

デジタル時代の電磁波セキュリティ対策に

R&S®FSWT

TEMPEST レシーバー



Key Facts

- ▶ 各国 TEMPEST 規格に対応した専用レシーバー
- ▶ 周波数レンジ : 10 Hz ~ 26.5 GHz
(~ 44 GHz、R&S®FE44S 外部フロントエンド)
- ▶ 雑音指数 : < 4 dB (10 kHz ~ 1 GHz)
- ▶ デジタル / アナログ解析帯域幅 : 500 MHz
- ▶ ディスプレイのビデオラスタ解析

広帯域なデジタル / アナログ解析が可能

R&S®FSWT は、最大 500 MHz という広い解析帯域幅を有します。これにより、AM / FM / PM といったアナログ信号解析から、OFDM に至るまでのデジタル信号解析（オプション）を 1 台で可能としています。

ビデオラスタ解析への対応

外部に追加機器を必要とすることなく、本体内部機能（オプション）として漏洩電波からビデオラスタ解析を行う事が可能です。

各種データ出力インターフェース

外部記録向けのアナログおよびデジタルのインターフェースを有しているため、受信後の詳細解析を可能としています。（一部オプション）

可変型プリセクタによる高感度測定

R&S®FSWT は、LPF、HPF の各組み合わせ、各種 BPF、そして内蔵 30 dB プリアンプを搭載したプリセクタ（オプション）により、複雑な電波環境下でも、微弱な漏洩信号を高感度に受信・解析が可能となります。

ROHDE & SCHWARZ

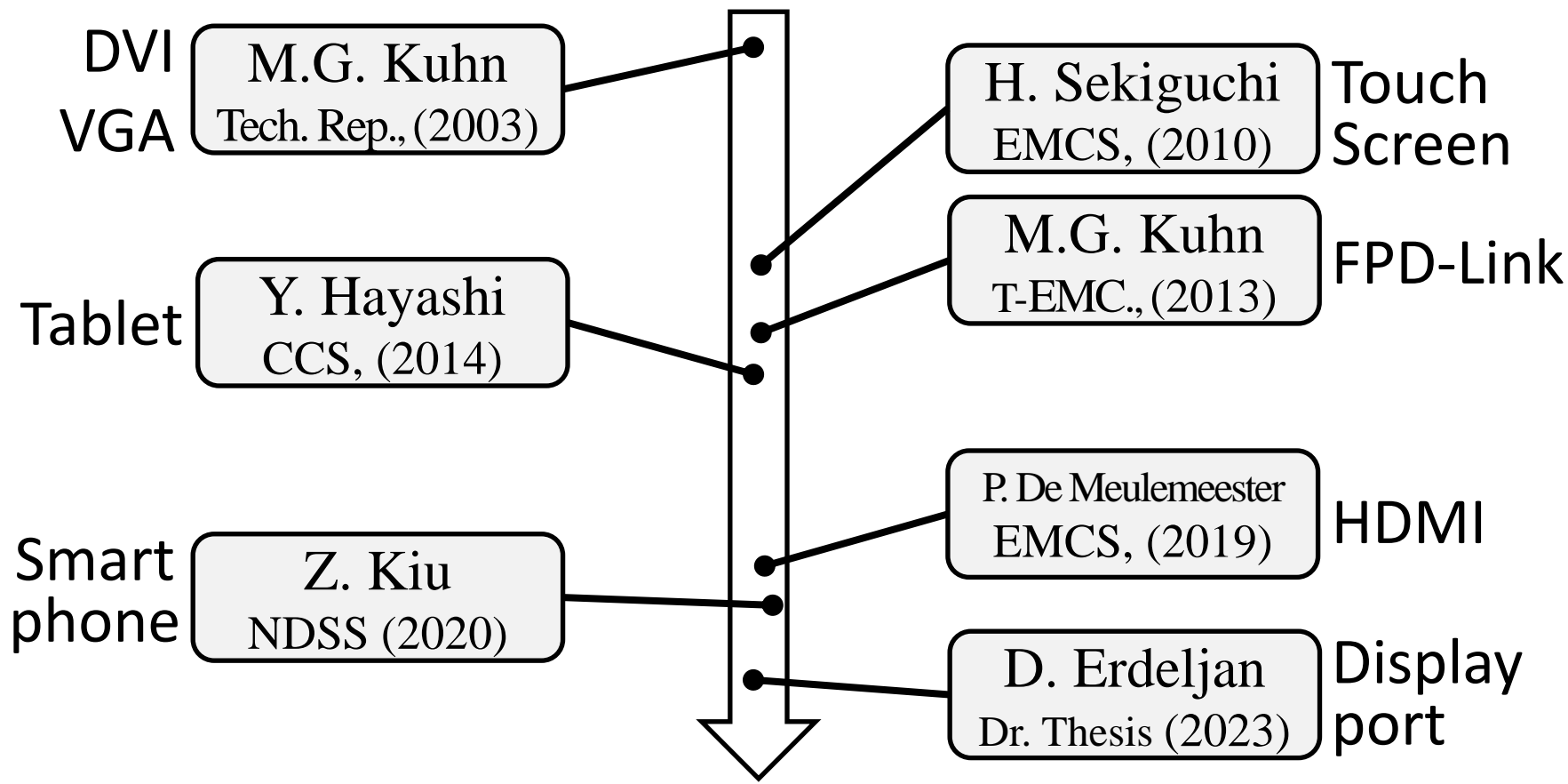
Make ideas real



高解像度ディスプレイに対する 独立成分分析を利用した画面情報の復元に関する検討

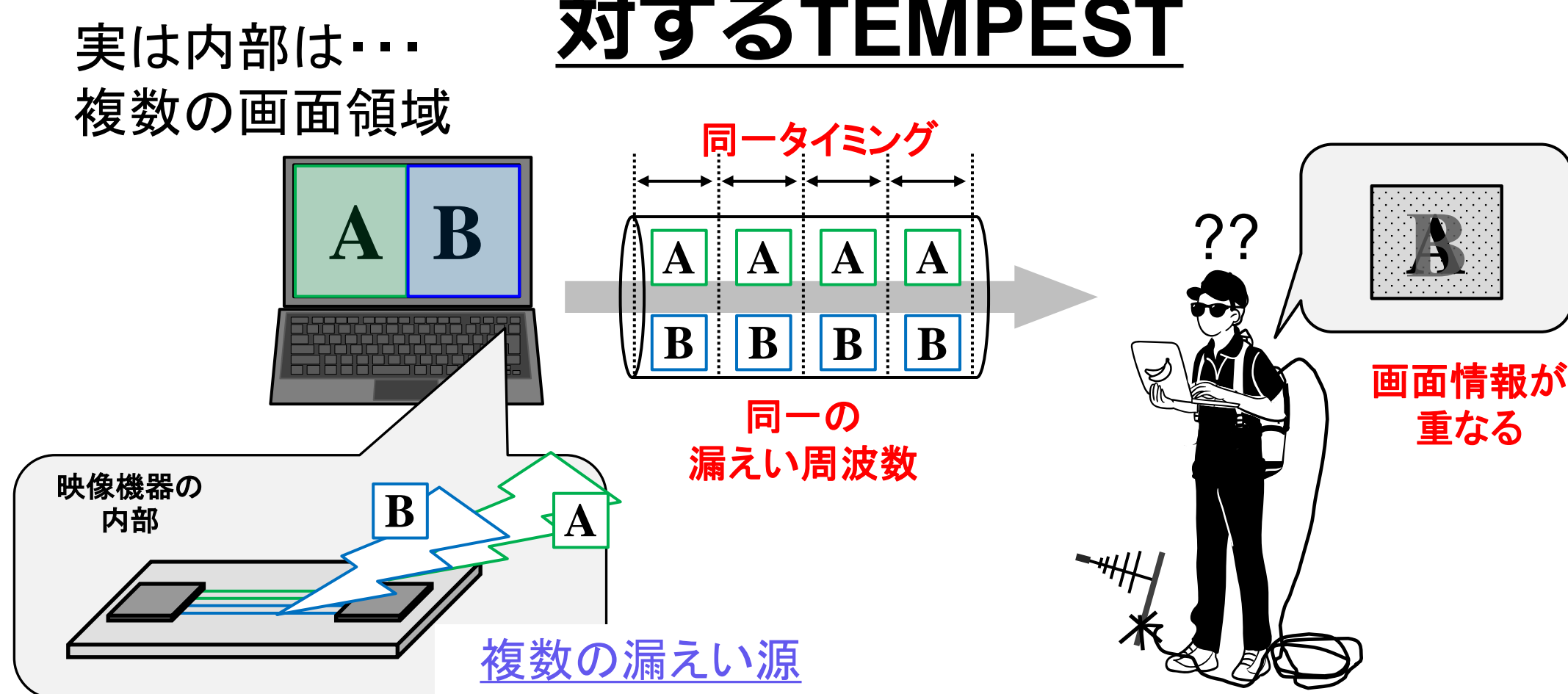
研究背景

新たなデバイスに対する攻撃



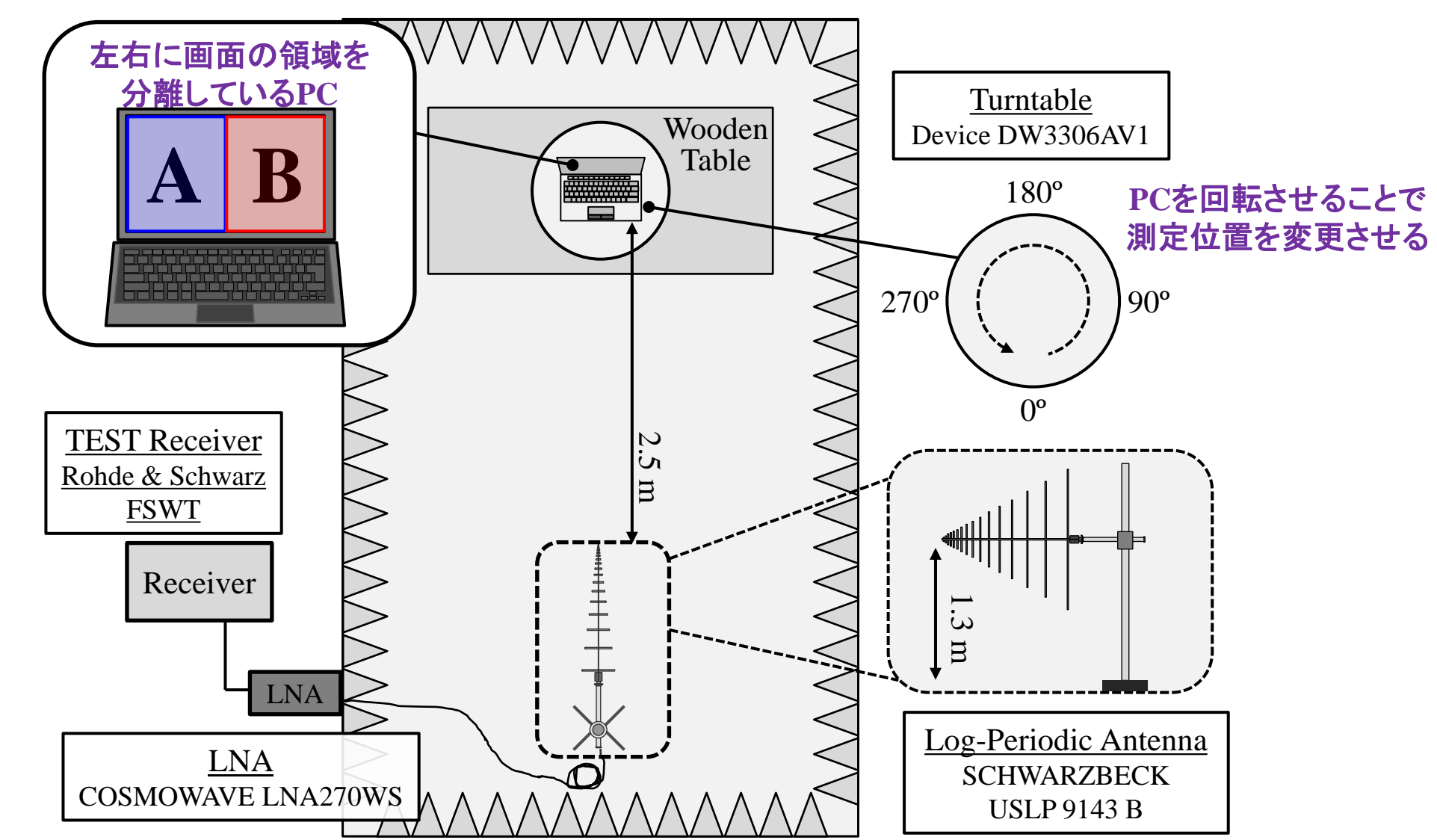
様々なデバイスの開発/普及
→ それぞれの脅威の評価が必要

近年の高解像度ディスプレイに 対するTEMPEST

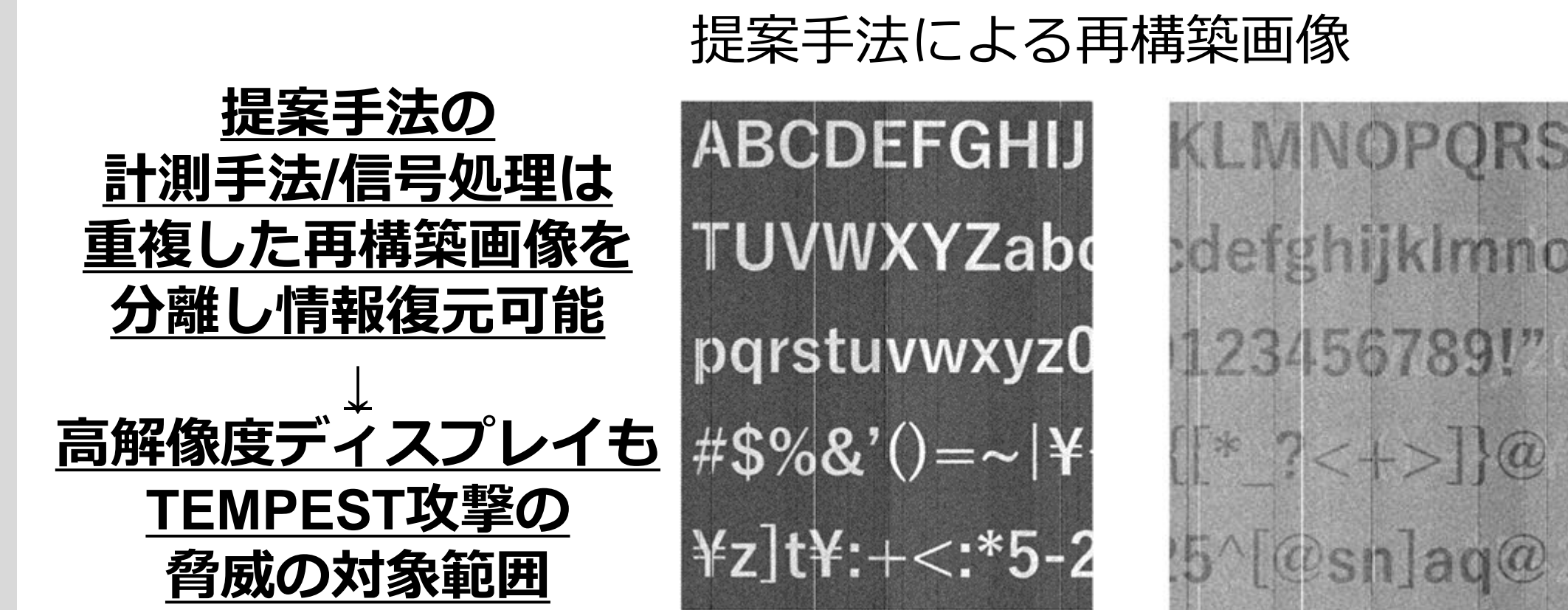
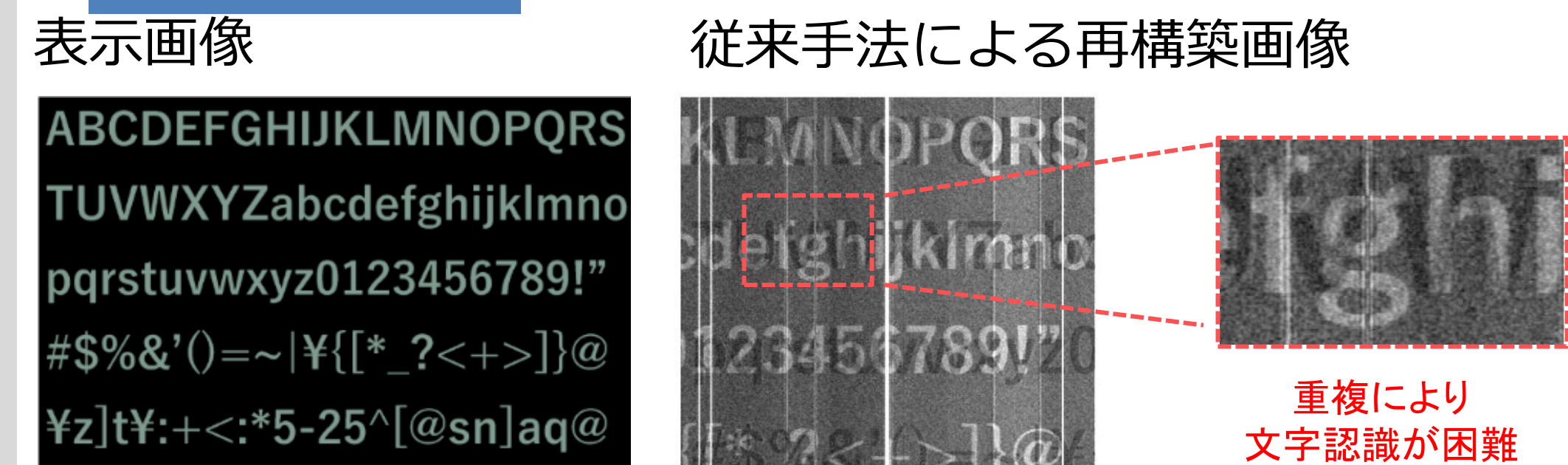


複数の描画領域が重なった状態で
画像が復元されるため情報の認識が困難

実験環境

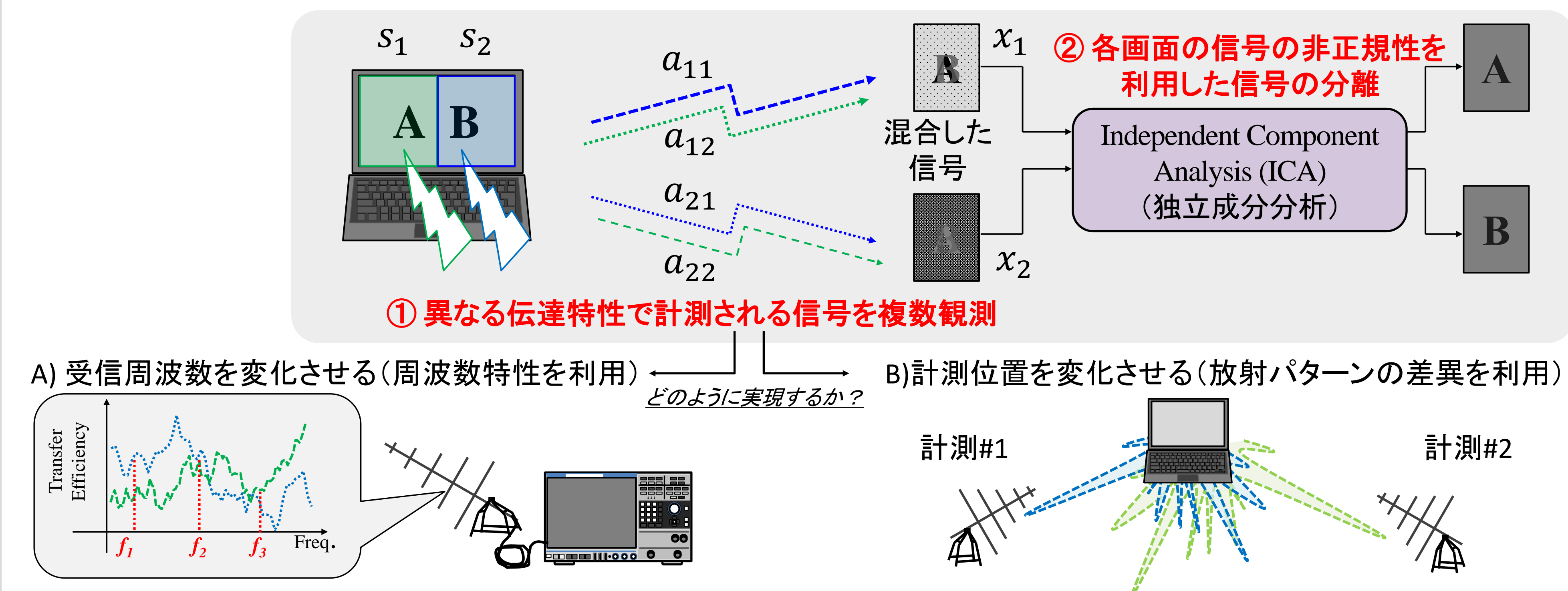


実験結果



提案手法の
計測手法/信号処理は
重複した再構築画像を
分離し情報復元可能
↓
高解像度ディスプレイも
TEMPEST攻撃の
脅威の対象範囲

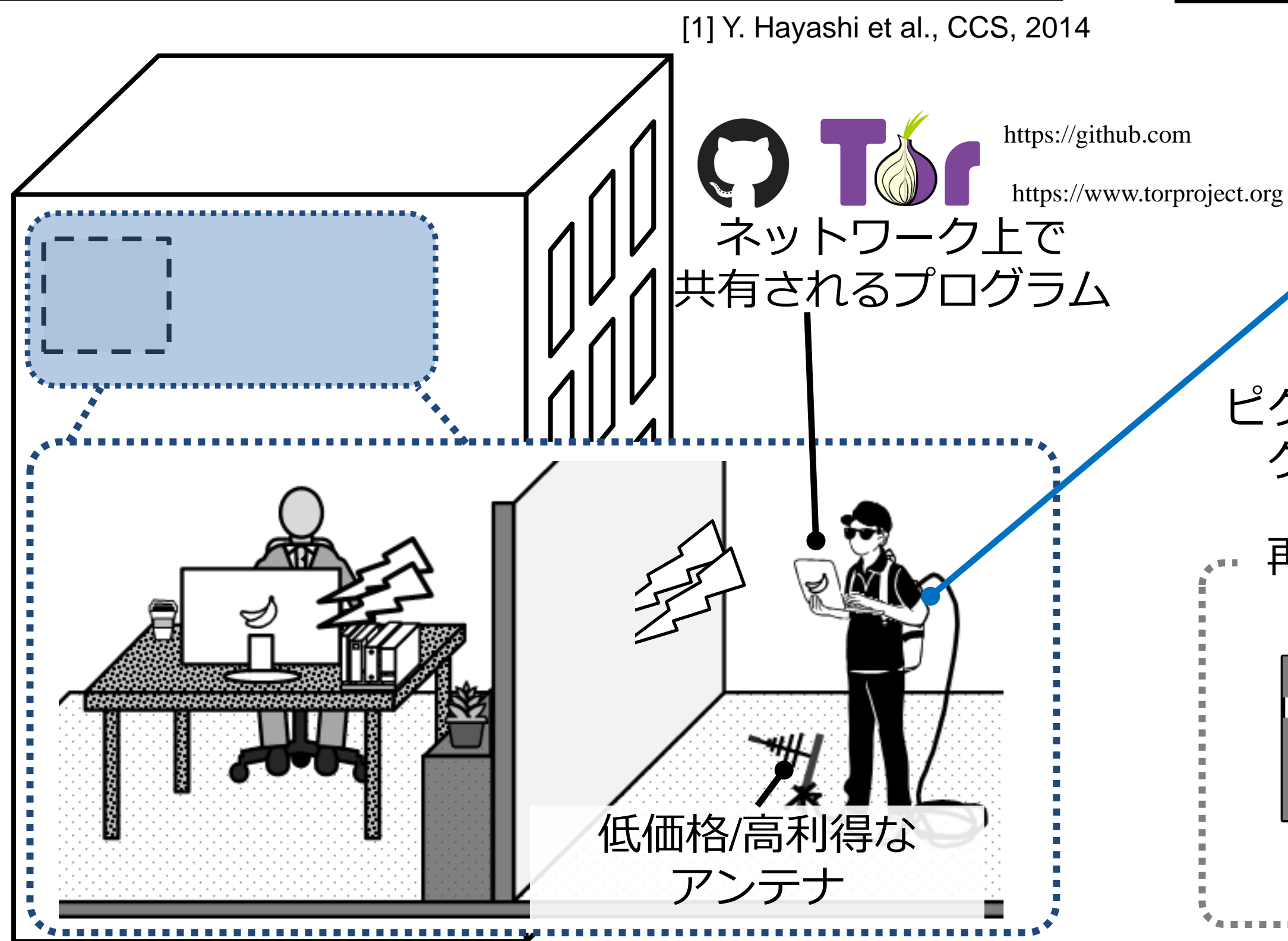
複数のディスプレイドライバが存在する機器に対するTEMPEST



低サンプリングレートな測定器を用いた TEMPESTにおける再現画像の高精度化に関する検討

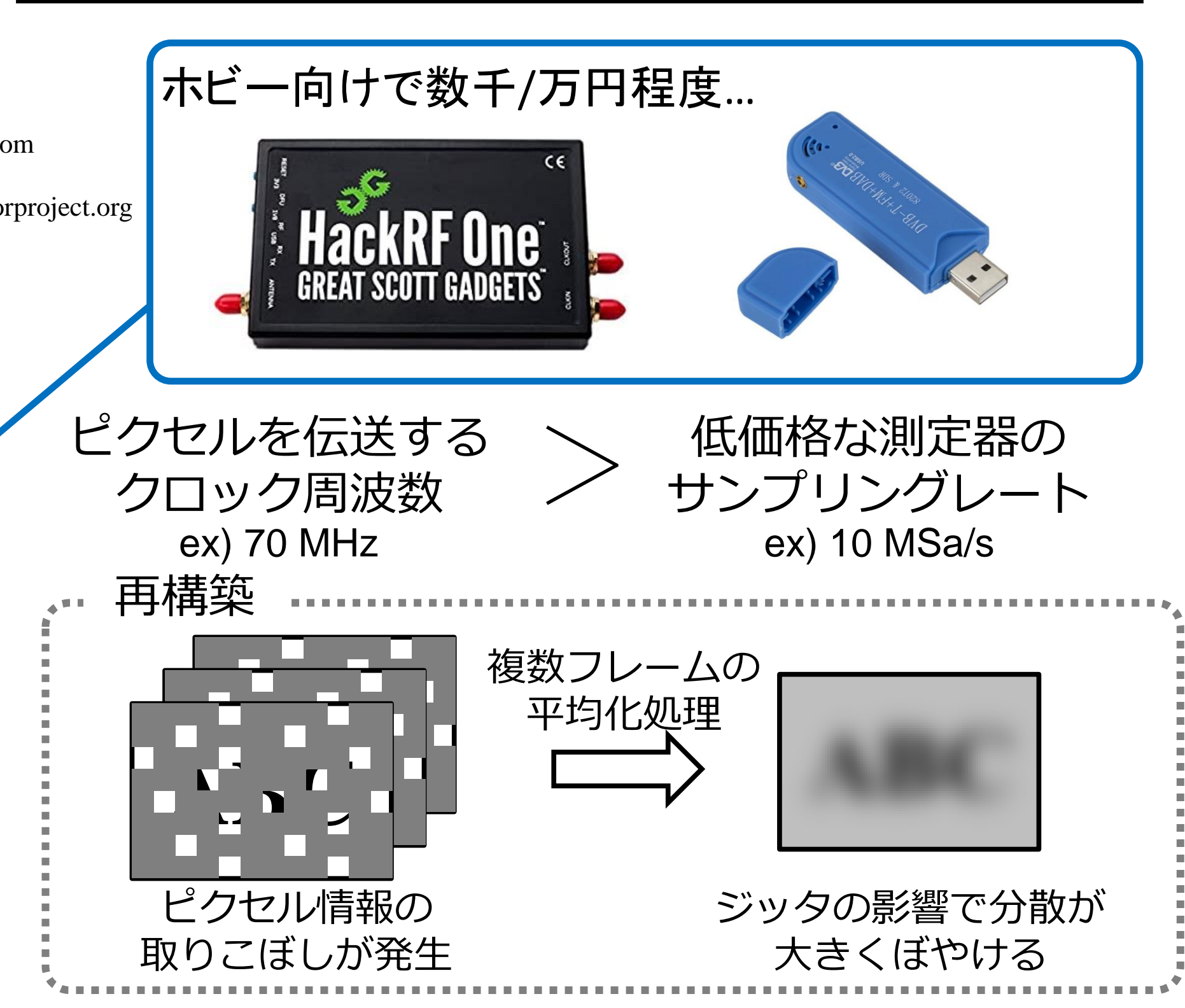
研究背景

近年提案された新たな攻撃シナリオ[1]



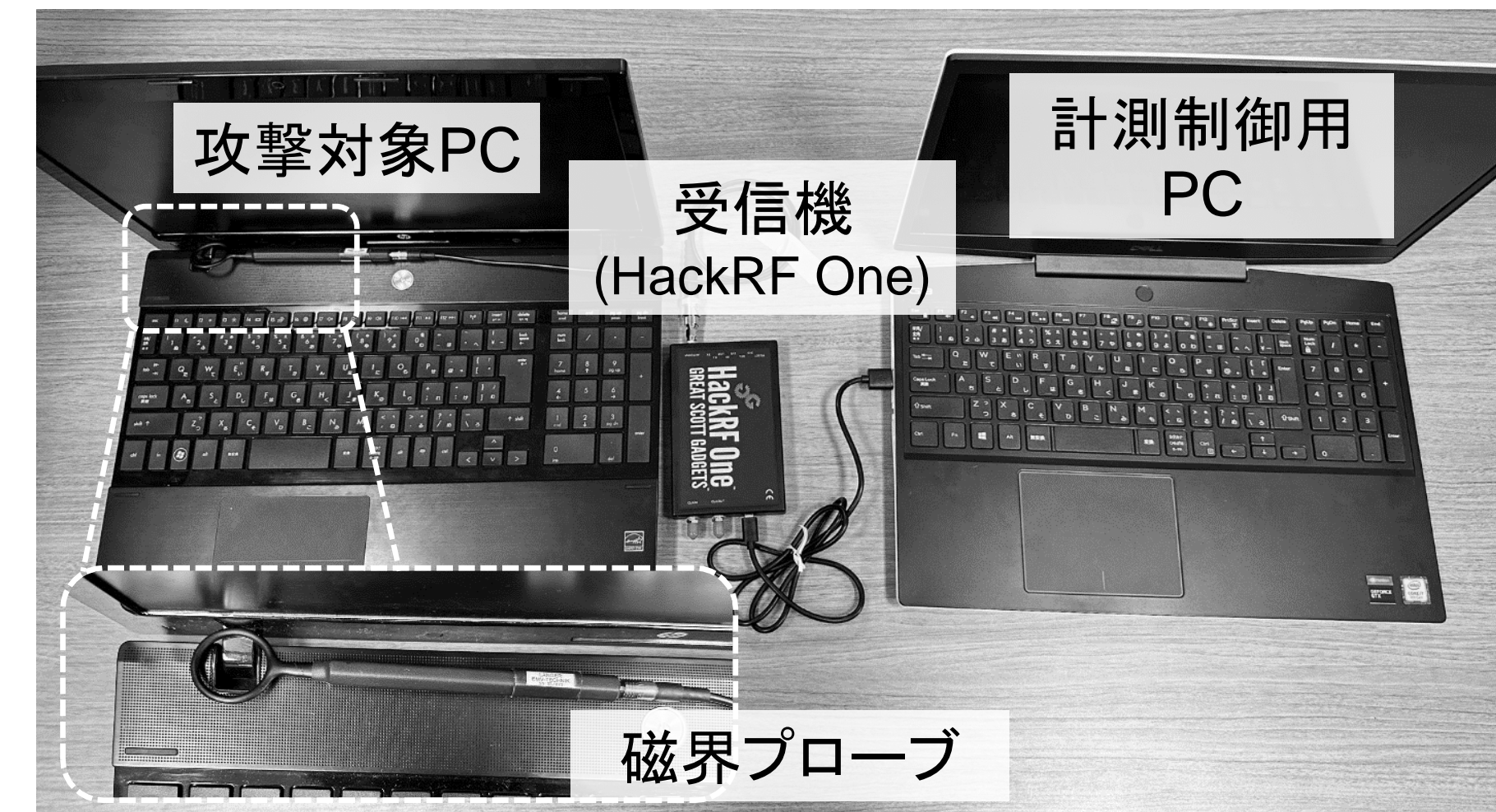
ポータブルなセットアップを用いて攻撃
→ 攻撃の対象範囲が拡大する可能性

低価格な測定器で再構築される画像



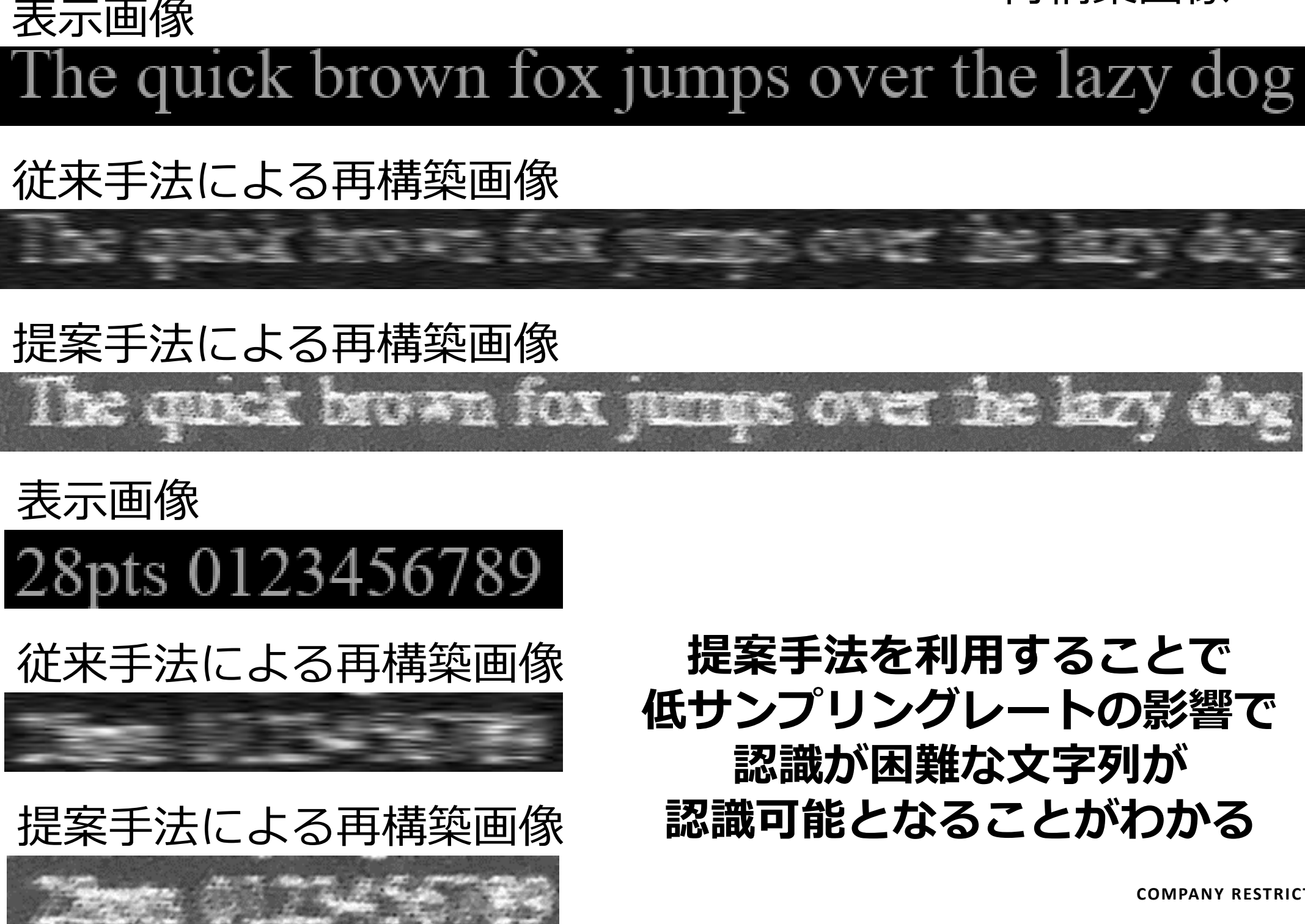
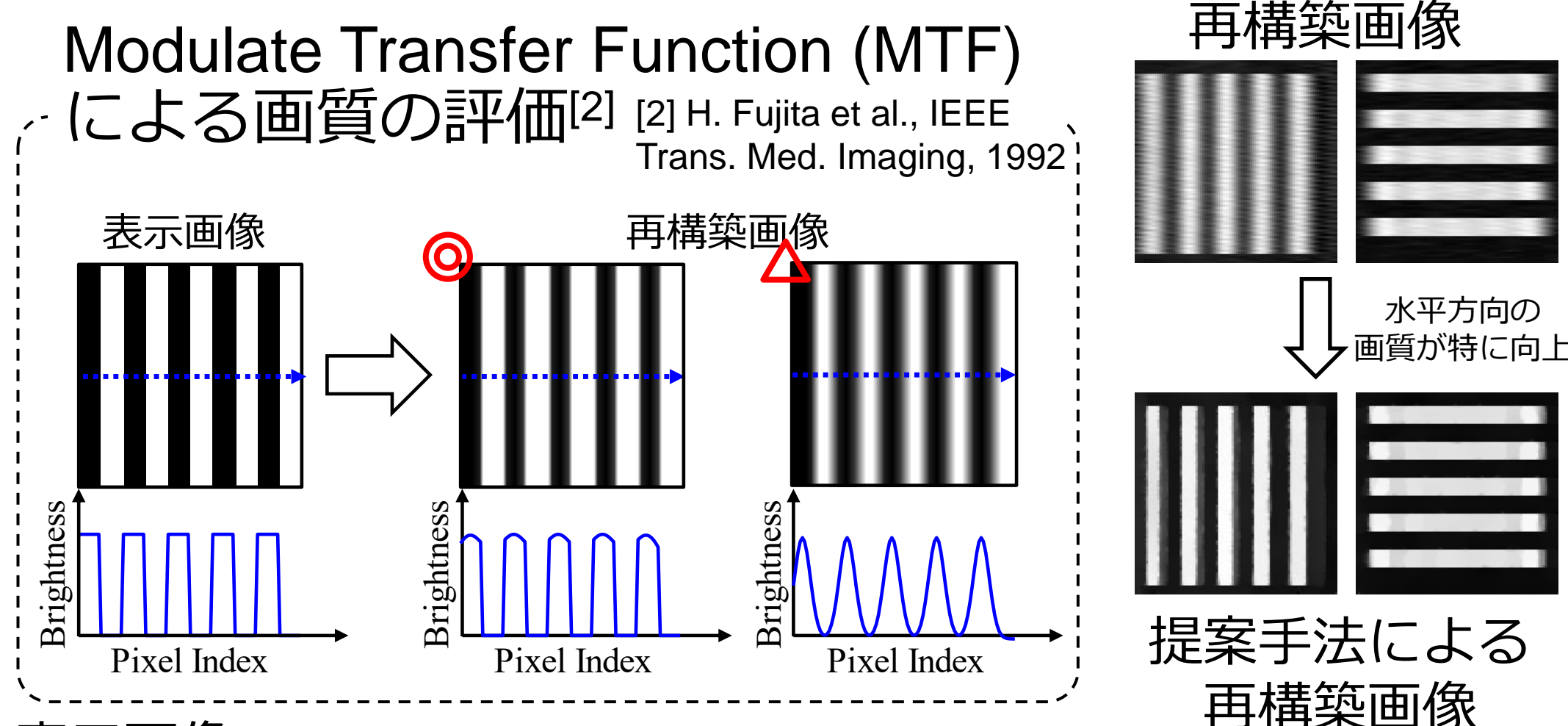
低サンプリングレートのため再構築画像が
低画質になり情報の復元が困難

実験環境



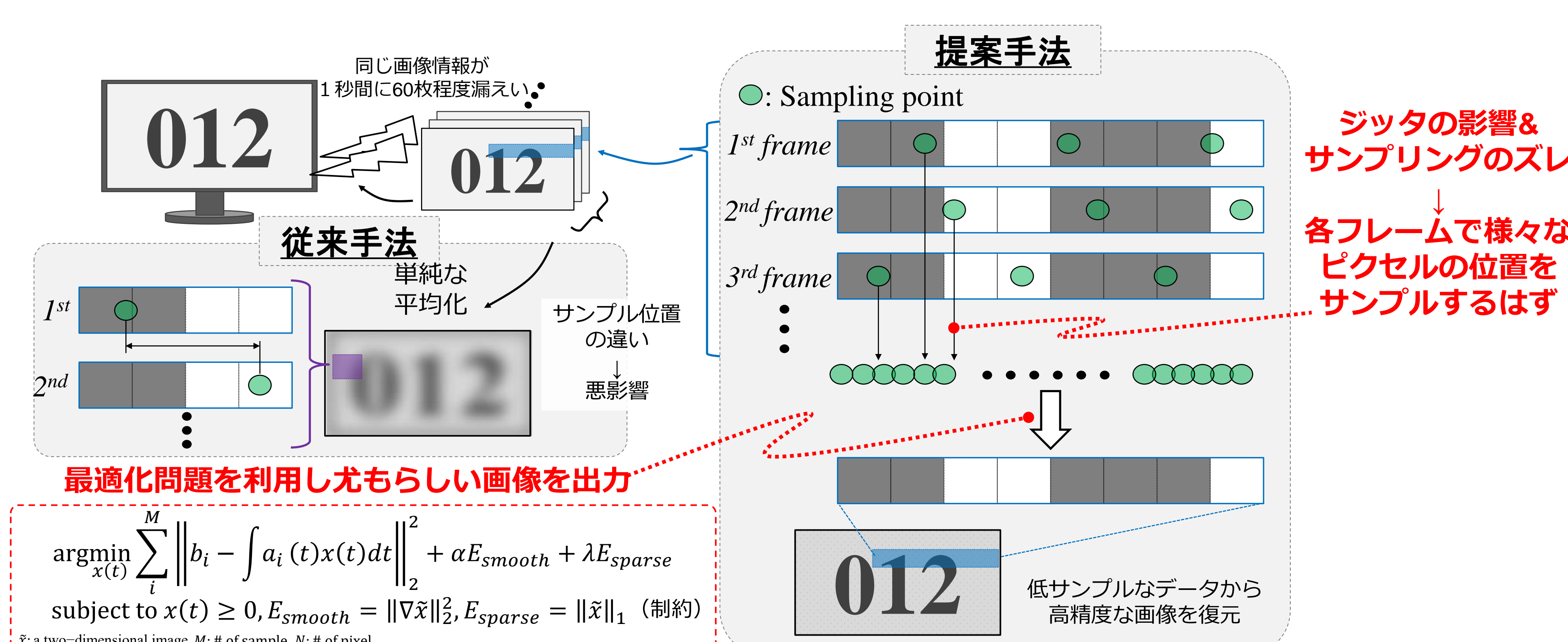
クロック周波数: 70 MHz > サンプリングレート: 10 MSa/s

実験結果



提案手法を利用することで
低サンプリングレートの影響で
認識が困難な文字列が
認識可能となることがわかる

計測の揺らぎに着目したTEMPESTの高精度化



$$\arg\min_{x(t)} \sum_i \left\| b_i - \int a_i(t)x(t)dt \right\|_2^2 + \alpha E_{smooth} + \lambda E_{sparse}$$

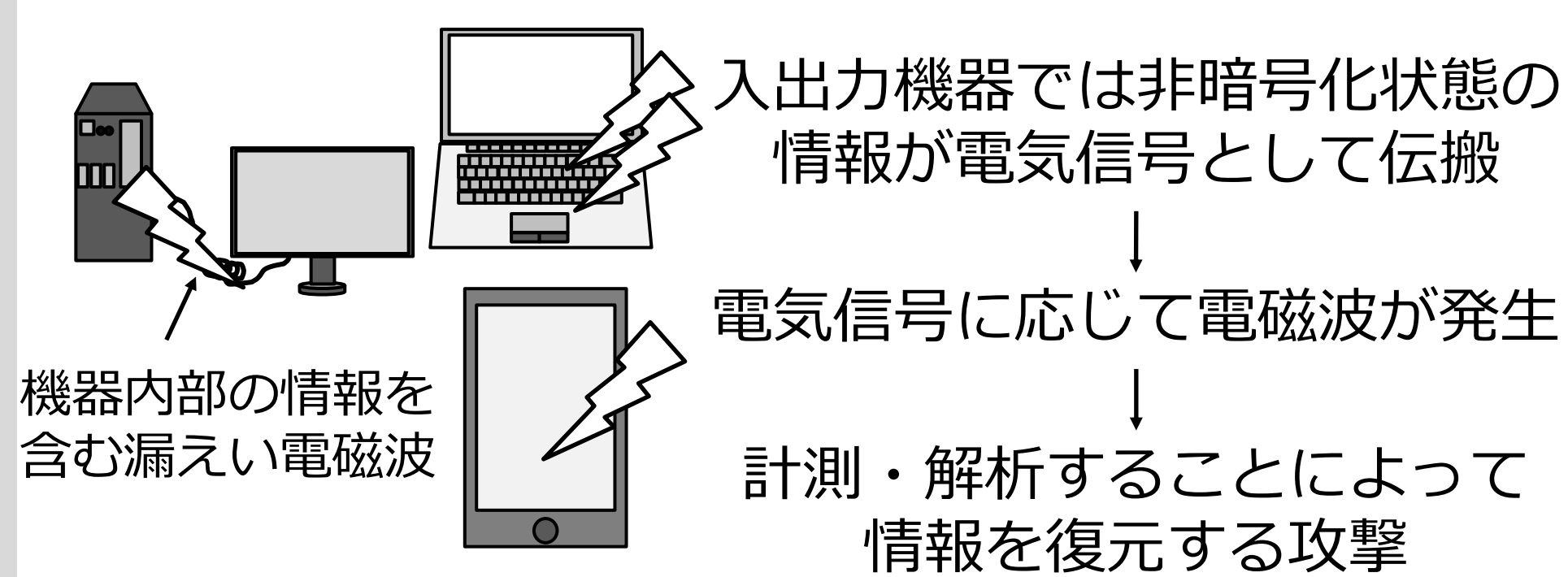
subject to $x(t) \geq 0, E_{smooth} = \|\nabla \hat{x}\|_2^2, E_{sparse} = \|\hat{x}\|_1$ (制約)

z: a two-dimensional image, M: # of sample, N: # of pixel

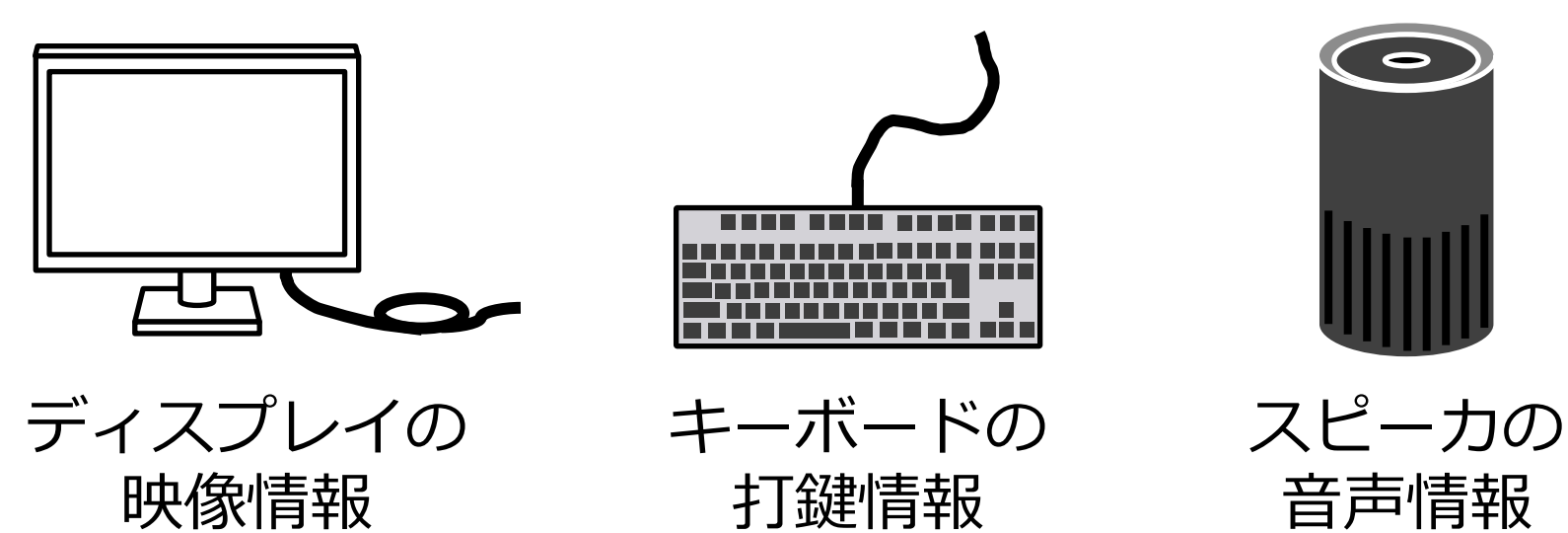
意図的な電磁妨害による 強制的な電磁情報漏えいの誘発に関する検討

研究背景

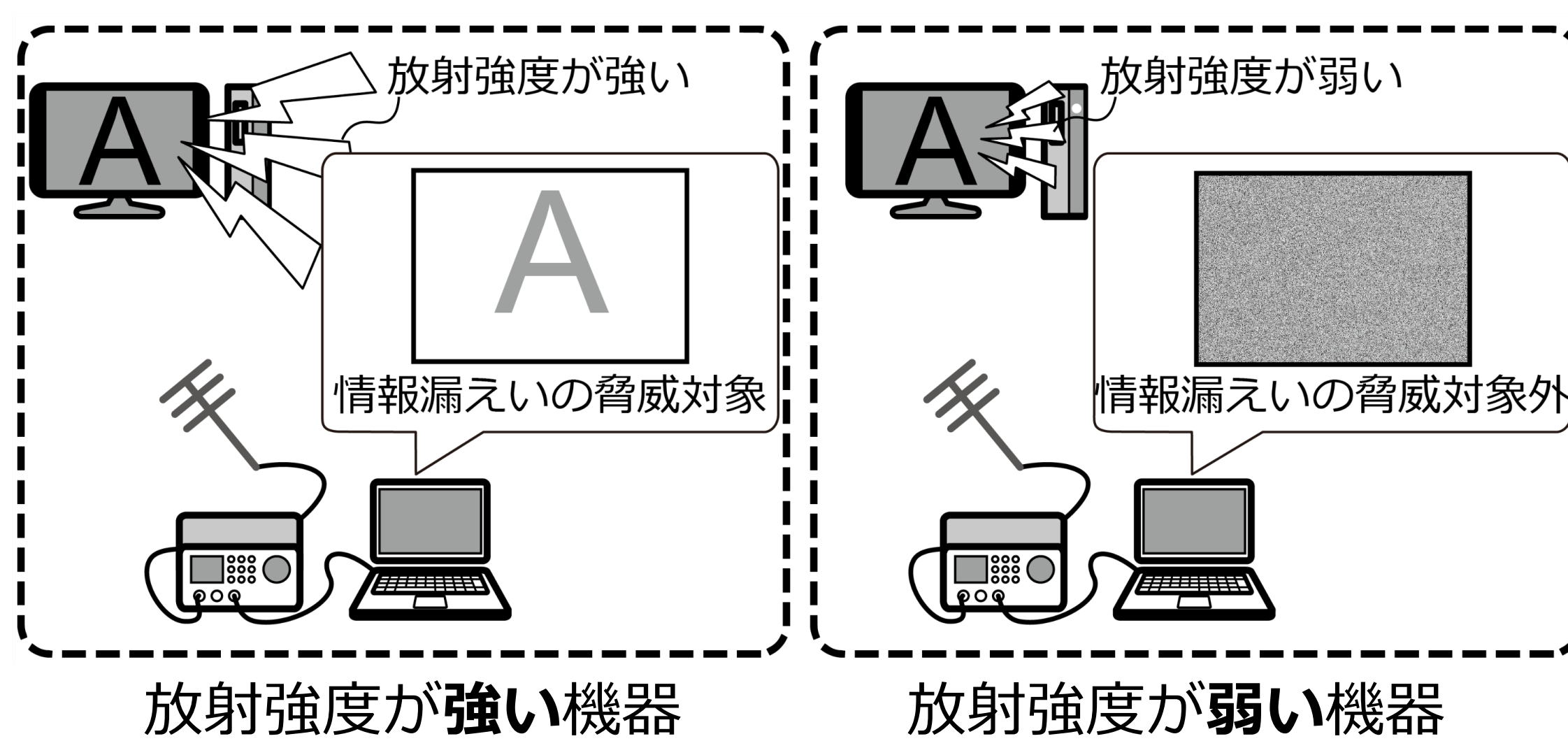
電磁波を介した情報漏えい(TEMPEST)



TEMPESTの脅威の対象となる機器

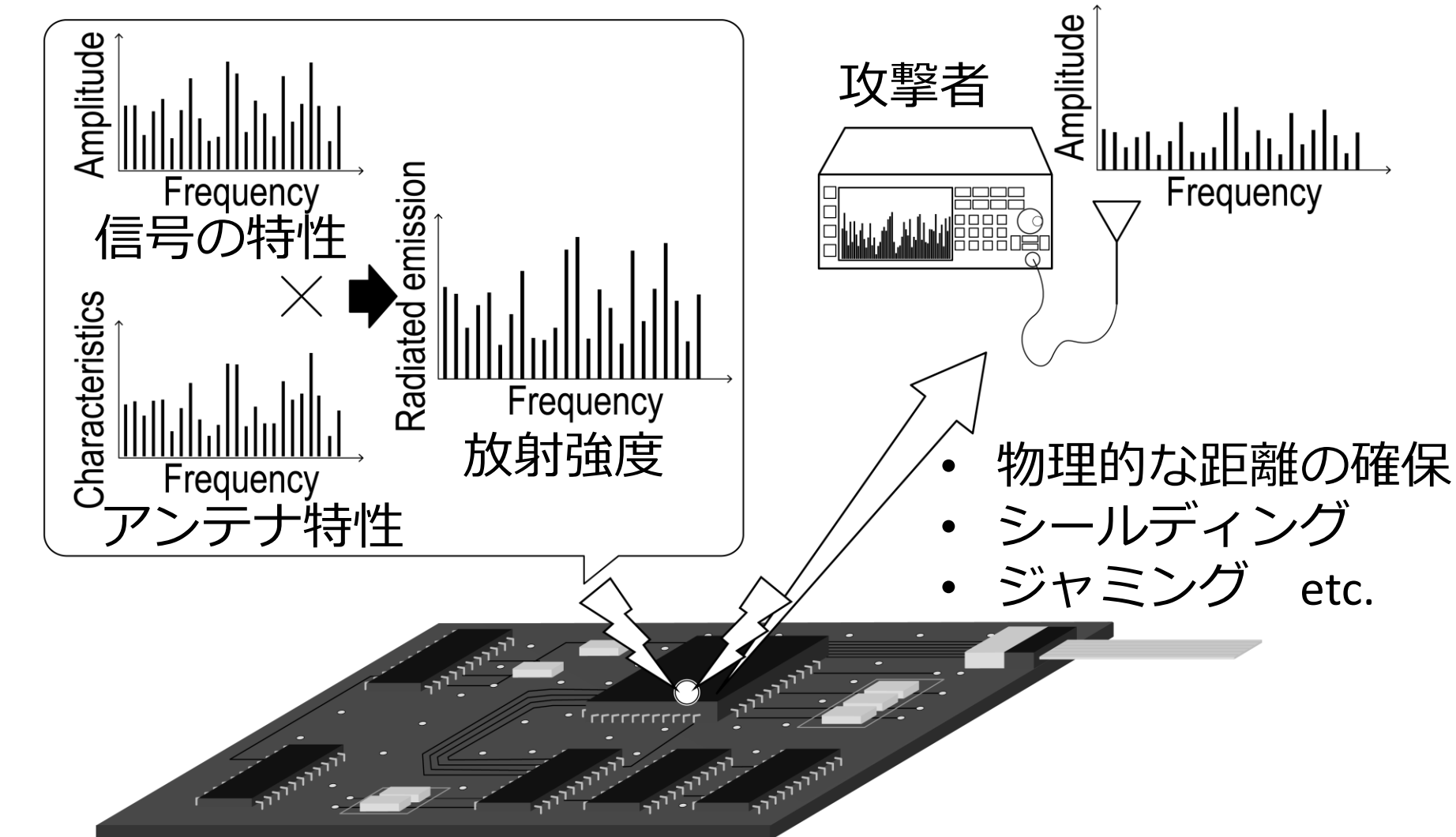


TEMPESTの成立条件



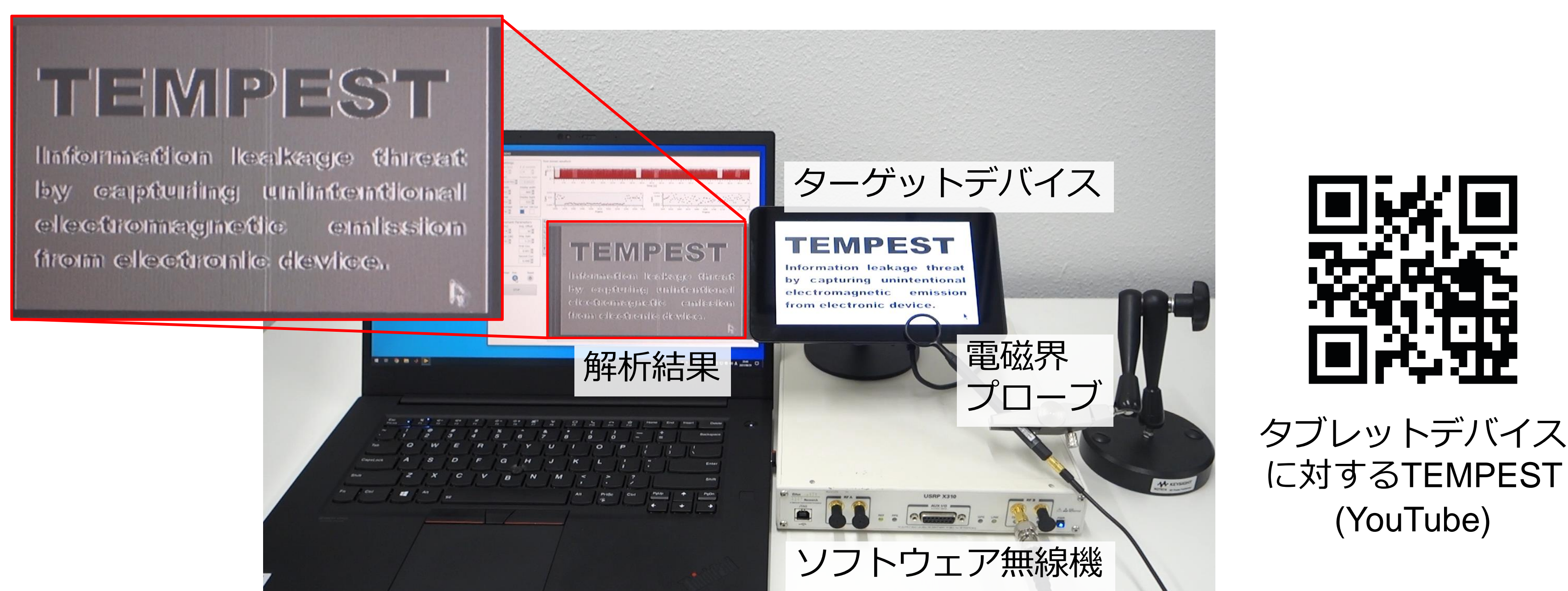
全ての機器が脅威の対象とならず
電磁波の放射強度が強い機器が対象となる

電磁波の放射強度の決定と対策技術

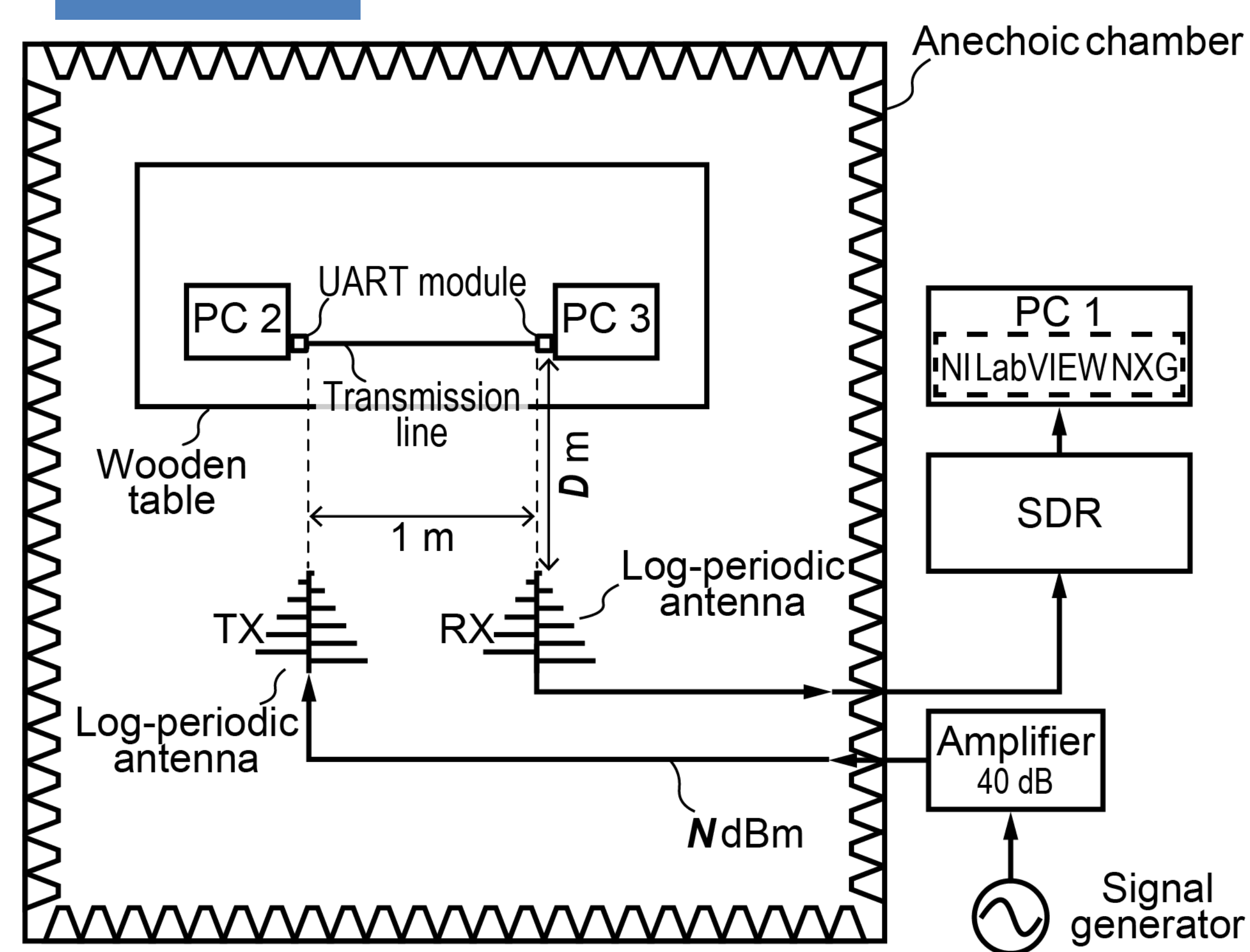


情報を含む電磁波の
放射強度を抑制する対策が有効

ディスプレイに対するTEMPESTデモンストレーション



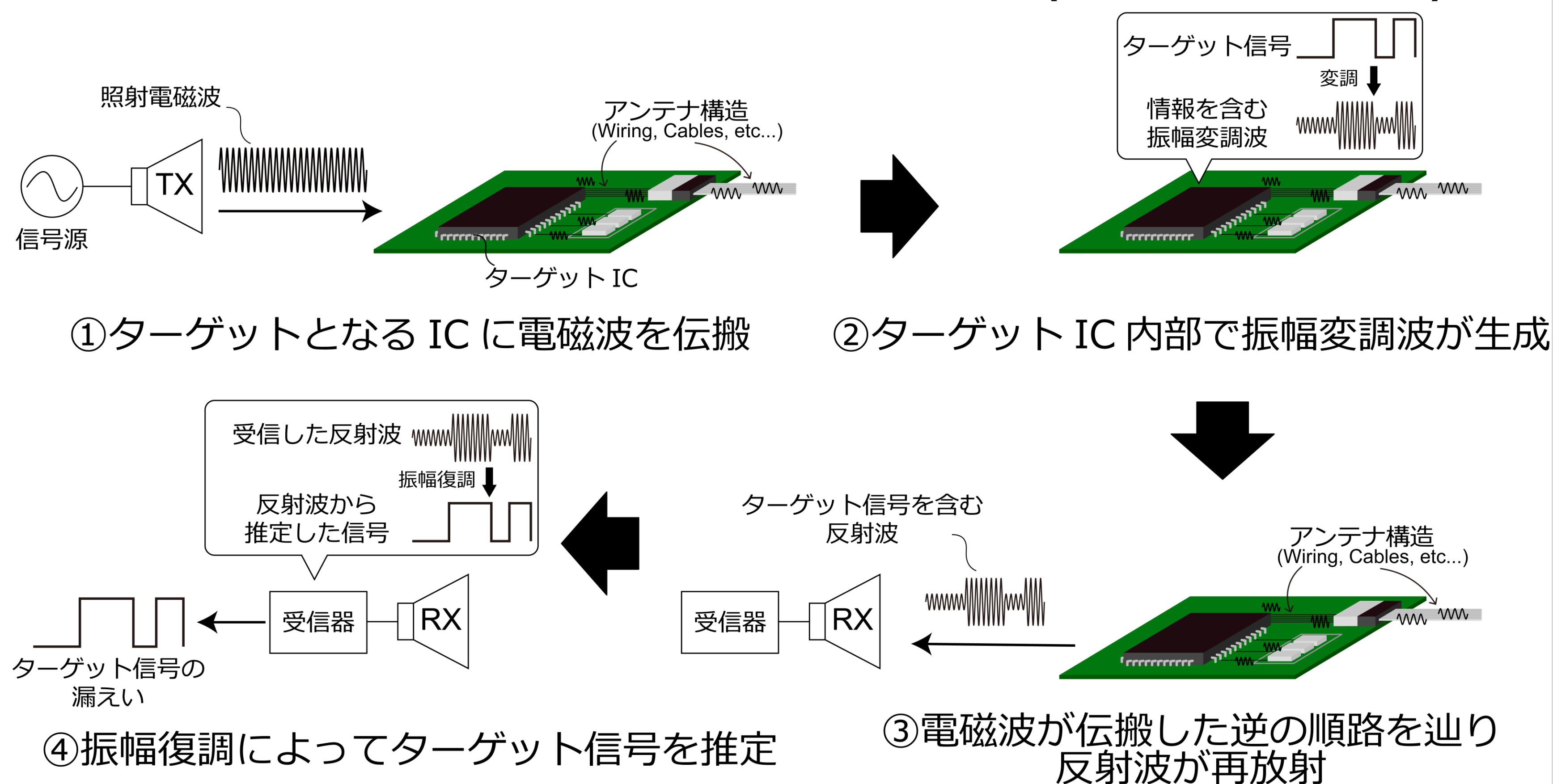
実験環境



ターゲットとの距離: D ,
電磁波の照射強度: N を変化させながら評価

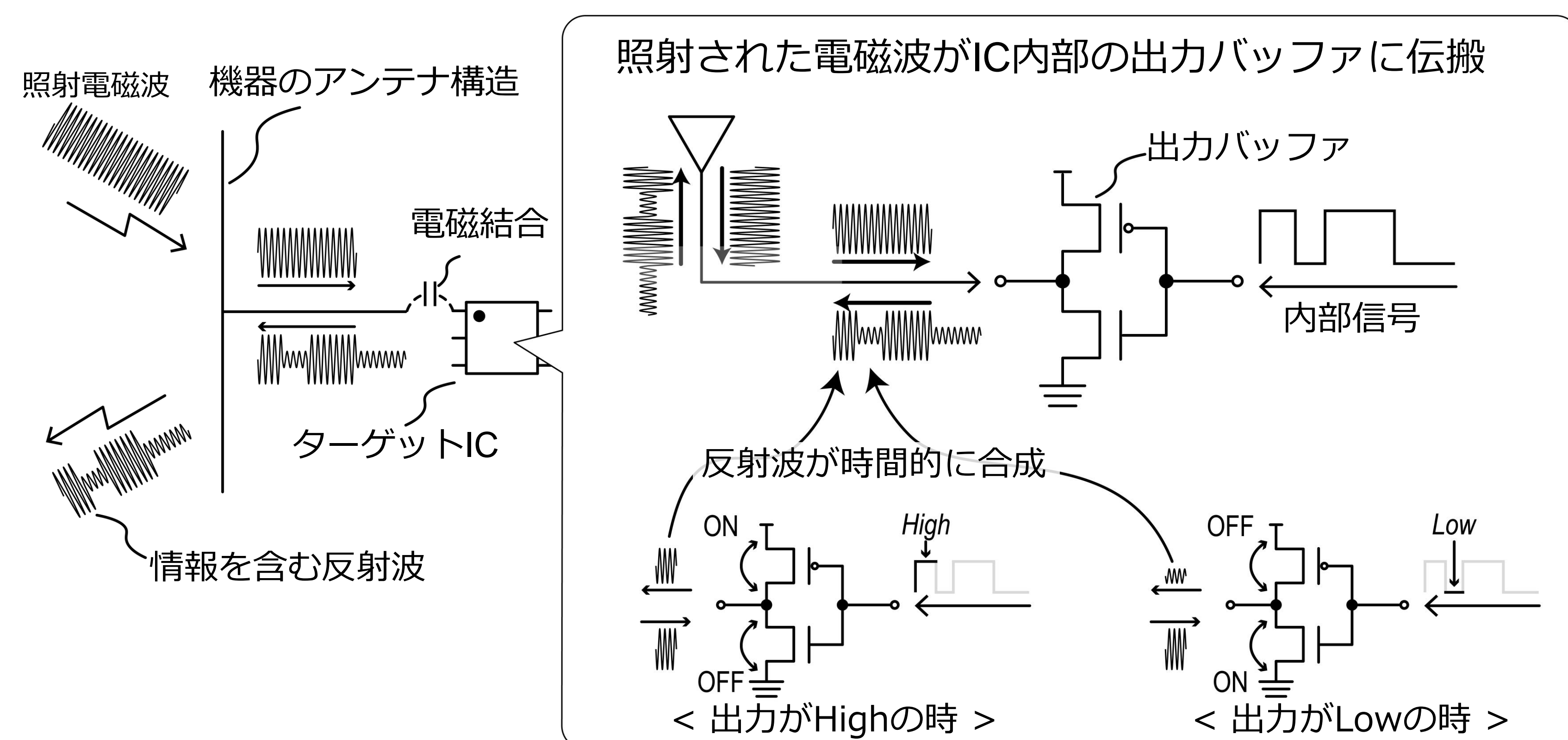
アクティブなTEMPEST (Echo TEMPEST)

情報を含む電磁波の放射強度を制御する脅威 (Echo TEMPEST)



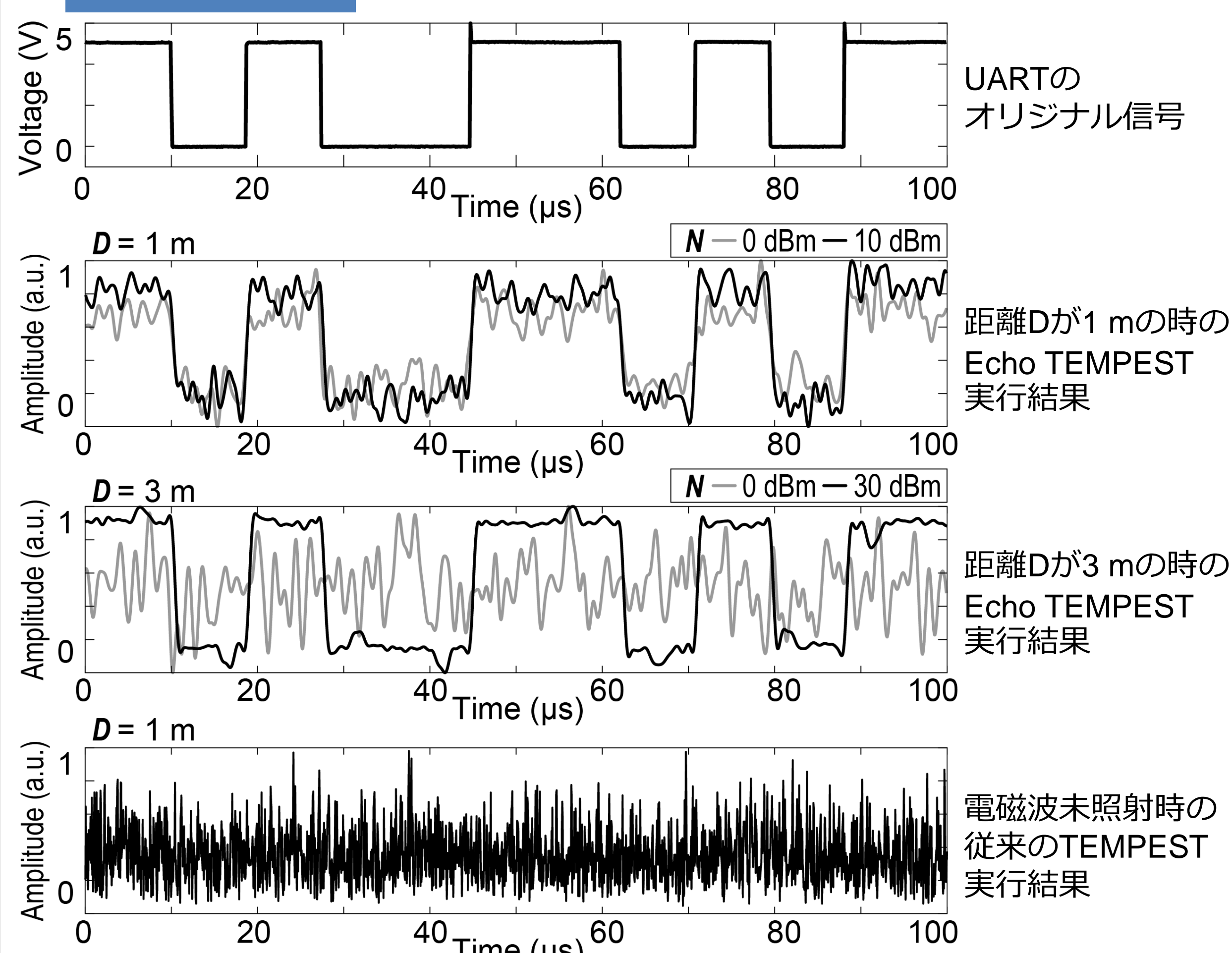
ターゲットとなるICに対する電磁波の照射強度によって
発生する反射波の放射強度を制御することが可能

Echo TEMPESTのメカニズム



ICの出力バッファのスイッチング状態に応じた入力インピーダンスの変化より
ICの出力信号を含む反射波 (振幅変調波) が生成される

実験結果



電磁波の照射強度に応じて
情報の漏えい距離が制御できることが確認された

脅威の対象となる可能性がある機器

