



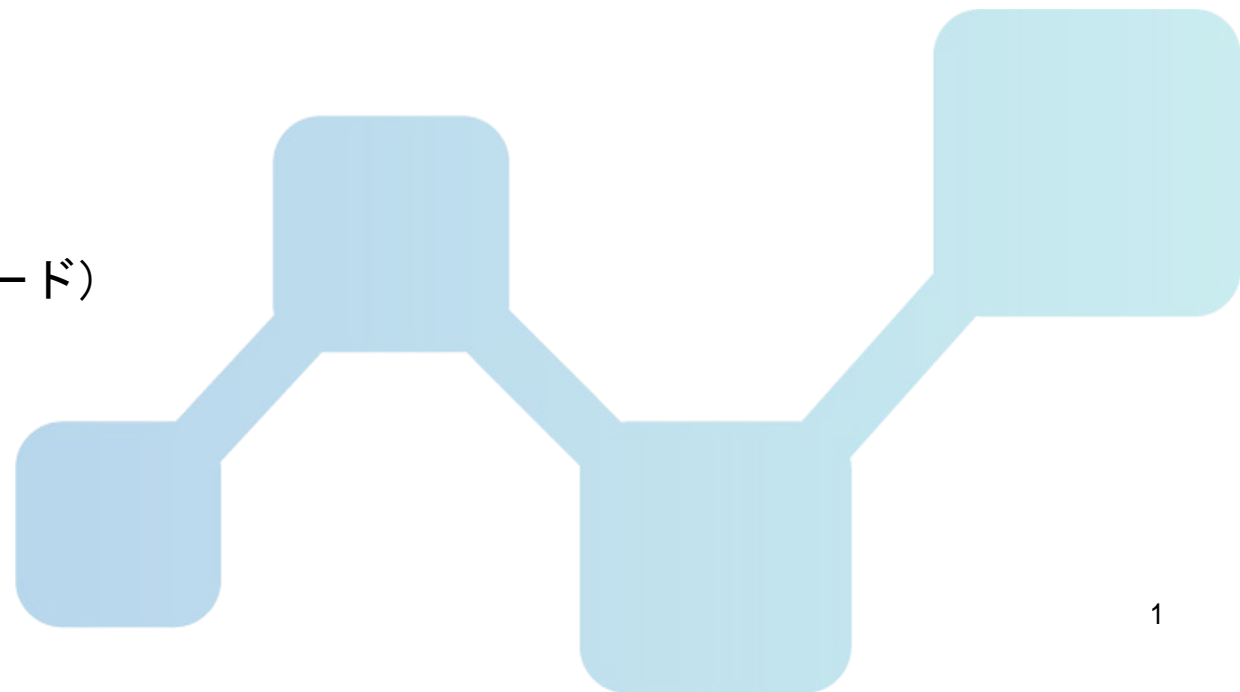
日本発量子コンピュータユニコーン 企業創出に向けて

量子技術実用化推進WG第3回（量子コンピュータ・ハード）

株式会社 Nanofiber Quantum Technologies

Co-founder & CEO

廣瀬雅



- **日本初の量子コンピュータ等の量子技術のハードウェア開発**を行なうスタートアップ（2022年4月27日設立）
- **早稲田大学青木隆朗教授**の開発した**ナノファイバー共振器QED方式**を基幹技術（本方式での事業化は世界初）とし、**原子・光の量子性を扱う唯一のハイブリッド実装方式**
- 本方式を活用し、**圧倒的な拡張性を持つ量子コンピュータ**及び**量子通信と統合による量子ネットワークの開発・社会実装**を目指す
- **早稲田大学ベンチャーズ（WUV）より2億円の創業投資資金調達完了**（WUV1号ファンド第1号案件）

Management



青木隆朗

Co-founder & Chief Scientific Officer
Professor at Waseda University
Ph.D., M.S., and B.S., The University of Tokyo



廣瀬雅

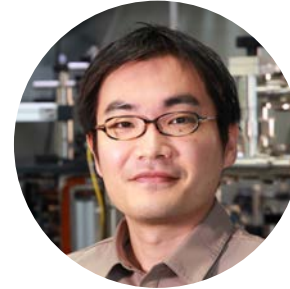
Co-founder & Chief Executive Officer
Past experience: Management consultant at McKinsey and Company
Ph.D., Massachusetts Institute of Technology
B.S., Keio University



碁盤晃久

Co-founder & Chief Technology Officer
Past experience: Postdoc at Waseda University and JILA
Ph.D., California Institute of Technology
B.S., The University of Tokyo

Lead Scientists



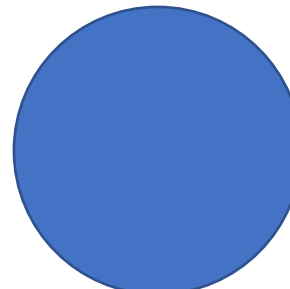
加藤真也

Senior Research Scientist
Past experience: Lecturer at Waseda University
Ph.D., M.S., and B.S., Kyoto University



井上遼太郎

Visiting Senior Research Scientist
Project associate Professor at Tokyo Institute of Technology
Ph.D., M.S., and B.S., Tokyo Institute of Technology



2023/01より参画
Research Scientist

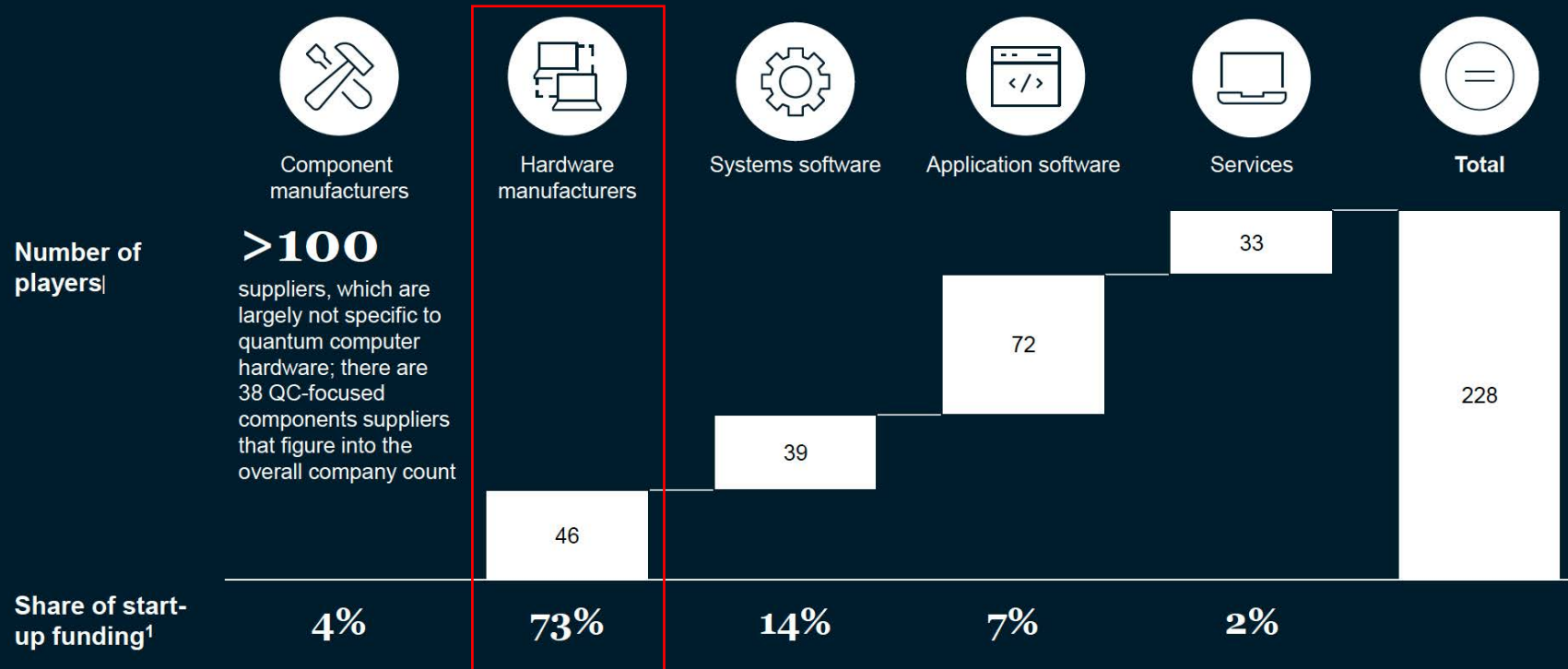
要 旨

- 量子コンピュータハードのスタートアップはバリューチェーン上で最も資金調達のシェアが大きく、従来の大企業に並び技術開発・社会実装を牽引しており、評価額が10億ドルを超える上場が実現するなど、資本市場による評価を得つつある
- 量子技術の多くは学術研究を起点としており、研究室からのスピノフとして起業し、知財のライセンス化を得て、スタートアップの枠組みを存分に活用し、スケールアップ、プロダクト化、社会実装をVC資金・国家資金を活用し、大手企業では実現困難なスピード感で推進してきた。本傾向は今後も継続するとみられ、量子ハードにおけるスタートアップの育成は非常に重要である
- 米国の主要量子スタートアップの状況をみると、企業価値の源泉である**資金調達・人材・知的財産**の観点で卓越した組織力が見出せ、今後の日本における量子技術のスタートアップ創出に向けて、埋めるべきギャップ及び論点が見えてくる：
 1. **資金調達**: 量子ユニコーンの創出には~2億ドル近い資金が必要で、VC調達だけではなく国家資金の活用が不可欠。どのようにスタートアップが活用できる資金支援を設計するか
 2. **人材**: 数十人規模のグローバルな専門家の結成が必要。量子技術の人材獲得が加熱化する中どのように人材を確保するか。
 3. **知的財産**: 量子ユニコーンの創出には数十~数百の単独知財の創出が必要。スタートアップが知財創出に向け、資金に加え知財専門家体制をどう構築するか
- 支援にあたり、スタートアップの状況に応じた制度・設計が重要（大企業向け支援とは根本的に異なる。例えば、大企業基準の与信審査、専門経理担当を想定した業務、数ヶ月の審査期間等）スタートアップが**Accessible/Usable**な支援制度設計が重要）

量子コンピュータハードスタートアップはバリューチェーン上でも最も資金調達額のシェアが大きい

Most players are component and application software companies, but hardware start-ups still get the biggest share of funding.

Number of QC players, by value chain segment¹



¹ Includes start-ups and incumbents that develop or offer QT products; see methodology pages for details.

² Based on public investments in start-ups recorded on PitchBook and announced in the press; includes announced deals for 2021; excludes investments in internal QT departments or projects by incumbents; actual investment is likely higher.

Source: CapitalIQ; Crunchbase; PitchBook; press search; Quantum Computing Report; expert interviews; McKinsey analysis

量子コンピュータハードの多くの実装方式の社会実装を推進するのはスタートアップであり、上場及び大型資金調達の実現されている

主要プレイヤー（政府・学術機関を除く） 上場済み 調達額100億円以上

主要実装方式（ゲート式）

現行企業¹

スタートアップ²

自然量子ビット	原子	イオン		<input type="checkbox"/>	IONQ <input type="checkbox"/> QUANTINUUM <input type="checkbox"/> AQT <input type="checkbox"/> oxford ionics
		中性原子		<input type="checkbox"/>	ColdQuanta <input type="checkbox"/> atom computing <input type="checkbox"/> PASQAL <input type="checkbox"/> IQEm <input type="checkbox"/> planqc
		光子		<input type="checkbox"/>	PsiQuantum <input type="checkbox"/> XANADU <input type="checkbox"/> QUANDELA <input type="checkbox"/> ORCA Computing
	その他	共振器 QED		<input type="checkbox"/>	NanoQT
固体素子ビット	超電導回路			<input type="checkbox"/>	Google IBM FUJITSU amazon <input type="checkbox"/> rigetti <input type="checkbox"/> D:wave <input type="checkbox"/> ATLANTIC QUANTUM
	半導体スピン			<input type="checkbox"/>	intel HITACHI <input type="checkbox"/> Silicon Quantum Computing <input type="checkbox"/> XEED




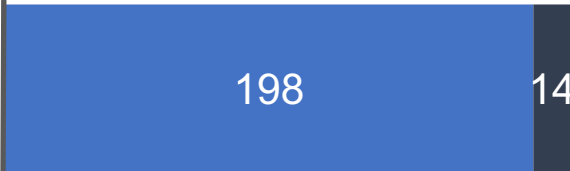

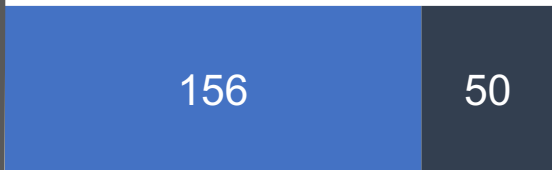
- 超伝導回路・半導体スピンを除く主要実装方式はスタートアップが牽引している状況
- スタートアップの中にも上場企業及び大型（100億円以上）資金調達を実施しているプレイヤーが複数存在

1. 売上200億以上の企業
2. 創業20年以内及び売上200億円以下の企業

1. 資金調達：上場までに2億ドル以上の調達を行っており、VC調達に加えて国家資金を活用してきた

量子コンピュータハードスタートアップ上場企業

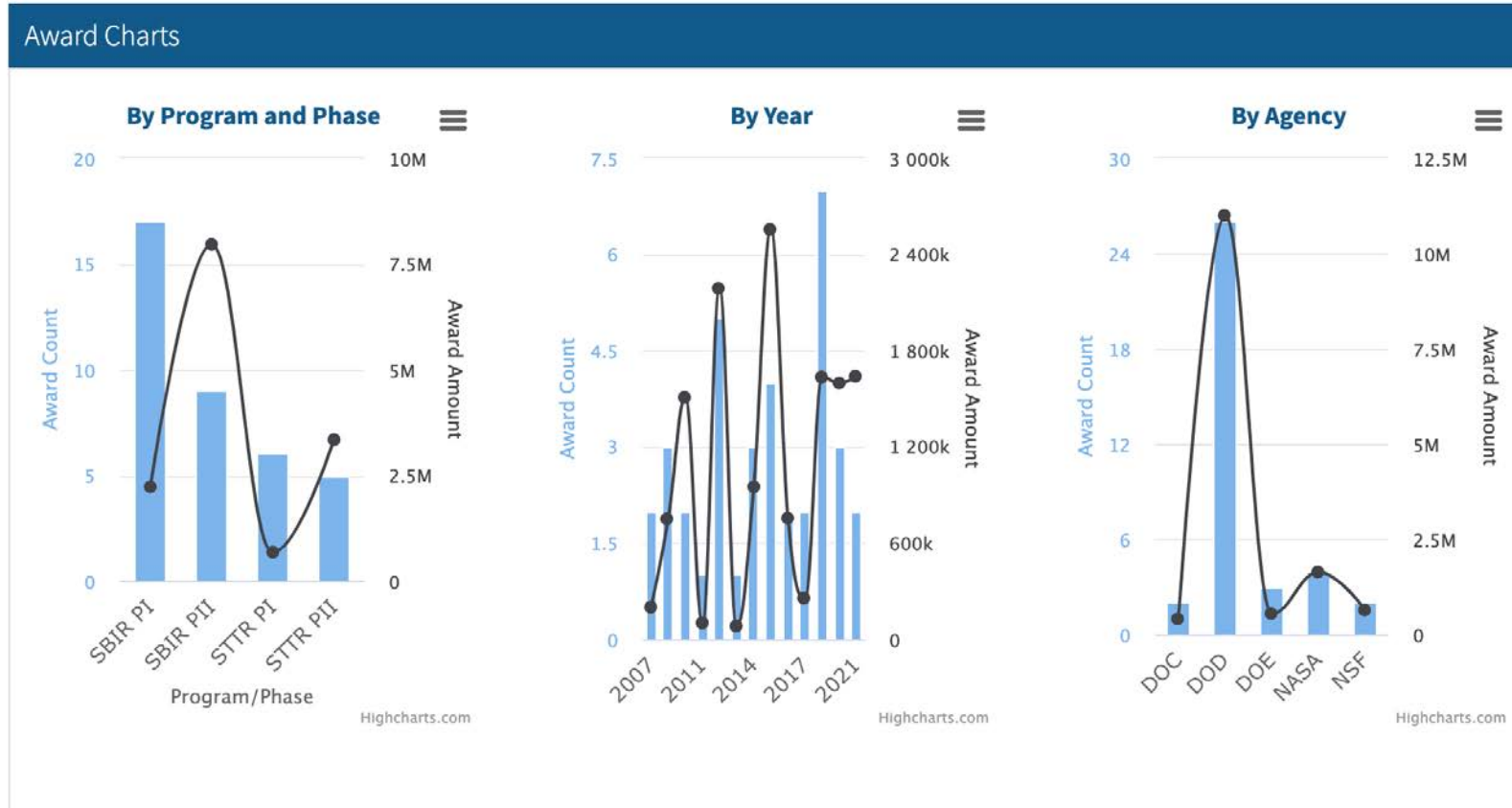
■ VC資金 ■ 国家資金

企業名 ();上場市場、上場日	創業年	企業価値（上場時） ;Billion USD	資金調達累積金額(上場以前) ¹ ; Million USD	国家資金提供プログラム or 機関	
 (NYSE, 10/2021)	2015	2.0		247	n/a
 (NASDAQ, 3/2022)	2013	1.5		212	SBIT/STTR DARPA
 (NYSE, 8/2022)	1999	1.6		206	Canadian Govenment

1. VC調達に関してはConvertible noteによる資金も含む。国家資金に関しては非網羅的で、IonQに関しては共同研究先（Maryland/Duke）へのGrantを含む

1. 資金調達：米国スタートアップは開発初期から継続して国家資金を活用し、技術開発を進めている

Cold Quanta 例; SBIR/STTR 資金



SBIR/STTRを活用し、開発初期から計+14 M USDを獲得している

2. 人材獲得: 量子スタートアップには博士号をもつ数十人規模のエキスパートで結成されるグローバルなチーム組成が必要

QuEra Computingの例



創業：2018年

拠点：Boston, MA

技術方式：中性原子

資金調達：17 Million USD (Series A)

創業者: Nathan Gemelke CTO, Mikhail Lukin (Harvard) Vladan Vuletic (MIT), Markus Greiner(Harvard), Dirk England (MIT), John Peta

直近のマイルストーン：256量子ビットのアナログ量子シミュレーターをAWSに実装 (11/2022)

博士号取得者の役割（役員除く）及び出身大学（一部）


No	Role	Degree	Ph.D.取得大学（米国外の場合国名）	BS（米国外取得者の場合取得大学の所在国）
1	Senior Research Scientist	PhD	Michigan	Singapore
2	Senior Research Scientist	PhD	Harvard	Russia
3	Senior Research Scientist	PhD	MIT	Canada
4	Senior Research Scientist	PhD	Harvard	Germany
5	Senior Research Scientist	PhD	Harvard	
6	Senior Research Scientist	PhD	BU	
7	Senior Research Scientist	PhD	Colorado	
8	Senior Quantum Engineer	PhD	Wisconsin	South Korea
9	Senior Quantum Engineer	PhD	MIT	
10	Senior Optical Scientist	PhD	China	China
11	Scientific Software Developer	PhD	BU	
12	Research Scientist	PhD	Maryland	China
13	Research Scientist	PhD	MIT	South Korea
14	Quantum Operation Engineer	PhD	Max Planck	Russia
15	Quantum Engineer	PhD	New Mexico	Taiwan
16	Photonic Engineer	PhD	MIT	
17	Patent Attorney	PhD	Wisconsin	

シリーズAのフェーズにて~20名近くの博士号をもつ世界レベルの科学者・エンジニアのチームを組成。半数以上は米国外で教育を受けたメンバーであり、グローバルなメンバー構成

2. 人材獲得: 米国の量子スタートアップでは量子技術の博士人材がポストドクを大きく上回る高水準の報酬で雇用されている

量子コンピュータハードスタートアップ博士人材報酬水準 (一部抜粋)

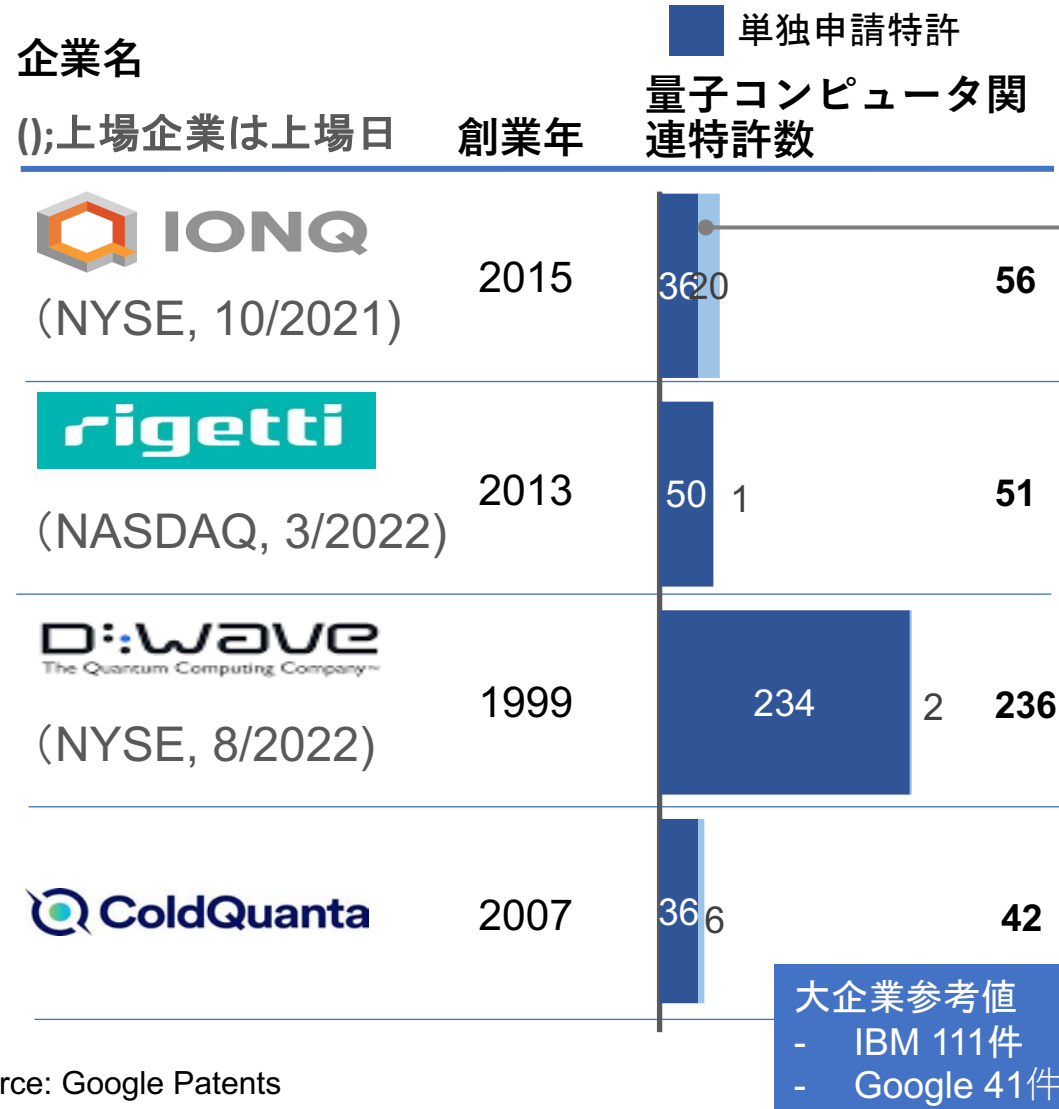
企業名	VC資金調達額	役 割	勤務地	報酬額 ¹ ; 1,000 USD
ColdQuanta	159 M USD	Atomic Physicist Experimental	Boulder, CO, USA	140
		Control System Lead Architect	Boulder, CO, USA	200
atom computing	80 M USD	Quantum Application Engineer	Boulder, CO, USA	175
		Quantum Engineer	Boulder, CO, USA	130
IQEra COMPUTING INC.	17 M USD	Senior Software Engineer- Quantum Computing Service	Boston, MA, USA	180


 米国Postdoctoral Fellowship 報酬額平均 (~60K USD)

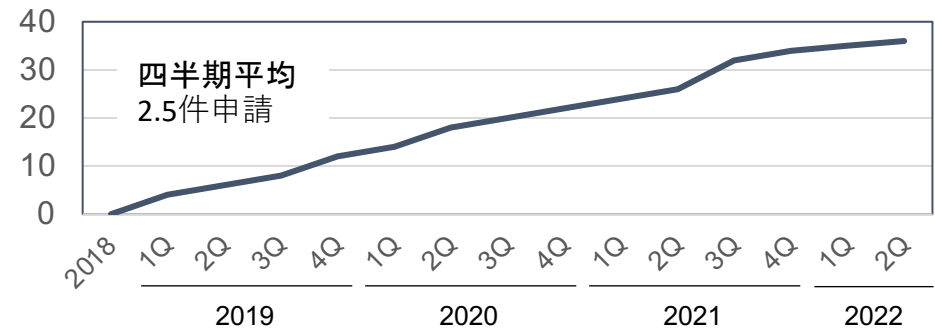
1 年間報酬額。報酬レンジ記載の役割に関しては最大値を抜粋

3. 知財創出: 量子スタートアップは大企業と並ぶ数十~数百件の幅広い知財を圧倒的なスピード感で獲得している

量子コンピュータハードスタートアップ特許数



IonQ 独立申請特許時間推移



IonQ 独立申請特許カテゴリー

Patent Category	#
⊕ F04 : Pumps for Liquids or Elastic Fluids	1
⊕ G01 : Measuring or Testing	2
⊕ G02 : Optics	2
⊕ G06 : Computing	20
⊕ H01 : Basic Electric Elements	6
⊕ H03 : Basic Electronic Circuitry	3
⊕ H04 : Electric Communication Technique	1
⊕ H05 : Other Electric Techniques	1
Total	36

1. 資金調達 (Page 6,7)

- 米国Startupからの示唆：量子ユニコーンの創出には~2億ドル近い資金が必要で、VC調達だけではなく開発初期からでも利用できるSBIT/TSSR等の国家資金の活用が不可欠
- 論点：日本において、開発初期のスタートアップでも利用できる国家資金をどう設計し、提供すべきか

2. 人材 (Page 8, 9)

- 米国Startupからの示唆：量子ユニコーンの創出にはPh.D.を持つ実験・理論・エンジニアリング・アーケテクト等幅広い人材を集め数十人規模のチームを組成する必要がある、グローバルな労働市場からの調達は従来のポストクの報酬基準では困難
- 論点：量子コンピュータハードの人材をどう育成し、確保するか

3. 知的財産 (Page 10)

- 米国Startupからの示唆：量子ユニコーン創出には数十~数百の単独知財創出が必要で、月数件レベルのスピードで創出が進んでいる
- 論点：スタートアップが単独知財創出できるよう、資金を含む弁理士など専門家を含む体制をどう確立するか



NanoQT
Nanofiber Quantum Technologies

END