

地域 IT システム整備における効用最大化問題適用に関する研究

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 フェロー 加賀屋誠一
 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

1. 本研究の背景と目的

現在、全国的に光ファイバ網の整備が進められている。今後、より多くの人々が情報を快適に利用できる高速通信ケーブルによる情報ネットワーク整備は、ますます重要になってくると考えられる。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) の高い整備コストを民間企業が全額負担するのは困難であると考えられる。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、自治体と民間事業者が適切な協力関係を有する事業スキームが必要になると考える。

ここで、現在公共事業として河川管理用光ケーブルの整備や、国道における道路情報ボックス内への光ケーブル收容管の埋設が行われている。このような情報インフラを有効利用し、自治体と民間事業者が共同で資金を負担すれば、人口が集中していない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。

本研究の目的は、北海道十勝地域において光ファイバによる IT システム整備事業を想定し、自治体と民間企業がどのように事業コストを分担すればよいかを明らかにすることである。そのため事業スキームを想定し、参加する事業者と自治体について、コスト分担量を変数とした効用関数を定式化した。さらに各主体における効用の乗数を全体の効用とし、適切なコスト分担が行われるかを評価する。

2. 地域 IT システム整備

2-1 事業概要

地域 IT システム整備とは、下記(1)～(3)における光ファイバ敷設および施設建設を行い、地域に高速通信網を整備することと想定する。事業費用としては光ファイバの敷設費と、端末回線から利用者までの中継点となるノードやネットワークセンタなど施設建設費の合計である。

- (1) 市町村間を連結する中継回線の整備。
- (2) 役場や情報管理施設等、公的施設間の直結。
- (3) 網目状に設置したノードまでの端末回線の整備。

2-2 対象地域の選定

十勝管内の河川管理用光ファイバを、市町村間を結ぶ中継回線として利用する。このことにより、人口の集中していない十勝地域における地域 IT システム整備の事業化は有利になると考えられる。よって河川管理用光ファイバから役場や市街地が近距離にある市町村の市街地区を対象地域とし、それにより対象世帯数は 11 市町村における全世帯の約半数となった。

3. 事業スキームの構築

3-1 参加主体の選定

対象地域に IT システム整備事業を行うことを目的とした事業者(以下 FTTH 事業者)が設立されることを想定する。FTTH 事業者は、地域に高速通信網が整備されることにより利益を得る民間事業者からの出資により設立される。そこで利用者の増加が見込めるケーブルテレビ事業者と、農産物や特産品のインターネット上での取引の仲介を行うウェブサイトの運営事業者を出資者と選定する。このウェブ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、地域の IT 化により利用者の増加が見込めると考えられる。ここでケーブルテレビ事業者(以下 CATV)とサイバーモール運営事業者(以下 S モール)は毎年 FTTH 事業体に整備委託料を支払い、自治体は補助金を支払う。FTTH 事業者はこれらの収入により、整備のために調達した資金の返済と維持管理を行う。よって事業期間を通しての委託料や補助金の合計額が、事業者と自治体におけるそれぞれのコスト分担量となる。事業スキームを図 1 に示す。

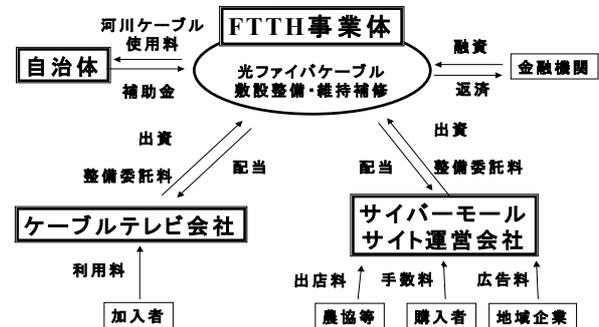


図 1 事業スキーム概要

3-2 調達資金の返済方法

FTTH 事業者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、その後運営期間 n 年間にわたって光ケーブル網の維持管理と返済を行う。借入金は運営 1 年目から n_2 年間で元利均等返済を行う。出資金については n_1 年目より $(n-1)$ 年度まで、毎年均等に配当する。FTTH 事業者における毎年の余剰の利益は翌年に繰越しされ、最終 n 年に出資比率に基づき全額配当されるものとする。図 2 に返済方法について整理したものを示す。

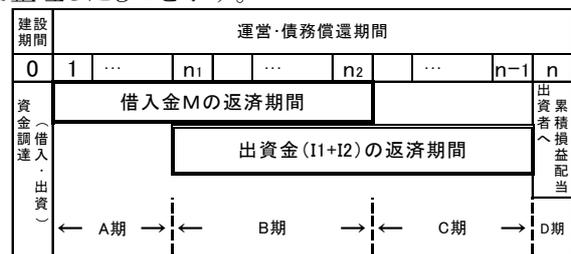


図 2 調達資金の返済方法

4. 効用最大化問題の適用

4-1 FTTH 事業体のキャッシュフローと効用の定式化

あるk年度における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。また図2における返済金額の異なるA期、B期、C期、D期ごとに場合分けし定式化を行う。ここでT期(T=A,B,C,D)におけるk年度のFTTH事業体のキャッシュフローを F_T^k 、CATV、Sモール、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通して等しく式(1)で表される。

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

A期: $0 < k < n_1$

$$F_{Ak} = x_k + y_k + z_k - jl - G_k - H_k - \frac{Mr(r+1)^{n_2}}{(r+1)^{n_2} - 1} - i_k$$

$$U_{1A}^k = (1 - c_1)p_k v - x_k$$

$$U_{2A}^k = (1 - c_2)(\theta_1 s_1 w_1 + \theta_2 s_2 w_2 + \theta_3 s_3 p_k) - y_k$$

$$U_{3A}^k = jl + q_k p_k - z_k$$

B期: $n_1 \leq k < n_2$

$$F_{Bk} = x_k + y_k + z_k - jl - G_k - H_k - \frac{Mr(r+1)^{n_2}}{(r+1)^{n_1} - 1} - \frac{(I_1 + I_2)(r+1)^{n_1} r(r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - i_k$$

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

$$U_{2B}^k = (1 - c_2)(\theta_1 s_1 w_1 + \theta_2 s_2 w_2 + \theta_3 s_3 p_k) + \frac{I_2(r+1)^{n_1} r(r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - \frac{I_2}{n - n_1 + 1} - y_k$$

C期: $n_2 \leq k < n - 1$

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

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

$$U_{2C}^k = (1 - c_2)(\theta_1 s_1 w_1 + \theta_2 s_2 w_2 + \theta_3 s_3 p_k) + \frac{I_2 r^n r(r+1)^{n-n_1}}{(r+1)^{n-n_1} - 1} - \frac{I_2}{n - n_1 + 1} - y_k$$

D期: $k = n$

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

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

$$U_{2D}^k = (1 - c_2)(\theta_1 s_1 w_1 + \theta_2 s_2 w_2 + \theta_3 s_3 p_k) + \frac{I_2}{I_1 + I_2} \sum_{k=1}^n i_k - y_k$$

- n: 事業期間
- n1: 出資金償還開始年度
- n2: 借入金償還終了年度
- x: CATV会社による整備委託料
- y: Sモール会社による整備委託料
- z: 公共による補助金
- M: 金融機関からの借入金
- I1: CATV会社による出資額
- I2: Sモール会社による出資額
- i: 当期利益(繰越金)
- r: 融資金利・割引率
- j: 河川管理用ケーブル貸出単価
- l: 河川管理用ケーブル貸出距離
- p: CATV加入者数
- v: CATV利用料単価
- C1: CATV会社の運営経費比率
- C2: Sモール会社の運営経費比率
- s1: 出店料単価
- w1: 十勝管内農業団体数
- $\theta_1 w_1$: 出店舗数
- s2: 広告料単価
- w2: 十勝管内企業数事業者数
- $\theta_2 w_2$: 広告掲載事業者数
- s3: Sモール利用購入手数料
- $\theta_3 p$: Sモール利用購入件数
- q: 世帯あたり経済効果

4-2 目的関数と制約条件

想定している事業においては自治体と民間企業が事業の成立という共通の目的を持つ一方で、それぞれが、負担するコストを最小化しようという相反する目的も持って

参加すると考えられる。よって各主体のコスト分担量が相互に影響しあう依存関係にあるといえ、そのような集団の全体効用を評価するために、目的関数として式(2)で表される乗数の効用関数を定義する。式(3)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整備委託料として各事業者が、補助金として自治体が、それぞれ負担するコストが算出される。

$$\max \sum_{k=1}^n U_1^k \cdot \sum_{k=1}^n U_2^k \cdot \sum_{k=1}^n U_3^k \quad (2)$$

$$\begin{cases} x_k \geq 0, y_k \geq 0, z_k \geq 0, \sum_{k=1}^n F_T^k \geq 0, \\ \sum_{k=1}^n U_1^k \geq 0, \sum_{k=1}^n U_2^k \geq 0, \sum_{k=1}^n U_3^k \geq 0, \end{cases} \quad (3)$$

5. コスト分担量の算出

5-1 条件設定

想定事業を建設期間1年、運営期間を10年としA期、B期、C期をとともに3年と想定する。事業者等に対するヒヤリング調査などを基に設定した諸条件を表1に示す。

表1 諸条件の設定

総事業費	3,024百万円	$\theta_1 w_1$: 出店舗数	団体数400 ×整備率
うち建設費	916百万円	s_1 : 出店料/月	3万円
M, I: 借入額、出資額	建設費×0.5	$s_3 p$: 購入件数/月	加入世帯数×1.0
r: 融資金利・割引率	4%	s_3 : 購入手数料/件	200円
j: ケーブル貸出料	100/m	s_2 : 広告料/月	1万円
l: 貸出ケーブル延長	240km	$\theta_2 w_2$: 広告掲載数	事業者数600 ×整備率
p: 加入世帯数	加入可能世帯数 ×0.4	c_2 : 運営経費比率	売上高×0.5
v: 加入料/月	3000円	q: 世帯あたり 経済効果	年4万円 ×税率0.2
c_1 : 運営経費比率	売上高×0.5		

5-2 結果と考察

表1の条件下で全体効用を最大にする各主体のコスト分担量を算出する。効用の値は毎年の各主体の収益となり、主体別の収益とコスト分担量を現在価値で累計すると表2となる。各主体とも黒字で事業を終了しており、また突出して利益の出る主体はいないため、公平性を保った上で適切なコスト分担が行えたといえる。また自治体のコスト分担率は58%となり、民間事業者の参入により財政負担は軽減されたといえる。よって想定した事業スキームにおいて事業費用の適切なコスト分担が行えたといえる。

表2 コスト分担量の累計

	累積収益(千円)	累積コスト負担額(千円)	コスト分担率
CATV	110,799	993,792	32.9%
Sモール	54,074	269,236	8.9%
自治体	116,159	1,761,131	58.2%
計	281,031	3,024,159	100.0%

6. まとめ

本研究の成果として以下の点があげられる。

- ・ 地域ITシステム整備事業において、自治体と民間事業者が共同で資金を出し合うスキームを示した。
- ・ 依存関係にある主体間でのコスト分担問題を、目的関数として乗数効用を適用し定式化を行った。
- ・ 適切なコスト分担を行うことにより、互いに収益性が見込まれる事業化可能性があることを示した。

参考文献 総合通信基盤局: 21世紀における情報通信ネットワーク整備に関する懇談会最終報告書、2001