

不確実性マネジメントにおける組織選択と組織進化：LLCは産学連携の促進に影響を及ぼすのか？

Matsuno, Masahiro / 松野, 将宏

(出版者 / Publisher)

法政大学イノベーション・マネジメント研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

イノベーション・マネジメント / イノベーション・マネジメント

(巻 / Volume)

7

(開始ページ / Start Page)

147

(終了ページ / End Page)

162

(発行年 / Year)

2010-03

<査読付き研究ノート>

不確実性マネジメントにおける組織選択と組織進化

—LLC は産学連携の促進に影響を及ぼすのか?—

松野将宏

1. イントロダクション
 - 1.1 問題意識
 - 1.2 LLC を活用したイノベーション
2. 先行研究の検討
 - 2.1 技術不確実性とガバナンス
 - 2.2 市場不確実性と組織進化
3. 事例
 - 3.1 分析枠組
 - 3.2 調査対象
 - 3.3 事例
4. 分析
 - 4.1 研究開発コンソーシアム
 - 4.2 LLC における共同研究開発
 - 4.3 事業化戦略
5. 考察
6. 結論

1. イントロダクション

1.1 問題意識

研究開発費の上昇や製品ライフサイクルの短縮化により、イノベーションの不確実性が上昇している。従来の、中央研究所を中心とした研究開発や、自社単独での事業化のみでは、不確実性への対応を困難にしている。例えば、オープンイノベーションでは、社内外

2009年6月16日提出、2009年10月29日再提出、2009年12月18日審査受理。

のアイデアを有機的に結合させ、価値を創造することにより、この不確実性に対応している (Chesbrough, 2003)。

この不確実性への対応として、第一に、技術・知識からのアプローチがある。イノベーションの創出に必要な技術や知識、資源や能力は、自社の競争優位を築くために必須である。しかし、不確実性が高い状況では、自社のみの資源と能力構築にのみに依存しては勝てない。よって、分析対象を企業の境界を越えて、組織横断的にする必要があるだろう。

第二に、組織からのアプローチがある。今や、企業の研究開発部門だけでなく、大学や研究機関、顧客やサプライヤー、さらには、連携企業や競争企業等からも、外部技術・知識を導入し、組織横断的に研究開発を促進していく必要がある。これまでも、研究開発における外部技術・知識の重要性は、吸収能力 (absorptive capacity) (Cohen and Levinthal, 1990) やユーザーイノベーション (von Hippel, 2005) 等の概念からも説明されてきた。

我が国では、2005年より日本版 LLP 制度が、また、2006年より日本版 LLC 制度がスタートし、パートナーシップ型の共同事業化による創業促進や、新産業等の創造的連携事業を促進している。設立が比較的簡便で、かつ、柔軟な組織制度の活用により、産学官連携等の組織横断的イノベーションの促進が期待されている。

しかし、このような状況で外部との連携や協力が必須になれば、当然、以下のような論点が発生する。第一に、連携組織に関するガバナンス形態の選択問題がある。第二に、研究開発から事業化に至るまでに、連携組織の変容や進化のプロセスが発生する。第三に、そのプロセスにおいて、LLP や LLC のような制度を活用すれば、その制度的特徴が連携のパフォーマンスにも影響を及ぼす。

以上のような論点に対して、第一の、ガバナンス形態の選択問題に関しては、これまでも、先端技術開発や産学連携等の文脈において、様々な形態が検討され、議論されてきた。しかし、第二の論点である、連携組織の変容や進化プロセスに関する研究には、十分な関心が払われてこなかったと言える。さらに、第三の論点である、組織制度の活用については、我が国でも制度がスタートしたばかりであり、十分な研究の蓄積がなされていない。

本稿では、産学連携における不確実性マネジメントにおいて、戦略的に連携組織のガバナンス形態を選択したり、柔軟に組織進化したりすることが、イノベーション創出に及ぼす影響を検討する。具体的には、産学連携において LLC を活用することにより、いかにイノベーションが促進されているかを事例分析により検証していく。

LLC に着眼する理由は、第一に、次節で述べるように、サイエンス型産業のような不確実性の高いイノベーションにおけるガバナンスとして有用であるという先行事例がある。第二に、同様の組織形態として、LLP が産学連携における技術移転を促進するという先行研究がある (松野, 2008)。第三に、5章で述べるように、LLC をオプションとして活用することにより、投資におけるリアル・オプションの機能を一部代替し、不確実性を低減できる可能性がある。以上の理由から、産学連携では、LLC のような組織形態が今後注目度を増していくと考えられるためである。

1.2 LLC を活用したイノベーション

LLC とは、Limited Liability Company の略で、我が国では合同会社と呼ばれる。前年に施行された日本版 LLP 制度に遅れて、日本版 LLC 制度は、2006年5月1日より施行された新会社法により設けられた。設立件数は、LLP が 2007年度末で 2,661 件、LLC が

2008年度末で14,761社である。(表1)によると、LLPとLLCの制度的特徴として、有限責任制と内部自治・定款自治は両者に共通の特徴である。

相違点としては、第一に、LLCはLLPよりもガバナンスに柔軟性がある。LLCは、定款により、出資者から特定の業務執行社員を定められ、一人または複数の代表社員を選出し、代表権を付与させられる。つまり、LLCでは出資だけの参加も認められるため、LLPよりも柔軟な資源補完関係を構築することができる。

第二に、LLCは法人格があり、法人課税の対象となるので、設立後しばらく損失が出そうな事業の場合には、構成員課税になるLLPの方が出資者にとって有利となる。

表1 LLPとLLCの制度概要と比較

名称	LLP (Limited Liability Partnership) 有限責任事業組合	LLC (Limited Liability Company) 合同会社
施行	2005年8月1日	2006年5月1日
特徴①	有限責任 出資者全員が出資額の範囲で責任を負う。	有限責任 出資者全員が出資額の範囲で責任を負う。
特徴②	内部自治 損益や権限の配分を、出資比率に関わらず出資者の合意に基づき、組合契約書により自由に定められる。取締役や監査役の設置が強制されない。	定款自治 出資比率に関わらず、損益や権限の配分を定款で自由に定められる。取締役や監査役の設置が強制されない。
特徴③	構成員課税 (パススルー課税) 出資者 (構成員) に直接課税され、損失が出た場合には、出資者の損失として損益通算できる。	法人課税 法人格を有するので法人課税となり、利益配分の際には二重課税となる。
その他	法人格がない 組合として契約主体になれない。株式会社に組織変更ができず、一度LLPを解散する必要がある。 共同事業性 LLPの意思決定や業務執行は、出資者全員参加が原則であり、出資のみの組員は認められない。	法人格がある 契約主体になれる。株式会社への組織変更が可能。 業務執行社員・代表社員 出資者の中から業務執行社員を特定できる。互選等で特定の代表社員を定めることもできる。

(出所) 筆者作成。

その一方で、法人格を有しないLLPは特許出願ができず、契約主体にもなれないことが制度的限界として指摘されているが(松野, 2008)、LLCでは可能である。さらに、株式会社への組織変更が可能であるため、事業性を見極めた上で、株式会社化して事業拡大していくことが可能であり、状況に合わせて組織を柔軟に進化させやすい。

米国では、2003年に、LLCの設立件数が100万社を突破し、ベンチャー創出や、社内ベンチャー、JV等に広く活用されている。齋藤・久武(2007)によると、米国LLCの利点は、有限責任によるリスク低減と、出資者がより多くのリターンが得られる課税制度にあるとされる。このように事業・組織運営が柔軟な制度は、不確実性の高いサイエンス型産業のガバナンスに適するという議論もある(中馬, 2004)。例えば、典型的なサイエンス型産業である半導体露光装置技術の、EUVリソグラフィ技術における技術研究開発コンソーシアムとして、1997年にEUV LLCが設立されている。

2. 先行研究の検討

2.1 技術不確実性とガバナンス

新技術の商品化、すなわち、イノベーションに成功するには、技術と市場の不確実性、

双方のマネジメントに成功する必要がある (Chesbrough, 2003)。その際、技術不確実性は、イノベーション組織のガバナンス形態に影響を及ぼす (Perkmann and Walsh, 2007; van de Vrande et al., 2006)。例えば、van de Vrande et al. (2006) によると、技術不確実性が高い状況下における研究開発体制としては、階層性よりも、柔軟性と可逆性が重要になる。よって、組織横断的な研究開発体制においては、資本提携や契約よりも、よりルーズなガバナンス形態として、戦略的アライアンスが選好される (Garette and Dussauge, 2000; Gulati, 1998; Hagedoorn et al., 2000; Teece, 1992; van de Vrande et al., 2006)。

このようなガバナンス形態として具体的に考慮されるのは、第一に、研究開発コンソーシアムがある (West and Gallagher, 2006)。技術不確実性が高い研究開発集約型産業では、研究開発コンソーシアム設立により、公的資金の獲得が共同研究開発を促進することや (Almus and Czarnitzki, 2003; Busom and Fernandez-Ribas, 2008)、連携組織間での補完的資源の活用による開発促進効果が指摘されている (Teece, 1992)。その一方で、公的資金が企業の研究開発投資を抑制するクラウディングアウトも指摘されている (Almus and Czarnitzki, 2003; David et al., 2000)。Miotti and Sachwald (2003) によると、公的資金を活用した研究開発は、ラディカルな技術開発に集中するあまり、市場開発が不十分になる傾向がある。

第二に、共同研究開発が考えられる (Fritsch and Lukas, 2001; Hagedoorn et al., 2000; Miotti and Sachwald, 2003; Pisano, 1990; Powell et al., 1996)。例えば、Meyer-Krahmer and Schmoch (1998) によると、産学連携では双方向での知識交換という意味で共同研究が重視される傾向があるとされる。産学連携において、共同研究開発が選好されるのは、不確実性が高い研究開発集約型産業である (Fritsch and Lukas, 2001; Miotti and Sachwald, 2003; Perkmann and Walsh, 2007)。また、吸収能力が蓄積されるため、開発が促進されるという効果がある (Cohen and Levinthal, 1990; Powell et al., 1996)。

以上を踏まえると、技術不確実性が高い状況下における、組織横断的な研究開発体制としては、柔軟でルーズなガバナンス形態が選好される。その効果としては、第一に、公的資金により開発に集中できる直接効果、第二に、連携により補完的資源の活用や知識交換が促進されるというシナジー効果、が指摘できる。その一方で、公的資金や連携による効果を追求するほど、社内の資源や能力の蓄積が疎かになるクラウディングアウト効果により、イノベーションの創出を困難にするというパラドクスも想定される。したがって、研究開発コンソーシアムや共同研究開発のようなガバナンスにおいては、技術・知識の交換や、資源・能力の蓄積を組織横断的に分析していく枠組が必要とされる。

2.2 市場不確実性と組織進化

新技術が顧客に提供する価値は予測不可能であり、市場不確実性も高いため、既存市場だけに依存できない。付け加えると、企業の持つキャパシティ、例えば、製品開発力やマーケティング力により事業化戦略は異なる。技術開発と同様に、事業開発においても外部資源活用を念頭に置いた、組織横断的な事業化促進体制が必要とされる。

第一に考慮されるのが、ベンチャーキャピタル (VC) との連携である。VC 投資は、新規事業開発のアーリーステージで活用されると、大きな効果を発揮するとされる。特に、不確実性の高い事業開発では、可逆的で柔軟な投資意思決定が求められるため、VC の重要性が増す (van de Vrande et al., 2006)。事業化に関わる資金リスクを VC が担えれば、

LLCのような組織で研究開発に特化することが可能となり、組織横断的に資源補完的關係を構築できる。この意味で、VCは単なる資金調達先ではなく、新技術の商品化するための新たなプロセスそのものになっている (Chesbrough, 2003)。

第二に、社内外での知財活用戦略である。社内に十分な開発力やマーケティング力を持たなければ、ライセンスアウトや売却等の外部移転を考慮する必要がある。Colyvas et al. (2002)によると、知財は、企業内の萌芽的な研究開発において重視される。つまり、産学間での技術移転手段としてよりも、社外での活用を含めた事業化手段として、市場不確実性に対応するために活用されると見なされる (West and Gallagher, 2006)。

第三に、リアル・オプションによる意思決定である。不確実性の高い事業開発では、状況を見ながら段階的に意思決定する必要がある。リアル・オプション理論とは、不確実性下での新規事業プロジェクトの価値評価に関する方法論である。主に、不確実性が高い事業開発における、より柔軟な投資意思決定 (McGrath and MacMillan, 2000; McGrath and Nerkar, 2004)、組織のガバナンス形態の選択 (Folta, 1998; Kogut, 1991)、社外技術の活用の決定 (van de Vrande et al., 2006)、等に応用される。例えば、McGrath and MacMillan (2000)の言うオプションでは、初期段階で全ての投資意思決定を行わず、少額ずつ投資していく。その後、研究開発の進展により、段階的に投資額を増やしていく。事業化の見込みに応じて、投資の拡大、縮小、事業からの撤退を決定し、それまでは、事業化を延期しておく。このような戦略的意思決定により、不確実性に対応しながら、研究開発から事業化までを推進していく。

以上を踏まえると、不確実性の高い事業開発においては、第一に、資金調達や知財活用における柔軟な対応が求められる。第二に、組織体制においては、戦略的アライアンスを基盤とした緩やかな連携組織が、状況に応じて柔軟に進化することも求められる。例えば、共同研究開発組織として LLC を設立した場合に、技術・商品開発に成功すれば事業化できるが、失敗すれば解散という選択肢もある。また、事業性を見極めながら、LLCとして継続していく選択肢もあれば、株式会社化して、VC投資を得て事業拡大していく選択肢もある。

従来の研究では、不確実性とガバナンス形態の選択との関係に関心が寄せられ、外部機関との関係性の変容や、連携組織の進化プロセスに関する研究は十分な蓄積がなされていない。本稿では、社内外における知財活用やVCとの連携を分析することにより、市場不確実性が高い場合に、事業化戦略を規定する固有の条件と論理を考察していく。さらに、リアル・オプションを応用した組織進化の考え方を提示する。不確実性の高いイノベーションを推進する際に、LLCのような柔軟で身軽な組織制度を活用して、組織進化していくことにより市場不確実性に対応する方法を考察していく。

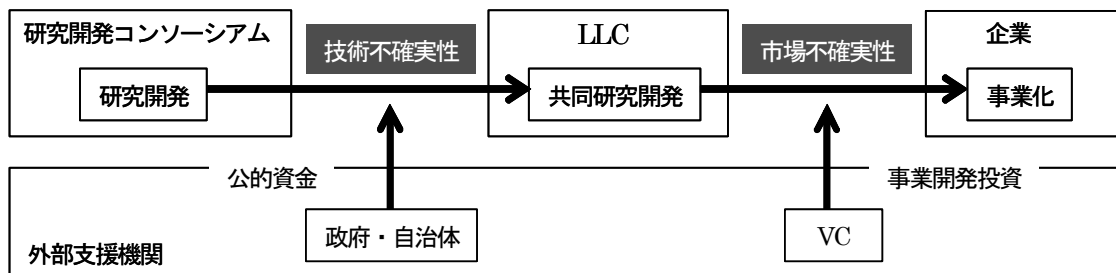
3. 事例

3.1 分析枠組

以上の検討を踏まえ、技術不確実性と市場不確実性のマネジメントによる、産学連携の促進をモデル化した (図1) を分析枠組とする。このモデルでは、LLCを技術開発と市場開発とをつなぐ橋渡し組織と位置づけている。また、政府・自治体やVCといった外部支援機関までモデルを拡張し、包括的な分析枠組を構築した。

分析の方法として、第一に、技術不確実性が高い状況下における研究開発体制として、研究開発コンソーシアムの設立状況を分析する。ここでは、コンソーシアム設立が産学連携を促進するために必要な固有の条件と論理を考察する。第二に、コンソーシアムの研究成果を実用化するための橋渡し組織として、LLC の設立と共同研究開発体制について分析する。ここでは、組織横断的な連携による技術・知識の相互活用を考察する。第三に、事業化戦略として、VC との連携や知財活用戦略について分析する。最後に、いくつかのオプションの中から、状況に応じて組織選択し、進化していく戦略モデルを考察していく。

図 1 産学連携における不確実性マネジメント・モデル



(出所) 筆者作成。

3.2 調査対象

本研究では、組織選択と組織進化が、産学連携における不確実性マネジメントに及ぼす影響を検証するために、LLC を活用した大学発ベンチャー2社の先行事例を調査対象とした。その理由として、大学発ベンチャーにおける LLC の設立は、第一に、技術不確実性を克服する過程で、研究開発コンソーシアムが果たした機能を具体的に検証できること、第二に、事業化に至るまでの市場不確実性が高く、組織選択と組織進化の影響を検証する事例として妥当性が高いこと、第三に、組織横断的な連携体制がパフォーマンスを発揮するための条件と論理を検証できることである。さらに、A社はものづくり、B社はサイエンス型産業と、異なる技術分野を選んだ。両者では、技術特性や不確実性が異なり、また、分野に依存した市場不確実性を持つと考えられる。その比較分析により、事例研究の妥当性と一般化可能性を高めることが意図される。

本件では、LLC の多様な活用事例に関する実態調査データを用いる¹。調査は、筆者が行ったインタビューによる聞き取りを中心に、調査対象者から提供された各種資料と関連公表資料²、開発現場の視察等でフィールドレポートを作成し、分析した³。

¹ 筆者が調査し、執筆を担当した以下の報告書を参照。経済産業省平成 19 年度産業組織法の適切な執行「LLP 及び LLC の活用実態に関する調査報告書」(凸版印刷株式会社), 2008 年。

² B 社については、以下を参照した。松岡久美・原真志・山田仁一郎(2005)「産学連携によるクラスター形成初期のイノベーション過程の分析:香川大学・希少糖プロジェクトの事例」『Working Paper Series』No.100, Institute of Economic Research, Kagawa University, Japan。

³ A 社への取材は、2008 年 2 月 12 日に T 県 U 市で実施された。まず、U 市郊外の農家のビニールハウス内でロボットの視察・撮影、インタビューを行い、場所を移して、業務執行社員・代表社員 I 氏および業務執行社員 O 准教授 (U 大学) に 1 時間のインタビューを行った。B 社への取材は、2008 年 2 月 28 日に K 県 M 町内の希少糖研究研修センターで実施された。業務執行社員・代表社員 K 名誉教授に 1 時間 30 分のインタビューの後、センター内の生産現場を視察・撮影した。

3.3 事例

A社は2006年5月設立のLLCで、U大学のロボット工学技術に関する研究成果を農業分野へ応用し、「イチゴ摘みロボット」の開発と事業化に取り組む大学発ベンチャーである。母体は、2002年に設立された「ロボット研究分科会」である。研究会には、U大学の研究室と、周辺地域に集積している航空宇宙関連産業の下請企業が13社参加し、勉強会を続けていた。「本当は飛ぶもの（航空関連）をやりたかったが、すぐに落ちてしまうと開発資金が無駄になるので」（I代表社員談）ロボット開発から始めたという経緯がある。2002年から、県の補助金を得て、四足歩行の「任務型ロボットの試作研究」をテーマに、産学連携による共同研究開発に着手した。その後、2004年から県による実用化研究開発支援事業を受けて、研究開発コンソーシアムを設立した。コンソーシアムには、U大学、ロボット研究分科会、地元航空宇宙関連の中小企業2社が参加し、発展させたテーマとして「イチゴ摘みロボット」の研究開発をスタートした。コンソーシアムでは試作機を完成させ、技術実証は80%ほどが完了している。

コンソーシアム設立による成果として、第一に、U大学O准教授が研究開発した画像認識技術がある。この技術は、気象条件などに左右されずに、イチゴの赤色だけを敏感に認識する技術であり、特許出願している。第二に、イチゴを切りながら摘み取るロボットハンド技術がある。地元中小企業のエンジニアリングにより開発を進め、軽量化と低コスト化を実現した。LLCでは、これらの成果を活用して共同研究開発を継続している。事業化にあたっては、LLCに出資する企業はいずれも規模が小さく、現状では、製造販売を担える地元企業が見あたらないのが課題である。

B社は、2006年7月設立のLLCで、K大学を中心に産学連携で行われてきた希少糖生産技術に関する研究成果の実用化、生産技術開発を目的とした大学発ベンチャーである。希少糖とは、自然界にごくわずかしが存在しない単糖を指す造語である。K大学I教授により、すべての単糖の分子構造とその生成酵素との関係が明らかにされ、大量生産への道が開けた。

産学連携の動きは、1999年に科学技術庁（現・文部科学省）の地域先導研究に採択され、K大学T教授（当時、K医科大学教授）によりD-プシコースとD-アロースの生理活性機能が確認され、実験室レベルでD-プシコースの大量生産技術が確立された。2000年からは、県のインキュベーション施設において、K大学農学部と地元企業との共同研究による事業化へ向けた量産技術の技術開発が始まった。さらに、2002年からは、文部科学省知的クラスター創成事業に採択され、産学連携による本格的な応用研究、用途開発に着手した。2006年からは、K大学内に設置された希少糖生産ステーションにおいて、研究用試料の生産が始まっている。

知的クラスター創成事業の成果としては、D-プシコースの大量生産技術と、D-アロース、L-タガトースの実験室レベルでの大量生産技術が開発された。国際・国内特許出願件数は40～50件である。この研究成果を活用し、LLCでも引き続き、安価な大量生産技術の共同開発が行われている。希少糖の用途は、医薬品の他に比較的早く商品化できる食品、甘味料、化粧品がある。より多品種の希少糖の大量生産が可能になれば、用途開発が促進されるため、LLCの生産技術開発は重要である。しかし、現在、商品化されているのは、試薬品などごく一部に限られており、実用化は十分ではない。

資金調達状況は、VC投資はなく、現在は、国民金融公庫から融資を受けている。その

他、LLC では研修事業を行っており、企業からの研修料収入がある。また、共同研究契約の際には、LLC にも共同研究費が支払われる。原則的に、用途開発および商品化はコンソーシアム参加企業により行われている。

4. 分析

4.1 研究開発コンソーシアム

2 社に共通するのは、研究開発コンソーシアム設立以前より、産学連携の実績がある。また、コンソーシアム設立の成果として、実用化の目処がたつ程度まで技術開発は終了している。さらに、コンソーシアム終了後は、研究成果の実用化と開発促進のために LLC が設立されている点である。以下では、研究開発コンソーシアム設立が、技術不確実性と産学連携に及ぼした影響について比較分析する。

第一に、産業分野により技術不確実性が異なるため、研究開発コンソーシアムが及ぼす直接的な影響も異なる。本事例では、A 社よりも B 社の方が不確実性が高く、公的資金により資金リスクを低減し、public research を促進している。B 社のようなバイオ分野では、大学の基礎研究が果たす役割が大きく、アーリーステージでの公的資金獲得は重要である。例えば、D-アロースと L-タガトースの実験室レベルでの生産技術の確立という基礎研究分野における成果を上げている。その一方で、食品・甘味料等の応用研究、用途開発が課題であり、その実用化のために LLC を設立している。したがって、技術不確実性が高い研究開発集約型産業の場合には、研究開発コンソーシアム設立による公的資金獲得が大学基礎研究を促進するという点では機能している。

第二に、2 社ともに、連携強化と信頼形成への影響がある。「産学連携で共同研究開発体制が確立したのは、知的クラスター創成事業のおかげ」と B 社代表社員 K 名誉教授が指摘するように、コンソーシアムが参加大学・企業間の連携と信頼関係を強化している。A 社も、コンソーシアムを設立する以前より、研究会を通じて、大学と地元中小企業との間で意思疎通をしてきた。代表社員 I 氏が、「当時は、まだ産学連携の下地がなかった。研究会では、とりあえず、大学の先生と一緒に経験してみようと。そこでチームワークができた」と語るように、信頼形成に及ぼす影響が見られる。

4.2 LLC における共同研究開発

LLC 設立の理由としては、第一に、LLC の制度的特徴と産学連携の実情とのマッチングがある。第二に、研究開発コンソーシアムの成果と事業化可能性とを考慮して、LLC を技術開発と市場開発との橋渡し組織として位置づけている。

第一の、LLC の制度的特徴としては、2 社ともに設立のメリットとして、定款自治によるガバナンスの柔軟性を挙げている。A 社は中小企業との連携であり、事業開発ではキャパシティの問題が発生する。代表社員 I 氏によると、「複数の中小企業と産学連携を進めていくと、どうしても（キャパシティの問題から）大学研究者への依存度が高くなる。LLC は少額出資でも貢献度に応じた配当が受けられるので、大学発ベンチャーには適した形態である」と定款自治を評価し、LLC を選択した。B 社では、定款自治によるガバナンスの柔軟性を利用し、業務執行社員と代表社員を二人定めた。代表社員 K 名誉教授によると、「他の社員は経営に直接関与しない出資者となるので、意思決定が柔軟かつ迅速にできる」

ため、技術開発者は生産技術開発に専念できるなどのメリットが LLC を選択した理由である。

第二の、橋渡し組織としての LLC の位置づけは、すなわち、研究開発コンソーシアムの研究成果を、直ぐに企業に移転して事業化できるか否かが、2 社ともに不明確だったことが挙げられる。そこで、中間段階として LLC を設立し、実用化へ向けて、引き続き共同研究開発を促進している。

そこで、共同研究開発のパフォーマンスを高めるためには、研究サイド（大学）と開発サイド（企業）とのインタラクションを高める必要がある。その際に、互いを顧客と見なして、技術・知識の交換・活用を行うユーザーイノベーションの考え方は、商品化へ向けた開発、とりわけ、実用化を促進する（von Hippel, 2005）。

例えば、A 社のイチゴ摘みロボットは、カメラで撮った映像を画像認識し、イチゴの場所を特定し、ロボットハンドで摘み取り、車輪で自走しながら移動していく。認識した情報を解析してハンドを動かすためのソフトウェアは O 准教授が開発しているが、実際にハンドを動かし摘み取る動きは、地元中小企業のエンジニアリング技術により調整されている。また、カメラ部分、ハンド部分、走行部分の各ユニットは緊密に連動する必要があり、O 准教授と中小企業との間でソフトウェア開発とエンジニアリングの細かな調整が行われ、「切り取ったイチゴを摘みながらホールドするのは難しく、大学にはないノウハウが必要」（O 准教授談）という技術を実現している。

この場合、企業側が提供した技術は、幅広い学習と経験により習得されたノウハウである。このようなノウハウは、移動にコストがかかる「粘着性の高い」情報（sticky information）であると推測される（von Hippel, 1994）。ユーザーイノベーションが発揮されるのは、交換される知識が、ノウハウのように粘着性が高く、専門的で、特定のニーズや問題解決に使用される場合である（Lettl et al., 2006）。A 社の事例では、共同研究開発の成果として、以前は複雑だったロボットハンドの形状が部品点数の減少によりシンプルになり、軽量化と低コスト化が実現した。さらに、画像認識技術やモジュール間の連動性向上といった特定の技術的課題克服にも貢献している。

B 社における技術的課題は「生産技術の効率化」である。希少糖の生産には酵素が必要であるが、第一に、酵素を作り出す微生物を培養して酵素を生産し、第二に、酵素反応により原料から希少糖を生産する。効率よく希少糖を生産するためには、「酵素の活性化を今以上に高める必要があり、そのためには微生物を大量かつ効率的に培養する必要がある」（K 名誉教授談）。B 社では、K 大学のコンサルティングの下、出資企業から派遣された研究員が微生物の培養に取り組んでいる。

しかし、生理活性など、サイエンス上の発見が開発パフォーマンスに影響を及ぼす研究テーマでは、十分な成果を得られていない。希少糖には、抗酸化作用による臓器障害の改善効果や、癌細胞増殖抑制作用などの生理活性機能がいくつか確認されている。しかし、医薬品開発などのサイエンス型産業への応用では、リニアなイノベーションプロセスにならざるを得ず、実用化に影響している（Cohen et al., 2002）。

4.3 事業化戦略

事業化パフォーマンスは、市場不確実性をいかにマネジメントするかに依存している。以下では、事業化戦略において考慮すべき、知財戦略と VC による事業開発投資について、

2社の状況を分析する。

まず、知財戦略の前に、事業化戦略は連携企業のキャパシティに依存することを考慮しなければならない。製品開発力やマーケティング力といったキャパシティにより、事業化戦略は異なる。例えば、連携企業が十分な開発力とマーケティング力を持っていれば、産学間での資源補完的關係により、連携の効果を発揮できる。しかし、収益化できる市場を持っていない場合は、製造や販売の機能をパートナー間で保持することは困難になる。すなわち、連携企業のキャパシティが小さいほど、収益最大化の手段として、知財戦略が重要性を増していく。

本事例の2社に共通するのは、コンソーシアムの研究成果として特許出願しているが、現時点では開発中であり、収益化されていない点である。よって、事業化へ向けて、知財活用による収益最大化を戦略的に考慮する必要がある (Chesbrough, 2003; West and Gallagher, 2006)。

2社を比較すると、A社の連携企業の方が規模は小さい。また、主に航空宇宙関連メーカーであるため、農作業ロボットを販売する市場を自前で持たない。そのため、開発に成功しても製造販売していく担い手がいないのが、事業化における最も大きな課題であるとI代表社員は指摘する。大企業をLLCに加えてキャパシティを取り込むという「方策も考えられるが、重要なのはチームワーク。こちらから声をかけることはせず」(I代表社員談)、LLCとしての機能は研究開発に集中し、事業化には慎重である。よって、A社では、製造販売機能のアウトソーシングも含めて、知財戦略としてはライセンスアウトや売却など、外部移転を積極的に考慮している。

B社の知財戦略は、特許管理も含めて、連携企業による事業化で決定している。B社のLLCでは生産技術開発に特化し、用途開発および事業化は連携企業が担う。事業化へ向けたキャパシティは必ずしも十分とは言えないが、バイオ事業については、研究開発成果と特許化にかかる比重が大きく、キャパシティの影響は限定的と言える。

次に、VCによる事業開発投資について分析する。Chesbrough (2003) が指摘するように、VC投資は、不確実性の高い新規事業開発や市場開拓において、新技術や知財の活用から得られる収益機会を拡大し、イノベーションを促進する。

しかし、事業開発資金の調達については、2社ともに苦戦している。背景には、LLCは株式を持たないので、VCの投資先にはなり得ないという制度上の問題がある。ただし、本事例におけるLLCの位置づけが、あくまで実用化への橋渡しであり、それ自体が事業の担い手になる意図がないことに注意が必要である。

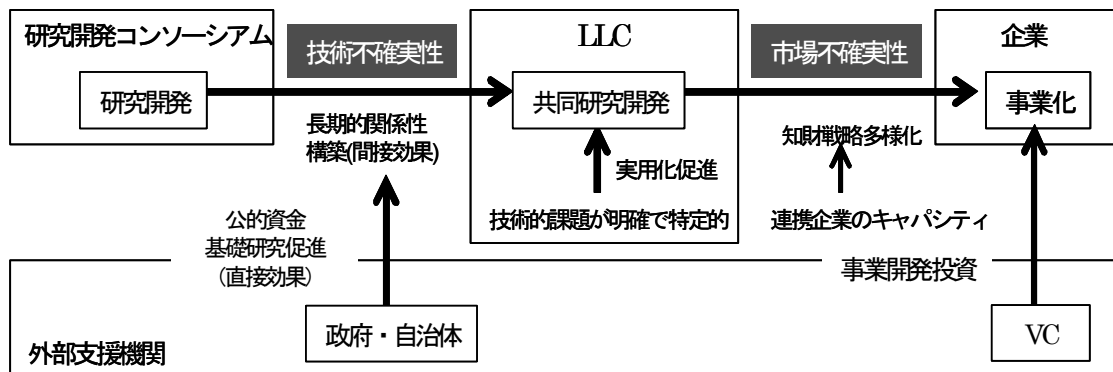
例えば、A社の場合は、事業化するのは、ライセンスアウトか売却先となる企業になることが想定されるため、事業開発投資は企業に委ねられる。B社の資金調達状況は、国民金融公庫による公的融資と共同研究開発企業からの研究費である。しかし、これらの資金だけでは、事業開発を促進するには至らない。やはり、B社の場合も、本格的な事業化はLLCではなく、企業により促進されると考えられる。

5. 考察

分析の結果より、研究開発コンソーシアム、LLCによる共同研究開発、および事業化戦略が、産学連携の促進に影響を及ぼすための固有の条件と論理について考察していく。結

果は、(図 1) を修正した (図 2) のモデルにより示される。

図 2 LLC を活用した産学連携推進モデル：条件と論理



(出所) 筆者作成。

まずは、研究開発コンソーシアムが果たした機能について考察する。第一に、B社のような研究開発集約型のサイエンス産業の場合は、研究開発コンソーシアム設立による公的資金獲得が大学基礎研究を促進するという直接効果があった。また、公的資金には、大学との連携に対する企業側の期待を高め、企業の好意的態度を形成する効果が、事例からも認められた (David et al., 2000; Perkmann and Walsh, 2007)。

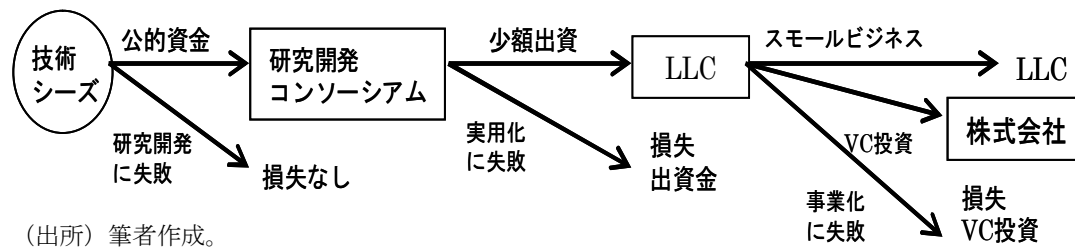
その一方で、産業特性に関わらず2社に共通する点として、第二に、研究開発コンソーシアムが、合意形成や信頼形成のような長期的関係性構築を促進していたことが指摘できる。この点は、研究開発コンソーシアムの柔軟でルーズなガバナンス構造による間接効果であると考えられる。信頼形成に関しては、Cohen et al. (2002) や Perkmann and Walsh (2007) が指摘するように、産学連携においては、長期的な関係性構築がイノベーションのパフォーマンスに影響を及ぼしているとされる。

従来の研究では、産学連携におけるイノベーション促進要因として、特許やライセンスングが着目されてきた。本研究では、関係性構築の視点から、コンサルティング (Cohen et al., 2002) や共同研究開発の重要性が指摘できる (Mansfield, 1991)。例えば、A社では、コンソーシアムの前身である研究会の時代から、O准教授による指導でU大学との共同研究を地元中小企業が経験し、関係性の下地を作り、チームワークを高めてきた。同様に、B社も、知的クラスター創成事業での共同研究開発の成果がなければ、「企業が自前でお金を出して開発していこうと本腰を入れる段階」(代表社員 K 名誉教授談) まで関係性を高めることはできなかつたと指摘している。

次に、共同研究開発体制として LLC が果たした機能を考察する。ここでは、技術不確実性の違いが、共同研究開発パフォーマンスに影響を及ぼしていたと考えられる。分析結果より、効率化や品質向上のように技術的課題が明確に特定されているほど、産学間の連携と調整を通じて、技術・知識、とりわけ開発ノウハウが共有された時に実用化の促進、すなわち、共同研究開発パフォーマンスが向上している。

例えば、A社の技術的課題は、画像認識したイチゴを正確に摘み取るための調整作業と、カメラ・ハンド・走行の各ユニット間の緊密な連動である。ここでは、技術的課題は特定されており、明確であるといえる。A社では、この技術的課題を克服し、実用化を促進す

図3 産学連携における組織進化プロセス



るために LLC を設立した。その結果として、ソフトウェア開発とエンジニアリングにおいて、産学間での細かな調整を行い、効率的な摘み取り作業とロボットの品質向上を実現している。

同様に、B 社の技術的課題は生産技術の効率化であり、そのために LLC を設立した。例えば、酵素活性化のための微生物の効率的な培養、のように特定の明確な技術的課題では、産学間の連携と調整により成果を上げている。しかし、生理活性機能の解明など、サイエンス上の発見が開発に影響を及ぼす医薬品開発では、大きな成果は得られていない。このような基礎研究成果については、LLC による共同研究開発ではなく、依然として大学の研究成果に依存している。その意味で、技術的課題の違いにより、大学と LLC との間で機能の棲み分けがなされていると考察できる。

次に、事業化戦略における知財戦略と VC との連携について考察する。第一に、知財戦略については、戦略の多様化により、収益化可能性が広がるため、市場不確実性に柔軟に対応できると推察された。その際に、連携企業のキャパシティの違いにより、知財戦略が異なることが分かった。具体的には、連携企業のキャパシティが小さいほど、知財の外部活用や移転を考慮する必要があることが A 社の事例により分かった。また、B 社の事例からは、バイオや製薬などのサイエンス型産業における事業化では、大学による基礎研究成果と特許化にかかる比重が大きく、連携企業のキャパシティの影響は限定的であることが分かった。

第二に、VC 投資については、LLC の位置づけと制度的制約により、知財戦略を含めた事業化戦略に依存していることが考察された。ここで、市場不確実性との関連で、LLC の位置づけを再考する必要がある。すなわち、市場規模や事業リスクを見極めた上で、LLC のまま継続するか、株式会社化するか、という意思決定が発生する。

例えば、LLC での事業化に成功したが、想定される市場規模が小さくスモールビジネスとして継続していく場合は、身軽で、柔軟で、面倒でない LLC に事業運営上のメリットがある。しかし、事業拡大を目指すなら、株式会社化して、VC 投資や外部からの融資を得て事業展開していくという選択肢もある。このような意思決定において、LLC は法人格を持つがゆえに、株式会社への組織変更ができるという柔軟性が制度的特徴としてメリットとなることが分かった。

最後に、投資意思決定におけるリアル・オプション理論の考え方を応用して、産学連携における組織進化プロセスを考察する。産学連携では、いくつかの組織選択を段階的に経ることにより、不確実性をマネジメントしていく。LLC を、組織進化プロセスにおけるオ

プシオンの一つに位置づければ、投資におけるオプションの機能を代替し、イノベーションを促進する可能性を考察できる。(図 3) は、LLC を活用した産学連携における組織進化プロセスのモデルである。研究開発コンソーシアム、LLC、株式会社と段階的に組織進化させることにより不確実性に対応している。

第一段階では、研究開発コンソーシアム設立により公的資金を獲得し、研究開発に集中していく。この段階では、産学ともに資金リスクはない。仮に、研究開発が進まず、事業化の見込みがない場合でも、損失はほとんどない。本事例の 2 社では、技術開発に関しては、コンソーシアム終了時点で、ほぼ目標を達成した。ただし、その成果を直ぐに事業化するには至らなかったために、橋渡し組織として LLC を設立した。

第二段階では、LLC を設立し、研究開発コンソーシアムの成果を用いて、新技術の実用化を目指す。LLC は少額の出資金で設立でき、かつ、有限責任であるため、事業化の見通しが立たなかった場合でも、出資金の範囲内に損失を抑えることができる。本事例では、2 社ともに個人出資に加え、企業出資でも数百万円程度の出資により設立されている。たとえ少額でも、投資することにより、パートナーが親近感を持つようになり、後に共同事業化する際の摩擦を和らげる効果も期待される (Garette and Dussauge, 2000; van de Vrande et al., 2006)。

第三段階では、知財戦略や事業化戦略を考慮して、LLC のままスモールビジネスとして存続するか、事業拡大を目指して株式会社化するかを選択がある。株式会社化する場合には、VC による事業開発投資が行われ、会社と VC によるビジネス・コミュニティが形成される (Chesbrough, 2003)。ここが最も資金リスクが大きいが、VC がそのリスクを負えば、会社では商品化と市場開拓に集中できる。また、VC とのパートナーシップにより、新たに外部知識・資源を吸収する能力を獲得し (Cohen and Levinthal, 1990)、市場不確実性を低減していく。

法制度上、LLC から株式会社への組織変更は、比較的容易である。よって、LLC での研究開発の成果次第で、株式会社化し、VC 投資を得て事業化していくという戦略が考えられる。本研究の調査事例は、現状では開発段階にあり、実際の事業化には至っていないが、調査により 2 社の事業化戦略は明らかにされている。

A 社の事業化戦略は、開発に成功した場合でも、連携企業のキャパシティの問題があるため、現状では、LLC で事業を継続する選択肢はほぼなく、知財戦略の多様化が事業化の要諦となる。例えば、外部企業へ事業譲渡し、LLC は解散、大学とのコンサルティング契約により事業展開していくこと等が想定できる。B 社の事業化戦略は、LLC で共同開発した研究成果の特許は共同出願するが、特許の維持管理を含めて連携企業による事業化の方針で決定している。LLC の機能は生産技術開発に特化するが、研修事業などのスモールビジネスは、LLC として事業継続が可能である。

今後の事業化における課題は、A 社の場合は、製造販売を担える外部企業の発見ということになるだろう。B 社では、事業化における LLC と連携企業との役割分担は明確であるが、今後の課題としては、VC 投資を含めた資金調達ということになるだろう。以上からも分かるように、中間段階における LLC 設立は、事業化を延期しておくために利用されるオプションと位置づけることができる。

6. 結論

本稿では、産学連携における不確実性マネジメントという課題に対して、LLC をオプションと位置づけて、組織選択と組織進化がイノベーション創出に及ぼす影響を検証してきた。最後に、本研究における理論的含意、実践的含意、および課題と今後の展開について検討する。

理論的含意としては、技術と市場の不確実性を効果的にマネジメントし、イノベーションを促進する要因を明らかにしてきた。その結果として、幾つかの指標を加え、分析枠組を構築した。

第一に、産学間の関係性構築を分析指標として加えることができる。Cohen et al. (2002) が指摘したように、本稿でも、産学連携における関係性構築の重要性は確認された。オープンイノベーションでは、外部資源・能力の探索能力と吸収能力が必要とされる。これらの能力は、組織間のコラボレーションやネットワークの存在に影響を受けているという議論にも一致する (Powell et al., 1996)。事例考察の結果として、研究開発コンソーシアムの形成が、産学間の長期的関係性構築に貢献していることが指摘された。

第二に、産学間での技術・知識の相互活用においては、産業分野による技術不確実性の違いを考慮することが加えられる。本稿では、ものづくり (A 社) とバイオ関連産業 (B 社) における技術不確実性の違いを比較し、共同研究開発に及ぼす可能性について検証した結果、技術的課題が明確で特定の程度まで、産学間の連携・調整を通じて技術・知識が共有され、共同研究開発が促進されることが例証された。

第三に、Chesbrough (2003) が指摘したように、社内外での活用を含めて、知財戦略をより多様化することが市場不確実性を低減し、収益を最大化する可能性を高めることが確認された。その際に、連携企業のキャパシティにより、知財戦略が異なることを考慮する必要があることが付け加えられた。

以上の結果より、不確実性マネジメントの視点から、産学連携によるイノベーションをモデル化し、より分析的にアプローチすることが可能になった。加えて、産学間での不確実性の違いや、連携企業間のキャパシティの違いを考慮することにより、モデルの一般化可能性を高めるようにしている。

続いて、実践的含意については、LLC を産学連携における組織選択のオプションとして活用する、という考え方を提示した。2 社の事例では、現時点で商品化が十分ではないため、検証が不十分であることは否定できない。しかし、LLC を単なる連携組織としてだけでなく、オプションとして活用し、リスクマネジメントの手段としている点は興味深い。van de Vrande et al. (2006) が指摘するように、不確実性下でのリスクマネジメントにおいて重要なのは、可逆性と柔軟性である。柔軟な事業・組織運営が可能な LLC は、市場不確実性の高い事業開発ガバナンスに向いているという中馬 (2004) の指摘とも一致する。

最後に、課題と今後の展開について検討する。第一に、今後のデータ収集が課題である。現在、大学発ベンチャーに LLC を活用している事例が数社確認されているが、設立間もないこともあり、産学連携の成果は十分であると言えない。本件を含め、引き続きフォロー調査が必要である。第二に、イノベーション促進要因に関して、引き続き検討しなければならない。本稿の事例は、現時点で商品化が不十分であり、LLC の制度上の問題で、VC 投資が受けられないという問題点があった。より多くの事例データを比較検討し、分

析枠組の一般化可能性を高めていく必要があるだろう。

参考文献

- 齋藤旬・久武昌人 (2007) 「イノベーション」に不可欠な制度：「パートナーシップ」のための会計・税制『一橋ビジネスレビュー』54(4), pp. 100-117。
- 中馬宏之 (2004) 「日本のサイエンス型産業が直面する複雑性と組織限界」『一橋ビジネスレビュー』52(3), pp. 64-85。
- 松野将宏 (2008) 「日本版 LLP 制度を活用した技術移転」『JAPAN VENTURES REVIEW』11, pp. 41-50。
- Almus, M. and Czarnitzki, D. (2003) “The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: The case of Eastern Germany,” *Journal of Business & Economic Statistics*, 21(2), pp. 226-236.
- Busom, I. and Fernandez-Ribas, A. (2008) “The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships,” *Research Policy*, 37(2), pp. 240-257.
- Chesbrough, H. (2003) *Open Innovation*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Cohen, W.M. and Levinthal, D.A. (1990) “Absorptive-Capacity - A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.
- Cohen, W.M., Nelson, R.R. and Walsh, J.P. (2002) “Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D,” *Management Science*, 48(1), pp. 1-23.
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R.R., Rosenberg, N. and Sampat, B. N. (2002) “How do university inventions get into practice?,” *Management Science*, 48(1), pp. 61-72.
- David, P.A., Hall, B.H. and Toole, A.A. (2000) “Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence,” *Research Policy*, 29(4-5), pp. 497-529.
- Folta, T.B. (1998) “Governance and uncertainty: The trade-off between administrative control and commitment,” *Strategic Management Journal*, 19(11), pp. 1007-1028.
- Fritsch, M. and Lukas, R. (2001) “Who cooperates on R&D?,” *Research Policy*, 30(2), pp. 297-312.
- Garette, B. and Dussauge, P. (2000) “Alliances versus acquisitions: choosing the right option,” *European Management Journal*, 18(1), pp. 63-69.
- Gulati, R. (1998) “Alliances and networks,” *Strategic Management Journal*, 19(4), pp. 293-317.
- Hagedoorn, J., Link, A.N. and Vonortas, N.S. (2000) “Research partnerships,” *Research Policy*, 29(4-5), pp. 567-586.
- Kogut, B. (1991) “Joint Ventures and The Option to Expand and Acquire,” *Management Science*, 37(1), pp. 19-33.
- Lettl, C., Herstatt, C. and Gemuenden, H.G. (2006) “Users' contributions to radical

- innovation: evidence from four cases in the field of medical equipment technology,” *R & D Management*, 36(3), pp. 251-272.
- Mansfield, E. (1991) “Academic Research and Industrial-Innovation,” *Research Policy*, 20(1), pp. 1-12.
- McGrath, R.G. and MacMillan, I. (2000) *The Entrepreneurial Mindset*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- McGrath, R.G. and Nerkar, A. (2004) “Real options reasoning and a new look at the R&D investment strategies of pharmaceutical firms,” *Strategic Management Journal*, 25(1), pp. 1-21.
- Meyer-Krahmer, F. and Schmoch, U. (1998) “Science-based technologies: university-industry interactions in four fields,” *Research Policy*, 27(8), pp. 835-851.
- Miotti, L. and Sachwald, F. (2003) “Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis,” *Research Policy*, 32(8), pp. 1481-1499.
- Perkmann, M. and Walsh, K. (2007) “University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda,” *International Journal of Management Reviews*, 9(4), pp. 259-280.
- Pisano, G.P. (1990) “The Research-and-Development Boundaries of The Firm - An Empirical-Analysis,” *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 153-176.
- Powell, W.W., Koput, K.W. and SmithDoerr, L. (1996) “Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology,” *Administrative Science Quarterly*, 41(1), pp. 116-145.
- Teece, D.J. (1992) “Competition, Cooperation, and Innovation - Organizational Arrangements for Regimes of Rapid Technological-Progress,” *Journal of Economic Behavior & Organization*, 18(1), pp. 1-25.
- van de Vrande, V., Lemmens, C. and Vanhaverbeke, W. (2006) “Choosing governance modes for external technology sourcing,” *R & D Management*, 36(3), pp. 347-363.
- von Hippel, E. (1994) “Sticky Information and The Locus of Problem-Solving - Implications For Innovation,” *Management Science*, 40(4), pp. 429-439.
- von Hippel, E. (2005) *Democratizing Innovation*, Cambridge, MA: MIT Press.
- West, J. and Gallagher, S. (2006) “Challenges of open innovation: the paradox of firm investment in open-source software,” *R & D Management*, 36(3), pp. 319-331.

松野将宏 (まつの・まさひろ)
東京大学大学院情報学環特任助教