

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-33

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる
「べき法則」

Power Law Governing Auto-Parts-Suppliers' Transaction Network

東京大学ものづくり経営研究センター

安田 雪

2005年3月



東京大学21世紀COE [整備] モノづくり
ものづくり経営研究センター

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる 「べき法則」

Power Law Governing Auto-Parts-Suppliers' Transaction Network

東京大学ものづくり経営研究センター

安田 雪

2005年3月

1. サプライヤーシステムにおける取引関係の不可視性

自動車メーカーのサプライヤーシステムについては多面的な研究がなされているが、一次、二次、三次以下の部品製造企業の関連構造、とりわけ「二次メーカー以下を含む実証研究の欠如」（藤本他,1998）は指摘されて久しい。現在に至るまで、一次、二次、三次以下の部品製造企業の取引構造の詳細は不明であり、自動車メーカーを中心とした取引関係のネットワーク構造の型についての実証研究は稀少である。また、自動車に限らず他の業種においても、一次、二次、三次部品メーカーまでを含めたサプライヤーシステムの全体構造に関する実証研究はほとんど見受けられず、「取引連鎖構造」を拡張しての研究（藤本他、1998）の必要性は指摘されながらも、未だ残された課題のままである。

1990年代前半までの自動車サプライヤーシステムのイメージは、自動車メーカーを頂点とし、その下に一次部品メーカーがあり、さらに各一次部品メーカーの下には二次部品メーカーがつかなり、その下には三次部品メーカーがつからなっているという三段階の階層構造的として提示されることが多かった。だが、1990年代後半からは、その階層内部にも取引関係があり、複数の自動車メーカーあるいは、一次部品メーカー、二次部品メーカーに階層を越えて取引をおこなっているという指摘がなされ始める（山田,1999,2000）。山田（山田,1999,p.199）は、自動車の主要部品品目の製造メーカーと納入先データの分析から、1990年代後半の取引構造が、自動車メーカーを頂点にした閉鎖的な部品メーカーの階層構造ではなく、複数の階層間、頂点系列ともに錯綜した取引が行われているというイメージ図を描いている。山田の図は部品メーカーの納入パターンから、自動車メーカーを中心とした取引構造の全体イメージを推定し描画したものであり、具体的な企業名や紐帯の分布の情報は含まれておらず、サプライヤーシステムの一次および二次メーカーの企業群が詳細に特定されているわけではない。背景には、サプライヤー研究に限らず一般的に複雑な関係構造をもつ集団の定義がきわめて困難であること、「取引」という関係の定義次第で関係構造が大きく変わるなどがあり、取引連鎖の二次、三次先をたどり、ホールネットワークを特定する研究は進展していない。

そのため今日に至るまで、二次部品メーカー以下の重層構造には、いかなる企業が含まれており、またそれらが相互にどのような取引関係を形成しているのかをネットワークとして実証的に抽出した研究は筆者の知る範囲では存在していない。

ネットワークの問題は、(1)存在の問題、(2)構成の問題、(3)数え上げの問題、(4)最適化の問題に類型化でき、(1)は〇〇は存在するか、(2)は〇〇が存在するならばどうしたらそれを構成できるか、(3)はいくつの〇〇が存在するか（勘定問題）、それらをすべて列挙することができるか（列挙問題）、(4)は複数の可能性が存在する時、そのうちのどれが最適で

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる「べき法則」

あるかという問いになる。サプライヤーシステムをネットワークとしてとらえるならば、最適化の問題はおろか、構成要素の特定、要素間の関係把握さえできていない状況である。これはサプライヤーシステムの境界問題（Boundary Problem）が解決しないことに起因する。

サプライヤーシステムの取引連鎖の抽出が困難な理由としては、自動車産業については、自動車部品工業会のメンバーがほとんど一次メーカーであり、取引先を「芋蔓式に調査をしても、あげられてくるのは優良企業に絞られてしまう」（藤本他，1998）ことがあげられており、非優良企業や零細企業などとの末端の関係が把握できないことが一因とされている。

だが、自動車に限らず、サプライヤーシステムの全体像が把握しにくい要因として、より重要なのは、末端の関係が把握できないことよりもむしろ、取引関係のトポロジーについての知識が不十分だということである。

自動車産業研究においては、その歴史的発展の経緯や製品製造技術などについての事例研究は膨大に存在するが、部品製造メーカーが全体として形成する取引の連鎖構造や、その取引構造の内部で部品メーカーが占める位置についての研究は稀少である。点である個別企業についての情報は多いが、点が相互にどのように連なっているのかの情報が少ないのである。また現実的にも、個々の企業の調達担当者でさえ、自分の取引相手の企業が、自社以外の他社といかなる取引を行っているのかその連鎖関係をすべて理解してはいないといつて良いだろう。人間関係同様、企業間取引もまた、その関係の連鎖において、一次、二次先の構が曖昧なままに発生し、維持されているのである。

だが、システムは個々の要素と、それら要素間の相互作用に基づいて初めて完全に理解することができる。したがって、取引構造のトポロジーを把握し、その構造特性を抽出することは、その企業の業績や取引のあり方を考察する際に、外部環境についての情報を与えるという意味できわめて重要である。

密接な取引関係をもつ企業のグループは多数あるものの、持てる力を有効に結集して危機に対処している企業グループがある一方で、それができない企業グループも多い。日本国内の自動車産業では、この二極化傾向が著しい。個別企業の成果の決定要因を個々の企業の属性に求めるよりも、むしろ環境としての取引構造に求めるという分析戦略を用いるならば、前者と後者の違いを生むのは、その取引連鎖によって連結されている企業群のクラスター化の程度であり、個々のクラスター相互を連結させる紐帯の分布であることが予測される。複数の自動車メーカーのもつ取引構造を比較することは本論の射程外であるが、比較研究に向けた第一歩として、特定の自動車メーカーをめぐるサプライヤーの取引構造の特性を把握することには意義はあろう。

企業がとりもつ関係構造がその行為の成否に影響を与えることは、シリコンヴァレーとポ

ストンルート 128 沿のハイテク産業地域の研究 (Saxenian,1994) や、フィアット社とアルファロメオ社の 1970 年代、80 年代の賃金闘争の研究 (Locke,1995)などにおいて明らかにされている。前者は企業間の人的、経済的、知的交流の型の違いが、シリコンヴァレーとポストンとの命運を分けたことを、後者は、ミラノとフィレンツェの労働者と政治家との交流関係状況の差が賃金闘争の解決の成否をわけたことを指摘している。これらの先行研究は過度の規則正しさ、緻密すぎる関係も望ましくはないが、一方、混沌や無秩序な構造も集団の行為の成果をあげにくいことを示唆している。

本稿の目的は、自動車産業におけるサプライヤー企業が相互に形成する取引構造を分析し、その取引関係がもつネットワークポロジを明らかにすることである。具体的には、トヨタ自動車のサプライヤー企業群が形成する取引関係を取りあげ、トヨタを中心に、一次部品メーカーとその取引先が形成する「取引の連鎖構造」の型を分析し、その取引連鎖が自然界に存在する多くのネットワークと同じく、べき則(Power Law)にしたがっていることを検証する。

一見、複雑に見える取引ネットワークであれ、経済活動を営む企業が市場において取引関係を結ぶ以上、その紐帯の分布は、各企業の経済合理性によって正当化しうるはずである。企業は取引相手を選択する場合、あるいは取引をするか否かを決定する場合に、その相手をランダムに選択したり、ランダムに取引開始か否かを決定するのではなく、取引相手の技術力、信頼性、売買される財やサービス市場価値などの理由から、合理的に取引行為の有無およびその相手を決定する。企業のダイアドレベル(二社関係)の取引の連鎖がサプライヤーシステムの全体像を構築する。この構築された全体システムは、ダイアド取引の総体でありながら、一つのシステムとしてその内部に何らかの規則性を持つと考えられる。そしてそのネットワークの型は、ランダムでも正則(Regular)でもなく、多くの現象でこれまで発見されてきたようなべき法則に従うスケールフリー構造をもつと予測しうる。

取引構造の型がスケールフリーであるという仮説は、企業が経済合理性に基づいて取引相手の選択行動はネットワークの生成原理のうちの優先的選択原理に似ていること、そして優先的選択原理はスケールフリーのネットワーク構造を作り出すことから導かれる。

2. べき則とスケールフリーネットワーク

一見、複雑に見え、実体を捉えがたいとされる多くのネットワークがべき則に従っていることが近年、指摘されている。インターネット (Faloutsos, et al.1999) 映画俳優の競演関係や研究者の共著関係 (Albert&Barabasi,2002) など、現代社会に存在するネットワークの多くがべき則に従うという発見は、多様な領域で存在する「関係の構造」がその関係主体や関係

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる「べき法則」

の質とは独立に、共通の法則に従っていることで注目を集めた。

ある現象は、その物理量がべき関数で表される時、「べき則に従う」と表現されるが、これはある量が観察される確率はその大きさのべき乗に比例することを指す。べき則に従うネットワークとは、膨大な紐帯を保持するノード（点）はごくわずかだけ存在し、大多数のノードはごく少数の紐帯のみをもつネットワークを指す。

ノードの次数を k とし、次数が確率密度 $\{p(k)\}$ に従って分布するとする。この時、次数分布は

$$p(k) \propto k^{-\gamma} \quad (\text{式1})$$

と記述できる。様々なネットワークのべき指数 γ が既に明らかにされつつある。WWW のべき指数は 1.9~2.7 (Faloutsos, et al.1999)、映画俳優の競演ネットワークのべき指数は 2.3~3.1(Newman et al., 2000)、人間の性的関係のネットワークのべき指数は 3.2~3.4 (Liljeros et al.,2001)、研究者の共著関係ではべき指数は約 3 (Redner,1998)である。

べき分布の特性は、代表値の欠如とスケールフリーである。正規分布では平均値が中心値としての代表性をもつが、べき分布においては平均値は代表性をもたない。分布は長く尾をひきため傑出したピークが現れない。紐帯分布では、ノードが相互にランダムに結びつくランダムネットワークや、ノードがもつ紐帯数がすべて等しいレギュラグラフとは異なり、スケールフリーネットワークにおいては、ごくわずかなノードが膨大な紐帯数を持ち大多数のノードが少数のリンクしか保持しないからである。

べき則に従うネットワークは、規模を問わないという意味で「スケールフリー」と呼ばれ、べき指数が 3 であるモデルは、その重要性を早期に提唱したアルバートとバラバシの名前をとってBAモデルと呼ばれることもある¹。

本論では自動車部品メーカーが形成する取引ネットワークは規則性、すなわち多くのネットワークと同様にべき則に従うことを検証する。

3. 分析対象の抽出

分析対象は、トヨタ自動車の部品納入メーカーが形成する協力会である「協豊会」に所属する企業 208 社と、その主要取引先（販売先および仕入先）である。

¹ なお、スケールフリーとは、大きさを変換しても、同一の性質が認められるという特徴を指す。マンデルブローの研究で名高いフラクタルはその典型であり、図形を拡大あるいは縮小しても、拡大あるいは縮小前の元の図でみられた構造と同じ構造がみられる。物理学においては、大きさや量が増大すると現象を説明する理論を変えねばならない。素粒子と人間では運動エネルギーを説明する理論が異なり、現象のスケールが変わるとそれを説明する理論も変わるという意味で、物理学が扱う多くの現象はスケールフリーではない。一貫した説明原理に美を求める科学としては、スケールフリーではない現象は落ち着きの悪い現象ということになる。

安田 雪

自動車メーカーの協力会には、日産自動車の日翔会、マツダのマツダ翔洋会、ダイハツ工業のダイハツ協共会、いすゞ自動車の協和会、三菱自動車の柏会（2002年解散）など多数が存在する²協豊会所属企業は表1のとおりである。

表1 協豊会所属企業名（2004年）

1	アト金属工業株式会社	51	ケーブル工業(株)	101	TDK(株)	151	日本板硝子株式会社	201	矢崎総業株式会社
2	豊三工業株式会社	52	株式会社小糸製作所	102	南田ビストリング株式会社	152	日本ケミカル工業株式会社	202	矢作産業株式会社
3	アイシン・エアブリック株式会社	53	光主カルミウム工業株式会社	103	テクエイ(株)株式会社	153	日本テイクケン株式会社	203	ヤマハ発動機株式会社
4	アイシン・エアリ株式会社	54	光洋精工株式会社	104	テュボン神東・オートモティブ・システム	154	日本デルファイ・オートモティブ・システム	204	株式会社ユアサコーポレーション
5	アイシン化工株式会社	55	小島プレス工業株式会社	105	株式会社デンソー	155	日本特殊塗料株式会社	205	豊積硝工業株式会社
6	アイシン糧食株式会社	56	新田建設三協工業	106	東海カスケツト工業株式会社	156	日本ゼンコロンタイヤ(株)	206	横浜ゴム株式会社
7	アイシン機機株式会社	57	株式会社三五	107	東海興業株式会社	157	バイオニア株式会社	207	株式会社リケン
8	アイシン高圧株式会社	58	サンコール株式会社	108	東海ゴム工業株式会社	158	汎用電気株式会社	208	豊電商事株式会社
9	愛知製鋼株式会社	59	サンショウ株式会社	109	(株)東海理化	159	浜名湖電気株式会社		
10	愛知皮革工業株式会社	60	ジェコー株式会社	110	東レ(株)株式会社	160	パナソニックEVエナジー(株)		
11	株式会社青山製作所	61	ジブロ株式会社	111	株式会社トープラ	161	株テレンプ株式会社		
12	藤ブレーキ工業株式会社	62	シロキ工業株式会社	112	株式会社東産	162	パンドー化学株式会社		
13	旭硝子株式会社	63	新神戸電機株式会社	113	東洋シヤリツグ株式会社	163	光積工業株式会社		
14	旭硝子株式会社	64	新日本製鋼所株式会社	114	特殊発光興業株式会社	164	ビスコドライブジャパン株式会社		
15	アスモ株式会社	65	株式会社杉浦製作所	115	株式会社東洋製作所	165	株式会社日立製作所		
16	株式会社アドヴァンス	66	スタンレー電気株式会社	116	東洋ゴム工業株式会社	166	日野自動車株式会社		
17	株式会社北井製作所	67	住友金属工業株式会社	117	東洋ラジエーター株式会社	167	(株)ファース		
18	アラコ株式会社	68	住友ゴム工業株式会社	118	トキコ株式会社	168	株式会社ファイブインター		
19	アイダ産業株式会社	69	住友電気工業株式会社	119	株式会社東洋ウオリティン	169	フジオーゼックス株式会社		
20	石川島播磨重工業株式会社	70	株式会社セキヨー	120	トビエ工業株式会社	170	株式会社富士化学研究所		
21	市光工業株式会社	71	住江織物株式会社	121	豊田工業株式会社	171	吉河オートモティブパーツ株式会社		
22	伊藤化学工業株式会社	72	セントレン株式会社	122	豊田合成株式会社	172	吉河電気工業株式会社		
23	株式会社イノアックコーポレーション	73	株式会社セキヨー	123	株式会社豊田自動織機	173	株式会社不二越		
24	日邦国際産業株式会社	74	セントラル自動車株式会社	124	トヨタ製作株式会社	174	富士精工株式会社		
25	西山工業株式会社	75	株式会社リツク石川	125	豊田通商株式会社	175	富士通テック株式会社		
26	株式会社エウゲディ	76	タイコレトロニクスアンブ株式会社	126	豊田紡織株式会社	176	フコ(株)株式会社		
27	株式会社江口製菓店	77	ダイセル化学工業株式会社	127	豊田紡織株式会社	177	株式会社プリマストン		
28	株式会社エス・エヌ・ビー	78	大同メタル工業株式会社	128	豊田機械株式会社	178	吉河電池株式会社		
29	NECエレクトロニクス株式会社	79	株式会社ダイナックス	129	トリエティエ工業株式会社	179	豊土ブレーキ工業株式会社		
30	INAC株式会社	80	ダイハツ工業株式会社	130	名古屋フエルト工業株式会社	180	豊和精造工業株式会社		
31	NTN株式会社	81	太平洋工業株式会社	131	日本ガイシ(株)	181	(株)ボッシュ オートモティブシステム		
32	オートリペア(株)株式会社	82	大同工業株式会社	132	西川ゴム工業株式会社	182	遠江金属工業株式会社		
33	大橋製作株式会社	83	大和塗料販売株式会社	133	日槽工業株式会社	183	松下電器産業株式会社		
34	株式会社オキックス	84	株式会社真本製作所	134	日清紡織株式会社	184	松下電工工業株式会社		
35	豊興機機株式会社	85	タカヤ(株)	135	株式会社ニッキ	185	丸子管産機株式会社		
36	カヤノ工業株式会社	86	タカニ子株式会社	136	ニチアス株式会社	186	丸真株式会社		
37	川崎工業株式会社	87	株式会社タカヒロ	137	日電(株)株式会社	187	丸真産業株式会社		
38	株式会社川島織物	88	株式会社タチエス	138	日清紡ブレーキ販売株式会社	188	マルヤス工業株式会社		
39	関西ペイント株式会社	89	株式会社藤村興街織物エア	139	日本カスケツト株式会社	189	万能工業株式会社		
40	関東化成工業株式会社	90	田村プラスチック製造株式会社	140	日本ケムルシステム株式会社	190	株式会社水野製作所		
41	関東自動車工業株式会社	91	ダンロップグッドイヤータイヤ株式会社	141	日本シーエムケイ株式会社	191	三井金属鉱業株式会社		
42	岐阜製機工業株式会社	92	中央可塑工業株式会社	142	日本発光(株)	192	三井工業株式会社		
43	株式会社キャスター	93	中央機機株式会社	143	日本電池株式会社	193	三豊製機株式会社		
44	京三電機株式会社	94	中央機機株式会社	144	日本ペイント株式会社	194	三豊機機株式会社		
45	株式会社協豊製作所	95	株式会社中外	145	日本特殊塗料株式会社	195	三ツ葉ベルト株式会社		
46	共和産業株式会社	96	中廣スプリング株式会社	146	日本精工株式会社	196	株式会社村上照明		
47	共和しざー株式会社	97	達田工業株式会社	147	日本ビラー工業株式会社	197	株式会社ムロコーポレーション		
48	株式会社旭洋工業製作所	98	株式会社達屋	148	株式会社ニフコ	198	株式会社オイドー		
49	株式会社ウヰー	99	株式会社権本チエイン	149	日本ビストリング株式会社	199	豊和産業株式会社		
50	ダイヤ・ユニツク・アジア株式会社	100	TRMオートモティブ(株)	150	日本旺盛硝子製造株式会社	200	矢崎化学株式会社		

² なお、自動車サプライヤーの協力会には、トヨタ自動車の協力豊会、日産自動車の日翔会、新浜会（九州地区）、三菱自動車の柏会（2002年に解散）、マツダのマツダ翔永会、東友会協同組合（72社）、富士重工の三鷹協力会、群馬協力会、ダイハツ工業のダイハツ協友会、スズキの鈴自協力協同組合、いすゞ自動車の協和会（部制を六部制に再編成）、日野自動車の日野協力会、日産ディーゼルの生会（147社）（親和会と弥生会の二部制を一本化）などがある。なお、日翔会所属企業は、186社（2004年）。1991年に設立され、前身は1958年設立の宝会（約100社）である。これは昌宝会と宝会が一体化したものである。なお、日翔会所属企業のうち、協豊会へ参加している企業は74社あり、協力会参加企業の重複程度は、トヨタ協力会参加企業の（74÷208=）35.6%、日産協力会参加企業の（74÷186=）39.8%になる。

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる「べき法則」

次に協豊会所属企業が自社の主要取引先としている販売先と仕入先を特定する。このためには、東京商工リサーチのデータベースから、協豊会所属企業が自らの主要販売先5社、仕入先5社として名前をあげている企業を抽出した。データベースから取引先を特定できない場合には、各社のHPなどで主要取引先としてあげられている企業を抽出した。これらの作業によって、トヨタ自動車を中心として、(1)一次部品メーカーである協豊会所属企業、(2)協豊会所属企業に製品を納入するサプライヤー企業群、及び(3)協豊会所属企業が製品を販売する企業群を特定した（一部欠損値を含む）。なお、特定された企業名のリストは、データ量が多いため割愛する。

以下では、この三種の企業群が形成する企業間の取引連鎖関係の構造が、べき則に従うか否かを検討する。検討に際し注意すべき点は、注意すべきは、協豊会所属企業は非上場企業も多く、その製造品目が多様であり（表2参照）、協豊会所属企業が主要取引先としてあげている企業が必ずしも自動車部品関連だけではないことである。また協豊会所属企業でありながら、かならずしもトヨタ自動車を主要取引先5社として挙げていない企業も存在する。したがって以下では、既存のデータベースから抽出した取引先データの制約として、サプライヤーの自動車関連部品の取引に特化した取引構造ではなく、サプライヤーである企業群がもつ取引関係のうち主要だと認識している取引相手5社までが、取引先企業群としてあげられていることを前提をおいている。すなわち、本稿が行うのは、自動車部品メーカーのサプライヤーシステムの分析ではなく、部品メーカー企業がもつ取引関係構造の分析である。

安田 雪

表2 製造品目・業種別協豊会所属企業分類

分類	社	分類	社	分類	社	分類	社
自動車内燃機関製造	9	工業用樹脂製品製造	3	配線器具等製造	2	集積回路製造	1
工業用ゴム製品製造	8	産業用電気機器卸	3	帆布製品製造	2	潤滑油製造	1
金属プレス製品製造	7	自動車車体製造	3	板ガラス製造	2	石綿製品製造	1
自動車製造	6	電気炉製鋼・圧延	3	民生用電気機器製造	2	他の一般機械器具卸	1
ベアリング製造	5	電線・ケーブル製造	3	自動車操縦装置製造	24	他の樹脂製品加工	1
自動車部品付属品卸	5	塗料卸	3	アルミダイカスト業	1	他化学工業製品製造	1
蓄電池製造	5	塗料製造	3	プラスチック製造	1	他特殊産業機械製造	1
溶融メッキ業	5	動力伝導装置製造	3	プリント回路製造	1	鍛工品製造	1
金属スプリング製造	4	発電機電動機等製造	3	ラジオ・テレビ製造	1	鉄鋼切断・溶断業	1
自動車タイヤ等製造	4	綿紡績業	3	化学機械同装置製造	1	電気音響機器製造	1
内燃機関電装品製造	4	自動車部分品製造	31	可鍛铸铁製造	1	電気用陶磁器製造	1
鋸螺類製造	4	じゅうたん類製造	2	各種商品卸	1	電球製造	1
油圧・空圧機器製造	4	圧延を行う高炉製鉄	2	機械工具製造	1	銅1次製錬・精製	1
ゴムベルト製造	3	他の金属製品製造	2	航空機エンジン製造	1	発泡軟質樹脂品製造	1
ピストンリング製造	3	電気照明器具製造	2	合成皮革製造	1	非鉄金属铸件製造	1
						粉末冶金製品製造	1
						その他（分類不明）	13

4. 主要販売先・仕入先との取引紐帯の分布とべき指数の推定

協豊会所属企業が主要取引先5社として挙げた固有企業の総数は、仕入先が674社であり、販売先が331社である。協豊会所属企業が284社であり、各企業がそれぞれ主要5社までをあげられているのだが、実際には仕入先にも販売先にもかなりの重複があることがわかる。つまり協豊会が主要な取引先上位5社と考えている企業は、分散しているというよりもむしろ特定の企業に偏っているのである。

偏りの程度は販売先において著しい。固有の仕入先は674社あるものの、販売先はその約半数の331社である。協豊会所属企業は、比較的多くの企業から仕入れているが、販売はそれよりも少数企業に対しておこなっていることになる。仕入先は分散しているが、販売先は重複しているのである。販売競争の厳しさとも、護送集団方式のごとき相互取引の形態ともどちらとも解釈が可能であり現時点では判断がつかない。

図1 協豊会所属企業とその主要販売先

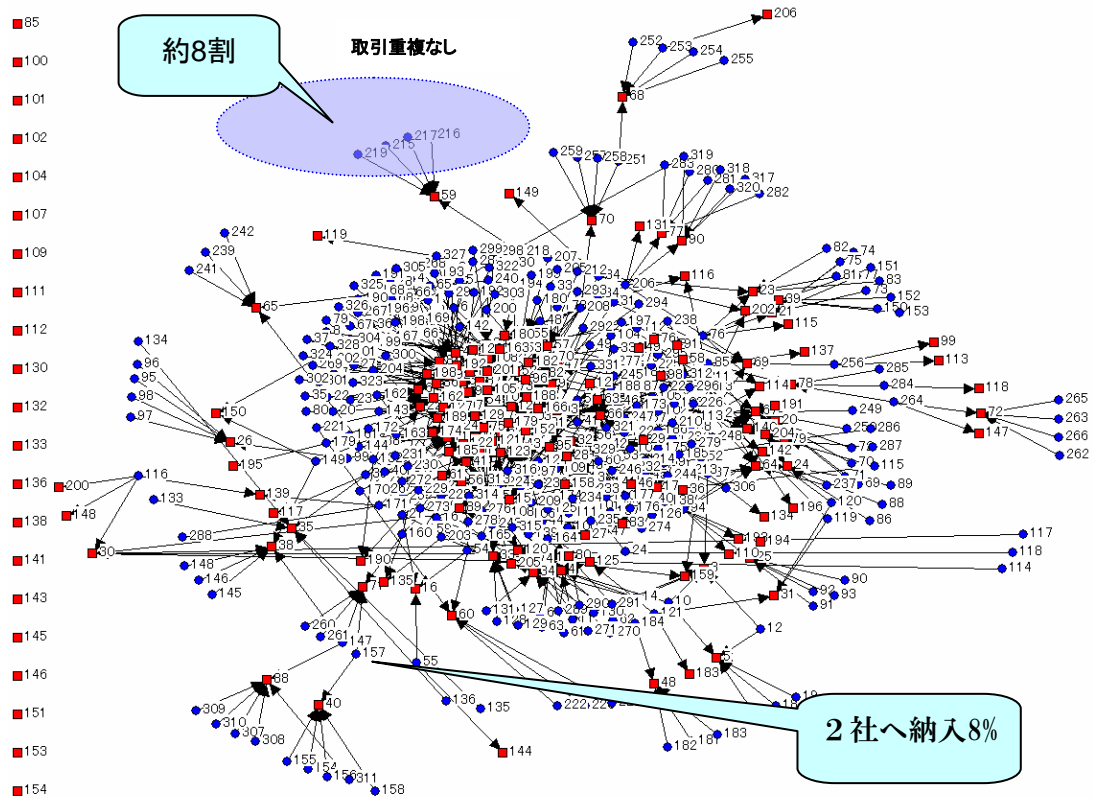


図1は、協豊会所属企業と仕入先から作成した二部グラフをもとに、協豊会所属企業を赤四角、その主要販売先を青丸で記した2モードのグラフである。主要販売先の約8割が、一本しか紐帯をもっていない。主要販売先としてあげられた331社のもつ紐帯の分布をみると、協豊会所属企業のうちの一社のみと取引関係にある企業が261社(78.9%)、トライアドが25社(7.6%)、以下3社と取引(10社、3.0%)、4社(8社、2.4%)、5社以上が23社(6.9%)である(図1)³。

ネットワークの境界を協豊会所属企業と、各所属企業が特定した取引先に限定しているため、もちろん、協豊会所属企業側が特定した紐帯であり、実際には主要販売先である企業はこの図に含まれない、あるいは含まれてはいるが相手から指名されていない取引関係は実際には存在するはずである。

図2は協豊会所属企業を黒い四角、その主要仕入先を赤い丸で記している。販売先同様に

³ なお、2004年12月の時点で協豊会と日翔会の双方に所属している企業は74社、協豊会の35.6%、日翔会の39.8%である。

二部グラフを可視化したものである。主要仕入れ先としてあげられた企業の紐帯の保持状況をみると、協豊会所属企業のうち一社のみとダイアド関係を形成している企業が 595 社 (88.3%)、2 社とトライアド関係をもつ企業が 42 社 (6.2%)、以下 3 社と取引 (15 社、2.2%)、4 社 (9 社、1.3%)、5 社以上(13 社、1.9%)となっている。約 9 割が協豊会の一社のみから主要仕入れ先として特定されている。図上では黒い点線で囲ってある部分はその一例である。二社へ納入しているのは約 6%にすぎない。大多数の企業はほとんど紐帯をもっていないのである。

図2 協豊会所属企業とその主要仕入れ先

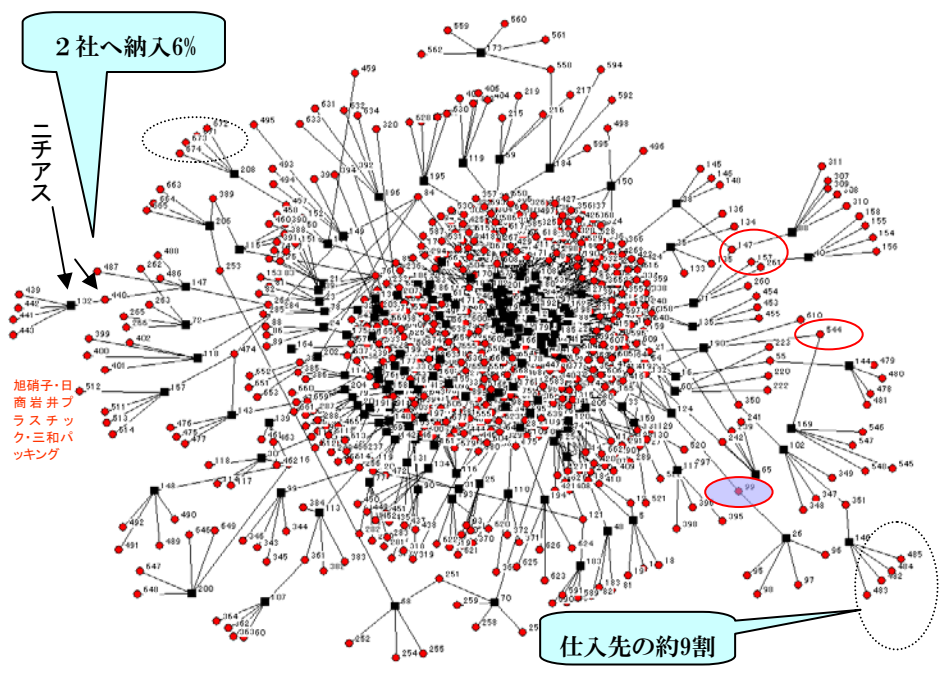


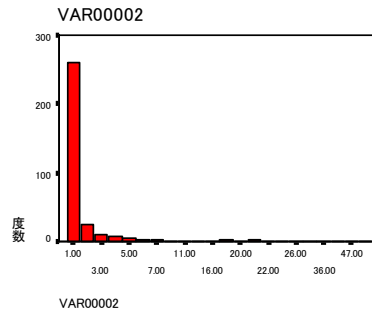
図3および図4は、それぞれ販売先と仕入れ先のグラフについてノードのもつ紐帯数を横軸に、縦軸に紐帯数によるノードの度数をとった度数分布表である。

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる「べき法則」

図3 販売先グラフの紐帯数の度数分布表

$$\ln(p(k)) = 2.228 - 1.010 \ln(k) \quad \text{式 (2)}$$

$$p(k) = -2.228K^{-1.010} \quad \text{式 (3)}$$

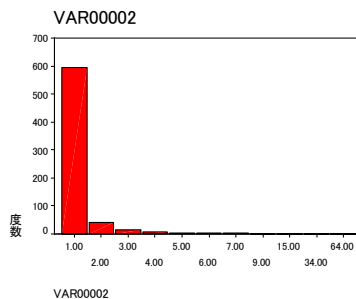


このデータを用いて、販売先企業のもつ紐帯数とその頻度をもとに、紐帯の発生確率とノード数を線形に回帰させたところ、べき指数 1.010 が得られた。

図4 仕入れ先グラフの紐帯数の度数分布表

$$\ln(p(k)) = 2.585 - 1.559 \ln(k) \quad \text{式 (4)}$$

$$p(k) = 2.585k^{-1.559} \quad \text{式 (5)}$$



同じく、仕入れ先企業のもつ紐帯数とその頻度をもとに、紐帯の発生確率とノード数を線形に回帰させたところ、べき指数 1.559 が得られた。協豊会企業と主要販売先企業のネットワークにおいても、主要仕入れ先企業とのネットワークにおいても、ネットワークはべき法則に従っており、それぞれべき指数は販売先 1.010、仕入れ先 1.559 であることがあきらかになった。BA モデルの 3、WWW の 1.9 よりもべき指数はともに小さい。主要販売先のネットワークにおいてはトヨタ自動車、ダイハツ工業などが比較的度数が大きくハブになっており、主要仕入れ先のネットワークにおいては豊田通商や三井物産などがハブとなっており、仕入れ先企業、販売先企業とも大多数の企業はわずかな紐帯しか保持していない構造が明らかにみら

れる。

協豊会所属企業とその取引先主要 5 社までに範囲を限定したうちの取引関係の構造であるため、取引連鎖のごく一部を取り出したにすぎない。だがこの制約をはずした、現実の取引関係のネットワークがべき則に従っているのであれば、おそらく膨大な数の紐帯を集めるわずかなハブ企業と、それに連なる少数紐帯しかもたない膨大な企業が存在していることになる。

自動車部品メーカー企業のもつ取引関係はべき則に従うネットワークであり、その形態は紐帯が皆等しい正則でも、ランダムに紐帯が発生しているわけでもない。様々なデータ抽出上の制約はあるものの、構造的には、優先的選択と成長原理によって生成されるスケールフリーネットワークであることが確認できる。

5. 取引関係とは何か — 残された課題

べき指数は算出されたがその大きさがデータ制約によって規定されているものか、あるいは大多数の企業の認識から導かれるべき指数は真にほぼ 1.0~1.5 であるのか、取引連鎖を二次、三次へと拡大していった場合に得られるべき指数は変化するのか、仕入れ先のネットワークと販売先のネットワークにおいてべき指数が異なる理由はなぜか。こういった一連の疑問が生じてくる。本分析では構造特性を抽出したものの、実際にこれらのべき指数の大小が競争構造を表しているのか、優先的選択によるいわば「寄らば大樹の陰」状況を示しているのかの解釈は不明のままである。多くのネットワーク構造の研究がそうであるように、型の解明は第一歩であり、近似としてのモデルを用いるのはそのモデルにより得られる知見を導くためであるにもかかわらず、本研究では解釈が不十分である。

主要取引先は既存のデータベースを元にしており、一次サプライヤーの主要販売先、主要仕入先との取引が自動車部品に関わるものとは限らない。その意味で本論で扱っているのはサプライヤー企業の取引関係であり、サプライヤーシステムではない。正確には、トヨタ自動車部品メーカーのサプライヤーの取引構造を切り出したと言うべきだろう。主要販売先、主要仕入先としてあげられた企業を自動車部品メーカーとそれ以外にわけて、自動車部品メーカー以外を排除したうえで構造分析を行うならば、よりサプライヤーシステムの実体に即した構造が抽出できると考えられる。

また、2-モードネットワークにおけるべき則の発生は、対象企業を協豊会所属企業の主要販売先と主要仕入先それぞれ 5 社にかぎるというデータの性質が明らかに影響を及ぼしている。とはいえ、何社までを主要取引先としてあげるかの適切な数は未だ明らかではない。たとえば 10 社までであればよいのか、20 社までであればよいのか、あるいはすべての企業

自動車部品サプライヤーの取引構造にみる「べき法則」

会計上の取引を網羅して取引先の数を決定すべきであろうか。

実際には、どこまでを意味のある取引かとみなすかによって、取引相手の数すなわち紐帯数は容易に変化する。これは複雑な図形における距離は測る尺度によって伸縮するという問題を想起させる、きわめて難しい問題である。

たとえば、ある企業に対してとコピー用紙やボールペンを納めている企業は厳密には取引先であるが、企業をとりまく取引連鎖や企業間取引を考える際の取引先を含むのは適切とはいえないだろう。では、電話業者や電力会社を取引先とみなすのか、あるいは自動販売機をおいている企業はどうか、部品だけに限定して取引とみなすのかといった一連の疑問がわき、いずれにせよ分析者による恣意的な操作定義が必要であることになる。

距離とは何かという有名な疑問、複雑なものの長さの伸縮性問題、つまり海岸や国境の長さ L は、測定に使う物差しの尺度 $L(r)$ の関数であり、測定に使う物差しの単位 $L(r)$ を短くするほど、海岸線や国境の長さが長くなるという問題と本質的には同じである。ただし海岸線の長さとは異なり、ここでは測る尺度を厳密にすればするほど、紐帯数は少なくなっていく。その点、当該企業にとっての主要 5 社をあげてもらおうという方法は、パーソナルネットワーク調査におけるネームジェネレーターで、最初に知人数の制約をおきながらネットワーク構造を抽出する方法と一貫性はあるといえよう。

最後に本分析においては、取引の有無のみで紐帯を規定されており、紐帯の強さすなわち取引金額はいっさい考慮されていない。これらの点も含め、取引関係の有無およびその重要性を計量するために適切な定義を模索することは、今後の課題である⁴。

⁴ 本論文の執筆にあたり、企業データ収集では大神正道氏、データ整形のためのプログラミングでは稲水伸行氏に大変なご尽力をいただいた。心からの謝意を申し上げる。

参考文献

- Albert.R., and A.- L Barabasi, (2002) “Statistical Mechanics of Complex Networks” *Review w of Modern Physics* 74:47-97.
- Faloutsos, M, Faloutsos P and Faloutsos C (1999) ”On Power-Law Relationships of the Internet Topology” *Computer Communication Review* 29 251.
- 藤本隆宏・西口敏広・伊藤秀史編 (1998) 「リーディングス・サプライヤー・システム」有斐閣.
- Liljeros F.,C.Edling, L.N. Amaral, H.E. Stanley and Y. (2001) ”The Web of Human Sexual Contacts” *Nature* 411 pp.907-908.
- Locke, R. (1995) *Remaking the Italian Community*, Cornel University Press.
- 松葉育夫(2004) 「複雑系の数理」朝倉書店.
- Redner,S. (1998) ”How popular is your paper” *European Physics Journal* B4,131.
- Saxenian A.L.(1994) *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press.
- Travers,J. & S. Milgram (1963) “An Experimental Study of the Small World Problem” *Sociometry* 32: 425-443.
- Watts, D. (1999) *Small Worlds*, Princeton University Press.
- ダンカン・ワッツ (1999:2004) 「スモールワールド」辻竜平・友知政樹 (訳) .
- 山田耕嗣(1999) 「継続的取引とエコロジカルアプローチ」高橋伸夫編著(1999) 「生存と多様性」第五章 白桃書房.
- 山田耕嗣(1999) 「系列取引」高橋伸夫編著(2000) 「超企業論・組織論」第三章 有斐閣.