

---

# MENTAL POKER

---

YOSHIMURA Hikaru (吉村 優)

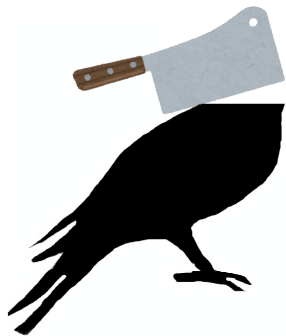
Recruit Markting Partners Co., Ltd.  
[yyu@mental.poker](mailto:yyu@mental.poker)

スタディサプリ ENGLISH ALL HANDS  
September 17, 2019  
([y-yu/mental-poker-slide-2019@313779a](https://www.mental.poker.com/y-yu/mental-poker-slide-2019@313779a))

# 目次

- ① 自己紹介
- ② オンラインポーカー
- ③ Mental Poker の準備
- ④ Mental Poker のプロトコル
- ⑤ まとめ

# 自己紹介



Twitter    @\_yyu\_  
Qiita       yyu  
GitHub     y-yu

# 自己紹介



- 筑波大学 情報科学類卒（学士）
- プログラム論理研究室
- $\text{\LaTeX}$  とか Scala とか暗号とか量子コンピューターとか

Twitter    @\_yyu\_  
Qiita       yyu  
GitHub    y-yu

# 自己紹介



Twitter    @\_yyu\_  
Qiita       yyu  
GitHub     y-yu

- 筑波大学 情報科学類卒（学士）
- プログラム論理研究室
- $\text{\LaTeX}$  とか Scala とか暗号とか量子コンピューターとか
- 今日の発表は 2014 年の大学内 LT の発表をリバイズしたもの

# オンラインポーカー

# オンラインポーカー

- インターネットを利用したオンラインポーカーはさかんに行なわれている

# オンラインポーカー

- インターネットを利用したオンラインポーカーはさかんに行なわれている
- 一方でオンラインポーカーには**サーバープログラム**という審判が存在する



# オンラインポーカー

- インターネットを利用したオンラインポーカーはさかんに行なわれている
- 一方でオンラインポーカーには**サーバープログラム**という審判が存在する
- このサーバーがカードをシャッフルしたり役の判定などをするため、サーバーが公平な前提でオンラインポーカーは公平となる

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか👹

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか🐱

- サーバーはその気になれば、意図した順番に山札を並べたり、あるユーザーの手札を他のユーザーへ教えたりできる

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか🐱

- サーバーはその気になれば、意図した順番に山札を並べたり、あるユーザーの手札を他のユーザーへ教えたりできる

サーバーなしでオンラインポーカーやるか！

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか🐱

- サーバーはその気になれば、意図した順番に山札を並べたり、あるユーザーの手札を他のユーザーへ教えたりできる

サーバーなしでオンラインポーカーやるか！

信頼できる第三者**なし**の公平なポーカー  
“Mental Poker”

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか🐱

- サーバーはその気になれば、意図した順番に山札を並べたり、あるユーザーの手札を他のユーザーへ教えたりできる

サーバーなしでオンラインポーカーやるか！

信頼できる第三者**なし**の公平なポーカー  
“Mental Poker”

- RSA 暗号の発明者であるシャミア・リベスト・エーデルマンによって 1979 年に発表された

# オンラインポーカーへの疑惑

このサーバーは本当に公平なのか🐱

- サーバーはその気になれば、意図した順番に山札を並べたり、あるユーザーの手札を他のユーザーへ教えたりできる

サーバーなしでオンラインポーカーやるか！

信頼できる第三者**なし**の公平なポーカー  
“Mental Poker”

- RSA 暗号の発明者であるシャミア・リベスト・エーデルマンによって 1979 年に発表された

今日はコンピューターを使わずに**物理的な方法**で解説

# 登場人物

アリス (Alice)



ボブ (Bob)



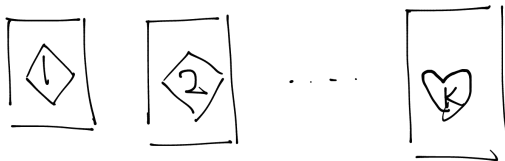
- 図ではアリスを“A”とし、またボブを“B”とする



# 用意するもの

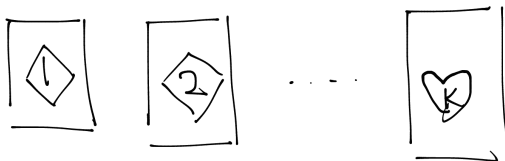
# 用意するもの

- トランプの**カード** 52 枚

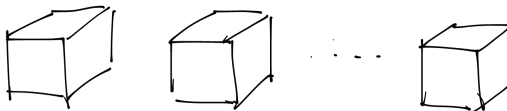


# 用意するもの

- トランプの**カード** 52 枚

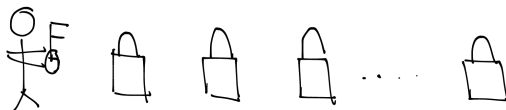


- 外側からは区別できない**箱**を 52 個

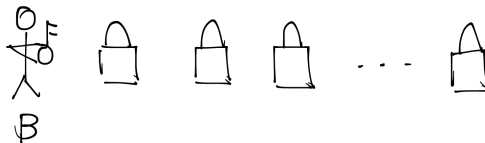


# 用意するもの

- アリスとボブ (Bob) それぞれのプレイヤーについて**南京錠**を52個ずつ



A

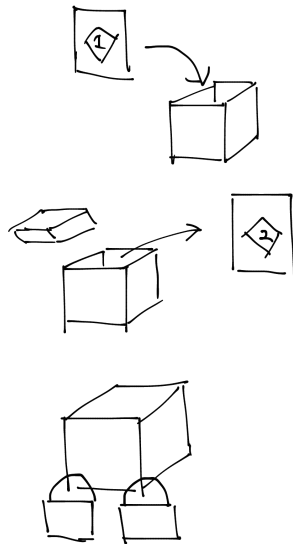


- この南京錠は全て、アリス・ボブがそれぞれに持つ1つの鍵で開錠できる

# アリス・ボブのできること

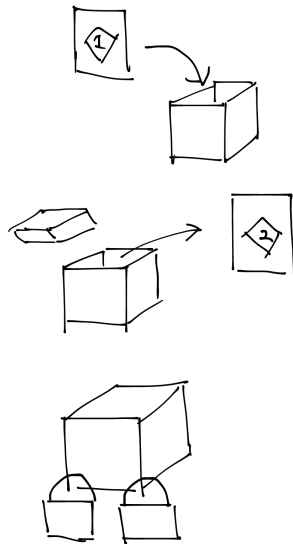
# アリス・ボブのできること

- 任意のカードをちょうど1枚だけ箱に入れる



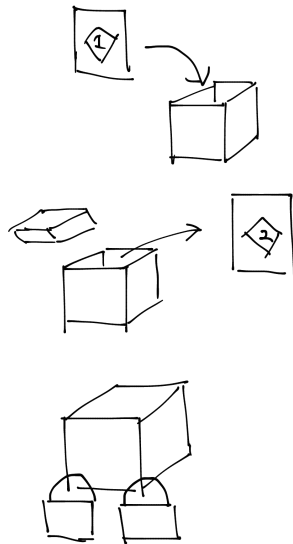
# アリス・ボブのできること

- 任意のカードをちょうど1枚だけ箱に入れる
- ちょうど1枚のカードを箱から取り出す



# アリス・ボブのできること

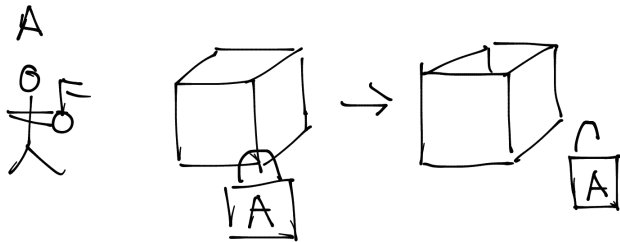
- 任意のカードをちょうど1枚だけ箱に入れる
- ちょうど1枚のカードを箱から取り出す
- 箱に南京錠をかける
  - 南京錠は箱に任意の数つけることができる





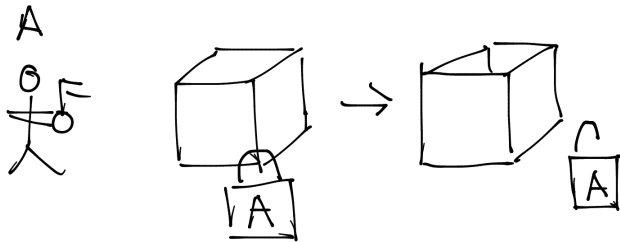
# アリス・ボブのできること

- 彼らの鍵を使って南京錠を取り外す



# アリス・ボブのできること

- 彼らの鍵を使って南京錠を取り外す



- 南京錠が箱に複数ついている場合、どのような順番で開錠しても箱の中身は変化しない

# アリス・ボブのできないこと

# アリス・ボブのできないこと

- **あいていない箱**の中のカードを知る
  - 箱の中にあるカードの情報を知るには、まず箱をあける必要がある

# アリス・ボブのできないこと

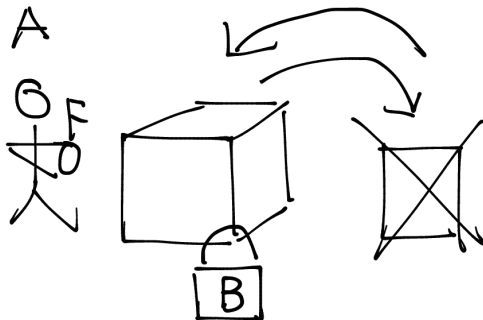
- **あいていない箱**の中のカードを知る
  - 箱の中にあるカードの情報を知るには、まず箱をあける必要がある
- あいていない箱にカードを入れる

# アリス・ボブのできないこと

- **あいていない箱**の中のカードを知る
  - 箱の中にあるカードの情報を知るには、まず箱をあける必要がある
- あいていない箱にカードを入れる
- あいていない箱からカードを取り出す

# アリス・ボブのできないこと

- **あいていない箱**の中のカードを知る
  - 箱の中にあるカードの情報を知るには、まず箱をあける必要がある
- あいていない箱にカードを入れる
- あいていない箱からカードを取り出す
- **他者の南京錠が1つでもかかった箱**を開錠し、箱をあける



# Mental Poker プロトコル

—山札づくり\*—

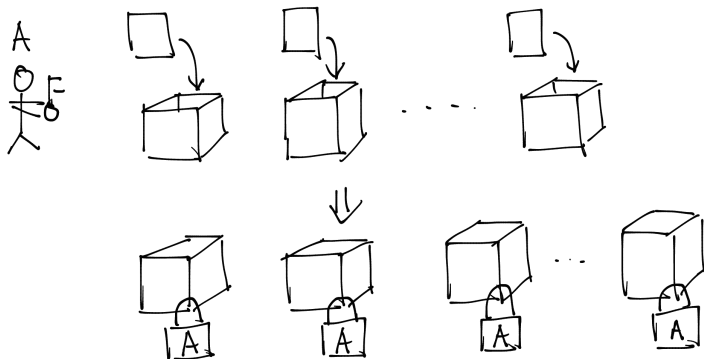
---

\*実はここから紹介するプロトコルは説明を簡単にするため僕が加えた変更により、アリスはチートができる。2014 年の僕は気がつかなかったが、この発表を見ている人たちは気がつくだろうか？



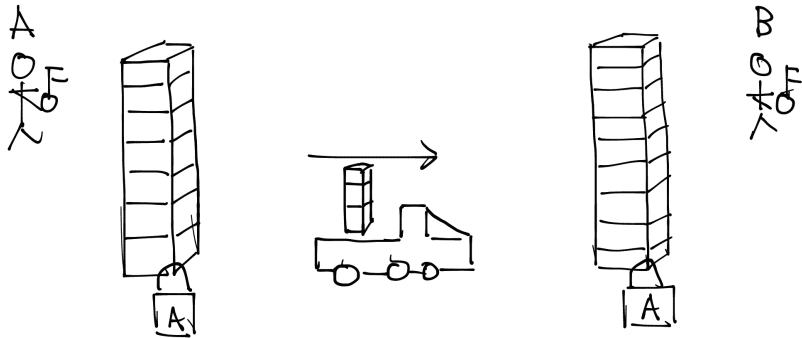
# 1. アリスのターン

- アリスは全ての箱に1枚ずつカードを入れ、全てにアリスの南京錠をかける



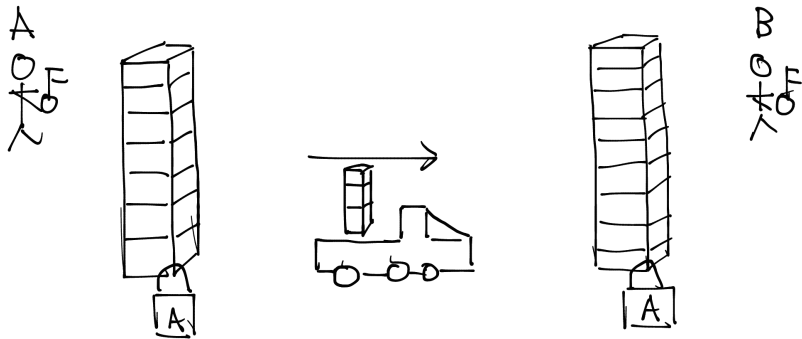
## 2. アリスのターン

- アリスは全ての箱をボブへ送信する



## 2. アリスのターン

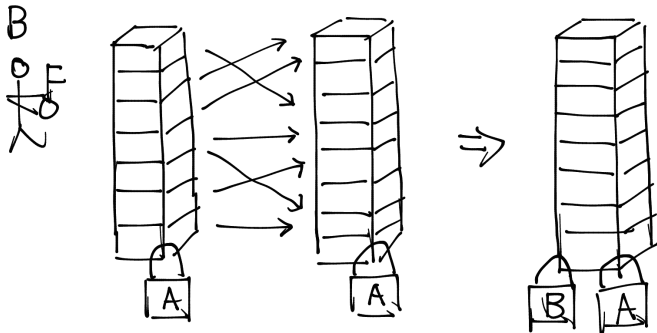
- アリスは全ての箱をボブへ送信する



- このとき、アリスは自分で箱の中にカードを入れたので、カードと箱の順の対応を記録しておくことができる😈

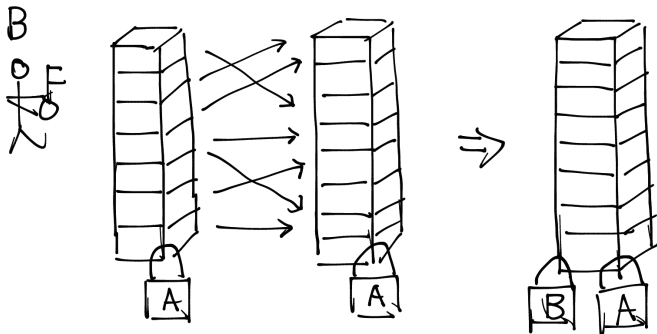
### 3. ボブのターン

- ボブは受け取った山札をシャッフルし、ボブの南京錠をかける



### 3. ボブのターン

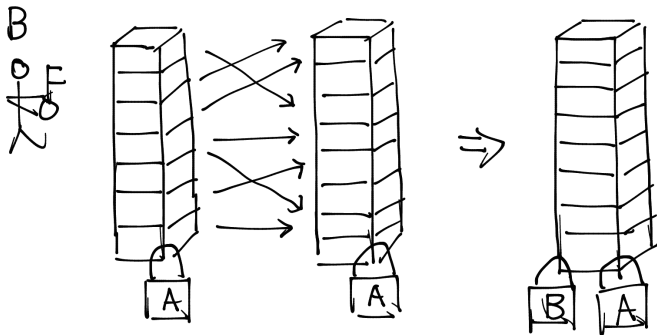
- ボブは受け取った山札をシャッフルし、ボブの南京錠をかける



- ボブはアリスがどのように箱を並べたのか知らないため、箱の中にあるカードについて情報を得ることができない

### 3. ボブのターン

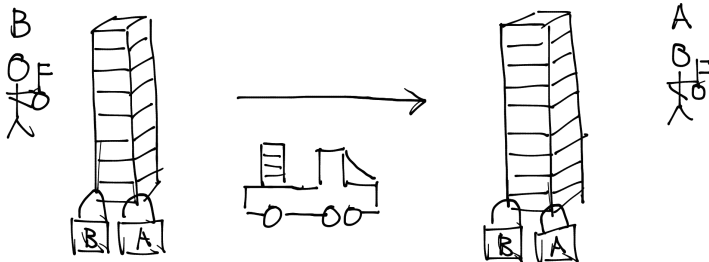
- ボブは受け取った山札をシャッフルし、ボブの南京錠をかける



- ボブはアリスがどのように箱を並べたのか知らないため、箱の中にあるカードについて情報を得ることができない
- またアリスは箱の順番を記録したかもしれないが、ボブによってシャッフルされたため分らなくなる 😊

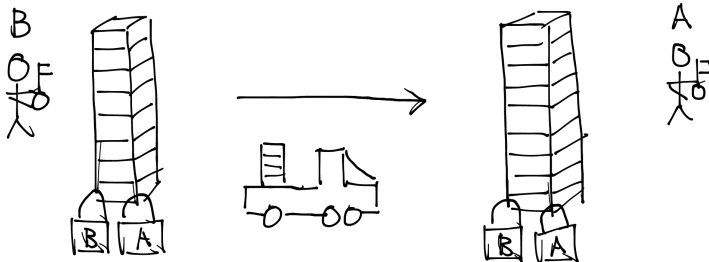
## 4. ボブのターン

- ボブは全ての箱をアリスへ送信する



## 4. ボブのターン

- ボブは全ての箱をアリスへ送信する



- これで山札が完成🎉



# Mental Poker プロトコル

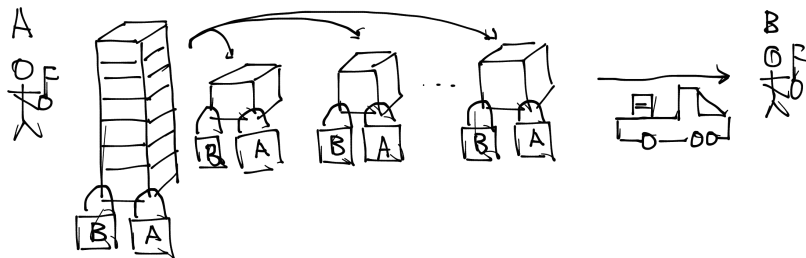
—初期手札のドロー†—

---

†この頃の僕はポーカーのルールである「テキサスホールデム」を理解していなかったなので、手札を 5 枚ドローする

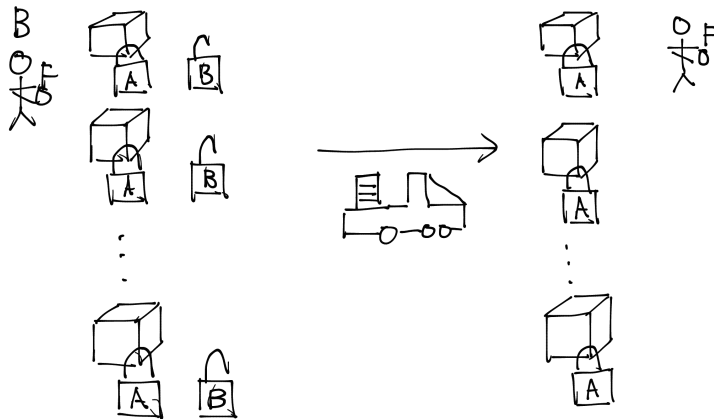
## 5. アリスのターン

- アリスは全ての箱の中から5個を選び、それをボブへ送信する



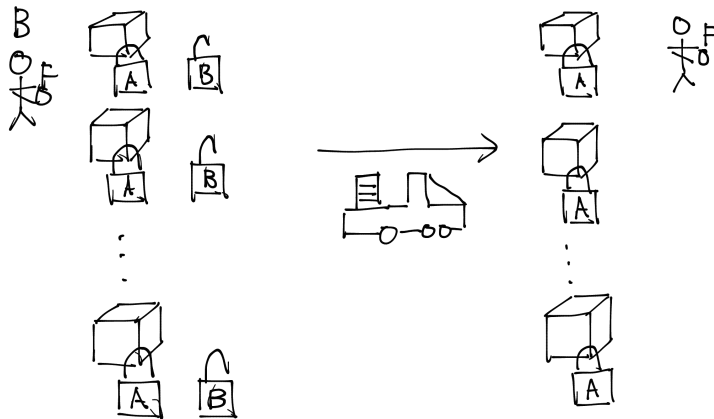
## 6. ボブのターン

- ボブは受け取った5個の箱から、自分の南京錠をはずし箱をアリスへ送信する



## 6. ボブのターン

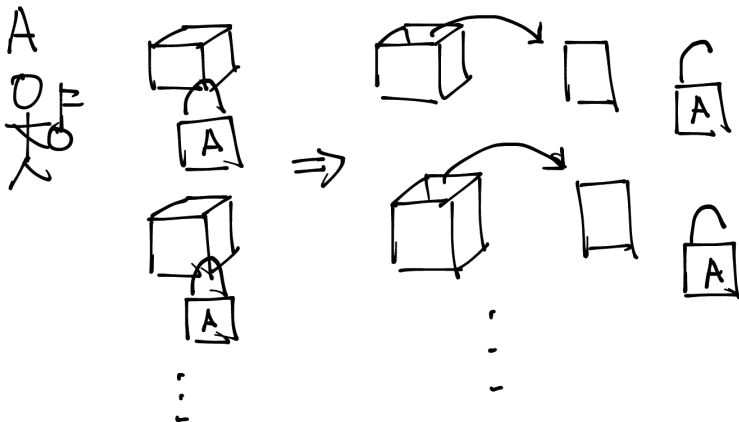
- ボブは受け取った5個の箱から、自分の南京錠をはずし箱をアリスへ送信する



- このとき箱にはアリスの南京錠がまだ残っているため、ボブはこの5個の箱からカードを取り出すことができない

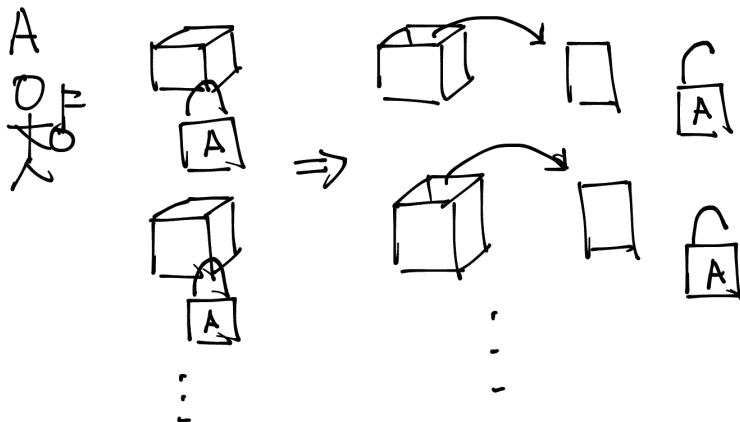
## 7. アリスのターン

- アリスは受け取った5個の箱から、自分の南京錠をはずす



## 7. アリスのターン

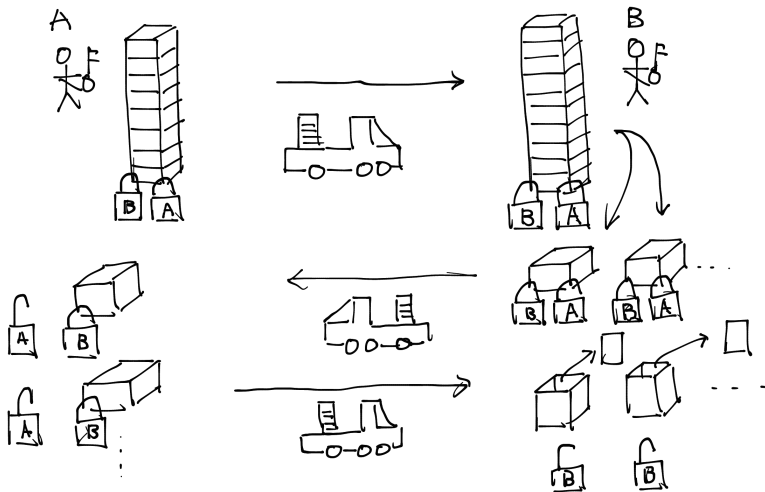
- アリスは受け取った5個の箱から、自分の南京錠をはずす



- 箱にはもう南京錠がないため、5枚のカードを得る

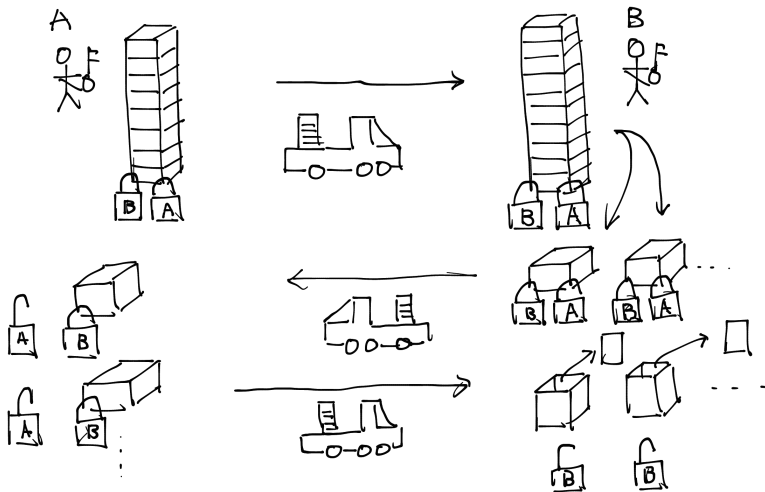
## 8. ボブのターン

- 同様の手順で、ボブも 5 枚のカードを得る



## 8. ボブのターン

- 同様の手順で、ボブも 5 枚のカードを得る



- これで手札が完成 🎉



## 9. アリス・ボブのターン

- 後は普通にポーカーゲームをする
  - カードを新たに山札からドロースるときは、先程のプロトコルを行う
  - カードをプレイヤー全員に公開するときは、単にカードを場に出せばよい

## 9. アリス・ボブのターン

- 後は普通にポーカーゲームをする
  - カードを新たに山札からドロースるときは、先程のプロトコルを行う
  - カードをプレイヤー全員に公開するときは、単にカードを場に出せばよい
- 誰かがコールするか1人を除いて全員がフォールドするなどしてゲームが終了したとき、参加者は全ての南京錠を開錠してカードが失くなったり、重複したりしていないかを確認する

## 9. アリス・ボブのターン

- 後は普通にポーカーゲームをする
  - カードを新たに山札からドロースるときは、先程のプロトコルを行う
  - カードをプレイヤー全員に公開するときは、単にカードを場に出せばよい
- 誰かがコールするか1人を除いて全員がフォールドするなどしてゲームが終了したとき、参加者は全ての南京錠を開錠してカードが失くなったり、重複したりしていないかを確認する
  - もし重複や紛失があった場合は不正とみなしゲームを無効とする

## 9. アリス・ボブのターン

- 後は普通にポーカーゲームをする
  - カードを新たに山札からドロースるときは、先程の Protokol を行う
  - カードをプレイヤー全員に公開するときは、単にカードを場に出せばよい
- 誰かがコールするか1人を除いて全員がフォールドするなどしてゲームが終了したとき、参加者は全ての南京錠を開錠してカードが失くなったり、重複したりしていないかを確認する
  - もし重複や紛失があった場合は不正とみなしゲームを無効とする
- 次のゲームに進むときは、また山札作り Protokol からやりなおす

# まとめ

# まとめ

- このように公平な第三者なしでもポーカーができる

# まとめ

- このように公平な第三者なしでもポーカーができる
- シャッフル・ドローができれば実は多くのゲームを模倣できる
  - たとえばサイコロは1から6までの数字のカードをシャッフルして1枚ドローする操作としてエンコードできる

# まとめ

- このように公平な第三者なしでもポーカーができる
- シャッフル・ドローができれば実は多くのゲームを模倣できる
  - たとえばサイコロは1から6までの数字のカードをシャッフルして1枚ドローする操作としてエンコードできる
- 山札を最後に全て開錠しなくても不正が行われていないことを**ゼロ知識証明**で検証できる [1]
  - ゼロ知識証明は、たとえばいま数独パズルがあるとき、数独パズルの答えを誰かに教えることなく、自分が答えを知っていると証明する方法



# まとめ

- このように公平な第三者なしでもポーカーができる
- シャッフル・ドローができれば実は多くのゲームを模倣できる
  - たとえばサイコロは1から6までの数字のカードをシャッフルして1枚ドローする操作としてエンコードできる
- 山札を最後に全て開錠しなくても不正が行われていないことを**ゼロ知識証明**で検証できる [1]
  - ゼロ知識証明は、たとえばいま数独パズルがあるとき、数独パズルの答えを誰かに教えることなく、自分が答えを知っていると証明する方法
- 他にも**暗号通貨**と組み合わせる研究 [2] がある

# まとめ

- このように公平な第三者なしでもポーカーができる
- シャッフル・ドロースができれば実は多くのゲームを模倣できる
  - たとえばサイコロは1から6までの数字のカードをシャッフルして1枚ドロースする操作としてエンコードできる
- 山札を最後に全て開錠しなくても不正が行われていないことを**ゼロ知識証明**で検証できる [1]
  - ゼロ知識証明は、たとえばいま数独パズルがあるとき、数独パズルの答えを誰かに教えることなく、自分が答えを知っていると証明する方法
- 他にも**暗号通貨**と組み合わせる研究 [2] がある
- Mental Poker を拡張してさらに色々な操作ができるようにした**秘密計算**は、機械学習と組み合わせたりする応用 [3] がある

# 参考文献

- [1] CastellÀ Roca, Jordi and Domingo-Ferrer, Josep, dir. and SebÀ© Feixas, Francesc, dir.  
*Contributions to mental poker.*  
PhD thesis, Universitat AutÀ²noma de Barcelona, Bellaterra, 2006.  
Consultable des del TDX.
- [2] Kumaresan, Ranjit and Moran, Tal and Bentov, Iddo.  
How to Use Bitcoin to Play Decentralized Poker.  
*In Proceedings of the 22Nd ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, CCS '15*, pp. 195–206, New York, NY, USA, 2015. ACM.
- [3] NTT.  
暗号化したままディープラーニングの標準的な学習処理ができる秘密計算技術, 2019.

Thank you for your attention!