

白書分科会 ビジョン作業班の活動報告

～各業界の調査から見えてくるユースケースと
Beyond 5Gに求められるCapability～

ビジョン作業班リーダー
KDDI 小西 聡

2022年2月16日

1. はじめに
2. トラヒットトレンド
3. 通信業界のマーケットトレンド
4. 他業界から得られたトレンド
 - 4.1 金融
 - 4.2 建設・不動産
 - 4.3 物流・運輸
 - 4.3.1 倉庫、物流
 - 4.3.2 航空
 - 4.3.3 鉄道
 - 4.4 通信、IT
 - 4.5 メディア
 - 4.6 エネルギー・資源・素材
 - 4.7 自動車
 - 4.8 機械
 - 4.9 電機・精密
 - 4.9.1 電気・精密全般
 - 4.9.2 半導体
 - 4.10 生活関連・食品・農業
 - 4.11 小売・卸・流通
 - 4.12 サービス・公共サービス・法人サービス
 - 4.12.1 医療
 - 4.12.2 教育・行政
 - 4.13 飲食
 - 4.14 娯楽・レジャ
 - 4.15 学問・その他
 - 4.15.1 宇宙
 - 4.15.2 HAPS
 - 4.15.3 社会
5. Beyond 5Gで求められるCapabilityとKPI
 - 5.1 Beyond 5Gで求められるCapability
 - 5.2 Beyond 5GのKPI
6. 技術トレンド
 - ...
7. おわりに

様々な業界での共通課題	業界での期待や夢	Beyond 5Gへの期待
(a) 少子高齢化への対応	<ul style="list-style-type: none">ロボットの活用遠隔制御自動運転	高速大容量、低遅延、高信頼
(b) 安全安心の実現	災害の予知や人命救助、早期復旧	100%のカバレッジエリア、どこでも一定以上の通信速度
(c) より良い暮らしの実現	<ul style="list-style-type: none">空飛ぶ車没入体験	高速大容量、低遅延、空中でのカバレッジエリア
(d) ワクワクする未来の実現	月を含む宇宙での活動支援	宇宙空間での通信環境

カテゴリ	要求条件	各業界で求められる性能
定量的 要求条件	高速大容量	<ul style="list-style-type: none"> • 数10～数100ギガbpsのスループット (ホログラフィックコミュニケーションでの非圧縮伝送の場合 (メディア)) • 50ギガbps (遠隔監視と遠隔制御 (自動車)) • 10～100ギガbps (スマート物流化 (小売卸流通)) • 数10ギガbps超 (遠隔手術 (医療)) • 48～200ギガbps (Volumetric video (エンタメ)) • 数10ギガbps (低・中軌道軌道 (宇宙)) • 10メガbps以上 (自然災害対策 (社会))
	低遅延	<ul style="list-style-type: none"> • ローカルネットワーク内でミリ秒オーダー※ (物流施設の完全自動運転 (倉庫・物流)) • 数ミリ秒※ (超高速鉄道の緊急停止 (鉄道)) • 100ミリ秒※ (没入型機器遠隔操作システム (エネルギー資源)) • 1ミリ秒 (遠隔監視と遠隔制御 (自動車)) • ローカル通信で100マイクロ秒 (モーション制御 (機械)) • 1ミリ秒※ (ロボットリモートコントロール (半導体業界)) • MTP (Motion To Photon) 10ミリ秒※、TTP (Time To Present) 70ミリ秒※ (Volumetric video (エンタメ)) <p>※ アプリレイヤーでの処理遅延時間を含む</p>
	時刻同期精度	時刻同期は無線区間を含めた内部の時計の精度としてPTP(Precision Time Protocol)マイクロ秒 (物流施設の完全自動運転 (倉庫・物流))

カテゴリ	要求条件	各業界で求められる性能
定量的 要求条件	高信頼	<ul style="list-style-type: none">• 10⁻⁶（遠隔監視と遠隔制御（自動車））• 10⁻⁷（遠隔手術（医療））
	測位・センシング	<ul style="list-style-type: none">• 1～2cmの測位精度（土木工事（建設・不動産業界））• cmレベルのセンシング精度（夜間，地方の車両単独走行（自動車））
	多接続	<ul style="list-style-type: none">• 数100万～数1,000万个/km²のデバイス（体内デバイス（医療））
	カバレッジ	<ul style="list-style-type: none">• 10km程度以上の高度を飛行する超音速旅客機、および、宇宙空間の高度100km超でのカバレッジエリア（航空機業界）• 国土カバー率100%（通信・IT業界）• 宇宙空間や月でのカバレッジエリア（宇宙）• HAPS1機で半径数10～数100 kmのエリアと上空数kmのエリアをカバー（HAPS）

カテゴリ	要求条件	各業界で求められる性能
定性的 要求条件	自律性	<ul style="list-style-type: none">• 必要なモノ・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供することができるような自律的な最適化機能や将来予測機能（通信・IT業界）• 各機器の自律性の向上や接続/操作時のユニバーサル対応（電機・精密）• ゼロタッチで機器が自動連係（体内デバイス、カメラ連携（医療））
	超低消費 電力	<ul style="list-style-type: none">• 搭載リソースが極端に限られる月惑星探査機での使用（宇宙）
	その他	<ul style="list-style-type: none">• 分散学習・推論機能（複数の車両やBeyond 5G基地局を用いた処理（自動車））• 機器間インタフェースおよび通信と通信以外のシステム間のオープンAPIやオープンインタフェース、データ分析/処理やコンテンツ取り扱いのための共通プラットフォーム（機器連携（電機・精密））• 1,000 km/hの速度で移動中でも避難指示を受けられること（自然災害対策（社会））• NTNノードが、他のNTNノードやローカルなセンサネットワークとの自動接続が可能（宇宙）• NTNノード単独、又は別のNTNノードとの組み合わせによる地上系を介さないメッシュネットワーク構築が可能（宇宙）

業界ごとの分析例

人口減少や働き方の変化により移動ニーズは減少。安心安全やサービスの魅力向上などの既存事業の深化に加えて、自動化やまちづくりなどの新規事業の探索の両利きが求められる。

現状分析

- ✓ 人口減少や働き方の変化等により、鉄道による移動ニーズは縮小。既存の鉄道事業は利益縮小の傾向。
- ✓ 既存の鉄道事業の深化とDX推進による新たな収益事業の探索の両利きで、収益力の維持・向上を図る方向。

課題

1. 事故ゼロと障害発生時の早期復旧
2. 本格的な少子高齢化と人口減少
3. インフラ・システムの老朽化
4. 都市一極集中に対する分散型まちづくり

期待する将来像

1. 安心安全の取組

IoTやロボット活用による事故ゼロおよび早期障害復旧



出典：東京メトロ（駅構内ロボットの実証実験）

2. 自動化

ドライバレス運転の実現や障害時のダイヤ早期回復



出典：JR東日本（自動列車運転装置の走行試験）

3. 運輸サービスの魅力向上

MaaS連携やオールインワン決済、車内リモートワーク等



出典：国土交通省（日本版MaaSの推進）

4. まちづくり

交通×通信で実現する空間を超えた新しい街と暮らし



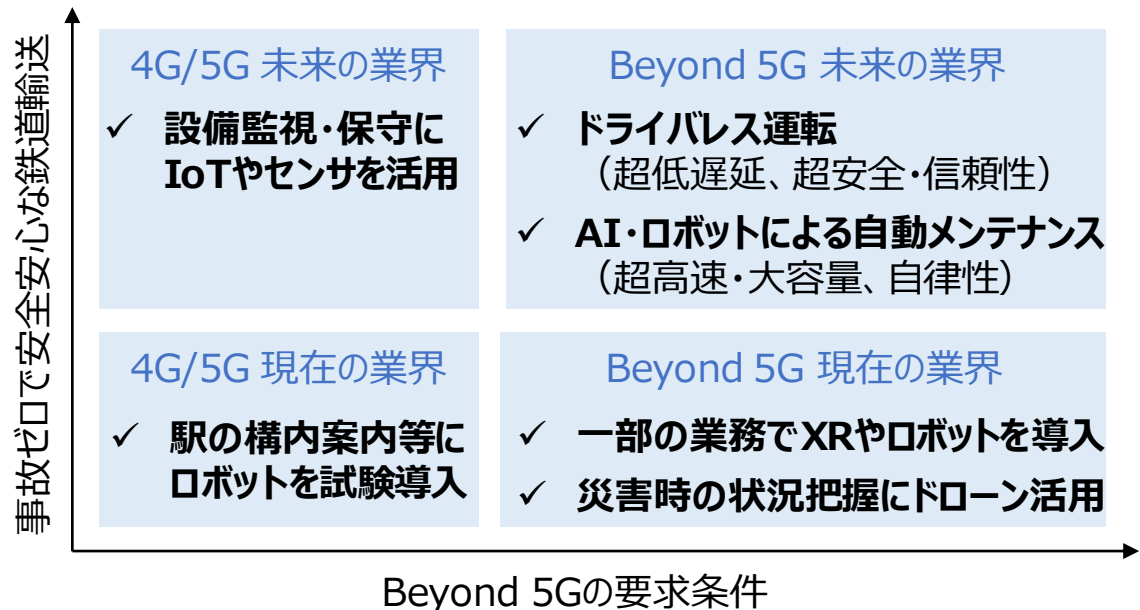
出典：第4回ビジョン作業班（JR東日本講演資料）

期待する将来像の実現に向けて、Beyond 5Gならではの要求条件として
超低遅延、超安全・信頼性、自律性が求められる。

Beyond 5Gで求められるもの

期待されるユースケース

Beyond 5Gのユースケースとして、ドライバレス運転やAI・ロボットによる自動メンテナンスの実現が期待される。



Beyond 5Gに求められる要求条件

ドライバレス運転のユースケースでは信頼性の高いリアルタイムな無線通信（超低遅延、超安全・信頼性）が必要。

超低遅延	超高速鉄道の緊急停止では、 数ミリ秒程度のエンドツーエンドの遅延時間 が求められる。
超安全・信頼性	無線式列車制御システムにおいては列車衝突や速度超過を防ぐため、 信頼性の高いリアルタイムな無線通信 が求められる。



4.5節 メディア業界 (1/2)

- 2030年には、仮想空間やホログラフィック技術を活用した、より没入的なメディア体験（e.g., メタバース）を享受することが可能となる

現状

- ✓ テレビラジオ、出版・広告、SNS など多様なマルチメディアが提供されている
- ✓ 新型コロナウイルス流行により、コンテンツのデジタル化が加速（e.g., オンラインライブイベントなど）

オンラインライブイベント



期待される将来像

- ✓ 全てのコンテンツがインターネット経由でアクセス可能。同様に、個々人のよりリッチなコンテンツを場所・時間・デバイスによらず、より簡易に配信。
- ✓ 仮想空間やホログラフィック技術の活用
- ✓ 各ユーザに対するカスタマイズによる、より効率的なコンテンツ配信

仮想空間を活用したエンターテインメント



ホログラフィック技術





4.5節 メディア業界 (2/2)

- Beyond 5Gに求められるハイレベルな要件（コンセプト観点・技術観点）を下図に示す。
- 求められる具体的な性能例として、ホログラフィックコミュニケーションに必要と考えられる数 **10 ~ 数100 Gbps**のピークスループットが想定される。

下図の黒線は、コンセプト観点と技術観点の関連を示す。

コンセプト観点

高いアクセス性

- 誰でも・いつでも・どこでも・どのような端末でもアクセスが可能
- 各ユーザが自身のコンテンツを配信することが可能。
- リッチかつ多様なマルチメディアアプリケーション開発者コミュニティを可能とするグローバルエコシステムの構築。

より没入的なメディア体験

- ホログラフィックコミュニケーションやインターネットの身体所有を含むさらなる没入型メディア体験をサポート

パーソナライズ

- 個々のユーザ・視聴環境・視聴デバイスに適応したサービス提供

技術観点

無線通信拡張

- さらなる周波数利用効率向上、カバレッジ拡張、低遅延化

アーキテクチャ・プロトコル拡張

- 放送と通信の両方を用いた効率的なコンテンツ配信を可能とする無線アクセス、NWアーキテクチャのサポート

AI/MLの活用

- AIを使った多様なパーソナライズ/カスタマイズの実現

高齢化社会は地方での移動に制約を与え、都市部での人口集中は交通渋滞を引き起こす。すべての人々が居住地に依存せずに自由に効率的な移動を確保できる社会が求められる。

現状分析

- 人手不足により地方における公共交通手段の維持が難化し移動の自由が制約。都市部では人口集中により交通渋滞を招き、人々の生活に悪影響を及ぼす。
- エネルギー・環境問題や高齢化に起因する交通事故の問題に対する社会の危機意識の高まり。

課題

- すべての人に移動の自由や効率的な移動を提供するモビリティ・インクルーシブな社会の実現
- 高度な自動運転や安全運転支援をつかさどる強靱なインフラの整備と低炭素化社会の両立

期待する将来像

1. すべての住民が自由・効率的に移動できる社会



出典：ITS Japan (ITSによる未来創造の提言)

2. マルチモーダルな移動手段を管理するMaaSプラットフォーム



出典：ITS Japan (ITSによる未来創造の提言)

3. クルマとスマートシティの連携により電気の地産地消を促進



出典：ITS Japan (ITSによる未来創造の提言)

4. モビリティ・インクルーシブを実現するデジタル空間



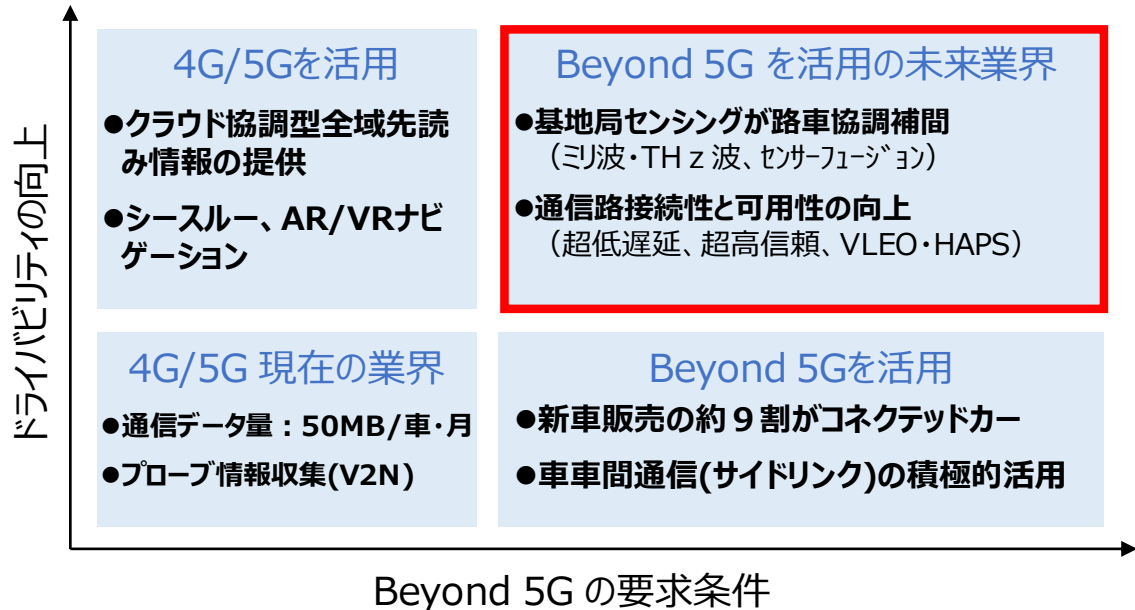
出典：首相官邸(官民 ITS 構想・ロードマップ)

2030年代の自動車社会の実現に向け、Beyond5Gでは新たにテラヘルツ波による高精度センシングと通信の融合、AI分散学習・推論、超高信頼性が必要となる。

Beyond 5G で求められるもの

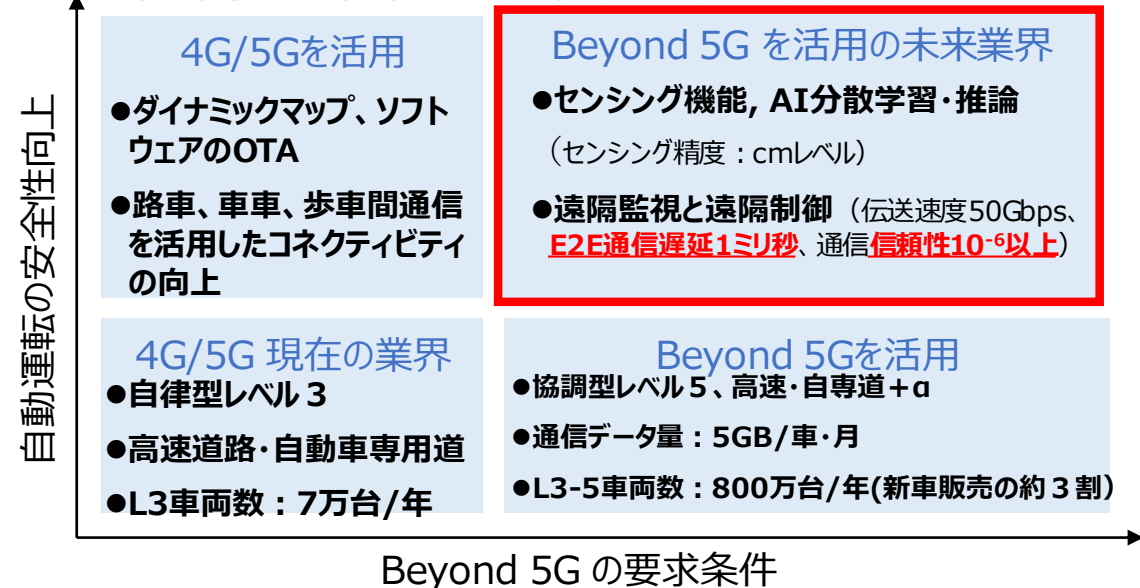
安全運転支援

信号の無い交差点、悪天候下や災害発生時での運転においても、安全性を確保するため、Beyond5Gのセンシングの活用や通信路接続性能の向上が必要となる。



自動運転

自動運転の社会実装を加速するために、通信とセンシングの融合、AI分散学習・推論機能や量子暗号によりセキュリティの向上に特化した通信形態が必要となる。



現状分析と課題

1. 超高齢化社会との共生
 - 社会課題解決先進国として日本から世界への課題解決展開に期待
2. 未知の疾患への対応
 - 生活・医療・経済への影響の抑止. 迅速な対応、ソリューションに期待
3. 医薬品・医療機器開発テクノロジーの発展
 - 世界的に研究開発が加速しており、日本として最高水準の医療技術の実現、牽引を期待

期待する将来像

1. 衰えた身体機能・能力の補助・再現



出典：厚生労働省ホームページ

加齢により衰えた身体機能・能力を補助・再現

2. 未知の感染症への即座対応



出典：内閣官房長(感染拡大防止特設サイト)

感染症発生時の即座対応と早期解決

3. 医療技術開発



出典：AMED (成果情報)

ビックデータの構築・AIの精度向上等による最先端の医療技術開発

4. 超高齢化社会対応



出典：厚生労働省ホームページ

医療の地域的偏在の解消や医療のシステム化・効率化

5. 健康寿命延伸



出典：厚生労働省ホームページ

病気早期発見や未病対策. 施術リスク低減

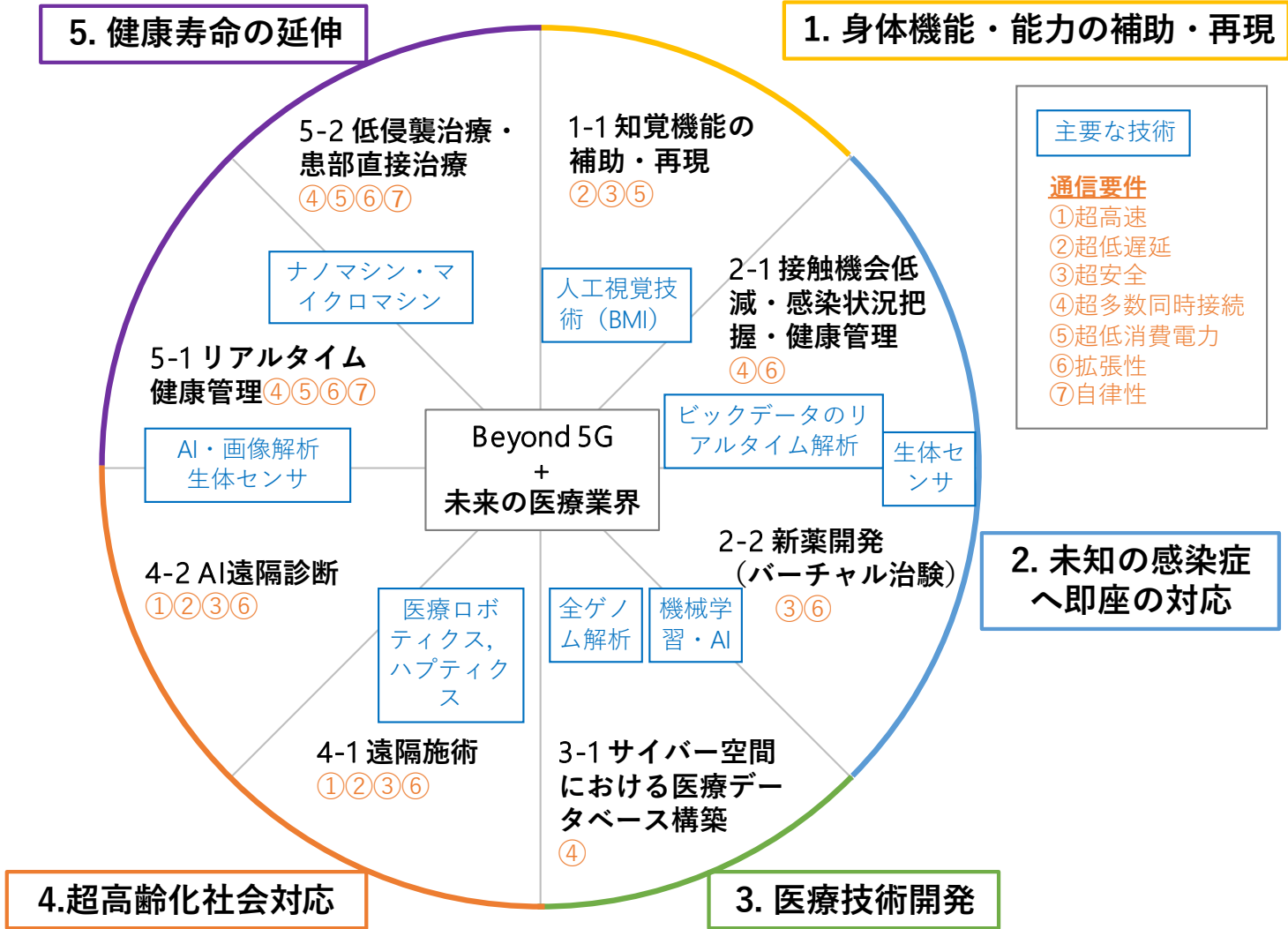
Beyond 5Gで求められるもの

期待されるユースケース

- 1-1 知覚機能の補助・再現**
人間/能力拡張, ブレインテック
- 2-1 接触機会低減・感染状況把握・健康管理**
位置, 生体情報のリアルタイム管理, センシング
- 3-1 ゲノム解析のデータベース化**
AI創薬, 個別化医療
- 4-1 遠隔施術**
施術支援ロボティクス, AIとの融合
- 5-2 低侵襲治療・患部直接治療**
ナノマシン・マイクロマシン連携, 外部制御/給電

Beyond 5Gに求められる要求条件

- 遠隔施術**
- ・**数十Gbps**超のスループット (高精細映像伝送)
 - ・**10⁻⁷**の超安全・信頼性 (操作情報伝送)
- 低侵襲治療・患部直接治療**
- ・**数百万～数千万個/km²**のデバイスの超多数同時接続 (数～数十個/人、かつ、電車内密度)
 - ・ゼロタッチで機器が自律的に連携 (デバイス連携)



現状分析と課題

1. Covid-19の影響により、バーチャル空間上でエンターテインメントを楽しむ機会が増加
2. 若年層を中心にソーシャルとの融合により、エンターテインメントの多様化が加速
3. 通信トラフィック量増大や、双方向インタラクティブのための低遅延化への対応が課題

期待される将来像

1. 視覚・聴覚中心の視聴体験から、五感をフルに刺激する究極の没入体験の提供
2. エンターテインメントのためのバーチャルとリアル融合
3. エンターテインメントとソーシャル融合によるエンターテインメントの無限の進化
4. 高品位なコンテンツのクリエイター支援とコンテンツの超個人化
5. エンターテインメントサービスのボーダレス化

Beyond 5Gで求められるもの

- 例：Interactive Live Musicユースケース
- 高速大容量：約**48-200Gbps** (Raw data)
 - 低遅延：MTP*¹ 10ms, TTP*² 70ms
- *¹MTP: Motion To Photon
*²TTP: Time To Present

エンターテインメント業界の進化

4G/5G 未来の業界

- XR/VRを用いた3Dエンターテインメントの普及
- エンターテインメント環境格差のボーダレス化

Beyond5G 未来の業界

- 空間の双方向リアルタイム共有による究極の没入体験
- 全人類が参加するソーシャルエンターテインメント空間でのコンテンツの超個人化

4G/5G 現在の業界

- リモートライブやスポーツ観戦などは2Dによる片方向配信が主流
- テキスト・画像・動画中心のソーシャルネットワーク

Beyond5G 時代の業界

- バーチャル空間における没入感・実在感が得られるデバイスの登場
- エンターテインメントとソーシャルの融合

Beyond 5Gの要求条件

サービス提供のボーダレス化

全人類がいつでもどこでも

低コスト通信
衛星通信

究極の没入感

五感をフルに刺激

Haptic touch
Volumetric

エンタメ環境
の格差

視覚・聴覚

実世界をバーチャル空間上に
にシームレスに反映

誰でも気軽に
クリエイター

AI

ハードルの高い
コンテンツ制作

現状

非シームレス

リアルタイム
インタラクション

コンテンツクリエイター支援

バーチャル
プロダクション

ゲーム内
コミュニティ

空間キャプチャ

バーチャルとリアルの融合

実世界上に
バーチャル空間を重畳

超低遅延通信

Volumetric

ソーシャルエンターテイメント空間

エンターテイメントとソーシャルの融合

- 1.0版の発行に向けて、各業界での現状分析やBeyond 5Gに求められるCapabilityに関する検討を推進
 - 社会基盤のためのインフラとして、高速大容量や低遅延のみならず、**空中を含めたカバレッジエリアの確保**やシステムとしての**高信頼性がカギ**
 - メディア系では、実空間・仮想空間を問わず、没入感のあるホログラフィのような**三次元画像を伝送できる**システムが必要
 - さらに、**月を含めた宇宙でのカバレッジエリア**も目指す必要アリ
- 今後の予定
 - 1.0版の発行まで：英語版の作成や最終確認
 - 1.0版の発行後～2.0版（23年3月発行予定）：
 - ✓ 白書の内容を紹介し、さまざまな業界から意見・コメントを求める
 - ✓ 分析や検討が不足している業界については、白書を更新
 - ✓ Beyond 5Gに向けて、通信業界での課題の洗い出し

ご清聴ありがとうございました





参考

- 「2030年社会検討ワークショップ」を月次で開催
- 多様な業界から広く意見を募り、2030年頃の社会像やユースケースの検討を実施

6/15 : 第1回	テレコムサービス協会
	産業技術総合研究所
7/20 : 第2回	善光会 (介護)
	東日本旅客鉄道
	日本CFA協会
	フジテレビ
	医療未来学者 奥氏 (個人)
8/3 : 第3回	文部科学省科学技術・学術政策研究所
	PREVENT (医療)
	Telexistence (ロボット)
	アーチ (アニメ)
	アスラテック (ロボット)

9/14 : 第4回	東芝
	Quora
	宇宙航空研究開発機構
	科学技術振興機構
10/12 : 第5回	マッハコーポレーション
	ヤマト運輸
	Shiftall
12/14 : 第6回	トヨタ自動車
	大林組様
	らでいっしゅぼーや 創業者 徳江様

- これまでに22の企業・団体・個人より講演