

量子技術の実用化推進WG 第三回 会議資料

# 量子コンピューティングの早期産業化に向けた NECの取組と提言

2022年12月6日(火)

日本電気株式会社

取締役 執行役員常務 兼 CTO 西原 基夫

# NECの量子コンピューティング技術開発

- NECは量子(ゲート/アニーラ)・疑似アニーラで量子コンピューティングをリード
- 現時点で量子で最も事業化に近いのがアニーリング。民間企業としてはこの市場機会を取り込みつつ、将来の量子時代の技術をシームレスに取り込めるプラットフォームとしたい。

2020-2021

シミュレーテッドアニーリング・量子アニーリングを活用し  
応用研究を加速

大規模な問題に対応する  
アニーリングマシンの提供を開始

2030

量子アニーリングとゲート方式による  
課題解決モデルの提供を目指す

2000

1999 **世界初**

固体素子  
量子ビットの  
動作実証を成功

〈Nature誌掲載※1〉



2020

2023

量子アニーリングマシン上で  
長時間「量子重ね合わせ状態」  
の保持を目指す



※2

2030

2040

2040

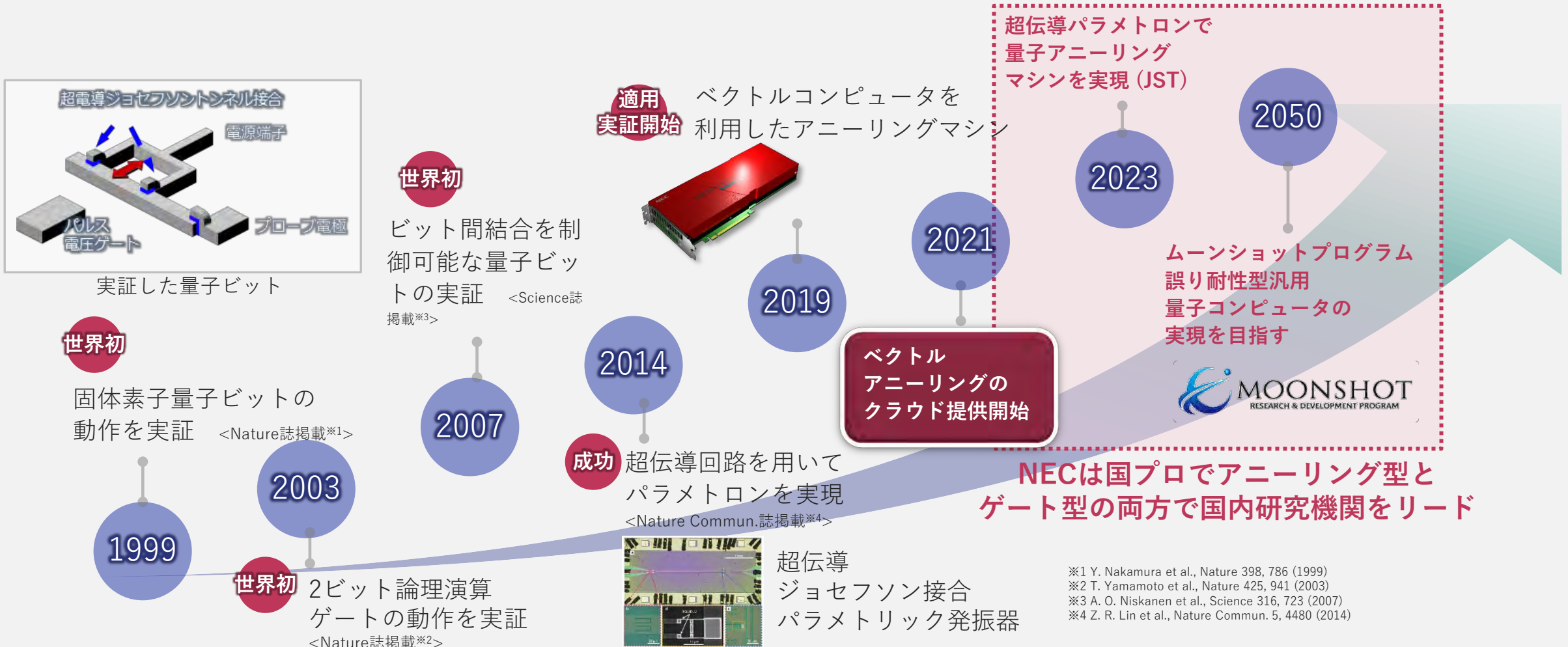
誤り耐性方式実現を見据えた  
MOONSHOTプログラムを推進



※1: Y. Nakamura et al., Nature 398, 786 (1999) ※2: これは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の成果を一部活用しています。

# (参考) NEC研究開発歴史の詳細

- アニーリングプロセッサの開発は成熟しつつあり、実用化・製品化が既に進んでいる。
- 誤り耐性をもつ量子コンは、ムーンショット型研究開発事業(JST)にて実現を目指す



※1 Y. Nakamura et al., Nature 398, 786 (1999)  
 ※2 T. Yamamoto et al., Nature 425, 941 (2003)  
 ※3 A. O. Niskanen et al., Science 316, 723 (2007)  
 ※4 Z. R. Lin et al., Nature Commun. 5, 4480 (2014)

# 量子コンピューティングの分類

- 量子コンピューティングにはアニーリング方式と量子ゲート方式の2つの方式がある

## 量子コンピューティング (量子の振る舞いを取り入れたものを含む広義)

**アニーリング方式 等**  
イジングモデルを物理法則などを利用して解く  
組合せ最適化問題に特化した手法

量子アニーリング  
超伝導回路

デジタル回路

光パラメトリック  
発振

D-Wave

NEC

産総研

NEC

日立

富士通

東芝

NTT

**量子ゲート方式**  
従来コンピュータのビットを  
量子ビットに置き換え計算する手法

NEC

理研

IBM

Google

Rigetti

IonQ

※NEC調べ(紙面の都合上、必ずしも全ての研究機関を網羅しているわけではありません)

# 量子コンピュータのアプリケーション全体

■ 内閣府、調査会社、コンサルファーム等が見込む活用分野：金融・化学・製薬・ヘルスケア・物流など

	金融	化学 素材	製薬 バイオ	製造	ヘルスケア 生命科学	物流	交通	広告	自動車	インフラ	公共	宇宙	防衛	暗号	エネ	航空
内閣府	○			○		○	○	○								
Gartner	○	○	○											○		
Fortune	○	○		○	○						○					
Research Dive	○	○			○				○			○	○			○
Markets & Markets	○	○	○		○	○	○				○	○	○			○
NRI	○	○	○	○	○	○		○						○		
Roland Berger	○			○	○	○		○		○						
A.T. Kearney	○	○	○						○	○						○
McKinsey	○	○	○	○			○		○							
IBM		○	○		○											○
NEC	○	○	○	○		○	○	○		○	○					

出所) 各社発表資料をNECが統合

# 量子アニーリングの市場

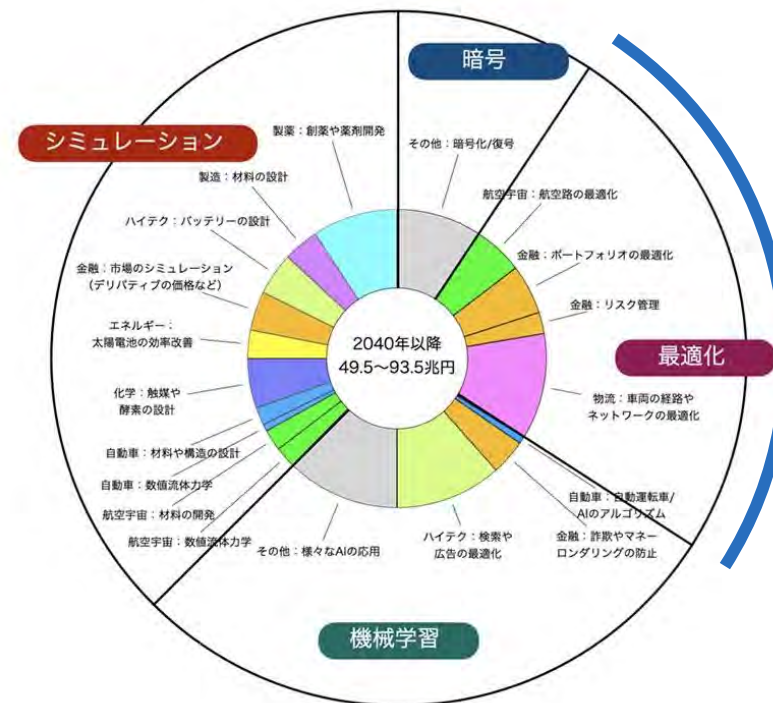
## ■ 量子コン市場でアニーリング向けアプリケーション市場が大きな割合を占めている

\*Gate型はNISQ

赤字は量子アニーリング型でも対応可能

~100bit Gate型	<ul style="list-style-type: none"> <li>ランダム性の認定(金融)</li> <li>スケジュールの最適化(自動車)</li> <li>ルートとフリートの最適化(物流)</li> <li>臨床試験サイト選択最適化(医薬品)</li> </ul>
~10000bit アニーリング型	
~1000bit Gate型	<ul style="list-style-type: none"> <li>合成データ生成(医薬品、化学)</li> <li>近似量子力学シミュレーション(医薬品、化学)</li> <li>小規模量子強化学習(金融)</li> </ul>
~10万bit アニーリング型	<ul style="list-style-type: none"> <li>担保とポートフォリオの最適化(金融)</li> <li>ロボット経路最適化(自動車)</li> <li>生産プロセス最適化(化学)</li> </ul>
~10万bit	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽いリスクシミュレーション(金融)</li> <li>分子シミュレーション(医薬品、化学、自動車)</li> <li>トレード戦略最適化(金融)</li> <li>タンパク質フォールディング(医薬品、化学)</li> </ul>
~100万bit RSA暗号が突破	<ul style="list-style-type: none"> <li>金融・サイバーリスクのシミュレーション(金融)</li> <li>大規模分子シミュレーション(医薬品、化学)</li> <li>複雑な混合シミュレーション(医薬品、化学)</li> <li>固体材料シミュレーション(自動車、化学)</li> <li>有限要素法(自動車)</li> <li>サプライチェーン最適化(自動車、化学)</li> </ul>

量子コン市場における量子アニーリング用途は  
長期的にも~3割を占める



## 2040年以降の量子コンピューターがもたらす価値の内訳

出所：<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01901/00010/>  
(日経クロステック2022年1月26日掲載：ポストンコンサルティンググループの発表データを基に作成)

出所：ポストンコンサルティンググループ  
「What Happens When 'If' Turns to 'When' in Quantum Computing?」 (2021年7月)