

今からでも遅くない！

各産業のゲームチェンジャーとなりえる

量子技術の導入・R&D 投資は

最新萌芽技術の選択が決め手

（全 8 回）

～世界の研究開発動向と有望技術解説～

第 4 回 量子センサーのこれまでとこれからのプレイヤー

2020 年 8 月 7 日

第4回 量子センサーのこれまでとこれからのプレイヤー

< 目次 >

- 量子センシング・量子センサーによる微小量計測の技術動向と活用
 - 世界の量子センシング技術研究開発動向
 - ー技術領域別グラント額（推計）の年推移
 - ー技術領域別グラント額（推計）の年推移
 - ー量子センシング・量子センサー全体のグラント資金流入額機関 世界上位5大学
 - ー日本国内のグラント資金流入額上位5研究
 - 量子センシング・量子センサー技術分野別研究開発動向
 - (1) スピン量子計測技術
 - (2) 光量子計測技術
 - (3) 量子計測基盤技術
 - 出願済み特許に見る各国の技術動向
-

量子センシング・量子センサーによる微小量計測の技術動向と活用

量子コンピュータや量子通信での要素技術である、「量子の重ね合わせ」や「もつれ」をセンシングする量子センシング（quantum sensing）や、量子が外界からのノイズの影響を受けて変化することを計測して周囲の環境やその変化のセンサーとして活用する量子センサー（quantum sensor）などが、量子技術の派生技術として確立されつつあります。計測・センサー技術はICT化が進む現在の社会の重要な要素技術であり、量子自体が外界からのノイズに作用されやすいという不安定性を逆に活用した技術で、精密計測や精密イメージングなど広く活用が見込まれ、量子コンピュータよりも早い実用化が期待されています。

この領域で対象とする量子は、もともと量子コンピュータで用いられてきたスピン量子や、量子通信で用いられる光量子のもつれの特性を制御・操作・観測する量子要素技術と、そのセンシングする対象の量子が周囲環境の変化に影響を受けた結果を観測することで周囲環境をセンシングする、センサー技術が領域の構成です。量子状態は例えば小さな重力場や加速度の変化により、その量子状態が変化したり、光量子のもつれ状態が様々な媒体を通過する過程で変化します。これを計測することで、地磁気や生体の微小磁気

を解析や、地球やその他惑星や太陽からの重力場の変化を解析して位置情報や姿勢情報を得るセンサーや、火山や地震などの地球の活動や、生命の活動に対する知見を得ることが可能となります。また、光量子である単一光子の生成とその検出技術を応用することで、光を波としてではなく量子として利用し、物質との相互作用によるもつれの変化を解析することで、光では達成できない高精細のイメージング技術に応用できる可能性があります。

これらの量子を生成するための冷却原子を生成する高強度レーザー技術や、原子干渉計技術、光量子を観測する量子干渉計技術、さらに極低温の超電導回路ではなく、より高温あるいは常温でのスピン量子生成と制御のためのシステムとして、センサー用途に開発を進める、ダイヤモンドの結晶欠陥やスピントロニクス材料中の単一スピン量子などは、量子派生ではなく量子センサー技術として独立した技術領域を形成しつつあります。ダイヤモンドの窒素-空孔欠陥（N-V センタ）は室温での長時間（マイクロ秒オーダー）でスピン量子を生成し観測することが可能となっており、生体などの磁場を細胞・分子レベルで計測する検討が進められ、生命活動を理解するためのセンサーとして、細胞レベルでの生命活動の理解が進むとともに、脳内の異常やがん細胞の検出などの医療センシング用途へと発展する可能性があります。原子冷却や光量子生成に必要な単一光子生成光源や、極短（フェムト秒・アト秒）パルスレーザーなどの光源の開発も、量子センシング技術を深化させる点で重要であり、大きな研究投資が動いています。

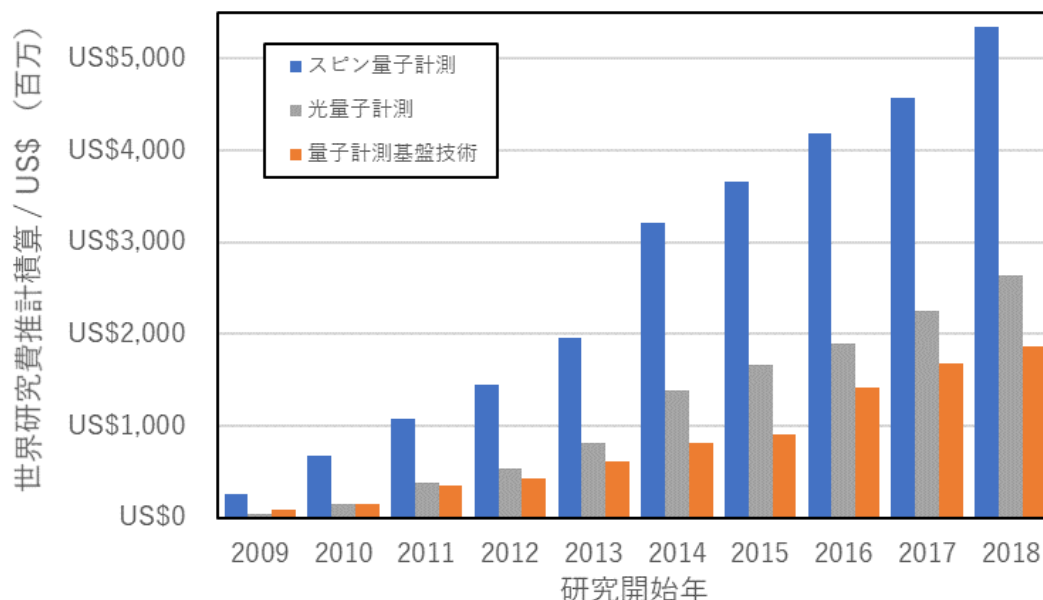
世界の量子センシング・量子センサー技術研究開発動向

量子技術はコンピュータやネットワーク技術では解決すべき課題は多いものの、この量子センシング・量子センサー技術は最も実用化に近い技術と考えられています。例えば最近では、2018年に米国のAO SenseとNASAの合同チームは世界で初めての量子技術を用いた小型重力センサーを発表し、宇宙衛星用途への開発を推進しており、ドイツ米国を中心に精密な重力場検出機器を姿勢・位置制御用のセンサーとして実用化する動きが近年目覚ましく、直近5年以内での実用化が見込まれます。小型化には着手したところですが測定原理的には既に確立されており、現状ではコストに見合ったロケット/航空用途から始まり中長期的には小型化とコスト低減による精密なGPSの代わりを担うデバイスとして自動車やドローンや地下・海底・水中探査機として展開していくものと考えられます。

世界の量子センシング・量子センサーに関連する研究投資（グラント）は、2009年以降の積算値で順調に伸びており、特にスピントロニクスを含むスピン量子を用いた計測技術が早くから立ち上がっており、一方で光量子

技術はこれまで量子通信等の用途が限定していたために投資としては比較して少ないと考えられますが、最近では通信以外にも光の分解能を大きく超えるイメージング用途を中心に量子もつれを用いたセンシング用途での応用が期待され、研究開発投資が増えてきています。一方、超短パルスのレーザー技術や冷却原子を活用した量子状態の観測や制御の研究は量子技術全体を支える基盤技術として着実に投資が増えてきています。特に英国を中心とした実用研究への投資がセンサー領域は増えてきており、光のもつれの検出技術を用いた従来の光学顕微鏡の精度を飛躍的に向上できるイメージング技術や、スピン量子による磁場の検出や、冷却原子による重力場の検出センサーとしての活用が見込まれ、地磁気や人体における磁場あるいは、重力場の変化を検知による地殻変動などの地震や地盤崩落の予兆を検知できるセンサーとして防災や医療への活用も積極的に開発が進められていきます。日本でもこの領域における開発は進んでおり、特に高精度光格子時計の技術は世界をリードしており、これを用いた重力場の検出などの量子センサーへの応用は、重点的な研究開発投資を受けて開発が進行しています。日本が強いハードウェアや材料開発だけでなく、応用領域である生体や地学用途への用途開発にも長けた人材育成や企業の積極的な参入と産学の協業がより増えることが課題であり、応用領域の広いこの領域では特に重要です。

技術領域別グラント額（推計）の年推移
（2009-2018：USD 換算で 2009 年からの積算値推計）



技術領域別世界研究費推計ランキング
:US\$ 18.6Bil (2009-2018 年積算推計)

順位	国	量子センシング・ 量子センサー 全体 (Mil-US\$)	スピン量子計測 (Mil-US\$)	光量子計測 (Mil-US\$)	量子計測基盤技術 (Mil-US\$)
1	米国	2100	860	400	500
2	中国	1500	730	300	180
3	英国	1300	890	540	100
4	日本	560	150	150	340
5	スイス	260	80	50	40

スピン量子と光量子の幅広いセンサー用途開発と量子センシング基盤技術の
深化の両面が技術領域のキー

世界の研究資金（グラント）において、量子センシング・センサー全体
4500 テーマでは、量子コンピュータ同様英国が研究センターを主要大学に
設置して包括的な量子技術研究を行い応用展開までを見据えた産学連携のため
の研究ハブを設置し、上位研究費テーマに並んでいます。特にセンサーや
イメージングに特化した研究センターをバーミンガム大、グラスゴー大に設
置し、10 年以上を見据えた研究ソサイエティの形成が行われています。一
方、米国でも基礎研究・応用研究含め幅広い投資が、この量子センシング・
センサー領域においてもバランスよく進められています。中国でも量子技術
の開発中心である中国科学技術大の他、上海科学技術大などで基礎から応用
にかけての研究投資がなされています。

一方、日本の研究 250 テーマを対象にした科研費の上位は、量子センシ
ングによる量子のふるまいやダイナミクス理解による量子制御に向けた基盤
研究が多く、日本の世界をリードする光格子時計やセンサー用途のダイヤモ
ンド材料に関するセンシング技術、さらには量子状態を観測するための超短
パルスレーザーを利用した研究が多くを占め、これらが日本の量子基盤技術
の強みになっています。一方で、具体的なセンサー用途に特化した研究は少
ない状況であり、諸外国に比べて生体用途など異分野を含めた幅広い応用
にアプローチする研究への研究開発投資は少なく、この点は具体的な用途展
開案と市場をもつ企業との共同研究がより促進される研究体制の整備が重要
と考えられます。

量子センシング・量子センサー全体のグラント資金流入額機関
世界上位 5 大学（グローバル（4500 研究テーマ））

順位	研究課題	代表研究者
1	Structure and Dynamics of Atoms, Ions, and Molecules (2020-2022)	Esry, Brett (Kansas State University (US))
	もともと加速器を用いたイオン・原子・イオン-分子衝突の研究に根ざしていたが、研究の焦点を原子や分子と高強度の超高速レーザーパルスの相互作用に変え、アト秒・フェムト秒の超高速パルスレーザー研究による、化学系のダイナミクスを高忠実に解析する手段を提供し、量子力学レベルで物質中の電子、原子核、エネルギーを制御の研究のための光源を提供する共同研究設備を設置。	
2	UK Quantum Technology Hub: NQIT - Networked Quantum Information Technologies (2014-2020)	Ian Alexander Walmsley (UNIVERSITY OF OXFORD (GB))
	英国の量子技術ハブの一つで量子情報技術に関連する一連の研究を推進。微小なシリカチップの内部でフォトリック干渉を制御するデバイスを提案し、その他の技術と組み合わせて量子通信以外にも超高感度の医療・軍用センサーから高解像度の画像処理システムまで多岐にわたる応用技術開発を推進	
3	UK Quantum Technology Hub for Sensors and Metrology (2014-2019)	Kai Bongs (UNIVERSITY OF BIRMINGHAM (GB))
	量子センサーおよび量子計測に特化した国際的にリードための英国の研究ハブを構築。スキャナーに統合されたレーザーシステム、コンパクトな量子技術用途レーザー、新しい原子/イオンチップ、内蔵型真空技術、新規材料による高度な製造技術を含め、量子センサデバイスの要素技術において世界をリードする技術を開発目標とする。量子センサー技術のサプライチェーンを構築するための産学での業界の連携を積極的に行うハブとして機能させる	
4	UK Quantum Technology Hub in Quantum Enhanced Imaging (2014-2020)	Miles Padgett (University of Glasgow (GB))
	量子イメージングに特化した国際的にリードための英国の研究ハブを構築。最小限の、または赤外線のための照明によるイメージングや、遮蔽場所の透視、新規の波長でのイメージング、高感度重力場イメージング、量子光によるマイクロ・ナノイメージングなどを研究開発し、防衛、セキュリティ、輸送、エネルギー、航空宇宙、医療/ライフサイエンスへ広く用途展開を行う。	
5	University of Oxford - Equipment Account (2011-2021)	Ian Alexander Walmsley (UNIVERSITY OF OXFORD (GB))
	原子（または静的キュービット）と光（または飛行キュービット）間の相互作用が、キャビティを形成するミラー間に光をトラップするキャビティ QED システムの可能性を探る研究を推進し、原子/キュービットと光の間のエネルギー/情報の交換を、高レートで観察することを目的とする。電子チップ表面のマイクロ波光子またはフォノンとチップ上静的キュービットの結合により実現する	

量子センシング・センサーの日本国内のグラント資金流入額上位研究
（科研費：2009-2020 年（510 研究テーマ））

順位	研究課題	代表研究者
1	サブサイクル時間分解走査トンネル顕微鏡法の開発と応用 (2017-2022)	重川 秀実（筑波大学）
	プロジェクトは、CEP の直接制御他、量子光学の最先端技術を走査トンネル顕微鏡 (STM) と組み合わせ、サブサイクル (電場一周期) の時間分解能と STM の空間分解能を併せ持つ新たな極限計測法を開発し、新たな科学領域の開拓を試みる	
2	超高精度光格子時計による新たな工学・基礎物理学的応用の開拓 (2016-2021)	香取 秀俊（東京大学）
	「光格子時計」の基礎物理の解明と深化を行うと共に、その工学的および基礎物理学的な応用に向けた実証を目的に① 光格子時計の更なる高精度化、② 高精度な原子時計を新規な量子センサーなど新たな工学的応用の開拓するための可搬型光格子時計の開発、③ 高精度な周波数計測は基礎物理学への展開④ 光格子時計の魔法周波数トラップの新しい応用探索について推進	

3	対称性に基づいた新奇なトポロジカル相の探求 (2015-2020)	佐藤 宇史 (東北大学)
	(1) トポロジカル量子相転移の解明、(2)ディラック・ワイル半金属相の実現、(3) 表面・界面のディラック電子制御による新奇物性発現、(4)トポロジカル超伝導体の開発と検証、(5)エッジ流・奇周波数電子対・マヨラナ準粒子の検証を中心として、新規なトポロジカル相の研究を推進し、ダイヤモンドを用いた局所磁化測定の見測手法などのスピン分解光電子分光装置のスピン検出効率向上技術を開発	
4	光学的スピン変換 (2014-2019)	大岩 顕 (大阪大学)
	様々なスピン系での光スピン変換の包括的な理解を目指して多角的な研究を推進。全光型磁化反転における角運動量移行過程の寄与や、反強磁性体で逆磁気光学効果を解明し、時空間分解測定から光誘起マグノンの分散関係を導出する新手法や、偏光依存マグノンモードの見測やテラヘルツ発生など光スピン変換の新技術を開発	
5	フォトンハイブリッド量子科学の研究 (2015-2020)	平川 一彦 (東京大学)
	固体とフォトンのコヒーレントな相互作用の制御を通して、量子技術の基礎を確立する研究を推進。ダイヤモンド中の NV 中心のスピンにおける電氣的制御技術の開発と量子状態の制御の研究により、量子状態制御では、NV 中心の電子スピンと電磁波の量子ハイブリッド状態を用いて、電子スピンのスピンコヒーレンス時間が 2 桁以上向上することを実験的に実証し、磁気量子センサの感度の飛躍的向上を理論的に提案。	

量子センシング・量子センサー技術分野別研究開発動向

量子センシング・量子センサー技術領域の主要 3 領域である、(1)スピン量子計測技術、(2)光量子計測技術、(3)量子計測基盤技術についてのグローバルでの投資額上位の研究課題を示しています。既に、上記の研究センター・研究ハブの設置の中には、網羅的にこれらの課題を包括しているものが多く、上位としてリストアップされているものについては課題の内容は割愛していますが、これらから各領域における規模の大きな研究領域が把握できます。

(1)「スピン量子計測」 グラント資金流入上位 5 研究内容 (グローバル 1530 研究テーマ)

順位	研究課題	代表研究者
1	UK Quantum Technology Hub: NQIT - Networked Quantum Information Technologies (2014-2020)	Ian Alexander Walmsley (UNIVERSITY OF OXFORD (GB))
2	UK Quantum Technology Hub for Sensors and Metrology (2014-2019)	Kai Bongs (UNIVERSITY OF BIRMINGHAM (GB))
3	University of Sheffield - Equipment Account (2011-2021)	Richard Jones (University of Sheffield)
	異なる技術の III-V 族半導体材料 (GaAs, AlGaAs, InGaAs など) を使用して量子回路を開発することを提案。量子ビットとして III-V 材料の光学特性を利用して、量子ビットとして光子と電子スピンを使用し、III-V 半導体の大きな利点として、高度な製造能力を備えた既存のフォトリソ技術を活用し、回路のすべての要素を単一のマイクロチップ上に配置することを目指しセンサー用途においても開発を推進	
4	ARC Centre of Excellence for Engineered Quantum System (2010-2017)	Gerard Milburn (The University of Queensland)

	ARC (Australian Research Council) 量子測定と量子センサーを対象とした研究推進と人材育成を目的とする研究プログラムを設置。	
5	Spins and Heat in Nanoscale Electronic Systems (SHINES) (2018-2020)	Shi, Jing (University of California, Riverside)
	ヘテロ構造成長の原子レベルの制御と、反強磁性薄膜およびヘテロ構造におけるスピン電流効果、スピンダイナミクス、およびスピン-格子相互作用の基本的な理解に特に重点を置いたスピン制御の研究を推進。	

スピン量子計測に関連した世界全体での 1530 研究テーマにおいては、スピン量子を生成する系として超電導回路以外にも半導体量子ドットなどの量子のデバイス実装が可能な系の提案を目指す研究や、新規の磁性材料などにおける量子状態の観測と制御技術の確立に関する研究が多く、日本が従来から先進的な技術を持つ磁性材料や超電導材料技術、さらには半導体デバイス技術を活用が期待でき、これまでの材料・半導体関連のプレイヤーが貢献できる領域と考えられます。

(2)「光量子計測技術」 グラント資金流入上位 5 研究内容 (グローバル 560 研究テーマ)

順位	研究課題	代表研究者
1	UK Quantum Technology Hub: NQIT - Networked Quantum Information Technologies (2014-2019)	Ian Alexander Walmsley (UNIVERSITY OF OXFORD (GB))
2	UK Quantum Technology Hub in Quantum Enhanced Imaging (2014-2020)	Miles Padgett (University of Glasgow (GB))
3	University of Oxford - Equipment Account (2011-2021)	Ian Alexander Walmsley (UNIVERSITY OF OXFORD (GB))
4	Center for Excitonics – EFRC (2014-2019)	Baldo, Marc (Massachusetts Institute of Technology (US))
	センターは、超短波長赤外における単一量子ドットの特性化のための超伝導ナノワイヤー単一光子検出器、および正確なためのからみあった光量子による二次元分光法などのユニークな実験ツールの構築および開発に重点を置き共同で理論的および実験的研究を実施。	
5	UK National Quantum Technology Hub in Sensing and Timing (2012-2016)	Kai Bongs (UNIVERSITY OF BIRMINGHAM (GB))
	量子技術を基に 7 つの大学が協力して、英国での経済的および社会的影響を与える応用実現を目指した研究センターの一つで、量子センシング技術に特化した重力センサ等の応用開発を推進。	

光量子計測技術においては、光量子のもつれを用いたイメージングやセンサーの開発および、セキュリティや医療や新規材料開発への利用が注目され投資が進んでいます。世界でも 560 テーマでありこの数年で研究が増えている領域ですが、光学的なイメージング・センシングは日本がもともと保有する強い技術のため、日本のオプティクス・イメージングデバイス技術を保有するプレイヤーが主要プレイヤーになりうる可能性を十分に秘めた領域で、積極的な企業からの研究投資と用途開発により技術の急速な進歩と実用化が期待されます。

(3)「量子計測基盤技術」 グラント資金流入上位 5 研究内容
(グローバル 620 研究テーマ)

順位	研究課題	代表研究者
1	Structure and Dynamics of Atoms, Ions, and Molecules (2020-2022)	Esry, Brett (Kansas State University (US))
2	Center for Ultracold Atoms (2011-2016)	Wolfgang Ketterle (Massachusetts Institute of Technology (US))
	多くの強相関システムの性質、ダイナミクス、および複雑な量子システムに対する量子制御の基本的および実用的な限界を理解し制御するための冷却原子を利用した量子状態の観測と制御の研究を推進	
3	Institute for Quantum Information and Matter (IQIM) (2011-2016)	John Preskill (California Institute of Technology (US))
	IQIM は、量子情報科学の洞察と分析ツールを用いて、物質のエキゾチックな量子状態の観測と特性化を行い、量子物理の本質的な問題を明らかにする。最終的に、エキゾチックな量子システムを制御するための量子材料設計と活用する方法を含む、新しい量子技術を提案する。	
4	Attosecond Electron Dynamics in Molecular and Condensed Phase Systems (2011-2017)	Jonathan Marangos (Imperial College London (GB))
	分子および凝縮相物質のダイナミクスを 100 アト秒の時間およびナノメートルの空間分解能で観察およびモデル化する研究を推進。現状の大きな分子と凝縮物質測定での最先端技術を 2 桁超える大きなブレークスルーを目指す	
5	QSUM: Quantum Science with Ultracold Molecules	Simon Lee Cornish (Durham University (GB))
	量子のもつれの原理と制御について最先端の理論と密接にリンクした一連の相互接続された実験を通じて明確化を推進。孤立した分子を用いて、単一分子の制御と単一光子への結合を開発し、相互作用する分子の小さなアレイを用いて、単純な形状における相互作用ともつれを制御し、2 次元と 3 次元の格子を用いて、強く相互作用する多粒子系の複雑な挙動を理解。	

量子計測基盤技術は、量子自体を計測するための基盤的な技術領域であり、高度な計測機器・装置を要する大規模設備が必要な基礎研究領域です。したがって、大規模な研究投資を基礎研究に対して行っている米国での投資が優位にあります。また、基礎研究に対しては日本も多くの研究予算を充当してきた背景があり、世界で 620 研究テーマではありますが、引き続き定常的な投資により人材育成と量子技術のさらなる研鑽が必要です。また、基礎研究での共同研究に企業も参入することで、量子コンピュータ・量子ネットワーク以外の用途として開拓される新奇の量子系の特性を早い段階から把握して自社技術化することで、用途開発を世界に先駆けて取り組むことができるため、企業とアカデミアの共同開発が重要な領域でもあります。比較的応用への障壁が低い量子センサーにおいては、基礎研究からの新規量子系の応用開発が直接出てくる可能性を英国などでは期待して産学連携体制の構築を加速しています。

出願済み特許に見る各国の技術動向

以下に「量子センシング・量子センサー全体」の特許出願動向について、関連特許 56 か国、WO、EP での出願特許、2792 件より集計した結果を、出

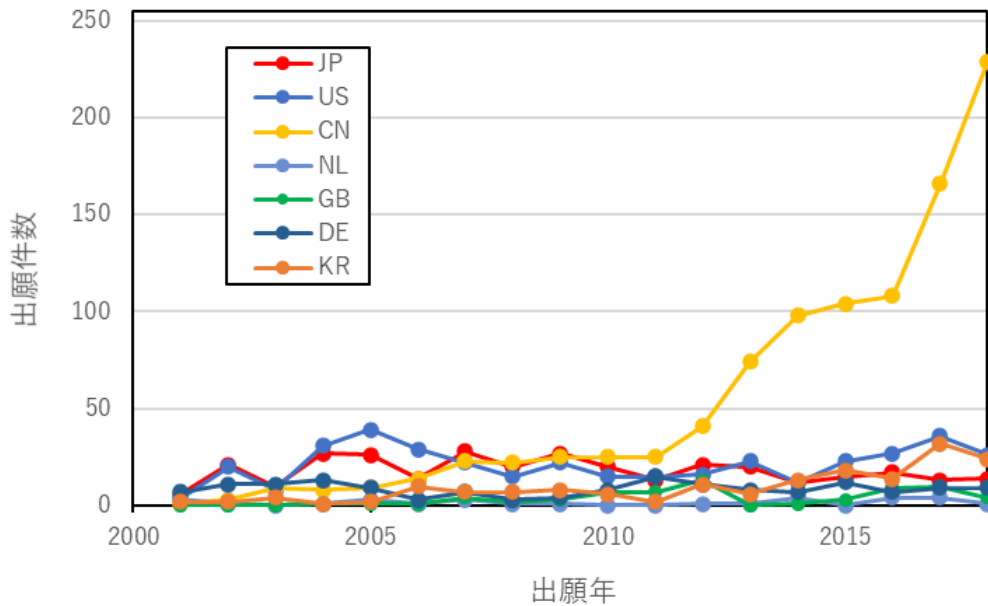
願数上位の国および機関（グローバル）について示しました。出願人・譲受人の国としては、中国からの出願が圧倒的に多い状況で、量子技術でのぎを削る米国、英国は比較して大きな優位性をとれていない状況です。また日本でも特に大手企業を中心に出願が先行していますが近年は減少傾向です。一方、近年では韓国からの出願が増加しており、米国からの出願と同程度の水準に達してきています。出願先の国としては、中国が圧倒的な中で米国も比較的多いですが、中国を含め国内出願と WO への出願が多いフェーズです。今後、具体的な市場が立ち上がる段階で、国際出願への移行が増えてくる可能性があります。自国ではない企業が出願する国際出願の件数としては、米国への場合が最も多く、中国への場合も拮抗しており、また同程度の WO への出願があります。一方で、日本からの出願は量子コンピュータ技術同様に、2010 年くらいまでは世界トップクラスの出願数でしたが、近年は韓国の出願が増える一方で、日本は年々減少傾向にあります。

世界の特許出願状況

（56 か国、WO、EP 公報（3687 件）対象出願年：2001-2020）

順位	出願人所 在国	件数	出願先	件数出願 (自国出願)
1	CN	1206	CN	1314 (1147)
2	US	418	US	424 (193)
3	JP	331	JP	257 (168)
4	KR	174	WO	246 (-)
5	DE	156	KR	167 (116)
6	GB	69	EP	124 (-)
7	CH	41	DE	74 (63)
8	FR	31	GB	48 (19)
9	NL	29	IN	33 (8)
10	CA	27	CA	22 (6)

世界の特許出願動向（譲受人国別/出願年：2001-2018）



特許件数としては、量子暗号技術などを手掛ける Magiq Technology が首位となっています。日本でも量子通信技術を中心に東芝、セイコーエプソン、NECなどの先行大手企業が上位に位置します。また、韓国の SK Telecom が、本領域における近年の韓国の躍進を牽引しています。また、センサー用途で最近注目される窒素空孔（N-V センタ）ダイヤモンド材料の技術は、ダイヤモンドを扱う最大手企業の DeBeers 参加の合成ダイヤモンド企業であり、特許の質・量ともに高い水準にあり、センサー用途のダイヤモンド材料を提供する次期有力プレイヤーとなる可能性が高いと言えます。

また、研究所や大学からの出願としては、韓国の躍進を研究側から牽引する韓国標準科学研究所が最も多く、次いで中国科学技術アカデミーが位置していますが、日本の産業技術総合研究所においても量子通信関連のセンシング技術やダイヤモンドを用いたセンサーなどの技術で出願数は多くの出願があります。米国の陸軍および海軍の研究所においても量子暗号や量子イメージング用途のセンサー技術が出願されています。大学個別として米国や中国の大学が上位にランクインしていますが、数としては少なく、まだまだ出願数としても日本が優位に立てる可能性が十分あるため、出願ポートフォリオ戦略を明確にしてある程度までの出願が、今後の本領域での主権を握るといっても重要と考えられます。

「量子センシング・量子センサー全体」特許出願上位
(JP/US/EP/WO 公報より集計)

順位	全体ランキング	件数	大学・研究所ランキング	件数
1	Magiq Technologies	37	Korea Research Institute of Standards and Science	16
2	Toshiba	31	Chinese Academy of Science	10
3	SK Telecom	24	産業技術総合研究所	9
4	Seiko Epson	23	United States Army	9
5	HP	23	Electronics and Telecommunications Research Institute (韓国)	7
6	NEC corp	22	United States Navy	6
7	Element six ltd.	19	Johns Hopkins University Univ. South China Normal	5

また、そのうちの主要出願である、日本、米国、欧州（EP）、WO（PCT）、での特許公報 1400 件を対象に、特許の被引用履歴に基づいたアスタミューゼ独自のスコアリングを行い、上位特許を保有する企業・大学・研究機関のランキングを示しました。この領域では Element Six が最上位スコアの特許を保有するとともに、対象特許の全てが 2011 年以降に出願のダイヤモンドセンサに関する特許であり本領域の中心プレイヤーとなる可能性が高いです。また、豪州のメルボルン大はダイヤモンドを用いた量子センサーを生体用途に適用する特許を 2010 年付近に出願しており、件数は少ないですが最有力特許を持つプレイヤーの一つです。また、Magiq Technologies 社は量子暗号に関わるセンサー技術を、Semiconductor Component Industry 社は少数ながら量子イメージングに関わる量子センサーアレイに関する有望な特許を保有しており、これらの量子センシング・量子センサー技術での先行するデバイス・材料領域で有望な特許を保有するプレイヤーが今後の中心的プレイヤーになる可能性が高いと考えられます。

量子センシング・量子センサーは、量子自体が周囲環境からの影響を受けやすいという、量子コンピュータや量子通信ではネガティブな性質を、周囲データをセンシングするという用途へ展開した技術になります。従って応用への技術的障壁は比較的 low、量子コンピュータの活用よりも先行して活用が広がると期待されています。また、現状は量子コンピュータや量子通信に用いられてきた量子技術を転用して、センサーとして活用する試みが多い状況ですが、今後この領域の基礎研究において出てくる様々な量子系は、必ずしも量子コンピュータに利用できなくても、ダイヤモンド材料やトポロジカル量子材料など、センサー用途には幅広く活用できる可能性が期待できます。このチャンスに日本が元々有する量子基盤技術の強みを生かし、また応用においてもオプ

ティクス、デバイス工学、スピン・磁性・超電導材料などの日本の企業が持つ技術の強みを生かすため、より多くの企業と大学の連携を通じ応用面でより突出した技術を生み出すべく、人と技術の交流を基にしたコミュニティを形成する積極的な研究開発投資を行うことで、世界をリードする基礎・応用技術を有する研究開発連合として台頭することが期待できる領域です。

（アスタミューゼ(株)テクノロジーインテリジェンス部 川口伸明、*米谷真人）

■アスタミューゼについて

世界の新事業、新製品/サービス、新技術/研究の情報に併せて 80 か国の特許情報などを、独自に定義した 136 の”成長領域”と SDGs に対応した今後人類が解決すべき 105 の”社会課題”で分類・分析。2 億件を超える世界最大のイノベーションキャピタル（イノベーションの源泉となる資産）のデータベースを構築、活用し、未来創造、社会課題解決のための新規事業提案や M&A のコンサルティング、先端企業/技術、専門人材の紹介、SaaS での情報/人材提供事業を行う。

<https://www.astamuse.co.jp/>

【ご注意】本資料は、アスタミューゼ株式会社（以下「アスタミューゼ」）が、世界各国の特許庁・および企業情報プロバイダーより提供されるデータによって編集したものです。本資料は、投資活動を勧誘又は誘引するものではなく、有価証券の「買い」または「売り」のオファーとして使用されてはならず、税金、投資又はその他のいかなる助言も提供するものではありません。本資料の情報は、一般的な信頼性があるものとされる情報源から得られた情報ですが、アスタミューゼもその情報提供者ならびに本資料を読者に提供する如何なる当事者も、本資料の正確性又は完全性について保証するものではなく、また、情報提供中のエラー・欠損又は通信の中断・遅延及び本資料の使用から生じる一切の結果について、なんらの表明や保証を行うものでもありません。