

ミュージカルソウにおける 刃の曲げ方と音の振動数の関係

兵庫県立加古川東高等学校 音のこ班

キーワード

ミュージカルソウ

鋸をS字型に曲げ、縁を弓で弾いたり、表面をマレットで叩いたりして音を出す楽器。S字の曲げ具合を変えると音の高さが増える。

曲率

曲がりの程度を表す値。曲線を部分的に円で近似したときの円の半径が曲率半径であり、曲率半径の逆数が曲率である。

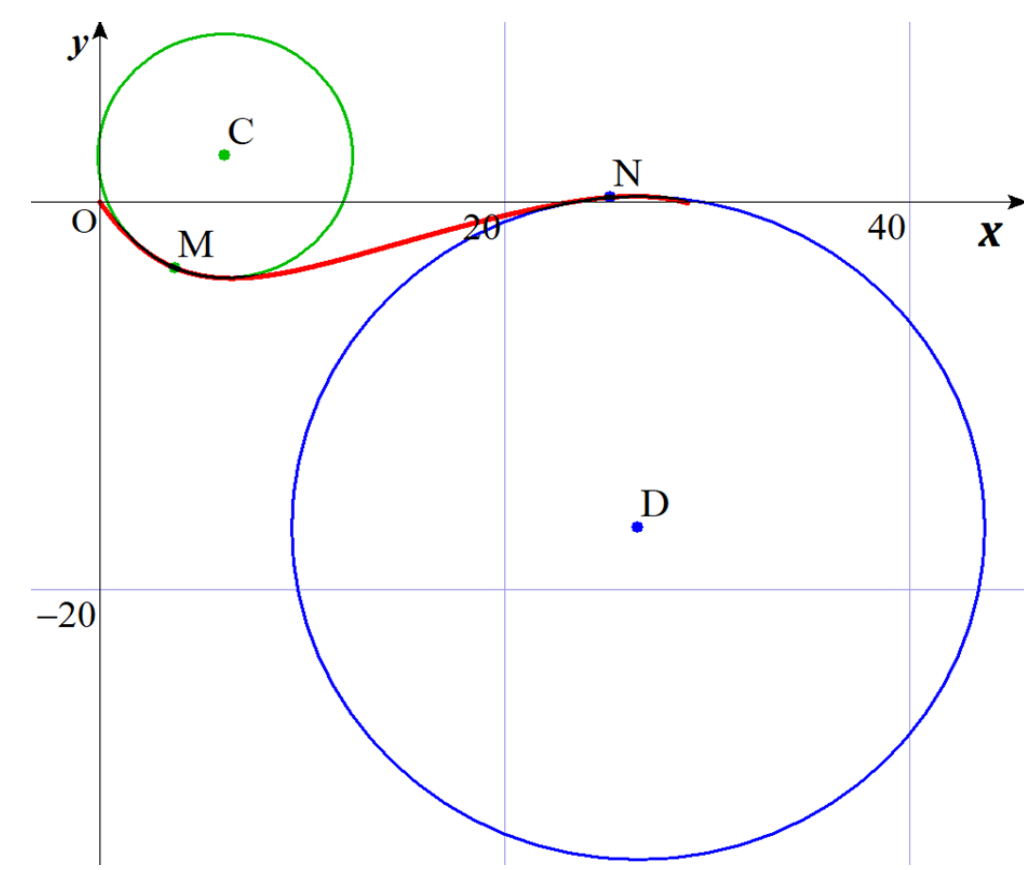


図1 曲率

動機・目的

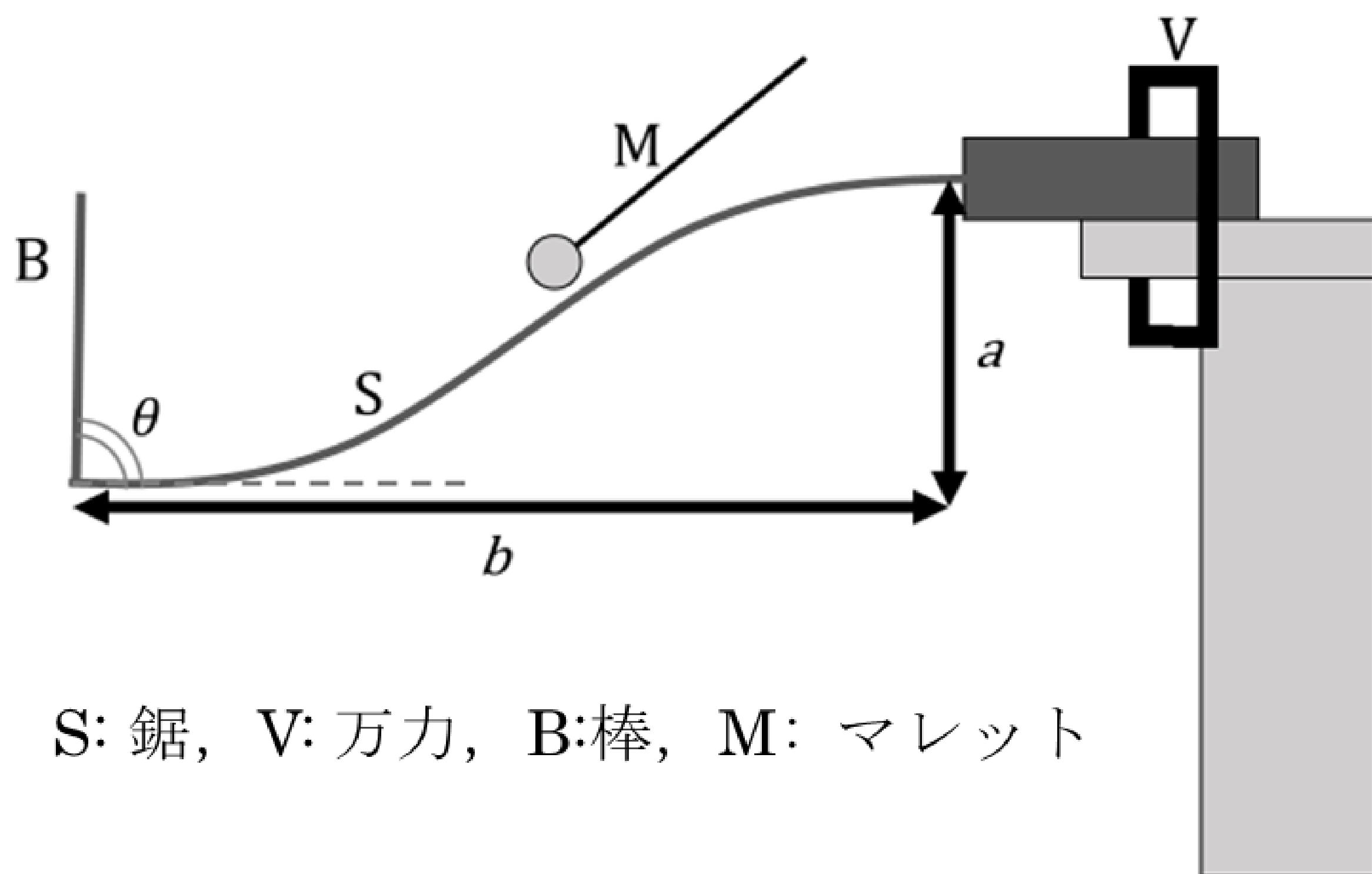
ミュージカルソウ奏者は、刃の曲げ具合と音の高さの関係を感覚で習得している。そこで、演奏方法の習得をより簡単にするため、刃の曲げ方と振動数の関係のマニュアル化を目指す

実験

曲げ方の指標

棒角 θ ・・・水平面と棒Sのなす角
縦幅 a

※横幅 b は、縦幅 a と棒角 θ によって決まる



S: 鋸, V: 万力, B: 棒, M: マレット

図2 実験装置

目的

縦幅 a と音の振動数の関係を調べる

実験方法

厚さ0.84mm, 22インチの切断用洋鋸とマレットを使用

- ① 鋸の曲げ方を変化させ、マレットで刃の表面を叩いて音を出す
- ② 音のスペクトルを記録する (スペクトラムアナライザー「Wave Spectra」を使用)
- ③ 鋸の断面を紙に写し取った後、スキャナーで取り込み、曲げ方を測定
- ④ ①～③で得たデータをもとに縦幅 a と音の振動数の関係をグラフ化、解析

棒角 θ が 60° , 70° , 80° , 90° の場合について縦幅 a を変化させて音の振動数を調べる実験をおこなった

まとめ

- 棒角が一定のとき、縦幅が音の振動数の2乗に比例するような関係があることを発見した
- 演奏法のマニュアル作成

結果・考察

結果

複数の振動数の音が観測された
→ 振幅が大きく減衰の小さい音の振動数と縦幅の関係を表す

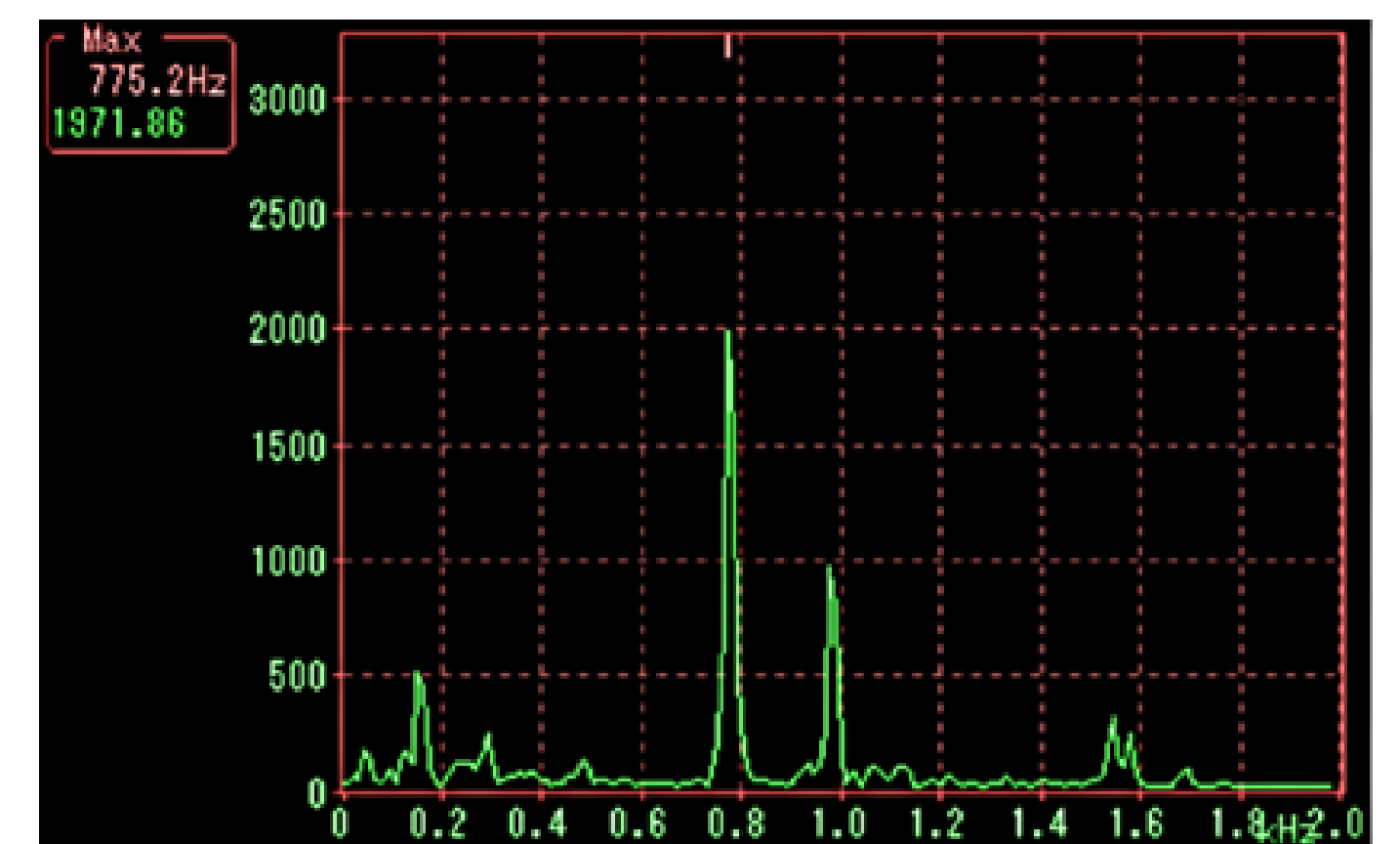


図3 観測されたスペクトル

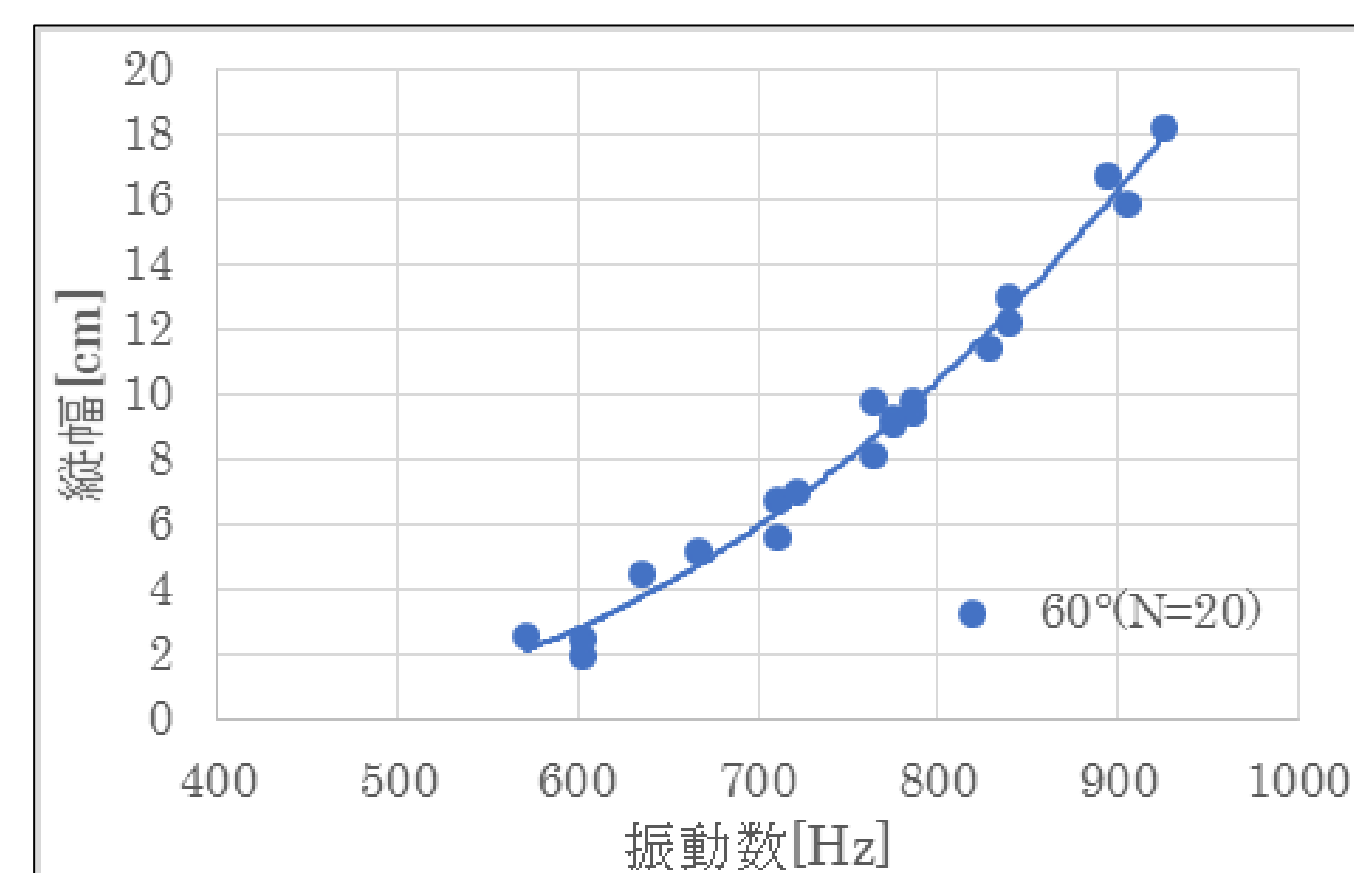


図4 振動数と縦幅の関係 60°

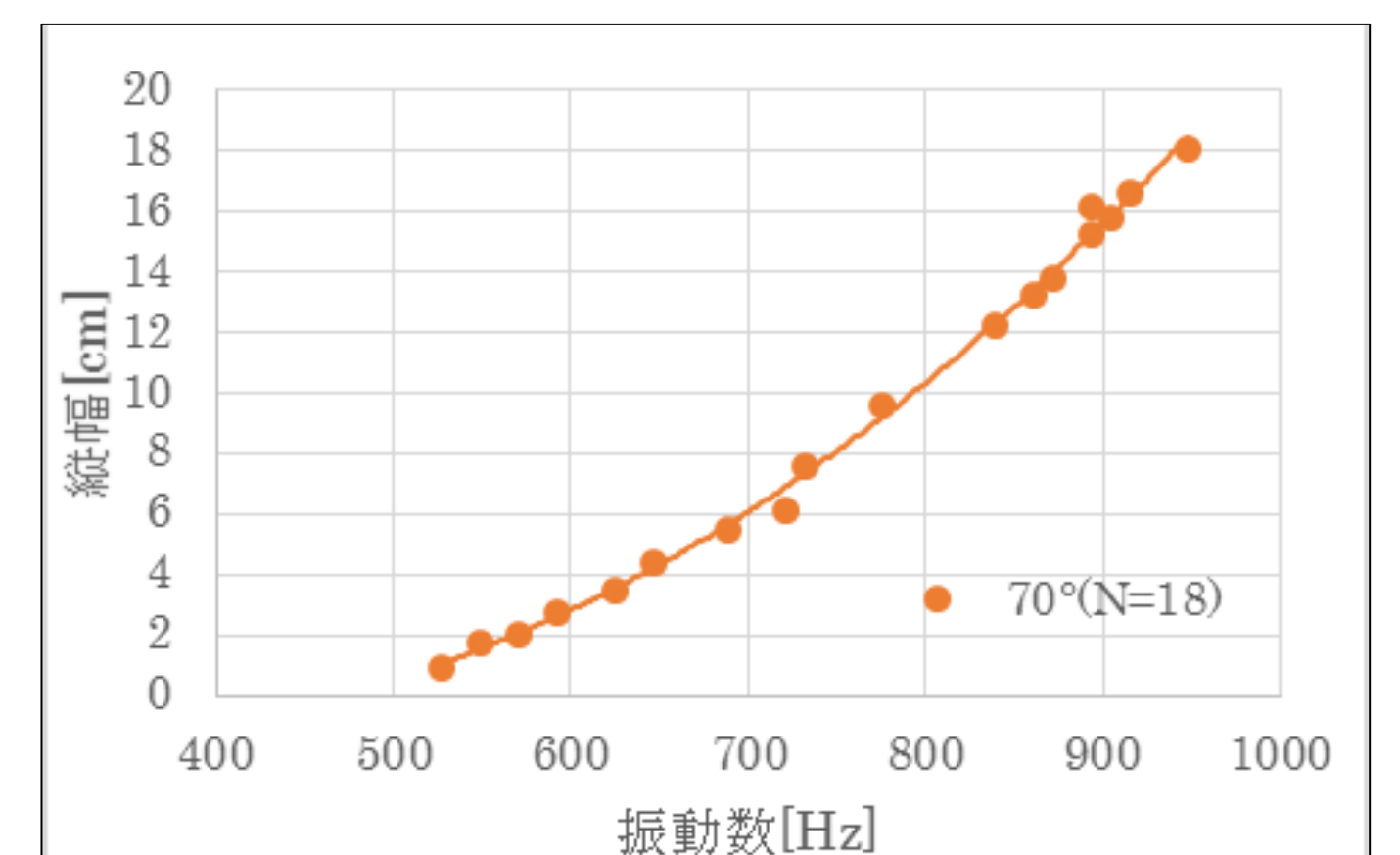


図5 振動数と縦幅の関係 70°

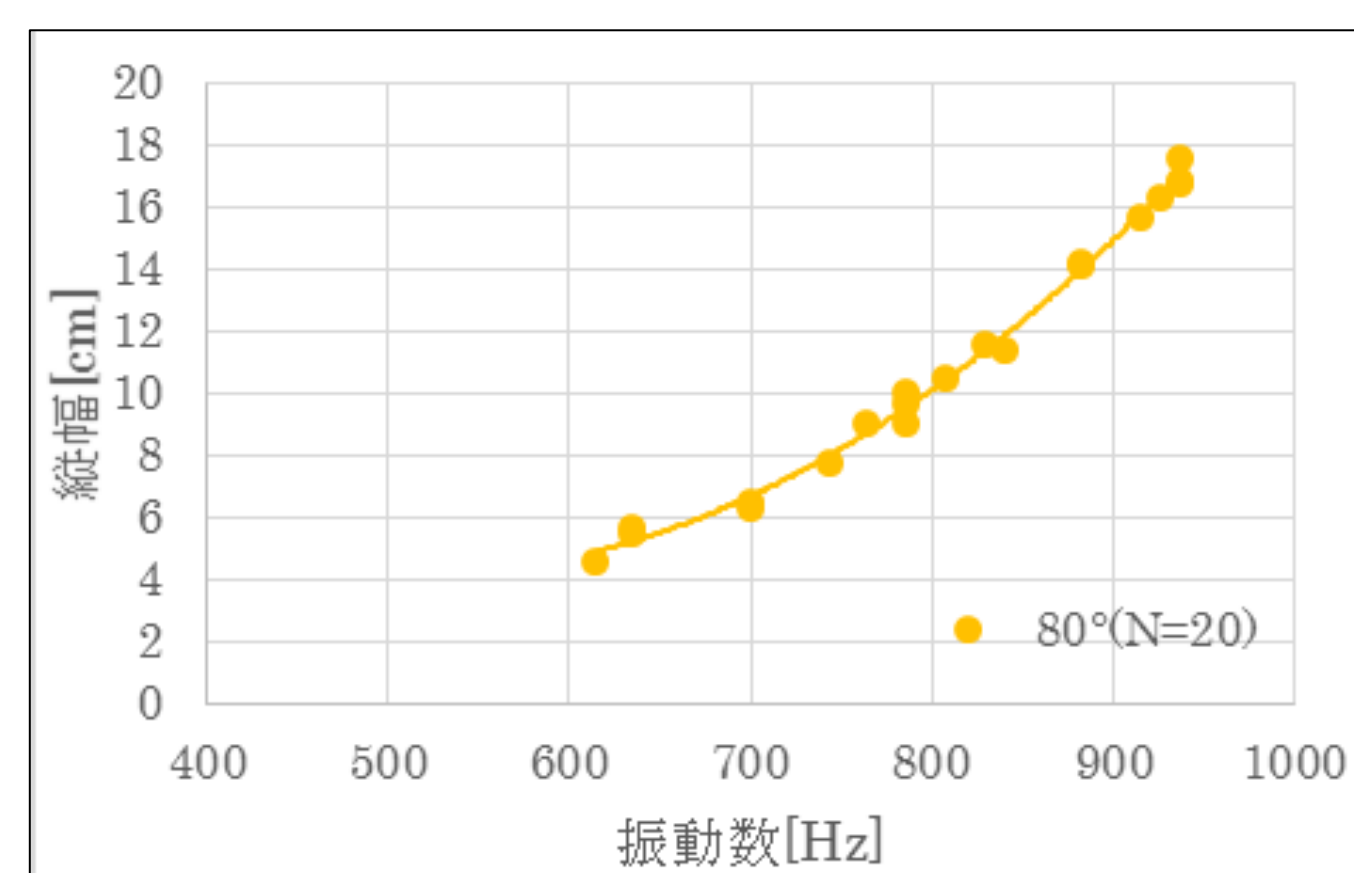


図6 振動数と縦幅の関係 80°

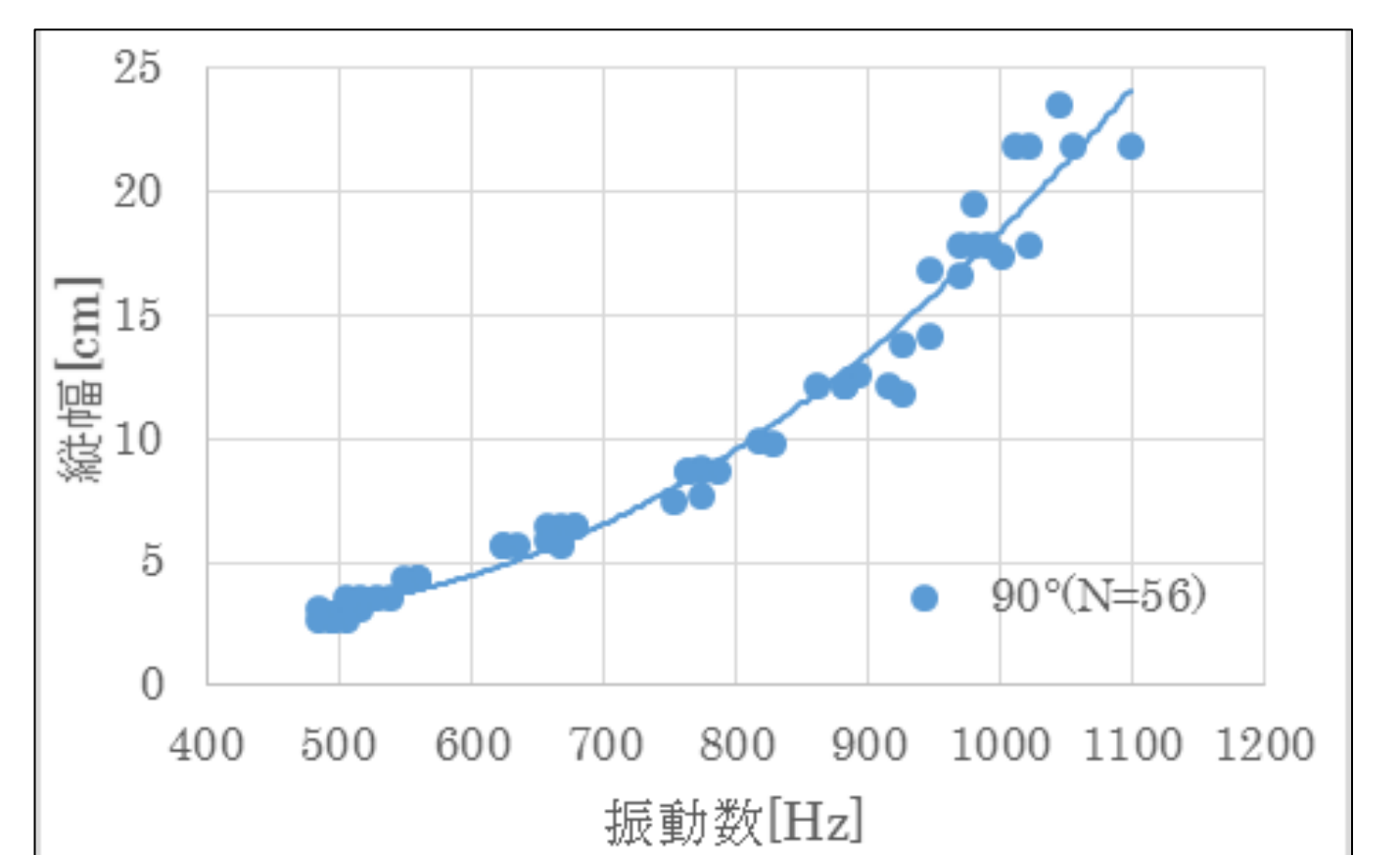


図7 振動数と縦幅の関係 90°

- 縦幅 a が音の振動数の2乗に比例する
- 曲率が大きくなるほど振動数が大きくなる(先行研究)
→ 縦幅 a が大きくなることで曲率が大きくなり、音の振動数が大きくなる

図4・5・6・7の近似曲線をもとに音程と縦幅の関係を示した(表1)

音名	ド(C5)	レ(D5)	ミ(E5)	ファ(F5)	ソ(G5)	ラ(A5)	シ(B5)	ド(C6)
振動数[Hz]	523.25	587.33	659.26	698.46	783.99	880.00	987.77	1046.50
縦幅[cm]	棒角 60°	1.31	2.50	4.51	5.89	9.64	15.02	
	棒角 70°	1.00	2.48	4.63	6.02	9.59	14.46	
	棒角 80°	4.13	4.55	5.71	6.66	9.47	13.86	
	棒角 90°	3.52	4.28	5.59	6.51	9.02	12.66	17.77

表1 演奏マニュアル

今後の課題

- 棒角および縦幅と、曲率との関係を調べる
- 作成したマニュアルが正確かどうか確認する

謝辞

関西洋鋸株式会社 芦原強 様には、実験に使用する鋸を提供して頂きました。ここに謝意を表します

参考文献

- a. Georg Essl, Stefania Serafin, Perry R. Cook, and Julius O. Smith: Musical Applications of Banded Waveguides, Computer Music Journal, 28:1, pp.51-63, Spring 2004
- b. N.H.フレッチャー, T.D.ロッシング, (岸憲史, 久保田秀美, 吉川茂・訳)『楽器の物理学』, 九善出版, 2012
- c. Erin Else Stuckenbruck: The Singing Blade: The History, Acoustics, and Techniques of the Musical Saw, Senior Projects Spring 2016, Paper 383, 2016