

量子アニーリングの事例

NECの量子アニーリングを活用した事例

物流業

積み荷・ルート最適化

例：どのトラックにどの宛先の荷物を積むか問題

- 幅/長さ量は様々
- ト/重制限あり
- トラックのサイズ、最大積載量は様々
- 荷物のサイズ、重トラック毎、宛先毎に料金が異なる

運賃表例 (単位:円)

距離別 車種別	小型車 (2tクラス)	中型車 (4tクラス)	大型車 (10tクラス)	トレーラー (20tクラス)
10km	15,790	18,060	22,540	27,940
20km	17,660	20,160	25,330	31,550
30km	19,410	22,270	28,120	35,160
40km	21,220	24,370	30,920	38,770
50km	23,040	26,480	33,710	42,380
60km	24,850	28,580	36,500	45,990
70km	26,660	30,690	39,290	49,600
80km	28,470	32,790	42,090	53,200
90km	30,280	34,890	44,880	56,810
100km	32,090	37,000	47,670	60,420

効果 積載率の向上。属人性の排除。

配送計画最適化

背景・課題

- 保守事業における保守部品配送の物流コストを削減したい
- 個人スキルに依存した配送計画業務の属人性を軽減したい

実施内容

配送時刻やエリア、手段など膨大な組み合わせから最適な配送計画を自動で立案

膨大な組み合わせから最適な配送計画を策定

緊急対応
定期保守
時間指定
配送時刻

〇〇区
△△区
□□区
▽▽区
◇◇市
配送エリア

部品の種類
配送手段

効果

- ベテランの人手による計画と同水準の計画を自動生成できることを確認
- 試算時の上限値である30%の配送効率向上を目指し、チューニング中

https://jpn.nec.com/press/202209/20220909_03.html

製造業

多品種少量生産最適化

例：締め切り日異なる数百品種のオーダーに対して当日の最適な生産計画(製造順)を立案

- 生産する品種が切り替わる時に発生する「段取り替え時間」を最小化したい
- 品種はいくつかのグループに分類されており、同じグループの品種を連続的に生産すると効率が良い
- 当日締め切りのオーダーは必ず生産する

当日締め切り 翌日締め切り n日後締め切り

効果

https://jpn.nec.com/quantum_annealing/case/necplatforms/index.html

生産計画最適化

■ 当日製造する品種の選択イメージ

■ 製造順序最適化イメージ

最短

製造工程 段取り

人による計画立案

熟練工でも1時間

- 熟練工の不足、後継者育成問題
- システム化・アルゴリズム化が困難

アニーリングによる計画立案

数秒で完了

熟練工より、数パーセント無駄の少ない計画立案が可能であることを検証

https://jpn.nec.com/press/202003/20200317_01.html

アニーリングが得意とする組合せ最適化問題に関する多様なニーズが高まっている

(参考) NECの疑似量子アニーリングサービス

- NECの疑似アニーラサービスは、ビット数を30万規模*に拡大し、求解性能も高速化。クラウドサービスも提供し、組合せ最適化ニーズにいち早く対応。

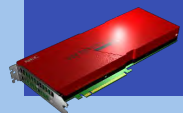
2022年8月29日プレスリリース**

オンプレミス

クラウドサービス

NEC Vector Annealingサービス

NECのベクトルプロセッサ(高速行列計算・高速メモリアクセス)と、
独自アニーリングアルゴリズムにより
大規模アニーリング最適化の高速処理を実現



Leap Quantum Cloud Service

D-Waveの
Leap Quantum Cloud
Serviceを、NECによる
日本語サポート含めて提供

量子コンピューティング 適用サービス

お客様の業務課題に対して
技術検証などトータルにサポート

業務課題抽出
テーマ検討

最適化方式検討
仮説設定

定式化・机上検証
プロトタイプ開発

現場適用検証
チューンアップ

量子コンピューティング 教育サービス

お客様のDX化や
AI活用を加速する
量子コンピューティング
人材育成を支援

基礎編

量子コンピューティングとは何か、
どのような課題が解決できるのか、
短時間で学べるプログラム

実践編

量子アニーリングによる
課題解決のプログラミングスキルを
獲得できるサービス

*約500都市の巡回セールスマン問題でも高速に解くことが可能 **https://jpn.nec.com/press/202208/20220829_01.html

量子アニーリングの先行開発の意義

■ 市場形成：量子アニーラの商用化により、国内の自律的な市場形成/人材育成を喚起

- “2030年に1,000万人が量子技術を意識せずに使用できる社会(Q-STAR)”への第一歩
- 実用段階のアニーリング技術から順次市場に投入していくことで、プロセッサ以外のシステム環境/インフラの整備や量子の知見蓄積を通じた迅速な市場形成・社会実装の加速につながる。

■ 有効性：15-30年後もアニーリングが得意な組合せ最適化が市場の3割を占める

■ ゲートへの発展性：量子アニーリングの技術成果は、将来の誤り耐性型にも活用可能

■ 市場機会を捉え、実用段階にあるアニーリングから順次市場投入することが将来の量子発展の鍵

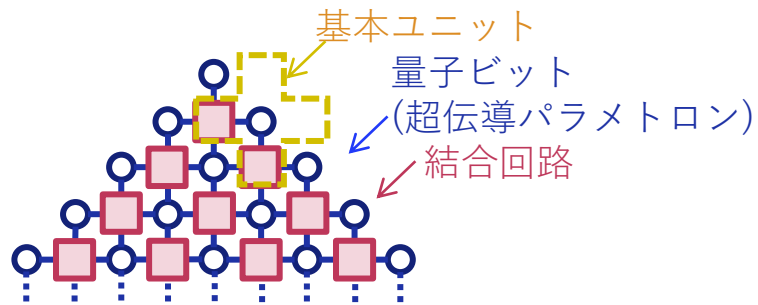
■ 市場で洗練された実用化技術は次世代技術に適用でき、開発が加速



(参考) 量子プロセッサ開発へのNECの取り組み

- 疑似アニーラは、解く問題規模の拡大に伴い、実用時間での高精度な求解が限界 (組合せ爆発)
 - 一方、量子アニーラは、1000bit級でも μ 秒で求解でき、リアルタイムに最適化結果を提供可
- ⇒ NECは量子本来の強みを活かす量子アニーラも主軸に開発を継続

NECのビット配置方式



NECの量子ビットと親和性の高い
4ビット + 結合回路で構成される
基本ユニットの繰り返し配置を
採用し高い結合度を実現

> 1,000量子ビット

>1,000bitの多ビット化に向け、素子の
安定化・冷凍機内の配線数削減を実現す
る低温エレクトロニクス開発も継続

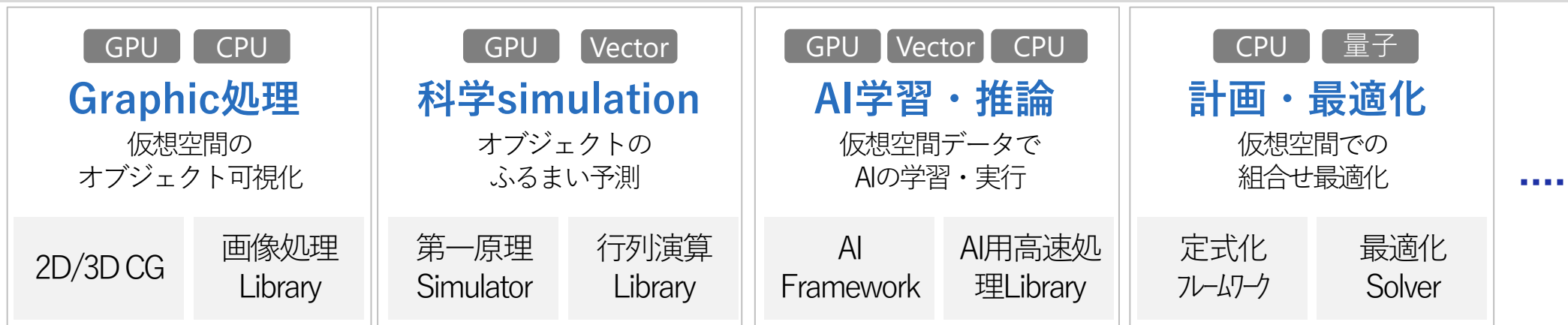
基本ユニット(4量子ビット)

100量子ビット

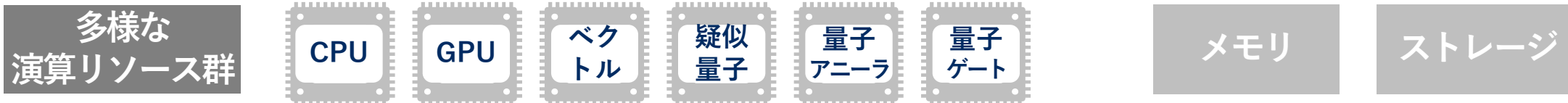
ハイブリッドコンピューティングの重要性

- 社会価値創出には、量子コンピュータを含めた大規模データを高効率・高速に処理できるコンピューティングの実現が必須である。
- 現段階で量子のみで解けるユースケースはまだ少なく、古典プロセッサ群を統合したハイブリッド形態での量子プロセッサの投入は、量子技術の普及・社会実装を大きく加速する。

アプリ要求



ハイブリッドコンピューティング

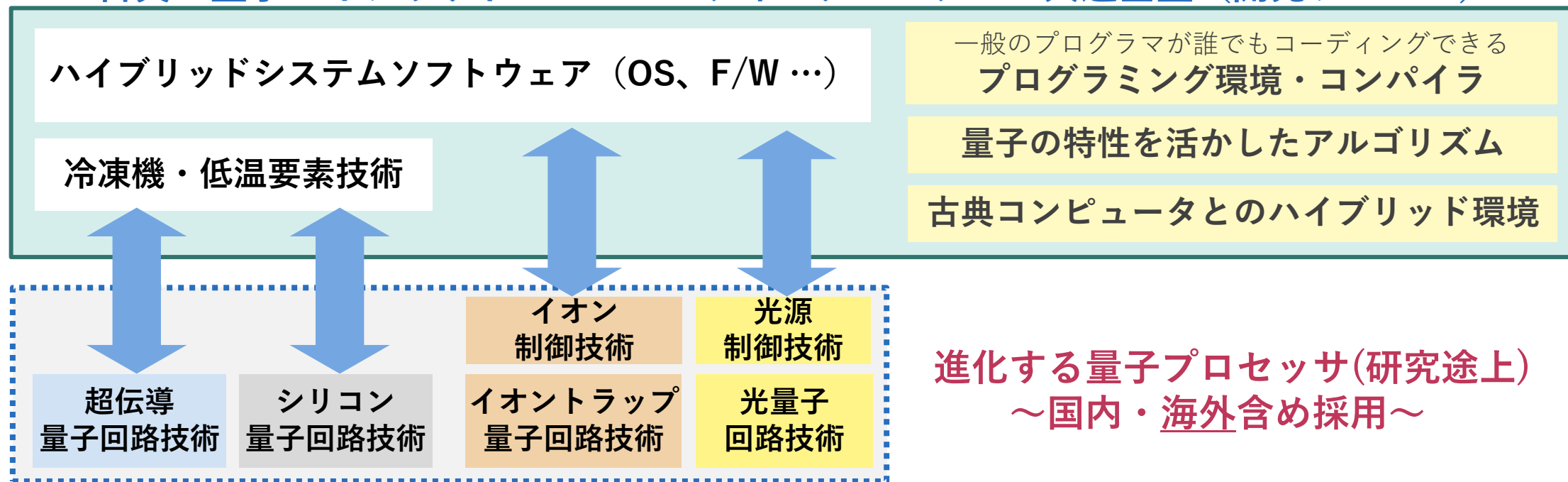


古典・量子ハイブリッドコンピューティングシステムの実現に向けて

- 研究(量子プロセッサ)・開発(共通基盤)・アプリ開拓の並走がポイント
- 特に、プロセッサ・アプリがつながる共通基盤部分では、多様なプロセッサ群を統合できるハイブリッドアーキテクチャやシステムソフトウェア環境の整備、インターフェースの標準化が重要となる。

各産業領域で課題を解決するアプリケーション（疑似量子含めたトライアル/POC）

古典・量子ハイブリッドコンピューティングシステムの共通基盤（開発フェーズ）



進化する量子プロセッサ(研究途上)
～国内・海外含め採用～

オープンイノベーションによる共通基盤開発

- 競争領域であるプロセッサ・アプリ開発に対し、それらを支える共通基盤は差異化要素が小さく、業界として共通基盤を整備することで多くの企業が恩恵を享受できる。
- 量子関連企業の協力の下、オープンイノベーションでの協調開発と集中的な資金支援により、効率的に産業化が促進される。

