

Beyond 5G時代におけるテストベッドへの期待

株式会社 国際電気通信基礎技術研究所
代表取締役社長 浅見 徹

2021年3月8日

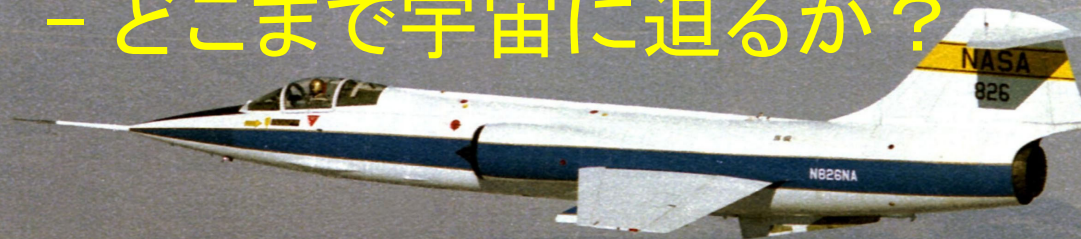
二つの壁を克服する プラットフォームになって欲しい

1950年代の航空機の壁

・ 高高度の壁

- 運用の壁

- どこまで宇宙に迫るか？



・ 音速の壁

F-104

StarFighter

二つの壁を克服する プラットフォームになって欲しい

・ 運用の壁

- 小規模組織のネットの救済
- ネットワークの自動運用ために大量の運用データの収集

・ デジタルの壁

- 自動車やドローンの遠隔操縦

F-104

StarFighter

運用の壁

AI管理は可能か？

ICT弱者の情報ネットワークを守る

持続化給付金を申請できるようにする

- ・ 中小の商店、農林水産系事業者の情報ネットワークの運用

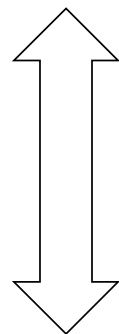
- 事業そのものに専従できる

- ・ 高校以下の学校の情報ネットワークの運用

- デジタルコンテンツ作成に専念できる

OECD最下位脱出

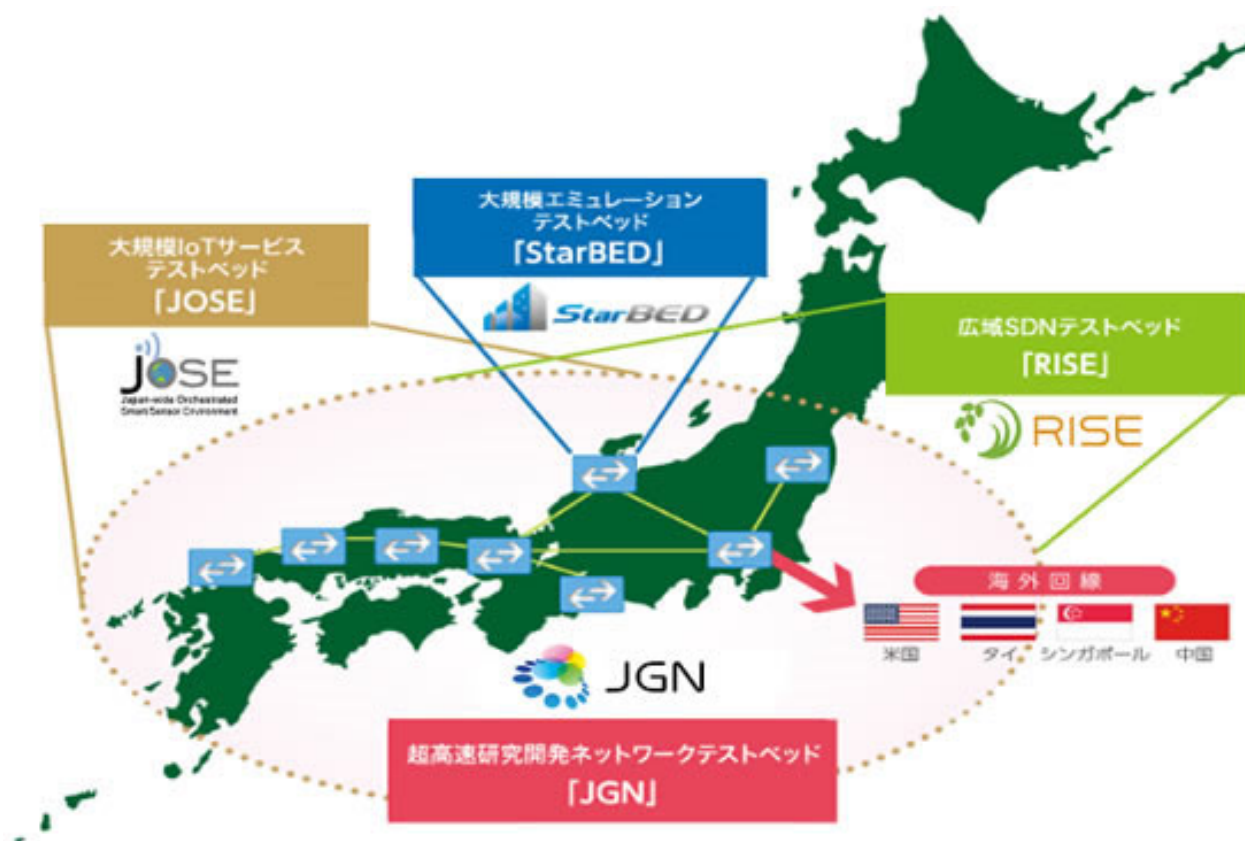
- ・ ネットワーク障害はめったに起こらない



- ・ AI利用は大量の学習データが要る

総合テストベッドをキャリア網のデジタルツイン化することはできないか？

テストベッド上での擬似障害で学習データを集める



<https://starbed.nict.go.jp/ict-testbed.html>

デジタルの壁

500km遠方から50Mbpsで
映像4K伝送&往復20ms遅延で
制御

時速80kmの物体を44cmのブレで操縦できる！

2025年 大阪・関西万博 ～いのち輝く未来社会のデザイン～



<https://www.expo2025.or.jp/overview/masterplan/>

超低遅延映像によるサイバーフィジカルゲーム

【提案者】

芝崎 学・中田 大貴 / 奈良女子大学
 藤野 智美 / 奈良女子大学附属中等教育学校
 清川 清 / 奈良先端科学技術大学院大学
 木田 豊 / デザイン事務所「Atelier Forma」
 奥田 英明 / 想芸館 浮遊ファクトリー
 細谷 俊史 / 住友電気工業株式会社
 浅見 徹 / 株式会社国際電気通信基礎技術研究所

【提案概要】

超低遅延映像処理(映像圧縮伸長とAR)、Local 5G、ドローンを用い、競技場から半径500km以内の競技者をドローンとつなぎ、ワールドカップ型のサイバーフィジカルゲーム開催を目指す。

観客はゴーグル等没入感のある表示装置で観戦し、通常の観戦の他、競技者目線での観戦を楽しめるところが特長である。箭、メーヴェ、キント雲に乗った競技者が、クイディッチ、ハンドボールなど球技、ドッグファイト、谷間の滑走などが可能で、競技者、ボールやキント雲などをARでドローンに重畳する。WinWinの新しいゲームを創造し、今後の人類の生き方を提唱する。

奈良先端大学院大学、奈良女子大学およびスーパーサイエンスハイスクール指定校の奈良女子大学附属中等教育学校、嵯峨美術大学、住友電工(株)、(株)国際電気通信基礎技術研究所などの人材が協働して実現に向けた挑戦を行う。

【主な課題】

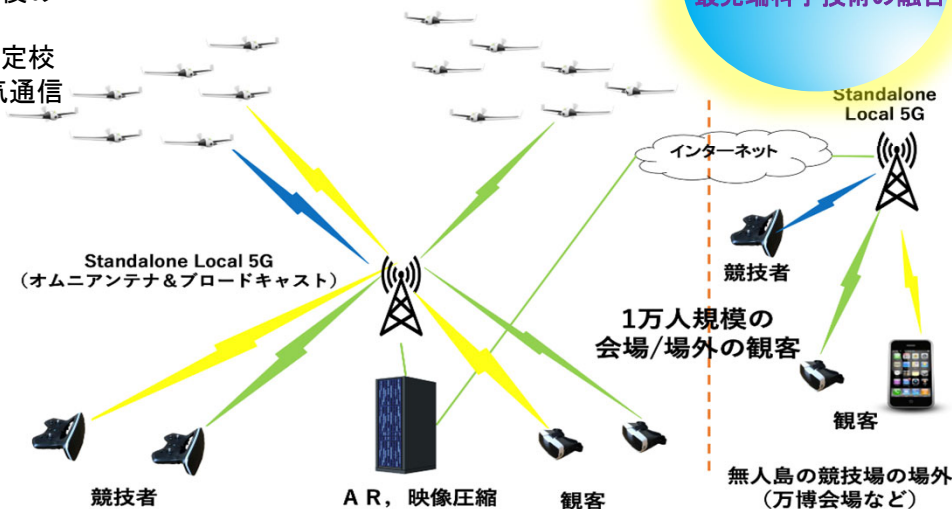
- ・会場内にLocal 5Gの設備を設けられること
- ・遠隔操作において一定の超低遅延状態を安定して実現できること。
- ・数千人を対象とした大容量のブロードキャストが可能なこと。
- ・プレーヤーが見る映像のARのリアルタイム処理
- ・観客スマホからの自由視点映像を可能とする技術的な精査
- ・本プロジェクトを実装するための体制及び資金



様々な分野における最先端研究開発の集積及びオープンイノベーション

リビングラボによる社会実装を想定した実証実験

歴史・伝統・文化と最先端科学技術の融合



オンラインゲームFirst Person Shooter (FPS)

— 現在最も遅延に厳しいアプリケーション —

- ・ FPSとは、シューティングゲームの一種で、主人公の本人(第一人者)視点でゲーム中の世界・空間を任意で移動でき、武器もしくは素手などを用いて戦うアクションゲームのスタイルを指す
- ・ 基本的に画面に表示されるのはプレイヤーキャラクターの一部(腕など)と武器・道具のみ
- ・ 世界的に人気があるジャンルであり、オンラインでは常に対戦が行われている

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%83%BC%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%91%E3%83%BC%E3%82%BD%E3%83%B3%E3%83%BB%E3%82%B7%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%86%E3%82%A3%E3%83%B3%E3%82%B0%E3%82%B2%E3%83%BC%E3%83%A0>



オンラインゲームのFPS(First Person Shooter)を高品質にするには、往復遅延(Ping値)は20ms未満でなければならない

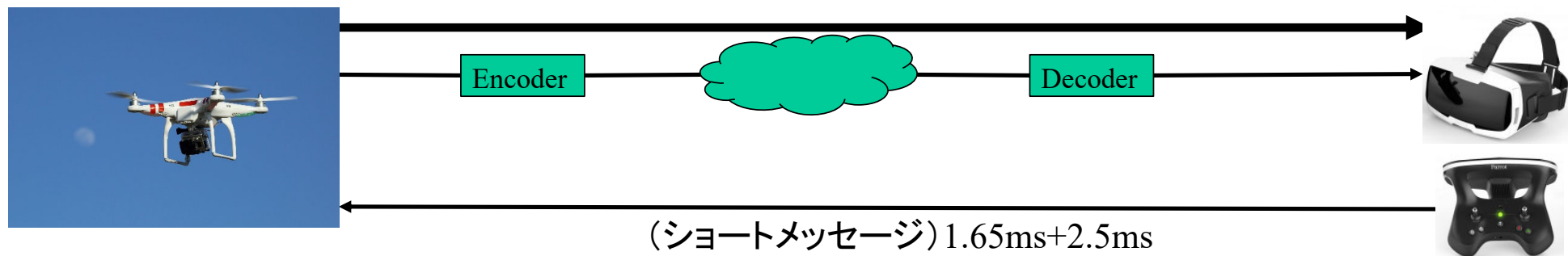
Ping値(ms)	正常値	コメント
1～10	◎	非常に優秀な数値で遅延など感じられず非常に快適。
11～20	◎	正常値で遅延など感じられず快適。
21～40	○	(ping)1～10くらいのユーザとの間には遅延が生ずることがある。
41～60	○	(ping)1～30くらいのユーザとの間には遅延が生ずることがある。
61～90	○	若干の遅延を感じるようになる。プレイには支障がないレベルと考えてよい。
91～100	○	遅延を感じるようになる。プレイには若干支障がでる。
101～120	△	特に(ping)一桁との間には致命的な遅延が発生する。
121～150	△	FPSでは実力だけではどうこうできなくなってくる
151～250	X	サーバから弾かれる可能性が出て来る。3秒以上の遅延が確認される。
251～400	X	ラグどころかカクカクしだすレベル。
401～500	X	自分の画面もカクカクだが、相手から見てもカクカクしている異常状態。
501～	XX	もはや論外

20ms:往復遅延の許容値

デジタルFPVの要求仕様(デジタルの壁) ～ B5Gにおける通信技術の新たなチャレンジ ～

- ◆ **500km以内で20ms**往復遅延を実現し、プレーヤがサイバーフィジカルなFPV対戦ゲームを楽しむ際、目視との違いを感じさせないようにする
 - ◆ バスケット、ハンドボール、クィディッチなどを範疇にしたい (14台)
- ◆ **映像伝送技術**
 - ◆ カメラの撮像, 符号化, ディスプレイ表示までの遅延*: 1.4フレーム(4K/120)=11.7ms
 - ◆ 映像伝送速度は50Mbps(ブロードキャスト)
- ◆ **固定通信技術**
 - ◆ 光ファイバー内の光の往復伝搬遅延(片道500km): 5ms
 - ◆ 網内往復通信処理遅延(無線区間を含む): 3.3ms
- ◆ **無線通信技術**
 - ◆ 可用性を考え無線のセクタースループットは800Mbps程度
 - ◆ ゲーム設計上の幅を持たすため、無線セル内の14台程度の無線機に各々50Mbpsの映像伝送帯域を保証する

11.7ms(映像)+1.65ms+2.5ms



* <https://www.fsi-embedded.jp/ドローンボジウム2021>

今の5Gでは実現できない デジタルFPVのユースケース

ゲームに限らず、遠隔の映像を人間が即時性(目視と区別できない)を要求するアプリケーションで必要

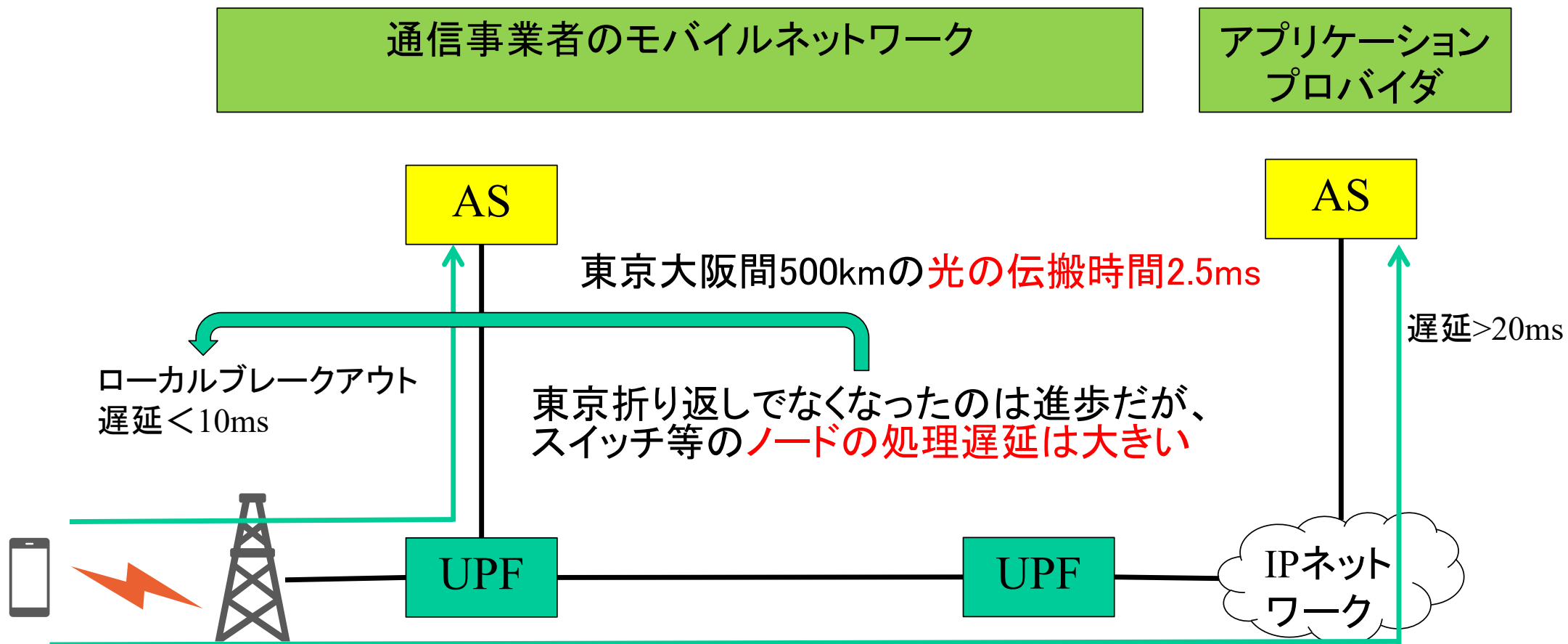
✓ **物理空間での遠隔操縦ゲーム**は技術を磨くための失敗しても良いアプリの位置づけ

- ◆ 目視と区別できない遅延で操縦を行わなければならない装置全て
 - ◆ 自動車(レベル4)やドローン等の遠隔操縦(失敗した。名誉挽回すべき)
 - ◆ 手術ロボットやアバターの操縦
 - ◆ 400km上空にある国際宇宙ステーションの修理用ロボットを遠隔制御
- ◆ 大阪・関西万博に「けいはんな」地区から提案したものでこの技術の存在を仮定しているもの
 - ◆ マルチセルフ～人は本当の意味でマルチタスクが可能になるか?(プラン#5)
 - ◆ テレプレゼンスロボットをその場で作って体験するワークショップ(プラン#7)
 - ◆ 循環電池を用いた電動観光船(プラン#8)
 - ◆ 空飛ぶサービス(プラン12)



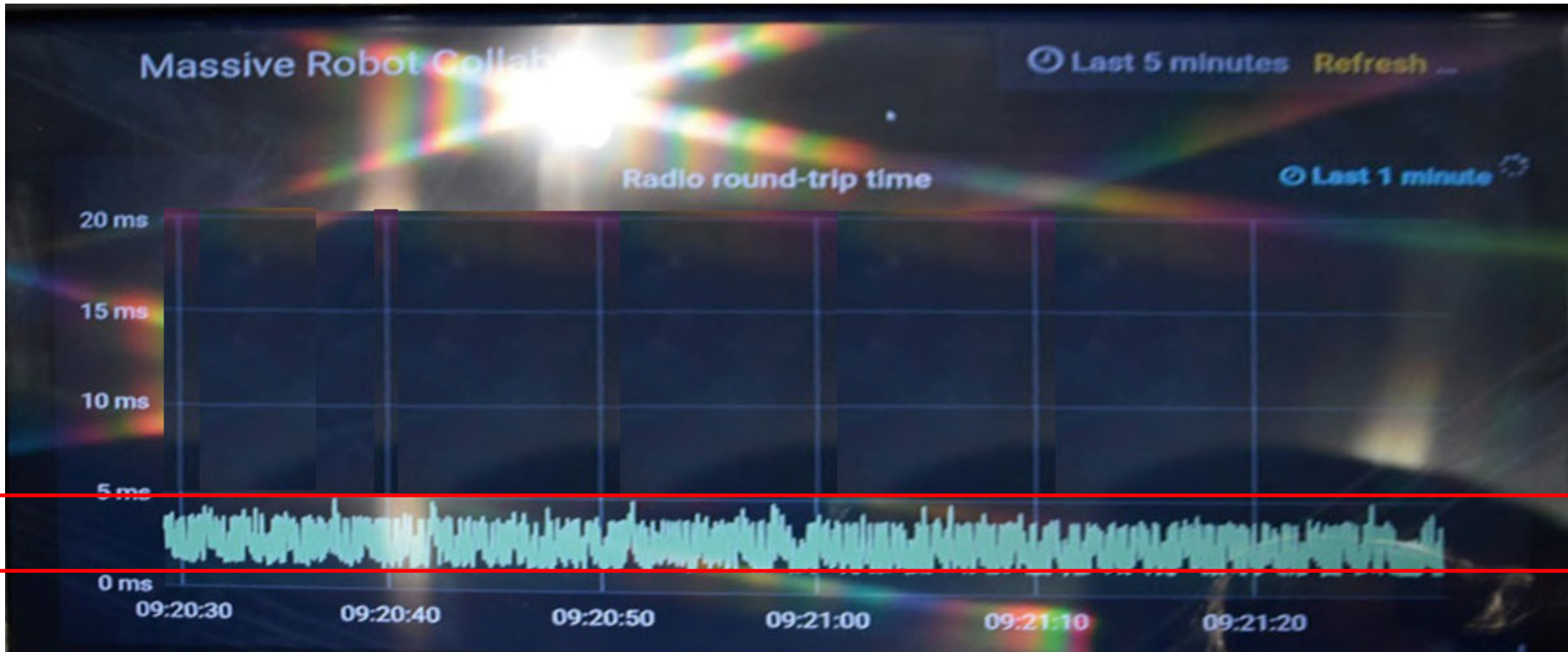
ISPや移動体通信網のトポロジーは遅延最適化されているか？

- エリクソン「AF (Application Function)指定によるトラフィックルーティングAPI」では、ローカルブレイクアウトで10ms、広域接続で20msの遅延を想定している。



映像伝送アプリの観点では 最大遅延と「信頼性」が問題

今のURLLCでは100msのバッファが映像伝送アプリに必要！

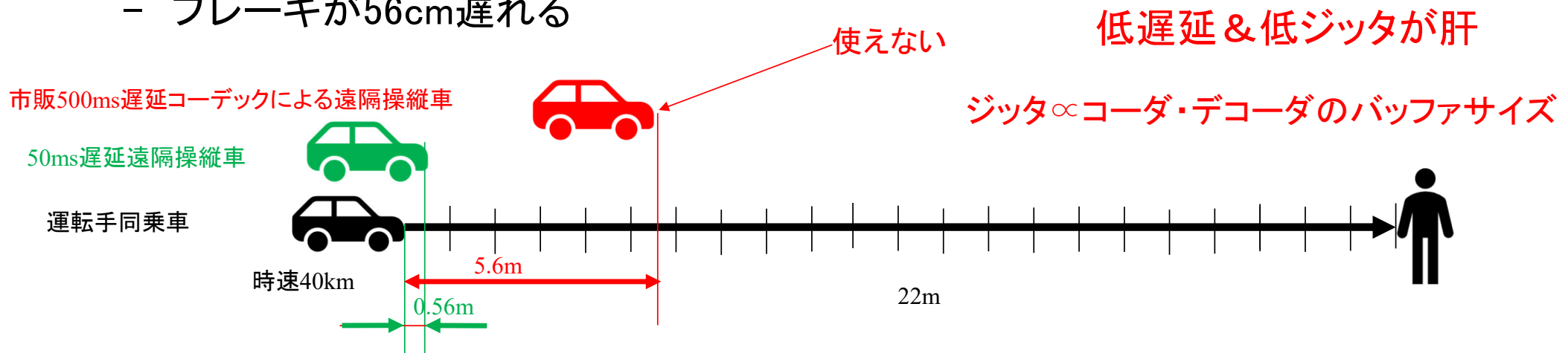


エリクソンのデモで見た遅延量のブレの様子：MWC19 Barcelonaレポート

<https://sgforum.impress.co.jp/article/5092>

URLLC&eMBBが17Mbpsで機能するならば、 カメラ一体コーデックで車の遠隔操縦ができる(次の目標)

- ・ 100km離れたところから**50ms遅延**で操縦できる
 - 既存チップによる映像圧縮伸長遅延 = 35.0ms
 - 映像信号送信: 車 => 操縦者 (5G上り/下り遅延、1.5KB/パケット17Mbps) = 5.7ms
 - ・ 3.4ms=2*(1+0.7) : 0.7msは1.5KBを17Mbpsラインに出すパケット化遅延)、2.3ms=RAN内処理遅延
 - コマンド送信: 操縦者 => 車 (5G上り/下り遅延、64B/パケット17Mbps) = 4.3ms
 - ・ 2.0ms=2*(1+0.03) : (0.03msは64Bを17Mbpsラインに出すパケット化遅延)、2.3ms=RAN内処理遅延
 - 固定網遅延(往復) = 5.0ms
 - ・ 4.0ms=網内処理遅延(光の伝搬時間 * 4程度と仮定)、1.0ms=伝送距離(往復200km)
- ・ **時速40km**の乗用車の停止距離 = 22m (空走距離11m、制動距離11m)
 - ブレーキが56cm遅れる



総合テストベッドは2つの壁を破るために貢献してほしい

- ・ 運用の壁
 - ネットワークの自動運用ために大量の運用データを集める
 - 小規模組織のネットを救う運用を立証する
- ・ デジタルの壁
 - ネットワークの平均遅延とジッタを下げ、少なくとも100km離れたところから(高速)道路上の車を運転できる技術を立証する

