

## Ad-Hoc ネットワークとセンサネットワークを用いた 高耐障害性地域災害通信システムの研究開発（092304014）

不破 泰(00165507) 信州大学大学院工学系研究科(2113601000)

新村 正明(20345755) (1)<sup>†</sup> 國宗 永佳(90377648) (2)<sup>††</sup>

<sup>†</sup>信州大学大学院工学系研究科(2113601000) <sup>††</sup>信州大学工学部(2113601000)

**研究期間** 平成 21 年度～平成 22 年度（予定）

### 1. 本研究開発の概要

我々はこれまで、高い耐障害性を有する Ad-Hoc ネットワークシステムを開発し、このシステムの平時における有用なアプリケーションとして児童の見守りシステムを開発してきた。本研究では、この Ad-Hoc ネットワークの機能を飛躍的に高め、さらにセンサネットワークシステムも組み合わせて、大規模災害時に災害弱者の保護と被害状況のリアルタイムでの把握を可能とする高耐障害性地域災害通信システムを研究開発する。

### 2. 本研究開発全体における平成 21 年度の研究開発実績

本研究は、公募時の提案書および実施計画書に記載した 5 つの開発課題により構成される。以下に、各開発課題における進捗状況を当初の計画と比較しながら説明する。

#### （開発課題 1）通信の双方向プロトコルを開発し、子機への指示制御通信を確立

##### 当初計画

双方向プロトコルを開発し、シミュレーションにて性能を評価する。そのうえで、現有中継機に実装して動作を確認することとしていた。

##### 現時点までの実績

まず、双方向プロトコルに必要な条件を下記のように明確化した。

- ・現在の機器構成を大きく変えないこと
- ・子機の消費電力を極力抑えること

そのために、中継機に GPS を搭載し、GPS が持つ正確な時刻計時機能を用いて全中継機間で時刻同期を実現する。また、子機は消費電力の関係で GPS 搭載は無理であり、このため中継機から定期的に時刻を得ることとし、全中継機、子機が時刻同期を確立できるようにした。そのうえで、消費電力を考慮した端末制御通信の実現のために、ピギーバック ACK と同期間欠通信をハイブリッドさせた手法を提案し、シミュレーションにてその性能を確認した。そして、実際にこの手法をとりいれたプロトコルを開発し、現有中継機 12 台と子機 25 台に実装した。その動作を大学構内で確認し、双方向プロトコルが正常に動作する事を確認した。

通信の双方向プロトコルを開発し、子機への指示制御通信を確立

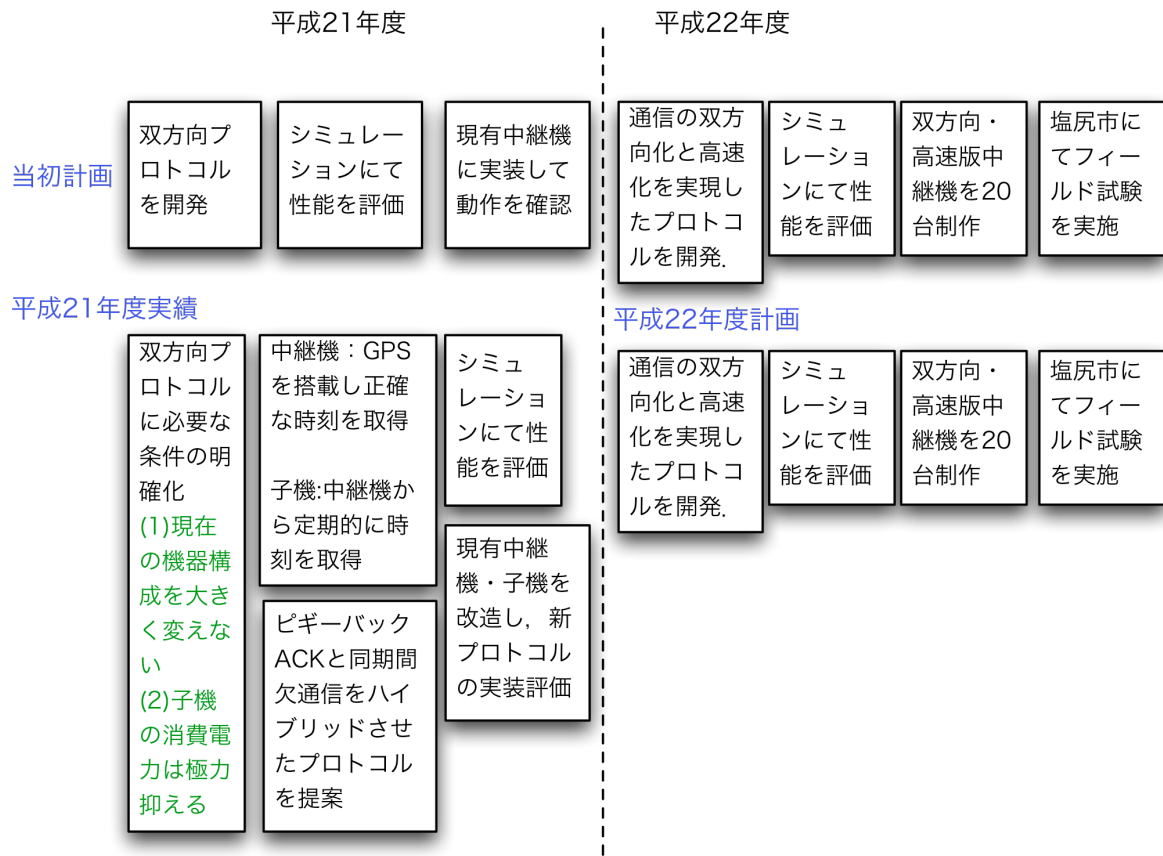


図1 開発課題1の計画・実績

(開発課題2) Ad-Hoc ネットワーク中継期間通信速度の高速化

当初計画

現在利用している 429MHz 帯では通信速度が 1200bps と遅いことから、高速な通信が出来る可能性を持ち、最近小電力無線として利用が認可された 950MHz 帯の利用を検討する。このために、950MHz 帯通信評価システムを製造し、950MHz 帯の通信特性を測定する。そのうえで、様々な通信プロトコルを実装評価し、950MHz 帯における効率の良い通信プロトコルを開発・評価する。

現時点までの実績

950MHz 帯通信評価システムを作成し、通信特性を測定中である。主な測定項目は(1)通信距離、(2)回折性、(3)通信速度である。距離はアンテナの高さに依存し、200m～2Km 程度となる。回折性は測定中である。通信速度は現在 60Kbps で安定して動作させる事に成功した。現在、この特性に沿い、通信プロトコルを開発し、評価システムに実装して動作させ、評価を行い、今年度中に通信プロトコルを開発・評価する。

Ad-Hocネットワーク中継期間通信速度の高速化

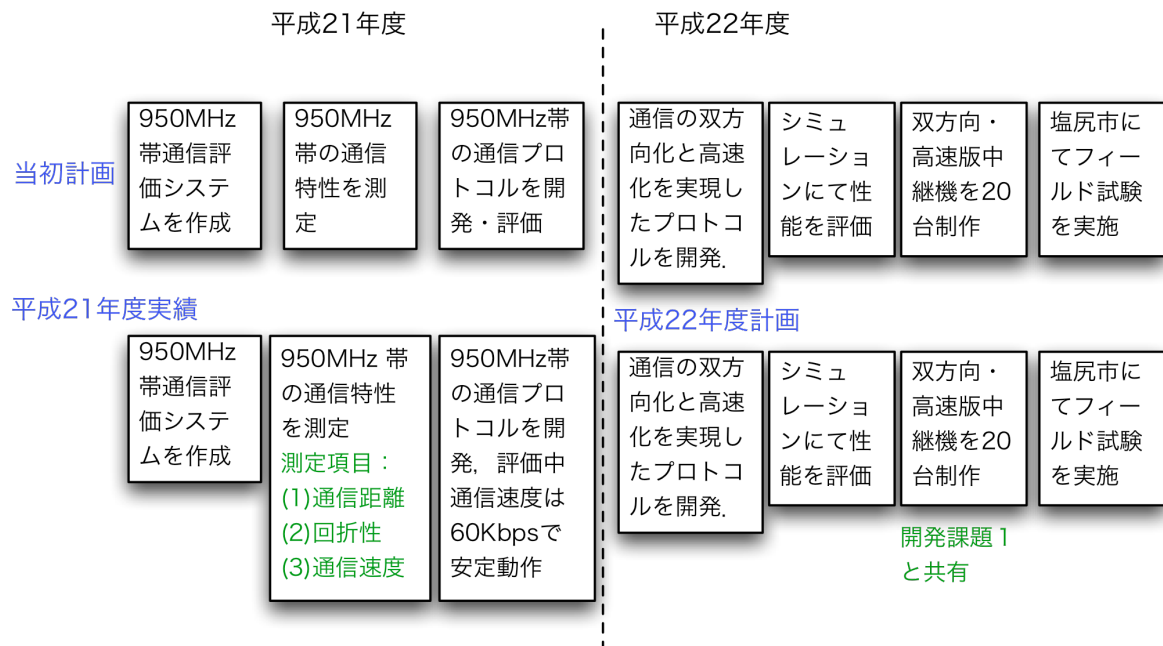


図2 開発課題2の計画・実績

[研究目的 1]災害発生時に有効に活用できるアプリケーションの開発では次の2つのアプリケーションの開発を行う

**(開発課題3)児童見守りシステム**

**当初計画**

現有子機20台、中継機2台を、サーバからの指示で制御が出来るものに改良し、これを用いて大学構内で評価実験を行う。

**現時点までの実績**

双方向化プロトコルを開発し、現有子機25台、中継機12台を改良し、大学構内で評価実験を行った。その上で、サーバが子機に対して次の制御を行える様、子機に機能を実装した。

- (1)送信を選択的に行う (2)送信の時間間隔を変更する (3)子機のLEDを点滅させる (4)子機のブザーを鳴らす

この機能を備えた子機を用い、再び大学構内で評価実験を行い、正しく動作する事を確認した。

## 児童見守りシステム

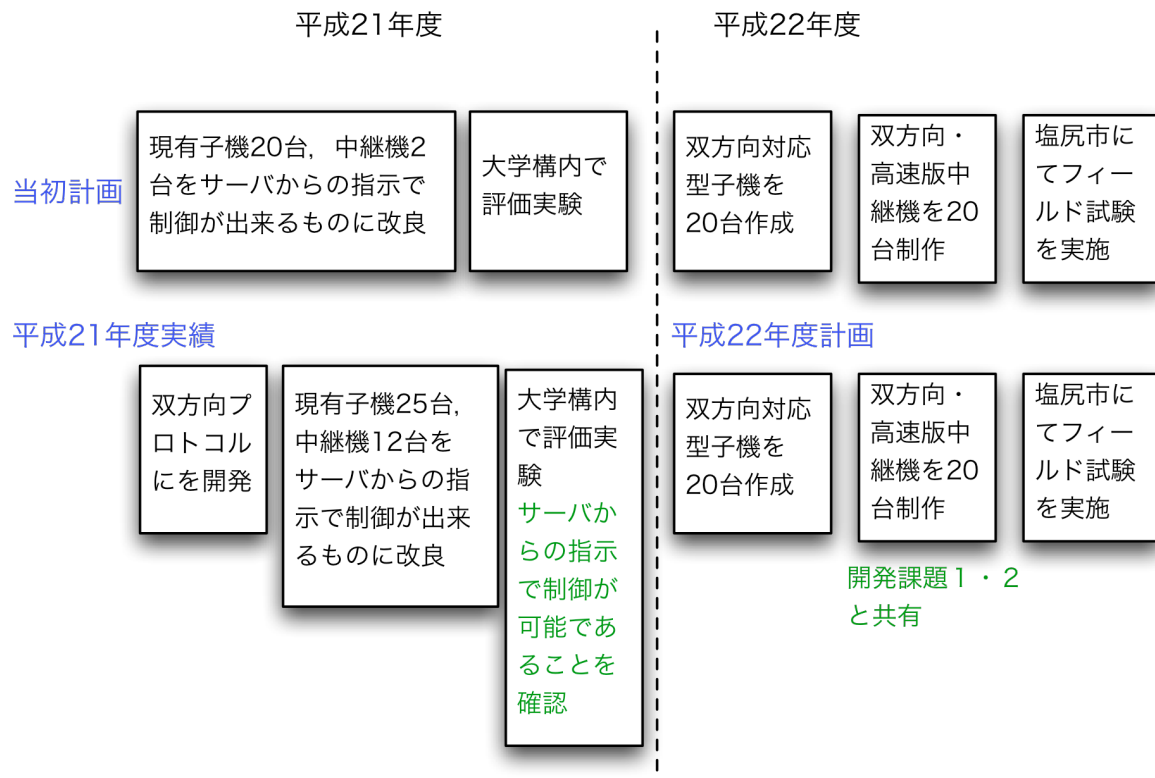


図3 開発課題3の計画・実績

## （開発課題4）高齢者見守りシステム

### 当初計画

高齢者の安否確認に必要な機能を明確化し、現生子機、中継機を改良して現生子機10台、中継機2台に機能を実装する。さらに、高齢者安否確認サーバプログラムを開発し、大学構内で評価実験を行う。

### 現時点までの実績

高齢者の安否確認に必要な機能について、

- (1) 動きが見られないことを検出
- (2) 徘徊していることを検出
- (3) 日常動作との違いを検出
- (4) 利用者から異常の通知

の4点とした。その上で、現有児童見守りシステム用子機・中継機を改良せずにそのまま利用できる高齢者安否確認サーバプログラムを開発した。現在、子機10台、中継機2台を用いて大学構内で評価実験を行い、所定の機能を有することを確認した。さらに、長野県塩尻市において、フィールド試験を2010年1月より実施することとしている。

## 高齢者見守りシステム

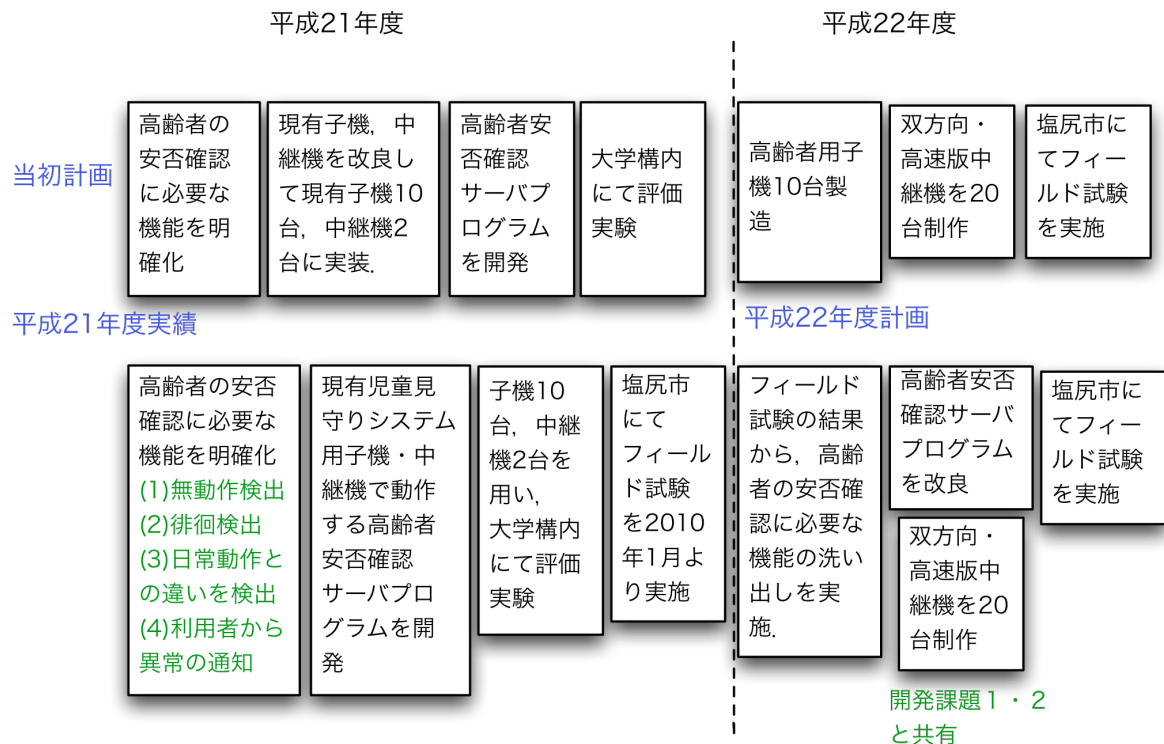


図4 開発課題4の計画・実績

[研究目的 2]被害の発生箇所をリアルタイムで把握できるセンサネットワークの開発に関して、次の開発課題を実施している。

### (開発課題5)センサネットワークの開発

#### 当初計画

センサネットワーク端末の仕様を定め、端末40台を作成する。

#### 現時点までの実績

センサネットワークの端末について、次の目標を定め仕様を策定した。

- (1)小型化 (2)電池による長時間駆動

この2つの目標を満たすために、受信回路を省く新たな端末構成を提案した。ただし、受信回路が無いことからキャリアの検出や送達確認が出来ないため、このことをカバーする新たなプロトコルを開発した。その性能をシミュレーションにより確認し、評価用に温度センサを持たせたセンサ端末25台を試作した。この端末を用いて端末間のコリジョン対応等基本的機能の動作確認を行い、想定する機能を有することを確認した。温度の測定であれば1分毎に測定してその結果を送信し続けても、コイン電池1個で3年半動作し続ける省電力を実現した。

なお、双方向通信プロトコルの開発が予定以上に進み、双方向通信プロトコルの子機、中継機への実装作業を優先したため、予算の関係でセンサ端末の台数が25台となったが、25台でもデータ送信間隔を調整することで40台の時と同じネットワーク負荷を実現し、プロトコルの検証に支障は生じていない。

## センサーネットワークの開発

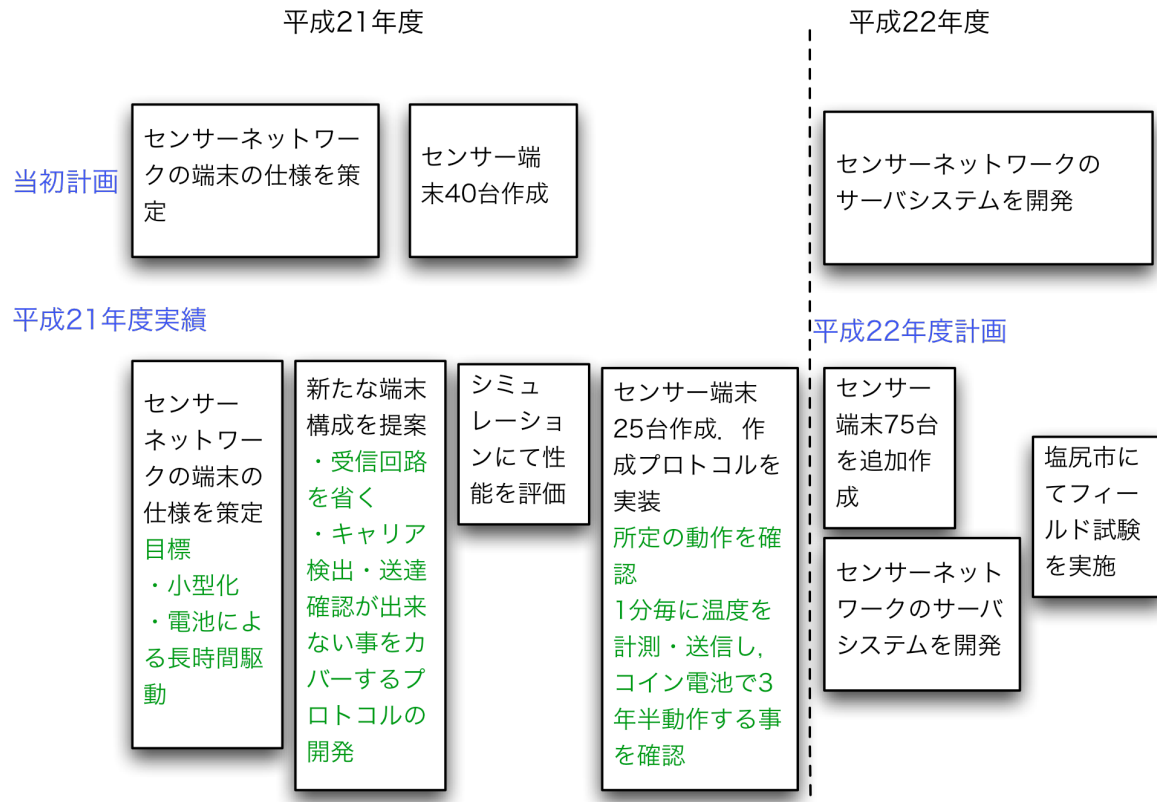


図5 開発課題5の計画・実績

### 3. 査読付き誌上発表リスト

#### (1) SCOPEの委託研究に基づく発表リスト

[1]Hiroaki NOSE, Miao BAO, Kazumasa MIZUTA, Yasushi YOSHIKAWA, Hisayoshi KUNIMUNE, Masaaki NIIMURA and Yasushi FUWA, "Proposal and Evaluation for Miniaturization and Power Saving of Sensor Network Terminals", IEICE TRANS. FUNDAMENTALS(投稿中).

#### (2) SCOPEの委託研究に関連する発表リスト

なし

### 4. その他の誌上発表リスト

#### (1) SCOPEの委託研究に基づく発表リスト

なし

#### (2) SCOPEの委託研究に関連する発表リスト

なし

### 5. 口頭発表リスト

#### (1) SCOPEの委託研究に基づく発表リスト

## 成果報告書（研究代表者所属機関）

- [1] 中西一貴, 堀尾伸治, 金井洪紀, 新村正明, 國宗永佳, 本山栄樹, 不破泰 : 無線 Ad-Hoc ネットワークを用いた地域見守りシステムの現状と今後の計画 ; 電子情報通信学会技術研究報告(通信方式), 109, (116), CS2009-19, pp.35-40, (福江市) (Jul. 2009).
- [2] 不破泰 : 高耐障害性Ad-Hoc ネットワークを用いた地域見守りシステムについて ; 電子情報通信学会 ICNSSL 研究会報告集, (新潟市) (Sep. 2009.)
- [3] 鮑 森,野瀬裕昭,水田一正,吉川泰史,國宗永佳,新村正明,不破泰: センサーネットワーク端末の小型化と省電力化に関する提案と評価 ; 電子情報通信学会技術研究報告(ユビキタス・センサネットワーク研究会),(浜松市)(2010.1.22)
- [4] 金井洪紀,大村周平,堀尾伸治,新村正明,國宗永佳,本山栄樹,不破泰: 無線 Ad-Hoc ネットワークを用いた地域見守りシステムにおける子機送信タイミング分散手法の評価 ; 電子情報通信学会技術研究報告(ユビキタス・センサネットワーク研究会),(浜松市)(2010.1.22)
- [5] 大村周平,堀尾伸治,中西一貴,新村正明,國宗永佳,本山栄樹,不破泰: 無線ネットワークを用いた児童見守りシステムにおける消費電力を考慮した移動端末制御通信方式の提案 ; 電子情報通信学会技術研究報告(ネットワークシステム研究会),(宮崎市)(2010.3.4-2010.3.5)
- [6] 董 彦男,新村正明,國宗永佳,不破 泰: 無線 Ad-Hoc ネットワークを用いた高齢者安否確認システムの開発 ; 電子情報通信学会 2010 年総合大会,(仙台市)(2010.3.16-19)

### (2) SCOPE の委託研究に関連する発表リスト

- [1] 嶋田昌生, 新村正明, 不破泰 : 重畳ストリーミングシステム ～ ビットレートの変動による帯域への影響の軽減に向けて ～ ; 電子情報通信学会技術研究報告, 109, (3), NS2009-1, pp.1-2, (東京都)(Apr. 2009).

### 6. 申請特許リスト

- [1] 不破泰、本山栄樹、「地域見守システムの送信方法(1)」2010 年 1 月申請
- [2] 不破泰、本山栄樹、「地域見守システムの送信方法(2)」2010 年 1 月申請
- [3] 不破泰「センサネットワークのアクセスパラメータ決定手法」2010 年 1 月申請

### 7. 登録特許リスト

なし

### 8. 国際標準提案リスト

なし

### 9. 国際標準獲得リスト

なし

### 10. 受賞リスト

- [1] 中西一貴, 堀尾伸治, 新村正明, 國宗永佳, 本山栄樹, 不破泰、電子情報通信学会 CS 研究会奨励賞、“無線 Ad-hoc ネットワークを用いた地域見守りシステムの開発と評価”、2009 年 8 月 26 日

**1 1. 報道発表リスト**

なし

**1 2. 報道掲載リスト**

なし

**1 3. ホームページによる研究成果の公表等**

なし

**1 4. その他**

- [1] 2009 年 11 月 2 日「安心安全な社会の実現を目指す防災・防犯セミナーII」をメルパルク長野(長野県長野市)にて開催
- [2] 2009 年 12 月 10 日 電子情報通信学会信越支部 平成 21 年度専門講習会「自然災害からの復興の取組と課題」にて講演 不破泰：高耐障害性アドホックネットワークシステム；電子情報通信学会信越支部平成 21 年度専門講習会予稿, pp.13-22, Dec. 2009.



# 成果報告書（研究代表者所属機関）

## 本研究開発による成果数一覧

	平成 21 年度	当初目標* 5
査読付き論文数* 1	1 件（ 件）	2 件（ 件）
被引用論文数* 2	0 件（ 件）	0 件（ 件）
その他の誌上発表数* 3	0 件（ 件）	0 件（ 件）
口頭発表数* 4	7 件（ 件）	6 件（ 件）
申請特許数	3 件（ 件）	1 件（ 件）
登録特許数	0 件（ 件）	0 件（ 件）
国際標準提案数	0 件（ 件）	0 件（ 件）
国際標準獲得数	0 件（ 件）	0 件（ 件）
受賞数	1 件（ 件）	0 件（ 件）
報道発表数	0 件（ 件）	6 件（ 件）

注：（ ）内は、海外分の件数