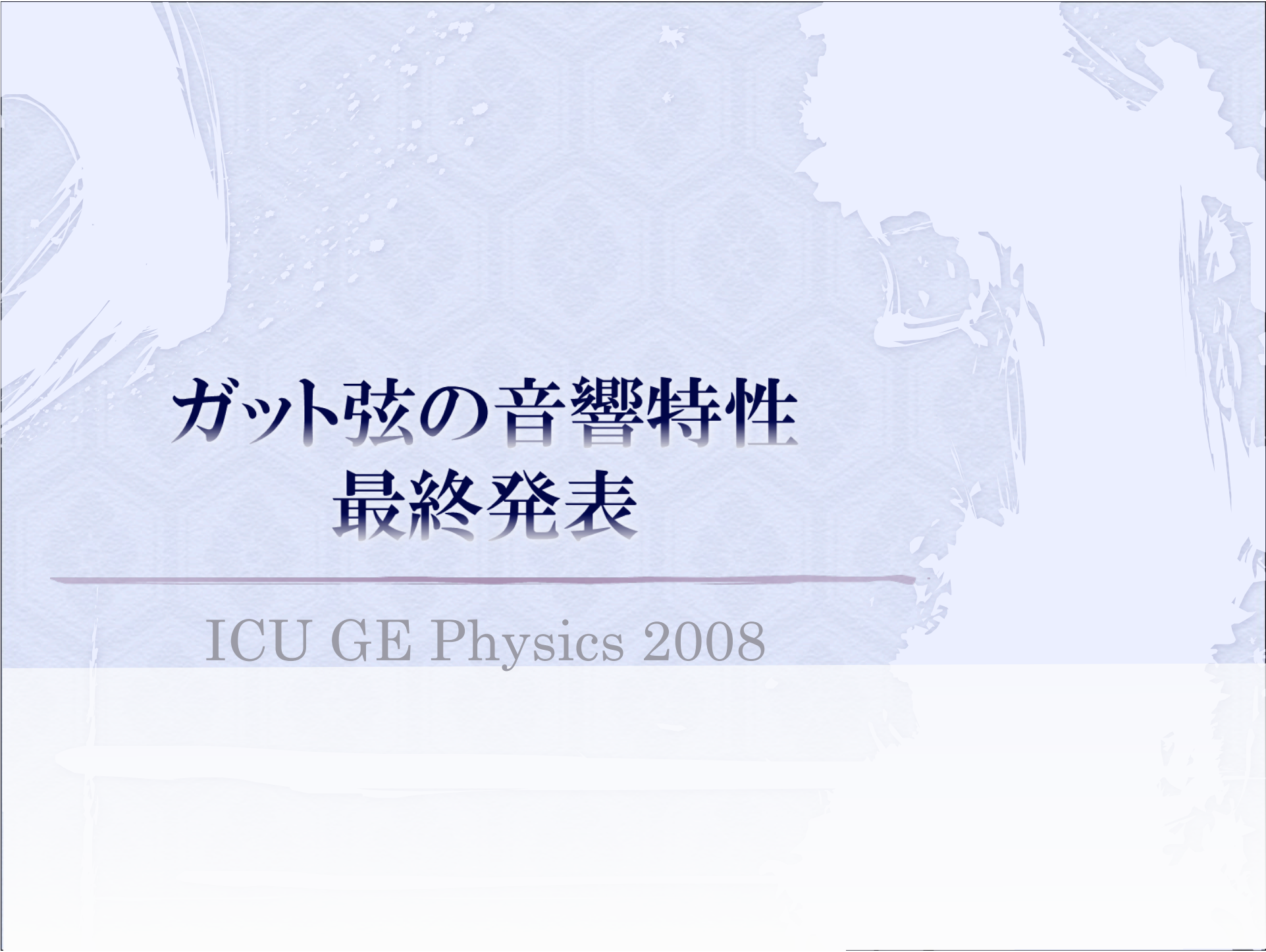




ガット弦の音響特性 最終発表

ICU GE Physics 2008

研究課題

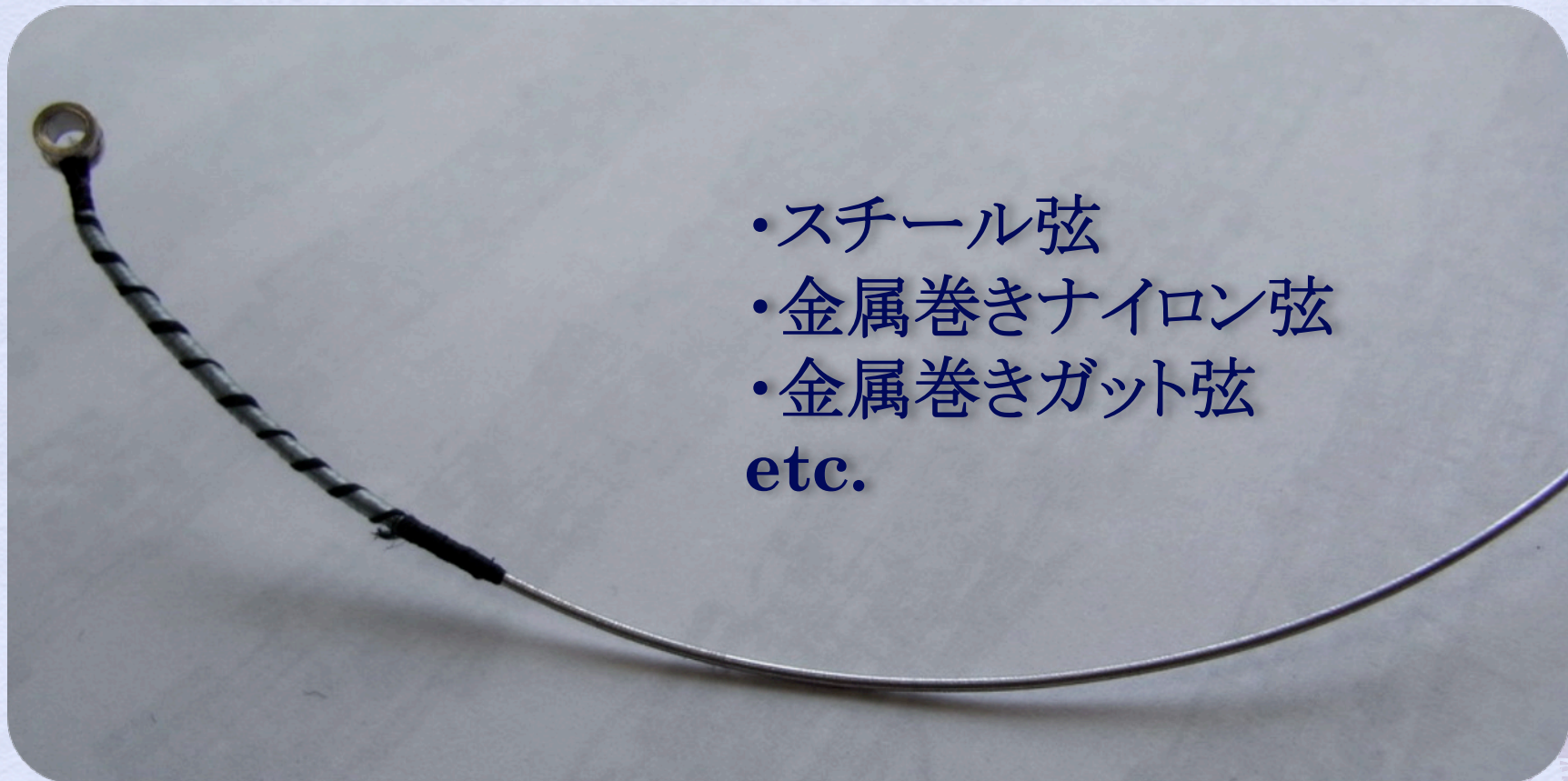
- ◆ 「ガット弦の音響特性」を調べる
- ◆ バロック・ルネッサンス時代の弦楽器に使用されていたガット弦は、暖かみのある音と評される。物理的な観点から、ガット弦の「暖かみ」の要因を明らかにしていきたい。

ガット弦とは

- ◆ 羊や牛の腸をよじって作った弦
- ◆ ルネッサンス時代～20世紀初頭まで使われる
- ◆ 古楽演奏ブームで、再びその音色の魅力が再認識される。



現代の弦

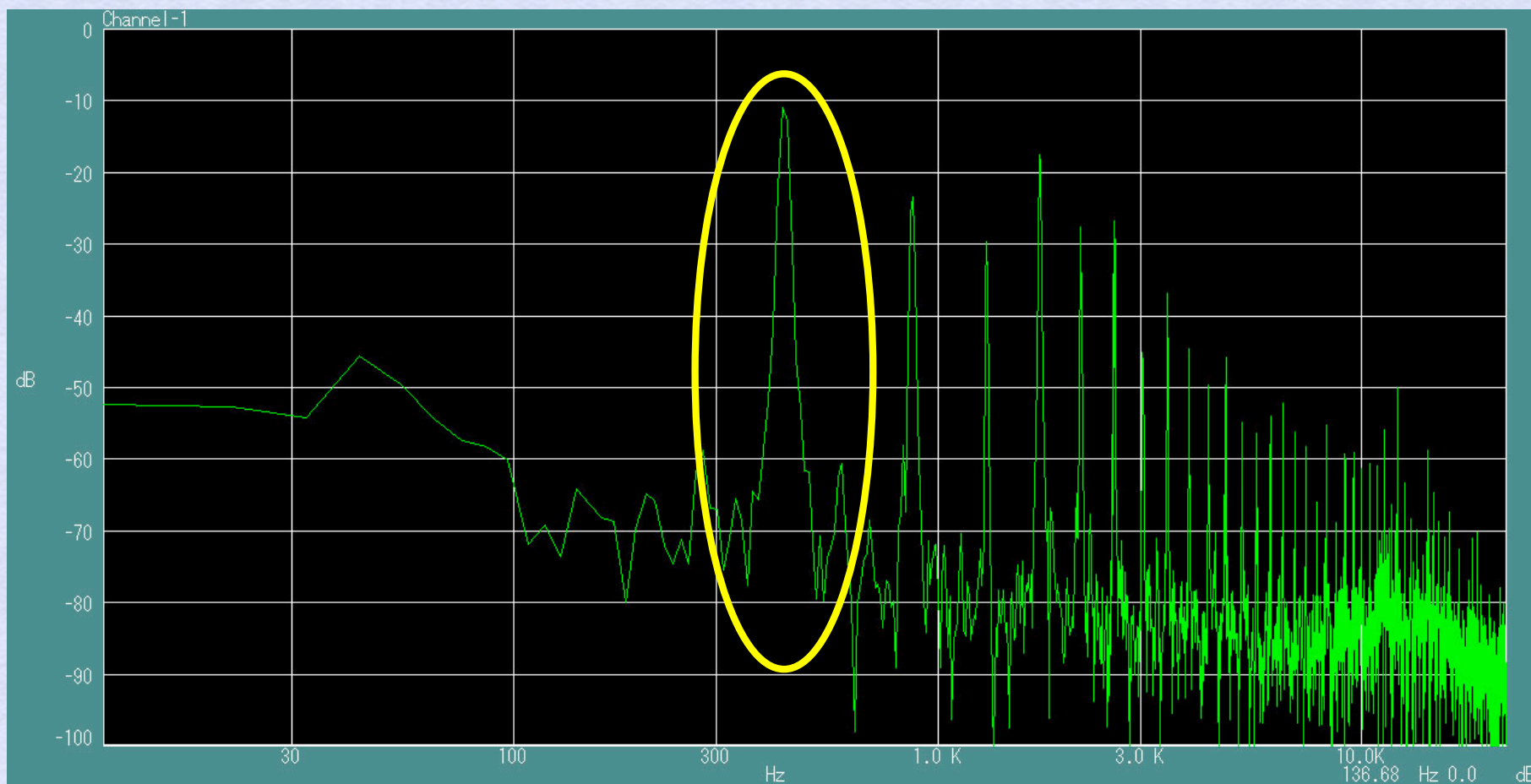


- スチール弦
- 金属巻きナイロン弦
- 金属巻きガット弦
- etc.

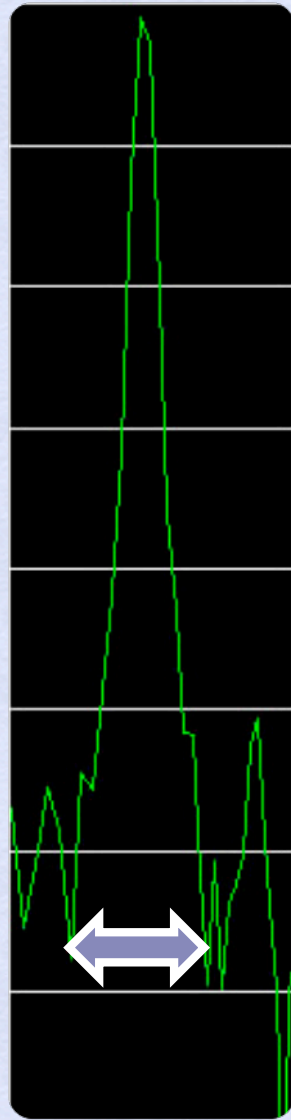
実験手順

- ◆ 4種類のヴァイオリン弦を弾き比べる
 - ◆ ガット弦
 - ◆ スチール弦
 - ◆ 金属巻きガット弦
 - ◆ 金属巻きナイロン弦
- ◆ 波形ソフトで各弦の波形を分析する
- ◆ スチール弦に加工をし、波形の変化を調べる

波形分析(1 / 7) 波形の幅



波形分析(2/7) 波形の幅



← ガット弦



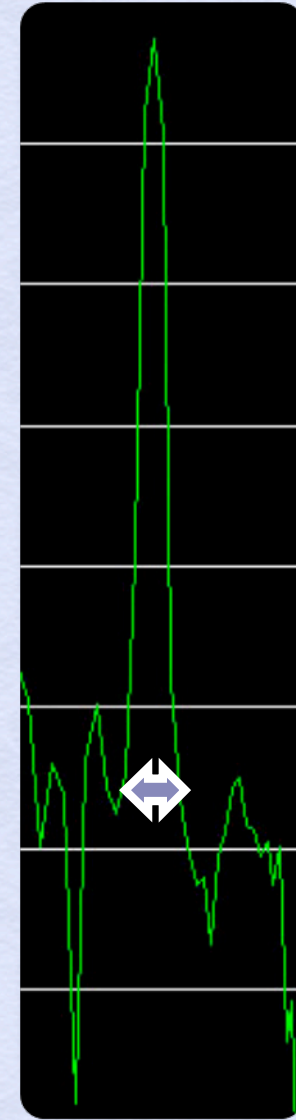
スチール弦 →



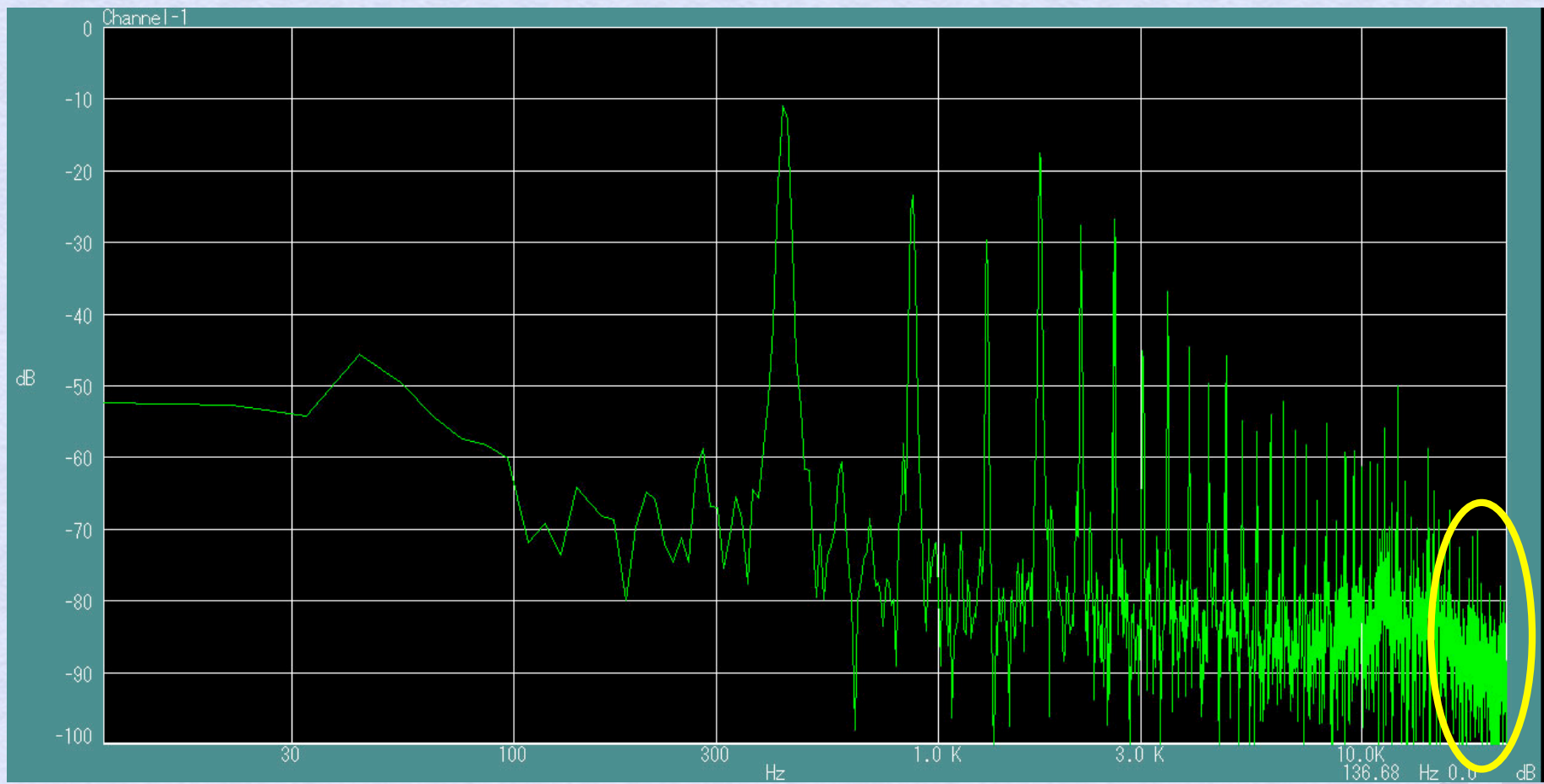
ガット弦の方が、基音のラ(=440Hz)の波形の幅が広い

ガット弦: 355.3Hz ~ 506.6Hz = 151.3Hz

スチール弦: 398.4Hz - 484.5Hz = 86.1Hz



波形分析(3 / 7) 高周波音の音量



実験結果(4/7) 高周波音の音量

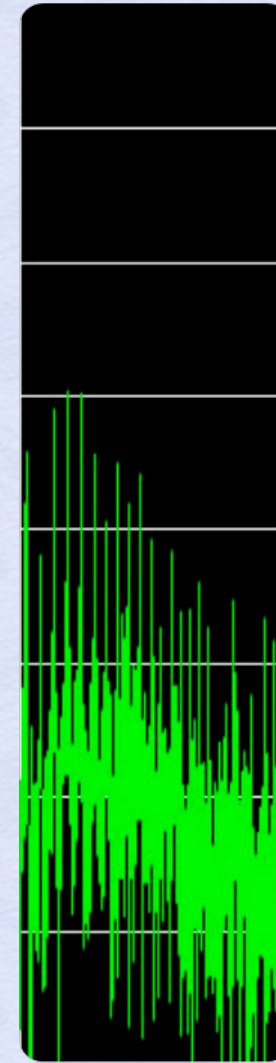
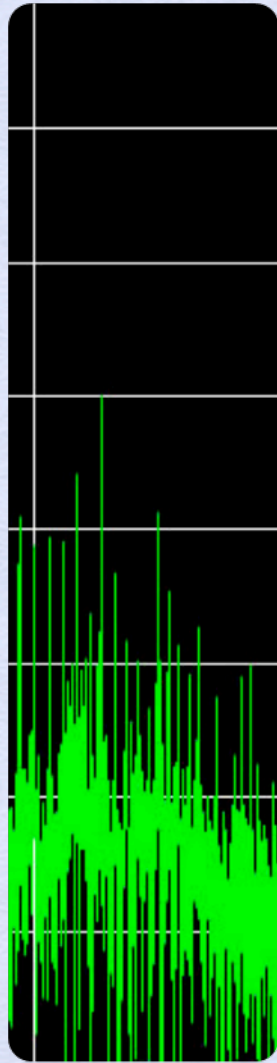
← ガット弦 スチール弦 →

20000Hz付近での音量を比較した

ガット弦の方が、音量が小さい

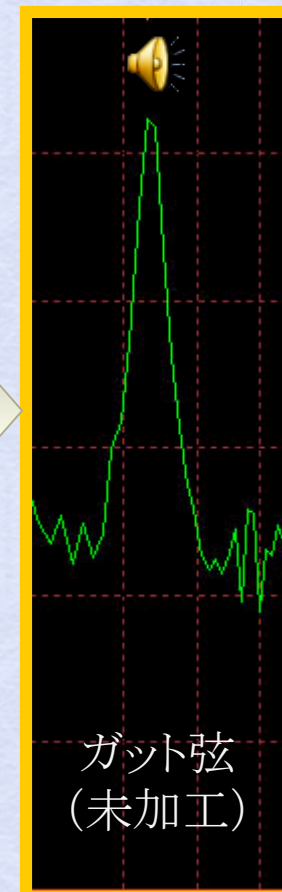
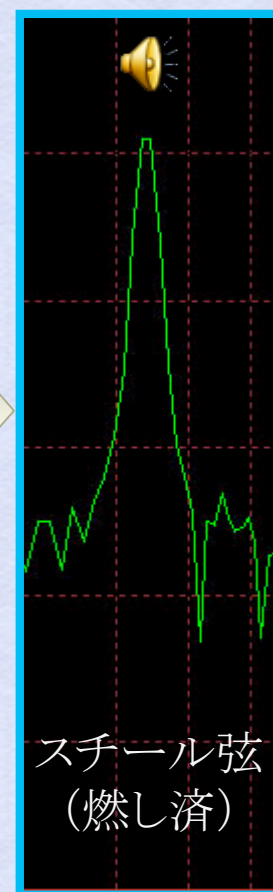
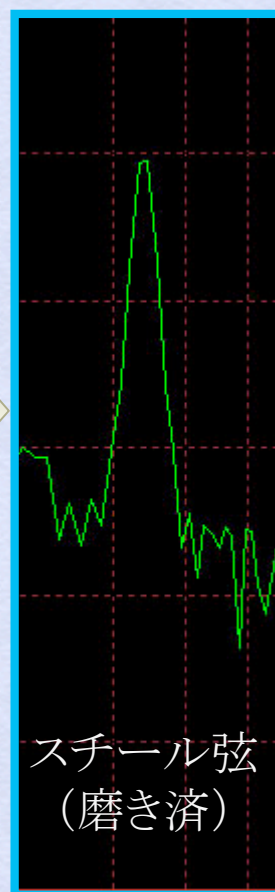
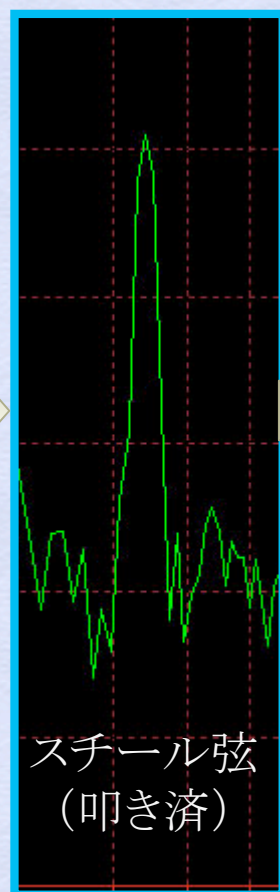
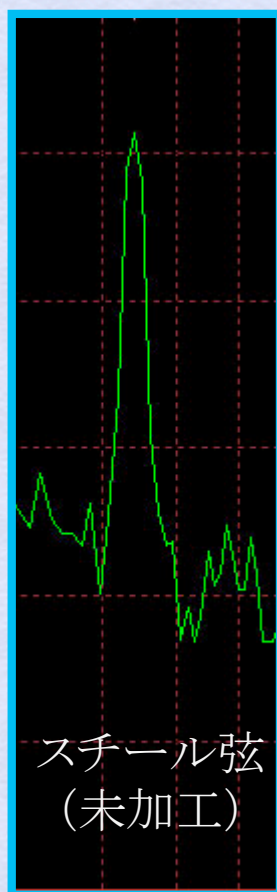
ガット弦: -81.80db

スチール弦: -69.67db



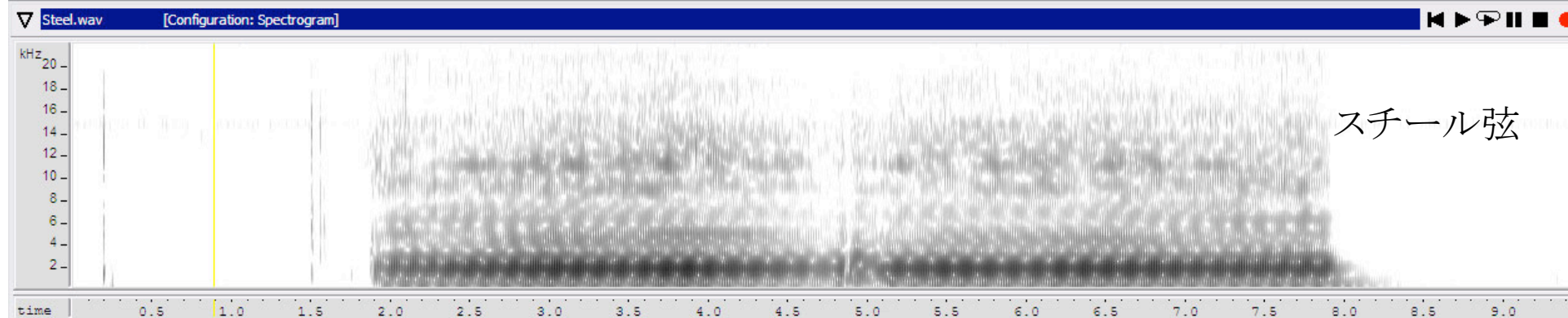
波形分析(5/7) 加工

- ◆ スチール弦に次々に加工を加えた
→結果:波形が、ガット弦に近づいた



波形分析(6/7) 倍音

◆ 倍音の音量(スペクトログラム)



波形分析(7/7) 倍音

弦	基音(Hz)	第2倍音	第3倍音	第4倍音	第5倍音	第6倍音	理想倍音からの差の平均値(Hz)
数学的な理想倍音	440	880	1320	1760	2200	2640	0.00
スチール	440	879	1324	1757	2203	2625	2.00
スチール(燃やし)	440	879	1313	1758	2191	2636	3.83
ナイロン	440	872	1313	1755	2174	2605	13.50
金属巻きガット	440	872	1302	1733	2185	2605	17.17
ガット	440	861	1302	1733	2174	2605	20.83

ガット弦: 第2倍音以降、平均20Hz程度のずれ

スチール弦: 理想倍音とほぼ同じ(加工後もあまり変化なし)

結論：ガット弦の音響特性

- ①しっかりとした基音 → 明瞭な発音
- ②微妙な倍音のずれ → 暖かみ
- ③高倍音の確実な減衰 → 金属的高音抑制
- ④丸みのある波形 → とげとげしくない音

今後の課題

- ◆ 弦の外側だけが音質を決めるわけではない
- ◆ 弦の内側へ加工したときの音の変化
 - ◆ 弦の密度を変えられないか
 - ◆ ものすごく軽い繊維で新しい弦を作れないか
(カーボンナノチューブなど)