

# 2022年度第一回6GWWG

2022/8/3

テラヘルツシステム応用推進協議会

6Gワーキンググループ

# 本日の流れ

- 寶迫委員長からの説明
- 進め方についての幹事案およびそれについての議論
- グループ分け
- ブレイクアウトルームでのグループ内進行役の仮決定 + 議論
- 各グループの報告

# 本年度の大まかな方針（幹事案）

- 昨年まとめたユースケースA-Dは要求性能などはあるが、ユースケースを実現するための具体的な技術要素（デバイス～システムに至るまで）は議論されていない
- 各ユースケースを実現するための技術について、どの様な技術が好ましいか、不足している性能はなにか、日本の技術レベルはどれくらいか議論する
- 大まかに3グループ程度に分け、それぞれで各技術1つずつを議論していく
- 議論してまとめた結果はBeyond5G推進コンソーシアムへ出力
- まとめ方についてもWGで議論していきながら決定

# 年間スケジュール

- 8/3 初回 趣旨説明、目標イメージの議論、グループ分け
- 9/16 第二回 全体会合+グループ別議論 その1
- 10/14 第三回 全体会合+グループ別議論 その2
- 11/11 第四回 全体会合、これまでの議論の中身のレビュー、不足する点等を見極め→B5Gコンソへ
- 12/16 第五回 全体会合+グループ別議論 その3
- 1/27 第六回 全体会合、これまでの議論の中身のレビュー、まとめに向けての方針の再確認
- 2月 第七回 全体会合、取りまとめ案の確認、英語化の算段、他→B5Gコンソへ

# 昨年の まとめ

分類	子分類	提案者	内容	分類	動き/通信時間	グループ	
主に ダウンリンク だけの用途	特定の場所 でリンクが 確立するもの	NICT、千葉工大	KIOSKダウンロード	A-1	分類・子分類 の分け方以外 に、端末など の動きの観点 (リンクが固 定か追従が必 要か)でまと まるなら、別 のユースケー スとしてまと める。 (赤字のものは他グループ からのもので 重複して議論 議論してまと まらないなら 排除したり、 他のものを足 したりしてOK 青字は端末等 が動き追従が 必要かもしれ ないもの)	A	
		北里大学	テンポラリーな広帯域回線敷設	A-1			
		九州大学	ホットスポットを通過しながらの大容量データのダウンロード	A-1			
		NECセ・ネ、住友ベ アンリツ	自動運転用無線 非圧縮高解像度動画配信サービス	A-3 A-1			
双方向で要大 容量リンク + 映像などセン シング情報の 取得	映像等大容 量データを やり取りし、 人間がそれ を操作	慶応義塾大学	Brain Machine Interface (BMI) 技術のワイヤレス化	A-3			
		NECセ・ネ	遠隔医療の高画質化	A-2			
		住友ベークライト	遠隔医療の高画質化	A-2			
		キーサイト	高性能VR/ARゴーグルによるミッションクリティカル分野でのリモート操作	A-2			
		慶応義塾大学	九州大学	高精細画像を見ながらの機器の遠隔操作			A-2
		九州大学、千葉工大	ドローンによる高所作業、ドローンの制御、映像データ伝送	A-3			
	大容量データ の自動運 転などへの 利用	早稲田大学	車載レーダ等のレーダ信号の無線通信利用				
		NECセ・ネ	自動運転用無線				
		住友ベークライト	自動運転用無線				
		九州大学、千葉工大、東工大	ドローンによる高所作業、ドローンの制御、映像データ伝送、ドローン間通信				
人間を介さ ない情報の やりとり	九州大学	ホットスポットを通過しながらの大容量データのダウンロード					
	千葉工大	MtoM (ロボット間、ロボット-施設/自動車間など)					
既存無線ネットワークの 拡張・置き換え		アンリツ	スマートファクトリでの非圧縮高解像度画像伝送 環境モニタリング、センシング				
		マクセル	データセンタ内				
		千葉工大	鉄道用無線				
		NECセ・ネ	ラストワンマイル関係 ビル間通信				
		東工大	僻地、途上国におけるインターネット環境の敷設				
無線信号のセンシング利用		ソフトバンク	光ファイバ網の置き換え				
		千葉工大	ビーム制御による回線維持				
		千葉工大	無線信号のセンシング利用		通信時間や信 頼性について 要求される性 能が異なるも のは別なユース ケースとして まとめる。	D	

# どこを議論するか

## ユースケース A-1: 遠隔操縦 (例)

### 通信形態:

- 多数アレイ化されたカメラやトランスデューサ等からのボリュメトリックデータを用いたミッションクリティカル分野での遠隔操縦の実現。
- 遠隔操縦対象物と操縦端末間の通信 (直接または間接)
- 端末は固定または歩行程度。
- 遠隔操縦対象物は固定または移動 (移動速度~1-10m/s)
- 通信距離: 数m~数百m (有線ネットワークと組み合わせで世界中)
- テラヘルツ通信部分は見通し
- P2Pネットワーク

### データレート・遅延等:

- ダウンリンク: 10-100Gbps
- アップリンク: 制御回線のみ
- 遅延時間: 1ms以下。  
ネットワーク遅延時間に加えて、低遅延の映像処理も必要。
- セットアップタイム: 数ms以下

### 他の要求性能:

- データ・制御回線ともに高信頼性が求められる。低遅延との両立が必要。
- 遠隔操縦対象が移動の場合はビームトラッキング必要
- セキュリティ。ハッキング対策

### 細かなユースケースと特徴:

- 災害現場や危険箇所のロボット作業。
- 建設機械や農業機械の遠隔操縦。
- 現場や対象物の詳細な観察が不可欠。多数アレイ化されたカメラや音響トランスデューサの搭載等により得られる大容量データで、人の目視を上回る能力で対象の質感や内部構造を認識。
- 少子化や高齢化に伴うオペレータ不足を補いつつ、生産性を向上。
- 固定基地局の無いフィールドでは複数の中継用ドローンを介して現場から基地局までテラヘルツ波ビームをリレー伝送すればよい。これにより、少子化や高齢化に伴うオペレータの不足を補いつつ、生産性を向上させる。

**このユースケースを実現するには  
どの様なシステム・サブシステム構成で、どの様なアンテナ・IC・デバイスを使うか？  
また機器のパッケージ、アSEMBリ、熱などの問題は？**

# 通信の種類

※ユースケースDは特殊ケースなので後回し

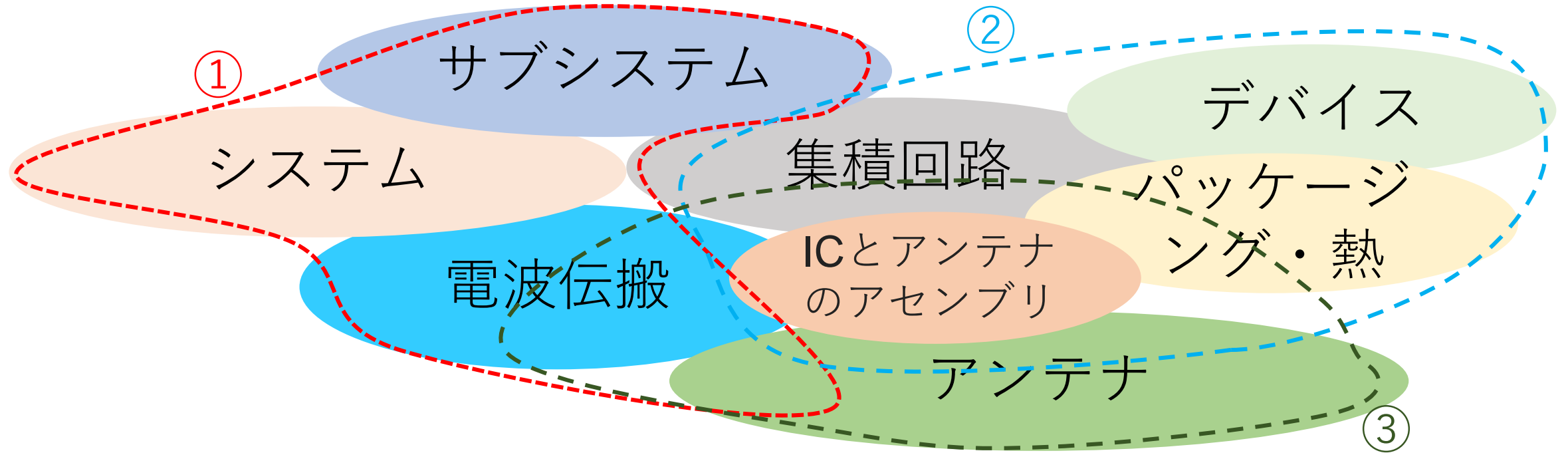
	データレート Up/Down	通信距離	送信電力	アンテナ 利得	通信形態	移動速度/ ビーム操作	遅延	消費電力	対応ユースケース
基地局間 (ビル間通信等)	~1Tbps (双方向)	数100m	~30dBm	40dBi	見通し	不要	<1ms		C-1
基地局間 (ドローン間)	~1Tbps (双方向)	10-数 100m	20- 30dBm	40dBi	見通し	移動後にリンク確立 必要	<1ms		A-1, C-1
基地局-新幹線	Down 0.1-1Tbps	10-数 100m	20- 30dBm	15dBi	見通し	数100km/h 不要	<1ms		C-1
固定基地局等 -携帯端末	10-100Gbps	数m-数 100m			見通し	1-10m/s 必要	<1ms		A-2
固定基地局等 -携帯端末	>100Gbps	1-10m		>30dBi	見通し+マルチパス	1-10m/s 必要	1ms		A-3
固定基地局 -装置・機器	10-100Gbps/ ~Mbps	1-20m	10dBm	40dBi	見通し	不要	<数ms		B-2, B-3, B-4
ドローン基地局 -携帯端末	10-100Gbps	~10m	20- 30dBm		見通し	必要	<1ms		C-1
ドローン基地局 -装置・機器	10-100Gbps	数m-数 100m			見通し	1-10m/s 必要	<1ms		A-1
サーバー間	~1Tbps (双方向)	1-数10m	5-30dBm		見通し	不要	<1ms		C-2
路車間	10-100Gbps/ 10-100Gbps	5-200m	~20dBm	30dBi	見通し	130km/h (相対速度) 必要	<数ms		B-1
車車間	10-100Gbps/ 10-100Gbps	5-200m	~20dBm	30dBi	見通し	40km/h (相対速度) 必要	<数ms		B-1

# 議論する技術とグループ分け（幹事案）

システム寄り



デバイス寄り



- 大雑把に3グループくらい作って個別に議論（極端に議論したい人が少ないグループは統合か後回しに）
- ①はトップダウンで、②・③はボトムアップ的に議論をする
- グループ間は重複があるが、①はシステム、②はIC・デバイス、③はアンテナをベースとして議論
- グループ間の議論・すり合わせは後回しとする。



# ① システムグループの議論（案）

	データレート Up/Down	通信距離	送信電力	アンテナ 利得	通信形態	移動速度/ ビーム操作	遅延	消費電力	対応ユースケース
基地局間 (ビル間通信等)	~1Tbps (双方向)	数100m	~30dBm	40dBi	見通し	不要	<1ms		C-1
基地局間 (ドローン間)	~1Tbps (双方向)	10-数 100m	20- 30dBm	40dBi	見通し	移動後にリンク確立 必要	<1ms		A-1, C-1
基地局-新幹線	Down 0.1-1Tbps	10-数 100m	20- 30dBm	15dBi	見通し	数100km/h 不要	<1ms		C-1
固定基地局等 -携帯端末	10-100Gbps	数m-数 100m			見通し	1-10m/s 必要	<1ms		A-2
固定基地局等 -携帯端末	>100Gbps	1-10m		>30dBi	見通し+マルチパス	1-10m/s 必要	1ms		A-3
固定基地局 -装置・機器	10-100Gbps/ ~Mbps	1-20m	10dBm	40dBi	見通し	不要	<数ms		B-2, B-3, B-4
ドローン基地局 -携帯端末	10-100Gbps	~10m	20- 30dBm		見通し	必要	<1ms		C-1
ドローン基地局 -装置・機器	10-100Gbps	数m-数 100m			見通し	1-10m/s 必要	<1ms		A-1
サーバー間	~1Tbps (双方向)	1-数10m	5-30dBm		見通し	不要	<1ms		C-2
路車間	10-100Gbps/ 10-100Gbps	5-200m	~20dBm	30dBi	見通し	130km/h(相対速度) 必要	<数ms		B-1
車車間	10-100Gbps/ 10-100Gbps	5-200m	~20dBm	30dBi	見通し	40km/h(相対速度) 必要	<数ms		B-1

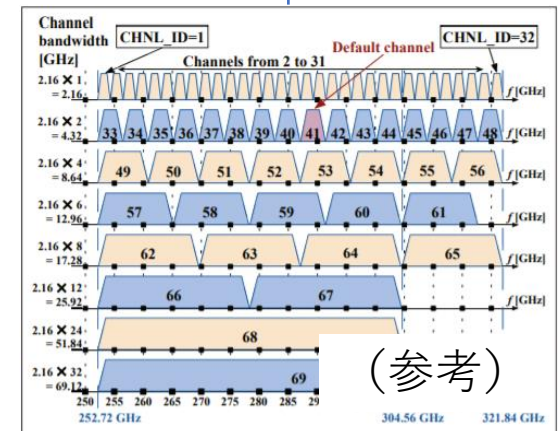
・ 議論が不十分なもの  
周波数帯、アロケーション、  
通信方式、チャネルモデリング、  
アンテナ (SISO/MIMO?)、  
利得、ビーム操作詳細、出力、  
消費電力 (効率)、など

- システム・サブシステム構成の詳細議論のため各通信で議論が不足している項目を挙げる  
(右上の“議論が不十分なもの”は参考としてください)
- それぞれの通信について担当者を決め、挙げた議論項目についてたたき台を作る (宿題)
- 次回それらに基きシステム構成を議論し、アンテナ・IC・デバイスへの要求性能を明確化する  
(通信分類の表を詳しくして埋めていくイメージ)

# ① システムグループの議論 (案)

	データレート Up/Down	通信距離	送信電力	アンテナ 利得	通信形態	移動速度/ ビーム操作	遅延	消費電力	対応ユースケース
基地局間 (ドローン間)	~1Tbps (双方向)	10-数 100m	20- 30dBm	40dBi	見通し	移動後にリンク確立 必要	<1ms		A-1, C-1

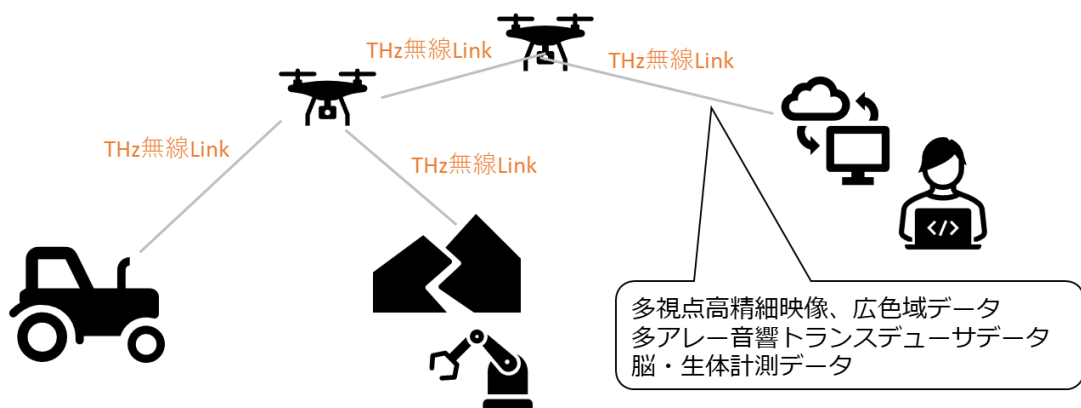
- 周波数帯とアロケーション ←
- 他の周波数帯との連携 (例 制御プレーン：マイクロ波、データプレーン：テラヘルツ波)
- 通信方式
- チャンネルモデリング (パスロス、見通し/マルチパス・・・)
- アンテナ (SISO/MIMO)
- アンテナ利得 (要求利得、低姿勢/パラボラ・レンズ、・・・)
- ビーム操作詳細 (フェーズドアレイ/機械式、操作時間、掃引角度・・・)
- 放射出力
- 消費電力 (効率)
- 価格
- . . . . .



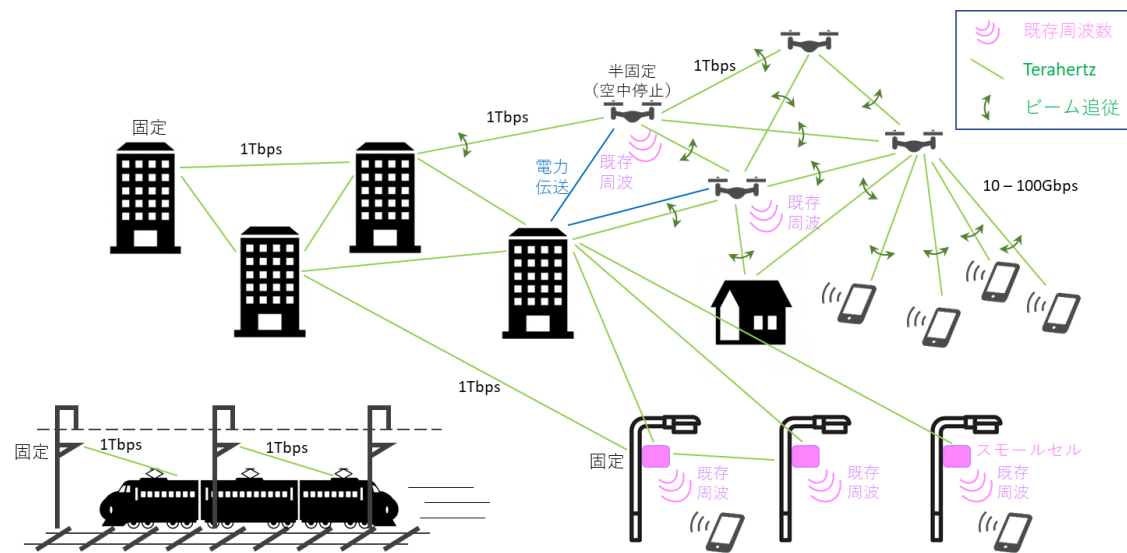
(議論の項目・順番は議論して決定。あくまで例なので適宜、追加・削除。)  
次回以降にまとめたシステム詳細を元にサブシステム構成を議論

## ②ICデバイスグループの議論（案）

### ユースケース A-1: 遠隔操縦（例）

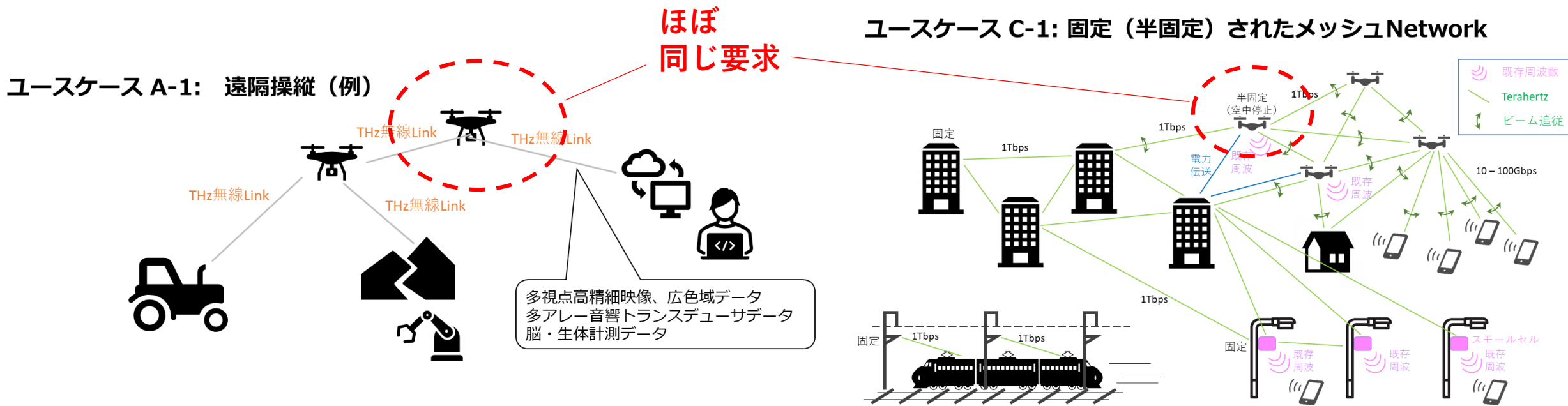


### ユースケース C-1: 固定（半固定）されたメッシュNetwork



- 通信の要求スペックに対して各デバイスが現状満たしている性能、これから必要となる性能、どうしても実現不可能なものなどを議論する

# ②ICデバイスグループの議論（案）



- 通信の要求スペックに対して各デバイスが現状満たしている性能、これから必要となる性能、どうしても実現不可能なものなどを議論する
- 別ユースケースでも同じ要求のものがあるのでそれはまとめる

## ②ICデバイスグループの議論（案）

	データレート Up/Down	通信距離	送信電力	アンテナ 利得	通信形態	移動速度/ ビーム操作	遅延	消費電力	対応ユースケース
基地局間 (ビル間通信等)	~1Tbps (双方向)	数100m	~30dBm	40dBi	見通し	不要	<1ms		C-1
基地局間 (ドローン間)	~1Tbps (双方向)	10-数 100m	20- 30dBm	40dBi	見通し	移動後にリンク確立 必要	<1ms		A-1, C-1
基地局-新幹線	Down 0.1-1Tbps	10-数 100m	20- 30dBm	15dBi	見通し	数100km/h 不要	<1ms		C-1
固定基地局等	10-100Gbps	数m-数			見通し	1-10m/s	<1ms		A-2

・  
・  
・

THz無線リンクを構成できる集積回路・デバイスは？ ←本日の議論、候補を挙げてもらう

データレートなどの要求に対する現状、将来見込み、日本の研究は？

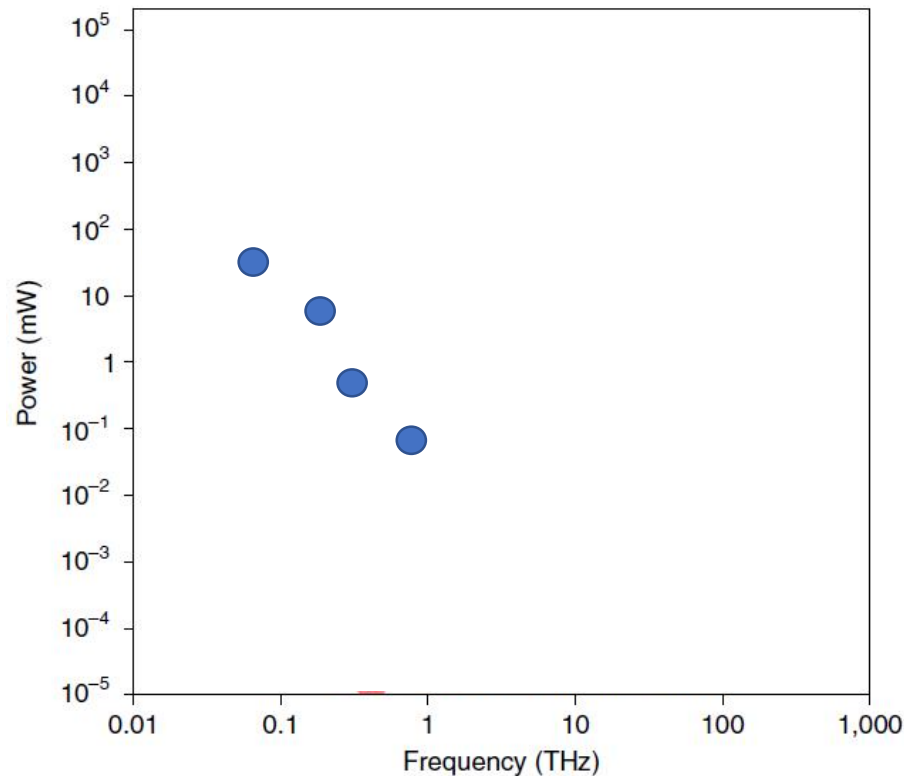
- ・ Si/SiGe集積回路（例） →
- ・ 化合物デバイス（例） →
- ・ 光差周波発生（例） →
- ・ . . .

（今回宿題：挙げてもらった技術について、担当を決め、各技術が現状満たしている性能をラフにまとめ、次回議論する。基本はすべての技術に可能性があるものとして扱い、選別はしない。）

ICとアンテナのアセンブリやパッケージング・熱についてはまだ取り扱わない。

# (宿題) Si集積回路 (例)

(例えば) 周波数と出力のグラフ



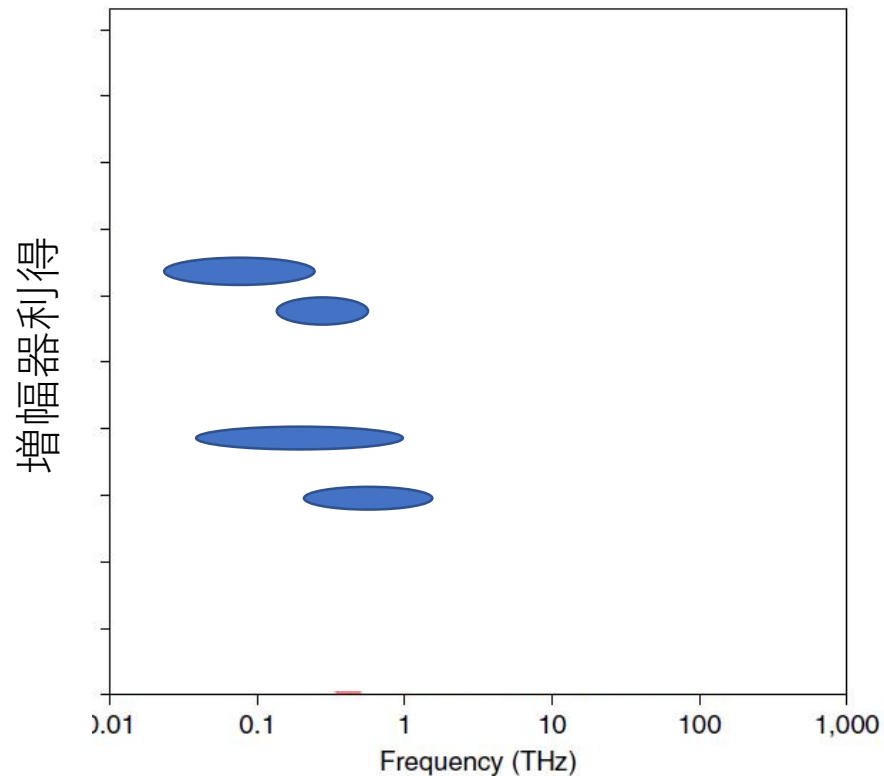
機能性まとめ

- ・ 対応可能な変調方式  
QAMのような複雑な変調が可能
- ・ アンテナ集積化  
オンチップアンテナ・ビームフォーミング可能
- ・ サイズ  
数100  $\mu\text{m}$ 角
- ・ 消費電力・効率  
.....
- ・ コスト  
.....

(あくまで例。技術ごとに挙げられるものは変わるし、項目などは増やしたり減らしたりしてOK。また、研究開発の行われている国をできる限り記載し、日本と諸外国との状況をはっきりさせる。)

# (宿題) 化合物集積回路 (例)

(例えば) 周波数と利得のグラフ



機能性まとめ

- ・ 帯域  
数GHz@~~GHz
- ・ サイズ  
数100  $\mu\text{m}$ 角
- ・ 消費電力・効率  
.....
- ・ コスト  
.....

(あくまで例。技術ごとに挙げられるものは変わるし、項目などは増やしたり減らしたりしてOK。また、研究開発の行われている国をできる限り記載し、日本と諸外国との状況をはっきりさせる。)

# ③アンテナグループの議論（案）

	データレート Up/Down	通信距離	送信電力	アンテナ 利得	通信形態	移動速度/ ビーム操作	遅延	消費電力	対応ユースケース
基地局間 (ビル間通信等)	~1Tbps (双方向)	数100m	~30dBm	40dBi	見通し	不要	<1ms		C-1
基地局間 (ドローン間)	~1Tbps (双方向)	10-数 100m	20- 30dBm	40dBi	見通し	移動後にリンク確立 必要	<1ms		A-1, C-1
基地局-新幹線	Down 0.1-1Tbps	10-数 100m	20- 30dBm	15dBi	見通し	数100km/h 不要	<1ms		C-1
固定基地局等	10-100Gbps	数m-数			見通し	1-10m/s	<1ms		A-2

・  
・  
・

THz無線リンクを構成できるアンテナは？ ←本日の議論、候補を挙げてもらう

指向性・ビームステアリングなどの必要対する現状、将来見込み、日本の研究は？

- ・導波管タイプ（例） →
- ・オンチップアンテナ（例） →
- ・レンズ・パラボラ（例） →
- ・ . . .

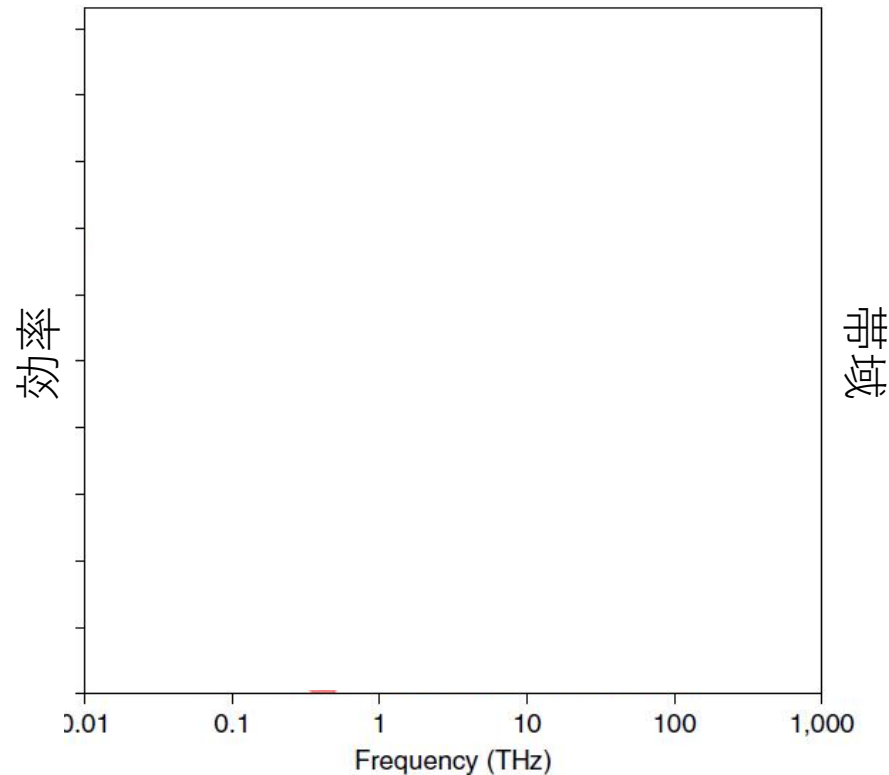
（今回宿題：挙げてもらった技術について、担当を決め、各技術が現状満たしている性能をラフにまとめ、次回議論する。基本はすべての技術に可能性があるものとして扱い、選別はしない。）

ICとアンテナのアセンブリやパッケージング・熱についてはまだ取り扱わない。



# (宿題) 導波管アンテナ (例)

(例えば) 周波数と効率・帯域のグラフ



機能性まとめ

- ・ 帯域  
数10GHz@~~GHz
- ・ サイズ  
.....
- ・ 効率  
.....
- ・ 信号源との集積化  
.....
- ・ ビームフォーミング  
.....
- ・ コスト  
.....

(あくまで例。技術ごとに挙げられるものは変わるし、項目などは増やしたり減らしたりしてOK。また、研究開発の行われている国をできる限り記載し、日本と諸外国との状況をはっきりさせる。)

# 自己紹介とグループ希望調査

※主査・副査以外順不同

氏名	所属	グループ
寶迫 巖	情報通信研究機構	
川西 哲也	早稲田大学	
安井 武史	徳島大学	
加藤 和利	九州大学	
岡田 健一	東京工業大学	
浅田 雅洋	東京工業大学	欠
笠松 章史	情報通信研究機構	遅
関根 徳彦	情報通信研究機構	
沢田 浩和	情報通信研究機構	
越智 厚雄	徳島大学	
枚田 明彦	千葉工業大学	
矢吹 歩	ソフトバンク	
松岡 薫	徳島大学	
佐久間 洋	キーサイト	
林 高弘	KDDI総合研究所	
松山 睦宏	住友ベークライト	欠
伊藤 弘	北里大学	
岡本 直哉	富士通株式会社	

氏名	所属	グループ
岡本 直哉	富士通株式会社	
中舎 安宏	富士通株式会社	
原 直紀	富士通株式会社	
鵜澤 佳徳	国立天文台	欠
尾辻 泰一	東北大学	欠
谷 正彦	福井大学	
眞鍋 秀一	キーサイト	
大谷 知行	理化学研究所	欠
多木 俊裕	富士通株式会社	
松村 武	情報通信研究機構	
永妻 忠夫	大阪大学	
安藤 真	東工大 名誉教授	遅
大槻 豊	京セラ株式会社	
恒次 創	総務省	
荒木 友愛	総務省	
鈴木 左文	東京工業大学	
齋藤 伸吾	情報通信研究機構	

①システム、②ICデバイス、③アンテナ

人数多いので自己紹介は30秒くらいでお願いします。

# 今日のグループ別議論の要点

- グループリーダー（仮）を決定

※グループ構成員が少ない場合は、適宜宿題を減らしたり、進行を遅くしたりする。

## ①システムグループ

- 各通信で議論が不足している項目を挙げ議論、各通信で担当を決定
- （宿題）各通信において挙げられた項目を埋める

## ②ICデバイス、③アンテナグループ

- THz無線リンクを構成可能なIC, デバイス, アンテナの候補を議論
- 候補として挙げられたIC, デバイス, アンテナそれぞれで担当を決定
- （宿題）各候補の現状のスペックをまとめてくる

ブレイクアウトルームに分かれて  
グループ別議論

16:XXまで

# 次回＋次々回の流れ

- 次回 9/16（金） 16:30～、次々回10/14（金） 16:30～
- 宿題の提出・報告
- グループ別に分かれ、個別の技術の議論（不足しているデータ、技術進展の見込みなどを議論）
- 議論内容の全体報告と宿題の設定

宿題ファイルは鈴木（safumi@ee.e.titech.ac.jp）に次回6GWG前に提出ください。ファイル共有サービス等で6GWGメンバーが閲覧可能なようにする予定です。