

自然科学の歩き方 第1回

2019年

第1クォーター

金曜4クラス

連絡事項

- 担当者： 加藤潔
- 居室： 通常は新宿，
八王子では，総合教育棟1W-331号室
 - 水曜 昼，金曜3時限あたりにおります
 - 事前にメールで連絡を取ってもらうと確実
- メールアドレス： ft82039@ns.kogakuin.ac.jp
 - メールでの質問も受け付けます

授業の目標

- 自然科学で重要なものは、「実験データ」
- データをもとにグラフを描けるようになる
- データをどう解釈するかの手法を学ぶ
- 実験レポートの基本的な書き方を学ぶ
 - 実験の授業でより実践を

授業について

- (ほぼ)毎回、授業内で演習課題があります
 - ただし、この課題の提出は不要
- 講義ノート・演習課題など：
 - <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~ft13389/lecture/arukikata/index.html>
 - 講義ノート：後半は準備中...
- 授業中の質問などは歓迎します
 - でも、私語は慎んでください

成績評価について

- 形式的な出席点はありません
- 成績評価は、最終レポートのみで行います
- レポートの締切り: 7回目授業(1Q期末試験一週間後)
 - 成績は、1Q終了時に「出ません」

この授業で必要なもの

- グラフ用紙
 - 2枚配布します
 - グラフ用紙を保管して次の授業に持ってくること
 - 失くしたら、各自で購入すること
- 電卓
 - 数値データを扱うので、電卓は必須です
 - 関数電卓(三角関数, 指数・対数関数が計算できるもの)を、今のうちに用意しておきましょう

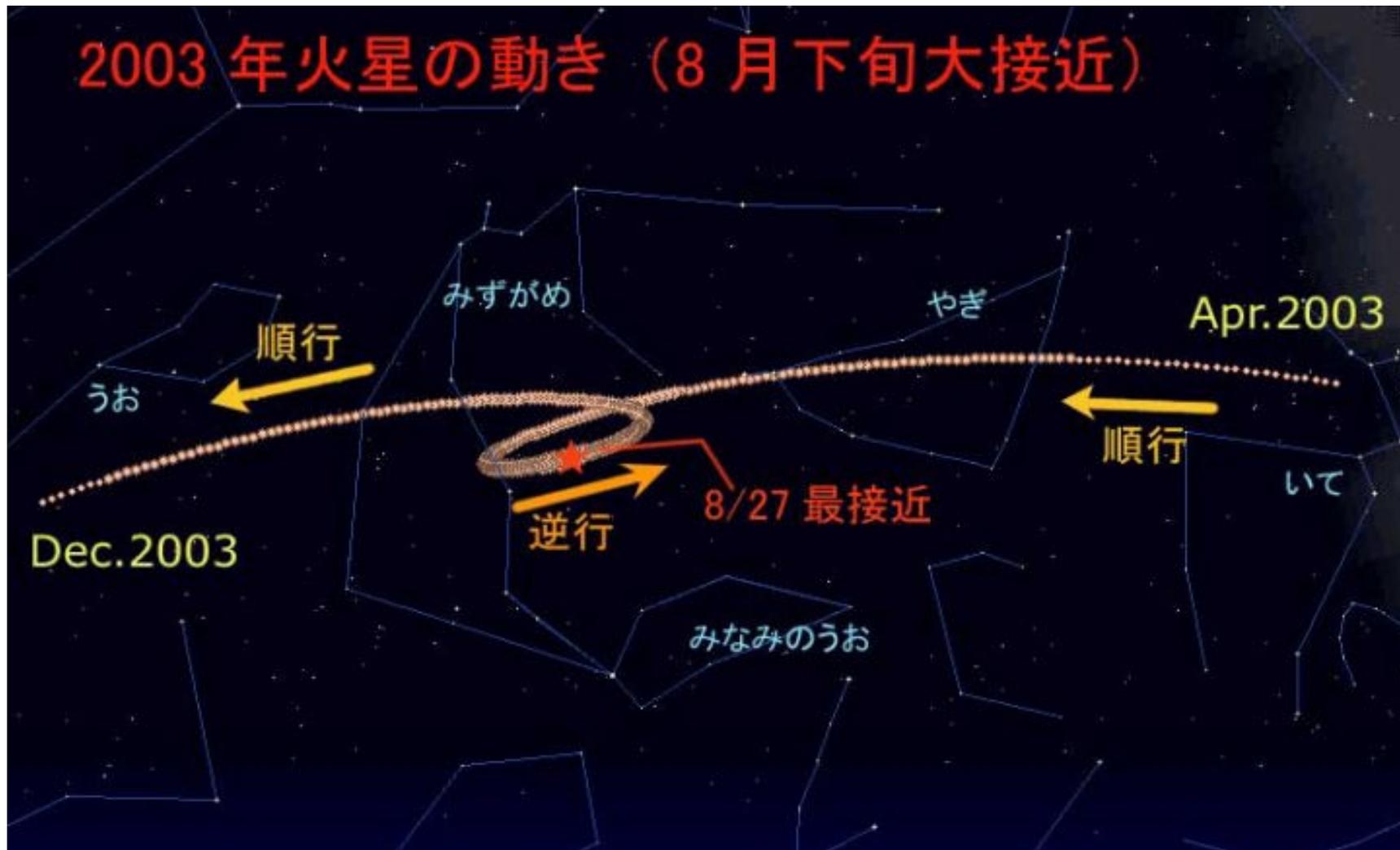
自然科学で何を扱うか？

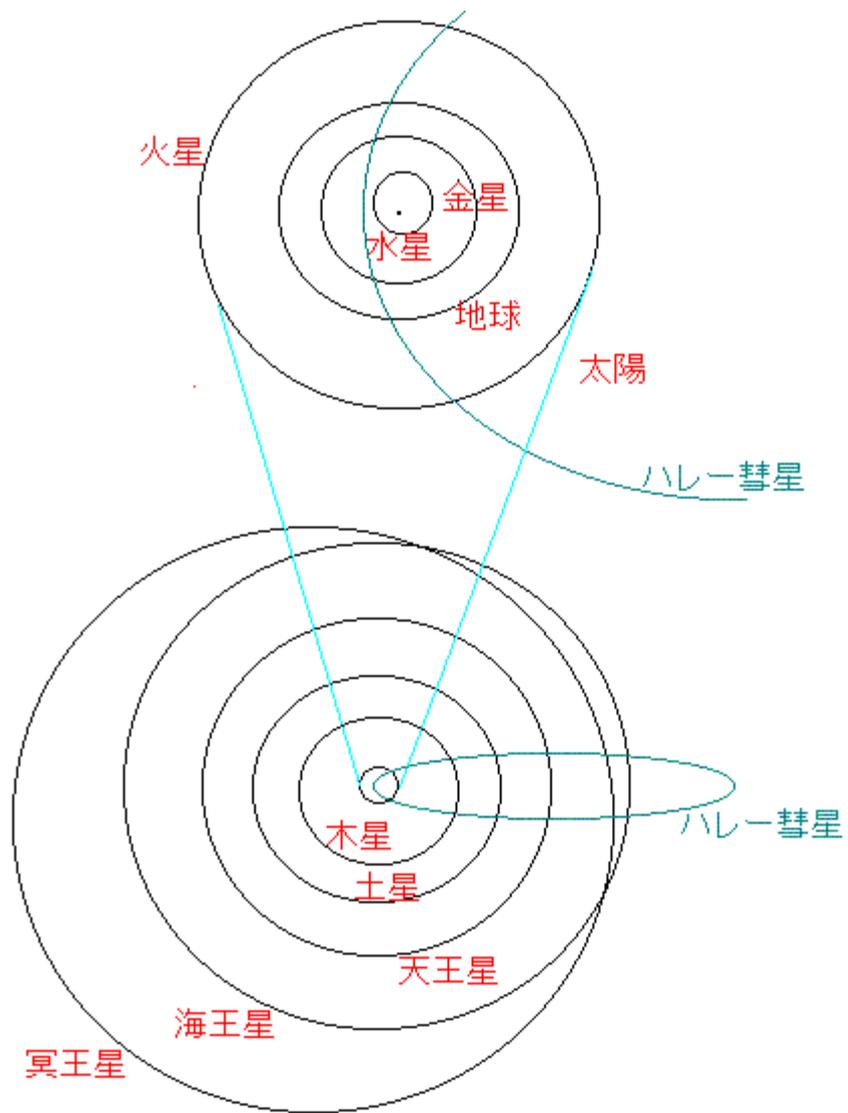
- 自然現象とは
 - 同一条件なら誰にとっても同じことが起こる
「客観的」なもの
 - 目に見える現象も直接目に見えない現象(例: 原子の世界, 宇宙の始まり)も研究対象
- 自然科学の目標
 - 世界の様々な自然現象を理解したい。
「なぜ」こうなるのか？こんなことが起こるのか？

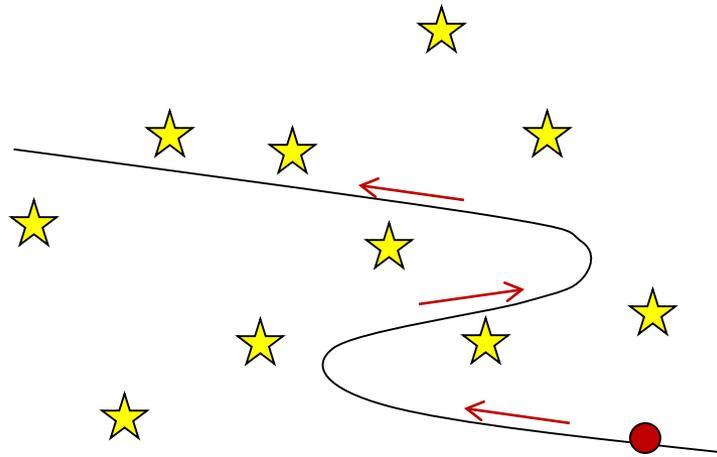
天体の運動の理解

- まず、星をしっかりと観察する
 - 位置・明るさ・色など...
- 分かってきた事実を整理する
 - 星は東から昇って西に沈む
 - 季節によって見える星が異なるが、「恒星」の互いの位置関係は変わらないし、位置の変化は規則的である
 - 「恒星」に対し、空の上の様々な場所を動く「惑星」がいくつかある(しかも、明るい)

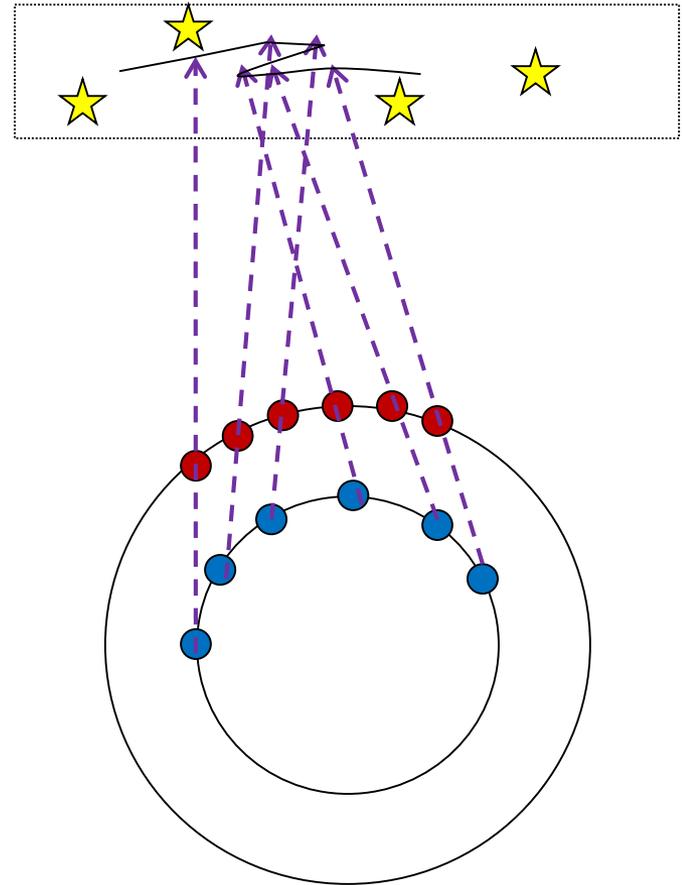
空の上の火星の動き







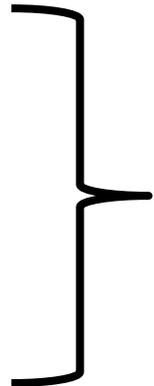
惑星のみかけの運動



惑星 ● は地球 ● に比較的近い
 恒星 ☆ は地球から「かなり」遠い

自然の理解の段階

- 観測・実験
 - － 自然を良く観察する
- 結果の分類
 - － データの整理
- 結果の説明
 - － 新たな現象の予測
- 予測の検証
 - － 新たな観測・実験



この授業の扱う範囲

データとは

(°C)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
札幌	-3.6	-3.1	0.6	7.1	12.4	16.7	20.5	22.3	18.1	11.8	4.9	-0.9
函館	-2.6	-2.1	1.4	7.2	11.9	15.8	19.7	22	18.3	12.2	5.7	0
旭川	-7.5	-6.5	-1.8	5.6	11.8	16.5	20.2	21.1	15.9	9.2	1.9	-4.3
釧路	-5.4	-4.7	-0.9	3.7	8.1	11.7	15.3	18	16	10.6	4.3	-1.9
帯広	-7.5	-6.2	-1	5.8	11.1	14.8	18.3	20.2	16.3	10	3.2	-3.7
網走	-5.5	-6	-1.9	4.4	9.4	13.1	17.1	19.6	16.3	10.6	3.7	-2.4
留萌	-4.4	-4.1	-0.4	5.5	10.6	15	19.2	20.9	16.8	10.9	4.3	-1.5
稚内	-4.7	-4.7	-1	4.4	8.8	12.7	16.8	19.6	16.8	11.1	3.6	-2
根室	-3.7	-4.3	-1.3	3.4	7.3	10.6	14.2	17.3	15.7	11.3	5.3	-0.5
寿都	-2.4	-2.1	1	6.4	11	14.9	18.9	21.1	17.8	11.9	5.3	-0.1
浦河	-2.5	-2.4	0.5	5	9.3	13.1	17.2	19.9	17.3	12	5.9	0.2
青森	-1.2	-0.7	2.4	8.3	13.3	17.2	21.1	23.3	19.3	13.1	6.8	1.5
盛岡	-1.9	-1.2	2.2	8.6	14	18.3	21.8	23.4	18.7	12.1	5.9	1
宮古	0.3	0.4	3.3	8.7	13	16	19.8	22.2	18.8	13.3	7.8	3.1
仙台	1.6	2	4.9	10.3	15	18.5	22.2	24.2	20.7	15.2	9.4	4.5
秋田	0.1	0.5	3.6	9.6	14.6	19.2	22.9	24.9	20.4	14	7.9	2.9
山形	-0.4	0.1	3.5	10.1	15.7	19.8	23.3	24.9	20.1	13.6	7.4	2.6
酒田	1.7	1.9	4.6	10.2	15.3	19.6	23.3	25.3	21.1	15.1	9.3	4.5
福島	1.6	2.2	5.3	11.5	16.6	20.1	23.6	25.4	21.1	15.1	9.2	4.4
小名浜	3.8	4	6.6	11.3	15.2	18.4	22	24.2	21.5	16.4	11.1	6.4
水戸	3	3.6	6.7	12	16.4	19.7	23.5	25.2	21.7	16	10.4	5.4
宇都宮	2.5	3.3	6.8	12.5	17.2	20.6	24.2	25.6	21.9	16.1	10.1	4.9
前橋	3.5	4	7.3	13.2	18	21.5	25.1	26.4	22.4	16.5	10.8	6
熊谷	4	4.7	7.9	13.6	18.2	21.7	25.3	26.8	22.8	17	11.2	6.3
銚子	6.4	6.6	9.1	13.3	16.9	19.5	22.9	25.2	23	18.7	14	9.2
東京	5.2	5.7	8.7	13.9	18.2	21.4	25	26.4	22.8	17.5	12.1	7.6

ある年の各都市の月別平均気温

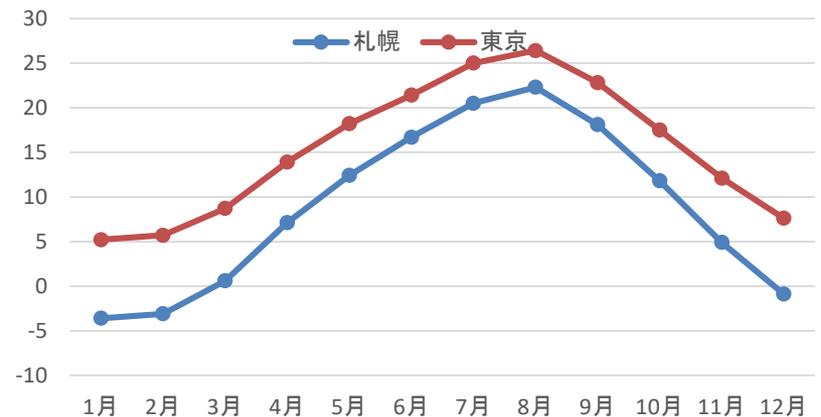
データの扱い方

- データとは
 - 大量の数値の集まり
 - 単に数値を眺めていても...？

例1) 年間の平均気温を報告する
→ 概要がわかる

都市	平均
札幌	8.9
東京	15.4

例2) グラフで表す
→ 「可視化」される



可視化の手段としてのグラフ

- グラフの意義
 - 2つ(あるいは3つ)の測定データの間を関係を、「目で見て」わかるようにできる
 - 「片方が大きくなったら、もう片方も大きくなる」というような関係を表す
- 大量のデータの一部を抜き出すなどして、いかに理解しやすい形にするか？

悪い例

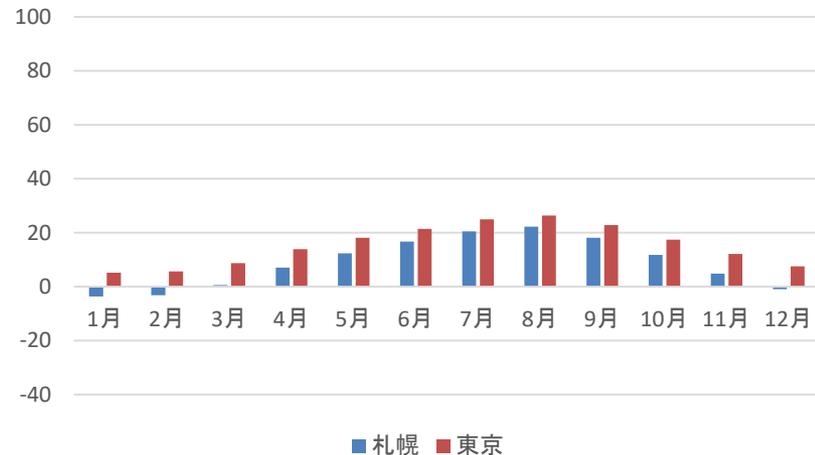
札幌



■ 1月 ■ 2月 ■ 3月 ■ 4月 ■ 5月 ■ 6月
■ 7月 ■ 8月 ■ 9月 ■ 10月 ■ 11月 ■ 12月

気温の月変化を
円グラフで表現
するの？

縦軸の数値範囲が
良くない
100°Cだと死ぬ！



分かりやすいグラフを描くために

- 横軸・縦軸が何を表しているかを明記する
- 横軸・縦軸の目盛りとゼロの位置を明記する
- データ点を明記する
- データが全体に広がるように、目盛り間隔や軸の値の範囲を適切に設定する

数学の言葉とは？

- 自然科学において、数学は切れ味の良いナイフ
- 数学を活用して自然現象を理解し分析しよう
- 数学の演算・計算結果を解釈する
- 異なる分野でも、似たようなことをやっていることは多い
 - 「抽象化」により、共通の性質を見出せる

数学における関数とグラフ

- 数学における「グラフ」
 - 「関数のグラフ」として習う
- 「関数」とは？
- 「グラフ」とは？

数学における「関数」とは

- 「独立変数」と「従属変数」がある
- 「独立変数」の値に応じて、「従属変数」を導くルールを与えるものが「関数」

$$y = f(x)$$

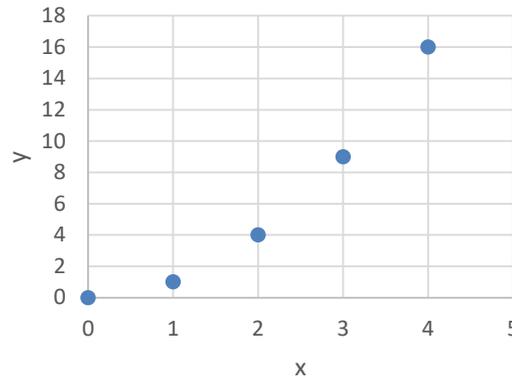
従属変数

関数
(変換ルール)

独立変数

数学における「関数」とは

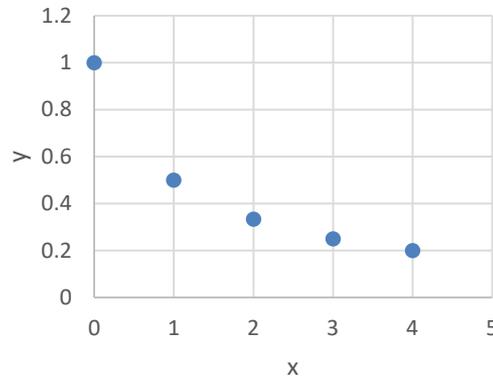
x	y
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16



$$y = x^2$$

数と数の対応関係
ルールが関数

x	y
0	1
1	0.5
2	0.33333
3	0.25
4	0.2



$$y = \frac{1}{1+x}$$

自然現象と「関数」の概念

- 鉄を温めると、色が赤くなる
- 水を火で熱すると、水の温度が上がる
- 光源から遠くなるほど、暗く見える
- 食べるほど、太る

全て、二つの量の間「関係」の説明

自然現象と「関数」のつながり

鉄を温めると、色が赤くなる

- 温度を様々に変えた実験を行う
- 温度が、「独立変数」となる

- 色の赤さを測る数値が変化する
- 色が、「従属変数」となる

関数は、二つの量の間の関係を決めるルール

→ 自然法則

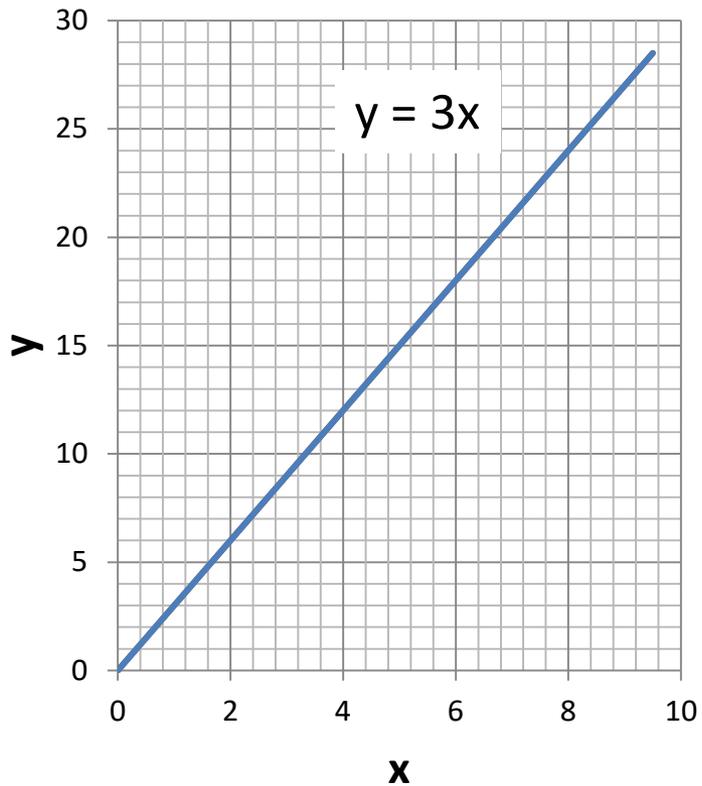
→ もしかしたら、数式で表せるかもしれない

「関数」とグラフ

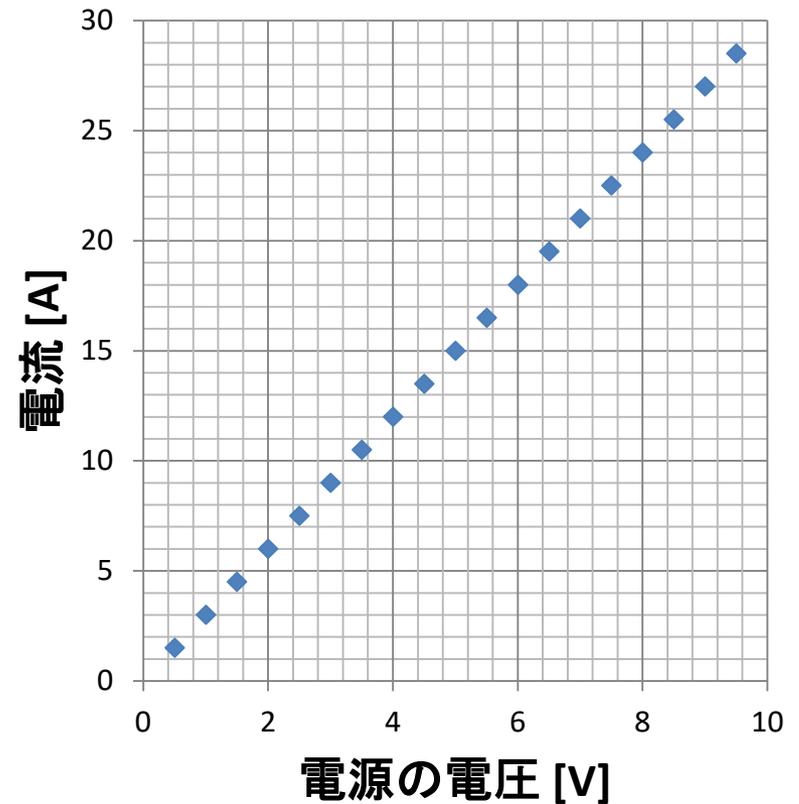
- 数学では、「関数」が与えられて、そのグラフを描く、ということ学ぶ
- 自然科学は、その逆の作業
 - データの中から、関数＝自然法則を見つける
 - これが「知っている」数式で表されれば、分かりやすい

「関数」と「グラフ」

数学で習うグラフ

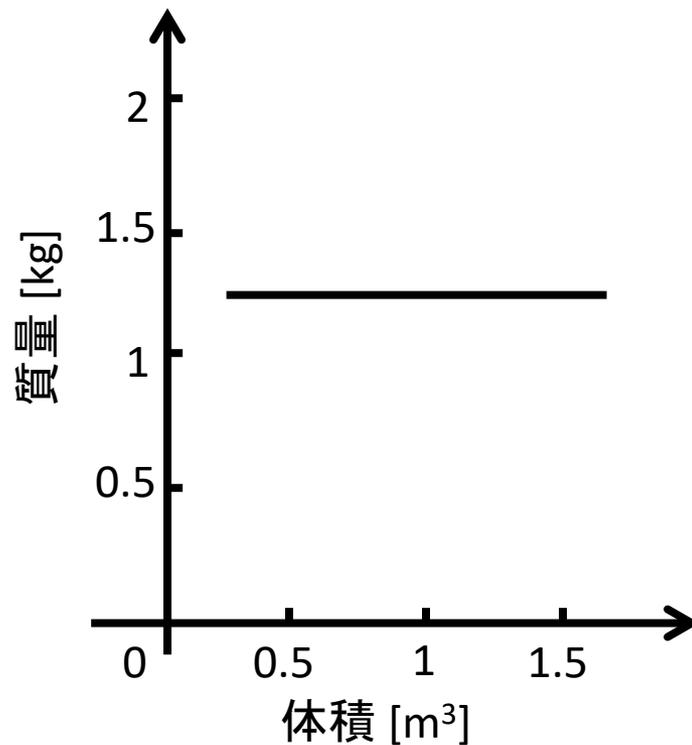
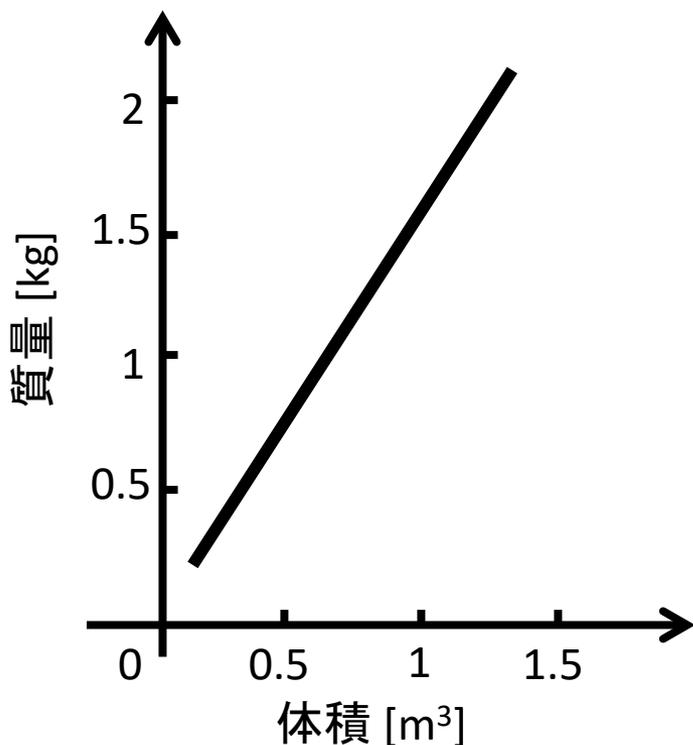


データを表すグラフ



グラフを描いたその先

- グラフが何を表しているかを表現できるか？
 - 現象を「想像」して、その裏にある「何か」を読み取れるか？



自然の理解の段階

- 観測・実験
 - － 自然を良く観察する
- 結果の分類
 - － データの整理
- 結果の説明
 - － 新たな現象の予測

レポートや論文で
まとめる範囲
(この授業では、
その一部のみ)

- 予測の検証
 - － 新たな観測・実験

次のステップへ

実習：グラフを描く

- 横軸・縦軸が何を表しているかを明記する
- 横軸・縦軸の目盛りとゼロの位置を明記する
- データ点を明記する
- データが全体に広がるように、目盛り間隔や軸の値の範囲を適切に設定する

今日作成したグラフを
来週も使うので失くさないように

