微分入門 (1)

前田利之（まえだ　としゆき）
maechan@hannan-u.ac.jp

阪南大学

(2024.10.16)

なぜ微分を勉強するか？

☆… [　　] だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- [　　] 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- [　　　　] 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- [　　　　　　　　] 関数（ニューラルネット、特に [　　] 等で重要な要素）

なぜ微分を勉強するか？

☆… 必要 だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- 関数

  （ニューラルネット、特に 等で重要な要素）

なぜ微分を勉強するか？

☆… 必要 だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- 回帰 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- [　　] 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- [　　] 関数（ニューラルネット、特に [　　] 等で重要な要素）

なぜ微分を勉強するか？

☆… 必要 だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- 回帰 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- シグモイド 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- [　　] 関数（ニューラルネット、特に [　　] 等で重要な要素）

なぜ微分を勉強するか？

☆… **必要** だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- **回帰** 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- **シグモイド** 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- **ハイパボリック・タンジェント** 関数（ニューラルネット、特に　　等で重要な要素）

なぜ微分を勉強するか？

☆… **必要** だから（後期の準備、詳細は別途解説）

- **回帰** 分析（最小二乗法、は前期にやった）
- **シグモイド** 関数（ニューラルネットの重要な要素）
- **ハイパボリック・タンジェント** 関数（ニューラルネット、特に **深層学習** 等で重要な要素）

そもそも「微分」って何？

- ある瞬間の
- 関数（のグラフ）の場合は、各点における傾き＝
- ... では

そもそも「微分」って何？

- ある瞬間の **変化率**
- 関数（のグラフ）の場合は、各点における傾き＝
- ... では

そもそも「微分」って何？

- ある瞬間の **変化率**
- 関数（のグラフ）の場合は、各点における傾き＝ **変化の割合**
- ... では

そもそも「微分」って何？

- ある瞬間の **変化率**
- 関数（のグラフ）の場合は、各点における傾き＝ **変化の割合**
- ... では **分りにくい（?!）**

微分の素朴な説明

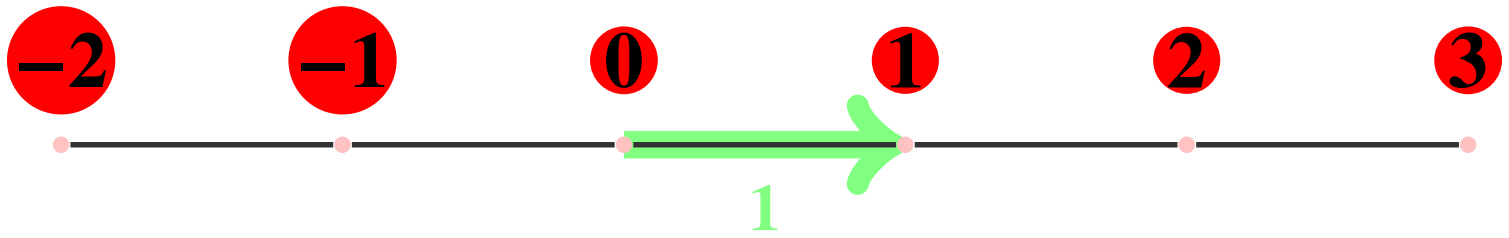
1. 数直線上の位置を考える
2. 目盛がきざんであるとする（マイナスから０を経てプラスへ）
3. いま、０地点に点Ｐがあるとする
4. Ｐが動くと位置が変わる
5. 位置の変化＝

微分の素朴な説明

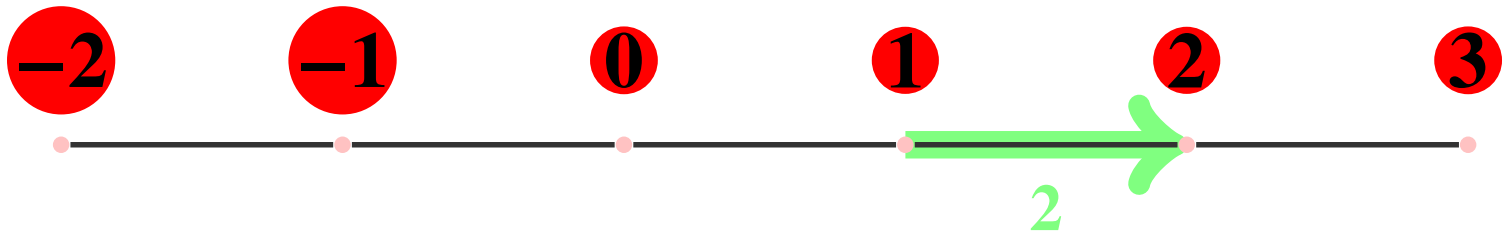
1. 数直線上の位置を考える
2. 目盛がきざんであるとする（マイナスから０を経てプラスへ）
3. いま、０地点に点Ｐがあるとする
4. Ｐが動くと位置が変わる
5. 位置の変化＝
   変化後の位置ー変化前の位置

位置の変化

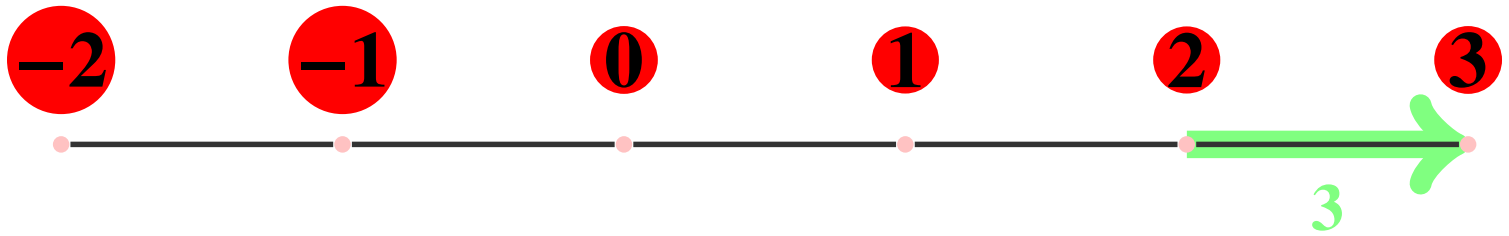
位置の変化



位置の変化



位置の変化



位置の変化

- 0 → 1, 1 → 2, 2 → 3, いずれも変化は 1 (当然)

微分の素朴な説明（続き）

6. 次に、位置とあわせて時刻も考えることにする
7. 時刻の変化＝変化後の時刻ー変化前の時刻
8. すると、□が計算できて、

$$\square = \frac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$$

$$= \frac{\text{変化後の位置ー変化前の位置}}{\text{変化後の時刻ー変化前の時刻}}$$

微分の素朴な説明（続き）

6. 次に、位置とあわせて時刻も考えることにする
7. 時刻の変化＝変化後の時刻ー変化前の時刻
8. すると、 **速度** が計算できて、

$$\boxed{} = \frac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$$

$$= \frac{\text{変化後の位置ー変化前の位置}}{\text{変化後の時刻ー変化前の時刻}}$$

微分の素朴な説明（続き）

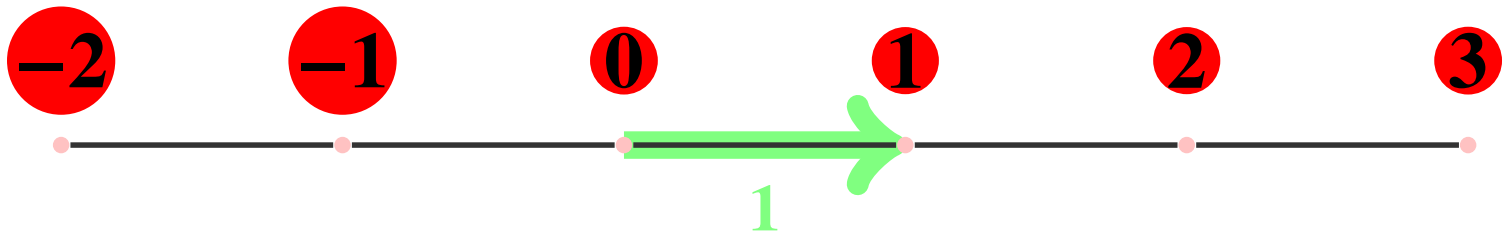
6. 次に、位置とあわせて時刻も考えることにする
7. 時刻の変化＝変化後の時刻ー変化前の時刻
8. すると、 速度 が計算できて、

$$\text{速度} = \frac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$$

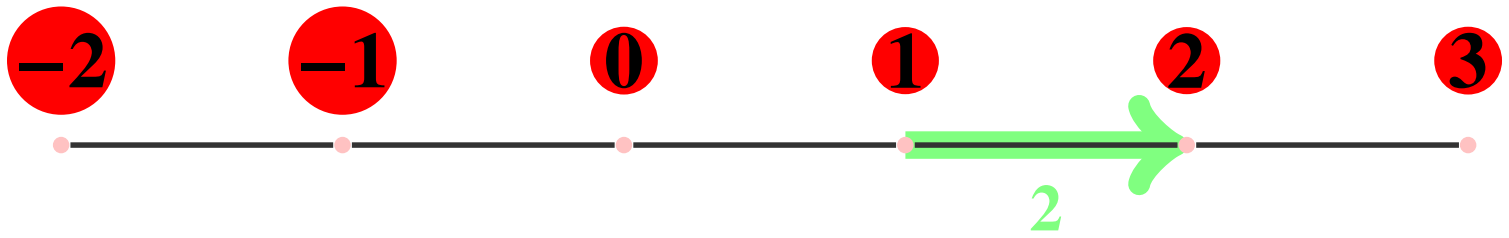
$$= \frac{\text{変化後の位置ー変化前の位置}}{\text{変化後の時刻ー変化前の時刻}}$$

速度

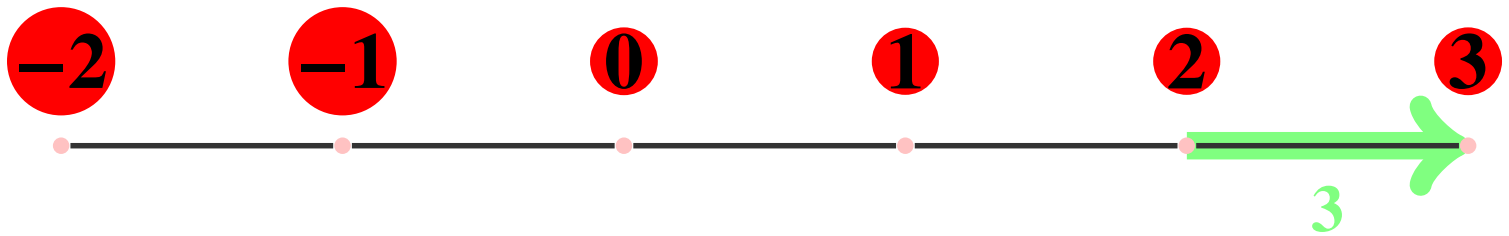
速度



速度



速度



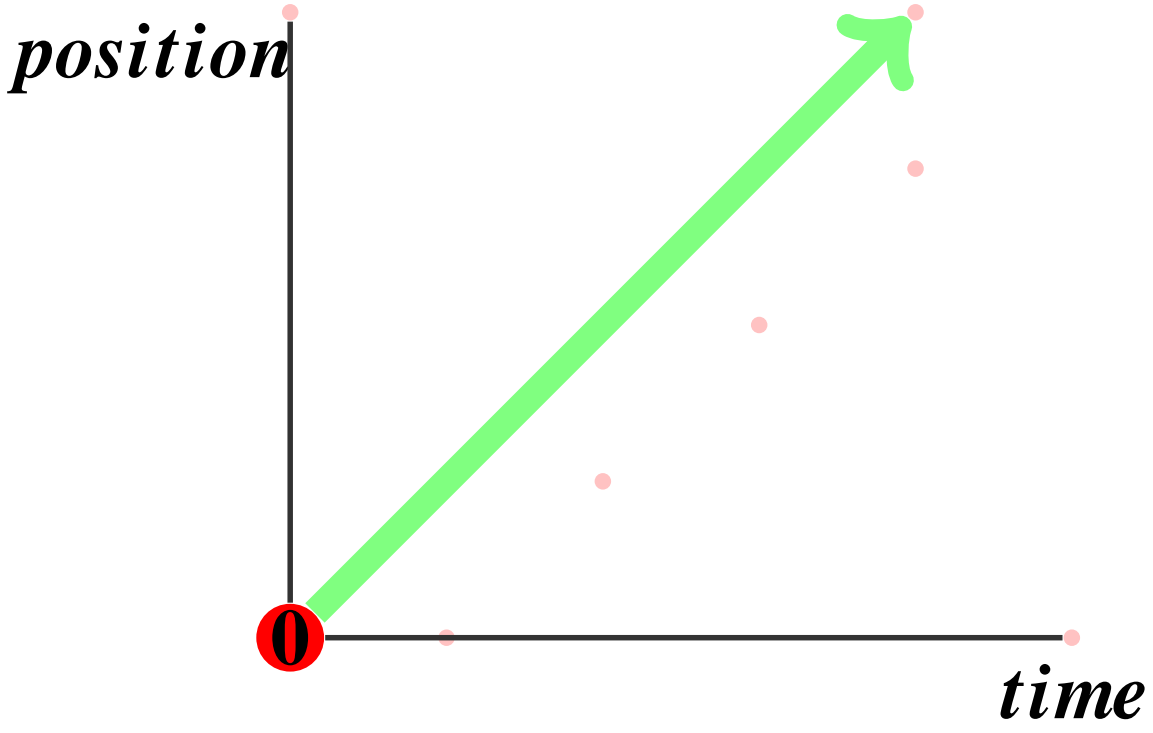
速度

- 1 秒ごとに 0 → 1, 1 → 2, 2 → 3, と進んだとすると…

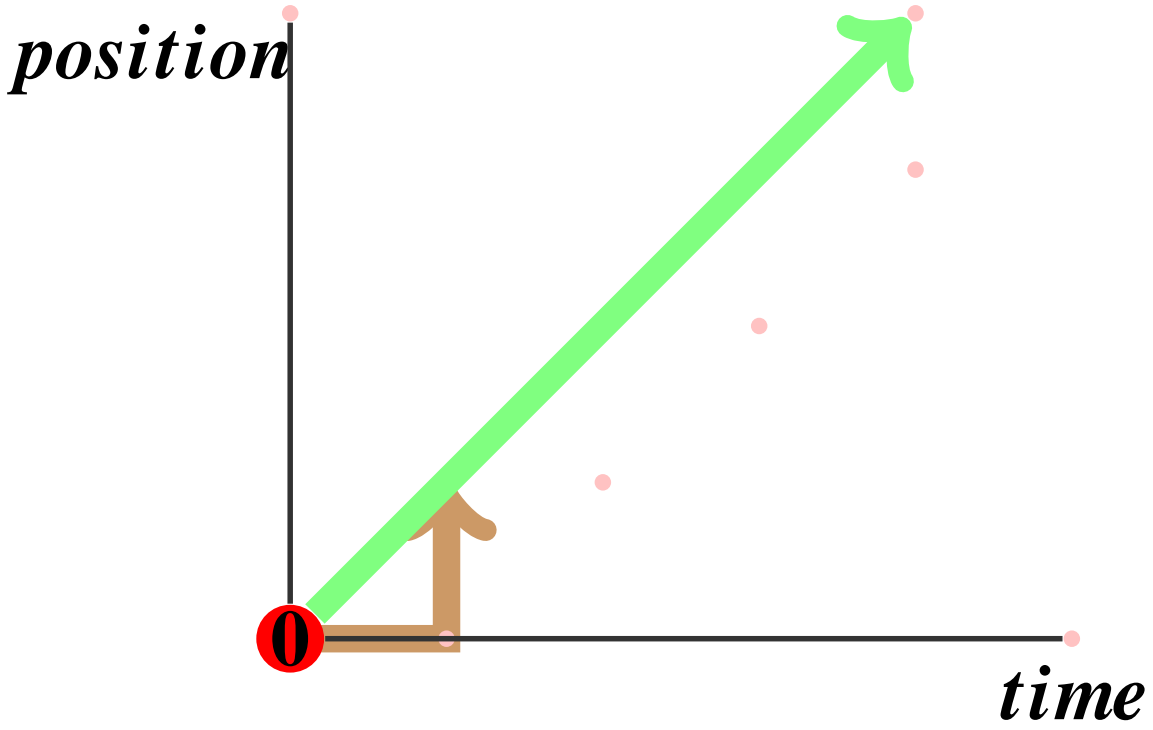
速度

- 1 秒ごとに 0 → 1, 1 → 2, 2 → 3, と進んだとすると…
- 速度は全て１ (!)
  …本当は単位がある (メートル/秒、等)

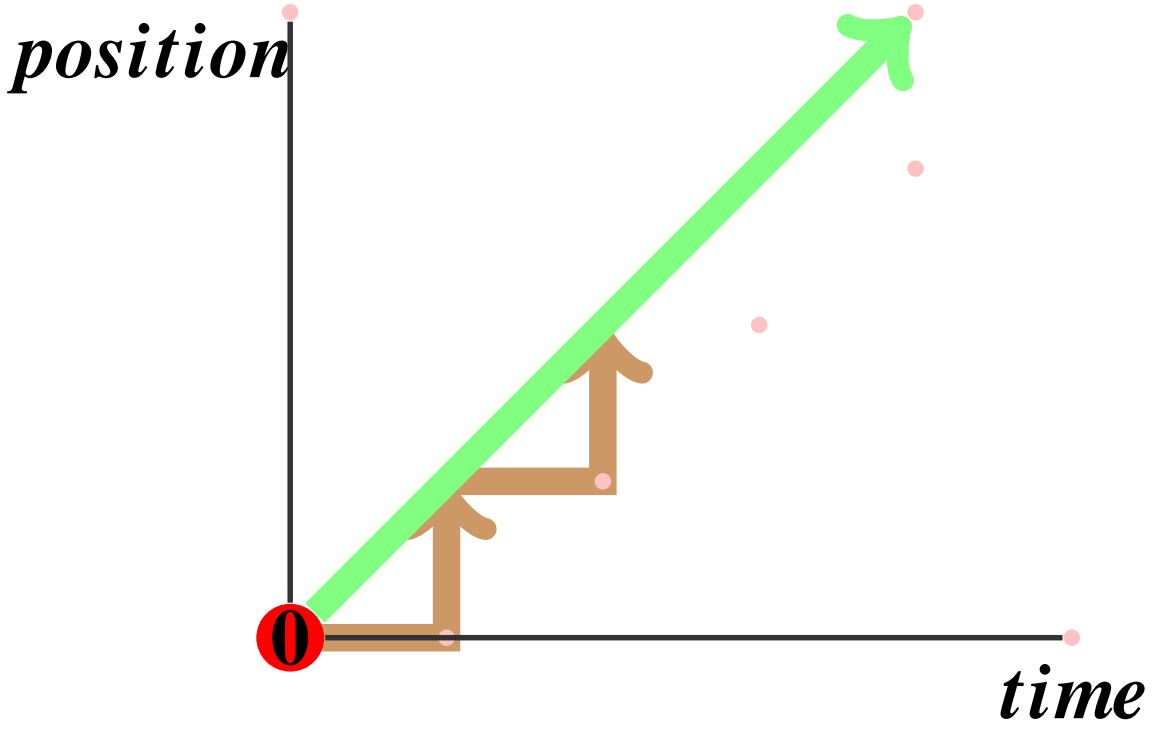
時間と位置



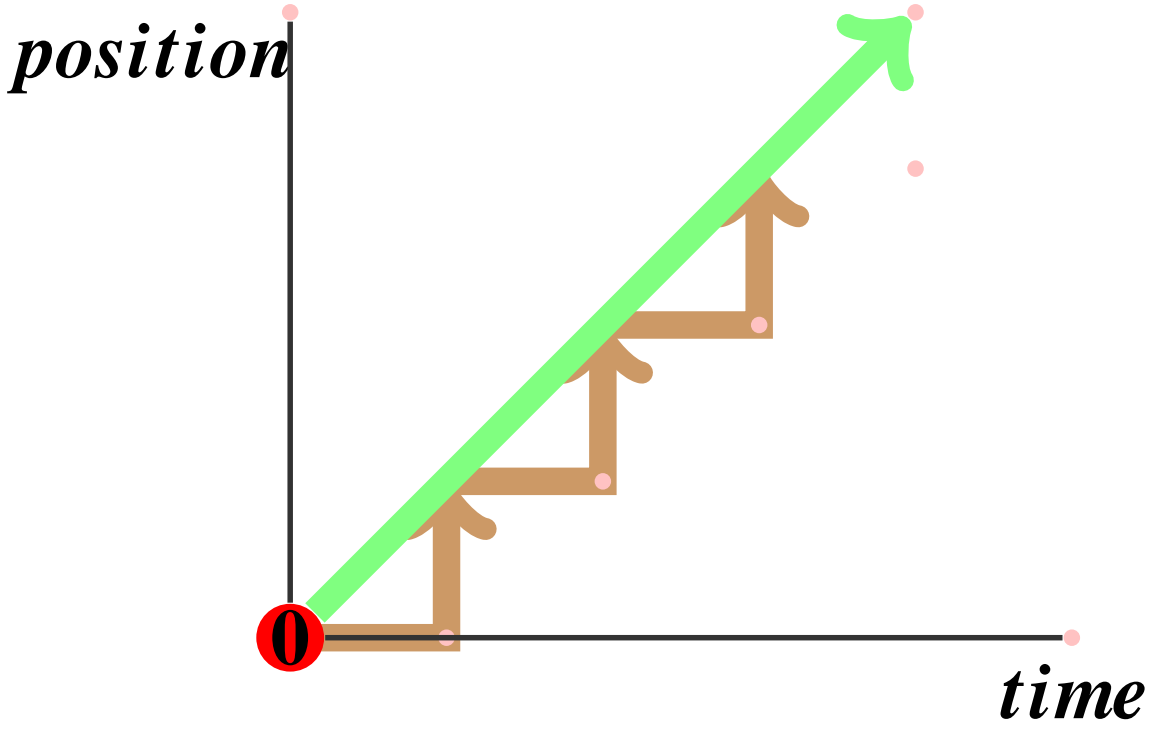
時間と位置



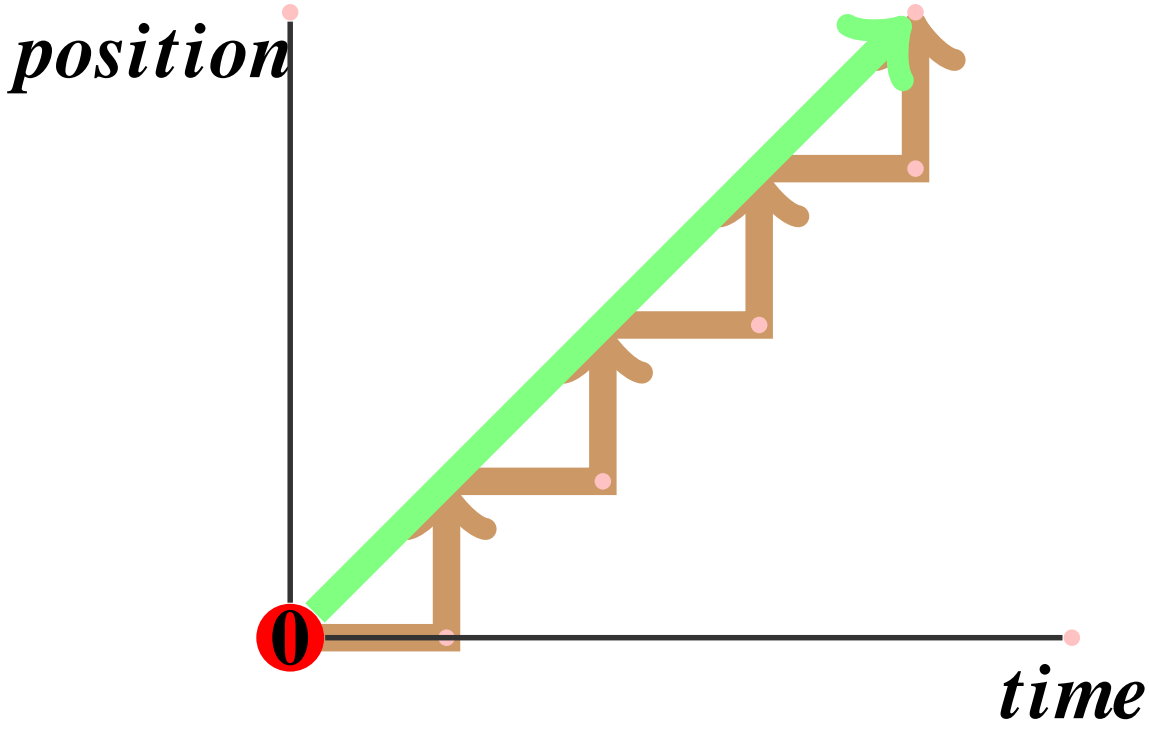
時間と位置



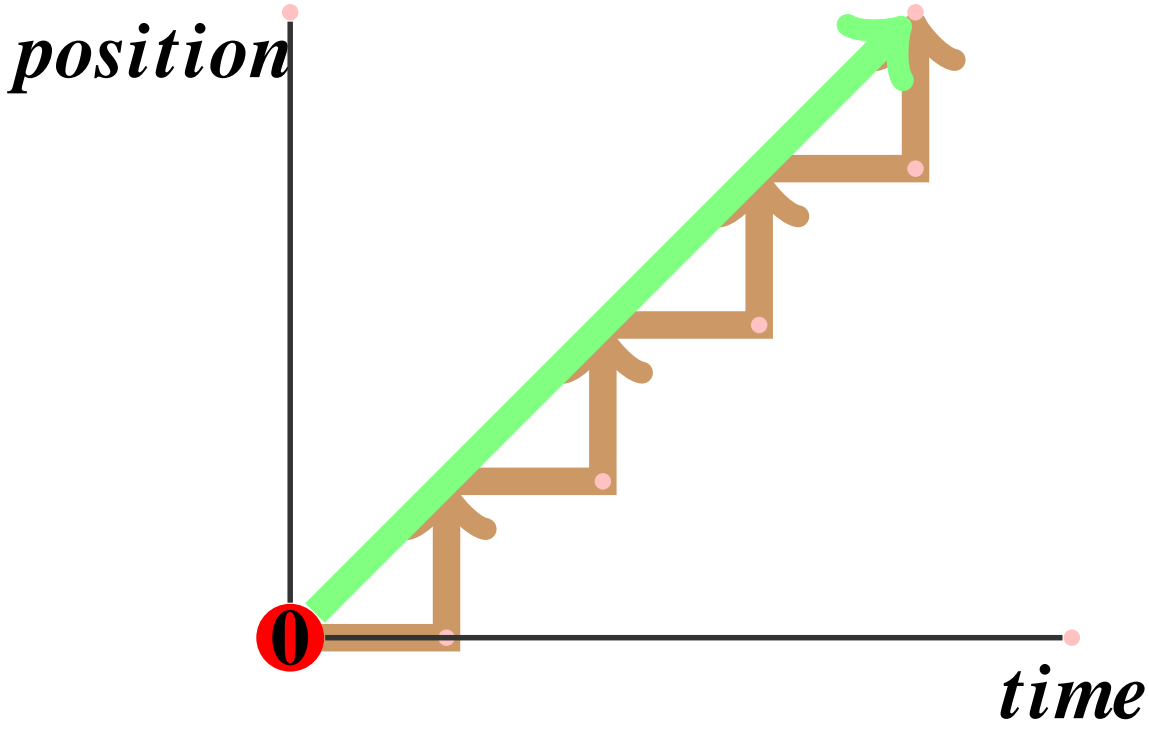
時間と位置



時間と位置



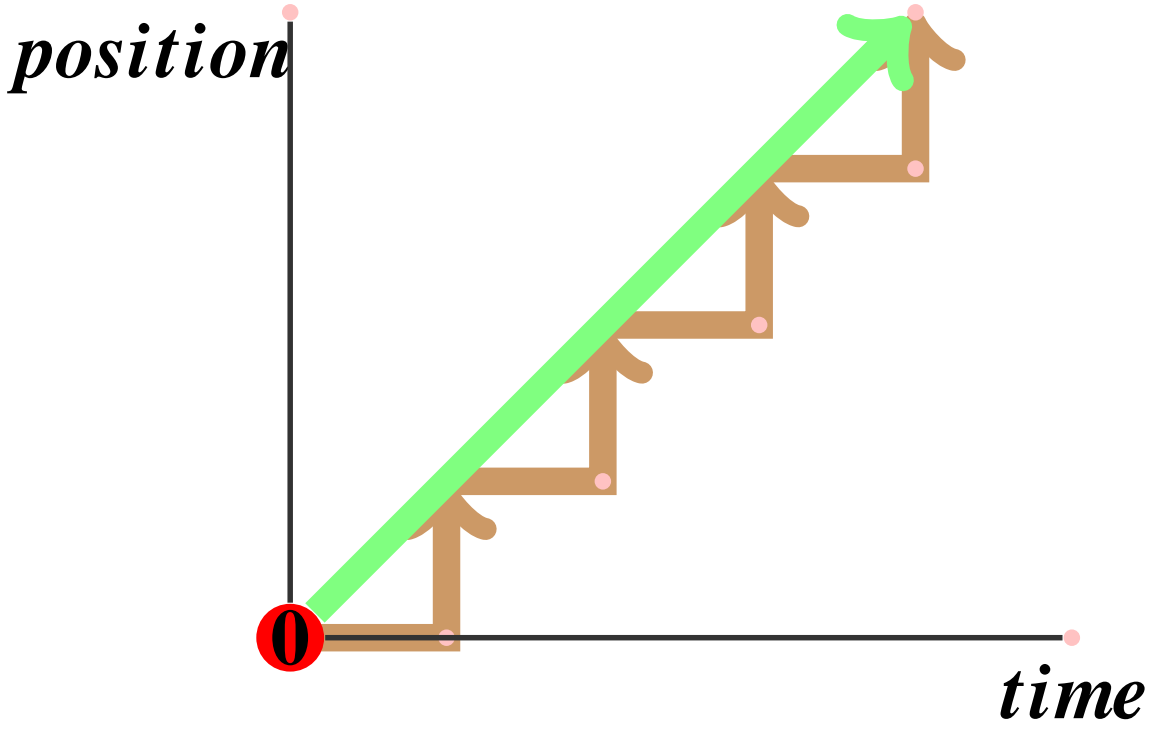
時間と位置



- 毎秒 0 → 1, 1 → 2, …と進んだ [　　]、即ち [　　] は全て１

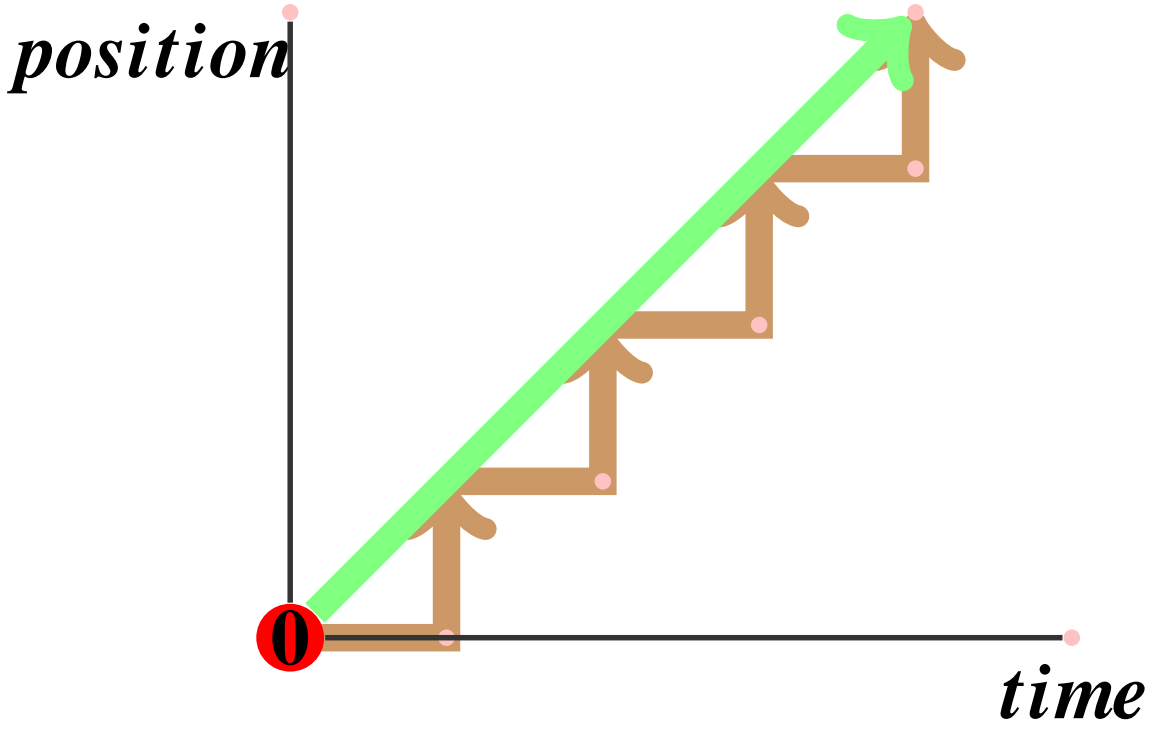
（前の数直線に時間座標を加えて２次元グラフにした）

時間と位置



- 毎秒 0 → 1, 1 → 2, …と進んだ 傾き、即ち
  は全て１
  （前の数直線に時間座標を加えて２次元グラフにした）

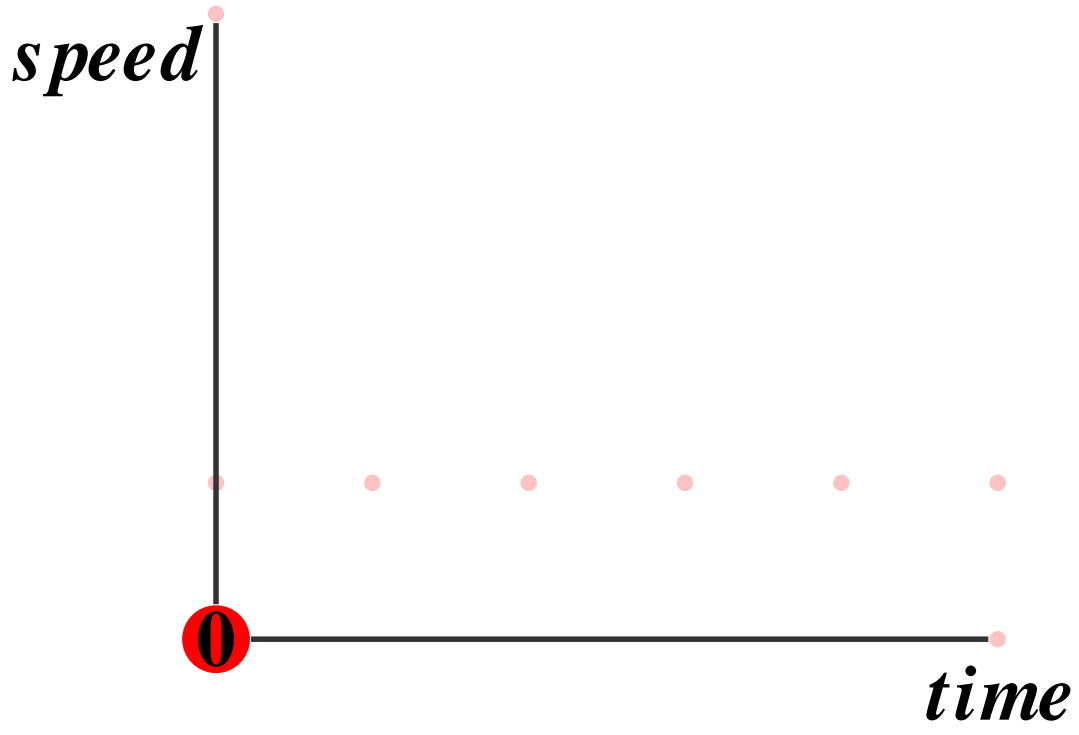
時間と位置



- 毎秒 0 → 1, 1 → 2, …と進んだ **傾き**、即ち **速度** は全て１
  （前の数直線に時間座標を加えて２次元グラフにした）

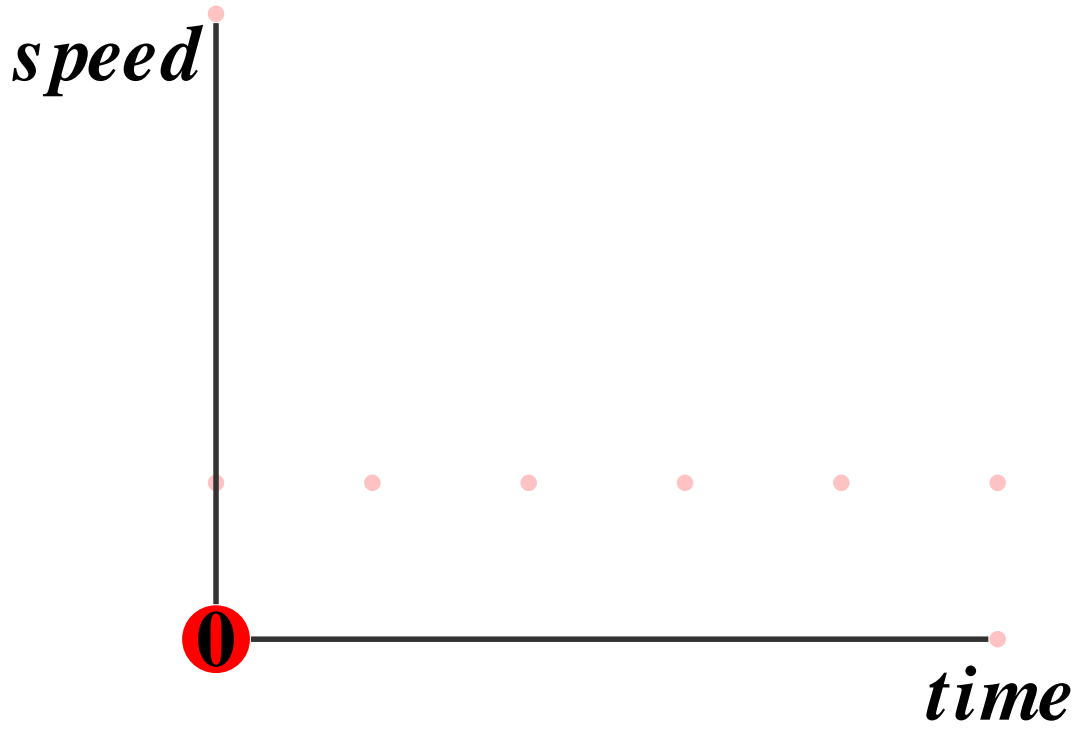
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



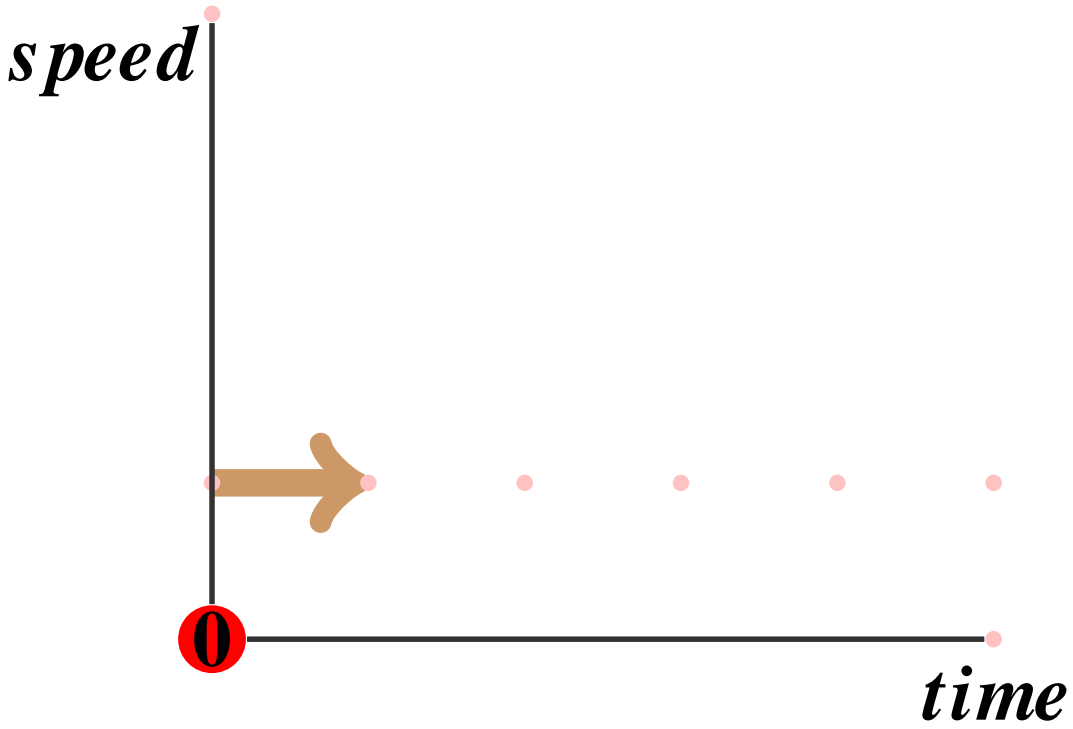
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



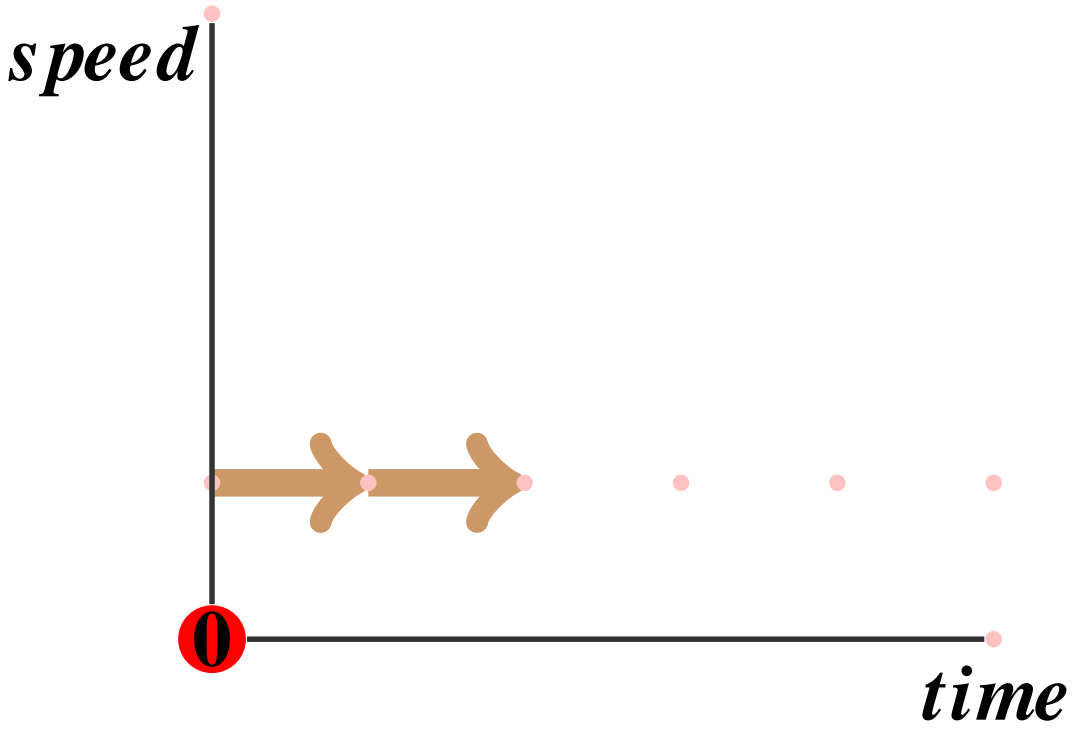
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



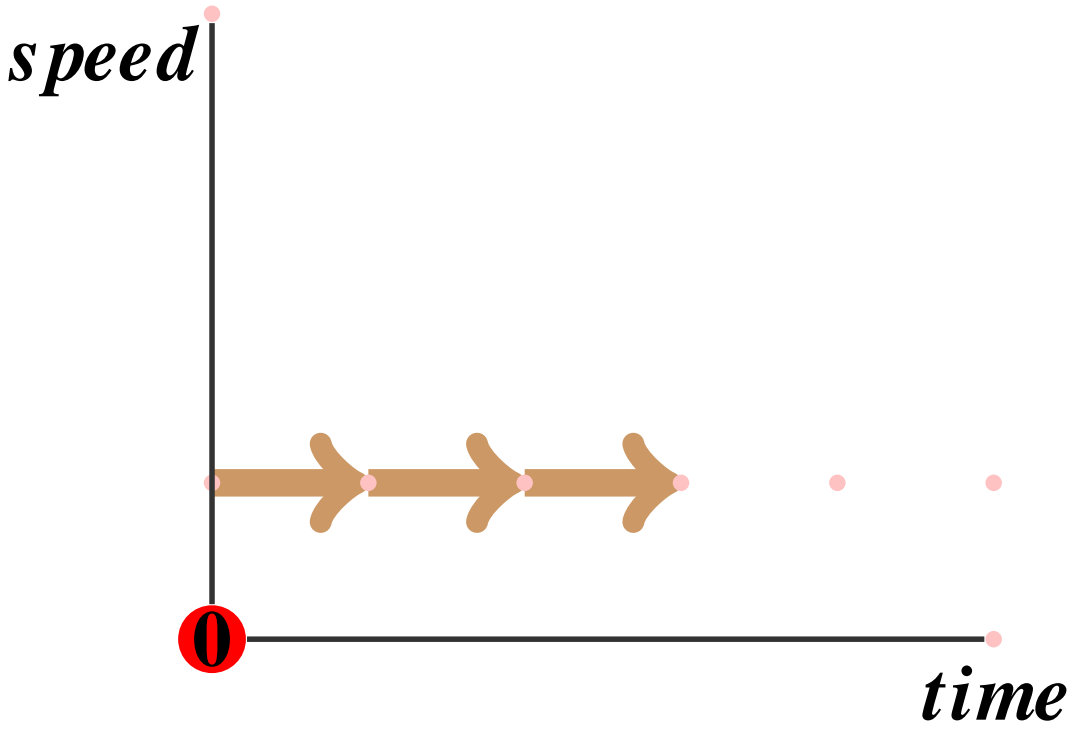
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



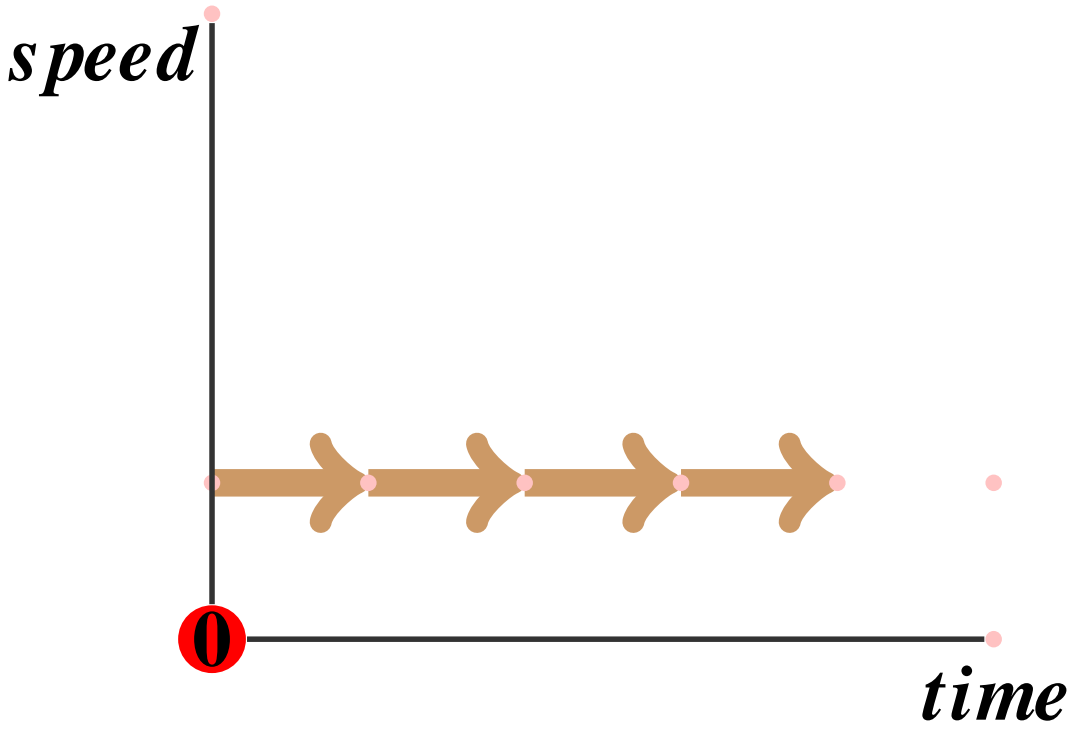
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



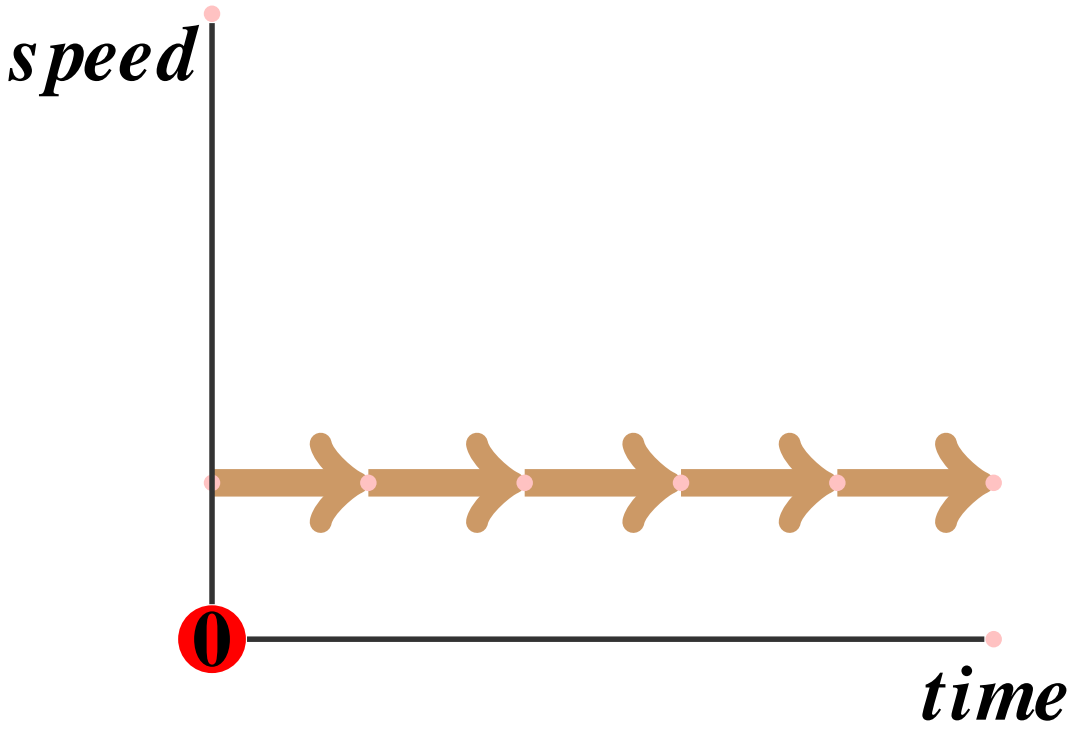
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



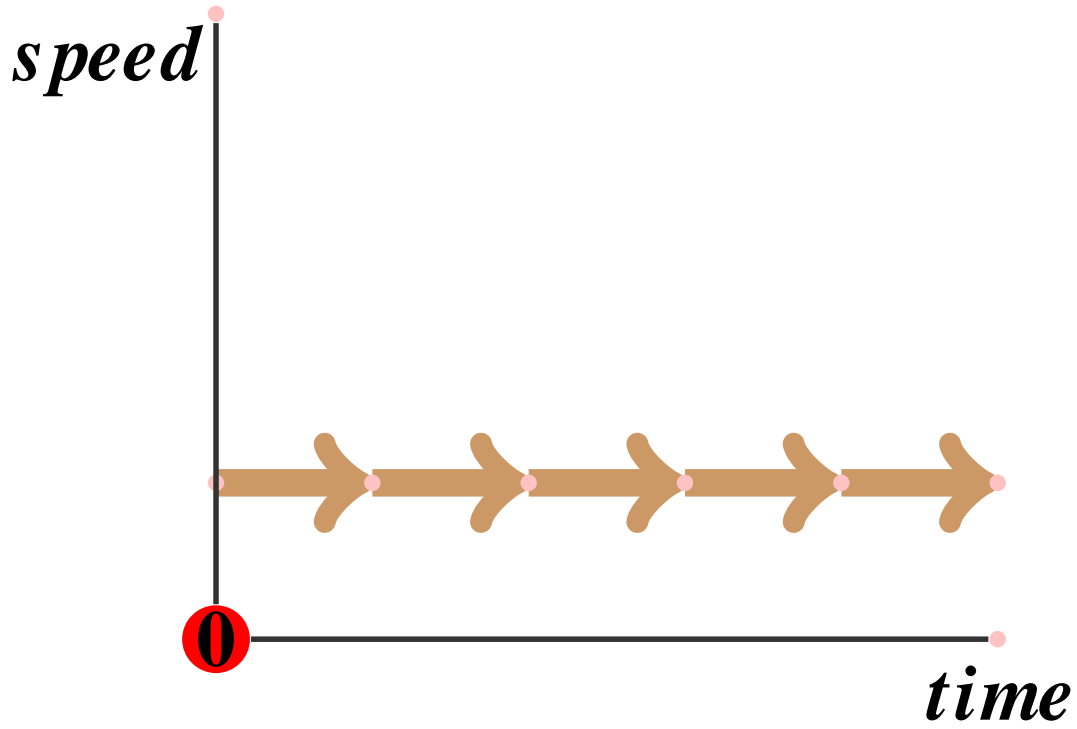
時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



時間と速度

- 縦軸を速度とすると…



- 何秒たっても速度は一定（前のグラフの縦座標を位置から速度に変えただけ）

微分の素朴な説明

- 「微分する」とは言ってみれば
  [　　]から
  [　　]を得ること
- 速度 $=\dfrac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$ (再掲)
- 今の場合は速度が一定なので、
  [　　] はどの瞬間でも、つまり
  いつでも同じ、ということ

  ☆等速度運動は単純

微分の素朴な説明

- 「微分する」とは言ってみれば
  「位置のグラフ」から
  [　　]を得ること
- 速度 $=\dfrac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$ (再掲)
- 今の場合は速度が一定なので、
  [　　]はどの瞬間でも、つまり
  いつでも同じ、ということ
  ☆等速度運動は単純

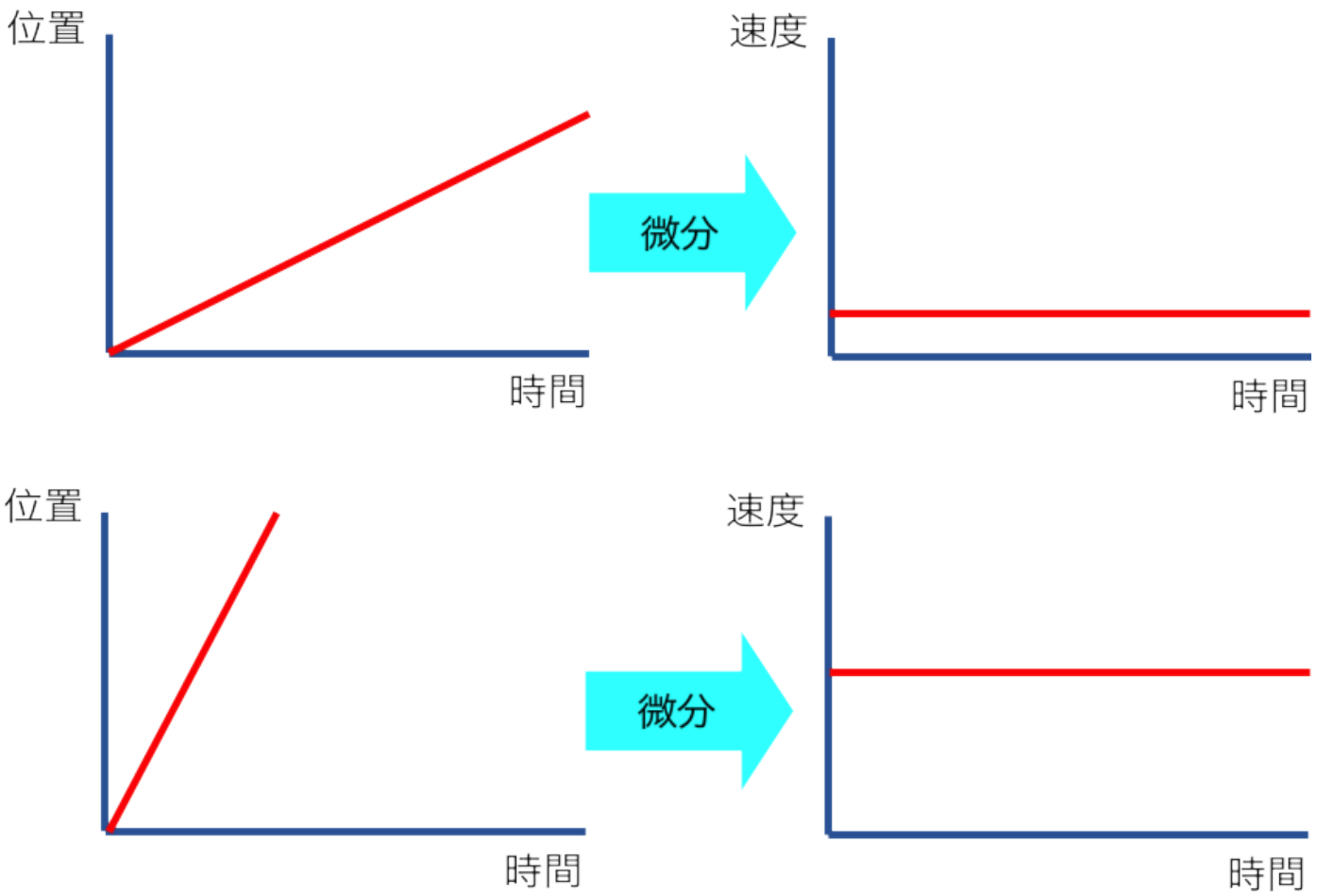
微分の素朴な説明

- 「微分する」とは言ってみれば
  「位置のグラフ」から
  「速度のグラフ」を得ること
- 速度 $=$ $\dfrac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$ (再掲)
- 今の場合は速度が一定なので、
  [　　] はどの瞬間でも、つまり
  いつでも同じ、ということ
  ☆等速度運動は単純

微分の素朴な説明

- 「微分する」とは言ってみれば
  「位置のグラフ」から
  「速度のグラフ」を得ること
- 速度 $= \dfrac{\text{位置の変化}}{\text{時刻の変化}}$ (再掲)
- 今の場合は速度が一定なので、
  瞬間の変化率 はどの瞬間でも、つまり
  いつでも同じ、ということ
  ☆等速度運動は単純

等速度の微分



微分の素朴な説明（２）

- では、ということで、等速度運動じゃない場合を考える
- 例えば ：物を落すと（空気抵抗がない条件では）時間がたつと、その２乗でスピードが早くなる
- 便宜的（？）に、下向きではなく上向きに位置を考える→

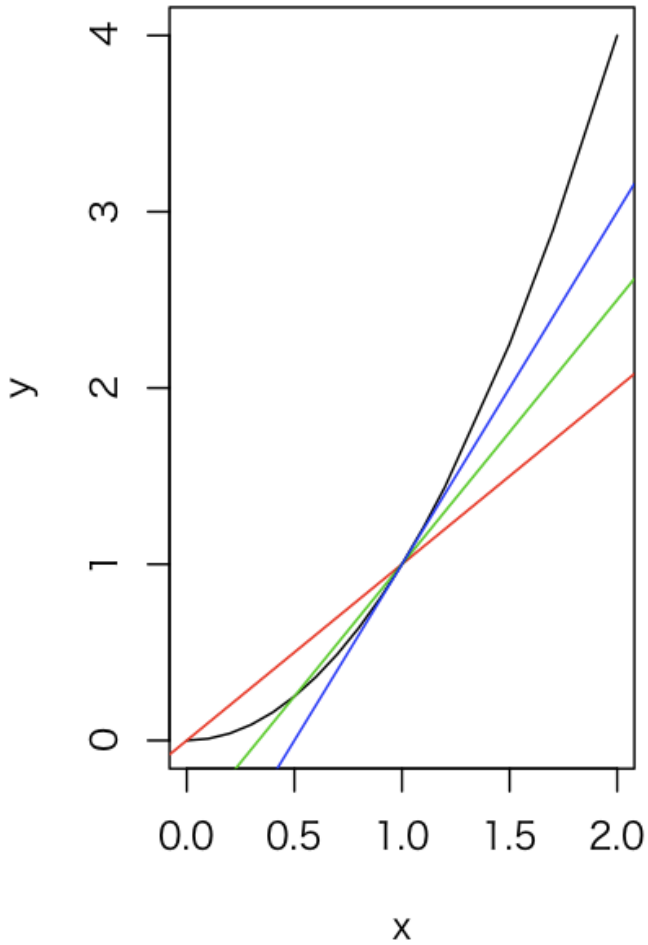
微分の素朴な説明（２）

- では、ということで、等速度運動じゃない場合を考える
- 例えば **放物線**：物を落すと（空気抵抗がない条件では）時間がたつと、その２乗でスピードが早くなる
- 便宜的（？）に、下向きではなく上向きに位置を考える→

微分の素朴な説明（２）

- では、ということで、等速度運動じゃない場合を考える
- 例えば **放物線**：物を落すと（空気抵抗がない条件では）時間がたつと、その２乗でスピードが早くなる
- 便宜的（？）に、下向きではなく上向きに位置を考える→ $y = x^2$

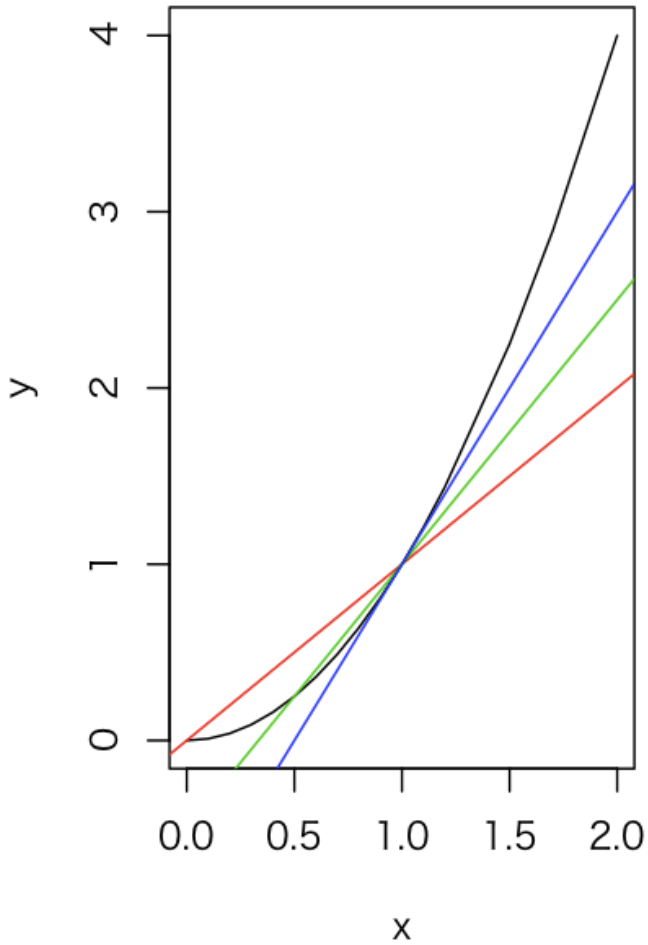
微分の素朴な説明（続き）



$y = x^2$ （黒線）の傾きを考えると

- $x = 0, 1$ の間の傾き、すなわち［　　］は 1.0 (赤)
- $x = 0.5, 1$ の間の傾きは 1.5 （緑）
- と、だんだん間隔を詰めていくと…
- $x = 1$ での間の傾き、すなわち［　　］は 2.0 (青) →これが $x = 1$ での微分の値［　　］

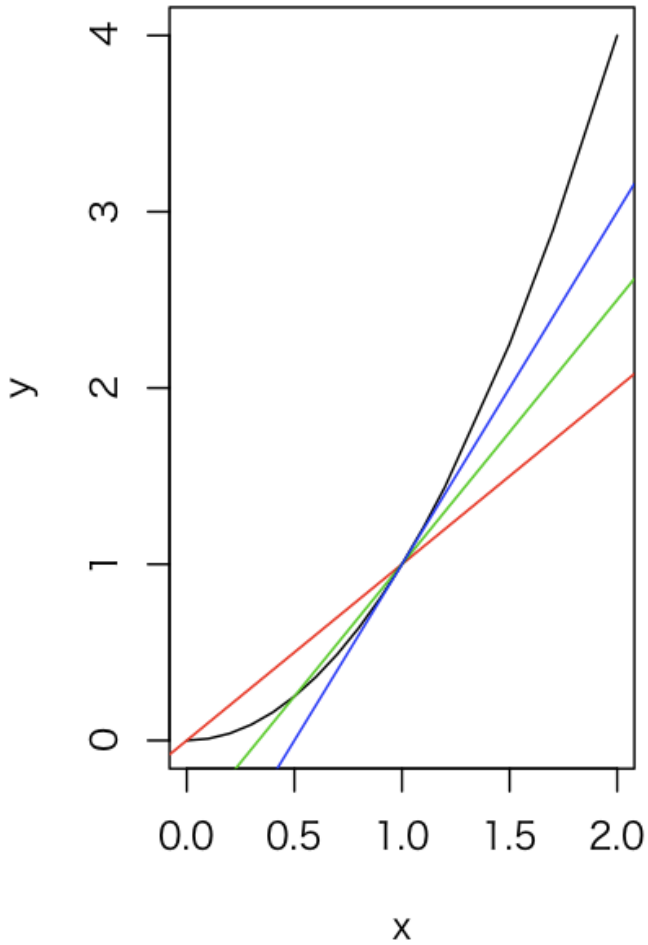
微分の素朴な説明（続き）



$y = x^2$ （黒線）の傾きを考えると

- $x = 0, 1$ の間の傾き、すなわち **平均の速度** は 1.0 (赤)
- $x = 0.5, 1$ の間の傾きは 1.5 （緑）
- と、だんだん間隔を詰めていくと…
- $x = 1$ での間の傾き、すなわち [　　] は 2.0 (青) →これが $x = 1$ での微分の値 [　　]

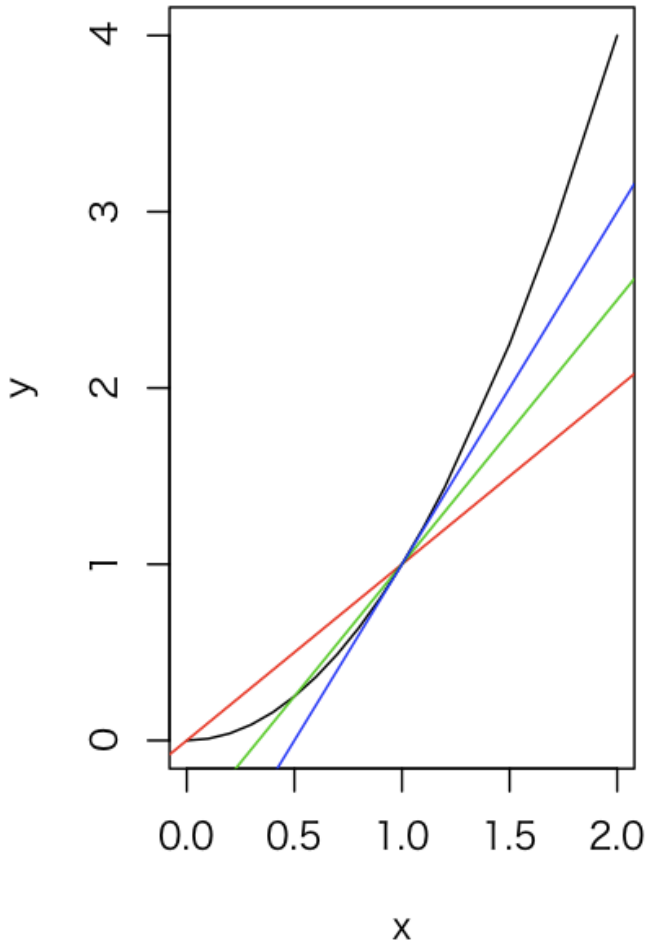
微分の素朴な説明（続き）



$y = x^2$ （黒線）の傾きを考えると

- $x = 0, 1$ の間の傾き、すなわち **平均の速度** は 1.0 (赤)
- $x = 0.5, 1$ の間の傾きは 1.5 （緑）
- と、だんだん間隔を詰めていくと…
- $x = 1$ での間の傾き、すなわち **瞬間の速度** は 2.0 (青) →これが $x = 1$ での微分の値

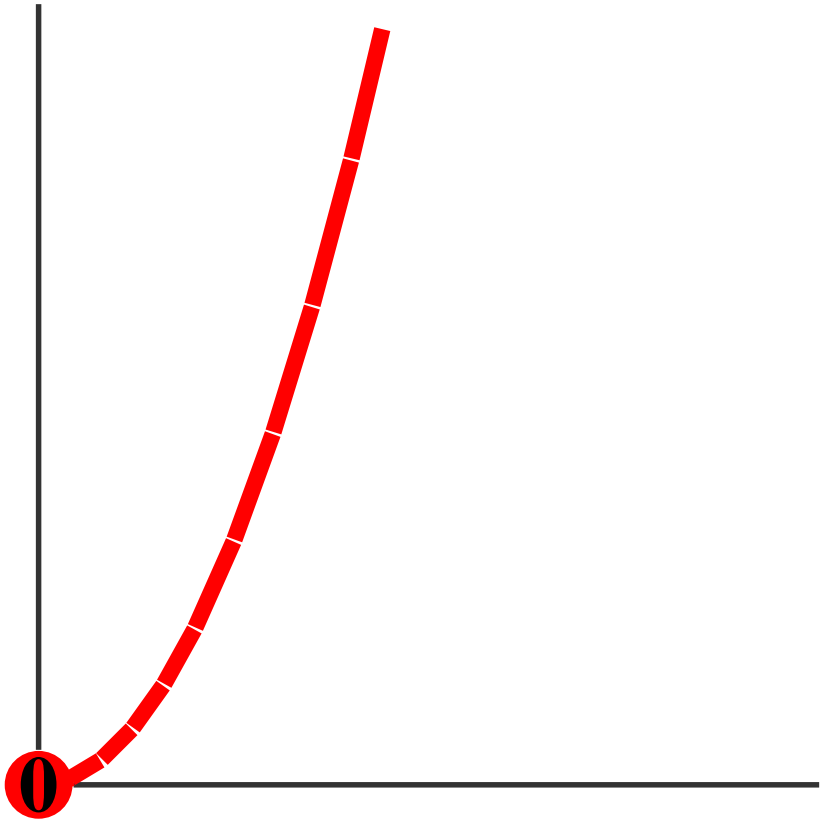
微分の素朴な説明（続き）



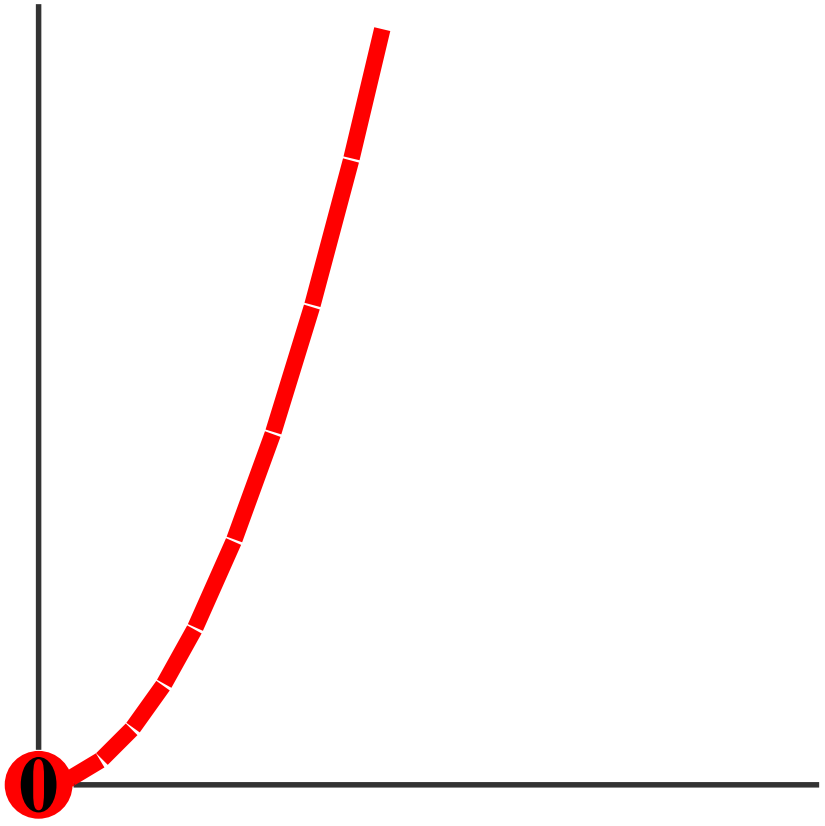
$y = x^2$ （黒線）の傾きを考えると

- $x = 0, 1$ の間の傾き、すなわち **平均の速度** は 1.0 (赤)
- $x = 0.5, 1$ の間の傾きは 1.5 （緑）
- と、だんだん間隔を詰めていくと…
- $x = 1$ での間の傾き、すなわち **瞬間の速度** は 2.0 (青) →これが $x = 1$ での微分の値 **（微分係数）**

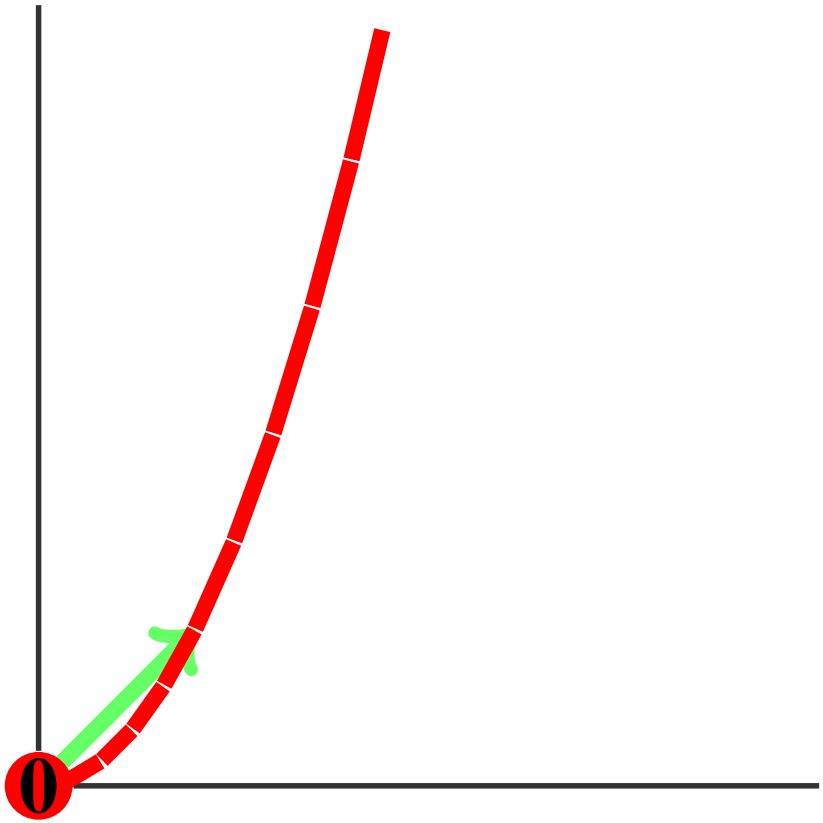
微分（続き）



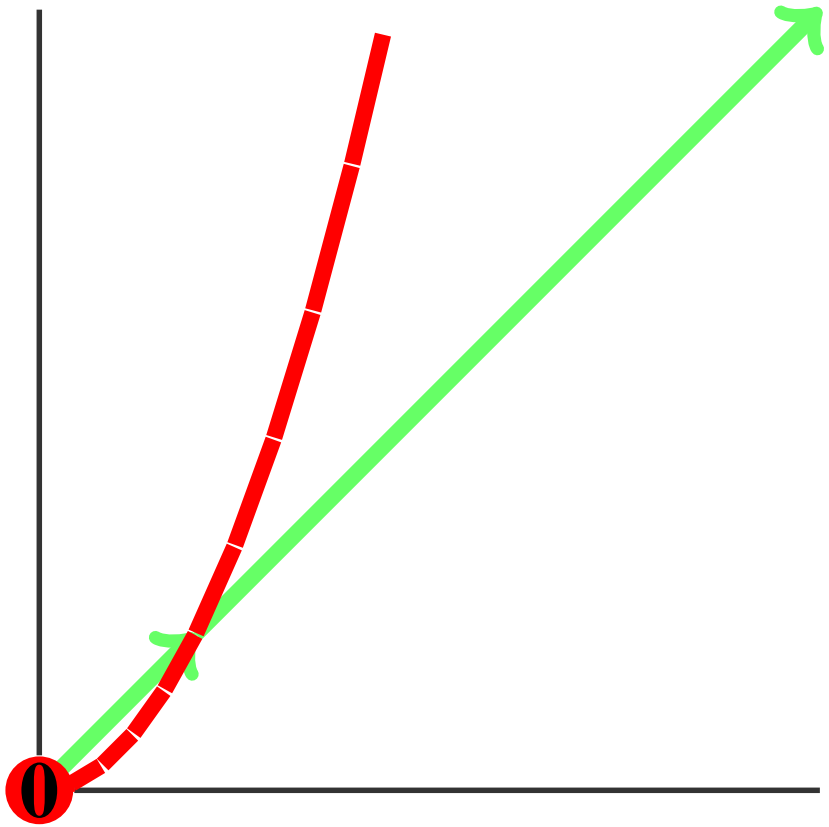
微分（続き）



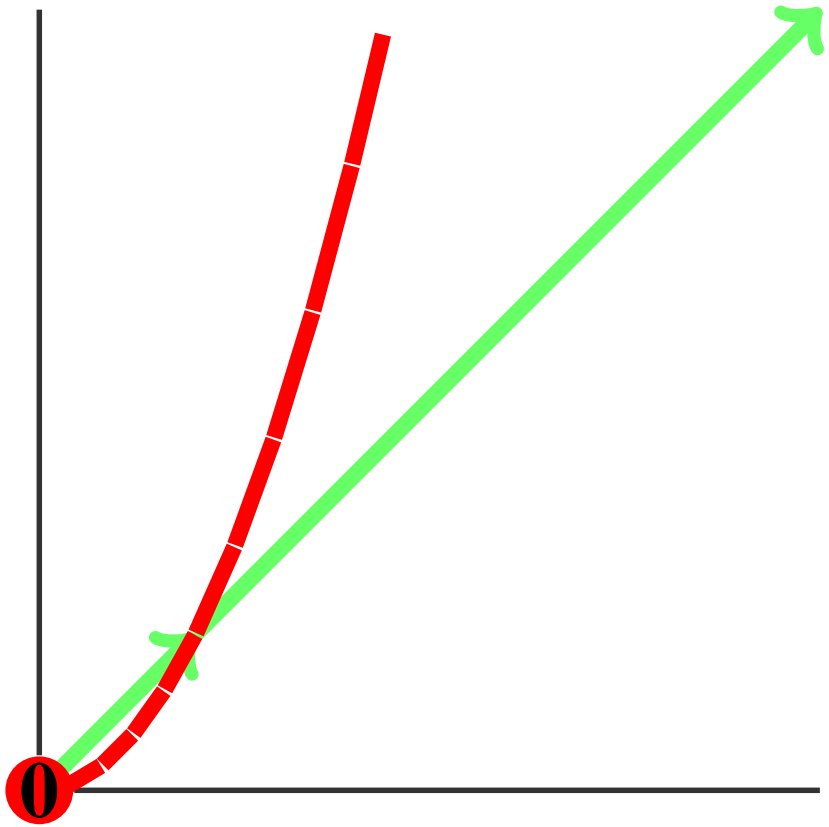
微分（続き）



微分（続き）

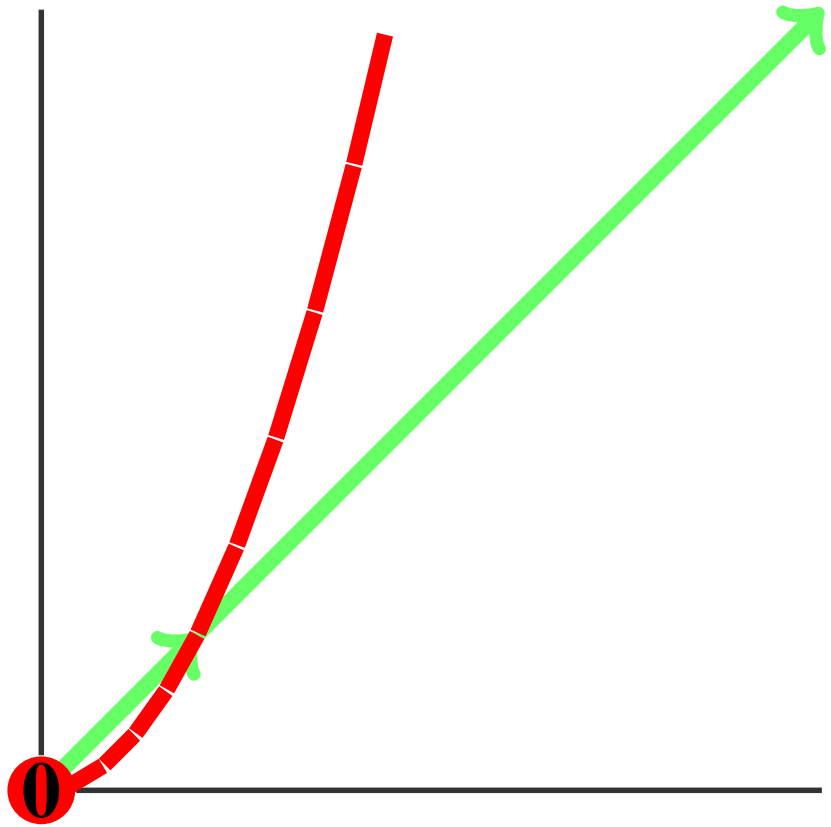


微分（続き）



- 速度は直線的に増えている

微分（続き）



- 速度は直線的に増えている
- ちなみに、速度も微分できる→加速度

微分（続き）

- 微小な間隔を Δ とすると、その変化は

$$\frac{x^2-(x-\Delta)^2}{\Delta}=\frac{x^2-x^2+2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=$$
$$\frac{2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=2x-\Delta$$

- Δ を無限に小さくできるので無視すると、結局 □ だけが残る
- なので、$x=1$ のときの微分係数は □ となる

微分（続き）

- 微小な間隔を Δ とすると、その変化は

$$\frac{x^2-(x-\Delta)^2}{\Delta}=\frac{x^2-x^2+2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=$$
$$\frac{2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=2x-\Delta$$

- Δ を無限に小さくできるので無視すると、結局 $2x$ だけが残る
- なので、$x=1$ のときの微分係数は [　　] となる

微分（続き）

- 微小な間隔を Δ とすると、その変化は

$$\frac{x^2-(x-\Delta)^2}{\Delta}=\frac{x^2-x^2+2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=$$
$$\frac{2x\Delta-\Delta^2}{\Delta}=2x-\Delta$$

- Δ を無限に小さくできるので無視すると、結局 $\boxed{2x}$ だけが残る
- なので、$x=1$ のときの微分係数は $\boxed{2\times 1=2}$ となる

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 [　　] だ、ということ
- このように、 [　　] と、関数に [　　] をつけて微分（これも関数… [　　] と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、 [　　] のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 $(x^2)' = 2x$ だ、ということ
- このように、［　　］と、関数に［　　］をつけて微分（これも関数…［　　］と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、［　　］のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 $(x^2)' = 2x$ だ、ということ
- このように、 $(x^2)'$ と、関数に [　　] をつけて微分（これも関数… [　　] と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、 [　　] のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 $(x^2)' = 2x$ だ、ということ
- このように、 $(x^2)'$ と、関数に $'$ (dash) をつけて微分（これも関数… ［　　］ と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、 ［　　］ のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 $(x^2)' = 2x$ だ、ということ
- このように、 $(x^2)'$ と、関数に $'$ (dash) をつけて微分（これも関数… **導関数** と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、 $\square$ のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分（続き）

- つまり x^2 の微分 $(x^2)' = 2x$ だ、ということ
- このように、 $(x^2)'$ と、関数に $'$ (dash) をつけて微分（これも関数… **導関数** と呼ぶ）をあらわす
- 別の表記として、 $\frac{d}{dx}x^2$ のように、どの変数にたいして微分したかを明示する記法もある…偏微分では重要（後述）

微分して何が嬉しい？

- [ ]値を求めるときに使う
  - [ ]と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で [ ]がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり [ ]のところが [ ]（最大／最小の可能性）

微分して何が嬉しい？

- 極大／極小値を求めるときに使う
  - [　　]と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で[　　]がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり[　　]のところが[　　]（最大／最小の可能性）

微分して何が嬉しい？

- 極大／極小値を求めるときに使う
  - 極大／極小と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で [　　] がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり [　　] のところが [　　]（最大／最小の可能性）

微分して何が嬉しい？

- **極大／極小**値を求めるときに使う
  - **極大／極小**と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で **極大／極小** がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり [　　] のところが [　　]（最大／最小の可能性）

微分して何が嬉しい？

- **極大／極小**値を求めるときに使う
  - **極大／極小**と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で **極大／極小**がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり **微分係数が０**のところが

  （最大／最小の可能性）

微分して何が嬉しい？

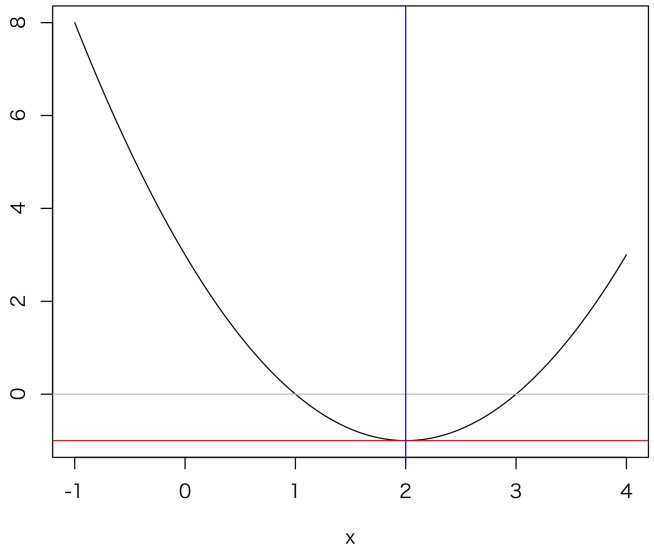
- **極大／極小**値を求めるときに使う
  - **極大／極小**と最大／最小は違うことに注意（後の３次関数で説明）
- なぜ微分で**極大／極小**がわかるか？
- x^2 の微分は $2x$ だ、ということは、
  - $x < 0$ のとき、$2x$ ＝グラフの傾きはマイナス＝値は減少
  - $x = 0$ のとき、$2x$ は０＝極小（２次関数だと、最小）
  - $x > 0$ のとき、$2x$ はプラス＝値は増加
- つまり**微分係数が０**のところが**極大／極小**（最大／最小の可能性）

微分の性質

- $\{a \cdot f(x)\}' = a \cdot f(x)'$
  … 関数の定数倍は、微分の外に出せる
- $\{f(x) + g(x)\}' = f(x)' + g(x)'$
  … 多項式の場合は各項を微分すればいい
- $(x^n)' = nx^{n-1}$ … 整式の単項の微分（基本中の基本）

… 「微分の線形性」を表している（詳細略）

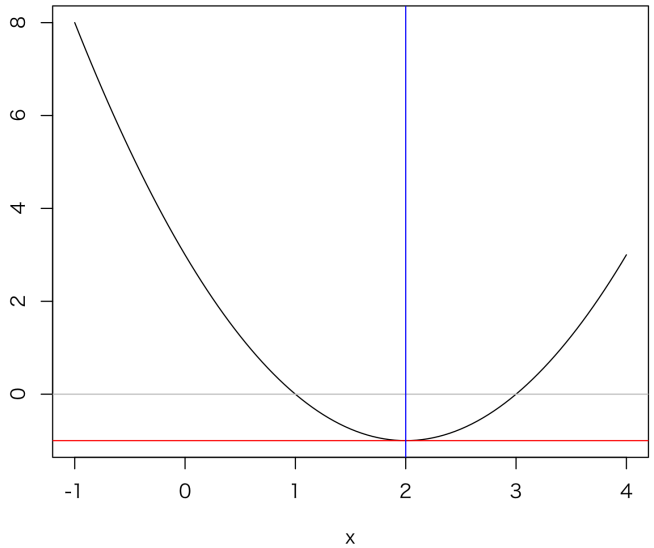
2 次関数の例



たとえば $y = x^2 - 4x + 3$ だと、

- $y = 0$ との交点、すなわち［　　］は $1, 3$
- $y' = (x^2)' - 4(x)' + (3)' = 2x - 4$ となる（前の性質より）
- 最小値をもつのは $y' = 2x - 4 = 0$ となるとき→ $x = 2$
- これは、$y = x^2 - 4x + 3 = (x - 2)^2 - 1$ で［　　］で最小というのと完全に一致している（！）

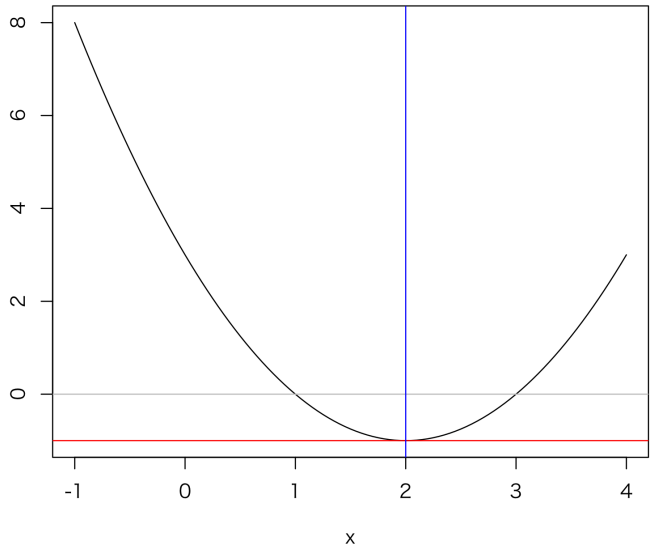
2 次関数の例



たとえば $y = x^2 - 4x + 3$ だと、

- $y = 0$ との交点、すなわち **$x^2 - 4x + 3 = 0$ の解**は $1, 3$
- $y' = (x^2)' - 4(x)' + (3)' = 2x - 4$ となる（前の性質より）
- 最小値をもつのは $y' = 2x - 4 = 0$ となるとき→ $x = 2$
- これは、$y = x^2 - 4x + 3 = (x - 2)^2 - 1$ で $x = 2$ で最小というのと完全に一致している（！）

2 次関数の例



たとえば $y = x^2 - 4x + 3$ だと、

- $y = 0$ との交点、すなわち **$x^2 - 4x + 3 = 0$ の解**は $1, 3$
- $y' = (x^2)' - 4(x)' + (3)' = 2x - 4$ となる（前の性質より）
- 最小値をもつのは $y' = 2x - 4 = 0$ となるとき→ $x = 2$
- これは、$y = x^2 - 4x + 3 = (x - 2)^2 - 1$ で **$x = 2$** で最小というのと完全に一致している（！）

単項の微分

たとえば x^3 だと、

- 微小な間隔を Δ とすると、その変化は

$$\frac{x^3 - (x-\Delta)^3}{\Delta} = \frac{x^3 - x^3 + 3x^2\Delta - 3x\Delta^2 + \Delta^3}{\Delta}$$

$$= \frac{3x^2\Delta - 3x\Delta^2 + \Delta^3}{\Delta} = 3x^2 - \Delta(3x - \Delta)$$

- Δ を無限に小さくできるので２項目以降は無視すると、結局 $\square$ だけが残る

単項の微分

たとえば x^3 だと、

- 微小な間隔を Δ とすると、その変化は

$$\frac{x^3-(x-\Delta)^3}{\Delta}=\frac{x^3-x^3+3x^2\Delta-3x\Delta^2+\Delta^3}{\Delta}$$

$$=\frac{3x^2\Delta-3x\Delta^2+\Delta^3}{\Delta}=3x^2-\Delta(3x-\Delta)$$

- Δ を無限に小さくできるので２項目以降は無視すると、結局 $\boxed{3x^2}$ だけが残る

単項の微分

- 一般に x^n とすると、その変化は:

$$\frac{x^n - (x-\Delta)^n}{\Delta} = \frac{x^n - x^n + nx^{n-1}\Delta - \binom{n}{2}x^{n-2}\Delta^2 + \ldots}{\Delta}$$

$$= \frac{nx^{n-1}\Delta - \binom{n}{2}x^{n-2}\Delta^2 + \ldots}{\Delta}$$

$$= nx^{n-1} - \Delta\left(\binom{n}{2}x^{n-2} + \ldots\right)$$

単項の微分

- Δ を無限に小さくできるので２項目以降 $(\Delta(\binom{n}{2}x^{n-2} + ...))$ は無視すると、結局 [　　] だけが残る
- …要するに x の [　　] になって出て [　　] イメージ（詳細略）

単項の微分

- Δ を無限に小さくできるので２項目以降 $(\Delta(\binom{n}{2}x^{n-2} + \ldots))$ は無視すると、結局 $\boxed{nx^{n-1}}$ だけが残る
- …要するに x の [　　] になって出て [　　] イメージ（詳細略）

単項の微分

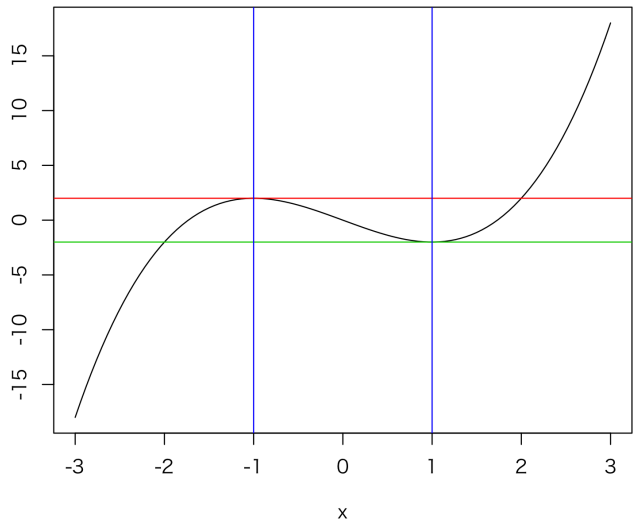
- Δ を無限に小さくできるので２項目以降 $(\Delta(\binom{n}{2}x^{n-2} + \ldots))$ は無視すると、結局 $\boxed{nx^{n-1}}$ だけが残る
- …要するに x の **次数が係数** になって出て

イメージ（詳細略）

単項の微分

- Δ を無限に小さくできるので２項目以降 $(\Delta(\binom{n}{2}x^{n-2} + \ldots))$ は無視すると、結局 nx^{n-1} だけが残る
- …要するに x の **次数が係数** になって出て **次数自体は１つ減る** イメージ（詳細略）

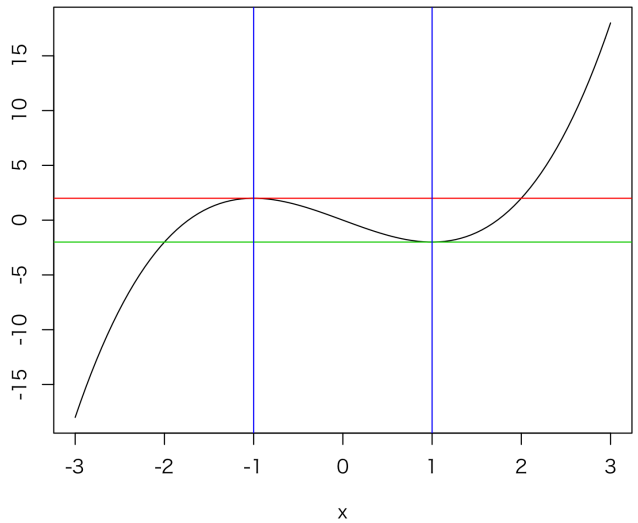
多項式の例



たとえば $y = x^3 - 3x$ だと、

- 極大 or 小値をもつのは
  $y' = 3x^2 - 3 = 3(x^2 - 1) = 3(x-1)(x+1)$ となり $x = -1, 1$ で $y' = 0$
- $x = -1$ で極大値、$x = 1$ で極小値を持つ
- [ ] ではないことに注意！
  関数としての最大は∞、
  最小は - ∞

多項式の例



たとえば $y = x^3 - 3x$ だと、

- 極大 or 小値をもつのは
  $y' = 3x^2 - 3 = 3(x^2 - 1) = 3(x-1)(x+1)$ となり $x = -1, 1$ で $y' = 0$
- $x = -1$ で極大値、$x = 1$ で極小値を持つ
- **最大・最小**ではないことに注意！
  関数としての最大は∞、
  最小は - ∞

多項式の例題

◎以下の小問を解いてください（必ずまず自分で考えて、それから答えを見てください！）

1. $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の導関数は

2. $x = -1$ のとき, $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の微分係数は

3. $f(x) = x^4$ の導関数は

4. $x = 1$ のとき, $f(x) = x^4$ の微分係数は

多項式の例題

◎以下の小問を解いてください（必ずまず自分で考えて、それから答えを見てください！）

1. $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の導関数は
   $$f'(x) = 2x + 2 = 2(x + 1)$$
2. $x = -1$ のとき, $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の微分係数は
   $$\square$$
3. $f(x) = x^4$ の導関数は $\square$
4. $x = 1$ のとき, $f(x) = x^4$ の微分係数は
   $$\square$$

多項式の例題

◎以下の小問を解いてください（必ずまず自分で考えて、それから答えを見てください！）

1. $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の導関数は
   $$f'(x) = 2x + 2 = 2(x + 1)$$
2. $x = -1$ のとき, $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の微分係数は
   $$f'(-1) = 2 \times (-1 + 1) = 0$$
3. $f(x) = x^4$ の導関数は
4. $x = 1$ のとき, $f(x) = x^4$ の微分係数は

多項式の例題

◎以下の小問を解いてください（必ずまず自分で考えて、それから答えを見てください！）

1. $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の導関数は
   $$f'(x) = 2x + 2 = 2(x + 1)$$
2. $x = -1$ のとき, $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の微分係数は
   $$f'(-1) = 2 \times (-1 + 1) = 0$$
3. $f(x) = x^4$ の導関数は $f'(x) = 4x^3$
4. $x = 1$ のとき, $f(x) = x^4$ の微分係数は
   $$\square$$

多項式の例題

◎以下の小問を解いてください（必ずまず自分で考えて、それから答えを見てください！）

1. $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の導関数は
   $$f'(x) = 2x + 2 = 2(x + 1)$$
2. $x = -1$ のとき, $f(x) = x^2 + 2x - 3$ の微分係数は
   $$f'(-1) = 2 \times (-1 + 1) = 0$$
3. $f(x) = x^4$ の導関数は $f'(x) = 4x^3$
4. $x = 1$ のとき, $f(x) = x^4$ の微分係数は
   $$f'(1) = 4 \times 1^3 = 4$$

余談：整関数とは

- 俗にいう（高校の教科書にある？）整関数とは…
  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + ... + a_nx^n$ の形で書ける関数
  （右辺を整式と呼ぶ）
- でも本当は、↑は
  と呼ぶべきもの
- 本当の整関数は、複素関数論のもの（ややこしいので略）

余談：整関数とは

- 俗にいう（高校の教科書にある？）整関数とは…
  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + ... + a_nx^n$ の形で書ける関数
  （右辺を整式と呼ぶ）
- でも本当は、↑は **（１変数）多項式関数** と呼ぶべきもの
- 本当の整関数は、複素関数論のもの（ややこしいので略）

おしまい

質問があれば、お気軽に！