



---

---

## **AVR42789 : tinyAVR® 1系でのフラッシュとEEPROMの書き込み**

---

---

### **序説**

tinyAVR® 1系デバイスに於いて、フラッシュメモリとEEPROMへのアクセスが以前のtinyAVRデバイスから変更されています。これは旧デバイスに於いてフラッシュとEEPROMへ書くための既存コードがtinyAVR 1系デバイスで正しく機能するために変更されなければならないことを意味します。この応用記述は何か変更されそれらの変更に対してコードをどう適応するかを記述します。tinyAVR 1系デバイスでフラッシュとEEPROMの両方に読み書きする方法を示すコード例のリンクが提供されます。

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. 関連デバイス	3
1.1. tinyAVR 1系統	3
2. 変わった事	3
2.1. この意味と適応方法	4
2.2. ブート、応用コード、応用データの領域	4
3. Atmel   STARTからのソースコード入手	4
4. 改訂履歴	4
Microchipウェブサイト	5
お客様への変更通知サービス	5
お客様支援	5
Microchipデバイスコード保護機能	5
法的通知	5
商標	6
DNVによって認証された品質管理システム	6
世界的な販売とサービス	7

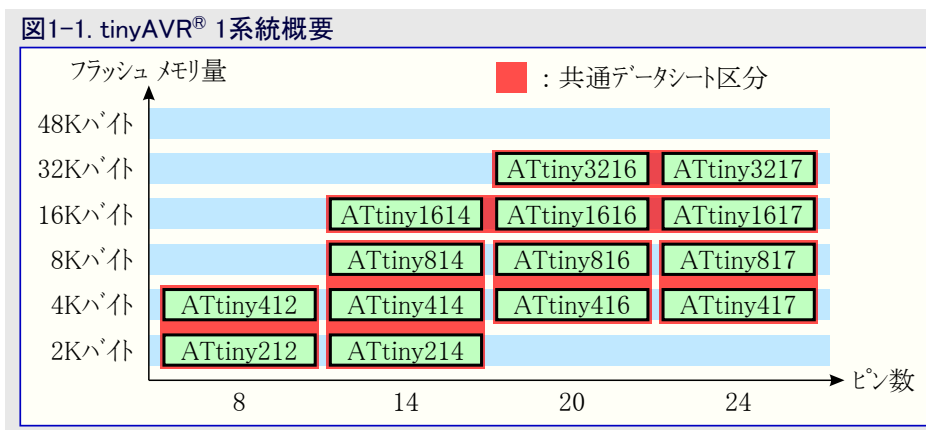
## 1. 関連デバイス

本章はこの応用記述に関連するデバイスを一覧にします。

### 1.1. tinyAVR 1系統

下図はピン数の変種とメモリ量を展開してtinyAVR<sup>®</sup> 1系統を示します。

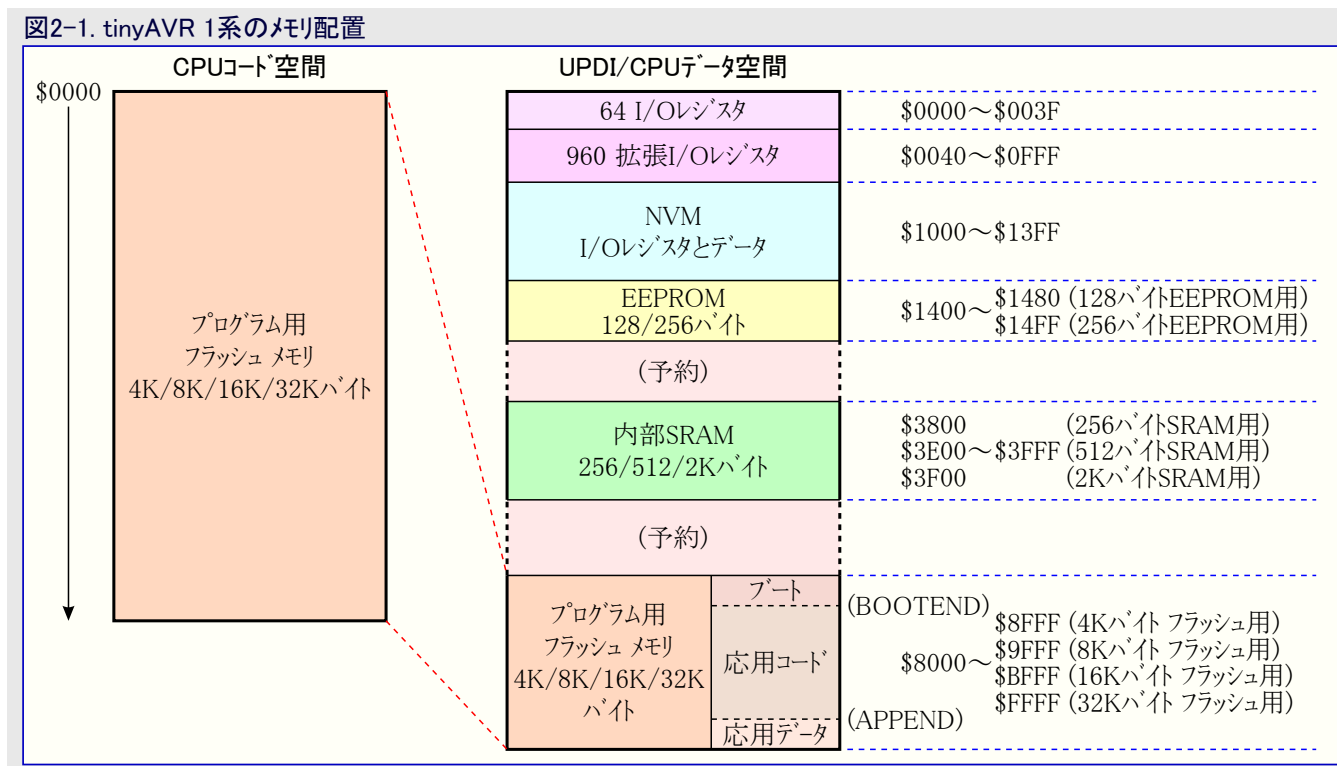
- これらのデバイスがピン互換で同じまたはより多くの機能を提供するため、垂直方向移植はコード変更なしに上方向に行うことができます。下方向移植はより少ない利用可能ないくつかの周辺機能の実体のためにコード変更が必要かもしれません。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。



異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

## 2. 変わった事

tinyAVR<sup>®</sup> 1系デバイスではフラッシュメモリがCPUデータ空間内に含まれます。これはそれがSRAM、EEPROM、I/Oレジスタと同じアドレス空間と指示方法を共有することを意味します。このデータ空間はアセンブリ言語でのLD/ST命令の使用を通してアクセス可能です。旧tinyデバイスのいくつかに於いて、フラッシュメモリはLPMとSPMの命令を通してだけアクセス可能です。tinyAVR 1系デバイスでは未だLPM命令が利用可能ですが、SPM命令は取り去られています。LPM命令に対してはアドレス\$0000がフラッシュメモリの始まりですが、LDとSTの命令に対しては下のメモリ配置図で示されるように\$8000です。



これらの違いに加えて、フラッシュメモリへの書き込みは今やNVM制御器を用いることによって実装されなければなりません。以前にこれはZポイントとSPMCSRレジスタの組み合わせを用いて行われていました。

## 2.1. この意味と適応方法

フラッシュメモリへ書く既存アセンブリ言語コードが旧デバイスからtinyAVR 1系デバイスへ移植される場合、SPM命令はST命令によって置換されなければなりません。ST命令は直接フラッシュメモリをアクセスすることはできませんが、代わりにデータがページ緩衝部に書かれます。これは以前に行われていた方法と同じですが、ページ消去とページ遂行は今やNVM制御器によって処理されます。

以前にZポイントでフラッシュ内のページへのアドレスを格納していた場所、今やこれはNVM制御器のアドレスレジスタによって処理されます。ST命令を使ってデータが書かれた時にNVM制御器のアドレスレジスタが自動的に更新されることに注意してください。ページ緩衝部を完遂する前に新しいページにデータを書き込むのはなりません。これが偶然に行われた場合、新しいページに書かれることを意図したデータはビット単位のANDを用いてページ緩衝部内の既存データと組み合わせられます。同じことはページ緩衝部を完遂することなくデータが同じアドレスに2度書かれる場合にも起こります。

アドレスと共に、今やページを消去する、またはページ緩衝部を書くための命令もNVM制御器に置かれます。この命令は今やNVM制御器の制御アドレスに書かれるべきです。利用可能な命令の一覧についてはデータシートの制御アドレスをご覧ください。

これらの変更はtinyAVR 1系デバイス正しく機能するために、旧tinyAVR用にCまたはアセンブリ言語で書かれたコードの変更を必要にします。コード例はatmel | STARTから利用可能で、それはtinyAVR 1系デバイスでフラッシュメモリとEEPROMの両方に読み書きする方法を示します。

## 2.2. ブート、応用コード、応用データの領域

現在コードが実行しているフラッシュメモリの領域へ書くことは不可能です。応用コード領域を書くコードはブート領域から実行することが必要で、応用データ領域を書くコードはブート領域または応用コード領域のどちらかから実行しなければなりません。各領域は各々の大きさによって定義されます。これを制御する1つのBOOTENDヒューズと1つのAPPEND変数があります。

BOOTENDが0の時はフラッシュメモリ全体がブート領域と見做され、APPEND内の値は無視され、フラッシュメモリへ書くことは不可能です。

BOOTENDが0以外の時は割り込みベクタ表ポイントの既定位置が既定によって応用コード領域の先頭に書かれます。ブートルoaderが使われず、割り込みベクタが移動されないなら、CPUINT単位の制御A(CPUINT.CTRLA)レジスタで割り込みベクタ選択(IVSEL)ビットを変更することによってこれを上書きすることが可能です。IVSELビットが変更されない場合、割り込みベクタはブートルoader領域の先頭に位置されます。

## 3. Atmel | STARTからのソースコード取得

コード例は画像使用者インターフェース(GUI)を通して応用コードの構成設定を許すウェブに基づくAtmel | STARTを通して利用可能です。コードは下の直接コード例リンクまたはAtmel | START先頭頁のBROWSE EXAMPLES(例検索)鉤経由Atmel Studio 7.0とIAR Embedded Workbench®の両方に対してダウンロードすることができます。

Atmel | STARTウェブページ: <http://microchip.com/start>

### コード例

NVMCTRLドライバ tiny817

• [http://start.atmel.com/#example/Atmel:Application\\_AVR\\_Examples:1.0.0::Application:NVMCTRL\\_driver\\_tiny817](http://start.atmel.com/#example/Atmel:Application_AVR_Examples:1.0.0::Application:NVMCTRL_driver_tiny817):

例プロジェクトについての詳細と情報に関してはAtmel | STARTでUser guide(使用者の手引き)を押下してください。User guide鉤はAtmel | STARTプロジェクト構成設定部内の一覧画面でプロジェクト名をクリックすることにより、例閲覧部で見つけることができます。

### Atmel Studio

DOWNLOAD SELECTED EXAMPLE(選んだ例をダウンロード)をクリックすることにより、Atmel | STARTで例閲覧部からAtmel Studio用.atzipファイルとしてコードをダウンロードしてください。Atmel | START内からファイルをダウンロードするには、EXPORT PROJECT(プロジェクトをエクスポート)に続いてDOWNLOAD PACK(一括ダウンロード)をクリックしてください。

ダウンロードした.atzipファイルをダブルクリックしてください。プロジェクトがAtmel Studio 7.0に導入されます。

### IAR Embedded Workbench

IAR Embedded Workbenchでプロジェクトをインポートする方法の情報についてはAtmel | START使用者の手引きを開き、Using Atmel Start Output in External Tools(外部ツールでAtmel START出力を使用)とIAR Embedded Workbenchを選んでください。Atmel | START使用者の手引きへのリンクは共に頁の右上隅に置かれたAtmel | START先頭頁からAbout(これについて)またはプロジェクト構成設定部内のHelp And Support(手助けと支援)をクリックすることによって見つけることができます。

## 4. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
42789A	2016年11月	初版資料公開
AN1983A	2017年12月	資料番号をAtmel AVR42789からMicrochipのAN1983に変更。また、些細な誤植修正、「Atmel   Startからのソースコード取得」章を追加

## Microchipウェブ サイト

Microchipは<http://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手段として使用されます。お気に入りのインターネット ブラウザ<sup>®</sup>を用いてアクセスすることができ、ウェブ サイトは以下の情報を含みます。

- **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<sup>®</sup>、Microchip相談役プログラム員一覧
- **Microship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

## お客様への変更通知サービス

Microchipのお客様通知サービスは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<http://www.microchip.com/>でMicrochipのウェブ サイトをアクセスしてください。”Support”下で”Customer Change Notification”をクリックし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
- 現場応用技術者(FAE:Field Application 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、または現場応用技術者(FAE)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<http://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デバイス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は意図した方法と通常条件下で使用される時に、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つであると考えます。
- コード保護機能を破るのに使用される不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのデータシートに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使用することが必要です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- Microchipはそれらのコードの完全性について心配されているお客様と共に働きたいと思います。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそれらのコードの安全を保証することはできません。コード保護は当社が製品を”破ることができない”として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。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのソフトウェアや他の著作物に不正なアクセスを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

## 法的通知

デバイス応用などに関してこの刊行物に含まれ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。Microchipはその条件、品質、性能、商品性、目的適合性を含め、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**。Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。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、免責に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ロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoqロゴ、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge、Quiet-Wire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、BodyCom、chipKIT、chipKITロゴ、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetロゴ、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouchロゴ、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、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。

Silicon Storage Technology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。

© 2017年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

## DNVによって認証された品質管理システム

### ISO/TS 16949

Microchipはその世界的な本社、アリゾナ州のチャンドラーとテンペ、オレゴン州グラシャムの設計とウェハー製造設備とカリフォルニアとインドの設計センターに対してISO/TS-16949:2009認証を取得しました。当社の品質システムの処理と手続きはPIC<sup>®</sup> MCUとdsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ符号飛び回りデバイス、直列EEPROM、マイクロ周辺機能、不揮発性メモリ、アナログ製品用です。加えて、開発システムの設計と製造のためのMicrochipの品質システムはISO 9001:2000認証取得です。

日本語© HERO 2020.

本応用記述はMicrochipのAN1983応用記述(40001983A-2017年12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。





**MICROCHIP**

## 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
<b>本社</b> 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: <a href="http://www.microchip.com/support">http://www.microchip.com/support</a> ウェブアドレス: <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> <b>アトランタ</b> Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 <b>オースチン TX</b> Tel: 512-257-3370 <b>ホストン</b> Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 <b>シカゴ</b> Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 <b>ダラス</b> Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 <b>デトロイト</b> Novi, MI Tel: 248-848-4000 <b>ヒューストン TX</b> Tel: 281-894-5983 <b>インディアナポリス</b> Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 <b>ロサンゼルス</b> Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 <b>ローリー NC</b> Tel: 919-844-7510 <b>ニューヨーク NY</b> Tel: 631-435-6000 <b>サンホセ CA</b> Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 <b>カナダ - トロント</b> Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	<b>オーストラリア - シドニー</b> Tel: 61-2-9868-6733 <b>中国 - 北京</b> Tel: 86-10-8569-7000 <b>中国 - 成都</b> Tel: 86-28-8665-5511 <b>中国 - 重慶</b> Tel: 86-23-8980-9588 <b>中国 - 東莞</b> Tel: 86-769-8702-9880 <b>中国 - 広州</b> Tel: 86-20-8755-8029 <b>中国 - 杭州</b> Tel: 86-571-8792-8115 <b>中国 - 香港特別行政区</b> Tel: 852-2943-5100 <b>中国 - 南京</b> Tel: 86-25-8473-2460 <b>中国 - 青島</b> Tel: 86-532-8502-7355 <b>中国 - 上海</b> Tel: 86-21-3326-8000 <b>中国 - 瀋陽</b> Tel: 86-24-2334-2829 <b>中国 - 深圳</b> Tel: 86-755-8864-2200 <b>中国 - 蘇州</b> Tel: 86-186-6233-1526 <b>中国 - 武漢</b> Tel: 86-27-5980-5300 <b>中国 - 西安</b> Tel: 86-29-8833-7252 <b>中国 - 廈門</b> Tel: 86-592-2388138 <b>中国 - 珠海</b> Tel: 86-756-3210040	<b>インド - ハンガロール</b> Tel: 91-80-3090-4444 <b>インド - ニューデリー</b> Tel: 91-11-4160-8631 <b>インド - フネー</b> Tel: 91-20-4121-0141 <b>日本 - 大阪</b> Tel: 81-6-6152-7160 <b>日本 - 東京</b> Tel: 81-3-6880-3770 <b>韓国 - 大邱</b> Tel: 82-53-744-4301 <b>韓国 - ソウル</b> Tel: 82-2-554-7200 <b>マレーシア - クアラルンプール</b> Tel: 60-3-7651-7906 <b>マレーシア - ペナン</b> Tel: 60-4-227-8870 <b>フィリピン - マニラ</b> Tel: 63-2-634-9065 <b>シンガポール</b> Tel: 65-6334-8870 <b>台湾 - 新竹</b> Tel: 886-3-577-8366 <b>台湾 - 高雄</b> Tel: 886-7-213-7830 <b>台湾 - 台北</b> Tel: 886-2-2508-8600 <b>タイ - バンコク</b> Tel: 66-2-694-1351 <b>ベトナム - ホーチミン</b> Tel: 84-28-5448-2100	<b>オーストラリア - ウェルズ</b> Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 <b>デンマーク - コペンハーゲン</b> Tel: 45-4450-2828 Fax: 45-4485-2829 <b>フィンランド - エスポー</b> Tel: 358-9-4520-820 <b>フランス - パリ</b> Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 <b>ドイツ - ガルピング</b> Tel: 49-8931-9700 <b>ドイツ - ハーン</b> Tel: 49-2129-3766400 <b>ドイツ - ハイムブロン</b> Tel: 49-7131-67-3636 <b>ドイツ - カールスルーエ</b> Tel: 49-721-625370 <b>ドイツ - ミュンヘン</b> Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 <b>ドイツ - ローゼンハイム</b> Tel: 49-8031-354-560 <b>イスラエル - ラーナナ</b> Tel: 972-9-744-7705 <b>イタリア - ミラノ</b> Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 <b>イタリア - ハドバ</b> Tel: 39-049-7625286 <b>オランダ - デルネン</b> Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 <b>ノルウェー - トロンハイム</b> Tel: 47-7289-7561 <b>ポーランド - ワルシャワ</b> Tel: 48-22-3325737 <b>ルーマニア - ブカレスト</b> Tel: 40-21-407-87-50 <b>スペイン - マドリッド</b> Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 <b>スウェーデン - イェテボリ</b> Tel: 46-31-704-60-40 <b>スウェーデン - ストックホルム</b> Tel: 46-8-5090-4654 <b>イギリス - ウォーキングム</b> Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820