

技術文献のマクロ分析（その2）

多様な情報ソースから社会・産業・技術の関係を観る。

中居 隆（NRI サイバーパテント株式会社 知的財産コンサルティング室）

前稿では、論文情報と特許情報から技術動向を俯瞰する手法を紹介した。本稿では、さらにここに新聞情報を加えることで、社会的課題・関心事と産業、技術の関係性を捉え、事業開発、技術開発への示唆を得る「社会・産業・技術連関分析」を紹介する。

社会的課題・関心事と産業、技術の関係性を捉える「社会・産業・技術連関分析」

本章では、資源・エネルギー分野を例として、新聞、特許、論文情報を統合分析し、社会的課題・関心事と産業、技術の関係性を捉える社会・産業・技術連関分析を紹介する。

資源・エネルギーを安定的に確保することは、世界共通の課題であり、各国で関連する技術開発が活発に行われている。一方、国・地域の社会情勢、政策等が大きく影響する分野でもあり、企業が事業開発を進める上では、技術動向と併せて、グローバルな視点で市場・産業の動向を押さえておく必要がある。

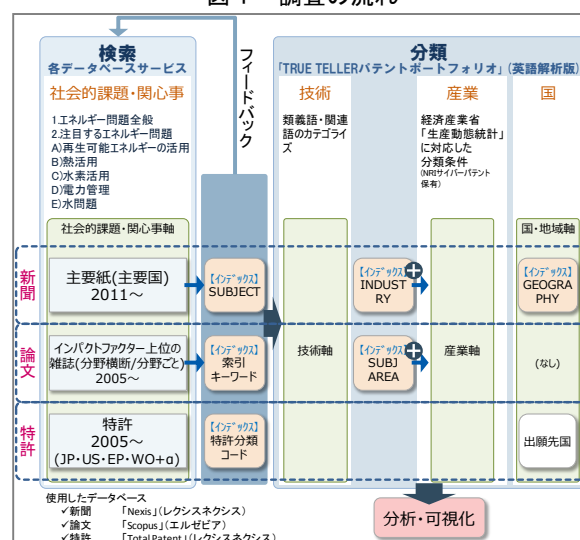
（1）分析の流れ 商用データベースのインデックス情報を積極的に活用

今回、海外の情報を広く収集するために、新聞情報：「Nexis」（レクシスネクシス社）、論文情報：「Scopus」（エルゼビア社）、特許情報：「Total Patent」（レクシスネクシス社）を組み合わせ使用した。

なお、こうした商用データベースには、収録文献・記事に対して、データベース作成・提供者が独自のインデックス情報（索引・見出し）を付与しているものが多い。今回の分析でも、これらを積極的に活用し、当社が提供する文献分析ツール「TRUE TELLER パテントポートフォリオ（英語解析版）」にて、

分類、分析・可視化を行った。（図1）

図1 調査の流れ



初めに、資源・エネルギーに関する新聞・論文・特許について、あらかじめ設定した社会的課題・関心事が抽出できるように検索式を設定した。さらに、抽出された新聞・論文に頻出するインデックス情報から、本来、検索式に含めるべきものをフィードバックして再検索を行い、母集団の網羅性を高めた。

次に、母集団を技術軸で仕分けするための分類条件を設定した。ここでもインデックス情報を分類キーワード選定の参考にし、ここに必要に応じて同義語、類義語を追加した。

一方、産業軸については、粒度の統一性、網羅性を確保するために、経済産業省による産業分類の体系に対応し、弊社が保有する特許の分類条件をベースに、ここに新聞・論文

のインデックス情報を加えた。

さらに、国・地域についても、新聞については「Nexis」で付与されているインデックス情報（話題となっている国・地域。新聞の発行国ではない。）を使用した。

以上のようにして新聞・論文・特許の母集団を社会的課題・関心事、産業、技術の軸で分類し（図2）（表1）、以降の分析を行った。

図2 情報ソースと軸

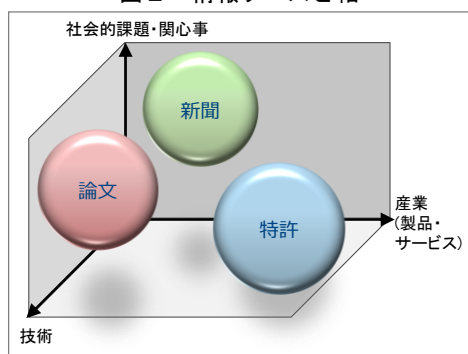


表1 分類条件

対象データ	新聞	論文	特許
社会的課題・関心事		分類条件	
再生可能エネルギーの活用	太陽光・太陽熱	【共通】単語：%solar power%、%photovoltaic power%	
風力発電	【共通】単語：%wind power generation%、%wind-generated electricity%...	【共通】係り受け：%wind%-electricity%、%wind%-power%...	
水力発電	【共通】単語：%hydroelectric power%、%hydroelectric-power%...	【共通】係り受け：%hydrogen%-manufacturing%、%hydrogen%-energy%...	
水素活用	【共通】単語：%hydrogen production%、%hydrogen manufacturing%...	【共通】係り受け：%hydrogen%-manufacturing%、%hydrogen%-energy%...	
...	...	...	
産業		分類条件	
建築・土木	【共通】単語：%building industry%、%architectural%...	【特許】IPC: E01%、E02B%...	
輸送機械・運輸	【共通】単語：%transport machine%、%vehicle%...	【特許】IPC: A61G3%、A61G5%...	
農林水産・食品	【共通】単語：%agriculture%、%forestry and fisheries%...	【論文】SUBJAREA: agri	
...	...	【新聞】INDUSTRY: 01_agriculture, forestry, fishing & hunting	
...	...	...	
技術		分類条件	
分散型エネルギー	【共通】単語：%distributed energy%、%distributed energies%...	【共通】単語：%trigeneration%、%tri-generation%...	
トリジェネレーション	【共通】単語：%algae%、%algal biomass%...	【論文】単語：%algae%、%algal biomass%...	
...	...	...	

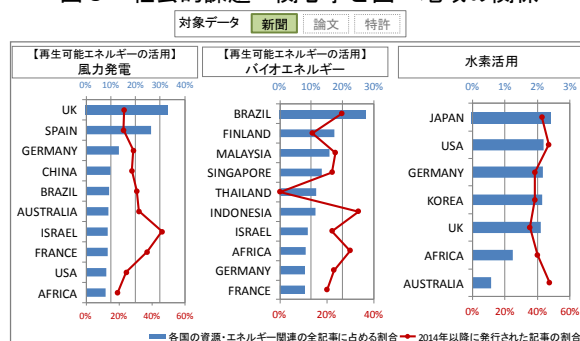
※ 文献の分類に使用した「TRUE TELLER/パテントポートフォリオ」では、各種インデックス情報、言葉（単語・係り受け）を任意に組み合わせて、分類条件を設定することができる。

（2）新聞・ニュース情報から、国・地域における社会的課題・関心の違いを窺

図3は、各社会的課題・関心事について、新聞記事への出現割合が高い国・地域を示したものである。

風力発電はイギリス・スペイン、バイオエネルギーはブラジル・フィンランドと国・地域による関心・取組みの違いが分かる。

図3 社会的課題・関心事と国・地域の関係



ちなみにこれらの国・地域における特許出願を見ると、新聞による分析結果と一定の相関が確認される。特許情報については、加工・集計可能な形でデータを取得できない国・地域も多く、新聞情報は世界各国における社会的課題・関心事を広く俯瞰する上で、有効な情報ソースと言える。

表2は、各社会的課題・関心事に対して、各国・地域の関連記事に特徴的に出現するキーワード（インデックス情報）を自動抽出したものである。

表2 社会的課題・関心事×国・地域別キーワード

対象データ	新聞	論文	特許
国・地域	再生可能エネルギーの活用 風力発電	再生可能エネルギーの活用 バイオエネルギー	水素活用
USA	CORN MARKETS AGRICULTURAL PRICES FOOD PRICES	AIR QUALITY ENERGY EFFICIENCY & CONSERVATION COMBUSTION TECHNOLOGIES ENERGY & UTILITY POLICY AUTOMOTIVE TECHNOLOGY	MOBILE & CELLULAR TELEPHONES MOTOR VEHICLES ELECTRIC VEHICLES PHOTOELECTRIC CELLS AUTOMOTIVE TECHNOLOGY
FINLAND	PROCESS STEAM UTILITIES POWER COGENERATION WASTE TO ENERGY	BIOSS POWER COGENERATION LIQUEFIED NATURAL GAS	BIOMASS POWER COGENERATION LIQUEFIED NATURAL GAS
GERMANY	FOREIGN INVESTMENT TURBINE MFG	CHEMICALS PETROCHEMICALS COAL FIRED PLANTS	GAS STATIONS AUTOMOTIVE TECHNOLOGY HYDROGEN POWERED VEHICLES
SPAIN	CONTRACTS & BIDS TURBINE MFG	PUBLIC POLICY ENERGY & UTILITY POLICY SYSTEM CONSTRUCTION CLIMATE CHANGE	WIND POWER PLANTS WIND ENERGY SOLAR ENERGY
JAPAN	NUCLEAR ENERGY POWER & COMMUNICATION SYSTEM CONSTRUCTION CLIMATE CHANGE	PUBLIC POLICY ENERGY & UTILITY POLICY SYSTEM CONSTRUCTION CLIMATE CHANGE	NUCLEAR PLANT SAFETY NUCLEAR POWER PLANTS
CHINA	FOREIGN INVESTMENT MANUFACTURING FACILITIES ELECTRICITY GENERATING CAPACITY	CORN MARKETS AGRICULTURAL PRICES FOOD & BEVERAGE	EMISSIONS AUTOMOTIVE TECHNOLOGY ELECTRICITY GENERATING CAPACITY CIVIL ENGINEERING COMMODITIES SHORTAGES
AUSTRALIA	RETAILERS ENERGY & UTILITY TRADE ELECTRICITY MARKETS	AUTOMOTIVE FUELS ALLIANCES & PARTNERSHIPS CLIMATE CHANGE	PRIVATEIZATION PRICE MANAGEMENT ALUMINUM INDUSTRY

■ 関連度（リット値）：全体での傾向と、特定条件の下での傾向を比較した指数。
（例）バイオエネルギー（全体）と「バイオエネルギー」×「USA」で「CORN MARKET」が出現する割合の対比。

例えばバイオエネルギーについて、米国では農業生産、すなわちエネルギー原料の観点で話題となっているのに対して、フィンランドではエネルギーへの加工・生産の観点で話

題となっている。

このように社会的課題・関心事について、生産国／消費国、先進国／途上国での関心の違い、政策・規制との関係など、インデックス情報を統計的に処理することで、もう一段掘り下げて観ることができる。

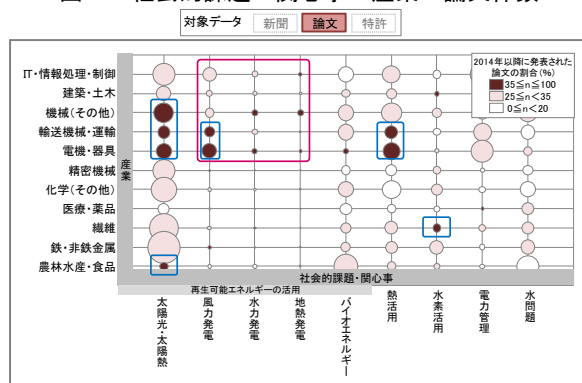
(3) 社会的課題・関心事と産業、技術の関係性を見る

ここでは、社会的課題・関心事と産業、技術の関係を論文、特許情報から見てみる。

図4は、論文情報について、社会的課題・関心事と産業を2軸としてクロス集計したものである。太陽光・太陽熱、水素活用、バイオエネルギー、水問題が多様な産業と関係しているのに対して、風力、水力、地熱発電は機械系、建築・土木、ITとの関係に限定され、産業への拡がりの違いが見られる。

また、その中で「太陽光・太陽熱」×「機械系」「農林水産・食品」、「水素活用」×「繊維」などについては、最近の論文の割合が高いホットなテーマであることが分かる。

図4 社会的課題・関心事×産業 論文件数



次に、特許出願の出願人を見てみる(表3)。風力発電は産業、国・地域を超えて垂直・水平に統合展開するグローバルな大手企業が君臨しているのに対して、水素活用は産業ごとにプレイヤーが異なり、かつ、各国の自国企業が目立つといった極めて分業的な産業構造となっている。

表3 社会的課題・関心事×産業別 上位出願人

対象データ				対象データ			
【再生可能エネルギーの活用】風力発電				【再生可能エネルギーの活用】水素活用			
JP	US	EP	JP	US	EP	JP	US
Mitsubishi Heavy Industries	GE	GE	Fujifilm	GE	Taxco Development		
Siemens	Vestas	Vestas	Chugoku Electric Power	Honeywell	Samsung SDI		
			JFE		DANA		
			Sumitomo Metal Mining	Micron Technology	Energy Conversion Service		
			Chugoku Electric Power	Huber Engineered Woods	Tremco Illbruck		
			SK Kaken	Mitek Holdings	L'Air Liquide		
			GE	GM	Air Product & Chemicals		
			Toyota	Ford	Mcalister Technologies		
			DNP		Toray		
			Kao	Micron Technology	WL Gore & Associates		
			Toray	EIDupont	Siemens		
			Toyota	GE			
			Hitachi	Toyota	L'Air Liquide		
			Toppan	ASML	Pour L'etude		
			Fujifilm	GE	Fisher & Paykel Healthcare		
			NTN	Toyota	Panasonic		
			Asahi Glass	Panasonic	UOP		
				GE	Chemical EIDupont		
			Sumitomo Bakelite	Philp Morris	CSK Food Enrichment		
			Dai-ichi	UOP	MIZ		
			DNP	Pacira Pharmaceutical	Bronstein		
			MIZU	Gruenthal	Victor		
					Panasonic		
					Samsung SDI		

※空欄：出願人数の件数が僅少

さらに表4では、社会的課題・関心事×産業ごとに特徴的な技術を自動抽出している。

表4 社会的課題・関心事×産業別 特徴的な技術

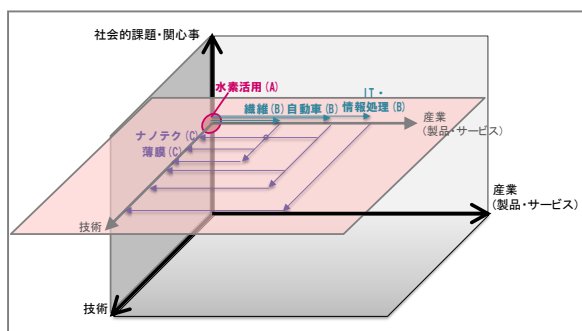
対象データ				対象データ			
【再生可能エネルギーの活用】風力発電				【再生可能エネルギーの活用】水素活用			
技術	関連度 (1/7)	技術	関連度 (1/7)	技術	関連度 (1/7)	技術	関連度 (1/7)
モニタリング	4.1	モニタリング	9.8	モニタリング	14.9	モニタリング	3.2
電力変換	2.1	大気汚染	2.9	蓄電池	3.2	電力変換	2.2
パワーデバイス	2.0	浮遊粒子	2.4	自動車	3.1	パワーデバイス	2.1
分散型エネルギー	2.0			水素貯蔵	3.1		
ヒートポンプ	6.9	排熱	3.7	ヒートポンプ	6.6	ヒートポンプ	6.0
コジェネレーション	5.1	ボイラ	2.4	コジェネレーション	4.6	コジェネレーション	3.2
電力貯蔵	2.0	冷媒/冷凍	2.2	燃料	4.1	燃料	4.1
圧縮空気貯蔵	4.9	大気汚染	2.6	水素自動車	17.7	電気自動車	5.6
フライホール	2.6	浮遊粒子	2.2	砂利	4.6	V2G-G2V-V2H	5.6
		遺伝子	2.0	蓄電池	4.3	燃料貯蔵	2.3
		炭酸	2.0	バイオエタノール	3.3		
		熱化学・熱効率	5.2	人工光合成	3.0	重要監視	2.7
		生物物質	2.1	半導体	2.0	エネルギーハーベスティング	2.6
		浮遊粒子	2.0				
		液体燃料	2.0				
		遺伝学	3.1	粒子	2.8	エネルギーハーベスティング	19.5
		バイオリアクタ	3.0	微生物・菌類	2.2		
		生分解	2.4				
		ナノテク	16.8	量子ドット	3.1	エネルギーハーベスティング	7.4
		薄膜	2.7	光触媒	2.7	燃料貯蔵	2.3
		バイオリアクタ	2.3	微生物・菌類	2.7		
		炭水化合物	2.1				
		砂利	4.0	砂利	30.0	排出権	4.5
		バイオエタノール	2.4	食品・食糧	26.8	エネルギーハーベスティング	3.9
				バイオディーゼル	10.5	エネルギーハーベスティング	3.6

「IT・情報処理・制御」ではモニタリング、パワーデバイス、「機械(その他)」ではヒートポンプ、コジェネレーションが、各社会的課題に共通して、上位に登場している。一方、「化学」「医療・薬品」「繊維」などの化学系では、各社会的課題に対応して、多様な技術が適用されていることが分かる。

例えば、当該分野への新規参入を検討する際には、図4、表3、4のような産業構造、技術との関係の中で、自社の客観的な立ち位置や、連係先候補／競合を見極めることが求められる。

以上、「特定の社会的課題・関心事(A)」に対して「関連する産業(B)」、さらに「関連する技術(C)」というように「軸」を定めて多様な情報ソースを見ることで、自社の具体的な打ち手を検討することができる(図5)。

図5 社会・産業・技術連関分析のアプローチ



ここまで資源・エネルギー分野を例として社会・産業・技術連関分析を紹介してきたが、ここで、三点、補足しておく。

- ① 社会・産業・技術連関分析は、社会インフラ、環境、医療、消費者向けの商品・サービスなど、社会の動向と密接に関連するテーマに有効である。
- ② 今回は社会的課題・関心事を起点としたが、自社技術を起点に、それらが貢献し得る社会的課題・関心事、その際に連係すべき産業(業界)というように、起点、終点を変えることができる。
- ③ 今回は公的機関による産業軸を使用した、目的に応じて、自社の事業体系を産業軸とすることも有効である。

技術間の関係性をネットワークとして捉える技術連関分析

前章では「軸」間の関係性に注目してきたが、ここでは技術軸にフォーカスし、技術同士の関係性を観る技術連関分析を紹介する。

一般に1件1件の論文や特許は、複数の技術から構成されることが多い。今、技術Aと技術Bを含む論文や特許が一定数以上あるときに、両者には繋がりがあるものとして、そ

の関係をノード(点)とリンク(線)で表すことができる。これを複数の技術同士の関係に適用すると、技術をノードとしたネットワークが形成される(図6)。

図6 技術ネットワークのイメージ

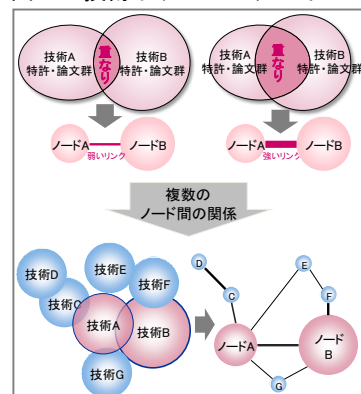
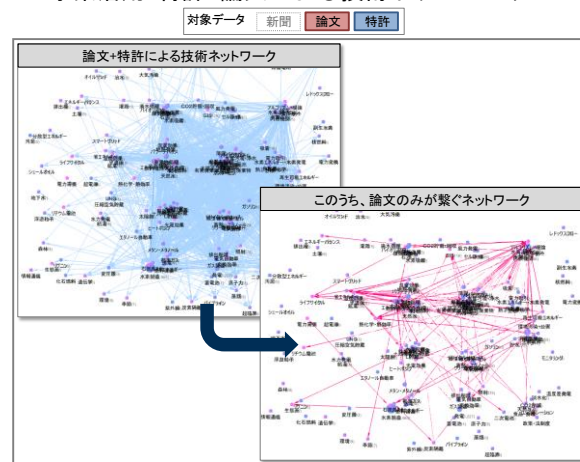


図7は、水素活用に関する多様な技術について、論文+特許による繋がりネットワークとして表し(左図)、さらにこのうち論文のみによる繋がりを示したものである(右図)。

図7

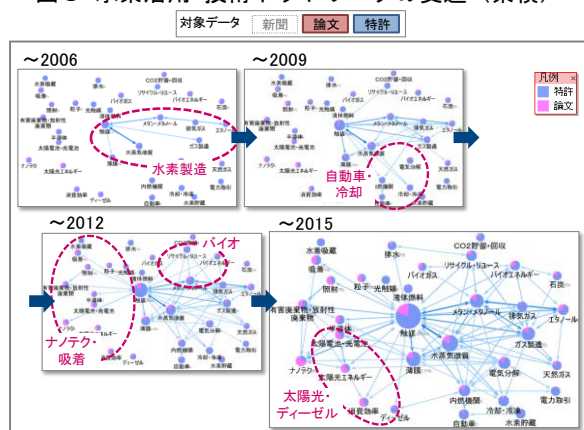
水素活用 特許+論文による技術ネットワーク



論文のみに見られる技術間の繋がりがあり、これらは、より基礎研究段階にあるテーマと見ることができる。

図8は、視認性を高めるために、一定の閾値を設定して図示する繋がり限定し、その変遷を見たものである。「水素製造」「発電」「燃料電池」「水蒸気改質」「触媒」などをハブとして、水素製造から自動車、冷却、ナノテク・吸着、バイオ、太陽光・ディーゼルと技術間の繋がり広がっていた様子が分かる。

図8 水素活用 技術ネットワークの変遷（累積）



このような技術ネットワークの見方から、例えば、「①特許数が少ない」かつ「②論文発表が増えている」かつ「③論文発表がある程度ある」といった条件にて、萌芽段階にある「繋がり」を抽出することができる（表5）。

表5 水素活用 萌芽段階にある技術間の繋がり

対象データ				新聞	論文	特許
ナノテク	「ナノテク」-「エネルギー貯蔵」 「ナノテク」-「微生物・菌類」			量子ドット	「量子ドット」-「水素エネルギー・水素発電」 「量子ドット」-「有害廃棄物・放射性廃棄物」 「量子ドット」-「照射」	
生分解	「生分解」-「バイオエネルギー」 「生分解」-「メタン・メタノール」			薄膜	「薄膜」-「バイオガス」	
微生物・菌類	「微生物・菌類」-「嫌気性消化」			光触媒	「光触媒」-「食品・食糧」	
嫌気性消化	「嫌気性消化」-「バイオエネルギー」 「嫌気性消化」-「廃棄物処理」			水素貯蔵	「水素貯蔵」-「バイオエネルギー」	

本来、研究開発は圧倒的な新規性、独自性を有する個の技術＝ノードを生み出すことが目指すところであるが、決して簡単なことではない。多くの製品・サービスが、原材料から部品、モジュール、加工・組立技術、IT・制御技術と多様な技術の組合せ＝リンクによって成り立っている中で「新しい繋がりを生み出す」というアプローチも、オープンイノベーションを含めて、研究開発テーマを検討する上で有効と考えられる。

なお、こうしたアプローチは、すでに成熟した分野において、その中で萌芽段階にあるテーマを掘り起こす際にも活用できる。

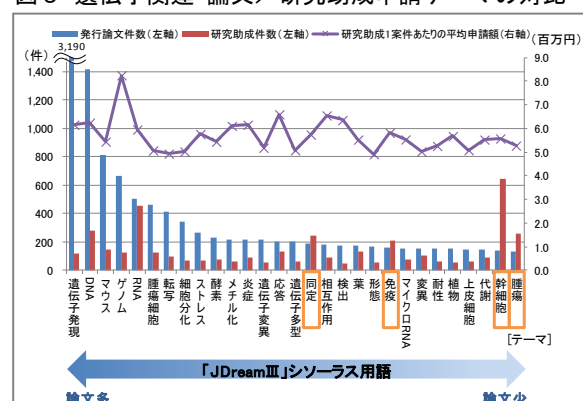
将来の技術動向の予見に有効な情報ソース ～研究助成申請データの活用～

最後に、将来の技術動向を予見する上で有効な情報ソースとして、研究助成申請のデータ活用を紹介する。データは「COLABORY」

（ジー・サーチ社）を使用した。

図9は、遺伝子に関する近年の論文発表件数、日本国内における研究助成申請件数、平均申請額を「JDreamⅢ」のインデックス情報「シソーラス用語」を軸として対比したものである。研究助成申請データについては、これらのワードが申請内容の記載に出現するものを集計している。

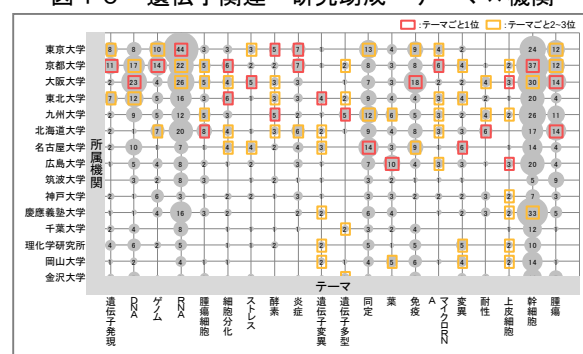
図9 遺伝子関連 論文／研究助成申請テーマの対比



論文発表件数が相対的に少ないながら、近年の研究助成申請が多い用語として「幹細胞」「腫瘍」「同定」「免疫」など、幹細胞関連、および、医療への応用関連が挙げられる。

また、申請者の所属機関について、京都大はゲノム、幹細胞関連、大阪大は医療への応用（免疫・腫瘍）と、各大学における今後の注力テーマを見ることができる（図10）。

図10 遺伝子関連 研究助成 テーマ×機関



研究助成は、研究者が自身の研究仮説に基づき申請するものであり、その成果が数年後に論文発表、あるいは、特許出願として表出してくることを考えると、これらに対する先行指標と捉えることができる。

むすび

前稿に続き、本稿では、多様な情報ソースを明確な「軸」を定めて分類し、ソース間の傾向の違い、軸間の関係、同一軸上の項目同士の間関係を捉える手法を紹介した。

本稿が事業開発、研究開発のさらなる活性化の一助になれば幸いである。