

Juliaで学ぶ最適化と機械学習

初年次ゼミナール理科金曜1限

情報理工学系研究科 電子情報学専攻
工学部 電子情報工学科

講師 松井勇佑

<https://yusukematsui.me>



東京大学工学部
FACULTY OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO

EEIC

東京大学 工学部
電子情報工学科・電気電子工学科



東京大学大学院
情報理工学系研究科

工学における基本的な流れ



例：画像が与えられたとき、
猫が写っているか知りたい

例：猫画像と正解画像を集め、
それを教師とした
教師有り学習と立式

例：Visual Transformerモデルを
確率的勾配降下法で訓練する

工学における基本的な流れ

大学1・2年生は、ここの座学がメイン
実際にPCで計算することはあまりない

問題



モデル化



解く

例：画像が与えられたとき、
猫が写っているか知りたい

例：猫画像と正解画像を集め、
それを教師とした
教師有り学習と立式

例：Visual Transformerモデルを
確率的勾配降下法で訓練する

工学における基本的な流れ

大学1・2年生は、ここの座学がメイン
実際にPCで計算することはあまりない

問題



モデル化



解く

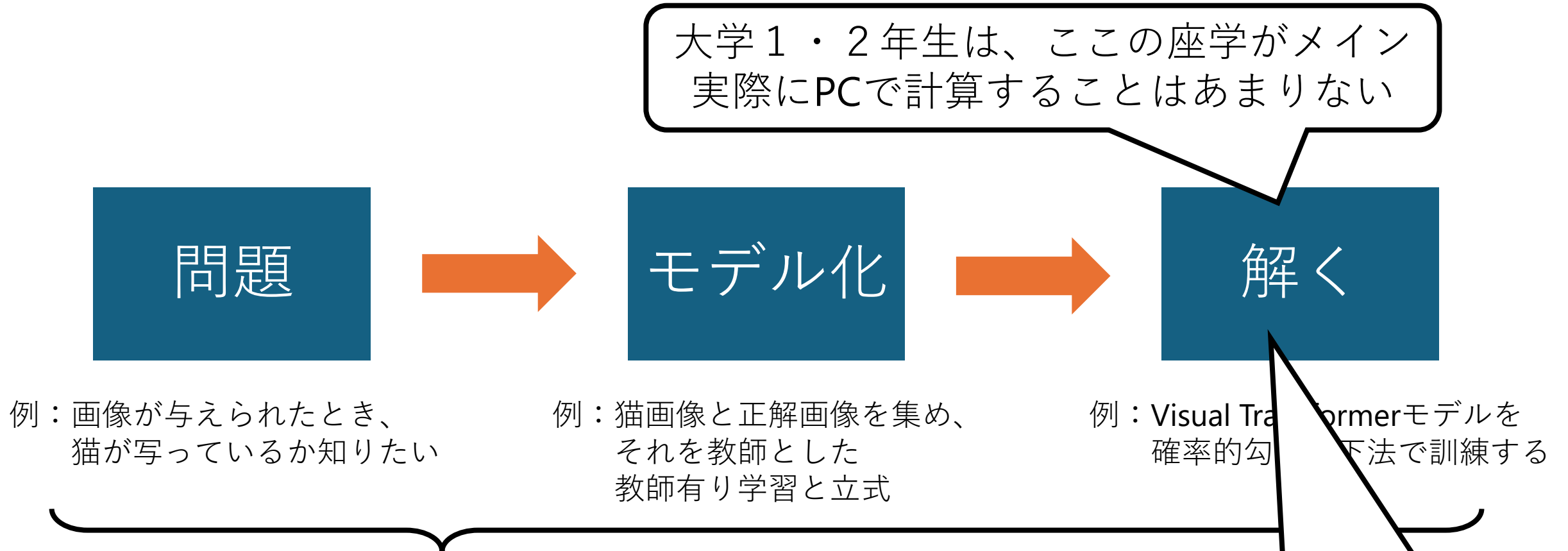
例：画像が与えられたとき、
猫が写っているか知りたい

例：猫画像と正解画像を集め、
それを教師とした
教師有り学習と立式

例：Visual Transformerモデルを
確率的勾配降下法で訓練する

目標①：この流れを体験する（普通は卒論で経験）

工学における基本的な流れ



目標①：この流れを体験する（普通は卒論で経験）

目標②：座学で習った数学を
実際に計算



例：今年の東大理系入試第一問

第 1 問

座標空間内の点 $A(0, -1, 1)$ をとる。 xy 平面上の点 P が次の条件 (i), (ii), (iii) をすべて満たすとする。

(i) P は原点 O と異なる。

$$(ii) \angle AOP \geq \frac{2}{3}\pi$$

$$(iii) \angle OAP \leq \frac{\pi}{6}$$

P がとりうる範囲を xy 平面上に図示せよ。

例：今年の東大理系入試第一問

第 1 問

座標空間内の点 $A(0, -1, 1)$ をとる。 xy 平面上の点 P が次の条件 (i), (ii), (iii) をすべて満たすとする。

(i) P は原点 O と異なる。

$$(ii) \angle AOP \geq \frac{2}{3}\pi$$

$$(iii) \angle OAP \leq \frac{\pi}{6}$$

P がとりうる範囲を xy 平面上に図示せよ。

```
using LinearAlgebra
using Plots

function angle(v1, v2)
    cos_theta = dot(v1, v2) / (norm(v1) * norm(v2))
    theta = acos(cos_theta)
    return theta
end

OA = [0, -1, 1]
AO = -OA

xs = []
ys = []

for x in -3:0.05:3, y in -3:0.05:3
    OP = [x, y, 0]
    AP = [x, y+1, -1]
    if angle(OA, OP) > 2.0 / 3 * pi && angle(AO, AP) <= pi / 6
        push!(xs, x)
        push!(ys, y)
    end
end

scatter(xs, ys, xlims=(-3, 3), ylims=(-3, 3),
        aspect_ratio=:equal, markersize=1)
```

例：今年の東大

第

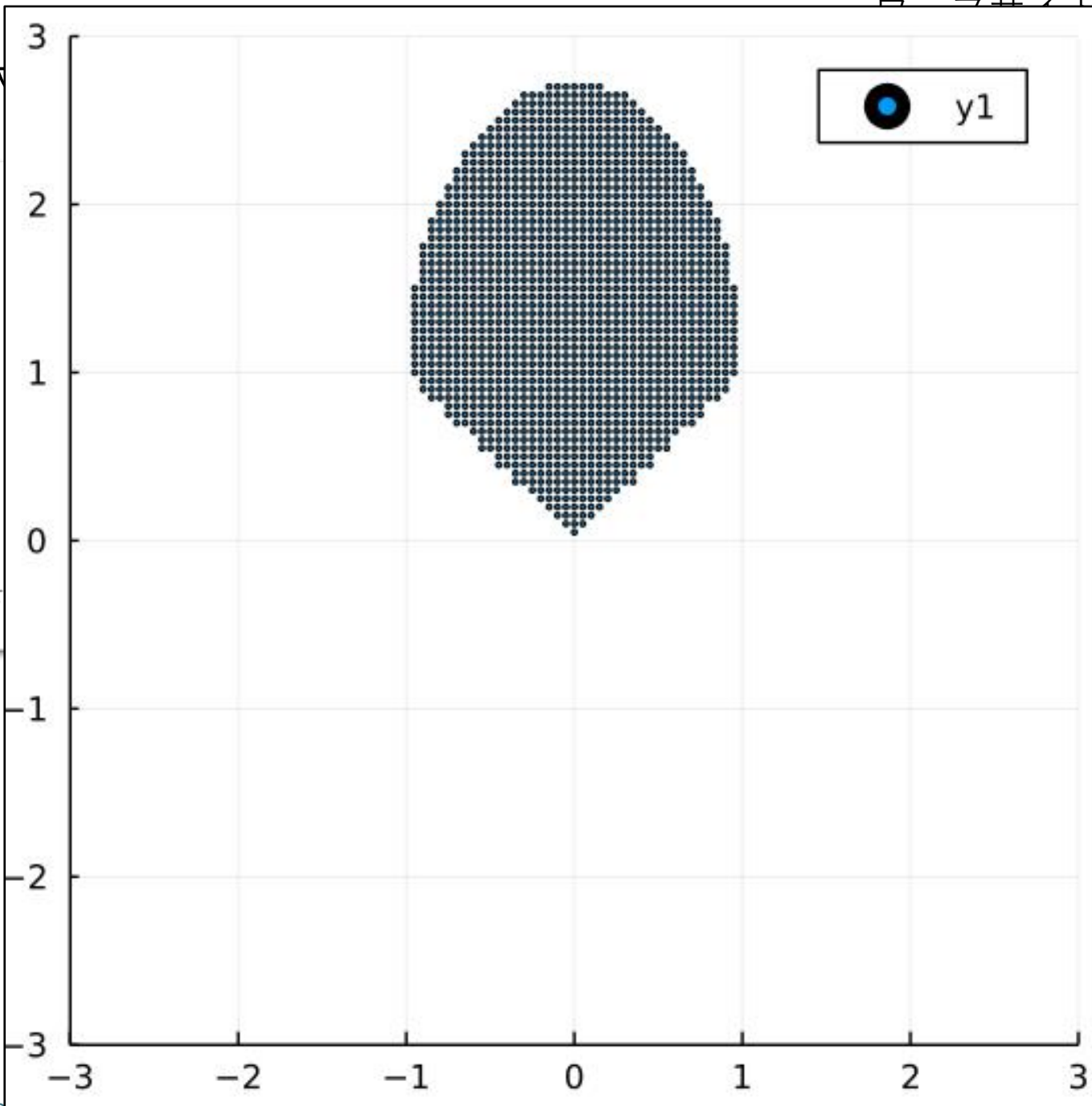
座標空間内の点 $A(0, -1, 1)$ をとる。
すべて満たすとする。

(i) P は原点 O と異なる。

(ii) $\angle AOP \geq \frac{2}{3}\pi$

(iii) $\angle OAP \leq \frac{\pi}{6}$

P がとりうる範囲を xy 平面上に図示せ



`norm(v1) * norm(v2))`

`&& angle(AO, AP) <= pi / 6`

`ns=(-3, 3),
size=1)`

スケジュール

週数	日程	トピック	内容	連絡事項
Week 1	4/5	ガイダンス		
Week 2	4/19	共通講義		
Week 3	4/26	Julia言語入門		現地講義開始
Week 4	5/3	Julia言語入門		
Week 5	5/10	グループワーク 1	<u>線形代数の講義の内容をJuliaで検証する</u>	休講の可能性あり
Week 6	5/15	グループワーク 1	線形代数の講義の内容をJuliaで検証する	水曜なので注意
Week 7	5/17	グループワーク 1	発表会	
Week 8	6/7	グループワーク 2	<u>最適化のアルゴリズムを調査・実装する</u>	
Week 9	6/14	グループワーク 2	最適化のアルゴリズムを調査・実装する	
Week 10	6/21	グループワーク 2	発表会	
Week 11	6/28	グループワーク 3	<u>機械学習のアルゴリズムを調査・実装する</u>	
Week 12	7/5	グループワーク 3	機械学習のアルゴリズムを調査・実装する	
Week 13	7/12	グループワーク 3	発表会	

- 少人数グループ
- 問題を自分たちで設定
- Juliaでプログラミング
- 発表

2セット目

3セット目

参考書

実践Julia入門

- 著者名：後藤俊介
- 出版社：技術評論社（2023）

スタンフォード ベクトル・行列からはじめる最適化数学

- 著者名：ステファン・ボイド、リーヴェン・ヴァンデンベルグ
- 出版社：講談社（2021）

実行環境について

- **実際に講義が始まる第三週目（4/26）から、自分のPCを持ってきてください**
- プログラミング環境はこちらで準備します
（Amazon SageMaker Studio Labsというものを使います）
- プログラミング初心者でもOK

julia について

- 2012に作られた新しい言語
- MATLABのお手軽計算能力 + Pythonの書きやすさ + Cの速度
- 数式との相性良し（数学者・物理学者に人気らしい？）
- ちょっとした（しかし複雑な）計算をする場合に一番いいチョイスかも
- 着き進めていくと**クセツヨ**な、しかし**面白い思想**（多重ディスパッチ等）
- 多くの学生はCなどを講義で習い、普段使いの言語としてPythonを使う。
それ以外の面白い言語を勉強するいい機会かも

なぜ僕らはJuliaを作ったか

Viral Shah, Jeff Bezanson, Stefan Karpinski, Alan Edelman

2012年2月14日(火)

端的に言えば、僕らは欲張りだからだ。

僕らはMatlabのパワーユーザーだ。LispハッカーやPython使いやRuby使いもPerlハッカーもいる。髭が生える前からMathematicaを使っていたのもいるし、未だに髭が生えてない仲間もいる。常識的な人にはオススメしないくらい多くのグラフをR言語で描いてきた。そしてC言語は僕らのユートピアだ。

いま挙げた言語は大好きだ。どれも素晴らしいしパワフルだけど、科学計算、機械学習、データ・マイニング、大規模な線形代数演算、分散・並行コンピューティング、といった僕らがやるようなものにはどれも一長一短で、仕事に完璧にはまる機能

オリジナル英文の出典：

<https://julialang.org/blog/2012/02/why-we-created-julia/>

日本語版の出典：

https://www.geidai.ac.jp/~marui/julialang/why_we_created_julia/index.html