

## 技術要素がスマートグリッド分野におけるベンチャー企業の戦略的提携に与える影響

鄭 賢錦

指導教員 渡部俊也 教授

### 1. 序論

エネルギーインフラシステムの最適化や再生エネルギーの導入などの背景からスマートグリッドの必要性が高まり、現在各国でスマートグリッドの研究開発や事業化が推進されている。特に米国では、スマートグリッド分野の企業活動が活発化していて、プレイヤーも多数存在している。スマートグリッドは一つの企業だけでは実現できない広い技術体系を有しており、複数の製品・システム群が相互に連携されることが要求されるため、企業間の提携が必要不可欠である。実際にスマートグリッド分野では多くの提携関係が観察されている。スマートグリッドに参入している企業の成長性を分析するためには、これらの提携の特徴を理解することが重要だと思われる。しかし、外部から提携の内容を把握することは難しい。

本研究では、技術の視点から戦略的提携の特徴を分析することを試みる。つまり、提携の特徴を特許情報から読み取ることを試みる。技術要素が如何に戦略的提携の形成に影響を与えるのかについて分析を行い、またその技術要素が社会的ネットワークにおいて、どのように提携の質に影響を与えるのかについて米国のスマートグリッドを研究対象として検証・考察を行う。本研究でスマートグリッド分野のベンチャー企業について明らかにしたいことを以下の表 1 にまとめる。

表 1 本研究の研究内容

研究の論点	実証の問題	研究内容
戦略的提携の形成	どの企業を戦略的提携のパートナーとして選ぶ？	企業が戦略的提携に導く技術要素
戦略的提携の質	どんな要素が質の高い戦略的提携に導く？	質の高い戦略的提携に結び付く技術要素

提携と技術の関係は、経営資源の少ないベンチャーで顕著なはずである。そこで、この研究では、スマートグリッド分野の企業のうち、特にベンチャー企業の提携と技術の関係に注目した。スマートグリッドの団体に参加している 108 社のベンチャー企業を研究対象とした。

### 2. 先行研究と仮説立案

戦略的提携に関する先行研究では、企業が形成するダイアド(dyad; 二者間関係)観点とダイアドの蓄積による社会的ネットワーク(social network)の観点から分析を行っている(Gulati,1998)。ダイアドは社会的ネットワークを作り上げ、企業の提携行動を研究する上で価値のある観点である。しかし、提携の成功には、社会ネットワーク内のパートナー同士のメンバーシップが影響していることが明らかにされている(Gulati,1998)。本研究では、ダイアドレベルで技術要素が如何に戦略的提携の形成に影響を与えるかを分析し、ネットワークレベルでその技術要素が提携の効果に与える影響を検証する。

まず、ダイアドレベルで戦略的提携形成に関する研究では、経営資源の交換に注目し、どの企業がどの企業と提携を結ぶのかについて問題とする。戦略的提携の本質は市場で調達できない経営資源を共有し、新しい価値を生み出すことである(安田洋史,2006)。技術が経営資源の一種であるため、多くの技術を保有するのであれば、他社にとって魅力のある提携先と言える。そこで以下の仮説が導かれると考える。

**仮説 1a 特許を多く出願している企業の提携頻度が高い。**

提携によって必要な経営資源を獲得するには、組織学習によって相手の経営資源を吸収する。Cohen and Leviathan(1990)が吸収能力の限界が技術の異なる会

社のコラボレーションを効率的に行うことを阻害すると述べている。なぜなら、外部組織の知識を活用するには、それに関連した知識をあらかじめ取得し、それにより、模倣や新たな価値の追加が初めて可能となる。そのため、組織は技術領域が類似している企業のノウハウを評価・学習しやすい。そこで以下の仮説を導いた。

**仮説 1b 同じ分野の技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。**

Stuart(1998)は、半導体分野の提携について、提携の形成は企業の技術的なポジションに表 2 のように影響されると述べている。

**表 2 技術ポジションが戦略的提携に対する影響**

技術的ポジション	
<p>Crowding 多くの企業が参加している技術領域に取り組んでいる企業が提携関係を構築しやすい</p>	<p>Prestige 技術評判の高い企業が提携関係を構築しやすい</p>

そこでスマートグリッド分野のベンチャー企業について、以下の仮説を構築した。

**仮説 1c 多くの企業が取り組んでいる領域の技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。**

**仮説 1d 技術評判の高い企業の提携頻度が高い。**

Rosenkopf and Nerker(2001)の研究では、光ディスク産業を対象に、技術境界と組織境界による知識の構造が技術革新に与える影響を分析し、組織外から学習した自社技術領域以外の知識が技術革新に与える影響が最も大きいと証明した。仮説 1b より、類似しているノウハウを学習しやすいといった理由で、同じ技術分野で技術開発を行っている企業と提携しやすい。また、提携関係を維持するには、コストがかかるため、一つの提携関係より、自社と違う技術分野での学習もできれば、その提携関係が効率よく企業の技術革新にも貢献できると考える。そこで、以下の仮説を構築した。

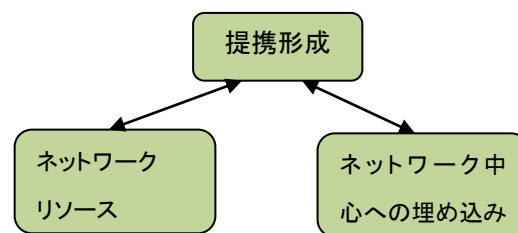
**仮説 1e 幅広い技術分野で技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。**

社会的ネットワークが提携形成の影響について、Gulati(1998)は提携頻度が社会ネットワークへの埋め込みの状態に影響され、埋め込みの中心に位置する

企業ほど、新しい提携を締結する傾向が強いと述べている。つまり、提携関係の締結は、企業がネットワークに埋め込まれる位置を決定する同時に、次の提携関係の締結に影響することになる。戦略的提携の本質は経営資源の交換であり、Gulati(1998)は企業が社会ネットワークを活用してパートナーから情報を得ようとする述べている。企業がアクセスできるネットワークソースの量が機会集合への影響を通じて、企業の戦略立案に影響を与える。企業がアクセスできる情報が多ければ多いほど、機会集合が大きい(Gulati and Gargiulo,1999)。

提携関係によって形成された社会的ネットワークにおいて、ネットワークへの埋め込み状況とネットワークリソースが提携関係を評価する重要な指標である。Gulati(1999)は提携関係による社会的ネットワークから得るリソースが多ければ多いほど、将来新たな提携関係を形成する可能性が高いと述べている。

以上より、戦略的提携形成、ネットワークへの埋め込み、ネットワークリソースの活用が以下のように関係している。企業が提携関係を構築し、埋め込みの中心に位置すれば、次の提携関係に結び付く可能性が高くなる。また、ネットワークから多くのリソースをアクセスできれば、次の提携関係に結び付く可能性が高くなる。



**図 1 提携形成・ネットワーク中心への埋め込み・ネットワークリソースの関係**

前述の仮説によると、特許の量、特許の質や技術領域の選択などの技術要素が提携形成に影響する。こういった技術要素がネットワーク中心への埋め込み状況とネットワークリソースにも同じように影響を与えると考えられる。企業の提携頻度が高いほど、ネットワークの中心に埋め込まれる可能性が高くなり、ネットワークからアクセスできるリソースも多い。従って、技術要素がネットワークへの埋め込みとネットワークリソースへの影響の

傾向は、提携形成頻度への影響と一致していると考えられる。以上より、提携形成頻度の仮説に基づいて、以下のように仮説を構築した。

表 3 仮説

仮説	1	2	3
	提携頻度	ネットワーク中心への埋め込み	ネットワークリソース
a	特許の量	positive	positive
b	同じ技術領域	positive	positive
c	注目された技術領域	positive	positive
d	技術評判	positive	positive
e	幅広い技術分野	positive	positive

### 3.研究方法

本研究で使用するデータについては、提携情報、特許情報、企業の基本情報、企業が属する社会的ネットワークに関する情報の4種類からサンプルデータを作成した。提携情報と企業の基本情報については、会社のホームページやスマートグリッドに関するレポートから収集した。サンプルデータには、スマートグリッド分野のベンチャー企業の1104の提携関係が含まれている。特許情報について、トムソン・イノベーションから米国スマートグリッドに参入した108社の合計4542件の特許データを取得した。企業が属する社会的ネットワークに関する情報は、ネットワーク分析用ソフトウェアUCINET6を使用した。UCINETは各種ネットワーク測定できるソフトウェアパッケージである。

また、仮説を検証するために、本研究では以下の変数を作成した。

まず、提携形成の分析では、ベンチャー企業間の提携数の対数( $\log AllianceVT$ )を被説明変数とする。前述のように、技術と提携の関係は、経営資源の少ないベンチャー企業で顕著であるため、IBM、GEやモトローラのように数百の提携関係も持つ巨大企業は提携パートナーから除いている。

ネットワークリソースへの埋め込みについての分析では、近接中心性( $Closeness$ )を被説明変数とする。近接中心性はネットワーク内での情報伝達の効率を示す指標である(Freeman, 1979)。Gulatiのネットワークリソースと提携形成に関する研究(1998)では、高い近接中心性のある企業はより多くの情報を潜在的なパート

ナー企業からアクセスできるという傾向があると述べている。

ネットワークリソース( $ClosenessAllianceVT$ )は提携頻度とネットワークへの埋め込みに関係し、以下の式で計算する。

$$\text{ネットワークリソース} = \text{提携頻度} \times \text{近接中心性}$$

仮説aによると、多くの特許を出願している企業の提携頻度が高い。本研究で用いた一つ目の説明変数は特許数( $PatentNum$ )である。また、仮説bを検証するために、同じ技術領域であるかどうかを表す変数( $SameLayer$ )を作成した。仮説cを検証するために、多くの企業が取り組んでいる技術領域を表す変数( $Class370$ )を作成した。108社のベンチャー企業が取り組んでいる技術領域を集計した結果、最も頻度の高い技術領域はクラス番号が370の技術領域であることがわかった。技術評判については、特許の被引用回数( $CitedNum$ )を用いて評価する。また、特許数が同じの企業でも、幅広い分野で技術開発を行っている企業もあれば、集中して限定される領域で技術開発を行っている企業もある。その技術上の特徴が提携関係に影響を与えるのではないかを検証するために、説明変数ベンチャー企業の技術集中度( $HITec$ )を作成した。以下の式で計算されている。 $C_i$ は*i*番目のクラスのシェア(*i*番目のクラスがその企業のクラス総数に占める割合)である。 $n$ はクラス数である。

$$HITec = \sum_{i=1}^n C_i^2$$

また、制御変数については、主に企業の属性を表す変数をコントロール変数としている。一つ目の制御変数は従業員数の対数を取ったもの( $\log Employee$ )である。二つ目の制御変数は会社の年齢の対数を取ったもの( $\log Age$ )である。まだ存在している企業の年齢は以下の式で計算している。

$$\text{会社の年齢} = 2011 - \text{会社の設立年}$$

既にも買収された企業については、以下の式で企業の実際の存在期間で年齢を計算している。

$$\text{会社の年齢} = \text{買収された年} - \text{会社の設立年}$$

三つ目の制御変数は108社のベンチャー企業間の地理的な平均距離( $DistanceAVG$ )である。以下の式で

二者間の距離を計算し、最後に 107 社との平均距離を計算する。

$$\text{二社間の距離} = 6378.13 * \text{ACOS}(\text{SIN}(\text{緯度 } 1) * \text{SIN}(\text{緯度 } 2) + \text{COS}(\text{緯度 } 1) * \text{COS}(\text{緯度 } 2) * \text{COS}(\text{経度 } 1 - \text{経度 } 2))$$

これまでの仮説に対応した技術要素を表す説明変数が戦略的提携の形成にどのような影響を与えているのかを知るために、まずそれぞれの企業が提携している企業数(提携頻度)を対象に回帰分析を行う。さらに、それらの技術要素がどのように戦略的提携の質に影響を与えるのかを考察するために、ネットワークポジションを表す近接中心性とネットワークリソースを対象に、回帰分析を行う。

#### 4.結果と考察

##### 4.1 戦略的提携形成についての回帰分析

技術が戦略的提携の形成にどのように影響するかを統計的に分析するため、表 4 の回帰分析モデルを用いた。表 4 は回帰分析の結果を示している。表の数値の右側に\*、\*\*の印が付いている項目は、それぞれ 5% 有意(5%の危険率で有意)、1%有意(1%の危険率で有意)であることを示す。

表 4 提携頻度を被説明変数とした場合の回帰分析

Variables	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5	model 6	model 7	model 8
PatentNum	0.235**					0.146*		
CitedNum		0.187*					0.111	
SameLayer			0.314**			0.23**	0.224**	
Class370				0.261**		0.219**	0.236**	
HTec					-0.173*	-0.158*	-0.167*	
LogEmployee	0.371**	0.317**	0.353**	0.292**	0.326**	0.382**	0.253**	0.275**
LogAge	0.119	0.073	0.071	0.108	0.137	0.114	0.092	0.093
DistanceAVG	-0.066	-0.057	-0.068	-0.109	-0.071	-0.07	-0.1	-0.106
N	108	108	108	108	108	108	108	108
R <sup>2</sup>	0.189	0.237	0.221	0.279	0.256	0.219	0.368	0.361
Adjusted R <sup>2</sup>	0.166	0.208	0.191	0.251	0.227	0.189	0.324	0.316

\*\*P<1% \*P<5% \*P<10%

この回帰分析の結果に基づいて、以下のことが言える。①特許を多く出願している企業の提携頻度が高い。②同じ分野の技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。③多くの企業が取り組んでいる領域の技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。④幅広い技術分野で技術開発を行っている企業の提携頻度が高い。

##### 4.2 近接中心性についての回帰分析

特許の量、技術評判、技術領域の選択などの技術要

素が近接中心性に与える影響を分析するために、表 5 の回帰分析モデルを用いた。また、分析の結果も表に示している。

表 5 近接中心性を被説明変数とした場合の回帰分析

Variables	model 9	model 10	model 11	model 12	model 13	model 14	model 15	model 16
PatentNum		0.066					0.013	
CitedNum			0.06					-0.015
SameLayer				0.315**			0.317**	0.321**
Class370					0.01		-0.048	-0.046
HTec						-0.105	-0.07	-0.074
LogEmployee	0.158	0.143	0.153	0.08	0.157	0.165	0.089	0.092
LogAge	0.13	0.117	0.114	0.119	0.13	0.126	0.111	0.117
DistanceAVG	-0.015	-0.012	-0.015	-0.058	-0.015	-0.017	-0.059	-0.06
N	108	108	108	108	108	108	108	108
R <sup>2</sup>	0.058	0.061	0.061	0.148	0.058	0.069	0.156	0.156
Adjusted R <sup>2</sup>	0.03	0.025	0.024	0.115	0.021	0.033	0.097	0.097

\*\*P<1% \*P<5% \*P<10%

この回帰分析の結果に基づいて、以下のことが言える。①同じ分野の技術開発を行っている企業がネットワークの中心に埋め込まれる可能性が高い。②技術力を表す特許の量と技術評判は提携ネットワークにおいて企業がどの程度中心に埋め込まれるかということに対する影響が小さい。

##### 4.3 ネットワークリソースについての回帰分析

技術要素がネットワークリソースに与える影響を検証するため、表 6 の回帰分析モデルを用いた。回帰分析の結果も示している。

表 6 ネットワークリソースを被説明変数とした場合の回帰分析

Variables	Model 17	Model 18	Model 19	Model 20	Model 21	Model 22	Model 23	Model 24
PatentNum		0.186*					0.104	
CitedNum			0.139					0.05
SameLayer				0.359**			0.313**	0.314**
Class370					0.138		0.082	0.094
HTec						-0.178*	-0.144*	-0.155*
LogEmployee	0.416**	0.373**	0.403**	0.326**	0.392**	0.427**	0.309**	0.326**
LogAge	0.132	0.306	0.096	0.12	0.142	0.126	0.101	0.11
DistanceAVG	-0.075	-0.068	-0.076	-0.125	-0.078	-0.944	-0.119	-0.124
N	108	108	108	108	108	108	108	108
R <sup>2</sup>	0.237	0.268	0.255	0.355	0.256	0.267	0.393	0.386
Adjusted R <sup>2</sup>	0.215	0.239	0.226	0.33	0.227	0.238	0.351	0.343

\*\*P<1% \*P<5% \*P<10%

この回帰分析の結果に基づいて、以下のことが言える。①特許を多く出願している企業が活用できるリソースの多いネットワークを構築する可能性が高い。②同じ分野の技術開発を行っている企業が活用できるリソ

スの多いネットワークを構築する可能性が高い。③幅広い技術分野で技術開発を行っている企業が活用できるリソースの多いネットワークを構築する可能性が高い。④技術評判は活用できるリソースの多いネットワークの構築に寄与しない。⑤注目されている技術分野で技術開発を行っていることも活用できるリソースの多いネットワークの構築に寄与しない。

#### 4.4 考察

以上戦略的提携形成の頻度、近接中心性、ネットワークリソースに関する三つの回帰分析の結果を仮説に対応して、以下の表 7 にまとめる。

表 7 検証結果のまとめ

検証結果	1	2	3
	提携形成	ネットワーク中心への埋め込み	ネットワークリソース
a 特許の量	positive	unrelated	unrelated
b 同じ技術領域	positive	positive	positive
c 注目された技術領域	positive	unrelated	unrelated
d 技術評判	unrelated	unrelated	unrelated
e 幅広い技術分野	positive	unrelated	positive

予想に反して、技術評判が提携形成、企業の提携ネットワークにおいての近接中心性とネットワークリソースへの顕著な影響が観察されなかった。特許の量はネットワークリソースへ正の寄与をしているが、近接中心性には寄与しなかった。しかし、この二つの技術要素が戦略的提携の形成に影響を与えている。このことから、企業間で提携関係を構築する際には、技術力を示す特許の量を重要視している。しかし、提携の質、つまり提携関係によりよいネットワークポジションを獲得できるか、または多くのネットワークリソースにアクセスできるのかについては、特許より技術領域の選択のほうが重要である。

以上の三つの分析結果を比較すると、以下のことが示唆された。一つ目は、ベンチャー企業は多くの特許に代表される優れた技術開発を行うことは、多くの企業と提携関係を構築することに寄与する。しかし、特許情報を参照することのみで、質の高い提携ネットワークを構築できるとは限らない。幅広い技術分野で技術開発をしている企業とは、提携関係を形成しやすく、利用できるネットワークリソースの多い提携関係を構築する可能

性が高い。二つ目は、同じ技術領域で技術開発をしている企業とは、提携関係を構築しやすく、かつ質の高い提携ネットワークを構築できる可能性が高い。

提携形成に関する回帰分析から、技術が戦略的提携の形成に正の寄与していることが分かった。しかし、提携時期の特定がすべてのサンプルにわたってできていないため、提携関係が特許出願を加速させたという逆の因果の可能性も排除できない。さらに特許と提携の関係を探るために、提携時期が判明している個別の企業のケースについて、提携と特許の時系列を作成してみた結果、提携形成が特許の出願より遅く、特許の公開とほぼ同じ時期であることが分かった。また、提携する前に、重要な技術については出願しておくのが普通である。以上から、提携が技術を促進させたという因果ではなく、技術開発が進むから提携に結び付いたことが考えられる。また、スマートグリッドのベンチャー企業が提携する際に、特許の公開以前に技術情報の交換が行われていることが考えられる。

スマートグリッドのベンチャー企業は戦略的提携により、他社資源を活用し、事業を成長させた後に、IPO または他の企業による買収という出口にたどり着こうとしている。特許の量などの技術要素、提携頻度、ネットワークへの埋め込み状況、ネットワークリソースといった戦略的提携に関係する要素と IPO または M&A との関係を探るために、回帰分析を行った。技術要素、提携関係、IPO、M&A の関係は以下の図 2 にまとめる。

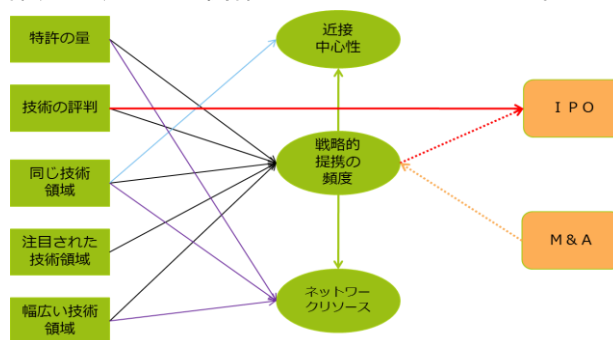


図 2 技術要素、提携関係、IPOとM&Aの関係

技術要素と IPO、M&A の因果関係を分析するために、特許情報を IPO、M&A 前後に分けることができたが、提携関係については、すべての提携時期を把握することができなかつたため、提携関係を IPO、M&A 前後

に分けることができなかった。そのため、戦略的提携の頻度と IPO、M&A との間は厳密に因果関係を分析できなかったため、点線で関係を示している。

M&A に寄与する要素が今回の分析で明らかにできなかったが、特許、技術領域の選択といった技術要素が M&A へ直接繋がらない可能性が高い。また、IPO について、技術評判と戦略的提携の頻度が IPO に寄与していることが分かった。

## 5. まとめ

本研究では、スマートグリッド分野に参入しているベンチャー企業を対象に、特許の量、技術評判、技術領域の選択といった技術要素が如何に戦略的提携に影響を与えるかについて検証を行った。まず、ダイアドの視点から技術要素が戦略的提携形成の頻度に対する影響を分析した。次に、社会的ネットワークの視点からこれらの技術要素が如何に質の高い提携関係の形成に影響を与えるかについて、提携ネットワークの中心への埋め込みとネットワークリソースを対象に検証を行った。さらに、これらの技術要素と提携関係が一部スマートグリッドのベンチャー企業の目標である IPO や M&A との因果関係を分析し、マネジメントへの示唆を示した。

戦略的提携形成の頻度についての分析では、特許の量、技術評判、同じ技術領域で技術開発をしていること、注目された技術分野で技術開発をしていること、幅広い技術分野で技術開発をしていることが提携形成の頻度に正の影響を与えることが分かった。提携ネットワークの中心への埋め込みの分析について、同じ技術領域で技術開発をしていることのみが正の影響を与えた。それ以外の技術要素がネットワーク中心への埋め込み状況との関係が観察されなかった。また、ネットワークリソースの分析については、特許の量、同じ技術領域で技術開発をしていること、幅広い技術領域で技術開発をしていることが正の寄与をしていることが分かった。

IPO と M&A に対する考察では、以下のことが示唆された。①特許の質、戦略的提携形成の頻度が IPO に正の寄与をしている。②M&A は提携関係を抑制すると

考えられる。

今後競争が激しくなっていくスマートグリッド分野においては、ベンチャー企業が積極的に他社との提携関係を通じて、他社の経営資源を活用することが極めて重要である。提携頻度が高いほど、提携ネットワークの中心に埋め込まれ、新たな提携関係の構築に繋がる。また、自社の特許の量を増加するように技術力を強化すれば、他社にとって、魅力的なパートナーとなり、提携頻度が高める可能性が高くなる。また、同じ技術分野で技術開発を行っている企業、注目されている技術分野で技術開発を行っている企業と提携すれば、提携関係を形成する可能性が高い。企業は潜在的なパートナーに提携のアプローチする際に、特許の公開を待たず、プライベートの情報交換により、より早く望ましい提携関係を構築することができると考えられる。

## 参考文献

1. Cohen and Levinthal(1990), 'Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1
2. Freeman, L.C. (1979), 'Centrality in social networks conceptual clarification', *Social Networks*, 1, 215-239
3. Gulati, R.(1998), 'Alliance and networks', *Strategic Management Journal*, Vol.19, No.4; ABI/INFORM Global pg. 293
4. Gulati, R.(1999), 'Network location and learning: The influence of network resources and firm capabilities on alliance formation', *Strategic Management Journal*, Vol.20, No.5; ABI/INFORM Global pg. 397
5. Gulati, R. and M. Gargiulo(1999). 'Where do inter-organizational networks come from?', *American Journal of Sociology*, pp.177-231
6. Rosenkopf, L. and Nerkar, A.(2001), 'Beyond local search: Boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry', *Strategic Management Journal*, Vol.22, No.4, pp.287-306
7. Stuart, T.E.(1998), 'Network positions and propensities to collaborate: An investigation of strategic alliance formation in a high-technology industry', *Administrative Science Quarterly*, Vol.43, No.3, PP.668-698
8. 安田洋史(2006)、「競争環境における戦略的提携—その理論と実践」、NTT 出版