

第12回 日本情報オリンピック春合宿 day4

Messenger

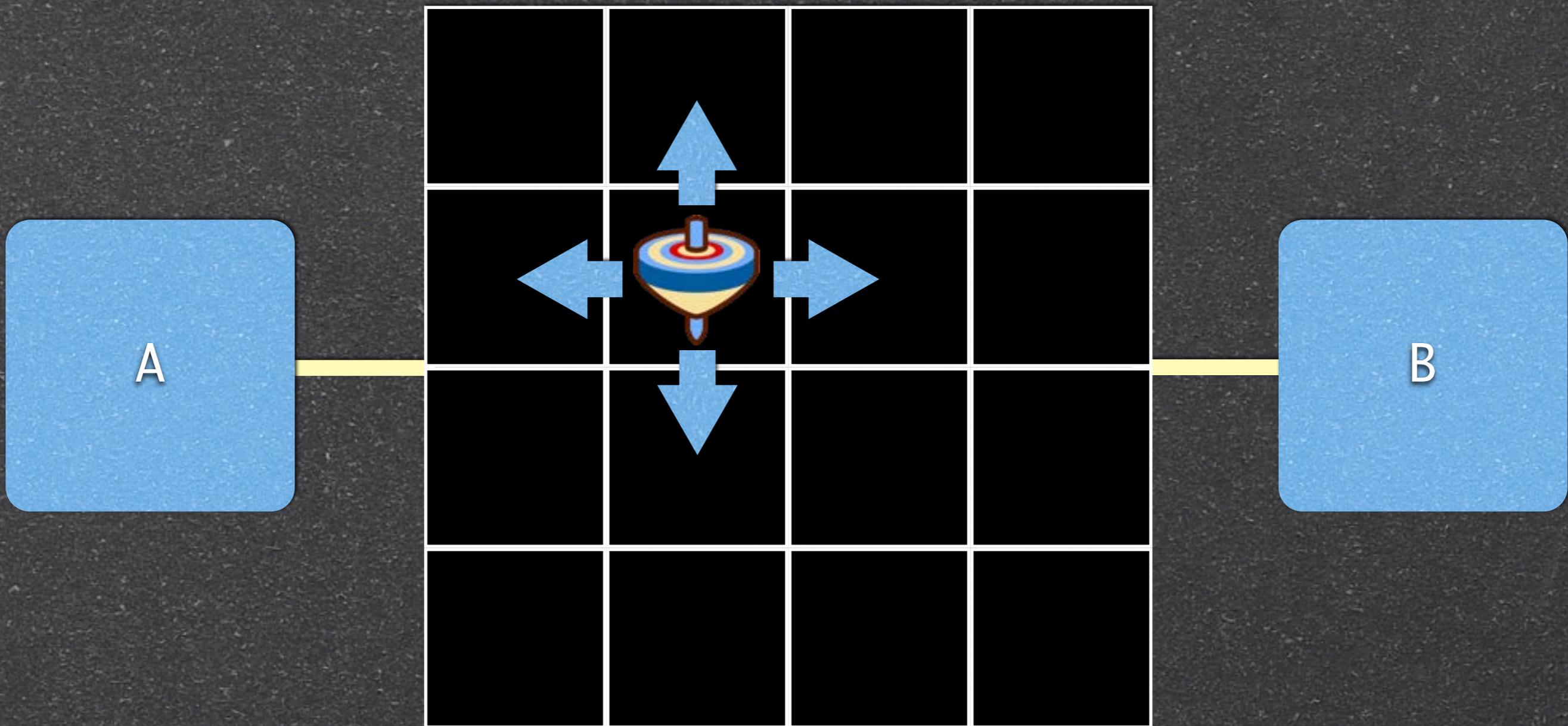
二階堂 建人

(@the_nikaidoes/snuke)

問題概要

- 📌 Aさんにある数 X が伝えられる。 ($1 \leq X \leq 10^9$)
- 📌 AさんとBさんは 4×4 のマス目と駒がある部屋にランダムな順番で呼び出される。
- 📌 駒を動かすことのみによってAさんはBさんに X の値を伝えたい。

K理事長の部屋



基本的な方針

- 📌 X の情報量は 1 度に伝えるには大きすぎる。
- 📌 X の情報を最小単位まで区切る。
- 📌 「情報を最小単位」 = 「yes/no」 = 1bit
- 📌 つまり、X を 2 進数にして 1 桁ずつ伝える。

基本的な方針

- 📌 1bitを伝えるにはどうすれば良いか？



- 📌 0,1に対応する操作を決めておき、Aがその操作を実行して、Bがその操作から1bitの情報を読み取る。

subtask 1 (20pts)

- 📌 AさんとBさんがABABABABA...の順で交互に呼び出される。

subtask 1 (20pts)

- 📌 0, 1に対応する操作の割り当ての例
- 📌 「0なら縦、1なら横に移動させる。」

K理事長の部屋

A
101

B
???

K理事長の部屋

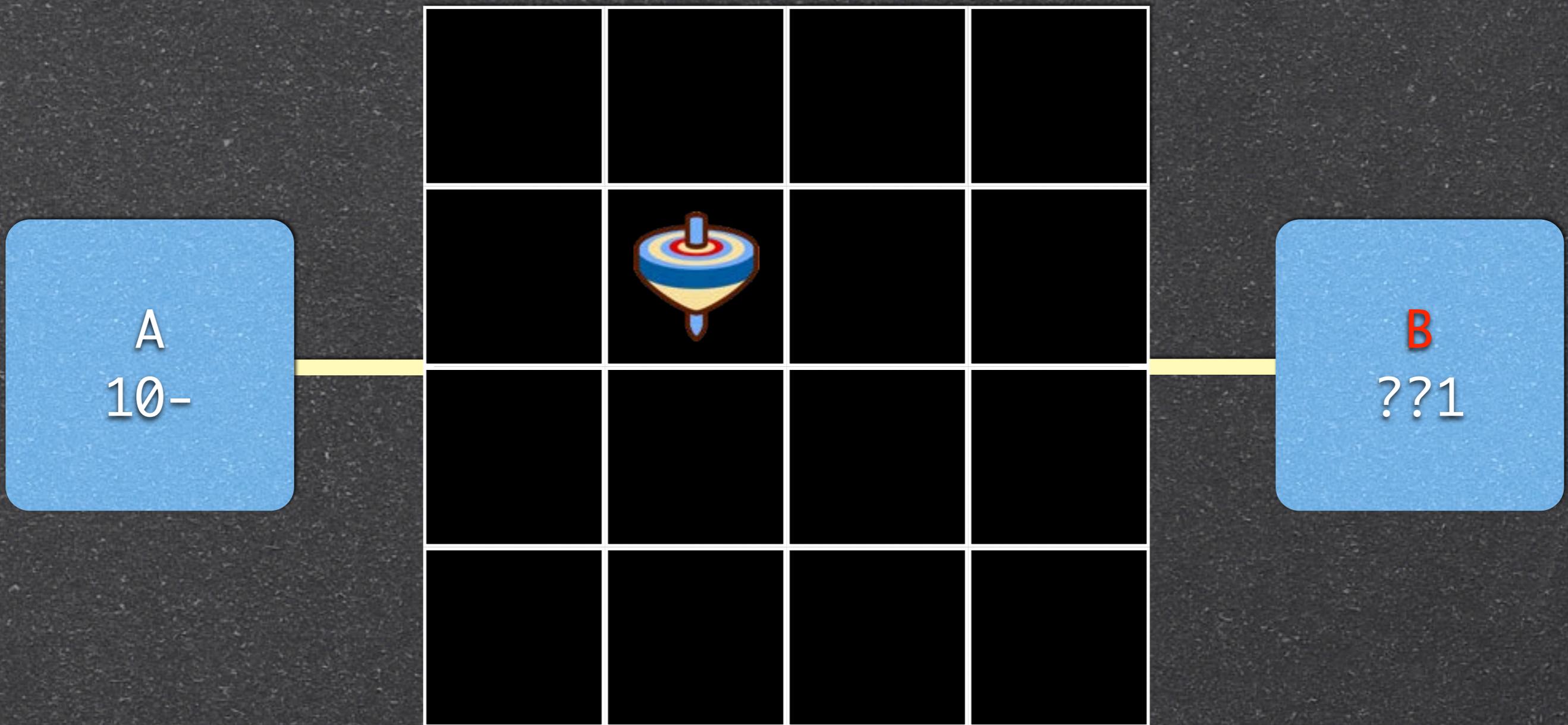


A
10-

B
???

Aが1を伝えるために、駒を横に動かした

K理事長の部屋



Bが1を読み取り、駒を適当に移動させた

K理事長の部屋

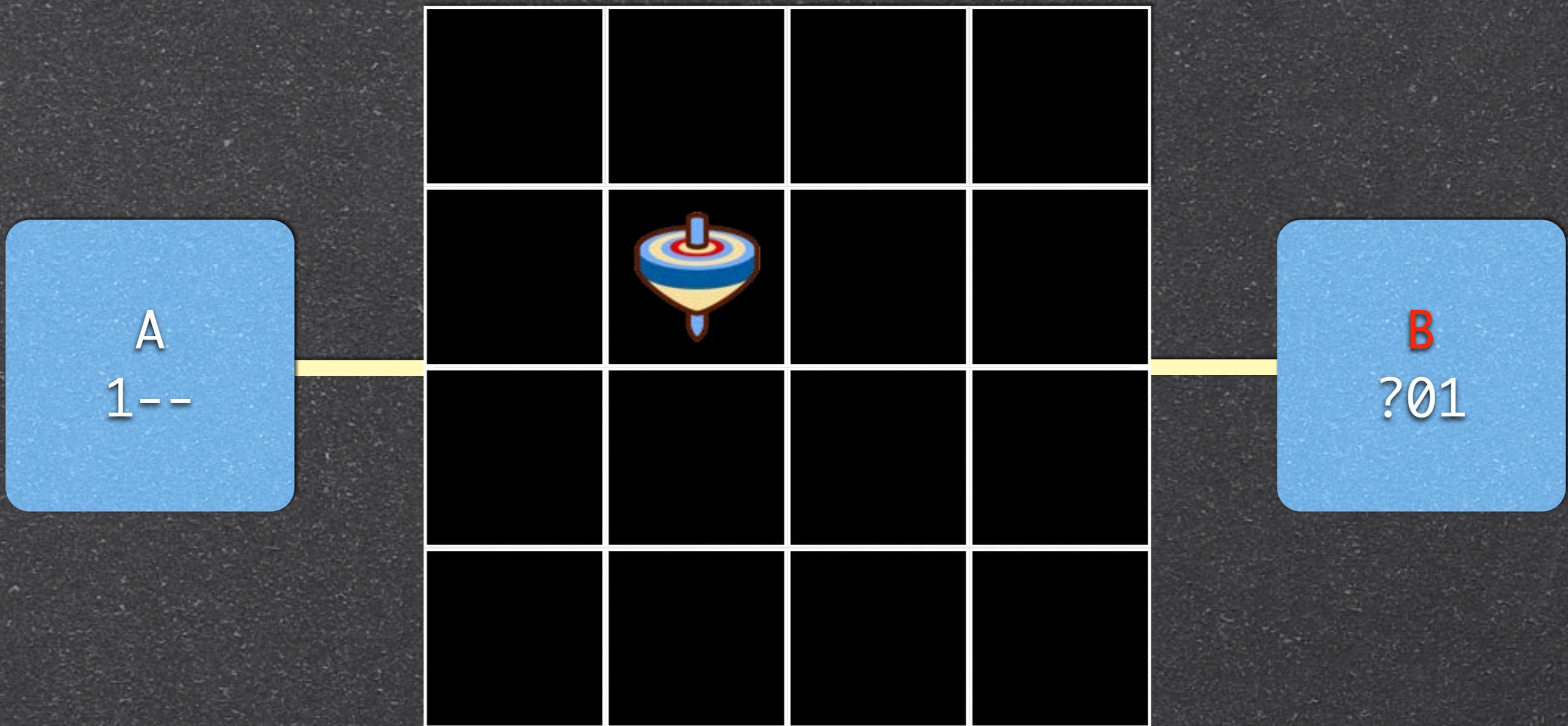


A
1--

B
??1

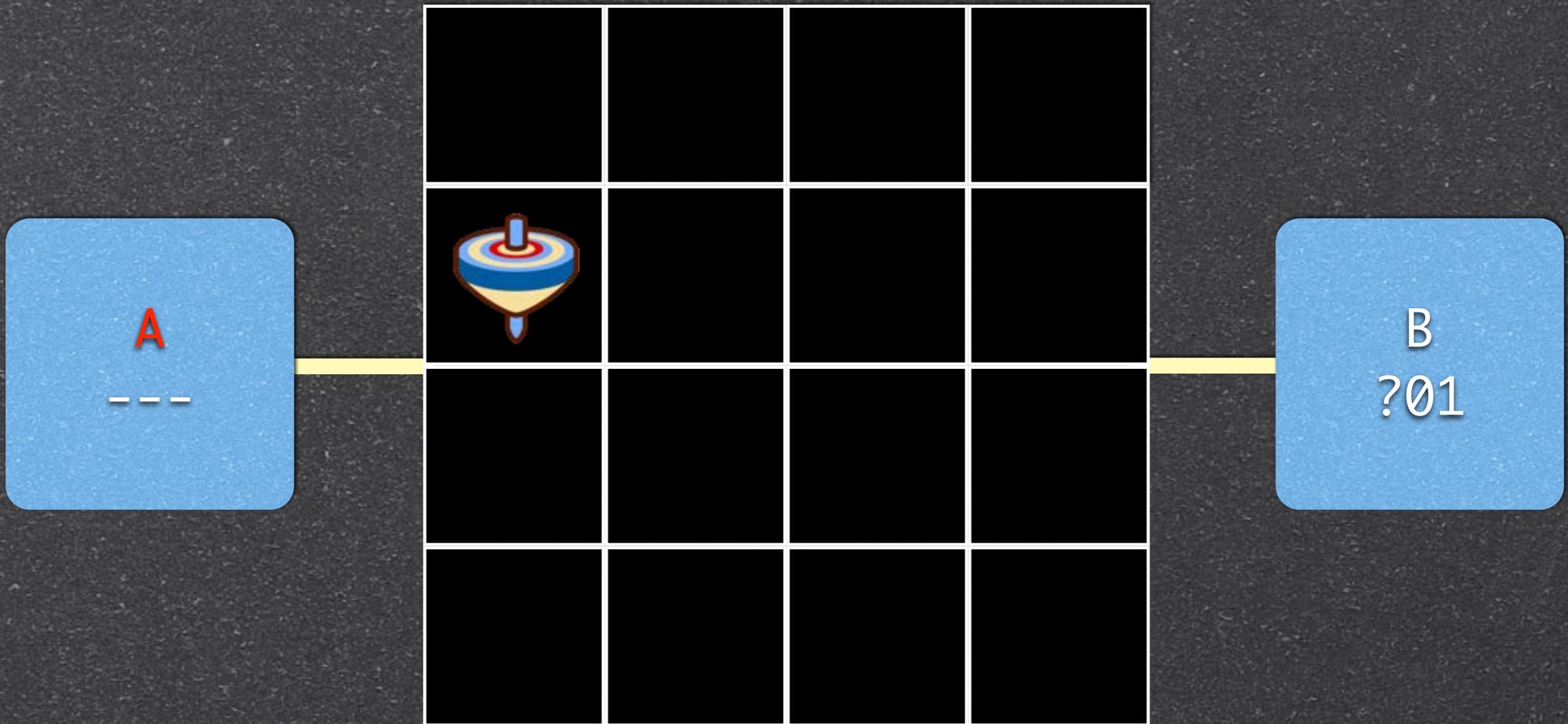
Aが0を伝えるために、駒を縦に動かした

K理事長の部屋



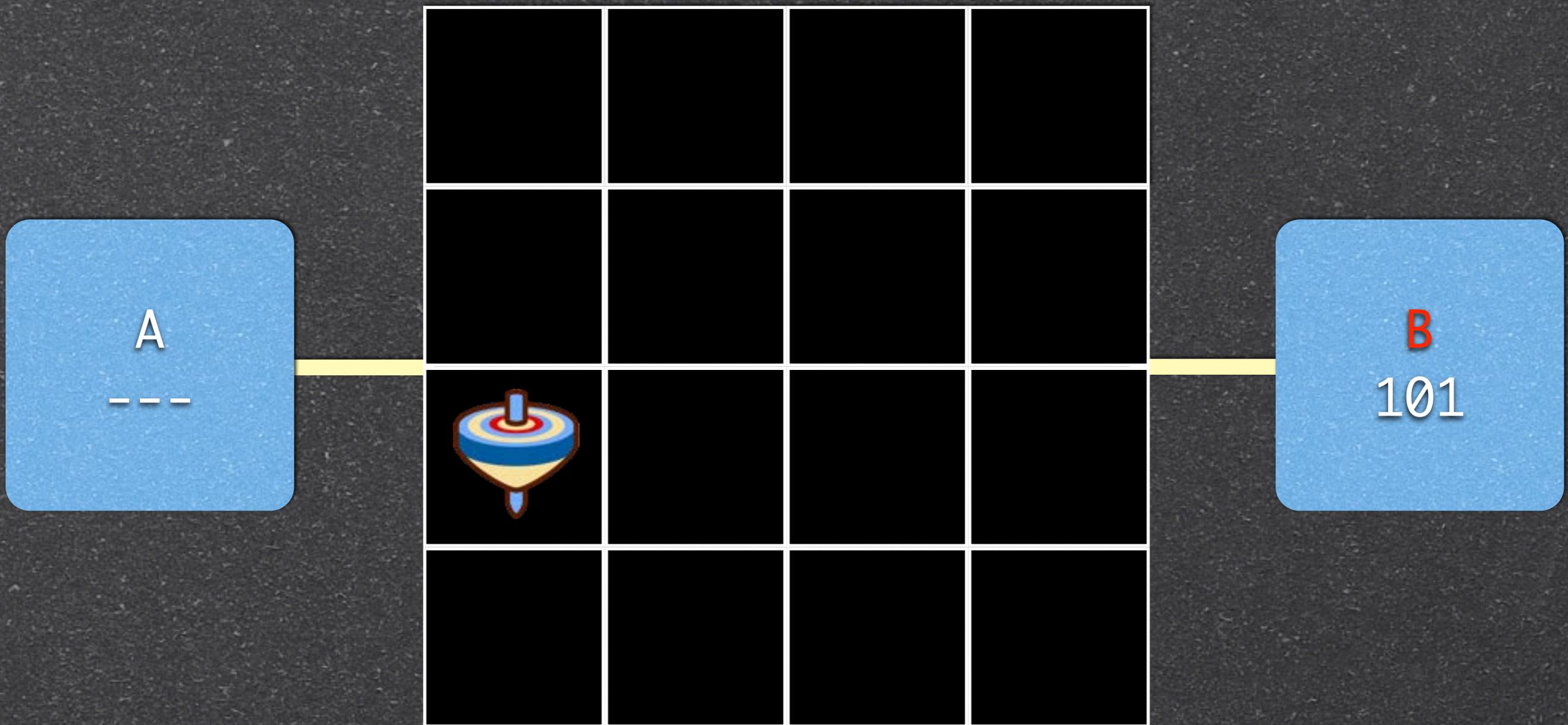
Bが0を読み取り、駒を適当に移動させた

K理事長の部屋



Aが1を伝えるために、駒を横に動かした

K理事長の部屋



Bが1を読み取り、駒を適当に移動させた

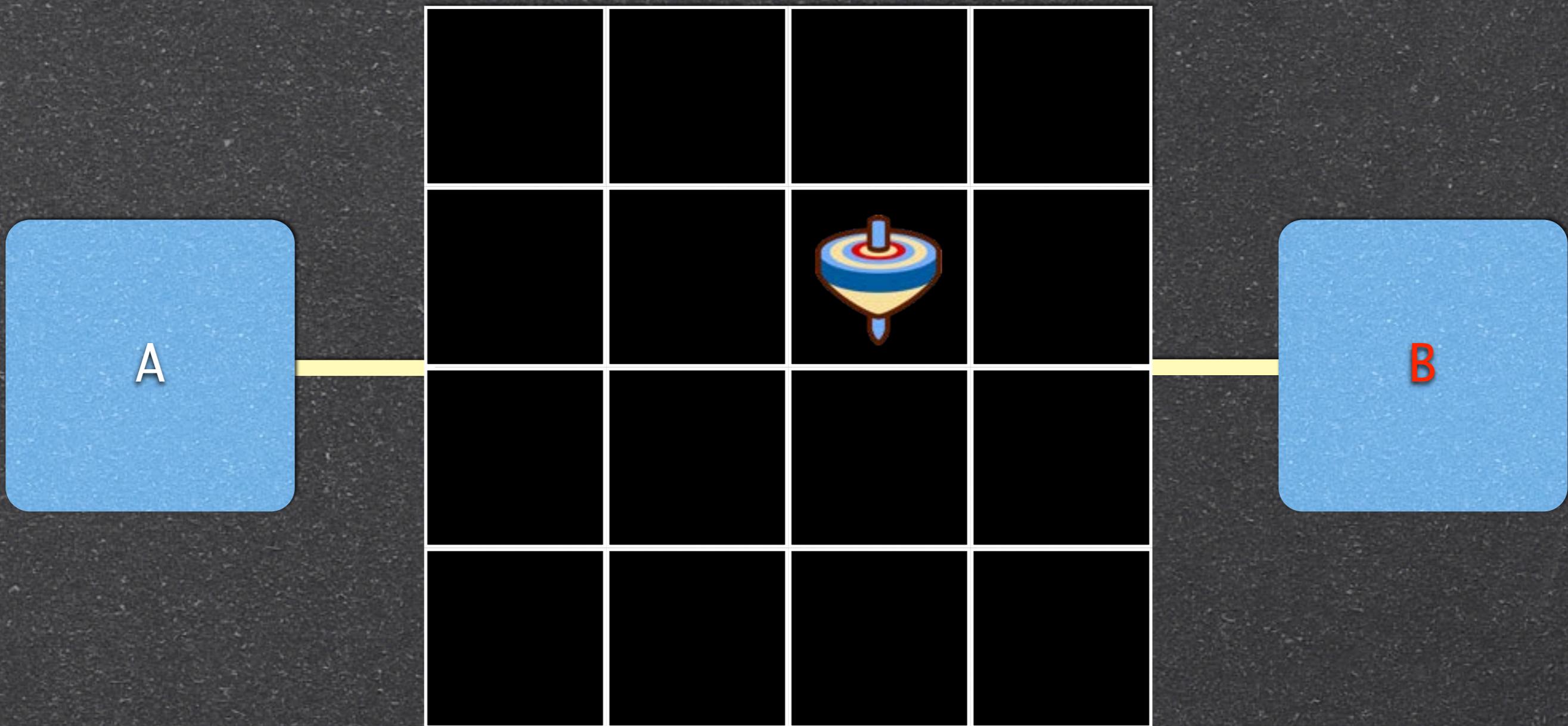
subtask 1 (20pts)

- $2^{29} \leq 10^9 \leq 2^{30}$ なので、30回のやり取りをすれば X の値を伝えることができる。
- Aが縦横どちらに動かしたのかは、Bが動かした後の駒の位置を記憶しておけば良い。
- ただし1ターン目は、Aがどう動かしたのかがBには分からないので、捨てる。

基本的な方針その2

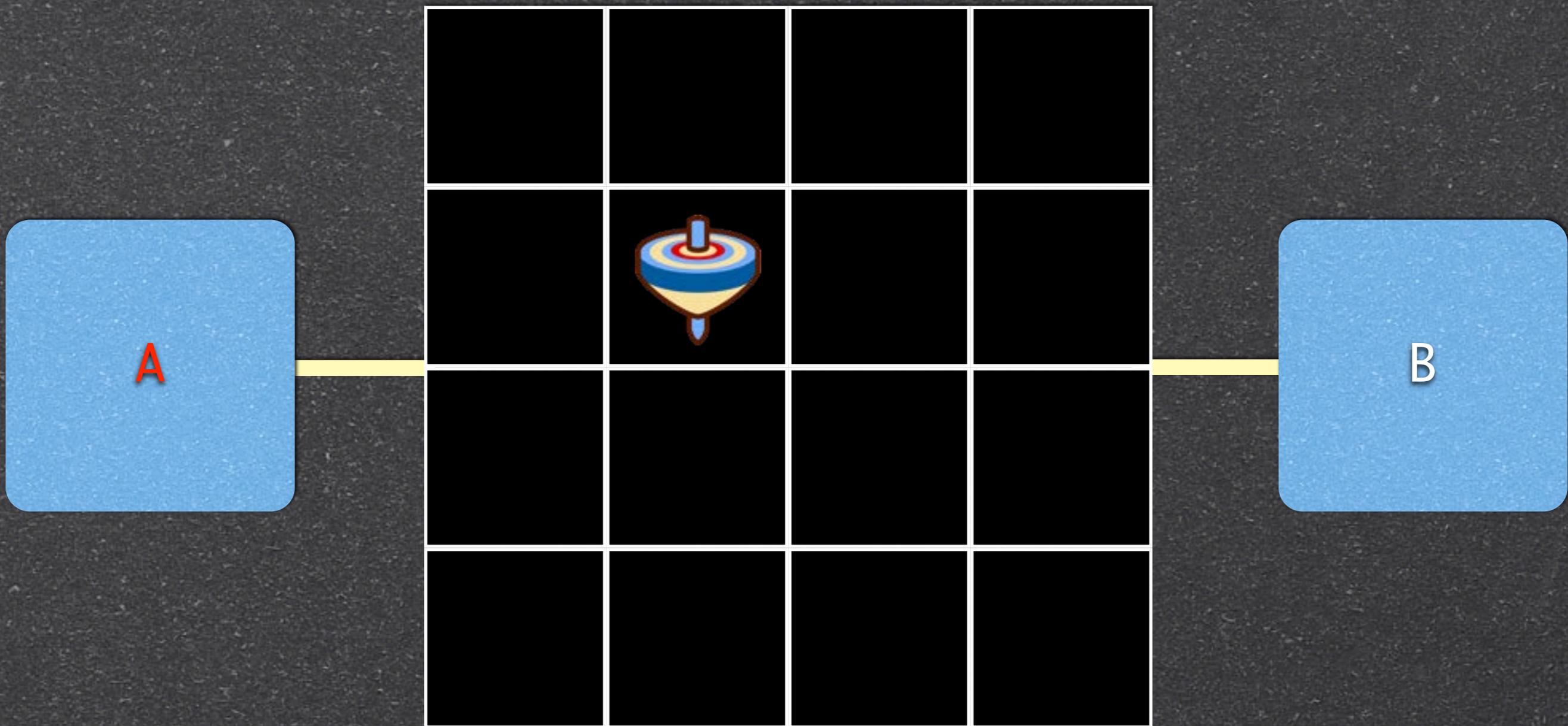
- 📌 これ以降のsubtaskでは、AとBが交互に呼び出されるとは限らない。
- 📌 AAABAABBBBBBABAAA...みたいなものもありうる
- 📌 「止まったまま」が可能なら同じなのだが...

K理事長の部屋



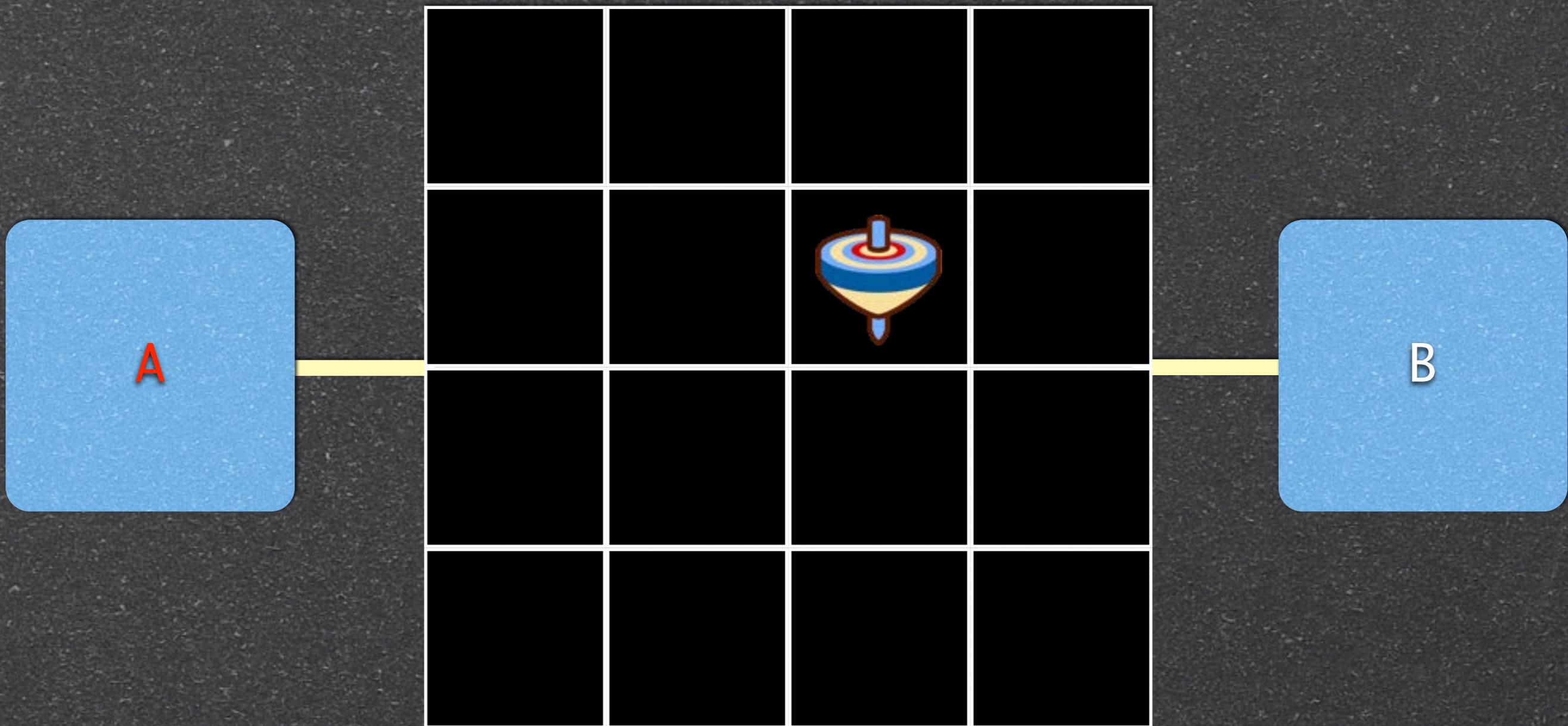
Bが駒を(2,3)に動かした

K理事長の部屋



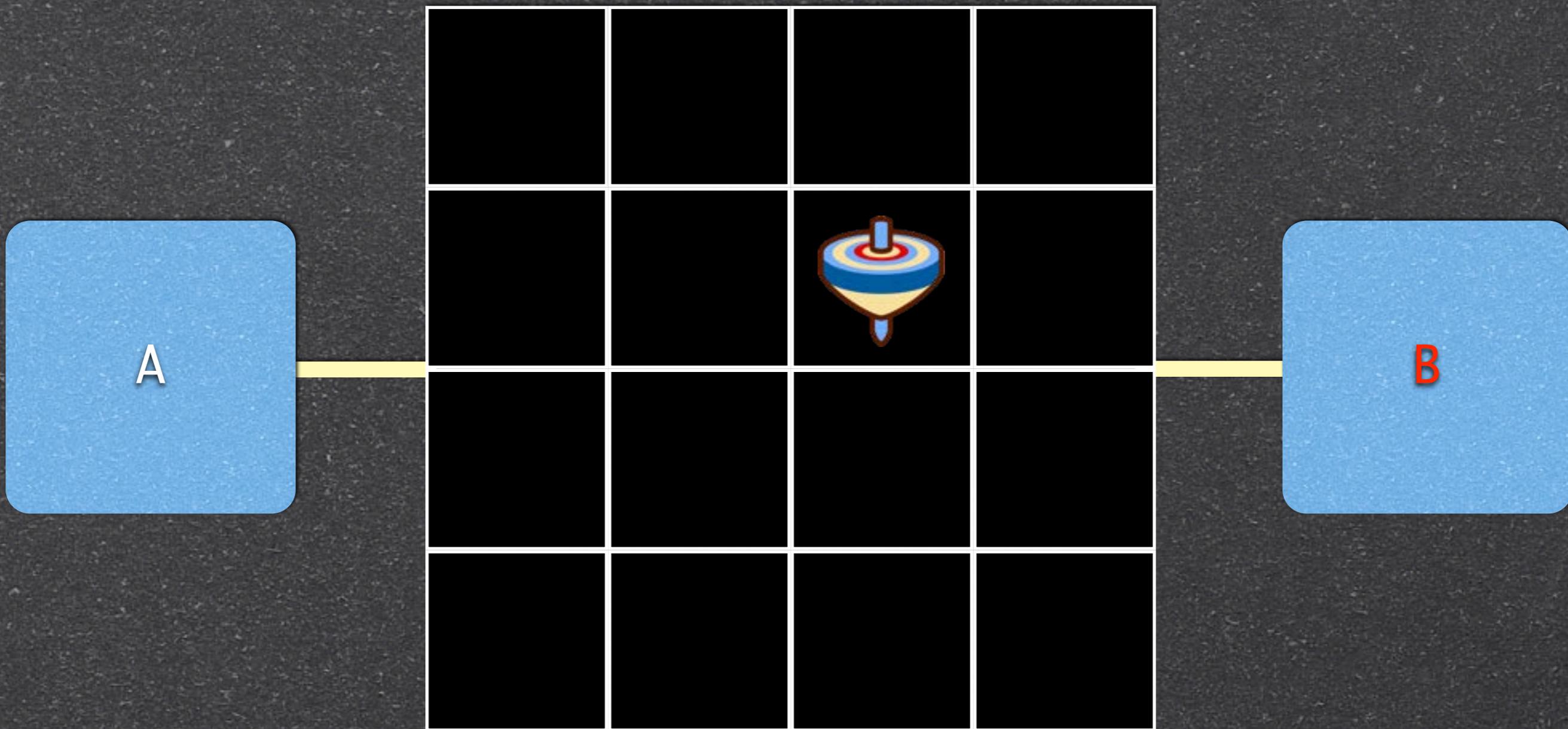
Aが駒を(2,2)に動かした

K理事長の部屋



Aが駒を(2,3)に動かした

K理事長の部屋



Bは駒が(2,3)にあることを知らされる

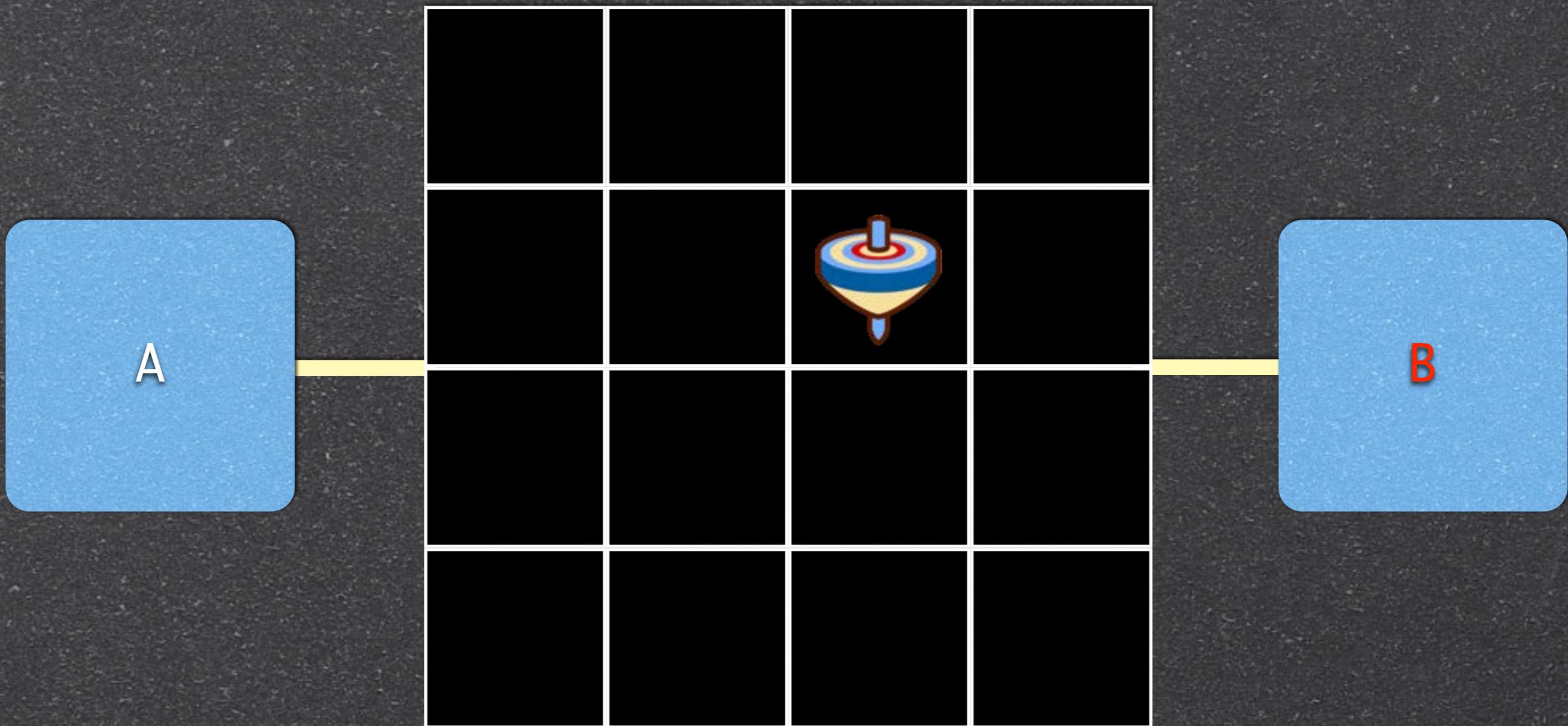
基本的な方針その2

- 📌 このような操作をしてしまった場合、BAABと呼び出された時と、BBと呼び出された時の区別がつかない。



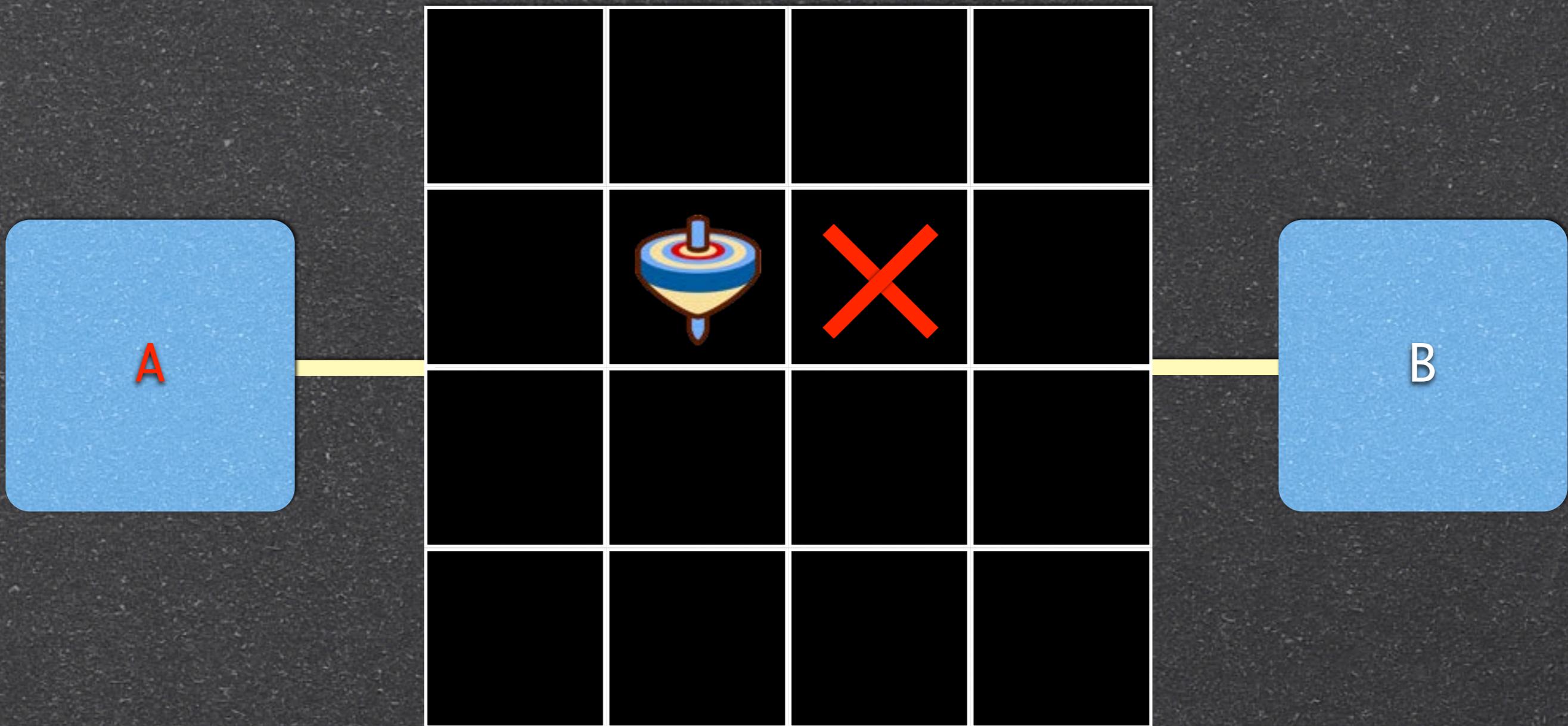
- 📌 相手が動かした場所に動かす操作をすると罠る。

K理事長の部屋



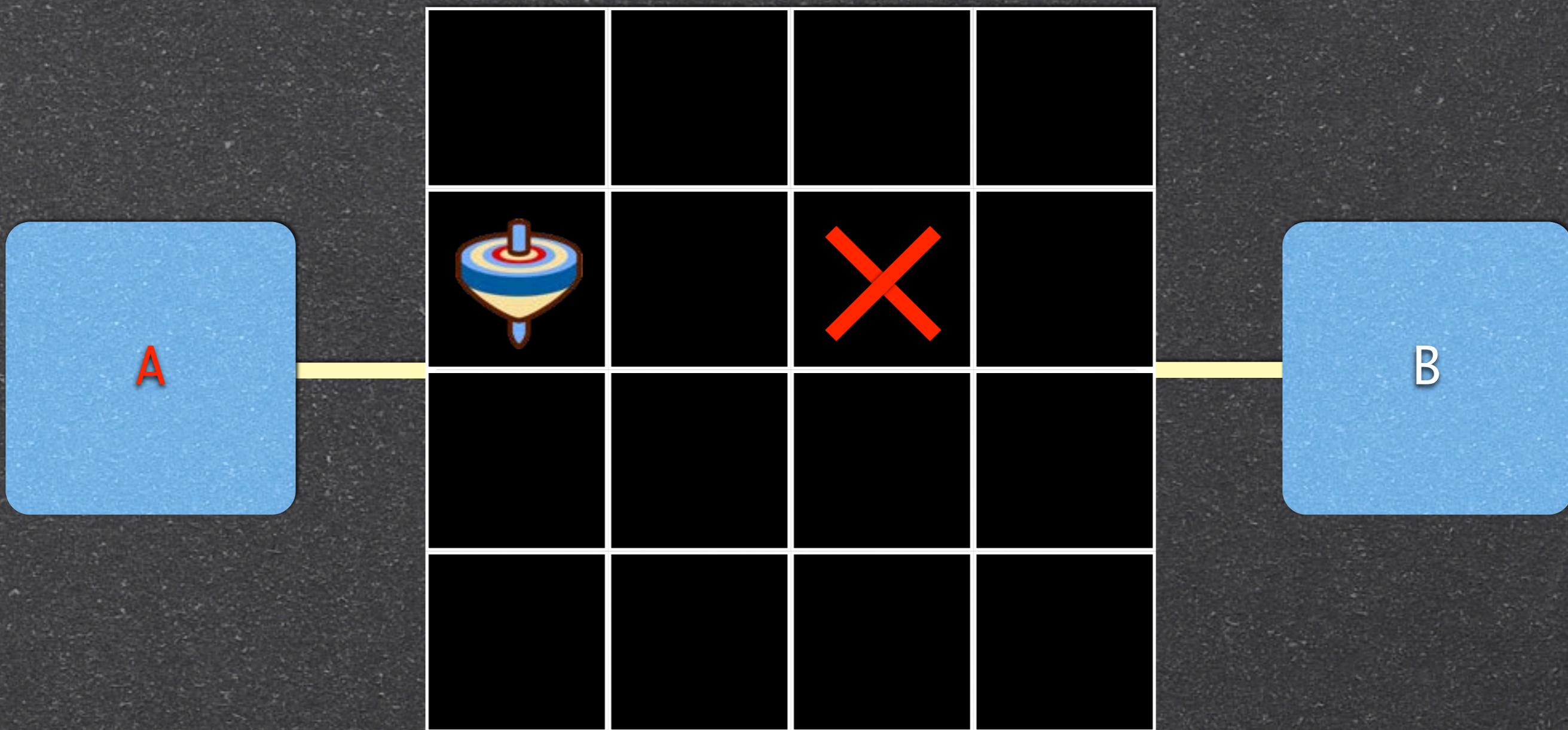
Bが駒を(2,3)に動かした

K理事長の部屋



Aが駒を(2,2)に動かした

K理事長の部屋



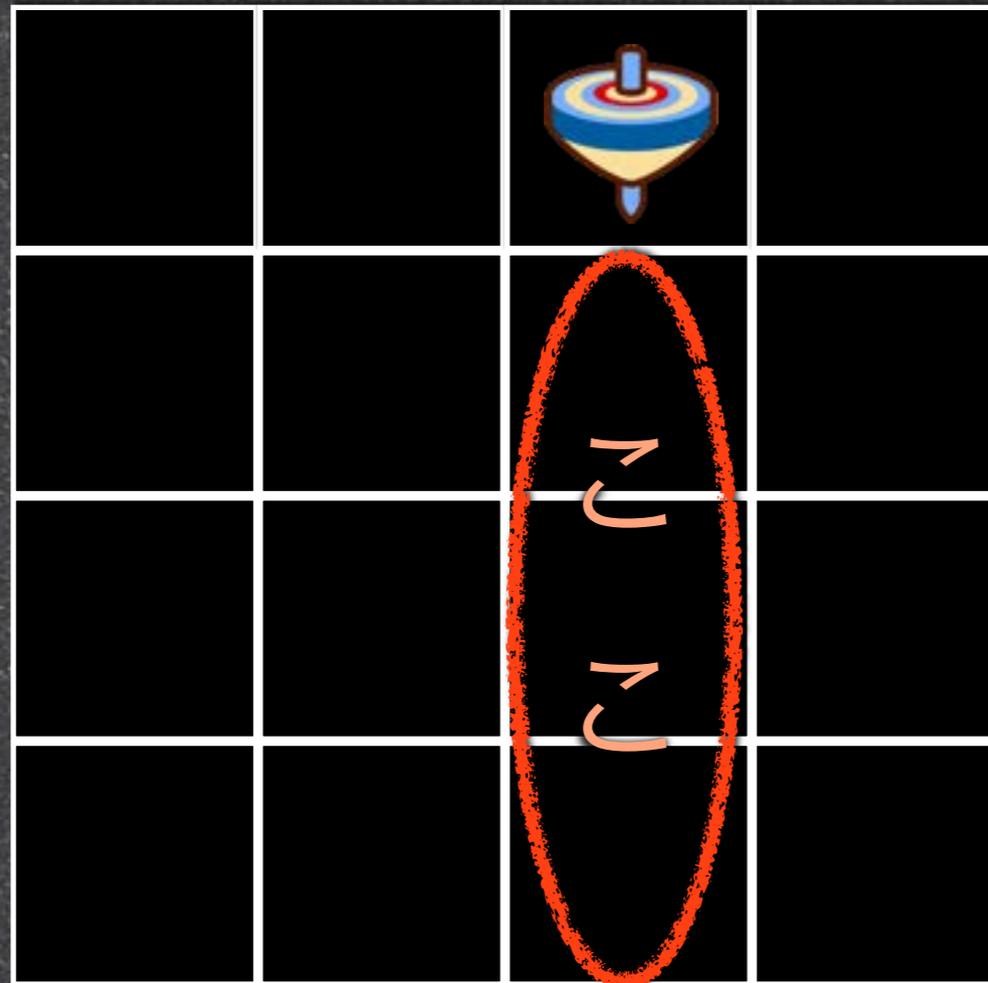
Aは(2, 3)以外に駒を動かす

基本的な方針その2

- 📌 連続で呼ばれると「0なら縦、1なら横に移動させる。」という方針に支障が出るか？
- 📌 → 実はそんなに出ない。

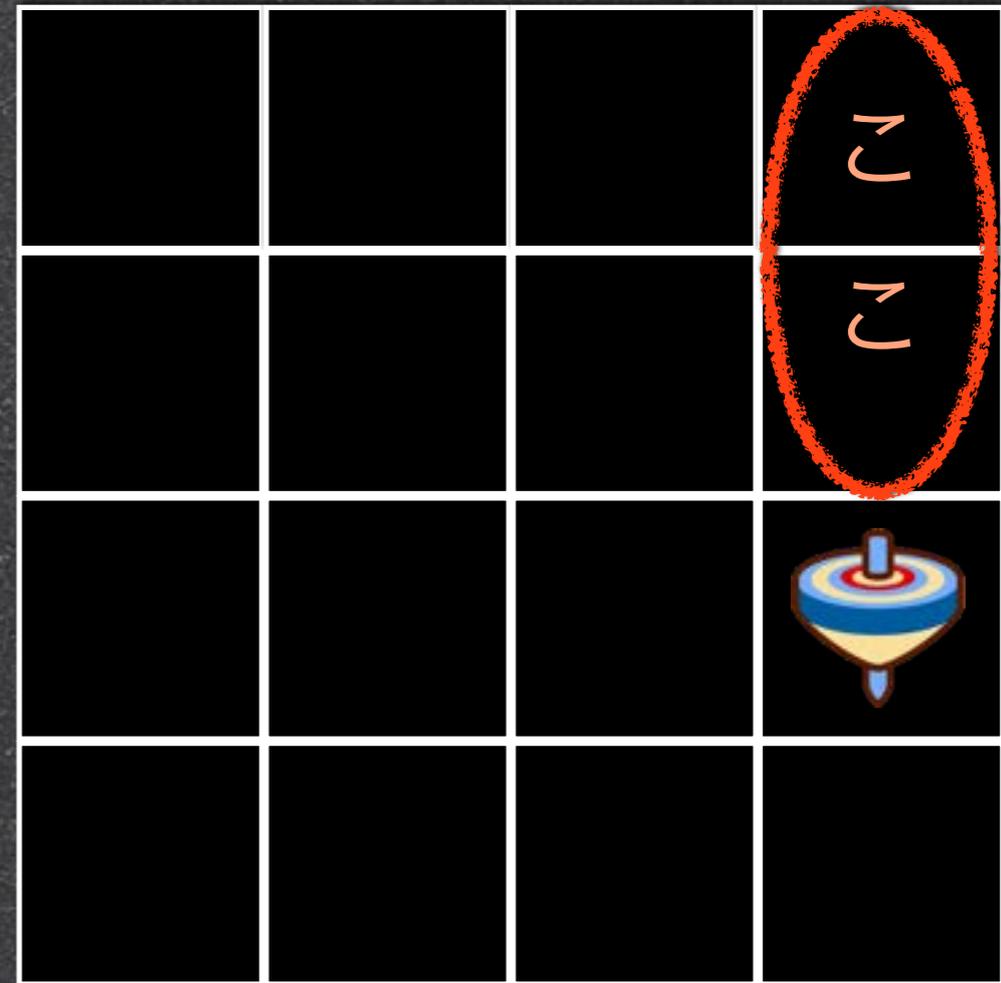
0(縦)を伝える場合の例

K理事長の部屋



駒が上端・下端にある場合

K理事長の部屋



駒が中央の段にある場合

「ここ」をうろうろしていればいい。

1(横)を伝える場合も同様

基本的な方針その3

- 📌 AさんとBさんのどちらが最初に呼び出されるかが分からない。
- 📌 subtask1では「1ターン目は捨てる」という戦略を取ることができたが、今度はうまくいかない。

基本的な方針その3

📌 ABABAB...

📌 BABABA...

📌 緑で示したところは値の伝達をしている部分になるはずだが、下のパターンだとBから始まっており、伝達がうまくいかない。

📌 どちらから始まったのかをうまく伝えたい。

subtask2 (20pts)

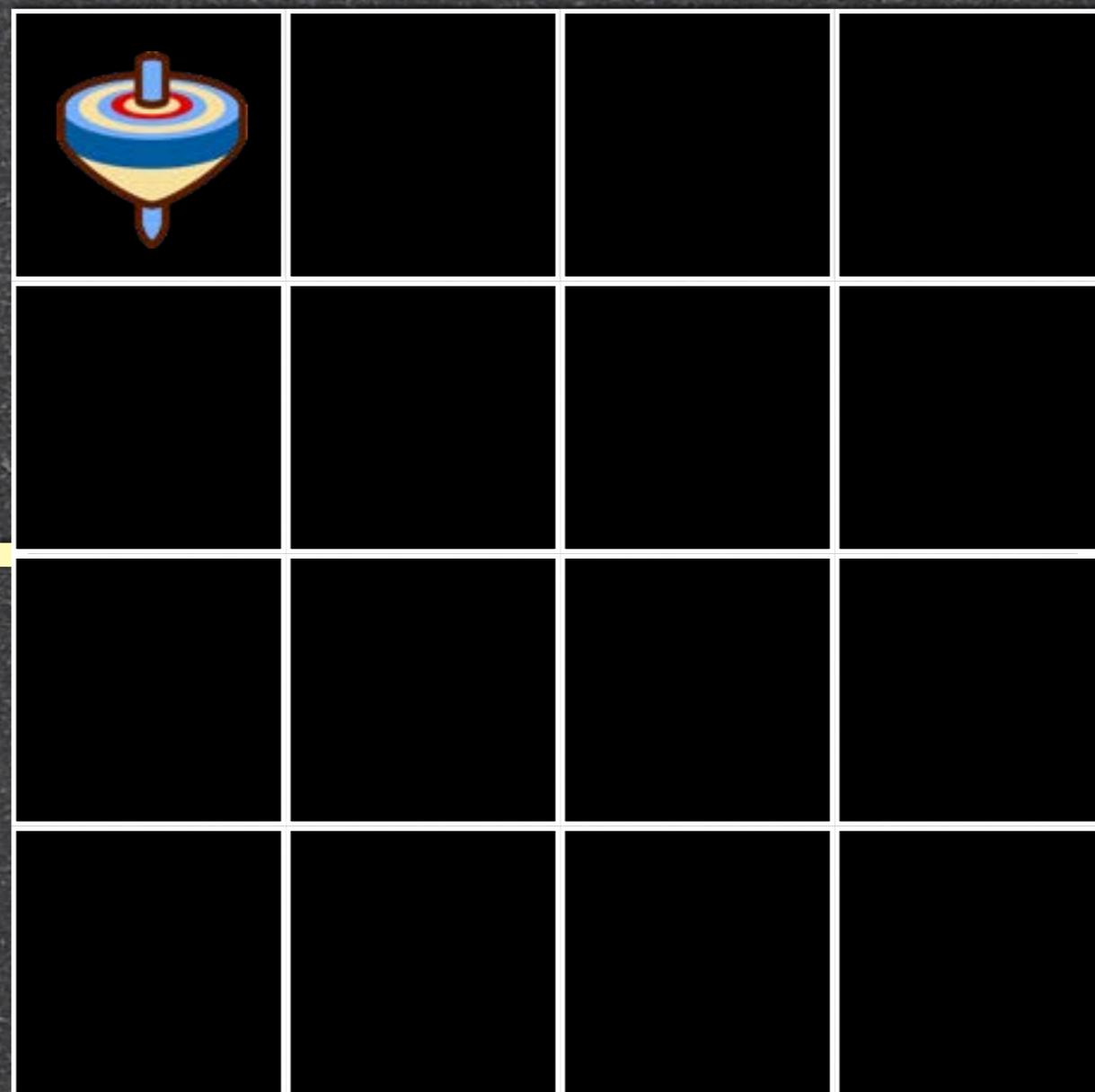
- 初期状態では必ず駒は(1,1)にある。

ここから スタート			

subtask2 (20pts)

- 📌 (1,1)に駒を動かすことを禁止する。
- 📌 すると各プレイヤーは、自分が最初に呼ばれたのかどうかを判別することが可能になる。
 - (1,1)にある場合：自分が最初に呼ばれた
 - (1,1)にない場合：自分は最初に呼ばれていない

K理事長の部屋

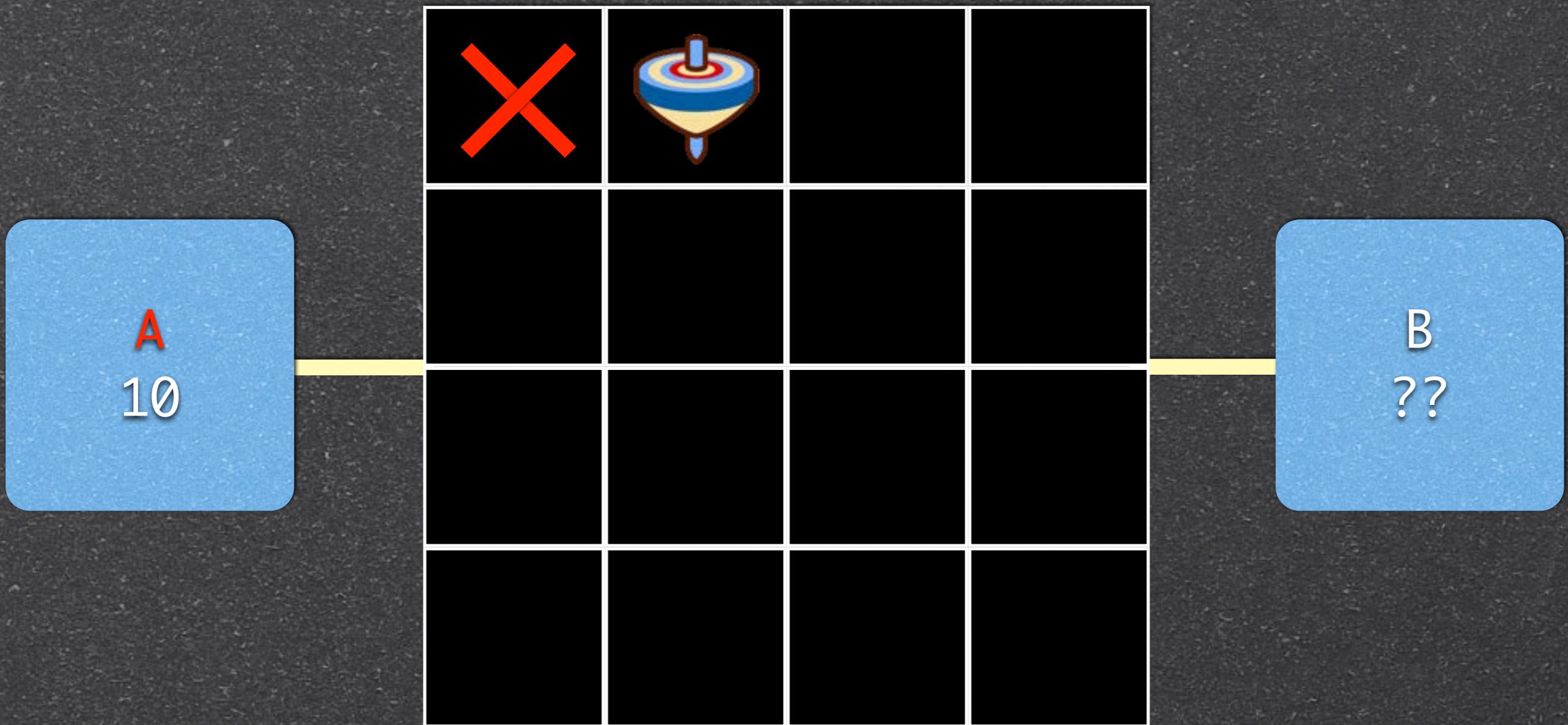


A
10

B
??

Aから呼び出す場合

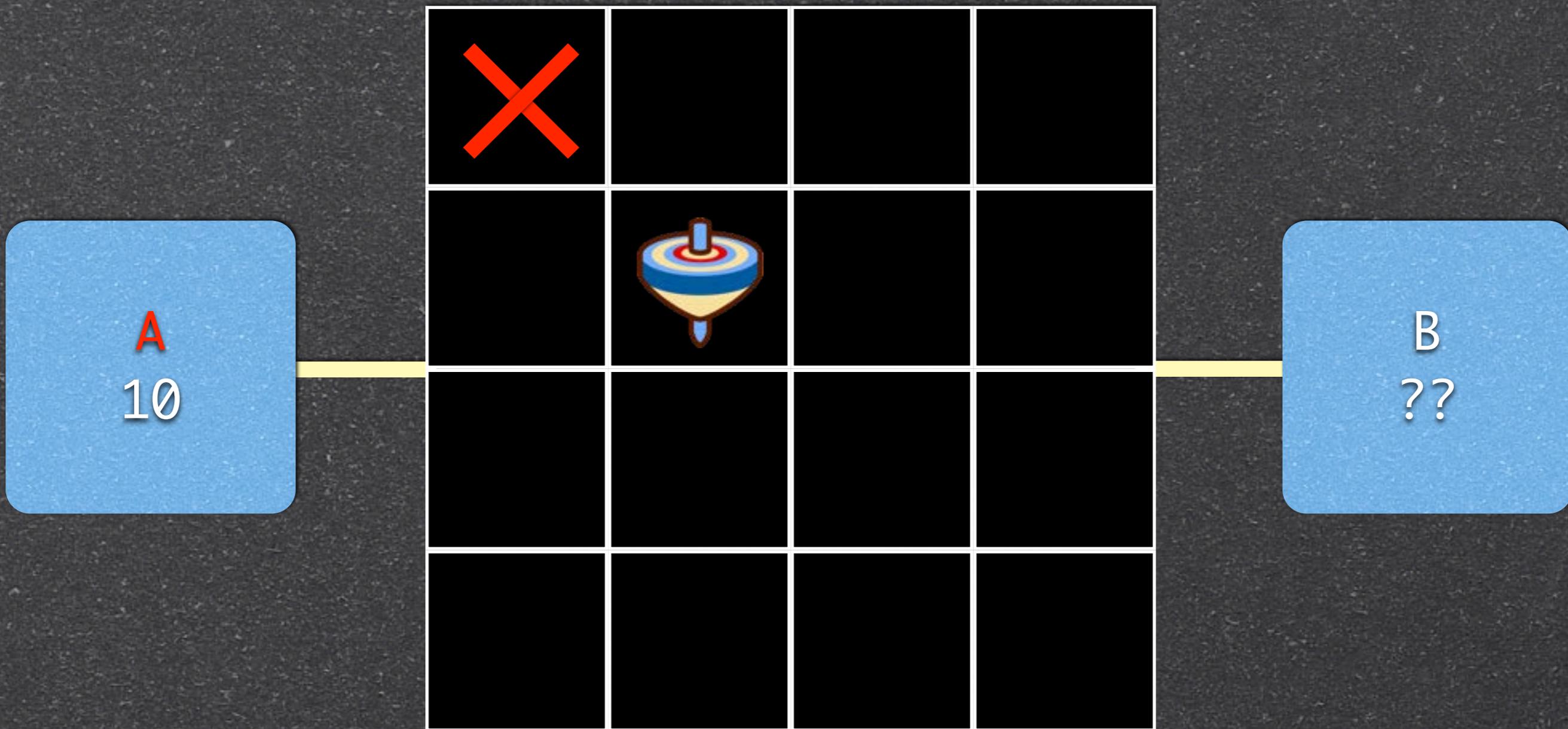
K理事長の部屋



(1,1)に駒があったので、Aは自分が最初に呼ばれたことが分かる

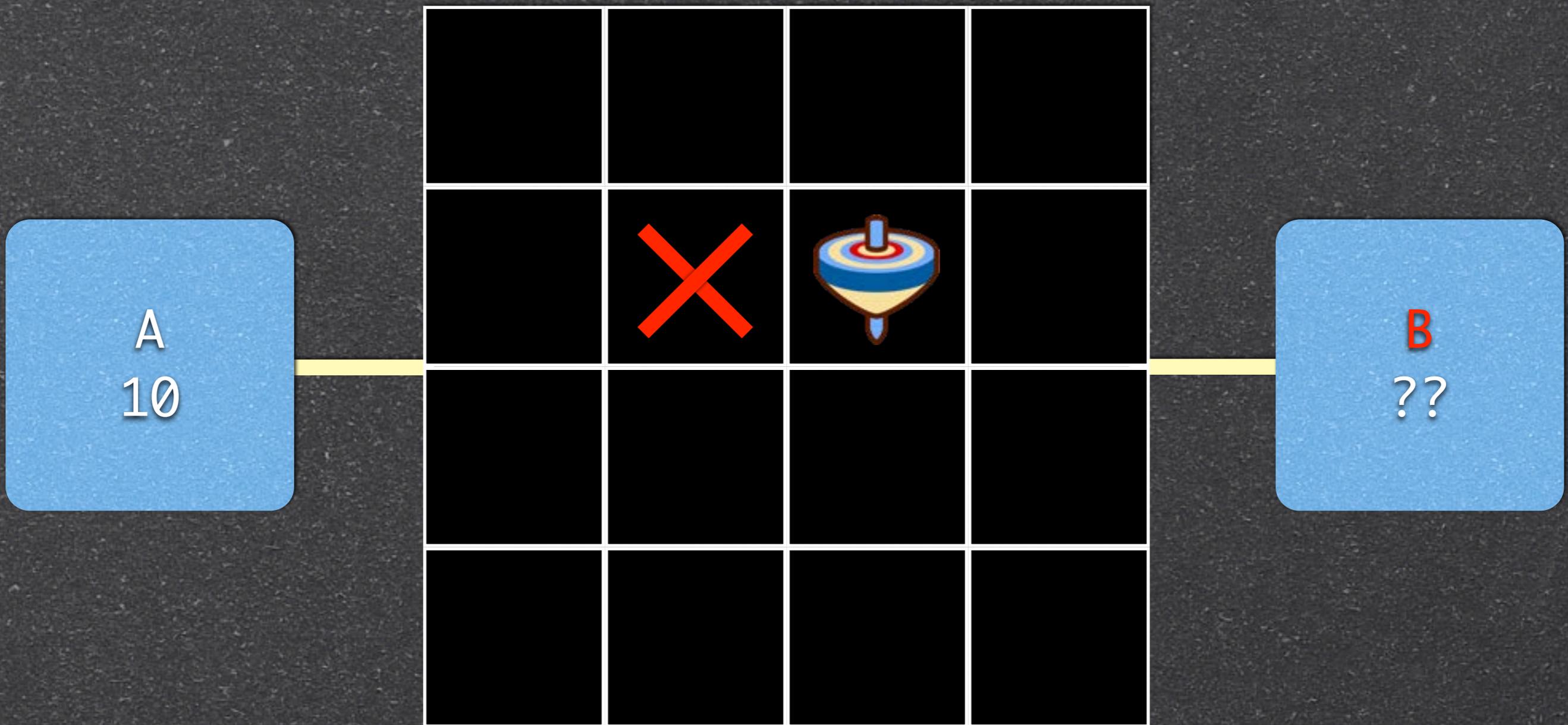
Aは駒を適当に動かした

K理事長の部屋



Aは(1,1)以外のマスに駒を動かした

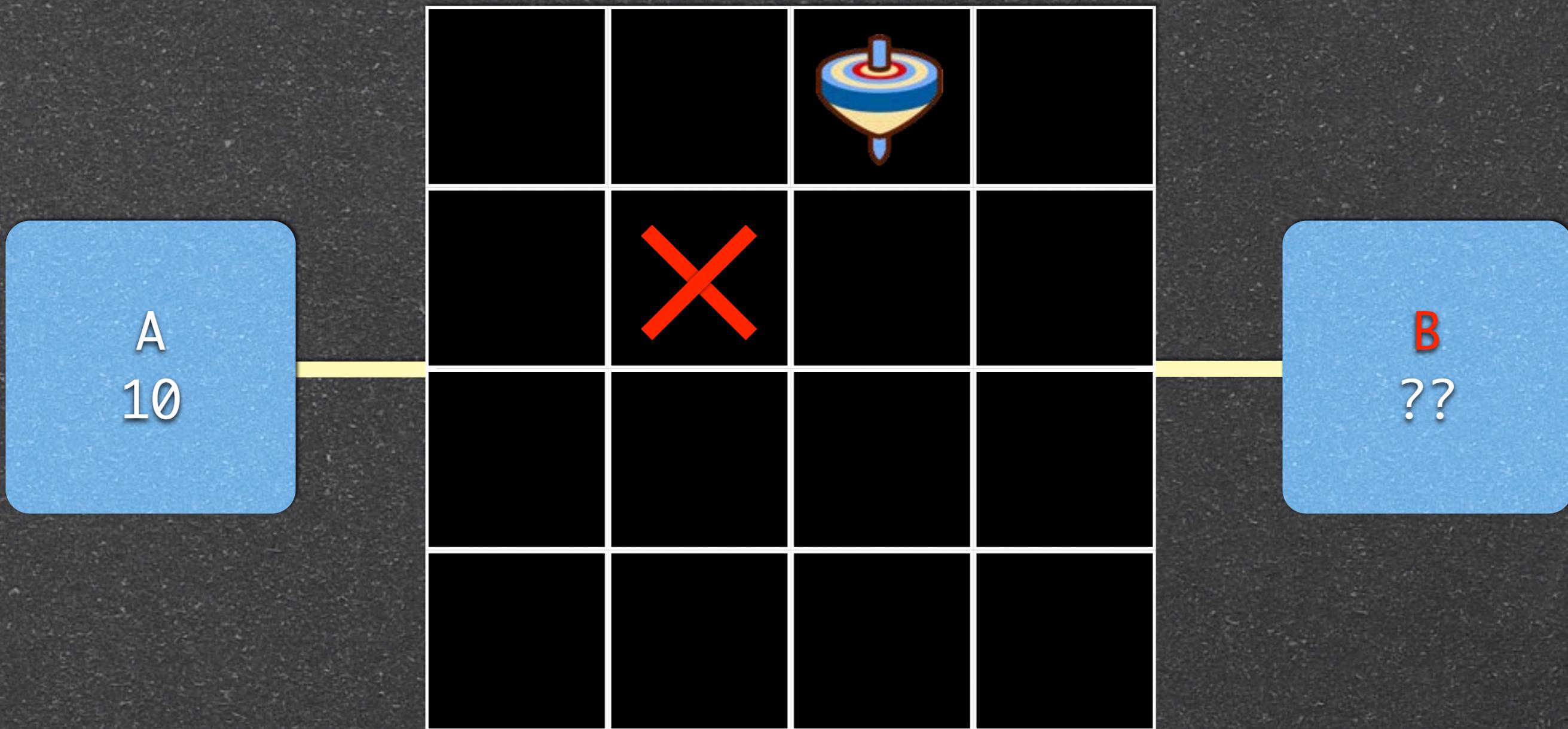
K理事長の部屋



(1,1)に駒がなかったため、BはAが最初に呼ばれたことが分かる

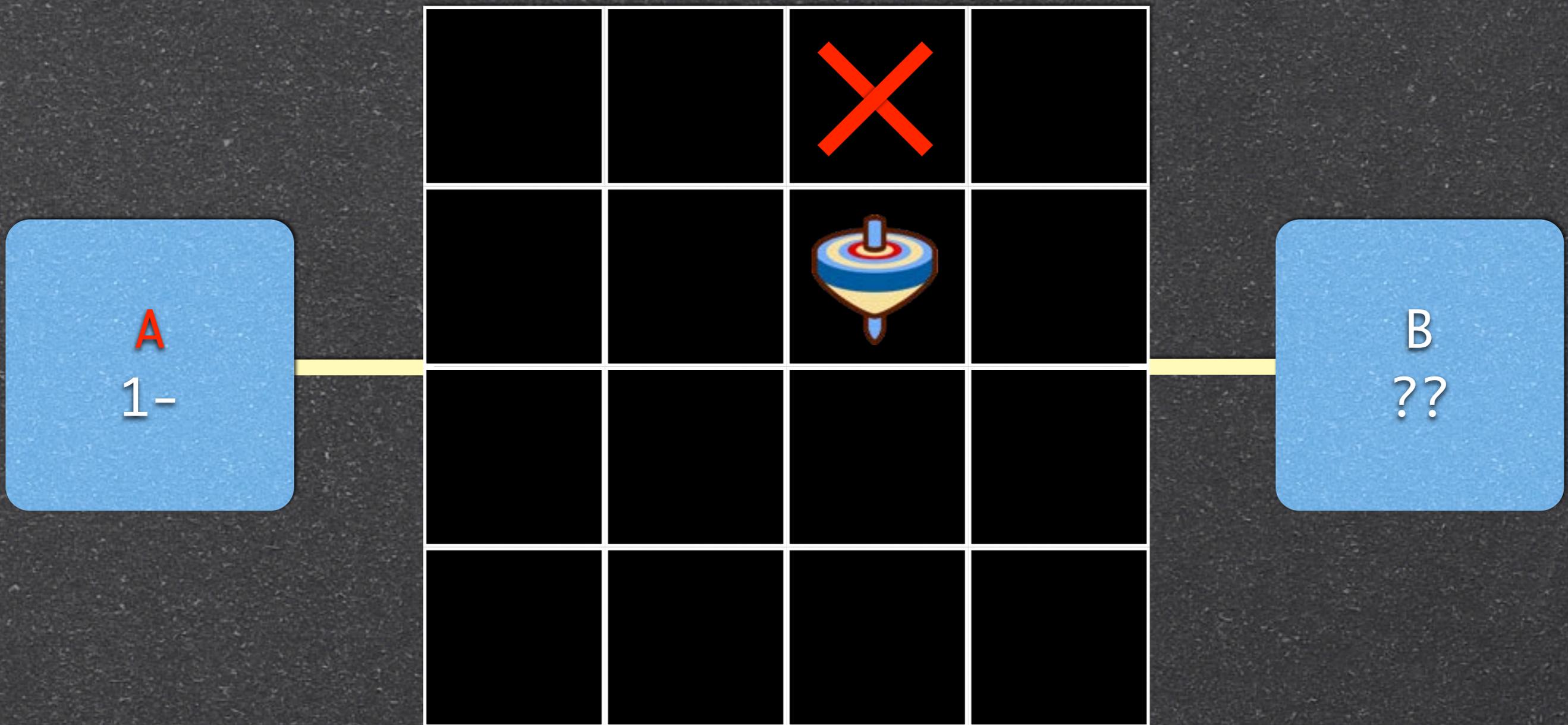
Bは駒を適当に動かした

K理事長の部屋



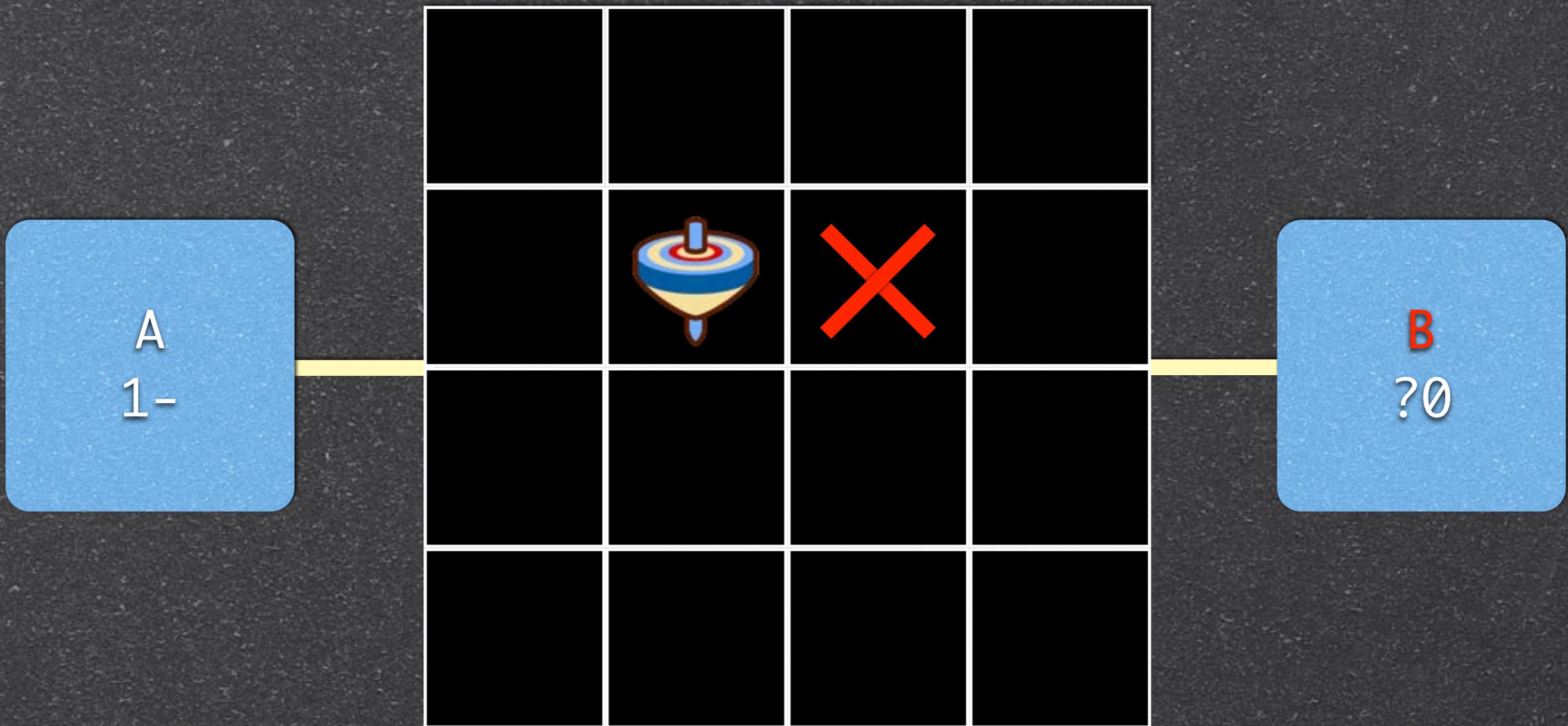
Bは(2,2)以外のマスに駒を動かした

K理事長の部屋



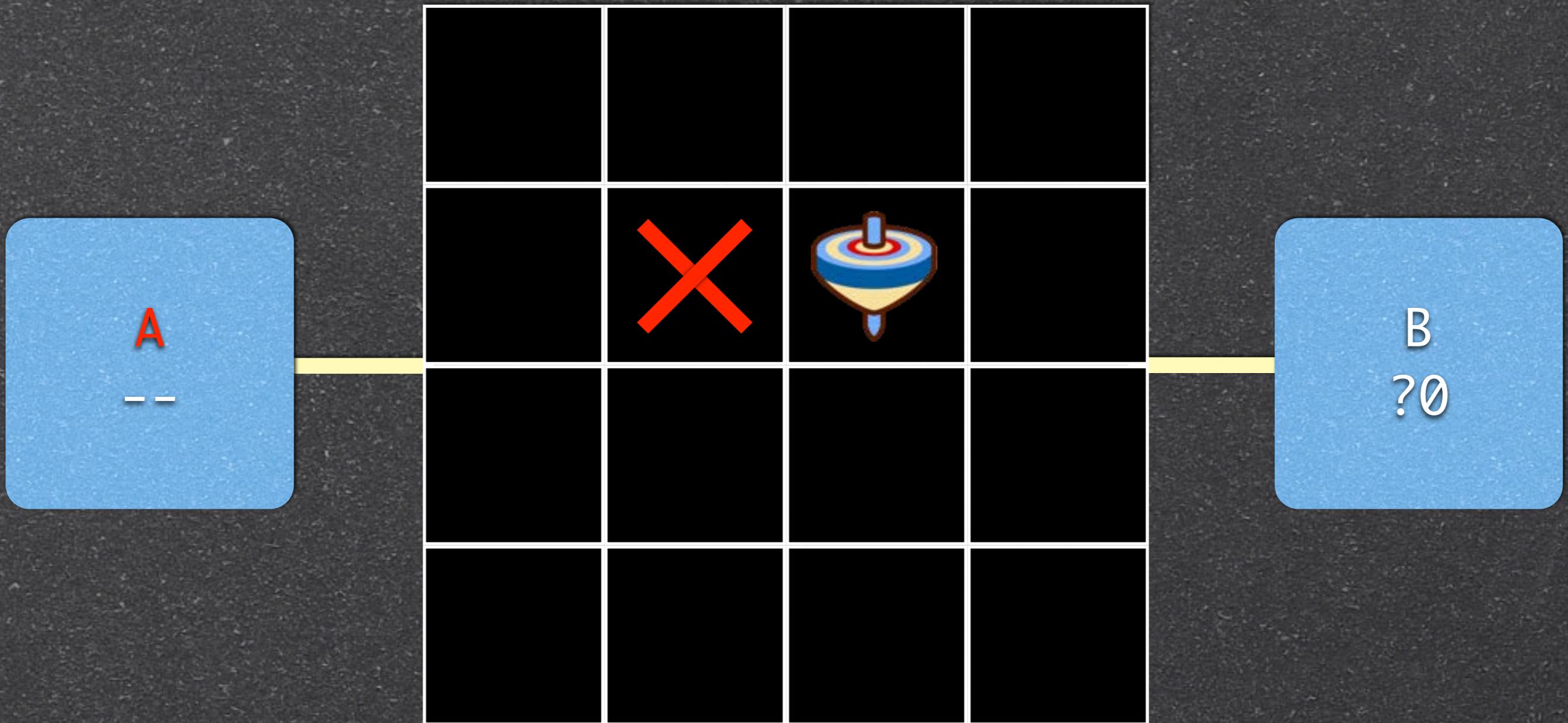
Aが0を伝えるために、駒を縦に動かした

K理事長の部屋



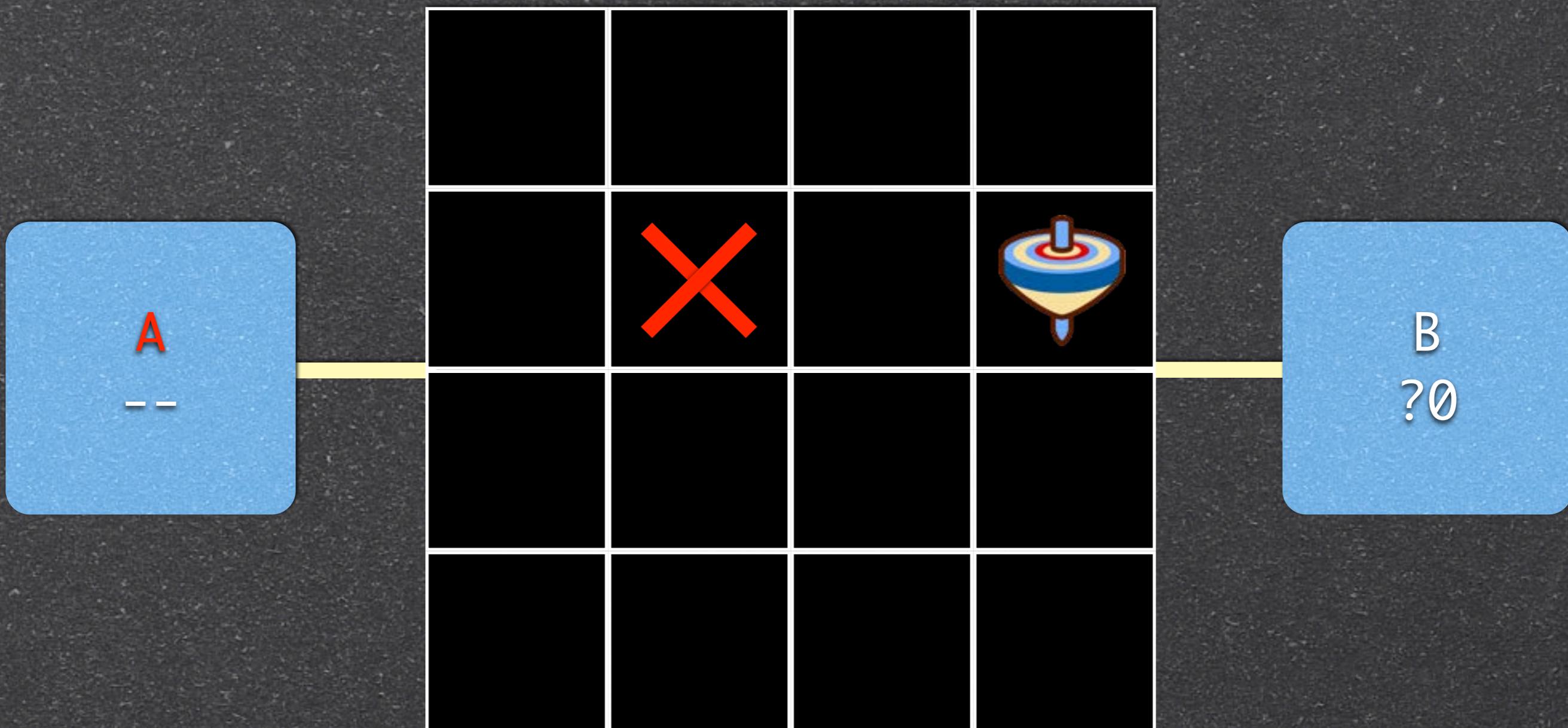
Bが0を読み取り、駒を適当に移動させた

K理事長の部屋



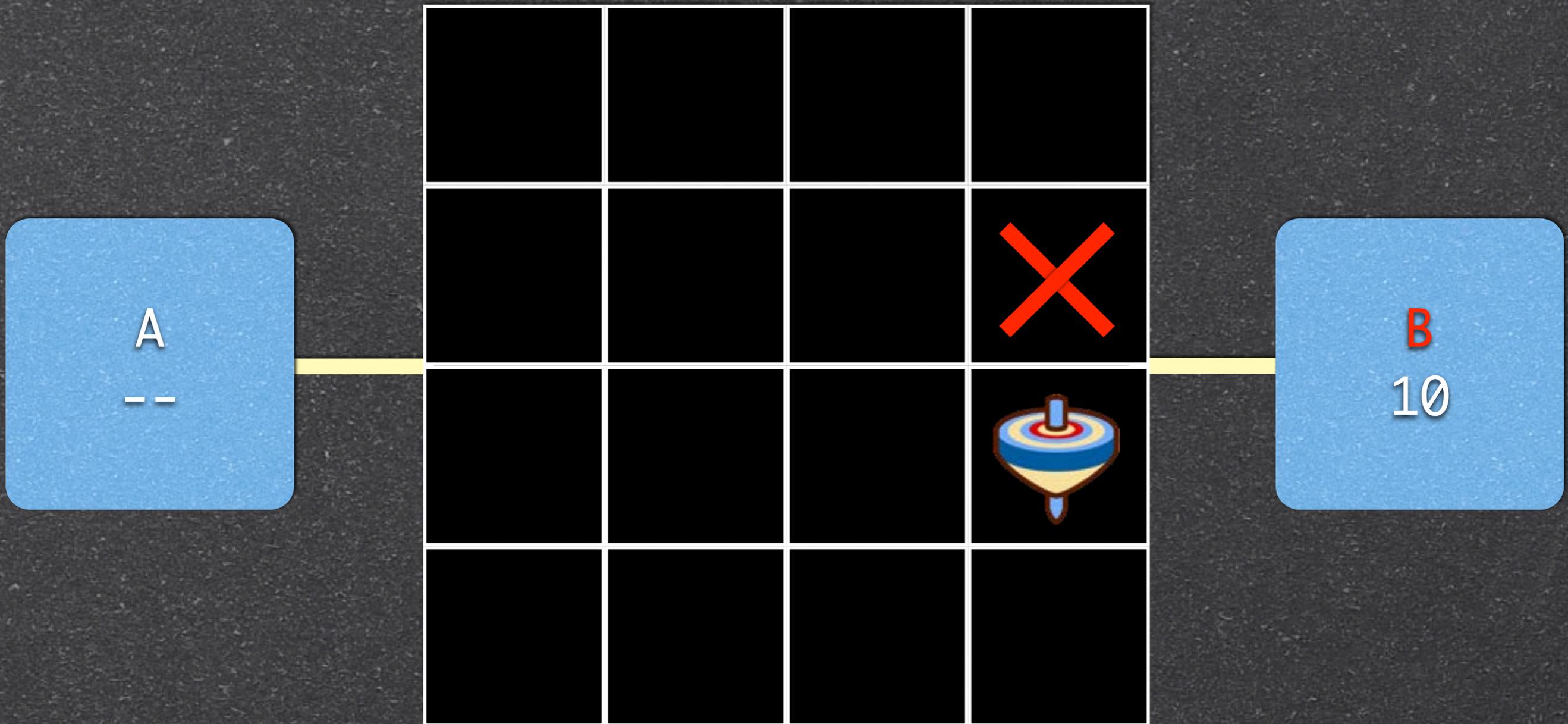
Aが1を伝えるために、駒を横に動かした

K理事長の部屋



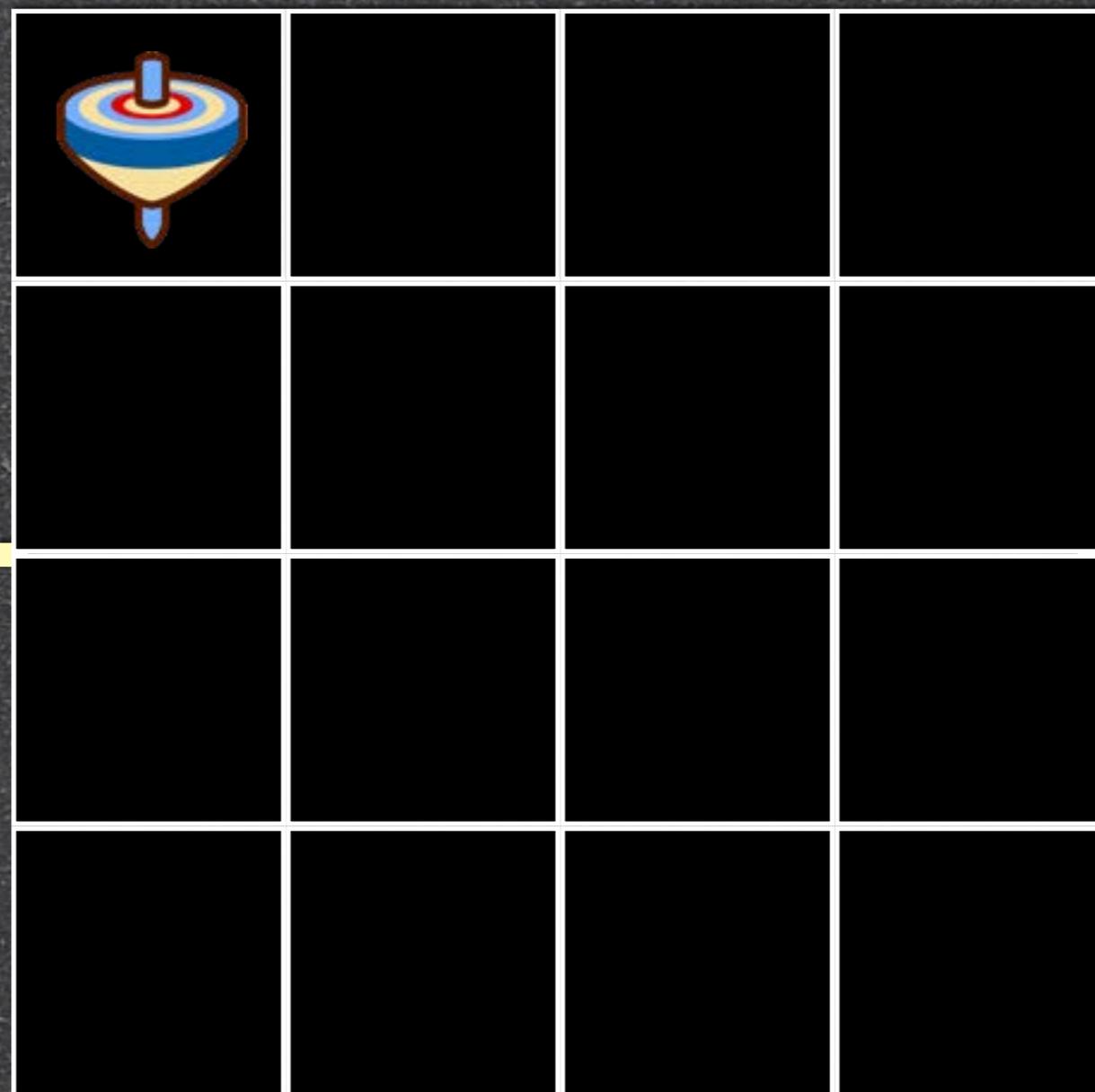
Aが1を伝えるために、駒を横に動かした

K理事長の部屋



Bが1を読み取り、駒を適当に移動させた

K理事長の部屋

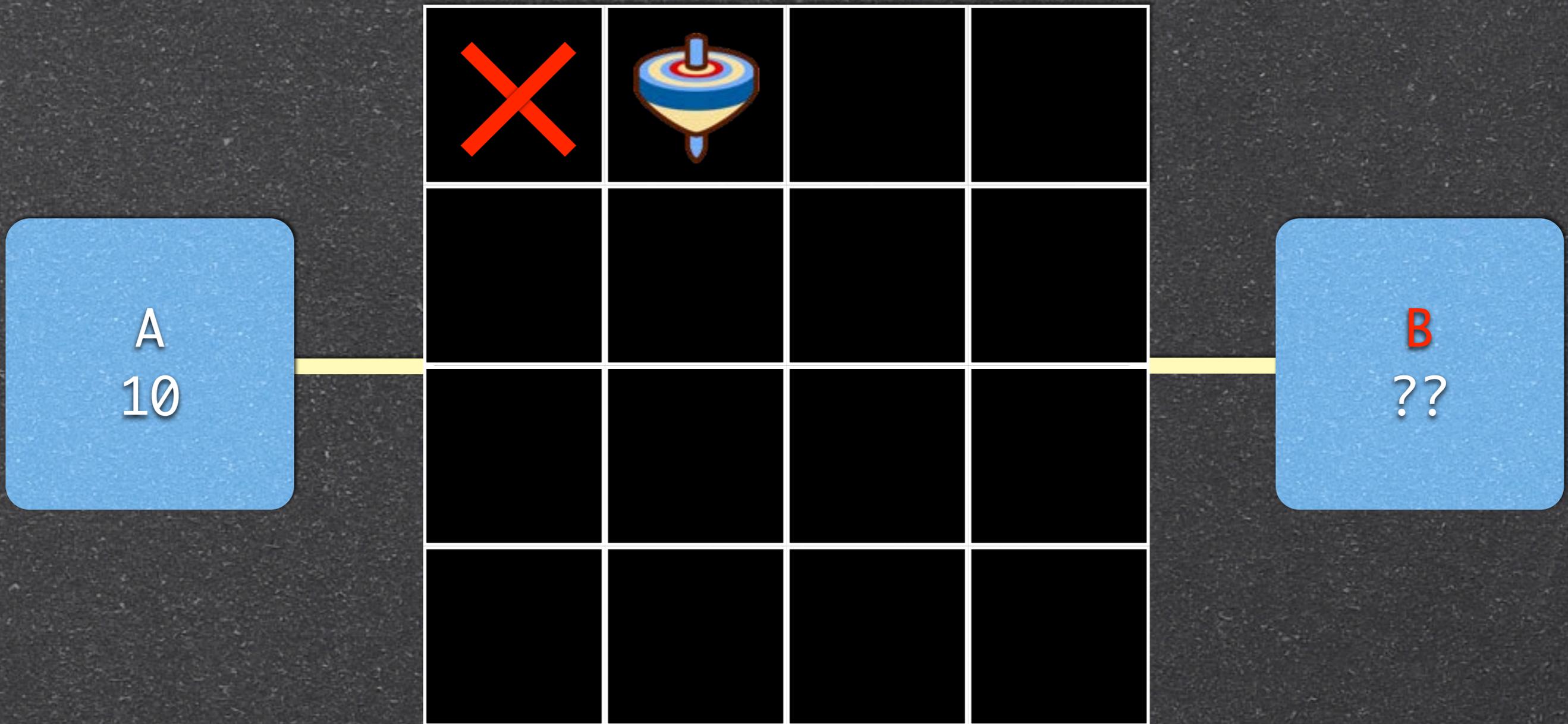


A
10

B
??

Bから呼び出す場合

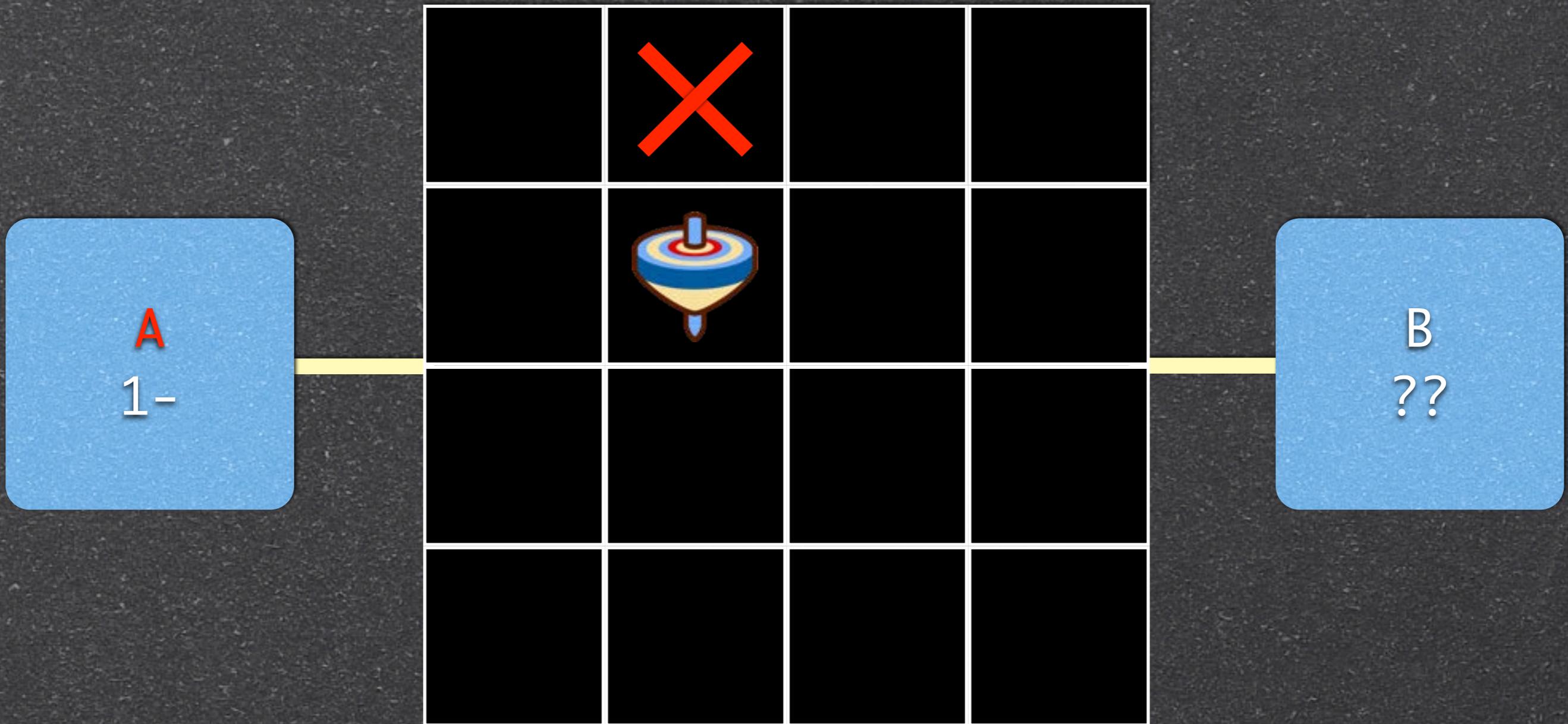
K理事長の部屋



(1,1)に駒があったので、Bは自分が最初に呼ばれたことが分かる

Bは駒を適当に動かした

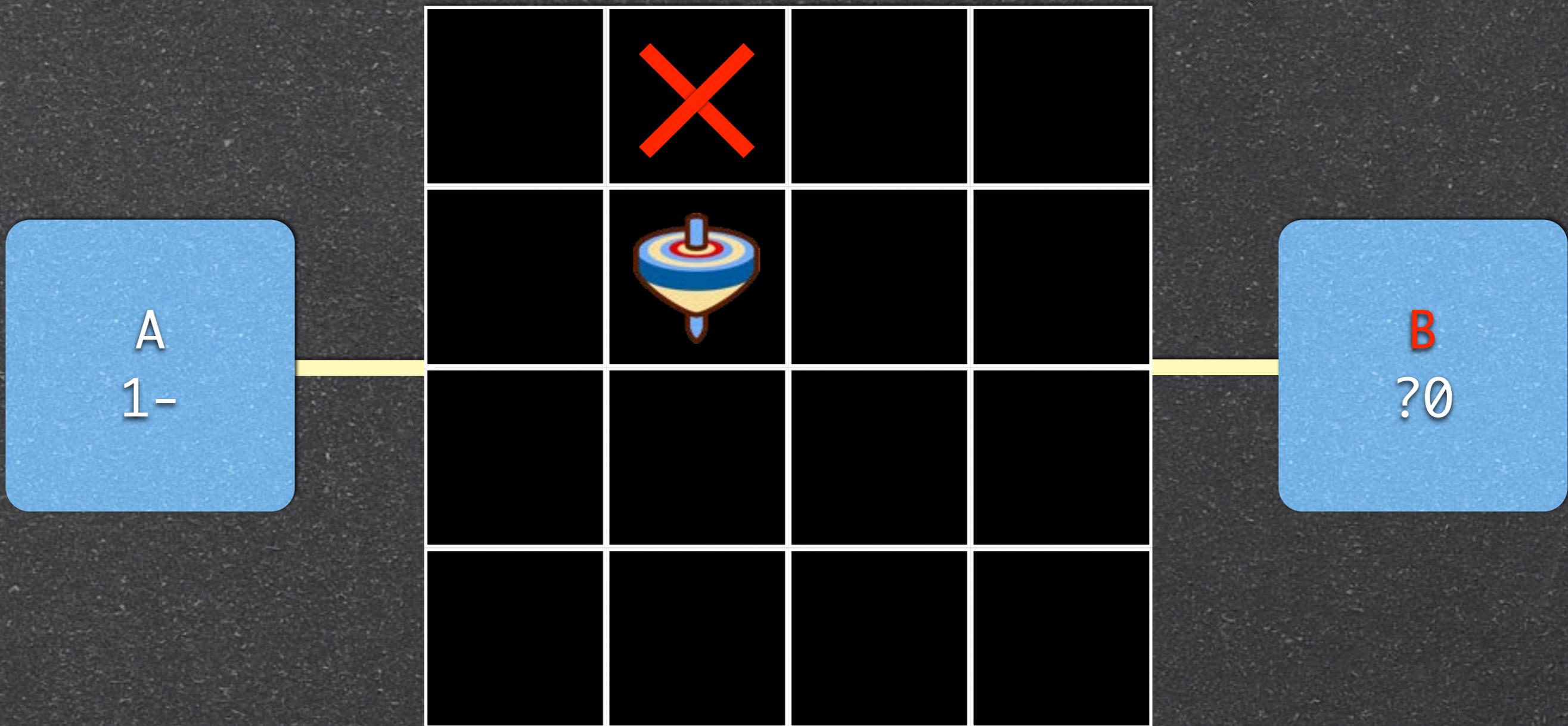
K理事長の部屋



(1, 1)に駒がなかったため、AはBが最初に呼ばれたことが分かる

Aが0を伝えるために、駒を縦に動かした

K理事長の部屋



Bが0を読み取り、駒を適当に移動させた

以下同様

subtask3 (60pts)

- 📌 開始場所すら分からない。

subtask3 (60pts)

- 📌 ならば無理矢理「開始位置」を作ってやるう！
- 📌 各プレイヤーの最初5ターン(連続して呼び出されるのを1ターンと数えることにします)くらいはなかったことにし、ひたすら(1,1)に向かって移動する。

subtask3 (60pts)

📌 その後はsubtask2と全く同じ。

📌 **ABABABABABABAB...**

📌 **BABABABABABABA...**

📌 **AAABBBABAAABABBABABBB...**

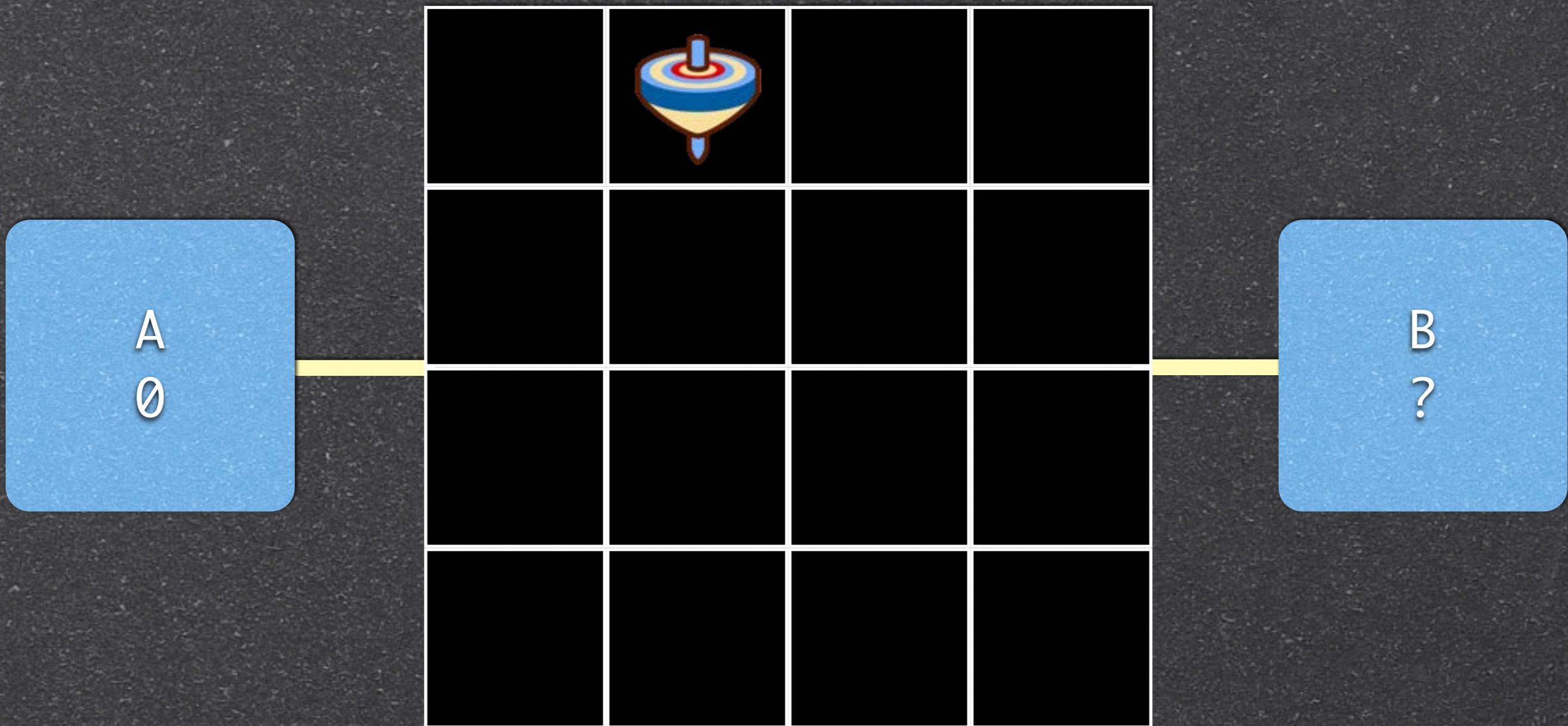
📌 青い部分はなかったことにされる部分。

📌 なかったことにされる部分は必ず連続的。

subtask3 (60pts)

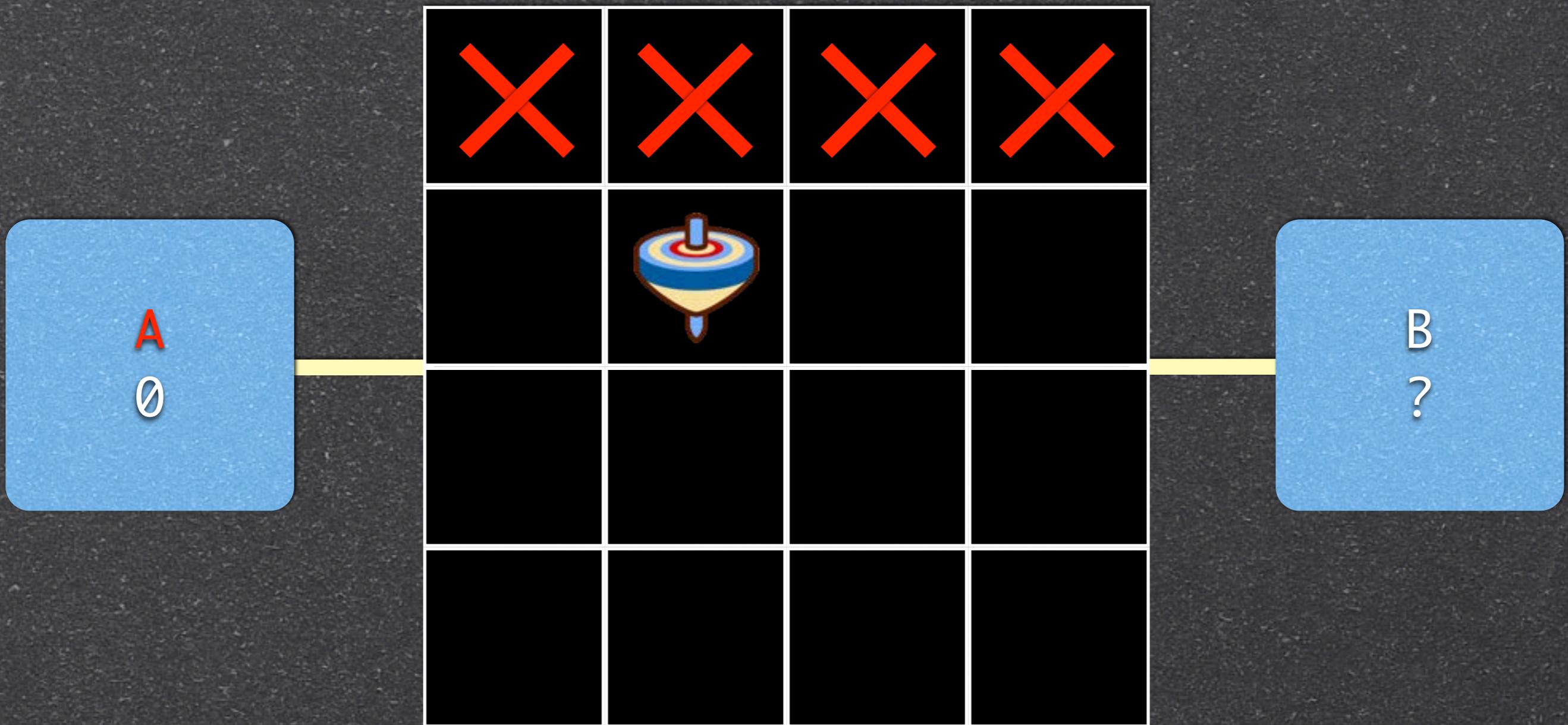
- 📌 なかったことにするターンが終わった後に $(1, 1)$ に止まっていないこともある。
- 📌 「 $(1, 1)$ 」を「1行目」にするとうまくいく。

K理事長の部屋



5ターンずつくらいなかったことにして、
「初期位置」は(2,1)となった。

K理事長の部屋



1 行目に駒があったので、Aは自分が最初に呼ばれたことが分かる

Aは駒を適当に動かした

K理事長の部屋

A
10

×	×	×	×
			

B
??

Aは1行目以外のマスに駒を動かした
イカ略

subtask 4 (おまけ)

- 📌 関数呼び出しの合計を3301回に抑えられます。
- 📌 400回で初期処理、2900回で値の伝達、1回で値を答える

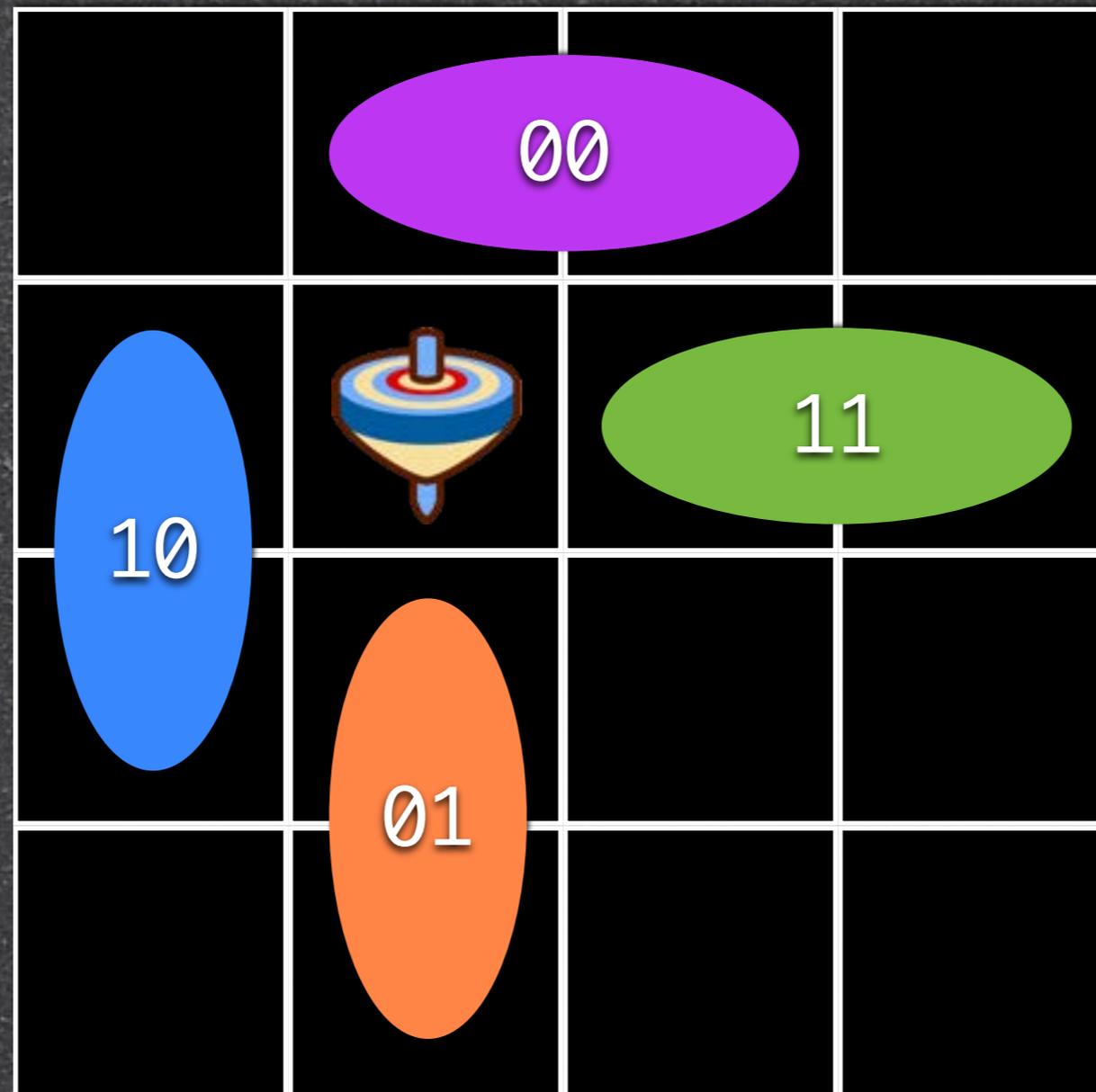
subtask 4 (おまけ)

📌 値伝達phase

📌 Aは1回に2bit(0~3)を伝える。

📌 Bは駒を必ず真ん中の4つのいずれかに動かす。

K理事長の部屋



伝えたい2bitに対応する場所をうるうるする。

subtask 4 (おまけ)

📌 初期処理phase

📌 Aの1ターン目：隅以外のマスに移動

📌 Aの2ターン目以降：

Bが「move1」をしたとき：隅以外のマスに移動

Bが「move2」をしたとき：値伝達phaseに移行

subtask 4 (おまけ)

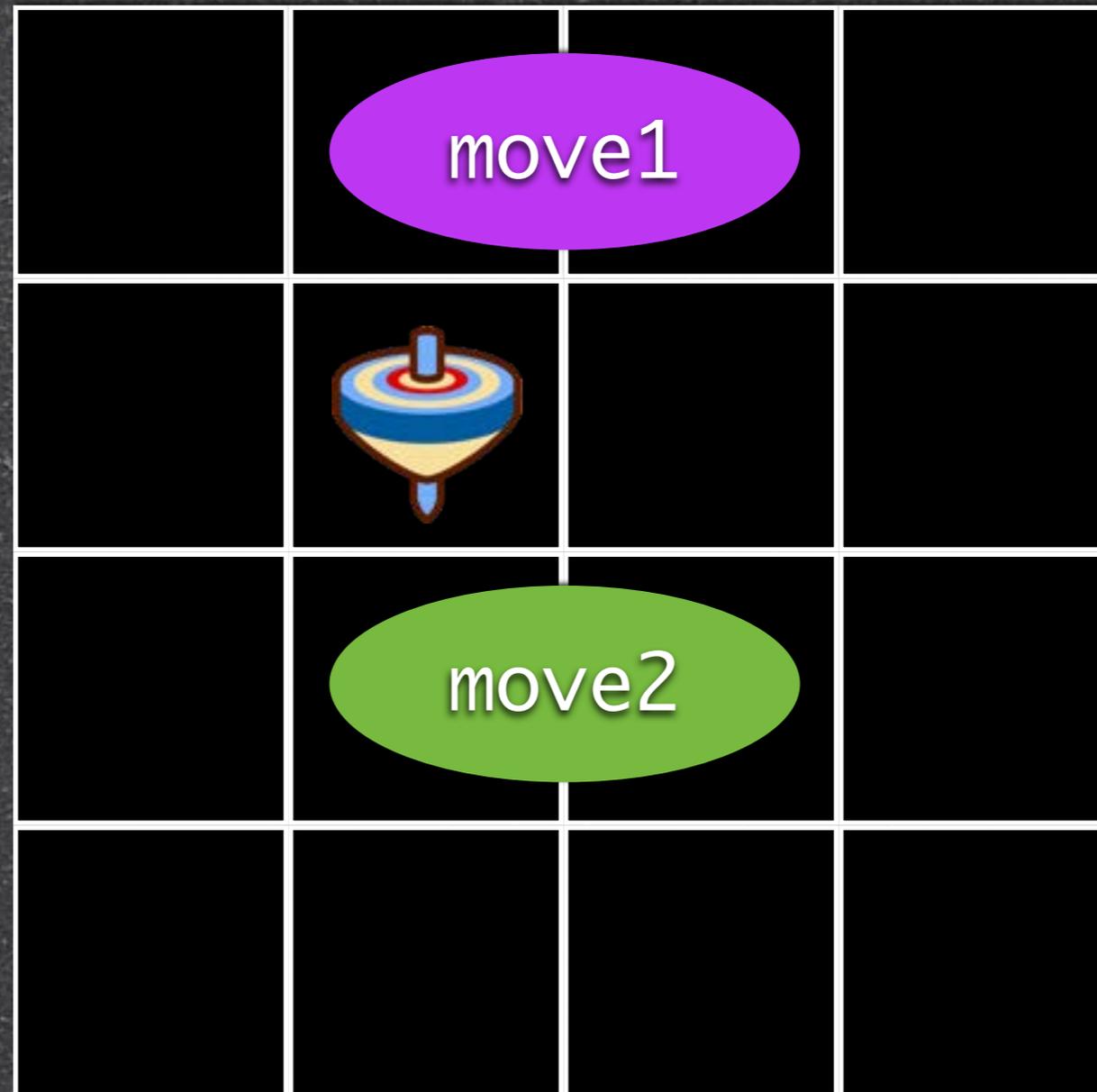
📌 初期処理phase

📌 Bの1ターン目：move1

📌 Bの2ターン目：move2

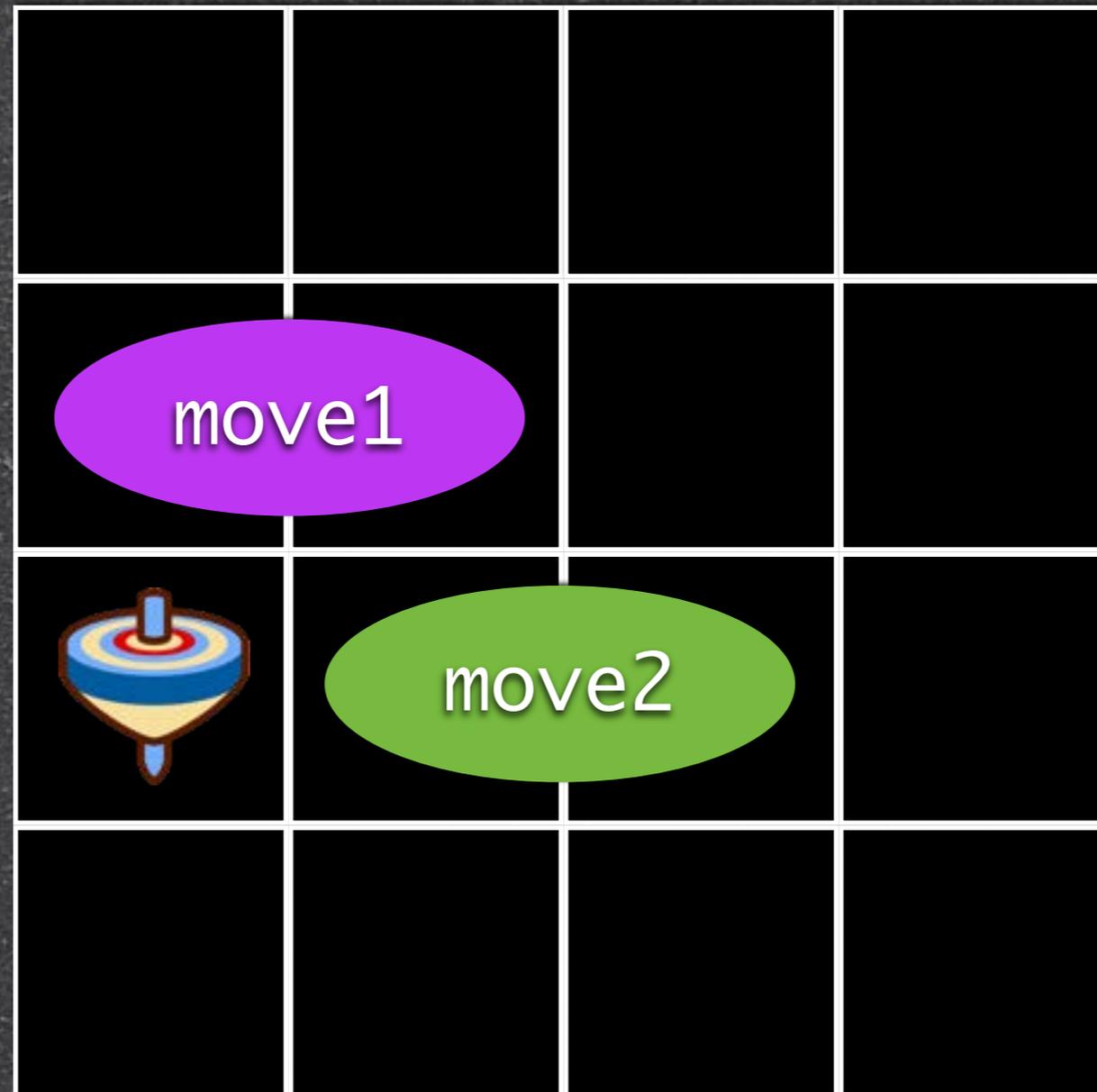
📌 move2の直後は必ず真ん中の4つのいずれかのマスに駒があるようにする

K理事長の部屋



駒が中央にある時のmove1とmove2の例

K理事長の部屋



駒が辺にある時のmove1とmove2の例

Aからスタート

Bからスタート

A 隅以外に



B move1



A 隅以外に



B move2



A 値伝達へ

B move1



A 隅以外に



B move2



A 値伝達へ

Aからスタート

Bからスタート

A 隅以外に

B move1

A 隅以外に

B move2

A 値伝達へ

統計

