

純粹数学者のための データサイエンス入門 2025

最新技術動向と現場での微積分
確率微分方程式と K-group と平方完成

杉山聡 aka Alcia Solid



講義予定

1. 最新技術動向 & K-group の話
 - a. 3月22日(土) ← 今日ココ
 - b. 最新技術動向: AI・Robot・宇宙
 - c. K-group: Majorana zero mode を用いた量子計算機
2. 拡散モデルについて(平方完成と確率微分方程式の話)
 - a. 3月23日(日)
 - b. 拡散モデル = お絵かき AI の基礎技術
 - c. 「統計力学に背景あり」「平方完成で計算可能に」「確率微分方程式との関係」

最新技術動向

AI・Robot・

宇宙

AI はすごいぞ！

Deep Research が話題だよね！

たくさん検索して(検索もうまい)

全部読んでくれて(早いし理解正確)

うまくまとめてくれて

論理的に再構成して出してくれる！

<https://chatgpt.com/share/67dd26b1-576c-8011-8b76-1a88df335e4a>

AI がウソを付く時代の終焉

(当然、まだ、ウソはあります & ゼロにはなりません)

~2024 : AI の嘘を見抜く能力が大事

2026~ : AI の言ってることを理解できる事が大事

最新技術動向

お絵かき AI も進化中！

これくらいの in-painting ならお茶の子さいさい
Galaxy AI Object Eraser らしい



最新技術動向

お絵かき AI も進化中！

Grok からもおもちゃが登場

画像編集機能が出たようです(今日！)(こういう使い方じゃないですが、、、)



日本風美少女イラストにしてください

Image



もっと美少女にして、年齢は14歳くらいにしてください。

Image



これはかなりやばい

AI 総動員アニメ

<https://x.com/sish3nfan/status/1901796418685468756>

Art & Animation: Aiden Guo, Midjourney, Luma Ray2 (+flash), Vidu 2.0

Music: Artlist, Suno.

Sound Effects: Elevenlabs

Editing: Capcut

動画からの4Dシーン理解

まあ、こういう事はもうできるんですね (2024/10)

<https://x.com/i/status/1843301502103822589>

テキストと音声の行き来

音声合成の最先端(昨日！)

音声合成において、どのようなトーンで話すかも指定できるように

<https://www.openai.fm/>

AI 発展の本質 = 事事無礙法界 / Any2Any

何を何に変換することも、、、

- できた:「テキスト→画像」
- できる:「画像→動画」「画像→3Dモデル」
- できるようになる

盛大なフラグ

「AI に〇〇はできない」と言語化された瞬間、
そのタスクは半年~2年くらいで解かれる宿命にある

そういえば、ロケットの再利用はもう常識だよね

Falcon ロケットは400回着陸に成功
今更飛行機が太平洋渡っても
誰も驚かないけどさ、
今更ロケットが着陸しても
誰も驚かないよね。



Falcon lands for the 400th time!

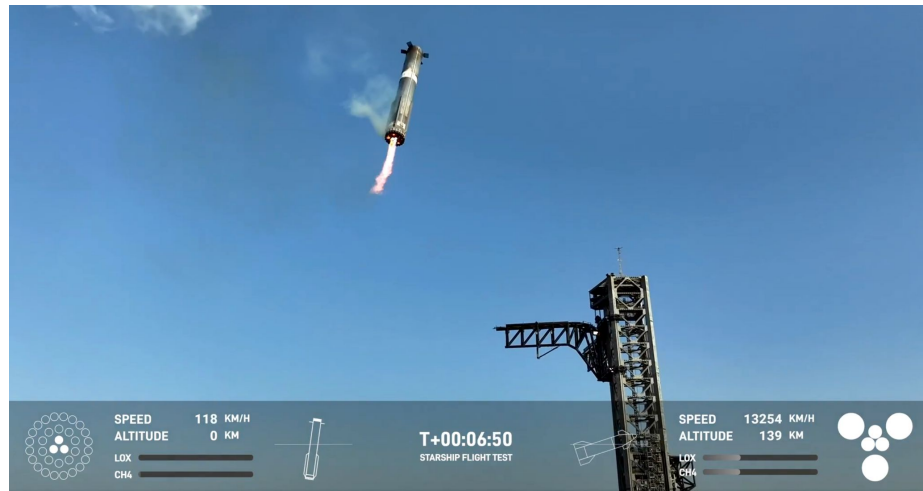


12:54 AM · Jan 22, 2025 · 27.7M Views

Chopstick catch x 3

着陸脚が重いから、箸で掴もう！
というわけで、3回連続成功

<https://x.com/SpaceX/status/1897794546781532408>



人型ロボも進んでるよ！

各社やってます！

とりあえず見よう

<https://x.com/i/status/1866171391156113740> やや古

<https://x.com/i/status/1896859430517629292> Unitree

<https://x.com/i/status/1902218781268832538> Unitree2

Meta もやるよ

『メタ、AI搭載のヒト型ロボット開発に投資』by 日経

Tesla Optimus @Tesla_Optimus. (2024, December, 10). X. https://x.com/Tesla_Optimus/status/1866171391156113740

Unitree @UnitreeRobotics. (2025, May, 4). X. <https://x.com/UnitreeRobotics/status/1896859430517629292>

Unitree @UnitreeRobotics. (2025, May, 19). X. <https://x.com/UnitreeRobotics/status/1902218781268832538>

日本経済新聞社. (2025, February 15). メタ、AI搭載のヒト型ロボット開発に投資. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN1509J0V10C25A2000000/>

どう思った？

すごい！

良いよね！ 今後も楽しみ！

普通じゃね？

すごいよね！

“この程度”の技術はもはや常識化したということ

飛行機が太平洋を横断しても誰も驚かない

AI とロボットがいろいろやってくれても誰も驚かない時代は近い！

ところで

数学者って、、、？

東大入試数学はもう AI で解ける

https://x.com/kaitou_ryaku/status/1894453591735505353



解答略 @kaitou_ryaku · Feb 26

解答時間は以下の通り

1 1m11s

2 18s

3 1m48s

4 1m2s

5 2m57s

6 2m3s



解答略

@kaitou_ryaku

祝 GPT-o3-mini-high氏 祝

祝 2025東大理系数学 5完半達成 祝

1 (1)O (2)O (3)O

2 (1)O (2)O

3 (1)O (2)O

4 (1)O (2)O

5 (1)O (2)X

6 (1)O (2)O (3)O

chatgpt.com/share/67be02df...

chatgpt.com/share/67be02f6...

chatgpt.com/share/67be030c...

chatgpt.com/share/67be0321...

chatgpt.com/share/67be032c...

chatgpt.com/share/67be033d... pic.x.com/jkDCG1ZmCr

問題文

1. $C_1 = (e^t(3-2t), 3t(1-t))$. (1) $\log x \leq x-1$ (ただし $x > 0$)
2. 面積は $\frac{1}{2}$. (2) $\lim_{n \rightarrow \infty} n \int_0^1 \log \left(\frac{x+x^2}{2} \right) dx = \log 2 - \frac{1}{2}$
3. 曲線の長さは $2a^2 - 3a^2 + 3a$. 以上です.

解答略

問3 ... OK

(1) S と A_1, A_2 を用いて表すと
$$S = \left(b \cos \theta + a \cos \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right) \left(b \sin \theta + a \sin \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) \right) = \frac{1}{2} \left\{ ab + b^2 \sin 2\theta + a^2 \sin \left(\frac{\pi}{2} - 2\theta \right) \right\}.$$

(2) S のとりうる値の最大値は

問5 (2) ... 不正解 !!!

解答

$\exists C$ に対して $\frac{1}{2} = 1 - i \tan(\theta/2)$ と表せるので、実部は 1.
 $i + \frac{1}{\beta^2} = 2 - (u^2 + v^2) - 2i(u + v)$ と変形でき、 $u, v \in \mathbb{R}$ の実数変数換により、
その取りうる値の集合は
$$\left\{ x + iy \in \mathbb{C} \mid x < 2 - \frac{1}{\beta^2} \right\}$$
 とあり、右側境界は放物線 $x = 2 - \frac{1}{\beta^2}$
$$\left\{ w \in \mathbb{C} \mid \operatorname{Re} w < 2 - \frac{(2-\frac{1}{\beta^2})^2}{4} \right\}$$
 とするとき、 $\frac{1}{2}$ の実部は
$$\max \operatorname{Re} \frac{1}{2} = \frac{1}{2}, \quad \min \operatorname{Re} \frac{1}{2} = -\frac{1}{16}.$$

これを読む本 質

CRAIO

AI 開発の Roadmap

これを覚えて！

Chatbots:	しゃべれる
Reasoners:	論理的思考ができる
Agents:	自発的に行動できる
Innovators:	まだない知を発見する
Organizations:	組織を作ってすごいことする

AI 開発の Roadmap

今こんな感じ

Chatbots:

✓ ChatGPT (GPT-3.5) で完成

Reasoners:

✓ Deep Research 前後で完成

Agents:

イマココ

Innovators:

future

Organizations:

future

完成済みの Chatbots, Reasoners

Chatbots: おしゃべりできる

これは InstructGPT (2022) や ChatGPT (2022) で完成
文法・文脈的に正しく返答し、変なこと言わない

Reasoners: 論理的思考

これは、Deep Research (Gemini 2024, OpenAI 2025) で完成と言って良い
数学を解けたり、Deep Research ができる
複数の情報をつなぎ合わせ、論理的に一貫した回答
もう十分人間レベルを超えたと言って良い

次に作る Agents

Agents: 行動できる

行動することが本質。

今の AI は口だけ(ギリギリコードは書いてくれる)

旅行計画を立てるため、調べ、検討し、予約する、等一連の作業を実行

研究とかもできる。計画立案 → 実装 → 実験 → データ解析 → 論文化

Agent の種類

“Agent” は5年前の “AI” くらい虹色の概念

限定的な領域・タスクの全体像が把握可能・限定的な道具の利用 ← 可能
どの領域でも・試行しないとタスクの全体像が不明・何使っても良い ← 大変

もうちょい未来の Innovators, Organizations

Innovators: まだない知を生み出す

既存の研究をすごーく理解して新規な研究成果を出す

既存の市場をすごーく理解して新産業を打ち立てる

「今ないものを生み出す」が本質

Organizations: 組織になってすごいことする

人が会社で仕事でやってる感じ

そういうの全部できるし、人より上手い

数学は？

Reasoning はできるけど Innovation はできない(今は)

Reasoners : 論理的思考はできる

今の AI にできることは

インターネット上にある情報を下に

論理的思考を行い、それをそのまま出力する

(こういうのは、将来「非人間的仕事」とみなされる)

Innovators : 新しい知を生み出すのはまだ無理

数学の研究はこっち。今はまだできない(2-3年)

簡単な研究はできるかも(比較的容易な一般化や、straight forward な組み合わせ)

AI が全て自分でやった論文が査読通過(AI 業界)

<https://x.com/SakanaAILabs/status/1900086096870134104>

あなたの仕事の本質はなにか？

電話交換手

電話交換手の仕事は機械に代替された

電話交換手の価値の本質は機能にあった

その場合、その機能をより良く達成するものが出現すれば、代替される
(良い = 早い安いうまい)

将棋プロ棋士

将棋プロ棋士の仕事は代替されていないし、今後もされない

将棋プロ棋士の価値は、将棋の強さではなかった

将棋プロ棋士の価値は、勝負に向き合う人間の人間ドラマにある

佐藤天彦「公衆の面前で苦しさをさらけ出すのでお金をもらうのが仕事」

数学者の仕事の本質はなにか？

Chatbots
Reasoners
Agents
Innovators
Organizations

あなたの仕事の
本質はなにか？

K-group

1950年の数学が活躍する 2050年(?)

数学って、どうやら、ホントに 100年後に応用されるのかも

1900→2000のバトン渡し

(すごく雑に言えば) 量子力学を支える数学は1900年頃に大幅に発展し
計算機を使い倒す2000年くらいに超大規模に活用

量子計算機とトポロジカル超電導

マイクロソフトの Majorana1 はトポロジカル超電導を利用

量子計算機は2050年位には使い倒していると思うけれど
トポロジカル超電導には1950年くらいの数学がバンバン使われている

<https://chatgpt.com/share/67dba4c0-f068-8011-9579-a58315d14276>

1950年の数学が活躍する 2050年(？)

飛び込んでみてもいいかもしれない

活用できる非対称性がある

工学の人が数学を学ぶのは大変だが、その逆のほうがまだ楽
この知識を持って量子計算機の世界に飛び込むという手もあり！

最後に自己紹介

4. 自己紹介

杉山 聡 (すぎ)

PhD

2017年3月

Theme

Symplectic
Represent.

Paper

Fukaya cat

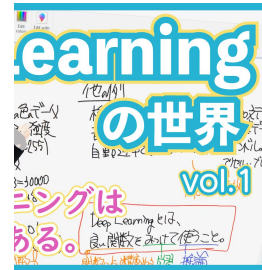
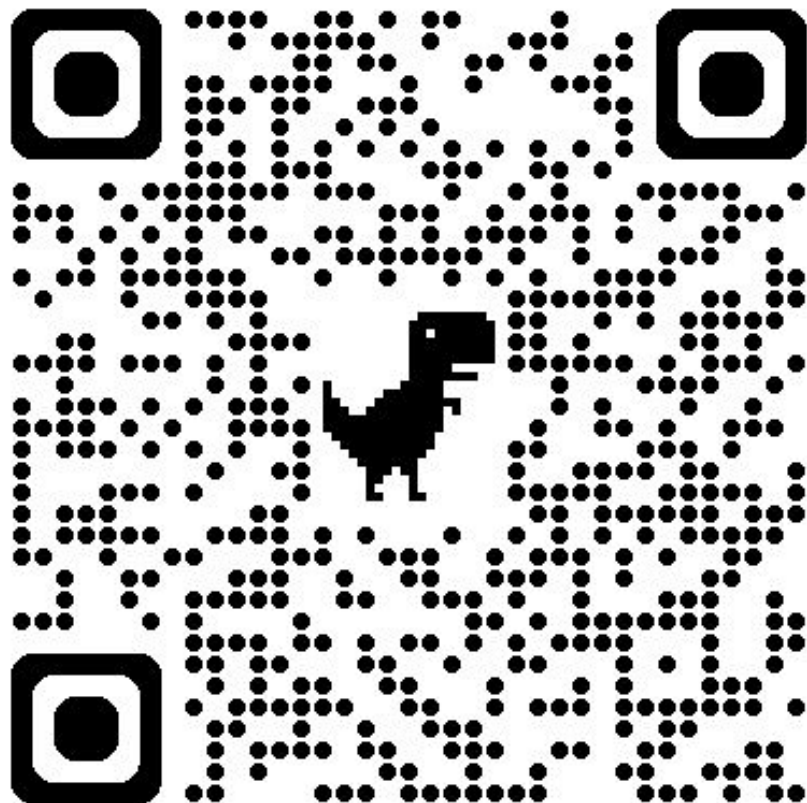
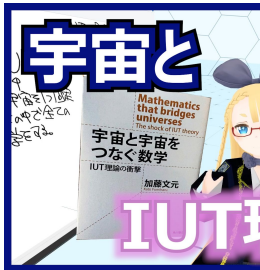


701.00429)

4. 自己紹介

データサイエンス

データサイエン



4. 仕事紹介

Senior Data Scientist in Atrae

2016年10月 Atrae 入社（博士号取得は2017年3月）

2016年10月 - 2018年9月 転職サイト Green マーケター

2018年10月 - 2023年3月 Wevox Data Scientist（チーム立ち上げ！）

2023年4月 - 現在 Green で生成 AI 活用おじさん

並行して、Atrae における Data Scientist の定義と仕組みづくり

業務内容

- データ利活用推進の最先鋒。全部やる（分析・企画・予算取り・構造ぎめ・社内外折衝・社内教育制度・採用）
- Green の機械学習の現代化（古かったので LLM 時代に合わせ更新）
- 評価アルゴリズム策定

おわり

