

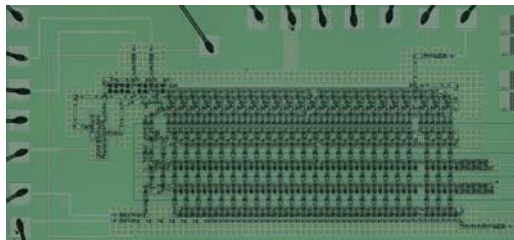
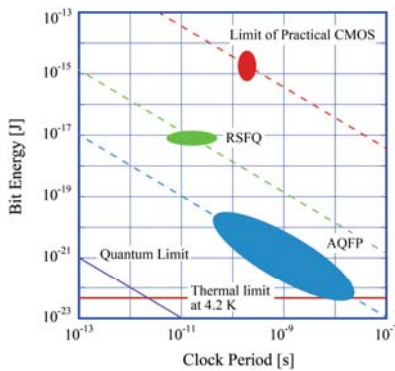
UNIT 3

超省エネルギープロセッサ

Research Unit: Extremely Energy-Efficient Processors

熱力学的極限を超える究極の低消費エネルギー集積回路を実現

将来の高性能コンピュータやデータサーバの実現のためには、エネルギー効率が極めて高い集積回路技術の創成が必要です。我々は、高速性が特徴の超伝導磁束量子回路において、回路をゆっくりと断熱的に動作させることで、熱力学的極限を超える究極の低消費エネルギー集積回路を実現することを目指します。本研究ユニットでは、計算におけるエネルギー下限値を実験的に解明するとともに、断熱的可逆演算回路を用いた超省エネルギープロセッサの研究開発を行ないます。以上の成果に基づいて、3年以内に極限的低消費エネルギーで動作する超伝導集積回路を用いたコンピュータシステムの実装を行ないます。更に研究成果を高分子質量分析システムや医療、画像処理用FFTプロセッサなどの様々な応用分野に展開します。



左: Comparison of bit energy and clock period of several logic circuits. The bit energy of AQFP (adiabatic quantum flux parametron) logic is six orders of magnitude smaller than that of conventional CMOS logic.

右: Microphotograph of a single-flux-quantum (SFQ) time-to-digital converter (TDC) for superconducting time-of-flight mass spectrometers for bio molecules.

ユニット・メンバー

主任研究者	吉川信行 教授
海外主任研究者	Thomas Ortlepp 上席特別教授 (CiS研究所、ドイツ)
共同研究者	山梨裕希 准教授 竹内尚輝 IAS准教授 Christopher Ayala IAS助教



吉川信行
1961年神奈川県生まれ、1989年横浜国立大学大学院工学研究科博士課程修了、1989年 横浜国立大学工学部助手、1991年 横浜国立大学工学部講師、1993年 横浜国立大学工学部助教授、2004年横浜国立大学大学院工学研究院教授、2014年 横浜国立大学先端科学高等研究院超省エネルギープロセッサ研究ユニット 主任研究員、2000年日本学術振興会第146委員会賞、2004年末踏科学技術協会超伝導科学技術賞

主な研究プログラム

- 2014-2019**
熱力学的極限に挑む断熱モード磁束量子プロセッサの研究、科学研究費補助金基盤研究(S)(日本学術振興会)
- 2013-2014**
演算エネルギーの熱力学的限界の実験的解明と可逆演算回路への展開、科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(日本学術振興会)
- 2010-2014**
断熱モード単一磁束量子回路の導入によるサブμWマイクロプロセッサの研究、科学研究費補助金基盤研究(S)(日本学術振興会)
- 2006-2009**
単一磁束量子局在電磁波集積回路、科学研究費補助金特定領域研究(文部科学省)

横浜国立大学 先端科学高等研究院

Institute of Advanced Sciences, Yokohama National University

IAS Institute of
Advanced Sciences
Yokohama National University

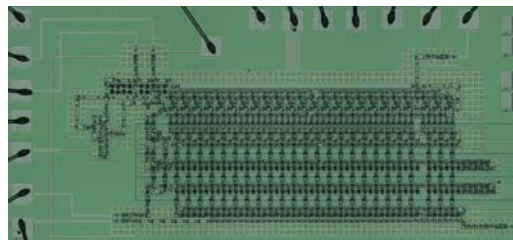
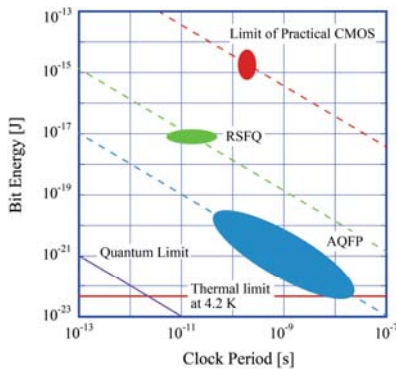
UNIT 3

Research Unit:

Extremely Energy-Efficient Processors

Realization of extremely energy-efficient integrated circuits beyond the thermodynamic limit

The creation of a very energy-efficient integrated circuit technology is indispensable for realizing future high-performance computers and data servers. Our research goal is to realize extremely energy-efficient integrated circuits beyond the thermodynamic limit by operating the high-speed superconducting single-flux-quantum circuits slowly or adiabatically. In this research unit, we investigate the minimum energy limit in computation and develop extremely energy-efficient processors using adiabatic reversible logic circuits. Based on the research results, we will demonstrate a computer system based on the energy-efficient superconducting circuits within three years. The research results are also applied to other emerging application such as mass spectrometer systems for bio molecules and FFT processors for medical image processing.



Left: Comparison of bit energy and clock period of several logic circuits. The bit energy of AQFP (adiabatic quantum flux parametron) logic is six orders of magnitude smaller than that of conventional CMOS logic.

Right: Microphotograph of a single-flux-quantum (SFQ) time-to-digital converter (TDC) for superconducting time-of-flight mass spectrometers for bio molecules.

Unit Member

Principal Investigator Professor Nobuyuki Yoshikawa
Distinguished YNU Professor Thomas Ortlepp
(CIS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH, Germany)

Collaborating Investigator Associate Professor Yuki Yamanashi
IAS Associate Professor Naoki Takeuchi
IAS Assistant Professor Christopher Ayala



Nobuyuki Yoshikawa

He was born in Kanagawa in 1961. He received the B.E., M.E., and PhD degrees in electrical and computer engineering from Yokohama National University, in 1984, 1986, and 1989, respectively. Since 1989, he has been with the Department of Electrical and Computer Engineering, Yokohama National University, where he is currently a Professor. He got the 146 Committee Award from Japan Society for the Promotion of Science, and the Superconductivity Science and Technology Award from the Society of Non-Traditional Technology in 2000 and 2014, respectively.

Research Program

2014-2019
Study on Adiabatic Single-Flux-Quantum Circuits Operating in the Thermodynamic Energy Limit, Grant-in-Aid for Scientific Research (S) (Japan Society for the Promotion of Science)

2013-2014
Experimental Investigation of Thermodynamic Energy Limit in Computation and Its Application for Reversible Logic Circuits, Grant-in-Aid for Challenging Exploratory Research (Japan Society for the Promotion of Science)

2010-2014
Study on Sub- μ W Microprocessors using Adiabatic Single-Flux-Quantum Circuits, Grant-in-Aid for Scientific Research (S) (Japan Society for the Promotion of Science)

2006-2009
Single-Flux-Quantum Circuits based on Localized Electromagnetic Waves, Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology)

横浜国立大学 先端科学高等研究院

Institute of Advanced Sciences, Yokohama National University

IAS Institute of
Advanced Sciences
Yokohama National University