

## 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 (2)

02004270 山梨大学 \*石 真和 ISHI Masakazu  
01108400 山梨大学 片谷 教孝 KATATANI Noritaka

## 1 はじめに

NTTのOCNサービスや多数の接続業者の設立などにより、ここ数年でインターネットは急速に普及し、接続料金は数年前に比べ1/3から1/4、接続組織も学術・研究機関から一般企業へと変化してきた。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いにくい。このため、複数の企業が接続業者から高速な回線や機器を借り受け、それを共有する形で接続を行うということが考えられてきた。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、その費用を効用とし、効用を最小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。

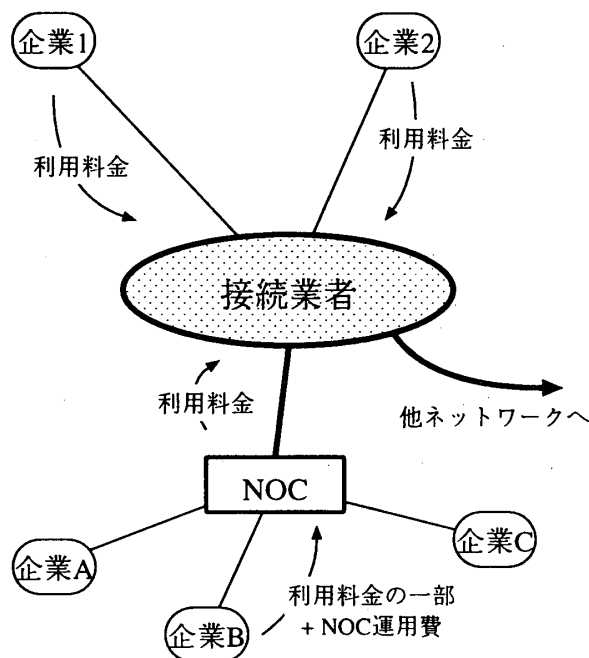


図1: 接続形態

## 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人のプレイヤーと考え  $i$  で表す。

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

前回<sup>[1]</sup>は、それぞれの企業が他の企業と提携せずに接続業者と契約したときの料金に注目し、その料金をその企業が払い得る最大の費用とした。しかし、これでは高速な回線を共有していることを全く考慮しておらず、低速回線で接続する企業が我を張る形となり、高速な回線を望む企業に著しく不利な配分となった。

そこで今回は、まず、毎月かかる費用を

- 接続業者への料金や NOC の運営費  $C$
- NOC から各企業への回線費  $c_i$

の2つに分け、共有回線を最も高速に使ったとき

(=NOC - 企業間の接続速度と同じ) を考え、

$$(共有回線料金 C) \times \frac{(NOC - 企業間速度)}{(共有回線速度)} + (NOC - 企業間回線費用 c_i)$$

をその企業が払い得る最大の費用とし、これに同じ速度を希望する企業の数に掛けたものをそのプレイヤーの戦略 1 とした。

また、相手が最大の費用を支払っても、残る費用をそのプレイヤーの最小の費用 (戦略 2) とした。このとき、両プレイヤーが戦略 2 を採用し運営が成り立たないということにならないよう、両者が戦略 2 を採用した場合の費用は両者ともに無限大となるようにする。

以上をもとにゲームを行い、得られた解から配分する費用を決定する。

### 3 数値例

#### 3.1 数値データ

今回は、1996 年の山梨県の地域ネットワークを参考に 512Kbps の回線を 128Kbps で接続する企業 4 社、64Kbps で接続する企業 9 社で配分するときの費用を考える。接続業者への料金は 67 万円/月、NOC から企業への回線費用は 1 企業あたり 128Kbps が 85,380 円、64Kbps が 68,380 円で計 1,626,940 円を配分する。

この時の利得行列を表 1 に示す。

表 1: 利得行列

		プレイヤー 2 (64K)	
		戦略 1	戦略 2
プレイヤー 1 (128k)	戦略 1	(1012, 1369)	(1012, 615)
	戦略 2	(258, 1369)	( $\infty, \infty$ )

プレイヤー 1 の利得、プレイヤー 2 の利得 の順で単位は千円

#### 3.2 結果

上のデータをもとに試算を行った結果、

- 128Kbps - 158,660 円/(月・社)
- 64Kbps - 110,250 円/(月・社)

と速度比が 2:1 に対し、費用比が約 1.5:1 というような配分が得られた。この結果は、一般的な接続業者の比と近く、妥当であると考えられる。

### 4 おわりに

今回の方法により、前回課題となっていた「同じ回線速度を望む企業がないと著しく不利」という点が概ね改善されたと言える。また、ある企業が接続速度を変更したとき、全体の配分の変化が前回に比べ小さく、他の企業に影響が及びにくいものとなっている。

しかし、そのため低速な回線と高速な回線の料金の差が小さくなっており、低速な回線の割り当てには割高感が感じられ、遅くてもいいからまずつなぎたい、ということに依りづらくなっているため、そういったことも考慮する必要がある。

今後は、これらの結果の評価のため、実際の利用者の意識調査を行うことを検討している。

### 参考文献

- [1] 石 真和, 片谷教孝, 吉川雅修: 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, 日本 OR 学会 1996 年秋季発表会アブストラクト集, 142-143, 1996
- [2] 西川ほか, 「最適化」, 岩波書店, 1982
- [3] 鈴木 光男, 「ゲーム理論入門」, 共立出版, 1981