

Top-10 inventors in Sweden

Muhammad Kazmi	Ericsson	604
Beryt Lindoff	BeammmWave	506
Robert Baldemair	Ericsson	468
Iana Siomina	Ericsson	348
Stefan Parkvall	Ericsson	345
Icaro da Silva	Ericsson	336
Johan Rune	Ericsson	331
P-Schirwa-Bertling	Ericsson	322
Jari Vikberg	Ericsson	306
Fredrik Gunnarsson	Ericsson	304



BeammmWave

May, 2025

BeammWave 会社概要

ミリ波システムの技術を熟知した専門集団
デジタルビームフォーミングの技術開発

設立：2017年

本社：スウェーデン (ルンド)

拠点：カナダ、イギリス、台湾、日本

社員：25+

マネージメントチームの経歴：

-Ericsson

-CSR

-Cypress Semi

-Infineon

-Dallas Semi

製品：

-RFチップ

-デジタルIP

-アルゴリズム

ターゲット市場：

-5G/6G/mmWave/cmWave

-スマートフォン

-CPE

-小型基地局

-NTN



5G現在の問題

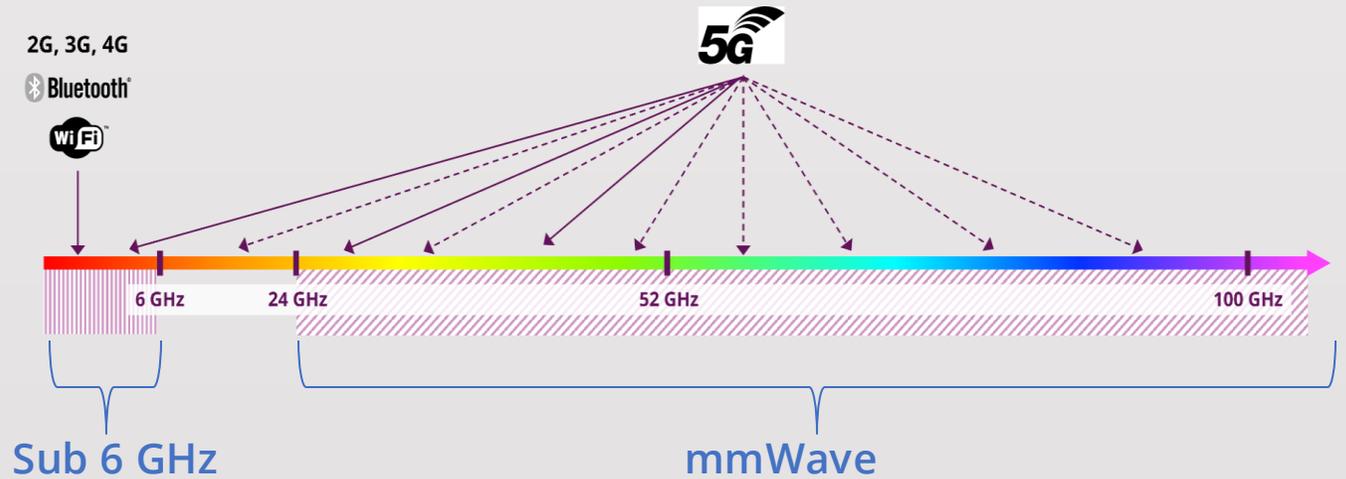
-Sub6は通信容量が今後逼迫する

-mmWave帯域使用の課題

-現在のmmWaveスマートフォンソリューションには普及のための障害があります

- アップリンク カバレッジ
- 不要なハンドオーバーが多い（移動中に基地局を切り替える）
- モビリティの問題（端末と基地局の接続性）
- 高い導入コスト
- スマートフォンを持ったところのアンテナは電波がブロックされる

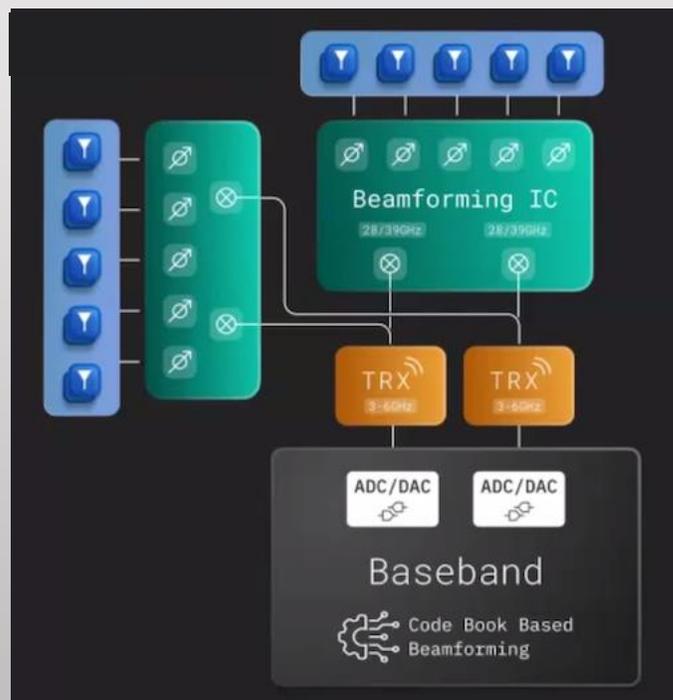
*これらの障害は、**アナログビームフォーミング技術に起因**し、mmWaveの巨大な帯域を有効に活用出来ていない



アナログ vs デジタルビームフォーミング

Analog

- Combining @ mmW
 - > データ損失大きい, LoS channelのみ対応
 - > ビームスイープが必要 => 遅いビームスイープ、1方向のみ
 - > アンテナのパネル化(スマートフォンでは場所を取る)
- インプリの課題
 - > Two step down conversion (cost)
 - > 内部は3GHz動作、制約が大きく、複雑なシステム設計

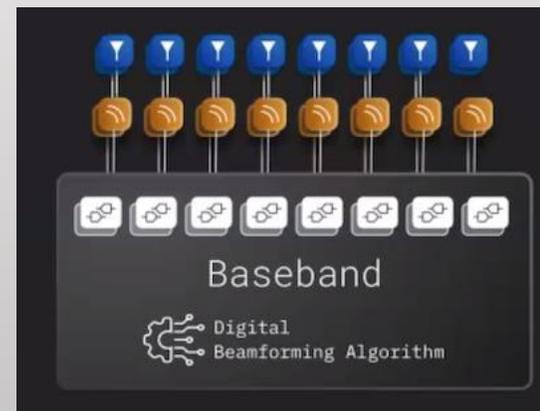


- Low BB /IF rate (~1)
- Low BB processing (~1)

Textbook Digital

- Combining in digital BB processor
- データ損失なし
 - > nLoS channels扱う
 - > ビームスイープなし、高速ビームトラッキング
- Very High Complexity
- Vhigh BB /IF rate ($\sim N_{ant}$)
- Vhigh BB processing ($\sim N_{ant}$)

$N_{ant} \sim 8-64$



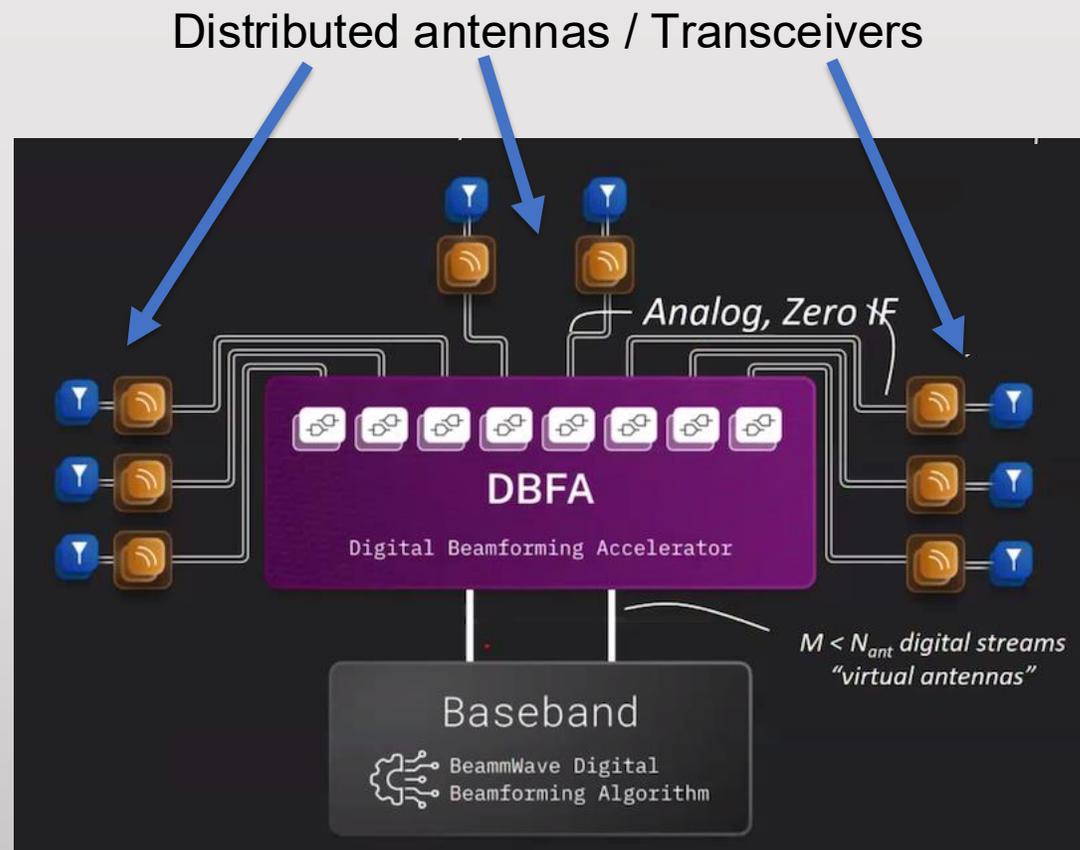
BaseBandのデータ処理膨大、システムが複雑で高価になる

BeamWave社のデジタルビームフォーミングアーキテクチャ

“ミリ波のビームフォーミングはシステムデザイン – *not radio design*”

- アンテナパネル不要
- ビームフォーミング不要
- コードブック不要
- nLOSサポートとマルチビーム
- アナログ方式より50%高いミリ波容量

- 低コスト & 低消費電力
- Distributed antennas → 自由な配置と省スペース
- Distributed transceivers → 少ない発熱の問題
- 拡張可能なハードウェア
 - スマートフォン、FWA、小型基地局

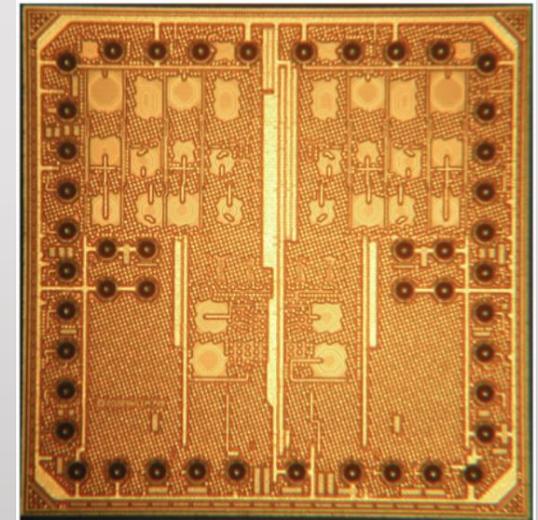


DBFA - 重要な情報を失うことなくデータレートを圧縮

BeammWave社の独自のRFチップ

BeammWave社の技術

- デュアルトランシーバー
 - 実装のフットプリント50%削減
 - 24 - 29.5GHz (n258, n257/261)
 - 37 - 40GHz (n260)
- ゼロIF I/Qインターフェース
- 分散アーキテクチャ
- 優れたパフォーマンス
- エネルギー効率200%向上
- システム統合の容易さ



Die : 1.25 x 1.25 mm

ビームスウィープは不要

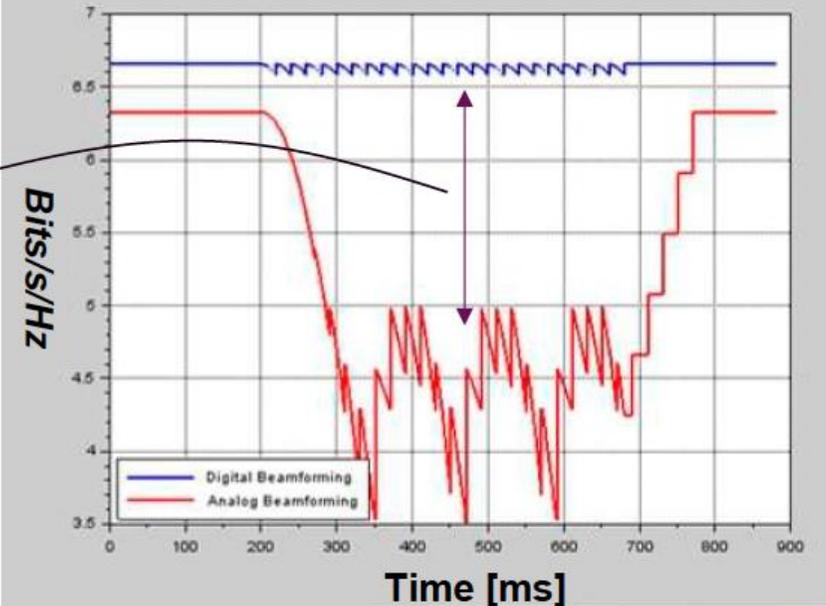
- アナログビームフォーミング
 - 無線合成により情報損失
 - ビームスウィープが必要 → 追跡速度が遅い
- デジタルビームフォーミング
 - ビームスウィープは不要 → 追跡速度が速い

ビームトラッキングの速度が遅いため、高速移動時にはアナログBF信号強度が低下します。

5Gでは、デバイスはより低い周波数帯域（6GHz未満）にハンドオーバーされるため、通信事業者にとっては、容量が制限された6GHz未満のキャリアからミリ波へのオフロードができなくなります。

Digital BF ■
Analog BF ■

スマートフォンをピックアップした時のケース



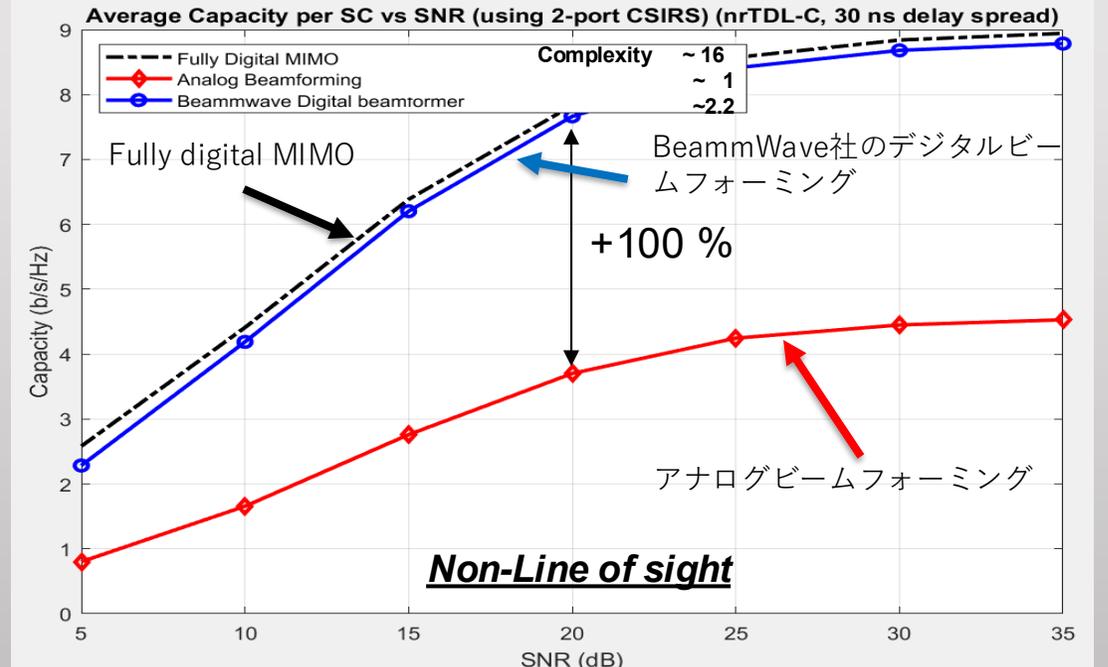
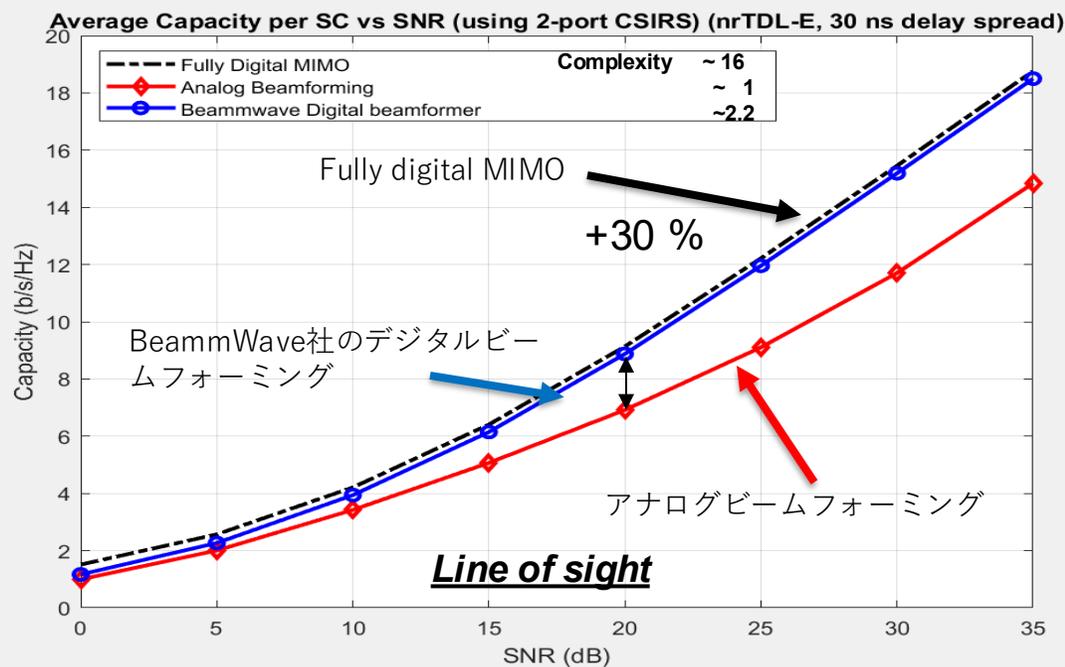
BeammWave社のミリ波デジタルビームフォーマの性能

「脅威的なデバイスのパフォーマンスを実現」

- UE with 16 antennas
- Propagation channel: Dominant LoS (NR TDL-E^[1])

- UE with 16 antennas
- Propagation channel: non-LoS (NR TDL-C^[1])

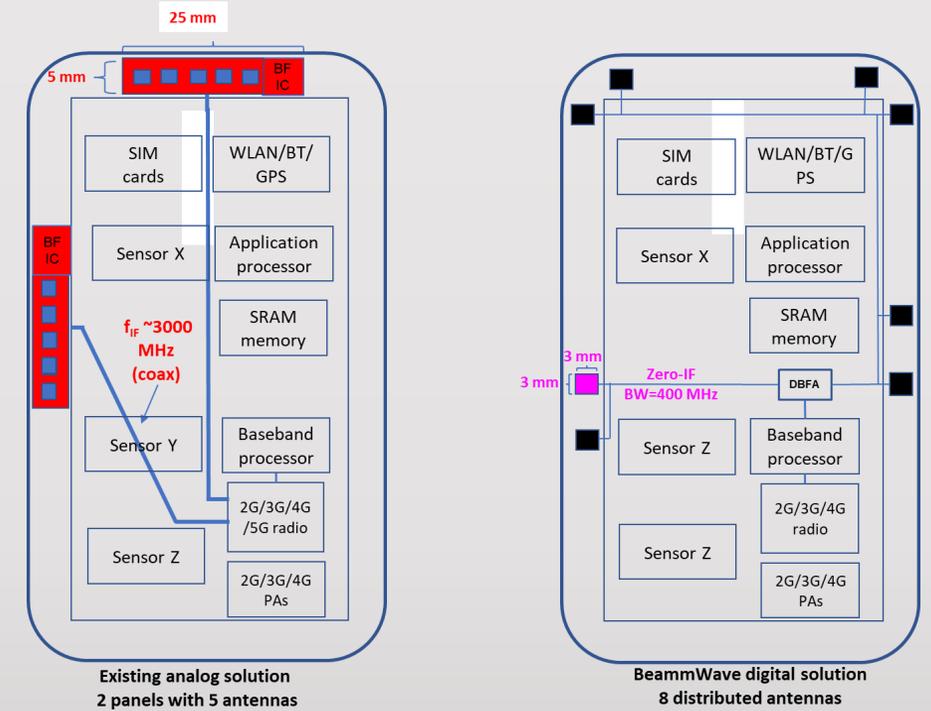
[1] 3GPP TR 38.901 V17.0.0, clause 7.7.2



デジタルビームフォーミング – mmWave 容量増加 50% !

BeamWave社の優れたデジタルmmWaveアーキテクチャにより

- mmWave 帯域の使用率が 50% 増加
- アップリンクとダウンリンクのスループットが 50% 向上
- サブ 6 GHz 帯域と同等のモビリティ性能
- アンテナ/RFモジュールからの通信バンド幅400MHz



例 : 3GPP Urban Micro – 混雑する街でのシミュレーション結果*

セクター全体の平均	mmWに接続されたセクター内の端末数	改善率	DLセクターのスループット (Mbit/s)	改善率	ULセクターのスループット (Mbit/s)	改善率
現在のアナログ mmW ソリューション	46%		817		76	
BeamWave デジタル mmW ソリューション	72%	+57%	1190	+46%	120	+58%



* Based on simulations assuming 3GPP models

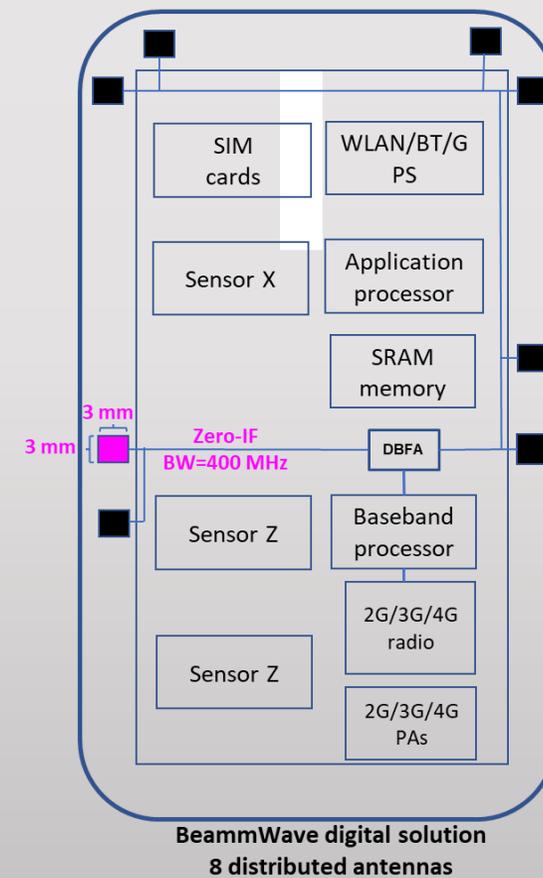
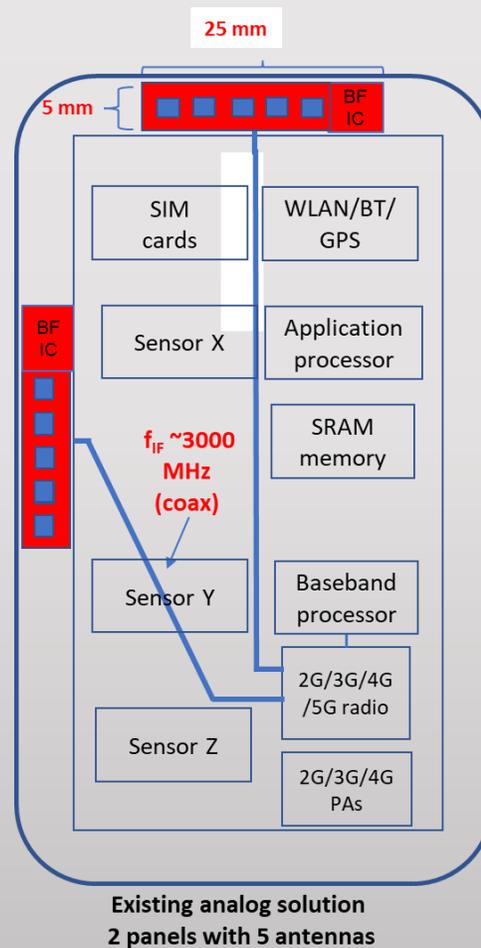
Distributed Antenna → 自由な配置、少ない設置面積

アナログビームフォーミング:

- 25 x 5 mmのアンテナパネルが必要
- 配線は約3GHzの信号 (同軸)
=>スマートフォンのフォームファクタへの搭載が困難

• BeamWaveデジタルビームフォーミング:

- 分散型アンテナ (3 x 3 mm²)
- スマートフォンのPCB部品の配置が容易
- サブGHzの信号の配線
- 低コストのPCBで実現可能



FWAでnLoSカバレッジを200m拡張！

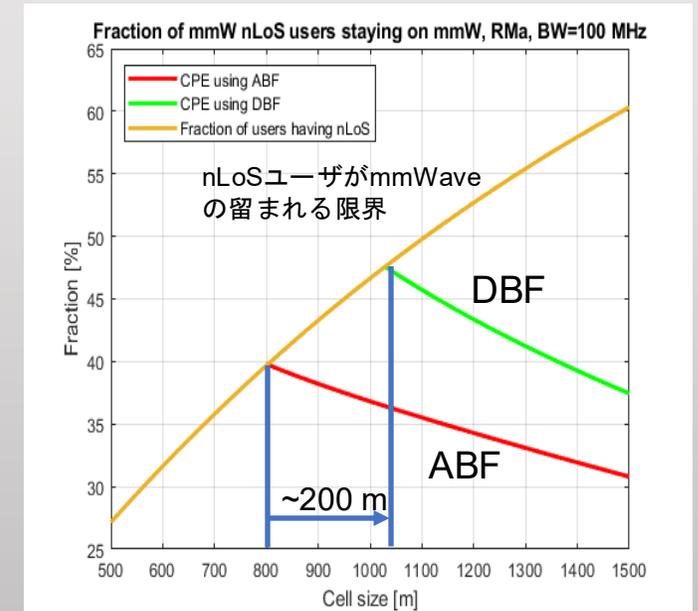
BeamWave社の革新的なデジタルmmWaveアーキテクチャにより実現

- mmWave帯域のFWA向けで、200mのnLoS カバレッジを拡張*
- FWAのユーザがnLoSでのアップリンクおよびダウンリンクのスループットを30% 向上*



Example: 3GPP Rural Macro – Cell size=1km (ISD=2k), nLoS users
28 GHz, BW=100 MHz,

Average over sector nLoS households	nLoSミリ波を受信する世帯	nLoSミリ波を受信し続ける世帯 (アナログではsub6へ切替わる)	DL セクターのスループット (Mbits/s)	改善率	UL セクターのスループット (Mbit/s)	改善率
Current analog mmW solution	47%	78%	120		36	
BeamWave digital mmW solution	47%	>99%	158	+31%	48	+33%



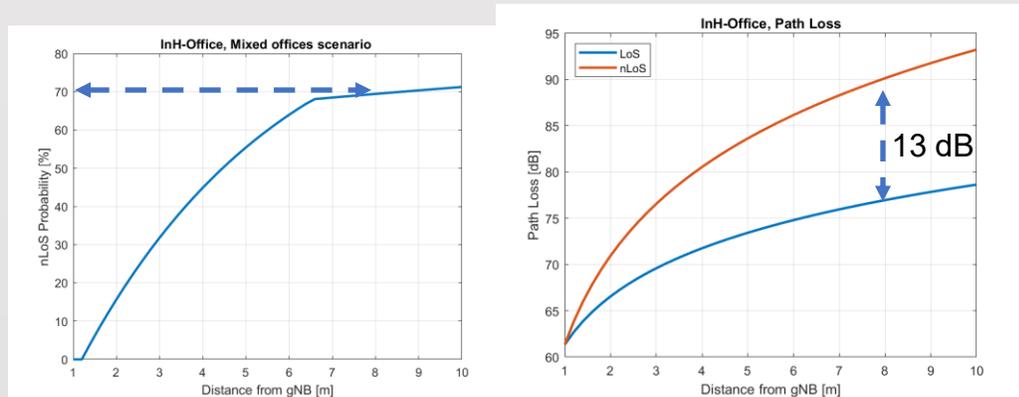
* Based on simulations assuming 3GPP models

BeamWave社のソリューションでスケジューリングの柔軟性が向上

- オフィスなどの屋内では即座にnLoSが発生！
 - 70% nLoS users @ d=8 m*, ~13 dB higher path loss
- 分散型トランシーバを備えたデジタルビームフォーミング
 - 他方向への同時通信
 - キャパシティの改善
 - 様々なチャネル条件に対応するための適切なアンテナ数

例)

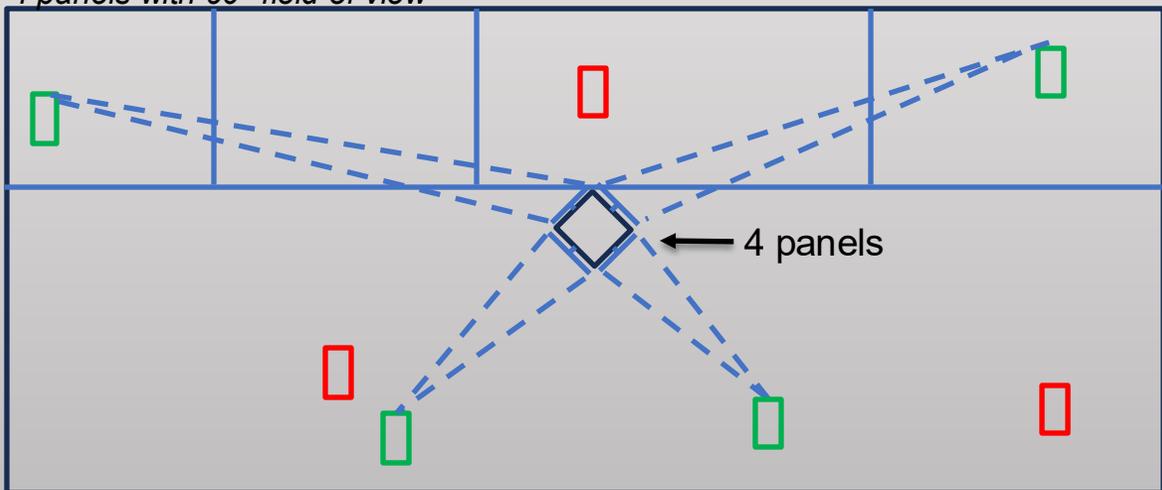
A (LoS, d=8) : $N_{ant} = 12 \times 2$, TX EIRP ~ 28.5 dBm,
 B (nLoS, d=8): $N_{ant} = 3 \times 2$, TX EIRP ~ 15.5 dBm,
 => AとBは共に同じスループットを達成します！



* 3GPPモデルを想定したシミュレーションに基づく

Analog:

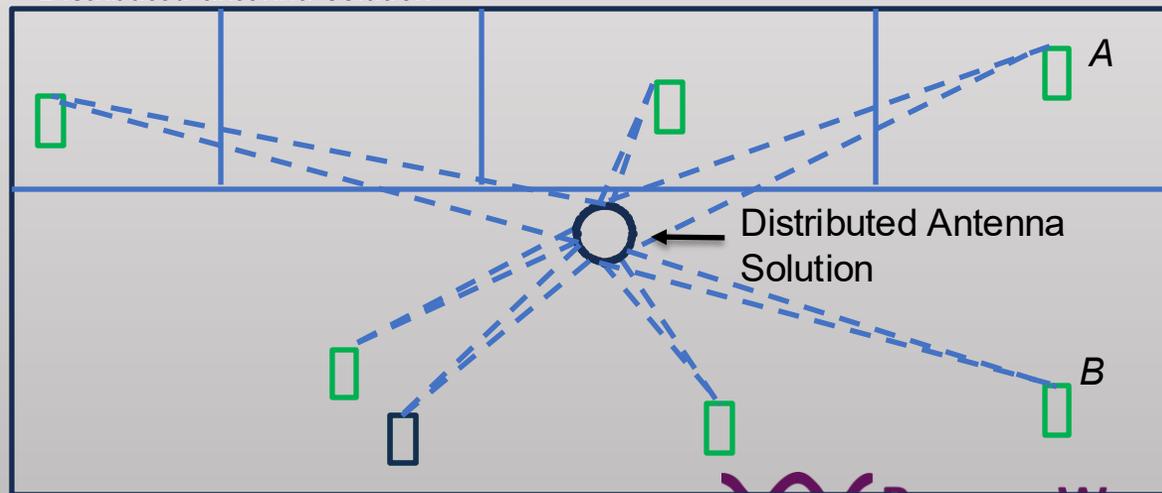
4 panels with 90° field of view



各方向で1人のユーザーのみをスケジュール

Digital:

Distributed antenna solution

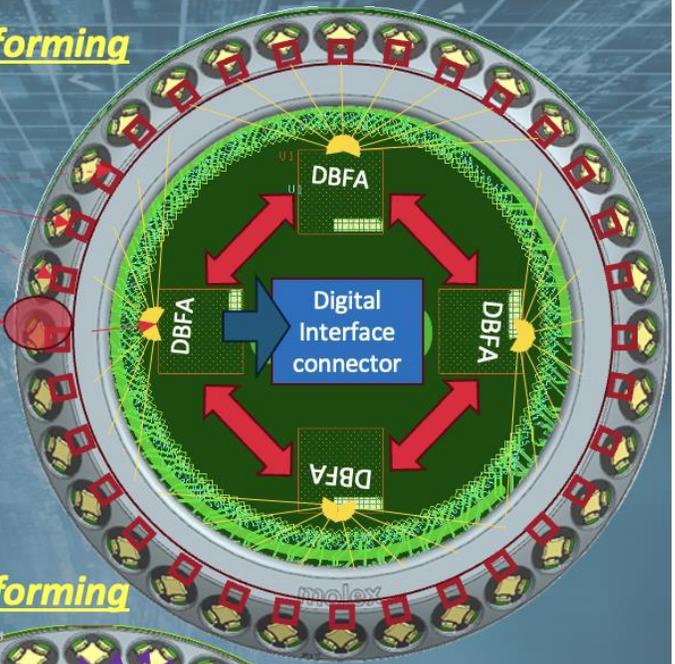


複数の方向と可変数のアンテナでの同時スケジューリング

MODULE COMPARISON

Digital Beam forming system

BF Chip
mmWave Signals
Zero IF
Digital



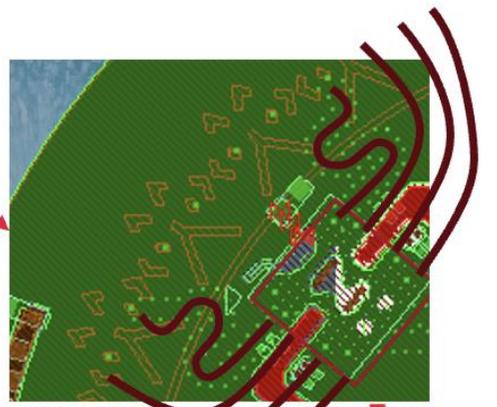
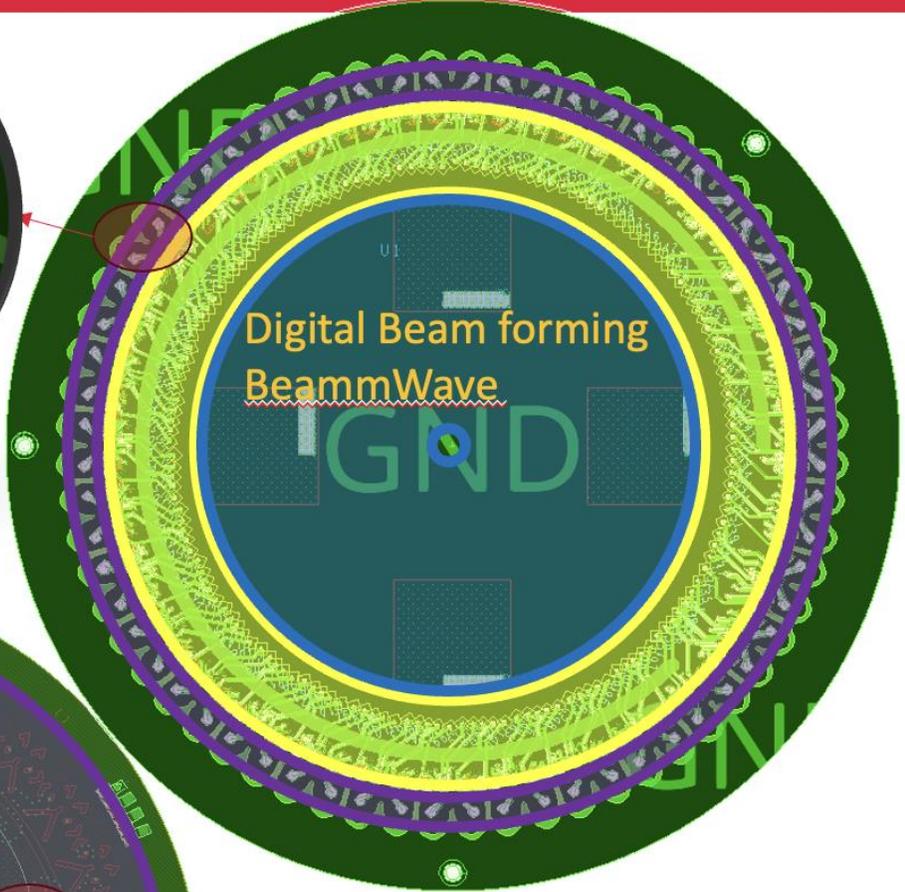
Analog Beam forming system

BF Chip
Up/Down converter
Transceiver



Signal types area:

-  mmWave Signals
-  Zero IF
-  Sub 10GHz RF
-  Digital



MODULE COMPARISON

Overall Description

- **BFIC**
 - BeamWave : 32
 - Analog BFIC : 8
- **Up/down converter or DBFE**
 - Analog : One for 4 BFIC → Total : 2 Up/Down converter
 - BeammWave : one for 8 BFIC → Total 4 DBFE

Connection Description

Antenna		BFIC <u>BeammWave</u>			DBFA <u>BeammWave</u>		
input	Type	output	Input	Type	output	Input	
<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u>	Zero IF	Zero IF	Zero IF	Digital	

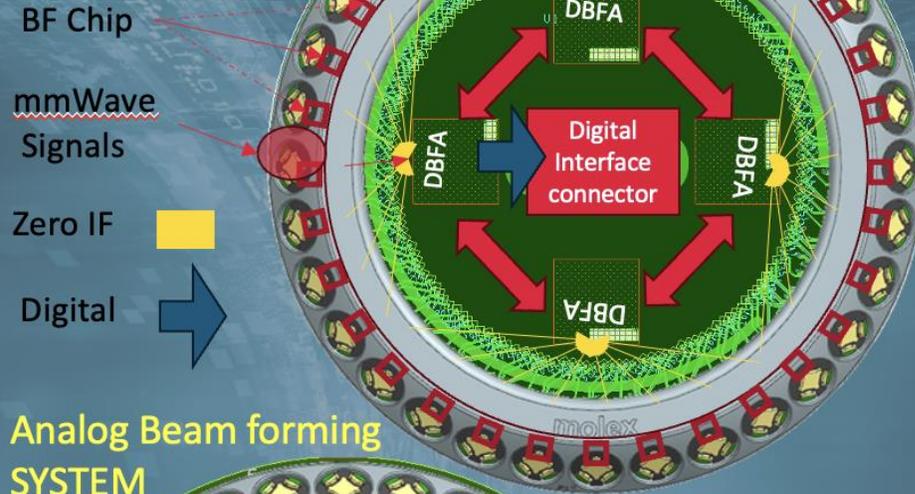
- mmWave Signals
- Zero IF
- Sub 10GHz RF
- Digital

Antenna		BFIC Renesas			Up/Down Renesas			Transceiver	
input	Type	output	Input	Type	output	Input	Type	Output	Input
<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u>	<u>mmWave</u> Power Splitter	<u>mmWave</u>	Sub6 GHz	Sub6 GHz	Sub6 GHz	Digital

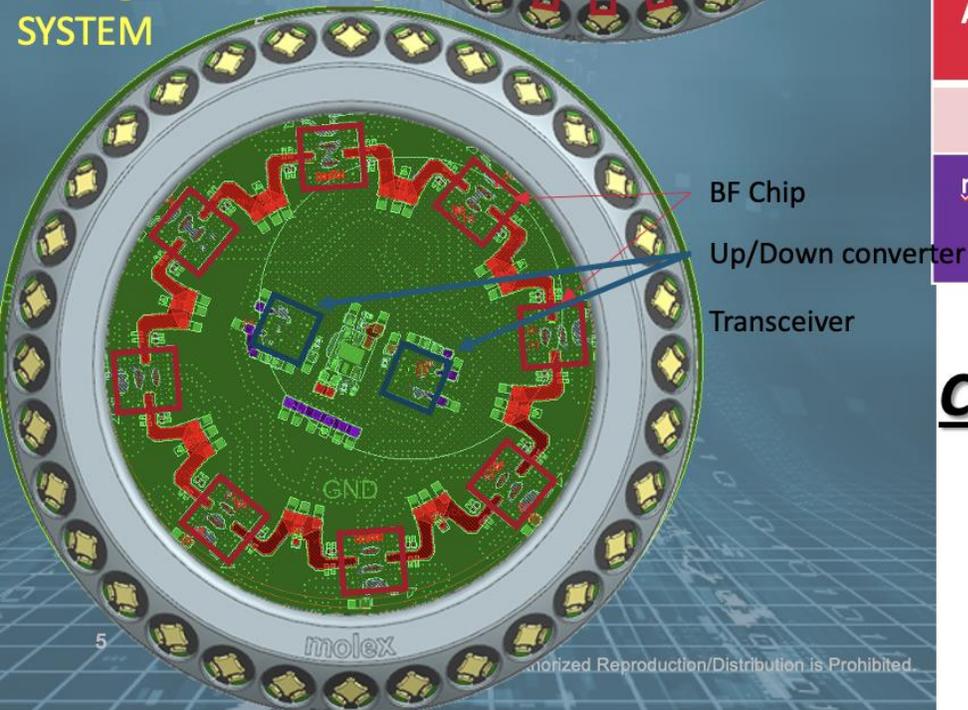
Conclusion

System Type	PCB	IL	Design
Analogue	Complex and expensive Due to <u>mmWave</u> connection	Very long line Due to simple BFIC with multiple RF	Complex <u>mmWave</u> connection
<u>BeammWave</u>	Simple PCB design Low Cost	Very Short line Due to one BFIC for each antenna	Very simple due to connection type

Digital Beam forming SYSTEM



Analog Beam forming SYSTEM



まとめ

- 現在のアナログビームフォーミングではmmWaveの実力を発揮出来ない
- BeammmWave社は、mmWaveを熟知した専門集団でシステムでソリューションを提供出来る
- 独自のデジタルビームフォーミング技術と自社開発のRFチップでmmWave機器のパフォーマンスを向上
- 幅広いmmWave機器への適用

スマートフォン、CPE、小型基地局、NTN

BeammWave – System Solutions for 5G mmW



Follow us on
LinkedIn



Visit our site
[Beammwave.com](https://beammwave.com)

Contact :
sakuuchi@beammwave.com
090-4742-3648

