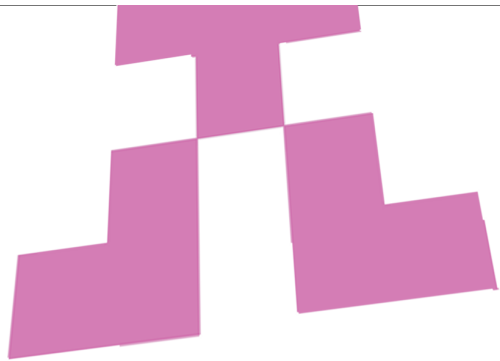


File: ../NakanoSisters/NakanoSisters\_1\_1\_FBX/naka.fbx  
Click on the right mouse button to enter menu.  
Esc to exit.



cympfhg, thanks! (Alice) [ps]  
Take3

## Take 3

枚方 圏内

まったく、この話をするのも何回目だろうかという話で、私としても、持ち前のサービス精神を発揮して、話す度に違うやり口で以ってして毎度新鮮な印象をもたせようとしたし、それはそれで、皆さんにはそれなりに楽しんでもらえてたようである。時としてはつい、（これはあくまでも観客を飽き飽きさせまいと苦心する私のサービス精神ゆえであるが、）事実とはまるで違う結論で終えたり、突拍子もないイベントを勝手に挿入しすぎたせいで、物語の辻褄が合わなくなり、結局結論までたどり着けなかったりもした。しかし今回は、楽しませることを目的とするよりは、文字で記録することを一番の目的とするようだから、あくまでも出来事を観測した順番通りに、見たままを正確に記録していくことにしよう。となると、語りはまたここから始めなければならぬことになる。まったく、なんと面倒くさい。

### ； 駅前にて

その土地の形を、よく見知ったと期待される物の形に例えることで説明を試みようかと思ったが、いくつかの理由でこれは不採用にする。一番の理由は、書いてる側も呼んでる側も気恥ずかしさを負うことにある。これ以上の説明は要らないだろう。もとより文学的だったり詩的な文を書くことが目標ではないので、ありのままを丁寧に説明するだけにしよう。

駅というのは普通、街の中心にあるものだ。それは普通、駅を中心に街というのは発展するものだから、だから駅より北方面、あるいは西側を私が知らないというのはいささか不思議である。もちろん、いつもいつも、駅が街の中心というわけではない。私が高校に通うのに使っていた岡本駅は、言ってしまうと六甲山の裾にあって、駅より北には山しか無い。という駅が位置



するその場所も、綺麗に舗装されてかなり気づきにくくはなっているものの、山である。まだ、山である、と言ったほうが正確か。つまり、山というからには、地面は山頂から低い方へ低い方へと走っており、その勢いは駅を通りすぎてもまだしばらく止まらない。従って駅から飛び出た人は、その安定したエネルギーを求めて、自然と足が南に向いてしまうという仕組みになっているのだ。コンビニも雑貨屋もアイスクリーム屋も、駅より南側にしか存在しないのも合理的だと言える（山にずっと置いたパチンコ球が、ひとりでに山頂に向かって転がり登ることはない）。

対して、この駅は、別になんということはない。平地の上のぽんとあるだけである。5分ほど東に歩いてみると大きな坂があって、実は高台にあったのだと気付くが、しかし、駅周辺だけを取り出してみれば、別段ただの平地である。線路はほぼ東西に平行に走っており、南側の駅口から入るとまず地下にあり、そうして線路をくぐったのち、ホームに出る。それよりも北側に何があるかなんてのは、ホームから眺めれば分かることで、なあんにもないのである。この街に面白さを求めてはいけない。

一応、楽しいことといえば、駅より10分ほど南に歩くと、割に大きな公園があって、私は昼休みのほとんどをそこで過ごすのだが、これはそんなに重要でないので省くことにする。

## (call/cc

つまり、線路というのは、強く境界線として働くのだな。駅が出来て、それから駅を中心に街が発展する場合、当然線路というものが街の発展に影響を及ぼすだろう。それがなんだか、線路という結界が街にかけられた呪いみたいで面白くて、私はメモ帳に「線路は境界線として強く働く」とだけ書いてご機嫌だった。これが私であった。携帯電話は持たされず、自分のことを天才だと信じ、公園でホームレスに話しかけるのがささやかな遊戯で、得意科目は理数系、苦手科目は暗記全般。

あなたの趣味は何ですかと聞かれて、一日中考えても結局趣味と言えるような趣味は無く、まあ強いていえば読書かな、と答える。趣味が読書と言うとなんだか無難なトコを突いてきただけだな、と思われるのが嫌で読書と映画鑑賞だけは言いたくないのだけど、でも本当に、そのくらいしかないのでは仕方がない。自宅から予備校に行くまでの途中にある古本屋とゲームセンターはほとんど把握していた。最近自分が発明したほとんどお金を掛けずに時間を潰せる遊び方は、とにかく長く読めそうな古本を買ってきて、ゲームセンターが開くまでの時間つぶしにすることだった。予備校をサボった日はよくこれを実践した。本は選り好みせず漫画だろうと新書だろうと何でも読んだ。一冊を長く時間を掛けて読めることが必要だった。

---

私は一人で駅を南口から入り、一旦地下を歩いて、(小さな駅には似つかわしくないことに地下は二階分の深さがあり、いつでも30秒で出来たてのハンバーガーを売るお店があり、個人営業の本屋があり、その向かいには雀荘があって、他にも、あんまり注目がしたことがないので何なのかはよく知らないけど、たぶん、普通に営業するお店が、こんな狭い面積に密集している)一人で階段でホームにあがる。

一人で電車に乗った。電車から外の風景を見下ろしていれば、すぐに私の家の最寄り駅に着く。

見下ろすっていうのは、今の場合、まったく適切な表現で、この線はここから3駅の間、すこし高いところを走る。下は、長い下り坂になっているが、線路はなお水平に走るためである。

一人の少女が歩いてるのを見た。そして私は、「彼女はどうして一人なのだろう」という議論を始めた。「つまり、彼女は私と同じなんだ」という説を支持することにした。坂を下る少女が私と同じだと考えた途端、彼女のことをかわいそうに思えた (N.B. かわいそうなんであることに気がついた)。

それはつまり、私は私のことをかわいそうなの？ という疑念は切って捨てなければならぬ、と自分に言い聞かせた。他人だからこき、かわいそうなのだ。自己憐憫はもっとかわいそうだ。自分をかわいそうと思うのは世界で一番かわいそうなんだけの権利でしょう。自己憐憫は一種の快樂だ。全く何も産まない、非生産的な快樂だ。そんなことは、ちょっと頭を掠ったところで、五秒で止めるべきだわ。そんな人はわざと自分で自分を貶める。それでそんな状況を誰かにひけらかしたがる。凜々しい猫よりも、濡れて泥に汚れたしゃぼん猫のほうが大切に扱われると信じてる。そんな姿、見せることを恥だと思わない。見せられた方はたまらないと思う。ああ、つまらないことを考えた。ようするに、ね、私は可哀想ではないから、もっと下を見るのだ。言い換えれば「もっとかわいそうな人がどこかにいるのだ。例えば、そこにいる、可哀想な少女は、地面にしゃがみこんでいて、そうして、私と彼女との距離はまもなく見えないほど離れていった。まったく可愛そうだ！

## (lambda (k)

トンネルが間もなく近づくと、私は習慣として、カバンから煮干しチップの小袋を一つ取り出し、一口だけつまんで食べた。ここのトンネルは車専用となっており、歩行者と自転車は、一つ遠回りをしないといけない。ちょうどその周辺は野良猫が巣窟になっている。私がその道路に出ると、彼女たちの半分以上が四方八方に散る。それでも残るのはまだ小さな子猫たちだ。逆に言えば、人間を見て逃げするような猫というのは大きな大人に限るので、「蜘蛛の子を散らす」という表現は使にくい。それにしても、この世界において、野良猫に天敵もなにもないだろうに、どうして人間を嫌うのかしら。私は一匹の子猫のそばでしゃがみこんで、手に持っていた小袋から煮干を一つつまんでみせた。子猫たちは、それよりはお腹を撫でて欲しいようなんだな、これが。

私が子猫に餌付けする様子を少し遠くから伺う大人たち、歩行者用のトンネルの裏側の落書き、川に投げ捨てられて錆びついた自転車、それくらいのもので、どれも全く毎日見てきたものだ。トンネルの向こう側に行くと地名が変わり、多少は街も賑わいも見せてくる。とは言っても道は細く、例えばこのスーパーの外は自転車が多く駐輪されて通りにくいことこの



上ない。しかしどうやら今日は休みのようであった。てっきり年中無休で営業されるものだと思っていたのだけれど、しかし、店が開いていないのにその前に駐輪されてる自転車の数というのは、何かを測る指標になるかもしれない、と思った。

鈍感な私はここでようやく異変に気付いた。上を見上げると北大阪急行の線路がある。先程から電車が一本も走っていない気がする。そういえば開いているお店が一つもないこと、誰ともすれ違わないこと、自動車が走っていないこと、私がこの散歩のささやかなゴールにしている古本屋も当然と言った様子で暗く、その自動ドアは施錠されて開かなかった。始めこそ、これはなかなか珍しい風景に出会ったものだ、と、呑気に気構え、私しか居ないこの街を散歩して歩いて回っていた。だんだんと、不安になり、電車も走っていないのなら、どうやって帰ればいいのかと考えた。いや、そういう問題でもないな。帰宅するだとかそういう以前の問題かもしれない。私は薬局前のブロックの上に腰掛けて、自然と震える足をさすった。

問題が解決するまでには体感でも五分と掛からなかった。ガラスがぴしゃりと割れる音が聞こえたのだ。紛れもなく、これは人間の音だと思った。駆け足になって私は音の発生元を探した。コンビニのドアが割れていた。それが誰であったとしても、私は努めて仲良くなれると思った。

「どうやら、こんな真似をしても私のことを捕まえる人はいないと思ったのでね」男は手に持てるだけの袋入りパンを持ち、まずは盗みをしてることについての弁明をした。私は努めて愛想よく「ええ、状況が状況です」と言って、入り口すぐ近くにあった買い物かごを一つ持って見せた。

何か情報を求めて話をしてみたが、状況がわからないのは向こうも同じようだった。男は、アリカワというらしい、すぐ近所に居を構えているらしく、家に貯蓄した食べ物が尽きたので外に出たらこんな感じで、それがついさっきだと言う。初め私は、すぐ近所に家があるからこんなに、この男は落ち着いていられるのだと

思ったが、それもあるが、それよりも、根本的にこの男の性格ゆえらしいと思い始めた。つまり、こんなことになってラッキーだ、と言わんばかりで、男は私から受け取ったカゴに手当たりしだいに入れ、ニコリと笑った。そんなわけで、しばらくはその男の家にお世話になることになったのだ。

ふう、疲れた。

## (k)

今日は長い夢を見た。目が覚めるとすぐに自分は、それがいい夢だったか悪い夢だったかを思い出そうとする。きっといい夢だったに違いない。内容は全然覚えていないけれど、目覚めがとってもいい気分だったから、もっとも、その起こされ方について言えば、あまりいいものとは言えなかった。付けっぱなしにしていたテレビからブザー音のような鈍く長い音で起きたのだった。テレビが付けっぱなしだったのはたまたまではない。最近パソコンでもテレビでもなんでも付けっぱなしで寝る癖がついてしまった。人間の声を聞きながらでないと眠りにつけない癖がついてしまったのだ。

テレビではそのブザー音の後に男のニュースキャスターらしい人がなんだか気味の悪い事を言っていた気がする。カーテンの隙間から漏れる太陽光は気持ちがよくて(お昼すぎだったけれど)、部屋のこもった空気も新鮮なものに思われた。そのくらい気分の良い目覚めだったのだ。

公園は大体、ベビーカーを伴って談笑する若い母親、サッカーをする小学生、それからこれは公園の奥の方で初めてこの公園に来た人まで"は来ないで"あろう場所にホームレ入の人たちが数人、ベンチで煙草を吸っている。公園までの道自体もなかなか小洒落で"ジョギング"なんかがよく似合う。駅前広場に戻ろう。アスファルトを丸く切り取って一本の太い木が植えられている。それを取り囲むようにドーナツ型のベンチがあり、老人と子供たちが占拠している。あの子供たちはきっと、家で遊んでいたところをお母さんに追い出されたに違いないのだ。「せっかく天気もいいのだから、みんなで外で遊んできなさい」

だとか言われて、結局子供たちはこんな所でカードゲームをしているだけなのに、紙のカードだから風で飛ばされないか心配だ。広場の右方にはコンビニと文房具店、あとドラッグストアがある。自分は家に戻る前にその文房具屋で何か買う予定だったのだ。手のひらにボールペンで書いたメモを見て何を買おうとしていたのか、思い出そうとした。

誰かにそのメモを見られるなんて心配はあるはずもないのに、念のために誰かに見られても恥ずかしくないように直接買う予定の品を書かず、頭文字をアルファベットで書いてある。暗号は再び解読する必要に迫られた。老人たちはファーストフード店で買ったのであろうポテトを食べながら何か話しているが、それが楽し

そうには見えない。突然、老人のうちの一人のお婆さんがやおら立ち上がって矢の子供たちに話しかけた。その光景を見て突然、既視感に襲われた。目から入った視覚データが神経を伝って脳に入り込んだが何かの間違いでラッチに入り込み、失敗して無限のループに陥った。ぐるぐるとループする光景というデータはそれを何とか抜けだそうとし、誤って記憶領域の中を通り抜けてこれを認識したので昔見た光景を思い出しているという錯覚、そして今見ている光景と一致しているという非現実的な知覚をしているのだな、という妄想をした。それにしてもこれは不思議なことだ。ほとんど毎日見慣れている光景なのだから、昔見た光景であるのには間違いないのに。しかしこれは、デジャブだった。

## ； 象の卵

かくして自分はアリカワという男と暮らすことになりました。この男は大学の教員だみたいなことを言っておりましたが、しかし、今の今までの一ヶ月をずっとこの家に閉じこもって過ごしていたそうです（そんなことって、できるのでしょうか）。十分な水とカロリーメイトさえあれば生きられる、と、さもこの世のありがたい真理であるかのように説明してみせました。彼は、自分には大した興味を示さず書斎に篋もり、何やらしており、自分は、じゃあまあ、料理役と掃除役を仰せつかったというわけなのです。それはそうと、この事態の收拾を着けなければと、テレビを一日見て過ごしました。しかし、ついに、テレビは愛らしい猫をただ愛でるだけの娯楽番組くらいしか、自分が興味を示すようなものは何もありませんでした。結局自分は何もすることがなく、その日は、材料を焼いただけという、自分ができる精一杯の料理を披露しただけで終わりました。（この材料は、近くのスーパーを見つけて調達してきたものですが、電気は停まっており、ものが腐らぬうちに緊急に回収してきたものなのです。不思議なことに、アリカワの家には電気は通っておりません。）

次の日になってもニュースは何も報じませんでした。新聞は届きませんでした。この街に配達する者がいないようなのでした（もっとも、この男はそういったものを読みそうにありませんが）。居候してもらっているのに、失礼だとは思いましたが、彼の書斎を覗いてみました。一応、コーヒーだけ淹れて、初め、ピンポンで遊んでいるのかと思いました（一応言うておくと、ブラウン管の左端と右端とに沿って動く棒状のブロックでボールを弾きあう卓球ゲームのことですよ）。白い画面の真ん中に明るい緑色の正方形のブロックがあって、よく見るとそれを黒い細い線で四角く囲ってある、そんな画面を映しだしたパソコンを、真面目くさった顔で見つめている男が、昨日以来、まだ言葉を交わしていない男でした（いい忘れていましたが、男は何も言うてくれないので、私は勝手にシャワーを借りて、勝手にテレビの前に置いてあるソファで寝たのでした）。アリカワは私の腕を左手で握っ

て、それから盆のコーヒーカップを手に取りました。

「これはね、神様なんだよ」

意味がわかりませんでした。

「見ててね」

アリカワがキーボードのどれかを押すと、緑色の四角は真下にすーっと降りて、やがて黒い線にぶつかりました。

「ただ壁にぶつかることを繰り返して、やがて死ぬ」

別なキーを押すと、今度はテキストの羅列が表示されました。

「自分の幸福を追及させただけだ」というのに、自分の体力を奪う行動しかしない」

「その神様は、あの、まず、どうして神様?」

「呼び方なんてのはなんだっていいんだが、まあ、そうだな。この完結した世界にただ一体だけある生き物だから、ってことでいいかな」

「いいんですけど、呼びにくいかな」

「じゃあBと呼んでくれればよいよ」

「どうしてB?」

「Bという名前の構造体で定義したから」

「わかりました。じゃあ、そのBはどんな行動が取れるのですか? あるいは、外部からBへの影響を及ぼすことはありますか? 」

「まず、外部からの影響というものは無い。唯一動けるものがBだから。しかし作用反作用はある。つまり、Bが壁にぶつかると衝撃がBと壁との両方に加わる。壁は世界の端っこを意味する。端っこを壁だと定義しているから、これが壊れたりなどということはない。Bが取れる行動は、この壁の内側を自由に移動するだけだ。連続的でさえあれば速度は自由に調整できる。」

思わず、「だから?」と聞き返しそうになったが、やめた。 変に飽きてしまって、退屈してしまったら、気が変になる。 ここは一つ、とことん付き合っておけなくちゃ!

(set! \*k\* k) へ続く



# The quantize Schemer

@cymph

## はじめましてのご挨拶

はじめまして！でよろしいですか。

いいと思いますよ！

ちなみに『Scheme 手習い』は読んだことはありますか。

#f です。

え、『Scheme 手習い』を読んだことがないのですか。

はい

それは困りましたね。

...

あ、『Scheme 修行』なら読んだことがあるとか。

ええっと...

線形代数は知っていますか。

はい、線形代数は親友です。

状態  $|\varphi\rangle$  とはなんですか。

q ビット

$$|\varphi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

$$\alpha, \beta \in \mathbb{R} \text{ として } \alpha^2 + \beta^2 = 1$$

$\alpha, \beta \in \mathbb{C}$  とするのはまずいですか。

問題ありません。 $\alpha^* \alpha + \beta^* \beta = 1$

$\alpha \in \mathbb{C}$  について  $\alpha^*$  とはなんですか。

複素共役です。  
 $\alpha = a + bi$  ( $a, b \in \mathbb{R}$ ) とおくと  
 $\alpha^* = a - bi$

観測を知っていますか。

ええ...たぶん。

観測は q ビットに対する正当な操作です。

なんと。

$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$  を観測するとどうなりますか。

$|0\rangle$  もしくは  $|1\rangle$  のどちらかを観測できます。

どちらですか？	$\alpha^2$ の確率で $ 0\rangle$ を観測します。同様に、 $\beta^2$ の確率で $ 1\rangle$ を観測します。
$\alpha, \beta \in \mathbb{C}$ かもしれません。	$\alpha^2$ を $\alpha^* \alpha$ 、もしくは $ \alpha ^2$ と読み替えてください！
我々は Schemer です。 $\alpha 0\rangle + \beta 1\rangle$ を表現してください。	'(alpha beta)
単に並べれば良いのなら、列ベクトル $\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$ でもよさそうですね！	問題なさそうですね。
ちょうど 50% の確率で $ 0\rangle$ を観測できるような q ビットを想像できますか。	はい。 $\frac{1}{\sqrt{2}} 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} 1\rangle$
先ほどの表現を使いましょう。	<pre>(define /sqrt2 (/ (sqrt 2))) (list /sqrt2 /sqrt2)</pre>
それだけで"すか。	<p>そんなことはありません！係数はマイナスにしても問題ないので、実数に限れば</p> <pre>(list /sqrt2 /sqrt2) (list /sqrt2 (- /sqrt2)) (list (- /sqrt2) /sqrt2) (list (- /sqrt2) (- /sqrt2))</pre> <p>の 4 つがあります。</p>
q ビットは観測したら 2 種類だけが見られましたね。	$ 0\rangle$ と $ 1\rangle$ です。
もっと多くの種類を観測できたら便利じゃありませんか。	q ビットを並べれば"よろしいでしょう。
やってみてもらえますか。	2 つ並べれば $ 00\rangle  01\rangle  10\rangle  11\rangle$ の 4 つになります。
2q ビットの状態はどうなりますか。	$\alpha_{00} 00\rangle + \alpha_{01} 01\rangle + \alpha_{10} 10\rangle + \alpha_{11} 11\rangle$ ただし $\sum  \alpha_{ij} ^2 = 1$

$|00\rangle |01\rangle |10\rangle |11\rangle$  の替りに  $|0\rangle |1\rangle |2\rangle |3\rangle$  と書いたほうが読みやすいですね。

ただのエイリアス (別名) ですけどね。

一般に多  $q$  ビットが取る状態を記述できますか。

$m q$  ビットだとして:  
 $\sum_{i=0}^{2^m-1} \alpha_i |i\rangle$

$$\sum_{i=0}^{n-1} \alpha_i |i\rangle$$

それでいいなら、いいですね。

$$(\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_{n-1})^\top$$

係数を並べただけですね。

これは列ベクトルです。

$( )^\top$  はそういうリテラルです。

これを観測してみてください。

確率  $|\alpha_i|^2$  で  $|i\rangle$  が観測できました。

観測はそれだけですか。

とんでもありません!

もう一度、先ほどの多  $q$  ビットを観測してください。

$|i\rangle$  が観測できました。

その  $i$  は前に出てきた  $i$  と同じものですか。

そうです。そしてこれからずっと、観測すると  $|i\rangle$  が観測されます。

観測という操作を書いてみましょう

名前は何がいいですか。

$$|\varphi\rangle \xrightarrow{\text{observe}} |i\rangle$$

observe でよいでしょう。

```
(use srfi-1)
(use srfi-27)
(define (observe q)
  (let ((i (random-integer (length q))))
    (map (lambda (j) (if (= j i) 1 0))
         (iota (length q)))))
```

使っている処理系はなんですか。

Gauche scheme shell, version  
 0.9.4 [utf-8, pthreads],  
 x86\_64-unknown-linux-gnu

```
(define phi
  (list /sqrt2 /sqrt2))
```

```
gosh> phi
(0.7071067811865475 0.7071067811865475)
gosh> (set! phi (observe phi))
(0 1)
```

set! を含めてマクロにしてしまっても良いかもしれませんがね。

それはやめておきましょう。

'(a b) に左から  $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  を掛けてください。

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b \\ a \end{pmatrix}$$

どうになりましたか。

$|0\rangle$  と  $|1\rangle$  を観測できる確率が入れ替わりしました。

ところで、 $|0\rangle$  を捕まえることができませんか。

難しいでしょう

では、q ビットの発生源を用意します。

```
(define (random-q)
  (let ((a (- (random-real) 0.5))
        (b (- (random-real) 0.5)))
    (let ((Z (sqrt (+ (* a a)
                      (* b b)))))
      (list (/ a Z) (/ b Z)))))
```

```
gosh> (observe (random-q))
(1 0)
gosh> (observe (random-q))
(1 0)
gosh> (observe (random-q))
(0 1)
gosh> (observe (random-q))
(0 1)
```

二回に一回は  $|0\rangle$  が捕まえられますね。

$|1\rangle$  が来たら  $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  を掛けてください。

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

これを X ゲートと言います。忘れないうちに定義しておきましょう！

```
(define (X p)
  (list (ref p 0)
        (ref p 1)))
```

$q$  ビットには  $Z$  ゲートを掛けることもできます。 $Z$  ゲートは次の行列で表現されます。

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ -b \end{pmatrix}$$

$X$  も  $Z$  もユニタリ変換です。ユニタリって知ってますよね。

ユニタリ行列ならしってます。

$$U^\dagger U = I$$

となる行列  $U$  です。

$U^\dagger$  は転置共役行列ですか。

そうです。

もっと簡単に説明できますか。

行列  $U$  の第  $i$  列目だけを取り出してできるベクトルを  $u_i$  とすると、

$$u_i^* u_j = \delta_{i,j}$$

です。

$\delta_{i,j}$  とはクロネッカーのデルタのことですね。

そうです。

$$\delta_{i,j} = \begin{cases} 1 & i=j \text{ のとき} \\ 0 & i \neq j \text{ のとき} \end{cases}$$

多  $q$  ビットへの操作として、任意の  $n \times n$  ユニタリ行列:  $U$  でもって

$$|\varphi\rangle \mapsto U|\varphi\rangle$$

とできます。

任意のユニタリ行列ですか。それは驚きですね。

## さんぽみち

疲れましたか。

ええ、ちょっとだけ。

休憩のつもりで散歩をしましょう

タカの散策ですね

前回、私が最後になんと言ったか、覚えてますか。

ええ、任意のユニタリー変換を施すことができると言いました

次は、ユニタリー変換ですか。

$$|i\rangle \mapsto |i-1\rangle + |i+1\rangle$$

聞きたいことが2つほどあるのですが。

もちろん! 時間はまだまだありますよ。

まず、見たい目が行列になっていないのですが

ささいな問題です! 実際、次のようにして、簡単に行列にできます。 $i$  番目だけが 1 で他が 0 な列ベクトル:

$$(0\dots 0, 1, 0\dots 0)^T$$

これが  $|i\rangle$  の正体です。

ふたつ目の質問ですが、では、 $i$  の範囲を教えてください。

$$U|i\rangle = |i-1\rangle + |i+1\rangle$$

となればよいのですが、左辺は  $U$  の第  $i$  列目であることがわかります。

自然数全体  $\mathbb{Z}$  としましょう。

ええ、それは無限にありますよ。無限の q ビットが必要になってしまいます!

大丈夫、有限しか使いません。

先ほどの変換の行列バージョンをくれませんか。

$$U = \begin{pmatrix} & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & 1 & & \\ & & 0 & 1 & \\ & & 1 & 0 & 1 \\ & & & 1 & 0 \\ & & & & 1 \\ & & & & & \ddots & \end{pmatrix}$$

$$U_{ij} = \begin{cases} 1 & i - j = \pm 1 \text{ のとき} \\ 0 & \end{cases}$$

これはユニタリ一行列ですか。

$u_i^* u_i = 1^2 + 1^2$  なので違います。

では  $\frac{1}{\sqrt{2}}U$  はユニタリ一行列ですか。

$u_i^* u_{i+2} = 1$  なので違います。

$$|i\rangle \mapsto \frac{1}{\sqrt{2}}|i-1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|i+1\rangle$$

の意味はわかりますか。

50%の確率で  $|i\rangle$  が  $|i-1\rangle$  になります。50%の確率で  $|i\rangle$  が  $|i+1\rangle$  になります。でもユニタリ変換ではないので、不当な操作です。

どうしたらよいでしょうか。

もっと行列をスパースにすればよいと思います。

縦にスパースにします。先ほどの行列  $U$  で 1 があつた行のすぐ下に全て 0 で満たされた行を挿入します。

アイデアを借りてもよろしいですか。

$$\begin{pmatrix} & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & 1 & & \\ & & 0 & 1 & \\ & & 0 & 0 & 1 \\ & & 1 & 0 & 0 \\ & & 0 & 1 & 0 \\ & & & 0 & 1 \\ & & & & 0 \\ & & & & & \ddots & \end{pmatrix}$$

列は次のように挿入します。

なるほど、1 がずれたので別な列を  
掛けると 0 になりますね。  
でも行列は  $n \times n$  の正方行列でな  
いといけませんよ。

$$\begin{pmatrix} & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & 1 & 1 & & & \\ & 0 & 0 & & & & \\ & 0 & & 1 & 1 & & \\ & & 0 & 0 & & & \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 1 & \\ 0 & 0 & & & 0 & 0 & \\ & & 1 & -1 & 0 & 0 & \\ & & 0 & 0 & & & \\ & & & & 1 & -1 & \\ & & & & 0 & 0 & \\ & & & & & & \ddots \end{pmatrix}$$

これを  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  倍した変換を考えます。

確かにユニタリーですね。でも、ど  
う読み取れば?

$|i\rangle$  に 2 種類の “タグ” を付け加え  
ます。  $|i, 0\rangle$  と  $|i, 1\rangle$  です。

$$|i, 0\rangle \mapsto \frac{1}{\sqrt{2}}|i-1, 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|i+1, 1\rangle$$

$$|i, 1\rangle \mapsto \frac{1}{\sqrt{2}}|i-1, 0\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|i+1, 1\rangle$$

$|i, 0\rangle \mapsto |i\rangle$ 、 $|i, 1\rangle \mapsto |i\rangle$  と読み替  
えれば、確かに先ほどの変換と一致  
します!

定義してみます。この変換はなんと  
いう名前にしますか。

random-walk と名づけましょう

そういえば先程は、取りうる状態  
 $|i\rangle (i = 0, 1, \dots, n-1)$  の種類の数  
を長さにしたリストにしましたが、  
今回は無限あります。

有限しか使いません。十分大きくと  
ればよいでしょう。また、

$$|i, 0\rangle \equiv |2i\rangle, |i, 1\rangle \equiv |2i+1\rangle$$

と便宜的にしておく扱いやすそう  
です。

```
(define (nth ls n)
  (if (or (< n 0)
        (>= n (length ls)))
      0
      (ref ls n)))

(define (random-walk p)
  (map (lambda (i)
        (if (even? i)
            (+ (nth p (+ i 2))
              (nth p (+ i 3)))
            (- (nth p (- i 3))
              (nth p (- i 2)))))
        (iota (length p))))
```



範囲外アクセスしようとするとき 0 を返すようなアクセスです

心の目

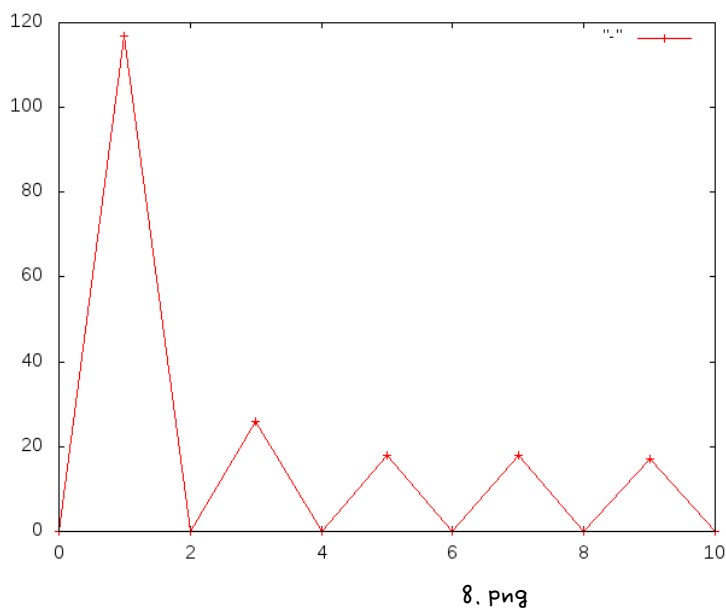
最初の多qビットの発生源も必要です！

```
gosh> (random-qs 10)
(0.21311994855400265 0.4540140911161344
-0.36816606569943633 0.2813168420814456
-0.19153946328486496 -0.4673264315974541
-0.3657098841566678 0.13189203266396135
0.35711782508621465 0.0034564021126312796)
gosh> (observe (random-qs 10))
(0 1 0 0 0 0 0 0 0 0)
```

```
gosh> (times 10 random-walk (observe (random-qs 30)))  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 -1)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 -1 1 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 -2)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 -2 -1 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 2 1 0 0 -3 0 0 0 0 -1)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 1 0 0 -3 1 0 0 -1 -3 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 4 1 0 0 -2 2 0 0 -4 -4 0 0 0 2)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 5 1 0 0 0 3 0 0 -8 -4 0 0 2 0 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 6 1 0 0 3 4 0 0 -12 -3 0 0 2 -4 0 0 0 2)  
#<undef>  
gosh> (times 10 random-walk (observe (random-qs 30)))  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 -1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 -2 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0)  
(0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 -1 -1 0 0 -1 3 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0)  
(0 0 0 0 1 0 0 0 2 1 0 0 -2 0 0 0 2 0 0 0 1 -4 0 0 0 -1 0 0 0 0)  
(0 0 1 0 0 0 3 1 0 0 -2 1 0 0 2 -2 0 0 -3 2 0 0 -1 5 0 0 0 1 0 0)  
(1 0 0 0 4 1 0 0 -1 2 0 0 0 -3 0 0 -1 4 0 0 4 -5 0 0 1 -6 0 0 0 -1)  
(0 0 5 1 0 0 1 3 0 0 -3 -3 0 0 3 3 0 0 -1 -5 0 0 -5 9 0 0 -1 7 0 0)  
(6 0 0 0 4 4 0 0 -6 -2 0 0 6 0 0 0 -6 0 0 0 4 4 0 0 6 -14 0 0 0 -8)  
#<undef>
```



```
(define (plot-times n f x)
  (let loop ((i 0) (x x))
    (when (< i n)
      (show (compress x) #'|i|.png")
      (loop (+ i 1) (f x)))))
```




---

ところで知らない道に出てしまいました。帰り道を覚えていますか。

---

...

## 参考図書

1. Daniel P. Friedman, Matthias Felleisen, 元吉 文男 (訳), 横山 晶一 (訳): “Scheme 手習い”, オーム社, 2010
2. Daniel P. Friedman, Matthias Felleisen, 元吉 文男 (訳), 横山 晶一 (訳): “Scheme 修行”, オーム社, 2011
3. Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, 木村 達也 (訳): “量子コンピュータと量子通信 1”, オーム社, 2004

## 血液型占い

寄稿： 柊

昨日の帰りの電車のこと、じろじろと私の顔を見てくる男がいた、

…あのう、

無視されてしまった、いや、単に気付いてくれてないのかな、今度はタイミングよく、丁度顔があった瞬間に、

あの、何か？

え？

顔に何かついてますか？

いえ、別に。

そうですね。

さっき鏡で二回も確認しました、顔には何もついていません、男は、なおも訝しげに私の顔をちらちらと見てくる、

何でしょう？

尋ねても返って向こうが厄介な人に絡まれた被害者のような顔で

いえ、何も

という言い草で、すぐさま携帯電話とにらめっこするのを再開した、

それでこんな予想をした、自分が、この男の携帯を覗き込んでいると勘違いしているのではないか、しかし、元はと言えば、そちらが私の方を、無理な角度の首を曲げてまでじろりと見てきて、そうしたら誰だって、反射的に見返してしまうものでしょう？男は、携帯電話の画面に左手で陰を作って見えないようにしてきた、しかし自分の位置からはそれでも見えるのだ、やはり男はこちらを何度もちらりと見てくる、まさか窓の外を見てるふりをしながら、その反射を使って覗いているとでも思っているのか、貴方が何度こちらを振り向こうが、私は本当にただ窓の外をただ眺めてるだけなのに、

一体この男は何をそんなにこっそりとすることがあるのだろうか、やましい事はこんなに人がいる場所でするべきではない、何、ちょっと見てみれば、携帯のメモ機能で詩を書いていた、

面白い詩ですね。

あなたの狭い、閉じこもった世界がよく分かります。

ワブルベース

家に帰ると、これは別の男が、しかし本質的にはさっきの男と変わらない男が、夕飯を机に並べて、テレビを見て待っていた、

最近ビジネスを始めたんだ。

ふうん。やっとな、って感じね。

随分長かったわね、無職期間。

まあそう言うな。

何もしてなかった訳じゃないんだ。

つまり、新しいビジネスを模索することをしていたんだよ。

面白くもないことを言う。

それで、何をするの？

既存であり、同時に全く新しい仕事だよ。

何それ。

あんまり変なコトしちゃ嫌よ。

これは新しい分野なんだ。奇怪に思われたって仕方がないや。しかし、男は彼女にあまり心を開いていなかったのも、自分の発明したビジネスを彼女について語ってしまったことを後悔し、またこの事については慎重になろうと思った。

一度だけ実践してみたんだよ。

それ程、一度に大金が入るわけじゃないが、

一人で出来る分、割はいいかな。

まあ、言ってしまうと、物を安く仕入れて、定価より少し安い値段で売るんだ。もっともこれだけ聞いても、単なる商売の理念そのまんまじゃないか、って思うだろう？

ギリヤキウね。

どこが新しいっていうの？

仕入先さ。

ちょっと言えないけど、タダ同然で品物が手に入るのさ。

自分から言い出したくせに、急に言葉を濁し始めたのも、私もそれ以上詮索しないことにしました。どうせろくな事じゃないでしょう。彼が昔何をやっていたのか知りません。まともな職業に一度でも就いたことがあるのかどうか。家事のことだけやって、お金のことなんて考えてくれない方が返って安心します。キウスればずっと一緒にいても良いのに。

血液型占い、というのがあったキウスですね。彼は数年前に流行っていたと言います。テレビのニュース番組の最後なんかには、誕生月占いだとか、血液型占いのコーナーがあるものと決まっていたキウスです。私はその頃、勉強ばかりで新聞は読んでもテレビは観る暇がなかったのですが、観たことのない私にはまだ信じられませんが、だって何の根拠もないインチキなんじゃない？と聞くと、それはそれで大衆に持て囃されていたんだキウスです。本当なのではないか。

私の勤め先は病院です。病院の匂いは好きですが、そこにいる人間のことを考えると（患者のことではなくて、偉キウスにしている医者のことを考えると）息がつまります。よくのんびりしていると云われます。本当はこんなではいけないの

です。輸血のための血液型を調べる仕事を頼まれたのです。日本人はA型が多い  
そうなので、取り敢えずA型で手を打ってきましょう、と冗談を言うと本気で吐ら  
れてしまいました。大人にこんなに吐られるなんて高校生以来だから非常にショッ  
クを受けたのに、吐った方はと言うと、何でもない風にするので「なんだ」か腹が立っ  
て、わざと違った血液型を言ってやろうかしら。

奥附

表題 Take 3

著者 枚方園内

お便り [cymphh@gmail.com](mailto:cymphh@gmail.com)

初版 2015/08/16

Alice.lips <http://alice.fail/>