

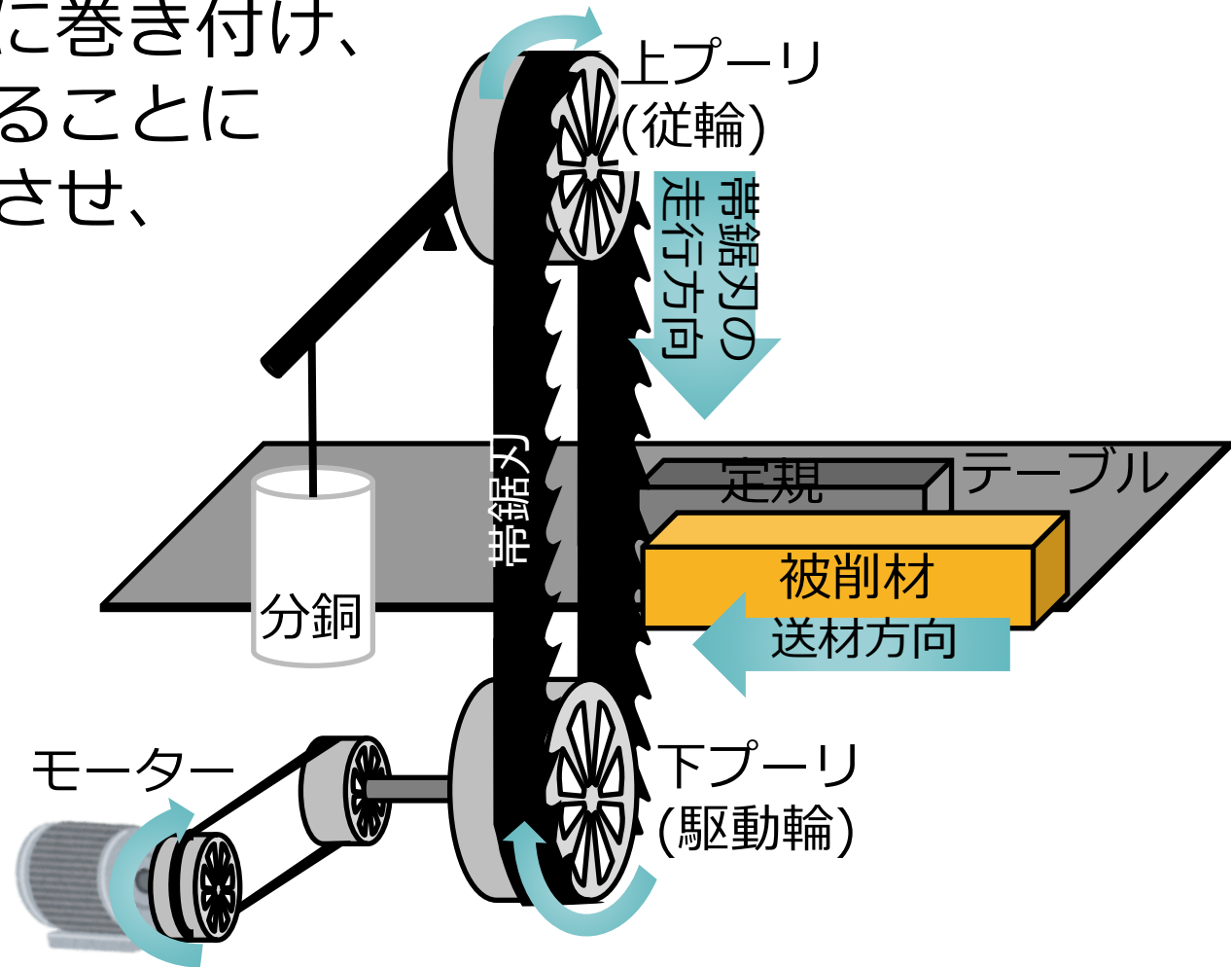
切削性能のモニタリングが可能な 帯鋸切削システム

島根県産業技術センター 木質材料科
科長 河村 進

2024年12月5日

帯鋸盤の構造

- 細長い鋼板の両端を溶接して環状とした鋸を2つのプーリに巻き付け、プーリを高速回転させることにより鋸を一方向に走行させ、被切削物を切断する。
- 2つのプーリ間を広くすることにより大断面の材料を切削できることから、製材用帯鋸では製材所で丸太の切削に多用されている。
- 木工品の製作や段ボール、食品(冷凍品)の切削にも利用されている。

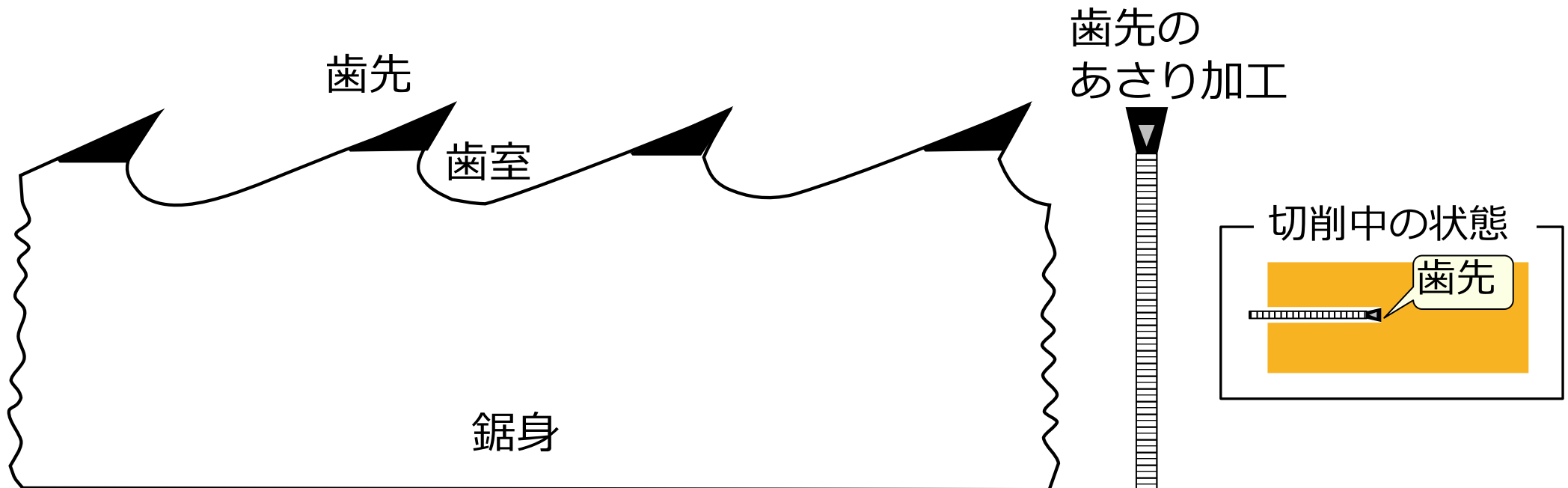


【木工用テーブル帯鋸盤】

帯鋸刃の構造

帯鋸刃は歯先、歯室、鋸身から構成される。

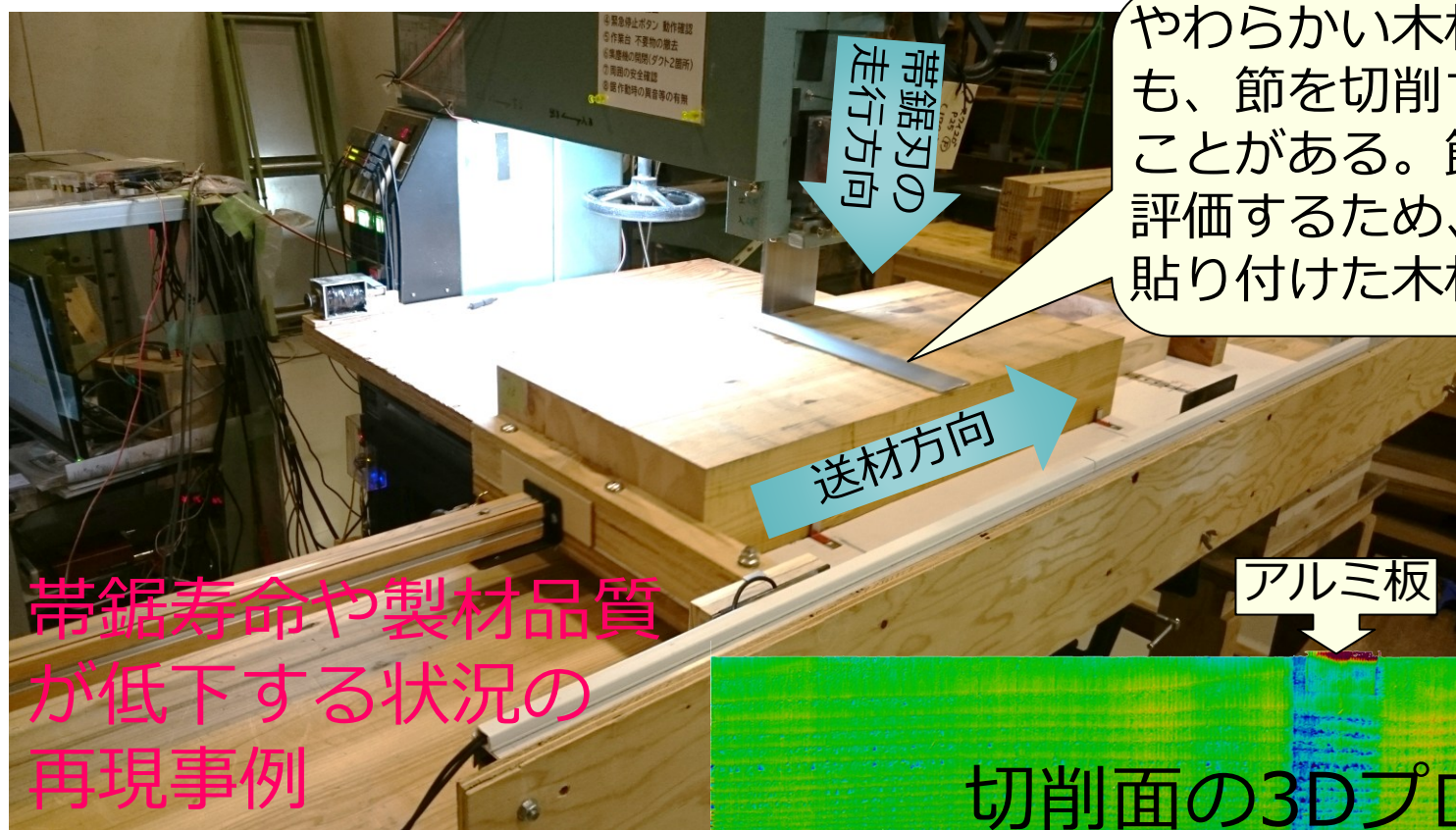
- 歯先:被削物を切削する。
- 歯室:切削屑を排出する。
- 鋸身:帯鋸刃を保持するとともに、鋸刃に駆動力を伝える。



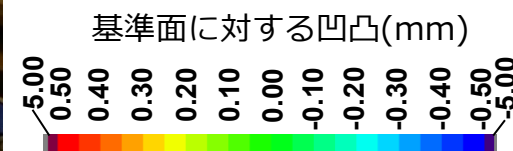
【一般的な木工用帯鋸刃の形状】

帯鋸刃の摩耗が切削性能に与える影響

帯鋸切削において歯先の摩耗が進んで切削抵抗が大きくなると、挽き曲がりが生じたり、表面性状の悪化、消費電力は増加する。



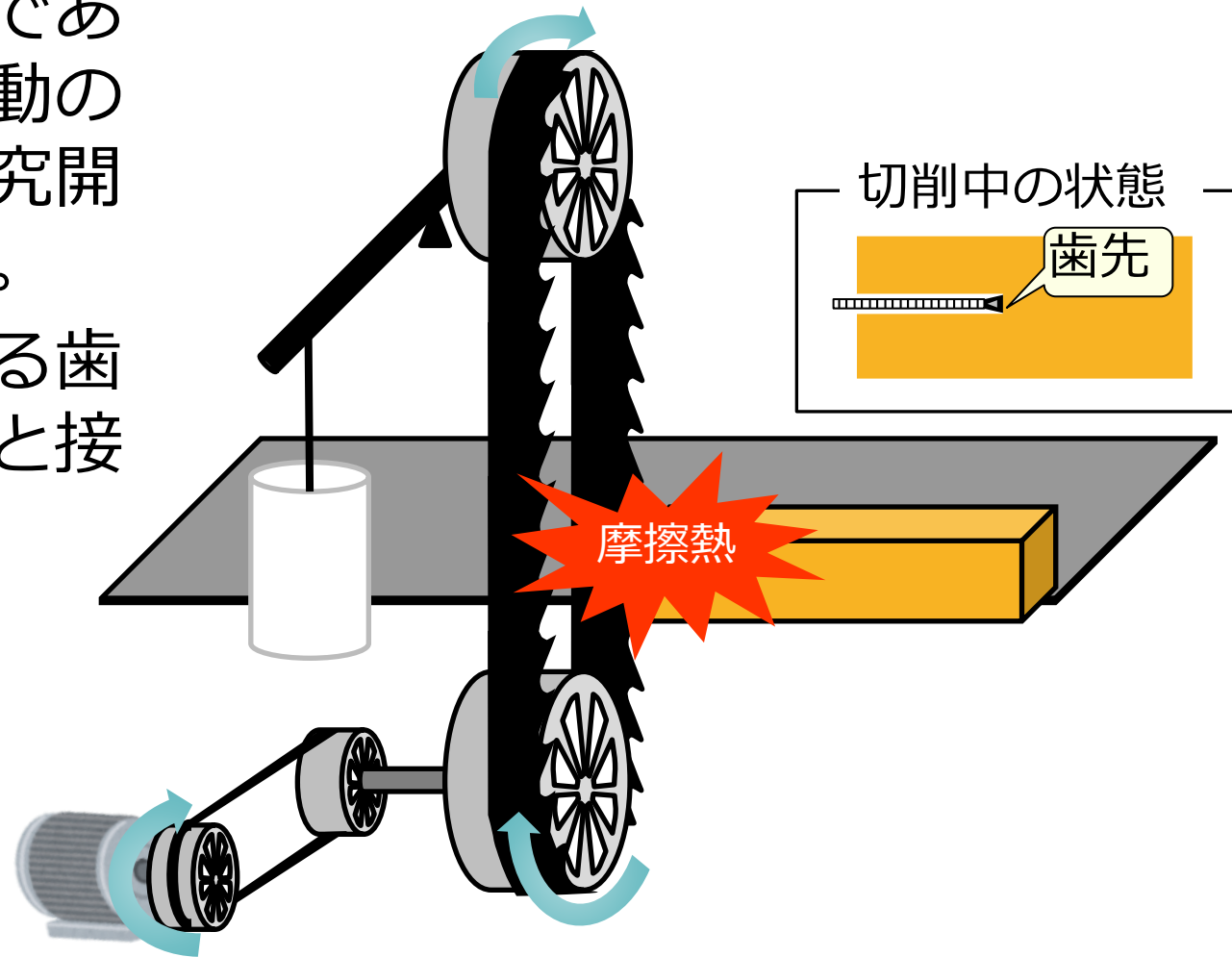
やわらかい木材の切削中であっても、節を切削すると刃こぼれすることがある。節の切削を定量的に評価するため、表面にアルミ板を貼り付けた木材片を切削した。



切削面の3Dプロファイル

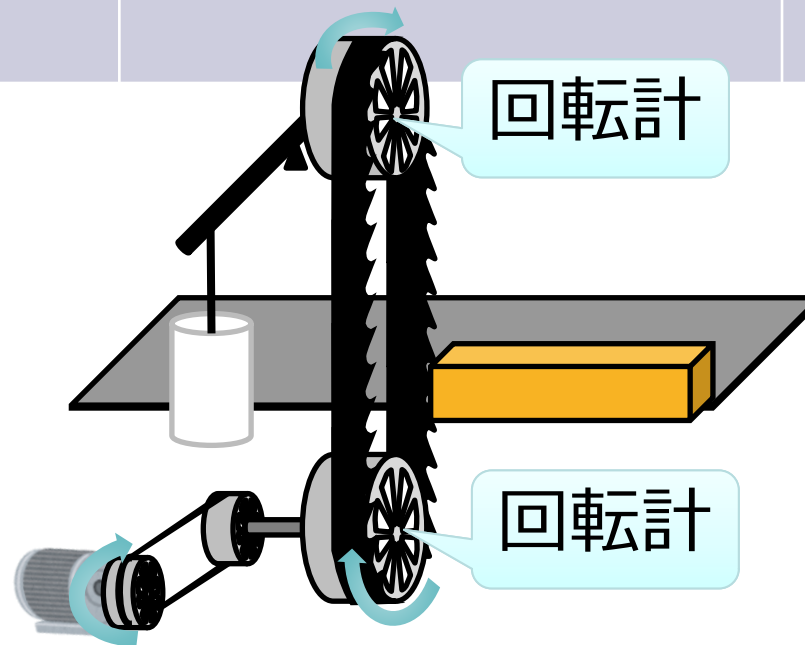
木工用帯鋸における切削トラブル

- 鋸身の走行速度が高速である木材用帯鋸盤では拳動の確認が困難であり、研究開発は進んでいなかった。
- 被削物との摩擦が生ずる歯先だけでなく、被削物と接触しない鋸身が発熱することもある。その原因のひとつとして、上下プーリと帯鋸刃の間にスリップが生じたことが考えられる。



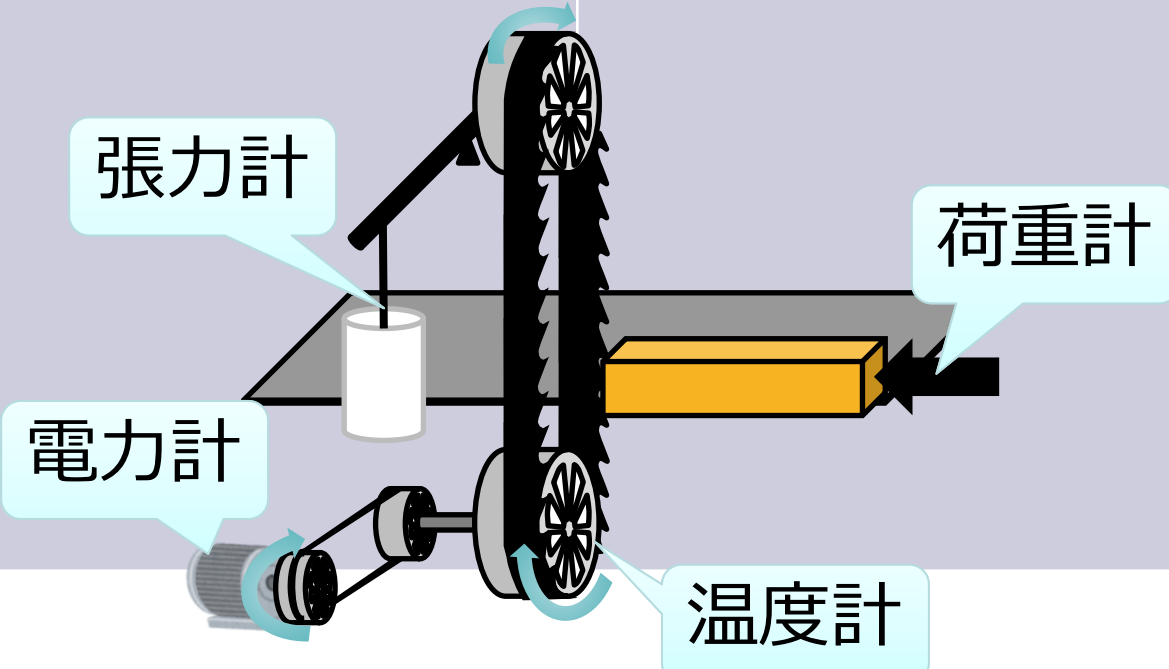
従来技術の問題点(1)

手法	特徴	課題
プーリの回転数から鋸身走行速度を計算によって推定する方法	簡便で、枯れた技術である。	鋸身がスリップしたとき誤差が生ずる可能性がある。



従来技術の問題点(2)

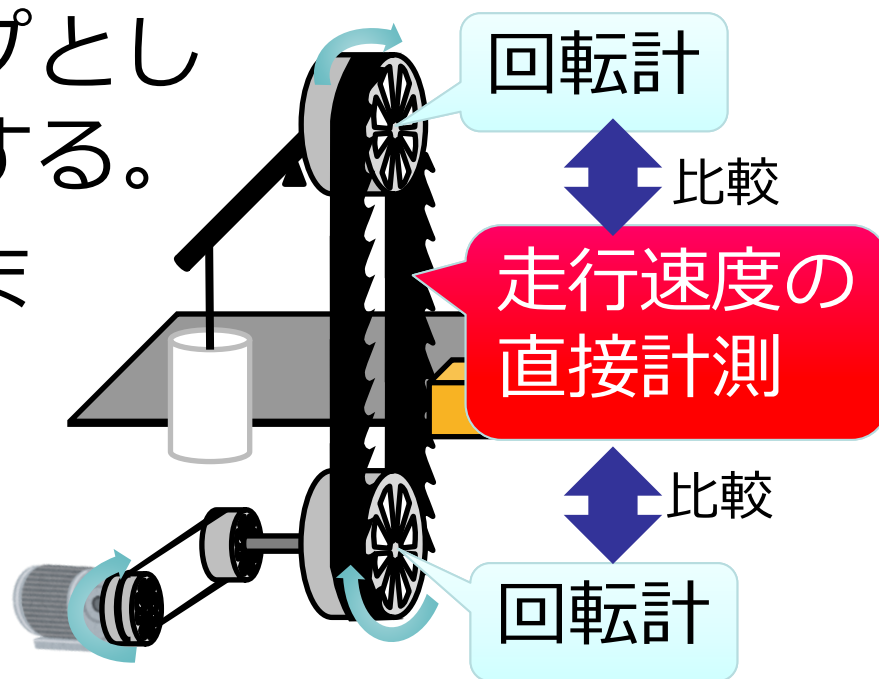
手法	特徴	課題
消費電力など他のパラメータを利用する方法	多彩なパラメータが検討対象となる。	- スリップの発生から現象が生じるまでタイムラグが生ずるパラメータを用いると、検出は遅くなる。 - 装置の規模によっても生じ方の程度は異なる。



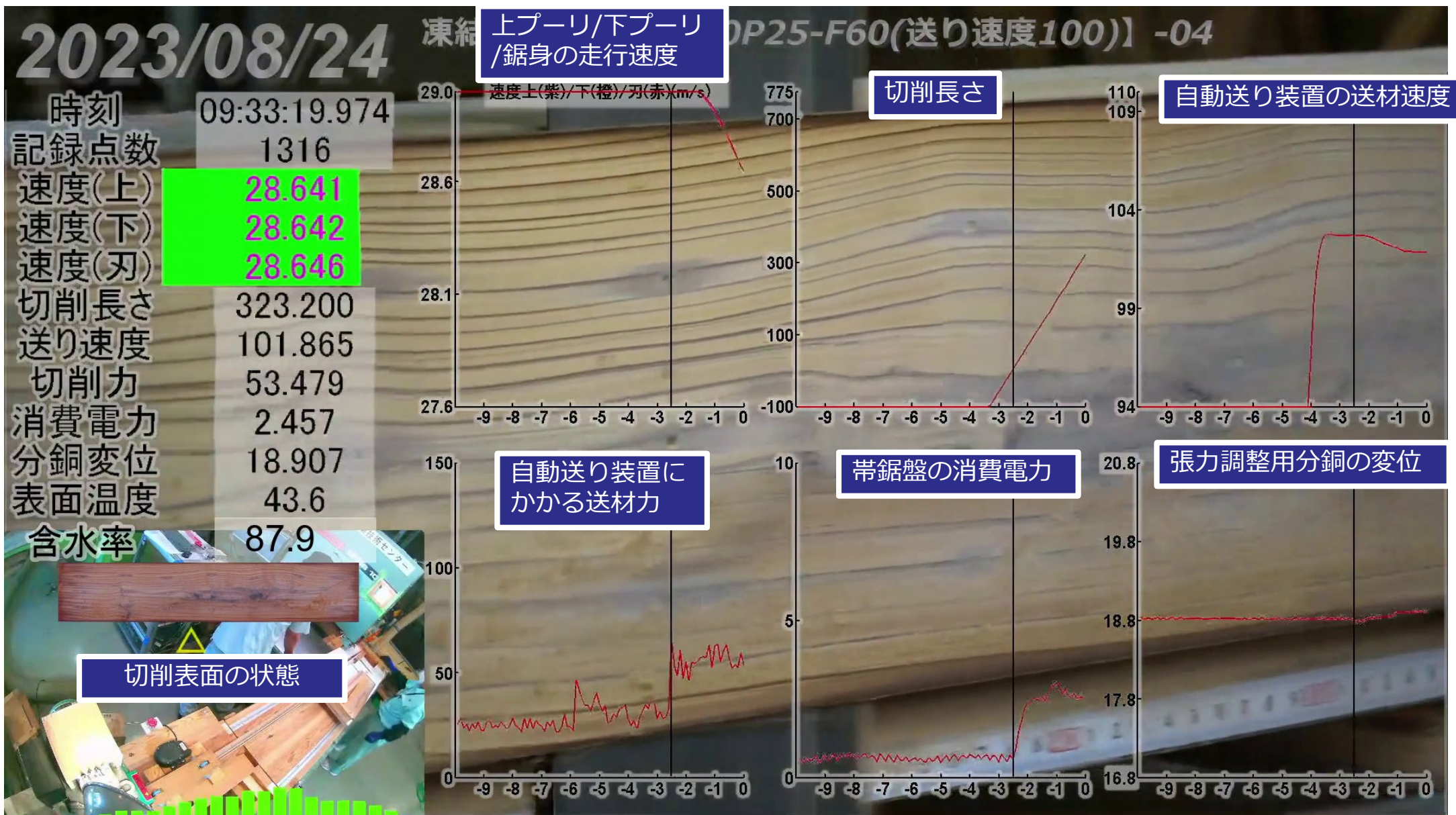
The diagram illustrates a mechanical testing apparatus. It features a central vertical shaft with two large gears at the top and bottom. A horizontal beam is attached to the shaft, with a yellow rectangular weight hanging from it. A white cylindrical container is suspended from the beam by a thin rod. A blue arrow points to the top gear, labeled '張力計' (Tension Gauge). A blue arrow points to the bottom gear, labeled '温度計' (Temperature Gauge). A blue arrow points to the motor at the base of the shaft, labeled '電力計' (Power Gauge). A blue arrow points to the yellow weight, labeled '荷重計' (Load Gauge).

考案した技術の特徴・従来技術との比較

- 考案した技術では、帯鋸刃に走行速度を計測するための検出子を設けるのを特徴としている。
- 切削を行うとき、切削中のプーリと帯鋸刃の速度差をスリップとして判定し、切削異常を検知する。
- 本技術を適用すれば、これまで明らかではなかった帯鋸刃のスリップのモニタリングが期待される。



モニタリングシステムのイメージ

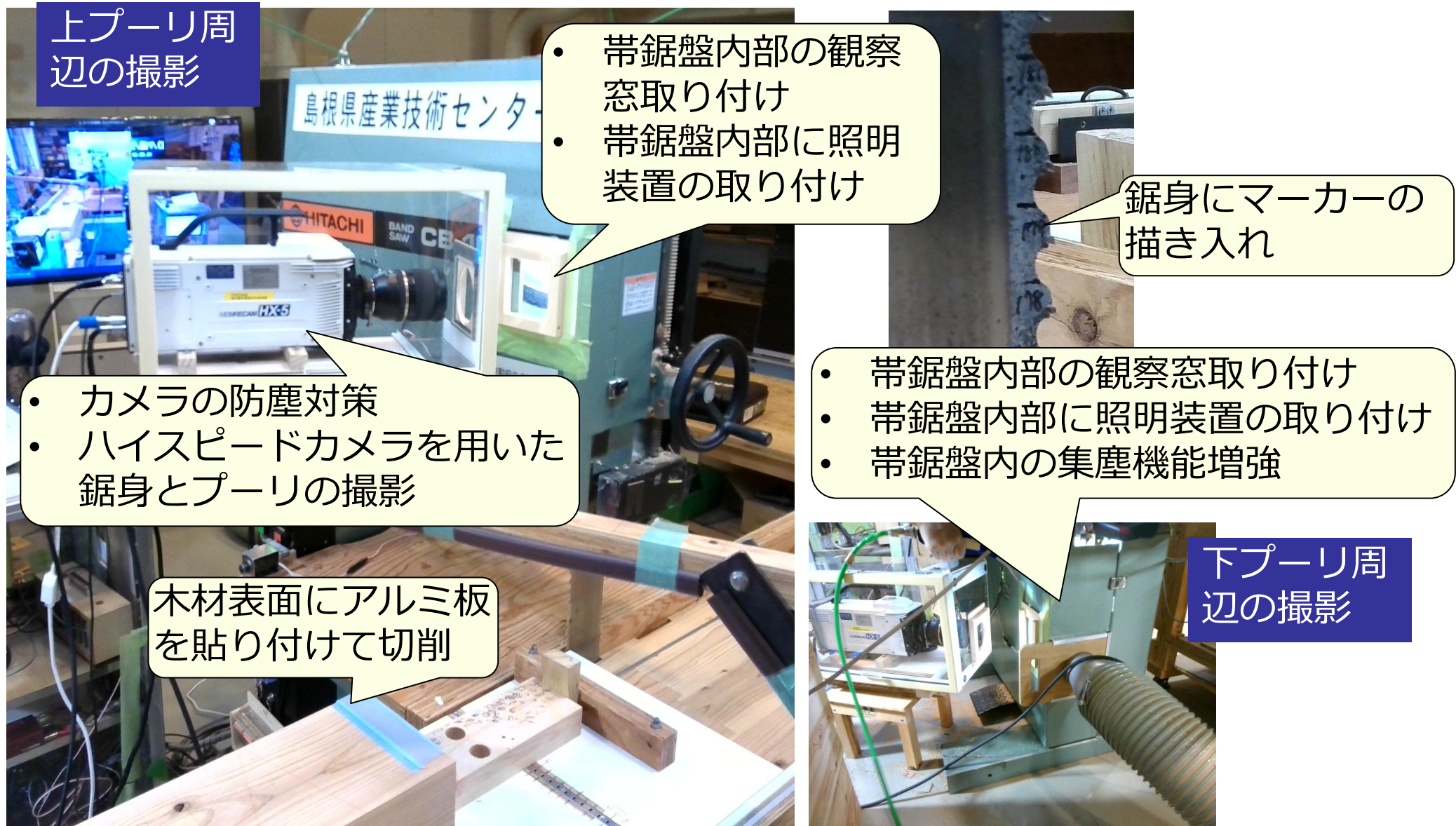


考案した技術による測定事例

- ①鋸身に取り付けたマーカを、カメラを用いて追尾する方法
- ②孔をあけた鋸身を用いて、ファイバーセンサによる光量の測定を行う方法

カメラによる測定

1. 方法



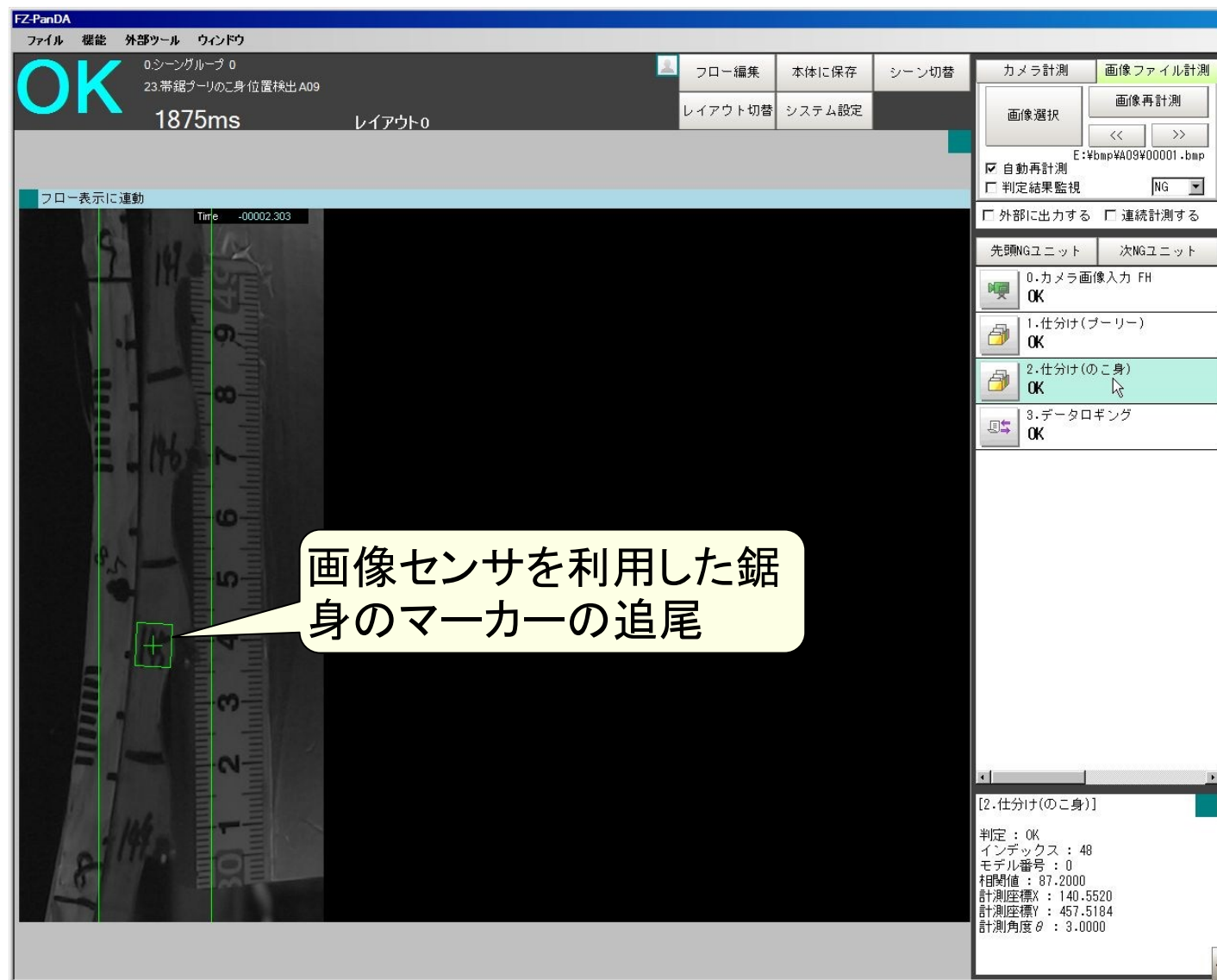
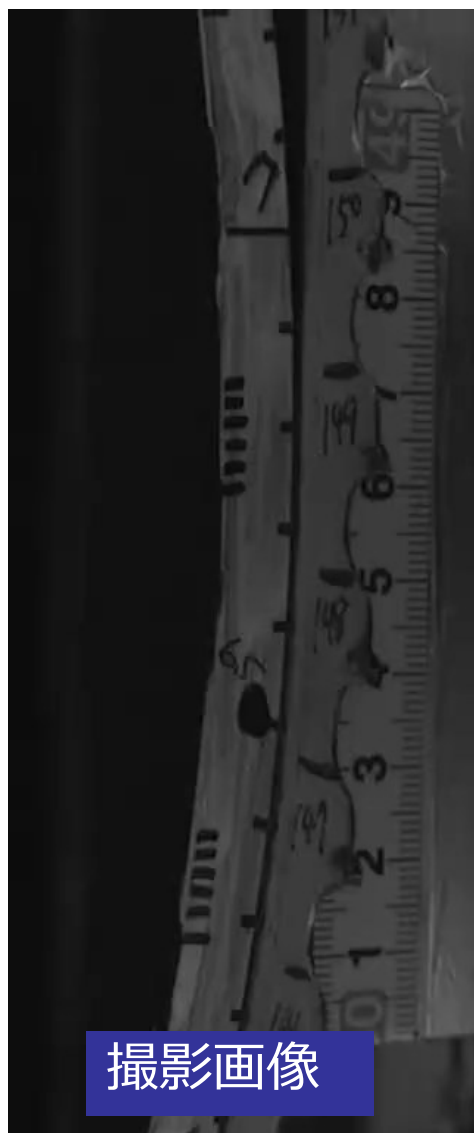
カメラによる測定

2. 試験風景



カメラによる測定

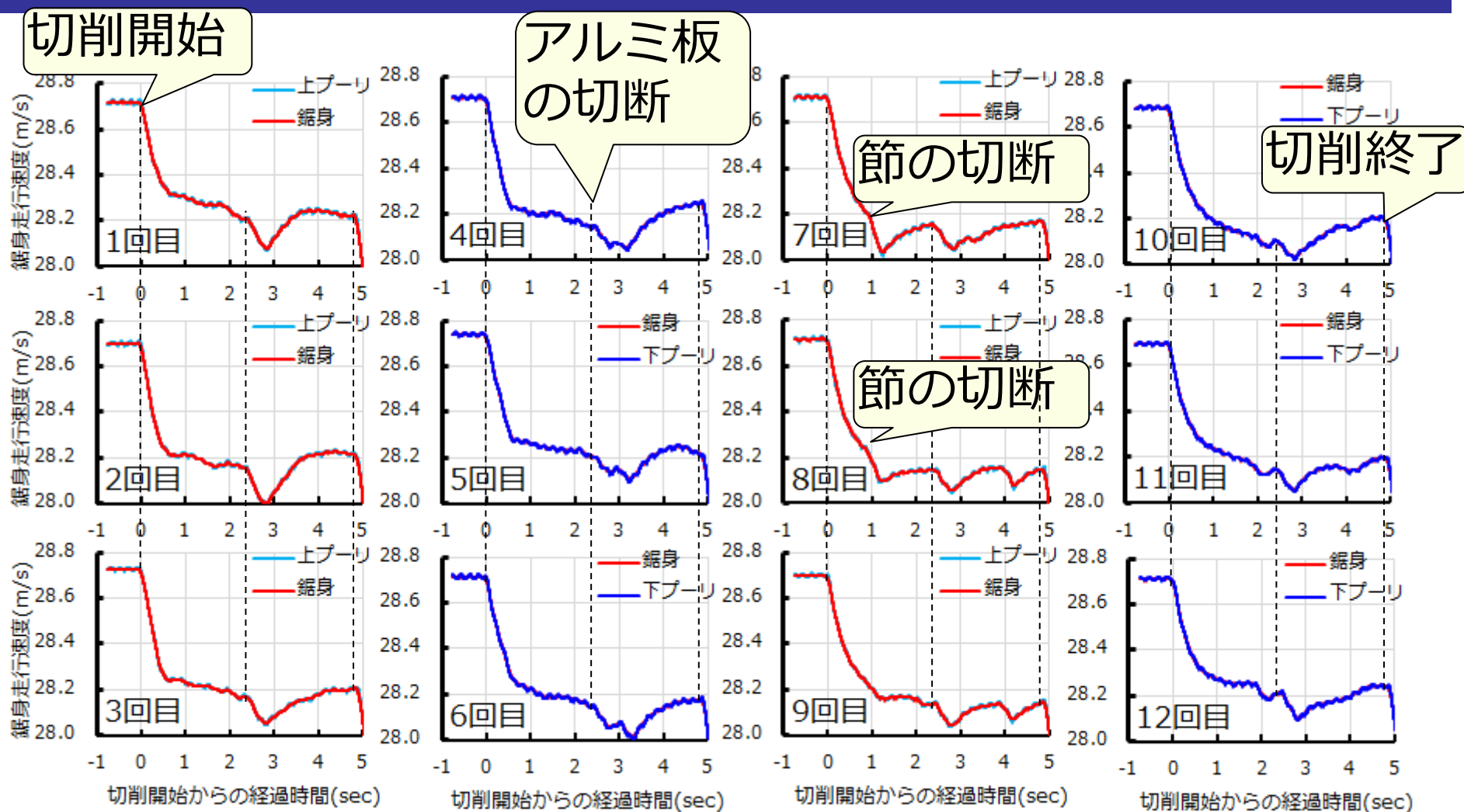
3. 撮影画像



カメラによる測定

4. 結果 鋸身走行速度の推移

上下プールの同時撮影ができなかったため、同一切削条件で12回繰り返して切削を行い、上下プールを交互に撮影したときの結果を示す。

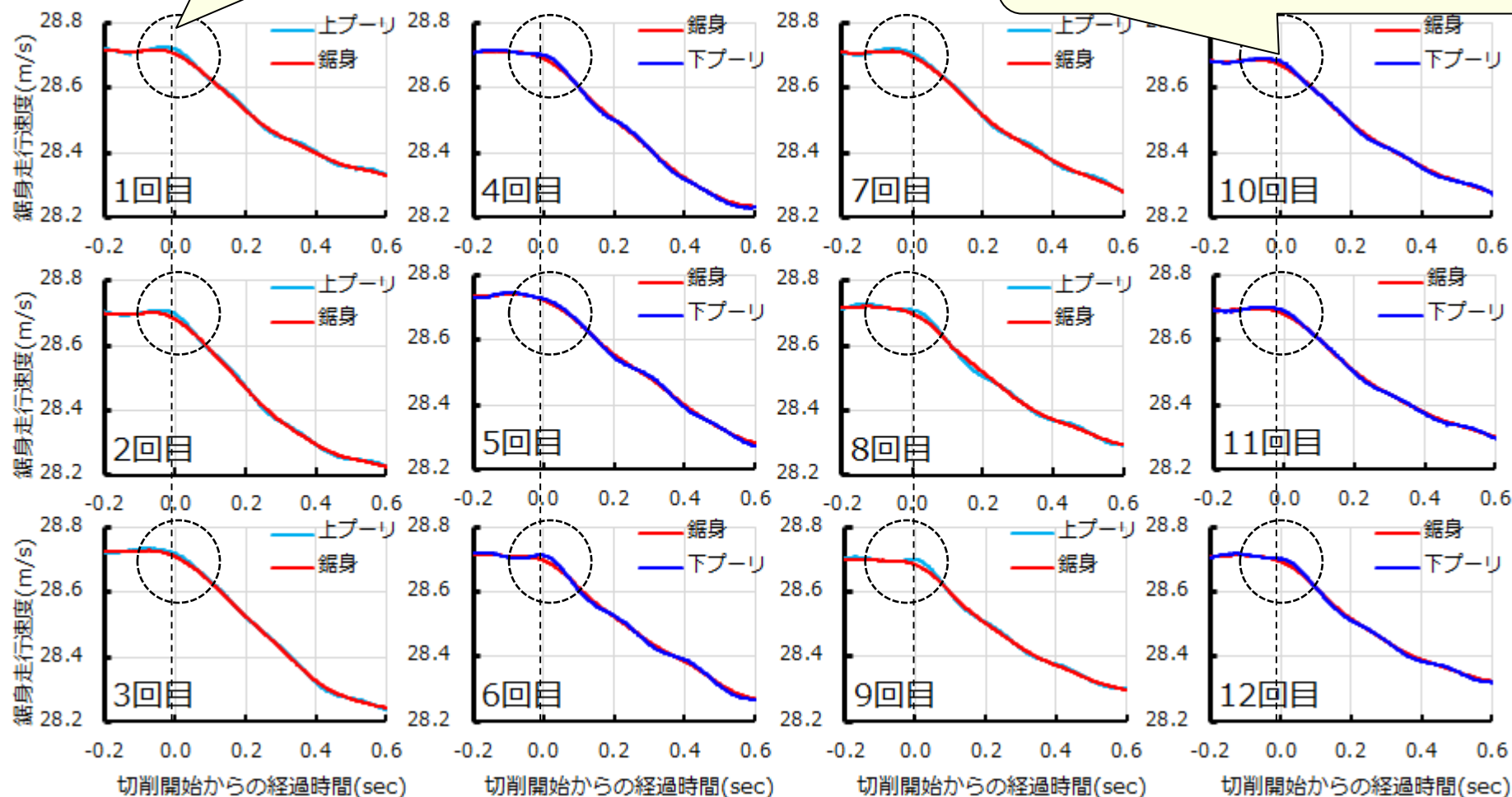


カメラによる測定

4. 結果 切削開始時の鋸身走行速度

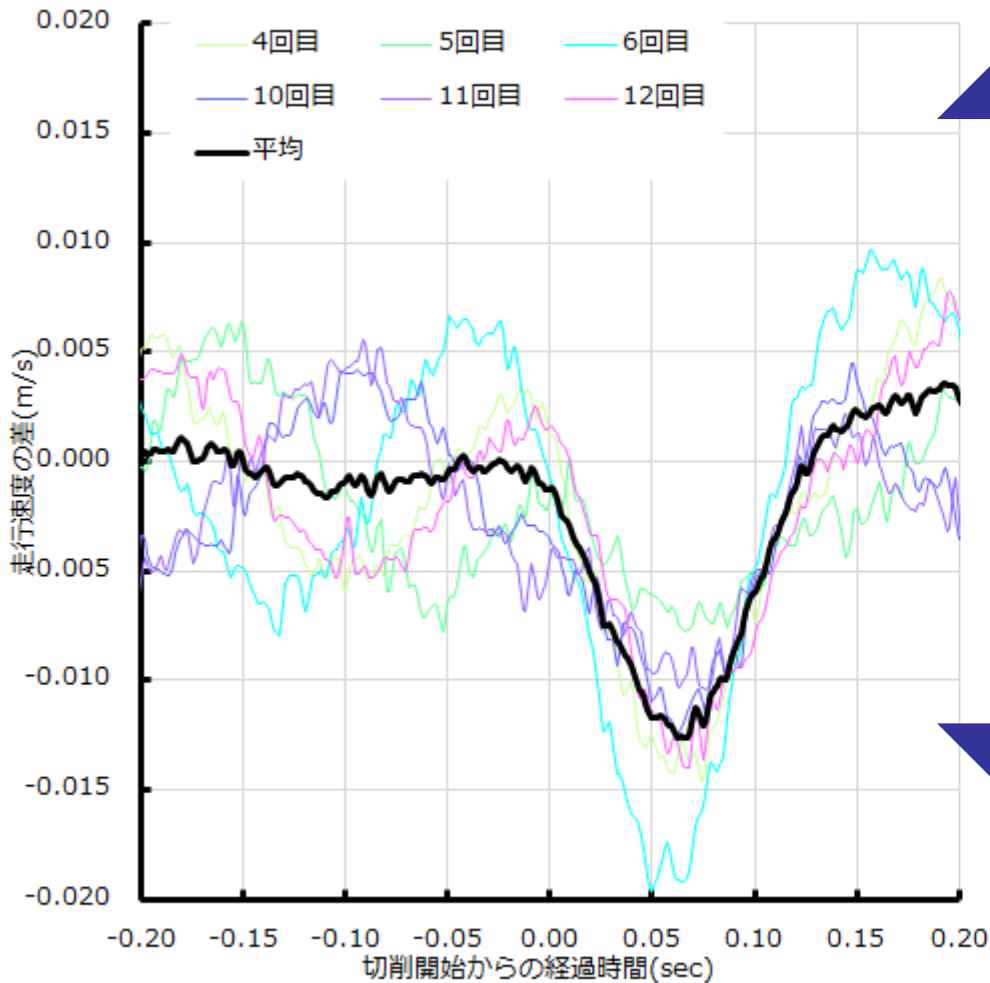
切削開始

プーリと鋸身で走行速度が異なる⇒スリップの発生?



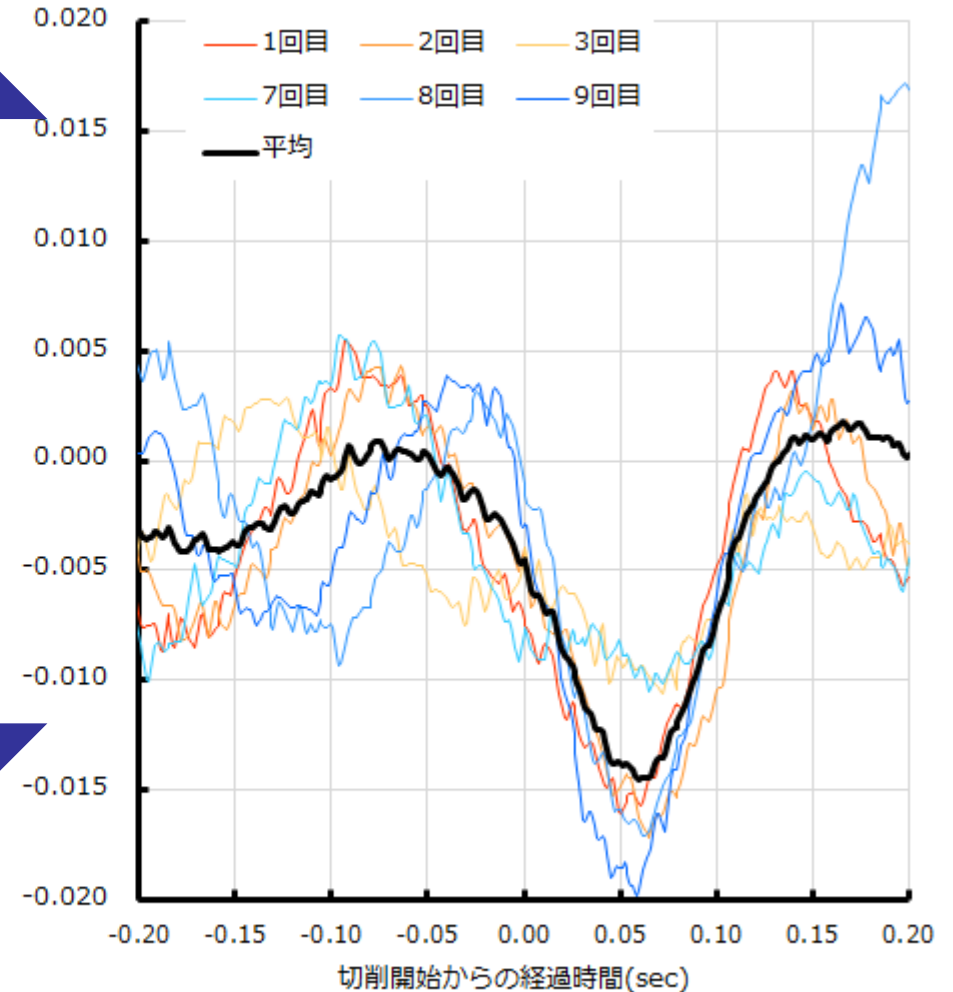
カメラによる測定

4. 結果 切削開始時の鋸身スリップ



プーリの回転
が遅い

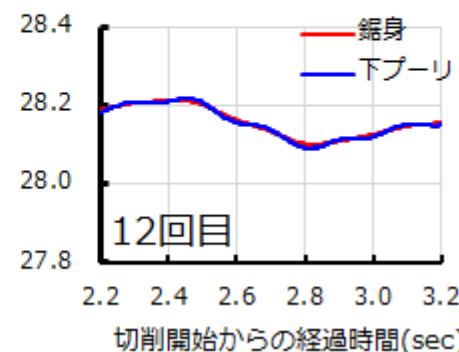
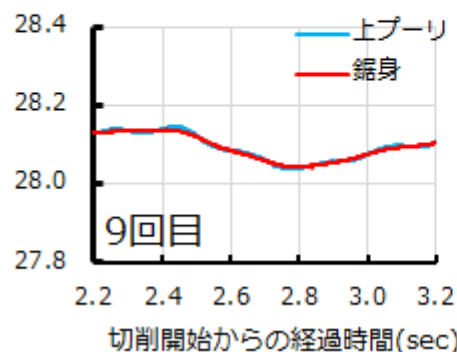
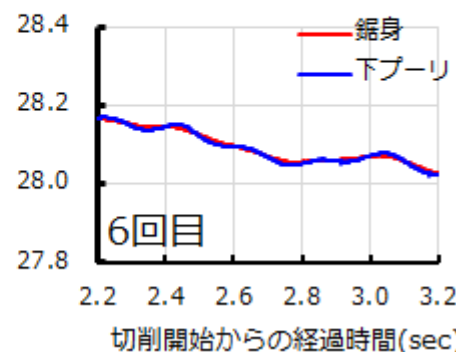
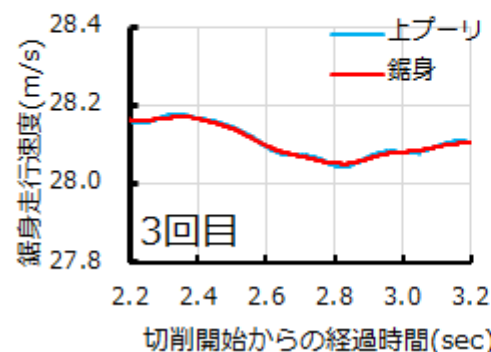
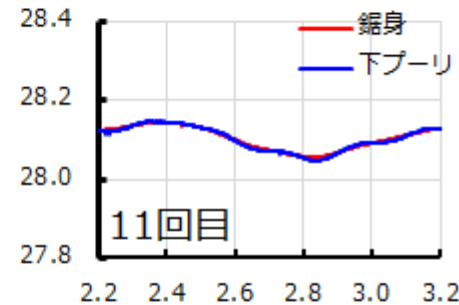
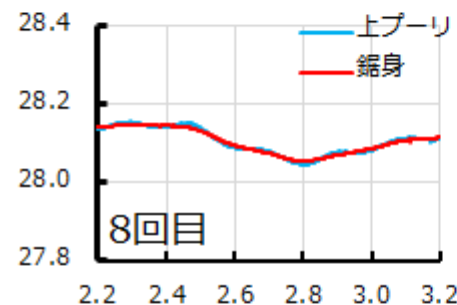
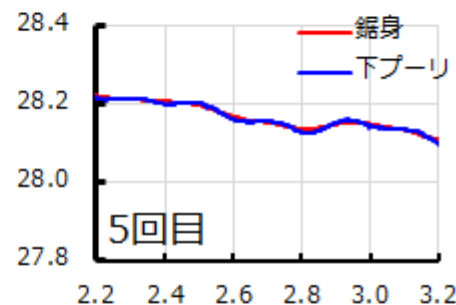
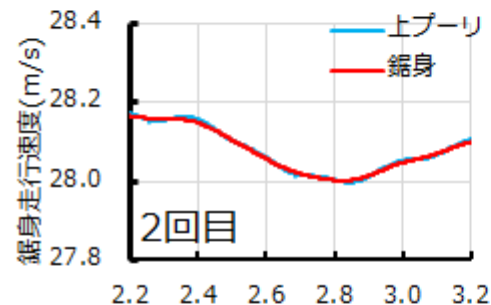
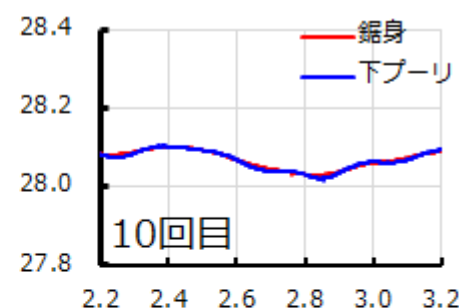
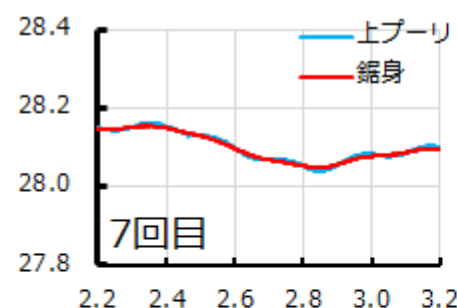
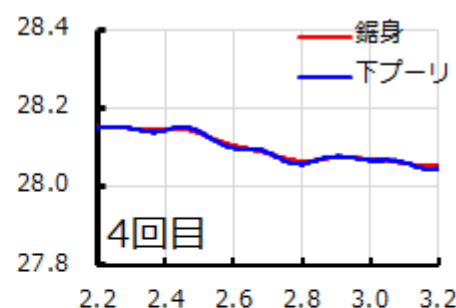
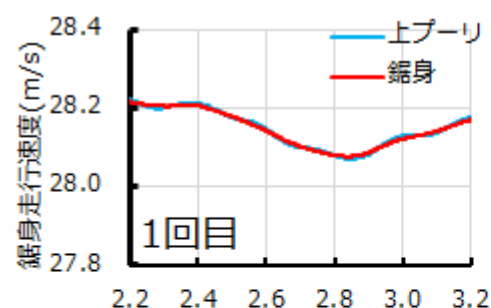
鋸身の速度
が遅い



速度差から計算すると、切削開始0.1秒で約1mmのスリップが生じている。

カメラによる測定

4. 結果 アルミ切削時の鋸身走行速度



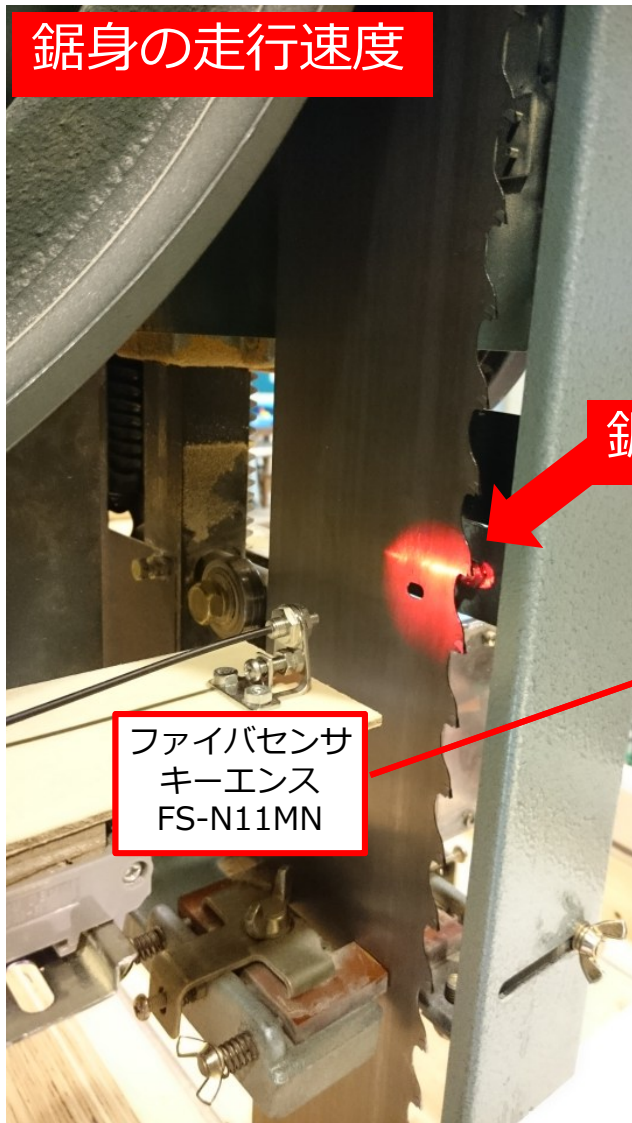
カメラによる測定

5. 実用化に向けた課題

- カメラを用いて測定を行ったところ、鋸身の走行速度を正確に検出して、スリップの発生を確認できた。しかし、ハイスピードカメラではリアルタイムモニタリングができない点が未解決となっている。
- カメラを用いたシステムでは撮影条件を安定させる照明や防塵対策も必要となる。
- 以上の検討から、より簡便に測定できる技術を確立する必要があると考えた。

ファイバーセンサによる測定

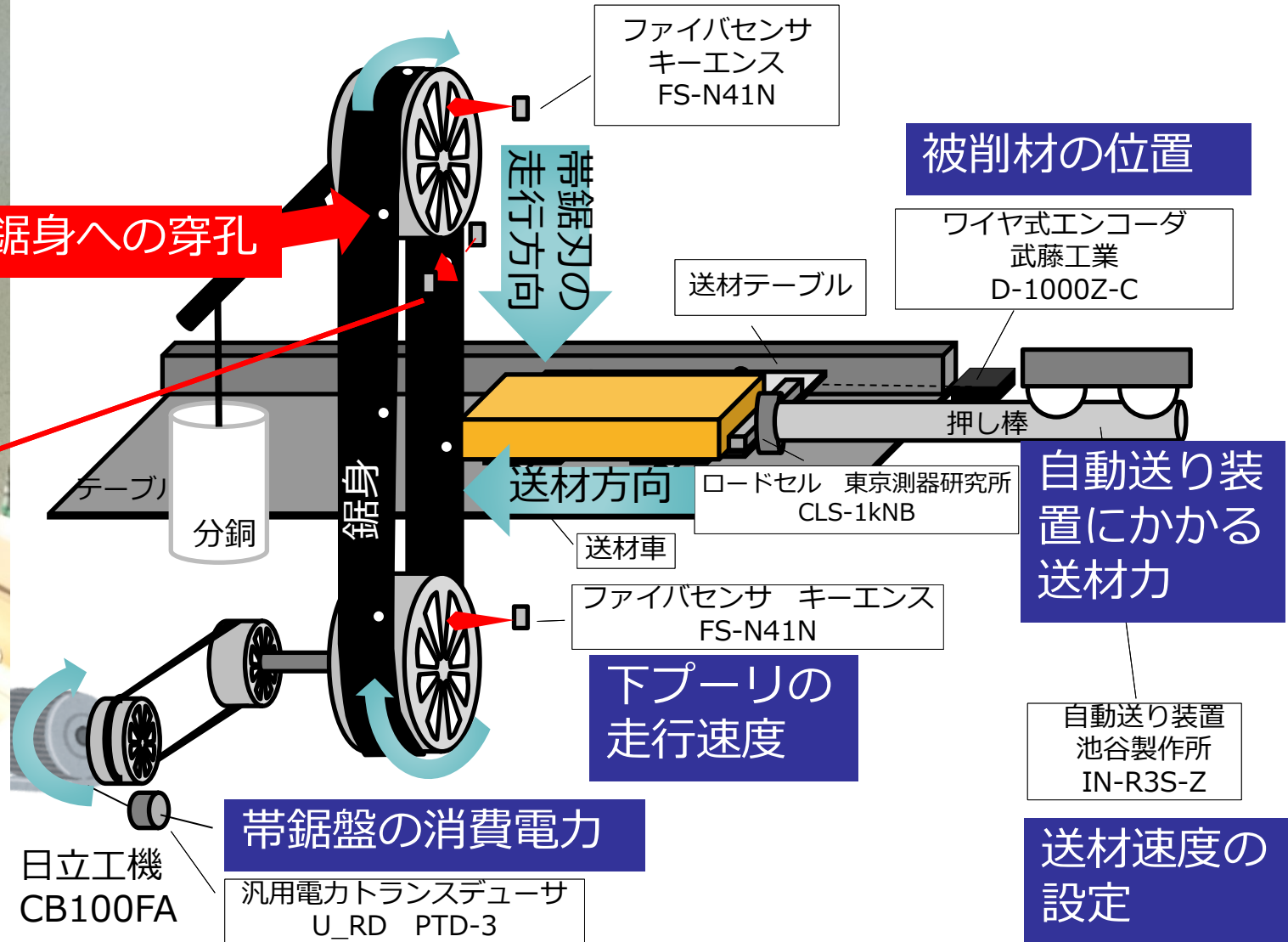
1. 方法



鋸身の走行速度

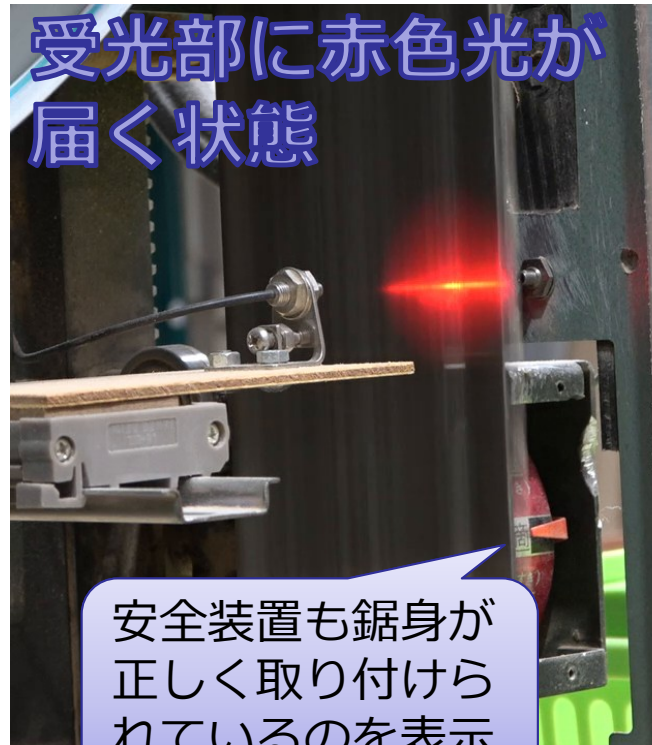
鋸身への穿孔

ファイバセンサ
キーエンス
FS-N11MN



ファイバーセンサによる測定

1. 方法

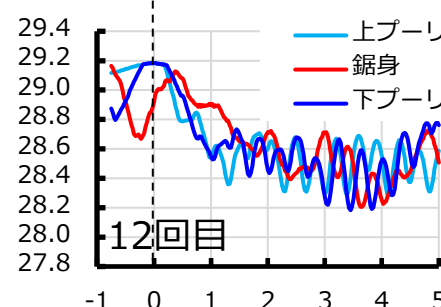
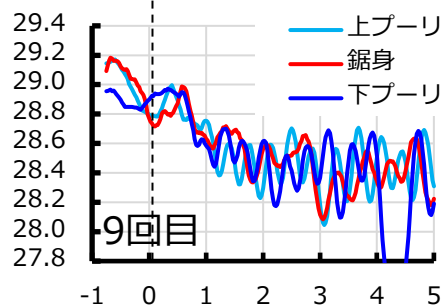
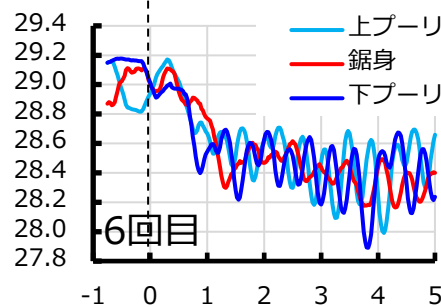
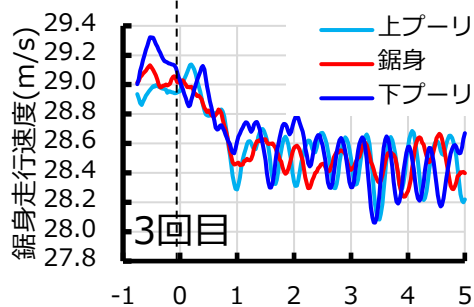
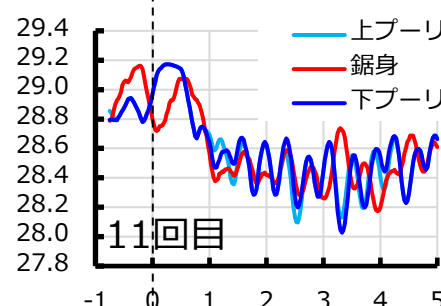
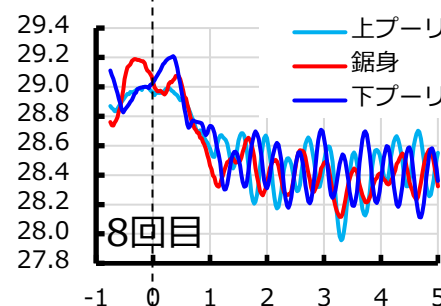
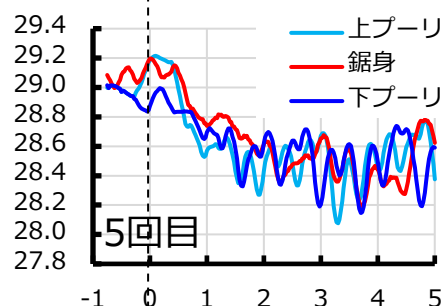
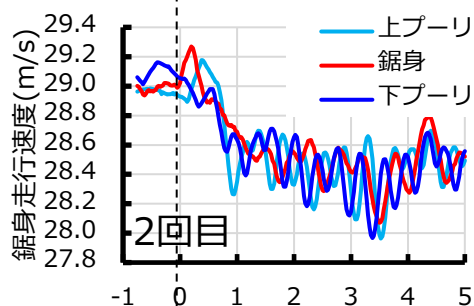
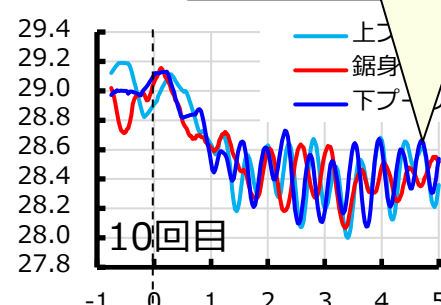
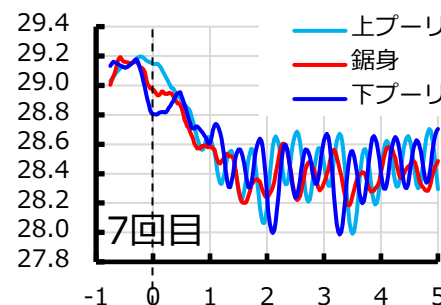
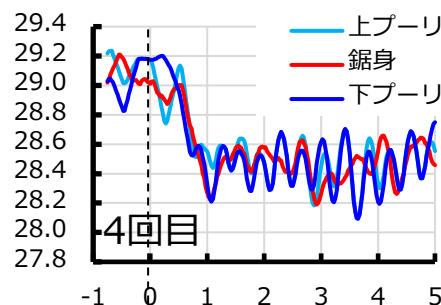
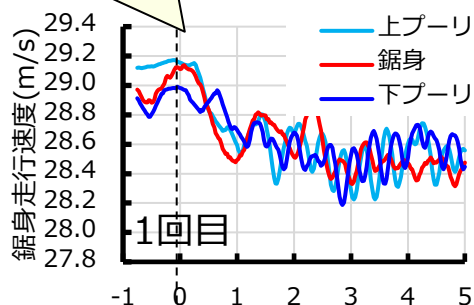


ファイバーセンサによる測定

2. 結果

切削開始

切削終了



切削開始からの経過時間(sec)

切削開始からの経過時間(sec)

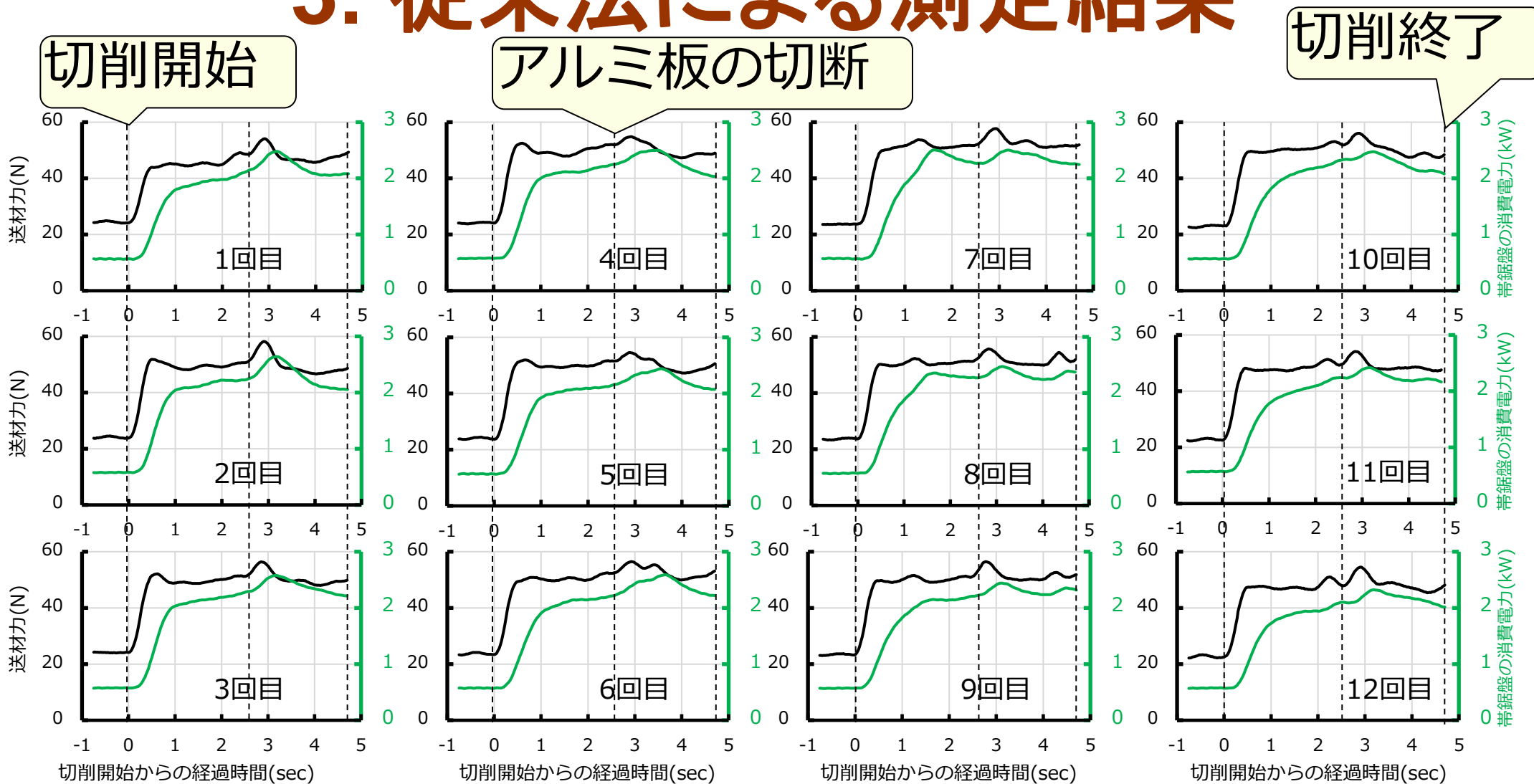
切削開始からの経過時間(sec)

切削開始からの経過時間(sec)

速度低下は確認できたが、スリップの検出には精度が不足した。

ファイバーセンサによる測定

3. 従来法による測定結果



消費電力より送り力の方がタイムラグが少ないが、カメラで検出されたスリップは検出できなかった。

ファイバーセンサによる測定

4. 実用化に向けた課題

- ファイバーセンサを適用すると、鋸身走行速度のリアルタイムモニタリングが可能となった。しかし、スリップの発生が検出できる計測精度にはならなかった。
- 実用化に際しては、計測精度を向上させるための技術確立する必要がある。
- ただし、今回の計測事例で精度が低い原因は鋸身に開けた穴の間隔やセンサのサンプリングレートの問題に起因しており、改良は不可能ではないと考えている。

考案した手法の特徴と課題

手法	特徴	現時点での課題
鋸身に取り付けたマーカーをハイスピードカメラで追尾する方法	- きわめて精度よく検出できた。 - スリップも確認できた。	- リアルタイムモニタリングが行えていない。 - 撮影条件を安定させる必要がある。
孔をあけた鋸身を用いて、ファイバーセンサによる光量の測定を行う方法	- 鋸身走行速度のリアルタイムモニタリングが可能となった。 - 鋸身の横ずれも検出できた。	鋸身スリップの検出には計測精度をさらに向上させる技術が必要。

想定される用途

- 本技術を用いることで、帯鋸歯の形状が切削条件や切削物に一致しているかを調べることが可能となる。
- 異物を切削したことを検知することも期待される。
- また、製材中の帯鋸刃をリアルタイムにモニタリングすることで、切削不良を起こす前に帯鋸の交換時期を知らせることも可能と思われる。

応用が考えられる用途

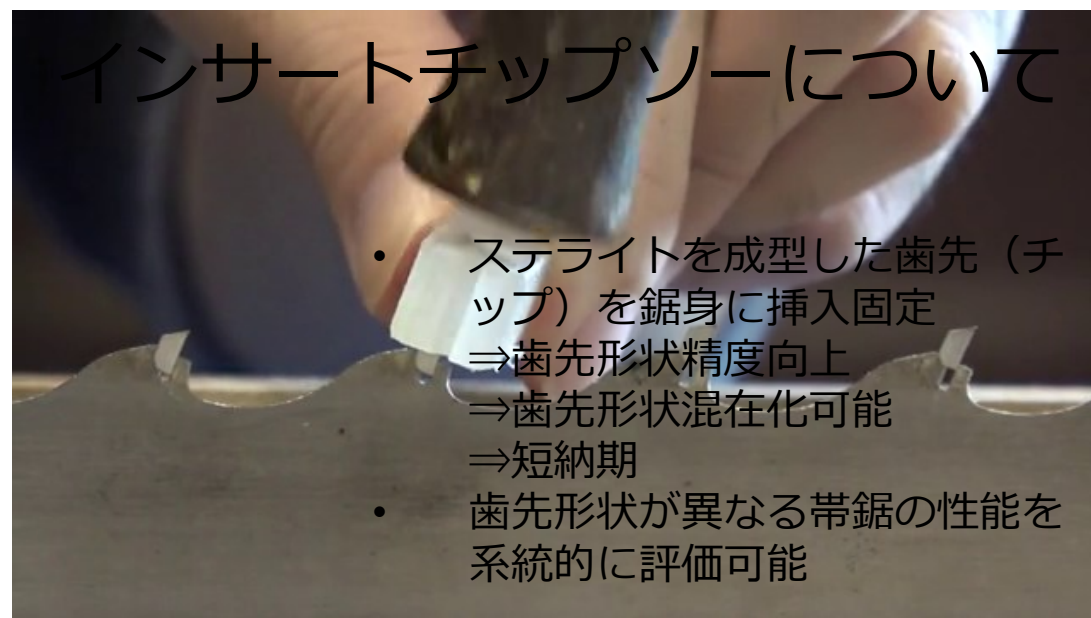
- 一般的な技術として、ベルト状の高速回転物の、非接触による減速検知にも転用可能かもしれません。

企業様への期待

- 紹介した測定事例は既存の帯鋸盤に対してセンサを後付けした状態から得られた結果であり、帯鋸盤の設計まで踏み込めば、機能や精度の向上は可能と考えている。
- 現時点では製材機、食品切削機械、家具メーカーに話しているが、関心を持たれる企業様があれば共同研究を希望する。

本技術の導入に際して 付帯するPRポイント

- 本技術の検証や導入に際しては摩耗した帯鋸歯の再研磨が必要となるが、共同発明者である岩崎目立加工所では挿入式製材用帯鋸（商品名：インサートチップソー）を製造しており、短納期で各種パラメータを変えた高精度な研磨済み帯鋸刃の提供が可能。



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 帯鋸装置
- 特許番号 : 特許7088489
- 出願人 : 島根県、
(有)岩崎目立加工所
- 発明者 : 河村進、岩崎義弘

お問い合わせ先

島根県産業技術センター
企画調整スタッフ

T E L 0852-60-5141

e-mail siit-kikaku@pref.shimane.lg.jp