

センサーネットワークによる 安心安全な街づくり

信州大学 不破 泰

ICTを用いた安全・安心な街づくりへの期待

ICTの活用

災害発生時

各地域の状況を収集し、被害状況を正確に把握
住民の安全を確認
多くの住民に情報を伝える

平常時

ICTを活用した街の活性化、危険箇所の監視

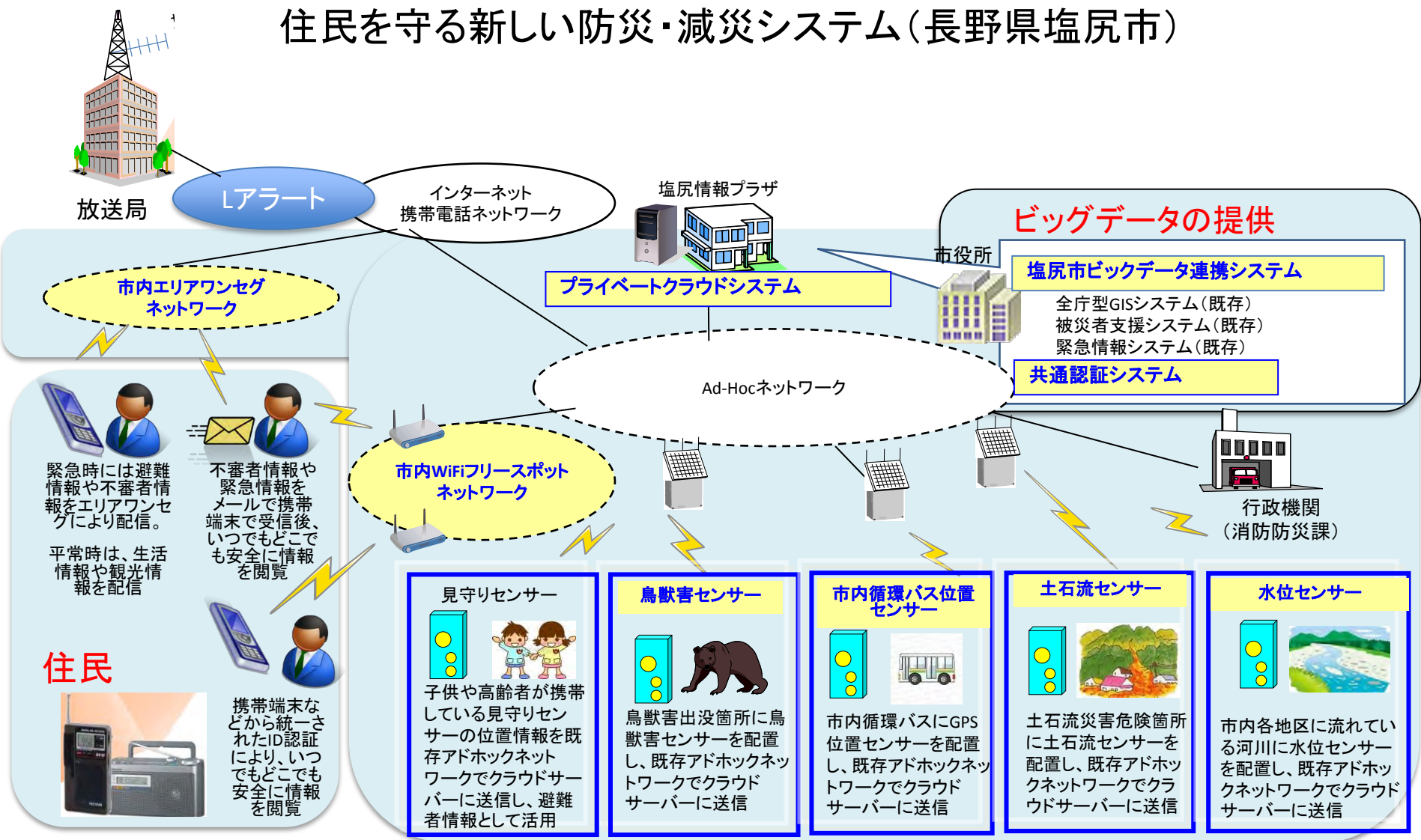
本研究グループの立場

2002年からICTを活用した安全・安心な街づくりに取り組む
通信インフラの開発
情報収集のためのセンサーネットワークの開発
住民への情報伝達手段の開発



成果を長野県塩尻市に展開
同市のスマートシティ構築において事業化


住民を守る新しい防災・減災システム（長野県塩尻市）



Intelligent Community Forum

[Intelligent Communities](#) [Awards](#) [Programs](#) [Speakers](#) [News](#) [Publications](#) [About ICF](#) [Support](#) [Contacts](#) [Home](#)

[Login](#) | [Email](#) | [Print](#)

 言語を選択 | ▼

Inside the Site

[New Communities Blog](#)

[Intelligent Community Awards](#)

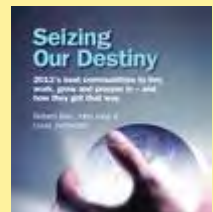
[Rural Imperative](#)

[Community Accelerator](#)

[ICF Annual Summit](#)

[Community Self-Test](#)

[Request a Speaker](#)



Community

Shiojiri City, Japan (2015)

Smart21 Intelligent Community of 2015

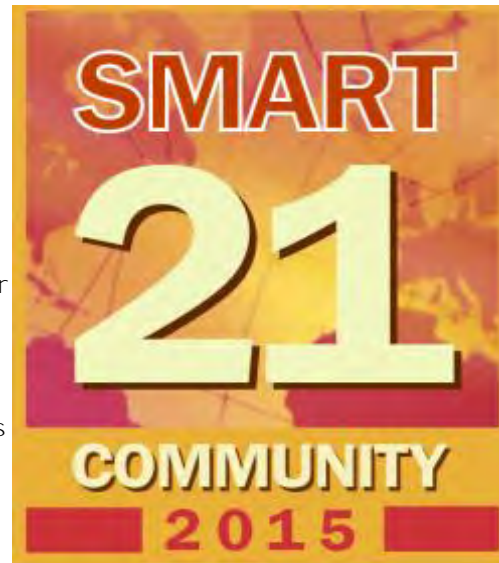
Published Friday, January 16, 2015

Shiojiri is in the center of Nagano, a mountainous inland prefecture that hosted the 1998 Winter Olympics. Famed for its scenery, hot springs and fruits and vegetables, Shiojiri also has a manufacturing base focused on precision and electrical machinery, which includes small-to-midsize companies as well as the factories of name-brand companies like Seiko and Epson.

The city faces the threat of long-term decline due to the rising age of its population and declining birth rate. As its population shrinks, so does its tax base, while social welfare costs rise to serve the needs of an aging society. It faces another danger as well, the ever-present risk of earthquakes from a major fault line running north to south through the prefecture.

Broadband and Citizen Services

City government is tackling both of these risks through long-term investment in fiber-based broadband and efforts to build a software industry to supplement its manufacturing one. Shiojiri's efforts in broadband date back to 1996, just two years after the release of the first commercial Web browser. City government introduced its own municipal ISP, which built a user base of 10,000 subscribers. The city was well positioned when, a few years later, the national government introduced a regional broadband infrastructure program. Shiojiri used grants from the program to expand the network, add Wi-Fi nodes, and introduce specialized services to protect the population in the event of disaster, from an environmental sensor network to mobile information services. The city was even able to equip its bus network with GPS and make available real-time route information to travelers via mobile phone.



災害発生時：被災情報，住民の安否情報の収集が重要

電源喪失，回線切断，
装置自体の被災
通信インフラの被災

津波等大規模災害
通信インフラの喪失

あらかじめ被災
場所を予想して
センサー・通信イン
フラを設置する
ことは不可能

より精度の
高いセンシ
ング技術
が必要

目的(1)

高耐災害性 通信インフラ＝
災害に耐える ＋
災害に柔軟に対応する

目的(2)

迅速に設置し情報収集が出来
るセンサーネットワークシステム
センシング技術のさらなる向上

高耐災害性を持つ通信インフラ＋センサーネット
ワークを利用した，安全・安心な街づくりへの取組，
長野県塩尻市での実践

ICT技術を用いた安全・安心な街創り

大規模災害が発生した時も生き残る情報通信インフラの開発

- ・電源・ネットワーク等の有線インフラからの自立
- ・自身の被災にも自律的に対応



開発した中継機

特定小電力無線

(周波数429MHz,出力10mW)

変調方式:2値FSK

符号方式:マンチェスター符号

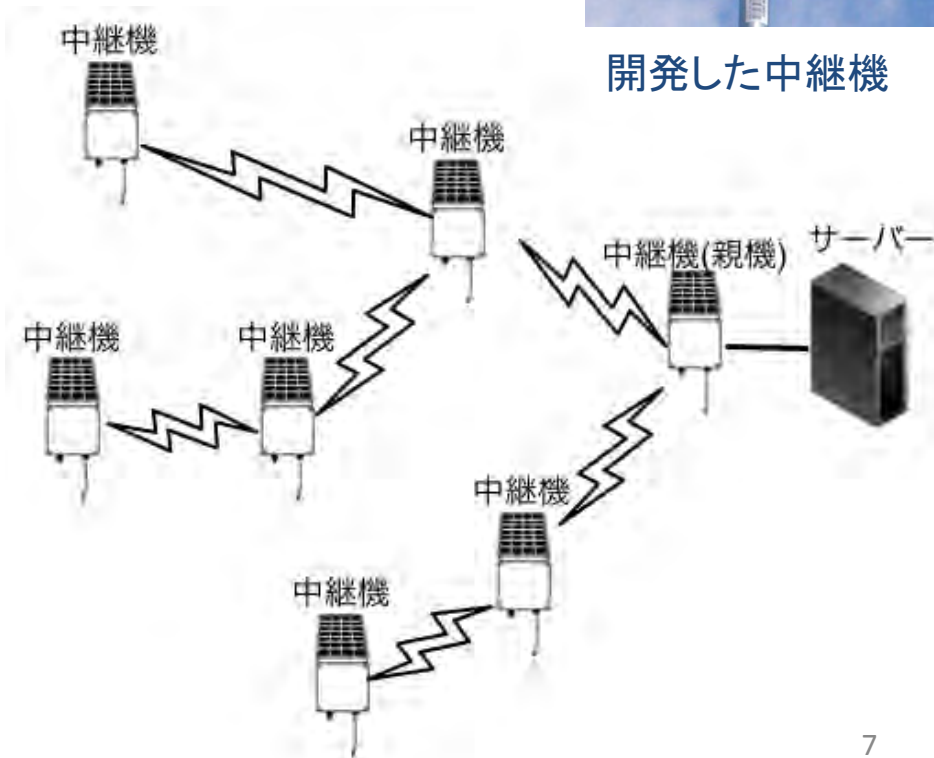
回線速度:2400bps

実効通信速度:1200bps

通信可能距離:見通しで約500m

ルーティングプロトコル:

プロアクティブルーティング方式,
親機までのホップ数を最小にする
ルートを選択



ICT技術を用いた安全・安心な街創り

大規模災害が発生した時も生き残る情報通信インフラの開発

- ・電源・ネットワーク等の有線インフラからの自立
- ・自身の被災にも自律的に対応

平常時も利用される有益なアプリケーションの開発

「地域見守りシステム」

中継機網と児童・高齢者が持つ発信機との組み合わせ



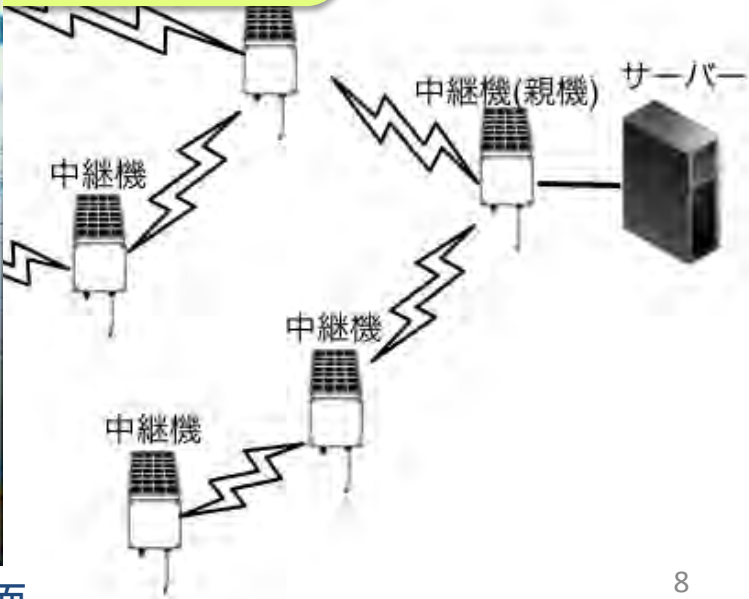
開発した中継機



児童が持つ発信機



保護者の携帯電話画面



ICT技術を用いた高耐障害性地域災害通信システム

被害状況をリアルタイムに把握するセンサネットワークの開発

土砂崩れや河川の増水等をセンシング
センサ端末: 安価、電池で長時間駆動



ICT技術を用いた地域全体の安全・安心の確保

防災・減災システムの開発

土石流, 洪水氾濫の予知・検知

野生鳥獣センシングシステムの開発

鳥獣の監視・通報



事業化:長野県塩尻市

通信インフラの敷設

- ・2008年度 中継機 413台
- ・2009年度 中継機 509台
- ・2010年度 中継機 614台

運用中のアプリケーション

- ・児童見守りシステム
- ・高齢者見守りシステム
- ・火災報知システム
- ・バスロケーションシステム
- ・土砂災害監視システム
- ・水位監視システム



ICTが備えるべき課題

(課題1)

高耐災害性 通信インフラ = 災害に耐える +
災害に柔軟に対応する

(課題2)

- ・センサーネットワークは災害の危険性がある地域に速やかに敷設できること
- ・センシング技術の更なる向上

ICTが備えるべき課題

(課題1)

高耐災害性 通信インフラ = 災害に耐える +
災害に柔軟に対応する

(課題2)

- ・センサーネットワークは災害の危険性がある地域に速やかに敷設できること
- ・センシング技術の更なる向上

課題1 通信インフラの高耐障害性

大規模災害発生時: 電源の喪失, 通信回線の切断, 通信装置の被災等様々な事が起き, その結果既存のICTシステムでは通信の継続が保証出来ない

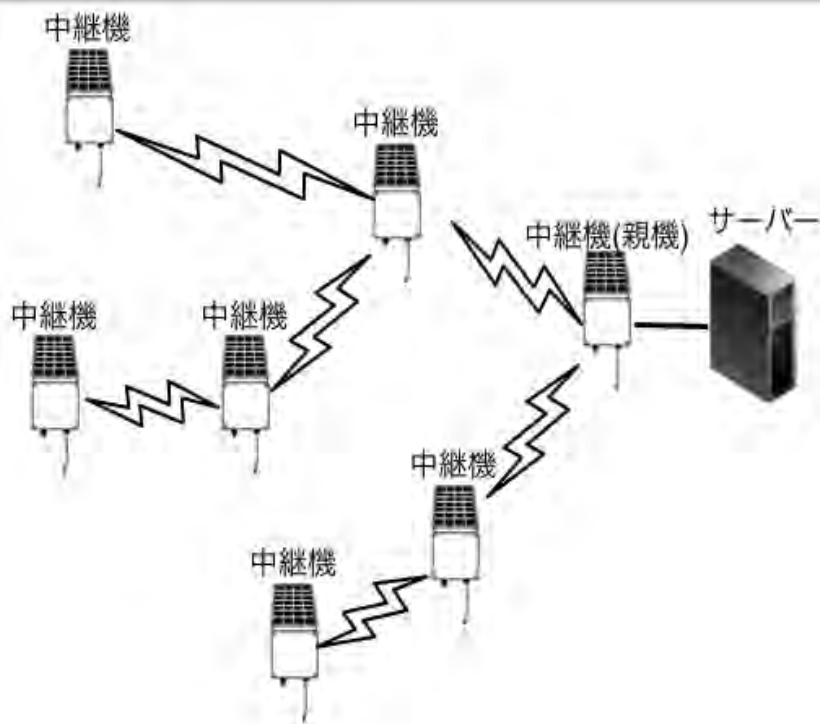
(仕様1-1) ただ設置するだけで通信網が**自立的**に構成できること

(仕様1-2) 機器の一部が破壊されても残った機器で通信網が維持できる
高い**自律性**を持っていること

課題1 通信インフラの高耐障害性

大規模災害が発生した時も生き残る情報通信インフラ(Ad-Hocネットワーク)の開発

- ・電源・ネットワーク等の有線インフラからの自立
- ・インフラ自体の被災にも自律的に対応



開発したAd-Hocネットワーク中継機

課題1 通信インフラの高耐障害性

大規模災害が発生した時も生き残る情報通信インフラ(Ad-Hocネットワーク)の開発

- ・電源・ネットワーク等の有線インフラからの自立
- ・インフラ自体の被災にも自律的に対応

中継機



特定小電力無線
(周波数429MHz,出力10mW)

変調方式:2値FSK

符号方式:マンチェスター符号

回線速度:2400bps

実効通信速度:1200bps

通信可能距離:見通しで約500m

ルーティングプロトコル:

プロアクティブルーティング方式,
親機までのホップ数を最小にする
ルートを選択

中継機



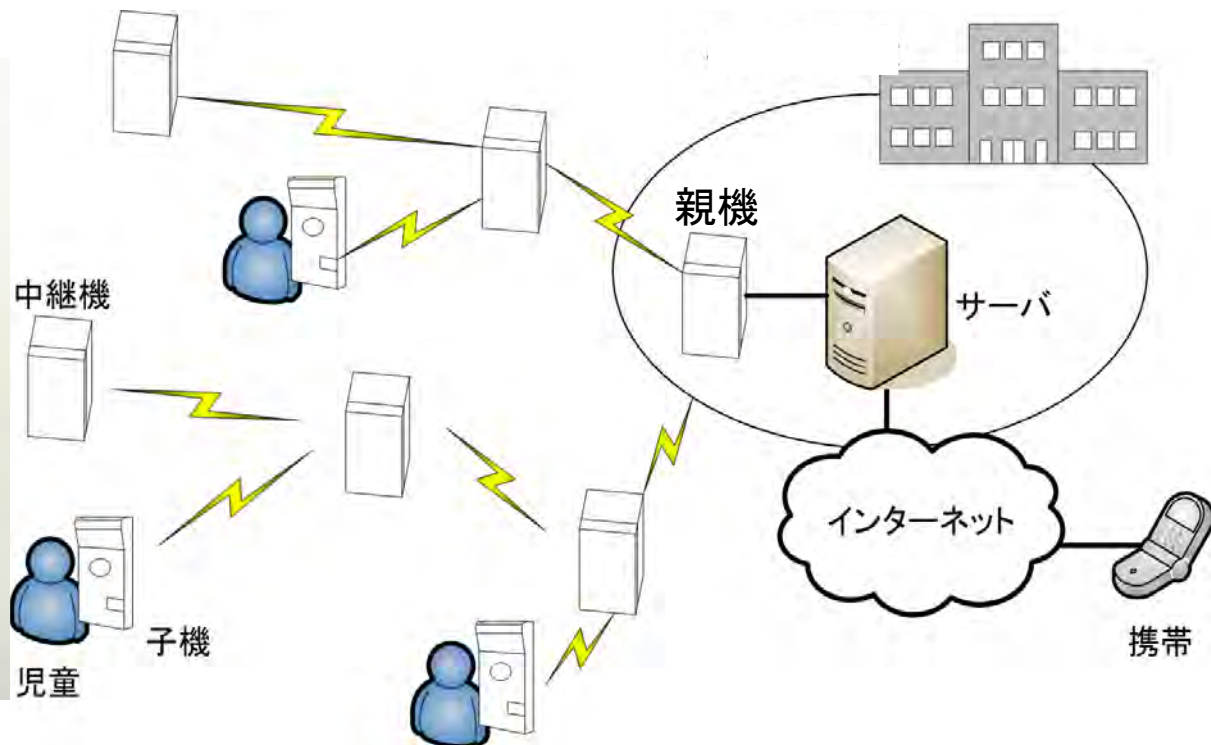
開発したAd-Hocネットワーク中継機

課題1 通信インフラの高耐障害性

平常時も利用される有益なアプリケーションの開発

「地域見守りシステム」

中継機網と児童・高齢者が持つ発信機の組み合わせ



課題1 通信インフラの高耐障害性

平常時も利用される有益なアプリケーションの開発

「地域見守りシステム」

中継機網と児童・高齢者が持つ発信機の組み合わせ



課題1 通信インフラの高耐障害性

地域見守りセンサー



バスロケーションシステム

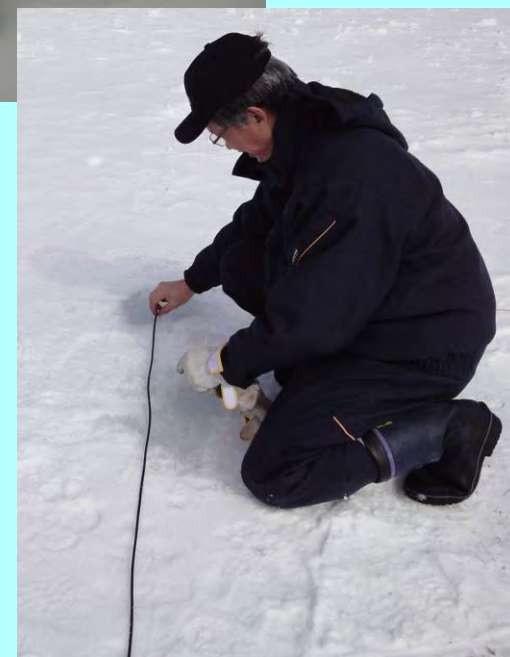


課題1 通信インフラの高耐障害性

鳥獣害センサー



河川水位センサー



課題1 通信インフラの高耐障害性

土砂災害危険度測定



ICTが備えるべき課題

(課題1)

高耐災害性 通信インフラ = 災害に耐える +
災害に柔軟に対応する

(課題2)

- ・センサーネットワークは災害の危険性がある地域に速やかに敷設できること
- ・センシング技術の更なる向上

課題2 速やかに設置できるセンサーネットワーク

災害発生箇所を予め予想することは不可能

(仕様2-1)電力インフラが無くとも、設置し長期間測定が可能なシステムであること(簡単に短時間に設置可能)

(仕様2-2)草木で覆われた山中等において無線技術に詳しくない職員でも設置が可能で、安定したデータ収集が行えること

課題2 速やかに設置できるセンサーネットワーク

宮島山岳トレイルランニング試走会での利用

山岳トレイルランニング(Mountain Trail Running)とは、山間地などにおいて整備された道路以外を走破するランニング

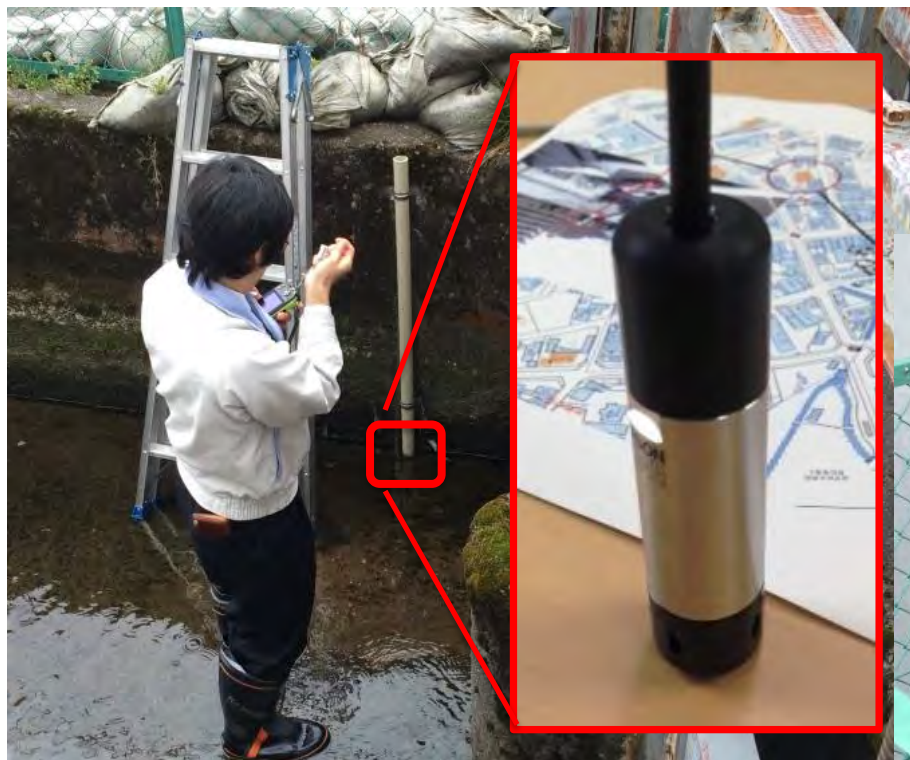


課題2 速やかに設置できるセンサーネットワーク

砺波市の水位計測センサーネットワークの例

センサー端末

太陽光 又は 乾電池で駆動



課題2 速やかに設置できるセンサーネットワーク

砺波市の水位計測センサーネットワークの例



砺波市役所HP

中継機網
簡単に敷設

(300m間隔を目安に置くだけ)



- … 水位センサー・送信機 2台
- … 受信機 1台
- … 中継機 3台
- ← … 電送経路

ICTが備えるべき課題

(課題1)

高耐災害性 通信インフラ = 災害に耐える +
災害に柔軟に対応する

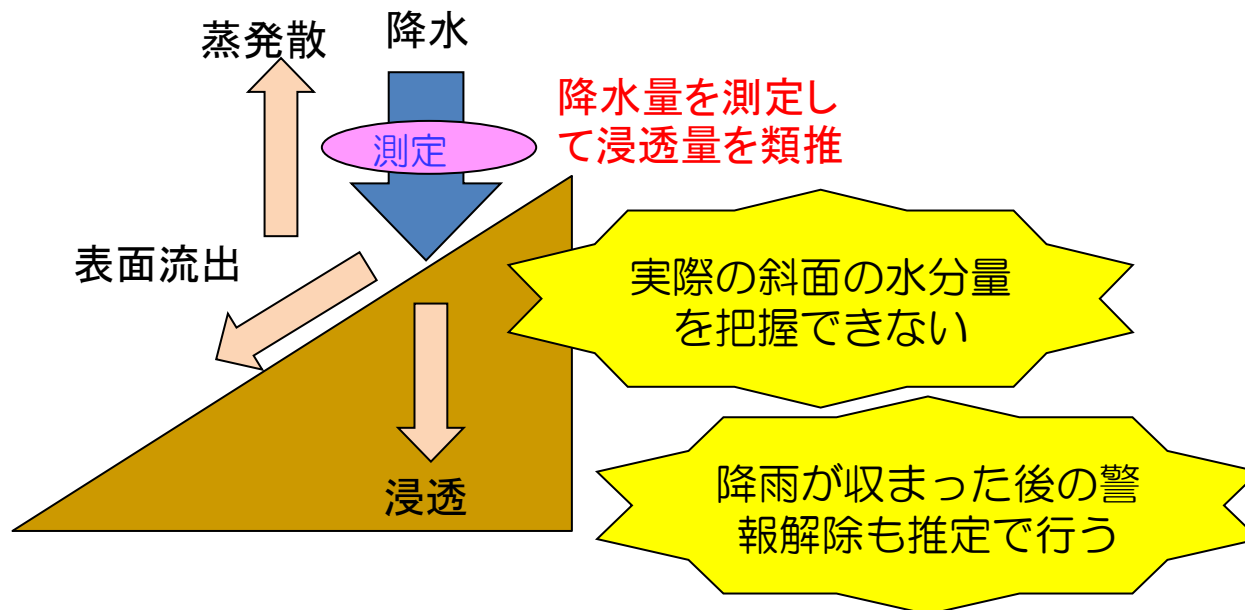
(課題2)

- ・センサーネットワークは災害の危険性がある地域に速やかに敷設できること
- ・センシング技術の更なる向上

課題2 センシング技術の向上(土砂災害危険度センサーの開発)

従来の土砂災害危険度測定

従来の土砂災害の危険度の推定は、斜面の土中にどの程度水分が含まれているのかを、主に雨量データから推定してきました。これは、地域全体の平均的な危険度を求めるものです。また、実際に降った雨のうちどの程度が斜面に浸透したのか、その結果斜面の水分量がどのようになっているのかを直接測定している訳ではありません。さらに、降雨が収まった後の警報の解除も推定でしか行うことが出来ませんでした。

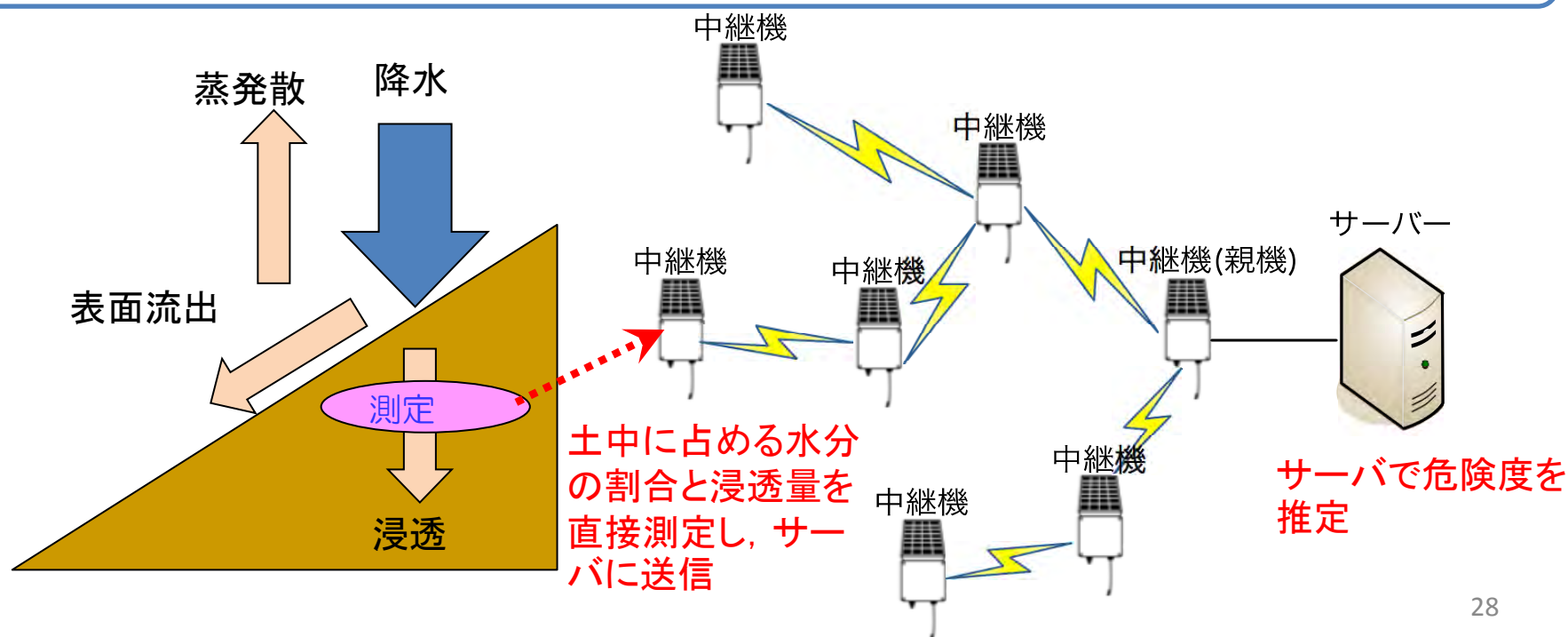


課題2 センシング技術の向上(土砂災害危険度センサーの開発)

開発した土砂災害危険度測定

今回開発したシステムは、斜面にセンサー端末を設置して浸透していく水分量を定期的に直接測定し、測定値を塩尻市が持つ無線アドホックネットワークを用いてサーバに集め、サーバ上で土砂災害の危険度を推定するものです。

従来の降雨量による判断に加えた警報発令のための仕組みとして、危険性を判断する指標を提供するものです。

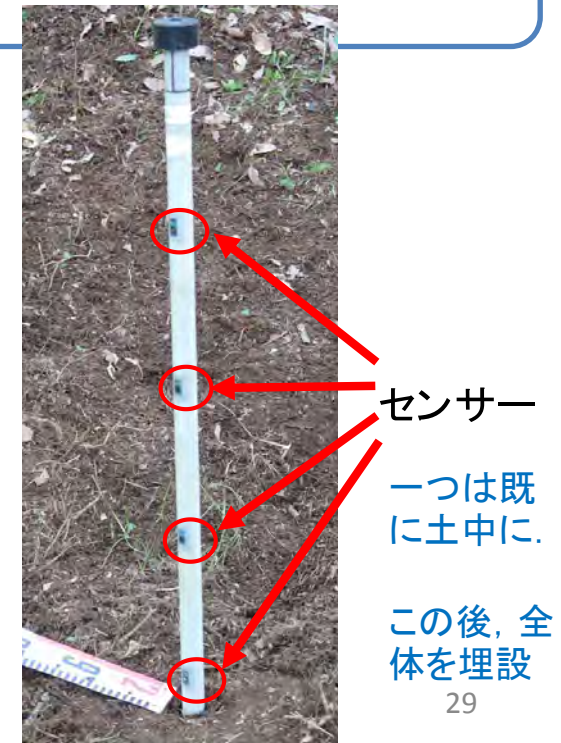
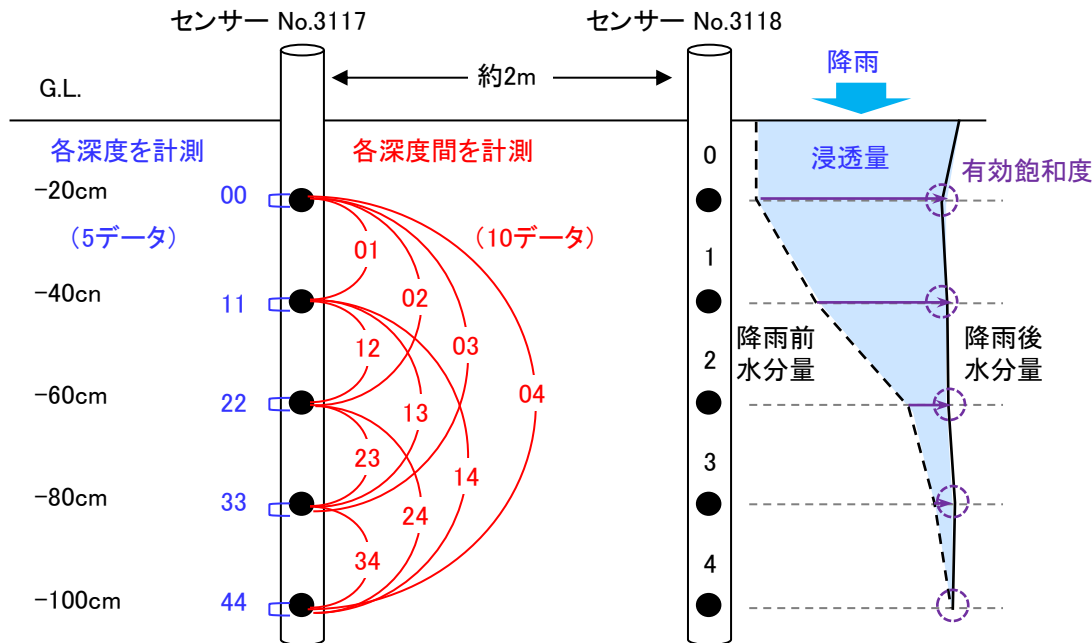


土中水分量の計測

従来も土の状況を測定するセンサーはありましたが、広域で多深度のデータを測定することはできませんでした。

開発した**センサー端末**は、棒状の基盤に20cm毎に5つの新規開発センサーを取り付けたもので、これを斜面に埋設します。この端末からは、各深度ごとの狭い範囲の計測データと、各深度間の広い範囲の計測データをとることが出来ます。

計測したデータは定期的に**無線アドホックネットワーク**を経由してサーバに送ります。サーバでは、このデータから土中水分量を評価します。







土砂災害危険度の把握

サーバでは、測定された土中水分量から、次の2つの指標値を求めます。

有効飽和度：斜面の土の空隙を実際どのくらいの水が占めているのか

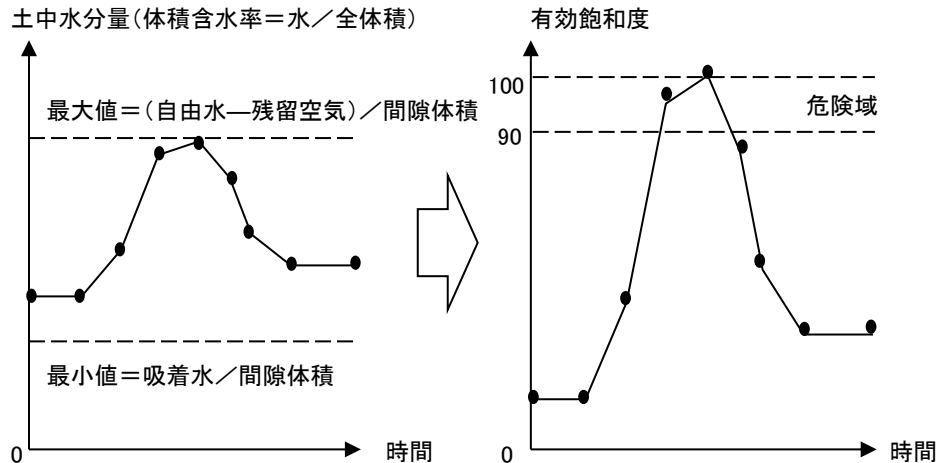
累積浸透量：実際にその箇所の土中にどのくらいの雨が浸透したのか

この2つの指標値から土砂災害の危険度を推定します。

有効飽和度

【土の間隙中で水が占める割合を示す指標】

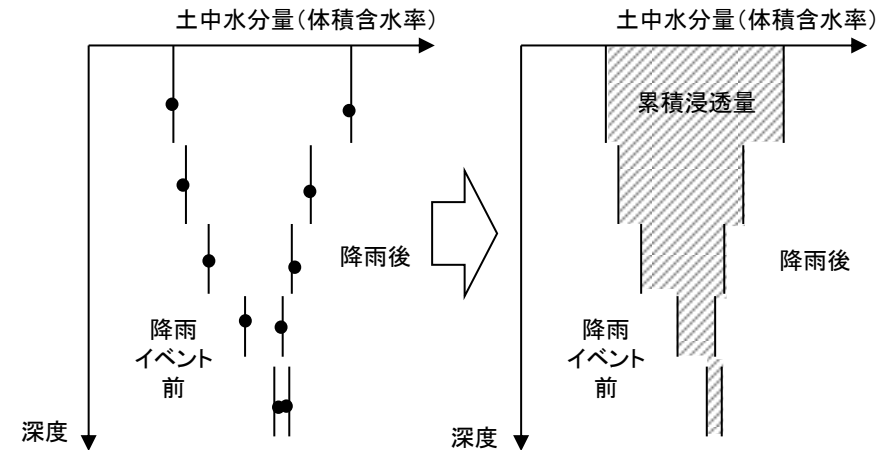
表層付近の現在の水分状況を表す。
警報発令と解除の両方に利用できる。

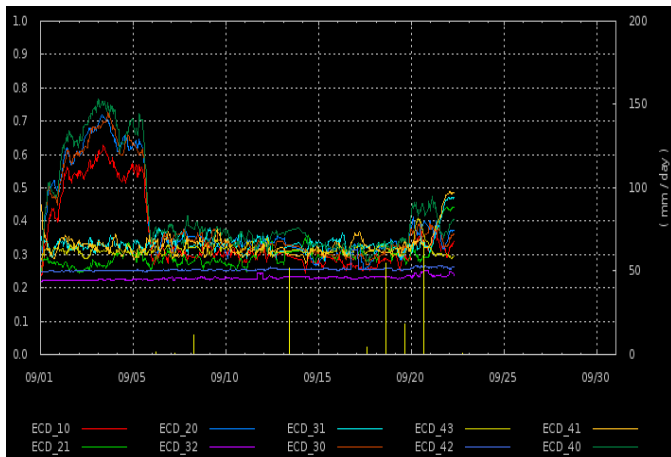


累積浸透量

【表層から浸透した降雨量を示す指標】

降雨前を基準とし、増加水分量を表す。警報発令に利用でき、48時間無降雨で分けられるイベント毎に計測。





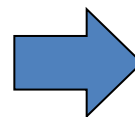
有効飽和度

閾値: 各深度の測定値のどれか
1つでも0.9を越えた場合

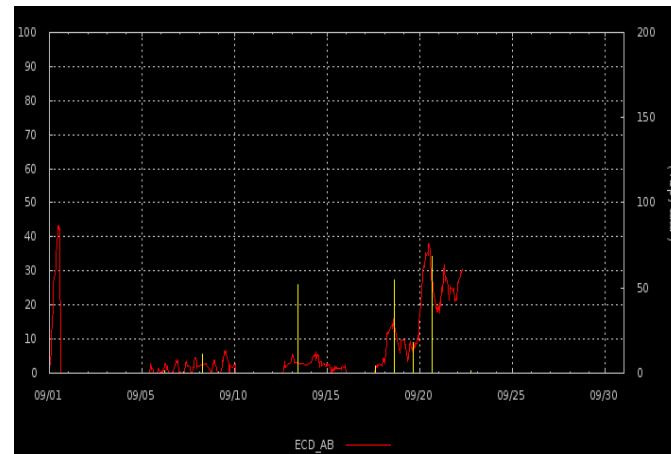


システムが塩尻市担当者に通知

- 気象警報 (気象庁)
- 土砂災害警戒情報
(長野県と気象台が共同発表)
- 塩尻市気象情報システムの雨量データなど
- +
- 土砂災害危険度把握システム



総合的に判断し、避難準備情報、
避難勧告、避難指示の発令等、
市の対応を検討



浸透量積算

閾値1: 値が90を越えた場合
閾値2: 値が70を越えた場合



 **塩尻市**
確かな暮らし未来につなぐ田園都市
塩尻市センサーHP

住民を守る新しい防災・減災システム（長野県塩尻市）

