

序説

著者: Mihai Alexandru Ricanu, Microchip Technology Inc.

アナログ⇒デジタル変換器(ADC)は感知器節点のようなアナログ データ収集と処理応用、基板の電圧と電流の監視、機能安全、層状の条件付き起動、通知に不可欠な周辺機能です。幅広い応用がADC周辺機能を使って作られます。けれども、小信号測定が必要とされる場合、特に雑音が多い環境で追加の入力信号調整が必要です。ADC処理に適した感知器出力にするために通常、外部的な濾波器と増幅器が必要とされます。けれども、この方法は部品表(BOM)と総合的な解決費用を増します。AVR® EBシステムマイクロコントローラ(MCU)はこれらの問題を解決または緩和する2つの特別なADCハードウェア機能強化、最大16倍利得を持つ設定可能な利得増幅器(PGA)と最大1024連続測定平均を持つ集中累積動作を持ちます。

他のデバイスでの専用演算増幅器周辺機能に対する内部PGAの主な利点は入力多重化です。それらの専用周辺機能は使用者定義の帰還が特徴でより高い利得を許し、それらは追加の外部回路を必要とし、制限された専用増幅器ピン数は可能な応用の範囲を大きく減らします。AVR EBのADC周辺機能は全てのADCチャネル(AVR16EB32については24 I/Oピン)に対して利用可能な内部PGAが特徴で、広い範囲の応用を許します。

累積と平均の処理の実装により、測定した信号精度が改善します。これはADCが雑音の多い環境で動く場合に特に有用です。この方法は低域通過濾波器と等価で、信号変動や雑音を減衰する利点を持ちます。AVR® EBのADC周辺機能はコアの干渉なしにハードウェアでこの処理を実行する集中累積動作が特徴です。

この文書は低電圧信号が測定される応用を開発することによってAVR® EB MCUの12ビットADC周辺機能のハードウェア機能強化を紹介します。このような応用に対して特に必要な情報は僅かな電圧変動によって提供され、入力信号が数mVの範囲のため、通常、雑音によって大きく影響を及ぼされます。これは24ビットADCが多数を占める測定制限環境で、単純な12ビットADCの使用は不適切です。AVR® EB ADCのハードウェア機能強化を利用する応用は集中累積を許すために温度、重量、湿度、速度の変動のような小さな範囲の動的信号を考慮すべきです。これらの機能を実演するため、重量計応用を開発するのに歪計量荷重計(ストレンゲージ ロードセル)が使われます。

この応用はデバイス初期化と周辺機能設定のためにMPLAB®コード構成部(MCC)を使います。また、Microchip MPLAB Discoverウェブページで対応するウェブページも持ち、ハードウェアとソフトウェアの要件の包括的な記述を提供します。



MPLAB DISCOVERでコード例を見るにはクリックしてください。

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Microchip社とは無関係であることを御承知ください。しおりの[はじめに]での内容にご注意ください。

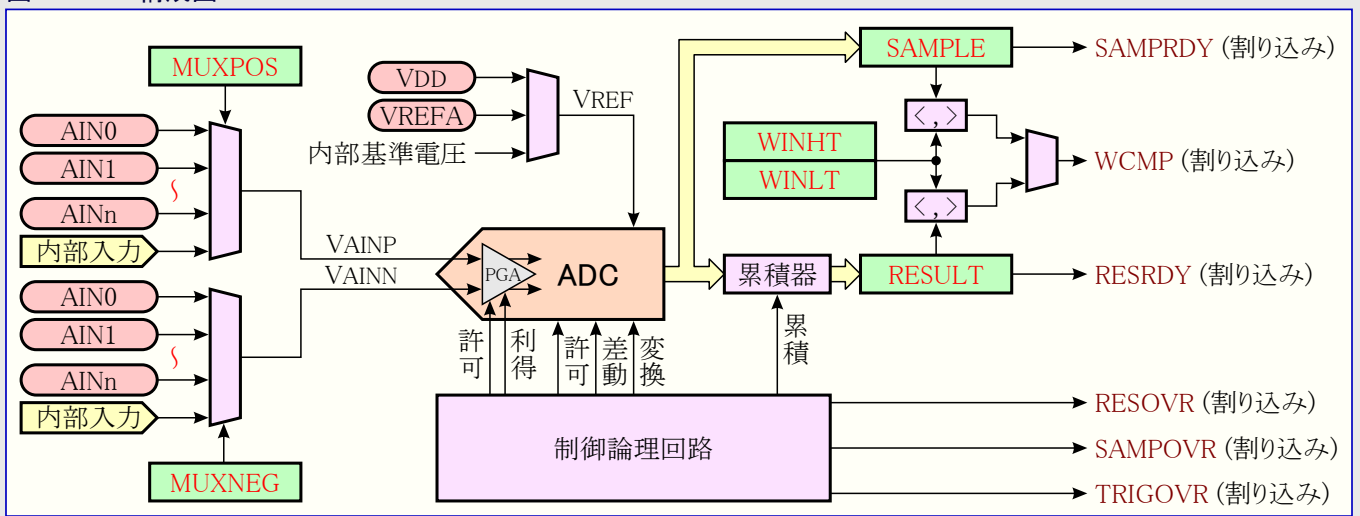
目次

序説	1
1. 周辺機能概要: 設定可能な利得増幅器付きA/D変換器	3
2. 周辺機能概要: タイマ/カウンタ型	5
3. 応用構成	7
4. 測定結果	8
4.1. 構成設定1: PGA不使用単独変換	8
4.2. 構成設定2: 16倍利得での単独変換	8
4.3. 構成設定3: 16倍利得での集中変換	8
4.4. 構成設定4: 16倍利得とソフトウェア累積での集中変換	9
5. 実演	10
6. 結び	12
7. 参照	13
8. 改訂履歴	14
Microchip情報	15
Microchipウェブ サイト	15
製品変更通知サービス	15
お客様支援	15
Microchipデバイスコード保護機能	15
法的通知	15
商標	16
品質管理システム	16
世界的な販売とサービス	17

1. 周辺機能概要: 設定可能な利得増幅器付きA/D変換器

- 12ビット分解能
 - 過採取で最大17ビット
- 12ビット分解能で最大300kspsの変換速度
- 24個までの入力
- 差動とシングルエンドの変換
- 1倍～16倍の設定可能な利得増幅器(PGA:Programmable Gain Amplifier)
- -100mV～VDD+100mVの入力電圧範囲
- 複数の内部ADC参照基準電圧
 - VDD
 - 1.024V
 - 2.048V
 - 2.500V
 - 4.096V
- 外部参照基準入力
- 単独と自由走行の変換
- 継続と集中の累積動作
- 1024変換までの累積
- 左または右に揃えられた結果
- 変換完了での割り込み
- 任意選択の事象起動変換
- 構成設定可能な窓比較器

図1-1. ADC構成図



ADCは共に次のような各動作に対して差動とシングルエンドの変換を持つ6つの異なる動作形態を支援します。

- 単独動作 - 8または12ビット変換出力で起動毎に単一変換
- 継続累積動作 - n採取の累積で起動毎に1変換
- 集中累積動作 - 単一起動後に可能な限り速く累積したn採取での集中

継続と集中の動作では制御F(CTRLF)レジスタの採取累積数選択(SAMPNUM)ビット領域は何採取累積するかを制御します。このハードウェア累積機能は雑音濾波器として働き、入力信号のもっと正確な採取を許します。雑音低減は総変換時間を犠牲にして手に入り、応用はこれを考慮しなければなりません。

ADC変換は指令(COMMAND)レジスタの変換開始(START)ビット領域の構成設定に応じて以下の起動の1つによって開始されます。

- 指令レジスタのSTARTビット領域へのIMMEDIATE値書き込み
- 事象入力受け取り
- 入力多重器(正入力多重器(MUXPOS)または負入力多重器(MUXNEG)の)レジスタの1つへの書き込み

割り込み要求フラグ(INTFLAGS)レジスタの結果準備(RESRDY)割り込み要求フラグは変換または累積が終了したかを示します。このフラグは割り込み制御(INTCTRL)レジスタで許可されていれば対応する割り込みも起動します。

既定構成設定ではPGAが禁止され、入力信号は内部増幅器なしで直接変換状態で採取されます。入力信号特性に応じて、信号を増幅するように内部PGA段を構成設定するのが望ましい場合があります。外部増幅器と比べて、内部PGAは次のようないくつかの望まれる特性を持ちます。

- ・ 少ない部品
- ・ 必要とされる少ないピン数
- ・ 柔軟で機能豊富な応用のための入力多重化と共にファームウェア選択可能な利得
- ・ 応用がON/OFFされるPGAでの動作を必要とする時に非反転増幅がファームウェアでの符号/論理構造を保持

PGA使用時、以下の影響を考慮しなければなりません。

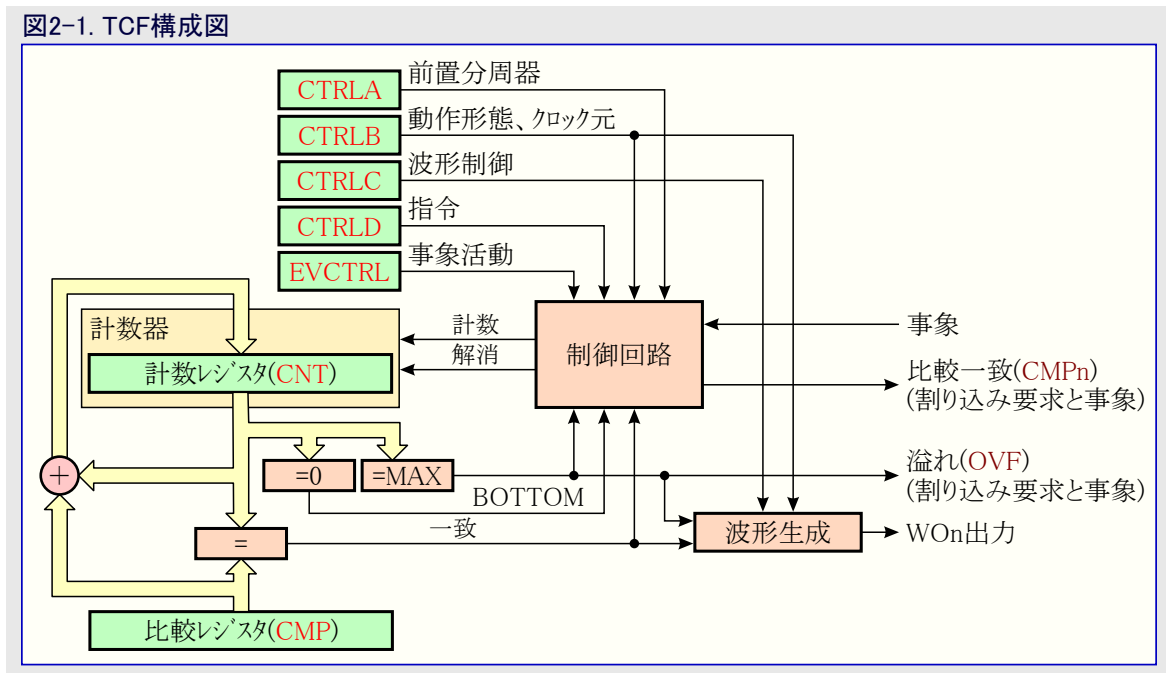
- ・ 入力信号は追加の増幅段の当然の有害反応(入力雑音、変位、利得誤差)と飽和の可能性を伴い増幅されます。
- ・ ADCがPGA採取を必要とするため、最大変換速度がより低くなります。
- ・ 消費電力が僅かに増えます。
- ・ 採取動作形態に応じて、変換の相対的なタイミングが変えられます。

PGAはPGA制御(PGACTRL)レジスタでPGA許可(PGAEN)ビットを設定(1)して利得(GAIN)ビット領域を構成設定することによって許可されます。正と負の入力多重器(MUXPOSとMUXNEG)のレジスタの経由(VIA)ビット領域は入力信号がPGA経由で接続されるか、または変換段にまっすぐ供給されるかを決めます。VIAビットは共有され、故にどの入力多重器(MUXPOSとMUXNEG)のVIAビット領域に書かれた値も両方を更新します。

2. 周辺機能概要: タイマ/カウンタ型

タイマ/カウンタ型(TCF)は周波数と波形の生成を含む能力があります。TCFは基本計数器と各々固有の機能を提供する各種動作形態に設定することができる制御論理回路から成ります。任意選択の前置分周と共に選択可能なクロック元が基本計数器をクロック駆動します。TCFは以下の特性が特徴です。

- 24ビットまでのタイマ/カウンタ
- 動作形態:
 - 周波数生成
 - 数値制御発振器 (NCO: Numerical Controller Oscillator)
 - ハルス周波数
 - 固定デューティ サイクル
 - 8ビット ハルス幅変調 (PWM)
- 7ビット前置分周器
- 計時器溢れと比較一致の事象/割り込み
- ハルスまたは波形出力としての事象生成
- 複数のクロック元



動作形態に応じて周辺機能のレジスタ機能は異なるかもしれません。この技術概説の文脈では周波数波形生成動作に焦点を当てます。

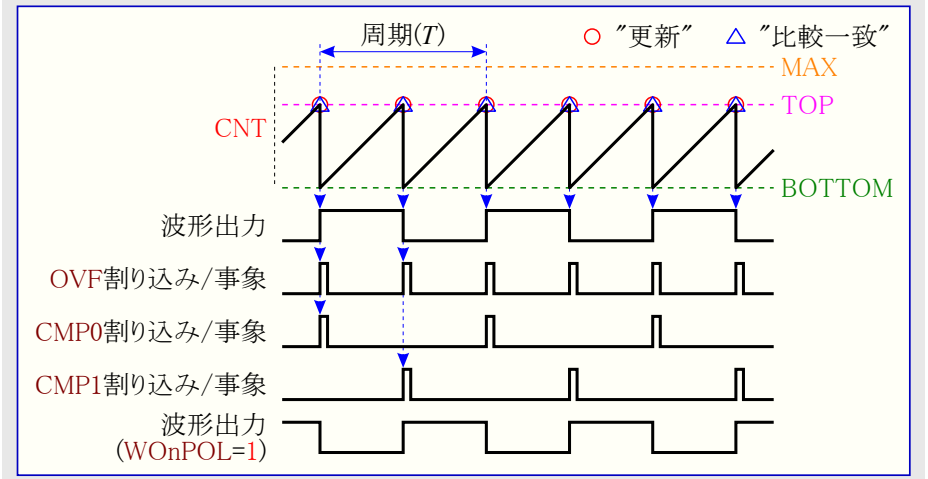
周波数波形生成動作では比較(TCFn.CMP)レジスタが周期時間を制御します。対応する波形生成部出力は計数(TCFn.CNT)とTCFn.CMPのレジスタ間での各比較一致で交互切り替えされます。以下の式は波形周波数を定義します。

$$f_{FRQ} = \frac{f_{CLK_TCF}}{2N(CMP+1)}$$

ここでNは使われる前置分周数(制御A(TCFn.CTRLA)レジスタの前置分周器選択(PERESC)ビット領域参照)を表し、fCLK_TCFはTCFクロック周波数です。

溢れ(OVF)割り込み/事象は毎回の溢れで生成される一方で、比較0(CMP0)と比較1(CMP1)の割り込み/事象は交互の溢れで生成されます。事象システム使用時、OVFとCMPnの事象はCPUを使うことなく、他の周辺機能での活動を起動するように構成設定することができます。

図2-2. TCF周波数波形生成

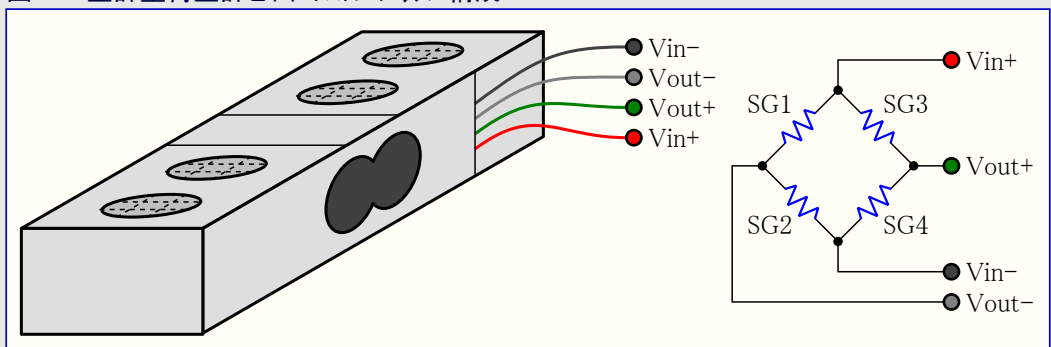


この技術概説の分脈で開発した応用はソフトウェアの干渉なしにADC変換を周期的に起動するのにTCFと事象システムを使います。TCFは周波数波形生成動作で構成設定され、生成される信号の周期は動作形態に応じて新しいADC変換や集中累積が10ms毎に起動されるのを保証する20msに設定されます。

3. 応用構成

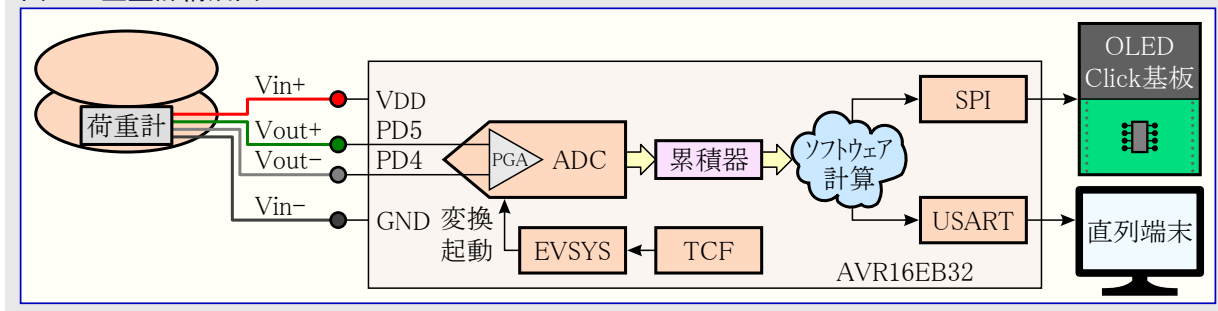
荷重計(ロードセル)は力や重量を測定するのに使う電気機械的な感知器です。機械的な配置を通して、感知された力が歪計(ストレインゲージ)を変形します。歪計は電気的な抵抗での変化として変形(歪)を測定します。荷重計は通常、ホイートストンブリッジ構成での4つの歪計から成ります。電気的な信号出力は代表的に約数mVで、測定し得るのに先だって増幅を必要とします。荷重計は体重計を含む様々な応用で使われます。

図3-1. 歪計量荷重計とホイートストンブリッジ構成



重量計応用はAVR16EB32マイクロコントローラを中心に開発され、歪計量荷重計(ストレインゲージロードセル)の出力信号を周期的に採取するのに事象システム、タイマ/カウンタ型(TCF)とADC周辺機能を使います。結果の値は重量に変換され、Mikroe® OLED Click基板と直列端末ウィンドウまたはデータ可視器(DV:Data Visualizer)インターフェースで表示されます。

図3-2. 重量計構成図



4. 測定結果

荷重計(ロードセル)の出力信号はPGAと集中累積動作の利点を実演するために3つの異なる構成設定を使って採取されます。4つ目の構成は測定した信号の精度の更なる改善のために追加のソフトウェア計算と共にADCのハードウェア能力を組み合わせます。

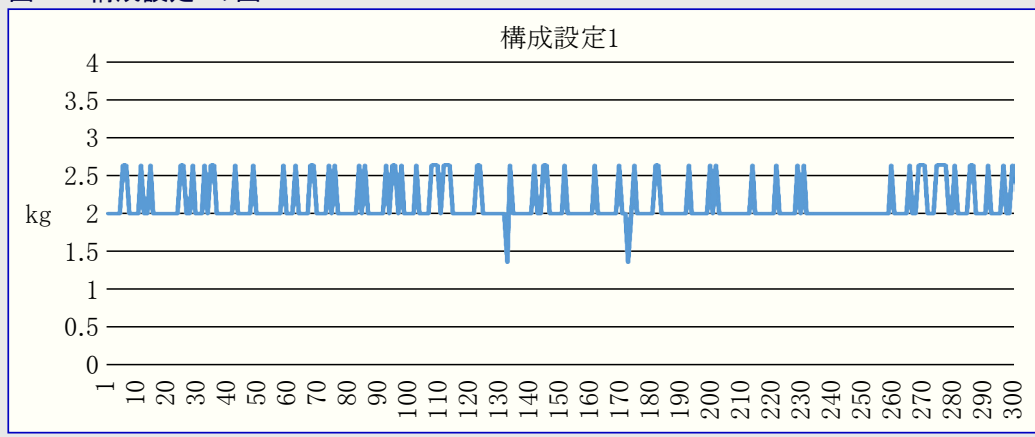
4.1. 構成設定1: PGA不使用単独変換

最初の構成設定では禁止されたPGAと共にADCが単独変換で動作します。秤に重量2.003kgの物体が置かれ、300 ADC採取が記録されて分析されます。

表4-1. 構成設定1の結果

荷重計の重り	2.003kg
測定重量最大	2.599kg
測定重量最小	0.866kg
最大-最小	1.733kg

図4-1. 構成設定1の図



上図で観測されたように、入力信号は事前調整なしでは使えません。荷重計(ロードセル)のデータシートに従うと、重量と出力は各々5kgと1.0+0.15mV/Vで評価されています。3.3V供給時に荷重計は最大重量で3.3mVを出力します。事前増幅なしでこの尺度の信号でのADC変換は、ADCが差動動作で動き、参照電圧が1.024Vの時にLSB電圧が0.5mVの範囲のため、不適切なことが分かります。この場合、分解能が不適切なため、ADC出力の小さな変動は計算した重量で僅かな変化に変換し、従ってどの小さな入力信号変動も検出することが不可能です。これらの観察を考慮すると、この文書で大きく取り上げられた重量計応用の開発で内部PGAが助けになることが分かります。

4.2. 構成設定2: 16倍利得での単独変換

2つ目の構成設定は利得が16倍に設定されて許可されたPGAと共に単独変換動作で動くADCが特徴です。同じ重量2.003kgの物体が秤に置かれ、300 ADC採取が記録されて分析されます。

表4-2. 構成設定2の結果

荷重計の重り	2.003kg
測定重量最大	3.238kg
測定重量最小	0.756kg
最大-最小	2.482kg

図4-2. 構成設定2の図

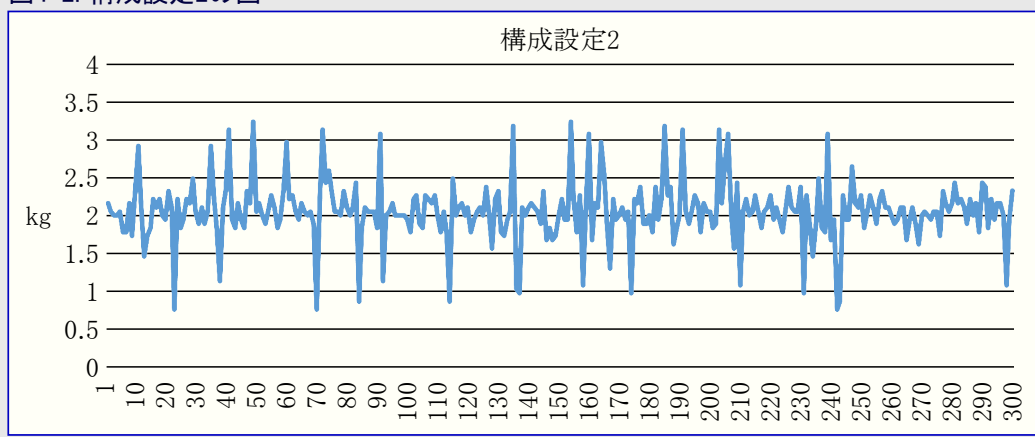


表4-2.で観察したように、重りの物体が秤に置かれ、採取したデータから測定した最大振幅誤差は同じ大きさの状態です。正確な重量測定を得るには追加の雑音濾波が必要とされます。これを得る最も簡単で最も便利な方法は、集中累積動作でADCを動作することによるハードウェアで、または単一変換結果を繰り返し累積することによるソフトウェアで行うことができる多数ADC採取を累積して平均することです。ソフトウェア累積に対する集中累積動作の最も注目すべき利点は、ADCハードウェア周辺機能がコアから独立して累積を実行するため、その面に於いて妨げられないことです。

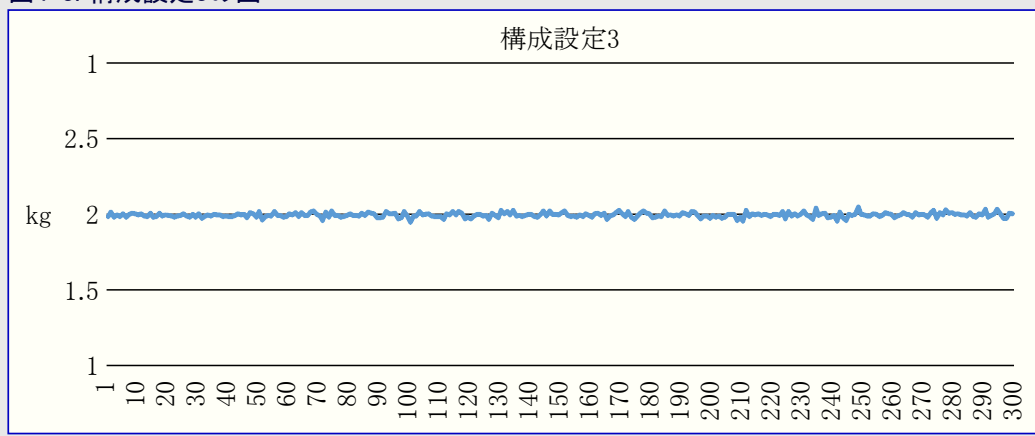
4.3. 構成設定3: 16倍利得での集中変換

3つ目の構成設定は1024累積採取の集中変換動作で動くADCが特徴です。PGAは許可され、利得は16倍に設定されます。前の構成設定で使った同じ物体が秤に置かれ、300集中変換の結果が記録されて分析されます。

表4-3. 構成設定3の結果

荷重計の重り	2.003kg
測定重量最大	2.065kg
測定重量最小	1.973kg
最大-最小	0.092kg

図4-3. 構成設定3の図



集中累積動作でのADC動作は2つ目の構成設定と比べて測定の精度に於いて重大な改善をさせます。ハードウェア累積と平均処理は前の図で見られるように、雑音低減を改善します。単一変換動作と比べると、集中累積動作の欠点は構成設定した累積採取数に依存するより長い変換時間です。

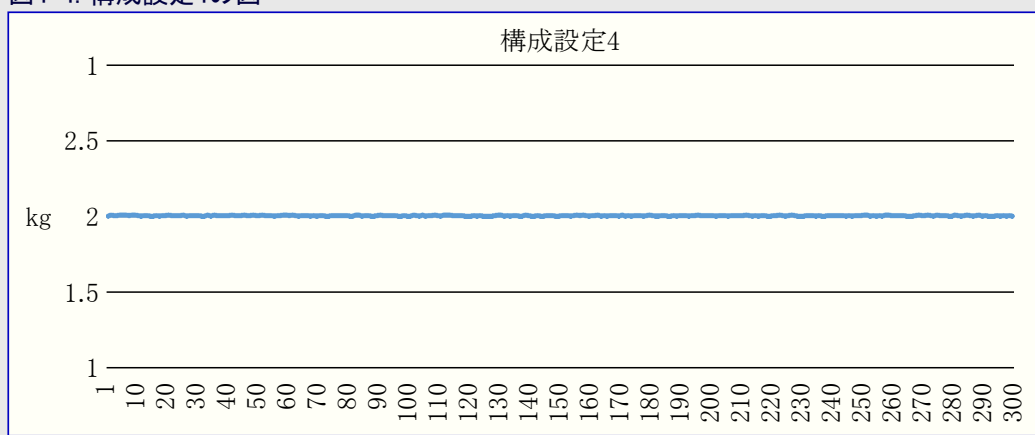
4.4. 構成設定4: 16倍利得とソフトウェア累積での集中変換

変換時間が制限なしなら、構成設定3に対して詳述された設定に加えて、更により大きな精度を得るのにソフトウェアの累積と平均化を実装することができます。ソフトウェアでの128集中変換結果の累積(各変換は1024採取の合計の繰り返し)により、以下の測定が得られました。

表4-4. 構成設定4の結果

荷重計の重り	2.003kg
測定重量最大	2.007kg
測定重量最小	2.000kg
最大-最小	0.007kg

図4-4. 構成設定4の図



ハードウェアとソフトウェアの累積の効果の組み合わせは素晴らしい結果を提供します。追加の精度は欠点のためにかかなりの長い変換時間の犠牲になり、総累積採取数はハードウェアとソフトウェアの採取数の組の積と等価です。また、ソフトウェア実装累積はコア依存です。

5. 実演

ハードウェア構成の図とデータ可視器(DV:Data Visualizer)の画面複製が実演目的に取られました。改善した測定精度のため、重量計応用は構成設定4で動いています。変換時間対精度の交換条件を実演するため、構成設定3と構成設定4のデータが作図されました。

図5-1. 構成設定3 - DV作図

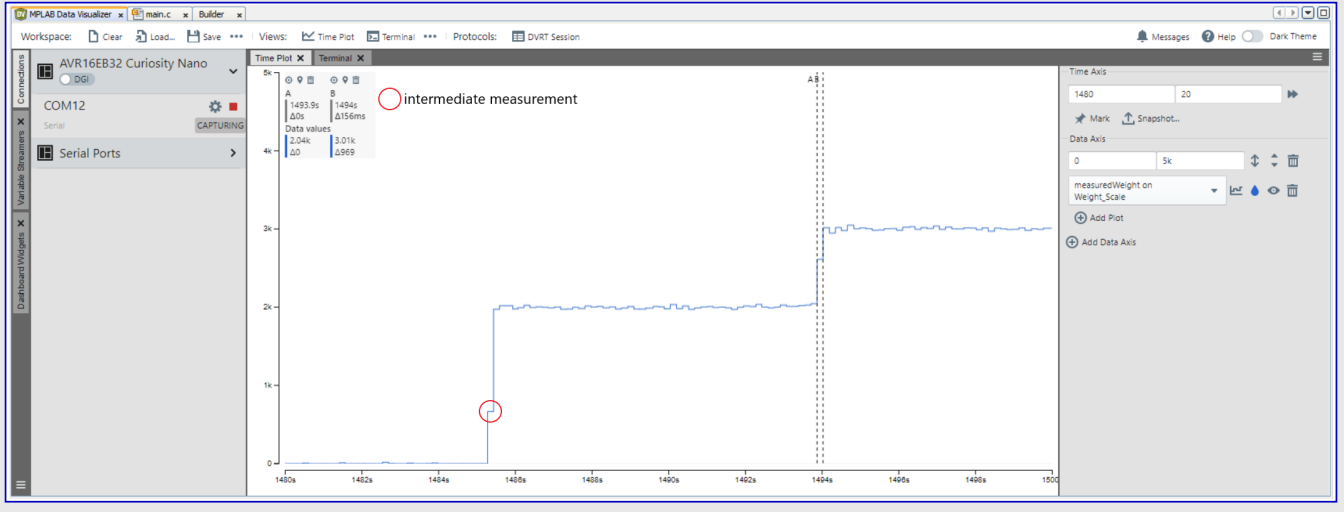
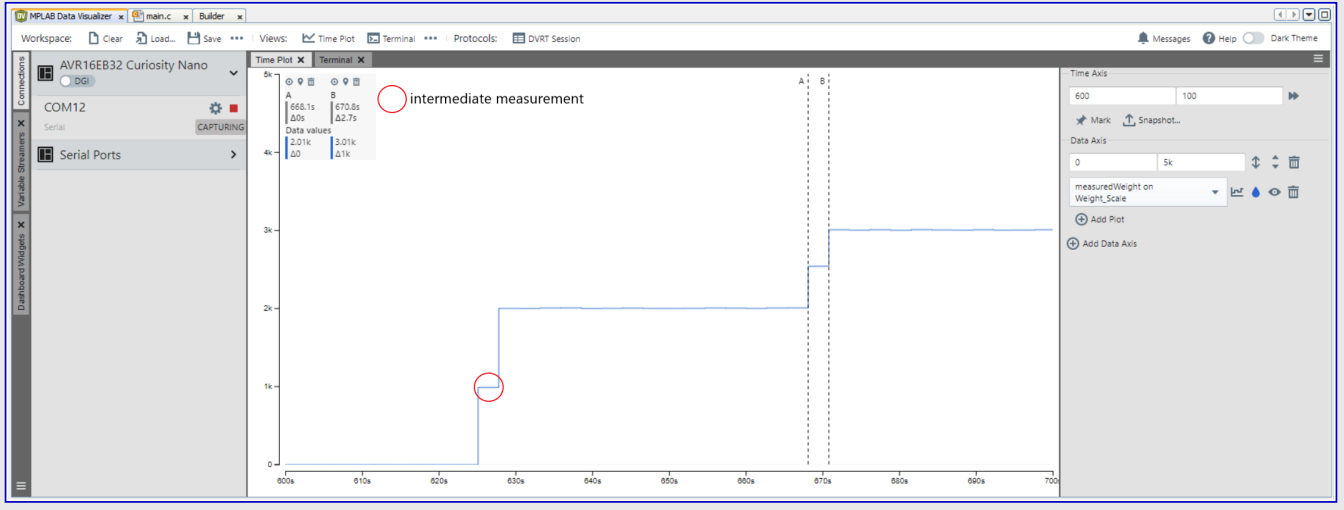


図5-2. 構成設定4 - DV作図



2つの物体(各々1kgと2kg)が重量計に置かれます。追加のソフトウェアの累積と平均化の影響は作図結果を比べると明らかに目立ちます。精度改善は変換時間の犠牲で成り立ちます。より大きい精度の構成設定4では2.7秒毎に作図されますが、一方で構成設定3での結果は156ms毎に作図されます。

図5-3. 構成設定4 - 重量計上の1kg物体での実演構成



図5-4. 構成設定4 - 1kg物体の測定結果、DV直列端末ウィンドウでの表示

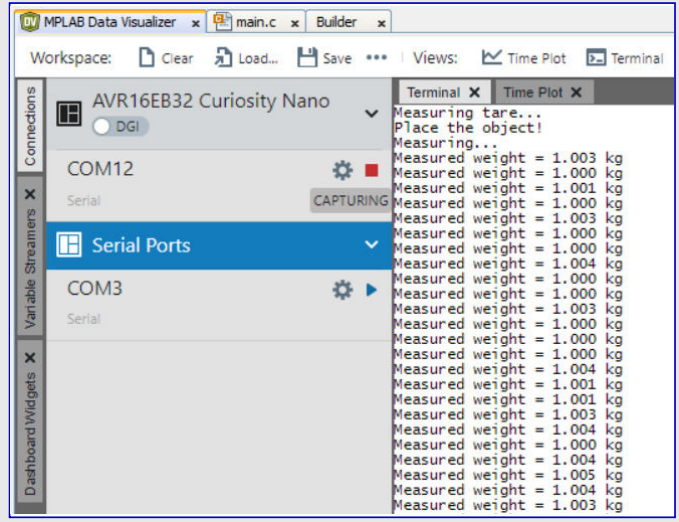
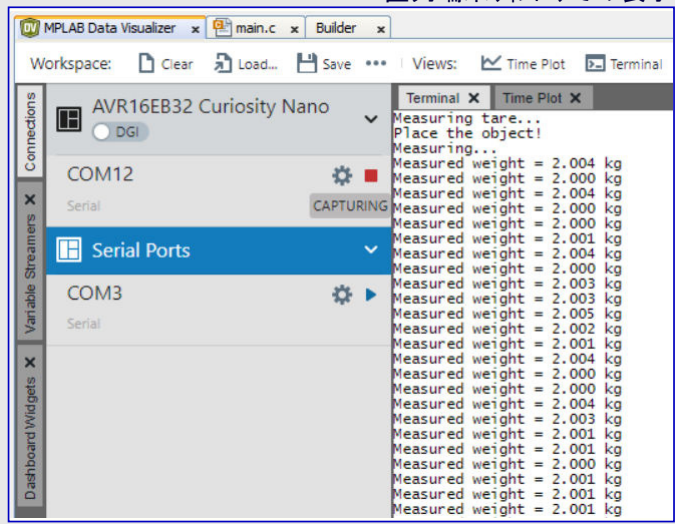


図5-5. 構成設定4 - 重量計上の
2kg物体での実演構成



図5-6. 構成設定4 - 2kg物体の測定結果、
DV直列端末ウィンドウでの表示



6. 結び

この文書で実行した分析の結論として、紹介した重量計の開発や低電圧信号測定を必要とする同様の応用は採取前に増幅段を使わないことは不可能です。統合したPGAを持つADC周辺機能は外部増幅器と比べて効果的で安価な解決策を提供します。他の利点の中で、PGAファームウェアの選択可能な利得と入力多重化は通常の制限された専用増幅ピン数よりもはや制約でないため、多数チャネルデータ採取システムを含む多種多様の応用の開発を許します。追加の雑音低減が必要とされるなら、測定の精度を改善するために集中累積動作を使うことができます。

7. 参照

- “AVR16EB14/20/28/32 暫定データシート”(DS40002522)、Microchip Technology Inc.、2023
- “AVR16EB32 Curiosity Nano 使用者の手引き”(DS50003605)、Microchip Technology Inc.、2023
- “Click 基板用 Curiosity Nano Base”(DS50002839)、Microchip Technology Inc.、2021
- “MPLAB[®] コード構成部 (Code Configurator) v3.xx 使用者の手引き”(DS40001829)、Microchip Technology Inc.、2018

8. 改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
A	2024年2月	初版文書公開

Microchip情報

Microchipウェブ サイト

Microchipはwww.microchip.com/で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ サイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にするのに使われます。利用可能な情報のいくつかは以下を含みます。

- ・ **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- ・ **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip設計協力課程会員一覧
- ・ **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

製品変更通知サービス

Microchipの製品変更通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツールに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。

登録するにはwww.microchip.com/pcnへ行って登録指示に従ってください。

お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- ・ 代理店または販売会社
- ・ 最寄りの営業所
- ・ 組み込み解決技術者(ESE:Embedded Solutions Engineer)
- ・ 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、またはESEに連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援はwww.microchip.com/supportでのウェブ サイトを通して利用できます。

Microchipデバイス コード保護機能

Microchip製品での以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- ・ Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- ・ Microchipは動作仕様内で意図した方法と通常条件下で使われる時に、その製品系統が安全であると考えます。
- ・ Microchipはその知的所有権を尊重し、積極的に保護します。Microchip製品のコード保護機能を侵害する試みは固く禁じられ、デジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。
- ・ Microchipや他のどの半導体製造業者もそのコードの安全を保証することはできません。コード保護は製品が”破ることができない”ことを当社が保証すると言うことを意味しません。コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。

法的通知

この刊行物と契約での情報は設計、試験、応用とのMicrochip製品の統合を含め、Microchip製品でだけ使えます。他の何れの方法でのこの情報の使用はこれらの条件に違反します。デバイス応用などに関する情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。追加支援については最寄りのMicrochip営業所にお問い合わせ頂くか、www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-servicesで追加支援を得てください。

この情報はMicrochipによって「現状そのまま」で提供されます。Microchipは非侵害、商品性、特定目的に対する適合性の何れの黙示的保証やその条件、品質、性能に関する保証を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もしません。

如何なる場合においても、Microchipは情報またはその使用に関連するあらゆる種類の間接的、特別的、懲罰的、偶発的または結果的な損失、損害、費用または経費に対して責任を負わないものとします。法律で認められている最大限の範囲で、情報またはその使用に関連する全ての請求に対するMicrochipの全責任は、もしあれば、情報のためにMicrochipへ直接支払った料金を超えないものとします。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責することに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

商標

Microchipの名前とロゴ、Microchip、Adaptec、AVR、AVR、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi、MOST、MOST、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST、Super Flash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

AgileSwitch、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、ZLは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、EyeOpen、GridTime、IdealBridge、IGaT、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、MarginLink、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified、MPLIB、MPLINK、mSiC、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICtail、Power MOS IV、Power MOS 7、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、USBCheck、VariSense、Vector Blox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Adaptec、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcomは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2024年、Microchip Technology Incorporatedとその子会社、不許複製

品質管理システム

Microchipの品質管理システムに関する情報についてはwww.microchip.com/qualityを訪ねてください。

日本語© HERO 2024.

本技術概説はMicrochipのTB3347技術概説(DS90003347A-2024年2月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。

世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: www.microchip.com/support ウェブアドレス: www.microchip.com	オーストラリア - シドニー Tel: 61-2-9868-6733 中国 - 北京 Tel: 86-10-8569-7000 中国 - 成都 Tel: 86-28-8665-5511 中国 - 重慶 Tel: 86-23-8980-9588 中国 - 東莞 Tel: 86-769-8702-9880 中国 - 広州 Tel: 86-20-8755-8029 中国 - 杭州 Tel: 86-571-8792-8115 中国 - 香港特别行政区 Tel: 852-2943-5100 中国 - 南京 Tel: 86-25-8473-2460 中国 - 青島 Tel: 86-532-8502-7355 中国 - 上海 Tel: 86-21-3326-8000 中国 - 瀋陽 Tel: 86-24-2334-2829 中国 - 深圳 Tel: 86-755-8864-2200 中国 - 蘇州 Tel: 86-186-6233-1526 中国 - 武漢 Tel: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 Tel: 86-29-8833-7252 中国 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040	インド - ハンガロール Tel: 91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 インド - プネー Tel: 91-20-4121-0141 日本 - 大阪 Tel: 81-6-6152-7160 日本 - 東京 Tel: 81-3-6880-3770 韓国 - 大邱 Tel: 82-53-744-4301 韓国 - ソウル Tel: 82-2-554-7200 マレーシア - クアラルンプール Tel: 60-3-7651-7906 マレーシア - ペナン Tel: 60-4-227-8870 フィリピン - マニラ Tel: 63-2-634-9065 シンガポール Tel: 65-6334-8870 台湾 - 新竹 Tel: 886-3-577-8366 台湾 - 高雄 Tel: 886-7-213-7830 台湾 - 台北 Tel: 886-2-2508-8600 タイ - バンコク Tel: 66-2-694-1351 ベトナム - ホーチミン Tel: 84-28-5448-2100	オーストラリア - ウェルズ Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 デンマーク - コペンハーゲン Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 フィンランド - エスポー Tel: 358-9-4520-820 フランス - パリ Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 ドイツ - ガルピング Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーン Tel: 49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel: 49-7131-72400 ドイツ - カールスルーエ Tel: 49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 ドイツ - ローゼンハイム Tel: 49-8031-354-560 イスラエル - ラーナナ Tel: 972-9-744-7705 イタリア - ミラノ Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 イタリア - ハットバ Tel: 39-049-7625286 オランダ - テルネン Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-72884388 ポーランド - ワルシャワ Tel: 48-22-3325737 ルーマニア - ブカレスト Tel: 40-21-407-87-50 スペイン - マドリード Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 スウェーデン - イェテボリ Tel: 46-31-704-60-40 スウェーデン - ストックホルム Tel: 46-8-5090-4654 イギリス - ウォーキングム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820
アトランタ Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 オースチン TX Tel: 512-257-3370 ホストン Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 シカゴ Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 ダラス Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 デトロイト Novi, MI Tel: 248-848-4000 ヒューストン TX Tel: 281-894-5983 インディアナポリス Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 ロサンゼルス Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 ローリー NC Tel: 919-844-7510 ニューヨーク NY Tel: 631-435-6000 サンホセ CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 カナダ - トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078			