

災害情報を迅速に伝達するための放送・通信連携基盤技術の研究開発

Research and development of basic technology linking broadcasting and communications for rapid transmission of disaster information

研究代表者

加藤久和 日本放送協会

Hisakazu Kato Japan Broadcasting Corporation

研究分担者

加藤久和[†] 塩入諭^{††} 金澤勝^{†††} 広川智久^{††††}

Hisakazu Kato[†] Satoshi Shioiri^{††} Masaru Kanazawa^{†††} Tomohisa Hirokawa^{††††}

[†]日本放送協会 ^{††}東北大学電気通信研究機構

^{†††}一般財団法人 NHK エンジニアリングシステム ^{††††}NTT アイティ株式会社

[†]Japan Broadcasting Corporation ^{††}Research Institute of Electrical Communication Tohoku University

^{†††}NHK Engineering System Inc. ^{††††}NTT IT Corporation

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

概要

大災害時においては、正確な情報を的確に得られることが生命財産の確保のため極めて重要である。本研究開発では、信頼性の高い情報を広域の視聴者に迅速に提供できる放送と、地域や個人に対応した個別の情報を提供できる通信の両方のメリットを生かした放送通信連携システムを開発した。開発したシステムの評価実験を行った結果、電源が確保されていることを前提とすれば、震災直後でも約 8 割が「有用」と回答した。また、デモを通じて、東北地方の自治体、放送局とも議論する機会が得られ、地域毎の細かい情報を災害時に扱う課題などが明確になった。本システムは、災害時だけでなく平常時にも多くの国民にとって有益な情報提供環境を提供することができる。

1. まえがき

東日本大震災では停電、中継局被災、ネット輻そう等により、住民への事前の津波避難指示体制のぜい弱さが課題となった。震災時に「正確な情報をあまねく迅速に伝える」技術の確立は急務である。また、震災後は被災者の安否情報や避難場所情報、被災地への的確な物資救援情報等の堅ろうな伝達技術が求められる。しかしながら、国民が必要とする情報を適切に取得できる情報提供技術は十分に整備されているとはいえない。

そのため、大容量で正確な情報を一斉に配信できる放送と、個別に必要とする情報を提供できる通信の双方の利点を生かした放送通信連携基盤の確立をめざす。そのために、放送と通信の両方のメリットを利用したシステムの提案とそのシステムの構築を行うとともに、システム評価を行った。緊急を要する災害情報は放送を使って多くの人に迅速に伝え、きめ細かい個別の情報は通信で伝達することが可能となるシステムを実現することで、これまでの情報提供環境が多くの国民にとって有益な進化を遂げることが可能となる。開発したシステムと研究課題を図 1 に示す。

2. 研究開発内容及び成果

2. 1 放送システムと通信システム間の協調技術

2. 1. 1 災害関連情報を抽出する技術

放送と通信を連携した Hybridcast システムの構築に学際的な知見や基礎技術を活用するため、以下の要素技術の研究開発を行った。課題「アーアー 1 放送コンテンツとネットワークコンテンツとの連携技術」では、能動的情報資源(AIR: Active Information Resource)の形式で集積化(AIR 化)し、AIR 群の協調動作によりコンテンツ相互間での自律的な連携処理を行うというこれまでにない手法を

開発し、番組に関連した Web 情報を探索する支援技術を提供した。課題「アーアー 2 信頼性分析技術」では、膨大なデータに基づく言論マップを利用して、玉石混淆の集まりである Web 情報のスクリーニングを行う技術の開発を進め、発信する情報の信頼性を支援する技術を提供した。これらの言語処理技術に基づいて、放送番組と関連した信頼性の高い Web 情報を抽出し、コンテンツの制作に活用できることを検証し、有効性を確認した。また、課題「アーアー 3 映像データからのメタデータ生成技術」では、解像度が低く動きぼけの多いニュース映像等を対象として、文字検出技術と文字認識技術の連携を図り、画像情報からテキストデータを取得して映像のメタデータを生成する技術の開発を進めた。課題「アーアー 4 放送と通信コンテンツの動的マッシュアップ技術」では、高水準高信頼プログラムである SML#を Hybridcast 制作環境に適用し、安全なアプリを効率的に開発できる手法の開発を進めた。さらに、課題「アーアー 5 サーバ API 構築技術」では、TV 受信機に HTML5 ブラウザを実装し、ユーザが必要とするきめ細やかな情報を効率的に取得できるようにして、居住地域や個別のユーザ識別などに応じた柔軟な情報取得を可能とした。

2. 1. 2 災害関連情報を優先的に伝送する技術

災害関連情報を優先的に伝送する技術の研究開発のために、課題「アーアー 1 ネットワークの優先制御技術」、課題「アーアー 2 ネットワークの経路制御技術」、課題「アーアー 3 アドホック送信技術」の 3 つの研究テーマを設定して開発を進めた。

課題「アーアー 1 ネットワークの優先制御技術」については、大規模災害発生時に通信回線のアクセス集中が予想される中で、自動的にネットワーク制御を行い、緊急性

の高い災害関連情報を優先的に伝送するためのネットワークインフラの実現を目指し、災害時のポリシー制御アーキテクチャを提案した。その有効性を評価するため、評価実験用にアーキテクチャの一部機能を実装し、実験を行った。具体的には制御系の性能として自動制御に要する時間に焦点を当て、転送系の性能として優先制御装置の QoS 処理速度に焦点を当て、それぞれ大規模災害発生時に要求される性能を満たすことを確認すると共に、実装時における課題の抽出を行った。

一般的に利用される diffserv 等の優先制御ではネットワーク及び端末に予め優先制御情報を固定的に設定している。大規模災害の時にはできるだけ早期（例えば 10 分以内）に制御変更を行う必要があるが人手による設定変更など短時間における運用対処がきわめて困難である。そこで最近注目されている新しい技術要素を含む DPI 装置を用いて、大規模災害時を想定したネットワークの動的優先制御が可能なることを実証実験により検証したところが革新的なところである。

課題「アーイー 2 ネットワークの経路制御技術」については、大規模災害発生時に、自動的に制御を行って災害関連情報を含む緊急性の高いトラフィックを優先的に転送するため、OpenFlow/SDN 技術を用いた経路制御方式のシステム構成と制御インタフェースを明らかにした。提案方式は、OpenFlow スイッチで構成されるネットワークの発着ノード間に、優先度別に複数の MPLS 経路を予め設定し、それらの経路へのトラフィック分散比率を、ネットワーク制御サーバを用いてネットワーク設備やトラフィックの状況に応じて一元的に制御することにより、トラフィックフローを最適化する方式である。

現在の MPLS 方式では複数のルータベンダー機器の混在したネットワークでの一元的な経路制御が困難だという課題があったが、最近注目されている新しい

OpenFlow/SDN 技術を用いれば、異なるベンダーがあっても機器が OpenFlow スイッチの仕様に準拠している限り制御でき、ネットワーク管理サーバからの高度な制御が可能なることから、優先トラフィックの疎通最大化を図りながら、一般の非優先トラフィックを公平に転送するようにリズムを開発したところが他と異なるところで独自性がある。実際には計算機上のモデルネットワーク評価によって、開発したフロー割り当てアルゴリズムの有効性を確認した。

課題「アーイー 3 アドホック送信技術」については、Twitter などのソーシャルメディアは、多くのユーザが日頃から使用しているために、認知度・アクセス率は高く、ユーザが能動的に情報を発信するという点で情報収集に有効に働くため、震災発生後は安否情報、交通情報や被災地情報などが流れていた。有用な情報が多く発信され利用されたソーシャルメディアであるが、それ以上に災害に無関係の情報も流れ、全体として流量が増加するという問題も残した。災害時においてこれらソーシャルメディアを有効に利用するために、大量な情報を可能な限りリアルタイムで選り分け、被災者の側のさまざまな地域や目的に応じて必要な情報を配信することが必要となると考え、災害情報の絞り込みと地域情報の絞り込みによって、被災者ごとに適切な情報のみが配信されるようにすることを目標とする。具体的には、位置情報や災害情報を判断・判定するための 70 万語相当の位置判定用の辞書や災害用語の辞書を作成し、ソーシャルメディアで流れている情報の内容から端末操作者が希望した情報を選別し、配信する仕組みをサーバ上で実装した。本システムの有効性を検証するために、性能評価と評価実験を行った。性能的には今回使用した相応なマシンでは商用レベルの運用は問題の無いレベルであった。また、評価実験を実施し、位置情報の「正確性（適合率）」や「網羅性（再現率）」を算出して測定・考

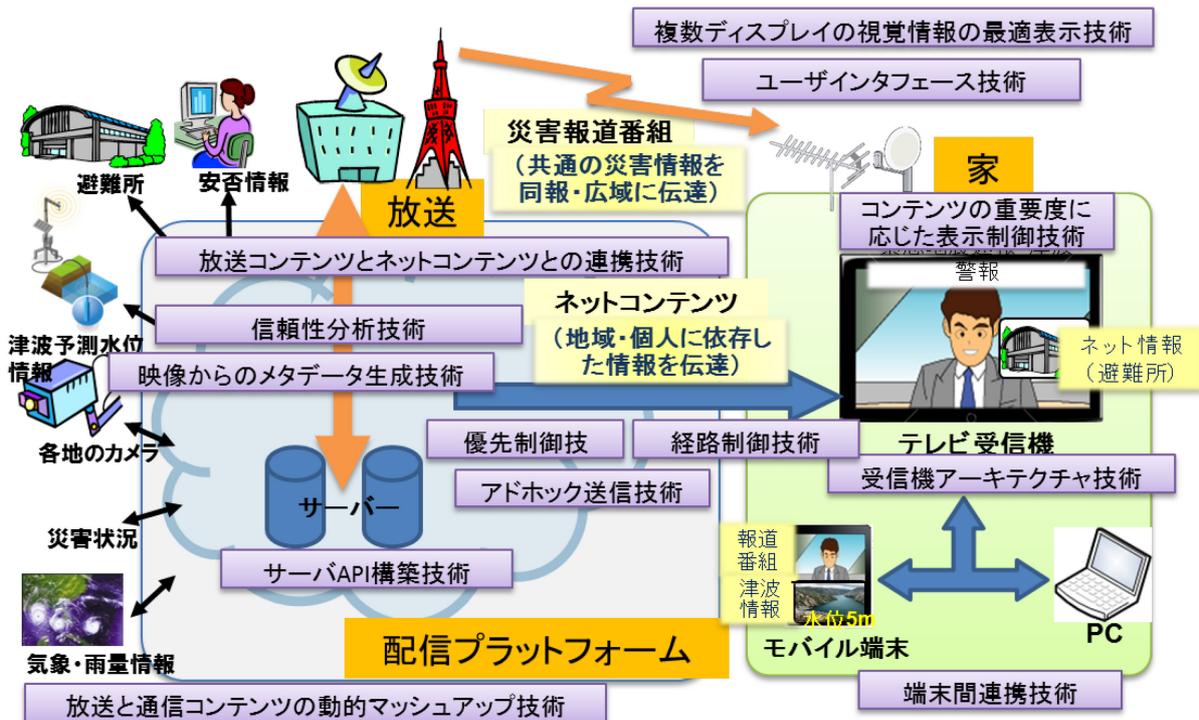


図1 開発したシステムと研究課題

察を実施した。災害情報に関連する網羅性を向上するために辞書のメンテナンス方針や効果的なメンテナンス実施が重要であることが判明した。

これまでソーシャルメディアを投稿者がつけたジオタグを元に地域に紐付けるサービスは存在したが、投稿された情報の本文から対象地域を推定し、位置情報を付加する処理をほぼリアルタイムで行い、GPS などから得られた利用者の位置情報に関連する情報のみを提供する技術には独自性がある。

2. 2 災害報道番組と連動して災害関連情報を情報端末に合成・表示する技術

2. 2. 1 災害関連情報をテレビ画面に合成表示する技術

最近の TV 受信機にはネットに接続ができるタイプが販売されているが、その仕様はメーカーに依存する。課題「イーアー1 受信機アーキテクチャ技術」では、今回、放送通信連携システム Hybridcast を基盤技術として用い、通常の TV 受信機の機能に加えて、アプリケーションが動作するアーキテクチャを提案し実装した。具体的には HTML5 ブラウザと HTML5 アプリから受信機機能を制御するための API を搭載し、放送からの制御信号と HTML5 アプリケーションによって放送通信連携により効果的に様々な情報提供を実現できることを示した。検討した受信機アーキテクチャを図 2 に示す。

Hybridcast では、放送、通信メディアのそれぞれの特徴を生かして多様な情報を提供するため、テレビ受信機の画面だけでなくタブレットやスマートフォンなどの携帯端末を利用するなど、複数の画面による情報呈示が有効である。しかし、サイズの異なる複数の表示装置に同じコンテンツを表示する場合のレイアウトについての指標が存在しない。そこで、課題「イーアー2 複数ディスプレイの視覚情報の最適表示の検討」において、主観評価実験により様々なタイプの複数画面を利用する場合の有効な情報呈示方法を調査した。

評価実験により、全国情報とローカル情報を一つの画面に表示する場合には、画面サイズやアスペクトによらず表示領域を左右に分割して表示する方法が適当であることなどを確認した。ここで得た知見をもとに、コンテンツの画面デザインを行い、ユーザによるシステム評価実験を行った。評価実験の結果から、横長画面の TV 受信機と縦長

画面のタブレットで同一コンテンツを表示する場合に適用した。

課題「イーアー3 コンテンツの重要度に応じた表示制御技術」では、コンテンツの重要度に応じた表示制御を実現するために、制御信号を放送に多重する技術と、受信機で制御信号を解釈し放送画面とアプリケーションの表示を制御する技術を開発した。これにより番組単位や任意のタイミングで、受信機で実行中の HTML5 アプリケーションを制御し、画面表示を様々な制御することができる。実証実験により、番組アプリが動作中に災害が発生した場合に、放送局からの制御信号により番組アプリが停止し災害アプリが起動することを確かめた。

2. 2. 2 多様な情報端末間の連携技術

課題「イーアー1 災害報道番組と連動した災害関連情報をインタラクティブに表示する技術」では、放送通信連携システムの受信機側のユーザインタフェースの開発を行った。本研究開発で開発した放送通信連携システムのユーザインタフェースの例を図 3 に示す。テレビ受信機は、災害放送番組と、それに関連する各種 Web コンテンツを同時に表示することができる。Web コンテンツの情報は、Hybridcast の機能によって番組に連動して更新される。また、スマートフォンなどの携帯端末の操作によりウェブコンテンツを選択することができ、選択したコンテンツに関連するコンテンツがその周りに集まる。現行の TV リモコンはボタン操作によりフォーカスを移動してオブジェクトを選択するが、本方式は指によるスライド操作とフリーカーソルによるオブジェクト選択方式であり、操作性が向上している。

タブレットなどの携帯端末が TV 受信機と連携して情報を提示できるようにするために、課題「イーアー2 端末間連携技術」において、TV 受信機に端末連携 API を提案した。また、TV 受信機と携帯端末間は、家庭内の LAN を利用し、携帯端末上で動作するアプリケーションを TV 受信機から起動するとともに連動動作を行うことができる。

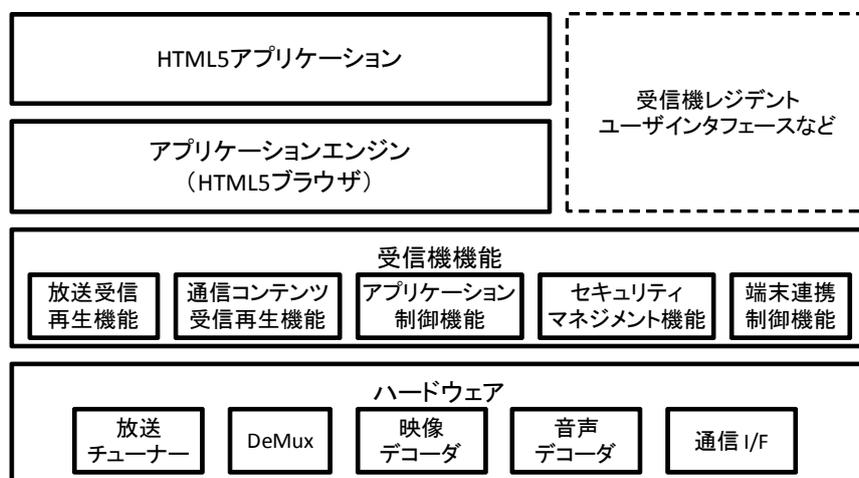


図 2 Hybridcast 対応受信機の基本アーキテクチャ



オンマウスで画像拡大



関連情報が集まる

図3 ユーザインタフェースの例

端末には Andorid および iOS のタブレットおよびスマートフォンを用いた。さらに、災害時に電源の確保が困難な場合においてもバッテリーで駆動できるような省エネルギーな表示装置として、電子ペーパーを利用した大型の表示装置を試作した。

2. 3 システム評価実験

提案する技術の有効性を確認するため、システムを構築し、実証実験を実施した。

全体システム構成を図4に示す。システムは、放送局、配信プラットフォーム、家庭、制作環境の4つのエンティティで構成される。実験ネットワークは、クラウド(新川崎)、東北大学、仙台市内データセンタの3拠点を利用し、拠点間をJGN-Xで接続した。クラウドにはサーバ機器を設置し、仙台市内データセンタおよび東北大学にはクライアント機器を設置した。

実証実験では、このシステムによるサービスを一般ユーザがどのように感じるのかを調べるために、ユーザービリティの評価を行った。

テレビ受信機については、成果展開時期が早いことを示すために、市販されている受信機を利用し、そのファームウェアを Hybridcast 対応に変更することで対応した。デモ環境については、東日本大震災を想定し、災害放送番組と災害アプリを制作し、想定する場所は、被災地に居住している場合と、本人は非被災地に居住し家族や知人が被災地に居住している場合の2つの環境を想定した。

東日本大震災被害地区の仙台で実施したシステム評価実験の概要は以下の通りである。

- ・ 調査実施日：2012年11月9日(金)～11日(日)
- ・ 実験実施場所：仙台市若林区 データセンタ
- ・ 対象者：仙台市在住の20～60代の男女 計104名
- ・ 調査方法：デモ体験とアンケートへの回答を伴う「ホールテスト」および同じ属性の被験者による「グループインタビュー」

評価実験の結果、電源が確保されていることを前提とすれば、震災直後でも約8割が「有用」と回答した。震災からの時間が経過するほど情報収集意欲が高まり、また、被災地からの距離が離れるほど、さらに有用性は高まる傾向があった。魅力要因としては、「多様な情報が得られること」「いち早く情報を得られること」「情報をわかりやすく入手できること」が多く挙げられた。また、自分が住むエリアの情報、自分が知りたい情報を優先的に選べることも大きな魅力であると評価された。

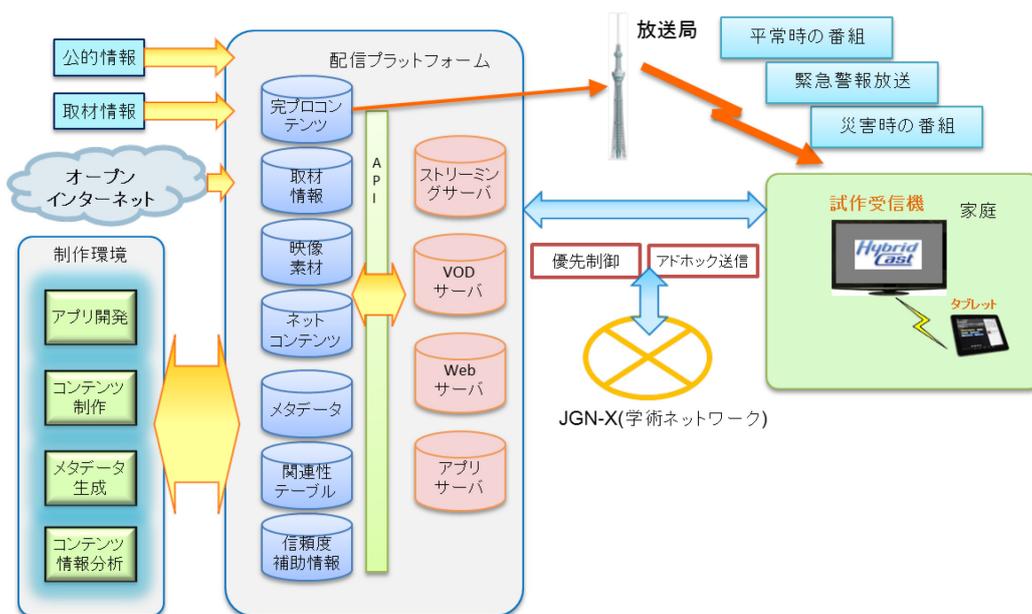


図4 全体システム構成

また、システムの有効性を示すためのデモンストレーションを実施した。その概要を以下に示す。

- ・ 日時：2012年11月28日（水）～30日（金）
- ・ 場所：東北大学 プレインウェア研究施設内
- ・ デモシステム：Hybridcast システム、Hybridcast 対応 TV 受信機、アプリ、タブレット、電子ペーパーディスプレイ、優先制御技術、アドホック通信技術、ユーザインタフェース技術、言語処理技術応用、マッシュアップ技術
- ・ 参加者：総務省関係、放送関係、標準化団体、自治体、報道機関等の関係者 101 名

デモを通じて、東北地方の自治体、放送局とも議論する機会が得られ、地域毎の細かい情報を災害時に扱う課題などが明確になった。さらにデモの様子は NHK のニュース（仙台ローカル 11 月 29 日 18:10～、全国放送 11 月 30 日 0:00～）でも取り上げられ放送された(図 5)。



図 5 2012 年 11 月 30 日 NHK 総合の放送映像

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発の基盤技術である Hybridcast の技術仕様に関しては、平成 24 年度末に一般社団法人 IPTV フォーラムで「ハイブリッドキャスト技術仕様 ver1.0」としてまとめられ、一般に公開された。この技術仕様の議論には、本研究の知見が反映されている。また、Hybridcast の国際標準化についても、ITU-T、ITU-R、W3C で対応を進めており、今回の耐災害の知見も既にいくつかの勧告や報告に反映されている。

さらに、本研究開発で得られた知見は Hybridcast の実サービスに生かされている。NHK では、平成 25 年 9 月から第一段階のサービスを開始した。そのサービスの一つに最新のニュースをネット経由で Hybridcast 対応テレビに提示するアプリケーションがある。対応テレビでこの機能を選ぶと、好みのジャンル、好みの地域のニュースのヘッドラインが常時画面下部にスクロール表示され、緊急情報があると赤字表記となる。今回の実証実験で有効性が確認された、放送からの緊急情報を優先的に表示する画面制御の機能も、ハイブリッドキャスト技術仕様に規定され、対応テレビすべてに実装された。さらに、第二段階のサービスとして、スマートフォン/タブレットとの連携機能や VOD の提供、また番組連動型のサービスを平成 25 年 12 月から開始した。これらのサービスを実現するアプリケーションの制作には、今回、要素技術として開発した情報処理技術に係る言語処理や検索技術などの知見が活かされている。

優先制御技術・アドホック送信技術については、災害時以外の自治体利用の可能性を探り、自治体での活用方法等

の検討を行う。また今後、優先制御技術については、実通信網への適用検討について取り組み、アドホック送信技術については、地域情報の拡充 検討及び適用分野の拡充検討について取り組む。

4. むすび

1 年という限られた期間内に研究プロジェクトを完結するために、詳細な計画を立てるとともに四半期ごとに進捗を確認しながら進めた。第 1 四半期には研究開発の具体的な計画を立案し、第 2 四半期に要素技術の開発を進め、放送通信連携機能やトラフィック制御、またコンテンツの自動処理、自動生成技術などに関する開発を完成した。第 3 四半期には新たに開発した要素技術を統合するとともに評価実験を実施した。第 4 四半期には実験結果をまとめるとともに、デモなどを実施した。

今回のシステム構築と実証実験を通して、有効性が確認されたが、同時にいくつかの課題も明らかとなったので、これについて述べる。

まず、メディア間の連携による情報提供環境の必要性があげられる。今回の一連の研究開発で進められた例えば通信網の機能向上など、それぞれの技術要素の機能改善や信頼性の向上を目指すことが必要であることは言うまでもない。実際の災害時に放送通信による情報提供環境をより確実なものにしておくためには、それぞれの機能改善に加えて、災害の発生後の時間経過とそれに伴うメディア環境の変化に合わせて、それぞれのメディアの弱点を補完できるようにする、すなわち、時宜に得た適切な情報入手手段が確実に選べるようにすることが重要である。例えば、テレビの場合、停電となったら基本機能すら発揮できなくなる。発災時に大規模停電や通信網の分断となるほどの甚大な被害を受けた場合は、テレビ受信機は通常利用出来なくなる。今回のシステムを確実に活かすためには、前提として電源の確保、通信網(一部トラフィックの輻輳はあるものの)確保されていることが必要となる。発災時に大規模停電や有線網の分断となるほどの甚大な災害の場合には他のメディアによる情報伝達手段に委ねる必要があり、この面からもメディア間の連携が重要となる。このようにメディア間の連携を確実にして、より適切に情報を提供できる環境を構築することが必要である。

次に、適確な情報収集・提供スキームの構築の課題があげられる。災害時には風評などによる信頼性の低い情報を回避し、自治体や公共団体などが集めた地域性の高い高信頼な情報や、マスコミの取材による裏付けの得られた情報をより効率よく収集・編集し、災害後の段階毎に、また地域毎に迅速・適確に提供できる仕組みが必要となる。このために膨大な情報を検証し整理することに大変な労力が必要となる。これを少しでも軽減するために、今回開発したソフトウェアによる処理で、効率的に分類仕分けができ、またそれぞれの情報のまとまり事に、その内容を考慮して放送に載せる情報、通信である地域に提供する情報などに仕分け、それを基にメディアに合わせたコンテンツの生成を効率的に行う制作システムも重要となる。今回はその一部を構築してデモンストレーションでも紹介した。放送事業者の報道システムの構築にも大きく関わる部分であること、また、情報提供の最後は人間が確認する必要があることから、将来に向けて着実に構築していくことが望まれる。

最後に、テレビの機能に関する課題である。テレビは、子供から高齢者まで誰にでも簡単に操作できることが特

徴である。今回のように、テレビを中心とした情報提供環境を構築して行くに当たっては、テレビ本来の特性である使いやすさや大画面の特性を活かし、利用者が見やすい表示方法や使いやすい操作方法を考慮していくことが重要である。これについては、今回も研究成果の一部を反映することができた。今後はさらにそれを推し進め、平時から慣れ親しめるインタフェースの開発により、よりよい機能の実装を目指していく必要がある。

今後は、放送・通信連携システムに関する今回の研究開発で得られた知見を、NHK ではハイブリッドキャストのさらなる展開に活かして行く。多彩なアプリケーションの開発と併せてネット経由でより豊かな情報を分かりやすく提供するために必要な制作環境の構築も進めていく。この中では、今回、開発されたような情報処理技術の導入の検討なども進められている。

民間放送局でも平成 26 年からハイブリッドキャストの実証実験を開始した。また、テレビを中核としてインターネットやスマートフォンを活用した災害支援の実証実験も進められている。これらの取り組みを契機に、ハイブリッドキャストサービスの拡大や受信機の普及が期待されると共に、放送と通信を連携させた耐災害の仕組みがさらに充実していくこととなる。

一方、NTT グループが担当する優先制御技術・アドホック送信技術については、災害時以外の自治体利用の可能性を探るため、1 月は宮城県情報政策課にヒアリングを行うなど成果展開の道筋を検討している。さらに県内自治体へのヒアリングを実施することで、自治体での活用方法等の検討を行う。また今後、優先制御技術については、実通信網への適用検討について取り組み、アドホック送信技術については、地域情報の拡充 検討及び適用分野の拡充検討について取り組む。

【誌上発表リスト】

- [1] Wenpeng Wei, Aki Asanuma, Taishi Ito, Hideyuki Takahashi, Kazuto Sasai, Gen Kitagata, Tetsuo Kinoshita, “Design of Cooperation Scheme of Active Information Resource for Heterogeneous Contents”, The 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication, pp. 81-87 (2012.10.19)
- [2] 加藤久和, “Hybridcast の展開”, NHK 技研 R&D, No.135, pp.14-29 (2012. 9)
- [3] 中須英輔, “ハイブリッドキャストの災害時の有用性を検証——総務省委託研究「災害情報を迅速に伝達するための放送・通信連携基盤技術の研究開発」実証実験を実施”, NHK エンジニアリングサービス広報誌 VIEW Vol.32, No.2, p.6 (2013.3.25)
- [4] 中須英輔, “Hybridcast をベースにした災害情報伝達システム”, NHK エンジニアリングサービス広報誌 VIEW Vol.32, No.3, p.5 (2013.5.25)

【申請特許リスト】

- [1] 浜田浩行、三矢茂明、松村欣司、藤沢寛、馬場秋継、砂崎俊二、武智秀、受信機、アプリケーション情報送信装置、およびプログラム、日本、申請日：平成 25 年 5 月 8 日
- [2] 大竹剛、大槻一博、大亦寿之、広中悠樹、遠藤洋介、真島恵吾、鍵管理装置、アプリケーション署名付加装置および受信端末、ならびに、それらのプログラム、日本、申請日：平成 25 年 7 月 20 日
- [3] 真島恵吾、大亦寿之、大槻一博、武智秀、松村欣司、砂崎俊二、放送通信連携受信装置及び放送通信連携シス

テム、日本、申請日：平成 25 年 10 月 16 日

【参加国際標準会議リスト】

- [1] ITU-T・Laleidoscope2013, “HYBRIDCAST: A NEW MEDIA EXPERIENCE BY INTEGRATION OF BROADCASTING AND BROADBAND”, Kyoto, 2013.4.23
- [2] ITU-T FG-DR&NRP Workshop, “An Application of “Hybridcast” for Disaster Information Delivery”, Phuket, Thailand, 2013.5.20

【受賞リスト】

- [1] 渡邊研斗、鍋島啓太、水野淳太、岡崎直観、乾健太郎、情報処理学会学生奨励賞、“Twitter における誤情報の拡散収束過程の可視化”、2013.3
- [2] 鍋島啓太、水野淳太、岡崎直観、乾健太郎、情報処理学会学生奨励賞、“訂正パターンに基づく誤情報の抽出と集約”、2013.3

【報道掲載リスト】

- [1] “ハイブリッドキャスト災害時の活用実演”、NHK 総合 TV 番組名：NEWS WEB 24、2012/11/30 00:00:20~00:04:39
- [2] “災害時ハイブリッドキャスト”、NHK 総合 TV 宮城県ニュース、2012/11/29 18:59:00
- [3] “災害時に強くて役立つ情報伝達の基盤づくり 総務省実証実験「災害情報を迅速に伝達するための放送・通信連携基盤技術の研究開発」”、月刊 NEW MEDIA、2013.3

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://sc.chat-shuffle.net/paper/uid:40019553069>
http://www.roec.tohoku.ac.jp/project/service_software/
http://www.ipsj.or.jp/event/taikai/75/75program/html/event/event_1-3.html