

Quantum Technology - Research in Japan

Dr. Lothar Mennicken, Head of the Science and Technology Section, German Embassy Tokyo
Status: June 16, 2021

Summary

On June 15, the Fraunhofer-Gesellschaft commissioned the first "IBM Quantum System One" in Europe in the presence of Chancellor Merkel in Ehningen (near Stuttgart). In the next few months, an IBM Quantum System One will also be put into operation in Japan, at the Kawasaki Business Incubation Center (KBIC) in Kawasaki (near Tokyo). With these new systems, very complex calculations can be carried out in a short time that cannot be performed with conventional high-performance computers, or only with an unacceptably high expenditure of time. This will open up completely new possibilities in areas such as materials research, pharmaceuticals and logistics.

Japan (and Australia) are considered to have a similar level of development in quantum computing as Europe, according to a recent analysis by Stollenwerk (DLR, 2021). The USA and China are world leaders in this field. Kagermann et al. (Acatech, 2020) also point to Japan's relative strengths in "innovation potential of second-generation quantum technologies". Thus, deeper research collaboration between Germany and Japan in quantum technologies, esp. quantum computing and quantum communication and cryptography, is promising.

Cooperation between industry, government and academia in Japan in the research and development of quantum technologies is gaining momentum. Eleven Japanese companies, including Toshiba Corp, Toyota Motor Corp and Nippon Telegraph and Telephone Corp. (NTT) formed a partnership (council) on May 31, 2021, for the industrial use of quantum technologies. The council will identify issues related to quantum computers, quantum cryptography and other enabling technologies, skilled labor needs/training, and rules and standards.

Also on May 31, Mercari Inc. (E-commerce) announced that it has joined with Keio University and the University of Tokyo to establish an organization for quantum Internet research and development. Other companies are expected to join. Quantum Internet, which involves the exchange of quantum data, allows users to communicate securely and protects them from prying eyes. The new organization aims to put quantum Internet into practice on a trial basis in 15 years.

At the EU-Japan summit on May 27, Prime Minister Suga advocated cooperation with the EU on quantum technology research, among other things, as part of the EU's proposed "partnership for the digital decade" and Japan's association with the Horizon Europe research framework program. Japan wants to research and develop quantum technologies programmatically in multilateral/bilateral cooperation (USA, EU).

Im Einzelnen

Forschungsförderung, -programme, -schwerpunkte

Forschung zu Quantentechnologien (QT) ist seit 2018 ein Förderschwerpunkt der jap. Regierung. In der Haushaltsplanung für das HHJ 2021 sind 3,5 Mrd. JPY (ca. 26 Mio. €) p.a. für QT veranschlagt. Die staatliche QT-Forschungsförderung erfolgt insbesondere durch das Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie (MEXT) bzw. die Förderagentur JST. Die Ressorts für Wirtschaft (METI) bzw. die Förderagentur NEDO, Kommunikation (MIC) sowie das Kabinettsbüro (CAO) sind ebenfalls beteiligt.

In Japan werden folgende **F&E-Förderprogramme** zu Quantentechnologien durchgeführt:

1. Q-LEAP Flagship Program (MEXT), MIRAI (JST), Roadmap Quantentechnologie 2017
2. SIP Opto-quantum base technology (Cross-Ministerial **Strategic Innovation Promotion Program**, CAO), R&D Plan Photonics and Quantum Technology for Society 5.0 (2019); Fokusthema im 6th Science, Technology and Innovation Basic Plan (2021-2025);
3. Moonshot R&D Program (goal 6): "Realization of a fault-tolerant universal quantum computer that will revolutionize economy, industry, and security by 2050" (MEXT / JST), Program Director: Prof. KITAGAWA Masahiro, Osaka University
4. Innovative AI Chip & Next-Generation Computing Technology Development (METI / NEDO),
5. R&D of Quantum Cryptography in Satellite Communications (MIC),

Entsprechend der **Quantentechnologie-Roadmap** (2017) und der Förderbekanntmachung Q-Leap (MEXT, 2018) werden über 10 Jahre folgende Schwerpunkte gefördert:

1. Quanteninformationstechnologien (Quantensimulation und Quanten-Computer)
2. Quantenmetrologie und -sensorik
3. Ultrakurz gepulste Laser
4. Laserbearbeitung der nächsten Generation
5. Entwicklung von Ausbildungskursen zu QT (seit Herbst 2020)

Anfang 2020 wurde die aktuelle „**Quantum Technology Innovation Strategy**“ vom Integrated Innovation Strategy Promotion Council beschlossen und durch den Premierminister verkündet. Darin wurden Hauptthemen (1-4) und Querschnittsthemen (5-7) festgesetzt: 1) Quantum computer/Quantum simulator, 2) Quantum metrology/sensing, 3) Quantum communication/cryptography, 4) Quantum materials, 5) Quantum AI technologies, 6) Quantum life science technologies, 7) Quantum security technologies. Die Strategie beinhaltet u.a. 13 „Technology Roadmaps“ sowie fünf Roadmaps für sog. „Fusion Areas“ (z. B. „Quantum AI Technologies“, „Quantum Life Science“, „Quantum Security Technologies“) und ist auf 20 Jahre angelegt.

Im Rahmen der Strategie zur Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Politik sowie in- und ausländischen Experten wurden „**Quantum Technology Innovation Centers**“ (**Hubs**) gegründet bzw. ernannt:

1. RIKEN (zugleich: Quantum Technology Innovation Headquarters): Superconductive quantum computer
2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology-AIST: Quantum devices
3. National Institute of Information and Communication Technology-NICT: Quantum secure network
4. University of Tokyo, Business Alliance (IBM Q Network Hub @ Keio University u.a.) Quantum computer application
5. Osaka University: Quantum software (incl. quantum AI)
6. National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology-QST: Quantum life science (Quantum biotechnology)

7. National Institute for Materials Science-NIMS: Quantum material
8. Tokyo Institute of Technology: Quantum inertia sensor/optical lattice clocks

Nachdem die Fraunhofer-Gesellschaft in Kooperation mit IBM im April 2021 in Ehningen (nahe Stuttgart) den ersten „**IBM Quantum System One**“ in Europa in Betrieb genommen und am 15. Juni feierlich eröffnet hat, ist in den nächsten Monaten die Installation des ersten „IBM Quantum System One“ in Japan im **Kawasaki Business Incubation Center (KBIC) in Kawasaki** (nahe Tokyo) vorgesehen. Letzteren betreibt die Universität Tokyo in Kooperation mit IBM. Dazu hat die Universität Tokyo ein „**Quantum Innovation Initiative Consortium**“ im Juli 2020 gegründet, zusammen mit der Keio Universität, Toshiba Corp., Mitsubishi Chemical Holding Corp., Mitsubishi UFJ Financial Group Inc. u.a. (2 Univ., 12 Firmen). Am 17. Mai 2018 wurde der Q-Hub an der Keio Universität eröffnet – die erste und bisher einzige Cloud-Verbindung in Asien zu IBMs 20-Qubit-Quantencomputer in New York.

Darüber hinaus können **weitere interessante QT-Forschungseinrichtungen** in Japan identifiziert werden: Kyoto U, Tohoku U, Yokohama National University, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University-OIST (Präs. Peter Gruss, vormals Präs. Max-Planck-Gesellschaft); High Energy Accelerator Research Organization-KEK, U Electro-Communications, Gakushuin U, Hokkaido U, Toyama U, Utsunomiya U, WASEDA U.

Zu den **führenden Unternehmen** zählen: Toshiba (F&E Flagship project “Superconductive quantum computer”, Q-LEAP program), Denso, Fujitsu, ExaScaler Inc., NTT, NEC, Mitsubishi Electric, Hitachi, QunaSys, Honda, JSR Corporation, MDR, Nagase, PEZY Computing, Recruit Communications, Rohm Semiconductor, SIGMAKOKI, TOKAI Optical, Toshiba, Toshiba Infrastructure Systems & Solutions, Toyama, Toyota Tsusho, Yazaki, ZenmuTech.