

東北大学は、研究段階の量子コンピューティングから 産業界に価値のある「人材」と「ソリューション」を提供します

The quantum computing solution for you

東北大学は、研究段階の量子コンピューティングから 産業界に価値のある「人材」と「ソリューション」を提供します

修行時代

2008.09. 駿台予備学校・物理科非常勤講師

2008.09. 東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻・博士課程修了
量子アニーリングの提唱者 西森秀稔氏の指導

2008.10. 東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻・産学連携研究員

助教時代

2010.05. 京都大学大学院情報学研究科システム科学専攻・助教

2011.04. ローマ大学物理学科・プロジェクト研究員
2021 Nobel Prize Giorgio Parisi氏との研究プロジェクト

准教授時代

2016.10. 東北大学大学院情報科学研究科応用情報科学専攻・准教授

2018.10. 東京工業大学科学技術創成研究院・准教授（クロスアポイント）

2018.11- 株式会社Jij創業・アドバイザー

JST-START事業研究代表者

「量子アニーリングで加速する最適化技術の実用化」

2019.04- 株式会社シグマイイ創業・代表取締役
民間投資会社スパークスグループからの投資でシグマイイ設立

2020.10- Q-leap独自のサブプログラム研究代表者

教授時代

2021.01. 東北大学大学院情報科学研究科情報基礎科学専攻・教授

2021.01. 東京工業大学科学技術創成研究院・教授（クロスアポイント）

2021.05. 東北大学総長・プロボスト室兼任



大関 真之

東北大学・東京工業大学教授
株式会社Sigma-i 代表取締役

受賞等

2009.02. 平成21年度手島精一記念研究賞博士論文賞

2012.03. 第6回日本物理学会若手奨励賞(領域11)

2016.04. 平成28年度文部科学大臣表彰若手科学者賞

2016.10. GTC Japan 2016 Social Innovation Award

2018.02. ITエンジニアに読んでほしい！技術書・ビジネス書大賞 (ITエンジニア本大賞)

2018.02. ITエンジニア本対象2018審査委員特別賞 (平木敬太)

2018.02. ITエンジニア本対象2018審査委員特別賞 (千代田まどか)

2019.04. 船井学術賞

2019.11. RIEC Award 東北大学研究者賞

量子アニーリング

T. Kadowaki and H. Nishimori: Phys. Rev. E, 58, 5355 (1998)

5640 量子ビット搭載

計算時間 **20 μ s**

消費電力 **20fW + 20kW**

2017年よりJST-START事業でクラウド利用
2019年よりD-Wave Systemsと大型利用契約
2020年よりD-Wave Advantageを利用



量子アニーリングの提案 (1998)

- ✓ 純粹な基礎研究から提案
- ✓ 海外のベンチャー企業 (D-Wave Systems Inc.) が突然実用化

TOHOKU UNIVERSITY



これまでの取り組み

東北大学における量子コンピューティング研究

共創の種2

量子アニーリングの父
西森秀稔 東工大
量子コンピューティング理論
工藤和恵 お茶の水女子
ダイバーシティ推進

共創の種5

伴走型教育の成果
受講者数500名
アプリ開発者数250名
40個の量子アプリ

フォトモザイクアート作成アプリ

Phosaiq
利用開始

With
スカイフォール

シフト最適化アプリ
Q-Fit
継続開発

With
京セラ

グループ分けアプリ
Groupinq
継続開発

With
仙台市

旅行最適化アプリ
Bestri
継続開発

With
シグマイイ

EV支援アプリ
Everify
継続開発

With
住友商事

東京工業大学
量子コンピューティング
連携協定

お茶の水女子大学
AI・数理・ダイバーシティ推進
包括連携協定

量子アニーリング実践
伴走型講座
QA4U
実施

Q-leap
独創的サブプログラム

JST-START

2017年
東北大学
量子アニーリング
研究開発センター
T-QARD
発足

2018年
株式会社
Jij
設立

2019年
株式会社
シグマイイ
設立

2020年
量子コンピューティング
共同研究講座
設置

2021年

2022年
東北大学
量子ソリューション拠点
認可

**量子未来社会
の実現**

共創の種1

量子アニーリング
OpenJij・Jij Zept
FPGA量子回路シミュレータ
スピントロニクスデバイス
NECベクトルアニーラ

古典・量子計算基盤の開発

共創の種3

スマート物流
凸版印刷 協業
高速 共同開発
新規材料開発
三井化学 共同開発
自治体課題
仙台市・松山市
量子ソリューション事業

共創の種4

共同研究講座
デンソー・京セラ・NECSI
住友商事・SCSK・LG電子
野村総研・三菱電機
共同研究契約
野村HD・JX金属・三菱電機・アイシン
量子ソリューション研究の深化

共創の先

量子ソリューションの
速やかな社会実装実績
量子コンピューティング技術の
現実への対応力
量子人材の
公開伴走型生配信での教育

東北大学の実績

Quantum Computing in Tohoku University

研究機関として

世界的な量子アニーリング応用研究

大学院情報科学研究科 大関真之 教授

T-QARD Research Networkの設置

量子コンピューティング共同研究講座の設置

多数の企業へのソリューション開発

産業向け量子コンピューティング研究の中心地

NEC・東芝・富士通・日立・D-Wave

各種アニーリングマシン研究を牽引

スタートアップ2社創設 (シグマアイ・Jij)

擬似量子計算

(スピントロニクス)

電気通信研究所 深見俊輔 教授

室温・省電力なスピントロニクスの産業利用

擬似量子ビットによる量子アニーリングの実現

古典・量子ハイブリッド計算

(ベクトルコンピュータ・FPGA)

大学院情報科学研究科 小林広明 教授

産業ニーズに合わせた専用マシンの設計

リアルタイム津波浸水被害推定

津波避難経路最適化

教育機関として

Q-leap独創的サブプログラム

実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成

高校生・大学生・大学院生。高専生・社会人による

250人のオンラインコミュニティ形成

40の量子アプリ作成

受講生による社内プロジェクト創設

京セラ・シグマアイ・住友商事との事業化

T-QARD Crewsによる育成

学部学生からの早期教育・研究活動

丸山尚貴(学部2年生から博士課程進学) JFEスチールとの共同研究実施

羽場運一郎(学部2年生から博士課程進学)・住友商事・OneSkyとの国際共同研究実施

原知正(学部2年生)・量子アニーリングソリューションコンテスト優勝

学部生(1-4年):20人所属

共同研究機関 (T-QARD)

デンソー・京セラ・KCCS・野村AM・JFEスチール

アイシン・住友商事・SCSK・JX金属・日本製鉄

シグマアイ・BMW・NEC・NECSI・他

LG Japan Lab・三菱電機・野村総合研究所

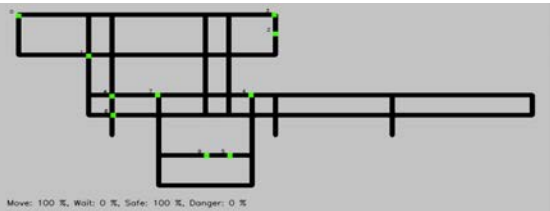
(2022年度追加)

東北大学量子アニーリング研究開発センター

Tohoku University Quantum Annealing Research and Development (T-QARD)

生産現場の量子DX

東北大学 + デンソー
無人搬送車の効率の向上



東北大学 + JX金属
金属加工の工程最適化

東北大学 + BMW
車種の多様性と部品の共通化推進

東北大学 + 日本製鉄
加工スケジュール最適化

東北大学 + アイシン
工場の電子化・効率化

東北大学 + JFEスチール
鋼板加工の需給調整

くらしの量子DX

東北大学+リクルートライフスタイルズ
推薦アルゴリズムの精度向上

材料化学の量子DX

東北大学 + LG Japan
新規材料探索手法の開発

金融市場の量子DX

東北大学 + 野村アセットマネジメント
金融市場の予測精度向上

安全の量子DX

東北大学
津波等災害時の避難経路探索

通信の量子DX

東北大学 + KCCS
基地局の信号最適化

物流の量子DX

東北大学 + 住友商事・OneSky
ドローン輸送の効率化

多数の論文・国際会議

デンソー・住友商事・OneSky・BMW
アイシン・日本製鉄・LG Japan
リクルートライフスタイルズ

特許出願

デンソー・JFEスチール・JX金属・KCCS



Sigma-iによるソリューション

Solution and Products from Sigma-i

物流の量子DX

シグマアイ・SP第1弾
CircLog

シグマアイ + 凸版印刷
配送現場の効率化

生産現場の量子DX

シグマアイ・SP第2弾
Opt Operation

通信の量子DX

シグマアイ + SONY
符号の読み取り性能の向上

材料化学の量子DX

シグマアイ + 三井化学
新規材料探索手法の開発

自治体の量子DX

シグマアイ + 仙台市
whis+

社会の量子DX

シグマアイの働き方改革
New Normal Scheduler

記録と記憶の量子DX

シグマアイ + スカイフォール
デジタルミュージアムの制作

シグマアイ + 松山市
Econnect

シグマアイ + esse-sense
新規推薦アルゴリズムの活用

配置の量子DX

シグマアイによる座席配置
Qinema seat



ANIMUSEにて9/2 (18:00-) より
『王立宇宙軍 オネアミスの翼』展

NHK Eテレ「又吉直樹のヘウレーカ」に出演



NHK Eテレ「サイエンスZERO」に取り上げられました
2022/03/06



株式会社スカイフォール様事例

量子アニーリング技術の活用事例クローズアップ

フォトモザイクアート事業

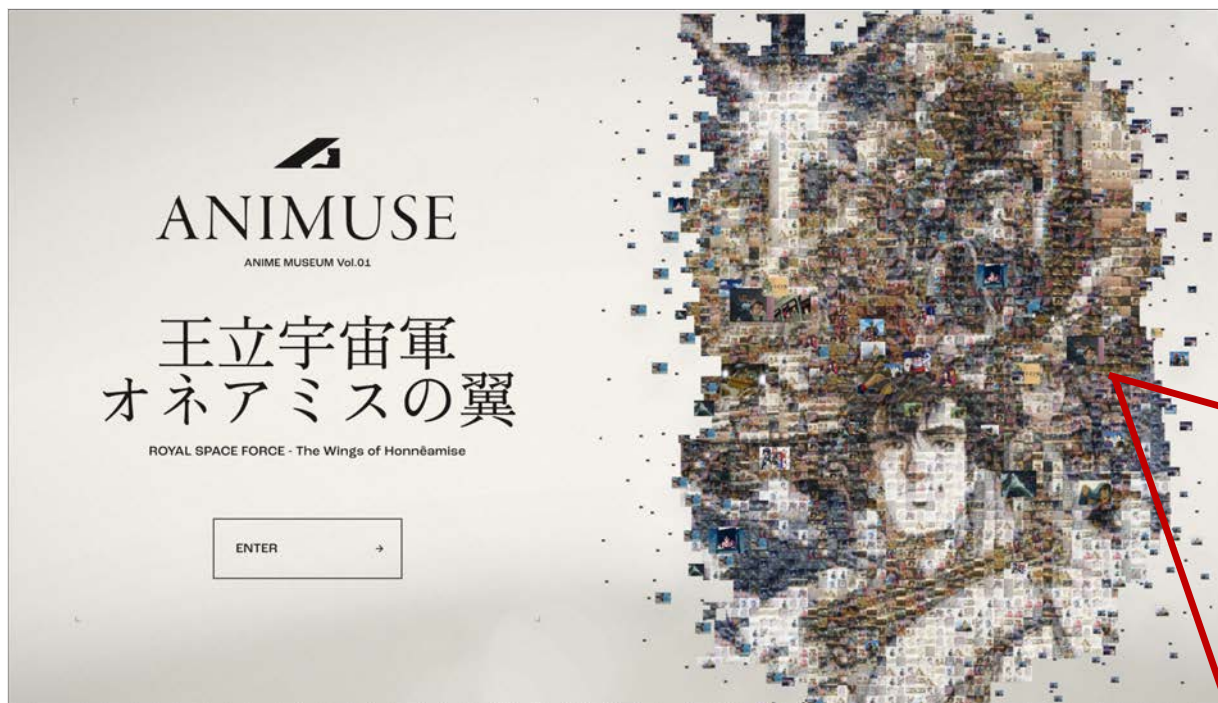
デジタルミュージアム「ANIMUSE」にて

『王立宇宙軍 オネアミスの翼』展 開催

開催期間：2022年9月2日～12月末(予定)

期間中、Ver.0.3 スペシャルプロローグ～本展第一弾・第二弾の3回にわたり公開予定

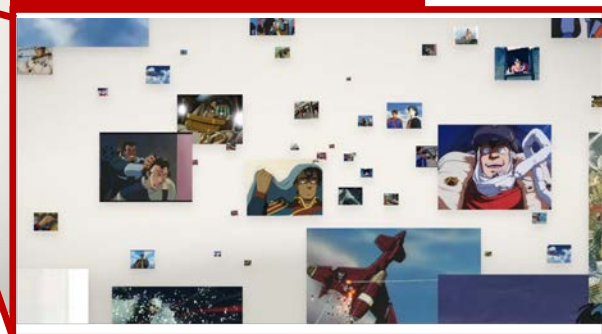
展示内容：未公開資料イメージボード、絵コンテ、設定、原画、テスト映像等、約1000点



Top画像に利用

量子アニーリング技術による
Phosaiqでユーザーごとの
モザイクアート展示
NFT販売など企画

ズームしていくと...



Q-leap 独創的サブプログラム

実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成

講義

量子アニーリング講義編：**全てリアルタイムコーディング・受講者の質問に全て答える**

(5/11) 第1回 (3.5 hours) 「量子アニーリングマシンの使い方」

(5/18) 第2回 (4 hours) 「ポートフォリオ最適化問題」

(5/25) 第3回 (5 hours) 「演習グループ分けの最適化問題」

(6/01) 追加第4回 (7 hours・日跨ぎ) 「ボルツマン機械学習・交通流最適化」

(6/15) 追加第5回 (3.5 hours・物足りない) 「ブラックボックス最適化」

演習

量子アニーリング演習編：**受講生選抜グループから企画・議論・実装・演示**

(6/05) 第1回 (12 hours) 全グループから発表・議論 (ゲスト：門脇正史・Murray Thom)

(6/12) 第2回 (12 hours) 全グループから発表・議論 (ゲスト：西森秀稔・大野英男)

卒業試験

量子アニーリング演習編：**受講生選抜グループからプレゼン**

(6/29) 前編 (5.5 hours) ・ (6/30) 後編 (6.0 hours)

Q-leap独創的サブプログラム

実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成

Quantum Computing for You開催（2022/9/9よりYouTube Live**随時実施**）

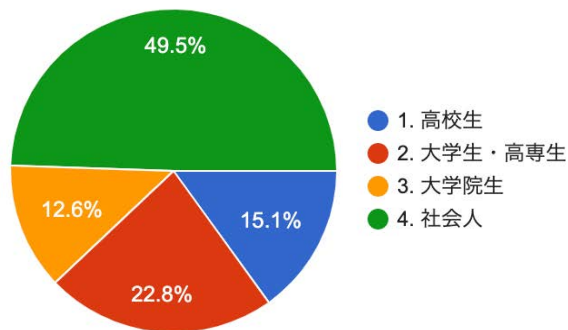
実施形態

対象 高校生以上・社会人含む
内容 IBM-Qマシンの利用法
全員の質問に回答



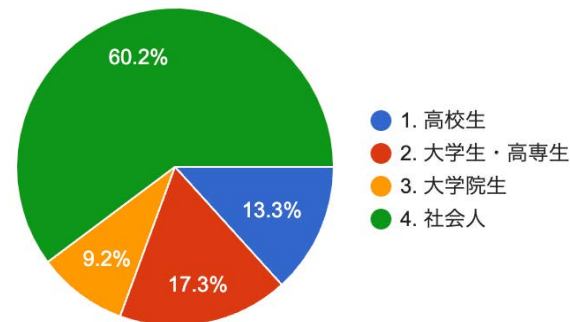
QA4Uとの比較

視聴数基準: 初回8748回
申込: 約500人
アプリ作成: 約250人・41グループ結成



QC4U

視聴数基準: 初回4294回
申込: 約300人
アプリ作成: 約100人・20グループ結成



募集方法

全国のSSH・理系大学（チラシ配布400枚）
量子コンピューティングEXPO（チラシ配布1200枚）
メーリングリスト（統計物理ML・IBIS ML）
受験サイトのバナー広告・twitter
口コミが多かったです

全国のSSH・理系大学（チラシ配布400枚）
メーリングリスト（統計物理ML・IBIS ML）
twitter

Q-leap独創的サブプログラム

実践的研究開発による全国的量子ネイティブの育成

Quantum Computing for You開催 (2022/9/9よりYouTube Live随時実施)

講義

量子コンピューティング講義編：**全てリアルタイムコーディング・受講者の質問に全て答える**
(9/9) 第1回 (4.0+0.5 hours) 「IBM-Qマシンの使い方」
(9/17) 第2回 (5.0+3.5 hours) 「グローバラーのアルゴリズム」
(9/24) 第3回 (6.0+3.5 hours・日跨ぎ) 「量子機械学習」
(10/01) 追加第4回 (6.0+3.5 hours・日跨ぎ) 「QAOA・量子アニーリングonゲート方式」
(10/08) 追加第5回 (3.0+4.5 hours) 「量子化学・量子変分回路」

演習

量子コンピューティング演習編：**受講生選抜グループから企画・議論**
(10/15) 第1回 (4 hours) 全グループから発表・議論
(10/22) 第2回 (4 hours) 全グループから発表・議論

卒業試験

受講者からプレゼンテーション動画ないしはzoom発表
卒業生には東北大学よりオープンバッジ発行 (**大学院専門科目履修相当**)

Quantum Annealing for You 卒業生 約250名 および Quantum Computing for You 卒業生 役100名
Quantum Annealing for You, 2nd Party! 卒業生に付与予定



今後の展開

東北大学の量子人材育成



Quantum Annealing for You 2nd Party! (QA4U2)

量子コンピュータ（アニーリング方式）について一般公開イベント実施予定

対象：高校生・学部生・高専生・大学院生・社会人

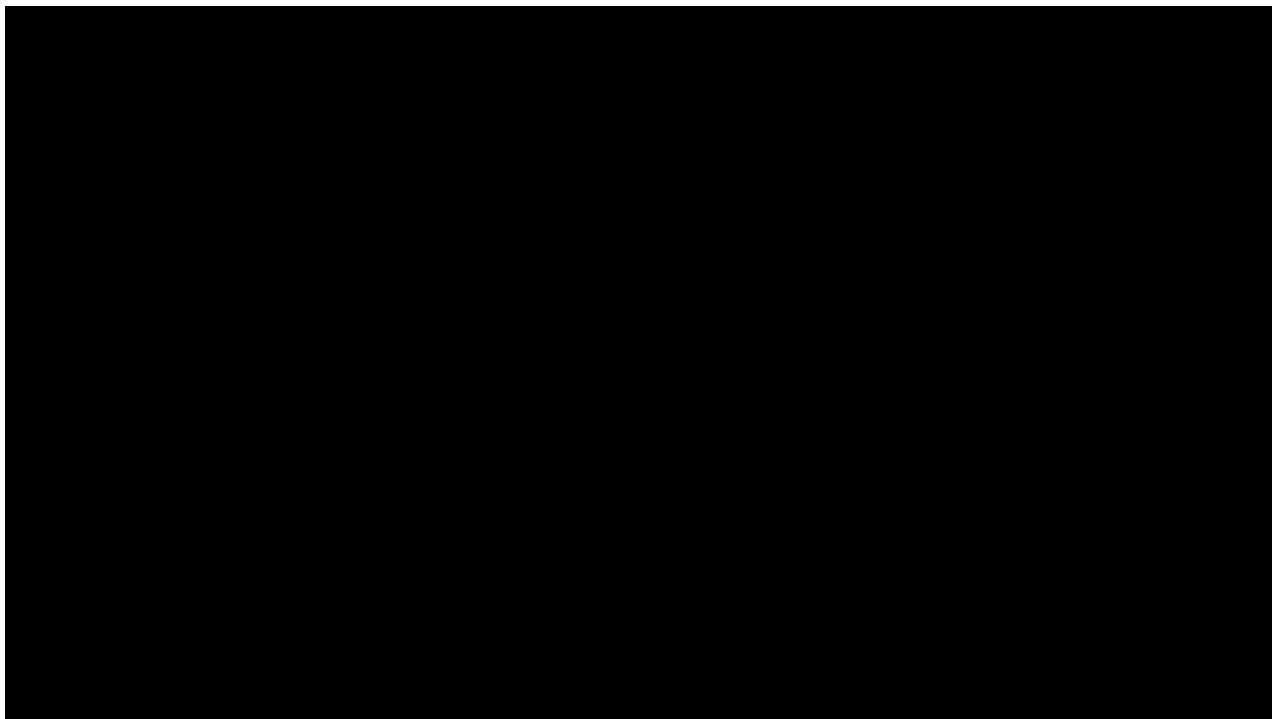
日時：2023/01/27から実施（講義3日+2日・演習2日・アプリ開発3日）

内容：QA4Uからコミュニティ内でのOB/OGファシリテータ・スキル継承強化

Always with you

Quantum Annealing for You
2nd Party!

QA4U



今後の展開

東北大学の量子人材育成



QA4U/QC4Uの課題

周知

SSHをはじめとする高校・理系大学・大学院
展示会におけるチラシ配布
Twitter等のSNSによる周知

講義編

公開伴走型生配信講義の実施（延長無限・質問回答中心）
講義後の雑談配信（コミュニティの結束力の醸成）

演習編

学生・開発者・研究者・企画経験者等のグループ分け
Slack等のVirtualコミュニティの形成
ファシリテーターの登場

卒業試験

アプリ開発・プレゼンテーション
履修証明（オープンバッジ） by 東北大

アプリ群

企業における実証研究（Q-Fit）
日本物理学会等のJrセッション等学会での登壇
一般利用公開（mognea・Groupinq・Phosaiq・量子うさぎ）

課題・布石

より広い文系の学生に対しても理転のきっかけ
ハイブリッド人材への誘導
社内・社外・OB/OGへの展開ネットワーク形成

課題・布石

量子コンピュータの利用法・プログラミングが中心
数式によるモデリング技術継承教育に特化
アプリ開発に欠かせないフロントエンド知識の必要

課題・布石

各メンバーのロールの開示・早期明確化
メンバー間のスキル継承・コミュニティ内での育成循環
ファシリテーターの育成

課題・布石

展示会等での展開
リスキングとしての可能性
習得能力の明示・量子人材スキルマップの整理・周知

課題・布石

Miraikan等で量子アプリ体験
卒業生を交えた共同研究・開発
事業化支援・ビジネスマッチングの仕組み

今後の展開

東北大学の量子人材育成



Quantum Universe for You (QU4U)

ポータル

Quantum Information for You (QI4U)

- ・量子技術の未経験者の第一歩となる情報を提示
- ・量子アプリギャラリーの設置・量子技術の紹介・体験
- ・QA4U・QC4U受講者・卒業生へのフォロー
- ・量子人材としてのスキルマップの制定・掲示
- ・DX+QXへのリスキリングのサポート

コミュニティ

Quantum Home for You (QH4U)

- ・Slack等のVirtualコミュニティ
- ・人材ネットワーク・交流の場としての活用

企業・大学

Quantum Business for You (QB4U)

- ・事業創出
- ・ビジネスマッチング
- ・展示会等での展開

量子人材伴走型教育

Quantum Annealing for You (QA4U)/Quantum Computing for You (QC4U)

- ・公開伴走型生配信授業の実施
- ・社会実装に必須な数式モデリング技術継承に特化
- ・OB/OGのスキル継承

認定

Quantum Passport for You (QP4U)

- ・履修証明(オープンバッジ) by 東北大
- ・スキル標準の制定
- ・検定試験の実施

実践フィールド

Quantum Vision for You (QV4U)

- ・卒業生を交えた共同研究・開発
- ・量子技術コンサルティングの実務
- ・量子技術エンジニアとして活躍

次世代育成

Quantum Design for You (QD4U)

- ・大学に限定しない研究の支援
- ・小中高への出張授業・出張イベント
- ・Miraikan等で量子アプリ体験

リスキリングの実現

Quantum Reskilling for You (QR4U)

- ・有資格者データベース設置
- ・採用希望企業とのマッチング

量子拠点

4月より認定以降、拠点に伴う予算が充当されているわけではないので追加の人員等はいない。大関1人+（シグマアイによる共同研究経費をはじめとした外部資金により）数名の研究者+事務補佐員等が在籍。拠点の会議体の招集では研究者前提が多く、雇用している予算との辻褄から、大関1人で対応せざるを得ない状況である。次年度以降、Q-leap独創的サブプログラムが終了するなど雇用も維持できない状況である。

企業からの共同研究経費でこれまで通り量子ソリューションの旗振り役であることには変わらないが、その成果や利益の還元先はパートナー企業等に限られる。**量子拠点としての広い範囲への活動を迫られるためには、活動の範囲を広く維持できる規模の予算の充当を大学の内部で工面する必要ないしは政府等の外部の協力が不可欠である。**

しかしながらこれまでの経緯から分かる通り、東北大学は**JST-START事業は1.5年程度、Q-leapについても2.5年程度で細切れの予算により成果を爆発的に上げ続けてきた。**最大の成果を少ない投資で挙げていることは自信を持って宣言する。

これまでの人材育成プロジェクトにおいて得られたQA4U250人、QC4U100人の量子アプリ開発人材と協力して、ソリューション開発、ソリューション販売、人材バンク機能、人材マッチング機能を自由度があり、最大の資産として活用し、**自己財源の獲得に奔走する。**

スタートアップへの支援

シグマアイと東北大学では社会からの還元という形で共同研究を通して大学を支えることを目指したが、頓挫した。それは利益回収の時遅れの問題が甚だしいことが理由である。

スタートアップに国から支援をするというのも支える形としてはあり得るが、自由度や、会計上での管理体制など、創業数年のスタートアップの弱点が露呈し良さを損なう危険性については十分に理解していただく必要がある。

現時点では売り上げそのものが立ちにくい量子産業においては、スタートアップそのものの支援よりも、研究成果と研究用人員、そして**人材を育成している大学に政府予算を充当し研究成果と人材によりスタートアップを支える形が適当である。**

「研究を行っているスタートアップ」はもちろん存在するが、ビジネスとしての成立として売上を早く建てるためには、研究は大学、ビジネスは会社という区分けも肝要であり、スタートアップでも研究をし続けていては、**いつまで経ってもビジネスにならない量子産業という揶揄を免れない。**