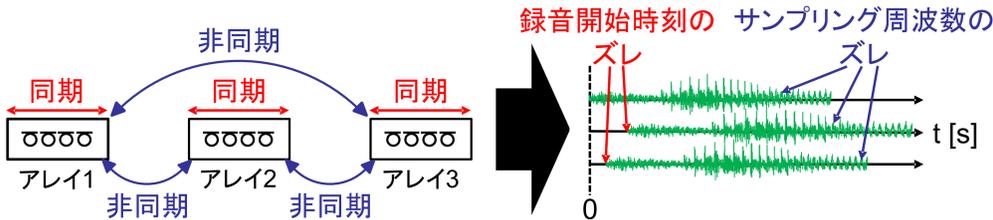


1. 研究背景

- **マイクロホンアレイ**
 - 複数のマイクロホンを並べた同期録音デバイス
 - 同じA/D変換器(A/D converter: ADC)に入力されるため、完全な同期録音が可能
 - 録音開始時刻・サンプリング周波数は一致
- **ビームフォーミング (beamforming: BF)**
 - マイクロホンアレイを用いて任意の**方位**にある音源を強調する技術
- **スポットフォーミング**
 - マイクロホンアレイを用いて任意の**領域**にある音源を強調する技術



- 複数台のマイクロホンアレイを使う場合はアレイ間のADCは非同期
 - 録音開始時刻・サンプリング周波数がズレる



- 香川高専とサイバーエージェントとの共同研究で提案されているスポットフォーミング[1]では、非同期録音データにも適応できるように定式化されている

[1] S. Ayano, L. Li, S. Seki, and D. Kitamura, "Audio spotforming using nonnegative tensor factorization with attractor-based regularization," Proc. EUSIPCO, pp. 121-125, 2024.

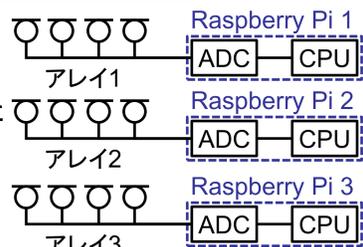
研究目的

- 提案スポットフォーミングの性能評価に必要な、非同期を再現できるデータセットの整備・公開
 - 完全同期インパルス応答データセットの収録
- マイクロホンアレイ間の非同期性シミュレーション用プログラムの作成
 - 実機での相対的なサンプリング周波数の算出



2. 実機でのサンプリング周波数の測定

- **目的**
 - 非同期性に対するスポットフォーミングの性能調査には、非同期条件で録音された音響データが必要
 - 実際にどの程度サンプリング周波数がズレるのかを検証



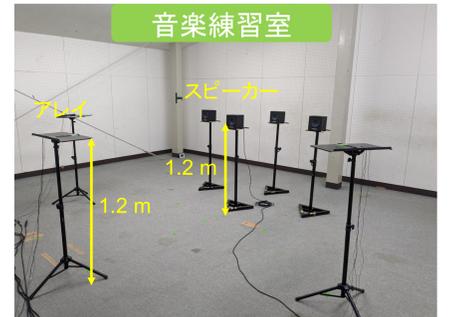
- **方法**
 - 3台のRaspberry Piに接続したマイクロホンアレイを用いて、同時に24時間分録音
 - 録音開始と終了の時刻を合わせるために24時間の最初と最後でアラームをそれぞれ鳴らす
 - アレイ1のサンプリング周波数を48000 Hzと仮定した状態で、得られた音響信号の長さ(サンプル数)のズレからアレイ2・アレイ3のサンプリング周波数のズレを算出



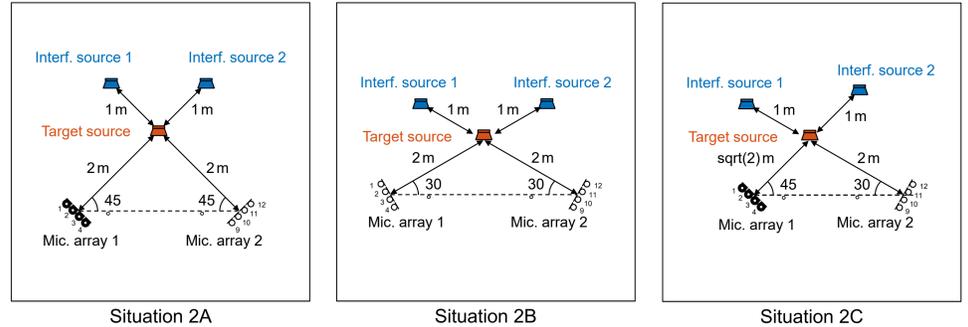
- **結果**
 - 録音開始時刻
 - アレイ1
 - アレイ2: 0.16873 s
 - アレイ3: 0.20394 s
 - アレイ2のサンプリング周波数: 48000.09429 Hz
 - アレイ1との誤差: 1.964 ppm → 1,000,000 ppm = 100 %
 - アレイ3のサンプリング周波数: 48000.11385 Hz
 - アレイ1との誤差: 2.372 ppm

3. インパルス応答の収録

- **目的**
 - 非同期条件をシミュレートするためのデータセットの作成に必要
 - ドライソースとインパルス応答で収録伝達系が再現可能
- **収録環境**
 - 完全同期でインパルス応答を収録
 - マイクロホンアレイは間隔1 cmの直線型
 - 96 kHz/32ビットのサンプリング周波数で収録
 - ファイル数は336個

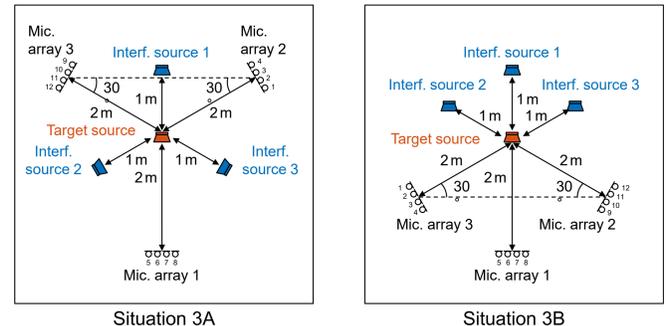


- アレイと音源の配置は下記の5種類
 - マイクロホンアレイ2個のケース



Situation 2A Situation 2B Situation 2C

- マイクロホンアレイ3個のケース

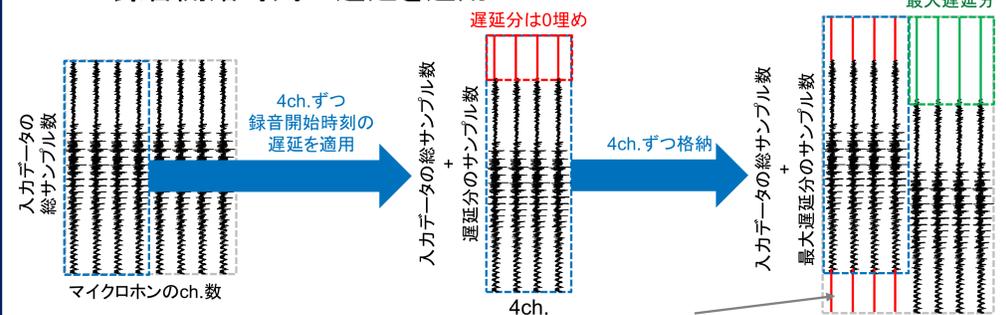


Situation 3A Situation 3B

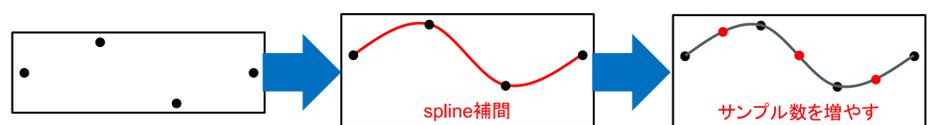
4. 非同期性のシミュレーション

- MATLABのコマンドウィンドウから関数を実行することで、所望する録音開始時刻の遅延及びサンプリング周波数のズレが適用されたWAVファイルが出力

1. 関数を実行
2. 指定したサンプリング周波数にリサンプリング
3. 録音開始時刻の遅延を適用



4. サンプリング周波数のズレを適用
 - 各サンプル間は3次多項式補間 (spline補間) により内挿
 - 例: 48000 Hzを48000.09429 Hzに変換



5. outputフォルダ内に出力ファイルが生成

