

科学研究費助成事業（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	22226009	研究期間	平成22年度～平成25年度
研究課題名	断熱モード単一磁束量子回路の導入によるサブ $\mu$ Wマイクロプロセッサの研究	研究代表者 (所属・職) (平成27年3月現在)	吉川 信行 (横浜国立大学・大学院工学研究 院・教授)

【平成25年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○ A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

断熱モードSFQ回路の構成によって、SFQ回路の低消費電力化を実現する研究である。既にシミュレーションと実証実験により従来のSFQ回路より2～3桁の消費電力低減化が可能となる見通しを得ており、研究は当初の計画どおり順調である。

回路の消費エネルギーの実験的評価と同時に、基本ゲートおよび演算回路の正常動作、及びオンチップ交流電源による高速での正常動作の確認を行っている。また、想定外の知見として、シミュレーションにより熱力学的演算の最小エネルギーを下回るビットエネルギーでの演算の可能性を見いだしている。

当初の目標である低消費電力および演算速度の達成のみならず、大規模集積化において予想されるバラツキと信頼性の問題への対策を念頭に置きつつ、各基盤技術を開発することが望まれる。

【平成27年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、基本コンセプトの実証という観点では概ね期待どおりの成果が上がったが、一部目標を達成できていない点が見受けられた。
A-	当初の研究計画では、(1)断熱モードSFQ回路により従来と比べて1/1000に消費電力を低減する効果のある原理を実証し、(2)インダクティブロード技術、(3)ゲート間PTL配線技術、(4)サブ $\mu$ m接合プロセスによる臨界電流 $I_c$ の低減、(5)非同期アーキテクチャの組合せにより、総合的に50 $\mu$ W, 30GHz, 16bマイクロプロセッサの動作実証を行うことを目標としていた。これらの目標について、基盤技術構築としての研究実績については、成果が上がっているものの、数値目標に対して未達の部分があり、結果としてマイクロプロセッサプロトタイプによる実証では、動作周波数30GHzにおいて230 $\mu$ Wの消費電力までしか達成できなかった。