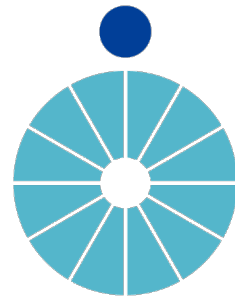


量子人材育成の取組



文部科学省 研究振興局
基礎・基盤研究課 量子研究推進室

コンテンツ

- “量子人材”のキャリアパス 2
- 政府・公的機関等の主な取組・プロジェクト一覧 3
- 個別の取組・プロジェクトのご紹介 4～

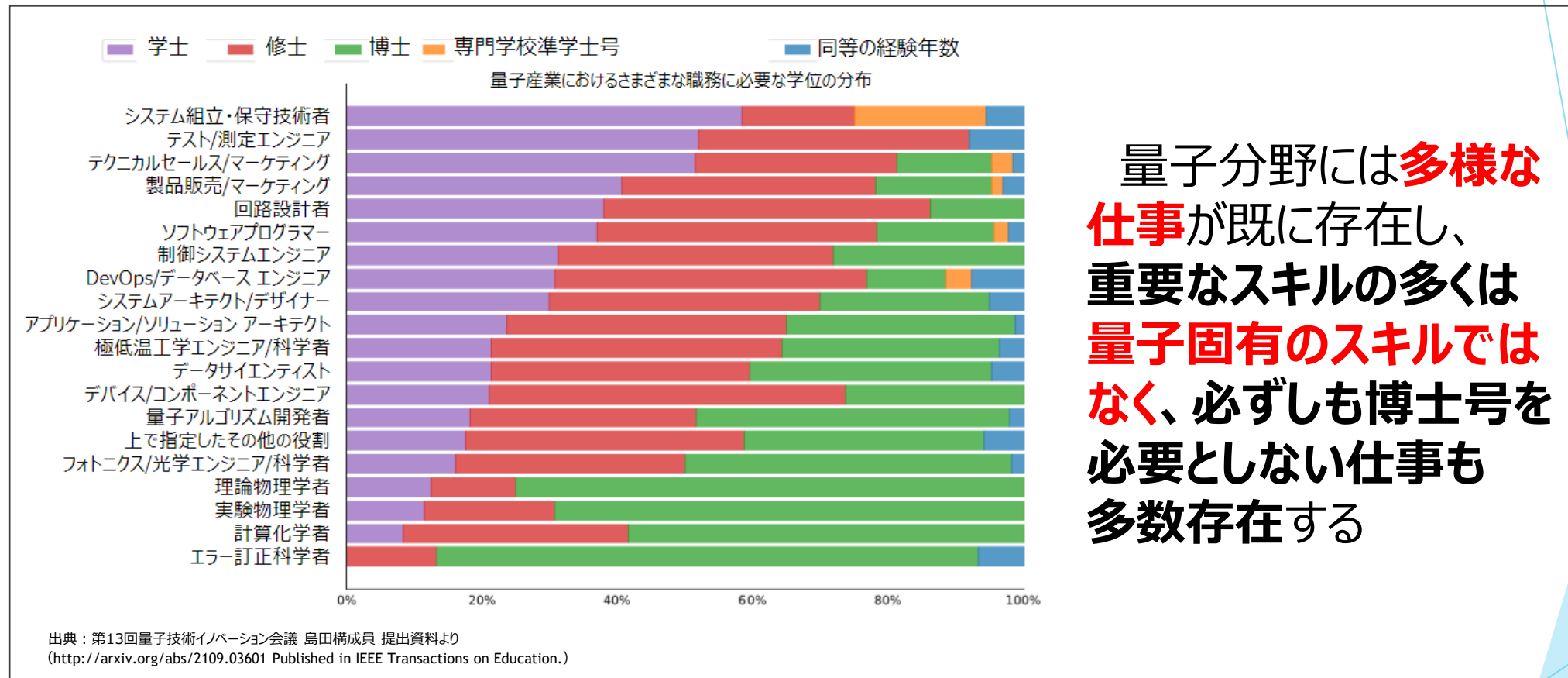
【参考情報】

- 学会、勉強会、技術ブログ等 20
- 量子ポータルサイト「Q-Portal」 21

“量子人材”のキャリアパス

米国QED-C (※) 会員企業への量子業界労働者に対するニーズ調査結果

※米国の量子関連産業団体



量子分野には**多様な仕事**が既に存在し、**重要なスキルの多くは量子固有のスキルではなく、必ずしも博士号を必要としない仕事も多数存在する**





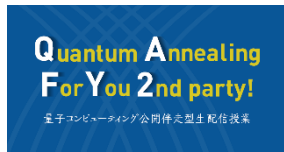





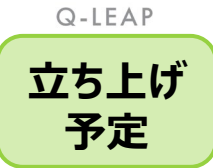



・量子技術の専門家

・「●●×量子」人材 = 他分野や従来型技術分野の専門を持つ人材×量子技術
⇒産業化・実用化に向けては両者の育成・共創が重要

[目次ページに戻る](#)

政府・公的機関等の主な取組・プロジェクト一覧

画像やテキストをクリックすると、各取組・プロジェクト等の紹介ページに遷移できます

取組タイプ	プロジェクト・取組
<p>研究開発プロジェクト アイデアを形に</p> <p>エンジニア 研究者 学生等</p>	<p> NQC 探索型</p> <p> 未踏ターゲット事業</p>
<p>イベント・ハンズオン講座 みんなでワイワイ、手を動かして学ぶ</p> <p>社会人 研究者 学生等</p>	<p> 量子ソフトウェア研究拠点 量子ソフトウェア勉強会</p> <p> 東京大学 量子ソフトウェア寄付講座</p> <p> Quantum Annealing For You 2nd party! QA4U/QC4U (伴走型YouTube講座)</p> <p> Q-Quest (産業人材育成)</p> <p> NQC 体験型</p>
<p>講義動画・教材・カリキュラム 基礎や概念を学ぶ、教える</p> <p>エンジニア 学生 教員等の指導者 若年層(小中高)</p>	<p>教員等の指導者 学生</p> <p>若年層(小中高) エンジニア</p> <p> 量子技術高等教育拠点 (講義資料等)</p> <p> 量子技術教育プログラム (動画・テキスト)</p> <p> 体験型人材育成 (実験キット)</p> <p> 立ち上げ予定 若年層向け教育プログラム</p> <p> 量子コンピュータのプログラミング自習教材等</p>
<p>キャリアパス構築・学生支援 いざ、量子分野へ</p> <p>学生</p>	<p> 立ち上げ予定</p> <p>産学の「交流の場」形成 (キャリアパス構築)</p> <p> 科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設事業 (経済的支援、キャリアパス確保)</p>

[目次ページに戻る](#)

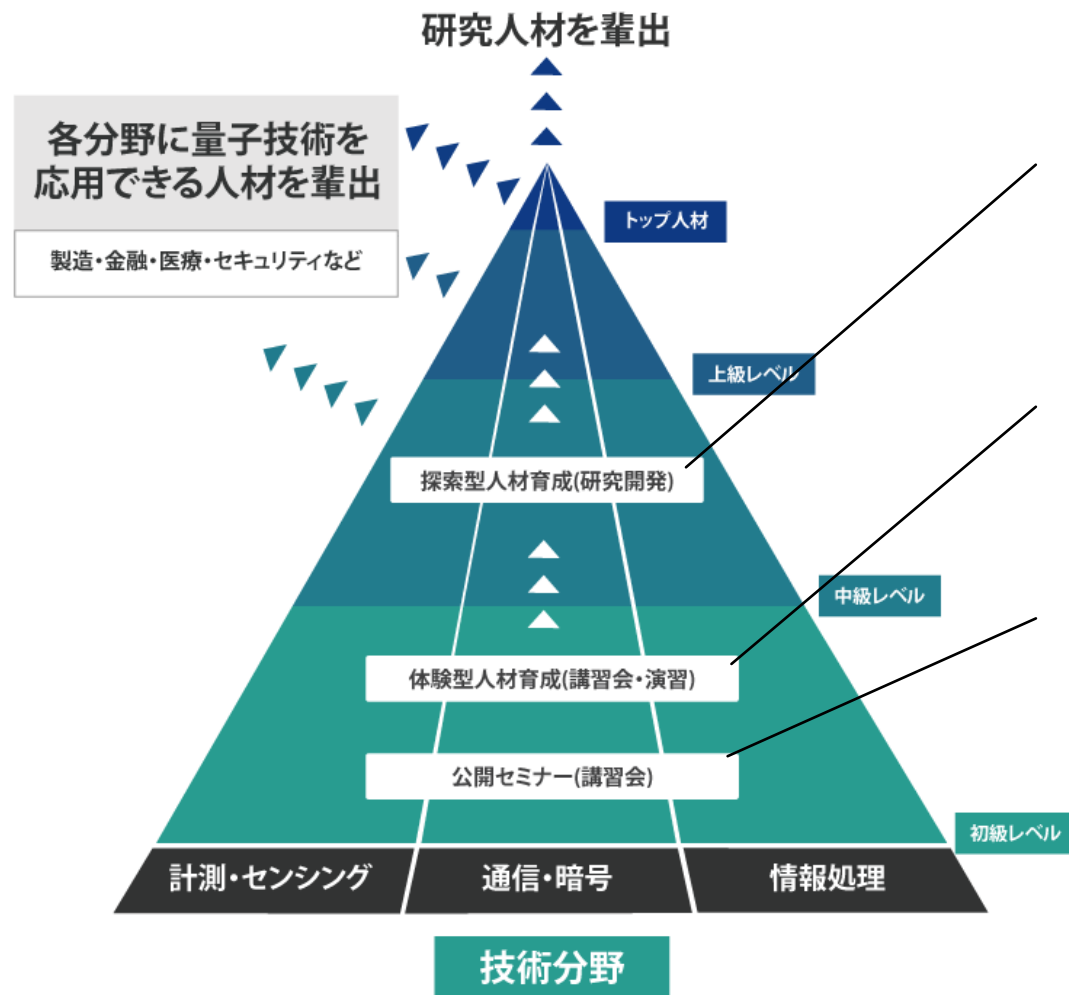
※イベント・勉強会・教材提供等は上記以外にも多様な取組が展開されている

個別の取組・プロジェクトのご紹介

[目次ページに戻る](#)

【概要】

- ✓ 情報通信研究機構（NICT）主催の総合的な量子人材育成プログラム
- ✓ **レベル別に体系化された講座、卒業生によるコミュニティ形成**
- ✓ 高校生～社会人まで幅広く参加可能



探索型人材育成（研究開発）：
中級～上級者向け 最大100万円/件の補助

体験型人材育成（座学・演習）：
初級～中級者向け

公開セミナー（講習会）：
一般～初級者向け



Webサイト↓
<https://nqc.nict.go.jp/>

[取組一覧ページに戻る](#)

情報処理推進機構（IPA） 未踏ターゲット事業

【概要】

- ✓ 「未踏的な」アイデア・技術を持つIT人材を発掘・育成する事業
- ✓ 約9ヶ月にわたって**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**に挑戦（360万円/件の補助、第一線で活躍するPMによる指導）
- ✓ 個人または個人からなるグループが応募可能（年齢制限なし）

- 対象分野：
 - 【区分1】 アニールマシン向けソフトウェア開発
 - 【区分2】 ゲート式量子コンピュータ向けソフトウェア開発

知財はすべて
採択者に

開発環境を
提供



充実の開発環境！

<開発環境（2022年度）>

アニールマシン

- ・CMOSアニールマシン（日立製作所）
- ・デジタルアニーラ（富士通）
- ・D-Wave 2000Q（D-Wave Systems）
- ・Fixstars Amplify（フィックスターズ）

ゲート式

- ・IBM Q Network Hub（IBM）
- ・QISKit/QISKit、Q#、Cirqなどの量子ソフトウェア開発環境
- ・C/C++/Python ベースのシミュレータ等

アニーリング

田中 宗 氏
慶應義塾大学 准教授

棚橋 耕太郎 氏
株式会社リクルート

田村 亮 氏
NIMS 主任研究員
東京大学 講師

ゲート

藤井 啓祐 氏
大阪大学 教授

山本 直樹 氏
慶應義塾大学 教授

徳永 裕己 氏
NTT 特別研究員

充実のPM陣（2023年度）

Webサイト↓

<https://www.ipa.go.jp/jinzai/mitou/target/index.html>

[取組一覧ページに戻る](#)

大阪大学 量子ソフトウェア勉強会

【概要】

- ✓ 大阪大学（量子ソフトウェア研究拠点）主催の骨太な勉強会
- ✓ **量子ソフトウェアの基礎から応用テーマまで充実の講義とグループワーク**
- ✓ 例年6月頃開始、途中参加可能
- ✓ 技術者以外のビジネス人材等も参加歓迎、学生は参加費無料（人数次第で選考あり）

受講案内
詳細

量子状態(量子ビット)
量子ビット=規格化された2次元複素ベクトル

- 量子状態は複素ベクトルとして記述される

0状態をとる
複素確率振幅

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$$

1状態をとる
複素確率振幅

ディラックの
ブラケット表示
(列ベクトルと思えば良い)

基底

$$|0\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, |1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

- $|0\rangle$ や $|1\rangle$ は物理的に異なる2つの状態、その重ね合わせ状態=どちらとも**確定していない状態**が許されるのが量子力学

状態ではない、と言うのが古典の世界です

紹介動画 ↓

<https://www.youtube.com/watch?v=xyyRuR20GHc&feature=youtu.be>

2023年度の詳細 ↓

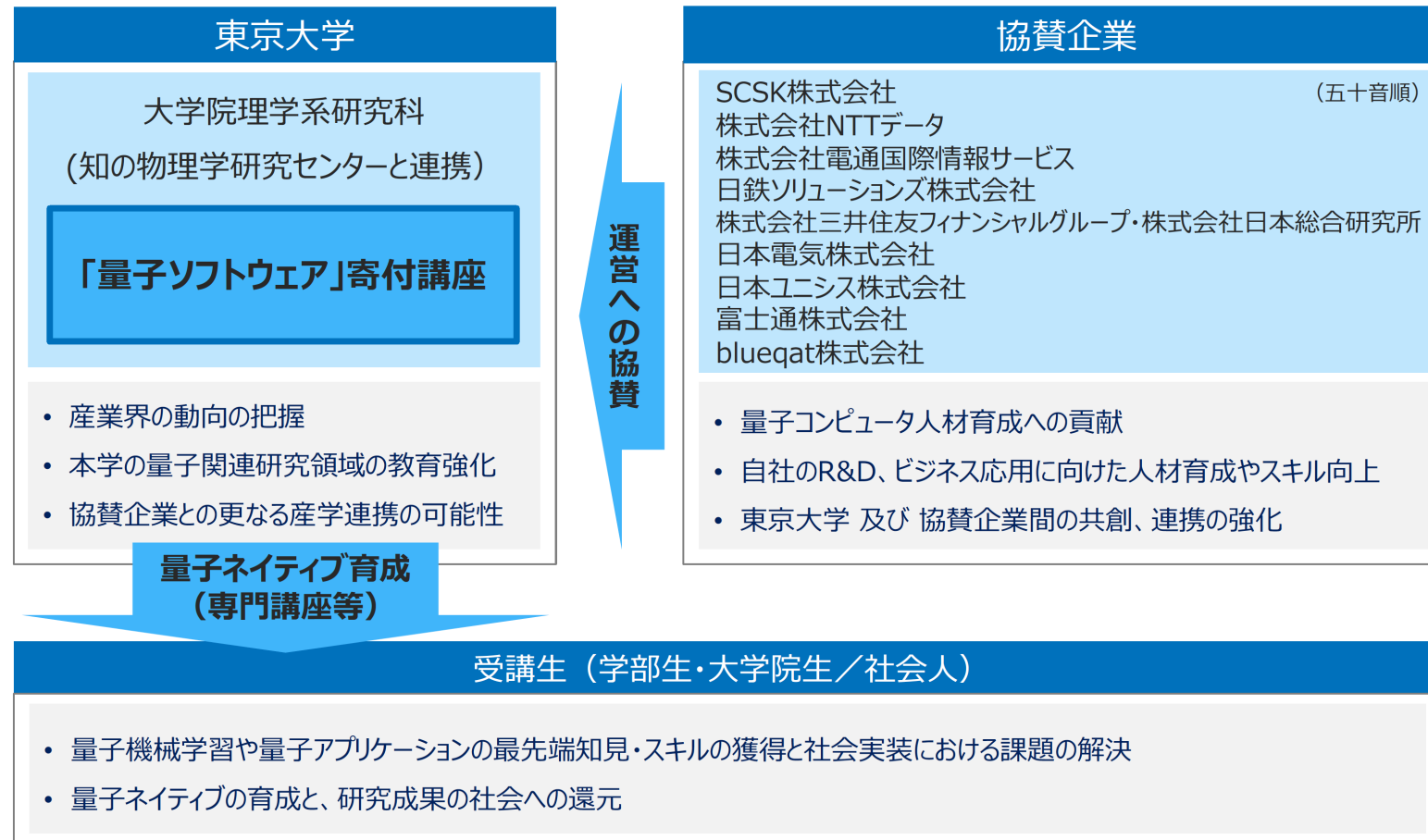
<https://qsrh.jp/seminar/>

[取組一覧ページに戻る](#)

東京大学 量子ソフトウェア寄付講座

【概要】

- ✓ 東京大学に設置された12社の協賛・協力企業による寄付講座
- ✓ **テンソルネットワークなど先端技術トピックに関するワークショップ・講座多数**
- ✓ Webサイト等にて随時参加者募集、学生・社会人など、どなたでも参加可能
(基本的に参加費無料)



寄付講座HP ↓

<http://qsw.phys.s.u-tokyo.ac.jp/>

[取組一覧ページに戻る](#)

東北大学 オンライン公開伴走型講座

【概要】

- ✓ 大関教授がリアルタイムで全ての質問・コメント・雑談などに答える伴走型講座
- ✓ **講義→グループワークを経て、「量子アプリケーション」を世に出していく**
- ✓ 高校生、大学生、社会人まで誰でも・いつでも参加可能

2022年度の講座
特設サイト↓

ゲート型量子コンピュータ

<https://altema.is.tohoku.ac.jp/QC4U/>

量子アニーリング

<https://altema.is.tohoku.ac.jp/QA4U2/>

これまでに
生み出された
アプリ例→

- ・デジタルミュージアムのモザイクアート（画像配置最適化）
- ・コンビニのシフト問題解決（人員配置最適化）
- ・“量子うさぎ”育成ゲーム（ゲート操作を駆使して機嫌を取る） 等

[取組一覧ページに戻る](#)

イノベーター人材育成プログラム (Q-Quest)

【概要】

- ✓ テクノロジー・クリエイティブ人材育成等を手掛けるJellyWare株式会社が実施
- ✓ **ビジネス人材×エンジニアでアプリケーション開発を行うプログラム**
- ✓ 主に産業人材を対象に「●●×量子」人材の育成を推進（学生も歓迎）
（R5年度よりパイロット版講座実施中）



<https://q-quest.jp/>

ジェネラリスト（G）向けとエンジニア（E）向けプログラムを並走し、**G×Eのマッチアップ**からビジネス創発を目指す



[取組一覧ページに戻る](#)

量子技術高等教育拠点

開発したオンライン講義や教材データベースを公開



[取組一覧ページに戻る](#)

量子を学ぶオンライン講義コース（公開中の講義）

<https://qacademy.jp/lecture/online/>

オンライン講義（学部向け）

Step 1: Module overview

Light is an excellent carrier of information.

Classical networks:

- Required to transmit classical information
- Classical states of light are sufficient
- Module on Overview of Quantum Communication covers the basics of geometric optics

Quantum networks:

- Required to share quantum information (either transmit or create a distributed state)
- Can be achieved only with quantum states of light
- Module on Overview of Quantum Communication introduced basics of quantum states



オンライン講義はカスタマイズして大学・大学院の講義に使用できます。（学認ログインが必要です）

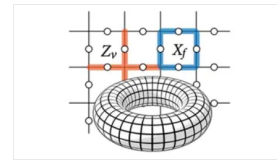
標準カリキュラム（案）の公開 学部から修士課程まで

量子科学・技術の学習に必要な科目を整理

<https://qacademy.jp/curriculum/>

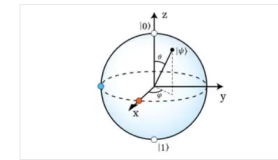
量子情報理論の各論を学ぶ基礎コース

量子情報理論各論(基礎コース)(作成者：吾妻広夫 CC BY-SA)



量子情報理論への招待

情報通信とは、どのようなものかを概観します。情報通信の歴史、アナログとデジタルの違い、ビットという言葉の意味について説明します。



量子力学の基礎

量子ビットの基礎を解説します。高校で習った2次元ベクトルと2×2行列の知識があれば、十分に理解できる内容です。物理学の知識は前提としていません。

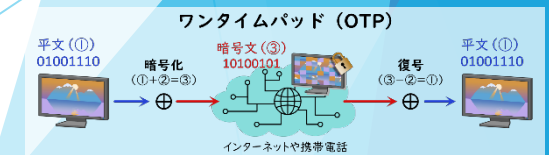
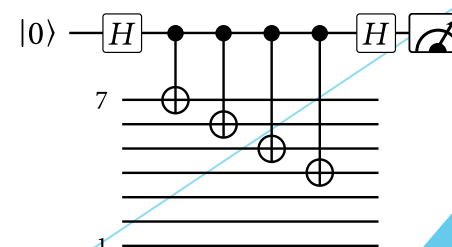
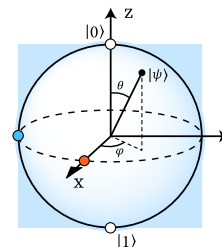
数あるコースの中から興味のあるトピックを選んで受講可能

サマースクールやゼミの副教材としても活用可

量子技術でよく用いられる図や表などのデータベース


（クリエイティブコモンズライセンスで、教育及び研究の目的で自由に利用可）

学認ログインが必要



<https://qacademy.jp/material/>

量子技術教育プログラム (QEd)

開発した教材等を公開中 



量子力学の基礎から
量子技術の基本的な
トピックを幅広く網羅し
た**基礎ノート**
ゼミ・輪読などに

https://www.sqei.c.u-tokyo.ac.jp/qed/QEd_textbook.pdf

若手研究者による**全14トピックの
授業動画とバーチャルラボツアー動画**



光や原子から固体欠陥や超伝導回路
まで、様々な技術を紹介

<https://www.sqei.c.u-tokyo.ac.jp/qed/lecture/>

[取組一覧ページに戻る](#)

体験型人材育成プログラム開発

【概要】

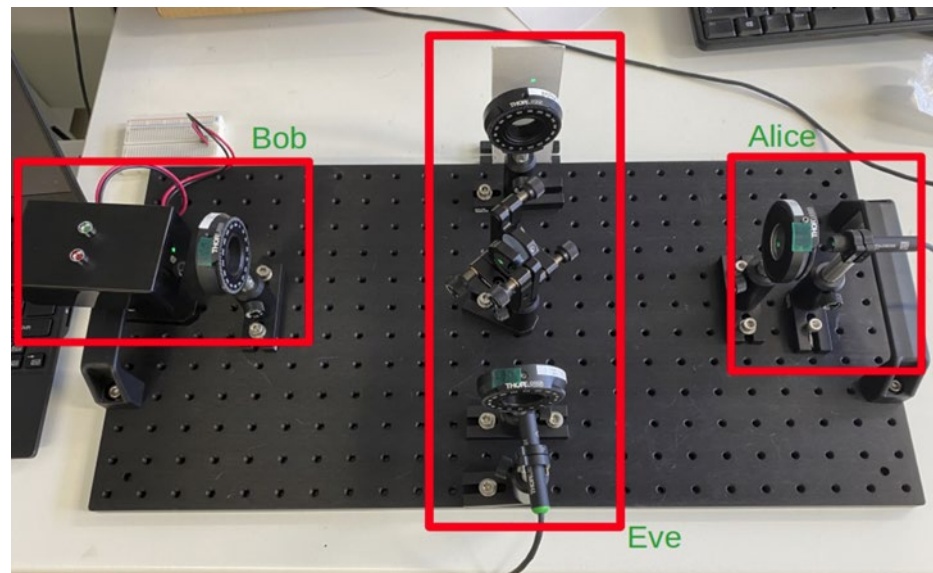
- ✓ 量子現象に根差した体験型教育のための実験キットの開発
- ✓ **実験で量子現象を体感し、中高校生～大学生の量子に対する敷居を低くする**
- ✓ プログラム修了者がインストラクタとなる自己複製型サイクルの構築を目指す

電気通信大学における有志学生の組織
「**UEC Quantum Base**」を立ち上げ



<https://sites.google.com/gl.cc.uec.ac.jp/q-base/home>

量子暗号実験キットデモ機の作製



中高生向け体験プログラムの実施

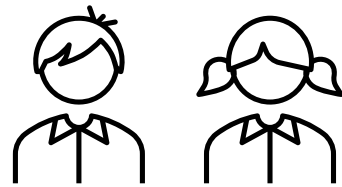


[取組一覧ページに戻る](#)

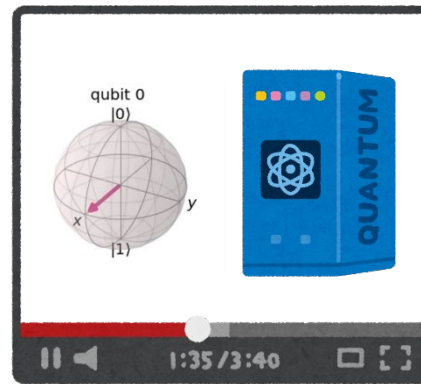
若年層向け教育プログラム開発

10年～20年後のメインプレイヤーとなる若年層（小中高生）等が、量子技術に触れることができる教育プログラムをR5年度より新たに開始

（受託：株式会社QunaSys）



- ・小学生
- ・中学生
- ・高校生
- ・一般



【実施内容（想定）】

- ✓コンテンツ作成と配布・展示（動画、ゲーム、アプリ、漫画、グッズ、展示物等）
- ✓インフルエンサーとのコラボ（タレント、サイエンスコミュニケーター、キャラクター、Youtuber/Vtuber等）、
- ✓一般向け量子関連イベント開催（出前授業、移動式企画展、トークイベント、SNSでのキャンペーン等）

公募内容詳細ページ（文部科学省）

https://www.mext.go.jp/b_menu/boshu/detail/1418420_00015.htm

[取組一覧ページに戻る](#)

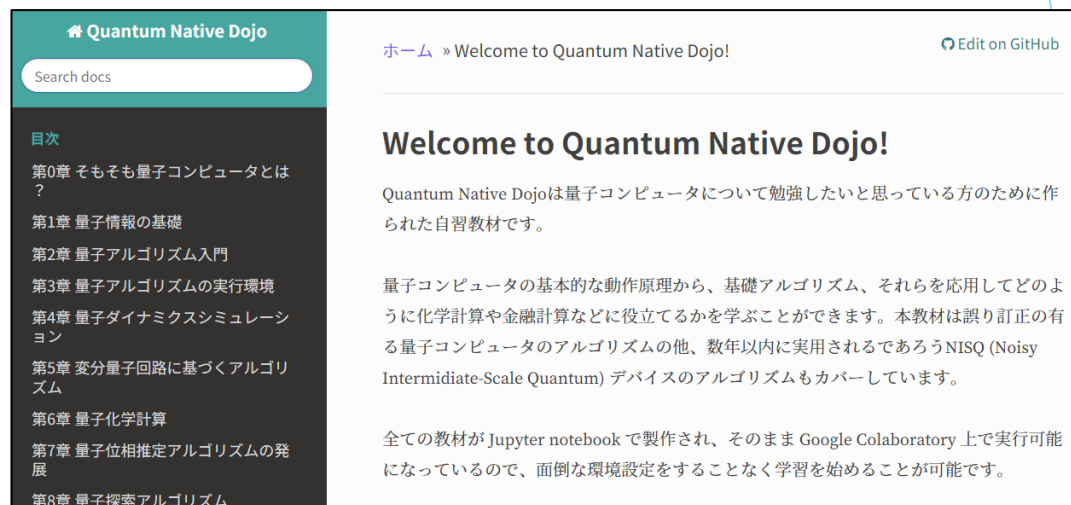
量子コンピュータのプログラミングを学ぶ自習教材

- ✓ 大学 1 年程度の数学とPythonの知識があるエンジニア向けの自習教材
- ✓ **実行環境の準備方法、量子コンピューティングの基礎知識や実装するためのコードなどを無料で公開**

• Quantum Native Dojo (運営：株式会社QunaSys)

量子コンピュータの基本的な動作原理から、基礎アルゴリズム、それらを応用してどのように化学計算や金融計算などに役立てるかを学ぶ

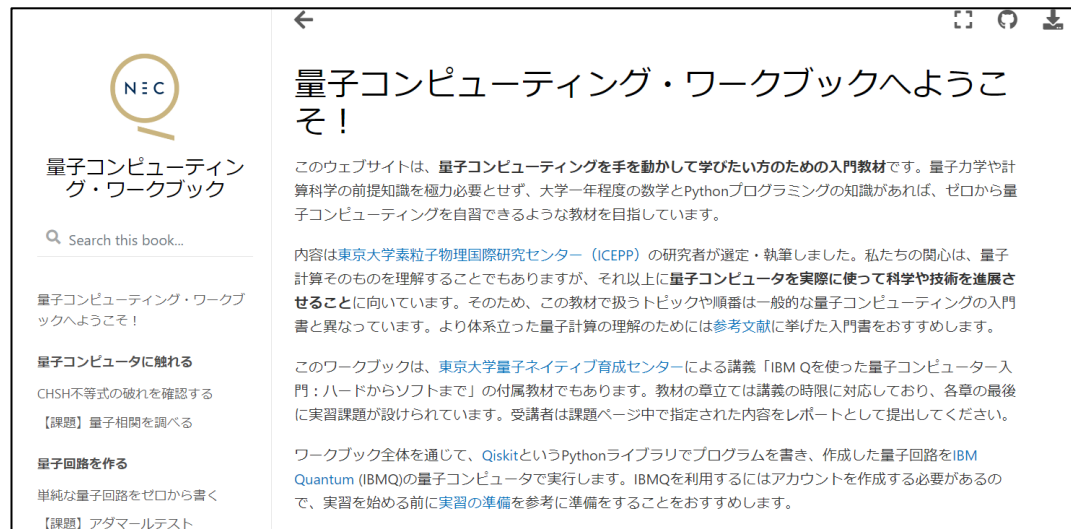
<https://dojo.qulacs.org/ja/latest/index.html#>



• 量子コンピューティング・ワークブック (運営：東京大学ICEPP)

東京大学量子ネイティブ育成センターによる講義「IBM Qを使った量子コンピューター入門：ハードからソフトまで」の付属教材

<https://utokyo-icepp.github.io/qc-workbook/welcome.html>



[取組一覧ページに戻る](#)

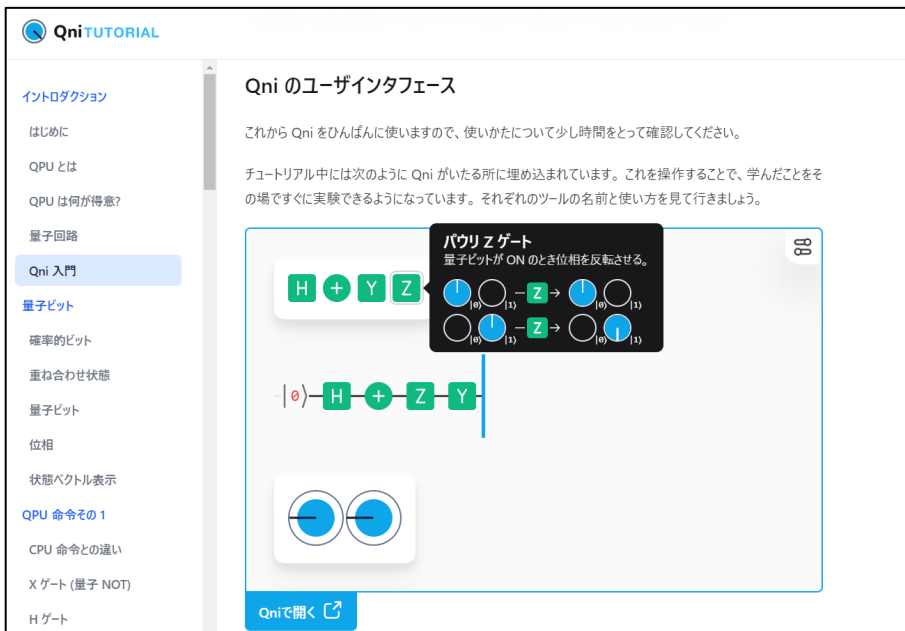
量子計算を手で動かしながら学べるWebアプリ

✓ ドラッグアンドドロップなどで視覚的に量子計算を実装しながら学ぶことが可能

・IBM Quantum「Quantum Composer」(運営：IBM社)

<https://quantum-computing.ibm.com/composer/files/new>

・Qni (キューニ) (運営：TIS株式会社)



<https://qniapp.github.io/qni/>

チュートリアルも充実

・Qulacs Simulator (運営：大阪大学)



<https://qulacs-gui.github.io/qulacs-simulator/>

[取組一覧ページに戻る](#)

産学の「交流の場」形成プログラム

若手人材と社会・産業界との交流や橋渡しの「場」を多様な形で提供し、
人材育成・交流を促進する事業をR5年度より新たに開始

(受託：株式会社QunaSys)

人材育成対象者

- ・高校生
- ・高専生
- ・大学生
- ・若手人材



産業界

- ・ユーザ企業
- ・ベンダー企業 等



相互交流の
「場」

多様な観点からの“ジョブマッチング”

【実施内容：人材育成（想定）】

- ✓体験型人材育成（インターン、アイデアソン、ハッカソン）
- ✓新産業創出のためのアントレプレナーシップ教育
- ✓学生側を講師（量子TA）とした企業向けサービス

【実施内容：イベント等（想定）】

- ✓ジョブマッチング等のイベント実施
- ✓ロールモデル人材の情報発信 等

公募内容詳細ページ（文部科学省）

https://www.mext.go.jp/b_menu/boshu/detail/1418420_00015.htm

[取組一覧ページに戻る](#)

科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設事業

【概要】

- ✓ 博士後期課程学生の処遇向上、キャリアパス確保に取り組む大学への補助金
- ✓ **生活費相当額（年間180万円以上）及び研究費**からなる経済的支援
- ✓ 企業での**研究インターンシップ**や**海外研鑽機会の提供**、**マネジメントなどのスキル形成等**の取組を実施（キャリアパス整備）

【R5年度採択大学（分野指定型※（量子））一覧】

- 東北大学
- 筑波大学
- 千葉大学
- 東京大学
- 名古屋大学
- 京都大学
- 大阪大学
- 広島大学
- 九州大学
- 大阪公立大学



<https://www.jst.go.jp/fellowship/adopted/>

※産学を通じて人材ニーズの高まる分野（情報・AI、量子、マテリアル等）を国が指定

[取組一覧ページに戻る](#)

以下、参考情報

【学会・研究会】

- 一般社団法人電子情報通信学会 エレクトロニクスソサエティ量子情報技術特別研究専門委員会
<https://www.ieice.org/es/qit/?ref=qmedia.jp>
- 一般社団法人情報処理学会 量子ソフトウェア研究会
<https://sigqs.ipsj.or.jp/>
- 公益社団法人応用物理学会 量子エレクトロニクス研究会
<https://annex.jsap.or.jp/qe/>
- 公益社団法人応用物理学会 量子情報工学研究会
<https://annex.jsap.or.jp/qie/#about>
- 公益社団法人応用物理学会 固体量子センサ研究会
<https://annex.jsap.or.jp/sqs/index.html>
- 一般社団法人量子生命科学会
<https://quliss.org/>
- 量子情報関東 Student Chapter
<https://quangaroo.web.fc2.com/index.html>
- 量子情報関西 Student Chapter
<https://sites.google.com/site/qikansai/home>

【勉強会・技術ブログ等】

- 「[connpass](#)」での勉強会（キーワード「量子」等で検索）
- 「[Qiita 量子コンピューターアドベントカレンダー](#)」（エンジニアによる技術ブログ集）

※上記のほか、量子ベンチャー・スタートアップ企業等による技術ブログ・チュートリアルなども多数

量子ポータルサイト「Q-Portal」

量子技術に関する最新情報を一元的に提供するポータルサイトを開設

最新のプレスリリース、各種イベント・教育プログラムの開催情報、人材採用・研究プロジェクトの公募情報、教育コンテンツなどの幅広い情報を集約・発信

The screenshot shows the Q-Portal website interface. At the top left is the Q-Portal logo, followed by social media icons for Twitter and Facebook. A search icon and a language selector set to 'English' are on the top right. Below the header is a navigation menu with links for 'トップ' (Home), 'トピックス' (Topics), 'イベント' (Events), '量子の窓' (Quantum Window), '公募' (Public Recruitment), '学習情報' (Learning Information), '組織情報' (Organization Information), '政策情報' (Policy Information), and 'リンク' (Links). The main content area features a 'おすすめ情報 Today's Hot!' section with a large banner for the Q-Portal launch on April 26, 2023, categorized as '一般向け' (General), '量子情報科学技術' (Quantum Information Science and Technology), and 'その他' (Others). To the right is the '量子の窓 Quantum Window' section, which includes a '量子を知る' (Learn about Quantum) link, a 'レポート' (Report) link with a 'レポートページ準備中!' (Report page preparation in progress!) notice, and a 'ビデオ' (Video) link for 'A Quantum Future for All', described as a PR video about Japanese quantum technology initiatives.

<https://q-portal.riken.jp/>

[目次ページに戻る](#)