

量子技術分野におけるIECの動向



富士通株式会社 ビジネス法務・知財本部 知財グローバルヘッドオフィス
知的財産戦略室

は せ が わ か す と も
長谷川 一知

1. はじめに

高速計算によるイノベーション創出等が期待される量子技術について、政府より量子未来産業創出戦略が公表され^[1]、国産の超伝導方式量子コンピューターが公開される等^{[2][3]}、昨今、大きな動きが見られている。標準化については、ITU-Tほかにおいて、量子セキュリティ・ネットワーク領域に関する標準策定が従前より行われているが、国際標準化機関IECでも、筆者が参加するIEC内のグループSEG14より推奨を受ける等の過程を経て、同じく国際標準化機関であるISOとの間で、量子技術分野における標準化をスコープとする合同専門委員会ISO/IEC JTC3を設立するに至った。

本稿では、IEC/SEG14の概要・状況と、ISO/IEC JTC3の設立に関する経緯等を述べ、最後に、筆者のSEG14での活動に深く関わっていただいているQ-STARについて紹介する。

2. 量子技術の標準化動向の概観

図1に量子技術の標準化動向の概観を示す。

縦に並べた各技術領域に対して、それぞれの領域に取り組んでいる標準化機関をマップしている。QKD (Quantum Key Distribution) 等に関する量子セキュリティ・ネットワークの標準化が先行している一方で、量子コンピューティングの標準化(ベンチマーク含む)は、まだ本格的に始まっていない状況にある。ISO/IEC JTC1/WG14 (図1ではJTC1 (WG14) と記載) では用語等に関する標準化プロジェクトが進行中であるものの、他の標準化プロジェクトの進捗ははかばかしいとは言い難い。欧州の標準化機関であるCENと

CENELEC (図1ではCEN/CLCと記載) が共同で設立したJTC22は、2023年3月にキックオフしたばかりであり、比較的進捗のあるIEEEでも筆者が委員登録している量子コンピューティングのベンチマークのプロジェクト (P7131) は、実質的に活動が止まっている状況にある。

後述するとおり、ISO/IEC JTC3 (以下、JTC3) が2023年12月に設立された。今後、図1において太枠としているISO、IEC、ISO/IEC JTC1 (以下、JTC1) の量子技術関連プロジェクトが、JTC3へ統合、あるいはJTC3とリエゾン関係を構築して標準化が進められることになると見込まれる(一部、筆者の想定を含む)。

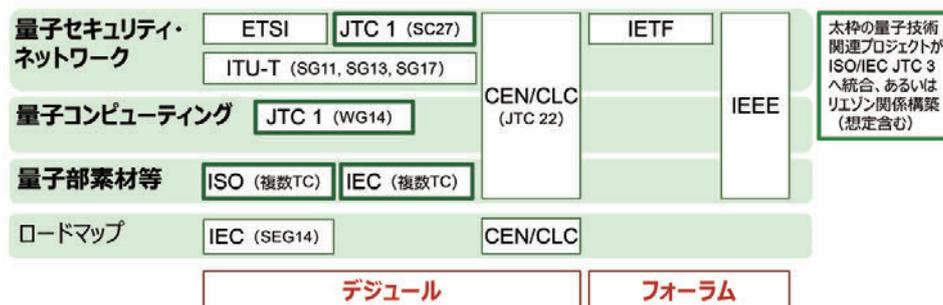
3. IEC/SEG14の概要・状況

本章では、IEC/SEG14の概要・状況を紹介する。

3.1 SEG14の概要・キックオフ会合

IEC/SMB (Standardization Management Board: 標準管理評議会) は、量子技術分野における標準化の可能性を探るために、量子技術分野の課題等を調査・分析の上、SMBに対して標準化ロードマップを提案させることを期待してSEG14を設立した(2022年6月)。SEG14のコンビーナは、韓国・ETRI所属(当時)のSeong Su Park氏であり、2023年12月時点で各国から122名の登録がある。国別人数の正確なデータは入手できていないが、韓国が最も多く、次いで英国、オーストラリア、中国、米国からの登録者が多い様子である。日本からは筆者含めて4名が登録している。

なお、SEG14が設立される前年の2021年10月に、IEC/



■ 図1. 量子技術の標準化動向の概観



MSB (Market Strategy Board: 市場戦略評議会)において、韓国が主導する形でホワイトペーパー「Quantum information technology」が発行されており^[4]、このホワイトペーパーがSEG14設立のきっかけになった。

SEG14のキックオフ会合は、2022年10月末から11月にかけて開催された第86回IEC総会に併設される形で、米国サンフランシスコにて開催された。当時は新型コロナウイルス感染症のパンデミックが継続していた時期であったにも関わらず、オンラインが併設されない現地開催のみの会合であり、SEG14のキックオフ会合への参加者は22名と少数であった。米国6名、韓国4名、英国3名等であり、日本からは筆者1名の参加であった。中国ではゼロコロナ政策を実施中であったため、中国からの参加者はゼロであった。

この会合において、SEG14で扱う量子技術のスコープが議論され(表1)、会合参加者22名の中から各WGのコンビーナが決定された(表2)。中国Hong Yang氏は、キックオフ会合後にWG3の共同コンビーナに加わっている。筆者は、

■表1. SEG14で扱う量子技術分類(大項目)

TOPICS
Quantum communication & networking
Quantum computing
Quantum application-software/algorithm
Quantum benchmarks
Quantum sensing
Materials for quantum
Quantum Enabling Technologies & Research

■表2. 各WGとコンビーナ

Working Groups		
		Convenor
WG 1	Market and Use Cases	Mr Joonwoo Bae
WG 2	Research	Ms Barbara Goldstein Mr Kazutomo Hasegawa
WG 3	Review of Standardization Activities	Ms Clare Mary Allocca Mr Taik-min Lee Ms Hong YANG
WG 4	Standardization Roadmap	Ms Clare Mary Allocca Mr John Devaney Mr Haeseong Lee
Advisory Group		
AG 5	Convenor's Advisory Group	Mr Seong Su Park

米国Barbara Goldstein氏とともに共同コンビーナとしてWG2を担当した。

また、SEG14のキックオフ会合中に、英国より、後にJTC3として設立されることになる新JTC設立提案に関する情報共有がなされた。本件については、4章で詳述する。

3.2 SEG14の活動状況

表2のとおり、SEG14ではWG1~4と、SEG14のコンビーナであるSeong Su Park氏と各WGのコンビーナから成るアドバイザリーグループAG5が設置された。WG1は量子技術に関するマーケットとユースケースの調査、WG2は研究開発活動の調査、そして、WG3は既存の標準化活動の調査を行うことをスコープとするWGである。そして、WG1~3の各情報に基づいて、WG4にて標準化ロードマップの作成が計画された。

筆者が担当するWG2には各国より37名の登録があり、18名のアクティブなメンバーにて、量子技術に関する研究開発活動の事例を集め、事例集を作成した。延べ数ではあるが、表1の技術分類に対して43件の事例が掲載されるに至った。2023年12月時点で事例集はIECの外部に公開されていないため、本稿で紹介することはできないが、5章で紹介するQ-STARの支援をいただく形で日本からの11事例も盛り込まれている。筆者が所属する富士通からは以下の6事例が盛り込まれた。

- 超電導方式量子コンピューター向けハードウェアの研究
- ダイヤモンドスピン方式量子コンピューターの研究
- 超電導方式量子コンピューター向けソフトウェアの研究
- 誤り耐性量子コンピューター 1 (デジタルアニーラを用いるエラー訂正)
- 誤り耐性量子コンピューター 2 (位相回転ゲート)
- デジタルアニーラを用いたネットワーク最適化設計

WG1~3の各情報に基づいて標準化ロードマップを作成するWG4は、計画の修正を余儀なくされた。WG4の活動開始は、その性質上、WG1~3のアウトプットが出そろった2023年8月からとなり、SMBから求められていた期限である10月までに標準化ロードマップを完成させることは困難であった。その後、12月のSEG14会合(オーストラリア・シドニー)にて、WG4による標準化ロードマップの作成を断念し、同会合の直前に設立されたばかりのJTC3にて標準化ロードマップ作成が行われることを期待してロードマップ作成のためのmethodology(方法論)を整理することが合意された。



説明の順序が逆になったが、2023年2月にSMBはSEG14に対して、ロードマップ作成を急ぎ、2023年5月までに中間報告書を、10月までに最終報告書を提出するように要請を出していた。この要請に対して、SEG14は、5月の中間報告書にてSEG14の進捗状況の報告とともに、新JTC設立をSMBに対して推奨している（4章）。10月の報告書も進捗状況報告の位置付けとなり、WG1～3のアウトプット等を報告した。なお、SEG14からSMBに対する最終報告書は2023年12月時点において、2024年1月末に提出される見込みである。最終報告書には、SEG14の活動実績のサマリとJTC3における標準化ロードマップ作成のためのmethodologyが報告される見込みである。

4. ISO/IEC JTC3の設立

本章では、JTC3の設立に関して、経緯等を含めて紹介する。

4.1 英国からの新JTC設立提案

3.1節で述べたとおり、SEG14のキックオフ会合中に英国より、後にJTC3として設立されることになる新JTC設立提案に関する情報共有がなされた。その直前の2022年10月に、英国より、ISO/TMB（Technical Management Board：技術管理評議会）とIEC/SMBに対して新JTC設立提案がなされたことの情報共有である。ISOとIECでは量子技術領域において複数の関連性が見込まれることから、双方の標準がグローバルな量子関連市場を混乱・細分化させることと限られた数の標準化エキスパートへの負担を防ぐために、包括的で一貫性のある標準作成が重要であり、そのために各量子技術領域横通しでの連携・統制を可能にする構成を確保する目的での新JTC設立提案である。

SEG14のキックオフ会合中での英国からの情報共有に対して、SEG14の活動をこれから進めて行こうと集まった参加者からはネガティブな反応が見られた。

4.2 新JTC設立提案へのSEG14の支持

2023年2月に開催されたSEG14の2回目となる会合（韓国・済州島）でも、新JTC設立提案に関する議論が行われた。新JTCと既存の量子技術に関連する標準化との関係、特に、量子情報技術（Quantum Information Technology）をスコープとするISO/IEC JTC1/WG14とのスコープの重複や、SEG14との関係についてである。この議論において、SEG14との関係等が整理されたことから、米国の参加者から、量

子技術の標準化の場を統一した方が効率が良いとの見解が示され、新JTC設立提案への支持が表明された。この米国の参加者による新JTC設立提案への支持がSEG14を動かすことになった。

その後、SEG14では新JTC設立提案への支持が優勢となり、3.2節で述べたとおり、5月の中間報告書にて新JTC設立をSMBに対して推奨した。この推奨に対して、SMB内で6月に15か国による投票を実施し、日本を含む13か国の賛成が得られた。

4.3 ISO/IEC JTC3の設立

その後、英国よりISOとIECの各国代表団体に対して、量子技術に関する新JTC設立の是非や新JTCのスコープ等を問う投票提案が行われ、その結果、ISO、IECともに、日本を含む賛成国多数の結果を得た。

この結果を受けて、ISO/TMBとIEC/SMBとの間で11月に開催された会合にて、下記の合意がなされた。この合意は、各国代表団体からの支持を得て正式に決議され、12月にJTC3が設立された^[5]。

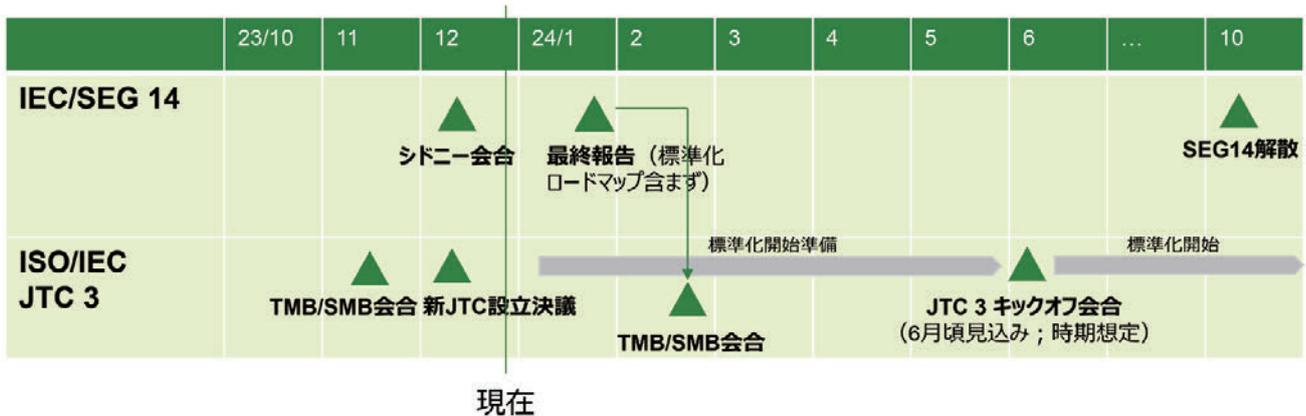
- 新JTCのタイトル：Standardization in the field of quantum technologies
- 新JTCの幹事国：英国（BSI：英国規格協会）
- 新JTCのスコープ：量子技術分野における標準化
 - ・対象：量子情報技術（量子コンピューティング及び量子シミュレーション）、量子計測、量子源、量子検出器、量子通信、基本量子技術を含む
 - ・対象外：情報技術（JTC1）、ナノテクノロジー（IEC/TC113とISO/TC229）、光ファイバー（IEC/TC86）、超低温容器（ISO/TC220）、半導体（IEC/TC47）

4.4 ISO/IEC JTC3キックオフまでのタイムライン

今後想定されるタイムラインを図2に示す。タイムラインには筆者の想定も含まれている点にご留意いただきたい。

JTC3のキックオフ会合に向けた準備として各国からのエキスパート登録や議長の任命等が2024年1月以降に行われる見込みである。キックオフ会合の具体的な時期については幹事国の判断によるところがあり、現状では情報を得ることができていないが、JTC3に適用されることになるIECの規則や準備しなければならない事項を考えると、早くても2024年6月ごろになると想定している。

日本は投票権を有して積極的に標準化に参画するPメンバーとして届け出済みである。今後、国内審議団体を設置



■ 図2. 今後想定されるタイムライン

し、JTC3に参加する日本代表団の団長とエキスパートを決定していく必要がある。また、キックオフ会合までの間にJTC3配下のWG等の体制やスコープ決め等の議論が幹事国を中心に進められると想定されるため、日本としてこの時期にしっかりと対応することが、今後、標準化活動を行っていく上での効果を高めるために重要である。

なお、SEG14は、JTC3のキックオフ会合後の遠くない時期に解散される見込みである。

5. Q-STAR

本章では、筆者のSEG14での活動に深く関わっていただいているQ-STARについて紹介する。

一般社団法人量子技術による新産業創出協議会(Q-STAR)は、量子関連の産業・ビジネスの創出を目的とする団体であり、2023年11月時点で87会員を擁する。2023年5月にG7仙台科学技術大臣会合 公式サイドイベント ハイレベル会合を東北大学と共催し^[6]、海外の量子団体との交流・連携を積極的に行う等、日本を代表する量子団体である。筆者は、標準化連携/提案WGの一員であり、経済産業省の委託事業として、経済産業省と一般財団法人日本規格協会 (JSA)より支援を受けてIEC/SEG14での活動に従事してきた。

6. おわりに

2023年は64量子ビットの超伝導方式による国産の量子コンピューターが公開され、インターネットを介して量子コンピューターの利用が可能なクラウドサービスが開始される

というブレイクスルーを実現した年になった。一方で、社会実装可能な量子コンピューターには100万量子ビット級の集積化が必要との見解がある中、量子コンピューターのハードウェアとして様々な方式の研究が行われている。この状況において、量子技術分野の中でも特に量子コンピューティングの標準化が本格的に始まっていない状況はやむを得ないところがある。

一方でJTC3を舞台として、今後、量子技術分野における標準化の動きが加速していくと想定される。各国が国家戦略を背景として標準化に積極的に動く中、本稿をきっかけとしてJTC3の活動に目を向けていただける方が増えたとしたら嬉しい限りである。

引用文献・参考資料

- [1] 内閣府. 量子未来産業創出戦略 https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/230414_mirai.pdf
- [2] 富士通. プレスリリース <https://pr.fujitsu.com/jp/news/2023/03/24.html>
- [3] 富士通. プレスリリース <https://pr.fujitsu.com/jp/news/2023/12/20.html>
- [4] IEC. ホワイトペーパー “Quantum information technology” <https://www.iec.ch/basecamp/quantum-information-technology>
- [5] ISO/IEC JTC3. https://www.iec.ch/ords/f?p=103:7:5:09486701104122:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:49854,25
- [6] Q-STAR. プレスリリース <https://qstar.jp/news/release-20230514>