

AIとDGX Sparkで量子シミュレーションをやってみた

これは「ただのシミュレーション」の話です。
本物の量子コンピュータは1秒も使っていません。

使ったのはDGX Spark——机に載る小さなAI計算機(メモリ121.6GiB)。これで量子コンピュータの中身を計算で再現し、「どこまでできて、どこから無理か」を実測しました。

[1] 量子ビット・ゲート・回路——用語はこの3つだけ

量子ビットは、状態を持つ小さな部品です。実物は方式によって違います:

方式	量子ビットの実物	操作に使う信号
超伝導(東京の実機など)	小さな超伝導回路	電波
シリコン半導体	シリコンの中の電子	電圧+電波
イオン	宙に浮かせた原子	光

ゲートは、量子ビットに信号を1回送ることです。テレビのリモコンと同じ構造で、ボタン1押し=信号1回=状態が1回変わる。

回路は、どの量子ビットへ、どの信号を、どの順番で送るかのリスト。

今回の実験は「32個の量子ビットに、信号を1024回送る」でした。部品が32個、信号が1024回——1024個の量子ビットが並ぶわけではありません。

[2] 量子ビットの状態は「確率の表」

量子ビットの状態は、「いま測ったら何が出るか」の確率の表で書けます。2個で実演します(読み出しの候補は00・01・10・11の4行):

読み出しの候補	確率	読み出しの候補	確率	読み出しの候補	確率
00	100%	00	50%	00	50%
01	0%	01	0%	01	0%
10	0%	10	50%	10	0%
11	0%	11	0%	11	50%

開始: 作りたての量子ビットは必ず0が出ます。だから「00が100%」。

信号1回目「1番を五分五分にする」→ 00が50%、10が50%。

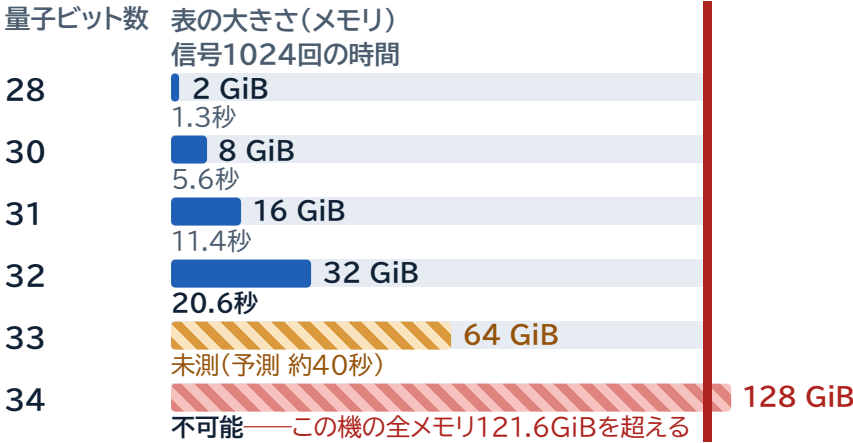
信号2回目「連動: 1番の目が1の行は、2番の目をひっくり返した行へ中身を移す。1番の目が0の行はそのまま」→ 10にあった50%が11へ。測ると00か11——2個は必ず同じ目になります。

量子ビットがn個だと、この表は2のn乗行になります。32個で約43億行。

シミュレーションとは、この43億行の表をメモリに実際に置き(32GiB)、信号1回ごとに43億行を全部書き換えることです。1024回書き換えて20.6秒——これが今回の実測です(複数の信号をまとめて処理する高速化あり。切ると124秒)。

[3] 倍々の壁——1個増えると2倍

DGX Sparkでの実測 未測 不可能
この機の全メモリ121.6GiB



量子ビットが1個増えるごとに、表の行数が2倍。メモリも時間も2倍(実測で確認)。

DGX Sparkで見られる世界はここまで(33個)。世界記録は、NVIDIA系チップを1万6千個束ねた欧州最大級のスパコンJUPITERで50個(2026年5月)——素直に持てば約9ペタバイトの表を、圧縮技術で2ペタバイトに抑えての達成です。機の箱と世界一のスパコンの差が、量子ビットわずか17個ぶん——「1個増えると2倍」の壁はそれほど急です。その先を自然に持てるのが、本物の量子コンピュータです。

[4] 「1回動かせる」と「学習できる」は別の限界

量子回路の使い方は2つあります。「答え合わせの式」で探す([5])か、「見本データ」に似せる(学習)か。この研究は後者です。

学習とは、見本データに出方を似せるモデル(生成モデル)を作ること。作り方はディープラーニングのモデル作りと同じです。ゲートには「回す角度」という調整値があり、その値で確率の表の形が決まります。学習=表の形が見本に近づくように、数百個の角度を回す作業。

1歩=①今の設定で出力を計算 ②見本とのズレを測る ③どの角度をどっちに回すか全部計算 ④少しずつ回す。必要な歩数の相場は数百~数千歩。

実測: 28量子ビットで1歩96.6秒。1000歩なら約27時間。

33量子ビットの学習は——速い計算法は表を3枚同時に持つ必要があり192GiBで不可能。遅い計算法は100歩だけで約20時間(見積り・未実行)。

32	= 1回動かす実測(20.6秒)
28	= 学習1歩の実測(96.6秒)
30	= 学習の天井(メモリ)
24	= 「学習が成立する条件」の総当たり測量の上限(合計約17時間)
33	= 学習不可能

[5] ゲートを重ねると何ができるか——そして、できないこと

境界線(ここが大事)

量子は、無から答えを見つける装置ではありません。「答え合わせを式に書ける問題」だけを、呼ぶ回数を減らして解く装置です。

- 式が書ける問題(決まりのあるパズル・条件探し)→ 量子探索が使える——総当たり平均5000回が、式の呼び出し約80回になる
- 式が書けない問題(答えが装置の中にあるだけ——現物の錠前・パスワード入力欄)→ 量子探索そのものが使えない=量子でも破れない
- 速くなり方は「2乗の圧縮」。魔法ではない

ゲート数	できること
1個	本物の乱数(普通のコンピュータは計算式による疑似乱数しか作れない)
2個	必ず同じ目が出るペア(上の表の実演がこれ)
数十個	「答え合わせの式」を組み込んだ探索。答え合わせを式に書ける問題なら——たとえば決まりが3行あるパズル——答えを知らなくても式が書けます。総当たりで平均5000回のところ、式の呼び出し約80回で見つかる
数千個~	分子や材料の計算(誤り訂正ができてからの未来)

なぜ少ない回数で見つかるのか?——仕組みはブースの画面で動かして見せます。