

超伝導量子ビット実験大規模研究グループ：数年で50ビット規模、量子優位性、誤り訂正なしでの量子シミュレーション、誤り耐性論理演算実証が主なターゲット。



- ・実験グループ(超伝導)と理論グループがある。
- ・現状、実装されている量子ビット数は5~8。垂直配線実装済み(NIST)。
- ・実験グループがIARPA LogiQ Programに採択されている。

共同研究機関： 目標：2016年2月から5年で17ビット。



- ・2016年5月に5-qubit deviceを一般公開。
- ・2017年3月、商用利用可能なシステム IBM Qを発表。目標：2年で50ビット。

他、NIST、Sylacuseなど。



- ・実験グループ(超伝導)と理論グループがある。
  - ・現状、実装されている量子ビット数は9。フリップチップ技術確立。
  - ・1~2年の目標として、50ビット回路の実装を掲げている。
- 目標：スパコンでもシミュレーションできない量子アルゴリズムの実行。

共同研究機関：



など。

- ・応用先候補：量子化学計算
- ・D-WaveマシンをNASA、USRAと共同で運用している。
- ・独自の超伝導量子アニーリング回路作製にも取り組んでいる。



QuArC、ソフトウェアチーム、Station Qの3つ

- ・QuArC: 量子アルゴリズム開発とアプリケーションの開拓に注力。
- ・ソフトウェアチーム: シミュレータ開発など。



- ・Station Q: トポロジカル量子計算。
- ・デルフト・コペンハーゲン・レッドモンドにトポロジカル量子計算実験拠点立ち上げ中
- ・共同研究機関：



- ・応用先候補：量子化学計算、ビッグデータ処理



- ・実験グループ(超伝導、半導体、etc)と理論グループがある。
  - ・現状、実装されている量子ビット数は7~17(超伝導)。測定は5ビットまで。垂直配線実装済み。Intelがプロセス開発協力。
  - ・実験グループ(超伝導)がIARPA LogiQ Programに採択されている。
- 目標：2016年2月から5年で2桁の量子ビット数を達成する。

共同研究機関：



- ・2015年9月 Intelが5000万ドルの投資を発表(10年間の共同研究)。
- ・オランダ政府からも研究資金を得ている。
- ・Quantum Europeに採択される可能性が高い。



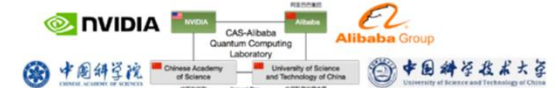
- ・MIT と MIT Lincoln Labにそれぞれ実験と理論グループがある。実験はMITに約10名、LLに約20名、その他にプロセスや回路など協力メンバーが30名程度。
- ・現状、実装されている量子ビット数は5。垂直配線実装技術開発中。フリップチップ技術確立。
- ・ジョセフソンコンピュータプロジェクト(IARPA C3)も担当(LL)。大規模集積化技術、周辺回路技術に強み。
- ・実験グループ(MIT-LL)がIARPA QEO Program下の量子アニーリング実験を中心となって担っている。

共同研究機関：



など。

中国



- ・2015年7月30日  
中国科学院 量子情報量子科学技術先端卓越センター 除幕式  
中国科学院-アリババ量子計算実験室を設立
- 15年間の協力、5年毎の3期に分けて実施
  - 2015-2020 毎年3000万円をアリババが出資し、実験室設立。  
目標：30 qubitsのコヒーレント制御。
  - 2020-2025 量子シミュレーションの実装に注力。
  - 2025-2030 万能量子コンピュータの開発に注力(50~100ビット)
- ・応用先候補：ビッグデータ処理などの重大かつ実質的な問題
- ・2016年1月20日  
"AliCloud Teams w/ NVIDIA to Invest \$1B in Cloud & Quantum Computing"
- ・2017年3月 10ビットデバイスの実験論文発表(arXiv)。

他に大学中心の機関として、Yale Quantum Institute 超伝導量子ビット実験 ~40名  
Berkeley Quantum Information & Computation Center 超伝導量子ビット実験 ~20名  
ETH Zurich 超伝導量子ビット実験 ~20名

## APS March Meeting 2017 (Mar 13-17 @ New Orleans)の活況

量子情報関連 Topical Group of Quantum Information (GQI) 3時間×63セッション  
2018より Division of Quantum Information (DQI) に格上げ決定

(超伝導量子ビット関連～30セッション～400講演、昨年比でも5割増し以上)

量子多体系シミュレーション実験本格化。Tunableな量子ビット9ビット1次元配列を用いた1次元量子系のエネルギースペクトルの直接測定。(Google)

量子優位性 (quantum supremacy) を利用した量子多体ダイナミクスの特徴付け (cross entropy benchmark)。量子カオスとの本質的な接続や量子ダイナミクスの複雑性の特徴付けなど、理論の新たなフロンティア創生。(Google)

⇒誤り訂正がなくても、様々な新たな学術的知見が得られている。

量子化学計算最適化へ少数量子ビット (6ビット) での取り組み。(IBM)

デジタル量子アニーリングによる最適化アルゴリズム(QAOA)。クエンチ操作も含み量子優位性あり。少数量子ビットを用いたデモ。(Rigetti)

誤り耐性量子計算実現を目指した2次元集積化 (3次元実装) への取り組み。

Google 3×2ビット動作、IBM 7ビット、Rigetti 8ビット、Delft 17ビット試作。

室温側制御エレクトロニクス・ソフトウェアも並行して大規模開発。

(Google, IBM+NIST+BBN, TUDelft+Intel, Rigetti, MIT-LL, Yale, IQC Waterloo, Oxford)

Cat符号を用いた独自のアプローチによる誤り耐性量子計算への取り組み。(Yale)

他、ゲート忠実度、コヒーレンス改善、読み出し方法の試み多数。

# Y Combinator's quantum computing 'spaceshot' scores \$64M from A16Z, others

Mar 28, 2017, 12:02pm PDT Updated Mar 29, 2017, 7:24pm PDT



CEO: Chad Rigetti (Yale→IBM→Rigetti Computing)

<https://www.youtube.com/watch?v=GzMvG8UO6Eg&feature=youtu.be>

垂直統合ビジネスモデルーすべて自前で開発  
数十人のチーム

資金源

ANDREESSEN  
HOROWITZ

VY Capital

Y Combinator

Data Collective

FOUNDERS FUND

AME  
CLOUD VENTURES

morado  
VENTURE PARTNERS

WTI

SUTTER HILL  
VENTURES

SUSA  
VENTURES

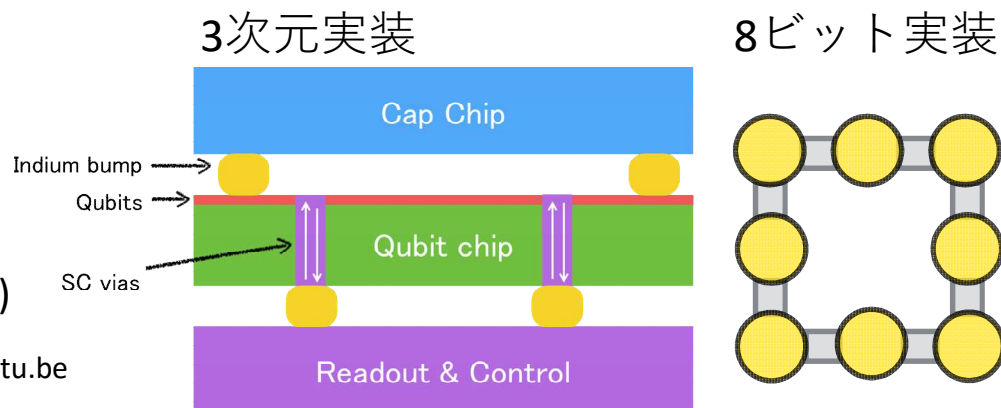
STREAMLINED  
VENTURES

LU+

Bloomberg  
BETA

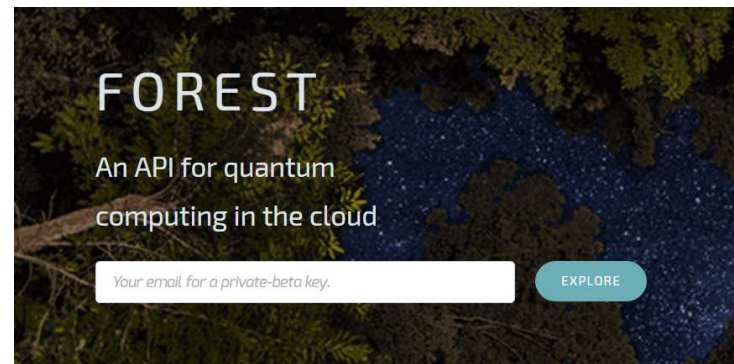
Since 2013

APS March Meeting 2017 で10件の発表



API公開

Ref: <http://forest.rigetti.com/>



量子計算ソフト開発に取り組むスタートアップは他にも多数。実験は寡少。