

## ゴミ処理施設共同事業の 仁による費用負担分析

### 1. はじめに

市町村が行なう共同事業のうち、ゴミ焼却施設の新設・運営費用の負担問題を仁によって分析する。本論では、費用負担に対する各市町村の不満が小さくなるように、仁によって負担方法を決定するのではなく、現実に採用されている負担制度を、仁による負担比率と比較して現実の負担制度の問題点を明らかにすることが目的である。

### 2. 現実の共同事業と費用負担

住民の生活様式の高度化、多様化にともない、生活圏は拡大し、既存の行政区域を越えて広域化しつつある。それにしがた、公共財の供給形態も変わらざるを得ず、自治体間の共同事業が多く行なわれてきている。

しかしながら、共同事業における計画、建設そして運営に種々の問題が残されている。なかでも、費用負担制度には混乱がみられ、いまだ統一的な負担方法は提示されていない。

自治体、とくに市町村間の共同事業を促進するために、各地に複数の市町村によって構成される広域市町村圏が設定され、地方自治にもとづく制度的な運営が自治省、あるいは県によって認めら

本研究は、大蔵省主計局調査課の「科学的財務管理事例研究」として援助を受け、田辺正美氏（東工大、大学院）との共同研究として行なったものである〔7〕。なお資料、データ入手に際し、自治省振興課ならびに地方債課に多大なる協力をいただいたことに深く感謝する。分析の結果すべては筆者の責任に帰せられるものである。

れている。しかし費用負担方法の決定は、各広域市町村圏の独自の判断にまかされている。

各広域市町村は、共同事業別におおのの負担基準を設定し、負担比率を決定している。これは当然のことながら、事業の性格により便益の受益量と範囲が異なるからである。負担の基準としては、市町村の人口規模にしたがって比率を決定する人口割、すべての市町村が同額の負担をする均等割、施設の利用量にもとづく利用実績割、市町村に対する交付税措置にもとづく基準財政需要割といった基準が採用されている。負担比率はこれらの基準の一つ、あるいは複数混合して決定される。

これらの基準は、確実に公信力のある統計によって得られ、客観的で算定にあたり恣意の介入する余地はないものである。しかし、負担基準の採用の仕方は、同一事業にあっても、広域市町村圏ごとにかなり異なっている。また、建設と運営費用に関して、両者を区別しないで負担基準を採用したり、別々に決定しているなど混乱がみられる。

ゴミ処理施設共同事業において採用されている負担基準としては、人口割と均等割の混合基準が多い。また運営においては、上の二つの基準の他に、利用実績割が多く採用されている。採用されている負担基準それぞれの延べ件数は表1のようになっている。

また人口割、均等割の混合比率はそれぞれ表2、表3のとおりである。

設置費において、人口割基準は約90%の圏域で採用されており、その混合比は平均約0.8となっ

表 1 負担基準の採択件数

	人口割	均等割	利用実績割	基準割	財政需要割	合計
設置	55件	39件	3件	6件	61圏域	
運営	49件	44件	31件	2件	66圏域	

表 2 人口割比率

人口割混合比	100%	~80%	~60%	~40%	~20%	~1%	合計	平均	0%
設置	18件	19件	10件	4件	3件	1件	55件	79%	6件
運営	6件	10件	13件	10件	7件	3件	49件	61%	17件

ている。そして人口割0.8, 均等割0.2という混合比で負担比率を決定している圏域が一番多い。

運営費に関しては、均等割の混合比

が平均0.25で、圏域による差はあまりない。

利用実績割が運営費において多く採用されているのは、ゴミの排出量が、人口に比例するのではなく、圏域内の市町村の都市化程度の違いによって、それぞれ異なってくるからである。

また、設置費、運営費を区別せずに同一の負担基準と混合比を採用している圏域が61件中28件あり、両者の費用構造の違いが考慮に入れられない場合も多いことを示している。

さらに、同一県内の広域市町村間で、同じ負担方法を採用している例も多くみられる。これは、県が広域市町村圏に対して指導的立場にあること、隣接した広域市町村間で負担基準を参考にし合うためと考えられる。

このような現状を踏まえたうえで、費用負担のゲームをつぎのように定式化する。

### 3. ゲームの定式化

広域市町村内の各市町村を  $1, 2, \dots, n$ ,  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  とする。市町村は互いに提携  $S \subset N$  を形成し、共同事業を行なうものとする。ただし提携  $S$  は、ゴミ処理事業の性格から、地域的あるいは制度的に共同事業が可能な許容提携 (鈴木, 中村, [1] p.55参照) だけを考える。

ゴミ処理のサービス給付水準はどの提携においても同じであるとし、共同事業化による費用節減分を財政余剰と考えて、その値を特性関数値とする。

ゴミ処理施設設置の費用としては、立地場所近

表 3 均等割比率

均等割混合比	100%	~80%	~60%	~40%	~20%	~1%	合計	平均	0%
設置	3件	1件	1件	2件	24件	8件	39件	31%	23件
運営	2件	0件	1件	0件	29件	12件	44件	25%	22件

辺に発生する外部不経済も考えるべきである。事実、用地を提供する市町村には、迷惑料として何らかの補償を行なうことがある。このようなことは、本来ゲームとして興味ある定式化が可能であるが、本論では、費用算定の困難性から、これらを除外した。

いま、ゴミ処理共同事業の費用は、その処理規模と立地点の用地費によって決定されるものとする。任意の許容提携  $S$  の共同事業費用を  $C_s(P_s, a_s)$  と書くことにする。ここに、 $P_s$  は提携  $S$  の必要処理能力 ( $P_s = \sum_{i \in S} P_{(i)}$ ),  $a_s$  は施設の立地場所である。

よって特性関数は、

$$(1) \quad v(S) = \sum_{i \in S} C_{(i)}(P_i, a_i) - \min_{a_s} C_s(P_s, a_s)$$

$S$  は任意の許容提携

と定義される。この値は提携  $S$  が共同事業によって獲得できる最大の財政余剰を示している。

さて、現実には共同事業が全体  $N$  によって行なわれるので、財政余剰は  $v(N)$  だけ生ずることになる。それ故、財政余剰  $v(N)$  を各市町村にどのように配分すれば適切であるかが問題になる。

いまある配分  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  ( $v(N) = \sum_{i \in N} x_i$ ,  $x_i \geq 0, \forall i \in N$ ) が提示されたたすると、各提携  $S$  は、その配分に対してつぎのような不満をもつことになる。

$$(2) \quad e(x, S) = v(S) - \sum_{i \in S} x_i$$

$S$  は任意の許容提携

$x_i$  は  $i$  の配分

共同事業を安定に維持するという観点からは、

この不満はできるだけ小さいほうが好ましい。それ故、最大不満を最小化する財政余剰の配分、すなわち仁により費用負担を決定する。(仁の定義および意味については鈴木[2], 鈴木[3], [4]を参照。)

仁を  $x^*=(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) (v(N)=\sum_{i \in N} x_i)$  とすると、各市町村の仁による費用負担  $q_i$  は、おのおのの単独事業費から、 $x_i^*$  を控除した額となる。

$$(3) \quad q_i=C_{(i)}(P_i, a_i)-x_i^*$$

つぎに、具体的に費用関数を求め、仁の計算を行なう。

#### 4. 費用関数の推定

特性関数を求めるために、費用関数  $C_s$  を、現実の事業費用データから推定した。設置費用に関しては、昭和50年、51年の起債許可額にもとづき、処理規模に対する施設費用と用地面積を推定した。運営費に関しては、適切なデータが入手できず、運営費の中で比較的ウェートの大きい人件費をもって代表させた。(データは、資料[8]にもとづく。)

費用関数の形状は、各種の関数型の中から決定係数の一番大きなものによって選択した。この場合、各処理段階における、最小費用、最小の用地面積をサンプルとして用いた(図1, 図2)。

これは、各提携が最大の財政余剰を獲得するために、式(1)のように必要最小限の費用で事業を行なうと仮定したからである。

##### 設置費用関数

$$(4) \quad \text{設置費用 } C_s(P_s, a_s)= \begin{cases} 9,484 \times P_s^{0.985} + 762 \times P_s^{0.472} \times u(a_s) & P_s < 75 \text{ トン} \\ 6,561 \times P_s^{1.065} + 762 \times P_s^{0.472} \times u(a_s) & P_s \geq 75 \text{ トン} \end{cases}$$

$r=0.933$                        $r=0.788$                        $r=0.925$

ここに、 $P_s$  : 処理規模(トン)

$u(a_s)$  : 提携  $S$  内の市街化調整区域内の立地点  $a_s$  の用地単価(千円/m<sup>2</sup>)

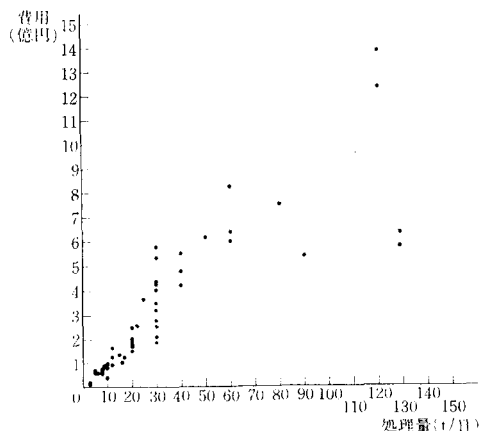


図1 小規模処理の設置費用(バッチ処理方式)

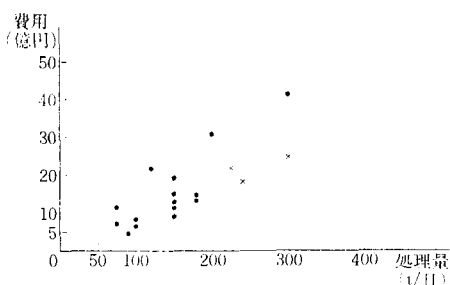


図2 大規模処理の設置費用(連続燃焼方式)

$r$  : 相関係数

である。

なお、データの時点、地域差は、それぞれ卸売物価指数、県別建設物価指数でもって基準化した。

費用関数の第1項は施設費用であり、第2項は用地費用である。また、75トンの処理規模で費用関数が異なるのは、処理規模によってゴミ処理の方式が異なるからである。

処理規模  $P_s$  は人口1人当りのゴミ排出量を、国庫補助額の算定基準にもとづいて1日1.2kgとし、処理人口から求めた。また用地単価  $u(a_s)$  は、提携  $S$  内の市街化調整区域内で最低値を代入する。

##### 運営費(人件費)用関数

$$(5) \quad \text{運営費 } C_s(P_s, a_s)=0.542 \times P_s^{0.605} \times w(a_s)$$

$w(a_s)$  : 立地点  $a_s$  の年間1人当り賃金

ただし、立地点による賃金差はあまりないので、立地点  $a_s$  による賃金の差は考慮にいけない。

施設費の費用関数がほぼ線形となった理由の…

つは、処理需要に弾力的に応ずるため、60トン炉の場合、30トン炉を2基設置することがあるからである。しかしこの理由だけでは充分説明しきれないが、ここではこの理由の分析には立ち入らない。

市町村の行なう事業には一般に国庫補助があり起債による借金も制限つきであるが認められている。ゴミ処理施設の設置費用に対しては、国の定める補助基本額の1/4が補助される。それ故、費用から補助金額を差し引く必要がある。また、起債にもとづく借金を時間的に割引いて計算すべきである。しかし、これらにもとづく実質的な費用負担額は、実際に要する費用のある一定割合と近似的に考えることもでき、この場合、仁の構造に本質的影響を与えないので、今回の分析では、補助金、起債については考慮しない。

つぎに、仁を求めるアルゴリズムについて説明しよう。

## 5. 仁のアルゴリズム

一般に仁は、線形計画を解くことにより求められるが(鈴木, 中村[1] pp. 152—155)ここでは、線形計画が大規模になるのをさけるために、小規模な線形計画を、逐次的に繰り返し解く方法により、仁を求める。

① まず、式(2)より、最大の不満を最小化する配分の集合を求める。すなわち、つぎの線形計画を解いて $z$ の最小値 $z^1$ を求める。

$$\begin{aligned} z &\longrightarrow \min \\ \text{subject to} & \\ \left\{ \begin{array}{l} v(S) - \sum_{j \in S} x_j \leq z \quad S \text{ は許容提携 } S \neq N \\ v(N) - \sum_{j \in N} x_j = 0 \\ x_j \geq 0 \quad \forall j \in N \end{array} \right. \end{aligned}$$

② ①の最適解 $z^1$ は、最大の不満の最小値であり、この不満を提示している許容提携の不満水準を $z^1$ に固定して、つぎの線形計画を解く。

$$\begin{aligned} z &\longrightarrow \min \\ \text{subject to} & \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v(S) - \sum_{j \in S} x_j = z^1 \quad S \text{ は①で不満 } z^1 \text{ を提示している許容提携} \\ v(S) - \sum_{j \in S} x_j \leq z^1 \quad S \text{ は上記以外の許容提携} \\ v(N) - \sum_{j \in N} x_j = 0 \\ x_j \geq 0 \quad \forall j \in N \end{array} \right.$$

この最小値を $z^2$ とすれば、これは2番目に大きな不満を最小化したものである。

③  $z^1, z^2$ の不満を提示している提携の不満水準をそれぞれ $z^1, z^2$ に固定し、②同様に線形計画を解く。

④ ③のプロセスを、単独で行動したときの不満水準が、すべての主体について決定されるまで繰り返す。この結果、各主体の配分が決定されこの配分が仁にほかならない。

線形計画を繰り返し解く回数はただか $N$ 以外の許容提携の数であるが、通常それよりはるかに少ない回数で仁を計算することができる。

さて、つぎに現実にゴミ処理共同事業が行なわれている広域市町村圏について、仁による費用負担比率を求め、負担制度を分析する。

## 6. ケース・スタディ

以下は、東京近県のある広域市町村圏の例である。この圏域は四つの市町村から構成され、ゴミ処理共同事業が全部の市町村により行なわれている。各市町村の人口規模とゴミ処理需要を表4に示す。

まず、設置費の負担について分析する。

### 設置費

提携{1, 4}, {1, 2, 3}は地理的な関係から非許容提携とし、残りのすべての許容提携について、設置費用と財政余剰を前述の方法にしたがっ

表 4

市町村	人口(人)	処理量(トン)	用地単価(千円/m <sup>2</sup> )
1	8,975	10.8	20.0
2	14,642	17.6	20.6
3	8,173	9.8	19.5
4	8,467	10.2	33.6

表 5

許容提携*	処理量トン	設置費用C <sub>s</sub> (千円)	財政余剰v(s) (千円)
1	10.8	101,090	0
2	17.6	162,690	0
3	9.8	91,971	0
4	10.2	95,620	0
12	28.4	259,600	4,177
13	20.6	189,700	3,363
23	27.4	250,660	3,999
24	27.8	254,230	4,072
34	20.0	184,300	3,291
123	38.2	364,920	8,827
124	38.6	350,470	8,922
234	37.6	341,590	8,693
1234	48.4	437,370	13,997

\*許容提携 S の書き方として単純にそのメンバー番号を並べた。たとえば {1, 2, 3}=123 というように表記した。

て算定した。(表 5)

仁および各市町村の費用負担とその比率を、表 6 に示す。

財政余剰の総額が設置費に比べ小さいこと、さらに、市町村間の用地費にそれほどの差がないこと、施設費用が、ほぼ処理規模と比例関係にあることから、仁による負担比率が各市町村の人口比率に近くなっている。

この圏域が現実採用している負担基準は均等割だけである。式(2)によって、現実の負担基準のもとで、仮に財政余剰配分に対する不満を計算し、仁のそれと比較すると表 7 のようになる。

この結果、市町村 1, 3, 4 の不満が 2 と比べて非常に大きくなっていることがわかる。2 が共同事業から生ずる財政余剰をすべて吸収し、さらに 1, 3, 4 から何らかの財政的移転が行なわれていると考えることができる。また、提携ごとの不満の平均値は、現実の負担基準のほうが仁のそれより小さくなっているが、標準偏差については仁のほうがはるかに小さくなっている。

2 に財政余剰が多く配分されているのは、2 の参加している提携の財政余剰が大きく、2 が費用節減に貢献しているからである。これは、2 の人

表 6

市町村	単独事業費 (千円)	仁 (千円)	費用負担 (千円)	負担比率 (仁)%
1	101,090	2,652	98,438	22.5
2	162,690	5,736	156,954	35.9
3	91,971	2,757	89,214	20.4
4	95,620	2,852	92,768	21.2

口規模が一番大きく、式(4)の施設費が、処理規模に対し限界的に費用が逡減しているからである。

表 5 をみると、共同事業の参加メンバー数が多くなると財政余剰が大きくなり、一市町村当たりの平均財政余剰も増加していることがわかる。このような特性をもつゲームにはコアが存在する。(鈴木, 中村[1] pp.23~28)

コアが存在する場合、仁はコアに含まれる(鈴木, 中村[1] p.79)ので、このケースでは、仁が共同事業の参加市町村の不満を沈静化しているというだけでなく、コアの意味でも安定した負担方法を提示しているといえる。一方、現実の負担基準は、財政余剰の配分が表 7 に示されるとおり、ゲームの配分にもなっておらず合理的でない。すなわち、市町村 1, 3, 4 は共同事業に参加することにより、財政余剰の配分を受けるところか、損をしていて、共同事業に何の意味を見い出せない

表 7 (千円)

	現	実	仁
1	8,252		-2,652
2	-53,348		-5,736
3	17,371		-2,757
4	13,772		-2,852
12	-40,918		-4,211
13	28,988		-2,349
23	-31,977		-4,191
24	-35,553		-4,213
34	34,386		-2,318
123	-13,426		-2,318
124	-18,896		-2,318
234	-13,560		-2,349
平均	-8,742		-3,189
標準偏差	28,909		1,052

(設置における各提携の不満水準)

表 8 (千円)

提携(S)	処 理 量 (トン/日)	人 件 費	財政余剰 v(s)
1	10.8	2445.1	0
2	17.6	3285.6	0
3	9.8	2305.6	0
4	10.2	2362.0	0
12	28.4	4388.7	1342.0
13	20.6	3613.9	1136.8
23	27.4	4294.6	1296.6
24	27.8	4332.4	1315.2
34	20.0	3549.8	1117.8
123	38.2	5250.9	2785.5
124	38.6	5284.1	2808.7
234	37.6	5200.8	2752.4
1234	48.4	6059.2	4339.2

表 9

市町村	運営費 千円/年	仁	負担概 (千円)	負担比 率 %
1	2,445	924	1,521	25.1
2	3,285	1,642	1,643	27.1
3	2,305	875	1,430	23.6
4	2,362	898	1,464	24.2

表 10 (千円)

許容 提携	現	実	仁
1	-	930	- 942
2	-	1,771	-1,642
3	-	791	- 875
4	-	847	- 898
12	-	1,360	-1,224
13	-	585	- 663
23	-	1,266	-1,200
24	-	1,303	-1,225
34	-	521	- 655
123	-	706	- 655
124	-	740	- 665
234	-	657	- 663
平均	-	956	- 940
標準 偏差		382	320

(運営における各提携の不満水準)

い。したがって、市町村 1, 3, 4 は、現行の負担制度にもとづく財政余剰の配分に対して、大きな不満をもっていることになる。

共同事業が、広域市町村圏制度のもとで、強制的に行なわれたものであったとしても、このような負担方法は、財政余剰の配分という観点から、大きな不満を内在化しており、好ましくない。

しかし、表 1, 表 2 に示したように、他の圏域における共同事業においては、人口割基準を採用しているところが 9 割におよびその混合比を 0.8 以上にしているものが 2/3 近くある。それ故、全体的には現在の負担方法が、結果的に仁による負担と近くなっているといえる。

### 運営費

運営費に関しては、表 8 ~ 表 10 のようになる。設備費と同様に、現実に採用している負担基準は均等割であるが、前と異なり、現実の負担比率が仁の負担比率に近くなっている。また、このゲームにおいてもコアが存在し、現実の負担基準にもとづく財政余剰の配分は、コアに属していることが容易に確かめられる。仁による負担比率が、負担を均等化する傾向にあるのは、人件費の処理規模に対する限界費用が、かなり大きく逓減する傾向にあるからである。人件費以外の運営費に関しては、限界費用が逓減するか 0 とみなせるので、

運営費全体についても仁は負担を均等化する傾向にある。

他の圏域で現実に採用されている負担基準は、表 1 から、人口割、均等割、利用実績割である。しかし人口割と利用実績割は密接な関係にあり、両者合わせると、実質的には人口割混合比が 70% を越える共同事業が多い。したがって、設置費の負担と異なり、全体的には現実の負担比率は人口規模の大きいところほど不満が大きくなっている。

### 7. む す び

本論は、現行制度のもとで行なわれている共同事業の負担方法について、仁の論理によって分析を試みたものである。現行制度は種々の歴史的、制度的な経験を通じて運用されているので、単に不満の沈静化という論理だけでは十分な分析は不可能かもしれない。しかし、官僚的組織の内部では、必ずしも全体的な経済効率性や合目的性といった観点でなく、各部門によほど大きな不満が生じない限り、各部門の実績等にしがって意思決定が行なわれる。それ故、各部門のもつ不満の沈静化という論理は、このような制度的決定の分析

にはなじみやすいといえる。

さらに、仁だけでなく、Shapley 値，あるいは Nash 解等の解により，このような費用負担問題を分析することも有用である。

当分析においては，ゴミ処理共同事業による財政余剰を，費用関数にもとづいて各提携ごと一律に算定したが，より現実に即して分析するためには，圏域ごと，そして提携ごと，細かい費用分析が必要であろう。とくに，最近問題となっている立地周辺地域への補償費用あるいは立地点を収集費用最小化によって選択するプロセスを費用負担のゲームの中に組み入れることは興味ある問題である。

### 参考文献および資料

- [1] 鈴木光男，中村健二郎著 「社会システム」——ゲーム論的アプローチ，エンジニアリング・サイエンス講座32，共立出版，1976。
- [2] 鈴木光男編著 「ゲームの理論の展開」東京図書，1973。
- [3] 鈴木光男著 「交渉の論理と公正の原理」経済評

論，1974，1月号～5月号。

- [4] 鈴木光男著 「計画の倫理」東洋経済新報社，1975。
- [5] D. Schmeidler, "The Nucleolus of Characteristic Function Game," *SIAM. J. Appl. Math.*, Vol. 17, pp. 1163—1170, 1969.
- [6] M. Suzuki, M. Nakayama, "The Cost Assignment of Cooperative Water Resource Development, A Game Theoretical Approach," *Management Science*, Vol. 22, No. 10, June 1976.
- [7] 山田圭一・林亜夫・田辺正美ほか「大規模工業開発の事後評価に関する研究」の第4章「公共事業における複数市町村間の費用負担の分析」大蔵省主計局調査課，1977，3月。
- [8] 資料「広域行政機構における市町村負担基準」自治省，昭和50年。  
「清掃施設台帳」全国都市清掃会議編。

はやし・つぐお 1948年生

1972年 東京工業大学社会学科修士課程修了

現在 同学科助手

### フォーラム

## 数理パズルを楽しもう (6)

**問題** ある53ケタの数を3乗し，それを53倍したら，末尾の53ケタが元の数より1978だけ大きくなりました。ある数を求めてください。

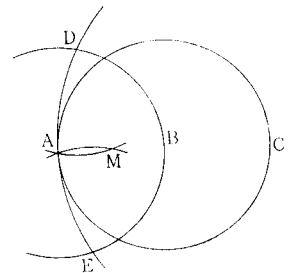
これは，筆者の今年の数芸パズル年賀状で，うまい考え方を用いると，ごく簡単な計算で解を求めることができます。

[3月号(199ページ)の解答] 「定規とコンパスを用いて作図できる図形は，コンパスだけで作図できる」という有名な定理 [1] がある。この問題は，その一例である。

2点A，Bの中点をコンパスだけで求めるには，まず点Bを中心として，半径ABの円をかく。そして，点Aを出発点として，同じ半径で円周を3回切り，点Aと直径上に向かい合う点Cを求める。つぎに，点Cを中心として半径ACの円をかき，点Aを中心とする半径ABの

円との交点D，Eを求め，2点D，Eを中心として，半径DA(=EA)の円をかけば，その交点Mは求める中点である。

この証明は，つぎのようである。△CDAと△DAMはともに二等辺三角形であり，しかも底角



∠DAMは共通であるから，これらは相似の二等辺三角形である。よって， $AD/AC=AM/AD$ となるが，うえの作図法により，

$$AD=AB, AC=2AB$$

であるから， $AM=AB/2$

を得る。一方，点Mが直線AB上にあることは，作図が直線ABに対して対称になされていることから明らかである。

- [1] コストフスキー，コンパスによる作図，東京図書，数学新書，1964。(中村義作 信州大学工学部)

### FORUM