

東京大学 公共政策大学院

ワーキング・ペーパーシリーズ

GraSPP Working Paper Series

The University of Tokyo

GraSPP-P-07-005

ブロードバンド整備をめぐる一試算
～デジタル・ディバイド解消のために～

伊藤利江子 背戸拓也 増田智樹 横山智志

2007年3月

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

GraSPP Policy Research Paper 07-005

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC POLICY
THE UNIVERSITY OF TOKYO
HONGO, BUNKYO-KU, JAPAN

GraSPP
THE UNIVERSITY OF TOKYO

ブロードバンド整備をめぐる一試算 — デジタル・ディバイド解消のために —

東京大学 公共政策大学院
事例研究(ミクロ経済政策Ⅱ・解決策分析) 2006 年度

経済政策コース 伊藤 利江子
経済政策コース 背戸 拓也
経済政策コース 増田 智樹
経済政策コース 横山 智志

GraSPP ポリシーリサーチ・ペーパーシリーズの多くは
以下のサイトから無料で入手可能です。
<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/research/wp/index.htm>

このポリシーリサーチ・ペーパーシリーズは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある
論文草稿である。著者の承諾なしに引用・配布することは差し控えられたい。

東京大学 公共政策大学院 代表 TEL 03-5841-1349

ブロードバンド整備をめぐる一試算
～デジタル・ディバイド解消のために～¹

東京大学公共政策大学院 経済政策コース 2 年

伊藤 利江子
背戸 拓也
増田 智樹
横山 智志

¹ 本研究にあたり、東京大学社会科学研究所助教授の松村敏弘氏には指導教官としてご指導を頂きました。また、総務省総合通信基盤局事業政策課市場評価企画官の今川拓郎氏にも、実務的側面からのご指導およびデータ収集へのご協力を頂きました。さらに、総務省移動通信課課長補佐の西潟暢央氏、高度通信網振興課課長補佐の片桐広逸氏にはヒアリングにご協力頂きました。ここに改めて感謝申し上げます。

Executive Summary 主要な調査分析結果、用いた手法の概略、結論、政策提言

本稿はデジタル・ディバイド解消のため、いかにブロードバンド整備を進めるか、どのくらいの費用がかかるについて分析を試みた。現在、ブロードバンド整備は、民間主導の下、競争政策や投資インセンティブの付与などによって国がサポートするという仕組みになっている。総務省は2004年に発表した u-Japan 政策で、2010年までに国民の100%が高速または超高速インターネットアクセスを利用可能な社会にするという目標を掲げ、その後 ICT 大綱でも2010年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消することを目標に掲げている。しかし、一方で民間では整備されない条件不利地域といわれるような地域では民間主導では整備が進まず、目標を達成するために何らかの政策的対応が求められている。

本稿では、採算性の問題からブロードバンドの整備が行われにくい人口（世帯）密度の低い地域において、有線方式に比べ相対的に低いコストで整備することのできる無線方式をミックスしたブロードバンド整備を提案し、費用曲線の推計を行った。また、便益の推計を行うことによって、費用便益分析アプローチから社会的最適整備水準を求めた。そして、民間主導で民間が採算ラインまでブロードバンド整備を行った場合にどこまで整備が進むかについて推計を行い、民間の採算ラインと社会的最適整備水準のギャップを求めた。このギャップを埋めるために政策的な対応が求められるわけであるが、現状で考えられる政策オプションとして、補助金対策を提言している。その上で、公的部門が民間の整備しない部分を全て整備する場合（ケース A）と社会的最適整備水準まで整備する場合（ケース B）の2つのケースを想定し、各々について試算を行った。

全て整備する場合（ケース A）に関しては、総額で約 6550 億円の費用が見込まれる。これを仮に、国・地方・事業者で3分の1ずつ負担するものとする、国の負担額は約 2200 億円となる。2007年度から2010年度までの4年度間で整備すると仮定した場合、1年あたり 550 億円が必要となる。

社会的最適整備水準まで整備する場合（ケース B）に関しては、総額で約 2860 億円の費用が見込まれる。これを同様に、国・地方・事業者による3分の1ずつの負担とすると、国は 950 億円を負担する必要がある。整備を2007年度から2010年度の4年度間で行うとすると、1年あたり 240 億円が必要となる。

したがって、本稿の分析枠組みの範囲内からでは、2010年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消するという目標を達成することは、現状の予算規模から考えると困難である可能性が高い。補助金政策により目標を達成するためには、ケース A を想定した場合、単年ベースで現状規模の約 3.5 倍、ケース B を想定した場合には、現状規模の約 1.5 倍の予算規模が必要であることが示唆される。

目次

Executive Summary	1
1. はじめに	
1.1 ブロードバンド整備の必要性	3
1.2 「次世代ブロードバンド戦略 2010」の概要	5
1.3 本研究の目的	7
2. 有線方式 (FTTH) と無線方式 (FWA) の違い	
2.1 有線方式と無線方式の違いの俯瞰	8
2.2 有線方式と無線方式における整備費用の比較	10
3. 費用曲線の導出	
3.1 FTTH 方式における費用曲線の導出	12
3.2 FWA 方式における費用曲線の導出	15
3.3 通信速度の定量化	18
4. 便益の推計	20
5. 民間主導による整備水準の推計	21
6. 政策的インプリケーション	23
参考文献	26
Appendix	27

1. はじめに

本章では、前期に続きブロードバンド整備の必要性を再確認するとともに、総務省による「次世代ブロードバンド戦略 2010」を概観することで、条件不利地域²のブロードバンド整備の現状と課題を示し、その上で本研究の目的意識について述べる。

1.1 ブロードバンド整備の必要性

2006年8月に総務省は「次世代ブロードバンド戦略 2010」を発表した。これは、2010年度末までに「ブロードバンド・ゼロ地域」³の解消を図るため、官民の役割分担を明確化して連携を強化しようというものである。

そもそもなぜ全国的なブロードバンド整備が必要なのか。それは、インターネットが今や地域住民の生活環境向上に欠かすことのできない手段となっているからである。総務省[2005a,b]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する研究会」の中間報告ならびに最終報告では、図表1に示されるように、地域生活水準向上基盤、地域経済発展基盤、地方行政効率化・高度化基盤の3つに分けて地域におけるブロードバンド整備の意義を述べている。

まず、地域生活向上基盤については、ブロードバンドやIP電話の活用によって地域外とのコミュニケーションが量・質ともに向上するというメリットを述べている。高齢者の安否確認や健康管理、学童に対する遠隔授業といった活用によって、地域生活における利便性を大きく高める効果が期待される。

次に、地域経済発展基盤については、企業活動におけるブロードバンドの役割の重要性を述べている。事業所におけるブロードバンド利用率は68.1%⁴となっており、このことから、企業にとって大容量通信を可能にするブロードバンドは重要なものとなっている。

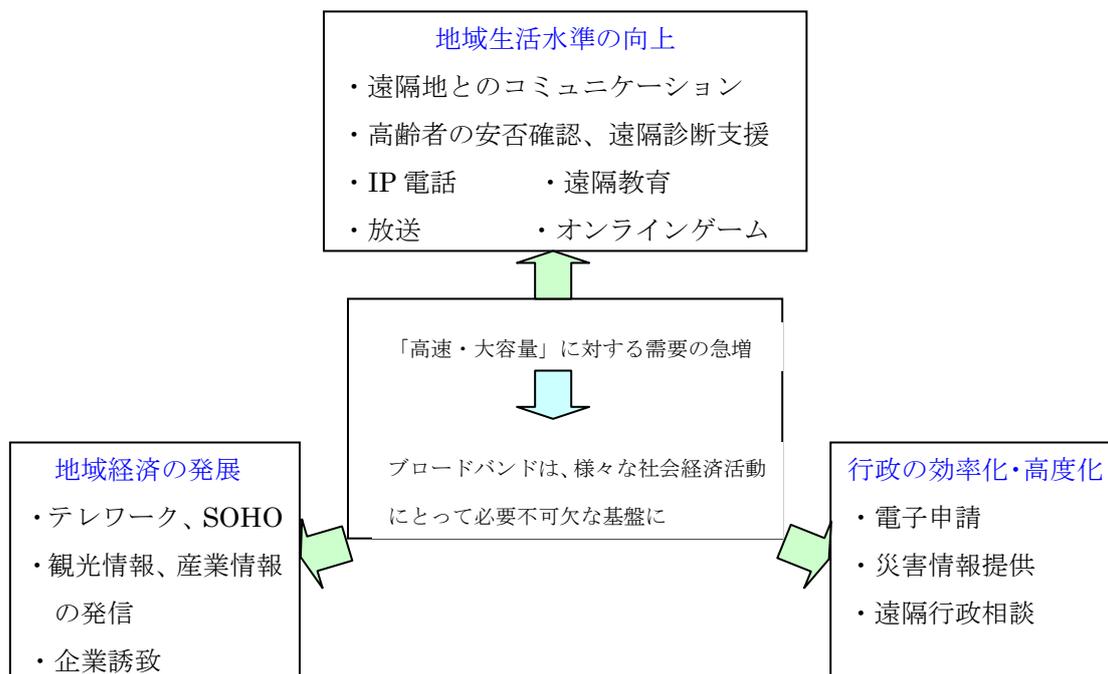
最後に、地方行政効率化・高度化基盤については、行政手続を円滑化し、行政システムを強固にするという効用に関して述べている。具体的には、窓口サービスの円滑化による住民の時間や費用の削減や、震災などの被災時における被害状況の詳細の提供や被災者との通信の提供という利点が挙げられる。

² 条件不利地域とは、過疎地域、離島、辺地、半島、振興山村、特定農山村、豪雪地帯、特別豪雪地帯のいずれかの指定を受けた地域を含む町村のことをいう。

³ ここでの「ブロードバンド・ゼロ地域」とはFTTHやADSLなどのブロードバンドが全く利用できない地域のことを指す。

⁴ 総務省「平成17年度通信利用動向調査」より。

図表1 地域におけるブロードバンド基盤整備の意義



総務省[2005b]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する検討会 最終報告」78 ページより作成

以上、ブロードバンドが必要とされる理由について、総務省[2005a,b]で述べられている3つの観点から説明したが、ここで、「ブロードバンドのユニバーサルサービス化」に関する議論についても触れておく必要があるだろう。2007年1月29日に総務省は、「ユニバーサルサービス制度の将来像に関する研究会」第1回会合を開催した。この研究会の目的は、「IP⁵化の進展等に対応したユニバーサルサービス制度の在り方について検討すること」とされている。現在、固定電話はユニバーサルサービス⁶とされているものの、ブロードバンドはユニバーサルサービスには含まれていない。しかしブロードバンドの急速な普及や、PSTN⁷からIP網への移行の進展というような情報通信をめぐる環境の変化を背景に、このような変化に対応すべく新たな制度の構築に向け、幅広い観点から検討を行うことを目的としてこの研究会は開催されたのである。さらにこの研究会では、「2010年度にブロードバンド・ゼロ地域の解消を図るという政府方針を念頭に置きつつ」ユニバーサルサービス制度の見直しに向けた本格検討を行う、とされている。このことは、ブロードバンドが将来ユ

⁵ Internet Protocolの略。

⁶ 総務省ホームページによると、ユニバーサルサービス制度は、「国民生活に不可欠な電気通信サービスについて、全国あまねく提供が確保されることを目的とする制度」と定義されている。

http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070117_3.html

⁷ Public Switched Telephone Networkの略。従来の固定電話網のことをいう。

ニバーサルサービス化される可能性を示唆しているとも捉えることができ、このような議論がなされることは、昨今ではブロードバンドが生活に必要な不可欠なツールとなってきたということの裏返しでもあろう。

他方、ブロードバンド整備は、公共事業や地方への補助金を一層拡大させるようなもので、財政が悪化しているわが国の現状を考えるとさほど急務はないという批判的な意見も考えられる。

財務省によると⁸、わが国の平成 18 年度末の公債残高は 542 兆円になると見込まれており、歳出削減が急務となっている。また、わが国では急激な少子高齢化により公的年金といった分野への支出の増加が避けられない状況にある。確かに、現段階で必要な歳出とそうでないものへの歳出を区別し、重点的な予算配分を行うべきであることはもっともな主張である。しかしながら、ブロードバンドは地域の経済成長に影響を及ぼしうるものである。我々は前期のレポートにおいて、ブロードバンド整備が地域の経済成長に与える影響に関して都道府県データを用いた実証分析を行った。その際には、Barro Regression の枠組みを用い、被説明変数を総人口の社会増加率の年平均値とし、説明変数として初期時点の総人口（自然対数値）、投資率（県内総資本形成／県内総生産）、高等教育修了人口比率、ブロードバンド世帯普及率を採用した。推定結果としては、投資率以外は 5% 有意水準で有意であり、符号も理論通り正であった。データの制約はあるが、少なくとも短期的にはブロードバンドの普及が地域の成長に有意に正の影響を与えるという結論を得ることができた⁹。このことは、ブロードバンドが整備されている地域とそうでない地域の間で経済成長に格差が生じる可能性があることを示している。したがって、地域格差の是正という観点からもブロードバンド整備を行う必要性があるといえるだろう。

1.2 「次世代ブロードバンド戦略 2010」の概要

前節で見たように、昨今ブロードバンドの必要性はますます高まってきている。そこで 2006 年 8 月に出された「次世代ブロードバンド戦略 2010」では、ブロードバンド・ゼロ地域の解消等の整備目標、ロードマップ作成等の整備の基本的な考え方、官民の役割分担、関係者による推進体制の在り方といったものが示されている。

まず、整備目標については、2010 年度末に、ブロードバンド・ゼロ地域を解消する、超高速ブロードバンドの世帯カバー率を 90% 以上とする、とされている。また、ブロードバンド整備の原則としては、民間主導原則と公正競争の確保・投資インセンティブの付与、技術中立性の確保が挙げられている。

⁸ 財務省ホームページ「財政データ集」より。

http://www.mof.go.jp/zaisei/con_07.html

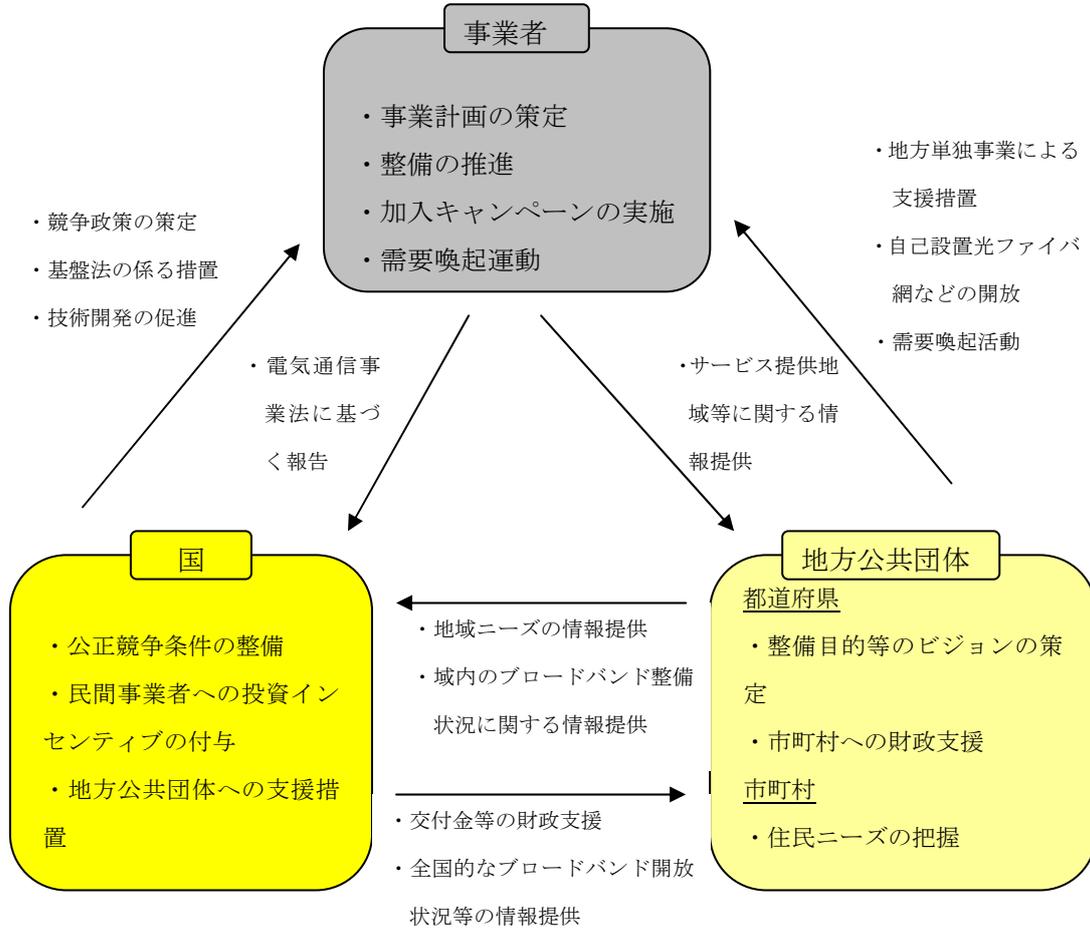
⁹ 推定結果の詳細は、Appendix1 を参照。

次に、整備方針としては、関係者の連携と推進体制の構築によるロードマップに沿った整備、地域のニーズ等に応じた多様な技術が利用できる環境の整備、自治体光ファイバ網の開放と無線ブロードバンド技術等の導入促進などによる効率的な整備の促進策を示しているほか、積極的な需要喚起・利活用を促進していくことが望ましいとされている。このうち、「無線ブロードバンド技術等の導入促進」という方針が本研究においてとりわけ重要となってくる。

さらに事業者、地方自治体および国が果すべき役割分担は図表2のように示されている。まず事業者においては、未整備地域における積極的整備、今後の見通し等の情報の開示などが求められている。一方で自治体としては、地域レベルでの推進体制整備やビジョンの作成、財政、人材の支援と情報・ノウハウ等の提供、地域公共ネットワークの開放などが求められており、国としては公正競争条件の整備、事業者に対する投資インセンティブの付与、自治体に対する財政支援、多様な技術の導入促進、整備状況等の情報の公表などが求められている。

最後に、ブロードバンド推進体制整備に向けて、関係者による以下のような推進体制が必要であるとしている。まず、全国レベルでは、ブロードバンドの全国整備の必要性に関する認識の共有、全国版ロードマップの作成など地域の取組みに関する方向性の提示、情報提供による支援が必要とされている。一方で地域レベルでは、地元の事業者、自治体等の参加を得た推進体制の構築および地域の実情に応じたロードマップの作成が必要とされている。

図表2 ブロードバンド整備における、事業者・国・地方公共団体の役割分担



総務省[2006a]『平成18年度情報通信白書』第3章を基に作成

1.3 本研究の目的

総務省[2006c]「次世代ブロードバンド戦略2010」では、ブロードバンド整備は、原則民間主導の下、国において適切な競争政策、投資インセンティブの付与および技術中立性の確保を行うことにより促進するという原則を再確認している。しかし、実際のところ事業者は競争による料金の低下、固定通信事業などの不採算部門といった大きな問題を抱えている。このような状況が民間事業者による不採算地域、とりわけブロードバンド・ゼロ地域におけるブロードバンドの整備を困難にさせているのである。2010年までにブロードバンド・ゼロ地域の解消をすることが国の目標であれば、この政策目標達成のために国がどう関与するのかを明確にする必要があるだろう。

そこで本稿では、採算性の問題からブロードバンドの整備が行われにくい人口（世帯）

密度¹⁰の低い地域において、有線方式に比べ相対的に低いコストで整備することのできる無線方式を積極的に導入・活用することを分析の出発点としている。無線方式の導入促進については、前節で概観した「次世代ブロードバンド戦略 2010」でも述べられており、総務省の方針とは同じベクトルを向いている。そして、このような前提を踏まえた上で、まず、有線方式・無線方式それぞれにおいて、世帯密度と1世帯当たり整備費用の関係を表す曲線を導出し、有線方式で整備した方が相対的に低いコストで済む地域と、無線方式で整備した方が相対的に低いコストで済む地域とを、世帯密度という指標を用いて分類する。その後、「次世代ブロードバンド戦略 2010」で謳われているように、全国100%の世帯にブロードバンドを整備する必要性はそもそもあるのか、という点について費用便益分析の概念を導入して考察し、社会的に最適な整備水準が100%となるのか否かを確認する。さらに民間事業者は採算のとれる範囲においてブロードバンドの整備を進めるという仮定の下で、民間事業者のみに整備を任せていたら果たしてどの水準まで整備が行われるのか、という点についても分析し、民間が整備を行わない地域において公的部門が介入する場合の負担について、現状の地理的デジタル・ディバイド対策の予算とも関連付けながら論じる。

以下、本稿の構成を述べる。まず第1章では、ブロードバンド整備の必要性を再確認するとともに、総務省による「次世代ブロードバンド戦略 2010」を概観することで、条件不利地域のブロードバンド整備の現状と課題を示し、その上で本稿の目的意識について述べた。次に第2章では、有線方式と無線方式という、2つの異なるタイプのブロードバンドについて、複数の観点からそれぞれのメリット・デメリットを挙げ、比較を行う。第3章では、有線・無線各方式によるブロードバンドの1世帯当たり整備費用を、整備地域の世帯密度の関数として定式化を試みる。第4章では、支払い意志額を用いて社会的便益の推計を行い、費用関数とあわせて社会的に最適なブロードバンド整備水準を求める。第5章では、第3章で導出した費用関数をもとに、さらにいくつかの仮定を追加した上で、ブロードバンド整備が民間事業者の採算性に基づく活動のみに委ねられる場合の整備水準を推計する。そして最後に第6章で、政策的インプリケーションを述べている。

2. 有線 (FTTH) 方式と無線 (FWA) 方式の違い

2.1 有線方式と無線方式の違いの俯瞰

本章では、有線 (FTTH) 方式と無線 (FWA) 方式の違いを俯瞰する。両者の違いを考察する観点としては、(1)コスト、(2)敷設 (設置) の制約、(3)伝送容量 (高速大容量)、(4)耐災害性 (復旧の容易性)、(5)通信品質の安定性 (信頼性)、(6)モビリティ (屋外利用) が挙げら

¹⁰ 世帯密度の全国市町村の分布に関しては、Appendix 2 を参照。

れる。以下、総務省[2006b]を参考にして、これらの違いをまとめた。

(1)コスト：

世帯密度の低い地域を含んで整備する場合には、無線が相対的に優位である。したがって、有線によるブロードバンド整備が採算面で難しい地域においても、無線でならばサービス提供が可能であるという状況がありうる。

①イニシャルコスト

- ・有線：全対象地域へ敷設の場合、コストは高い。(電柱が必要。)
- ・無線：大規模な工事が不要なため、コストは低い。

②ランニングコスト

- ・有線：メンテナンス費用に加え、電柱共架料が必要となる。
- ・無線：メンテナンス費用のみ。

(2)敷設（設置）の制約：無線が相対的に優位である。

- ・有線：河川、線路等の地域には敷設できない。
- ・無線：構成により鉄塔等の中継施設が必要となるものの、地形等条件に左右されない。

(3)伝送容量（高速大容量）：有線が相対的に優位である。

- ・有線：伝送速度は100Mbps～1 Gbps である。
- ・無線：伝送速度は6 Mbps～156Mbps である。

なお伝送速度とは、理論上最大の通信速度のことをいう。

(4)耐災害性（復旧の容易性）：無線が相対的に優位である。

①被災時

- ・有線：線として設置するため、地震や災害等による回線断が起こりうる。
- ・無線：点として設置するため、機器損傷等による回線断の可能性は低い。

②復旧

- ・有線：回線を全て張り替える必要があり、復旧に時間がかかる。
- ・無線：無線機器を設置し直すだけで復旧でき、復旧にかかる時間は短い。

(5)通信品質の安定性（信頼性）：有線が相対的に優位である。

- ・有線：自然災害等による物理的切断が起こりうる。
- ・無線：周囲の環境（障害物、天候、他の無線システムとの干渉等）により通信速度が低下、または通信不能になる場合がある。

(6)モビリティ（屋外利用の可否）：無線が相対的に優位である。

ただし本研究では、地理的デジタル・ディバイド是正の手段として無線方式の活用を提唱しているのであり、屋外でブロードバンドを使えるか否かは重要な議論の対象とはしていない。したがって、モビリティの有無は本研究においては直接関係のない性質である。

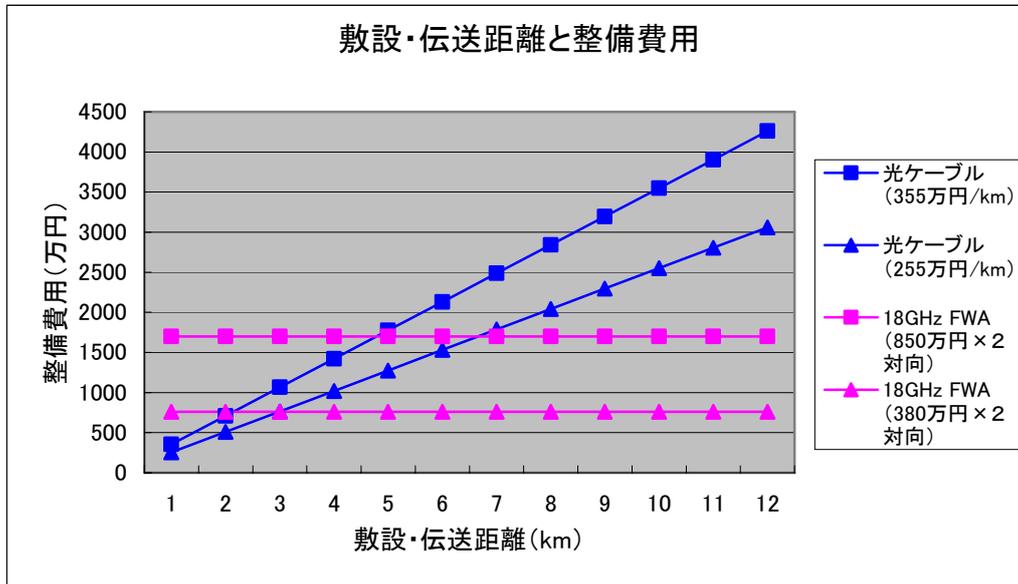
以上、有線方式と無線方式の違いを俯瞰した。このうち、本研究において分析の対象とするのは、(1)コストと、(3)伝送容量（高速大容量）である。なぜなら、(2)敷設（設置）の制約は定量化することが非常に困難であり、(4)耐災害性（復旧の容易性）に関しても、ここでの比較において問題となるような災害の発生確率が非常に小さく、また、万一災害が起こったとしてもそれに伴うコストを数値化することは現実問題として困難を極めるからである。さらに、(5)通信品質の安定性（信頼性）については、総務省[2006b]によれば、26GHz帯 FWA 無線方式が降雨によって不稼動になる時間は、「年間2分以下」とされている。「年間2分以下」は、「月間10秒以下」と言い換えることができ、1ヶ月間の秒数（2,592,000秒）に対して10秒という時間はあまりにも小さい。したがって、たとえ支払い意思額や市場価格を用いてブロードバンド利用の1ヶ月当たりの便益を求めたとしても、それを10秒当たりに換算すると、無視できるほどわずかな金額となり、本研究ではこの点についても扱わないことにする。また、(6)モビリティ（屋外利用の可否）についても上述の通り本研究とは直接関係のない差異であるため捨象する。

このように本研究では、(1)コストと(3)伝送容量（高速大容量）の観点における有線と無線の違いを分析対象とすることとした。なお、本研究のテーマが「地理的デジタル・ディバイドの是正」であり、あくまでブロードバンドが利用できる環境を整備することに主眼を置くものであるという性質上、(1)コストの中でもとりわけ①イニシャルコストに着目することとする。次節ではそのイニシャルコスト（整備費用）の違いについて比較・検討する。

2.2 有線方式と無線方式における整備費用の比較

前節では、有線方式と無線方式の違いを様々な観点から俯瞰した。本節では、そのうち整備費用に絞って両者の違いを考察する。まず、図表3は四国総合通信局[2005]を参考に作成したものであるが、山間地域における一定条件の下で有線方式と無線方式それぞれで整備を行った場合における、敷設・伝送距離（横軸）と整備費用（縦軸）の関係を表している。なお、有線方式・無線方式それぞれにおいて整備費用に2通りの額を設定してある。これを見ると、光ファイバ敷設距離がおおよそ5～7kmを超えると、無線方式の整備費用を高位でとった場合においても、無線方式で整備した方が相対的に有利となることが分かる。つまり、ある一定の面積の中で世帯が離散して立地し、敷設・伝送距離が長くなればなるほど、無線方式で整備した方が整備費用は相対的に優位になると言うことができる。

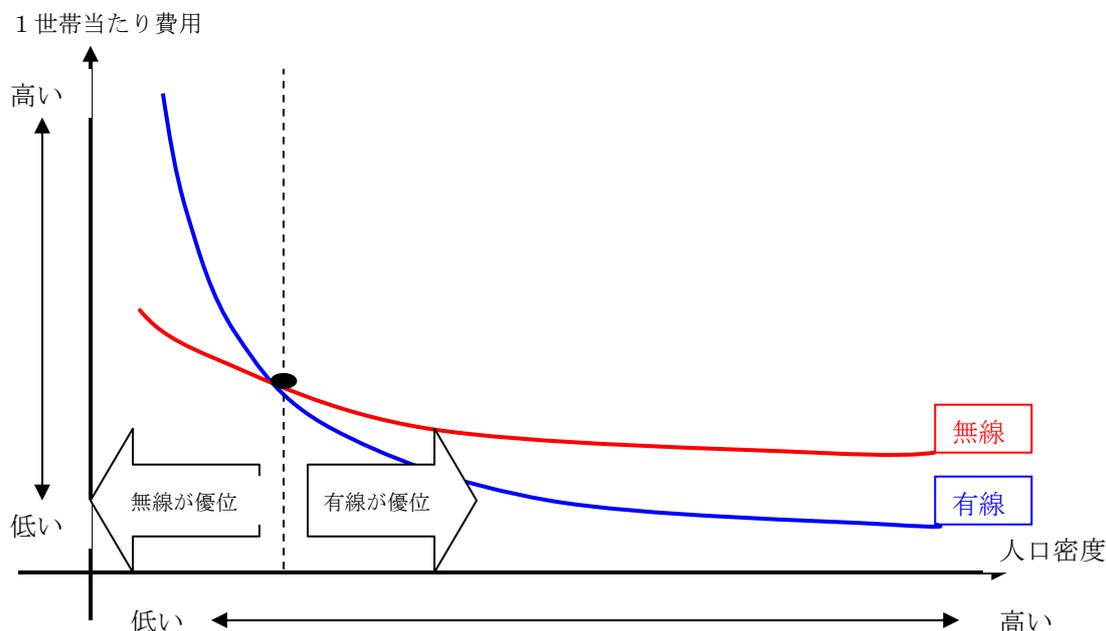
図表3 有線・無線方式における敷設・伝送距離と整備費用の関係



四国総合通信局[2005]「中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討会」報告書より作成

次に人口（世帯）密度と1世帯当たり整備費用の関係について考える。図表4は総務省[2006b]を参考に作図したものである。1世帯当たり整備費用の観点からは、人口（世帯）密度が高い地域（交点より右側の地域）では有線方式で整備した方が相対的に優位となり、世帯密度が低い地域（交点より左側の地域）では無線方式で整備した方が相対的に優位となる事が分かる。これは、前述した伝送・敷設距離と整備費用の関係と整合的である。そこで、本研究ではこの枠組みに沿って整備費用の最小化を検討していくことにする。次章において世帯密度と1世帯当たり整備費用の関係を表す曲線（費用曲線と呼ぶこととする）を有線（FTTH）、無線（FWA）ごとに導出し、その交点を求める。なお、詳細は後述するが、本研究においては整備費用の他に「無線方式は有線方式に比べ通信速度が遅い」という事実を無線方式特有のコストと捉え、これを無線方式の費用曲線に上乘せしている。

図表4 有線・無線方式における人口密度と1世帯当たり整備費用の関係



総務省[2006b] デジタル・ディバイド対策全国シンポジウム「無線を活用したブロードバンド整備の新戦略を考える～全国に広がる先進事例と今後の展望～」配布資料より作成

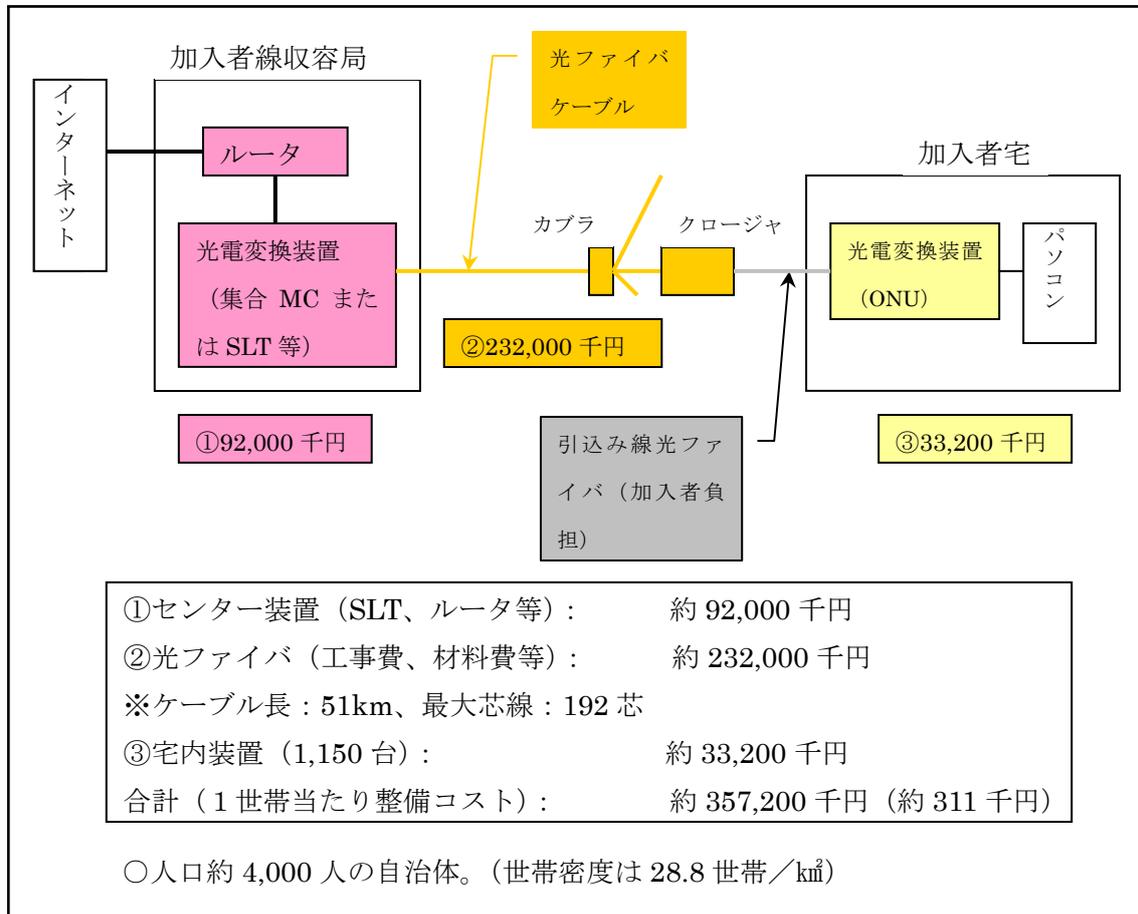
3. 費用曲線の導出

本章では、費用曲線の導出方法について説明する。なお、本研究での費用曲線とは、世帯密度（横軸）と1世帯当たり整備費用（縦軸）との関係を表した曲線のことを言い、一般的なミクロ経済学における費用曲線（生産量と、それにかかる費用との関係を表す曲線）とは異なることに注意されたい。以下、3.1節では有線（FTTH）方式で整備した場合における費用曲線の導出方法を、3.2節では無線（FWA）方式で整備した場合における費用曲線の導出方法を説明した後、3.3節では、FWA方式のほうが相対的に通信速度が遅くなるというコストを定量化し、それをFWAの費用曲線に上乘せすることを試みる。

3.1 FTTH方式における費用曲線の導出

本節では、FTTH方式における、世帯密度と1世帯当たり整備費用との関係を表す曲線の導出方法について説明する。導出に当たっては、総務省[2005b]で取り上げられているモデルケース参考にした（図表5参照）。

図表5 総務省[2005b]における FTTH コスト事例（整備対象世帯数：1,150 世帯、PON 方式の場合）



総務省[2005b]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する検討会 最終報告」96 ページより作成

(1)モデルケースの整理

まず、総務省[2005b]で取り上げられ、モデルケースとなっている自治体の基本的な特徴を整理する。

- ・人口：4,000 人
- ・世帯密度：28.8 世帯/km²
- ・整備対象世帯数：1,150 世帯

ここで、「平成 17 年国勢調査 第 1 次基本集計結果」より、我が国の一般世帯の 1 世帯当たり人員は 2.55 人であるので、人口 4,000 人をこの値で除すると、この自治体の総世帯数は 1,569 世帯と考えられる。さらにこの総世帯数を世帯密度 (28.8 世帯/km²) で除することでこの自治体の総面積が求められ、54.48 km²となる。

(2) モデルケースの一般化

(1)では総務省[2005b]においてモデルケースとなっている自治体の基本的な特徴を整理したが、ここではこのモデルケースを拡張し、総面積を固定した上で世帯密度を変数（X）としたときの自治体の特徴を考える。すると世帯密度、総面積、総世帯数は以下のようになる。

- ・世帯密度：X世帯/km²
- ・総面積：54.48 km²
- ・総世帯数：54.48X世帯

整備対象世帯数は、総世帯数に、モデルケースにおける整備対象世帯数の全世帯数に対する比率を乗じることによって求められるので、

$$\text{整備対象世帯数} = 54.48X \times \frac{1,150}{1,569} = 39.93X \text{ (世帯)} \quad (1)$$

となる。

(3) 整備費用の算出

(2)で一般化した自治体において FTTH を整備した場合の費用をここでは求める。まず総務省[2005b]で挙げられている費用を整理しておく。

- ①センター装置（SLT、ルータ等）：92,000（千円）
- ②光ファイバ（工事費、材料費等）、ケーブル長 51km：232,000（千円）
- ③宅内装置、1,150 台：33,200（千円）

このうち、①センター装置については、世帯密度（総面積を固定しているので総世帯数と言ってもでも同じこと）に関わらず整備費用総額は不変なので、いわば固定費用と言うことができるだろう。一方で、②光ファイバと③宅内装置は、世帯密度（総世帯数）によって整備費用総額は変わるので、いわば可変費用ということができる。以下、一般化した自治体における整備費用を個別に検討していく。

①センター装置（SLT、ルータ等）

世帯密度に関わらずセンター装置の整備にかかる費用は一定と考えられる。したがって 92,000（千円）である。

②光ファイバ（工事費、材料費等）

1 km当たりの単価は、 $232,000 \div 51 = 4,549$ （千円/km）である。ここで、ケーブル長は世帯密度の逆数の平方根に比例するので¹¹、ケーブル長をL（km）とすると、

¹¹ 総務省[2005b]の、「参考7」より。

$$L = 51 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

となり、世帯密度（X）の関数として表せる。したがって、世帯密度が X の下において光ファイバの敷設にかかる費用は、

$$4549 \times 51 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}} = 231999 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ (千円)} \quad (3)$$

となる。

③宅内装置

1 台当たりの単価は、 $33,200 \div 1,150 = 28.87$ （千円／台）である。したがって、これに整備対象世帯数を乗じることにより宅内装置の整備費用は求まり、

$$28.87 \times 39.93X = 1152.78X \text{ (千円)} \quad (4)$$

となる。

①～③より、世帯密度が X の自治体における FTTH の総整備費用を Y（千円）とおくと、

$$Y = 92000 + 1153X + 231999 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

となり、1 世帯当たりコストを y（千円）とおくと、

$$y = \frac{92000 + 1153X + 231999 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}}}{39.93X}$$

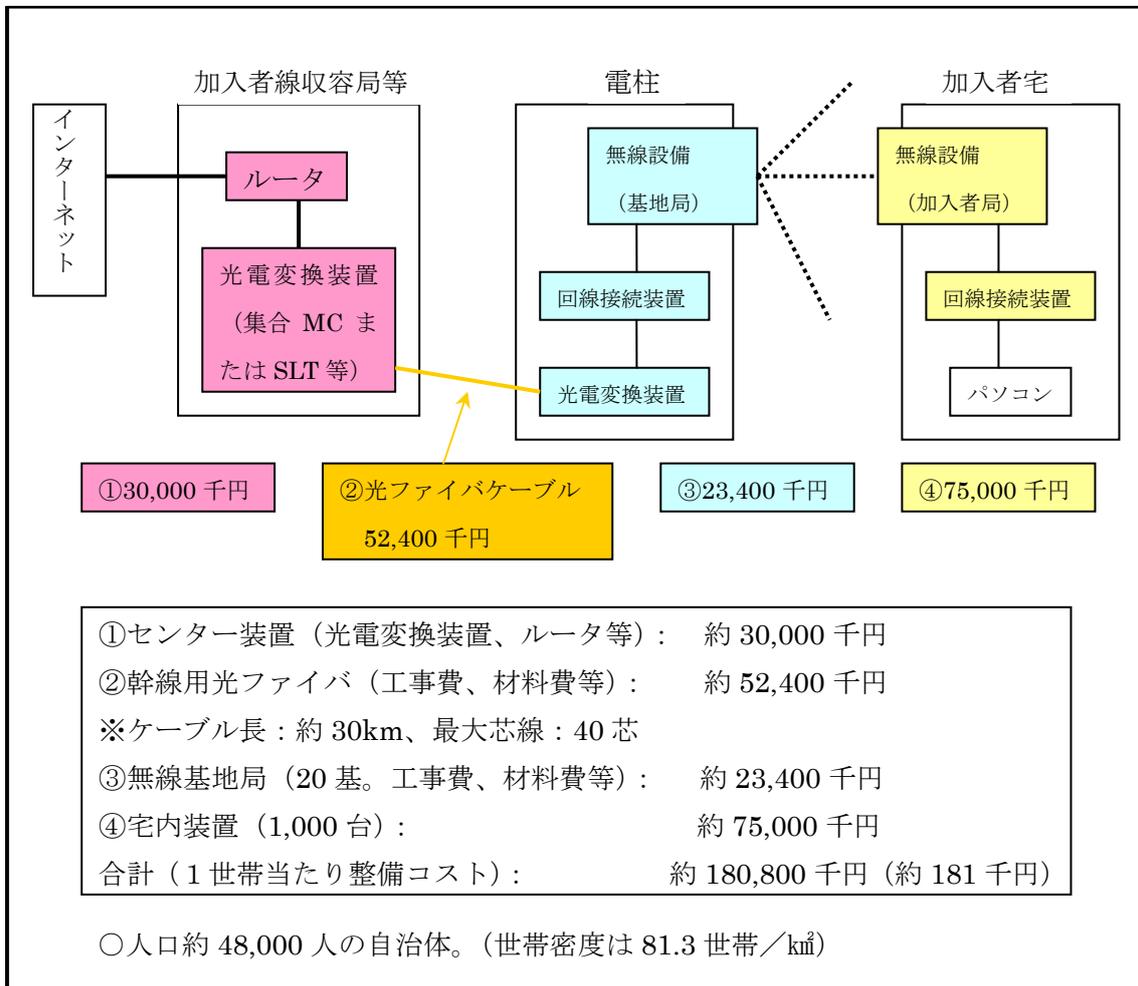
$$\Leftrightarrow y = 28.87553 + 2304.032X^{-1} + 1245037X^{-1.5} \quad (6)$$

となる。これが世帯密度と 1 世帯当たり整備費用との関係を表す曲線であり、本研究における FTTH 方式の費用曲線である。

3.2 FWA 方式における費用曲線の導出

本節では、前節の FTTH 方式に続き、FWA 方式における世帯密度と 1 世帯当たり整備費用との関係を表す曲線の導出方法について説明する。導出に当たっては FTTH 方式の場合と同様に、総務省[2005b]で取り上げられているモデルケース参考にした（図表 6 参照）。

図表6 総務省[2005b]における FWA コスト事例（整備対象世帯数：1,000 世帯、26GHz 帯方式の場合）



総務省[2005b]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する検討会 最終報告」97 ページより作成

(1)モデルケースの整理

まず、総務省[2005b]で取り上げられ、モデルケースとなっている自治体の基本的な特徴を整理する。

- ・人口：48,000 人
- ・世帯密度：81.3 世帯/km²
- ・整備対象世帯数：1,000 世帯

ここで、「平成 17 年国勢調査 第 1 次基本集計結果」より、我が国の一般世帯の 1 世帯当たり人員は 2.55 人であるので、人口 48,000 人をこの値で除すると、この自治体の総世帯数は 18,824 世帯と考えられる。さらにこの総世帯数を世帯密度（81.3 世帯/km²）で除することでこの自治体の総面積が求められ、231.54 km²となる

(2) モデルケースの一般化

(1)では総務省[2005b]においてモデルケースとなっている自治体の基本的な特徴を整理したが、ここではこのモデルケースを拡張し、FTTH の場合と同様に、総面積を固定した上で世帯密度を変数（X）としたときの自治体の特徴を考える。すると世帯密度、総面積、世帯数は以下ようになる。

- ・世帯密度：X世帯/km²
- ・総面積：231.54 km²
- ・総世帯数：231.54X世帯

整備対象世帯数は、総世帯数に、モデルケースにおける整備対象世帯数の全世帯数に対する比率を乗じることによって求められるので、

$$\text{整備対象世帯数} = 231.54X \times \frac{1000}{18824} = 12.30X \text{ (世帯)} \quad (7)$$

となる。

(3) 整備費用の算出

(2)で一般化した自治体においてFWAを整備した場合の費用をここでは求める。まず総務省[2005b]で挙げられている費用を整理しておく。

- ①センター装置（光電変換装置、ルータ等）：30,000（千円）
- ②幹線用光ファイバ（工事費、材料費等）、ケーブル長31km：52,400（千円）
- ③無線基地局（工事費、材料費等）、20基：23,400（千円）
- ④宅内装置、1,000台：75,000（千円）

このうち、①センター装置、②幹線用光ファイバ、③無線基地局については、自治体の総面積を固定している本分析の枠組みにおいては、世帯密度（総世帯数）に関わらず整備費用総額は不変と考えられるので、いわば固定費用とすることができる。一方で、④宅内装置は、世帯密度（総世帯数）によって整備費用総額は変わるので、いわば可変費用といえることができるだろう。以下、一般化した自治体における整備費用を個別に検討していく。

①センター装置（光電変換装置、ルータ等）

世帯密度に関わらずセンター装置の整備にかかる費用は一定であると考えられる。したがって30,000（千円）である。

②幹線用光ファイバ（工事費、材料費等）

自治体の総面積が固定されている限り、必要となる幹線用光ファイバの長さは世帯密度に関わらず一定となり、それゆえ幹線用光ファイバの整備にかかる費用も一定と考えられる。したがって52,400（千円）である。

③無線基地局（工事費、材料費等）

総面積が固定されている限り、必要となる無線基地局の数は世帯密度に関わらず一定と考えられ、それゆえ無線基地局の整備にかかる費用も一定と考えられる。したがって 23,400（千円）である。

④宅内装置

1 台当たりの単価は、 $75000 \div 1000 = 75$ （千円／台）である。したがって、これに整備対象世帯数を乗じることにより宅内装置の整備費用は求まり、

$$75 \times 12.30X = 922.5X \text{（千円）} \quad (8)$$

となる。

①～④より、世帯密度が X の自治体における FWA の総整備費用を Y（千円）とおくと、

$$\begin{aligned} Y &= 30000 + 52400 + 23400 + 922.5X \\ &= 105800 + 922.5X \end{aligned} \quad (9)$$

となり、1 世帯当たりコストを y（千円）とおくと、

$$y = \frac{105800 + 922.5X}{12.30X}$$

$$\Leftrightarrow y = 75 + 8601.626X^{-1} \quad (10)$$

となる。これが世帯密度と 1 世帯当たり整備費用との関係を表す曲線であり、本研究における FWA 方式の費用曲線である。

3.3 通信速度の定量化

3.1、3.2 節では整備費用のみに着目し、費用曲線を導出した。しかし現実には、FWA 方式の方が相対的に通信速度は遅いとされており、この点も考慮に入れなければならないだろう。そこで本節では、この FTTH に比べて「通信速度が遅い」というコストを、FWA 特有の費用と捉え、定量化した上で、前節で導出した FWA の費用曲線に上乘せすることを検討する。

なおここで、定量化に入る前に簡単に通信速度について触れておく必要がある。通信速度には伝送速度と実効速度がある。伝送速度とは理論上で最大の通信速度のことを言い、例えば FTTH の場合は 100Mbps といったようなものをよく耳にする。一方で実効速度とは実際にユーザーが利用する時点において実感できる通信速度のことである。したがって「通信速度が遅い」ということを考察する場合は、あくまでもユーザーが感じる通信速度の違いで論じなければならず、本研究では実効速度を用いて通信速度の違いを定量化し

ていくこととした。

(1)実効速度の違い

まず、FTTHとFWAの実効速度の違いを見る。実効速度はブロードバンドを利用する環境によって異なるため一律の値ではないが、本研究では、FTTH、FWAともにできる限り信頼できる公表値を用いることでその不確実性を最小化した。

FTTHの実効速度の値としては、東京電力の「TEPCOひかり」（現在はKDDIの「ひかりoneホーム100」となっている）が実施し公表している、評価試験の結果を参考にして、28.48Mbpsとすることにした¹²。一方、FWAの実効速度としては、総務省[2006b]にある福島県南相馬市（旧原町市）の事例より、26GHz帯FWAの実効速度が23Mbpsという数字があるので、その値を採用した。

(2) 1 Mbps 当たりの支払い意思額（Willingness to pay : WTP）

(1)では、FTTHとFWAとの通信速度の違いを見た。それでは、1Mbpsの通信速度の差はどのくらいなのだろうか。依田・佐藤[2004]では、支払い意思額（WTP）の概念を用いることによってそれを定量化している。依田・佐藤[2004]によると、FTTH利用可能地域における消費者のWTPは1か月当たり30円/Mbpsである。したがって本研究においても、この値を1Mbps当たりのWTPとして採用することとする。

(3)通信速度の違いによるFWAのコスト

(1)、(2)より、FWAを利用する場合、FTTHを利用する場合に比べて通信速度が遅いことによって被る1年当たりのコストは、1人当たりで、

$$(28.48 - 23) \times 30 \times 12 = 1972.8 \text{ (円)} \quad (11)$$

となる。ここで、割引率4%、耐用年数10年¹³としたときの割引現在価値の総和は、

$$\sum_{t=0}^9 \frac{1972.8}{1.04^t} = 16641.22 \text{ (円)} \quad (12)$$

である。1世帯当たり人員が前述のように2.55であることを用いると、1世帯当たりのコストは

$$16641.22 \times 2.55 = 42435.12 \text{ (円)} \quad (13)$$

となる。

これを、前節で求めたFWAの費用曲線に加えると以下ようになる。

$$\begin{aligned} y &= 75 + 8601.626X^{-1} + 42.43512 \\ &= 117.43512 + 8601.626X^{-1} \end{aligned} \quad (14)$$

¹² 「ひかりone」webページより。

http://www.tepco.ne.jp/support/tech/field-test_20030601.html

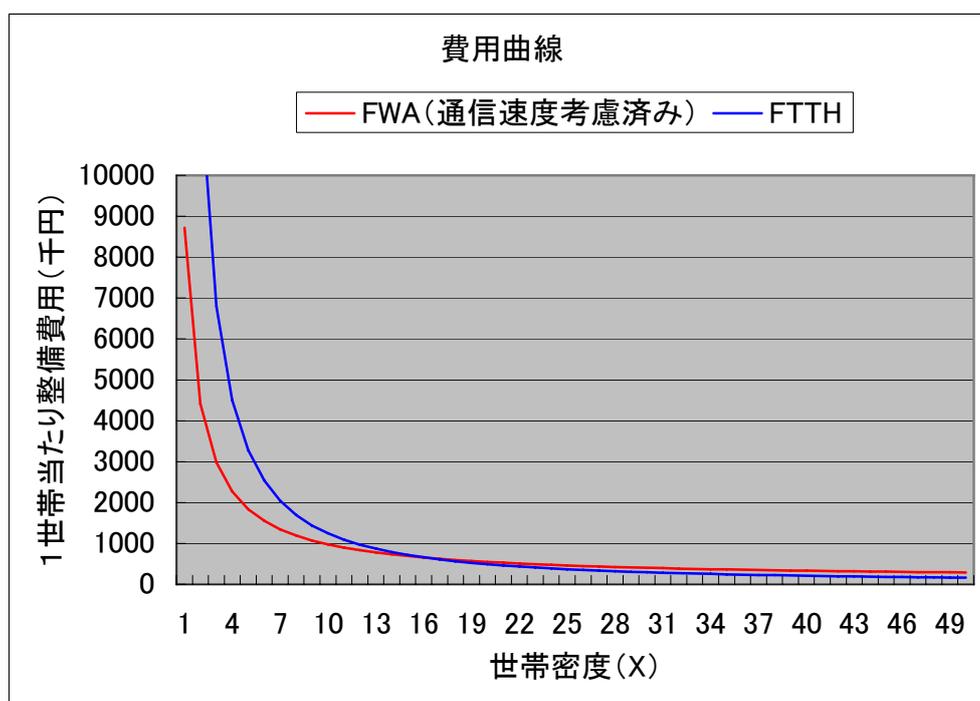
¹³ この割引率と耐用年数の設定については、総務省[2002]による。

これが、通信速度の違いを考慮した場合の FWA の費用曲線である。これと、第 1 節で求めた FTTH の費用曲線である(6)式とを連立させると、連立方程式は以下ようになる。

$$\begin{cases} FWA : & y = 117.43512 + 8601.626X^{-1} \\ FTTH : & y = 28.87553 + 2304.032X^{-1} + 1245037X^{-1.5} \end{cases} \quad (15)$$

(15)式を逐次代入によって解くと、 $X \approx 16.24$ 、 $y \approx 647$ となる。つまり、世帯密度が 16.24 を上回る地域においては FTTH 方式で整備した方が費用を相対的に低く抑えることができ、世帯密度が 16.24 に満たない地域においては FWA 方式で整備した方が費用を相対的に低く抑えることができる。なお、この連立方程式の解が 1 点になることは Appendix 3 にて確認してある。最後に、本章で導出した費用曲線のグラフを掲載しておく。

図表 7 費用曲線 (通信速度考慮済み)



4. 便益の推計

本章では、社会的便益について推計を行い、前章で推計した費用関数とあわせて、社会的最適整備水準となる世帯密度を求める。

まず、便益を推計する際に仮定として、1 世帯当たりの便益は世帯密度に関わらずほぼ一定であると考え。ここでは、支払い意志額 (WTP) を用いて便益の直線関係を求める。

今回の便益推計には、依田・堀口[2006]で調査されたWTPを用いた。これは、東京都（都市部）と山形県酒田市八幡地区（旧八幡町）で2006年1月に行われたFTTH利用者に関する調査¹⁴によっている。これによると、東京都のWTPが8620円、酒田市八幡地区のWTPが8733円であるという。これをもとに、費用関数の推計の際と同様に耐用年数を10年とし、10年分の世帯当たりの便益を計算すると、

$$\text{東京都} \quad \sum_{t=0}^9 \frac{8620 \times 12}{1.04^t} = 883989 \quad (16)$$

$$\text{八幡地区} \quad \sum_{t=0}^9 \frac{8733 \times 12}{1.04^t} = 872550.7 \quad (17)$$

となる。また、世帯密度に関しては、東京都（都市部）の世帯密度として東京都23区の世帯密度、八幡地区の世帯密度として旧八幡町の世帯密度を用いた。東京都23区の世帯密度は総務省[2006d]『統計でみる市町村のすがた 2006』より6133.38世帯/km²、旧八幡町の世帯密度を総務省[2003]『統計でみる市町村のすがた 2003』より9.47世帯/km²とした。

この2つのデータから便益の直線関係を推計すると、

$$y = -1.86781 X + 883971.3 \quad (18)$$

となる。よって、社会的最適整備水準の世帯密度を費用・便益両曲線の交点として求めると、 $x \doteq 11.23$ となる。

5. 民間主導による整備水準の推計

次に、ブロードバンド整備に関して政策的な取り組みが全くなされず、民間事業者による採算性に基づいた整備活動のみが行われる場合、どの程度の水準まで整備が実現するかを考えるシミュレーションを行う。このシミュレーションにあたっては、便宜的に以下のような仮定をおいた。

民間事業者は、市区町村単位で整備を行い、ある市区町村について、ブロードバンド整備に要する費用と、ブロードバンド利用契約を結んだ世帯から得られる料金収入を比較し、収入が費用を上回る場合のみ当該市区町村にブロードバンド整備を行うものとする。

ここで費用については、先に導出した世帯密度の減少関数に従うものとする。ただしここで考慮する費用とは民間事業者が負担する整備費用であるため、通信速度の差によるコ

¹⁴ FTTH利用者に関する調査:2006年1月実施。ランダムサンプリングにより実施。八幡地域の有効回答数163、東京都の有効回答数182。

ストは除外する。すなわち、世帯密度を X として、一世帯当たりのブロードバンド整備費用 y を

$$\text{F T T H 整備費用} : y = 28.87553 + 2304.032X^{-1} + 1245037X^{-1.5} \quad (\text{千円}) \quad (6)$$

$$\text{F W A 整備費用} : y = 75 + 8601.626X^{-1} \quad (\text{千円}) \quad (10)$$

と定式化する。事業者は各市区町村の世帯密度を与件として、より費用が低い方式のブロードバンドを整備するものとする。各市区町村におけるブロードバンド整備費用は、この一世帯当たりの整備費用と総世帯数の積で表されることとなる。

次に事業者が得る収入は、ブロードバンド利用開始時に各世帯が支払う初期費用と、毎月の月額利用料からなる。ここでは簡単化のため、月額利用料を 12 倍した年額利用料で考え、毎年の年額料金収入流列の割引現在価値を用いることとする。初期費用を F 千円、年額利用料を R 千円、割引率を r 、耐用年数を n とすると、一世帯からの事業者の収入は

$$F + \sum_{t=1}^n \frac{R}{(1+r)^t} = F + \frac{R \left[1 - \left(\frac{1}{1+r} \right)^n \right]}{r} \quad (\text{千円}) \quad (19)$$

と表される。各市区町村における事業者の料金収入は、この一世帯当たりの収入とブロードバンド利用契約世帯数の積となる。ここで、現実にはブロードバンドへのアクセスが可能であっても全ての世帯が利用契約を締結するとは限らないことを考慮に入れ、ブロードバンド利用契約世帯数については総世帯数の一定割合（これを「契約率」とする）にとどまるものとする。

以上のような仮定の下では、民間事業者は各市区町村において総収入と総費用を比較し、世帯密度 X について

$$\min \left[\frac{92000 + 1153X + 231999 \left(\frac{28.8}{X} \right)^{\frac{1}{2}}}{39.93X}, \frac{105800 + 922.5X}{12.30X} \right] \times (\text{総世帯数})$$

$$< \left[F + \frac{R \left\{ 1 - \left(\frac{1}{1+r} \right)^n \right\}}{r} \right] \times (\text{総世帯数}) \times (\text{契約率}) \quad (20)$$

が成立する市区町村のみにブロードバンド整備を行うこととなる。ここでは左辺の整備費用は世帯密度 X の減少関数であるのに対し、右辺の事業者の料金収入は世帯密度 X によらない（一世帯当たりの利用料金は全国一律）であると考えているため、 X が一定水準以上である市区町村にブロードバンドが整備され、 X の水準がそれに満たない市区町村には整

備されないということになる。

このようなモデルにおいて、収入に関して $F = 10$ 、 $R = 48$ （月額利用料 4000 円）、 $r = 0.04$ 、 $n = 10$ と仮定し、さらに契約率として、総務省情報通信統計データベース¹⁵の統計より算出した 0.52 という全国平均値を用いた上で上記の不等式を解くと、 $X > 40.31$ を得る。

6. 政策的インプリケーション

まず、ここまでの本稿の分析の範囲内で得られた結果を簡単にまとめると、第 3 章で述べた費用曲線に関して、マクロレベルで FTTH と FWA をミックスした場合、世帯密度が 16.24 を下回る水準の地域では FWA で、それ以上の水準では FTTH で整備することにより、FTTH だけで整備する場合よりも費用を抑えることができるという結果になった。

社会的最適整備水準の推計に関しては、第 4 章の便益推計と先に推計した費用曲線から世帯密度が約 11.23 の地域まで整備されるのが最適であるという結果が得られた。この社会的最適整備水準となる世帯密度 11.23 までの世帯が全て整備されたとすると、ブロードバンド世帯カバー率は 99.55% となり、100% という整備目標をほぼ達成する。

民間主導による整備水準の推計については、第 5 章で述べたように一世帯当たり月額 4000 円の料金収入を仮定して民間の採算点まで整備されたとすると、世帯密度が約 40.31 の水準の地域まで整備されるという結果が得られた。この際の世帯カバー率は 93.3% となる。

ここで現在の整備状況について簡単にみておく。例えばゼロベースから全国に整備する場合、本分析の枠組みでは、FTTH のみでの整備で約 4 兆 8680 億円かかることになる。現時点では全世帯約 5038 万世帯のうち約 4800 万世帯までは整備済みで何らかのブロードバンドが利用可能となっており、利用不可能となっている世帯数は約 230 万世帯である。この残る約 230 万世帯へのブロードバンド整備に要する費用は約 5300 億円であるが、民間が採算点まで整備した場合、約 1280 億円分までしか整備されないということになる。

次に、ブロードバンド整備に関する政策的検討を行うにあたり、2004 年に策定された u-Japan 政策について触れる。

u-Japan 政策とは、①ユビキタスネットワーク整備、②ICT 利活用の高度化、③ICT の利用環境の整備という 3 つの軸を持った政策であり、2010 年までに国民の 100% が高速または超高速インターネットアクセスを利用可能な社会にするという目標を掲げている。

本稿で扱ったのは①のユビキタスネットワーク整備にあたる。具体的には 2005 年 8 月に出された「ICT 政策大綱」において、2008 年までにブロードバンド・ゼロ市町村を解消すること、2010 年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消し、上り 30Mbps 級以上の次世代

¹⁵ <http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/new/>

双方向ブロードバンドの世帯カバー率を 90%以上にすることを目標に掲げている。また、2006 年の 1 月に策定された「IT 新改革戦略」では、2010 年までに光ファイバ網の整備を推進し、ブロードバンド・ゼロ地域を解消するという目標を掲げている。

この目標に対して、現在の総務省の予算規模をみると、平成 18 年度には、①のユビキタスネットワーク整備には約 394 億円が投じられている。そのうち本稿の分析範囲にあたる地理的デジタル・ディバイドの是正には、約 155 億円が投じられている。具体的には、条件不利地域の情報格差を是正するため、地方自治体が行う情報通信基盤整備の取り組みに対して支援を実施するとともに、地域公共ネットワークの整備に対して補助金を交付する政策である。補助金の他には、電気通信基盤充実臨時措置法に基づいた税制優遇措置・超低利融資等といった民間事業者に対する支援措置を行っている。また、地方公共団体に対し、「加入者系光ファイバ網設備整備事業」や「地域イントラネット基盤施設整備事業」等の基盤整備を目的とする補助金及び過疎対策事業債・地域活性化事業債といった地方財政措置等の支援措置を講じている。平成 18 年度には、条件不利地域に対して補助率 3 分の 1 の国庫補助を行う「地域情報通信基盤整備推進交付金」を付設し、52.6 億円の予算が組まれている。

以上では、これまで総務省が取り組んできた政策を概観してきた。以下では、2010 年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消するために必要なコストを把握し、政策目標達成の実現性について議論したい。ここでは、数ある政策オプションの中でも、補助金に絞って検討していく。第 1 章で見たように、ブロードバンドは近い将来、我々の日常生活や経済活動において必要不可欠なインフラとなることが予想されることに加え、その有無が地域間格差をより一層助長しかねないものであり、それゆえに国が補助金を出してまで整備する意義は十分にあると我々は考えるからである。ここでは、公的部門が民間の整備しない部分を全て整備する場合（ケース A）と社会的最適整備水準まで整備する場合（ケース B）の 2 つを想定し、各々について本稿の分析結果を用いて試算を行う。

全て整備する場合（ケース A）に関しては、総額で約 6550 億円の費用が見込まれる。これを仮に、国・地方・事業者による 3 分の 1 ずつの負担とすると、国の負担額は約 2200 億円になる。これを 2007 年度から 2010 年度までの 4 年度間で整備すると仮定した場合、1 年あたり 550 億円が必要となる（なお、ここでは地方の負担が現実に可能かどうかについては考慮していない）。

社会的最適整備水準まで整備する場合（ケース B）に関しては、総額で約 2860 億円の費用が見込まれる。これを同様に、国・地方・事業者による 3 分の 1 ずつの負担とすると、国は 950 億円の負担が必要である。これを 2007 年度から 2010 年度の 4 年度間で行うとすると、1 年あたり 240 億円が必要であるということになる。

以上より、本稿の分析の枠組みでは、2010 年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消するという目標は、現状の予算規模では達成することが困難である可能性が高いという結論が導かれる。ケース A を想定した場合、2010 年までにブロードバンド・ゼロ地域を解消す

るためには、単年ベースで現状規模の約 3.5 倍、ケース B を想定した場合には、現状規模の約 1.5 倍の予算規模が必要であることが示唆される。

最後に、本分析の残された課題について述べる。費用便益分析に関しては、データの制約上の問題、モデリング、推定方法を含め、まだまだ改善の余地がある。また、無線のセキュリティに関するリスクなどの定量化ができなかったことも問題として残されている。データ上の制約から大胆な単純化・捨象を行わざるを得なかった点は多く、現実の公共政策分析としての実用に供するには、さらなる精緻化が必要であろう。

* 参考文献

- ・ 依田高典・佐藤真行[2004]「日本のブロードバンド市場における消費者選好のコンジョイント分析」 InfoCom Review 34:87-98
http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/pdf/040628_5_bt_16.pdf
- ・ 依田高典・堀口裕紀[2006]「FTTH を活用した公共サービスの消費者便益の計測：ミックスド・ロジット・モデルを用いた地方と都市部の比較分析」 InfoCom Review 40:3-22
- ・ 財務省ホームページ「財政データ集」
http://www.mof.go.jp/zaisei/con_07.html
- ・ 四国総合通信局[2005]「中山間地域におけるワイヤレスブロードバンドに関する検討会」報告書
<http://www.shikoku-bt.go.jp/chosa/tiiki-ip/index.html>
- ・ 総務省[2002]「情報通信ネットワークのコスト分析に関する検討会 報告書」
http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/020509_4.html
- ・ 総務省[2003]『統計でみる市町村のすがた 2003』
- ・ 総務省[2005a]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する検討会 中間報告」
http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050201_1.html
- ・ 総務省[2005b]「全国均衡のあるブロードバンド基盤の整備に関する検討会 最終報告」
http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050715_8.html
- ・ 総務省[2006a]『平成 18 年度 情報通信白書』
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h18/index.html>
- ・ 総務省[2006b] デジタル・ディバイドシンポジウム「無線を活用したブロードバンド整備の新戦略を考える～全国に広がる先進事例と今後の展望～」配布資料
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/060720_1.html
- ・ 総務省[2006c]「次世代ブロードバンド戦略 2010」
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/broadband/
- ・ 総務省[2006d]『統計でみる市町村のすがた 2006』
- ・ 総務省「情報通信統計データベース 通信利用動向調査」
<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/statistics/statistics05b2.html>
- ・ 総務省（報道資料）「ユニバーサルサービス制度の将来像に関する研究会」の開催
http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/070117_3.html
- ・ 総務省統計局[2006]「平成 17 年国勢調査 第 1 次基本集計結果」
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/kihon1/index.htm>
- ・ 「ひかり one」ホームページ「技術参考情報」
http://www.tepco.ne.jp/support/tech/field-test_20030601.html

Appendix 1 前期レポートにおける実証分析の概要

前期にはブロードバンドの普及が地域の経済成長に与える影響に関する実証分析を行った。ここではその概要を再掲しておく。

地域の経済成長を表す指標として被説明変数に総人口の社会増加率の年平均値を用い、説明変数としては、初期時点の総人口（自然対数値）、投資率（県内総資本形成／県内総生産）、高等教育修了人口比率¹⁶、ブロードバンド世帯普及率を用いて回帰分析を行った。推定式は以下のようになる。

$$pgrowth_i = \beta_0 + \beta_1 pop_i + \beta_2 inv_i + \beta_3 edu_i + \beta_4 bb_i + \varepsilon_i$$

$pgrowth_i$: 都道府県*i*の2001年度から2004年度までの総人口の社会増加率の年平均値

pop_i : 都道府県*i*の2001年度における総人口の自然対数値

inv_i : 都道府県*i*の2001年度における投資率（県内総資本形成／県内総生産）

edu_i : 都道府県*i*の2000年度における高等教育修了人口比率

bb_i : 都道府県*i*の2001年度におけるブロードバンド世帯普及率

ε_i : 誤差項

なおデータの出所は、総人口の社会増加率については『平成17年住民基本台帳人口要覧』（財団法人国土地理協会）、初期時点における総人口と投資率については『県民経済計算』（内閣府経済社会総合研究所）、高等教育修了人口比率については『統計で見る県のすがた2004』（総務省）、そしてブロードバンド世帯普及率については『平成14年版情報通信白書』（総務省）である。また、ブロードバンド世帯普及率のデータが2001年度から入手可能であるために短期の効果についての分析になることと、高等教育修了人口比率のデータが10年ごとに更新されるために2000年度のデータとなる点に注意する必要がある。

この回帰モデルを最小二乗法で推定すると、以下のようになる。

$$pgrowth_i = -2.985 + 0.102 pop_i + 0.009 inv_i + 0.016 edu_i + 0.017 bb_i$$

(-3.81) (2.93) (0.95) (2.62) (2.24)

Number of obs=47、R-squared=0.582

カッコ内はt値を表す。

これより、各説明変数の係数の推定値の符号は正であり、また、投資率以外の説明変数の係数の推定値は5%有意水準で有意であるといえる

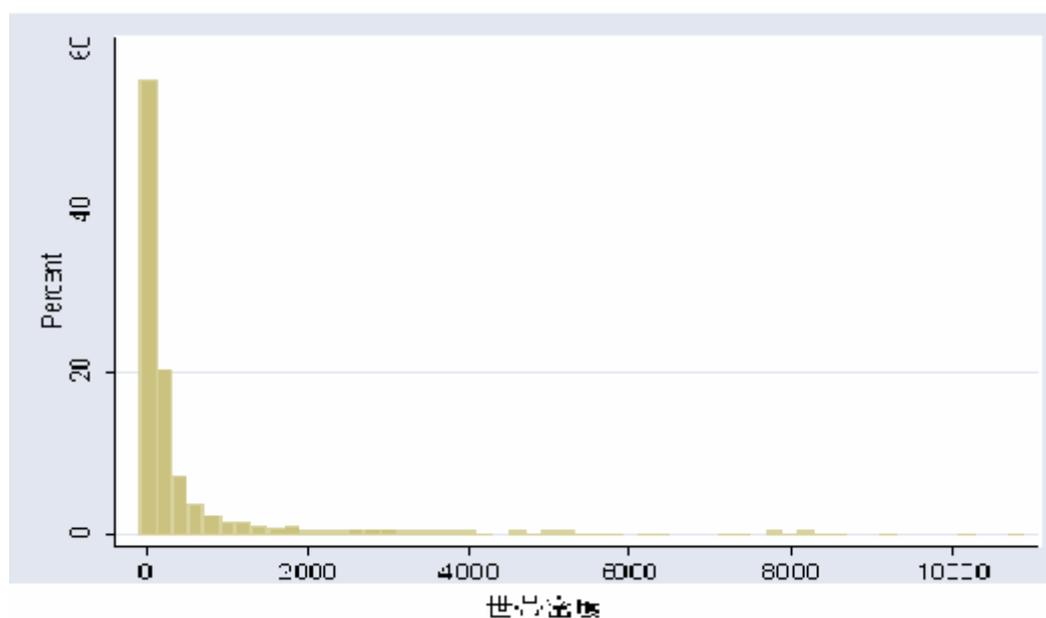
¹⁶ 最終学歴がそれぞれ高校・旧中卒、短大・高専卒、大学・大学院卒の者の卒業生総数に対する割合を加えたもの。

Appendix 2 世帯密度¹⁷の全国市町村分布

便益・費用関数の推計に用いた世帯密度に関して、全国の世帯密度の分布を概観する。そして、本分析から得られた民間が整備を行うケースと社会的最適整備水準まで整備するケースの結果を実際に当てはめた場合、どのくらいの市町村が整備され、また費用がかかるのかについて述べる。世帯密度のデータは前述と同様のものを用いている。

平成 17 年現在、全国の市町村数が 1843 あり、市町村レベルでの平均世帯密度が 409.8 世帯/km²であった。この平均世帯密度はちょうど大阪府河内長野市（世帯密度：404.4）くらいである。最小値は福島県檜枝岐村の 0.5、最大値は東京都中野区の 10813.9 であった。世帯密度の分布を下の図で見ると、約 70%が世帯密度 200 以下であり、世帯密度 2000 以上のところは全体の約 5%にすぎない。このように日本は市町村合併が進んで、世帯密度の低い地域が高い地域に合併されて数値が上昇している可能性が高いのにも関わらず、依然として世帯密度の低い市町村が多いということがわかる。

世帯密度の分布



¹⁷ データの出所は総務省[2003]、総務省[2006d]。

Appendix 3 解が1点になることの証明

第3章で導出した連立方程式の解が、 $X > 0$ の範囲において1点に定まることをここでは証明する。

連立方程式は、

$$\begin{cases} y = \frac{105800 + 922.5X}{12.30X} + 42.43512 \\ y = \frac{92000 + 1153X + 231999 \times \left(\frac{28.8}{X}\right)^{\frac{1}{2}}}{39.93X} \end{cases}$$

であった。ただし、 $X > 0$ である。 y を消去して、小数点以下第3位において四捨五入し、整理すると、

$$88.56X - 31180.50X^{-\frac{1}{2}} + 6297.59 = 0$$

となる。ここで左辺を $f(X)$ とおくと、

$$f'(X) = 88.56 + 15590.25X^{-\frac{3}{2}} > 0$$

となるので、 $f(X)$ は単調増加関数である。また、

$$\lim_{X \rightarrow 0} f(X) = -\infty, \quad \lim_{X \rightarrow +\infty} f(X) = +\infty$$

であるので、 $f(X) = 0$ を満たす X は、 $X > 0$ の下で1点に定まる。