

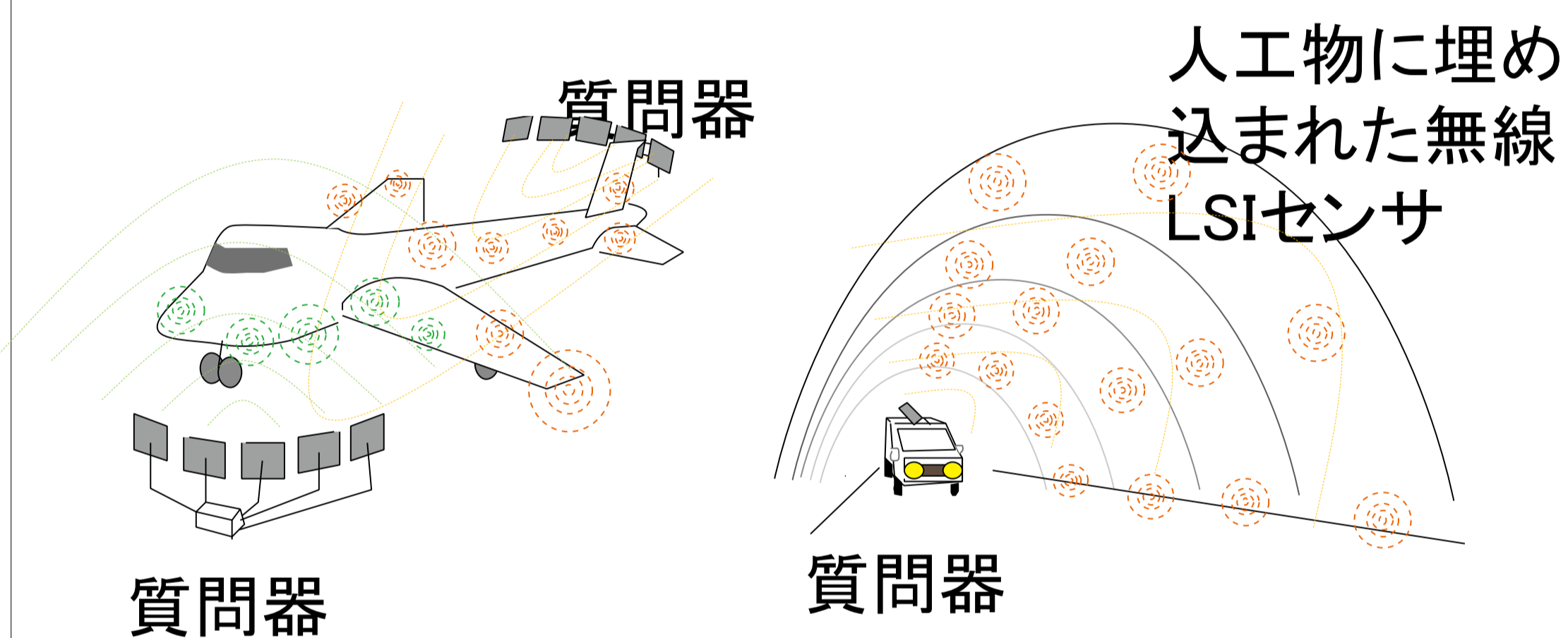
# バッテリーレス・ワイヤレス完全同期ストリーム通信を実現する マルチサブキャリア多元接続方式の高信頼化と広域化

三次 仁<sup>1</sup>, 市川 晴久<sup>1</sup>, 川喜田 佑介<sup>2</sup> 江川 潔<sup>3</sup> <sup>1</sup>慶応大学, <sup>2</sup>神奈川工大, <sup>3</sup>共和電業

## 1. 研究開発の目的

産業機械や土木建造物などの人工物に植え込み、あるいは貼り付けるバッテリーレス無線LSIセンサ群とそれらに給電・制御するリーダライタによって、人工物の取り付け不良、亀裂、変形などの状態・不具合・故障をバッテリーレス・ワイヤレスかつリアルタイムに完全同期で収集する技術確立する。

**基本的なアプローチ:** バッテリーレスセンサが質問器からの給電連続波を反射(ボックスキャッタ)してセンサデータを伝送。センサ毎にサブキャリアを割り当て、複数センサからの同期ストリーミングを実現する。



### 主要な課題:

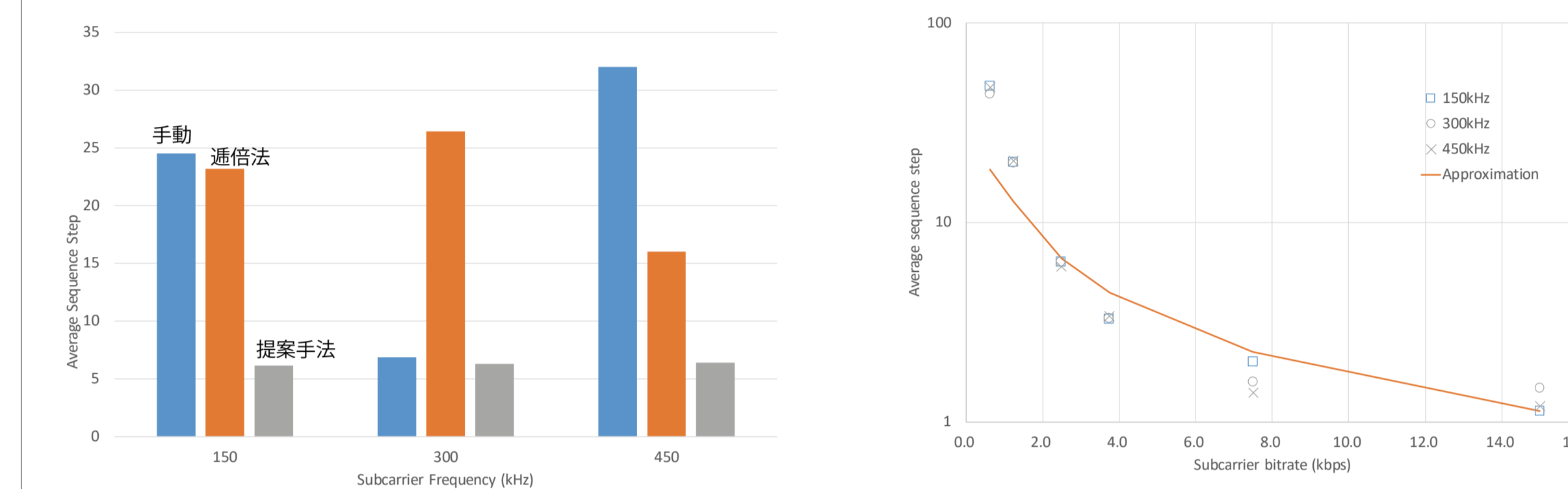
- ボックスキャッタ回線の誤り率改善  
狭帯域・稠密サブキャリアに有効な復調・復号  
送信電波の受信器への漏れ込みの抑圧
- 複数質問器を配置した場合の、同一チャンネル内の複数ボックスキャッタの分離

## 2. 研究開発の内容及び成果

### ■狭帯域・稠密サブキャリアに有効な復調・復号

**課題:** ボックスキャッタのDC成分を除去することでBPSK復調が適用できる。ところが狭帯域信号の場合シンボル境界で大きくキャリア周波数がずれてしまいシンボルタイミングが合わせにくい。

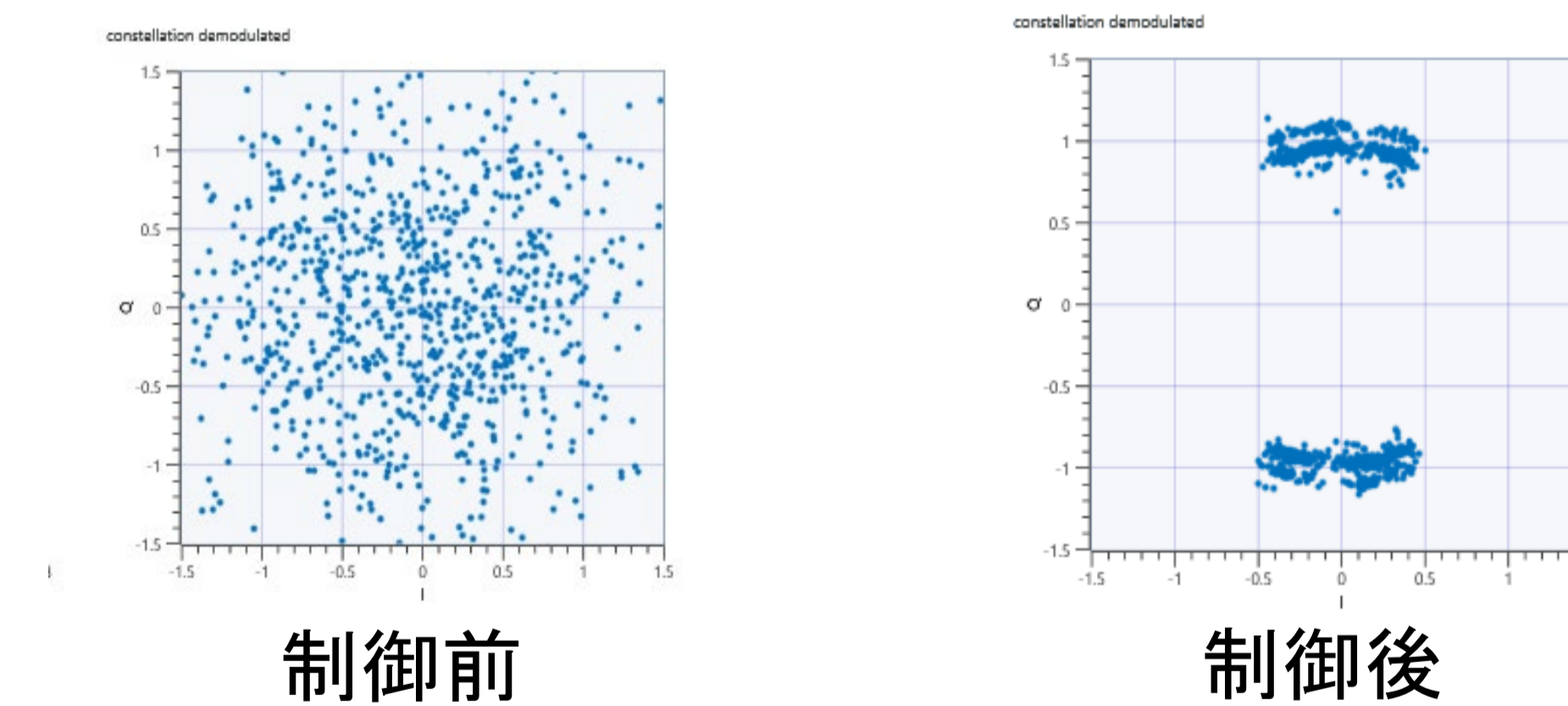
**解決:** キャリア周波数の外れ値を統計的に除外することで、サブキャリア周期を正確に推定する方法を考案。



### ■送信電波の受信器への漏れ込み抑圧

**課題:** 強い送信電波が受信器に漏れ込むことで、微弱なボックスキャッタ信号の解像度が劣化してしまう。

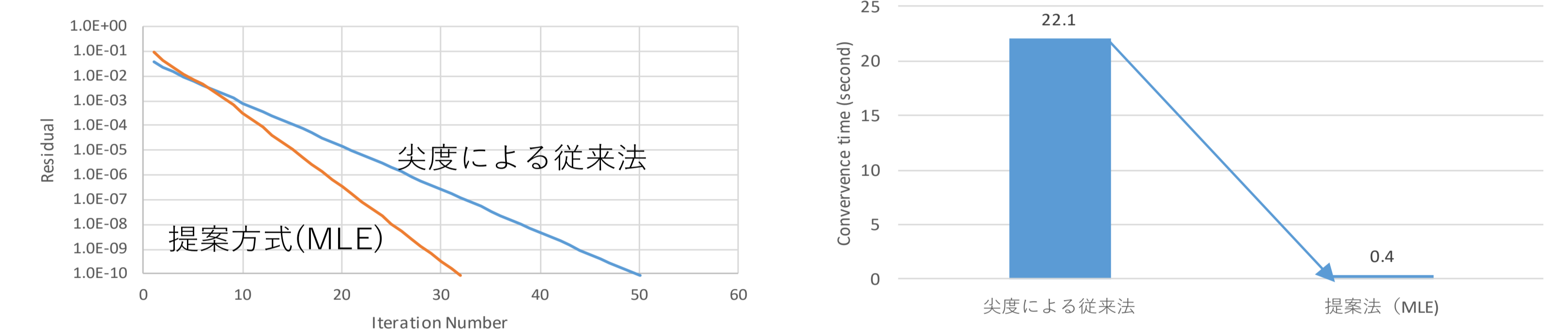
**解決:** IQ信号を観察しながら、送信電波の一部を受信器にフィードバック制御して、漏れ込みを受信器入力前にキャンセル。



### ■複数質問器を配置した場合の、同一チャンネル内の複数ボックスキャッタの分離

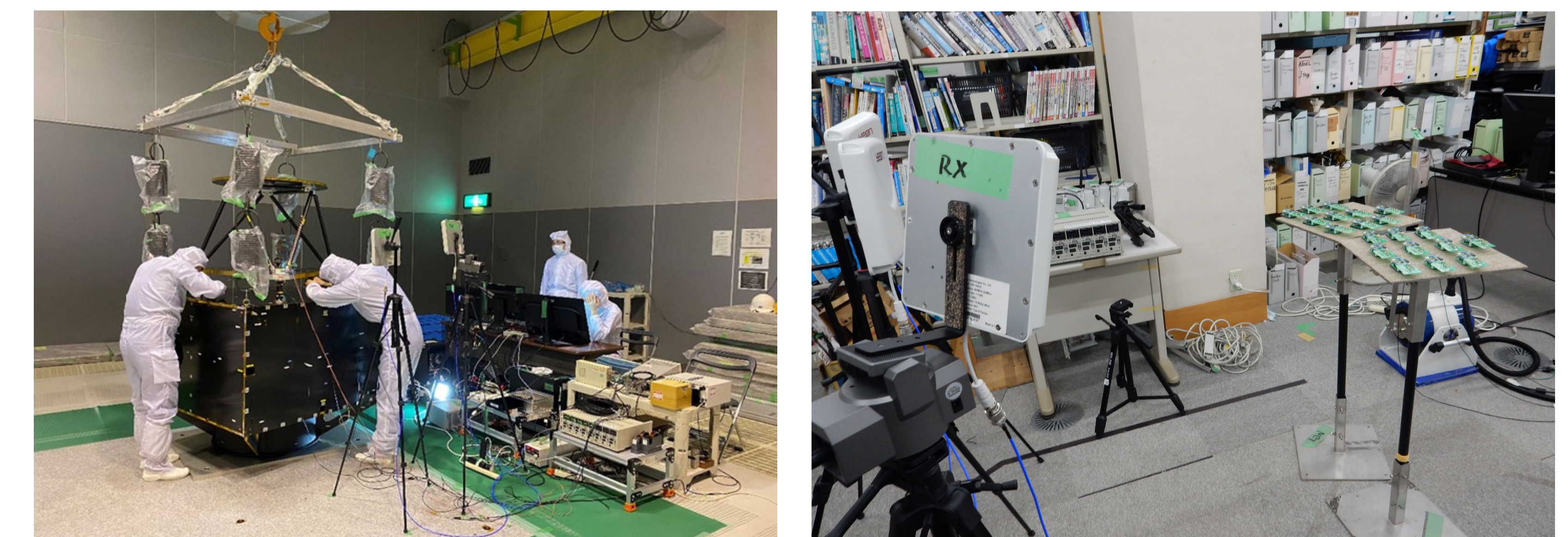
**課題:** 質問器のキャリア周波数を変更して複数の覆域を作っても、覆域境界にあるボックスキャッタセンサは2つのキャリア周波数に対してボックスキャッタするためサブキャリアチャンネルが再利用できない。

**解決:** サブキャリア信号の統計的特徴を用いた最尤推定と独立成分分析を同時並行で用いることによって、CSI測定やプリアンプルなしにブラインドで同一サブキャリアチャンネルに重複したボックスキャッタ信号を高速分離。



### ■試作ディスクリートセンサとソフトウェア無線システムによる実証実験

**課題:** 要素技術を組み合わせた計測システムとして産業需要に合致した性能が発揮できるか実証する。



モーダル試験で有線センサと測定結果が合致することを確認

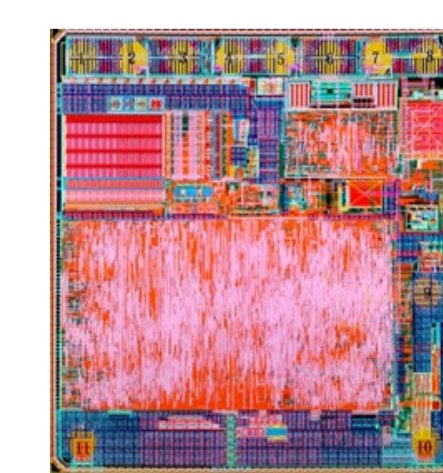
複数覆域を用いて20ch同時ストリーミングを実現

## 3. 研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

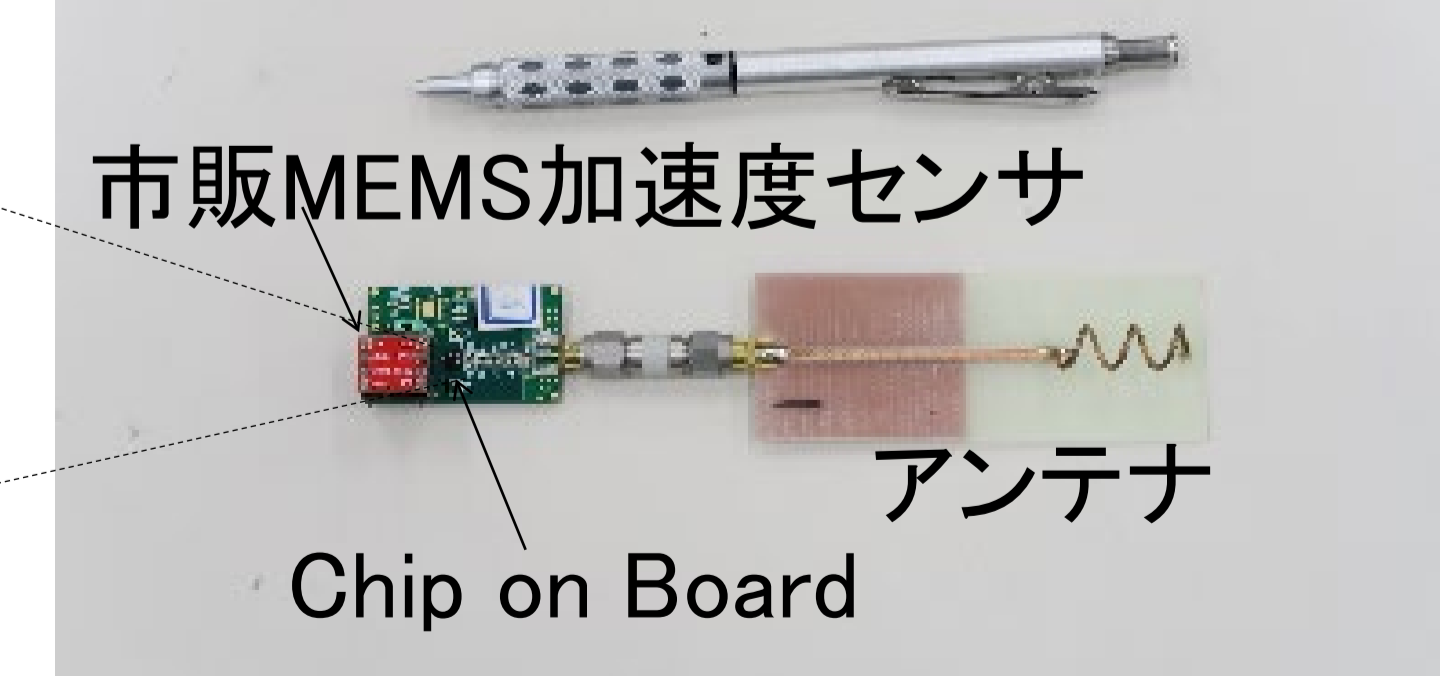
・2019年4月に慶応大学に後方散乱通信研究コンソーシアムを設立し、潜在エンドユーザや潜在サプライヤ、インテグレータの参加を得て、研究開発の拠点形成。 <https://bcrc.sfc.keio.ac.jp/>

・電波資源拡大のための研究開発を2020-2023(予定)で受託し、実用化に向けた研究開発を推進中

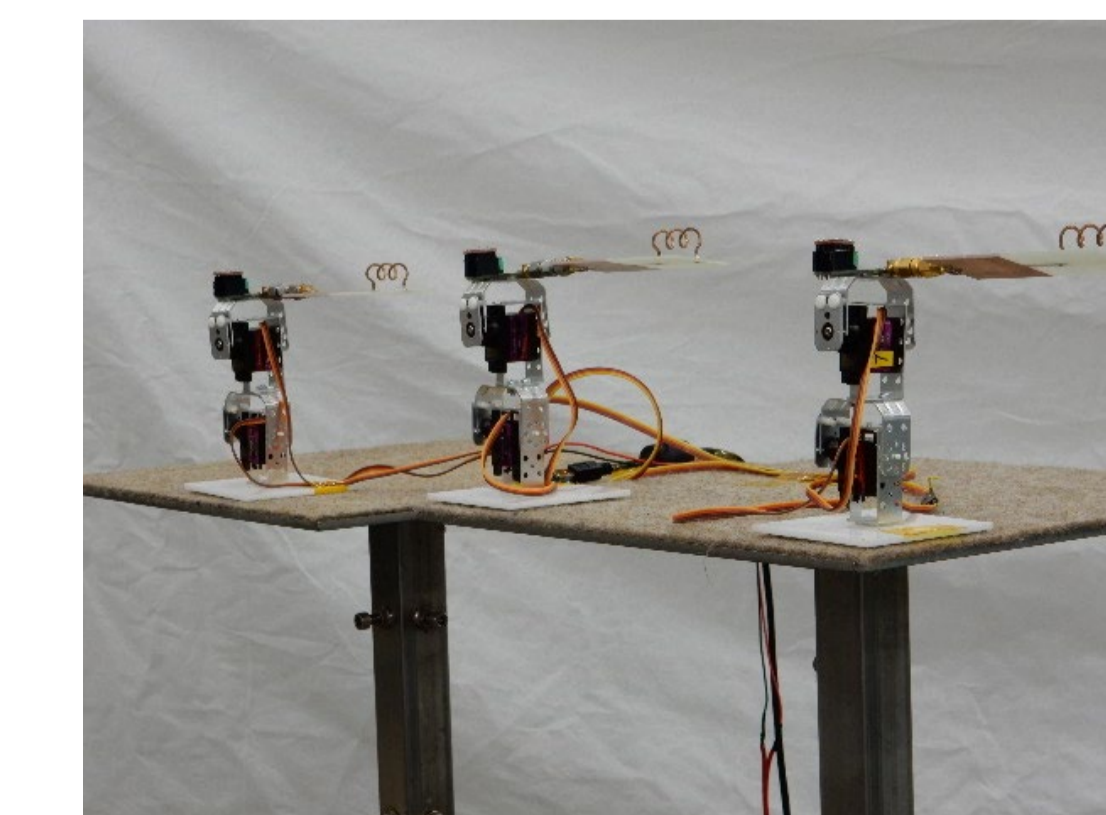
### ■電池なし無線センサシステム開発



試作RFIC



試作RFICを用いた電池なし無線センサ



電池なし無線センサによる同期動作を実証

