

地域 IT システム整備における効用最大化に関する研究

A Study on Utility Maximization in the Promotion of Regional Information Technology System

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 梶井 善徳
北海道大学大学院工学研究科 正員 内田 賢悦
北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原 亨
北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋誠一

1. はじめに

現在、全国的に光ファイバ網の整備が進められている。しかし、需要の集中する都市部と異なり、地方都市や過疎地域では収益性が低く、FTTH(Fiber To The Home)の整備にかかる高い敷設コストを民間企業が請け負うのは困難であると考えられる。しかし、より多くの人が情報を快適に利用できるように、高速通信ケーブル整備による情報ネットワーク整備は、地方都市においても今後ますます重要になってくると考えられる。

一方で地方自治体の財政状況の悪化により、大規模事業を自治体単独で行うことは容易ではない状況にある。そこで、民間の資金やノウハウを有効に利用し、自治体などの公共と民間事業者が適切な協力関係を持つ、事業スキームが必要になると考える。

2. 本研究の背景と目的

十勝川水系の地域には河川や道路管理用光ファイバケーブルの整備が行われており、またこの地域の中核都市である帯広市にはケーブルテレビ事業者が有線ケーブルにより放送事業を行っている。このような情報インフラを有効利用し、公共と各事業者が共同で資金を提供すれば、人口が集中していないこの地域においても高度な情報システムをもったネットワークの形成が可能であると考えられる。よって本研究では、十勝地域の光ファイバケーブルを用いた IT システム整備事業を想定し、公共と民間がどのように整備コストを分担すればよいかを検討する。そのために事業スキームを想定し、参加する事業者、自治体についてコスト分担量を変数とした効用関数を作成する。そのうえで全体効用における最適解を求め、最適なコスト分担量を算出する。またそのような条件のもとでの財務評価を行い、採算性における事業の成立可能性を検討することを目的とする。

3. 事業スキームの構築

3-1 参加事業者の検討

十勝川流域市町村における光ファイバの FTTH 事業は、民間事業者による出資により設立された特別目的会社(SPC)が行うことを想定する。SPC は民間事業者からの出資により設立されることを想定する。出資を行う事業者は地域に高速情報ケーブルが敷設されることにより利益を得る企業である。そこで大容量のコンテンツを提供できるケーブルテレビ事業者と、農産物や特産品をインターネット上で取引できるウェブサイト運営事業者により出資されるもの

とする。このサイトはサイバーモールとして複数の商業者により出店されるため、高速インターネット利用者の増加により増収が見込めると考えられる。また出資者であるケーブルテレビ事業者(以下 CATV 事業者)と商品取引サイト運営事業者(以下サイト運営事業者)は、光ケーブルの使用料を毎年 SPC に支払い、自治体は補助金を支払う。これらの収入により SPC は初期投資のために調達した資金の償還を行う。よってこの使用料と補助金が、それぞれ事業者と自治体における整備コストの分担量となる。

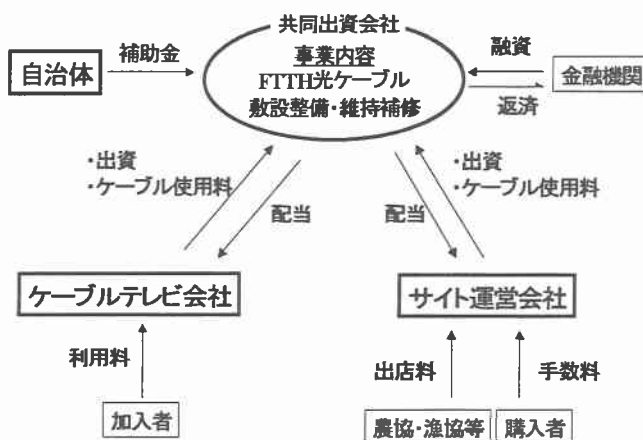


図1 事業スキーム概要

3-2 調達資金の償還方法

SPCは民間事業者からの出資と金融機関からの借入れにより敷設整備(建設期間1年)を行い、その後 n 年間にわたって光ケーブル網の維持管理を行う。借入金は利子率 r の借入金を n_2 年間で元利均等返済を行う。出資金については n_1 年度より $(n-1)$ 年度まで、借入金と同様に利子率 r で毎年均等に返済する。SPCにおける毎年の当期損益は累積され、最終年度に出資比率に基づき各出資者に全額配当されるものとする。

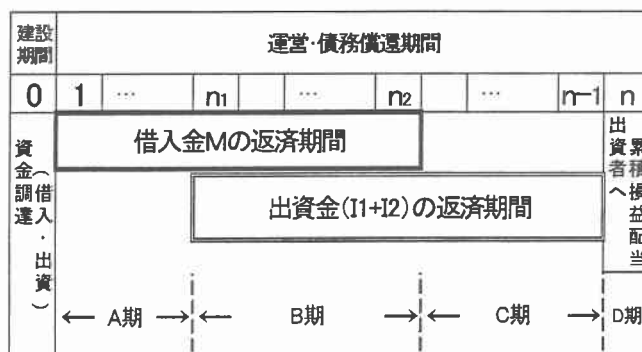


図2 調達資金の返済方法

4. 効用関数の定式化

4.1 期間別の SPC キャッシュフローと効用関数の最大化

あるk年度における各主体別の効用関数を、キャッシュフローをもとに作成する。また事業期間を通しての返済方法示した図2において、返済金額の異なるA期、B期、C期、D期を設定し、期間ごとに場合分けして定式化を行う。ここでT期(T=A,B,C,D)におけるk年度のSPCのキャッシュフローを F_{Tk} 、CATV事業者、サイト運営事業者、自治体の効用をそれぞれ、 U_{1T}^k 、 U_{2T}^k 、 U_{3T}^k とおく。また、自治体の効用関数は事業期間をとおして等しく、式(1)で表される。

$$U_{3A}^k = U_{3B}^k = U_{3C}^k = U_{3D}^k \quad (1)$$

A期: $0 < k < n_1$

$$F_{Ak} = x_k + y_k + z_k - \frac{Mr(r+1)^{n_1}}{(r+1)^{n_1} - 1} - i_k$$

$$U_{1A}^k = pv - \frac{I_1}{n} - c_1 - x_k$$

$$U_{2A}^k = ws + (\theta h + a)p - c_2 - \frac{I_2}{n} - y_k$$

$$U_{3A}^k = Q1(p)_k + Q2(s)_k + Q3(p)_k - z_k$$

B期: $n_1 \leq k < n_1$

$$F_{Bk} = x_k + y_k + z_k - \frac{Mr(r+1)^{n_1}}{(r+1)^{n_1} - 1} - \frac{(I_1 + I_2)r^{n_1}r(r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - i_k$$

$$U_{1B}^k = pv - \frac{I_1}{n} - c_1 + \frac{I_1 r^{n_1} r (r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - x_k$$

$$U_{2B}^k = ws + (\theta h + a)p - c_2 - \frac{I_2}{n} + \frac{I_2 r^{n_1} r (r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - y_k$$

C期: $n_2 \leq k < n-1$

$$F_{Ck} = x_k + y_k + z_k - \frac{(I_1 + I_2)r^{n_1}r(r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - i_k$$

$$U_{1C}^k = pv - \frac{I_1}{n} - c_1 + \frac{I_1 r^{n_1} r (r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - x_k$$

$$U_{2C}^k = ws + (\theta h + a)p - c_2 - \frac{I_2}{n} + \frac{I_2 r^{n_1} r (r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - y_k$$

D期: $k=n$

$$F_{Dk} = x_k + y_k + z_k - i_k$$

$$U_{1D}^k = pv - \frac{I_1}{n} - c_1 + \frac{I_1}{I_1 + I_2} \sum_{k=1}^n i_k - x_k$$

$$U_{2D}^k = ws + (\theta h + a)p - c_2 - \frac{I_2}{n} + \frac{I_2}{I_1 + I_2} \sum_{k=1}^n i_k - y_k$$

n: 事業期間

p: CATV加入者数

n1: 出資金償還開始年度

v: 年間CATV視聴料単価

n2: 借入金償還終了年度

s: 店舗数

x: CATV事業者による使用料

w: 出店料単価

y: サイト運営事業者による使用量

h: 購入手数料

z: 自治体による補助金

θp: サイバーモール利用者数

M: 金融機関からの借入金

a p: 広告料収入増益

I1: CATV事業者による出資額

Q1,Q2,Q3: 地域の情報化による便益

I2: サイト運営事業者による出資額

l: 光ケーブル整備距離

C1: CATV事業者の諸経費

j1: 光ケーブル敷設建設コスト

C: サイト運営事業者の諸経費

j2: 光ケーブル維持管理コスト

i: 当期利益(繰越金)

j3: 光ケーブル原料調達コスト

r: 融資金利・割引率

4.2 自治体の便益の検討

自治体の便益であるQ1,Q2,Q3は、地域における光ファイバ網(地域ITネットとする)が整備されることによる社会的な便益である。各便益の値としては、十勝地域において情報化整備が行われた結果得られる便益のうち、影響が大きく金額ベースで計測可能なものとして以下のものを想定する。

(1) 水害被害の軽減効果: $Q_1^k(p)$

光ファイバ網整備により十勝川において収集した河川情報や災害情報を地域住民の各家庭まで提供することができることによって得られる便益である。よって地域ITネットの利用者数pに依存する災害被害削減額が便益となる。

(2) 地域産業の発展: $Q_2^k(s)$

サイバーモールにより農産物や特産品が現在よりも多く流通することにより、農業などの地域産業の売上高が向上することによって得られる便益である。それによる税収の増加が便益となり、サイバーモールに出店する店舗数sに依存する税収増加額が便益となる。

(3) 遠距離移動の代替: $Q_3^k(p)$

高速通信網の整備により、遠隔地にしながら教育や医療を受けられることが予想される。それにより交通費の個人負担が軽減されると想定される。よって地域ITネット利用者数pに依存する交通費削減効果が便益となる。

5. 効用の最大化問題

前節で作成したk年度ごとの効用関数により、各主体の乗数効用を最大化する。ここで各主体間のコスト分担量が相互に影響しあう依存関係にあるときの全体効用を評価するために、(2)式で表される乗数効用関数として定義する。(3)式に示す制約条件式を用い求められた最適解により、事業期間にわたって、利用料として各事業者が、補助金として公共部門がそれぞれ負担するコストが得られる。

$$\max_{x_k, y_k, z_k} U_{1T}^k \cdot U_{2T}^k \cdot U_{3T}^k \quad (2)$$

$$\begin{cases} U_{1T}^k \geq 0 & U_{2T}^k \geq 0 & U_{3T}^k \geq 0 \\ x_k \geq 0 & y_k \geq 0 & z_k \geq 0 \\ F_{Tk} = 0 & M + I_1 + I_2 = l(j_1 + j_2 + j_3) \end{cases} \quad (3)$$

6. おわりに

本研究では相互依存関係にある主体ごとの効用関数定式化し、乗数効用の最大化問題の定式化を行った。それにより、公共と民間事業者が協調して地域のITシステム整備を行う際の最適なコスト分担が導出することが可能になる。なお最適解と、それを用いたSPCの財務評価については発表時に示す。

参考文献

- 1) 第一勧業銀行国際金融部(編): PFIとプロジェクトファイナンス、東洋経済新報社、1999
- 2) 西野文雄、野田由美子、大島邦彦: 日本版PFI、山海堂、10章、13章、2001