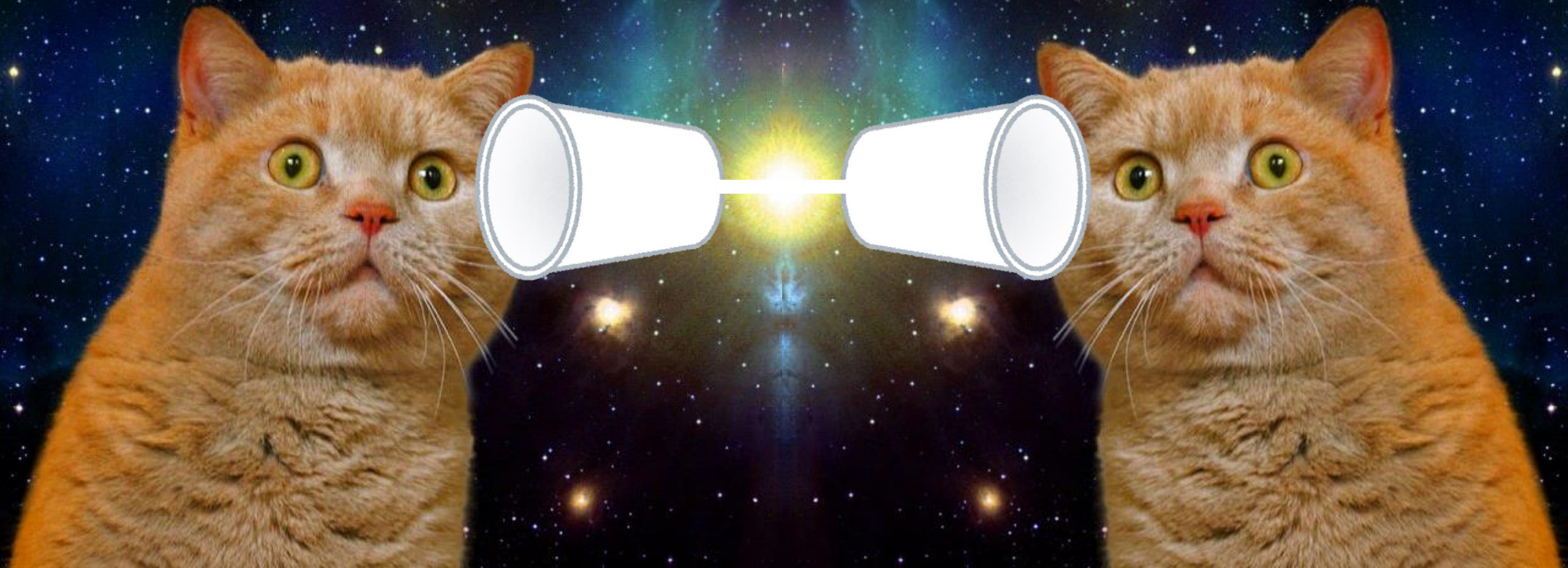


# EPR量子もつれによる 超光速通信



# EPR量子もつれによる超光速通信

## 量子もつれ

量子もつれ状態の二つの光子

片方が垂直偏光なら、もう片方は水平偏光。



片方が垂直偏光だと観測



垂直偏光



水平偏光

瞬時にもう片方が垂直偏光の可能性は0になる。

もし瞬時に伝わらないと、同時に観測したときに  
両方とも垂直偏光になる可能性があるが、実際にはない。

初めから隠れた変数で決まっていたという理論もあったが、  
ベルの不等式の破れによって反証されました。

名探偵が、EPRパラドックスにおける量子もつれを使って超光速通信する方法を説明します。

量子もつれ状態の二つの光子を使用します。

片方が垂直偏光なら、もう片方は水平偏光です。

片方が垂直偏光だと観測すると、瞬時にもう片方が垂直偏光の可能性は0になります。

もし瞬時に伝わらないと、同時に観測したときに両方とも垂直偏光になる可能性があります。

ですが、実際には両方とも同じ偏光なることはありません。

光速を越えるのはおかしいんじゃないかということでEPRパラドックスと呼ばれていました。

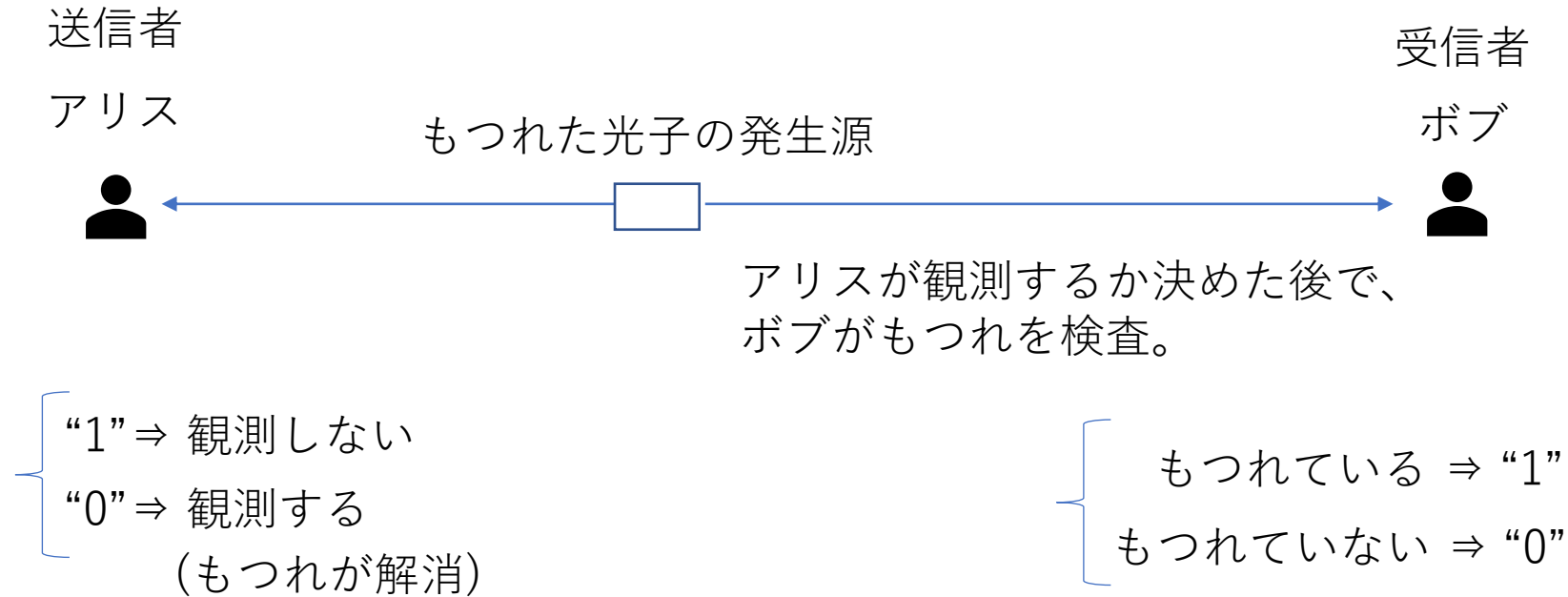
初めから隠れた変数で決まっていたという理論もありましたが、ベルの不等式の破れによって反証されました。

非局在性といって、離れていても一つの量として振る舞うことは、もはや疑う余地がなくなっています。

# EPR量子もつれによる超光速通信

## 超光速通信

意味のある情報を超光速で伝える。

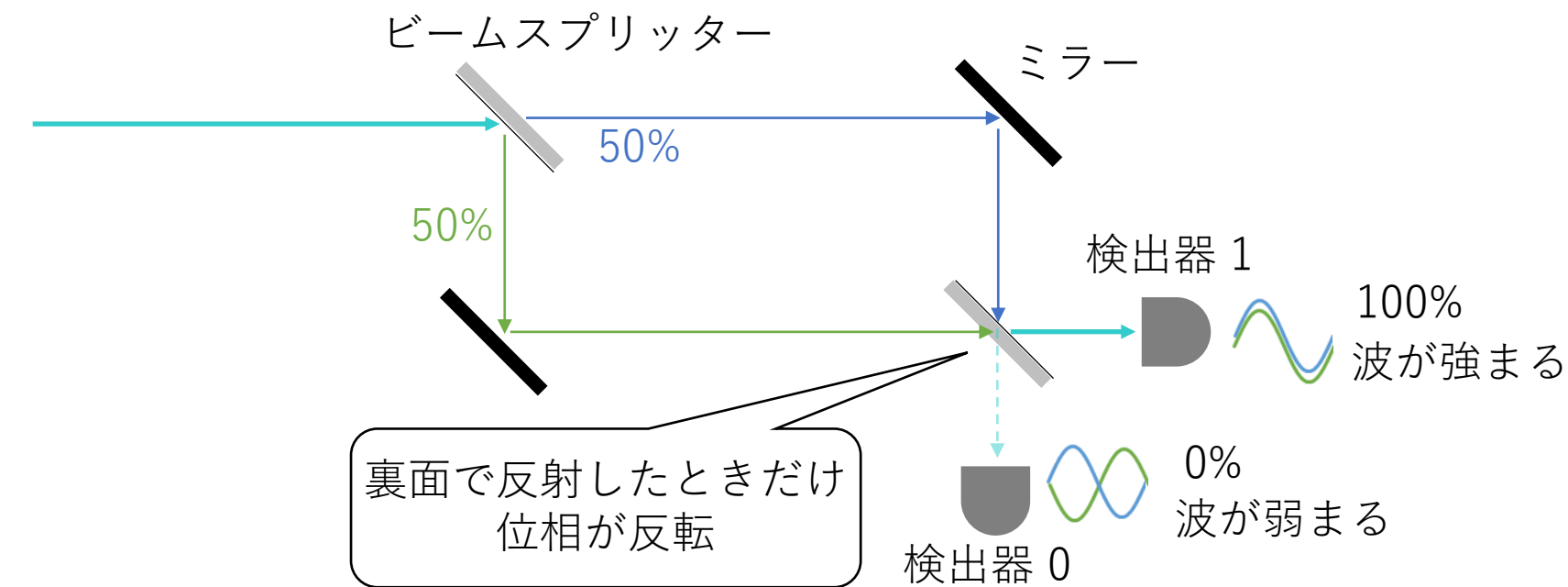


アリスからボブへ、意味のある情報を超光速で伝える方法を考えていきます。  
アリスとボブへ、もつれた光子のペアを送ります。  
“1”と伝えたい場合、アリスは偏光方向を観測しません。  
“0”と伝えたい場合、アリスは偏光方向を観測します。  
観測すると、量子もつれは解消されます。  
ボブは、アリスよりも、光子の発生源からの距離を遠くしておきます。  
アリスが観測するかしないか決めた後で、ボブは光子がもつれているか検査します。  
ボブは、光子がもつれていれば“1”を受け取ります。  
ボブは、光子がもつれていなければ“0”を受け取ります。



# EPR量子もつれによる超光速通信

## マッハ・ツェンダー干渉計

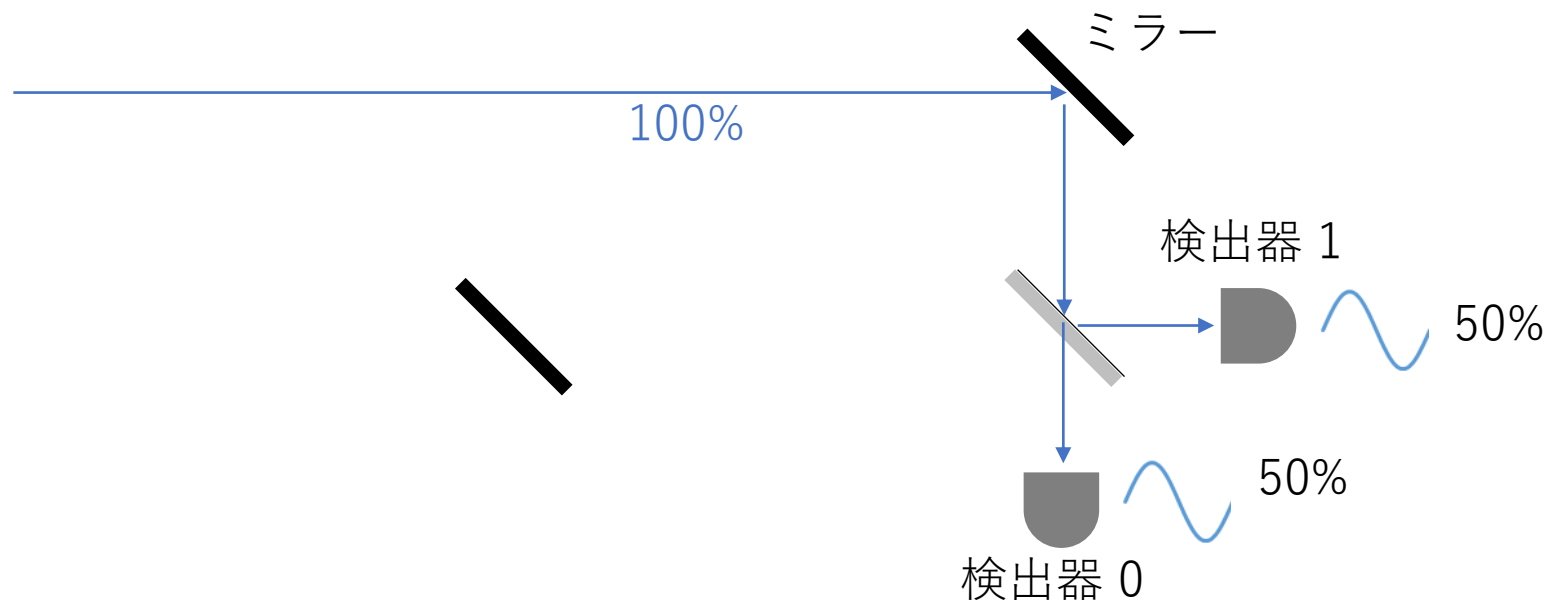


光子が一つでも、両方の経路を通るため、  
干渉して検出器1で100%検出される。

もつれているかの検査には、マッハ・ツェンダー干渉計を応用します。  
まず、普通のマッハ・ツェンダー干渉計の説明をします。  
一つ目のビームスプリッターで光が分岐し、二つ目で合流します。  
ビームスプリッターは、50%の確率で反射または透過するハーフミラーです。  
ビームスプリッターの裏側で反射したときだけ、半波長ずれるようになっています。  
波は、検出器1の方向では強め合い、検出器0の方向では弱め合います。  
光子が一つでも、両方の経路を通ります。  
干渉して検出器1で100%検出されます。

# EPR量子もつれによる超光速通信

## マッハ・ツェンダー干渉計

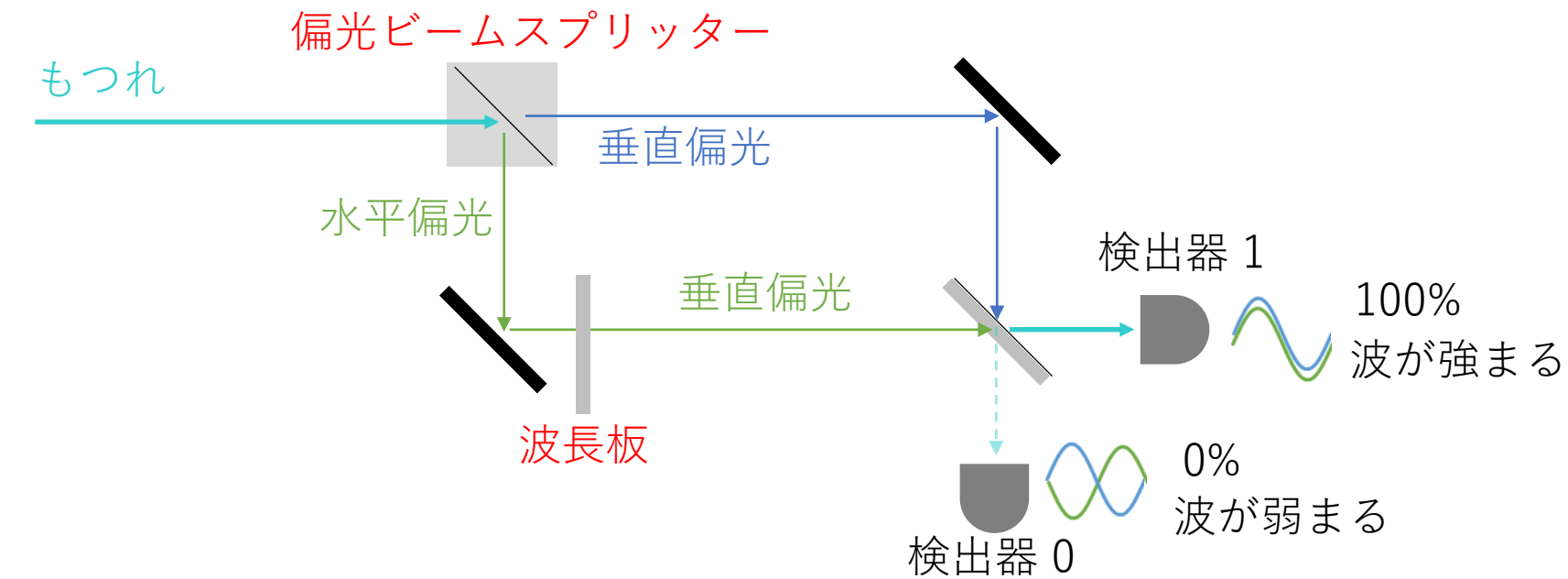


片方の経路だけを通る場合、干渉せず、  
検出器1と0で、各50%検出される。

一つ目のビームスプリッターを外した場合も考えてみます。  
片方の経路だけを通るため干渉しません。  
検出器1と0で、各50%検出されます。

# EPR量子もつれによる超光速通信

## もつれ検出器

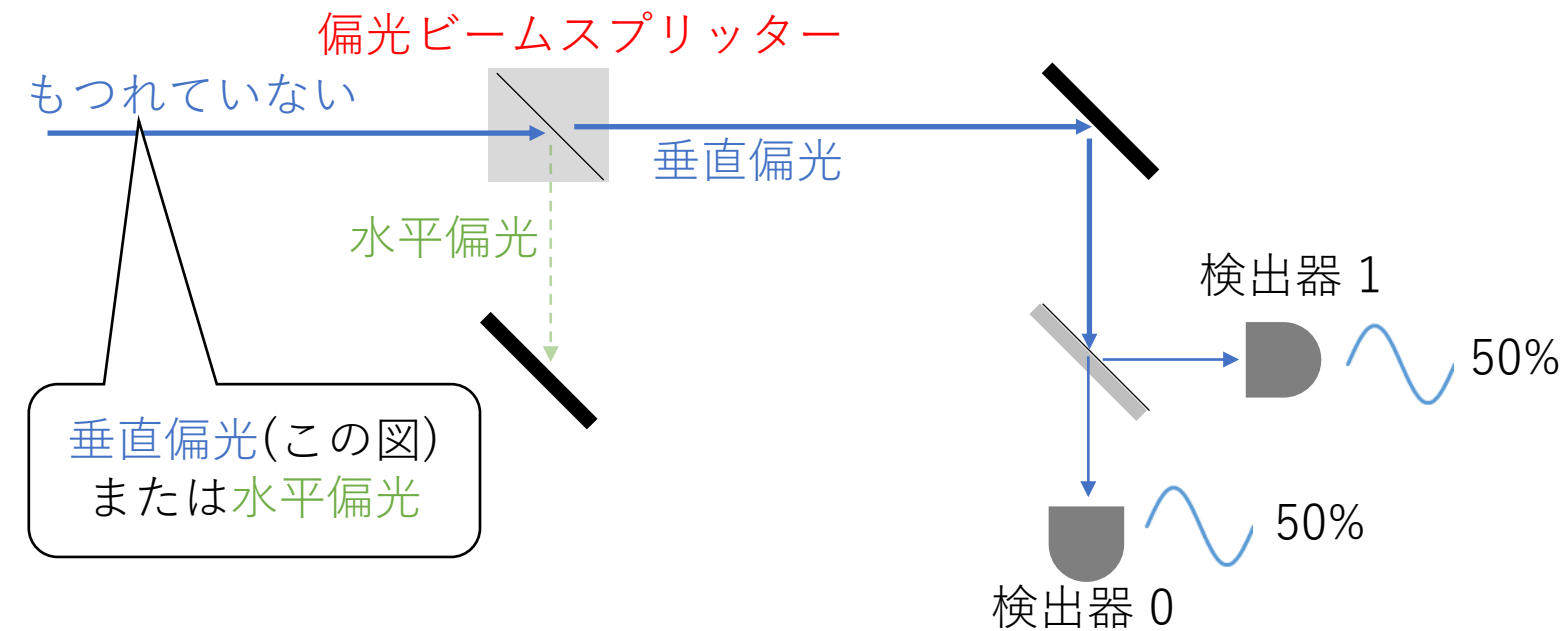


光子が一つでも、両方の経路を通るため、  
干渉して検出器1で100%検出される。

マッハ・ツェンダー干渉計に手を加えて、もつれ検出器にします。  
一つ目のビームスプリッターを偏光ビームスプリッターに変更します。  
垂直偏光なら100%透過し、水平偏光なら100%反射します。  
偏光方向が異なると干渉しないので、波長板を挿入して、偏光方向を合わせます。  
光子がもつれたままなら、垂直偏光と水平偏光が混ざっているため、両方の経路を通ります。  
干渉するため、検出器1で100%検出されます。

# EPR量子もつれによる超光速通信

## もつれ検出器



片方の経路だけを通るため、干渉せず、  
検出器1と0で、各50%検出される。

もつれが解消された光子の場合を考えます。  
垂直偏光または水平偏光に確定しており、混ざっていません。  
片方の経路だけを通るため干渉しません。  
検出器1と0で、各50%検出されます。

# EPR量子もつれによる超光速通信

## 情報の推定

送信者

| 情報  |       | 検出   |       |
|-----|-------|------|-------|
| "1" | もつれ有り | 100% | 検出器 1 |
|     |       | 0%   | 検出器 0 |
| "0" | もつれ無し | 50%  | 検出器 1 |
|     |       | 50%  | 検出器 0 |

受信者

| 検出   | 情報の推定 |       |     |
|------|-------|-------|-----|
| 検出器1 | 50%   | もつれ有り | "1" |
|      | 50%   | もつれ無し | "0" |
| 検出器0 | 0%    | もつれ有り | "1" |
|      | 100%  | もつれ無し | "0" |

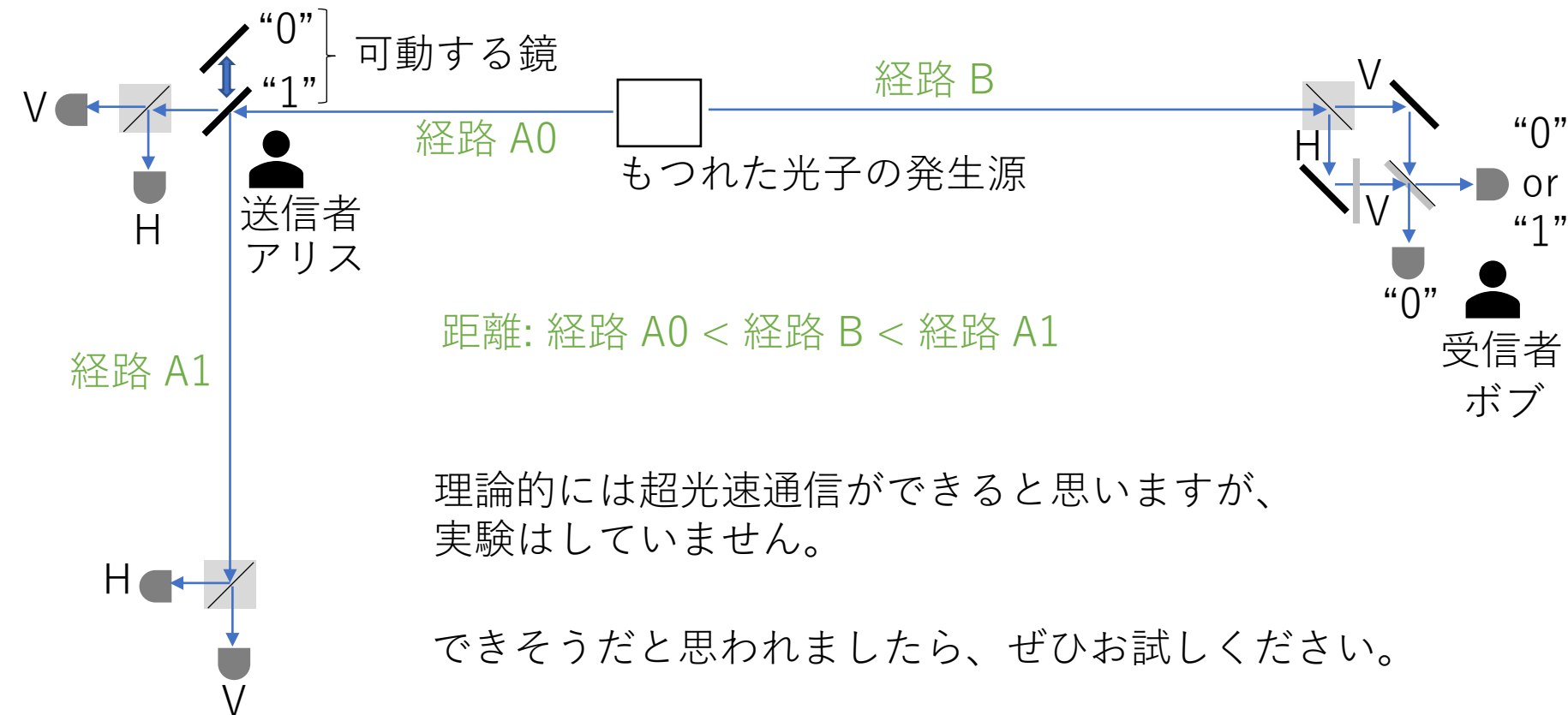
複数回行えば、検出比率から情報を推定できる。

検出器1で観測された場合、もつれているかどうか分かりません。  
情報が、"1"と"0"のどちらか分かりません。  
検出器0で観測された場合、100%もつれていません。  
情報が、"0"だと分かります。  
1回では確実に情報を伝えることはできません。  
複数回行えば、検出比率から情報を推定できます。  
検出器0の比率が低ければ、情報が"1"だと推定できます。



# EPR量子もつれによる超光速通信

## 全体図



理論的には超光速通信ができると思いますが、  
実験はしていません。

できそうだと思われまして、ぜひお試しください。

超光速通信の全体図を示しました。

アリスは鏡を動かして経路を切る変えることで情報を送信します。

アリスは、ボブより前または後に偏光方向を観測します。

そのように距離を設定しておきます。

理論的には超光速通信ができると思いますが、実験はしていません。

できそうだと思われまして、ぜひお試しください。

以上です。

# お問い合わせ先

お問い合わせは、  
こちらからお願いします。

<https://ultagi.org/>