

1. はじめに

国際産業連関表や地域間産業連関表，それらを基準均衡データとして用いる応用一般均衡モデルにおいては，品目別貿易量が金銭単位で扱われる。一方，交通分野の経路配分モデルにおいては，物理量単位の流動量が対象とされる。また，物流における経路配分モデル等において貨物品目を考慮する場合においても，一般的には，貿易データとの品目分類の整合性が保証されないことが多い。

このため，国際貿易における物流という事象に対して，（品目を考慮した）貿易モデルと物流モデルでは取扱対象となるデータ特性が異なっており，それらが直接的にリンクしていないと言える。FTA 等の貿易政策や，各国の国内経済政策による国際物流への影響を分析するためには，経済学的な貿易モデルにより貿易額へのインパクトを推定し，さらに実際の貨物流動への影響を把握するという段階的分析を要する。しかし，貿易と物流のリンクが欠けていると，その影響を適切に分析することができない。なぜなら，経済ショックに対する貿易額への影響が品目によって異なること，品目によって重量（単位価値）が異なることなどが反映されないためである。

また，国際物流インフラに関する政策との関連を考慮すると，輸送機関別の国際物流分析が要求される。しか

し，国際貿易における輸送機関分担を対象とした研究蓄積は極めて少なく，分析道具という面においても，貿易と物流のリンクに課題が残っている。

そこで本論は，貿易と物流の関係についての知見を蓄積するため，貿易財の質的な特性，特に輸送機関分担という視点に着目した品目特性分析を行う。

2. 分析に用いるデータの概要

本論の目的に見合うような分析には，貿易財の特性を表すデータ項目が多いことが望ましい。一般的な貿易統計では，品目別輸出入別の貿易額を把握することは容易であるが，輸送機関別に見た貿易金額や重量を把握することは困難である。各国毎の貿易関連統計において，輸送機関別貿易に関するデータが（部分的である場合も含め）得られる場合もある¹⁾²⁾³⁾が，全世界を網羅的に扱ったデータは極めて限定される。そこで本論は，特に輸送機関別貿易実績が充実している，Global Insight 社の発行する World Trade Service（以下，WTS）データを用いて分析を行う。

WTS データの対象国・地域数は 54（付録表-A.1）であり，品目分類については，国際連合による標準貿易商品分類（SITC）に基づき 77 品目（具体的な品目については，表-2 参照）で作成されている。筆者の知る限り，

表-1 World Trade Service におけるデータ項目

データ項目（英語名：原資料より）	データ項目（和名）
Total Trade Real Value (\$Thousands)	総貿易額（実質：千 US\$）
Total Trade Nominal Value (\$Thousands)	総貿易額（名目：千 US\$）
Airborne Trade Nominal Value (\$Thousands)	航空輸送貿易額（名目：千 US\$）
Seaborne Trade Nominal Value (\$Thousands)	海上輸送貿易額（名目：千 US\$）
Overland/Other Trade Nominal Value (\$Thousands)	陸上輸送等貿易額（名目：千 US\$）
Total Trade Tons	総貿易重量*
Airborne Metric Tons	航空輸送貿易重量*
Seaborne Metric Tons	海上輸送貿易重量*
Overland/Other Trade Metric Tons	陸上輸送等貿易重量*
Dry Bulk Metric Tons	ドライバルク輸送貿易重量*
Liquid Bulk(Tanker) Metric Tons	液体バルク輸送貿易重量*
General Cargo/Neo Bulk Metric Tons	その他バルク輸送貿易重量*
Container Tons	コンテナ貿易重量*
20 Foot Containers	20feet コンテナ個数
40 Foot Containers	40feet コンテナ個数
TEUs (20 Foot Container Equivalent Units)	TEU (20 フィートコンテナ個数換算量)

*単位：メトリック・トン

Source: Global Insight

これほどの地域区分・品目分類で、輸送機関別の貿易実績データを整理した資料は他になく、本論のように、貿易に関する多変量の定量分析を行うためのデータとして適している。

当該データは、表-1のように、複数のデータ項目を同時にカバーしたデータソースである。また、これらのデータのうち、貿易額を貿易重量で除することにより、貿易財の重量あたり単価を、全貿易量についてのみではなく、輸送機関別のデータとして得ることが可能である。

3. 輸送機関分担と財単価に着目した貿易財品目特性

3.1 品目別の貿易規模、輸送機関分担と財単価

まず、WTS データに基づき、世界における航空貿易の概要を示す。表-2は、全世界における貿易額・貿易量を示し、さらに航空輸送による貿易額が総貿易額に占める割合（金額ベースの航空分担率）、航空輸送による貿易量が総貿易量に占める割合（重量ベースの航空分担率）および貿易額をそれに対応する重量で除した財単価を示すものである。また表-3は、全世界およびアジア域内発の貿易について、2003年における各指標値の上位10品目を示したものである（より詳細な表については文末の付録表-A. 2~18を参照。）

表-3の左列は航空貿易額であり、世界計・アジア発ともに、一般的に航空貨物の主品目と言われている Semi-conductors, Electronic Tubes, etc（以下、半導体等）や Office and Computing Machinery（以下、計算機器等）について、上位を占めることがわかる。表-3の中央列は航空分担率（貿易額ベース）であり、航空貿易額の場合と同様に半導体等や Professional Equipment（以下、専門的機器）、Other Communications Equipment（以下、通信機器）等が上位となっている。また、表-3の右列は財単価で、第1位の Aircraft（以下、航空機）を除き、航空貿易額や航空分担率の上位品目と重なっている。航空貿易額・航空分担率・財単価の3変数について、上位品目に共通するものが多いことから、相互に正の関係がある（すなわち、単価が大きいほど航空貿易額・分担率が高くなる）と推察される。

その他の特徴としては、表-3が示すように、航空貿易額に比して貿易額ベースの航空分担率が高い品目として、Drugs and Medicines（以下、医薬品：航空貿易額；10位、分担率；4位）、Photographic and Optical Goods（以下、光学機器：航空貿易額；16位、Watches and Clocks（以下、時計：航空貿易額；22位、分担率；9位）など、輸送における安全性が重視される品目が挙げられる。なお、財単価が著しく高い航空機（部品等含む）に関して、航空

輸送額・航空分担率がさほど高くない理由としては、荷姿や重量などの物理的制約により航空輸送が利用できないことなどが考えられる。

表-4は機関別財単価および分担率について発地域（大陸）ごとに示したものである。全モード平均の財単価はアジア・欧州で高く、中南米・オセアニアで低い。航空貿易財の財単価についてみると、一般に他の機関のそれより非常に高く、特に北米発について高くなっている。金額ベースの航空分担率も北米において高く、40%を超えており、他の地域の約4-10%を大きく上回っている。重量ベースの航空分担率については、いずれの地域についても1%未満であり、未だ海上輸送（欧州においては陸上輸送も含む）がその中心であることがわかる。

図-1から図-4は、各指標について品目別により詳細に見るため、航空貿易額（世界計）の大きい品目から順に、航空貿易額および貿易量（図-1）、発地域別航空分担率（図-2）、貿易財単価（発地域別；図-3、輸送機関別；図-4）について示したものである。これら4つの図において航空貿易量・航空分担率・財単価が上から下へと概ね減少傾向にあるのは、これらの変数と航空貿易額がおおよそ正の関係にあることに対応している。

細部について見ると、まず図-1が示すように、航空貿易額に対して航空貿易量が高い品目として、Wearing Apparel（以下、衣料品）、Metal Products（以下、金属製品）、Iron and Steel（以下、鉄鋼等）などが挙げられる。図-2は、航空分担率が北米において多くの品目について高いことを示している。また図-3からは、財単価の品目別大小関係は各地域についてかなり似通ったものであることが見て取れる。一方で、図-4では、機関別財単価はほとんどの品目について航空貿易財のものがかなり高く、よって、同一品目部門内においても個々の財単価に幅があり、より高価な財の輸送において航空が選好されやすいという特性が示されている。ただし、なかには、衣料品、航空機、光学機器、時計、Footwear（以下、靴類）、Motor Vehicles（以下、自動車）、Vegetables, Fruits and Eggs-non Refrigerated（以下、生鮮食料品）など、航空と海上輸送貨物の単価の差異が小さい品目も存在する。これらについては、衣料品・靴類のように季節波動・流行に左右されるため時期によって輸送機関を使い分けている可能性のある品目、生鮮食料品のように輸送所要時間が重要となる品目、あるいは自動車のようにモデルチェンジ時などプロダクトサイクルの最初期のみ航空で輸送されるような品目など、単価以外のさまざまな要因が考えられる。

表-2 世界合計およびアジア発貨物の品目別貿易規模、航空分担率と財単価(2003)

No.	単位	世界											アジア										
		総貿易額		航空貿易額		航空分担率		総貿易量		航空貿易量		航空分担率		財単価		航空財単価		航空分担率		財単価		航空財単価	
		百万ドル	百万ドル	金額ベース	%	千トン	トン	金額ベース	%	千ドル/トン	千ドル/トン	金額ベース	%	千ドル/トン	千ドル/トン	金額ベース	%	千ドル/トン	千ドル/トン				
1	Agricultural Machinery	3,072	52	1.70%	638	3,828	0.60%	4,816	13,634	0.46%	8,804	8,835											
2	Aircraft	25,799	5,764	22.34%	87	15,837	18.24%	297,125	363,963	1.25%	2324,899	230,518											
3	Animal and Vegetable Oils	13,887	19	0.14%	26,928	5,683	0.02%	0.516	3,348	0.09%	0.674	3,472											
4	Animal Feed	6,678	29	0.43%	25,312	35,154	0.14%	0.264	0,825	0.15%	0.944	0,428											
5	Beverages	4,601	85	1.84%	8,599	18,909	0.22%	0.535	4,487	0.06%	0.727	0,507											
6	Briquettes and Coke	1,651	0	0.01%	19,642	323	0.00%	0.084	0,387	0.01%	0.103	0,391											
7	Chemical Products, nec.	23,822	3,192	13.40%	23,870	80,331	0.34%	0.998	39,733	5.92%	1,988	122,629											
8	Coal	14,929	0	0.00%	451,207	42	0.00%	0.033	1,452	0.00%	0.083	-											
9	Cork and Wood	9,132	15	0.16%	62,553	24,087	0.04%	0.146	0,619	0.14%	0.705	0,572											
10	Cotton	3,991	1	0.03%	3,491	370	0.01%	1.143	2,973	0.01%	12,070	1,675											
11	Crude Fertilizers	1,648	1	0.07%	13,675	1,603	0.01%	0.121	0,728	0.00%	0.348	0,352											
12	Crude Petroleum	170,636	0	0.00%	859,220	0	0.00%	0.199	-	0.00%	1,709	-											
13	Drugs and Medicines	23,554	7,865	33.39%	533	51,554	9.67%	44,202	152,567	15.45%	129,391	263,881											
14	Electrical Apparatus, nec.	49,820	8,915	17.89%	5,973	192,378	3.22%	8,342	46,341	12.63%	9,363	40,693											
15	Electrical Appliances and Houseware	19,083	493	2.59%	4,116	29,350	0.71%	4,636	16,808	2.13%	5,049	15,822											
16	Electrical Industrial Machinery	66,688	14,187	21.27%	6,556	540,971	8.25%	10,172	26,225	15.60%	11,735	22,248											
17	Engines and Turbines	31,894	7,840	24.58%	2,113	66,960	3.17%	15,092	117,082	11.12%	19,388	81,031											
18	Fertilizers and Pesticides	7,797	20	0.26%	45,514	1,086	0.00%	0.171	18,525	0.07%	0,769	23,238											
19	Footwear	32,909	1,540	4.68%	3,529	100,735	2.85%	9,327	15,283	3.80%	9,754	17,703											
20	Furniture and Fixtures	26,149	544	2.08%	10,550	51,897	0.49%	2,479	10,479	1.55%	2,636	10,161											
21	Glass and Products	9,107	1,008	11.06%	7,287	66,872	0.92%	1,250	15,068	6.11%	1,573	13,098											
22	Goods not classified by kind	55,000	13,594	24.72%	7,102	335,421	4.72%	7,744	40,529	17.65%	12,833	53,118											
23	Grain	13,278	39	0.29%	89,904	41,358	0.05%	0.148	0,938	0.11%	0,488	1,184											
24	Inorganic Chemicals	12,427	609	4.90%	32,881	30,491	0.09%	0.378	19,958	1.99%	0,639	14,933											
25	Iron and Steel	60,626	1,082	1.78%	158,249	579,318	0.37%	0.383	1,867	1.11%	0,705	1,688											
26	Leather and Products	27,820	1,980	7.12%	4,413	105,974	2.40%	6,303	18,687	3.83%	10,877	16,059											
27	Machinery and Equipment, nec.	88,986	6,801	7.64%	10,473	201,643	1.93%	8,497	33,728	3.80%	10,874	27,271											
28	Meat/Dairy/Fish Requiring	39,328	866	2.20%	18,868	210,841	1.12%	2,084	4,106	0.84%	6,181	4,815											
29	Metal and Wood Working Machinery	14,411	2,443	16.95%	1,324	53,195	4.02%	10,884	45,918	8.66%	14,039	34,038											
30	Metal Products	37,927	3,309	8.73%	22,264	377,842	1.70%	1,703	8,759	5.57%	1,916	6,879											
31	Motor Vehicles	113,505	332	0.29%	12,664	19,373	0.15%	8,963	17,162	0.21%	10,364	17,941											
32	Motorcycles and Bicycles	6,531	378	5.79%	1,251	23,271	1.86%	5,220	16,250	4.96%	5,568	16,441											
33	Natural Gas	37,587	0	0.00%	159,043	524	0.00%	0.236	0,527	0.00%	0,628	0,528											
34	Natural Rubber	5,722	54	0.95%	5,697	11,608	0.20%	1,004	4,688	0.92%	1,027	4,740											
35	Non-Ferrous Metals	34,649	3,171	9.15%	25,922	171,962	0.66%	1,337	18,437	3.48%	2,717	14,344											
36	Non-Metallic Products, nec.	9,360	407	4.34%	66,063	32,338	0.05%	0.142	12,573	2.42%	0,170	11,892											
37	Office and Computing Machinery	198,616	62,841	31.64%	6,753	770,673	11.41%	29,413	81,541	27.02%	30,725	75,861											
38	Oil Seeds	10,920	8	0.08%	41,249	9,118	0.02%	0.265	0,921	0.01%	8,628	1,465											
39	Ores and Scrap	23,060	168	0.73%	418,354	10,802	0.00%	0.055	15,568	0.17%	1,554	64,044											
40	Organic Chemicals	51,693	7,340	14.20%	61,970	49,995	0.08%	0.834	146,824	11.08%	1,310	202,992											
41	Other Agriculture	6,060	886	14.63%	3,100	127,487	4.11%	1,955	6,952	6.79%	4,097	7,796											
42	Other Communications Equipment	124,688	41,709	33.45%	3,548	347,923	9.81%	35,140	119,880	28.51%	38,412	113,905											
43	Other Food	16,153	388	2.40%	14,502	47,845	0.33%	1,114	8,109	0.81%	1,908	14,511											
44	Other Manufacturing, nes.	103,558	20,612	19.90%	10,376	231,881	2.23%	9,980	88,892	9.66%	10,407	51,010											
45	Other	12,161	88	0.72%	8,146	16,783	0.21%	1,493	5,221	0.24%	2,521	6,336											
46	Other Raw Textile Materials	2,587	18	0.71%	1,019	5,739	0.56%	2,540	3,185	0.21%	15,704	7,615											
47	Paints, Varnishes and Lacquers	8,782	544	6.19%	4,259	56,279	1.32%	2,062	9,657	2.90%	4,168	14,038											
48	Paper and Paperboard and Products	17,440	284	1.63%	26,766	95,108	0.36%	0.652	2,986	0.87%	1,141	2,822											
49	Parts of Motor Vehicles	45,912	1,660	3.62%	7,335	110,233	1.50%	6,259	15,060	2.15%	7,839	13,501											
50	Petroleum Refineries	57,050	54	0.10%	206,884	8,263	0.00%	0.276	6,564	0.05%	0,625	4,951											
51	Photographic and Optical Goods	21,484	5,227	24.33%	736	71,116	9.67%	29,203	73,499	19.73%	34,835	71,054											
52	Plastic Products, nec.	21,303	1,385	6.50%	11,038	160,499	1.45%	1,930	8,627	4.16%	2,103	6,550											
53	Pottery, China etc.	4,579	109	2.38%	3,202	13,397	0.42%	1,430	8,125	1.75%	1,552	6,862											
54	Printing and Publishing	5,693	620	10.90%	1,423	45,058	3.17%	4,002	13,771	2.89%	5,314	6,985											
55	Professional Equipment	47,239	19,402	41.07%	856	143,780	16.80%	55,199	134,942	16.25%	68,906	94,750											
56	Pulp	6,319	0	0.00%	13,352	31	0.00%	0.473	1,323	0.00%	2,133	-											
57	Radio and TV	28,006	3,413	12.19%	2,567	56,224	2.19%	10,909	60,709	11.97%	11,037	60,493											
58	Railroad Equipment	1,551	57	3.66%	966	2,119	0.22%	1,606	26,813	0.69%	17,360	22,940											
59	Residual Petroleum Products	3,378	1	0.04%	19,127	323	0.00%	0.177	4,217	0.00%	0,352	2,083											
60	Rubber Products	14,797	527	3.56%	5,191	32,472	0.63%	2,850	16,239	2.70%	3,375	15,755											
61	Scrap	9,077	2	0.02%	39,347	4,361	0.01%	0.231	0,408	0.00%	0,736	4,000											
62	Semi-conductors, Electronic Tubes, etc.	199,903	84,636	42.34%	3,595	650,523	18.09%	55,605	130,104	28.92%	58,474	86,885											
63	Shipbuilding and Repairing	20,097	96	0.48%	16,529	31,888	0.19%	1,216	3,001	0.40%	1,408	2,923											
64	Soap and Cleaning Preparations	10,510	844	8.03%	3,914	63,830	1.63%	2,685	13,220	2.60%	4,753	8,993											
65	Special Industrial Machinery	36,048	7,268	20.16%	4,512	107,469	2.38%	7,990	67,631	6.34%	10,552	41,313											
66	Stone, Clay and Other Crude Minerals	4,822	132	2.74%	144,161	20,775	0.01%	0.033	6,366	1.15%	0,055	5,754											
67	Sugar	3,259	7	0.21%	17,730	5,722	0.03%	0.184	1,208	0.06%	0,612	1,165											
68	Synthetic Resins	52,308	1,698	3.25%	50,616	159,058	0.31%	1,033	10,674	1.76%	1,407	9,162											
69	Textiles	61,128	3,200	5.23%	17,372	294,375	1.69%	3,519	10,869	3.54%	4,848	9,793											
70	Tobacco	5,075	151	2.98%	1,340	19,065	1.42%	3,787	7,941	0.51%	12,265	23,385											
71	Transport Equipment, nec.	1,508	29	1.95%	907	2,533	0.28%	1,663	11,617	1.49%	1,957	10,621											
72	Vegetables and Fruits - non-	5,502	103	1.88%	14,134	150,897	1.07%	0,389	0,684	0.74%	0,624	0,507											
73	Vegetables, Fruits and Eggs - req	8,444	326	3.86%	14,206	193,689	1.36%	0,594	1,682	0.60%	1,273	2,313											
74	Waste Paper	1,784	2	0.14%	16,767	12,825	0.08%	0,106	0,194	0.04%	0,479	0,184											
75	Watches and Clocks	12,093	2,832	23.42%	311	25,551	8.21%	38,853	110,835	17.04%	44,713	98,477											
76	Wearing Apparel	120,068	19,865	16.54%	8,861	927,139	10.46%	13,551	21,426	15.02%	15,108	21,684											
77	Wood Products	9,619	94	0.98%	13,018	29,750	0.23%	0,739	3,159	0.59%	1,166	3,865											
	総計	2,498,277	375,263	15.02%	3,437,547	8,595,727	0.25%	0,727	43,657	10.12%	2,115	40,866											

Source: Global Insight

輸送機関分担と単価に着目した国際貿易の品目間類似性および異質性に関する分析
 / 石倉智樹・柴崎隆一・米本清

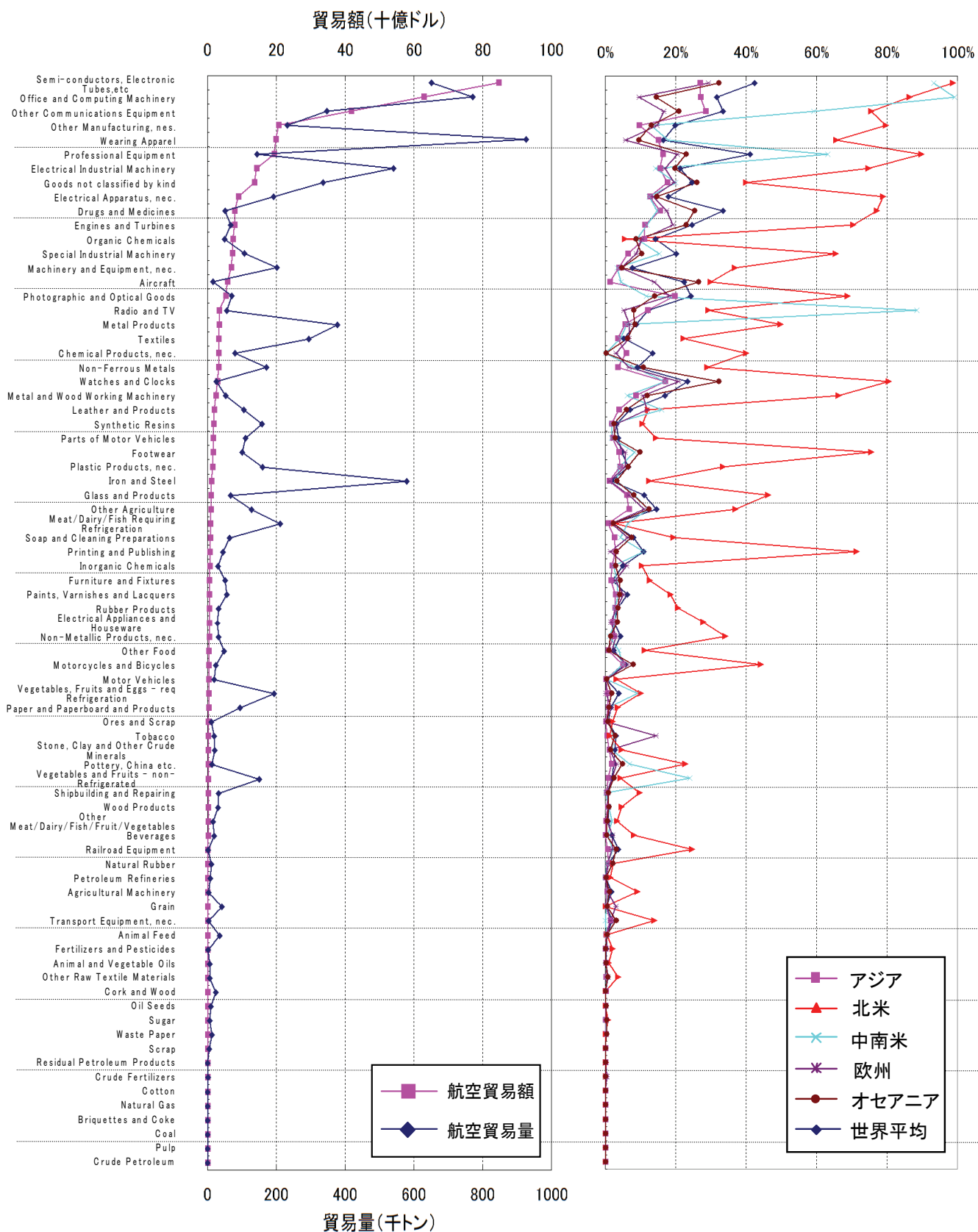
表-3 世界合計・アジア発貨物の航空貿易額および分担率と平均単価（各上位10品目）

世界						
順位	航空貿易額(単位:千トン)		航空分担率(金額ベース)		財単価(単位:千ドル/トン)	
1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	84,636	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	42.3%	Aircraft	297.125
2	Office and Computing Machinery	62,841	Professional Equipment	41.1%	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	55.605
3	Other Communications Equipment	41,709	Other Communications Equipment	33.5%	Professional Equipment	55.199
4	Other Manufacturing, nes.	20,612	Drugs and Medicines	33.4%	Drugs and Medicines	44.202
5	Wearing Apparel	19,865	Office and Computing Machinery	31.6%	Watches and Clocks	38.853
6	Professional Equipment	19,402	Goods not classified by kind	24.7%	Other Communications Equipment	35.140
7	Electrical Industrial Machinery	14,187	Engines and Turbines	24.6%	Office and Computing Machinery	29.413
8	Goods not classified by kind	13,594	Photographic and Optical Goods	24.3%	Photographic and Optical Goods	29.203
9	Electrical Apparatus, nec.	8,915	Watches and Clocks	23.4%	Engines and Turbines	15.092
10	Drugs and Medicines	7,865	Aircraft	22.3%	Wearing Apparel	13.551
アジア						
順位	航空貿易額(単位:千トン)		航空分担率(金額ベース)		財単価(単位:千ドル/トン)	
1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	53,809	Other Communications Equipment	28.5%	Aircraft	363.963
2	Office and Computing Machinery	53,658	Office and Computing Machinery	27.0%	Drugs and Medicines	152.567
3	Other Communications Equipment	35,546	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	26.9%	Organic Chemicals	146.824
4	Wearing Apparel	18,038	Photographic and Optical Goods	19.7%	Professional Equipment	134.942
5	Electrical Industrial Machinery	10,403	Goods not classified by kind	17.7%	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	130.104
6	Other Manufacturing, nes.	9,995	Watches and Clocks	17.0%	Other Communications Equipment	119.880
7	Goods not classified by kind	9,710	Professional Equipment	16.2%	Engines and Turbines	117.082
8	Professional Equipment	7,675	Electrical Industrial Machinery	15.6%	Watches and Clocks	110.835
9	Electrical Apparatus, nec.	6,292	Drugs and Medicines	15.4%	Other Manufacturing, nes.	88.892
10	Organic Chemicals	5,727	Wearing Apparel	15.0%	Office and Computing Machinery	81.541

表-4 発地域別・輸送機関別の財単価および分担率

	財単価(単位:千ドル/トン)				機関分担率(金額ベース)			機関分担率(重量ベース)		
	航空	海上	陸上等	全モード	航空	海上	陸上等	航空	海上	陸上等
世界平均	43.66	0.66	0.43	0.73	15.0%	75.5%	9.5%	0.25%	83.6%	16.2%
アジア	40.87	1.22	1.03	2.11	10.1%	52.4%	4.0%	0.52%	91.2%	8.2%
北米	94.24	0.53	-	1.07	44.6%	49.1%	6.3%	0.51%	99.5%	0.0%
中南米	5.59	0.16	-	0.17	5.1%	93.1%	1.7%	0.16%	99.5%	0.4%
欧州	36.30	1.96	0.51	1.35	9.8%	70.9%	19.3%	0.36%	48.8%	50.8%
オセアニア	8.94	0.10	-	0.10	4.0%	96.0%	0.1%	0.05%	100.0%	0.0%

※「世界平均」は上記の各大陸の他、アフリカ等を含めた平均である。



※データ特性上、各プロット点を線で連結すべき性質ではないが、視認の容易さを考慮して、線を付記している。

輸送機関分担と単価に着目した国際貿易の品目間類似性および異質性に関する分析
 / 石倉智樹・柴崎隆一・米本清

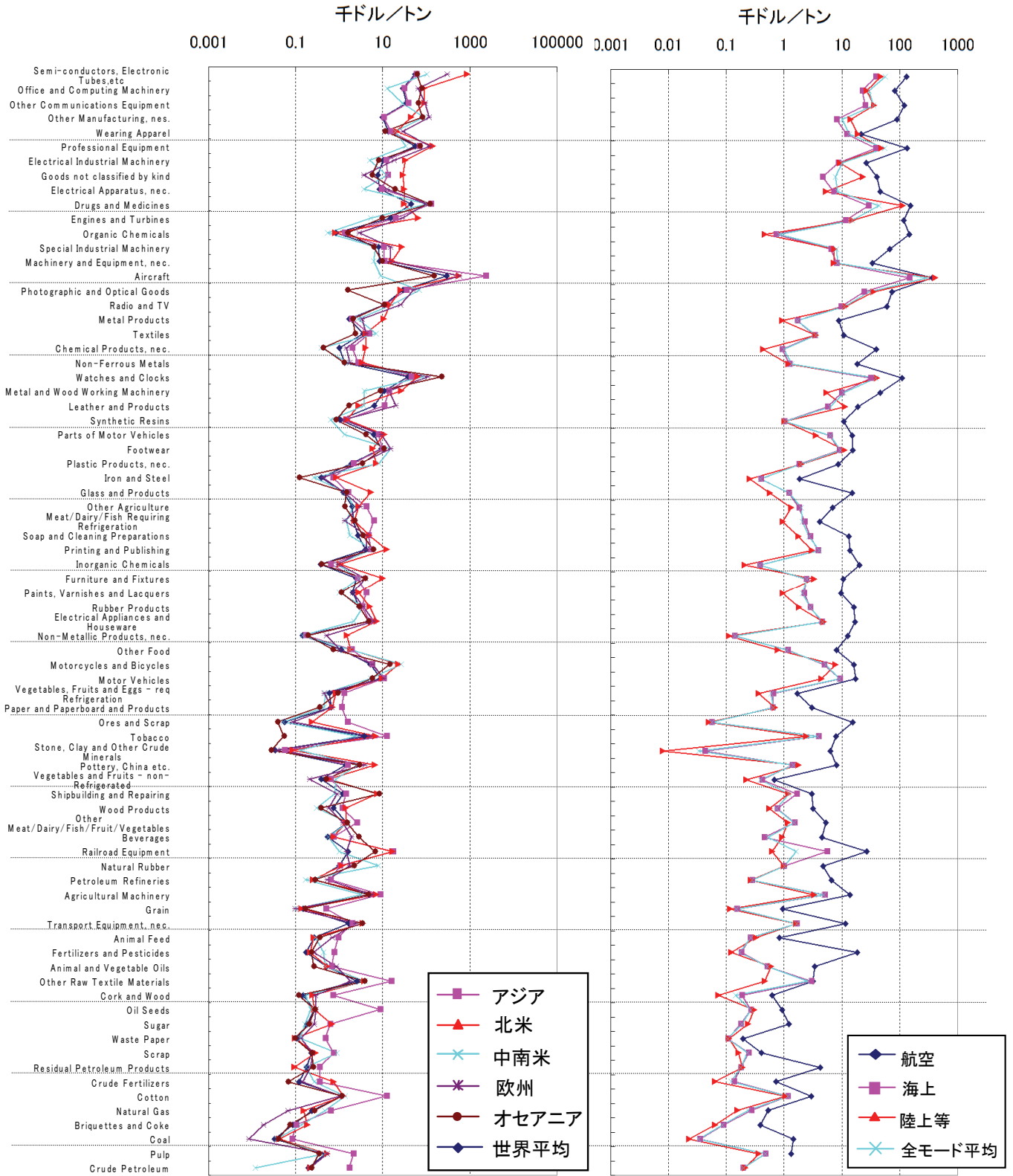


図-3 品目・発地域別貿易財単価

図-4 品目・輸送機関別貿易財単価

3.2 アジアにおける品目別機関分担と単価の関係性および経年変化

本節では、アジアにおける貿易財について、時系列変化も含めその品目別特性を概観する。なお、前節まで航空分担率として金額ベースのものと重量ベースのものを取り扱ってきたが、本節以降の分析では、単に航空分担率と記した場合は前者(金額ベース)を指すものとする。

図-5は、アジア域内発品目別航空貿易額を示す。総額はアメリカにおけるテロ事件等の影響で2001年に下方ショックが見られるが、その前後において概ね増加傾向が見られる。シェアについてみると、近年、通信機器の割合が増加していること、上位3品目のみで50%を超えることなどが特徴的である。

図-6は、アジアにおける品目別財単価と航空分担率の関係を示したものであり、一般的に単価が高い品目ほど航空輸送される割合が高い傾向が見られる。

品目別の財単価・航空分担率について、さらに詳しく見てみる。図-7は、アジアを発地とする航空貿易額上位5品目についての、航空貿易額、財単価、航空分担率の経年推移である。通信機器は、近年、航空貿易における品目シェアのみではなく、単価および航空分担率も上昇している。対照的に、半導体については、単価・航空分担率ともに下降傾向が見られる。

図-8は、同じ5品目について、財単価と航空分担率の近年における推移を共通の縦軸上に示したものである。一般に、財単価の高い品目は航空分担率が高くなっている。さらに、半導体や衣料品等については、財単価の推移と航空分担率の経年的な変化についてもほぼ連動している。なお、計算機器等については、2000年と2003年を比較すると、財単価が下落しているにもかかわらず航空分担率は低下していない。また、通信機器については、1998年から2003年間で財単価の変動が小さいが、航空分担率が高まっている。このようなことから、財単価以外にも、航空分担率と関連する要因が存在することが示唆される。

なお図-9は、財単価が各品目内における平均値として導出されることを念頭において、図-6を拡張し、輸送機関別の財単価や金額シェアを用いて品目別の財単価の標準偏差に対応する指標を求め、これを横軸にとって航空分担率との関係を示したものである。このままでは標準偏差が財単価の絶対値に依存するため図-6と大差ないが、標準偏差が輸送機関別の平均単価(つまり、平均値の偏差)で表されていることも考慮して、財単価および貿易規模に関して補正し図-10のように表すと、財単価標準偏差の増加率に対する航空分担率の増加率に着目

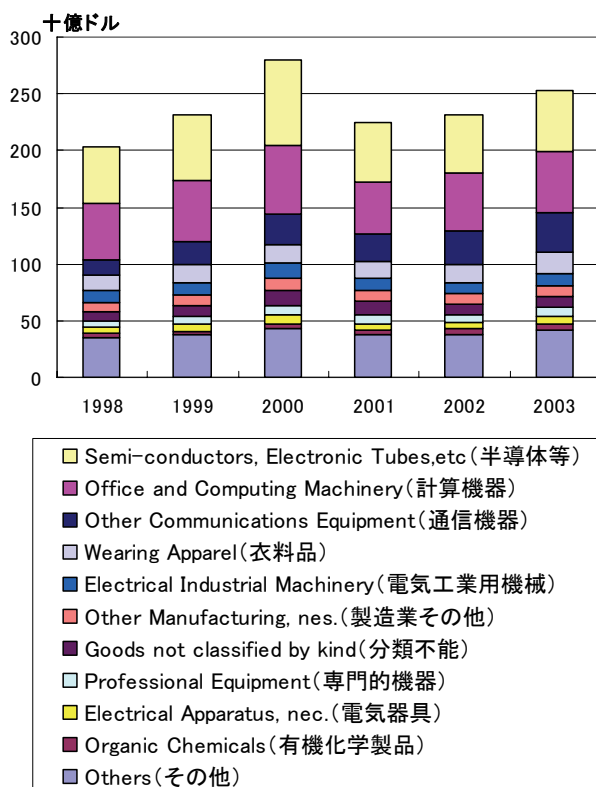


図-5 アジア域内発品目別航空貿易額

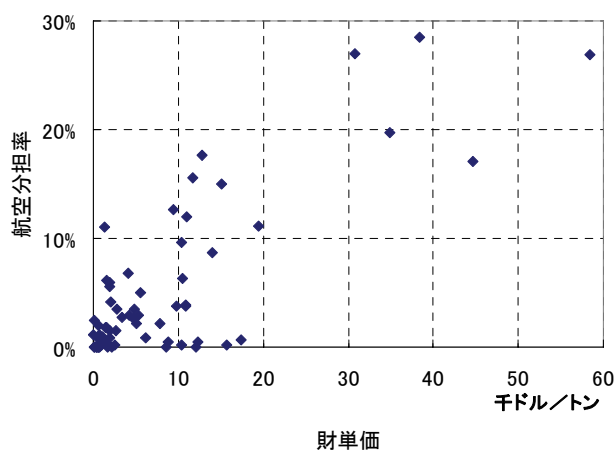


図-6 アジアにおける貿易財単価と航空分担率 (2003)

輸送機関分担と単価に着目した国際貿易の品目間類似性および異質性に関する分析
 / 石倉智樹・柴崎隆一・米本清

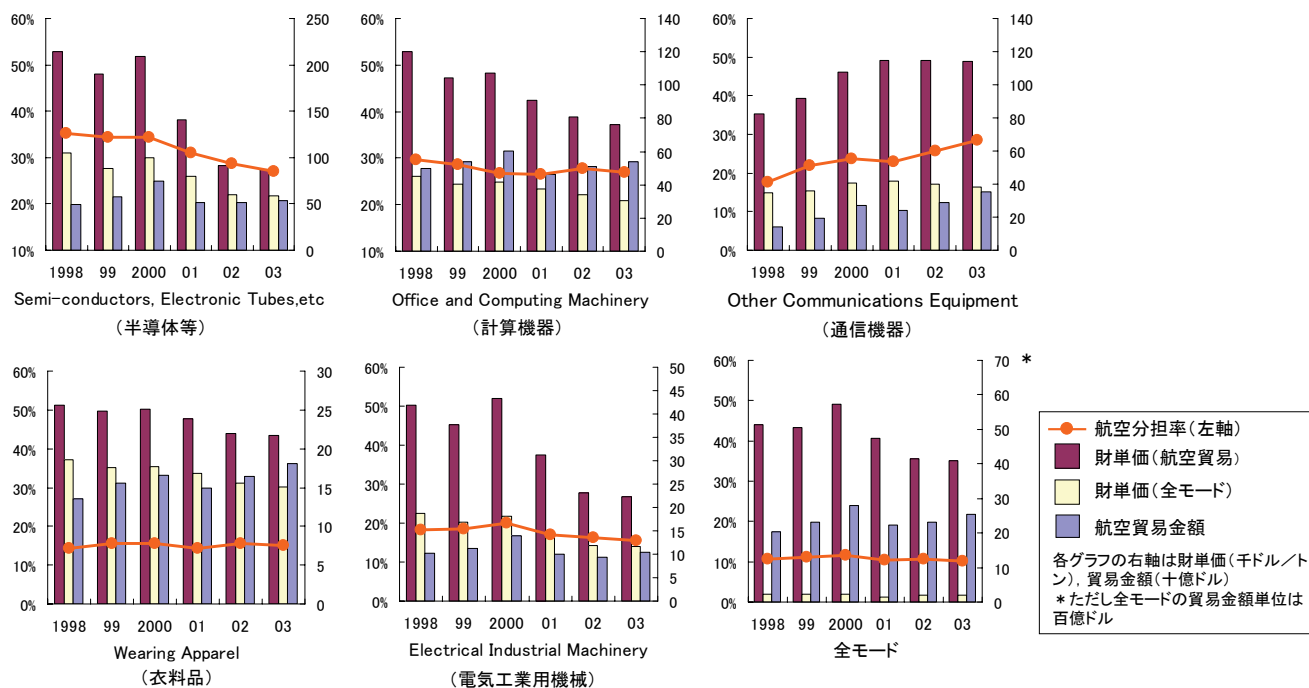


図-7 アジア域内発品目別航空貿易額（上位5品目）および貿易財単価・航空分担率

※品目別の推移を明瞭に示すため、縦軸のサイズは一定としていない。これを一定としたものについては、図-8を参照。

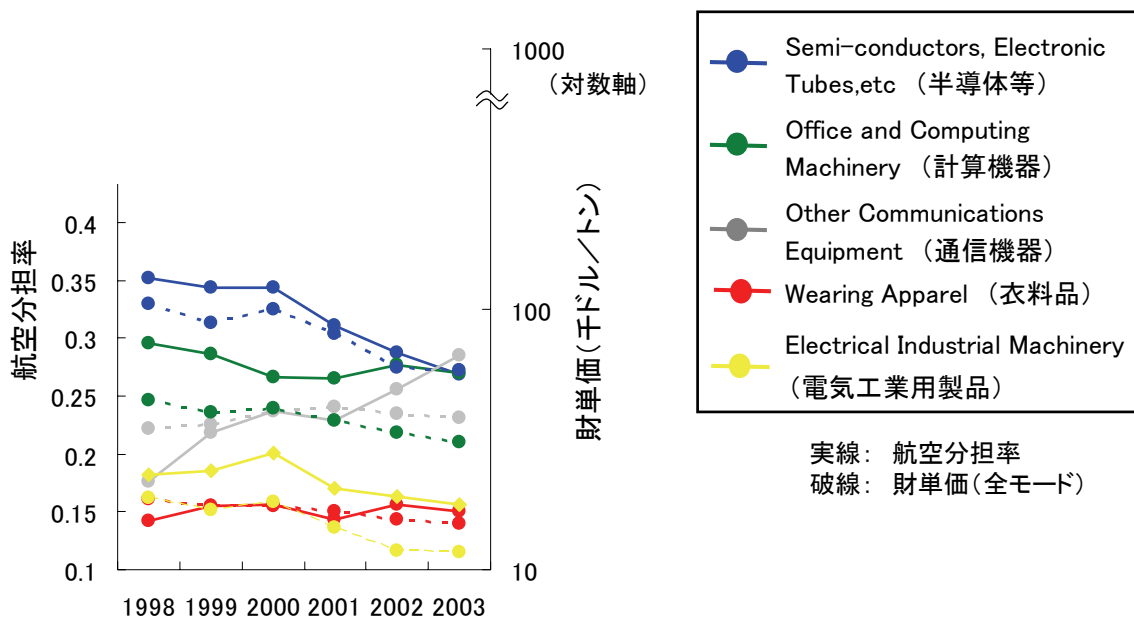
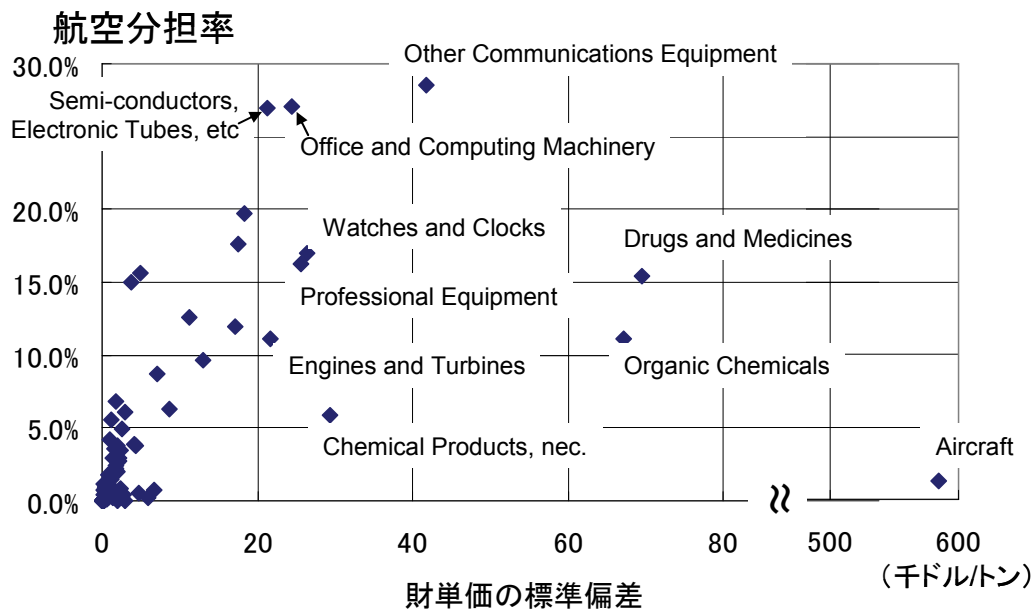
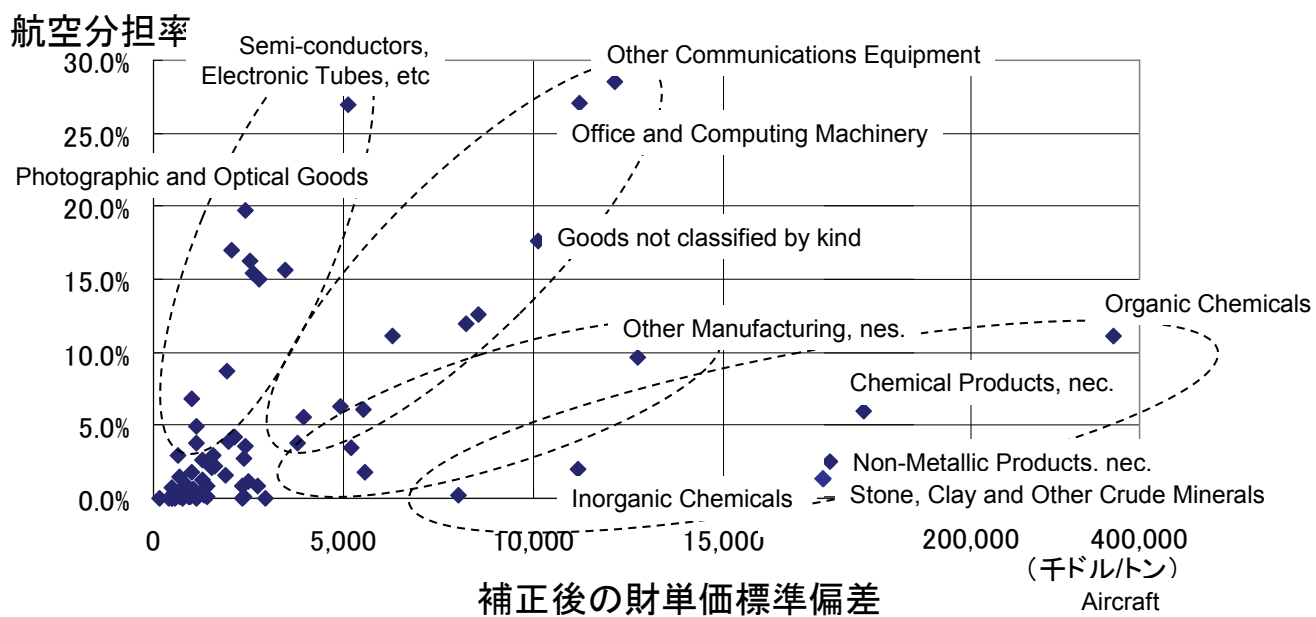


図-8 アジア域内発の航空貿易額上位5品目に関する財単価と航空分担率の関係



$$\sqrt{\sum \{ \text{各輸送手段のシェア} \times (\text{輸送手段別の財単価} - \text{平均財単価})^2 \}}$$

図-9 各品目における財単価標準偏差と航空分担率の関係 (アジア発貨物)



$$\text{財単価標準偏差} / \text{平均財単価} \times \sqrt{\text{貿易額}}$$

図-10 各品目における補正された財単価標準偏差と航空分担率の関係 (アジア発貨物)

して大まかに4つのグループに分けられる。当然のことながら、実際のグルーピングは次章で示すような多変量解析手法などを用いて行われるべきであるものの、図-10に示されるように、「見た目」で品目を分類しても、単価のばらつきに対して相対的に航空分担率の低い（すなわち、比較的航空機を利用しない）グループ（図中右下）には化学関係等の成熟産業が多く、相対的に航空分担率の高いグループ（図中左上）は高付加価値あるいは技術進歩の早い産業、また中位のグループは「その他産業」等の中間的あるいは平均的品目が含まれることなどが観察される。これは、既往の研究⁴⁾等とも整合的であり、おおむね妥当な結果といえる。

3.3 アジアにおける発地国別の輸送機関分担と財単価

前節における考察に続き、本節では、アジア各国発の財貿易について、発地国別の特徴を概観する。図-11は、各国発の財単価とその着地域別航空分担率を示す。これによれば、財単価はいわゆる先進国ほど高くなっているが、航空分担率の水準については必ずしもその限りではなく、例えば日本よりシンガポール・マレーシア・フィリピン等の方が高くなっている。着地別にみると、アメリカ向けの貿易について航空分担率が非常に高くなっており、これに欧州向けのものが続いている。つまり、各国の航空分担率は、アメリカ向けの輸出比率等にも大きく影響されていると考えられる。

表-5は各国の航空貿易額上位3品目について、これらの航空分担率と財単価を示すものである。これによれば、日本・韓国・台湾・フィリピンなどで、（世界における一般的な傾向と同様に）半導体等や通信機器などが航空輸送の中心となっている。特にフィリピンでは半導体等の額が相対的に高く、図-11の内容と合わせれば、輸出のうち高い割合がアメリカ向けの半導体等であるため、結果として、発展途上国としてはかなり大きい財単価および航空分担率となっている、という状況が推察される。

これに対し、中国・ベトナム・インドネシア等では財単価がそれほど高くない衣料品等の財について航空輸送額・分担率が高くなっているのが特徴的である。さらに、これらの国々では通信機器などについても、前掲の国々に比べて財単価の低いものが輸出されていることが分かる。このように、同じ品目として扱われる財に関する各国における質の差異も、航空分担率の分散を考える上で大きな要素である。

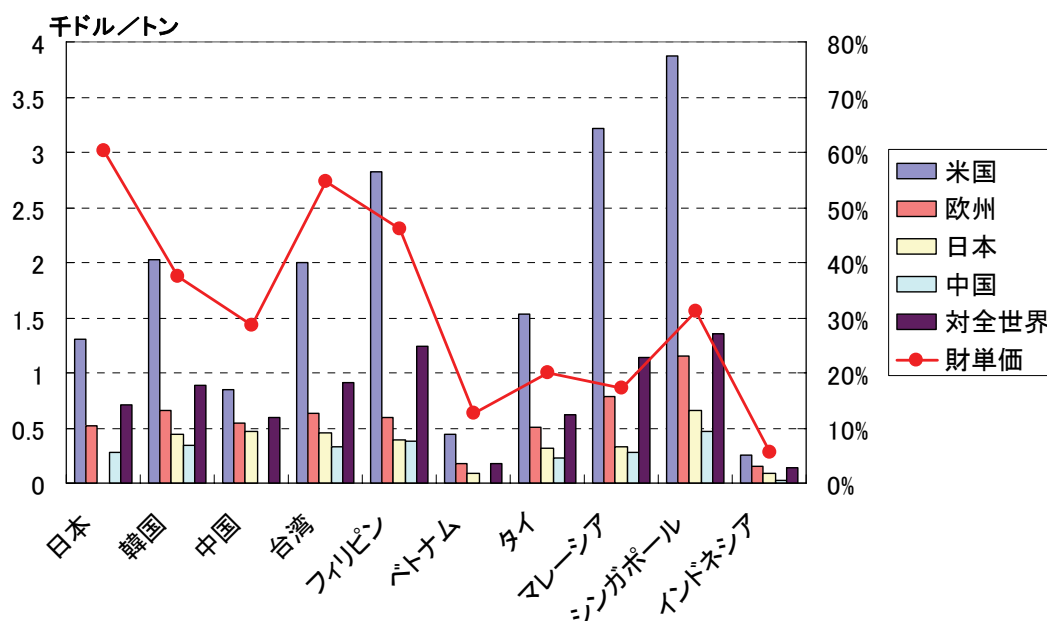


図-11 アジア各国発の貿易財単価と着地域別航空分担率（2003年）

表-5 アジア各国の航空貿易額上位3品目に関する航空分担率と財単価

日本					韓国				
順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)	順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)
1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	9,939,930	29.0%	71.499	1	Other Communications Equipment	9,042,004	44.8%	62.000
2	Other Communications Equipment	7,296,606	38.9%	89.076	2	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	8,144,173	41.1%	26.414
3	Office and Computing Machinery	5,137,289	23.9%	43.018	3	Office and Computing Machinery	4,398,714	27.6%	45.629
中国					台湾				
順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)	順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)
1	Office and Computing Machinery	13,986,402	24.6%	17.709	1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	9,581,453	31.9%	60.637
2	Wearing Apparel	13,387,393	19.3%	13.545	2	Office and Computing Machinery	7,510,596	30.7%	30.227
3	Other Communications Equipment	9,150,883	23.3%	21.975	3	Other Communications Equipment	2,067,443	29.9%	27.649
フィリピン					ベトナム				
順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)	順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)
1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	5,576,933	35.8%	138.667	1	Wearing Apparel	374,650	9.8%	12.494
2	Office and Computing Machinery	2,249,233	26.9%	59.559	2	Footwear	102,368	3.3%	11.429
3	Other Communications Equipment	369,502	28.6%	57.591	3	Meat/Dairy/Fish Requiring Refrigeration	33,678	2.3%	4.561
タイ					マレーシア				
順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)	順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)
1	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	1,809,678	29.9%	44.682	1	Office and Computing Machinery	9,084,696	44.2%	39.201
2	Office and Computing Machinery	1,745,322	24.0%	24.625	2	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	6,943,347	33.7%	69.882
3	Other Manufacturing, nes.	1,279,999	38.7%	20.252	3	Other Communications Equipment	4,348,157	45.6%	35.746
シンガポール					インドネシア				
順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)	順位	品目	航空貿易額 (千トン)	航空分担率	財単価 (千ドル/トン)
1	Office and Computing Machinery	8,642,880	41.7%	47.867	1	Wearing Apparel	493,526	10.2%	12.737
2	Semi-conductors, Electronic Tubes,etc	7,748,007	37.9%	41.933	2	Other Communications Equipment	399,550	19.0%	16.680
3	Organic Chemicals	2,799,486	35.9%	1.308	3	Office and Computing Machinery	279,663	11.6%	19.605

4. 多変量解析手法を用いた貿易財品目特性分析

4.1 航空分担率の説明要因としての財単価（回帰分析）

本章では、全世界のデータを対象として回帰分析、主成分分析、クラスター分析といった多変量解析手法を用いて貿易財品目の特性分析を行う。前章でも述べたように、一般に、財単価の高い品目は運賃負担力が高く、航空分担率が高いと考えることができる。図-12は、2003年の全世界における総貿易量を対象に、貿易品目をサンプルとして財の単価と航空分担率をプロットし、財単価による単回帰の結果を示したものである。ただし、財単価が著しく大きい航空機については、特異点と見なして、グラフからも単回帰分析のサンプルからも除いている。

決定係数が0.77であることから、単価のみを説明変数とする単回帰による説明力は高いと言えるものの、単価が低いサンプルの領域では、誤差が大きくなっていることが図-12からも読み取れる。

その他の変数による影響を把握するために、航空分担率を被説明変数とする重回帰分析を行い、その結果を比較する。表-6は、1998年から2003年までのデータをプールして用い、重回帰分析を適用した結果を示したものである。単価のみを説明変数とする場合の結果に対し、貿易額や貿易量（重量）を説明変数として加えた場合においても、決定係数の改善度合いが小さい。貿易額と貿易量の多重共線性も考慮すると、これら両変数による航空分担率への直接的寄与度は低いと考えられる。

輸送機関選択の要因としては、輸送費用という経済的

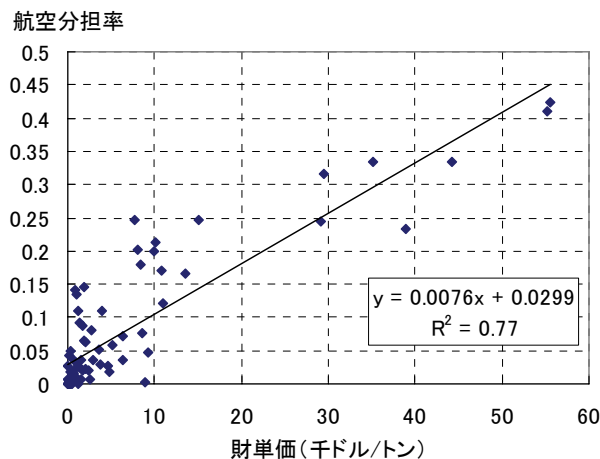


図-12 財単価と航空分担率の関係

要因のみではなく、輸送時間や安全性・定時性など、他の要因も影響する。例えば、半導体製造機械等は振動などによる輸送時ダメージを防ぐために、国際輸送時にはほぼ100%航空輸送が利用される。電気機械等の国際間水平分業が進展している分野では、在庫費を圧縮し生産ラインの定常稼働機能を維持するため、サプライチェーンの一部として航空輸送が選好されやすい。また、出版物や製品サンプル、生花・生鮮食料品、一部のアパレル製品など、財のライフサイクルが短いものは、リードタイムが重視され、航空輸送の利用率が高い。こうした航空貨物輸送に関する現況および輸送経路決定要因に関しては、筆者らの既存研究⁵⁶⁾が詳しい。

これらの、貿易関連統計データに表れない要因による

表-6 航空分担率の重回帰分析結果

説明変数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
定数項	3.50E-02 (11.60)	2.81E-02 (8.55)	3.84E-02 (12.02)	3.18E-02 (9.73)
単価(1000US\$/t)	6.62E-03 (35.46)	6.15E-03 (28.71)	6.53E-03 (35.03)	5.77E-03 (26.09)
総貿易額(1000US\$)		3.43E-10 (4.25)		4.96E-10 (5.92)
総貿易量(t)			-7.62E-11 (-3.25)	-1.26E-10 (-5.22)
自由度調整済み 決定係数	0.74	0.75	0.74	0.76

説明変数	係数 (t値)	係数 (t値)	係数 (t値)
定数項	2.14E-02 (7.77)	1.69E-02 (5.79)	2.14E-02 (6.95)
単価(1000US\$/t)	4.32E-03 (18.51)	3.99E-03 (16.35)	3.85E-03 (15.85)
総貿易額(1000US\$)		3.09E-10 (4.07)	3.37E-10 (4.49)
総貿易量(t)			-1.22E-10 (-4.02)
航空貨物単価-平均単価	1.40E-03 (13.31)	1.34E-03 (12.70)	1.32E-03 (12.79)
自由度調整済み 決定係数	0.81	0.82	0.82

輸送機関選択への影響については、本研究の範囲において検証が困難であり、異なるアプローチ・実証データが望まれる。しかし、本研究では、国・地域間レベルでの集計量としての、貿易と物流の関連づけという観点から、他のあらゆる影響要因を捨象しても、図-12や表-13のように、航空分担率を一定の精度で推定可能であるという事実を示したという意義を有する。

参考のため、航空財単価と全輸送機関を対象とする平均財単価の差を説明変数に加え、同様に回帰分析を適用した。輸送機関選択の結果として輸送機関間の財単価差が生じるため、航空分担率の説明要因としての変数と考えることは本来不適當である。しかし、これを独立変数として加えることで、回帰式の説明力が向上しており、航空分担率との相関関係が存在する可能性が予想される。

同一品目部門の中で、輸送機関により財単価が異なる理由としては、様々な要因が考えられる。例えば、統計上では同一品目として分類されていても、そこに含まれる財単価のばらつきが大きいこと、などが挙げられる。上記の回帰結果からは、航空輸送貨物の単価と全輸送機関を通じた平均財単価の差と、航空分担率の間に正の相関が見られる。このため、航空利用率の高い財は、同一品目部門分類の中で、利用輸送機関毎に財単価の差が大きいこと、また、単価のばらつきが大きい可能性があること、などの仮説が想定される。しかし、同一品目分類内における貿易財単価の分散を把握可能な統計データについては、筆者の知る限り存在しないため、客観的検証が困難であり、データ分析の限界と言える。

4.2 航空分担率と財単価の関係による品目特性分析 (クラスター分析)

本節では、各品目における航空分担率と財単価の比に着目し、品目間の特性差について分析する。前節では、航空分担率の説明要因として、財の単価が、単回帰においても強い説明力を持つことを示した。回帰分析においては、各サンプルの誤差の不偏性を前提としているが、前節において述べたように、品目毎に輸送機関選択に係る特異な要因を持つ可能性がある。その特異要因について、一定の品目毎に類似性や明確な異質性があるならば、輸送機関分担の分析やモデル化においても、(可能な限り不偏性を持つように) サンプルを分類するなどの検討が望ましい。

例えば、図-13においては、(品目) サンプル①について、単価と航空分担率の関係は、傾き x_1 で表される。同様に、サンプル②から⑤についてもそれぞれ傾きが定義できるが、図-13の例では、サンプル②、③、④の特性

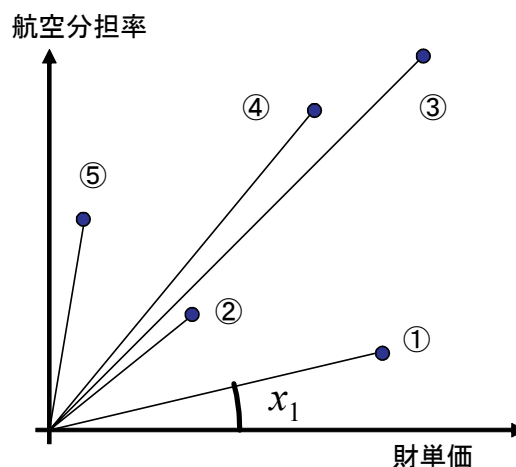


図-13 財単価と航空分担率

は比較的類似しており、①と⑤は特性が異なっている。本節では、このような、(航空分担率/財単価)に着目し、各品目の特性を分析する。

2003年の貿易データを対象に、航空分担率を財単価で除した値、および財単価について、変数の単位による影響を除くため、平均0標準偏差1となるように基準化した変数を定義する。この処理は、統計的分析において分散や平均の絶対的数値が基準となる手法を用いる場合、変数単位に依存して分析結果が異なり適切な分析が妨げられるので、これを防ぐためである⁷⁸⁾。

財単価、航空分担率、それらの比などは、各貿易品目の(質的な)特性を表す指標である。このような品目特性を整理すると、品目間での特徴の類似性と異質性についての見通しが良くなる。特に、特徴が類似する品目をグループ化することにより、様々な分析を効率化することが可能となる。例えば、貿易データから輸送機関別物流量を算出する際において、類似品目グループを集約することで、全品目個別に財単価や輸送機関分担率を扱うよりも省力化され、また、特定品目にデータ欠損がある場合にも、類似品目グループの特性を代替指標として利用するための根拠となりうる。

そこで本節は、上で定義した(航空分担率/財単価)および財単価の2変数を、品目特性の指標として用い、品目のクラスター分析を行う。本研究では、標準的なクラスター分析方法であるWard法を用いることとする。分析結果の一つであるデンドログラム(樹形図)を、図-14に示す。デンドログラムの縦軸は、データ間の距離指標を表しており、横に連結されているサンプル同士が、当

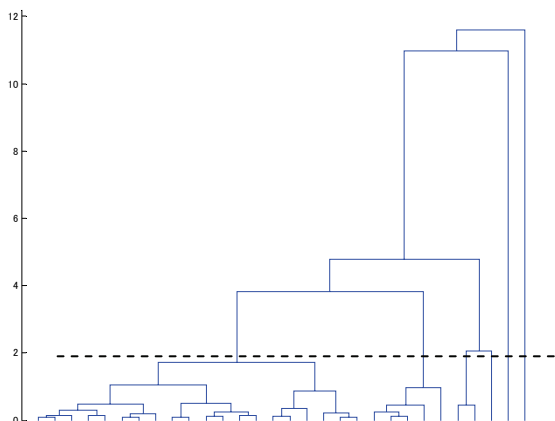


図-14 デンドログラム

該距離指標を閾値とした場合に同一クラスターに分類されることを意味する。図中の横軸は各品目を表すが、図が煩雑化するため記述を省略した。一般に、分割するクラスター数は、分析者の主観により決定されるが、デンドログラムの形状が判断の材料となる⁷⁸⁾。

以下では、分析結果における解釈の容易さを考慮し、6つのクラスターに分類したケースについて述べる。6クラスターのうち3つは、単一品目を構成要素とするグループとして分類された。これらの1つは、(1)(表-A.2と対応、以下同じ)航空機部門であり、財単価が著しく大きいことが要因となっている。(2)Stone, Clay and Other Crude Minerals(以下、石材等)部門および、(3)Non-Metallic Products, nec.(以下、非鉄金属製品)部門が、(航空分担率/単価)の値が特異であることにより、それぞれ単独品目でクラスターを形成している。この両品目は、財重量が非常に大きいため単価が小さくなり、その結果、航空分担率との比をとった値が大きくなる。

各グループについて、その特性を図-15に示す。なお、図-15の下段は、上段の拡大図である。それぞれ、(5)財単価が大きいグループ、(4)財単価に対する航空分担率の比が大きいグループ、(6)その他のグループとして定義される。なお、それぞれのグループに含まれる品目の構成については、付録表-C.1に示す。

図-15の縦軸方向に分かれているグループ間では、航空分担率と財単価の相関関係が異なると考えられる。すなわち、図中のグループ(2)や(3)では、縦軸の値が、全品目をサンプルとした場合の回帰係数とは大きく乖離することが想定されるが、単価以外の要因による影響が大きく、他品目との異質性が大きいことが示唆される。した

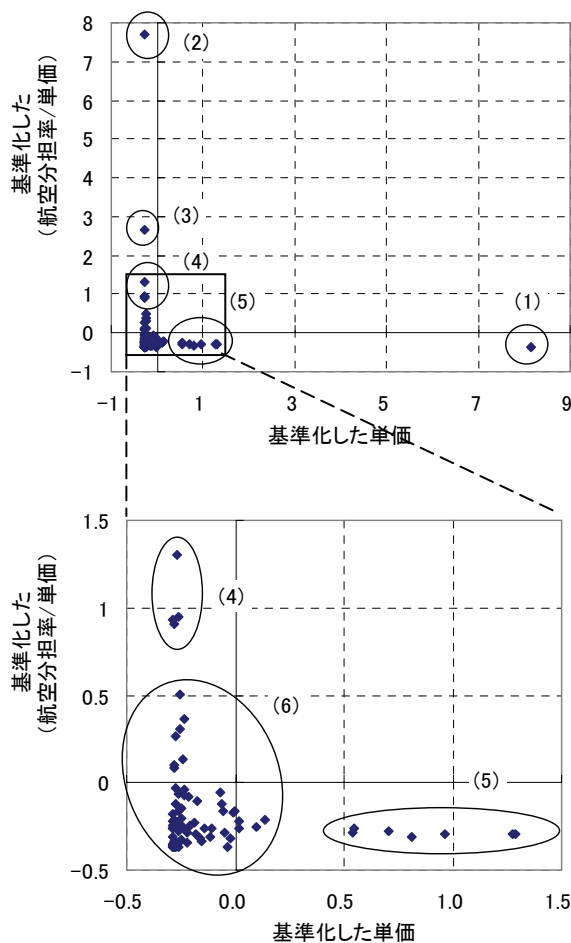


図-15 各クラスターの特徴(下段は拡大図)

がって、回帰的に分析を行う際に、サンプルを分離するなどの検討を要する。

4.3 財特性の集約(主成分分析)

前節までは、航空分担率を説明する要因として財単価を中心に考えた分析を行った。財単価の説明力は集計的指標として最も高いものであるが、品目固有の特性が影響することも示唆された。本節は、財単価を含む貿易財の品目特性を整理し、品目固有特性の集約化を試みる。さらに、航空分担率と合わせて、各品目の異質性と類似性について考察する。

貿易財の特性を表す指標として、例えば、総貿易額や総重量など貿易規模に関連するものが考えられ、また、財単価や航空分担率なども質的特性指標として挙げることができる。この他にも、統計データから観察可能な指標があれば、より多次元な尺度から、貿易財の特性を定

義することが可能である。

しかし、品目間の特徴の差異、あるいは生産地間や時点間での貿易財の特徴の差異を検討するにあたり、特徴を表す尺度となる指標が多次元であるほど、財の特徴を直感的に理解できるように整理することが困難になる。例えば、4次元を越える指標を持つデータ系列については、その分布をグラフなどで図化することができず、視覚的理解が妨げられる。

こうした、各データサンプルが多数の特性指標を持つようなデータセットにおいて、各サンプルの持つ特徴を整理する方法として、多変量解析手法の一つである主成分分析が有効である。主成分分析のコンセプトは、データの次元を縮小し、特性を要約した新たな変数を作成するというものである。このため、主成分分析は、複数の指標を統合して総合的特性として表す手法、と例えられることが多い。また、データサンプルの類似度分析やグループ化などの目的に対しても、主成分分析を適用して集約された特性指標を用いることで、分析が容易になる。そこで本論は、分析のツールとして、主成分分析を採用することとする。

ここでは、まず、1998年から2003年までのデータをプールし、総貿易額、総貿易量、財単価の3変数の集約を試みた。航空分担率自体も、品目特性の一つとして考えられる指標であるが、本研究では、航空分担率とその他の要因の関連を分析するという観点から、他指標とは分離して扱うべき変数と考え、主成分分析で集約する指標には含めない。

それぞれの変数の単位による影響を除くため、本節では、平均0標準偏差1となるように変数を基準化することにより、相関行列に基づく主成分分析手法を採用した。ここで、貿易額は経済的な貿易規模の指標であり、貿易量は物理的規模の指標としての意味を持つ。

表-7は、抽出された各主成分について、対応する固有値と寄与率および累積寄与率を示している。各主成分の固有値は、その主成分軸に射影されたデータサンプルの分散を表すものであり、一般には1以上であることが、主成分の有効性を示す一基準となる⁷⁾⁸⁾。その基準に基づくと、第1主成分のみが有効となるが、第1主成分のみでは累積寄与率が40.3%となる。累積寄与率とは、当該主成分によって元データ変数の情報量をどれだけ説明しているか(100%-情報損失量と同義)を示すものである。したがって、第2主成分以下を除くことにより、約60%の情報量が損失することとなる。そこで、固有値による判断基準を緩め、第2主成分までを検討対象とした。因子負荷量のプロットを図-16に示す。

表-7 主成分得点

	固有値	寄与率 (%)	累積寄与率 (%)
第1主成分	1.2093	40.3	40.3
第2主成分	0.9621	32.1	72.4
第3主成分	0.8286	27.6	100.0

第1主成分に対して、財単価と貿易額は正の寄与を示し、貿易重量は負の寄与を示している。また、第2主成分に対する因子負荷量は、いずれの変数についても負値であるが、貿易額と貿易重量の因子負荷量の絶対値が、相対的に大きい。したがって、主成分得点をプロットすると、貿易の絶対的規模(金額および重量の両方の意味において)が大きい品目はグラフ下部に位置し、重量物はグラフ左側に位置することが予想される。

実際に主成分得点をプロットすると、図-17のような形状となる。いくつかの、特徴的な座標に位置するサンプルについて、品目名および当該年を付記している。各年の航空機等部門がグラフ右上部に位置し、半導体等や計算機器等が右下部、Coal(以下、「石炭」)・Ores and Scrap(以下、「くず鉄等」)・Iron and Steel(以下、「鉄鋼」)な

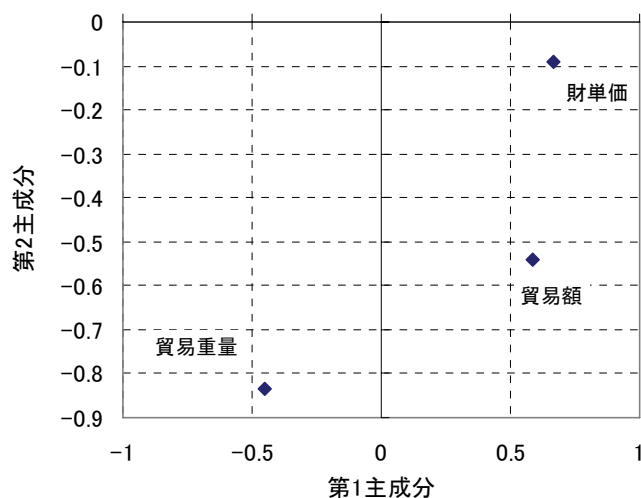


図-16 因子負荷量プロット

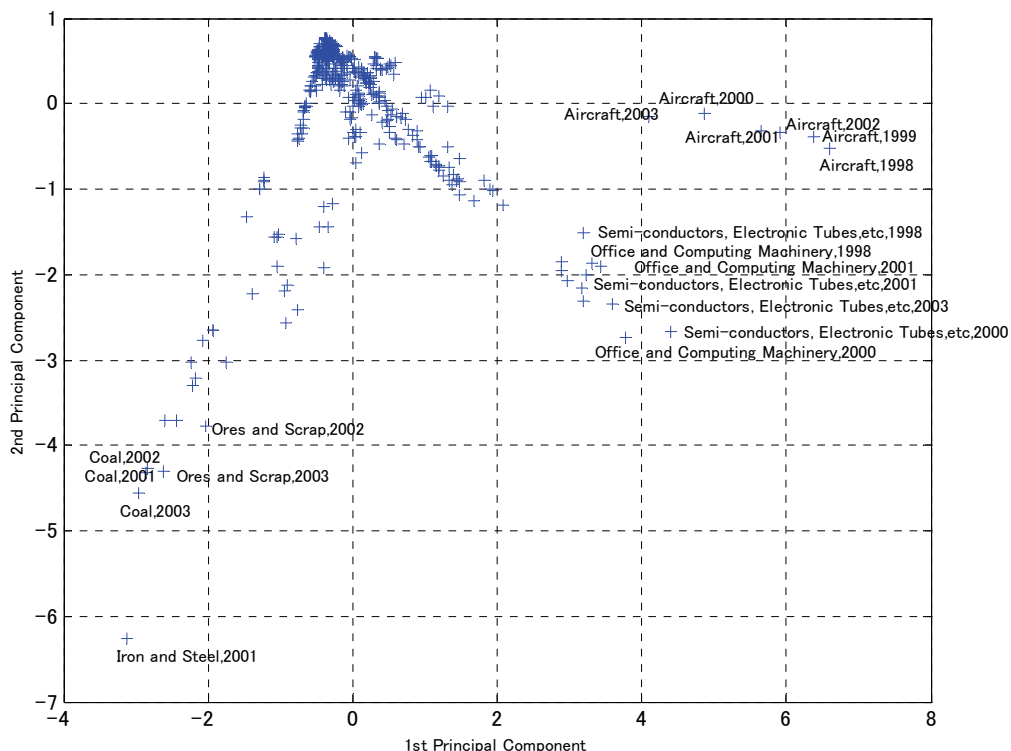


図-17 主成分得点プロット (1998年-2003年プールデータ)

どが左下部に位置し、因子負荷量の直感的解釈が妥当であることを支持する結果となっている。

次に、コンテナ貨物流動調査や産業連関表等のデータ年次との対応を考慮し、1998年、2000年、2003年におけるデータについて主成分分析を適用し、時点間比較を行う。採用したデータ指標は、1998-2003年をプールしたデータによる分析と同様、総貿易額、総貿易量、財単価の3変数である。

分析においては、これまでと同様、変数単位による影響を除くため、平均0標準偏差1となるように変数を基準化することにより、相関行列に基づく主成分分析手法を採用した。

主成分分析により算出される固有値が1以上であることを閾値として主成分を抽出した結果、各年ともに2つの主成分(固有ベクトル)が採択された。

表-8は、各年において抽出された二つの主成分について、対応する固有値と第二主成分までの累積寄与率を示している。表-8より、いずれの結果においても、1以上の固有値が観測されており、抽出された主成分が有効な説明力を持つと言える。累積寄与率についても、いずれの年次の結果においても、70%以上の説明力を有していることが確認される。

表-8 各年の主成分に対応する固有値と累積寄与率

年	1998	2000	2003
第1主成分	1.1770 (39.2)	1.2211 (40.7)	1.2757 (42.5)
第2主成分	1.0568 (74.5)	1.0995 (77.4)	1.0833 (78.6)

※括弧内は累積寄与率 (%)

算出された因子負荷量のプロット図を図-18から図-20に示す。因子負荷量は、元データ変数が、抽出された主成分に対してどのように寄与するかを表す値である。

1998年の結果に関しては、財単価と貿易額が大きいほど第1主成分の値も大きくなり、貿易重量が大きければ第1主成分を小さくするように寄与するが、後者の度合いは小さい。同様に、貿易重量、貿易額が大きくなると第2主成分の値が小さくなり、財単価が大きくなると第2主成分の値も大きくなるが、後者の影響度は小さい。

2000年と2003年のデータに関する因子負荷量について、第1主成分に対しては全変数が負方向の寄与を示し、第2主成分に対しては、単価による正の寄与度が大きく、重量が負方向要因となっている。

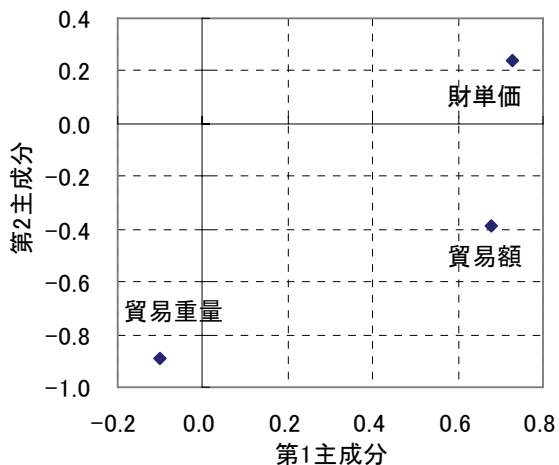


図-18 1998年データの因子負荷量プロット

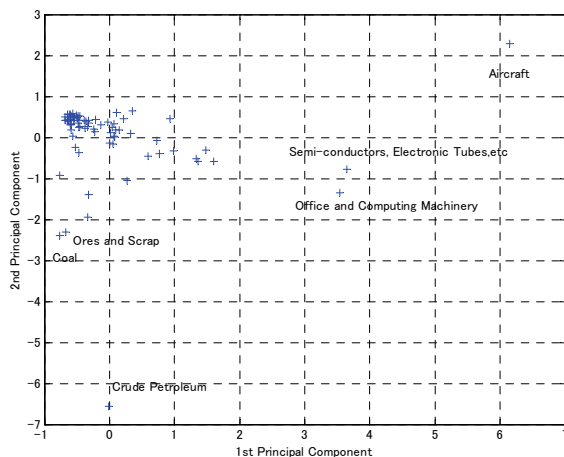


図-21 主成分得点プロット (1998)

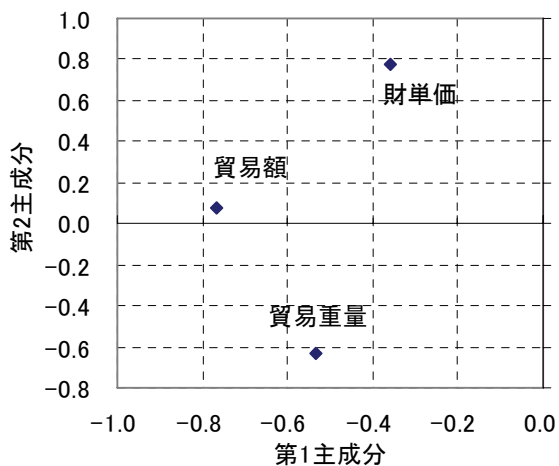


図-19 2000年データの因子負荷量プロット

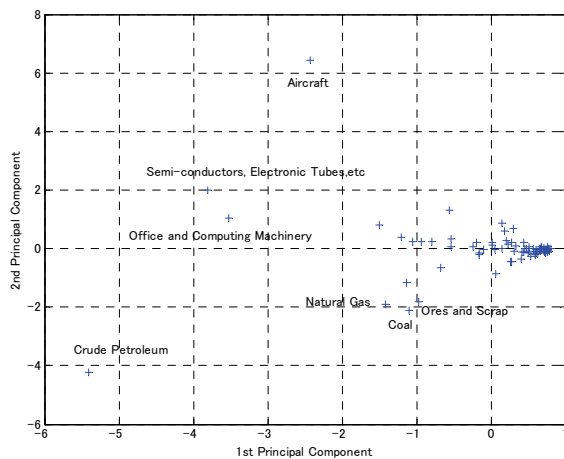


図-22 主成分得点プロット (2000)

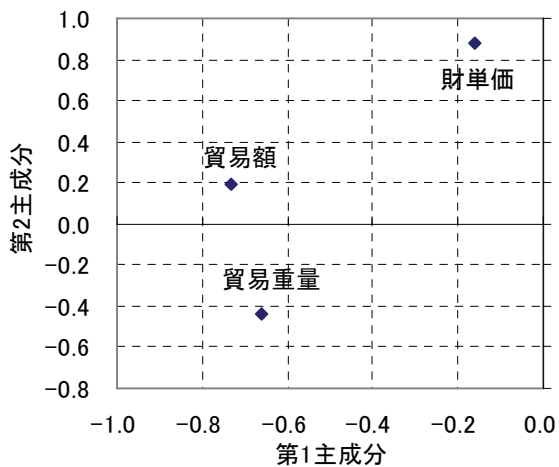


図-20 2003年データの因子負荷量プロット

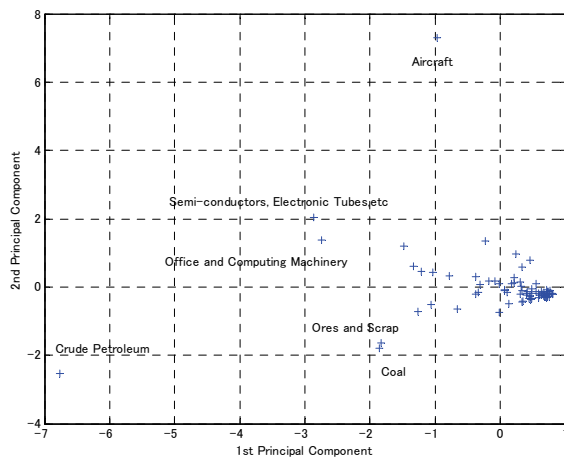


図-23 主成分得点プロット (2003)

付録 B に示すように、各年の因子負荷量は、データ変数間の相関行列の固有値に対応する固有ベクトルである。したがって、因子負荷量のパターンが類似しているサンプル同士は、分散および共分散が比較的類似していると考えることができる。しかし、固有ベクトルと共分散行列の関連についての規則性は無く、サンプルの類似度合いや乖離度合いについての解釈は、主観的判断の域を出ない。

各年データの主成分得点のプロット図を図-21 から図-23 に示す。主成分の定義（因子負荷量ベクトル）が異なるため、プロットされた各点の座標、すなわち主成分得点自体の時点間比較は意味を持たないが、品目の偏り方やばらつきから、財特性をカテゴライズする際の参考となる。これらのプロット図から、いずれの年においても、航空機および Crude Petroleum（以下、原油）は、他の品目と大きく異なる特性であると判断できる。また、半導体等や、計算機等についても、他品目との異質性が、比較的明確に表れている。

このように、貿易データ変数を集約することにより、品目特性を可視化することが容易になる。次節では、これらの結果を踏まえ、輸送機関分担率も考慮し、貿易財品目のグループ化を検討する。

4.4 主成分に基づく品目特性分析（クラスター分析）

本研究は、詳細品目を考慮した貿易モデルと、品目数を集約した物流モデルの連結を支援するための基礎的知見を得ることが主目的である。

物流モデルでは、海上輸送や陸上輸送、航空輸送などの機関分担が明示的に扱われるため、品目集約にあたり、機関分担率に関する情報を考慮することが不可欠である。先の分析において明らかとなったように、財単価と航空分担率の相関関係は、その類似性等に着目すると、いくつかのグループに分けて考えることができる。また、本研究と異なり、貿易データに対応した財単価情報が得られない場合、あるいはその精度に課題がある場合などには、各品目の航空（輸送機関）分担率を先決する必要が生じることもある。

このような場合において、貿易品目の量的および質的特性に基づき、特徴の類似性と異質性についての見通しを良くしておくことで、分析の効率性を向上させることができる。また、品目分類対応が整合しない複数の貿易データ（発行機関が異なり品目分類定義が異なるなど）を同時に利用する必要がある場合にも、品目グループ単位で単価や輸送機関分担に関する特性が整理されていると、物流分析との連結がより容易になりうる。そこで本

節では、特に航空分担率に着目し、前節の主成分分析結果と合わせて、貿易品目のグループ化を試みる。

具体的には、前節において算出された主成分得点（第 1 主成分、第 2 主成分それぞれに対応する）と、航空分担率の 3 変数を用いてクラスター分析を適用し、財品目のグループ化を行う。先述のように、主成分分析の因子負荷量が異なるため各年データに対応する主成分の意味は異なるが、クラスター分析の適用後には、品目間の類似性や異質性が定性的に議論されるため、因子負荷量の差異は本質的な問題ではない。

本節においても、標準的なクラスター分析方法である Ward 法を用いることとする。本節の分析では、試行錯誤的にクラスター数を変化させ、結果の解釈の容易さも考慮して、それぞれのケースにおける分類結果を検討した。その結果として、各年の貿易データを 6 クラスターにグループ化する案を採用した。各年の分類結果（どの品目同士がグループ化され、どのような特徴を持つか）については、付録表-C.2 に示す。6 分類することにより、各グループに含まれる品目構成が、時点を通じて比較的類似した結果が得られる。ただし、主成分分析により作成された合成変数の定義（主成分ベクトル）が各年によって異なる点に留意が必要である。

クラスター分析に用いた変数は 3 つであるので、データサンプルは 3 次元空間に分布することとなる。図-24 から図-26 では、各年データについて、第 1 主成分と第 2 主成分で張られる 2 次元空間での分布図と、第 1 主成分と基準化された航空分担率（Air Share）で張られる 2 次元空間の分布図を利用し、各年の各クラスター特性および特徴的な品目を示す。グラフ中に示された各クラスターのグループ番号は、付録表-C.2 におけるグループ番号と対応している。

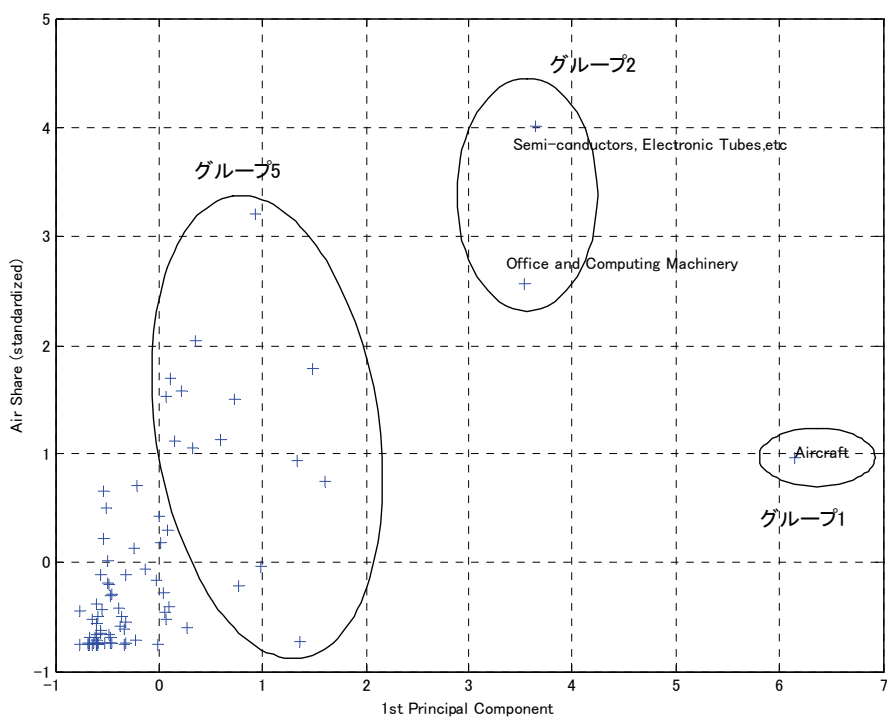
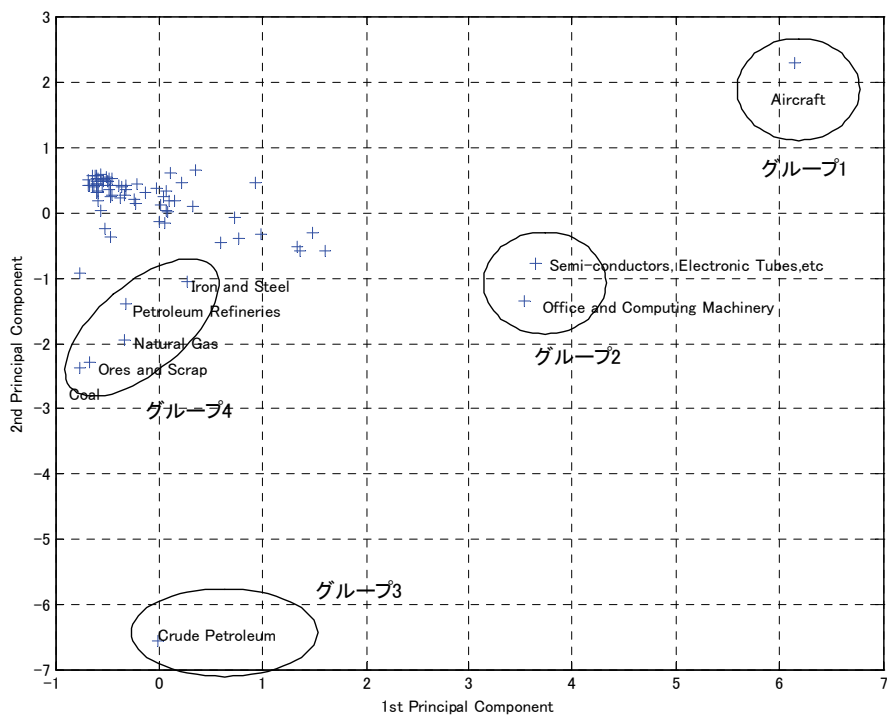


図-24 1998年におけるクラスター分類 (6分類)

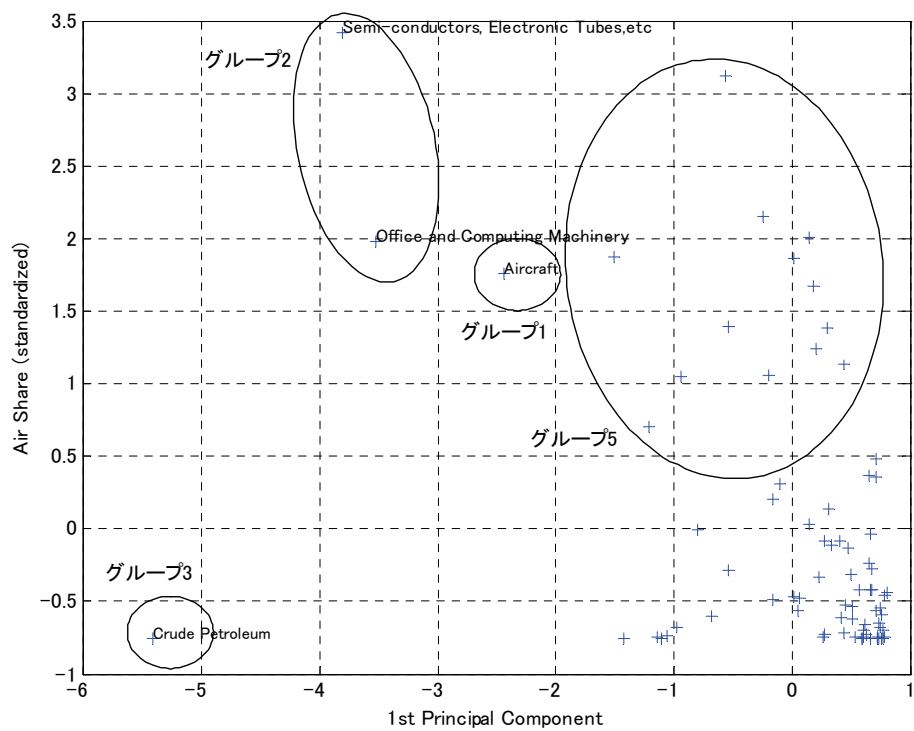
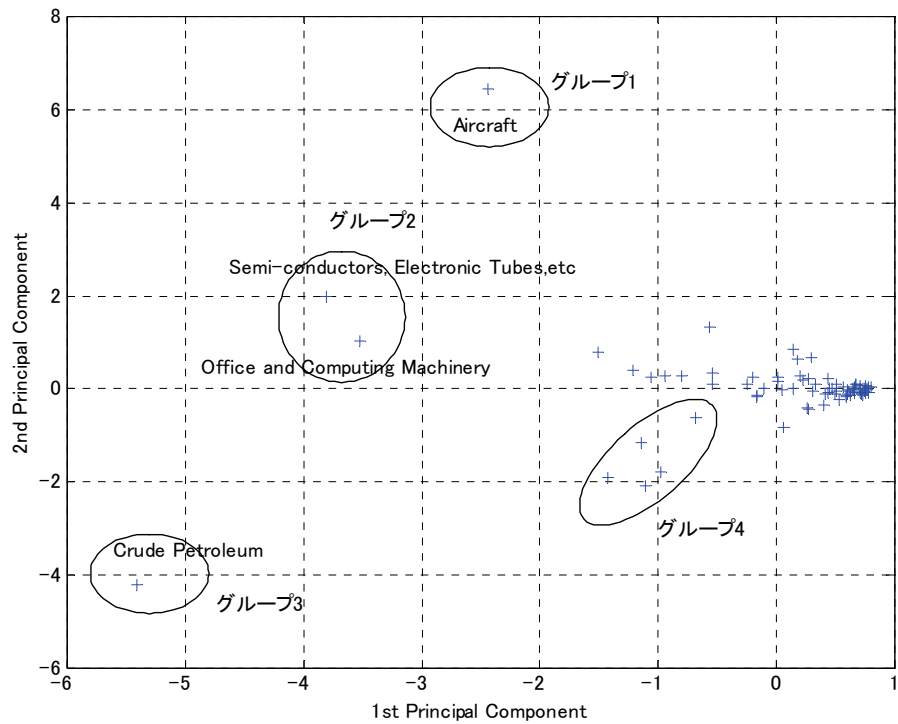


図-25 2000年におけるクラスター分類 (6分類)

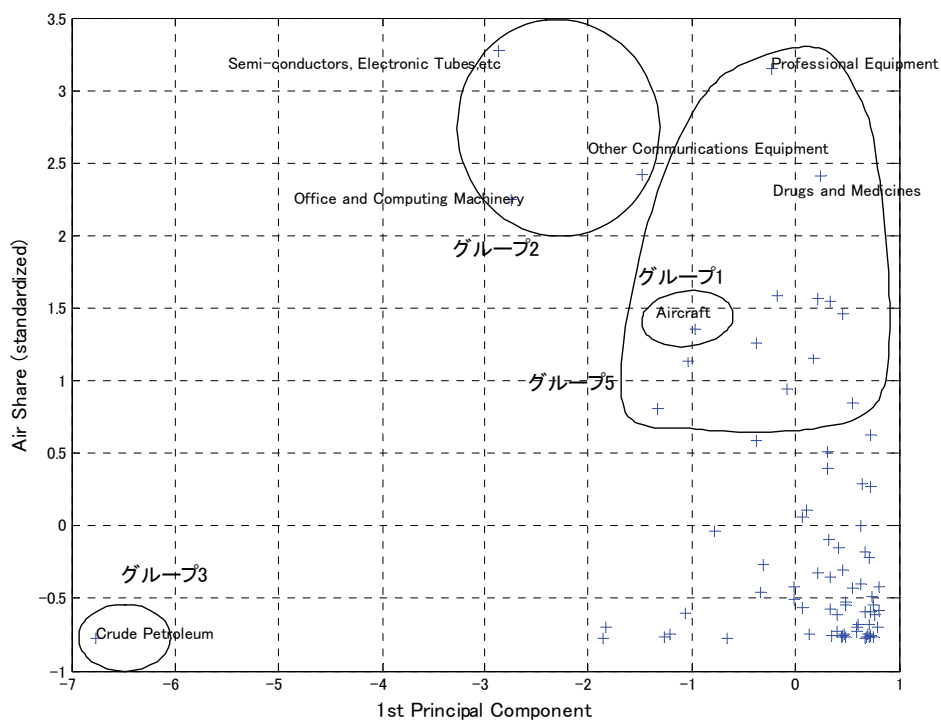
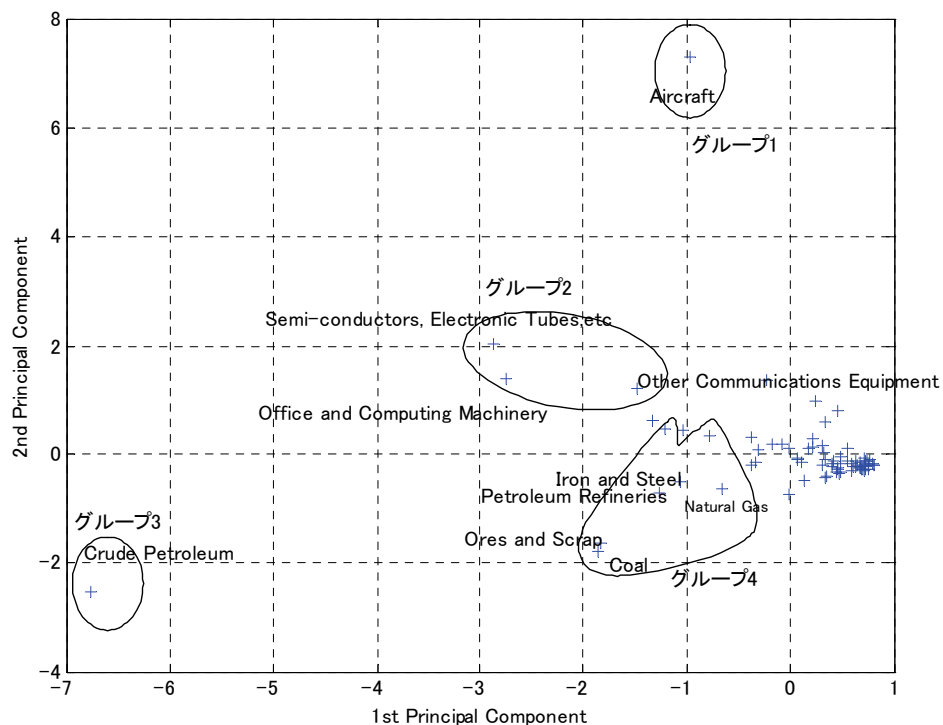


図-26 2003年におけるクラスター分類 (6分類)

1998年では、航空機部門が、第1主成分と第2主成分において特異であり、単一クラスターとして分類され、同様に原油部門が、第2主成分において異質性が大きく、単一品目でクラスターを形成している。グループ2に含まれる半導体、計算機器等は、第1主成分・第2主成分・航空分担率とも近い値であり、他のグループとの異質性が大きい。グループ4は、石炭や鉄鋼など、鉱物を主とする品目が含まれており、第1主成分と第2主成分が類似している。グループ5は、総じて電機・機械、医薬品等から構成されているが、主に第1主成分の類似性からグループ化されていると考えられる。グループ5については、平均的に航空分担率は高いが、グループ内においてそのばらつきは大きい。1998年データによる因子負荷量より、第1主成分は、財単価と貿易額（すなわち商流規模）を強く反映している。したがって、特に財単価に着目すると、機械機器部門の中でも、半導体や計算機器等は特性が大きく異なり、分離して扱うことが望ましいと言える。

2000年についても、航空機部門と原油部門が、単一品目でクラスターを形成している。航空機部門は、第2主成分において異質性が目立ち、原油部門は、主に第1主成分において異質性が目立つ。1998年と同様に、半導体と計算機器等は同グループに分類されており、2つの主成分において類似度が高く、航空分担率も高いという傾向を示している。グループ4の構成要素となる品目も1998年と一致しており、特に、2つの主成分得点による類似性が確認される。

2003年については、先の2時点と同様に、航空機部門と原油部門がそれぞれ単一クラスターを形成するという特性がある一方、半導体と計算機器等が含まれるグループ2のクラスターに通信機器も加わるという結果になっている。因子負荷量や各変数の座標を考慮すると、近年になって通信機器の重量あたり単価が上昇し、航空分担率も高まっているということが背景として考えられる。この結果は、世界的な携帯電話の小型化・製造分業化という事象等と整合している。グループ5に関して、1998年、2000年に比べて構成要素となる品目の数は減っているが、概ね電機・機械、医薬品等が含まれるという特性は安定的である。しかし、特に、第1主成分と航空分担率で張られる平面におけるプロット図では、他グループとの境界が曖昧になってきており、グループ2などとの品目特性が近くなっている傾向がうかがえる。

上述のように、主成分分析により作成された合成変数の定義（主成分ベクトル）が各年によって異なるため、各年の主成分得点の値およびそのプロット図を直接比較

することに意味は無い。しかし、各年毎に定義された特性を用いて得られた品目間の類似性・異質性、すなわちクラスターの構成要素には大きな変化がないという点は注目すべき結果である。財単価、航空分担率、貿易規模等から総合的に品目特性を判断すると、その類似性・異質性は時間を通じて安定的であるということが示唆される。このことは、貿易モデルや物流モデルにおけるパラメータについても安定的であるという仮説を、部分的に支持する材料となる。

5. おわりに

詳細な品目分類を持つ貿易データによる分析を、単一品目あるいは少数品目分類の物流データの分析と連結して検討する際に、品目毎の単価に関する情報が重要となる。また、輸送機関毎の物流や輸送機関分担の分析を行う際においても、単価と機関分担率の関係のような、貿易財の質的特性に関する情報が重要な役割を果たす。本論は、これらのニーズに対する知見を蓄積することを、一義的な目的としている。

貿易における輸送機関分担において、一般に、財単価の高い品目は運賃負担力が高く、航空分担率が高いと考えられる。しかし、財の質的特性により、単価と航空分担率の関係自体が大きく異なる可能性がある。例えば、単位重量が大きく重量あたりの単価が著しく小さな品目、輸送時のダメージに敏感であり単価によらず航空選好率が高い品目、などは、他品目とは異なる特性を持つと考えられる。4.1および4.2における分析は、この点に着目し、航空分担率と単価の関係を考慮して、品目のグループ化を検討したものである。

品目分類の定義が異なる、複数の統計データを同時に利用する場合、品目部門分類の対応を考慮する必要がある。このような状況において、一対一の部門分類対応が困難となることがしばしば生じ、最大公約数的な部門分類をベースにする分析を強いられることもある。また、貿易データから輸送機関別物流を検討する際に、データ制約等の理由により、機関分担率を先験的に与える必要が生じる場合がある。4.3および4.4の分析では、4.1および4.2よりも広範な視点から、貿易品目部門のグループ化を検討したものであり、上記のようなニーズに対する知見および分析方法論を提供している。

以上のように、本論は、貿易における輸送機関分担および貨物流動を分析するための基礎的知見となる、品目特性に関する分析を行った。本論では、実際のデータを用いて品目特性の分析およびその結果に基づくグルーピングを行ったが、得られた結果のみではなく、分析過程

の手法論を示したことも成果の一つである。本論と異なるデータを利用する場合においても、ここで用いた主成分分析やクラスター分析等を適用することで、膨大なデータ情報を見通し良く整理することができる。

今後は、本研究の知見を貿易・物流分析に活用し、貿易及び物流を統合的に分析・予測する手法の改善に貢献したいと検討している。

(2007年8月30日)

参考文献

- 1) 財務省: 輸出入貨物の物流動向調査
<http://www.customs.go.jp/butsuryu/index.htm>
- 2) Goodwill China Business Information Limited : CHINA CUSTOMS STATISTICS
- 3) The Journal of Commerce : PIERS (Port Import/Export Reporting Service) Korean Database
- 4) たとえば, 宮下國生: 日本の国際物流の地域間連携 : グローバル経済下の海空物流モードの選択, 海運経済研究, No. 40, pp.57-66, 2006
- 5) 石倉智樹, 滝野義和, 杉村佳寿: 我が国の国際航空貨物輸送における現況と課題, 国土技術政策総合研究所資料, No.130, 2003
- 6) 石倉智樹, 滝野義和, 杉村佳寿: 国際航空貨物輸送における輸送経路選択要因の分析, 国土技術政策総合研究所資料, No.174, 2004
- 7) 菅民郎: 多変量解析の実践, 現代数学社, 1993
- 8) 石村貞夫: すぐわかる多変量解析, 東京図書, 1992