

## 中山間地における生活圏ネットワーク構築法に関する検討

佐々木 淳 中野 拓志 三石 大 船生 豊  
岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

本稿では、高齢化が進む我が国の中山間地を対象に、医療・福祉・教育・配達等住民の生活を支援するための「生活圏ネットワーク」の提案を行っている。次に、典型的な中山間地の住民を対象に、地域情報化に関する意識調査を行った。その結果を基に、「生活圏ネットワーク」で実現すべきネットワークサービス及び通信トラフィックの概略値を推定している。最後に、経済的なネットワークの構築方法として、最近注目されている 2.5GHz 帯の無線 LAN の適用を考え、実際の中山間地における二施設間で実験を行った結果について述べている。

### A Study on Construction Method of Life Zone Network in a Rural Area

Jun Sasaki, Takushi Nakano, Takashi Mitsuishi and Yutaka Funyu  
Faculty of Software & Information Science of Iwate Prefectural University

In this paper, we propose Life Zone Network (LZN) to support life of people in a rural area. LZN will provide medical, welfare, educational and delivery services by an information network. We surveyed requirements on information services for people in such an area. Then, we estimate required services and telecommunication traffic in the area. At last, we describe experimental results of telecommunication between two facilities in the area by using a 2.5 GHz-band wireless LAN, which is expected recently to construct an inexpensive rural area network.

#### 1. はじめに

各地域において行政用の地域イントラネットの構築が盛んであり ([1] など)、これと接続する市町村独自のネットワークの構築も現在進行中である。市町村用のアクセス網としては、CATV や ADSL、FTTH、無線 LAN など様々な選択肢がある。都市部においては、高速広帯域のアクセス網が低料金で利用できるが、地方においては、通信事業としての採算性がとれないという理由により、サービス提供時期が遅れている。しかし、少子高齢化が進み、交通手段に恵まれない地方にこそ、低料金で利用できる高速広帯域アクセス網を整備し、生活改善、社会システムの改革につながる情報システムの構築を行う必要がある。

本稿では、まず、我々が提唱している「生活圏ネットワーク」[2]の概要を述べる。次に、本ネットワークの適用領域としている我が国の中山間地を対象に、情報化に対する地域住民ニーズの調査結果について述べる。続いて、前期調査結果から想定されるネットワークサービスと、トラフィックについて考察する。最後に、中山間地において経済的な高速アクセス網として期待される無線

LAN[3]を、実際の地域の二施設間に構築し、その実用性について評価を行った実験結果を紹介する。

#### 2. 生活圏ネットワークの概要

##### 2.1 コンセプト

これまでの高速広帯域アクセス網は、ユーザが集中している都市部に限定した都市型、大企業や大組織だけを収容したハイエンドユーザ接続型、大規模な公共投資を行って不特定多数の住民を接続した電脳村型[4]などがある。

我々は、少ない公共投資で生活支援が必要な加入者のみを接続した特定ユーザ収容型小規模ネットワークである「生活圏ネットワーク」の必要性を提唱してきた。特定ユーザとは、診療所や福祉機関等の公共的な施設や、高齢者や要介護支援者等の「生活弱者」、専門技能やボランティア等による「生活支援者」を想定している。将来は、教育や、物流も含め、地域住民の生活改善や社会システムの変革に寄与することをねらっている。

図1に生活圏ネットワークの概念を示す。ここでは、医療、福祉など異なる住民サービス提供機関（社会資源）間で情報共有を行うとともに、高

高齢者等による曖昧なニーズにも容易に対応可能とするため「サービスコーディネータ」という窓口を設けたことが特長である。

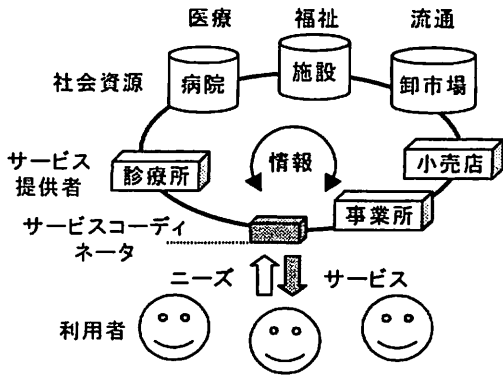


図1 生活圏ネットワークの概念

さらに、異なる社会資源間で情報共有を行うことにより、例えば表1に示すような連携型サービスの提供も可能である。医療と流通、福祉と流通を連携させた医薬品や介護用品の宅配サービスなどが容易に実現できる。

当面、サービスの対象者としては、高齢者（被介護者を含む）、障害者、自宅療養者、その家族という順に、情報化による恩恵が大きいと予想される利用者を優先して考えている。将来は、行政、教育、娯楽なども含め、全ての住民の生活を支援する社会インフラとなることをめざしている。

表1 連携型サービスの例

	医療	福祉	流通
医療	在宅健康管理 在宅診療		
福祉	訪問医、訪問看護、 訪問介護、ヘルパー などの統合型スケジュール管理	在宅介護 施設介護サービス	
流通	処方箋に基づいた 薬剤配達サービス	介護用品、日用品 配達サービス	電子商取引

■ 連携型サービス

### 3. 中山間地における情報化のニーズ

次に、「生活圏ネットワーク」で想定しているサービスの必要性についての基礎資料を得るため、アンケートによる住民意識調査を行った。

#### 3.1 調査方法

これまで調査例の少ない中山間地のサンプルと

して、岩手県北部の二戸広域行政地域「カシオペア連邦」（二戸市、一戸町、軽米町、浄法寺町、九戸村）を調査対象とした[5]。

本調査は、調査対象5市町村の電話帳を基に、無作為抽出し、996世帯を対象とした。1世帯当たり3セットの調査票を送付し、同居家族にも記入を依頼することにより、回答者の年齢、性別の層を広げるように試みた。その結果、410世帯からの回答があり（回答率41%）、そのうち回答件数は907件であった。回答者の内訳は、性別（男性51%、女性49%）、年代（10代7%、20代6%、30代12%、40代17%、50代18%、60代21%、70代以上19%）ともに幅広い層となった。

本アンケートに用いた調査票は、1群（回答者属性）、2群（コミュニケーション関連）、3群（医療、保健、介護サービス関連）、4群（学校、読書などの教育関連）、5群（買い物関連）、6群（行政サービス関連）の6つのカテゴリに分類し、各群10個の質問からなる。さらに、7群として情報技術によって提供できる生活密着型の各群に関連したサービスについて紹介し、「利用する」、「たぶん利用する」、「どちらでもない」、「たぶん利用しない」、「利用しない」の5段階評価を行った。1～6群は、日常生活に関する質問も含め、潜在的なニーズまで抽出できるように工夫した。

#### 3.2 調査結果

以下、特に興味深い結果についてのみ紹介する。

電話は78%の人が週1回以上かけ（図2）、かける相手はカシオペア連邦内が67%であった（図3）。この結果より、中山間地では電話が主要なコミュニケーション手段であること、その相手は大半が地域内に閉じていることがわかった。したがって、社宅内でのコミュニケーションが盛んであるという文献[6]の実験報告と同様に、地域内でのコミュニケーション環境が重要である。

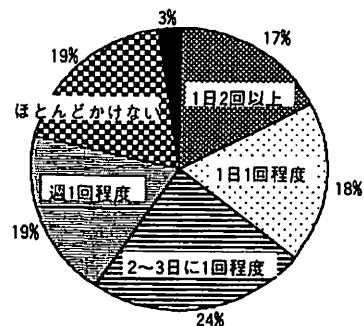


図2 電話をかける頻度

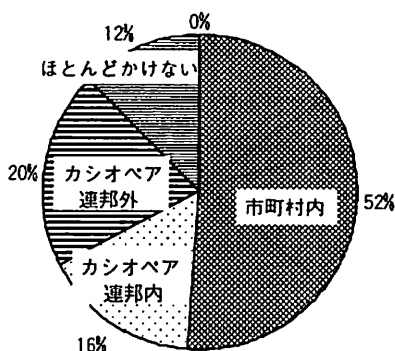


図3 電話をかける相手

病院への交通手段については全体的に自家用車が62%と多く、列車(3%)とバス(16%)などの公共交通機関は少ない(図4)。しかし、60代以上の女性に限ってみると、自家用車は29%で、43%が公共交通機関を利用している(図5)。

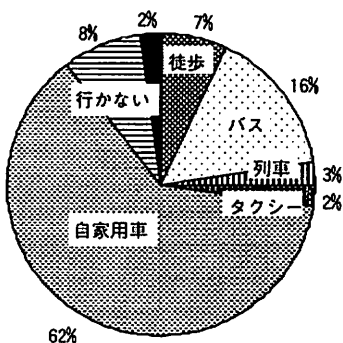


図4 病院への交通手段(全体)

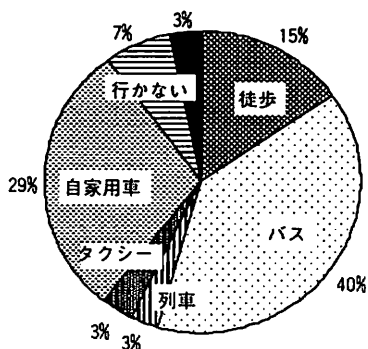


図5 病院への交通手段(60代女性)

店が遠くて買い物に不便だと感じる人の割合を図6に示す。総じて、女性の方が男性よりも高い割合であり、特に、10代の女性は他の年代と比較して突出しており、買い物の不便さが都市部への人口流出の要因となっている可能性がある。

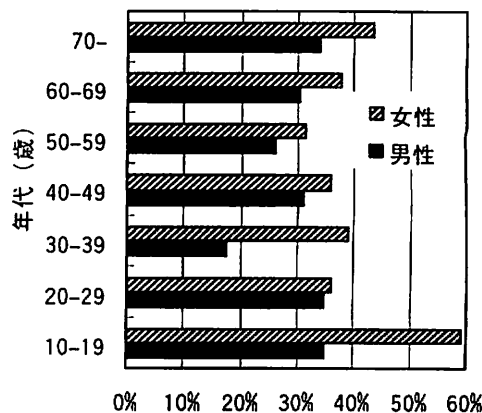


図6 店が遠いと回答した人の割合

### 3.3 情報技術を用いたサービスへのニーズ

情報技術によって提供できるサービスについて、「利用する」と「たぶん利用する」の合計が全体に占める割合を「サービス推定利用率」と定義し、その集計結果を図7に示す。

総じて、地域内無料電話(66%)、e-mail(37%)などのコミュニケーション手段についてのニーズが大きかった。また、遠隔診断(48%)、病院情報掲示板(45%)、行政電子掲示板(47%)への要求も、比較的高かった。これは、中山間地では、病院が少ないため、患者集中による待ち時間増大や通院の不便さという問題があり、在宅診察や訪問看護、病気や薬剤に関する情報入手への期待が高いと考えてよい。一方、電子ショップ(24-33%)に対する要求は予想より低かった。これは、この地域は都市部と比べてインターネットの普及がやや遅れていることから、電子ショップへの認知度が低いためであると考えられる。また、利用しない理由としては、「直接目で見たい」「店員と直接話し、雰囲気を感じたい」という意見が多いことから、今後、ヒューマンインターフェースの研究開発が重要であるといえる。

また、図書検索や遠隔授業といった教育関係のニーズとしては3割程度であり、あまり高いとはいえない。「教育は、直接人と人が触れ合うことが重要」という意見もあり、情報技術はその補完手段という位置付けで考えるべきであろう。

本アンケート結果を総括すると、中山間地では次のような情報化ニーズが高いといえる。

- (1) 地域内コミュニケーション手段の充実
- (2) 医療・福祉・行政関連の情報提供支援
- (3) 女性及び高齢者向きの情報サービス(在宅診断、電子ショッピング等)の充実

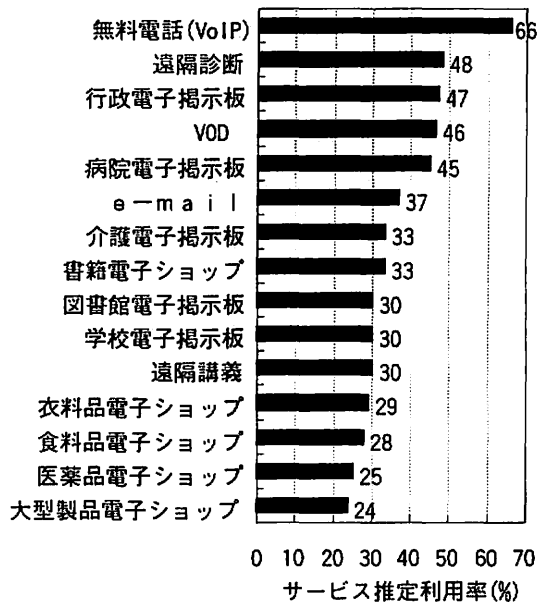


図7 サービス推定利用率

#### 4. 物理ネットワークの構成

##### 4.1 これまでの研究

生活圏ネットワークで利用できる通信インフラの候補としては、CATV 網や通信キャリア網の他に、近年注目されている 2.4GHz 帯の無線 LAN の利用が考えられる。著者らは中山間地域の人口分布を調査し、無線 LAN が有線よりも有利なエリアがあることを計算により確認した ([7] など)。しかし、通信トラフィックについては今後の検討課題となっていた。

地域イントラネットの通信トラフィックについては、利用者も利用形態も不明確であり、厳密に予測することは難しい。これまで電話発信回数に基づいた地域ネットワーク設計手順の研究例はあるが [8]、生活者のサービス利用形態まで考慮した設計手法については研究例が見当たらない。

以下では、一次検討として、前述の住民意識調査の結果に基づき、通信トラフィックの推定を試みる。

##### 4.2 ネットワークモデル

生活圏ネットワークのネットワークモデルを図 8 に示す。サービス提供機関からみて加入者側をフロントエンドと呼び、サービス提供者 (社会資源) 同士を接続した部分をバックヤードと呼ぶ。なお、図 8 ではバックヤードを高速ローカルループの適用を想定してループ状に記載しているがスター状でも構わない。

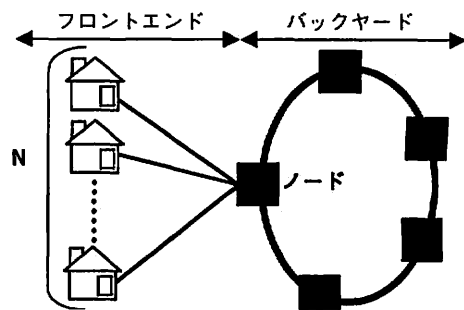


図8 ネットワークモデル

##### 4.3 トラフィック推定条件

住民意識調査の結果からニーズが高いサービスとして、表 2 に示す 11 のサービスを対象とした。

表2 ネットワークサービスの提供条件

番号	サービス内容	技術	帯域
1	VOD	FTP	1.5Mbps
2	遠隔診断	TV 会議	
3	遠隔講義		
4	無料電話	VoIP	64Kbps
5	e-mail	e-mail	
6	行政電子掲示板	HTTP	
7	病院情報掲示板		
8	書籍電子ショップ		
9	介護電子掲示板		
10	学校電子掲示板		
11	図書館電子掲示板		

各サービスの帯域については、経済性を考慮し、VOD (Video On Demand)、TV 会議の場合は、B-ISDN (1.5Mbps)、その他は N-ISDN (64Kbps) の標準的なネットワークインターフェースを用いると仮定した。各サービスにおける実際のトラフィックは、各インタフェースの最大帯域以下でばらつくが、計算では最も厳しい条件としてピーク値を用いることとした。また、各サービスは 1 人の加入者が同時に 2 つ以上利用することはないと仮定した。

次に、各サービスにおいて 1 週間当りのサービス利用回数を  $M$  (回/week)、1 回当りのサービス利用時間を  $T$  (sec)、サービス利用帯域を  $W$  (Kbps)、とする。さらに、1 日のうち利用者がサービスを利用する時間帯の幅を  $D$  (hour) と仮定すると、各サービスの平均利用帯域  $V$  を次の式で表すことができる。

$$V = \frac{M \cdot T \cdot W}{7 \times 3600 \cdot D} \text{ (Kbps)} \quad (1)$$

また、加入者は全てのサービスを利用するわけではない。住民意識調査から各サービスに対する利用率  $U$  (%) を予測することができ、 $V$  と  $U$  との積が実際の各サービスの平均利用帯域となる。このとき、サービスの種類が  $n$  個あるとすると、各サービスの平均利用帯域の総和  $S$  は次式となる。

$$S = \sum_{i=1}^n V_i \cdot U_i / 100 \text{ (Kbps)} \quad (2)$$

式(1)、(2)から1ノードに流入する通信トラフィックの平均値  $E$  ( $=N \cdot S$ ) は次式で表すことができる。

$$E = \frac{N}{2520000} \sum_{i=1}^n M \cdot T_i \cdot W_i \cdot U_i / D \text{ (Kbps)} \quad (3)$$

#### 4.4 トラフィック推定例

次に、トラフィックのオーダーを推定するために、式(3)で表した  $E$  に、具体的数値を当てはめてみる。

$U$  は、図7で示した「サービス推定利用率」の数値を用い、各サービスにおける  $M$ 、 $T$  は、筆者らが日常生活パターンについて議論した結果にもとづき、表3に示す値を仮定した。

以上の条件による加入者数と平均トラフィック(帯域)の計算値を図9に示す。利用時間帯  $D$  は、必ずしも24時間運用とは限らないために考慮したパラメータである。例えば、利用時間帯を日中に制限することで運用コストが下がる場合もあるただし、バックヤードに流入するトラフィックが回線容量を超えないように利用時間帯には適切な幅が必要である。例えば、図9より、フロントエンドに50加入者を収容し、バックヤード回線に後述の4.5Mbpsの無線LANを使った場合、平均トラフィックを処理するための利用時間帯としては12(時間/日)以上必要である。

表3 トラフィック推定に用いた仮定値

表2と同じ番号	サービス利用時間 $T$ (Sec/回)	サービス利用回数 $M$ (回/週)
1	600	7
2	1800	7
3	1800	3
4	7200	2
5	1800	2
6	3600	7
6	1800	1
8	1800	2
9	3600	3
10	1800	3
11	1800	1

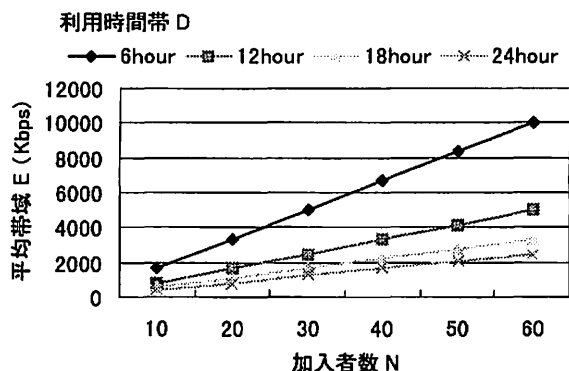


図9 加入者数と平均トラフィックの推定

### 5. 無線LANを用いた通信実験結果

2.5GHz帯無線LANについては、既に都市部や離島等で実証実験が行われている([9]など)。筆者らは、中山間地における生活圏ネットワークへの適用可能性を確認するため、まずバックヤード部分への適用を考え、以下の通信実験を行った。

#### 5.1 実験系

図10、表4に実験系及び使用機器の主要緒元をそれぞれ示す。実験は岩手県一戸町役場と一戸町総合保健福祉センターの間(直線距離900m)で実施した。アンテナはそれぞれ屋上に設置し、障害物は無く良好な見通しが確保できた。

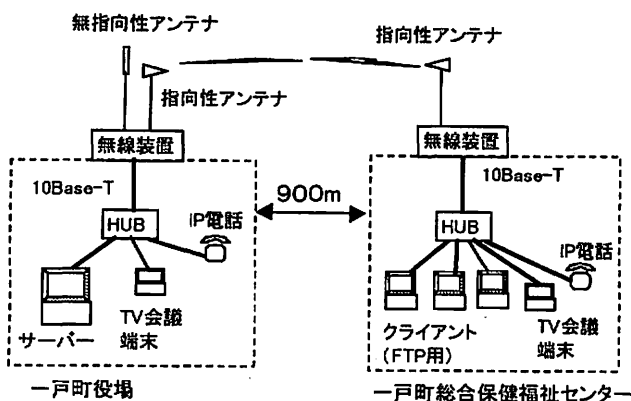


図11 無線LAN実験系

表4 実験に用いた機器の主要緒元

機器	主な緒元
サーバ	OS:Linux、CPU:MMX Pentium 200MHz、内蔵NW:10Base-T全二重
クライアント	OS:Win95、CPU:Pentium150MHz、NIC:PCMCIA10Base-T半二重
無線ルータ	ルート社製RGW2400/OD、2.4GHz帯直接拡散方式、性能:11Mbps(カタログ値)
アンテナ	平面ハッチ(指向性)、8段コリヤ(無指向性)

## 5.2 実験結果

Ping疎通試験 (64Byte, 実行間隔1秒, 50回)の結果、平均転送時間はアンテナの種類に依らず約4msとなり、無線に起因する遅延は認められず、パケットロスも観測されなかった。次に、Webアクセス、IP電話 (IP-BOX)、TV会議 (ノートPC, CU-SeeME) 実験を行ったが、10MbpsEthernet環境と同様なストレスのない利用感が得られた。

図11にファイル転送実験の結果を示す。最大スループットの平均は、指向性アンテナ同士の場合は4.5Mbps、指向性アンテナと無指向性アンテナを組合せた場合は3.5Mbpsであった。これらはカタログ値よりも小さいが、両端の有線LANとアプリケーションも含めたエンドエンドの値によるためと推定される。また指向性対無指向性アンテナの条件で、3台のクライアントから同時に50MBのファイル転送を行った場合、最大スループットの平均は0.96Mbpsであり、1台転送時の1/3 (1.17Mbps) よりもやや小さい値であった。この要因の1つとしては信号衝突の影響が考えられる。

全体的には、文献[9]で報告された都市部での実験結果に比べ良好な特性が得られており、中山間地は無線LANを使用するための電波環境に恵まれていると考えられる。

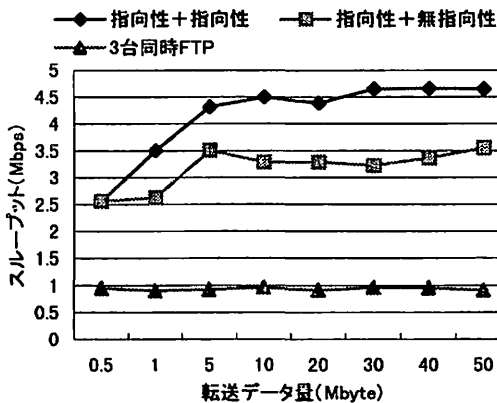


図11 ファイル転送実験結果

## 6. まとめ

「生活圏ネットワーク」の構築を想定している中山間地域を対象に、住民の情報化に対するニーズについて調査した。その結果、地域内コミュニケーションや医療福祉情報に対するニーズが高いことなどを明らかにできた。続いて、上記調査結果に基づき、生活圏ネットワークのバックヤード部分に発生する通信トラフィックの概略値につい

て推定した。最後に、本ネットワークを構築する際に経済的な手段である無線LANに対するワールド実験結果について述べた。

今後は、生活圏ネットワークの具体的なアプリケーションの開発と実証実験、および実利用時における通信トラフィックのシミュレーションを行う。

## 謝辞

本研究の一部は、二戸地域振興局から委託を受けて実施した。本研究を進めるにあたり、熱心な討論、助言をいただいた行政関係各位、NTT-ME東北(株)、NTT東日本(株)岩手支店、北東北松下システム(株)、松下電器産業(株)および岩手県医療福祉情報化コンソーシアム「ポラーノ広場」[10]の皆様方に感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] [http://www.nikkei.co.jp/rim/tiiki/tiiki\\_jyohou/366highway.htm](http://www.nikkei.co.jp/rim/tiiki/tiiki_jyohou/366highway.htm)
- [2] Jun Sasaki, Takashi Mitsuishi and Yutaka Funyu, "A New Concept and Configuration Method of Life Zone Network", ICOIN-15 2001, p381-386 (2001.2)
- [3] 「特集 無線LANを究める」, 日経NETWORK, p59-77 (2000.9)
- [4] アンドリュー・M・コヒル, アンドレア・L・カバノー編著「エレクトロニックビレッジ」, くまざさ社 (1999)
- [5] 「岩手県広域行政推進指針資料編」, p19 (2000.5)
- [6] 西尾弦一, 森昌之「地域情報ネットワーク利用実験におけるアンケート調査の解析」, 電子情報通信学会誌(1999.1)
- [7] Jun Sasaki, Takashi Mitsuishi and Yutaka Funyu, "Cable and Wireless Hybrid Access Networks for Rural Residential Areas", TENCON2001, 19-2 (2001.8)
- [8] 高橋卓也, 中村太一, 斎藤柊朗「サービストラフィックモデルに基づく社会ネットワーク構築の技術アセスメント」, 情報処理学会, 分散システム/インターネット運用技術 18-11, pp.61-66(2000.7)
- [9] 前島他「都市部における2.4GHz帯無線LANの実験と評価」, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-7-113, p177(2000)
- [10] <http://www.infosys.soft.iwate-pu.ac.jp/polarno>