

平成30年度 卒業論文

和文題目

インホームゲートウェイによる  
家族単位の見守りシステムの提案

英文題目

**Proposal of a family watching system by  
in-home gateway**

情報工学科 渡邊研究室  
(学籍番号: 150441149)

山場 将生

提出日: 平成 31 年 2 月 8 日

名城大学理工学部



## 概要

高齢化社会が進む現在の日本において、高齢者の見守りは重要な問題である。一方、スマートフォンは人々に無くてはならない存在になりつつある。我々は、これまで TLIFES (Total LIFE Support system) と呼ぶスマートフォンを利用した見守りシステムを研究してきた。しかし、TLIFES のサーバはインターネット上に設置されているため、個人情報漏洩の危険性があり、それが実用化に向けての課題となっている。そこで、本稿では TLIFES サーバ機能を家庭内に設置し、さらに我々が TLIFES と共に研究してきたオリジナル技術である NTMobile (Network Traversal with Mobility) を取り込むことで、見守りだけでなく災害時などにも利用できるシステムを提案する。

## Abstract

Watching over the elderly is an important issue in present Japan where aging society advances. On the other hand, smartphones are becoming indispensable to people. We have been studying a watching system using smartphones called TLIFES (Total LIFE Support system). However, since the TLIFES server is installed on the Internet, there is a danger of personal information leakage, which is a problem for practical use. Therefore, in this paper, by installing the TLIFES server function in the home and incorporating NTMobile (Network Traversal with Mobility), which is the original technology we studied with TLIFES, we have developed a system that can be used not only for watching but also for disasters .



# 目次

第1章	はじめに	1
第2章	TLIFES	2
2.1	概要	2
2.2	ライフログ情報の取得	3
2.2.1	位置情報の履歴	3
2.2.2	行動情報の履歴	3
2.3	現状の課題	3
第3章	NTMobile	4
第4章	提案方式	5
4.1	概要	5
4.2	提案方式によって利用可能なサービス	6
4.2.1	外出時だけでなく在宅時も利用可能な見守り	6
4.2.2	ディスプレイとスピーカを用いた宅内での診察	7
4.2.3	災害時の各種避難情報の伝達	8
4.3	提案方式を実現するために必要なアプリケーション	9
第5章	実験	10
5.1	実験環境	10
5.2	実験結果	11
第6章	評価	12
6.1	評価項目	12
6.2	評価結果	13
第7章	まとめ	14
	謝辞	15



# 第1章 はじめに

日本では子供の人数に対して高齢者の人口の割合が高く、高齢者世帯が増加する少子高齢化や1家庭における子供の数が1人しかいない核家族化が進行している。そのため、高齢者を支える人も高齢者となる老老介護や、高齢者が孤立するなど高齢者の見守りは重要な課題である。一方、技術的な面ではスマートフォンの普及が進み、モバイルネットワークによってどこにいても通信ができることが当たり前になりつつある。また、主要携帯電話会社からは高齢者向けのスマートフォンが販売されているなど、高齢者でもスマートフォンを簡単に使いこなすことができる。

そこで、我々はこれまで TLIFES と呼ぶスマートフォンの各種センサを用いた見守りを行うシステムを研究してきた。TLIFES はスマートフォンの各種センサを用いて取得した情報を定期的にインターネット上に設置されているサーバに蓄積し、その情報を共有することにより、見守りを行うことができる。また、スマートフォンに TLIFES アプリケーションをインストールするだけで利用することができ、高齢者でも簡単にシステムを普段の生活に取り入れることが可能である。しかし、アプリケーションで取得した情報には個人情報も含まれており、その情報がグローバル空間であるインターネット上のサーバに蓄積されるため、不正アクセスや、サーバへの負荷攻撃などによって第三者に漏洩する危険性がある。さらに、1台のサーバに全ユーザの情報を蓄積させているため、エラーや故障が生じた際は全ユーザに影響が発生する。

本稿では、TLIFES サーバ機能をインホームゲートウェイ (in Home Gate Way 以下、iHGW とする。) に搭載した家族単位の見守りシステム [1] を提案する。iHGW にはディスプレイとスピーカが付随しており、見守り対象者の自宅内に設置する。iHGW とスマートフォンには TLIFES と同時に我々が研究してきた、NTMobile を通信ツールとして搭載することにより、既存の TLIFES と同様の見守りを家族単位で実現する。人感などの各種センサを自宅内に設置・利用することで、見守りの範囲を家庭内まで拡大できる。さらに、ディスプレイとスピーカを活用することで、自宅で医師の診察を受けたり、万が一の災害発生時には、自治体からの避難勧告や避難所誘導の指示を受けることができる。

Linux 上に TLIFES サーバを実装し、クライアント側から家庭内に設置したサーバにアクセス可能であることを確認した。さらに、既存の TLIFES と提案方式を比較することで、どういった点で提案方式が優れているかを示した。

以後、2章では TLIFES について、3章では NTMobile について述べる。4章では提案する iHGW による家族単位の見守りシステムについて、5章では提案方式の実装実験環境及び、結果について、6章では既存の TLIFES と提案方式の比較及び、評価を述べ、最後に7章でまとめる。

## 第2章 TLIFES

本章では、TLIFES の概要及び、課題について述べる。

### 2.1 概要

図1に TLIFES の構成を示す。TLIFES とは、スマートフォンの通信機能とセンサ機能を活用して、ユーザ同士がサーバに蓄積された情報を共有する統合生活支援システムである。TLIFES 最大の利用例としては、高齢者の見守りが可能である。見守り対象者のスマートフォンに TLIFES アプリケーションをインストールするだけで利用することができ、位置情報等の取得には、GPS や加速度センサを用いる。各種センサから取得した情報は、定期的にインターネット上のサーバに蓄積される。サーバ上では、ユーザ毎にデータベースが構築され、過去に蓄積された情報と照らし合わせて、ユーザの異常行動を検知することができる。異常行動を検知したときは、あらかじめ登録しておいた家族などに対してメールで通知を行う。通知を受けた家族は、サーバに蓄積された見守り対象者の位置情報等を PC やスマートフォンから確認することができる。また、通知を受けた家族だけでなく、見守り対象者本人が過去に蓄積された情報を閲覧することで、個人のライフログとして利用することができる。

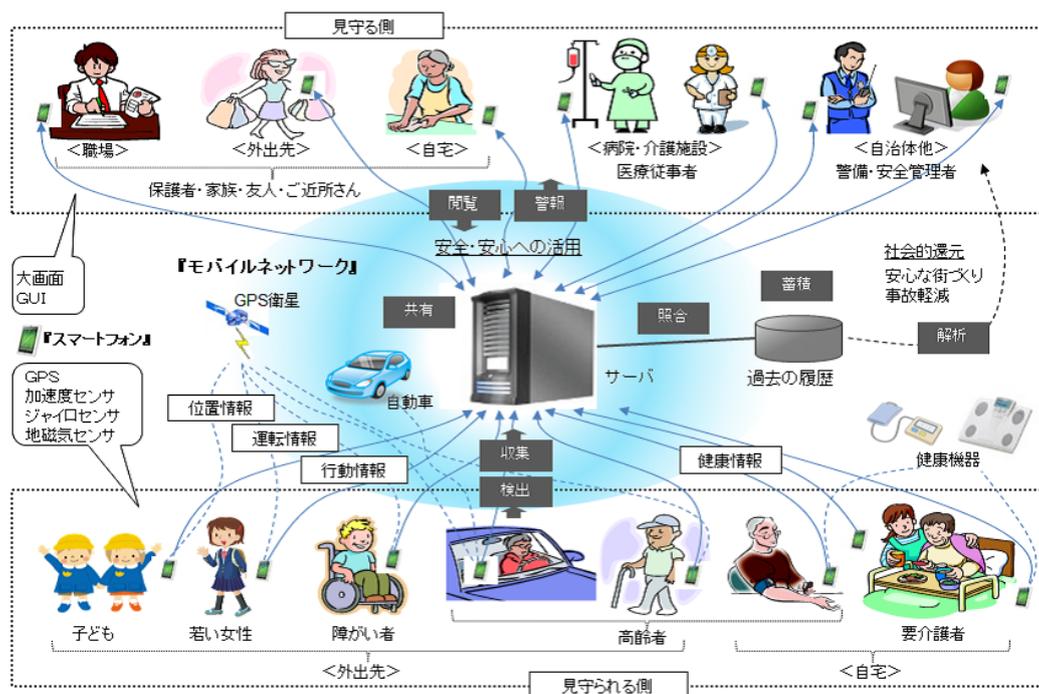


図1 TLIFES の構成

## 2.2 ライフログ情報の取得

ライフログの閲覧例を以下、図2に示す。TLIFESでは、主に位置情報と行動情報をライフログ情報として取得することができる。

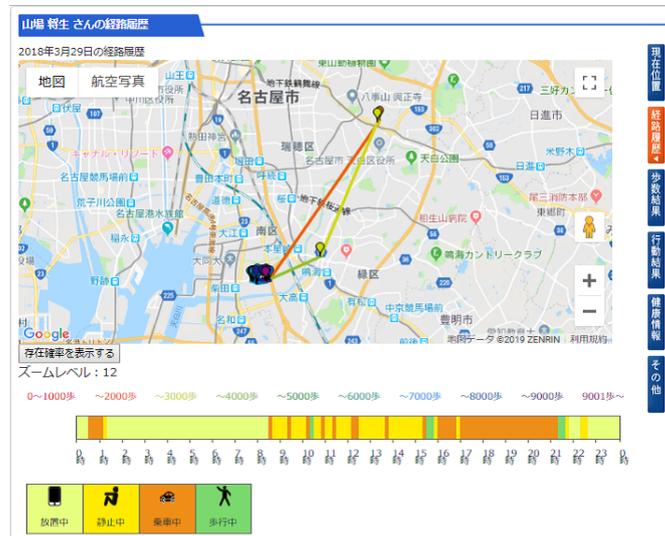


図2 ライフログの閲覧例

### 2.2.1 位置情報の履歴

位置情報はGPSで取得する。通常、GPSを起動する際には多くの電力を消費する必要があるが、次節に示す行動情報の解析結果によって、移動している時のみGPSを起動することで、電力消費の抑制を実現できる。

### 2.2.2 行動情報の履歴

行動情報としては、放置中、静止中、乗車中、歩行中の4パターンで判定を行う。また、情報取得のために用いられるセンサとしては、加速度センサと一部で磁気センサを使用する。基本的には加速度センサで情報を取得し、電車乗車時には、磁気センサを用いて電車のモータと反応させて判定を行う。さらに、歩行中は歩数の計測も行う。

## 2.3 現状の課題

TLIFESの実用化を検討する上で、現状ではいくつかの課題が見えてきた。具体的には、スマートフォンの各種センサで得られた情報は全てグローバル空間であるインターネット上のサーバに蓄積されるため、個人情報漏洩しないように厳重なセキュリティ対策を取る必要がある。また、サーバは常に稼働している必要があるため、万全の管理体制を確立する必要がある。このような事情から、信頼のおける機関の参入なしにはTLIFESの実用化は困難であることが判明した。

## 第3章 NTMobile

図3にNTMobileの構成を示す。現実の世界にはグローバル空間からプライベート空間への通信が行えないNAT越え問題や、互換性のないIPv4とIPv6の通信が行えないなど様々な課題が存在する。NTMobileは、このような課題をエンドツーエンドシステムの世界へ移行することで両端末がどのようなネットワークに接続していても通信を開始することができ、かつ端末が移動してネットワークが切り替わっても通信を継続することができる技術であり、NTMobileアプリケーションインストールした端末、端末のアカウントを管理するAS (Account Server)、実IPアドレスと仮想IPアドレスの管理、及び通信経路を指示するDC (Direction Coordinator)、必要に応じてパケットを中継するRS (Relay Server) によって構成される。また、NTMobileを支える装置群であるAS、DC、RSはグローバル空間に設置される。

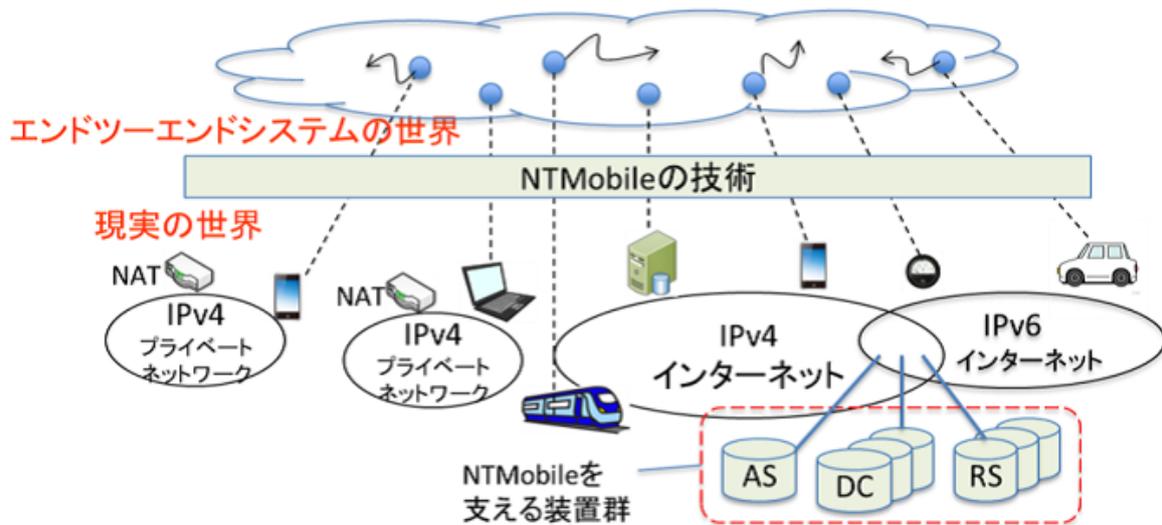


図3 NTMobileの構成

NTMobileを実装した端末同士であれば、ネットワークの制約や装置群を一切気にすることなく、サーバがプライベート空間に存在しても構わない。端末にNTMobileをアプリケーションとしてインストールするだけで、既存のアプリケーションや設定に影響を与えることなく利用することができる。

## 第4章 提案方式

本章では、提案方式の概要及び、利用可能なサービス、必要となるアプリケーションについて述べる。

### 4.1 概要

図4に提案方式の構成を示す。見守り対象者の宅内には、TLIFES サーバ機能を搭載した iHGW、ディスプレイ、スピーカが設置されており、iHGW はインターネット網と繋がっている。見守り対象者のスマートフォンから得られる情報は携帯電話網、インターネット網を通じて NTMMobile を通信ツールとして介することで iHGW に蓄積される。事前に関覧者として登録した見守り対象者の家族は蓄積された履歴を閲覧することができる。また、病院や自治体などは、インターネット網を通じて、見守り対象者の自宅に設置された iHGW にアクセスすることができ、テレビ電話での診察や、災害発生時の各種避難情報をディスプレイに表示することができる。

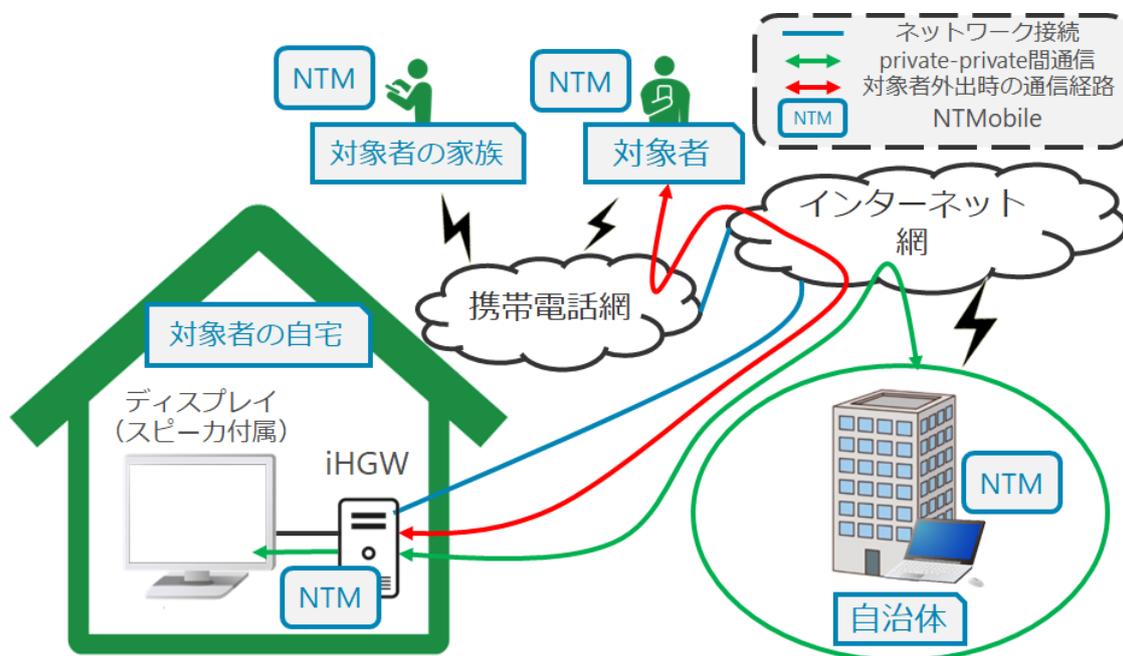


図4 提案方式の構成

## 4.2 提案方式によって利用可能なサービス

提案方式を取り入れることによって利用可能になる各種サービスを以下に提案する。

### 4.2.1 外出時だけでなく在宅時も利用可能な見守り

図5に提案方式での在宅時見守りのイメージを示す。人感センサはリビングなどの宅内で在室時間が長い場所に設置し、一定の時間間隔でセンサを起動して人の動きの有無を検知する。電力センサは、コンセントなどの電力供給元に設置し、夜間時の照明の使用有無などを検知する。このような行動を各種センサが検知できなければ既存の異常行動検知と同様にあらかじめ登録しておいた家族などに対してメールで通知を行う。

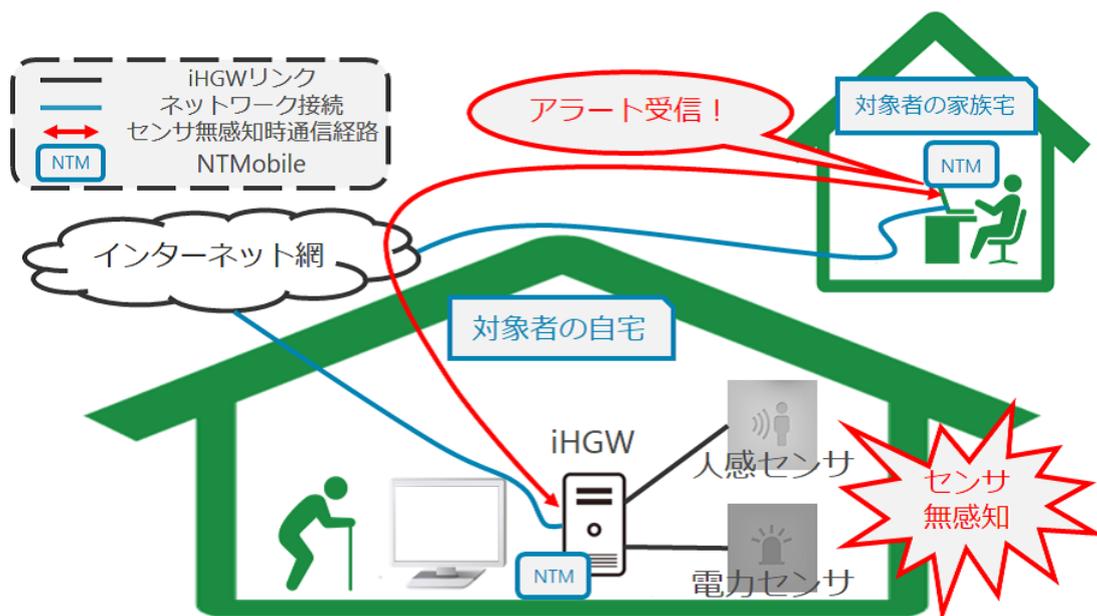


図5 提案方式での在宅時見守りのイメージ

#### 4.2.2 ディスプレイとスピーカを用いた宅内での診察

図6に提案方式での宅内診察イメージを示す。病院はインターネット網を通じて宅内のiHGWにアクセスし、テレビ電話のアプリケーションを通じて診察を開始する。宅内に設置されたディスプレイにはスピーカが付属しているため、会話をすることが可能であり、病院内と同等の診察を受けることができる。また、病院からの発信だけでなく、見守り対象者からの呼び出しにも対応する。宅内診察は、高齢者を始めとした診察を受けたくても身体の不自由等で病院へ行くのが困難な人に有効なサービスである。

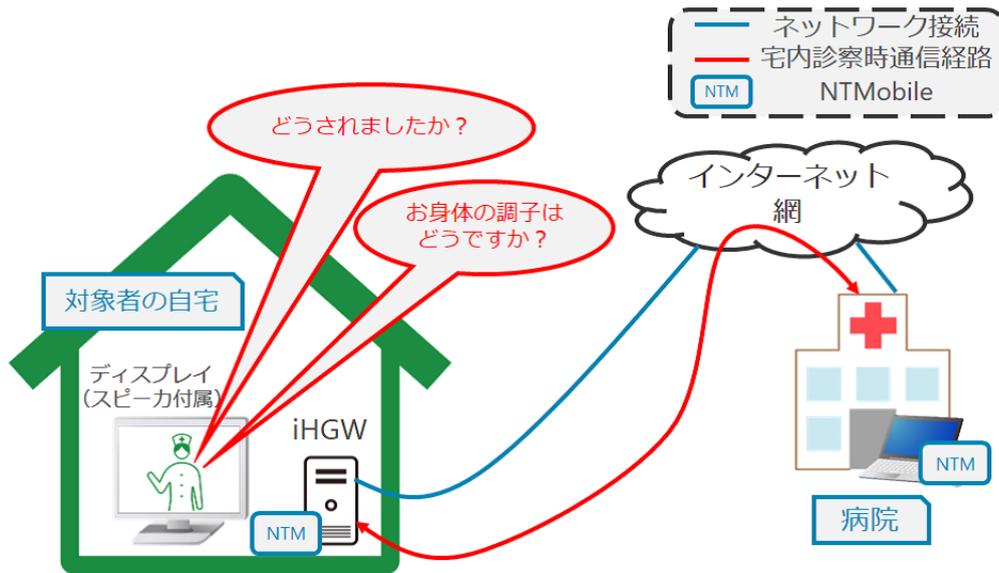


図6 提案方式での宅内診察イメージ

### 4.2.3 災害時の各種避難情報の伝達

図7に地震発生時の情報伝達経路を、図8に情報を受信した際のディスプレイ表示例をそれぞれ示す。地震が発生した際、気象庁が緊急地震速報を発表し、それを自治体を受信して情報をiHGWに送信する。情報を受信したiHGWは接続されたディスプレイに情報を表示する。また、ディスプレイにはスピーカが付属しているため、同時に音声で注意を呼び掛けることが可能である。さらに、ディスプレイに表示すると同時に外出時でも見守り対象者が所持しているスマートフォンにも同等の情報を表示させることで、どこにいても情報を閲覧することが可能である。

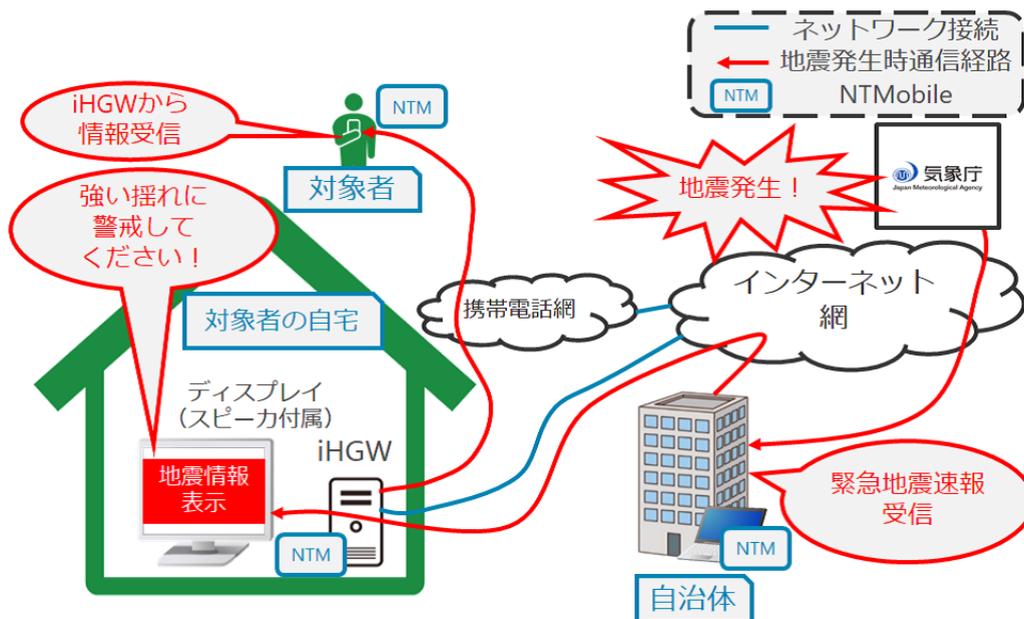


図7 地震発生時の情報伝達経路

<b>緊急地震速報</b>	
<b>強い揺れに警戒してください!</b>	
<b>震度</b>	<b>到達まで</b>
<b>6強</b>	<b>10秒</b>
<b>🏠愛知県名古屋市天白区</b>	

図8 情報を受信した際のディスプレイ表示例

### 4.3 提案方式を実現するために必要なアプリケーション

提案方式を実現するために必要となるアプリケーションを表1に示す。表1のA～Dは図4のA～Dに対応している。

表1 必要なアプリケーション一覧

	A	B	C	D
TLIFES サーバ	○			
TLIFES クライアント			○	
NTMobile	○	○	○	○
人感などの各種センサ	○			
テレビ電話アプリケーション	○			○

TLIFES サーバとクライアント機能はそれぞれ、iHGW と見守り対象者のスマートフォンに搭載する。NTMobile は全ての装置に搭載する。見守りの範囲を家庭内まで拡大させるため、人感などの各種センサ収集機能を iHGW に実装する。宅内での診察や災害時の対応を実現するため、iHGW と施設の PC（サーバ）にテレビ電話アプリケーションをインストールする。

## 第5章 実験

本章では、提案方式を実現させるために実施した TLIFES サーバの設置実験について述べる。

### 5.1 実験環境

表2に TLIFES サーバを設置した環境を、図9に実験環境の全体構成をそれぞれ示す。仮想環境ソフトウェアである VMWare 上に仮想環境 OS として Ubuntu をインストールし、その中に NTMobile と TLIFES サーバをインストール・設置した。(ただし、TLIFES サーバはサーバ側のみに設置。) また、NTMobile の必要性を確認するため、サーバはモバイルルータを用いて Wi-Fi に接続し、クライアントは有線 LAN にて研究室ネットワーク網に接続した。

表2 サーバ実装実験環境

	名称	バージョン	bit	RAM (GB)
OS	Windows 10 Pro	10.0.17134	64	8.00
仮想環境ソフトウェア	VMWare Workstation Player	15.0.2	-	-
仮想環境 OS	Ubuntu	16.04.4-desktop	32	2.00

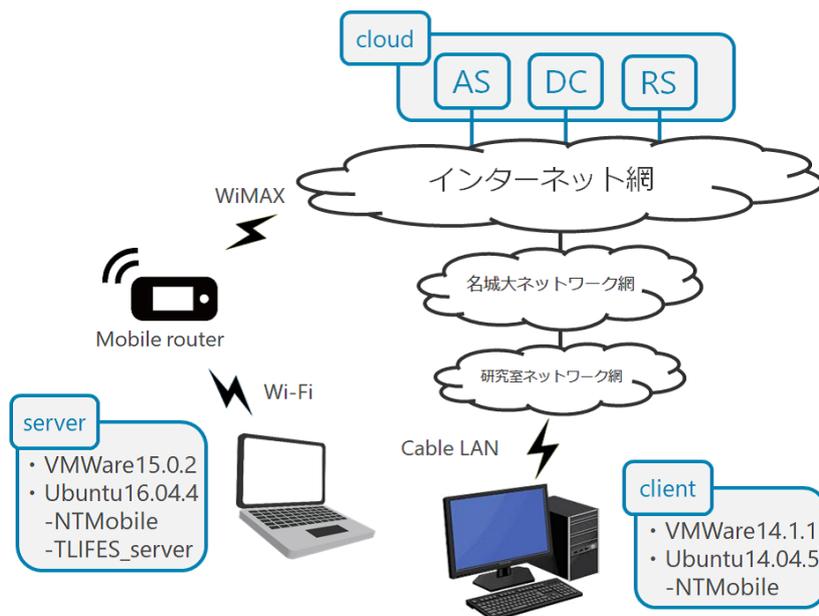


図9 実験環境の全体構成

## 5.2 実験結果

図 10 にサーバへのアクセス結果を示す。"http://「サーバ側にインストールした NTMobile のアカウント名」/TLIFES\_server"にクライアント側からアクセスすることで TLIFES サーバの内容が閲覧できることを確認した。

The screenshot shows a web browser window displaying the TLIFES (Total LIFE Support system) website. The browser's address bar shows the URL "yam0.dcn.tnm.jp/TLIFES\_server/". The page header includes the text "統合生活支援システム Total LIFE Support system" and the "TLIFES" logo. Below the header is a login section with fields for "ユーザー名" (Username) and "パスワード" (Password), a "ログイン" (Login) button, and a "新規登録" (New Registration) button. A link "パスワードを忘れた方はこちら" (Click here if you forgot your password) is also present. The main content area is divided into three sections: "TLIFES概要" (TLIFES Overview), "更新履歴" (Update History), and "ダウンロード" (Download). The "TLIFES概要" section contains a diagram illustrating the system's architecture, showing the interaction between various components like "スマートフォン" (Smartphone), "サーバ" (Server), "データベース" (Database), and "ネットワーク" (Network). The "更新履歴" section lists updates, such as "トータル行動判定がグラフで見られる機能機能を追加" (Added functionality to view total action determination in a graph). The "ダウンロード" section provides instructions for using the TLIFES app and includes a "TLIFES ダウンロード" (Download TLIFES) button. The footer of the page contains the copyright notice "Copyright (c) Meiji University. All Rights Reserved." and a vertical navigation arrow on the right side.

図 10 サーバアクセス結果

## 第6章 評価

本章では、2章で取り上げた TLIFES（以下、本章では従来方式とする。）と4章で取り上げた提案方式を比較することによって得られた評価結果を述べる。

### 6.1 評価項目

評価項目は以下の6項目である。

- サービス開始  
システムを利用する上で、事前の準備が必要であることを示す項目である。
- 運用コスト  
システムを利用する上で、かかるコストの高さを示す項目である。
- 操作性  
システムや各種サービスを利用する上で、操作が容易に行えるかを示す項目である。
- 可用性  
システムが使いたいときにいつでも利用できるか否かを示す項目である。
- 拡張性  
システムを利用することで、受けられるサービスの多さを示す項目である。
- プライバシー  
プライバシー情報について、漏洩の危険性がないかを示す項目である。

## 6.2 評価結果

表3に評価結果を示す。サービス開始について、従来方式はスマートフォンにアプリケーションをインストールするだけで利用することができるが、提案方式は宅内にiHGWやディスプレイ等を設置する必要があることから、従来方式を△、提案方式を○と評価した。

運用コストについては、従来方式がプライバシー情報の保護やサーバ管理を信頼のおける機関に依頼しなければ実用化が困難であるのに対し、提案方式は特に機関などに依頼をする必要がないことから、従来方式を△、提案方式を○と評価した。

操作性については、従来方式と提案方式で特に難しさは変わらないことから、従来方式、提案方式ともに○と評価した。

可用性については、万が一災害によって家屋が倒壊した際、従来方式は情報を蓄積するサーバがインターネット上に設置しているため、災害に対する影響が小さいのに対し、提案方式はサーバを家庭内に設置しているため、災害により家屋が倒壊し、iHGWが故障したり、紛失してしまうとシステムを利用することができないことから、従来方式を○、提案方式を×と評価した。

拡張性については、従来方式が外出時の見守りを主なサービスとするのに対し、提案方式は外出時だけでなく、家庭内の見守りを実現できることや、宅内診察、災害時の情報取得・閲覧を行うことができることから、従来方式を×、提案方式を○と評価した。

プライバシーについては、従来方式はサーバをグローバル空間であるインターネット上に設置しているため、情報漏洩の危険性が高いのに対し、提案方式はサーバを各家庭内のプライベート空間に設置しているため、情報漏洩の危険性が低い。そのため、従来方式を×、提案方式を○と評価した。

以上より、提案方式は既存技術に比べて6項目中5つの項目で優れているため、従来方式より有用な技術であるといえる。

表3 従来方式と提案方式の比較

	サービス開始	運用コスト	操作性	可用性	拡張性	プライバシー
従来方式	△	△	○	○	×	×
提案方式	○	○	○	×	○	○

## 第7章 まとめ

本稿では、NTMobile と TLIFES の技術を組み合わせ、iHGW を利用した高齢者見守りシステムを提案した。既存の TLIFES においては、情報を蓄積するサーバが1台のみであり、グローバル空間であるインターネット上に設置されていることから、個人情報漏洩の危険性やサーバの管理など、実用化するには様々な課題があった。そこで、提案方式では通信方法に NTMobile を採用し、サーバを各家庭に分散させることで、既存の TLIFES で発生した課題を解決できるとともに、宅内診察など、新たに実現可能なサービスを示した。今後は、システムの実装を進め、実用に向けてどのような課題があるのかを検討する。

## 謝辞

本研究を遂行するに当たり、研究の方法や進め方など終始にわたりご指導、ご助言を受け賜りました、指導教官である名城大学工学部情報工学科 渡邊晃教授に心より厚く御礼申し上げます。

本研究を遂行するに当たり、様々なご助言並びにお力添えを賜りました、株式会社岩手デジタルシステム 熊谷繁夫氏に深く感謝致します。

最後に、本研究に関して、渡邊研究室の皆様、NTMobileの研究に携わる皆様、TLIFESの研究に携わる皆様から多大な助言と協力を受け賜り、深く感謝致します。



## 参考文献

- [1] 渡邊晃: スマートフォンによる高齢者見守りシステムの実現と評価 -プライベートサーバの実現に向けて-, 名城大学総合研究所紀要 (2017) .
- [2] 納堂博史, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: エンドツーエンド通信をアプリケーションレベルで可能にする通信ライブラリの実現と評価, 情報処理学会研究報告.
- [3] 鈴木秀和, 上酔尾一真, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile における通信接続性の確立手法と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 1–13 (2013).
- [4] 内藤克浩, 上酔尾一真, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃, 森香津夫, 小林英雄: NTMobile における移動透過性の実現と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 380–393 (2013).
- [5] 上酔尾一真, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を実現する NTMobile の実装と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 10, pp. 2288–2299 (2013).
- [6] 加古将規, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile を無限の規模に拡大できる仮想 IPv4 アドレス管理方式の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 3, pp. 726–735 (2017).
- [7] 金松友哉, 大久保陽平, 山田貴之, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃: NTMobile における通信制御機能の提案と実装, 電気学会論文誌, Vol. 137, No. 12, pp. 1571–1579 (2017).

