



量子プロフェッショナル標準

ver.1.0

- 01 量子技術の産業化と人材育成
- 02 量子人材育成コンセプトと本標準の位置づけ
- 03 量子プロフェッショナル標準本編

01

量子技術の産業化と人材育成

3つの基本原理

量子技術の基本原理解は以下の3つに要約することができ、
これらの原理が量子コンピューティング、量子通信、量子センサーといった技術の基盤を形成しています。

重ね合わせの原理 (Superposition)



量子ビット（キュービット）は、古典的ビット（0または1）とは異なり、0と1の両方の状態を同時に持つことができます。

技術応用：量子コンピュータでは、重ね合わせを利用して多くの計算を同時並行で実行することが可能です。
例：量子検索アルゴリズム（Groverのアルゴリズム）で、問題の解を高速に探し出す。

量子もつれ (Entanglement)



2つ以上の粒子が「もつれた」状態にあると、たとえ離れた場所にあっても、一方の粒子の状態が決まると、もう一方の状態も即座に決まります（非局所性）。

技術応用：量子通信（量子鍵配送）では、この性質を利用して盗聴が不可能なセキュリティ通信を実現します。量子ネットワークで情報伝達の即時性とセキュリティを保証。

不確定性原理 (Uncertainty Principle)



量子系では、あるペアの物理量（位置と運動量など）を同時に正確に測定することができません。これは、観測そのものが系に影響を与えるために発生します。

技術応用：高感度の量子センサーでは、ノイズを極小化するために不確定性原理を考慮。量子暗号では、観測されることで状態が変化する性質を利用し、盗聴の検出が可能。

3つの技術

量子技術の基本原理を用いたもので代表的には3つの技術があります。

これらの技術はそれぞれ独自の応用範囲を持ちながら、量子技術の革新性を活かして社会に新たな価値を提供しています。

量子コンピューティング (Quantum Computing)

主な利用する原理: 量子重ね合わせと量子もつれ

概要: 量子ビット (qubit) を用いて、従来のコンピューターでは膨大な時間がかかる問題を効率的に解決します。量子重ね合わせにより多数の計算を同時に実行し、量子もつれにより情報を効率的に処理できます。

応用例: 複雑な最適化問題 (物流や金融のポートフォリオ最適化)、化学分子のシミュレーション (新薬開発、材料設計)、機械学習の高速化

量子通信 (Quantum Communication)

主な利用する原理: 量子もつれ

概要: 量子もつれを利用して情報を伝送することで、盗聴を完全に防止できる通信システムを構築します。量子状態が盗聴により壊れる特性を利用して高いセキュリティを実現します。

応用例: 量子鍵配送 (Quantum Key Distribution, QKD): 暗号鍵を安全に共有。安全なデータ通信: 軍事や金融分野での高度なセキュリティ

量子センシング (Quantum Sensing)

主な利用する原理: 量子重ね合わせ

概要: 量子状態の高い感度を利用して、従来のセンサーでは測定困難な微小な信号を捉えます。また量子状態を利用するため、環境ノイズの影響を低減可能となります。

応用例: 超高精度の時計 (原子時計)、地震や地下構造の検知、医療診断 (MRIの精度向上)

量子技術が求められる背景

国際観点

量子技術は国家安全保障 と経済競争力の鍵

主要国（アメリカ、中国、EUなど）が量子技術に巨額の投資を行い、国家戦略として推進しています。特に、量子通信は安全保障、量子コンピュータは経済的優位性に直結するため、国際競争が激化しています。

社会課題観点

複雑化する社会問題への 解決手段

気候変動、新薬開発、エネルギー問題や、カーボンニュートラルの推進、高度なセキュリティ社会の実現など、従来技術では対応が難しい課題に対して、量子技術が効率的な解決手段を提供していくことが期待されています。

産業競争観点

次世代産業の基盤技術

量子コンピューティングや量子センサーは、金融、医療、物流など幅広い分野で革新をもたらします。特に、早期に量子技術を活用した企業が市場競争で優位に立つ可能性が高く、産業界における量子技術の重要性が急速に高まっています。

未来の社会のために

未来社会ビジョン（目指すべき未来社会像）

- ✓ 関係者においてビジョンを共有しながら、量子技術の研究開発や社会実装、産業化等の取組を推進していくため、**未来社会ビジョン（目指すべき未来社会像）**を設定。
- ✓ 経済・環境・社会が調和する未来社会像を見据えて、「**経済成長**」、「**人と環境の調和**」、「**心豊かな暮らし**」を実現

【想定されるシナリオ】

- DX、Society5.0の更なる進展
- Beyond5Gの民生利用開始
- 温室効果ガス46%削減
- 我が国の生産年齢人口減少（↔世界の人口増加）
- 経済安全保障の重要性増大 など

コンピューティング、センシング、通信性能の飛躍的向上による
産業の成長機会創出、社会課題解決等

【未来社会像（ビジョン）】

経済成長 ～Innovation～

次世代高速コンピューティングが仮説と検証のイノベーション創出サイクルを飛躍的に加速するなど、生産性革命など産業の成長機会創出等の経済成長を実現



人と環境の調和 ～Sustainability～

次世代環境材料の開発やエネルギーベーストミックス等によるカーボンニュートラルやサーキュラーエコノミーの実現など人と環境が調和し、持続的に発展する社会を実現



心豊かな暮らし ～Well-being～

量子暗号通信による安全・安心な暮らし、次世代診断による健康・長寿、災害予測や避難誘導システムによるレジリエントな社会など、人々の心豊かな暮らしを実現



未来社会における量子技術によって創出される価値（量子技術活用イメージ）



Designed by macrovector / Freepik 5

出典) https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/ryoshi_gaiyo_print.pdf

2030年に目指す量子人材

未来社会ビジョンに向けた 2030年に目指すべき状況

国内の量子技術の利用者を1,000万人に

- ・先進諸国においてはインターネットの利用者率が5-10%を超えると普及が爆発的に加速。
- ・量子技術の国内利用者について同様の比率を目指し、国内利用者1,000万人を想定。
- ・このため、多様なユーザがアクセスし、ユースケースを探索・創出するための量子コンピュータの利用環境を整備（テストベッド整備等）。



量子技術による生産額を50兆円規模に

- ・2030年の人口（1億1913万人^{※1}）に対する量子技術の利用者1,000万人の割合と、量子技術が寄与し得る産業の生産額（2030年）約615兆円^{※2}を考慮して、生産額を50兆円規模と想定。本数字は生産額ベースであることに留意すべきである。
- ・なお、2030年の量子技術による国内付加価値額は約1.2兆円と予測され^{※3}、これに海外獲得分（約0.1兆円^{※4}）を加え、総付加価値額は約1.3兆円を想定。
- ・このため、産学官の関係者がより緊密に連携し、民間事業活動の後押しなど産業競争力強化に向けて本格的かつ戦略的に取り組んでいく。



未来市場を切り拓く量子ユニコーンベンチャー企業を創出

- ・国内では、ユニコーン企業（評価額が10億ドル（約1,050億円）を超える未上場のスタートアップテクノロジー企業）は5社（2021年12月時点）。
- ・量子主要3分野（量子コンピュータ、量子暗号通信、量子計測・センシング）でユニコーン企業（各分野数社以上）を創出し、ベンチャー企業の参入を活性化。
- ・このため、官民が一体となって、起業家育成、研究開発支援、投資家とのマッチング、政府系ファンド等を活用したリスクマネー供給など総合的な起業環境を整備する。

※1 日本の将来推計人口（平成29年推計）（国立社会保障・人口問題研究所）
※2 産業連関表（平成27年度）のうち、製造業、電力、商業、金融・保険、運輸、情報通信、医療、広告の生産額の合計に対して、2022年度以降CAGR 1%と仮定して算出（日本経済中期予測（2022～31年度）（大和総研、2022年01月24日）の産業GDP成長率年率+1.0%を参考）
※3 出典：株式会社矢野経済研究所「2021 量子コンピュータ市場の現状と将来展望」（2021年9月）、「2022年版 量子技術市場の現状と展望」（2022年2月）
※4 平成27年度産業連関表の全産業の国内最終需要92.3%と輸出分7.7%の比率を参考に、海外市場分を約0.1兆円と想定。

目標①：国内の量子技術の利用者を1000万人に

量子の産業化を推進するプロフェッショナルと、リテラシーを持った人材



目標②：量子技術による生産額を50兆円規模に

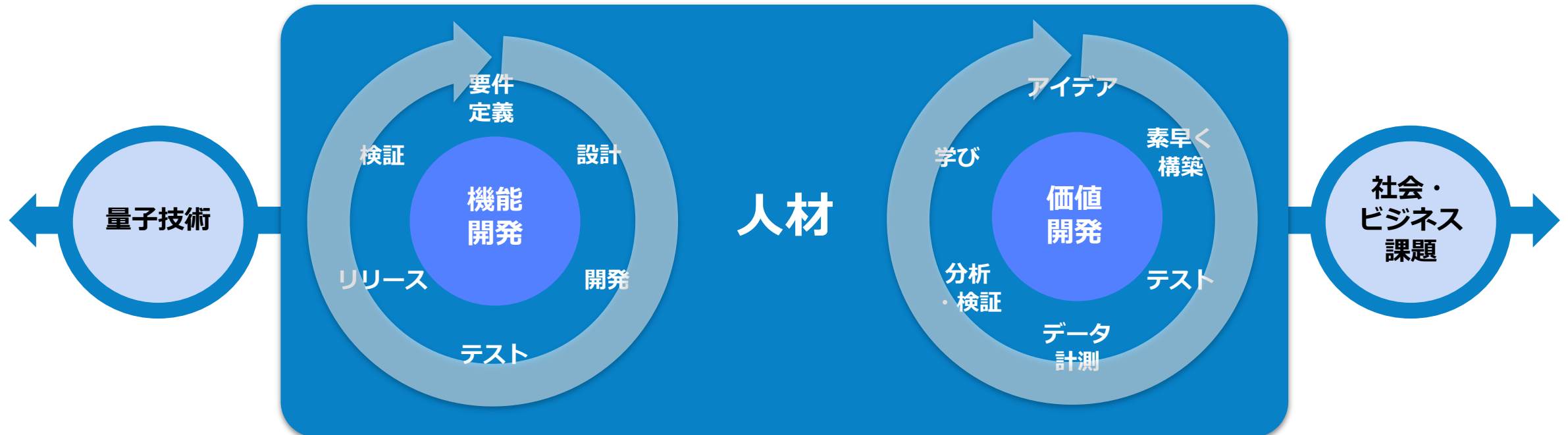
その利用者1000万人が量子技術を利用することで期待される額

02

量子人材育成コンセプトと本標準の位置づけ

産業化のカギは「人材育成」

社会・ビジネス課題に対し、量子技術の持っている解決可能性を引き出し「産業化」を行うためには、
機能開発と価値開発を牽引していく「人材育成」が不可欠です。
これが各企業・組織ごとに必要となっていくため、「デジタル（DX）」と同様に人材がカギとなります。



量子人材育成コンセプト



社会・産業・企業において、今後さらに経済発展と社会的課題の解決を両立させて行くためには、
新たな革新的技術を開発・実装・利活用していくことも大きく推し進めていかねばなりません。

その一方で、技術の社会実装が成熟期を迎える前にどう先行的に人材育成を推進するかという課題が存在します。
ここ5－6年で大きく進んできたデジタル人材育成に+Q（Quantum “量子”）を行うことで、量子技術に先んじて着手、
人材育成を始めることを推進していくべきではないかという問題意識から、量子人材スキル標準を策定いたしました。
量子人材育成を通し、経済安全保障上でも極めて重要な技術であり、高度な技術の自国保有や人材育成が重要な量子技術を、
我が国において社会実装していくことを目指していきます。

+Qのための量子プロフェッショナル標準

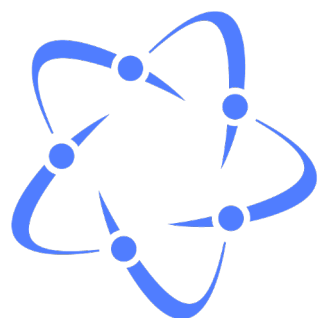
量子技術の産業化のためにプロフェッショナルとしてスキルを発揮する人材について、人材類型・ロールとスキルを大括りに定義した
ものとして、Q-STARでは今回『量子プロフェッショナル標準』Ver1.0を策定しました。



量子技術の産業化を推進するQ-STAR

Q-STARはグローバルでリーダーシップを発揮し、新時代における科学技術の発展に資する活動を推進することで「量子技術イノベーション立国」の実現に貢献するとともに、日本の産業の振興と、国際競争力の強化を図るために設立された民間組織です。

基礎研究から応用開発まで技術として急成長が見込まれており、
このタイミングでの産業化推進は、我が国の将来の優位性確保に不可欠



Q-STAR

設立

2021年9月1日（一般社団法人化：2022年5月）

目的

量子関連の産業・ビジネスの創出

Quantum **ST**rategic industry **A**lliance for **R**evolution

03

量子プロフェッショナル標準本編

量子プロフェッショナル標準 ver.1.0

1. 量子プロフェッショナル標準の策定方針



——量子技術の社会実装を担うプロフェッショナル人材のための共通言語——

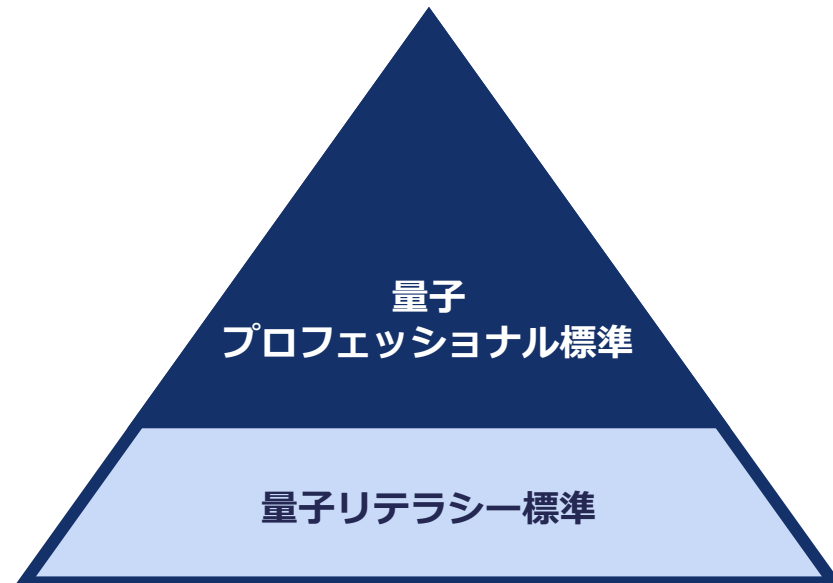
- 量子技術を「理解する人（リテラシー人材）」ではなく「開発・設計・実装・事業化を担うプロフェッショナル」を対象とする
- 本標準は、デジタルスキル標準やITスキル標準等の既存スキル標準と排他的な関係ではなく、相互に接続されることを前提とする。また、マネジメントや法務等の共通基盤スキルは原則として既存標準を参照し、量子固有の専門性に焦点を当てる

——他共通基盤的スキル——

例：マネジメント、法務等

⋮

参照



——他スキル標準——

デジタルスキル標準
(特に本標準との接続が重要)

ITスキル標準

⋮



「正解表」ではなく、対話と設計のための参照枠

- 策定しているロールやレベルは、現実の人材像を完全に写し取るものではなく、議論と設計のための参照枠である
- 企業においては、人材育成方針の整理、配置・採用時の要件定義、外部パートナーとの役割分担の検討などに活用できる
- 教育機関や研修提供者においては、量子分野における専門人材育成の到達イメージを整理するための基盤として用いることができる
- 政策・地域施策の文脈では、量子人材に関する議論や施策設計における共通言語としての活用を想定している
- 具体的な育成内容や評価制度、資格制度への落とし込みは、各主体の文脈に応じて検討されるべきものであり、本標準が直接指定するものではない

DON'T（誤った使い方）✕

- 人材を一義的に分類する
チェックリスト
- 現実の人材を完全に
写し取る鏡
- 減点方式の評価ツール

DO（推奨する使い方）✓

- 議論と設計のための
「参照枠」
- 育成・配置・採用・協業設計の
「共通言語」
- 組織規模やフェーズに応じた
「柔軟な解釈」

人材育成方針の策定と体制設計

- ・「量子ができる人」という曖昧な集客から脱却する
- ・自社に必要な遂行能力（ロールとレベル）を特定し、精緻な採用要件を作成
- ・自社で抱える領域と、外部専門家に任せる領域の判断基準（協業設計）として機能



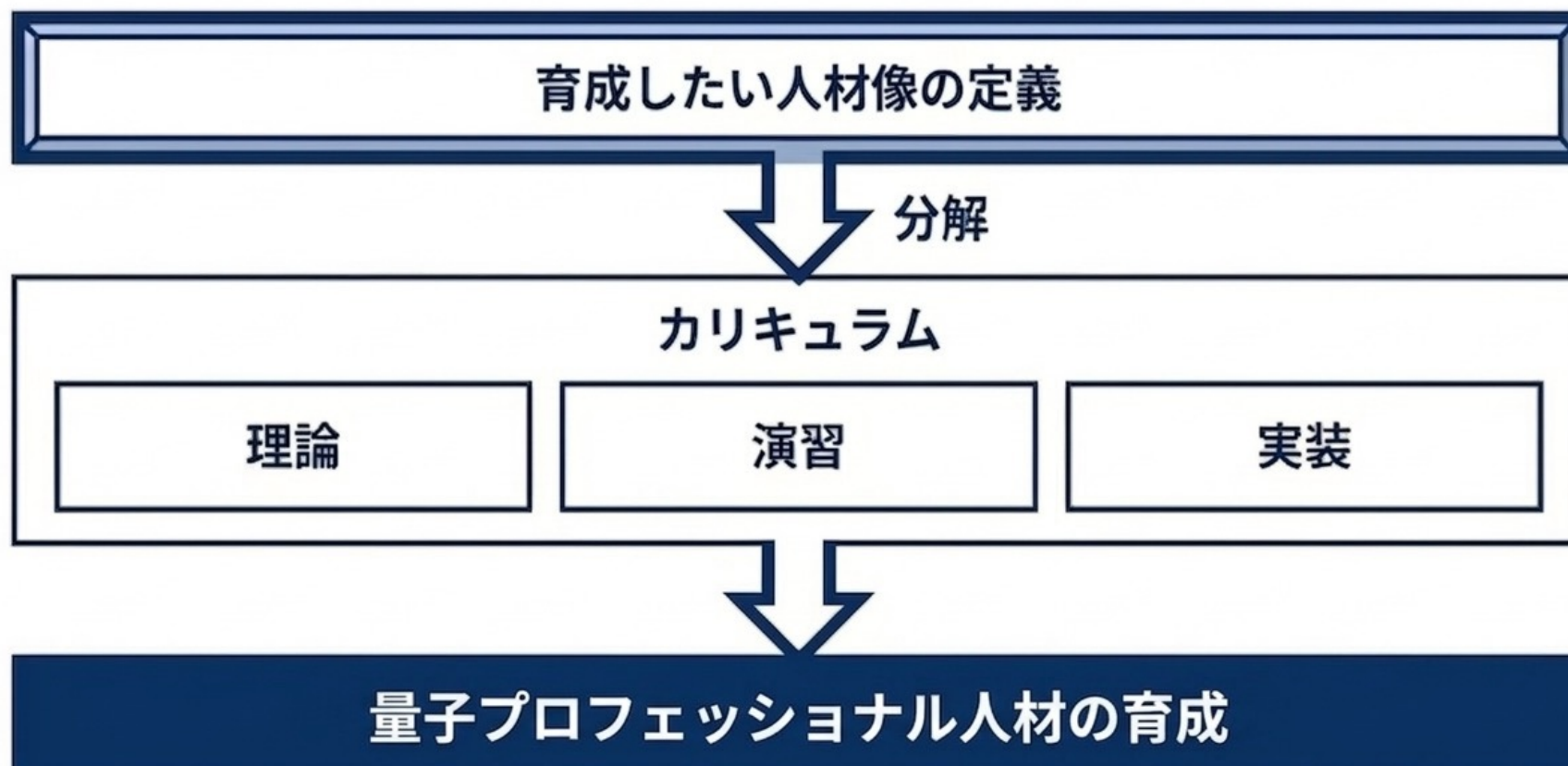
個人のキャリアパス設計と学習

- ・ 将来関わりたいプロジェクトから逆算し、目指すロールとレベルを設定
- ・ 現状の自分と「実務能力の定義」を照らし合わせ、客観的なスキルギャップを把握
- ・ 知識の学習だけでなく、どこで実務経験を積むべきかの具体的なアクションへ繋げる



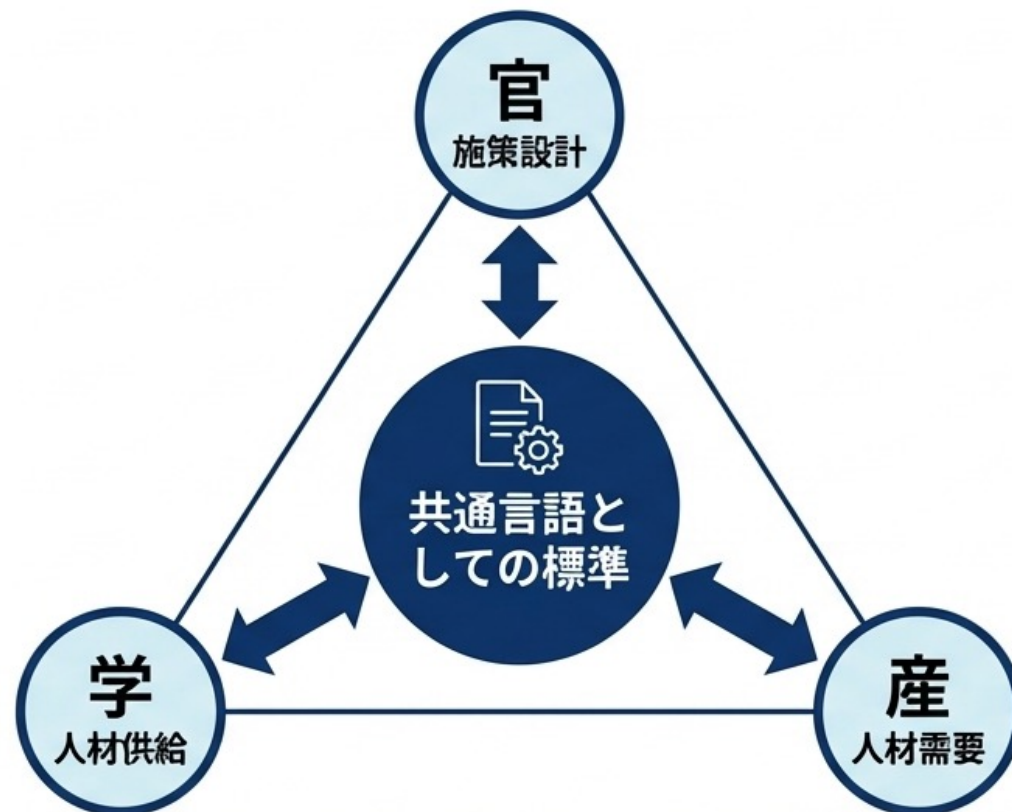
教育機関等のカリキュラム作成

- ・ 未来の「到達イメージ」を標準を用いて定義し、そこから逆算（バックキャスト）して設計
- ・ 定義文を分解し、教育現場の文脈に合わせた具体的な理論・演習へと落とし込む指針



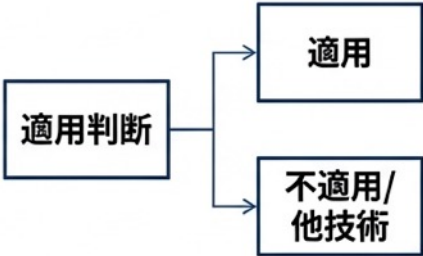
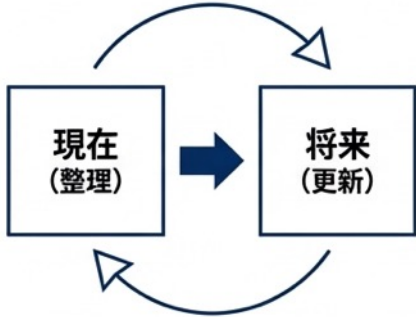
エコシステム形成の「共通言語」

- ・異なるステークホルダーが同じ定義で対話することで、定義の揺らぎをなくす
- ・国家戦略や公募施策において、対象となる人材レベルを明確化する
- ・日本全体での人材需要と供給のミスマッチを防ぎ、流動を促進するインフラとなる



量子技術は「一様に成熟した技術」ではない

- 量子技術は、量子コンピューティング、量子通信、量子センシング等、分野ごとに技術成熟度や実装状況が大きく異なる。研究段階、PoC段階、限定的な実運用が混在しており、単一の前提で語ることはできない
- 量子プロフェッショナルには、技術を適用する判断だけでなく、現時点では適用しない、または他技術を選択する判断も含まれ、スキルレベルの高さは、必ずしも実装経験の量や実運用実績の多さと一致しない
- 本標準は、現時点の技術進展段階を踏まえた整理であり、将来の技術成熟に応じて更新されることを前提とする

技術成熟度の違い	スキルレベル ≠ 実績量	技術進展に応じて更新
量子コンピューティング (Quantum Computing) 量子通信 (Quantum Communication) 量子センシング (Quantum Sensing)		

- 分野ごとに技術成熟度（研究～実運用）が混在している
- 実装実績の量＝スキルの高さではない。「適用しない」判断もプロの重要な能力
- 技術進展に応じた継続的な更新を前提とする

量子プロフェッショナル標準の策定方針

POINT

①

量子技術の社会実装に必要な人材を3類型に区分して定義

POINT

②

活躍する場面や役割の違いによりロールを定義

POINT

③

量子スキル標準レベルを設定し、ITSSレベル相当で自律性と判断責任の範囲を明示

POINT

④

スキルについては「実務で発揮される能力」として統合的に記述

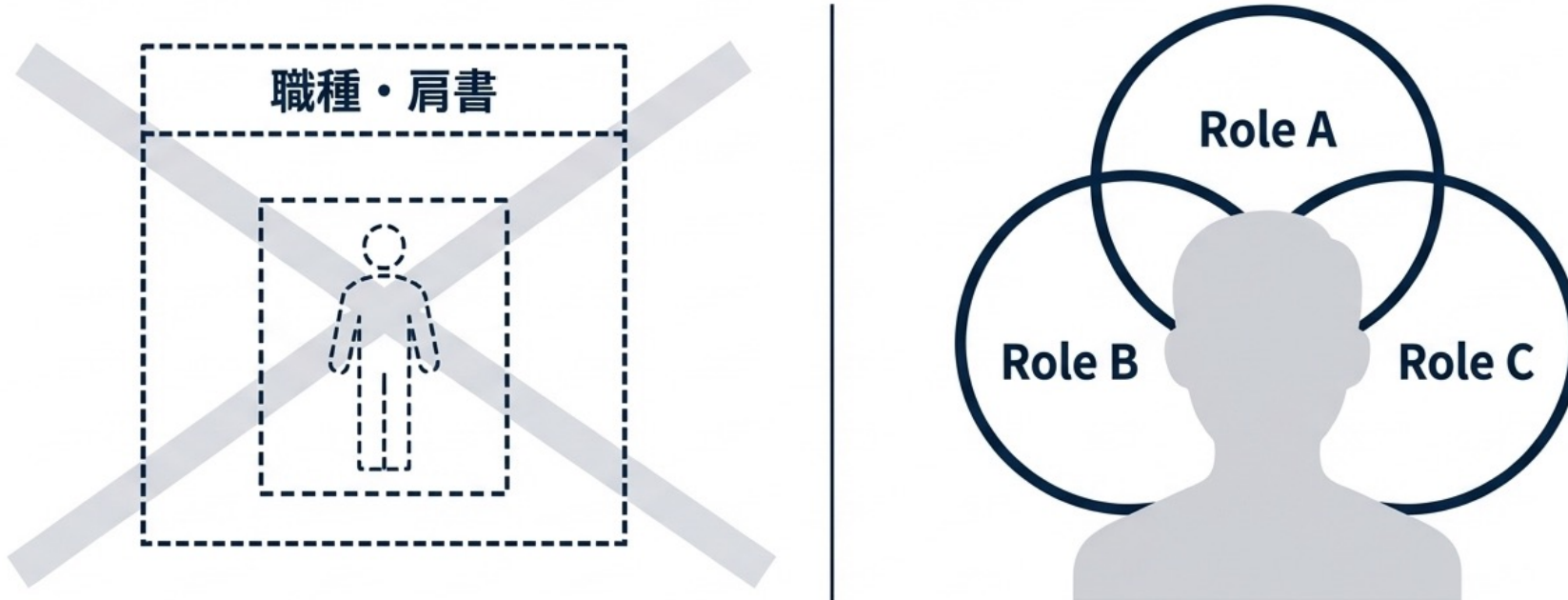
POINT

⑤

固定的な完成形ではなく、今後も探索を行う前提で策定

「職種」ではなく「役割（ロール）」

- 本標準は、量子人材を固定的な職種や肩書で定義するものではなく、社会実装において担う役割（ロール）として整理する
- 量子分野では、研究・開発・実装・事業化の境界が流動的であり、一人の人材が複数ロールを担うことを前提とする
- スキルの網羅を目的とせず、量子技術に固有の判断・設計・実装を遂行する能力構造を中心に定義する
- 本標準は評価制度ではなく、人材育成・配置・協業設計のための戦略的参照枠である



「実務で発揮される能力」として統合的に記述

- 本標準では、量子人材に求められる能力を、細分化されたスキル項目の一覧としては定義していない
- 量子技術の実務では、理論理解、技術選択、制約判断等が不可分に結びついて発揮されるため、各ロール・各レベルの定義は、複数のスキル要素を統合した業務遂行能力として記述している
- 「どのスキルを持つか」ではなく、「その役割・レベルで何ができるか」を基準に示すことを重視しており、本標準は学習内容を指定するものではなく、到達イメージを示す指針として活用を想定

【利用の指針】

- 学習者は、自身がどのロール・レベルの能力を担えるかという観点で読み取る
- 教育者・研修設計者は、定義文を分解し、自らの文脈に応じて学習内容や演習に落とし込む



レベルとは自律性と判断責任の範囲を示す指標

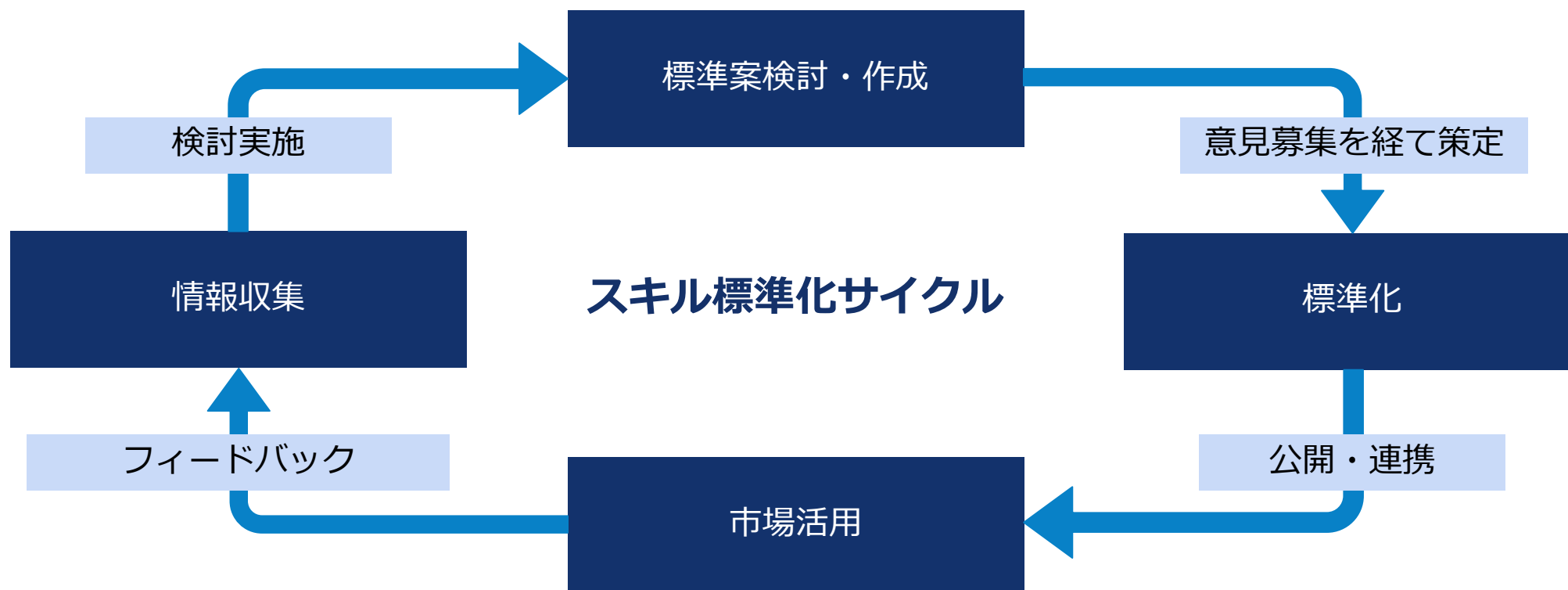
- デジタルスキル標準と同様に、ITSS（ITスキル標準）レベル※を参照し策定している
- レベルは経験年数や肩書の上下を示すものではない
- レベルの違いは、業務遂行における自律性、判断範囲、責任の所在の違いを表す

QSS レベル	量子スキル標準（QSS）のレベル定義	
04	プロフェッショナルとして独力で量子技術の開発・実装・ビジネス化等をリードすることができる	量子プロフェッショナル標準
03	範囲（専門領域・業務領域等）を限定した業務をリードできる。プロフェッショナルとなるために必要な応用的知識・技能を有する。	
02	上位の指導者のもと、要求された関連業務を担当する。プロフェッショナルとなるために必要な基本的知識・技能を有する。	
01	量子技術の重要性を理解し、基礎知識を有している	量子リテラシー標準

※ <https://www.ipa.go.jp/jinzai/skill-standard/plus-it-ui/itss/index.html>

本標準は固定的な完成形ではなく、今後も探索を行う前提で策定

- Ver 1.0は、量子技術の社会実装へ向け、現在地から見通せる範囲で必要と考えられるものを策定している
- 今後にあたっては、静的ではなく動的にサイクルを速く多く回し続けることが必要であり、下記のようなサイクルを想定
- 次回以降のバージョンアップへ向けには、既存の求人動向なども取り入れた市場からのフィードバックと、量子技術の成長と社会実装の度合いを踏まえて行うことを想定している



【策定上で留意した点】

- 量子技術はプラットフォームにより実装方法や必要スキルが大きく異なるため、方式依存性の高い領域は注釈運用を前提とする
- 職業として確立していない領域の過度な細分化は避け、現時点では粗めの整理としている
- セキュリティ等の領域は、当面は量子アプリケーションやシステムの一部として扱う
- 今後の社会実装に向けては、各ロールごとに必要となる人数規模や重要度が異なる部分もあるが、本標準はあくまで「参照枠」「共通言語」として利用されることを重視し、並列的に表記している

【今後の改定に向けた備考】

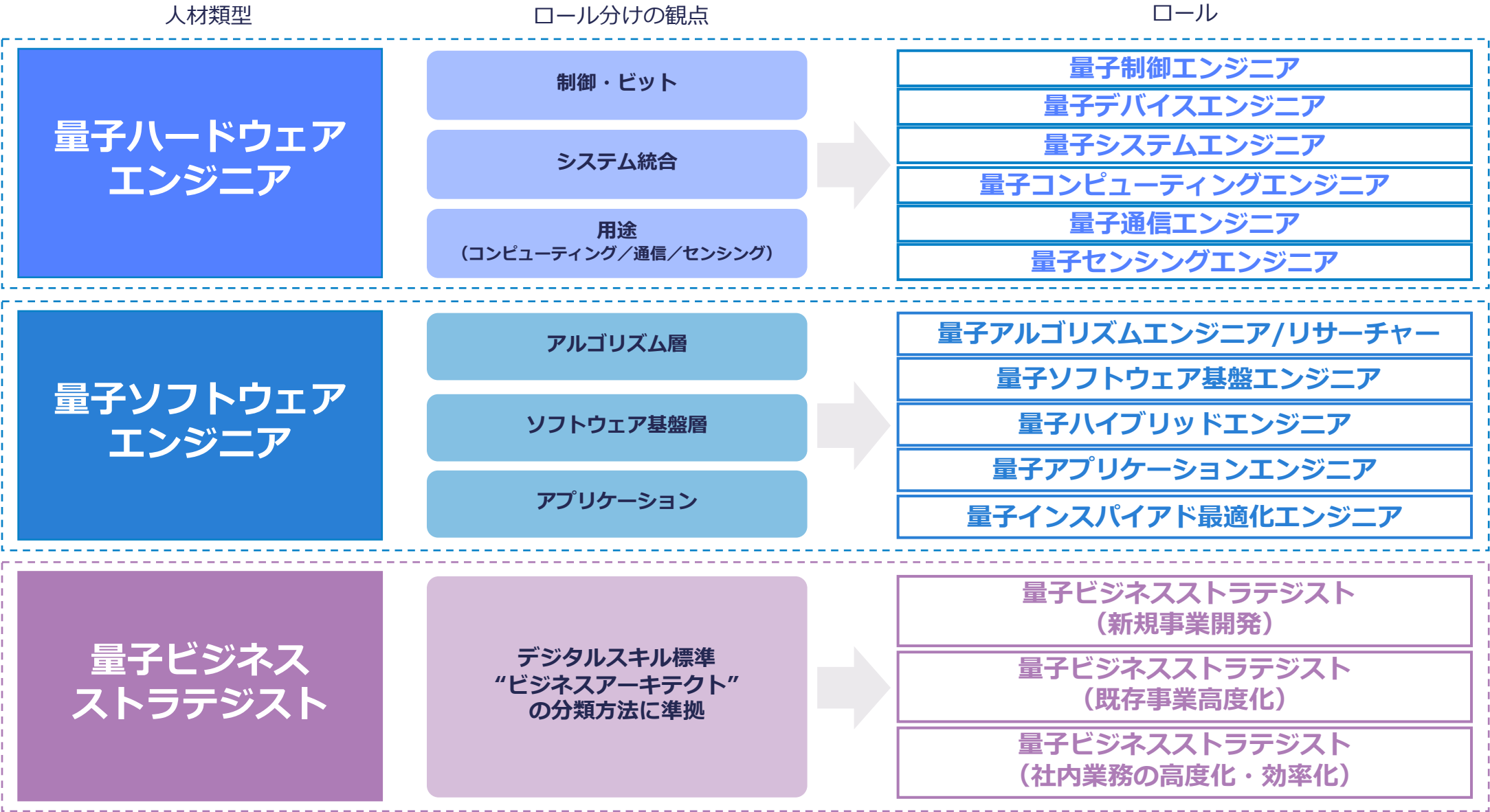
- 技術成熟に応じたロールやスコープの分化
- 技術の活用範囲の拡大等に伴う、必須知識の変化
- 量子システム統合範囲（マイクロ～システム全体）の整理
- 量子通信分野におけるネットワーク全体最適の位置づけ
- エラーコレクション等、配置が曖昧な要素の再整理 等

量子プロフェッショナル標準 ver.1.0

2. 量子プロフェッショナル標準の構成



量子プロフェッショナル標準の構成



用語	定義
人材類型	量子技術の社会実装において必要とされる人材を3つの類型に区分したもの
ロール (役割)	ある人材類型を、役割の違いによりさらに詳細に区分したもの ※1人の人材が複数のロールを兼ねることもある
役割定義	各ロールが量子技術を社会実装する上で果たすべき役割を定義したもの
内容詳細	各ロールごとの役割についてさらに詳細に説明したもの
業務例	各ロールが役割を果たすために実施すべきと考えられる仕事・作業・タスクの例
スキル	複数のスキル要素を統合した業務遂行能力

量子プロフェッショナル標準 ver.1.0

3. 人材類型・ロール

量子ハードウェアエンジニア

量子ソフトウェアエンジニア

量子ビジネスストラテジスト



量子ハードウェアエンジニア

定義

量子デバイス・制御・システムの実装と統合等を担う人材

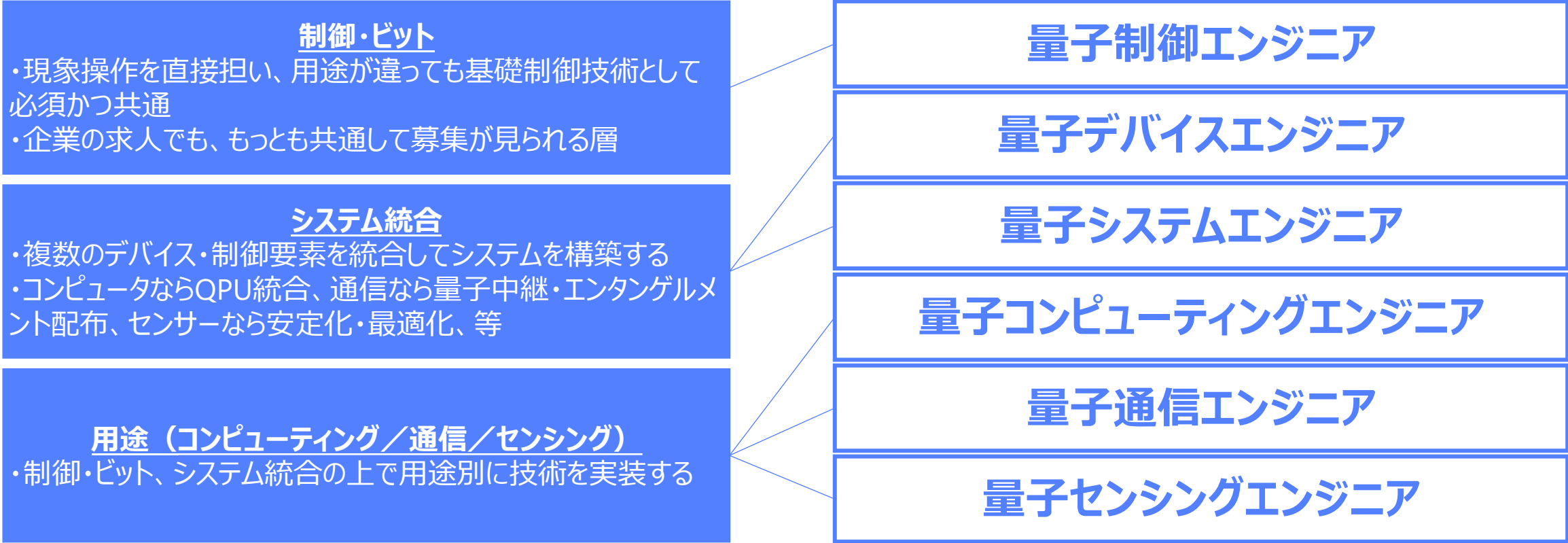
◆ 定義の背景

- ✓ ソフトウェア人材・ビジネス人材との接続点を明確にするためにも、ハードウェア側は「量子資源を物理的・工学的に成立させる主体」として大括りに整理
- ✓ 量子ハードウェアはデバイス・制御・統合が不可分に連動する領域であり、現時点では職務が固定化していないため、実装と統合を担う主体として包括的に定義している

◆ 他人材類型との関連

- ✓ ソフトウェア（基盤・ハイブリッド）と密接に連携し、量子計算資源を“使える状態”にする
- ✓ ビジネス人材は用途要件を定義し、ハード側は装置能力を設計・提供する関係を持つ

人材類型「量子ハードウェアエンジニア」のロール設計の構造



量子ハードウェア領域の仕事を、技術の積み上がり構造（基盤→統合→用途）として捉え直し、共通部分と差分がどこで生まれるかを起点に設計。量子技術は方式や用途が多様である一方、現場で必要になる能力は、①量子状態を直接扱う基盤技術、②複数要素を束ねてシステムとして成立させる統合技術、③用途ごとに最適化・実装する応用技術に分解することが可能。

また、補足として、この分類は「人を一意に決めるため」ではなく、現実には一人が複数ロールを兼務しうる前提で、議論・採用要件定義・育成設計・外部パートナーとの分担設計を行う際の参照枠として用いられることを期待し設計している。

ロール	量子制御エンジニア
役割定義	量子ビットを安定動作させるための制御・計測・信号処理を担う役割
内容詳細	量子ビットに高精度な操作を与えるため、パルス生成・波形制御・読み出し信号処理を設計・実装する。デバイス特性やノイズに応じて制御パラメータを最適化し、量子装置全体の性能を実現可能な状態に維持する役割を担う
業務例	任意波形（AWG）やマイクロ波制御系の設計・チューニング／量子状態読み出しの信号解析と最適化／制御誤差・ノイズ源の特定と対策設計
スキル	- 量子ビットの状態制御、読み出し、誤差要因を含む制御対象を物理的・工学的に理解する能力 - パルス生成、波形制御、信号処理を通じ、量子状態を高精度に操作するための制御系を設計・調整する能力 - 制御誤差やノイズの発生要因を特定し、制御性能向上のための改善方策を設計する能力 - 制御系の挙動を定量的に評価し、装置全体の安定動作に寄与する形で制御条件を最適化する能力

ロール

量子制御エンジニア

役割定義

量子ビットを安定動作させるための制御・計測・信号処理を担う役割

QSSレベル	定義
4	量子ビットの安定動作を阻害する要因を構造的に捉え、制御・計測・信号処理全体の改善方針を独力で設計・リードできる。装置全体や運用条件を踏まえ、制御方式や最適化手法の選択について責任ある判断ができる。
3	要求された制御・計測・信号処理タスクを独力で遂行できる。上位者の指導の下、量子デバイス特性やノイズ要因を理解し、制御パラメータ設計や性能評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、制御系設計や測定設定、データ取得・解析などの作業を担当できる。量子制御に関する基礎的原理や装置構成を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子デバイスエンジニア
役割定義	量子ビットの物性・構造・加工プロセスを設計し高性能化する役割
内容詳細	ナノ加工技術や材料工学を用いて量子ビットや共振器などのデバイスを設計・製造する。低ノイズ・高コヒーレンスを実現するための物性評価・プロセス改善を行い、装置性能の根幹となるデバイス品質を決定する役割を担う
業務例	量子デバイスの設計・加工プロセス開発／材料特性・欠陥要因の分析／歩留まり改善やコヒーレンス延長施策の検証
スキル	- 量子ビットや共振器等の量子デバイスの物性、構造、材料特性を理解する能力 - 加工技術、材料工学、プロセス条件を踏まえ、量子デバイスの設計・製造方針を策定する能力 - デバイス品質や欠陥要因が装置性能に与える影響を分析し、改善に向けた設計・プロセス検討を行う能力 - デバイス特性と制御・システム要件との関係を整理し、装置全体の性能向上に資する判断を行う能力

ロール

量子デバイスエンジニア

役割定義

量子ビットの物性・構造・加工プロセスを設計し高性能化する役割

QSSレベル	定義
4	量子デバイス性能を規定する物性・構造・プロセス要因を踏まえ、デバイス設計・製造方針を独力でリードできる。歩留まり、再現性、コヒーレンス等を総合的に考慮し、品質向上に向けた判断を行える。
3	要求されたデバイス設計・評価作業を独力で遂行できる。上位者の指導の下、物性評価やプロセス条件を理解し、設計改善や性能評価を自律的行える。
2	上位者の指導の下、デバイス加工、測定、評価補助などの作業を担当できる。量子デバイスの基礎構造や材料特性を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子システムエンジニア
役割定義	制御・デバイス・冷却・計測を統合し量子装置全体を成立させる役割
内容詳細	量子デバイス、制御系、冷凍機、計測器、フィルタ・配線など多要素を統合し、量子装置全体及び論理構造のアーキテクチャを設計する。各構成要素の干渉・制約条件を把握し、装置動作の安定性・性能・メンテナンス性を高める統合責務を担う。
業務例	量子装置アーキテクチャの設計／要素間干渉の解析と最適化／装置全体の性能検証と安定稼働の維持設計
スキル	・量子デバイス、制御系、冷却機構、計測系など複数要素から構成される装置全体を俯瞰的に把握する能力 ・各構成要素間の相互作用や制約条件を整理し、装置全体のアーキテクチャを設計する能力 ・装置全体の性能、安定性、運用性を評価し、統合観点から設計改善を行う能力 ・個別要素担当者と連携し、装置全体として成立するよう調整・統合を進める能力

ロール

量子システムエンジニア

役割定義

制御・デバイス・冷却・計測を統合し量子装置全体を成立させる役割

QSSレベル	定義
4	量子装置全体を俯瞰し、各要素間の制約や相互影響を踏まえたシステム構成を独力で設計・判断できる。性能・安定性・保守性のバランスを取りながら、装置全体の最適化をリードできる。
3	要求されたシステム設計・検証タスクを独力で遂行できる。上位者の指導の下、要素間インタフェースや制約条件を理解し、統合設計や評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、装置構成検討、要素接続、試験・評価作業を担当できる。量子装置を構成する主要要素とその役割を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子コンピューティングエンジニア
役割定義	量子計算用途に特化したハードウェア性能の設計・最適化を担う役割
内容詳細	制御・デバイス・システム技術を統合し、計算性能（フィデリティ・スケーラビリティ）の最大化を目的とし、量子ゲート操作、読み出し、クロストーク管理、エラー特性改善など、計算用途に向けた装置特性の最適化を行う
業務例	ゲートフィデリティ向上の調整／読み出し配線とクロストーク管理／量子機種ごとの性能評価
スキル	・量子計算用途における装置特性（ゲート操作、読み出し、クロストーク等）を理解する能力 ・量子計算性能（フィデリティ、スケーラビリティ等）に影響する要因を整理し、装置設計に反映する能力 ・制御・デバイス・システム各技術を統合し、計算用途に特化した最適化設計を行う能力 ・量子計算目的に照らして装置性能を評価し、改善方針を定義する能力

ロール

量子コンピューティングエンジニア

役割定義

量子計算用途に特化したハードウェア性能の設計・最適化を担う役割

QSSレベル	定義
4	量子計算性能を左右する要因を踏まえ、ハードウェア最適化を独力でリードできる。 計算用途を見据えた性能指標の設定や改善方針について責任ある判断ができる。
3	要求された性能評価・改善タスクを独力で遂行できる。 上位者の指導の下、計算用途特有の制約を理解し、設計調整や性能評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、性能測定、データ解析、設計補助作業を担当できる。 量子計算に関わる基本的な性能指標や評価方法を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子通信エンジニア
役割定義	量子通信・量子鍵配送など光量子技術の実装・最適化を担う役割
内容詳細	光源、光ファイバ損失、検出器、プロトコル実装など通信特有の課題に応じて装置を最適化し、光量子の生成・伝送・検出を扱い、量子鍵配送（QKD）や量子ネットワーキングの信頼性・性能を設計する
業務例	QKD光源・検出系の設計／光ファイバ伝送損失解析／量子通信プロトコルの実装・試験
スキル	- 量子通信および量子鍵配送（QKD）の原理、構成要素、特有の制約を理解する能力 - 光量子の生成、伝送、検出に関わる要素技術を踏まえ、通信システムを設計する能力 - 光ファイバ損失、検出誤差、プロトコル特性など通信特有の要因を考慮し、性能・信頼性を評価する能力 - 通信用途として成立する装置構成・運用条件を設計し、実装・試験を通じて最適化する能力

ロール

量子通信エンジニア

役割定義

量子通信・量子鍵配送など光量子技術の実装・最適化を担う役割

QSSレベル	定義
4	量子通信システム全体を見据え、信頼性・性能・運用条件を踏まえた設計方針を独力で判断できる。通信距離、損失、誤り要因を考慮し、実用化に向けた最適構成をリードできる。
3	要求された通信系設計・評価作業を独力で遂行できる。上位者の指導の下、光学系やプロトコル特性を理解し、実装・評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、光学調整、測定、データ取得・解析作業を担当できる。量子通信の基礎原理や装置構成を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子センシングエンジニア
役割定義	量子特性を利用した高精度計測装置の設計・実装を担う役割
内容詳細	デバイス特性、読み出し方式、ノイズ特性を踏まえて、計測器としての安定性と再現性を最適化し、量子状態の位相・干渉・超高感度特性を活用し、磁場・時間・重力などの計測装置を設計する
業務例	量子磁気センサ・原子時計開発／干渉計設計最適化／ノイズ抑制と感度向上施策の実装
スキル	- 量子特性（位相、干渉、超高感度特性等）を活用した計測原理を理解する能力 - 測定対象や用途に応じて、量子センサおよび計測系を設計する能力 - ノイズ要因や測定誤差を分析し、計測精度・再現性を高めるための設計改善を行う能力 - 計測装置としての安定性や運用性を考慮し、実用環境で成立する形に調整する能力

ロール

量子センシングエンジニア

役割定義

量子特性を利用した高精度計測装置の設計・実装を担う役割

QSSレベル	定義
4	量子特性を活用した計測原理を踏まえ、測定方式・装置構成を独力で設計・判断できる。計測精度、再現性、運用条件を総合的に考慮し、最適な実装方針をリードできる。
3	要求された計測装置設計・評価作業を独力で遂行できる。上位者の指導の下、ノイズ要因や測定条件を理解し、設計調整や評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、計測設定、データ取得、解析補助作業を担当できる。量子センシングの基礎原理や装置構成を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

量子プロフェッショナル標準 ver.1.0

3. 人材類型・ロール

量子ハードウェアエンジニア

量子ソフトウェアエンジニア

量子ビジネスストラテジスト



量子ソフトウェアエンジニア

定義

量子計算を実行可能にするアルゴリズム・基盤・統合・応用を担う人材

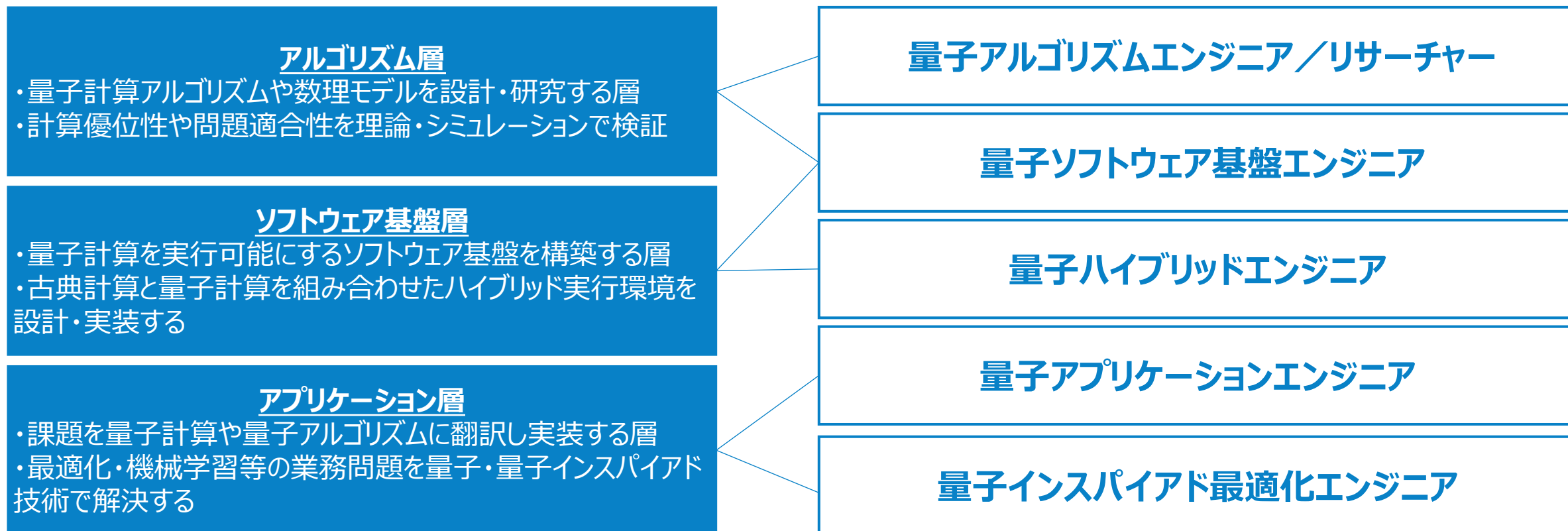
◆ 定義の背景

- ✓ 量子ソフトウェアは構造的に「アルゴリズム → 基盤 → アプリ」という技術スタックで整理でき、研究寄りの役割（アルゴリズム）／エンジニアリング寄りの役割（基盤）／産業実装寄りの役割（アプリ）という連続した専門性としても理解できる
- ✓ 量子技術の産業導入は量子インスパイアド技術など古典ハードウェア上で量子発想を活用する段階から始まるケースが多く、企業が最初に取り組む実装領域として重要であるため、今回のロール設計上考慮している

◆ 他人材類型との関連

- ✓ ハードウェア側の提供する計算能力を用いて、ハイブリッド／アプリ層で産業価値（機能）を創出する
- ✓ ビジネス側はアプリケーション領域（業務要件・モデリング等）で直接接続する

人材類型「量子ソフトウェアエンジニア」のロール設計の構造



量子ソフトウェア領域の仕事を、技術の積み上がり構造（アルゴリズム→基盤→アプリケーション）として捉え直し、共通部分と差分がどこで生まれるかを起点に設計。量子ソフトウェアは技術成熟度や用途が多様である一方、必要となる能力は、①量子アルゴリズムや数理モデルを設計・検証するアルゴリズム技術、②量子計算資源を実行可能にするソフトウェア基盤やハイブリッド計算環境を構築する基盤技術、③産業課題に適用するアプリケーション実装技術に整理することが可能。

ロール	量子アルゴリズムエンジニア／リサーチャー
役割定義	量子計算の価値源泉となるアルゴリズム・数理モデルを創出し構造化・最適化する役割。
内容詳細	量子計算の計算優位性を引き出すアルゴリズム設計、数理定式化、量子回路最適化を担う。既存アルゴリズムの改良や新規手法の研究開発に加え、量子ハードウェアの制約を踏まえた実行可能性の評価も行う。産業応用に向けて、数理モデル化・近似手法・ハイブリッド構成の検討も含めて実施する。
業務例	VQE・QAOA等の設計・最適化／数理定式化及び解法の開発／回路最適化評価
スキル	- 量子計算の計算優位性の源泉となる量子アルゴリズムや数理モデルを理論的に理解する能力 - 業務課題や計算問題を量子計算に適した、定式化された問題へと落とし込む能力 - 量子回路構造やハードウェア制約を踏まえ、実行可能性や性能を評価する能力 - 既存手法の改良や新規アルゴリズムの提案を通じて、産業応用につながる計算手法を構想・検討する能力

ロール

量子アルゴリズムエンジニア／リサーチャー

役割定義

量子計算の価値源泉となるアルゴリズム・数理モデルを創出し最適化する役割。

QSSレベル	定義
4	量子計算の計算優位性の源泉を構造的に捉え、アルゴリズム設計や数理モデル構築を独力でリードできる。 ハードウェア制約や産業応用を踏まえ、適用可否や研究・実装方針について責任ある判断ができる。
3	要求されたアルゴリズム設計・評価作業を独力で遂行できる。 上位者の指導の下、量子回路構造や前提条件を理解し、問題の定式化や性能評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、アルゴリズム検討、数理モデル整理、評価実験補助などの作業を担当できる。 量子アルゴリズムの基礎概念や代表的手法を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子ソフトウェア基盤エンジニア
役割定義	量子ソフトウェアの実行基盤となるSDK・ランタイムを設計・実装する役割。
内容詳細	量子計算を実行可能にするためのSDK、ランタイム、コンパイラ、ミドルウェア基盤を構築する。量子回路表現、バックエンド接続、ジョブ管理、エラーモデル対応など、アプリ層とハード層を橋渡しする中核領域を担う。ハードウェア依存性を抽象化し、アプリケーション開発者が機種差を意識せずに利用できる環境を提供する。
業務例	SDK開発／バックエンド接続実装／ランタイム最適化
スキル	- 量子計算を実行するために必要な基盤（SDK、ランタイム、コンパイラ等）の役割と構成を理解する能力 - 量子回路表現、バックエンド接続、ジョブ管理、エラーモデル対応などを含む基盤機能を設計・実装する能力 - ハードウェア依存性を抽象化し、アプリケーション開発者が利用しやすい開発環境を設計する能力 - 性能、安定性、拡張性の観点から基盤ソフトウェアを評価し、改善方針を定義する能力

ロール

役割定義

量子ソフトウェア基盤エンジニア

量子ソフトウェアの実行基盤となるSDK・ランタイムを設計・実装する役割。

QSSレベル	定義
4	量子計算を実行するソフトウェア基盤全体を俯瞰し、SDK・ランタイム・コンパイラ等の設計方針を独力で判断できる。 性能・拡張性・安定性を踏まえ、基盤アーキテクチャをリードできる。
3	要求された基盤設計・実装タスクを独力で遂行できる。 上位者の指導の下、量子回路表現やバックエンド接続、ジョブ管理等を理解し、設計・実装・評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、SDK実装補助、バックエンド接続、テスト・検証作業を担当できる。 量子ソフトウェア基盤の基本構成や役割を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子ハイブリッドエンジニア
役割定義	量子計算と古典計算を統合したハイブリッドワークフローを設計・実装する役割。
内容詳細	量子計算と古典計算の分担を最適化するワークフロー設計、オーケストレーション、パラメータ更新手法の実装を担う。VQE・QAOAなどの量子—古典反復アルゴリズムを実装し最適化する。量子リソースの制約に応じ、古典側処理を強化するなど、応用実装の要となる。
業務例	量子—古典反復アルゴリズム実装／計算フロー構築／クラウド運用設計
スキル	・量子計算と古典計算それぞれの特性や制約を理解し、適切な役割分担を設計する能力 ・量子—古典間のワークフロー、オーケストレーション、パラメータ更新手法を設計・実装する能力 ・量子—古典反復アルゴリズムを実装し、実行効率や収束性を評価する能力 ・量子リソース制約を踏まえ、古典側処理の強化や構成変更を含めた最適化判断を行う能力

ロール

量子ハイブリッドエンジニア

役割定義

量子計算と古典計算を統合したハイブリッドワークフローを設計・実装する役割。

QSSレベル	定義
4	量子計算と古典計算を統合したワークフロー全体を設計し、リソース制約や性能を踏まえた最適構成を独力で判断できる。 量子—古典分業の設計思想をリードできる。
3	要求されたハイブリッド構成の実装・評価タスクを独力で遂行できる。 上位者の指導の下、量子—古典反復アルゴリズムやオーケストレーションを理解し、設計・実装・評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、量子—古典連携処理、パラメータ更新、実験実行補助などの作業を担当できる。 ハイブリッド計算の基本構成や考え方を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子アプリケーションエンジニア
役割定義	事業課題を量子計算へ落とし込み、アプリケーション実装まで担う役割。
内容詳細	企業の業務課題を理解し、量子アルゴリズム固有の問題として捉える、または、最適化・探索・機械学習などを量子計算へマッピングする。アルゴリズム選定、ワークフロー設計、アプリケーション実装、性能評価を一貫して実施。PoC推進の中心として、ビジネス側と技術側をつなぐ役割を果たす。
業務例	業務課題分析／量子アプリ開発／PoC設計・評価
スキル	・企業や組織の業務課題を理解し、最適化・探索・機械学習等の計算課題として整理する能力 ・業務課題を量子計算に適した形にマッピングし、適切なアルゴリズムや手法を選定する能力 ・ワークフロー設計、アプリケーション実装、性能評価を一貫して行う能力 ・PoCの結果を踏まえ、技術的有効性や事業適用可能性を関係者に説明・共有する能力

ロール

量子アプリケーションエンジニア

役割定義

事業課題を量子計算へ落とし込み、アプリケーション実装まで担う役割。

QSSレベル	定義
4	業務課題を俯瞰し、量子計算の適用可否を含めたアプリケーション設計を独力で判断できる。 技術・業務両面を踏まえ、PoCから実装方針までをリードできる。
3	要求された量子アプリケーション設計・実装・評価を独力で遂行できる。 上位者の指導の下、業務課題の量子計算への落とし込みやワークフロー設計を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、業務課題整理、アプリ実装補助、評価作業を担当できる。 量子アプリケーション開発の基本的な流れを理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子インスパイアド最適化エンジニア
役割定義	古典計算上で量子インスパイアド手法を用いた最適化を実装する役割。
内容詳細	量子アニーリングや量子力学的原理を模倣した古典アルゴリズムを用い、業務課題を高速に最適化する。量子ハードを必要としないため企業導入が早く、量子技術の“入口”として重要な位置付けとなる。
業務例	イジング最適化実装／古典アニーリング開発／組込み・検証
スキル	・量子力学的発想や量子アルゴリズムの考え方を古典計算に応用した手法を理解する能力 ・量子インスパイアドアルゴリズムを用いて、業務課題を高速・高効率に解く構成を設計する能力 ・古典計算環境における性能、精度、再現性を評価し、実用性の観点から手法選択を行う能力 ・量子計算との違いや位置づけを整理し、量子導入前段階の解として適切に説明する能力

ロール

量子インスパイアド最適化エンジニア

役割定義

古典計算上で量子インスパイアド手法を用いた最適化を実装する役割。

QSSレベル	定義
4	量子インスパイアド手法の位置づけを理解し、業務課題に対する最適化方針を独力で判断できる。 量子計算との使い分けを含め、実装戦略をリードできる。
3	要求された最適化手法の設計・実装・評価を独力で遂行できる。 上位者の指導の下、量子インスパイアドアルゴリズムの特性を理解し、適用・評価を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、最適化モデル整理、実装補助、性能評価作業を担当できる。 量子インスパイアド手法の基本的考え方を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

量子プロフェッショナル標準 ver.1.0

3. 人材類型・ロール

量子ハードウェアエンジニア

量子ソフトウェアエンジニア

量子ビジネスストラテジスト



量子ビジネスストラテジスト

定義

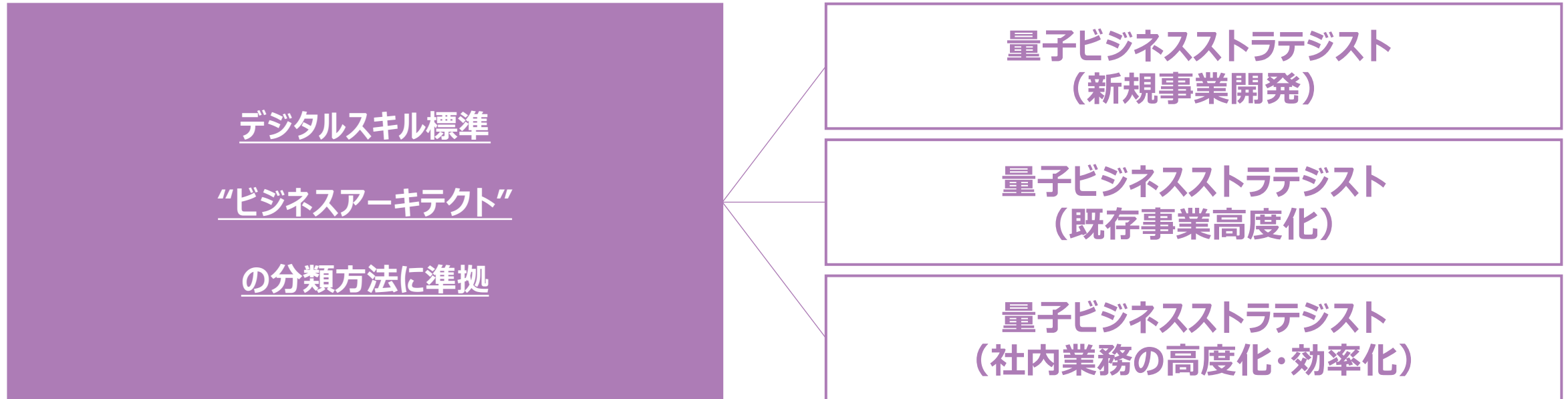
量子技術を活用した価値創造・新規事業・既存事業の高度化を担う人材

◆ 定義の背景

- ✓ 量子技術で創出される価値は「新規事業の創造」「既存事業の高度化」「社内業務の効率化」という3つのビジネス起点に集約できるため
- ✓ 多くの企業人材（量子非専門層）が関与する“使う側の戦略領域”は分解しすぎず大括りで扱うことが適切

◆ 他人材類型との関連

- ✓ ソフト／ハード側と連携し、技術の“どこが価値になるか”を規定する役割
- ✓ 量子リテラシー標準との接続が強く、各部署との連携や意思決定層の判断を支援する



量子ビジネス領域の役割を、デジタルスキル標準“ビジネスアーキテクト”の分類方法に準拠し、量子技術が企業価値に接続する経路の違いを起点に設計。量子技術の導入は、①量子技術を前提とした新たな市場・サービスを創出する領域、②既存事業の競争力強化や高度化に活用する領域、③社内業務や意思決定の高度化・効率化に活用する領域に大別できる。また、この分類は人材を厳密に分断するものではなく、企業が量子技術の活用戦略を検討する際に、どの事業文脈で価値創出を目指すのかを整理し、ハードウェア・ソフトウェア人材との役割分担や連携を設計するための参照枠として用いることを想定している。

ロール	量子ビジネスストラテジスト（新規事業開発）
役割定義	量子技術を基点に新規事業を構想し、事業モデルと市場戦略を設計する役割。
内容詳細	量子技術の特性・制約・成熟度を踏まえ、量子通信・センシング・クラウドQCなどの新規領域で事業機会を探索する。市場構造・顧客課題の分析、事業性評価、競争優位性設計、PoC設計・パートナー連携を統合し、事業として成立するロードマップを描く。
業務例	新規事業構想設計／市場分析と事業性評価／PoC要件定義・管理
スキル	- 量子技術の特性、制約、成熟度を理解し、事業化可能性のある領域を見極める能力 - 市場構造、顧客課題、競争環境を分析し、量子技術を起点とした価値仮説を構築する能力 - 量子通信・センシング・量子計算・クラウドQCなど複数技術の選択肢を比較し、選定を行う能力 - PoC設計、パートナー連携、事業評価を統合し、事業として成立するロードマップを描く能力

ロール

役割定義

量子ビジネスストラテジスト（新規事業開発）
量子技術を基点に新規事業を構想し、事業モデルと市場戦略を設計する役割。

QSSレベル	定義
4	量子技術の特性・制約・成熟度を踏まえ、新規事業の機会領域を独力で設定し、事業モデル・市場戦略の構築をリードできる。 量子技術の採否や投資判断について、経営陣と共に意思決定を行える。
3	要求された新規事業検討タスクを独力で遂行できる。 上位者の指導の下、市場分析や顧客課題整理を行い、量子技術を前提とした事業仮説やPoC設計を自律的に進められる。
2	上位者の指導の下、市場調査、事業アイデア整理、PoC準備などの業務を担当できる。量子技術の概要と事業化の基本的考え方を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子ビジネスストラテジスト（既存事業高度化）
役割定義	既存事業に量子技術を組み込み、価値向上や高度化を実現する役割。
内容詳細	企業の既存プロダクト・サービスを理解し、量子アプリケーションや量子インスパイアド手法を活用して競争力を強化する。価値仮説の設計、PoC推進、アーキテクチャ変更方針の提示など、事業高度化のための実装支援を行う。
業務例	量子適用領域の特定／サービス価値向上施策設計／PoC伴走・実装計画
スキル	・自社の既存プロダクトやサービス、業務プロセスを理解し、量子技術適用の余地を整理する能力 ・量子アプリケーションや量子インスパイアド手法を用いた価値向上・差別化の可能性を評価する能力 ・既存技術（デジタル、AI等）との比較を行い、量子を使う合理性を判断する能力 ・PoC推進やアーキテクチャ変更を通じて、事業高度化に向けた実装方針を具体化する能力

ロール

役割定義

量子ビジネスストラテジスト（既存事業高度化）
既存事業に量子技術を組み込み、価値向上や高度化を実現する役割。

QSSレベル	定義
4	既存事業全体を俯瞰し、量子技術を組み込むことで実現可能な価値向上・差別化の方針を独力で判断できる。技術選定や導入優先度について、経営陣と共に事業戦略の観点から意思決定を行える。
3	要求された既存事業高度化に関する検討業務を独力で遂行できる。 上位者の指導の下、量子技術や量子インスパイアド手法の適用可能性を評価し、PoC設計や実装方針検討を自律的に行える。
2	上位者の指導の下、既存事業分析、技術調査、PoC準備などの業務を担当できる。 量子技術を既存事業に適用する際の基本的な考え方を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 (量子リテラシー標準を参照)

ロール	量子ビジネスストラテジスト（社内業務の高度化・効率化）
役割定義	社内業務に量子技術を適用し、効率化・最適化・高度化を推進する役割。
内容詳細	製造・物流・金融リスク・サプライチェーンなどの基幹業務を対象に、量子計算や量子インスパイアド技術の適用可能性を評価する。業務分析、アルゴリズム適合性評価、PoC効果検証、導入ロードマップ策定を担う。
業務例	業務最適化領域の抽出／量子適用設計／PoC成果による導入計画策定
スキル	・業務を分析し、量子技術による最適化・効率化の課題を抽出する能力 ・量子計算や量子インスパイアド技術の適用可能性を業務特性に照らして評価する能力 ・アルゴリズム適合性、PoC効果、導入コストを踏まえ、導入可否や優先順位を判断する能力 ・PoC結果を基に、社内展開や段階的導入に向けたロードマップを策定する能力

スキルレベル定義 | 量子ビジネスストラテジスト（社内業務の高度化・効率化）

ロール

役割定義

量子ビジネスストラテジスト（社内業務の高度化・効率化）
社内業務に量子技術を適用し、効率化・最適化・高度化を推進する役割。

QSSレベル	定義
4	社内基幹業務を俯瞰し、量子技術や量子インスパイアド手法の適用による業務変革の方針を独力で設定できる。 導入効果や実現可能性を踏まえ、経営陣と共に全社的な意思決定をリードできる。
3	要求された業務高度化・効率化に関する検討業務を独力で遂行できる。 上位者の指導の下、業務分析やアルゴリズム適合性評価を行い、PoC設計や導入計画を自律的に検討できる。
2	上位者の指導の下、業務プロセス整理、技術調査、PoC補助などの業務を担当できる。 量子技術を業務改善に活用する際の基礎的な考え方を理解し、指示に基づいた作業を遂行できる。
1	リテラシーレベルのため、全ロール統一 （量子リテラシー標準を参照）