

# スマホを活用した安価な異音検知システムの新規開発に関する研究

牧本 宜大\*1, 森川 雅弘\*2, 溝渕 啓\*3

## 抄 録

近年、デジタルトランスフォーメーション（以下、DX）の必要性を理解しているものの、「システム投資の費用対効果が不明瞭」かつ「システムに精通した人材育成に時間が必要」であることからDXに踏み切れていない企業が多い。一方、大量生産を基本とする製造現場では、少子高齢化により働き手が減少しつつも生産性を維持・向上するため、DXが必要不可欠である。

本研究では、DXを促進するため、簡単に入手可能で信号処理が容易な音信号に着目し、工作機械の異常音をリアルタイムに検知する安価なシステムの開発を行った。

### 1 はじめに

集音・音信号の高速フーリエ変換（以下、FFT）後のレベル表示、カメラ機能およびメール通知を同時に処理するAndroid OS用アプリケーション（以下、アプリ）を開発した。アプリの基本動作は、音信号をリアルタイムにFFTするとともに、そのレベル値をcsvファイルで記録するものである。アプリを使用して製造現場のDX推進を図るためには、有効性検証が必要不可欠である。このため、「当センターで実験可能な設備」かつ「徳島県内の主要産業の一つである機械製品製造業の代表的な装置」より旋盤をとりあげ、検証を行った。

旋盤での切削加工の代表的な異常の一つにびびり振動がある。びびり振動は工具とワーク間の相対振動により発生し、加工品の品質低下を招く現象である。びびり振動の検知手法として、これまでに圧電素子センサーによる出力信号をモニタリングする方法等が提案されているが、既存設備への組込方法で課題が残る。機械加工に長けた熟練作業者は、僅かなびびり振動も音で検知できるものの、その育成に要する時間面で課題がある。また、びびり振動は突発的に発生するため、複数台の工作機械の同時検知は極めて困難である。一方、アプリは簡単に取得可能な音信号を使用しているため既存設備への組込が容易である。更に、必要デバイスはスマホのみであるため導入コスト面でも優れている。本研究で

は、アプリを異音検知システムとして使用し、びびり振動が検知できるかを実験した。



図1 アプリ画面



図2 メール送信完了状態

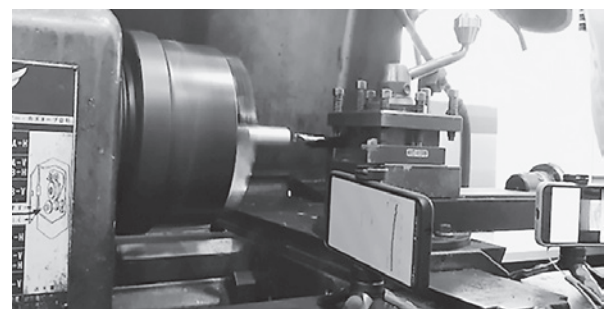


図3 実験装置構成

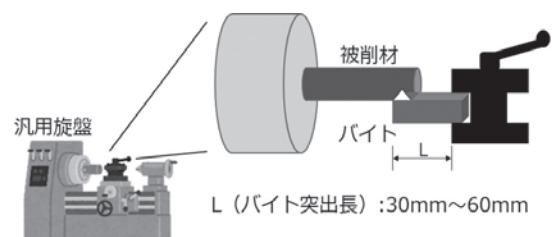


図4 実験方法

\*1 電子・情報技術担当, \*2 (株)ナカテツ,  
\*3 徳島大学

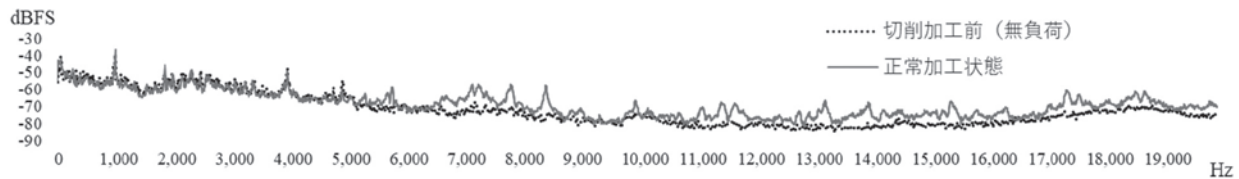
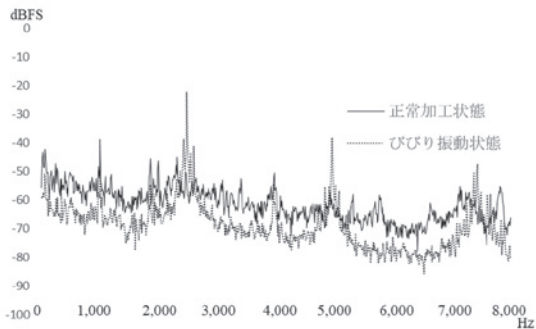
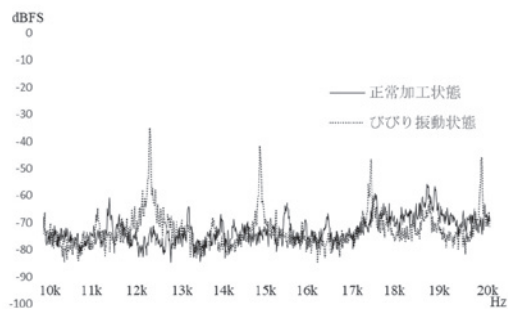


図5 正常加工状態と切削加工前状態の音信号レベル変化



(a) 0~8kHz



(b) 10~20kHz

図6 切削加工音のレベル変化

## 2 アプリ概要・動作検証

アプリはスマホ内蔵マイクで集音し、FFTを行う。FFTのサンプリング周波数は44,100Hzとし、ポイント数は4,096とした。特定周波数でレベルが高い音信号の検出に合わせて「スマホ内蔵カメラで自動撮影」・「メール通知」設定を組み込むことも可能である。図1にアプリの動作状態を示す。スマホ画面の上段はカメラ映像であり、中段にFFT結果をグラフ表示し、メール送信が完了した場合は下段にメッセージ（「送信が完了しました」）を表示する仕様としている（図2）。なお、集音・FFT機能の性能は、当センターが保有する音響測定システムで評価した。

## 3 びびり振動検知検証

旋盤近くにスマホを設置し、集音・FFT解析を行った（図3）。本実験では、バイトの突出長を変えバイトの剛性を変化させ、意図的にびびり振動を発生させた（図4）。正常状態とびびり振動状態の切削加

工音をFFTし、レベル変化を検証した。図5に正常加工状態と切削加工前状態の音信号レベル変化を示す。加工状態になると切削加工音が変化していることが分かる。次に、図6に正常加工状態とびびり振動状態の音信号レベル変化を示す。正常加工音と比較し、びびり振動状態では2.5kHzや5.0kHz等でレベルが高い音信号を検出している。さらに、10kHz~20kHzの高音域においては、12.4kHzや14.9kHz等でレベルが高い音信号を検出していた。このことから、正常加工音を予め確認し、正常加工音よりレベルが高い音信号を検出した場合にびびり振動状態と定義すれば、びびり振動状態検知が可能である<sup>2)</sup>。

## 4 まとめ

集音・FFT解析及び結果表示・カメラ機能・メール通知の同時処理が可能なアプリを開発し、切削加工でのびびり振動状態を検知できるかを実験した。その結果、正常な切削加工音を予め確認し、その正常音との比較によりびびり振動状態の検知が可能であることを確認した。今後、様々な企業にアプリを提案し、DXを推進していきたい。また、びびり振動以外のレベルが高い音信号で誤検知する可能性があるため、検知精度を高め、さらなる利便性向上を目指していきたい。

## 謝辞

本研究は、公益財団法人JKAの助成を受けて実施しました。

## 参考文献

- 1) 丸井悦男. “工作機械振動と加工モニタリングの現状と将来展望”. 計測自動制御学会誌, 2003, Vol.42, no.7, p.558-565.
- 2) 牧本宜大, 平井嵩馬, 溝渕啓, 小川仁. “工作機械使用環境下での高音域による異常検知手法の提案”. 2023年電子情報通信学会総合大会, A-5-5.