Swept-Sine法を用いた音響特性による

食品硬度測定アプリの試作

日本工学院八王子専門学校 ITカレッジ AIシステム科 吉田成秀 小林彰人 太田晶

1.概要

【目的】swipt-sine法を使ったスマートフォンアプリを制作し、安価且つ非破壊的に食品の固さを再現性のある形で評価できるか検討した。

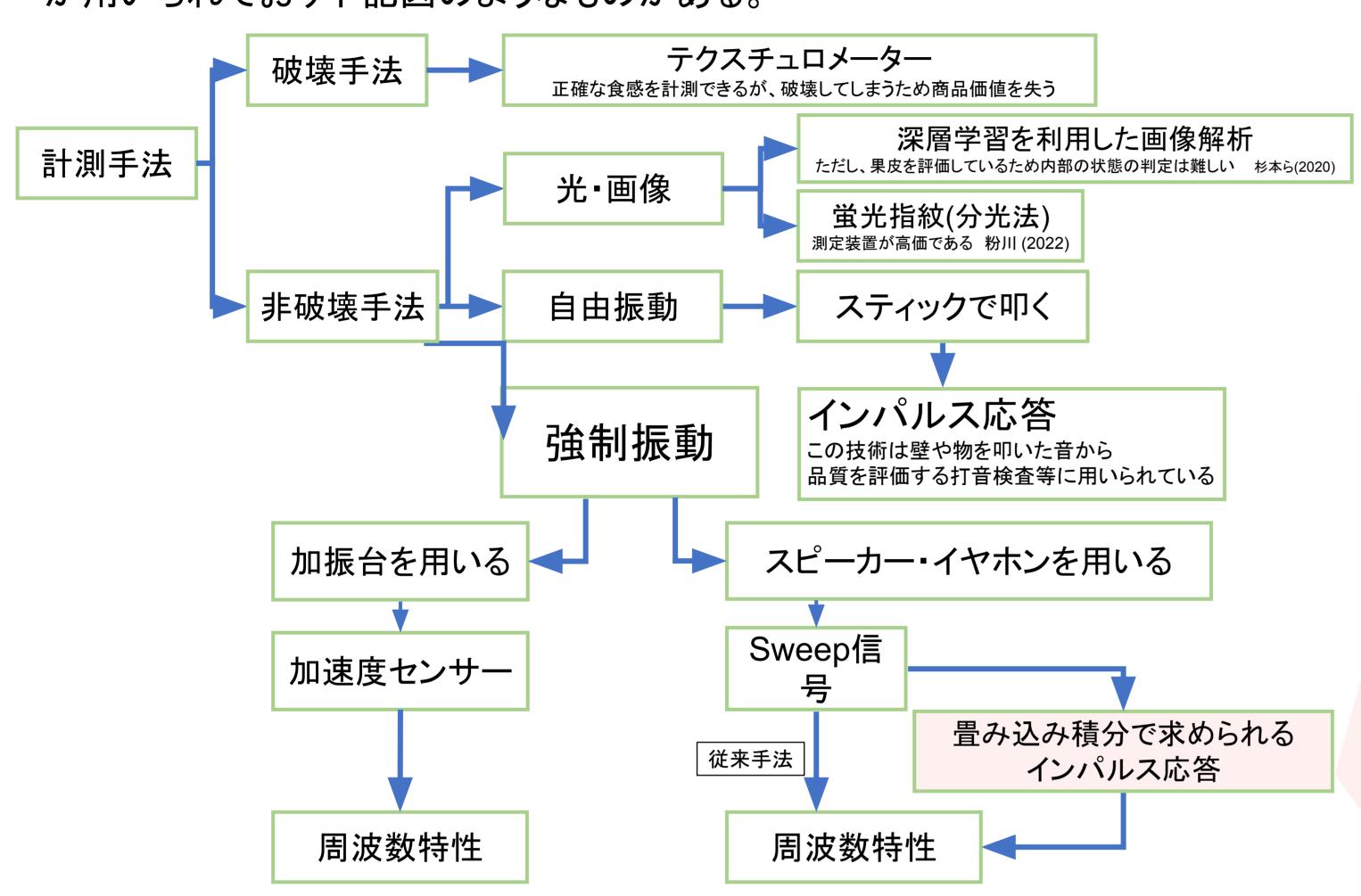
【方法】提案する計測手法を定量的に評価するため、ゼラチン量により硬さを変化させた試料に対して、対数スィープ音をスマートフォン(iPhone SE2)の底面の スピーカーによってゼラチンに入力し、出力される音波を同面のマイクで各ゼラチン量につき18回の合計72回測定、入力信号と試料から出力された音の畳み込み積分により試 料のインパルス応答を取得した。

このインパルス応答に対してフーリエ変換を行い算出される周波数特性と硬さとの関係を分析した。

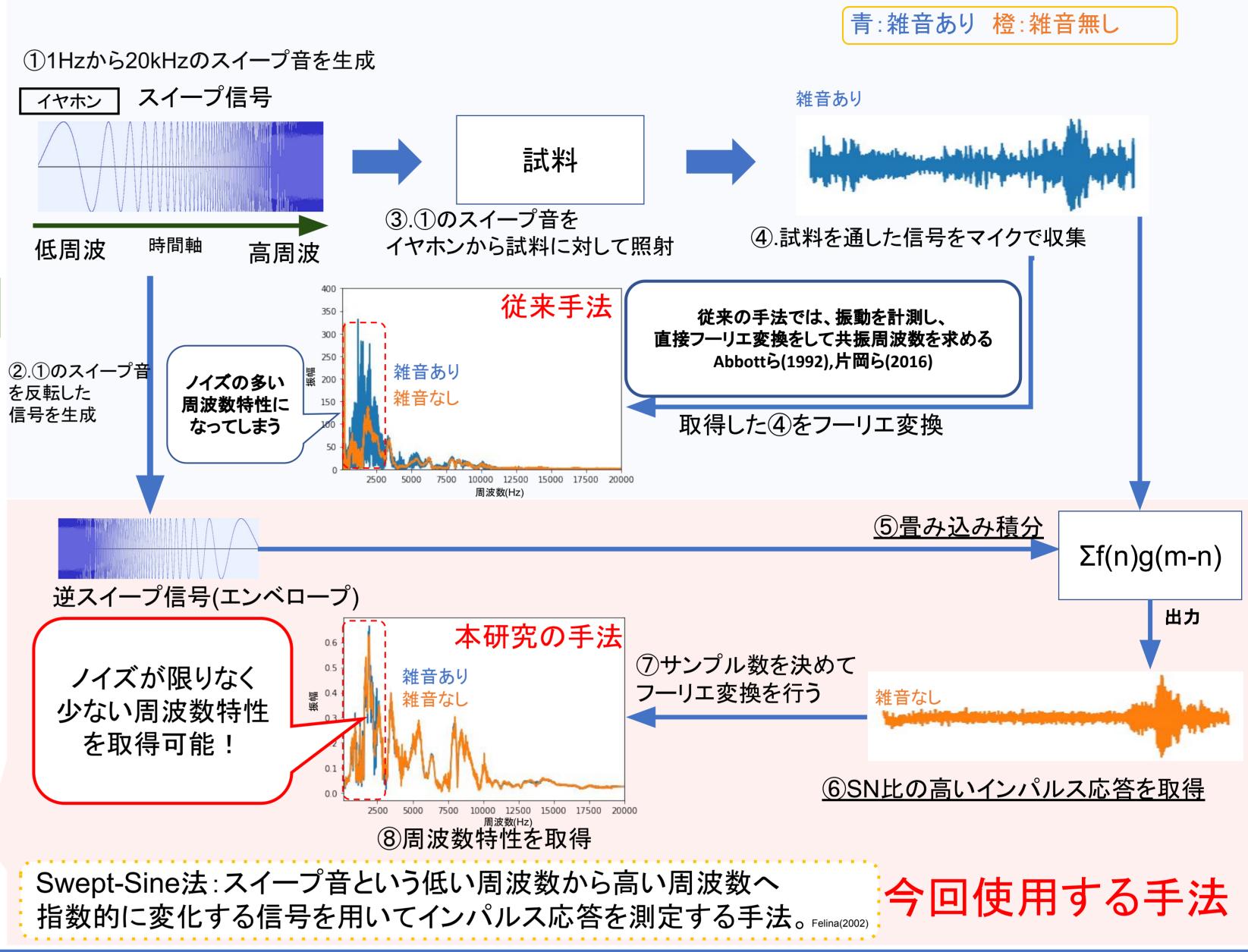
【結果】試料の硬さが増えるほど、周波数特性のピークは増加する傾向が見られ、本アプリを使って容易に硬さを非破壊で測定できる可能性が示唆された。

2.本研究の背景

【経緯】追熟を伴う果実は時間経過とともに硬さ・味・色が変化するが、 正確な 熟成度合を人の目で確認することはできない。そこで製品の価値を 落とさずに、食品の硬さを確認できる音に着目して研究を行った。 【従来の研究方法】食品の固さを測定するためには、過去に様々な手法 が用いられており下記図のようなものがある。

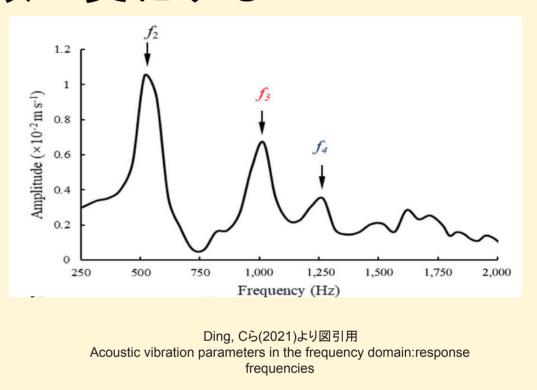


3.Swept-Sine法を用いた測定方法



アクリル 4.実験機材 ケースに いれた ゼラチン **iPhone** マイクへの入力 SE2

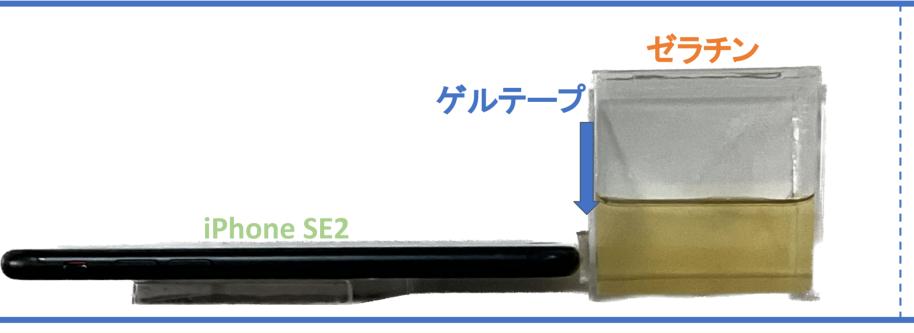
試料を通過すると、音が変化 →ゼラチンの硬さで通過しやすい周波数が変化する 周波数特性の共振周波数(Hz)



5.計測法について

実験はゼラチンとiPhoneを固定したのち、 アプリで計測を行った。

また上記の事前準備は3計測するごとに 毎回やり直し、合計72回計測を行った。



6.測定に用いた試料

ゼラチン量ごとに18回ずつ計測

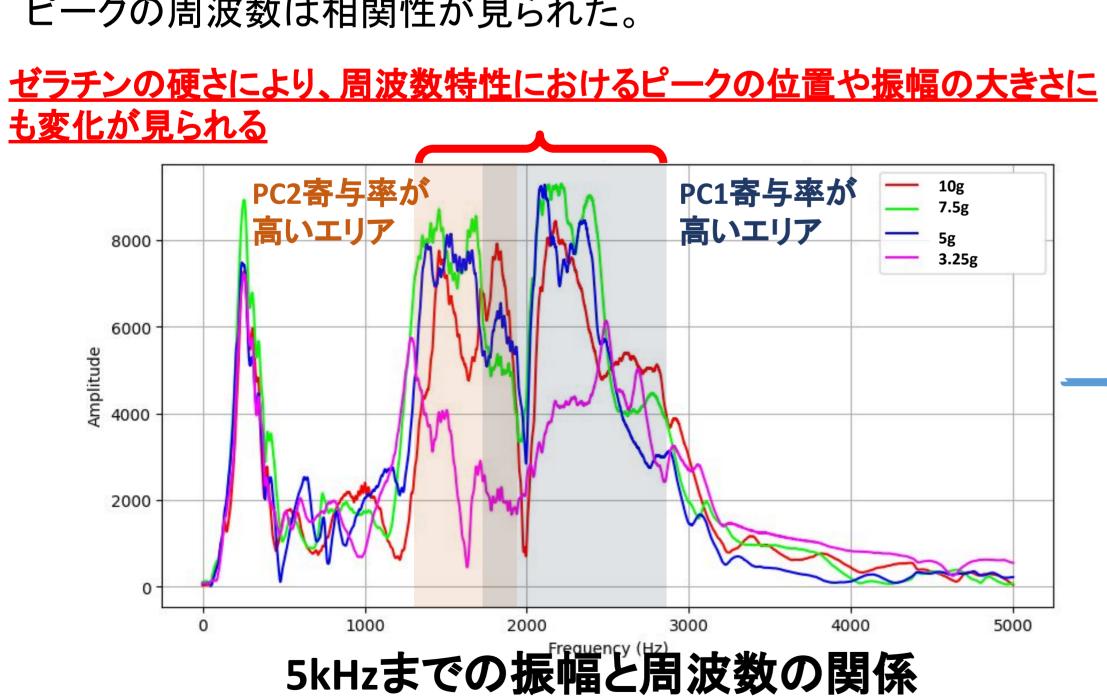
300mlのアクリルケース(50×50×50[mm])にお湯 100ml、ゼラチンを加え

商品名:森永クックゼラチン

冷蔵庫で半日冷やしたものを使用。 冷却後、コップから取り外し置台に乗せ計測。 計測対象は3.25g~10gの試料。

7.計測結果

-5kHzまでの計測結果における、ゼラチン量と2kHz周辺の ピークの周波数は相関性が見られた。



5kHzまでの計測結果を主成分分析

ゼラチン量によって変化する硬さが 音響的に評価できる **7.5g** 10000 9000 -3.25g 10g 7000 -硬さ 2000 1334

5kHzまでの最大ピークの周波数と振幅の関係

測定の安定性&再現性が高い **10g** 60000 40000 2 20000 <u>ladi</u> =20000E -60000 75000 💉 -100000

9.まとめ

Swept-Sine法を用いたことでノイズが限りなく少ない、ゼラチンの周波数特性を安定性の 高い形で取得することができた。

そして、試料の硬さが増えるほど、周波数特性の主成分分析の結果によって、 野菜や果物などの硬さを雑音環境下でも音響的に非破壊で測定できる可能性が示唆さ れた。

10.本研究の応用

非破壊: 商品の価値を失わず、コンビニやキッチンで野菜や果物などの最適な食べごろを簡易 的に見極めることができる

安価:<u>測定機材がスマートフォンと特定のアプリのみ</u>で、すぐに利用することができる **騒音の軽減:** 商業施設や工場で、機械の動作音等が避けられない場所でも測定が可能。

衛生的:アクリルケースなどの<u>梱包材の上からでも計測</u>できる