



非線形マルチユーザMIMO技術

～高効率ブロードバンド移動通信の実現に向けて～

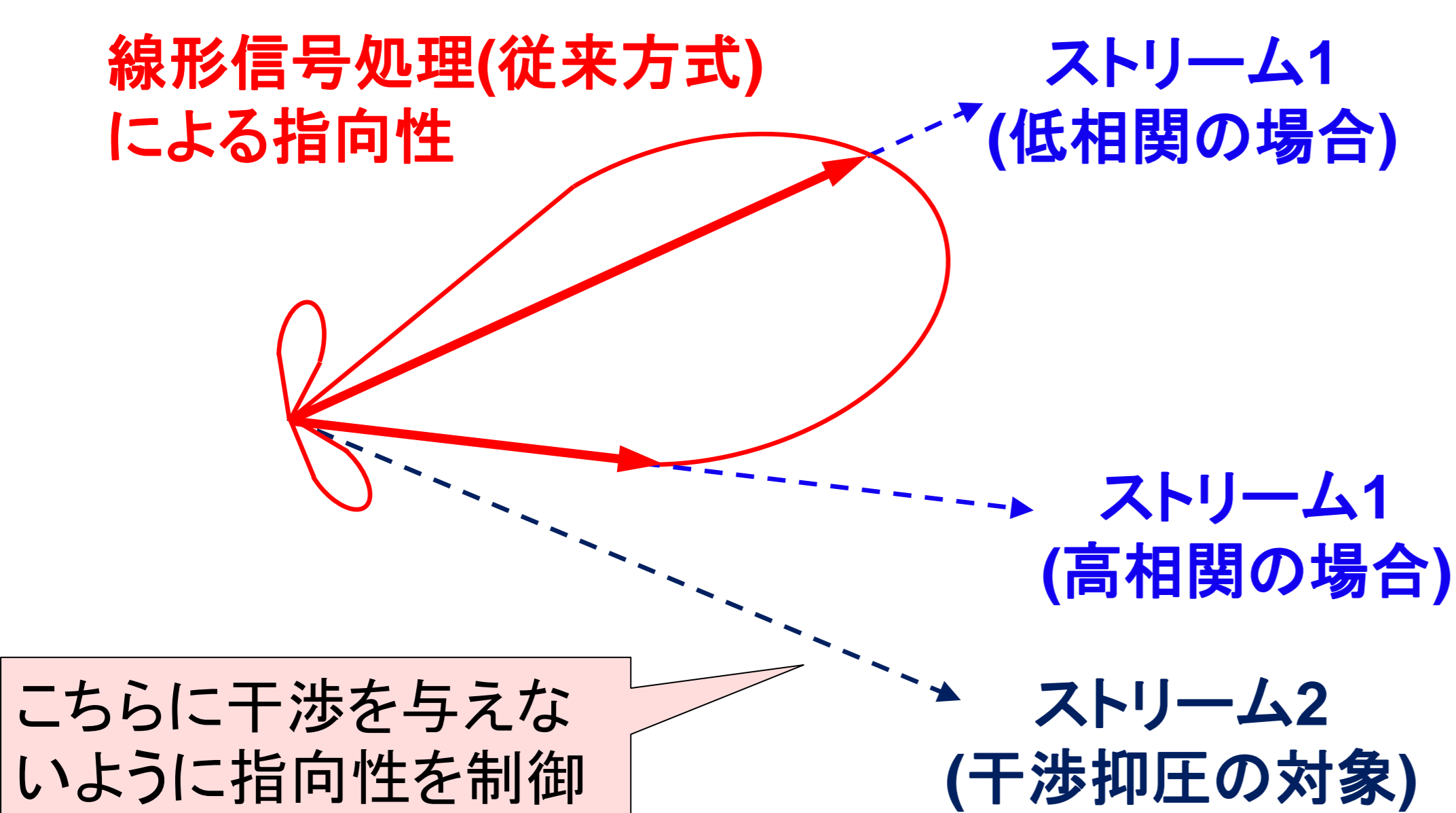
背景と目的

携帯電話や無線LANでは、スループット向上のため、複数のアンテナを用いて空間多重を行うMIMO技術が適用されています。しかし、従来の線形信号処理によるMIMOでは、電波反射物の少ない見通し環境では十分な性能が得られない問題がありました。本研究では、見通し環境を含めたより広範な伝搬環境で高いスループット性能を実現する非線形信号処理を用いたMIMO技術を提案します。

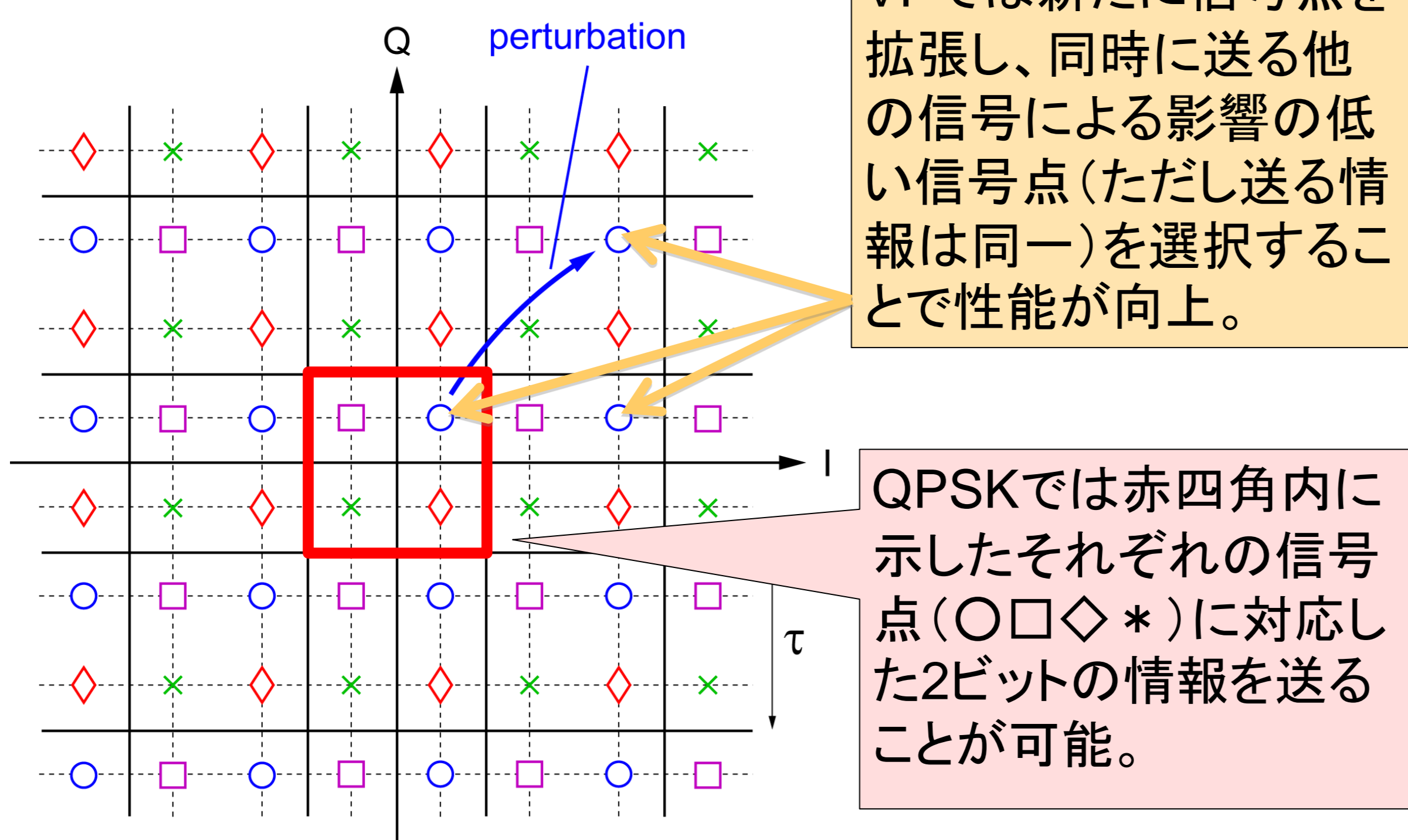
特徴

- 複数ユーザの信号を空間多重することで電波を有効利用
- 非線形信号処理(VP)により広範な伝搬環境でアンテナ数に応じた高いスループットを実現
- 特に電波反射物の少ない見通し環境でのスループット特性を改善
- 端末移動時の性能劣化耐性を向上

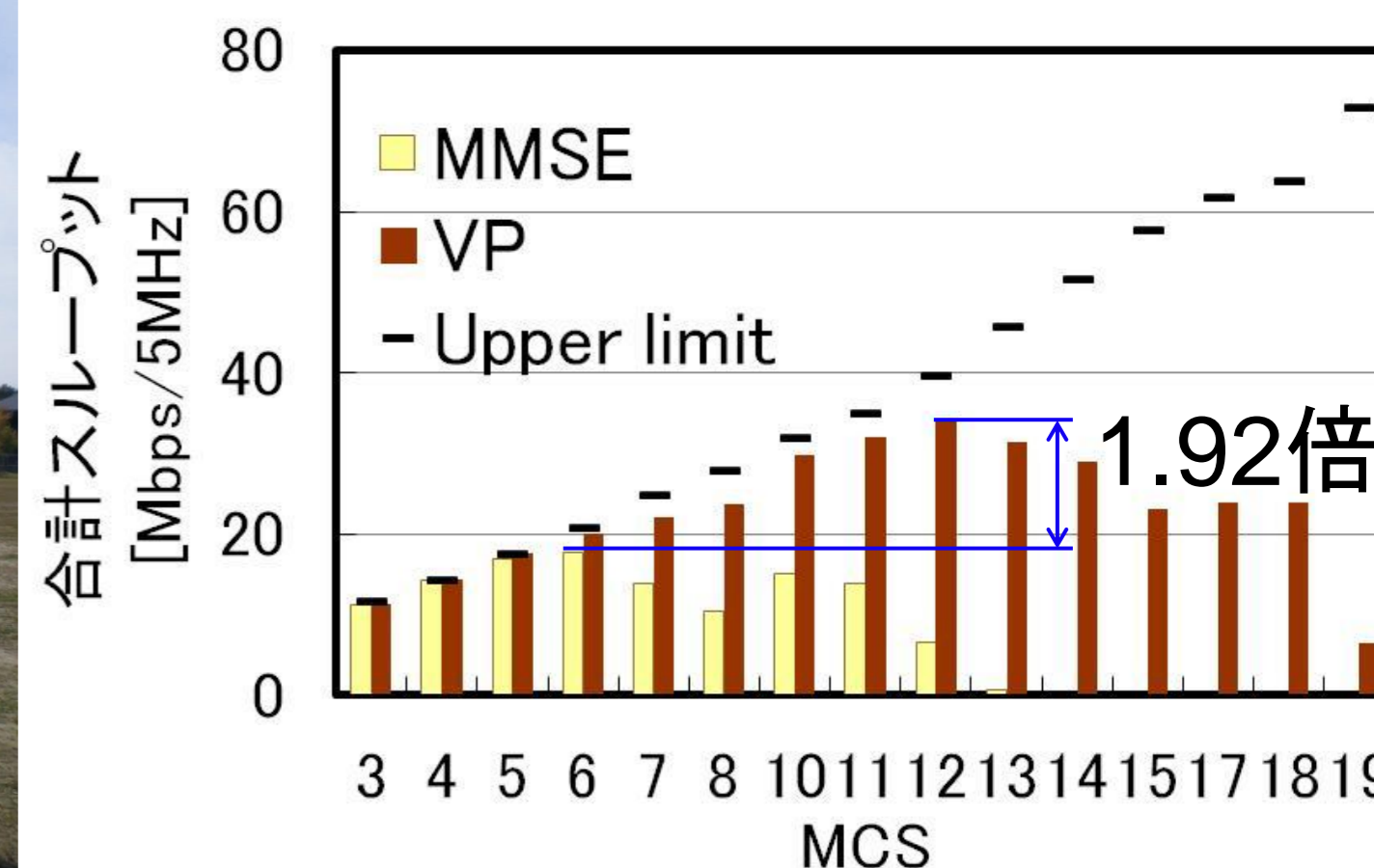
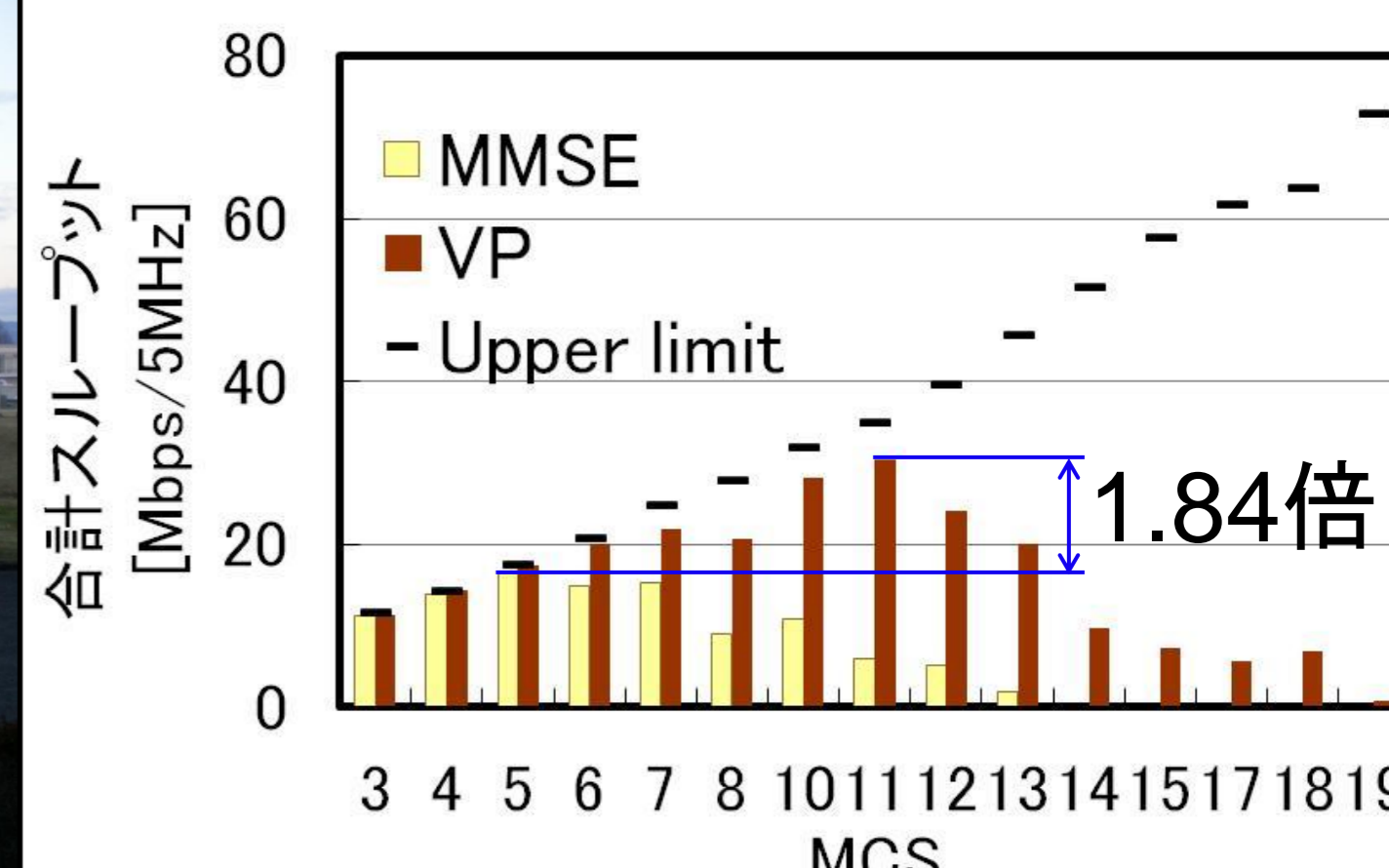
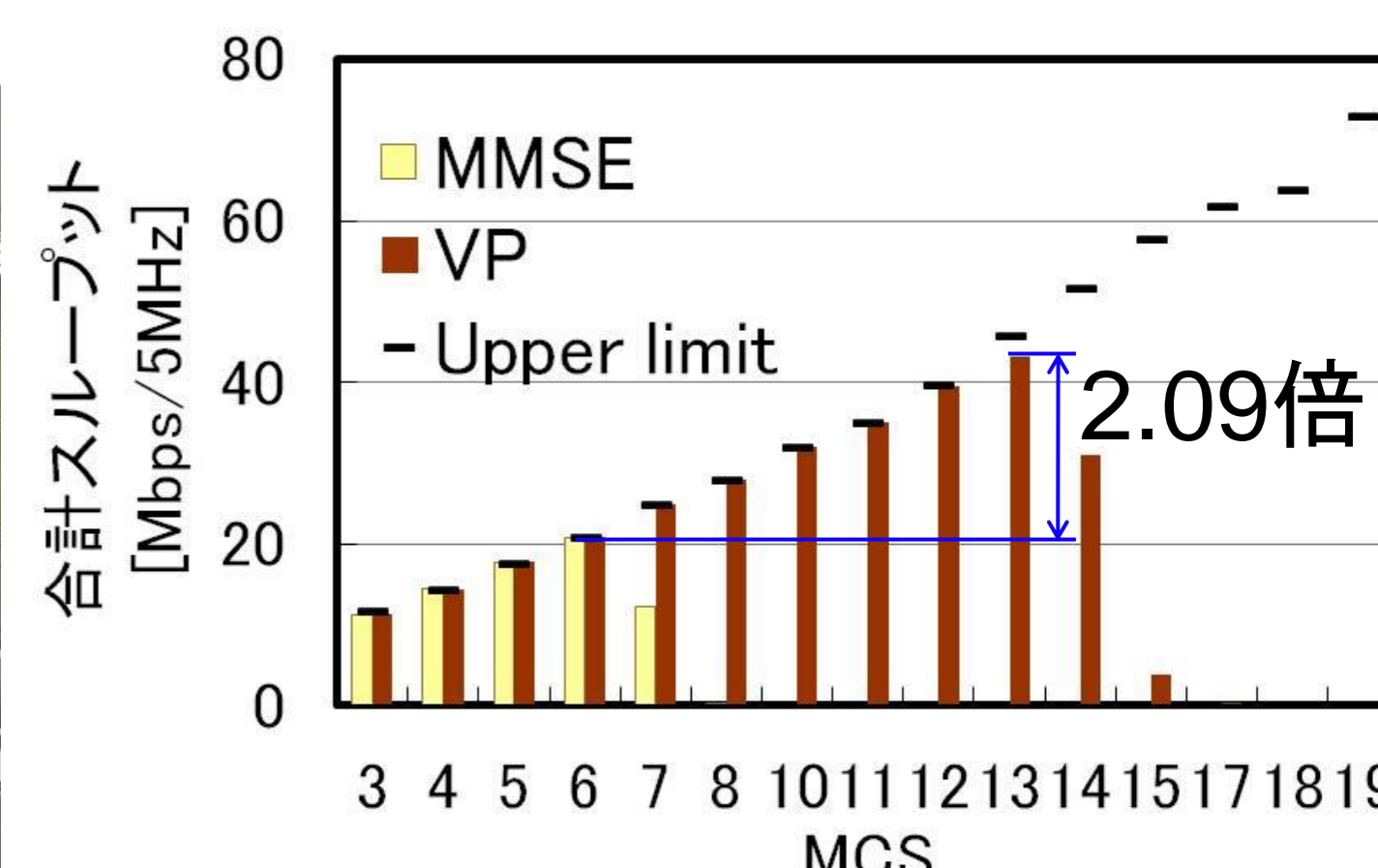
従来のマルチユーザMIMOでの問題点



VPによる拡張信号点の例 (QPSK 変調)



従来比約2倍の周波数利用効率を各種フィールド実験により実証済

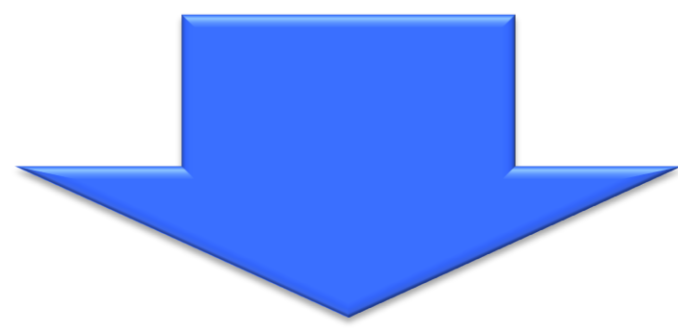


今後の展開

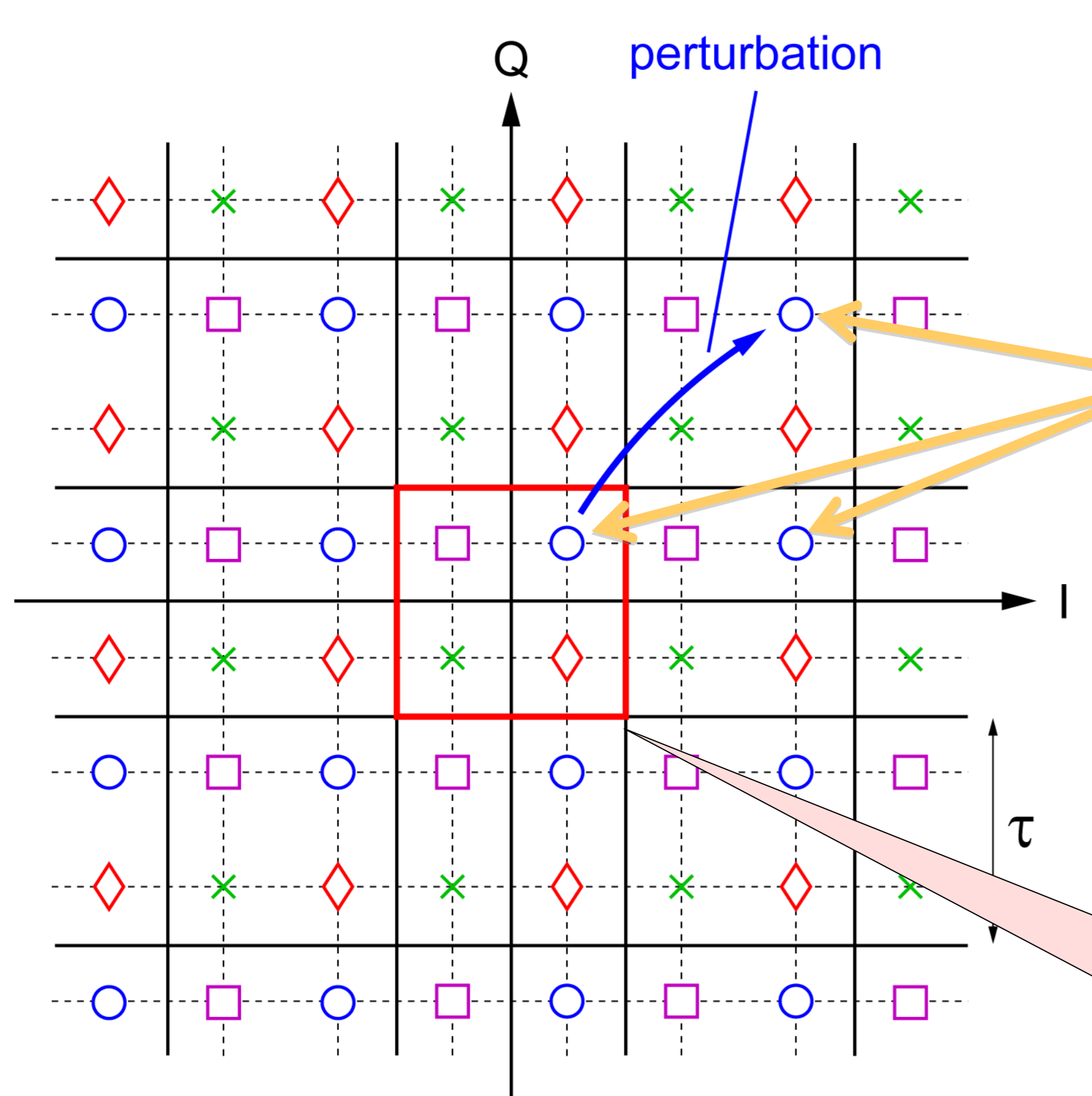
移動通信システムとして国際標準化への提案や実用化に向けた取り組みを進めるとともに、高効率信号多重化技術としての応用展開をめざしています。

Vector Perturbation (VP) に基づく非線形マルチユーザ MIMO

- 送信シンボルの信号点を拡大
プリコーディング後の送信信号電力が最小になるように拡大信号点候補(通常の信号点を I/Q 平面上に複数回並べたもの)からひとつ選択します。
- 受信側ではモジュロ演算を用いて、拡大信号点を通常の信号点に変換して復調



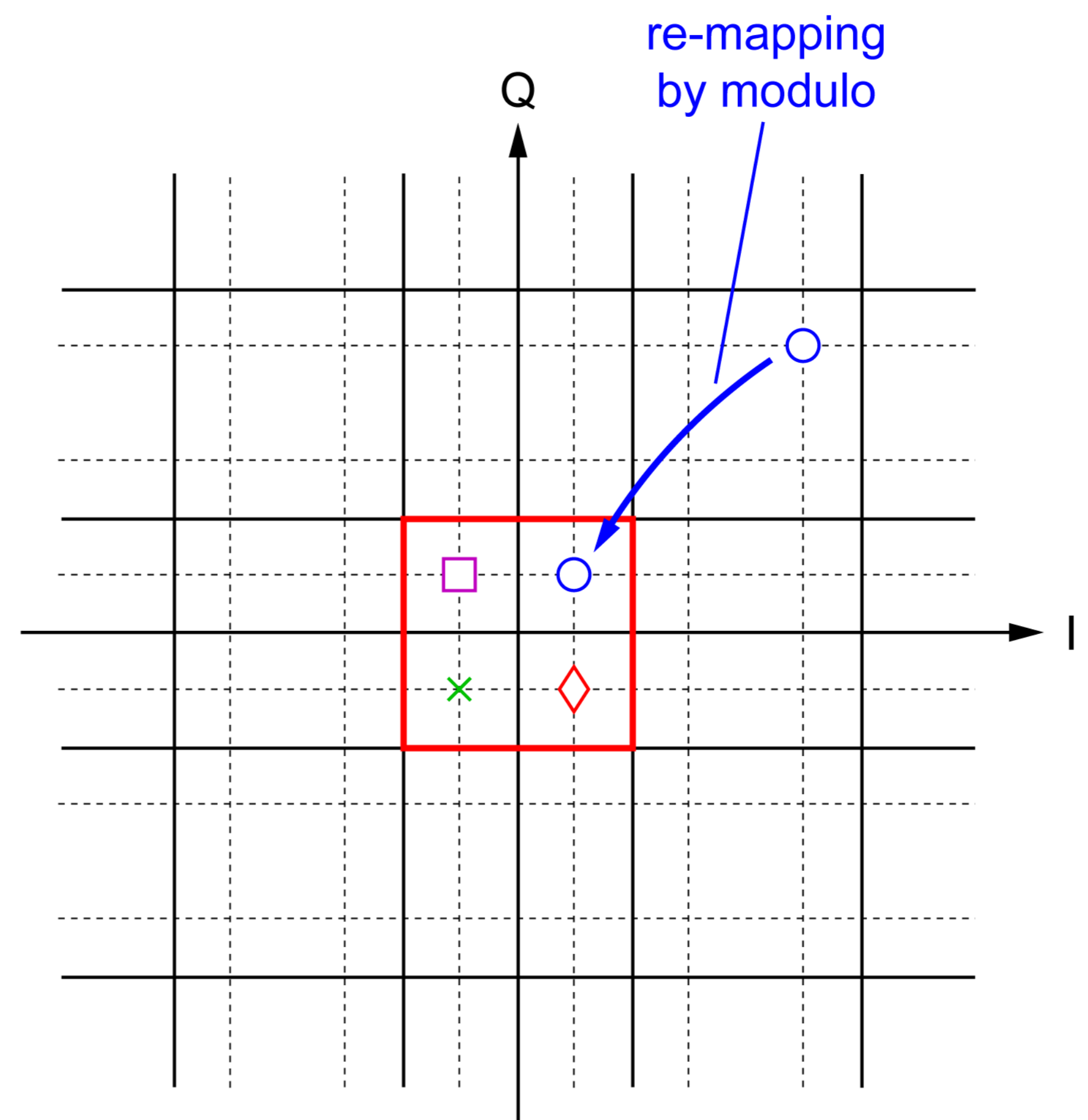
線形マルチユーザ MIMOと比べて高い電力効率(受信SNR)を実現



VPではどの信号点を送信しても同じ情報を送ることになりますが、同時に送る他の信号点による影響の低い信号点を選択することで性能が向上します。

QPSKではそれぞれの信号点(O□◇*)に対応した2ビットの情報を送ることが可能です。

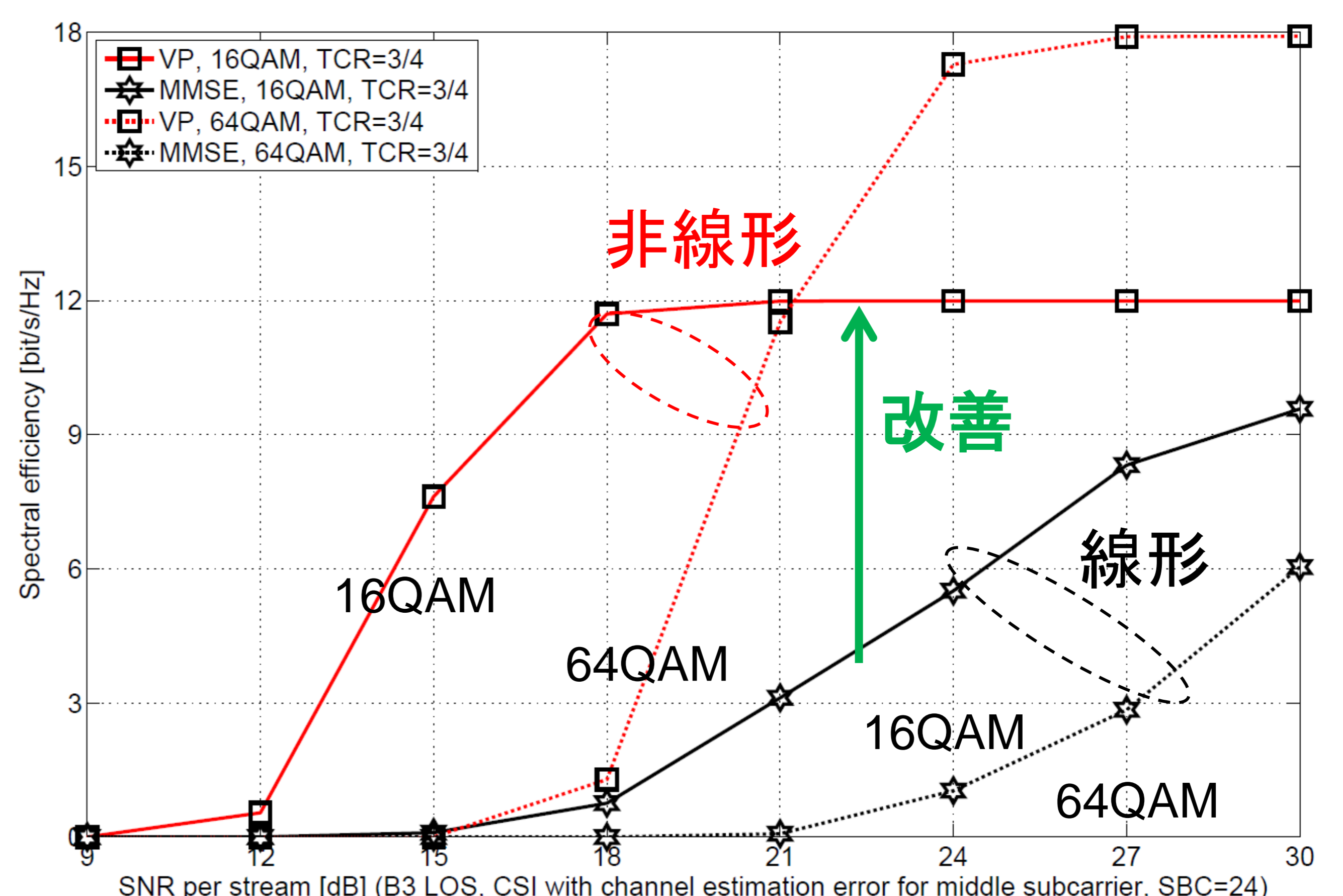
拡大信号点の例 (QPSK 変調)



受信側 modulo 処理の例

計算機シミュレーションによる性能評価

- 1 送信機・8 送信アンテナ
- 4 受信機・各 2 受信アンテナ
- 8 ストリーム伝送
- 16QAM/64QAM 変調
- Turbo 符号 (符号化率: 3/4)
- 室内ホットスポットを想定した伝搬路

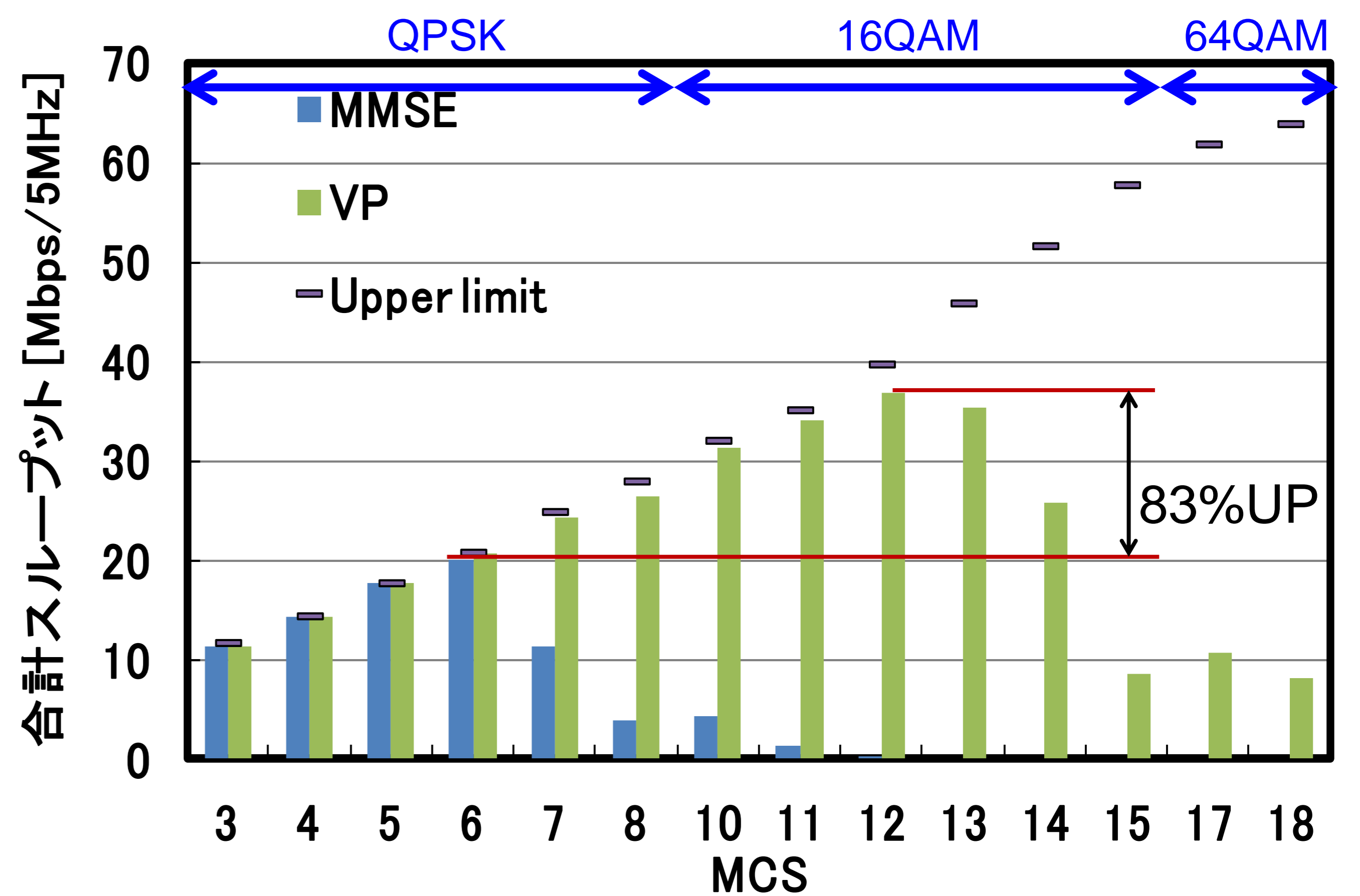


実験機による性能評価

- 特定の屋内環境で、線形(MMSE)に対し非線形(VP)が最大スループット30%向上を確認

試作した実験機の特徴(仕様)

- 下りリンクマルチユーザMIMO伝送機能
 - Vector Perturbation (VP) に基づく非線形処理
 - 線形 (MMSE) 処理 (比較対象)
- LTE - Advanced ベースの信号形式に高精度伝搬路観測用広帯域参照信号の追加
- 最大 8×8 のMIMO構成が可能
- 無線(上りリンクのデータ伝送)または有線を用いた伝搬路推定値のフィードバック
- 各種性能評価・データ収集機能
 - パケット誤り率 / 伝送スループット
 - 伝搬路推定値 / 遅延プロファイル



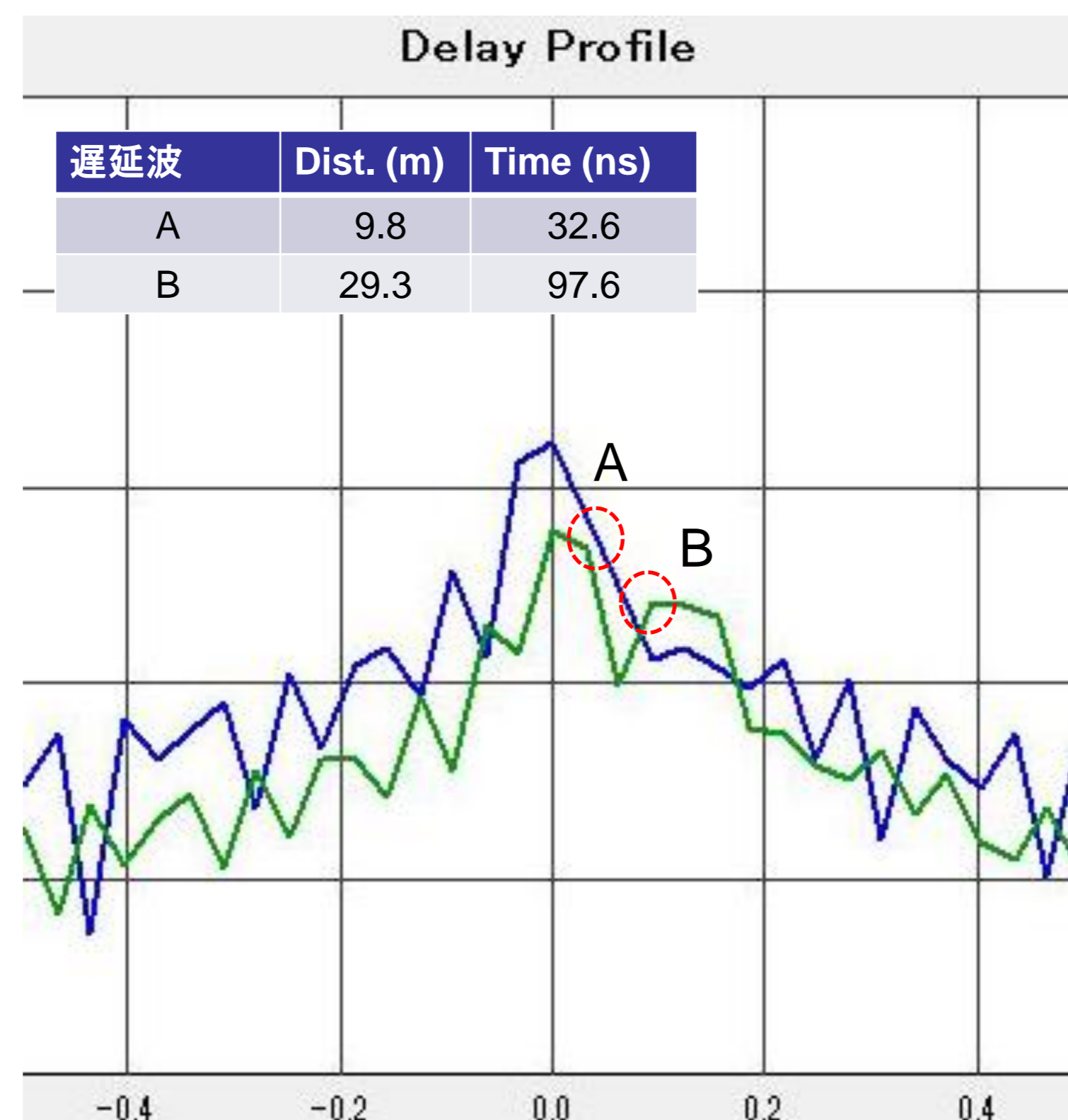
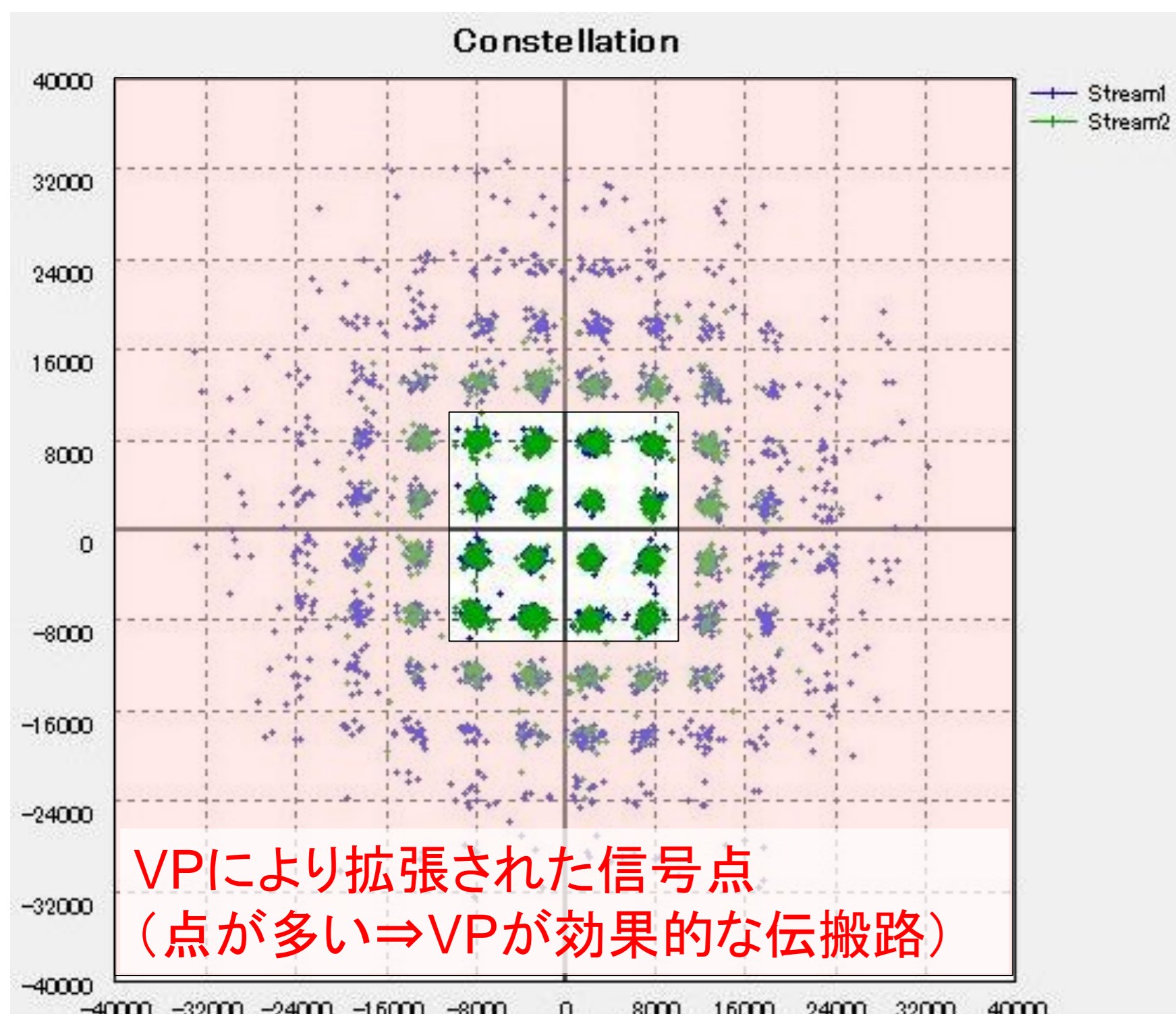
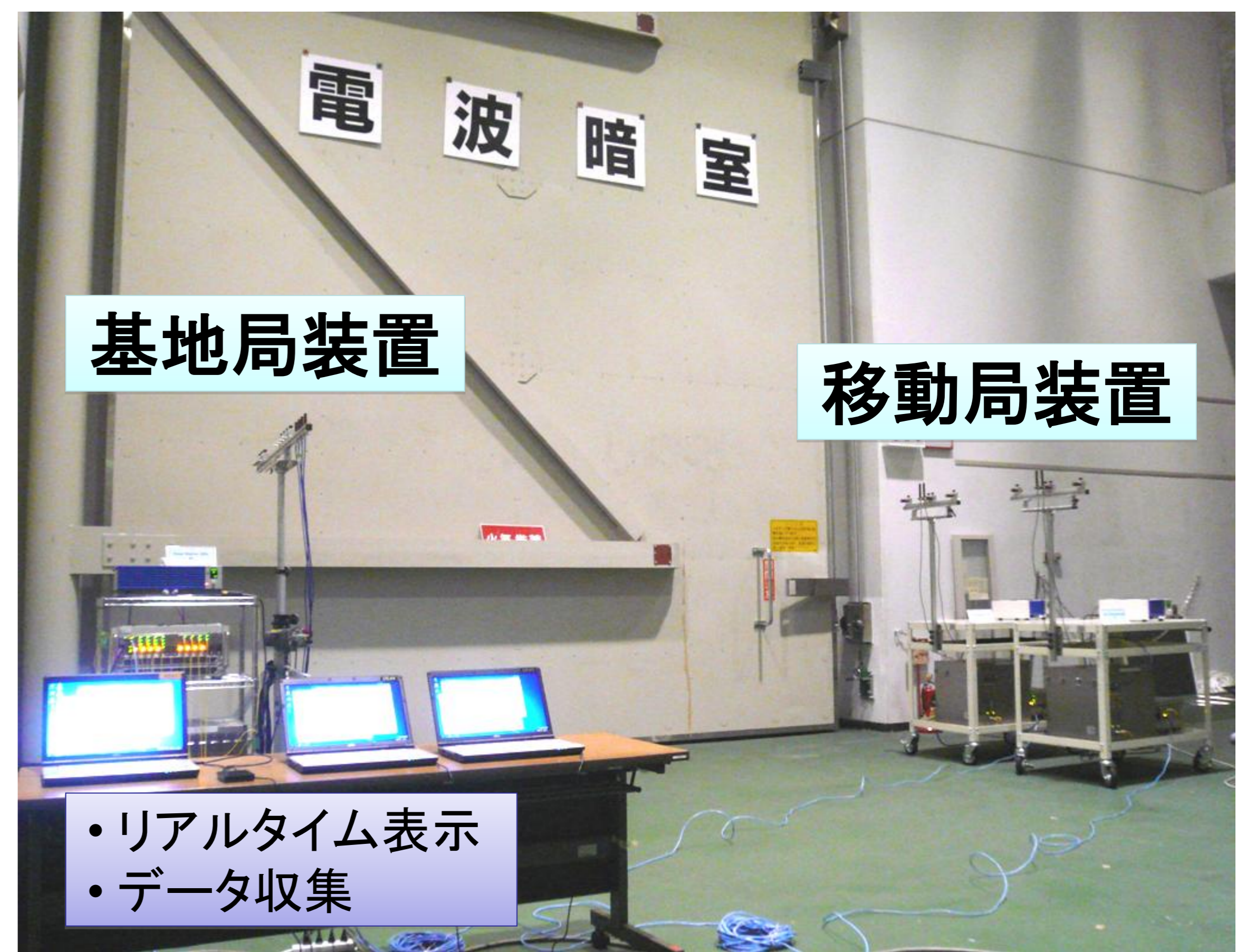
スループット特性比較

8×8 MIMO構成、ATR グラウンドにて実験

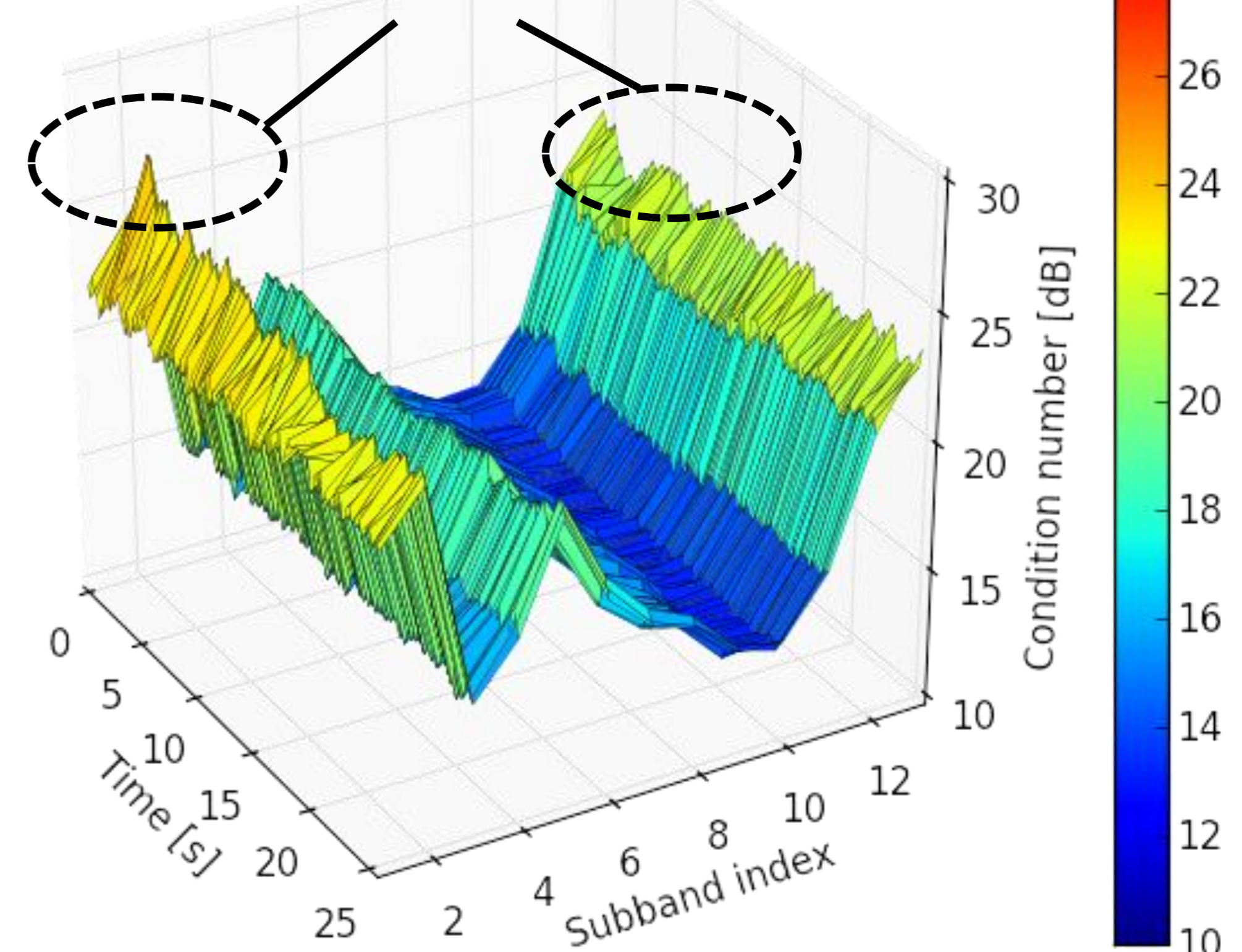
デモンストレーション(電波暗室前)

測定条件と結果

- 伝搬路の空間相関が高い基地局、移動局配置
- 遅延プロファイルを測定
- 拡張信号点のコンスタレーションにより、VPの動作を確認
- VPによるスループットの向上を確認
- 人が移動することによる伝搬路の変動を、コンスタレーションやスループットの変動から確認



空間多重が困難なMIMO伝搬路



VPのコンスタレーション

遅延プロファイル

上図の環境での伝搬路相関の大きさ