

人材育成・アウトリーチ

JST CRDS

量子チーム（赤木、嶋田、眞子）

2022.2.10

量子技術イノベーション戦略見直し検討WG

1.

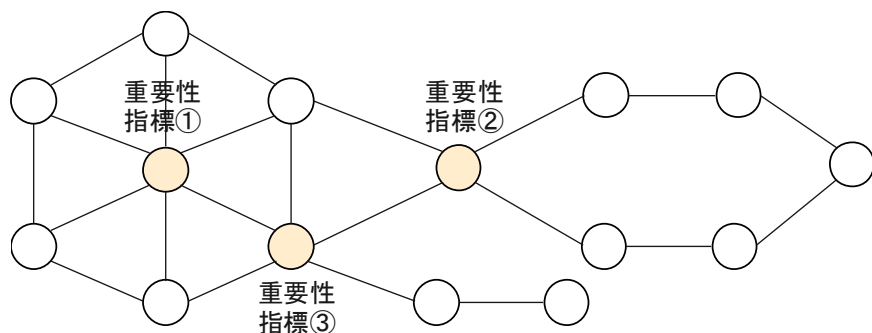
論文著者分析で見る
量子人材

分析方法

共著ネットワーク上での媒介中心性に注目

共著ネットワーク構造上での重要性指標

共著ネットワークから得られる各ノード(研究者)の重要性指標のことを中心性という。どの観点で「重要」と見做すかによって、様々な中心性指標が存在する。



○ ノード
(例. 研究者)
— エッジ
(例. 共著関係)

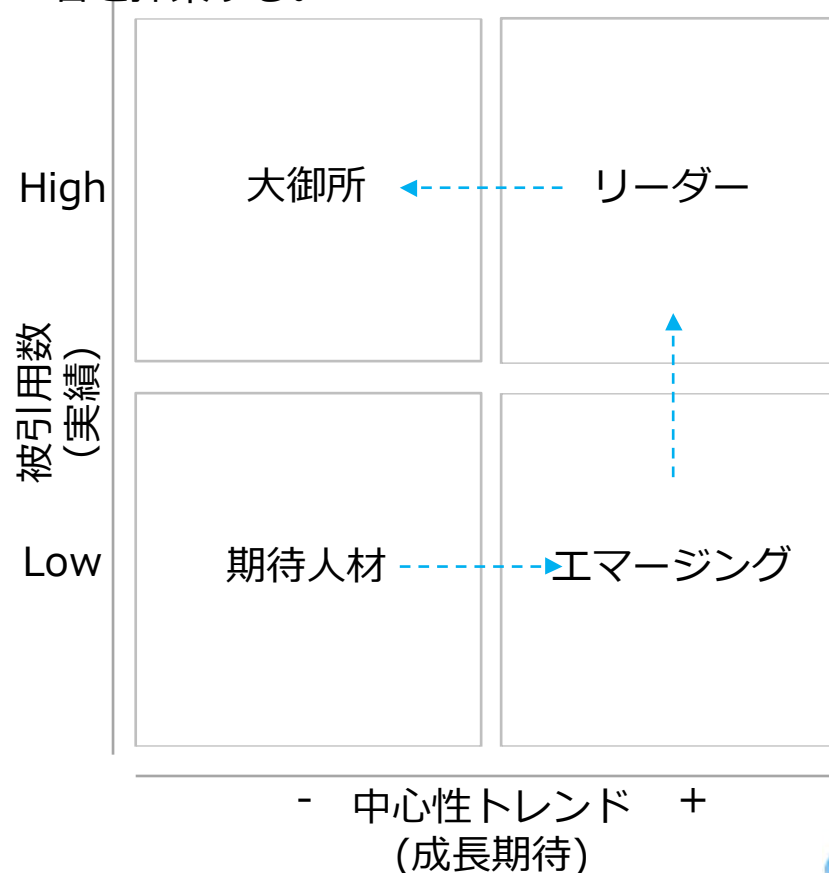
①次数中心性
最も繋がりが多い研究者

②媒介中心性
グループ間を繋ぐ研究者

③近接中心性
皆と平均的に近い研究者 等

フェーズ推定

被引用数(遅延的指標)と中心性トレンド(先行的指標)を組み合わせると、研究者のフェーズを推定しながら、目的に合った研究者を探索する。

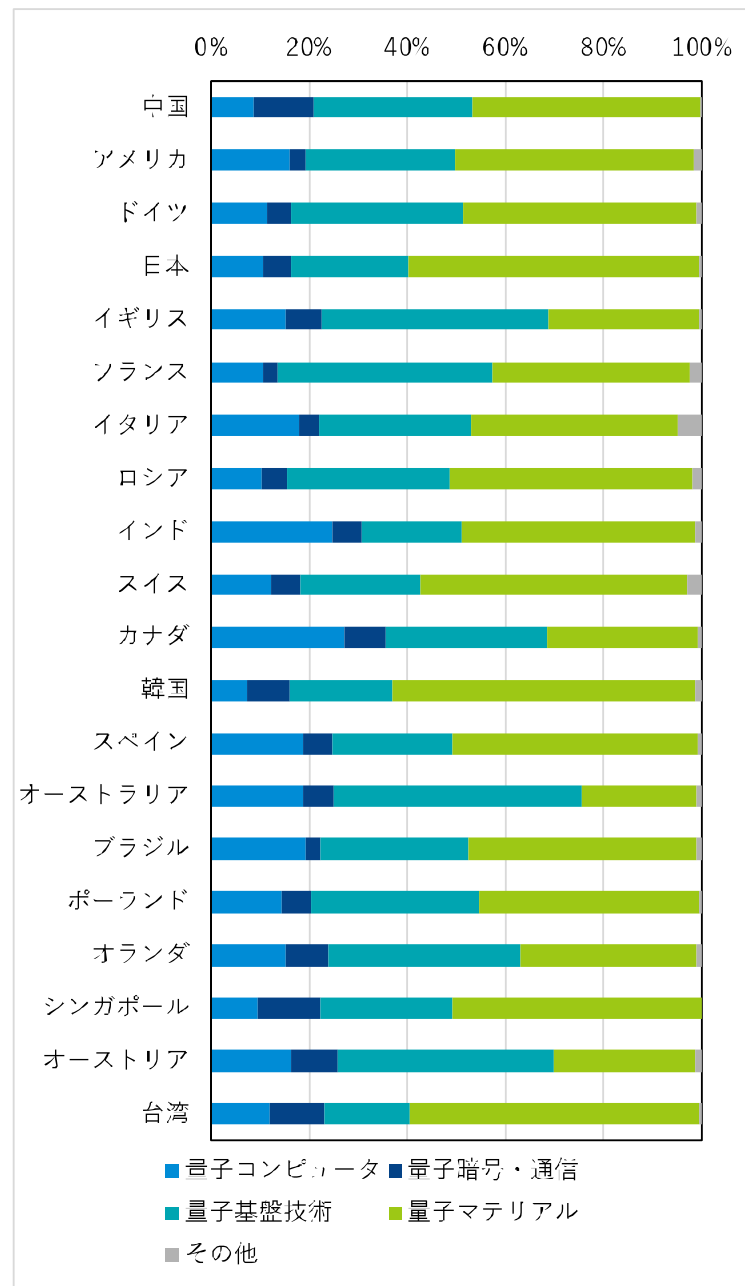
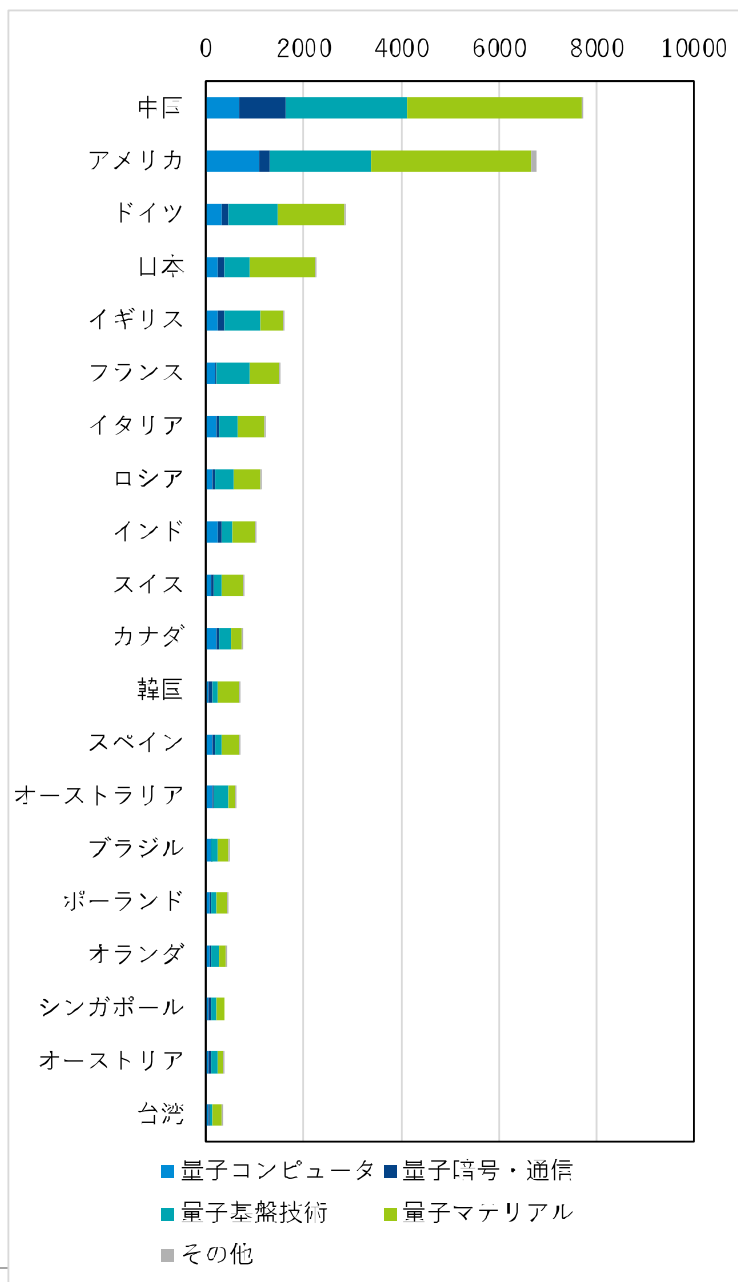


2011年～20年に発表された量子関連論文83348件

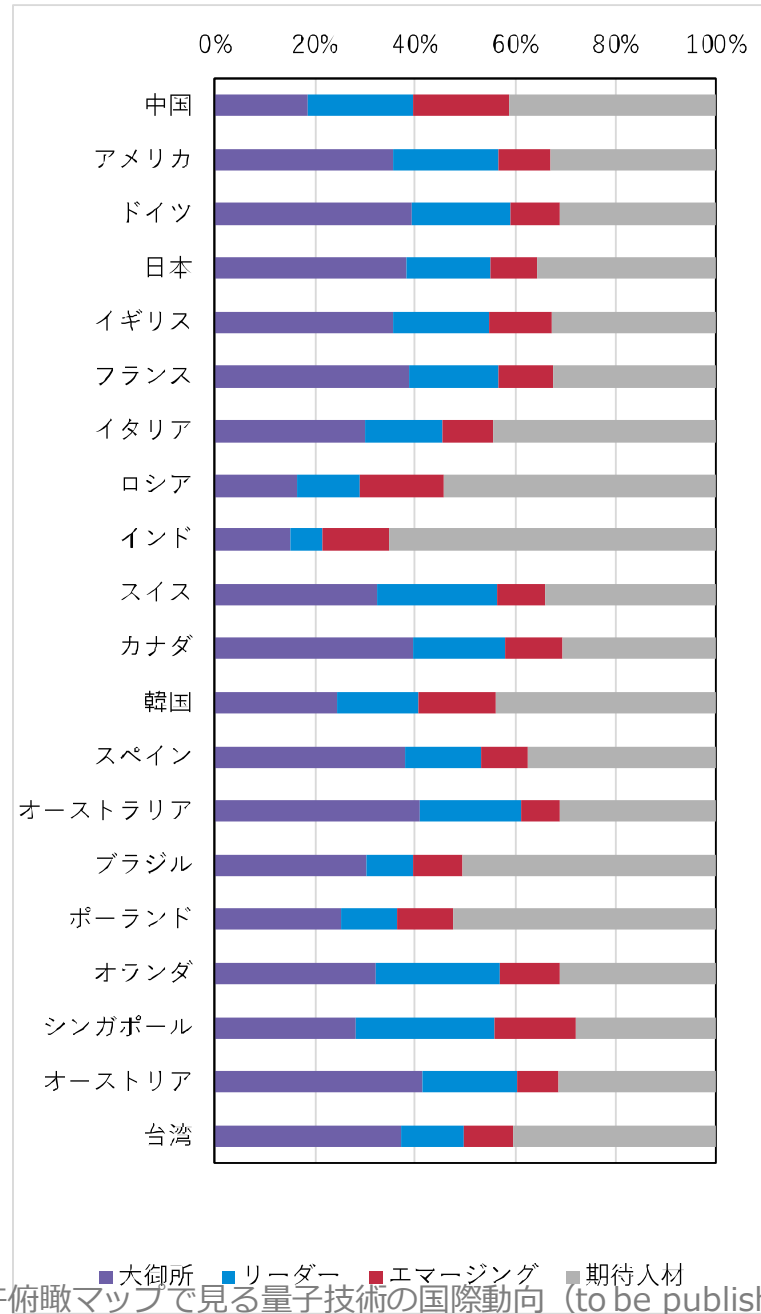
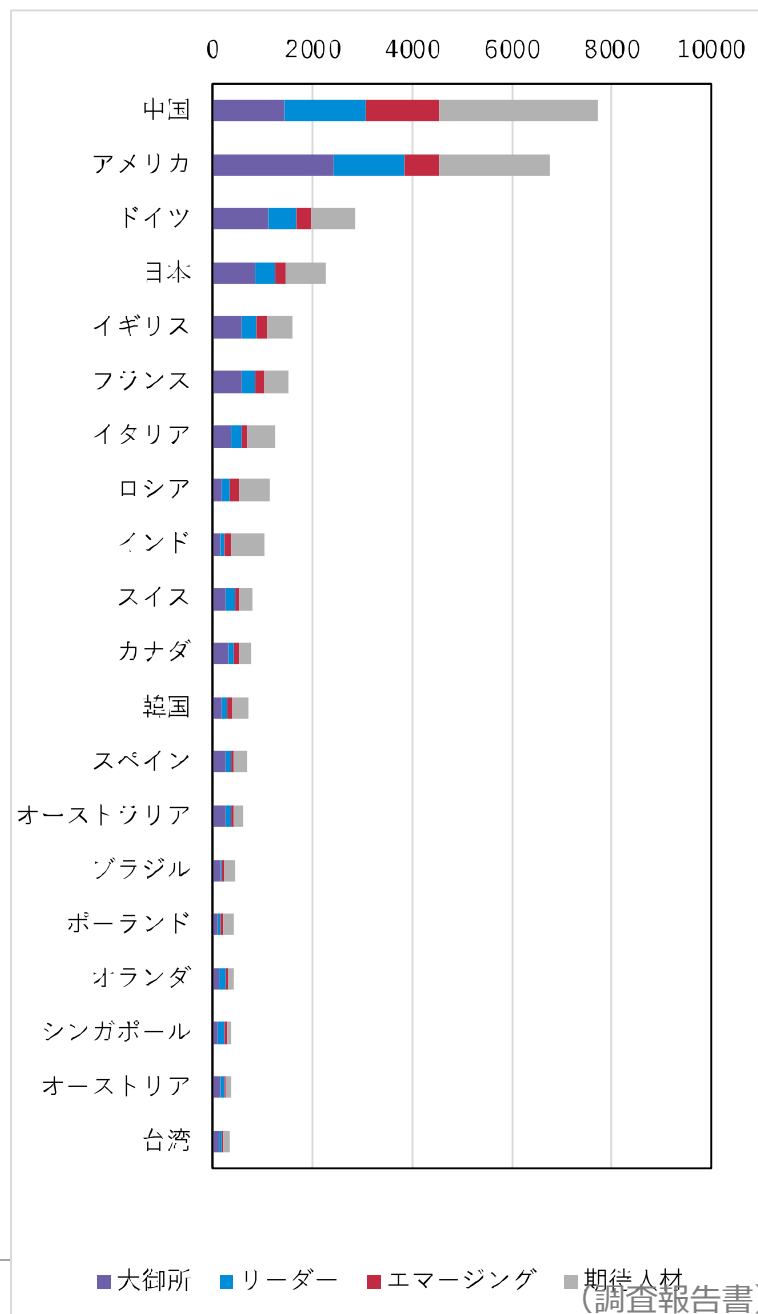
- 著者143,901人のうちの3件以上発表している35,638人を調査対象とした。
- 共著ネットワークを構築すると、最大連結NWは、32,816人で構成されており、約92%を含む（第2連結NWは22人で構成）

	論文数	被引用数	被引用数 (常用対数)	媒介中心性 トレンド	次数中心性 トレンド
平均	9.7794489	323.644958	1.98827063	0.0097231	0.01511859
標準誤差	0.07043956	5.39767171	0.00345799	0.00017462	0.00021695
中央値	6	88	1.94939001	4.1647E-06	0.01162737
最頻値	3	56	1.75587486	4.3792E-06	0.07331568
標準偏差	13.2976004	1018.97406	0.65280111	0.03296555	0.04095564
分散	176.826177	1038308.14	0.42614929	0.00108673	0.00167736
最小	3	0	0	-0.1442164	-0.1460958
最大	598	35861	4.55463451	0.15119915	0.14081635
標本数	35638	35638	35638	35638	35638

論文著者数（国別・技術分野別）



論文著者数（研究者フェーズ別）



2.

人材育成プログラム 海外事例

米国 : National Q-12 Education Partnership

量子労働力強化のための産・官・学・教育コミュニティのパートナーシップ (2020年8月)

- 大統領府科学技術政策局 (OSTP) とNSFが主導するコンソーシアム。NSF資金によるプログラム "Q2Work" (イリノイ大アーバナシャンペーン校、シカゴ大、ピッツバーグ大が参画) が中心。
- 産業界 (IBM, Intel, Google, Microsoft, Boeing, Lockheed Martinなど)、学术界 (OSA, APS, SPIEなど)、教育コミュニティ (American Association of Physics Teachers) など18の企業・団体がメンバー。
- 次世代の量子リーダーを刺激するための "K-12 Quantum learning tools" (中学・高校でのアウトリーチ、大学などの学習教材や量子関連カリキュラム基盤) を、米国教育者と協力して構築。実践的な体験のための教室ツールの提供から、教材開発、量子キャリアへの道筋のサポートまで、強力な量子学習環境を確保。教育者が学生に量子キャリアの機会を与えられるような環境を整える。

National Q-12 Education
Partnership

米国 : NSF Research Traineeship (NRT) Program

大学院生対象の教育プログラムで量子情報科学・工学 (QISE) 分野を重点化 (2020年12月)

<https://www.quantum.gov/the-nsf-research-traineeship-nrt-program-adds-qise/>

- 大学院生対象の教育プログラム (～\$55M) で、量子情報科学・工学 (QISE) とAI分野を、他のNSF「Big ideas」6分野と同様に重点化。
- NRT-QL (The Quantum Leap: Leading the Next Quantum Revolution) として採択。

NRT-QL: Accelerating Quantum-Enabled Technologies



(U. Washington、2020年-、\$3M/5年)

ワシントン大の博士・修士課程学生対象の12-15ヶ月トレーニングプログラム。量子情報/量子コンピューティングに関する「Introduction」「Implementations」「Advanced Topics」の3コース

<https://www.quantumx.washington.edu/training/aqet/>

NRT-QL: A Program for Training a Quantum Workforce

(Colorado School of MinesとSan Jose State U.の共同、2021年-、合計\$3M/5年)

他分野の学生に量子情報科学技術の基本を紹介するトレーニング資料開発、学生に企業や国研で行われている最先端技術・研究へのアクセス・経験提供、学生のリクルート・メンタープログラムなどを実施。量子情報科学技術における労働力の多様性確保を目指す。

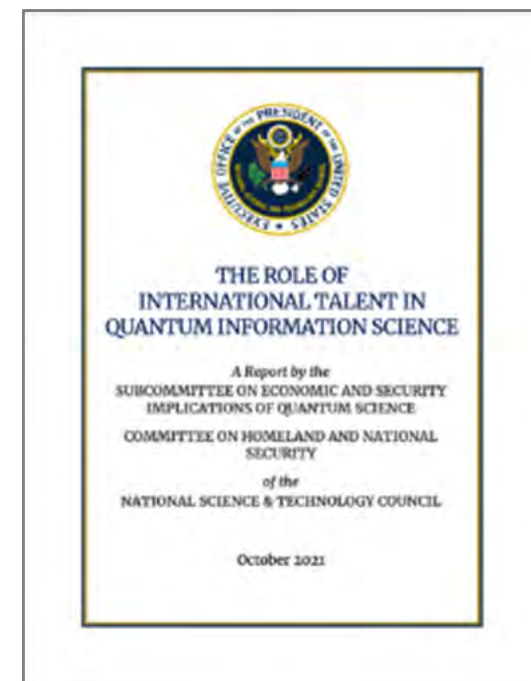
https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2125899&HistoricalAwards=false

https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=2125906&HistoricalAwards=false

米国：人材の役割についての報告書

The Role of International Talent in Quantum Information Science

- 国家科学技術会議（NSTC）の量子科学の経済的および安全上の影響に関する小委員会（ESIX）が発行（2021年10月）
- 世界中で**量子科学技術に関する教育を受けた人が継続的に不足**していると主張。米国が技術でリーダーシップを維持するためには、**労働力を増やすことが重要**と指摘。
 1. 米国は、研究安全性の懸念との適切なバランスを取りつつ、才能のある国際的な研究者を歓迎し続けるべき。
 2. 米国連邦組織は、活発で安全な国際的QISTエコシステムの確保のために、同盟国・パートナーとの緊密な協力を継続する必要がある。
 3. 量子情報科学に関するNSTC小委員会（SCQIS）は、QIST労働力開発のための5年間の戦略プランを策定する必要がある。
 4. QISTの研究、開発にファンディングする連邦組織は、知財保護のための包括的な技術保護プランを策定する必要がある。



米国：労働力開発のための戦略プラン

Quantum Information Science and Technology Workforce Development National Strategic Plan

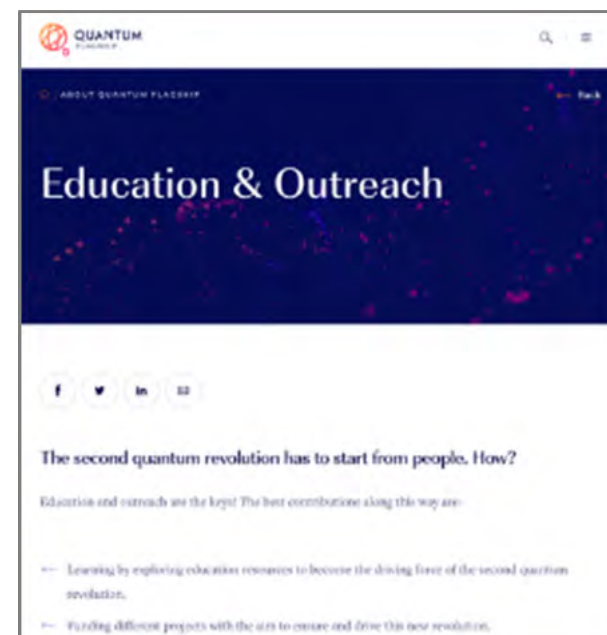
- 国家科学技術会議（NSTC）の量子情報科学小委員会（SCQIS）が発行したQIST労働力開発のための国家戦略計画（2022年2月）
- 人材不足がQISTの進歩の妨げになるとの認識のもと、一連のアクションを通じて**すべてのレベルでのトレーニングと教育の拡大を通じ、QISTの労働力を増やす**ことを強調。
- 特定された4つの主要なアクション：
 1. 短期的・長期的な視点で、QISTエコシステムにおける労働力ニーズの理解を深める。
 2. アウトリーチや教育を通じて、幅広い聴衆にQISTを紹介する。
 3. 専門的な教育と訓練の機会におけるQIST固有のギャップに対処する。
 4. QISTとその関連分野でのキャリアをよりアクセスしやすく公平なものにする。



EU : Quantum Flagship

教育・アウトリーチプログラムに関するデータベース

- 教育&トレーニング、アウトリーチ、ジョブ&インターンシップ、イベントに関する情報提供
- 「第2次量子革命」のためには、教育とアウトリーチがカギ。
- そのために、教育リソースの探求による学習、さまざまなプロジェクトへの資金提供、最先端の教育とアウトリーチ活動およびツール作成、が貢献する。
- 以下4つのデータベースを、量子コミュニティー（学習者、教育者、政策立案者）をサポートするために提供。
 1. 教育コース・プログラムなど（公式・非公式の）**教育&トレーニング機会情報**（77件）
 2. 量子技術の普及とトレーニングのための資料、活動、内容、およびツールなどの**アウトリーチ資料**（49件）
 3. 企業や研究機関での学部生および大学院生向けの**ジョブ&インターンシップ情報**（87件）
 4. 研究、教育、および会議、会議、ワークショップ、学校、ハッカソン、フェスティバルなどのアウトリーチのための**イベント情報**



量子技術イノベーション戦略における人材戦略の取組状況

- 高等教育段階で教育・研究環境等を充実・強化し、**優れた若手研究者・技術者を戦略的に育成・確保**
- 早期から量子技術を使いこなす高い知識・技能を持つ「**量子ネイティブ (Quantum Native)**」を育成するとともに、ムーンショット等の量子技術のファンディング事業を通じて研究者層の拡大を図る
- 今後、量子技術イノベーション協議会等の場を通じて、産業界への量子人材の輩出の在り方や民間コンソーシアムによる取組等を活用したりリカレント教育の充実を検討

IPA 未踏ターゲット事業 (対象:未踏的IT人材※) <量子技術イノベーション戦略との連携施策>

- 「量子コンピューティング技術を活用したソフトウェア開発」に興味を持つ**未踏的IT人材**からプロジェクトを募集し、優れた能力と実績を持ち合わせたプロジェクトマネージャー等が指導・助言をする。加えて、活動実績(育成従事実績)に応じた活動費提供を行う。 ※ITを駆使してイノベーションを創出できる優れたアイデア・技術力をもつ人材

【実施内容】「アニーリングマシン」や「ゲート式量子コンピュータ」を活用したソフトウェア開発を通じた人材育成

科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロースhip創設事業

- 博士後期課程学生の処遇向上** (生活費相当額 (180万円以上) の支援を含むフェロースhipと**キャリアパスの確保** (博士課程修了後のポストへの接続) を、全学的な戦略の下で、一体として実施する大学への新たな補助金を創設(対象:博士後期課程学生)

光・量子飛躍フラッグシッププログラム(Q-LEAP)

- FlagShipプロジェクト、基礎基盤研究:** 量子科学技術をリードする**卓越した研究人材の育成** (TA、RA ※の雇用を含む) (対象:大学院生、若手研究者)
 - 人材育成プログラム:**
 - ①体系的に学習できる共通的なコアカリキュラムの開発(対象:大学生以上)
 - ②各教育機関の特色を生かした先進的な人材育成プログラムの開発(対象:高校生以上)
- ※TA: Teaching Assistant, RA: Research Assistant

NICT量子人材育成プログラム NQCC NICT Quantum Core

- 量子ICTネイティブ人材を育成**する講習会など大学、企業などと連携しながら実施
- 探索型/課題解決型研究:** **量子ICT知識・技能の応用力** 対象:修士・博士課程、若手研究者など (量子技術に関する基礎知識・技能を有する者)
- 講習会:基礎知識 (座学講習) + 技能習得 (演習)** 対象:高専生、大学生、大学院生など



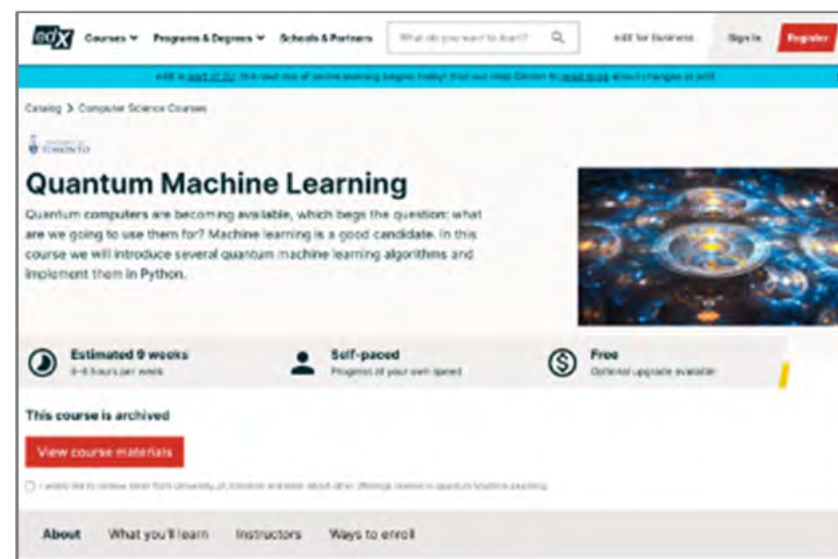
オンラインコース (MOOC)

The Quantum Internet and Quantum Computers: How Will They Change the World? (デルフト工科大学、6週間)



<https://online-learning.tudelft.nl/courses/the-quantum-internet-and-quantum-computers/>

Quantum Machine Learning
(トロント大学、9週間)



<https://www.edx.org/course/quantum-machine-learning>

edX上には他にも

Introduction to Quantum Computing for Everyone (シカゴ大学)

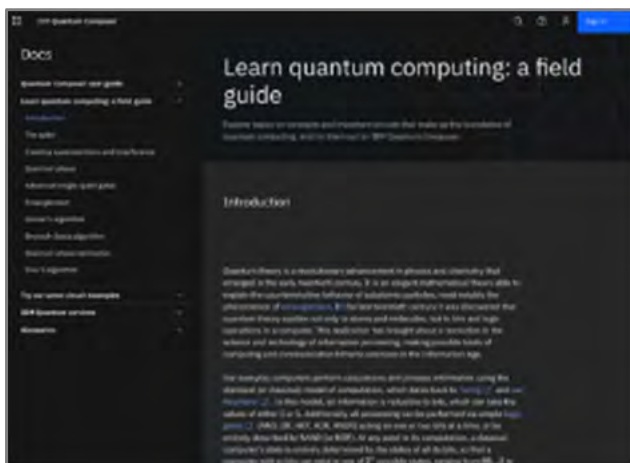
Architecture, Algorithms, and Protocols of a Quantum Computer and Quantum Internet (デルフト工科大)

Introduction to Quantum Transport (パデュー大学)

など様々なコースが用意されている。

ハンズオン・チュートリアル (プログラミング)

クラウドのチュートリアルとして提供
(IBM、Xanadu)

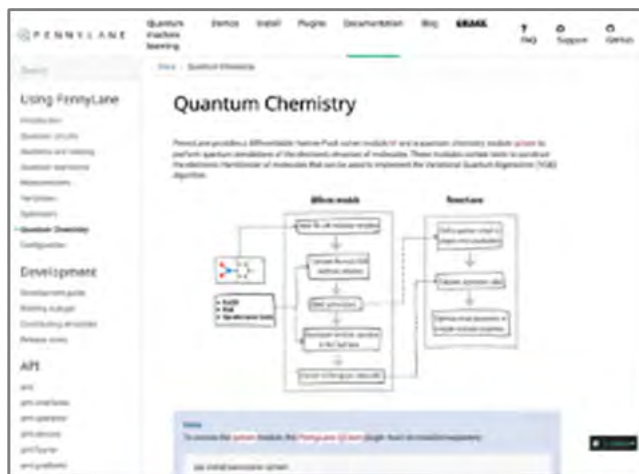


<https://quantum-computing.ibm.com/composer/docs/iqx/guide/>

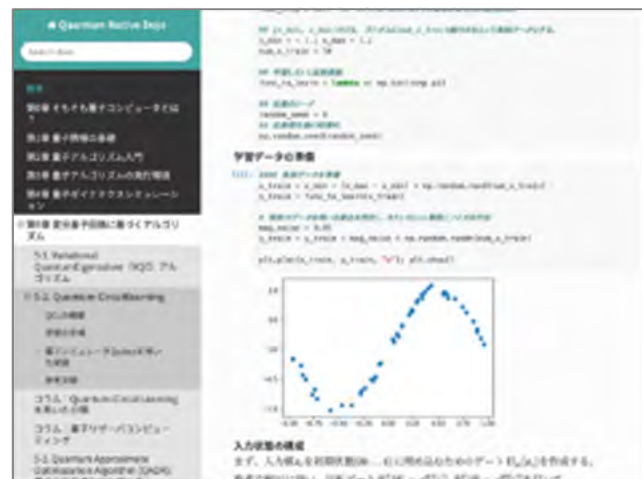
プロジェクトの成果展開として提供
(シカゴ大EPIQC)



量子回路シミュレーター込みでコード公開
(Quantum Native Dojo)



<https://pennylane.readthedocs.io/en/stable/>



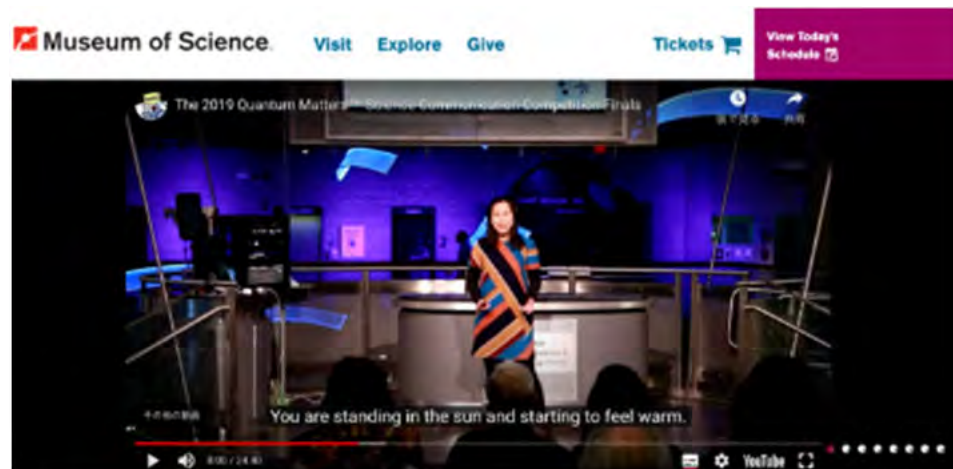
<https://dojo.qulacs.org/ja/latest/index.html>

3. | アウトリーチ海外事例

ボストン科学館

量子コンピューター（IBM、モックアップ）の展示

量子マテリアル科学コミュニケーションコンテスト（2018,2019）



The Quantum Matters™ Science Communication Competition

Learn about the 2021 Reach Out Science Slams!

Reach Out is a new science communication competition involving early-career researchers affiliated with the nation's 12 NSF Science & Technology Centers. Find out more [here](#).

See the winners of the 2019 Competition and watch the 2019 film.

See the winners of the 2018 Competition and watch the Telly Award winning 2018 film.

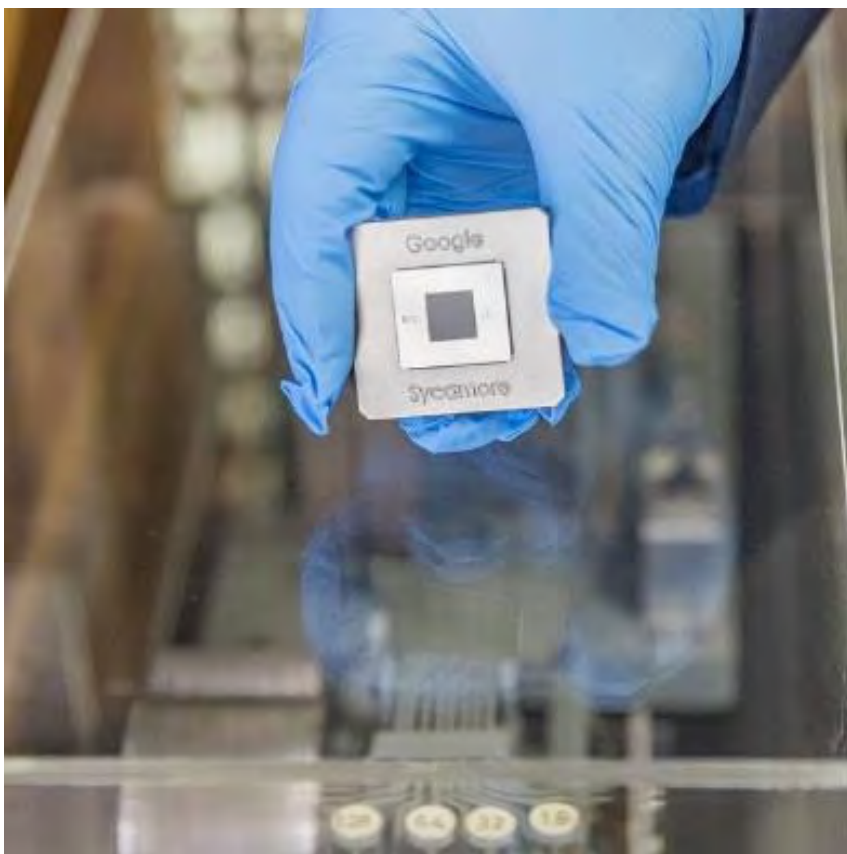


<https://www.mos.org/events/nanodays-with-a-quantum-leap-2021>

<https://www.mos.org/quantum-matters-competition-2019>

ドイツ博物館

GoogleのSycamoreチップの収蔵



<https://www.deutsches-museum.de/museum/presse/meldung/ein-meilenstein-auf-fuenf-quadratcentimetern>

Quantum: The Exhibition

Waterloo IQC開発の量子技術に関する貸し出し展示

展示全体で4000 ft² (巡回版は300 ft²)

過去にオンタリオ科学館で展示 (2018~19)

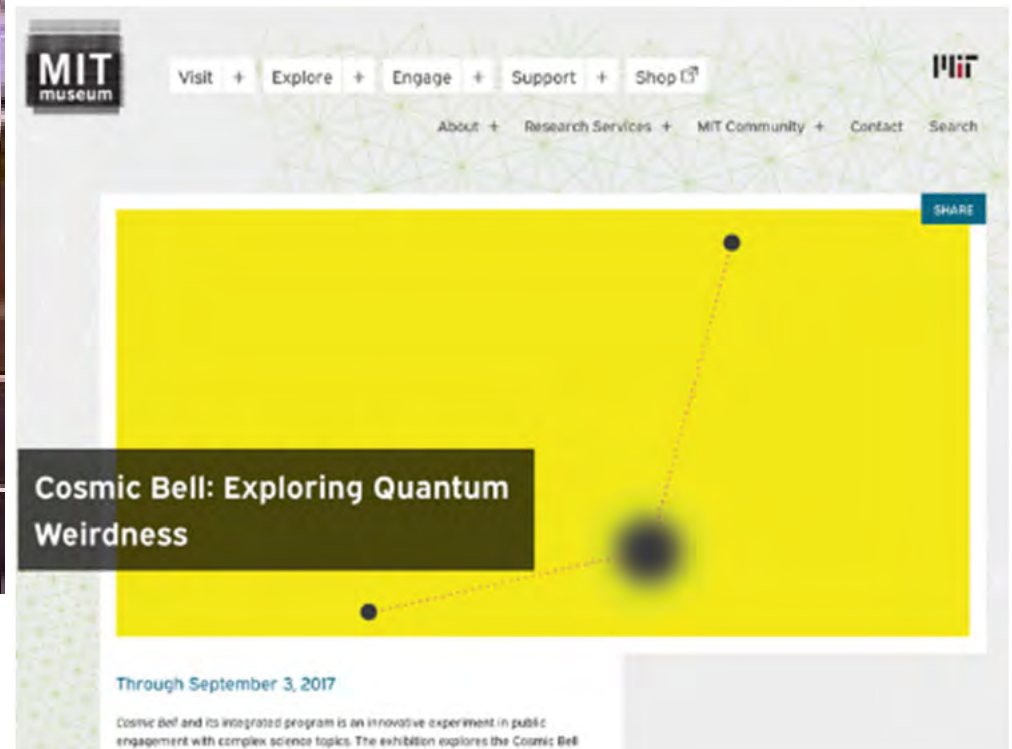


Cosmic Bell: Exploring Quantum Weirdness

MIT開発の量子もつれに関する展示とイベント

MIT博物館で展示（2017）

現在はイベント動画アーカイブのみ



Call Me Quantum

バージニア大学の学生が中心となって開発した展示

バージニア科学館で展示（2015）

現在は写真アーカイブのみ



日本科学未来館「技術革新と未来」

量子コンピューターに関する常設展示 (2009~16)



想像力の川「むすびつける」

量子の物理的性質と計算機を「むすびつける」ことで生まれる、「量子コンピュータ」が研究されています。量子コンピュータの不思議な世界を体感できる「あなたの顔探し」で、従来のコンピュータとの違いにびっくり？