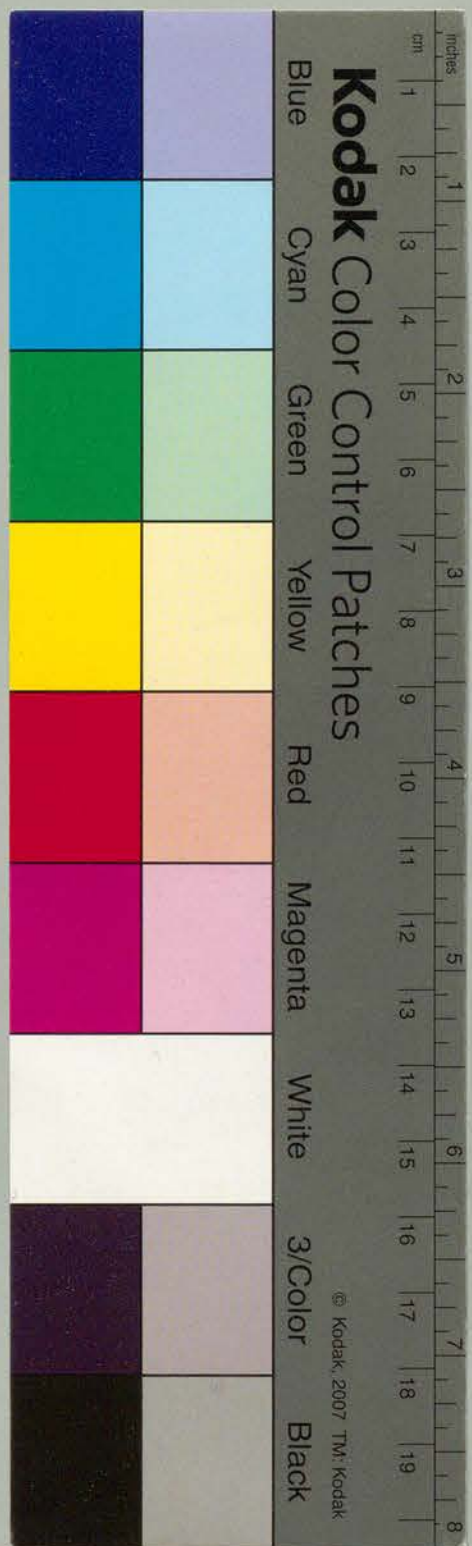


ネットワーク分析による
ナショナル・イノベーション・システムの研究

橋本正洋



ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究
 大学のナショナル・イノベーション・システム
 A Study of National Innovation System
 by Network Science

第五巻

01-4	ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究	75
02-4.1	サブクラスター#1	77
02-4.2	サブクラスター#2	78
02-4.3	サブクラスター#3	78
02-4.4	サブクラスター#4	78
02-4.5	サブクラスター#5	78
	論文の構成	
	論文の構成.....	i
	論文要旨.....	xi
	序章 ナショナル・イノベーション・システムの政策評価	1
01	1.1 はじめに.....	1
01-1.1.1	1.1.1 技術と産業の関係の構造変化.....	1
01-1.1.2	1.1.2 産業と企業のサービス化.....	3
01-1.1.3	1.1.3 産業技術構造の進化とイノベーション.....	4
01-1.1.4	1.1.4 産業政策インフラの変化の立ち遅れ.....	4
01-1.1.5	1.1.5 技術と産業構造の変化への対応の重要性.....	5
01-1.2	1.2 日本における産業競争力の強化への取り組み.....	7
01-1.2.1	1.2.1 産業技術政策とナショナル・イノベーション・システム.....	7
01-1.2.2	1.2.2 産業技術政策の変遷.....	8
01-1.2.3	1.2.3 日本における1990年代以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動き.....	9
01-1.3	1.3 米国における産業競争力強化への取り組み.....	13
01-1.3.1	1.3.1 米国のナショナル・イノベーション・システムの構築.....	13
01-1.4	1.4 ナショナル・イノベーション・システムにおける大学-日米の比較.....	16
01-1.4.1	1.4.1 米国における大学の役割の変遷.....	16
01-1.4.2	1.4.2 日本における大学システム改革.....	16
01-1.5	1.5 日米のイノベーション政策の連動.....	19
01-1.6	1.6 まとめと研究目的.....	20
02	第2章 イノベーションとその学術研究の俯瞰.....	22
02-2.1	2.1 はじめに.....	22
02-2.2	2.2 イノベーション学の先行研究の系譜.....	22
02-2.3	2.3 ナショナル・イノベーション・システムとしての捉え方.....	24
02-2.4	2.4 イノベーション論の俯瞰の必要性和効果.....	26
02-2.5	2.5 データと分析方法.....	27
03	第3章 イノベーション学の学術俯瞰.....	30
03-3.1	3.1 イノベーション学の全体構造.....	30
03-3.2	3.2 上位18クラスターの分類と特徴.....	34
03-3.2.1	3.2.1 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤.....	35

3.2.2	クラスター#2 技術革新 (technological innovation) 昂進の仕組み	36
3.2.3	クラスター#3 イノベーションマネジメント	37
3.2.4	クラスター#4 イノベーションの普及	39
3.2.5	クラスター#5 イノベーション・プロセス	40
3.2.6	クラスター#6 ヘルスケア	41
3.2.7	クラスター#7 環境問題	42
3.2.8	クラスター#8 生物学	43
3.2.9	クラスター#9 イノベーションの受け入れ (adoption)	44
3.2.10	クラスター#10 時系列分析	45
3.2.11	クラスター#11 医薬品	46
3.2.12	クラスター#12 心理学	47
3.2.13	クラスター#13 パフォーマンスと価値 (value)	48
3.2.14	クラスター#14 金融	49
3.2.15	クラスター#15 米国各州の政策	50
3.2.16	クラスター#16 製品とプロセス	51
3.2.17	クラスター#17 戦略的イノベーション	52
3.2.18	クラスター#18 社会的イノベーション	53
3.2.19	上位 18 クラスター分析のまとめ	53
3.3	クラスターの可視化	55
3.3.1	可視化によるクラスター間の関係の特定	55
3.3.2	横断的クラスターの可視化分析	55
3.3.3	分野別クラスターの可視化分析	59
3.3.4	可視化による類型別クラスター分析のまとめ	59
3.3.5	時系列の可視化	60
3.3.6	可視化分析のまとめ	61
3.4	上位 3 クラスターの特性と階層構造	62
3.4.1	クラスター#1.1-#1.4 イノベーション創成のための環境基盤	63
3.4.2	クラスター#2.1-#2.4 技術革新昂進の仕組み	64
3.4.3	クラスター#3.1-#3.4 イノベーションマネジメント	65
3.4.4	イノベーション学の全体構成と階層構造からの分析	65
3.5	イノベーション学における大学の位置づけ	67
3.6	第3章の結論とインプリケーション	68
3.6.1	第3章の結論	68
3.6.2	第3章の研究成果におけるインプリケーションと今後の課題	69
第4章	イノベーション創成のための環境基盤 (クラスター#1)	72
4.1	サブクラスター#1.1 地域のイノベーション	74

4.2	サブクラスター#1.2 産学の関係	75
4.3	サブクラスター#1.3 知的財産権	77
4.4	サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーション	78
4.5	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスターの可視化による分析	79
4.6	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤の結論	81
第5章	技術革新昂進の仕組み	82
5.1	サブクラスター#2.1 技術と産業	84
5.2	サブクラスター#2.2 知識マネジメント	85
5.3	サブクラスター#2.3 製品開発	87
5.4	サブクラスター#2.4 ネットワーク	88
5.5	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスターの可視化による分析	89
5.6	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの結論	91
第6章	イノベーションマネジメント	92
6.1	サブクラスター#3.1 組織のイノベーション	94
6.2	サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーション	95
6.3	サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップ	96
6.4	サブクラスター#3.4 コミュニケーション	97
6.5	クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスターの可視化による分析	99
6.6	クラスター#3 イノベーションマネジメントの結論	101
第7章	ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の機能 (ファンクション) と役割 (ミッション)	102
7.1	はじめに	102
7.1.1	地域産業クラスターと大学の機能と役割	102
7.1.2	クラスターにおける大学の機能 (Melting pot (るつぼ)) 機能	105
7.1.3	分析対象となる地域・分野	108
7.2	大学の産学連携に関する属性とネットワーク上の特性についての分析	109
7.2.1	産学連携属性データによる大学の特徴	109
①	近畿医療	110
②	北部九州 LSI	112
7.2.2	各大学の分類と位置づけ	114
①	「大規模・研究大学」	114
②	「準大規模・研究重視大学」	114
③	「小規模・研究重視大学」	114

④「大中規模・教育重視大学」	114
7.3 ネットワーク分析のためのデータと分析方法	115
7.3.1 データ	115
7.3.2 分析方法	117
7.3.2.1 ネットワークの特徴量の分析（ネットワークの特性のマクロ指標化）	117
7.3.2.2 ネットワークの可視化とアーキテクチャの特定	117
7.3.2.3 研究大学の詳細な機能分析	118
7.4 ネットワーク分析の結果	119
7.4.1 ネットワークの特徴量の分析	119
7.4.2 ネットワークの可視化とアーキテクチャの特定	120
7.4.3 研究大学の詳細な機能分析	123
7.4.3.1 大学周りの可視化	124
7.4.3.2 ネットワーク中での大学の特性	126
7.4.3.3 大学へのリンクがある企業の特性	128
7.5 ネットワーク分析とネットワーク指標からの考察	129
7.5.1 近畿医療産業クラスターに関する考察	129
7.5.2 北部九州 LSI 産業クラスターに関する考察	130
7.5.3 両クラスターの分析からの考察	130
7.5.4 産学連携関係データとネットワーク指標との関係についての考察	132
①「大規模・研究大学」	133
②「準大規模・研究重視大学」	133
③「小規模・研究重視大学」	133
④「大中規模・教育重視大学」	133
7.6 第7章の結論と今後の課題	133
7.6.1 結論	133
7.6.2 今後の課題	135
第8章 イノベーション政策評価と提言	137
8.1 イノベーション政策立案における学術俯瞰の重要性	137
8.2 イノベーション学の学術俯瞰に基づく産業技術政策の捉え直し	140
8.3 過去のイノベーション政策の問題点の特定	142
8.4 政策提言	144
第9章 結論	148
9.1 日本の産業の構造変化にはイノベーション学の推進が必須である。	148
9.2 イノベーション学には幾何級数的に増大しているイノベーションに関する知的蓄積を俯瞰的に捉えることが必要である。	148

9.3 イノベーションは3層構造からなると認識すべきである。	148
9.4 イノベーションには、大学をハブとして、強力な知のコンバージェンス機能：Melting Pot（るつぼ）機能が重要である。	149
9.5 イノベーション学を踏まえた政策提言：イノベーション学を確立し、政策人材をコンバージェンスするなどのイノベーション政策のプラットフォームを構築すべきである。	150
第10章 エピローグ	152
10.1 イノベーション戦略のあるべき姿	152
10.2 終わりに	154
謝辞	157
参考文献	159
Appendix 1 第3章及び第7章関連（z-P分析：クラスター内次数係数、モジュール間分散度の計算方法とそれらによるノードの分類について）	168
Appendix 2 第3章関連（イノベーション学の学術俯瞰マップの経年別変化）	170
Appendix 3 第7章関連（ノードの業種別分類一覧）	174
Appendix 4 第7章関連（分析対象の産業群の構造）	175
Appendix 5 第7章関連（ネットワークの原図）	176

図一覧：

図 1.1	技術と産業の関係	2
図 1.2	先進国のサービス産業比率の上昇	3
図 1.3	イノベーション政策の三層構造	6
図 1.4	2000 年以降の米国競争力イニシアティブ検討の経緯	15
図 1.5	日本の大学の産業界に対する役割の変化	17
図 1.6	日米のイノベーション政策推移	19
図 2.1	分析手順	29
図 3.1	年別論文数および累積論文数	30
図 3.2	クラスター別論文数および累積数	31
図 3.3	イノベーション論文クラスターのクラスター内 z-P 分析	32
図 3.4	主要クラスターの年別論文数推移	54
図 3.5	イノベーション学の学術俯瞰マップ	57
図 3.6	イノベーション学術俯瞰マップの主要クラスター#1-#18	58
図 3.7	イノベーション学術俯瞰マップの経年別変化	60
図 3.8	主要 3 クラスターのサブクラスター別の階層構造	62
図 3.9	イノベーションの 3 層構造とイノベーション創成	66
図 3.10	イノベーションと大学の論文数推移	67
図 4.1	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスター	72
図 4.2	サブクラスター#1.1 地域のイノベーション、#1.2 産学の関係、 #1.3 知的財産権、#1.4 経済成長とイノベーションの年別論文数推移	73
図 4.3	#1.1 地域のイノベーション	80
図 4.4	#1.2 産学の関係	80
図 4.5	#1.3 知的財産権	80
図 4.6	#1.4 経済成長とイノベーション	80
図 4.7	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスター	80
図 5.1	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスター	82
図 5.2	サブクラスター#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメント、 #2.3 製品開発、#2.4 ネットワークの年別論文数推移	83
図 5.3	#2.1 技術と産業	90
図 5.4	#2.2 知識マネジメント	90
図 5.5	#2.3 製品開発	90
図 5.6	#2.4 ネットワーク	90
図 5.7	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスター	90

図 6.1	クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスター	92
図 6.2	サブクラスター#3.1 組織のイノベーション、 #3.2 マーケットオリエンテーション、#3.3 創造性とリーダーシップ #3.4 コミュニケーションの年別論文数推移	93
図 6.3	#3.1 組織のイノベーション	100
図 6.4	#3.2 マーケットオリエンテーション	100
図 6.5	#3.3 創造性とリーダーシップ	100
図 6.6	#3.4 コミュニケーション	100
図 6.7	クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスター	100
図 7.1	イノベーションによる新経済成長システムと大学の役割	104
図 7.2	Melting pot としての大学	106
図 7.3	融合プラットフォーム機能の重要性	106
図 7.4	大学発ベンチャー数 (近畿・医療)	110
図 7.5	外部資金(共同研究・受託研究費) 獲得額(近畿医療)	110
図 7.6	大学教員数(近畿・医療)	111
図 7.7	大学発ベンチャー数 (北部九州・LSI)	112
図 7.8	外部資金(共同研究・受託研究費) 獲得額(北部九州・LSI)	112
図 7.9	大学教員数(北部九州・LSI)	113
図 7.10	近畿・医療産業のモジュール間ネットワーク構造	122
図 7.11	北部九州・LSI 産業のモジュール間ネットワーク構造	123
図 7.12	大学周りネットワーク図(近畿・医療)	124
図 7.13	大学周りネットワーク図 (北部九州・LSI)	125
図 7.14	z-P マトリックスによるネットワーク中における大学の役割の図式化 (近畿・医療)	126
図 7.15	z-P マトリックスによるネットワーク中における大学の役割の図式化 (北部九州・LSI)	127
図 7.16	大学提携先企業の持つリンク数(近畿・医療)	128
図 7.17	大学提携先企業の持つリンク数(北部九州・LSI)	129
図 8.1	日米のナショナル・イノベーション・システム (NIS) 政策とイノベーション 論文推移	139
図 8.2	イノベーションの新しい出口	144
図 8.3	イノベーション政策の三層構造：あるべき姿	145
図 8.4	イノベーション政策構築によるイノベーションの創成	147
図 9.1	イノベーション政策構築によるイノベーションの創成 (再掲)	150
図 10.1	イノベーション戦略	154

表一覧:

表 1.1	日本標準産業分類の改定 (2002 年 3 月)	5
表 1.2	産業技術政策の変遷	8
表 1.3	日本の 90 年代以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動き	11
表 1.4	米国における 80 年代以降の産業競争力強化に向けた取り組み	14
表 3.1	主要 18 クラスターの特徴	34
表 3.2	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤の主要論文	35
表 3.3	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの主要論文	36
表 3.4	クラスター#3 イノベーションマネジメントの主要論文	38
表 3.5	クラスター#4 イノベーションの普及の主要論文	39
表 3.6	クラスター#5 イノベーション・プロセスの主要論文	40
表 3.7	クラスター#6 ヘルスケアの主要論文	41
表 3.8	クラスター#7 環境問題の主要論文	42
表 3.9	クラスター#8 生物学の主要論文	43
表 3.10	クラスター#9 イノベーションの受け入れ (adoption) の主要論文	44
表 3.11	クラスター#10 時系列分析の主要論文	45
表 3.12	クラスター#11 医薬品の主要論文	46
表 3.13	クラスター#12 心理学の主要論文	47
表 3.14	クラスター#13 パフォーマンスと価値の主要論文	48
表 3.15	クラスター#14 金融の主要論文	49
表 3.16	クラスター#15 米国各州の政策の主要論文	50
表 3.17	クラスター#16 製品とプロセスの主要論文	51
表 3.18	クラスター#17 戦略的イノベーションの主要論文	52
表 3.19	クラスター#18 社会的イノベーションの主要論文	53
表 3.20	主要 3 クラスターのサブクラスター別の特徴	63
表 4.1	クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤におけるサブクラスターの特徴	73
表 4.2	サブクラスター#1.1 地域のイノベーションの主要論文	74
表 4.3	サブクラスター#1.2 産学の関係の主要論文	76
表 4.4	サブクラスター#1.3 知的財産権の主要論文	77
表 4.5	サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションの主要論文	78

表 5.1	クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスターの特徴	83
表 5.2	サブクラスター#2.1 技術と産業の主要論文	84
表 5.3	サブクラスター#2.2 知識マネジメントの主要論文	86
表 5.4	サブクラスター#2.3 製品開発の主要論文	88
表 5.5	サブクラスター#2.4 ネットワークの主要論文	89
表 6.1	クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスターの特徴	93
表 6.2	サブクラスター#3.1 組織のイノベーションの主要論文	94
表 6.3	サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーションの主要論文	95
表 6.4	サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップの主要論文	97
表 6.5	サブクラスター#3.4 コミュニケーションの主要論文	98
表 7.1	産学連携体制(近畿・医療)	111
表 7.2	産学連携体制(北部九州・LSI)	113
表 7.3	ノードの定義	115
表 7.4	リンクの定義	116
表 7.5	両ネットワークに関する主要指標	119
表 7.6	大学の属するモジュール内における重要企業・大学リスト	121
表 10.1	イノベーション戦略の 5 つのレベル	152

イノベーションの中であり、その基盤のためには、産業における技術の位置づけの定量的認識、知識のマネジメント及び製品開発が重要であり、そのためには、企業内外とのネットワークの構築がそれぞれの産業に大きく影響することとして捉えられていること。第二に、イノベーション創成のための環境基盤としての地域、産学の関係、知的財産権が重要であり、これらをもとに経済成長の起動力としてイノベーションが位置づけられていること。第三に、イノベーションマネジメントにおいては、組織のあり方、マーケット志向、組織内個人の創造性とリーダーシップの 3 点が重要な課題であり、それらを遂行していくためには、組織内のコミュニケーションの確保と実行力が重要であるということも明らかにしている。

一方、イノベーション学の学術領域からその重要性が明確となった大学について、我が国において、現在、大学が果たしている機能を実証的に分析している。具体的には、ネットワーク分析の手法を用い、small-world network 構造を有する地域産業クラスター内に形成された取引等ネットワーク内における大学の位置づけを分析、特定している。その結果、九州大学、京都大学、大阪大学等は、ネットワーク内において、コネクタ・ハブの位置づけを持っていることが明らかにしている。また、産学連携機能を強化している京産大のような大学は、研究規模に比して大きなコネクタ・機能を持っていることを示している。この分析を通じて、我が国の大学についても、それが潜在的に持つ「るつ

目次

序文 1

第1章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 1

第2章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 2

第3章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 3

第4章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 4

第5章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 5

第6章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 6

第7章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 7

第8章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 8

第9章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 9

第10章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 10

第11章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 11

第12章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 12

第13章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 13

第14章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 14

第15章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 15

第16章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 16

第17章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 17

第18章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 18

第19章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 19

第20章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 20

第21章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 21

第22章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 22

第23章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 23

第24章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 24

第25章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 25

第26章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 26

第27章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 27

第28章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 28

第29章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 29

第30章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 30

第31章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 31

第32章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 32

第33章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 33

第34章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 34

第35章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 35

第36章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 36

第37章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 37

第38章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 38

第39章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 39

第40章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 40

第41章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 41

第42章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 42

第43章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 43

第44章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 44

第45章 ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究 45

ネットワーク分析によるナショナル・イノベーション・システムの研究

論文要旨

1990年代以降の日本の産業においては、3つの構造変化、すなわち①技術と産業の構造変化、②産業と企業のサービス化、③産業・技術構造の進化とイノベーションを挙げることができる。本論文は、日本がこの構造変化に政策的に対応できていなかったことを指摘し、イノベーション構造改革型の産業政策の必要性を論じている。さらに、こうしたイノベーション政策の検討の方法論として、爆発的に増大しているイノベーション学の知の集積を俯瞰する必要性を指摘し、最新のネットワーク分析の手法を用いて、イノベーション学に関する学術研究の俯瞰的理解を提示している。その結果、日米とも、その構造的改革は、イノベーションにかかる知が集積し、それから一定のタイムラグを置いてその知の蓄積を活用した政策が実行され、高度化、包括化してきたことが明らかになっている。

具体的には、イノベーション学について、主要な3つの研究分野を抽出し、これによりイノベーションの三層構造を明示している。第一に、技術革新がイノベーションの中核であり、その昂進のためには、産業における技術の位置づけの差違の認識、知識のマネジメント及び製品開発が重要であり、そのためには、企業内外とのネットワークの構築がそれぞれの要素に大きく影響することとして捉えられていること。第二に、イノベーション創成のための環境基盤としての地域、産学の関係、知的財産権が重要であり、これらをもとに経済成長の起動力としてイノベーションが位置づけられていること。第三に、イノベーションマネジメントにおいては、組織のあり方、マーケット指向、組織内個人の創造性とリーダーシップの3点が重要な課題であり、それらを遂行していくためには、組織内のコミュニケーションの確保と実行力が必要であるということを示している。

一方、イノベーション学の学術俯瞰からその重要性が明確となった大学について、我が国において、現在、大学が果たしている機能を実証的に分析している。具体的には、ネットワーク分析の手法を用い、small-world network 構造を有する地域産業クラスター内に形成された取引等ネットワーク内における大学の位置づけを分析、特定している。その結果、九州大学、京都大学、大阪大学等は、ネットワーク内において、コネクターハブの位置づけを持っていることが明らかになっている。また、産学連携機能を強化している立命館大学のような大学は、研究規模に比して大きなコネクター機能を持っていることを示している。この分析を通じて、我が国の大学についても、それが潜在的に持つ「るつ

「Melting Pot 機能」を発揮するにより、先端技術クラスターの強力なハブ機能を果たし、イノベーションの推進に寄与でき得ることを示している。

これらの分析を踏まえ、今後のナショナル・イノベーション・システム構築のための政策形成プロセスとしては、イノベーションの三層構造を明確に理解した上で、第一層目に関し、爆発する学術の知識を客観的に俯瞰する仕組みが重要であること、第二層目に関し、産業の現状を特許動向等により把握することで、的確な産業の方向性の理解を進めることが重要であること、第三層目に関し、政策の推進体制に、産業の方向性の理解を基礎に、強い意志 (will) をもって、この政策を企画・実行する政策人材の育成が重要であることを指摘している。また、それを実現可能とする環境の整備に関して、現在起こっている産業構造の変化に柔軟かつ機動的に対応できるイノベーション政策インフラとイノベーション政策人材の整備が重要であり、このための基盤として「イノベーション学」の確立とこれに対応した大学カリキュラムの改革が不可欠であることを提言している。

1.1 はじめに

これまでの日本のイノベーション・システムの政策を評価し、また、将来に向けたイノベーション・システムの構築の方策を論じるに当たっては、日本の産業構造の変化をえておかないと、その方向性を見誤るおそれがある。すなわち、歴史的に①技術と産業の関係がノンリニアなものに変化してきていること、②サービス経済化、ITや医療関連産業の成長などの大きな産業構造の変化が進んだこと③技術の進展とそれに伴う産業の構造変化のスピードが大幅に非常に速くなっていることなど、構造的かつ大幅な変化が起こっているのである。産業政策においてはこうした構造的な変化に対応し、イノベーションを進めていく道筋を見極めていくことが必要である。また、産業構造の変化と対を成す社会構造の変革という面も見落とすことはできない。

1.1.1 技術と産業の関係の構造変化

1990年代にはいって、日本経済はバブルの崩壊を契機として厳しい環境にさらされ、それまでの Japan as No.1 といった自信に満ちたムードは消し飛んだ。90年代に日本経済の成長が低迷した理由のひとつには産業構造の変化について、国家の産業政策においても個々の企業戦略においても致命的な見落としがあったと言えるのではないかと。

それまで、日本経済を支えてきたのは、鉄鋼、造船、自動車、電機といった、いわゆる重厚長大産業が主流であったが、造船、アルミ精錬、石油化学などは、80年代初頭には構造的な不況業種として産業調整政策の対象となった。生き残った産業は、しかし80年代には好況を迎える。この美しい経験の残像が、90年代に裏目に出て、産業構造の新しい変化に対応できなかった可能性がある。新しい変化とは何か。イノベーションと産業との関係でいえば、技術と産業の関係がリニアでなくなったことである。また、企業活動で言えば、従来の産業分類が各企業にあてはまらなくなったことである。

製造業にとって、技術はその基盤である。かつて船舶工学が造船業を支え、製鉄工学が鉄鋼産業の基礎となったように、技術と産業は1対1の関係と考えられた。しかし、21世紀の産業においては、そのような関係は希薄である。たとえば、IT技術は情報通信産業だけのものではなく、自動車、金融、ヘルスケアなどありとあらゆる産業の基盤技術であり、一方、遺伝子工学をはじめとするバイオ技術の主要な出口とされる製薬産業は、それ以外のたとえば医学、情報工学、化学工学など多様な技術に支えられてはじめて競争力を維持できる。技術と産業が1対1の関係、リニアな関係ではなくなっているのである(図1.1参照)。かつて日本経済の中心であった鉄鋼業について技

術と産業の関係を見ると、日本の高炉技術は世界一であり、世界最高の鉄鋼製品を送り出してきた。こうした、製鉄技術に支えられた日本の鉄鋼業であるが、現在では、一部の自動車用鋼板などの製品を除けば、韓国そして中国と技術競争する環境にある。造船業が世界一だった時代ははるか昔である。

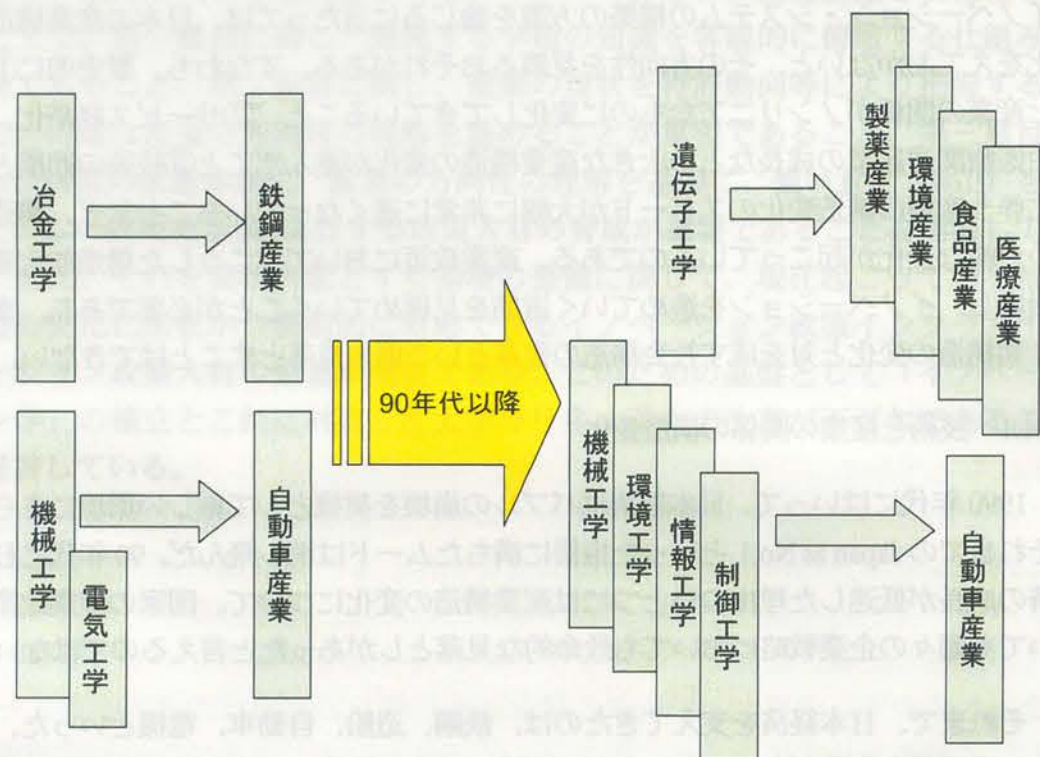


図 1.1 技術と産業の関係

アカデミアの世界では、こうした技術と産業の関係変化にある程度敏感に反応している。東京大学では、金属工学科や船舶工学科の名前が工学部から消滅した。コンバージョン（適切な言葉ではないかもしれないが）されてできたシステム創成学科の誕生を説明する資料が、21世紀における技術と産業の関係を明示的に示している¹。ここに指摘されるように、現在の日本経済を中核的に支える自動車産業では、最初はほとんど機械工学で解決され、少しだけ電気工学が必要だったが、今では少なくとも制御工学、情報工学、環境工学の問題解決力が必要で、こうした多様な工学で支えられる

¹ <http://www.si.t.u-tokyo.ac.jp/intro.html> 参照。以下抜粋。「...しかし、21世紀に入って、すべての工学の対象に対して、多次元の問題解決力が要請されるようになってきました。比較的単純な工業製品である自動車にしても、最初はほとんど機械工学で解決され、少しだけ電気工学が必要という製品だったのです。しかし、今では少なくとも制御工学、情報工学、環境工学の問題解決力も必要です。これからは、これまでに以上に多次元の問題解決力が必要な複雑な世界が広がっていきます。...」

産業となっている。

こうした個々の産業と個別の技術の「乖離」を認識できなければ、産業におけるイノベーションの創成を理解することは難しい。技術と産業を単純に結びつけることは錯誤をもたらすおそれがある。このためには、産業を小さな技術のメッシュの組み合わせで分析し、その組み合わせや融合の可能性に配慮する必要がある。

1.1.2 産業と企業のサービス化

一方、産業構造の変化の重要な局面として、経済のサービス化がある。発達した大都市を中心として、図 1.2 に示すように、先進国ではサービス経済化が進展し、米国では 20 世紀初頭には GDP の 8 割前後がサービス産業となっている。日本は、先進国の中ではサービス経済化のスピードは比較的緩やかだが、今後急激にサービス経済化が進むものと考えられる。もう一つの側面は、個々の企業のサービス産業化がある。IBM は、かつてはコンピュータ産業の巨人として世界に君臨していた。しかし、パーソナルコンピュータというイノベーションに乗り遅れ、今ではその分野も中国企業に売却して、自らはサービス産業に転換している。ソニーはエレクトロニクスに基盤を置く企業であるが、ゲーム、娯楽などデジタルコンテンツの比重が 4 割近くに達し、サービス産業的側面が強い。このように、産業構造も企業活動もサービス化の傾向を強めている。(橋本、2007)

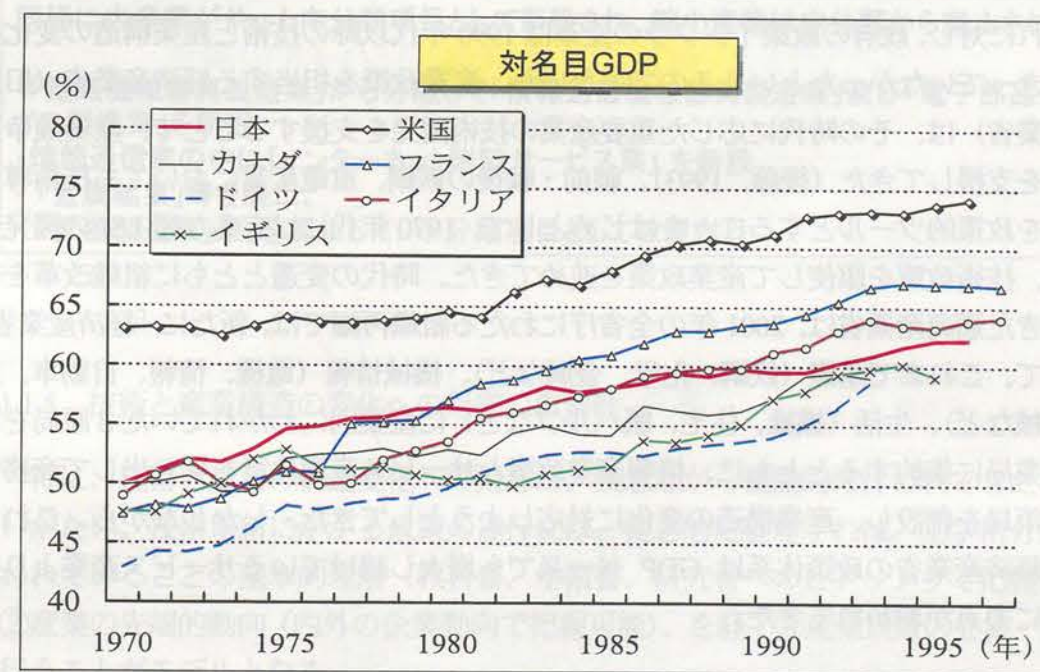


図 1.2 先進国のサービス産業比率の上昇

(出典：通商白書 2002 (原資料：国際連合「National Account Statistics」))

1.1.3 産業技術構造の進化とイノベーション

さらに、イノベーションと密接な関係を有する産業技術構造についてはいかなる変化が起こってきたか。特に、20世紀末期において爆発的に進化し、今世紀では最も重要な産業とされる、IT、バイオ分野においては、その技術進歩のスピードはきわめて高速であることが特徴である。ITの世界では、1991年にジュネーブ郊外のフランス国境まで広がるCERN（欧州原子核研究機構）で開発されたとされるwww（world wide web）は瞬く間に世界に普及し、インターネットは新しい産業の基盤となっている。バイオサイエンスの進展は、iPS細胞の発明への期待に見られるように、医療技術そのものを変えようとしている。こうした産業を支える科学技術は、アカデミアによって作り出され、進化してきたことと、日々大きく変化・進歩していることが大きな特徴である。またこうした産業は、科学的発見から産業化までの期間もきわめて短く、そのための政策には、日進月歩の技術変化を確実に捉えることが重要である。

国家の競争力強化のための戦略策定には、以上述べた産業構造の変化を捉える必要がある。特にイノベーションを新産業創成につなげていくためには、技術と産業の関係の変化、企業内や産業全体に起こっていることを背景にした産業の構造的進化を基礎として議論を進めることが重要となっている。

1.1.4 産業政策インフラの変化の立ち遅れ

これに対し、政府の政策インフラの変革は1990年代以降の技術と産業構造の変化を捉えきいていなかったといえるのではないかと。産業政策を担当する経済産業省（旧通商産業省）は、その時代に応じた重要産業の技術開発を支援することで、産業競争力向上を支援してきた（後藤、1993）。戦前・戦後の鉄鋼、重電産業においても技術導入などを政策的ツールとすることをはじめとして、1970年代には有名な超LSIの開発を行い、技術政策を駆使して産業政策を進めてきた。時代の変遷とともに組織改革を行ってきた通商産業省は、2001年の全省庁にわたる組織再編では、新たに「経済産業省」として、これまで基礎（鉄鋼、化学、金属など）、機械情報（電機、情報、自動車、産業機械など）、生活（繊維、住宅、紙パルプなど）に産業別にわかれていた3原局を製造産業局に集約するとともに、情報産業政策とサービス産業政策を切り出して商務情報政策局を創設し、産業構造の変化に対応しようとしてきた。しかしながら、これまでの経済産業省の政策体系はGDPベースでも増大し続けているサービス産業より製造業に力点がおかれてきた。

特に、産業政策立案の基盤となる統計や産業分類については、表1.1に示すように、これまで大きな変更は国際的に見ても遅れていた。産業統計の基礎となる日本標準産業分類は、2002年の改正で、情報通信や医療・福祉といった大きなサービス産業が大項目となったが、米国の産業分類システムに比べると5年の遅れが認められ、その間、企業や産業の実態の把握が難しくなっていたおそれがある。

表1.1 日本標準産業分類の改定（2002年3月）

2002年になって、やっと情報通信や医療・福祉など、大きなサービス産業が標準産業分類の大項目として創設されたが、米国に比べて5年ほど遅れていた。

日本標準産業分類 (JSIC) 第11回改訂	国際標準産業分類 (ISIC) Rev.3 1989	北米産業分類システム (NAICS) 1997
H-情報通信業	(注)	51 情報産業
M-飲食店、宿泊業	H-ホテル及びレストラン	72 宿泊及び飲食業
N-医療、福祉	N-保健衛生及び社会事業	62 医療及び社会福祉業
O-教育、学習支援業	M-教育	81 教育サービス業

(注)国際標準産業分類の一部見直し（2002年）において、補助分類として情報関連項目（Information sector）が新設された。

同様に大産業がやっと中分類項目として新設され、縮小産業は中分類から廃止された。

- ・「電気機械器具製造業」から分離して「情報通信機械器具製造業」及び「電子部品・デバイス製造業」を新設
- ・情報通信業の中に「インターネット附随サービス業」を新設
- ・「金属鉱業」等を廃止。
- ・「武器製造業」を廃止して、小分類項目として位置付け

1.1.5 技術と産業構造の変化への対応の重要性

特に、技術と産業の構造変化への対応は、残念ながら機能的に行われてきたとはいえない。技術革新にかかる政策の遂行には、概念的に整理すれば、①学術分野で行われていることの基本的理解（教科書、学術書、研究者へのヒアリングで把握可能）、②産業の先端的動向（内外の企業動向で把握可能）、を経て③産業政策の立案・実行を行うことがモデルとなる。

図 1.3 に示すように、技術の進歩が比較的緩やかであった鉄鋼、自動車等の政策の企画立案・執行は、まさにこのモデルが機能したといえる。

また半導体産業を見ても、これまでムーアの法則によりロードマップが明確であったことから、これらの例に含んで良い。

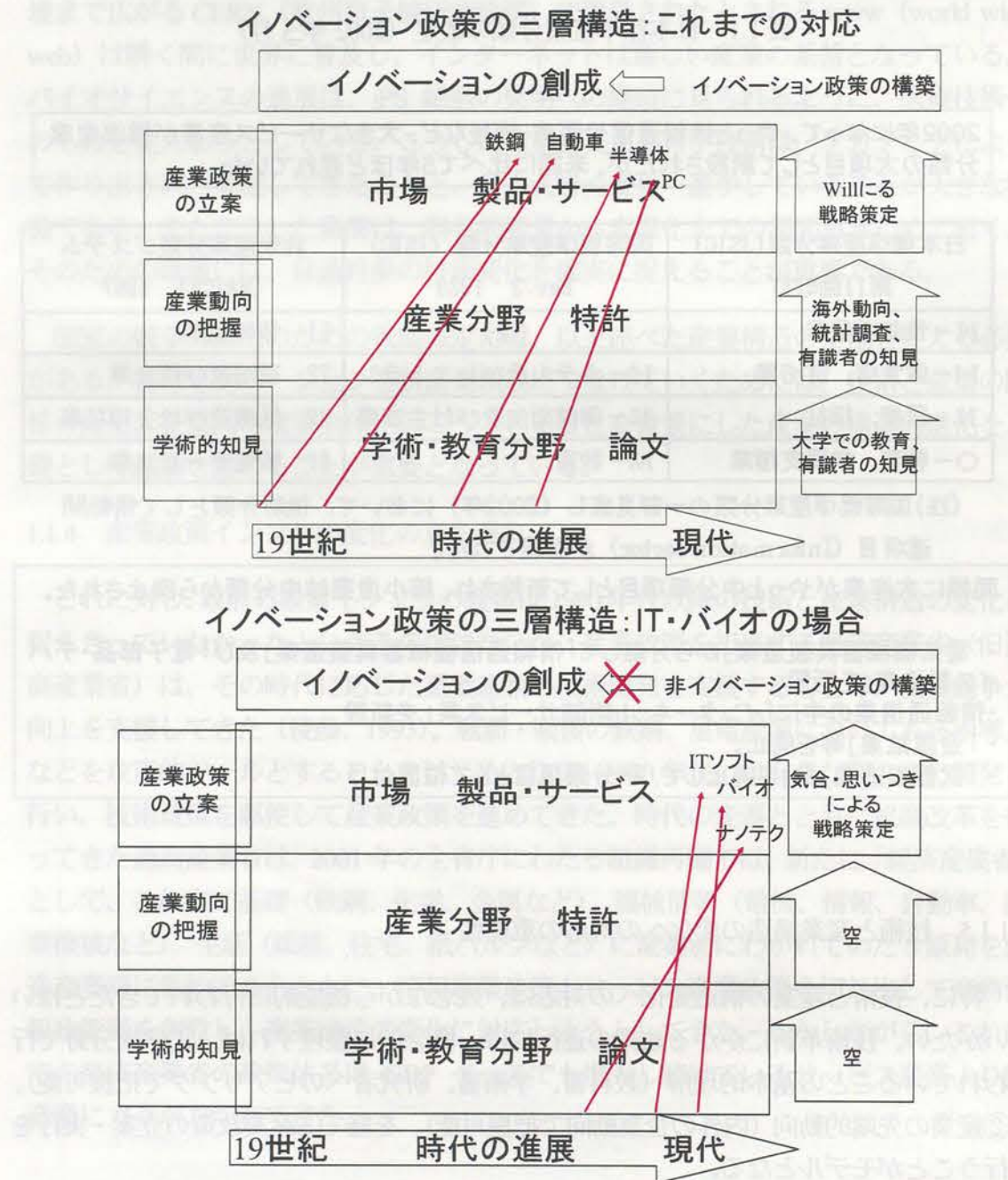


図 1.3 イノベーション政策の三層構造

ところが、現代のバイオ、IT の政策担当責任者については、学生時代にその分野の技術教育を十分受けたわけではなく（当時の教科書と現在のものは内容が根本的に異なる。）、これらの技術に関する基本理解に問題がある。そもそも大学で教えられた内容とは異なることが現在起こっているからである。爆発的に進化するこの分野の技術の進展に、政策当局者が自らの学習のみで追いつくのは極めて困難である。一方で、伝統的な産業政策立案・執行の手法である審議会方式では、専門有識者による議論を行うことにより政策当局の無学を補うという利点があるが、ここでも問題が生じている。最先端の技術を理解する若手研究者がこうした審議会の委員として発令される例は稀といわざるを得ないのである。これは、鉄鋼、自動車、さらにはこれまでの半導体産業などの政策立案・執行に比べ、著しく困難な状況といえる。

こうした産業構造の変化を踏まえることなく、90年代以降の低成長時代の戦略をそれまでの高度成長時代の企業と産業モデルを用いて策定してしまったことに、失われた10年の原因の一部を見つけることが出来るのではないかと。新しい産業構造に根ざした産業政策を打ち出すことができれば、日本経済の根本的な競争力回復は見込めない。

1.2 日本における産業競争力の強化への取り組み

—日本における21世紀型イノベーション・システム構築の歩み

1.2.1 産業技術政策とナショナル・イノベーション・システム

ナショナル・イノベーション・システムとは、文字通りその国において様々なイノベーションを実現するための仕組みであり、政策体系を含んでいる。イノベーションは企業の競争力にとって重要な概念であるが、企業が経済のグローバル化やメガコンペティションにさらされている中でも、国によってイノベーションがどのように起こっていくかは大きな差異がある。これはナショナル・イノベーション・システムの違いによる (Lundvall (1992))。産業競争力に国家の繁栄を委ねている現代社会では、国にとっても重要な戦略課題である。

後藤 (2006) によれば、ナショナル・イノベーション・システムという考え方が最初に提案されたのは、日本に関して分析した論文 (Freeman (1987)) である。この中で、Freeman は、1980年代にその産業技術力をベースに強い競争力を示した日本の製造業の背景を検討し、日本では、強力な産業政策の下で、政府と産業が一体となってイノベーションを実現していくという欧米とは異なるシステムを提示していると結論した。これは、当時米国の脅威となりつつあった日本の半導体産業の成立過程に、通商産業

省（当時）の産業技術政策が大きく影響していたことなどを取り上げたものである。いわゆる日本株式会社がナショナル・イノベーション・システム概念になったとも言える²。このように、日本のナショナル・イノベーション・システム構築において、歴史的に政府が重要な役割を示したとの研究がある一方で、日本政府がイノベーション創成を政策目標に掲げたのはつい最近のことである。

1.2.2 産業技術政策の変遷

戦後の産業技術政策の変遷を表 1.2 にまとめる。

表 1.2 産業技術政策の変遷

1950	工業標準化法(49年)		
高度成長(55年~)	計量法(51年) 工業技術院設置(52年)		鉱工業技術研究補助金(50年) 試験研究機械設備の特別償却制度(52年)
1960	科学技術庁設置(56年) 科学技術会議設置(59年)		工業技術試験研究補助金(58年) 鉱工業技術研究組合法(61年) 増加試験研究税制(67年)
1970	ドルショック(71年) 第1次オイルショック(73年)		大型プロジェクト制度(66年) 重要技術研究開発費補助金(68年)
1980	第2次オイルショック(79年) Japan as No.1 プラザ合意(86年)	国立研究所筑波移転(79年) 基礎技術研究促進センター設立(85年) 研究交流促進法(86年) 産業技術研究開発体制整備法・NEDO産技部門発足(88年)	サンシャイン計画(74年) 超LSIプロジェクト(76~80年) ムーンプライト計画(78年) 次世代産業基盤技術研究開発制度(81年) 第5世代コンピュータ(82~95年)
1990	バブル崩壊(91年) 失われた10年	科学技術基本法(95年) 第一期科学技術基本計画(96年)	産業科学技術研究開発制度(93年) ニューサンシャイン計画(93年) 産業技術研究助成事業(00年)
2000		第二期科学技術基本計画(01年) 経済産業省・文部科学省発足(01年) 総合科学技術会議発足(01年) 産業技術総合研究所発足(01年)	大学等技術移転促進法(98年) 日本版バイドール規定(99年) 産業技術力強化法(00年) 研究開発プログラム制度(02年) 産学間連携に関わる税制措置(03年) 総額方式による試験研究税制(03年)
2005		国立大学法人法(03年) NEDO独法化(03年)	産総研非公務員化(05年) 第三期科学技術基本計画(06年) 技術戦略マップ(05年)

この表に示すように、産業技術政策は、1950年代の工業技術院設置や大型プロジェクト制度創設などの体制整備期から、1970年代以降2度の石油危機を経つつ、上述の超LSI技術開発やサンシャイン計画などの技術開発力強化期、その後Japan as No. 1の

² こうした研究にも刺激を受け、欧米では国家を挙げてイノベーション創出のための戦略が策定されてきた。例えば半導体産業育成に関して、日本の超LSI開発に触発さ、日本の技術研究組合に対応するSEMATECHが米国の官民で設立されている(1987年)。

1980年代を経て、基礎研究シフトで一服した後バブルが崩壊し、「失われた90年代」の間に、実際は構造改革的政策の萌芽を迎え、その中でイノベーション政策が結実していくのである。

戦後の技術政策は、1949年工業標準化法、1950年工業技術院の設置、1956年科学技術庁設置と、政府部内の体制が徐々に整備されてきたことに始まる。その後鉱工業技術研究組合法の整備(1961年)などを経て、本格的な産業界による技術開発支援は1966年の大型プロジェクト制度開始で始まったと言える。Freemanの指摘する超LSIプロジェクトのようなナショナルプロジェクトの開始である。サンシャイン(新エネルギー)³、ムーンプライト(省エネルギー)など、オイルショックを契機としたエネルギー技術開発や、新素材等の先端技術に焦点を当てた次世代技術開発などが相次いで開始された。80年代ビジョンには「技術立国」が明示され、一方で、「基礎研究ただ乗り論」に影響された研究開発の基礎シフトが行われた時代でもある。

しかしながら、日本の半導体産業の競争力強化に貢献し、顕著な成果をあげた超LSI研究開発以降、1990年代まで、バイオテクノロジーやITソフトの分野で超LSIに匹敵するような成果は見当たらない。こうしたことに対する危機感もあり、1990年代初期になって、科学技術による立国という考えが政治家や政策当局に確立してきた。代表的な出来事は科学技術基本法(1995年)及び同法に基づく第一期科学技術基本計画(1996年)である。同計画の意義はいくつか指摘できるが、もっとも大きな点は、5年間で政府研究開発投資を倍増し、GDPの1%という高い比率を国の目標として掲げたことである。当時はまだ政策当局にもナショナル・イノベーション・システムという概念が定着しておらず、また「科学→技術」とのリニアモデルの影響を色濃く残し、研究者の流動化や大学の研究成果の民間活用などシステム改革的要素にも言及しているものの、科学技術予算の増額が重要との考えが強く押し出されていた。

1.2.3 日本における1990年代以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動き

日本においてイノベーションという概念が政府文書に示されたのは1956年の経済白書が最初といわれている⁴。その後、いろいろな政策議論でイノベーションという言葉

³ サンシャイン計画で開発された太陽電池は、2006年まで日本の生産シェアは世界トップを維持した。

⁴ 昭和31年経済白書。この白書は、「もはや戦後ではない」で有名。(以下抜粋)「技術革新と世界景気」…このような投資活動の原動力となる技術の進歩とは原子力の平和的利用とオートメーションによって代表される技術革新(イノベーション)である。技術の革新によって景気の長期的上昇の趨勢がもたらされるということは、既に歴史的な先例がある。(後略)

葉が使われてきたと思われる。しかしながら、「イノベーション」を正面からとりあげたナショナル・イノベーション・システム確立のための俯瞰的な政策の検討は、通商産業省の中でさえ、1990年代の後半まで明確なものではなかった。この当時、日本の競争力はIMD（スイス）の世界競争力白書によれば、1990年代初頭の世界1、2位から1997年にはついに46か国中18位にまで転落した。この中で、科学技術に関しては米国に続いて世界2位を維持していたが、分野別に見ると、米国との差が開きつつあるとの指摘もあった。こうした環境において、1998年6月に中間報告が出されたものが「イノベーション研究会⁵」である。

この研究会において検討されたのはまさにイノベーションを実現していくための国家的システムの実現のための政策であり、前述のFreemanのいうナショナル・イノベーション・システムと比べると、概念はより構造改革的政策の方向に拡大している。また、前者が半導体産業を対象にした特定の産業政策と技術政策の統合システムを論じているのに対し、後者は広く国家的な制度、政策を対象にして、その全体の統合システム改革によりイノベーションの実現を目指しているものである。この報告においては、1990年代後半からの日本の産学連携・大学改革や知財戦略、人材育成などの政策、いわゆる国家的イノベーション政策で実現してきたことのいくつかが検討されている。研究会では、イノベーションをそれまで頻繁に使われていた「技術革新」という訳語ではなく、「新しい技術の創出等の創造的活動によって生み出された新しい財やサービスが社会に普及し、経済社会の変革をもたらされること」と明確に定義し、イノベーションが次々に起きる社会の実現に向けて技術政策⁶の提言を行った。しかし、当時でもイノベーションという言葉はあまり一般的でなく、その後の科学技術政策の方向を示した第二期科学技術基本計画（2001年3月閣議決定）にも、イノベーションではなく「技術革新」という用語が用いられている。「イノベーション」が経営学や技術経営の関係者ではなく、一般に通用するようになったのは、日本では21世紀のここ数年のできごとである。

こうしたことを契機として、日本における最近のイノベーション政策では、従来の資金供与（補助金・融資）型・事業者支援型から、大学改革推進を含めた構造改革支援型の政策に進化してきた。特徴的なのが、これまで「文教政策」に位置づけられていた大学関連の政策について、大学改革推進を中核とした構造改革政策として産業政

⁵同研究会は、当時の通商産業省産業政策局産業技術課が事務局となり、前東工大学長の木村孟学位授与機構長（当時）の座長のもと、産学官の有識者が参加して開催された。

⁶ここで「技術政策」というのは、明確に産業政策の中での技術政策として位置づけたものであり、産業構造政策、産業組織政策、新規産業政策、知的財産政策などの横割・制度的政策群の一つまたはその連関として技術政策を検討したものである。

策の一環にも組み入れられたことである。これこそ、（産業）イノベーション政策のイノベーションといえる。（表1.3参照）

表1.3 日本の90年代以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動き

95年：科学技術基本法制定（96年第一期基本計画制定）
97年：大学の教員等の任期に関する法律等制定
98年：大学等技術移転促進法（TLO法）制定・研究交流促進法改正 産学共同研究にかかる国有地の廉価使用
99年：産業活力再生特別措置法制定 国の委託研究成果の民間移転（日本版パトール）、特許料の軽減措置等
2000年：産業技術力強化法制定 TLOの国立大学施設の無償使用・国立大学教員等の民間役員兼業
2001年：省庁再編、第二期科学技術基本計画制定
2002年：学校教育法改正 専門職大学院制度、学部学科設置基準の緩和
2003年：研究開発推進法人の独立行政法人化・研究開発促進税制の恒久化 NEDO、JSPS、JSTの独法化
2004年：国立大学の法人化
2006年：新経済成長戦略・第三期科学技術基本計画制定
2007年：イノベーション25報告

ナショナル・イノベーション・システムの確立への政策、いいかえれば政府の寄与については、後藤（2000）が3つの類型をあげている。①政府主導の技術開発プログラム②研究開発促進のための財政的支援措置さらに③知的財産権政策である。

このうち、①と②は伝統的な技術開発政策といえる。しかし、これだけでは、最近の産業政策の中に位置づけられる新しい技術政策（またはイノベーション政策）を捉えることはできない。日本のシステムを構造改革していくとの立場であるイノベーション創成の環境整備としての政策として考えれば、制度面の改革が重要な政策であり、知財政策に加え、大学改革や地域クラスター政策を含めた産学連携政策、イノベーション人材育成政策、ピークルの制度整備（LLPやLLC）をあげることができる。

ここで、これまでの産業技術政策をイノベーション政策として整理すると、次のようになる。

① 政府主導の技術開発プログラムは、特に個別産業の競争力を強化するためのさまざまなプロジェクトの提案、執行、及びそのための仕組みづくり（支援法人の設立や技術研究組合法など）と予算措置を含む。科学技術基本計画に示された目標は、まさにその予算措置とその中身を示したものである。これは、戦後から進められてきた(古典的)技術政策そのものでもあるが、最近では技術開発プログラムの遂行に関し、総合科学技術会議の設置、NEDO、JSTなどの研究開発法人の独立行政法人化による柔軟かつ高度専門的な予算執行、ロードマップの策定など、構造改革的要素も強くなってきている。

② 研究開発促進のための財政的支援措置について特に進展が示されたのは研究開発税制である。①のプログラムが個別のターゲット（戦略分野）を明確化しているのに対し、税制は、産業界における研究開発全般について分野を問わず支援するものであり、どの分野の研究開発に焦点をあてるかは企業の戦略に委ねられている。当初増加試験研究税制として発足した支援措置は、不況期でも研究費を確保するインセンティブになるよう研究費総額の税額控除との恒久措置として抜本的に改革された。

③ ①と②を伝統的産業技術政策とすれば、これに分類されない新しい技術政策が構造改革的産業技術政策である。このうち、知的財産権政策については、米国のプロパテント政策に刺激を受け、政府部内に総合的に政策を推進する知財戦略会議が創設され政策の基盤となった。これに前後して強化された日本版プロパテント政策は、米国のバイ・ドール法に範を持つ産業活力再生法におけるバイ・ドール条項、特許保護の強化、審査の迅速化、特許法廷の整備などである。さらに、イノベーション環境整備としては、米国産業クラスターの成功に強く影響を受けた地域クラスター政策、新規株式市場創設や大学発ベンチャー1000社計画などのベンチャー振興政策、イノベーション人材育成（MOT人材など）政策、イノベーションの主体となる者（ピークル）の新たな規定（LLC、LLP）などがある。最も重要なもののひとつとして、産学連携政策（または大学改革）にも1990年代後半から焦点が当てられた。

このように、現代の産業政策の一環としての技術政策は、これまで伝統的には産業、企業支援型が中心だった。また、一方で、産業の重要な人材供給源である大学の改革に関しては、長らく文教政策として別の次元で議論が行われていた⁷。

しかし、前述のように、産業と技術の関係がノンリニアになることを契機に、産業技

⁷ 文教政策が社会の要請と無関係に構築されてきたと主張するものではない。政策の視点、優先順位、機動性などの論点があろう。

術政策にも構造的要素、特に、本来産業の外に位置している大学の機能に焦点が当たり始めた。1990年代には大学等技術移転促進法（いわゆる TLO 法）を時の文部省と通商産業省が共同で制定するなどの当時としては画期的な政策面での構造的変革があった。その一方で、両省は大学改革をめぐり水面下で議論を戦わせはじめていたのである。米国における産業クラスターの新産業創成機能を分析して大学の人材育成機能と産業競争力の関係に改めて着目した通商産業省は、大学の規制改革に向け大きく舵をとりはじめる。そこには、巷間いわれた通商産業省の権限膨張主義という次元ではなく、高次の産業政策完遂のための意思があったに過ぎない。そして、いくつかの段階的な規制緩和がされた後、ついに大学の法人化、非公務員化が実現し大学改革の枠組みが急速に整備された。これこそ構造改革的産業政策であるといえるのではないかと。その後もこうした政策方向は強化されつつあり、最近では初等中等教育分野においても、例えば、子供のキャリア（職業）教育のように、文部科学省と経済産業省などが協力して政策を進めつつある。

1.3 米国における産業競争力強化への取り組み

—米国のナショナル・イノベーション・システムの構築

産業競争力強化へ向けた、米国のナショナル・イノベーション・システムへの動きはどうか。米国では、ナショナル・イノベーション・システムにおいて、大学の存在がきわめて重要であると認識されている。米国の大学は歴史的には実用と職業を重視してきたといわれる。1862年の Morrill 法は、農学、工学、家政学などの地域に必要なカレッジのため、連邦政府の土地を提供するもので、これが後の州立大学となっていく。一方、欧州への留学者を教授に擁するハーバードなどの歴史ある大学は、欧州的な科学優位主義をとってきた。しかし、20世紀に入り、州立大学を中心として、地域の産業に密着しつつ、化学工学、電気工学、航空工学などの工学・応用科学分野の研究・教育体制を確立し、新しい大学院が整備されていった。こうして、第二次大戦前後までに、米国大学においては、新しい工学分野が確固たる地位を占めるに至る（Rosenberg, et al.(1996)）。

その後、「科学→技術」というリニアモデルをもとにした基礎研究重視の考えから、連邦政府は大学への資金供給を増大させ、一方企業は中央研究所の整備により基礎研究を自前で進めるとの産学乖離時代があった。そうした時代を経て、再び米国大学が産業界と深くかかわり始めるのは、半導体業界をはじめとする米国産業界が日本の産業との競争力に不安を持ち始めた1980年代になってからである。

一方、半導体、インターネットといった現在の情報化時代を支える新しいモデルによ

るイノベーションは、大企業の中央研究所ではなく、大学構内の小さなベンチャーから起こってきた。これまでのリニアモデルを破壊するシリコンバレーモデルである。さらに、遺伝子工学の発展によるバイオ産業の興隆も大学から起こってきた。21世紀初頭を支えるITとバイオの2大技術が、大学と深いかかわりを持って生まれてきたのである。さらに、1980年のバイ・ドール法をはじめとした大学からの技術移転の推進策などもあり、連邦政府の熱心な支援のもと研究能力を高度化してきた米国の大学は、80年代以降、本格的に産業界との協働を進めていくのである。(表 1.4 参照)

表 1.4 米国における80年代以降の産業競争力強化に向けた取り組み

80年：大統領競争力白書	
80年：スティーブン・ワイド技術革新法	国立研究機関の研究成果の移転促進
80年：バイ・ドール法	政府資金による研究開発成果の大学等への知的財産権の付与
82年：中小企業経営革新法 (SBIR 制度)	研究開発予算の一定割合を中小企業による連邦技術の商業化に優先的に配分
84年：国家共同研究法	民間企業が共同で基礎研究を行う際の独禁法上の例外措置
85年：ヤングレポート	
86年：連邦技術移転法	国研 (GOGO) に民間との官民共同研究の契約権限付与 等
89年：国家競争力技術移転法	国研 (GOCO) に対する連邦技術移転法適用 等
92年：中小企業技術移転法	中小企業への技術移転促進プログラムの創設 等
95年：国家技術移転・促進法	国研と民間との共同研究の更なる促進 等
2001年：US Competitiveness 2001	
2004年：Innovate America	

その後のナショナル・イノベーション・システムをめぐる議論は、徐々に前述のFreemanの議論とは様相が異なってくる。図 1.3 に示すように、2004年12月に米国内

家競争力評議会の報告書「Innovate America」、いわゆるパルミサーノ・レポートが発表された。これを受けてブッシュ大統領が米国競争力強化を目的とする「American Competitiveness Initiative」を発表し、これに沿ってイノベーション創出のための予算措置がなされた。さらにナショナル・アカデミーによる「Rising Above the Gathering Storm」を受けて共和党、民主党両党の議員からこぞってイノベーション関係の法案群が議会に提出された。「Rising Above the Gathering Storm」の提言内容はまさにナショナル・イノベーション・システム実現のための政策課題を列挙したものであり、その柱は①若年者 (K12：初等から高校まで) 教育、②基礎研究の維持・強化、③人材面での研究環境の改善、④知財政策・研究開発税制・ネットワークインフラの強化となっている。これらの政策は、日本や欧州等との競争を意識したものであることは前述のFreemanの指摘する産業技術政策とは同様であるが、内容が教育、人材、知財、インフラなど国家政策全般にわたっているとの違いがある。また、単に財政措置を謳うのではなく、構造改革的要素が強くなっている。

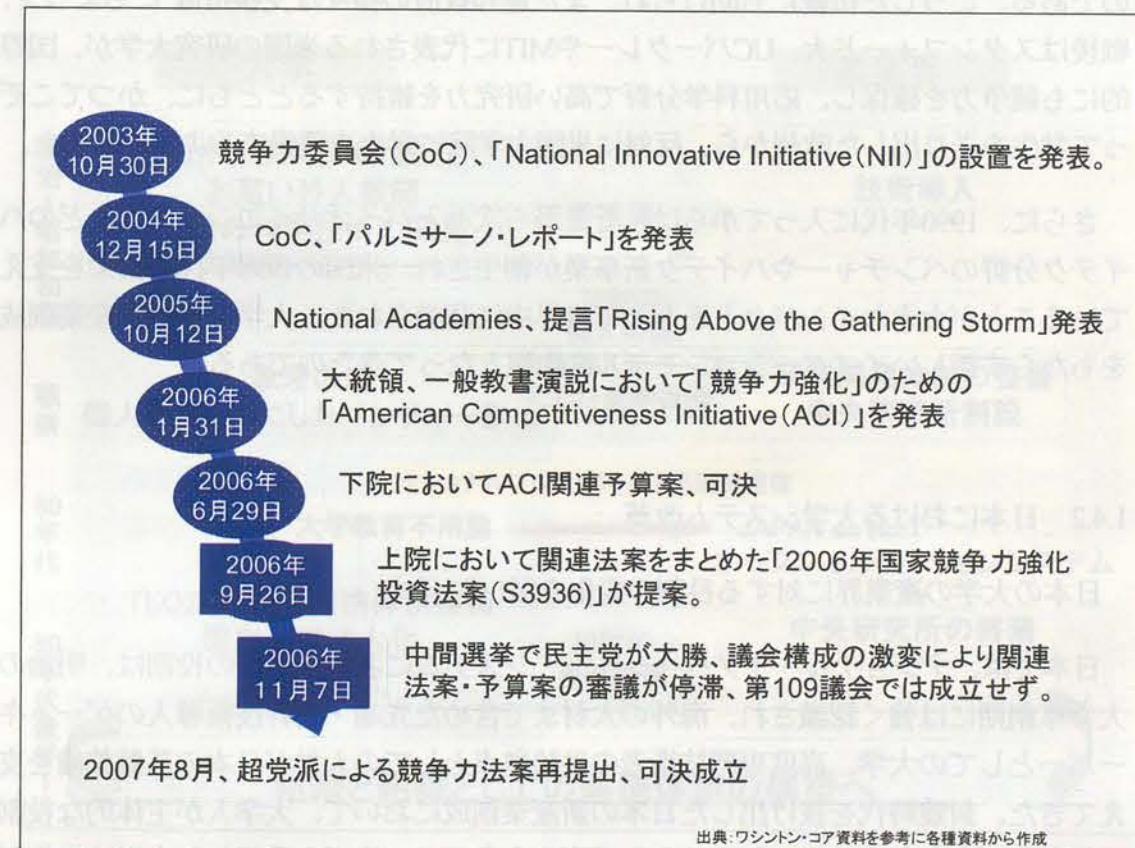


図 1.4 2000年以降の米国競争力イニシアティブ検討の経緯

1.4 ナショナル・イノベーション・システムにおける大学-日米の比較

1.4.1 米国における大学の役割の変遷

米国においては、歴史的に大学が「実用と職業」を指向しているとの評価を受けてきた (Rosenberg・Nelson(1996))。1862年のMorrill法では、州立大学が農業、工業などの地域産業を支える存在として建設されるよう、連邦政府の土地を提供することを定めている。こうした考え方の伝統に支えられ、第二次大戦後には、イリノイ大学の鉄道工学、オクラホマ大学の石油工学、ミネソタ大学の鉱山学など、地場産業を支える研究と教育が各大学で行われていた。MITでも、草創期には、農学の研究が盛んであった。こうした時期、次第に大学の中で、化学工学、電気工学、航空工学などが米国の大学の研究分野として確立していった (同)。こうした分野は、応用科学ともいえる学術分野であり、真理の探究を目的とする基礎研究と異なるように受け取られるが、実際、科学に深く根ざしたものであるだけに、まさに大学において深められていったのである。こうした伝統にも助けられ、また連邦政府の様々な支援措置⁸にもよって、戦後はスタンフォード大、UCバークレーやMITに代表される米国の研究大学が、国際的にも競争力を確保し、応用科学分野で高い研究力を維持するとともに、かつてこぞって学生を送り出した欧州から、反対に米国大学院に学生を獲得するようになった。

さらに、1990年代に入ってから、そこから次々とバイオサイエンスやITなどのハイテク分野のベンチャーやハイテク新事業が創生され、米国の1990年代の繁栄を支えていることが大きなインパクトをもって世界中に認識された。大学の知が新産業創成をもたらす新しいイノベーションモデルの中核となってきたのである。

1.4.2 日本における大学システム改革

日本の大学の産業界に対する役割の変化を図1.5に示す。

日本では、ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の役割は、明治の大学草創期には強く認識され、海外の人材まで含めた先端・基幹技術導入のゲートキーパーとしての大学、高度専門技術者の供給拠点としての大学が日本の基盤整備を支えてきた。封建時代を抜け出した日本の新産業創成において、大学人が主体的な役割を果たしたことも良く知られている。日本の大学こそ、実学を重視した産学連携体制を包含したものとして設立されたとの見方もできる。しかし、第二次大戦後、日本の大学はどちらかといえばアカデミズム重視の立場に偏り、産業界の利害とは一線を画

⁸大学の研究への連邦政府からの支出は1935年から1960年までに10倍に増大した。

す傾向が強くなった。一方、企業のほうは、自らの技術力強化の自負もあって、大学への期待は薄く、産学連携は組織的には進んでこなかった。しかし、1990年代以降、企業の研究開発やイノベーションモデルがオープンなものであることが定着するにつれ、あるいはバブル崩壊後に企業の研究資産が応用・開発分野に集中するにつれ、さらに、企業の開発現場が先端化して「科学」と「技術」の強い関係の必要性が認識されるにつれ、企業のイノベーション実現への大学の役割への期待が強くなってきた。

一方、政府では、科学技術基本法制定にも見られるように、競争力強化と科学技術の強い関係を意識した。さらに次々とクラスターや大学発の新産業を創成している米国の成功を背景に、政府は、大学がイノベーションへ創出への役割を担うよう、産学連携を積極的に推進した。1998年に施行されたTLO法 (大学技術移転促進法) をはじめとして、新たな制度の創設、規制改革など政府主導の体制整備が行われてきたのである。

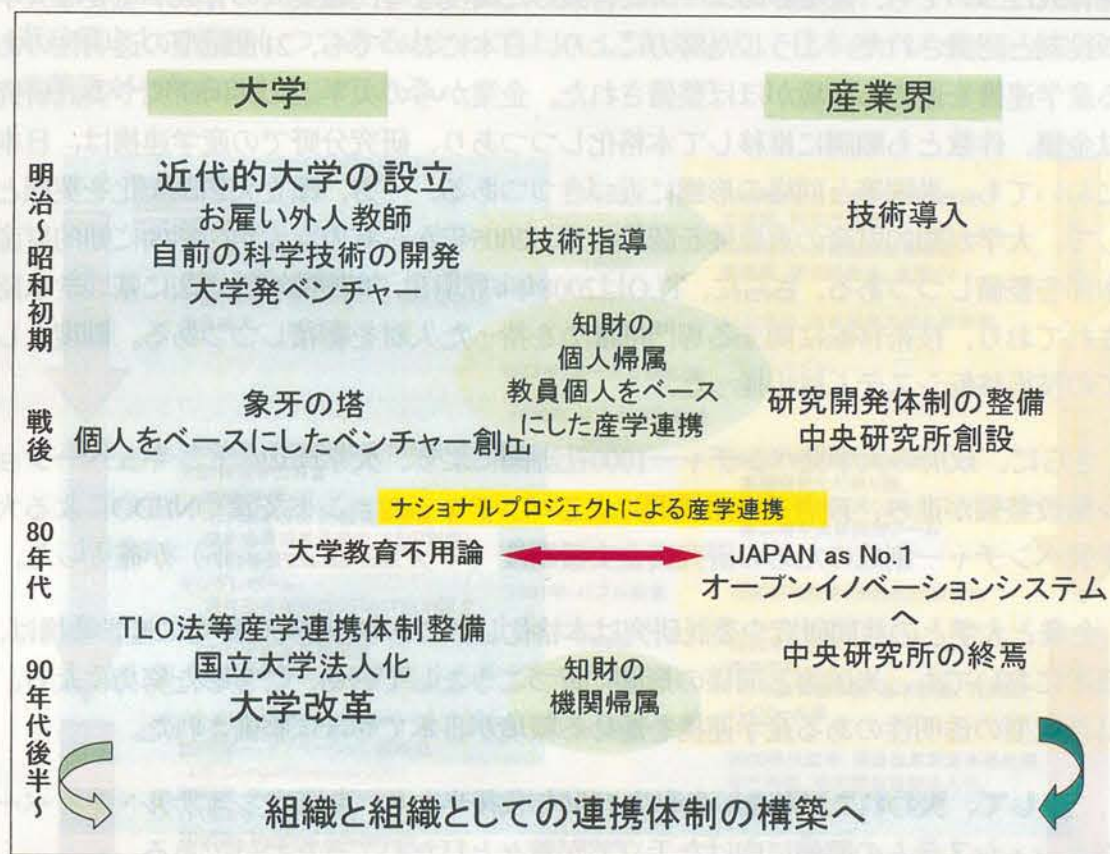


図1.5 日本の大学の産業界に対する役割の変化

TLO法は、米国のイノベーション・システムにおける大学の位置づけを研究した結果制定された法律であるが、構造改革の要素としていくつかの重要な点がある。ひと

つは、法人格のない国立大学に知財権を扱う組織を作るため、大学外部のTLOを産業担当の通産省と大学担当の文部省が承認するとのスキームを作り、大学に外部組織を認知させたことである。もう一つは、従来ほとんどが個人所有に帰していた大学発の知財の果実を、TLOを経由することで大学に還元するスキームを構築したことである。さらに重要なことは、大学の外に、大学と密接に関連し産業界との窓口となる組織を作ることにより、大学内部に風を送ったことである。

これらの考えは、国立大学の法人化により結実していく。日本の主要な研究大学はほとんどが国立大学であるが、それまで法的には文部省の末端機関にすぎなかった。法人格がなかった国立大学のひとつひとつが法人化することで、知財を取り扱えるのみならず、学術と社会の関わりについて各大学が真剣に考える機会を提供した。研究・教育それぞれの局面で大学の社会への役割を認識し、これまで大学の理念とは無縁に等しかった地域との関わり、産業への貢献についても考慮するようになってきた。人材育成についても、産業界のニーズに合致した高度な専門職業人の育成が重要な大学の役割と認識された。こうした努力により、日本においても、21世紀型の透明性のある産学連携を進める環境がほぼ整備された。企業からの大学との共同研究や委託研究は金額、件数とも順調に推移して本格化しつつあり、研究分野での産学連携は、日本においても、米国等と同様の形態に近づきつつある。一方、国立大学法人化を契機として、大学が知的財産の重要性を認識して、2005年から有力な大学の学内に知的財産本部を整備しつつある。さらに、TLOは2008年4月現在、48機関がTLO法に基づき承認されており、技術移転に関する専門的能力を持った人材を蓄積しつつある。制度としての技術移転システムは出揃った。

さらに、政府の大学発ベンチャー1000社計画により、大学周辺のインキュベーション施設整備が進み、政府系金融機関によるベンチャーファンド支援やNEDOによる大学発ベンチャー創成のための研究資金支援制度（マッチングファンド）が確立した。

企業と大学との共同研究や委託研究は本格化しつつあり、研究分野での産学連携は、日本においても、米国等と同様の形態に近づこうとしている。こうした努力により、21世紀型の透明性のある産学連携を進める環境が日本でもほぼ整備された。

こうして、失われた10年といわれた1990年代後半から、実はナショナル・イノベーション・システムの整備に向けた手立てが着々と打たれてきたわけである。

1.5 日米のイノベーション政策の連動

これまでみたように、ナショナル・イノベーション・システムの構築においては、それまで体制整備的な政策が行われていた日米両国とも、1980年代になって、米国が日本の競争力向上を背景に「ナショナル・イノベーション・システム」の存在をとらえることから始まって日本の国家の競争力強化システムの存在について危機感を持って意識し、一連の報告から競争力強化に向けた法的な整備を打ち出した。転じて1990年代は米国の経済発展と反対に日本はバブル崩壊後の競争力のかげりから、特に1990年代以降、米国の政策がイノベーションとの関係では日本を数歩リードしてきたことを背景に、タイムラグを持って日本は政策の立案、実行を行ってきた。全体としては双方が互いに影響し合う関係となっているとよい。また、1980年代から90年代にかけて、米国では産業界と大学の前向きな関わりが進み、産学連携・クラスターの創成が進展したことは日本の構造改革的政策にも大きく影響した。図1.6に整理した様に、結果として、現在では日本と米国の政策はほぼ同時にイノベーション構造改革政策として推移しつつあるとよい。これにより、日本のイノベーション政策の革新がもたらされたのである。

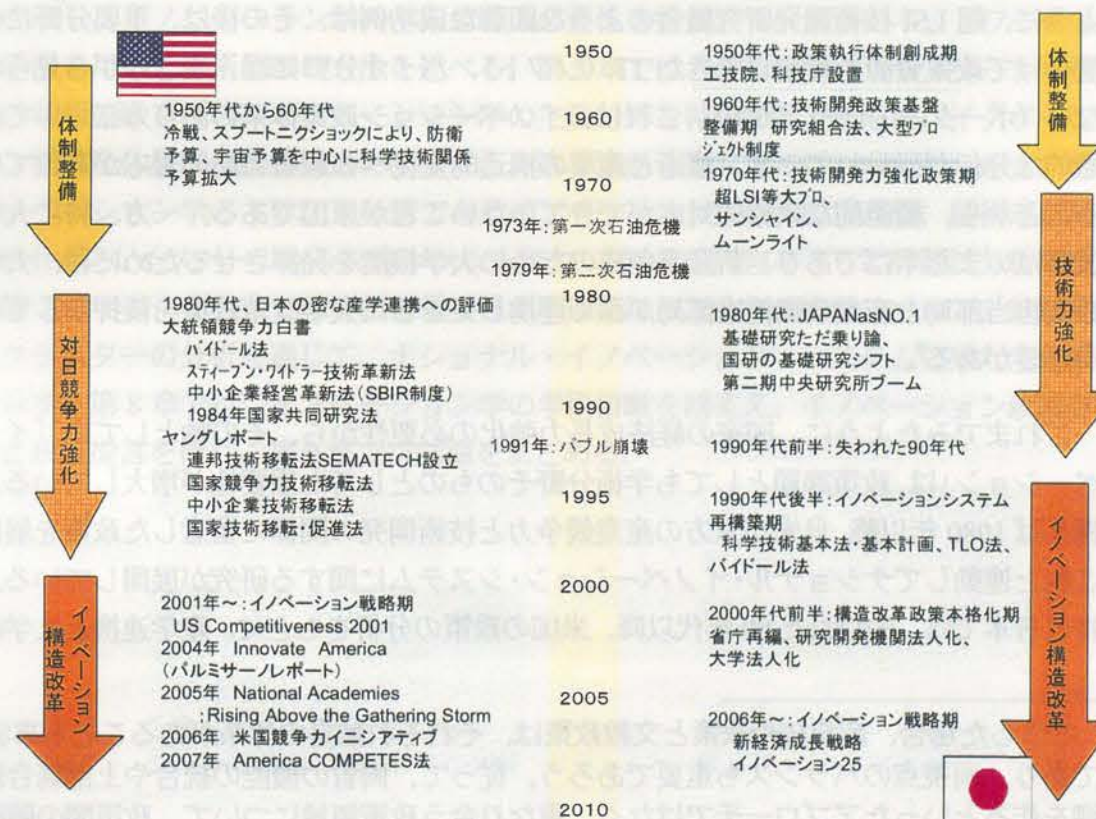


図1.6日米のイノベーション政策推移

1.6 まとめと研究目的

本章では、1990年代に入って、日本の産業構造をめぐる基本的な3つの変化、すなわち、技術と産業の構造変化、産業と企業のサービス化、産業技術構造の進化とイノベーションを挙げた。そして、これに対応した産業政策インフラが、技術と産業構造の変化に対応できていなかったことを指摘し、一方で、日本における産業競争力強化への取り組みとして、産業技術政策の変遷と1990年代以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動きを示した。さらに、その対比として米国における産業競争力強化の取り組みを分析し、日米の政策が相互に影響し合ってきたことを示した。また、日米の大学は、ナショナル・イノベーション・システム構築のためどう機能してきたかを歴史的に捉え、その機能が産業へ大きく影響している可能性があることを述べた。さらに、こうした視点から大学改革に向けた政策が、産業技術政策そのもののイノベーションとも言える構造改革的政策であることを示し、大学が新産業創成に果たす役割についての期待を含めたナショナル・イノベーション・システムの再構築の必要性があることを述べた。

このような1990年代以降の構造改革的政策は、いまだ遂行半ばである。本章で見たように、超LSI技術開発研究組合のような顕著な成功例は、その後は、重要分野に位置付けて政策資源を投入してきたIT(ソフト)、バイオ分野には、残念ながら見られない(ポーター・竹内、2000)。これは、イノベーション政策体系のあり方について俯瞰的な分析が行われていず、技術と産業の構造的変化への政策当局の対応が遅れていることから、機能的な政策的対応ができていないことが原因である。一方、特に大学改革はいまだ半ばであり、新産業創成のための大学機能を発揮させるためには、大学政策担当部局と産業政策担当部局が深く連携してさらに大学改革政策を後押ししていく必要がある⁹。

これまでみたように、国家の経済成長力強化の必要性から、その軸としての「イノベーション」は、政策課題としても学術分野そのものとしても重要性が増大している。例えば1980年以降、日米が双方の産業競争力と技術開発の関係に留意した政策を展開、これと連動してナショナル・イノベーション・システムに関する研究が展開している。特に日本では、失われた90年代以降、米国の政策の分析をもとに、産学連携と大学改

⁹ こうした場合、産業技術政策と文教政策は、それぞれ独自の体系があることも事実であり、両視点のバランスも重要であろう。従って、両省の機能の統合や上部統合組織を作るといったアプローチではなく、重なり合う政策領域について、政策間の障壁をなくして政策コミュニティとしての柔軟な連携を図っていくことが重要である。この意味では、各省の政策担当官が融合して政策を議論できるプラットフォームを大学などが用意するもの大学の機能を活かすものとして一案ではないか。

革、大学発ベンチャー、産業クラスターネットワークなど、システム改革に力点を置いた産業政策、つまり構造改革的政策を新たに開始した。これには、それまでの学術的蓄積の影響が大きいものであると推測できる。すなわち、米国の大学を中心としたイノベーション創成環境などの研究が進展していくにつれ、これに政策の方向が影響されてきたものと考えられることができる。

このように、国家の経済成長力を強化するためイノベーション政策全体を進化させるためには、産業政策としての大学政策論など、イノベーション・システムを整備するための産業政策への理解を深め、ナショナル・イノベーション・システム再構築の必要性を論じることが重要である。このためには、イノベーション政策に深く影響してきたイノベーション学についてその全体像を明らかにし、イノベーション政策との関係を示す必要があると考える。本論文は、以上の目的を達するため、最新のネットワーク分析の科学的手法を用いることにより、イノベーション研究全体を俯瞰してそれを分析し、併せて地域クラスターにおける大学の役割を分析し、あるべきナショナル・イノベーション・システム再構築のための政策のあり方を提言する。

本論文の構成は以下のとおり。第2章では、イノベーションに係る先行研究の系譜を示し、イノベーション学の学術俯瞰の必要性を指摘して、最新のネットワーク分析手法を用いた学術俯瞰の方法を述べる。第3章では、分析結果からイノベーション学の学術俯瞰を行い、イノベーション学の主要分野を特定するとともに、イノベーション学の全体構成と階層構造を明示する。第4章から第6章では、分析から示されたイノベーション学の主要な3分野であるイノベーション創成の環境基盤、技術革新昂進の仕組み、イノベーションマネジメントについて、その内容をさらに詳細に分析する。第7章では、それまでの分析で重要性が明確になった大学の機能について、地域産業クラスターの分析を通じて、ナショナル・イノベーション・システムに果たす役割を示す。第8章では、イノベーション学の学術俯瞰を踏まえ、イノベーション政策評価と政策提言を行う。第9章では結論をまとめる。

2.1 はじめに

イノベーションという概念は、これまで経済学と経営学を中心に様々な分野に於いて研究の対象となってきたが、イノベーションの形態の変化や活発なイノベーションを生み出す条件を捉えることは、学術研究だけでなく、経済・産業政策の運営にとっても、近年とみに重要性を増してきている。

序章で見たように、イノベーションを意識した政策提言は、米国では1980年代以降盛んに行われ、21世紀に入るとより包括的なイノベーション政策が立案されるようになってきた。我が国では、それよりかなり遅れたものの、近年、第3期科学技術基本計画(2006)や翌年の「イノベーション25」(2007)などの閣議決定文書に、「イノベーション」という用語が頻りに使われるようになってきた。イノベーション政策の進化と、それに関する学術研究の活発化が同時期に起こったことは興味深い。この分野の政策形成には研究者も多数参加しており、両者の間に、連関が存在している可能性が高い。

イノベーションに関する学術研究の重要性の高まりと比べて、これまで、例えばどのような視点で何が議論されてきたのか、近未来の研究の重点課題は何か、といった学術研究の動向を把握する努力は不十分だったのではないかと考える。本論文では、この溝を埋める手法を提案したい。

2.2 イノベーション学の先行研究の系譜

これまで、様々な分野に於いて進められてきたイノベーション研究であるが、その歴史的な流れについては、日本でも幾つかのサーベイが提供されている。例えば、後藤(2000)は、イノベーション研究の変遷を以下のように概観している。その要点は以下のとおりである。第一に、イノベーションの担い手として大企業の役割を重要視するシュンペーター仮説¹の研究が、1960年以降80年代までの企業規模・市場支配とイノベーションとの関係の研究へと進展していったこと、第二に、イノベーションが企業の利潤追求行動という極めて経済的なシステムに内在するものから起こることの研究が、その後のイノベーションのデマンド・プル・モデルとテクノロジー・プッシュ・モデルとの対比の議論につながっていったこと、第三に、イノベーション・プロセスに関するリニアモデルとチェーンリンクトモデル(Kline,1990)の2仮説の対比に基づ

¹ 「経済学者シュンペーターは、研究開発と規模の関係について後に「シュンペーター仮説」と呼ばれる仮説を提起している。これは、一般的にいうと大企業の方が研究開発に優位であるというものであり、彼はその源泉として研究開発の規模の経済性、研究開発投資の専有可能性、資金力、リスク負担能力を挙げている。このうち、研究開発活動の規模の経済性とは、研究開発インプットが大きくなるにつれてアウトプットが幾何級数的に大きくなるというものである。」2002年版中小企業白書から抜粋 <http://www.meti.go.jp/hakusho/chusyo/H14/02-02-02-c5.html>

き、1980年代半ば以降、それまでの認識とは逆に、イノベーションによって市場構造が変化していく場合があることを対象とする研究が進展したこと、そしてそこから、イノベーションを本源的に決定する要因として、専有可能性、技術機会、需要の3つが取り上げられるに至った議論等を紹介している。

武石、青島(2001)は、イノベーションと企業及び経営として、イノベーションと企業の盛衰の関係の研究について整理した。先行者の優位とイノベーションの流出(Porter,1995)、専有可能性の確保の可能性(Teece,1986ほか)、イノベーションが破壊的か温存的かの分類(Abernathy・Clark,1985)、アーキテクチャの見直し(Henderson・Clark,1990)、ユーザーが新規か既存かの問題としてイノベーションのジレンマ(Christensen,1997)等の主要な議論を紹介しつつ、イノベーションと企業の盛衰は、一定でなく、社会制度の変化とともに移り変わると結論している。

また、馬場、後藤(2007)は、産学連携とイノベーションとの関係の論点が、学術研究が対象とする産業領域の変遷に伴って変化していることを指摘した。すなわち1980年代には、半導体産業等の発展を受け、科学がどのようにイノベーションをもたらしたかについて分析が進められた。1980年代末からは、学界、産業界、政府が協働、連携して国レベルの競争力を高めていくナショナル・イノベーション・システムという概念が提唱され(Freeman,1987)、各国各産業のイノベーションの起源、性格、方向性を国毎のイノベーション・システムの観点から検討する研究が盛んとなった。さらに1990年代に入ると、バイオテクノロジーを対象に、大学と企業、VCと公的支援の役割を包括的に分析する研究が出現し(Powell et al.,1996)、さらに様々な科学技術分野への幅広いアプローチが展開されているとした。

米倉・青島(2001)は、経営学上のイノベーション研究が、従来の財・資源の効率的配分：調整に重点をおいたものから、財・資源そのものがどう創造されるかに重点を置いて社会経済現象の解明をするものへと移行したと特徴付けられるとした。また、イノベーション研究の中心である「知識」に着目して、それを「時間軸：イノベーションの蓄積の(組織内)経時的視点」、「社会的コンテキスト：組織間の社会的受容性」、「国家の役割：大学の役割と特許制度」、「個人への注目：イノベーションの内的過程」の4つの特徴に分類して論じている。

これらの考察にあげられているもので、現在においてイノベーション論に影響している先行研究をみると、クラインのチェーンリンクトモデル、クリステンセンの破壊的イノベーション、さらにはチェスブローによるオープン・イノベーション(Chesbrough,2003)、児玉のトリクルアップモデル(児玉,1991)、藤本らのアーキテクチャ(藤本、武石、青島,2001)の議論をあげることができる。これら研究の対象は、例えばクリステンセンはハードディスク業界におけるイノベーションの起こり方を詳細に分析し、そこから優良企業が何故イノベーションに失敗するかの原因を抽出し、破壊的イノベーションのモデルを提案している。チェスブローはゼロックスやIBM

といった大企業のどの部分がイノベーションを成功させ、どの部分が失敗させたかについて、クローズドイノベーションとオープンイノベーションの二つのパラダイムを置きながら新しいイノベーションモデルを提案して議論している。児玉は、シャープにおける液晶開発について初期から成功までの戦略を分析し、イノベーションモデルとしてのトリクルアップモデルを説明した。これらの研究は、こうした企業のイノベーションモデルの本質を喝破したものと評価できるが、一方でほとんどが企業内のイノベーション、特に大企業におけるイノベーションの分析からもたらされたものである。したがって、これらの研究を深めるだけでは、必ずしもイノベーション・システム全体を説明する包括的な議論はできない。

序章でのべたように、本論文ではナショナル・イノベーション・システムの再構築のための議論を行うことがその目的であり、上述のイノベーションにかかる先行研究はナショナル・イノベーション・システムの一部を説明することはできても、イノベーション全体を俯瞰的に見ることはこれだけではできない。

一方で、上述のイノベーション論の過去からの流れに関する考察は、緻密かつ詳細な文献分析により行われており、研究者に一定の視座を提供するものであることは間違いない。イノベーション論にかかる個々の論文をピックアップし、研究の流れを追うことは、イノベーションに関する知見をある程度網羅的に得るためには有効となる。しかし、他方でイノベーションに関する知的蓄積は幾何級数的に増大して、2004年以降、主要誌に掲載される論文数は年間数千件を超えている。個々の論文を丁寧に吟味することで研究の全体動向をつかむという手法は、個人レベルの調査では限界に直面していると考えざるをえない。従来手法による論文サーベイが客観性を持つことも難しくなっている。

もし、これまでの膨大な研究の蓄積を集大成することができれば、さらに広い視野、俯瞰的立場でナショナル・イノベーション・システムの再構築の議論をすることが可能ではないかと考える。

2.3 ナショナル・イノベーション・システムとしての捉え方

このように、イノベーション論の進展の中で、個別の論文の流れを見るだけでは、国家のイノベーション・システム全体を捉えることには到達しない。ナショナル・イノベーション・システムの研究については、序章で述べたように、フリーマンが一連の政策研究の中で、日本の技術政策を分析し政府と産業の密接な関係から新たなイノベーションを創成する仕組みとして提唱したものである。その視点の新しさは高く評価ができるが、一方で、超LSI研究組合という特別な成功事例をケースとしてとりあげており、現在用いられているナショナル・イノベーション・システムという概念(後藤ら、2001)とは必ずしも同じではない。その後、Nelson(1993)がまさに「ナショナル・イノベーション・システム」という編著書の中で、各国のシステムを比較しつ

つ一般的、体系的に整理を行って後、初めてナショナル・イノベーション・システムに関する概念が確立していったといえよう。

後藤らが指摘するように、イノベーションを国全体のシステム、つまりナショナル・イノベーション・システムの中で理解していくことが必要なのは、イノベーション・プロセスの本質に由来する。企業が製品や生産プロセスを生み出していく過程で直面する問題を解決することがイノベーション・プロセスのコアである。この問題解決に必要な知識を活用することが求められ、企業内、他企業、大学、研究機関等に賦存する知識を学び、利用するインタラクティブなプロセスの場合そのものがナショナル・イノベーション・システムである。さらにこれら組織は固有の文化等を有しているため、本来容易ではない知識の学習・活用のインタラクティブなプロセスを活発に行うかどうかはナショナル・イノベーション・システムの構築のため重要なポイントである(後藤、2006)。言い換えれば、ナショナル・イノベーション・システムのあり方がその国の産業のイノベーション創成機能を左右するものであり、ナショナル・イノベーション・システムの構築こそ、国家的政策課題として捕らえるべきものである。

具体的に、フリーマンが分析した超LSI技術研究組合で起こったイノベーションについて見てみよう。超LSI技術研究組合は、1976年3月から4年間、日本のコンピュータメーカー主要5社含む7社の参加により、総額700億円のプロジェクトとして行われた。政府からは補助金300億円のほか、工業技術院の電子技術総合研究所から研究者が外向し、文字通り官民共同プロジェクトとして行われた。プロジェクトの結果、組合関係者による特許出願は1000件を超えるなど、世界の技術水準を超える技術が開発、特許化されている。超LSI技術研究組合の成功の条件について関係者のヒアリングを含め詳細に行った研究によれば(榊原、1997)、外生的成功要因として、(政府を含めた)潤沢な資金投入、強大なライバル(IBM)の存在、それまでの共同研究開発のマネジメントノウハウの蓄積、プロジェクトのタイミング、共同研究所の設置をあげ、また内生的要因として、共同研究に適合的なテーマの絞込み、徹底した話し合いによる事前のコンフリクトの解消、研究所長(外向研究者の選定を含めた研究マネジメント)と専務理事(組織のマネジメント)のリーダーシップ、コミュニケーション促進のためのフラットな組織・情報とプロジェクト使命の共有などをあげている。これらを上述のナショナル・イノベーション・システムの視点から見れば、まさにイノベーション・プロセスのコアである問題解決を、プロジェクトの初期から、高いリーダーシップを含めた組織マネジメントによって実現しているといえよう。また、榊原によれば、共同研究開発により、参加企業の異質性を削減し、組織間同型化が、この時代の技術開発として重要だったと指摘している。

言い換えれば、本プロジェクトは、組織内に、イノベーション創成のための様々な仕組みやマネジメントの仕組みを内包したプロジェクトであり、さらにイノベーション・システムとして見れば、他企業、国立研究機関等の知識を内包し、政府の支援を得

て、官民共同として行っており、一つのプロジェクトの中にナショナル・イノベーション・システムの要素を有しているとも見ることができる。つまり、当時の日本のナショナル・イノベーション・システムにとって局地的な成功例といえることができるのである。

2.4 イノベーション論の俯瞰の必要性和効果

前に述べたように、イノベーションに関する知的蓄積は幾何級数的に増大している。個々の論文を丁寧に吟味することで研究の全体動向をつかむという手法が今後とも有効かどうか考えざるをえない。従来手法による論文サーベイは、個人レベルの調査では限界に達しており、また客観性を持つことも難しくなっている。しかしながら、イノベーションの社会・経済上の重要性が増す中で、急速に増大するイノベーション研究を俯瞰的に捉えることは喫緊の課題といえる。

一方、既存の研究手法の限界を乗り越え、サイズの大きな研究分野を俯瞰する試みとして、コンピュータを用いた引用分析の手法がある。論文の引用情報を用いた分析はGarfield(1955)らによって創始され、現在ではインパクトファクターなどの学術研究のアウトプットの指標を測る指標として用いられている他、大量の論文情報からホットトピックスや重要論文を抽出するための有益なツールとなっている(Bömer et al., 2003)。

最近の研究では、Small (2006) が、論文データベースを用いてオーバーラップする3つの期間における論文引用情報についてクラスタリング、マッピングを行い、さらに特に引用が多い論文の平均年齢を特定することにより、スモールワールドネットワーク、ナノサイエンス、AIDSなど近年急激に成長する研究分野の特定を行った。Smallは、これらの分野のクラスターの特徴を分析することにより、新たに発展する学術分野の予測についてこの方法の有効性を論じている。また、Shibata, et al. (2007) は、論文引用関係と学術論文の本文の情報を用い、位相数学 (topology) を用いた複雑ネットワーク分析、自然言語処理を用いることで、引用の可能性の高い論文やそれに基づく新興学術分野をできるだけ早く検知する手法を設計、提案した。また、Kajikawa, et al.(2007)は、最近急激に進展しているサステナビリティ (sustainability)²について、引用ネットワーク分析及び自然言語処理を用いて可視化し、その概念の俯瞰を行っている。このように、最近のネットワーク分析科学の進展により、これをツールとして、急激に膨張しつつある学術分野の俯瞰的分析を行い将来予測にも適用しようという研究が進みつつある。

イノベーション学という、これも最近サイズが急速に増大している研究領域に対し

²Sustainability とは「未来世代のニーズを満たすための能力を損なうことなく、現在のニーズを満たす状態」を指す。20世紀に地球の抱える問題が顕著になるにつれて解決する手段としてその重要性が高まっている。(Ohno, Y 東京大学工学系研究科俯瞰工学ホームページより)

ても、既存の研究手法の限界を乗り越え、こうした論文の引用ネットワークの手法を用いれば、イノベーション論の俯瞰、が可能となっているのではないかと考える。

また、こうした学術論文の俯瞰分析をすることにより、現実の時間とほとんど時間差なく(1年程度)、現実の動向に基づいてイノベーション論の将来の方向性を捉えることが可能である。これにより、従来は、日本の政策現場においても、ヒアリングやニュースソースによる印象論で欧米の動きを議論しがちだったものが、印象論を廃し、これら政策の動向を正確に捕捉、分析することにより、より適切なナショナル・イノベーション・システムの構築への手立てが可能となるのではないかと考える。³

2.5 データと分析方法

本論文では、以上の観点から、コンピュータを用いた学術論文の引用分析という手法により、イノベーションに関する学術研究の俯瞰を試みる。分析手順を図 2.1 に示す。

具体的方法は以下のとおりである。

- ① イノベーション学のネットワーク分析に必要な科学及び社会科学の最も適した論文データベースとして、Institute for Scientific Information (ISI)が提供している論文データベース Science Citation Index(SCI) 及び Social Science Citation Index (SSCI)を用いた。本論文データベースからは、出版年、タイトル、著者などの attribute data、引用関係などの relational data の両方が取得可能であり、1970年以降の論文が格納されていて、“Web of Science”というウェブベースのインターフェイスで提供されている。また、各論文の出版年が特定できるため、各年における引用関係ネットワークを生成することができ、時系列分析が可能である。そこで、具体的には、innovationという言葉とそのタイトル、キーワード、アブストラクトという書誌事項に含む論文を“Web of Science”から検索を行い、該当する論文データを入手した。したがって、対象とする論文は英文の主要学術誌である。⁴
- ② 次にこれらのデータについて、論文の一つ一つをノードとし、引用関係をリンクとする引用関係ネットワークを構築した。ネットワーク分析においては、各年

³ もちろん、学術論文データベースにおいては、すでに起こった事象を対象にして書き起こし、また一定の査読期間を経て発表され、データベースに収録されることから、学会における口頭発表や各種非公式会合で得る情報と比べてとは即時性において劣ることは事実である。しかしながら、これまで述べたとおり、個別の論文に逐一当たることや、個人ベースでの情報収集では爆発する21世紀の知識の量に対応できなくなっていることも事実である。

⁴ 主要な英文学術誌は網羅されているが、論文に限られるため、刊行著作物、政府による報告書は含まれていない。

の引用関係ネットワークのうち、最大連結成分 (largest-graph component)⁵のみを用いた。これは、最大連結成分中に含まれるこれら論文に対し、一つも引用関係を持たない論文はイノベーション研究において他との関連性は低いと判定し、この後のクラスター別の分析から除外したからである。また、引用関係ネットワークは有向グラフから無向グラフに変換して扱った。この方法は、Newman・Girvan (2004) にあるとおり、ネットワーク分析においてはよく用いられる手法である (柴田 (2006))。

- ③ 得られた最大連結成分について Newman 法(Newman, 2004)を用いてクラスタリングする。Newman 法は、クラスター内に含まれるリンクの割合が、クラスター間のリンクの割合に比べて十分に高まるように(数学的には、クラスタリング後のクラスター内リンクの割合が、ランダムネットワークにおけるそれと比べて最大化するように)、凝集的にクラスタリングを行う手法である。
- ④ クラスタリング結果のうち、ノード総数の上位のクラスターについて、クラスターに含まれる被引用数上位の論文の、タイトル、キーワード、アブストラクトの3要素からクラスターの特性を判定し、クラスター全体を代表する概念を表す名称を付す。また、各クラスターに含まれる論文の出版年からクラスター内の論文の平均年齢の算出を行う。
- ⑤ さらにこれを2次元で可視化を行う。ネットワークの可視化アルゴリズムには Large Graph Layout (Adai et al., 2004)を用いる。同手法は、ばねモデルに基づいた描画法であり、互いにリンクを持つノード間に引力をそうでなければ斥力を仮定し各ノードの座標計算を行なっている。つまり引用関係の密な論文群が近くに、引用関係のない論文を遠くに配置させるものである。
- ⑥ また、同じく可視化の手法を用いて、時系列的にクラスターの発達状況を分析する。

以上の方向を用いて、イノベーション学という爆発的と思われる知の集合を俯瞰し、ナショナル・イノベーション・システムの再構築への示唆を得ることとしたい。

⁵ネットワークにおいて、リンクを辿れば到達できるノードの集まりを連結成分と呼ぶ。含まれるノード数が最大の連結成分を最大連結成分と呼び、特にほかと区別する。これはネットワーク分析において一般的に行われる選別である。この理由は、最大連結成分がネットワーク内の大多数のノードを含み、ネットワーク全体の特徴を代表するためである

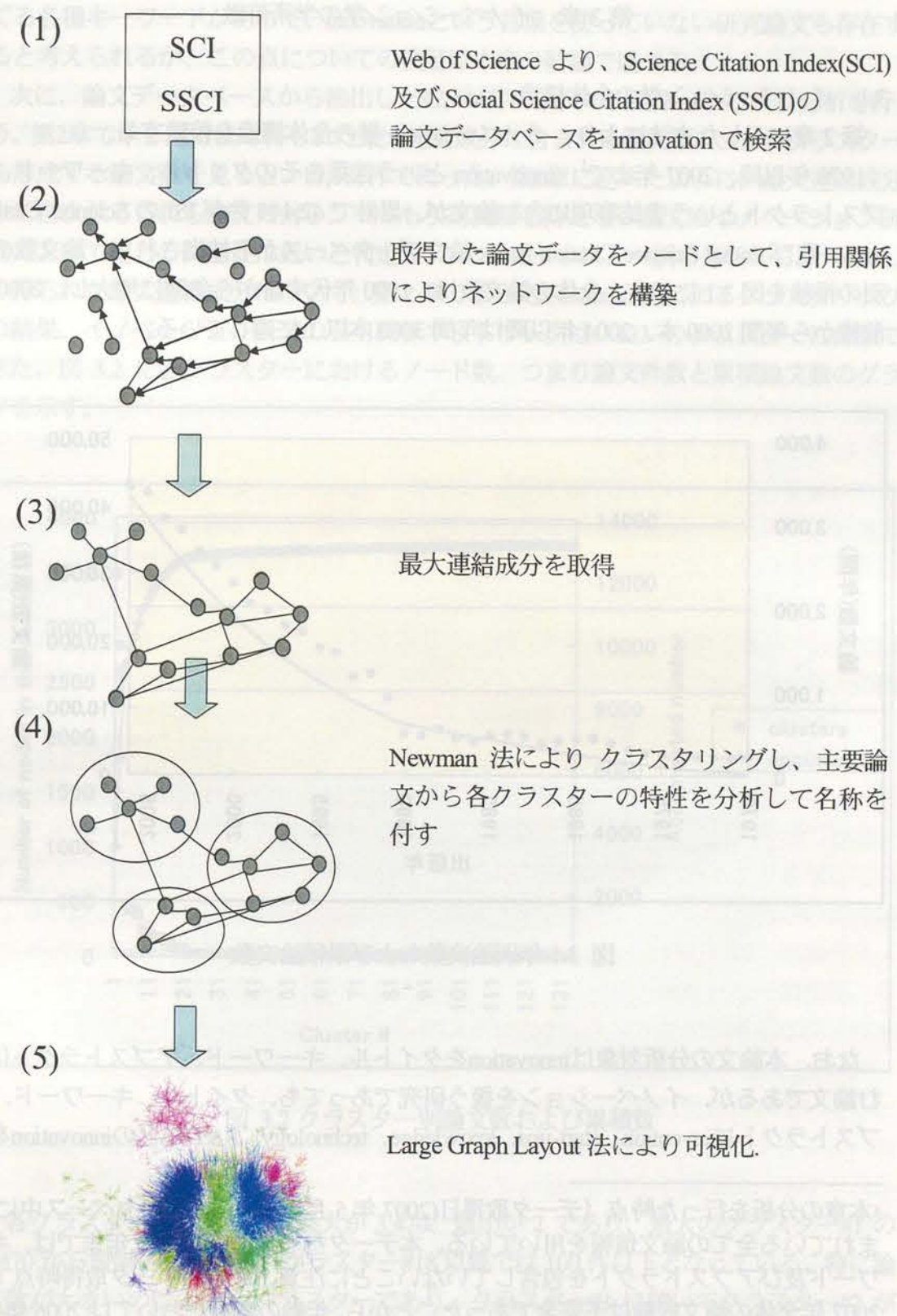


図 2.1 分析手順

第3章 イノベーション学の学術俯瞰

3.1 イノベーション学の全体構造

第2章に示した方法により、イノベーション学の全体構造を俯瞰する。

1970年以降、2007年まで¹、innovationという言葉とそのタイトル、キーワード、アブストラクトという書誌事項に含む論文が、累計で42,444件がISIのScience Citation Index及びSocial Science Citation Index論文データベースから抽出された。論文数の年別の推移を図3.1に示す。全体の論文数は、1990年代中庸から急激に増大し、2000年前後から年間2000本、2004年以降は年間3000本以上に達している。

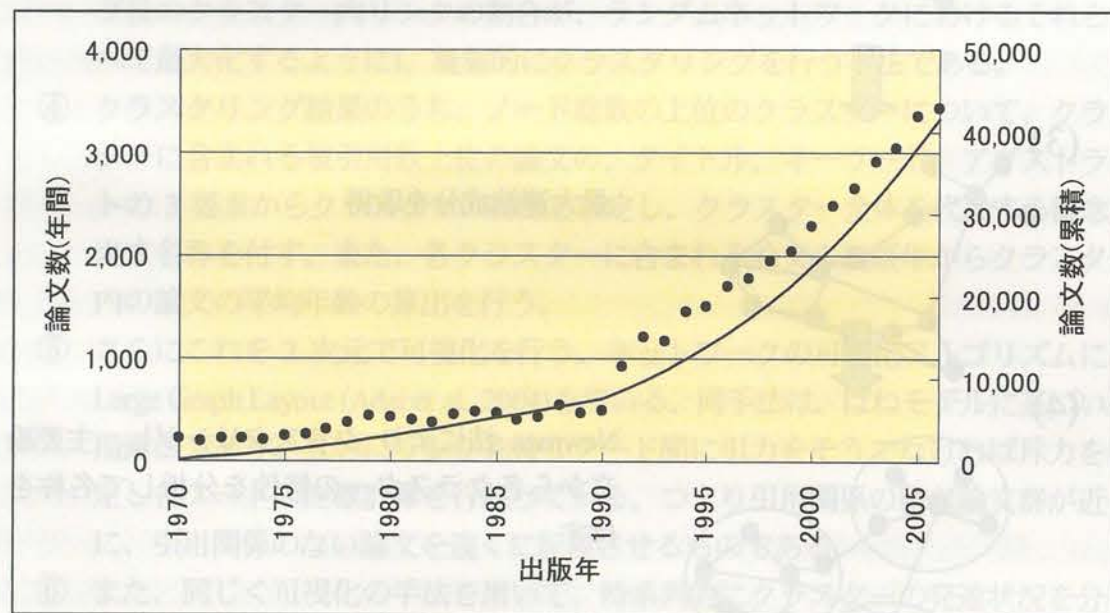


図 3.1 年別論文数および累積論文数

なお、本論文の分析対象はinnovationをタイトル、キーワード、アブストラクトに含む論文であるが、イノベーションを扱う研究であっても、タイトル、キーワード、アブストラクトにinvention、start-ups、knowledge、technology、R&Dなどのinnovationをめ

¹本章の分析を行った時点（データ取得日(2007年5月16日)）のデータベース中に含まれている全ての論文情報を用いている。本データベースでは、1989年までは、キーワード及びアブストラクトを包含していないことに注意。なお、データ取得時点では2007年全体の論文収録は不完全であったことから、年齢の考察においては2006年を0歳とした。また、初稿時以降にデータベースに登録された論文については本論文の引用ネットワーク分析の対象には含めていない。

ぐる各種キーワードがあって、innovationという言葉を使っていない研究論文も存在すると考えられるが、この点についての検証は本章の結論で述べる。

次に、論文データベースから抽出した42,444件の論文の引用ネットワーク分析を行う。第2章で示した方法で得られた最大連結成分に含まれる論文数、つまりクラスターを形成する論文数を見ると、13,181件であった。第2章に述べたように、最大連結成分に含まれるこれら論文に対し、一つも引用関係を持たない論文はイノベーション研究において他との関連性は低いと判定し、この後のクラスター別の分析から除外した。

得られた最大連結成分について、第2章で示したNewman法によるクラスタリングの結果、イノベーション研究の引用関係ネットワークは、133のクラスターに分類できた。図3.2に各クラスターにおけるノード数、つまり論文数と累積論文数のグラフを示す。

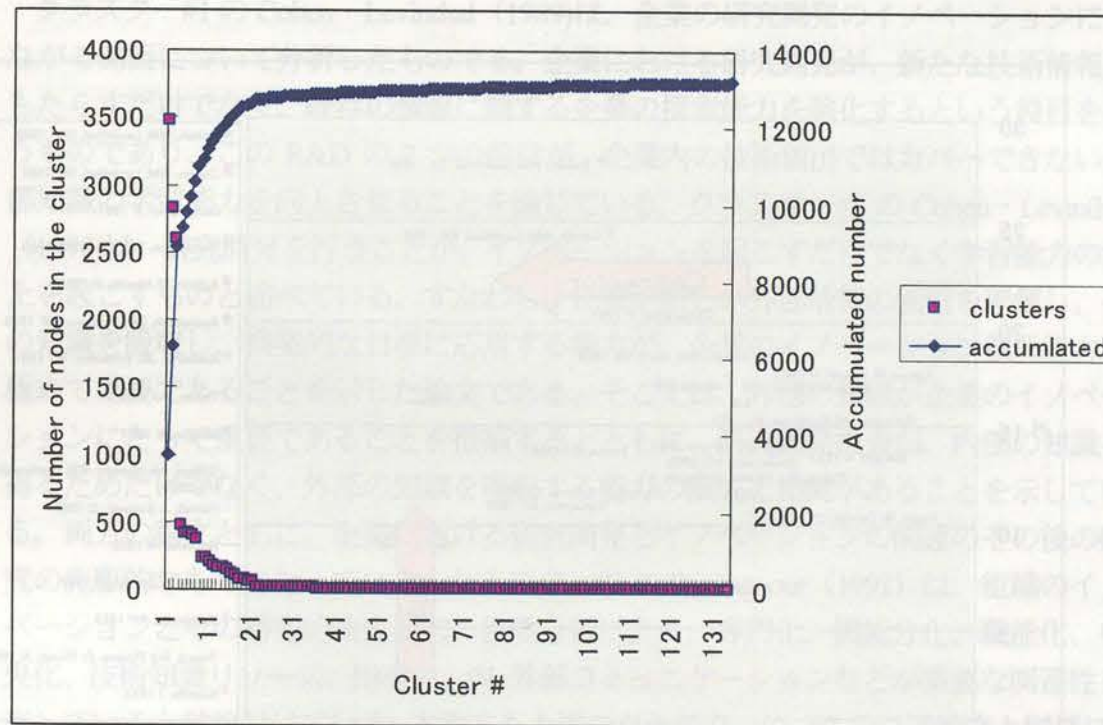


図 3.2 クラスター別論文数および累積数

各クラスターの論文数は最大が3,470、最小が2であり、最大のクラスター#1の3,470から段階的に減少し、クラスター#18以降では100件以下となっている。特に論文数が多いのは上位3クラスターであり、クラスター#1に続いてクラスター#2が2,825論文、クラスター#3が2,600論文と、クラスター#4(470論文)以下を大きく引き離している。また、クラスター#1から#18まででクラスターを形成する論文の95%

(12,496 論文) を占めている。従って、分析上、特にサイズの大きい上位 3 クラスターを重視する必要があり、また、上位 18 個のクラスターを分析すれば、イノベーション研究の領域を俯瞰する上で充分であると考えられる。

次に、各クラスターに含まれる論文の平均出版年を調べる。2006 年を 0 歳とする年齢を求めると、133 クラスター全体の平均年齢は 6.49 となり、全体の 42,444 論文の平均 9.30 とは大きく異なっている。これは、最大連結成分を構成する論文は、それ以外の論文に比べて最近著されたものが多いことを示す。イノベーション研究が近年全体として活発化していることがこれを見てわかるが、詳細な時系列分析は後述する。

さらに、引用数の多い論文のうち、各クラスター内での存在感が高いもの (Hub、z 値) とクラスター間をつないで (媒介して) いるもの (Connector、P 値の指標を示したものを図 3.3 に示す。

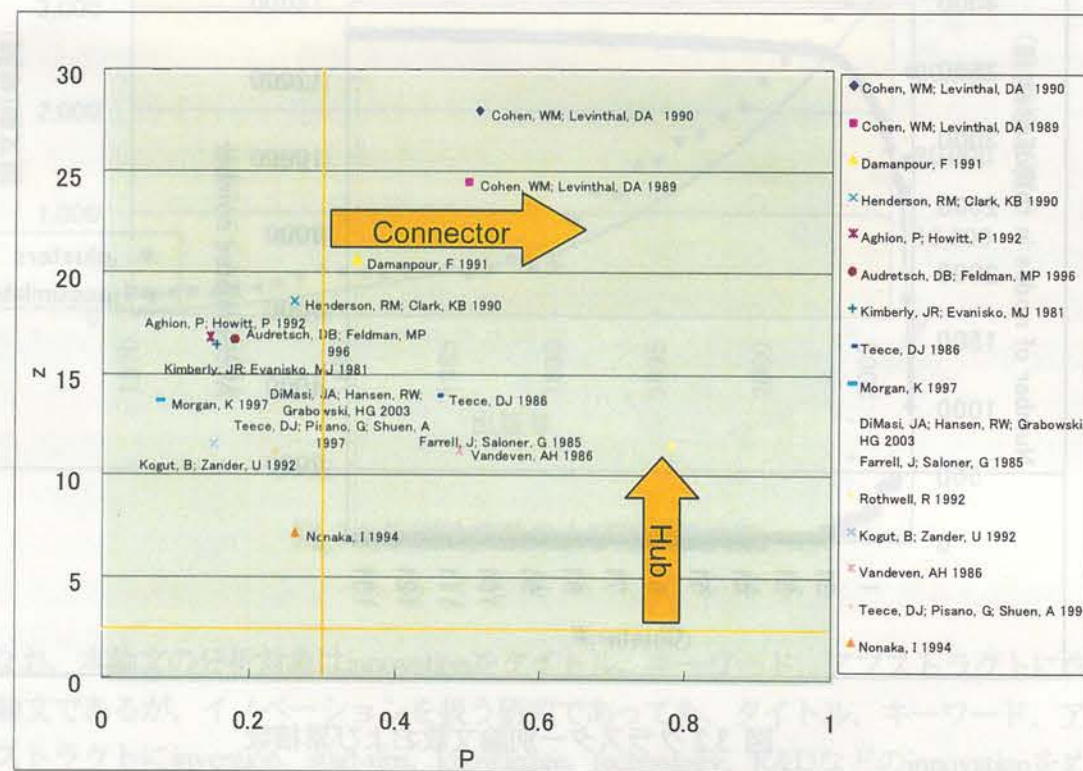


図 3.3 イノベーション論文クラスターのクラスター内 z-P 分析

この手法は、Guimera ほか(2005)が提案したもので、「クラスター内次数係数 (within-module degree: z-Score)」と「モジュール間分散度(participation coefficient: P)」という二つの変数で表現されるマトリックスを用いて、主要なノードをプロットする。

これを z-P 分析と呼んでいる。z-P 分析の詳細は Appendix1 に示す。マトリックス上、z が大きいものが「Hub」であり、当該ノードが、自身が含まれるクラスター内でのどの程度よく結合しているのか、つまり同一モジュール内での存在感が大きいことを示す。P が大きいものが「Connector」であり、当該ノードが持つリンクが複数のクラスターにどの程度分散しているか、つまり、異なったモジュール間を繋いでいるかどうかを示している。z 値、P 値を用いることで我々は、「中核な位置を占めること」を、モジュール内での局所的な存在感である「Hub」機能と、ネットワーク中全体での媒介機能である「Connector」機能に分解して考えることが出来る。

図 3.3 を見ると、Cohen・Levinthal (1989)、Cohen・Levinthal (1990)、Damanpour (1991) がクラスター内存在感及び各クラスター媒介機能が強く示されている。これらは、それぞれクラスター#1、#2、#3 においてクラスター内で最も引用されている論文でもある。

クラスター#1 の Cohen・Levinthal (1989)は、企業の研究開発のイノベーションにつながる側面について分析したものである。企業における研究開発が、新たな技術情報をもたらすだけでなく、既存の情報に関する企業の探索能力を強化するという役目を担うものであり、この R&D の 2 つの役目が、企業内の技術創出ではカバーできない外部知識の学習能力を向上させることを論じている。クラスター#2 の Cohen・Levinthal (1990)は、研究開発を行うことが、イノベーションを起こすだけでなく学習能力の向上を起こすものと述べている。すなわち、企業が新しい外部情報の価値を理解し、その知識を吸収し、商業的な目標に応用する能力が、企業のイノベーション創成能力に極めて重要であることを示した論文である。そこでは、外部の知識が企業のイノベーションにとって重要であることを指摘するとともに、研究開発投資が、内部の知識を得るためだけでなく、外部の知識を吸収する能力の醸成と相関があることを示している。両方の論文ともに、企業における研究開発とイノベーションの関連のその後の研究の先駆的なものになっている。クラスター#3 の Damanpour (1991) は、組織のイノベーションとその潜在的決定要因の俯瞰分析により、専門化、機能分化、職能化、中央化、技術知識リソース、指導力、内・外部コミュニケーションなどが重要な関連性を有していると結論付けている。本論文も上述のクラスター#1、#2 のコア論文と同様に、イノベーション研究が急速に増大しはじめる 1990 年代の初頭に発表されていることと合わせて考えれば、それぞれの論文が示す内容から発展した研究が、クラスター#1 から#3 を形成する核となっていったことを示している。これら 3 論文は、1990 年代から現在までのイノベーション学のコア論文とも言え、これらが、イノベーション研究が急激に増大した 1990 年代初頭及びその前夜に発表されていることと合わせて考えれば、それぞれの論文が示す内容から発展した研究が、#1 から#3 のクラスターを形成する核となっていったことを示している。

3.2 上位 18 クラスターの分類と特徴

以下、各クラスターにおいて、どのような研究領域を扱った論文群が強い引用関係で結ばれているのかを検討する。表 3.1 は、以下に述べる分析に基づき、上位の 18 クラスターの特徴を示したものである。2006 年を 0 歳とする年齢を求めると、上位 18 クラスターの平均年齢は 6.45 (平均出版年 1999.55、以下同様。) となっており、133 クラスター全体の平均年齢 6.49 とほぼ同様となった。平均年齢から見ても、上位 18 クラスターの分析を代表させることは、問題がないことがわかる。

表 3.1 主要 18 クラスターの特徴

No.	Cluster Name	#Node	Average Year	Age	Key Topics
1	Innovation Fundamentals	3470	2,000.34	5.66	regional, patent, geography, public, science
2	Technological Innovation	2825	2,001.08	4.92	technology, industry, knowledge, development, management
3	Innovation Management	2600	1,997.86	8.14	organizational, adoption, individual, structure
4	Diffusion of Innovation	470	1,998.66	7.34	innovation diffusion process, marketing, service
5	Innovation Process	413	1,997.97	8.03	technology, industry, construction
6	Healthcare	407	1,996.63	9.37	health, education, medical
7	Environment	405	1,999.01	6.99	environment, pollution, sustainable
8	Biology	368	2,001.66	4.34	gene, genome. Zoology
9	Adoption of Innovation	229	1,996.69	9.31	adoption, diffusion, agriculture, rural
10	Time-series analysis	228	1,999.18	6.82	time-series analysis
11	Drug	193	2,003.02	2.98	drug, pharmaceutical
12	Psychology	164	1,995.93	10.07	adaption-innovation, Kirton
13	Performance and Value	156	1,996.77	9.23	strategy, performance, value, investor
14	Finance	151	1,998.80	7.20	financial, market
15	State Policy	138	2,000.10	5.90	American-state, policy
16	Product and Process	110	2,000.35	5.65	product and process, improvement
17	Strategic Innovation	102	2,000.03	5.97	strategy
18	Social Innovation	68	1,999.21	6.79	social, art, music, movement

3.2.1 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤

最大のクラスター (#1、ノード数 3,470) の主要な論文、すなわちクラスター内引用数 (TCc) の大きい論文をリストにしたものを表 3.2 に示す。ここで、TCc は、当該クラスター内 (この表ではクラスター#1) の被引用数、TC_in は最大連結成分中の被引用数で、TC_all は ISI の論文データベース中の全被引用数である。

クラスター#1 の主要論文誌は、Research Policy、Regional Studies、Rand Journal of Economics など、(技術) 経営、イノベーション論を扱っている有数の学会誌であり、特に地域政策研究の主要雑誌である Regional Studies が上位となっているのは注目される。主要キーワードは、regional, patent, geography, public (research), science などとなっている。

表 3.2 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Cohen, WM; Levinthal, DA	Innovation and learning - the 2 faces of R-and-D	ECON J	1989	293	452	532
Aghion, P; Howitt, P	A model of growth through creative destruction	ECONOMETRICA	1992	202	219	441
Audretsch, DB; Feldman, MP	R&D spillovers and the geography of innovation and production	AM EC REV	1996	199	221	257
Morgan, K	The learning region: Institutions, innovation and regional renewal	REG STUD	1997	165	172	229
Farrell, J; Saloner, G	Standardization, compatibility, and innovation	RAND J ECON	1985	146	196	345
Farrell, J; Saloner, G	Installed base and compatibility - innovation, product preannouncements, and predation	AM EC REV	1986	136	184	263
Heller, MA; Eisenberg, RS	Can patents deter innovation? The anticommens in biomedical research	SCIENCE	1998	121	136	265
Acs, ZJ; Audretsch, DB	Innovation in large and small firms - an empirical-analysis	AM EC REV	1988	107	153	180
Coe, DT; Helpman, E	International R-and-D spillovers	EUR ECON REV	1995	91	96	291
Mansfield, E	Academic research and industrial-innovation	RES POLICY	1991	82	101	127

これらから、クラスター#1 はイノベーション創成のための環境基盤と命名する。なお、クラスター#1 については、第 4 章で階層構造に沿って詳細に分析する。

クラスター#1 においてクラスター内で最も引用されている論文 (Cohen・Levinthal, 1989) は他のクラスターからの引用も多く、本イノベーション論のネットワーク全体として大きな引用数となっている (TC_in=452)。同論文は、前述のとおり、企業の研究開発のイノベーションにつながる側面について分析したもので、企業における研究開発が、新たな技術情報をもたらすだけでなく、既存の情報に関する企業の探索能力を

強化するものであり、この R&D の 2 つの役目が、企業内の技術創出ではカバーできない外部知識の学習能力を向上させるかを論じ、後述の論文(Cohen・Levinthal, 1990)とともに、その後の企業における研究開発とイノベーションの関連研究の先駆的なものになっている。

この論文をはじめとして、クラスター#1 では、イノベーション創成に関わる環境の基盤となる論点、特に技術の流出 (spill over)、イノベーションの地理学的研究、地域政策、公的研究とイノベーションの関係、知財戦略などを議論する論文がクラスターを構成している。また、論文の平均年齢についてみると、5.66 とトップ 18 クラスターの中でも 5 番目に若い年齢になっており、活発な研究領域といえる。

3.2.2 クラスター#2 技術革新 (technological innovation) 昂進の仕組み

2 番目のクラスター#2 (ノード数 2,825) の主要論文をリストにしたものを表 3.3 に示す。主要論文誌は、クラスター#1 と同様に Research Policy が最も多いが、Strategic Management Journal、International Journal of Technology Management、Management Science、Organization Science、R&D Management、The Academy of Management Journal、Administrative Science Quarterly、IEEE Transactions on Engineering Management などの技術経営、経営戦略を扱った経営論文誌が上位にある。主要なキーワードは、technology, industry, knowledge, development, などである。

表 3.3 クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCe	TC_in	TC_all
Cohen, WM; Levinthal, DA	Absorptive-capacity - a new perspective on learning and innovation	ADM SCI Q	1990	734	1100	1309
Henderson, RM; Clark, KB	Architectural innovation - the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms	ADM SCI Q	1990	490	570	596
Teece, DJ	Profiting from technological innovation - implications for integration, collaboration, licensing and public-policy	RES POLICY	1986	371	521	634
Kogut, B; Zander, U	Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology	ORGAN SCI	1992	306	333	600
Teece, DJ; Pisano, G; Shuen, A	Dynamic capabilities and strategic management	STRATEG MANAGE J	1997	287	331	676
Leonardbarton, D	Core capabilities and core rigidities - a paradox in managing new product development	STRATEG MANAGE J	1992	228	271	405
Powell, WW; Koput, KW; Smithdoerr, L	Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology	ADM SCI Q	1996	209	261	406
Nonaka, I	A dynamic theory of organizational knowledge creation	ORGAN SCI	1994	198	232	571
Eisenhardt, KM; Tabrizi, BN	Accelerating adaptive processes - product innovation in the global computer industry	ADM SCI Q	1995	181	207	251
Grant, RM	Toward a knowledge-based theory of the firm	STRATEG MANAGE J	1996	165	180	361

これらから、クラスター#2 は技術革新昂進の仕組みと命名する。クラスター#2 についても、階層構造に基づき、第 5 章において詳細に分析する。

Nonaka (1994)の知識創造企業に関して述べた論文がこのクラスターの主要論文の一つであるが、クラスター#2 においてクラスター内で最も引用されている論文 (Cohen・Levinthal, 1990) は、他のクラスターに含まれるものも含めたネットワーク全体へ引用数が本論文で扱う 4 万余の論文中、最も上位 (TC_in=1100) にある。これは、本論文が、イノベーション研究が急激に増大した 90 年代初頭のイノベーション学全体のハブ論文であることを示している。前述のとおり、本論文はクラスター#1 の同著者の論文と同様に、研究開発を行うことが、イノベーションを起こすだけでなく学習能力の向上を起こすものであって、企業が新しい外部情報の価値を理解し、その知識を吸収し、商業的な目標に応用する企業の能力が、企業のイノベーション創成能力に極めて重要であることを示した論文である。そこでは、外部の知識が企業のイノベーションにとって重要であることを指摘するとともに、研究開発投資が、内部の知識を得るためだけでなく、外部の知識を吸収する能力の醸成と相関があることを示している。しかしながら吸収の能力が無形のものだけに、その獲得への判断が容易でないことも指摘しており、これが、技術革新昂進の仕組みとして重要な論文として位置づけられている所以であろう。

このクラスターでは、知識マネジメント、技術と産業、技術開発戦略などの研究論文が含まれている。このクラスターの特徴のもう一つは、平均年齢が 4.94 と上位 18 クラスター中 3 番目に若いことである。2000 年以降に発表された論文が多いことを意味している。

3.2.3 クラスター#3 イノベーションマネジメント

3 番目のクラスター#3 (ノード数 2,600) の主要論文をリストにしたものを表 3.4 に示す。主要論文誌は、Journal of Product Innovation Management、IEEE Transactions on Engineering Management、R&D Management、Industrial Marketing Management、The Academy of Management Journal などのプロダクトイノベーションやマーケティングを扱った経営系学会誌、技術経営論文誌が上位にある。主要なキーワードは、organizational, adoption, individual, structure などである。

これらから、クラスター#3 はイノベーションマネジメントと命名する。クラスター#3 についても、クラスター#1、#2 と同様、第 6 章で詳細に分析する。

クラスター#3 においてクラスター内で最も引用されている論文 (Damanpour, 1991) は、クラスター全体への引用数も高い (TC_in=354)。同論文は、組織のイノベーションとこれの潜在的決定要因の俯瞰分析により、専門化、機能分化、職能化、中央化、技術知識リソース、指導力、内・外部コミュニケーションなどが重要な関連性を有していると結論付けている。本論文も上述のクラスター#1、#2 のコア論文と同様に、イノ

ベーション研究が急速に増大しはじめる 90 年代の初頭に発表されていることと合わせて考えれば、それぞれの論文が示す内容から発展した研究が、クラスター#1 から#3 を形成する核となっていたことを示している。

このクラスターの特徴のひとつは、平均年齢が 8.14 と上位 18 クラスター中 5 番目に古いことで、クラスター全体の平均年齢 6.49 を上回っている。クラスター#3 の主要論文はクラスター#1、#2 と比較して 70 年代の古い論文が多く見られ、クラスター被引用数上位 10 件のうち上記 Damanpour 論文以外は 80 年代以前の論文である。

クラスター#3 では、組織の中のイノベーション創成のメカニズム、組織と個の関係、市場、リーダーシップ、コミュニケーションなど、イノベーション創成のためのマネジメントに関する研究が行われている。こうした研究は比較的歴史があるということがわかる。

表 3.4 クラスター#3 イノベーションマネジメントの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Damanpour, F	Organizational innovation - a metaanalysis of effects of determinants and moderators	ACAD MANAGE J	1991	276	354	356
Kimberly, JR; Evanisko, MJ	Organizational innovation - the influence of individual, organizational, and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations	ACAD MANAGE J	1981	235	256	286
Vandeven, AH	Central problems in the management of innovation	MANAGE SCI	1986	166	254	289
Downs, GW; Mohr, LB	Conceptual issues in study of innovation	ADM SCI Q	1976	159	189	230
Tornatzky, LG; Klein, KJ	Innovation characteristics and innovation adoption-implementation - a meta-analysis of findings	IEEE T ENG MANAGE	1982	155	182	223
Dewar, RD; Dutton, JE	The adoption of radical and incremental innovations - an empirical-analysis	MANAGE SCI	1986	114	188	190
Ettlie, JE; Bridges, WP; Okeefe, RD	Organization strategy and structural differences for radical versus incremental innovation	MANAGE SCI	1984	109	178	195
Aiken, M; Hage, J	Organic organization and innovation	SOCIOLOGY	1971	107	116	148
Daft, RL	Dual-core model of organizational innovation	ACAD MANAGE J	1978	106	119	133
Hage, J; Dewar, R	Elite values versus organizational structure in predicting innovation	ADM SCI Q	1973	101	109	195

3.2.4 クラスター#4 イノベーションの普及

クラスター#4 の主要論文をリストにしたものを表 3.5 に示す。主要論文誌は、Technological Forecasting and Social Change という技術予測と社会構造変化を中心に扱った雑誌や、Research Policy、International Journal of Technology Management などのイノベーションと社会やマーケットの関係を扱った経営系学会誌が上位にある。主要なキーワードは、innovation diffusion process、marketing、service などである。

これらから、クラスター#4 (論文数 470 件) は横断的テーマであるイノベーションの普及を扱った論文群であるとわかった。

そこでは、技術的に創成されたイノベーションによって得られた製品がどのようなプロセスを通じマーケットまたは消費者に展開し、結果的にイノベーションが普及していくのかについて横断的議論が行われている。サービス分野におけるイノベーションについて議論が行われていることも特徴的である。平均年齢は 7.34 で、18 クラスター中 14 番目である。80 年代後半から 90 年代をピークにして論文数の顕著な増加はなく、90 年代後半に至っても 20 件から 30 件程度となっている。

表 3.5 クラスター#4 イノベーションの普及の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Mahajan, V; Peterson, RA	Innovation diffusion in a dynamic potential adopter population	MANAGE SCI	1978	30	32	48
Barras, R	Towards a theory of innovation in services	RES POLICY	1986	29	43	43
Mahajan, V; Muller, E	Innovation diffusion and new product growth-models in marketing	J MARK	1979	28	33	89
Chatterjee, R; Eliashberg, J	The innovation diffusion process in a heterogeneous population - a micromodeling approach	MANAGE SCI	1990	23	38	48
Barras, R	Interactive innovation in financial and business services - the vanguard of the service revolution	RES POLICY	1990	23	38	39
Bass, FM; Krishnan, TV; Jain, DC	Why the bass model fits without decision variables	MARK SCI	1994	22	23	49
Gallouj, F; Weinstein, O	Innovation in services	RES POLICY	1997	19	34	24
Parker, PM	Aggregate diffusion forecasting models in marketing - a critical-review	INT J FORECAST	1994	15	16	24
Ganesh, J; Kumar, V; Subramaniam, V	Learning effect in multinational diffusion of consumer durables: an exploratory investigation	J ACAD MARK SCI	1997	14	16	18
Kamakura, WA; Balasubramanian, SK	Long-term forecasting with innovation diffusion-models - the impact of replacement purchases	J FORECAST	1987	13	14	21

3.2.5 クラスタ#5 イノベーション・プロセス

クラスタ#5 (論文数 413 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.6 に示す。主要論文誌は、Research Policy を筆頭に、International Journal of Technology Management、Journal of Construction Engineering and Management などの土木技術などの技術経営を扱った経営系学会誌が上位にある。主要なキーワードは、technology, industry, construction などである。

クラスタ#5 はイノベーション・プロセスという横断的議論を扱ったクラスタである。イノベーション・プロセスのモデルに関する論文がコアになっており、建設分野などの技術や産業におけるイノベーションが如何に進展していくかの研究の論文を含む。Kline (1985) のそれまでのリニアなイノベーションモデルを否定し、チェーンリンクモデルを提唱した論文がコア論文の一つになっており、また、最もクラスタ内被引用件数が多い論文は Rothwell (1992) の 1990 年代の分析から戦略的統合とネットワークキングという新たなイノベーションプロセスモデルを述べた論文である。

平均年齢は 8.03 で、#3 イノベーションマネジメントと同様、新しい論文が多く含まれておらず、90 年代中庸から 20 件から 30 件程度の論文数で全体への比率は減少傾向で推移している。

表 3.6 クラスタ#5 イノベーション・プロセスの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Rothwell, R	Successful industrial-innovation - critical factors for the 1990s	R D MANAGE	1992	34	110	111
Kline, SJ	Innovation is not a linear process	RES MANAGE	1985	12	23	35
Tatum, CB	Potential mechanisms for construction innovation	J CONSTR ENG M ASCE	1986	12	13	13
Dodgson, M	Learning, trust, and technological collaboration	HUM RELAT	1993	11	26	65
Slaughter, ES	Models of construction innovation	J CONSTR ENG M ASCE	1998	10	11	13
Slaughter, ES	Builders as sources of construction innovation	J CONSTR ENG M ASCE	1993	10	10	9
Vonhippel, E	Appropriability of innovation benefit as a predictor of the source of innovation	RES POLICY	1982	9	26	43
Barlow, J	From craft production to mass customization. Innovation requirements for the UK house building industry	HOUSING STUD	1999	9	10	13
Tatum, CB	Process of innovation in construction firm	J CONSTR ENG M ASCE	1987	9	10	11
Williams, R; Edge, D	The social shaping of technology	RES POLICY	1996	8	15	37

3.2.6 クラスタ#6 ヘルスケア

クラスタ#6 (論文数 407 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.7 に示す。主要論文誌は、Journal of Curriculum Studies という教育系の雑誌を筆頭に、Health Affairs、Health Policy、British Medical Journal などの医療系や教育系の雑誌が多いことが特徴的である。主要なキーワードは、health, education, medical などである。健康、医療とそれに関する教育問題の論文が含まれている。

これらから、クラスタ#6 はヘルスケア・医療に関する論文が集まった学術分野別に形成されたクラスタであるとわかり、ヘルスケアと命名した。

コアになっている論文には、Berwick (2003)、クリステンセンの破壊的イノベーションとヘルスケアに関する論文 (Christensen ほか, 2000) の 2000 年代の論文がコア上位に含まれる。Berwick は、ヘルスケアにおけるエビデンスベースのイノベーションが他所でなかなか普及しないことを捉え、ヘルスケア分野のエグゼクティブたちに、ヘルスケアイノベーションの普及理論を提供している。クリステンセンの論文は、良質で安価なヘルスケアの提供が破壊的イノベーションの結果起こることを論じている。年齢は 9.37 で 18 クラスタ中 2 番目に古い、安定的に論文数が推移している。

表 3.7 クラスタ#6 ヘルスケアの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Berwick, DM	Disseminating innovations in health care	JAMA	2003	21	24	89
Christensen, CM; Bohmer, R; Kenagy, J	Will disruptive innovations cure health care?	HARV BUS REV	2000	16	18	38
Guskey, TR	Teacher efficacy, self-concept, and attitudes toward the implementation of instructional innovation	TEACH TEACH EDUC	1988	15	15	63
Orlandi, MA	The diffusion and adoption of worksite health promotion innovations - an analysis of barriers	PREV MED	1986	14	17	48
Romeo, AA	Rate of imitation of a capital-embodied process innovation	ECONOMICA	1977	13	16	28
Haines, A; Jones, R	Implementing findings of research	BR MED J	1994	10	14	165
House, ER	Technology versus craft - 10 year perspective on innovation	J CURRICULUM STUD	1979	9	9	32
Brink, SG; Basenengquist, KM; Oharatompkins, NM; Parcel, GS; Gottlieb, NH; Lovato, CY	Diffusion of an effective tobacco prevention program .1. evaluation of the dissemination phase	HEALTH EDUC RES	1995	8	8	17
Pincus, J	Incentives for innovation in public schools	REV EDUC RES	1974	8	9	35
Oldenburg, BF; Sallis, JE; Ffrench, ML; Owen, N	Health promotion research and the diffusion and institutionalization of interventions	HEALTH EDUC RES	1999	8	8	41

3.2.7 クラスタ-#7 環境問題

クラスタ-#7 (論文数 405 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.8 に示す。主要論文誌は、Energy Policy というエネルギー・環境系の雑誌を筆頭に、Research Policy、Ecological Economy、Technology Analysis & Strategic Management などの環境、エネルギーを中心とした雑誌が多いことが特徴的である。主要なキーワードは、environment, pollution, sustainable などである。

これらから、クラスタ-#7 は#6 と同じく学術分野別である環境問題のクラスタ-である。環境、公害問題、エネルギー、持続的課題を扱った論文が含まれている。もっともコアの論文 (Mowery・Rosenberg, 1977) は、イノベーション・プロセスにおいて供給サイドと需要サイドの両方の影響の重要性を述べたイノベーションモデルにおける重要な論文であるが、歴史的経験から資源・環境制約の重要性に触れており、これがその後のエネルギー・環境分野に関するイノベーションの議論に発展していったものと考えることができる。

年齢は 6.99 歳と 18 クラスタ-の中では平均以下ではあるが、比較的新しく、環境分野でのイノベーションへの期待が近年徐々に高まってきていたことを示している。

表 3.8 クラスタ-#7 環境問題の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Mowery, D; Rosenberg, N	Influence of market demand upon innovation - critical-review of some recent empirical-studies	RES POLICY	1979	22	61	83
Walley, N; Whitehead, B	Its not easy being green	HARV BUS REV	1994	18	23	113
Grubler, A; Nakicenovic, N; Victor, DG	Dynamics of energy technologies and global change	ENERG POLICY	1999	17	19	42
Lanjouw, JO; Mody, A	Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology	RES POLICY	1996	16	21	17
Popp, D	Induced innovation and energy prices	AM EC REV	2002	13	18	12
Florida, R	Lean and green: The move to environmentally conscious manufacturing	CALIF MANAGE REV	1996	13	15	47
Russo, MV; Fouts, PA	A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability	ACAD MANAGE J	1997	12	22	118
JAFFE, AB; Stavins, RN	The energy paradox and the diffusion of conservation technology	RESOUR ENERGY ECON	1994	11	13	30
Loschel, A	Technological change in economic models of environmental policy: a survey	ECOL ECON	2002	9	12	11
Parry, IWH	Optimal pollution taxes and endogenous technological-progress	RESOUR ENERGY ECON	1995	9	9	13

3.2.8 クラスタ-#8 生物学

クラスタ-#8 (論文数 368 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.9 に示す。主要雑誌としては、Proceedings of the National Academy of Sciences をはじめとして、Paleobiology, Evolution といった古生物学や進化を扱った論文誌や、動物学誌、Science、Nature も並んでいる。gene、genome、revolution、zoology (遺伝子、ゲノム、進化、動物学) などが主要なキーワードで、最近の生物学分野において活発にイノベーションに関する議論が行われていることがわかる。

クラスタ-#8 は生物学に関するクラスタ-と命名する。年齢は 18 クラスタ-中 2 番目に若い 4.34 である。コアの中でもっとも古い論文 (Liem, 1973) で生物の形態学的「変化」という意味でイノベーションという言葉を用いているように、イノベーションという用語は、もともと生物学上では新規形質の獲得という進化の不連続性を示す用語として使われてきた。最近の分子生物学の進展により、イノベーションという言葉が頻繁に使われ出したものと思われ、特異なクラスタ-である。

表 3.9 クラスタ-#8 生物学の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Liem, KF	Evolutionary strategies and morphological innovations - cichlid pharyngeal jaws	SYST ZOOL	1973	31	31	224
Sanderson, MJ; Donoghue, MJ	Shifts in diversification rate with the origin of angiosperms	SCIENCE	1994	27	27	88
Dehal, P; et al※	The draft genome of <i>Ciona intestinalis</i> : Insights into chordate and vertebrate origins	SCIENCE	2002	17	17	374
Knoll, AH; Carroll, SB	Early animal evolution: Emerging views from comparative biology and geology	SCIENCE	1999	16	16	158
Ochman, H; Lawrence, JG; Groisman, EA	Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation	NATURE	2000	14	14	562
Dodd, ME; Silvertown, J; Chase, MW	Phylogenetic analysis of trait evolution and species diversity variation among angiosperm families	EVOLUTION	1999	11	11	56
Hunter, JP; Jernvall, J	The hypocone as a key innovation in mammalian evolution	PNAS	1995	11	11	49
Wagner, GP	What is the promise of developmental evolution? Part I: Why is developmental biology necessary to explain evolutionary innovations?	J EXP ZOOL	2000	11	11	27
Galis, F; Drucker, EG	Pharyngeal biting mechanics in centrarchid and cichlid fishes: Insights into a key evolutionary innovation	J EVOL BIOL	1996	9	9	30
Davidson, EH; Peterson, KJ; Cameron, RA	Origin of bilaterian body plans - evolution of developmental regulatory mechanisms	SCIENCE	1995	8	8	191

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Dehal, P; et al※	The draft genome of <i>Ciona intestinalis</i> : Insights into chordate and vertebrate origins	SCIENCE	2002	17	17	374

※ Dehal, P, Satou, Y, Campbell, RK, Chapman, J, Degnan, B, De Tomaso, A, Davidson, B, Di Gregorio, A, Gelpke, M, Goodstein, DM, Hara, N, Hastings, KEM, Ho, I, Hotta, K, Huang, W, Kawahana, T, Lemaire, P, Martinez, D, Meitzner, IA, Neeha, S, Nonaka, M, Putnam, N, Rash, S, Saiga, H, Saitake, M, Terry, A, Yamada, L, Wang, H, Awazu, S, Azumi, K, Boore, J, Brazoo, M, Chao-bow, S, DeSantis, R, Doyle, S, Francisco, P, Keys, DN, Haga, S, Hayashi, H, Hino, K, Imai, KS, Inaba, K, Kano, S, Kobayashi, K, Kobayashi, M, Lee, BI, Makabe, RW, Manshar, C, Matsumi, G, Medina, M, Mochizuki, Y, Mount, S, Morishita, T, Miura, S, Nakayama, A, Nishizuka, S, Nomoto, H, Ohta, F, Oishi, K, Rigoutsos, I, Saito, M, Sasaki, A, Sasaki, Y, Shoguchi, E, Shin-i, T, Spapano, A, Stamer, D, Suzuki, MM, Tassy, O, Takatori, N, Takaoka, M, Yagi, K, Yoshizaki, F, Wada, S, Zhang, C, Hyatt, PD, Larimer, F, Detter, C, Doggett, N, Glavin, T, Hawkins, T, Richardson, P, Lucas, S, Kohara, Y, Levine, M, Samb, N, Rokhsar, DS

3.2.9 クラスタ#9 イノベーションの受け入れ (adoption)

クラスタ#9 (論文数 229 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.10 に示す。主要雑誌は、Agricultural Economics を筆頭に、農業を中心に、地域の開発など社会・経済学的テーマを扱った雑誌が多い。adoption, diffusion, agriculture, rural などがキーワードである。農業を中心にアフリカ諸国などの地方開発とイノベーションの関係に関する論文など、イノベーションが地域に受け入れられ、普及していく過程の分析が含まれている。

クラスタ#9 はイノベーションの受け入れと命名する。

コア論文 (Brown, 1975) はイノベーションの普及において、潜在的な受け入れ者への受け入れ可能性をどうマネジメントするか、イノベーションを確立するために受け入れるための機構 (agency) の設立のあり方などが議論されている。年齢は 9.31 と、上位 18 クラスタの中で 3 番目に古く、こうした議論が歴史的に行われていることを示す。近年論文数は伸びておらず、2000 年代は年間 20 件前後で推移している。

表 3.10 クラスタ#9 イノベーションの受け入れ (adoption) の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCe	TC_in	TC_all
Brown, LA	Market and infrastructure context of adoption - spatial perspective on diffusion of innovation	ECON GEOGR	1975	15	20	48
Guerin, LJ; Guerin, TF	Constraints to the adoption of innovations in agricultural-research and environmental-management - a review	AUST J EXP AGR	1994	11	11	24
Pedersen, PO	Innovation diffusion within and between national urban systems	GEOGR ANAL	1970	10	13	61
Yapa, LS; Mayfield, RC	Non-adoption of innovations - evidence from discriminant-analysis	ECON GEOGR	1978	9	9	26
Ghadim, AKA; Pannell, DJ	A conceptual framework of adoption of an agricultural innovation	AGR ECON	1999	8	8	11
Ruttan, VW	What happened to technology adoption diffusion research?	SOCIOL RURAL	1996	8	8	15
Thompson, WR	Long waves, technological innovation, and relative decline	INT ORGAN	1990	8	10	18
Pender, JL	Population growth, agricultural intensification, induced innovation and natural resource sustainability: An application of neoclassical growth theory	AGR ECON	1998	7	7	13
Garst, RD	Innovation diffusion among gusii of kenya	ECON GEOGR	1974	7	8	17
Taylor, DL; Miller, WL	Adoption process and environmental innovations - case-study of a government project	RURAL SOCIOL	1978	7	7	28

3.2.10 クラスタ#10 時系列分析

クラスタ#10 (論文数 228 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.11 に示す。主要雑誌は Journal of Time Series Analysis、Journal of Econometrics など、計量経済学分野の雑誌が多い。キーワードは autoregressive moving average models (自己回帰移動平均モデル; ARMA)、autoregressive integrated moving average models (自己回帰和分移動平均モデル; ARIMA) など、時系列分析を扱った論文が多く入っている。

クラスタ#10 は時系列分析に関する論文のクラスタである。平均年齢は 9.31 と古い。主要論文は、Kokoszka・Taqqu (1995) など、時系列分析を扱ったものであり、これらの分野において innovation は時系列分析の上で一定の状態を表す数学用語である。このため、主要クラスタで扱っているイノベーションとは異なる意味で使っているものと理解される。

表 3.11 クラスタ#10 時系列分析の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCe	TC_in	TC_all
Bernanke, BS; Blinder, AS	The federal-funds rate and the channels of monetary transmission	AM EC REV	1992	28	28	315
Kokoszka, PS; Taqqu, MS	Fractional ARIMA with stable innovations	STOCH PROC APPL	1995	17	17	29
Davis, Ra; Knight, K; Liu, J	M-estimation for autoregressions with infinite variance	STOCH PROC APPL	1992	10	10	41
Davis, RA; McCormick, WP	Estimation for 1st-order autoregressive processes with positive or bounded innovations	STOCH PROC APPL	1989	10	10	16
Hallin, M; Puri, MI	Aligned rank-tests for linear-models with autocorrelated error terms	J MULTIVARIATE ANAL	1994	9	9	24
Kailath, T	Some extensions of innovations theorem	BELL SYST TECH J	1971	8	8	15
Feigin, PD; Resnick, SI	Limit distributions for linear-programming time-series estimators	STOCH PROC APPL	1994	8	8	10
Beaudry, P; Koop, G	Do recessions permanently change output	J MONETARY ECON	1993	7	8	81
Gordon, DB; Leeper, EM	The dynamic impacts of monetary-policy - an exercise in tentative identification	J POLIT ECON	1994	7	7	61
Drost, FC; Nijman, TE	Temporal aggregation of garch processes	J ECONOM	1997	7	7	18

3.2.11 クラスタ#11 医薬品

クラスタ#11 (論文数 193 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.12 に示す。主要論文誌には、Nature Reviews、Drug Discovery Today をはじめとする医薬品関係の論文誌や、Health Economics などの医療・健康分野の経済誌が含まれる。このクラスタは、Nature や Science など、自然科学分野の雑誌が散見され、医薬品分野でのイノベーションにかかる議論が急激に進みつつあることを示す。ここでは、医薬品におけるイノベーションの役割に関する論文を含んでいる。

クラスタ#11 は医薬品と命名する。

表 3.12 クラスタ#11 医薬品の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
DiMasi, JA; et al ※	The price of innovation: new estimates of drug development costs	J HEALTH ECON	2003	57	67	174
Drews, J	Drug discovery: A historical perspective	SCIENCE	2000	14	17	417
Horrobin, DF	Innovation in the pharmaceutical industry	J ROY SOC MED	2000	9	10	30
Scherer, FM; Harhoff, D; Kukies, J	Uncertainty and the size distribution of rewards from innovation	J EVOL ECON	2000	7	14	18
Bottazzi, G; et al ※※	Innovation and corporate growth in the evolution of the drug industry	INT J IND ORGAN	2001	7	11	13
Horrobin, DF	The philosophical basis of peer-review and the suppression of innovation	JAMA	1990	7	9	104
Drews, J	Innovation deficit revisited: reflections on the productivity of pharmaceutical R&D	DRUG DISCOV TODAY	1998	7	7	13
Resnik, DB	DNA patents and scientific discovery and innovation: Assessing benefits and risks	SCI ENG ETHICS	2001	7	7	9
DiMasi, JA	New drug innovation and pharmaceutical industry structure: Trends in the output of pharmaceutical firms	DRUG INF J	2000	6	9	11
Grabowski, H; Vernon, J	The determinants of pharmaceutical research and development expenditures	J EVOL ECON	2000	6	7	7

※DiMasi, JA; Hansen, RW; Grabowski, HG
 ※※Bottazzi, G; Dosi, G; Lippi, M; Pammolli, F; Riccaboni, M

本クラスタは 18 クラスタ中最も若い 2.98 歳となっており、クラスタの規模は論文数では 193 件と大きくないものの、ここ数年、多くの研究が行われ、2001 年以降に限っても 150 件以上の論文 (2001 年 12 論文、以降 9,14,20,31 と増加し、2005 年には 42 論文) がこのクラスタに加わっている。また、論文データベースが 1970 年からのものであるのに関わらず、このクラスタは最古の論文が 1990 年というのも特徴的である。最近のバイオテクノロジーの進展が、創薬のイノベーションに深く関与していることを分析した研究が活発化している。コアの論文では、DiMasi・Hansen・Grabowski, (2003) は新薬開発の費用の推移を調査し、年率 7.4 % の大幅に増加をしていることを明らかにし、これを「イノベーションのコスト」とした。Drew(2000) が Science に発表した論文では、分子生物学、ゲノム科学の進展が創薬に深い影響を与え、バイオインフォマティクスの進化が遺伝病の治療につながっていることを述べて、バ

イオ産業がアカデミアと密接な連携をとっているイノベーションの状況を歴史的に説明している。したがって、このクラスタでは、クラスタ#10 生物学の場合 (新規形質の獲得) と異なり、イノベーションの用語が主要クラスタと同様の意味で使われていることがわかっている。

3.2.12 クラスタ#12 心理学

クラスタ#12 (論文数 164 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.13 に示す。主要論文誌は、Psychological Reports など心理学を扱った論文誌が多い。

クラスタ#12 は心理学に関するクラスタである。

年齢が 10.07 と 18 クラスタ中、最も古くなっている。Kirton らの Adaption-Innovation 理論 (例えば、Kirton, MJ;ほか 1982) が中心となっている。Adaption-Innovation 理論は、心理学上で用いられている理論であり、グループ内における協調を増大させ、摩擦を減少させるための問題解決と創造性のための心理学モデルである。ここではイノベーションは、適応性 (adaption) と対比する新規性という概念で使われている。クラスタ#10 生物学と並んで、イノベーションという用語を特殊な意味で用いている、ということが出来る。

表 3.13 クラスタ#12 心理学の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Goldsmith, RE	Personality-characteristics associated with adaption-innovation	J PSYCHOL	1984	33	36	50
Goldsmith, RE	The factorial composition of the Kirton adaption-innovation inventory	EDUC PSYCHOL MEAS	1985	28	28	31
Kirton, MJ; Deciantis, SM	Cognitive-style and personality - the Kirton adaption innovation and cattell 16 personality factor inventories	PERS INDIV DIFFER	1986	23	25	34
Kirton, MJ; Pender, S	The adaption-innovation continuum, occupational type, and course selection	PSYCHOL REP	1982	21	23	34
Ostlund, LE	Perceived innovation attributes as predictors of innovativeness	J CONSUM RES	1974	21	36	64
Mulligan, G; Martin, W	Adaptors, innovators and the Kirton adaption-innovation inventory	PSYCHOL REP	1980	20	21	23
Hammond, SM	Some pitfalls in the use of factor scores - the case of the Kirton adaption innovation inventory	PERS INDIV DIFFER	1986	18	18	20
Taylor, WGK	The Kirton adaption - innovation inventory - a re-examination of the factor structure	J ORGAN BEHAV	1989	13	15	18
Foxall, GR; Hackett, PMW	The factor structure and construct validity of the Kirton adaption-innovation inventory	PERS INDIV DIFFER	1992	12	14	14
Clapp, RG	Stability of cognitive-style in adults and some implications, a longitudinal-study of the Kirton adaption-innovation inventory	PSYCHOL REP	1993	12	14	14

3.2.13 クラスタ#13 パフォーマンスと価値 (value)

クラスタ#13 (論文数 156 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.14 に示す。主要論文誌は International Journal of Technology Management、Research Policy、Strategic Management Journal などのイノベーションにかかる雑誌が多く、主要キーワードは strategy、performance、value、investor などである。

クラスタ#13 は横断的なクラスタであり、パフォーマンスと価値と命名する。これは、イノベーションにかかるパフォーマンスとその価値を議論した論文が集まっている横断的なクラスタであり、イノベーションのパフォーマンスが如何に価値につながるかの議論が行われている。年齢は 9.23 と比較的早く、1970 年代からの論文が含まれている。

表 3.14 クラスタ#13 パフォーマンスと価値の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Kochhar, R; David, P	Institutional investors and firm innovation: A test of competing hypotheses	STRATEG MANAGE J	1996	13	16	32
Chaney, PK; Devinney, TM; Winer, RS	The impact of new product introductions on the market value of firms	J BUS	1991	9	22	70
Grupp, H	The measurement of technical performance of innovations by technometrics and its impact on established technology indicators	RES POLICY	1994	8	12	21
Christensen, JF	Asset profiles for technological innovation	RES POLICY	1995	7	20	19
Hoskisson, RE; Hitt, MA; Johnson, RA; Grossman, W	Conflicting voices: The effects of institutional ownership heterogeneity and internal governance on corporate innovation strategies	ACAD MANAGE J	2002	7	8	11
Rogers, DMA	The challenge of fifth generation R&D	RES TECHNOL MANAGE	1996	6	11	18
Kelm, KM; Narayanan, VK; Pinches, GE	Shareholder value creation during research-and-development innovation and commercialization stages	ACAD MANAGE J	1995	6	11	15
Mansfield, E	Industrial-innovation in japan and the united-states	SCIENCE	1988	6	8	13
Grupp, H	Technology at the beginning of the 21st-century	TECHNOL ANAL STRATEG	1994	5	6	12
David, P; Hitt, MA; Gimeno, J	The influence of activism by institutional investors on R&D	ACAD MANAGE J	2001	5	5	11

3.2.14 クラスタ#14 金融

クラスタ#14 (論文数 151 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.15 に示す。主要論文誌は Review of Financial Studies 等の金融を扱う経済学誌が多く、金融、先物市場、課税システム、デリバティブなどをキーワードとする論文が含まれる。

クラスタ#14 は金融の分野別クラスタである。financial innovation という用語は日本でも金融革新と訳され、すでに 1980 年代には使われていたが、企業や個人の取引ニーズの変化や金利選好への対応を目的に、新たな金融商品や取引手段が提供されることを指している。イノベーションがそのもともとの意味である「新規なもの」として使われている例である。

平均年齢が 7.20 と、18 クラスタ中では古いほうに入り、金融の世界ではこの用語が比較的早くから使われていることを示す。

表 3.15 クラスタ#14 金融の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Allen, F; Gale, D	Arbitrage, short sales, and financial innovation	ECONOMETRICA	1991	19	19	27
Kortum, S; Lerner, J	Assessing the contribution of venture capital to innovation	RAND J ECON	2000	14	28	32
King, RG; Levine, R	Finance, entrepreneurship, and growth - theory and evidence	J MONETARY ECON	1993	13	15	178
Cuny, CJ	The role of liquidity in futures market innovations	REV FINANC STUD	1993	11	11	21
Kleinbard, ED	Equity derivative products - financial innovations newest challenge to the tax-system	TEX LAW REV	1991	10	10	23
Hu, HTC	New financial products, the modern process of financial innovation, and the puzzle of shareholder welfare	TEX LAW REV	1991	9	9	22
Russo, TA; Vinciguerra, M	Financial innovation and uncertain regulation - selected issues regarding new product development	TEX LAW REV	1991	9	9	13
Gale, D	Standard securities	REV ECON STUD	1992	8	8	15
Persons, JC; Warther, VA	Boom and bust patterns in the adoption of financial innovations	REV FINANC STUD	1997	7	7	11
Taylor, CR	Digging for golden carrots - an analysis of research tournaments	AM EC REV	1995	6	7	18

3.2.15 クラスタ#15 米国各州の政策

クラスタ#15 (論文数 138 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.16 に示す。論文誌は Public Administration、Policy Studies Journal、Political Research Quarterly といった政策を扱った論文誌がほとんどである。キーワードは米国、州、政策などである。

クラスタ#15 は米国各州の政策を扱っている分野別クラスタである。米国各州の政策といっても、クラスタ#1 に見られるようなイノベーションに関する地域政策の研究ではなく、米国各州の政策を中心とした政策に関するイノベーションの普及について説く研究が中心である。年齢が 5.90 と、古くからの論文は含まれておらず、近年になってイノベーションの理論が州政府レベルに適用され始めていることを示している。

表 3.16 クラスタ#15 米国各州の政策の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Mintrom, M; Vergari, S	Policy networks and innovation diffusion: The case of state education reforms	J POLIT	1998	23	25	27
Glick, HR; Hays, SP	Innovation and reinvention in state policy- making - theory and the evolution of living will laws	J POLIT	1991	22	25	24
Savage, RL	Diffusion research traditions and the spread of policy innovations in a federal system	PUBLIUS-J FED	1985	14	15	26
Mooney, CZ	Modeling regional effects on state policy diffusion	POLIT RES QUART	2001	13	13	13
Balla, SJ	Interstate professional associations and the diffusion of policy innovations	AM POLIT RES	2001	6	6	5
Hays, SP	Influences on reinvention during the diffusion of innovations	POLIT RES QUART	1996	6	6	6
Lieberman, RC; Shaw, GM	Looking inward, looking outward: The politics of state welfare innovation under devolution	POLIT RES QUART	2000	6	6	9
Foster, JL	Regionalism and innovation in american- states	J POLIT	1978	6	8	13
Zwiebel, J	Corporate conservatism and relative compensation	J POLIT ECON	1995	6	6	50
Mintrom, M	The state-local nexus in policy innovation diffusion: The case of school choice	PUBLIUS-J FED	1997	5	6	6

3.2.16 クラスタ#16 製品とプロセス

クラスタ#16 (論文数 110 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.17 に示す。主要雑誌は、International Journal of Technology Management、R&D Management などであり、主要キーワードは continuous improvement(カイゼン)、product and process などである。イノベーションが製品/プロセスのどの場所で起こっているかとの議論が中心で、製品とプロセスのイノベーションにかかる研究、顧客とイノベーションの関係などの研究論文が含まれる。

クラスタ#16 は製品とプロセスを議論した横断的研究のクラスタである。

年齢が 5.65 と、18 クラスタ中 4 番目に新しく、古くからの論文が含まれておらず、コア論文も 90 年代中層以降のクラスタである。

表 3.17 クラスタ#16 製品とプロセスの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Bessant, J; Caffyn, S; Gilbert, J; Harding, R; Webb, S	Rediscovering continuous improvement	TECHNOVATION	1994	10	17	29
Groenvel, P	Roadmapping integrates business and technology	RES TECHNOL MANAGE	1997	9	13	28
Bonanno, G; Haworth, B	Intensity of competition and the choice between product and process innovation	INT J IND ORGAN	1998	9	13	11
Bessant, J; Caffyn, S; Gilbert, J	Learning to manage innovation	TECHNOL ANAL STRATEG	1996	6	9	7
Ramirez, R	Value co-production: Intellectual origins and implications for practice and research	STRATEG MANAGE J	1999	6	8	14
Gupta, S; Loulou, R	Process innovation, product differentiation, and channel structure: Strategic incentives in a duopoly	MARK SCI	1998	6	7	9
Jeppesen, LB; Molin, MJ	Consumers as co-developers: Learning and innovation outside the firm	TECHNOL ANAL STRATEG	2003	5	10	2
Athey, S; Schmutzler, A	Product and process flexibility in an innovative environment	RAND J ECON	1995	5	8	20
Bessant, J; Caffyn, S	High-involvement innovation through continuous improvement	INT J TECHNOL MANAGE	1997	5	8	17
Bessant, J; Burnell, J; Harding, R; Webb, S	Continuous improvement in british manufacturing	TECHNOVATION	1993	5	6	12

3.2.17 クラスタ#17 戦略的イノベーション

クラスタ#16 (論文数 102 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.18 に示す。主要論文誌は、Industry Relations や Sloan Management Review など、キーワードは strategy、strategic innovation が主要である。

クラスタ#17 は戦略的イノベーションという横断的研究のクラスタである。

平均年齢は 5.97 と比較的若く、コアの論文はほとんどが 1990 年代後半の研究である。そういう意味では、新しいクラスタといえる。

表 3.18 クラスタ#17 戦略的イノベーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Markides, C	Strategic innovation in established companies	SLOAN MANAGE REV	1998	13	23	21
Markides, C	Strategic innovation	SLOAN MANAGE REV	1997	9	17	14
Pil, FK; MacDuffie, JP	The adoption of high-involvement work practices	IND RELAT	1996	9	16	72
Hamel, G	Strategy as revolution	HARV BUS REV	1996	5	11	25
Cusumano, MA	Manufacturing innovation - lessons from the Japanese auto industry	SLOAN MANAGE REV	1988	5	8	28
Birkinshaw, J	Entrepreneurship in multinational corporations: The characteristics of subsidiary initiatives	STRATEG MANAGE J	1997	4	14	38
Christensen, CM; Johson, MW; Rigby, DK	Foundations for growth - How to identify and build disruptive new businesses	MIT SLOAN MANAGE REV	2002	4	8	4
Wells, D	Are strong unions compatible with the new model of human-resource management	RELAT IND-IND RELAT	1993	4	4	15
Zhao, LM;	Networking And Growth Of Young Technology-Intensive Ventures In China	J BUS VENTUR	1995	3	12	25
Pearce, R; Papanastassiou, M	R&D networks and innovation: Decentralized product development in multinational enterprises	R D MANAGE	1996	3	10	13

3.2.18 クラスタ#18 社会的イノベーション

クラスタ#18 (論文数 68 件) の主要論文をリストにしたものを表 3.19 に示す。主要な雑誌は American Sociological Review, Social Problems などである。主要キーワードは反政府運動、ポピュラーミュージック、女性運動などで、社会的現象とイノベーションの関係が論じられている興味深いクラスタである。

クラスタ#18 は社会的イノベーションのグループと認識できる。

平均年齢は 6.79 である。

表 3.19 クラスタ#18 社会的イノベーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Mcadam, D	Tactical innovation and the pace of insurgency	AM SOC REV	1983	12	13	122
Lopes, PD	Innovation and diversity in the popular-music industry, 1969 to 1990	AM SOC REV	1992	11	21	34
Peterson, RA; Berger, DG	Measuring industry concentration, diversity, and innovation in popular music - Reply	AM SOC REV	1996	8	13	16
Staggenborgh, S	Stability and innovation in the women's movement - a comparison of 2 movement organizations	SOC PROBL	1989	6	6	29
Clemens, ES	Politics and institutionalism: Explaining durability and change	ANNU REV SOCIOLOG	1999	5	9	42
Clemens, ES	Organizational repertoires and institutional change - womens groups and the transformation of united-states politics, 1890-1920	AM J SOCIOLOG	1993	5	7	57
Meyer, DS; Whittier, N	Social-movement spillover	SOC PROBL	1994	3	5	54
Koopmans, R	The dynamics of protest waves - west-Germany, 1965 to 1989	AM SOC REV	1993	3	4	47
Strang, D; Chang, PMY	The international-labor-organization and the welfare-state - institutional effects on national welfare spending, 1960-80	INT ORGAN	1993	3	4	23
Ganz, M	Resources and resourcefulness: strategic capacity in the unionization of California agriculture, 1959-1966	AM J SOCIOLOG	2000	3	3	23

3.2.19 上位 18 クラスタ分析のまとめ

以上、上位 18 クラスタについて、それぞれを構成する論文の内容からの分析を行った結果、以下のようにまとめることができる。

各クラスタは論文件数が 2000 件以上の #1 から #3 の特に主要なクラスタと、クラスタ #4 以下、論文件数が 500 件以下のクラスタとで成っている。

各クラスタの研究領域については #1 から #3 を代表とする、横断的な課題を扱ったクラスタ (ほかに、#4 イノベーションの普及、#5 イノベーション・プロセス、#9

イノベーションの受け入れ、#13 パフォーマンスと価値、#16 製品とプロセス、#17 戦略的イノベーションが横断的クラスターに該当する)と、#6 ヘルスケア、#7 環境問題、#8 生物学、#11 医薬品、#14 金融、#15 米国の各州の政策、#18 社会的イノベーションといった分野別の課題を扱ったクラスターが混在する。また、#8 生物学、#10 時系列分析、#12 心理学といったクラスターは、論文の内容、論文掲載誌から見て、イノベーションという用語を通常の経済学・経営学上の用語とは異なる意味で使っていると思われる。

また、クラスター毎の年齢は2.98から10.07まで広く分布し、研究領域により、古くから研究が行われているものと、近年論文が増加したものとで、研究の活性度に大きな差異があることも明示された。特に、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの近年の伸びが顕著である。(図 3.4 参照)

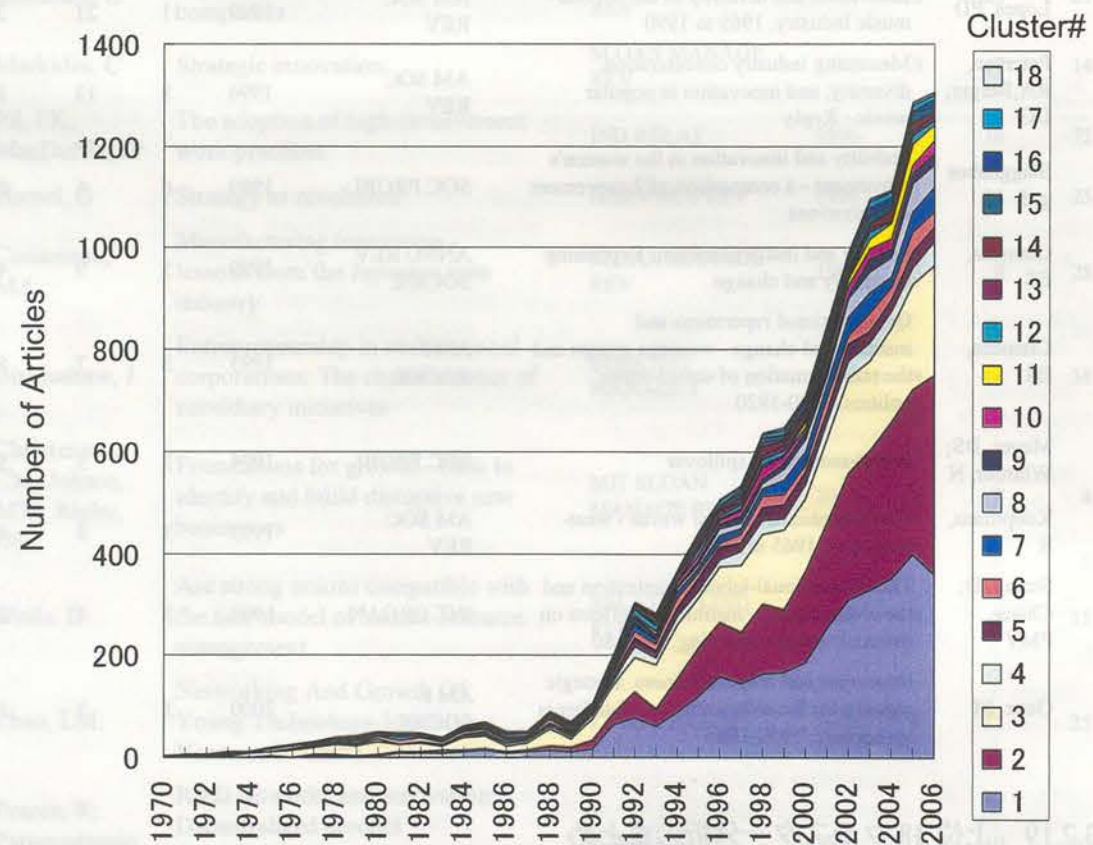


図 3.4 主要クラスターの年別論文数推移

論文数 500 以下の比較的規模の小さなクラスターを観察すると、例えば、#11 医薬品のように、平均年齢が3以下と極めて若く、2001年以降の論文が全体の8割以上を占めているようなホット 이슈のクラスターを見つけることができる。一方で、イノベーションマネジメントやヘルスケアといった分野では、1970年代から議論が行われているといったことを確認することが可能である。

また、全体として見ると、イノベーション研究の3大要素は、1 イノベーション創成のための環境基盤、2 技術革新更新の仕組み、3 イノベーションマネジメントの3分野であることがわかった。

3.3 クラスターの可視化

3.3.1 可視化によるクラスター間の関係の特定

ここまで引用関係の強い論文群の特性について検討してきたが、引用関係には、クラスターを越えた引用も多く存在する。クラスター内ほどは強くないが、クラスター間でも引用関係を通じて影響を与えあっている。こうした研究領域間の連関を認識せずに、イノベーション研究を俯瞰したとはいえない。

研究領域間をつなぐ力の強い論文の抽出は可能であるが、客観的指標だけでは、この点を適切に特定することは出来ない。そこで、クラスターの2次元での可視化により、研究領域間の連関について分析を行った。本論文では、同一クラスターに属する引用関係を同一色で表示することで、クラスター群の相対的な位置を分析する。

クラスター全体を俯瞰したマップが図 3.5 である。また、図 3.6 は上位 18 の各クラスターの間をそれぞれ独立に可視化したものである。我々はこれらの図をイノベーション研究の俯瞰マップとして活用できる。マップ上における相対的な位置関係は、関係が深い論文が近くなるように計算されているが、左右、上下には意味はない。

俯瞰マップから以下のような考察が可能である。クラスター全体を見ると、一かたまりの主要なクラスター群（以下、主要なクラスターと呼ぶ。）と、左上及び左側に離れて成長したクラスターが存在している。また、右上、下側面にも若干の成長が見える。各クラスター別に見れば、全体の中心にクラスター#2が存在し、それと重なり合う形でそのすぐ左右にクラスター#1と#3が存在している。これは、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みがイノベーション研究の最も中核なテーマであることを示すとともに、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤、#3 イノベーションマネジメントの2分野がイノベーション研究の中心テーマであることを示し、言わば技術革新昂進の仕組みを基盤とした3層の構造になっているといえる。

3.3.2 横断的クラスターの可視化分析

クラスター#1~3と重なり合って、クラスター#4、#5、#9、#13、#16、#17といった横断的テーマのクラスターが存在する。これらはクラスター#1~3と深く関係しながらそれぞれのクラスターを形成しているといえる。または、#1~3のクラスターから派生した派生型クラスターといっても良い。

個別に横断的クラスターを俯瞰マップで見ると、以下のとおり。

クラスター#4 イノベーションの普及は、#3 イノベーションマネジメントの外縁にありつつ、#1 イノベーション創成のための環境基盤、#2 技術革新昂進の仕組みと広く重

なっている。

クラスター#5 イノベーション・プロセスは、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みとほぼ同じ場所に広がりながら、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤とも重なりあっている。

クラスター#9 イノベーションの受け入れは、主要クラスター全体に広がっている。クラスター#13 パフォーマンスと価値もほぼクラスター#2 技術革新昂進の仕組みと重なっている。

クラスター#16 製品とプロセスは、ほぼ中心にあり、クラスター#1、#2、#3 にまたがっている。

クラスター#17 戦略的イノベーションは、ほぼクラスター#3 イノベーションマネジメントと重なっているが、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの外縁もなしている。

3.3.3 分野別クラスターの可視化分析

分野別のクラスターを俯瞰マップで見ると、以下のとおりとなっている。

クラスター#6 ヘルスケアは、全体的にクラスター集団の外縁をなしており、一部クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤と重なっているが、大半はクラスター#3 イノベーションマネジメントの外縁とその外側に広がっており、むしろクラスター#1 からは離れている。

クラスター#7 環境問題は、全体に広がっているものの、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤と相当部分が重なっている。これは、環境問題のイノベーションにかかる研究がイノベーション創成基盤の研究と関係して 1990 年代以降研究が活発化したことを示している。

クラスター#8 生物学はクラスターの主要部分から完全に離れたところに位置し、一部がクラスター#1 とつながっている。

最も若いクラスター#11 医薬品はクラスター#1 と一部重なっているものの、その外側で成長している。

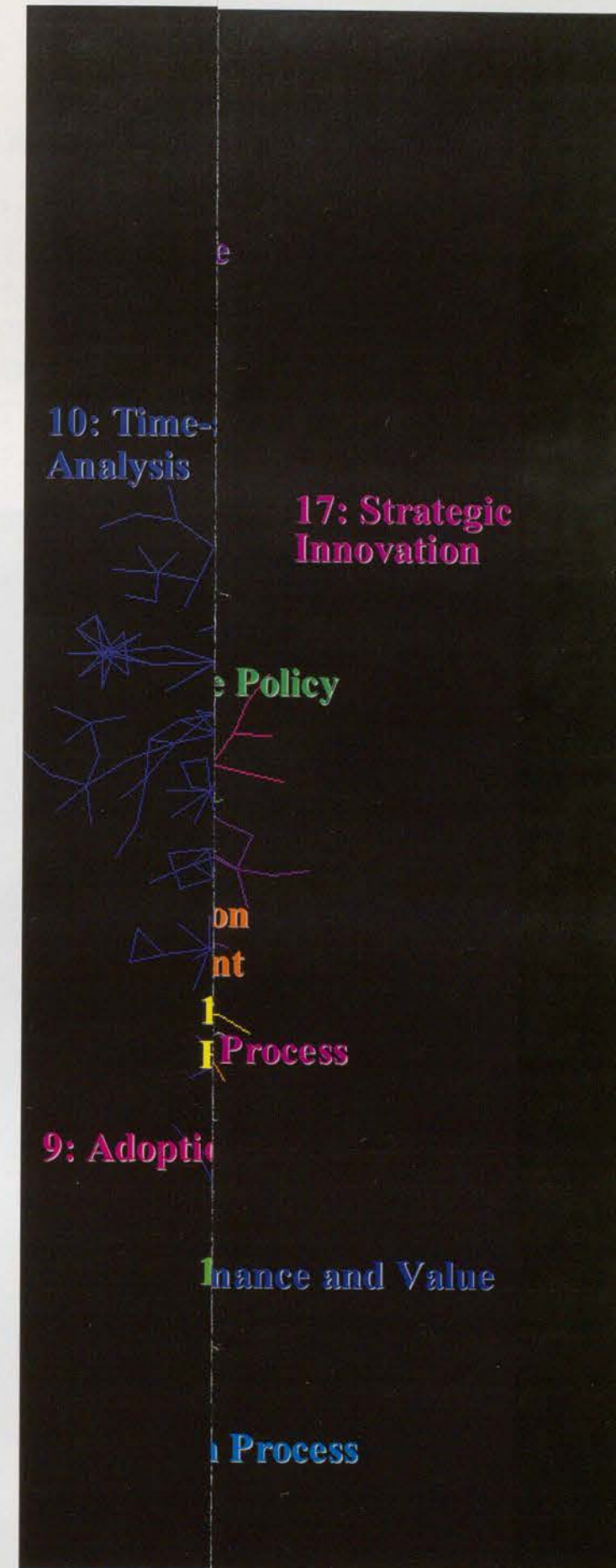
クラスター#14 金融は、一部クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤と重なっているものの、そのほとんどがその外側に形成されている。

クラスター#15 米国の各州の政策は、クラスター#3 イノベーションマネジメントの外縁をなしている。

クラスター#18 社会的イノベーションは、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みとクラスター#3 イノベーションマネジメントと重なっていてクラスターの主要部分に含まれる。

クラスター#10 時系列分析は、主要クラスターと離れた外側に位置している。

クラスター#12 心理学は、クラスター#3 イノベーションマネジメントの外縁に密に成長しつつ、一部クラスター#3 と重なっている。



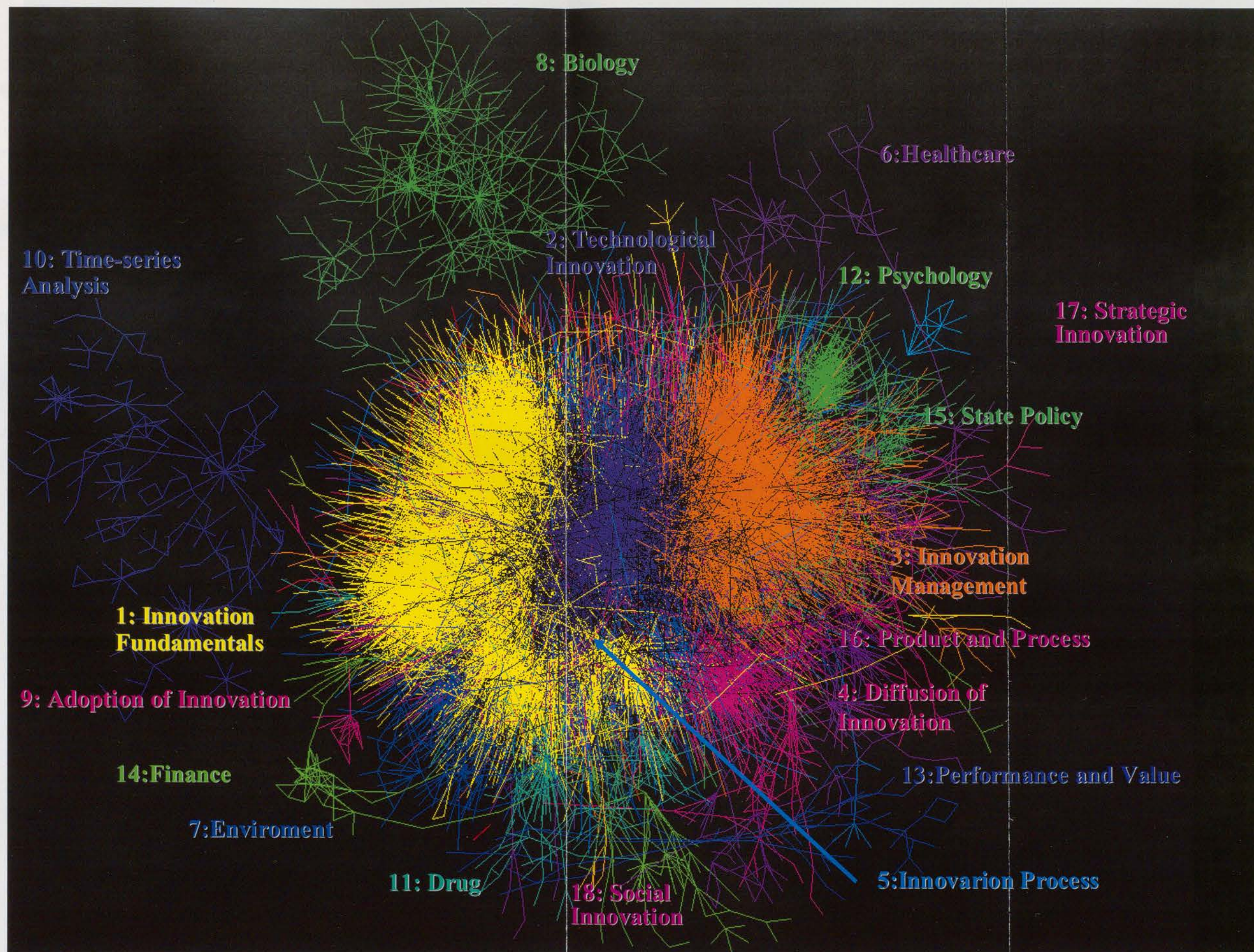


図 3.5 イノベーション学の学術俯瞰マップ

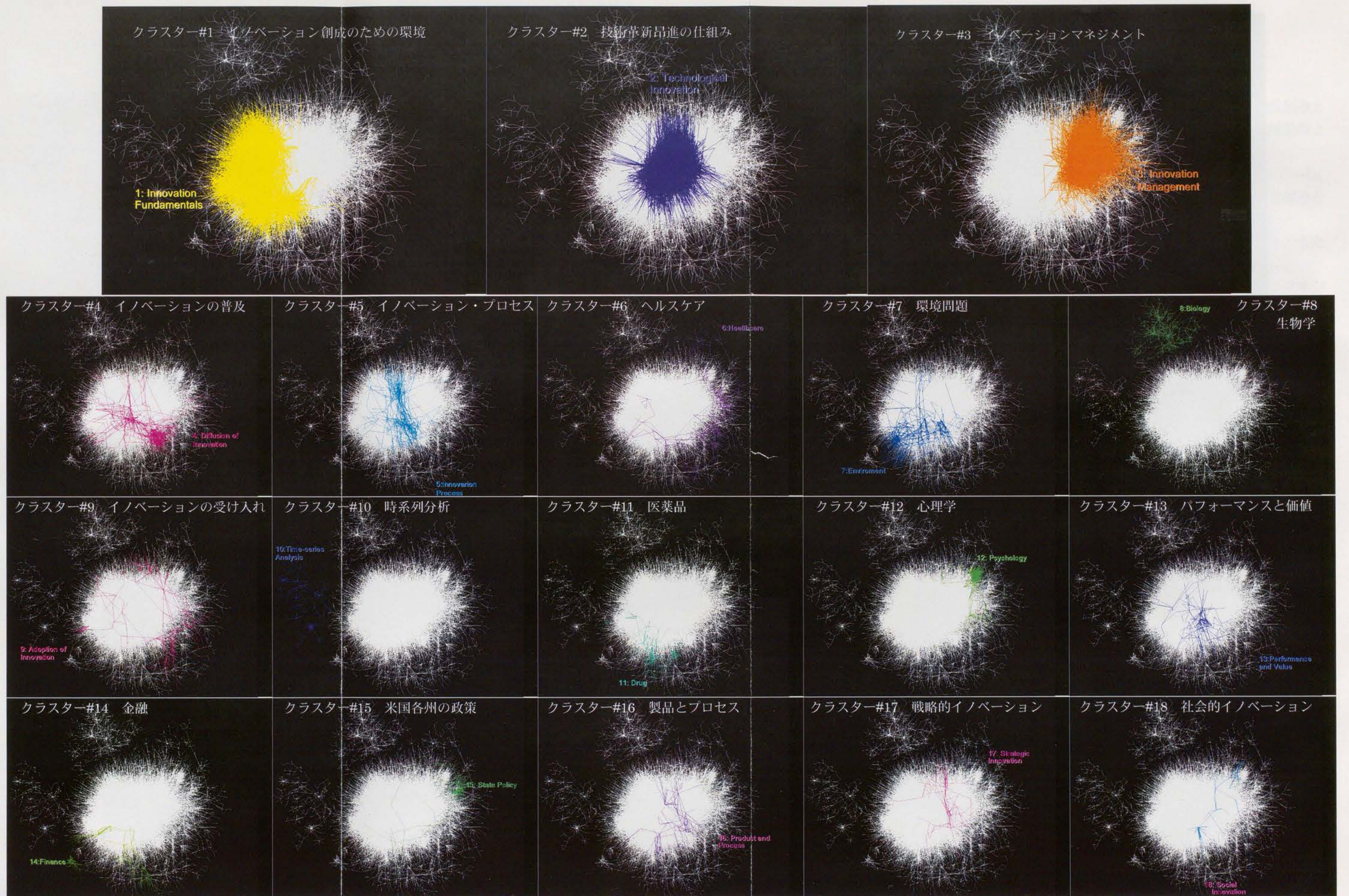


図 3.6 イノベーション学術俯瞰マップの主要クラスター#1-#18



主要クラスター#1-#18

3.3.4 可視化による類型別クラスター分析のまとめ

これまでのクラスターの可視化による分析から、以下が指摘できる。

コア論文の内容等から横断的クラスターとした#4、#5、#9、#13、#16、#17は、いずれも主要なクラスターの全体に分布している。一方、分野別クラスターとしているもののうち、クラスター#6 環境問題は、主要なクラスターと重なり合っており、横断的クラスターの二次元的特徴に類似している。その他の分野別クラスターは、後述するクラスター#8 生物学以外は主要なクラスターの外縁で発達しつつ、主要なクラスターとも一部重なっている。

一方、クラスター#8 生物学は、主要なクラスターからほぼ完全に離れており、イノベーションという用語をほかの主要なクラスターと異なる用語として用いている可能性を可視化分析でも示している。クラスター#10 時系列分析も、クラスター#8 生物学同様、主要なクラスターから完全に離れて発達しているが、実際、先に述べた様に、この分野ではイノベーションという言葉は主要なクラスターの用語と異なる意味において数学的に定義されており、主要なクラスターでの用法とは異なることを示している。一方、クラスター#12 心理学においても、心理分析に用いる用語としてイノベーションを用いているものの、このクラスターは主要なクラスターの外縁をなし、一部重なっていることが示していることから、心理学におけるイノベーションという用語は主要なクラスターで用いる用語とはあまり差異がない可能性がある。

次に、学問領域間の関係に注目すると、クラスター#6 ヘルスケアは、医療・ヘルスケアを扱ったクラスターであるため、医療と密接な関係にあると考えていたクラスター#11 医薬品と関係すると想像していたが、両クラスターは位置的に離れ、わずかに接触しているに過ぎない。これは、両分野が似通ったテーマのように考えたものの、実際は研究領域間の連関が少ないことを示している。論文誌については、両クラスター合わせて述べ600種類の論文誌が含まれているが、それぞれの論文誌の種類をつき合わせてみると、重なっているものは、Science、Health Affairsなど16誌にとどまっている。これは、クラスター#6は医療や健康、及びその教育が中心テーマであるのに対し、クラスター#11は製薬産業のビジネスモデルを扱ったテーマで成り立っていることが要因であろうと推測される。また、クラスター#8 生物学はクラスター#11 医薬品と離れていることも、事前の予想に反しているが、クラスター#6とはどちらかといえば近い関係にあることは興味深い。

全体として、横断的クラスターで見たように、内容面で関係の深いテーマを扱っているクラスターは近傍に存在し、相互に引用関係が発達する傾向を持っている。例外として、医薬品とヘルスケア、生物学のように本来、近い位置にあることが予想されるにもかかわらず距離がある分野も存在する。この事実は、研究内容とは別に、学問間の溝の存在等の学界の構造因子も位置づけに影響を及ぼしていることを示している。

このように、可視化という手法を用いることで、研究領域間の連携の深さ、小規模なクラスターがどの主要クラスターから派生したものであるのか、同じ言葉ながら別の意味で用いられたノイズともいえる論文群はどれであるのか、といったことが特定出来ることが明らかとなった。

3.3.5 時系列の可視化

次に、同じく可視化の手法を用いて、時系列的なクラスターの発達状況を明らかにしてみよう。図3.7に1980年から5年ごとのクラスターの成長を示す。また Appendix2 に1977年からの1年ごとの図を示す。

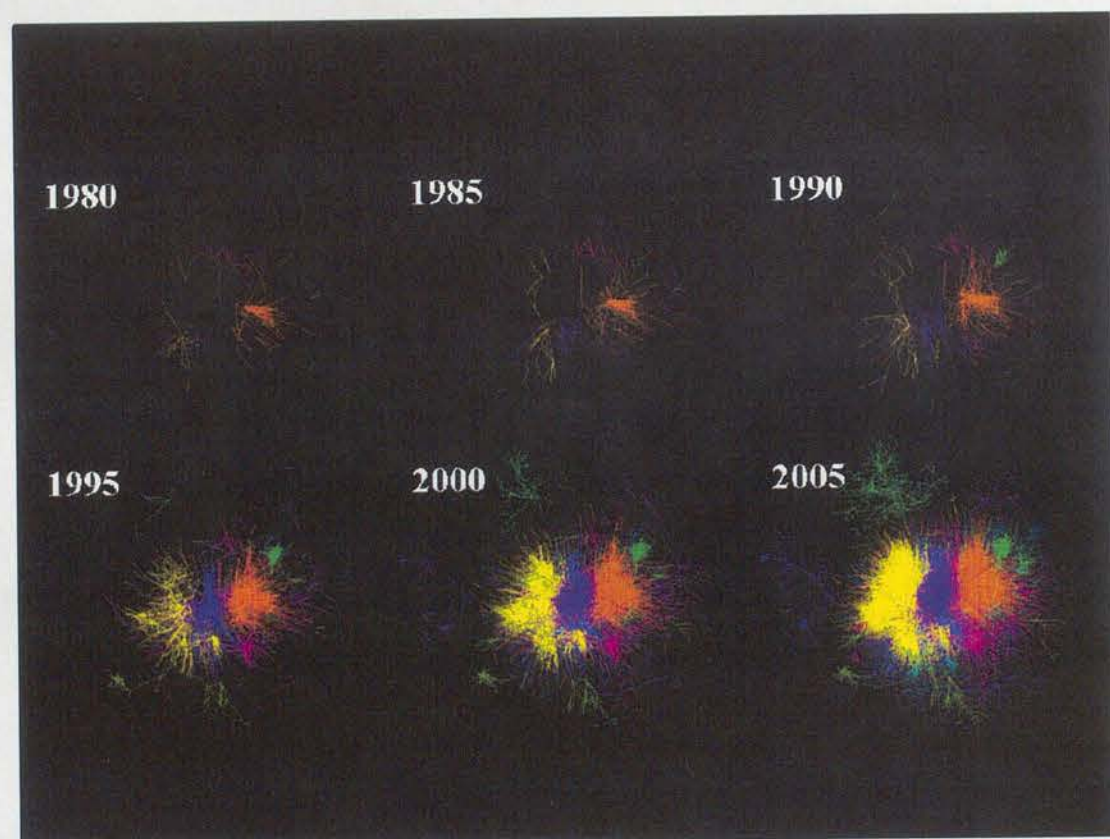


図 3.7 イノベーション学術俯瞰マップの経年別変化

1980年にはノードが少なく、わずかに#3のクラスターの揺籃がわかる程度である。1985年の段階ではクラスター#3は成長しているものの、まだ主要3クラスターの存在は確認できない。しかし、90年代半ばまでに各クラスターは急速に成長し、1995年になると主要3クラスターが十分視認できるようになる。2000年になると、外郭のクラスターも含め、ほぼ現在と同じ形が見え始めるが、2000年から現在までは急激に各ク

ラスターが膨張していく様がよくわかる。特にクラスター#1と#2の成長は著しく、それに比較するとクラスター#3の成長は2000年以降緩やかに見える。このことから、イノベーションに関しては、1970年代からクラスター#3イノベーションマネジメントに関係が深い領域が先行して研究が進みつつ、クラスター#1イノベーション創成のための環境基盤や、クラスター#3イノベーションマネジメントのような領域が後から急激に成長したが、それら3つの分野が影響を与え合う形で構造化されていったと結論づけることができよう。

時系列での可視化により、各クラスターの成長の相対的なスピードを直感的に把握できるほか、他のクラスターとどのような連関を持ちつつ成長をしたのかということも把握可能であった。

3.3.6 可視化分析のまとめ

以上の可視化分析を行うことにより、以下が明確になった。

全体の中心にクラスター#2が存在し、それと重なり合う形でそのすぐ左右にクラスター#1と#3が存在している。これは、クラスター#2技術革新昂進の仕組みと、クラスター#1イノベーション創成のための環境基盤、#3イノベーションマネジメントの2分野がイノベーション学を中心テーマであり、技術革新昂進の仕組みを基盤とした3層の構造であることを示している。

横断的クラスターは、いずれもこれら主要なクラスターの全体に分布している。一方、分野別クラスターのほとんどは主要なクラスターの外縁で発達しつつ、主要なクラスターとも一部重なっている。

一方、クラスター#8生物学、#10時系列分析は主要なクラスターからほぼ完全に離れており、イノベーションという用語をほかの主要なクラスターと異なる用語として用いていることを示す。生物学や時系列分析の世界においては、「innovation」の用語が他の領域における意味とは異なった使われ方をしていることが原因である。さらに、クラスター#12心理学、クラスター#14金融も主要なクラスターと離れた外縁部に位置していることも、同様の要因によるものである。特にクラスター#8生物学においては、コアの論文を分析した結果ある程度の用語の違いの予測ができたが、こうした可視化によりそれが明らかになり、可視化の有効性が示された。また、反対に、クラスター#12心理学、クラスター#14金融の場合は、必ずしもすべての論文が主要なクラスターと異なる意味でイノベーションという言葉を用いているわけではないことが可視化によって示されている。

こうした現象は、キーワードを用いたデータ収集の課題であり、可視化することで明確化できるため、同じ言葉を異なる用法で用いる論文群をノイズとして排した分析も有効と考えられる。その場合、どこまでをノイズとし、どこまでを含めるかを可視化分析も用いて進めるべきことが示された。

全体としては、全クラスターの中で議論の中心分野が何であるか、研究領域間の連携の深さ、小規模なクラスターがどの主要クラスターから派生したものであるのか、同じ言葉ながら別の意味で用いられたノイズともいえる論文群はどれであるのか、また、各クラスターの成長の相対的なスピードを直感的に把握し、他のクラスターとどのような連関を持ちつつ成長をしたのかということが明らかとなった。

3.4 上位3クラスターの特性と階層構造

次に、上位3クラスターについては、これまで見たように全体のクラスターの中で重要な位置づけを占めていることが明らかになったことから、その階層構造分析を行うこととし、各クラスターの内容をさらに深く分析する。

第2章に示したものと同一手法のネットワークの分析方法を用いて、クラスター#1～#3をそれぞれ引用関係に基づいて更に分解し、サブクラスター構造の特定を行う。上位3クラスターとそのサブクラスターの階層構造を図3.8に示す。

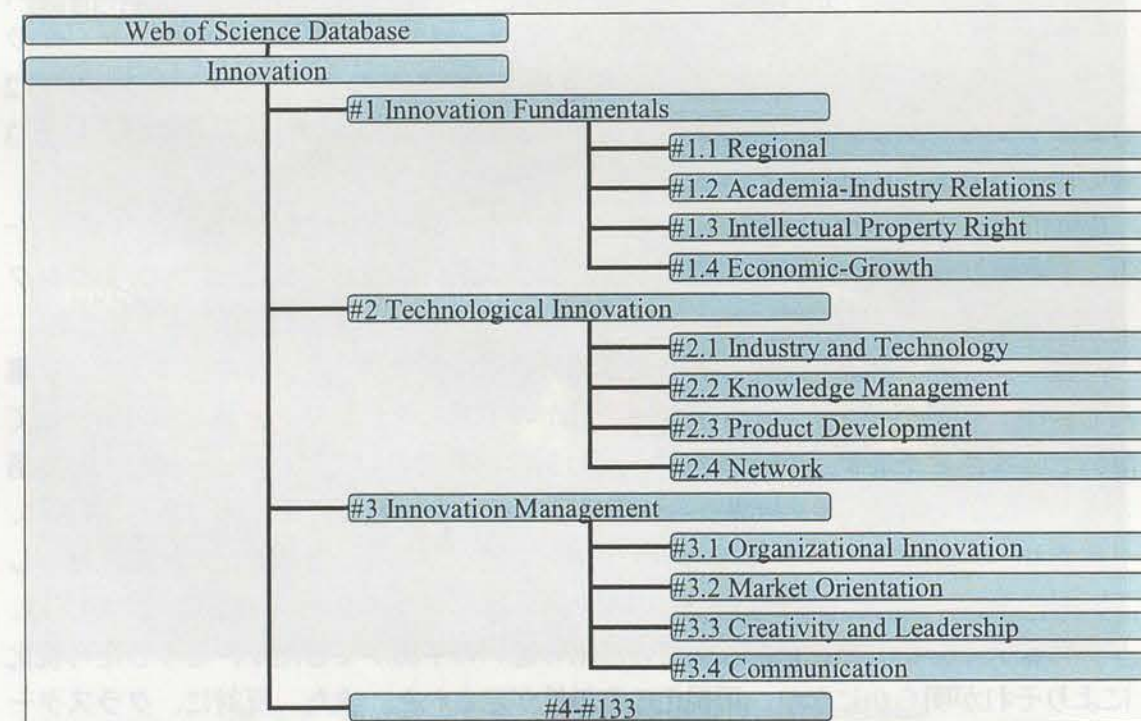


図 3.8 主要3クラスターのサブクラスター別の階層構造

また、上位3クラスターとそのサブクラスターの特徴を表3.20に示す。

この階層構造に示すように、主要3クラスター、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤、クラスター#2 技術革新昂進の仕組み、クラスター#3 イノベーションマネジメントは、それぞれ主要な4つのサブクラスターに分かれており、それぞれがいくつかの大きな研究要素に因数分解することができる。

表 3.20 主要3クラスターのサブクラスター別の特徴

No.	Cluster name	#Node	Average Year	Age	Keywords
1.1	Regional Innovation	1132	2000.58	5.42	regional, local, network, geographic
1.2	Academia-Industry Relations	741	2000.53	5.47	public research, science, university, academia
1.3	Intellectual Property Right	701	2000.02	5.98	patent, intellectual property right, antitrust
1.4	Economic-Growth	475	2000.58	5.42	growth, international trade, Schumpeterian
2.1	Industry and Technology	889	1999.93	6.07	firm, industry, technology
2.2	Knowledge Management	814	2001.71	4.29	knowledge, management, strategy
2.3	Product development	664	2001.45	4.55	product innovation, product development
2.4	Network	359	2000.39	5.61	network, inter-organization
3.1	Organizational Innovation	776	1997.96	8.04	organizational, adoption
3.2	Market orientation	540	1998.08	7.92	customer, market orientation
3.3	Creativity and Leadership	522	1999.19	6.81	creativity, leadership, individual, group, team, behavior
3.4	Communication	249	1996.27	9.73	communication, implementation

階層構造の内容について以下に概観する。なお、各主要クラスターにおけるサブクラスターの内容については、第4章から第6章において詳説する。

3.4.1 クラスター#1.1-#1.4 イノベーション創成のための環境基盤

クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤をサブクラスターに分解すると、このクラスターでは、サブクラスター#1.1 地域のイノベーション、サブクラスター#1.2 産学の関係、サブクラスター#1.3 知財、サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションの4つのサブクラスターが支配的であることがわかった。各サブクラスターの詳細な分析は第4章で示す。

クラスター#1.1 地域のイノベーションは、サブクラスターとして最大級(論文数1132件)であり、かつ、クラスター#1.4と並んで一番若く(5.42歳)、最近研究が活発化しているといえる。地域やその中におけるネットワーク、地理的分析などの論文が含まれている。これは、地域産業クラスターにおけるイノベーション創成のメカニズムに

関する研究が進んでいることを示している。

クラスター#1.2 産学の関係では、大学などのアカデミアの研究がどのようなプロセスを経て産業界の技術開発につながっていくかを中心とした、産学の関係について議論する論文が主体である。主要なキーワードとしては、公的研究、科学、アカデミアなどととも、大学に関するものが多く、産学連携の論文がここに多く含まれている。平均年齢は 5.47 と、クラスター#1.1 とほぼ同じであるが、時系列で見ると 90 年代前半から増加傾向が見られ、2000 年以降急激に成長している。これらは、90 年代以降の米国を中心とした産学連携によるイノベーション創出の活発化と期を一にしている。

クラスター#1.3 知的財産権は、知財等の権利をどう利益に結びつけるかを議論する論文が含まれ、特許、標準化、独占などが主要なキーワードとなっている。年齢は 5.98 とここ数年の論文数は増加していない。

クラスター#1.4 経済成長とイノベーションでは、イノベーションが国際貿易などを通じてどう成長をもたらすかについて論じており、シュンペーターが提唱した、イノベーションは大企業により起こりやすいとの議論に関する論文も含まれる。主要 4 サブクラスターの中では最も若く、最近も増加傾向にある。

以上のサブクラスター#1.1~サブクラスター#1.4 は同一のクラスターに属しているが、この事実は、これら 4 領域の研究が独立でなく、イノベーションモデルの議論に関し、引用関係を通じて強い影響を与え合っていることを示している。従って、「イノベーションにおいては、地域、産学、知財の 3 つの側面が基盤として、相互に絡み合いつつ、結果的に経済成長の側面に影響しているということ」と総括できよう。

3.4.2 クラスター#2.1-#2.4 技術革新昂進の仕組み

2 番目のクラスター (#2、ノード数 2,825) 技術革新昂進の仕組みの階層構造を見ると、#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメントがノード数 500 以上の大きなサブクラスターである。それに#2.3 製品開発、#2.4 ネットワークが続いている。各サブクラスターの詳細な分析は第 5 章で示す。

#2.1 技術と産業は、技術が産業のイノベーションをどう促していくかという内容の論文を多く含んでいる。著名な論文には、製品と工程のイノベーションのダイナミクスを研究した論文 (Utterback and Abernathy, 1975) があり、平均年齢 6.07 である。

#2.2 は知識マネジメントでは、知識が組織内でどう共有され、普及し、イノベーションが起こるかという研究論文が含まれている。組織の知識創造におけるダイナミクスを述べた野中の論文 (前述) は#2.2 において、主要な位置を占めている。平均年齢 4.29 と極めて若く、90 年代半ば以降研究が増大し、最近になって非常に活発化している。

#2.3 は製品開発では、製品化におけるイノベーションの議論が行われている。これも平均年齢 4.55 と、若いサブクラスターとなっている

#2.4 はネットワークに関するものであり、組織間をつなぐネットワークとイノベーションとの関わりが議論されている。

以上から、このクラスターでは「技術的なイノベーションにおいては、知識のマネジメント、及びネットワークが重要であり、製品開発を通じ、技術が産業化していくこと」が議論されていることがわかる。

3.4.3 クラスター#3.1-#3.4 イノベーションマネジメント

3 番目のクラスター (#3、ノード数 2,600)イノベーションマネジメントをさらに階層に分解すると、サブクラスター#3.1 組織のイノベーション、サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーション、サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップ、サブクラスター#3.4 コミュニケーションの 4 つのサブクラスターが支配的である。各サブクラスターの詳細な分析は第 6 章で示す。

最大のサブクラスターは#3.1 組織のイノベーションである。70 年代から議論がされており、平均年齢も#3 全体と同様の 8.04 歳である。ここでは、組織のイノベーションとともに、組織内でイノベーションがどう受け入れられていくかが論じられている。

#3.2 はマーケットオリエンテーションで、イノベーションが市場において顧客にいかに関与されるかを論じている。

#3.3 は創造性とリーダーシップであり、イノベーションを起こしていく組織の中のリーダーシップの重要性やイノベーションチームのあり方について分析している。#3 の中では相対的に若い 6.81 歳となっている。

#3.4 はコミュニケーションであり、組織の中でイノベーションを実現するためのコミュニケーションの重要性を指摘している。

以上から、「イノベーションマネジメントに関しては、組織とイノベーションの関係が中心的議論であり、マーケットへの受け入れ、リーダーシップ及び組織内のコミュニケーションが注目されていること」がわかる。

3.4.4 イノベーション学の全体構成と階層構造からの分析

これまで見たように、イノベーションの学術研究は、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤、クラスター#2 技術革新の昂進の仕組み、クラスター#3 イノベーションマネジメントの主要 3 分野から成り立つ。また、その中の階層構造から、イノベーション創成のための環境基盤の研究分野は、各サブクラスター#1.1 地域のイノベーション、#1.2 産学の関係、#1.3 知的財産権、#1.4 経済成長とイノベーションから成り立つ。また、技術革新の昂進の仕組みでは、#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメント、#2.3 製品開発、#2.4 ネットワークから成り立つ。さらに、イノベーションマネジメントについては、#3.1 組織のイノベーション、#3.2 マーケットオリエンテーション、#3.3 創造性とリーダーシップ、#3.4 コミュニケーションである。これら 3 主要ク

クラスターはいずれも4つの主要なサブ分野の研究に分化している。また、可視化分析の結果、主要な3分野においては、技術革新昂進の仕組みが中心にあることもわかっている。

以上により、主要3分野は実際のイノベーション創成のプロセスモデルである、知の創成からそのスピルオーバーによる技術の産業化、さらにマネジメントによるイノベーションの実現のプロセスと重なっており、すなわち、アカデミアから知を生み出していく技術革新昂進の仕組みが基盤となり、これにイノベーション創成のための環境基盤が連なり、さらにイノベーションをマネジメントすることにより、イノベーションを実現する3層構造をなしているのである。

一方、これをイノベーション政策と重ね合わせて考えるとどうか。序章で見たように、イノベーション政策は、学術的知見による基本的理解、産業の先端的動向把握、産業政策の立案・実行の3層構造をなしている。この構造は、イノベーション学の学術俯瞰から明らかになったイノベーションの主要3分野と対を成している。イノベーション学を中心であること技術革新昂進の仕組み、すなわち知識をどうマネジメントして技術を産業につなげていくかは、政策の基礎レイヤーである学術的知見からの理解に対応し、知財、地域のイノベーションなど、知のスピルオーバーに関するイノベーション創成のための環境基盤は、第2層の産業動向とその把握に相当し、市場における製品・サービスの提供に関するイノベーションマネジメントによるイノベーションの実現は、やはりイノベーションの実現をゴールとする産業政策の立案・実行に対応している。このように、イノベーション学の学術俯瞰の結果から、イノベーションに関する主要3分野は、政策と対をなす3層の構造を持つことが明らかになった。(図3.9)

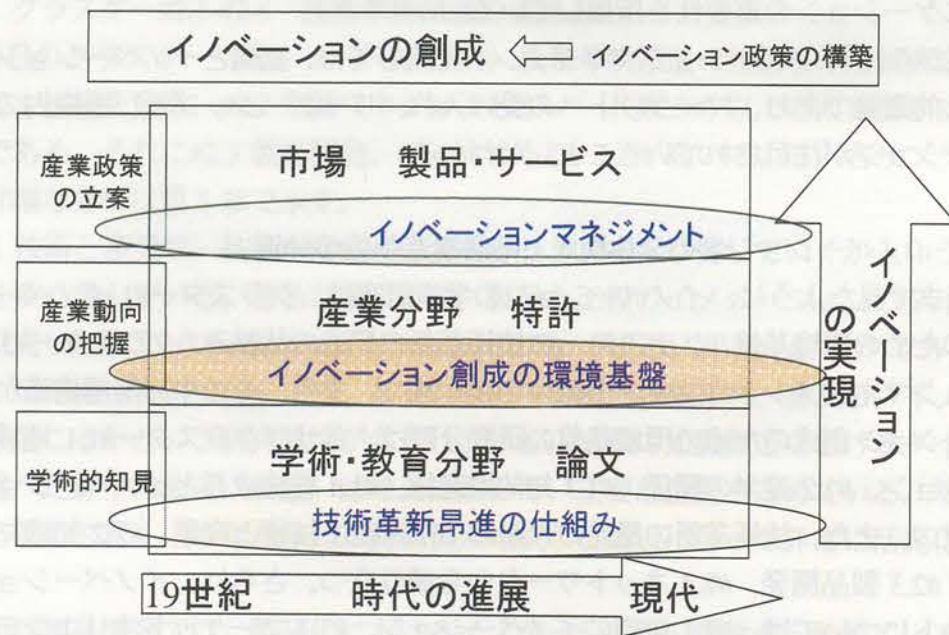


図 3.9 イノベーションの3層構造とイノベーション創成

これを元に、イノベーションへの政策的対応を考えれば、その制度及びシステムの構造的な変革を求められることは想像に難くない。序章で述べたように、1990年代までの政策対応は、それまでの技術と産業構造にある程度うまく適合し、機能していたといえる。しかしながら、1990年代以降の技術と産業構造の大きな3つの変化に対応できなかったのは、イノベーションの3層構造を貫いてイノベーションを実現する政策インフラの構造的変革ができていなかった可能性がある。これについては、さらに第8章で検討する。

3.5 イノベーション学における大学の位置づけ

次に、序章での検討から、ナショナル・イノベーション・システムにとって重要だと思われる大学について、イノベーション研究における位置づけを見る。

第2章で述べた方法を用いて、同じ Web of Science のデータベースから“innovation”かつ“university”により引用分析を行ったところ、大学とイノベーションとの関係を扱った論文は、1990年代半ばから急速に増大していることがわかった。(図3.10、1991~5年の161件から1996~2000年で327件へと倍増)。

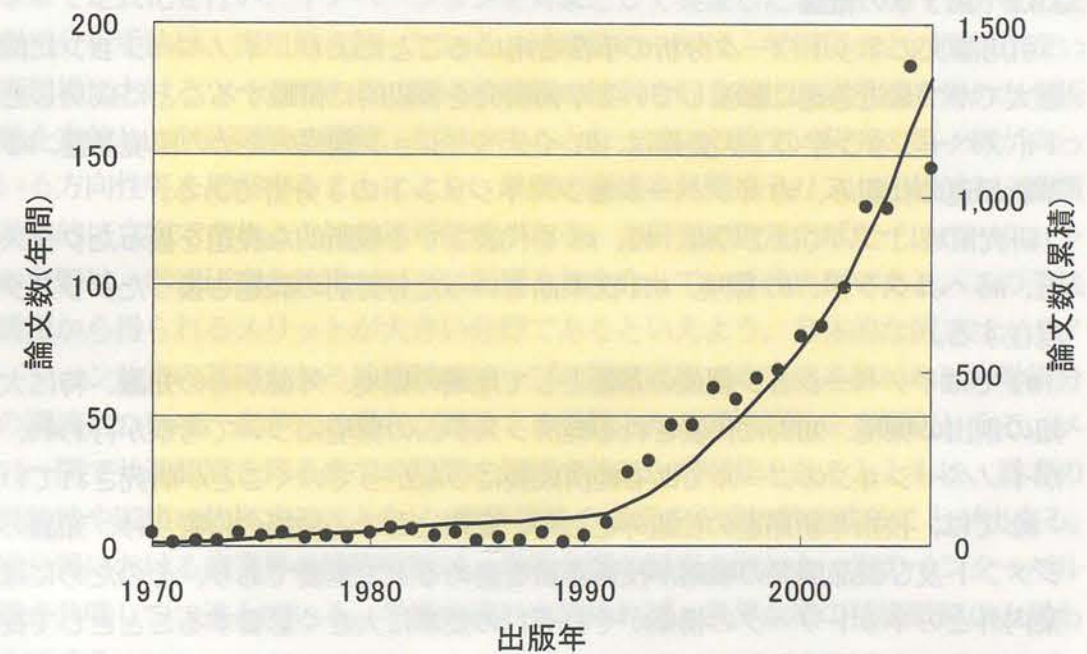


図 3.10 イノベーションと大学の論文数推移

また、その研究領域については、これまでの本論文の検討からサブクラスター#1.2 産学の関係が該当するであることが明らかになっている。また「大学」というキーワードにより特定すると、他の大規模クラスター(例えば、#1.1 地域とイノベーション。)

にも関連していることもわかっている。

こうした研究の推移は、序章で見たようなナショナル・イノベーション・システム構築を目指した構造改革的な産業技術施策等の政策の変革と時を同じくしており、世界的な研究の進展と政策の変革には、密接な対応関係が見いだせるのではないかと考える。

1990年代はじめの研究蓄積が未だ中途の段階では、まず研究蓄積が先行していた（例えば Cohen・Levinthal, 1989・1990）、外部知とイノベーションの関係により産学連携を促す考えに基づく施策、中でもその成果が早期に顕在化していた TLO 整備が先行し、その後、2000年代に入り、学術研究の蓄積が本格化した段階では、大学発ベンチャーのような産学連携から先に一步進んだ政策や地域クラスター政策や大学組織の改革（国立大学法人化）といった本格的な構造改革へと進化している。包括的なイノベーションパッケージに大学政策が取り込まれ、かつ、その中核の一つを成しているのも特徴である。本件は後の章で再度検討を加えたい。

3.6 第3章の結論とインプリケーション

3.6.1 第3章の結論

引用論文のネットワーク分析の手法を用いることにより、イノベーションに関する膨大でかつ最近急速に膨張している学術研究を客観的に俯瞰することに成功した。

イノベーション学の3大要素は、#1 イノベーション創成のための環境基盤、#2 技術革新昂進の仕組み、#3 イノベーションマネジメントの3分野である。

研究領域についてはこの#1、#2、#3を代表とする横断的な課題を扱ったクラスターと、#6ヘルスケア、#7環境、#11医薬品といった分野別の課題を扱ったクラスターが混在する。

#1ではイノベーション創成の基盤として地域の環境、外部からの知識、特に大学の知の創出の環境、知財に代表される経済システムの環境について考察が行われ、それがイノベーションのゴールである経済成長につながっていくことが研究されている。

#2では、技術革新昂進の仕組みとして、産業における技術の位置づけ、知識のマネジメント及び製品開発の戦略が技術革新を進める上で重要であり、そのためには、企業内外とのネットワークの構築がそれぞれの要素に大きく影響することとして捉えられていることを明確化している。

#3はイノベーションマネジメントを進めるには、組織内の管理が重要であり、そのために、マーケット指向、個人の創造性とリーダーシップが重要な課題であり、これを遂行していくため、組織内コミュニケーションの確保が重要であることを指摘している。

これらから、イノベーション研究は、アカデミアから知を生み出していく技術革新昂進の仕組みが基盤となり、これにイノベーション創成のための環境基盤が連なり、

さらにイノベーションをマネジメントすることにより、イノベーションを実現する3層構造をなしている。さらに、このイノベーション学の3層構造は、政策の3層の構造と対を成していることも明らかになっている。

また、クラスター毎の年齢は2.98から10.07まで広く分布し、年齢の若いクラスターはイノベーション学の最前線を明示しているほか、研究領域により近年の研究の活性化に大きな差異があることも明らかとなった。

更に、可視化の手法を加えることにより、研究領域間の連関についても、客観的に把握できることを示した。内容面で近い研究領域は、引用関係の深い連関を持つ傾向があることを示したが、副次的に、医薬品と医療のように、何らかの特別な「学問の壁」の存在を推定できることも示した。

時系列の分析からは、各領域が連関を持ちつつ、発展をしているダイナミックな姿が明らかとなった。また、製薬分野のイノベーションのように、急速に研究が拡大している領域を視覚的に把握することも可能であることが判った。

3.6.2 第3章の研究成果におけるインプリケーションと今後の課題

本章で定式化を行い、イノベーションを対象として実証したネットワーク分析による引用分析手法は、実用性を持っている。活用法の一つは、学術研究との関係が深い政策現場におけるツールである。個々の政策の検討を行う前に、本手法を用いた学術俯瞰を実施し、学術議論の蓄積、引用の中心となっている論文、研究の第一線が向っている方向性等を把握することにより、学問の潮流を見間違いうリスクを軽減し、政策を効率的に立案できるようになる可能性がある。本研究で取り上げたイノベーション学の分野は、学術研究と政策が相互に影響を与え合っている代表例である。この手法の活用から得られるメリットが大きい分野であるといえよう。具体的な例では、イノベーション政策の基礎となる技術戦略マップの策定過程で本手法を用いれば、学術分野の潮流について、産学官の識者が議論する基盤となる基本認識を客観化しうる。メンバー間で共通認識を得るまでの時間を短縮することが可能となるとともに、識者の分野特性や国籍に依拠することなく、学術議論の潮流を正確に特定することが出来る。先端分野における産業界の技術戦略は、学術分野の研究の流れと一定のインターバルを置き共鳴しつつ進んでいる。学術の流れを読めれば、世界企業の技術戦略の大局も見えてくる。

いま一つは、学術研究の現場における効用である。イノベーション学においては、本章で述べたように、それぞれ4つのサブクラスターからなる3つのクラスターが支配的であることがわかった。実際にイノベーション学の全体像を把握していた研究者は多くはないと考えられるが、仮に、これらのコアの論文を執筆した研究者が、全体像を知っていたとしたら、それぞれの研究はどのよう進展したであろうか。イノベーションの本質を捉えるため、過去の様々な研究を俯瞰的に理解していたとしたら、研究の

方向もより明確に指向することができ、また重要な論点を見逃すリスクも軽減できる。第2章に述べたように、研究者は先行研究について実際に論文に当たることで、研究の大きな方向をつかまえてきた。しかしながら、論文数が幾何級数的に増大している活発な研究分野では、そうした努力だけでは全体像を把握することが難しくなっている。この手法を用いて、予め世界の研究の潮流を俯瞰した上で自らの研究を進めることができれば、新発見の可能性も広がる。

このように、仮に俯瞰像がもっと前にみえていたら、政策や研究がどう変化したかは、極めて興味ある思索的実験である。例えば、本研究で明らかになったイノベーション創成のための環境基盤である地域とイノベーションの関係、産学連携のあり方、知財戦略の扱いに対する政策が十分であったか、さらに政策の壁をなくしてそれらのコンバージェンスを図っていけばどう展開できたか。イノベーション政策が活発になりつつあることが世界的潮流である今世紀初頭に、こうした検討を行うことはまだまだ十分意義のあることと考える。

一方、キーワードの選択や俯瞰マップの解釈の方法については、さらなる課題がある。

本章の冒頭に述べたように、イノベーションに関する論文をinnovationという言葉でキーワードとした検索だけで取得できるとは限らない。したがって、このキーワードリストをより長くすればより俯瞰的なものになる可能性がある一方、innovationと直接関係のない論文が含まれるリスクがある。

本論文の分析対象はinnovationをタイトル、キーワード、アブストラクトの書誌事項に含む論文である。一方、イノベーション研究であっても、書誌事項に、本章でも見てきたinnovationをめぐる各種キーワード、例えばinvention、start-ups、knowledge management、technology、R&Dがあっても、innovationという言葉を使っていない研究論文も存在する可能性が否定できない。

この点について検証するため、SCI及びSSCIの論文データベースにおいてキーワードを追加して検索し分析した。2008年時点においてinnovationのみで検索した結果、47,053論文が該当したのに対し、innovationに加えてイノベーションと関係すると思われる語句から抽出したキーワード、具体的には「innovationまたはinventionまたはstart-upまたは technological development」で検索すると、対象論文は59,744論文となった。これは、単にinnovationで検索した論文数に比べ約4分の1増加している。これでわかるように、イノベーションに関する論文をinnovationの検索だけで取得できるとは限らない可能性と、この程度のキーワードの追加では劇的に論文数が増加するわけではないことが示された。この結果から、以下が示される。

このキーワードリストをより長くすれば得られるデータがより俯瞰的なものになる可能性がある。しかしながら、一方でキーワードを増加させることにより、innovation

と直接関係のない論文、上記の追加例であれば、単に発明の動向、ベンチャー企業の経営動向、技術開発の動向などを扱っただけの論文などが含まれるリスクがあり、分析があいまいになるおそれがある。他方、本論文の分析結果を見ると、例えば知識マネジメントに関する論文 (Nonaka, 1994) や、アバナシー、ヘンダーソン、ネルソン、アッターバック、クリステンセン、チェスブロー、などの少なくともイノベーション論のコアとして、第2章において示した先行研究で引用されている部分は innovationのみの検索で取得できており、また、4分の1の増加を無視したとしても、そもそも全体の母数が極めて大きいことから致命的ではないと見ることもできる。この結果、本論文ではキーワードをさらに増加する必要はないと考えた。Innovationという言葉をもっとく用いないでイノベーションを論ずる論文は少ないと言ってもよい。

また、以上の論点の一方で、本章に示した様に innovation という言葉をキーワードにする方法において、我々の期待する一般的なイノベーション学、つまり主要なクラスターで用いている例とは異なる意味の用語として使用される論文が排除できないとの事実が明らかになっている。これについては、本章で明示した可視化の手法を採用することで、こうした異なる用語例を特定できる可能性を確認できたことは大きな回答のひとつである。イノベーションのように一般化しつつある用語を用いるときは注意を要する。今後、多数の分野の分析を行うことにより、本ネットワーク分析手法の精緻化を図っていくことが必要であろう。

さらなる課題として、本論文はイノベーション学術研究の俯瞰を中心としているため、分析対象は学術論文に特化している。しかしながら、個別分野のイノベーションを研究対象とする時には、産業動向の把握に適する知的財産権の分析が可能である。知的財産権とイノベーションの関係は、本章で述べたイノベーション学の三層構造のうち、技術革新昂進の仕組みに含まれることがわかっている。

特許のデータベースは学術論文と同等かそれ以上に整備が進んでおり、例えば玉田ほか (2006) は、特許のデータの引用分析から、学術分野別の産業とのリンケージを計測してイノベーションを論じていることも述べておきたい。

第4章 イノベーション創成のための環境基盤 (クラスター#1)

上位3クラスターについては、これまで見たように、全体のクラスターの中で重要な位置づけを占めていることが明らかになったことから、その引用関係の強い論文群の特性について検討するため階層構造分析を行い、各クラスターの内容をさらに深く分析する。

クラスター#1は、論文数3,470件にのぼる最大のクラスターであり、イノベーション創成のための環境基盤であった。クラスター#1を引用関係に基づいて更に分解し、サブクラスター構造の特定を行った。この結果、このクラスターでは、図4.1に示すように全部で37のサブクラスターに別れ、うち、サブクラスター#1.1の論文件数1,132を最大として、#1.1から#1.4までが400件以上、#1.5(129件)以降は急激に論文数が減少している。#1.1から#1.4で、3,049件と、サブクラスターを形成する3,410件の9割弱に達している。このため、サブクラスター#1.1から#1.4の内容を吟味し、クラスター#1の構造を見ることとする。

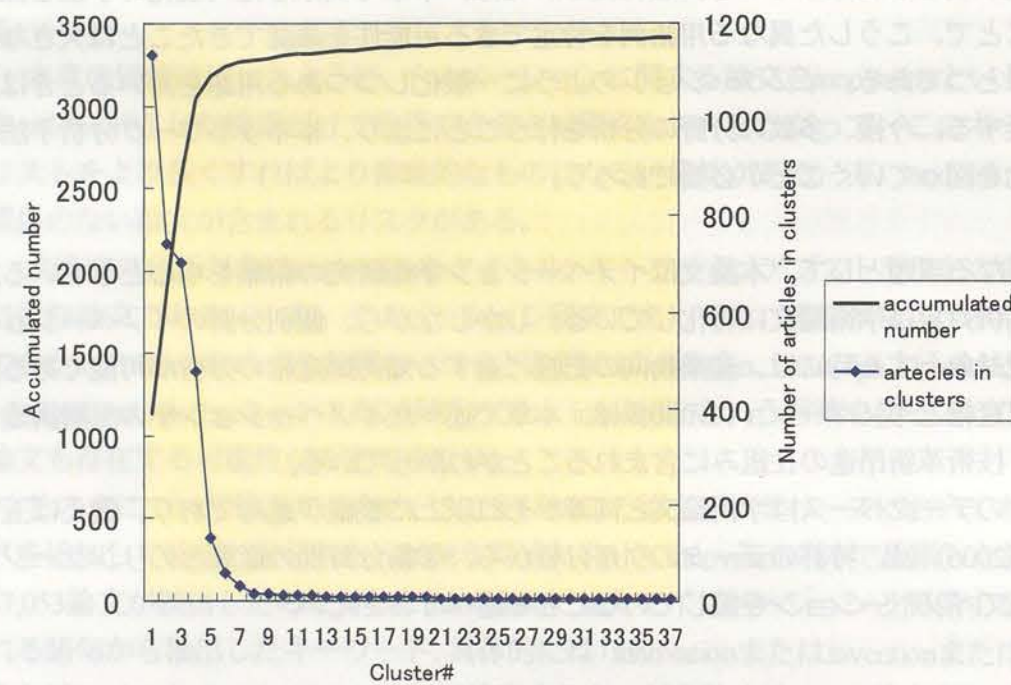


図4.1 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスター

クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤の論文の平均年齢は前章で述べたように5.66とトップ18クラスターの中でも上位になっているが、主要4サブクラスターの平均年齢も同様に若い数字(平均年齢5.56)となっている。

表4.1にクラスター#1のサブクラスターの特徴を再掲し、図4.2に主要サブクラスターの年別論文数を示す。前章でも示したように、クラスター#1イノベーション創成のための環境基盤は、サブクラスター#1.1地域のイノベーション、サブクラスター#1.2産学の関係、サブクラスター#1.3知的財産権、サブクラスター#1.4経済成長とイノベーションの4つのサブクラスターが主要である。図4.2を見ると、主要4サブクラスターとも近年高い伸びを示していることがわかるが、特にサブクラスター#1.1地域のイノベーションが1990年代の後半からきわめて高い伸びを見せていること、同様にサブクラスター#1.2産学の関係も2000年代にかけて急激に伸張し、サブクラスター#1.2知的財産権を抜いていることが見て取れる。このように、同じ活発なクラスター#1に属していても、研究領域により最近の研究の活発度に差違があることがわかる。

表4.1 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスターの特徴

No.	Cluster name	#Node	Average Year	Age	Keywords
1.1	Regional Innovation	1132	2000.58	5.42	regional, local, network, geographic
1.2	Academia-Industry Relations	741	2000.53	5.47	public research, science, university, academia
1.3	Intellectual Property Right	701	2000.02	5.98	patent, intellectual property right, growth, international trade, Schumpeterian
1.4	Economic-Growth	475	2000.58	5.42	

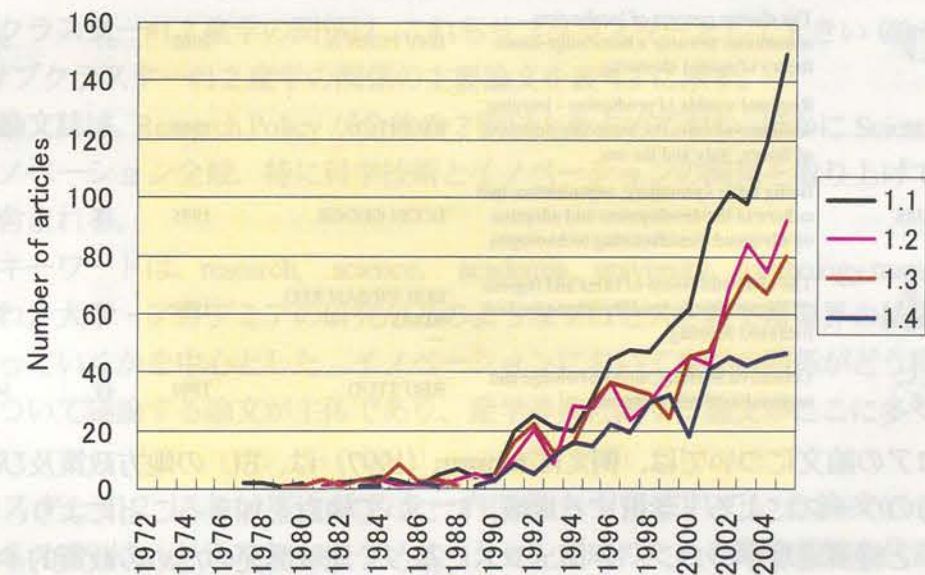


図4.2 サブクラスター#1.1地域のイノベーション、#1.2産学の関係、#1.3知的財産権、#1.4経済成長とイノベーションの年別論文数推移
4.1 サブクラスター#1.1 地域のイノベーション

サブクラスター#1.1 地域のイノベーションは、サブクラスターとして最大級（論文数 1,132 件）である。サブクラスター#1.1 地域のイノベーションの主要論文を表 4.2 に示す。

主要論文誌は、Regional Studies, Research Policy, European Urban and Regional Studies, Economic Geography などイノベーション全般、特に地域におけるイノベーション、経済地理学からの分析を研究する学術誌が上位を占めている。

キーワードは、regional, geography, local, development, network, cluster, R&D, policy などであり、地域やその中におけるイノベーションとネットワークや経済地理学的分析などの論文が含まれている。これは、地域産業クラスターにおけるイノベーション創成のメカニズムに関する研究が進んでいることを示している。

表 4.2 サブクラスター#1.1 地域のイノベーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Morgan, K	The learning region: Institutions, innovation and regional renewal	REG STUD	1997	149	165	229
Audretsch, DB; Feldman, MP	R&D spillovers and the geography of innovation and production	AM EC REV	1996	144	199	257
Acs, ZJ; Audretsch, DB	Innovation in large and small firms - an empirical analysis	AM EC REV	1988	81	108	180
Feldman, MP; Audretsch, DB	Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition	EUR ECON REV	1999	69	77	83
Anselin, L; Varga, A; Acs, Z	Local geographic spillovers between university research and high technology innovations	J URBAN ECON	1997	58	74	84
Malmberg, A; Maskell, P	The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering	ENV PLAN A	2002	57	58	61
Storper, M	Regional worlds of production - learning and innovation in the technology districts of france, italy and the usa	REG STUD	1993	55	64	94
Gertler, MS	Being there - proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies	ECON GEOGR	1995	52	54	91
Maskell, P; Malmberg, A	The competitiveness of firms and regions - 'Ubiquitification' and the importance of localized learning	EUR URBAN REG STUD	1999	49	49	53
Lawson, C; Lorenz, E	Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity	REG STUD	1999	49	54	62

コアの論文については、例えば Morgan (1997) は、EU の地方政策及びウェールズ地方のケースによる「学習する地域」について検討を加えることにより、イノベーションと経済地理学のコンバージェンスに基づく地域開発のための政策的インプリケーションを行っている。

また Audretsch・Feldman (1996) は、米国の産業クラスターを対象として、イノベティブな活動がクラスター化するのは、必ずしも企業の地理的立地の集中ではなく、知識の流出 (spill over) つまり企業の R&D、大学の研究、熟練技術の影響であり、イ

ノベーションが重要な産業ではこうした知識の流出を求めてクラスター化することを示している。

Acs・Audretsch (1988) は、イノベーションが R&D と市場構造によることを示し、地域集中ではなく R&D と熟練労働者に関連し、また大企業と中小企業におけるイノベーションの起こる要素が異なることを示している。

Porter(1998)は、世界競争の時代の経済地理学はパラドックスを提起として、グローバルマーケット、高速コミュニケーションの時代にはロケーションはもはや比較優位の元ではないと理論的に考えられるべきにもかかわらず、実際には、ロケーションは競争問題の核心である。産業クラスターが3つの方法—その地域で企業の生産性を高め、第二にイノベーションの方向とペースを強め、第三にクラスター内の新しいビジネス形成を刺激することによって競争力を高めるとし、大学、政府などの役割を示した。

このように、サブクラスター#1.1 においては、地域において産業クラスターが発達しイノベーションが創成されている状況の分析—果たして地理的要因か、知識の特性かといった議論を発端として、政策的対応を含め様々な分析が行われている。

サブクラスター#1.1 の平均年齢は、#1.4 と並んで一番若く (5.42 歳)、2000 年以降、ほぼ毎年 100 件を超える論文がクラスターに含まれ、地域のイノベーションに関する研究が最近活発化していることを示す。

4.2 サブクラスター#1.2 産学の関係

サブクラスター#1.2 産学の関係は、これもサブクラスターとして大きい (論文数 741 件)。サブクラスター#1.2 産学関係の主要論文を表 4.3 に示す。

主要論文誌は、Research Policy が全体の 2 割以上を占めており、ほかに Scientometrics などイノベーション全般、特に科学技術とイノベーションの関係を取り上げている論文誌が含まれる。

主要キーワードは、research, science, academia, university, technology transfer などが含まれ、大学・アカデミアの研究がどのようなプロセスを経て産業界の技術開発につながっていくかを中心とした、イノベーションにおいて産学関係がどう機能するのかについて議論する論文が主体であり、産学連携に関する論文がここに多く含まれている。

クラスター#1.2 においてクラスター内で最も引用されている論文(Cohen and Levinthal, 1989)は、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤を代表する論文で、他のクラスターからの引用も多い。同論文は、企業の研究開発のイノベーションにつながる側面について分析したもので、企業における研究開発が、新たな技術情報をもたらすだけでなく、既存の情報に関する企業の探索能力を強化するものであり、この R&D の 2 つの役目が、企業内の技術創出ではカバーできない外部知識の学習能

力を向上させるかを論じ、第5章で詳述する論文(Cohen and Levinthal, 1989)とともに、その後の企業における研究開発とイノベーションの関連研究の先駆的なものになっている。

Etzkowitz と Leydesdorff (2000) は、産学官の関係をトリプル・ヘリックス・モデルと捉え、これによるナショナル・イノベーション・システムが競争力を決定する要因であることを説明した。

Mansfield (1991) は、それまで明らかでなかった産業とアカデミアの研究の関係を研究資源、特徴、財務面の調査によって示し、学の研究が産業界に寄与する状況を明らかにした。

表 4.3 サブクラスター#1.2 産学の関係の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Cohen, WM; Levinthal, DA	Innovation and learning - the 2 faces of r-and-d	ECON J	1989	122	284	532
Etzkowitz, H; Leydesdorff, L	The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations	RES POLICY	2000	63	76	80
Mansfield, E	Academic research and industrial-innovation	RES POLICY	1991	56	82	127
McMillan, GS; Narin, F; Deeds, DL	An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology	RES POLICY	2000	30	33	38
Mansfield, E	Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings	RES POLICY	1998	28	32	32
Gibbons, M; Johnston, R	Roles of science in technological innovation	RES POLICY	1974	25	26	69
Mansfield, E; Lee, JY	The modern university: Contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support	RES POLICY	1996	22	31	39
Quirnbach, HC	The diffusion of new technology and the market for an innovation	RAND J ECON	1986	21	25	33
Meyer, M	Does science push technology? Patents citing scientific literature	RES POLICY	2000	20	22	36
Klette, TJ; Moen, J; Griliches, Z	Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies	RES POLICY	2000	20	23	30

このように、このサブクラスター#1.2 では、産業におけるイノベーションが企業外部の知識、すなわち大学等のアカデミアからの知識により進められることを明確にした研究が行われている。

平均年齢は 5.47 と、クラスター#1.1 とほぼ同じであるが、時系列で見ると 90 年代前半から増加傾向が見られ、2000 年以降急激に成長している。これらは、90 年代以降の米国を中心とした産学連携によるイノベーション創出の活発化と期を一にしている。

4.3 サブクラスター#1.3 知的財産権

サブクラスター#1.3 知的財産権は、これもサブクラスターとして大きく (論文数 701 件)、サブクラスター#1.3 知的財産権の主要論文を表 4.4 に示す。

主要論文誌は Journal of Industrial Economics、Research Policy、Rand Journal of Economics 等であり、知財等の権利をどう利益に結びつけるかを議論する論文が含まれる。

主要キーワードには、patent、standard、monopoly、compatibility などが含まれる。

表 4.4 サブクラスター#1.3 知的財産権の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Farrell, J; Saloner, G	Standardization, compatibility, and innovation	RAND J ECON	1985	137	144	345
Farrell, J; Saloner, G	Installed base and compatibility - innovation, product preannouncements, and predation	AM EC REV	1986	133	134	263
Heller, MA; Eisenberg, RS	Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research	SCIENCE	1998	108	124	265
Green, JR; Scotchmer, S	On the division of profit in sequential innovation	RAND J ECON	1995	68	69	73
Katz, ML; Shapiro, C	Systems competition and network effects	J ECON PERSPECT	1994	47	51	189
Katz, ML; Shapiro, C	On the licensing of innovations	RAND J ECON	1985	44	46	94
Hall, BH; Ziedonis, RH	The patent paradox revisited: an empirical study of patenting in the US semiconductor industry, 1979-1995	RAND J ECON	2001	42	47	66
Chang, HF	Patent scope, antitrust policy, and cumulative innovation	RAND J ECON	1995	39	39	39
Gallini, NT	Patent policy and costly imitation	RAND J ECON	1992	33	34	46
Katz, ML; Shapiro, C	Product introduction with network externalities	J IND ECON	1992	32	32	63

サブクラスター#1.2 においてクラスター内で最も引用されているコア論文は、Farrell と Saloner (1985) で、標準化・互換性がもたらす消費者と生産者への利益を分析する一方、その問題を指摘し、特に標準化について、「過剰慣性」(excess inertia)¹を問題として強調している。

また、Heller と Eisenberg(1998)は、バイオメディカル分野において、基本的な技術が特許をあたえてしまうことにより独占されて使えなくなり、複数の類似特許が付与されることで権利関係が複雑になり、結果的にその分野のイノベーションが阻害され、科学技術が人類の健康に貢献できない「アンチコモنزの悲劇」を提示した。

¹ 一度標準化が普及した製品は、後により優れた新しい標準又は技術が現れてもそれに移行することを妨げることがあることを指摘。

KatzとShapiro (1994)はコンピュータシステムの競争における独占とネットワーク効果について論じ、政府の市場介入の是非を論じている。

このように、サブクラスター#1.3では、イノベーションを実現する際の知的財産権の意義と価値、独占の効果、その反面の標準化や互換性の価値などについて議論する論文が主体である。

平均年齢はクラスター#1.1～#1.4の中で最も大きい(5.99)、特にサブクラスター#1.2には最近論文数で抜かれているものの、2002年以降、最近でも年間60から80程度の論文を含んでおり、ほかのサブクラスター同様に活発な議論が行われているといえる。

4.4 サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーション

サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションは、上位3サブクラスターと比べると半分程度の大きさ(論文数475件)である。サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションの主要論文を表4.5に示す。

表4.5 サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Aghion, P; Howitt, P	A model of growth through creative destruction	ECONOMETRICA	1992	169	201	441
Coe, DT; Helpman, E	International R-and-D spillovers	EUR ECON REV	1995	73	93	291
Grossman, GM; Helpman, E	Quality ladders in the theory of growth	REV ECON STUD	1991	65	77	145
Krugman, P	Model of innovation, technology-transfer, and the world distribution of income	J POLIT ECON	1979	54	62	138
Helpman, E	Innovation, imitation, and intellectual property-rights	ECONOMETRICA	1993	53	62	77
Segerstrom, PS	Innovation, imitation, and economic-growth	J POLIT ECON	1991	38	45	55
Dollar, D	Technological innovation, capital mobility, and the product cycle in north-south trade	AM EC REV	1986	31	31	40
Grossman, GM; Helpman, E	Endogenous innovation in the theory of growth	J ECON PERSPECT	1994	31	47	126
Eaton, J; Kortum, S	Trade in ideas - Patenting and productivity in the OECD	J INT ECON	1996	28	34	61
Young, A	Growth without scale effects	J POLIT ECON	1998	28	30	70

主要論文誌は、Journal of International Economics、European Economics Review、Economics Journalなど、主要な経済誌となっている。

主要なキーワードは、経済成長、国際貿易等である。

主要論文については、Aghion・Howitt (1992)は、競争力のある研究によって構築

される縦のイノベーションが成長の源泉を構成するとの内生的経済成長のモデルを提案した。

また、Coe・Helpman (1995)は、国内と海外の研究開発が双方とも経済成長をもたらすとのモデルを提示している。

このように、このサブクラスターでは、イノベーションが国際貿易などを通じてどう成長をもたらすかについて論ぜられており、シュンペーターが提唱した、イノベーションは大企業により起こりやすいとの議論に関する論文も含まれている。

平均年齢はクラスター#1.1と同じく若く(5.42歳)、最近研究が活発化しているサブクラスターといえる。

4.5 クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスターの可視化による分析

さらに、4つのサブクラスターについて、第3章で述べた方法を用いて可視化することにより、研究領域間の連関について分析を行う。図4.3～図4.6は、クラスター#1 イノベーション創成のための環境基盤の上位4の各サブクラスターの関係をそれぞれ独立に可視化したものである。次に、それらを重ね合わせクラスター全体を俯瞰したマップが図4.7である。

これを見ると、クラスター#1をきれいに4分割しつつ、中央部で重なり合っている。#1.2 産学の関係が全体の中央のやや下部を中心に配置されつつ、#1.1 地域のイノベーションと#1.3 知的財産権、#1.4 経済成長とイノベーションと重なっている。#1.1、#1.3が左右に対峙し、また、上部に配置する#1.4は#1.1から#1.3に包み込まれるように重なっているともいえる。

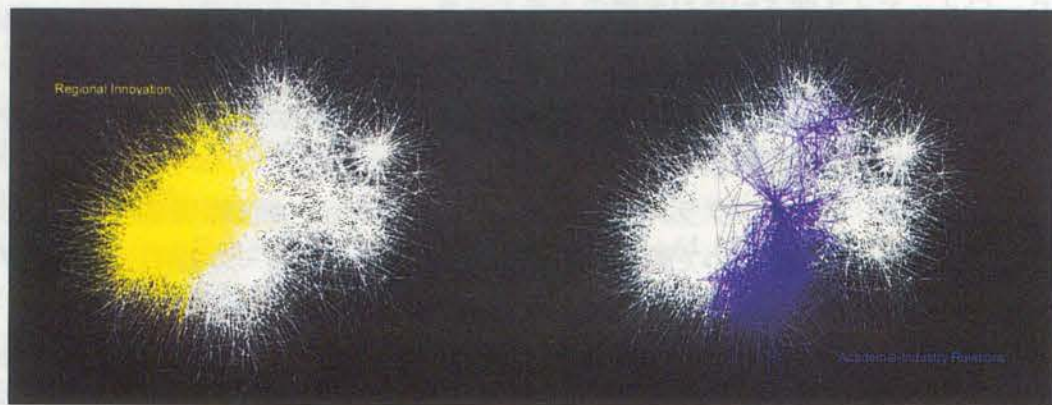


図 4.3 #1.1 地域のイノベーション



図 4.4 #1.2 産学の関係



図 4.5 #1.3 知的財産権



図 4.6 #1.4 経済成長とイノベーション

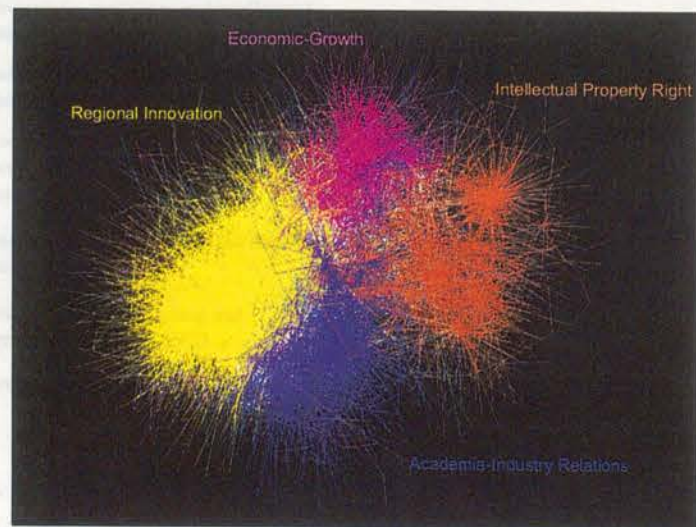


図 4.7 クラスタ#1 イノベーション創成のための環境基盤のサブクラスター

4.6 クラスタ#1 イノベーション創成のための環境基盤の結論

クラスタ#1 イノベーション創成のための環境基盤は、4つの大きなサブクラスター、すなわちサブクラスター#1.1 地域のイノベーション、サブクラスター#1.2 産学の関係、サブクラスター#1.3 知的財産権、サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションからなっていることがわかった。

このサブクラスター#1.1 から#1.4 は、同一のクラスタ#1 イノベーション創成の環境基盤に属しているが、この事実は、これら4領域の研究が独立でなく、イノベーションモデルの議論に関し、引用関係を通じて強い影響を与え合っていることを示している。

すなわち、イノベーション創成においては、第一に Morgan (1997) の示すような学習する地域の存在、あるいは Audretsch・Feldman (1996) が示すように、企業の R&D や大学の研究などのスピル・オーバーを求めて企業のイノベーション活動が地域においてクラスター化するなど、地域産業クラスターにおけるイノベーション創成のメカニズム、第二に Etzkowitz と Leydesdorff (2000) の産学官連携トリプル・ヘリックス・モデルに示されているような大学・アカデミアの研究のイノベーションへのプロセス、第三にイノベーション創成の環境としての知的財産権・独占・標準化などの価値や意義、が基盤となっており、また、第四に、サブクラスター#1.4 経済成長とイノベーションが、サブクラスター#1.1 地域とイノベーションと#1.3 知的財産権の研究に強い関係があることから、環境基盤である地域・産学・知財が相互にイノベーション全体に影響しつつ、結果的にイノベーションが国家の経済成長に影響しているということが、この分野の俯瞰的に見た研究成果であると総括できよう。

簡潔に言い換えれば、クラスタ#1 イノベーション創成のための環境基盤においては、地域または地理的な環境、外部からの知識、特に大学の知の創出の環境、知財に代表される経済システムの環境について考察が行われ、それがイノベーションのゴールである経済成長につながっていくことが論じられているということである。

一方、クラスタ#1 イノベーション創成のための環境基盤において最もコアの論文である Cohen・Levinthal (1989) が示した、「イノベーション創成にとって大学等からの外部知識の学習能力の獲得が重要である」との点が、クラスタ#1 全体に貫かれているとも言える。さらに、それに関連して、第3章で見たように、大学の知の創造を含めた機能が、特にサブクラスター#1.2 に明示されている産学連携や#1.1 で示された地域のイノベーションにおいて最も重要なことのひとつであり、大学の知の創出及びそのスピル・オーバーに関する機能の重要性が本章の分析においても明示された。これは、ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の機能の重要性を示しているとも言える。

第5章 技術革新昂進の仕組み

2番目のクラスター（#2、ノード数 2,825）は技術革新（technological innovation）昂進の仕組みに関するものである。クラスター#2についても前章と同様に階層構造分析を行い、各クラスターの内容をさらに深く分析した。

クラスター#2のサブクラスター構造の特定を行った結果、図 5.1 に示すように、このクラスターでは、全部で 14 のサブクラスターに別れ、うち、サブクラスター#2.1 の論文件数 889 を最大として、#2.2 が同様に 814 と大きく、ついで#2.3 が 664 で、#2.4 までが 350 件以上であり、一方#2.5（75 件）以降は急激に論文数が減少して小さなクラスターとなっている。このため、#2.1 から#2.4 で、2,726 件と、サブクラスターを全体の 9 割以上に達している。このことから、サブクラスター#2.1 から#2.4 の内容を吟味することで、クラスター#2 の全体構造をほぼ把握することができる。

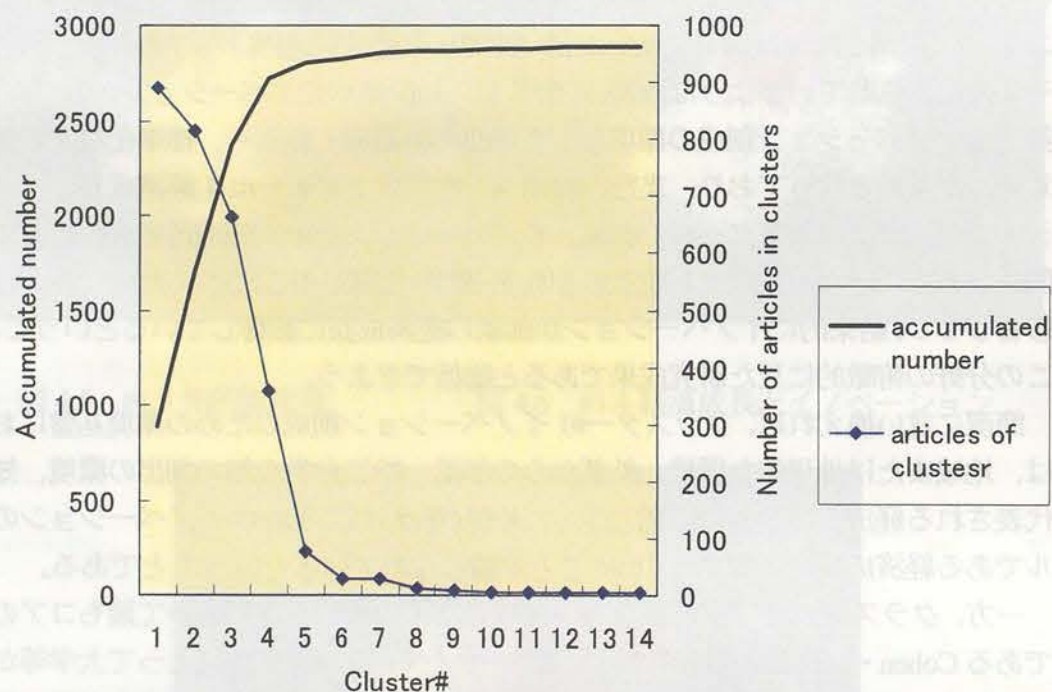


図 5.1 クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスター

表 5.1 にクラスター#2 のサブクラスターの特徴を再掲し、図 5.2 に主要サブクラスターの年別論文数を示す。クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの論文の平均年齢は、第 3 章で述べたように 4.92 とトップ 18 クラスターの中でも 3 番目に若くなっているが、主要 4 サブクラスターの平均年齢も同様に若く（平均年齢 5.12）なっている。これは、2000 年以降に発表された論文が多いことを意味しており、実際 2001 年に 200 件を超えて以降、年間 200 件から 400 件近くまで達するようになっている。

表 5.1 クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスターの特徴

No.	Cluster name	#Node	Average Year	Age	Keywords
2.1	Industry and Technology	889	1999.93	6.07	firm, industry, technology
2.2	Knowledge Management	814	2001.71	4.29	knowledge, management, strategy
2.3	Product development	664	2001.45	4.55	product innovation, product
2.4	Network	359	2000.39	5.61	network, inter-organization

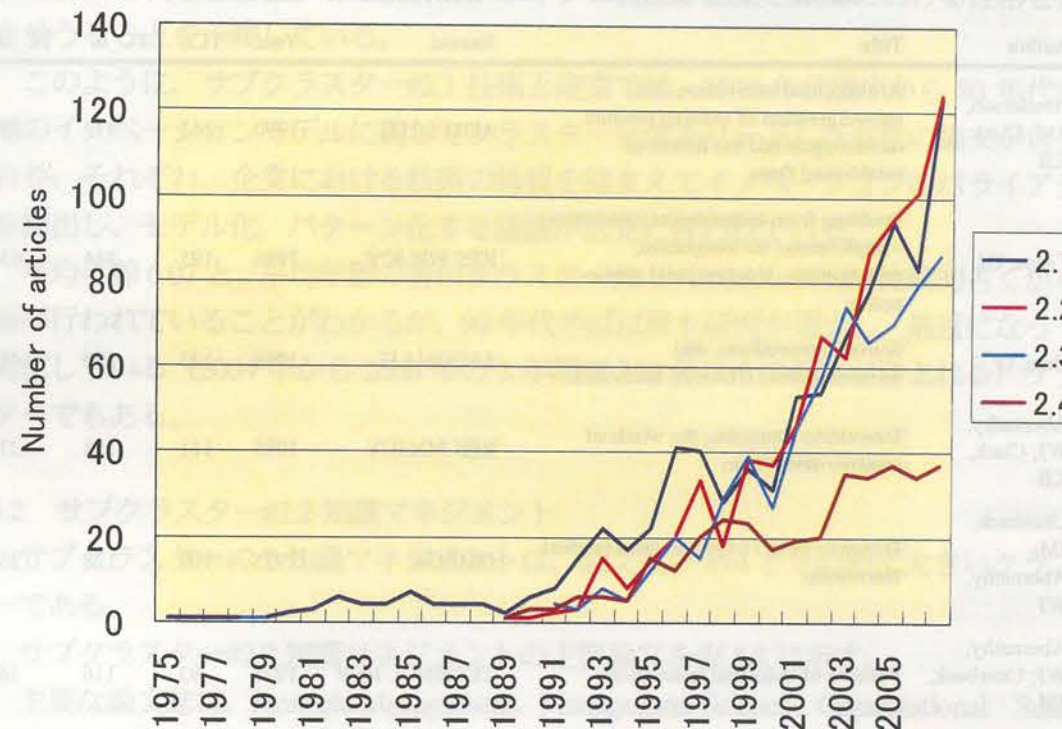


図 5.2 サブクラスター#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメント、#2.3 製品開発、#2.4 ネットワークの年別論文数推移

第 3 章で述べた様に、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みでは、#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメントがノード数 500 以上の大きなサブクラスターである。それに#2.3 製品開発、#2.4 ネットワークのサブクラスターが続いている。

また、サブクラスター#2.1 技術と産業、サブクラスター#2.2 知識マネジメントとも2000年代に入って急激な伸びを示しており、特にサブクラスター#2.2 知識マネジメントは2000年代はサブクラスター#2.1と同等以上に活発である。このふたつのサブクラスターにサブクラスター#2.3 製品開発が追随している。また、サブクラスター#2.1 技術産業は、ほかのサブクラスターに比べて1990年代にも研究が活発であったことがわかる。

5.1 サブクラスター#2.1 技術と産業

サブクラスター#2.1 技術と産業は、クラスター#2の中では#2.2とならんで最大級のクラスターであり、論文数は889件である。これは、本論文で扱うイノベーション学術論文の主要3クラスターのサブクラスターの中でも2番目に大きなサブクラスターである。

サブクラスター#2.1 技術と産業の主要論文を表5.2に示す。

表5.2 サブクラスター#2.1 技術と産業の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Henderson, RM; Clark, KB	Architectural innovation - the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms	ADM SCI Q	1990	243	479	596
Teece, DJ	Profiting from technological innovation - implications for integration, collaboration, licensing and public-policy	RES POLICY	1986	195	384	634
Dosi, G	Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation	J ECON LIT	1988	123	180	442
Abernathy, WJ; Clark, KB	Innovation - mapping the winds of creative destruction	RES POLICY	1985	111	158	234
Utterback, JM; Abernathy, WJ	Dynamic model of process and product innovation	OMEGA	1975	100	128	269
Abernathy, WJ; Utterback, JM	Patterns of industrial innovation	TECHNOL REV	1978	93	116	161
Nelson, RR; Winter, SG	Search of useful theory of innovation	RES POLICY	1977	83	110	294
Klepper, S	Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle	AM EC REV	1996	79	87	145
Gort, M; Klepper, S	Time paths in the diffusion of product innovations	ECON J	1982	72	72	168
Sahal, D	Technological guideposts and innovation avenues	RES POLICY	1985	58	62	74

主要な論文誌は、Research Policy、Strategic Management Journal、The Academy of

Management Journalなどのイノベーション関係の学術誌や(技術)経営論文誌が多い。

主要なキーワードは、R&D、technological-changeなど、技術や研究開発に関するものとindustry structure, industrial innovationなどの産業にかかるものがあり、技術が産業のイノベーションをどう促していくかというイノベーションモデルやパターンに関する内容の論文を多く含んでいる。

サブクラスター#2.1 技術と産業のコアの論文には、以下のものがある。

HendersonとClark(1990)は、漸進的イノベーションで支配を強化する実績ある企業が小さな技術変化とも見える革新的イノベーションで失敗してしまう理由として、アーキテクチャル・イノベーションの概念を提唱し、その後の製品アーキテクチャというコンセプトにつながる議論を展開した。

Teece(1986)はイノベーションによって利益をえるためには、専有体制、ドミナントデザインのパラダイム、補完的資産の3つの概念の重要性を論じた。

UtterbackとAbernathy(1975)は、製品とプロセスにおけるイノベーションのダイナミクスを明らかにし、ドミナントデザインの発生が企業と産業における性格を変化させようことを示唆している。

このように、サブクラスター#2.1 技術と産業では、1970年代後半から80年代末までのイノベーションモデルに関してクラスター全体をリードした有数の論文が含まれおり、それぞれ、企業における技術の特質を踏まえてイノベーションのパライアティを抽出し、モデル化、パターン化する議論が活発に行われている。

平均年齢6.07と、平均年齢の若いクラスター#2の中においては、比較的早くから議論が行われていることがわかるが、90年代半ば以降も研究が増大し、最近になって活発化している(2004年から2006年の3年間で300件以上の論文が含まれる)クラスターでもある。

5.2 サブクラスター#2.2 知識マネジメント

サブクラスター#2.2 知識マネジメントは、論文数が814と大きめの大きなクラスターである。

サブクラスター#2.2 知識マネジメントの主要論文を表5.3に示す。

主要な論文誌は、Strategic Management、Management Science、Organizational Scienceなどで、経営論文誌が多い。

主要なキーワードは、知識および知識マネジメントであり、知識が組織内でどう共有され、普及し、イノベーションが起こるかという研究論文が含まれている。

第3章でも述べた様に、このサブクラスターのコア論文であるCohenとLevinthal(1990)の論文は、クラスター#2内で最も引用されているとともに、他の全クラスターに含まれるものも含め、全体へ引用数が本論文で扱う4万2千件の論文中最上位にある。この論文は企業のイノベーションを進めるために欠かせない外部の知識の吸収

能力に関して分析したもので、企業が行う基礎研究が、自らの知識を生み出すだけでなく、企業の知識基盤を広げ、急速に進歩する科学や技術を基盤にした新しい技術的な進歩を有効に生かすのに役立つ、より深い理解力すなわち吸収能力をもたらすとしている。こうした研究開発投資が知識の吸収能力を生み出すというモデルでは、企業の必要とする知識が現在の知識基盤に含まれている場合には企業活動の副産物として吸収能力を得ることができるが、そうでない新しい知識が必要な企業には、努力して研究開発投資を進めることが必要との示唆を与えた。この、技術開発のもたらすイノベーションへの含意が、その後の多くの論文に引用されている所以であると考えられ、この論文が、イノベーション研究が急激に増大した90年代初頭のハブ論文であることが理解できる。

表 5.3 サブクラスター#2.2 知識マネジメントの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Cohen, WM; Levinthal, DA	Absorptive-capacity - a new perspective on learning and innovation	ADM SCI Q	1990	379	742	1309
Kogut, B; Zander, U	Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology	ORGAN SCI	1992	188	304	600
Teece, DJ; Pisano, G; Shuen, A	Dynamic capabilities and strategic management	STRATEG MANAGE J	1997	159	289	676
Nonaka, I	A dynamic theory of organizational knowledge creation	ORGAN SCI	1994	138	199	571
Grant, RM	Toward a knowledge-based theory of the firm	STRATEG MANAGE J	1996	124	164	361
Szulanski, G	Exploring internal stickiness: Impediments to the transfer of best practice within the firm	STRATEG MANAGE J	1996	105	159	298
Grant, RM	Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration	ORGAN SCI	1996	100	140	278
Leonardbarton, D	Core capabilities and core rigidities - a paradox in managing new product development	STRATEG MANAGE J	1992	98	221	405
Levinthal, DA; March, JG	The myopia of learning	STRATEG MANAGE J	1993	79	147	329
Henderson, R; Cockburn, I	Measuring competence - exploring firm effects in pharmaceutical research	STRATEG MANAGE J	1994	78	145	227

Kogut と Zander (1992) は、企業内において個人の知識が、いかに組織内において共有され利用されるかがイノベーションにとって重要であり、企業が自らの機能を再構成することにより新たなスキルを学習するとの動的な視点を提案している。

Teece・Pisano・Shuen (1997) は、企業において急速な環境の変化に対応して内外の資源を統合・再構築する企業の能力をダイナミック・ケイパビリティと定義し、これが競争優位に影響するとした。

Nonaka (1994)は、暗黙知と形式知の絶え間ない変換によって知識が創造されるとし、

共同化、表出化、連結化、内面化の4つのモードからなる、組織における知識創造のダイナミクスを述べ、その後の知識マネジメントの研究の基礎の一つとなった。この論文もサブクラスター#2.2 知識マネジメントにおいてのみならず、クラスター#2 技術革新昂進の仕組み全体、さらには本論文で扱うイノベーション学全体においても、主要な位置を占めている。

この様に、サブクラスター#2.2 知識マネジメントでは、Cohen と Levinthal (1990) を中心として、企業内の知識創造の仕組みを分析し、イノベーションを創成するための企業の知識マネジメントのあり方を提言する研究が行われている。

平均年齢は4.29 と、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの中でも若く、主要4 サブクラスターの中では最も若く、2000年には年間46件でとそれまで50件以下であったものが順調に増加し、2005年以降、101件、124件と急増し、この研究領域がイノベーション学におけるホットイシューであることを示している。

5.3 サブクラスター#2.3 製品開発

サブクラスター#2.3 は製品開発も論文数が664と比較的大きいクラスターである。サブクラスター#2.3 製品開発の主要論文を表5.4に示す。

主要な論文誌は、Research Policy、IEEE Transactions on Engineering Management、Management Science、Organizational Scienceなどで、サブクラスター#2.2同様、経営論文誌が多い。

主要なキーワードは、product innovation、product development などである。

コア論文としては、Eisenhardt と Tabrizi (1995) が、コンピュータ産業をケースとして、製品開発における経験的戦略と圧縮戦略という2つの対照的な戦略が開発リードタイムに与える影響を分析し、頻繁な設計の反復やマイルストーン、強力なリーダーによって特徴付けられる経験的戦略のほうが変化の早い市場でのイノベーションには、機能横断的チームの活動などによって特徴付けられる圧縮戦略より、効果的であることを示している。

Dougherty (1992) は、企業の製品開発においては、技術の可能性と市場における可能性の双方が効果的につながることでイノベーションが実現するが、企業内の技術担当と市場担当という異なる組織の存在が、情報に対する解釈の違いなどにより、技術と市場の連結を阻害し、結果的にイノベーションを妨げることを示した。

Von Hippel (1994) は、情報の粘着性(ある場所にある情報をほかの場所に移動させるのにかかるコスト)という仮説を基に、製品開発を例にしてイノベーションがどこで起きやすいかの説明を行っている。

この様に、サブクラスター#2.3 製品開発では、製品開発をケースとしてとりあげつつ、そこにおけるイノベーション戦略のあり方の議論が行われている。

平均年齢は4.55 と、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの中でも若く、2001年以

降、コンスタントに 50 以上の論文がこのサブクラスターに含まれているが、1990 年代後半から 2000 年代初頭に発達してきたサブクラスターでもある。

表 5.4 サブクラスター#2.3 製品開発の主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Eisenhardt, KM; Tabrizi, BN	Accelerating adaptive processes - product innovation in the global computer industry	ADM SCI Q	1995	140	182	251
Dougherty, D	Interpretive barriers to successful product innovation in large firms	ORGAN SCI	1992	117	159	268
Brown, SL; Eisenhardt, KM	Product development - past research, present findings, and future directions	ACAD MANAGE REV	1995	110	138	263
Von Hippel, E	Sticky information and the locus of problem-solving - implications for innovation	MGMT SCI	1994	66	128	239
Sanchez, R; Mahoney, JT	Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design	STRATEG MANAGE J	1996	65	94	129
Brown, SL; Eisenhardt, KM	The art of continuous change: Linking complexity theory and time-paced evolution in relentlessly shifting organizations	ADM SCI Q	1997	54	112	215
Ulrich, K	The role of product architecture in the manufacturing firm	RES POLICY	1995	53	64	143
Von Hippel, E	Task partitioning - an innovation process variable	RES POLICY	1990	43	49	62
Kessler, EH; Chakrabarti, AK	Innovation speed: A conceptual model of context, antecedents, and outcomes	ACAD MANAGE REV	1996	41	58	74
Ancona, DG; Caldwell, DF	Demography and design - predictors of new product team performance	ORGAN SCI	1992	36	45	184

5.4 サブクラスター#2.4 ネットワーク

サブクラスター#2.4 ネットワークの論文数は 359 件である。

サブクラスター#2.4 ネットワークの主要論文を表 5.5 に示す。

主要な論文誌は、Research Policy、Strategic Management Journal、Strategic Management、The Academy of Management Journal など、サブクラスター#2.1 と同様にイノベーション関係の学術誌や技術経営論文誌が多い。

主要なキーワードは、network、alliance、integration などである。

コア論文を見ると、Powell・Koput・Smithdoerr (1996) は、バイオテクノロジー企業の分析を通じ、イノベーションが組織間の学習ネットワークを通じて起こることを示した。このグループは、その後、新しい手法を使ってバイオ産業における組織間の動的なネットワーク分析を行う研究へと発展した。

Hagedoorn(1993)は、企業間のアライアンスの分析により、組織間で技術に関する協働を行う場合の分野間の差異や組織間での違いを明らかにした。

この様に、サブクラスター#2.4 ネットワークでは、組織間をつなぐネットワークと

イノベーションとの関わりについて研究され、企業がイノベーションを実現するため、企業間・組織間の協働関係が如何に機能しているかを議論する論文が含まれている。

サブクラスター#2.4 ネットワークの平均年齢は 5.61 で、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの平均より若干高めである。このサブクラスターも、1990 年代中庸から議論が活発化し、2000 年代には年間 30 前後論文が含まれるが、急激な増大には至っていない。

表 5.5 サブクラスター#2.4 ネットワークの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Powell, WW; Koput, KW; SmithDoerr, L	Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology	ADM SCI Q	1996	66	210	406
Hagedoorn, J	Understanding the rationale of strategic technology partnering - interorganizational modes of cooperation and sectoral differences	STRATEG MANAGE J	1993	52	105	211
Williamson, OE	Comparative economic-organization - the analysis of discrete structural alternatives	ADM SCI Q	1991	46	89	534
TEECE, DJ	Competition, cooperation, and innovation - organizational arrangements for regimes of rapid technological-progress	J ECON BEHAV ORGAN	1992	40	71	145
Shan, WJ; Walker, G; Kogut, B	Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry	STRATEG MANAGE J	1994	34	72	92
Pisano, GP	The governance of innovation - vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry	RES POLICY	1991	26	46	76
Eisenhardt, KM; Schoonhoven, CB	Resource-based view of strategic alliance formation: Strategic and social effects in entrepreneurial firms	ORGAN SCI	1996	25	51	151
Teece, DJ	Firm organization, industrial structure, and technological innovation	J ECON BEHAV ORGAN	1996	16	38	46
Robertson, PL; Langlois, RN	Innovation, networks, and vertical integration	RES POLICY	1995	15	21	38
Kotabe, M; Swan, KS	The role of strategic alliances in high-technology new product development	STRATEG MANAGE J	1995	15	26	40

5.5 クラスター#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスターの可視化による分析

さらに、4つのサブクラスターについて、第4章と同様に、第3章で述べた方法を用いて可視化することにより、研究領域間の連関について分析を行なう。図 5.3~図 5.6 は、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みの上位4の各サブクラスターの関係をそれぞれ独立に可視化したものである。次に、それらを重ね合わせクラスター全体を俯瞰したマップが図 5.7 である。



図 5.3 #2.1 技術と産業

図 5.4 #2.2 知識マネジメント

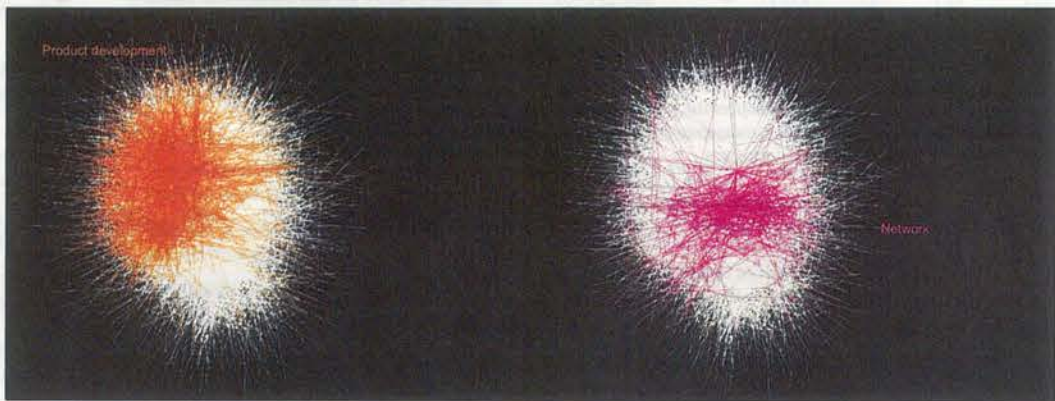


図 5.5 #2.3 製品開発

図 5.6 #2.4 ネットワーク

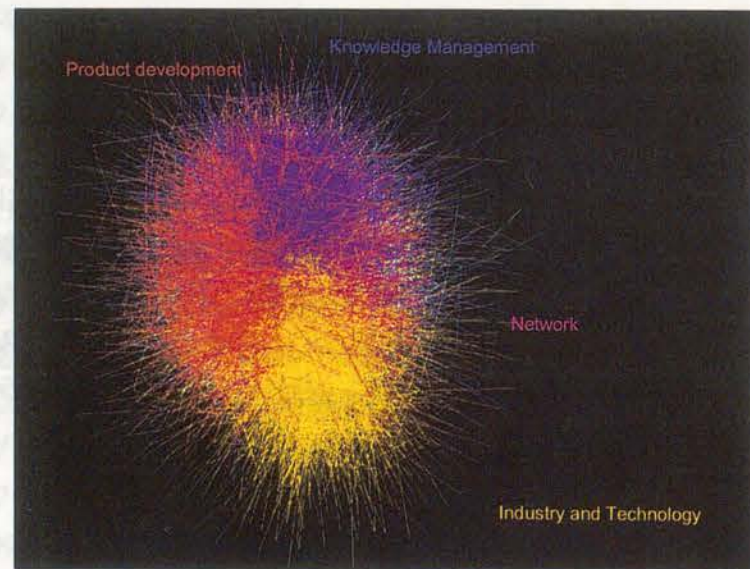


図 5.7 クラスタ#2 技術革新昂進の仕組みのサブクラスター

これを見ると、クラスター#2においてもクラスター#1と同じように全体を4分割しつつ、中央部で重なり合っている。#2.1 技術と産業が全体の下部半分程度に配置されつつ、#2.2 知識マネジメントが#2.1と中央部で重なりながら上半分を占めている。また#2.3 製品開発は左に位置しつつ、全体に伸びている。#2.4 ネットワークは中心からやや右に位置しつつ、中央部を広く覆っている。#2.1、#2.1が上下に対峙し、また、左部に配置する#2.3は#2.1に重なる部分が多く、さらに#2.4はほかのサブクラスターに覆い重なるように中央部に位置しているともいえる。

これらから、サブクラスター#2.1 技術と産業及び#2.2 知識マネジメントが全体を二分する研究分野であり、#2.3 製品開発がどちらかといえば#2.1 産業と技術と深くかかわりながら両分野と関係し、さらにこれら3分野と関係して#2.4 ネットワークの研究が発達しているといえる。

なお、第3章で示したように、本分析は2次元の相対的位置を問題にしており、左右、上下の違いは関係しない。

5.5 クラスタ#2 技術革新昂進の仕組みの結論

以上の各サブクラスターにおけるコア論文の分析及び可視化による分析から、クラスター#2 技術革新昂進の仕組みでは、サブクラスター#2.1 技術と産業、#2.2 知識マネジメント、#2.3 製品開発、#2.4 ネットワークの4つの主要な研究領域から成り立っていることがわかった。

また、それぞれの研究領域は独立ではなく、互いに重なり合っており、特に、#2.1 技術と産業及び#2.3 製品開発が引用関係を通じて強く影響し合っており、両研究領域の近さを示している。さらに、#2.4 ネットワークは、他の主要3サブクラスターにおけるそれぞれの研究と密接に関わっていることがわかった。

また、サブクラスター#2.1、#2.2、#2.3は極めて研究の活性度が高く、この研究領域がイノベーション学全体の中でもホットイシューであることがわかっている。

これらから、技術革新昂進の仕組みとしては、産業における技術の位置づけの差違の認識（例えば Henderson・Clark（1990）によるアーキテクチャル・イノベーションモデル）と知識のマネジメント（例えば Kogut・Zander（1992）の、個人の知識が、いかに組織内において共有されるかがイノベーションにとって重要との主張）及び製品開発の戦略（例えば Eisenhardt・Tabrizi（1995）の製品開発における経験的戦略）が技術革新（technological innovation）を進める上で重要であり、そのためには、企業内外とのネットワークの構築がそれぞれの要素に大きく影響することとして捉えられていることがわかった。

クラスター#3は論文数2,600件の大きなクラスターであり、ここではイノベーションマネジメントが研究の中心である。クラスター#3について、クラスター#1、#2と同様に階層構造分析を行いクラスターの内容をさらに深く分析した。クラスター#3のサブクラスター構造の特定を行った結果、図6.1に示すように、このクラスターでは全部で33のサブクラスターに別れ、うち、サブクラスター#3.1の776件を最大として、サブクラスター#3.2が540件、サブクラスター#3.3が522件と上位3サブクラスターは500件を超える大きなサブクラスターで、サブクラスター#3.4が249件、以下サブクラスター#3.5が155件、サブクラスター#3.6(72件)以下は100件を下回る小さなサブクラスターとなっている。また、上位4サブクラスターで全体のクラスターをなす論文の90%近くを占める。このことから、サブクラスター#3.1から#3.4の内容を吟味することで、クラスター#3の全体構造をほぼ把握できる。

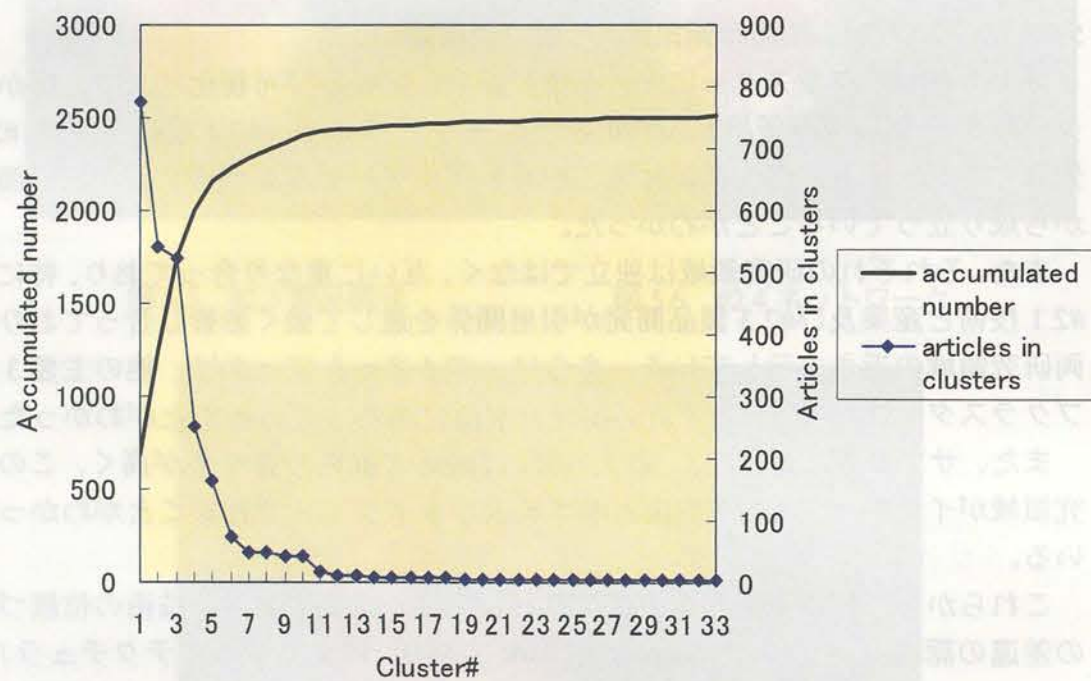


図6.1 クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスター

第3章でも述べた様に、このクラスター内で最も引用されている論文(Damanpour, 1991)は、全体への引用数も高い。これも、上述の#1、#2と同様に、イノベーション研究が急速に増大しはじめる90年代の初頭に発表されていることと合わせて考えれば、それぞれの論文が示唆する内容から発展した研究

が、#1から#3のクラスターを形成する核となっていったことを示している。また、#3の主要論文は#1、#2と比較して70年代の古い論文が散見され、クラスター#3の平均年齢は8.03となっていることがクラスター#1、#2と比べ際立った特徴である。

表6.1にクラスター#3のサブクラスターの特徴を再掲し、図6.2に主要サブクラスターの年別論文数を示す。

表6.1 クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスターの特徴

No.	Cluster name	#Node	Average Year	Age	Keywords
3.1	Organizational Innovation	776	1997.96	8.04	organizational, adoption
3.2	Market orientation	540	1998.08	7.92	customer, market orientation
3.3	Creativity and Leadership	522	1999.19	6.81	leadership, individual, group, team, behavior
3.4	Communication	249	1996.27	9.73	communication, implementation

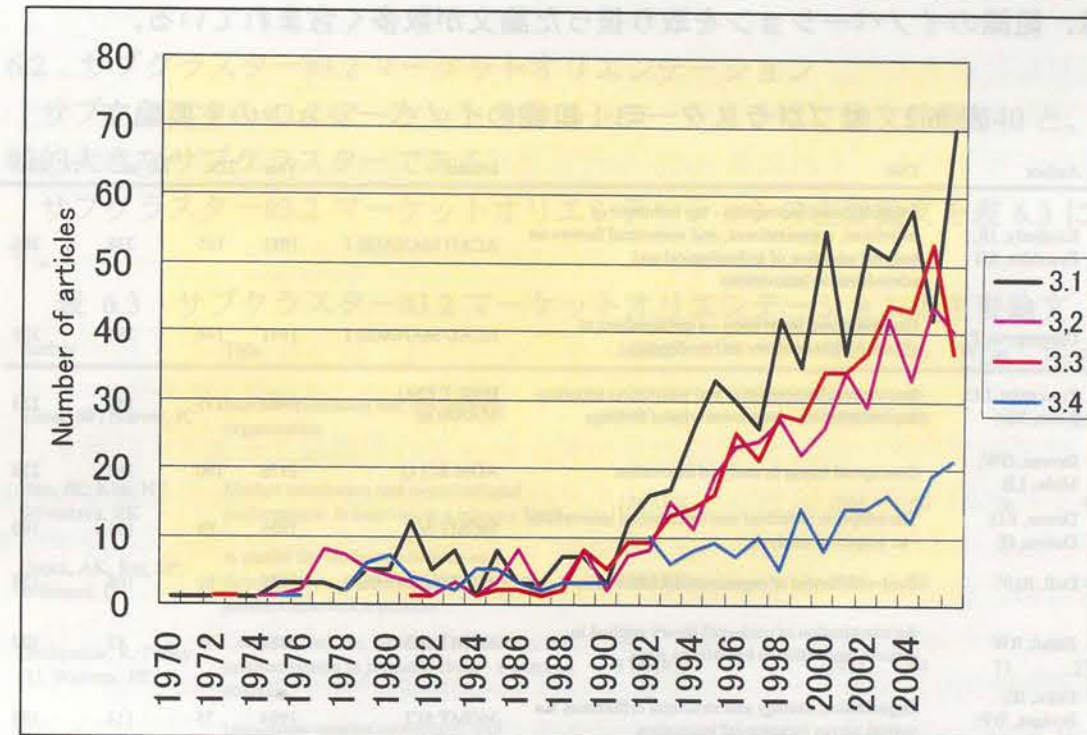


図6.2 サブクラスター#3.1組織のイノベーション
#3.2 マーケットオリエンテーション、#3.3 創造性とリーダーシップ
#3.4 コミュニケーションの年別論文数推移

サブクラスター#3.1は、1990年代から研究が活発化し、その後1990年代中頃から2000年代にかけて順調に論文が増加している。サブクラスター#3.2、サブクラスター#3.3とも1990年代中頃から論文が増加しているが、2000年代では年間40件前後となっており、サブクラスター#3.1に比べると勢いは緩

やかである。サブクラスター#3.4 は上位 3 サブクラスターに比べるとその伸びは小さいが、安定的に伸張している。

6.1 サブクラスター#3.1 組織のイノベーション

サブクラスター#3.1 組織のイノベーションは論文数 776 件のクラスター#3 の中でもっとも大きなサブクラスターである。

サブクラスター#3.1 組織のイノベーションの主要論文を表 6.2 に示す。

主要な論文誌は IEEE Transactions on Engineering Management, OMEGA, The Academy of Management Journal, Management Science など、技術経営を中心とした経営学論文誌が多い。

主要なキーワードは、organizational であり、organizational innovation, organizational learning, organizational structure などとして使われている。ここでは、組織のイノベーションを取り扱った論文が数多く含まれている。

表 6.2 サブクラスター#3.1 組織のイノベーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Kimberly, JR; Evanisko, MJ	Organizational innovation - the influence of individual, organizational, and contextual factors on hospital adoption of technological and administrative innovations	ACAD MANAGE J	1981	165	238	286
Damanpour, F	Organizational innovation - a metaanalysis of effects of determinants and moderators	ACAD MANAGE J	1991	144	284	356
Tornatzky, LG; Klein, KJ	Innovation characteristics and innovation adoption-implementation - a meta-analysis of findings	IEEE T ENG MANAGE	1982	135	157	223
Downs, GW; Mohr, LB	Conceptual issues in study of innovation	ADM SCI Q	1976	100	163	230
Dewar, RD; Dutton, JE	The adoption of radical and incremental innovations - an empirical-analysis	MGMT SCI	1986	88	121	190
Daft, RL	Dual-core model of organizational innovation	ACAD MANAGE J	1978	81	108	133
Zmud, RW	An examination of push-pull theory applied to process innovation in knowledge work	MGMT SCI	1984	79	82	102
Ettlie, JE; Bridges, WP; Okeefe, RD	Organization strategy and structural differences for radical versus incremental innovation	MGMT SCI	1984	75	114	195
Moch, MK; Morse, EV	Size, centralization and organizational adoption of innovations	AM SOC REV	1977	72	82	136
Meyer, AD; Goes, JB	Organizational assimilation of innovations - a multilevel contextual analysis	ACAD MANAGE J	1988	72	99	119

コア論文を見てみよう。Kimberly と Evanisko (1981) は比較的古い論文であるが、病院をケースとして、病院において技術的なイノベーションとマネジメントに関するイノベーションが受け入れられる場合に、個人、組織、内容のファクターが異なることを示し、特にマネジメントにおけるイノベーションにおいては、新しいマネジメントシステムと運営システム、雇用者の開発計画の導

入によって構成されることを示した。

Damanpour(1991)は、組織のイノベーションにおいて重要な決定要素としての項目(専門化、機能の差別化、職能化、中央集権化、変化に対する対応可能性、技術知識リソース、運営の強化、資源の緩慢さ、外部・内部のコミュニケーション)をあげ、これらの決定要素とイノベーションの関係は安定的に説明できることを示した。

このように、このサブクラスターでは組織においていかにイノベーションが起こっていくのか、その決定要素は何かという観点からの議論が行われている。

サブクラスター#3.1 組織のイノベーションは、70 代から議論がされており、平均年齢も#3 全体と同様の 8.04 歳であるが、90 年代中庸から論文数が年間 30 件を超え、研究の活発化が見える。近年は 40 から 70 件程度とそれほど多いわけではないが、継続的に研究発表が行われている。

6.2 サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーション

サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーションは、論文件数 540 と、比較的大きなサブクラスターである。

サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーションの主要論文を表 6.3 に示す。

表 6.3 サブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Slater, SF; Narver, JC	Market orientation and the learning organization	J MARK	1995	70	76	234
Han, JK; Kim, N; Srivastava, RK	Market orientation and organizational performance: Is innovation a missing link?	J MARK	1998	70	76	99
Gupta, AK; Raj, SP; Wilemon, D	A model for studying research-and-development - marketing interface in the product innovation process	J MARK	1986	66	70	144
Deshpande, R; Farley, JU; Webster, FE	Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in japanese firms - a quadrad analysis	J MARK	1993	64	73	233
Hurley, RF; Hult, GTM	Innovation, market orientation, and organizational learning: An integration and empirical examination	J MARK	1998	57	73	117
Cooper, RG; Kleinschmidt, EJ	Success factors in product innovation	IND MARK MANAGE	1987	35	35	64
Quinn, JB	Managing innovation - Controlled chaos	HARV BUS RE	1985	32	63	118
AtuaheneGima, K	Market orientation and innovation	J BUS RES	1996	30	31	43
Slater, SF; Narver, JC	Customer-led and market-oriented: Let's not confuse the two	STRATEG MANAGE J	1998	28	30	50
Li, T; Calantone, RJ	The impact of market knowledge competence on new product advantage: Conceptualization and empirical examination	J MARK	1998	27	31	59

主要な論文誌は、Journal of Marketingをはじめとするマーケティング関係の雑誌や、イノベーションを扱う経営学の論文誌が多い。

主要なキーワードは、market orientation、marketing、organizationであり、ここでは、イノベーションとマーケットの関係に関する論文が含まれている。

コア論文としては、Slater・Narver (1995)があるが、彼らは、マーケティング理論において、マーケティングオリエンテーション（市場志向）の概念を確立したことで有名であるが（久保、2004）、ここでは、マーケティングオリエンテーションがイノベーションに重要な学習する組織を作る適切な状況を作り出すことを示している。

Gupta・Raj・Wilemon(1986)は、プロダクトイノベーションにおいて、研究開発とマーケティングの統合がキーであることを示した。

このように、サブクラスター#3,2 マーケットオリエンテーションでは、イノベーションとマーケティングの関係を示し、マーケットオリエンテーションが重要な役割を果たしていることが論じられている。

平均年齢は7.92で、サブクラスター#3.1よりは若干新しいものの、90年代に議論が活発化し、それ以降2000年代は年間40件前後と、その伸びは顕著ではない。

6.3 サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップ

サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップは、論文数522の比較的大きなサブクラスターである。

サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップの主要論文を表6.4に示す。

主要な論文誌はThe Academy of Management Journalなどの経営学論文誌のほか、Journal of Creative Behavior、Journal of Applied Psychologyなど、心理学分野も含め、創造性、リーダーシップを扱う論文誌が含まれている。

キーワードはorganizational (innovation)のほか、creativity、work、leadershipなどがあり、イノベーションを起こしていく組織の中の個人の創造性、リーダーシップ、チームのあり方について議論する論文が含まれる。

コア論文のひとつにVan de Ven(1986)があり、ここでは、経営組織論の一環として、イノベーションを組織の構成員による新たなアイデアの開発と実行と定義し、その要素として、新しいアイデア、人、業務、組織のコンテキストを挙げ、創造性をイノベーションの中核の課題とした。

Scott・Bruce (1994)は、組織の中の個人によるイノベティブな行動をすることを決定する要素を分析し、リーダーシップとの関係を明らかにした。

このように、サブクラスター#3.4 創造性とリーダーシップでは、イノベーションを起こしていく組織の中で個人の創造性が最も重要な要素のひとつであり、

さらに、リーダーシップの重要性やイノベーションチームのあり方がイノベーションの実現に影響することについて分析している。

サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップの平均年齢は、クラスター#3 イノベーションマネジメントの中では相対的に若い6.81歳となっている。2000年以降、年間30件以上の論文が本サブクラスターに含まれている。

表 6.4 サブクラスター#3.3 創造性とリーダーシップの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Scott, SG; Bruce, RA	Determinants of innovative behavior - a path model of individual innovation in the workplace	ACAD MANAGE J	1994	77	93	151
Amabile, TM; Conti, R; Coon, H; Lazenby, J; Herron, M	Assessing the work environment for creativity	ACAD MANAGE J	1996	76	84	123
Woodman, RW; Sawyer, JE; Griffin, RW	Toward a theory of organizational creativity	ACAD MANAGE REV	1993	75	85	161
Mumford, MD; Gustafson, SB	Creativity syndrome - integration, application, and innovation	PSYCHOL BULL	1988	73	75	159
Vandeven, AH	Central problems in the management of innovation	MGMT SCI	1986	68	171	289
Howell, JM; Higgins, CA	Champions of technological innovation	ADM SCI Q	1990	55	100	174
Anderson, NR; West, MA	Measuring climate for work group innovation: development and validation of the team climate inventory	J ORGAN BEHAV	1998	38	40	61
Abbey, A; Dickson, JW	R-and-d work climate and innovation in semiconductors	ACAD MANAGE J	1983	35	38	69
Bantel, KA; Jackson, SE	Top management and innovations in banking - does the composition of the top team make a difference	STRATEG MANAGE J	1989	34	45	273
West, MA; Anderson, NR	Innovation in top management teams	J APPL PSYCHOL	1996	34	35	45

6.4 サブクラスター#3.4 コミュニケーション

サブクラスター#3.4 コミュニケーションは、論文数249とクラスター#2の主要サブクラスターの中では最も小さいものである。

サブクラスター#3.4 コミュニケーションの主要論文を表6.5に示す。

主要論文誌はJournal of Substance Abuse Treatmentという薬物乱用の治療に関するものが最上位（11論文）にあることが特異的であり、またThe Academy of Management Journalなどの経営学論文誌も含まれているが、論文数が249であるのに関わらず、雑誌の種類が157誌と非常に分散していることも特徴である。

主なキーワードとしてはorganizational innovation/adoption、implementation、communicationなどがある。ここでは、組織の中でイノベーションを実現するための要素としての実行、コミュニケーションなどの側面の重要性を指摘する論文が含まれる。

コアの論文を見ると、Klein・Sorra (1996)は、組織の構成員がイノベーションを実現するには、強くイノベーション実行 (implementation) の状況を作り出

すことが重要であることを結論付けた。

Fidler・Johnson (1984) は、組織の中において、イノベーションの実現にはコミュニケーションのコストが影響することを提示した。

また、Roman・Johnson (2002) は、Journal of Substance Abuse Treatment 誌に掲載した論文の中で、Naltrexoe というアルコール依存症の新薬の普及というイノベーションをとりあげ、これが、薬物依存治療センターという組織の充実とその指導力によって実現したことを指摘している。

表 6.5 サブクラスター#3.4 コミュニケーションの主要論文

Author	Title	Journal	Year	TCc	TC_in	TC_all
Klein, KJ; Sorra, JS	The challenge of innovation implementation	ACAD MANAGE REV	1996	27	50	83
Warner, KE	Need for some innovative concepts of innovation - examination of research on diffusion of innovations	POLICY SCI	1974	14	18	38
Fidler, LA; Johnson, JD	Communication and innovation implementation	ACAD MANAGE REV	1984	12	29	39
Albrecht, TL; Ropp, VA	Communicating about innovation in networks of 3 united-states organizations	J COMMUN	1984	12	19	25
Lewis, LK; Seibold, DR	Innovation modification during intraorganizational adoption	ACAD MANAGE REV	1993	11	17	27
Ebadi, YM; Utterback, JM	The effects of communication on technological innovation	MGMT SCI	1984	10	23	52
Roman, PM; Johnson, JA	Adoption and implementation of new technologies in substance abuse treatment	J SUBST ABUSE TREAT	2002	10	10	9
Tyre, MJ; Orlikowski, WJ	Windows of opportunity - temporal patterns of technological adaptation in organizations	ORGAN SCI	1994	8	25	109
Pelz, DC	Quantitative case-histories of urban innovations - Are there innovating stages	IEEE T ENG MANAGE	1983	8	16	20
Martin, GW; Herie, MA; Turner, BJ; Cunningham, JA	A social marketing model for disseminating research-based treatments to addictions treatment providers	ADDICTION	1998	8	8	17

このように、このサブクラスターでは、組織の中でイノベーションを実現することを研究する論文のうち、組織のコミュニケーションの重要性を指摘したものが多く集まっている。

サブクラスター#3.4 コミュニケーションの平均年齢は 9.73 と、クラスター#3 の主要サブクラスター中もっとも古くなっている。

6.5 クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスターの可視化による分析

ここで、4つのサブクラスターについて、第4章、第5章と同様に、第3章で述べた方法を用いて可視化することにより、研究領域間の連関について分析を行う。

図 6.3~図 6.6 は、クラスター#3 イノベーションマネジメントの上位4の各サブクラスターの関係をそれぞれ独立に可視化したものである。次に、それらを重ね合わせクラスター#3 全体を俯瞰したマップが図 6.7 である。

これを見ると、クラスター#3 においては、クラスター#1、#2 と同じように各サブクラスターが全体を4分割しつつ、中央部で重なり合っているが、クラスター#2 と同じように、サブクラスター#3.1、#3.2、#3.3 が大きく全体を分割し、#3.4 は#3.1 と#3.3 に覆い重なるように全体に広がっている。また、#3.2 は、他のサブクラスターと重なっているものの、その領域は小さく、どちらかといえばこの4サブクラスターの中では独立して発展しているように見える。サブクラスター#3.1 と#3.3 の重なり領域は大きい。

これらの可視化の結果から、サブクラスター#3.1 組織のイノベーションとサブクラスター#3.2 マーケットオリエンテーション、サブクラスター#3.3 リーダーシップがイノベーションマネジメントの三大研究領域であり、これにサブクラスター#3.4 のコミュニケーション研究が関係しているといえることができる。

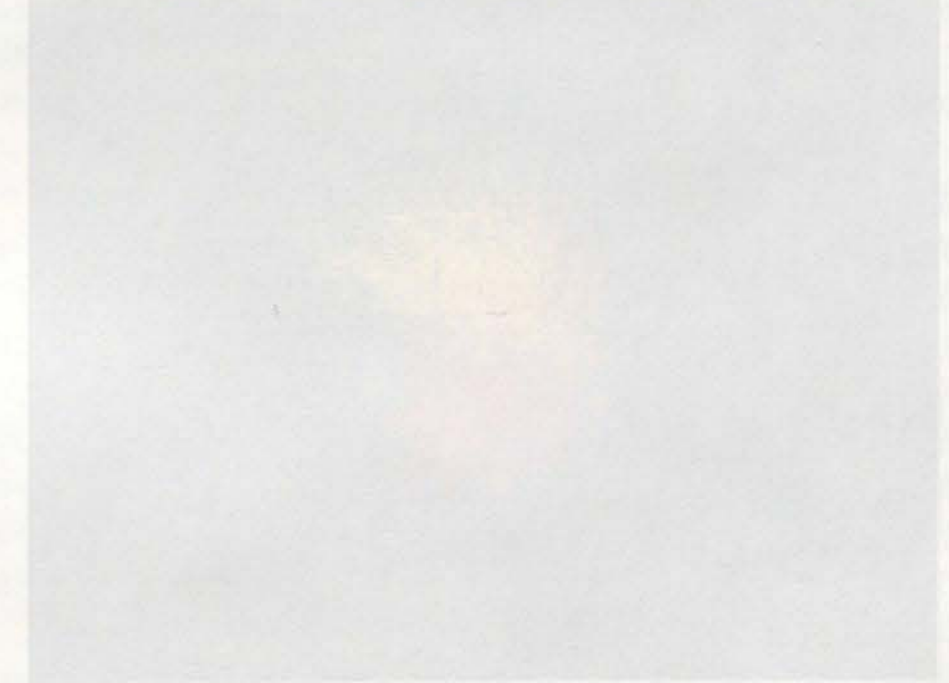


図 6.7 クラスター#3 イノベーションマネジメントのサブクラスターの可視化による分析

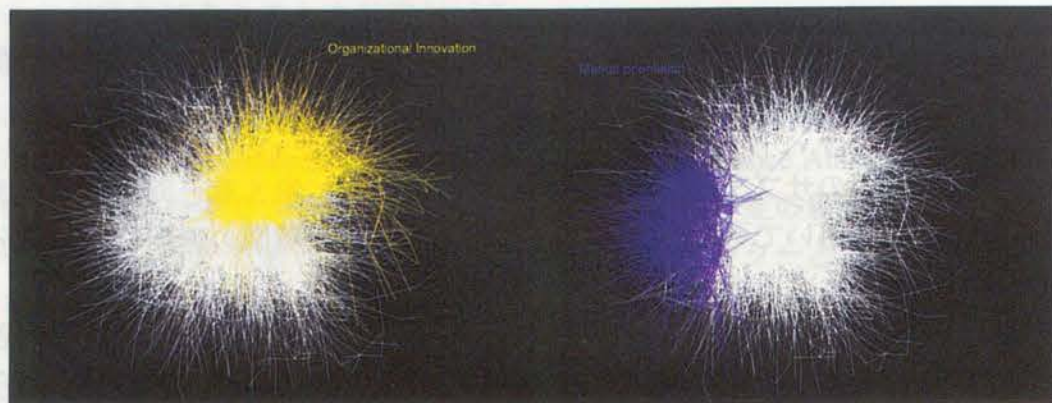


図 6.3 #3.1 組織のイノベーション 図 6.4 #3.2 マーケットオリエンテーション

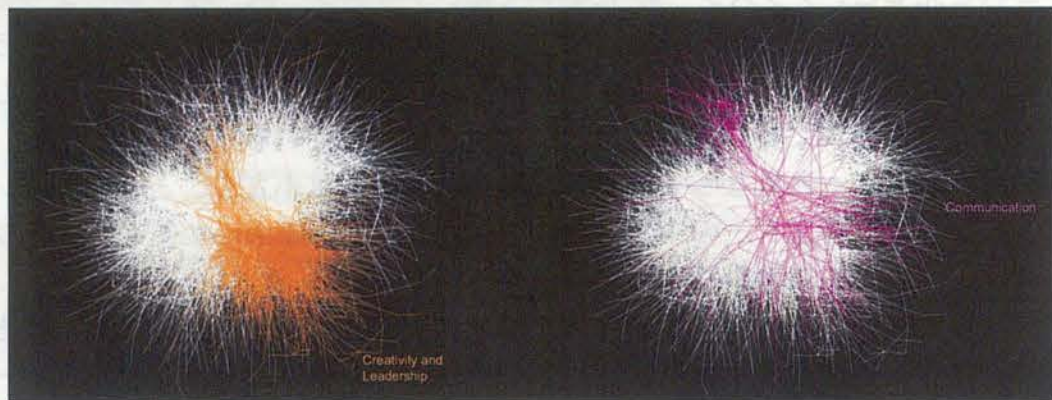


図 6.5 #3.3 創造性とリーダーシップ 図 6.6 #3.4 コミュニケーション

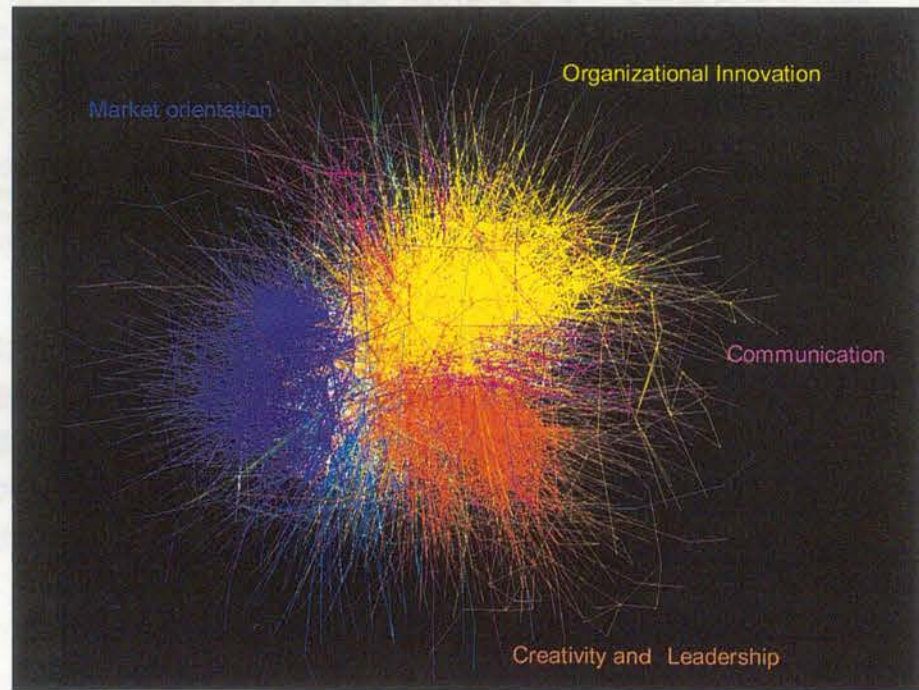


図 6.7 クラスタ#3 イノベーションマネジメントのサブクラスター

6.6 クラスタ#3 イノベーションマネジメントの結論

以上のコア論文からの分析及び可視化分析により、クラスタ#3においては、組織においていかにイノベーションが起こっていくのか、あるいはイノベーションを起こすのに適した組織の決定要素は何か（例えば Damapour(1991)の組織のイノベーションの重要な決定要素として専門化、機能の差別化、職能化、中央集権化、変化に対する対応可能性、技術知識リソース、運営の強化、資源の緩慢さ、外部・内部のコミュニケーションとの主張）という問題と、イノベーションにおいてマーケットオリエンテーションが重要な役割を果たしていること（例えば Slater・Narver (1995) によるマーケティングオリエンテーションがイノベーションに重要な組織を作る状況を作り出すとの主張）、さらにイノベーションを起こしていくには、組織の中での個人の創造性の実現やリーダーシップ重要（例えば Van de Ven(1986)の創造性、Scott; Bruce (1994) のリーダーシップがイノベーションの中核の課題との主張）との3点が大きな論点として取り上げられ、分析されており、さらに、これらのイノベーションマネジメントにおいては、組織のコミュニケーションが重要との指摘がなされていることがわかった。

言い換えれば、イノベーションマネジメントにおいては、組織のあり方、マーケット指向、組織内個人の創造性とリーダーシップの3点が重要な課題であり、それらを遂行していくためには、組織内のコミュニケーションの確保と実行力が必要であるということを示している。

第7章 ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の機能（ファンクション）と役割（ミッション）

7.1 はじめに

日本のイノベーション政策は、これまで指摘したように、1990年代はじめに、当時のイノベーション研究蓄積がすでにあった産学連携を促す施策、中でもその成果が米国で早期に顕在化していた TLO 整備の政策が先行した。その後、2000年代に入り、イノベーション学術研究の蓄積が本格化した段階では、大学発ベンチャーのような産学連携から先に一步進んだ政策や地域クラスター政策、大学組織の改革（国立大学法人化）といった本格的な構造改革へと進化した。

また、第3章及び第4章において明らかになったように、イノベーション学においては、外部からの知識、特に大学の知の創出の環境が主要分野として論じられた。特に、大学の知の創造を含めた機能が、サブクラスター#1.2に明示されている産学連携や#1.1で示された地域のイノベーションにおいて最も重要なことの一つであり、ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の知の創出及びそのスピル・オーバーに関する機能の重要性が明示された。

第7章では、イノベーション学の主要分野であるイノベーション創成のための環境基盤の中でも、特に重要であることがわかった地域のイノベーションをとりあげ、大学機能について検討する。具体的には、地域の産業クラスター形成に関わる各大学の位置づけを客観的に分析し、産学連携に関して大学が有する各種属性が、産業クラスターにおける大学の機能にどう関係するかの検証を行う。これにより、ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の機能と役割を明らかにする。

7.1.1 地域産業クラスターと大学の機能と役割

地域産業クラスターは、米国を中心にナショナル・イノベーション・システムを構築するための中核的な組織であると認識されている（たとえば、サブクラスター#1.1のコア論文である Audretsch・Feldman (1996)）。日本においても、2001年から経済産業省、文部科学省が政策的にクラスター形成を推進してきた。地域において、産・学・官の様々なプレイヤーが有機的につながり合い、ひとつのかたまり（あたかもぶどうの房のような）を形成することがクラスターの概念である。このクラスター内では、それぞれのプレイヤーがネットワークを形成することにより、情報と知識を交換し、様々な形の連携を実現することが可能である。

知の創造拠点とされる研究大学¹は、単にその研究機能を果たしているだけでなく、それ以外の様々な機能を果たしている。一つは知識と知識の融合・濃縮・反応機能であり、もう一つは知識と事業化リソースの融合・濃縮・反応機能である。こうした機能は大学の特性によるものである。さらに詳細にあげれば、知の創成拠点、人材育成拠点、イノベーションモデルの提供、知の移転である。このような機能により、研究大学は地域産業クラスターの中核拠点の役割を果たしているものと考えられる。

具体的に、地域産業クラスターと大学の関係について分析する。地域における産業クラスターは、シリコンバレーなどの成功により、新産業創成の仕掛けとして極めて重要とされているが、先端分野におけるイノベーションを達成するには、これまで見たように、クラスター内部に高い研究開発能力を持つことが不可欠である。リニアなイノベーションモデルにおいては、知の創造（研究）がその出発点とされ、Kline(1994)による連鎖モデルにおいても、研究開発は重要な要素である。製造業のイノベーションモデルでは、その出発点が研究開発であるが、特に Chesbrough(2003)が提唱したオープンイノベーションモデルにおいては、研究機能についても企業組織の外側、すなわち協働関係を築き得る他の企業や大学の存在が重要とされている。これは、研究開発機能を有するさまざまな機関がネットワークを構成している産業クラスターの構造がイノベーションを創成するため極めて重要ということを示唆する。一方で、産業クラスターのネットワーク構造は、単に知の創造機能をリンクさせることだけではなく、その後の企業活動における開発、製造、マーケティング、あるいは経営そのものにも強い影響を与えていることが想像される。

米国のイノベーション・クラスター形成においては、シリコンバレーにおけるスタンフォード大学や UC バークレーなどの存在、ノースカロライナ・バイオクラスターにおける、デューク大学など3大学の存在など、知の創造ポテンシャルの高い大学が中核の位置を占めていることが極めて重要であるとされている²。これは、こうした大学をハブにしたネットワークの構築が、大学の知を基にしたイノベーションを促進するためのクラスター形成となり、21世紀型のイノベーションモデルが確立されると考えられるからである。

例えば、ノースカロライナ・バイオクラスターは、シリコンバレーなどと異なり、タバコ産業などの地場産業の衰退に直面した州政府や地元産業界が戦略を持って整備してきたものであり、ノースカロライナ州立大学、ノースカロライナ大学、デューク大学を結ぶ三角形の中の地域をリサーチ・トライアングル・パ

¹藤末ほか(2001)によれば、本論文の分析対象の中では、京都大学、大阪大学、九州大学が、アメリカのカーネギー分類により、研究大学に相当するものと評価されている。

²例えば、Rosenberg(1996)

ークとし、研究開発施設を中心にした企業誘致の試みを始めたものである。現在では、味の素、BASF、バイエル、バイオジェン、デュポン、エーザイ、グラクソスミスクライン等の製薬関連の民間企業、ノースカロライナ技術開発公社、ノースカロライナ・バイオテクノロジーセンター等支援機関などが集積し、時価総額で、シリコンバレー地域、ボストン地域、サンディエゴ地域周辺に次いで、全米で4番目のバイオクラスターとなっている。先述した3つの大学は、これらの研究機関と連携したり、人材を輩出したりすることで重要な役割を果たしている。特に、最近では、全米でも有数のメディカルセンターを擁するデューク大学をはじめとした3大学が核となって、新しい健康医療クラスターとして更に発展しつつある。

また、OECD(1997)は、ナショナル・イノベーション・システム内の知識の流れ(knowledge flow)において、クラスター成立過程における大学と企業とのインタラクションの重要性を指摘している。特に、ハイテク産業は国内外の企業を問わず、こうした有力大学の近傍に進出して公式及び非公式の技術ネットワークにアクセスしようとする傾向を指摘し、この結果大学の周辺に専門化された「知識センター」が形成される動向を示している。このように、ハイテク分野のクラスターにおいては、大学が核となってネットワーク内の様々な機能を果たしていることが予想される。これを模式的に示したのが図7.1である。

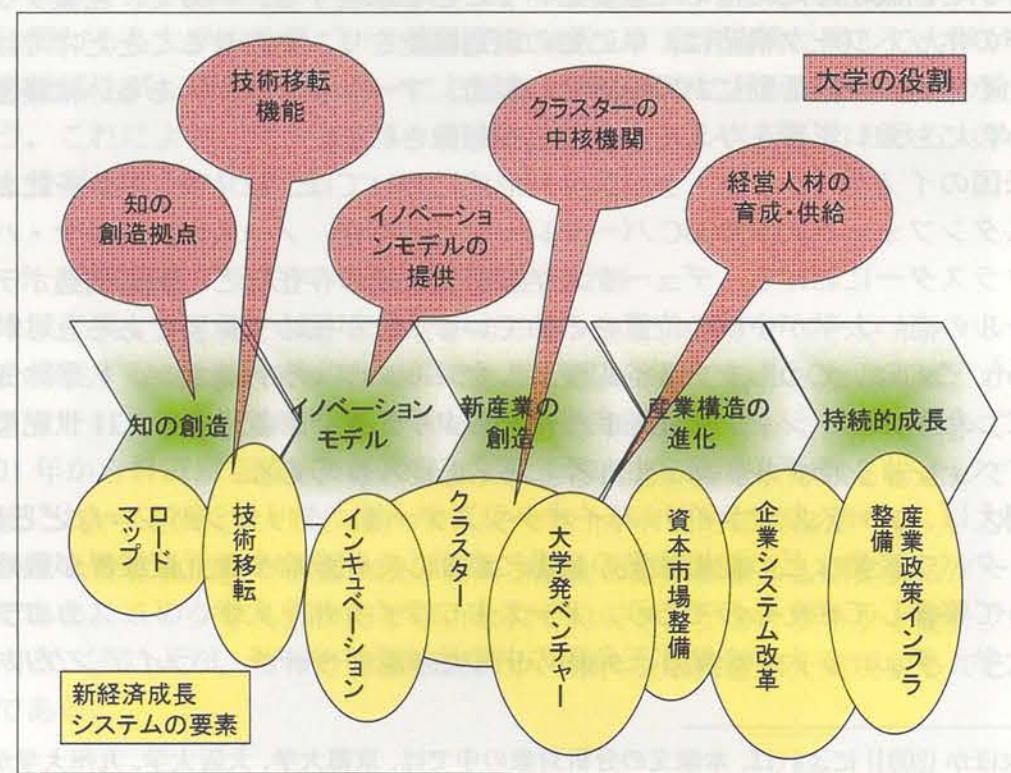


図7.1 イノベーションによる新経済成長システムと大学の役割

図7.1に示すように、クラスターネットワーク等の新経済成長システムにおける大学の機能は、大学内部の研究機関、産学連携・知財管理組織・TLOなど外部との接点となる機関、およびインキュベーション機能を持つ機関、さらにはファンドを供給する大学発ベンチャーキャピタルが一体となった連携体を構成するためのハブとなるものとして、イノベーション・システムに極めて重要な意味を有する。こうしたネットワークが整備されていくことが、大学の知を基にしたイノベーションを促進するためのクラスター形成となり、21世紀型のイノベーションモデルが確立され、ナショナル・イノベーション・システムの高度化が達成されるのではないかと考える。

7.1.2 クラスターにおける大学の機能 (Melting pot (るつぼ) 機能)

このように、ナショナル・イノベーション・システムをより効果的なものにしていく上で大学知を核としたイノベーション・クラスターを形成することが有効である、との議論がなされてきた。大学は本来、知の創造の段階である基礎研究においては、知識創造の「アリーナ (Arena: 競技場)」として、大学内外のネットワークが機能する可能性がある。これは、大学研究者の関心に基づき研究・知識創造の過程の情報が広くみえている大学特有の構造に基づくものである。学界の有用な新知識へのオープン性による特質と言い換えてもよい。こうした Arena 機能を有する大学がナショナル・イノベーション・システムにおいて役割を果たすメカニズムはどのように評価されてきたのであろうか。これまでの考察では (橋本ほか (2006))、知の創造拠点とされる大学は、単にその研究機能を果たしているだけでなく、それ以外のさまざまな機能を果たし得るのではないかと考えてきた。こうした機能はもともと大学の特性に基づくものであると考えられ、これを、「Melting pot=るつぼ」機能と呼ぶこととする。Melting pot においては、大学は次の二つの機能を果たすことを期待される。ひとつは知識と知識の融合・濃縮・反応機能であり、もう一つは知識と事業化リソースの融合・濃縮・反応機能である。具体的にあげれば、知の創成拠点だけでなく、人材育成拠点、イノベーションモデルの提供、知の移転、産業クラスターの中核拠点の役割である。そうした大学における様々な機能が融合・結合していく過程の性質は、リニアではない。複雑な反復・継続のプロセスであり、また自律分散でかつ並行的に処理されていくと考えられる。それを促進するものの一つが大学や大学と共に pot に加わる研究所、企業群、専門家集団、産業支援機関等の間に醸成された「信頼」と「協働の標準プロトコル」である。この信頼と協働の存在が、融合や統合のハードルを下げ、バリアを低くする。言い換えれば、大学の外部開放性が有効に機能する。これが大学 Melting pot の特質と効能であるであると考えられることができる。

なお、Melting pot という用語 については、「人種のるつぼ」との概念もあるが、ここでは、本来の意味である合金反应用るつぼ、すなわち、加熱し、内部で融合反応をおこし新たな価値を創造するモデルとして用いる。大学の内外のステークホルダーの機能が融合・反応を起こし、濃縮することにより、本来持たない能力を発揮するものとして捉えてとらえている。(図 7.2 参照)

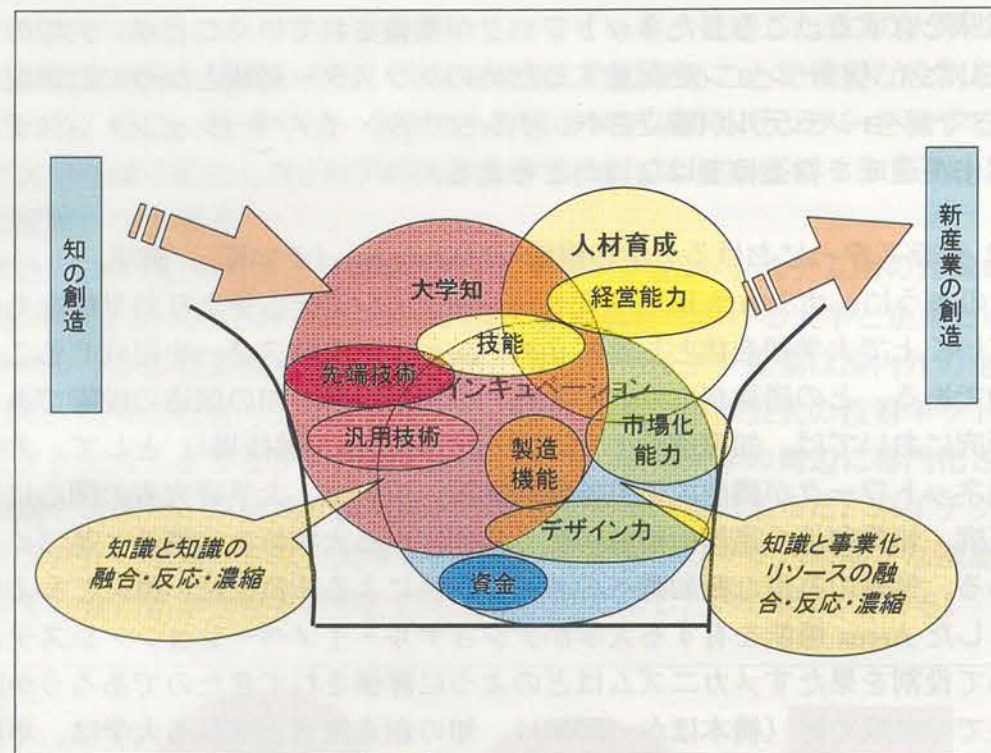


図 7.2 Melting pot としての大学

さらに、イノベーションの事業化段階においては、複数の知識の融合と、それと更に事業化リソースとの融合を進める「るつぼ機能」が極めて有用となることが予想される。このため、「アリーナ」と「るつぼ」が重なる「融合プラットフォーム」が重要な大学の機能となる。(図 7.3 参照)

「アリーナ」+「るつぼ」=
融合プラットフォーム



図 7.3 融合プラットフォーム機能の重要性

こうしたネットワークの中で、イノベーションのひとつの形である大学発ベンチャーを成功に導く最も重要な要素は、専門人材であり、コミュニティ内における専門家のネットワークの存在であると意識されるようになってきた (Saxenian(1994)、 Maillat(1996))。しかしながら、日本社会は特に米欧に比べ、専門人材のストックが少ない³。また、その流動性が低いという特性がある。人材育成の必要性は指摘されているが、どの企業も簡単にアクセスが可能となる数の人材育成には長期間を要することから、既存の専門家のネットワークにアクセスできている企業とそうではない企業との間に、米欧以上に大きな成長の差が生じている可能性がある。また、これまでの大学カリキュラムおよび定員の硬直性により、IT などの新産業に必要な専門人材の供給がなされていなかったとの問題もある (橋本ほか、2007)。さらに、日本の場合、大学内のネットワークについても、機能不全になっているおそれもある。

産学協働や大学発ベンチャーの成功には、こうした、専門人材およびベンチャーの多様なステークホルダー (大学、産学連携機関、VC、地域銀行、同窓生など) をノードとした地域社会ネットワーク構造の存在が重要であり、このネットワーク構造特性によって、地域イノベーション・システムの価値が決定されるとの仮説が成り立つのではないかと考える。

これまでの著者らの研究⁴では、日本においても産学連携の成果を多数実現している地域経済圏 (産業クラスター) においては、'small-world'型⁵でかつ、異分野・セクターの間のリンクが多いという構造を持ったネットワークが存在していることがわかっている。このネットワークにおいては、上述の大学の持つ Melting pot 機能により、大学が重要な役割を果たし得るのではないかと考えられる。また、これを示すことにより、大学発ベンチャーの成長に適したネットワーク構造、ネットワーク構造内における産学連携機関等の役割、ネットワークと大学発ベンチャーの成長の関係を示すことができるのではないかと考える。

以上の仮説に基づき、第7章では、ナショナル・イノベーション・システムにおいて、研究大学のクラスターネットワークにおける役割と機能を分析する。

³ ポーター、竹内 (2000) は、日本の雇用制度は多岐にわたる技能を持つゼネラリストの養成には長けているが、特定分野のスペシャリストを育成するには適していないと指摘している。

⁴ 例えば、坂田ほか (2006)

⁵ Watts ほか (1998) によれば、small-world とは、①局所的なグループ化が存在しながら (つまりクラスタリング係数 C が、ランダムネットワークの場合の理論値と比較して大きい)、②どのノードからどのノードにでも、ほんの数ステップで到達出来るように結合 (つまり平均パス長 L が、短い) しているネットワークの領域を指す。ここで、クラスタリング係数 C とは、例えば共通の友人を持つ 2 人がまた友人である確率である。また、平均パス長 L とは、すべてのノードの組について、最短パスの長さの平均であり、 L が短ければ、任意のノードから任意のノードにリンクをたどりつくことが容易となるものである。

7.1.3 分析対象となる地域・分野

以上の考えに基づき、大学の地域産業クラスターにおける役割と機能について、現実のクラスターである近畿圏の医療関連産業（近畿医療）と北部九州のLSI産業（北部九州LSI）の二つをサンプルとして論ずる。

これらを選定した理由は、以下の三点に集約される。一つ目は、大規模な新産業とそのイノベーション活動の集中が顕著であるとともに、更にその成長を加速すべく多くの政策努力が投入されていることである。近畿は、大阪の道修町を中心に古くから製薬企業が集中立地し、製薬分野のイノベーションの中心地であり続けている。同町周辺に本社を置く主な企業⁶としては、武田薬品、三菱ウェルファーマ、塩野義製薬、田辺製薬等がある。大阪府の医薬品生産金額は、厚生労働省薬事工業生産動態統計（2005年）によれば、全国の12.7%を占め、都道府県別でトップである。製薬企業の研究開発活動については、武田薬品、三菱ウェルファーマ、塩野義製薬、田辺製薬、住友製薬等が研究所を置いている。また、産学連携の出口において重要な研究開発ベンチャーとしては、アンジェスMGやミレニウムゲートテクノロジーが著名である。特に大学については、世界的にみてもトップレベルの研究機関である大阪大学、京都大学といった研究大学のほか、産業技術総合研究所などが存在する。

北部を中心とした九州には、1970年代以降、半導体製造工業の集中立地が進んでいる。三菱電機、東芝、日本電気、ソニーセミコンダクタ、TIなど主要LSIメーカーの大半が前工程又は後工程の産業を有し、全国半導体産業の25%が集中している(2005年、金額ベース)。シリコンウエハ、半導体関連部品、半導体製造装置、それらを支える金型、メッキ、プリント基板等、関連企業の層も次第に厚くなりつつある(山崎・友景(2001))。研究機関に関しても、LSIメーカーの研究所が存在する。また、主要な大学としては九州大学、九州工大といった研究大学や大分大学、熊本大学といった県レベルの中核国立大学がある。

政策努力については、近畿に関しては、神戸医療産業都市構想、彩都構想、京都バイオシティ構想があり、九州については、シリコンシーベルト福岡構想、おおいだ LSI クラスター構想、熊本セミコンダクタ・フォレスト構想等があり、これらプランを実現するための産学官のコンソーシアムや推進機関が設立され、活発に活動を行っている。

二つ目は、技術分野の先端性である。先端的な分野では、そうでない分野に比べて、ネットワークを活用した知識の迅速なスピル・オーバーが重要であると考えられる。すなわち、クラスター化することから得られる利益が大きい。医療と半導体は、先端技術産業の代表例である。両分野は、また、その技術の発展に関して、大学が持つ知的資源への期待が大きいという共通点を持つ(例

⁶ 企業名は、調査時点の2005年のものである。

えば、Brenzitzほか(2004)、Arora・Gambardella(1990)、Smilorほか(1988)を参照)。

三つ目は、二点目とも重複する部分があるが、産業特性として、Steinleほか(2002)が示した、クラスター化を促す3要素、すなわち、中核を起点とした長いバリューチェーン、産学のネットワークの重要性、市場のボラティリティ(volatility)の高さを満たしていることである。ネットワークの価値を議論するには、そうした特性を持った産業を選択することが望ましいと考えられる。

両クラスターの発展と大学の位置付けについては、近畿医療クラスターに関しては、石倉(2003)が、まだ実際にクラスターと位置づけられた活動を始めたから数年であり、またバイオ分野は、Windowsの様にある技術が一人勝ちせず、少数の基本特許で防御できる研究成果が共存する可能性が高く、大学の基礎研究が重要な役割を果たすことから、大学発ベンチャーの振興が奨励されてきており、具体的な成果はこれからと期待されると指摘している。また九州半導体クラスターについても、山崎(2003)が、東芝、NEC、ソニーといった関東系企業を中心に研究開発機能が進み始めるとともに、大学の研究支援体制も九州大学、熊本大学など、体制は整ってきており、長期的には、まさに大学を核にした、地域の資源と頭脳のベクトルの統一が求められるとしている。

以上見てきたように、大学で産み出される知識と産業との結びつきが強い地域において、大学は、特定の企業と深くパイプを保つだけでなく、地域の「ハブ」として、地域産業全体に知の波及効果をもたらす存在であることが期待されているのである。

本章においては、まず7.2で、分析のための予備調査として、近畿と北部九州における主要な大学の現状調査を行った。具体的には、教員数、共同研究・受託研究費、大学発ベンチャーの設立数等を調査することで各大学の産学連携ポテンシャル・現状の把握を行った。次に、地域の産業ネットワーク内で大学の果たしている役割を検討するために近畿医療と北部九州LSIの2つのクラスターについてネットワーク分析を行った。7.3ではネットワーク分析の方法論を、7.4ではその分析結果を示す。7.5では、7.4で得られたネットワーク分析の結果と、7.2で得られたそれぞれの研究大学の特性、すなわち、産業クラスターに影響を与えらると思われる産学連携に関するデータを重ね合わせることにより、各大学のネットワーク上の位置づけについて議論を行う。

7.2 大学の産学連携に関する属性とネットワーク上の特性についての分析

以下のように、各大学の産学連携に関する諸属性にかかるデータとネットワーク上の特性との相関を見る。

7.2.1 産学連携属性データによる大学の特徴

まず、各大学の産学連携に関する諸データを比較し、大学の特徴を抽出する。

用いるデータは、ネットワークに直接関係する大学発ベンチャーの設立数、大学の研究能力に関する共同研究・受託研究費)、教員数、そして各大学の産学連携体制の整備状況である。

①近畿医療

京都大学、大阪大学、神戸大学、立命館大学、長浜バイオ大学、京都薬科大学について比較した。図 7.4、7.5 を見ると、大学発ベンチャー設立数と外部研究費については、大阪大学および京都大学が飛びぬけて多く、特にバイオ系大学発ベンチャーで見ると、大阪大学の優位性が目立っている。神戸大学、立命館大学はベンチャーの数は大阪、京都の半数程度に迫っているが、外部研究費については圧倒的に差が開いている。

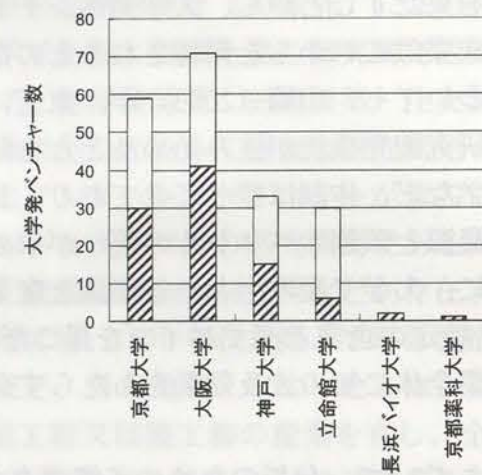


図 7.4 大学発ベンチャー数 (近畿・医療)

数字は平成 17 年度までの累積。網掛け部は内バイオ系ベンチャーを指す。

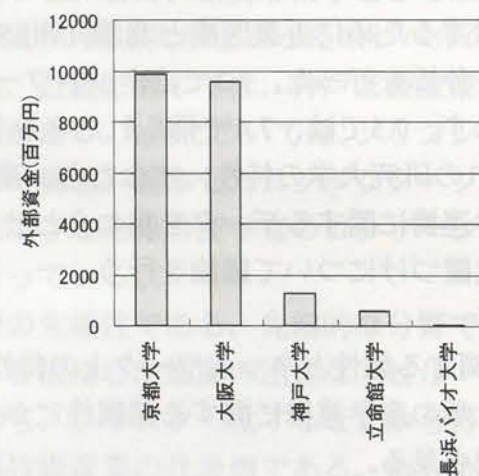


図 7.5 外部資金(共同研究・受託研究費) 獲得額(近畿医療) 平成 16 年度実績。

図 7.6 では、教員数については、京都、大阪、神戸、立命館の順位となっていて、それほど大きな規模の差は見られないが、医療分野に関連すると思われる自然科学系の教員で見ると、京都大学、大阪大学とも圧倒的に大きい。長浜バイオ大学、京都薬科大学は他の 4 大学に比べると、ネグリジブルスモールといわざるを得ない。

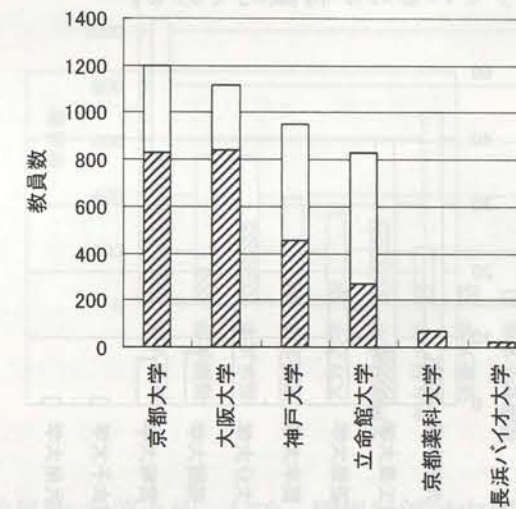


図 7.6 大学教員数(近畿・医療) 網掛け部は内自然科学系教員数を指す。

産学連携体制については、表 7.1 に示すように、京都大学、大阪大学、神戸大学、立命館大学ともわが国でもっとも歴史のある TLO のひとつである関西 TLO をはじめとして技術移転機関が整備されており、また大学内の産学連携体制もそれぞれ外形的にはそろっている。一方、京都薬科大学は大学としての産学連携体制は未成熟といわざるを得ず、また長浜バイオ大学は小さな大学ながら、設立当初からクラスターの中における産学連携を意識した体制を用意しているものの、その歴史は極めて浅い。

表 7.1 産学連携体制(近畿・医療)

大学名	産学連携本部または知財本部	技術移転機関(TLO)
大阪大学	先端科学イノベーションセンター 知的財産本部	大阪TLO大阪大学事業部門
京都大学	国際イノベーション機構 (産学連携推進部・知的財産部)	関西TLO
神戸大学	イノベーション支援本部連携創造センター	TLOひょうご
立命館大学	BKCリエゾンオフィス 知的財産戦略推進室	関西TLO
京都薬科大学	-	関西TLO
長浜バイオ大学	産官学共同研究事業開発センター	-

②北部九州 LSI

九州大学、九州工業大学をはじめ北部九州 LSI 産業に関係しうる大学について比較した。

図 7.7 を見ると、九州大学と九州工業大学は、大学発ベンチャーに関しては圏内の他の大学を圧倒しつつ伍しており、特に IT ハード系については、九州工業大学の数が若干上回っているのが特徴的である。

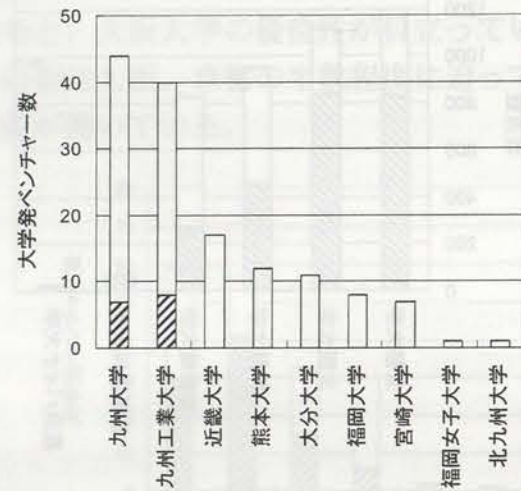


図 7.7 大学発ベンチャー数 (北部九州・LSI) 数字は平成 17 年度までの累積。網掛け部は内 IT ハード系ベンチャーを指す。

外部研究費については、図 7.8 に示すように九州大学が圧倒的に多く、九州工業大学及び熊本大学が年間 7 億円強に達しているが、それでも九州大学 (16 年度約 50 億円、全国 6 位) とは 7 倍程度の差がある。それ以外の大学は年間 3 億円程度以下にとどまっている。

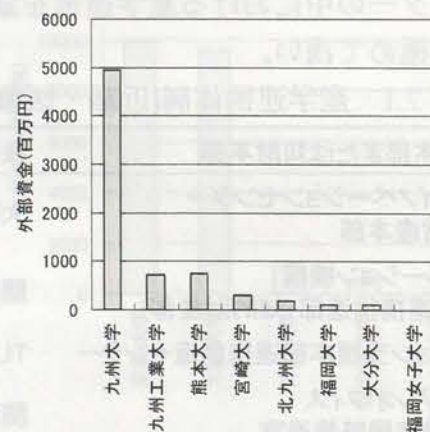


図 7.8 外部資金(共同研究・受託研究費) 獲得額(北部九州・LSI) 平成 16 年度実績(ただし宮崎、北九州、大分、福岡女子は、平成 15 年度)。

理工系の教員数を見ると、図 7.9 に示すように九州大学が 500 名以上となっているが、九州工業大学、熊本大学も 300 名程度と、それほど大きな差にはなっていない。その他の大学は理工系については、100 名程度かそれ以下と、多いとは言えない。

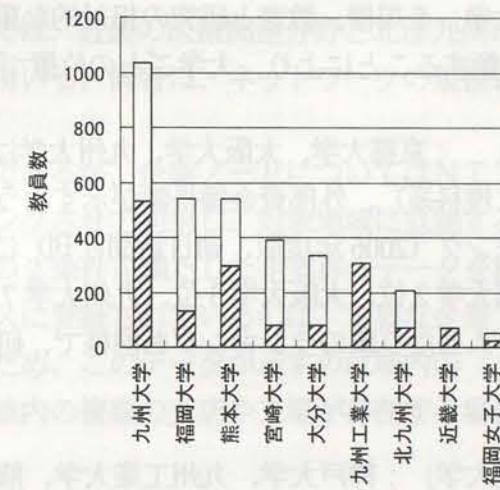


図 7.9 大学教員数(北部九州・LSI) 網掛け部は内理工系教員数を指す。

産学連携組織については、表 7.2 に示す。

表 7.2 産学連携体制(北部九州・LSI)

大学名	産学連携本部または知財本部	技術移転機関(TLO)
九州大学	産学連携推進機構知的財産本部	産学連携機構九州
九州工業大学	共同研究センター、知的財産本部	北九州TLO
熊本大学	共同研究センター、知的財産創生推進本部	熊本テクノ産業財団
福岡大学	-	-
大分大学	共同研究センター、知的財産本部	大分TLO
宮崎大学	共同研究センター、知的財産本部	みやざきTLO
北九州大学	-	北九州TLO

ここに示すように、九州大学と九州工業大学はそれぞれ特徴的な体制整備を行っている。九州大学は学内の組織が良く整備されていると言えるが、九州工業大学は地元の北九州市の中小企業を中心に産学連携体制が強固である反面、北九州市が熱意を持って取り組んでいる学研都市の立ち上がりから間もないことから、LSI 関連の大企業との連携はこの時点 (2005 年) ではあまり進んでいないと考えられる。熊本大学、大分大学、宮崎大学については、地方大学によくみられる地域共同研究センター+知的財

産本部の体制となっているが、それぞれ固有の外部 TLO を整備しているところが特徴的である。

7.2.2 各大学の分類と位置づけ

以上の分析から、「大学」を規模、教育と研究の相対的な重要性、産学連携機能の3点によりいくつかの分類することにより、大学ごとの位置づけを整理する。

①「大規模・研究大学」：京都大学、大阪大学、九州大学は、それぞれのクラスター内では、教員数（特に理科系）、外部資金獲得額が示すようにその規模は圧倒的に大きい。また大学ランキング（2006年度版、朝日新聞社刊）によれば、論文引用数では、国内の大学で、京都大学2位、大阪大学3位、九州大学7位となっており、科学研究費補助金の総額、一人当たり額のランキングも同様で、研究力は極めて高いといえる。

②「準大規模・研究重視大学」：神戸大学、九州工業大学、熊本大学のように、大学全体の規模は①の大学ほどではないが、理科系教員の比率が高く、研究重視型の大学と分類できよう。外部資金の獲得額も比較的大きい。

③「小規模・研究重視大学」：長浜バイオ大学、京都薬科大学のように、小規模ながら、理科系の単科大学は、研究に重点をおいた大学といえよう。長浜バイオ大学は設立後間もないこともあり、外部資金などデータは少ないが設立理念から研究重視大学といえよう。京都薬科大学は、薬剤師教育に力を入れているが、研究分野でも21世紀COEに採択され、また科学研究費補助金獲得額1.8億円弱で教員一人あたりでは全大学中15位（大学ランキング（2006））と健闘している。

④「大中規模・教育重視大学」：立命館大学、大分大学、宮崎大学のように、大規模の私立大学、あるいは、中堅の地方大学では、教員数に比して理科系の教員が少ない。また、科学研究費補助金獲得額は、それぞれ4.3億円、3.8億円、2.0億円と規模の割には小さく、教育重視の大学といえる

一方、上記と別の視点で、産学連携機能については、歴史的に体制が整備されてきている大学とそうでない大学があり、今回の分析対象では、いち早く産学連携のための施設整備やTLO設立を主導した立命館大学、学内の産学連携体制について外部人材を取り込みつつ整備した九州大学などは、「産学官連携機能重視大学」と整理することができる。

7.3 ネットワーク分析のためのデータと分析方法

7.3.1 データ

本章では、先端産業分野の集積が見られる地域産業クラスターを事例としてとりあげ、そのネットワークの構造を分析する。特に、産業クラスターの中で、大学が果たすHub及びConnectorとしての機能の存在の有無に着目する。

本稿の分析においては、近畿の医療関連分野と北部九州のLSI関連分野という二つのデータ・セットを用いる。両者は、ネットワークの規模に大きな差が無く、比較分析に適している。

最初に「ノード」であるが、企業ノードについてはNTTと帝国データバンクのデータベースをマッチングさせて利用し、対象地域に立地すること、主たる事業が関連業種に該当することの2条件を満たした企業群のデータを抽出した上で、悉皆的に利用した。データベースに登録されているのは、主要な企業であり、全企業が登録されているわけではないため、このデータが示すのは域内の「主要な企業ノード」と捉えておく必要がある。域内の複数の支店や工場が存在する場合には、それらを合わせて一つとみなしている。

大学、大学発ベンチャー、産業支援機関のノードについては、利用可能な統合データベースが存在しないため、産学連携プロジェクトへの参加や研究能力を考慮しつつ主要な機関を出来るだけ幅広くに選定した上で、それらから個別に提供を受けた情報を利用した。その結果、分析に含まれるノードは、企業群、大学・公的研究機関、産業支援機関の三種類であり（表7.3参照）⁷、最大連結成分中のノード数は、前者が4,959、後者が3,139となった。ノードには、主要な大学すべてを含んでいる。

表 7.3 ノードの定義

ノード	定義	出典
企業	対象地域経済圏における特定分野の主要な企業	NTT・帝国データバンクのDB
大学	対象地域経済圏内の主要大学(産学連携プロジェクトへの参加度、研究力で選定)	各大学情報
産業支援機関	対象地域経済圏内の主要機関	各機関情報

(備考)ノードは企業組織単位で捉えられており、圏域内に支店・支所が複数ある場合は、それらを一つのノードとみなしている。

企業群には、「地域クラスター」の定義に沿って、①製薬会社、半導体メーカーといった中核企業群に加え、②川上産業、すなわち、素材や部材の供給企業（医療につい

⁷ Barabasi(2002)は、「会社、財団、政府など経済活動を行いうるものはすべてノードであって、これらをつなぐ購買、販売、共同研究、マーケティング等多様な経済活動がリンクである」と述べている。

ては、例えば、化学製品や繊維、LSI では、シリコンウエハ製造、マスク製造、プリント基板製造、組み込みソフト、各種電子デバイス等)、③装置メーカー等の周辺産業(医療では、医療関連機器、医療用品や計測機器、LSI では、半導体製造・検査装置等)、④川下産業(医療では病院、LSI では電気・電子メーカー等)、⑤大学発ベンチャー、⑥金融機関、VC、専門学校等の支援企業群を幅広く含めた。各企業のこれら業種への割り当て、及び所在地は、市販のデータベースに依拠している。

先行研究(例えば Powell, 2005)と比較した場合、中心的産業に加えて関連・補完する産業を幅広く含めたこと、より広い地理的範囲で捉えたことから、データベースの規模は、ノード数でみて本論文の分析の方が1桁大きい。

次に、これらノード間の組織的な関係、具体的には、直接の主要な契約関係が存在するものを「リンク」と定義する。表 7.4 に整理したように、例えば、企業間のリンクは様々な商取引、企業と大学間のリンクは共同研究等である。商取引情報においては、その金額的な大小によるリンクの濃淡が問題となりうる。ここでは、商取引情報として、民間のデータバンクに登録されている仕入先5社、販売先5社からなる主要取引先情報を用いた。このことにより、規模の小さい取引を排除し、当該地域におけるネットワークの本質的な構造を抽出することが可能であると考えられる。

表 7.4 リンクの定義

リンクの組合せ	定義	出典	
企業	企業	取引関係	NTT・帝国DBの情報をマッチング
	大学	共同研究、包括連携	各大学から個別に情報を入手
	産業支援機関	共同研究、受託研究	各支援機関から個別に情報を入手
大学	大学	共同研究	各大学から個別に情報を入手
	産業支援機関	共同研究、受託研究	各大学から個別に情報を入手
産業支援機関	産業支援機関	共同研究、受託研究	各支援機関から個別に情報を入手

(備考)域内の企業・大学・機関の間の結合をリンクとする。域外は含まない。取引関係については、各ノードについて、主要仕入先、販売先上位5社ずつのデータを用いている。

大学関連のリンクについては、共同研究、受託研究、包括連携という3種類の契約と大学発ベンチャーとその母体となった大学のリンクを企業と大学との間のリンクと定義する。技術移転契約は大学の重要なリンクであるが、営業秘密の保持の関係で、大学および技術移転機関からは技術移転先の企業リストを開示しておらず、今回はデ

ータに含めていない⁸。各種研究会や大学の同窓会ネットワークのような個人的な関係の中にも重要なものはあるが⁹、それを客観的かつ悉皆的に把握することは不可能であることから対象とはしない¹⁰。ただ、公式な契約関係が存在する場合には、その背後に非公式な関係が公式な関係の密度とある程度対応した形で存在すると考えるのが一般的であろう。

これらのデータのうち、共同研究、受託研究、包括連携については、当該大学、機関への個別ヒアリングにより悉皆的に入手している。大学発ベンチャーについては、経済産業省の大学発ベンチャー調査のデータ¹¹による。

分析においては、企業間の主要な商取引と企業・大学間の共同研究、受託研究等は、情報や知識の流通の基盤となるリンクとして、同程度の重要性を持つものと仮定をしている。ノードと同じデータベースを用い、この定義に基づいて把握したリンク数は、近畿医療が40,036、北部九州が23,356となった。ただし、ここでのリンク数は有向グラフとして計算したものをを用いている。

本論文の分析は、ネットワークの最大連結成分を対象としているため、原データ上、ノードとして存在していても、例えば、北部九州においてLSIとは関係の無いソフトウェア開発を行う企業のように、域内リンクを一件も持たない企業は、次節の分析の対象には含まれていない。また、原データ上、ノードからのリンクが存在しても、域外の企業や対象業種外の企業との取引であって、原データにもう片側のノードが存在しない場合は、分析対象に含まれない。

7.3.2 分析方法

7.3.2.1 ネットワークの特徴量の分析(ネットワークの特性のマクロ指標化)

はじめに、それぞれの地域に対して作成したネットワークのマクロな特徴量データ(平均リンク数、クラスタリング係数、平均パス長など)を用いて、このネットワークの特性を'small-world'の観点から分析する。

7.3.2.2 ネットワークの可視化とアーキテクチャの特定

坂田・柴田・梶川ほか(2005)は、ネットワークの代表的な特徴量であるクラスタリング係数と平均パス長だけでは、ネットワークのアーキテクチャを捉えきれないこ

⁸ ただし、技術移転先と大学の関係においては、移転先が大学発ベンチャーであることが多いと考えられること、大企業の場合には共同研究・委託研究の契約を結んでいることもあることから、技術移転の関係の相当部分はカバーできているのではないかと推定できる。

⁹ 本視点については7.6 結論部分を参照。

¹⁰ 例外的な研究として、シリコンバレーの専門家の人的ネットワークを可視化したLee ほか(2000)がある。

¹¹ 経済産業省大学連携推進課「大学発ベンチャーに関する基礎調査」、(2005,2006)

とを明らかにした。特定のノードを中心とした垂直的な関係で構築されたネットワーク（企業城下町）と同業種内の横の連携が発達したネットワーク（理想的なクラスター）のように、そのアーキテクチャが大きく異なる場合でも、2つの特徴量が近い場合が存在するのである。これでは、ネットワークの構造を特定したとは言えない。また、どの程度の地理的な拡がりを持つかのように、地域クラスターのネットワーク特有の問題意識には、基本的な特徴量だけでは答えを出すことは出来ない。Modularity Q¹²を用いた分析により全体構造を推計した上で、ネットワークの多様な構造をより子細に把握するためには、更に進んで、ネットワークの可視化と、モジュール毎の特性分析を行うことが有効である。

そこで、先の特徴量の分析と同じデータベースを利用して、Modularity Q を用いたネットワークのクラスタリング、Fruchterman-Reingold(FR)¹³法を基盤としたネットワークの全体構造の可視化を行った。

7.3.2.3 研究大学の詳細な機能分析

近畿医療と北部九州 LSI とともに、ノードとリンク数が非常に大きいため、可視化しただけでは、個々のノードの特性について議論することは難しい。特に、研究大学の機能を検討しようとする、可視化した大きなネットワークモデルにおいては各大学のリンクが埋没してしまう。このため、大学周辺のネットワークについて、以下の方法により、分析を行う。

① 大学周りの可視化:各ネットワーク内における大学周辺に形成されたサブクラスターを取り出して可視化し分析する。

② ネットワーク中での大学の特性:

ネットワーク内で「中核な位置を占めること」の指標として、ネットワークの中心性がある。その代表的なものは Powell からも使用しているノードの持つ「リンク数」である。しかし、リンク数を中心性として捉える視点は、ネットワークを内部に濃淡を持たない一様なものとして塗りつぶしてしまう。そこで、Guimera ほか(2005)が提案した「クラスター内次数係数(within-module degree: z-Score)」と「モジュール間分散度(participation coefficient: P)」という二つの変数で表現されるマトリックスを用いて、主要なノードをプロットする。これを z-P 分析と呼んでいる¹⁴。マトリックス上、z が大きいものが「Hub」であり同一モジュール内での存在感が大きいことを示す。P が大きいものが「Connector」であり、異なったモジュール間を繋いでいることを示している。z 値、P 値を用いることで、「中核な位置を占めること」を、モジュール内での

¹² Modularity Q が表すのは、[同じコミュニティ内でのリンクの割合] - [ランダムネットワークと仮定した場合のコミュニティ内でのリンクの割合]。強くクラスター化された構造の場合は、理論的には Q=1 である。

¹³ リンクをばねとして考え、計算を行うグラフの描画法のひとつ。

¹⁴ Appendix1 参照。

局所的な存在感である「Hub」機能と、ネットワーク中での媒介機能である「Connector」機能に分解して考えることが出来る。

③ 大学へのリンクがある企業の特性: 各地域において大学がどのような企業を結び付けているのか、逆に、どのような企業が大学へのリンクを持っているかを調べるために、大学と直接リンクを持つ企業の分析を行った。

7.4 ネットワーク分析の結果

7.4.1 ネットワークの特徴量の分析

最初に、ネットワークにおける大学の影響をみるため、それぞれの地域のネットワーク指標に、大学及び公的研究機関（以下大学等という）の存在がどのような影響を及ぼしているかの検討を行った（表 7.5）。具体的には大学+公的機関+企業で構成されたネットワークと、企業のみで構成されたネットワークの比較を行った。

ノード数合計 (#node) については、近畿医療で 3.5% 増、北部九州 LSI では 6.3% 増加している。これは、主に大学発ベンチャーがネットワークに組み込まれるための結果である。また、この結果、リンク数合計 (#link) について、近畿医療が 4.3%、北部九州 LSI が 6.1% の増加をみている。これは、北部九州 LSI のほうがよりネットワークにおける大学の影響が強いことを示唆する可能性がある。ほかの指標に関しては、ほとんど変化がなかった。

次に大学を含むネットワークの最大連結成分を対象に、クラスタリング係数と平均パス長などの基本的な特徴量を計算した。（表 7.5）

表 7.5 両ネットワークに関する主要指標

	近畿医療		北部九州半導体	
	大学無	大学有	大学無	大学有
#node	4791	4959	3003	3139
#link	38400	40036	22020	23356
av. link	8.01	8.07	7.33	7.44
av. C	0.0341	0.0377	0.0437	0.0429
L	5.28	5.14	5.11	4.92
random C (Cr)	0.00335	0.0033	0.00488	0.00474
random L (Lr)	3.05	3.06	2.98	2.98
#clusters	46	47	24	20
Qmax	0.652	0.652	0.636	0.631

この表から読み取れることの第一は、クラスタリング係数(C)の実測値は、ランダムネットワークの場合の理論値 (Cr) の概ね10倍の値であることである。これは、任意

の企業を2つ選んだ場合に、それらが取引等の関係を持っている確率がランダムなネットワークと比較して、10倍高いことを示している。その確率は、近畿医療の場合は約3.8%、北部九州LSIの場合は約4.3%である。次に、平均パス長(L)については、ランダムネットワークの場合の理論値(Lr)と比較して、増加はしているが、6割程度の増加にとどまっている。また、近畿医療と北部九州LSIクラスターのクラスター指標を見ると、Lr/Lはそれぞれ0.85及び0.83であり、パス長はわずかに伸びているだけであり、一方でC/Crは28.0及び20.2と大幅に大きくなっている。この分析結果から、Wattsほか(1998)の考え方によれば、両クラスターは、'small-world'性を持つといえる。

7.4.2 ネットワークの可視化とアーキテクチャの特定

ネットワークの内部には、異なる性格の幅広い業種に属するノードを対象としたことや対象地域に複数の経済圏を含めたことから、結合の程度に関する濃淡が存在することが推測される。そこで次に、いわゆる Newman 法¹⁵により、ModularityQ を指標として用いて、ネットワーク内部の大まかな構造を推計した。ModularityQ の最大値、Qmax の値を計算すると、近畿医療が 0.65、北部九州 LSI は、0.63 と近い数字となった。この値から、密な結合をした集団（「モジュール」と呼ぶ）があり、そして、それらが比較的薄いリンクで連結されている構造であると推測することが出来る。また、Qmax の値が近いことから、両地域におけるモジュールの独立性の程度は、同程度であるということが言える。更に、モジュールの数を計算した。Qmax となる時点でモジュールの分割を行うと、近畿医療には、それが47、北部九州 LSI には20 存在する。両地域・分野ともに、大きなネットワークの中に、平均 100 程度のノードを含んだモジュールが存在していることがわかる。

モジュール	#Node	特徴	有力ノード
近畿A	794	製薬・医療	大学等(京都大学、大阪大学、神戸大学、先端医療財団) 医薬(武田、塩野義、大塚製薬、田辺製薬) 医薬商社(スズケン、ケーエスケー、丹平中田) 化学(和光純薬)
近畿B	690	電機・機械	大学等(立命館、京都高度技術研究所) 電機・機械(島津製作所、ダイキン、大日本スクリーン製造、京セラ、ローム、堀場製作所、荏原製作所、デンソー) 商社(竹菱電機、ユアサ商事) 化学(三菱樹脂)
北部九州C	369	電気	大学(九州大学、九州工業大学、熊本大学、福岡大学) 電気(日立、京セラ、島津製作所) 商社(正晃)
北部九州D	230	精密	大学(大分大学) 精密(リコー、ゼロックス) 商社(水上洋行)

¹⁵ 例えば、Newman(2004)を参照。

図 7.10 及び図 7.11 は、それぞれ、近畿医療と北部九州 LSI のネットワークの全体構造を示したものである。図内に描かれた円は、含まれるノード数が多い主要なモジュール、その間をつなぐ線は、モジュール間に存在するリンクを示している。ノード数とリンク数が非常に大きいため、すべてを図示した場合、視覚的に構造を把握することは厳しくなる。ここでは、視認性を上げるために、モジュール内のノードとリンクの標記は省略してある¹⁶。図中のモジュールの位置は、全体構造内における当該モジュールに含まれるノード群の相対的な位置づけによって決まっている。ModularityQ の値から推計されたように、両ネットワークともに、基本的な構造として、密な結合をした大小様々なノード群、すなわち、多数のモジュールがその内部に存在し、それらが連結された構造であることがわかる。また、一つのモジュールが他を圧倒する程の規模や中心性を持つことはなく、中核となるモジュールが複数存在している。

また、表 7. 6 にそれぞれのネットワークにおいて大学が属しているモジュール内の大学と企業を示す。

表 7.6 大学の属するモジュール内における重要企業・大学リスト

モジュール	#Node	特徴	有力ノード
近畿A	794	製薬・医療	大学等(京都大学、大阪大学、神戸大学、先端医療財団) 医薬(武田、塩野義、大塚製薬、田辺製薬) 医薬商社(スズケン、ケーエスケー、丹平中田) 化学(和光純薬)
近畿B	690	電機・機械	大学等(立命館、京都高度技術研究所) 電機・機械(島津製作所、ダイキン、大日本スクリーン製造、京セラ、ローム、堀場製作所、荏原製作所、デンソー) 商社(竹菱電機、ユアサ商事) 化学(三菱樹脂)
北部九州C	369	電気	大学(九州大学、九州工業大学、熊本大学、福岡大学) 電気(日立、京セラ、島津製作所) 商社(正晃)
北部九州D	230	精密	大学(大分大学) 精密(リコー、ゼロックス) 商社(水上洋行)

¹⁶ ネットワークの構造に関する情報量を加工・濃縮せず、そのまま図示すると Appendix5 のような図となる。

近畿医療について図 7.10 をみると、主要な研究大学(京都大学、大阪大学、神戸大学)は、この図からはわかりにくいですが、大学の属するモジュールの情報(表 7.6)と併せて読むと、製薬・医療商社と同じモジュールに含まれていることがわかる。このことは、ネットワーク内で、研究大学と製薬企業のリンクが相対的に密であることを示している。つまり、近畿医療関連産業ネットワークでは、①Newman 法によりノードをサブクラスターに分けると、大学と製薬会社が同じサブクラスターに分類されることから、各大学と製薬の中核企業が近い関係にしていることがわかる。また、②医療関連産業内でもある程度、密なリンクがみられ、一定のクラスターを形成していることが分かる。

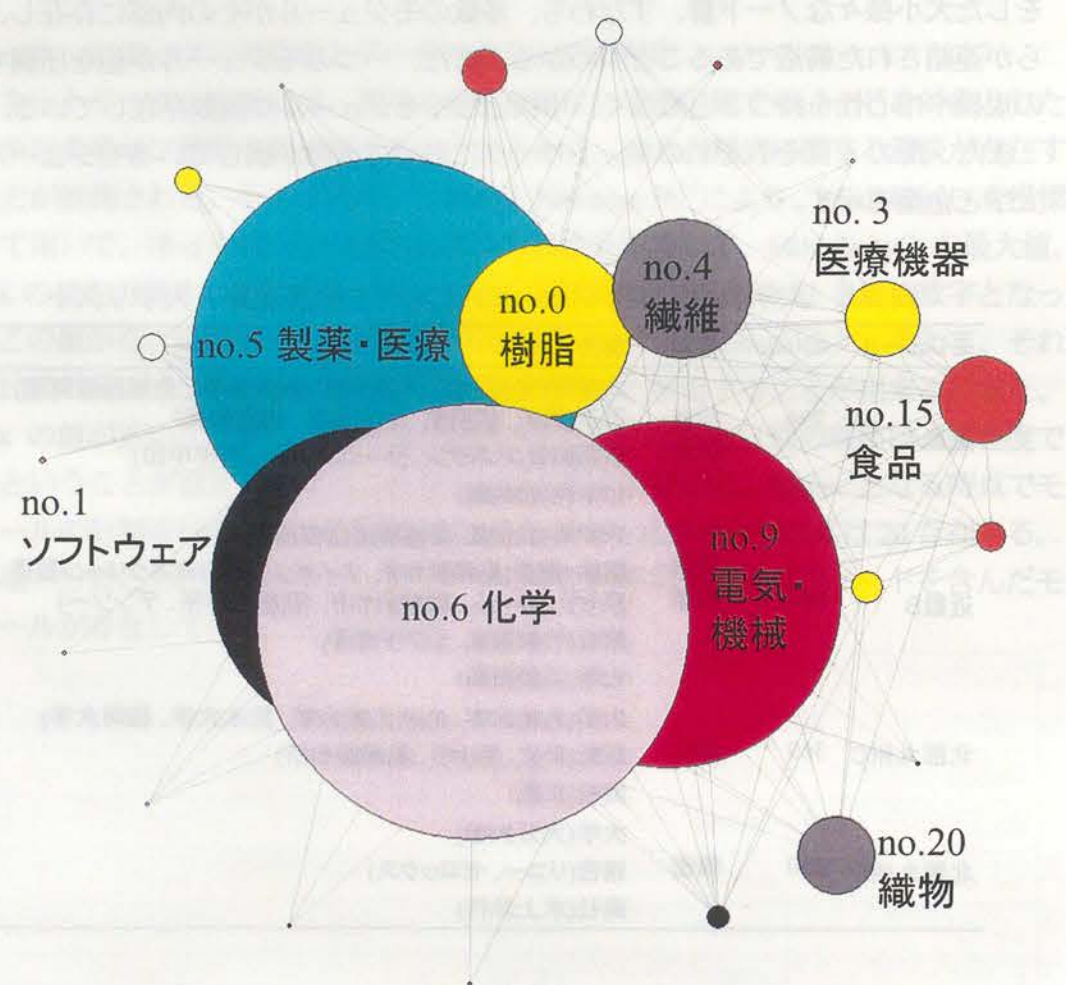


図 7.10 近畿・医療産業のモジュール間ネットワーク構造

北部九州 LSI について図 7.11 を見ると、同じ業種内での横の関係のリンクも多数存在するが、近畿医療ほどは、同業種の企業群の密な結合がみられない。研究大学(九州大学、九州工大)については、九州大学は京セラ、島津製作所と同じモジュールに、九州工大は三菱電機、安川電気等と同じモジュールに入っている。電気・電子産業が多数モジュールに分割されていることもあって、大学と中核産業との関係は、近畿医療ほど明確ではない。つまり、北部九州 LSI 関連産業ネットワークでは、大学と幾つかの LSI メーカーとのリンクは存在するが、それぞれ別のサブクラスターに類別されており、総体的にみると、大学と LSI の中核企業との関係は、非常に密であるとはいえないということが分かった。

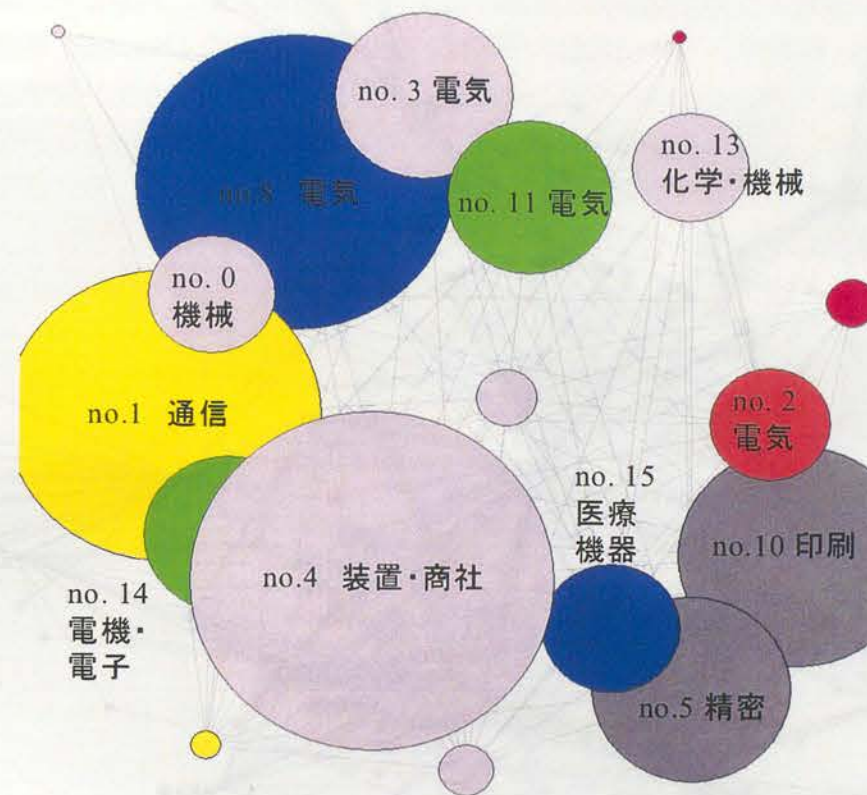


図 7.11 北部九州・LSI 産業のモジュール間ネットワーク構造

7.4.3 研究大学の詳細な機能分析

上述のように、各ネットワークに関して、クラスタリング係数と平均パス長などの特徴量の計算を行い、その結果を整理すると、両ネットワークともに、'small-world' networks の特性を持っていることがわかった。これを踏まえ、さらに大学周辺の可視化による分析を試みる。

7.4.3.1 大学周りの可視化

各ネットワーク内における大学周辺に形成されたサブクラスターを取り出して可視化したものが図 7.12 と図 7.13 である。本図は、一つのパスのみで大学とつながっているノードをプロットしたものである。多くのリンクを持つ地域の Hub 企業(近畿=製薬、九州=LSI)を中心に、大学がそれらの間の橋渡しをしている様子が見て取れる。

また、本分析では、数千オーダーの膨大かつ多様な種類の企業データを利用しているが、近畿医療関連では、大学と製薬企業との間のリンク数は多いものの、医療系素材メーカーなどの中堅企業とは直接リンクがつながっておらず、また、北部九州 LSI 関連では、LSI 企業や素材産業とのリンクが少ない。特に九州ネットワークではリンク先の業種の幅が狭い。

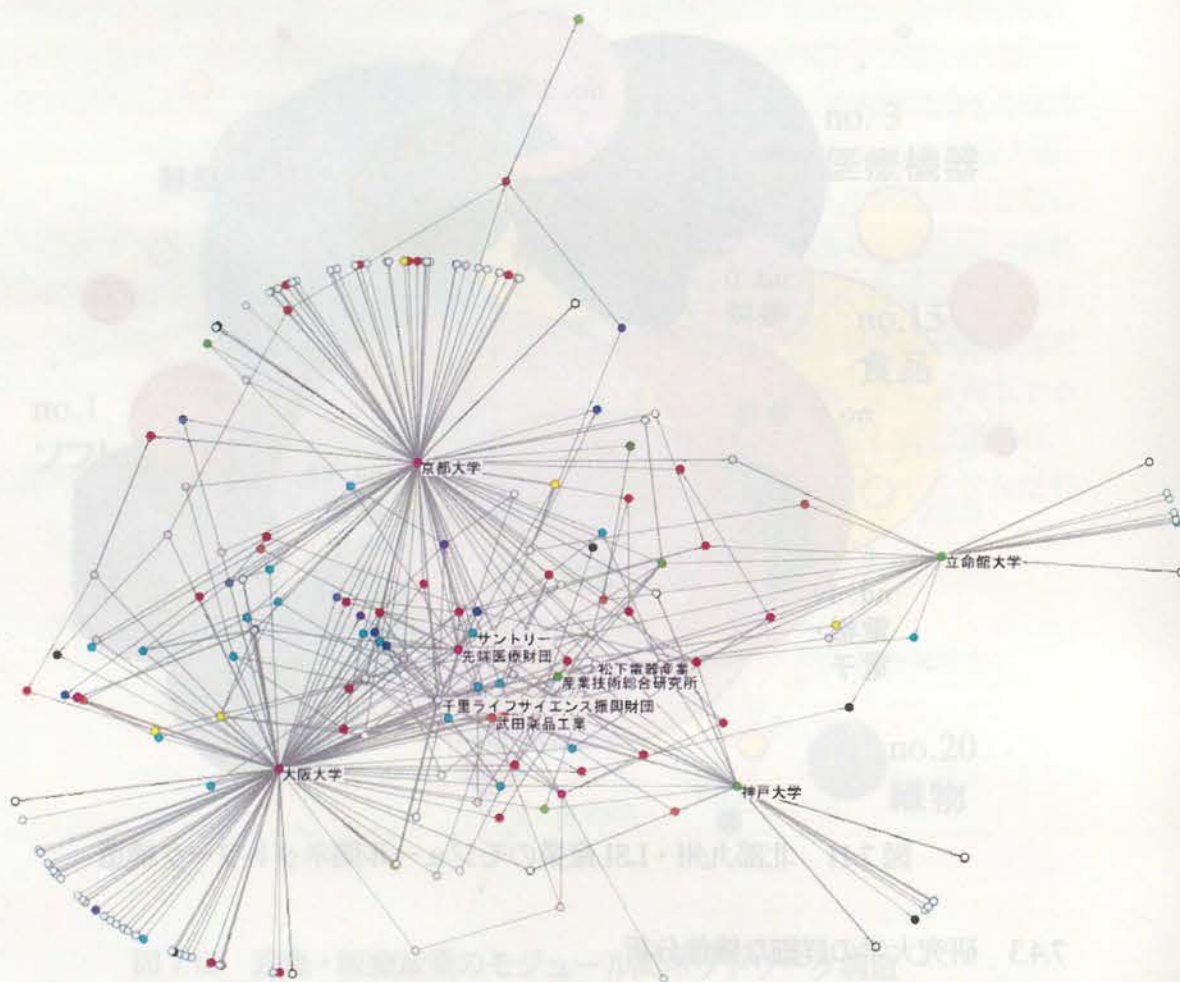


図 7.12 大学周りネットワーク図(近畿・医療)

ノード色は以下の分類に基づく。製薬産業: Red、医療関連産業: Blue、病院: Green、機械・機器: Purple、大学: Yellow、VC: GreenYellow、研究所・産業支援機関: RawSienna、支援産業: Gray45、大学発ベンチャー: Emerald、高専: Salmon。

なお、この分析においては、大学から極めて近いリンクを取り上げて可視化したものであり、パスの数やサブクラスターのみを可視化するなどの分析方法の進化により、より詳細な解析が可能となる可能性がある。

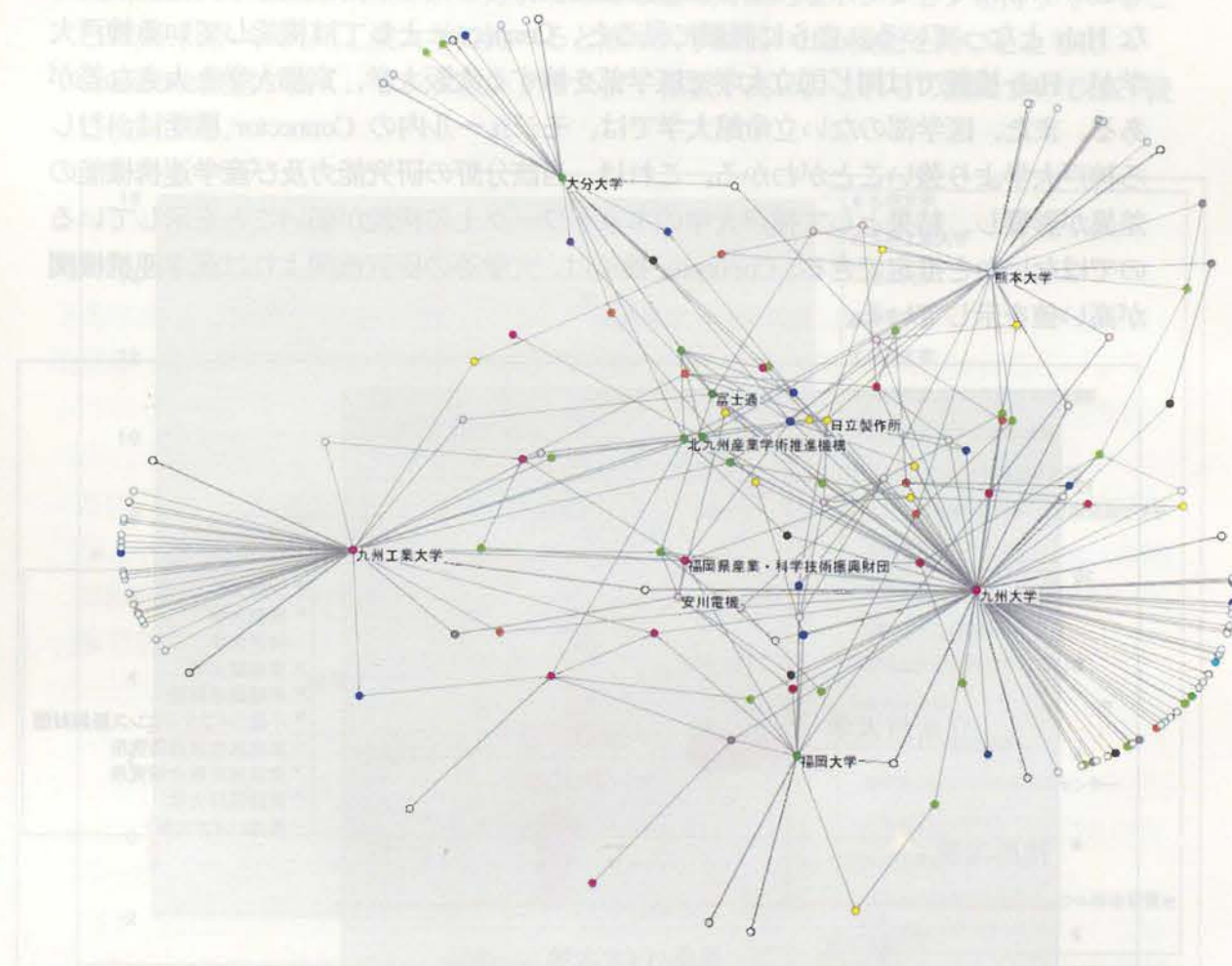


図 7.13 大学周りネットワーク図(北部九州・LSI)

ノード色は以下の分類に基づく。半導体産業: Red、半導体利用産業(電子・電気機器): Blue、産業用ロボット: Green、情報処理: Purple、大学、VC、研究所・産業支援機関、支援産業、大学発ベンチャー、高専は図 7.12 に同じ。

7.4.3.2 ネットワーク中での大学の特性

近畿医療関連産業に関し、大学のノードをz-P分析表にプロットする。(図7.14) 大阪大学と京都大学が、顕著な Hub 機能を有しており、モジュール内の Connector 機能とともに、ネットワーク内で重要な位置を占めている。両大学とも自身が属する小クラスター内で他のノードとよく結合するとともに、それが持つリンク先が多くの小クラスターに分散しており、Guimera 他による”Connector Hubs”に該当する。坂田ほか(2006)によれば近畿医療クラスターにおいては、製薬4企業のノードがネットワーク内で重要な位置を占め、なかでも、武田薬品が非常に強力な Hub となっていることが示されているが、それら中核企業と比較しても、これら両大学は同程度の強力な Hub となっている。さらに詳細に見ると、Connector としては機能している神戸大学が、Hub 機能では同じ国立大学で医学部を擁する大阪大学、京都大学と大きな差がある。また、医学部のない立命館大学では、モジュール内の Connector 機能は、むしろ神戸大学より強いことがわかる。これは、当該分野の研究能力及び産学連携機能の差異が影響し、結果として神戸大学のネットワーク上の機能が弱いことを示しているのではないかと推定できる。Connector 機能は、大学等の研究機関よりは産学連携機関が高い値を示している。

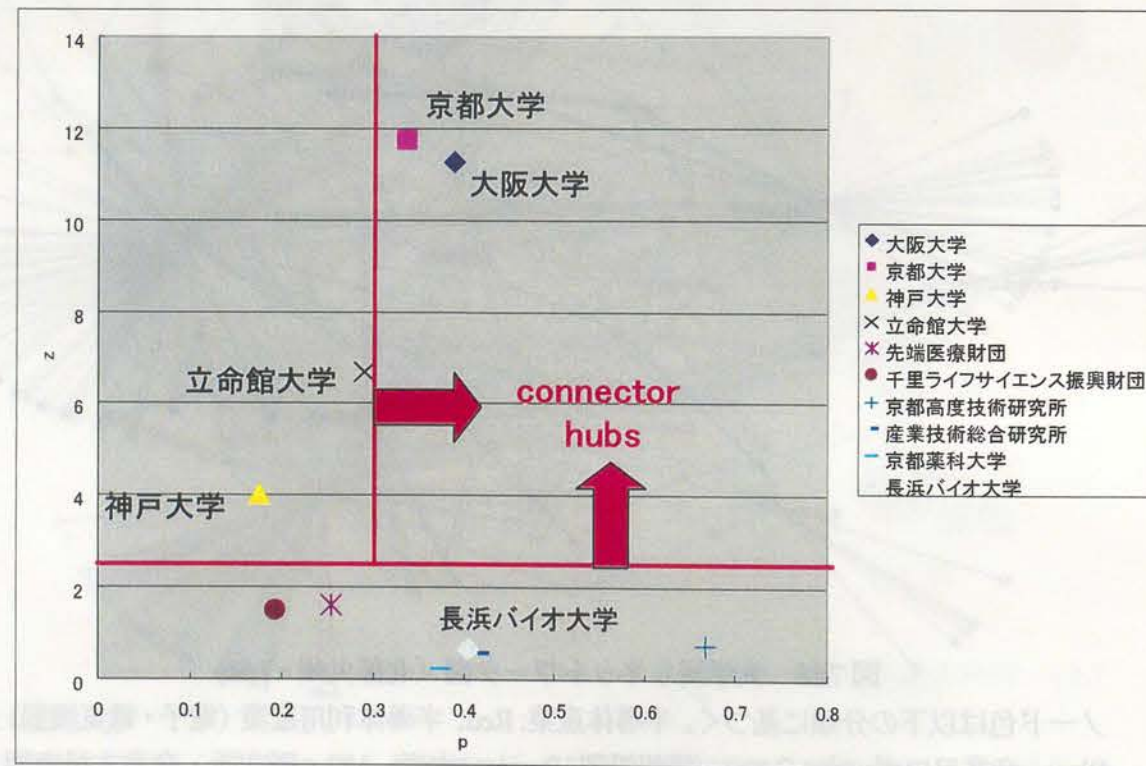


図 7.14 z-P マトリックスによるネットワーク中における大学の役割の図式化 (近畿・医療)

次に、北部九州 LSI 関連産業において、大学のノードを抽出し、z-P 上にマッピング

グをしてみる(図7.15)と、九州大学が、突出してクラスター内での”Connector Hubs”に該当していることが明確になる。ほかに、富士通、日本電子、東芝、東京エレクトロン、安川電機の中核メーカーが”Connector Hubs”に該当している(坂田ほか(2006))。次いで、熊本大学、大分大学が比較的弱い Connector Hubs となっているが、Connector 機能は九州大学と同等であるが、Hub としての機能の強さにおいては、九州大学と大きな開きがある。

一方、北部九州で有力な研究大学である九州工業大学は、Hub機能は比較的強いものの Connector機能において九州大学はもとより、他の国立大学とも差異が認められる。九州工業大学と熊本大学がz-P分析ではある意味対照的なポジションを持っていることは興味深い。九州工業大学に比べると熊本大学は弱いHub機能を持つとともに Connector機能が強く、リンク数、クラスター係数が高い。これらの点については、後に検討する。

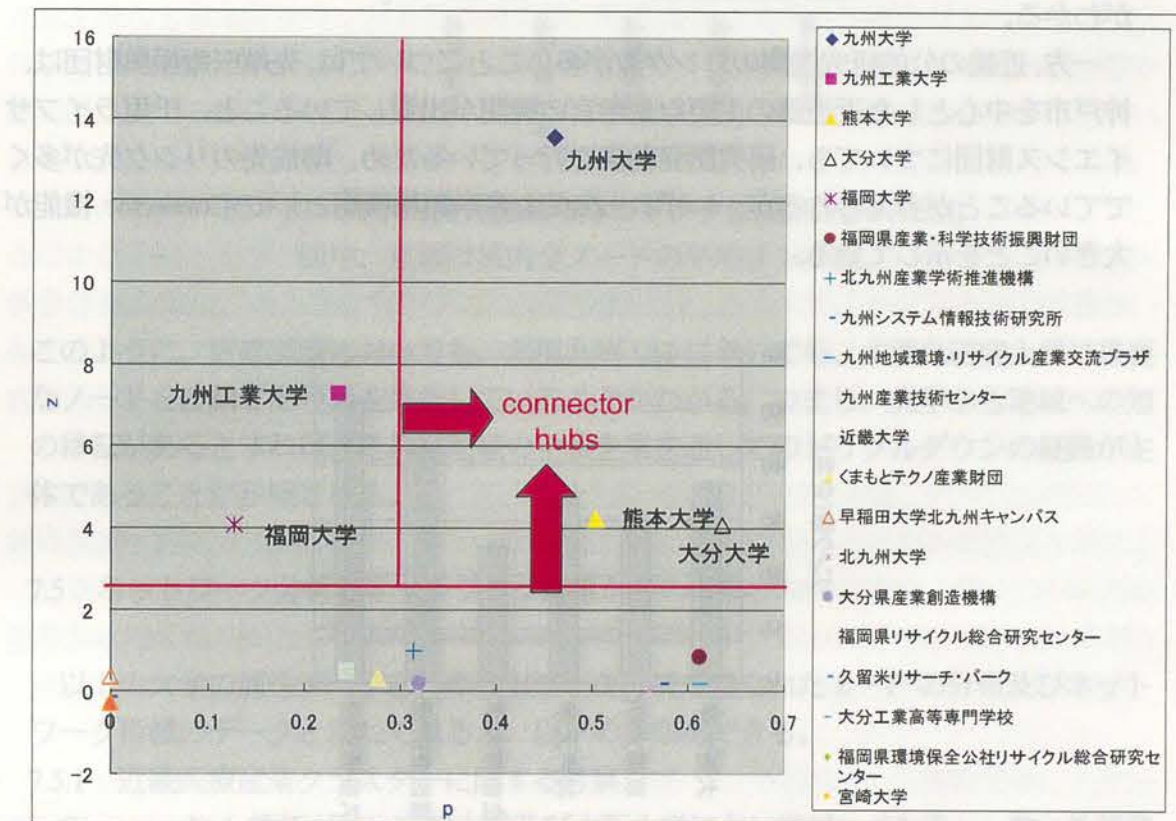


図 7.15 z-P マトリックスによるネットワーク中における大学の役割の図式化 (北部九州・LSI)

ここで示された結果を整理すると、以下のとおりである。

- ① 両クラスターにおいて、有力な研究大学は、強力な Connector Hubs として位置づけられること
- ② それ以外の大学においては、比較的弱い Connector Hubs として機能しているもの、

Connector 機能は弱い Hub として機能しているもの、反対に Hub としては機能しないが比較的高い Connector 機能を有するものがあること

③ 産学連携機関については、高い Connector 機能を有するものがあること

このように、両クラスターにおいて、それぞれの分野の中核的企業群に加え、国立の研究大学が、Connector Hubs としての重要な位置を占めていることが特徴的である。

7.4.3.3 大学へのリンクがある企業の特徴

次に、よりミクロに分析を行うため、大学と直接リンクを持つ企業（大学発ベンチャー除く）のリンク数（図 7.16、7.17）を見る。

近畿医療について見ると域内平均が 10 以下に対して、2 倍以上のリンク数になっている。近畿医療圏における主要大学がリンク数の多い企業とよくリンクしていることがわかる。

一方、近畿の公的研究機関のリンク数が多いことについては、先端医療振興財団は、神戸市を中心とした近畿圏の主要な産学官の機関が出資していること、千里ライフサイエンス財団についても、研究開発助成を行っているため、助成先のリンク先が多くでていることが考えられるが、いずれも公的な産学連携機関として Connector 機能が大きいことを示している。

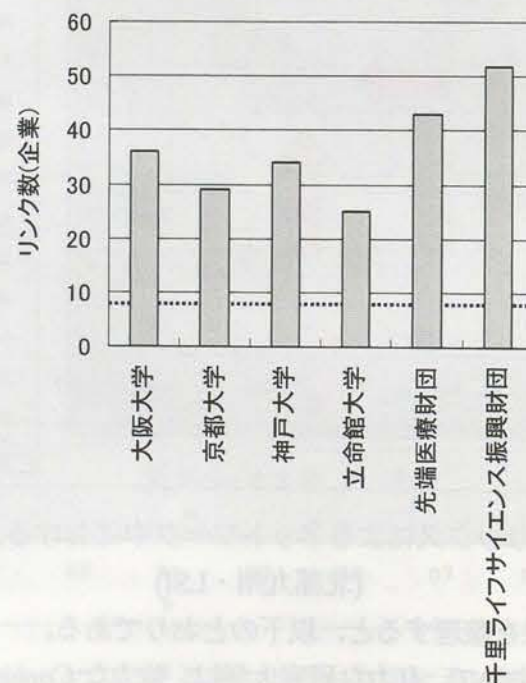


図 7.16 大学提携先企業の持つリンク数(近畿・医療)。図中、点線は域内全ノードの平均リンク数。

北部九州 LSI については、九州大学を筆頭に域内の全ノードより高いリンク数を示しているが、九州工業大学だけは域内平均付近にとどまっていることに注意したい。

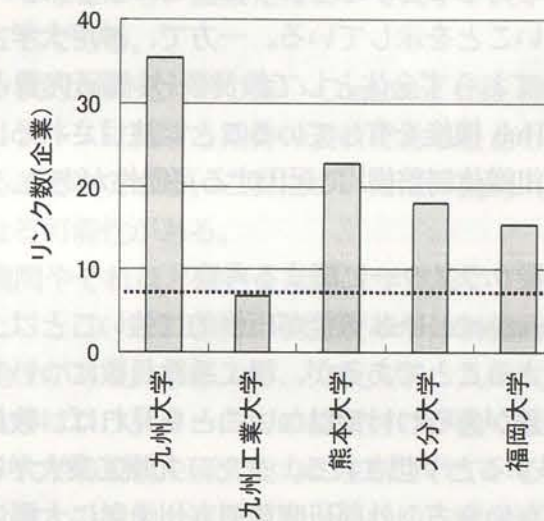


図 7.17 大学提携先企業の持つリンク数(北部九州・LSI)

図中、点線は域内全ノードの平均リンク数。

このように、近畿医療においても、北部九州 LSI においても、主要な研究大学は重要なノードを連結する役目を果たしていることがわかる。つまり、大学から地域への知の移転があるとすれば、それは地域の中核企業を通してのトリクルダウンの経路が主体であることが示唆される。

7.5 ネットワーク分析とネットワーク指標からの考察

以上の大学の属性データと、ネットワーク分析で得られた z-P の分布及びネットワーク指標のデータと重ねて見ると、以下の考察ができる。

7.5.1 近畿医療産業クラスターに関する考察

Connector Hub 機能が強い京都大学及び大阪大学においては、ベンチャー数、外部資金、関係の教員数とも優位にあり、これらすべてが Connector Hub 機能の強化に関連していると予想できる。わずかに Connector 機能の強い大阪大学にベンチャーが多いことも説明可能である。ベンチャー数、教員数ともに、それほど小さいとはいえない神戸大学について外部研究費が少ないことは、同大学において Connector Hub 機能が弱いことが示唆的である。リンクする企業の分析においては、神戸大学をベンチャーを除いた企業の総リンク数では大阪大学、京都大学を上回っており、その他の指標も

極端な差異がないことから、外部研究費が少ないことと Hub 機能が少ないこととの関連が指摘できる。

立命館大学は、中心的な Hub 機能を持つには至っていない。また、Connector 機能もそれほど高いとはいえない。これは、同大学が医学部、薬学部を有しておらず、所属モジュールが電機系であることが示すように、このクラスター分野では中心的な役割を果たすことが難しいことを示している。一方で、神戸大学との比較では、立命館大学は医薬分野を持っておらず全体として教員数・外部研究費ともに少ないにも関わらず一定の Connector Hub 機能を有していることは注目される。これは、同大学の全国でも有数の産学連携組織体制整備¹⁷に起因する可能性がある。

7.5.2 北部九州 LSI 産業クラスターに関する考察

九州大学において Connector Hub 機能が圧倒的に強いことは、教員数、外部研究費の優位性により予想できることであるが、理工系教員数について同大学と九州工業大学、熊本大学と大きな差があるわけではないことを見れば、教員の総数の影響以外の要素が Hub 機能に関係すると予想される。また、九州工業大学は、ベンチャー数、関係の教員数とも遜色がない一方、外部研究費で九州大学に大幅に差をつけられていることが特徴的である。九州工業大学は、ある程度の Hub 機能を有しながら、Connector 機能が比較的低くなっている。このことは外部研究費の少なさに影響・由来していると考えられる。九州工業大学のリンク先企業の持つリンク数が少ないこととあわせ考えると、これは、同大学が理工系の専門性の高い大学であることからある程度の Hub 機能を有しつつも、産学連携において地元北九州の中小企業への依存度が高く、有力な Hub 企業（大企業）との連携が進んでいないことを示している。

さらに、九州工業大学と熊本大学が z-P 分析で対照的なポジションを持っており、九州工業大学に比べると熊本大学は弱い Hub 機能を持つとともに Connector 機能が強く、リンク数、クラスター係数が高い。こうした熊本大学の強い Connector 機能は、熊本 TLO 等の産学連携体制の整備が比較的進んで折り、一方で九州工業大学の産学連携体制が当時はまだ進んでいなかったことに起因する可能性がある。

7.5.3 両クラスターの分析からの考察

我が国では、欧米主要国、特にアメリカと比較すると、本格的な、すなわち、組織対組織としての産学連携の歴史は浅い。戦後、我が国の産学連携の制度的な支援は、1998 年の大学等技術移転促進法制定以降のことであるが、本論文の研究成果は、LSI

¹⁷ 立命館大学では、理工系学部のびわこ・くさつキャンパス (BKC) への移転に伴い 1994 年には BKC リエゾンオフィスなどの産学連携組織を整備し、1995 年には通産省(当時)の支援(民活法)により「産学連携ラボラトリー」棟(延床面積約 760 平方メートル)を建設するなど、他大学に先駆けて産学連携体制を構築。我が国で最初に承認された TLO のひとつである関西 TLO の設立にも主体的役割を果たしている。

や特に医療(バイオ)のような先端分野では、すでに 2005 年時点では、クラスター内で中核的な研究大学の役割が大きいことを示している。先行研究¹⁸が示すように、バイオテクノロジー・ライフサイエンスの分野では、基礎研究から直接的に産業化を可能とする成果をもたらすため、基礎研究が特に重要であること、技術開発の専門知識が大学に集中しているなどから、産業化において大学や大学発ベンチャーの重要性が指摘されているところである。

こうした中で、中核的な研究大学が強い Connector Hub 機能を有していることは、企業側からの大学リソースに関する期待の表れであるとともに、これまでの制度改革の努力の結果と見ることもできる。これについては、動的(時系列的)検討を行うことでより明らかになる可能性がある。

一方、産学連携機関やそれほど大きくない大学においてモジュール内の Connector 機能が強く示されたことは、これまでの制度改革や体制整備の成果が出始めていることを示している可能性がある。京都大学、大阪大学、九州大学という大規模な研究大学に比して、他の大学はクラスター内での位置付けが強くないが、これは共同研究や委託研究の規模が、大学の規模や研究能力に左右されていることから当然のことといえよう。他方で、企業との協働・連携活動(いわゆる産学連携)の体制整備により、大学内のポテンシャルが、規模に比較してより大きく活かされうること示している。この点で、近畿医療では分野が異なるものの産学連携体制の整備が行われた立命館大学の Hub 機能がある程度高いことはひとつの指標となりうるし、北部九州 LSI において九州工業大学が他の大学との異なる位置づけであることは、データ調査時点での産学連携に関する質的差異が出ていたといえる¹⁹。また、例えば当初から産学連携の理念の下に設立された規模が小さい長浜バイオ大学が、近畿医療において比較的高い Connector 機能を備えていることや、北部九州半導体で地方大学として歴史はあるが、規模はそれほど大きくない大分大学、熊本大学も比較的高い Connector 機能を示していることはひとつの指標となりうる。こうした機能を継続的に充実させつつ、研究能力を高めていくことにより、より強い Connector Hub となり、周辺に小さいながらも有効な Melting pot を形成する可能性を感じさせる。

さらに、両ネットワークについて大学クラスターの存在を中心に比較すると、ネットワークとしての類似性は高いものの、研究大学と中核企業群との関係の深さの程度が近畿医療関連産業ネットワークのほうがより強いことである。これは前述のバイオテクノロジー・ライフサイエンス産業の特性によるものが大きいと推察できる。

このように、主要研究大学のネットワーク上の機能は認められたが、それ以外の大学の機能はまだ低いことも認められた。こうした機能を高めるためには、これまで進

¹⁸ たとえば Shane(2005)、玉田ほか(2006)

¹⁹ 関係者によれば、九州工業大学の産学連携体制構築の本格化は 2005 年以降との指摘がある。

めてきたように大学の産学連携体制を整備していくことや、Connector として海外でも有効性を認められているクラスター機関²⁰の整備・充実の政策的努力の必要性を示唆するものであると考えられる。

7.5.4 産学連携関係データとネットワーク指標との関係についての考察

産学連携の程度を示す大学の属性データには、その水準の高低がネットワーク上の大学の位置づけと相関があるが、これには、ネットワークにおいて影響を与えうる指標と、むしろネットワーク上の影響の結果またはネットワーク上の影響そのものと考えうるものの双方向の相関がある。

① この原因として考えられるものは、

➤ 教員数：一般に当該分野の教員が多ければ多いほど、産学連携が進み、ネットワーク上でクラスタリングが進むことが予想される。しかしながら、教員数がネットワーク上の機能と線形に相関するわけではなく、また同程度の教員数であっても、大学によりその Connector Hub 機能のレベルは多様である。結論として、一定規模以上の大学では、この要素よりは別の要素の影響が大きいことを示している。

➤ 産学連携体制：産学連携体制が整備されていれば、より多くの企業とのマッチングが進み、リンクの程度が高くなる。形式的に見た組織体制は同じ様であっても、活動状況、歴史的整備状況等によることは明らかである。これについては、大学別の技術移転件数、金額等の指標や動的分析を用いることが定量的分析を可能にすると考えられる

② 一方、ネットワークの影響により高まる指標としては、

➤ 大学発ベンチャー数：大学発ベンチャーの形成過程では、大学による研究と市場のニーズがうまくマッチングすることが必要であり、大学での研究を進めて企業化していくには、ネットワークにおいてより多様なリンクが存在することが重要と考えられる。したがって、大学発ベンチャーはむしろ高い Connector Hub 機能の結果創生されるものとする。一方、産学連携体制の活動指標としては有効である可能性も高い。その場合は、ネットワークに対する影響を示すデータとしても考慮することができる。

➤ 外部研究費：共同研究・受託研究費には、政府系の資金も含まれているが、企業からの外部資金もカウントしている。これは企業とリンクした結果積みあがる性格の指標であり、リンク数そのものに強く相関する。したがって、Connector Hub 機能が弱い結果として、こうした外部資金の獲得が困難となる。特に有力な Hub 企業とのリンクがないと、外部研究費が得られないだろうことは容易に

²⁰ 例えば、米国ノースカロライナ州リサーチトライアングルパーク（バイオクラスター）のバイオテクノロジー・センターなど。

想像できる。一方、政府系の資金は、企業との共同研究を推進する方向のものが多く見られ、これらの資金がより企業とのネットワークを高めることも期待できる。また、各大学の研究力を示す指標としては、このほかに、科学研究費、論文数、特許数等がともに重要である。

以上を大学の分類別に整理すると以下の様になる。

①「大規模・研究大学」：京都大学、大阪大学、九州大学は、高い Connector Hub 機能を示し、研究力、規模の大きさがこの機能を高くしていると考察できる。

②「準大規模・研究重視大学」：神戸大学、九州工業大学、熊本大学は①の分類の大学ほど Connector 機能が低いと一定の Hub 機能を示している。

③「小規模・研究重視大学」：京都薬科大学は、研究力はある程度高いと見られるものの、ネットワーク上の重要な位置は示しておらず、これは小規模であることが影響していると思われる。長浜バイオ大学は設立後間もないこともあり今後の考察の対象としたい。

④「大中規模・教育重視大学」：大分大学、宮崎大学のように、教育重視の大学では、ネットワーク上の位置づけは小さいが、一方、「産学連携機能」を重視してきた立命館大学では、高い Hub 機能を有していることが注目される。

7.6 第7章の結論と今後の課題

7.6.1 結論

これまでの研究で、有力な地域クラスターにおいては‘small-world’構造を有した密なネットワークが発達していることが分かっている。そのようなネットワーク構造をもたらしているものは Hub となるノードの存在である。

本論文におけるネットワーク分析の結果、‘small-world’構造を有した近畿医療と北部九州 LSI の両クラスターにおいて、近畿における京都大学・大阪大学、九州における九州大学のような地域の有力な研究大学が、強い Connector Hub 機能を有していることが明らかになった。こうした傾向は、中規模、小規模大学とは圧倒的に差が見られ、ネットワーク内ではその格差は増大する。さらに、こうした機能は、大学間の比較分析により、単に研究大学の有する教員数や研究力だけでなく、産学連携体制の整備・活動状況が影響していることを示した。特に、関係する企業のリンク数、Connector Hub 機能の強弱と外部研究費の獲得額との間には強い相関が見られた。

また、大学は、特に主要な研究大学ほど Hub 企業と Hub 企業を連結しており、また主要な公的研究機関は、更にその性格が強い。また、クラスター全体へ影響もさることながら、強力な大学でなくても、熊本大学・大分大学といった地方大学や京都高度技術研究所のような公的研究機関もハブとしての機能は強くないものの、多数のモジュールを連結する高い Connector 機能を有していることが明らかになった。こうした

機能は、産学連携機関にも強く現れている。このように、地域経済圏において、大学は先端技術クラスターの強力な Hub 機能を果たしていることが示された。このような Connector Hub 機能を持ったノードの存在は明らかに 'small-world' 性の向上をもたらす。

これにより、ナショナル・イノベーション・システムの中であって、強力な研究大学はそのネットワーク機能によってイノベーションの推進に寄与できうることが示された。しかしながら、7.1 で分析したように、日本の大学と産業を巡る環境、たとえば、専門人材のストックが少なく、その流動性が低いこと、新産業に必要な専門人材の供給がなされていなかったこと、日本の大学内のネットワークが機能していないおそれがあることにより、本章で見た本来大学が果たすべき機能と役割が結果として十分示されていない。

先に述べたとおり、産学協働や大学発ベンチャーの成功には、大学を中心とした地域社会ネットワーク構造の存在が重要であり、このネットワーク構造特性によって、地域イノベーション・システムの価値と機能が決定される。このネットワークにおいては、本章で見たように、大学が重要な Connector Hub 機能を持っていることもわかっている。Connector Hub 機能は、ネットワーク上きわめて重要な機能であり、自ら属するクラスターを連結するのみならず、異なるクラスター、つまり異業種をも連結する。これにより、ネットワーク構造は重層的、複雑なものに進化し、イノベーションのノンリニアなプロセスが実現できるのである。大学の持つ、知の創造にかかる「アーリーナ機能」に加え、「るつぼ機能」が十分発揮されれば、ネットワークにおいて大学が重要な Connector Hub 機能を果たし得ることとなり、結果としてイノベーションの創成が促進されるのではないかと考えられる。

以上の問題点を政策的に捉えるなら、この多層ネットワークのインタラクティブなダイナミズムをどのように創発していくか、つまり、我が国において実施されている2つの地域クラスター政策、知的クラスター創成事業(文部科学省)と産業クラスター計画(経済産業省)、それぞれが目指す姿のシナジーをどのように形成していくのかといった点が浮かび上がってくる。今回分析した研究開発ネットワークと取引関係ネットワークの両者の間には、イノベーションの「死の谷」という言葉を待つまでもなく、ギャップが存在する。このギャップを乗り越え、持続可能な地域の発展を産み出すためには、単一ネットワークの高度化・高密度化だけではなく、ネットワークの更なる多層化(人材ネットワーク、資金ネットワーク)とその間の関係性の濃密化もまた不可欠であろう。いいかえれば大学の「るつぼ機能」の発揮が求められるのである。この点については、次章以降でさらに考察を深めたい。

一方、本章の分析結果は、地域の大学全てが有力な Connector Hub であるべきであるということを含意しない。7.2 で見たように、地域における大学には教員数、外部

研究費の数値に表れているように研究能力において大きな格差が存在する。一方、規模が小さい長浜バイオ大学の比較的高い Connector 機能を示していることや、大分大学、熊本大学の比較的高い Connector 機能を示している本論文の分析結果は、強力な大学でなくても、サブモジュールにおいて高い Connector 機能を有している大学や研究機関があることを示している。リソースに乏しい地方大学がそのようなコネクタ機能に特化することは、大学が多様な分野の出会いを演出し、Melting pot として機能するための一つの有力な方向性であろう。また、実際の産学連携活動状況がどうネットワークに影響していくのか、さらに、大学の有する Melting pot 機能を高めていくにはどうしたらよいか、他のデータも分析しつつ、より具体的な議論を進めていきたい。

また、地域産業のパフォーマンスはネットワークの構造だけでは決まらないということも心に留めておかねばならない。ネットワークは地域の有するリソースの一つであり、それ以外にも交通網などのインフラ、人材の蓄積や、人材を呼び込むための地域の魅力など様々なリソースが産業振興のために必要である。また、以上のような資源論的視点(Resource-based View: RBV)視点から離れて戦略論の立場に立つなら、地域として何を行い、何をしないのかというビジョンと意思決定、それをサポートする外部環境の変化に対する情報とそれに基づいた予測の重要性は論を待たない。今後はネットワークの多層的構造の分析と同時に、そのような産業のマクロな動向の分析も必要である。

7.6.2 今後の課題

本章の検討では、z-P 分析とともに、リンクする企業のネットワーク指標を詳細に見、これと研究大学固有の属性を示すデータを見比べることで、大学のネットワーク上の機能の分析を行うことができた。しかしながら、大学の有するデータにもそれぞれ相関と因果関係があり得、また、ほかにも論文数や技術移転件数等の重要な指標がある。こうしたデータの差違は、ネットワーク上の機能の結果生じたものなのか、ネットワーク機能を高めるものとして考えられるのか、今後の課題としたい。

また、ネットワークを構成するリンクの実態の問題がある。本論文の分析では、大学・公的研究機関と企業間のリンクとして、共同研究、受託研究、包括連携の有無といったイノベーションのシーズを産み出すための R&D 活動の有無と、企業間リンクとして取引関係というイノベーションを社会において具現化する実態的な経済活動の有無を用いている。つまり、ネットワーク構造特性によって、このような異なったリンクによって構成される地域の多層的なネットワーク、それらネットワーク間がどのように相互に影響を及ぼし、動的に変化していくかといった点に関する分析が必要である。

最後に、第7章における分析方法の限界について述べる。はじめに、広域経済圏を越えた範囲のつながり、又は国内のクラスターと海外のそれとのつながりを捉えることができないことである。例えば、航空機産業のように、サプライチェーンが明らかにグローバルに連結し、その中心拠点が国外にあるような分野は、本分析手法になじまない。こうした分野を扱う場合は、フィールド調査や他の研究手法との組み合わせることにより補完することが必要となる。次に、個人的な関係や企業の社員OB会、同窓会組織といった非公式なネットワークは、知識や情報の流通に大きな影響を与えるものであるが、本論文の分析では捉えられないことである²¹。それらについては、客観的、悉皆的なデータを入手することが難しいことが理由である。ただ、それらは公式な関係に対しても一定の影響を及ぼしていることから、本論文においても、公式な関係も把握を通じて間接的に把握しているといえる。

²¹例えば、浜松経済圏においては、静岡大学工学部（旧浜松高専）の同窓会ネットワークが域内の情報交換や協働に大きな影響を与えていることが知られている。

本章では、ここまで得られた新たな知見をもとに、イノベーション政策の評価と今後のイノベーション政策立案を有効なものとするための提言を行う。

検討に当たって、具体的に、3つの視点がある。

一つ目は、イノベーション政策を立案するに当たっての学術的な動向の俯瞰的把握の重要性である。

二つ目は、産業技術政策の新たな視点での体系化である。イノベーション学の3大領域に即して、過去の産業技術政策を捉え直す。

三つ目は、その整理から、政策資源の投入を増加させているにもかかわらず、なぜ、産業技術政策が十分な効果を挙げられていないのかを明らかにする。

これにより、新技術がイノベーションの3層構造を貫き通り、市場に辿りつくスピードや確率を上げるためのイノベーション・システム改革の必要性を示す。

8.1 イノベーション政策立案における学術俯瞰の重要性

序章で見たように、戦後日本の産業技術政策は、1950年代の工業技術院設置などの体制整備期から、70年代以降2度の石油危機を経て、超LSIの技術開発などの技術開発力強化期に至った。その後のJapan as No.1の80年代を経て、バブル崩壊後、「失われた90年代」の間に、実際は大学技術移転法の整備をはじめとする構造改革的政策の萌芽を迎えるとの変遷を経てきており、その中でイノベーション政策が結実してきた。

ここで、本論文で得られた知見を元に、ナショナル・イノベーション・システム再構築のための改革とイノベーション学術研究の関係について分析する。

序章で述べたように、イノベーションの加速については、欧米や日本でも政策課題としても重要性が増大してきた。例えば1980年以降、日米が双方の産業競争力と科学技術の関係に留意した政策を展開したが、これを対象としてナショナル・イノベーション・システムに関する研究が急展開している。米国は、1980年代、日本との競争力の驕りを背景に、日本のナショナル・イノベーション・システム政策を意識して、バイ・ドール法に代表されるように国としてもシステムの個別の課題を個々に解決する政策を次々と打ち出した。さらに、米国でここ数年再び活性化しているイノベーション政策論においては、人材・教育まで視野においた包括的な政策パッケージが立案されている。これには、産業界のほか多くの研究者が参加している。一方、特に我が国では、1990年代以降、米国新産業の勃興、特にバイオ・IT産業の興隆を背景に、米国を意識した産学連携、大学改革、大学発ベンチャー創出、産業クラスターネットワーク形成などに注力した「構造改革的政策」を新たに展開してきている。1990年代の政策の代表的な例として、「大学等技術移転法」を挙げることができるが、本法は、1997年より少し以前に本格的に検討が開始され、1998年には立法化している。また日本版

バイ・ドール条項は翌年の1999年に創設されたが、米国の1980年創設に比べると約20年の遅れがあった。しかしながら、2000年代に入ると、少なくとも立案レベルでは米国の政策にキャッチアップして、構造改革政策のパッケージ化が進む。第2期、第3期科学技術基本計画、平沼プラン、新経済成長戦略、イノベーション25がその代表例である。

こうした構造改革的政策の形成については、米国を中心としたイノベーションの学術的蓄積が大きく影響したのではないかと考える。米国の大学を核としたイノベーション創成環境やイノベーションマネジメントなどの研究が進展していくにつれ、我が国の政策がこれに大きく影響されてきたということである。これについて、本論文でこれまで述べた研究結果を用いて分析してみたい。

ナショナル・イノベーション・システムに関する研究は、Freeman(1987)などを契機に活発化した。本論文の第3章から第6章までの分析結果から、大学とイノベーションとの関係を扱った論文を含め、イノベーション創成のための環境基盤と技術革新昂進の仕組みに関する研究が、1990年代半ばから急速に増大していることがわかった。特に、イノベーション研究において大学が最も関係する領域については、サブクラスター#1.2の産学関係であることが明らかになっている。さらに、「大学」というキーワードにより特定すると、これ以外の大規模クラスター（例えば、#1.1 地域とイノベーション、#2 技術革新昂進の仕組み、など。）にも関連していることもわかる。これらはいずれも成長が著しいクラスターである。これが、その後の政策形成に影響したものと思うことが自然である。

一方、日本の「大学等技術移転促進法（TLO法）」は、イノベーション学術研究の蓄積の初期段階における政策立案の例としてあげることが出来る。同政策は1997年より少し以前に本格的に検討が開始され¹、1998年（クラスター#1.2の平均発行年である2000.53年よりも以前の政策立案）には立法化した。これは、序章に述べたように、当時シリコンバレーを代表とするIT、バイオ産業での新しいイノベーションモデルの分析研究が進み、アメリカにおけるTLOの活動をはじめとする産学連携の動向が目に見えやすいものとなってきていたことによる。これもまた、1990年代半ば以降の研究の増加の影響もあると考えることが自然であろう。

以上のことから、日米のイノベーション政策とイノベーション研究の蓄積には、密接な対応関係が見いだせる。1980年代のイノベーション研究の蓄積がそれほど進んでいない段階では、米国において、急激に競争力が増大した日本のナショナル・イノベーション・システム政策に関する研究を踏まえ、SEMATECの創設を含め、イノベーション政策の整備が行われた。日本の政策が米国のイノベーション政策をドライブし

¹ 同法案の検討の母体となった通商産業省産業政策局産業技術課は、1996年に設立され、序章で述べたようにイノベーション研究会を立ち上げてイノベーション政策立案の中心となった。その後2001年の政府機構改革により、産業技術環境局に機能が吸収されている。

たといえる。さらに、1990年代では、まず研究が活発化しはじめていたイノベーション創成の環境基盤の分野、特に産学連携についてこれを促す施策が日本でも注目され、中でも米国に於いてその成果が早期に顕在化していた大学TLO整備や大学改革の政策が急激に展開した。その後、2000年代に入り、イノベーション学術研究の蓄積が本格化した段階では、大学発ベンチャー、地域クラスター政策のような産学連携から市場へと一歩進んだ政策や大学組織そのものの改革（学校教育法の弾力化や国立大学法人化）といった本格的な構造改革へと進化している。こうした本格的な改革政策を実施しはじめた段階では、本論文の分析結果によれば、学術研究の蓄積と多様化がかなり進んでいたといえる。これと並行して、日本でも大学改革政策が中核のひとつとなって包括的なイノベーション政策パッケージが進められてきている。このように海外における学術研究の蓄積の後押しがあって、本格的で大胆な構造改革的政策に着手できた面を指摘できる一方、日本の政策としては、それまでは米国のフォロアーであったということもできる。日米のイノベーション政策の歴史過程をやや大胆に整理したものが図8.1である。

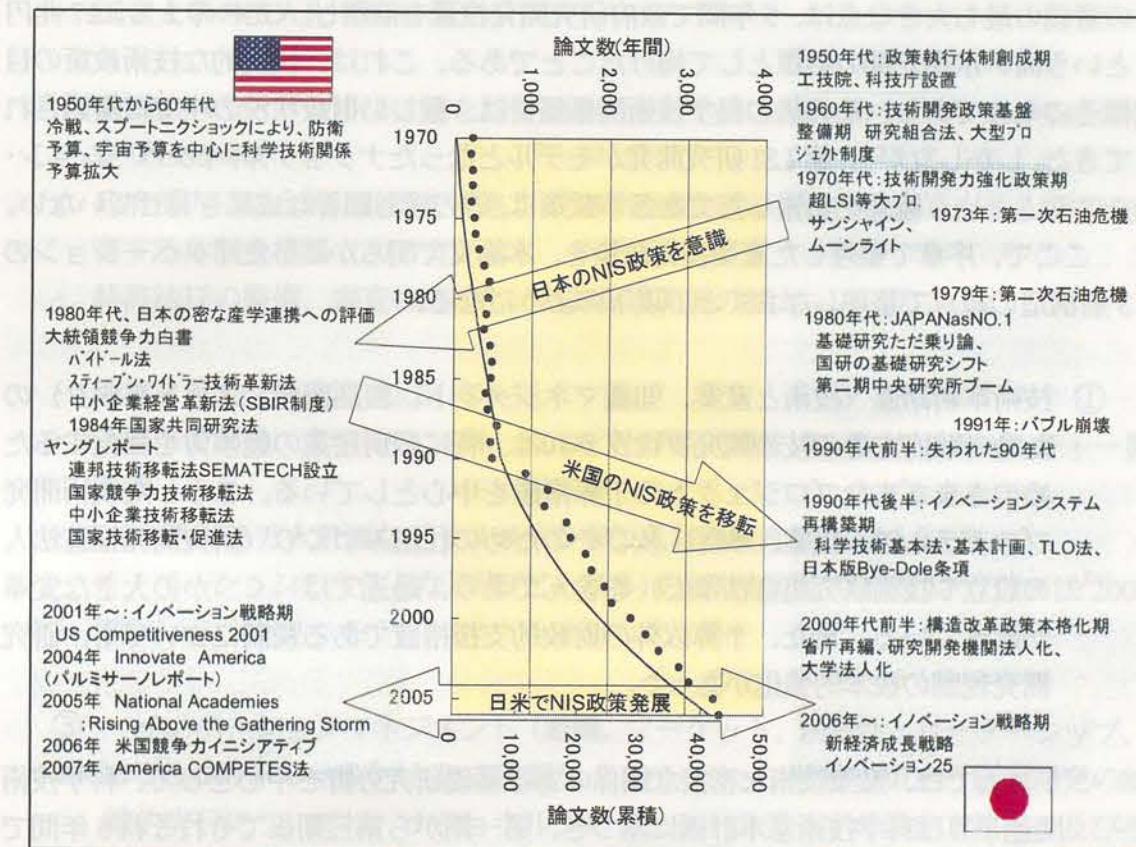


図8.1 日米のナショナル・イノベーション・システム（NIS）政策とイノベーション論文推移

イノベーションの内容や立地を巡る国際競争が激しくなるなかで、イノベーションにかかる政策はますます重要性を増すと予想される。こうした政策形成をより効果的に、国際的な水準で進めるためには、イノベーション研究の蓄積が必要であるとともに、これを政策担当者が俯瞰的に把握し用いる環境が不可欠であることを指摘したい。

8.2 イノベーション学の学術俯瞰に基づく産業技術政策の捉え直し

このように、イノベーション研究蓄積から立案、執行されてきた構造改革的政策は、1990年中頃以降に本格化したものの、その成果は必ずしも十分目に見えていない。また、第2章で見たように、日本の半導体産業の競争力強化に貢献し顕著な成果をあげた超LSI研究開発プロジェクト以降、1990年代まで、バイオテクノロジーやITソフトの分野で超LSIに匹敵するような目に見えた技術政策の成果は見当たらない。1990年代になって、日本でも科学技術による立国という考えが政府・与党に確立してきたのは、こうしたことに対する危機感によるものでもある。科学技術基本法(1995年)と第一期科学技術基本計画(1996年)でも、米国をはじめとする産業の国際競争の激化もその制定の背景としてあげている。前に指摘した様に、第一期科学技術基本計画の意義の最も大きな点は、5年間で政府研究開発投資を倍増し、GDPの1%、17兆円という高い水準を国の目標として掲げたことである。これは、伝統的な技術政策の目標そのものであり、その後の科学技術関係経費は、厳しい財政状況の中では優遇されてきた。しかしながら、超LSI研究開発がモデルとなったナショナル・イノベーション・システムという概念を目指したであろう政策は、その後も顕著な成果を見せていない。

ここで、序章で整理した産業技術政策を、本論文で明らかにしたイノベーションの3層構造の観点で整理しなおすと、以下のようになる。

① 技術革新昂進(技術と産業、知識マネジメント、製品開発、ネットワーク)のための政府主導の技術開発プログラムは、特に個別産業の競争力を強化するためのさまざまなプロジェクトの予算措置を中心としている。こうした技術開発プログラムは、提案、執行、及びそのための仕組みづくり(研究開発推進法人の設立や技術研究組合法など)を含んでおり、最近ではいくつかの大きな変革が起きている。また、予算以外の財政的支援措置である税制についても、研究開発税制の抜本的強化があった。

- ・ 予算面では、産業技術と密接な関係のある基礎研究分野を中心として、科学技術関連予算は科学技術基本計画に基づき、第一期から第三期までそれぞれ5年間で17兆円、24兆円、25兆円との目標を掲げ、相応の予算を積み上げてきた。
- ・ 戦略的側面としては、総合科学技術会議等を設置し、イノベーションの実現という国家目標を掲げた第三期科学技術基本計画(2006年)及びイノベーション25

(2007年)により、高次の国家の目指す方向性を明確化した。

- ・ 研究開発促進税制については、高度経済成長時代には機能した増加試験研究税制(試験研究費の過去の実績から「増加分」に着目した税額控除制度)から、不況期でも研究費を確保するインセンティブになるよう試験研究費の「総額」を対象とした総額型税額控除制度が創設され、恒久措置として抜本的に改革された(2003年度税制改正)。

② イノベーション創成のための環境基盤(地域、知財、産学、経済成長)を構成する構造改革的技術政策については、特に産学連携政策及び大学改革政策に90年代後半から焦点が当てられ、また、知的財産権政策が米国のプロパテント政策にも刺激を受け大きく進むなどの抜本的な改革の進展があった。

- ・ 大学等技術移転促進法(TLO法、1998年)、
- ・ 国立大学教員の民間役員兼業(2000年)
- ・ 学部学科の設置基準緩和(学校教育法の弾力化、2001年)
- ・ 国立大学の法人化(2004年)
- ・ 米国のバイ・ドール法に範を持つ産業活力再生法におけるバイ・ドール条項の制定(1999年)
- ・ 政府部内に総合的に政策を推進する知財戦略会議が創設、抜本的改革を総理に直言する体制を構築(2005年)
- ・ 特許法廷の整備、審査の迅速化、特許保護範囲の拡大
- ・ 地域クラスター政策(2001年～)
- ・ 新規市場創設、大学発ベンチャー1000社計画(2002年～)などのベンチャー振興策
- ・ MOT人材1万人計画などイノベーション人材育成政策(2002年～)
- ・ イノベーションの主体となる者(ピークル)の新たな規定(LLC,LLP)(LLP法²2005年)

③ イノベーションマネジメント(組織、マーケット、創造性とリーダーシップ、コミュニケーション)として重要なイノベーション戦略の策定、研究開発の組織的実行については、ナショナルプロジェクトのテーマの設定、執行、及びそのための仕組みづくり(研究開発推進法人や技術研究組合の設立のための法整備など)を含んでおり、最近ではいくつかの大きな変革が起きている

² 有限責任事業組合法

- ・ 総合科学技術会議による四つの重点分野が設定され、国家のリーダーシップによる技術戦略が明らかになり、政策資源投入のための戦略的分野の絞込みが可能となった。
- ・ テーマの設定、執行については、2001年の省庁再編により、旧通商産業省のナショナルプロジェクト推進部隊である工業技術院が発展的に解消され、ナショナルプロジェクトについては、企画機能は経済産業省、執行管理はNEDOとなったことはあまり明文化されていない事実である。またNEDOは、JSTなどの研究開発法人とともに独立行政法人化され（2003年）、これら独法を規定する独法通則法に基づいた柔軟かつ高度に専門的な予算執行が行うことができるようになった³。
- ・ 研究開発の企画立案に関しては、経済産業省、NEDO、産業技術総合研究所が合同で、技術戦略ロードマップを策定し（2005年から）、ナショナルプロジェクトのテーマ設定に活用し始めている。

8.3 過去のイノベーション政策の問題点の特定

このように整理すると、1990年代の後半から最近まで、イノベーション創成のための構造改革の政策が矢継ぎ早に打ち出されていることがわかる。一方、2008年までの間に、それらがどの程度機能してきたのか、そして機能していないとすればそれは何故か。

政府の産業技術政策と産業のイノベーションとの関係は、例えばポーター・竹内（2000）が、日本の産業政策全般を分析する中で、よく知られた超LSI研究開発の事例以外では、共同研究開発プロジェクトが行われた産業分野はむしろ失敗産業であり、成功産業で機能した政策については、初期需要喚起（ファクシミリ）、厳格なエネルギー環境規制（家庭用エアコン）など産業技術政策との連関が薄い政策がイノベーションを起こしていると指摘している。こうした政策の失敗は何故起こったのか。前節に行った整理にしたがって分析し、必要な政策の方向を定める視点とする。

序章で述べたように、現在の産業社会は1990年代から大きな変化に直面しており、すなわち①技術と産業の構造変化、②産業と企業のサービス化、③産業・技術構造の進化とイノベーションであり、これにより産業構造は大きく変化している。特に技術は、IT、バイオを中心に極めて早い速度で進化しており、仮にイノベーション創成に関する普遍的な概念について、先行研究が示すような内容において確立したとしても、企業の対応は極めて早い速度を必要とする。このため、各組織においては構造的変化を行い、進化の速度に対応することが重要である。

政策においても、こうした技術と産業の関係の変化等産業構造の変化に対応し、学術→産業→イノベーション創成をストレートに進めるためのシステム改革が必要であ

³ 例えば、経済産業省独立行政法人評価委員会 NEDO 部会報告（2007）

るが、これらの変化に柔軟で機動的に対応できる政策インフラと政策人材の整備ができていない。これまでの政策は、序章で述べたように既存産業を前提とした技術と産業をリニアに捉えたモデルの政策であり、バイオ・IT 産業を例とする新産業を創出することには機能していないといえる。例えば、これら新産業と関係する学術分野への予算規模は、科学技術基本計画の重点分野としてある程度の蓄積があり、その効果もあって、学術研究の分野では日本の水準は欧米に比べてもまだまだ高い評価を受けている分野が多く、学術水準の維持については概ね機能してきたといえるが⁴、こうした技術革新昂進への取り組みが行われているにもかかわらず新産業創生として結果が出ていないのはなぜか。

ひとつには、イノベーションマネジメントの体制構築において、技術と産業の構造変化へのスピーディな対応ができないことである。

日本の基幹産業であった鉄鋼、化学や、ムーアの法則があてはまっていてロードマップが明確な半導体産業などは、総体として見るとイノベーションの起こり方が持続的で予測可能でもある。こうした場合、十分な余裕を持って中長期的な産業ビジョンを立てつつ、政策を決定することが可能である。一方、www の短期間での世界的浸透や Google の躍進に見られる IT ソフト分野や、どこまで行っても新しい基本的発見があるバイオの世界においては、イノベーションの起こり方、スピードが1990年代までと比べると極端に速い。このため、政策担当者が、何が起きているかを理解しようとしているうちに、世界が次のステージに動いてしまっている感がある。このため、政府の5年ごとの科学技術基本計画や、予算措置の年度毎の管理などは、こうした足の速い技術の時代に合致していない可能性がある。この点、ナショナルプロジェクトを執行するNEDOなどの研究開発推進機関の独法化は、予算執行、管理の弾力化に大きく貢献しつつあるが、顕著な成果を見せるにはまだ十分な時間が経過していない。

二つ目には、政府としての戦略立案の方法論の問題である。

例えば、科学技術基本計画において重点四分野が定められていても、大学から産業界によるナショナルプロジェクトまで広く対象とされており、この分野はある程度の広がりを持っていることはやむえないことである。一方、産業競争力に直結するピンポイントの課題は、個別の研究開発プログラムに委ねられるが、研究開発プログラムの分野構成は、これまで伝統的な産業分類や学術分野に影響されてきたことは否めない⁵。このため、例えば、米国を中心に議論が活発になっているサービス分野のイノベ

⁴ しかし、この見方については、近年、政策資源投資の増加傾向が顕著な欧米や中国などの台頭により、将来もこの科学技術レベルを維持できるかどうかは疑問視されている。もちろん、分野別に見ると、学界レベルでの競争力にも差があり、また産業の技術レベルでもばらつきがあって、近年欧米等との差が拡大しているとの指摘もある。

⁵ 2008年4月に、経済産業省においてこれまで17にわたっていた研究開発プログラムは7に再編され、その名もイノベーションプログラムと改定された。

ーションへの対応は遅れているといつてよい。

三番目に、政策インフラの問題がある。

政府部内で重点的な戦略分野の設定や技術開発戦略を議論する場合、外部有識者による議論を重用することが多いが、進歩の速い分野においては、知識を十分有する有識者の確保が難しく、有識者会議が機能しない恐れがある。これらは、既存の政策インフラの限界によるものである。

さらに、シーズ開発としての学術レベルのイノベーションと製品・サービス開発としての産業イノベーションを混同して同一の評価基準を当てはめ、結果として製品・サービスのイノベーションの出口を明示できていないことによる⁶問題もある。(図 8.2 参照)

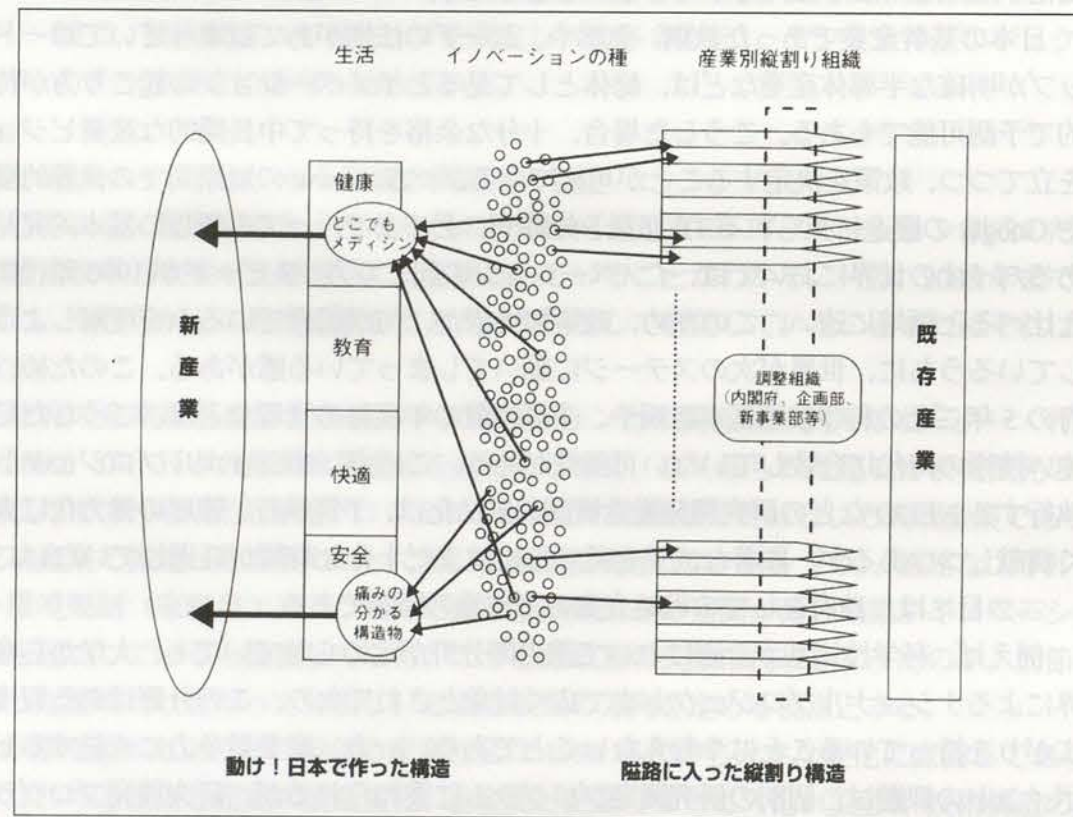


図 8.2 イノベーションの新しい出口 (出典: 動け! 日本 (2003))

8.4 政策提言

以上の課題の整理を踏まえ、必要な政策の方向を提言する。

⁶ 例えば「動け! 日本」(2003)に示すようなIT、バイオ、ナノ技術を駆使した健康・安全・快適生活を実現する新産業の創成を指す。

技術と産業の関係は、これまで見てきたようにノンリニアに変化し、これが産業構造の変化を生み出している。学術→産業→イノベーション創成を迅速に進めるためには、システム改革により、日本型のノンリニア・イノベーションマネジメントが必要である。これまでのイノベーションの学術俯瞰の結果から、イノベーションの創成は、技術革新昂進の仕組み、イノベーション創成の環境基盤、イノベーションマネジメントの3層構造となっていることがわかっている。これを政策体制に当てはめれば、図 8.3 に示すように、イノベーションを創成するための政策立案においては、爆発する学術の知識を俯瞰し、産業の現状を特許動向等により把握することで、的確な産業の方向性の理解を進め、さらにこれを基礎に強い意志(will)をもって、この政策を企画・実行する政策人材の育成が不可欠である。これには、イノベーション戦略の国家的リーダーシップの発揮が極めて重要である。

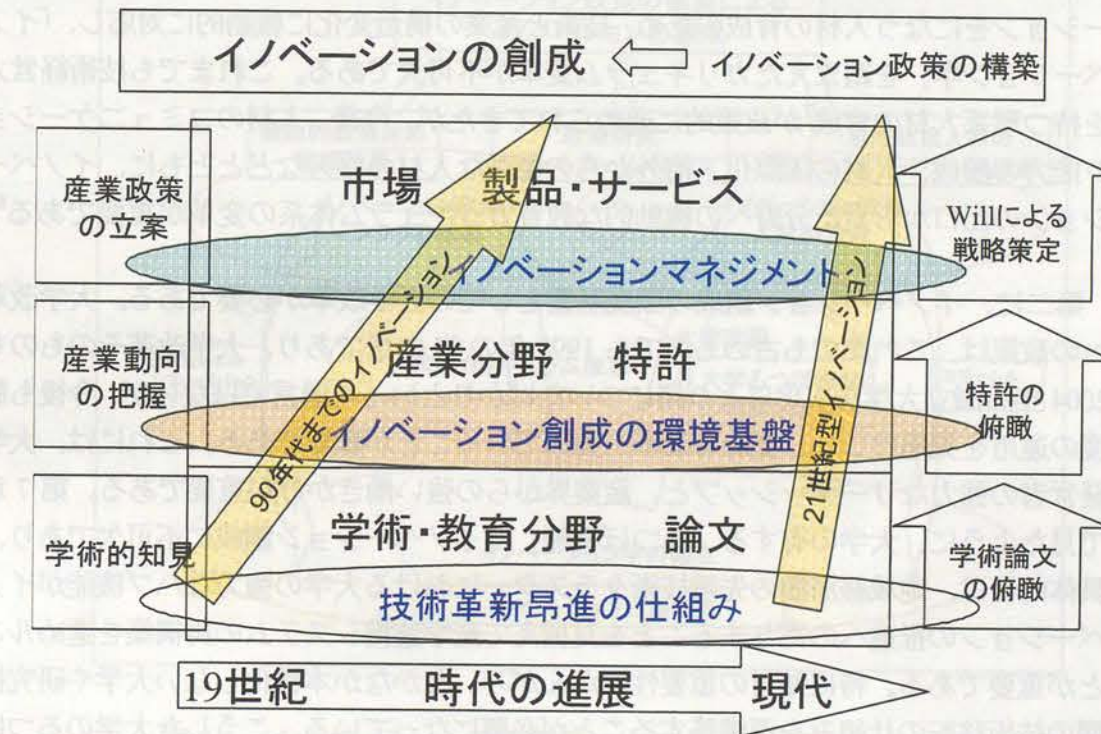


図 8.3 イノベーション政策の三層構造: あるべき姿

具体的には、これらの変化に柔軟で機動的に対応できるイノベーション政策インフラとイノベーション政策人材の整備が重要であり、このための基盤として「イノベーション学」の確立とこれに対応した大学カリキュラムの改革が不可欠である。

第一に、産業構造及びイノベーション創成の分析を十分に行い、「イノベーション学」を確立することが必要である。これらを踏まえてこそ政策資源の適切な配分が可能となる。具体的には、学術レベルで何が起り、何が「産業と技術」の関係においてイノベーション創成の基礎となりつつあるか俯瞰的視点を「イノベーション学」として政策担当者が共有して、技術の産業化の道筋を示すロードマップを策定することなどに活用していくことが重要である。また、産業構造の変化に応じて、分野を絞った先端技術プロジェクトへの必要な投資を確保し戦略的に先端的技術レベルを維持するとともに、科学技術の融合分野への進展を踏まえ、プロジェクト間の連携を進めるにも、「イノベーション学」による俯瞰的・戦略的な視点が重要である。一方、個別の技術開発についても、「イノベーション学」による知識マネジメント等の研究成果を用いたプロジェクトへの高度なマネジメントを適用していく必要があり、それにより例えば研究開発推進機関の柔軟性、機動性や能力の高度化を図ることが可能となる。このように、「イノベーション学」を確立しなければ、本論文で明らかになったイノベーションの三層構造を把握しつつ、これを踏まえた政策対応は困難である。この際、イノベーションをになう人材の育成のため、技術と産業の構造変化に機動的に対応し、「イノベーション学」を踏まえたカリキュラム変革が不可欠である。これまでも技術経営力を持つ理系人材の育成⁷が政策的に進められてきたが、今後、人材のコミュニケーション能力の醸成、人材の国際化・海外からの優秀な人材の移入などとともに、イノベーションの出口から見た分野への機動的な教育カリキュラム体系の変革が重要である⁸。

第二に、イノベーション創成の環境基盤としての大学改革が必要である。大学改革への政策は、これまでも古いものでも1998年のTLO法であり、大学改革そのものも2004年の国立大学法人化により緒についたばかりとって過言ではないが、今後も制度の運用を見届けつつ、更なる改革を強めていくことが重要である。これには、大学経営者の強力なリーダーシップと、産業界からの強い働きかけが重要である。第7章で見たように、大学の有する「るつぼ機能」はイノベーション創成に不可欠であり、具体的には、地域経済圏の先端技術クラスターにおける大学の強力なハブ機能がイノベーションの推進への寄与することを見据えて産学連携システムの再構築を進めることが重要である。特に知財の重要性にかんがみ、なかなか本格化しない大学や研究機関の技術移転の仕組みを再構築することが必要になっている。こうした大学のるつぼ

⁷ 経済産業省技術経営人材育成 http://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/top-page.htm 参照

⁸ こうした取り組みの先進例としては、東京大学工学系研究科技術経営戦略専攻 (<http://tmi.t.u-tokyo.ac.jp/>) がその創設の理念として、「社会構造や産業構造の変革期にある現在のわが国において、先端的な科学技術の幅広い理解と経営学・経済学の素養を身に付けた統合力・俯瞰力のある人材が求められています。当専攻では、戦略的な構想力を発揮できる中核的リーダー、即ち、高い志と強い責任感・倫理観を持ち、科学技術を活用した新産業イノベーションと持続可能な産業社会を、多面的視点から創出できる人材を育成しようと考えています。」と示している。

機能を活用することにより、技術と産業の垣根を超え、新しい融合したイノベーション分野への対応が可能となる。

第三に、イノベーションマネジメントとして整理した分野別イノベーション戦略政策の企画・策定・執行については、スピードアップしているイノベーションに即座に呼応できる新たな機動的政策体制の構築が必要である。このためには、政府全体および各省庁内での機動的に組織改変を行うとともに、政策そのものを俯瞰的に認識し、各省の縦割りを廃したコンバージェンスを促進するため、各省が相乗りする形での政策研究拠点を大学に整備し、大学の研究機能と人材育成機能を活用していくことも重要と考える⁹。

これらを整理したものを図8.4に示す。

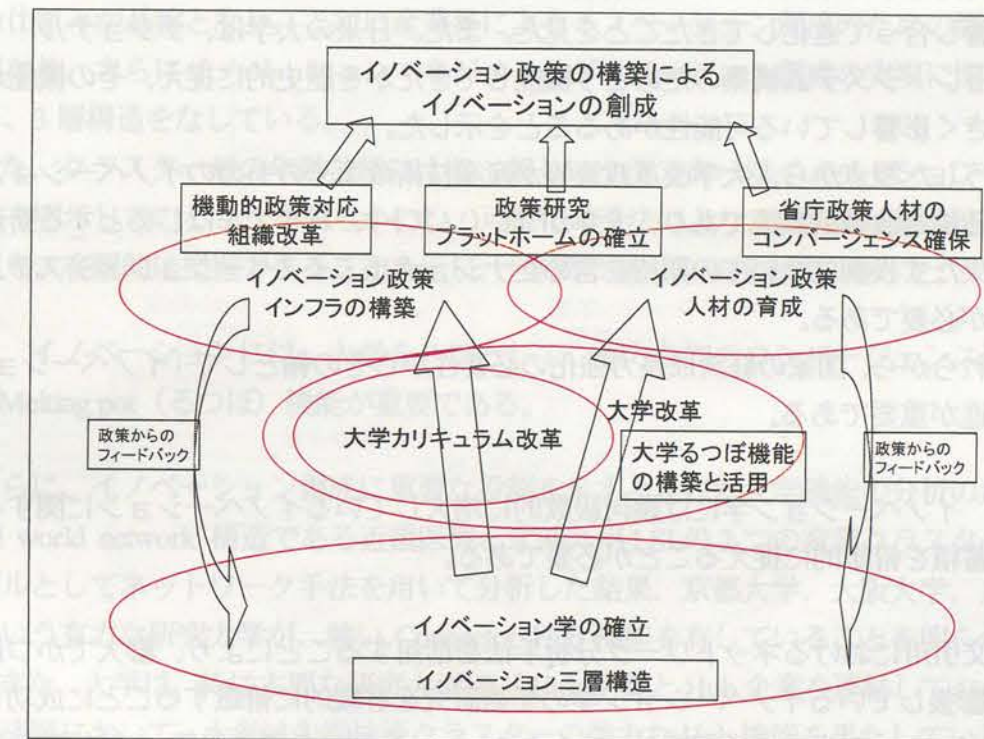


図8.4 イノベーション政策構築によるイノベーションの創成

⁹ こうした動きの顕れとして、2008年4月より、東京大学工学系研究科に「イノベーション政策研究センター」 <http://ipr-ctr.t.u-tokyo.ac.jp/> が設立され、また一橋大学イノベーション研究センターでは2008年度より「産学官連携によるイノベーション課程の研究プログラム」 http://www.iir.hit-u.ac.jp/iir-w3/research/sgk_index.html が開始された。

本論文の結論をまとめる。

9.1 日本の産業の構造変化にはイノベーション学の推進が必須である。

本論文では、まず1990年代からの日本の産業構造をめぐる基本的な3つの変化、すなわち、技術と産業の構造変化、産業と企業のサービス化、産業技術構造の進化とイノベーション、の3つの変化を挙げ、これに対応した産業政策インフラが、これらの産業構造の変化に対応できていなかったことを指摘した。一方で、1990年代における日本における産業競争力強化への取り組みとして、産業技術政策の変遷と日本におけるそれ以降のナショナル・イノベーション・システム構築への動きを示した。さらに、その対比として米国における産業競争力強化の取り組みを概説し、日米の政策が相互に影響し合っただけで進化してきたことを見た。また、日米の大学は、ナショナル・イノベーション・システム構築のためどう機能してきたかを歴史的に捉え、その機能が産業へ大きく影響している可能性があることを示した。

こうした視点から、大学改革政策等が産業技術政策そのもののイノベーションとも言える構造改革的政策であり、大学がIT(ソフト)、バイオをはじめとする新産業創成に果たす役割についての期待を含めたナショナル・イノベーション・システムの再構築が必要である。

これらから、国家の経済成長力強化の必要性からその軸として「イノベーション学」の推進が重要である。

9.2 イノベーション学には幾何級数的に増大しているイノベーションに関する知的蓄積を俯瞰的に捉えることが必要である。

論文引用におけるネットワーク分析手法を活用することにより、膨大でかつ最近急速に膨張しているイノベーション学の学術研究を客観的に俯瞰することに成功した。イノベーション学の3大要素は、1イノベーション創成の環境基盤、2技術革新昂進の仕組み、3イノベーションマネジメントの3分野である。

9.3 イノベーションは3層構造からなると認識すべきである。

イノベーション学の3大要素を見ると、イノベーション創成のための環境基盤においては、地域または地理的な環境、外部からの知識、特に大学の知の創出の環境、知

要であり、それがイノベーションのゴールである経済成長につながっていく。さらにそれに関連して、大学の知の創出及びそのスピル・オーバーに関する機能が重要であり、ナショナル・イノベーション・システムにおける大学の機能の重要性を示している。

技術革新昂進の仕組みとしては、産業における技術の位置づけの差違の認識と知識のマネジメント及び製品開発の戦略が技術革新を進める上で重要であり、そのためには、企業内外とのネットワークの構築がそれぞれの要素に大きく影響することとして捉えている。

イノベーションマネジメントにおいては、組織のあり方、マーケット指向、組織内個人の創造性とリーダーシップの3点が重要な課題であり、それらを遂行していくためには、組織内のコミュニケーションの確保と実行力が必要である。

これらから、イノベーション学は、アカデミアから知を生み出していく技術革新昂進の仕組みが基盤となり、これに産業界によるイノベーション創成のための環境基盤が連なり、さらにイノベーションマネジメントがイノベーション創成の実現に関わりながら、3層構造をなしている。

また、クラスター毎の年齢分析により、新しいクラスターはイノベーション学の最前線を明示していることを明らかにし、可視化の手法により、研究領域間の連関についても、客観的に把握できることを示し、「学問の壁」の存在を明らかにした。

9.4 イノベーションには、大学をハブとして、強力な知のコンバージェンス機能：Melting pot(るつぼ)機能が重要である。

さらに、イノベーション創成に重要な役割を示すとされた大学機能の分析のため、small world network 構造である近畿医療と北部九州LSIの2つの産業クラスターをサンプルとしてネットワーク手法を用いて分析した結果、京都大学、大阪大学、九州大学という有力な研究大学が、強いConnector Hub機能を有していることを明らかにした。また、大学は、特に主要な研究大学ほどHub企業とHub企業を連結しており、地域経済圏において、大学は先端技術クラスターの強力なHub機能を果たしていることを示し、ナショナル・イノベーション・システムの中であって、強力な研究大学はそのネットワーク機能によってイノベーションの推進に寄与でき得ることを示した。しかしながら、本来大学が果たすべき機能であるMelting pot(るつぼ)機能が結果として十分示されていない。大学の持つるつぼ機能が十分発揮されれば、イノベーション・システムにおいて大学が重要な役割を果たし得、結果としてイノベーションの創成がはかられる。

9.5 イノベーション学を踏まえた政策提言:イノベーション学を確立し、政策人材をコンバージェンスするなどのイノベーション政策のプラットフォームを構築すべきである。

以上の産業構造の3つの変化と、イノベーションの3層構造を踏まえて、イノベーション構造改革型の政策を立案できる政策インフラが必要と政策提言した。すなわち、イノベーションを創成するための政策立案においては、爆発する学術の知識を俯瞰し、産業の現状を特許動向等により把握することで、的確な産業の方向性の理解を進め、さらにこれを基礎に強い意志(will)をもって、この政策を企画・実行する政策人材の育成が不可欠であり、特に、産業構造の変化に柔軟で機動的に対応できるイノベーション政策インフラとイノベーション政策人材の整備が重要であり、このための基盤として、以下の政策提言を行った。

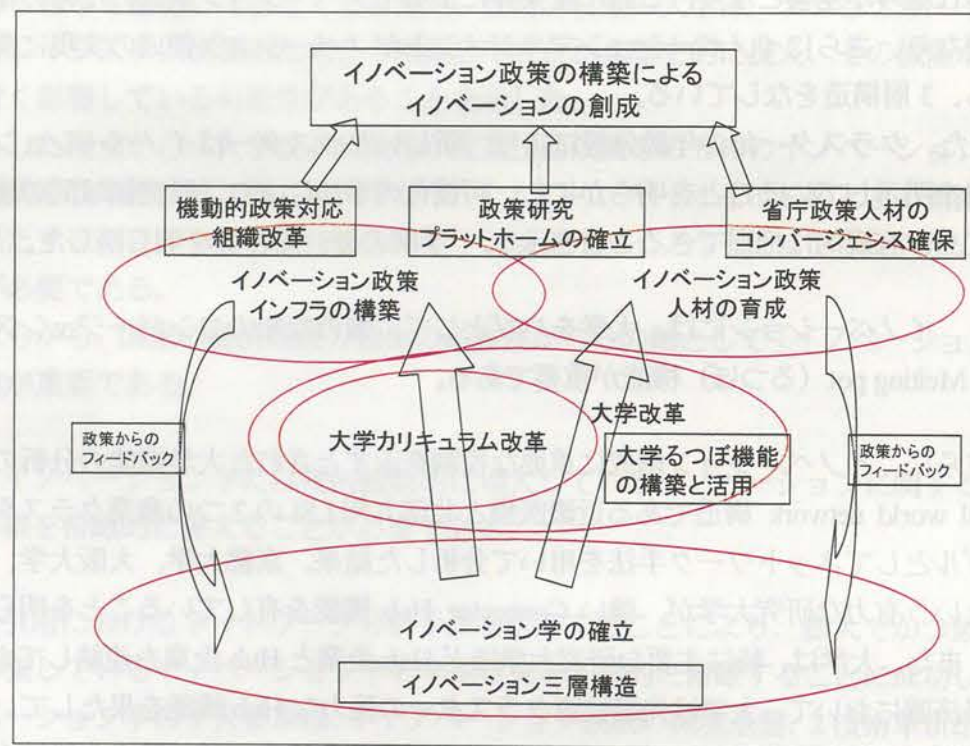


図9.1 イノベーション政策構築によるイノベーションの創成 (再掲)

第一に、産業構造及びイノベーション創成の分析を十分に行い、「イノベーション学」を確立することが必要である。これらを踏まえてこそ政策資源の適切な配分が可能となる。この際、イノベーションをになう人材の育成のため、技術と産業の構造変化に機動的に対応し、「イノベーション学」を踏まえたカリキュラム大学変革が不可欠である。

第二に、イノベーション創成の環境基盤としての大学改革が必要である。具体的には、大学のるつぼ機能を活用することにより、技術と産業の垣根を超え、新しい融合したイノベーション分野への対応が可能である。

第三に、イノベーションマネジメントとして整理した分野別イノベーション戦略政策の策定・企画・執行については、スピードアップしているイノベーションに即座に呼応できる新たな機動的な政策体制の構築が必要である。

第四に、こうした政策を進めるための政策研究プラットフォームを大学と政策機関が協力して構築することが必要である。特に、複数の省庁にまたがる政策の融合には、政策人材のコンバージェンスが重要である。

イノベーション政策の構築によるイノベーションの創成	機動的な政策対応 組織改革	政策研究 プラットホームの確立	省庁政策人材の コンバージェンス確保
イノベーション政策 インフラの構築	イノベーション政策 人材の育成	大学カリキュラム改革	大学改革 大学るつぼ機能の構築と活用
イノベーション学の確立	イノベーション三層構造	政策からの フィードバック	政策からの フィードバック

10.1 イノベーション戦略のあるべき姿

最後に、速いスピードを要求される21世紀型のイノベーションを進めていくためのイノベーション戦略は如何にあるべきかを考察する。

野中ほか(2005)は、実際の戦争における戦略を分析し、戦略の5つのレベル、すなわち国家理念からなる成る大戦略、政治の優位性である軍事戦略、正面攻撃か策略かの作戦戦略、士気・技能などの戦術、そして技術の5層に整理している。特徴的なのは、これら戦略の5層がノンリニアに関係しており、例えば技術である核兵器が国家の大戦略を規定することもあることを例示している。これを参考に筆者がイノベーション戦略にあてはめたものが表10.1である。ここでも、戦時の戦略と同じく、政治主導の国家理念によりイノベーションを位置づけることがもっとも大きな戦略であり、政府全体の資源配分と具体的なロードマップに基づく重点分野の策定などの中層レベルの戦略、そして現場のマネジメントにかかる戦術または技術の層にわけることができる。また、各層はノンリニアに関係し、例えばプロジェクトマネジメントの「技術」レベルが結果的にイノベーションを実現させ、上位の戦略に影響することはよくあることである。

表 10.1 イノベーション戦略の5つのレベル

レベル	課題	構成要素
大戦略	国家の競争力にとってイノベーションの概念が最も重要といった理念	国家理念(国家目標、基本計画)
軍事戦略	イノベーション遂行能力(イノベーションへの国家資源配分)	資源配分 法人化等構造改革 知財・税制等制度改革
作戦戦略	イノベーション実現への各セクターの配置、運用能力(大学等の能力) 重点分野の設定 人材育成	研究開発法人・大学の配置と運用 産学連携体制整備 分野別戦略ロードマップ
戦術	個別制度、プロジェクトにおける課題の発掘、設定、運用	研究開発プログラム
技術	個別技術開発の管理	プロジェクトマネジメント

これを元に、これまで述べたイノベーションの3層構造と、第8章で示した政策提言を踏まえてあるべきイノベーション戦略を示すとどうなるか。

現状の政策インフラの構造的課題は第8章で述べたが、戦略的視点で見ると、図10.1に示した最上位の大戦略は、イノベーション25等で既に政府トップから明確に示されている。米国等の政策のフォローに奔走した1990年代からやっと大戦略的としてもキャッチアップしたと言える。戦略として問題になるのは、軍事戦略以下のレベルである。例えば、総合科学技術会議の示した重点分野の問題点は先に述べたが、より詳細に見るとこの大戦略レベルには3つの大きな問題がある。

ひとつは、知の創成にかかる学術の階層の技術革新昂進と、技術を産業化する階層のイノベーション創成のための環境整備とにおいて資源配分方針を明確に分けていないことである。知の創成は、学術の世界から起こるものであり、結果的に何が実現するか予測不可能な世界である。当然、成果も予見できない。一方、技術の産業化は、シーズの確かさと革新性を踏まえ出口を見据えることにより、ターゲティングして行うべきものである。このまったく異なるイノベーションプロセスを同一の重点分野基準で資源配分する意味はない。政策の各階層に対する資源配分方針を決定した上で、その中の重点分野選定は各階層毎に異なる基準で行うべきである。

二つ目は、ターゲティングの方法論である。第8章で述べたように、政策の企画立案メカニズムは、21世紀型イノベーションに適用するにはあまりにも機動性を欠いている。また、序章で見たように技術と産業のノンリニアへの構造変化がおきている状況で、既存のステークホルダーのみの意見に基づく従来の政策決定方法は誤謬を犯す危険性が極めて高くなっている。一方、公平性確保の観点から門外漢に重要な政策の審議を委ねることは、正しい政策判断をゆがめる恐れもある。正しいターゲティングの方法論を用いることが重要である。これこそ、学術俯瞰の手法が有効に機能する分野である。

三つめは大学のつば機能の創成である。第7章で見たように、大学のつば機能を活用するには、研究開発とは別のファンディング機能及び多様な人材供給が必要である。

これら三つの問題を解決するには、レベル別のイノベーション戦略を立てていく必要がある。ここでは三つの戦略レベルに単純化して論ずる。

第一レベルは、大戦略として、イノベーション創成の国家理念を明確に示し続けるとともに、知の創成の特性、つまり科学技術は先が見えにくく、イノベーションの萌芽は様々な場所に存在しうるとの特性に適した資源投入を行うことである。第二レベルは、作戦戦略として、知の創成の蓄積を学術俯瞰手法を

駆使して明確なイノベーションへのターゲットを示し、これに政策資源を重点配分することである。これにより、第一レベルで良い意味でば撒きの形で知の創成が行われているアカデミアの雲海の中からイノベーションの核となる知を見つけ出し、拾い上げることが必要である。第三レベルでは戦術として、大学の「るつぼ機能」を活性化することにより、専門人材とファンドを「るつぼ機能」を有する融合プラットフォームに供給しながら、新しいイノベーションマネジメント手法を駆使してイノベーションを実現することである。この際、大学以外の「るつぼ」（たとえば技術研究組合など）の可能性も否定しない。

これらを整理すると、図 10.2 のような 3 レベルのイノベーション戦略にまとめることができる、

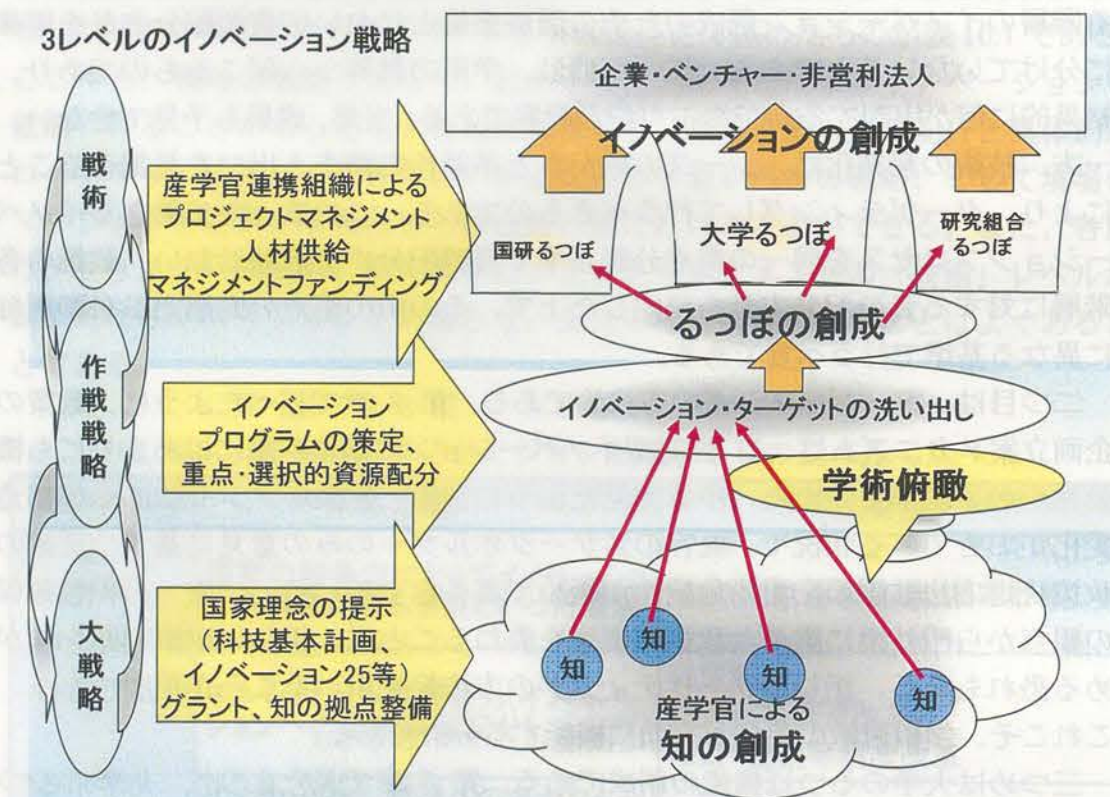


図 10.1 イノベーション戦略

10.2 終わりに

イノベーション学の知の蓄積は、本論文で見たように爆発的に増大しており、従来の研究手法では、その分析は限界に達している。一方、1990 年代以降の産業構造の変化は、個別の産業のイノベーション創成への課題をもたらしている

のみならず、イノベーション政策を担う政府にとっても、抜本的な構造改革が迫られている。本論文では、最新のネットワーク分析手法を用いて爆発するイノベーション学の学術俯瞰を行い、イノベーションの 3 層構造を明らかにするとともに、大学の「るつぼ機能」を発揮することによりナショナル・イノベーション・システムの再構築の方向性を示した。

TLO 法定化や、大学発ベンチャー1000 社計画、MOT 人材育成など、ナショナル・イノベーション・システムの構築政策に参画してきた筆者にとっては、本分析により、その構造改革的政策への方向は間違っていなかったことを示すことができ安堵する一方、政策企画段階からこうした俯瞰的認識があれば、さらに効果的な政策を提言・実行できたかもしれないとの思いも抱いている。

折しも、議員立法により提出された研究開発力強化法¹が、与党と野党の賛成多数により成立した。同法律は、国際的な競争条件の変化、少子高齢化等の経済社会情勢の変化に対応して、研究開発能力の強化と研究開発の効率的推進のため研究開発システム改革を行い、イノベーションの創出を謳った新法であり、日本で初めて「イノベーション」について法律上定義された²。

日本のイノベーション政策はやっと米国のフォロアーからキャッチアップし、日本独自の政策を構築していく段階にある。これは、同じようにフォロアーを抜け出し、先駆者として先の見えない道を苦しみながら進んでいる日本の産業界と同じ状況にある。目前に霧の立ちこめたこの状況において、本論文で示した俯瞰的手法は、こうした航海に必須の「海図」を提供する手段であると言える。

イノベーションの創出・創成は政府にとっても産業にとっても喫緊の課題である。本論文で提示した学術俯瞰の手法をさらに具体化することによって、イノベーション学が確立し、我々が新しいイノベーション政策に踏み出していくことを望んでやまない。

¹正式名称は 研究開発システムの改革の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進等に関する法律（平成二十年六月十一日法律第六十三号）。

² 研究開発力強化法第 2 条第 3 項「イノベーションの創出」とは、新商品の開発または生産、新役務（注：新サービス）の開発または提供、商品の新たな生産または販売の方式の導入、役務の新たな提供の方式の導入、新たな経営管理方法の導入等を通じて新たな価値を生み出し、経済社会の大きな変化を創出することをいう。」

授、ブレンフォーラム株式会社赤羽良剛代表取締役社長、東京大学妹尾堅一郎教授、東京大学 TLO 山本貴史社長、監査法人トーマツ北地達明会計士、レックスウェル法律特許事務所平井昭光弁護士、富士通総研西尾好司主任研究員、インクタンクジャパン塚越雅信代表取締役、デジタルニューディール研究所出口俊一主宰をはじめとする、大学改革、産学連携、大学発ベンチャー、技術経営、産業クラスターなどのイノベーションに関する有識者の皆様に深く感謝申し上げます。

博士課程の同期社会人学生の高尾みどり氏、渡井祥一氏、原岡和生氏には、ともに机を並べ、勇気付けられました。特に平田竹男氏には、大学院入学の契機をいただいたのみならず、学会での発表、研究の完成まで歩調を合わせて励ましていただいたこと、心より感謝申し上げます。また、松島研究室の石原約さん、石川恵美さんには、社会人学生という手間のかかる私たちに対し事務手続き、連絡など多岐に渡りお世話になりました。深く感謝いたします。

前 NEDO 技術開発機構光川寛副理事長、元経済産業省商務情報政策局岩田悟審議官には、博士課程在学中の上司として研究活動に理解を示し、惜しみない支援をいただきました。深く感謝申し上げます。

ともに政策や研究について議論し、助言や励ましをいただいた経済産業省及び NEDO 技術開発機構の諸先輩、同僚の皆様に深く感謝いたします。

最後に、40 歳代も半ばを超えて大学院に入学するというわがまを許し、研究活動の時間を与え、様々な支援をしてくれた妻朋子、長男美貴男、次男卓也と家族に心より感謝します。本当にありがとうございました。

参考文献

(序章)

- [1] Freeman, C.
1987. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, *Pinter* London.
- [2] Lundvall B-Å.
1992. National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, *Pinter*, London.
- [3] Rosenberg, N.; Nelson, R. R.
1996. The Roles of Universities in the Advance of Industrial Technology, Engines of Innovation, *Harvard Business School Press*
- [4] 後藤晃
2006.日本のイノベーションシステム、東京大学出版会
- [5] 後藤晃
2000.イノベーションと日本経済、岩波新書
- [6] 後藤晃
1993.日本の技術革新と産業組織、東京大学出版会
- [7] 坂田一郎、梶川裕矢、武田善行、柴田尚樹、橋本正洋、松島克守
2006.「地域クラスターネットワークの構造分析— 'Small-world' Networks 化した関西医療及び九州半導体産業ネットワーク—」 *RIETI Discussion Paper Series* 06-J-055
- [8] 柴田尚樹
2005.『ネットワーク分析を用いた知識の成長モデルに関する研究』東京大学大学院工学系研究科環境海洋工学専攻 平成 17 年度修士論文
- [9] 橋本正洋
2007.「日本のサービス産業の政策課題—サービス産業の革新に向けて」 亀岡秋男監修『サービスサイエンス』(株)エヌ・ティー・エス
- [10] ポーター, M.E.・竹内弘高,
2000.『日本の競争戦略』ダイヤモンド社

(第 2 章)

- [1] Adai, A. T., Date S. V., Wieland, S., and Marcotte, E. M.
2004. LGL: Creating a map of protein function with an algorithm for visualizing very large biological networks. *Journal of molecular biology*, Vol. 340, p179-190
- [2] Abernathy, W.J., Clark, K.B.,
1985. Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction. *Research Policy*. Vol.14, No1, p3-22
- [3] Börner Katy, Chen, Chaomei, and Boyack, Kevin W.
2003. "Visualizing knowledge domains." *Annual Review of Information Science and Technology* Vol.37 p179-255

- [4] Chesbrough, H.M.,
2003. Open Innovation, *Harvard University Press*
- [5] Christensen, C.M.,
1997. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail, *Harvard University Press*
- [6] Freeman, C.
1987. Technology policy and economic Performance: Lessons from Japan, *Pinter*. London
- [7] Garfield, E.
1955. "Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas." *Science* Vol.122: p108-111.
- [8] Henderson, R.M., Clark, K.B.,
1990. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, Vol.35. No.1, p9-30
- [9] Kajikawa, Y., Ohno, J., Takeda, Y., Matsushima, K., Komiyama, H
2007. Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network. *Sustainability Science* 2 (2007) 221-231.
- [10] Kline, S.
1990. Innovation Systems in Japan and the United State: Cultural Bases; Implications for Competitiveness. *Stanford University Press*
- [11] Nelson, R.R.
1993. National Innovation Systems: A Comparative Analysis, *Oxford University Press*.
- [12] Newman, M. E. J.
2004. "Fast Algorithm for detecting community structure in networks." *Physical Review*, E.69:066133
- [13] Porter, M.E.
1985. 『競争優位の戦略』ダイヤモンド社
- [14] Powell, W. W., Koput, K. W., and Smith-Doerr, L.
1996. "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology." *Administrative Science Quarterly* Vol.41: p116-145.
- [15] Schumpeter, Joseph A.
1934. The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle, *Harvard University Press*.
- [16] Shibata, N.; Kajikawa, Y. and Matsushima, K.
2007. "Topological analysis of citation networks to discover the future core papers" *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58 p872-882.
- [17] Small, H.
2006. Tracking and Predicting Growth Areas in Science. *Scientometrics*, Vol.68, No.3 p595-610.
- [18] Teece, D.J.,
1986. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy, *Research Policy*. Vo.15, No6, p285-306

- [19] 児玉文雄
1991. 『ハイテク技術のパラダイム』中央公論社
- [20] 後藤晃
2000. 『イノベーションと日本経済』岩波書店
- [21] 後藤晃・武石彰
1991. 「イノベーション・マネジメントとは」、一橋大学イノベーション研究センター編『イノベーション・マネジメント入門』東洋経済新報社
- [22] 榊原清則
1997. 『日本企業の研究開発マネジメント』千倉書房
- [23] 武石彰・青島矢一
2001. 「イノベーションのパターン：発生、普及、進化」、『イノベーションと企業の栄枯盛衰』一橋大学イノベーション研究センター編『イノベーション・マネジメント入門』東洋経済新報社
- [24] 馬場靖憲・後藤晃
2007. 「産学連携とイノベーション」、馬場靖憲・後藤晃編『産学連携の実証研究』,東京大学出版会
- [25] 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編
2001. 『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣
- [26] 米倉誠一郎・青島矢一
2001. 「イノベーション研究の全体像」一橋大学イノベーション研究センター編著『知識とイノベーション』東洋経済新報社.

(第3章)

- [1] Berwick, D.M.
2003. Disseminating innovations in health care, *The Journal of the American Medical Association* Vol.289-15, p1969-1975
- [2] Brown, L.A.,
1975. The market and infrastructure context of adoption: a spatial perspective on the diffusion of innovation, *Economic Geography*, Vol. 51-3, p185-216
- [3] Christensen, C.M.; Bohmer, R.; Kenagy, J.
2000. Will disruptive innovations cure health care? *Harvard Business Review*, Vol.78-5, p102-112
- [4] Cohen, W.M., and Levinthal, D. A.
1989. "Innovation and learning - The 2 faces of R & D." *Economic Journal* Vol.99-5, p569-596.
- [5] Cohen, W. M., and Levinthal, D. A.
1990. "Absorptive Capacity - A new perspective on learning and innovation." *Administrative Science Quarterly* Vol.35: p128-152.
- [6] Damanpour, F.
1991. "Organizational innovation - A metaanalysis of effects of determinants and moderators." *Academy of Management Journal* Vol.34: 555-590.

- [7] DiMasi, J.A.; Hansen, R. W.; Grabowski, H.G.,
2003. The price of innovation: new estimates of drug development costs, *Journal of Health Economics*, Vol.22-2, p151
- [8] Drews, J.
2000. Drug discovery: A historical perspective, *Science* Vol.287-5460, p1960-1964
- [9] Kirton, M.J.; Pender, S.,
1982. The adaption-innovation continuum, occupational type, and course selection. *Psychological Reports*, Vol.51, p883-886
- [10] Kline, S.J.
1985. Innovation is not a linear process, *Research and Management* Vol. 24-4, p36-45
- [11] Kokoszka, PS; Taqqu, MS
1995. Fractional ARIMA with stable innovations, *Stochastic Processes and their application*, Vol.60, p19-47
- [12] Liem, KF,
1973. Evolutionary strategies and morphological innovations - cichlid pharyngeal jaws, *Systematic Zoology*, Vol. 22-4, p425-441
- [13] Mowery, D; Rosenberg, N,
1977. Influence of market demand upon innovation - critical-review of some recent empirical-studies, *Research Policy*, Vol.8-2, p102
- [14] Nonaka, I.
1994. "A dynamic theory of organizational knowledge creation." *Organization Science* Vol.5: p14-37.
- [15] Rothwell, R.
1992. Successful industrial-innovation - critical factors for the 1990s, *R&D Management*, Vol.22-3, p221
- [16] Utterback, J. M., and Abernathy, W. J.
1975. "Dynamic model of process and product innovation." *OMEGA* Vol.3: p639-656.
- [17] 玉田俊平太・内藤祐介・玄場公規・児玉文雄・鈴木潤・後藤晃
2006. 「日本特許におけるサイエンスリンケージの計測」、後藤晃：児玉俊洋編『日本のイノベーションシステム』，東京大学出版会

(第4章)

- [1] Acs, ZJ., Audretsch, DB
1988. Innovation in large and small firms - an empirical-analysis *American Economic Review* Vol.78.4 p678-690
- [2] Aghion, P., Howitt, P.
1992."A model of growth through creative destruction." *Econometrica* Vol.60-2 p323
- [3] Audretsch, DB; Feldman, MP,
1996. R&D spillovers and the geography of innovation and production increasing returns; academic research. *American Economic Review* Vol.8-6, p630-640

- [4] Coe, DT; Helpman, E.
1995."International R-and-D spillovers." *European Economic Review* Vol.39-5, p859
- [5] Cohen, W. M., Levinthal, D. A.
1989. "Innovation and learning - the 2 faces of R-and-D." *Economic Journal* Vol.99, p569
- [6] Etzkowitz, H; Leydesdorff, L,
2000. The dynamics of innovation: from national systems and "mode 2" to a triple helix of university-industry-government relations *Research Policy* Vol.29-2:p109
- [7] Farrell, J; Saloner, G
1985."Standardization, compatibility, and innovation." *Rand Journal of Economics* Vol.16-1p70
- [8] Heller, MA; Eisenberg, RS
1998. "Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research" *Science* Vol.108, p698
- [9] Katz, MI; Shapiro, C,
1994. Systems competition and network effects *The Journal of Economic Perspectives* Vol.8-2:p93
- [10] Mansfield, E,
1991. Academic research and industrial-innovation *Research Policy* Vol.20-1:p1
- [11] Morgan, K;
1997. The learning region: Institutions, innovation and regional renewal, *Regional Study*; vol.31.5p491-503
- [12] Porter, ME
1998. Clusters and the new economics of competition, *Harvard Business Review* Nov.-Dec.77-90

(第5章)

- [1] Cohen, W. M., Levinthal, D. A.
1990. "Absorptive Capacity - A new perspective on learning and innovation." *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, p128-152.
- [2] Dougherty, D.
1992. "Interpretive barriers to successful product innovation in large firms," *Organization Science*, Vol.3, p179-202.
- [3] Hagedoorn, J.
1993. Understanding the rationale of strategic technology partnering - Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences *Strategic Management Journal* Vol.14-5:p 371
- [4] Henderson, RM., Clark, KB,
1990. " Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms." *Administrative Science Quarterly* Vol.35-1 p.9-30
- [5] Kogut, B., Zander, U.
1992."Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology." *Organization Science*, Vol.3.3, p.383-397

- [6] Nonaka, I.
1994. "A dynamic theory of organizational knowledge creation." *Organization Science* Vol.5: p14-37.
- [7] Powell, WW; Koput, KW; Smithdoerr, L
1996. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology *Administrative Science Quarterly* Vol.41-1:p116
- [8] Teece, DJ.
1986."Profiting from technological innovation - implications for integration, collaboration, licensing and public-policy." *Research Policy* Vol.15-6,p285
- [9] Teece, DJ. Pisano, G and Shuen, A.
1997, "Dynamic Capabilities and Strategic Management"*Strategic Management Journal*, Vol.18.7, p509-533
- [10] Utterback, J. M., and Abernathy, W. J.
1975. "Dynamic model of process and product innovation." *OMEGA* Vol.3:p 639-656.
- [11] Von Hippel, E
1994. Sticky information and the locus of problem-solving - implications for innovation *Management Science* Vol.40-4:p429

(第6章)

- [1] Damanpour, F.
1991. "Organizational innovation - A metaanalysis of effects of determinants and moderators." *Academy of Management Journal* Vol.34: 555-590.
- [2] Fidler, LA; Johnson, JD,
1984. Communication and innovation implementation, *The Academy of Management Review*Vol.9-4 p704
- [3] Gupta, AK; Raj, SP; Wilemon, D,
1986. A model for studying research-and-development - marketing interface in the product innovation process, *Journal of Marketing*Vol.50-2 p7
- [4] Kimberly, JR. and Evanisko, MJ.1981."Organizational Innovation: The Influence of Individual, Organizational, and Contextual Factors on Hospital Adoption of Technological and Administrative Innovations."*The Academy of Management Journal*,Vol. 24.4 p.689-713
- [5] Klein, KJ., Sorra, JS,
1996. The challenge of innovation implementation,*The Academy of Management Review*Vol.21-4 p1055
- [6] Roman, PM., Johnson, JA,
2002. Adoption and implementation of new technologies in substance abuse treatment, *Journal of Substance Abuse Treatment*Vol.22-4 p211
- [7] Scott, SG; Bruce, RA.
1994. Determinants of innovative behavior: a path model of individual innovation in the workplace *Academy of Management Journal*, Vol. 37 No.3, pp.580-607

- [8] Slater, SF; Narver, JC,
1995. Market orientation and the learning organization, *Journal of Marketing* Vol.59,3,p63
- [9] Van de Ven, AH.
1986."Central Problems in the Management of Innovation."*Management Science*, Vol.32- 5, p590-607
- [10] 久保知一
2004 2つの組織能力とマーケティング戦略、三田商学研究、Vol.47.3 p195-214

(第7章)

- [1] Arora, A and Gambardella A.
1990. Complementarity and External Linkages - The Strategies of the Large Firms in Biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 38, No. 4, p 361-379
- [2] Audretsch, DB; Feldman, MP,
1996. R&D spillovers and the geography of innovation and production increasing returns; academic research. *American Economic Review* Vol.8-6, p630-640
- [3] Barabasi, A-L.and Albert, R.,
1999. "Emergence of Scaling in Random Networks." *Science*,Vol.286: p509-512.
- [4] Barabasi, A-L.
2002. LINKED: The New Science of Networks. Cambridge MA: *Perseus Books*
- [5] Breznitz, S., & Anderson W. P.
2004. Boston Metropolitan Area Biotechnology Cluster. Working Paper Series #CTS2004E, BU Center for Transportation Studies.
- [6] Chesbrough, H.M.
2003. Open Innovation, *Harvard University Press*
- [7] Guimera, R., & Amaral, L. A. N.
2005. Functional cartography of complex metabolic networks. *Nature*, Vol.433, p895-900.
- [8] Lee, Chong-Moon, M., William F., H., Marguerite G. & Rowen, H. S.
2000. The Silicon Valley Edge: a habitat for innovation and entrepreneurship, Palo alto CA: *Stanford University Press*.
- [9] Newman, M.E.J.
2004. Fast Algorithm for detecting community Structure in networks. *Physical Review*, Vol.69,066133
- [10] Maillat, D., Lechot, G, Lecoq, B., Pfister, M.
1996. "Comparative Analysis of the Structural Development of Milieux: the Example of the Watch Industry in the Swiss and French Jura Arc." *Working Paper, University of Neuchatel*
- [11] OECD
1997. National Innovation System
- [12] Owen-Smith J., & Powell W. W.
2004. Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. *Organization Science*. Vol.15, Issue 1 p5 - 21

- [13] Powell, W.W., Koput K.W., Bowie, J. I., & Smith-Doerr, L.
2002. The Spatial Clustering of Science and Capital: Accounting for Biotech Firm-Venture Capital Relationship. *Regional Studies* Vol.36 p291-305.
- [14] Powell, W.W., & White D. R.
2005. Network Dynamics and Field Evolution: The Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Science. *American Journal of Sociology* Vol.110 No.4
- [15] Rosenberg, N.
1996. The Role of Universities in the Advance of Industrial Technology in Engine of Innovation. *Harvard Business School Press*
- [16] Saxenian, Annalee
1994. Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route, *Harvard University Press.*
- [17] Shane, S.
2005. Academic Entrepreneurship(邦題「大学発ベンチャー」), 中央経済社 P131-143
- [18] Smilor, R.W., Gibson D. V., Kozmetsky G
1988. Creating The Technopolis : High-Technology Development in Austin, Texas. *Journal of Business Venturing* Vol.4, 49-67
- [19] Steinle, C. & Schiele, H.
2002. When Do Industries Cluster? A Proposal on How to Assess an Industry's Propensity to Concentrate at a Single Region or Nation. *Research Policy* Vol.31,p 849-858
- [20] Watts, Duncan J. and Strogatz, Steven H. ,
1998. "Collective Dynamics of 'Small World' Networks." *Nature* Vol.393: p440-442.
- [21] 石倉洋子
2003. 企業から見たクラスターの意義と活用、日本の産業クラスター戦略(石倉洋子・藤田昌久・前田昇・金井一頼・山崎朗著),有斐閣 p99-109
- [22] 坂田一郎・柴田尚樹・小島拓也・梶川裕矢・松島克守
2005. 地域経済圏の成長にとって最適な地域ネットワークとは。一橋ビジネスレビュー53巻3号, 182-195
- [23] 坂田一郎・梶川裕矢・武田善行・柴田尚樹・橋本正洋・松島克守
2006. 地域クラスターネットワークの構造分析ー 'Small-world' Networks 化した近畿医療及び九州LSI産業ネットワークー。経済産業研究所 Discussion Paper Series 06-J-055
- [24] 玉田俊平太・内藤祐介・玄場公規・児玉文雄・鈴木潤・後藤晃
2006. 日本特許におけるサイエンスリンケージの計測、日本のイノベーションシステム(後藤晃・児玉俊洋編),東京大学出版会 p21-34
- [25] 橋本正洋・武田善行・坂田一郎・柴田尚樹・梶川裕矢・松島克守
2006. 大学 Melting pot 仮説の検討、ビジネスモデル学会 2006 春季大会予稿集
- [26] 藤末健三・西和彦・坂田一郎
2001. 日米大学の研究開発環境の比較分析. 開発技術 vol.7 63-76
- [27] ポーター, M.E.・竹内弘高,
2000. 『日本の競争戦略』ダイヤモンド社

- [28] 山崎朗
2003. 地域産業政策としてのクラスター計画、日本の産業クラスター戦略(石倉洋子・藤田昌久・前田昇・金井一頼・山崎朗著),有斐閣 p189-208
- [29] 山崎朗,友景肇
2001. 半導体クラスターへのシナリオ. 西日本新聞社

(第8章)

- [1] Freeman, C.,
1987. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, *Pinter* London
- [2] ポーター, M.E.・竹内弘高,
2000. 『日本の競争戦略』ダイヤモンド社

(第9章)

- [1] 野中郁次郎、戸部良一、鎌田伸一、寺本義也、杉之尾宜生、村井友秀
2005. 『戦略の本質』日本経済新聞社

Appendix 1 第3章及び第7章関連 (z-P分析: クラスタ内次数係数、モジュール間分散度の計算方法とそれらによるノードの分類について)

クラスタリングされた各論文が、ネットワーク構造内でどのような役割を推移したのかを明らかにし、新興学術分野の特定に役立てるために、Guimera et al. (2005)は、クラスタ内次数係数 (within-module degree) *z-score*、モジュール間分散度 (participation coefficient) *P* という2つの変数で表現することを提案している。彼らは、これら2つの変数を次のように定義した。*z-score* は、当該ノードが、自身が含まれるクラスタ内でのどの程度よく結合しているのかを表し (how well-connected node *i* is to other nodes in the module)、*P* は、当該ノードが持つリンクが複数のクラスタにどの程度、よく分散しているのかどうかを表す。当該ノードのリンクが全て自身のクラスタ内にある場合は $P=0$ であり、逆にランダムグラフのようにリンクが全てのクラスタに均等に分散している場合は $P=1$ となる。

$$z_i = \frac{\kappa_i - \bar{\kappa}_{s_i}}{\sigma_{\kappa_{s_i}}}$$

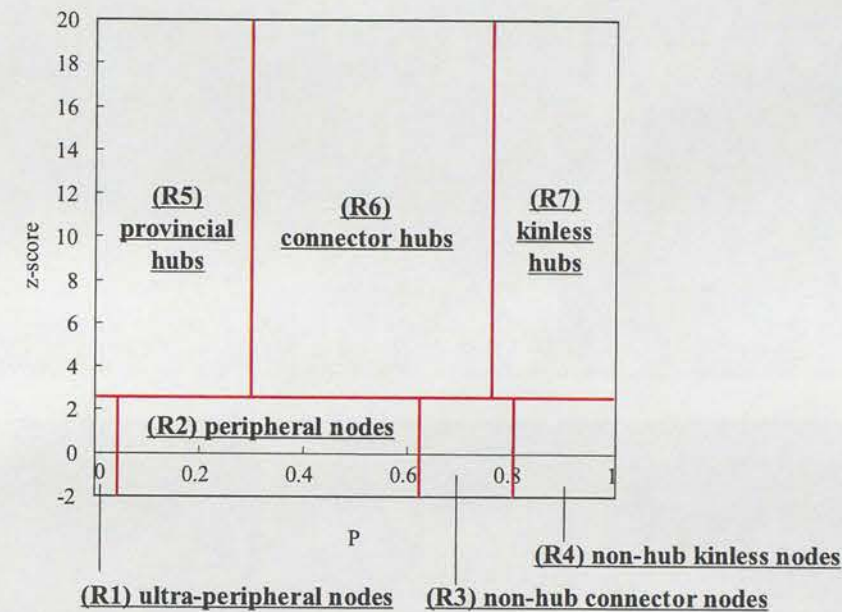
- κ_i : the number of links of node *i* to other nodes in its module s_i
- $\bar{\kappa}_{s_i}$: the average of κ over all the nodes in s_i
- $\sigma_{\kappa_{s_i}}$: the standard deviation of κ in s_i

$$P_i = 1 - \sum_{s=1}^{N_M} \left(\frac{\kappa_{is}}{k_i} \right)^2$$

- κ_{is} : the number of links of node *i* to nodes in module s
- k_i : the total degree of node *i*

その上で、*z*, *P* 平面にノードをマッピングし、統計的に分類すると、次図のように、ノードがその役割によって7種類に分類されることを示した。彼らはこの7つにそれぞれ下表の分類名を付けている。最初に、*z* の値でハブとそれ以外を区分している。non-hub nodes ($Z \leq 2.5$) と hub nodes ($Z > 2.5$) である。non-hub nodes は、(R1) ultra-peripheral nodes (ネットワークの末端に存在するノード)、(R2) peripheral nodes (ネットワークの隅近くに存在するノード)、(R3) non-hub connector nodes (自身のクラスタ内ではハブではないが、他クラスタと結合しているノード)、(R4) non-hub kinless nodes (自身のクラスタ内ではハブではないが、他クラスタと強く結合しているノード) に分類される。hub nodes は、(R5) provincial hubs (自身のクラスタ内ではハブであるが、他クラスタとはほとんど結合していないノード)、(R6) connector hubs (自身のクラスタ内ではハブであり、他クラスタとも結合しているノード)、(R7) kinless hubs (自身のクラスタ内ではハブでも、全体としても強いハブであるノード) である。彼らは

実際に、E. Coil などの実際の代謝ネットワークのデータで検証し、現実に合致することを確認した。

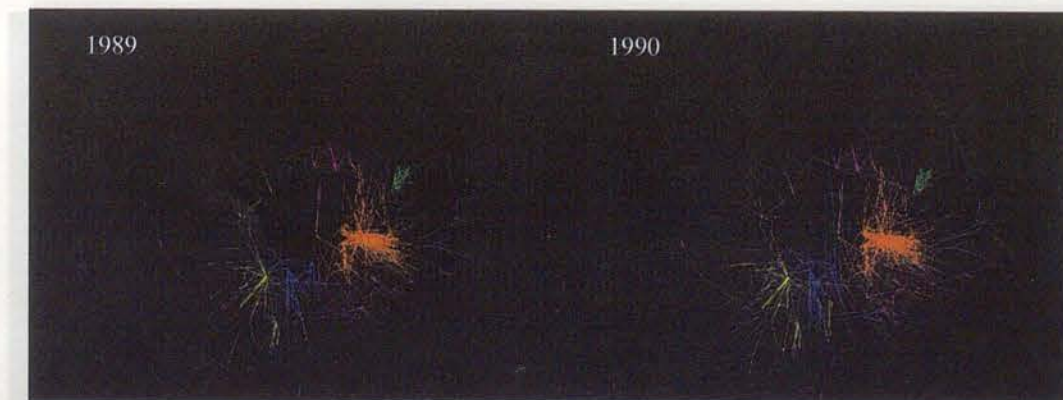
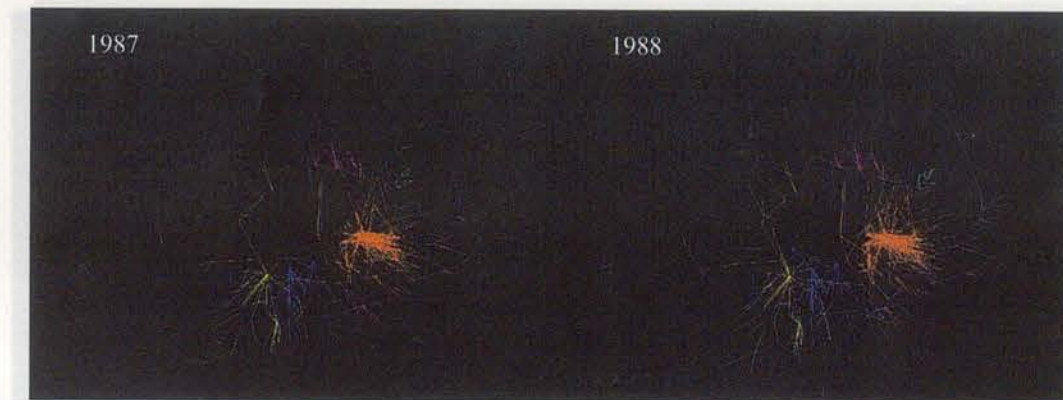


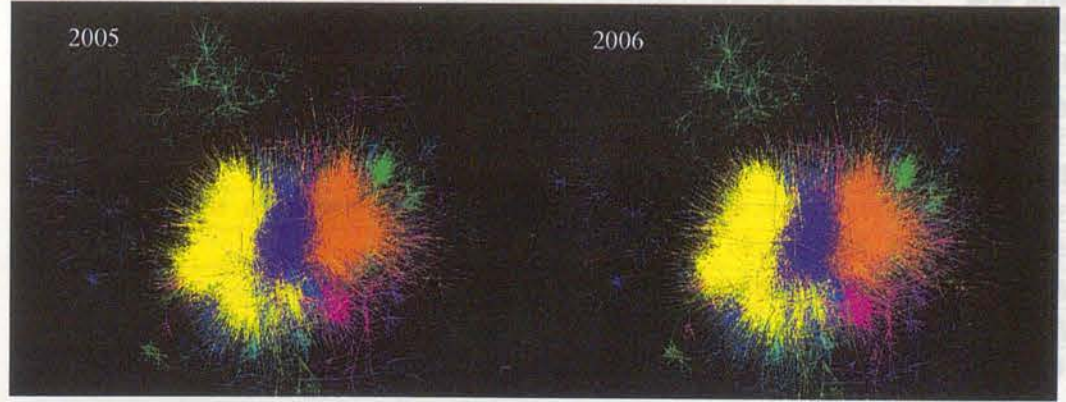
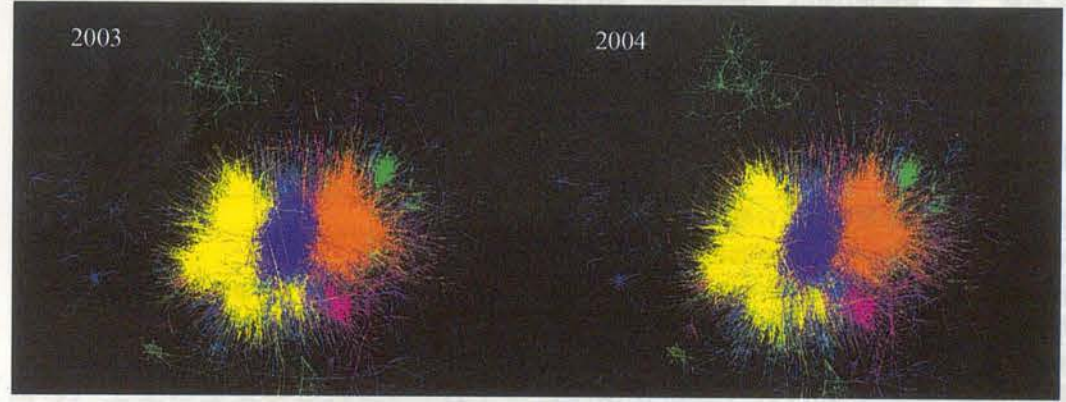
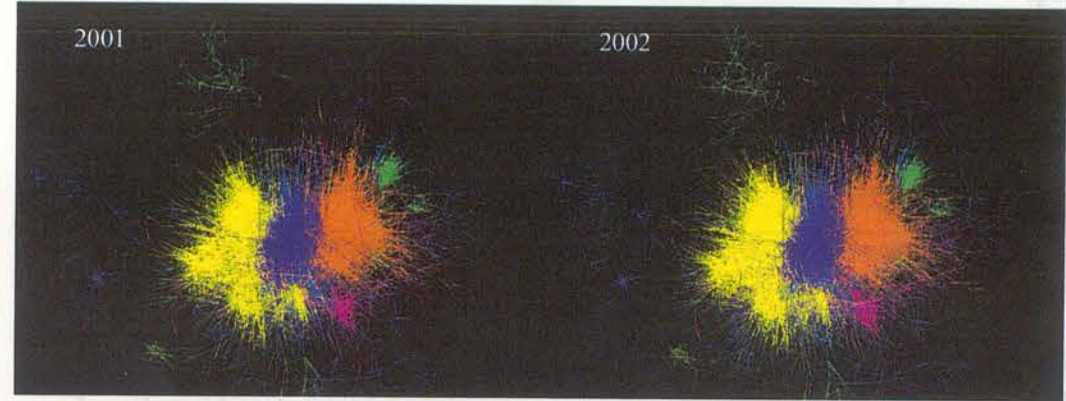
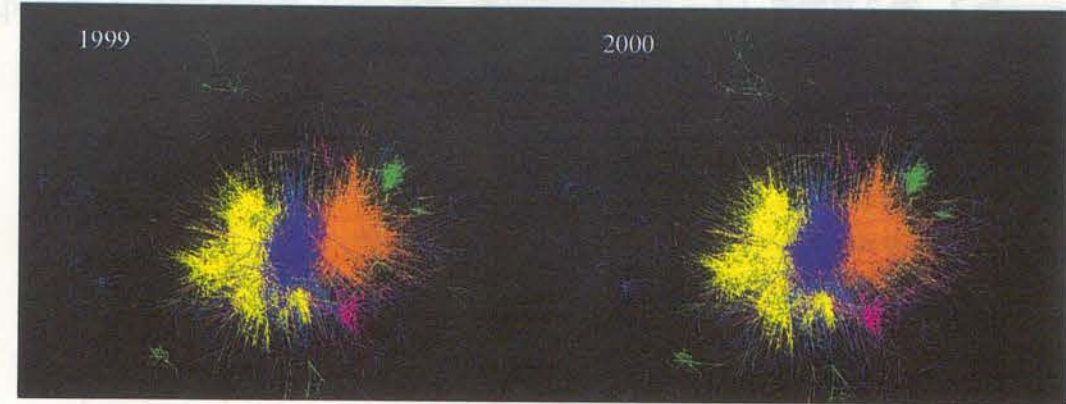
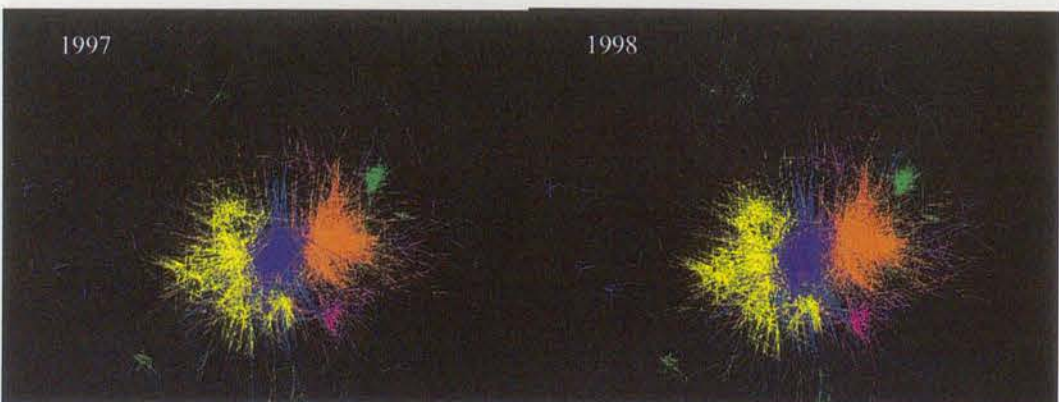
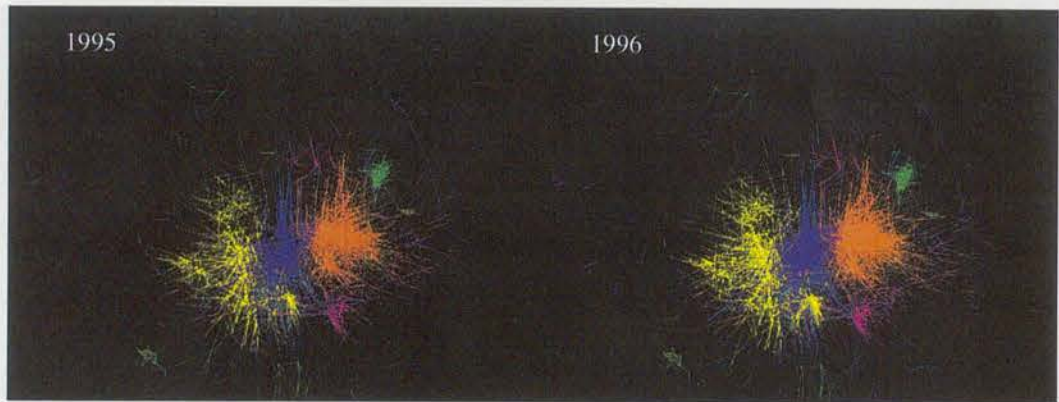
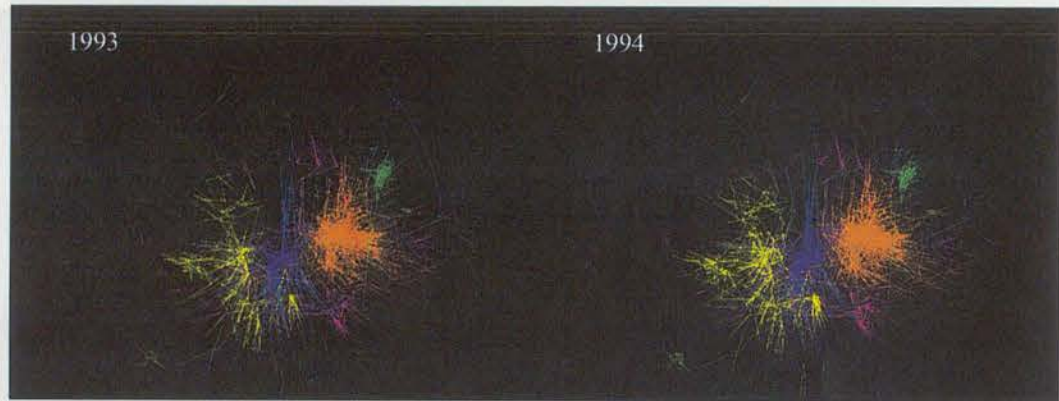
(図) ノードの役割マトリックス

(表) z 値と P 値によるノードの7分類

Zによる分類	ラベル	分類名	説明
non-hub nodes ($Z \leq 2.5$)	(R1)	ultra-peripheral nodes	nodes with all their links within their module ($P \leq 0.05$)
	(R2)	Peripheral nodes	nodes with most links within their module ($0.05 < P \leq 0.62$)
	(R3)	non-hub connector nodes	nodes with many links to other modules ($0.62 < P \leq 0.80$)
	(R4)	non-hub kinless nodes	nodes with links homogeneously distributed among all modules ($P > 0.80$)
hub nodes ($Z > 2.5$)	(R5)	provincial hubs	hub nodes with the vast majority of links within their module ($P \leq 0.30$)
	(R6)	connector hubs	hubs with many links to most of the other modules ($0.30 < P \leq 0.75$)
	(R7)	kinless hubs	hubs with links homogeneously distributed among all modules ($P > 0.75$)

Appendix 2 第3章関連 (イノベーション学の学術俯瞰マップの経年別変化)





Appendix 3 第7章関連（ノードの業種別分類一覧）

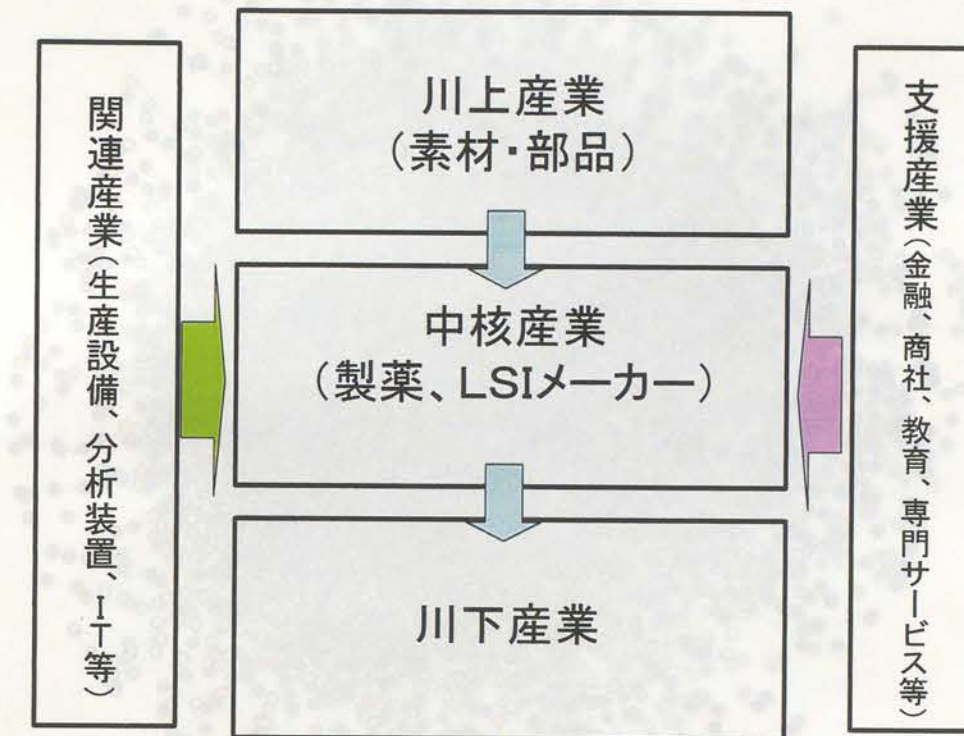
近畿広域経済圏・医療関連分野：

業種名	当該業種(NTT分類)
製薬	製薬業
医療関連	医療用品、医療理化学用硝子、医薬品卸、介護用品・福祉機器
病院	総合病院、病院・療養所、心療内科、神経科・精神科、臨床検査・治験サービス、DNA鑑定
計測・分析機器	計器、電気・電子計測機器、光学器械、工業用試験機、精密機械、分析機器、理化学機器
電気・電子機器	通信用機器、電子応用装置、電子回路設計、電気機器部品
化学産業	化学工業、化学工業薬品、化学工業用機械 化学製品、プラスチック素材、化学繊維、縫製加工業、化粧品製造・卸、食品添加物、
農業・食品加工	食品工業、酒造業、しょうゆ醸造、温室栽培、菓子店、食品用油脂製品、清涼飲料水、たばこ、茶販売、茶製造・卸、乳酸飲料、つけ物、健康・自然食品
ソフトウェア	情報処理サービス、ソフトウェア業
繊維	織物
支援産業	技術士、技術コンサルタント、発明相談、特許相談、弁理士、自然科学研究所
学校	大学、各種学校(工業)、各種学校(農業)、各種学校(医療)、各種学校(衛生)、各種学校、医療学校、職業訓練校、工業専修学校、農業専修学校、医療専修学校、衛生専修学校
銀行等	銀行、信用金庫、信用組合、投資業、ファイナンス投資サービス、労働金庫
商社	商社
その他	産業用ロボット、自動制御機器、環境測定機器、環境保全装置・資材、水処理装置、産業廃棄物処理、包装・梱包材料、動物用薬品、竹材、肥料、香料、油脂製品、労働者派遣業、介護サービス(施設)

北部九州広域経済圏・LSI分野：

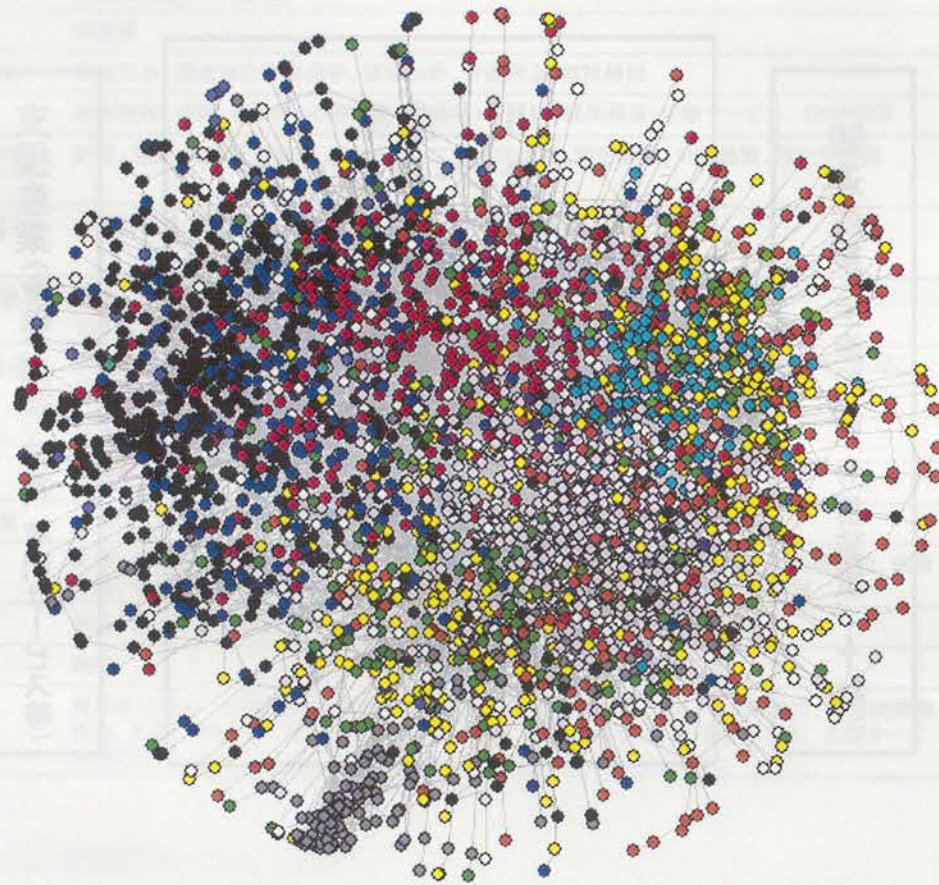
業種名	当該業種(NTT分類)
半導体	半導体素子、電子回路設計
電子・電気機器	計器、電気・電子計測器、コンピューター用品、光学器械、自動制御機器、精密機械、通信用機器、電気機器製造・卸、電気工業、電気制御機器、電子機器・部分品、コンピューター、理化学機器
機械工業・機器	機械器具、機械工業、機械工具製造、機械部分品、研磨機、金型、産業用ロボット、油圧・空圧機器
通信・情報処理	ソフトウェア業、電気通信業、情報処理サービス、インターネット関連業、プロバイダー、システムインテグレーター
印刷	印刷、スクリーン印刷
金属・プラスチック	金属、金属熱処理、アクリル板加工、セラミックス製品・ガラス、切削加工、プラスチック加工、金属加工(プレス・板金)
医療用機器	医療用機器
支援産業	技術コンサルタント、発明相談、特許相談、弁理士、非破壊検査、環境計量証明、自然科学研究所
学校	大学、各種学校(工業)、工業専修学校コンピューター学校
銀行等	銀行、信用金庫、信用組合、投資業、ファイナンス投資サービス、労働金庫
商社	商社
その他	プラント設計、設計、測量設計、電機機器販売、パソコン販売・修理・支援、人材派遣業、医療学校、医療専修学校、衛生専修学校、各種学校(医療)、各種学校(衛生)、

Appendix 4 第7章関連（分析対象の産業群の構造）



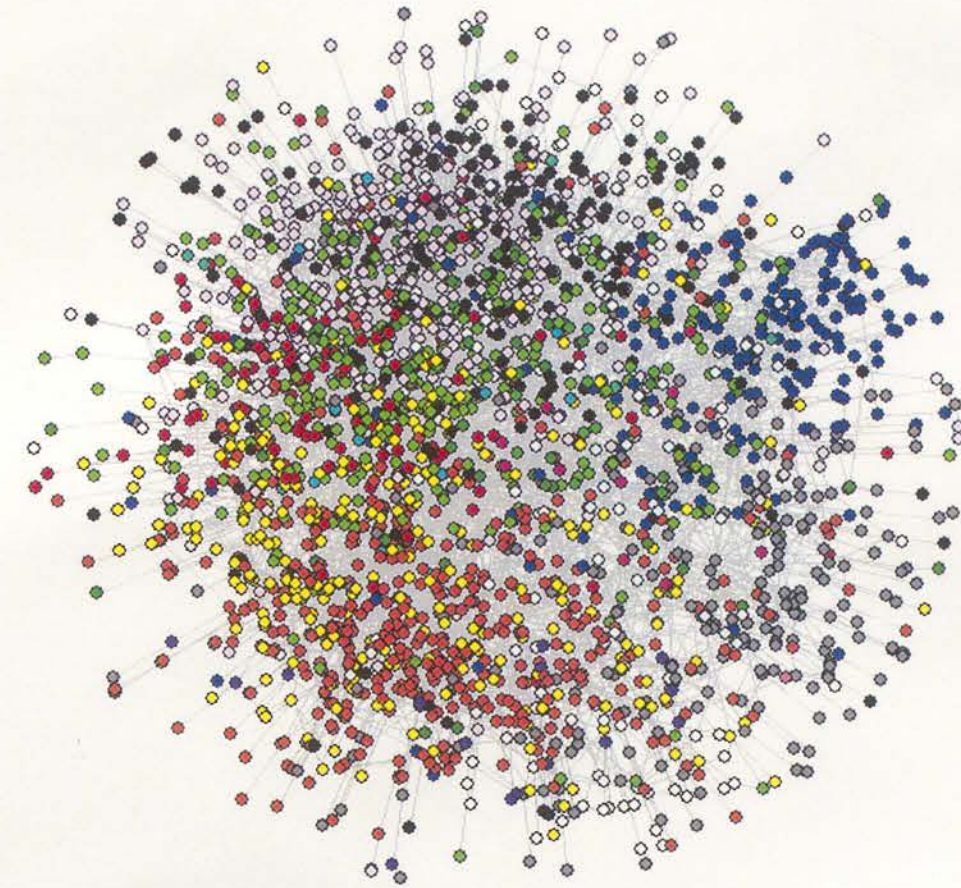
(備考) 上記の産業群以外に、「大学・公的研究機関」及び産業支援機関(Cluster Institutions)を分析に含めている。

<近畿広域経済圏・医療産業>



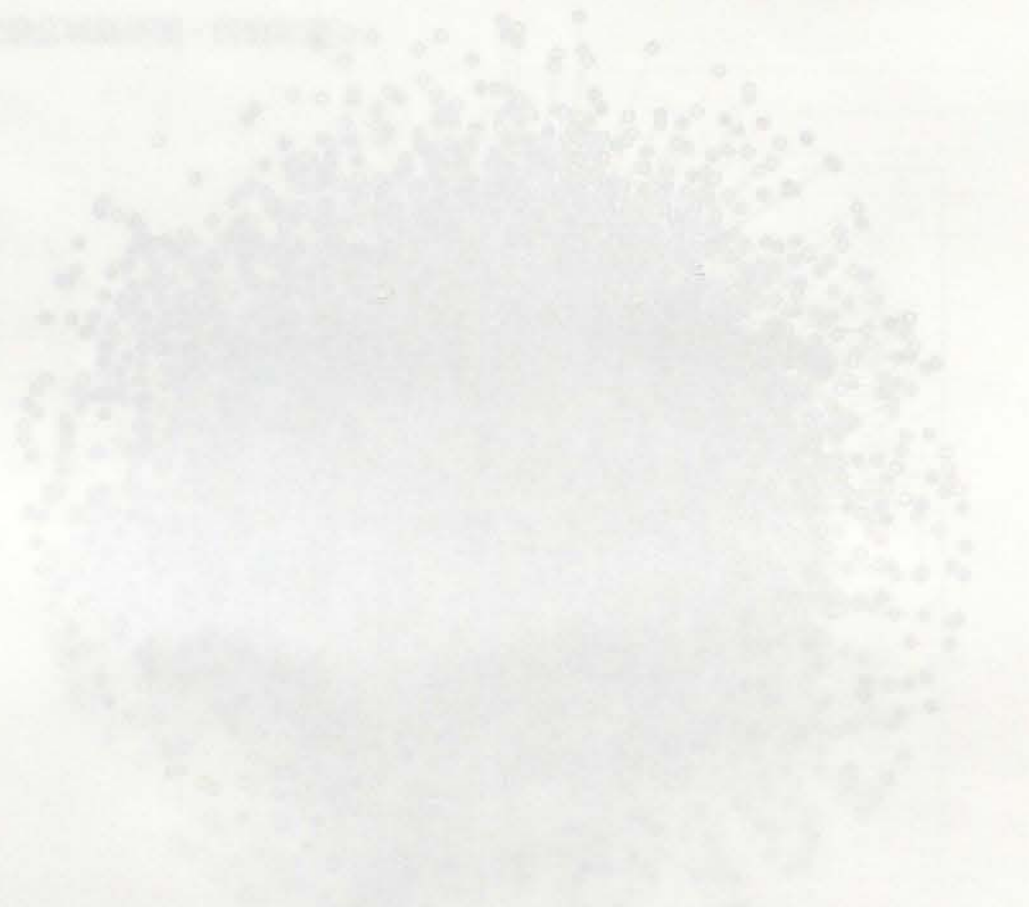
色	業種区分
Gray05	(未分類)
Cyan	製薬
Yellow	医療用品
LimeGreen	病院
Red	計測・分析機器
Blue	電気・電子機器
Pink	化学産業(原材料)
Orange	農業・食品加工(医療以外の技術利用先)
Purple	専門支援業
CadetBlue	間接金融業
TealBlue	投資業
OliveGreen	商社
Gray	織物
Black	情報
WildStrawberry	大学
ForestGreen	支援団体
Salmon	工業高等専門学校
LSkyBlue	大学発ベンチャー

<北部九州広域経済圏・LSI産業>



色	業種区分
Gray05	(未分類)
Cyan	半導体メーカー
Yellow	電子・通信・コンピュータ
LimeGreen	電気機器製造・卸
Red	電気機器販売
Blue	医療用機器
Pink	機械工業・機器(半導体製造用・半導体利用産業)
Orange	情報処理
Purple	間接金融業
CadetBlue	投資業
TealBlue	専門支援業
OliveGreen	商社
Gray	印刷(一部半導体関連)
Black	金属・プラスチック
WildStrawberry	大学
ForestGreen	支援団体
Salmon	工業高等専門学校
LSkyBlue	大学発ベンチャー

<ネットワークの形成>



名前	所属
David	大学
Alan	大学
Yoko	大学
Junken	大学
Ken	大学
Gus	大学
Lin	大学
Orange	大学
Peter	大学
Galina	大学
Tej	大学
Overton	大学
Gray	大学
Black	大学
Wendy	大学
Frank	大学
Bob	大学
John	大学
Michael	大学
James	大学
Lisa	大学

