



サウンドメディア論 第5回

～デジタルサウンドを理解しよう～

目次

- アナログとデジタル
- オーディオデータの仕組み
- テキストデータの仕組み
- 画像データの仕組み
- デジタルの利点（まとめ）

アナログとは？

ある物の状態を
連続的に変化する物理量で表すこと

デジタルとは？

ある物の状態を
離散的な値で表すこと

バラバラの値で表せる



コンピュータで扱える

進数

- 2進数 : 0, 1 で表現
- 10進数 : 人間が主に使用
- 16進数 : 2進数を人間が読みやすくしたもの (短くなる)
- 60進数 : 時計
- 360進数 : 角度

電圧がかかっていない : 0

電圧がかかっている : 1



101101101

365

2進数



10進数



接頭辞

SI接頭辞			二進接頭辞			SIとのずれ
キロ	k	10^3	キビ	Ki	2^{10}	2.40%
メガ	M	10^6	メビ	Mi	2^{20}	4.86%
ギガ	G	10^9	ギビ	Gi	2^{30}	7.37%
テラ	T	10^{12}	テビ	Ti	2^{40}	9.95%

連続と離散と近似

- 連続：境目がない値
例) 時間、長さ、電圧
- 離散：明確な境目のある値
例) 人数、サイコロの出た目、トランプの数字
- 近似：連続量を最も近い離散量へ置き換える
例) 身長を0.1cm刻みで測る

信号処理

- 信号：なんらかの「情報」を表すもの
 - アナログ信号：自然界に**存在する**
 - デジタル信号：**存在しない**（コンピュータで扱うため）
- 信号処理：音や光、画像などの信号を数理的手法で分析・加工
 - アナログ信号処理：信号を**連続**した値として扱う
 - デジタル信号処理：**離散**
- アナログとデジタルの**相互変換**
 - デジタル信号処理をするためにA→D変換
 - デジタルデータを出力するためにD→A変換が必要

アナログとデジタルの変換

- A/D変換：アナログ(連続量)→デジタル(離散量)
 - ・ サンプリング (標本化)
 - ・ 量子化
- D/A変換：デジタル(離散量)→アナログ(連続量)
 - ・ オーディオの場合はDACで電圧に変換
- 一度デジタル化したら**完全には**復元できない

休憩

目次

- アナログとデジタル
- オーディオデータの仕組み ←
- デジタルの利点（まとめ）

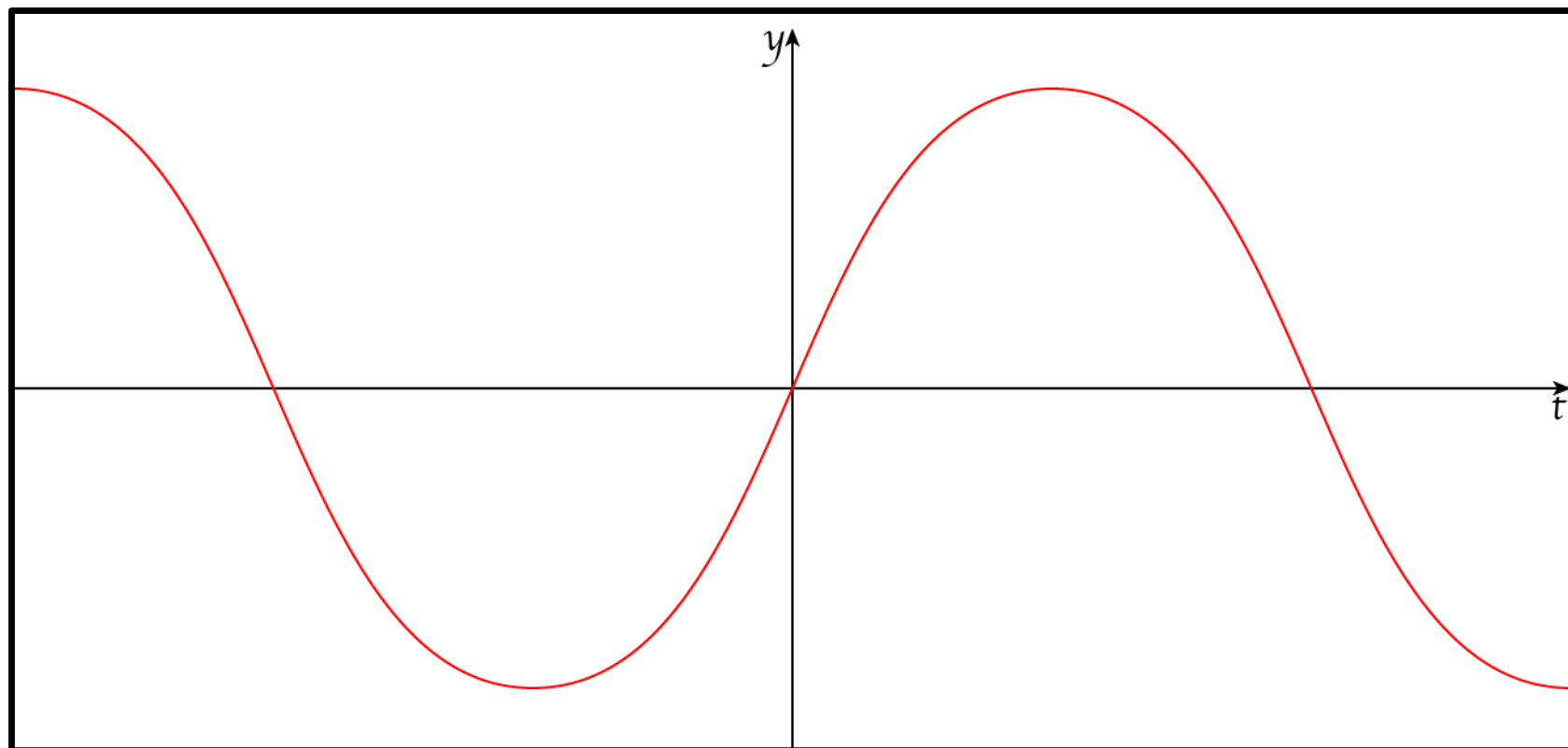
小目次：オーディオデータの仕組み

- エンコード（符号化） ←
- サンプルング（標本化）
- 量子化
- デジタルオーディオのデータサイズ
- ハイレゾとは
- 拡張子

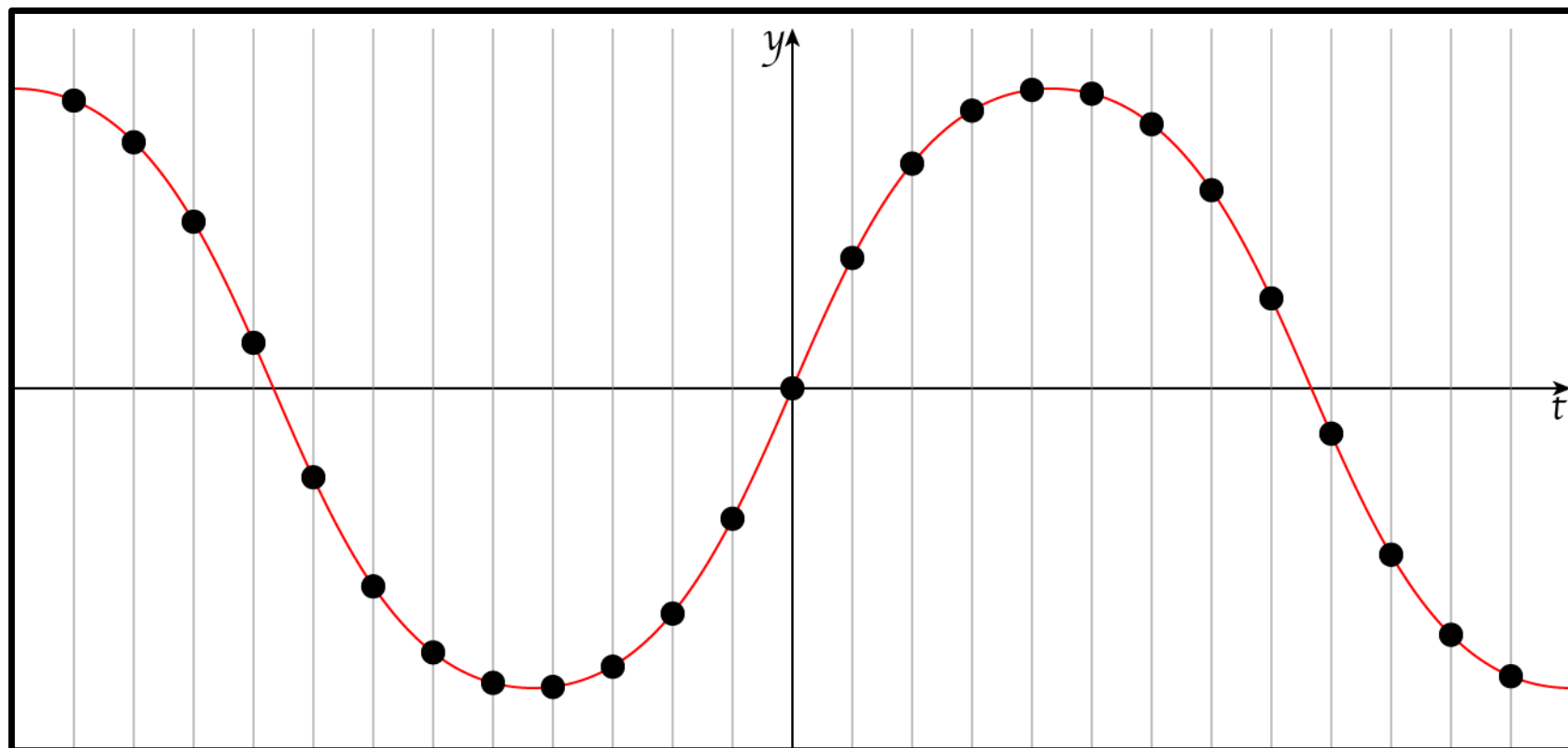
エンコード（符号化）とは

- データ → 別のデータ
 - サンプルング（標本化）
 - 量子化
- アナログ値をデジタル値に変換
- デジタル値をアナログ値に変換
- 対義語「デコード」（復号化）
別のデータ → 元のデータ

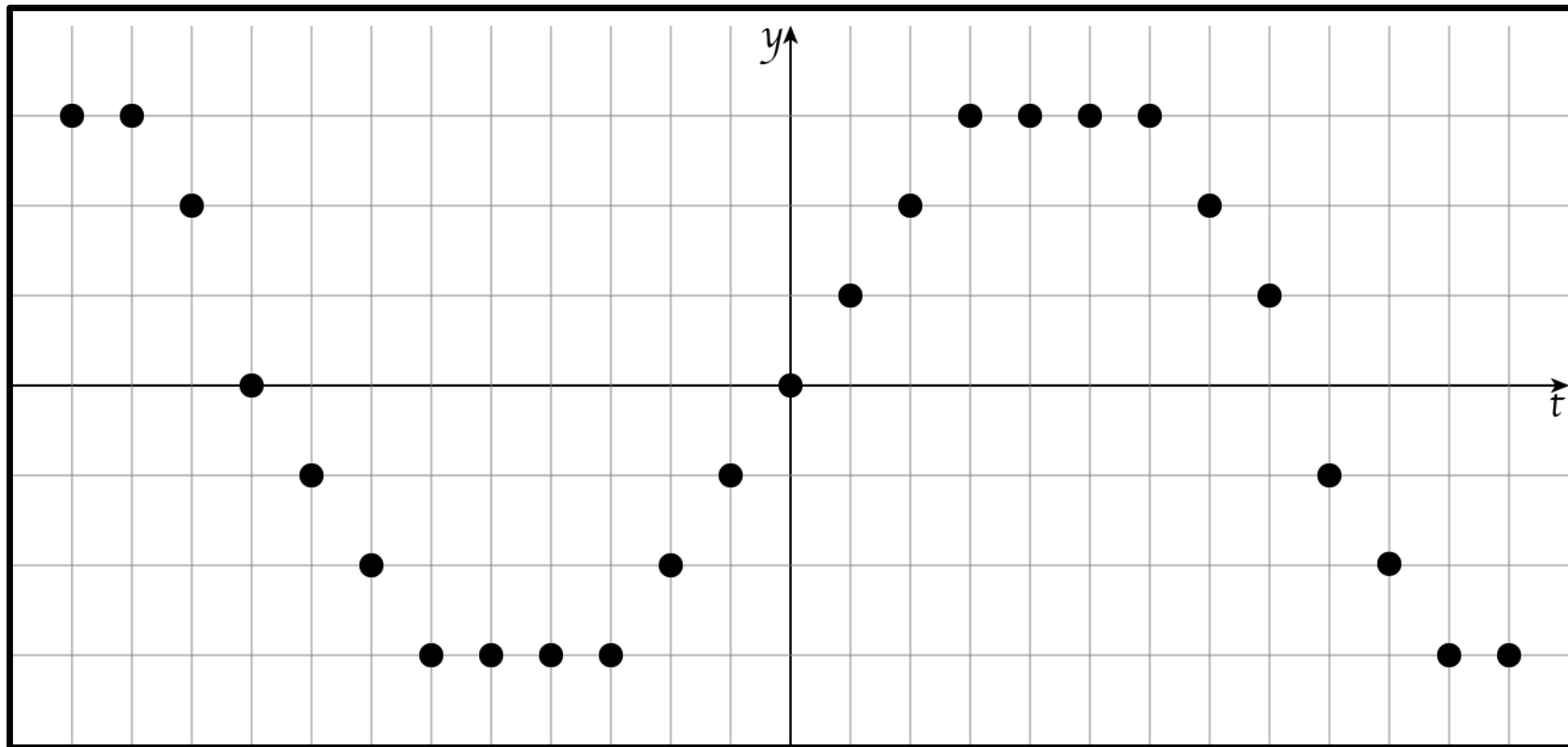
アナログデータを



サンプリング（標本化）して



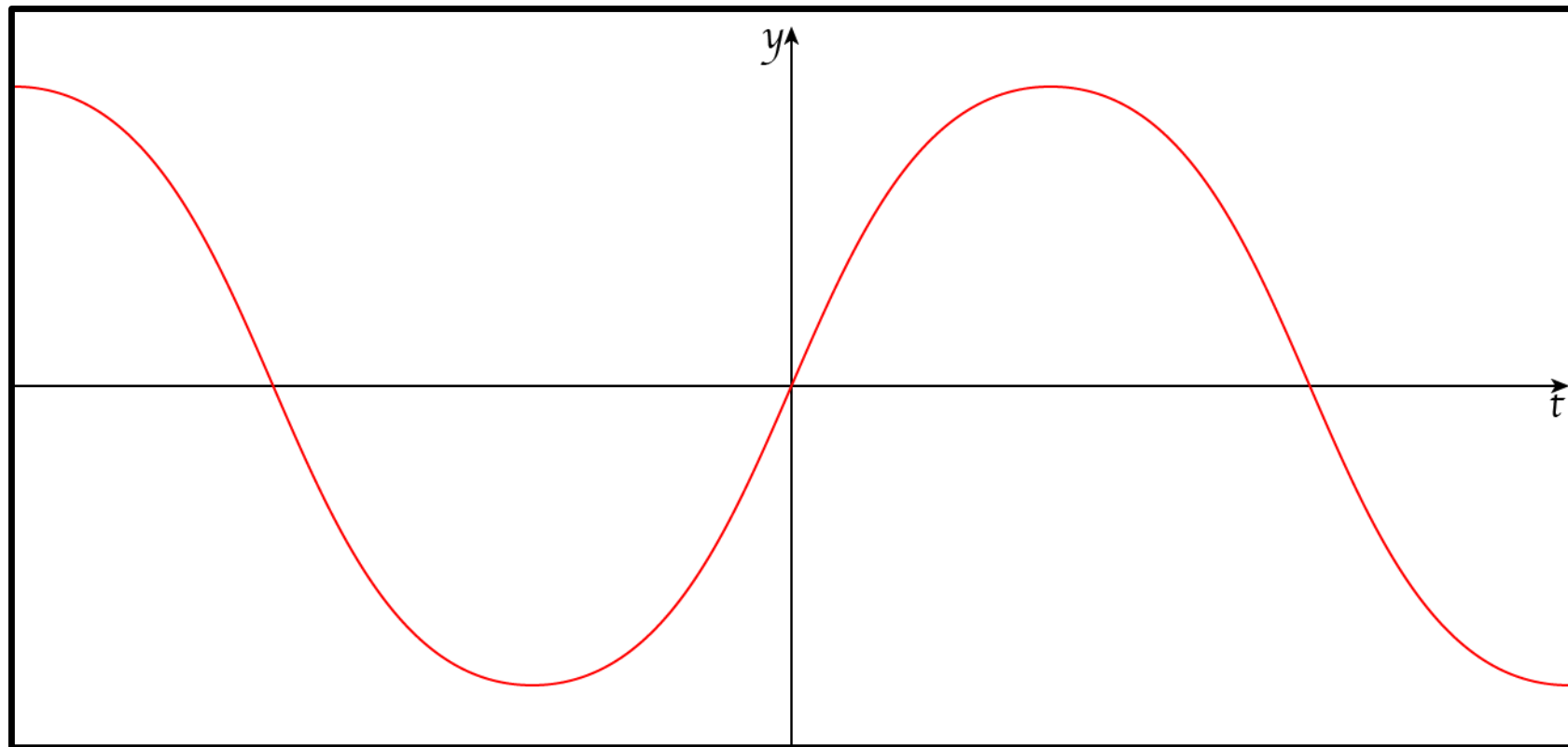
量子化する



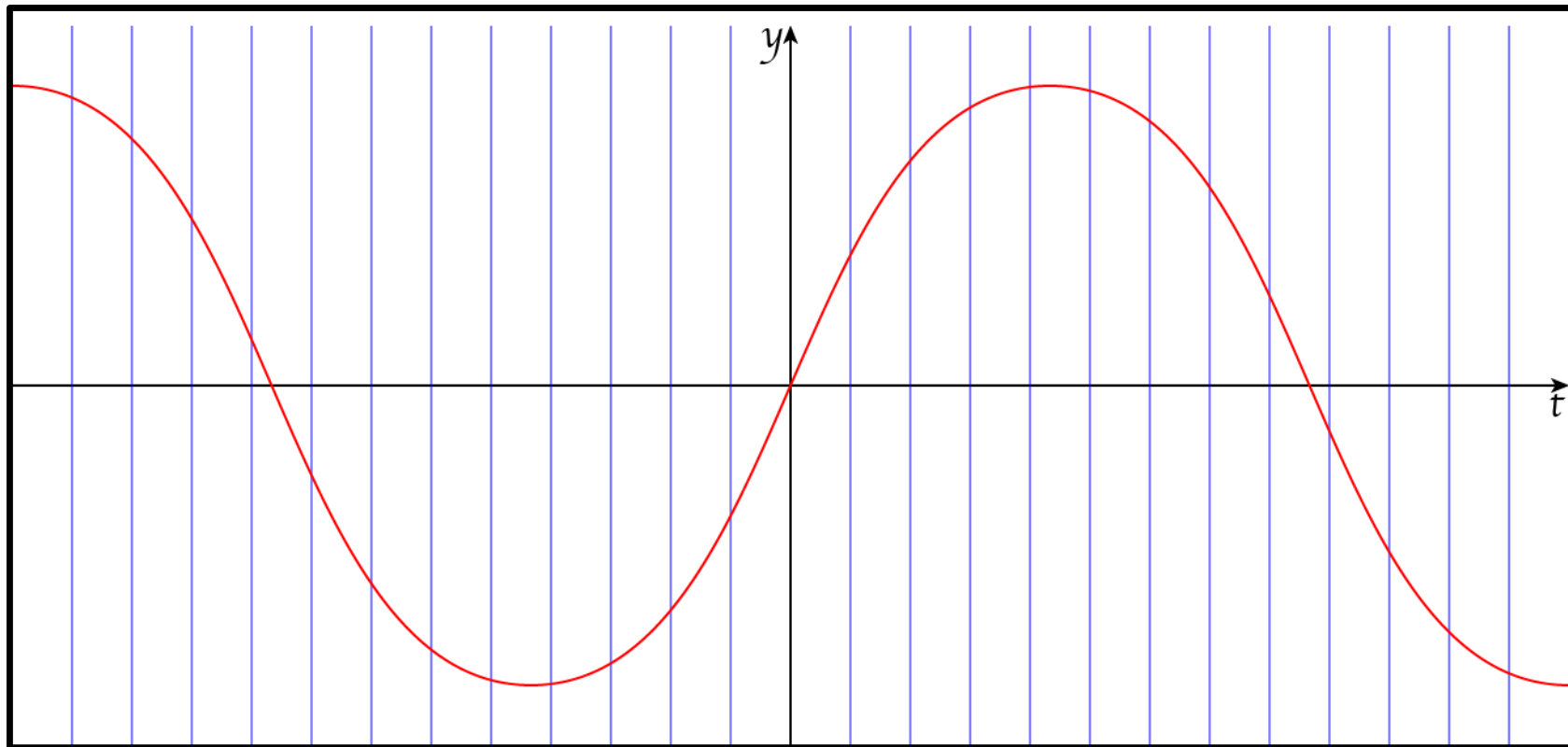
小目次：オーディオデータの仕組み

- エンコード（符号化）
 - サンプルング（標本化） ←
 - 量子化
- デジタルオーディオのデータサイズ
- ダイナミックレンジ
- 拡張子
- ハイレゾとは

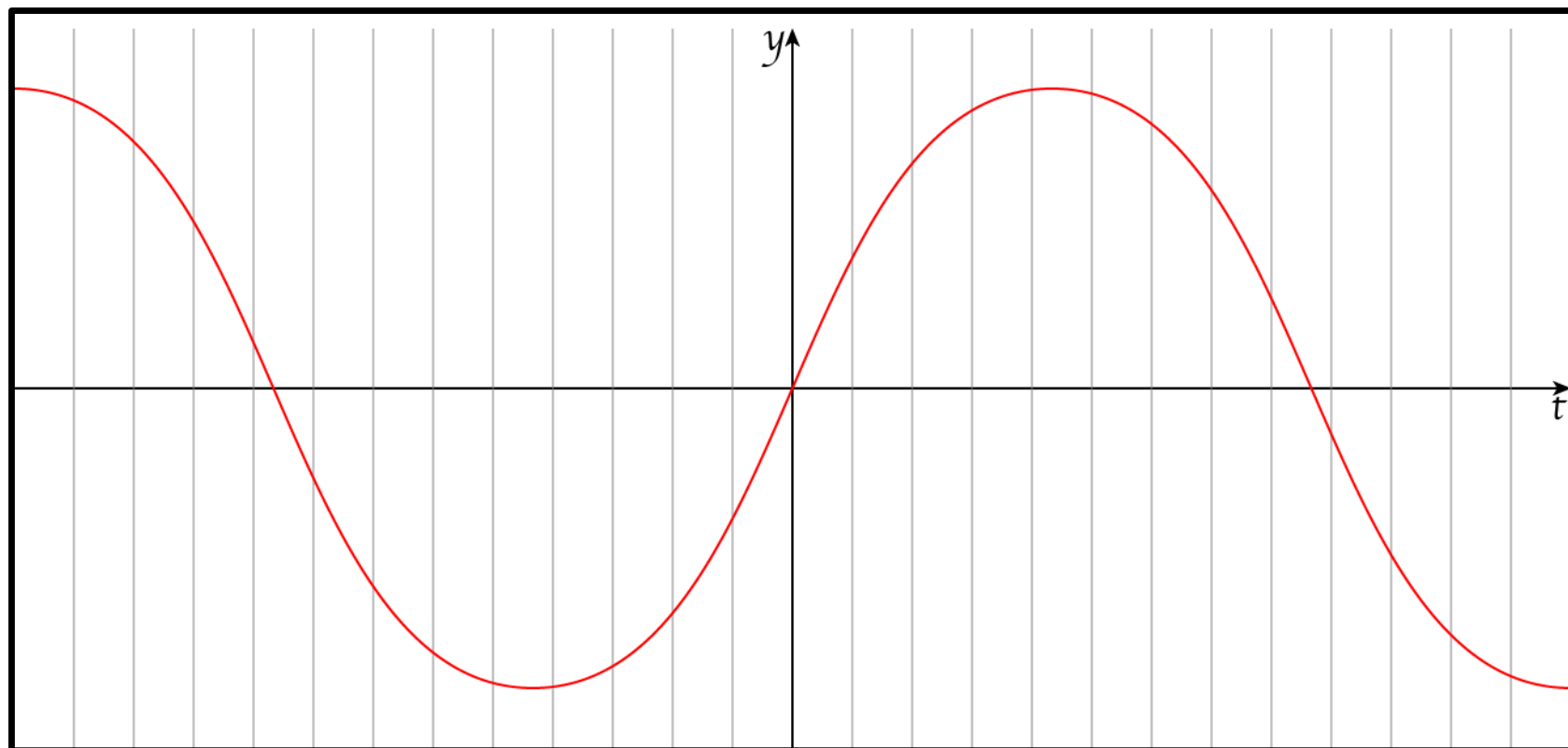
時間軸方向に一定間隔で区切る



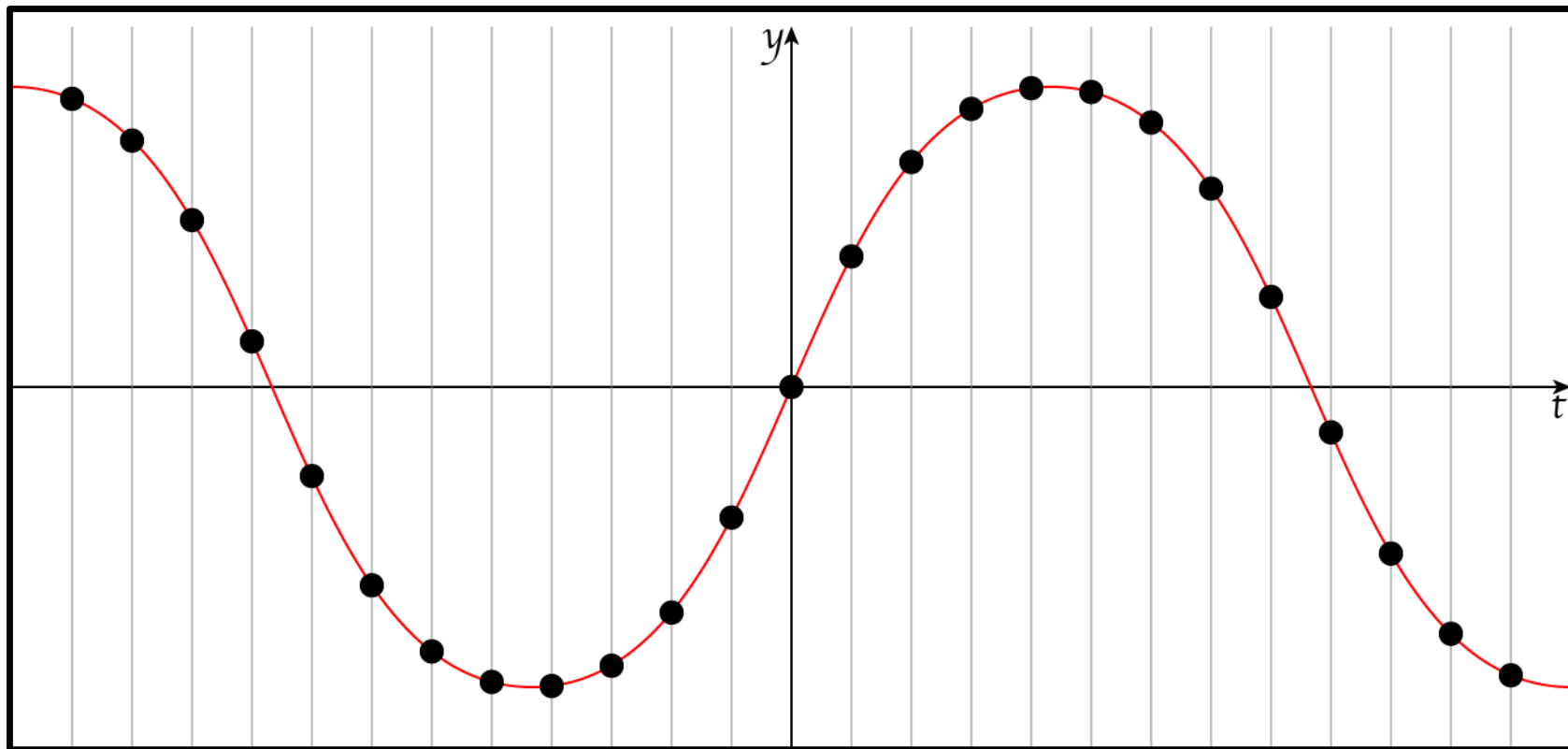
時間軸方向に一定間隔で区切る



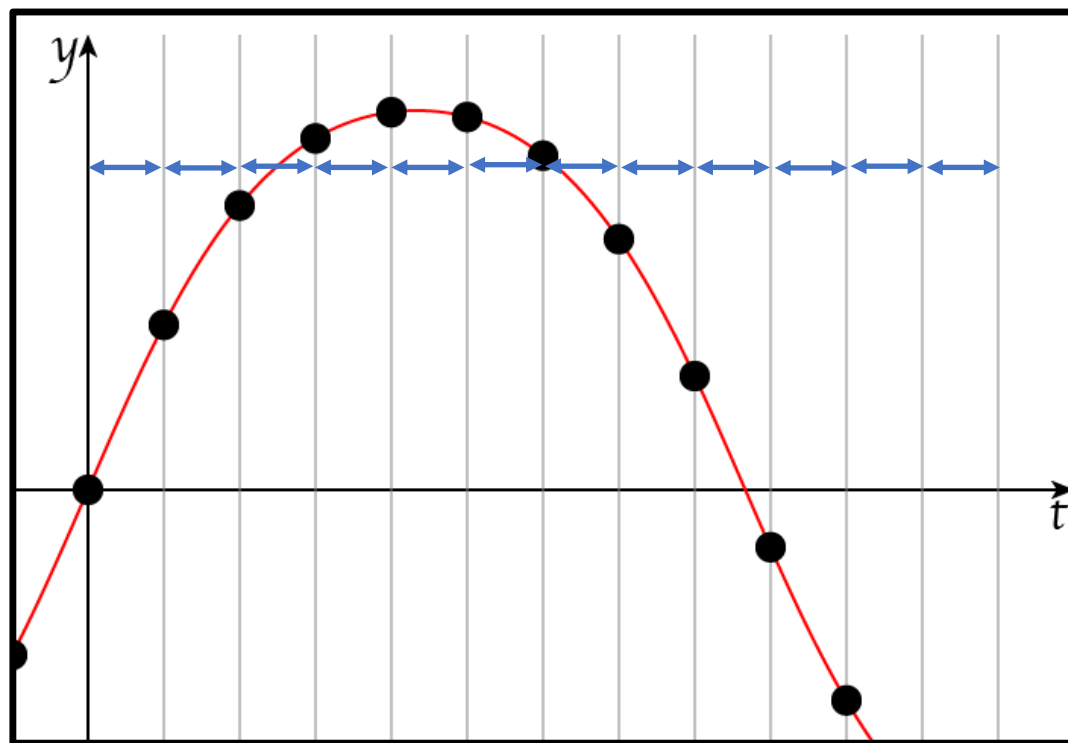
値を決定する



値を決定する



サンプリング周期・周波数



- ・ **サンプリング周期[s]**
何秒間隔で区切るか

↔ の長さ

- ・ **サンプリング周波数[Hz]**
1秒にいくつ値をとるか

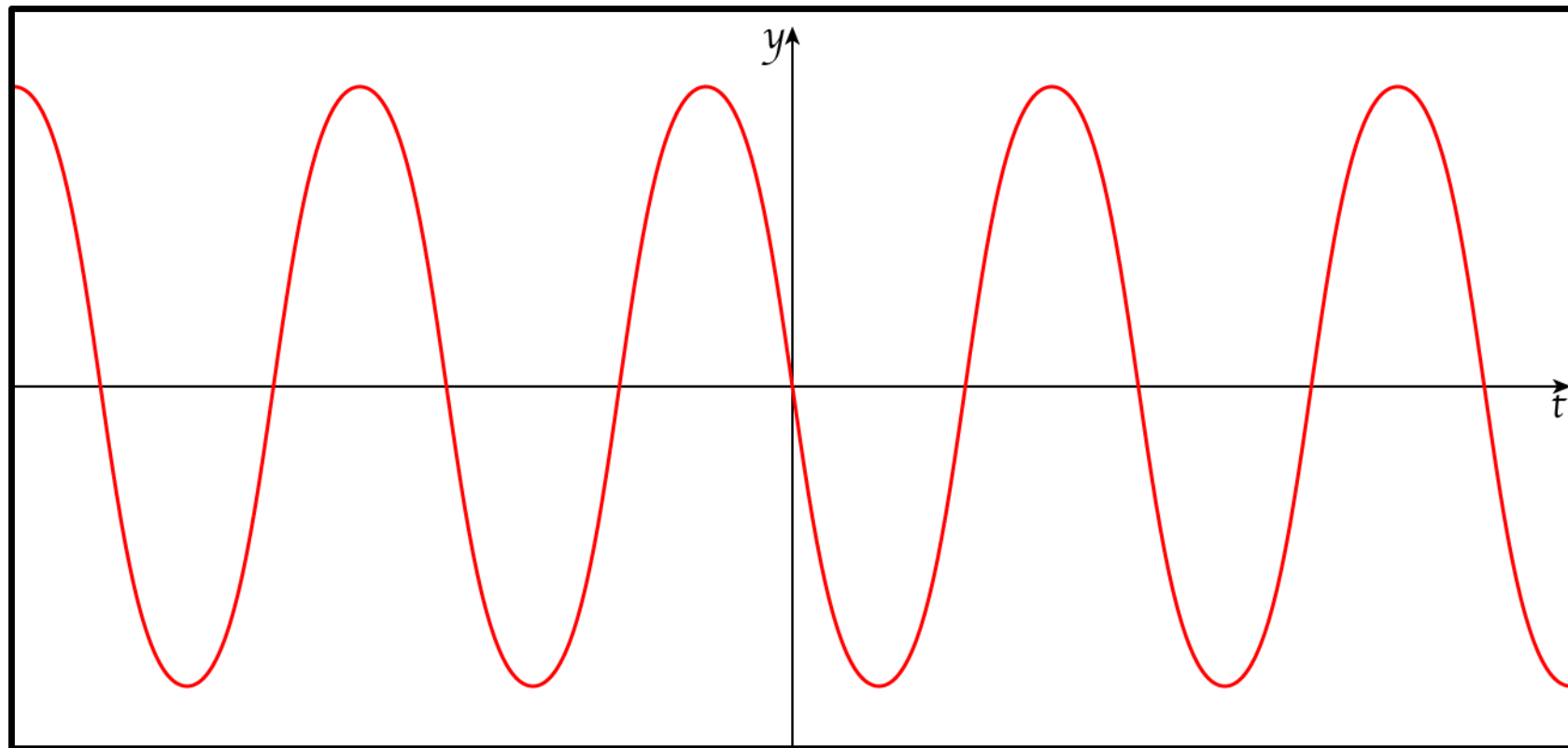
1秒あたりの ● の数

サンプリング（標本化）

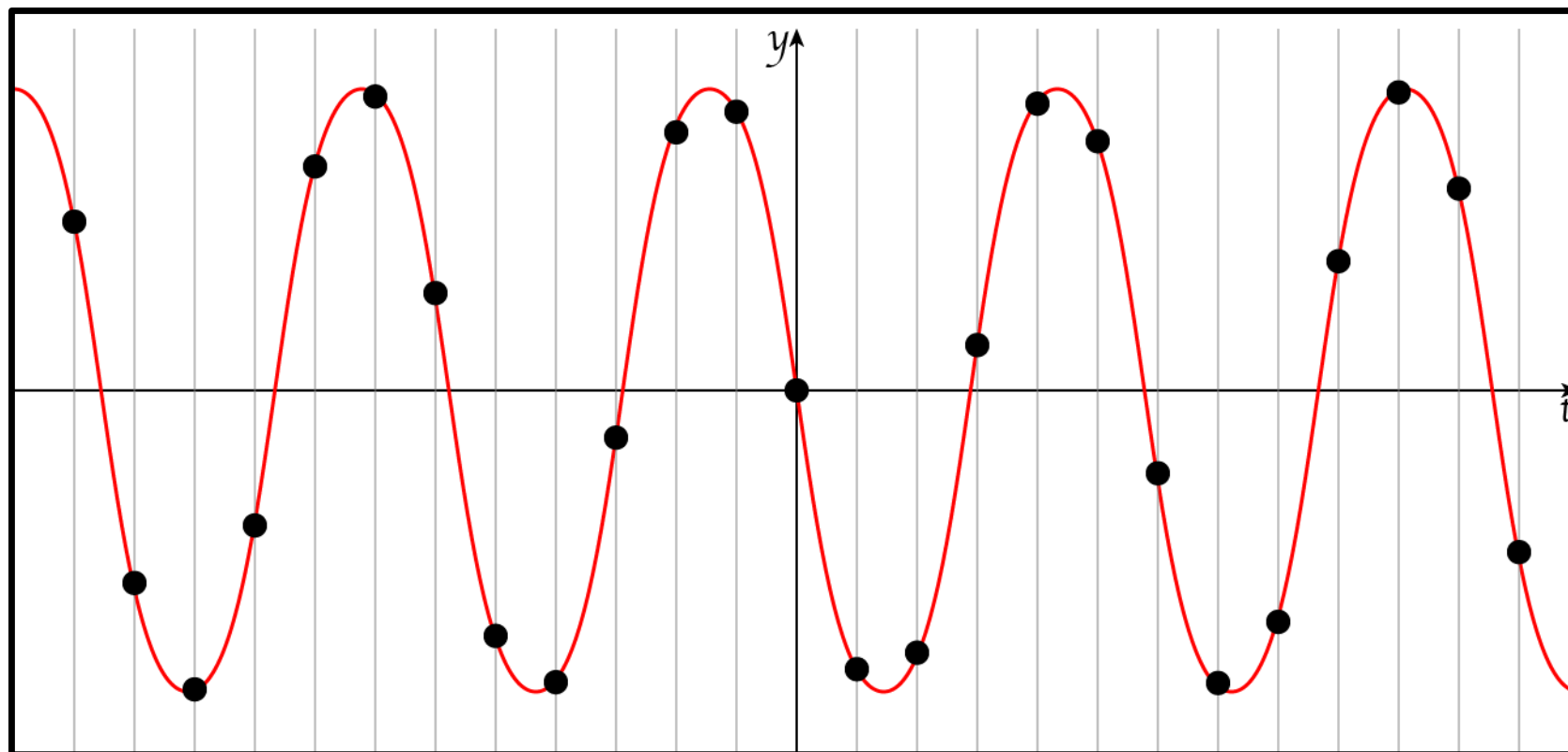
時間軸方向の離散化

- ①時間軸方向に一定間隔で区切る
- ②値を決定する

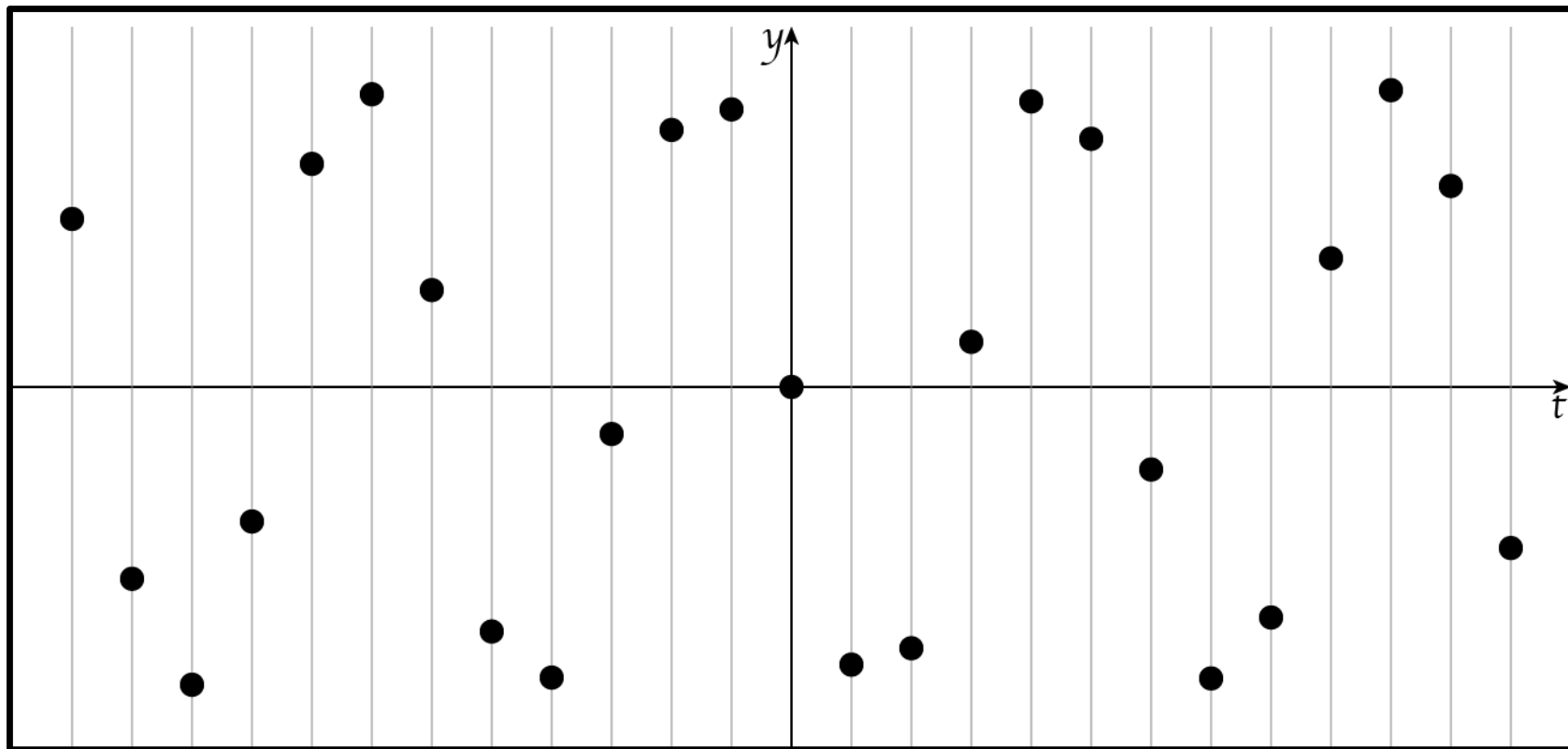
サンプリング周波数「大」



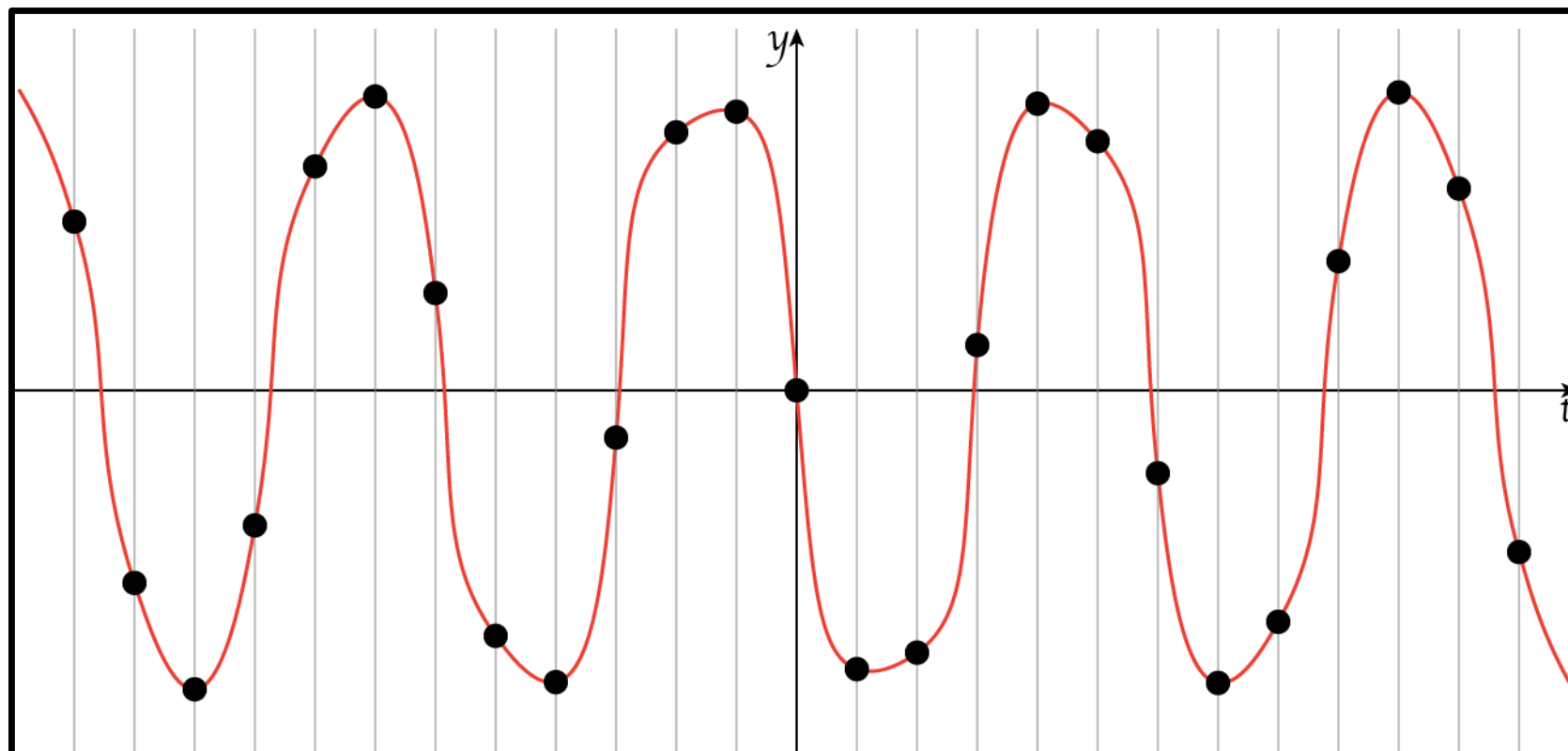
サンプリング周波数「大」



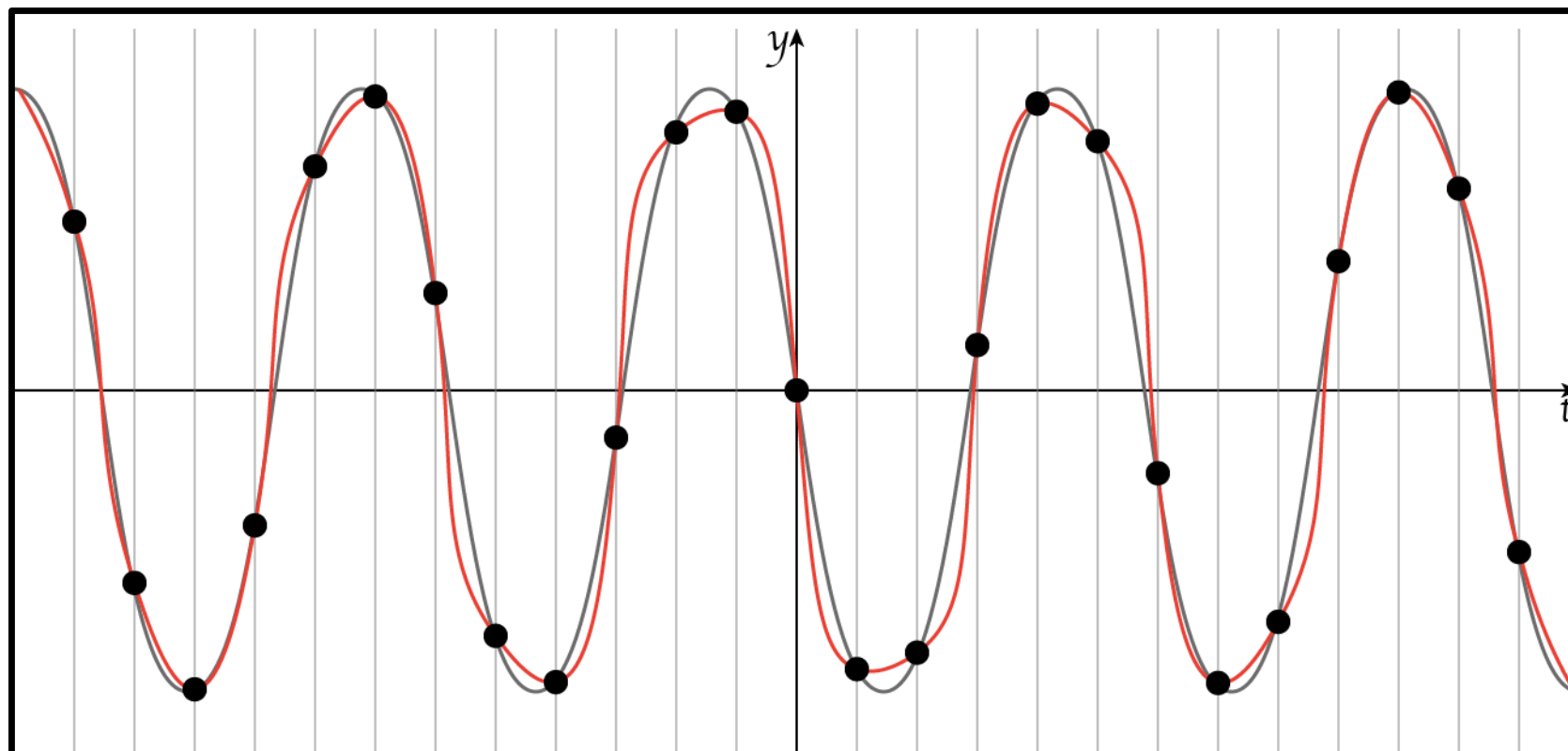
サンプリング周波数「大」



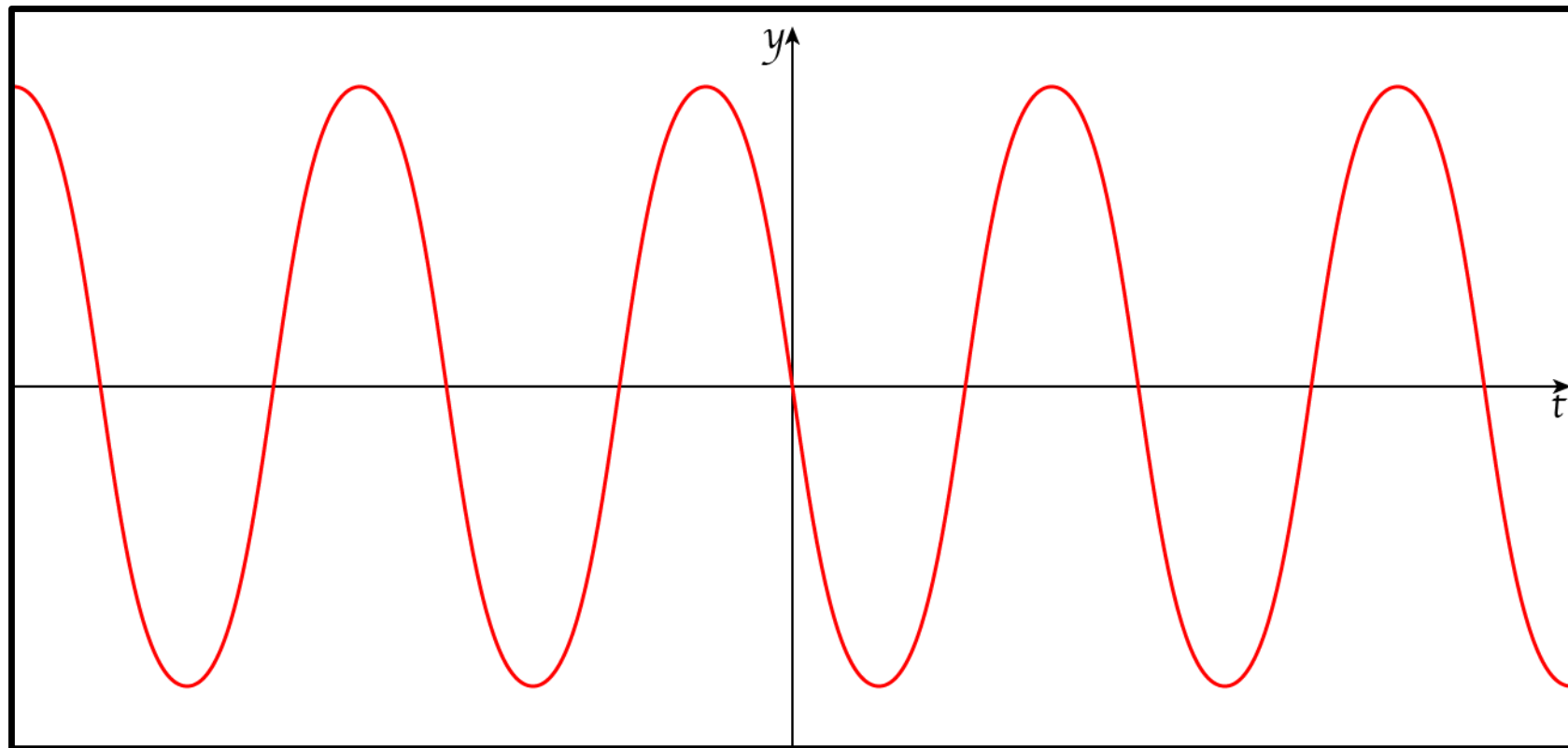
サンプリング周波数「大」



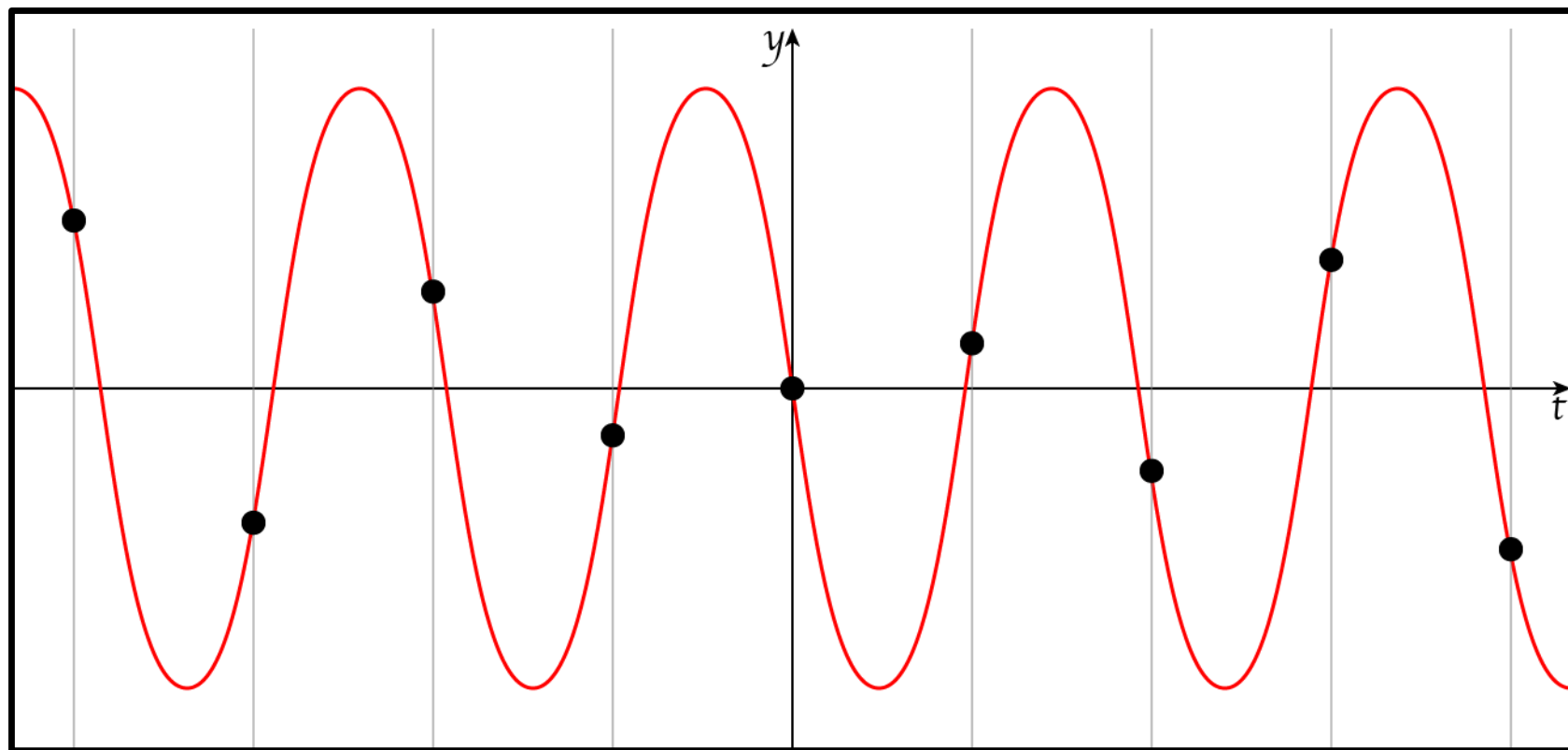
サンプリング周波数「大」



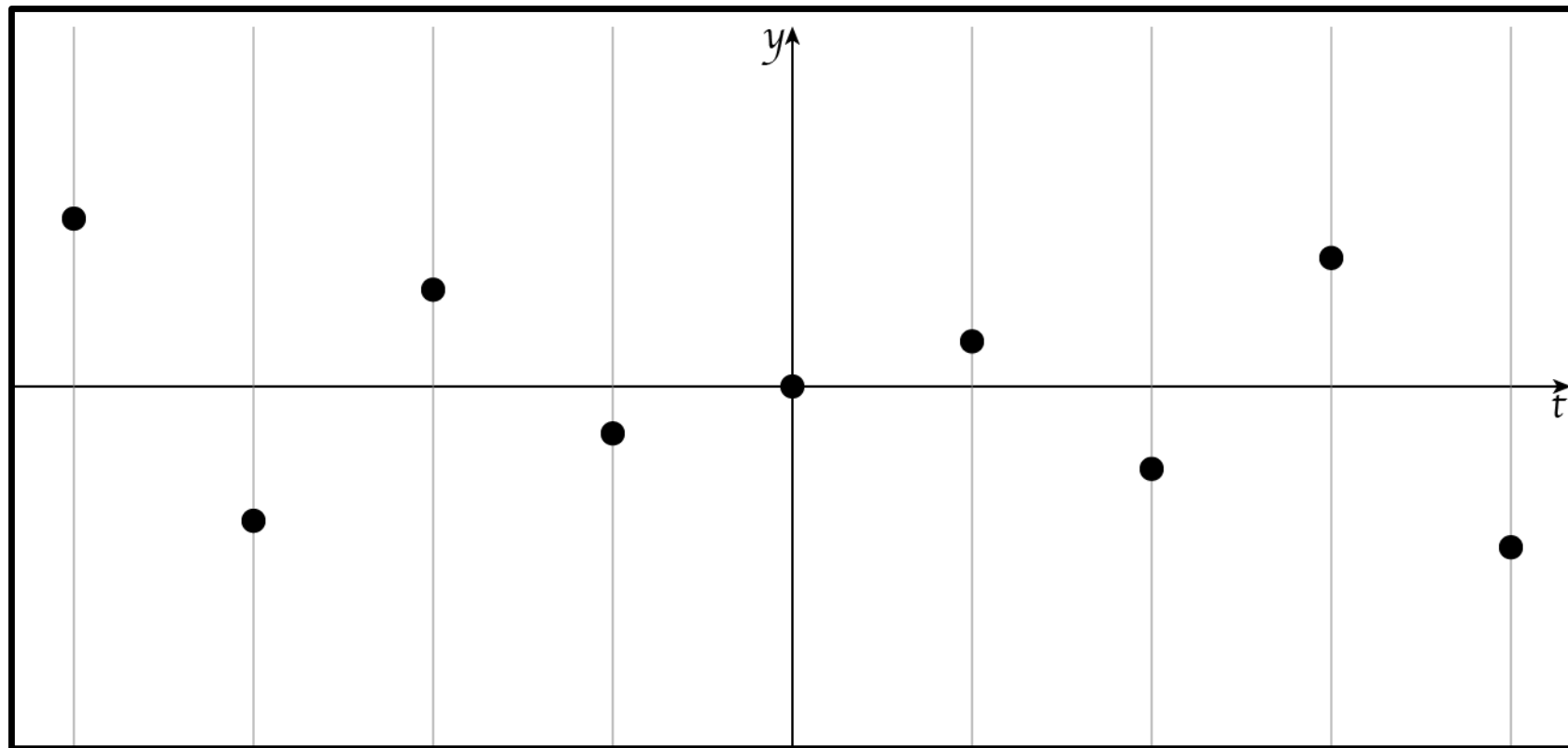
サンプリング周波数「小」



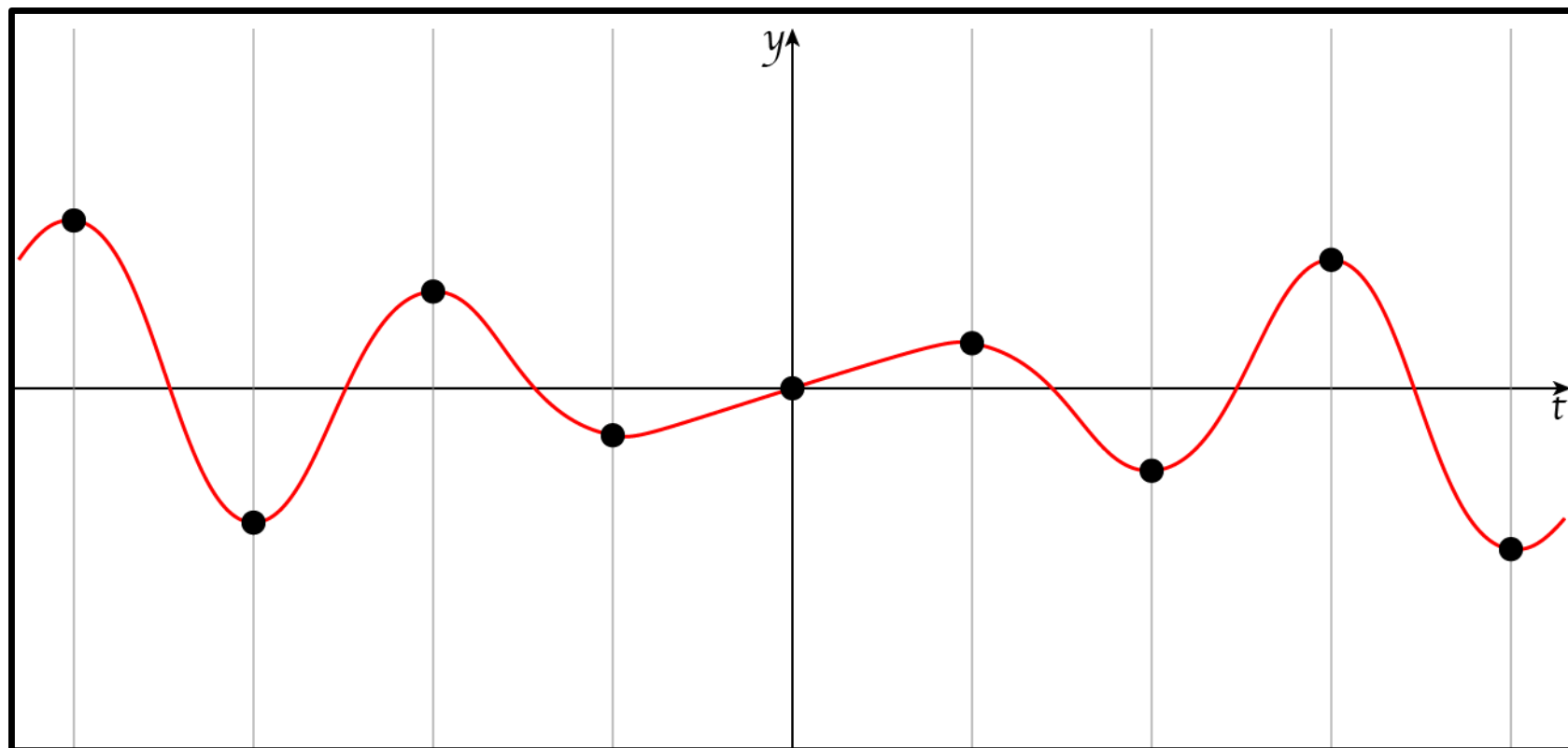
サンプリング周波数「小」



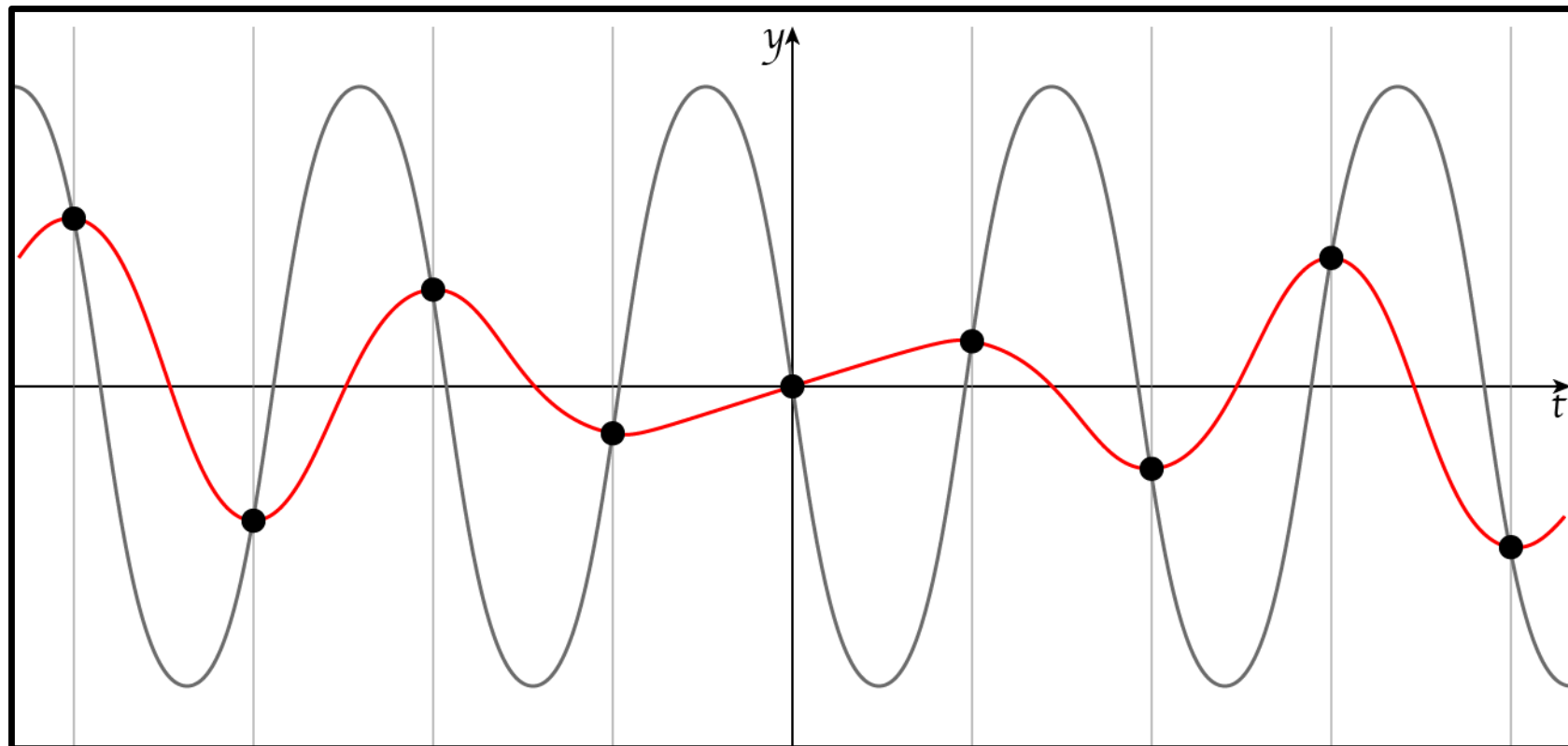
サンプリング周波数「小」



サンプリング周波数「小」



サンプリング周波数「小」



サンプリングの注意点

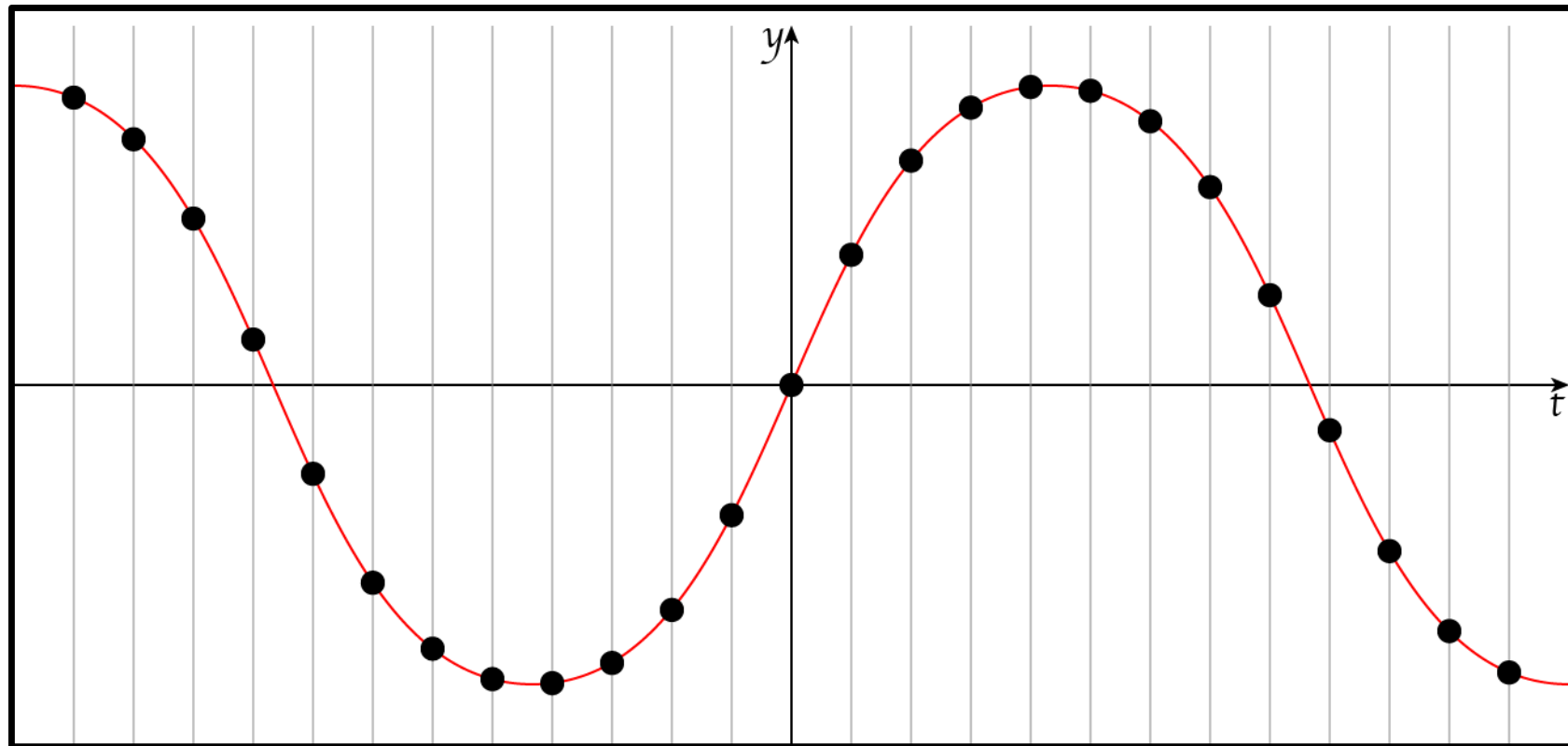
- 波形の急速な変化を再現 → 十分に細かくサンプリング
- 再生したい音の最高周波数成分の**2倍以上**のサンプリング周波数が必要（サンプリング定理）
 - 例1：最高周波数成分が**8000Hz** の音源
→ サンプリング周波数は **16000Hz以上**が必要
 - 例2：人間が聞こえる周波数は高々**20000Hz**程度
→サンプリング周波数は **40000Hz**以上が必要
- サンプリング周波数÷2 = ナイキスト周波数

休憩

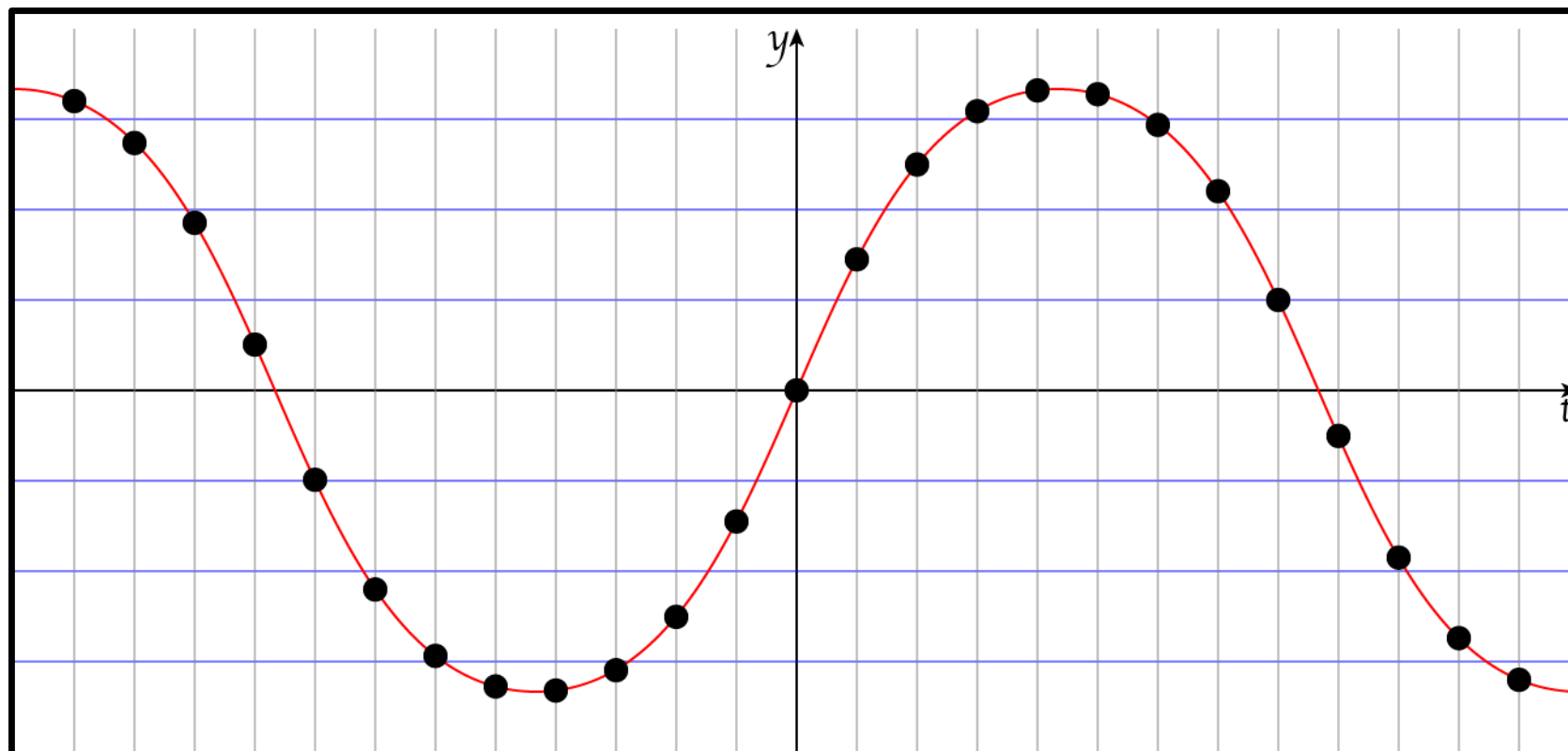
小目次：オーディオデータの仕組み

- エンコード（符号化）
 - サンプリング（標本化）
 - 量子化 ←
- デジタルオーディオのデータサイズ
- ダイナミックレンジ
- 拡張子
- ハイレゾとは

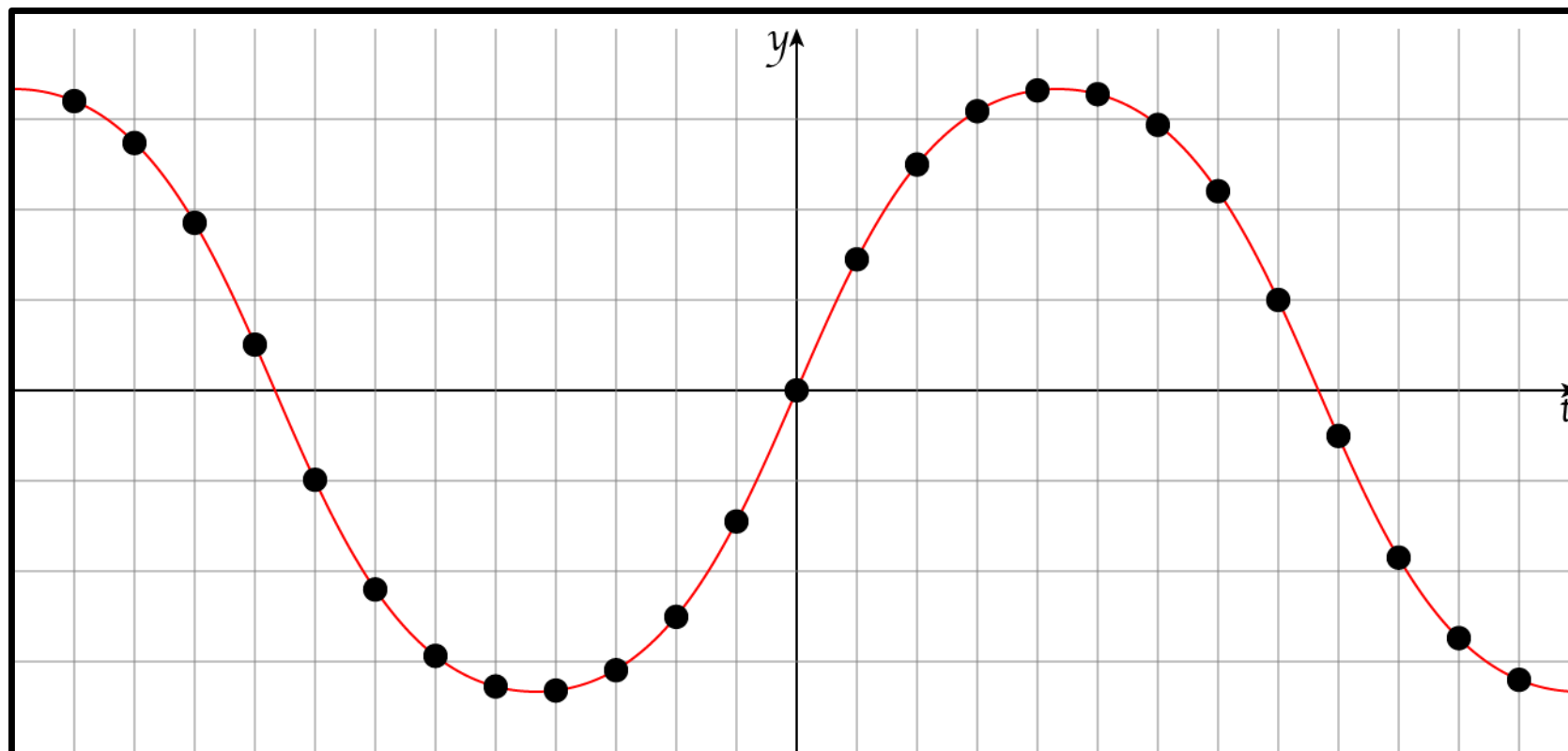
振幅軸方向を一定ステップ数で分割



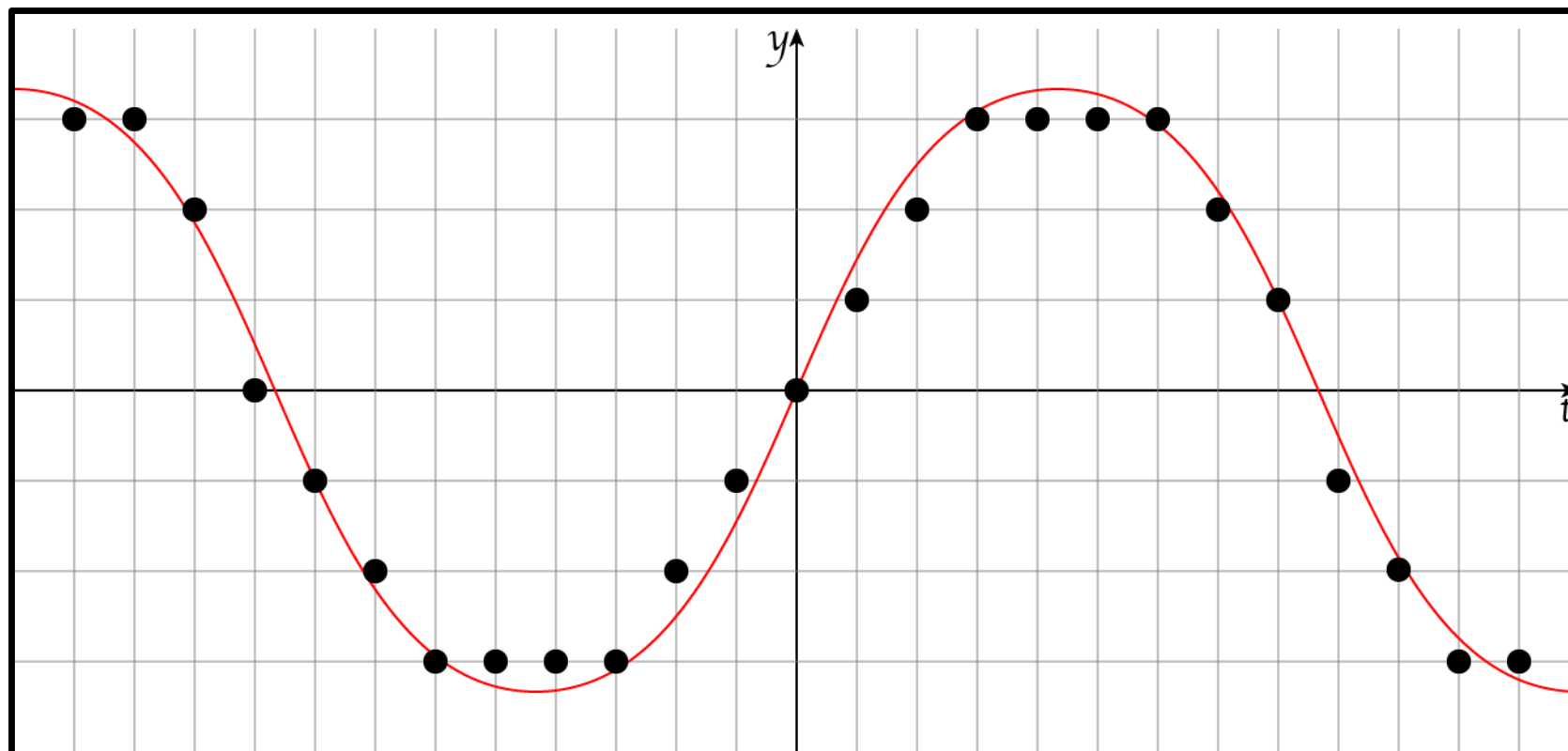
振幅軸方向を一定ステップ数で分割



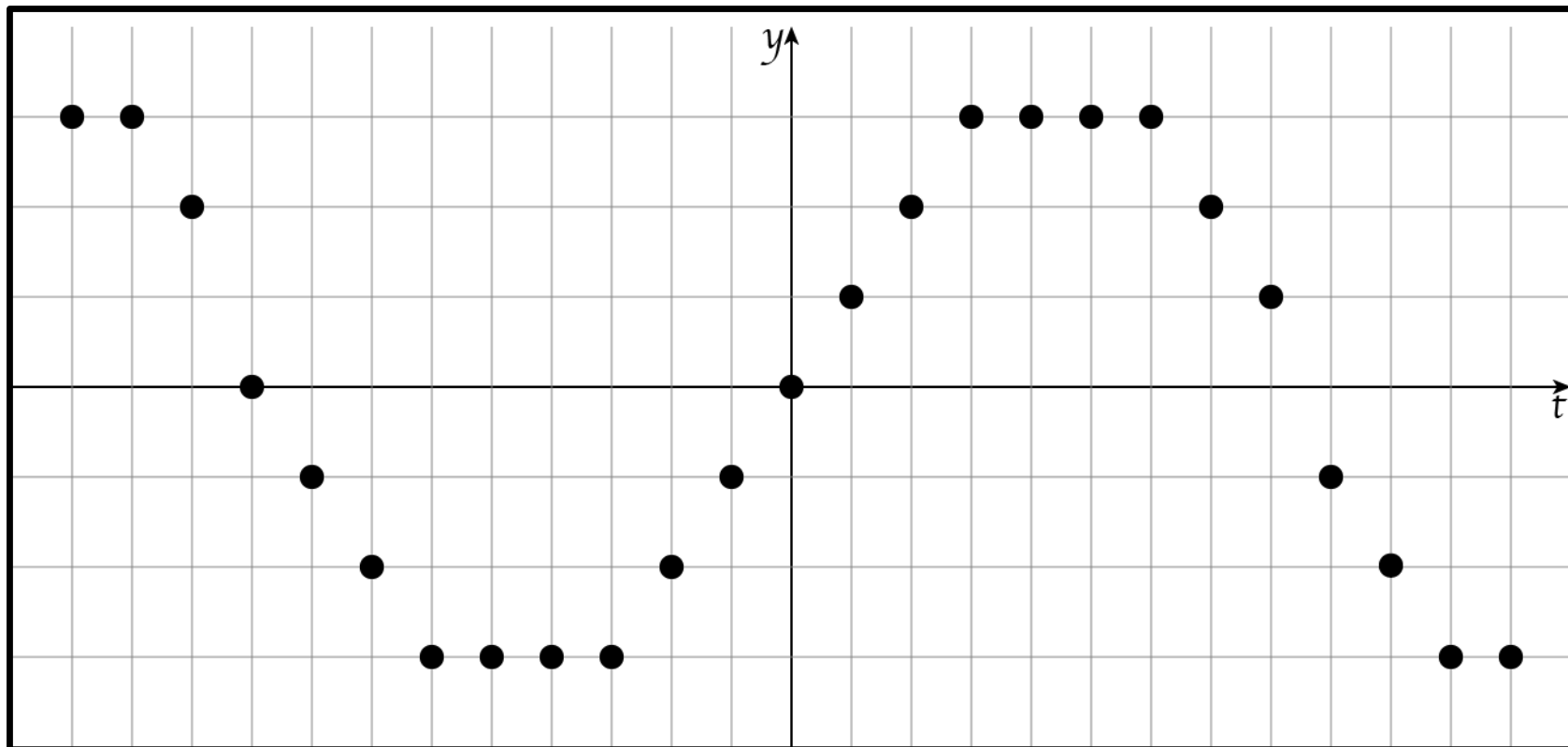
サンプリング値を近似



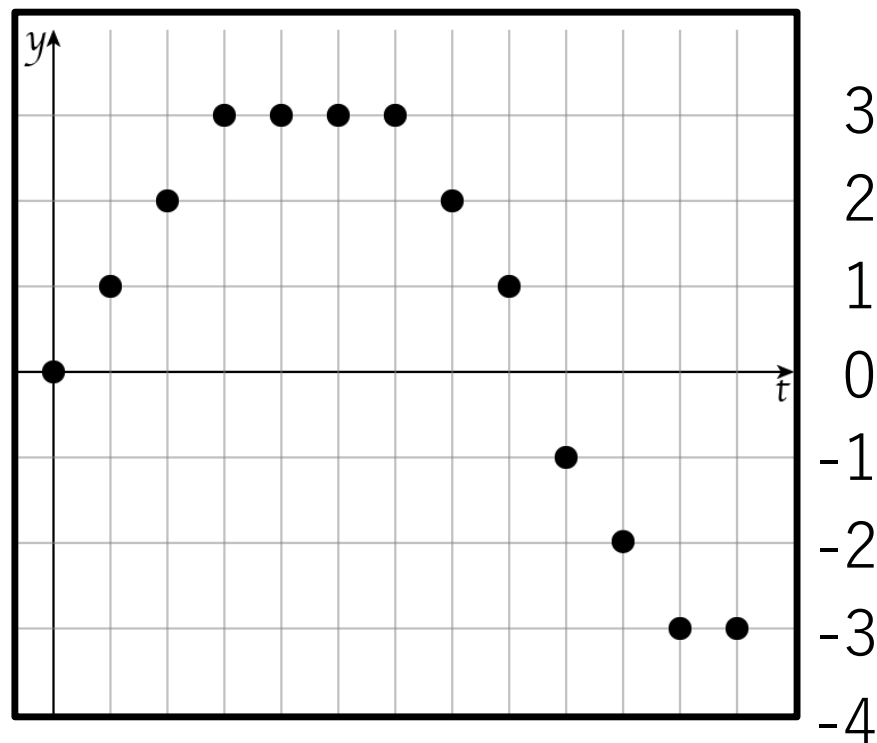
サンプリング値を近似



サンプリング値を近似



量子化ビット数



- 量子化ビット数[bit]
量子化のステップ数を決める値

N : ステップ数
Q : 量子化ビット数

$$N = 2^Q$$

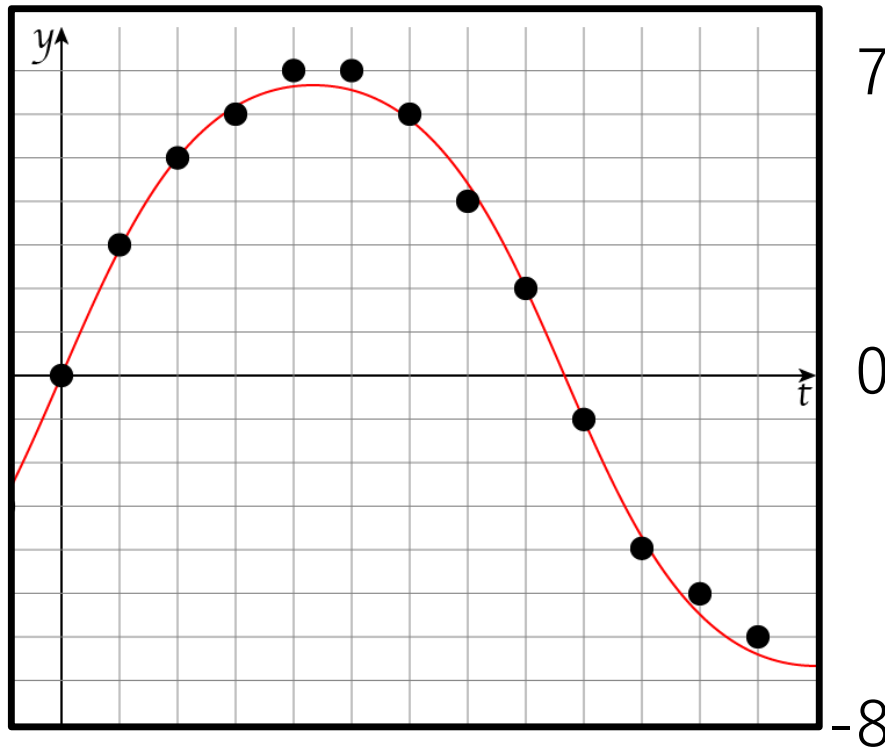
量子化

振幅方向の離散化

①振幅軸方向を一定ステップ数で分割

②サンプリング値を近似

量子化ビット数「大」

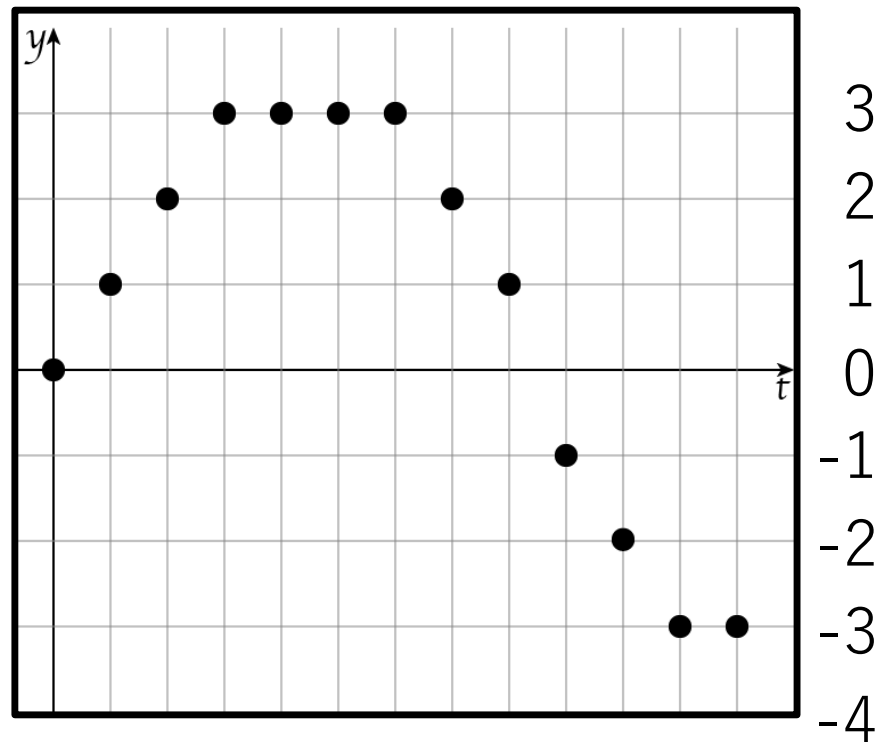


- 量子化ビット数[bit]
量子化のステップ数を決める値

N : ステップ数
Q : 量子化ビット数

$$N = 2^Q$$

量子化ビット数「小」



- 量子化ビット数[bit]
量子化のステップ数を決める値

N : ステップ数
Q : 量子化ビット数

$$N = 2^Q$$

量子化ビット数

- 量子化ビット数
 - 大きい
 - 再現性 : 高い (精度が高い)
 - データ量 : 大きい
 - 小さい
 - 再現性 : 低い (精度が低い)
 - データ量 : 小さい

量子化雑音

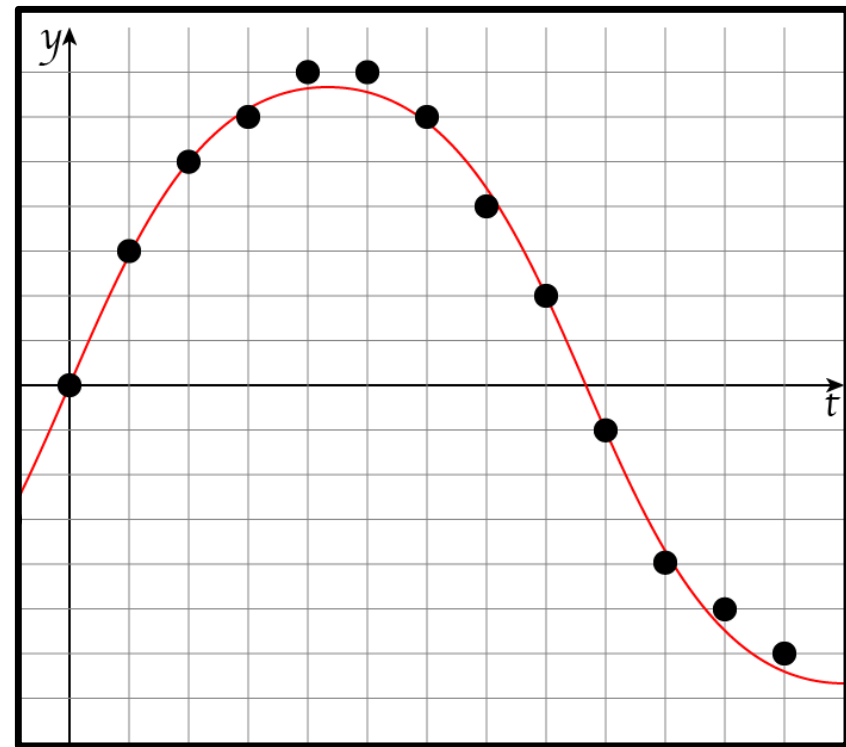
- 小数点以下の切り捨てや四捨五入によって起こるまるめ誤差

4bit: -8~7

8bit: -128~127

16bit: -32768~32767

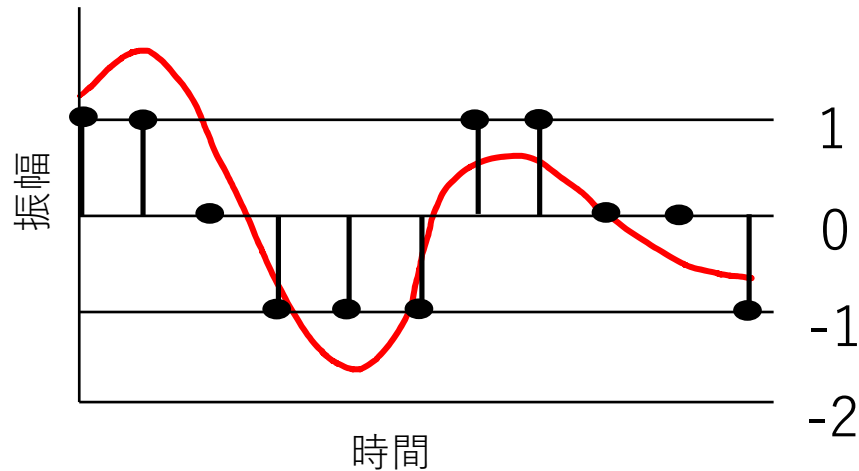
24bit: -8388608~8388607



量子化ビット数を変えて聞き比べ

量子化 ビット数	16ビット	12ビット	8ビット	4ビット	3ビット
音					

量子化ビット数が小さいほど雑音が大きい
⇒振幅の変動が捉えられない



例：2ビット量子化

値の範囲をはみ出したら
値が強制的に丸められる

小目次：オーディオデータの仕組み

- エンコード（符号化）
 - サンプリング（標本化）
 - 量子化
- デジタルオーディオのデータサイズ ←
- 拡張子
- ハイレゾとは

データサイズ

- ファイルサイズ[byte]
= (量子化bit数×サンプリング周波数×ch数×秒数) ÷ 8
- 転送レート[bps]
= 量子化bit数×サンプリング周波数×ch数

※ch数=チャンネル数（ステレオは2，モノラルは1）

実際に計算してみる

条件

量子化bit数：16

サンプリング周波数：44100Hz

チャンネル数：ステレオ

時間：4分

実際に計算してみる

ファイルサイズ

$$\{16[\text{bit}] \times 44100[\text{Hz}] \times 2[\text{ch}] \times 4 \times 60\} / 8 \doteq 40.4 \text{ MB}$$

転送レート

$$\{16[\text{bit}] \times 44100[\text{Hz}] \times 2[\text{ch}] \} \doteq 1.35 \text{ Mbps}$$

小目次：オーディオデータの仕組み

- エンコード（符号化）
 - サンプリング（標本化）
 - 量子化
- デジタルオーディオのデータサイズ
- 拡張子
- ハイレゾとは

ハイレゾ

- CD-DAのサンプリングパラメータより解像度が高いオーディオ
- Hi（高い）+ Resolution（解像度、分解能）

- CD : 44.1kHz/16bit
- ハイレゾ : 192kHz/24bit

- 情報量は約6.5倍



参考 : <https://www.sony.jp/high-resolution/about/>

音楽向け圧縮形式[拡張子]

- WAV：非圧縮[.wav]
 - 音質の劣化なく音楽データを保存
- MP3：非可逆圧縮[.mp3]
 - 人間に聞こえない周波数帯をカットし小さく圧縮
 - 一度圧縮すると元に戻せない
- FLAC：可逆圧縮[.flac]
 - 音情報を削ることなく圧縮、CDの1/5サイズで同等音質になる
 - wav → flac → wav といった変換が可能

参考：<https://www.wondershare.jp/music-convert/flac-to-mp3.html>

目次

- アナログとデジタル
- オーディオデータの仕組み
- デジタルの利点（まとめ）←

デジタルの利点（まとめ）

- コンピュータで扱える
- 劣化しても復元可能＝ノイズに強い
- 複製が容易になる