

# for Future Technologies.

—オンラインコース・サマースクール 量子技術教育プログラム—

東京大学先進科学研究機構

理研量子コンピュータ研究センター

稲盛科学研究機構

野口 篤史



# 量子技術？



量子力学



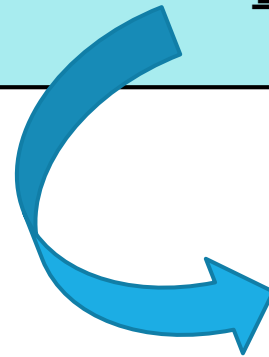
量子計算  
量子センシング  
量子通信...



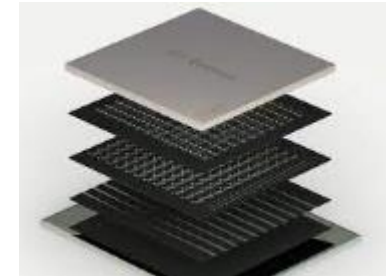
# 量子技術？



量子力学



量子計算  
量子センシング  
量子通信...



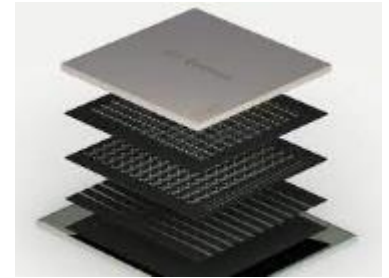
IBM eagle



# 量子技術？



量子力学



IBM eagle

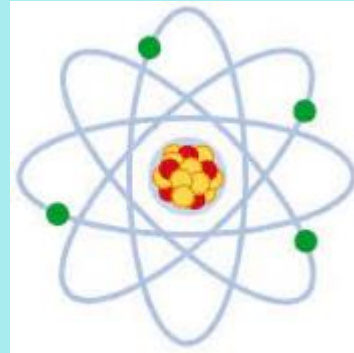


光技術  
マイクロ波技術  
超高真空技術  
極低温技術  
微細加工技術  
材料技術  
高速エレクトロニクス  
構造力学  
...

量子計算  
量子センシング  
量子通信...



# 量子技術？



量子力学

光技術  
マイクロ波技術  
超高真空技術  
極低温技術  
微細加工技術  
材料技術  
高速エレクトロニクス  
構造力学  
...

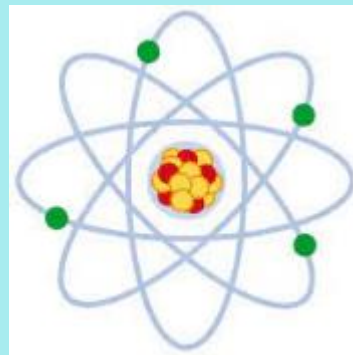
有限次元量子力学  
共振器電気力学  
量子情報  
量子光学  
量子測定  
摂動論  
凝縮系物理  
機械学習  
...

$|\psi\rangle$

# 量子技術？



量子ドット  
超伝導量子ビット  
トラップイオン・原子・電子  
固体中スピン  
光  
...



量子力学

光技術  
マイクロ波技術  
超高真空技術  
極低温技術  
微細加工技術  
材料技術  
高速エレクトロニクス  
構造力学  
...

有限次元量子力学  
共振器電気力学  
量子情報  
量子光学  
量子測定  
摂動論  
凝縮系物理  
機械学習  
...

$|\psi\rangle$

# for Future Technologies.

—オンラインコース・サマースクール 量子技術教育プログラム—

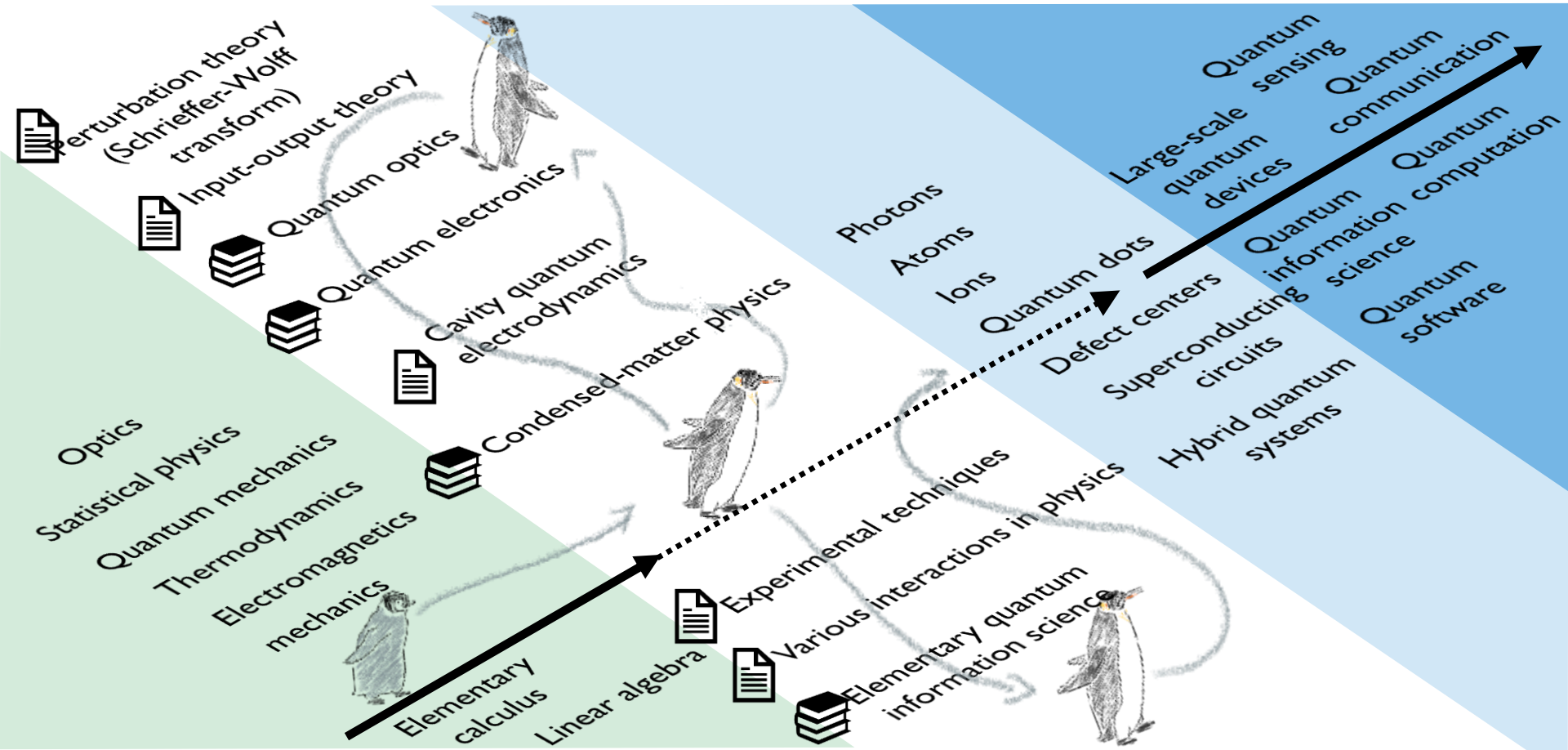


量子技術教育プログラム



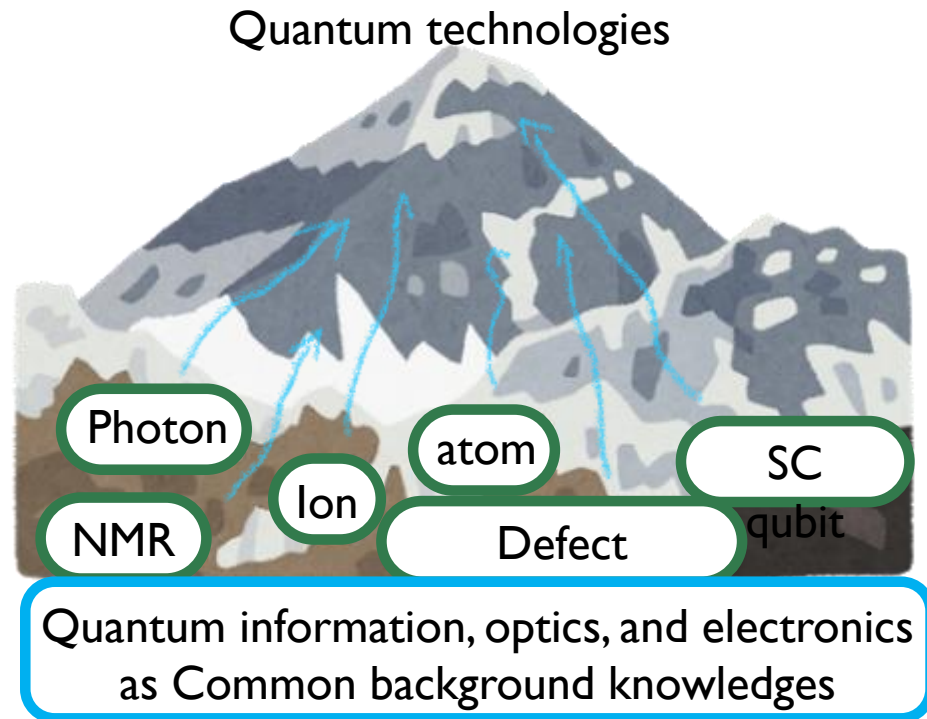
20年、30年先の量子技術を担う人材、  
量子技術を身に着けて他分野で活躍する人材  
を育成したい。

# 量子技術への道





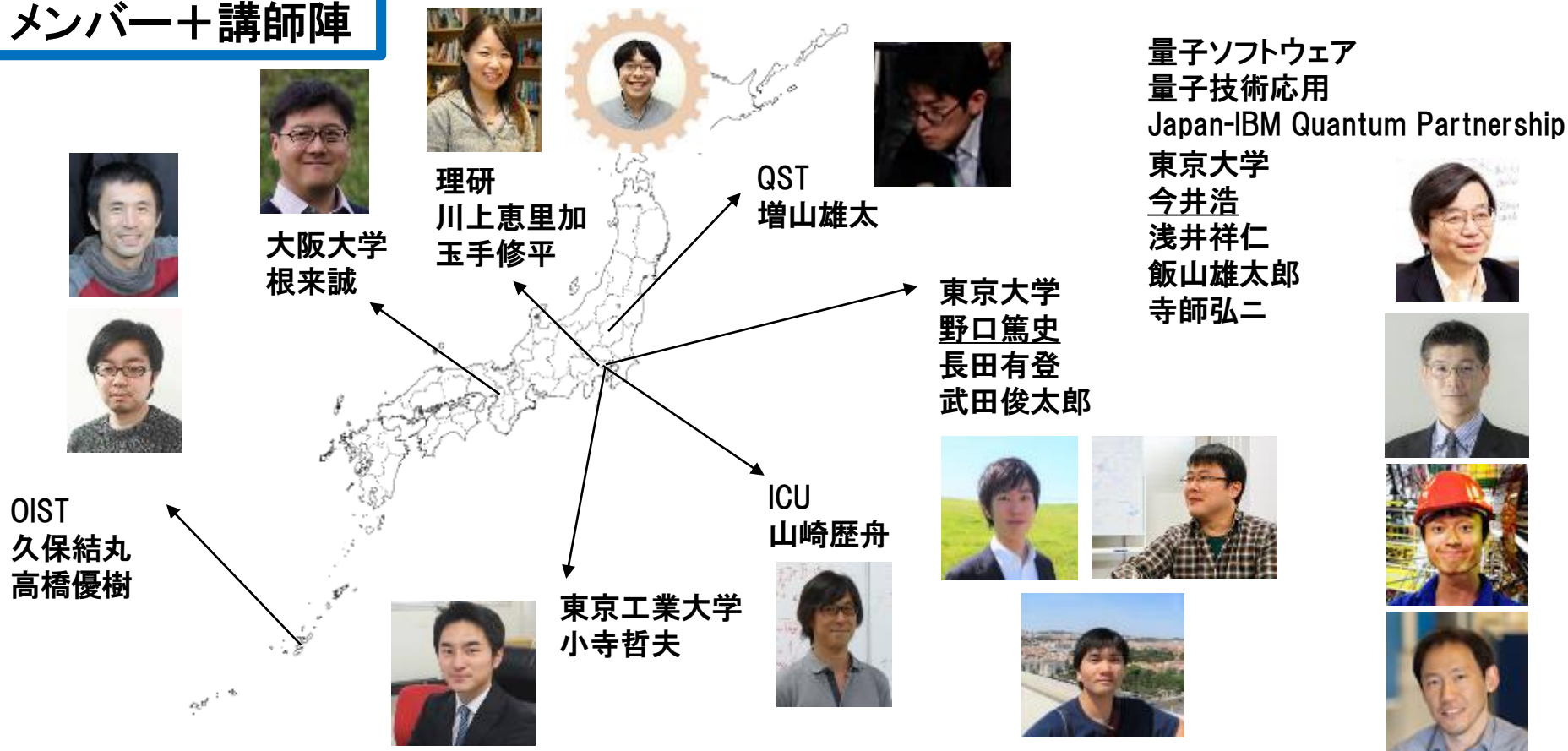
# Quantum Education (QEd) プロジェクト



Scope: **Make more penguins enjoy quantum experiments!**

# QEdプロジェクト

## メンバー+講師陣



## +その他 講師の研究者

分子科学研究所  
富田隆文  
大阪大学  
生田力三

NTT物性化学基礎研究所  
橋坂昌幸  
理化学研究所  
松尾 貞茂

理化学研究所  
山口敦史  
東京工業大学  
米田淳

# 方法

- 量子技術序論ノート
- オンライン授業・ラボツアー動画
- サマースクール

# 方法

- 量子技術序論ノート



## ホームページで公開

	3
5.4 スピンエコー法	82
<b>第6章 調和振動子</b>	<b>84</b>
6.1 Fock 状態	84
6.2 コヒーレント状態	84
6.3 スクイーズド状態	87
6.4 熱的状态	89
6.5 光子相関	89
6.5.1 振幅相関 / 一次のコヒーレンス	90
6.5.2 強度相関 / 二次のコヒーレンス	90
6.6 Wigner 関数	91
6.6.1 導入	91
6.6.2 Wigner 関数の例	92
6.6.3 コヒーレント状態	92
<b>第7章 共振器量子電磁力学 (cavity QED)</b>	<b>95</b>
7.1 Jaynes-Cummings モデル	95
7.2 弱結合・強結合領域	96
7.3 分散領域	98
<b>第8章 電磁波共振器と入出力理論</b>	<b>101</b>
8.1 共振器の性質	101
8.1.1 Q 値	102
8.1.2 フィネス (Finesse)	103
8.2 共振器の測定	104
8.2.1 反射測定と透過測定	104
8.2.2 実際の測定系	106
8.3 入出力理論 [17]	106
8.3.1 伝播モードと入出力関係	106
8.3.2 1ポートの測定	108
8.3.3 2ポートの測定	110
8.3.4 二準位系の自然放出	111
8.3.5 導波路結合した量子ビット-共振器結合系	112
<b>第9章 量子実験系における種々の結合</b>	<b>116</b>
9.1 原子イオンの例	116
9.1.1 原子-光相互作用	116
9.1.2 サイドバンド遷移	118
9.1.3 フォノン-フォノン相互作用	119
9.2 超伝導量子回路	121
9.2.1 LC 共振器の量子化	122

# 方法

- オンライン授業・ラボツアー動画



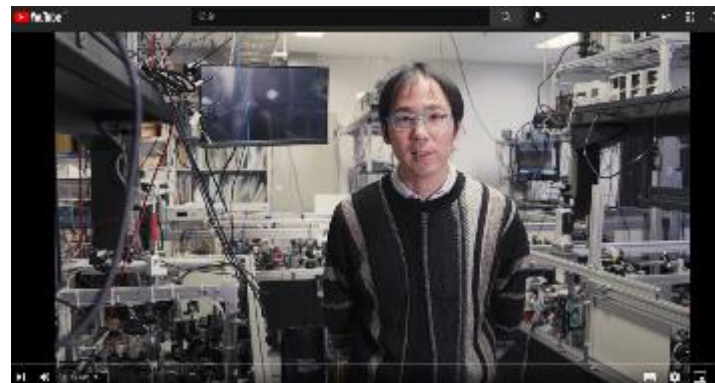
## いろいろな量子技術

- 第1回：光量子計算
- 第2回：光量子通信
- 第3回：イオントラップ
- 第4回：光原子時計
- 第5回：光格子量子シミュレーション
- 第6回：浮遊電子
- 第7回：核磁気共鳴

- 第8回：固体欠陥センサー
- 第9回：量子ドット（光）
- 第10回：量子ドット（電気）
- 第11回：超伝導量子回路
- 第12回：マヨラナ粒子
- 第13回：ハイブリッド量子系
- 第14回：量子ソフトウェア



武田先生@東大



生田先生@阪大

# 方法

## ● サマースクール

**Quantum Education**  
**For Future Technologies**  
量子教育プログラム：オンラインコース・サマースクール

講師陣 (タイトルは仮です。)

- 個別量子系の基礎 長田 有登 (東京大学)
  - 量子系を表す
  - 量子ビットを操作する
  - 量子ビットを測定する
  - 結合量子系
  - 量子系各論を学事前順序講義
- 量子情報技術入門講座
  - 量子技術入門 野口 篤史 (東大・理研)
  - 量子風洞実験 中島 秀太 (京都大学)
  - 量子計算入門 御手洗 光祐 (大阪大学)
  - 量子センサー入門 根来 誠 (大阪大学)
  - 量子通信入門 永山 翔太 (メルカリ)
  - 量子誤り訂正入門 鈴木 泰成 (NIT)  
協力：ムーンショット目標6
- 量子制御技術特論
  - 量子系アラカルト 増山 雄太 (QST)
  - 電磁波のお話 山崎 匠舟 (ICU)
  - 量子技術特論1 宇佐見 康二 (東京大学)
  - 量子技術特論2 五神 真 (東京大学)

Special session:  
「量子技術人材におけるジェンダー平等」  
講演：丹治 はるか (電通大)  
松岡 智代 (Qunasy)  
進行：川上恵里加 (理研)

@jp\_quantum  
QEd 量子教育  
HP右上のRegisterタブより  
ご登録のうえご参加ください



参加人数：～300名

QEdサマースクール2022

2022年9月開催予定@沖縄

Q-LEAP, ムーンショット共催

# メディア

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/nc/18/020600002/110200051/>



日経コンピュータ「挑戦者」 + 連載をフォロー

## 日本の量子技術の礎つくる 若手研究者が後進を育成

野口 篤史 氏 東京大学 先進科学研究機構 准教授

馬本 寛子 日経コンピュータ

2021.11.09

全1763文字

PR

テレワークの課題を解決! デジタルワークスペースを実現するDaaS基盤とは?  
日本でも高まるオンプレミスのサービス化への期待  
中堅企業のデジタル変革、経営者層でDX支援 幅広い企業・組織で共創へ

激化する量子コンピューターの開発競争の中、日本では人材不足が深刻だ。状況を打開しようと、量子技術を研究する若手研究者が立ち上がった。人材育成プログラムを自らの手でつくり、次の世代を担う研究者を育成する。

研究者の今 | 研究成果

## academist Journal

Open researcher's activity! 研究者の今が見えるメディア

## ダイバーシティの促進で、量子分野を盛り上げる - 「量子技術人材におけるジェンダー平等」開催レポート

記事詳細 | 2021年11月30日 | イベント | PKレポート



量子コンピューティングや量子通信に代表されるように、かつては見ることさえもなかった量子は、量子技術や関連テクノロジーの進歩によって「操作の対象」となり、現在ではさまざまな分野での応用が進む。未来社会の基盤となりえるこうした量子技術の発展には、他の領域や業界同様、人材のダイバーシティを確保することが重要だ。

2021年9月28日に開催された量子技術教育プログラムリマスタール内のスペシャルセッション「量子技術人材におけるジェンダー平等」では、ジェンダー平等、めいくはダイバーシティを推進していくうえが必要となる考え方にふい、異なる背景の経験をもとに議論が盛り込まれた。本稿では同セッションの様子をレポートする。

学問の発展にもダイバーシティは必要不可欠

<https://academist-cf.com/journal/?p=16380>

## 量子技術分野への興味の高まり

サマースクールへの高校生・日本全国大学生の参加

→こうした興味に対する受け皿の拡充

- 研究室・ポストの増加
- 技官としてのキャリアパス

→人材交流・人的ネットワークの拡充

→長期のサポート