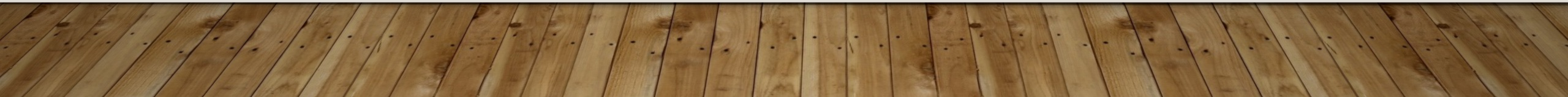


# 学問の扉 (ゲームにまつわる数学)

## 第10回 MINECRAFT

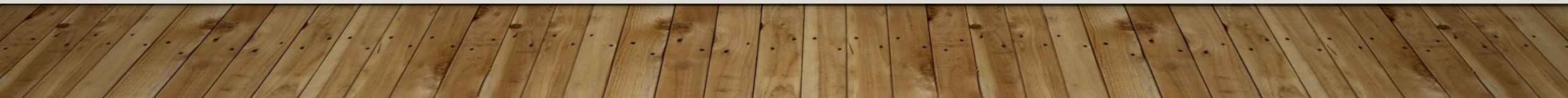
---

担当教官 : 岩井雅崇(いわいまさたか) (大阪大学)



# 前回の授業に関して

---



# MINECRAFT

---

『Minecraft』（マインクラフト）は、マルクス・ペルソン（Notch）と Mojang Studios の社員が開発したゲーム。

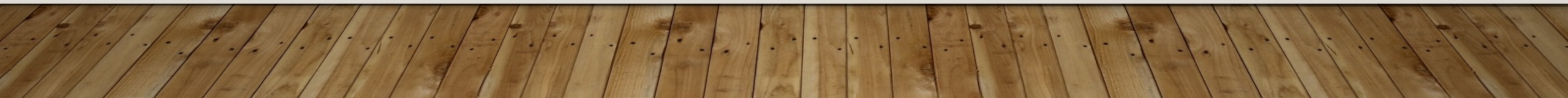
**Minecraft** では、世界は自分の手のひらにあります。ブロックを使って建築するこのサンドボックスゲームは、さまざまな遊び方があります。夜を生き抜いたり、アーティスティックな作品を作ったり、何をするのもあなたの自由です！だけど、新しいゲームのコツをつかむのって、難しかったりすることもありますよね。心配はいりません、**Minecraft** の旅をお手伝いするライブラリをご用意しました。クラフトする方法や、コントローラーの使い方から友達とプレイする方法まで、**Minecraft** の基礎を身に付けられます。



# マイクラってどんなゲームなん?

---

ちょっと誰かプレイしたことある人教えて!!





# マインクラフトでは何でもできる?

---

なんと**PC**をマインクラフトで作った猛者がいる. 世の中にはすごい人がある.

**CHUNGUS 2 - A very powerful 1Hz Minecraft CPU**

<https://www.youtube.com/watch?v=FDiapbD0Xfg>

じゃあ理論的にはどうなんでしょう?

そもそも”なんでもできる”とはなんなんでしょう?

→それを定義したのが数学者のアラン・チューリング

# アラン・チューリング

- アラン・リューリング(1912-1954) イギリスの数学者
- コンピューターの理論の基礎を作った人.
- 第二次世界大戦でドイツナチス軍の暗号(エニグマ)を解読する手法を開発. (気になる人はイミテーション・ゲームという映画があるのでそれを見よう!)
- 同性愛の罪で逮捕, その後自殺. その後イギリス政府は2009年に謝罪をした.



# チューリングによる計算可能性

---

“なんでもできる” = “なんでも計算できる”

=なんでも計算できる機械(万能チューリングマシン)を模倣(まね)できる

“なんでも計算できる”ものをチューリング完全という.

(例) **C, C++, Python** などのプログラミング言語 (プログラミングでなんでも計算できそうですね, ちなみにホームページなどで作る言語**html**はチューリング完全ではない)

チューリング完全なものはプログラミング使って作れるものを真似することができる!

要するにチューリング完全なら”原理的には”なんでも作れる.



# マイクラフトはチューリング完全

---

(証明) 前の動画でコンピューターを作れることがわかっているから.そして作ったコンピューターはチューリング完全なので.

よってプログラミングで作れるものは原理的にはマイクラフトで作れる.マイクラフトでテトリスなども作れる.

ということで以下チューリング完全の例を言っていきます.





# マリオメーカーはチューリング完全

---

ニコニコ動画やYouTubeに解説動画がある. **On the Turing Completeness of Super Mario Maker**

<https://www.youtube.com/watch?v=hd0EtsTUbmG>

[証明] Cyclic tag systemと呼ばれるものをマリオメーカーで真似でき, Cyclic tag system はチューリング完全であるので.

調べてみると吉田 雄紀(カラクリ株式会社)さんが示したらしい. この方は数学オリンピック・情報オリンピックとか出てたらしい.

よってプログラミングで作れるものは原理的にはマリオメーカーで作れる.



# BABA IS YOU はチューリング完全

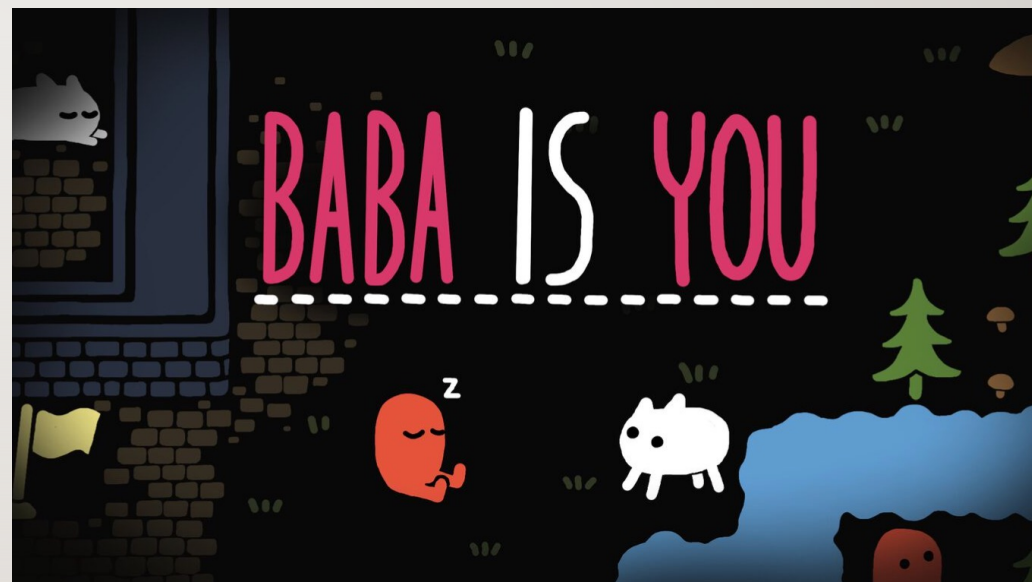
---

前回やったBABA IS YOUはチューリング完全.

[証明]

コンウェイのgame of lifeはチューリング完全であり,  
BABA IS YOUでgame of lifeを真似できるから.

よってプログラミングで作れるものは原理的には  
BABA IS YOUで作れる.





# マジック・ザ・ギャザリングはチューリング完全

これは論文が出ている.

A. Churchill, S. Biderman, A. Herrick “Magic: The Gathering is Turing Complete” arXiv:1904.09828v2

よってプログラミングで作れるものは原理的にはマジック・ザ・ギャザリングで作れる.





# パワーポイントはチューリング完全

---

これはYouTubeで講演内容が見れる.

**On The Turing Completeness of PowerPoint  
(SIGBOVIK)**

<https://www.youtube.com/watch?v=uNjxe8ShM-8>

よってプログラミングで作れるものは原理的にはパワーポイントで作れる.



# チューリング完全やばくない？

---

ただし、注意して欲しいのは”原理的には”なんでも作れる点. 実際どうやってマジック・ザ・ギャザリングでテトリス作れるかはわかっていない. (あくまで存在を言っているだけ.)

# 参考文献

---

- This 8-bit processor built in Minecraft can run its own games <https://www.pcworld.com/article/559794/8-bit-computer-processor-built-in-minecraft-can-run-its-own-games.html>
- CHUNGUS 2 - A very powerful 1Hz Minecraft CPU <https://www.youtube.com/watch?v=FDiapbD0Xfg>
- On the Turing Completeness of Super Mario Maker  
<https://www.youtube.com/watch?v=hd0EtsTUbmng>
- A. Churchill, S. Biderman, A. Herrick “Magic: The Gathering is Turing Complete” arXiv:1904.09828v2



