



「自動運転・隊列走行BRT」開発プロジェクト
専用テストコースでの実証実験を完了し
公道での実証実験を開始

2023年9月15日

本日のプレゼンター



西日本旅客鉄道株式会社
代表取締役 副社長兼執行役員
鉄道本部長

中村 圭二郎

ソフトバンク株式会社
代表取締役 社長執行役員 兼 CEO

宮川 潤一

- ◆ 目指す姿とこれまでの取り組み
- ◆ テストコースでの検証成果と主な技術
- ◆ 公道での実証実験の概要（予定）
- ◆ 社会実装を目指して

目指す姿とこれまでの取り組み

JR西日本グループ長期ビジョン2032

私たちの志の実現と10年後（2032年）のありたい姿

私たちの志

人、まち、社会の
つながりを進化させ

心を動かす

未来を動かす

長期ビジョン2032

4つのビジョン

安全、安心で、人と地球にやさしい交通

人々が行きかう、いきいきとしたまち

一人ひとりにやさしく便利で豊かな暮らし

持続可能な社会

実現したい未来

交通全体がシームレスなサービスとして
認識され、定着している未来

地域の魅力が高まり
定住・交流・関係人口が増加していく未来

リアルの良さとデジタルの組み合わせで
個客体験が大きく高まる未来

様々なパートナーとの連携を通じて
持続可能な社会システムが構築されている未来

イノベーションによる長期ビジョンの実現



まちづくりと連携した持続可能なモビリティサービス

目指す姿



需要に応じた柔軟な輸送力の確保

運転手の担い手不足の解消

専用道による安全性・定時性・速達性の実現

シームレスでフラットな交通網の実現

シンプルな設備によるローコストなサービスの実現

主な実証実験項目



自動運転・隊列走行に関する車両の技術検証

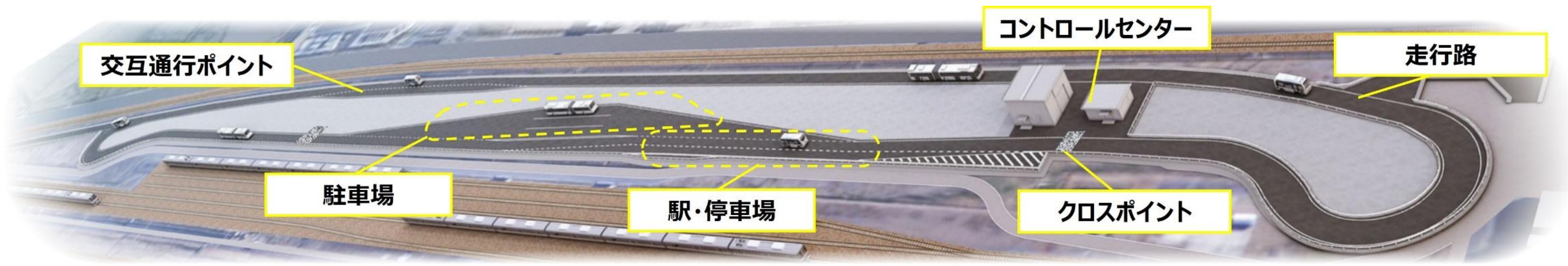
自動運転・隊列走行に適した走行環境・地上設備・信号システムの検討

乗降場への正着制御や車両の遠隔コントロールなどの運用面の検討

比較検証を通じた事業性の検討

早期実現を目指して、2020年3月にプロジェクトスタート

専用テストコース（滋賀県野洲市）での実証実験



2021/10

2022/02

2022/08

2023/03

2023/07

単体要素技術試験

隊列走行技術試験

要素技術の結合試験

運用含めた総合試験

3台のバスで、1年10カ月間、延べ14,000kmの試験走行を実施

実施した試験の内容

単体要素技術試験

- 連節バスの自動運転
 - RTK-GNSS※および磁石を使用した自己位置推定
 - 高い安全性・低遅延のプライベート5Gを使った車車間通信
 - 光無線を使った車車間での直接通信
- ※GNSS（衛星測位システムの総称）から受信する信号を利用して RTK 測位（相対測位）を行うことで高精度測位を実現する技術



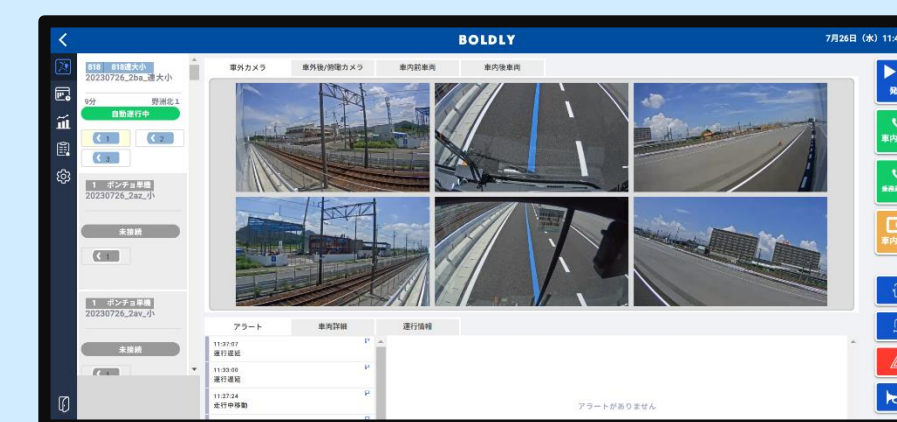
隊列走行技術試験

- 異なる車種の組み合わせ／順番での自動運転・隊列走行（先頭車レベル3※1、後続車レベル4※2 相当）
 - 先頭車のドライバーの操作による隊列内の全車両のドア開閉、車内アナウンス
 - 隊列走行での正着制御※3
- ※1一定の条件下でシステムが全ての運転操作を実行、作動継続が困難な場合は、システムの介入要求などに運転者が適切に対応
※2一定の条件下でシステムが全ての運転操作および作動継続が困難な場合への対応を実行
※3駅・バス停にほぼ隙間なく正確に横付けすること



要素技術の結合試験

- BRTの位置情報に基づいた単一車線区間での交互通行制御
- 専用道と一般道の交差部を想定した信号・踏切制御
- 運行管理システムからの指示による隊列形成・解除
- 遠隔地からの車内外監視
- 車両位置に応じた、自動での乗客向け案内の表示・アナウンス



運用含めた総合試験

- ダイヤを設定した定常運行試験
 - ODD※外となる状況を想定した異常時運行試験
- ※Operational Design Domain：自動運転システムが正常に作動する前提となる設計上の走行環境条件



実証実験の実績から得られた成果

自動運転制御

ASMObi

通信技術

SoftBank

信号・踏切連携

日本信号



① 連節バスの自動運転化



運行管理・指令

BOLDLY



② 自動運転バス車両の隊列走行

③ 各要素を組み合わせた交通システムのパッケージとして機能

④ 社会実装に向けて今後向上させる機能や運用方法などの課題を抽出

プロジェクトの取り組み実績

地域・事業者の皆さま



東広島市

東広島市をはじめ、自治体、事業者、学識経験者の皆さまとさまざまな機会を通じて対話を実施

関係省庁の皆さま

法令改正の状況を踏まえて、関係省庁の皆さまからご指導を頂き、「レベル4」実現に向けたプロセスを整理



国土交通省

共同開発



JR西日本

開発統括

＝ SoftBank

プロジェクト
マネジメント



ASMObi

- ・自動運転システム
- ・隊列走行システム
- ・車両改造設計・改造



BOLDLY

- ・車内監視
- ・統括制御



日本信号

- ・クロスポイント
(踏切・信号制御)
- ・行き違い信号制御



SoftBank

- ・車車間通信
- ・路車間通信



JR西日本

- ・走行軌跡設計
- ・地上設備設計・整備

まちづくりと連携した実証のステップへ

テストコースでの検証成果と主な技術



まちづくりと連携した持続可能な地域交通としての
次世代モビリティサービスの実現に向けて

自動運転・隊列走行BRT プロジェクト体制

プロジェクトマネジメント

SoftBank



車両・隊列走行の制御

- ・自動運転システム
- ・隊列走行システム
- ・車両改造設計・改造

BOLDLY

遠隔管理(自動運転車両運行PF)

- ・車内監視
- ・統括制御



交通インフラとの協調

- ・クロスポイント(踏切・信号制御)
- ・行き違い信号制御

SoftBank

車車間通信・路車間通信 など



走行軌跡設計/地上設備設計・整備

各社の要素技術を組み合わせ、
運行管理・信号システムを設計・開発

実証による主な成果

連節バスの自動運転



異なる車種の組み合わせ・順番



自動運転・隊列走行技術



隊列走行での正着制御





自動運転・隊列走行の
安定化に向けた

通信の冗長化

高精度な走行維持・制御

高精度測位





自動運転・隊列走行の
安定化に向けた

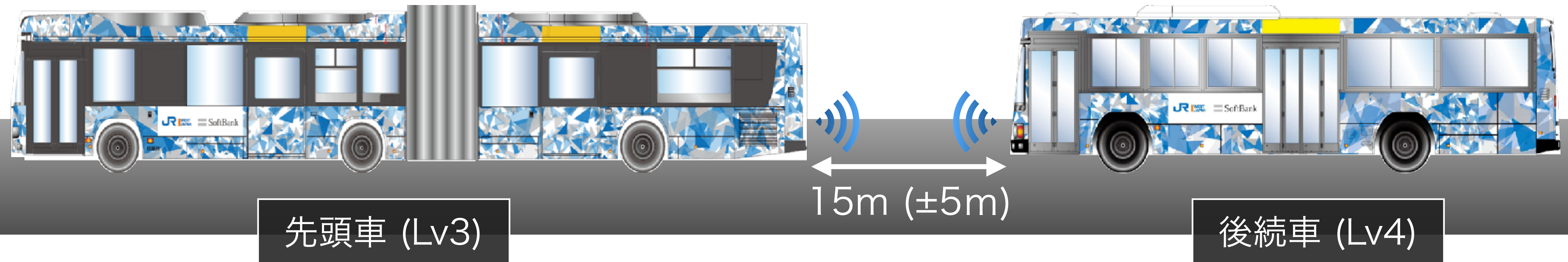
通信の冗長化

高精度な走行維持・制御

高精度測位



隊列走行に必要な通信 (車両間の協調)



低遅延

(車両制御系の通信)

- ・ 数十から数百バイトのメッセージデータ
- ・ 車両の位置情報や加減速情報、制動情報、操舵情報など
- ・ 緊急停止命令(遠隔制御時)

+

大容量

(映像監視系の通信)

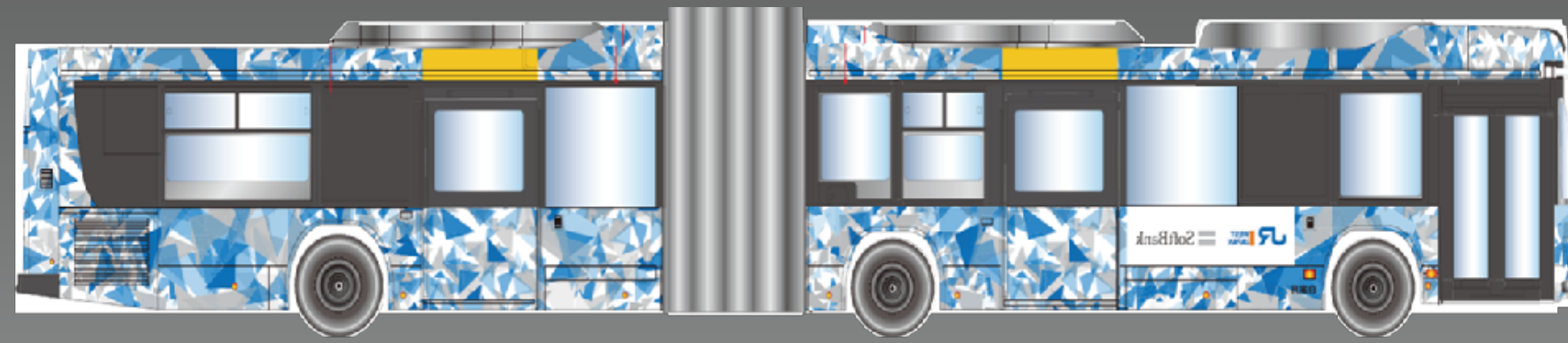
- ・ 数十Mbpsの映像データ
- ・ 後続車の周囲を監視 (ドアの開閉)
- ・ ドライバーがいる先頭車両へ映像を送信

自動運転における低遅延の必要性

例) 時速40kmで走行した場合

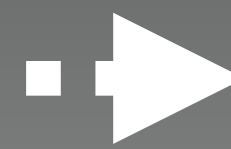
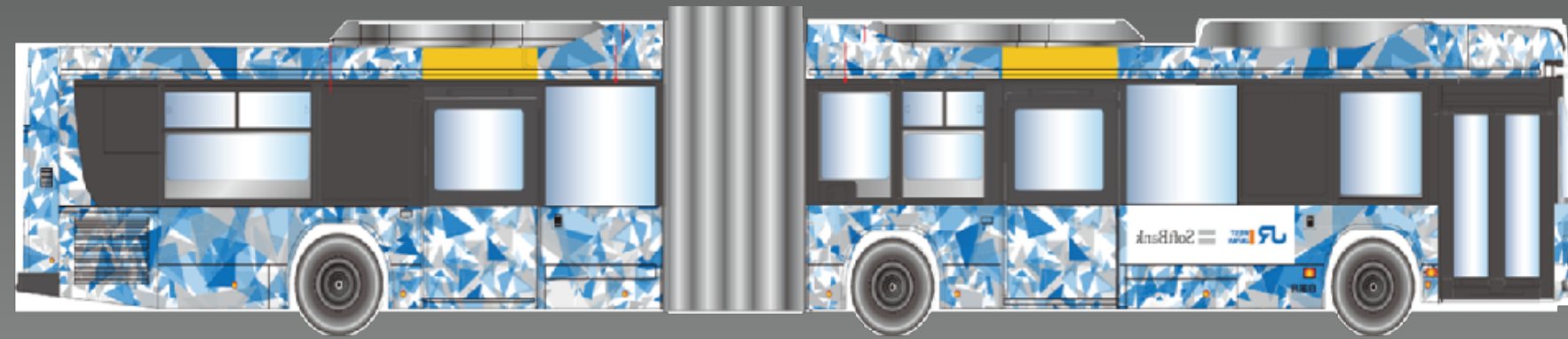
ブレーキが作動するまでに
進む距離

遅延時間
100ms



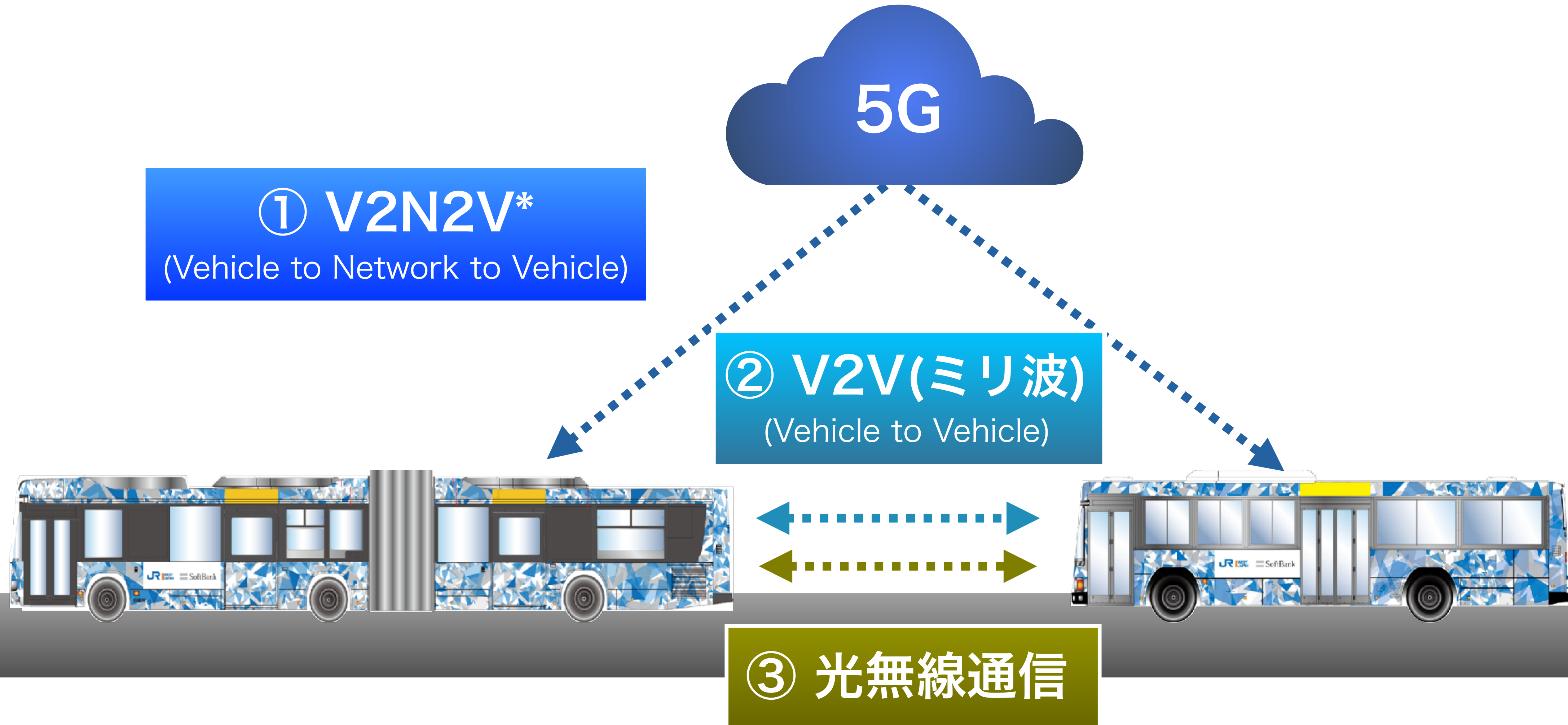
約110cm

遅延時間
1ms



約1.1cm

安定走行の実現に向けて



複数の通信方法による冗長化を実証

*本PJ向けにプライベート5G(閉域)構成にて実証しております

①V2N2V (Vehicle to Network to Vehicle)

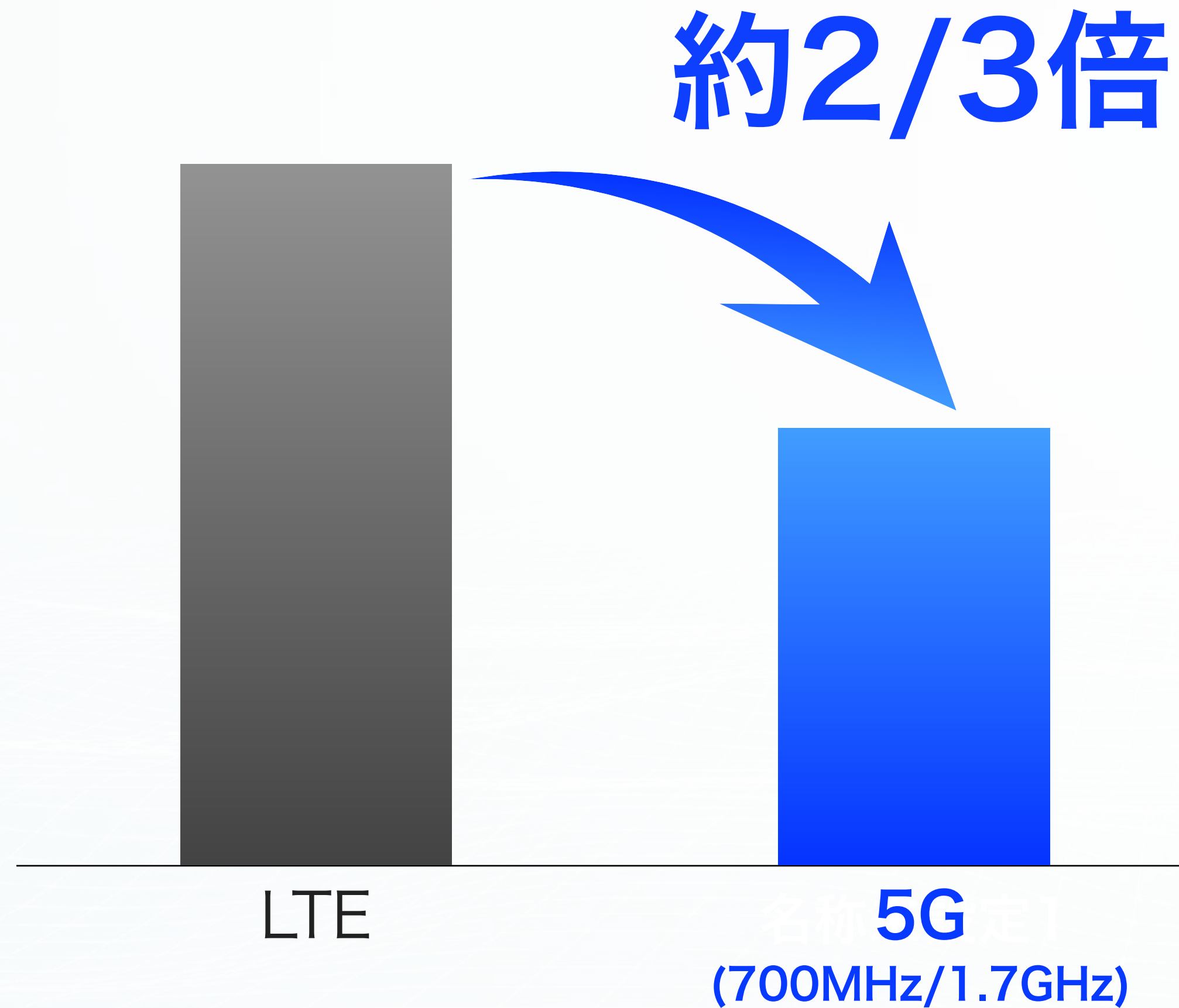
自社開発の5G SA対応端末*を利用し 低遅延化・スループット改善を実現



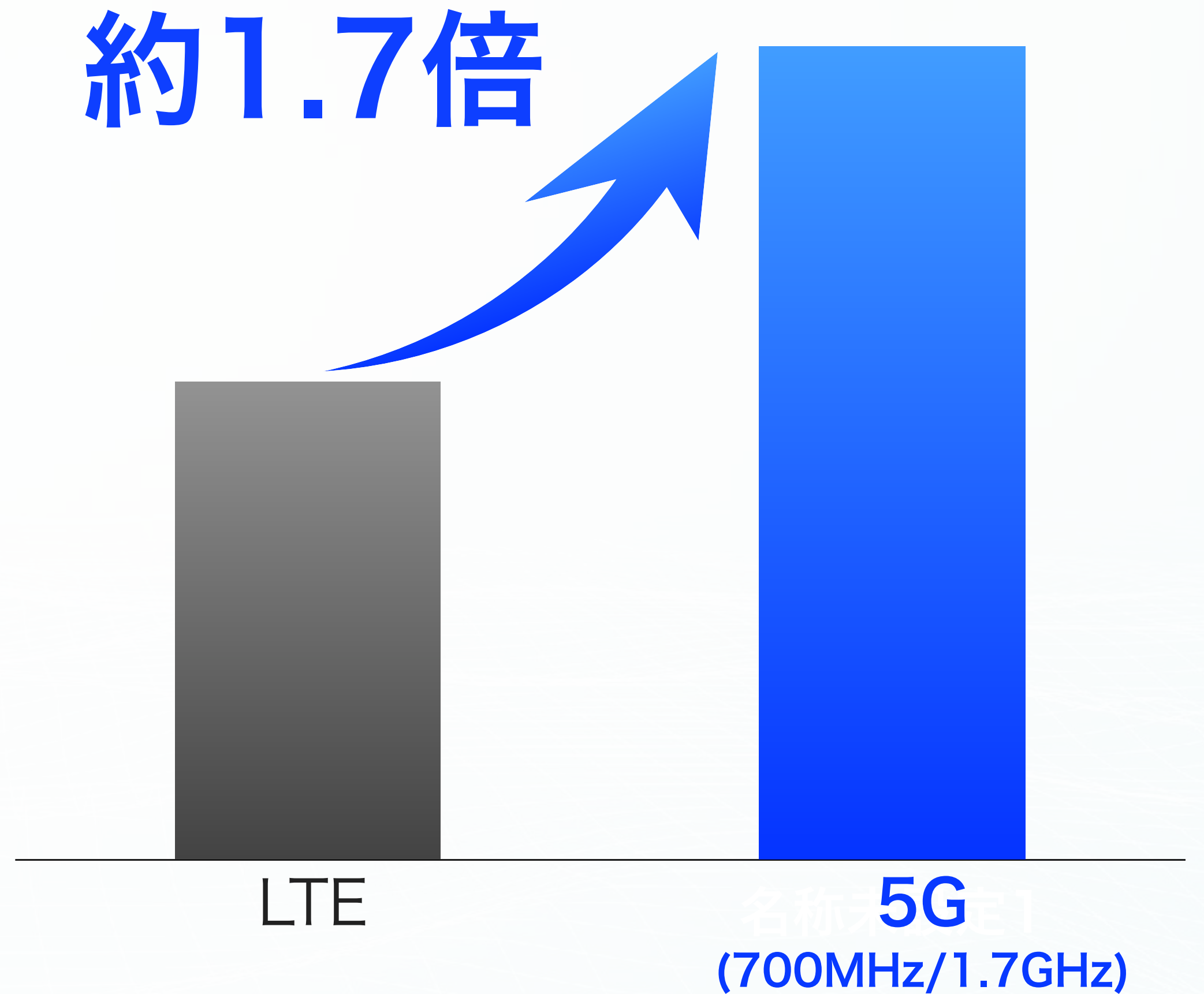
*2023年3月末時点でM2M/IoT用途向け5G端末として国内通信キャリア初 (当社調べ)

5Gが高品質な通信を提供できることを実証

遅延時間

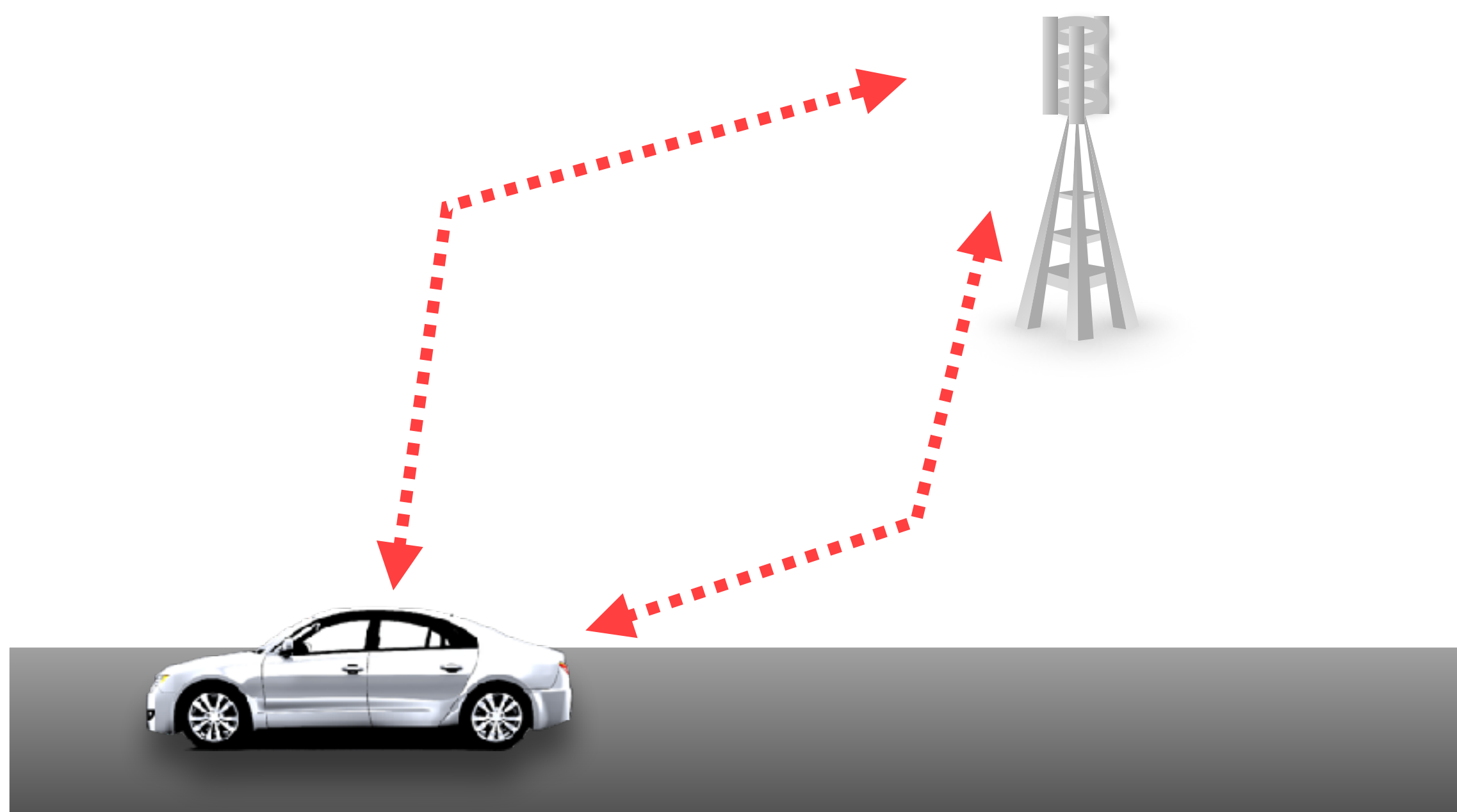


スループット



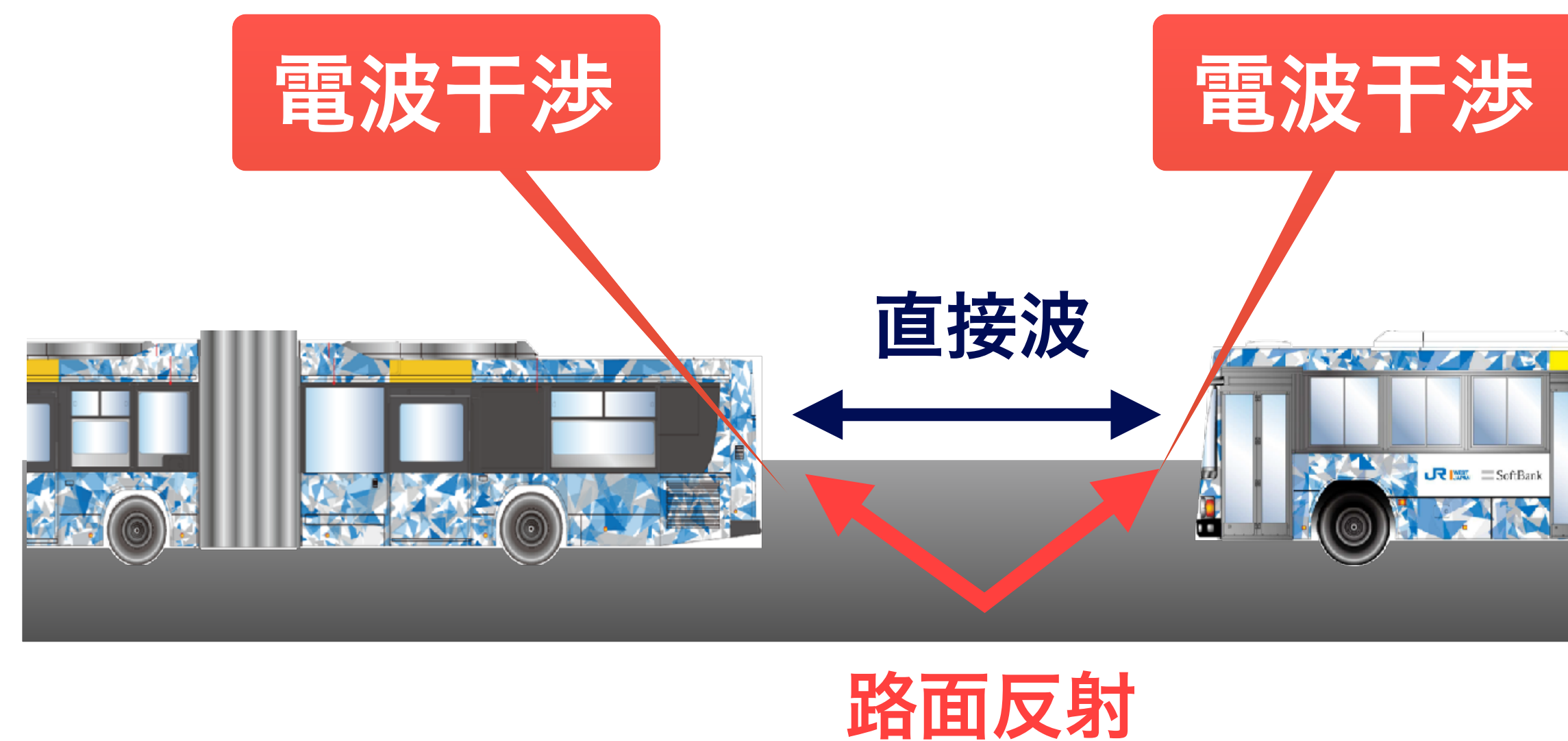
* 1.7GHz/700MHz：4Gからの転用周波数

基地局と自動車の通信



伝搬環境が時々刻々と変化
(複数箇所での反射・回折)

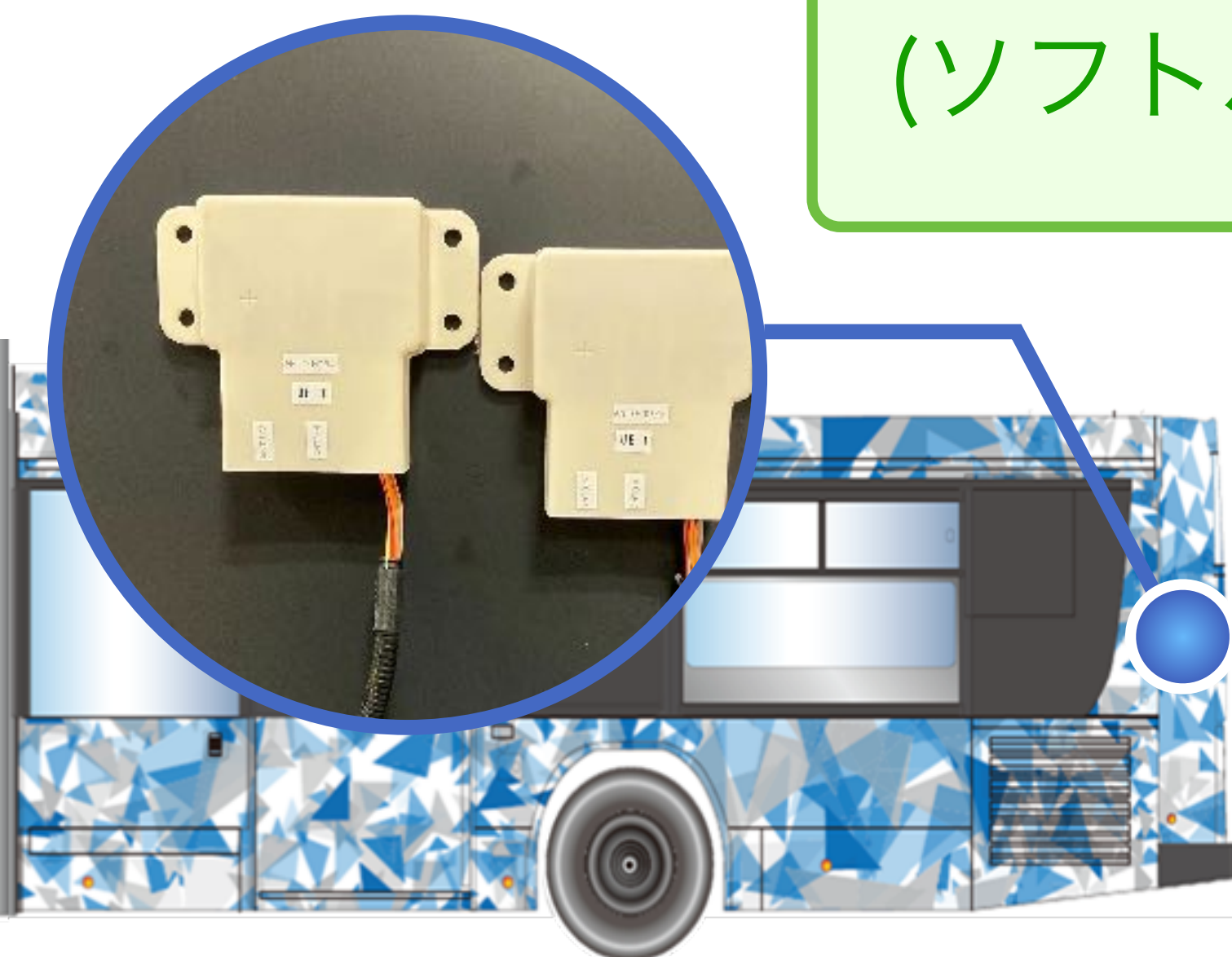
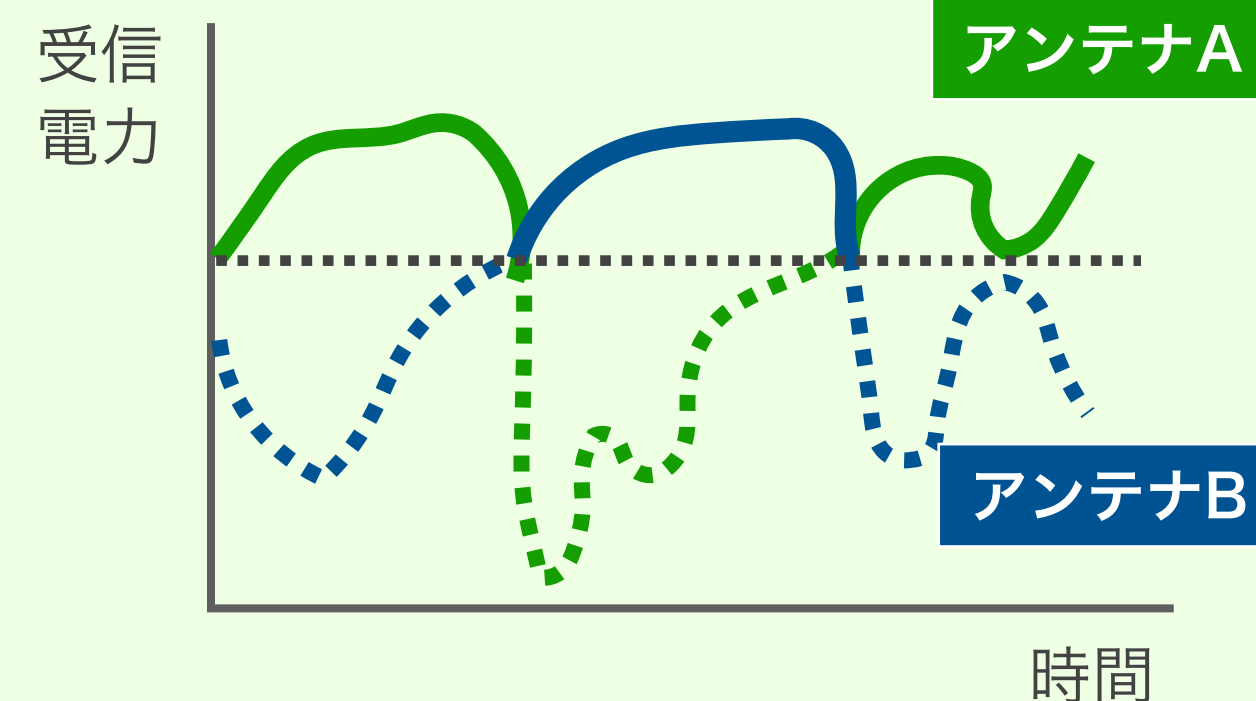
車車間通信 (V2V)



伝搬環境がほぼ一定
(常に路面等から強い反射波)

アンテナダイバーシティ技術

複数(2本)アンテナで
受信電波レベルを安定化
(ソフトバンクの特許技術*)



*周波数・車間距離に応じてアンテナ離隔距離(複数アンテナの間隔)を最適化する計算ロジック

過去のトラック隊列走行の知見を活かし、通信を安定化

干渉影響を抑制し、通信状態を安定化

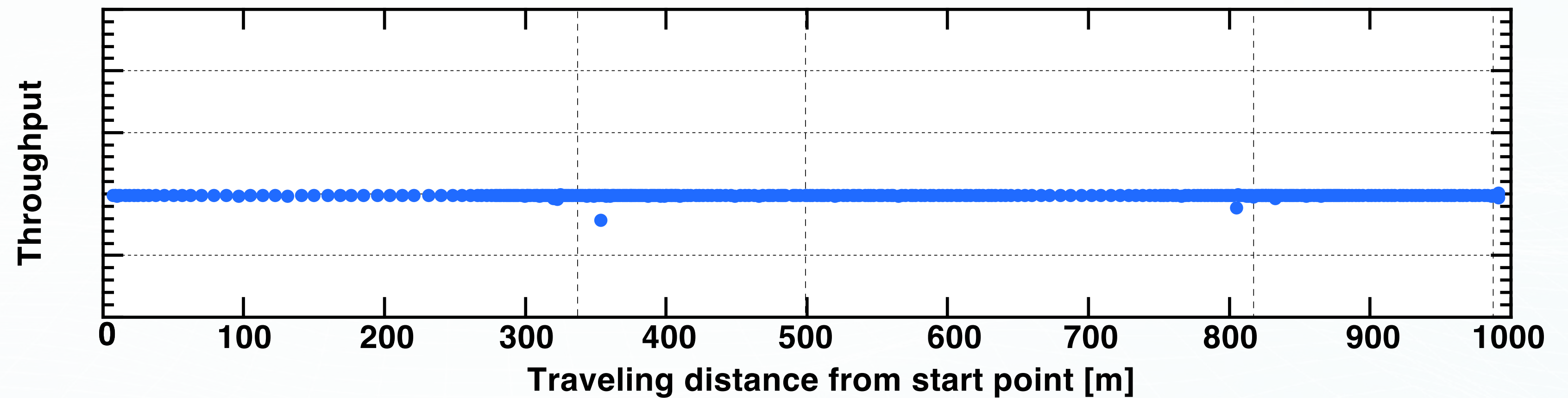
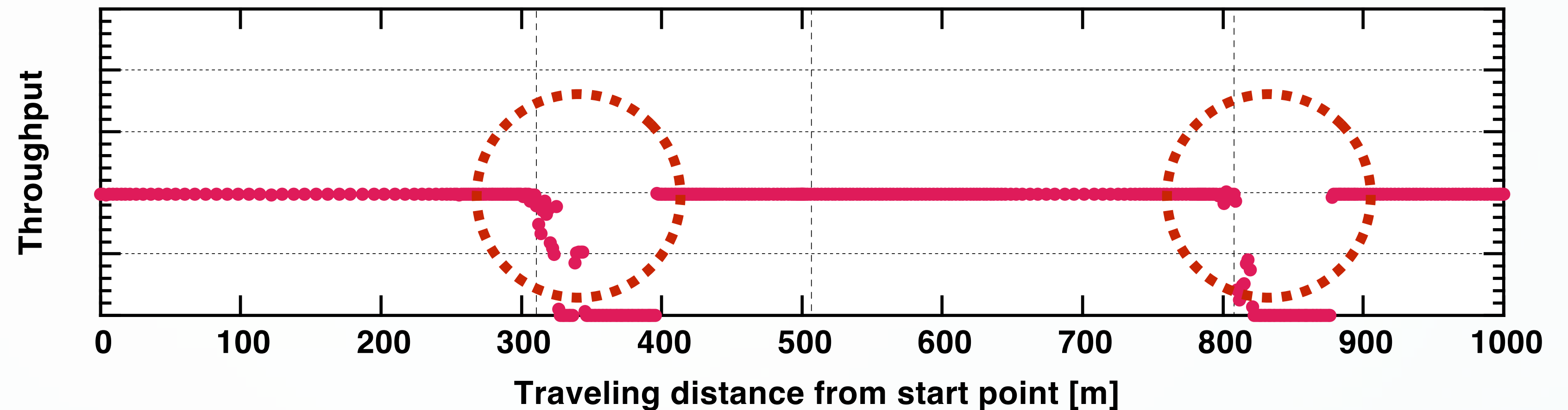
通信断の回数

通常アンテナ

2回

アンテナ
ダイバーシティ

0回

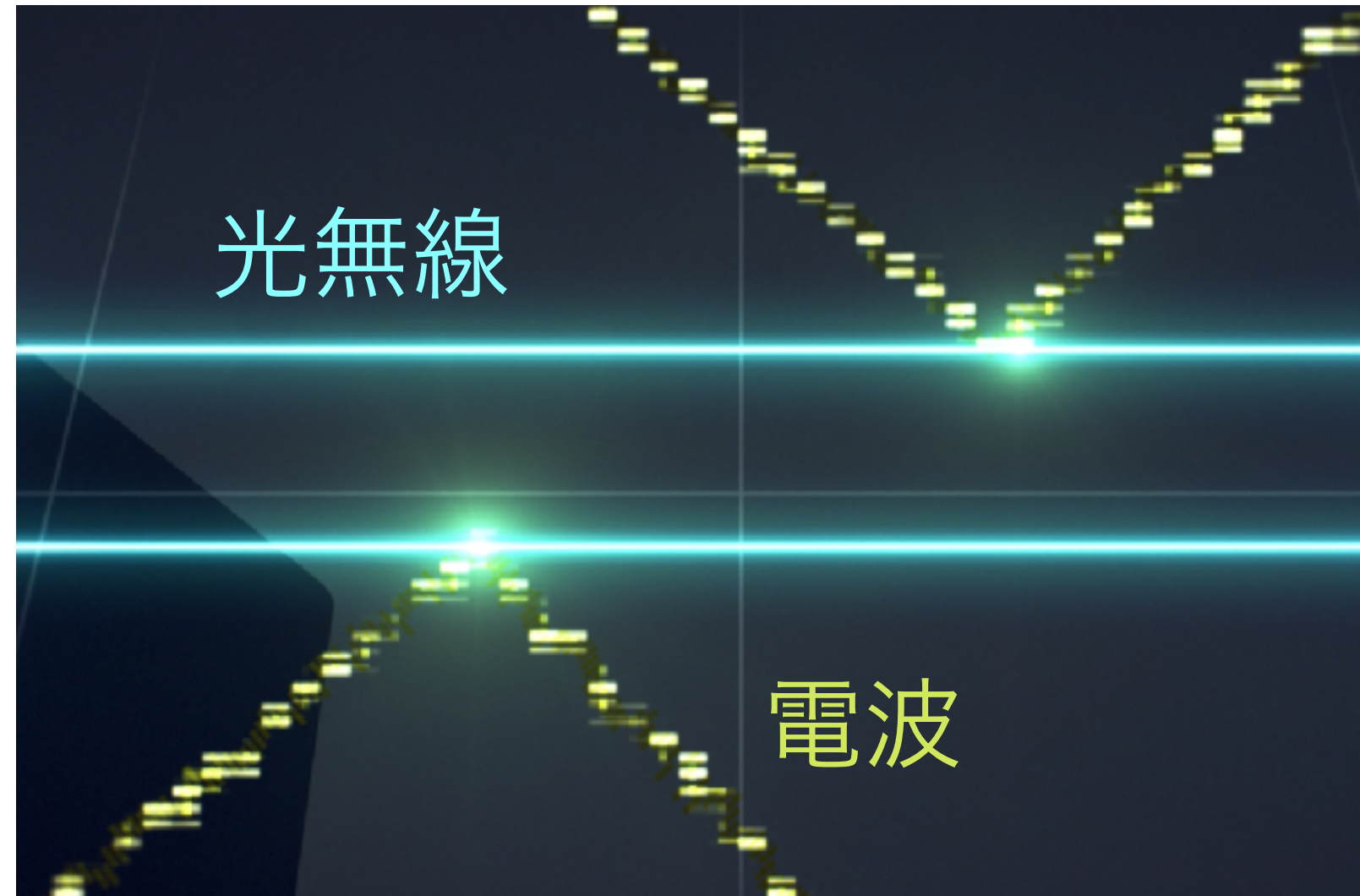


大容量・低遅延

(ミリ波より高い周波数)

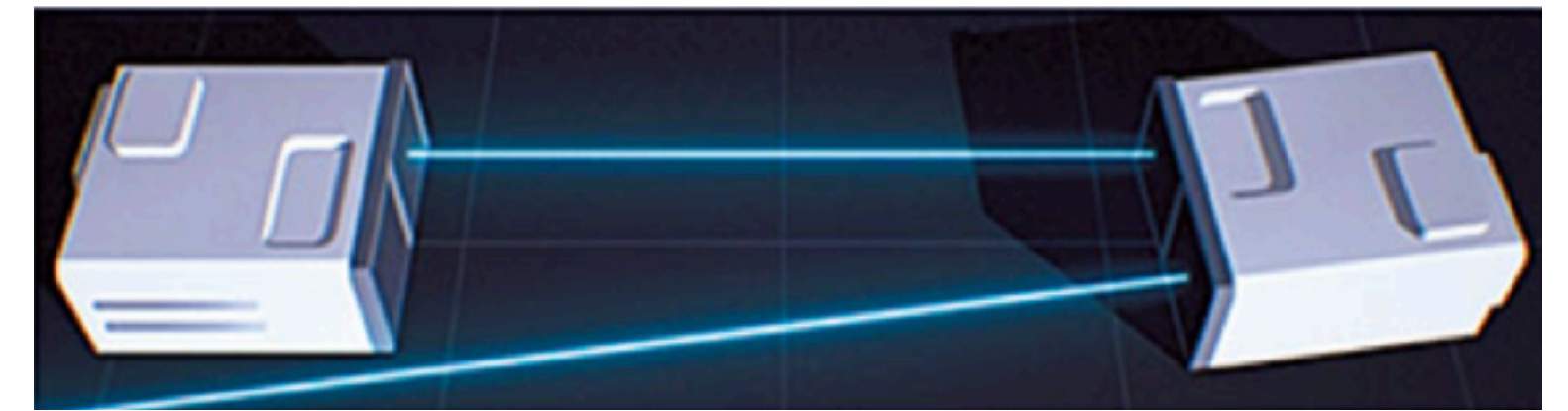
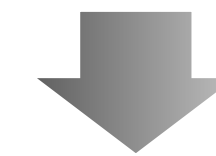


**電磁ノイズ耐性・
不干涉性**



直進性が高い

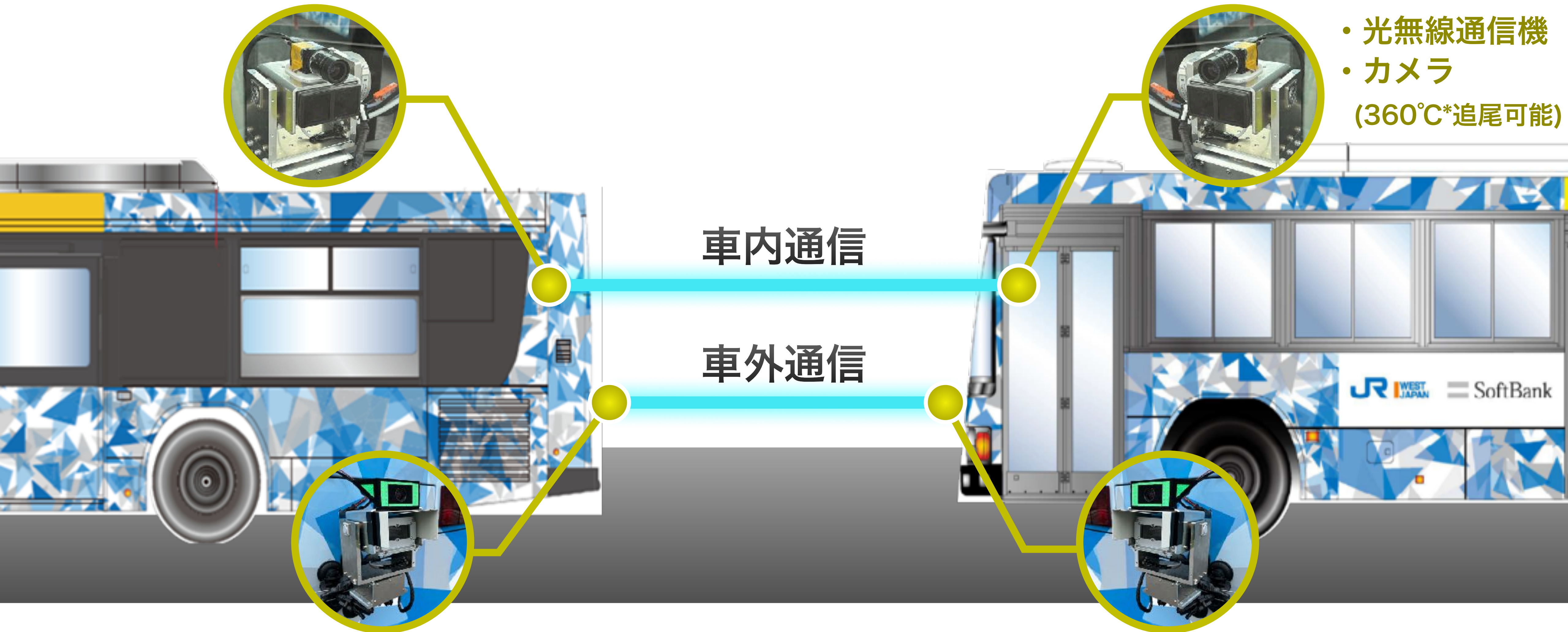
(向きのズレで通信に影響)



移動体同士の間双方向トラッキング技術を活用

360度追尾可能なトラッキング光無線通信技術(2020年世界初成功)

車車間におけるトラッキング制御を検証 (車内通信と車外通信を検証)



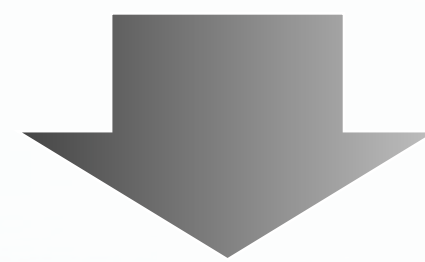
- 光無線通信機
- カメラ
(360°C*追尾可能)

*今回のトラッキング機構では左右±120°、上下±45°のリミットを設けて使用しております

車車間通信における光無線通信の有効性を実証

通信断の発生

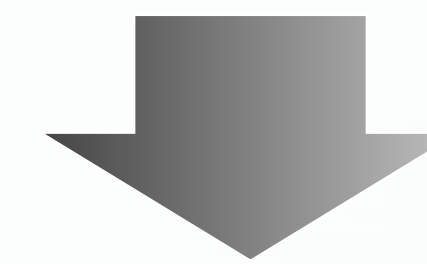
(車外通信の場合)
通信断の発生：なし



走行時のブレを制御
(直進・カーブ)

遅延時間

車内通信：0.3~0.6ms
車外通信：0.3~0.6ms



5Gの1/5*程度



自動運転・隊列走行の
安定化に向けた

通信の冗長化

高精度な走行維持・制御

高精度測位

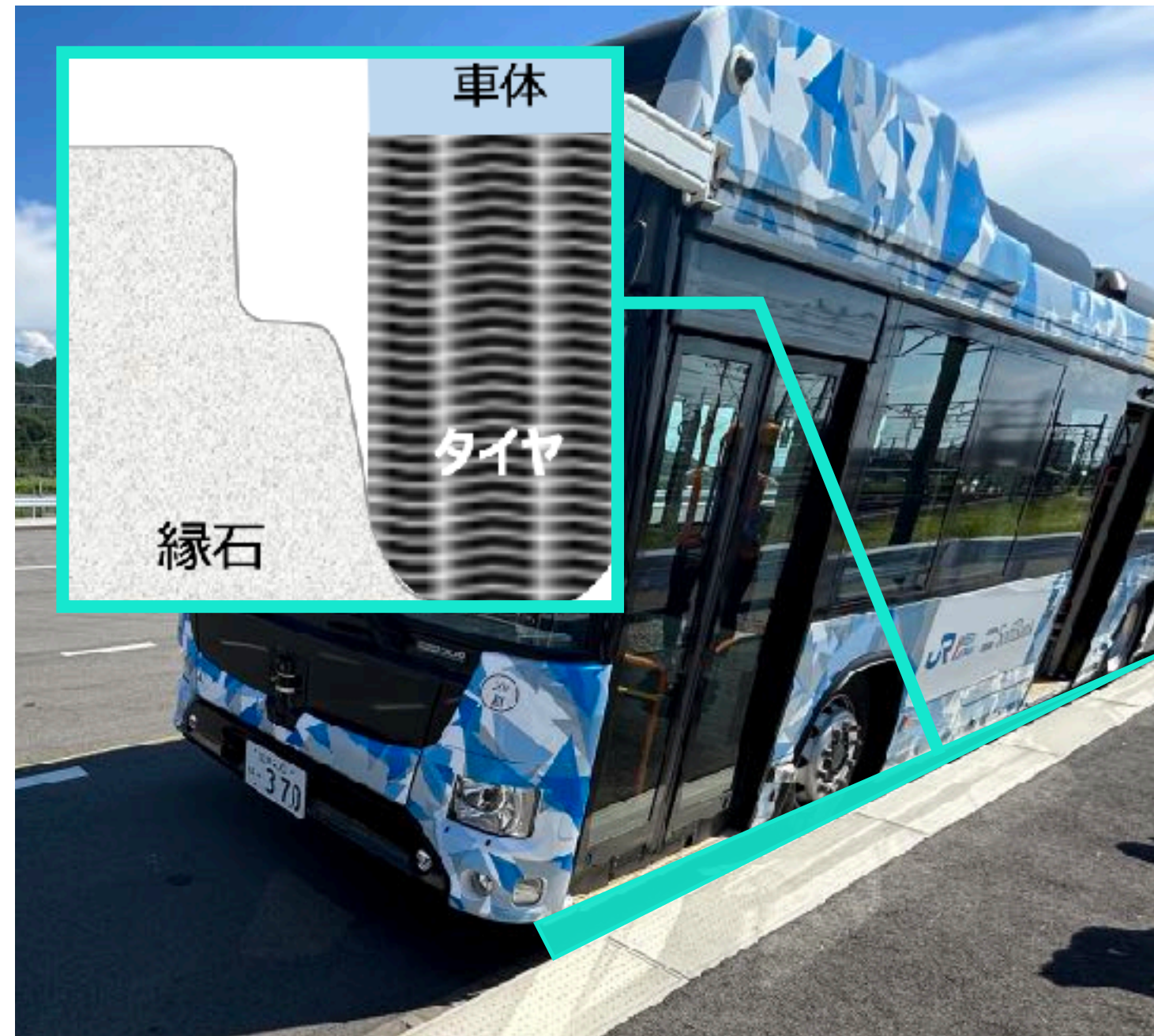


自動運転・隊列走行の要の1つは 車両の自己位置推定の精度



走行

(車線維持制御・加減速制御)



停車

(バス停での正着制御)



信号・踏切制御

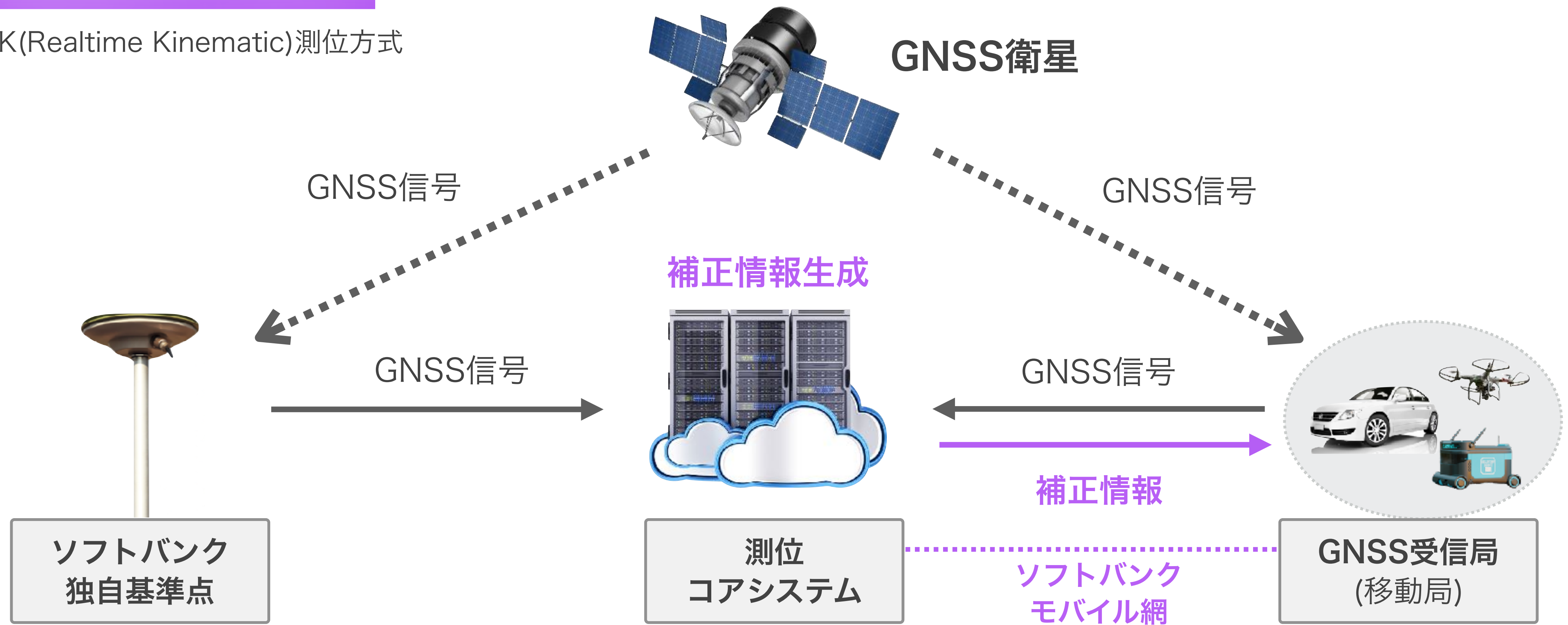
(交通信号・踏切との連携)

*横ブレ幅は車のステアリング制御のブレとなり、車両の自己位置推定のブレとは異なります

衛星による測位と独自基準点による測位を組み合わせ 誤差数cmの測位を実現

高精度測位 (ichimill)

RTK(Realtime Kinematic)測位方式



*GNSS(Global Navigation Satellite System) : QZSS (準天頂衛星システム) やGPS、GLONASS、Galileoなどの衛星測位システムの総称
*2RTK (Real Time Kinematic) 測位とは、固定局と移動局の2つの受信機を利用し、リアルタイムに2点間で情報をやり取りすることで、高精度での測位を可能にする手法のこと

高密度な独自基準点



独自基準点
(3,300カ所以上)



3,300カ所



広範囲なエリアで
冗長性を確保し安定走行

自動運転・隊列走行の実用化に向けて 技術検証を完了

通信の冗長化
(5G通信・光無線通信)

隊列走行に必要な
常時通信の安定提供

高精度測位
(ichimill)

高精度な測位技術での
自己位置推定

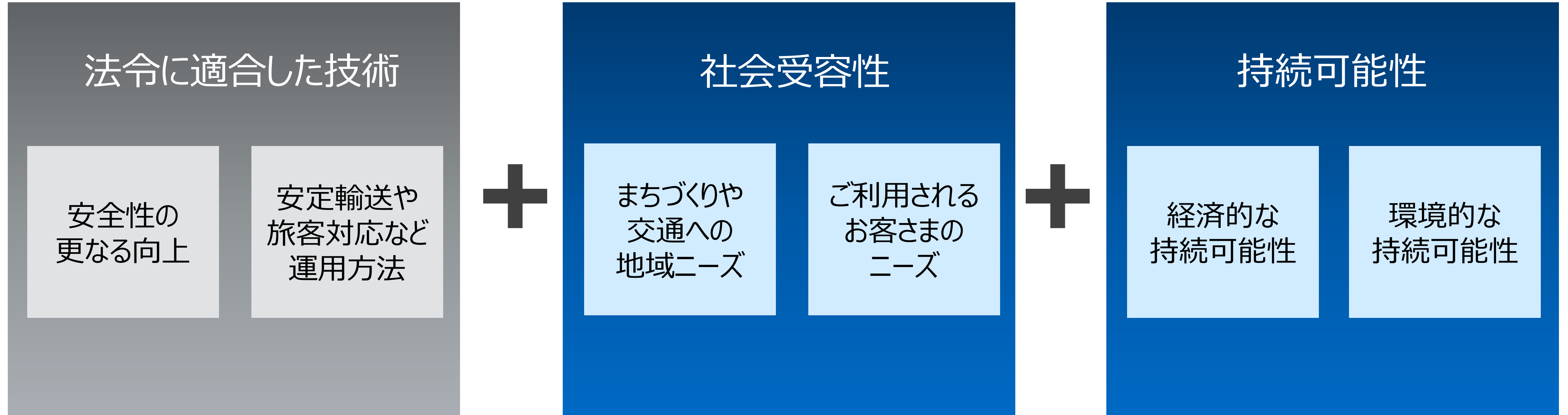


次世代モビリティサービスの 本格展開へ



公道での実証実験の概要（予定）

「レベル4」での社会実装に向けたプロセス



社会実装を目指す地域とともに取り組んでいくことが重要

東広島市と連携した研究、実証実験、政策形成

東広島市総合交通戦略 バス専用レーン設置（BRT）案

東広島市地域公共交通会議 自動運転・隊列走行BRT検討分科会

都市拠点等における公共交通の強化

■ バス優先レーン設置（路線バスによる多頻度運行）案

- 優先レーンの設置、PTPS（バスなどの公共車両が、優先的に通行できるように支援するシステム）や急行バスの導入



▲バス優先レーン設置案の断面イメージ

■ バス専用レーン設置（BRT（Bus Rapid Transit）運行）案

- バス専用レーンを設けてバスを運行



▲バス専用レーン設置（BRT運行）案の断面イメージ
（道路中央側に専用レーンとした場合）



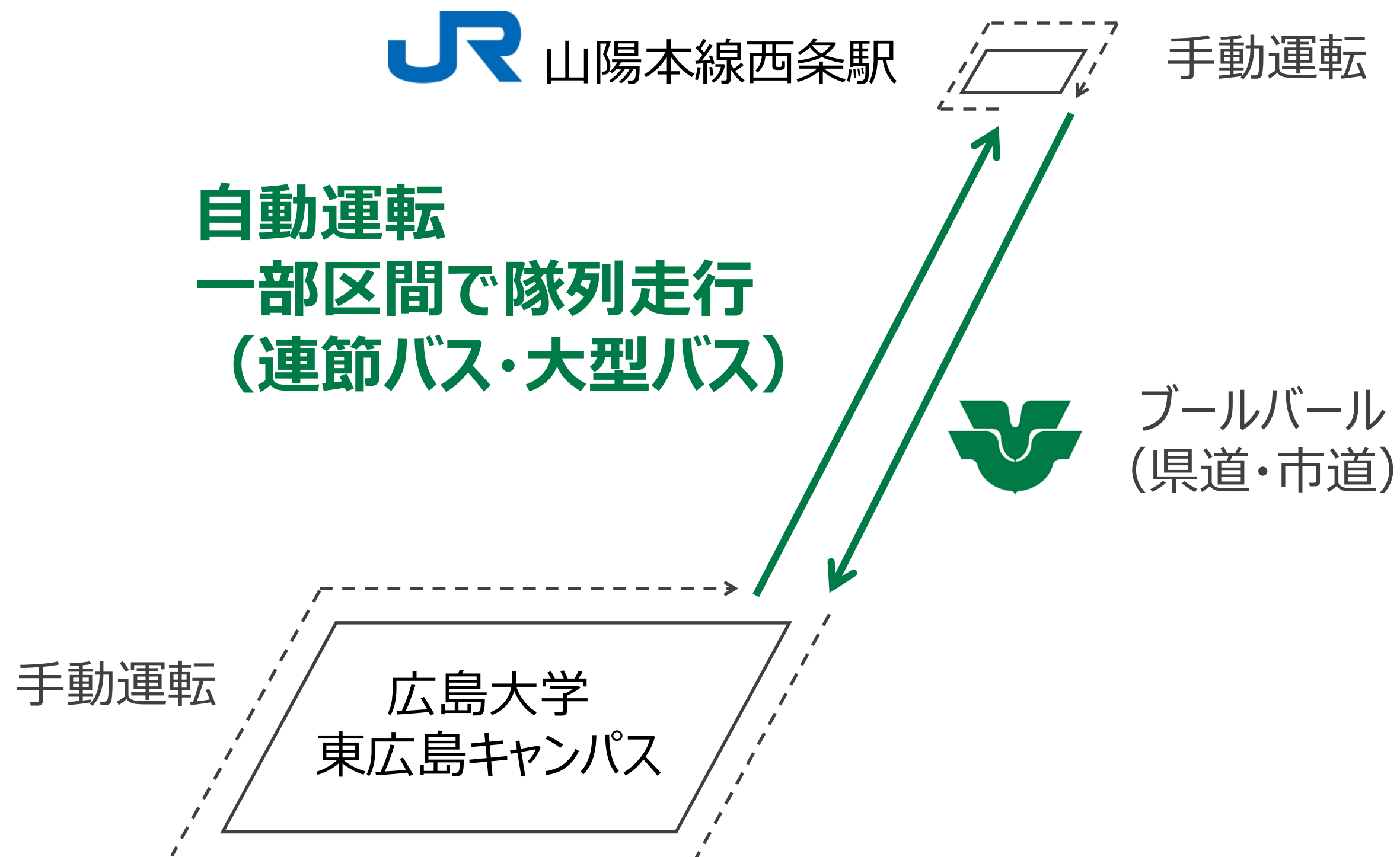
公共交通の機能強化と魅力向上に向けて連携を開始

2023年11月から東広島市の公道で実証実験を開始予定

実施の目的・ねらい

自動運転・隊列走行技術の社会実装に向けた課題の検証・洗い出し

東広島市民をはじめとした方々にBRTや自動運転・隊列走行等の新技術に関心を持って頂く



東広島市での主な実証実験内容

	2023/10	2023/11	2023/12	2024/01	2024/02
野洲での事前調整走行	●	●			
自動運転に影響を与える走行環境の検証		●	●		
連節バス・大型バスの2台での自動運転・隊列走行			●	●	●
試乗会を通じた社会受容性の変化の測定				●	●

日本初の取り組み

- ・ **自動運転化した連節バスの公道での実証実験**
- ・ **バス車両が隊列を組んで走行する公道での実証実験**

社会実装を目指して

今後両社は、「自動運転・隊列走行BRT」の社会実装に向けた取り組みを進め、
2020年代半ばをめどに自動運転レベル4の許認可取得を目指します



地域のまちづくりの取り組みと連携し、
持続可能な次世代モビリティサービスの実現を目指します



= SoftBank