

FMMC最新研究報告会

公共安全LTE/5Gの国際動向調査 － 詳細編 －

2021年3月2日

一般財団法人 マルチメディア振興センター
Foundation for MultiMedia Communications

飯塚 留美 (いづか るみ)

- シニア・リサーチディレクター
 - 海外のICT分野における電波制度・政策にかかわる調査研究に従事。
- 主な調査レポート
 - (共著) 「電波法制と競争 (一) – 我が国の周波数割当政策と欧米からの示唆 –」 (名古屋大学『法制論集』 第262号2015年6月刊)
 - (共著) 「5Gの世界最新動向」 (電波新聞社『電波新聞』 2019年7月掲載、全9回シリーズ)
 - 「周波数共用をめぐる諸外国動向」 (FMMC『ICT ワールドレビュー』 December 2018/January 2019 Vol.11 No.5)
 - 「公共安全LTEの海外動向 – PS-LTEからPS-5Gへ –」 (FMMC『ICT ワールドレビュー』 October/November 2019 Vol.12 No.4)
- 社会的活動
 - 総務省情報通信審議会専門委員 (2009年1月～)



目次

- 調査の目的
- 各国の概況
 - 導入状況
 - 運用形態 等
- 各国の特徴
 - 米国
 - 英国
 - フランス
 - 韓国
 - フィンランド
 - 豪州
- 我が国への示唆

■ 問題意識

- 我が国では、令和2年度概算要求での重点事項として、公共安全LTE（PS-LTE）の実現に向けた総合実証のために、約15億円が投入される見込み。

■ 目的

- PS-LTEの先行導入国（米国、英国、仏国、韓国、フィンランド、豪州等）の現状と課題を整理し、我が国でのPS-LTEの円滑かつ効果的な導入に資することを目的とする。

■ 解明したい事項

- 専用周波数の確保、優先接続や帯域保証、サイバーセキュリティ対策、レガシーシステムの残置、ネットワークの運用主体、アプリケーション開発、端末間通信等について海外ではどのように対応しているのか明らかにする。

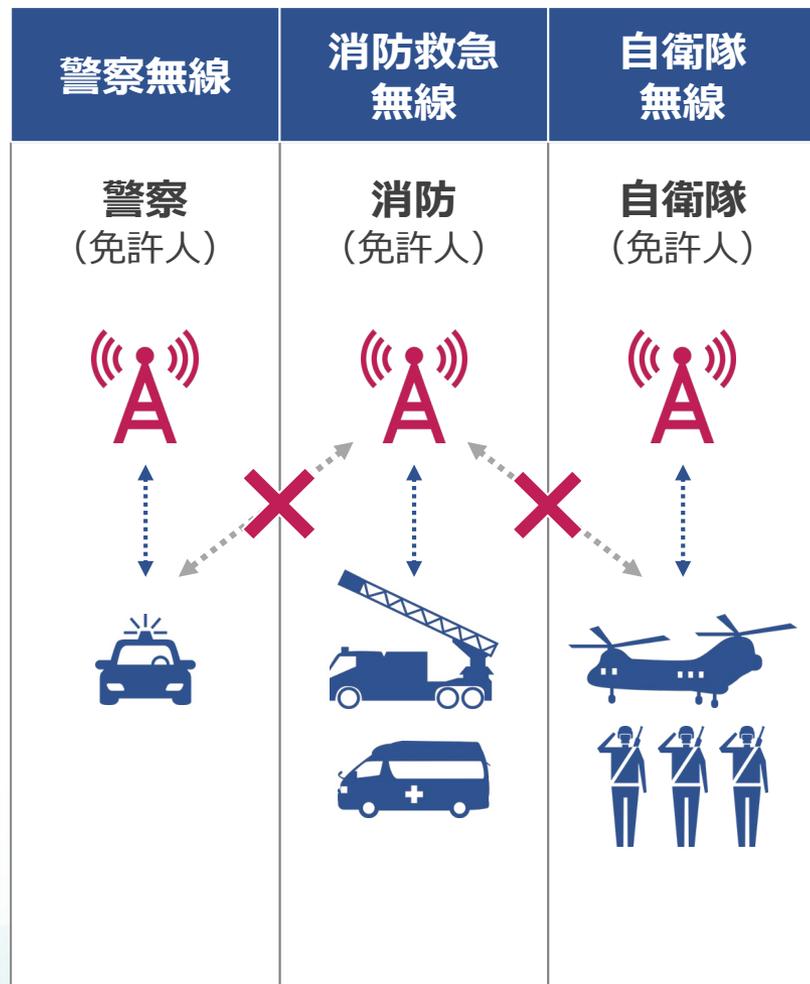
■ 今後の課題と展望

- 日本でのPS-LTE導入実現に向けた方向性について言及する。

公共安全LTE (PS-LTE) とは何か？

各省庁・機関（警察、消防、救急、防衛、防災等）が、独自に自営通信無線網を構築・運用

各省庁・機関の無線システムを共用化



各国におけるPS-LTE／5Gの導入・整備の状況

	背景・根拠	導入スケジュール	周波数	運用管理主体	利用者	経費等	備考
米国 First Net	<ul style="list-style-type: none"> 同時多発テロ (2001.9.11) 「中間層課税控除及び雇用創出法 (Middle Class Tax Relief and Job Creation Act 2012) (2012年) 	<ul style="list-style-type: none"> 2017年から整備を開始し、2021年以内に全国整備完了 	<ul style="list-style-type: none"> 公共安全用の700MHz帯 (バンド14: 2×10MHz) ※平常時は商用で利用可 AT&Tの商用バンド (700MHz帯、850MHz帯、1.7GHz/2.1GHz帯、2.3GHz帯、39GHz帯等) ※緊急時は公共安全機関が優先的に利用可 	商務省FirstNet 請負事業者: AT&T (25年の契約期間)	主要ユーザー (警察、消防、救急、医療)、拡張ユーザー (公益事業、政府等) ※FEMA、沿岸警備隊、FBI等が新たに契約	<ul style="list-style-type: none"> 政府は65億USドル拠出 (整備支援) AT&Tは、NWの整備・運用等に約400億USドルを負担 国土カバーレージ80%以上 FirstNet理事会が5Gコア整備等に2億1,800万ドル投資承認 (2020年6月) 	2018年3月、FirstNetのコアネットワークを構築し、利用開始。 ※1万4,000以上の公共安全機関、170万以上のデバイスが接続 (2020年10月)
英国 ESN	<ul style="list-style-type: none"> 既存NW (~2022) の置換 内務省の調達 (2013年) 「Policing and Crime Act 2017」 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年までに全ての地域でPS-LTEへ移行完了 	<ul style="list-style-type: none"> EEの商用バンド (800MHz帯、1900MHz帯、2.6GHz帯、1.8GHz帯、2.1GHz帯) 国防省と共有 (2.3GHz帯) ※空対地 (A2G) に利用 	内務省 請負事業者: EE/BT 等	緊急サービス (警察・消防・救急)のほか、300以上の公共安全ユーザー	<ul style="list-style-type: none"> 政府は10億£を拠出 EEはNokiaと提携しA2Gネットワーク (陸上から10,000フィート) を構築 国土カバーレージ84%: 500以上の基地局を農村地域に新設 / 534,000km以上の道路をカバー (2020年8月)、海岸から12海里までカバー 	当初、2020年上半期までに移行予定であったが、既存TETRA網の契約延長により、2022年に後ろ倒しされたが、最終移行時期は2024~25年の見通し。
韓国 Safe-Net	<ul style="list-style-type: none"> セウォル号沈没事故 (2014.4.16) 大統領公約 (2014年) 	<ul style="list-style-type: none"> 2015年から第1次試験事業 2017年から第2次試験事業 2021年3月に全国整備完了 	<ul style="list-style-type: none"> 公共安全用の700MHz帯 (2×10MHz) 商用バンド (請負事業者の有する周波数帯) 	行政安全部災害安全通信網事業推進団 請負事業者: KTコンソーシアム、SKTコンソーシアム (2020年1月)	8分野 (消防、警察、海上警察、自治体、軍、医療、電気、ガス) の330機関 (2020年1月より一部地域で警察が利用開始)	全国網 <ul style="list-style-type: none"> 整備費用1兆ウォン ランニングコスト1,400億ウォン/年 平昌五輪開催地域のパイロット網 整備費用345億ウォン NW増強事業52億ウォン 	当初、整備完了は2017年予定とされていたが、2017年11月の見直しにより、整備完了時期は2021年3月に後ろ倒し。
仏国 PC STORM	<ul style="list-style-type: none"> 内務省の調達 (2018年) 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年末までに1カ所で行先導入 2020年までにパリで導入予定 2024年 (オリンピック開催) まで順次拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 公共安全用の700MHz帯 (2×3MHz、2×5MHz) 商用バンド (請負事業者の有する周波数帯) 	内務省 請負事業者: Orange、Streamwide、Athonet、Prescom、Gemalto-Thalès	国家警察、憲兵隊、県庁、税関、消防、救急等	不明 ユーザーが支払うメンバーフィーは月額約20ユーロ/端末を想定	2018年の先行導入では、国家警察と憲兵隊のうち特殊部隊400名のみが参加。利用周波数帯は、700MHz (2×3MHz) 及び商用網を利用。

出所: 各種資料をもとに作成

各国におけるPS-LTE／5Gの導入・整備の状況



	背景・根拠	導入スケジュール	周波数	運用管理主体	利用者	経費等	備考
フィンランド Virve 2.0	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既存NW (TETRA) の4G/5Gへの置換 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2026年までにサービス提供開始 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既存MNOの商用バンド 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ERILLISVERKOT (TETRAのVIRVE網を運用する政府100%所有の国営会社) がMVNOとして提供。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ フィンランド国防軍、警察、消防サービス、社会サービスおよび医療提供者、緊急対応センター管理、政府および地方当局、ならびに国家緊急供給に重要な企業等(約44,000人) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国土カバレッジ95%以上 ■ RANはElisa、コア網はEricssonが受注 ■ 加入契約モデル 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2020年9月、エンドユーザーデバイスのRFIが発表。調達開始は2021年。
豪州 PSMB (全国網)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 複数の既存NWの統合化 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 850MHz帯 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 公共安全ユーザー 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2018年12月、オーストラリア政府評議会は、全国PSMBネットワークの戦略的ロードマップに合意。 ■ ニューサウスウェールズ (NSW) Telco Authority は、国のPSMB機能の概念実証のための提案依頼書 (RFP) を発表 (2018年11月)。

出所：各種資料をもとに作成

専用周波数を使用

- **米国**：請負業者AT&Tは、700MHz帯（20MHz幅）の割当を受け、専用網を構築。加えて、自社の商用網も活用。
- **韓国**：700MHz帯の20MHzを割当て。約2兆ウォン（構築・運営費）を投じて、2020年までに国家災害安全通信網を構築。
- **フランス**：700MHz帯の6MHzを割当て。内務省が約400名の特殊部隊（Special Force）向けに可搬型LTE基地局を整備予定。

商用網を利用

- **英国**：EEの商用ネットワークを利用して緊急サービスネットワーク（ESN）を整備し、2024年までに既存のナローバンドネットワーク（Airwaveが提供するTETRAサービス）を置換え。EEは、コンシューマーとは共用しない、ESN専用のコアネットワークを提供。
- **豪州**：公衆網を利用した公共安全モバイルブロードバンド（Public Safety Mobile Broadband: PSMB）の整備を検討。

MVNO

- **ベルギー**：ASTRID（MVNO）が既存商用網で専用SIMにより国内3キャリアとローミング。優先アクセスを保証。
- **フィンランド**：ERILLISVERKOT（TETRAのVIRVE網を運用する政府100%所有の会社）がPS-LTEサービスをMVNOとして提供予定。96%の国土をカバーするため、85%を商用網で、残りの過疎地域は自ら基地局を設置。
- **ノルウェー**：市民保護緊急事態省（DSB）（Nødnettを管理）がセキュアMVNOモデルを含むPS-LTEの整備方法について検討中。

公共安全ネットワークの構成

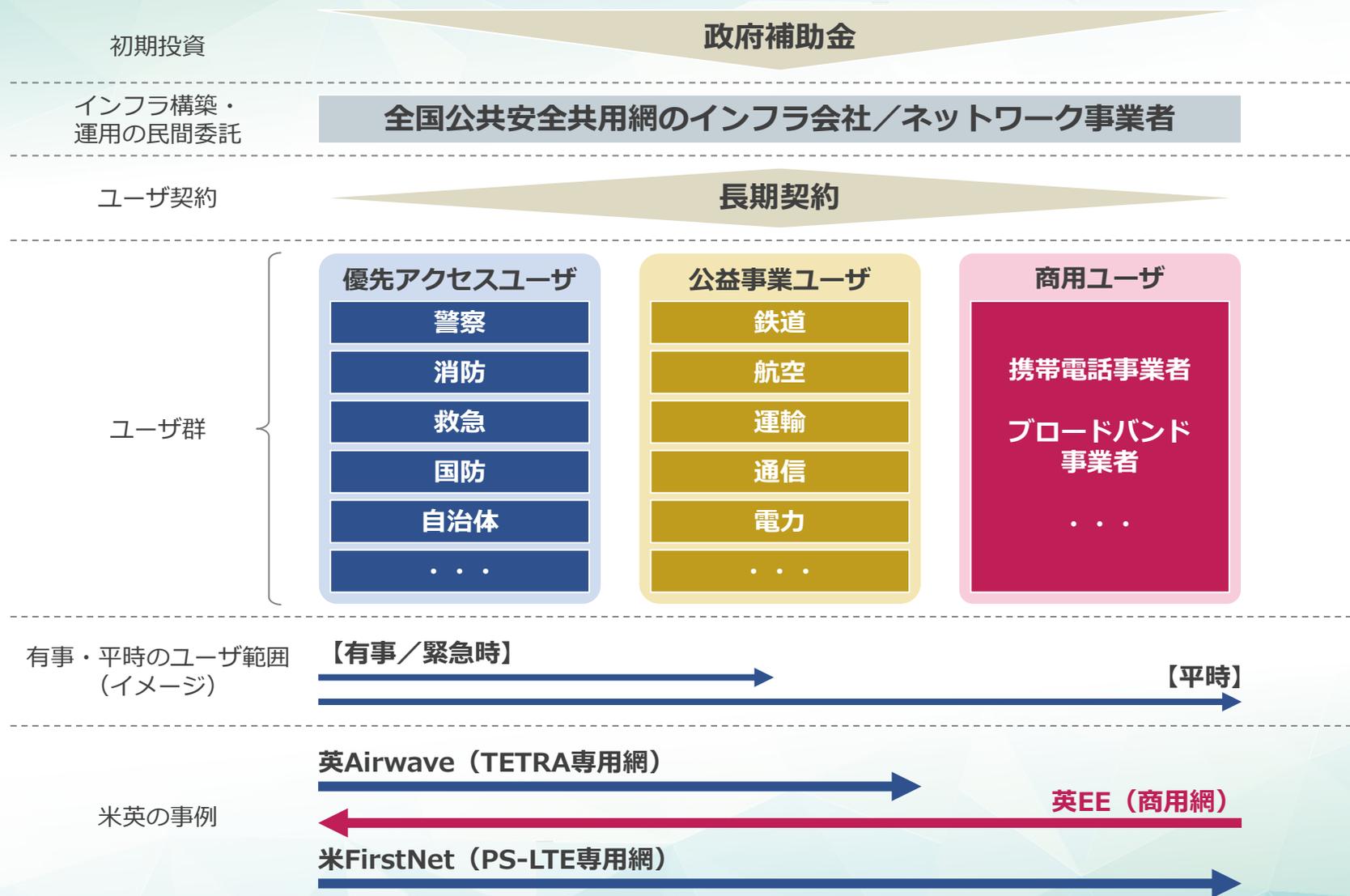
	専用網	ハイブリッド網			商用網
					
アプリケーション					 
加入者データ (HSS)					
コアネットワーク (EPC、IMS 等)					
無線アクセスネットワーク / 周波数 (eNodeB)		 			



 公共安全機関 / 法人企業
 商用MNO / MVNO

出所: Nokia資料をもとにFMMC作成

インフラとユーザーの分離（イメージ）



公共安全ユーザー範囲（イメージ）

米国：Extended primary user group

米国：Primary user group

道路管理
交通運輸
航空管理
港湾管理
水道管理
電力管理
原子力管理
核兵器施設
医療機関
ドナー臓器輸送
セキュリティサービス
民間支援サービス
慈善支援 等



緊急サービス
国防
市民防衛
税関
刑務所
地方自治体 等



その他公共安全ユーザー

社会インフラ・生命維持サービス

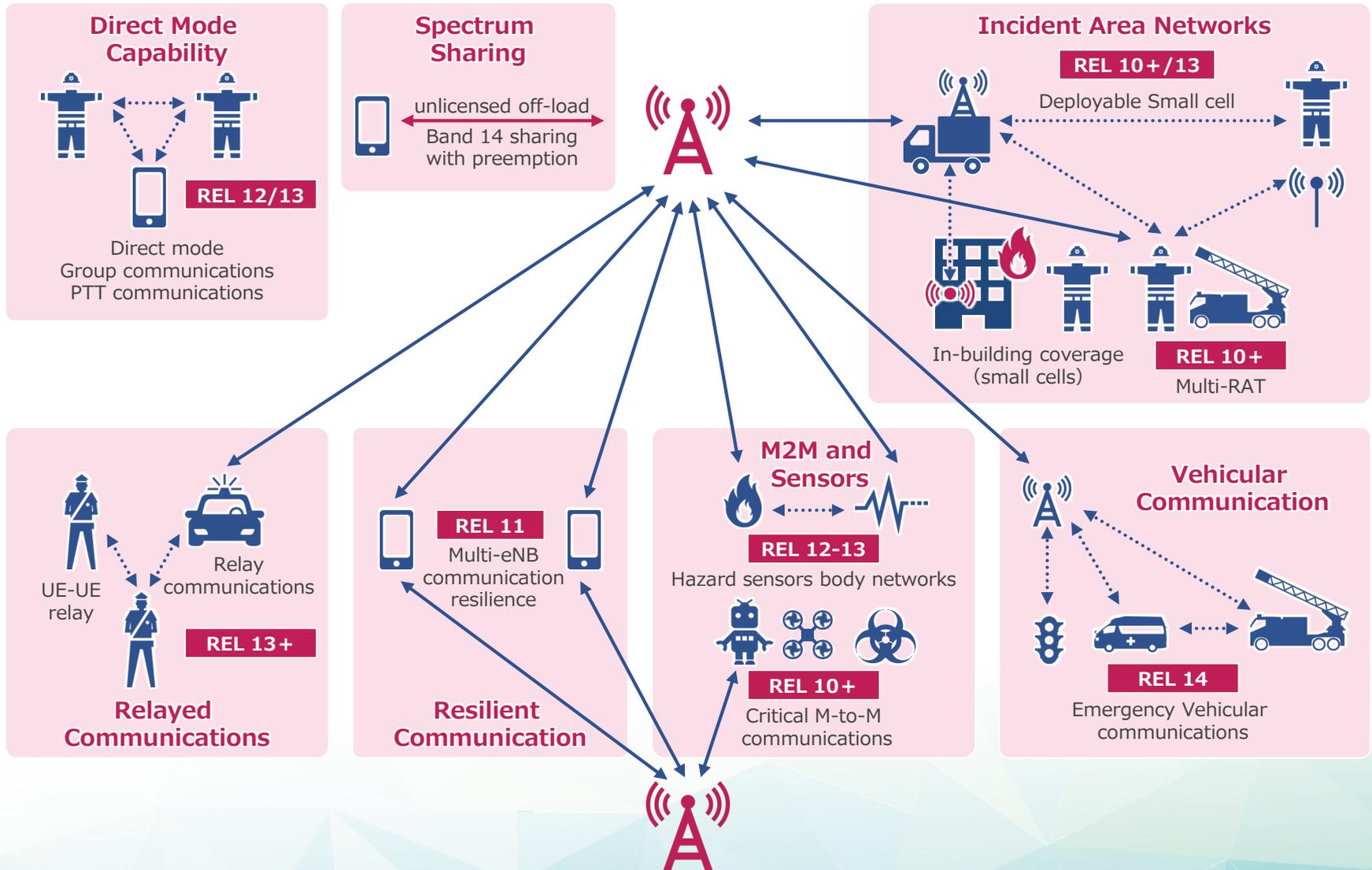
警察
消防
救急

人命救助



コアユーザ
(欧州PPDR)

5Gを見据えた公共安全向け技術仕様の標準化



出所 : NIST - 5G: From a Public Safety Perspective, <https://www.responderlabs.com/nist-5g-from-a-public-safety-perspective/>

5Gのユースケース 次世代消防マスク・ヘルメット



拡張現実ビジョンを使った救出活動



出所 : <https://www.omerh.co/product-design/>

FirstNetロードマップ更新（2020年10月）コア網を5G対応化

- **カバレッジ**： 屋内と屋外のカバレッジが優先。加えて、特殊な環境下で動作する、独立したカバレッジソリューションを構築。
- **状況認識**： 緊急時に公安要員を現場に配置するため、建物内の垂直位置（z軸）やマッピングなど、特に現場担当者向けの位置情報サービスを提供。技術の進化を見据え、大量データ処理に基づく、有効かつ実用的な意思決定プロセスを開発。
- **FirstNetプッシュトゥートーク**： 2020年3月にFirstNetプッシュトゥートーク（PTT）が開始が。ミッションクリティカルなビデオやデータの組み込みを引き続き優先。

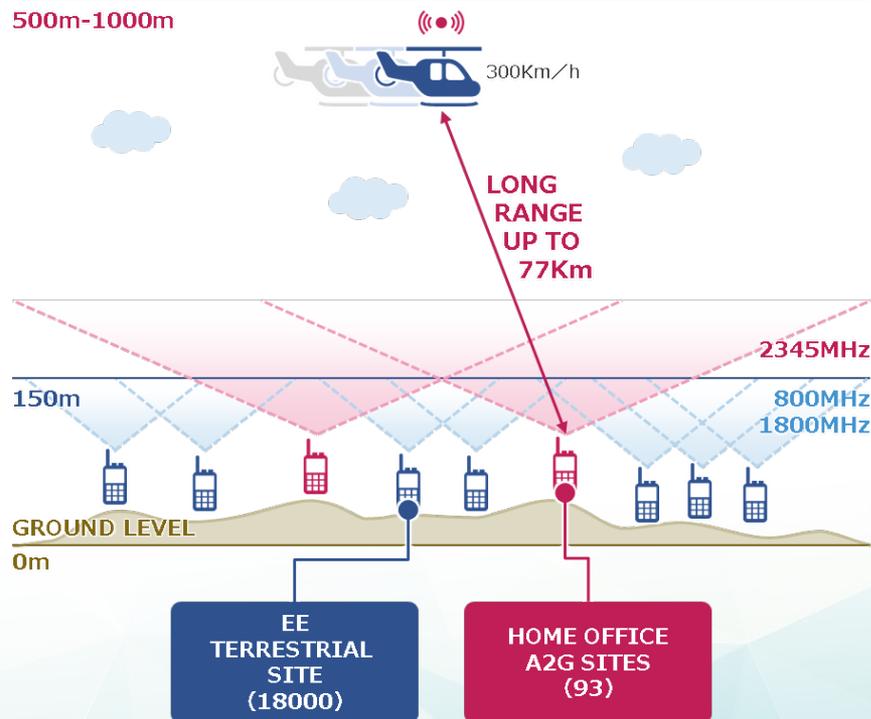


※コア網の5G対応

Figure 1: Roadmap Domains and Updated Priorities

世界初の空対地（A2G）LTEネットワークの実用化

- 内務省が、世界初のLTE対応の航空無線機をCobhamより6400万ポンドで調達（2019年8月）。2021～2022年にかけて、英国すべての警察・航空救急機に、LTEミッションクリティカルプッシュツートーク音声、高速データサービスを提供。
- EEはノキアと提携し、緊急サービス用の世界初の4GLTE空対地（Air-to-Ground）通信ネットワークを構築すると発表（2020年6月）。内務省と協力して、北ウェールズ及びロンドンで最初のトライアルを実施予定。



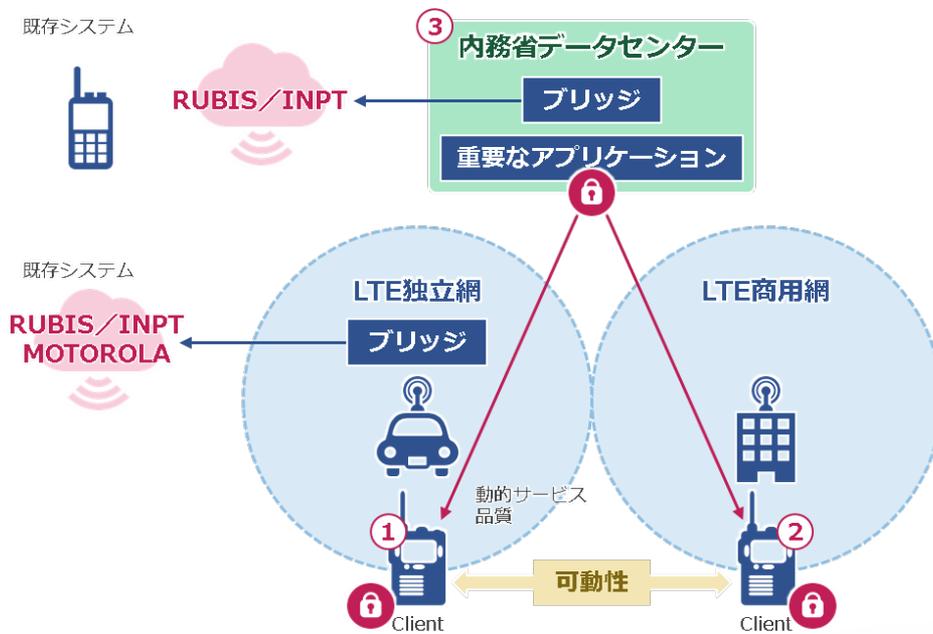
出所：<https://newsroom.ee.co.uk/ee-and-nokia-to-build-the-worlds-first-4g-lte-air-to-ground-network-for-emergency-services/>

<https://www.cobhamaerospaceconnectivity.com/radio-and-audio-systems/news/cobham-to-supply-aircraft-radios-for-uk-emergency-services-network/>

フランスの最新動向

2024年パリ五輪までにPS-LTEを整備

- 既存レガシー網とLTEとの相互運用
- ロット別調達により請負事業者が決定（2019年）



RUBIS (ルビー)

80MHz帯を使用するTETRAPOL網で、農村地帯を含む地域で、憲兵隊が使っている。

INPT^{※1} (国家共用通信基盤)

400MHz帯を使用するTETRAPOL網で、市街地、都市部で、人口密度の高いところをカバーし、憲兵隊と国家警察等が使用している。^{※2}

※1 : National Shared Transmission Infrastructure

※2 : TETRAPOLは、Tetrapol Publicly Available Specification (PAS) で定義されているデジタルモバイル無線のETSI規格であり、公共安全、軍事、産業、輸送機関などのプロフェッショナルユーザーグループが使用している。

Streamwide

- フランスの会社で、ミッションクリティカルなプッシュトゥーク (MCPTT) およびマルチメディアアプリケーションを提供。

Athonet

- イタリアの3GPPエキスパート企業であるAthonetは、コアネットワークと戦術的に迅速に展開可能なネットワークを提供。

Prescom

- 音声ディスパッチのフランスの中小企業エキスパートであるPrescomは、レガシー狭帯域ネットワークへのゲートウェイを提供。

Orange

- オレンジは、4Gネットワークへの特権的なアクセスを提供。
- 内務省の重要通信担当者はOrangeの4Gネットワークを完全な優先権と先取権を保有。独自のネットワークが利用できない場合、キャリアは他の全てのフランスのネットワークへのアクセスを保証。

Gemalto-Thalès

- フランスのセキュリティ専門であるジェムアルトタレスが、オレンジネットワークと、迅速に展開可能なネットワークの、両方へのアクセスを認証するカスタマイズされたSIMカードを提供。

Cogisys及びAxians

- コンサルタント会社であるCogisysとAxiansは協力して、今後の資格及びプロジェクト負荷を維持。

2021年3月より全国規模で利用開始

■ サービス導入

- 2019年10月から構築が進められた第1段階部分の完了で、大田市と世宗市、江原、忠清地域の警察からサービスが導入。
- PS-LTE方式災害安全通信網、2021年3月から全国利用が可能。

■ 法的根拠

- 「災害安全通信網法」が国務会議通過（2020年6月）
- 国の災害安全通信網の構築・運用は「災害安全通信網法」が電気通信事業法や電波法等の他の法律に優先して適用。

■ 運用主体

- 災害安全通信網事業団：「災害安全管理基本法」第74条（災害管理情報通信システムの構築・運営）第1項に基づき策定された「災害安全通信網事業団の設置及び運営に関する規定」に基づき設立。

■ 運用センター

- ソウル、大邱、済州の3か所に運用センターを構築し、リスク分散を図る。
- 海上LTE網、鉄道LTE網と周波数共用し、通話エリアを拡大。



国有企業MVNOがPS-LTEを公共安全機関に提供

- **政府支援**：経済大臣委員会（Committee of Ministers for Economic Affairs）が2026年までにVirve2.0への移行計画を支援。
- **運用主体**：Erillisverket
 - 国有の特殊目的会社で、首相府が会社の所有権を管理する責任を有する。
 - 2021年末までに、公安当局やその他のセキュリティ事業者向けに優先ブロードバンド接続を実装し、2026年までに既存のTETRAからLTEへ移行。
- **機能別調達**
 - **第1フェーズ（2020年4月）**
 - 無線アクセスネットワーク：**Elisa**（10年間契約）
 - 4Gおよび5G無線アクセスシステムを提供し、現在のVirveネットワーク（TETRA）に一致する地理的範囲をカバー。
 - コアネットワーク：**Ericsson**（10年間契約）
 - NFVI、ダイナミックオーケストレーション、VoLTEソリューションなど、一般的なクラウドネイティブプラットフォームで、エリクソンのデュアルモード5Gコアポートフォリオを使用。
 - **第2フェーズ：2020年10月より開始**
 - サーバーソフトウェア、ユーザーのモバイルデバイスと固定デバイスにインストールされるアプリケーション、およびこれらのサービスに関連する管理アプリケーションで構成
- 「電子通信サービス法を改正する法律（2019年1月）」に基づくMNOの協力義務
 - 輻輳が生じた場合、すべての周波数ライセンスに対して先制優先アクセス（先権権と先取権）を有効にすることが義務付け（第250b条）。
 - 公衆網と公共安全サービス網との相互接続における料金の発生についての規定が第250e条で規定。要請に応じて接続料は無料となる。ただし通信事業者がその価格表に従った補償を受ける権利を有する。
 - MNOが、所有するすべてのライセンスでPPDRユーザーに完全な優先度を付与。当該MNOは、サブ1 GHzからミリ波までのすべての周波数と、5Gを含む最新技術を利用可能にする。

州単位の既存無線システムを全国規模のPSMBへ移行（検討中）

- 全国規模の公共安全モバイル・ブロードバンド（Public Safety Mobile Broadband : PSMB）の導入検討
 - 「PSMB戦略ロードマップ」（2018年12月）：連邦政府及び各州政府の連合体である豪州政府間評議会（Council of Australian Governments : COAG）が策定。
 - 2019/20年度：全国的な概念実証（Proof of Concept : PoC）テストの提案等
 - 2020/21年度：PSMBのネットワーク仕様を発表、全国単位でのネットワーク容量について立案 等
 - 周波数帯：850MHz帯、4.9GHz帯、400MHz帯のバンドの組合せ（案）
- 概念実証試験の提案依頼書
 - NSW Telco Authority（ニューサウスウェールズ州電気通信庁）が「Request for Proposal (RFP) National Public Safety Mobile Broadband Proof of Concept (PoC)」を発表（2018年10月）
 - 大都市部及び地方部（metro and regional areas）
 - 複数事業者によるローミングを伴うMVNOモデル： 複数事業者によるカバレッジ重複が存在し、単独事業者によるネットワーク構築と比較してコスト負担小。
 - ルーラル地域及び遠隔地域、既存のカバレッジ拡張地域
 - RANシェアリング（Radio Access Network sharing）モデル。

■ 米韓はPS-LTE普及期

- 米国の加入数は170万（1万4000機関）（2020年10月）と増加。韓国でも警察から利用が開始され、2021年に普及が見込まれる。

■ LTEから5Gへの移行

- ネットワーク整備が先行している米国はコア網を5G対応化し、他国でも5Gを念頭に置いたネットワーク整備を展開。

■ PFIによる政府調達

- 米国はPPPによる一括調達を実施し、韓国は地域を分けて調達を実施した。
- 一方、英国、フランス、フィンランドの欧州諸国は、RAN、コア、SIM、アプリケーション、端末等、機能別の調達を実施。

■ 運用モデル

- 大別すると、①MNOがサービス提供（米）、②MVNOがサービス提供（フィンランド）、③政府関係機関がネットワーク管理（英国、韓国、フランス）

■ 更なるカバレッジ拡充

- 屋内、地下街、非居住地域、空対地、海上などへカバレッジを拡大。

■ 政府予算だけに頼らないビジネスモデルの構築

- ランニングコストをユーザ料金で回収
- 民間インフラ資産の活用や、余剰キャパシティの民間活用
- 公共安全向けの専用デバイス（警察用ボディカメラ、次世代消防マスク 等）や専用アプリケーションの開発 等

■ 縦割り行政の呪縛からの脱却

- 異なる公共安全機関（警察、消防、救急、自衛隊、自治体等）が、組織の壁を超えて通信可能な無線ブロードバンドシステムを構築し、利用するには、省庁横断の横ぐし行政が必要。
- ただし、横連携の強化に伴い、指揮命令系統の混乱のリスクも想定されるため、ソフト面での運用レベルを上げることが必要。
- システムを整えつつ、現場関係者の広域化連携、県境での連携運用など、横連携（インフラ事業者も含む）の訓練が必要。

■ エコシステムの形成

- ユースケースに応じたアプリ開発やデバイス開発を、従来のレガシーシステムのベンダーだけでなく、新規参入にも広く門戸を広げる必要性。

■ 調査における今後の課題

- ユーザー視点からの調査の実施。
- 事業者にとっての事業性の観点からの調査の実施。

我が国における 大規模災害時における実動部隊間の通信手段の現状と課題



防災相互波とは

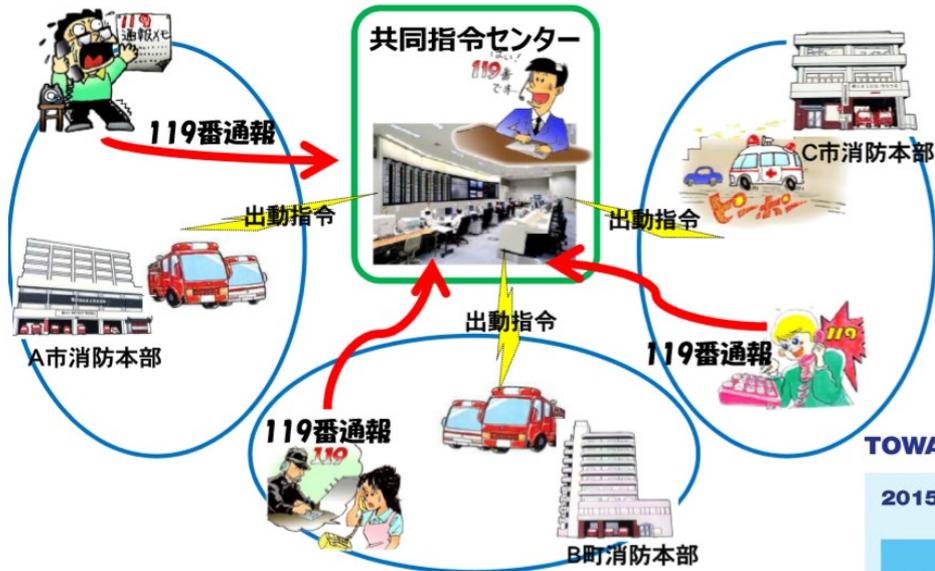
大規模災害に備え、災害現場において、消防、警察、自衛隊、海上保安庁等の防災関係機関の間で情報を交換して、防災活動を円滑に進めるため、防災相互通信用無線（150MHzと400MHz）が準備されている。



災害現場での人命救助における組織の壁を超えた隊員間の連絡・連携の重要性

緊急通報システムの国内外の例

通報から出動指令までの流れ



出所: <https://www.pref.chiba.lg.jp/shoubou/kyoudoushirei.html>

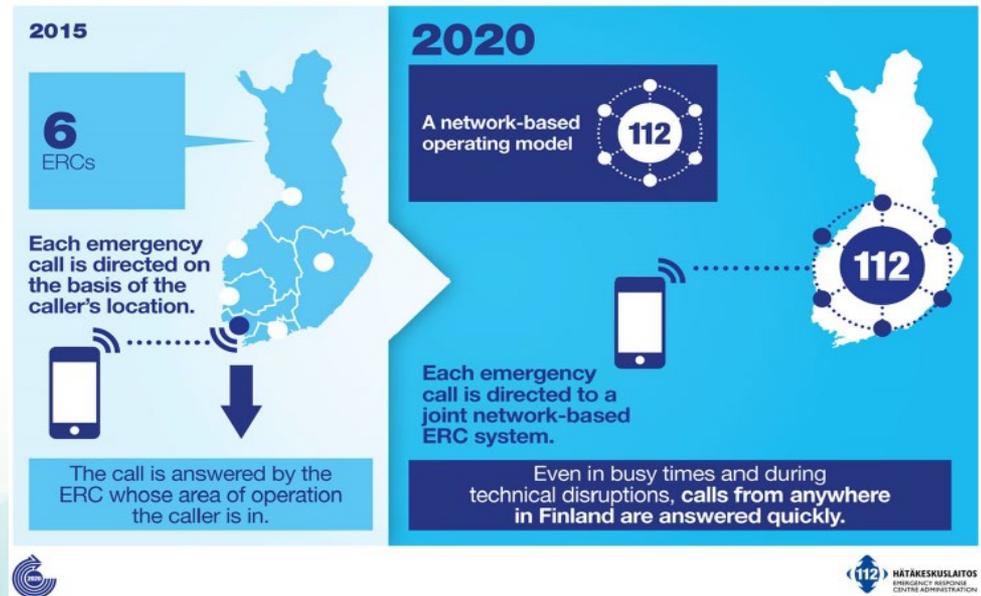
千葉県の共同指令センター

フィンランドの事例

国家緊急応答センターから現場への指揮や隊員間の通信でPS-LTEが利用される予定。

フィンランドの国家緊急応答センター

TOWARDS NETWORK-BASED ERC OPERATIONS



出所: Emergency Response Center Administration, Finland <http://www.112.fi/>

■ フィンランド国家緊急応答センター

- ①緊急通報システムが112に統合、
- ②緊急通報には警察・消防・救急医療だけでなく社会福祉を含む、
- ③緊急通報は他の行政区のセンターでも受け付ける、
- ④災害や事故現場では現場の隊員が指揮権を持つ、等。

- PS-LTE（組織間通信）に留まらず、緊急通報システムや、市民への緊急災害情報伝達含めて、真に市民保護に資するための、合理的な通信システムの構築や、効率的な運用体制の整備など、縦割りの壁を超えた取組みがフィンランドで進展。

国民の安全安心に資する体制作り

緊急通報の統合化
と市民保護対応



公共安全機関の組
織間通信 (PS-LTE)



国民への緊急速報
や災害情報配信



一般財団法人

マルチメディア振興センター

Foundation for MultiMedia Communications