慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	情報伝達網羅性向上のための公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムの設計と評価
Sub Title	Design and evaluation of early warning system utilizing quasi-zenith satellite system and public infrastructure for improved coverage of information transmission
Author	西野, 瑛彦(Nishino, Akihiko) 神武, 直彦(Kotake, Naohiko)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・ マネジメント研究科
Publication year	2015
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2015年度システムデザイン・ マネジメント学 第207号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002015-0047

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文　　2015 年度

情報伝達網羅性向上のための公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムの設計と評価

西野 瑛彦

（学籍番号：81433381）

指導教員　准教授　神武 直彦

2016 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン･マネジメント研究科

システムデザイン・マネジメント専攻

論　文　要　旨

学籍番号	81433381	氏名	西野 瑛彦

論 文 題 目：

情報伝達網羅性向上のための公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムの設計と評価

（内容の要旨）

本研究の目的は，災害発生時に，防災行政無線から配信される音声が到達しない地域に対する情報伝達の網羅性を向上させるために，準天頂衛星から配信される防災情報を地上の公共インフラを介して音声配信する早期警報システムの設計と評価を行うことである．

大規模災害発生時において，早期警報は被害軽減のために非常に重要である．現在，屋内においてはテレビやラジオ，携帯端末などの普及により個人単位での情報伝達が実現しつつある．一方，屋外においては，一斉同報による迅速かつ広範囲な早期警報の手段として，防災行政無線が全国に配備されている．しかし地域によって，防災行政無線から配信される音声が到達しない情報空白地域が存在する．防災行政無線は設置に高額な費用がかかり，また災害時の倒壊や電源断など耐災害性が低いため，新規の増設を自治体は望んでいない．自治体によっては広報車を用いた情報配信を行っているところもあるが，出動に時間を要する場合や，出動できない場合もあり，代替手段として十分ではない．一方，耐災害性という観点からは，人工衛星を用いた情報配信システムの研究が進んでおり，低コストで多くの人への早期警報を実現する手段として，準天頂衛星の補強信号を用いた防災メッセージ配信システムの設計が行われている．

そこで本研究では，準天頂衛星から配信される防災情報を，公共車両や自動販売機などの公共インフラが受信して自動配信するシステムを設計した．こうした公共インフラは生活圏に多く設置されている，もしくは走行しているため，災害時迅速に多くの人へ情報を配信することが可能となる．本研究では電源を搭載しているものを対象としているため，耐災害性も高く，公共車両に搭載されたスピーカーを利用するなど既存の機能を活用することで低コスト化を図っている．本研究の対象となる地方自治体・住民などのステークホルダから要求を抽出し，システムに求められる機能を明らかにした結果，耐災害性の向上及び防災行政無線の補完という二つの機能を，地域に応じた公共インフラによって実現する設計としたことで，システムの汎用性を高めた．システムの評価については，津波等の災害による被害が想定される神奈川県藤沢市を対象とし，準天頂衛星から配信される防災情報を音声メッセージに変換して自動配信するプロトタイプを設計して実証実験を行い，システムが正常に動作することを検証した．同時に，路線バス及び自動販売機の位置情報を用いた配信シミュレーションを行い，防災行政無線の情報空白地域に対する情報伝達の網羅性が向上することを検証した．これらの結果を踏まえて，ステークホルダである自治体及びシステム開発者にインタビューを行い，提案したシステムが防災行政無線を補完する観点から有効であることを確認した．

キーワード（5語）

情報伝達，網羅性，準天頂衛星，早期警報，公共インフラ

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student ID	81433381	Name	Akihiko Nishino

Title Design and Evaluation of Early Warning System Utilizing Quasi-Zenith Satellite System and Public Infrastructure for Improved Coverage of Information Transmission

Abstract

The purpose of this study is the design and evaluation of early warning system to deliver information from Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) via public infrastructure to where residents cannot hear a message broadcast from distant loudspeakers in disaster administration wireless communication.

A large-scale disaster may damage ground communication infrastructure, interfering with the delivery of disaster information. In such cases, satellites will remain unaffected by damage and can be used as a means of providing information. The augmentation signal of a Global Navigation Satellite System (GNSS) can be received using a GNSS receiver, such as that used in cellular mobile phones, which are far more widely used than satellite mobile phones. Research on receiving information with the augmentation signal via a mobile phone is being conducted; however, a method of delivering disaster information to people who do not have a mobile phone requires attention.

There are other means of delivering emergency information at the beginning of a disaster, such as disaster administration wireless communication. It covers almost 80% of the area of Japan such that many people outside can hear an emergency message without having any equipment such as a mobile phone at hand. There are some areas, however, where residents would hardly hear a message broadcast by loudspeakers because the loudspeakers are set too far away.

This study conducted a system that delivers disaster information via a QZSS to residents cannot hear a message broadcast from the loudseakers in disaster administration wireless communication. In our system, various machines of public infrastructure receive information from a QZSS and deliver it audibly through speakers attached to them. As a first step, we consider the use of public vehicles such as bus and fixed objects such as vending machine. These infrastructures are set or move near many people such that it typically delivers information rapidly and with certainty at the onset of a disaster.

A prototype system is constructed and tested in the coast area in suburbs of Tokyo, where many buses travel. The loudspeakers of the prototype system automatically broadcast tsunami information received from the QZSS. The information reaches remote areas where fixed loudspeakers cannot be heard. Through simulation using a geographic information system, the movement of public buses and the position of vending machines in suburbs of Tokyo are visualized. It revealed where and at what time of the day the coverage of the broadcasting of disaster information can be improved.

Key Word（5 words）

Early Warning System, Quasi Zenith Satellite System, Public infrastructure, Coverage, Information Transmission, Disaster Administration Wireless Communications

目次

1. 序論 1
1.1. 研究の背景と問題意識 1
1.2. 研究の目的 1
1.3. 論文の構成 1
2. 早期警報システムの現状と課題 4
2.1. 早期警報システムの現状 4
2.1.1. 屋内における早期警報システム 4
2.1.2. 屋外における早期警報システム 5
2.2. 防災行政無線の現状と課題 6
2.2.1. 防災行政無線の普及 6
2.2.2. 防災行政無線の課題 9
2.2.3. 代替手段の検討 11
2.3. 人工衛星を用いた早期警報システム 12
2.3.1. 移動衛星通信システム 12
2.3.2. 衛星測位システム 15
2.3.3. 準天頂衛星システム 16
3. 公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムの設計 18
3.1. 要求分析 18
3.1.1. ステークホルダの特定 18
3.1.2. ステークホルダの要求 20
3.1.3. システムの範囲 22
3.2. アーキテクチャ設計 23
3.2.1. 機能設計 23
3.2.2. 機能分析 23
3.2.3. 機能要求と検証識別性 25
3.2.4. 機能構成図 29
3.2.5. 物理設計 29
3.2.6. システム構成 30
3.2.7. システム構成への機能の配分 32

4. 実装と評価 33
4.1. プロトタイプ実装 33
4.1.1. プロトタイプの構成 33
4.1.2. プロトタイプによる実証実験 35
4.1.2.1. 実証実験の概要 35
4.1.2.2. 実証実験の結果 38
4.2. 情報配信シミュレーション 40
4.2.1. シミュレーションの条件 40
4.2.2. シミュレーションの方法 40
4.2.3. シミュレーションの結果 40
4.3. システム要求に対する評価 50
4.4. ステークホルダ要求に対する評価 52
5. 考察 59
5.1. 実証実験結果に対する考察 59
5.2. シミュレーション結果に対する考察 60
5.3. 本システムの課題 61
5.4. 本システムの実用化に向けて 61
6. 結論と今後の展望 63
6.1. 結論 63
6.2. 今後の展望 63
7. 謝辞 64
8. 参考文献リスト 66
Appendix1 配信メッセージ 69
Appendix2 送信ログ 72
Appendix3 受信ログ 91

図目次

図 1　本論文の構成 3
図 2　津波警報の入手先 [8] 5
図 3　津波の呼びかけの入手先 [8] 6
図 4　防災行政無線システム [10] 8
図 5　防災行政無線の市町村整備率 [11] 8
図 6　神奈川県藤沢市の防災行政無線と配信範囲（筆者作成） 9
図 7　防災行政無線の聴こえ具合に関するアンケート結果（藤沢市より提供） 10
図 8　津波警報発令後の防災行政無線以外の広報手段 [15] 11
図 9　移動衛星通信システム等の国内導入状況 [17] 13
図 10　移動衛星通信システムの国内無線局数の推移 [17] 13
図 11　携帯電話の加入契約数の推移 [21] 14
図 12　準天頂衛星システムの構成 17
図 13　防災情報伝達に関わるステークホルダ 19
図 14　システムのユースケース図 22
図 15　本システムの FUNCTIONAL FLOW BLOCK DIAGRAM 24
図 16　機能構成図 29
図 17　物理構成図 29
図 18　準天頂衛星と公共インフラを連携した情報配信システムの構成 30
図 19　本システムのアーキテクチャ図 32
図 20　プロトタイプシステムの構成 34
図 21　実験エリア 36
図 22　車両の後部スペースに設置したスピーカー 37
図 23　集音場所 37
図 24　アンケート結果 38
図 25　集音解析結果 39
図 26　藤沢市における路線バスの走行軌跡及び町丁字別人口密度 41
図 27　平日の午前 8 時における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況 42
図 28　平日の午前 8 時 15 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況 43
図 29　平日の午前 8 時 30 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況 44
図 30　平日の午前 8 時 45 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況 45

図 31　平日の午前 9 時における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況 46
図 32　鵠沼地区の自動販売機と配信範囲 47
図 33　藤沢市における防災行政無線の情報空白地域 48
図 34　藤沢市における神奈川中央交通路線バス及び鵠沼地区の自動販売機から配信した場合の防災行政無線の情報空白地域 49

表目次

表 1　インタビュー（地方自治体）.....21
表 2　本システムにおけるステークホルダ要求.....21
表 3　システム要求.....23
表 4　本システムにおける要求の検証識別性（RVTM）.....26
表 5　VERIFICATION 項目の定義.....27
表 6　実験シナリオ.....36
表 7　音声メッセージ内容.....36
表 8　藤沢市役所職員インタビュー結果.....53
表 9　石巻市市役所職員インタビュー結果.....54
表 10　日本電気社員インタビュー結果.....56
表 11　ステークホルダ要求に対する評価.....57
表 12　メッセージ内容.....70
表 13　配信データパターン.....70
表 14　メッセージフォーマット.....71

1. 序論

1.1. 研究の背景と問題意識

地震や津波等の大規模災害の発生時においては，早期の情報配信が重要視される．2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災における被災者へのアンケート結果から，避難中に津波警報を見聞きした人は約 35～45%であり，そのうち約 80%の人が避難の必要性を感じていることが判明している[1)]．したがって，津波警報がより多くの人に伝達されていれば，被害を縮小できた可能性がある．

屋外における代表的な早期警報システムとして，防災行政無線が挙げられる．災害発生時，全国に配備された屋外拡声器から災害情報や避難指示を一斉同報し，広範囲に迅速な情報伝達を実現している．一方で，屋外拡声器から配信される音声情報が到達しない情報空白地域も存在し，こうした地域の住民などに対して迅速な情報伝達を実現させることが求められる．防災行政無線は設置・維持管理に高額を要し，また耐災害性が低いため，地方自治体は情報空白地域に対して新規に増設していくことを望んでいない．自治体によっては広報車を用いた情報配信を行っているところもあるが，出動に時間を要する場合や，災害時に出動できない場合もあり，代替手段として十分ではない．

1.2. 研究の目的

本研究の目的は，大規模災害発生時，防災行政無線の屋外拡声器から配信される音声情報が到達しない地域にいる住民などに対して早期警報を配信するシステムの設計と評価を行うことである．これにより，災害発生直後における情報伝達の網羅性が向上し，被害を縮小することが期待される．

1.3. 論文の構成

本論文の構成について説明する（図 1）．1 章の序論では，災害発生時における早期警報の重要性と問題点を論じ，本研究の目的を明らかにした．次いで 2 章では，屋外における早期警報システムとしての防災行政無線の現状と課題を分析し，課題の一つである耐災害性の観点から人工衛星を用いた早期警報システムの既存研究を取り上げ，本研究で取り組むポイントについて述べる．3 章では，公共インフラを活用した早期警報システムの設計を行う．公共インフラを活用した早期警報システムとは，災害発生時，準

天頂衛星から配信される防災情報を公共インフラが受信し，自動配信することで周囲の人々への迅速な情報伝達を実現させるものである．ここでのポイントは，アーキテクチャ設計において，地域に応じた公共インフラという枠組みで物理設計を行ったことで，システムの汎用性を高めたことである．4 章では公共インフラを活用した早期警報システムのプロトタイプ及びシミュレーションの実装と評価を行う．新規性は，神奈川県藤沢市の一部において準天頂衛星からの防災情報を音声メッセージに変換してスピーカーから配信するシステムを実装するとともに，路線バスと自動販売機の位置情報を可視化し，防災行政無線の情報空白地域に対する情報伝達の網羅性向上を確認した点である．5 章では考察を行い，公共インフラを活用した早期警報システムの課題と，実用化に向けた検討事項を整理する．最後に 6 章で本論文の結論と今後の展望について述べる．

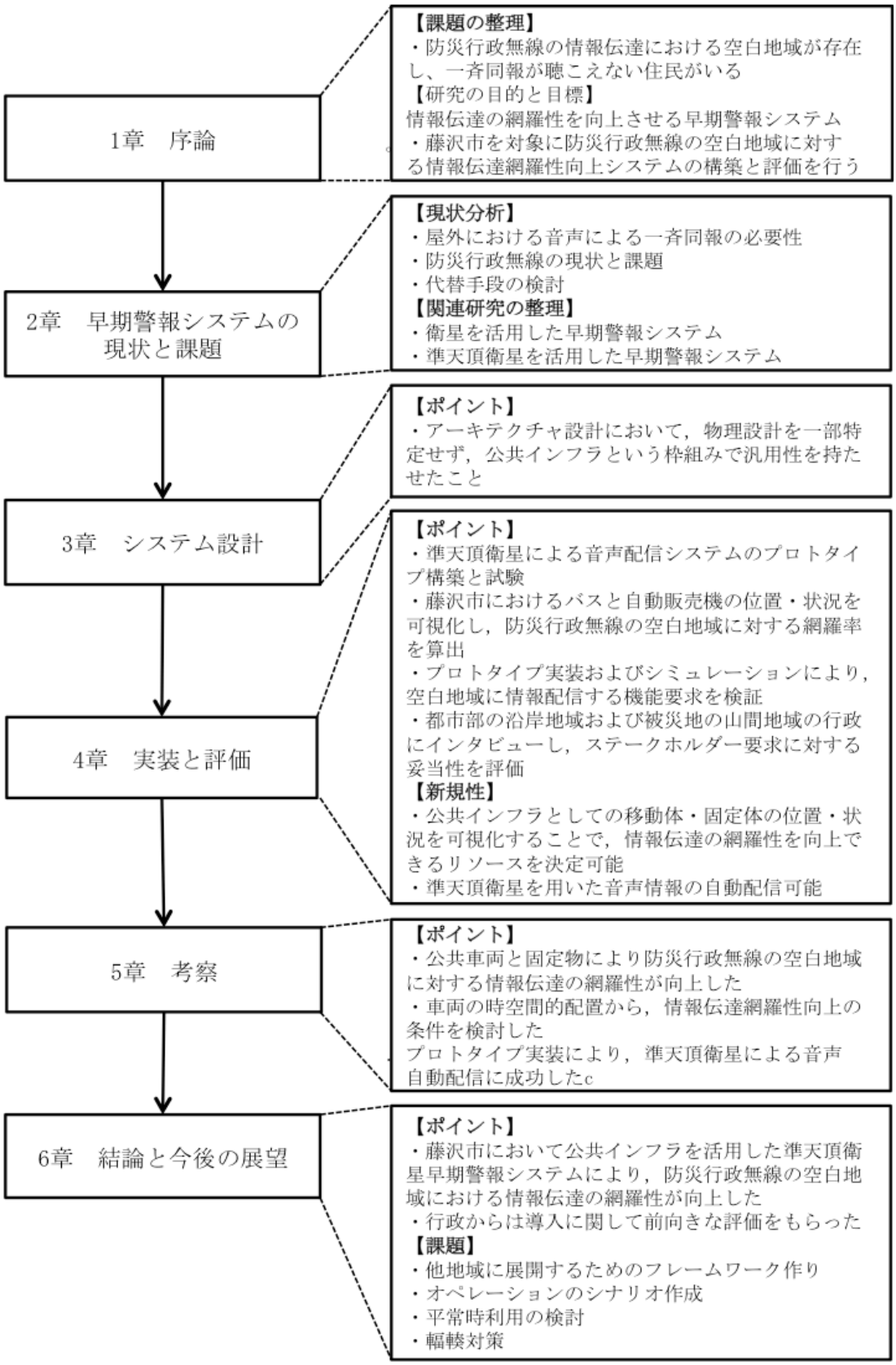

1章　序論
【課題の整理】
・防災行政無線の情報伝達における空白地域が存在し、一斉同報が聴こえない住民がいる
【研究の目的と目標】
情報伝達の網羅性を向上させる早期警報システム
・藤沢市を対象に防災行政無線の空白地域に対する情報伝達網羅性向上システムの構築と評価を行う
2章　早期警報システムの現状と課題
【現状分析】
・屋外における音声による一斉同報の必要性
・防災行政無線の現状と課題
・代替手段の検討
【関連研究の整理】
・衛星を活用した早期警報システム
・準天頂衛星を活用した早期警報システム
3章　システム設計
【ポイント】
・アーキテクチャ設計において，物理設計を一部特定せず，公共インフラという枠組みで汎用性を持たせたこと
4章　実装と評価
【ポイント】
・準天頂衛星による音声配信システムのプロトタイプ構築と試験
・藤沢市におけるバスと自動販売機の位置・状況を可視化し，防災行政無線の空白地域に対する網羅率を算出
・プロトタイプ実装およびシミュレーションにより，空白地域に情報配信する機能要求を検証
・都市部の沿岸地域および被災地の山間地域の行政にインタビューし，ステークホルダー要求に対する妥当性を評価
【新規性】
・公共インフラとしての移動体・固定体の位置・状況を可視化することで，情報伝達の網羅性を向上できるリソースを決定可能
・準天頂衛星を用いた音声情報の自動配信可能
5章　考察
【ポイント】
・公共車両と固定物により防災行政無線の空白地域に対する情報伝達の網羅性が向上した
・車両の時空間的配置から，情報伝達網羅性向上の条件を検討した
プロトタイプ実装により，準天頂衛星による音声自動配信に成功したc
6章　結論と今後の展望
【ポイント】
・藤沢市において公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムにより，防災行政無線の空白地域における情報伝達の網羅性が向上した
・行政からは導入に関して前向きな評価をもらった
【課題】
・他地域に展開するためのフレームワーク作り
・オペレーションのシナリオ作成
・平常時利用の検討
・輻輳対策

図 1　本論文の構成

2. 早期警報システムの現状と課題

2.1. 早期警報システムの現状

2.1.1. 屋内における早期警報システム

災害はいつ，どこで起こるかわからないため，早期警報も様々なシチュエーションを考慮する必要がある．ここでは大きく，屋内と屋外の二つのシチュエーションに分けて論ずる．まず屋内においては，人間は一日のうち 86.9%は屋内で過ごしているという調査結果もあり[2)]，屋内で過ごす時間が生活の大半を占めるため，屋内空間で場所に依存せず情報を伝達することが求められる．屋内設備としては，自動火災報知設備と連動して火災発生時に周知や避難誘導を行う非常用放送設備があり，地震発生時に緊急地震速報を放送できるように多機能化が進んでいる[3)]．一方で，場所に依存しないという点では，個人端末を用いた情報配信が有効的である．

Ignacio[4)]らは,事前に登録したユーザの情報と，災害時におけるユーザの位置情報に基づき，屋内空間においてユーザに適した早期警報と避難誘導をスマートフォンに送信するシステムの開発を行っている．これにより，屋内においても，ネットワーク環境が整備されていれば災害時に情報を取得することが可能となる．国内においては，代表的な早期警報システムとして緊急地震速報が上げられる[5)]．緊急地震速報は，地震の発生直後に各地での揺れの到達時間や震度を予測し，可能な限り早く知らせる情報システムである．気象庁が震源近くの地震計で地震波を計測し，震源や規模，予測される震度などを分析し緊急地震速報を発表する．情報は携帯電話のエリアメールを始め，テレビ・ラジオなどを通じて各個人に直接配信される．2014 年度の日本における携帯電話の普及率は 94.6%であり[6)]，エリアメールのサービスは広く災害時に有効活用されている．自治体によっては，住民サービスの一環として気象情報や地震情報などを E メール配信しているところもある．事前に登録を済ませておけば，選択した情報を無償で受信することができる．

テレビ・ラジオに関しても同様であり，近年は災害時に緊急速報を自動受信する防災ラジオも広まりつつある．一例として，神奈川県藤沢市では，自治体が住民に対して防災ラジオを有償配布し，高齢者など屋内にいることが多い住民に対する情報伝達の実現を目指している[7)]．また，2.2.1 で述べる防災行政無線の戸別受信機の普及も進んでおり，こうした個人端末や機器・設備を用いた屋内における早期警報システムの整備は全国的に実現されつつある．

2.1.2.　屋外における早期警報システム

屋外においても屋内同様個人端末や戸別受信機による早期警報が普及している一方で，音声による一斉同報という手段も有効である．内閣府が 2011 年度に被災者に対して実施した「東日本大震災時の津波・避難情報の入手に関する調査」[8)]によると，津波警報の入手先としては 369 人中 191 人（回答者全体の約 52%）が防災行政無線と回答し（図 2），津波の呼びかけの入手先としては 201 人中 91 人（回答者全体の約 45%）が防災行政無線と回答している（図 3）．すなわち，約半数の人が防災行政無線から主な情報を入手していることがわかる．このように防災行政無線による一斉同報は，一度に多くの人へ広範囲にわたって情報を伝達することが可能となり，災害時の早期警報として重要な役割を果たしている．以下では，屋外における音声の一斉同報を実現する早期警報システムとして，防災行政無線に関して詳細に論ずる．

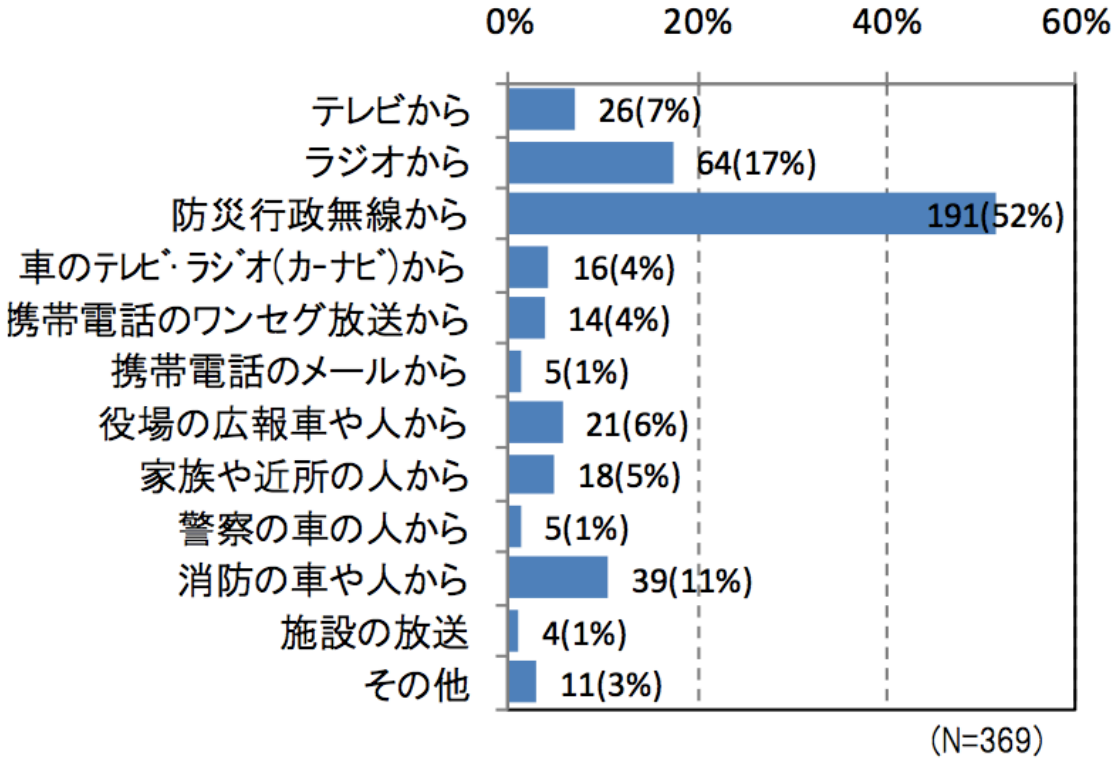


図 2　津波警報の入手先 [8)]

（N は回答者数）

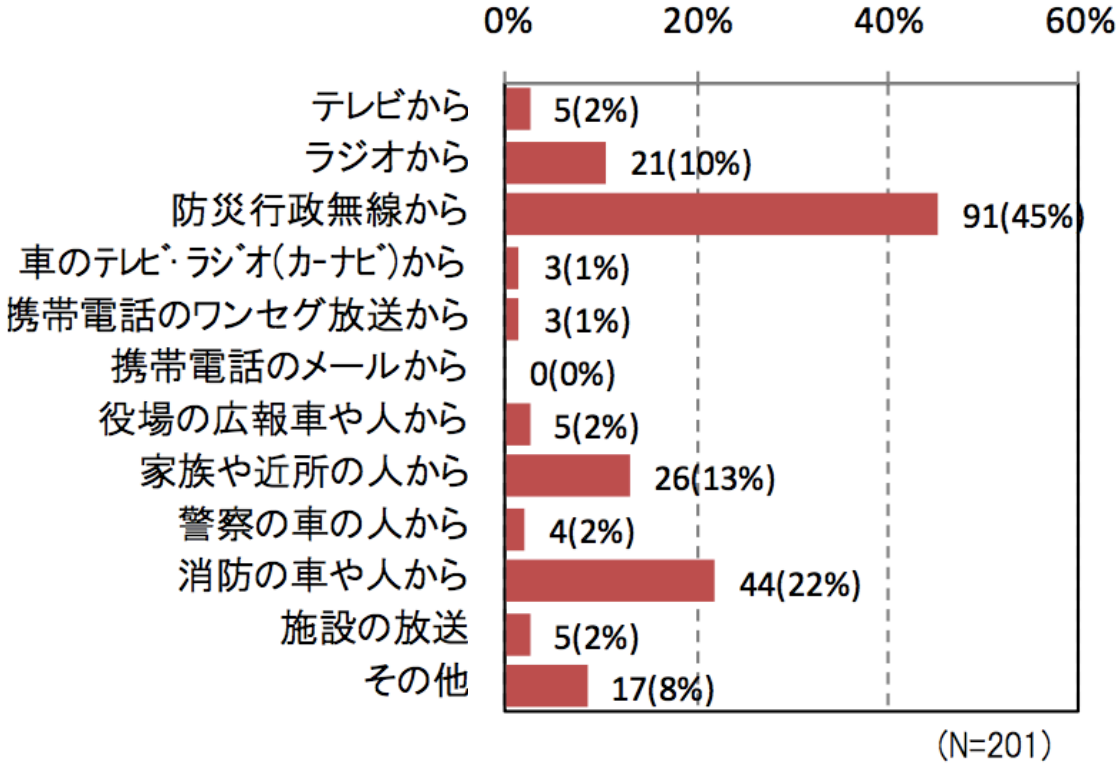


図 3　津波の呼びかけの入手先 [8)]

（N は回答者数）

2.2.　防災行政無線の現状と課題

2.2.1.　防災行政無線の普及

国及び地方公共団体による，災害時における災害情報の収集・伝達手段の確保を目的として，防災用無線システムが構築されている[9)]．防災用無線システムには以下の通り 4 種類が存在し，国，都道府県，及び市町村の各階層から構成されている．

A)　中央防災無線

内閣府を中心に，指定行政機関等（中央省庁等 28 機関）や指定公共機関（NTT, NHK, 電力等 52 機関），立川広域防災基地内の防災関係機関（東京都防災センター等 10 機関）を結ぶネットワーク．

B)　消防防災無線

消防庁と全都道府県の間を結ぶ通信網で，電話及びファクシミリによる相互通信と，勝央町からの一斉通報に利用されている．

C)　都道府県防災行政無線

都道府県と市町村，防災関係機関等との間を結ぶ通信網で，防災情報の収集・伝達を行うネットワーク．衛星系を含めるとすべての都道府県に整備されている．

D) 市町村防災行政無線

市町村が防災情報を収集し，また，住民に対して防災情報を周知させるために整備しているネットワーク．2015 年 3 月時点で，全市町村（1,741）中，同報系については 77.7%（1,353 市町村），移動系については 77.3%（1,346 市町村）の市町村が整備している．

本論文ではこのうち，住民に対して直接情報伝達する観点から市町村防災行政無線を対象とし，以下「防災行政無線」とは市町村防災行政無線を指すこととする．

防災行政無線のシステムを図 4 に示す[10]．防災行政無線は，同報系と移動系の 2 種類に大別される．

1. 同報系防災行政無線

市町村の災害対策本部に設置された同報系親局から，市町村内の施設の屋上や路上に設置された屋外拡声器，及び公共施設や個人宅に設置された戸別受信機を介して，住民等に対し直接・同時に防災情報や行政情報を伝える．電波が弱い地域に対しては，再送信子局装置を設置して屋外拡声器等へ電波を自動中継する．

2. 移動系防災行政無線

市町村役場に設置された移動系基地局と，車載型や携帯型の移動局との間で通信を行うもので，同報系が行政機関と住民との通信手段であるのに対して，移動系は主として行政機関内の通信手段として利用される．

図 5 に防災行政無線の整備率（全市町村数に対する防災行政無線の整備市町村数の割合）の推移を示す[11]．緑色が同報系，赤色が移動系である．これを見ると，2015 年度における同報系防災行政無線の整備率はおよそ 80%であり，全国的に整備が進んでいる．

また，近年の大規模災害の発生に伴う通信ニーズの多様化・高度化を踏まえ，2011 年度より，音声中心のアナログ方式に加えて，双方向通信や画像転送・データ通信などが可能なデジタル方式の導入も可能となっている．但しデジタル方式はアナログ方式と比較して整備費用が高額であるため，2015 年度における同報系デジタル方式の整備率はおよそ 40%にとどまっている．

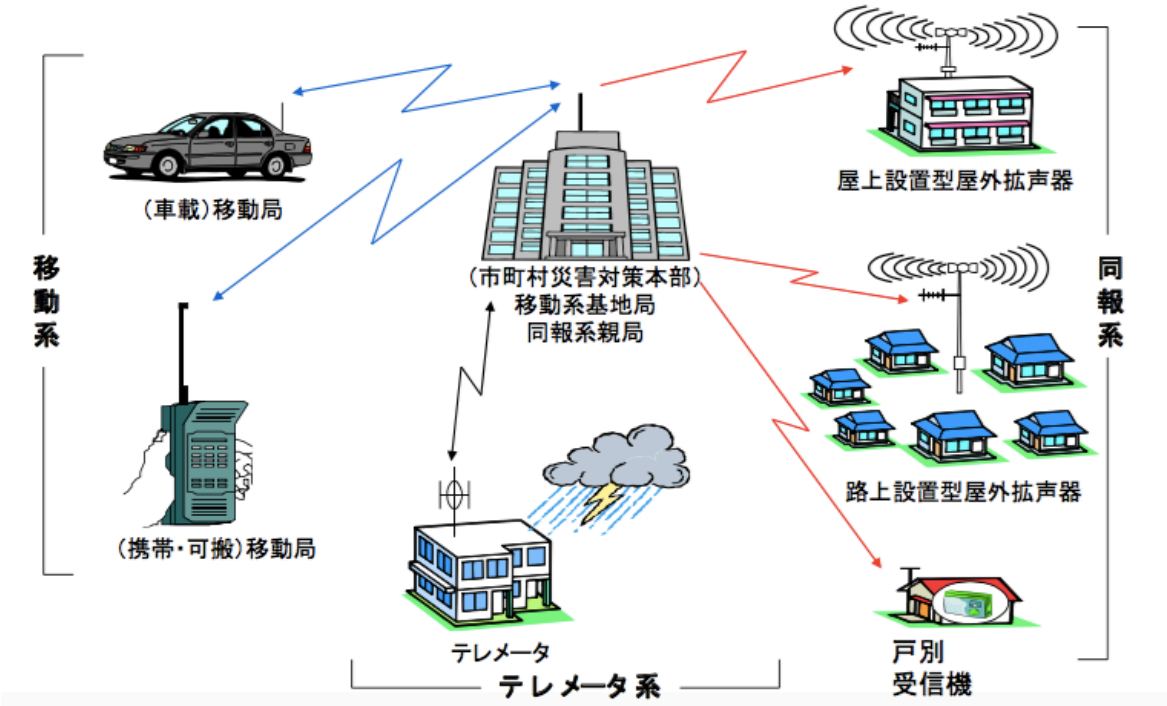


図 4　防災行政無線システム [10)]

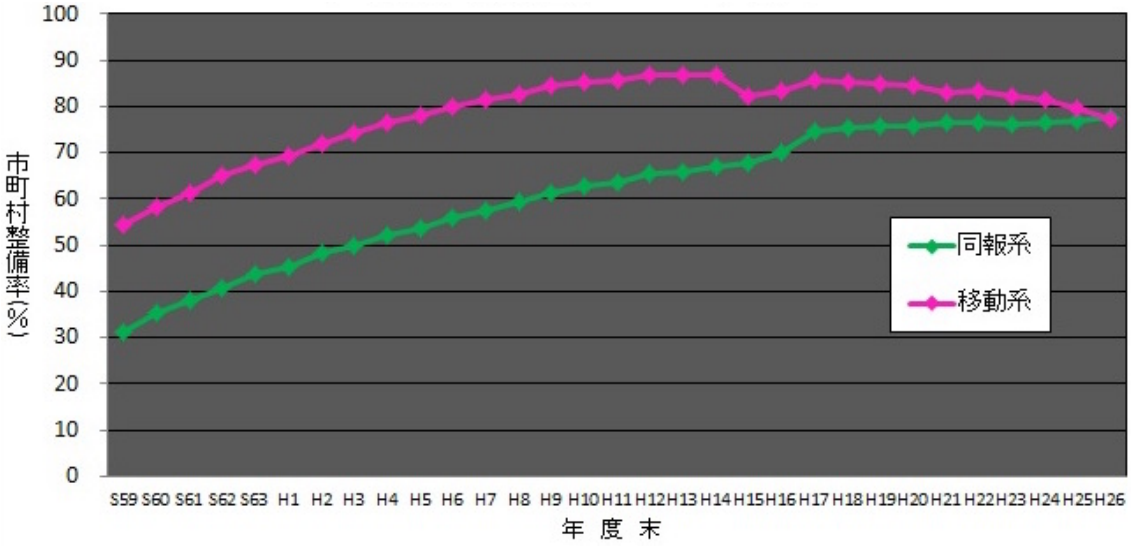


図 5　防災行政無線の市町村整備率 [11)]

2.2.2.　防災行政無線の課題

防災行政無線は全国的に整備されているが，整備済みの市町村においても，屋外拡声器から配信される音声が到達しない地域が存在する．一例として神奈川県藤沢市を取り上げる．藤沢市は津波等の災害の被害が想定され，自治体として防災活動に積極的に取り組んでいるため，今回研究の対象地域として選定した．藤沢市には 264 個の屋外拡声器が設置されている．図 6 では，その各位置を緑色の点で表し，配信される音声の到達範囲を住民の可聴範囲とされる 300 m まで 100 m ごとに円で示している[12)]．なお，藤沢市内のみを範囲とし，隣接する鎌倉市や茅ヶ崎市における屋外拡声器の位置は示していない．これを見ると，どの防災行政無線からの音声も到達しないと想定される情報空白地域が存在していることがわかる．

藤沢市が 2014 年に住民に対して実施した防災行政無線の聴こえ具合に関するアンケートの結果を図 7 に示す．　これによると，図 6 で示す情報空白地域の住民の一部からは，「聴こえない」もしくは「内容が理解できない」という回答が得られている．

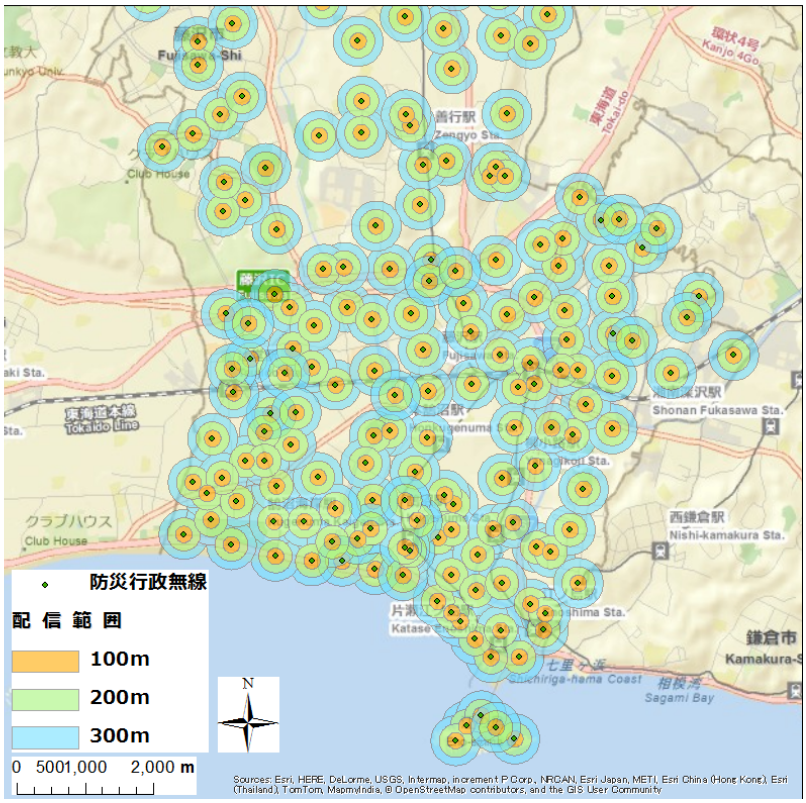


図 6　神奈川県藤沢市の防災行政無線と配信範囲（筆者作成）

2.2.3.　代替手段の検討

図 8 は，東日本大震災において，太平洋沿岸部の 27 市町村が津波警報発令後に防災行政無線以外にどのような手段を用いて広報したかを示している（横軸は市町村数）．回答結果によると，最も多い代替手段が広報車や消防団・職員によるものである[15]．こうした移動体を媒体とした手段は防災行政無線と比較して安価ではあるが，目的地である情報空白地域に到達するまでに時間を要したり，数に限りがあるため周回に時間を要したりする場合が多い[16]．また，災害時の道路状況によっては移動が不可能となる場合もあり，防災行政無線の補完という観点から十分な代替手段であるとは言い難い．広報車やヘリなどの移動体は電源を積んでいるという観点から耐災害性が高いと言えるが，防災行政無線のように日常的に配備あるいは稼働しているものではないため，出動に要する時間及び台数の制限という課題がある．

したがって，日常的に広域に整備・普及されており，低コストで，電源断・通信途絶などに対する対災害性の強い手段を用いて，防災行政無線の補完を実現する必要がある．

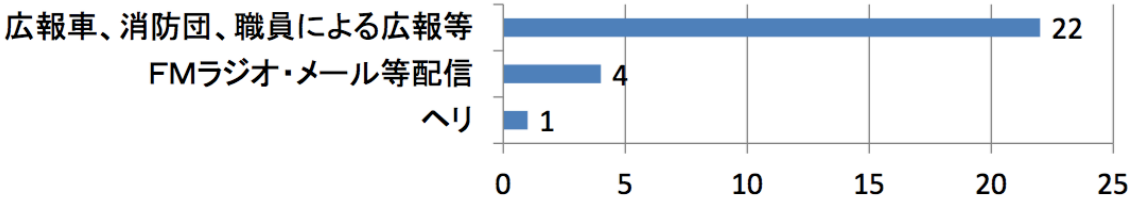


図 8　津波警報発令後の防災行政無線以外の広報手段 [15]

2.3. 人工衛星を用いた早期警報システム

耐災害性の高い情報伝達手段として，人工衛星を用いた早期警報システムの導入や研究が進められている．本章では，災害時の情報伝達手段として，通信衛星を用いた移動衛星通信システム，測位衛星を用いたメッセージ配信システムに関する既存研究について述べる．

2.3.1. 移動衛星通信システム

耐災害性という観点では，地上インフラを介さない通信システムから構成され，かつ電源を内蔵した情報伝達システムを構築することが望ましい．そのような耐災害性の高い移動通信システムの一つが衛星携帯電話である．衛星通信は，上空・海上・離島における通信手段として活用されている．災害発生時に通信設備が被災して情報伝達手段が途絶した場合においても，自治体などの通信手段を確保するため，総務省では衛星携帯電話を始めとする無線機器を備蓄し，被災自治体などに対して速やかに無償貸与できる体制を構築している．東日本大震災において，総務省は衛星携帯電話約 300 台の貸出を実施し，耐災害性が再評価された[17)]．

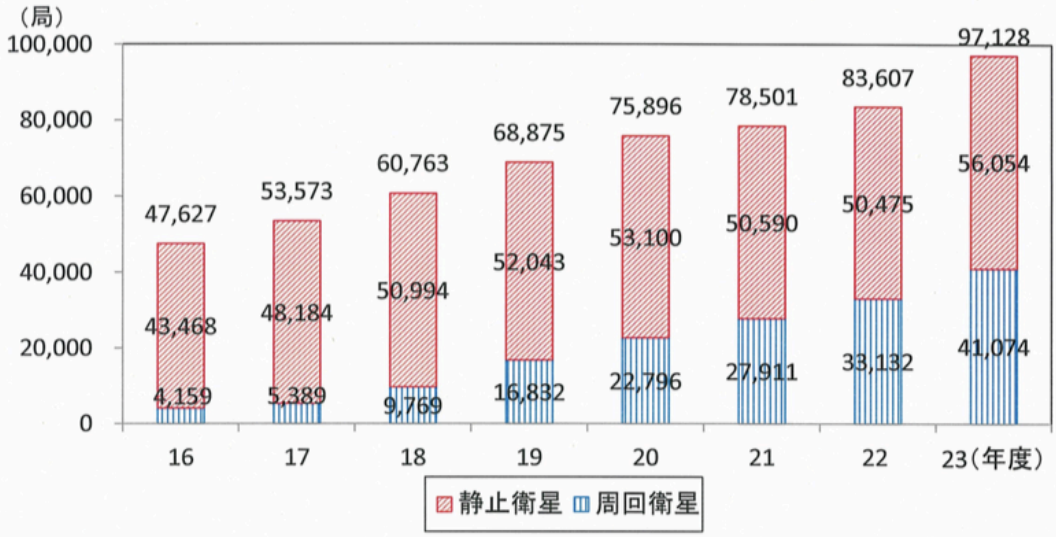
総務省では衛星携帯電話利用の選択肢の拡大を目指し，各移動衛星通信システムのサービス化を進めている．図 9 に主な移動衛星通信システムの国内導入状況を示す．主な選択肢としては「イリジウム[18]」「ワイドスター[19]」，「インマルサット[20]」の 3 種類である．イリジウムは，地上から 780 km の低高度に 66 機の衛星が配置され，ほぼ全世界をカバーしている．衛星と地上との距離が近いため音声の遅延が少なく，地上の端末が小型化可能となっている．ワイドスターは日本上空にある 2 機の静止衛星（N-STAR）が赤道上空 36,000 km から日本全土及び沿岸約 200 浬領域をカバーしている．通信が途絶された被災地においても SNS などにより情報収集・発信ができるよう，衛星携帯電話だけでなく衛星経由の Wi-Fi ルータも用意されており，また音声のみであれば公衆電話タイプとして第 3 者も利用可能となっている．インマルサットは，インマルサット社が保有する 3 機の静止衛星を利用し，国際的な衛星通信を提供している．

2012 年度における国内無線局数は 11 万 5900 局であり（図 10），年々増加してはいるが，同じく 2012 年度における携帯電話累計契約数 1 億 3604 万件[21)]（図 11）と比較すると十分な普及には至っていない．これは，各サービスともに維持費用は月額 5000 円程度からのプランを設けてはいるが，端末代金が高額であること，携帯電話が機能する平常時におけるメリットがないことなどによる．したがって，災害時における多くの人への情報伝達手段としては十分ではない．

周波数帯		1.5/1.6GHz帯（L帯）			2.5/2.6GHz帯（S帯）	4/6GHz帯（C帯）	12/14GHz帯（Ku帯）
主な国内分配		移動衛星			移動衛星	固定衛星	固定衛星、移動衛星
システム名（事業者）		インマルサット（英インマルサット社）	イリジウム（米イリジウム社）	スラヤ（UAEスラヤ社）	N-STAR（日本NTTドコモ）	ESV（各種衛星通信事業者）	VSAT、移動体SNG、ヘリサット、ESV、航空機用（各種衛星通信事業者）
国内免許人		ｸﾞﾛｰﾌﾞﾜｲﾔﾚｽ、KDDI、Satcom Global、SatComms Japan、JSATﾓﾊﾞｲﾙｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝｽﾞ、SKY-FIX COM JAPAN、日本ﾃﾞｼﾞｺﾑ（7社）	KDDI	ｿﾌﾄﾊﾞﾝｸﾓﾊﾞｲﾙ、日本ﾃﾞｼﾞｺﾑ	NTTﾄﾞｺﾓ	ｲﾝﾃﾙｻｯﾄｲﾝﾀｰﾅｼｮﾅﾙｼｽﾃﾑｽﾞ、ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙﾃﾚｺﾑｼﾞｬﾊﾟﾝ、Maritime TelecommunicationsNetwork	IPSTAR Company、ｲﾝﾃﾙｻｯﾄｲﾝﾀｰﾅｼｮﾅﾙｼｽﾃﾑｽﾞ、NTT西日本、NTT東日本、KDDI、ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙﾃﾚｺﾑｼﾞｬﾊﾟﾝ、ｽｶﾊﾟｰJSAT、ﾊﾟﾅｿﾆｯｸｱﾋﾞｵﾆｸｽ、ﾏｳﾋﾞｯｸ、LASCOM （10社）
衛星の軌道		静止衛星(143.5E等)	非静止衛星	静止衛星(98.5E等)	静止衛星(132E,136E)	静止衛星（183E等）	静止衛星(162E,132E,119.5E等)
サービス提供地域		全世界	全世界	欧州、アジア、北アフリカ、オセアニア地域	日本全国・日本近海（200海里）	アジア、全世界	日本全国、日本近海（200海里）、全世界
サービス提供開始時期		1982年以降逐次	1999年～2000年 2001年再開（日本は2005年再開）	2013年2月～	1996年～	2006年以降逐次	1989年以降逐次
端末例	陸上					－（現行サービスなし）	VSAT 移動体SNG
	海上					ESV	ESV
	上空		－（現行サービスなし）	－（現行サービスなし）	－（現行サービスなし）	－（現行サービスなし）	航空機用 ヘリサット

※150MHz帯はオーブコム、20/30GHz帯（Ka帯）はVSATの各技術基準が整備済。1.6GHz/2.4GHz帯はグローバルスターについてH24技術試験事務で検討。

図 9　移動衛星通信システム等の国内導入状況 [17)]



※　静止衛星については、オムニトラックス、N-STAR及びインマルサットの衛星移動通信サービスの契約数の合計。

※　周回衛星については、イリジウム及びオーブコムの衛星移動通信サービスの契約数の合計。

（注1）平成24年3月末時点での統計。
（注2）上記統計結果にはVSAT、ESV等の無線局数は含まれていない。
（注3）オムニトラックスシステムの無線局数は平成22年度以降は0局。

図 10　移動衛星通信システムの国内無線局数の推移 [17)]

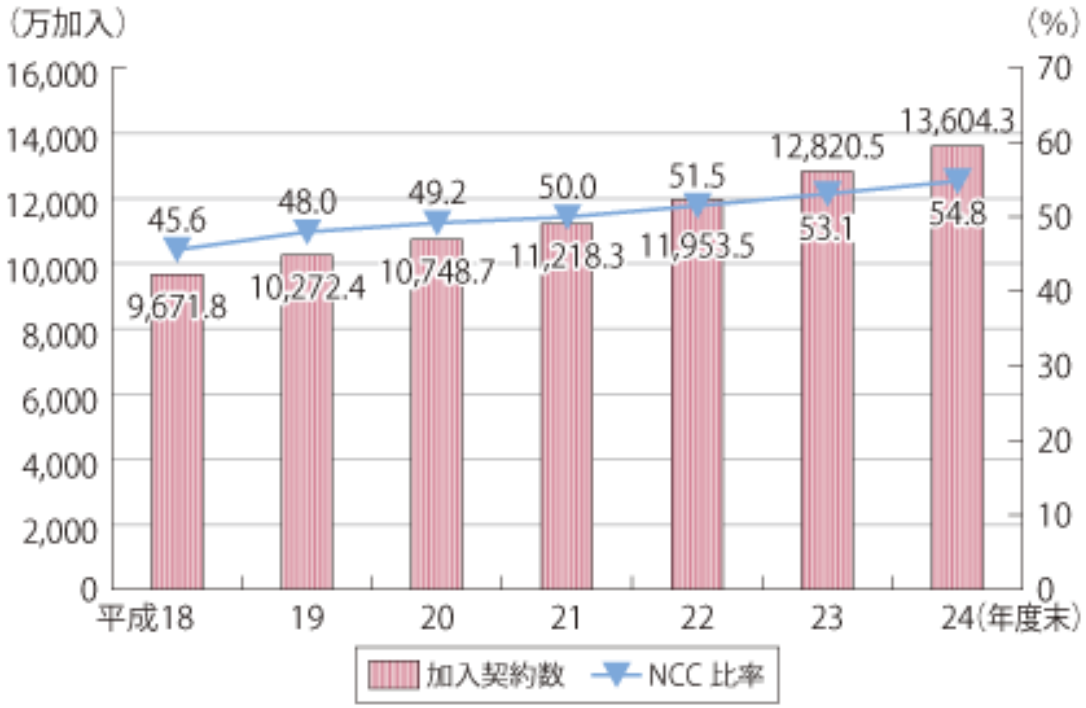


図 11　携帯電話の加入契約数の推移 [21)]

2.3.2. 衛星測位システム

衛星携帯電話に対し，GPS 機能付き携帯電話は広く普及しており，こうした端末を対象として衛星測位システムから防災情報を配信することができれば，災害時に多くの人へ情報伝達が可能となる．

衛星測位システムは正しくは地球的衛星測位システム（GNSS：Global Navigation Satellite System）と呼ばれ，米国の GPS に代表されるような複数の衛星で構成される測位システムを指す．また，GNSS には，日本の準天頂衛星に代表されるようにある一部の地域を対象とする地域的衛星測位システム（RNSS：Regional Navigation Satellite System），また，静止衛星を用いて GPS の誤差を補正する技術である静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS：Satellite-Based Augumentation System）がある．ユーザは自分の位置を把握するために，所持する受信機によって 4 つの測位衛星から信号を受信し，測位衛星とユーザとの距離を測定しこの測距データをもとに位置と時刻を所得する．

GNSS は現在，米国の GPS，ロシアの GLONASS，欧州の Galileo，中国の Beidou がある．RNSS は日本の準天頂衛星 1 機が現在運用されており，インドの IRNSS が開発中である．SBAS は，日本の MSAS，欧州の EGNOS，米国の WASS，インドの GAGAN，ロシアの SDCM が運用されている．

測位衛星を利用した防災情報配信システムの研究は国内外で行われている．J.Ventura ら[22)]は SBAS 衛星のひとつである EGNOS を使用した防災情報の提供及び捜索救助のコンセプトとして The ESA ALIVE（Alert interface via EGNOS）を提案し，EGNOS を使用した防災情報の提供及び捜索救助のミッション提案，EGNOS を使用した場合の通信の機能コンセプトの検討及びアーキテクチャの検討を実施した．MLUTB（Multi-constellation Land Users Test Bed）プロジェクトの EGEP（European Evolution Programme）プログラムでは，災害時に防災情報を EGNOS 及び Galileo を使用しユーザに提供することを検討しており，M.Wallner ら[23)]はこの中でメッセージフォーマットを提案した．衛星や地上通信などによるマルチチャンネル・他言語で緊急警報を伝達するコンセプトとして欧州では A4A（alert 4 all）プロジェクトが検討されており，Tomas ら[24)]はその中で GNSS を用いた情報伝達について検討を実施している．坂井ら[25)]は，民間航空機の航法のために規格が制定されている GPS 補強システムの一つである SBAS の信号を非航法分野の情報伝達手段として規格外のメッセージを放送する方法の検討を実施した．

但しこれらの先行研究は，測位衛星の補強信号により防災情報を配信するというコンセプトの検討にとどまっており，実信号を用いた防災情報の配信という実証段階には至っておらず，またユーザの利用まで想定した検討も行われていない．

2.3.3. 準天頂衛星システム

準天頂衛星システム（Quasi Zenith Satellite System）は，日本が現在整備中の衛星測位システムである．日本付近で常に天頂方向に 1 機の衛星が見えるように複数の衛星を準天頂軌道に配置した衛星システムであり，全国をほぼ 100 %カバーする高精度の測位サービスを実現するサービスである．2015 年現在，初号機である「みちびき」が技術実証，利用実証ともに運用されている．準天頂衛星システムは，2018 年度のサービス開始時には 3 機の準天頂軌道衛星及び 1 機の静止軌道衛星から構成され，2023 年までには 7 機体制となり高精度測位が実現される予定である．準天頂軌道衛星は 8 の字の準天頂軌道を描き，日本の天頂付近に約 8 時間配置される．3 機の準天頂軌道衛星が代わる代わる日本の上空に配置することにより，常時 1 機の衛星が日本の上空に位置することとなる．これにより，ビルや山間部なども含め日本の多くの場所で準天頂衛星からの信号を受信することが可能となる．

準天頂衛星システムが提供する主なサービスは，GPS の補完及び補強である．GPS 補完サービスは，米国の GPS と組み合わせ，準天頂軌道衛星を利用して衛星の幾何学的配置を改善することにより，都市部や山間部における測位可能エリア・時間を増大させるとともに，GPS 近代化相当の民生用測位信号（L1/CA 信号，L1C 信号，L2C 信号及び L5 信号）を送信して，測位精度の向上を目指すものである．GPS 補強サービスは，L1-SAIF 信号及び LEX 信号などの補強信号を準天頂衛星から送信し，測距補正情報の送信による高精度化及び GPS 衛星の補足支援情報などをユーザへ通知して利便性の向上を図るものである．特に，GPS 補強サービスは，運用時にはサブメータ級測位補強サービス及びセンチメータ級測位補強サービスとして提供される．

図 12 に準天頂衛星システムの構成を示す．準天頂衛星システムは，宇宙空間に配備された準天頂衛星及び地上に配備されたモニタ局，マスターコントロール局並びに追跡管制局から構成される．準天頂衛星から配信される準天頂衛星信号はモニタ局でモニタされ，マスターコントロール局がその結果を集信し，準天頂衛星の時刻や移動を推定予報し，航法メッセージを生成し，追跡管制局を介して準天頂衛星にアップリンクする．準天頂衛星は，航法メッセージを受信し，航法メッセージを重畳させた信号を生成し，ユーザに対して配信する．

災害時の情報伝達手段として，準天頂衛星の測位補強信号である L1-SAIF 信号を用いたメッセージ配信システムが研究されている[26)]．準天頂衛星を用いた防災情報配信システムでは，航法メッセージに加え，防災機関から取得した防災情報を防災管理センターにて防災メッセージに変換し送信することで，準天頂衛星から航法メッセージと防災メ

ッセージを重畳した L1-SAIF 信号をユーザに配信する．この L1-SAIF 信号は GNSS 受信機で受信可能であるため，大規模災害の情報空白期間においても，携帯電話などに具備され広く普及している GNSS 受信機によって防災情報を入手可能となる．また，防災メッセージと同時に位置情報を測位衛星から取得し，準天頂衛星より配信される防災メッセージに組み込まれた地域コードとユーザの位置を比較することにより，ユーザのいるエリアに対する防災情報のみを選別して提供することが可能となる．

準天頂衛星によるメッセージ配信システムでは，災害発生時に地上の通信インフラが遮断された情報空白期間においても，携帯電話などによって広く普及している GNSS 受信機に必要最低限の情報を送ることができ，また測位補強信号を利用するため受信者は位置に応じた適切な情報を得ることが可能となる．L1-SAIF 信号は，情報速度 250 bps，毎秒 1 メッセージが放送される．こうした小容量のデータを効率的に配信するためのメッセージフォーマット及び配信スケジュールの設計がなされ，日本のみならず準天頂衛星の軌道エリアであるアジア・オセアニア地域においても実証実験が行われている．しかし，情報伝達の網羅性という観点では，携帯電話などの個人端末と同程度である．したがって，防災行政無線を補完するためには，情報伝達媒体を考慮する必要がある．

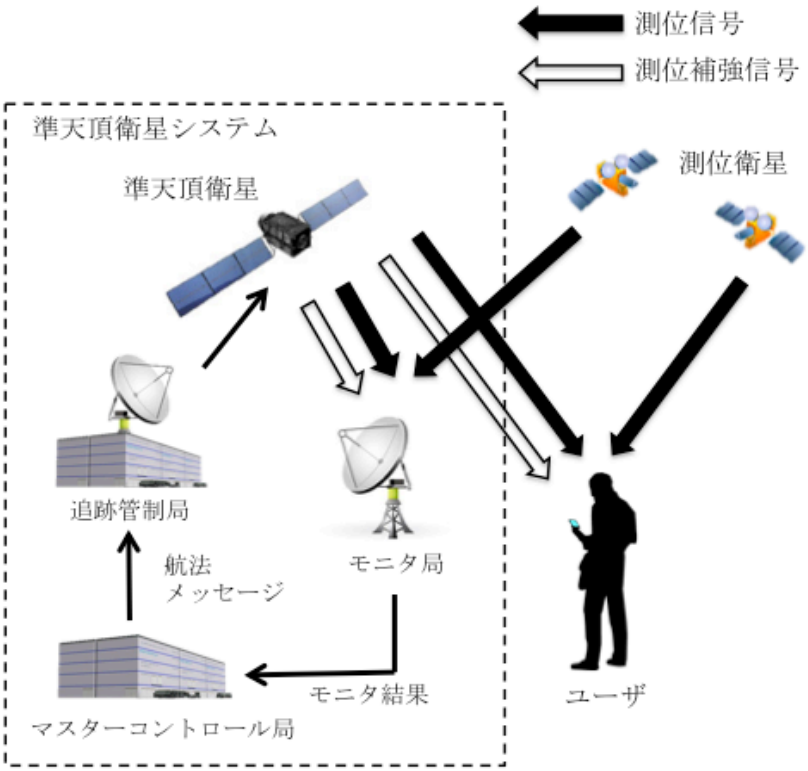


図 12　準天頂衛星システムの構成

3. 公共インフラを活用した準天頂衛星早期警報システムの設計

本章では, 防災行政無線の情報空白地域に対する情報伝達の網羅性を向上させるために, 伝達媒体として公共インフラを活用した準天頂衛星による早期警報システムの設計を行う．生活圏に多く存在する公共インフラから情報配信することで，災害時における情報伝達の網羅性向上が期待される．また，準天頂衛星システムと，電源を保有した既存の公共インフラとを組み合わせることで，設置に費用がかからず，耐災害性の強い早期警報システムが構築可能となる．

システム設計として，まず要求分析を実施し，その結果からアーキテクチャ設計を実施する．

3.1. 要求分析

本研究では, 防災行政無線から配信される音声が到達しない地域の住民をユーザとする. システムに対するユーザの要求を正確に確認することを目的として要求分析を行った．ユーザの情報取得に関わるステークホルダを円上に示し，ステークホルダの特定を行った．そして，特定したステークホルダ（ユーザ及び地方自治体）に対しインタビューや文献調査を行った．

3.1.1. ステークホルダの特定

防災行政無線の情報空白地域に情報を伝達する早期警報システムのステークホルダを特定するため，ユーザの情報取得に関わるステークホルダを図 13 に示した．ユーザに情報を提供するためのシステムを運用するステークホルダをユーザに近い 1 層目の円状に配置した．ここでは，防災システム運用者，衛星システム運用者，放送事業者及び電気通信事業者が該当する．次に，ユーザに情報を提供することを目的として情報を作成し送信するステークホルダを 2 層目に配置した. ここでは地方自治体及び気象庁が該当する．最後に，こうしたステークホルダに対して影響を持つステークホルダをユーザから離れた 3 層目に配置した．ここでは，総務省や消防庁，システム開発者，機器端末開発者，ネットワーク管理者及び地域住民が該当する．

本研究では，防災行政無線を補完するシステムという観点から，防災行政無線と同様ユーザに直接情報を配信するステークホルダとしての地方自治体に注目した．

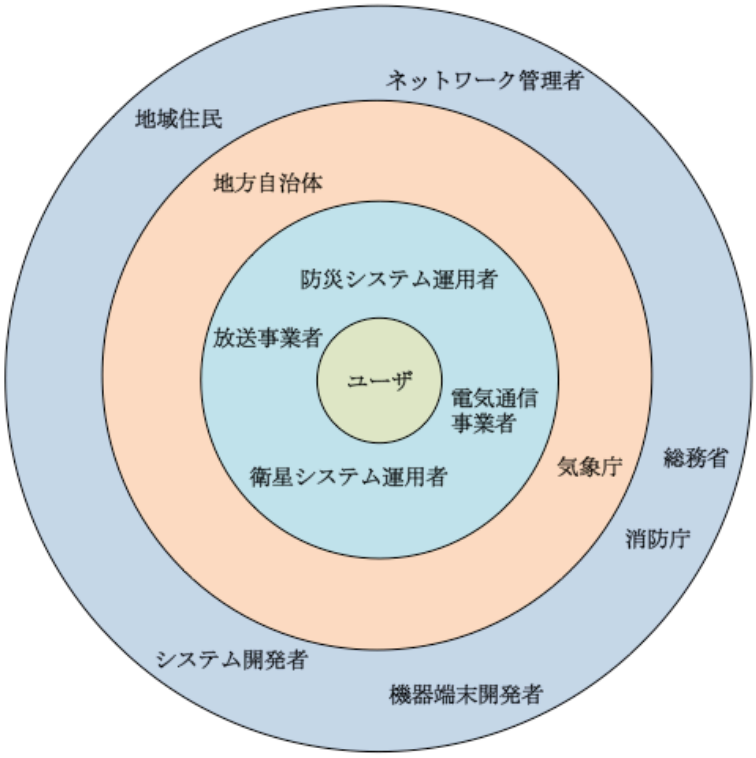


図 13　防災情報伝達に関わるステークホルダ

3.1.2. ステークホルダの要求

3.1.1 によって特定したステークホルダのシステムに対する要求を抽出するため，文献調査及びインタビューを実施した．ユーザの要求には図 7 で示したアンケート結果を用い，地方自治体にはインタビューを実施した（表 1）．

1. ユーザ

防災行政無線の情報空白地域の住民を図 6 から特定することはできるが，住民に対して直接ヒアリングすることが困難であったため，図 7 で示したアンケート結果からユーザの要求を抽出した．

図 7 より，図 6 で示した防災行政無線の情報空白地域の住民は，実際に防災行政無線から配信される音声が聴こえにくいという現状が判明している．したがって，ユーザからは「情報を伝達してほしい」という要求を抽出することができる．

2. 地方自治体

地方自治体の要求を明らかにすることを目的として，神奈川県藤沢市役所に勤務する職員にインタビューを行った．職員は総務省事業「G 空間シティ構築事業　レジリエントシティ湘南」において本研究にご協力いただいた方で，防災担当ではないが本研究の問題意識に関して知見をお持ちの方である．防災行政無線の現状の課題やその原因に関して，表 1 に示す通りインタビューを実施した．このインタビュー結果を基に，防災行政無線の補完システムに期待することを明らかにすることで，地方自治体の要求を抽出した．

表 1 に示すインタビュー結果より，地方自治体の要求として「防災無線の情報空白地域を埋めたい」「防災行政無線より安い代替手段を用いたい」「情報を迅速かつ正確に伝達したい」「地上の通信インフラが使えなくなっても情報を伝達したい」を明らかにした．

表 1　インタビュー（地方自治体）

日　時	2015 年 7 月 28 日
場　所	藤沢駅周辺
対　象　者	藤沢市役所職員 1 名（総務部 IT 推進課）
目　的	システムに期待することを確認するため

インタビュー項目

1. 早期警報の課題は何か？
2. 防災行政無線の課題は何か？

結果

- 住民に対して情報を迅速かつ正確に伝達したい
- 防災行政無線には情報空白地域があり，そこを埋めたい
- 防災行政無線は費用がかかるため，新規に増設していくことは現実的ではない
- 防災行政無線には災害時の倒壊，通信途絶の弱点もある
- 防災行政無線の現状として，輻輳の課題もある

ユーザ，地方自治体の要求分析結果より，本システムに対する各ステークホルダの要求を表 2 に総括した.

表 2　本システムにおけるステークホルダ要求

番号	ステークホルダ要求	要求元
S1	ユーザに情報を伝達すること	ユーザ，地方自治体
S2	情報伝達に時間がかからないこと	地方自治体
S3	情報内容を正確に伝達すること	地方自治体
S4	防災行政無線の情報空白地域を補完すること	地方自治体
S5	防災行政無線より設置に費用がかからないこと	地方自治体
S6	地上通信インフラが使用不可でも情報伝達できること	地方自治体

3.1.3.　システムの範囲

システムの範囲を明らかにするため, 図 14 に示す通り, ユースケース図を作成した.

システムのユースケースは, ユーザと地方自治体の間において「情報を配信する」「防災行政無線を補完する」「地上通信インフラが使用不可でも通信する」の計 3 つである.

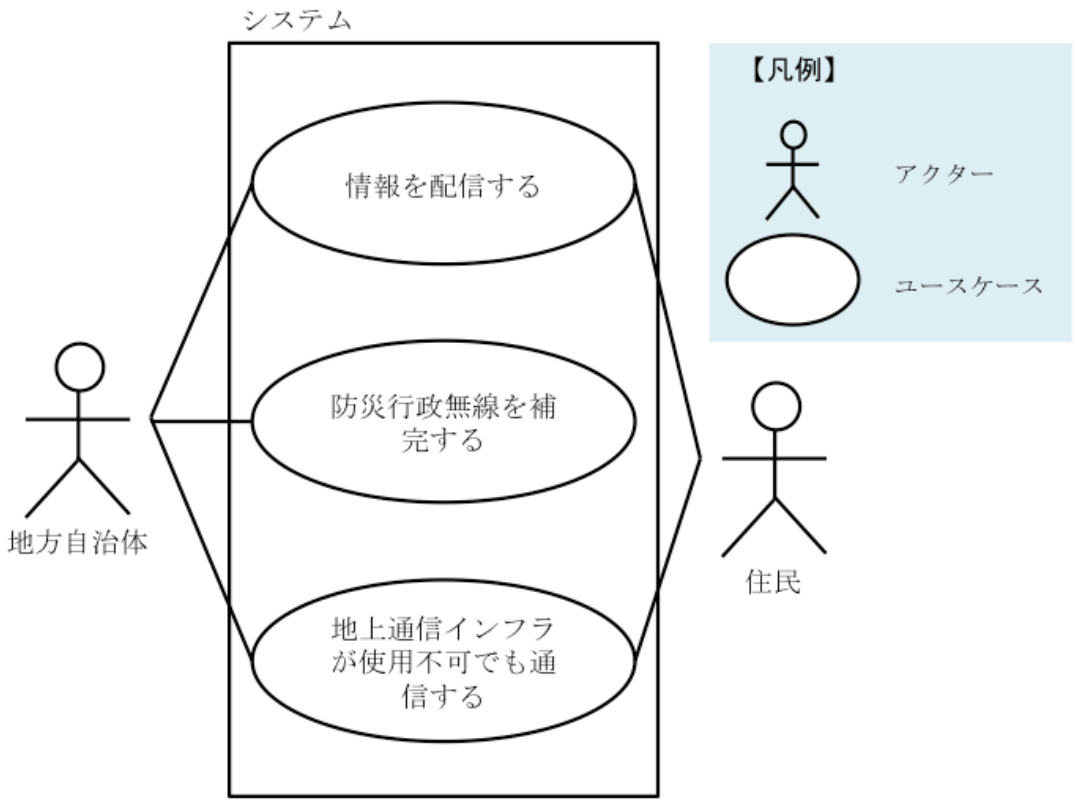


図 14　システムのユースケース図

3.2. アーキテクチャ設計

3.2.1. 機能設計

3 章 1 節で抽出した要求から，表 3 に示す通り，システム要求の割り当てを行った．各システム要求に対応する機能を明らかにするため，図 15 に示す Functional Flow Block Diagram（FFBD）により根拠，流れ及び階層化による細分化を実施した．

表 3　システム要求

番号	システム要求	要求元
Sy1	システムはユーザに情報を伝達すること	S1
Sy2	システムは情報伝達に時間がかからないこと	S2
Sy3	システムは情報内容を正確に伝達すること	S3
Sy4	システムは防災行政無線を補完すること	S4
Sy5	システムは防災行政無線よりも設置に費用がかからないこと	S5
Sy6	システムは地上通信インフラが使用不可でも情報伝達できること	S6

3.2.2. 機能分析

前節で明らかになったシステム要求に対する機能を抽出するため，図 15 に本システムの FFBD を示す．　本システムの機能フローは情報伝達機能，警報配信機能，防災行政無線補完機能の 3 つに大別される．

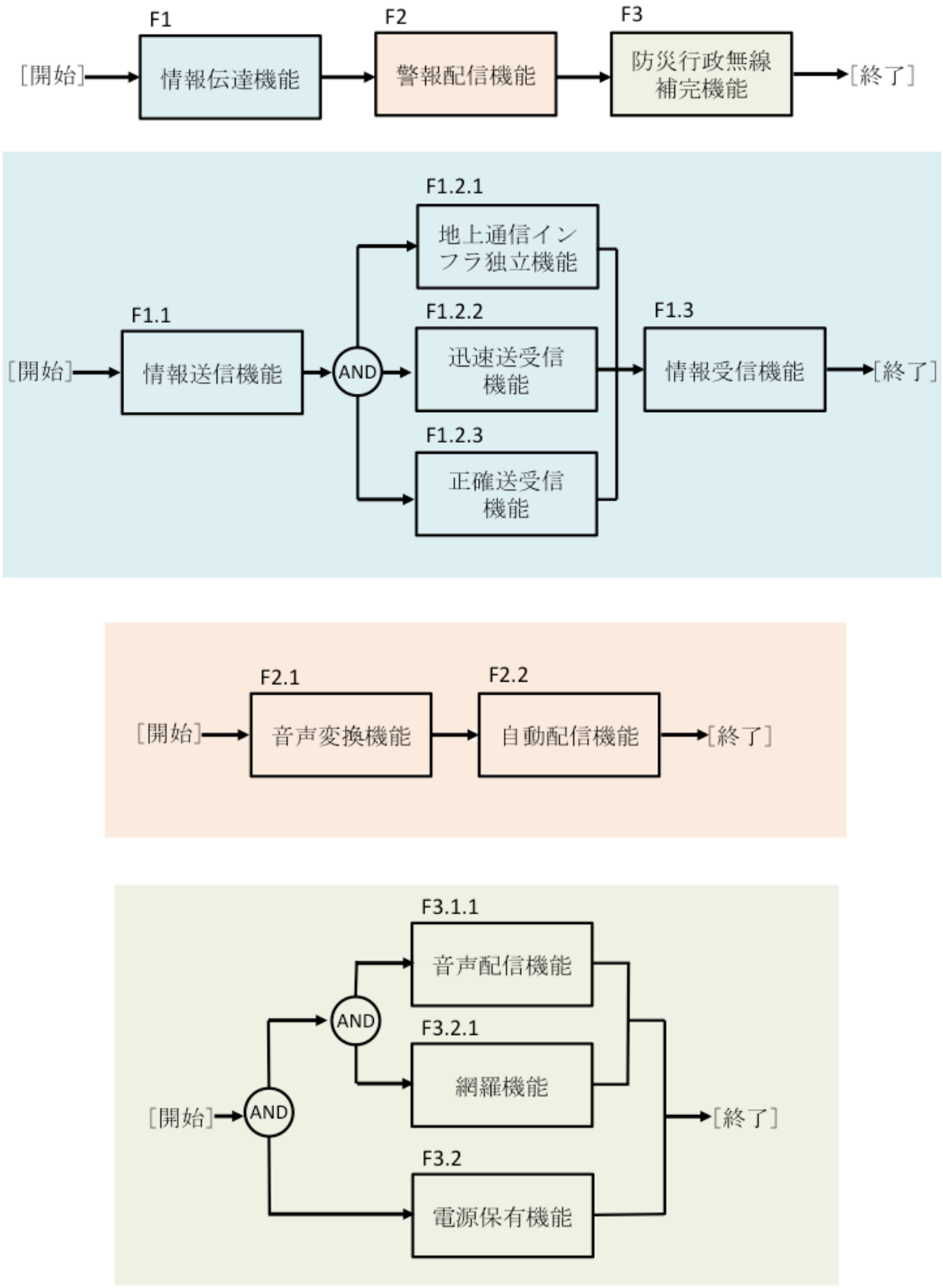


図 15　本システムの Functional Flow Block Diagram

3.2.3. 機能要求と検証識別性

システム要求と FFBD から本システムにおける機能要求を整理し, ステークホルダ要求がシステムに反映されていることを確認するため，Requirement Verification Traceability Matrix（RVTM）を用いて表 4 に要求の検証識別性を示す．RVTM では，各要求項目に対して検査（Inspection），分析（Analysis），デモンストレーション試験（Demonstration），試験（Test）によって確認を行うことにより，システムにおける要求の整合性と正確性を高めることができる．

表 5 では表 4 における Verification 項目の内容を示す．

表 4　本システムにおける要求の検証識別性（RVTM）

ID	システム名	Requirement		根拠	Verification
0	全体システム	0	ユーザに情報を伝達すること	S1	D
1	情報伝達システム	1	情報が送受信されること	FFBD	T
	送信サブシステム	1.1	情報が送信されること	FFBD	T
	通信サブシステム	1.2	送信された情報を受信させること	FFBD	D
		1.2.1	地上通信インフラが使用不可でも情報が送受信されること	S6	D
		1.2.2	送信された情報が迅速に送受信されること	S2	T
		1.2.3	送信された情報が正確に送受信されること	S2	I
	受信サブシステム	1.3	情報が受信されること	FFBD	T
2	警報配信システム	2	屋外で音声により一斉同報すること	FFBD	D
	変換サブシステム	2.1	受信した情報を音声に変換すること	FFBD	D
	制御サブシステム	2.2	音声を自動で配信すること	FFBD	D
3	防災行政無線補完システム	3	防災行政無線を補完すること	S3	D
		3.1	防災行政無線の情報空白地域に情報を伝達すること	S3	D
	音声配信サブシステム	3.1.1	音声情報を配信すること	S3	D
	網羅サブシステム	3.1.2	防災行政無線の情報空白地域を網羅していること	S3	D
		3.2	独立した電源を保有していること	S3, S5	I

※Verification: I 検査, A 分析, D デモンストレーション試験, T 試験

表 5　Verification 項目の定義

Verification 項目	内容
I（検査）	文字，形，配置など物理的特徴を目視などで点検する．
A（分析）	論理的手法などによって評価する．
D（デモンストレーション試験）	実環境またはシミュレーションにて意図した動作であることを確認する．
T（試験）	機能性，要求の妥当性などを直接確認する

下記に，各要求が満たされていることを測る指標と確認の方法について示す．

A)　要求 1.1 の評価

1.1 の要求は，「情報が送信されること」である．これを測る指標は情報をデータとして送信したことを表す「送信ログ」である．「送信ログ」の確認方法は「試験（T)」である．

B)　要求 1.2.1 の評価

1.2.1 の要求は，「地上の通信インフラが使用不可でも情報を送受信できること」である．これを測る指標は災害発生を想定したシチュエーションの下での「送受信ログ」である．「送受信ログ」の確認方法は「デモンストレーション試験（D)」である．

C)　要求 1.2.2 の評価

1.2.2 の要求は，「送信された情報が迅速に受信されること」である．これを測る指標は送信してから受信するまでに要する「通信時間」である．「通信時間」の確認方法は「試験（T)」である．

D)　要求 1.2.3 の評価

1.2.3 の要求は，「送信された情報が正確に受信されること」である．これを測る指標は「受信ログと送信ログの比較」である．「受信ログと送信ログの比較」の確認方法は「検査（I)」である．

E)　要求 1.3 の評価

1.3 の要求は,「情報が受信されること」である．これを測る指標は情報をデータとして受信したことを表す「受信ログ」である.「送信ログ」の確認方法は「試験（T)」である.

F)　要求 2.1 の評価

2.1 の要求は,「受信した情報を音声に変換すること」である．これを測る指標は「受信した情報に対応した音声情報の配信の有無」である.「受信した情報に対応した音声情報の配信の有無」の確認方法は「デモンストレーション試験（D)」である.

G)　要求 2.2 の評価

2.1 の要求は,「音声を自動で配信すること」である．これを測る指標は「自動配信の有無」である.「自動配信の有無」の確認方法は「デモンストレーション試験（D)」である.

H)　要求 3.1.1 の評価

3.1.1 の要求は,「音声情報を配信すること」である．これを測る指標は「音声配信の有無」である.「音声配信の有無」の確認方法は「デモンストレーション試験（D)」である.

I)　要求 3.1.2 の評価

3.1.2 の要求は,「防災行政無線の情報空白地域を網羅していること」である．これを測る指標は「情報空白地域における伝達可能地域の増加」である.「情報空白地域における伝達可能地域の増加」の確認方法は「デモンストレーション試験 (D)」である.

J)　要求 3.2 の評価

3.2 の要求は,「独立した電源の搭載」である．これを測る指標は「配信媒体における電源の有無」である.「配信媒体における電源の有無」の確認方法は「検査 (I)」である.

3.2.4.　機能構成図

本システムの機能構成図を図 16 に示す．本システムの機能は「情報伝達機能」「警報配信機能」「防災行政無線補完機能」の 3 つに大別される．

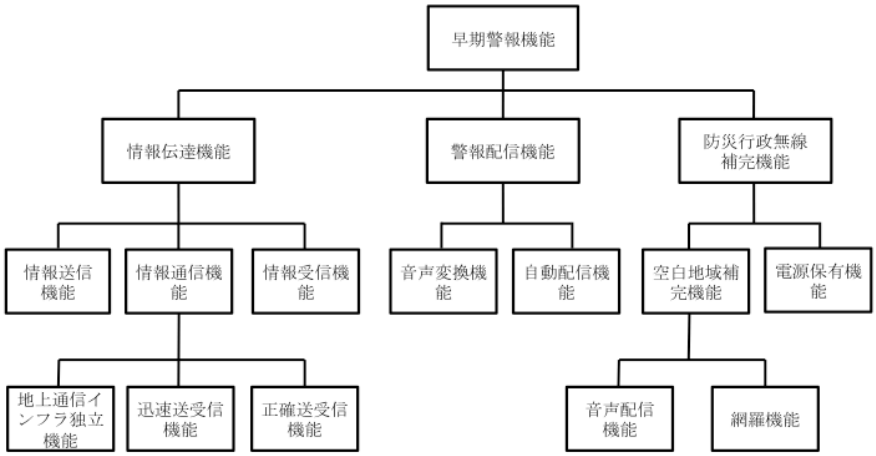


図 16　機能構成図

3.2.5.　物理設計

3.2.1.機能設計で明らかになった機能を，システムを構成する要素に割り付けた．図 17 に本システムの物理構成図を示す．本システムは「情報伝達システム」「警報配信システム」「防災行政無線補完システム」に大別される．「情報伝達システム」は「送信サブシステム」「通信サブシステム」及び「受信サブシステム」で構成される．「警報配信システム」は「変換サブシステム」及び「制御サブシステム」から構成される．「防災行政無線補完システム」は「音声配信サブシステム」及び「網羅サブシステム」から構成される．

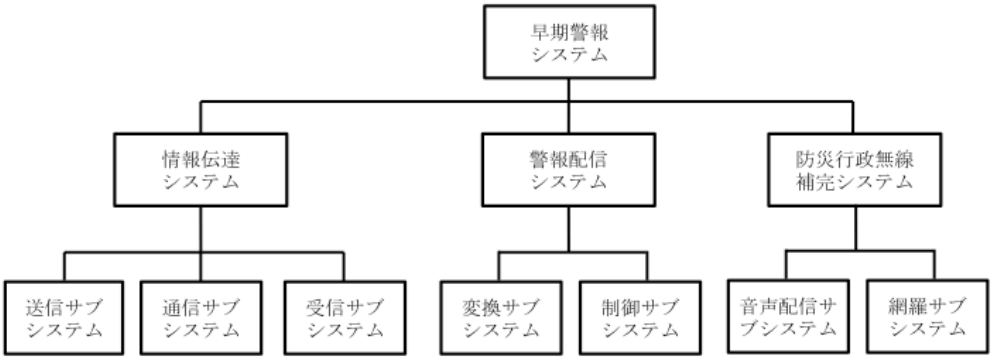


図 17　物理構成図

3.2.6.　システム構成

図 18 に本研究で構築する早期警報システム(以下,「本システム」)の構成図を示す．本システムは「準天頂衛星システム」「変換プログラム」「制御プログラム」「スピーカー」及び「公共インフラ」から構成される．国もしくは地方自治体は，災害発生時，本システムに災害情報や避難指示情報などの防災情報を入力する．本システムでは，1. 災害情報等をテキストメッセージ化して準天頂衛星に送信する．2. 準天頂衛星から地上にメッセージを送信する．3. メッセージを受信し，音声メッセージに変換する．4. 音声メッセージを公共インフラからユーザに対して自動配信する．

本システムでは，情報伝達媒体として公共インフラを活用することで，災害発生時に情報を必要とする多くのユーザに対して短時間で情報を伝達することが可能となる．公共インフラは，生活圏に多く設置されている，あるいは車両の場合多くのユーザの近くを日常的に走行しているため，災害発生時広範囲に迅速かつ確実にユーザに対して情報伝達が可能であると想定される．公共車両の場合，広報車と同様に時間を要する場合も考えられるが，災害時に車両が走行を中止，あるいは災害時に対応した運行を求められたとしても，音声は自動配信されるため，乗務員や乗客に負荷を与えることなく，停止場所周辺のユーザに対して情報配信が可能となる．災害発生時は必要な情報を網羅的

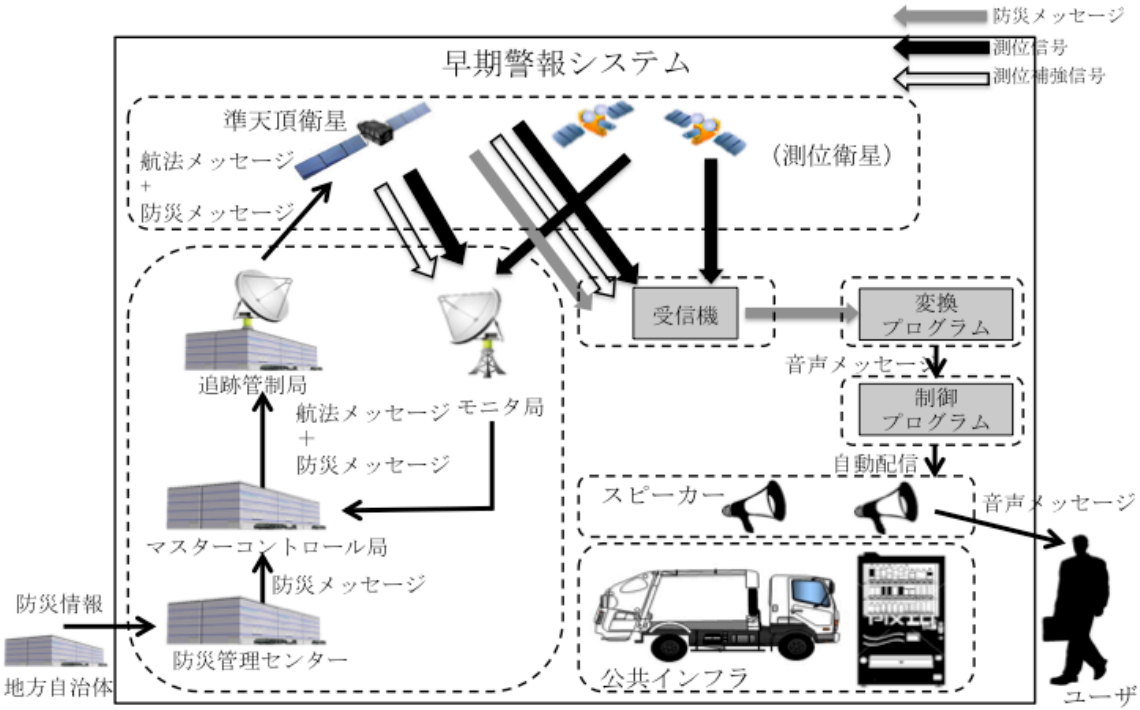


図 18　準天頂衛星と公共インフラを連携した情報配信システムの構成

に伝達することが求められるが，本システムにより防災行政無線の配信が届かないような情報空白地域に対しても情報伝達が可能となるため，情報伝達の網羅性の向上が期待される．

本システムにおける公共インフラとは，電源を備え，自動販売機など生活圏に多く設置されている固定体，及び公共車両を指す．公共車両とは，路線バスや清掃車などの公共交通車両及び清掃車や営業用貨物車など，日常的に多くの車両が走行しているものとする．こうした車両は既にスピーカーなどの音声配信機能を備えているものが多いため，本システムを構築するにあたっては準天頂衛星の受信機を主として設置することとなる．受信機は小型・軽量化及び低コスト化が今後予測されるため，防災行政無線と比較して配備に要する時間や費用を抑えることができ，また防災行政無線のような倒壊の可能性も低いと想定される．

図 18 のシステム構成を詳細に記述する．本システムでは準天頂衛星システムを利用してシステムの構築を行っており，準天頂衛星システムに対して，防災管理センター，GNSS（図中の測位衛星），GNSS 受信機能及び音声配信機能を搭載した公共インフラまで拡張し，システムの対象とした．防災情報を本システムに入力する地方自治体及び本システムから出力される情報を入手するユーザはシステムの範囲外とした．本システムは，送信部，衛星部及び受信部の三つから構成される．送信部は，防災管理センター，マスターコントロール局，モニタ局並びに追跡管制局から構成される．衛星部は，準天頂衛星及び GNSS より構成される．受信部は，GNSS 受信機能及び音声配信機能を搭載した公共インフラから構成される．

図 18 で示した本システムのフローを説明する．まず，災害発生時，地方自治体から発表される防災情報を収集し，準天頂衛星から防災情報を配信するためのメッセージフォーマットに従って防災メッセージに変換するとともに，準天頂衛星から配信するための配信スケジュールを策定する．防災メッセージは，モニタコントロール局に送られ，モニタコントロール局において作成される航法メッセージとともに追跡管制局に送られる．追跡管制局は，受信した航法メッセージ及び防災メッセージを準天頂衛星にアップリンクする．準天頂衛星は，防災メッセージ及び航法メッセージを受信し，二つのメッセージを重畳させた L1-SAIF 信号を生成し，地上の公共インフラに搭載された GNSS 受信機に対して配信する．受信機は受信した信号から防災メッセージを取得し，複合することで防災情報を取得し，スピーカーから音声を自動配信することでユーザへ伝達する．

3.2.7.　システム構成への機能の配分

システムに要求されている機能を，システムを構成する要素に配分して構成要素の仕様を明確にすること，及び構成要素間のインタフェースを明確化することを目的とし，図 19 にアーキテクチャ図を示す．　準天頂衛星システムにおける地上局には機能 1.1「情報送信機能」が配分されている．準天頂衛星には機能 1.2.1「地上通信インフラ独立機能」，機能 1.2.2「迅速伝達機能」及び機能 1.2.3「正確伝達機能」が配分されている．受信機には機能 1.2「情報受信機能」が配分されている．変換プログラムには機能 2.1「音声変換機能」が配分されている．制御プログラムには機能 2.2「自動配信機能」が配分されている．スピーカーには機能 3.1.1「音声配信機能」が配分されている．公共インフラには機能 3.1.2「網羅機能」及び機能 3.2「電源保有機能」が配分されている．機能 3.1.2 と機能 3.2 を配分する先として「公共インフラ」を定義したことで，防災行政無線の情報空白地域における地域ごとの環境・条件に見合うもの，かつシステム要求の S4「防災行政無線よりも安価であること」に見合うものを選定可能とした．

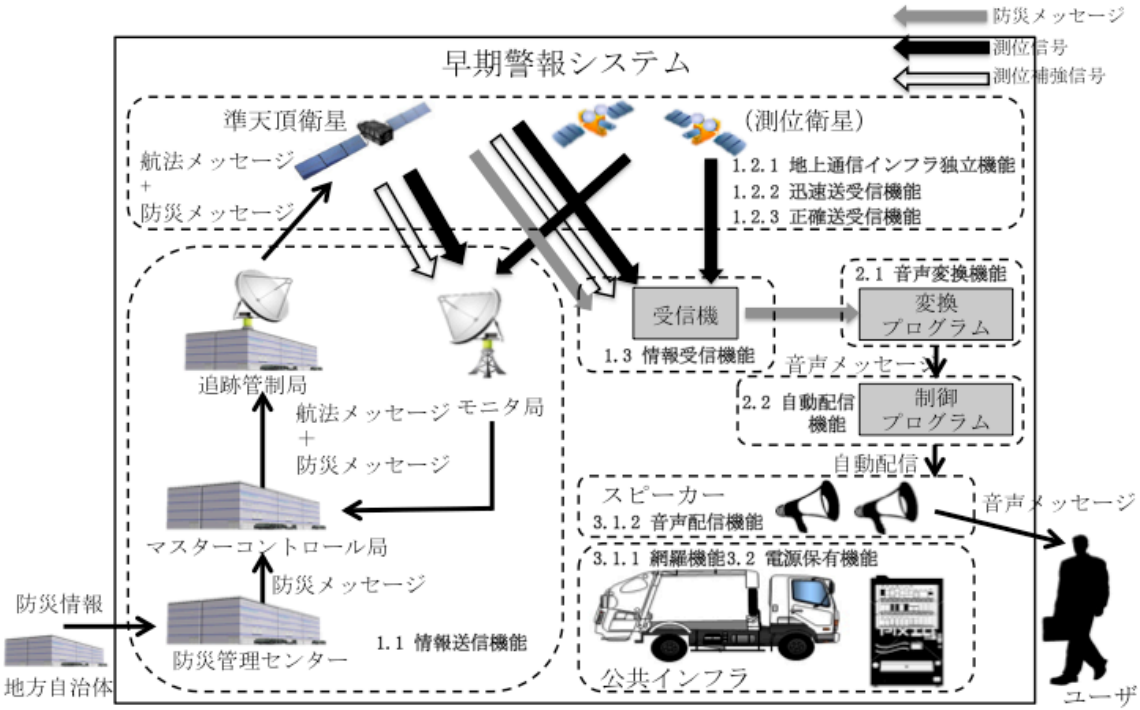


図 19　本システムのアーキテクチャ図

4. 実装と評価

4.1. プロトタイプ実装

4.1.1. プロトタイプの構成

本システムについて，システム要求 1.1「情報が送信されること」，1.2.1「地上通信インフラが使用不可でも情報が送受信されること」，1.2.2「送信された情報が迅速に送受信されること」，1.2.3「送信された情報が正確に送受信されること」，1.3「情報が受信されること」，2.1「受信した情報を音声に変換すること」，2.2「音声を自動で配信すること」，3.1.1「音声情報を配信すること」を検証するために，プロトタイプによる実証実験を行った．

実証実験を行うにあたり，図 20 に示す構成の実験システムをプロトタイプして構築した．実験では，図 18 に示す地方自治体及び防災管理センターの代わりに，津波発生を想定した防災情報を作成し，メッセージフォーマットに基づいて防災メッセージに変換し，配信スケジュールを策定した．マスターコントロール局の代わりに設置した実験コントロール局は，航法メッセージに対して設定した配信間隔で防災メッセージを組み込む．二つのメッセージは，追跡管制局の代わりとなる実験地球局を介して準天頂衛星に配信し，準天頂衛星において二つのメッセージを重畳させた L1-SAIF 信号を生成し，地上の受信機に対して配信した．本システムでは，GNSS 受信機能及び音声配信機能を搭載した公共車両により L1-SAIF 信号の受信を行うが，本実験では，防災情報を取得する端末として GNSS 受信機（SONY 製 QZPOD）を使用した．受信機は準天頂衛星から配信される L1-SAIF 信号及び GNSS から配信される L1 信号を受信・複号し，Bluetooth を介して Raspbian を搭載した Raspberry Pi に防災メッセージ及び位置情報データを転送する．Raspberry Pi では，受信した防災メッセージを防災情報に復号し，取得した位置情報を使用し実験場所の防災情報を選別する．そして選別した防災情報に適合する音声ファイルを再生し，スピーカー（TOA 製ワイヤレスメガホン）から配信する．

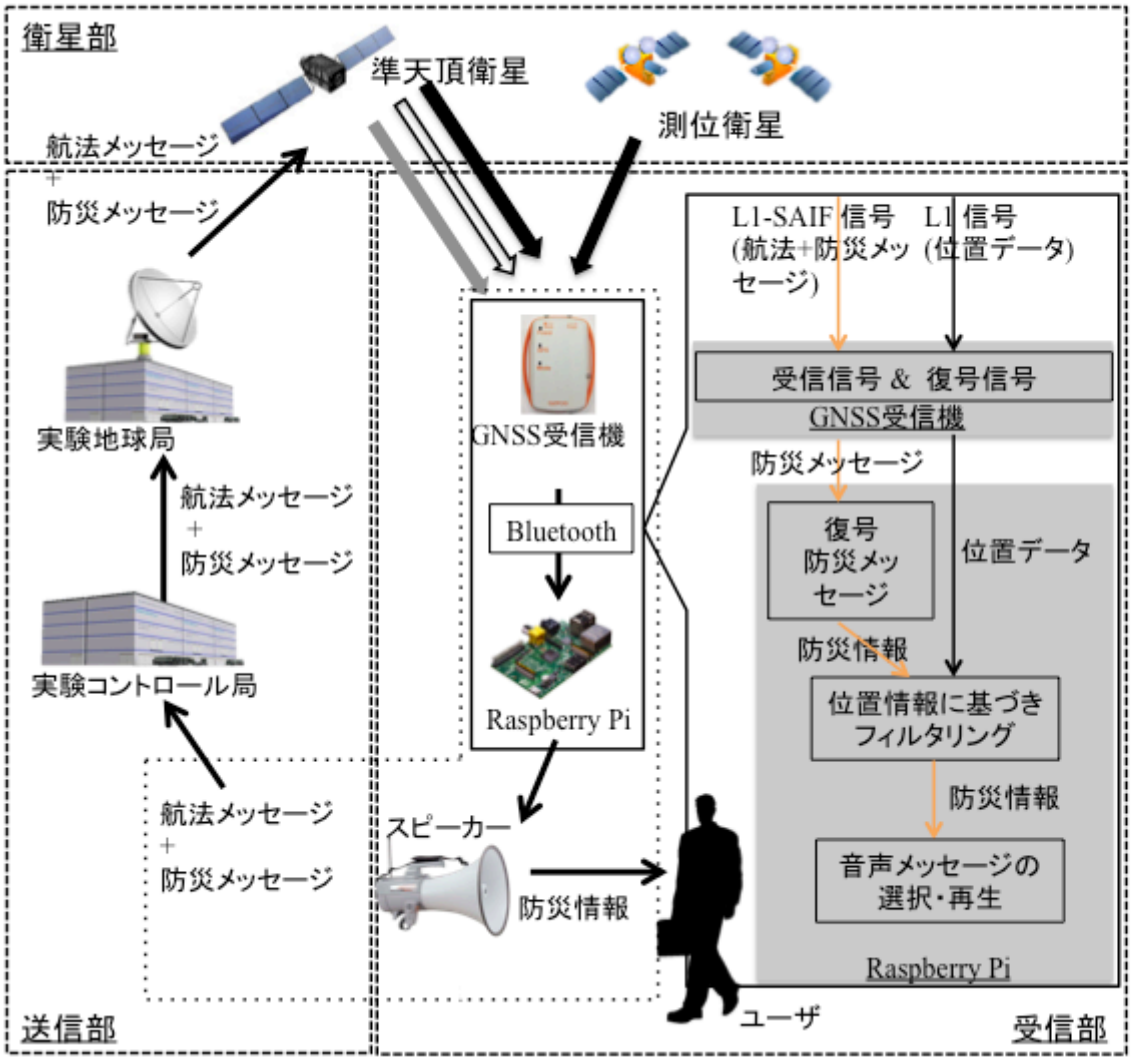


図 20　プロトタイプシステムの構成

4.1.2. プロトタイプによる実証実験

4.1.2.1. 実証実験の概要

実験は 2014 年 12 月 17 日に，藤沢市，茅ヶ崎市の図 21 に示す 3 箇所のエリアで実施した．時間帯は，準天頂衛星システムの将来的な 7 機体制を想定し，衛星がほぼ天頂にいる 12:30-15:45 とし①12:30-13:00②13:30-14:00③14:15-14:45④15:15-15:45 の計 4 回実施した．準天頂衛星から配信される防災情報は，津波の発生を想定し，3 箇所の実験エリアにおいて海からの距離が近い茅ヶ崎野球場，辻堂南部公園，辻堂市民センターの順に情報が更新されているシナリオを，表 6 に示す形で作成した．この防災情報を元に，メッセージフォーマットに従った配信スケジュールを作成し，準天頂衛星の L1-SAIF 信号を使用して防災メッセージの提供を行った．

防災情報の内容は「津波注意報」「津波警報」「大津波警報」の 3 種類であるが，スピーカーから配信される音声メッセージは近隣住民に配慮して表 7 で示す通り気象情報に置き換えた．本実験は音声が聴こえるか否か，到達するか否かを調べることを目的としており，情報内容は結果に影響を与えないと判断した．なお，防災情報がないときも気象情報を音声配信しているのは，衛星からの信号の受信の有無を確認するため，また同時間帯に場所に応じて異なる情報が配信されているかを比較するためである．また，スピーカーは，自治体の制約上車両の後部スペース及び地上に設置して実験を行った（図 22）．

スピーカーから配信される音声に対して，防災情報の必要な地域への到達度合を定量的に評価するために，図 23 に示す 8 箇所において集音を実施した．集音する機材として，IC レコーダー（SONY 製ステレオ IC レコーダー）及びマイクロホン（SONY 製エレクトレットコンデンサーマイクロホン）を使用した．集音場所である 8 箇所は，事前に藤沢市の防災行政無線の一斉放送試験の際に同様の集音を実施し，音声が到達していない，あるいは音声が明確に聴き取れないことを確認した場所である．なおこの 8 箇所は図 6 における防災行政無線の可聴範囲であるが，実際は建物の遮蔽や風向きなどの要因により難聴地域となる場合もあるため，今回は事前の一斉放送試験によって場所を選定した．また，実験に使用したスピーカーの最大音達距離は 800 m であるが，実験時は音量を下げて音声を配信した．

図 21　実験エリア

表 6　実験シナリオ

配信スケジュール	茅ヶ崎野球場	辻堂南部公園	辻堂市民センター
0:00	津波注意報	なし	なし
0:30	津波注意報	津波注意報	なし
1:00	津波警報	津波注意報	津波注意報
1:30	津波警報	津波警報	津波注意報
2:00	大津波警報	津波警報	津波警報
2:30	大津波警報	大津波警報	津波警報

表 7　音声メッセージ内容

防災メッセージ	音声メッセージ
なし	本日は晴天なり
津波警報報	本日は曇天なり
津波警報	本日は雨天なり
大津波警報	本日は大雨なり

図 22　車両の後部スペースに設置したスピーカー

図 23　集音場所

4.1.2.2. 実証実験の結果

3 箇所の実験エリア全てにおいて，準天頂衛星から配信された防災メッセージを受信し，シナリオに沿ってスピーカーから同時間帯に場所に応じて異なる音声が配信されることを確認した．14 時 15 分からの配信における，実験コントロール局に記録された配信データと，辻堂市民センターにおいて GNSS 受信機に記録された受信データを比較したところ，配信データにおけるメッセージ数が 300 であるのに対して受信データのメッセージ数が 289 なので，受信率は 96.3%であることが判明した（Appendix2 及び Appendix3 参照）．

今回の実験に参加し，スピーカーの付近で音声配信の有無を確認した湘南広域都市行政協議会の関係者に対して実験後アンケートを実施したところ，6 名中 4 名が「スピーカーから配信された音声の内容を把握した」，6 名中 5 名が「本システムは津波発生時に役に立つ」と回答した（図 24）．

集音解析の結果として，図 25 に，集音場所の 1 箇所において防災行政無線の配信を集音し音声編集ソフト WavePad を使用してノイズを除去したもの（a），及び同じ場所における本実験のスピーカーからの集音データを同様にノイズ除去したもの（b）を示す．図の横軸は時間[s]，縦軸は音圧レベル[dB]である．横軸の矢印で示した部分がメッセージ配信の行われた時間帯である．（a）を見ると，音圧レベルが人間の最長可聴域とされる 10 dB を下回っているため，音声が到達していないことが伺える．一方（b）を見ると，メッセージ配信時間帯における音圧レベルが 10 dB を上回っており，音声が到達していることが伺える．

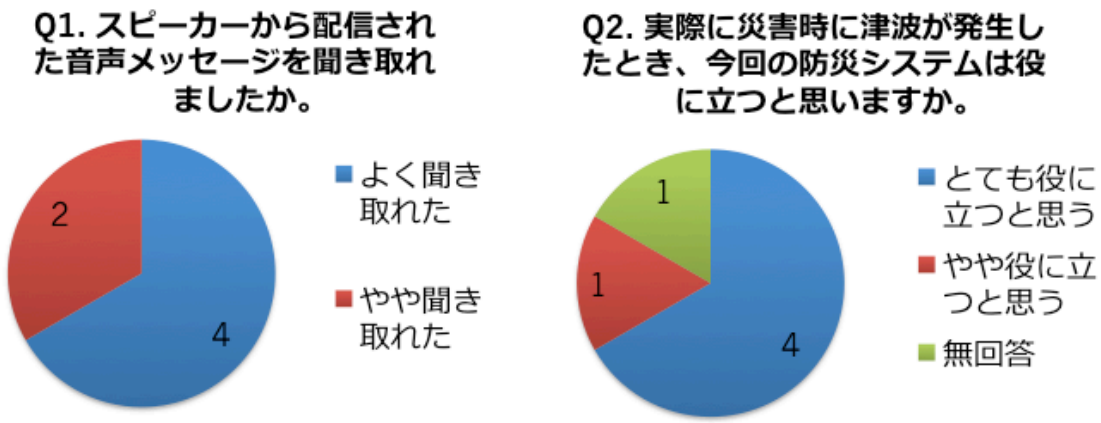
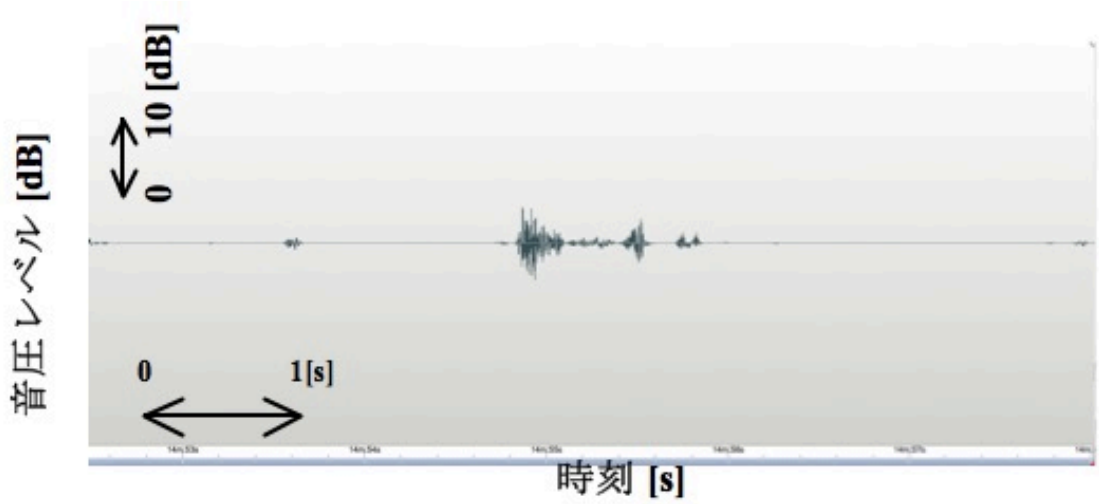
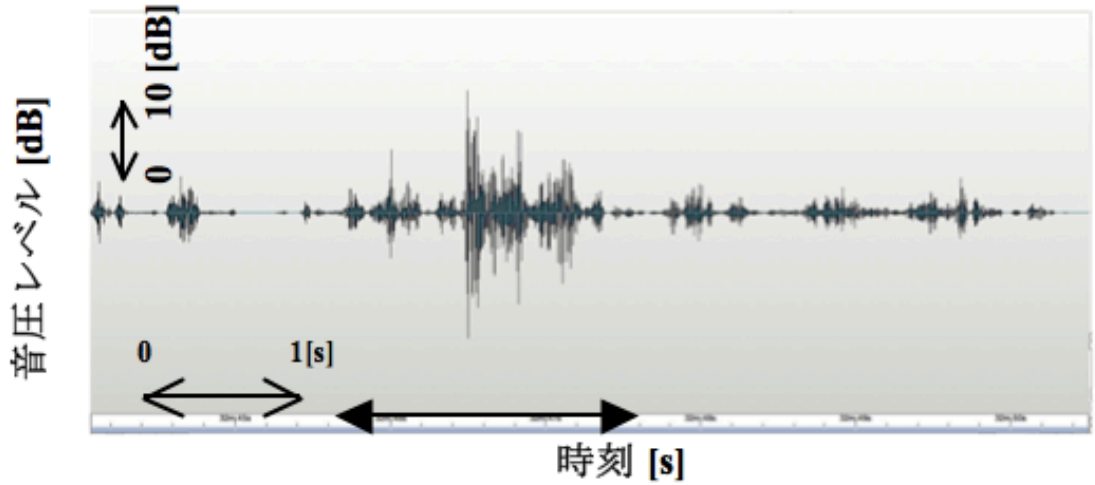


図 24　アンケート結果



(a)　防災行政無線から配信された音声の波形



(b)　実験でのスピーカーから配信された音声の波形

図 25　集音解析結果

4.2. 情報配信シミュレーション

4.2.1. シミュレーションの条件

本システムについて，システム要求 3.1「防災行政無線の情報空白地域に情報を伝達すること」を検証するために，情報配信シミュレーションを行った．対象地域として神奈川県藤沢市を選定し，公共インフラとして藤沢市において多くの車両が走行している神奈川中央交通の路線バスを扱った．また，一部の地域においては自動販売機も扱った．

路線バスのデータとして，神奈川中央交通のウェブサイト[27)]から市内にある 220 個のバス停の位置情報及び各バス停間を走る全 59 系統の路線バスの時刻表データを取得した．自動販売機の位置情報は，実際に現地に赴き GPS データを取得した．また，配信の妥当性を評価するために，藤沢市がオープンデータとして開示している 2015 年 8 月における町丁字別人口データ[28)]を利用した．

4.2.2. シミュレーションの方法

バス停の位置情報を地理情報システム解析用ソフトである ArcGIS を用いて地図上に可視化した．路線バスの時刻表データをバス停の位置情報と組み合わせ，ArcGIS の時系列データの可視化・解析用ツールである Tracking Analyst を用いて[29)]，一日の中のある時間における路線バスの位置を全て可視化し，時系列に沿って動かすことで，全系統の路線バスの走行状況を仮想的に再現した．結果を，図 6 で示す防災行政無線の位置及び配信範囲と比較することで，防災行政無線の情報空白地域に対する情報伝達の実現性を検討した．同時に，町丁字別人口データとの比較を行い，情報が必要なユーザに対する情報伝達の実現性を検討した．

また，路線バスの走行範囲外かつ防災行政無線の情報空白地域において，取得した自動販売機の位置情報を可視化することで，情報伝達の実現性を検討した．最終的に，藤沢市全体における防災行政無線の配信地域の割合を網羅率として算出し，路線バスと自動販売機から配信を行った場合，網羅率が向上するか否かを検討した．

4.2.3. シミュレーションの結果

図 26 は，図 6 に町丁字別の人口密度データを重ね，さらに全系統の路線バスの一日の走行軌跡を可視化して重ねたものである．これを見ると，防災行政無線の音声が到達しないと想定される地域の一部は人口が 8000 人以上おり，周辺地域と比較して相対的に人口が多いことが伺える．したがって，こうした地域に対して情報を伝達する必要性が判明した．対して，路線バスの走行軌跡を比較すると，こうした地域を路線バスが走

行することが伺える．したがって，本システムにおいて，路線バスから防災情報を配信することで，情報伝達の網羅性の向上が期待される．

図 31 から図 20 は，時系列データの可視化により，平日の午前 8 時から午前 9 時の間の路線バスの動きを 30 分間隔で示したものである．本結果は一日のうち一部の時間帯に限定しているが，これを全日可視化することで，防災行政無線の情報空白地域において，路線バスの走行する場所や時間帯，台数が判明する．

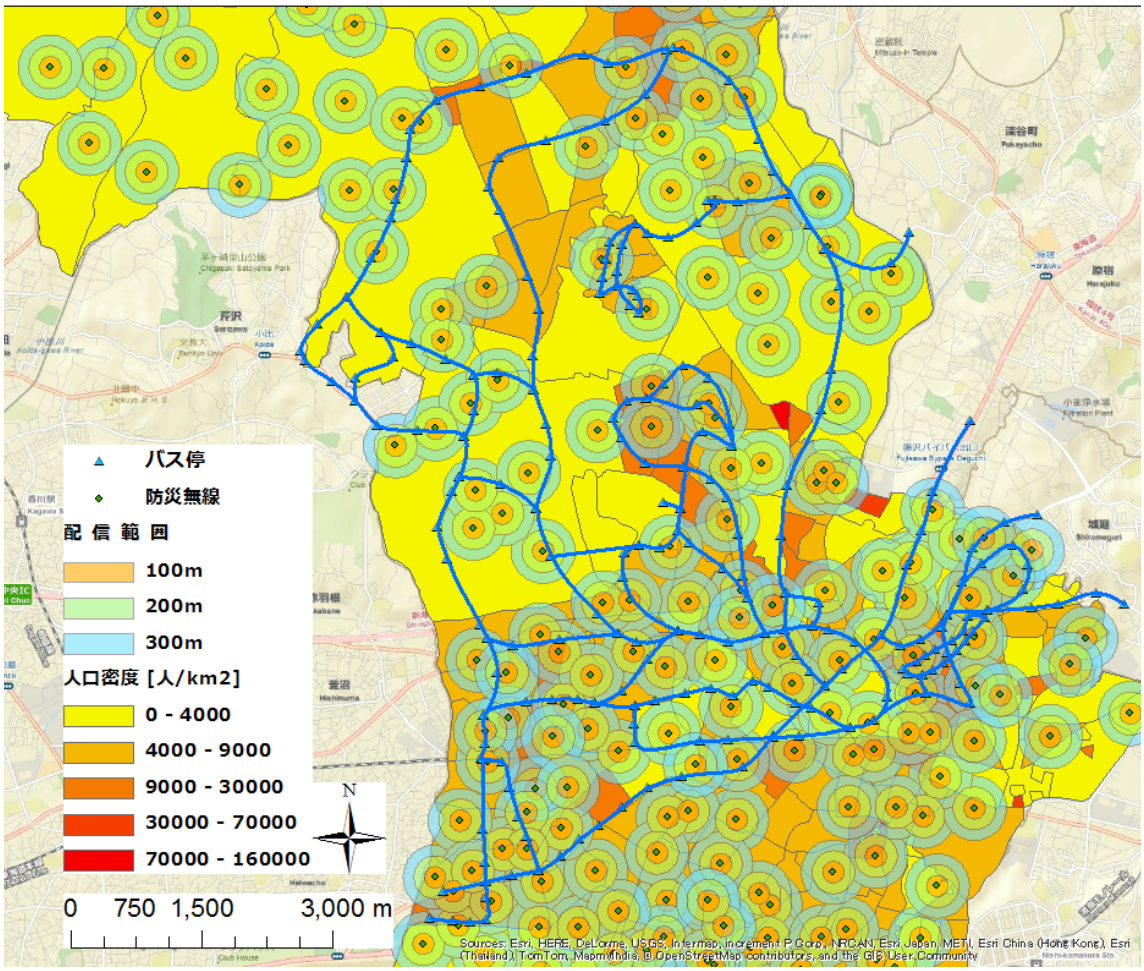


図 26　藤沢市における路線バスの走行軌跡及び町丁字別人口密度

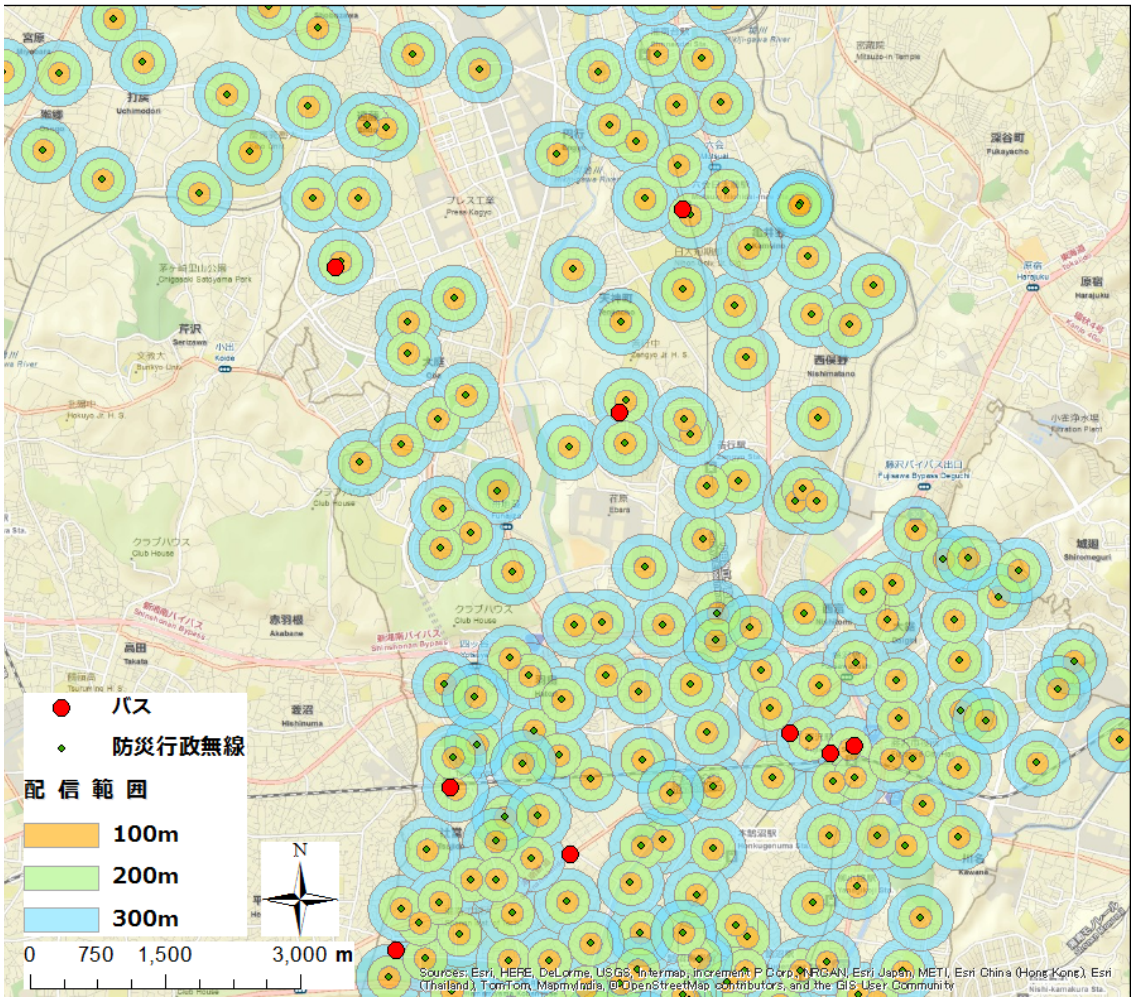


図 27　平日の午前 8 時における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況

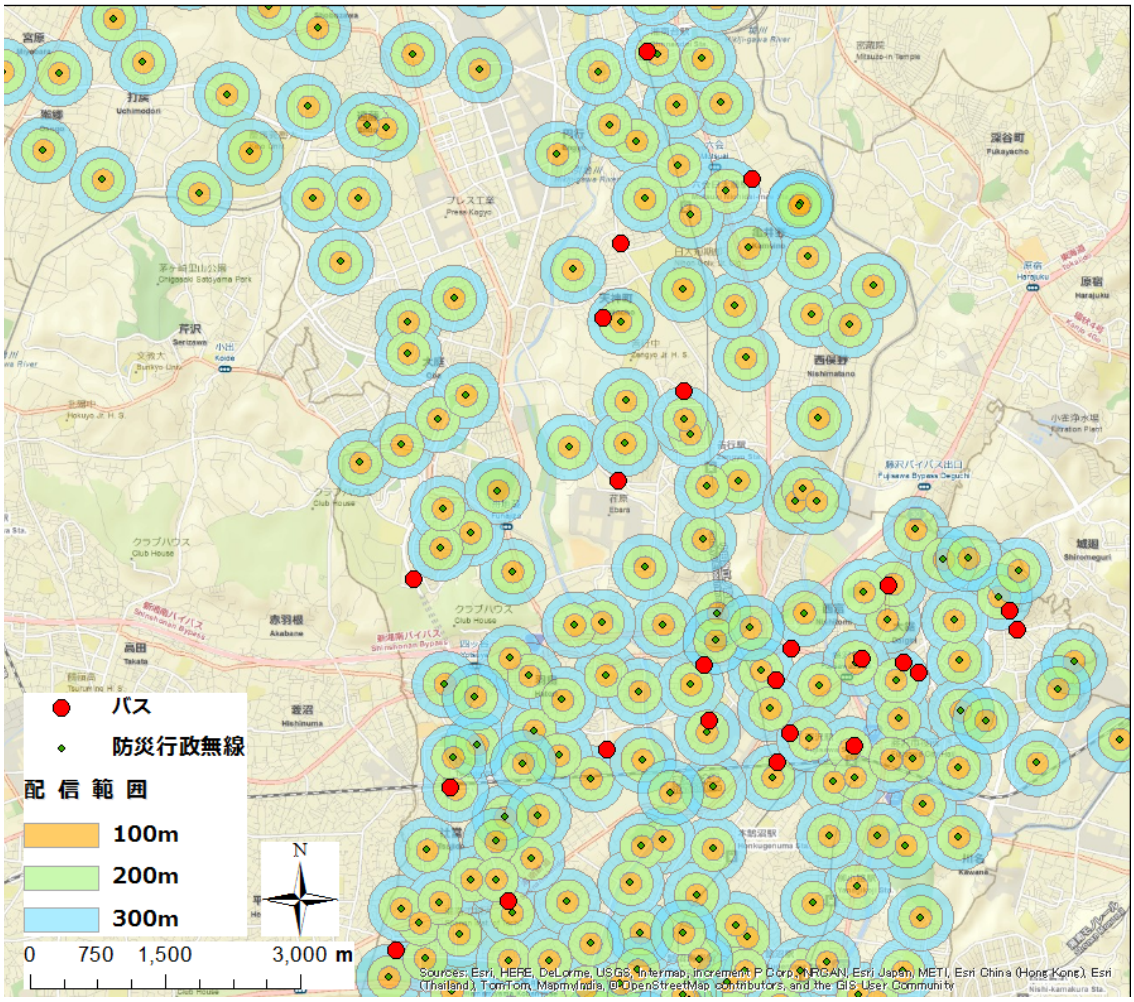


図 28　平日の午前 8 時 15 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況

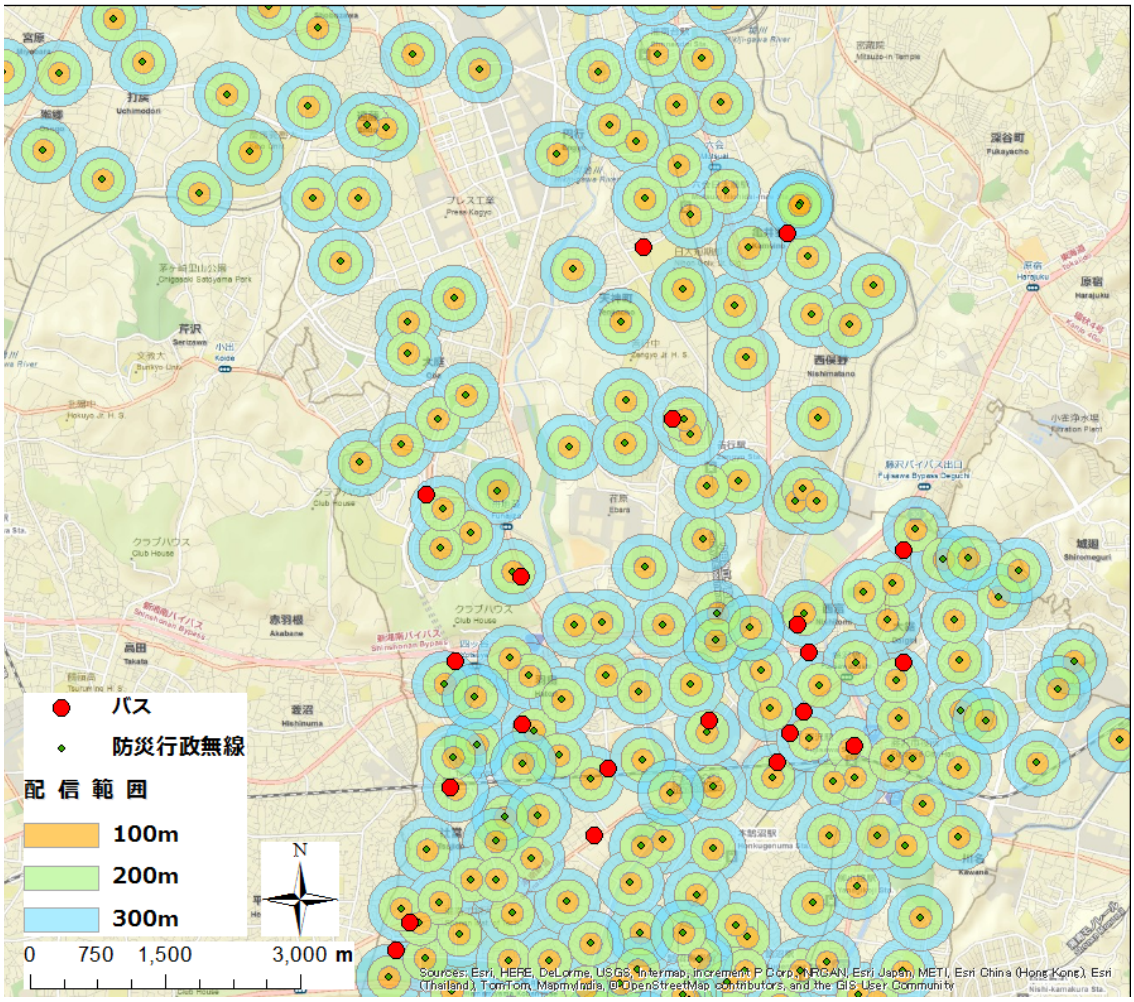


図 29　平日の午前 8 時 30 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況

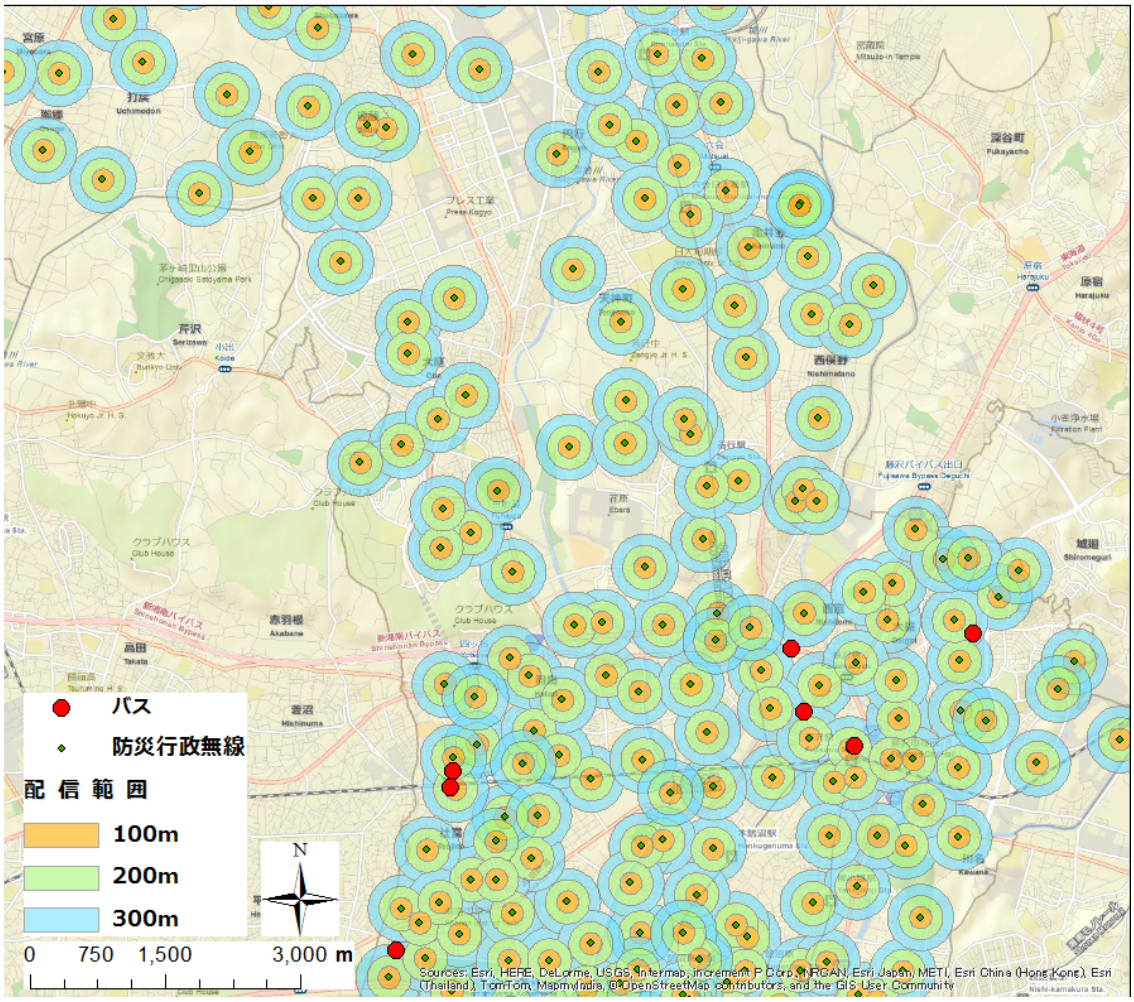


図 30　平日の午前 8 時 45 分における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況

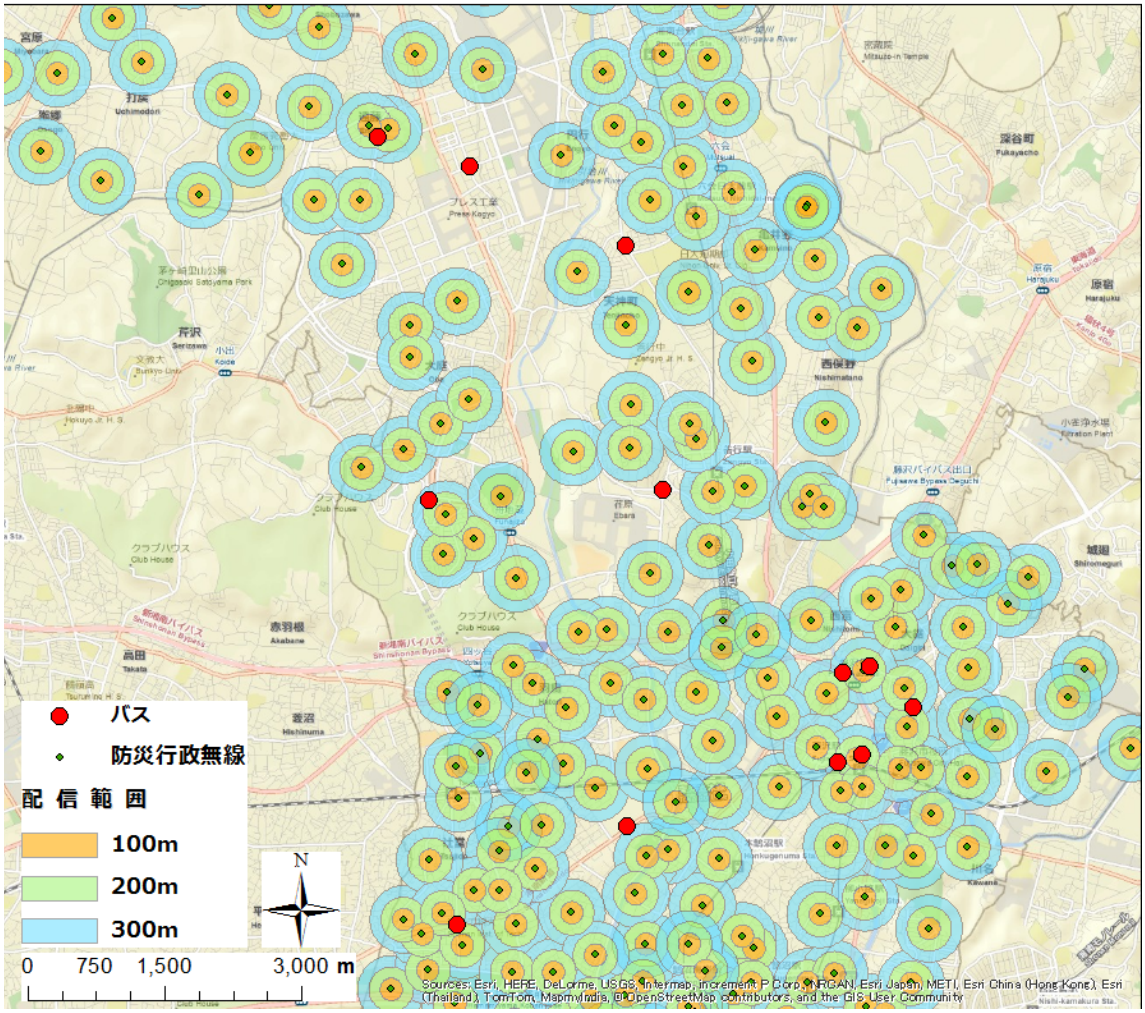


図 31　平日の午前 9 時における神奈川中央交通路線バス全車両の走行状況

図 19 において，防災行政無線の情報空白地域かつ路線バスの走行範囲外である鵠沼地区を対象とし，設置されている自動販売機の位置情報を実際に現地にて取得し，同様に地図上に可視化した（図 32）．自動販売機から配信した場合の音達範囲は 100 m を想定している．これを見ると，防災行政無線の情報空白地域において，自動販売機を用いることで情報伝達の網羅性が向上することが伺える．

バスから配信した場合の音達範囲を同様に 100 m とした場合の，情報伝達の網羅率を面積算出した．図 33 は，藤沢市の防災行政無線の空白地域だけを表したものである．藤沢市の面積は 68.91 km^2，情報空白地域の面積は述べ 23.45 km^2であり，情報空白地域を除いた配信地域の面積を市全体の面積で割った網羅率は 65.97 %である．これに対し，図 34 は神奈川中央交通の路線バス及び鵠沼地区における自動販売機から配信した場合の情報空白地域を表したものである．路線バス及び自動販売機による新たな配信地域を橙色で示している．このときの情報空白地域の面積は述べ 19.87 km^2であり，網羅率は 71.17 %である．したがって，藤沢市において一部の路線バス及び自動販売機を用いて情報配信を行った場合，情報伝達の網羅性が 5.2 %向上することが判明した．

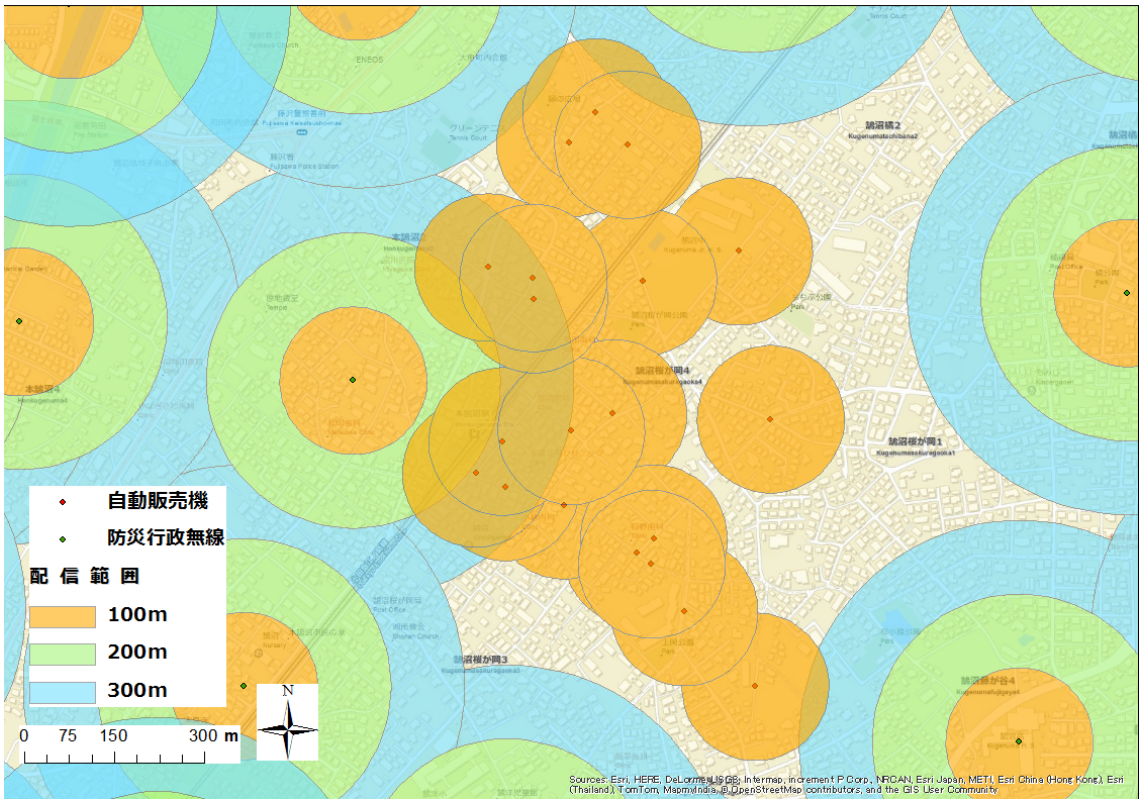


図 32　鵠沼地区の自動販売機と配信範囲

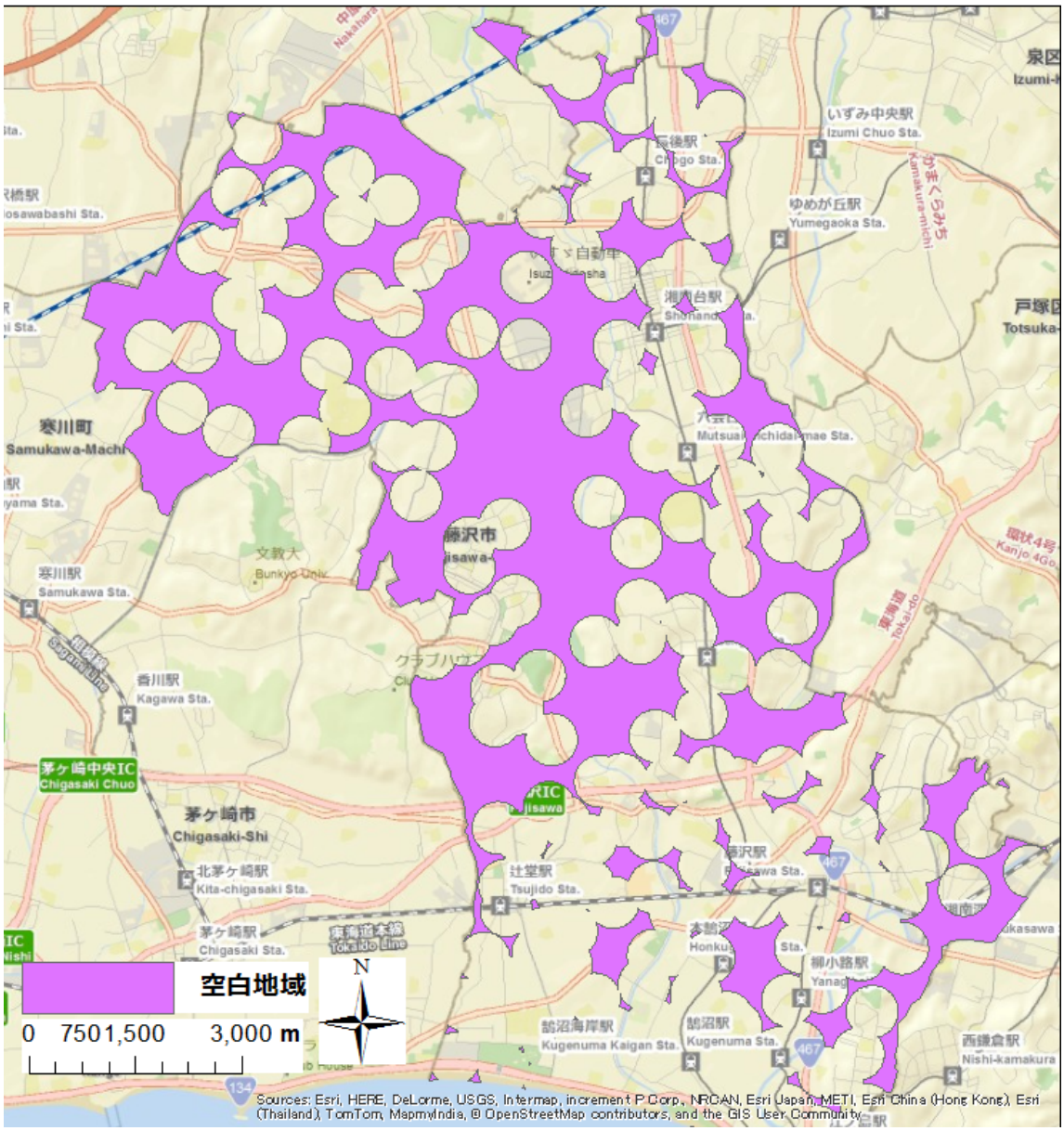


図 33　藤沢市における防災行政無線の情報空白地域

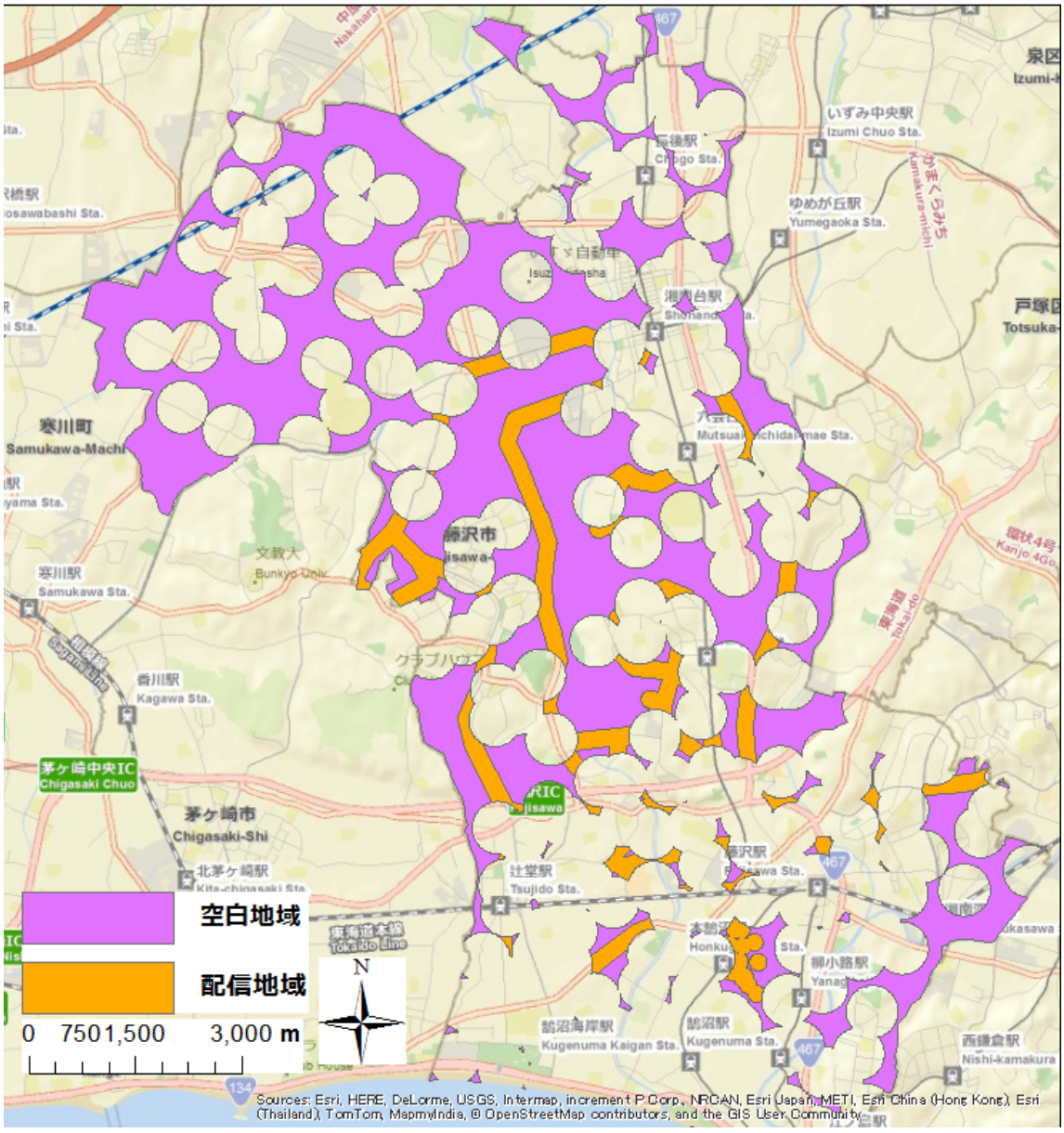


図 34　藤沢市における神奈川中央交通路線バス及び鵠沼地区の自動販売機から配信した場合の防災行政無線の情報空白地域

（橙色は路線バス及び自動販売機から配信した場合の音声到達地域）

4.3. システム要求に対する評価

3.2.1.の表 3 に示す, 本システムにおける各要求項目を満たしていることを評価した. 各要求項目に対する評価方法と評価結果を下記に述べる.

A) 要求 1.1「情報が送信されること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，実験コントロール局から提供される送信ログにより確認した.

B) 要求 1.2.1「地上通信インフラが使用不可でも情報が送受信されること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，準天頂衛星システムを用いて情報を送受信することが可能であることを確認した.

C) 要求 1.2.2「送信された情報が迅速に受信されること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，準天頂衛星システムを用いて情報を送受信した際の送受信ログから確認した.

D) 要求 1.2.3「送信された情報が正確に受信されること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，準天頂衛星システムを用いて情報を送受信した際の送受信ログから算出される受信率により確認した.

E) 要求 1.3「情報が受信されること」の評価

プロトタイプによる実証実験において, GNSS 受信機から取得される受信ログにより確認した.

F) 要求 2.1「受信した情報を音声に変換すること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，準天頂衛星から配信された防災メッセージに対して，表 7 に示した通り対応する音声メッセージが配信されたことを直接聴視により確認した.

G) 要求 2.2「音声を自動で配信すること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，音声メッセージが自動配信されたことを直接目視により確認した.

H)　要求 3.1.1「音声情報を配信すること」の評価

プロトタイプによる実証実験において，音声メッセージが配信されたことを直接聴視により確認した.

I)　要求 3.1.2「防災行政無線の情報空白地域を網羅していること」の評価

シミュレーションにおいて，路線バス及び自動販売機から情報配信することで防災行政無線の情報空白地域に情報を伝達可能になることを確認した.

同時に，プロトタイプによる実証実験において，アンケート及び集音解析結果より，防災行政無線の情報空白地域に情報が到達していることを確認した.

J)　要求 3.2「独立した電源を保有していること」の評価

公共インフラを選定する際に，路線バスと自動販売機には電源が搭載されていることにより確認した.

4.4. ステークホルダ要求に対する評価

本システムが，3 章で明らかになったステークホルダ要求（表 2）を満たしているか評価するため，3.1.2 で要求を抽出した藤沢市役所職員，及び東日本大震災の被災地である石巻市の市役所職員, 防災行政無線システムの事業を行っている日本電気の担当社員にインタビューを行った．結果を表 8，表 9，表 10 に示す.

表 8　藤沢市役所職員インタビュー結果

日　時	2015 年 12 月 24 日
場　所	横浜駅周辺
対　象　者	藤沢市役所職員 1 名（総務部 IT 推進課）
目　的	システムの実用性を評価するため
インタビュー方法	システムの概要を説明してフィードバックをもらう

結果

【良い所】

- 準天頂衛星を活用することで，災害発生時地上通信インフラが使えなくても，情報を住民に対して迅速に伝達できそうである
- 防災行政無線よりもコストを抑えることができそうである
- 防災行政無線の音声が到達しない地域に情報を伝達できそうである
- 防災行政無線には輻輳の課題があるが，このシステムによって，位置に応じた制御が実現し輻輳が解消されるかもしれない

【課題】

- 災害時の公共車両のオペレーションに影響を与えないようにしなければならない
- バスはルートが固定され，清掃車は時間帯が限られ，タクシーは滞留するなど，公共車両ごとに課題がある
- 市が管理している災害用自動販売機ならば問題ないが，一般的な自動販売機の場合，どのように管理するかが問われる

【その他】

- 公共インフラとして，防災行政無線自体や，防犯灯，電柱，信号，消化器や消火栓，AED も活用できるかもしれない
- モノからでも情報を配信できる仕組みが整えば，モノを限定することなく，地域間における共通のリソース（防災行政無線など），地域ごとに特有なリソース（公共車両，自動販売機など，地域ごとに網羅性の高いモノ）を選定し，その仕組みをフレームワークのように導入することで，全国的に情報伝達の網羅性を向上できる可能性がある

表 9　石巻市市役所職員インタビュー結果

日　時	2015 年 1 月 8 日
場　所	石巻市役所
対　象　者	石巻市役所職員 3 名（総務部危機対策課主事・主任主事・主査）
目　的	システムの実用性を評価するため
インタビュー方法	システムの概要を説明してフィードバックをもらう

結果

【良い所】

- 山間部なので電波の不感地域が存在し，防災行政無線の電波が到達しない地域がある．準天頂衛星を使うことで，不感地域にも情報を配信可能になる
- 防災行政無線は中継局の維持管理に費用がかかるため，準天頂衛星を中継局代わりにできるとよい
- 不感地域に普及している戸別受信機の代わりにこの受信機＋音声配信システムが導入できると良い
- これから市の全域を整備しようとしている自治体や，石巻の場合でも耐年数的に防災行政無線の見直しが数十年後に来たときに，このシステムの導入機会がある
- 防災行政無線が整備しきれてない都市部においては有効的だと想定される
- 全国瞬時警報システム（J-ALERT，緊急情報を国から人工衛星を用いて送信し，防災行政無線などを自動起動することにより住民に瞬時に伝達するシステム[30)]）の機器は高価で自治体本部などにしか現在配備されていないので，準天頂衛星システムが安価に普及すると良い

【課題】

- 石巻の場合，基本人通りが多くなく，バス停や自動販売機の周りに人がいるわけではないので，情報配信としての有効性が低い
- 公共インフラからの配信という観点では，石巻市においては活用できそうなものがない
- 防災行政無線や J-ALERT を始め, 既存の仕組みといかにリンクさせるかが問題である
- 電波遅延や受信状況など，準天頂衛星システム自体の課題がある

【その他】

- 石巻では沿岸部の地区は全戸が防災行政無線の戸別受信機を配備している．内陸部は限定的で，代わりに屋外拡声支局が中心的である
- 情報空白地域に対しては補助金を受けながら増設していく計画である．市としては情報伝達の条件を統一することが前提である
- 防災行政無線の補完として，テレホン・メール配信サービス，公共 Wi-Fi を使ったポータルサイトでの情報配信などを行っている
- 携帯会社が自家発電を搭載した基地局を設置したり，防災行政無線にも電池を積んで発災後 72 時間は放送可能にしたり, 通信途絶ができるだけ起きないような取り組みが進んでいる
- アナウンスが一言一句聴き取れる必要はなく，防災行政無線をきっかけに何かが起きたことを把握し，詳細な情報は携帯端末で受信し，周囲に伝達していく方針が現実的である
- 現在の防災行政無線のように，喋った音声がそのままデータとして衛星にアップリンクされ地上に直接配信されると良い
- 市町村は普及の努力だけをし，情報配信に関しては国が担当してもらえるとありがたい

表 10　日本電気社員インタビュー結果

日　時	2015 年 1 月 15 日
場　所	日本電気玉川事業所
対　象　者	日本電気社員（防災行政無線担当）
目　的	システムの実用性を評価するため
インタビュー方法	システムの概要を説明してフィードバックをもらう

結果

【良い所】

- 現在戸別受信機の普及が進んでいるが，1 台 5 万円に加えて外部アンテナの設置に 10 万円ほどに費用がかかるため，このシステムによって戸別受信機がなくても一斉同報できるようになると良い
- 災害情報共有システム（L アラート，災害発生時やその復興局面などにおいて公共情報を発信する自治体・ライフライン事業者などとそれを伝える放送事業者・通信事業者を結ぶ共通基盤[31)]）のように，防災行政無線だけでなく様々な手段・媒体に一斉に送信できる仕組みに準天頂衛星システムを組み込めば，既存のシステムとの連携が実現される可能性がある

【課題】

- 準天頂衛星システムにランニングコストがかかるならば，安く抑えられない可能性がある
- 衛星配信の場合，遅延があったり雨に弱かったりする弱点がある

【その他】

- 防災行政無線にかかる費用は，工事を含めて一局あたり 500 万円ほどである
- 無線を市全体に張り巡らす場合，試算は 1 案件 5 億円ほどである
- 戸別受信機まで含めると 20 億円までかかる場合もある
- 情報空白地域に新規設置する場合，再送信子局の設置に 1000 万円ほどかかるため，総額 1500 万円かかる

以上のインタビュー結果を踏まえて, ステークホルダ要求に対する評価を表 11 にまとめる.

表 11　ステークホルダ要求に対する評価

番号	ステークホルダ要求	評価	根拠
S1	ユーザに情報を伝達すること	満たされている	プロトタイプによる実証
		地域により差がある	インタビュー(表 8, 表 9)
S2	情報伝達に時間がかからないこと	満たされている	プロトタイプによる実証 インタビュー(表 8, 表 9)
S3	情報内容を正確に伝達すること	満たされている	プロトタイプによる実証
		準天頂衛星システムの信頼性に依存	インタビュー（表 10）
S4	防災行政無線の情報空白地域を補完すること	満たされている	シミュレーション
		地域により差がある	インタビュー(表 8, 表 9)
S5	防災行政無線より設置に費用がかからないこと	特定の地域において満たされている	シミュレーション インタビュー（表 10）
S6	地上通信インフラが使用不可でも情報伝達できること	満たされている	プロトタイプによる実証 インタビュー(表 8, 表 9)

表 2 のステークホルダ要求のうち，S1「ユーザに情報を伝達すること」，S2「情報伝達に時間がかからないこと」，S3「情報内容を正確に伝達すること」，S4「防災行政無線の情報空白地域を補完すること」，S6「地上通信インフラが使用不可でも情報伝達できること」に関しては，S1，S2，S3，S6 はプロトタイプを用いた実証実験の結果により，S4 はシミュレーションの結果により，満たされていることが確認できた．また，表 8 及び表 9 のインタビューからも, S2 及び S6 は満たされていることが確認できた. 一方, S1 及び S4 に関しては，表 8 と表 9 では結果が分かれた．本研究ではシミュレーション及び実証実験を藤沢市において実施したため，藤沢市からの評価は高かったが，石巻

市においては公共インフラの観点が情報伝達手段及び防災行政無線の補完という観点から評価が低い結果となった．また，S3 に関しては，表 10 より，準天頂衛星システムの信頼性に関わってくるという結果となった．

また，S5「防災行政無線より設置に費用がかからないこと」に関しては，表 10 を参考に，防災行政無線と本システムとの費用の比較を検討した．まず，シミュレーション結果として，情報伝達の網羅性が 5.2 %向上したが，防災行政無線を用いて網羅性を同等に向上させる場合, 配信範囲を 300 m とし, 配信が重ならないとして単純計算すると，新規に 13 基増設する必要がある．防災行政無線の 1 基にかかる費用が表 10 より 1500 万円なので，費用の総額は 1 億 9500 万円となる．一方，本システムでは，神奈川中央交通の路線バスの 1 日において走行する台数の総数を時刻表から推定すると約 1500 台，また鵠沼地区における自動販売機の個数を図 32 より約 10 個とすると，実証実験で用いた受信機の単価が約 1 万円，スピーカーが約 4 万円なので，費用の総額は 7550 万円となる．したがって，S5「防災行政無線より設置に費用がかからないこと」は満たされていることが確認できた．

5. 考察

5.1. 実証実験結果に対する考察

実験結果より, 準天頂衛星からの防災情報を受信し音声情報に変換して自動配信するプロトタイプは設計通りに，またシナリオ通りに作動した．送信ログ及び辻堂市民センターにおける受信ログを比較すると，防災情報は正確に送受信されたことが判明した．辻堂市民センターにおける受信率は 96.3 %であり, 受信状況に問題はないと判断できる．また，衛星を介した通信に成功したことから，地上通信インフラが使用不可でも情報の送受信が可能であることが示された．なお，14 時 15 分における送信ログの最初のメッセージ配信時刻が 14 時 15 分 2 秒であることに対し, 受信ログの最初のメッセージ受信時刻が 14 時 14 分 47 秒であり，受信ログの方が時刻の遅い結果となっているが，これは受信ログでは GPS の測位信号から時刻情報を取得しているが，送信ログでは送信側の時計の時刻を記録しており，その間の誤差によると考えられる．その結果を踏まえても，時刻に大きな開きがないことから，送受信に時間を要せず，迅速な情報送信が実現していることが伺える．

実証実験においてプロトタイプは，受信した防災情報を音声情報に変換し，同時間帯に場所に応じて異なる内容を自動で配信した．図 24 のアンケート結果を見ると，本実験においてスピーカーから配信された音声情報の内容を住民が把握できたことが伺える．また図 25 の集音解析結果の（a）から，集音場所は防災行政無線の情報空白地域であることがわかり，同時に（b）から，スピーカーから配信された音声が防災行政無線の情報空白地域に到達していることが伺える．これらを踏まえ，本システムが防災行政無線の情報空白地域の住民に対して情報を伝達する観点から有効であることが明らかになった．同時に，図 24 より，本システムが津波発生時に住民に対して有効であることがわかり，本システムの早期警報システムとしての有効性を評価できた．

一方，今回の実験ではスピーカーを実際に公共車両に搭載して走行させる，あるいは自動販売機などの固定体に設置した上で音声配信することを実施していないため, 実際のユーザとスピーカーとの位置関係など現実的な環境条件を考慮していない. したがって今後は，自治体や住民の協力を得て，実際に公共インフラを用いた実証実験を防災の日や自治体が行う避難訓練に合わせて実施し, 情報伝達網羅性向上に対する有効性をシミュレーションのみならずプロトタイプによっても確認する必要がある．

5.2. シミュレーション結果に対する考察

シミュレーションにより藤沢市における路線バスの走行状況を把握したが，これにより一日の中でどの時間帯のどの場所に対して情報伝達の網羅性が向上するかが明らかになる．また，特定の地域において網羅性を向上させるために何台の路線バスを用いれば良いか，同様に何台の自動販売機を用いれば良いかを明らかにできる．これにより，本システムを導入するために必要な費用を算出可能となる．前章で評価した通り，神奈川中央交通の路線バス及び鵠沼地区における自動販売機に本システムを導入した場合，費用は防災行政無線を新規に増設するよりも1億2000万円程抑えることが可能となる．路線バスの場合，バスのアナウンス機能を用いるとすると，スピーカーにかかる費用を抑えることができ，すべての車両に本システムを導入しても費用を抑えることが可能になると推定される． 防災行政無線は費用がかかるが高い位置から広範囲に音声配信できるという利点がある一方，路線バスや自動販売機などの公共インフラは費用を抑えることができるが高さが低いという難点がある．しかし本シミュレーション結果より，数が多く網羅性が高いという公共インフラの特性を示すことができ，費用対効果を限定的ではあるが確認することができた．

また，シミュレーションにより，路線バスや自動販売機だけでは網羅しきれない時間帯や場所を推定することも可能となる．公共車両としては，路線バス以外にも清掃車やタクシー，郵便車などのデータを取得し，同様にシミュレーションすることで，各地域における既存の公共車両の適切な組み合わせを検討することが可能となる．特に清掃車は，路線バスと違い区域は決められているが走行ルートまでは定まっていないため，災害時におけるより柔軟な情報提供の実現が期待される[32]．また，夜間も走行する清掃車に本システムを組み込むことで，時間帯が限定される路線バスの課題を改善することが可能となる．自動販売機以外の固定体としては，表 8 のインタビュー結果にあるように，住宅街では防犯灯，道路では信号や電柱，公共施設では AED など，地域の局所ごとに網羅性の高まるものを選定して本システムを導入する必要がある．また，表 9 のインタビュー結果にあるように，都市部か山間部かで活用できる公共インフラが大きく変わってくる．石巻市の場合，各世帯に設置されている防災行政無線の戸別受信機が網羅性の高まる公共インフラと言えるため，本システムを導入し，電波の不感地域を補完することが求められる．

情報空白地域への配信の有効性を示すためにシミュレーションでは町丁字別人口データだけを用いたが，屋外における人の活動状況を詳細に把握するために，中夜間人口データや，屋外の人流データを取得・可視化し，同様に検討することが必要である．

5.3. 本システムの課題

本研究では，シミュレーションや実証実験は藤沢市周辺のみを対象として実施している．今後は他所における実装を進めるとともに，本システムをフレームワークとして全国に導入していくことを検討する必要がある．その際，地域ごとに情報伝達の網羅性を高めるための公共インフラをどのように選定するかが課題となる．プロトタイプを用いた実証実験により，準天頂衛星による自動音声配信システムは構築できたため，このシステムを導入する公共インフラを地域ごとに適切に選定できれば，本システムをフレームワークとして展開していくことの実現性が高まる．本研究で実施したように地理空間情報を用いて公共インフラのデータを可視化し，網羅性を高める公共インフラの種類や台数を求め，費用を算出することが必要となるが，自治体が主として取り組む場合はその選定に必要なツールの開発が求められる．

また，防災行政無線を始め，自治体ごとの既存の早期警報システムとの連携をどのように図るかも課題となる．表 9 でのインタビュー結果にあるように情報配信は国が主体として行う仕組みとし，表 10 でのインタビュー結果にあるように L-ALERT などの既存の仕組みに準天頂衛星システムを組み込むことで，自治体は公共インフラの選定を行うだけで良いためサービスとして導入しやすくなる．一方，その仕組みの中に J-ALERT や防災行政無線などの既存の仕組みをどのように組み込んでいくかが課題であり，複数の情報元による混乱を防ぐためにも，適切な連携が求められる．

防災行政無線と連携する場合，音声配信が重複してしまう弊害や，本システム内で音声配信が重複する可能性も考えられる．あらかじめ配信が重複される位置を計算し，準天頂衛星から取得される高精度な位置情報により配信を制御することで，こうした弊害を抑えることも検討する必要がある．

5.4. 本システムの実用化に向けて

本システムを国内にサービスとして導入するにあたっては，そのタイミングや，平常時におけるユースケース，さらには準天頂衛星システムのサービス運用なども考慮する必要がある．表 9 でのインタビュー結果にあるように，既存の早期警報システムの見直しや，運用が遅れている自治体からまずは導入を開始し，展開のきっかけを作る．平常時のユースケースとしては，準天頂衛星から配信される各エリアに応じた防犯情報や気象情報などを公共インフラから音声配信することで，防災行政無線の一般放送の代用を務めることが考えられる．準天頂衛星システム自体に関しては，各機関との調整や，

サービスの普及に向けた信頼性の担保などを議論することが求められる．

本研究では防災行政無線の補完という観点からスピーカーによる音声配信に限定したが，公共インフラのサイネージ化なども含め，避難に有効的な早期警報の方法の検討と検証も重要となる．災害発生時に，通信ネットワーク技術を活用した遠隔操作によって搭載された電光掲示板に災害情報を流す災害支援型自動販売機の普及も進んでおり[33]，公共車両など液晶ディスプレイを搭載しているものも多いため，公共インフラを活用したテキスト配信は実現性が高いと言える．同様に，街灯などの光源を点滅させるなど，IoT の発展により様々な早期警報手段の実現が期待される．

本システムはフレームワークとして，国内のみならず，ゆくゆくは海外にも展開することを視野に入れている．2015 年 11 月には，本研究の一環として準天頂衛星による防災メッセージ受信実証をネパールで行い，スマートフォン上のアプリを用いて現地の言語で災害情報をテキスト表示することに成功した．実証の結果に対する評価として，ネパールの政府関係者や携帯電話事業者，コンピュータ協会関係者から今後の提携に向けた前向きな返答を得ることができた．ネパールを始め，アジアには災害大国が多く，携帯端末が普及していない地域や，早期警報システム自体が整備されていない地域も少なくないため，準天頂衛星の日本以外のカバーエリアにおいて本システムの導入機会は多いと考えられる．その際，例えばネパールにおいては太陽光発電の街灯が大量に設置されているように，国によって本システムで活用できる公共インフラが著しく変わってくるため，サービス導入に向けたさらなる検討が必要となる．

6. 結論と今後の展望

6.1.　結論

本研究では，災害発生時に防災行政無線の音声が到達しない地域に対して情報を伝達するために，準天頂衛星から配信される防災情報を地上の公共インフラが受信し自動配信するシステムの設計を行い，プロトタイプ及びシミュレーションを用いた実証実験により，情報伝達の網羅性の観点から評価した．

その結果，実証実験から，準天頂衛星からの防災情報を受信し音声情報に変換して自動配信するシステムの動作を確認した．また，シミュレーションから，神奈川県藤沢市において路線バス及び自動販売機から情報を配信することで，防災行政無線の情報空白地域に対する情報伝達の網羅性が向上することを明らかにした．以上より，本システムにおける，災害発生時の情報伝達の網羅性向上に対する有効性を示した．

6.2.　今後の展望

今後は，藤沢市において神奈川中央交通以外の路線バス，鵠沼地域以外における自動販売機及び清掃車などのデータを取得し，シミュレーションを行うことで情報伝達の網羅性の向上を再度検討する．特に，公共車両に関しては，時系列データの可視化により，網羅性の向上する時間帯や地域を算出し，有効性を確認する．その後，藤沢市以外の地域において公共インフラのデータを用いたシミュレーションを進め，情報伝達網羅性向上の観点から地域の特性に応じた最適な公共インフラの選定及び必要な台数や費用等の条件の決定を行う．

同時に，構築したプロトタイプを実際に公共インフラに設置して実証実験を実施し，準天頂衛星からの情報を受信した公共車両や固定体から音声情報を配信する一連のフローを実環境下で評価する．プロトタイプ実証及びシミュレーション結果を踏まえてフレームワークを設計し，ステークホルダに評価を依頼する．そして，本システムの将来的な実用化に向けた検討事項を整理し，国や自治体に対して導入を進める．

7. 謝辞

本研究を行うにあたり, 指導教員である神武直彦准教授には研究方針から論文執筆に至るまで丁寧にご指導を頂き，外部発表など数多くの機会を与えて頂きました．二年間のご指導に心より感謝いたします．また，副査としてご助言を下さった小木哲朗先生にも厚く御礼申し上げます.

研究のご助言を下さり, いつでも相談に乗っていただいた中島円特任准教授に大変感謝しております．Peter Jacob Buist 特別招聘准教授にも研究に関するご助言を頂きました．狼嘉彰 SDM 研究所顧問，日比谷孟俊 SDM 研究所顧問には，学会発表や論文執筆にあたりご助言を頂きました．厚く御礼申しげます．神武研究室修了生の平田大輔氏，岩泉大介氏，飯野翔太氏，博士課程の佐藤章博氏には，測位衛星に関する技術的なご指導を多々賜りました．同じく博士課程の田端謙一氏，奥田知之氏には，地理空間情報に関する技術的なご指導を賜りました．心より感謝いたします.

本研究の一部は，2014 年度総務省「G 空間シティ構築事業　レジリエントシティ湘南～時間や季節に応じた情報伝達・制御で実現する防災モデル実証事業～」の一環として行われました．実証実験を行うにあたり，東日本電信電話株式会社の津村真理子氏，長島令奈氏には大変お世話になりました．藤沢市役所の山本慎一郎氏には，実験にご協力いただき，また研究を進める上で様々なご意見を頂きました．慶應義塾大学徳田研究室の徳田英幸教授，米澤拓郎特任講師には，実験のご支援のみならず，学会発表や論文投稿において多々ご指導を頂きました．実験では，徳田研究室の学生の皆様にも大変お世話になりました．また，海外実証においては，株式会社 NTT データの磯尚樹氏，高石光章氏に多大なご支援をいただきました．厚く御礼申し上げます.

実験にあたり，準天頂衛星から防災メッセージの配信をしていただくと共に，受信機をお貸しいただいた衛星測位利用センターの方々に感謝申し上げます. 準天頂衛星システムサービス株式会社の方々には実験のご支援を頂きました. 日本電気株式会社の皆様には受信機を貸していただきました．心より感謝いたします.

研究の評価にあたっては，石巻市役所総務部危機対策課の皆様，湘南広域都市行政協議会の皆様，日本電気株式会社関係者の皆様にご協力いただきました．また，神武研究室修了生の直島浩樹氏，修士課程の佐藤亮氏にご支援いただきました．本当にありがとうございました.

本研究を進めるにあたっては，GESTISS（Geospatial and Space Technology Consortium for Innovation Social Service・一般社団法人宇宙地理空間技術による革新的社会サービスコンソーシアム）による人材育成プログラム G-SPASE にて多くの機会を頂きました.

特に，東京大学の柴崎亮介教授には研究に関するご助言を多々いただきました．また，Early Warning System をテーマとしたプロジェクトチームのメンバーである，東京大学の鶴田未奈美氏，西本友香氏，青山学院大学の小松美凜氏にはディスカッションを通して多くのご意見をいただきました．厚く御礼申し上げます．

修士課程の同期である飯澤絹子氏，狼卓氏，佐々木順一氏，高畠大輔氏，水谷かおり氏を始め，神武研究室の博士課程，修士課程，研究員の皆様とは議論を深めながら切磋琢磨することができました．厚く御礼申し上げます．また，研究室を越えて協働し合った同期の児島弘樹氏，吉原早紀氏，C3N03 部屋で互いに励まし合いながら研究を進めた阿部なるみ氏，高原友理氏，鈴木麻央氏，仲村真理子氏，吉岡奈紗氏，李受慧氏を始め，システムデザイン・マネジメント研究科の学生・教員の皆様に心より感謝いたします．

最後に，いつでも暖かく見守り支えてくれた両親と兄に感謝の意を表して謝辞とさせていただきます．

8. 参考文献リスト

1) 総務省，“情報通信白書平成 23 年度版，”2011

2) N.E. Klepeis, W.C. Nelson, W.R. Ott, J.P.Robinson, A.M. Tsang, P. Switzer, J.V. Behar, S.C. Hern, W.H. Engelmann, "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants," Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, pp.231-252, 2001

3) 吉川貴司，“非常用放送設備，”電気設備学会誌, 34.3, 172-175, 2014

4) I. Aedo, S. Yu, P. Díaz, P. Acuña, T. Onorati, "Personalized alert notifications and evacuation routes in indoor environments," Sensors, Vol. 12, No. 6, pp.7804-7827, 2012

5) 気象庁，“緊急地震速報とは”（2015.1.26 アクセス）

http://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/shikumi/whats-eew.html

6) 総務省，“情報通信白書平成 27 年度版，”2015

7) 藤沢市，“防災ラジオについて”（2015.1.26 アクセス）

https://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/bousai/bosai/bosai/bousairadio.html

8) 内閣府，“災害時の避難に関する専門調査会津波防災に関するワーキンググループ第 2 回会合資料，”2012

9) 総務省，“電波利用ホームページ　防災行政無線”（2015.1.26 アクセス）

http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/trunk/disaster/

10) 総務省，“市町村の同報系通信システム整備ガイドライン，”2011

11) 総務省，“市町村防災無線等整備状況”（2015.1.26 アクセス）

http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/trunk/disaster/change/index.htm

12) 後藤藤浩，竹澤三雄，“沿岸地域集落における防災行政無線放送に関する考察，”漁港漁場漁村技術研究所 調査研究論文集, no.21, pp.141-146, 2009

13) 二神透，大本翔平，“津波避難勧告地域における防災行政無線の整備と課題 −愛媛県宇和海沿岸 5 市を対象として−，”土木学会論文集 F6（安全問題）, vol.68, no.2, pp.74-81, 2012

14) 吉村茂浩，“東日本大震災における災害情報伝達手段の課題と対策”，消防科学と情報，no.113，2013

15) 内閣府，“東日本大震災における 防災行政無線による情報伝達について”，東日本大震災における災害応急対策に関する検討会第 4 回，2011

16) 内閣府, 災害時の避難に関する専門調査委員会　津波防災に関するワーキンググループ, “情報伝達の現状と課題, ” 2012

17) 総務省, “移動衛星通信システムの現状等, ” 情報通信審議会情報通信技術分科会衛星通信システム委員会第 19 回, 2013

18) KDDI, “イリジウム衛星携帯電話”（2015.1.26 アクセス）

http://www.kddi.com/business/satellite/iridium/mobile/

19) NTT ドコモ, “ワイドスター”（2015.1.26 アクセス）

http://www.docomo.biz/html/service/widestar/

20) KDDI, “インマルサットサービス”（2015.1.26 アクセス）

http://www.kddi.com/business/satellite/inmarsat/

21) 総務省, “情報通信白書平成 24 年度版, ” 2012

22) A. R. Mathur, J. Ventura Traveset, C. Montefusco, F. Toran, H.P. Plag, L. Ruiz, J. Levy, “Provision of emergency communication messages through SBAS: The ESA ALIVE concept,” in ION GNSS 2005

23) M. S. Wallner, "Status of Definition of Dissemination of Emergency Alerts through GNSS," in presented at the Sixth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG), Working Group B: Enhancement of performance of GNSS services, organized by the Government of Japan, Tokyo, Japan, Vol. 5, No. 9. 2011

24) T. De Cola, J. M. Chaves, and C. P. Niebla. "Designing an efficient communications protocol to deliver alert messages to the population during crisis through GNSS." 2012 6th. Advanced Satellite Multimedia Systems Conference (ASMS) and 12th Signal Processing for Space Communications Workshop (SPSC), IEEE, pp. 152-159, 2012

25) Takeyasu Sakai, " Broadcasting Non-Standard Messages by SBAS," Journal of the Institute of Positioning, Navigation and Timing of Japan, Vol. 3, No. 2, pp.9-14, 2012

26) Daisuke Iwaizumi, Takaki Ishida, Shota Iino, Naohiko Kohtake, Peter Buist, "GNSS-based emergency message service: Lessons learned and future prospects," Advanced Satellite Multimedia Systems Conference and the 13th Signal Processing for Space Communications Workshop (ASMS/SPSC), IEEE, 2014

27) 神奈川中央交通, “地図から検索する” （2015.1.26 アクセス）
http://www.kanachu.co.jp/dia/map/map01

28) 藤沢市, “藤沢市オープンデータライブラリ” （2015.1.26 アクセス）

http://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/joho006/shise/kekaku/kakushu/datalibrary.html Satellite Multimedia Systems Conference and the 13th Signal Processing for Space Communications Workshop (ASMS/SPSC), IEEE, 2014

29) Emmanuel Okello OTIENO, Dr. Moses Murimi Ngigi, “GIS Based Public Bus Transport Management System for Nairobi City,” 1st Esri Eastern Africa User Conference, pp. 17-18, 2013

30) 総務省，“情報通信白書平成 24 年度版，”2012

31) 総務省，“L アラート（災害情報共有システムの普及促進）”（2015.1.26 アクセス）

http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/02ryutsu06_03000032.html

32) 岸野泰恵，須山敬之，納谷太，米澤拓郎，中澤仁，徳田英幸，“スマートシティ実現に向けた車載型大気情報センシングシステム，”マルチメディア，分散，協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集，pp.952-958，2014

33) 日本コカ・コーラ株式会社，“災害支援型自動販売機”（2015.1.26 アクセス）

http://www.cocacola.co.jp/vending-machine/emergency-support/

Appendix1　配信メッセージ

以下に実証実験で作成した準天頂衛星の配信メッセージを記載する.

$QZQSM,55,C6C4000000000000000000000000000000000000000000000000000000

QZ:Talker ID

QSM:センテンス ID

55:QZS の L1-SAIF 信号（PRN=183）

9A:プリアンブル　8bit　（メッセージに関わらず 3 パターンの繰返し）

パターン A　01010011　53

パターン B　10011010　9A

パターン C　11000110　C6

C4:メッセージ ID 6bit（ここでは上位 6bit+2bit　110001 00　C4 とする）

従って C4 以降はメッセージデータ列 210bit　と考える.

メッセージ内容を表 12 に示す.
内容は地区情報と津波情報の組み合わせから構成される.
例：辻堂市民センターで注意報ならば「11」

表 12　メッセージ内容

数値	地区情報	数値	津波情報
0	それ以外	0	なし
1	辻堂市民センター	1	注意報
2	辻堂南部公園野球場	2	津波警報
3	寒川広域リサイクルセンター	3	大津波警報
4	茅ヶ崎公園野球場		
5	慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス		

一つのメッセージパターンは，6 つの地区情報とその各々に対応する津波情報の組み合わせを連続で表記する．なお実証では，本研究以外の実験のために茅ヶ崎公園野球場及び慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスも地区情報として組み込んだ.
パターンは全部で 6 つあり，表 13 はパターンを配信時間順に並べたものである.

表 13　配信データパターン

パターン	茅ヶ崎公園野球場	辻堂南部公園野球場	辻堂市民センター	寒川広域リサイクルセンター	慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス	その他	情報内容（十進表記）
①	注意報	なし	なし	なし	なし	なし	00 10 20 30 41 50
②	注意報	注意報	なし	なし	なし	なし	00 10 21 30 41 50
③	津波警報	注意報	注意報	なし	なし	なし	00 11 21 30 42 50
④	津波警報	津波警報	注意報	なし	なし	なし	00 11 22 30 42 50
⑤	大津波警	津波警報	津波警報	注意報	注意報	なし	00 12 22 31 43 51
⑥	大津波警	大津波警	津波警報	注意報	注意報	なし	00 12 23 31 43 51

一例として，メッセージ内容を「00 11 20 31 42 53」とする．
メッセージフォーマットを 2 進数表記したものが表 14 である．

表 14　メッセージフォーマット

項目名	ビット領域	ビット詳細	備考
プリアンフル+メッセージ ID	0-15	00000000110001 00	
メッセージデータ	0-209	000000000001	通し番号
		00000000 00010001 00100000 00110001 01000010 01010011	地区情報+防災情報
		000000000

Appendix2　送信ログ

以下，実証実験において衛星測位利用センターから提供された，14 時 15 分から 14 時 45 分の間の配信メッセージのログデータを記載する．

14 時 15 分 2 秒

C6C4001001020304150000000000000000000000000000000000000000000C0207C0*36

14 時 15 分 8 秒

C6C4002001020304150000000000000000000000000000000000000000000037964F00*43

14 時 15 分 14 秒

C6C4003001020304150000000000000000000000000000000000000000000001949D00*47

14 時 15 分 20 秒

C6C4004001020304150000000000000000000000000000000000000000000212DE040*32

14 時 15 分 26 秒

C6C4005001020304150000000000000000000000000000000000000000000172F3240*46

14 時 15 分 32 秒

C6C4006001020304150000000000000000000000000000000000000000002CBB7A80*38

14 時 15 分 38 秒

C6C4007001020304150000000000000000000000000000000000000000001AB9A880*46

14 時 15 分 44 秒

C6C4008001020304150000000000000000000000000000000000000000000C5ABEC0*4B

14 時 15 分 50 秒

C6C4009001020304150000000000000000000000000000000000000000003A586CC0*45

14 時 15 分 56 秒

C6C400A001020304150000000000000000000000000000000000000000001CC2400*45

14 時 16 分 2 秒

C6C400B001020304150000000000000000000000000000000000000000037CEF600*34

14 時 16 分 8 秒

C6C400C001020304150000000000000000000000000000000000000000017778B40*35

14 時 16 分 14 秒

C6C400D001020304150000000000000000000000000000000000000000021755940*4E

14 時 16 分 20 秒

C6C400E0010203041500000000000000000000000000000000000001AE11180*41
14 時 16 分 26 秒
C6C400F0010203041500000000000000000000000000000000000002CE3C380*37
14 時 16 分 32 秒
C6C4010001020304150000000000000000000000000000000000000037273D00*4C
14 時 16 分 38 秒
C6C4011001020304150000000000000000000000000000000000000125EF00*34
14 時 16 分 44 秒
C6C4012001020304150000000000000000000000000000000000000003AB1A7C0*30
14 時 16 分 50 秒
C6C4013001020304150000000000000000000000000000000000000CB375C0*43
14 時 16 分 56 秒
C6C4014001020304150000000000000000000000000000000000000002C0A0880*31
14 時 17 分 2 秒
C6C4015001020304150000000000000000000000000000000000000001A08DA80*42
14 時 17 分 8 秒
C6C4016001020304150000000000000000000000000000000000000219C9240*48
14 時 17 分 14 秒
C6C4017001020304150000000000000000000000000000000000000179E4040*48
14 時 17 分 20 秒
C6C4018001020304150000000000000000000000000000000000000017D5600*4F
14 時 17 分 26 秒
C6C4019001020304150000000000000000000000000000000000000377F8400*40
14 時 17 分 32 秒
C6C401A0010203041500000000000000000000000000000000000CEBCCC0*43
14 時 17 分 38 秒
C6C401B0010203041500000000000000000000000000000000000003AE91EC0*44
14 時 17 分 44 秒
C6C401C0010203041500000000000000000000000000000000000001A506380*3B
14 時 17 分 50 秒
C6C401D0010203041500000000000000000000000000000000000002C52B180*4C
14 時 17 分 56 秒

C6C401E0010203041500000000000000000000000000000000000000017C6F940*4E
14 時 18 分 2 秒
C6C401F0010203041500000000000000000000000000000000000000021C42B40*4E
14 時 18 分 8 秒
C6C4020001020304150000000000000000000000000000000000000000204F0440*41
14 時 18 分 14 秒
C6C4021001020304150000000000000000000000000000000000000000164DD640*3C
14 時 18 分 20 秒
C6C4022001020304150000000000000000000000000000000000000000002DD99E80*4D
14 時 18 分 26 秒
C6C4023001020304150000000000000000000000000000000000000000001BDB4C80*3F
14 時 18 分 32 秒
C6C4024001020304150000000000000000000000000000000000000000003B6231C0*33
14 時 18 分 38 秒
C6C4025001020304150000000000000000000000000000000000000000000D60E3C0*4B
14 時 18 分 44 秒
C6C4026001020304150000000000000000000000000000000000000000036F4AB00*44
14 時 18 分 50 秒
C6C4027001020304150000000000000000000000000000000000000000000F67900*4A
14 時 18 分 56 秒
C6C4028001020304150000000000000000000000000000000000000000016156F40*4A
14 時 19 分 2 秒
C6C4029001020304150000000000000000000000000000000000000000002017BD40*39
14 時 19 分 8 秒
C6C402A0010203041500000000000000000000000000000000000000001B83F580*4E
14 時 19 分 14 秒
C6C402B0010203041500000000000000000000000000000000000000002D812780*31
14 時 19 分 20 秒
C6C402C0010203041500000000000000000000000000000000000000000D385AC0*3D
14 時 19 分 26 秒
C6C402D0010203041500000000000000000000000000000000000000003B3A88C0*34
14 時 19 分 32 秒

C6C402E0010203041500000000000000000000000000000000000000000AEC000*37
14 時 19 分 38 秒
C6C402F0010203041500000000000000000000000000000000000000036AC1200*4D
14 時 19 分 44 秒
C6C4030001020304150000000000000000000000000000000000000002D68EC80*4B
14 時 19 分 50 秒
C6C4031001020304150000000000000000000000000000000000000001B6A3E80*43
14 時 19 分 56 秒
C6C4032001020304150000000000000000000000000000000000000020FE7640*38
14 時 20 分 2 秒
C6C4033001021304150000000000000000000000000000000000000003BE23800*3B
14 時 20 分 8 秒
C6C4034001021304150000000000000000000000000000000000000001B5B4540*3A
14 時 20 分 14 秒
C6C4035001021304150000000000000000000000000000000000000002D599740*47
14 時 20 分 20 秒
C6C4036001021304150000000000000000000000000000000000000016CDDF80*39
14 時 20 分 26 秒
C6C4037001021304150000000000000000000000000000000000000020CF0D80*4F
14 時 20 分 32 秒
C6C4038001021304150000000000000000000000000000000000000362C1BC0*4A
14 時 20 分 38 秒
C6C4039001021304150000000000000000000000000000000000000002EC9C0*4B
14 時 20 分 44 秒
C6C403A001021304150000000000000000000000000000000000000003BBA8100*3D
14 時 20 分 50 秒
C6C403B001021304150000000000000000000000000000000000000DB85300*48
14 時 20 分 56 秒
C6C403C001021304150000000000000000000000000000000000000002D012E40*43
14 時 21 分 2 秒
C6C403D001021304150000000000000000000000000000000000000001B03FC40*36
14 時 21 分 8 秒

C6C403E0010213041500000000000000000000000000000000000000002097B480*3E
14 時 21 分 14 秒
C6C403F0010213041500000000000000000000000000000000000000016956680*41
14 時 21 分 20 秒
C6C4040001021304150000000000000000000000000000000000000002381EA80*3C
14 時 21 分 26 秒
C6C4041001021304150000000000000000000000000000000000000015833880*33
14 時 21 分 32 秒
C6C4042001021304150000000000000000000000000000000000000002E177040*4B
14 時 21 分 38 秒
C6C4043001021304150000000000000000000000000000000000000001815A240*48
14 時 21 分 44 秒
C6C4044001021304150000000000000000000000000000000000000038ACDF00*3A
14 時 21 分 50 秒
C6C4045001021304150000000000000000000000000000000000000EAE0D00*30
14 時 21 分 56 秒
C6C4046001021304150000000000000000000000000000000000000353A45C0*36
14 時 22 分 2 秒
C6C4047001021304150000000000000000000000000000000000000033897C0*43
14 時 22 分 8 秒
C6C4048001021304150000000000000000000000000000000000000015DB8180*30
14 時 22 分 14 秒
C6C4049001021304150000000000000000000000000000000000000023D95380*4D
14 時 22 分 20 秒
C6C404A0010213041500000000000000000000000000000000000000184D1B40*4A
14 時 22 分 26 秒
C6C404B0010213041500000000000000000000000000000000000002E4FC940*3A
14 時 22 分 32 秒
C6C404C0010213041500000000000000000000000000000000000000EF6B400*36
14 時 22 分 38 秒
C6C404D0010213041500000000000000000000000000000000000038F46600*31
14 時 22 分 44 秒

C6C404E0010213041500000000000000000000000000000000000000003602EC0*47

14 時 22 分 50 秒

C6C404F0010213041500000000000000000000000000000000000000003562FCC0*34

14 時 22 分 56 秒

C6C4050001021304150000000000000000000000000000000000000002EA60240*37

14 時 23 分 2 秒

C6C4051001021304150000000000000000000000000000000000000018A4D040*37

14 時 23 分 8 秒

C6C4052001021304150000000000000000000000000000000000000023309880*39

14 時 23 分 14 秒

C6C4053001021304150000000000000000000000000000000000000015324A80*46

14 時 23 分 20 秒

C6C4054001021304150000000000000000000000000000000000000358B37C0*3C

14 時 23 分 26 秒

C6C4055001021304150000000000000000000000000000000000000389E5C0*31

14 時 23 分 32 秒

C6C4056001021304150000000000000000000000000000000000000381DAD00*4D

14 時 23 分 38 秒

C6C4057001021304150000000000000000000000000000000000000E1F7F00*4E

14 時 23 分 44 秒

C6C4058001021304150000000000000000000000000000000000000018FC6940*3A

14 時 23 分 50 秒

C6C4059001021304150000000000000000000000000000000000000002EFEBB40*49

14 時 23 分 56 秒

C6C405A001021304150000000000000000000000000000000000000156AF380*49

14 時 24 分 2 秒

C6C405B001021304150000000000000000000000000000000000000023682180*43

14 時 24 分 8 秒

C6C405C001021304150000000000000000000000000000000000000003D15CC0*3F

14 時 24 分 14 秒

C6C405D001021304150000000000000000000000000000000000000035D38EC0*39

14 時 24 分 20 秒

C6C405E0010213041500000000000000000000000000000000000000E47C600*43

14 時 24 分 26 秒

C6C405F0010213041500000000000000000000000000000000000000038451400*4A

14 時 24 分 32 秒

C6C406000102130415000000000000000000000000000000000000000039CE3B00*48

14 時 24 分 38 秒

C6C406100102130415000000000000000000000000000000000000000FCCE900*34

14 時 24 分 44 秒

C6C406200102130415000000000000000000000000000000000000000003458A1C0*37

14 時 24 分 50 秒

C6C406300102130415000000000000000000000000000000000000000025A73C0*3B

14 時 24 分 56 秒

C6C406400102130415000000000000000000000000000000000000000022E30E80*30

14 時 25 分 2 秒

C6C406500112130425000000000000000000000000000000000000000F0F8000*3C

14 時 25 分 8 秒

C6C406600112130425000000000000000000000000000000000000000349BC8C0*49

14 時 25 分 14 秒

C6C406700112130425000000000000000000000000000000000000000002991AC0*30

14 時 25 分 20 秒

C6C406800112130425000000000000000000000000000000000000000147A0C80*31

14 時 25 分 26 秒

C6C406900112130425000000000000000000000000000000000000000002278DE80*38

14 時 25 分 32 秒

C6C406A0011213042500000000000000000000000000000000000000019EC9640*46

14 時 25 分 38 秒

C6C406B0011213042500000000000000000000000000000000000000002FEE4440*3A

14 時 25 分 44 秒

C6C406C0011213042500000000000000000000000000000000000000F573900*3E

14 時 25 分 50 秒

C6C406D0011213042500000000000000000000000000000000000000003955EB00*4F

14 時 25 分 56 秒

C6C406E0011213042500000000000000000000000000000000000000002C1A3C0*34

14 時 26 分 2 秒

C6C406F0011213042500000000000000000000000000000000000000034C371C0*43

14 時 26 分 8 秒

C6C4070001121304250000000000000000000000000000000000000002F078F40*35

14 時 26 分 14 秒

C6C4071001121304250000000000000000000000000000000000000019055D40*48

14 時 26 分 20 秒

C6C4072001121304250000000000000000000000000000000000000022911580*3C

14 時 26 分 26 秒

C6C4073001121304250000000000000000000000000000000000000001493C780*4C

14 時 26 分 32 秒

C6C4074001121304250000000000000000000000000000000000000342ABAC0*39

14 時 26 分 38 秒

C6C4075001121304250000000000000000000000000000000000000022868C0*43

14 時 26 分 44 秒

C6C4076001121304250000000000000000000000000000000000000039BC2000*36

14 時 26 分 50 秒

C6C4077001121304250000000000000000000000000000000000000FBEF200*3E

14 時 26 分 56 秒

C6C4078001121304250000000000000000000000000000000000000195DE440*3E

14 時 27 分 2 秒

C6C4079001121304250000000000000000000000000000000000000002F5F3640*32

14 時 27 分 8 秒

C6C407A0011213042500000000000000000000000000000000000014CB7E80*38

14 時 27 分 14 秒

C6C407B0011213042500000000000000000000000000000000000022C9AC80*38

14 時 27 分 20 秒

C6C407C0011213042500000000000000000000000000000000000270D1C0*49

14 時 27 分 26 秒

C6C407D0011213042500000000000000000000000000000000000347203C0*39

14 時 27 分 32 秒

C6C407E0011213042500000000000000000000000000000000000000FE64B00*3C
14 時 27 分 38 秒
C6C407F0011213042500000000000000000000000000000000000000039E49900*3D
14 時 27 分 44 秒
C6C4080001121304250000000000000000000000000000000000000045C6DC0*43
14 時 27 分 50 秒
C6C4081001121304250000000000000000000000000000000000000325EBFC0*32
14 時 27 分 56 秒
C6C4082001121304250000000000000000000000000000000000000009CAF700*4B
14 時 28 分 2 秒
C6C4083001121304250000000000000000000000000000000000000003FC82500*32
14 時 28 分 8 秒
C6C4084001121304250000000000000000000000000000000000000001F715840*4E
14 時 28 分 14 秒
C6C4085001121304250000000000000000000000000000000000000029738A40*48
14 時 28 分 20 秒
C6C4086001121304250000000000000000000000000000000000000012E7C280*3D
14 時 28 分 26 秒
C6C4087001121304250000000000000000000000000000000000000024E51080*4D
14 時 28 分 32 秒
C6C4088001121304250000000000000000000000000000000000000320606C0*4A
14 時 28 分 38 秒
C6C4089001121304250000000000000000000000000000000000000404D4C0*30
14 時 28 分 44 秒
C6C408A0011213042500000000000000000000000000000000000003F909C00*42
14 時 28 分 50 秒
C6C408B0011213042500000000000000000000000000000000000009924E00*31
14 時 28 分 56 秒
C6C408C0011213042500000000000000000000000000000000000292B3340*3A
14 時 29 分 2 秒
C6C408D0011213042500000000000000000000000000000000000001F29E140*4D
14 時 29 分 8 秒

C6C408E0011213042500000000000000000000000000000000000000024BDA980*3A
14 時 29 分 14 秒
C6C408F0011213042500000000000000000000000000000000000000012BF7B80*3E
14 時 29 分 20 秒
C6C4090001121304250000000000000000000000000000000000000097B8500*45
14 時 29 分 26 秒
C6C4091001121304250000000000000000000000000000000000000003F795700*4A
14 時 29 分 32 秒
C6C4092001121304250000000000000000000000000000000000000004ED1FC0*34
14 時 29 分 38 秒
C6C4093001121304250000000000000000000000000000000000000032EFCDC0*48
14 時 29 分 44 秒
C6C4094001121304250000000000000000000000000000000000000001256B080*40
14 時 29 分 50 秒
C6C4095001121304250000000000000000000000000000000000000024546280*35
14 時 29 分 56 秒
C6C4096001121304250000000000000000000000000000000000000001FC02A40*48
14 時 30 分 2 秒
C6C4097001122304250000000000000000000000000000000000000003F726240*4C
14 時 30 分 8 秒
C6C4098001122304250000000000000000000000000000000000000029917400*39
14 時 30 分 14 秒
C6C4099001122304250000000000000000000000000000000000000001F93A600*3F
14 時 30 分 20 秒
C6C409A0011223042500000000000000000000000000000000000000002407EEC0*38
14 時 30 分 26 秒
C6C409B0011223042500000000000000000000000000000000000000012053CC0*4A
14 時 30 分 32 秒
C6C409C0011223042500000000000000000000000000000000000000032BC4180*46
14 時 30 分 38 秒
C6C409D0011223042500000000000000000000000000000000000000004BE9380*47
14 時 30 分 44 秒

C6C409E0011223042500000000000000000000000000000000000000003F2ADB40*48
14 時 30 分 50 秒
C6C409F0011223042500000000000000000000000000000000000000009280940*44
14 時 30 分 56 秒
C6C40A0001122304250000000000000000000000000000000000000008A32640*38
14 時 31 分 2 秒
C6C40A1001122304250000000000000000000000000000000000000003EA1F440*34
14 時 31 分 8 秒
C6C40A2001122304250000000000000000000000000000000000000535BC80*47
14 時 31 分 14 秒
C6C40A3001122304250000000000000000000000000000000000000033376E80*3E
14 時 31 分 20 秒
C6C40A4001122304250000000000000000000000000000000000000138E13C0*43
14 時 31 分 26 秒
C6C40A5001122304250000000000000000000000000000000000000258CC1C0*37
14 時 31 分 32 秒
C6C40A6001122304250000000000000000000000000000000000000001E188900*30
14 時 31 分 38 秒
C6C40A7001122304250000000000000000000000000000000000000281A5B00*4A
14 時 31 分 44 秒
C6C40A8001122304250000000000000000000000000000000000000003EF94D40*31
14 時 31 分 50 秒
C6C40A9001122304250000000000000000000000000000000000000008FB9F40*3F
14 時 31 分 56 秒
C6C40AA0011223042500000000000000000000000000000000000000336FD780*3D
14 時 32 分 2 秒
C6C40AB0011223042500000000000000000000000000000000000000056D0580*48
14 時 32 分 8 秒
C6C40AC0011223042500000000000000000000000000000000000000025D478C0*32
14 時 32 分 14 秒
C6C40AD0011223042500000000000000000000000000000000000000013D6AAC0*30
14 時 32 分 20 秒

C6C40AE0011223042500000000000000000000000000000000000000002842E200*4A
14 時 32 分 26 秒
C6C40AF0011223042500000000000000000000000000000000000000001E403000*47
14 時 32 分 32 秒
C6C40B0001122304250000000000000000000000000000000000000000584CE80*43
14 時 32 分 38 秒
C6C40B1001122304250000000000000000000000000000000000000033861C80*3B
14 時 32 分 44 秒
C6C40B2001122304250000000000000000000000000000000000000008125440*4D
14 時 32 分 50 秒
C6C40B3001122304250000000000000000000000000000000000000003E108640*3A
14 時 32 分 56 秒
C6C40B4001122304250000000000000000000000000000000000000001EA9FB00*4E
14 時 33 分 2 秒
C6C40B5001122304250000000000000000000000000000000000000028AB2900*4E
14 時 33 分 8 秒
C6C40B6001122304250000000000000000000000000000000000000133F61C0*46
14 時 33 分 14 秒
C6C40B7001122304250000000000000000000000000000000000000253DB3C0*3B
14 時 33 分 20 秒
C6C40B8001122304250000000000000000000000000000000000000033DEA580*35
14 時 33 分 26 秒
C6C40B9001122304250000000000000000000000000000000000000005DC7780*45
14 時 33 分 32 秒
C6C40BA0011223042500000000000000000000000000000000000000003E483F40*39
14 時 33 分 38 秒
C6C40BB0011223042500000000000000000000000000000000000000084AED40*43
14 時 33 分 44 秒
C6C40BC0011223042500000000000000000000000000000000000000028F39000*43
14 時 33 分 50 秒
C6C40BD0011223042500000000000000000000000000000000000000001EF14200*32
14 時 33 分 56 秒

C6C40BE0011223042500000000000000000000000000000000000000025650AC0*36

14 時 34 分 2 秒

C6C40BF0011223042500000000000000000000000000000000000000001367D8C0*3C

14 時 34 分 8 秒

C6C40C0001122304250000000000000000000000000000000000000000267354C0*3F

14 時 34 分 14 秒

C6C40C1001122304250000000000000000000000000000000000000000107186C0*3B

14 時 34 分 20 秒

C6C40C2001122304250000000000000000000000000000000000000000002BE5CE00*43

14 時 34 分 26 秒

C6C40C3001122304250000000000000000000000000000000000000000001DE71C00*37

14 時 34 分 32 秒

C6C40C4001122304250000000000000000000000000000000000000000003D5E6140*44

14 時 34 分 38 秒

C6C40C5001122304250000000000000000000000000000000000000000000B5CB340*3A

14 時 34 分 44 秒

C6C40C6001122304250000000000000000000000000000000000000000030C8FB80*3F

14 時 34 分 50 秒

C6C40C7001122304250000000000000000000000000000000000000000006CA2980*48

14 時 34 分 56 秒

C6C40C8001122304250000000000000000000000000000000000000000010293FC0*4A

14 時 35 分 2 秒

C6C40C9001222314351000000000000000000000000000000000000000001AF7B700*3D

14 時 35 分 8 秒

C6C40CA0012223143510000000000000000000000000000000000000000002163FFC0*4E

14 時 35 分 14 秒

C6C40CB0012223143510000000000000000000000000000000000000000017612DC0*31

14 時 35 分 20 秒

C6C40CC0012223143510000000000000000000000000000000000000000037D85080*46

14 時 35 分 26 秒

C6C40CD0012223143510000000000000000000000000000000000000000001DA8280*34

14 時 35 分 32 秒

C6C40CE0012223143510000000000000000000000000000000000003A4ECA40*33
14 時 35 分 38 秒
C6C40CF0012223143510000000000000000000000000000000000000C4C1840*36
14 時 35 分 44 秒
C6C40D0001222314351000000000000000000000000000000000000001788E6C0*43
14 時 35 分 50 秒
C6C40D1001222314351000000000000000000000000000000000000218A34C0*4F
14 時 35 分 56 秒
C6C40D2001222314351000000000000000000000000000000000000001A1E7C00*34
14 時 36 分 2 秒
C6C40D3001222314351000000000000000000000000000000000000002C1CAE00*45
14 時 36 分 8 秒
C6C40D4001222314351000000000000000000000000000000000000000CA5D340*3B
14 時 36 分 14 秒
C6C40D5001222314351000000000000000000000000000000000000003AA70140*42
14 時 36 分 20 秒
C6C40D6001222314351000000000000000000000000000000000000001334980*4F
14 時 36 分 26 秒
C6C40D7001222314351000000000000000000000000000000000000037319B80*39
14 時 36 分 32 秒
C6C40D8001222314351000000000000000000000000000000000000021D28DC0*3C
14 時 36 分 38 秒
C6C40D9001222314351000000000000000000000000000000000000017D05FC0*3F
14 時 36 分 44 秒
C6C40DA0012223143510000000000000000000000000000000000002C441700*40
14 時 36 分 50 秒
C6C40DB0012223143510000000000000000000000000000000000001A46C500*35
14 時 36 分 56 秒
C6C40DC0012223143510000000000000000000000000000000000003AFFB840*3A
14 時 37 分 2 秒
C6C40DD0012223143510000000000000000000000000000000000000CFD6A40*34
14 時 37 分 8 秒

C6C40DE0012223143510000000000000000000000000000000000000037692280*3E
14 時 37 分 14 秒
C6C40DF0012223143510000000000000000000000000000000000000016BF080*38
14 時 37 分 20 秒
C6C40E0001222314351000000000000000000000000000000000000000E0DF80*38
14 時 37 分 26 秒
C6C40E1001222314351000000000000000000000000000000000000036E20D80*4E
14 時 37 分 32 秒
C6C40E2001222314351000000000000000000000000000000000000000D764540*36
14 時 37 分 38 秒
C6C40E3001222314351000000000000000000000000000000000000003B749740*35
14 時 37 分 44 秒
C6C40E4001222314351000000000000000000000000000000000000001BCDEA00*35
14 時 37 分 50 秒
C6C40E5001222314351000000000000000000000000000000000000002DCF3800*39
14 時 37 分 56 秒
C6C40E6001222314351000000000000000000000000000000000000165B70C0*40
14 時 38 分 2 秒
C6C40E7001222314351000000000000000000000000000000000000002059A2C0*40
14 時 38 分 8 秒
C6C40E8001222314351000000000000000000000000000000000000036BAB480*33
14 時 38 分 14 秒
C6C40E9001222314351000000000000000000000000000000000000000B86680*35
14 時 38 分 20 秒
C6C40EA0012223143510000000000000000000000000000000000000003B2C2E40*40
14 時 38 分 26 秒
C6C40EB0012223143510000000000000000000000000000000000000000D2EFC40*34
14 時 38 分 32 秒
C6C40EC0012223143510000000000000000000000000000000000000002D978100*43
14 時 38 分 38 秒
C6C40ED0012223143510000000000000000000000000000000000000001B955300*46
14 時 38 分 44 秒

C6C40EE0012223143510000000000000000000000000000000000000020011BC0*32
14 時 38 分 50 秒
C6C40EF0012223143510000000000000000000000000000000000000001603C9C0*3A
14 時 38 分 56 秒
C6C40F0001222314351000000000000000000000000000000000000000DC73740*44
14 時 39 分 2 秒
C6C40F1001222314351000000000000000000000000000000000000003BC5E540*35
14 時 39 分 8 秒
C6C40F2001222314351000000000000000000000000000000000000000051AD80*46
14 時 39 分 14 秒
C6C40F3001222314351000000000000000000000000000000000000036537F80*39
14 時 39 分 20 秒
C6C40F4001222314351000000000000000000000000000000000000016EA02C0*31
14 時 39 分 26 秒
C6C40F5001222314351000000000000000000000000000000000000020E8D0C0*3C
14 時 39 分 32 秒
C6C40F6001222314351000000000000000000000000000000000000001B7C9800*44
14 時 39 分 38 秒
C6C40F7001222314351000000000000000000000000000000000000002D7E4A00*38
14 時 39 分 44 秒
C6C40F8001222314351000000000000000000000000000000000000003B9D5C40*3B
14 時 39 分 50 秒
C6C40F9001222314351000000000000000000000000000000000000000D9F8E40*33
14 時 39 分 56 秒
C6C40FA0012223143510000000000000000000000000000000000000360BC680*35
14 時 40 分 2 秒
C6C40FB0012233143510000000000000000000000000000000000002D1788C0*30
14 時 40 分 8 秒
C6C40FC0012233143510000000000000000000000000000000000000DAEF580*33
14 時 40 分 14 秒
C6C40FD0012233143510000000000000000000000000000000000003BAC2780*4C
14 時 40 分 20 秒

C6C40FE0012233143510000000000000000000000000000000000000000386F40*4B
14 時 40 分 26 秒
C6C40FF0012233143510000000000000000000000000000000000000000363ABD40*44
14 時 40 分 32 秒
C6C4100001223314351000000000000000000000000000000000000001ADAB800*3A
14 時 40 分 38 秒
C6C4101001223314351000000000000000000000000000000000000002CD86A00*44
14 時 40 分 44 秒
C6C4102001223314351000000000000000000000000000000000000000174C22C0*34
14 時 40 分 50 秒
C6C4103001223314351000000000000000000000000000000000000000214EF0C0*45
14 時 40 分 56 秒
C6C4104001223314351000000000000000000000000000000000000001F78D80*37
14 時 41 分 2 秒
C6C4105001223314351000000000000000000000000000000000000000037F55F80*39
14 時 41 分 8 秒
C6C4106001223314351000000000000000000000000000000000000000C611740*4A
14 時 41 分 14 秒
C6C4107001223314351000000000000000000000000000000000000000003A63C540*35
14 時 41 分 20 秒
C6C4108001223314351000000000000000000000000000000000000002C80D300*3A
14 時 41 分 26 秒
C6C4109001223314351000000000000000000000000000000000000001A820100*48
14 時 41 分 32 秒
C6C410A0012233143510000000000000000000000000000000000000211649C0*34
14 時 41 分 38 秒
C6C410B0012233143510000000000000000000000000000000000000017149BC0*4C
14 時 41 分 44 秒
C6C410C0012233143510000000000000000000000000000000000000037ADE680*38
14 時 41 分 50 秒
C6C410D0012233143510000000000000000000000000000000000001AF3480*49
14 時 41 分 56 秒

C6C410E0012233143510000000000000000000000000000000000000003A3B7C40*34
14 時 42 分 2 秒
C6C410F0012233143510000000000000000000000000000000000000000C39AE40*3A
14 時 42 分 8 秒
C6C4110001223314351000000000000000000000000000000000000000017FD50C0*4C
14 時 42 分 14 秒
C6C4111001223314351000000000000000000000000000000000000000021FF82C0*48
14 時 42 分 20 秒
C6C4112001223314351000000000000000000000000000000000000000001A6BCA00*34
14 時 42 分 26 秒
C6C4113001223314351000000000000000000000000000000000000000002C691800*42
14 時 42 分 32 秒
C6C4114001223314351000000000000000000000000000000000000000000CD06540*37
14 時 42 分 38 秒
C6C4115001223314351000000000000000000000000000000000000000003AD2B740*49
14 時 42 分 44 秒
C6C4116001223314351000000000000000000000000000000000000000000146FF80*3B
14 時 42 分 50 秒
C6C4117001223314351000000000000000000000000000000000000000037442D80*4E
14 時 42 分 56 秒
C6C4118001223314351000000000000000000000000000000000000000021A73BC0*4A
14 時 43 分 2 秒
C6C4119001223314351000000000000000000000000000000000000000017A5E9C0*4A
14 時 43 分 8 秒
C6C411A0012233143510000000000000000000000000000000000000002C31A100*46
14 時 43 分 14 秒
C6C411B0012233143510000000000000000000000000000000000000001A337300*3F
14 時 43 分 20 秒
C6C411C0012233143510000000000000000000000000000000000000003A8A0E40*32
14 時 43 分 26 秒
C6C411D0012233143510000000000000000000000000000000000000000C88DC40*39
14 時 43 分 32 秒

C6C411E0012233143510000000000000000000000000000000000000371C9480*3E
14 時 43 分 38 秒
C6C411F0012233143510000000000000000000000000000000000000011E4680*3B
14 時 43 分 44 秒
C6C4120001223314351000000000000000000000000000000000000000956980*35
14 時 43 分 50 秒
C6C4121001223314351000000000000000000000000000000000000003697BB80*39
14 時 43 分 56 秒
C6C4122001223314351000000000000000000000000000000000000000D03F340*39
14 時 44 分 2 秒
C6C4123001223314351000000000000000000000000000000000000003B012140*4A
14 時 44 分 8 秒
C6C4124001223314351000000000000000000000000000000000000001BB85C00*4F
14 時 44 分 14 秒
C6C4125001223314351000000000000000000000000000000000000002DBA8E00*34
14 時 44 分 20 秒
C6C4126001223314351000000000000000000000000000000000000162EC6C0*4E
14 時 44 分 26 秒
C6C4127001223314351000000000000000000000000000000000000202C14C0*3A
14 時 44 分 32 秒
C6C4128001223314351000000000000000000000000000000000000036CF0280*3F
14 時 44 分 38 秒
C6C4129001223314351000000000000000000000000000000000000000CDD080*45
14 時 44 分 44 秒
C6C412A001223314351000000000000000000000000000000000000003B599840*3D
14 時 44 分 50 秒
C6C412B001223314351000000000000000000000000000000000000000D5B4A40*31
14 時 44 分 56 秒
C6C412C001223314351000000000000000000000000000000000000002DE23700*41

Appendix3　受信ログ

以下，実証実験において辻堂市民センターでの受信機の端末に記録された，14 時 15 分から 14 時 45 分の間の受信メッセージのログデータを記載する．

最初のメッセージ受信時の GPS の測位信号は以下の通り．

$GPGGA,051447.00,3519.5934,N,13927.2173,E,2,09,1.3,16.7,M,39.1,M,,*50

時刻は協定世界時表記で 5 時 14 分 47 秒（日本標準時で 14 時 14 分 47 秒）．

$QZQSM,55,C6C4001001020304150000000000000000000000000000000000000000C0207C*72

$QZQSM,55,C6C4002001020304150000000000000000000000000000000000000000037964F0*0D

$QZQSM,55,C6C4003001020304150000000000000000000000000000000000000000001949D0*04

$QZQSM,55,C6C4004001020304150000000000000000000000000000000000000000212DE04*76

$QZQSM,55,C6C4005001020304150000000000000000000000000000000000000000172F324*04

$QZQSM,55,C6C4006001020304150000000000000000000000000000000000000000002CBB7A8*7F

$QZQSM,55,C6C4007001020304150000000000000000000000000000000000000000001AB9A88*0B

$QZQSM,55,C6C4008001020304150000000000000000000000000000000000000000C5ABEC*0D

$QZQSM,55,C6C4009001020304150000000000000000000000000000000000000000003A586CC*06

$QZQSM,55,C6C400A001020304150000000000000000000000000000000000000000001CC240*00

$QZQSM,55,C6C400B001020304150000000000000000000000000000000000000000037CEF60*76

$QZQSM,55,C6C400C001020304150000000000000000000000000000000000000000017778B4*7D

$QZQSM,55,C6C400D001020304150000000000000000000000000000000000000000002175594*0B

$QZQSM,55,C6C400E001020304150000000000000000000000000000000000000000001AE1118*0F

$QZQSM,55,C6C400F001020304150000000000000000000000000000000000000000002CE3C38*7F

$QZQSM,55,C6C4010001020304150000000000000000000000000000000000000000037273D0*01

$QZQSM,55,C6C4011001020304150000000000000000000000000000000000000000125EF0*73

$QZQSM,55,C6C4012001020304150000000000000000000000000000000000000000003AB1A7C*71

$QZQSM,55,C6C4013001020304150000000000000000000000000000000000000000CB375C*07

$QZQSM,55,C6C4014001020304150000000000000000000000000000000000000000002C0A088*73

$QZQSM,55,C6C4015001020304150000000000000000000000000000000000000000001A08DA8*07

$QZQSM,55,C6C4017001020304150000000000000000000000000000000000000000179E404*0A

$QZQSM,55,C6C4018001020304150000000000000000000000000000000000000000017D560*0E

$QZQSM,55,C6C4019001020304150000000000000000000000000000000000000000377F840*07

$QZQSM,55,C6C401A0010203041500000000000000000000000000000000000000CEBCCC*01
$QZQSM,55,C6C401B0010203041500000000000000000000000000000000000003AE91EC*0C
$QZQSM,55,C6C401C0010203041500000000000000000000000000000000000001A50638*7C
$QZQSM,55,C6C401D0010203041500000000000000000000000000000000000002C52B18*0E
$QZQSM,55,C6C401E0010203041500000000000000000000000000000000000017C6F94*0A
$QZQSM,55,C6C401F0010203041500000000000000000000000000000000000021C42B4*01
$QZQSM,55,C6C4020001020304150000000000000000000000000000000000000204F044*04
$QZQSM,55,C6C4021001020304150000000000000000000000000000000000000164DD64*74
$QZQSM,55,C6C4022001020304150000000000000000000000000000000000000002DD99E8*09
$QZQSM,55,C6C4023001020304150000000000000000000000000000000000000001BDB4C8*7D
$QZQSM,55,C6C4024001020304150000000000000000000000000000000000000003B6231C*74
$QZQSM,55,C6C4025001020304150000000000000000000000000000000000000000D60E3C*06
$QZQSM,55,C6C4026001020304150000000000000000000000000000000000000036F4AB0*06
$QZQSM,55,C6C4027001020304150000000000000000000000000000000000000000F6790*0D
$QZQSM,55,C6C4028001020304150000000000000000000000000000000000000016156F4*0B
$QZQSM,55,C6C4029001020304150000000000000000000000000000000000002017BD4*7B
$QZQSM,55,C6C402A0010203041500000000000000000000000000000000000001B83F58*06
$QZQSM,55,C6C402B0010203041500000000000000000000000000000000000002D81278*74
$QZQSM,55,C6C402C0010203041500000000000000000000000000000000000000D385AC*7F
$QZQSM,55,C6C402D0010203041500000000000000000000000000000000000003B3A88C*70
$QZQSM,55,C6C402E0010203041500000000000000000000000000000000000000AEC00*76
$QZQSM,55,C6C402F0010203041500000000000000000000000000000000000036AC120*06
$QZQSM,55,C6C4030001020304150000000000000000000000000000000000000002D68EC8*03
$QZQSM,55,C6C4031001020304150000000000000000000000000000000000000001B6A3E8*0E
$QZQSM,55,C6C4032001020304150000000000000000000000000000000000000020FE764*73
$QZQSM,55,C6C4033001021304150000000000000000000000000000000000000003BE2380*7A
$QZQSM,55,C6C4034001021304150000000000000000000000000000000000000001B5B454*71
$QZQSM,55,C6C4035001021304150000000000000000000000000000000000000002D59974*01
$QZQSM,55,C6C4036001021304150000000000000000000000000000000000000016CDDF8*78
$QZQSM,55,C6C4037001021304150000000000000000000000000000000000000020CF0D8*08
$QZQSM,55,C6C4038001021304150000000000000000000000000000000000000362C1BC*08
$QZQSM,55,C6C403A0010213041500000000000000000000000000000000000003BBA810*7E
$QZQSM,55,C6C403B0010213041500000000000000000000000000000000000000DB8530*0E

$QZQSM,55,C6C403C0010213041500000000000000000000000000000000000000002D012E4*03
$QZQSM,55,C6C403D0010213041500000000000000000000000000000000000000001B03FC4*71
$QZQSM,55,C6C403E0010213041500000000000000000000000000000000000000002097B48*73
$QZQSM,55,C6C403F0010213041500000000000000000000000000000000000000001695668*01
$QZQSM,55,C6C4040001021304150000000000000000000000000000000000000002381EA8*77
$QZQSM,55,C6C4041001021304150000000000000000000000000000000000000001583388*7E
$QZQSM,55,C6C4042001021304150000000000000000000000000000000000000002E17704*03
$QZQSM,55,C6C4043001021304150000000000000000000000000000000000000001815A24*0A
$QZQSM,55,C6C4044001021304150000000000000000000000000000000000000038ACDF0*7C
$QZQSM,55,C6C4045001021304150000000000000000000000000000000000000EAE0D0*73
$QZQSM,55,C6C4046001021304150000000000000000000000000000000000000353A45C*73
$QZQSM,55,C6C4047001021304150000000000000000000000000000000000000033897C*01
$QZQSM,55,C6C4048001021304150000000000000000000000000000000000000015DB818*78
$QZQSM,55,C6C4049001021304150000000000000000000000000000000000000023D9538*08
$QZQSM,55,C6C404A0010213041500000000000000000000000000000000000000184D1B4*0C
$QZQSM,55,C6C404B0010213041500000000000000000000000000000000000002E4FC94*7A
$QZQSM,55,C6C404C0010213041500000000000000000000000000000000000000EF6B40*73
$QZQSM,55,C6C404D0010213041500000000000000000000000000000000000038F4660*7E
$QZQSM,55,C6C404E0010213041500000000000000000000000000000000000003602EC*07
$QZQSM,55,C6C404F0010213041500000000000000000000000000000000000003562FCC*71
$QZQSM,55,C6C4050001021304150000000000000000000000000000000000000002EA6024*74
$QZQSM,55,C6C4051001021304150000000000000000000000000000000000000018A4D04*7F
$QZQSM,55,C6C4052001021304150000000000000000000000000000000000000002330988*7B
$QZQSM,55,C6C4053001021304150000000000000000000000000000000000000015324A8*09
$QZQSM,55,C6C4054001021304150000000000000000000000000000000000000358B37C*7D
$QZQSM,55,C6C4055001021304150000000000000000000000000000000000000389E5C*76
$QZQSM,55,C6C4056001021304150000000000000000000000000000000000000381DAD0*0F
$QZQSM,55,C6C4057001021304150000000000000000000000000000000000000E1F7F0*06
$QZQSM,55,C6C4058001021304150000000000000000000000000000000000000018FC694*7D
$QZQSM,55,C6C4059001021304150000000000000000000000000000000000000002EFEBB4*0B
$QZQSM,55,C6C405A0010213041500000000000000000000000000000000000000156AF38*0D
$QZQSM,55,C6C405B0010213041500000000000000000000000000000000000002368218*04
$QZQSM,55,C6C405D0010213041500000000000000000000000000000000000000035D38EC*79

$QZQSM,55,C6C405E0010213041500000000000000000000000000000000000000E47C60*04
$QZQSM,55,C6C405F0010213041500000000000000000000000000000000000003845140*0B
$QZQSM,55,C6C406000102130415000000000000000000000000000000000000039CE3B0*0C
$QZQSM,55,C6C406100102130415000000000000000000000000000000000000FCCE90*7A
$QZQSM,55,C6C406200102130415000000000000000000000000000000000003458A1C*7A
$QZQSM,55,C6C406300102130415000000000000000000000000000000000025A73C*73
$QZQSM,55,C6C406400102130415000000000000000000000000000000000022E30E8*7E
$QZQSM,55,C6C406500112130425000000000000000000000000000000000000F0F800*7E
$QZQSM,55,C6C406600112130425000000000000000000000000000000000349BC8C*01
$QZQSM,55,C6C406700112130425000000000000000000000000000000002991AC*75
$QZQSM,55,C6C406800112130425000000000000000000000000000000000147A0C8*73
$QZQSM,55,C6C406900112130425000000000000000000000000000000002278DE8*7C
$QZQSM,55,C6C406A001121304250000000000000000000000000000000019EC964*07
$QZQSM,55,C6C406B001121304250000000000000000000000000000000002FEE444*71
$QZQSM,55,C6C406C001121304250000000000000000000000000000000F57390*7E
$QZQSM,55,C6C406D001121304250000000000000000000000000000003955EB0*0A
$QZQSM,55,C6C406E001121304250000000000000000000000000000002C1A3C*77
$QZQSM,55,C6C406F001121304250000000000000000000000000000034C371C*07
$QZQSM,55,C6C407000112130425000000000000000000000000000000002F078F4*7B
$QZQSM,55,C6C407100112130425000000000000000000000000000000019055D4*0B
$QZQSM,55,C6C407200112130425000000000000000000000000000000002291158*74
$QZQSM,55,C6C407300112130425000000000000000000000000000000001493C78*02
$QZQSM,55,C6C407400112130425000000000000000000000000000000342ABAC*72
$QZQSM,55,C6C407500112130425000000000000000000000000000000022868C*02
$QZQSM,55,C6C407600112130425000000000000000000000000000000039BC200*7D
$QZQSM,55,C6C407700112130425000000000000000000000000000000FBEF20*70
$QZQSM,55,C6C407800112130425000000000000000000000000000000195DE44*76
$QZQSM,55,C6C407900112130425000000000000000000000000000000002F5F364*7D
$QZQSM,55,C6C407A001121304250000000000000000000000000000000014CB7E8*7D
$QZQSM,55,C6C407B001121304250000000000000000000000000000000022C9AC8*70
$QZQSM,55,C6C407C001121304250000000000000000000000000000000270D1C*02
$QZQSM,55,C6C407D001121304250000000000000000000000000000000347203C*74
$QZQSM,55,C6C407E001121304250000000000000000000000000000000FE64B0*74

$QZQSM,55,C6C408000112130425000000000000000000000000000000000000000045C6DC*0E
$QZQSM,55,C6C408100112130425000000000000000000000000000000000000000325EBFC*7A
$QZQSM,55,C6C408200112130425000000000000000000000000000000000000000009CAF70*05
$QZQSM,55,C6C408300112130425000000000000000000000000000000000000000003FC8250*77
$QZQSM,55,C6C408400112130425000000000000000000000000000000000000000001F71584*01
$QZQSM,55,C6C408600112130425000000000000000000000000000000000000000012E7C28*73
$QZQSM,55,C6C408700112130425000000000000000000000000000000000000000024E5108*05
$QZQSM,55,C6C408800112130425000000000000000000000000000000000000000320606C*07
$QZQSM,55,C6C408900112130425000000000000000000000000000000000000000404D4C*77
$QZQSM,55,C6C408A001121304250000000000000000000000000000000000000003F909C0*0A
$QZQSM,55,C6C408B001121304250000000000000000000000000000000000000009924E0*7C
$QZQSM,55,C6C408C001121304250000000000000000000000000000000000000292B334*71
$QZQSM,55,C6C408D001121304250000000000000000000000000000000000000001F29E14*05
$QZQSM,55,C6C408E001121304250000000000000000000000000000000000000024BDA98*78
$QZQSM,55,C6C408F001121304250000000000000000000000000000000000000012BF7B8*71
$QZQSM,55,C6C409000112130425000000000000000000000000000000000000097B850*0D
$QZQSM,55,C6C409100112130425000000000000000000000000000000000000003F79570*04
$QZQSM,55,C6C409200112130425000000000000000000000000000000000000004ED1FC*7F
$QZQSM,55,C6C409300112130425000000000000000000000000000000000000032EFCDC*09
$QZQSM,55,C6C409400112130425000000000000000000000000000000000000001256B08*02
$QZQSM,55,C6C409500112130425000000000000000000000000000000000000002454628*72
$QZQSM,55,C6C409600112130425000000000000000000000000000000000000001FC02A4*09
$QZQSM,55,C6C409700112230425000000000000000000000000000000000000003F72624*08
$QZQSM,55,C6C409800112230425000000000000000000000000000000000000002991740*77
$QZQSM,55,C6C409900112230425000000000000000000000000000000000000001F93A60*7C
$QZQSM,55,C6C409A001122304250000000000000000000000000000000000000002407EEC*7C
$QZQSM,55,C6C409B001122304250000000000000000000000000000000000000012053CC*08
$QZQSM,55,C6C409C001122304250000000000000000000000000000000000000032BC418*01
$QZQSM,55,C6C409D001122304250000000000000000000000000000000000000004BE938*0A
$QZQSM,55,C6C409E001122304250000000000000000000000000000000000003F2ADB4*0E
$QZQSM,55,C6C409F001122304250000000000000000000000000000000000000928094*07
$QZQSM,55,C6C40A000112230425000000000000000000000000000000000000008A3264*7D
$QZQSM,55,C6C40A100112230425000000000000000000000000000000000000003EA1F44*76

$QZQSM,55,C6C40A3001122304250000000000000000000000000000000000000033376E8*7B
$QZQSM,55,C6C40A4001122304250000000000000000000000000000000000000138E13C*0D
$QZQSM,55,C6C40A5001122304250000000000000000000000000000000000000258CC1C*7F
$QZQSM,55,C6C40A6001122304250000000000000000000000000000000000000001E18890*7D
$QZQSM,55,C6C40A7001122304250000000000000000000000000000000000000281A5B0*0D
$QZQSM,55,C6C40A8001122304250000000000000000000000000000000000000003EF94D4*72
$QZQSM,55,C6C40A9001122304250000000000000000000000000000000000000008FB9F4*79
$QZQSM,55,C6C40AA001122304250000000000000000000000000000000000000336FD78*7D
$QZQSM,55,C6C40AB001122304250000000000000000000000000000000000000056D058*0F
$QZQSM,55,C6C40AC001122304250000000000000000000000000000000000000025D478C*7F
$QZQSM,55,C6C40AD001122304250000000000000000000000000000000000000013D6AAC*70
$QZQSM,55,C6C40AE001122304250000000000000000000000000000000000000002842E20*09
$QZQSM,55,C6C40AF001122304250000000000000000000000000000000000000001E40300*02
$QZQSM,55,C6C40B0001122304250000000000000000000000000000000000000584CE8*03
$QZQSM,55,C6C40B1001122304250000000000000000000000000000000000000033861C8*71
$QZQSM,55,C6C40B2001122304250000000000000000000000000000000000000812544*08
$QZQSM,55,C6C40B3001122304250000000000000000000000000000000000000003E10864*7A
$QZQSM,55,C6C40B4001122304250000000000000000000000000000000000000001EA9FB0*08
$QZQSM,55,C6C40B5001122304250000000000000000000000000000000000000028AB290*03
$QZQSM,55,C6C40B6001122304250000000000000000000000000000000000000133F61C*01
$QZQSM,55,C6C40B7001122304250000000000000000000000000000000000000253DB3C*71
$QZQSM,55,C6C40B8001122304250000000000000000000000000000000000000033DEA58*71
$QZQSM,55,C6C40B9001122304250000000000000000000000000000000000000005DC778*07
$QZQSM,55,C6C40BA001122304250000000000000000000000000000000000000003E483F4*7E
$QZQSM,55,C6C40BB001122304250000000000000000000000000000000000000084AED4*0E
$QZQSM,55,C6C40BC001122304250000000000000000000000000000000000000028F3900*01
$QZQSM,55,C6C40BD001122304250000000000000000000000000000000000000001EF1420*75
$QZQSM,55,C6C40BE001122304250000000000000000000000000000000000000025650AC*77
$QZQSM,55,C6C40BF001122304250000000000000000000000000000000000000001367D8C*7E
$QZQSM,55,C6C40C000112230425000000000000000000000000000000000000000267354C*77
$QZQSM,55,C6C40C100112230425000000000000000000000000000000000000000107186C*7E
$QZQSM,55,C6C40C200112230425000000000000000000000000000000000000002BE5CE0*01
$QZQSM,55,C6C40C300112230425000000000000000000000000000000000000001DE71C0*73

$QZQSM,55,C6C40C4001122304250000000000000000000000000000000000000003D5E614*05
$QZQSM,55,C6C40C6001122304250000000000000000000000000000000000000030C8FB8*77
$QZQSM,55,C6C40C7001122304250000000000000000000000000000000000000006CA298*05
$QZQSM,55,C6C40C8001122304250000000000000000000000000000000000000010293FC*01
$QZQSM,55,C6C40C9001222314351000000000000000000000000000000000000001AF7B70*7A
$QZQSM,55,C6C40CA0012223143510000000000000000000000000000000000000002163FFC*03
$QZQSM,55,C6C40CC0012223143510000000000000000000000000000000000000037D8508*01
$QZQSM,55,C6C40CD0012223143510000000000000000000000000000000000000001DA828*75
$QZQSM,55,C6C40CE0012223143510000000000000000000000000000000000000003A4ECA4*77
$QZQSM,55,C6C40CF0012223143510000000000000000000000000000000000000C4C184*78
$QZQSM,55,C6C40D0001222314351000000000000000000000000000000000000001788E6C*06
$QZQSM,55,C6C40D1001222314351000000000000000000000000000000000000218A34C*0F
$QZQSM,55,C6C40D2001222314351000000000000000000000000000000000000001A1E7C0*72
$QZQSM,55,C6C40D3001222314351000000000000000000000000000000000000002C1CAE0*04
$QZQSM,55,C6C40D4001222314351000000000000000000000000000000000000000CA5D34*70
$QZQSM,55,C6C40D5001222314351000000000000000000000000000000000000003AA7014*04
$QZQSM,55,C6C40D6001222314351000000000000000000000000000000000000000133498*02
$QZQSM,55,C6C40D7001222314351000000000000000000000000000000000000000037319B8*72
$QZQSM,55,C6C40D8001222314351000000000000000000000000000000000000000021D28DC*72
$QZQSM,55,C6C40D9001222314351000000000000000000000000000000000000000017D05FC*7B
$QZQSM,55,C6C40DA0012223143510000000000000000000000000000000000000002C44170*06
$QZQSM,55,C6C40DB0012223143510000000000000000000000000000000000000001A46C50*76
$QZQSM,55,C6C40DC0012223143510000000000000000000000000000000000000003AFFB84*7F
$QZQSM,55,C6C40DD0012223143510000000000000000000000000000000000000000CFD6A4*76
$QZQSM,55,C6C40DE0012223143510000000000000000000000000000000000000003769228*76
$QZQSM,55,C6C40DF0012223143510000000000000000000000000000000000000016BF08*7D
$QZQSM,55,C6C40E0001222314351000000000000000000000000000000000000000E0DF8*7E
$QZQSM,55,C6C40E1001222314351000000000000000000000000000000000000036E20D8*0E
$QZQSM,55,C6C40E2001222314351000000000000000000000000000000000000000D76454*73
$QZQSM,55,C6C40E3001222314351000000000000000000000000000000000000003B74974*7A
$QZQSM,55,C6C40E4001222314351000000000000000000000000000000000000001BCDEA0*75
$QZQSM,55,C6C40E5001222314351000000000000000000000000000000000000002DCF380*7C
$QZQSM,55,C6C40E6001222314351000000000000000000000000000000000000165B70C*03

$QZQSM,55,C6C40E7001222314351000000000000000000000000000000000000000002059A2C*08
$QZQSM,55,C6C40E9001222314351000000000000000000000000000000000000000000B8668*7A
$QZQSM,55,C6C40EA0012223143510000000000000000000000000000000000000003B2C2E4*03
$QZQSM,55,C6C40EB0012223143510000000000000000000000000000000000000000D2EFC4*71
$QZQSM,55,C6C40EC0012223143510000000000000000000000000000000000000002D97810*03
$QZQSM,55,C6C40ED0012223143510000000000000000000000000000000000000001B95530*0C
$QZQSM,55,C6C40EF0012223143510000000000000000000000000000000000000001603C9C*7A
$QZQSM,55,C6C40F0001222314351000000000000000000000000000000000000000DC7374*02
$QZQSM,55,C6C40F1001222314351000000000000000000000000000000000000003BC5E54*70
$QZQSM,55,C6C40F2001222314351000000000000000000000000000000000000051AD8*09
$QZQSM,55,C6C40F3001222314351000000000000000000000000000000000000036537F8*7B
$QZQSM,55,C6C40F4001222314351000000000000000000000000000000000000016EA02C*74
$QZQSM,55,C6C40F5001222314351000000000000000000000000000000000000020E8D0C*7F
$QZQSM,55,C6C40F6001222314351000000000000000000000000000000000000001B7C980*02
$QZQSM,55,C6C40F7001222314351000000000000000000000000000000000000002D7E4A0*74
$QZQSM,55,C6C40F8001222314351000000000000000000000000000000000000003B9D5C4*74
$QZQSM,55,C6C40F9001222314351000000000000000000000000000000000000000D9F8E4*79
$QZQSM,55,C6C40FA0012223143510000000000000000000000000000000000000360BC68*79
$QZQSM,55,C6C40FB0012233143510000000000000000000000000000000000000002D1788C*72
$QZQSM,55,C6C40FC0012233143510000000000000000000000000000000000000000DAEF58*7B
$QZQSM,55,C6C40FD0012233143510000000000000000000000000000000000000003BAC278*09
$QZQSM,55,C6C40FE0012233143510000000000000000000000000000000000000386F4*09
$QZQSM,55,C6C40FF0012233143510000000000000000000000000000000000000363ABD4*00
$QZQSM,55,C6C4100001223314351000000000000000000000000000000000000001ADAB80*7B
$QZQSM,55,C6C4101001223314351000000000000000000000000000000000000002CD86A0*0F
$QZQSM,55,C6C4102001223314351000000000000000000000000000000000000174C22C*74
$QZQSM,55,C6C4103001223314351000000000000000000000000000000000000214EF0C*00
$QZQSM,55,C6C4104001223314351000000000000000000000000000000000000001F78D8*74
$QZQSM,55,C6C4105001223314351000000000000000000000000000000000000037F55F8*7D
$QZQSM,55,C6C4106001223314351000000000000000000000000000000000000C61174*04
$QZQSM,55,C6C4107001223314351000000000000000000000000000000000000003A63C54*76
$QZQSM,55,C6C4108001223314351000000000000000000000000000000000000002C80D30*72
$QZQSM,55,C6C4109001223314351000000000000000000000000000000000000001A82010*06

$QZQSM,55,C6C410A0012233143510000000000000000000000000000000000000211649C*7F
$QZQSM,55,C6C410C0012233143510000000000000000000000000000000000000037ADE68*7D
$QZQSM,55,C6C410D0012233143510000000000000000000000000000000000000001AF348*09
$QZQSM,55,C6C410E0012233143510000000000000000000000000000000000000003A3B7C4*72
$QZQSM,55,C6C410F0012233143510000000000000000000000000000000000000C39AE4*7B
$QZQSM,55,C6C4110001223314351000000000000000000000000000000000000017FD50C*07
$QZQSM,55,C6C4111001223314351000000000000000000000000000000000000021FF82C*0E
$QZQSM,55,C6C4112001223314351000000000000000000000000000000000000001A6BCA0*71
$QZQSM,55,C6C4113001223314351000000000000000000000000000000000000002C69180*01
$QZQSM,55,C6C4114001223314351000000000000000000000000000000000000000CD0654*71
$QZQSM,55,C6C4115001223314351000000000000000000000000000000000000003AD2B74*05
$QZQSM,55,C6C4116001223314351000000000000000000000000000000000000000146FF8*78
$QZQSM,55,C6C4117001223314351000000000000000000000000000000000000037442D8*08
$QZQSM,55,C6C4118001223314351000000000000000000000000000000000000021A73BC*0A
$QZQSM,55,C6C4119001223314351000000000000000000000000000000000000017A5E9C*01
$QZQSM,55,C6C411A0012233143510000000000000000000000000000000000002C31A10*07
$QZQSM,55,C6C411B0012233143510000000000000000000000000000000000001A33730*73
$QZQSM,55,C6C411C0012233143510000000000000000000000000000000000003A8A0E4*7C
$QZQSM,55,C6C411D0012233143510000000000000000000000000000000000000C88DC4*71
$QZQSM,55,C6C411E0012233143510000000000000000000000000000000000371C948*73
$QZQSM,55,C6C411F0012233143510000000000000000000000000000000000011E468*7C
$QZQSM,55,C6C4120001223314351000000000000000000000000000000000000095698*7D
$QZQSM,55,C6C4121001223314351000000000000000000000000000000000003697BB8*74
$QZQSM,55,C6C4122001223314351000000000000000000000000000000000000D03F34*72
$QZQSM,55,C6C4123001223314351000000000000000000000000000000000003B01214*02
$QZQSM,55,C6C4124001223314351000000000000000000000000000000000001BB85C0*0D
$QZQSM,55,C6C4125001223314351000000000000000000000000000000000002DBA8E0*7B
$QZQSM,55,C6C4126001223314351000000000000000000000000000000000000162EC6C*06
$QZQSM,55,C6C4127001223314351000000000000000000000000000000000000202C14C*74
$QZQSM,55,C6C4128001223314351000000000000000000000000000000000000036CF028*74
$QZQSM,55,C6C4129001223314351000000000000000000000000000000000000CDD08*04
$QZQSM,55,C6C412A0012233143510000000000000000000000000000000000003B59984*7F
$QZQSM,55,C6C412B0012233143510000000000000000000000000000000000000D5B4A4*76

$QZQSM,55,C6C412C00122331435100000000000000000000000000000000000002DE2370*00

最後のメッセージ受信時の GPS の測位信号は以下の通り.

$GPGGA,054442.00,3519.5920,N,13927.2166,E,2,09,1.1,10.0,M,39.1,M,,*52

時刻は協定世界時表記で 5 時 44 分 42 秒（日本標準時で 14 時 44 分 42 秒）.