

3-2 NerveNetの概説と自治体等による導入

3-2 Overview of NerveNet and Its Deployment by Local Governments

田中 健二 島野 繁弘 大和田 泰伯 井上 真杉

TANAKA Kenji, SHIMANO Shigehiro, OWADA Yasunori, and INOUE Masugi

令和4年(2022年)12月15日、和歌山県西牟婁郡白浜町において、筆者らの研究成果であるNerveNetを活用した自治体情報基盤が初めて導入された。本基盤は、NerveNet機能を備えた基地局を町内各所にメッシュ状に配置することで構築されており、急速にDX化が進む窓口業務や地域内の情報共有などを、災害時や通信インフラ障害時においても継続的に提供するフェーズフリーな運用を実現している。本稿では、NerveNetの開発着手から実証実験に至るまでの概要と、国内外の自治体等への導入事例について紹介する。

On December 15, 2022, Shirahama Town, located in Nishimuro District, Wakayama Prefecture, became the first municipality to deploy a municipal information infrastructure utilizing NerveNet, a technology developed through the authors' research. The infrastructure consists of NerveNet base stations arranged in a mesh network throughout the town and provides a phase-free platform that ensures the continuous delivery of increasingly digitalized administrative services, local information-sharing functions, and other community services, even in the event of disasters or communication infrastructure outages. This paper outlines the development of NerveNet from its initial conception to field demonstration experiments and describes its deployment cases by local governments in Japan and overseas.

1 まえがき

平成18年(2006年)、NICTはネットワークアーキテクチャを根本から考え直し、新しいネットワークを研究する『AKARIプロジェクト』を開始した。その背景として、当時のネットワークには、「中央集権型アーキテクチャ」、「スター型のネットワークトポロジ」、「クライアント／サーバ型の通信形態」などが抱える課題があった。例えば、携帯電話網やインターネットへのアクセス回線は、基地局やコアネットワーク内の各種ネットワーク制御にかかるサーバなどの中枢設備に障害が発生すると広範囲に影響が及ぶ。また、大規模災害時には通信回線の断絶や輻輳により、ネットワーク障害が発生するという課題が顕在化していた。

そこで、NerveNetは、この課題を解決するため、「ネットワーク構造は木構造(Tree)からメッシュ構造(Mesh)へ」、「サービス提供はクラウド集中型から地域分散型へ」、「地域の情報は地域で管理し利用」という発想の転換を目指して開発が始まった。名称も、人間の神経網(Nervous Network)のように各ノードが網の目に接続・連携しながら全体として機能すること

に由来している。初期のNerveNetは、センサやアクチュエータを活用し、地域内のコンテキストアウェアサービスをローカルに実現する地域ネットワーク基盤として設計された。

平成23年(2011年)3月に発生した東日本大震災を契機に、研究の重点は「耐災害ICT」へと大きく発展した。平成23年度補正予算により東北大学片平キャンパス内に新たな研究拠点として耐災害ICT研究センター(現レジリエントICT研究センター)を設置し、NICT自らの研究開発とともに、総務省直轄委託研究の下で大規模な実証実験が進められ、東北大学構内に基地局約30局規模のテストベッドを構築し、ネットワークの拡張性や安定性を検証した。その後、平成25年(2013年)に、技術移転契約を企業と締結し、宮城県牡鹿郡女川町や和歌山県西牟婁郡白浜町、カンボジアで実証等を行い、令和4年(2022年)以降、フェーズフリーな地域ネットワーク基盤を実現する技術として国内外の自治体等がNerveNetを導入している [1]– [7]。

2 NerveNetの概説

2.1 NerveNetのアーキテクチャおよび主な機能

NerveNetは、災害時や通信インフラが不安定な環境でも、地域内で必要な通信と情報共有を継続することを目的とした分散型ネットワーク基盤である。大きな特徴は、通信経路を自律的に維持する「メッシュネットワーク機能」、データやファイルを各基地局間で共有する「分散データプラットフォーム機能」および物理ネットワーク上に論理的に分離されたネットワークを構成する「ネットワークスライシング機能」の3つに整理できる。

これらの機能は、全てソフトウェアとして実装されており、専用のハードウェアではなく、汎用のPC上でも動作するように設計されている。図1に示すように、用途に応じて選定した様々なハードウェアにLinuxとNerveNetのソフトウェアコンテナをインストールすることでNerveNet基地局（以降、基地局と呼ぶ）として動作する。また、基地局は通信制御だけでなく、情報の蓄積・同期・中継を担う分散ノードとしても機能する。以下では、基地局の各機能の役割を順に説明する。

2.1.1 メッシュネットワーク機能

メッシュネットワーク機能は、複数の基地局を網の目状に接続し、特定の回線や装置に障害が発生しても、利用可能な経路へ自律的に切替えて通信を継続するための機能であり、既存のレイヤ2スイッチのVLAN機能を用いてメッシュネットワーク機能を実現している。通常のVLANスイッチ製品では、木構造（もしくはスター型とも呼ぶ）の接続構成しか許容できず、メッ

シュ状に接続を行うとEthernetフレームがループしてしまうため、スパニングツリープロトコル（STP）によりループが起きるLANポートを自動的に停めてしまい、一意的な木構造となるよう動作するが、このメッシュネットワーク機能では、tag VLANとソフトウェアスイッチ機能を活用することでメッシュ状の接続構成が行える独自の技術が実装されている。各基地局では、基地局間接続用、利用者端末接続用、外部ネットワーク接続用など、用途ごとに異なるEthernetポートを管理する。

基地局間接続用ポートでは、隣接基地局を発見するための独自プロトコルが動作する。各基地局は、自身の識別情報や接続状態をレイヤ2のEthernetフレームとして定期的にブロードキャストし、それを受信した隣接基地局は、どのポートの先にどの基地局が接続されているかを把握する。この情報は隣接局間にとどまらず、後述する分散データベース同期機能を用いてネットワーク全体へ共有される。これにより、全基地局がネットワーク全体の接続構成、すなわちトポロジを把握できる。

把握したトポロジに基づき、ネットワーク管理機能を有する特定の基地局により、複数の異なる木構造のネットワークトポロジを計算し、それぞれに異なるVLAN IDを割り当て、分散データベース同期機能を用いて全基地局へ配布する。各基地局は配布されたVLAN構成に従って、ポートVLAN設定とVLANごとのブリッジ設定を反映する。その結果、物理的にはメッシュ状に接続されたネットワーク上に、複数のレイヤ2のVLANスイッチネットワークが構成される。図1には、一例として、基地局内部で動作するNerveNetコ

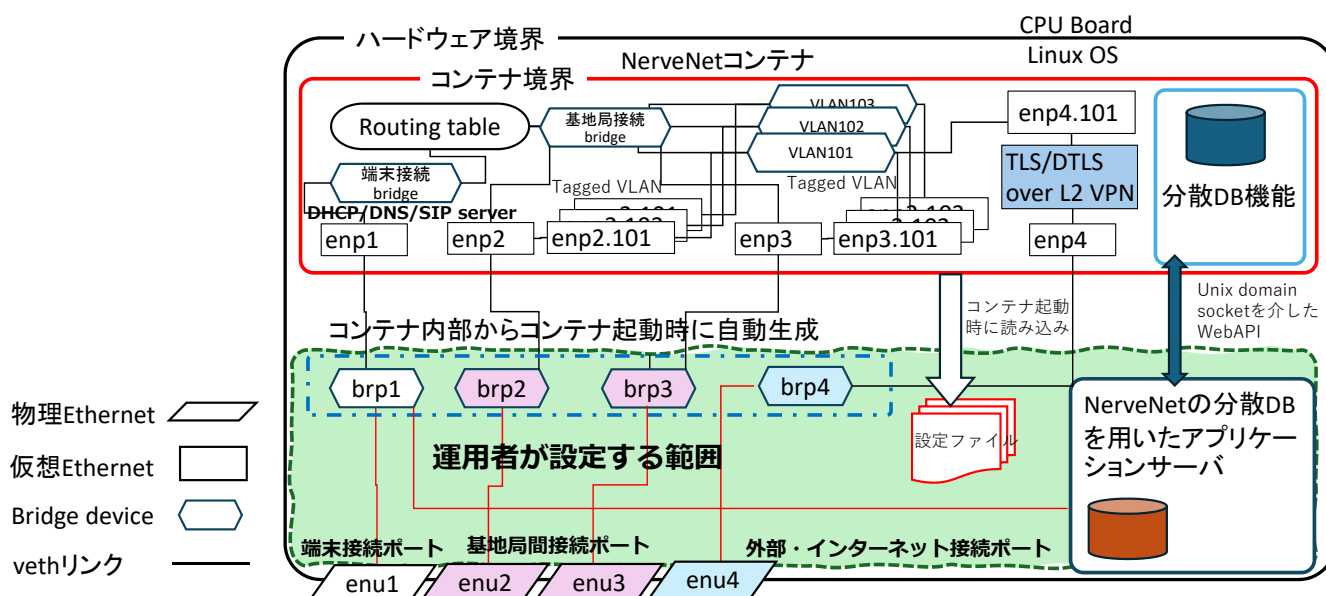


図1 NerveNet基地局内部のソフトウェアおよび論理ネットワーク構成

ンテナ内に、複数のVLAN (VLAN ID 101~103) のブリッジデバイスが設定されている例が示されている。基地局が他の基地局から受信したtag VLAN付きEthernetフレームは、それぞれのVLAN IDに対応するブリッジデバイスに到達後、そのブリッジデバイスのMACアドレス学習テーブルと宛先MACアドレスに基づき、適切なEthernetポートへレイヤ2で転送される。

それぞれの基地局は自身のID番号から生成された異なるサブネットのIPアドレスを持っており、それぞれの基地局のサブネットへの経路も自動的に設定される。その際に、宛先基地局へ最小のリンクコストで到達できるVLAN IDを選択した経路が設定されるため、IP転送時にはそのVLAN IDのTagを付与して送信される。リンク断や基地局障害が発生した場合には、障害情報がフラッディングにより全基地局へ共有され、各基地局はその情報を受け取ると、障害箇所を含まない最小コストで到達可能なVLAN経路が再選択され経路テーブルを更新する。これにより、即時経路切替えを実現している。NerveNetは一度全体にVLAN経路木の計算・設定を反映すると、全てが自律分散で動作を継続するため単一障害点がなく、災害時にも通信を継続できるメッシュネットワークを実現している。一般的な自律分散型の経路制御プロトコルであるRIPやOSPFでは、障害発生から自律分散による経路再計算により経路情報が収束するまでに数十秒を要する [8]。一方、NerveNetでは事前に想定され得る複数の冗長経路のVLANが全て設定されており、リンク切断を検知したノードのみがVLAN切替えを行うだけのため、全ノードでの経路計算・収束自体が発生せず、VLAN切替えを要する数十ミリ秒の時間のみで瞬時に切替えが行える特徴がある [6]。

2.1.2 分散データベースと同期機能

NerveNetの分散データプラットフォーム機能は、各基地局がデータを保持し、隣接基地局との間で差分を検出しながら同期する仕組みである。これにより、特定の中央サーバに依存せず、地域内の複数の基地局で同じ情報を共有できる。

分散データベースには、システム制御用にあらかじめ定義されたテーブルと、利用者が用途に応じて定義できるテーブルがある。利用者が設定ファイルにテーブル定義を記述すると、基地局起動時にその定義に基づいてテーブルが作成される。テーブルに書き込まれた情報は、隣接基地局との同期処理を通じて他の基地局へ伝搬され、ネットワーク全体で共有される。利用者やアプリケーションは、WebAPIを経由してデータの登録、検索、取得を行うことができる。基地局の分散データベースはオンメモリで動作しており、電源が落ちると消えてしまう。しかし、再度起動時に隣接基

地局と接続すると、隣接基地局との差分検出・同期によりデータベースが自動的に同期される。分散データベースで管理するレコードには全て保持時間が設定されており、保持時間が経過すると自動的にデータベースから削除される。つまり、この分散データベースはキャッシュとして利用することを想定した設計としている。

また、NerveNetでは分散データベースのレコードだけでなく、ファイル本体も同期対象にできる。テーブル定義にファイルパスを格納するカラムを設け、そのカラムに同期対象ファイルの絶対パスを書き込むと、同期処理ではまず該当ファイルが転送され、その後分散データベースにレコード情報が反映される。これにより、文書、画像、ログ、アプリケーション用データなどを、データベース情報と対応付けた状態で複数基地局に複製できる。このファイルは基地局内のストレージに永続的に保存されるため、装置の電源が落ちても消えることはないが、分散データベースを介して明示的にファイル削除の指示をネットワーク全体へ配布することもできる。これらの分散データベースやファイルの同期機能をアプリケーション側で使い分けることにより、ファイル共有アプリケーションやメッセージ配布アプリケーションなど、様々なアプリケーションを実装することができる。分散データベース内に記録できるレコード数やファイルの容量などは、基地局に使用する装置のRAMやストレージのサイズに依存するが、数万円で購入可能な小型PCであれば、分散データベースのレコード数にして数十万件、ストレージ使用量数百GB程度 of アプリケーションは十分動作させることが可能である。

2.1.3 ネットワークスライシング機能

NerveNetのネットワークスライシング機能は、同じ物理的な基地局や通信回線を利用しながら、用途ごとに論理的に分離された複数のネットワークを構成するための機能である。基地局には、物理的なEthernetデバイスに加えて、ソフトウェア的に生成される論理Ethernetデバイスが存在し、これらをブリッジ接続することで、柔軟に接続構成を変更できる。既存のSDN (Software Defined Network) でよく用いられているネットワーク機能を分離する技術であるNFV (Network Function Virtualization) では、仮想マシン技術を用いてネットワークをスライシングしている一方、NerveNetではコンテナで用いられている仮想化技術 (ネットワーク名前空間の分離とソフトウェアブリッジ機能や仮想Ethernet機能) を用いてネットワークをスライシングしている (図1)。そのため、仮想マシンのように基地局のリソースを無駄に消費することなく、小型・小消費電力のPCを用いても複数のスラ

イスを同時に運用することもできる特徴がある。

また、基地局機能はコンテナとして実装されているため、1つの物理ハードウェア上に、論理的に分離された複数の基地局機能を同居させることができる。さらに、TCP/UDP上のTLS/DTLSセッションを用いてレイヤ2のEthernetフレームを透過的にトンネリングするVPN機能も備えている。

この機能を用いると、遠隔地の基地局とクラウド上で動作する基地局コンテナを、インターネット経由であたかもレイヤ2接続しているかのように扱うことができる。その結果、遠隔地間であっても、インターネットを経由して隣接基地局発見、メッシュネットワーク構築、分散データベース同期といったNerveNetの基本機能を全て利用できる。

このような論理分離を応用することで、同じ物理基地局上に、公衆Wi-Fiネットワークのような一般利用者向けネットワーク、自治体イントラネットワーク、LGWAN（総合行政ネットワーク）のような極めてセキュアな閉域ネットワークなどを共存させることができる。各ネットワークはスライスとして分離されるため、物理設備を共有しながらも、用途やセキュリティ要件に応じて独立したネットワークとして運用できる。さらに、基地局内部でサーバアプリケーションを用い

たWebサービスも動作させることができ、それらを適切なスライスに基地局内部で接続して運用することができるため、大規模な災害時にNerveNetの特定のスライス上で掲示板やローカル情報共有のためのWebアプリケーションを用いてインターネットに頼らずに情報共有を行うこともできる利点もある。

3 自治体等への導入事例

3.1 導入に向けた取組

筆者らは、NerveNetの導入に関心を持つ自治体に対して、当該自治体が抱える課題や実装を希望する機能等を踏まえて、図2に示す多種多様な行政サービスや用途を平常時はもちろん、災害や障害が発生した際でも継続して提供するフェーズフリーな情報基盤のシステム構成や実装するアプリケーション等の検討において、当該自治体の関係者（首長、議員、職員）への説明、地元の企業や学術機関等を含めた検討や運営体制の構築への助言等、総合的な技術コンサルティングを行ってきた。その成果として、令和8年3月現在、NerveNetの基地局で構成する情報基盤が国内3つの自治体と海外2つの地区のそれぞれで必要な予算措置等を得て導入し、運用されている。

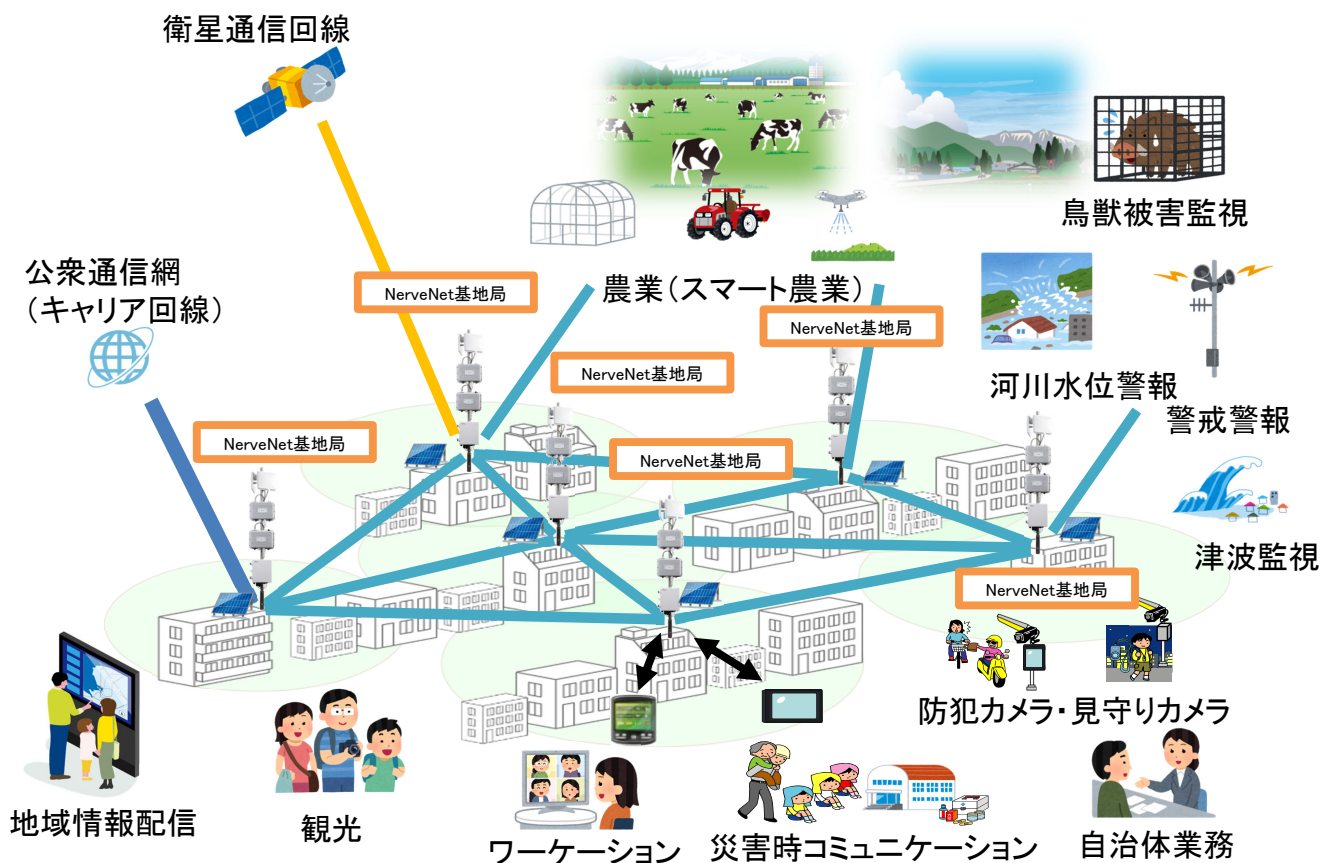


図2 自治体におけるNerveNetの利活用イメージ

3.2 国内への導入事例

3.2.1 白浜町

平成26年(2014年)12月に実証実験に関する覚書を締結し、翌年5月から実証実験を行ってきた和歌山県西牟婁郡白浜町に対して、令和3年度(2021年度)に当該実験設備を移管した。同町は、それらの設備を活用してフリー Wi-Fiサービスの提供を継続していたが、平常時は行政窓口業務やフリー Wi-Fiサービスを提供し、南海トラフ等の災害時は行政窓口業務の継続や移動窓口対応、Wi-Fi利用者との間で情報収集や避難誘導、コミュニティ FMのバックアップ等、フェーズフリーなサービスやアプリケーションを持続的に運用する情報基盤を構築するため、町内にNerveNetの基地局を導入した。これが、国内外を問わず、最初の導入事例となった。

具体的には、令和4年(2022年)12月15日、令和3年度補正予算による内閣府デジタル田園都市国家構想推進交付金(デジタル実装タイプ TYPE1)で採択された事業「耐災害ネットワークを活用した転職なき移住の実現」として、図3に示すような基地局が同町白浜地区に15局(内、衛星回線付き3局)整備され、運用が始まった。その後、令和5年度は総務省地域デジタル基盤活用推進事業(補助事業)で採択された事業「耐災害ネットワーク整備による減災ネットワークインフラの構築と活用」として、同町日置川地区に5局(内、衛星回線付き1局)が整備され、令和6年度も同事業で採択

された事業「平時・災害時共通 地域デジタル基盤の全地区への拡大とDXによる新しい町づくりと地域課題解決への取組」として、富田地区に13局(内、衛星回線付き4局)が整備された。その結果、現在は、図4(右:凡例)に示すように、機能(中継回線、キャリア



図3 白浜町での基地局設置例(消防本部屋上)

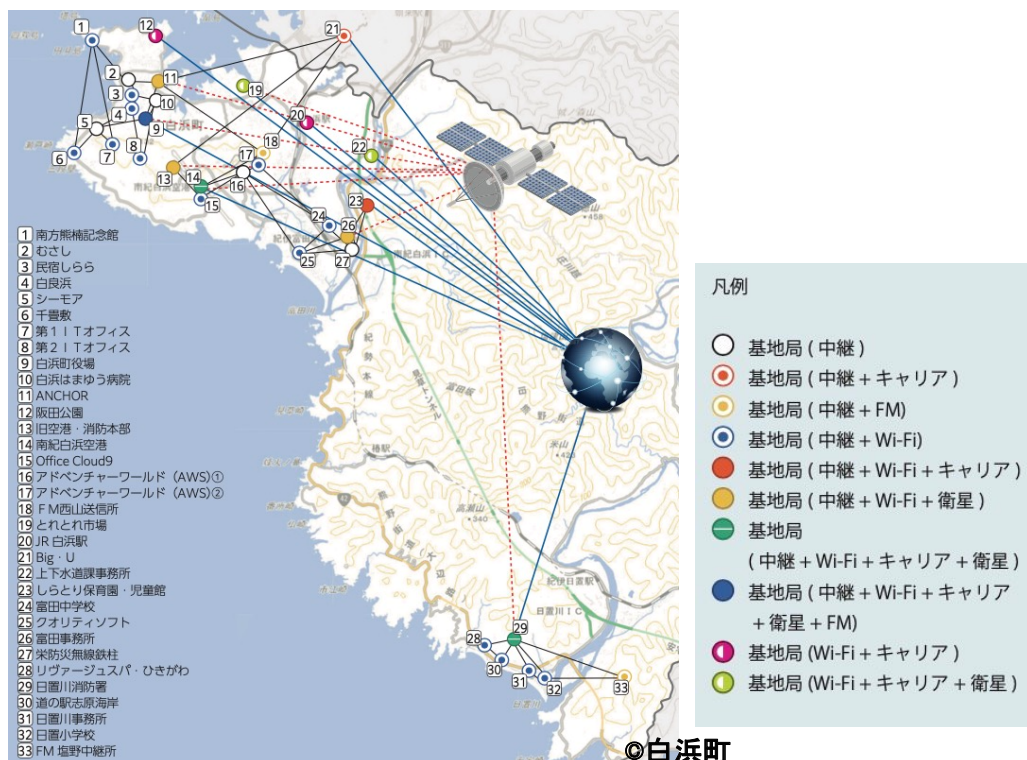


図4 白浜町内の基地局配置図

回線接続、衛星回線、Wi-Fiアクセスポイント等)や各機能の必要数等、設置場所ごとの用途に応じた多様な構成の基地局を町内主要3地区にある行政施設や空港、観光施設や地域イノベーション拠点等の33か所に配置する町内情報基盤として運用されている[9]~[11]。その内23か所の基地局周辺では、Wi-Fiアクセスポイントによる地域フリー Wi-Fiサービス(Shirahama-Beach-Wi-Fi)が利用でき、令和8年2月現在、利用登録者数は約2.8万人を超え、内約8,000名が同町民(町民の約4割に相当)となっている。例えば、図5に示すように、同町の観光名所の1つである白良浜一帯(幅約500 m)に対して隣接する2つの基地局に装備した



図5 白良浜で提供されるフリー Wi-Fi (右上図の橙色が提供エリア)

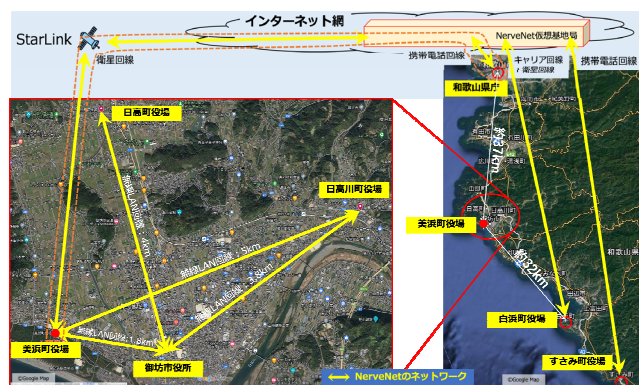


図6 和歌山県内広域防災訓練における接続構成図



図7 自治体情報共有システムによる情報共有 (和歌山県内広域防災訓練)

Wi-Fiアクセスポイントでフリー Wi-Fiを提供し、フェーズフリー利用(平常時には観光客へのWi-Fi利用、災害時には避難誘導)を実現している。令和7年度、同町東京事務所においてNerveNetの新たな機能であるLGWAN(総合行政ネットワーク)接続を開始し、同町役場内と同様に庁内業務が可能となった。

なお、筆者らは町内に整備した情報基盤を利用して、令和5年度には、図6に示すように、同町と和歌山県庁、同県内自治体(美浜町、御坊市、日高郡日高町、同郡日高川町、西牟婁郡すさみ町)の庁舎を仮設のNerveNetの基地局やStarLink等で接続して広域防災訓練を実施し、図7に示すように分散データベースと同期機能に基づく「自治体情報共有システム」を使って、県庁と6市町が災害情報を文字と画像で共有した。さらに、ネットワークスライシング機能を使って、和歌山県庁と美浜町の間に閉じた論理ドメインを構築した。また、令和6年度には、陸上自衛隊中部方面隊により災害対処訓練(南海レスキュー2024)がNerveNetの基地局が設置されている南紀白良浜空港や消防本部等において、医療関係者(DMAT:災害派遣医療チーム)等が連携して、図8に示すように画像や映像を含むトリアージ情報の伝送等が実施された。

3.2.2 延岡市

宮崎県延岡市では、フリー Wi-Fiサービス(のべおかスマートシティ Wi-Fi)を利用して、図9に示すように平常時は出張者や観光客等の情報収集と分析、南海トラフ等の災害時には避難施設での避難者や必要物資の情報収集等をフェーズフリーに運用する自治体情報基盤を構築するため、平成5年度から基地局の導入と

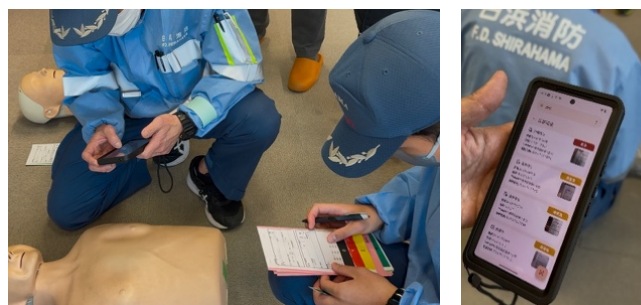


図8 トリアージ訓練



図9 のべおかスマートシティ Wi-Fiのフェーズフリーな活用

運用が始まった。令和8年2月現在、利用登録者数は約1.9万人を超え、内約7,000名が市外居住者となっている。

令和5年度には、令和4年度2次補正予算による内閣府デジタル田園都市国家構想交付金（デジタル実装タイプ TYPE1）で採択された事業「平時・災害時共通住民・関係人口との相互コミュニケーションによるWel-beingの実現」として、同市内に基地局が図10に示す延岡市役所（令和8年3月現在、対向する基地局の

増大に伴い、標準収容架を2つ設置し、図中央の建屋裏にも中継回線用設備が設置されている）のほか、旧延岡地区（市内中心部）とその他の地区は1カ所ずつ、合計20局（内、衛星回線付き6局）整備された。その後、総務省緊急防災・減災事業債を利用して、令和6年度には主として山間部に13局（内、衛星回線付き9局）、令和7年度には水防拠点や孤立可能性地区等に19局（内、衛星回線付き11局）が整備され、合計52局の基地局が市内に配置される情報基盤となった。

なお、延岡市は、令和5年度、延岡市役所（災害対策本部室）と津波発生時の指定緊急避難場所に指定している清掃工場の間において、図11に示すように「自治体情報共有システム」を使った被害状況の共有訓練を実施した。令和6年度には、南海トラフ巨大地震を想定した物資輸送・避難所運営訓練を実施し、避難所の入退出管理機能を使用して避難者の入退出の状況を管理する手順の確認等を行った。さらに、令和7年度、4月には災害時の避難場所となることから基地局が整



図10 延岡市での基地局設置例（延岡市役所屋上）



図11 自治体情報共有システムによる情報共有（延岡市防災訓練）



図12 更別村での基地局設置例

備された3つの小学校と延岡市役所(災害対策本部室)の間で防災訓練や防災授業が実施され、5月には基地局が設置された道の駅「北川はゆま」が国土交通省により広域的な防災拠点に位置づけられる『防災道の駅』に選定された[12]。

3.2.3 更別村

北海道河西郡更別村でも、平成5年度から導入と運用が始まった。同村では、令和5年度内閣府デジタル田園都市国家構想交付金(地方創生推進タイプSociety5.0型)で採択された事業「持続可能な農村エコシステム構築事業」により、基地局が3局(内、衛星回線付き1局)整備された。その後、令和7年度に、令和6年補正度総務省地域社会DX推進パッケージ事業(補助事業)で採択された事業「平時・災害時共通 地域通信基盤の強化・拡大とライフスタイルセンシングによる地域課題解決の取組み」として、7局(内、衛星回線付き2局)が追加整備され、合計10局の構成となった(図12)。同村では、農村エリアでの通信基盤の強靱化を図り、セキュアな通信環境を利用して独居高齢者の消費電力データに基づく見守りに利用している。

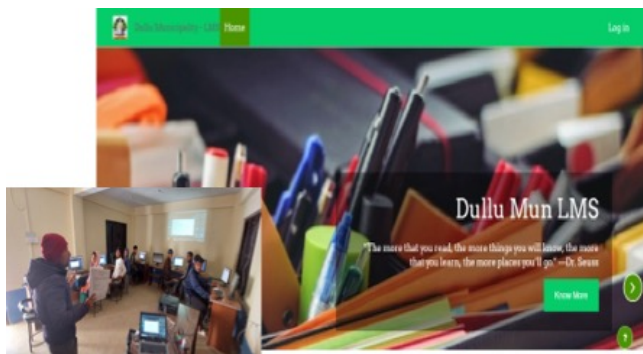


図13 中等教育向けeラーニングシステム



図14 Dullu自治区の位置と基地局等配置図(青線:光ファイバ)

3.3 海外への導入事例

3.3.1 ネパール

ネパール西部のKarnali州Dailekh郡Dullu自治区において、KDDI財団や両国の企業、現地NPO法人ICT4D (Center for Information and Communication Technology for Development) や政府機関等が連携して、APT (Asia Pacific Telecommunity: アジア太平洋電気通信共同体) のICT Pilot Projects for Rural Areas (Category-II) 助成事業にICT4Dが提案し採択された「Enhanced Delivery of Localized Centric Services over Smart Networks」を実施し、図13に示すオンライン教育や患者情報共有等の行政サービスに利用されるネットワークとして、図14に示すように基地局とルーラル向け耐環境性光ファイバケーブルで整備した。このネットワークは、現地のISP事業者を提供され、同者が運用と管理を行いつつ、学校や病院、各区役所支所へのインターネット接続回線としても利用するPPP (Public Private Partnership) で運用される[13][14]。

3.3.2 スリランカ

スリランカ中央部の丘陵地にある中部州Kandy県において、国内NPO法人BHNテレコム支援協議会、両

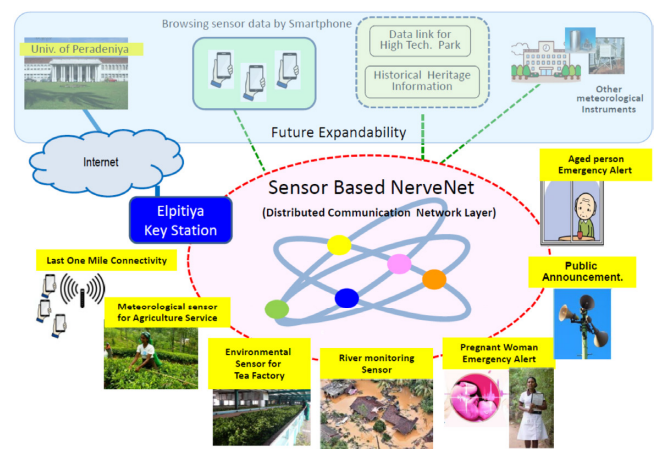


図15 Smart Village構想



図16 Gampola市内の基地局配置図

国の大学や企業等と連携して、平成30年から2年間、APTのInternational Collaborative Research (Category-I) 助成制度にスリランカ(代表 Japan-Sri Lanka Joint Comprehensive Partnership)が提案し採択された「Feasibility Study to Establish a Comprehensive “Sensor Based end to end Early Warning System” for Hydro-Meteorology Induced Disasters in Sri Lanka, Utilizing “Resilient Communication System” for Effective Disaster Management」をPeradeniya地区で実施し、NerveNetを用いた土砂災害早期警報システムの適用検証を行った[15]。さらに、その後継プロジェクトとして、同県Gampola市の紅茶農場とその周辺において、図15に示すようなSmart Village構想(洪水や土砂災害対策のための河川監視、圃場の気象観測、高齢者や妊婦の緊急通報、警報拡声等)を地域で実現するため、前記ネパールでの導入事例と同様に、APTのICT Pilot Projects for Rural Areas (Category-II) 助成事業に採択された「Pilot Project for creation of Sensor-based Smart Village with Disaster Resilient Distributed Area Communication Network」を令和2年から実施した。COVID-19のため計画を大幅に後ろ倒しすることになったが、令和7年2月、図16に示すように、LoRaと独自開発したマルチホップ機能(LoRaメッシュと呼ぶ)により長距離の分散型通信と情報共有を実現する基地局を約1 km×0.5 kmの範囲に10局整備した。このプロジェクトでは、NerveNetの基地局のハードウェアに全てRaspberry Pi 3 model B+を使用し、小型・低価格・低消費電力(ソーラーパネルと蓄電池)で運用できるようにするとともに、現地でも機器の保守や故障時の代替品への交換ができるような設計とした。Elpitaya Key Stationに設置した基地局のみがインターネットに接続し、その基地局上でダッシュボードアプリケーションを動作させることで、河川水位センサ、気象センサ(温度、湿度、気圧、風光、風速、照度)、茶葉工場内の酸素濃度センサといった各種センサの情報をLoRaメッシュにより基地局間で共有し、ダッシュボードアプリケーション上で時系列グラフとして可視化できるようにした。また、ダッシュボードで入力したテキストメッセージがLoRaメッシュを介して屋外に設置した拡声器から音声で放送されるアプリケーションや、高齢者へ渡した緊急ボタンの信号を受信してスマートフォンや拡声器へ警報を通知する機能など、複数のアプリケーションを共通のプラットフォーム上で実装し検証を行った。これらの実証で使用したシステム一式を現地関係者へ譲渡し、現地関係者による維持や運用を行う体制に引き継いだ[16][17]。

4 まとめ

本稿では、NerveNetの概要や研究開発の経緯、国内外の自治体等による導入事例について紹介した。今後も、国内外の新たな自治体が導入、既に導入している自治体では基地局の増設や高度利活用等の推進のため、自治体等の関係者に対して、伴走支援(総合的コンサルテーション)等を継続する。

【参考文献】

- 1 井上 真杉, “レジリエントICTの展望,” 電子情報通信学会総合大会, BK-2-1, March 2023.
- 2 井上 真杉, 滝沢 賢一, 大和田 泰伯, 淡路 祥成, “Beyond 5Gに向けたレジリエントネットワークの研究開発,” 情報通信研究機構研究報告vol.70 no.1, pp.31-43, Oct. 2024.
- 3 “災害に強い情報通信技術をつくる,” NICT NEWS, no.452, June 2015.
- 4 “強くしなやかな世界を目指した研究開発と社会実装,” NICT NEWS, no.2, March 2026.
- 5 M. INOUE, Y. OWADA, “NerveNet Architecture and Its Pilot Test in Shirahama for Resilient Social Infrastructure,” IEICE Trans. Com., vol. E100.B, no.9, pp.1526-1537, Sept. 2017.
- 6 M. Inoue, M. Ohnishi, H. Morino, T. Sanefuji, and Y. Owada, “Fast Recovery from Link Failures and Blackout of a Managed Wireless Mesh for NerveNet,” IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM 2010, pp.1-6, 2010. doi: 10.1109/GLOCOM.2010.5684192.
- 7 “APT REPORT ON LOCAL-AREA RESILIENT INFORMATION SHARING AND COMMUNICATION SYSTEMS,” The 37th APT Standardization Program Forum (ASTAP-37), ASTAP-37/OUT-22, April 2025.
- 8 C.-L. Duta, L. Gheorghe, and N. Tapus, “Analyze OSPF Convergence Time in the Presence of Single and Multiple Failures,” Proc. EMERGING 2015: The Seventh International Conference on Emerging Networks and Systems Intelligence, pp.72-78, 2015.
- 9 “デジタルで未来の土台をつくる ～和歌山県・白浜町～,” <https://youtu.be/l5v7DY0qiXI>
- 10 “白浜町のNerveNet導入事例,” <https://youtu.be/3HI-NQorm0o>
- 11 “頑丈な通信 [NerveNet] で、災害対策も企業誘致も,” 地域社会DXナビ, https://dx-navi.soumu.go.jp/support_r6/digital_kiban/article/006
- 12 “延岡市のNerveNet導入事例,” <https://youtu.be/JDTFRmx6NfE>
- 13 “ENHANCED DELIVERY OF LOCALIZED CENTRIC SERVICES OVER SMART NETWORKS,” The 18th APT Telecommunication/ICT Development Forum (ADF-18), ADF-18/INP-18, Aug. 2021.
- 14 大和田 泰伯, ベド プラサド カフレ, 井上 真杉, “ネパール山間部におけるネットワークとサービスの構築,” NICT NEWS, no.5, pp.10-11, Sept. 2024.
- 15 “Feasibility Study to Establish a Comprehensive “Sensor Based end to end Early Warning System” for Hydro-Meteorology Induced Disasters in Sri Lanka, Utilizing “Resilient Communication System” for Effective Disaster Management,” The 16th APT Telecommunication/ICT Development Forum (ADF-16), ADF-16/INP-21 (Rev.1), Sept. 2019.
- 16 “PILOT PROJECT FOR CREATION OF SENSOR-BASED SMART VILLAGE WITH DISASTER RESILIENT DISTRIBUTED AREA COMMUNICATION NETWORK,” The 18th APT Telecommunication/ICT Development Forum (ADF-18), ADF-18/INP-19, Aug. 2021.
- 17 大和田 泰伯, 井上 真杉, 佐藤 剛至, 軍司 明允, 高田 不二夫, 紀伊 寛伍, 伯川 宗平, “Private LoRa メッシュネットワークを用いたスマートビレッジアプリケーションシステムの開発とスリランカへの実装,” 信学技報, SeMI2025-11, May 2025.



田中 健二 (たなか けんじ)
レジリエントICT研究センター
企画連携推進室
室長
博士(工学)
【受賞歴】
2006年 日本ITU協会国際協力奨励賞



島野 繁弘 (しまの しげひろ)
レジリエントICT研究センター
企画連携推進室
協力研究員



大和田 泰伯 (おおわだ やすのり)
レジリエントICT研究センター
サステナブルICTシステム研究室
研究マネージャー
博士(工学)
分散システム、アクセスネットワーク
【受賞歴】
2026年 第63回 電子情報通信学会業績賞
2021年 第66回 前島密賞 奨励賞
2020年 文部科学大臣表彰科学技術賞



井上 真杉 (いのうえ ますぎ)
ネットワーク研究所
研究所長
博士(工学)
モバイルネットワーク、無線ネットワーク、
ネットワークアーキテクチャ
【受賞歴】
2026年 第63回 電子情報通信学会業績賞
2021年 第66回 前島密賞 奨励賞
2020年 文部科学大臣表彰科学技術賞、
日本ITU協会功績賞