

○竹内 隆一, 伊地知寛博, 平澤 冷 (東京大学)

1. 序

学術文献および特許情報データベースを利用した国あるいは企業の科学技術力、研究開発力に関する計量的な比較研究は、以前から数多く試みられてきた。しかし同様の知的成果物データベースを個人レベルで分析し、国あるいは企業の研究開発活動を客観的に把握する試みはほとんど行われていない。本研究では当研究室で開発された動的活動連関図を用いた構造化分析の手法を利用し、光ファイバの製法に関する開発プロセスを事例として、その開発プロセスが日本企業と米国企業とではどのように異なるかを個人レベルで実証的に明らかにすることを目的としている。光ファイバに関する製法の開発は、米国で先に着手されたが、日本においてもやや遅れて着手され、独自に発展を遂げた。したがってその開発プロセスの比較は、技術開発プロセスの日米企業における違いを明確にする上でも興味深い。

2. 分析対象

分析で対象とした技術は、具体的には光ファイバの中核的技術であるプリフォーム製造技術を主体にした光ファイバの製造技術である。ただしこれには被覆や線引きに関する技術は含まれるが、接合、ケーブル化に関する技術は含まれない。また比較する企業は、日本電信電話（以下 NTT）、住友電気工業（以下 SEI）、Coming Glass Works（以下 CGW）である。

今回は日米間における開発プロセスの国際比較を目的としているので、米国特許データベースが共通のデータベースとして適当であると判断される。光ファイバの製造技術に対応するIPC分類コードは、メイングループの C03B 37 である。なお検索に用いたIPC分類コードの内容の詳細は表1のとおりであり、米国特許がデータベースに収録され始めた1950年から今回の検索日（1994年6月21日）までに収録された米国特許を検索した後、関連技術分野の特許をその特許の概要を参考にして選別し、分析の対象とした。

3. 分析方法

本研究で使用する構造化手法は、ある限定された技術分野の学術文献および特許情報データベースを用い、研究開発者の氏名を手掛かりにして両データベースからの様々な情報を総合的に分析して、研究開発者相互のつながり、研究開発組織の形成や変遷などの動向を構造化して表現し、研究開発プロセスのダイナミクスを明確にしようとするものである[2]。

図1, 2の動的活動連関図では、横軸は時間を表わしている。上段には西暦が、下段には4ヵ月ごとの期間が表示されている。縦の方向にはそれぞれの特許を発明した研究開発チームのオーダーとチームの番号そして発明者の氏名、所属が記されている。ここで研究開発チームとは各特許・学術文献のそれぞれの共同発明者・共著者の集合を意味する。研究開発チームは、それぞれチーム間の共通メンバーの割合を指標とする類似度を基にクラスター分析にかけられ、類似したチーム同士が近接するように配置されている。□は特許を表し、□の中の数字は、各4ヵ月間に出願された特許の合計数を表している。また実線は、同一の研究開発チーム

のつながりを表している。点線は、異なる研究開発チーム間の人のつながりを表し、各チームの類似度と時間的順序にしたがって結んでいる。図中の縞は、研究開発チーム間で人のつながりがある範囲を区分して表したものであり、ここではそれを研究開発グループと呼ぶ。図中の濃淡の網は、各特許の内容から判断し、光ファイバの製造技術の中でもバーナー・原料供給、被覆、熱処理、線引きに関する技術分野に相当する特許の分布領域をそれぞれ示したものである[1]。

表1. 光ファイバの製造技術に対応するIPC記号の分類とタイトル（特に分析対象技術に対応するIPC記号は大きく表示し、関連の薄い技術は小さく表示している。）

- C03B 37/00 軟化されたガラス、鉍物またはスラグからのフレーク、繊維またはフィラメントの製造または処理**
- 37/005 ・フレークの製造
 - 37/01 ・ガラス繊維またはフィラメントの製造
 - 37/012 ・繊維またはフィラメントを引き出すためのプリフォームの製造
 - 37/014 ・・・・化学的または一部化学的手段によって製造されたもの
 - 37/016 ・・・・液相反応法。例.ゲル相を経る方法によるもの
 - 37/018 ・・・・ガラス基体上のガラスの沈積。例.化学蒸着（CVD）によるもの
(37/016が優先; 被覆によるガラスの表面処理C03C 17/02)
 - 37/02 ・・・・引き出しまたは押し出しによるもの（37/04が優先）
 - 37/022 ・・・・熔融ガラスからのものであって、得られた製品が異なった種類のガラスからなるかまたは形状によって特徴づけられたもの、例.中空繊維
 - 37/023 ・・・・異なった種類のガラスからなる繊維、例.光ファイバ
 - 37/025 ・・・・再加熱され軟化された管、棒、繊維またはフィラメントからのもの
 - 37/026 ・・・・金属ワイヤで強化された繊維の引き出し
 - 37/027 ・・・・異なった種類のガラスからなる繊維、例.光ファイバ（37/028が優先）

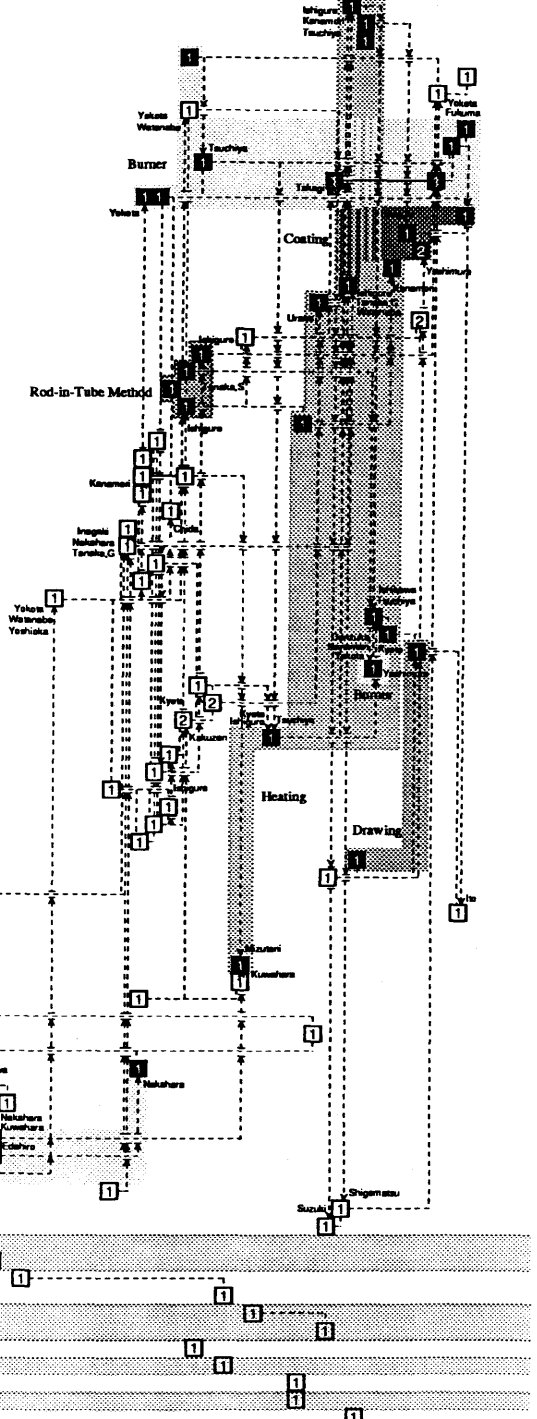
 - 37/028 ・・・・バンドルファイバの引き出し、例.バンドルファイバまたはマルチファイバ製造のためのもの
 - 37/029 ・・・・そのための炉
 - 37/03 ・・・・引き出し手段、例.引き出しドラム
 - 37/035 ・・・・繊維の進行方向の変更または分離手段をもつもの
 - 37/04 ・・・・遠心力を用いるもの
 - 37/05 ・・・・半径方向に紡糸孔をもたない回転体上に投射することによるもの
 - 37/06 ・・・・熔融ガラスの噴射または吹き飛ばしによるもの、例.短繊維の製造のための
 - 37/065 ・・・・管、棒、繊維またはフィラメントから出発するもの
 - 37/07 ・制御または調整（制御または調整一般はG05）

 - 37/075 ・異なった種類のガラスからなる繊維またはフィラメントの製造、あるいは形状によって特徴づけられた繊維またはフィラメント、例.中空繊維、巻縮繊維、の製造（37/022、37/027、37/028が優先; ライトガイドそれ自体G02B6/00）

 - 37/08 ・ブッシング; 紡糸口金; ノズル; ノズルプレート（ノズル一般はB05B）
 - 37/081 ・・・・間接熔融ブッシング
 - 37/083 ・・・・ノズル、ブッシングノズルプレート（37/095が優先）
 - 37/085 ・・・・そのための原料供給装置
 - 37/09 ・・・・電氣的に加熱されたもの
 - 37/092 ・・・・直接抵抗加熱
 - 37/095 ・・・・そのための材料の使用
 - 37/10 ・非化学的処理（C03C25/00が優先; 糸D02; 織布D03; 不織布D04）
 - 37/12 ・・・・巻取り中の繊維またはフィラメントのためのもの
 - 37/14 ・・・・繊維またはフィラメントの再形成（37/025が優先）
 - 37/15 ・・・・加熱によるもの、例.光ファイバ要素を作るためのもの（光ファイバ要素の構造的形態G02B6/00; ライトガイドの融着結合G02B6/255）
 - 37/16 ・・・・切断または分断（ライトガイドG02B6/25）

order team inventors.

1	45	Ishiguro, Y.; Ishikawa, S.; Kanamori, H.; Saito, M.; Tsuchiya, I
2	40	Ishiguro, Y.; Ishikawa, S.; Saito, M.; Tsuchiya, I
3	39	Ishikawa, T.; Ishikawa, S.; Saito, M.; Tsuchiya, I
4	75	Akimoto, H.; Tsuchiya, I
5	79	Arimoto, K.; Suganuma, H.; Takimoto, H
6	23	Arimoto, K.; Fukuma, M.; Suganuma, H.; Takimoto, H.; Yokota, H
7	58	Suganuma, H.; Suzuki, S.; Watanabe, M.; Yokota, H
8	27	Danzuka, T.; Saito, Tatsuhiko
9	29	Danzuka, T.; Ito, M.; Saito, Tatsuhiko; Tsuchiya, I
10	50	Danzuka, T.; Minami, H.; Tsuchiya, I; Yokota, H
11	35	Danzuka, T.; Ito, M.; Takagi, M.; Yokota, H
12	63	Danzuka, T.; Ishiguro, Y.; Yokota, H
13	25	Aikawa, H.; Danzuka, T.; Ishiguro, Y
14	34	Aikawa, H.; Inoue, A.; Ishiguro, Y
15	4	Aikawa, H.; Ishiguro, Y.; Katsuyama, Y.; Nagayama, K.; Yoshimura, I.; Yoshizawa, N
16	33	Kanamori, H.; Saito, Aikari; Yamaguchi, M
17	80	Ishiguro, Y.; Kobayashi, K.; Ooe, M.; Tanaka, G.; Watanabe, M
18	52	Mizuno, S.; Suganuma, H.; Takagi, M.; Tanaka, G.; Urano, A
19	31	Kanamori, H.; Suganuma, H.; Takagi, M
20	59	Ishiguro, Y.; Kanamori, H.; Shigematsu, M.; Suganuma, H.; Takagi, M.; Tanaka, G.; Yokota, H
21	66	Kanamori, H.; Suganuma, H.; Tanaka, G.; Tanaka, S.; Yokota, H
22	62	Danzuka, T.; Kanamori, H.; Suganuma, H.; Tanaka, G.; Yokota, H
23	72	Danzuka, T.; Kanamori, H.; Mizutani, F.; Tanaka, G.; Yokota, H
24	67	Ishiguro, Y.; Kanamori, H.; Mizutani, F.; Tanaka, G.; Yokota, H
25	44	Ishiguro, Y.; Kanamori, H.; Tanaka, G
26	55	Kanamori, H.; Kyoto, M.; Mizutani, F.; Tanaka, G.; Yoshioka, N
27	71	Kanamori, H.; Mizutani, F.; Tanaka, G.; Yoshioka, N
28	73	Kanamori, H.; Mizutani, F.; Tanaka, G
29	67	Mizutani, F.; Tanaka, G
30	11	Chida, K.; Kanamori, H.; Tanaka, G
31	12	Inagaki, N.; Kyoto, M.; Shirata, R.; Tanaka, G.; Watanabe, M.; Yoshioka, N
32	8	Kanamori, H.; Kyoto, M.; Nakahara, M.; Tanaka, G.; Watanabe, M.; Yoshioka, N
33	30	Kanamori, H.; Kyoto, M.; Watanabe, M
34	51	Inagaki, N.; Kanamori, H.; Watanabe, M.; Yoshioka, N
35	10	Chida, K.; Kyoto, M.; Saito, Hiroo; Watanabe, M.; Yokota, H.; Yoshioka, N
36	24	Shikawa, S.; Kanamori, H.; Kyoto, M.; Ohga, Y.; Tsuchiya, I.; Yokota, H
37	26	Shikawa, S.; Kanamori, H.; Ohga, Y.; Tsuchiya, I.; Yokota, H
38	81	Shikawa, S.; Kanamori, H.; Ohga, Y.; Yokota, H.; Yoshimura, I
39	28	Danzuka, T.; Kanamori, H.; Ohga, Y.; Yokota, H
40	38	Ishiguro, Y.; Kanamori, H.; Kyoto, M
41	32	Ishiguro, Y.; Kanamori, H.; Kyoto, M.; Urano, A
42	36	Ishiguro, Y.; Kakuzen, H.; Kyoto, M.; Urano, A
43	46	Ishiguro, Y.; Kyoto, M.; Tsuchiya, I
44	74	Ishiguro, Y.; Kyoto, M.; Watanabe, M
45	6	Kyoto, M.; Nakahara, M.; Tanaka, S.; Watanabe, M
46	61	Hoshikawa, M.; Kyoto, M.; Watanabe, M.; Yano, K
47	70	Hoshikawa, M.; Kyoto, M.; Tanaka, G.; Yano, K
48	76	Ishiguro, Y.; Kawachi, H.; Kyoto, M.; Tanaka, G
49	77	Kawachi, H.; Kyoto, M
50	43	Onaga, Y.; Matsuda, Y.; Yoshimura, I
51	46	Yoshimura, I
52	78	Fujwara, K.; Kurosaki, S.; Tanaka, G
53	82	Hoshino, S.; Ishikawa, S.; Ito, M
54	22	Hanawa, F.; Izawa, T.; Miyashita, T
55	21	Izawa, T.; Kaneko, Y.; Kuwahara, T.; Masuda, Y
56	64	Kuwahara, T.; Mizutani, F.; Mukai, K
57	56	Endo, S.; Kyogoku, T.; Mizutani, F.; Saito, Tatsuo
58	69	Endo, S.; Kakuzen, H.; Kisanuki, S.; Yoshida, M
59	1	Fukuda, O.; Inada, K.; Sanada, K.; Takahashi, S
60	5	Ueno, M.; Fukui, K.; Kanamori, T.; Onishi, Y.; Takahashi, S
61	20	Kanamori, H.; Watanabe, T.; Uchi, S.; Shibata, S.; Yasu, M
62	9	Nakahara, M.; Shikawa, S.; Suda, H
63	18	Edahiro, T.; Inagaki, N.; Kawachi, M.; Nakahara, M.; Suto, S
64	7	Edahiro, T.; Kawachi, M.; Miya, T.; Okamoto, K.; Sasaki, Y
65	3	Edahiro, T.; Murata, M.; Ochiai, K.; Shibuya, S.; Yoshida, K
66	15	Edahiro, T.; Kuwahara, T.; Miyajiri, T.; Yokota, H
67	14	Kuwahara, T.; Miyajiri, T.; Nakahara, M.; Yoshioka, N
68	16	Edahiro, T.; Kurosaki, S.; Watanabe, M
69	2	Hara, H.; Inagaki, N.; Kuroda, T
70	37	Fukuma, M.; Shigematsu, M
71	42	Fukuma, M.; Suzuki, S
72	18	Nimura, T.; Sakaguchi, S.; Takata, H
73	17	Nimura, T.; Sakaguchi, S.; Takata, H
74	13	Waduchi, K.; Kato, T.; Saito, T.; Goto, Y
75	65	Yoda, T.
76	60	Shiomi, S.; Watanabe, K.; Yoshida, K
77	53	Shiomi, S.
78	66	Osaka, K.; Usui, Y.; Yanagi, I
79	47	Takahashi, K.; Yoshida, N
80	54	Ito, S.; Iguchi, K.; Yamazaki, T
81	49	Jonjo, H.; Takahashi, Y
82	41	Nishi, O.; Seika, I



Burner
 Rod-in-Tube Method
 Heating
 Drawing
 Coating

図1. NTTとSEIのグループ活動ダイナミクス

4. 分析結果

図1は NTTとSEI の成果を動的活動連関図として示したものである。この図からは次のようなことが明らかになる。全体的には共同開発も含めて order 1 (team45) から order71 (team42) までが大きな研究開発グループになっており、異なる研究開発チーム間での人のつながりがきわめて緊密であることがわかる。詳細に分析すると order54 (team22) 、order63 (team18) で NTT が開発した VAD 法を軸に、1984年末まで order55 (team21) 、order66 (team15) 、order67 (team14) 、order68 (team16) 、order35 (team10) 、order31 (team12) 、order32 (team 8) 、order34 (team51) 、order45 (team 6) 、order30 (team11) と展開され、NTTとSEI が光ファイバのプリフォームの製造技術に関する特許を共同出願している。

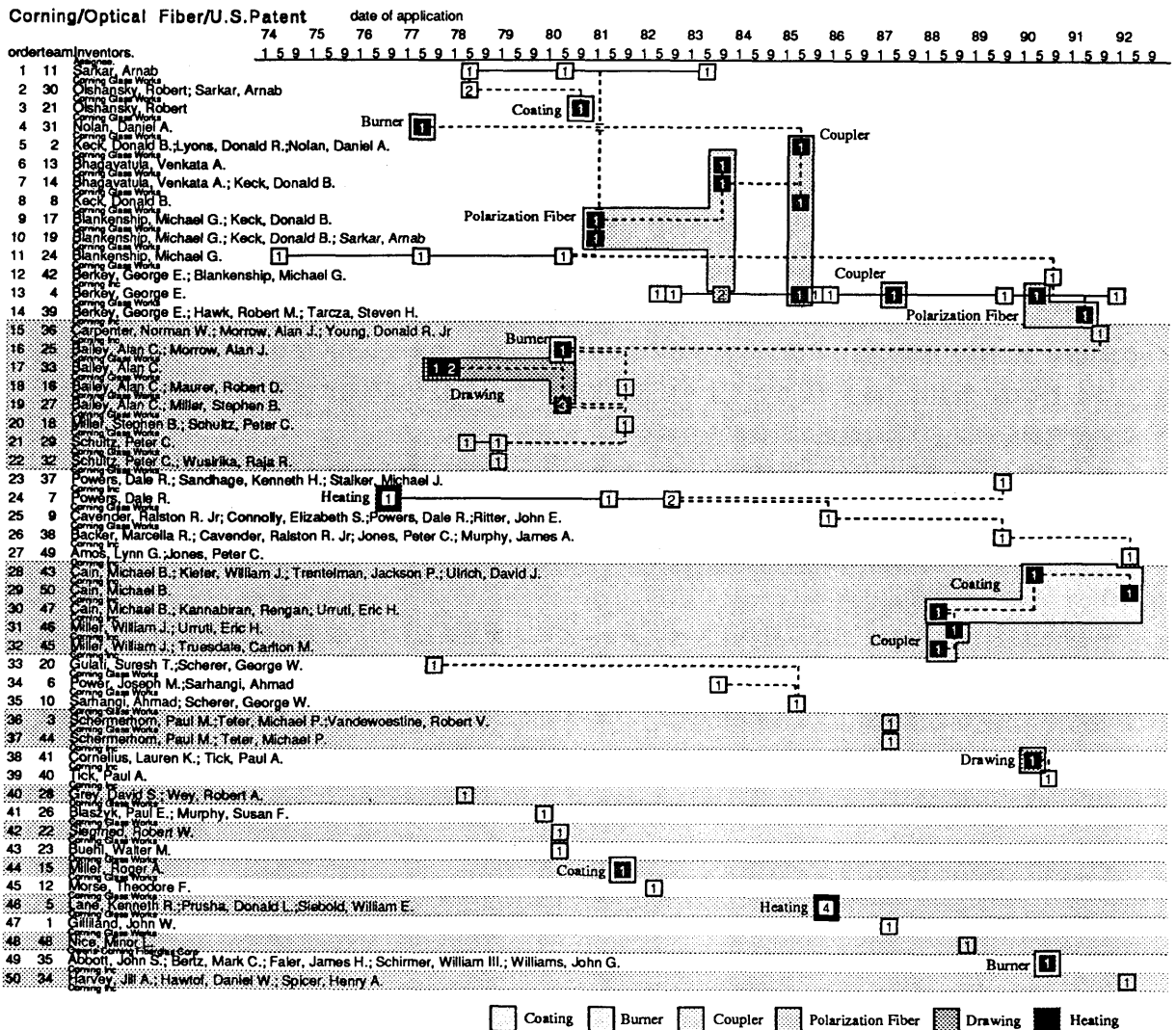


図2. CGWのグループ活動ダイナミクス

しかし84年からは SEI は単独で、order 8 (team27) から order12 (team63) までの Danzuka, T 氏を中心にしたグループ、order21 (team66) から order28 (team73) までの Kanamori, H 氏を中心にしたグループ、そして order40 (team38) から order49 (team77) までの Kyoto, M 氏を中心にした3つのサブグループが、人のつながりを保ちつつ並行に、プリフォームの製造技術の中でもキーとなるようなガラスの合成技術、屈折率制御、透明化技術の開発を進め、しだいに共同研究からテイクオフしていく展開が窺える。一方 NTT は、SEI との共同開発後は order60 (team 5) の1件の特許を出願しているだけで、ほとんど開発を継続していない。つまり NTT が、技術開発のインキュベータとしての役割を果たしていたことが推察される。

次に技術に着目して分析してみる。上述の Danzuka, T 氏を中心にしたグループが一貫して合成バーナーの開発をしているほかは、order56 (team64) の特許以降、各研究開発チームが一斉に熱処理・脱水技術に関する開発を行い、ついで被覆、線引きに関する技術の開発が行われている。つまりコアとなるプリフォームの製造技術の開発から製品化や量産を視野に入れた周辺技術の開発へと一貫性のある時系列的展開を読み取ることができる。

次に、図2のCGWの動的活動連関図について、図1のNTTとSEIのケースと比較しながら分析する。図2では、図1でみられたような異なる企業間の共同開発は行われていない。またNTTとSEIの場合は、ほとんどの研究開発チームが巨大な研究開発グループを構成し、各研究開発チーム間の人のつながりが密であることを示しているが、CGWの場合は、多数の研究開発グループに分かれ、研究開発チーム間のつながりは疎であることがわかる。また一つの特許に関わっている人数をみても、NTTとSEIの場合が1特許あたり平均4.02人であるのに対し、CGWは平均2.7人である。order11 (team24) はOVPO法(Outside Vapor-Phase Oxidation 外付け気相酸化法)に関する特許で、この技術はCGWのオリジナルなコアテクノロジーである。しかしその後の展開は、図1で見られるようにSEIにおいてVAD法が組織的に展開されたのと対照的に、この研究開発グループには組織的成長がみられない。

また開発された各要素技術の展開をみても、組織全体としての一貫した時系列的展開はみられない。CGWの場合、各研究開発チームの独立性、自律性がNTTとSEIよりも強いことがわかる。

5. 結論

今回の比較においては、自動車用のサスペンション技術の開発過程の日米企業比較と同様[1]、日米の開発過程における組織的、技術的展開の違いを事例的に明確にした。この結果から強い技術開発力のためには、統一的かつ柔軟な組織形態、つまり組織全体としての戦略的技術開発マネジメントが重要であることが示唆される。

謝辞

本研究は、科学技術庁の平成6年度科学技術振興調整費による「知的生産活動における創造性支援に関する基盤的研究」の一環として行なわれた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 平澤 冷、依田 達郎、朝光 浩、李 昌協、伊地知 寛博 「知的成果物データに基づく研究開発過程の構造化分析」 第8回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集 93-100. (1993)
- [2] Ijichi,T., Yoda,T.,and Hirasawa,R. Mapping R&D Network Dynamics: Analysis of the Development of Co-author and Co-inventor Relations. 研究 技術 計画 (in press)