

Monthly Quantum

어디서 많이 본 그림

- 미 정부, 6·22 행정명령 2건(EO 14412, 14413)으로 선구매·수출통제·PQC 시한을 전 ‘룰 메이커’를 자처
- 경쟁의 초점이 ‘큐비트 숫자’에서 ‘완성된 시스템’으로 이동하며, 미·중 모두 공급망 내 재화로 수렴
- PQC 수혜는 전환 기능을 제공하는 기존 보안 대기업의 락인 효과로 나타날 가능성

1. 미국 정부의 카드 두 장

지난 6월 22일, 미국 트럼프 행정부는 양자 관련 행정명령 두 건에 동시에 서명했다. 행정명령 14413호(국가양자전략 갱신)는 ‘더 빨리 개발하자’는 공격 카드, 14412호(고도화된 암호화 공격으로부터의 보호)는 ‘미리 방어하자’는 수비 카드로 해석된다. 두 명령이 같은 날 나옴으로써 양자 산업의 개발 속도와 양자내성암호의 방어 속도가 모두 제도권의 관심사 안으로 들어왔음이 증명됐다.

표 1. EO 14413의 주요 추진 항목

기한	주관	핵심 추진 항목
+60일(~08-21)	전쟁부	2028-09-30 배치용 양자 센서 3건+ 식별
	FBI→과학기술담당 대통령 보좌관(APST)	QCPT(양자정보과학기술 방첩보호팀) 확대 인력요건 제안
+90일(~09-20)	에너지부	QC-ADDS 기술 사양 식별·공개
	인사관리처	법정부 QIST 채용·유지 전략
	상무부	QIST 공급망 분석·표준·R&D 계획
+120일(~10-20)	전쟁부·상무부·에너지부·국립과학 재단(NSF)	상금·선구매로 국내 부품기술 장려 + 법·규제 변경 식별
	노동부	QIST 인력수요 우선·도제 확대
	NSF	‘QIST 직종’ 정의·노동통계
	국무부	Pax Silica 등 국제협력 정렬
	관련기관	양자센싱·네트워킹 5개년 계획
	APST	국가양자전략 갱신
+180일(~12-19)	에너지부·상무부·전쟁부	QC-ADDS 인도 파트너십·선구매 약정·국가안보 센터
	에너지부	양자컴퓨팅 성능평가 국가센터 설립
	양자정보과학의 경제·안보적 함의 소위원회(ESIX)	기관 간 정보공유 메커니즘 권고
	전쟁부	QIST 파운드리 국내 접근 확대
	NSF	QIST 이용자 시설 보조금
	APST	고등교육 QIST 훈련 확대
	NSF	국가 QIST 인력개발 연구소 네트워크 발족
	국무부·상무부	동맹국 시장·자본 접근·투자·수출통제 조화
	APST	NQIAC 재구성·위원 권고
+210일(~2027-01-18)	APST	NQIAC 재구성·위원 권고
+1년(이후 매년)	DNI·전쟁부	양자컴 국가안보 함의(PQC 이행 포함) 보고
전략+30일	전 기관	전략 부합 조치 요약 제출
~2028-09-30(목표)	전쟁부	양자 센서 실전 배치
즉시/상시	APST	QC-ADDS 사업 설립·자원 투입

자료: 미래에셋증권 리서치센터

공격 카드의 핵심은 정부가 잠재적 고객임을 시사한 데 있다. 정부는 응용 개발 및 발견 과학을 위한 양자컴퓨터(QC-ADDS) 사업을 계획하면서, 상무부 장관이 기업들의 참여 독려를 위해 선구매를 약속할 수 있다고 언급했다. 동시에 양자 센싱 영역에서는 2028년 9월 30일까지 차세대 양자 센서를 실전 배치하겠다고 목표 기한을 명시했다. 초창기 정부 정책이 집중했던 R&D 지원이 아니라, 상업화된 제품을 전제로 국내 공급망 강화, 기술 보호와 국제 파트너와의 협력 등을 언급하며 양자 산업에 드라이브를 걸었다.

한편 수비 카드의 핵심은 시간표를 앞당긴 데 있다. NSM-10에서 규정한 양자내성암호(PQC)로의 연방정부 전환 시한을 기존 2033~2035년에서 2030~2031년으로 단축했다. 아직 암호를 깰 만한 양자컴퓨터가 없는데도 방어 시한을 당긴 이유는 ‘Harvest Now, Decrypt Later’ 때문이다. 양자컴퓨터가 상용화되기 전에도 암호화 상태의 정보를 탈취하는 것 자체는 가능하므로, 위협이 도착하기 전에 방어선을 세워야 한다는 논리다.

표 2. EO 14412의 주요 추진 항목

기한	주관	핵심 추진 항목
+30일 (~07-22)	각 기관	PQC 마이그레이션 리드 지정·연락처 제출
+90일 (~09-20)	OMB(CISA·국가사이버)	각 기관 지침 발표 — NSS 제외 HVA·고영향 시스템 목록 검토 + 전환 기한 명시(키 2030·서명 2031) + 이행계획 제출
+180일 (~12-19)	NIST	PQC 시범 프로젝트 착수(→2027-12-31 완료)
	NSA(NSS 관리자)	NSS PQC 현황 대통령 보고(이후 매년)
	NIST	암호화 모듈 검증(CMVP) 가속 프로세스 개정
	FAR 위원회	2030-12-31 FIPS(PQC 포함) 준수 요구 FAR 개정안 발표
+270일 (~2027-03-19)	국토안보부(CISA)	암호화 구성품 목록(crypto BOM) 최소요소 공개 지침
	FAR 위원회	계약업체 취약점 공개(VDP)·암호취약점 보고 FAR 개정 제안
~2027-12-31	NIST	PQC 시범 프로젝트 완료
~2030-12-31	연방기관·계약자	HVA·고영향 시스템 키 설정 PQC 전환 + 계약자 FIPS 준수
~2031-12-31	연방기관	HVA·고영향 시스템 디지털 서명 PQC 전환
2030~2033 (기밀 트랙)	NSA/NSS위원회	NSS PQC 전환(기한 기밀)
상시	OMB·국가사이버 / NIST	전략 조정·감독 / PQC 기술지침 지속 제공
	부문위험관리기관(SRMA)	민간 핵심 인프라 PQC 계획 수립 지원(의무 아님)
	국무부	주요국 정부·산업에 NIST PQC 전환 장려
	OMB·전쟁부·NASA·GSA	클라우드·공동조달 등 비용절감 기회 조정

자료: 미래에셋증권 리서치센터

이 명령을 통해 정부의 역할이 한 단계 더 진화했다. 지난 2월 보고서에서는 양자 산업에 대한 정부 인식이 ‘R&D 투자 대상’에서 ‘국가 전략 인프라’로 전환되었음을, 지난달에는 정부가 양자 산업을 투자 대상으로 바라보기 시작했음을 지적했다. 이번 명령은 여기서 한 발 더 나아가, 정부가 선구매와 수출 통제를 통해 수요와 공급에 모두 영향을 주는 양자 산업의 롤 메이커가 되고자 하는 의지로 읽힌다.

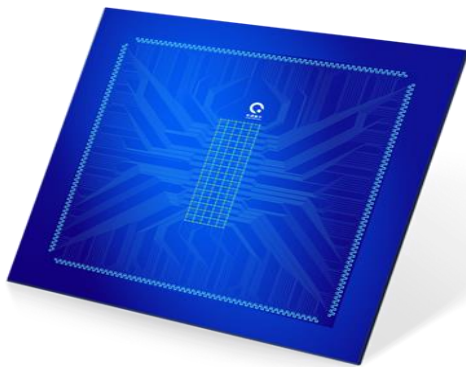
특히 주목할 것은 2월 보고서에서 분석한 내용이 반대로 나타났다는 점이다. 당시 백악관의 범정부 양자 전략 초안에는 PQC 의무화 조항이 빠져 있었고, 이에 대해 정부가 PQC 전환 속도를 늦추고 있다고 해석했다. 그러나 정부는 행정명령을 통해 의무화를 명문화하고 시한을 오히려 앞으로 당겼다. 다만 이는 당시의 분석이 잘못되었다기보다, 그 사이의 이슈들(4월에 다뤘던 구글의 ECC 논문 등)로 인해 정부 인식이 변화한 것으로 보인다.

2. 중국의 국가 주도 생태계

중국은 미국과 반대로 민간 기업의 경쟁이 아니라, 국가가 위에서 판을 짜고 기업을 끌고 간다. 그 중심에는 중국과학기술대(USTC)를 앵커로 하는 국가 주도 생태계가 있으며, 산업은 대체로 세 개의 축으로 구성된다.

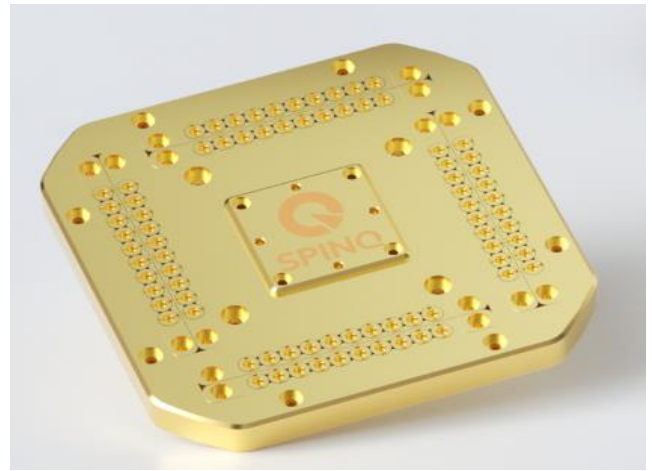
첫 번째 축은 자체 QPU를 개발하는 풀스택 컴퓨팅 하드웨어로, 초전도 진영의 오리진 퀀텀(Origin Quantum)이 대표 격이며 과창판 상장을 시도 중이다. 이 밖에 초전도의 SpinQ(量旋), 중성원자의 타이이(太一量生) 등이 여기에 속한다.

그림 1. Origin Quantum의 Wukong QPU



자료: Origin Quantum, 미래에셋증권 리서치센터

그림 2. SpinQ의 C25 QPU

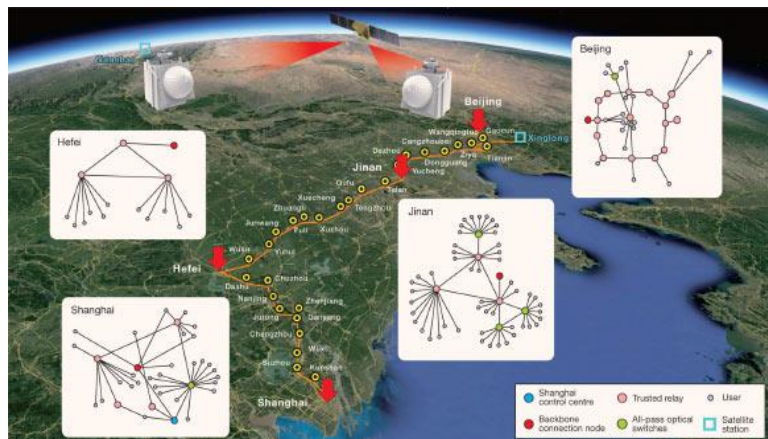


자료: SpinQ, 미래에셋증권 리서치센터

두 번째 축은 국영기업의 상용화 채널로, 국영 통신사가 클라우드나 양자통신망을 통해 실제 배치를 추진한다. 차이나텔레콤 양자그룹이 전형적인데, 클라우드 기반 양자 컴퓨팅 네트워크 플랫폼인 티안옌(Tianyan, 天衍)에 컴퓨팅·통신 서비스를 얹어 상용 채널을 갖췄다.

세 번째 축은 양자통신 및 보안(QKD) 관련 기업으로, 양자 키 분배 인프라를 담당한다. 중국 QKD 시장 1위이자 세계 최대 순수 QKD 사업자인 쉐먼씨텍(QuantumCTek, 688027)이 대표 예이며, 베이징-상하이를 잇는 양자 백본을 구축했다.

그림 3. 중국의 지상 QKD 네트워크



자료: Chen et al., 미래에셋증권 리서치센터

이 세 축의 공통점은 사기업의 자율적 성장이 아니라 국가 전략의 하위 실행 단위라는 데 있다. 미국의 퓨어 플레이어들이 상장 및 자본조달 과정에서 계속해서 시장의 검증을 받는 것과 달리, 중국 기업은 국가의 자금, 조달 계획 및 규제가 중심이 된다.

이러한 흐름 아래, 미국이 정책을 내놓는 동안 중국 쪽에서도 눈에 띄는 움직임이 이어졌다. 상하이시는 지난달 말 양자 산업단지 두 곳(푸둥 장장 쿼텀베이 ~6/27, 쉬후이존 ~6/30)을 신설하며, 쉬후이존을 중심으로 '3년 내 양자 기업 100개 집적'을 선언했다. 국가가 클러스터를 직접 조성해 기업을 유치하는 전형적 톱다운 방식이다. 같은 달 차이나텔레콤은 2,682개 광자를 제어하는 양자컴퓨터 '티안옌-P2000(天衍-P2000)'을 클라우드 서비스로 공개했다.

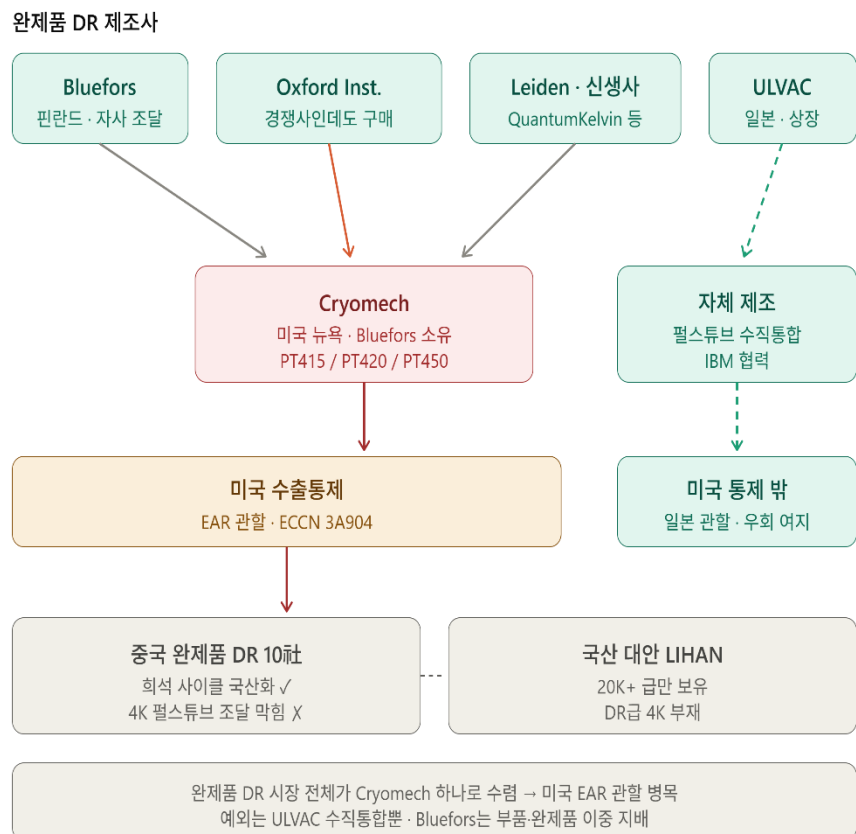
다만 이 기계는 모든 문제를 푸는 범용 양자컴퓨터가 아니라 특정 계산(가우시안 보손 샘플링)에 특화된 기계이며, 성능이 미국을 앞질렀다는 뜻이 아니다. 핵심은 성능 우위가 아니라 국영 기업 주도로 상용 서비스 채널을 갖췄다는 점이다. 동시에 SpinQ(26.6월 10억 위안), 타이이(2026 Pre-A 3억 위안) 등 신흥 기업으로의 자금 유입도 이어지고 있다.

3. 수출 통제와 역사의 반복

미국이 양자 관련 부품의 대중 수출을 막자, 중국은 막힌 만큼 자체 국산화로 대응하고 있다. 대표적인 것이 희석냉동기 국산화다. 미국은 희석냉동기 완제품 및 제조용 부품과 냉각용 헬륨-3 등의 수출을 통제하고 있는데, 희석냉동기의 주요 부품인 4K 이하 저진동 2단 펄스튜브는 미국의 Cryomech(핀란드 Bluefors 자회사)와 일본의 스미토모 중공업(6302 JP)이 사실상 독점하고 있다.

희석냉동기 완제품의 경우에도 Bluefors와 Quantum Design(2026.10에 Oxford Instruments Nanoscience 사업부 인수)가 시장의 70% 이상을 차지하는 과점 시장인데, 경쟁사인 (구) Oxford Instruments 역시 Cryomech의 펄스튜브를 사용하고 있어 미국이 수출 통제를 통해 영향력을 행사하기 용이하다. 일본의 ULVAC(6728)이 펄스튜브와 냉동기 완제품을 자체 생산하고 있어, 미국 통제망 밖에서 조달할 수 있는 유력한 공급원이다.

그림 4. 희석냉동기 시장 구조와 미국의 수출 통제 영향력



자료: 미래에셋증권 리서치센터

또한 헬륨-3의 경우 핵무기 프로그램의 삼중수소 붕괴 부산물로만 만들어지는 희귀 동위원소다. 희석냉각기를 사용하는 경우, 헬륨-3을 이용해야만 초전도 양자컴퓨터가 필요로 하는 mK(밀리켈빈) 수준의 냉각이 가능하다. 현 시점 양자컴퓨터 한 대에 18L가량의 헬륨-3이 필요한 것으로 알려져 있으며, 양자컴퓨터가 발전함에 따라 해당 요구량이 3,000L까지 증가할 것으로 추정된다.

표 3. FTQC 단계별 헬륨-3 요구량 추정치

	실용적(200 논리 큐비트)	Small Full(2,000 논리 큐비트)	Large Full(5,000 논리 큐비트)
대당 요구량	3,333 L	8,640 L	3,000 L

자료: "Uncertain quantum computing futures and potential energy and physical resource impacts at scale", 미래에셋증권 리서치센터

주: Large Full이 Small Full보다 적게 필요한 것은, 큐비트 밀도가 높아지면서 기계당 냉동기가 줄어들 것으로 전망하기 때문

그런데 미국 지질조사국은 2024년과 2025년 헬륨-3의 전세계 생산량을 4만 리터 남짓으로 추산하고 있다. 2008년 기준으로 헬륨-3의 전세계 수요가 약 8만 리터였음을 감안하면, 여전히 매우 희귀한 자원이다. 또한 생산 과정이 핵무기 프로그램과 밀접한 연관이 있는 만큼 생산량과 생산이 가능한 국가가 매우 제한적이다. 대안으로 Bluefors(세계적인 극저온 시스템 및 양자컴퓨팅 인프라 기업)가 달 탐사 기업인 Interlune과 2028년부터 2037년까지 매년 1만 리터의 헬륨-3를 공급받는 3억 달러 규모의 계약을 체결하기도 했으나, 달 탐사라는 불확실성에 기대야 한다. 중국은 헬륨-3의 자체 생산량이 거의 없어 대부분 러시아와 미국 등에서 조달하고 있다.

* 단열소자냉각(Adiabatic Demagnetization Refrigerator)
자기장을 가했다 제거했을 때, 원자가 무작위 상태로 돌아가며 온도를 낮추는 냉각기. 진동을 일으키지 않으며 냉각에 헬륨이 필요하지 않음.

이렇듯 부품과 원자재 등 밸류체인이 다양한 영역에서 병목이 존재하며, 미국은 밸류체인을 통제함으로써 중국의 양자컴퓨터 개발을 저지하려 하고 있다. 이러한 전략은 단기적으로는 중국의 조달을 어렵게 할 수 있으나, 장기적으로는 중국 내 부품 공급망 자립을 앞당기는 힘으로 작용할 수 있다. 중국은 헬륨-3 병목을 우회하기 위해 단열소자냉각(ADR) 기술을 연구하고 있으며, 지난 2월 금속성 스핀 초고체 상태의 유로퐁-코발트-알루미늄(EuCo₂Al₉) 합금을 개발하고 이를 통해 106mK까지 냉각하는 데 성공하기도 했다(Nature).

그러나 현재 기술 수준으로는 아직 초전도 큐비트가 동작(10~20mK)하기 어렵다. 그래서 중국은 단일광자검출기(2~4K 요구)를 제외하고는 상온에서 동작이 가능한 광자와, 상대적으로 극저온이 필요하지 않은 이온트랩(칭화대) 및 중성원자(Hanyuan-1) 큐비트(4K 부근)를 중심으로 양자컴퓨팅 시스템을 개발 및 제공하고 있다.

투자자 입장에서 중국 양자 산업에 대한 접근은 매우 제한적이다. 핵심 기업 상당수가 비상장이고, 일부 기업은 과장판 상장으로 개인 투자자 접근이 불가하다. 국내 투자자는 ETF를 통한 우회 접근만이 가능한데, 개인 투자자가 담을 수 있는 사실상 유일한 경로가 STAR 50 추종 ETF로 산업 노출도가 낮아(국순양자 비중 1% 내외) 양자 기업에 대한 투자 관점에서 접근하기는 부적합하다. 이러한 제약을 고려했을 때 미국 시장을 중심으로 접근하는 것이 현실적인 대안이다.

4. 두 가지 시계열에서

1) QPU != 양자컴퓨터

예컨대 컴퓨터가 돌아가기 위해서 CPU나 GPU 외에도 다양한 부품이 필요하듯, 양자컴퓨터 역시 큐비트 칩만으로는 연산이 불가하다. 큐비트가 얽힘 상태를 안정적으로 유지하도록 극저온을 만드는 희석냉동기, 극저온에서도 큐비트에 명령을 전달할 수 있는 제어 장비와 동축 케이블, 이 모두를 하나의 시스템으로 묶는 패키징까지, 양자컴퓨터도 여러 부품의 총합이다.

지금까지는 양자컴퓨팅 시장을 논할 때 실제 연산이 이루어지는 영역, 즉 QPU와 큐비트에 논의가 집중되었다. 이는 큐비트의 구현 및 유지 난이도가 높고, 스케일링이 주요 장벽이었음을 반영한 것이었다. 그러나 이제는 산업의 지형이 QPU 단위를 넘어 완성된 양자컴퓨팅 시스템을 바라보고 있으므로, 양자컴퓨팅 시스템을 완성하는 다른 부품 및 장비 역시 염두에 둘 필요가 있다.

여기서 미국과 중국은 각기 다른 전략을 취하고 있다. 미국은 자국 내 공급망을 구축하는 한편, 희석냉동기나 극저온 회로 같은 부품을 상무부 통제목록(CCL)에 등재해 수출을 통제하고, 오리진 쿼텀·쿼텀씨텍뿐 아니라 극저온 장비·레이저 부품 업체에까지 미국산 물품 접근을 제재하고 있다. 중국은 수급이 막힌 만큼 자체 국산화로 공급망을 확보하려는 전략을 취하고 있다. 방향은 다르지만, ‘부품을 내 손으로 만들겠다’는 목적은 동일하다. 미국과 중국 모두 부품 국산화와 공급망 내재화로 수렴 중이다.

지금까지 양자컴퓨터는 연구용 장비였으나 2028년경부터 FTQC로 전환되면서 양산에 들어설 전망이다. 따라서 이 시점이 다가올수록 냉동기, 케이블, 패키징 등 소부장 기업들이 주목받게 된다. 큐비트 숫자만 보던 시장에서 ‘누가 이걸 실제로 만들 수 있는가’를 함께 확인해야 하는 국면이다. 양산 시계열 안에서 각 기업의 공급망 내 지위와 각국의 규제 현황으로 인한 해자, 기술력 등을 종합적으로 고려해야 한다. 다만 대부분 기업은 비상장이거나, 상장사이더라도 양자 관련 매출을 따로 공시하지 않을 정도로 미미하므로 이를 기준으로 의사결정을 하는 것은 시기상조다.

표 4. 미 상무부 산업안보국(BIS)의 거래제한 목록 중 중국 양자 관련 기관·기업

기업·기관명	성격	지정일 / FR	비고
A. 양자 전담 연구기관 — 2024.5 일괄 지정			
USTC 중국과학기술대	국립대학	2024.05	대학 통째 지정. Jiuzhang·Zuchongzhi 산실
CAS 양자정보·양자물리 우수센터	국립연구소	2024.05	CAS 산하. 주소가 USTC와 동일
CAS 양자정보 중점실험실 KLQI	국립연구소	2024.05	CAS 산하, USTC 동캠퍼스 내. Origin Quantum 기술의 모태
허페이 국가양자정보과학실험실 NLQIS	국가실험실	2024.05	국가급 랩. 조 단위 정부 투자
상하이 양자과학연구센터 SRCQS	국립연구소	2024.05	USTC 상하이 분원 성격. Jiuzhang 광자 라인
베이징 양자정보과학원 BAQIS	지방정부 연구원	2024.05	베이징시 설립 신행 연구기관
저난 양자기술연구원 JIQT	지방정부 연구원	2024.05	산동성, QKD 양자통신 거점
선전 양자과학공학연구원 SIQSE	대학 부설 연구원	2024.05	남방과기대(SUSTech) 산하
양자과기 장강삼각주 산업혁신센터	산업화 연구원	2024.05	쑤저우, 연구-산업 연계 플랫폼
CAS 물리연구소 IOPCAS	국립연구소	2024.05	초전도 큐비트 기초연구 거점
B. 양자 기업			
QuantumCTek	상장 688027.SH	2021.11	과창판 상장사로, 중국 유일 양자 순수 상장사. ez-Q Fridge, Tianyan 공동개발. 본사와 상해 자회사 동시 지정
Origin Quantum	Pre-IPO	2024.05	2025.9 IPO 지도 등록, 2026.6 Pre-IPO 30억 위안 완료(투전 210억 위안). 과창판 상장 목표
C. 공급망·부품 계층			
CSIC Pride (Nanjing) Cryogenic	국유기업 자회사	2024.05	중국선박집단(CSSC) 계열 비상장. GM 냉각기 세계 2위권
CETC 16연구소	국유 연구소	2024.05	허페이 저온전자연구소 — 극저온. 군산복합체 CETC 산하 극저온 전담
Physike Technology	비상장	2025.03	극저온 계측장비. 베이징 소재. 홍콩 법인까지 동시 지정
Scikro Instruments	비상장	2025.03	과학계측기 유통 — 홍콩·상하이 각각 지정. 수입·유통상. 우회 조달 루트 차단
Xi'an Hengda Microwave	상장사 자회사	2024.05	레이커팡우(002413.SZ) 100% 자회사. RF·마이크로파. WithWave와 동일 카테고리
IMIT 상하이 마이크로시스템연구소	국립연구소	2024.05	SNSPD 검출기. CAS 산하. 중국 SNSPD 최상위 기관
CUMEC 연합미전자센터	국유 연구법인	2024.05	실리콘 포토닉스 파운드리. 충칭시·CETC 계열 공동 설립 플랫폼
D. 인접·경계 항목			
허페이 미시과학 국가연구센터	국립연구소	2021.11	USTC 산하 기초과학 랩
CAS 국가수시센터 NTSC	국립연구소	2025.09	원자시계·PNT. 양자 센싱과 기술 기반 중첩

자료: 미 상무부, 미래에셋증권 리서치센터

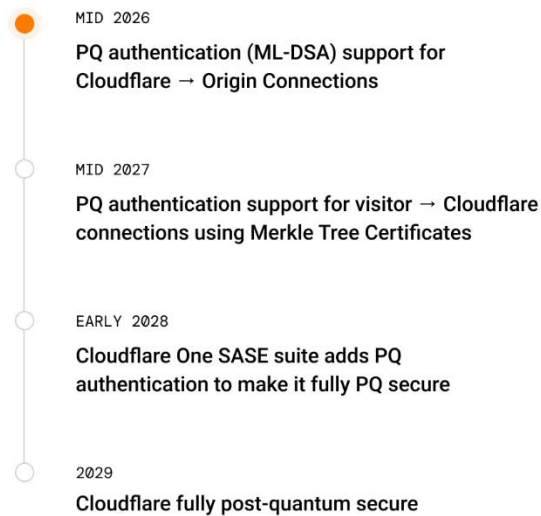
2) 위협이 오기 전에 대비하기

공급망보다는 보안 레이어 수요가 더 빠르게 증가할 것으로 예상된다. 이 레이어의 논리는 ‘Harvest Now, Decrypt Later(지금 훔쳐 두고, 나중에 푼다)’에 있다. 해커가 지금은 못 푸는 암호화 데이터를 통째로 훔쳐 쌓아 두고, 몇 년 뒤 양자컴퓨터가 완성되면 한 번에 복호화한다는 것이다. 위협보다 수요가 먼저 도착하는 구조이므로 방어 타임라인이 양자컴퓨팅 위협을 선행한다.

이를 막는 방법 중 하나가 미국이 집중하고 있는 양자내성암호(PQC)이며, 정부와 민간 기업이 모두 기한을 두고 전환을 촉구하고 있다. 정부의 경우, 앞서 설명한 행정명령을 통해 바이든 정부 당시 정해졌던 전환 시한을 2033~35년(NSM-10 기준)에서 2030~31년으로 앞당겼다. 그리고 민간 기업의 경우, 기업마다 전환 목표 시점이 상이하기는 하지만, 대부분 2029년을 기준으로 보고 있다.

지난 Monthly Quantum에서 소개했듯, 구글은 2029년까지 내부 시스템의 PQC 전환을 발표한 바 있으며, 애플은 2024년부터 아이메시지의 키확립(첫 메시지를 보낼 때 양쪽이 암호화 키를 합의하는 단계)과 재키잉(대화 중간중간 키를 변화시키는 메커니즘) 단계에서 양자내성암호를 도입하고 있다. 또한, 클라우드플레이어는 서비스를 이용하는 트래픽 중 사람이 생성하는 트래픽의 65%가 양자내성암호로 보호되고 있다고 언급했으며, 2029년까지 완전 전환을 선언했다. 위협의 실현 시점(Q-day)이 불확실한 것과 달리, PQC 전환은 민/관이 공통적으로 기한을 2029년으로 정하고 있다는 점이 특징이다.

그림 5. 클라우드플레이어의 PQC 전환 계획



자료: 클라우드플레이어, 미래에셋증권 리서치센터

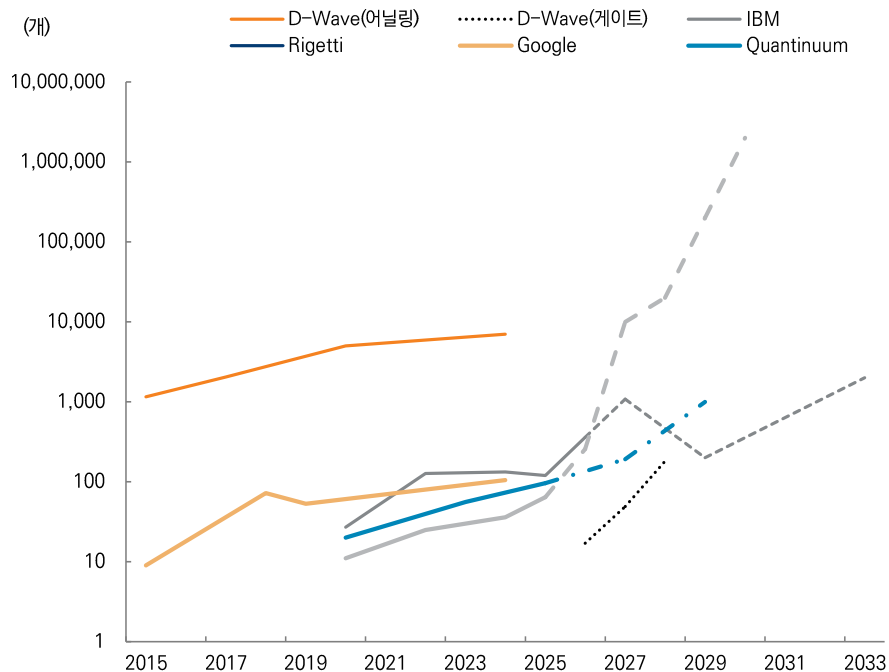
이 흐름은 더 많은 기업으로 번질 수 있다. 특히 보안이 결정적인 금융·방산·첨단제조를 중심으로 PQC를 지원하는 보안 기업에 대한 수요가 점차 늘어날 것으로 전망한다. 클라우드플레이어는 고객들을 대상으로 PQC 전환을 무료로 제공하고 있으며, 앞으로도 유료로 전환하지 않을 것이라 한 바 있다. 따라서 PQC는 직접적인 매출보다는 기존 고객의 락인 효과 및 높은 수준의 보안을 요구하는 신규 고객의 유인을 담당할 것이다.

*** HSM(하드웨어 보안 모듈)**

암호화 키, 디지털 인증서 등 핵심 데이터를 물리적·논리적으로 보호하는 변조 방지 장치

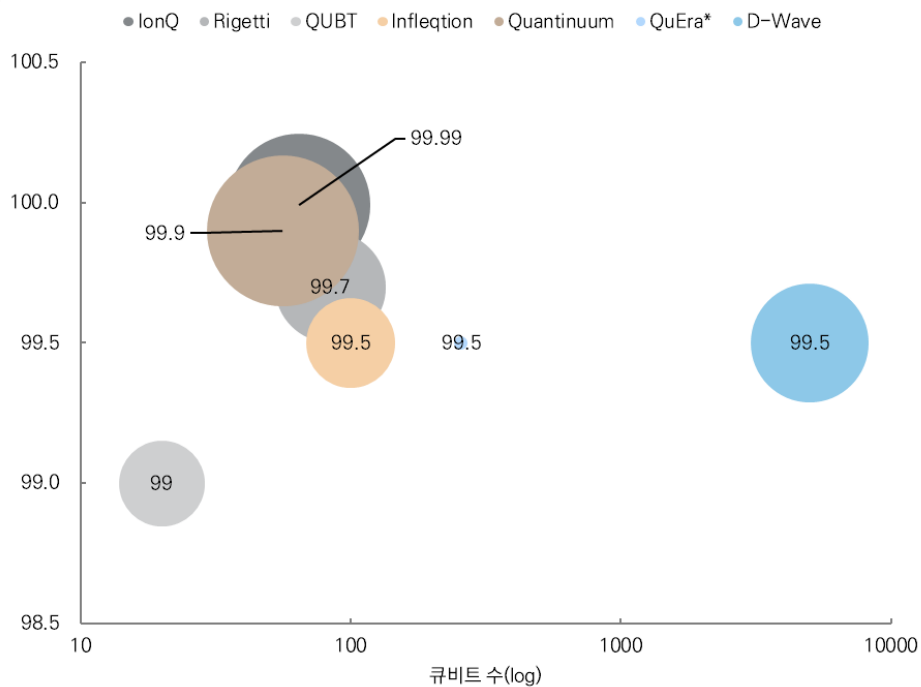
PQC 업황 판단 기준은 정부 기관의 전환과 정부 계약으로 인해 발맞춰야 하는 민간 기업들의 전환 속도다. 또한 여전히 순수 PQC사의 영업환경이 빅테크 통합형에 밀릴 수 있다는 의견은 유지한다. PQC의 전환 용이성을 고려했을 때, 수요 확산은 기존의 글로벌 보안 업체 중 PQC 전환을 제공하는 기업에 가장 큰 수혜로 작용할 가능성이 높다. 이미 팔로알토 네트워크와 포티넷은 차세대 플랫폼에 양자안전 VPN 및 방화벽 기능을 통합 중이며, IBM은 엔드투엔드 양자안전 전환 서비스를 제공하고 있다. Thales 역시 NIST 표준 서명 알고리즘을 공동 개발한 기술력을 바탕으로, HSM, 키 관리 등 자사 암호 인프라 전반에 PQC를 탑재하고 IBM과 전환 서비스를 공동 제공하고 있다.

그림 6. 양자컴퓨터 로드맵 기준 물리적 큐비트 수 비교



자료: 각 사, 미래에셋증권 리서치센터

그림 7. 기업별 큐비트 수 vs 2-큐비트 게이트 충실도 비교



자료: Bloomberg, 각 사, 미래에셋증권 리서치센터
 주: 원의 크기는 시가총액, * 표기는 비상장 기업.

표 5. Quantum Industry Universe

종목명	티커	주가 (현지통화)	시가총액 (조원)	1W	1M	3M	6M	1Y	YTD	실적발표 예정일	기업 개요
양자컴퓨터											
아이온큐	IONQ US	37.51	21	-16.8	-38.7	-13.3	-21.1	-9.5	-16.4	08-06	이온트랩 양자컴퓨터 선도기업. 양자 통신 및 센싱, 칩 제조까지 공격적인 수직적 통합 중
퀀티뉴엄	QNT US	60.51	27	-20.0	4.5	-	-	-	-	08-17	이온트랩 양자컴퓨터 선도기업. 양자컴퓨팅 최대 규모 IPO
D-Wave	QBTS US	18.27	10	-11.5	-30.4	-12.2	-36.4	13.1	-30.1	08-07	세계 유일 상용 양자 어닐링 기업. QCI 인수로 게이트 모델 본격 진출
리게티	RGTI US	15.25	8	-9.9	-32.8	-20.2	-38.3	19.9	-31.2	08-12	초전도 양자컴퓨터. 자체 Fab. 상무부 \$100M LOI, 108Q 총실도 99.9%
IQM	IQMX US	12.19	5	6.3	15.0	13.9	17.8	19.9	19.3	08-28	유럽 대표 초전도 양자컴퓨터. 온프레미스 23대 판매 세계 최다. SPAC 합병 나스닥 상장(26.7)
Quantum Computing Inc.	QUBT US	8.04	3	-8.1	-27.6	-14.5	-34.0	-54.5	-21.6	08-14	TFLN 기반 광학 양자 최적화. 현금 \$1.4B 기반 공격적 M&A, NHanced 인수로 Fab 2 추진
Infleqtion	INFQ US	9.87	3	-14.2	-33.4	-34.2	-42.5	-2.3	-36.7	08-14	중성원자 양자컴퓨터/센서. 확장성 우수, 상온 동작. DARPA/방산 계약
IBM	IBM US	211.20	295	-30.1	-21.4	-13.1	-28.2	-23.4	-27.8	07-22	초전도 양자 선도. 5년 \$100억 투자, '26 양자우위 및 '29 FTQC 목표.
후지쯔	6702 JP	3,218	51	-5.1	-1.8	-12.5	-28.8	2.0	-24.8	07-30	RIKEN 협력 256큐비트 초전도 가동, '30년 1만큐비트 개발 착수. 양자 매출 비중 미미
클라우드/플랫폼											
마이크로소프트	MSFT US	395.63	4,374	3.2	-1.0	-3.6	-13.0	-21.2	-17.8	07-29	Azure Quantum 클라우드. Majorana 2 위상큐비트 공개(검증 논란 지속)
아마존	AMZN US	254.96	4,082	4.7	3.6	2.6	7.0	12.6	10.5	07-31	AWS Braket 클라우드. 자체 고양이 큐비트 개발 중
양자보안 및 통신											
SEALSQ	LAES US	2.65	1	-6.7	-21.4	-5.4	-43.0	-21.1	-29.9	09-11	NIST PQC 표준 보안칩. '25 매출 \$18.3M(+66%), H1'26 잠정 +120%. EAL5+ 인증 4Q26 목표
국순양자	688027 CH	413.08	9	-8.6	-18.7	-33.3	-32.5	52.4	-18.0	08-20	중국 QKD 1위. 양자컴퓨팅 부품 매출 비중 40% 돌파
KT	030200 KS	52,200	13	-7.8	-7.6	-17.0	-1.9	-6.0	1.4	08-11	한국 QKD 인프라 구축. 국방 PQC 시범적용, QKD+PQC 하이브리드
SK텔레콤	017670 KS	84,700	18	-3.5	-15.9	-11.6	54.7	55.1	59.7	08-06	한국 QKD 선도. 양자보안칩 QKEV7 상용화
Quantum eMotion	QNC CN	3.38	1	-15.3	-28.5	-12.4	-28.8	113.9	-32.4	08-14	QRNG 전문. eShield-Q 출시
Arqit Quantum	ARQQ US	18.25	0	-9.0	1.8	12.4	-32.3	-51.9	-16.6	12-09	SKA 플랫폼 양자안전 암호화. H1 FY26 \$623K로 이미 FY25 연간 초과, 계약 11건
BTQ Tech	BTQ US	3.47	1	-12.4	-35.1	-1.1	-37.4	-42.3	-32.2	08-14	PQC+양자 HW+블록체인. QSSN 한국 원화 스테이블코인 파일럿 채택
Thales	HO FP	220.50	77	-5.6	-4.4	-17.0	-12.4	-9.5	-2.8	07-23	유럽 방산 대기업. 세계 최초 5G SIM 원격 PQC 시연. 양자 매출 비중 미미
드림시큐리티	203650 KS	2,170	0	3.6	-27.9	-38.8	38.2	13.6	31.9	08-14	QKMS 국정원 인증 1호. KREONET 국가망 PQC 실증 주관. KT 협력
우리넷	115440 KS	7,630	0	10.1	-27.1	-48.2	5.5	20.2	5.2	08-14	POTN+QKD 개발. SKT/KT/SK브로드밴드 협력. KCMVP 인증 획득
장비											
Infineon	IFX GR	67.50	150	-4.7	-16.7	51.4	64.5	81.3	80.3	08-05	이온트랩 칩 생산. EU 양자 파일럿라인 참여, PQC 칩 로보틱스·AI 확장
Skywater Tech	SKYT US	31.85	2	-4.5	-16.0	-1.2	-0.6	225.7	75.4	08-06	'양자 파운드리' 선언. 아이온큐와 \$1.8B 합병계약 체결 및 주주승인, FTC 심사 중
Keysight Technologies	KEYS US	322.71	82	1.7	-9.6	-0.8	50.4	99.3	58.8	08-19	양자 측정장비. 양자 관련 매출이 EIS 부문의 10% 미만
FormFactor	FORM US	115.81	13	3.8	-24.1	-10.7	53.8	231.4	107.6	07-29	IQ2000/3000 극저온 프로버. CPO+양자가 Systems 성장 동력
hamamatsu Photonics	6965 JP	2,510	7	3.6	-5.2	28.0	41.8	41.1	52.6	08-06	양자컴퓨터 핵심부품(디텍터, 카메라, 레이저, SLM) 독점적 지위. 정부 30억엔 FTQC 개발.
스미토모 중공업	6302 JP	5,251	6	2.1	-0.7	3.4	11.7	77.2	28.3	08-04	4K 극저온 냉동기 세계 1위. 초전도 QC 화석냉동기 예냉기 필수 공급자. 매출 비중 미미

주: 실적발표 일정은 변경될 수 있음. 자료: Bloomberg, 미래에셋증권 리서치센터

Compliance Notice

- 당사는 자료 작성일 현재 조사분석 대상법인과 관련하여 특별한 이해관계가 없음을 확인합니다.
- 당사는 본 자료를 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 본 자료를 작성한 애널리스트는 자료작성일 현재 조사분석 대상법인의 금융투자상품 및 권리를 보유하고 있지 않습니다.
- 본 자료는 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 애널리스트의 의견이 정확하게 반영되었음을 확인합니다.

본 조사분석자료는 당사의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목 선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 조사분석자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다. 본 조사분석자료의 지적재산권은 당사에 있으므로 당사의 허락 없이 무단 복제 및 배포할 수 없습니다.