

## 災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウドの実現

廣井 慧<sup>†1</sup> 遠峰 隆史<sup>†1</sup> 杉浦 一徳<sup>†1</sup>

近年インターネット技術を利用した災害情報の伝達が活発に行われるようになってきた。こうした情報は被災地の住民が身の安全確保に役立てることができるため、詳細な情報を必要とときに必要な住民へ伝達することは非常に有意義であると期待される。その一方、情報源や情報システムへのアクセスが集中し混雑が発生することにより、インターネットを介した情報を取得が行えない。目的とする情報が取得できなかった場合、被災地の住民は身の安全を確保するための適切な行動を起こせない可能性がある。本研究ではアクセス集中が発生する要因として、突発的なトレンドの集中に着目した。災害情報の適切な提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウドの実現を目指す。本研究で提案する環境情報クラウドによってトレンド集中を検知し、その結果に基づいてトラフィック分散・制御を行う環境情報クラウドを構築する。本稿では、環境情報クラウドの実現に向けて、突発的なトレンド集中の特性を検証するため行った試行実験の結果を報告する。

### Design of Environmental Information Cloud based on time, area and trend during disasters

KEI HIROI,<sup>†1</sup> TAKASHI TOMINE<sup>†1</sup>  
and KAZUNORI SUGIURA<sup>†1</sup>

Recently, disaster information transmission has advanced using the Internet technology. It is expected that it is very significant to transmit disaster information because the resident in the stricken area can use such information for the security. On the other hand, network congestion may cause accessibility issues in the resident from acquiring disaster information. This research aims to implement traffic control based on time, area and trend during disasters by focusing on emergent trend concentration. It paid attention intensively of broken trend as a factor that the access concentration is generated in the present study. We develop mechanism of the traffic control that considers time, area and trend. And we report the result of the trial experiment to verify the characteristic of emergent trend concentration.

#### 1. はじめに

近年インターネット技術を利用した災害情報の伝達が活発に行われるようになってきた。その例として気象庁 HP に掲載される気象情報や注意報・警報の情報、河川に設置されたライブカメラ、コミュニティ内での情報の共有を目的とした SNS がある。従来、住民が情報を得る手段としてはテレビラジオ、固定電話、防災行政無線が主に利用されてきた。インターネットを利用し情報を提供することで、詳細な情報を一度に多数の住民へ伝達することができるようになった。こうした情報は被災地の住民が身の安全確保に役立ち、詳細な情報を必要とときに必要な住民へ伝達することは非常に有意義であると期待される。

その一方、災害情報を取得するためユーザが情報源や情報システムへアクセスを試みようとしても、アクセスが行えず目的とする情報を得ることができないという問題を孕んでいる。その一因として情報源や情報システムへのアクセスが集中し混雑が発生することにより、インターネットを介した情報を取得が行えないことがあげられる。目的とする情報が取得できなかった場合、被災地の住民は現状の被害状況や災害の危険性等の情報を得ることができない。そのため、身の安全を確保するための適切な行動を起こせない可能性がある。

本稿ではアクセス集中が発生する要因として、突発的なトレンドの集中に着目した。突発的なトレンドの集中が起きる原理として、社会的現象に誘発された多数のユーザが情報を得ようとして、同時に特定の情報源や情報システムにアクセスを試みることから発生する。こうした状況に対し、本研究では災害情報の適切な提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮したスケーラブルな環境情報クラウドの実現を目指す。環境情報クラウドはユーザが情報を得るための情報源や情報システムへのアクセスを統合的に管理し、それぞれの情報源や情報システムに対するアクセス集中の検知とトラフィック分散・制御を行う。

この環境情報クラウドでは突発的なトレンド集中を検知し、トレンド集中が閾値に達するとアラートを出力し、トラフィック分散・制御を実施する。このような仕組みを実現することでアクセスが集中による回線の混雑が発生する前にトラフィック分散・制御を行い、必要な時機に必要なユーザへ情報を提供することができる。

本稿では環境情報クラウドの実現に向けてはじめて、トレンド集中とはどのようなもので

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Graduate School of Media Design, Keio University

あるか、その特性をまとめた。次に突発的なトレンド集中の特性を検証するため試行実験を行った。試行実験では実際に流通しているトラフィックをもとに、どのような条件下でインターネット上の突発的なトレンド集中が発生するか、突発的なトレンド集中の特徴、災害に対する突発的なトレンド集中の挙動を調査した。

## 2. インターネットを用いた災害時の情報提供の現状と課題

### 2.1 インターネットを用いた災害時の情報提供の現状

災害時、被災地にいる住民が災害情報を取得する手段として、テレビ、ラジオ、固定電話、携帯電話、インターネット、防災行政無線等があげられる。従来、住民が情報を得る手段としてはテレビ、ラジオ、固定電話、防災行政無線が主流であった。近年では携帯電話で災害情報を受信したり、インターネットを使って災害対応にあたる機関のHPを閲覧する等、より詳細な情報を住民の側から取得できる環境が整いつつある。

こうした情報システムの例として気象庁HPに掲載される気象情報や注意報・警報の情報、河川に設置されたライブカメラ、コミュニティ内での情報の共有を目的としたSNSがある。インターネットを通じて情報を共有する仕組みはテレビやメールへのサービスでは実現できない細部に渡る情報の提供を可能にする。特に河川のライブカメラは豪雨災害時に刻一刻と変化する河川の様子を安全な位置から確認することが可能となる。

このように、情報システムとインターネットによって従来はテレビやラジオ等での報道や電話等による問い合わせ、もしくは住民が自分自身で危険な場所まで移動して確認しなければ取得できなかった情報を住民がほしいときに安全な位置から受け取ることができるようになった。このことによって、住民が極め細やかな情報やリアルタイムでの情報を取得でき、災害時のような緊急を要する場合には特に被害の軽減に役立つと考えられる。

### 2.2 インターネットを用いた災害時の情報提供の課題

一方でこうした情報提供の仕組みが普及することによって新たな課題も発生する。そのひとつがインターネットを介した情報を取得が行えるユーザと行えないユーザが発生することである。ユーザが、情報源や情報システムへアクセスを試みた場合、何らかの原因によってアクセスが行えず目的とする情報を得ることができない可能性がある。目的とする情報が取得できなかった場合、被災地の住民にとっては現状の被害状況や災害の危険性等の情報を得ることができない。このことはユーザである住民が身の安全を確保するための適切な行動を起こせないという問題へつながる。情報の取得に差が生じる原因として、考えられるものを以下に示す。

#### (1) 固定的な要因によるもの

- サービスの処理能力、ネットワークの帯域

#### (2) 突発的な要因によるもの

- 災害による故障や停電による情報取得の環境変化
- アクセス集中による回線の混雑

本研究では突発的な要因によるもののうち、アクセス集中による回線の混雑を課題として取り上げる。アクセスの集中による回線の混雑を要因として情報が取得できなくなる場合、災害による被害が発生する前から、ユーザが集中してアクセスが行いにくくなる可能性が高い。また、この場合どの程度のユーザが情報を必要としているかによって影響は拡大する。早期から情報を入力し、住民一人ひとりが対策を行わなければならない災害の発生時においてアクセスの集中による回線の混雑により情報が取得できない状況は、被害の発生に直結する重要な問題である。

## 3. 突発的なトレンド集中の概要

### 3.1 トレンド集中の事例

例として河川のライブカメラの事例を考える。豪雨災害が発生した場合、河川のライブカメラを利用するユーザには河川付近の住民、河川を監視し災害対応を行う機関、被災地外の住民が考えられる。このうち、最も情報を必要としているのは河川付近の住民、河川を監視し災害対応を行う機関である。災害が発生すると住民のうちインターネットで情報を取得するユーザは情報源や情報システムへのアクセスを行う。このとき、被災地内のユーザは身の安全を確保することを目的とし、災害対応を行う機関は対応に役立てるため情報を取得する。また被災地外のユーザはニュース等で豪雨災害の発生を知り、河川の様子を閲覧等災害の内容を確認するため、アクセスを行う。このように多くのユーザが大量に情報を取得しようとするとする動きが、トレンドの集中である。トレンドの集中によりアクセス集中が発生すると、最も情報を必要としているユーザが情報を利用することができなくなってしまう。

### 3.2 突発的なトレンド集中の原理

3.1節のようなアクセス集中による回線の混雑がなぜ発生するのかについてひとつの要因として突発的なトレンド集中が考えられる。トレンドの集中には

要因1 何らかの社会的現象に多数のユーザが誘発されて生じるもの

要因2 ユーザ同士の相互作用により生じるもの

がある。要因1は社会的現象が発生すると、その情報の内容を確認しようとする動きが社会

に生じる。その確認の手段がインターネットであった場合、情報源から情報を得ようとする動きが集中し、インターネットのトレンド集中を招くと考えられる。要因2は口コミのようなユーザ同士の伝承から社会的現象が生じ、トレンドが生み出される。社会的に生じたトレンドに影響を受けたユーザが、インターネットを使用してその情報を得るためにトレンドの集中が起きる。

トレンドが集中する原理を図1に示す。社会的現象が発生するとその情報は情報システムに格納される。格納された情報はテレビやインターネット等の様々なメディアを通じて、不特定多数のユーザへ伝わる。情報の発生を受けたユーザは、その情報の真偽や詳細な内容を得るため、情報システムや情報源のセンサ、カメラへのアクセスを試みる。大量のユーザが同時にアクセスを行うことで、突発的なトレンドの集中が発生する。

### 3.3 突発的なトレンド集中の特性

突発的なトレンドの特性として、発生の予測が困難であることがあげられる。社会的現象の例としてコンサートのチケットの予約や災害の発生等の大きなニュースに誘発されユーザが集中することが考えられる。このような現象はインターネットのみならず固定電話網や携帯電話網において数多く発生してきた。地震等の災害時にはトラフィックが集中することが知られている。その発生要因が3.1節に示した要因1であっても要因2であっても地震の発生とそれに伴うトレンドの集中を予測することは難しい。また、地震以外にどのような社会的現象でトレンドが発生するか、発生前に知ることは困難である。いつ起きるか予測ができない現象でありながら、トレンド集中が発生すると回線の混雑を招き、結果としてユーザが情報を取得できにくい状況を生む。こうした特性からトレンドの集中は早期に発見する仕組みが求められる。

## 4. 解決策の検討

トレンド集中による回線の混雑を回避し、必要とするユーザに迅速に情報を提供するための解決策として現状、以下の方法が考えられる。

### A アクセスコントロール

### B 輻輳制御

方法Aは、アクセス集中による回線の混雑の発生を防ぎたい情報システムに対し、特定ユーザのみにアクセスを可能とする方法である。例としてパスワード認証やフィルタリングリストによる管理等を用いて情報システムの利用を制限する方法が考えられる。この方法は特定の機関内等のように情報を取得できるユーザに限られている場合であれば有益な方法

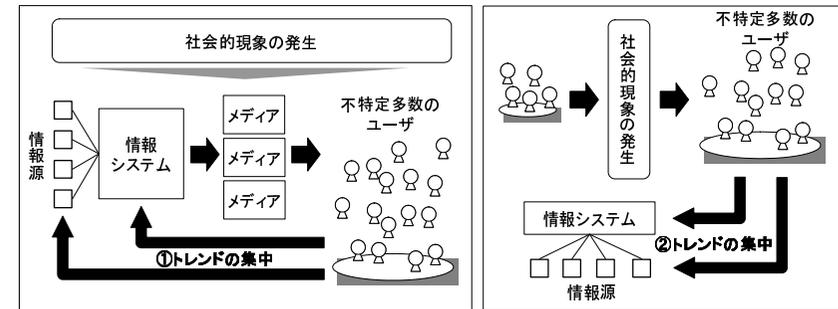


図1 突発的なトレンド集中の仕組み

である。しかし本研究で対象とする災害情報について、利用者が制限される環境は望ましくない。また不特定多数のユーザに対しアクセスコントロールの管理を行うことは、運用上の負荷が伴う。

方法Bは、アクセス集中による回線の混雑が起き輻輳が発生してから制御を行う方法である。この方法は方法Aのように情報の取得が特定ユーザのみに制限されたり、アクセスコントロールの管理の必要はない。しかしアクセスが行いにくくなってからの制御であり、ユーザにとって必要な時機に情報が取得できない状況が発生してしまう。特に、DoS攻撃のように大量のデータや不正パケットにより不正な攻撃が行われた場合、サービスやシステムそのものが停止し情報の提供が行えなくなるという問題がある。

そこで、本研究では新たな方法として、突発的なトラフィックの増加に自律的に対応しトラフィックの分散・制御することを目的とした環境情報クラウドを構築する。具体的には、情報源や情報システムを統一的に管理するためのシステムを構築し各情報源、情報システムに対して突発的なトレンドの集中を検知を行い、アクセスが行いにくい状況が発生する前にアラートの出力を行う。本システムはアラートを受けて時間・位置・トレンドに基づいたトラフィック分散・制御を行う。時間・位置・トレンドとは、必要とする時機に必要な地域のユーザが情報を取得できることを指す。こうした仕組みを実現するために、本システムではトレンドの集中を検知し、トラフィック分散・制御を行う。このことによって災害の発生時に必要とするユーザが必要な時期に情報を入手でき、その情報をもとに身の安全確保のための行動を適切に行える環境を作る。

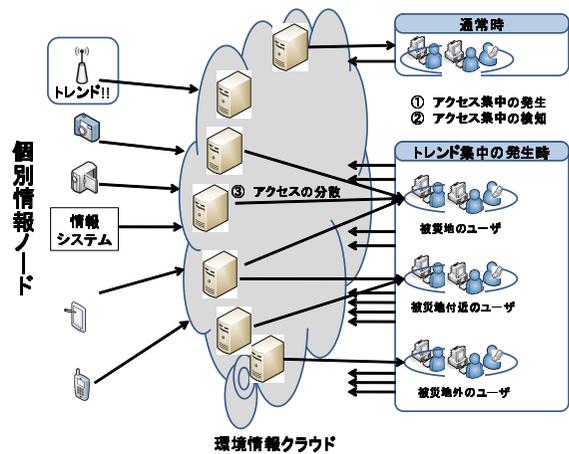


図 2 災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウド

## 5. 災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウドの提案

### 5.1 概要

本研究ではアクセス集中等の混雑が発生する前に適切なトラフィック分散・制御を行い、被災地の住民が必要とする情報を取得でき、身の安全確保に役立てられるようにする環境情報クラウドを実現する。

### 5.2 災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウド

災害の発生時に必要とするユーザが必要な時期に情報を入手でき、その情報をもとに身の安全確保のための行動を適切に行える環境を構築する。

ユーザが情報を得るための情報源や情報システムはそれぞれ特定の情報を扱うために構築されている。ここではこれらの情報源や情報システムを個別情報ノードと呼ぶ。本研究ではこれらの個別情報ノードへ統合的に管理するシステムとして環境情報クラウドを構築する。この環境情報クラウドによって、ユーザが行う個別情報ノードへのアクセスは統一され、アクセス集中の検知とトラフィック分散・制御を行うことができる(図2)。

### 5.3 環境情報クラウドの実現のための手法

提案する環境情報クラウドにおいて、トレンドの集中が発生していない通常時には、ユー

ザは環境情報クラウドを通じて目的とする個別情報ノードへのアクセスを行う。トレンドの集中が発生した際、この環境情報クラウドを用いて行うトラフィック制御の手法は以下である。

- 1 社会的現象によるトレンド集中により個別情報ノードの持つ情報の需要が増加し、アクセス数が増加する。
- 2 環境情報クラウドは個別情報ノードへのアクセスを管理し、アクセスが困難になる前にアクセス集中の発生を検知しアラートを出す。
- 3 環境情報クラウドは発生したアラートを受け、決められたルールに従ってトラフィック分散・制御を行う。

### 5.4 トラフィック分散・制御実現のための要件

この環境情報クラウドにおけるトラフィック分散・制御を実現するために考慮すべき要件として、以下の4点をあげる。

- 統一的なアクセスを実現するための環境構築
- 自律的なトレンド検知とアラートの出力の仕組み
- 分散・制御ポリシーの検討
- トレンドの予測機構の実現

#### 5.4.1 統一的なアクセスを実現するための環境構築

本研究で構築する環境情報クラウドによって、情報源や情報システムである個別情報ノードは、外部からのアクセスを統合化されている。この環境情報クラウドは個別情報ノードの持つ情報をインターネットへ公開するための統一的なサーバとして機能する。このことによって個別情報ノードは環境情報クラウドに接続を行うことで、自身の持つ情報をインターネットに公開することが可能となる。このことによってユーザからのアクセスを本システムに統一し、情報源や情報システムから情報を取得するユーザのアクセスを分散管理することが可能となる。このような環境を構築するためには、それぞれの個別情報ノードとの接続を可能にする。個別情報ノードはセンサやカメラ、情報システム等多様な機器である。これらの機器を環境情報クラウドに接続するためには、各個別情報ノードの接続形式に対応した標準化機構が必須である。

#### 5.4.2 自律的なトレンド検知とアラートの出力の仕組み

環境情報クラウドは自身に接続されたそれぞれの個別情報ノードへのアクセスの監視を行っている。そして特定の個別情報ノードへのトレンド集中を検知すると、アラートを出力する。本システムはアラートの出力をもって、情報源や情報システムに対し統一的なトラフィック分散・制御を行う。ここではユーザがどのような社会的現象を受け、インターネット

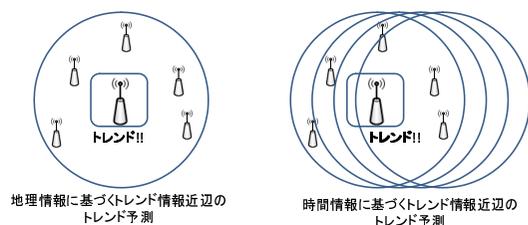


図3 トレンドの予測機構の実現

上でどのようなトレンドを示すかを検知することが重要となる。またアクセス集中を検知し、ユーザが必要とする時機に情報の取得を実現するためにはトレンド集中による回線の混雑が発生する前に突発的なトレンド集中を検知すること必要となる。トレンド集中を検知するためには、トレンドがどのような特性を持つかを把握することが不可欠である。

#### 5.4.3 分散・制御ポリシーの検討

本研究は目的とするユーザが必要な時機に情報を取得できることを目的とする。災害の場合、緊急を要する情報を必要とするユーザは被災地の住民や災害対応を行う機関が中心となる。このようなユーザを識別するためにアクセスを行ったユーザの位置を考慮したトラフィック分散・制御を行う。被災地内部からのアクセスを優先するため、被災地外からのアクセスを分散することで、被災地内部で必要としているユーザに情報を提供する。また、環境情報クラウドに接続された個別情報ノードがお互いの持つ情報を共有することも重要となる。環境情報クラウドによって、情報の共有が行われると、特定の個別情報ノードへのアクセスが集中している際に他の個別情報ノードが同じ情報を提供可能となる。このような仕組みで被災地内のトレンド上昇に対応し、ユーザがリアルタイムで情報を取得できる環境を提供する。

#### 5.4.4 トレンドの予測機構の実現

本稿で示す突発的なトレンド集中のようにトレンドは時間的・地理的に常に流動している。環境情報クラウドがトレンドの集中を監視することによって時間、位置によるトレンドの予測を行うことが可能となる。例えばトレンドの集中が発生したエリアの近辺では、社会的現象が派生し、トレンドが集中する可能性が高い。環境情報クラウドでは地理情報、時間情報を基に発生しているトレンドと、そのトレンド移行を推移し、トレンド予測を行う(図3)。

[開催地] 横浜  
 [実施日] 2009.12.18  
 [計測時間] 7:00 ~ 11:13  
 [来場者数] 25,000人

図4 実験環境の対象としたイベントの概要

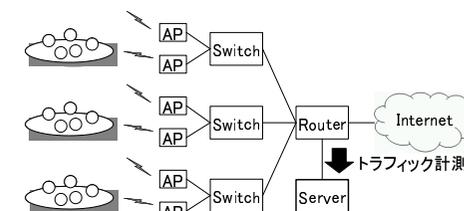


図5 ネットワーク構成

## 6. 試行実験

### 6.1 試行実験の目的

災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウドの実現に先立ち行った試行実験の結果を報告する。回線の混雑が発生する前にトラフィック分散・制御を行うため、本システムは突発的なトレンド集中を検知し、トレンド集中が閾値に達するとアラートを出力し、アラートの出力をもって、トラフィック分散・制御を実施する。このような機構を実現に向けて、トレンド集中の検知をどのように行えばよいか検討するため、突発的なトレンド集中の特性を検証した。この試行実験では、以下の事項について検証を行った。

- 社会的現象に対するインターネットでの突発的なトレンドの集中の発生有無
- 突発的なトレンド集中と通常のトラフィックの違い
- 災害に対する突発的なトレンド集中の挙動

### 6.2 実験環境

#### (1) 実験環境の概要

本節では試行実験に用いたネットワーク構成や機器について述べる。実験の対象としたイベントの概要を図4、ネットワーク構成を図5に示す。

#### (2) 機器

実験に用いた機器の環境を以下に示す。

- CPU Intel(R) Core(TM)2 Duo E7200 (2.53GHz)
- Memory 2GB
- OS CentOS 5.4
- TCPdump 3.9.8

### 6.3 試行実験の概要

#### 6.3.1 トレンド集中の発生の有無

計測したトラフィックから社会的現象に対するインターネットでの突発的なトレンドの集中の発生有無を検証する。実験環境のユーザがインターネット検索を行ったキーワードを情報の特性によって分類し、それぞれの検索回数を調査した。その結果からインターネット検索がどのような頻度で行われているか調べた。

#### 6.3.2 突発的なトレンド集中と通常のトラフィックの違い

6.3.1 で行ったキーワードの分類をもとに突発的なトレンド集中と通常のトラフィックにどのような差があるかを調べた。この結果から突発的なトレンド集中の特徴を検証する。また被災地内でのトレンド集中がどのように発生するかを検証するため、実験環境で起こっている出来事とインターネット上のトレンド集中の関係を調査した。具体的には実験環境のイベントで流通している特定のキーワードと検索キーワードとの関連を調べ、その特性を検証した。

#### 6.3.3 災害に対する突発的なトレンド集中の挙動

試行実験の際、発生していた群発地震\*1 を対象に、災害の発生に対し、被災地外のユーザがどのように情報を取得するかを検証した。

### 6.4 結果

実験環境で計測したトラフィックの概要を図 6 に示す。トラフィック総計のうち、59.7% が www のトラフィックであった。試行実験を行ったイベントでインターネットを行っていたユーザのうち、6割が何らかの情報を取得していたことがわかる。

この www のトラフィックのうちインターネット検索が行われた回数は 1,204 回であった。インターネット検索のキーワードについて以下のように分類を行った。

- Group1-1 イベントに関連するキーワード（イベントの名称）
- Group1-2 イベントに関連するキーワード（イベントの内容に関連するもの）
- Group2-1 イベントに関連しないキーワード
- Group2-2 イベントに関連しないキーワード（群発地震に関連するもの）
- Group3 その他（単語として意味を成していないもの）

分類ごとのキーワードの検索回数を図 7、キーワードの言語を図 8 に示す。

\*1 2009 年 12 月伊豆半島東方沖の地震活動

2009.12.18 16:00 までに震度 1 以上を観測した地震の回数

震度 5 弱：2 回、震度 4：0 回、震度 3：6 回、震度 2：22 回、震度 1：73 回（合計 103 回）

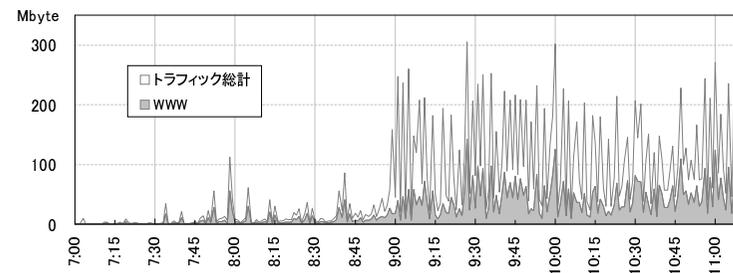


図 6 実験環境で計測したトラフィックの概要

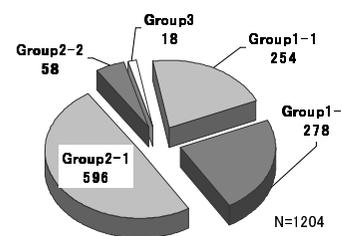


図 7 分類ごとのキーワードの検索回数

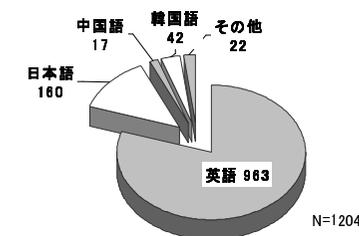


図 8 キーワードの言語

#### 6.4.1 トレンド集中の発生の有無

Group1-1 イベントに関連するキーワード（イベントの名称）と Group1-2 イベントに関連するキーワード（イベントの内容に関連するもの）の検索回数を図 9、図 10 に示す。

#### 6.4.2 突発的なトレンド集中と通常のトラフィックの違い

Group1-1 イベントに関連するキーワードと Group1-2 イベントに関連するキーワードの検索回数の近似曲線を図 11 に示す。近似曲線は 5 分ごとの移動平均を表している。また、Group1-2 イベントに関連するキーワードに対し形態素解析を行い、キーワードの出現頻度を調べた。出現頻度の高い上位 3 つのキーワードをそれぞれ keywordA, keywordB, keywordC とする。これらの特定のキーワードに対する検索回数を図 12 に示す。

#### 6.4.3 災害に対する突発的なトレンド集中の挙動

Group2-2 イベントに関連しないキーワード（群発地震に関連するもの）を図 13 に示す。群発地震のうち、試行実験の期間または直前に以下の地震が発生している。いずれの地震に

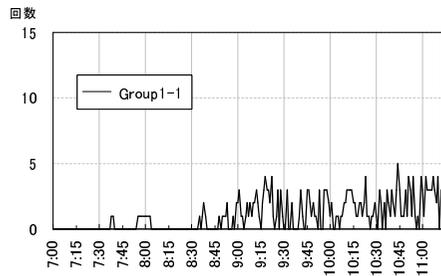


図 9 Group1-1 イベントに関連するキーワード  
 (イベントの名称)

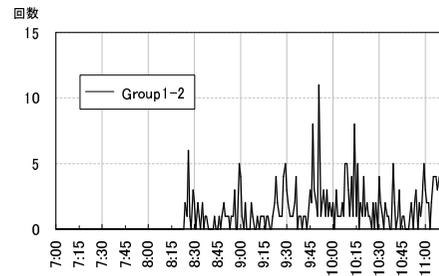


図 10 Group1-2 イベントに関連するキーワード  
 (イベントの内容に関連するもの)

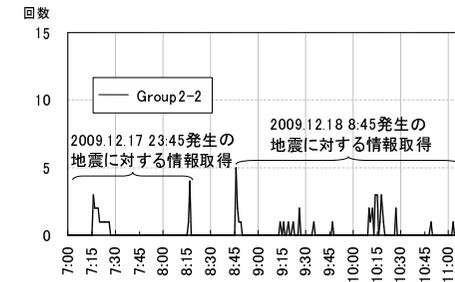


図 13 災害に対する突発的トレンド集中の挙動

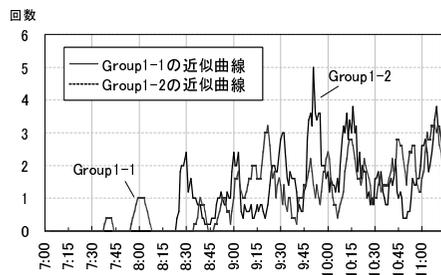


図 11 Group1-1 突発的なトレンド集中と  
 通常のトラヒックの違い

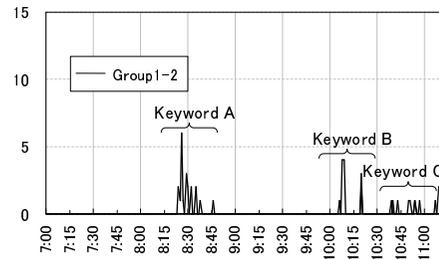


図 12 Group1-2 特定のキーワードに対する検索

ついても実験環境での震度は震度 2 であった。

2009.12.17 23:45 最大震度:震度 5 弱 (震源:静岡県伊豆地方 M5.0)

2009.12.18 8:45 最大震度:震度 5 弱 (震源:静岡県伊豆地方 M5.1)

## 6.5 考 察

### 6.5.1 トrend集中の発生の有無

図 9, 図 10 を比較すると Group1-1 は全体的になだらかであるが, Group1-2 は同時に 5~10 回程度の検索が存在していることがわかる。このことから Group1-2 に関しては突発的なトレンド集中が生じていると考えられる。Group1-1 はイベントの名称であり, 既知のキーワードである。実験環境に訪れたユーザがイベントのプログラム等の詳細情報を入手するために検索を行っている可能性が高い。また, Group1-2 のキーワードはイベントの内容に関連するキーワードである。イベントに参加しているユーザがキーワードを見聞きし

て詳細情報を調べるために検索を行っていると考えられる。

Group1-2 はユーザが実験環境の影響を受け検索を行っている想定できる。このことから社会的現象に影響を受けたユーザがトレンド集中を起こすことが確認できた。試行実験時, 実験環境内での災害の発生はなかったが, 実験環境内を被災地内とみなすと災害の発生によって被災地内のユーザが情報を取得する行動をすることが想定できる。

### 6.5.2 突発的なトレンド集中と通常のトラヒックの違い

図 11 に示す近似曲線を比較すると Group1-2 は Group1-1 に比べ全体的に検索回数が集中するまでの曲線の傾きが急である。Group1-2 のような情報を取得しようとするユーザの挙動は早い時間に集中し, その後なだらかに収束した。このことから突発的なトラヒックの特徴として, 社会的現象の発生しユーザが行うアクセスが同時に集中することがわかる。時間・位置・トレンドを考慮したトラヒック分散・制御を実現するためには, この傾きが上昇するまでの短時間にトレンドの集中を検出することが必要であることがわかった。

この傾向は図 12 から確認することができる。図 12 では, 実験環境でそれぞれ keywordA, keywordB, keywordC に関連するイベントが開催され, ユーザが検索を行ったと考えられる。keywordA の回数については検索が同時にトレンドの集中が起こり, 短時間に上昇している。また keywordA は突発的にトレンドが集中し, その後 15 分程度で収束しているが keywordC の検索は 30 分渡ってまばらに行われている。同じ実験環境内での情報取得であっても, 情報の内容やユーザによってトレンド集中の発生有無に差が生じる。このことからトレンドを予め予測することは困難であり, トレンド集中が起こり始めてから回線の混雑となる閾値を超える前に検出することが重要であるとわかった。

### 6.5.3 災害に対する突発的トレンド集中の挙動

試行実験実施日の地震の発生は 8:45 であったが、図 13 から発生と同時に検索を行ったユーザが複数いたことがわかる。また検索回数は少ないがその傾きは急であり、突発的なトレンド集中を起こしていた。

イベントとは直接関連しない社会的現象であるが、災害情報については、自身のいる環境と災害の発生が関連しないユーザであっても情報の取得を試みている。試行実験実施日の地震の前に情報を検索しているユーザについては開催地に到着してから前日に起きた地震の情報を取得しようとしたと考えられる。このことから災害情報については被災地外のユーザであっても、発生後すぐに情報の取得を行うことがわかった。全体的に検索回数が少ない理由として、実験環境での震度が有感地震として小さめの震度 2 であったことが考えられる。試行実験から以下のことが確認できた。

- 社会的現象に影響を受けたユーザが突発的なトレンド集中を起こす。また実験環境内を被災地内とみなすと災害の発生によって被災地内のユーザが情報を取得する行動をすることが想定できる。
- 突発的トラヒックの特徴として、社会的現象の発生しユーザが行うアクセスが同時間に集中する。トレンド集中は傾きが上昇するまでの短時間に検出することが必要である。
- トレンドを予め予測することは困難であり、トレンド集中が起こり始めてから回線の混雑となる閾値を超える前に検出することが重要である。
- 実験環境外で発生した社会的現象に関連する特定のキーワードについてもトレンドが発生する。特に災害情報について調査したところ、災害の発生後すぐに被災地外の複数のユーザが情報の取得を試みることがわかった。

## 7. ま と め

本研究では、災害情報の提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮したトラヒック分散・制御を提案する。社会的現象に誘発されたトレンド集中の影響によりインターネット上の情報源や情報システムへのアクセスが集中するおそれがある。こうした現象は回線の混雑を招きアクセスしにくい状況を生む。特に災害時においては必要とする時機に情報を入手できないことは、適切な行動を行うための判断材料の不足を招き被害の発生につながる。

このような状況が生じる原因として、アクセス集中による回線の混雑が考えられる。社会的現象に誘発されたトレンド集中の影響によりインターネット上の情報源や情報システムへのアクセスが集中する。こうした現象は回線の混雑を招きアクセスしにくい状況を生む。

特に災害時においては必要とする時機に情報を入手できないことは、適切な行動を行うための判断材料の不足を招き被害の発生につながる可能性がある。突発的なトレンドの集中が起きる原理として、社会的現象に誘発された多数のユーザが情報を得ようとして、同時間に特定の情報源や情報システムにアクセスを試みることから発生する。

災害情報の適切な提供を目的とした時間・位置・トレンドを考慮した環境情報クラウドの実現を目指す。その手法として本研究では情報源や情報システムである個別情報ノードを統合する環境情報クラウドを構築する。この環境情報クラウドは個別情報ノードの持つ情報をインターネットへ公開するための統一的なサーバとして機能し、それぞれの個別情報ノードに対するアクセスを監視する。環境情報クラウドがトレンド集中の検知を行うことにより、アクセス集中による回線の混雑が発生する前にトラヒック分散・制御を行うことが可能となる。このことによって住民が必要とする時機に情報を取得でき、身の安全確保に役立てられるようにすることを目的とする。

本稿では環境情報クラウドの実現に向けてはじめに、トレンド集中とはどのようなものであるか、その特性をまとめた。次に突発的なトレンド集中の特性を検証するため試行実験を行った。試行実験の結果から、社会的現象に影響を受けたユーザが突発的なトレンド集中を起こすことがわかった。また、突発的なトレンド集中の特徴として、社会的現象の発生しユーザが行うアクセスが同時間に集中するため近似曲線は急な傾きを示し、検出は傾きが上昇するまでの短時間に行うことが必要となる。

今後は、試行実験で明らかとなった突発的トレンドの特性を元に、トレンド集中の傾きからトレンドの集中を検知し、アラートを出力するための検討を行う。今後の展望として本研究で構築する環境情報クラウドによって、アクセス集中が発生する前にトラヒック分散・制御が行える。さらに環境情報クラウドを用いることによって地理的・時間的に流動するトレンドの予測機構も実現可能である。

## 参 考 文 献

- 1) 中尾嘉宏, 許先明, 中村豊, 藤川和利, 砂原秀樹: 自由度の高い解析可能なネットワークトラヒック計測システムの実現, 電子情報通信学会技術研究報告. CS, 通信方式, 103(414), pp.43-48 (2003).
- 2) 斎田佳輝, 市川本浩, 中村豊, 藤川和利, 砂原秀樹: sFlow によるネットワークトラヒック監視システムの提案, DICO2005 シンポジウム論文集 (2005).
- 3) tcpdump, <http://www.tcpdump.org/>.