

波動について

課題研物理班

山崎尋紀

山崎高幸

植田浩一郎

三浦正史

堀内義文

今回の目的

波動特有の現象を
調べる

調査①

波の干渉について

調査②

代表的な波である音波
の性質について調べたい

I 波の干渉

The background features a dark blue field with several overlapping, concentric circles in a lighter shade of blue. These circles are arranged in a way that they overlap each other, creating a pattern reminiscent of wave interference or a ripple effect. The circles are centered at various points across the frame, with some overlapping significantly.

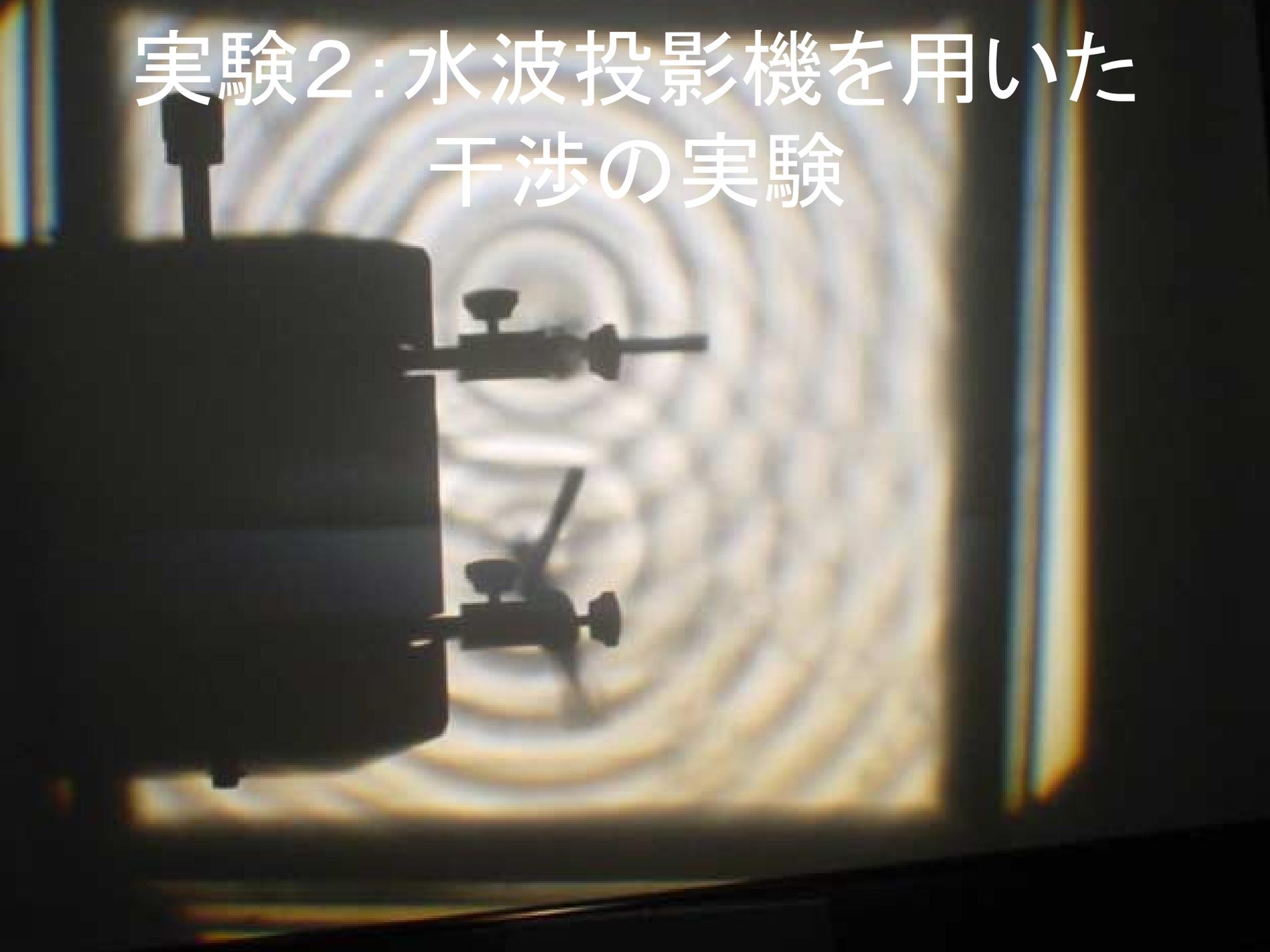
干渉の演示実験

スピーカーを使った音の干渉

①向かい合わせにした場合

②2つ並べた場合

実験2: 水波投影機を用いた 干渉の実験



考察

①初期位相のみが異なる場合

$$Y_1 = A \sin\{2\pi(t/T - r_1/\lambda) + \theta_1\}$$

$$Y_2 = A \sin\{2\pi(t/T - r_2/\lambda) + \theta_2\}$$

$Y = Y_1 + Y_2$ と表せるから

和と差の積の公式を用いて

$$Y = 2A \sin\{2\pi t/T + \pi(r_1 + r_2)/\lambda + (\theta_1 + \theta_2)/2\} \\ \times \cos\{\pi(r_2 - r_1)/\lambda + (\theta_1 - \theta_2)/2\}$$

$r_2 - r_1 = (m + 1/2)\lambda + (\theta_2 - \theta_1)\lambda / 2\pi$
となる点では常に波はおきない

$r_2 - r_1 = m\lambda + (\theta_2 - \theta_1)\lambda / 2\pi$
となる点では振幅 $2A$ で波は最も強め合う

②振幅のみが異なる場合

$$y_1 = A_1 \sin\{2\pi(t/T - r_1/\lambda)\}$$

$$y_2 = A_2 \sin\{2\pi(t/T - r_2/\lambda)\}$$

$$y = A_1 \sin\{2\pi(t/T - r_1/\lambda)\} + A_2 \sin\{2\pi(t/T - r_2/\lambda)\}$$

加法定理を用いて

$$y = (A_1 \cos 2\pi r_1/\lambda + A_2 \cos 2\pi r_2/\lambda) \sin 2\pi t/T \\ - (A_1 \sin 2\pi r_1/\lambda + A_2 \sin 2\pi r_2/\lambda) \cos 2\pi t/T$$

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos 2\pi (r_1 - r_2) / \lambda$$

$$y = A \cos \alpha \sin 2\pi t / T - A \sin \alpha \cos 2\pi t / T \text{ として}$$

合成すると $y = A \sin(2\pi t / T - \alpha)$ となる

特に、 $r_1 - r_2 = m \lambda$ (m は整数) となる時、振幅は最大値 $A_1 + A_2$ をとり、

$r_1 - r_2 = (m + 1/2) \lambda$ (m は整数) となる時、最小値 $|A_1 - A_2|$ をとる

③周期のみが異なる場合

$$y_1 = A \sin \{ 2 \pi (t/T_1 - r_1/\lambda) + \theta \}$$

$$y_2 = A \sin \{ 2 \pi (t/T_2 - r_2/\lambda) + \theta \}$$

$$y = y_1 + y_2 = y = A \sin \{ 2 \pi (t/T_1 - r_1/\lambda) + \theta \} \\ + A \sin [2 \pi (t/T_2 - r_2/\lambda) + \theta]$$

和と差の積の公式を用いると

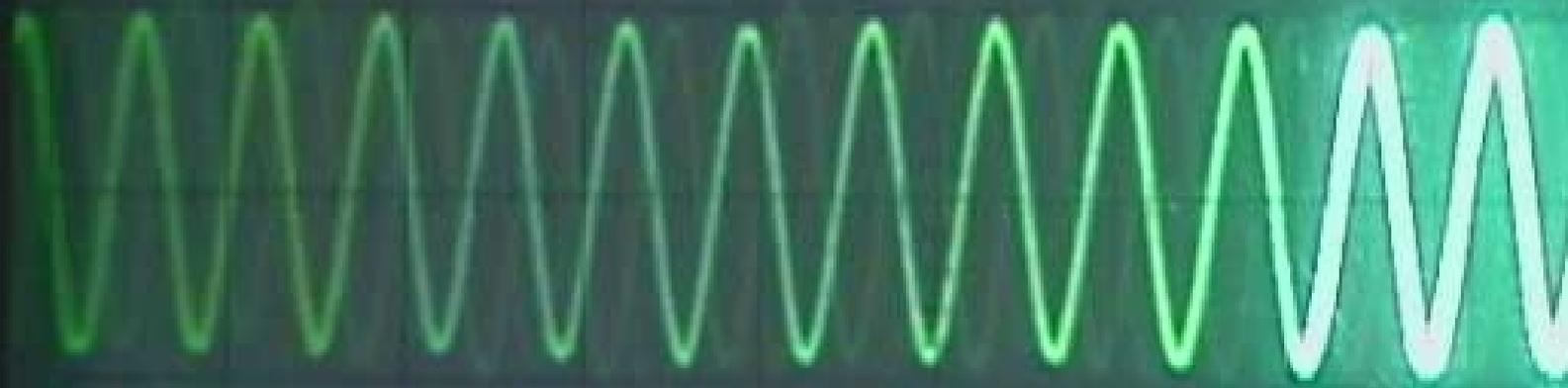
$$y = A \sin [\pi \{ t(1/T_1 + 1/T_2) - (r_1 + r_2)/\lambda \} + \theta] \\ \times \cos [\pi \{ t(1/T_1 - 1/T_2) - (r_1 - r_2)/\lambda \}]$$

Ⅱ 音の決定要素は何か

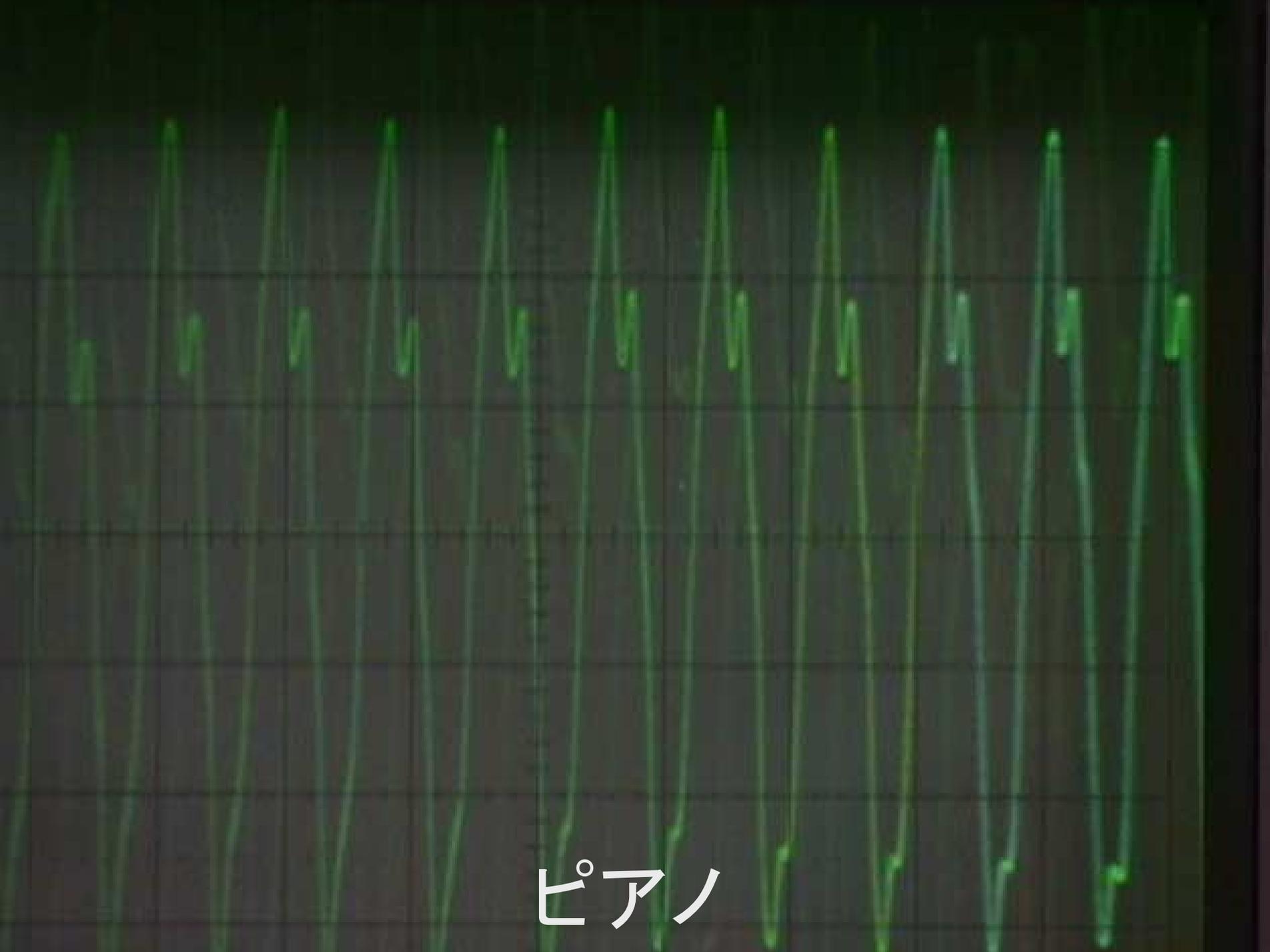
実験装置の紹介



結果



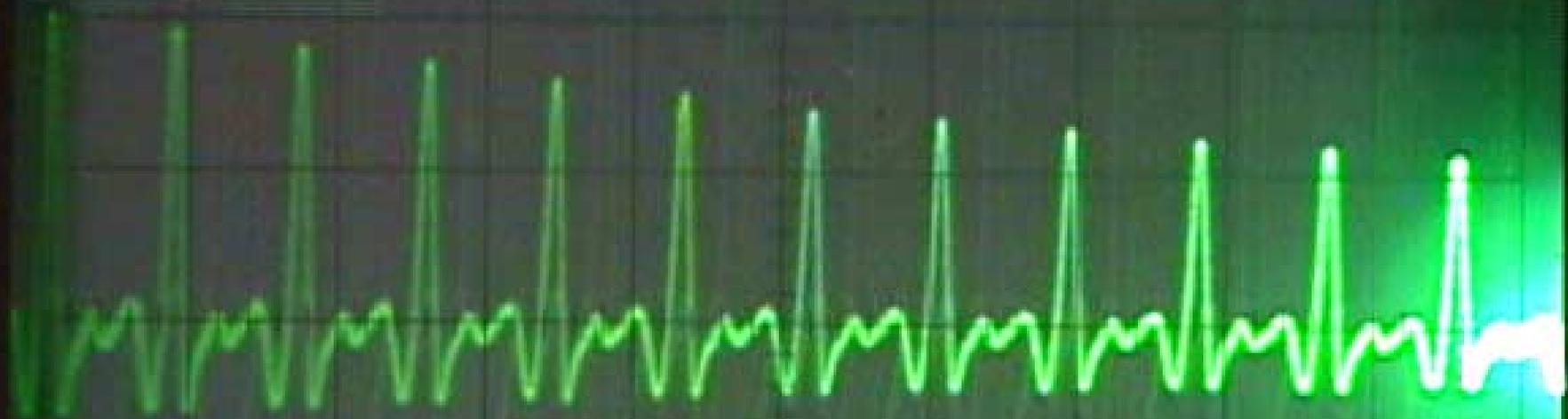
正弦波



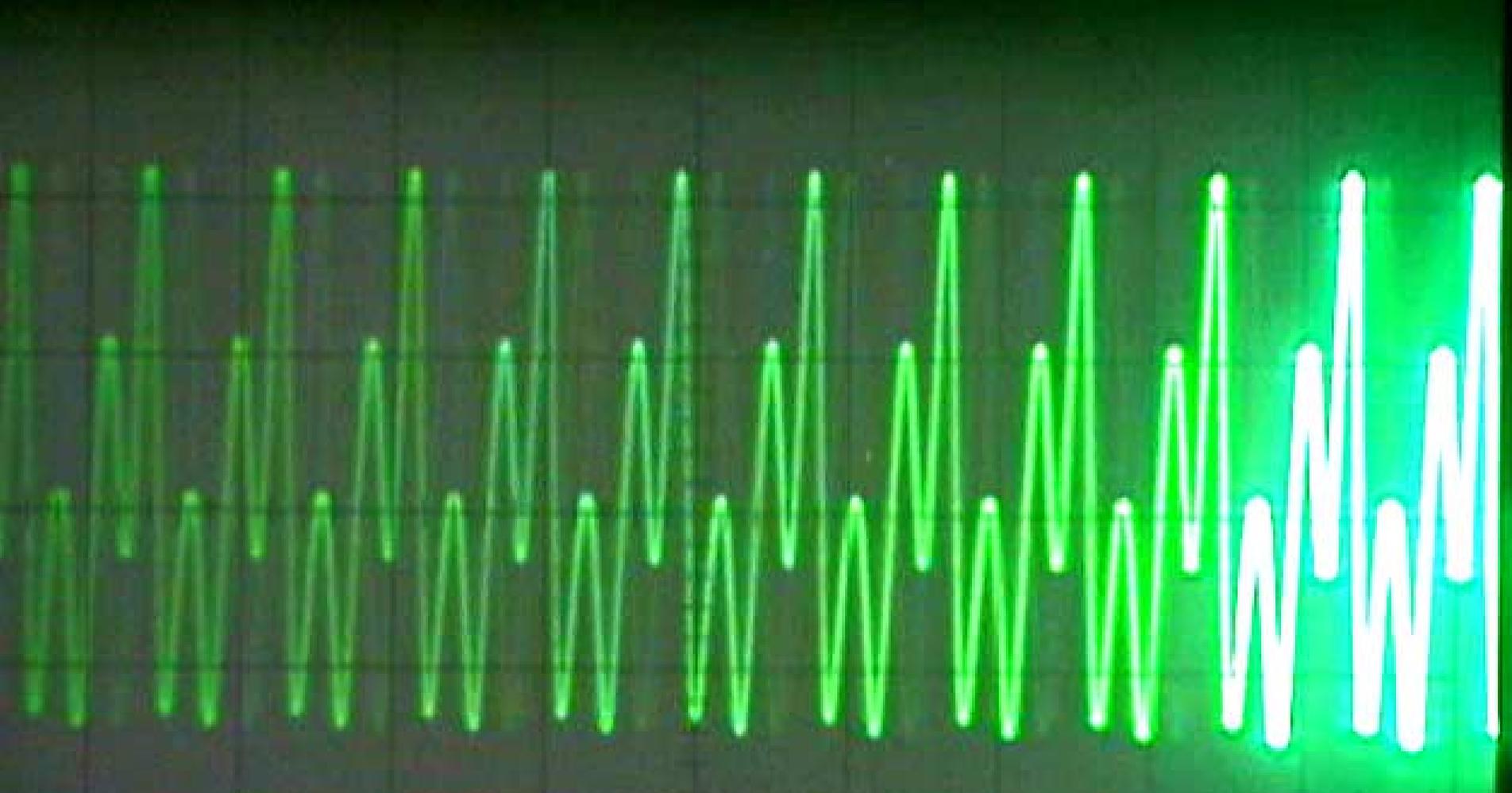
ピアノ



ギター



トランペット



クラリネット



声(あ)



声(お)



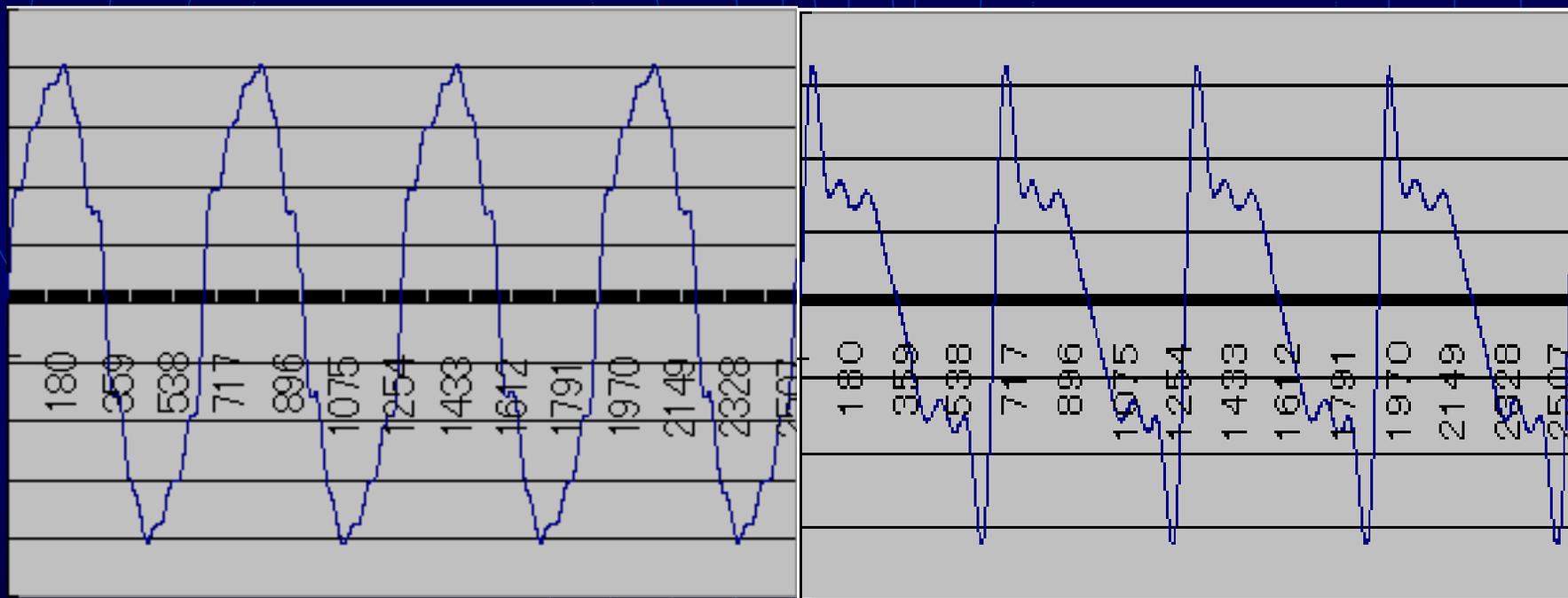
声(い)



声(う)

全体から推測して

大きく2つのパターンに分類できる



多少ずれがあるがほとんど全体としての振動が音を決定するもの

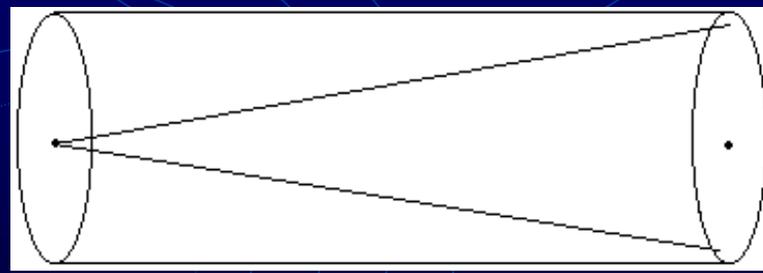
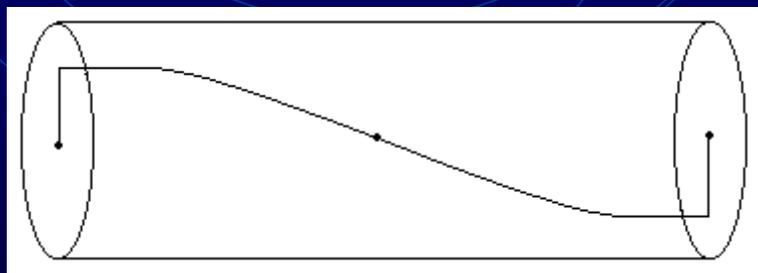
大きな振動の中にさらに小さな振動のあるもの

基本波形の組み合わせで音色 が作れるか検証

倍音の理論についての説明

開管

閉管



腹

節

腹

節

腹

結果

