

スマートシティおよび発災時における地域 BWA 有効活用の一考察

辻井 高浩¹⁾, 松田 裕貴²⁾, 垣内 正年¹⁾, 諏訪 博彦²⁾, 新井 イスマイル¹⁾, 安本 慶一²⁾

1) 奈良先端科学技術大学院大学 総合情報基盤センター

2) 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学領域

tsujii@itc.naist.jp

A Study of Effective Utilization of Regional BWA in Smart City and the Event of a Disaster

Takahiro Tsujii¹⁾, Yuki Matsuda²⁾, Masatoshi Kakiuchi¹⁾, Hirohiko Suwa²⁾, Ismail Arai¹⁾, Keiichi Yasumoto²⁾

1) Information Initiative Center, Nara Institute of Science and Technology

2) Division of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

概要

著しく進歩するデジタル技術を活用したスマートシティの実現および多発する災害時における情報発信に関しては、各種サーバ、IoT デバイスおよび利用者端末などがシームレスかつ安全にネットワーク接続されていることが必要不可欠である。特に IoT デバイスおよび利用者端末の容易なネットワーク接続には、無線技術の活用が有用である。

本稿では、奈良先端科学技術大学院大学において導入した地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド（条件不利地域）の解消に有用な地域広帯域移動無線アクセス（地域 BWA：Broadband Wireless Access）について述べ、近鉄ケーブルネットワークと連携した地域 BWA 有効活用への取り組みについて報告する。

1 はじめに

著しく進歩するデジタル技術を活用したスマートシティ [1] の実現および多発する災害時において情報技術の利用は不可欠である。スマートシティは、ICT 等の新技術を活用しつつ、マネジメント（計画、整備、管理・運営等）の高度化により、都市や地域の抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける、持続可能な都市や地域であり、人間中心の社会である Society 5.0[2] の先行的な実現の場と定義されており、各種サーバ、IoT デバイスおよび利用者端末がシームレスかつ安全にネットワーク接続するインフラとして利用できる無線技術が有用である。さらに、スマートシティにおいて利用できる無線技術は災害時における被災者および被災状況の把握にも有用である。

本稿では、奈良先端科学技術大学院大学（以下、本学）において導入した地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド（条件不利地域）の解消に有用な地域広帯域移動無線アクセス（以下、地域 BWA：Broadband Wireless Access）について述べ、近鉄ケーブルネットワーク（以下、KCN）と連携した地域 BWA 有効活用への取り組みについて報告する。

2 地域 BWA ネットワーク環境

地域 BWA は、2.5GHz 帯の周波数の電波を使用し、地域の公共サービスの向上やデジタル・ディバイド（条件不利地域）の解消等、地域の公共の福祉の増進に寄与することを目的とした電気通信業務用の無線システムである。

有線回線でなくても大容量のデータを高速通信することができ、通信のエリアも広いため、大学キャンパスや工場といった広い敷地がある施設での無線ネットワーク構築などにも利用されている。

2.1 本学が提供する地域 BWA サービス

本学が提供する地域 BWA 通信サービスを図 1 に示す。本学の地域 BWA サービスでは、本学所有の SIM カード（以下、NAIST-SIM）を端末に挿入することにより、本学が展開した地域 BWA だけでなく、KCN が奈良市、生駒市等に提供している地域 BWA も利用することができる。NAIST-SIM は、以下の 2 種類を用意している。

- naist-G

学内のスイッチを経由してインターネットへアク

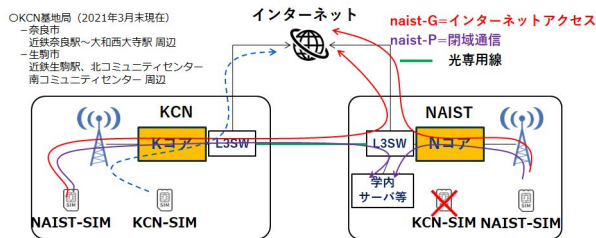


図1 本学が提供する地域 BWA 通信サービス

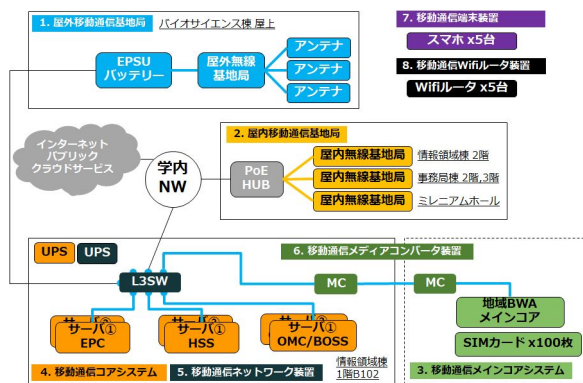


図2 学内地域 BWA のシステム構成

セスできる SIM カードである。

- naist-P
インターネットアクセスができない閉域網を提供する SIM カードである。

KCN が提供する一般ユーザ向けに発行する SIM カードでは、KCN 基地局にはアクセスできるが、NAIST 基地局にはアクセスできない。

2.2 学内地域 BWA のシステム構成

本学が提供する地域 BWA 通信サービスを実現する学内地域 BWA は、図2に示す通り、8種類のシステム構成となっており、その相関関係を以下に述べる。

1. 屋外移動通信基地局

屋外移動通信基地局は、バイオ領域棟屋上に設置し、本学敷地内に地域 BWA のサービスを展開するための基地局である。指向性は、水平方向 120 度であり、3本のアンテナにより全方位をカバーする。

2. 屋内移動通信基地局

屋内移動通信基地局は、情報領域棟 2 階、事務局棟 2 階および 3 階、ミレニアムホールに設置し、各設置場所に地域 BWA のサービスを展開するた

めの基地局である。

3. 移動通信メインコアシステム

移動通信メインコアシステムは、KCN の設備内に設置されたシステムであり、6. 移動通信メディアコンバータ装置を介して 5. 移動通信ネットワーク装置と接続し、本学が導入した SIM カード、基地局のアクセスポイントネームおよび基地局設備を管理する。

4. 移動通信コアシステム

移動通信ネットワーク装置は、データを転送制御をする EPC (Evolved Packet Core)、SIM カードデータベースである HSS (Home Subscriber Server)、SIM の有効・無効を制御する BOSS (Business Operating Support System) および基地局設備を監視・操作する OMC (Operation & Maintenance Center) により構成され、学内地域 BWA サービスを管理するシステムである。

5. 移動通信ネットワーク装置

移動通信ネットワーク装置は、1. 屋外移動通信基地局、2. 屋内移動通信基地局、3. 移動通信メインコアシステム、4. 移動通信コアシステムと相互接続し、データ通信を可能とする。

6. 移動通信メディアコンバータ装置

移動通信メディアコンバータ装置は、3. 移動通信メインコアシステムと 5. 移動通信ネットワーク装置を接続するための装置である。

7. 移動通信端末装置

地域 BWA サービスを利用するためのクライアント端末である。

8. 移動通信 WiFi ルータ装置

専用 SIM が無くとも、地域 BWA ネットワークを利用できるようにする WiFi ルータ装置である。

各システムの構成内訳を表1に示す。

2.3 地域 BWA のメリット・デメリット

● メリット

Wi-Fi による無線サービスと比較すると、学内敷地内を 1 台の屋外基地局でカバーでき、クライアント端末においてはローミングおよび混信が少ない。LTE 回線等の別回線が発災時に利用不可となった場合には、バックアップ回線として利用できる。静止衛星によるパッケージ化された回線サービスと比較すると、高セキュリティ、低遅延な無線ネットワークを安価に構築でき、運用時のコストも抑えられる。

表 1 構成機器の内訳

システム番号	ベンダー	製品型番
1	中国 Baicells 社	Nova-246
2	中国 Baicells 社	Neutrino-224
3	日本 KCN	メインコアシステム
4	米国 Baicells 社	コアシステム
5	米国 Cisco 社	C9300-24T
6	FXC 社	LFX3851-1F
7	シャープ社	SH-M12
8	米国 Baicells 社	MF26



図 3 測定ポイント

● デメリット

Wi-Fi による無線サービスと比較すると、基地局の免許取得が必要であり、事務手続きにコストがかかる。

2.3.1 セキュリティ

インターネット接続ができる naist-G の SIM カードを用いた地域 BWA のクライアント端末 (IoT 機器を含む) の通信は、セキュリティを確保するために学内ネットワークのファイアウォールを経由してインターネットへ抜ける構成とした。さらにインシデント発生時に、迅速にトレースできるように、学内の IP 運用と同様に学内のグローバル IP を端末に DHCP により配布することにした。インターネット接続を必要としないクライアント端末は naist-P の SIM カードにより閉域網を提供し、セキュリティに関するリスクを回避している。

3 地域 BWA を活用した実証実験のための事前検証

生駒市周辺において、Raspberry Pi 上に実装した BLE スキャナ機能によって集めたセンサデータの収集を LTE 回線経由で実施しているが、学内リソースとのシームレスかつセキュアな通信を確保するために地域 BWA を活用することになった。そこで、2023 年 6 月 5 日に生駒市周辺の KCN 配下基地局において、本学所有の NAIST-G SIM カードを挿したクライアント端末を利用し、回線切り替えの前にインターネット接続のスループット測定を実施した。測定は、図 3 に示す通り、近鉄生駒駅前のサウスモール、ぴっくり通り、さくら通り、参道筋およびグリーンヒルいこまで実施した。

測定機器としては、以下を利用した。

- 地域 BWA WiFi ルータ
 - Baicells MF26 : 3 台
 - Huawei E5785 : 3 台
- 測定端末
 - SHARP SH-M12 : 3 台
 - ASUS Phone I005DC : 3 台

スループット測定は、測定サイトとして

<https://speedtest.gate02.ne.jp/> を利用した。

同時に Raspberry Pi 上に実装した BLE スキャナ機能によって集めたセンサデータを、地域 BWA 網を通じて、学内閉域に存在するローカルサーバおよびクラウド上に存在するサーバにアップロードできるのかも確認した。

4 結果と考察

各測定ポイントで上記測定端末から地域 BWA WiFi ルータの Baicells MF26 および Huawei E5785 に接続し、5 回スループットを測定した。その結果を表 2 および表 3 に示す。表 2 および表 3 中の DL はダウンロード、UL は、アップロードを意味している。

実施する実証実験では、生駒駅周辺の IoT デバイスからのデータ収集が目的なので、今回のスループット測定のポイントは、アップロードの帯域であり、表 2 および表 3 のアップロード測定平均値が 1Mbps 以下においては、データ収集に支障が生じる可能性があるかと推測した。その結果、図 3 に示す 1-a, 2-b, 4-b, 4-e, 5-c で実証実験において支障が生じる可能性があると考えたが、実際のセンサデータを学内閉域に存在するローカルサーバおよびクラウド上に存在するサー

表2 スループット測定結果 A (単位:Mbps)

端末	SHARP SH-M12			
	Baicells MF26		Huawei E5785	
場所 番号	DL	UL	DL	UL
1-a	9.92	0.13	3.21	0.21
1-b	17.50	1.78	16.95	2.78
1-c	16.95	2.16	17.48	1.61
2-a	17.54	3.87	16.19	2.50
2-b	15.32	1.77	8.41	0.56
2-c	29.27	4.33	17.56	2.25
2-d	25.03	2.78	20.45	2.73
2-d	28.68	2.73	19.47	2.58
3-a	21.05	3.60	19.80	3.54
3-b	29.03	3.74	21.64	3.04
3-c	26.85	4.39	22.39	2.56
3-d	20.85	4.25	21.89	4.68
4-a	31.20	5.91	18.41	2.78
4-b	23.58	0.95	21.95	10.31
4-c	24.19	1.35	24.67	2.13
4-d	27.18	4.20	22.25	3.14
4-e	16.19	1.77	13.97	0.55
5-a	21.77	1.45	20.10	3.14
5-b	12.96	0.89	13.47	1.68
5-c	10.13	0.51	6.99	0.56
5-d	15.71	5.58	15.73	2.19
5-e	17.60	4.12	7.64	3.57

表3 スループット測定結果 B (単位:Mbps)

端末	ASUS Phone I005DC			
	Baicells MF26		Huawei E5785	
場所 番号	DL	UL	DL	UL
1-a	13.56	1.23	17.35	3.18
1-b	15.62	1.90	14.87	2.77
1-c	19.90	2.85	17.70	4.45
2-a	14.89	3.43	12.75	3.27
2-b	9.49	1.13	9.69	2.47
2-c	22.35	2.47	18.64	3.29
2-d	25.76	2.50	20.80	2.61
2-d	27.48	2.49	20.83	2.67
3-a	27.68	4.13	16.38	3.91
3-b	31.12	3.39	22.00	3.73
3-c	30.50	2.54	23.84	3.73
3-d	29.28	4.82	18.98	6.60
4-a	22.56	3.05	26.62	4.08
4-b	22.95	1.74	18.62	0.99
4-c	26.49	1.73	17.83	1.99
4-d	29.11	3.23	22.29	3.78
4-e	18.79	2.67	14.80	1.32
5-a	26.01	3.51	16.42	1.96
5-b	10.72	1.14	14.41	2.65
5-c	7.80	0.90	1.93	0.21
5-d	10.55	3.49	20.82	4.04
5-e	11.84	3.48	13.30	5.66

バで、収集することができた。

アップロード測定平均値が 1Mbps 以下においても、センサデータ収集にきたさないことが判明したが、収集するデータに必要なスループットの計測は必要と考える。

発災時において地域 BWA はバックアップ回線としても有用であり、地域の災害訓練において自治体と協力し、発災時に迅速に利用できる体制、仕組み、およびシステムの検討を進めていく。

5 むすび

スマートシティにおける地域 BWA 有効活用の取り組みは、生駒市、KCN、NAIST の共同研究として 3 年契約により実施しており、現在、スマートシティにおける地域 BWA の利活用のフェーズに入っている。

本稿では、IoT デバイスからのデータ収集における事前検証とその結果について報告したが、今後、スマートシティ実現および発災時における地域 BWA の利活用を学内のローカル 5G 設備を絡めて進めていく予定である。

参考文献

- [1] 内閣府：スマートシティ
<https://www.nipc.gr.jp/home> (2023 年 10 月 2 日参照)
- [2] 内閣府：Society5.0
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (2023 年 10 月 2 日参照)