

# NICT QUANTUM CAMP について



国立研究開発法人情報通信研究機構  
ナショナルサイバートレーニングセンター  
主任研究員 横山輝明 (ytel@nict.go.jp)

© 2020 NICT QUANTUM CAMP

Thursday, March 3, 2022

## • 自己紹介

- 横山輝明、山口県出身
- 情報通信研究機構 主任研究員
- 神戸情報大学院大学 情報技術研究科 特任准教授
- 神戸電子専門学校 AIコース 非常勤講師／アドバイザー

## • 経歴

- 2007/3 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 博士課程 卒業
- 2007/4 サイバー大学 助教／講師 (2011/4-2013/3)
- 2013/4 神戸情報大学院大学 情報技術研究科 講師／特任准教授 (2012/4-)
- 2018/4 情報通信研究機構ナショナルサイバートレーニングセンター  
主任研究員 SecHack365担当, NQC担当

## • 専門

- インターネット技術の研究開発（基盤から応用まで）
  - ネットワーク基盤, サービス基盤 (SDN, IoT など)
  - 途上国におけるICT基盤の研究開発 (アジア、アフリカ、アフガニスタン)
- ICTの実践教育, 産学連携, 共同研究開発など



SecHack365

# NQCについて

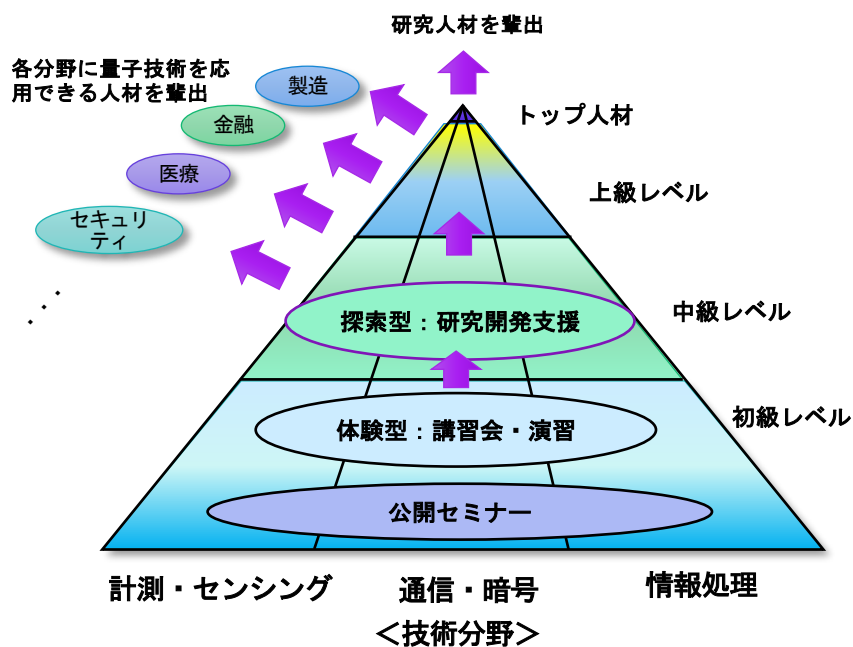
- 量子ICTにおける将来の研究者や活躍できる人材の育成のために2020年より情報通信研究機構が実施している人材育成プログラム
  - 量子への入口として体験型プログラムを提供する。50名程度を選抜して、月に1回程度のオンラインでの講義やワークショップを通じて基本的な知識習得や参加者間でのネットワーキングにつなげる。
  - 発展的なサポートとして探索型プログラムを提供する。5件程度を選抜して、量子ICTに関する研究や開発を支援する。体験型プログラム参加者への発表なども求める。
  - 修了生向けにも情報提供や機会提供も実施している。
  - アシスタントなど修了生たちからの支援参加の枠組みも用意している。

→ 量子に関する前提知識、年齢や立場の異なる人たちが、量子ICTへの関心という共通項によって集まり半年間の活動を実施している

# NICTにおける量子ICT人材育成

- 国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）において、量子ICT分野における人材を育成するため、大学、企業等と連携し、高専生、大学生、修士・博士課程在学者等を対象として、量子ICTに関する講習会等を実施（2020年度開始）。

## <量子ICT人材の育成対象>



## 1. 公開セミナー：基礎知識（座学講習）

受講対象：一般（登録制）

方式：座学講義（2回程度）

講習内容：量子ICTに関する基礎知識を習得するための講義を実施。

講習会の内容：

（座学）量子ICTの原理・基礎・応用 等

## 2. 体験型：基礎知識（座学講習）＋技能習得（演習）

受講対象：高専生、大学生、修士・博士課程在学者、社会人など選抜

方式：座学講義（遠隔参加有）＋現場演習を予定

期間：講習会の期間は半年間

講習内容：量子ICTに関する基礎知識や技能の習得するための座学と実機による演習等を月に1回程度実施。

講習会の内容：

（座学）量子ICTの基礎、量子セキュリティ、量子通信、量子情報処理 等

（演習）量子コンピュータ（ゲート型）を使った演習 等

## 3. 探索型：量子ICT知識・技能の応用

対象者：修士・博士課程在学者、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）から選抜

概要：量子通信・暗号、量子情報処理など量子ICTに関する研究課題を募集・選定。採択者はスーパーバイザーの指導の下、研究開発を実施し、量子ICTの知識・技能の応用力を培う。

# NICT QUANTUM CAMP (NQC)

- 2つの人材育成プログラム
  - 体験型人材育成 → 講義・演習・ハッカソン等の体験を支援
  - 探索型人材育成 → 調査／開発／研究への挑戦を支援
- 実施期間（2021年度）
  - 2021年6月7日（月）～7月5日（月） 募集
  - 2021年7月6日（月）～7月下旬 審査
  - 2021年8月6日（金）～2021年2月下旬 プログラム実施
    - 2021年8月6日（金）オリエンテーション
    - 2021年11月13日（金）中間発表会
    - 2022年3月12日（土）最終発表会
- 連絡窓口
  - [NICT-Quantum-Camp@ml.ntt.com](mailto:NICT-Quantum-Camp@ml.ntt.com)
    - 運営事務局となります
    - 委嘱や事務手配の連絡をお送りします

# 事業の進行

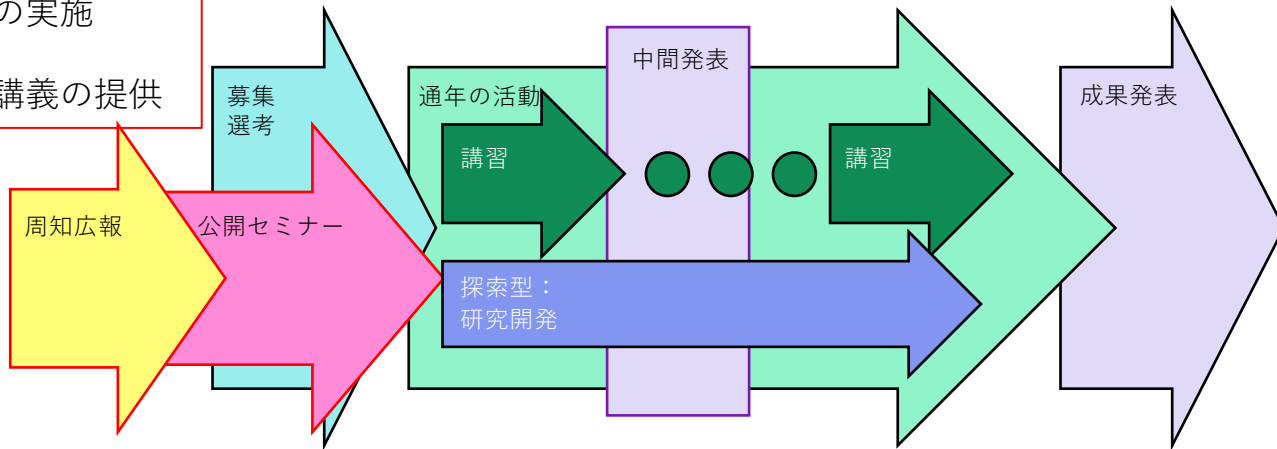
募集  
(6/7~7/5)  
・募集課題  
・課題審査

講習の実施  
(8月~2月)  
・オンライン講義の提供  
・ワークショップの実施  
・その他、オンライン交流

中間発表会  
(11/13)  
・探索型の発表  
・受講生の発表  
・修了生の発表

成果発表会  
(3/12)  
・講演  
・受講生の発表  
・他団体との連携

公開セミナーの実施  
(6月~7月)  
・オンライン講義の提供



推進委員（講師）  
・講習の選考審査  
・調査研究の選考審査

推進委員（講師）：講習  
・講義提供（収録）  
・講義提供（ライブ）  
・講義への質問相談への対応

推進委員（講師）  
・成果発表会 協力

推進委員（講師）：調査研究  
・調査研究の質問相談への対応

# (1) 公開セミナーの実施

- 開催目的
  - 多くの人へ量子の知識を届ける
  - 体験型／探索型プログラムへの応募につなげる
- 量子ICTに関して広くカバーする第一歩の講義
- 研究者・実務家の方による最先端の紹介

日時	タイトル 講演者/概要
2021年6月27日 10:00-12:00	量子通信・量子暗号の概要
	佐々木 雅英 国立研究開発法人 情報通信研究機構 量子ICT協創センター 研究センター長、NICTフェロー  光子とはどういうものか、光子を使う量子技術の代表例として量子暗号の概要を紹介する。また量子力学誕生から情報技術と融合して量子通信と量子暗号が生まれるまでの経緯をたどり、量子通信及び量子暗号の基本概念について学ぶ。
2021年6月27日 13:00-15:00	量子コンピュータ
	小野寺 民也 日本アイ・ビー・エム株式会社 技術理事 東京基礎研究所副所長  量子コンピュータの過去、現在を概観し、未来を展望する。
2021年7月4日 10:00-12:00	量子ICTの基礎知識
	井元 信之 東京大学 特命教授 / 大阪大学 量子情報・量子生命研究センター 特任教授  量子コンピュータと量子暗号に代表される量子ICT技術全般を俯瞰する。この分野の背景となる歴史を序とし、「量子ではじめてできるようになることは何か」「量子バージョンがまだない古典的タスクは何か」を見るため従来の「量子を使わないやり方」との比較・対応、量子ICTの基礎知識である線型代数、量子回路の構成、Shorのアルゴリズム、量子誤り訂正、量子中継の目的と課題について解説し、量子コンピュータと量子通信の今後について考える。

# 公開セミナー 参加登録

## 参加登録

- 6/27: 229名 (この日のみ 54名)
- 7/04: 227名 (この日のみ 52名)
- 両日登録: 175名, 総数: 281名

性別	人数		年代	人数		属性	人数	
男性	233	83%	10代	18	6%	高校生	3	1%
女性	43	15%	20代	116	41%	高専生	1	0%
無回答	5	2%	30代	33	12%	専門学校生	0	0%
			40代	55	20%	大学生	63	22%
			50代	49	17%	大学院生	42	15%
			60代	7	3%	教育機関	30	11%
			70代	3	1%	研究機関	16	6%
			80代以上	0	0%	政府職員	9	3%
						会社員	106	38%
						その他	11	4%

その他：自治体職員、公務員、公認会計士、  
名誉教授、会社役員、アルバイト、個人

今後の連絡	人数	
希望する	220	78%
希望しない	61	22%

量子との関わり	人数	
研究や業務で関わっている	103	31%
業務上の興味関心がある	69	20%
個人的な興味関心がある	160	47%
その他	6	2%

量子への理解	人数	
研究や業務を実施しているなど、 それなりに理解をしている	60	22%
少し学習をしたことがあり、概念 や基礎は多少はわかっている	140	50%
まだ知識や理解は持っていない	81	28%



## (2) 体験型プログラムの実施

- オンライン形式で実施（Zoom利用）
  - 講義、議論、課題出題、ワーク等
  - 講義は収録して後日にも閲覧可能、資料もPDF提供（受講生のみ、受講年度のみ）
  - 全9日、約30時間、10トピック、講師 15名



# 2021年度 講義実施

	講義日	講義タイトル	講師	所属・肩書
公開 セミナー	6月～7月に実施	量子ICTの基礎知識	井元 信之	東京大学 特命教授、大阪大学先導的学際研究機構量子情報・量子生命研究センター 特任教授
		量子コンピュータ	小野寺 民也	日本IBM東京基礎研究所副所長
		量子通信・量子暗号の概要	佐々木雅英	NICT 未来ICT研究所 主管研究員、NICTフェロー
体験型 講義	8月29日（日） 13時～18時	量子コンピュータの基礎・構成	山本 直樹	慶應義塾大学 理工学部 准教授
	9月18日（土） 13時～18時	量子コンピュータと暗号技術 Qiskit演習 - Shorアルゴリズムの体験	國廣 昇	筑波大学 システム情報系 教授
			篠原 直行	NICT サイバーセキュリティ研究所 セキュリティ基盤研究室 研究マネージャー
			青野 良範	NICT サイバーセキュリティ研究所 セキュリティ基盤研究室 テニユアトラック研究員
			高安 敦	NICT サイバーセキュリティ研究所 セキュリティ基盤研究室 主任研究員
	10月23日（土） 10時～15時	量子情報通信と量子暗号	武岡 正裕	慶應義塾大学 理工学部 教授
			豊嶋 守生	NICT ワイヤレスネットワーク総合研究センター 宇宙通信研究室
	10月23日（土） 15時30分～17時30分	Qiskit演習 - 量子テレポーテーション - 量子中継	Rodney Van Meter	慶應義塾大学 理工学部 教授
	11月13日（土） 10時～13時	「量子コンピュータ」「量子通信」の 次に来る「量子中継ネットワーク」	小坂 英男	横浜国立大学 大学院工学研究院 物理情報工学専攻・教授
	12月18日（土） 13時～17時	量子計測・標準	早坂 和弘	未来ICT研究所小金井フロンティア研究センター 量子ICT研究室 副室長
井戸 哲也			NICT 時空標準研究室 室長	
寺井 弘高			未来ICT研究所神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 室長	
1月15日（土） 13時～15時	量子技術の応用	楊 天任	株式会社QunaSys CEO	
2月5日（土）6日（日） 13時～17時	Qiskit WS	小林 有里	日本IBM	
		沼田 祈史	日本IBM	

# コミュニケーション・交流

- 講義内外でのコミュニケーション

- 講義内の質問
- チャットシステム

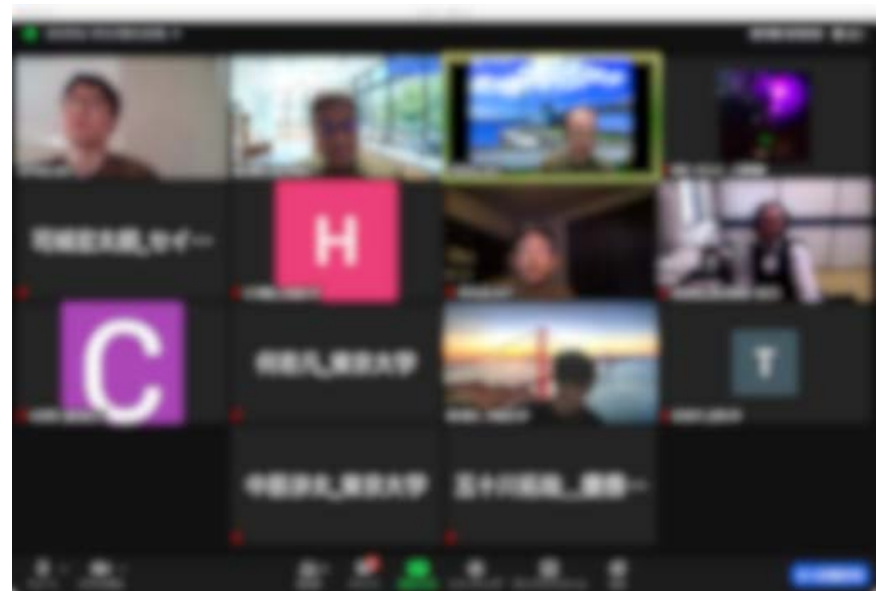
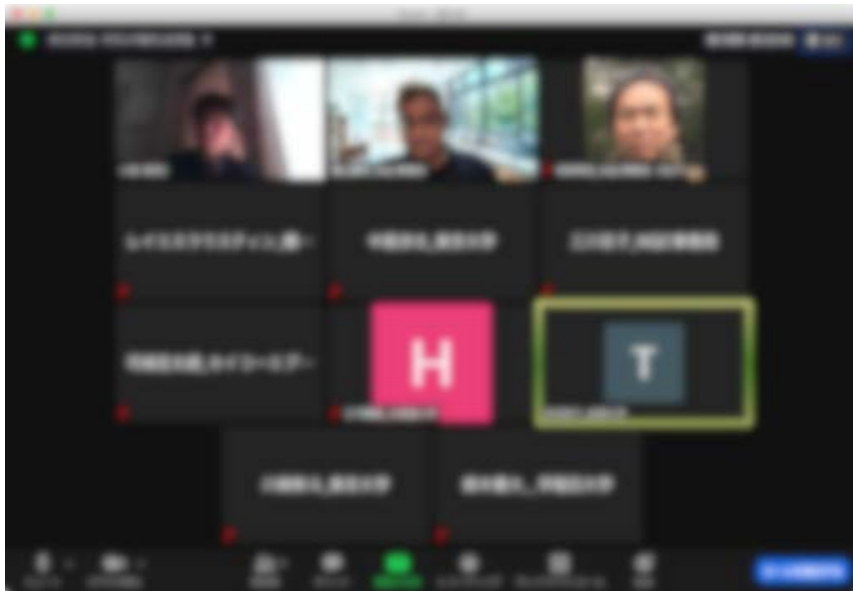


- Qiskitワークショップでのアシスタント協力
- アシスタントは事前に募集、6名が参加
- Qiskitにすでにチャレンジ済み受講生たち
- 教える側の経験、運営協力



# 「囲む会」の実施

- 任意参加の昼食時の議論や雑談の時間
    - 講師の方への掘り下げた質問
    - 講師の方との量子に関する四方山話
    - 研究に関すること、研究者としてのキャリア
      - 国研とは、NICTの研究アシスタントやインターンについて
- 各自の関心に応じて 受講生10名～15名程度が参加



# 振り返り会の実施

資料番号	名前 (自動転記)	タイトル	内容説明
14		量子ビット整理	量子ビット生成の方法を整理しました
15		超伝導量子コンピュータのハードウェア概要	超伝導量子コンピュータを構成するハードウェアや動作原理の概要をまとめました。
16		量子画像の動向	量子ビットを使った画像表現の数学的解説とMSQを受けた実装の現状と課題
17		BB84について	BB84について簡単な説明をしています。途中です。
18		量子テレポーテーション概略	正確自分でもよく理解できていない部分がありますが、エンタングル状態の方向づけを送信者と受信者が持っていることが量子テレポーテーションの本質のような気がします
19		Shorのアルゴリズムを理解する	自身の復習も兼ねて、Shorのアルゴリズムをまとめました。間に合わなかったのが途中で終わってます。
20		シリコン型量子ビットにおける微小磁石の役割	まだ量子ビットの動作原理を調べている段階です。..
21		Qiskitテキストブックの目次別メモ	「Qiskitを使った量子計算の学習」の最初の数セクションを実行したノートブックです。
22		IBM「The Quantum Decade」レポートまとめ	海外で評判の高いIBMの「The Quantum Decade」のレポートから気になる点を抜粋した。英レポートは、120ページですが、抜粋を持ってもらえばと考えるとまとめた。
23		超量子符号について	李超量子符号その他、量子に超えうると言われる概念なども整理したいと思っています(概要しかできていません。)
24		JPAについて	量子アニーリングマシンの実装に向けたアンプの基礎についてまとめたもの報告する
25		様々な量子符号プロトコルの紹介と特徴の比較	様々な量子符号プロトコルの紹介と、それらプロトコルが実在している特性 (赤外励起や秘密鍵の生成シートなど) について論文を検索しまとめる。

IBM Quantum Challengeの概要およびQAOAについて	IBM Quantum Challengeでどのような問題を取り組んだのか(口頭)。またそのなかのQAOAに関する理論的な説明途中で、...
Quantum海外スタートアップ会社	まだ、目的・趣意を記載したうえで、とりあえず社名リスト化したレベルです。とはは、(まとめたものばかりではありませんが、継続して作成したいと思っています)
Qiskitを用いた監修ありの場合のQKDの実装	Qiskit Textbookを参考にして、直感を想定したQKDのアルゴリズムの復習と各手順に対応するQiskitのコードを提示します。成果物としては、9月14日の青野先生の講義スライドをイメージしています。
量子誤り訂正の概要	量子誤り訂正についてのざっくりとした説明 まだ作成及び修正途中なので、全体的にわかりにくいからです。
データ駆動型社会の実現に向けて	データ駆動型社会を実現するための課題を量子技術を用いて解決できないか。考えていきたい。 [こんな課題あるのでは？、こんなことに量子技術使えるんじゃないかなどコメントをいただけたら嬉しいです]
量子結露性	めちゃくちゃ途中です！！！！すみません！！！！
量子結露性	日本産科助産と科の共同作成です
量子結露性	共同作成しましたが半端になってしまいました。

- 量子ICTについての知識アウトプットを求める
  - 他人に説明できる資料作成
  - 量子ICTの理解を深める
  - 量子ICTへの能動的な学習機会、アウトプット練習
- お互いの興味を知り交流につなげる

## (3) 探索型プログラムの実施

- 支援
  - 量子ICTに関する研究開発などの支援
  - 100万円の金銭支援（研究作業の委託）
  - 2021年度は8件の応募から5件を採択
- 実施
  - 基本的には自律自走を期待、毎月の報告、進捗ミーティングを実施
  - 中間発表：40分、研究の前提なども、体験型受講生にも講義
  - 最終発表：20分、研究・活動の成果を講義
    - 研究報告書を提出、NQC支援の成果として公開予定

### 2021年度採択

「測定型量子計算フレームワーク・シミュレータの開発」

東京大学 工学部物理工学科 齊藤研究室 学部4年 中筋 渉太, 学部2年 田中 優貴

「テンソルネットワークを用いた近似的な量子回路シミュレーション」

京都大学大学院情報学研究科 先端数理科学専攻 修士1年生 真鍋 秀隆

「深層学習によるスピン量子ビットフィードバック制御システム開発」

大阪大学大学院 理学研究科 松本 雄太

「単一NV中心を用いた直流磁場ベクトル計測」

慶應義塾大学 理工学部物理情報工学科 五十川 拓哉

「フィードバックによる量子測定の定量的評価と量子制御の一般化」

北海道大学 工学部情報エレクトロニクス学科電気電子工学コース 学部4年 江守 陽規

## 修了生のその後（量子ICT関連への取り組み例）

- 探索型プログラムへの応募
- 未踏ターゲット事業への応募
- NICT RAとして雇用
- IBMインターンへ参加
- 進学・留学 など

# よろしくお願いします

- 量子ICTにおけるコミュニティハブ
  - 量子ICTに触れる第一歩、ネットワーキング
  - 理解や関心の違いに応じた関わり方の場の提供
  - NQCを通過して次のステップへ
  - 他の量子関係のプログラムとの連携
- 考えていること
  - 量子分野における連携と貢献（価値創出）
  - 修了生たちの進路やキャリアの支援
  - 長期的に参加者を確保できる体制づくり
  - 実施内容への専門性の補強
- 今後の連携や協力などよろしくお願いします！
  - NQC内での周知協力、講義や企画の持ち込み、その他



# 【参考】NQCC 实施体制



© 2020 NICT QUANTUM CAMP

Thursday, March 3, 2022

# NQC 実行委員 / 推進委員 (事業助言 / 講師協力)



実行委員長

東京大学 特命教授/大阪大学先導的学際研究機構/量子情報・量子生命研究センター 特任教授

**井元 信之**



実行委員

筑波大学システム情報系 教授

**國廣 昇**



実行委員

日本アイ・ビー・エム株式会社 理事  
東京基礎研究所 所長

**福田 剛志**



実行委員

横浜国立大学 大学院工学研究院  
物理情報工学専攻・教授  
横浜国立大学先端科学高等研究院  
量子情報研究センター センター長

**小坂 英男**



実行委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
未来ICT研究所 主管研究員、NICTフェロー

**佐々木 雅英**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
サイバーセキュリティ研究所  
セキュリティ基盤研究室 テニューアトラック研究員

**青野 良範**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
サイバーセキュリティ研究所  
セキュリティ基盤研究室 主任研究員

**篠原 直行**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
サイバーセキュリティ研究所  
セキュリティ基盤研究室 主任研究員

**高安 敦**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
フロンティア創造総合研究室 上席研究員

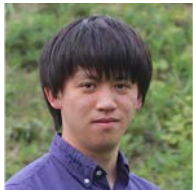
**寺井 弘高**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
量子ICT先端開発センター 研究マネージャー

**早坂 和弘**



推進委員

株式会社QunaSys CEO

**楊 天任**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
時空標準研究室 室長

**井戸 哲也**



推進委員

日本アイ・ビー・エム株式会社  
技術理事 東京基礎研究所 副所長

**小野寺 民也**



推進委員

慶應義塾大学  
理工学部電気情報工学科 教授

**武岡 正裕**



推進委員

国立研究開発法人情報通信研究機構  
ワイヤレスネットワーク総合研究センター  
宇宙通信研究室 室長

**豊嶋 守生**



推進委員

慶應義塾大学理工学部物理情報工学科 教授  
量子コンピューティングセンター センター長

**山本 直樹**



推進委員

慶應義塾大学 環境情報学部 教授  
政策・メディア研究科委員  
慶應義塾大学 量子コンピューティングセンター  
副センター長

**Rodney Van Meter**

# NQCコーディネーター(企画運営/メンタリング)



NICT Quantum Camp (NQC) 事務局  
国立研究開発法人情報通信研究機構  
ナショナルサイバートレーニングセンター  
主任研究員

**横山 輝明**



慶應義塾大学 政策・メディア研究科 博士課程

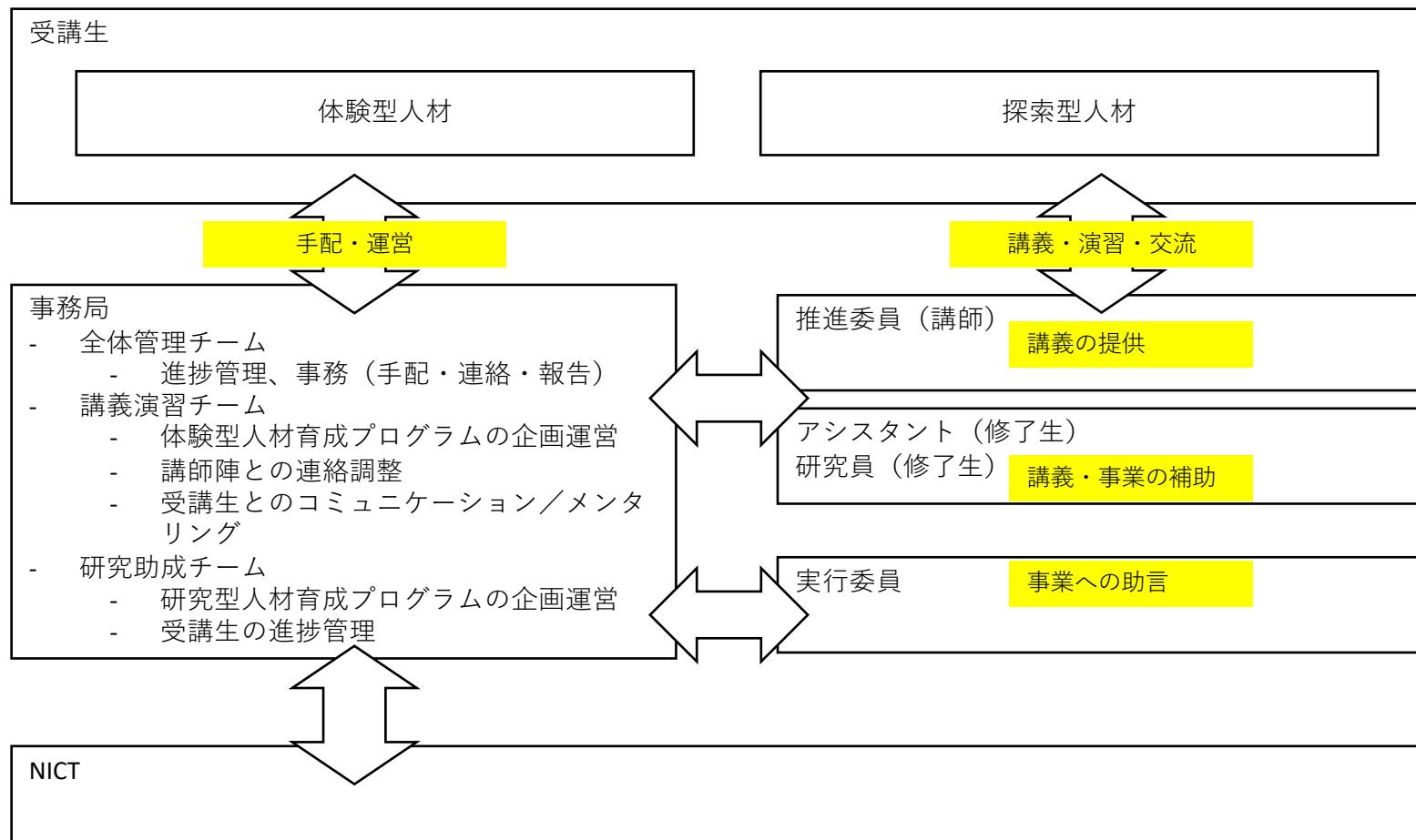
**Sara A. Metwalli**



NICT Quantum Camp (NQC) 事務局  
株式会社ギブリー

**村上 友章**

# NQC実施体制



# 外部講演一覧（外部講師／他組織連携）

実施日			
2021年 2月20日	講演	インターネット企業から見た量子情報技術への期待	株式会社メルカリR4D シニアリサーチャー 永山 翔太 氏
2021年 2月20日	活動紹介	内閣府ムーンショット型研究開発制度	プログラムディレクター 北川勝浩 氏 （大阪大学大学院基礎工学研究科 教授）
2021年 2月20日	活動紹介	文部科学省Q-Leap	総務省 国際戦略局 笠井 康子 氏
2021年 2月20日	活動紹介	総務省 異能vation	総務省 国際戦略局 笠井 康子 氏
2021年 2月20日	活動紹介	IPA未踏ターゲット事業	経済産業省 商務情報政策局 情報技術利用促進課 課長補佐 岡野泰久 氏
2021年 2月20日	活動紹介	一般社団法人量子ICTフォーラム	国立研究開発法人 情報通信研究機構 未来ICT研究所 主管研究員/NICTフェロー 佐々木 雅英 氏
2021年 2月20日	活動紹介	日本IBMの取り組み	日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所 小林 有里 氏
2021年 12月11日	講演	量子技術による新産業創出協議会(Q-STAR)について	Q-STAR 実行委員会 委員長 島田 太郎 氏
2022年 1月8日	講義	量子アニーリングの基礎と社会応用	早稲田大学理工学術院基幹理工学研究科情報理工・情報通信専攻 教授 戸川 望 氏 慶應義塾大学工学部物理情報工学科 准教授 早稲田大学グリーン・コンピューティング・システム研究機構 客員准教授 情報処理推進機構未踏ターゲット事業（アニーリング部門）プロジェクトマネージャー 田中 宗 氏