

## 自立移動式ゼロエネルギー災害対応支援ユニット（D-ZEV）のための 通信システムの基本検討

キーワード: 無線 LAN, アドホックネットワーク, DTN, 情報指向ネットワーク

水野 修\*

### 1. はじめに

本事業は巨大都市・中心市街地(新宿区等)とその周辺地域を対象として、震災・水害等による複合災害に強く、速やかな機能回復を可能とする「逃げる必要のない都市」の実現を目的としている。そのうち、テーマ 3 では、地域防災拠点であるエリアの現地本部や避難所等において、災害時に情報通信面、必要最小限のエネルギー供給面、救急救護面のサポートを行う、自立移動式ゼロエネルギーユニット(D-ZEV: Disaster-robust Zero Energy Vehicle)を開発する<sup>1)</sup>。D-ZEV は、中型自動車をベースとして、防災・減災に必要な機材を搭載し、電源設備および通信設備を備えている。また、より小回りの利く 2 輪車ベースの D-ZEVmini も併せて実現する。

本報告では、D-ZEV および D-ZEVmini に搭載する通信システムの要件および実現案について示す。

### 2. D-ZEV の通信システムの要件

D-ZEV は、エリアの現地本部や避難所等に移動し、設置される。また、D-ZEVmini は、エリア情報を収集する。

これらに対して、図 1 に示すように通信経路は以下のものを実現する必要がある。

- (1)D-ZEV～災害対策本部間
- (2)D-ZEV～D-ZEVmini 間
- (3)D-ZEVmini～D-ZEVmini 間
- (4)D-ZEV,D-ZEVmini～一般市民、防災担当者

ここで、災害対策本部とは、街区の被害状況や鉄道の運行状況、病院、避難可能な施設等を把握し、一般市民や防災担当者に指示を行う施設であり、そのためのサーバシステム<sup>2)</sup>を保有している。

前提として D-ZEV は車両ではあるが移動中には通信を行わないものとする。一方で、D-ZEVmini は移動中にも通信を行うこととする。また、いずれの場合でも、移動体網など通信インフラは使用できない、あ

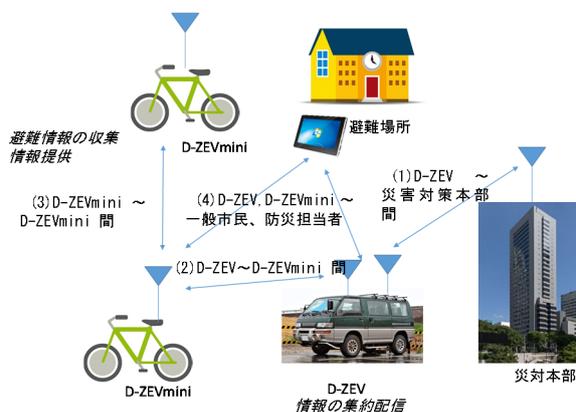


図 1 D-ZEV を中心とした通信ネットワーク

るいは使用制限があることを想定する。

D-ZEV および D-ZEVmini への通信システムの要件を以下に示す。

[要件 1] 小型であり、省電力であること。

[要件 2] 設置や運営が容易であること。

[要件 3] 安定した伝送条件でなくとも、持続的に運用できること。

[要件 1] は、D-ZEV や D-ZEVmini の搭載スペースや電源に制約があるためである。

[要件 2] は、D-ZEV で移動できる人員に制限があること、被災者救護など本来の作業に支障をきたさないにするためである。また、運用に際し無線従事者資格が不要であることも含まれる。

[要件 3] について説明する。2010 年度から 2014 年度まで実施された文部科学省・私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（以下、Research Center for Urban Disaster Mitigation: UDM）にて、減災情報ネットワークに長距離無線 LAN システムの適用を検討した<sup>3)</sup>。その結果、72 時間の連続運用は可能であり、見通しのある 2km 程度の距離（工学院大学新宿キャンパス屋上～早稲田大学西早稲田キャンパスシルマンホール屋上）であれば、15Mbps 程度のスループットが安定してとれることが明らかになった。しかし、新宿～八

\* : 工学院大学情報学部情報通信工学科

王子の長距離区間（約 30km）や、近距離でも西新宿の街区内地上においては、見通しがとれる箇所が限定されるとともに、街路樹や車・人の通行によりスループットが安定しない現象も観測された。

D-ZEV および D-ZEVmini が活動する範囲は、街区内の路上であることを考えると、不安定な伝送状況を前提とした通信システムを構築する必要がある。

### 3. D-ZEV の通信システムの実現案

#### 3.1 D-ZEV～災害対策本部間

災害対策本部が工学院大学新宿キャンパスに置かれ、D-ZEV の移動範囲が新宿界隈である場合は、D-ZEV～災害対策本部間は、UDM の設備を転換し長距離無線 LAN を用いることが可能であると考えられる。

5.6GHz 帯は免許不要であり、比較的安定して利用できると考えられる。D-ZEV は可搬型のアンテナを持ちて利用の際に組み立てて使用することとする。

今後の課題としては、基地局を無指向アンテナで対応できるか検証し、もし難しければ指向性アンテナをモータで位置決めするなどの対処を検討する。

なお、音声による通信手段は UHF 帯を用いる MCA 無線により実現できるものと考えられる。

#### 3.2 D-ZEV～D-ZEVmini 間および D-ZEVmini ～D-ZEVmini 間

災害時の通信手段としてモバイルホックネットワーク（MANET:Mobile Adhoc NETwork）の利用が提案されている。これは、複数の端末をネットワークのノードとして結び、相手までの経路（リンク）を構築し情報を伝達する方式である。これは、経路が作られているので、リアルタイムでの情報伝送が可能であるが、リンクが不安定であると、切断してしまう。

ノードに情報を蓄えながら通信を行うのが Stored and Forward 型通信である。必要な情報が途中のノードにあれば、単点まで経路を持つ必要がない。この技術を応用した方式が情報指向型ネットワーク（ICN : Information Centric Network）である。ICN は主に大容量コンテンツの伝送に用いられるが、センサデータの収集への応用も検討されている<sup>4)</sup>。また、1対1でリンクを形成しながら、情報を蓄積し伝達する、DTN(Delay Tolerant Network)も提案されている。DTN は情報伝送時だけ経路を形成するため、品質が不安定でも適用できるが、情報が目的とする相手まで伝わるかどうかは保証されない。

我々は、MANET と DTN を切り替えながら通信を行う MANET-DTN 統合ネットワークを提案している

<sup>5)6)</sup>。 ZigBee のモジュールである XBEE を用いて、MANET-DTN 統合ネットワークのノードを実装し、MANET→DTN→MANET の切り替えを確認した。図 2 に実験概要を示す。サーバは固定されているが、サーバから円で示す直接通信できる範囲では MANET で通信する。ノードが円から外に移動するとノード間は DTN で通信する。さらに別の MANET ノードと通信できる場合は、MANET として通信する。

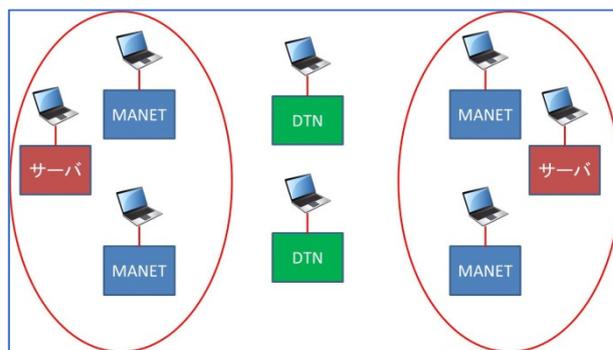


図 2 MANET-DTN 統合ネットワーク

MANET およびサーバからの電波強度により MANET, DTN を切り替えた通信が可能であることが確認できた。

今後は D-ZEV,D-ZEVmin への適用を検討する。

### 4. おわりに

D-ZEV,D-ZEVmini の通信システムと適用する基盤技術について検討した。今後は具体的なユースケースに沿って適用する方式を明らかにする。

#### 謝辞

本研究の実験の一部は、JSPS 科研費基盤研究(C)26330116 の助成によって実施されました

#### 参考文献

- 1) 工学院大学,平成 28 年度私立大学ブランディング事業 <http://www.kogakuin.ac.jp/bousai/>
- 2) 飯塚 航, 水野 修, “複合災害対策システムのためのユーザコンテキスト推定方式の実験的評価”, 信学技報, vol. 115, no. 368, NS2015-128, pp. 7-12, Mar., 2016.
- 3) 水野 修, 隆 晃人, 山本 翔, 澁澤 祥, 浅谷耕一, “災害対策拠点の分散化を支援する減災情報ネットワークシステム”, 工学院大学研究報告, Vol.120, pp.57-60, Apr., 2016.
- 4) 改田高大, 小池将史, 水野 修, “情報指向型ネットワークを適用したセンサネットワークにおけるデータキャッシュ方式” 電子情報通信学会論文誌 B, J100-B/2, 48-58, Feb. 2017.
- 5) 池間優司, 水野 修, “統合ネットワークを用いた情報収集システムにおける DTN モード通信制御方式”, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 114, pp13-18, Mar., 2015.
- 6) 松本卓也, 水野 修, “MANET-DTN 統合ネットワークの実装評価” 電子情報通信学会技術研究報告 vol. 116, no. 485, IN2016-138, pp. 245-250, Mar., 2017.