

CPU動作周波数の動的制御やマルチコア化によるエネルギー効率の向上

# 低消費電力化

小林 明

本稿では、Linuxに備わる低消費電力化機能を使ったチューニング術を紹介します。その中でも、CPU動作周波数を動的に制御する機能「CPUfreq」と、マルチコア環境における低消費電力化については、写真1のようにラズベリー・パイ4を用いた実験を交えて解説します。(編集部)

組み込みシステムでは、バッテリー駆動で動作する機器も少なからず存在します。そのような機器では当然ユーザの利便性を向上するために、バッテリー寿命の延長が求められます。

また、最近のSoCは動作クロックも高くなり、コア数も増えてきているので、発熱が問題となるケースもあります。このようなケースでも低消費電力化により発熱を抑制することができます。

Linuxには、さまざまな低消費電力化の機能が備わっていますが、SoCの機能に依存する部分も大きいので、使用するSoCの機能を確認することが重要です。最近のArmコア搭載SoCでは、PSCI (Power State Coordination Interface) により電源ステータスを制御するための標準化が図られています。

チューニング術  
13

## ● SoCが備える低消費電力機能の一例

### ▶ DVFS (Dynamic Voltage Frequency Scaling)

DVFSは、SoCの電圧と周波数を動的(動作中)に制御することにより処理性能を調整できる機能です。状況に応じてアプリケーションなどから制御する必要

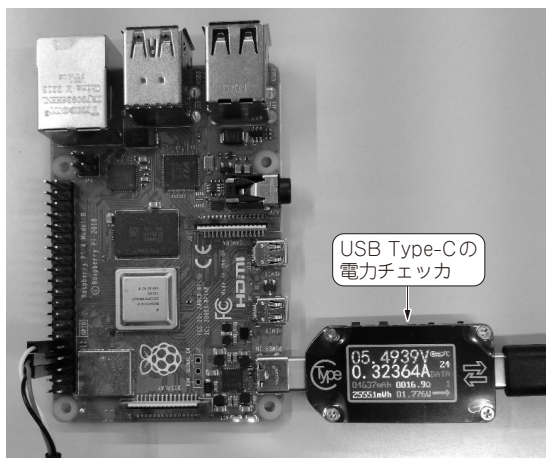


写真1 本稿でやること…Linuxに備わる低消費電力化機能を使ったチューニング術の紹介

USB Type-Cの電力チェッカを使ってラズベリー・パイ4の電力と電力量を測定している様子

がありますが、ある程度場面を想定した電力モード(CPUfreqガバナと呼ばれる。詳細は後述)が何種類か用意されています。

### ▶ CPU Idle/CPUホットプラグ

CPUホットプラグは、CPUを動的に有効または無効にする機能です。CPU Idleサブシステムにより、カーネルは現在の負荷に基づいて動的にCPUをホットプラグ化できます。

## 2-1 サブシステム「CPUfreq」による低消費電力化

### CPUfreqの基礎知識

チューニング術  
14

#### ● CPUの動作周波数や電圧を動的に変更できる

CPUfreqは、DVFSを使ってCPUの動作周波数と動作電圧を変更するLinuxカーネルのサブシステムで

す。カーネルのコンフィグレーション機能(CONFIG\_CPU\_FREQ)で有効化できます。ラズベリー・パイ4 Model B用のYocto Project mickledoreではデフォルトで有効化されています。

設定可能な周波数は、P-stateやOPPなどで表されます。P-stateとは、P0をそのシステムで最も高い動