

# ユニバーサルサービスを見据えた 通信技術の特徴・課題

電気通信大学

先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター(AWCC)

藤井 威生

2024年4月23日

# 電話ユニバーサルサービスで想定される通信システム

---

## ◆ユニバーサルサービスに指定

- メタル固定電話(交付金補填対象)
- 光回線電話
- ワイヤレス固定電話(携帯電話回線利用・特別装置利用)

## ◆ユニバーサルサービスに未指定

- 携帯電話回線(スマートフォン)
- 携帯電話回線(固定電話番号付与の転送電話)
- NTN(衛星通信)
  - Starlink, SpaceMobileなど

# ブロードバンドユニバーサルサービスで想定される通信システム

## ◆ユニバーサルサービスに指定

- FTTH(光回線)
- CATV回線(HFC方式)
- ワイヤレス固定ブロードバンド(専用型)
  - 地域BWAやローカル5G

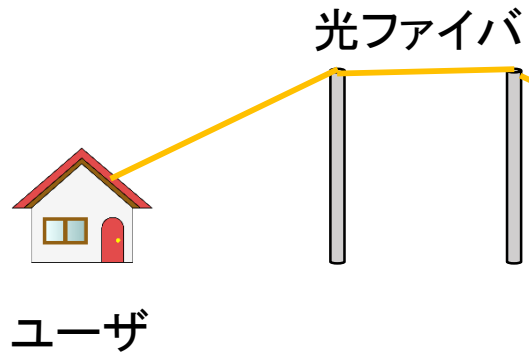
## ◆ユニバーサルサービスに未指定

- ワイヤレス固定ブロードバンド(共用型)
  - 携帯電話各社が提供している携帯電話回線を使った固定ブロードバンドサービス
- 携帯電話回線(モバイルルーター)
  - WiFiルータなど持ち運びのできるインターネット接続サービス
- 携帯電話回線(スマートフォン)
  - スマートフォンによるインターネット接続サービス
- NTN(衛星通信)
  - Starlink, SpaceMobileなど

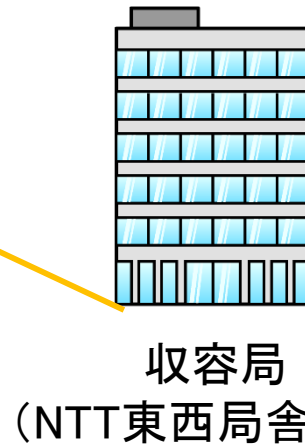
# FTTHの仕組み

各家庭まで光ファイバーを敷設して高速伝送を実現

ユーザが回線を占有



ユーザの回線は共有



NTT東西・オプテージなどの  
アクセス回線事業者が設置

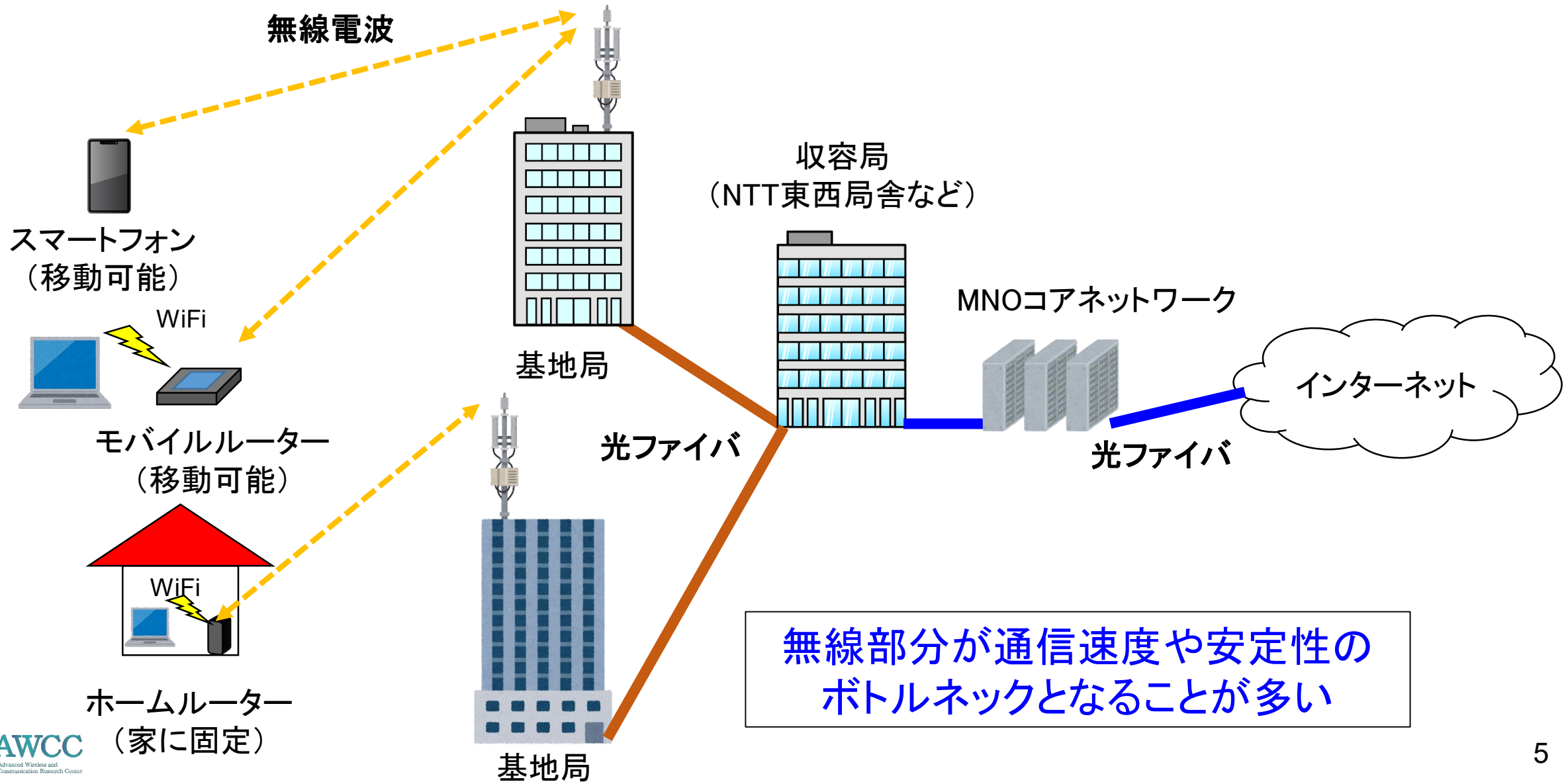
ISP事業者が設置

ユーザが回線を占有するため  
1Gbpsなど高速通信が実現

ISP事業者により回線速度は異なるため  
事業者による速度の違いが発生

ユーザがインターネットに接続する速度はISP事業者によって異なるものの、総じて数百Mbps以上の高速伝送が可能

# 携帯電話の仕組み

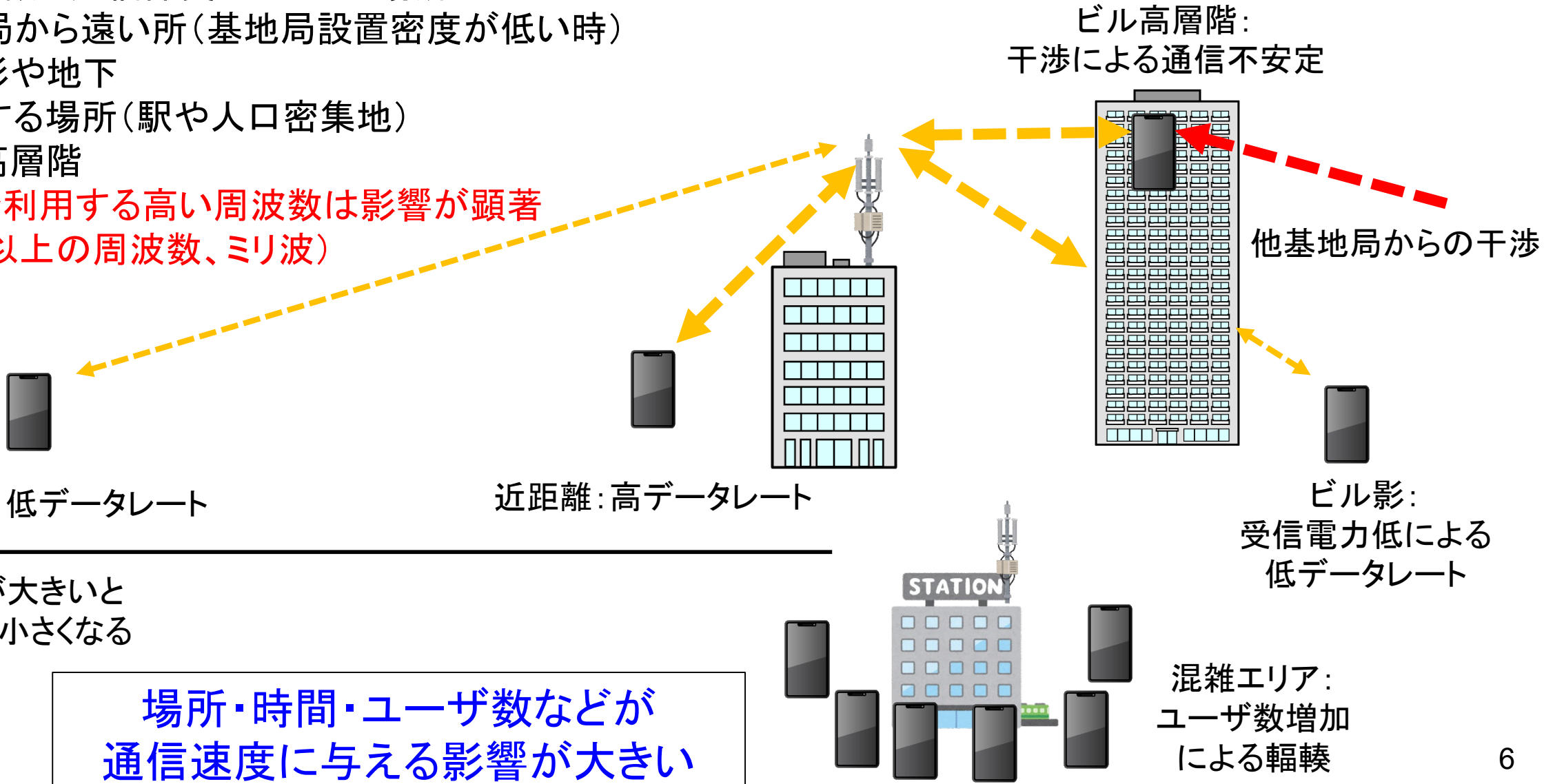


# 携帯電話電波の特徴

無線の特徴で通信品質が悪くなる場所

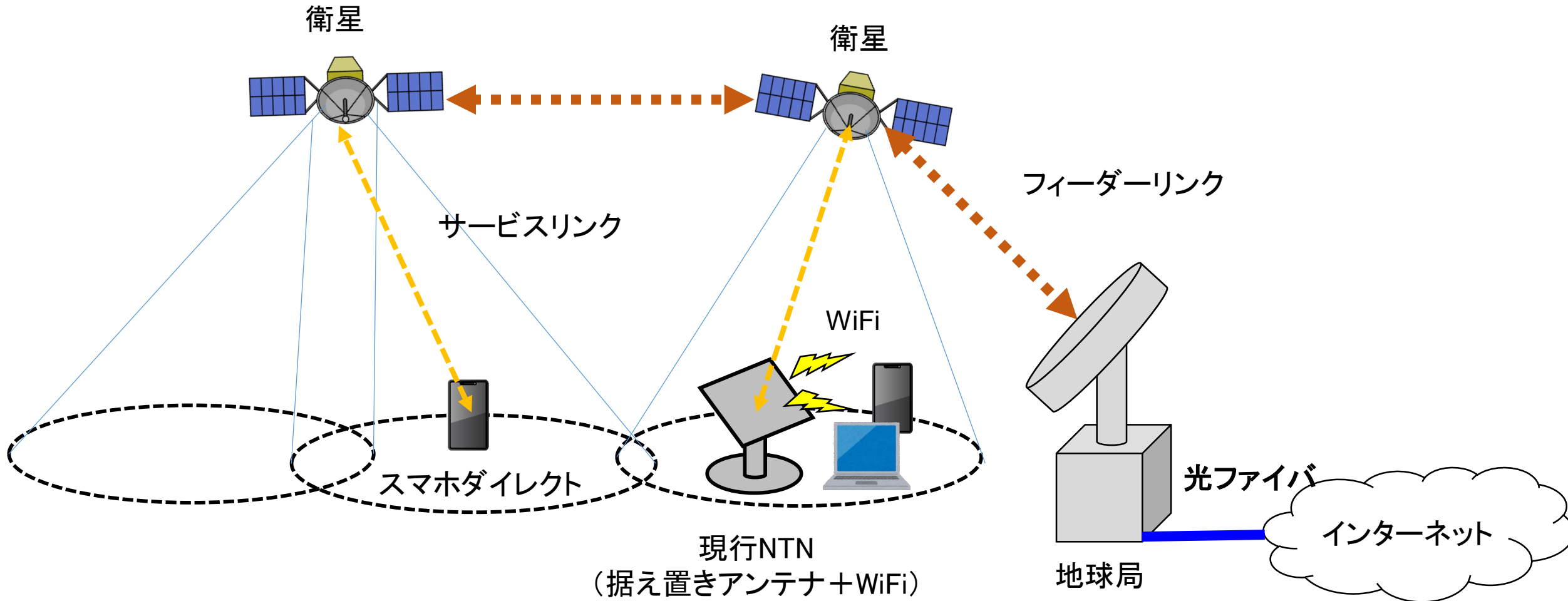
- 基地局から遠い所(基地局設置密度が低い時)
- ビル影や地下
- 混雑する場所(駅や人口密集地)
- ビル高層階

特に5Gで利用する高い周波数は影響が顕著  
(3.5GHz以上の周波数、ミリ波)



場所・時間・ユーザ数などが  
通信速度に与える影響が大きい

# NTN(衛星通信)の仕組み



端末から衛星へサービスリンクで通信し、フィーダリングで地球局に戻してインターネット接続、ユーザ数増加により各リンクの混雑で速度の低下も予想

# 現行の電話ユニバーサルサービスの技術的特徴(1)

## ◆メタル電話、光回線電話

### ■メタル、光ファイバを使った音声電話サービス

### ■利点

- 固定設置でありメタルか光ファイバで接続されているため安定
- 緊急通報の固定電話に求められている要件を満足:特に折り返しをつながりやすくする機能を持つ

### ■課題

- アクセス回線を有線でユーザにつなぐ必要があるため高コスト
- メタル電話は設備老朽化に伴い今後の維持が十分できるかが課題  
(NTTは2035年をめどに縮退が避けられないとの見解)



# 現行の電話ユニバーサルサービスの技術的特徴(2)

## ◆ワイヤレス固定電話

### ■携帯電話回線を使った固定電話

### ■利点

□携帯電話各社が行っている携帯電話網からの電話転送による固定電気通信番号でつながるサービス(ドコモhomeでんわ、KDDIホームプラス電話、ソフトバンクおうちのでんわなど)と異なり、固定電話に求められている緊急通報の要件を満足※

### ■課題

□専用の端末を使うためコスト高

※携帯各社が行う電話転送による固定電気通信番号を使うサービスについては緊急通報は携帯電話番号に切り替えて通報

# 電話ユニバーサルサービスの代替手段の技術的特徴(1)

## ◆ 携帯電話回線(スマートフォン)

### ■ 利点

- ほとんどの人がスマートフォンを所持しており移行が容易

### ■ 課題

- 条件不利地域など圏外エリアでのサービスができない
- 携帯電話の電波の不安定性により接続できなくなる可能性
  - ・ 建物高層階: 周辺基地局からの干渉増加による接続不安定
  - ・ 地下・屋内・ビル影: エリア内でも携帯電話が圏外になる可能性

## ◆ 携帯電話回線(固定電話番号付与の転送電話)※

### ■ 利点

- 固定電話の電気通信番号が付与される

※ドコモhomeでんわ、KDDIホームプラス電話、ソフトバンクおうちのでんわなど

### ■ 課題

- 携帯電話回線(携帯電話)と同じ課題
- 緊急通報時には携帯電話番号での通報、位置情報が携帯電話と同じ精度
- FAX送信に必要な帯域幅が足りないため、蓄積型のFAX送信への切替必要

# 電話ユニバーサルサービスの代替手段の技術的特徴(2)

## ◆NTN(衛星通信)

### ■衛星通信を使ったインターネット接続サービス

- Starlinkが先行して日本でもサービス開始

- Beyond 5G/6G時代に向けて今後サービス拡大が期待

### ■利点

- 空がある程度見える場所であれば圏外にならない

### ■課題

- 現在は電話サービスを実施していない(アプリなどを使ったIP電話としての通話は可能と思われる)

- 緊急通報の手段としての利用ができない

- 現在は海外の事業者によるサービスであり、ユニバーサルサービスとしてふさわしいかは議論が必要

# ブロードバンドユニバーサルサービスの技術的特徴(1)

---

## ◆FTTH(光回線)

■光ファイバを各家庭まで配線することで実現するブロードバンド回線

### ■利点

- 光回線で接続するため安定
- 最大伝送速度は1Gbps以上
- データ通信容量は原則無制限
- 時間帯や混雑による速度変化が少ない

### ■課題

- 有線で各家庭まで光ファイバを引く必要がありコスト高
- 条件不利地域ではサービスが行われていない場所がある

# ブロードバンドユニバーサルサービスの技術的特徴(2)

---

## ◆CATV回線(HFC方式)

- 幹線が光ファイバ、引き込み線同軸ケーブルとなっているCATV配信用のシステムを活用したブロードバンドサービス

- 利点

- 幹線光ファイバ、引き込み線同軸ケーブルとなっており安定
- データ通信容量は原則無制限
- 時間帯や混雑による速度変化が少ない

- 課題

- CATVのサービスエリアのみで活用
- CATV業者によっては設備が古く低速な場合がある

# ブロードバンドユニバーサルサービスの技術的特徴(3)

## ◆ワイヤレス固定ブロードバンド(専用型)

- 地域BWAやローカル5Gを利用したブロードバンドサービス

- Nuro 5GやCATV会社が提供

- 利点

- 地域限定のモバイル接続となるためユーザ数が少なく安定した通信が期待

- データ通信容量が無制限が多い

- ローカル5Gを使っているサービスはFTTH並みの速度

- 課題

- サービス圏外の場合はサービスができない

- サービスエリアが限定的

- 地域BWAを使っているサービスはLTE方式となるため速度はFTTHより劣る

# ブロードバンドユニバーサルサービスの代替手段の技術的特徴(1)

## ◆ 携帯電話回線を使ったモバイルサービス

- ワイヤレス固定ブロードバンド(共用型)、モバイルルーター、スマートフォン

- 利点

- ブロードバンドインターネット接続サービスが利用可能

- 通信エリアは携帯電話サービスとほぼ同等

- 課題

- 圏外の場合はサービス不可

- 速度は場所による依存性が高い(電波強度、基地局設備などの違い)

- 混雑時間帯は伝送速度低下の可能性

- 電波の不安定性により接続できなくなる可能性

# ブロードバンドユニバーサルサービスの代替手段の技術的特徴(2)

## 携帯電話回線を使ったインターネット接続複数サービスの違い

	ワイヤレス固定ブロードバンド (共用型)	モバイルルーター	スマートフォン
設置場所	ホームルータを設置した登録住所	移動可能(どこに置くかなどで通信品質変化)	移動可能(どこで利用するかで通信品質変化)
データ通信容量制限	データ通信容量は原則無制限 ※1	契約次第でデータ通信容量制限発生 ※2	契約次第でデータ通信容量制限発生 ※3
接続形態	ホームルータでWiFiに変換して接続+有線LAN	モバイルルータでWiFiに変換して接続※4	スマートフォン単体で接続が原則 テザリングでWiFiに変換可能
接続台数	複数のスマートフォンやPCなどを接続してインターネット接続可能	複数のスマートフォンやPCなどを接続してインターネット接続が可能、ただし個人利用が多く接続台数制限あり※5	テザリングを使えば複数の他のスマートフォンやPCなどを接続してインターネット接続が可能、ただし個人利用が原則で接続台数制限あり※5

※1 ドコモ、KDDI、ソフトバンクのサービス: KDDIのプラスエリアモード利用時を除き、いずれも無制限。

なお、プラスエリアモードは、スタンダードモードより更に広いau5G/4G LTEエリアにて高速通信サービスを利用可能となるオプションサービス。

※2 例:ソフトバンクのサービスでは、7GB/月のプランと無制限のプランが存在。いずれのプランでも、3日で10GB利用すると、速度制限。

※3 KDDIは月30GB、ソフトバンクは月50GBのテザリング容量制限あり(データ無制限プランの場合)。

※4 有線LAN接続が可能な機種もある。

※5 モバイルルーターの方が、スマートフォンに比して多数の同時接続が可能。



# ブロードバンドユニバーサルサービスの代替手段の技術的特徴(3)

## ◆NTN(衛星通信)

- 衛星通信を利用したブロードバンド接続サービス
- Starlinkを始めとして海外からの参入が今後多くなると予想
- 利点
  - 空がある程度見える場所であれば圏外にならない
  - データ通信容量は現状無制限
- 課題
  - 同時接続ユーザ数や空の見え方で速度が変動(数Mbps～数百Mbpsまで変動)
  - 天候要因による速度変化の報告あり(雪や雨)
  - 空が見える場所にアンテナを設置する必要
  - ユーザ数がさらに増えた場合に速度が安定するのは未知数

# ブロードバンドユニバ代替に携帯電話回線を使う場合の課題

## ◆携帯電話回線は場所・時間帯で通信速度が変化

### ■速度低下が懸念される場所

- 基地局から遠く受信電力が低い場所(条件不利地域など)
- ビル影や地下
- 混雑する場所(駅や人口密集地)
- ビル高層階

### ■速度低下が懸念される時間帯※

- 通勤時間帯
- 昼休み時間帯
- イベント開催時

※MVNOの提供する回線ではMNOとの契約通信量が上限となるため混雑時間帯での速度低下が顕著

あらかじめ設置場所の品質の予測が可能となれば#FTTH代替の機能を持たすことはできる可能性はあるが、一律に全国どこでも使えるとは言えない状況

#ただし、無線品質予測は、屋内を中心に非常に難しいことに留意が必要

# 携帯電話回線の実効速度と安定性

## 携帯電話回線の実効速度

		A社	B社	C社
下り	最大値	1080Mbps	1291Mbps	1967Mbps
	中央値	305Mbps	138Mbps	188Mbps
	最小値	6Mbps	27Mbps	19Mbps
上り	最大値	134Mbps	139Mbps	156Mbps
	中央値	28Mbps	22Mbps	26Mbps
	最小値	1Mbps	2Mbps	1Mbps

総務省の定める「移動系通信事業者が提供するインターネット接続サービスの実効速度計測手法及び利用者への情報提供手法等に関するガイドライン」に則り計測しMNO各社がホームページで公開している値を抽出

- ✓ 屋外での調査となるため屋内ではさらに速度低下の可能性あり
- ✓ 固定ブロードバンド回線の実効速度は現在総務省で測定及び公開方法を審議中であり、正確な公開データが存在しない

上り回線を中心にほとんど速度の出ていない場所・時間が存在

# 条件不利地域での携帯電話回線電波安定化の方策

## ◆条件不利地域での電波安定化の必要性

- 条件不利地域では受信電力が弱く通信が安定しない可能性が高い
- 安定した電波を送受信できることが重要

## ◆安定化に向けた方策

- 中継器の設置による電力増幅(受信点で一定程度の受信電力が必要)
- 利得の高いアンテナの利用や端末の高出力化
- 中継器や端末に対して屋外固定設置の指向性アンテナ活用による信号の安定化(工事費の課題あり)

## ◆注意点

- 条件不利地域向けの家庭用中継器は製品化されていない
- 端末のアンテナ利得や電力は電波法で制限されていることに留意
- 圏外エリアや混雑などによる速度低下の対策にはなっていない
- 設置場所の特徴を鑑みての対策となるためしっかりとしたサポート体制が必要

# ブロードバンドユニバ代替にNTN(衛星通信)を使う場合の課題

- ◆外資系企業を中心にサービス展開・計画されており、サポート体制やサービス撤退などの懸念がある
- ◆技術的仕様が明確には公開されていないことが多い
- ◆天候などの影響を受ける恐れがある
- ◆ユーザ数がさらに増えてきた場合の安定性・性能が未知数

現時点でFTTHの代替とするのは難しいものと考えますが、空が見える場所であれば、日本全国どこでもサービスエリアとすることが可能なため、今後の技術進展を踏まえた対応が必要