

情報と物的流通

鈴木 啓 祐

I はしがき

一般に、人間の活動は情報と密接な関係をもっている。いうまでもなく、物的流通は人間の活動の1つであるから、これも情報と密接な関係をもっているといえる。

ここでは、物的流通がどのような形で情報と強い結びつきをもっているかを検討し明らかにして行きたい。

II 情報伝達模型

まず、はじめに、情報の伝達それ自体について考察を行なってみよう。情報の伝達は、これまで、情報理論や制御、通信の理論、あるいはまた、オートマトン (automaton) の理論において検討されてきた。そして、各理論において、それぞれ、情報の伝達模型が構築されてきた。

II.1 情報理論における情報伝達模型

情報伝達 (information transmission) の模型は、シャノン (Claude Elwood Shannon) らによって1940年代に提唱された¹⁾。彼らの提唱した情報理論における情報伝達模型によれば、情報は、第1図に示されるように、その発信者から、伝達経路を通過して、情報の受信者に伝達される。

シャノンらによって提唱された情報理論は、

1) 吉田正昭：『情報の伝播』，東京，共立出版，昭和46年，1頁。

シャノンはウィーバー (W. Weaver) と共に，1949年，The Mathematical Theory of Communication (Bell System Tech. J. 27 (1948) pp. 379-423, pp. 623-656) という論文を書き，情報理論を通信工学の領域ばかりでなく，その他の多くの自然科学や人文社会科学の領域にも導入した (吉田正昭：前提書，1頁，安藤洋美：『情報理論』，遠山啓編：『現代数学教育事典』，東京，明治図書出版，1965年，663-685頁)。



(注) 吉田正昭：『情報の伝播』，東京，共立出版，昭和46年，1頁による。

第1図 シャノンの情報伝達模型

その後，ノーバート・ウィーナー (Norbert Wiener) によって発展させられた。ウィーナーは，制御 (control) と通信 (communication) との間には共通な構造が見られること，また，それらの機能をもつものとして生物と機械とがあることに注目して，「機械と生物における制御と通信の理論」に対して，サイバネティクス (cybernetics [ギリシャ語の κυβερνητης <「舵手」を意味する> から作った言葉]) という名称を与えた²⁾。そして，彼自身，この学問を発展させた。

いま，生物や機械の制御——生物や機械を作動させたり，停止させたり，あるいは一定の順序に連動させたりするような操作³⁾——と通信の構造を図示すると第2図のようになる。この図に示されているように，まず，制御においては，制御主体から制御目標に適した情報が制御する装置に伝えられ，その装置によって，制御されるものが制御された状態にさせられる。そして，制御された結果が現われる。さらに，その制御結果が，適当なものであるかないかが判

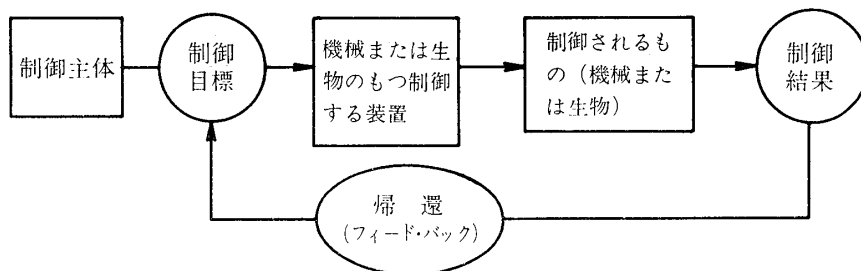
2) 安藤洋美：前掲書，663-685頁。

Norbert Wiener: *Cybernetics (or control and communication in the animal and the machine)*, New York, John Wiley and Sons, 1961 (第2版)。

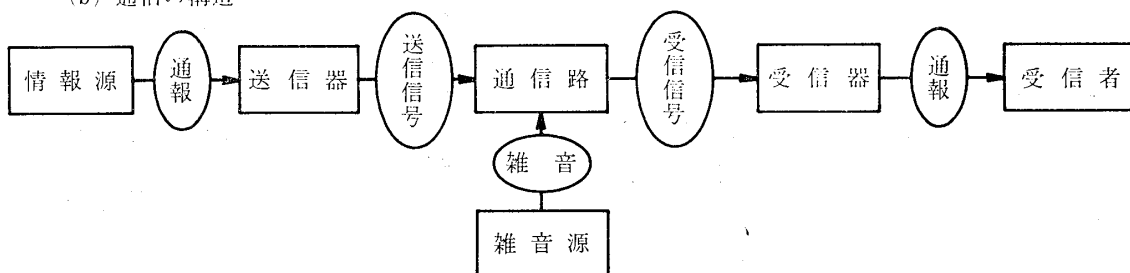
彼は，“We have decided to call the entire field of control and communication theory, whether in the machine or in the animal.” (Norbert Wiener: *ibid.*, p. 9) と述べて，サイバネティクスの学問領域を定義した。

3) 安藤洋美：前掲書，663-685頁。

(a) 制御の構造



(b) 通信の構造



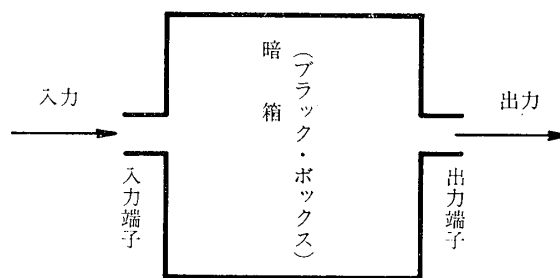
(注) 安藤洋美：「情報理論」，遠山啓編：『現代数学教育事典』，東京，明治図書出版，1965年，663-664頁の図を基礎として作図した。

第2図 制御と通信の構造

断され、その判断の結果が制御の内容に影響を与え、制御がその目標に適したものになるように維持される。ここに現われた判断が制御の内容に影響を与える作用を帰還（フィード・バック feed back）という。

次いで、通信においては、はじめ情報源から、情報が送信器へと伝えられる（通報される）。そして、送信器へ伝えられた情報は通信路を通じて受信器に達し、受信者に伝えられる。このとき、一般に、送信器から発信された送信信号は雑音源から発信される雑音によって多少変化させられて受信器に受信される。したがって、受信信号は一般に送信信号とまったく同じであるとはいえない。受信者が受信機から通報される情報は、一般に、雑音が混入した受信信号である。

これらの制御と通信の構造に共通に見られる一般的形態は、第3図に見られるような入力と出力をもった暗箱（ブラック・ボックス black box）で示される。すなわち、制御や通信とはそれらにとって不可欠の情報が制御する装置や通信路を含む暗箱を通して送られることであるとみなすことができる。一般に、このような構造を系（system）といい、これが制御の構造を示しているときは、制御系通信の構造を示し



(注) 安藤洋美：前掲書，664頁による。

第3図 制御と通信の一般的形態

第1表 制御系および通信系における入力と出力

	制御系	通信系
入力	制御目標	情報源から出る通報
出力	制御結果	受信器から受け取られる通報

ているときは、通信系という。これらの系では、ともに情報が一方から入れられ、他方から出て行くが、情報の入口を入力端子、その出口を出力端子という。入力端子から入る情報を入力（input）といい、出力端子から出て行く情報を出力（output）という。したがって、制御系ならびに通信系における入力および出力は、第1表のようになる³⁾。

上記のような系における情報の伝達構造について興味ある理論が構築されている。それは、

オートマトン (automaton) の理論⁴⁾ である。

一般に、入力と出力とが可算個 (有限個も含まれる) の種類の信号によって構成される系を離散系 (discrete system) というが、さらに、それら入力と出力とが、ある間隔を置いて与えられる系をサンプルド・アクション系 (sampled action system) という⁵⁾。上述のような、離散系でしかもサンプルド・アクション系における系において、その系の状態が情報を受け取ると変化をすると仮定してみよう。すなわち、いま、時刻 t における系の状態を $S(t)$ で示すとき、 $S(t)$ が、時刻 t 以前の時刻における入力によって S_1, S_2, \dots のうちのいずれかに決められると仮定するのである。たとえば、 $S(t)$ には、 S_1, S_2 , および S_3 があり、他方、入力には、 I_1, I_2 , および I_3 があるとする。そして、一般に S_i ($i=1, 2, 3$) の状態にある系に入力 I_j ($j=1, 2, 3$) が与えられたとき、その系の状態が S_p ($p=1, 2, 3$) になるとすれば、ここでの仮定は、

$$f(S_i, I_j) = S_p \quad (2.1)$$

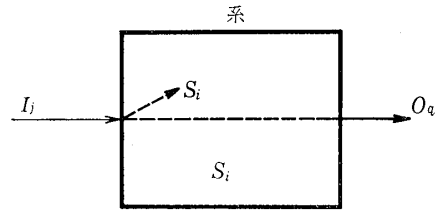
によって示される。

さらにまた、出力もまた系の状態によって影響を受けると仮定してみよう。すなわち、状態 S_i にある系に、入力 I_j が与えられたとき、出力 O_q ($q=1, 2, 3$) が与えられたと仮定するのである。このことは、

$$g(S_i, I_j) = O_q \quad (2.2)$$

によって示される。

このように、不連続的に変化する入力と出力とをもつ系をオートマトン (automaton, この複数形は automata) という⁶⁾。したがって、



第4図 オートマトンの構造

オートマトンの構造を図示すると、第4図のようになる。

いま、オートマトンを用いて、ある商品Aが消費者に買われる (あるいは、買われない) 機構を示してみよう。ここでは、消費者を1つの系とし、この系の状態には、 S_1, S_2, S_3 の3種があると仮定する。ただし、

- S_1 は、商品Aを良い商品であるとも悪い商品であるとも思っていない状態
- S_2 は、商品Aを良い商品であると思っている状態
- S_3 は、商品Aを悪い商品であると思っている状態

である。

また、入力にも、 I_1, I_2, I_3 の3種の入力があると仮定する。ただし、

- I_1 は、商品Aは良い商品であるとも悪い商品であるとも評価されていない情報が消費者に与えられること
- I_2 は、商品Aは良い商品であるという評価が消費者に与えられること
- I_3 は、商品Aは悪い商品であるという評価が与えられること

である。

最後に、出力にも、 O_1, O_2, O_3 の3種の出力があると仮定する。ただし、

- O_1 は、消費者が商品Aと同種類の商品を買おうとしているとき、商品Aがあれば、彼はそれを買うという行動
- O_2 は、消費者は商品Aを好んで買うという行動
- O_3 は、消費者は商品Aを絶対には買わないという行動

である。

4) Arthur Gill: Introduction to the Theory of Finite-State Machines, New York, McGraw-Hill, 1962.

森政弘, 合田周平訳: ギル『新システム設計論』, 東京, 朝倉書店, 昭和40年。

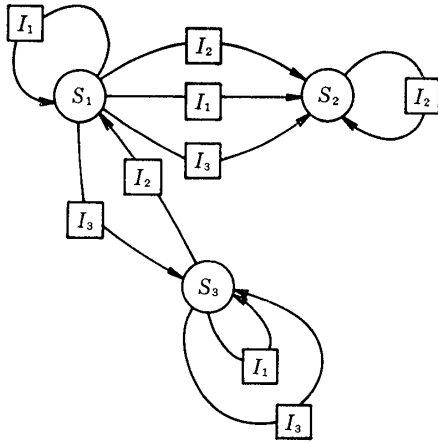
松田正一: 『システムの話』, 東京, 日本経済新聞社, 昭和48年。

松田正一: 『システム理論序説』, 東京, オーム社, 昭和46年。

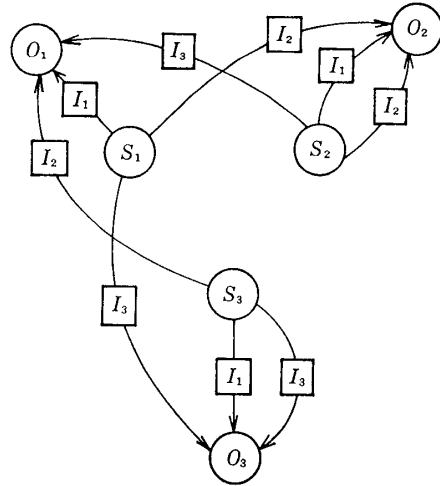
5) 安藤洋美: 前掲書, 665-669頁。

6) 安藤洋美: 前掲書, 665-669頁。

飯尾要: 『市場と制御の経済理論』, 東京, 日本評論社, 昭和45年, 60-92頁。



(a) 式 (2.3.1) で示される関係



(b) 式 (2.3.2) で示される関係

第5図 式 (2.3.1) および (2.3.2) で示される $f(S_i, I_j) = S_p$ ならびに $g(S_i, I_j) = O_q$ の関係

そして、 S_i および I_j と S_p および O_q との関係は、下記のようなものであると仮定される。

$$\left. \begin{aligned} f(S_1, I_1) &= S_1, & f(S_2, I_1) &= S_1, \\ f(S_3, I_1) &= S_3, \\ f(S_1, I_2) &= S_2, & f(S_2, I_2) &= S_2, \\ f(S_3, I_2) &= S_1, \\ f(S_1, I_3) &= S_3, & f(S_2, I_3) &= S_1, \\ f(S_3, I_3) &= S_3 \end{aligned} \right\} (2.3.1)$$

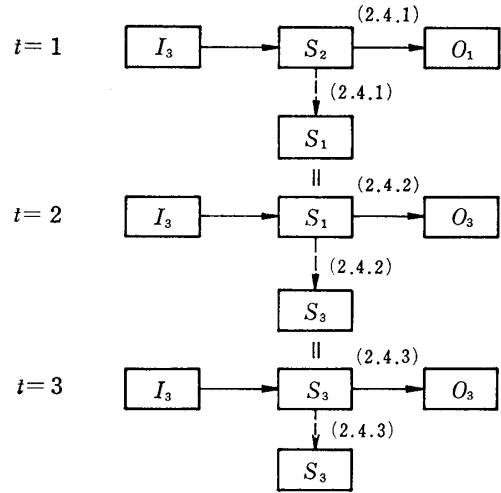
$$\left. \begin{aligned} g(S_1, I_1) &= O_1, & g(S_2, I_1) &= O_2, \\ g(S_3, I_1) &= O_3, \\ g(S_1, I_2) &= O_2, & g(S_2, I_2) &= O_2, \\ g(S_3, I_2) &= O_1, \\ g(S_1, I_3) &= O_3, & g(S_2, I_3) &= O_1, \\ g(S_3, I_3) &= O_3 \end{aligned} \right\} (2.3.2)$$

いま、これらの関係を図によって示すと、第5図のように示すことができる。ここでは、図を明瞭にするため、式 (2.3.1) と式 (2.3.2) とを、それぞれ別の図で示すことにした。

これらの仮定が成立するとき、たとえば、最初 S_2 という状態にあった消費者に、3回 I_3 という入力が与えられた（時刻 t_1, t_2, t_3 にそれぞれ1回ずつ I_3 が与えられた）ときの状態の変化と出力とは下記の式のようになり、これらは、第6図のように示される。

$$\begin{aligned} \text{時刻 } t=1 \quad f(S_2, I_3) &= S_1, \\ g(S_2, I_3) &= O_1 \end{aligned} \quad (2.4.1)$$

$$\begin{aligned} \text{時刻 } t=2 \quad f(S_1, I_3) &= S_3, \\ g(S_1, I_3) &= O_3 \end{aligned} \quad (2.4.2)$$



第6図 式 (2.4.1) ~ (2.4.3) の S_p, I_j および O_q の関係

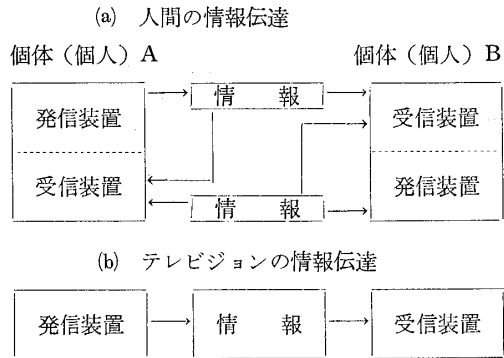
$$\begin{aligned} \text{時刻 } t=3 \quad f(S_3, I_3) &= S_3, \\ g(S_3, I_3) &= O_3 \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

II.2 情報装置

情報伝達機構は、一般にII.1で見たような形で示されるが、情報が伝達される場合、情報装置が用いられる。

藤竹は、情報装置を4種類に分けて、その特徴を明らかにした。すなわち、彼は、情報装置として、(1) 個体情報装置、(2) 媒介情報装置、(3) 複製情報装置、および(4) のマスコミ情報装置を挙げ、それぞれ下記のような特徴をもつと述べた⁷⁾。

(1) 個体情報装置



(注) 図(a)は藤竹暁：『都市と情報装置』，伊藤光晴等編：『現代都市政策 VIII』，東京，岩波書店，1973年，312頁による。

第7図 人間（個体情報装置）とテレビジョンにおける情報伝達様式

個体情報装置とは，人間の個体を指す。人間は一種の情報発信装置であると同時に受信装置でもある。しかも，情報の発信，および受信を同時的に行なうことのできる装置であるといえる。テレビジョンのような情報装置では，情報が発信装置から受信装置へと送られるが人間の個体は，情報の発信を行ないながら情報（発信された情報の受信者からの反応）の受信をも行なうことが可能である。第7図は，これら2種の情報装置の差異を明示したものである。

(2) 媒介情報装置

媒介情報装置とは，電信，電話，手紙，回覧板等と人間とが結合して形成される情報装置である。すなわち，人間と人間との間に，何らかの媒介物たとえば手紙が入って形成される情報装置である。この装置による情報伝達では受信者が指定されている。また発信，受信の同時性は必ずしも期待し得ない。しかも内容が必要な要件のみとなってしまう。

(3) 複製情報装置

複製情報装置とは，情報の複製が容易に可能となる情報装置であり，これには，ポスター，看板，有線放送等がある。この装置が利用される場合には，受信者は指定されず不特定多数となる。そして受信者の分布範囲は大きくなる。

(4) マスコミ情報装置

一時に多数の人々に情報を伝達することの可

能な情報装置であり，いわゆるマスコミュニケーション（mass communication）を行なうことができる新聞，ラジオ，テレビジョン等の情報装置がこれに含まれる。この装置による情報の伝達は定期性を有し，しかも，情報伝達活動は専門的活動となる。

これらの情報装置のうち，特に，(1)の個体情報装置による情報は，いわば，「人間距離」の範囲で作動する。この「人間距離」は E. T. ホール (Edward T. Hall) によって提唱された。彼によれば，人間距離には(1)密接距離，(2)個体距離，(3)社会距離，および(4)公衆距離という4種の距離がある。これらは，それぞれ，つぎのような距離である。

(1) 密接距離

この距離は，愛撫，格闘，慰め，保護，ならびに手による相手との接触が可能な距離であり，この距離においては，筋肉と皮膚による情報伝達が可能である。

(2) 個体距離

個体距離は，相手をつかまえたり，両手で腕を伸ばせば指が触れ合うことのできる可能な距離であり，会話による情報伝達の距離である。

(3) 社会距離

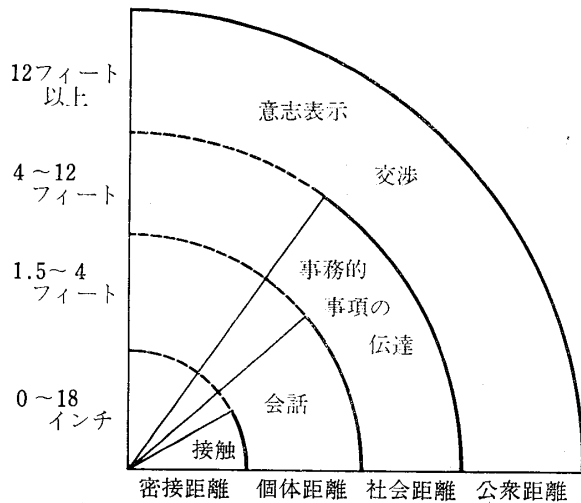
社会距離とは，相手には触れることはできないが，普通の音声で言葉の受け答えができる距離である。これは，事務的事項に関する情報伝達の距離である。

(4) 公衆距離

公衆距離は，大声を出せば情報伝達ができる距離である。したがって，これは意志表示，あるいは交渉の際の情報伝達距離である。

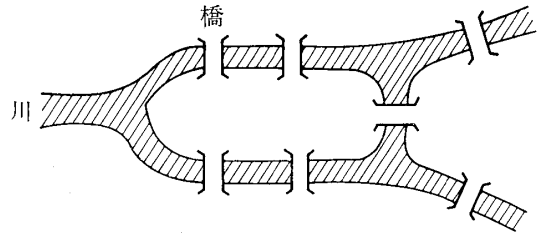
これら人間距離の特徴は，第7図にも示したように，(イ)情報の発信と受信とが同時的に行なわれること，(ロ)発信は相手に対すると同時に自分に対しても行なわれる（すなわち，声を発するとき，その声を聞いたり，相手の反応を見ることができる）こと，そして(ハ)相手の反応を即時的に知ることができることである。これらの各種人間距離を図によって示せば，第8図のようになる⁸⁾。

7) 藤竹暁：『都市と情報装置』，伊藤光晴等編：『現代都市政策 VIII』，東京，岩波書店，1973年，311-338頁。



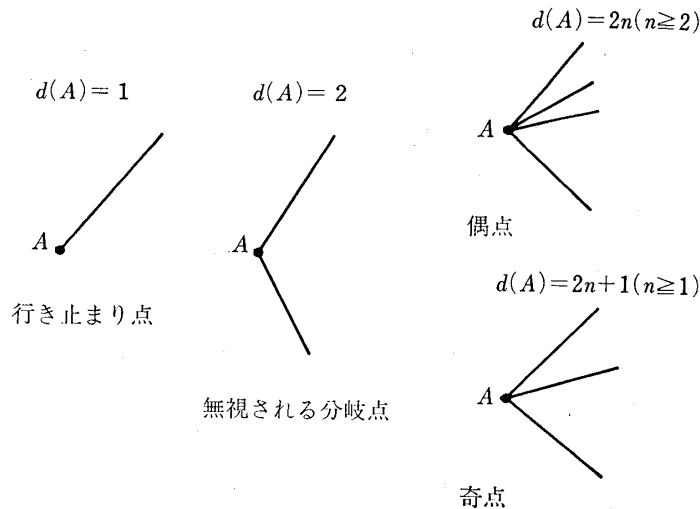
(注) 藤竹暁：前掲論文，313頁を基礎として書いたものである。
また，各種距離がインチやフィートで示されているがこの距離の大きさは，日高敏隆，佐藤信行訳：エトワードホール『かくれた次元』，東京，みすず書房，1970年，165-176頁による。

第8図 人間距離の分類



(注) 矢野健太郎等編：『数学小辞典』，東京，共立出版，昭和43年，157頁の図を参考にして書いたものである。

第9図 「ケーニヒスベルグの橋の問題」における橋



第10図 各種の分岐点

Ⅲ 情報伝達経路(情報伝播の構造)

Ⅲ.1 グラフ理論

グラフ理論 (graph theory) の特徴を明確に示す典型的な問題は、「ケーニヒスベルグの橋の問題」であろう。プロシヤの首都であったケーニヒスベルグ (Königsberg) には、川があり、その川に第9図のような7個の橋がかかっていた。そして、この町の市民の1人が、

「同じ橋を2度渡らずにこれらの橋をどれも1度ずつ渡るように散歩することができる

か」という問題を出した。これが、よく知られている「ケーニヒスベルグの橋の問題」である。

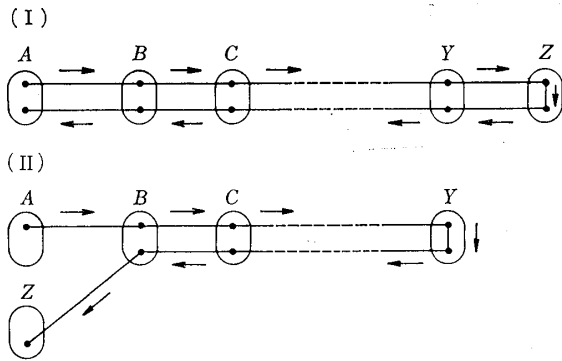
この問題に対する解答は、「不可能」であった。その解答を与えた人がスイスの数学者オイラー (Leonald Euler 1707-1783) である⁹⁾。この問題は、「一筆書きの問題」¹⁰⁾として解かれた。この問題に解答を与える「一筆書きの問題」における定理は

「すべての分岐点が偶点であるか、あるいは、

8) 矢野健太郎等編：『数学小辞典』，東京，共立出版，昭和43年，157頁。

9) 日本数学会編：『岩波数学辞典』，東京，岩波書店，1972年(第2版第5刷)，147頁。

10) 矢野健太郎等編：前掲書，473頁。



(注) A, B, C, \dots, Y, Z は点を意味する。偶点は点の中に2つの点があるとみなされ、奇点は点の中に1つの点があるとみなされている。

第11図 一筆書きのできるグラフ

2つの分岐点だけが奇点であるときは一筆で書ける（すなわち、筆を置かずに、一筆で図形を書くことができる。）

という定理である。ただし、分岐点とは、ある一点 A から3本以上の線の出ているとき、点 A を指す。分岐点 (node, vertex) のうち、偶数の線の出ているとき偶点、奇数の線の出ているとき奇点という。なお、点 A からただ1本の線が出ているとき、 A を「行き止まりの点」といい、2本の線の出ているとき、点 A の存在は無視される (第10図参照)¹¹⁾。

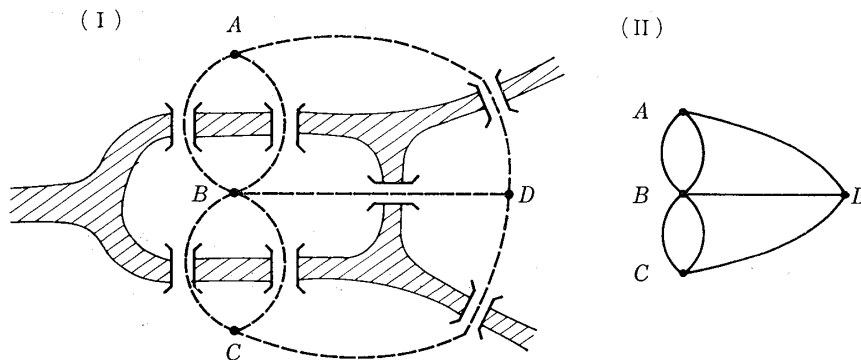
一般にある点 A から出ている線の数を次数といい $d(A)$ で示すとすると¹²⁾、行き止まりの点は $d(A)=1$ 、無視される点 A は $d(A)=2$ 、偶点は $d(A)=2n (n \geq 2)$ 、奇点は $d(A)=$

$2n+1$ である。偶点のみからできたグラフは、各点につねに往きと帰りの線が用意されているので、どの点から出発しても一筆書きが可能であり、しかも出発点にもどって来ることができる。奇点が2つあるときは、奇点から出発しなければならない。すなわち、偶点のみからなるグラフは、第11図の (I) のような構造を持ち、奇点が2つあるグラフはその図の (II) のような構造をもっているとみなされる。この図におけるように、偶点は2つの点（一般には偶数個の点）から構成され、奇点は1つの点から構成されているとみなせば、結局、一筆書きの可能な図は、図の両端（点 A または点 Z ）を除くすべての点が2本の線をもっている第10図の $d(A)=2$ の分岐点 A のような点となっている図であるといえる。

ケーニヒスベルグの橋の構造を第12図のように示すと、分岐点 A, B, C, D において、

$$\begin{aligned} d(A) &= 3, & d(B) &= 5 \\ d(C) &= 3, & d(D) &= 3 \end{aligned}$$

となっている。したがって、一筆書きの条件を満足させず（すべての分岐点が奇点である）、これらの橋を2度渡らずに、すべての橋を渡ることはできないことが明らかにされる。このように図形、特にグラフに関する研究を行なう分野で展開される理論が、グラフ理論である。



(注) 橋を渡る経路を分岐点 A, B, C, D を結ぶ線からなる図形とみなしたとき得られる図であり、(I) は (II) の図を実際の地図上にえがいたものである。

第12図 ケーニヒスベルグの橋の構造

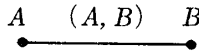
11) 矢野健太郎等編：前掲書，473頁。
12) 高森寛：「グラフおよびネットワークの理論と応用」

理論，計量地理学研究会，日本システム開発研究所監修：『計量地理学への招待』，東京，青学出版，昭和49年，146頁。

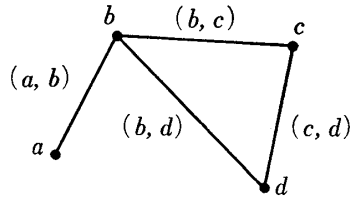
(1) 点A



(2) 線(A, B)



(3) グラフG



$$G = (V, E)$$

$$V = \{a, b, c, d\}$$

$$E = \{(a, b), (b, c), (b, d), (c, d)\}$$

第13図 グラフの構造

Ⅲ.2 グラフとグラフの構造

グラフ (graph) とは、点 (point, node, vertex) と線あるいは辺 (line, arc, edge) とからなる図形を指す。点は、普通、アルファベットの文字, $A, B, C, \dots, a, b, c, \dots$ によって、また点 A と点 B を結ぶ線は、 (A, B) によって示す。点 a, b, c, d の集まりは、 $V = \{a, b, c, d\}$ によって、線 $(a, b), (b, c)$ の集まりは $E = \{(a, b), (b, c)\}$ によって示す。グラフは、 V と E との集まりであり、 $G = (V, E)$ によって表示される (第13図参照)¹³⁾。

グラフの形態は、その構造上の特徴によって、いくつかの種類に分類されている。

(1) 隣接

点 A, B 間に辺 (A, B) があるとき、点 a, b は互いに隣接 (adjacent) しているという。

(2) チェーン

点 A, B 間に線 $(A, a), (a, b), (b, c), (c, B)$ が存在するとき、これらの線をチェーン (chane) という。

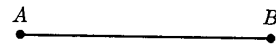
(3) 連結

点 A, B 間にチェーンがあるとき点 A, B は連結 (connected) しているという。

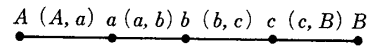
(4) サイクル

連結したチェーンがあり、点 A と B とが同一の点である (B が A である) とき、点 A, B 間

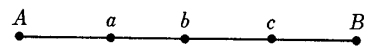
(1) 隣接



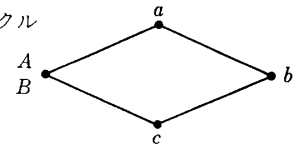
(2) チェーン



(3) 連結



(4) サイクル



第14図 グラフの形態

のチェーンはサイクル (cycle) であるという¹⁴⁾。

第14図は、これらのグラフの形態を示した図である。

また、グラフ内の部分で特に注目すべき部分には名称が与えられている。

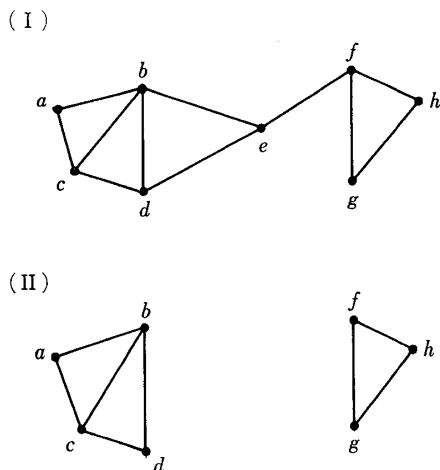
まず、線で連結されていない2つ以上のグラフの部分があるとき、各部分を、コンポーネント (component) という。また、1つのグラフのもつある1点 e を除くと、グラフが2つ以上のコンポーネントの (部分グラフ) に分かれてしまう場合、その点を、関節点 (articulation) という。なお、関節点をもたないグラフを無関

13) 小野寺力男：『グラフ理論の基礎』，東京，森北出版，1971年（第4刷），11頁。

14) 高森寛：前掲論文，144頁。

小野寺力男：前掲書，9-17頁。

矢野健太郎，伊理正夫訳：R.G. バサッカー，T.L. サーティ共著『グラフ理論とネットワーク，基礎と応用』，東京，培風館，昭和48年（第4刷），24-28頁。



(注) (II)は(I)の関節点 c を除去して得られた2つの部分グラフである。

第15図 関節点とその点の除去によって得られる部分グラフ

節グラフという¹⁵⁾。第15図では、点 d が関節点となっているために、この点を除くとグラフは、2つの部分グラフに分かれてしまう。

Ⅲ.3 グラフの形状の測定

グラフの形状は、種々の指標によって示される。

(1) サイクロマティック数

サイクロマティック数 (cyclomatic number) ν とは、グラフに含まれるサイクルの個数の指標であり、これが大きいグラフでは、グラフ内の点が数多くの線によって結ばれていることを示す。そして、この値は、

$$\nu = m - n + p \quad (3.3.1)$$

によって定義される。ただし、 m は線の個数、 n は点の個数、 p はコンポーネントの個数である。

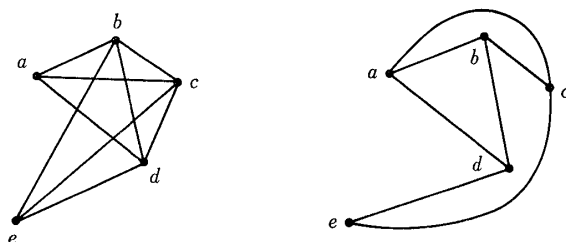
(2) α -指標

α -指標もまた、グラフの辺の数の指標の1つである。この指標 α は、

$$\alpha = \frac{\text{実際のサイクロマティック数}(\nu)}{\text{可能な最大サイクロマティック数}(\nu_{\max})} \quad (3.3.2)$$

によって定義される。分母の値は、実際のグラ

(I) 非プラナー・グラフ (II) プラナー・グラフ



(注) ここでのプラナー・グラフでは線 (e, b) はもはや書かれ得ない。もし書くとする線 (e, c) あるいは (a, d) あるいは (e, d) と交ってしまう。

第16図 2種のグラフにおける線の位置

フに付加し得る線をすべて書き込んだときに得られるサイクロマティック数である。

ここで、グラフには2種のグラフのあることを指摘しておかなければならない。すなわち、第1のグラフは、線はまったく任意に2点の間を結び得るグラフである。第2のグラフは、線が決して交らないように書かれたグラフである。後者は、あらゆる線を1平面上に書くことができるから、特に、プラナー・グラフ (planar graph) と呼ばれている。第16図(I)は、非プラナー・グラフであり、(II)はプラナー・グラフである。したがって、 ν_{\max} は、グラフがプラナー・グラフであるかどうかによって異ってくる。一般のグラフでは、最大の辺の個数は $n(n-1)/2$ であるから、

$$\nu_{\max} = \frac{n(n-1)}{2} - n + 1 \quad (3.3.3)$$

となり、したがって、一般のグラフの α -指標は、

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\nu}{\frac{n(n-1)}{2} - n + 1} \\ &= \frac{2(m - n + p)}{n(n-1) - 2(n-1)} \\ &= \frac{2(m - n + p)}{(n-1)(n-2)} \end{aligned} \quad (3.3.4)$$

となる。また、プラナー・グラフにおける辺の個数は、 $3n - 6$ となり、 ν_{\max} は、

$$\begin{aligned} \nu_{\max} &= 3n - 6 - n + 1 \\ &= 2n - 5 \end{aligned} \quad (3.3.5)$$

となる。したがって、プラナー・グラフの α -

15) 高森寛：前掲論文，145,149頁。

指標は,

$$\alpha = \frac{\nu}{2n-5} = \frac{m-n+p}{2n-5} \quad (3.3.6)$$

となる。

(3) β -指標

β -指標は、線と点の各個数間の比率である。すなわち、

$$\beta = \frac{m}{n} \quad (3.3.7)$$

によって定義される。

(4) r -指標

r -指標は、線の個数に関する指標であり、

$$r = \frac{\text{線の個数}(m)}{\text{可能な最大の線の個数}(m_{\max})} \quad (3.3.8)$$

である。したがって、非プラナー・グラフでは、

$$r = \frac{2m}{n(n-1)} \quad (3.3.9)$$

であり、プラナー・グラフでは、

$$r = \frac{m}{3(n-2)} \quad (3.3.10)$$

となる¹⁶⁾。

IV 地域間の情報と物資の流通 (物資の流通への情報の効果)

IV.1 情報から見た2地域間の関係

2つの地域 R_1 および R_2 があり、この地域間にまったく情報の交換がなされないとき、これらの地域は、グラフの理論における2個のコンポーネントからなるグラフとみなし得る。また、これらの間に、情報の交換が行なわれるとき、

(1) 情報の交換がない場合 ($\beta=0$)



(2) 情報の交換がある場合 ($\beta=0.5$)



第17図 グラフによって示された情報から見た2地域間の関係

その状態をこの地域間を結ぶ線によって表現するとき、これらの地域は、1個のコンポーネントによって示されるグラフとみなし得る。第17図は、情報の交換のあるときとないときの2地域間の関係を示した図である。

いま、 β -指標によって、これら2種の地域間の関係を表現してみると、情報交換のないときは $\beta=0$ であり、情報交換のあるときは $\beta=0.5$ である。

IV.2 情報と物資の流通

ある生産物 C が、地域 R_1 においても R_2 においても生産されているとする。もし、これら2地域の間はこの生産物に関して何らの情報交換もなされないならば、すなわち $\beta=0$ ならば、各地域におけるこの生産物の生産量と価格は、

$$Q_S^i = f_i(P^i), \quad \frac{dQ_S^i}{dP} \geq 0 \quad (3.3.11.1)$$

$$Q_D^i = g_i(P^i), \quad \frac{dQ_D^i}{dP} \leq 0 \quad (3.3.11.2)$$

$$Q_S^i = Q_D^i = Q^{i*}, \quad (i=1, 2) \quad (3.3.11.3)$$

$$Q^{i*} = f_i(P^{i*}) = g_i(P^{i*}) \quad (3.3.11.4)$$

から得られる Q^{i*} および P^{i*} である。ただし、 Q_S^i, Q_D^i は、地域 R_i ($i=1, 2$) における生産物 C の供給量および需要量、 P^i は地域 R_i における生産物 C の価格、 $f_i(P^i), g_i(P^i)$ は地域 R_i における生産物 C の供給関数、および需要関数、 Q^{i*} は地域 i における生産物 C の生産量、 P^{i*} は地域 i における生産物 C の生産量が Q^{i*} における価格である。このことを図示すると、第18図のようになる。

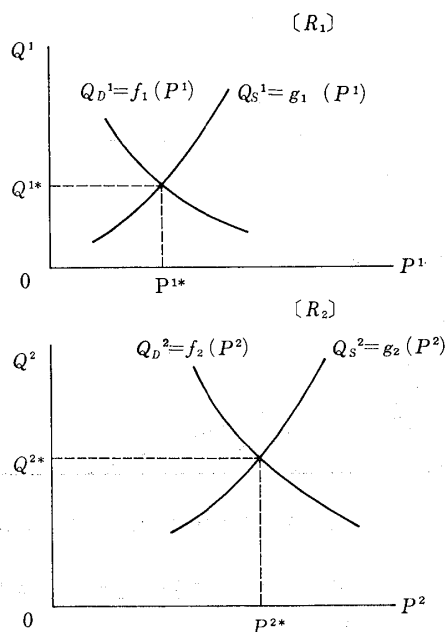
これに対して、2地域間にこの生産物に関する情報交換があるとき、すなわち、 $\beta=0.5$ のとき、生産物の地域間移動が起り、各地域のこの生産物の生産量と価格は、

$$Q_S^1 = f_1(P^1 + T_{12}), \quad \frac{dQ_S^1}{dP} \geq 0 \quad (3.3.12.1)$$

$$Q_D^1 = g_1(P^1 + T_{12}), \quad \frac{dQ_D^1}{dP} \leq 0 \quad (3.3.12.2)$$

$$Q_S^2 = f_2(P^2), \quad \frac{dQ_S^2}{dP} \geq 0 \quad (3.3.12.3)$$

16) 高森寛：前掲論文，149-156頁。



第18図 情報構造のグラフが $\beta = 0$ のときの
地域 R_i ($i = 1, 2$) における生産物 C
の生産量と価格

$$Q_D^2 = g_2(P^2), \quad \frac{dQ_D^2}{dP} \quad (3.3.12.4)$$

$$Q_S^{1*} = f_1(P^{1*} + T_{12}) \quad (3.3.12.5)$$

$$Q_D^{1*} = g_1(P^{1*} + T_{12}) \quad (3.3.12.6)$$

$$Q_S^{2*} = f_2(P^{2*}) \quad (3.3.12.7)$$

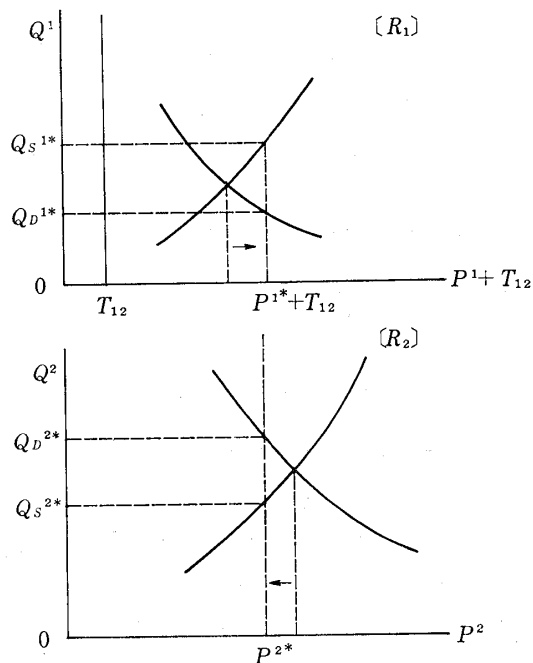
$$Q_D^{2*} = g_2(P^{2*}) \quad (3.3.12.8)$$

$$Q_S^{1*} - Q_D^{1*} = -(Q_S^{2*} - Q_D^{2*}) \quad (3.3.12.9)$$

$$P^{1*} + T = P^{2*}, \quad (T \geq 0) \quad (3.3.12.10)$$

によって決定される Q^{i*} および P^{i*} となる。ただし、 T_{12} は、生産物 C を地域 R_1 から R_2 へ輸送するための輸送費であり、したがって、 $P^{1*} \leq P^{2*}$ となっている必要がある。 Q^{i*} 、 P^{i*} の決定メカニズムは式によって示すとかなり複雑であるが、図を用いて説明すると、比較的容易にそれを示すことができる。

まず、地域 R_2 に「地域 R_1 では生産物 C の価格が安い ($P^1 \geq P^2$)」という情報が伝達されると、生産物は、地域 R_1 から R_2 へと輸送される。生産物 1 単位あたりの輸送費を T_{12} とすれば、 R_2 における R_1 での生産物の価格は $P^1 + T_{12}$ となる。したがって、 R_1 における生産物の価格を



第19図 情報構造のグラフが $\beta = 0.5$ のときの
地域 R_i ($i = 1, 2$) における生産物 C の
生産量と価格

R_2 における価格で評価して需要供給曲線をえがくと第19図[R_1]のようになる。すなわち、この図では、価格は P^1 のかわりに $P^1 + T_{12}$ が用いられている。この図では、地域 R_1 が地域 R_2 と同じ場所に移されたときの想像上の生産条件をえがいたものとみなされる。生産物 C が地域 R_1 から R_2 へと輸送されると地域 R_1 における生産物 C の価格は上昇し、地域 R_2 のそれは下降する。そして、両地域の価格が等しくなるとき、すなわち、 $P^1 + T = P^2$ となるとき、生産物 C の輸送量の増加は停止する。このときの価格が地域 R_1 、 R_2 における生産物 C の価格 P^{1*} 、 P^{2*} である。他方、このとき、地域 R_1 ではこの生産物の需要量と供給量との間に不一致が生じる。この地域では、 $Q_S^{1*} - Q_D^{1*}$ だけの供給超過となる。これに対して、地域 R_2 では、 $Q_D^{2*} - Q_S^{2*}$ だけの需要超過が起っている。ここで見られる地域 R_1 での供給超過量が地域 R_2 での需要超過を満たすように地域 R_1 から R_2 へと輸送されるのである¹⁷⁾。上記の式は、このようなメカニズ

17) Harry W. Richardson: *Regional Economics, Location Theory, Urban Structure, and Regional Change*, New York, Praeger Publishers, 1969, pp.14-15.

ムを示しているといえる。

このように、地域間に情報交換のあるとき、いかえれば、情報交換の面から見て、地域構造を示す β が0.5のとき、物資の地域間流動が現われるのである。なお、このときは、必ず、一方の地域では価格の上昇が起って物資が流出し、他方の地域では価格の下落が起って物資が流入するという現象が見られる。

V リニアール・プログラミングと情報

V.1 リニアール・プログラミング

リニアール・プログラミングは、ヒッチコック (F. L. Hitchcock), コープマンズ (T. C. Coopmans), ダンチック (G. B. Dantig) 等によって発展させられたが¹⁸⁾, これは、最小費用による財貨の地域的再配分の方法としても用いられ、特に、輸送問題 (transportation problems) と呼ばれる領域で研究されている¹⁹⁾。

ここでは、この輸送問題が情報と密接な関係をもっている面を明らかにしてみたい。

まず、一般のリニアール・プログラミング (linear programming) の内容を説明してみよう。

いま、3種の原料 M_1, M_2, M_3 を用いて2種の生産物 X_1, X_2 が生産され得、それぞれの生産物1単位を生産するために必要な原料の量は、第2表の原料必要量の欄に示されたような量であるとする。また、各原料の使用可能量は、この表の使用可能量の欄に示されているような量であるとする。さらに、利益が生産物 X_1 1単位からは5、生産物 X_2 1単位からは10得られるとする。生産物 X_1, X_2 の生産量を x_1, x_2 で表わすとき、リニアール・プログラミングでは、生産物全体から得られる利益 P が最大になるように、 x_1, x_2 が決定される。すなわち、 x_1, x_2 は、

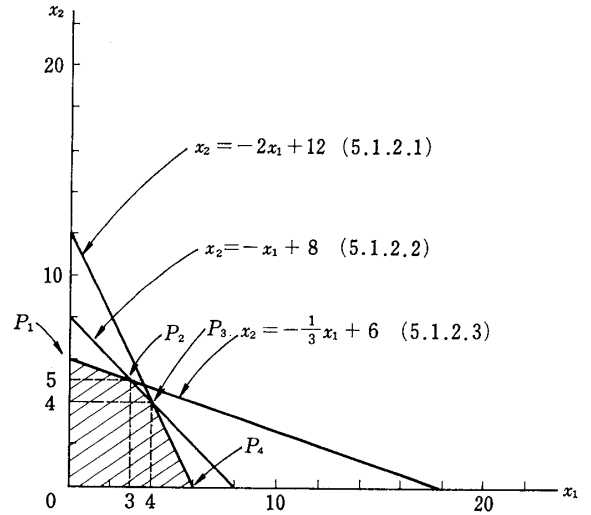
$$2x_1 + 1x_2 \leq 12 \quad (5.1.1.1)$$

$$3x_1 + 3x_2 \leq 24 \quad (5.1.1.2)$$

18) 渡辺哲雄, 木村等: 『ゲームの理論と輸送問題』, 東京楨書店, 1971年, 129-220頁。

鈴木啓祐: 『地域間財貨移動』, 福地崇生編: 『地域経済学』, 東京, 有斐閣, 昭和49年, 105-140頁。

19) G. Hadley: Linear Programming, Massachusetts, Addison-Wesley, 1962, pp.273-330.



(注) 斜線部分が実行可能 (生産可能) な x_1, x_2 の組合せを示す領域である。

第20図 第2表の条件の下に計画されるリニアール・プログラミング

第2表 生産物 X_1, X_2 の1単位の生産に必要な原料の量, 原料の使用可能量, および生産物1単位から得られる利益

		生産物		原料使用可能量
		X_1	X_2	
原料必要量	M_1	2	1	12
	M_2	3	3	24
	M_3	2	6	36
利益		5	10	—

$$2x_1 + 6x_2 \leq 36 \quad (5.1.1.3)$$

$$P = 5x_1 + 10x_2 \rightarrow \max(\text{最大}) \quad (5.1.1.4)$$

を満足させるように決められる。式(5.1.1.4)は、一般に目的関数 (objective function) といわれる。

この式から、 x_1, x_2 が得られる過程は、第20図のような図によって示すことができる。まず、はじめに、各原料をそれぞれ全部使用したときに得られる生産物 X_1, X_2 の各量の組合せを図示する。その図は、

$$2x_1 + 1x_2 = 12 \quad (5.1.2.1)$$

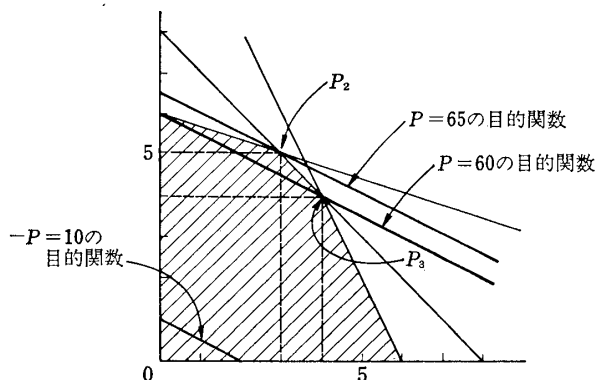
$$3x_1 + 3x_2 = 24 \quad (5.1.2.2)$$

$$2x_1 + 6x_2 = 36 \quad (5.1.2.3)$$

から得られる。

$$x_2 = ax_1 + b \quad (5.1.3)$$

という形の3本の直線である。ただし、 a, b



第21図 実行可能な領域を通過する目的関数

はパラメーターである。

他方、利益 P を与える x_1, x_2 の組合せを示す直線は、目的関数を変形して得られる。

$$x_2 = -\frac{1}{2}x_1 + \frac{1}{10}P \quad (5.1.3)$$

で示される直線である。たとえば、 $P=10$ のとき、

$$x_2 = -\frac{1}{2}x_1 + 1 \quad (5.1.4)$$

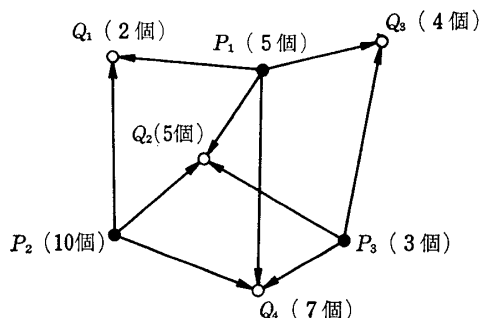
となる。すなわち、式 (5.1.3) を示す直線は、原点から遠い位置にあるものほど、大きな P に対する直線である。第20図においては、点 P_2 が最大の利益を与える目的関数の通過する点である (第21図参照)。したがって、ここで求める x_1, x_2 の値は、式 (5.1.2.2) と式 (5.1.2.3) から構成される連立方程式から得られる点 P_2 の位置、すなわち、それぞれ 3, 5 である。このとき、利益 P は、

$$P = 5 \times 3 + 10 \times 5 = 65 \quad (5.1.5)$$

である。

V.2 輸送問題

いま、第22図に示されているような3つの場所 P_1, P_2, P_3 に倉庫が、また4個の場所 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 に小売店があり、各倉庫には1期間中に、それぞれ、商品を5, 10, 3単位供給する能力があり、他方、各小売店では、1期間中に、それぞれ、2, 5, 4, 7単位販売されると仮定する。このとき、各倉庫の商品を各小売店にどれだけ供給すれば、全体の商品輸送費を最小にすることができるであろうか。



(注) P_i ●: 倉庫 Q_j ○: 小売店

第22図 小売店と倉庫の位置と商品の需要、供給量

第3表 P_i, Q_j 間の OD 表

D \ O	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	供給量(s_i)
P_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	5
P_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	10
P_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	3
需要量(d_j)	2	5	4	7	18

この問題を解くには、まず、倉庫 $P_i (i=1, 2, 3)$ から小売店 $Q_j (j=1, 2, 3, 4)$ への商品輸送量を x_{ij} として第3表のような一種の OD 表 (origin destination table)²⁰⁾ を書く。ここでは、 P_i にある倉庫 (倉庫 P_i) の供給能力が供給量 (s_i)、 Q_j にある小売店 (小売店 Q_j) の販売量が需要量 (d_j) となっている。この OD 表では、供給量の s_i は P_i から供給される x_{ij} の総量が s_i を越えられないことを示し、需要量の d_j は Q_j で必要とする x_{ij} の総量が d_j に達しなければならないことを示している。

他方、倉庫 P_i から小売店 Q_j に商品 1 単位を輸送するために必要な輸送費 C_{ij} を調査した結果第4表のようになったと仮定する。ただし、この表では、 C_{ij} は P_i 行と Q_j 列との交った欄に書かれている。ここでは、この費用によって、 x_{ij} を輸送したとき、その全費用が最小になるように x_{ij} が決定されるのである。

したがって、 x_{ij} を求める式は、

20) Department of Scientific and Industrial Research, Road Laboratory, *Research on Road Traffic*, 1955, pp.120-133.

佐々木恒一、小林八一：『道路交通量の推定』、東京、交通日本社、1962年、4-6頁。

鈴木啓祐：前掲論文、117-118頁。

第4表 P_i, Q_j 間の輸送費の表

O \ D	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
P_1	3	2	4	8
P_2	2	4	10	5
P_3	7	3	4	6

i) 供給量の条件

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq s_1 (= 5) \quad (5.2.1.1)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq s_2 (= 10) \quad (5.2.1.2)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq s_3 (= 3) \quad (5.2.1.3)$$

ii) 需要量の条件

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \geq d_1 (= 2) \quad (5.2.2.1)$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} \geq d_2 (= 5) \quad (5.2.2.2)$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} \geq d_3 (= 4) \quad (5.2.2.3)$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} \geq d_4 (= 7) \quad (5.2.2.4)$$

iii) 目的関数

$$C = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{34}x_{34} \rightarrow \min \text{ (最小)} \quad (5.2.3)$$

となる。ただし、 C は全(総)輸送費である。

上記の式を見ると、その形式がV.1で述べたリニアール・プログラミングの式(5.1.1.1)~(5.1.1.4)の形式とよく似ていることに気付く。ただし、不等号の向きがそろっていなかったり、 x_{ij} の係数がすべて1であったりしている点が、V.1における式とは異なっている。すなわち、この式は、リニアール・プログラミングの式の特殊なものであるといえる。したがって、この種の問題を、リニアール・プログラミングでは、輸送問題と呼んでいるのである。

この問題(輸送問題)を解くには、種々の方法がある(最適解を得るために必要な基底可能解(basic feasible solution)を得るためには西北隅ルール(north-west corner rule)、ハウタッカーのルール(Houthakker's rule)、単位罰金法(unit penalty rule)が、また、最適解(optimal solution)を得るためには、飛び石法(stepping stone method)、MODI法(modified distribution method)がある)が²¹⁾、いずれも正しく C を最小にさせる x_{ij} (最

第5表 第3表および第4表から得られる最適解

O \ D	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	s_i
P_1	—	4	1	—	5
P_2	2	1	—	7	10
P_3	—	—	3	—	3
d_j	2	5	4	7	18

適解)を与える。実際、ここで挙げた例における x_{ij} は、第5表のようになる。そして、このときの C は、

$$C = 3 \times 0 + 2 \times 4 + 4 \times 1 + \dots + 4 \times 3 + 6 \times 0 = 67 \quad (5.2.4)$$

となる。

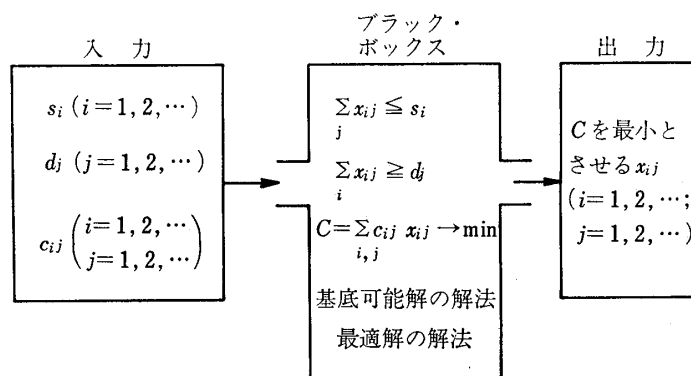
V.3 輸送問題と情報

ここで、輸送問題と情報との関係を明らかにしてみよう。いま、輸送問題を解こうとしたとき、もしも、供給量 s_i 、需要量 d_j 、ならびに、 P_i, Q_j 間の輸送費 c_{ij} が知られなければ、この問題を解くことができない。すなわち、 s_i, d_j, c_{ij} という情報が与えられなければ、輸送問題を解くことができないのである。また、この問題を解く場合には、これ以上の情報は不必要である。すなわち、輸送問題を解く場合に必要な情報は特定の種類の情報であり、任意の情報によっては解くことができないのである。

いま、第3図と同様の形式によって輸送問題の形態を示してみると第23図のようになる。すなわち、輸送問題(リニアール・プログラミング)は一種の制御系とみなされ、 s_i, d_j, c_{ij} の入力が輸送問題を解く式、ならびに基底可能解、最適解の解法が含まれているブラック・ボックスに加えられると C を最小とさせる x_{ij} が出力となって与えられるとみなされるのである。

ここでは、輸送問題のみをとりあげて、物的流通における計画が情報と強い結びつきをもっていることを明らかにしたが、輸送問題ばかりではなく、一般に、物的流通において行なわれる計画、たとえば、ダイナミック・プログラミ

21) 鈴木啓祐：前掲論文，134-138頁。



第23図 輸送問題における系（制御系）の構造

ング (dynamic programming) をはじめ各種の計画は、すべて、情報を基礎として成立しているといなされるといえる。

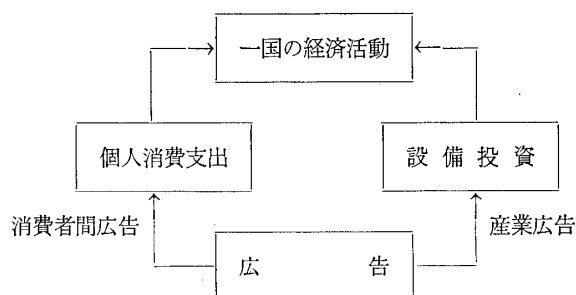
VI 広告の物的流通への効果（情報の経済的効果）

広告には、種々の効果があり、松田および八巻は、それを

- (1) 需要創造効果
- (2) 流通費削減効果
- (3) 価格維持効果
- (4) 所得分配効果
- (5) 信用創造効果
- (6) 市場機能維持効果

の6種類に分類している²²⁾。しかしながらこのうち、基本的な効果は、(1)の需要創造効果であり、その他の効果は、この需要創造効果から派生的に生じる効果であるといなされる²³⁾。

また、広告が行なわれる対象は大別して2種類あり、その1つは消費者としての個人であり、他の1つは生産者としての産業である。前者への広告は、個人消費支出に対し、その量的増大あるいは、その構造（支出品目別構成割合）の変化という効果を与え、産業に対しては、設備投資支出の量的増大、あるいは、その構造の変化という効果を与える。そして、これらの効果が、最終的には一国全体の経済活動へと影響を及ぼ



(注) 松田義幸，八巻俊雄：「広告の経済的効果に関する計量的分析」，通商産業省産業政策局編：『広告の経済的効果』，東京，大蔵省印刷局，昭和50年，43頁を基礎として書いたものである。

第24図 広告効果の波及過程

して行くと考えられる。第24図は、この広告効果の波及過程を示したものである。

松田および八巻は、国民経済に対する広告の影響を定量的に観察した²⁴⁾。その観察結果によれば、わが国やアメリカにおいて、かなり顕著な広告の効果が見られた（ただし、イギリス，西ドイツ，フランスにおいては多重共線性のためあまりよい分析結果は得られなかった）。すなわち、まず、 t 年における一国の個人消費支出 C_t がその年の個人可処分支出 Y_{dt} および広告費 A_t によって決定されると仮定し、いいかえれば、

$$C_t = F(Y_{dt}, A_t) \tag{6.1}$$

と仮定し、これを、

$$C_t = \alpha_1 Y_{dt} + \alpha_2 A_t + \alpha_3 \tag{6.2}$$

ならびに

$$\log C_t = \alpha_1 \log Y_{dt} + \alpha_2 \log A_t + \alpha_3 \tag{6.3}$$

のように特定化し、これを各国のデータにあてはめ、以下に示すような結果を得た。ただし、

22) 松田義幸，八巻俊雄：「広告の経済的効果に関する計量的分析」，通商産業省産業政策局編：『広告の経済的効果』，東京，大蔵省印刷局，昭和50年，37頁。

23) 松田義幸，八巻俊雄：前掲論文，43頁。

24) 松田義幸，八巻俊雄：前掲論文，43-48頁。

$\alpha_i (i=1, 2, 3)$ はパラメーターである。また、以下には、良好な結果が得られた日本およびアメリカの資料へのあてはめのみを示すことにした。

日本 (単位: 億円)

$$C_t = 0.76 Y_{dt} + 1.67 A_t + 5605 \quad \bar{R}^2 = 0.99$$

(0.08) (0.51) (6.4)

$$\log C_t = 0.92 \log Y_{dt} + 0.059 \log A_t + 0.125$$

(0.09) (0.095) $\bar{R}^2 = 0.99$

(6.5)

アメリカ (単位: 億ドル)

$$C_t = 0.79 Y_{dt} + 3.75 A_t - 16.32 \quad \bar{R}^2 = 0.99$$

(0.26) (8.96) (6.6)

$$\log C_t = 0.80 \log Y_{dt} + 0.204 \log A_t + 0.239$$

(0.37) (0.406) $\bar{R}^2 = 0.99$

(6.7)

なお、上式のパラメーターの下の () 内の値は、パラメーターの推定値の標準誤差、 \bar{R}^2 は自由度修正済みの重相関係数の自乗 (決定係数) である。

次いで、モジリアーニ効果 (Modigliani effect)——過去の最高の国民所得水準、したがって過去の最高の消費水準が、現在の消費水準に与える影響²⁵⁾——を考慮したモデル、すなわち、

$$C_t = f(C_{t-1}, A_t) \quad (6.8)$$

というモデルを構成し、これを多くの国の資料にあてはめた。なお、ここでは個人消費支出は年々増加しているとみなし、最高の個人消費支出は C_{t-1} であるとみなされている。

ここでも、式 (6.8) が、

$$C_t = \alpha_1 C_{t-1} + \alpha_2 A_t + \alpha_3 \quad (6.9)$$

ならびに、

$$\log C_t = \alpha_1 \log C_{t-1} + \alpha_2 \log A_t + \alpha_3 \quad (6.10)$$

のように特定化されている。ただし、 $\alpha_i (i=1, 2, 3)$ はパラメーターである。そして、よいあてはまりは、日本、アメリカ、および西ドイツに見られた。その結果は以下のとおりである。

日本 (単位: 億円)

$$C_t = 0.95 C_{t-1} + 8.52 A_t - 4.10 \quad \bar{R}^2 = 0.99$$

$$(0.049) (2.19) \quad (6.11)$$

$$\log C_t = 0.813 \log C_{t-1} + 0.188 \log A_t$$

(0.041) (0.044)

$$+ 0.362 \quad \bar{R}^2 = 0.99 \quad (6.12)$$

アメリカ (単位: 億ドル)

$$C_t = 0.48 C_{t-1} + 17.86 A_t - 329.35$$

(0.40) (11.02) $\bar{R}^2 = 0.98$ (6.13)

$$\log C_t = 0.27 \log C_{t-1} + 0.30 \log A_t + 0.900$$

(0.41) (0.41) $\bar{R}^2 = 0.98$ (6.14)

西ドイツ (単位: 億マルク)

$$C_t = 0.64 C_{t-1} + 8.50 A_t + 558.23 \quad \bar{R}^2 = 0.98$$

(0.29) (5.92) (6.15)

$$\log C_t = 0.90 \log C_{t-1} + 0.029 \log A_t + 0.32$$

(0.20) (0.085) $\bar{R}^2 = 0.98$ (6.16)

これらの結果から広告は、たしかに、個人消費支出によって影響を受けることが認められる。しかも、広告活動を活発にすることによって個人消費支出が増大することが認められる (A_t あるいは $\log A_t$ の係数が正の値を示している)。個人消費支出の増加は、物的流通の規模の増大を意味するから、広告活動の増大は、物的流通の規模を増大させるといえる。

VII 結 語

シャノンが情報の存在を提唱してから、われわれの世界が、物質、エネルギー、および情報からなり立っていることが明らかにされた²⁶⁾。情報の存在が確認されて以来、われわれは、情報がわれわれの世界に満ちていることに気付いた。いうまでもなく、物的流通の領域においても情報の存在がいたるところに認められる。ここでは、情報が物的流通といかなるかわり合いをもっているかを種々の角度から検討してみた。また、情報と物的流通の関係を理解する場合にグラフの理論が役立つことについても論じたことを特に付記しておきたい。

25) 柴山幸治:『計量経済学』, 京都, ミネルヴァ書房, 昭和37年, 14頁.

26) 森政弘:『制御と情報』, 東京, 日本放送出版協会, 昭和43年, 12-18頁.