

융합

Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

양자(Quantum)기술 시장 및 정책동향

이아름 | 융합연구정책센터



Technology

Policy

Industry

양자(Quantum)기술 시장 및 정책동향

이아름 | 융합연구정책센터

01

선정배경

- 양자기술은 기존 ICT기술의 획기적인 변화를 가져올 뿐만 아니라 4차 산업혁명 시대의 중요한 기술 인프라로 인공지능, 빅데이터, 클라우드 기반 지능정보기술을 더욱 촉진시킬 수 있는 미래 핵심기술로 주목
- 특히 양자암호통신, 양자컴퓨터 등으로 대표되는 양자정보통신 (Quantum Information Communication) 기술은 대용량 연산 및 정보처리, 초정밀 계측, 보안·암호체계 고도화 등 다양한 분야에서 변화를 가져올 수 있을 것으로 기대
- 최근 인텔, IBM, 구글 등 글로벌 IT 기업들도 양자컴퓨터 연구에 착수하였고 중국 또한 인공위성을 이용한 양자통신에 성공
 - 국내에서도 양자 산업의 중요성을 인식하고 양자정보통신 글로벌 선도국가 진입을 목표로 '양자정보통신 중장기 추진전략('14년)'을 수립하는 등 양자기술 관련 대규모 사업에 대한 논의가 추진

인텔의 CEO 브라이언 크르자니크(Brian Krzanich)는 "다양한 문제를 해결하는 데에 필요한 도구이면서 인텔의 최종 목표를 이뤄낼 기계는 양자 컴퓨터이다"라고 하였다.

〈월스트리트저널 D.Live 컨퍼런스(17.10.17)〉

02

개요

- **(정의)** 더 이상 작게 나눌 수 없는 에너지의 최소단위를 가지는 입자, 즉 에너지·전하·각 운동량을 비롯한 물리적 성질을 나타내는 불연속적인 최소단위의 물리량

 - 길이, 에너지, 운동량, 퍼텐셜(potential) 등의 어떤 물리량이 부드럽게 연속값을 취하지 않고 특정 최소단위의 정수배로 표현이 가능할 때 그 최소 단위의 양
 - 모든 물리량을 쪼개고 쪼개면 양자가 된다고 볼 수 있음
 - ※ NAVER 지식백과, 지형 공간정보체계 용어사전
 - 양자정보통신기술은 양자적 특성을 정보통신분야에 적용하여 보안, 초고속 연산, 정보분석·처리 등 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있다는 측면에서 차세대 정보통신기술로 정의

- 양자는 '양자중첩(Quantum superposition)', '양자얽힘(Quantum entanglement)', '불확정성(Uncertainty principle)'이라는 3가지 특성을 지님

 - **(양자중첩)** 여러 상태가 확률적으로 하나의 양자에 동시에 존재하고 측정하기 전까지 정확한 양자상태를 알 수 없다는 특성
 - **(양자얽힘)** 둘 이상의 양자가 가지는 비고전적 상관관계로 두 양자가 서로 멀리 떨어져 있어도 존재하는 특성
 - **(불확정성)** 서로 다른 물리량을 동시에 정확하게 측정 불가
 - ※ 불확정성의 원리가 양자암호통신에 있어 중요한 이유는 복제가 불가능하다는 것을 증명하기 때문

▼ 그림1. 양자의 특성



※ 출처 '물리계층의 신개념 보안통신기술, 양자암호통신', 한국과학기술연구원

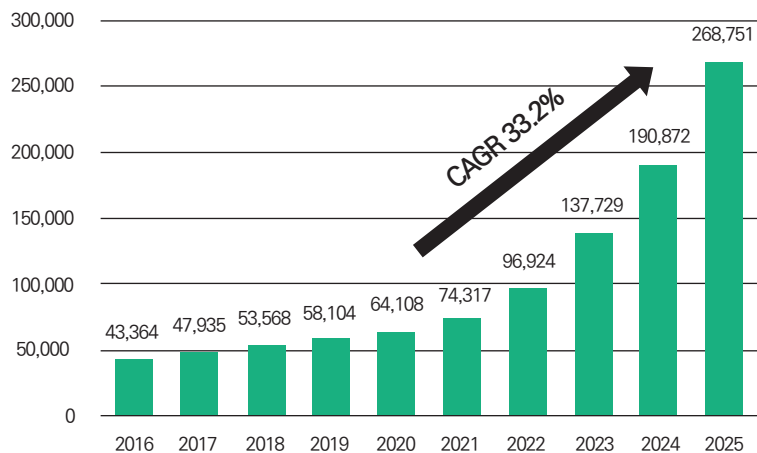
- **(범위)** 양자역학적 상태를 이용한 양자암호통신(양자키 분배 등), 양자컴퓨터(연산) 및 이를 구현할 수 있는 소자·부품 기술을 포함
 - **(양자암호통신)** 양자의 특성을 이용하여 송·수신자간 원거리 통신에서 비밀키를 안전하게 전송할 수 있는 암호통신 기술
 - **(양자컴퓨터)** 양자의 고유한 특성인 양자중첩과 얽힘을 이용하여 초고속 병렬연산이 가능한 새로운 개념의 컴퓨터
 - ※ 정보처리의 기본단위가 비트(Bit)에서 양자비트(Qubit)로 바뀌면서 정보처리 및 연산속도의 급속한 증가
 - **(양자소자·부품)** 양자암호통신과 양자컴퓨터에 필요한 양자광학용 부품 및 양자연산소자 등 양자정보통신을 가능하게 하는 소자·부품
 - ※ 예시) 광자(光子) 검출소자, 양자CPU, 양자메모리, 양자센서, 원자시계 등

03

시장동향 ¹⁾

- **(해외)** 양자정보통신 시장은 기술개발 및 시험 테스트 장비 등 기술개발 수요 중심으로 형성되었으며 '20년 6.4조원에서 '25년 26.9조원으로 연평균 33.2%로 빠른 성장이 기대
 - 지금까지는 양자암호통신, 양자컴퓨터 및 양자응용계측 등의 기술개발용 장비·설비 중심으로 성장
 - 점차 국방 및 행정망, 보안시장 등을 중심으로 상용화 전망

▶ 그림2. 글로벌 양자기술 시장(단위: 억 원)



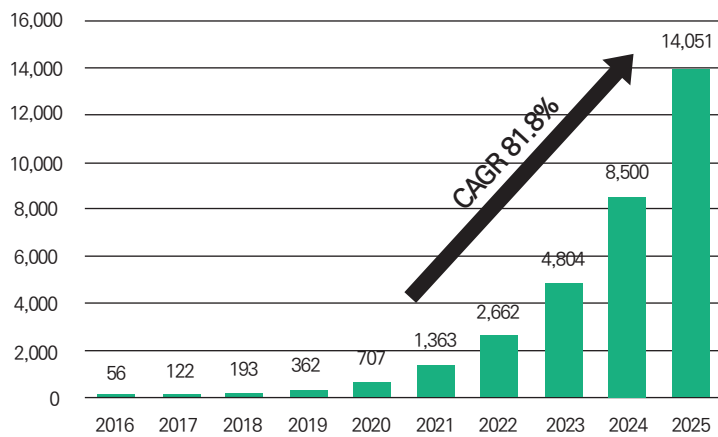
※ 출처 Market Research Media(2016.2)(2016 ~ 2020), 2020년 이후는 IITP(정보통신기술진흥센터) 추정

1) 김상태·홍권기, 양자정보통신의 현황과 미래. 정보통신기술진흥센터

- (국내) 기술개발 및 테스트 베드 구축을 중심으로 시장이 형성되었으며, '20년 707억원에서 '25년 1.4조원으로 성장 예상(연평균 성장률 81.8%)

 - 양자암호통신 기술은 통신사업자를 중심으로 '17년 이후부터 본격적인 사업화가 진행되어 주요 정보통신 인프라 보호로 확대될 것으로 예상
 - ※ 국내 양자정보통신 시장규모는 글로벌 시장규모를 토대로 추정

▶ 그림3. 국내 양자기술 시장(단위: 억 원)



※ 출처 Market Research Media(2016.2)(2016 ~ 2020)에 기반하여 IITP(정보통신기술진흥센터) 추정

04

정책동향

- (미국) '국가양자정보과학비전'을 수립·발표('09년)하고 '양자정보과학 발전계획'을 수립(백악관, '16년 7월)하는 등 양자기술 관련 중장기 정책을 통해 차세대 정보통신기술로 양자기술 경쟁력 확보에 주력

 - DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency), NSF (National Science Foundation), IARPA(Intelligence Advanced Research Projects Activity), NSA(National Security Agency) 등을 통해 산학연 연계방식으로 양자정보통신 기술개발 활발
 - ※ 미국은 DARPA 프로젝트를 통해 세계 최초로 양자암호 시험통신망을 구축하였으며, '13년부터 NASA에서 560km 거리의 양자암호통신 네트워크 구축 중
 - 구글, IBM 등의 글로벌 IT 기업들도 자체적으로 양자컴퓨터 개발에 힘쓰고 있음
 - ※ 구글은 네이처 기고문에서 '하이브리드' 방식의 양자컴퓨터를 5년 안에 상용화하겠다고 밝힘 (양자 특유 불안정성 때문에 상용화에 10년 이상 걸리는 디지털 방식 대신 하이브리드를 채택, 기간을 5년 이내로 단축하겠다는 의지)
 - ※ IBM은 기존 계산 전용의 제한된 성능을 지닌 양자 컴퓨터가 아닌 제약, 금융, 보안, 인공지능 등에 널리 활용할 수 있는 범용 양자컴퓨터 'Q'를 상용화한다고 발표('17년 3월)

- **(EU)** 2006년 공동협력 프로젝트로 ‘퀀텀 유럽(Quantum Europe)’을 발표하였고 새로운 중장기 연구개발 프로젝트 ‘퀀텀 매니페스토(Quantum Manifesto)’를 발표

 - 유럽연합 이사회는 ‘양자기술 플래그십 중간보고서’를 발표하고 ‘18년부터 10년간 10억유로 (약 1조3,000억원)를 양자정보기술에 투자*하고자 함(퀀텀유럽 2017:양자기술 플래그십 콘퍼런스)
 - * 기초 양자물리학을 기반으로 양자통신과 양자소자·계측, 양자컴퓨터, 양자시뮬레이션 4대 분야에 투자할 계획임
 - EU 공동으로 양자 기술에 투자해 정보 생성부터 저장, 전송 등 정보 유통 모든 단계를 안전하게 보호하겠다는 비전을 제시
 - 이외에도 양자암호 개발을 위해 SECOQC(Secure Communication based on Quantum Cryptography) 프로젝트를 추진하여 신뢰 노드 적용가능성 및 문제점 등을 점검하였으며 ETSI(European Telecommunications Standards Institute, 유럽통신표준기구)에서는 양자암호통신 표준화 선도

- **(일본)** NICT(National Institute of Information and Communication Technology, 정보통신연구 기구) 주도로 동경에 양자 암호 시험망을 구축(10년)하면서 양자통신기술 상용화를 추진하고자 함

 - ※ NICT는 2040년까지 기밀성이 보장되는 사회를 위한 양자로드맵에 따른 기술개발을 진행 중
 - ‘12년에는 ‘퍼스트(FIRST) 프로그램’을 수립하고 양자정보통신 기술개발 및 양자정보처리에 4년간 430억원 투자
 - ‘14년, FIRST 프로그램 후속 과제로 ImPACT 프로그램인 ‘양자 인공지능을 양자 네트워크로 연결, 고급 지식 사회 기반의 실현’ 프로젝트를 통해 양자컴퓨터를 통한 양자 인공지능 개발을 진행 중

- **(중국)** 中 과학기술부는 ‘12년 양자와 나노 기술 분야에 5년간 2,900억원을 투자하고 북경-상해간 총 2,000km 구간에 양자 통신망 구축에 착수

 - ‘16년 8월에는 세계 최초로 양자통신 위성 ‘묵자호’*를 발사해 1,200km 떨어진 곳에 양자를 전송하는 것에 성공하였으며 이를 계기로 지상에서 기존 광섬유 양자통신 네트워크와 결합해 양자통신 시스템 구축 예정
 - * 2년 동안 우주-지상 간 양자통신 실험을 진행예정. 지상에서 레이저로 보낸 양자 정보를 받아 다른 지상 기지국으로 보내는 역할 수행. 발사한 600만 개의 양자 중 단 하나의 양자만이 전송에 성공했지만 전문가들은 양자통신 실용화를 앞당길 만한 중요한 성과였다고 평가

- (국내) '양자정보통신 중장기 추진전략'(14년 2월)* 수립을 계기로 본격적인 기술개발 추진하고 있으며 '16년부터 대규모 국책사업으로 '양자정보통신 중장기 기술개발사업'의 예비타당성조사를 진행 중

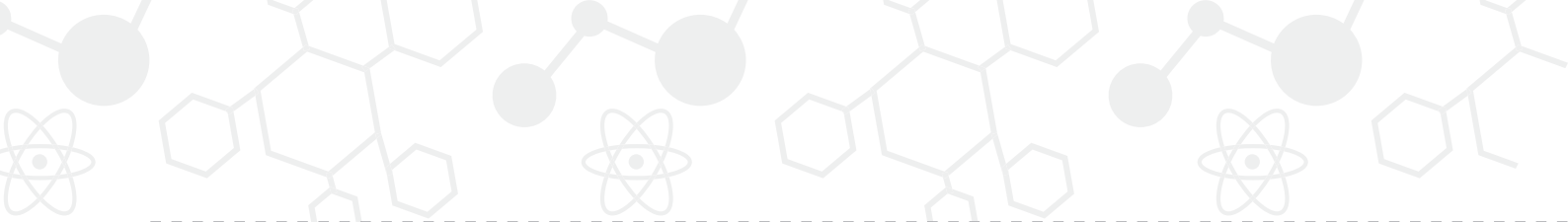
 - 공유경제 활동이 활성화된 것은 2010년 이후임에도 불구하고 2013년 81억달러, 2014년 150억달러로 급속한 성장을 거듭하고 있으며 2025년에는 3,350억달러로 20배 이상 시장 규모가 커질 것으로 예상됨
 - * '2020년 양자정보통신 글로벌 선도국가 진입'을 비전으로 △핵심기술(양자암호통신, 양자컴퓨팅, 양자소자/부품 등) 개발, △연구기반(양자암호통신시험망, 검증 및 인증, 시범서비스망) 조성, △지속성장 기반마련(양자정보통신 관련 인재육성, 연구센터 구축 및 운영, 국제협력 등)을 주요 전략으로 제시
 - 민간 부문에서도 SK, KT 등 통신업체를 중심으로 양자기술개발 및 상용화에 주력
 - SK는 양자암호통신의 거리한계*를 극복하고 장거리통신에 성공하였으며 KT도 지난해부터 한국 과학기술연구원(KIST)과 '양자통신 응용연구센터'를 개소하는 등 공동연구 추진을 통한 양자암호통신 상용 기술 확보에 역량 집중
 - * 국내 최초로 양자암호통신 전용 중계 정지를 개발하고 분당에서 용인·수원까지 왕복 112Km 구간의 실험망에서 양자암호키를 전송하는 데 성공

05

결론

- 기존 정보통신의 한계를 극복할 수 있는 차세대 정보통신기술인 양자기술은 ICT와 양자의 융합을 통해 新 부가가치를 창출할 수 있는 신산업으로 기대가 증폭
- 비단 정보통신산업 뿐만 아니라 정보보안이 중요한 국방, 금융 산업을 비롯하여 정밀분석이 필요한 제약/의료산업, 양자 기반 빅데이터 분석 등 양자기술은 4차 산업혁명시대의 핵심기술로 다양한 분야로의 응용범위가 확대될 것으로 기대
- 다만 양자기술의 중요성과 영향력에도 불구하고 국내에서는 양자 관련 정책 실행이 지연되면서 기술개발이 뒤처지고 있는 상태

 - 양자기술은 초기 기술개발 비용이 크고 기술 진입장벽이 높을 뿐만 아니라 ICT 산업에 대한 의존도가 높은 국내 상황을 감안하여 정부의 적극적인 선투자가 필요



참고자료

1. 김상태·홍권기(2016), 양자정보통신의 현황과 미래, 정보통신기술진흥센터
2. 노동균 (2017) [양자정보통신 혁명]@4차 산업혁명 시대, 세계는 양자전쟁 중, IT 조선 (<http://it.chosun.com/news/article.html?no=2829397>)
3. 박성수·송기봉·이상광·김기영·오진태(2015), 양자정보통신 기술현황, 한국전자통신연구원
4. 보도자료(2014), 정보통신기술(ICT) 정보보안 및 신(新)시장 창출을 위한 양자정보통신 중장기 추진전략 마련, 미래창조과학부
5. 양철민(2017), 4차 산업혁명 방패 양자암호통신 시장 잡아라, 서울경제 (<http://www.sedaily.com/NewsView/10IL5KVKKI/GD05>)
6. 이효정·최연경·김기범(2017), 양자정보통신 ICT의 새로운 미래, 삼정 KPMG 경제연구원
7. 최재원(2017), 글로벌 양자통신 및 기술동향 한국 양자기술 미래는?, IT 뉴스 (<http://www.itnews.or.kr/?p=23008>)

