

# 국내외 양자기술 개발 추이

박세환 기술법인 엔팜 전문위원

## 1. 머리말

양자기술(Quantum Technology)의 발달로 향후 1~2년 내에 1,000 큐비트(qubit, quantum bit<sup>1</sup>) 이상 양자컴퓨터 하드웨어 시스템이 개발될 수 있을 것으로 예상된다. 3대 핵심기술(양자 컴퓨터, 양자통신, 양자 센서)의 활용은 생화학/금융/자동차/기후/물류/기계학습/인공지능/제약/에너지/항공/우주/교통/물류/제조/반도체/바이오/의료/국방/안보 등 매우 다양한 산업 분야에서 슈퍼컴퓨터로도 해결 못한 난제의 해결 가능성을 제시하고 있다.

양자기술을 효과적으로 구현하기 위해서는 큐비트의 단점으로 지적되고 있는 짧은 결맞음 시간, 높은 에러율 등을 조기에 해결할 수 있는 기술개발 전략이 필요하다. 미래 산업과 경제 전반에 획기적인 기술혁신을 기대하고 있다[1][2].

현재 여러 기업과 대학에서 전체 소프트웨어 스택 구조(양자 프로그래밍 언어/양자 컴파일러/양자 시뮬레이터 등)로 양자컴퓨팅 소프트웨어 연구개발을

진행하고 있다. 여기에는 다양한 양자 알고리즘을 좀 더 효과적으로 표현할 수 있는 양자 프로그래밍 언어, 그리고 양자 컴파일러가 가진 큐비트의 문제점을 해결할 수 있는 연구가 필요하다. 양자기술의 특장점과 활용 분야를 [그림 1]에 나타냈다.

2021년 4월 정부는 핵심 3대 양자기술을 구현하기 위해 '양자기술 연구개발 투자전략'을 확정했다.

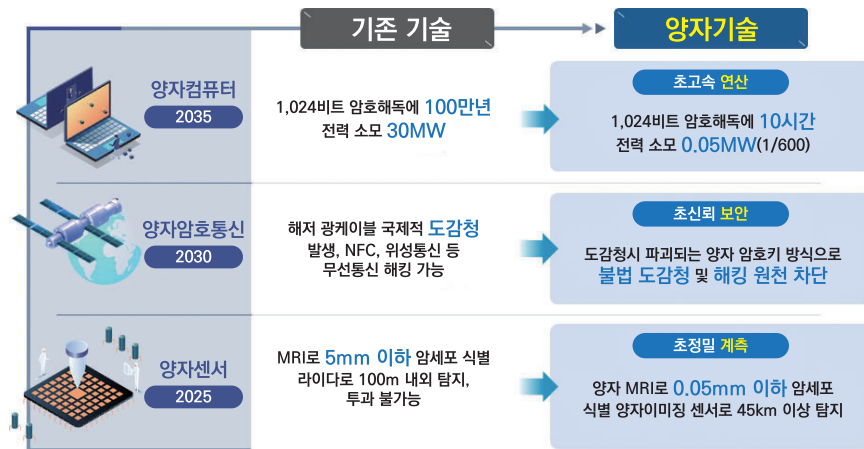
### 양자기술 연구개발 투자전략

- ① 양자기술의 3대 핵심(양자컴퓨팅/양자통신/양자 센서) 기술별 도전적 원천기술 개발 강화
- ② 2024년까지 50 큐비트급 한국형 양자컴퓨팅 시스템 조기 구축
- ③ 2030년까지 양자 핵심 연구인력을 현재 약 150명 수준에서 1,000명까지 확대
- ④ 주력산업 중심으로 민/관 파트너십 기반 문제해결 프로젝트 추진 등

## 2. 양자컴퓨팅 소프트웨어 플랫폼 개발 동향

최근 글로벌 양자컴퓨팅 소프트웨어 기술시장을 주도하고 있는 대표적 플랫폼에는 Forest, Qiskit, ProjectQ, Scaffold, XACC, t|ket>, OpenQML과 같

1 큐비트: 양자 컴퓨터로 계산할 때의 기본 단위. 일반 컴퓨터는 정보를 0과 1의 비트 단위로 처리하고 저장하는 반면, 양자 컴퓨터는 정보를 0과 1의 상태를 동시에 갖는 큐비트 단위로 처리하고 저장한다.



[그림 1] 양자기술의 특징점과 활용 분야. 출처: 미래 전략기술 확보를 위한 '양자기술(Quantum Technology) 연구개발투자전략' 수립(과학기술정보통신부 보도자료, 2021.04.30) 재구성.

은 컴파일러들이 포지셔닝 돼 있다[3][4][5]. 관련 특징을 <표 1>에 나타냈다.

<표 1> 글로벌 양자컴퓨팅 소프트웨어 플랫폼별 특징

플랫폼 명	플랫폼 특징
Forest	<ul style="list-style-type: none"> <li>어셈블리 언어(Quil)를 제공하고, 고급 언어(pyQuil)로 프로그래밍에 접근</li> <li>Aspen 128 큐비트 규모의 성능이 공개, 이 장치와 연동된 다수의 플랫폼 존재</li> <li>위상을 반영한 컴파일러를 제공하고 잡음 반영 모의시험을 진행</li> </ul> <p>&lt;R.S. Smith et al., "An open-source, industrial-strength optimizing compiler for quantum programs," Quantum Sci. Technol., vol.5, no.4, 2020, p.044001.&gt;</p>
Qiskit	<ul style="list-style-type: none"> <li>IBM QX(Quantum Experience) 양자 클라우드를 통해 171개국 10만 명 이상 사용자 확보</li> <li>2019년 기준, 530만 건 이상의 양자 디바이스 실험과 1,200만 건 이상의 가상시험을 수용</li> <li>중국과 기술우위 경쟁 중. Qiskit Aer상에서 50큐비트 이상의 모의시험이 진행됐음</li> </ul> <p>&lt;Y. Shi et al., "CertiQ: Mostly-automated verification of a realistic quantum compiler," arXiv preprint, CoRR, 2020, arXiv: 1908.08963v5.&gt;</p>

플랫폼 명	플랫폼 특징
ProjectQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>양자컴퓨팅 도구에서 임베디드 언어/시뮬레이터/에뮬레이터/자원 분석기/하드웨어 등의 백엔드를 고려했음</li> <li>&lt;D.S. Steiger et al., "ProjectQ: An open source software framework for quantum computing," Quantum, vol.2, 2018.&gt;</li> <li>2020년 대형 함수에 대해 공간 복잡성을 25% 수준으로 줄이는 방식을 적용해 보조 큐비트 레지스터 초기화 문제를 해결</li> <li>&lt;B. Bichsel et al., "Silq: A high-level quantum language with safe uncomputation and intuitive semantics," in Proc. ACM SIGPLAN Conf. Program. Lang. Des. Implementation, (London, UK), June 2020, pp.286-300.&gt;</li> </ul>
ScaffCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 프린스턴대학교에서 개발한 LLVM(Low Level Virtual Machine) 기반 확장형 컴파일과 분석 프레임워크</li> <li>양자 프로그램 정확도 검사와 데이터 흐름 추적 등 분석 단계에 중점을 두고 개발됐음</li> <li>&lt;A. JavadiAbhari et al., "ScaffCC: Scalable compilation and analysis of quantum programs," Parallel Comput., vol.45, 2015, pp.2-17.&gt;</li> <li>&lt;A.J. Abhari et al., "Scaffold: Quantum programming language," TR 934-12, Princeton University Nj Department of Computer Science, 2012.&gt;</li> <li>수 조(trillion)개 수준의 명령이 포함된 프로그램까지 처리하도록 설계. 덕분에 확장성이 좋은 참조 사례로 등극</li> </ul>
XACC	<ul style="list-style-type: none"> <li>미국 에너지부의 지원으로 오크리지 국립연구소에서 개발한 시스템</li> <li>양자-고전 컴퓨팅 작업을 호스트 CPU에서 연결된 양자 가속기로 보내어 계산하고 요청한 시스템으로 다시 보내는 방식의 양자-고전 상호작용을 최적화하도록 적용</li> <li>&lt;A.J. McCaskey et al., "XACC: A system-level software infrastructure for heterogeneous quantum-classical computing," Quantum Sci. Technol. vol.5, no.2, 2020, p.024002.&gt;</li> <li>XACC에 정의된 가속기/명령어/IR 변환/컴파일러/알고리즘 등에 대해 서비스 인터페이스를 제공하는 SOA(Service-Oriented Architecture)를 통해 모듈 확장성을 제공</li> <li>&lt;T.M. Mintz et al., "QCOR: A language extension specification for the heterogeneous quantum-classical model of computation," arXiv preprint, CoRR, 2019, arXiv:1909.02457.&gt;</li> </ul>
t ket>	<ul style="list-style-type: none"> <li>영국 캠브리지 양자센터의 LLVM 유형을 따라 구현되어 양자 언어에 구애되지 않고 다양한 하드웨어에 맞춘 교차 컴파일러 역할을 할 수 있는 플랫폼</li> <li>&lt;S. Sivarajah et al., "t ket&gt;: A retargetable compiler for NISQ devices," Quantum Sci. Technol., vol.6, no.1, 2020.&gt;</li> <li>Qiskit/Cirq/PyQuil/ProjectQ/PyZX 등 다양한 기존 플랫폼과 연동돼 성능 자료를 포함한 좋은 사례임</li> </ul>
OpenQL	<ul style="list-style-type: none"> <li>네덜란드 큐테크(QuTech)와 델프트 공대에서 구현한 상위 수준의 양자 프로그래밍 프레임워크. 두 큐비트 기술에서 동일한 고수준 알고리즘을 실행</li> <li>2021년 QBeeX에서 슈퍼컴퓨터(QBeeSim) 기반 모의시뮬로 유전체 염기서열 분석과 금융 분야에서의 효과적인 양자 알고리즘 개발에 기여</li> <li>&lt;K. Bertels et al., "Quantum computing—from NISQ to PISQ," IEEE Micro, vol.41, no.5, 2021.&gt;</li> </ul>

\* 1) NISQ: 잡음이 있는 중규모 양자컴퓨팅. 약 50~수백 큐비트를 포함하지만 내결함성에 도달할 만큼 충분히 진보되지 않았고, 양자 우위로부터 지속 가능한 이익을 얻을 만큼 충분히 크지 않은 양자 프로세서 수준을 이룸

2) LLVM(Low Level Virtual Machine): 컴파일러의 기본 구조로 컴파일, 링크, 실행 상황에서 언어에 상관없이 최적화를 쉽게 구현할 수 있도록 제공됨

3) XACC: eXtreme-scale Accelerator Programming Framework

4) Hoare Triple: 프로그램의 정확성 추론을 위한 논리형식 중 코드 실행이 계산 상태를 변경하는 방법을 설명함: 사전 조건 P, 일련의 프로그램 문장 S, 사후 조건 Q로 구성되며, {P}S(Q) 의미는 S가 실행되기 전에 P가 참이고, S의 실행이 종료되면, 사후에 Q가 참임을 나타냄

\* 자료 : 조은영 외, "양자컴퓨팅 소프트웨어 최신 기술 동향", 전자통신동향분석 제36권 제6호, 한국전자통신연구원, 2021.12-재규공.

### 3. 국내 양자컴퓨팅 기술개발 추이

국내 양자컴퓨팅 기술개발은 2022년 6월경부터 정부 주도로 연·학·산이 협력하는 방식으로 본격화됐다<sup>2</sup>. 정부 주도로 진행되고 있는 양자 기술개발 주요 프로세스를 2022년 6월 초부터 2023년 3월 초까지 시계열적으로 요약하면 <표 2>와 같다.

### 4. 맺음말

양자기술은 기존 기술의 한계를 뛰어넘는 초고속 연산(양자컴퓨팅), 초신뢰 보안(양자통신), 초정밀계측(양자 센서)을 가능하게 하는 획기적인 혁신기술로서, 반도체를 포함한 미래 전 산업 분야의 혁신을 주도할 게임 체인저(Game changer)로 인식되고 있다 [1][2].

2 정부-과학기술정보통신부, 연-한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터, 학-성균관대학교 양자정보연구지원센터, 산-다양한 산업체 등

양자컴퓨팅 기술은 현재 디지털컴퓨터보다 30조 어 고신뢰성을 갖는 정보보안을 가능하게 할 것이다.  
 3. 양자통신 기술은 해킹을 원천적으로 차단할 수 있 2017년 중국이 세계 최초로 1,200km 거리 양자통신 실험에 성공했는데, 이는 상용화에 가장 근접한

<표 2> 국내 양자컴퓨팅 기술개발 주요 프로세스(2022.6월 초~2023.3월 초)

<p><b>■ 2022.6.2 과기정통부 '양자컴퓨팅 활용 기업연합' 참여기업 모집</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 양자컴퓨팅 기술을 국가 필수 전략기술로 선정, 집중 육성</li> <li>· 양자컴퓨팅 조기 상용화를 위한 활용생태계를 조성하고자 함 (HW 개발, 응용분야 발굴, 솔루션 개발 및 사용자 확보 등)</li> <li>· 양자컴퓨팅 기술의 산업체 활용을 통해 신 서비스산업 창출 기반 마련</li> <li>· '양자컴퓨팅 활용 기업연합' 구성·운영 계획(안) 요약                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 정의: 추진 배경 및 목적, 주요 기능 및 역할, 구성·운영 방향 등</li> <li>· 운영사무국(한국전자통신연구원) 설치, 활동비(연 2억 원 내) 지원 등</li> <li>· 추진일정(안)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기업연합 회원사 모집(1차, 발족식 참여기업) : ~2022.6.7</li> <li>- 기업연합 발족식(참여의향서 서명) : 2022.6.9</li> <li>- 기업연합 총회(운영방향 등 논의) : 2022.6월 5주차(양자주간)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<p><b>■ 2022.6.9 '양자기술 선도국가 대도약 비전 선포식 개최(한국표준과학연구원)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 양자컴퓨팅 활용 기업연합의 발족 서명식(임원급 참가자 서명) 개최</li> <li>· 국내 산학연 협력방안 간담회</li> <li>· '양자기술 선도국가 대도약 비전 선포식 개최(안)-요약</li> </ul>
<p><b>■ 2022.6.22 '양자컴퓨터 활용 기업연합' 창립총회 개최</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 서울 JW메리어트호텔</li> <li>· 2022 양자정보주간 개시년도 선포</li> <li>· 국내외 양자정보 분야 글로벌 기업 소개 등</li> <li>· 양자정보주간 관련 웹 사이트(www.qweek.kr)</li> </ul>
<p><b>■ 2022.7.19 양자컴퓨팅 산업 선도 기업연합 이사회 모집 (한국과학기술정보연구원 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 협약식(2022.6.9), 양자주간(2022.6.27) 등을 통한 관심 기업 대상</li> </ul>
<p><b>■ 2022.7.22 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 이사회 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 양자컴퓨팅 산업생태계 조성을 위한 이사회 구성</li> <li>· 2022년 9월 창립 예정인 양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합의 역할</li> <li>· 내용                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 양자컴퓨팅 활용 유용사례 및 비즈니스 모델 발굴</li> <li>· 양자컴퓨팅 사업화와 활용활성화를 위한 제도개선사항 발굴</li> <li>- 일정: 2022.8월 1주 이사회 확정, 2022. 8월 2주 1차 창립이사회</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>■ 2022.8.2 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 이사회 선정 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 이사회 예정 정원을 초과해 이사회 선정 투표 진행</li> </ul>
<p><b>■ 2022.8.5 양자정보과학기술분야 국내 전문인력 전수조사 참여 요청 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 참여기업의 양자정보 분야의 전문인력 현황 공유</li> </ul>
<p><b>■ 2022.8.11 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 이사회 선정 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p>
<p><b>■ 2022.9.21일 [양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합] 회원모집 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 이사회 및 일반기업으로 재참여 요청</li> </ul>
<p><b>■ 2022.10.19 [양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합] 창립총회 안내 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2022.11.8 한국과학기술회관</li> <li>· 양자컴퓨팅 생태계 발전을 위한 적극적인 참여 권고</li> </ul>

3. 2,048bit RSA 공개키 암호를 푸는 데 슈퍼컴퓨터는 100만 년 이상, 최고 수준 양자컴퓨터는 1초 소요<미래 전략기술 확보를 위한 '양자기술(Quantum Technology) 연구개발 투자전략'수립(과학기술정보통신부 보도자료, 2021.04.30)>

<p>■ 2022.11.6 '제2차 K-퀀텀스퀘어미팅(2022.11.29)' 초대 (성균관대학교 양자정보연구지원센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 과기정통부 주최, 한국연구재단 및 양자정보연구지원센터 주관</li> <li>· 국내 양자기술 관련 산-학-연-관 교류·소통 및 커뮤니티 활성화 목적</li> </ul>
<p>■ 2023.1.3 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 러시아 수출입 현황 요청 (양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합 사무국)</p>
<p>■ 2023.1.27 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 국가전략기술산업 분야 지원 강화를 위한 정책금융 자금 요청 수요조사(양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합)</p>
<p>■ 2023.1.13 양자컴퓨팅 기술개발 참여의향 조사(양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합) (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 예타사업의 참여의향서 관련, 기업의 관심과 의지를 보여주는 목적</li> <li>· 참여기업의 적극적인 검토 권고</li> </ul>
<p>■ 2023.2.16일 '양자과학기술 플래그십 프로젝트' 공청회 개최</p>
<p>■ 2023.2.24일 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 양자과학기술 규제 및 제도 개선 필요 사례조사(양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합 사무국)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 양자과학기술 연구 현장에 자율성과 창의성을 확대해 연구에 몰입할 수 있는 환경 조성</li> <li>· 양자과학기술 연구개발의 주요 규제 및 제도 개선 필요사례 조사를 통한 향후 제도개선 방안 도출</li> </ul>
<p>■ 2023.3.10일 '양자컴퓨팅 기반 양자 이득 도전연구' 사업설명회 (양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합 사무국)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 한국연구재단 : 2023년 4월 착수예정 '양자컴퓨팅 기반 양자이득 도전연구' 사업설명회 및 컨소시엄 구성을 위한 수요처-공급처 간 네트워킹 행사 개최</li> <li>· 과학기술정보통신부/한국연구재단, 한국과학기술정보연구원 주관</li> <li>· 주요 내용: 사업/RFP 설명, 수요처-공급처 기관별 발표 등</li> </ul>
<p>■ 2023.3.3 민간 협력사항 조사 요청 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 참여기업의 양자컴퓨팅 관련 현황 및 정부-기업 협력사항 제안 조사</li> <li>· 2023.3.7 단독방을 통해 의사소통</li> </ul>
<p>■ 2023.3.20 '양자컴퓨팅 산업 선도기업 연합' 양자이득 실증사업 관련 참고자료 공유 (한국과학기술정보연구원 국가슈퍼컴퓨팅본부 초고성능컴퓨팅정책센터)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· '양자컴퓨팅 기반 양자이득도전연구' 사업 관련 기업참여부담금 계산을 돕기 위한 파일 공유</li> </ul>
<p>■ 2023년 11월 KQCWare와 Hyperion사를 통해 진행 중인 QC Global Market Sizing 2023 Survey (한국양자산업협회/KQIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 해외 양자 과학기술 컨소시엄과 함께 후원, 국내 양자컴퓨팅 관련 시장현황 조사</li> <li>- 대상: 한국양자산업협회(KQIA) 회원사</li> <li>- 2023년 12월 초 'Participation request(Q2B실리콘밸리)'에서 발표 (발표제목 : QC Global Market Sizing 2023 Survey)</li> </ul>
<p>■ 2023년 11월 Q2B 협회 회원사 홍보자료 요청(한국양자산업협회/KQIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 'Q2B Silicon Vally'(2023.12.5.~7)에서 협회 회원사 대상 홍보 기회 제공</li> <li>※ Q2B Silicon Vally</li> <li>· 2017년부터 시작, 양자에 대한 최신 혁신을 논의하고 공급업체와 고객을 연결하는 기회 마련 (QC 기업/투자자/기업 사용자/학계/정부 대표자 등)</li> </ul>
<p>■ 2023.11월 'QED-C Plenary Meeting' 참석 희망자 조사(한국양자산업협회/KQIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 비회원의 경우 초청장을 통해 행사에 참여할 수 있음</li> <li>※ QED-C Plenary Meeting(미국 양자경제개발 컨소시엄)</li> <li>· 2023.12.14 미국 캘리포니아 팔로알토에서 개최</li> <li>· 미국의 양자산업 현황 등을 확인 할 수 있는 기회</li> </ul>
<p>■ 2024.1.10 '제3차 K-퀀텀스퀘어'미팅(과학기술정보통신부/한국연구재단)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· K-양자 생태계 소개, 2024년 정부 정책/사업 설명</li> <li>· K-양자컴퓨팅 성과 발표 등</li> </ul>
<p>■ 2024년 2월 한국전자통신연구원에서 양자 공정 인프라 구축 사업지원 수요조사</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 2024년도 정보통신-방송 연구개발 사업이 지원하는 양자 공정 인프라 구축 과제에 지원</li> <li>· 산학연 전문가에게 양자 소자 공정 서비스를 제공</li> </ul>
<p>■ 2024.2.20 '양자컴퓨팅 기반 양자이득 도전연구' 사업 설명회 및 수요처-공급처 간 네트워킹 행사 개최</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 주최/주관 : 과학기술정보통신부/한국연구재단, 한국과학기술정보연구원</li> </ul>
<p>■ 2024.2.27~3.8 국내 양자컴퓨팅 인프라 도입 및 활용 체계 구축전략 도출을 위한 양자컴퓨팅 서비스 이용 현황 조사(한국양자산업협회/KQIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대상/기간 : 양자컴퓨팅 기술 국내 산-학-연 연구자/2024.2.27~3.8</li> <li>· 내용 : 양자컴퓨팅 기술 활용 수준, QCaas서비스 이용 현황/애로 요인, 양자컴퓨팅 인프라 도입을 통한 서비스 이용 수요 등</li> <li>· 설문링크 <a href="https://surveybox.kr/?pid=S16961tnatpl&amp;gpid=rdn&amp;nd=">https://surveybox.kr/?pid=S16961tnatpl&amp;gpid=rdn&amp;nd=</a></li> </ul>

■ 2024.4.21~23일 2024년 한국양자정보학회 정기학술대회 및 정기총회 개최 (한국양자정보학회)

- 부산항국제전시컨벤션센터(BPEX)
- 정기총회, 기조 강연, 튜토리얼, 산업체 및 유관 기관 부스 전시, 초청/일반발표 등

■ 2024.6.25~28일 퀀텀코리아 2024 전시

- 킨텍스제2전시장
- 주최 : 과학기술정보통신부
- 주관 : 한국연구재단, 성균관대학교, 한국양자산업협회 등

※ 이후 프로세스 계속 진행 중

※ 위 내용은 필자가 소속 기업을 통해 참여하고 있는 2022년 6월 초 개시단계에서부터 2023년 3월 초까지의 양자컴퓨팅 기술개발 주요 프로세스임.


기술로 평가받고 있다<sup>4</sup>.

한편 양자 센서 기술은 미세한 자기장/온도/중력 변화까지 감지할 수 있는 초정밀 측정이 가능하다. 이를 바탕으로 반도체·배터리 설계 및 결합 분석과 같은 제조업 공정에도 큰 변화를 줄 것으로 예상된다. 특히 장거리/초정밀 측정은 군용전자 산업 분야에 매우 유용하게 활용될 것으로 전망된다[2].

한국의 양자기술 수준은 10년 이상 지속적인 투자를 통해 글로벌 양자기술을 선도하고 있는 미국 대비 약 81.3% 수준이다. 이는 국내 전체 ICT 중에서 최하위 수준에 머문다. 기타 ICT의 미국 대비 수준은 이동통신 97%, IoT 92.3%, 인공지능 87.4%, 양자기술 81.3%, ICT 평균 87.4%이다. 이에 더해 주요국

간 양자기술 상대수준을 비교해보면 최선도국인 유럽(100%) 대비 한국 81.3%, 미국 99%, 일본 90.4%, 중국 93.2%로 나타났다[6].

아울러 전용사업 기준 R&BD 투자 규모도 선도국 대비 크게 미흡한 실정이다[1]. 2019년 106억 원에서 2021년 326억 원으로 확대했으나, 여전히 부족하다.

이 때문에 우리는 양자컴퓨팅 소프트웨어 플랫폼 관련 글로벌 기술시장을 선도하고 있는, 플랫폼 소프트웨어의 개발 동향을 심층 분석할 필요가 있다. 이를 바탕으로 하드웨어 독립성, 프로그램 확장성, 재사용성, 최적화를 위한 자원 추정과 분석에 집중해야 한다. 

4 양자통신 기술은 도청 및 감청 시도가 있으면 정보 자체가 변해버려 해킹이 사실상 불가능하다. 한국과 양자통신 최선도국인 중국과의 기술 격차는 1.6년으로 평가된다. <1만년 걸릴 계산을 3분에... 큐이 양자 기술에 꽃힌 이유(조선일보, 2023.01.21)>

참고문헌

- [1] 미래 전략기술 확보를 위한 『양자기술(Quantum Technology) 연구개발 투자전략』수립(과학기술정보통신부 보도자료, 2021.04.30)
- [2] 1만년 걸릴 계산을 3분에... 큐이 양자 기술에 꽃힌 이유(조선일보, 2023.01.21) <<https://www.chosun.com/economy/science/2023/01/21/3TXBLZ4YRBEZ5AXNX627JAJNHA/>>
- [3] 조은영 외, “양자컴퓨팅 소프트웨어 최신 기술 동향”, 전자통신동향분석 제36권 제6호, 한국전자통신연구원, 2021.12.
- [4] R. LaRose, “Overview and comparison of gate level quantum software platforms,” Quantum, vol.3, 2019, p.130.
- [5] Open-Source Quantum Software Projects. <<https://github.com/qosf/awesome-quantum-software>>
- [6] 2021년 ICT 기술수준조사 및 기술경쟁력분석 보고서(정보통신기획평가원, 2021)