、ファインバブルの計測が出来ないという障壁があり、10年を経過した2000年代後半においても普及に広がりがある状況ではなかった。

ファインバブルの発生方式は複数種類あり、発生量と液の条件（不純物の許容度）が異なっていた。加圧溶解方式や微細孔方式は大量のファインバブルが得られるが、不純物に弱いことが課題であった。他方、超高速旋回方式は数mmまでの不純物には強かったが、当時は発生量にやや限りがあった。

(2) ファインバブルの農業分野・水産分野への応用と、発生技術の開発

2010年に高知県内で魚の養殖業を営む弘瀬裕一氏が出身の高知工業高等専門学校の恩師からファインバブルの水産業への応用を持ちかけられたことが契機となった。同校の技術移転組織を通じて、入荷技術を専門とする秦隆志准教授が開発に取り組むことになった。秦准教授が現場を訪問したところ、当初持ちかけられた目標は達成が難しいことがわかったが、すぐに異なる目標が弘瀬氏から示され、開発が始まることになった。その目標とは、夏場の養殖網の消毒作業中の酸素欠乏対策であった。

酸素欠乏にファインバブルが有効であることは確認済みであったが、課題は不純物による目詰まり、そして、水産の現場で使えるような簡単な構成で、かつ、限られた電力で動くシステムが既存のもので

は実現できないことであった。とくに不純物は大きな課題であり、海水に含まれる貝殻、鱗などにどう対処するかが求められた。そこで秦准教授は乳化技術を応用し、水流を旋回流にし、それによって剪断力を発生させ、そこに気体を通す、というアイディアを着想した。

ところが、実際に現場で用いる試作機の製作で課題となった点が、旋回流を作り出すノズルであった。これには高度な切削加工技術が必要になる。この課題を解決したのが、高知工業高等専門学校と同じ南国市に位置する株式会社坂本技研であった。同社はスクリーやタービンのブレードを切削加工で作りができる高度な技術力を有していた。同社の代表取締役の坂本正興氏は高知工業高等専門学校の卒業生であり、採算に合う仕事ではなかったが、この試作を引き受けた。この開発にあたっては南国市から数十万円の助成を受けた。

その結果として生み出された発生装置は、目詰まりに強く、かつ、スケールアップが簡単であり、しかも現場の既存の配管内に接続ができることを強みとするものとなった。しかもシステム全体では 100 万円～200 万円で販売できるものとなった。

(3) 地場産業での応用

2011 年には高知県から 3 年間で総額 6,000 万円の助成を受けることができ、養殖業と農業での応用実験が行われた。助成を受けたことで、高知工業高等専門学校はファインバブルの発生を検知するための計測装置を導入することができ、弘瀬氏が経営する宝照水産は養殖魚が死ぬリスクがある実験に取り組むことができた。ただ、直ちに実験はできなかった。現場の作業員からの反発があり、その納得を得るために、秦准教授は何度も現場に通い、一緒に作業をすることで信頼を勝ち取る必要があった。

そして、一度実験にこぎつけると、その効果は大きなものであった。水温が高すぎるために他の養殖業者が作業を中止した日に、消毒作業ができた。これにより効果がはっきりと確認できた。

もう一つの応用先が JA 高知春野であった。同地では生姜の栽培が盛んであり、高知県の有数の特産品の産地として知られていた。課題はその洗浄であった。大量の井戸水を使って洗浄をしていたが、井戸水の枯渇を招き、地域住民からのクレームを招いていた。ここにファインバブル発生装置を取り付けたところ、3 割の節水が実現できた。さらに、作物の育成促進にも取り組んだ。この時、JA 高知春野の山脇浩二氏が自身のネットワークを活かし篤農家を巻き込んだことで実験が円滑に進み、育成促進効果があることが少なくとも感覚的に確認できる結果が得られた。

(4) 普及

2015 年からは県の産業振興センターのリーダーシップの下で、ファインバブル・イノベティブクラスタープロジェクトが立ち上げられ、さらなる応用分野の探索とテキストフィールドの拡大が図られた。2016 年には高知工業高等専門学校を中心としたコンソーシアムに対して 3 年間で総額 5,400 万円の助成が行われるようになった。現在、高知県内の養殖業のほか、鮮魚輸送分野への応用が進みつつあるほか、農業への応用も引き続き模索されている。とくに鮮魚輸送分野への応用については、宝照水産の弘瀬氏が自ら養殖業からファインバブルの技術コンサルティング事業に鞍替えをし、熱心に取り組んでいる。

4. 議論

本事例の特徴と前述の地域内でのクラスターの形成・促進要素との対応は次のとおりである。

表 3 本事例の特徴と地域内でのクラスターの形成・促進要素との対応

形成要素	本事例における状況	促進要素	本事例における状況
集積	(顕著なものはなし)	公の関与	高知県の積極的なコミットメント
研究機関	高知工業高等専門学校の存在	支援基盤	高知県からの助成 高知工業高等専門学校の OB 組織
地場の産業	高度な切削加工事業者の存在 地場の農林水産業との高知工業高等専門学校ネットワークを通じた接点 宝照水産の弘瀬氏の事業転換	非ローカルネットワーク	(顕著なものはなし)
地域内の認識	全国最下位クラスの経済状況	理念・リーダー	秦准教授の存在、高知工業高等専門学校としての組織的取り組み

特徴は、高知工業高等専門学校の OB というネットワークを通じて、ファインバブル発生技術の開発と検証が進んだことにある。本事例では、ファインバブルの発生装置の開発も、水産業での実験も、い

ずれも協力者に経済的なリスクを負担させるものであった。この点を乗り越えたのは、OB としてのつながりというソーシャルネットワークの効果であったように考えられる。

同時に、本事例で寄与が大きかったのは、技術的な効果が目に見えやすい分野で検証されたことであったと考えられる。酸欠防止は見ればすぐに効果がわかる。これに比べると育成促進効果はその検証に時間がかかる。仮に農業にのみ焦点が当てられていると検証が円滑に進まなかった可能性がある。この点は、先行研究に触れられていないところである。とりわけ、農林水産業の現場や地域の地場産業の現場では、数値でわかる成果よりは、目に見えやすい成果を重視した方がよいのかもしれない。しかも、本事例では秦准教授が予め現場での使用を想定したシステム構成を行っていたことも大きく寄与していた。産学の連携において、ラボの環境で最適化された装置では、現場でうまく機能しないことがしばしば起こる。この点を乗り越える設計段階からの現場の声のフィードバックは重要な要素である可能性がある。

もう一つは、事業規模のマッチングがうまくいったことも見過ごせない。ファインバブル発生装置は最大 200 万円程度で販売できるとはいえ、水産業や農業で当該装置を導入して採算が取れる規模の経営体数を考えると年数億円～十数億円の売上が得られれば良い方である。これでは中堅以上の企業では事業の失敗によるリスク（信用の毀損や損害の填補の義務）が大きく手を出すことができない。本事例では比較的小規模でありながら、極めて高度な技術を持つ坂本技研がパートナーであったことは稀有な条件であった。これにより、坂本技研の継続的なコミットメントが得られていると考えられる。

5. 結論

このように、本事例からは、(1)ソーシャルネットワークによるリスクの克服、(2)効果が目に見えやすい応用先の選択、(3)現場を意識した設計、(4)事業規模が適したパートナーとのマッチングも成功要因として浮かび上がる。とくに(1)(2)(4)は「オール地域」で臨む場合に見過ごされやすい点である。これらがどの程度大きな影響を持つかは他の事例との比較をまたなければならないが、この着眼点での更なる検証が進むことを期待したい。

謝辞

本稿は、以下のケーススタディをもとにその著者一名が試論として考察を行ったものである。

吉岡（小林）徹・木村めぐみ・江藤学(2017)「地域イノベーションの事例研究：高知におけるファインバブルの農業・水産業への応用」一橋大学イノベーション研究センター IIR ケーススタディ CASE#17-03.

ケーススタディに多大なるご協力を頂いた方にこの場を借りて御礼を申し上げる。

参考文献

- [1] United Nations (2014). *World Urbanization Prospects*.
- [2] Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), 577-598.
- [3] Boschma, R., Balland, P. A., Kogler, D. F. (2014). Relatedness and technological change in cities: the rise and fall of technological knowledge in US metropolitan areas from 1981 to 2010. *Industrial and Corporate Change*, 24(1), 223-250.
- [4] Porter, M. E. (1996). Competitive advantage, agglomeration economies, and regional policy. *International regional science review*, 19(1-2), 85-90.
- [5] 岡本信司(2007). 地域クラスターの形成と発展に関する課題と考察—浜松地域と神戸地域における比較分析. 研究技術計画, 22(2), 129-145.
- [6] 石倉洋子・藤田昌久・前田昇・金井一頼・山崎朗(2003).日本の産業クラスター戦略. 有斐閣.
- [7] 科学技術政策研究所第 3 調査研究グループ (2004). 地域イノベーションの成功要因及び促進政策に関する調査研究. 文部科学省科学技術政策研究所 Policy Study No.9.
- [8] 経済産業省(2006). 大学発ベンチャーの成長支援に関する調査報告書.
- [9] Saxenian, A. (1996). *Regional advantage*. Harvard University Press.
- [10] Amin, A., and Thrift, N. (1995). Globalization, institutions, and regional development in Europe. Oxford university press.
- [11] 姜娟・原山優子(2005).「地域科学技術政策」の展開—欧米との対比に見る日本の場合—. 研究技術計画, 20(1), 63-77.