

3GPP release 14
Vehicle-to-everything
communication service V2X
機能の紹介
ホワイトペーパー

目次

1 はじめに	3
2 C-ITS のユースケースとアプリケーション	3
2.1 交通安全	
2.2 交通効率	
2.3 その他	
2.4 技術的要件	
3 システムアーキテクチャー	5
4 圏外通信用のLTE V2X プロトコルスタック	9
4.1 ユーザープレーン	
4.2 コントロールプレーン	
4.3 通信チャンネル	
5 V2Xシナリオ範囲外での同期	12
5.1 同期元	
5.2 同期信号と情報	
6 物理リソースとリソース割り当て	14
6.1 リソースプール(RP)	
6.2 サブチャンネル	
6.3 リソース割り当て	
6.4 スロット構造	
7 媒体アクセス制御 (MAC) 層	20
7.1 セミパーシステントスケジューリング(SPS)	
7.2 シングルサブフレームリソースの候補	
7.3 サブチャンネル割り当て	
7.4 ゾーン概念	
9 略称	24
10 参考文献	26

エンジニアと科学者は、洗練された交通管理を通じて交通の流れと安全性を高めるためのプロセスと技術を求めています。自動車産業における自動運転と先進運転支援システムの開発に向けた技術の進歩は、デジタル化の交通システムを推進しています。歩行者を含むすべての道路利用者が、互いにワイヤレスでやり取り出来る協調型高度道路交通システム(C-ITS)は、効率を向上させ、交通事故の死亡者、および負傷者数を減らすことを約束します。3GPP LTE release 14では、Vehicle-to-everything

(V2X) communication serviceを定義しています。この機能は、これまでモバイル通信技術では提供されていなかったアプリケーションの進化の出発点を設定し、自動車分野におけるユビキタス接続への道を開きます。このホワイトペーパーでは概要を簡単に説明した後、release 14のV2X機能について詳細に解説し、参考文献のセクションで詳細な技術内容を読むためのヒントを紹介します。以前のIEEE 802.11pベースの高度道路交通システムに関する補足論文へのリンクも掲載されています。

1 はじめに

現代社会を支えている技術の一つはモビリティです。商品や乗客の輸送は、繁栄する経済にとって不可欠です。多くの発展途上国および工業化された国における豊かさの増大は、個々のモビリティの増加を通して明らかになりつつあります。従来の道路建設によって構築された交通システム効率の向上は、土地の消費や公共事業の受け入れの欠如により、そろそろ限界に達しています。エンジニアと科学者は、洗練された交通管理を通じて交通の流れを強化するためのプロセスとテクノロジーを求めています。一般に高度道路交通システム (ITS) として確立されたシステムに対する期待は、交通渋滞を避け、全体的な交通効率を高めることです。道路インフラからバックエンドサーバーまでの交通システムのすべての要素を通じて、一台の車から始めてエンドツーエンドのデジタル化が、トラフィックフローの継続的な制御と管理の一般的な基盤を提供します。自動運転と先進運転支援システム (ADAS) の開発に向けた自動車業界の技術的進歩により、完全にデジタル化された。トランスポートシステムが推進されています。歩行者を含むすべての道路利用者が互いに協力する交通システムである協調型高度道路交通システム (C-ITS) は、さらに効率を高め、交通事故による死亡者と重傷者の数を減らすことを約束します。走行車が高速で移動している場合でも、道路交通関連データのやり取りを確実にサポートするモバイル通信システムが必要とされています。3GPP Long Term Evolution (LTE) は、release 14において、Vehicle-to-everything (V2X) 通信サービスを定義しています。この機能は、これまでモバイル通信技術ではサポートされていなかったアプリケーションの進化から開始し、自動車分野におけるユビキタスで将来性のあるコネクティビティへの道を切り開きます。

2 C-ITSのユースケースとアプリケーション

サービスとシステムの側面 (SA) を担当する技術仕様グループ (TSG) は、ユースケースを認識した上で開発し、技術的要件を導き出すための調査を実施しました [1]。LTEがV2Xサービスをサポートするためのこれらのテクノロジー要件は、ステージ1の標準化作業の一環として、その後統合されました。この調査は、欧州電気通信標準化機構 (ETSI) や Society of Automotive Engineers (SAE) などの標準規格化団体 (SDO) を対象としており、C-ITSの過去10年間の実質的な作業を確認しています。3GPP TSG SA work group (WG) 1は、3のクラスのアプリケーションを区別するためにETSIの定義に準拠します。

- 交通安全：道路交通事故の軽減と回避に焦点を当てたアプリケーション。重大な怪我のリスクを減らすことを目的としたユースケースがカバーされています
- 交通効率：交通渋滞や混雑を回避し、一般的に交通量を高めるアプリケーション
- その他：ドライバーの利便性に関連するアプリケーション、旅行に関連する追加サービス、その他の自動車関連トピックのすべて

これは他の多くのSDO [2]によって達成されており、3GPPの範囲内ではないため、この研究の意図はC-ITSアプリケーションの包括的な定義を提供することではありません。その代わりに、LTE通信サービスに新しい技術的要件を課す際立ったユースケースを決定することです。27のユースケースが参照ドキュメントで指定されています[1]。表2-1、表2-2、表2-3にいくつかが選択され説明されています。

2.1 交通安全

交通安全に関連するユースケースは、非安全性とは対照的に、より高い通信サービスの実用性、より高い伝送信頼性、およびより低い遅延時間の必要性を共通に持っています。道路交通事故についての情報は、ドライバーに適切なタイミングで正確に配信される必要があります。

表2-1：交通安全のユースケース [1]

ユースケース	説明
前方衝突警告	追突事故を避けるために定期的に送信される速度、方向および位置に関する情報
緊急車両警告	緊急車両 (救急車など) が他の車両に道を空けるよう要求する
緊急停止	車両が動かなくなる予測情報を送信する
キュー警告	車両から混雑状況や渋滞に関する情報を送信する
交通安全サービス	モバイルネットワークインフラストラクチャによって一般の道路交通状況について車両に知らせる
逆走ドライバー警告	逆走ドライバー情報を受信する
プリクラッシュセンシング警告	車両から、他の車両を避けられないために交通事故が発生することを知らせ、衝突の準備をするように警告する
カーブスピード警告	モバイルネットワーク・インフラはスピード調整用に情報を交換する
脆弱な道路利用者 (VRU) の安全性	脆弱な道路利用者は、車両との衝突の可能性について報告される

2.2 交通効率

このクラスのユースケースは、通常、大気汚染量を減らし、燃料を節約することを意味します。信頼性および遅延に関する通信サービスの技術的要求は、交通安全関連の用途と比較してそれほど要求が厳しくありません。

表2-2：交通効率のユースケース [1]

ユースケース	説明
協調的で適応性のあるクルーズコントロール	車両は一時的にグループを確立し、縦方向と横方向の制御修正を実行して車両を車線の中心に保ち、互いに追従するようにします。
交通量の最適化	車両は旅行関連の情報を定期的に送信し、モバイルネットワークインフラストラクチャは情報を受信し、たとえば交差点でのトラフィックフローを増加させる目的で最適速度を車両に知らせます。青信号対応速度アドバイザー (GLOSA) は、このユースケースに基づくアプリケーションの例です。

2.3 その他

このクラスのユースケースは、何らかの方法で車両に関連するアプリケーションをほぼ無制限に選択するためのプレースホルダーを提供します。基本的に、考えられるユースケースの多くは、現在標準化されたモバイル通信システムで運用されています。

表2-3：その他のユースケース [1]

ユースケース	説明
自動駐車	車両は、駐車場に関するリアルタイムの情報をリクエストして、予約すると、駐車場に案内され、電子清算します。
位置精度の向上	位置精度を1cmの誤差範囲まで高めるために使用されるモバイル通信ネットワーク
遠隔診断とジャストインタイム修理通知	監視および修理通知を目的とした車両とサービスステーション間の情報のやり取り

2.4 テクノロジー要件

モビリティは、交通状況における一般的な属性です。ごく近くにいる道路利用者の数は時間とともに変化します。相対的な相対位置も同様に変わりますが、絶対速度と相対速度は道路利用者によって異なります。モビリティにより、情報を定期的に更新し、交通状況を継続的に分析することが必要になります。道路交通事故などの例外的な状況は旅行の遅れを引き起こし、他の道路利用者に危険をもたらす可能性があります。これらの事件を検出し、道路利用者に知らせることは、交通の流れを安定させるための予備的なステップです。

検出された交通事故に関する情報は、厳密には時間と場所に依存します。したがって、C-ITSアプリケーションの主な特長は、以下のものを包括したものです。

- イベントベースのデータ伝送
- 繰り返し恒久的な定期的データ送信

・ イベントベースのデータ伝送は一時的に生じる危険な道路状況に対処し、一方、恒久的な伝送は通常のルートおよび車両の状態の更新を提供します。例えば、ITS-G5 [4]として知られているヨーロッパのC-ITS規格のC-ITS機能層 [3]は、この一般的な特長を反映する2つのアプリケーションメッセージタイプを指定します¹⁾。

- ・ 協同認識メッセージ (CAM) [5]
- ・ 分散環境通報メッセージ (DENM) [6]

C-ITSアプリケーションメッセージの繰り返し周波数は、保有する情報内容²⁾の重要性に依存します。C-ITSの重要な目標の1つは、システム設計の観点から単一障害点を防ぐことです。少なくとも基本的なアプリケーションは、集中型モバイル通信インフラストラクチャがなくても運用されなければなりません。3GPP TSG SA WG1は33の要求事項を識別します[7]。要件の説明は、続いて提供されます。ユーザ端末 (UE) は、メッセージの優先順位付け、送信レート、送信範囲³⁾など、より高い自律性を与えます。それは、集中型モバイルネットワーク制御から部分的に独立したV2X通信の必要性を強調しています。モバイル通信システムは、カバレッジ内でもカバレッジ外でもV2X通信を操作できなければなりません。情報は、1人のユーザーだけではなく複数のユーザーに関連するため、リソース効率の良い方法で配布します。エンドツーエンドの待ち時間は、一方のUEから他方のUEまでの間で測定され、20ミリ秒から100ミリ秒の範囲で指定されます。他のSDOからのC-ITS技術仕様によって課された要件に対応します。メッセージが受信機でうまく復号されない場合、アプリケーション層はメッセージを再送信しません。標準の自動再生要求 (ARQ) プロトコルに従った再送信はエラー検出の対象となり、フィードバックメッセージが必要です。V2Xメッセージサイズは、イベント情報交換時の1200バイトの制限付きの定期的な送信の場合、50バイトから300バイトの範囲で利用可能です。サポートされているメッセージの繰り返し周波数は最大10 Hzです。システムは絶対速度250 km/hおよび相対速度500 km/hの速度でV2X通信サービスを運用できます。

3 システムアーキテクチャー

V2Xシステム参照アーキテクチャ設計 [8]は、3GPP 端末間直接通信機能 (ProSe) [9]に指定されたシステムモデルを参照しています。新しい標準化されたインタフェース、参照ポイント、および機能はV2XアプリケーションおよびV2Xアプリケーションサーバーからユーザーデータを伝送するためのUE通信サービスを提供するために、以前のアーキテクチャーを補完するものです。3GPP LTE V2X仕様は、V2Xアプリケーションが少なくとも部分的に既存のC-ITS専用狭帯域通信 (DSRC)、WAVE [10]およびITS-G [11]から複製されるという仮定によって動機付けられています。これは、セキュリティおよびプライバシーサービスがnon-3GPP C-ITS仕様に従ってサポートされていることを意味します。さらに、3GPP LTE V2XはIPデータトラフィックと他のデータトラフィックを伝送することができます。V2Xアプリケーションサーバーは、道路交通状況および気象条件についての情報を有する遅延許容ルート案内サービスなどの様々なアプリケーションを提供することが想定されています。提供される情報は、特定の地域を通過するユーザーにのみ関連している可能性があります。たとえば、道路管理局、モバイルネットワーク事業者、政府機関、自動車メーカーなどの第三者機関です。

¹⁾ EUIITS-G5で規定されている別々のCAMおよびDENMとは異なり、米国のITS規格、すなわちWireless access in vehicular environments (WAVE) は、イベントベースのメッセージと通常のステータス更新の両方を運ぶBasic Safety Message (BSM) を規定しています。

²⁾ C-ITSアプリケーション標準は、ネットワークの飽和を回避するために、ネットワーク内のデータトラフィック負荷に応じて繰り返し周波数の低減を可能にします。

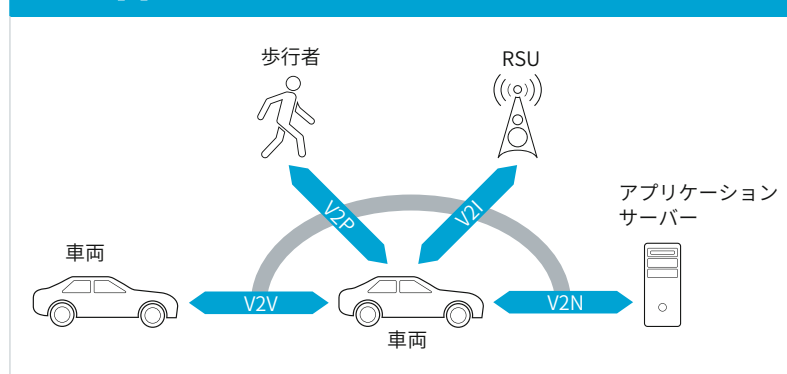
³⁾ 3GPP TSG SA WG1: V2XアプリケーションをサポートするUEは、V2X通信をサポートするE-UTRANによってサービスされるか、またはサービスされないときにメッセージを送信および受信出来ることが必須です。

企業は、付加価値サービスを維持するためにV2Xアプリケーションサーバーの運用に関心を持つ可能性があります。確立されたモバイルネットワーク・システムがエンドツーエンドの待ち時間を短縮するためにローカルゲートウェイ (L-GW) を介したローカルルーティングを展開する場合、交通安全に関連するユースケースはV2Xアプリケーションサーバーによってサポートされます。

図3-1 [7]に示すように、4種類の通信サービスが定義されています。

- 車両から車両 (V2V) : 両方のピアは車両に統合されたUEです。
- 車両から歩行者 (V2P) : 一方のピアは車両に統合されたUEで、他方のピアは個人によって使用されるUEです。このサービスタイプは、個々のレガシーUEが運転手や乗客、あるいは自転車、オートバイ、歩行者によっても使用される可能性があるユースケースを網羅しています。
- 車両からインフラ (V2I) : 一方のピアは車両に統合されたUE、もう一方のピアは路側ユニット (RSU) として知られる固定インフラストラクチャです。
- 車両からネットワーク (V2N) : 一方のピアは車両に統合されたUE、他方のピアはアプリケーションサーバーです。

図3-1 : [7] で定義されている標準LTE V2X通信サービス



V2X通信サービスは、2つのインターフェースを活用しています。

- Evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA) direct V2V、V2I、V2P対応のPC5
- Evolved universal terrestrial radio access network (E-UTRAN) 対応のUu

参考文献は、3GPPモバイルネットワークシステムの、ある車両から別の車両へのダイレクトパスによるメッセージ配信機能、PC5が提供するサービスの開発、またはUu参照ポイントによって提供されるコアネットワークインフラストラクチャ関連サービスを通じて直接アドホックと間接V2X通信⁴⁾とを区別します。後者のオプションはV2N2Vとして知られています。

3GPP TSG SA WG2 [8] は、路側ユニット (RSU) [12]のC-ITS概念を採用しており、これは新しいネットワークエンティティではなく実装オプションです。RSUは、WAVEやITS-G5などのnon-3GPPベースのC-ITSシステムとして知られています。これら2つのシステムが共通しているのは、それらが基地局および集中型協調チャネルアクセスの概念に精通していないということです。non-3GPP C-ITS規格では、RSUは、C-ITSメッセージを送受信することができる静止したインフラストラクチャ・エンティティであり、無線中継に関連する通信サービスを提供します。中間ネットワークノードおよびバックエンドシステムへの追加のルーティングサービスを介して、あるユーザーから別のユーザーに移動します。機能的な観点からはこれは厳密には必要ではありませんが、3GPPはリレーをサポートせずにこのRSUの概念を採用し、同様のアーキテクチャ用語に準拠し、C-ITSの利害関係者の要件を満たします。

⁴⁾ 3GPP does not introduce this definition.

2種類のRSUが定義されています。

- Evolved NodeB (eNB) 型 RSU: Uu基準点を通してUEにV2Xメッセージ送信を提供する静止インフラストラクチャ。この種のRSUは、共通のeNBと物理的に併置することができます。
- UE型 RSU: PC 5 基準点を通してV2Xメッセージ送信をUEに提供する静止インフラストラクチャ。このタイプのUEは、Uu基準点を介してeNBに接続することも、実装されたSgIインタフェースを介してワイドエリアネットワークにアクセスすることもできます。

UEがV2X通信サービスを呼び出すことを許可される前に、構成および許可が必要とされる。パラメータ値は、モバイル機器(ME)で事前設定されているか、ユニバーサル加入者識別モジュール (USIM) で設定されているか、またはネットワークに割り当てられたときにHome public land mobile network (HPLMN) の V2X 制御機能によって提供されます。これらの3つの設定オプションは、優先順位が逆の順序で与えられているため、有効なPublic land mobile network (PLMN) の契約がなくてもV2X通信が可能になります。その場合、運用されているV2Xアプリケーションは基本的な交通安全サービスに限定される可能性があります。

サービス構成カバーのためにUEに提供されるパラメータ値：

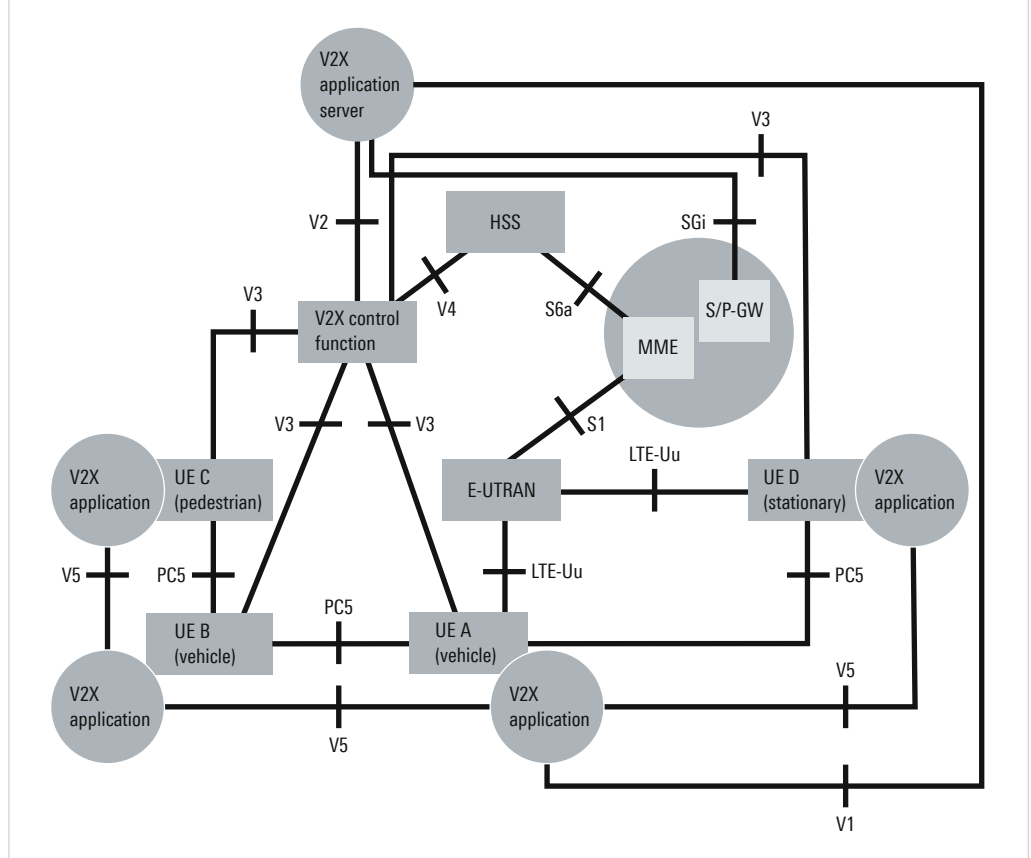
- UEがV2X通信の運用を許可されているPLMNに関する情報
- 特定の地域で有効なPC5ラジオ関連情報
- V2XアプリケーションサーバーとV2X制御機能を識別するための宛先アドレス
- 満了タイマー
- ProSe per-packet priority (PPPP) とPacket delay budget⁵⁾ に関する追加情報

対応する満了タイマーが経過した場合、UEのソースレイヤ2 識別子 (ID) およびソースIPアドレスは乱数に変更されます。アドレス識別子の再割り当ては、ユーザーのプライバシーを保護し、追跡を防ぐことを目的としています

図3-2に示されている参照システムアーキテクチャは、UEがそれらのHPLMNに加入しており、[8]で紹介された非ローミングシナリオに関連していると仮定しています。

⁵⁾ V2Xメッセージには、さまざまな重要度の情報があります。メッセージの優先順位付けは、ProSe per packet priority (PPPP) [25] によって実現されます。アプリケーションは、優先順位付けを目的として、8つのうち1つの値をPacket Data Unit (PDU;パケットデータユニット)に割り当てます。Packet delay budget (PDB) を PPPP に変換するための命令は、V2X通信サービス構成の一部としてUEに提供されます。

図3-2：[8] で標準化されている非ローミング参照システムのアーキテクチャ



V2XアプリケーションとV2Xアプリケーションサーバー間の参照点のV1およびV5は、範囲外であるため、3GPPアーキテクチャ仕様では定義されていません。V2は、V2Xアプリケーションサーバーがモバイルネットワーク事業者に接続されている基準点です。V2Xアプリケーションサーバーは、この参照ポイントが提供するサービスを通じてネットワークにアドレス情報を提供し、その後ネットワークに認識され、さらに共通構成の一部としてV3参照ポイントを通じてUEに通知されます。HPLMNにあるV2X制御機能は、常にV2X通信サービスの使用を許可するエンティティです。UE加入に関する一般的な情報を取得するために、V4基準点を介して最初の例ではHome subscriber server (HSS) を使用します。訪問先のVisited public land mobile network (VPLMN) 内でローミングしている間、図3-2には含まれていないシナリオでは、基準点V6はHPLMNのV2X制御機能がVPLMN内のV2X許可権を要求することを可能にします。静止UEDは、LTE-Uu基準点で提供される通信サービスを利用する一方で同時にPC5インターフェースを介してさらなるUEに接続されるUE型RSUを表す。V2X対応のUEとRSUを区別する機能はモビリティであり、これは図3-3に明示されています[8]。eNBタイプのRSUが図3-4に導入されています。ここでは、ローカライズされたルーティングがL-GWを介して実行され、V2Xアプリケーションサーバーによって運用されるV2Xサービスを提供します。

図3-3：PC5インターフェースを介してV2X通信サービスを提供する静止型UEタイプのRoad side unit (RSU) [8]

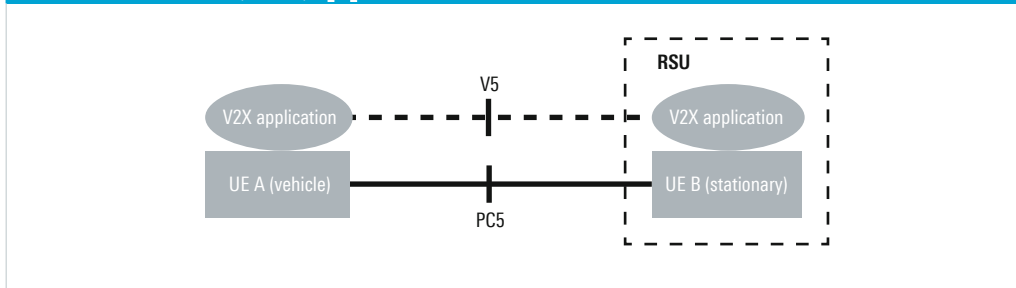
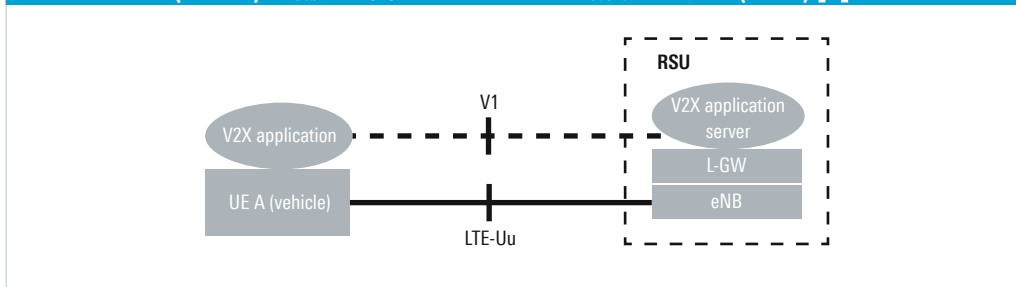


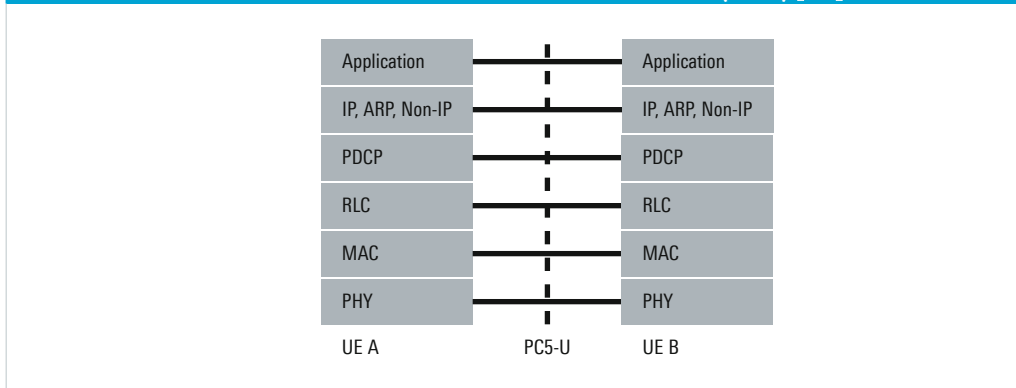
図3-4：低遅延パケット伝送を必要とするV2Xサービスを提供するためのローカルゲートウェイ (L-GW) を備えた固定eNBタイプの路側ユニット (RSU) [8]



4 圏外通信用の4 LTE V2Xプロトコルスタック

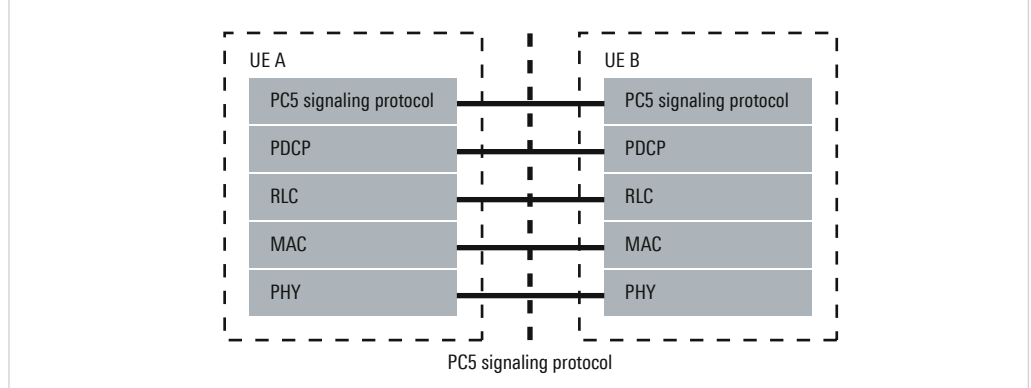
以下のセクションでは、カバレッジ外のシナリオを想定したPC5の動作に関するV2X通信の側面のみ焦点を当てます。データの送信元と送信先はUEです。つまり、論理接続はUE内の両方のエンドポイントで終了します。インターフェースPC5を介したV2X通信のユーザープレーン (UPL) に関連するプロトコルスタックを図4-1に示します。

図4-1：ユーザープレーンに関連する通信プロトコルスタック (UPL) [13]



さらに、図4-2はコントロールプレーン (CPL) 通信プロトコルスタックを示しています。

図4-2：コントロールプレーン (CPL) に関連する通信プロトコルスタック[13]



どちらのプロトコルスタックも、ProSe規格のrelease 12の機能 [13] から派生し、release 14の特定のV2X要件を満たすようになっています [14]。

一般に、各プロトコル層は先行するプロトコル層に特定のサービスを提供します。サービスデータユニット (SDU) が処理され、レイヤ固有のプロトコル制御情報 (PCI) が追加され、結果として得られるプロトコルデータユニット (PDU) が次のプロトコルレイヤに配信されます。

4.1 ユーザープレーン

4.1.1 物理層 (PHY)

物理層 [15] は、信号処理、データの変復調、送信の過程でデータに適合チャネルコードを適用し、出力電力を調整し、無線周波数を適応させ、時間同期を実行します [15]。データは物理サイドリンクチャネルで送信されます。カバレッジ外動作の観点から、V2X通信は、無線周波数帯域47において5.9 GHzで10 MHzまたは20 MHzの周波数帯域幅を利用します。ヨーロッパおよび米国では、5.9 GHz周波数スペクトラムでの免税のC-ITS通信が許可されています。この周波数スペクトルへのアクセス許可は、場合によっては1つの特定の技術に制限されており、米国では、DSRCのみが許可されています。

4.1.2 中間アクセス制御 (MAC) サブレイヤ

MACサブレイヤ [16] は、ハイブリッド自動再送要求 (HARQ) プロトコルを操作し、パケット優先順位付けに関してパケットスケジューリングおよびリソース選択を実行し、この特定のUE向けのさらなる処理PDUにパケットフィルタリングを適用するします。SDUはトランスポートチャネルに多重化されるだけでなく、データ受信 (RX) の操作時には逆多重化されます。

4.1.3 無線リンク制御 (RLC) サブレイヤ

RLCサブレイヤ [17] はSDUの順番通りの配送を引き受け、SDU連結に加えてSDU分割および再組み立てプロトコルサービスを提供します。通常RLCサブレイヤによって前のサブレイヤに提供されるARQプロトコルからのサービスは、V2X通信の場合はサポートされていません。データは論理チャネルで送信されます。

4.1.4 パケットデータ収束プロトコル (PDCP) サブレイヤ

PDCPサブレイヤ [18] は、non-3GPPアプリケーションに関連する通信プロトコルレイヤを標準の3GPPデータ伝送サービスから分離します。ヘッダ圧縮を提供し、アプリケーションプロトコル固有の送信サービスを提供します。PDCPサブレイヤは、release 14以降、非IPデータの送信をサポートしています。これは、特にC-ITSアプリケーションの運用に重要です。

4.2 コントロールプレーン

CPLに対して指定された通信プロトコルスタックは、無線リソース管理 (RRC) にサブレイヤにおいてUPLとは異なります。PDCPサブレイヤから提供されるプロトコルサービスは、制御データ送信には必要ありません。

4.2.1 無線リソース管理(RRC) サブレイヤ

RRCサブレイヤ [19] は放送通信サービスを提供します。指定されたRRCメッセージは、通信を管理し、プロトコルサービスを構成し、無線パラメータを特定の要件に適合させるためのシステム情報を搬送します。

4.3 通信チャネル

4.3.1 論理チャネル

以下の2つの論理チャネルは、V2X通信のためにMACによってRLCサブレイヤに提供されます [17]。

┆ CPL関連メッセージを伝送するためのPhysical sidelink broadcast channel (SBCCH)

┆ UPL関連メッセージを伝送するためのPhysical sidelink shared channel (STCH)

4.3.2 トランスポートチャネル

SBCCHとSTCHは、PHYレイヤによって提供される、事後に定義されたポイント・ツー・マルチポイント・トランスポート。チャネルにマッピングされます。

┆ 上位レイヤ制御データを伝送するためのSidelink broadcast channel (SL-BCH)

┆ ユーザーデータを伝送するためのSidelink shared channel (SL-SCH)

これらのトランスポートチャネル上の送信は、伝送モード4 (TM4)として知られている自律リソースセレクションを使用するとき、近くのUEによる並列データ送信からの高い干渉電力を受ける可能性があります。SL-SCHは、最大1回の再送信でHARQソフト結合のみをサポートします。HARQは、SL-BCH上で運ばれるデータには適用されません。

4.3.3 物理チャネル

トランスポートチャネルは、PHYレイヤの物理チャネルにマッピングされます[15] [20]。

┆ 上位層制御データを伝送するためのPhysical sidelink broadcast channel (PSBCH)

┆ ユーザーデータを伝送するためのPhysical sidelink shared channel (PSSCH)

時間と周波数の物理リソース割り当てを通知するための制御情報は次のチャネルで送信されます。

┆ Physical sidelink control channel (PSCCH)

物理サイドリンクチャネルでデータを伝送する伝送サービスは、Single carrier frequency division multiple access (SC-FDMA) を利用し、最大16の Quadrature phase shift keying (QPSK) および Quadrature amplitude modulation (QAM) のオーダーを適用します [15]。PHYレイヤプロトコルエンティティは、PSCCHおよびPSBCH上の制御情報に関連するデータを送信するために常に堅牢なQPSKを適用します [21]。逆に、PSSCHで送信されるユーザーデータはQPSKと16QAMを使用します [21]。PC5インターフェースを介したV2X通信もカバレッジ内で許可されているため、UEはSC-FDMAを操作します。

Frequency division duplexing (FDD) またはTime division duplexing (TDD) がUuインターフェースを介した通信に使用される場合、PC5インターフェースを介した通信は周波数スペクトルのUplink (UL) 部分で発生します。PC5インターフェースを介した通信はTDDを利用します。eNBは、データがインターフェースPC5を介して搬送されるのと同時にULデータ送信を実行するときを示される追加の信号干渉により上手く対処出来ると思われれます。

ProSe release12からのdiscovery機能は、V2X通信には使用されていません [8]⁶⁾。

⁶⁾ Discovery機能の提供は必須ではありませんが、実装に依存します。

5 V2Xシナリオ範囲外での同期

正確な周波数および時間同期は、特にTime division mul-tiple access (TDMA) および Frequency division multiple access (FDMA) システムに不可欠です。位置合わせ不良は、Intersymbol interference (ISI) およびInter-carrier interference (ICI) をもたらす可能性があります。これはシステム性能を低下させる可能性があります。eNBにおけるモバイルネットワークにおける信号直交性を保証するためにUL方向におけるデータ送信に適用されるタイミングアドバンスは、カバレッジ外シナリオでは動作することができません。ポイントツーマルチポイントデータ伝送のために、UEが分散型MACから無線チャンネルにアクセスすることを許可されている場合、各受信機への信号伝搬時間は未知のままです。これにより、信号伝送をSlot and subframe (SF) の境界に合わせることでさらに重要となります。ISIが発生するまでの最大時間差は、Cyclic prefix (CP) の長さに制限されます。送信機と受信機があまり同期していなくても、信号直交性を達成するために、Orthogonal frequency division multiplex (OFDM) シンボル送信に挿入されます。搬送波周波数の補正は、不完全な発振器キャリブレーションと温度ドリフトによる追加の周波数オフセットを補正します。

LTE V2Xは、PHYレイヤ[21]のサイドリンク同期信号 (SLSS) とRLCサブレイヤのマスター情報ブロックSL-V2X (MIB-SL-V2X) [19]メッセージを利用して時間と周波数の同期を実現します。

5.1 同期ソース

UEは、Global navigation satellite systems (GNSS)、eNB、または近隣のUEから受信した信号から時間および周波数同期に関する情報を取得します。標準では、直接同期と間接同期が区別されます[19]。

- GNSS: UEは、GNSS (直接) またはGNSSからの時間および周波数同期を達成する (間接) 近くのUEと同期している
- eNB: UEは、eNB (直接) またはeNBと同期している (間接) 近くのUEと同期している。
- UE: UEは、eNBまたはGNSSから直接的または間接的に同期情報を得ない近くのUEに同期される。

同期ソースおよび優先順位は、UEに事前設定されるか、またはeNBによって配信される制御メッセージを通じて一時的に設定される。

図5-1：部分カバレッジを使用してV2Xシナリオで確立された直接および間接のeNB同期とSynchronization reference UE (SyncRefUE)

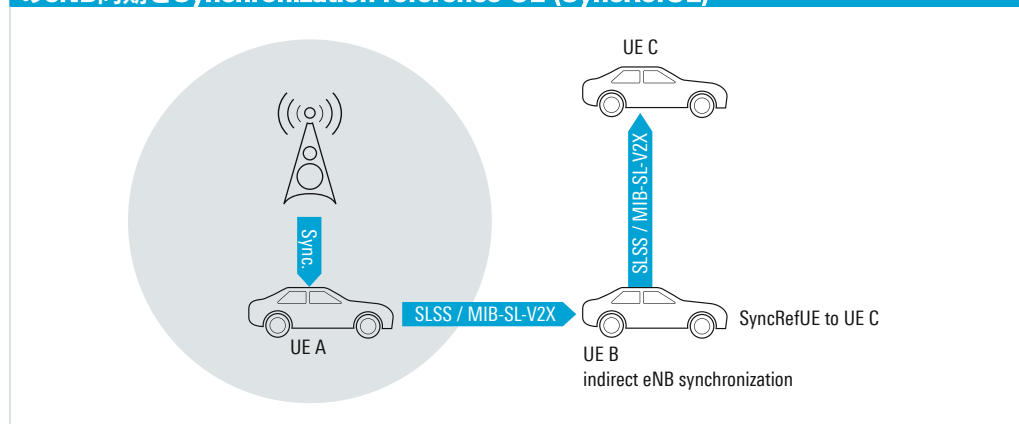
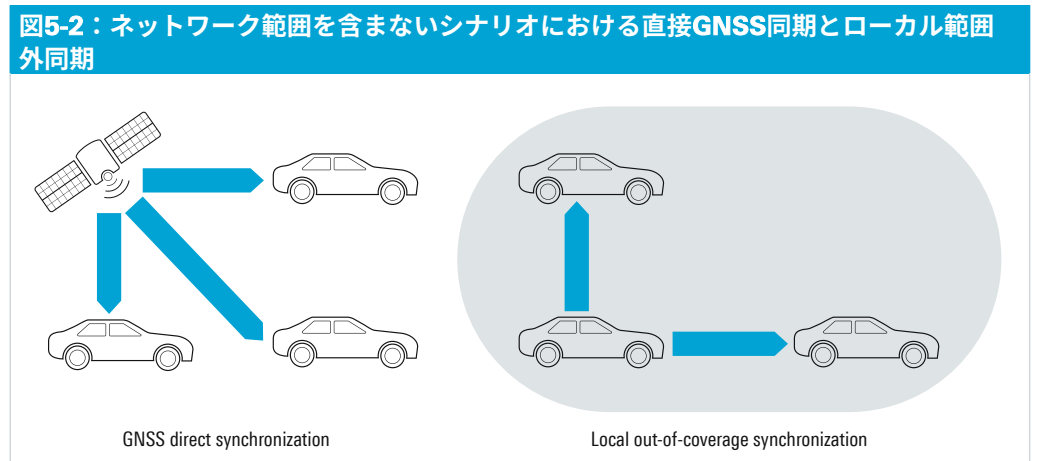


図5-1は、部分カバレッジのシナリオを示しています。ネットワークカバレッジ内で想定されるUE Aは、eNBによって提供された同期情報を受信します。このUEはeNBと直接同期され⁷⁾、同期情報を近くのUEに転送するように設定されています。

カバレッジ外のUE Cは、UE Bによって送信されたSLSSを検出しSynchronization reference UE (SyncRefUE)としてUE B⁸⁾を使用することが許可される。

図5-2に、すべてのUEがカバレッジ外にあるシナリオを示します。



UEは、設定された同期ソースGNSS⁹⁾から時間と周波数の情報を取得するか、「ローカルカバレッジ外同期」として知られる自己調整方式でスーパーフレーム、サブフレーム、スロットの境界を定義します。

5.2 同期信号と情報

SLSSは、2つの信号からなるサイドリンク固有のシーケンスです。

- Z Zadoff-Chuシーケンスから確立されたPrimary sidelink synchronization signal (PSSS)¹⁰⁾
- Secondary sidelink synchronization signal (SSSS) (最大長シーケンス)¹¹⁾

PSSSとSSSSは、時間と周波数の調整に関して考慮される同期ソースに関する暗黙の情報を伝えます。指定された値は、特定の同期ソースをデコードするSidelink synchronization signal identifier (SLSSID)に割り当てられます。

- GNSS: 0, 168, 169
- eNB: 1 ~ 167
- Out of coverage: 170 ~ 335

⁷⁾ パラメータnetworkControlledSyncTxは、eNBによるSLSSおよびMIB-SL-V2X送信を制御するために使用されます。UEがキャンパオンしているか、セルに接続されていて同期信号を送信するように設定されていない場合でも、測定されたRSRPレベルがしきい値を下回っていればUEはSLSSとMIB-SL-V2Xを送信します。しきい値は、パラメータsyncTxThreshICから取得されます。

⁸⁾ SyncRefUEが選択されていないか、またはSyncRefUEの測定されたS-RSRPがしきい値を下回る場合、カバレッジ外のUEはSLSSおよびMIB-SL-V2Xを送信する。しきい値は、パラメータsyncTxThreshOoCから取得されます。

⁹⁾ GNSS信号から得られた同期情報は、GNSS信号が信頼できると仮定されるときに時間および周波数オフセット調整のために考慮されるだけである。信号電力レベル、Horizontal dilution of precision (HDOP) および衛星数などのGNSS受信機モジュールによって提供される情報が評価されます。

¹⁰⁾ Zadoff-Chuシーケンスの特有の特徴は、Low peak-to-average power ratio (PAPR) とゼロ自己相関などです。

¹¹⁾ 数学的演算から得られる。シフトレジスタに巡回シフト演算を適用します。

近隣のUEに同期情報を提供するUEは、同期基準として機能すると考えられます。SLSSに加えて、このUEはSL-BCH上でRLCメッセージを搬送することによってさらなるパラメータ値を提供します。提供される情報は、標準化されたMIB-SL-V2X [19]に関連し、SF番号、UEがカバレッジ内にあるかカバレッジ外にあるか、および動作周波数帯域幅を含みます。この情報は、同期を求めるときに設定された優先順位に従って参照ソースを選択する際にUEをサポートします。以下の優先順位グループが指定されています。

表5-1：優先度グループ

優先同期ソース	1	2	3	4	5	6
	Direct	Indirect	Others	Direct	Indirect	Others
eNB	eNB	eNB	GNSS	GNSS	GNSS	Remaining UEs
GNSS	GNSS or eNB	GNSS or eNB	Remaining UEs	–	–	–
	SyncRefUE	SyncRefUE		SyncRefUE	SyncRefUE	SyncRefUE

各優先順位グループ内の候補SyncRefUEは、測定された Sidelink reference signal received power (S-RSRP)に従って順序付けされる。GNSSは、PC5インタフェースを介してV2V通信を運用するときの時間と周波数の同期のための望ましいソースです[22]。フレーム番号とSF番号は、GNSSが提供する Universal time (UTC) から取得されます¹²⁾

6 物理リソースとリソース割り当て

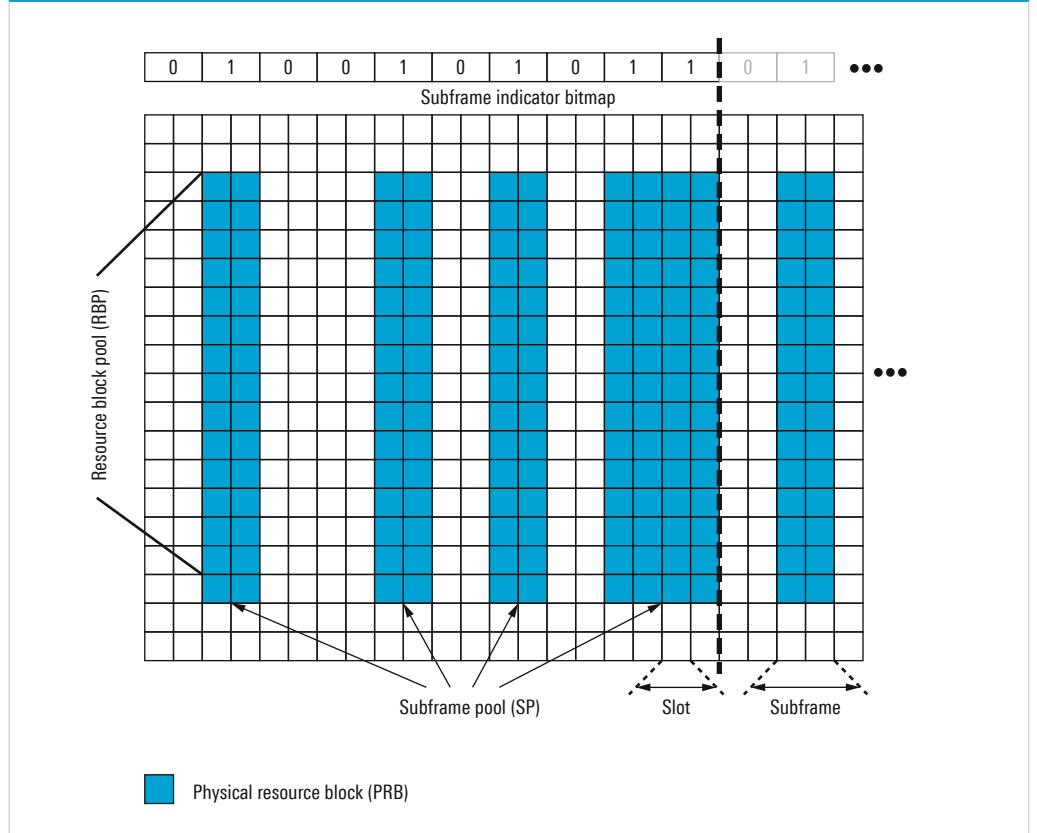
6.1 Resource pool (RP)

PC5サイドリンク通信を動作させることを意図するUEは、制御およびユーザデータを伝送するためにPhysical resource blocks (PRB) に関して特定の時間および周波数リソースを割り当てます。PC5サイドリンク通信は、eNBによって提供される制御メッセージを介して構成されるか、またはUEに事前構成されたPRBにおいて許可されます。PC5サイドリンク通信を目的としたPRBを提供するすべての Subframes (SF) は、Subframe pool (SP) を構成します[23]。図6-1で導入されたSubframe indicator bitmapはSPを特定します。SP内の指示されたSFは、Subframe indicator bitmapの長さに等しい間隔で周期的に発生します[22]¹³⁾。

¹²⁾ Direct frame number (DFN) is used instead of theGNSSが同期元の場合、System frame number (SFN) の代わりにDirect frame number (DFN) が使用される[22]。Subframe番号は[22]に従ってUTCから得られます。

¹³⁾ サイドリンクがFDD構成のULで動作するとき指定されるビットマップ長：16ビット、20ビットまたは100ビット。TDDの場合：10ビットから最大60ビット、10ビットステップサイズ。

図6-1: Resource pool (RP) とサブフレームインジケータビットマップ



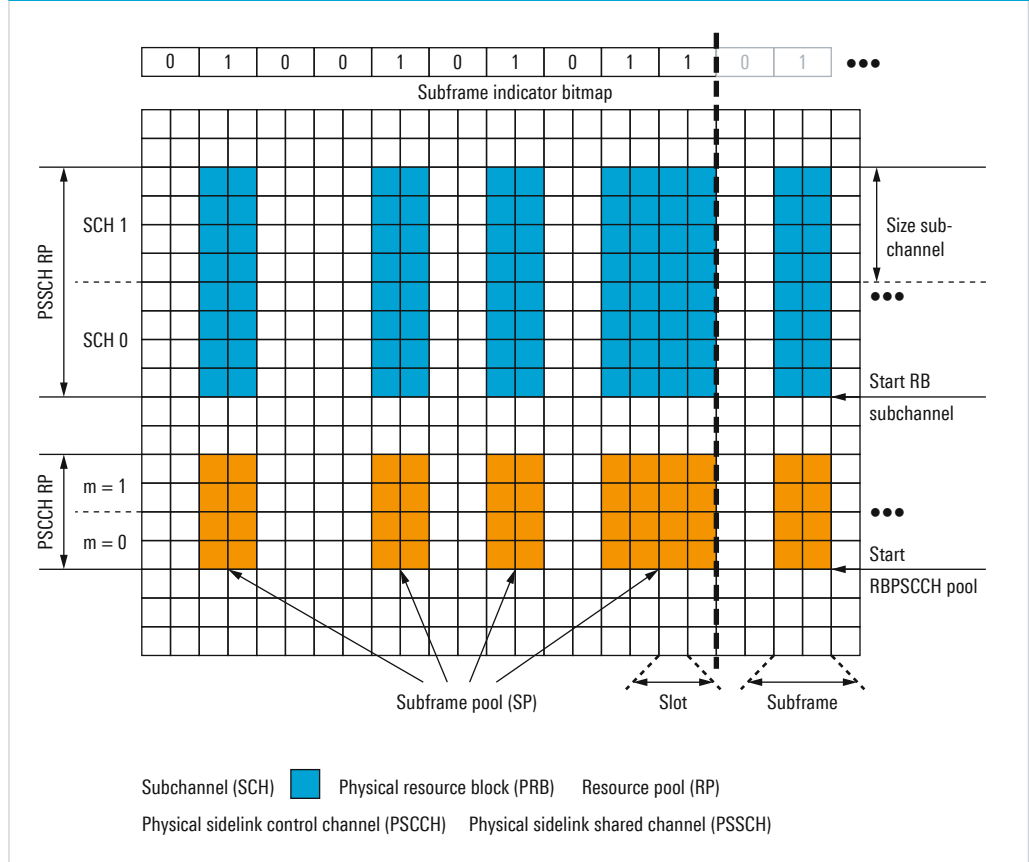
PC5サイドリンク通信用の時間および周波数リソースを提供するPRBは、Resource block pool (RBP)に記載されている。RBPは、PSCCH上で受信された復号化制御データから得られるSidelink control information 1 (SCI 1) [24]、[23]を介してUEに割り当てられます。SCI1は、そのSFにおいてユーザデータ送信のために割り当てられたPRBを示します。RBPとSPはResource pool (RP)を構成します。半二重動作を維持するために、Data transmission (TX) およびData reception (RX)¹⁴⁾に特に割り当てられたいくつかのRPがUEに提供されます。

6.2 サブチャンネル

隣接無線周波数をカバーするRBPからのPRBはSubchannel (SCH)を確立する。UEは、ネットワーク構成の一部として提供された制御情報からSCHを識別する。特定のSCH割り当てはさらにSCI1によって通知される。図6-2を参照してください。

¹⁴⁾ UEは最大8個のTX RPと16個のRX RPを備えています[22]。

図6-2：SCHはPSSCHでデータを伝送するための時間と周波数のリソースを提供します。SCI1は隣接していないPRBのPSCCHで伝送されます。



[23]と[19]で指定されたパラメータはPSSCH RPを定義します。

- StartRBSubChannel: SCHの最初のPRBを指定
- SizeSubChannel: SCH内のPRBの数
- NumberofSubChannels: SPで指定されたサブフレーム内に確立されたSCHの数

6.3 リソース割り当て

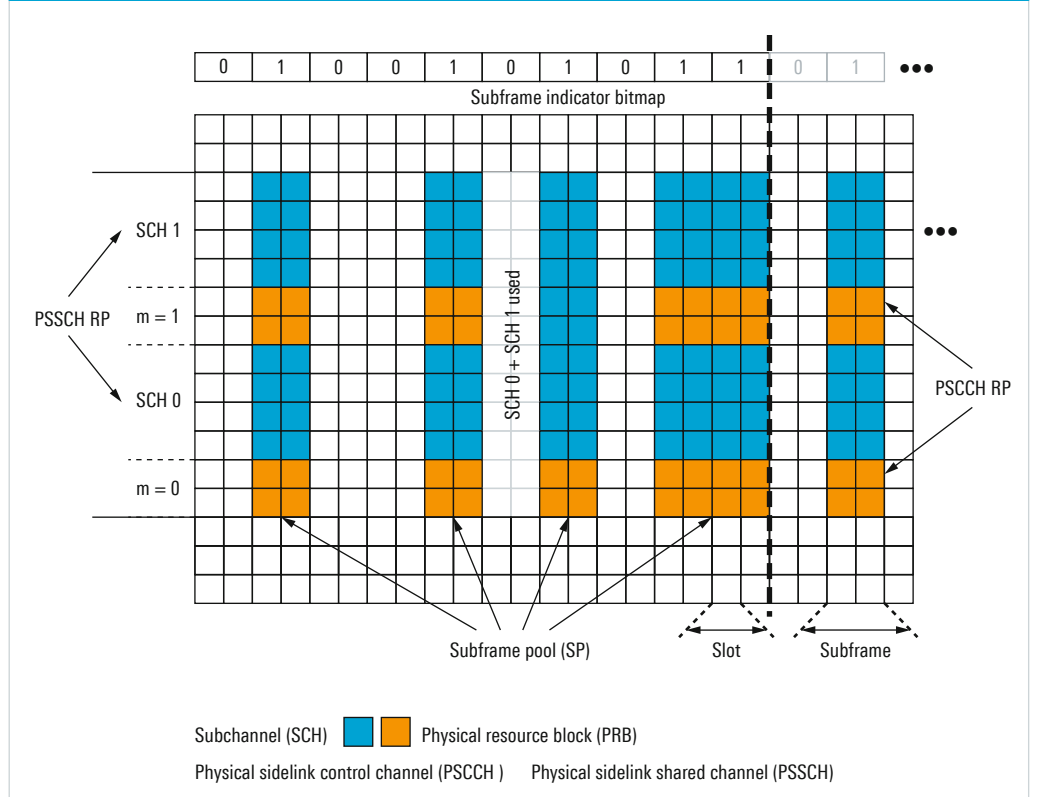
6.3.1 PSCCH

RPからのPRBは、PSCCHに関連する制御データを搬送専用割り当てられます。1つのSCI1メッセージを搬送するために、SFごとに4つの一定の連続PRBが提供されます。これらのPRBは、PSSCH上でユーザデータを運ぶ対応する通知されたPRBに隣接/非隣接で割り当てられます。図6-2に示すように、UEが隣接していないPSCCH送信を操作するように設定されている場合、UEに提供される追加のパラメータは以下を指定します[19]。

- StartRBPSCCHPool: PSCCH RPの最初のPRBをアドレス指定します。

図6-3に示すように、PSSCHでユーザデータを伝送するためのPRBに隣接して制御データが送信される場合、PRBに関する情報は導入されたパラメータStartRBSubChannelから直接取得されます。

図6-3：隣接PSCCH構成のPSSCHサブチャネル (SCH)



6.3.2 PSSCH

送信準備ができていてV2Xユーザデータを有するUEは、1SCHに関してPSSCH RPからPRBを割り当てます。PSCCH上で送信されるSCI1とPSSCH動作のための割り当てとの間には常に直接的な関係があります。複数の(ただし連続した)SCHへのアクセスは可能です。制御データを搬送するのに適切な時間および周波数のリソースを提供するSCHおよびPRBは、昇順で索引付けされています。結果として、UEは、対応するPSSCH送信からSCHを暗黙的に承知しています。

6.3.3 PSBCH

特定のサブフレームは、160ms毎に繰り返し同期期間に連続的に割り当てられます。同期サブフレームと呼ばれるこれらのサブフレームは、どのRPからも通知されません。追加のパラメータセットによって示されます。

- SyncOffsetIndicator: 同期サブフレームに関連する時間および周波数リソースを識別するために、eNBによって提供されるかまたはUEに事前設定されたパラメータセット。

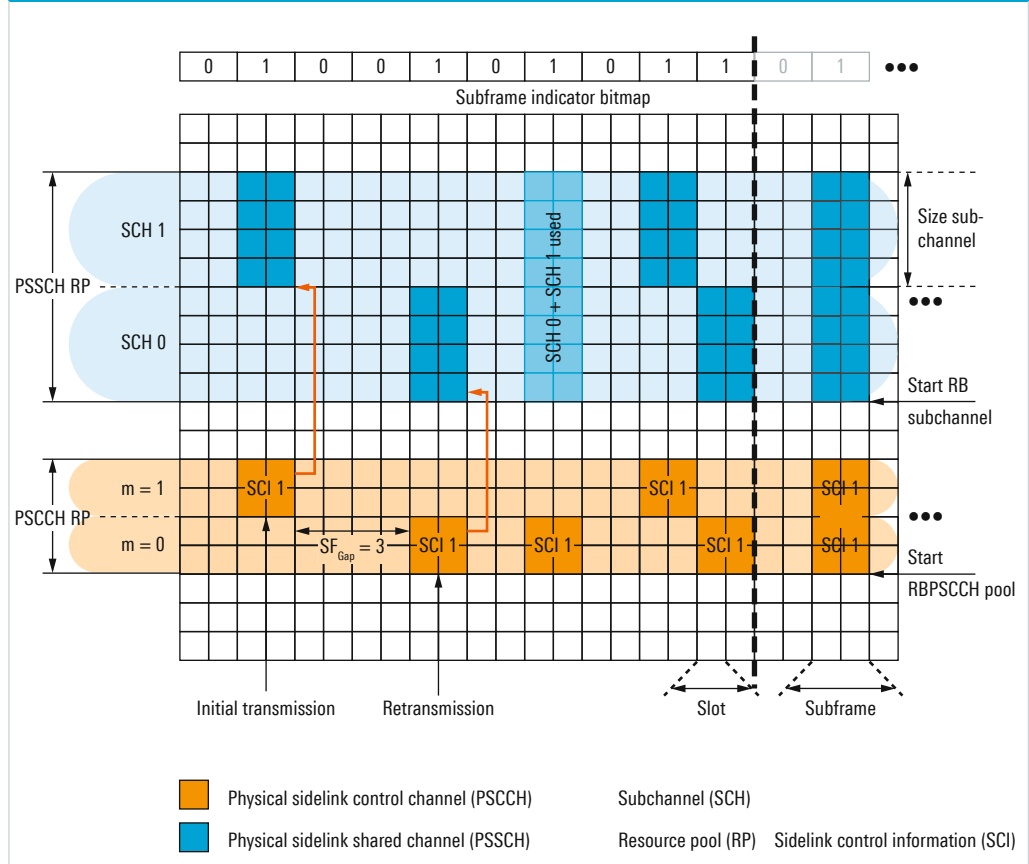
PSBCH 上で受信された無線信号は、近くのUEが SyncRefUEと同時にサービスを提供しようとする場合、信号干渉を受けます。SyncRefUE は、3つのセットから1つの SyncOffsetIndicator¹⁵⁾ を選択して、信号干渉を連続的に解消する確率を減らします。

¹⁵⁾ MIB-SL-V2X送信用に選択された特定のSyncOffsetIndicatorは、設定された優先同期ソースと、近くのSyncRefUEから受信したMIB-SL-V2Xメッセージを伝送する同期サブフレームによって異なります。

6.3.4 ハイブリッド自動再送要求(HARQ)

SL-SCH上でHARQソフト合成をサポートするように構成されたUEは、PSSCH上でのメッセージ再送信のためにRBPからPRBを選択します¹⁶⁾。図6-4に示す初期送信と再送信の間のサブフレーム数は、PSCCHのSCI1で伝送されるパラメータSubframe Gap (SFGap) によって示されます。 HARQプロトコルサービスはPSBCH上のデータ送信には提供されません。

図6-4：隣接していないPSCCH構成を想定したHARQの初期送信と再送信

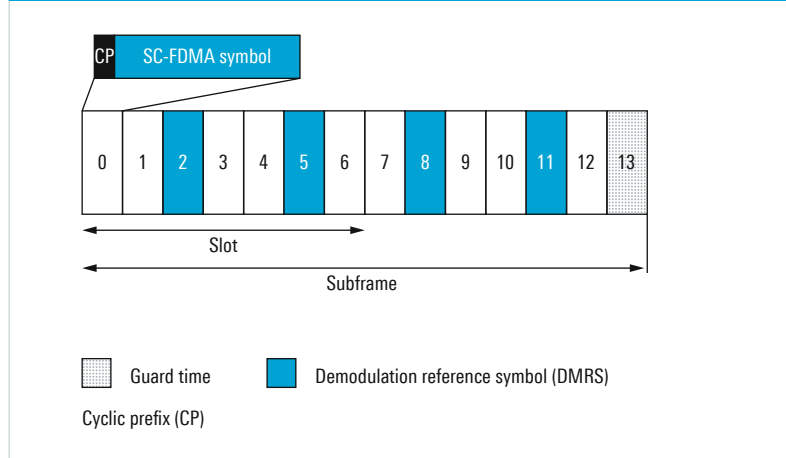


6.4 スロット構造

PC5サイドリンク通信は、一般的なLTE 1msサブフレーム構造を採用しています。サブフレーム当たり14個のSC-FDMAシンボル、0.5msスロット当たり7個がサブキャリアに変調されます。長さ4.7 μsの通常のCPは、すべてのSC-FDMAシンボルに適用されます [21]。PSSCH、PSCCH、PSBCHの各チャネルは区別されません。3GPP release 12と比較して、2つの追加の復調基準シンボル (DMRS) が、特にV2Xシナリオにおいて予想されるドップラーシフトによって引き起こされる無線信号干渉を補償するためにサブフレームに挿入されます。図6-5を参照すると、無線信号送信がPSCCHとPSSCHの動作に関連する場合、SC-FDMAシンボル2、5、8、11はDMRSを搬送します[21]。

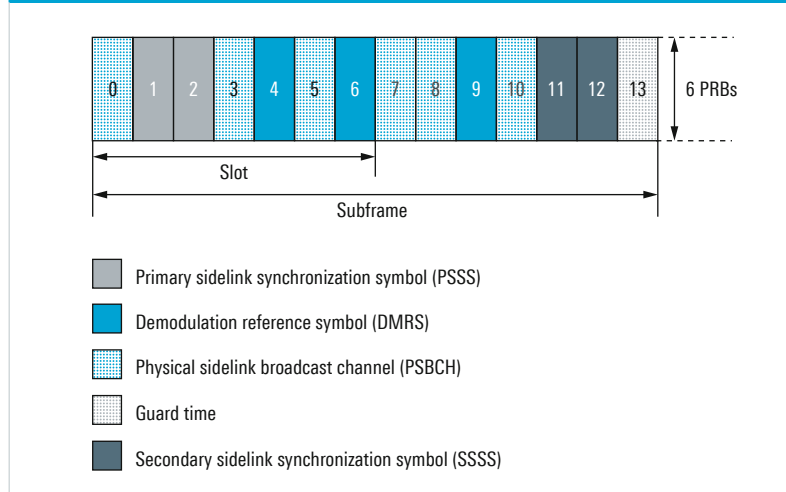
¹⁶⁾ NACK/ACKに関して操作されたシングルポイントツーマルチポイント送信に対するフィードバックは送信機に提供されません。UEは、V2X ユーザーデータを首尾よく復号する確率を高めるために、最大1回の再送信でHARQソフト合成を実行します。PRBへのアクセス許可が、分散型MACを介して許可されるときにUEがPSSCH上の信号干渉にさらされるカバレージ外通信にとって特に重要となります。

図6-5: PSSCHとPSCCHのロット構造



無線信号伝送が図6-6に示すPSBCHを参照する場合、3つのDMRSがSC-FDMAシンボル4、6、9で伝送されます[21]。最後のSC-FDMAシンボルは、無線送信機を動作中の無線信号送信から無線信号受信に変えるための十分な時間を残すために、すべての場合において未使用のままです。SLSSは、同期サブフレームの中央の6つのPRBに関連するサブキャリアに変調されます。より具体的には、PSSSIはSC-FDMAシンボル1および2で搬送され、SSSSはSC-FDMAシンボル11と12で送信されます。

図6-6: 同期サブフレームのロット構造

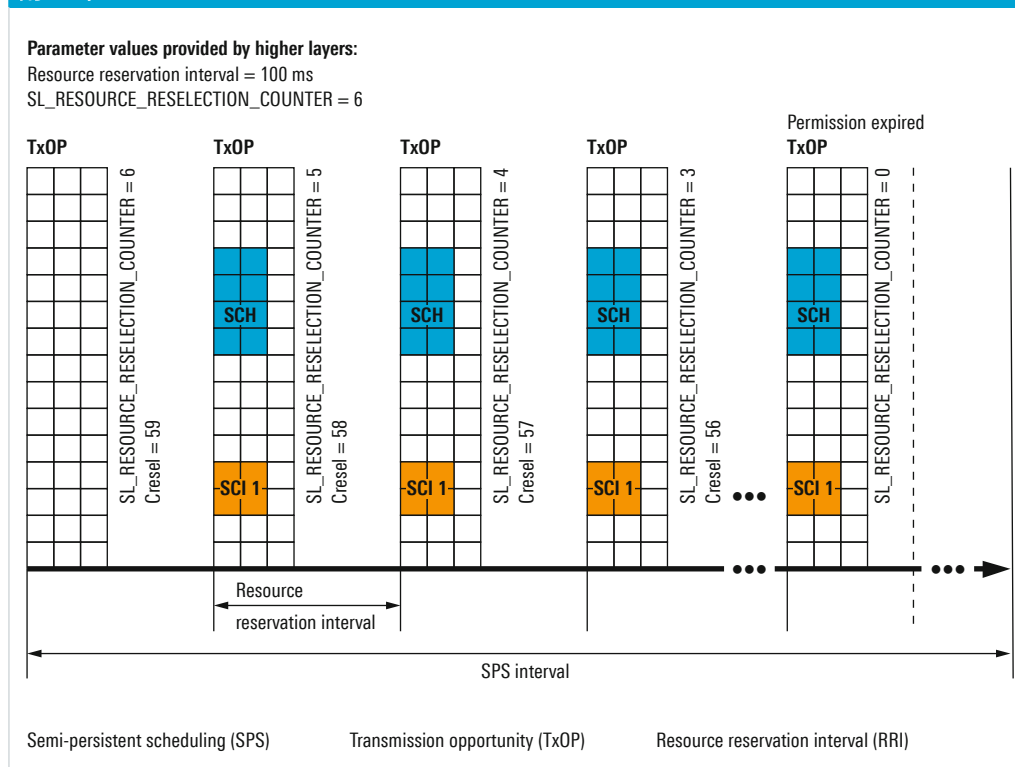


7 媒体アクセス制御 (MAC) 層

7.1 Semi-persistent scheduling (SPS)

交通安全サービスに関するC-V2Xアプリケーションは、ほぼ一定の packets 間到着時間でデータトラフィックを生成します。データパケットは1台の車両につき20ミリ秒から100ミリ秒ごとに送信する準備ができています [7]。データ生成頻度は、搬送される情報の重要度に依存します。危険な道路状況、緊急ブレーキ、さらには無線チャネルの負荷。無線チャネルを監視している間に感知された信号強度から導き出されます。単一のSCHでデータを転送する許可を与えられたUEは、周期的に再帰的なSCHで複数のMAC PDUを転送する権利を即座に許可されます [16]。図7-1に示す2つの連続した送信機会間の時間 (TxOP) は、アプリケーション層によって提供されるリソース予約間隔 (RRI) にわたります。適用値は、特定の運用C-V2Xサービスの遅延要件を反映しています。MAC PDUが送信されたとき、UEはランダムに選択された値を減分します。付与された許可は、値がゼロに達するか、またはSPSの最大期間が経過するとすぐに失効します¹⁷⁾ [16] [23]。

図7-1: Semi-persistent scheduling (SPS) および 隣接しないPSCCHへのリソース割り当て



¹⁷⁾ パラメータSL_Resource_Reselection_CounterおよびC_{resel}はSPSを定義します。SL_Resource_Reselection_CounterはSPSあたりの最大MAC PDU数 [16] を、C_{resel}は最大SPS期間 [24] を示します。パラメータResource Reservation Intervalを考慮すると、SL_Resource_Reselection_Counterは、500 msから1500 msまでのランダムな時間に変換されます。C_{resel}は毎回10倍に増加します。

7.2 シグナルサブフレームリソースの候補

RPはPC5サイドリンク通信に割り当てられたPRBを保持します。MACサブレイヤは、PHYレイヤが提供する後述のサービスからSCHで感知された無線信号電力に従って、C-V2Xデータを搬送することを意図したPRBのセットを制限することができる¹⁸⁾ [23]:

- スペクトラムセンシング：最新の1000 SFsにおけるPSSCHデータ送信に対応するSCHで観測された無線信号電力
- パーシャルセンシング：最新の1000 SFs中に特定のSCHで観測された無線信号電力

UEは、センシング期間に無線信号を感知している間にC-V2Xデータを伝送するSCHを除外します。図7-1に例示されているRRIは、必要なパケット遅延を意図した制限値以下に抑えるように構成されています。RPおよびRRI内に記載されているSCHは、候補リソースと見なされます [23]。

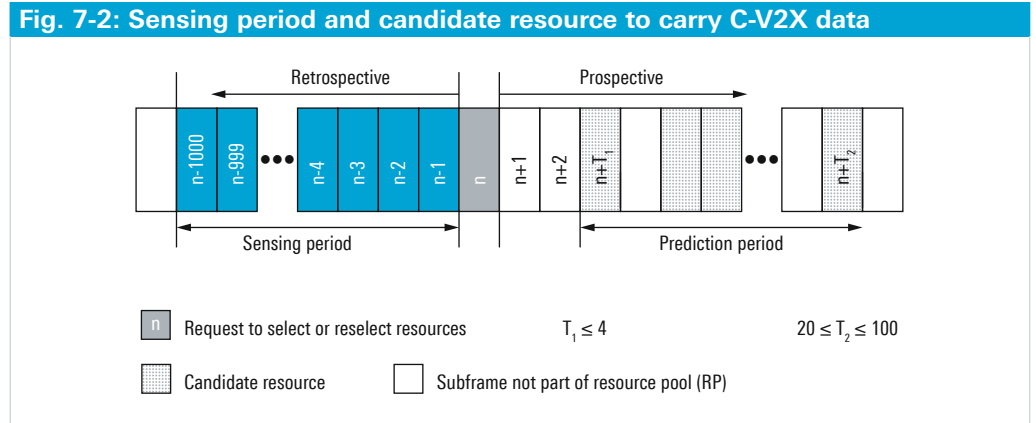


図7-2に示される予測期間の長さは、それがリソース予約間隔に等しいときに有用です。候補リソースからのPC5サイドリンクデータ送信のために識別されたSCHは、各RRIで定期的に繰り返されるものとして扱われます。図7-2を参照すると、サブフレームnの間、UEは、PC5インターフェースを介してデータを送信するためにPRBを選択または再選択することを意図しています。SPS間隔が経過した場合、またはそれ以上TxOPが残っていない場合は、PRBの再選択が必要です。

7.3 サブチャネルの割り当て

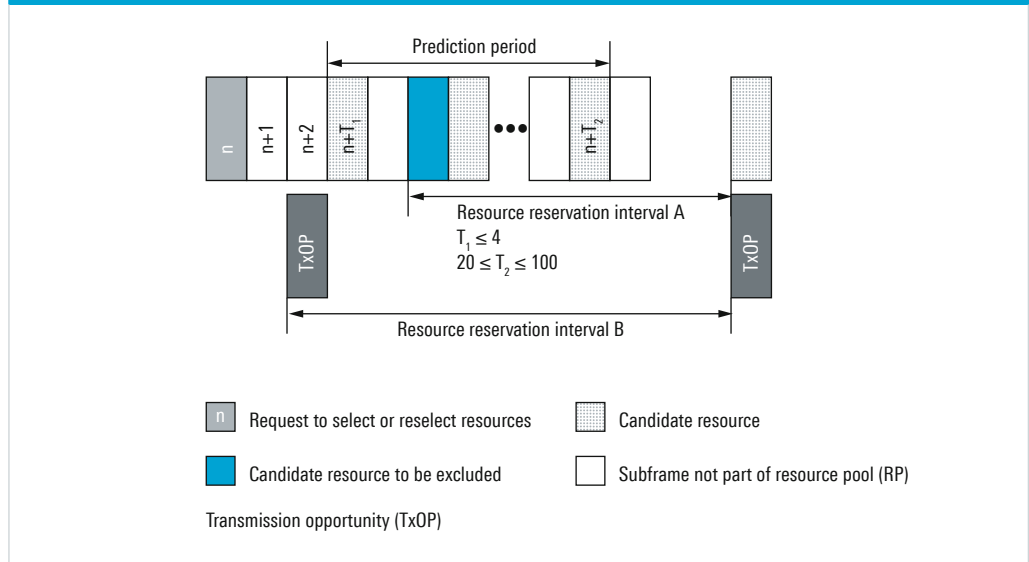
送信準備ができていてC-V2Xデータを有するUEは、以下の要件に従って候補リソースからSCHを除外する:

- この特定のUEにすでに付与されているリソースの候補
- 以前に確立されたSPSがこの特定のUEに提供するTxOPと時折重複するTxOPを提供する候補リソース; 図7-3を参照
- 対応するPSSCHの感知された無線信号電力が設定された閾値を超える場合に、PSSCHにおいて受信された復号されたSCH1からさらに検出された候補リソース
- UEが確立しようとしているSPS間隔のTxOPと時折重なっているSCH1によって通知された候補リソース; 図7-3を参照

導入された手順は、20%を超える候補リソースが残るまで、閾値に割り当てられた追加の3 dBで繰り返し適用される。

¹⁸⁾ TS 36.213 [23] RRIとセンシング期間を特定のTDDとFDDスーパーフレーム構成に適応させるためのパラメータ P_{step} を指定しています。このホワイトペーパーでは運用されているFDD、特に5.9 GHzのC-ITS周波数帯でのPC5サイドリンク通信において100という値がパラメータ P_{step} に適用されません。

図7-3：候補リソースが半永続スケジュール (SPS) の送信機会 (TxOP) に干渉する



残りの候補リソースは、測定されたサイドリンク受信信号強度インジケータ (S-RSSI) に関して順序付けられます。最低20%から、UEはV2Xデータを伝送するために1つのSCHをランダムに選択します。残りの候補リソースからの追加のSCHがHARQ再送信のために割り当てられます。SCHは、既に選択されたSCHの前に最大15SF、またはその後最大15SFを割り当てられるべきです。

7.4 ゾーン概念

UEは、特定の地理的領域に構成されたRPからのPC5サイドリンク通信を操作するためにPRBを割り当てる。RPは、地理的な経度と緯度の座標から派生した一意のゾーン識別子 (ZoneID) を保持しています¹⁹⁾。図7-4に示すゾーン概念は、受信した無線信号の電力を指定された制限内に抑えるために導入されました。モバイル通信システムでは、電力制御は、遠近効果として知られる飽和から受信機を保護し、無線信号を正しく復号するのに十分な信号対干渉雑音比 (SINR) を達成するために不可欠です。集中型の調整されたチャネルアクセスがないと、電力調整による遠近効果によるパフォーマンスへの影響を軽減することは困難です。ゾーン概念では、同じRPの使用を特定の場所に制限し、送信側と受信側の間の距離を制限内に保ちます。

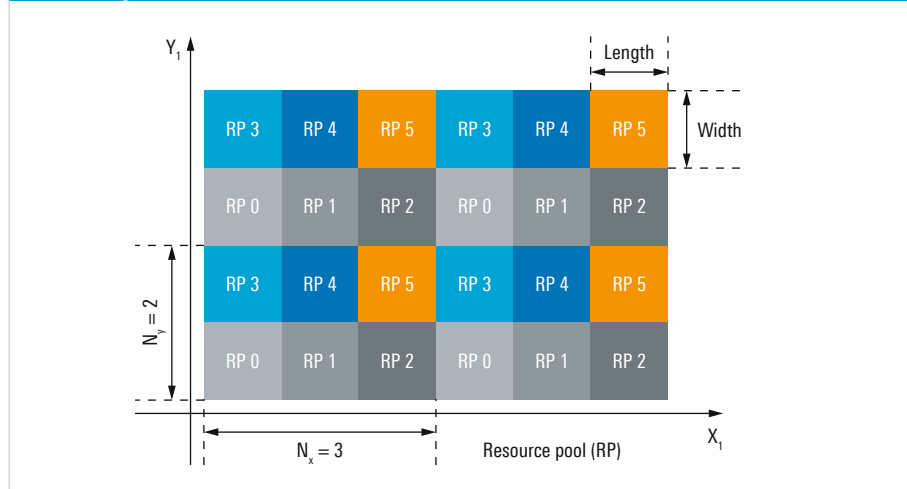
¹⁹⁾ ゾーンIDの計算は、次のものを参照します。

$$\text{ZoneID} = Y_1 * N_x + X_1$$

With $X_1 = \text{Floor}(X/L) \bmod N_x$ and $Y_1 = \text{Floor}(Y/W) \bmod N_y$.

$X1$ と $Y1$ は地理座標です。パラメータ L と W は、ゾーンの設定された長さおよび幅です。パラメータ値 N_x および N_y は再使用距離を達成するために適用されます。

図7-4：Ny = 2およびNx = 3の場合のゾーン概念



8 まとめ

どのようにして先進国でモビリティを維持するかは、現代社会の1つの重要な問題です。C-ITSは、完全なエンドツーエンドのデジタル化を可能にするためのビルディングブロックとしての無線接続を備えており、道路の死亡者数を減らし、道路交通効率を高めるための有益なアプローチの1つです。Release 14で規定されているLTE-V2Xにより、3GPPは自動車業界がモバイル通信技術に基づくこれらのC-ITSサービスを展開することを可能にします。自動車通信アプリケーションの特定の要求、主にネットワークの可用性と待ち時間を満たすためには、新しいテクノロジーの概念をモバイル通信ネットワークに導入することが不可欠でした。

有効なネットワーク契約がなくても無線チャネルへの集中的な協調アクセスがないアドホック通信は、LTE-V2Xの主な特長の1つです。これは、3GPPの観点から見れば、新規および新興のパーティカル・マーケットへのさらなる一歩であり、これは新規のエコシステムを創造するための基盤を築くための事業の拡大です。第5世代のモバイルネットワーク(5G)の導入により、この進歩は継続して促進されています。超高信頼性低遅延通信(URLLC) サービスを提供することは、家電(CE)で使用されるものを超えたアプリケーションをサポートするための決定的な属性です。3GPPは依然として、自動運転の著しい発展にモバイル通信技術を適応させることにおいて進歩を遂げています。フェーズIと呼ばれるLTE-V2Xは、主に車両の状態と環境情報を伝えるように設計されています。Release 15で導入されたフェーズII、拡張V2X(eV2X)は、協調知覚などのアプリケーションをサポートすることを目的としています。Release 16で標準化が予定されているフェーズIIIでは、新しいラジオ(NR)の概念がV2Xに導入されますが、フェーズIIは依然としてLTEテクノロジーです。

自動車と電気通信産業は、何よりもまず第一に、持続可能な概念を密接に共同開発し、個別企業の交通システムを、すべての企業が調和的に協力するシステムに変えなければなりません。彼らの共通の目標は、道路交通効率を高め、最終的に生活の質を向上させることです。

Holger Rosier, Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

9 略称

略称	
3	
3GPP	3rd Generation Partnership Project
A	
ADAS	advanced driver-assistance system
ARP	address resolution protocol
ARQ	automatic repeat request
B	
BSM	basic safety message
C	
CAM	cooperative awareness message
CE	consumer electronics
C-ITS	cooperative intelligent transportation system
CP	cyclic prefix
CPL	control plane
D	
DENM	decentralized environment notification message
DMRS	demodulation reference symbol
DSRC	dedicated short-range communications
E	
eNB	evolved NodeB
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
E-UTRA	evolved universal terrestrial radio access
E-UTRAN	evolved universal terrestrial radio access network
eV2X	enhanced vehicle-to-everything
F	
FDD	frequency division duplex
FDMA	frequency division multiple access
G	
GLOSA	green light optimal speed advisory
GNSS	global navigation satellite systems
H	
HARQ	hybrid automatic repeat request
HPLMN	home public land mobile network
HSS	home subscriber server
I	
ICI	intercarrier interference
ID	identifier
IP	Internet protocol
ISI	intersymbol interference
ITS	intelligent transportation system
ITS-G5	intelligent transportation system at 5 GHz
L	
L-GW	local gateway
LTE	Long Term Evolution
M	
MAC	medium access control
ME	mobile equipment
MIB	master information block
N	
NR	New Radio
O	
OFDM	orthogonal frequency division multiplex
P	
PCI	protocol control information
PDCP	packet data convergence protocol
PDU	protocol data unit
PHY	physical layer
PLMN	public land mobile network
PPPP	proximity-based services per packet priority
PRB	physical resource block
ProSe	proximity-based services
PSBCH	physical sidelink broadcast channel
PSSCH	physical sidelink shared channel
PSCCH	physical sidelink control channel
PSSS	primary sidelink synchronization signal
Q	
QAM	quadrature amplitude modulation
QPSK	quadrature phase shift keying
R	
RBP	resource block pool
RLC	radio link control
RP	resource pool
RRC	radio resource control
RRI	resource reservation interval
RSU	road side unit
RX	reception
S	
SA	service and system aspects
SAE	Society of Automotive Engineers
SF	subframe
SBCCH	sidelink broadcast control channel
SCI	sidelink control information
SC-FDMA	single carrier frequency division multiple access
SCH	subchannel
SDO	standardization organization
SDU	service data unit
SINR	signal to interference plus noise ratio
SL-BCH	sidelink broadcast channel
SL-SCH	sidelink shared channel
SLSS	sidelink synchronization signal
SLSSID	sidelink synchronization signal identifier
SP	subframe pool
SPS	semi-persistent scheduling
S-RSRP	sidelink reference signal received power
S-RSSI	sidelink received signal strength indicator
SSSS	secondary sidelink synchronization signal
STCH	sidelink traffic channel
SyncRefUE	synchronization reference user equipment

略称

T		V	
TDD	time division duplex	VPLM	visited public land mobile network
TDMA	time division multiple access	V2I	vehicle-to-infrastructure
TM	transmission mode	V2V	vehicle-to-vehicle
TSG	technical specification group	V2N	vehicle-to-network
TX	transmission	V2P	vehicle-to-pedestrian
TxOP	transmission opportunity	V2X	vehicle-to-everything
U		VRU	vulnerable road user
UE	user equipment	W	
UL	uplink	WAVE	wireless access in vehicular environments
UPL	user plane	WG	work group
URLLC	ultra-reliable low latency communications	Z	
USA	United States of America	ZoneID	zone identifier
USIM	universal subscriber identity module		
UTC	coordinated universal time		

10 参考文献

No.	参考文献
[1]	3rd Generation Partnership Project, 3GPP TR 22.885: Study on LTE support for Vehicle to Everything (V2X) Services, Technical Specification Group Service and System Aspects, Release 14, 2015.
[2]	European Telecommunications Standards Institute, ETSI TR 102638: Intelligent Transport Systems (ITS), Vehicular Communications, Basic Set of Applications, Definitions, Version 1.1.1, 2009.
[3]	European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 102894-1: Intelligent Transport Systems (ITS); Users and applications requirements; Part 1: Facility layer structure, functional requirements and specifications, Version: 1.1.1, 2013.
[4]	L. Ward, Dr. M. Simon: Intelligent Transportation Systems Using IEEE802.11p, Application Note 1MA152, Rohde&Schwarz, 2015
[5]	European Telecommunications Standards Institute (ETSI), EN302637-2: Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service, Version 1.3.2, 2014.
[6]	European Telecommunications Standards Institute (ETSI), EN302637-3: Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 3: Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service, Version: 1.2.2, 2014.
[7]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 22.185: Service Requirements for V2X Services, Technical Specification Group Service and System Aspects, Release 14, 2017.
[8]	3rd Generation Partnership Project, TS 23.285: Architecture enhancements for V2X Services, Technical Specification Group Service and System Aspects, Release 14, 2017.
[9]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 23.303, Proximity-based Services (ProSe), Technical Specification Group Services and System Aspects, Release 14, 2016.
[10]	IEEE, Std 1609.0-2013: Guide for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Architecture, 2014.
[11]	European Telecommunications Standards Institute (ETSI), EN302663: Intelligent Transport Systems (ITS); Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band, 2013.
[12]	European Telecommunications Standards Institute (ETSI), EN302665: Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture, Version: 1.1.1, 2010.
[13]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 23.303 Proximity-based Services Stage 2, Technical Specification Group Services and System Aspects, Release 12, 2016.
[14]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 23.303, Proximity-based Services (ProSe) Stage 2, Technical Specification Group Services and System Aspects, Release 14, 2016.
[15]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.201: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); LTE Physical Layer; General Description, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[16]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.321: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) Protocol Specification, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2018.
[17]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.322: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Link Control (RLC) Protocol Specification, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[18]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.323: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Packet Data Convergence Protocol (PDCP) Specification, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[19]	3rd Generation Partnership Project, TS 36.331: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2018.
[20]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.300: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Network (E-UTRAN); Overall Description; Stage 2, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[21]	3rd Generation Partnership Project, (3GPP), TS 36.211: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[22]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), RP-161504: V2V Work Item Completion, Qualcomm Incorporated, LGE, CATT, III, Panasonic, Huawei, HiSilicon, Kyocera, Ericsson, Vodafone, Sony, Release 14, 2016.
[23]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.213: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer Procedures, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2017.
[24]	3rd Generation Partnership Project, TS 36.212: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and Channel Coding, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2018.
[25]	3rd Generation Partnership Project (3GPP), TS 36.322: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RLC) Protocol Specification, Technical Specification Group Radio Access Network, Release 14, 2018.

ローデ・シュワルツ

Rohde&Schwarz グループは、次の各ビジネス・フィールドにおいて革新的なソリューションを提供し続けています：電子計測器、放送機器、セキュリティ通信、サイバーセキュリティ、そしてモニタリング&ネットワーク・テスト。創業80年を超えるドイツ・ミュンヘンに本社を構えるプライベート・カンパニーで、世界70カ国以上に拠点をもち、大規模な販売・サービスネットワークを展開している会社です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社
www.rohde-schwarz.com/jp

お客様窓口：

・ご購入に関するお問い合わせ

TEL：0120-190-721 | FAX：03-5925-1285

E-mail：sales.japan@rohde-schwarz.com

・技術ホットラインTEL：0120-190-722

E-mail：TAC.rsjp@rohde-schwarz.com

・修理・校正・サービスに関するお問い合わせ

TEL：0120-138-065

E-mail：service.rsjp@rohde-schwarz.com

電話受付時間 9:00～18:00

(土・日・祝・弊社休業日を除く)

R&S® は、ドイツRohde&Schwarz の商標または登録商標です。

PD 3607.7970.52 | Version 01.00 | July 2018 (sk)

White paper | Introduction to the vehicle-to-everything communications service
掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

© 2018 Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany



3607.7970.52