

# ネットワーク効果を考慮に入れた評価システム(1)

01404983 富山商船高等専門学校 \*成瀬喜則 NARUSE Yoshinori  
01109213 金沢学院大学 桑野裕昭 KUWANO Hiroaki  
01603713 金沢大学 前田 隆 MAEDA Takashi

## 1 はじめに

ある場面で評価したい代替案が複数あり、その重要性について考察を行い、ある基準で評価を与える場面が多く存在する。このような場面で、意思決定者が評価基準を設定し、その基準のもとで代替案の重要度を定める方法として AHP (Analytic Hierarchy Process) がある。AHP の特徴は、評価基準が複数の場合でも評価基準間で一対比較を行い、さらにそれぞれの評価基準のもとで代替案に関する一対比較を行うことによって、総合重要度を求めることができる点である。

ところで、我々の身の回りには、人や組織、施設が、単独で活動しているのではなく、なんらかの方法で連携を行いながら活動を行っているケースが少なくない。ある施設を利用する場合、他の施設の利用も利用できる場合がそうである。このような人・組織・施設が有機的につながっている場合にもネットワークという言葉が利用されており、数学的にはノードとアークで表現される。

さて、複数の代替案があるネットワーク下にある場合、代替案間の連携によって全体の価値は増加する。本論では、このような連携によって発生する効果をネットワーク効果と名づける。

例えば教育の場面において、使用した情報機器に重要度をつけなければならないでしょう。ところが、これらの機器は単独で使用する場面よりも、複数の機器を同時に使用する方が利用価値が高い場面が生じる。それは、1つの情報機器の利用によって授業目的が達成される場合は少なく、複数の情報機器なり、授業手法なりが採用され初めて達成される場合が多いからである。つまり、複数の情報機器を使用している状況下で、それぞれの情報機器に対して重要度を決定しなければならない場面が存在する。

そこで本論では、ネットワーク効果を考慮に入れた評価システムについて考察を行い、さらにゲーム理論的な手法によって、それぞれの機器に対する評価値を決定する方法について提案を行う。

## 2 ネットワーク効果を考慮した評価

3つの機器を評価することを考える。機器  $i, i = 1, 2, 3$  を単に  $i = 1, 2, 3$  によって表し、 $N = \{1, 2, 3\}$  とおく。さらに  $N$  のすべての部分集合からなる集合族、すなわち

$$2^N = \{\emptyset, \{1\}, \{2\}, \{3\}, \{1, 2\}, \{1, 3\}, \{2, 3\}, N\}$$

の要素を代替案とよぶ。

以下ではゲーム理論的アプローチによって各機器に対するネットワーク効果を考慮した評価について議論する。準備として、すべての代替案  $S (\subseteq N)$  に対する重要度  $w_S$  を AHP の適用により与える。7つの代替案について一対比較を行い、それぞれの代替案の重要度を計算する。集合  $S (VS \subseteq N)$  の重要度を  $w_S$  とする。

これら  $\{w_S | S \in 2^N\}$  は代替案間の一対比較により得られた重要度であり、また、各機器に対する重要度  $w_{\{1\}}, w_{\{2\}}, w_{\{3\}}$  にはネットワーク効果が反映されていない。そこで、ネットワーク効果を考慮した機器  $i$  の評価 (これを  $\phi_i$  とおく) を、機器  $i$  が自らの属する代替案  $S$  に及ぼす影響まで含めた形で定義することを試みる。

まず、すべての代替案  $S$  に対する評価  $v(S)$ 、すなわち代替案評価関数  $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$  が与えられているとする。ここで、この  $v$  は代替案の重要度  $\{w_S | S \in 2^N\}$  によって定義される関数であるとする。 $v$  を用いると、機器  $i$  が自らの属する代替案  $S$  に及ぼす評価の影響 (貢献度) は

$$v(S) - v(S - \{i\})$$

と表すことができる。この値を機器  $i$  の代替案  $S$  における限界貢献度とよび、この平均

$$\phi_i = \sum_{S: S \ni i} \gamma(S) \{v(S) - v(S - \{i\})\}, \quad i = 1, 2, 3$$

によって機器  $i$  のネットワーク効果を考慮した評価値を定義する。ここで、 $\gamma(S) = \frac{1}{n!} (s-1)!(n-s)!$  であり、 $s$  は代替案  $S$  の要素数、 $n$  は機器の総数 3 を表す。

### 3 実験および分析

携帯電話、パソコン、テレビを使用したとき、それぞれの機器に対してどの程度の評価を与えているかを調べるために、学生を対象にして実験を行い、分析を試みた。

次の設問を与え、7つの代替案について一対比較をさせた(図1)。

「設問」  
 今、携帯電話とパソコンとテレビをあなたは持っているとします。それらと比較しながらあなたにとっての機器の重要性を考えて欲しいと思います。下記の比較を考えてください。  
 例えば、「携帯電話とパソコン」と「テレビ」との比較を考えましょう。  
 携帯電話とパソコンが使用できる環境(ただしこの場合テレビはないとします)とテレビしかない環境(携帯電話とパソコンは持っていないとします)を比較してみてください。

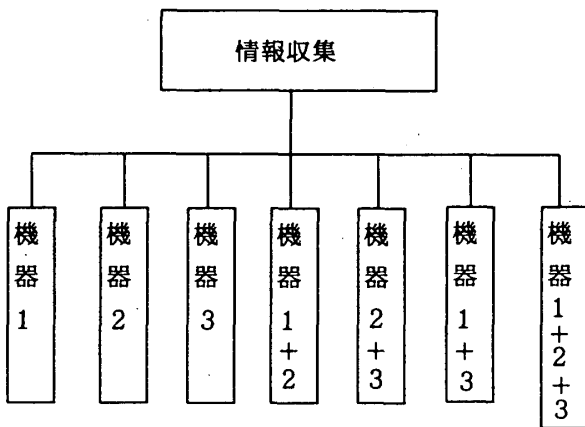


図1: ネットワーク効果を考えた階層図

AHPによって計算した各機器の重要度を表1に示す。ここで、{1}: 携帯電話, {2}: パソコン, {3}: テレビ, {1,2}: 携帯電話とパソコン, {2,3}: パソコンとテレビ, {1,3}: 携帯電話とテレビ, {1,2,3}: 携帯電話、パソコンとテレビとした。

次式により、代替案評価関数  $v$  を定める。

$$v(\phi) = 0,$$

$$v(S) = \sum_{i \in S} w_i + \lambda_S w_S, \forall S \subseteq N.$$

ここで  $\lambda_S$  は各代替案  $S$  のネットワーク効果を表すパ

ラメータであり、この実験においてはパラメータ  $\{\lambda_S\}$  を次のように与える。

$$\lambda_S = \begin{cases} 0, & S = \{i\} \text{ のとき } (i = 1, 2, 3), \\ 1, & \text{その他} \end{cases}$$

ネットワーク効果を考慮した機器の評価値(対象学生5名)を表2に示す。

表1: AHPによる機器の重要度

No.	1	2	3	12	23	13	123
1	0.03	0.03	0.06	0.09	0.14	0.10	0.56
2	0.02	0.06	0.05	0.10	0.24	0.09	0.45
3	0.05	0.04	0.06	0.13	0.11	0.23	0.38
4	0.02	0.06	0.05	0.08	0.28	0.10	0.42
5	0.02	0.08	0.04	0.12	0.15	0.05	0.55

表2: 各機器に対する評価値

No.	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$
1	0.30	0.33	0.37
2	0.20	0.40	0.39
3	0.38	0.25	0.37
4	0.17	0.42	0.41
5	0.26	0.42	0.31

### 4 まとめ

本論では、AHPによって、ネットワーク効果を考慮に入れた代替案の重要度を計算した。これらの重要度からネットワーク効果を考慮した機器の評価値を与える場合に、どのような代替案評価関数を定義するかという課題が残されている。

### 参考文献

- [1] 成瀬喜則, 前田隆 (2001), 項目間の影響を考慮した評価方法についての検討, 第17回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, 475-476.