

## ゲーム理論を用いたコンピュータネットワークの費用配分

02004270 山梨大学 \*石 真和 ISHI Masakazu  
 01108400 山梨大学 片谷 教孝 KATATANI Noritaka  
 山梨大学 吉川 雅修 YOSHIKAWA Masanobu

## 1 はじめに

近年のインターネットの急速な普及に伴い、広告・宣伝などを目的とした一般企業の接続も増加しつつある。

しかし、資本・技術などの問題から中小の企業では、まだ一般的であるとは言にくい。このため、複数の企業が接続業者から回線や機器を借り受け、接続を行うということが考えられる。このとき、それぞれの企業が異なった速度で接続を行うと、その費用の配分をどのように行うかという問題が発生する。

本研究では、その費用を負う効用とし、効用を最大化するようなゲームと考え、月ごとの費用配分の試算およびその評価を行うことを目的とする。

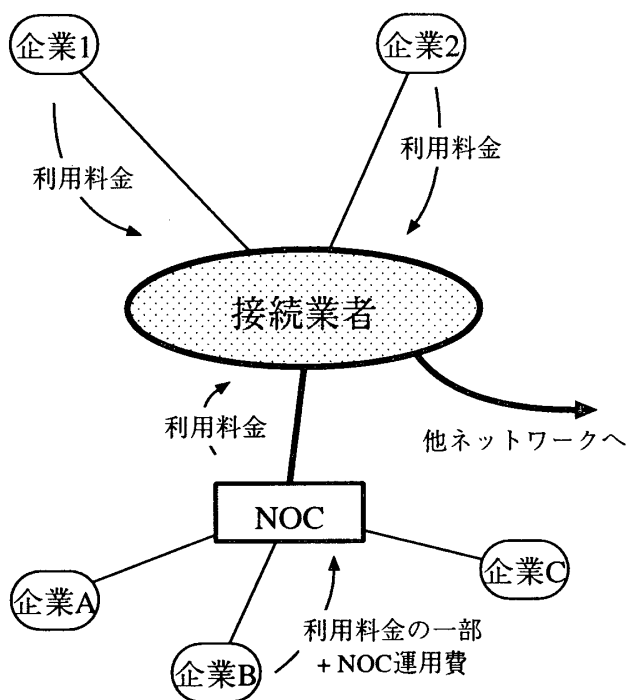


図1: 接続形態

## 2 問題のモデル化

## 2.1 前提条件

1つの企業が単独で接続業者とつなぐ時と、複数の企業でつなぐ時の様子を図1に示す。複数で接続する場合は、中央の管理局 (Network Operation Center、以下 NOC) の運用費用と NOC-業者間の回線費用が生じる。

計算を簡単にするため、本研究では、接続は専用線によるもののみを考える。また、回線速度は 64Kbps (プレイヤー1) と 28Kbps (プレイヤー2) の2種類とし、それぞれの速度で接続する企業をまとめて1人のプレイヤーとする。

さらに、ここでは複数の企業を代表して回線などを借りる団体は非営利であるものとし、各企業に配分される費用の合計と必要な費用は等しくなるものとする。

## 2.2 モデル化

各企業の負担する費用には以下のものがある。

1. どのような形態でも企業ごとに掛かる費用  $c_1^i$ 
  - 接続業者または NOC から企業までの回線費用など
2. どのような形態でも必要な費用  $c_2^i$ 
  - 接続業者へ支払う料金など
3. 複数の企業で接続するときに掛かる費用  $c_3^i$ 
  - 接続業者-NOC 間の回線費用
  - NOC 維持費 (ルータレンタルなど)

ここで、右肩の $i$ はプレイヤー $i$ の費用であることを示す。

交渉決裂時のプレイヤー $i$ の費用（最大費用）は、プレイヤーが1つの企業からなる場合は $c_1^i + c_2^i$ 、 $n_i$ の企業からなる場合は $c_1^i \cdot n_i + c_2^i + c_3^i$ となる。これを戦略1とする。また、相手が最大費用を支払うと仮定したときに支払うべき費用を戦略2とする。

### 3 解

以上をもとにゲームを行う場合、ナッシュ解は、ゲームを正規化したときの両者の効用の積を最大にするものとなり、この場合ではこの戦略1と戦略2の中央の値となる。

### 4 数値例

#### 4.1 数値データ

ここでは、具体例として1994年の山梨県の地域ネットワークを取り上げる。このときの各変数の値は次のとおりである。

$$\begin{aligned} n_1 &= 6, n_2 = 8 \\ c_1^1 &= 48920, c_2^1 = 385000, c_3^1 = 78920 \\ c_1^2 &= 11980, c_2^2 = 150000, c_3^2 = 41980 \end{aligned}$$

#### 4.2 結果

上のデータをもとに試算を行った結果は、

- 64Kbps - 110241 円/(月・社)
- 28Kbps - 23978 円/(月・社)

となる。

また、28Kの企業数はそのまま64Kの企業数が変化したときの費用の変化を図2に、合計10社としたとき、28Kから64Kに（またはその逆）に

変更した企業があった場合の変化を図3に示す。

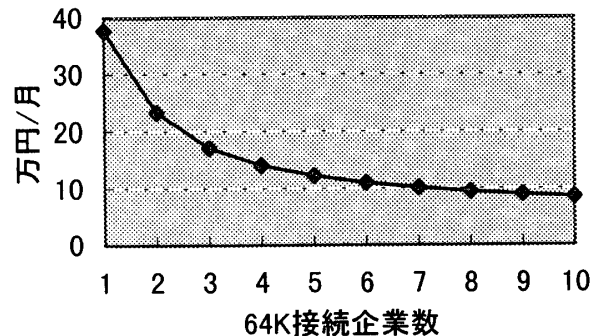


図2: 配分費用の変化1

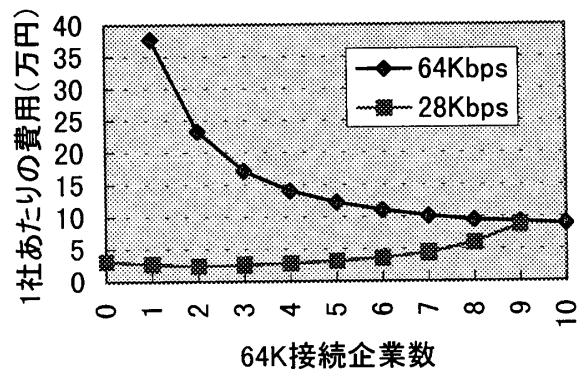


図3: 配分費用の変化2

### 5 おわりに

図3を見ると、28Kから64Kに変更する企業があるとき、他の28Kの企業の費用が増加することがわかる。64Kの企業の費用が減少しているため、回線速度を上げやすくなる、とも言えるが、参加後に費用が増加することになり、問題が発生すると思われる。これは代表して回線を借りる団体に利益を得ることなどをとりいれ、解決の方法を考えていきたい。

本稿では、単独で接続した時の費用などをもとに費用の配分を行った。今後は、回線速度の比率、3種以上の回線速度、専用線以外の接続方法などを考慮していくことを考えている。

### 参考文献

- [1] 西川ほか、「最適化」、岩波書店、1982
- [2] 鈴木 光男、「ゲーム理論入門」、共立出版、1981