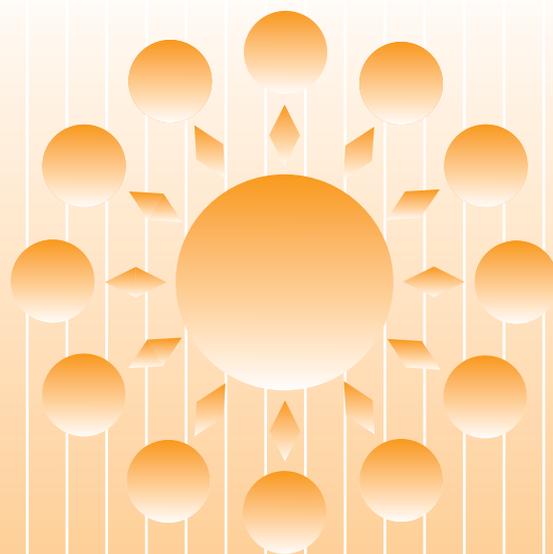


マルチドロップ型通信によって1つの共有メモリを実現

Let's Try! CUnet

How to Use MKY43/MKY46

入門者編
フィールドエンジニア編





はじめに

いくつかのCPUやパーソナルコンピュータ(PC)間においてデータを送受信しようとする場合、通常は「通信」という手段を利用します。

公衆回線や専用回線を使ったネットワークにより、PC間におけるファイル転送などはとても便利になりました。

しかし、CPUを多数使用する制御システムにおいては、“LANはCPUの稼働負担が大きい”、“RS232は通信速度が遅すぎる”、“RS485を利用するためには通信の衝突管理や手順までを全てプログラミングしなければならない”といった具合に、ネットワークアイテムの選択肢に苦慮します。

そこで……もし理想的なデータ送受信を実現できたら？
仮に、メモリが全てのCPU間において共用されているとしたら？

21世紀、“マルチ共有メモリ”を実現できるアイテムが登場しました。
RS485のようにマルチドロップ形式の通信ケーブルを接続するだけで……

プロトコル処理は必要ありません。
必要なデータを、必要な時に、書くだけ／読むだけです。
ネットワーク内のどのCPUからでも、共有メモリを読み出せます。

データ共有の実行速度も極めて高速です。
CUnetを利用すれば、それまであきらめていた、「リアルタイム分散制御」も可能になります。

CUnetは、CPUを多数使用する高機能なシステムを、シングルに構築することができます。

●CUnet

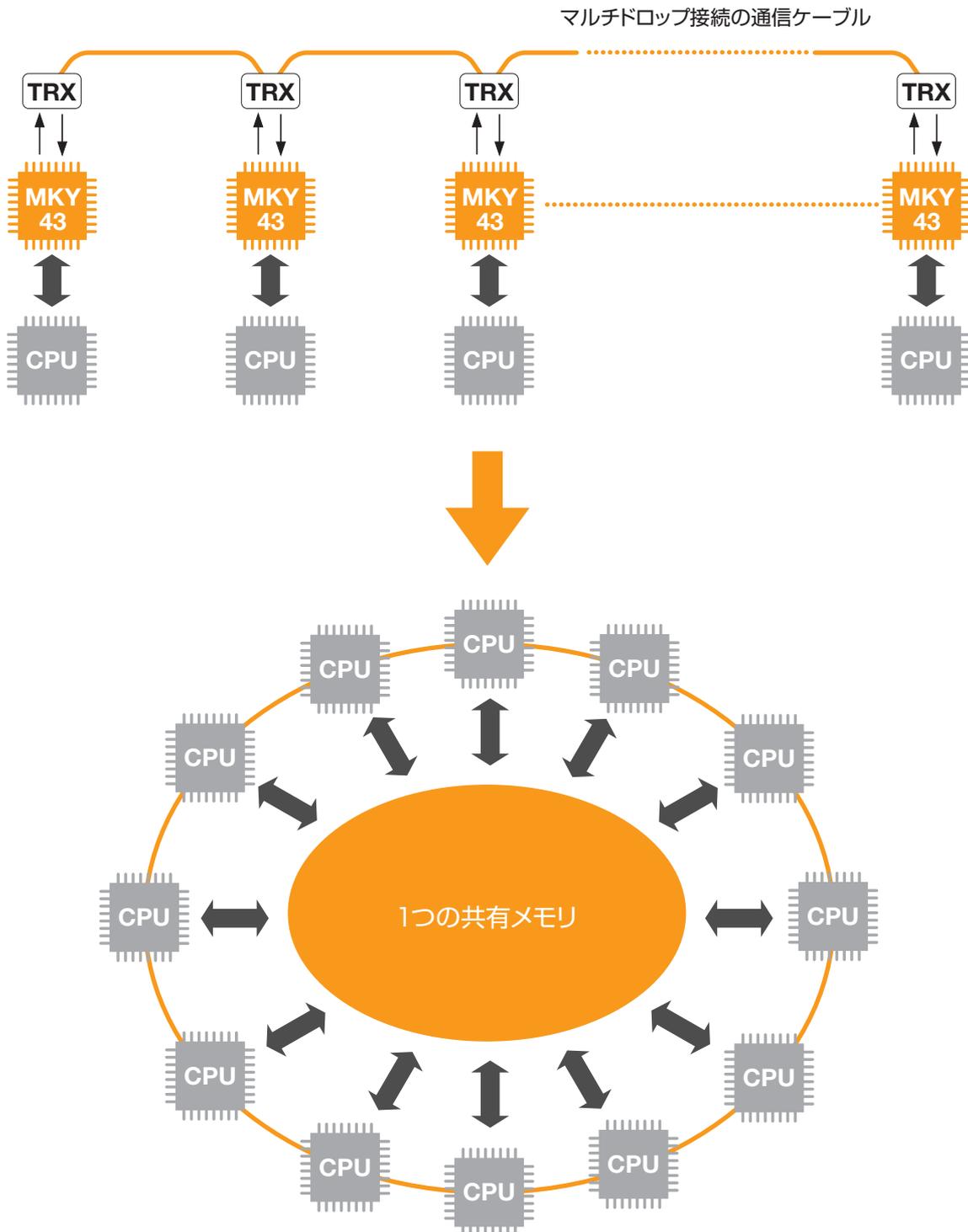
“CUnet”は、心理学用語である“Collective Unconscious (集団的無意識)”と“Network”を接続した造語です。
「CUnet」は、株式会社ステップテクニカの登録商標です。



マルチドロップ型通信によって、“1つの共有メモリ”を実現

複数の装置によって構成されているシステムにおいて、各装置のCPUへMKY43を接続し、かつMKY43同士をマルチドロップ接続による通信ケーブルによって接続すれば、全装置からアクセス可能な“1つの共有メモリ”を実現します。

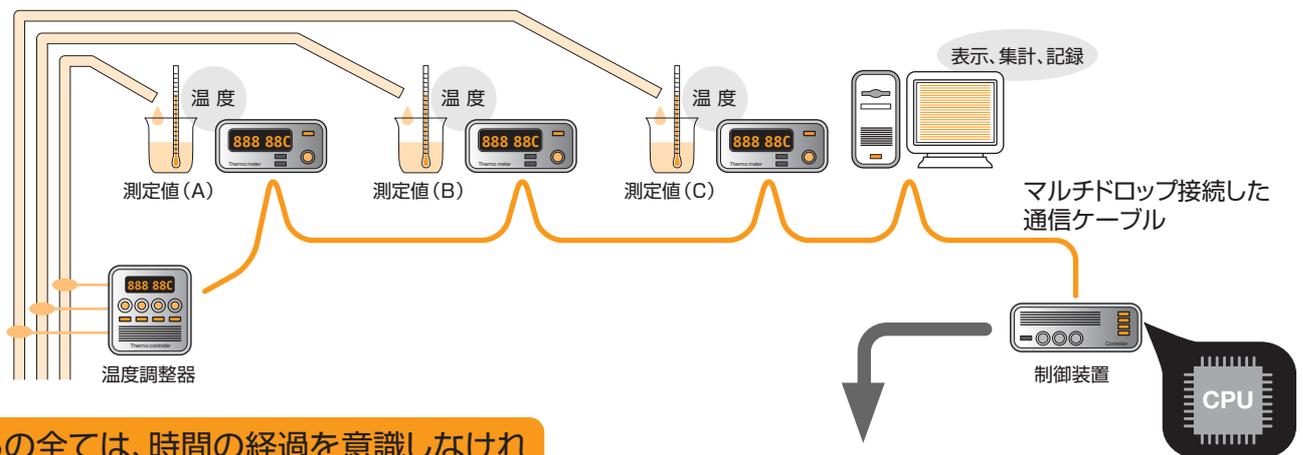
1つのCPUがMKY43へ書き込んだデータは、システム内のどのCPUからでも読み出すことができます。



従来のシステム構築と比較してみると……

下図は、3つの温度測定器のデータを基にして、集計と制御を実現する例です。プログラムが制御する従来の通信においては、CPUの処理能力の大半を通信処理に割り当てなければならず、システム全体の制御速度を高速にすることができませんでした。また、通信のためのプログラム部分が、装置に搭載するプログラムの大半を占めることも、下図のアルゴリズムから理解できます。

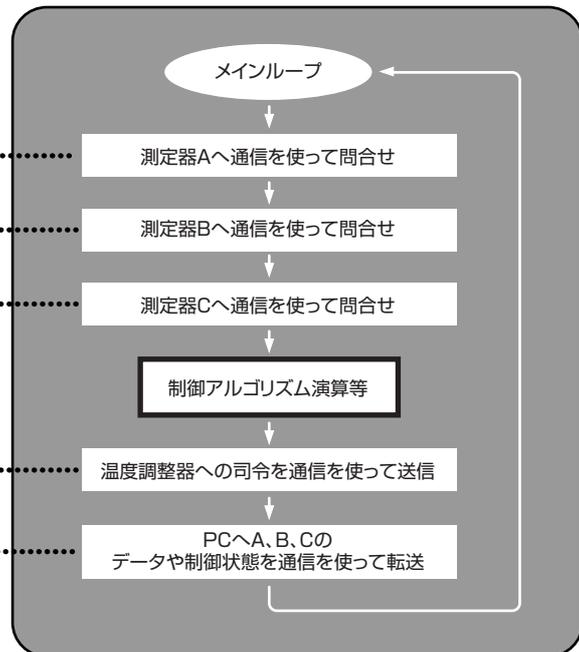
更に、従来の通信においては、通信時間を考慮したり、通信相手の装置のプログラムが完成してからトータルにデバッグしなければならないなど、通信処理をメインとしたシステム全体の設計難易度も高まります。時には全ての装置をつないでから通信を実行し、その時点において初めて通信速度が遅過ぎる等の問題が浮上する場合もありました。



これらの全ては、時間の経過を意識しなければならないプログラム
(簡単なシステムのはずが、中級以上のシステムエンジニアでなければシステムを構築できない!)

●通信のための処理

- ・ 装置へ呼びかけ送信
- ・ 装置からの応答待ち
- ・ 装置へデータや司令を送信
- ・ 装置からのデータ受信待ち
- ・ 1つの装置との通信完了(データ品質のチェックやタイムアウトのチェック)

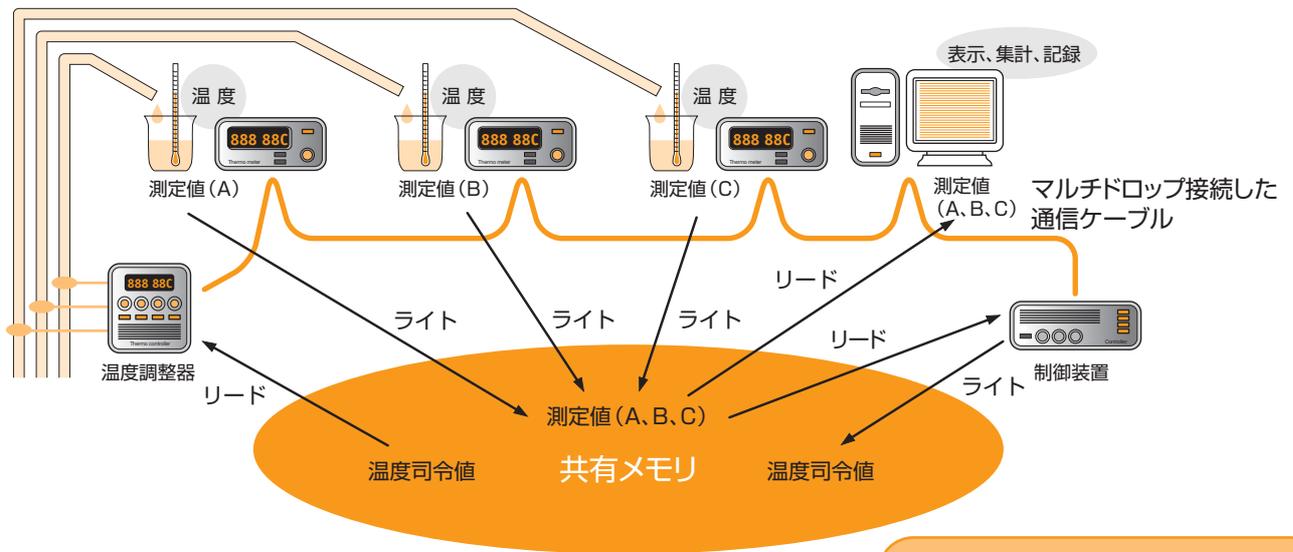


CUnetを利用すれば、通信処理が激減し、明確な機能分離も可能

前ページと同じ構成のシステムをCUnetによって構築してみましょう。各装置に搭載するプログラムの開発時には、通信を意識する必要性が極端に低減します。また、共有メモリのリード/ライトアクセスのみによってコミュニケーションが成立します。各データの分類は、共有メモリ内の各アドレスに対応します。

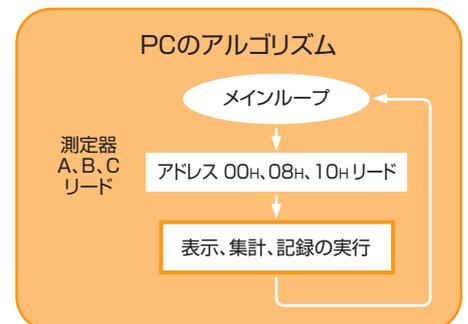
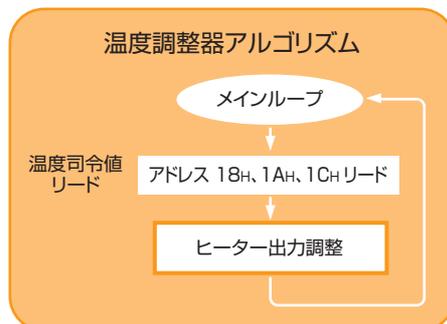
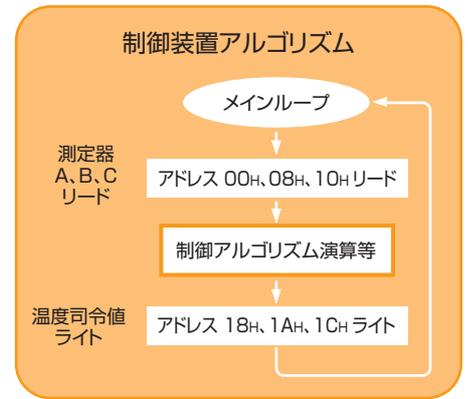
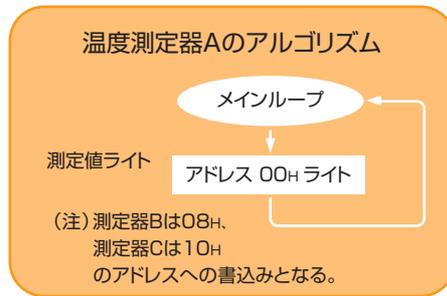
3台の温度測定器、1台の制御装置、1台の温度調整器、1台のPCの、合計6つの装置から構成されているこのシステムにおいては、通信ケーブルを介してメモリの共有を実現する

CUnet自体の処理時間は、わずか210μsです。各装置のアルゴリズムからも理解できるように、機能的な分散も明確になります(例えば、制御装置のアルゴリズムを単体にデバッグする際には、開発用PCにCUnetを搭載して、他装置のダミーデータを生成するだけで簡単にシミュレーションを実施できます。したがって、システムを構成する装置が全て揃っていないくても、デバッグを完了させてしまうことが可能になります)。



●共有メモリ内のデータ定義マップ (各値は、16ビットデータの場合)

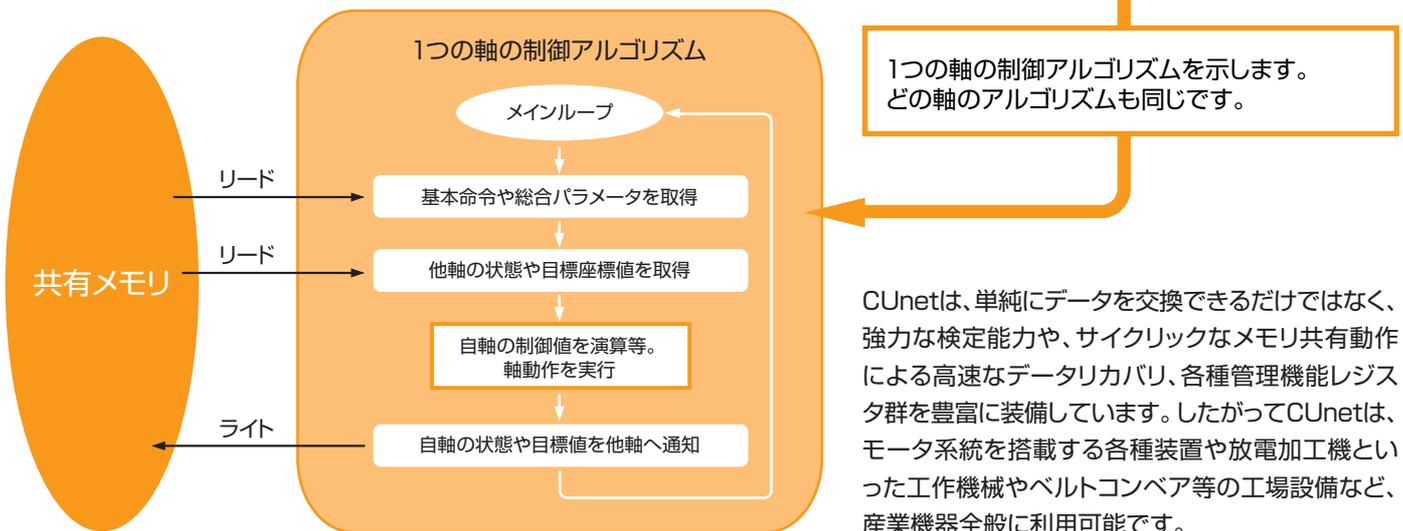
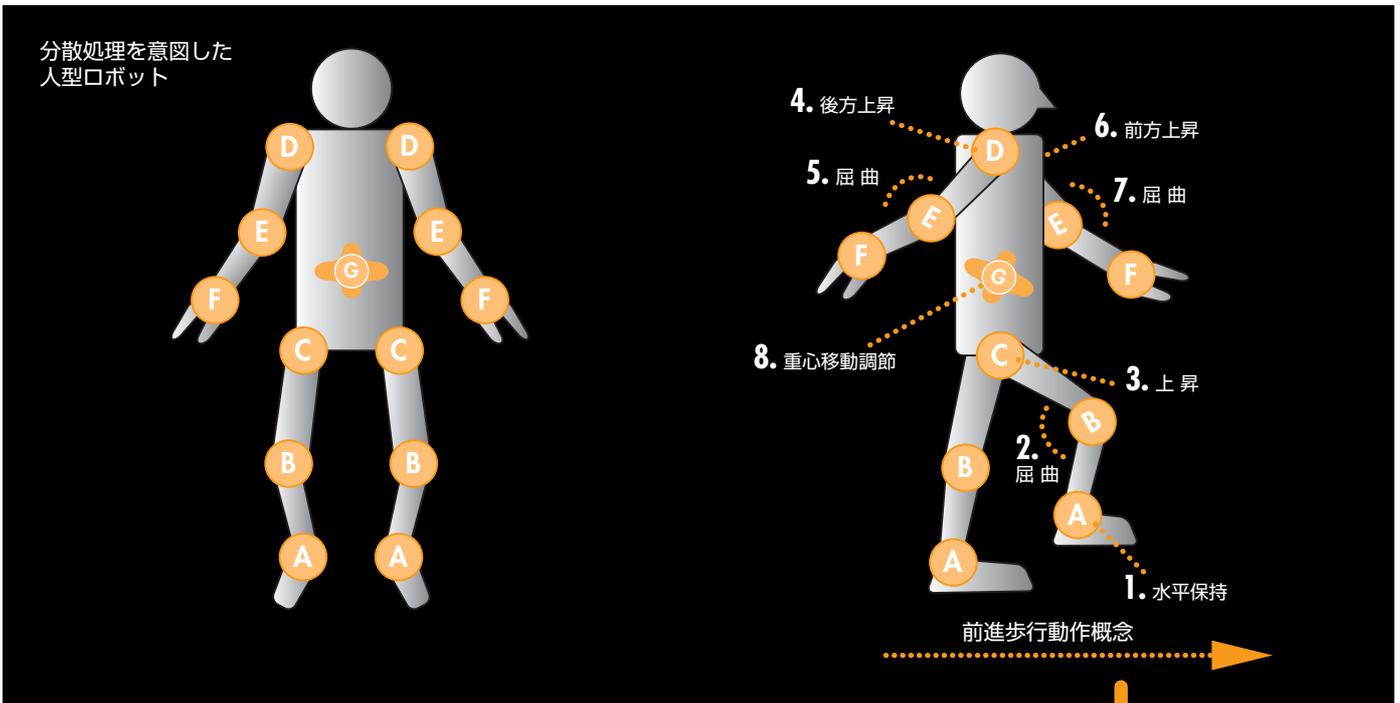
アドレス	データ
00H	測定値 A
02H	
04H	
06H	
08H	測定値 B
0AH	
0CH	
0EH	
10H	測定値 C
12H	
14H	
16H	
18H	温度司令値A
1AH	温度司令値B
1CH	温度司令値C
1EH	



従来は非現実的とされていた、リアルタイム分散処理制御も実現可能 (ロボットや多軸のモーション制御に高い効果!)

ロボットや多軸のモーション制御時には、極めて繊細かつ高速な動作が要求されます。しかも制御アルゴリズム上、自軸以外の動作状況もデータとして高速に把握しながら、協調的に動作することも要求されます。また、データを交換するための膨大なケーブルを削減したいといった要求も高いことから、“通信を介するリアルタイム分散処理制御”を目指して何度も多くの企業が挑戦して来ましたが、しかし従来においては、この要求に応えることができる通信方式が存在せず、実現へ向けた壁は高かったと言えるでしょう。

しかし、CUnetがこの問題を解決しました。CUnetは、このようなシステムにこそ最大の機能を発揮します。下図は、2足歩行ロボットの概要です。A~Fの各関節とGは、それぞれ頭脳(CPU)を持っており、全体のバランスを認識しながら自分の関節状態を制御します。CUnetを利用した場合、個々の制御(処理)数は少なくなり、かつ処理内容も簡単になります。しかも2足歩行ロボットは高性能になります。



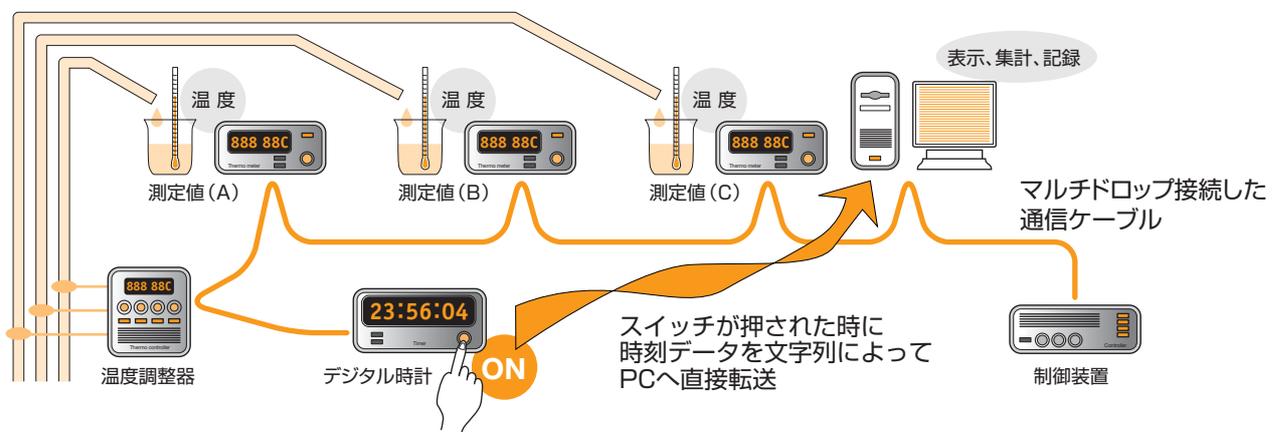
CUnetは、単純にデータを交換できるだけでなく、強力な検定能力や、サイクリックなメモリ共有動作による高速なデータリカバリ、各種管理機能レジスタ群を豊富に装備しています。したがってCUnetは、モータシステムを搭載する各種装置や放電加工機といった工作機械やベルトコンベア等の工場設備など、産業機器全般に利用可能です。

メモリの共有を実現させながら、データセットのメール送受信も可能です

▶ メール機能

システム内において、まれに発生するデータセットの送受信に有効です。下図は、前例の温度調整システムへ、データを臨時に記録する時の“時刻”を増設した例です。増設したデジタル時計のスイッチを押すと、その時刻を直接PCへ文字列形式のデータセットとして送信する仕組みを示しています。CUnetは、“1つの共有メモリ”を実現する機能の他に、データセットを送受信させることも可能です。Peer to Peerのメール機能です。メール機能は、CUnetの“1つの共有メモリ”を実現する機能とは別に動作します。

そのため、メール機能によって送受信されるデータセットは共有メモリには出現せず、直接送信先ステーション(装置)のメール受信バッファへ飛び込みます。この時、リアルタイムな共有メモリは、速度および品質ともに全く影響を受けません。CUnetは、外部から侵入するノイズなどによる通信障害へ対応可能なプロトコルも全て装備しています。したがって、CUnetのメール機能の利用も極めて簡潔です。メールの受信側へ割り込みトリガを発生させることも可能です。CUnet専用ICは、共有メモリとは別に、メール送信バッファとメール受信バッファを搭載しています。

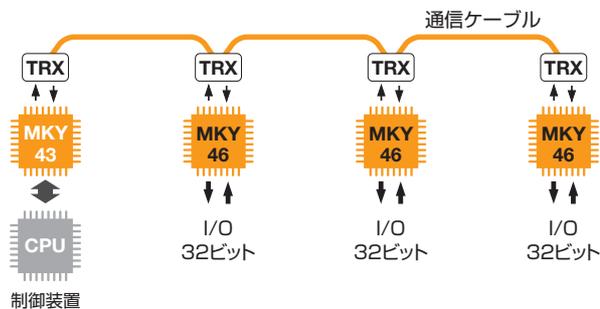


ネットワーク内にリモートI/O装置の配置も可能

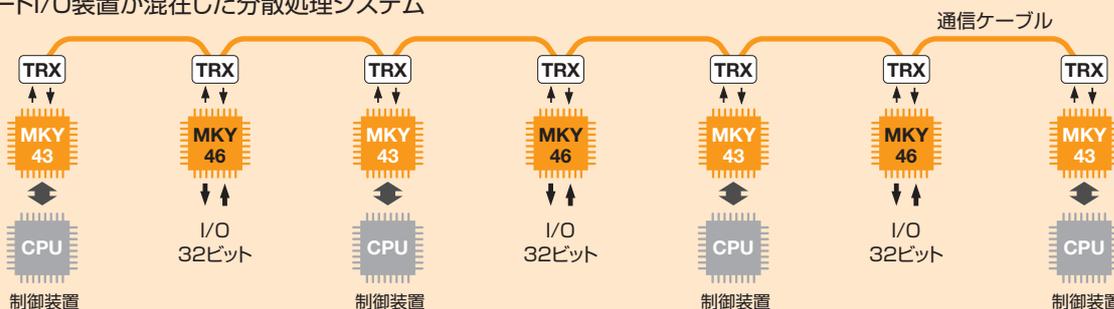
▶ IOモード

CUnetは、CUnet専用I/O-ICであるMKY46を利用することにより、CPUを搭載していないリモートI/O装置の混在も許容します（I/O端子状態を、全装置が利用可能です）。

● “1つのステーション” 対 “複数のI/O端末装置” による、リモートI/Oシステム



● リモートI/O装置が混在した分散処理システム



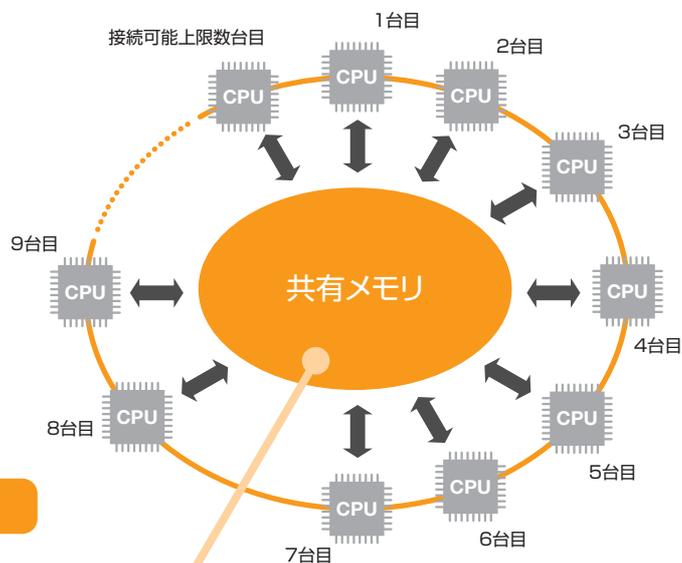
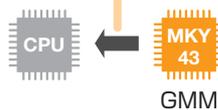
共有メモリのモニタリングも可能

▶ GMM機能

CUnetによる1つのマルチポート共有メモリ内のデータを、モニタリングすることができます（GMM：Global Memory Monitor）。この機能が指定されたステーション（装置）は、CUnetに接続可能な上限数としてカウントされませんので、いくつでも接続することができます。

モニタ装置は、稼働中のシステムの監視に役立ち、更にシステムとして“入力”を持たない表示専用装置などにも有効です。また、MKY43を搭載したボードをシステム開発時のデバッグモニタとして利用することにより、開発効率を更に高めることができます。

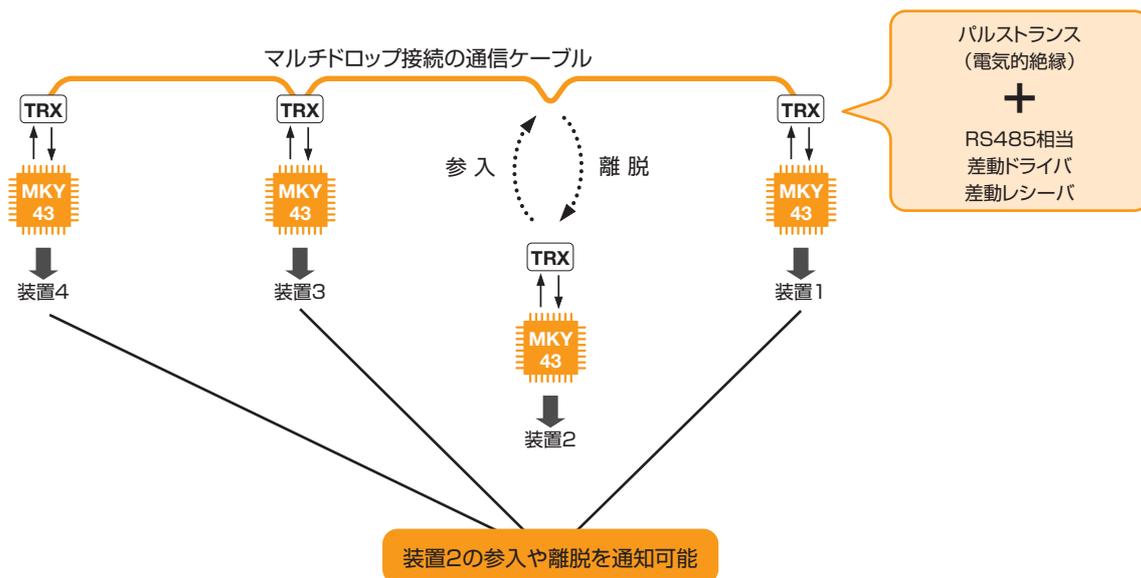
共有メモリのリードが可能



稼働中のシステムへの参入(増設)および離脱(取外し)も可能

CUnetを利用するネットワークには、通常RS485相当のマルチドロップ接続と、パルストランスを使った電氣的絶縁を推奨しています。

また、MKY43が装備している管理機能レジスタ群の設定によって、ステーション(装置)の参入や離脱をユーザCPUが簡易に認識することが可能です(参入や離脱による割り込みトリガの発生を設定することも可能)。



How to Use MKY43/MKY46

CUnetを構築するLSIであるMKY43とMKY46について、基本的なメモリ共有をはじめとする機能をQ & A形式により紹介します。

● Beginner 入門者編

- 10 Step01 接続できるMKY43の数は？ 共有メモリのサイズは？
- 11 Step02 32バイトのデータを共有メモリへライトする時は、4個のMKY43をCPUに接続しなければなりませんか？
- 12 Step03 MKY43の初期化は必要ですか？ 全てのレジスタを理解する必要はありますか？
- 13 Step04 一般的な(従来の通信のような)データセットをメールによって送受信したい。送受信できるデータセットのサイズは？
- 14 Step05 メモリ共有にリアルタイム性はありますか？ メール送受信が必要とする時間は？
- 15 Step06 どんなCPUと接続できますか？
- 16 Step07 通信ケーブルの長さはどれくらいまで利用可能ですか？
- 16 Step08 通信ケーブルやドライバ/レシーバはどんな種類ですか？

● Field Engineer フィールドエンジニア編

【注意】 本編をご理解いただくためには、予備知識としてCUnetのメモリ共有動作の仕組みをご理解いただく必要があります。

- 19 Step09 GM(グローバルメモリ)内の未使用エリアのデータはどのような状態ですか？ GMのデータ初期化は必要ですか？
- 20 Step10 相手の装置がネットワークへ参入しているかを知る方法は？ GM(グローバルメモリ)エリアの共有状態を知る方法は？
- 21 Step11 GM(グローバルメモリ)エリアのどこが共有状態であるかを、常にプログラムによって監視する必要がありますか？
- 22 Step12 相手がデータを書き換えたことを、常にGM(グローバルメモリ)をリードして監視していなければなりませんか？
- 23 Step13 ネットワークにおいて異常が発生した場合、どうなりますか？
- 24 Step14 ノイズが多い環境への適用テストや、通信環境の品質判定の方法はありますか？
- 25 Step15 自己ステーションのメモリ共有動作が停止したことを知る方法は？
- 26 Step16 メモリ共有動作後における増設装置の動作は？
- 27 Step17 共有メモリの使用上の注意は何ですか？
- 28 Step18 データハザードの回避方法は？
- 29 Step19 もう一組の“ハザード防止機能” WHPB1とWHCR1、RHPB1とRHCR1
- 30 Step20 稼働中のGM(グローバルメモリ)を“覗き見”する方法は？
- 31 Step21 ビットのON/OFFだけを扱うリモートI/O装置もネット上に配置できますか？
- 32 Step22 CPUやプログラムを使わずに、リモートI/O装置だけでもCUnetを構築できますか？
- 33 Step23 全装置のタイミングを一致させる(同期させる)ことはできますか？
- 33 Step24 暴走してしまったらしい装置のCPUを、ネットワーク上の他の装置から強制的にリセットすることはできますか？
- 34 Step25 CUnetにおけるデータの品質や信頼性は高いですか？
- 34 Step26 MKY43が搭載されていることをプログラムによって検出できますか？
- 35 Step27 MKY43の必須の設定は？
- 35 Step28 他の装置のモードを知る方法は？
- 36 Step29 64ステーションを超えるシステムも構築できますか？

How to Use MKY43/MKY46

Beginner



入門者編

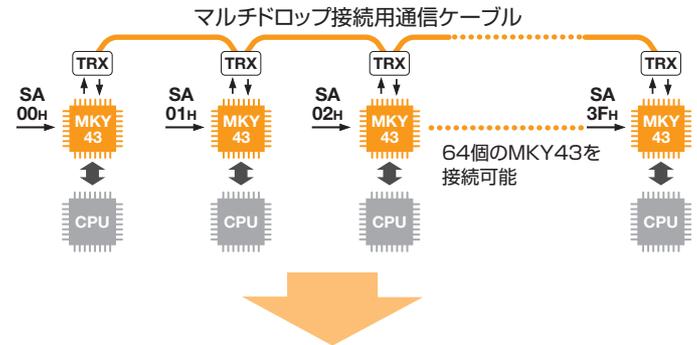
基本的な項目を解説しています。
これだけ解ればCUnetを動作させることができます。

CUnet

Step 01

接続できるMKY43の数は？ 共有メモリのサイズは？

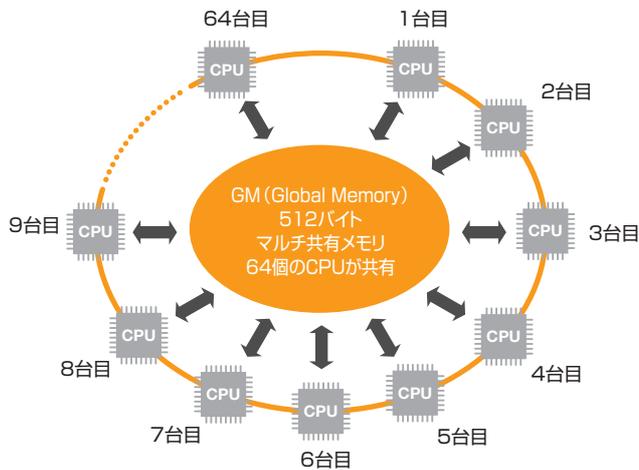
最大64個のMKY43を接続できます。各MKY43には、ステーションアドレス(SA: Station Address)を設定します。このSA値によって、それぞれのMKY43が識別されます。設定値の範囲は、0~63(00H~3FH)です。



共有メモリは512バイトであり、全ての装置のCPUがこの共有メモリをリードできます。この共有メモリを、“GM(Global Memory)”と呼びます。

●CUnetの概念

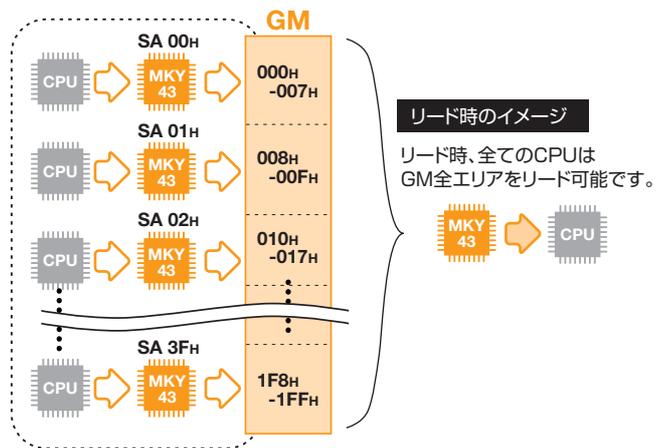
全てのCPUは、1つの共有メモリを媒介として、リアルタイムにデータを共有することができます。



●CPUから見たアクセス概念

ライト時のエアイメージ

GMは、8バイト単位の64エリアを持っており、各エリアは各SAへ対応しています。



- ・0番(00H)のSAが設定されたステーションは、GMの000H~007Hエリアへデータをライトすることが可能です。
- ・1番(01H)のSAが設定されたステーションは、GMの008H~00FHエリアへデータをライトすることが可能です。
- ・63番(3FH)のSAが設定されたステーションは、GMの1F8H~1FFHエリアへデータをライトすることが可能です。

全てのステーションは、GMの全エリアをリード可能です。

例えば……

- ・全装置がGMの000H~007Hエリアをリードすることによって、0番(00H)のステーションがライトしたデータを取得できます。
- ・全装置がGMの1F8H~1FFHエリアをリードすることによって、63番(3FH)のステーションがライトしたデータを取得できます。

Point

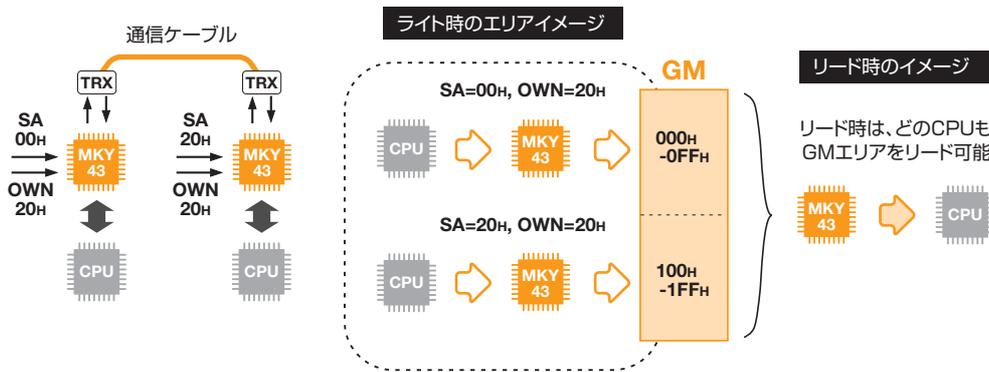
1. 共有メモリのサイズは512バイト。接続できるMKY43の最大数は64。
2. GMは、SAに対応した8バイト単位の64エリアに区分されている。共有メモリ内のアドレスとSAは対応している。
3. 1つのステーションが共有メモリへライトできるデータ量の基本単位は、8バイト。

Step 02

32バイトのデータを共有メモリへライトする時は、4個のMKY43をCPUに接続しなければなりませんか？

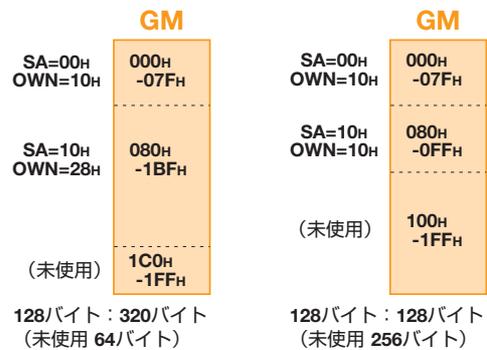
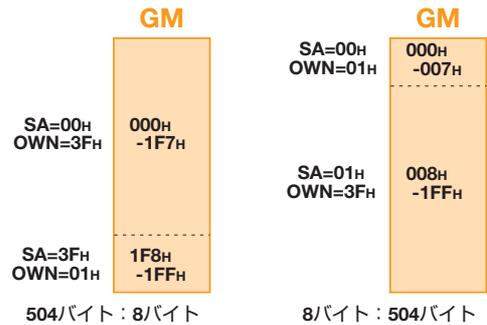
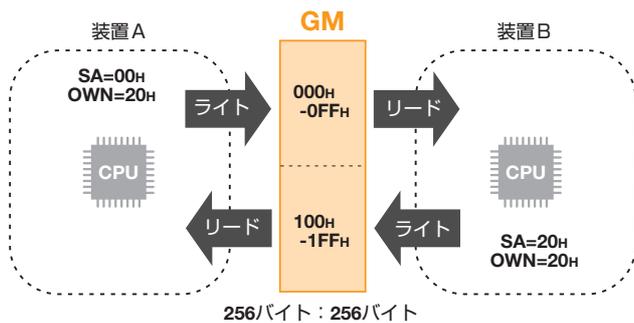
いいえ1個でも問題ありません。MKY43の設定として、占有幅(OWN)があります。“1個のMKY43が8バイト単位のエリアを幾つ占有するか？”という設定です。32バイトのデータを共有メモリへライトする場合は、このOWN値として“4”を設定することにより32バイトのライトが可能です。

このため32バイトのデータを共有する場合にも、4個のMKY43をCPUへ接続する必要はありません。2つのステーション(装置)をMKY43を利用して接続する場合、以下のように共有メモリを256バイトごと(半分)に分割して使用することもできます。



●2台のステーション(装置)間においてデータを処理する場合、2台の装置がGMを挟んで右と左に存在するイメージです。

●以下のように、GMを任意なサイズに分割することもできます。未使用エリアを確保しておくことも可能です。



注意

- OWN値として“0”を設定しても、“1”として認識されます。
- 2つ以上のステーションにおいて、同一のメモリアreaを占有するSAやOWNの設定は禁止です(例えば、“SA=00H”と“OWN=02H”が設定されたステーションと、“SA=01H”と“OWN=01H”が設定されたステーションがシステム内に存在してはいけません)。
- SA設定とOWN設定の加算値が“64”を超えてしまう場合、エリア“63”を超える部分は占有されません(例えば、SAが63(3FH)のステーションは、OWN設定値がいくつになっても8バイト以上を占有することはできません)。

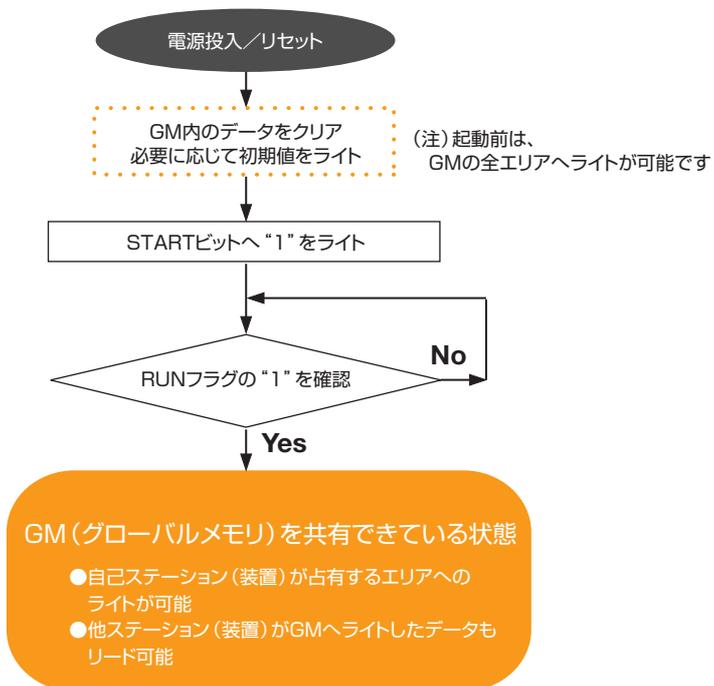
Step 03

MKY43の初期化は必要ですか？ 全てのレジスタを理解する必要がありますか？

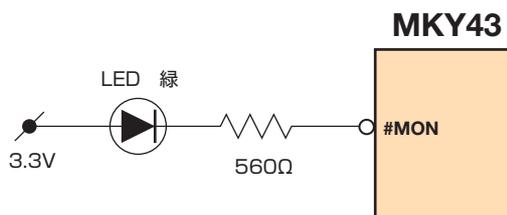
リセット後のMKY43は、メモリを共有していません。ネットワークを起動するためには、1つのビット(STARTビット)のみを操作するだけです。ネットワークが起動し、GMを共有できている状態へ遷移すると、RUNフラグも“0”から“1”へ遷移します。MKY43には、高度な応用を可能とする各種レジスタが搭載されていますが、必要に応じてそのレジスタを理解してください。

通常、各レジスタはリセットデフォルトのまま、いずれの操作も不要です。GMを安定的に共有できている(リンクが安定している)状態の時、MKY43のMON端子はLoレベルを維持します。この端子にLEDを接続しておくことで、リンクの安定状態を目視によって認識できます。

●基本的なネットワークの起動手順



●リンク安定状態を表示するLEDの接続の仕方



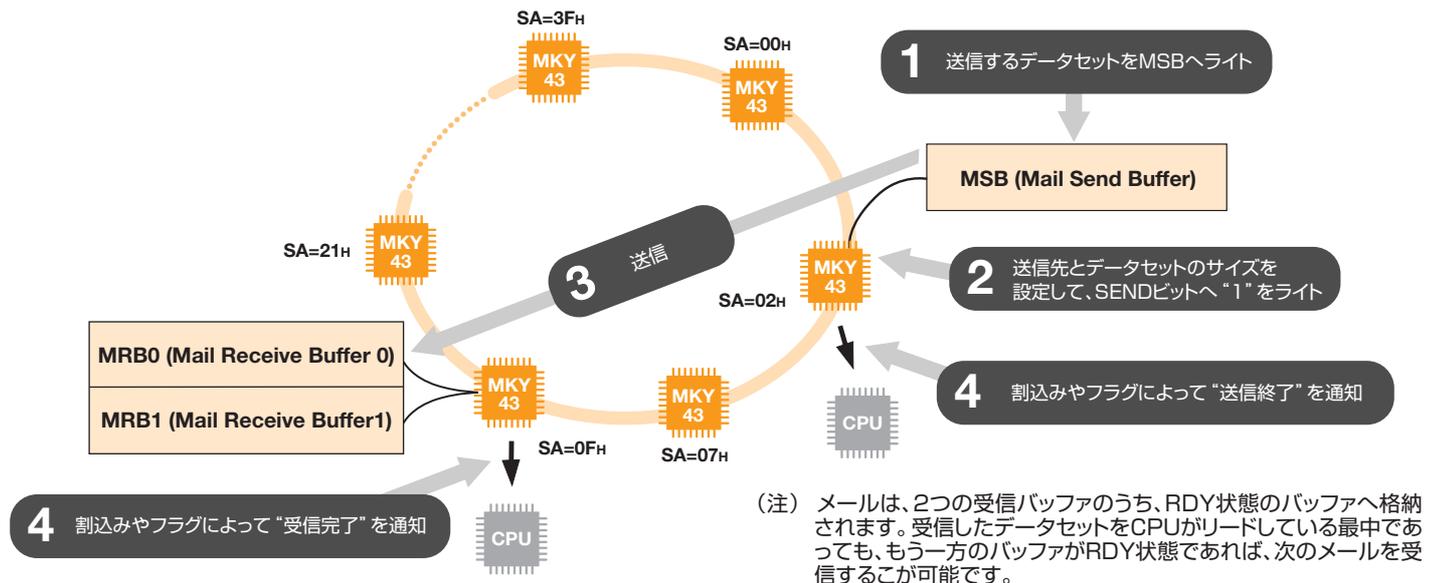
Step 04

一般的な（従来の通信のような）データセットをメールによって送受信したい。送受信できるデータセットのサイズは？

MKY43はメール送受信機能を搭載しているため、Peer to Peer のメールの送受信が可能です。1回の最大メールサイズは、256バイトです。MKY43は、256バイトのメール送信用メモリ1つと、256バイトのメール受信用メモリ2つを搭載しています。

実際のメールの送受信は、メモリ共有動作のバックグラウンドにおいて動作するため、メールの送受信中に共有メモリのデータやその応答速度へ影響を与えることは一切ありません。

● “SA=02H” のステーション（装置）から “SA=0FH” のステーション（装置）へメールを送信する場合



MKY43においては、“メール受信完了”と“メール送信終了”の両方によって割り込みを発生させることができます。メール送信がエラー終了した場合には、エラーの種別を参照することができます。またメール送信に対してタイムアウトを設定したり、実際の送信に消費された所要時間を知ることができます。

▶ メール送信のエラー種別

- ・相手不在
- ・相手側の受信バッファが、RDY状態でない
- ・タイムアウト
- ・設定不正
- ・回線中断

Point

1. メール送信用メモリへ任意のデータセットを書き込み、送信先とデータセットのサイズを設定してメール送信開始のSENDビットへ“1”をライトすることによって、メールを送信できます。
2. リトライ等のメール送受信プロトコルも全てMKY43が内部において実行します。
3. GMの利用中においても、メール送受信を並行して利用できます。

注意

1. 一斉同報のメール送信はできません（一斉同報は、相手へデータが届いたことの保証を得られない低品質な方式であるため、CUnetのプロトコルには採用されていません）。
2. OWN設定により占有拡張しているステーションアドレスをメールの宛先として指定することはできません（誤ってこれを指定したメール送信は、“相手不在”のエラーとなります）。

Step 05

メモリ共有にリアルタイム性はありますか？ メール送受信が必要とする時間は？

任意の装置がGM(グローバルメモリ)へライトしたデータを、全ての装置がリードできる状況になるまでに要する時間は、CUnetのメモリ共有動作の仕組みから、サイクルタイムと一致します。
CUnetのメモリ共有においては、サイクルタイムが下表のように極めて短時間であるため、高いリアルタイム性が提供されます。

CUnetのサイクルタイムは、転送レートとFS値によって決定されます。MKY43においては、12Mbps/6Mbps/3Mbpsの転送レートが推奨されています。“Final Station (FS)”値は、512バイトの共有メモリのうち、先頭からいくつのエリアの共有が有効かを決定する設定値です(リセットデフォルト時のFS値は“63”(3FH)です)。

●代表的なFS値におけるサイクルタイム

	FS値 (Final Station)	サイクルタイム			ステーションの 接続可能数
		12Mbps	6Mbps	3Mbps	
最速 →	1	102.0 μ s	204.0 μ s	408.0 μ s	2台
	3	155.0 μ s	310.0 μ s	620.0 μ s	4台
	7	265.0 μ s	530.0 μ s	1.060ms	8台
	15	501.0 μ s	1.002ms	2.004ms	16台
	31	1.037ms	2.074ms	4.148ms	32台
	47	1.659ms	3.317ms	6.634ms	48台
リセット デフォルト →	63	2.365ms	4.730ms	9.460ms	64台

メール送受信の時間は、転送レート、FS値、送信するデータセットのサイズに依存します。転送レートが12MbpsかつFS値が“63”(3FH)の状態におけるメール送受信時間の目安は、64バイト送信時に約27ms、256バイト送信時に約83msです。
これは、RS422やRS485のデータ転送と比較すると、約3キロバイト/秒、約34kbpsに相当します(FS値の小さいシステムにおいては、メールの送受信時間は、更に高速です)。

●代表的なメール送受信時間の目安

データセットのサイズ	送受信時間の目安
64バイト	27ms
256バイト	83ms

Point

サイクルタイム、およびメール送受信時間の目安は、マニュアルに記述された計算式によって算出できます。

FS (Final Station) の操作 : リサイズ

CUnetにおいては、ユーザがFS値を変更する操作を、“リサイズ”と呼びます。MKY43のNFSR (New Final Station Register)へ変更する値をライトすることにより、通信ケーブルによって接続された全てのステーションのFS値を更新することができます。リサイズ操作は、MKY43が4回リサイズ命令パケットを送信し終わると終了します。NFSRも00Hへ遷移します。

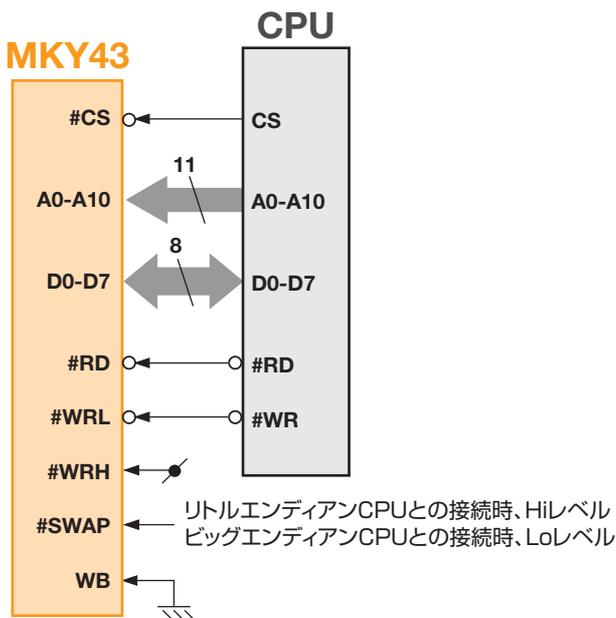
Step 06

どんなCPUと接続できますか？

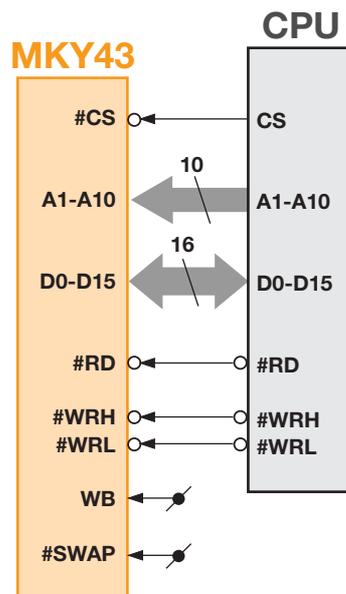
MKY43は、スタティックRAMに見立てられます。したがってCPUとMKY43は、バス信号線(アドレス、データ、リード、ライト)によって接続します。アクセス速度は、89nsです。MKY43のCPUインターフェースは5Vトレラントなので、5V系CPUのバス信号線にも接続できます。

MKY43は、ネットワークの状態遷移やGM内のデータ遷移を検出した時などに、CPUへ割込みトリガ信号を出力させることができる端子を、2本装備しています。1本の割込みトリガ信号の出力端子に対して、複数の割込み発生要因を設定することができます。割込み発生要因は、MKY43の内部レジスタによって設定します。リセットデフォルト時は、割込みトリガ信号が発生しない設定になっています。

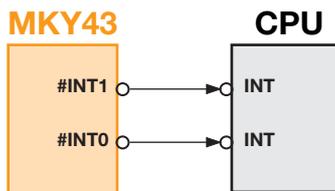
●8ビットバスCPU接続



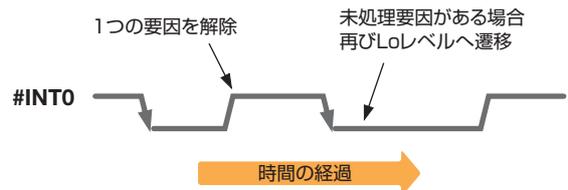
●16ビットバスCPU接続



●2本の割込みトリガ信号出力端子を装備 (各端子に複数の割込み発生要因の設定が可能)



●#INT0、#INT1端子のそれぞれにはリトリガ機能を装備



MKY43は、複数の割込み発生要因が設定された割込みトリガ信号の解除時点において、その端子に対する解除されていない割込み発生要因が残っていた場合に、再び有効な割込みトリガ信号を出力できる(リトリガ)機能を装備しています。

Step 07

通信ケーブルの長さはどれくらいまで利用可能ですか？

転送レートにより、利用可能な通信ケーブルの長さが変わります。マルチドロップ形式による通信ケーブルの接続点数が32点の、通信ケーブル長の目安は右記の通りです。さらにCUnet専用のHUBを通信ケーブルへ挿入（経由）することによって、利用できる通信ケーブルの長さを数倍に延長することもできます。

転送レート	通信ケーブル長
12Mbps	100m
6Mbps	200m
3Mbps	300m

注意

通信ケーブルの長さは、端末としてマルチドロップ接続されたドライバ／レシーバ部品の品種や接続数、ケーブル配線環境などによって変動します。したがって上記は、一般的な利用状況を想定した時に安定して使用できる目安です（保証値ではありません）。上記表は、推奨の差動ドライバ／レシーバがRS-485仕様部品のため、このRS-485仕様において決められているブランチ数“32”を目安の基準にしています。

CUnetは、最大64のCUnetステーションまで接続可能なため、機能的には“64”ブランチの接続が可能です。推奨のネットワークはパルストランスによって電氣的に絶縁されており、かつCUnetのネットワークを伝搬する信号形式がRZ (Return to Zero) のため、直流 (DC) 成分信号を利用せず、一般的なRS-485仕様の部品によって“64”ブランチの接続が可能です。但し“64”ブランチの場合は、通信ケーブル長が、上記表の値よりも短くなる傾向が生じます（伝搬する信号エネルギーの分散が増えるため）。弊社は、弊社が実施した実用実験における限界長の約1/2の長さを、上記表に記した推奨の通信ケーブル長としています。

Step 08

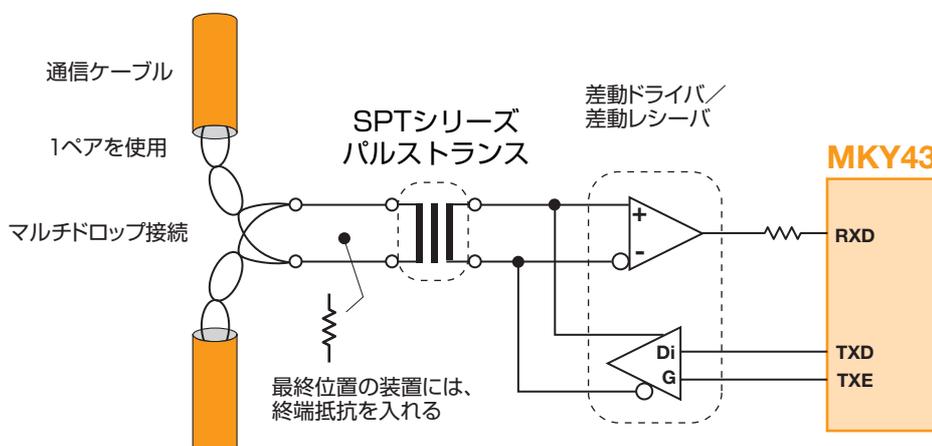
通信ケーブルやドライバ／レシーバはどんな種類ですか？

▶通信ケーブル

イーサネットLAN用のカテゴリ“3”性能以上の通信ケーブルを推奨します。シールドが施され伝送品質が高く、かつ加工性に富んだ推奨ケーブル（ZHシリーズの通信ケーブル）も用意されています（販売代理店へお問い合わせください）。

▶ドライバ／レシーバ

RS485に対して使用される、差動ドライバ／差動レシーバです（MKY43に設定した転送レートに追従できる種類を選択してください）。



▶パルストランス

パルストランスを使って、通信ケーブルと装置とを電氣的に遮断することを推奨しています。SPTシリーズのパルストランスについては、販売代理店へお問い合わせください。

How to Use MKY43/MKY46

Field Engineer



フィールドエンジニア編

本編は、ネットワークを利用した経験を持つ技術者の疑問にお答えします。

ネットワークを利用している時には、
突如、装置が離脱したらどう対処すべきか？
その管理を誰が、いつ実施するのか？
一斉に電源を投入できない装置間の、立上げ時におけるフェーズマッチングは
どのように実施するのか？
などのシステムに応じた管理や処理を必要とします。

またこれらによって、ネットワークが高速になればなる程、
データ処理回数が頻繁になればなる程、システム開発の難易度が高まってしまいます。

CUnetは、
このようなフィールドにおける悩みを大幅に軽減します。

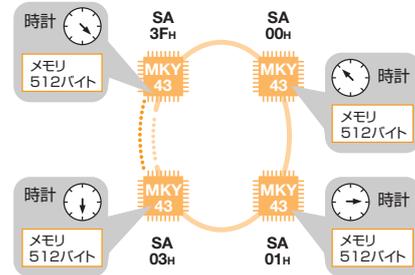
CUnetにおいては、通信ケーブルを介して伝送されるデータの処理速度が極めて高速であるため、各種のネットワーク状態をCPUがプログラムによって管理しようとする（1つの項目を数 μ sによって実行できなければならず）、数10MIPS能力のCPUによって常にネットワーク状態だけを専属に管理しなければなりません。これではネットワークを利用する意味がありません。MKY43は、各種のネットワーク管理機能を備えており、ユーザはMKY43が搭載している管理機能を利用することにより、“ネットワークの管理”という呪縛からも解放されて、本来のシステム動作に専念することができます。

（注）本編はMKY43の全機能ではなく、一般的に知っておくと便利な機能について記述しています。

予備知識

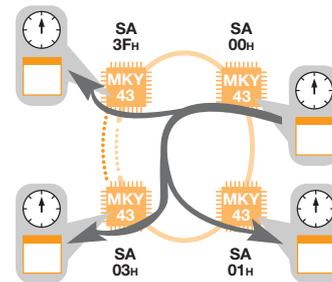
▶ CUnetのメモリ共有動作の仕組み

1. MKY43は、独自の時刻を刻む時計と、共有メモリとしての512バイトのメモリを搭載しています。
2. 独自の時刻を刻む時計は、ネットワーク上を飛び交うパケットによって校正され、この結果、ネットワークに接続された全てのMKY43の時計は、同時刻を同じスピードによって進行する状況を維持します。この時計の一周回の時間がサイクルタイムとなります。
3. 時刻“0”の時に、メモリアドレス000H~007Hの8バイトデータを持ったパケットが、SA [00H]のステーション(装置)からネットワークへ送信されます。ネットワークに接続された全てのステーションは、このパケットを受信し、自己ステーション内のメモリアドレス000H~007Hへ、受信した8バイトのデータを取り込みます。
4. 直後の時刻“1”の時に、メモリ008H~00FHアドレスの8バイトデータを持ったパケットが、SA [01H]のステーションからネットワークへ送信され、上記同様にネットワークに接続された全てのステーションが、自己ステーション内のメモリアドレス008H~00FHへ、受信した8バイトのデータを取り込みます。
5. 時刻が“63”まで達した時に、64番目のSA [3FH]のステーションからメモリ1F8H~1FFHアドレスの8バイトのデータが送信され、全てのステーションのメモリアドレス1F8H~1FFHへ取り込まれます。
6. MKY43に搭載されている時刻は、この後にシステム管理用の2つの時刻(パブリックフレーム)を経過し、時刻“0”となります。
7. 上記3~6の動作を継続し常時巡回することにより、各ステーションが個別に搭載している512バイトメモリ内部のデータは、全てのステーションにおいて同一の内容となり、1つの共有メモリが存在していることと同様な状況を作り出します。
これが、“CUnetのメモリ共有動作の仕組み”です。
8. 占有幅(OWN)として“0”または“1”以外が設定されている場合は、1つのステーションがその占有幅分の送信権限を持つことにより、占有エリアが広がります。例えば、SA [00H]のステーションのOWN値が“4”である場合、SA [00H]のステーションは、時刻“1”の時にSA [01H]のステーションに成りすまして送信を実行し、時刻“2”の時にSA [02H]のステーションに成りすまして送信を実行し、時刻“3”の時にSA [03H]のステーションに成りすまして送信を実行します。
9. メール機能のための、1つのメール送信用バッファ(256バイト)と2つのメール受信用バッファ(各256バイト)は、上記の共有メモリとなる512バイトのメモリとは別に、各MKY43内部にそれぞれ搭載されています。メール機能の実現には、時計の一周回の最終位置にある2つのシステム管理用時刻(パブリックフレーム)が使用されます。そのため、メール送受信中においても、共有メモリの仕組みは全く乱されることなく、一定のサイクルタイムが保証されます。



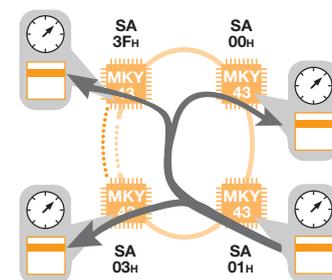
当初、時計の時刻は一致していない。
パケットを受信すると、全て同じ時刻になる

3. 項目説明の動作



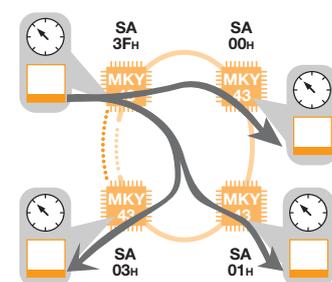
SA=00Hのステーションから、
メモリアドレス000H~007Hの
データが全ての装置へ送信される

4. 項目説明の動作



SA=01Hのステーションから、
メモリアドレス008H~00FHの
データが全ての装置へ送信される

5. 項目説明の動作



SA=3FHのステーションから、
メモリアドレス1F8H~1FFHの
データが全ての装置へ送信される

Step 09

GM (グローバルメモリ) 内の未使用エリアのデータはどのような状態ですか? GMのデータ初期化は必要ですか?

GM(グローバルメモリ)内のデータは、電源投入後は不定値となっています。MKY43は、SCR(System Control Register)のSTARTビットが“ON”になる前には、GM全域へのライトが可能です。通常は電源投入後の初期化処理によって、GM内のデータを00Hへクリアすることを推奨します。SCRのSTARTビットが“ON”になった後は、SAとOWNによって規定される自己ステーションの占有エリア以外は、ライトがプロテクトされます。

未使用のGMエリアは、上記により初期にクリアされた値から変化しません。ネットワークが稼動し始めると、各ステーション(装置)のSAとOWNによって規定されるエリア内のデータは共有状態になります。特定の初期データを必要とする場合は、STARTビットが“ON”になる前に、その特定の初期データを書き込んでください。

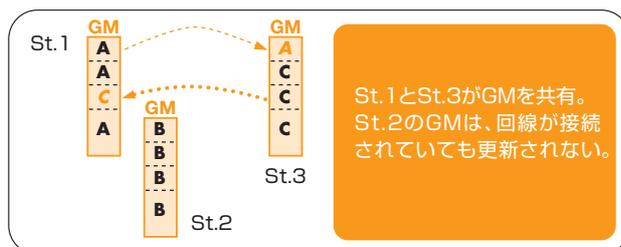
●3つのステーション(St)から構成されたシステムにおける、起動操作に対するGM各エリア内データの推移概念



St.1のSTARTフラグを“ON”



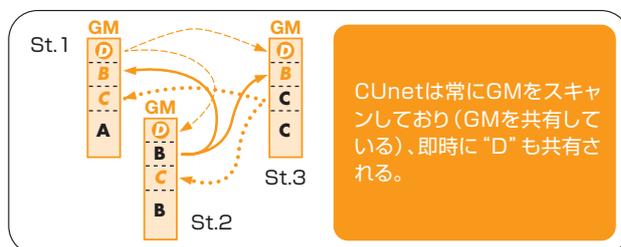
St.3のSTARTフラグを“ON” → St.1とSt.3のRUNフラグが“1”になる



St.2のSTARTフラグを“ON” → St.2のRUNフラグも“1”になる



St.1が自己エリアへデータ“D”をライト



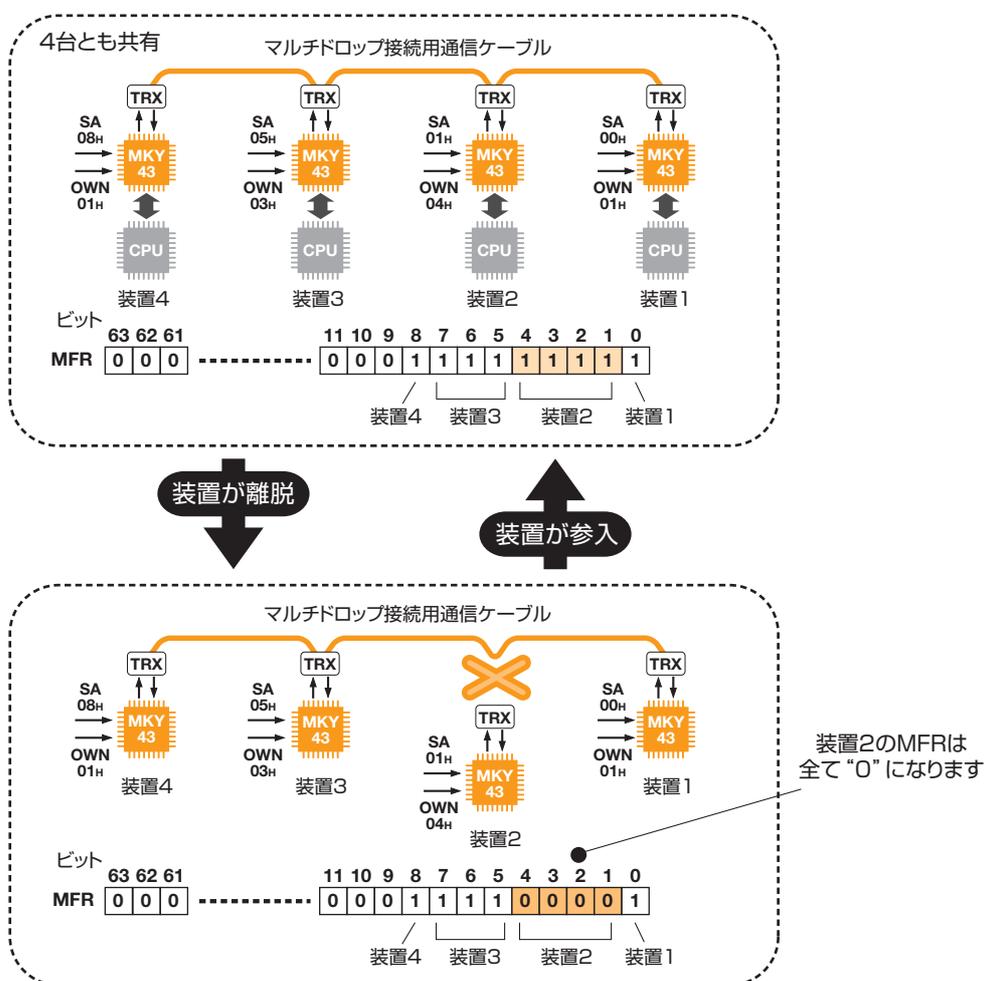
Step 10

相手の装置がネットワークへ参入しているかを知る方法は？ GM (グローバルメモリ) エリアの共有状態を知る方法は？

MKY43は、0番～63番 (64個：00H～3FH) のSAに対応して、64ビットのフラグが並ぶレジスタを数種類持っています。その1つとして、GMの共有が成立しているSAエリアのビットが“1”になるメンバフラグレジスタ (MFR) があります。

MFRを活用することにより、相手の装置がネットワークへ参入しているかや、GM共有の有効状態を簡単に知ることができます。これにより、SAに対応する個々のステーション (装置) の状態を認識することができます。なお、自己の占有エリアに対するMFRのビットは、システムがRUN状態になっている間、常に“1”です。

●4台の装置におけるMFRの振舞い



Point

MFR (Member Flag Register) 内のメンバフラグが“1”となっているエリアは、メモリ共有状態にある。

注意

CUnetにおいては、サイクルタイム毎に常にGMがスキャンされます。メンバフラグは、“3サイクル連続して接続が確認された時”に“1”がセットされ、“3サイクル連続して接続が確認できなかった時”に“0”がセットされます。

Step 11 GM (グローバルメモリ) エリアのどこが共有状態であるかを、常にプログラムによって監視する必要がありますか？

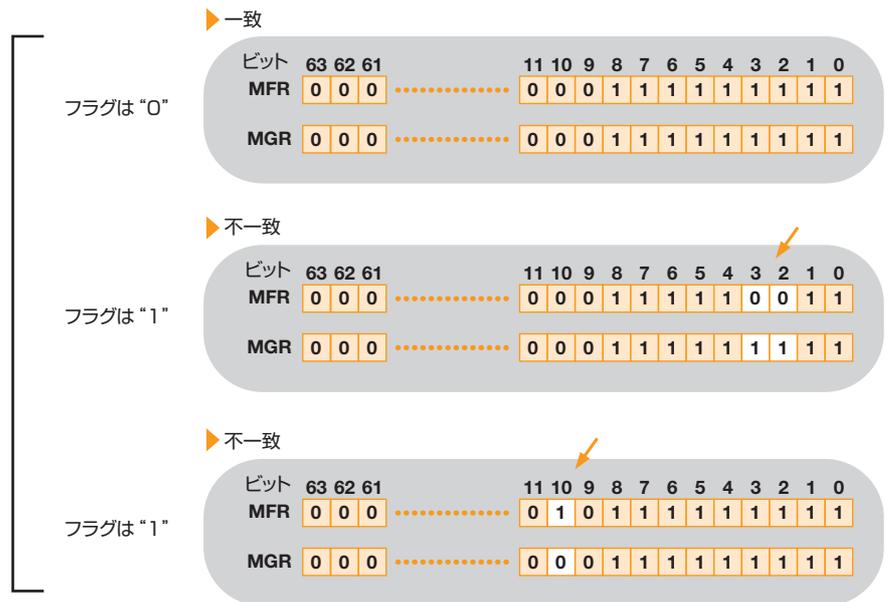
MKY43は、MFR (Member Flag Register) とペアになる、MGR (Member Group Register) を装備しています。このレジスタは、MFRと同様に64ビットのレジスタです。MFRはリードのみですが、MGRへはライトが可能です。MGRへ共有状態の監視先エリアを予め登録しておくことにより、下図のようにMFRとMGRとの比較による“一致/不一致”あるいは“揃い/不揃い”の状態を一括監視させることができます。“不一致が発生した時”と“不揃いが発生した時”のそれぞれにおいて、割込みを発生させることもできます。

この割込みが発生することにより、管理用のプログラムが不要になります。またMKY43のシステムステータスレジスタ (SSR) 内には、不一致の間に“1”となるビットと、不揃いの間に“1”となるビットがあります。

割込みを使用しないシステムにおいては、このビットを監視することにより、MGRへ一括して登録したエリアの共有状態を管理できます。

なお、リセット時のMGRは、全て“0”の未登録状態です。

●一致/不一致を表現するフラグ SSRのビット4 (Member Group Not Equal)



●揃い/不揃いを表現するフラグ SSRのビット5 (Member Group Not Collect)



Step 12

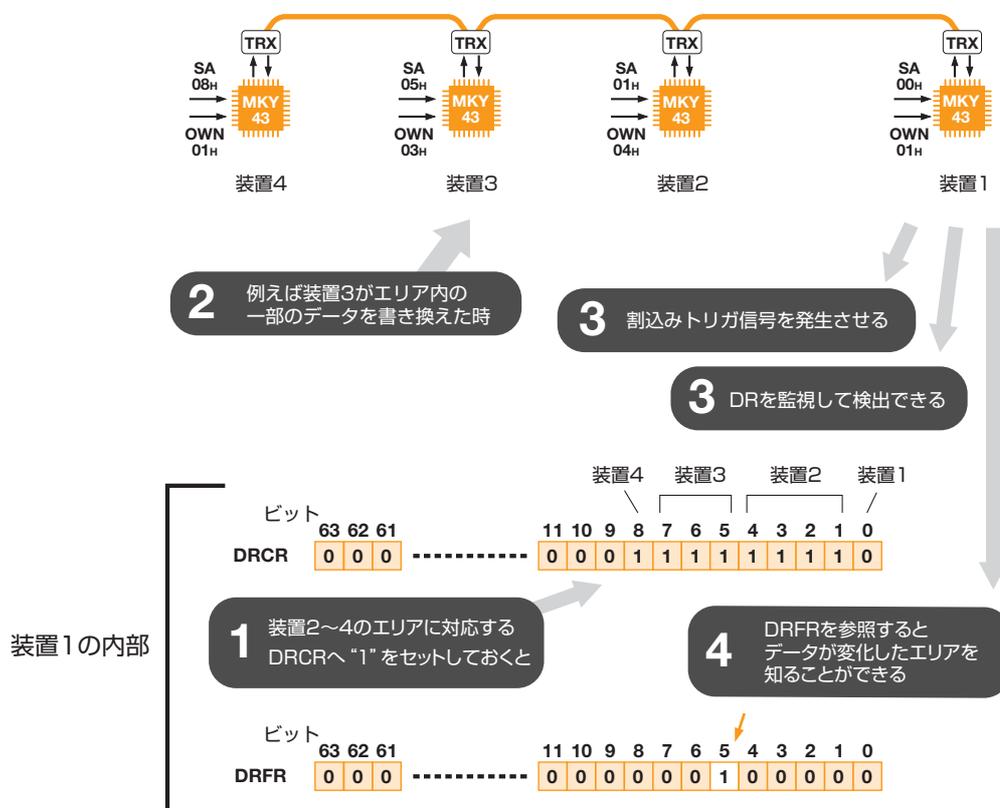
相手がデータを書き換えたことを、常にGM (グローバルメモリ) をリードして監視していなければなりませんか？

MKY43は、GMエリア内のデータが変わったことを検出するための設定が可能です。それは、データリニューアルチェック(DRC)です。DRCは、64ビット構成のレジスタ(DRCR)によって操作します。DRCRへ“1”を設定したSAエリアのデータが変わると、MKY43から割り込みトリガ信号を出力させることができます。また、MKY43のシステムステータスレジスタ(SSR)内には、DRCRへ設定した相手のデータが変化した時に“1”となる代表的なビット“データリニューアル(DR)”も存在します。したがって、割り込みを使用しないシステムにおいても一括監視が可能です。

DRCRへ登録した検出先のどのSAエリアが変化したかは、DRCRとペアになる64ビットのデータリニューアルフラグレジスタ(DRFR)を参照することにより、その位置を知ることができます。

DRFRとDRは、CUnetのサイクル毎にリフレッシュされ、次のデータ変化に備えます。データリニューアル割り込みを発生させた場合は、その割り込みを終了させるまで、DRFRとDRがフリーズ(凍結)します。

●データ変化検出の流れ



注意

データリニューアル割り込みトリガ信号を発生させるためには、“CUnetのサイクル中のどの時期において発生させるか”を、ITOCR (Interrupt Timing 0 Control Register) または IT1CR へ設定することが義務付けられています。これにより、一般的なCPU やプログラムが追従できないほど頻繁(数10~数100μs間隔)に割り込みトリガ信号が発生してしまうことを防止します。

Step 13

ネットワークにおいて異常が発生した場合、どうなりますか？

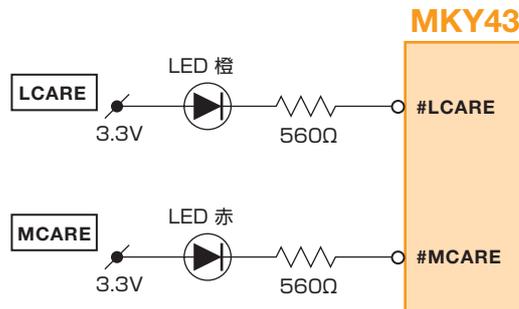
ネットワークのトラブルとしては、右記の3つが考えられます。これに対してCUnetは、共有が成立した先の装置を、サイクル毎に常に“全ステーション(装置)個別ハンドシェイク”によって監視および管理しています。MKY43は各イベントに対して、以下のように機能します。

1. 外来ノイズによる瞬発的な通信障害
2. 通信ケーブルの断線、コネクタの外れ、装置の離脱、装置の電源断
3. ドライバ/レシーバ部品の故障

1. 外来ノイズによる瞬発的な通信障害

- ▶ ノイズを受けた瞬間に受信中であったパケットを破棄するかを検証し、データの品質が保たれない場合には、受信パケットを破棄します。
- ▶ この場合、MKY43のLCARE端子から、LEDを駆動するパルスが出力されます。またこの時には、次のサイクルによってデータが更新されるまでの間、GM内に1サイクル前のデータが存在することになります。1サイクル前のデータの有無は、LFR (Link Flag Register) やRFR (Receive Flag Register) を参照することによって認識可能です。

●LED表示用端子の接続



(注) LEDは、約50msの間、点灯します。

2. 通信ケーブルの断線、コネクタの外れ、装置の離脱、装置の電源断

- ▶ ネットワークから離脱したステーションは、他のステーションとのメモリ共有動作ができなくなるため、RUNビットとSTARTビットが共に“0”へ戻り、共有動作を停止します。ユーザはこのことを、割込みトリガ信号の受け付けやフラグ遷移の検出によって認識できます。
- ▶ 正常に共有動作を継続しているステーションにおいては、MKY43のMCARE端子から、LEDを駆動するパルスが出力されます。メンバフラグレジスタ(MFR)内の“離脱ステーションに対応するビット”が“0”になります(Step10を参照)。ユーザはこのことを、割込みトリガ信号の受け付けやフラグ遷移の検出によって認識できます。

3. ドライバ/レシーバ部品の故障

- ▶ ドライバ/レシーバ部品が故障したステーションは、上記2と同様に共有動作が停止します。レシーバの故障状態に気付かずに、ユーザが共有動作をスタートさせたステーションは、他のステーションと協調できません。この場合の故障を抱えたステーションを“ジャマー (Jammer)”と呼びます(ジャマーが存在する場合、正常に共有動作している他のステーションは、このジャマーを検出した時、割込みトリガ信号出力やフラグの遷移によって、ユーザへジャマーの存在を通知します)。
- ▶ 正常に共有動作を継続しているステーションは、上記2と同様です。

Step 14

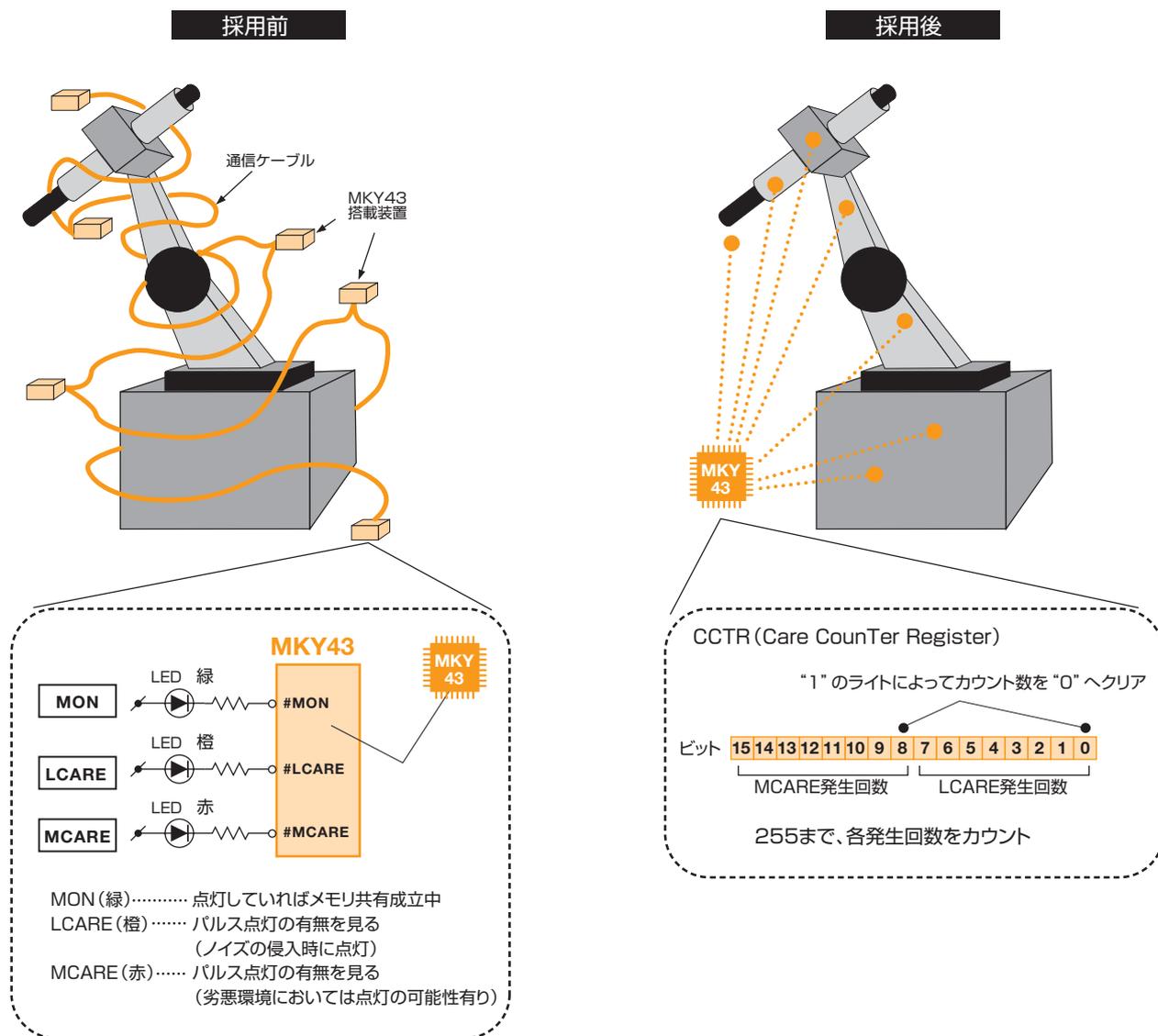
ノイズが多い環境への適用テストや、通信環境の品質判定の方法 はありますか？

Step 13に記述された、LCARE信号とMCARE信号を利用できます。外来ノイズを受けて、通信に障害が発生した場合には、LCARE信号が発生します。また、その障害が頻繁に発生し、かつ劣悪である場合には、MCARE信号も発生する場合があります。

これらの発生はLEDの点灯によって確認できます。工作機械などがフル稼動しているようなノイズが多い環境へCUnetを持ち込み、通信ケーブルも、実際に使用する長さより少し余

分に(例えば10mの使用であれば、12mや20mにして)敷設して、これらの信号発生の有無をチェックしてください。

MKY43は、これらの発生回数をCCTR(Care CounTer Register)において最大255回までカウントしていますので、ユーザがCCTRをリードすることにより、発生回数を認識することができます。また、発生回数を認識することにより、設置場所の違いによる通信環境の品質良否も簡単に把握できます。CCTRの値は個別にリセットできます。



Point

CUnetは、ノイズを受けた場合においても、誤ったデータは強力な検定によって破棄されるため、誤ったデータへは更新されません。この場合、次のサイクルによって正しいデータへ更新されます。

Step 15

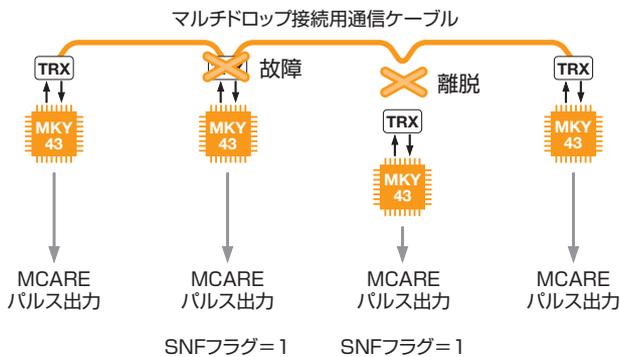
自己ステーションのメモリ共有動作が停止したことを知る方法は？

以下の状況の時に自己ステーション(装置)のRUNビットとSTARTビットが“0”へ戻ります(他のステーション間におけるメモリ共有動作は継続します)。MKY43は、下記の2、3、4、5の状況によるメモリ共有動作の停止時に、割込みトリガ信号を発生させることができます。

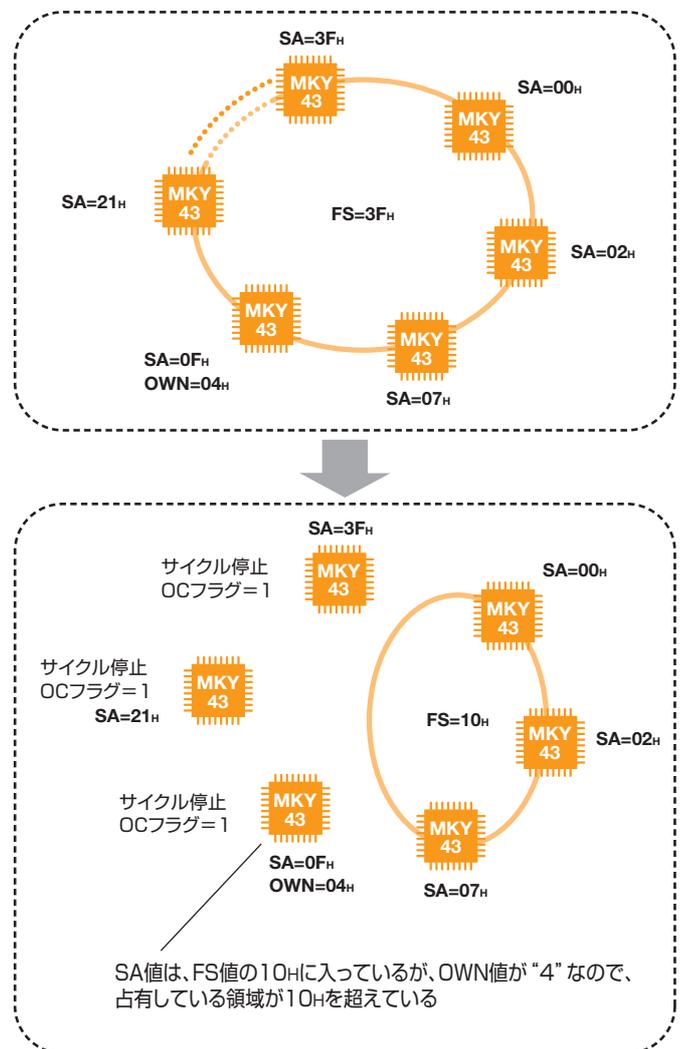
下記の2、3、5の状況によるRUN停止時には、MKY43のシステムコントロールレジスタ(SCR)内の、SNF(Station Not Found)ビットが“1”になります。また、下記の4の状況によるRUN停止時には、SCR内のOC(Out of Cycle)ビットが“1”になります(SNFとOCビットは、次回にSTARTビットへ“1”をライトすることにより、“0”へ戻ります)。

1. 自らSCR内のSTARTビットへ“0”をライトして停止した時
2. 通信ケーブルから切り離されてしまった時：離脱 (Step10の図を参照)
3. ドライバ/レシーバ部品が故障してしまった時 (離脱と同様)
4. リサイズにより、サイクル外に弾き出されてしまった時 (Step05に記述された“リサイズ”を参照)
5. ネットワークの環境が劣悪なため、32回連続して他のステーションの何れともメモリ共有が成立しなかった時 (離脱と同様)

●離脱または、TRX故障によるサイクル停止



●リサイズ (FS=3FH→FS=10H)によるサイクル停止



Step 16

メモリ共有動作後における増設装置の動作は？

増設する装置に搭載されたMKY43のSAおよびOWNの設定による占有エリアが、現在稼働中のFS (Final Station) 値以

内であるかどうかによって、その振舞いは異なります (FSとリサイズについては、Step05を参照)。

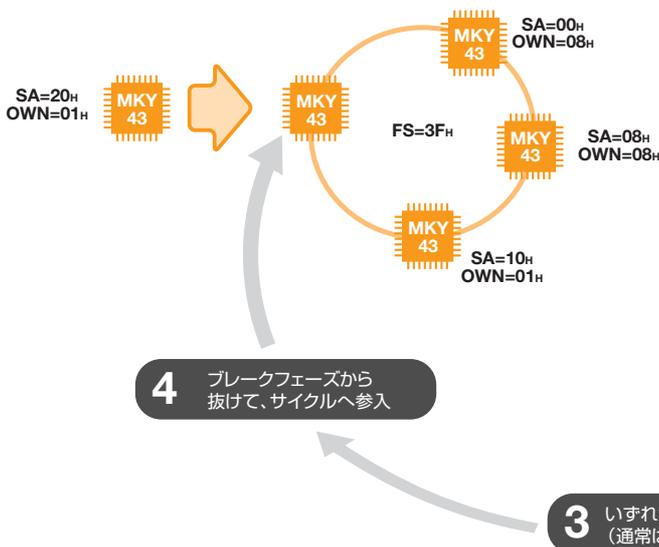
▶ 占有エリアが、FS値以内の時

SCR内のSTARTビットへ“1”を設定することにより、即座にメモリ共有動作のサイクルへ参入できます (Step10の図の“離脱と参入”を参照)。

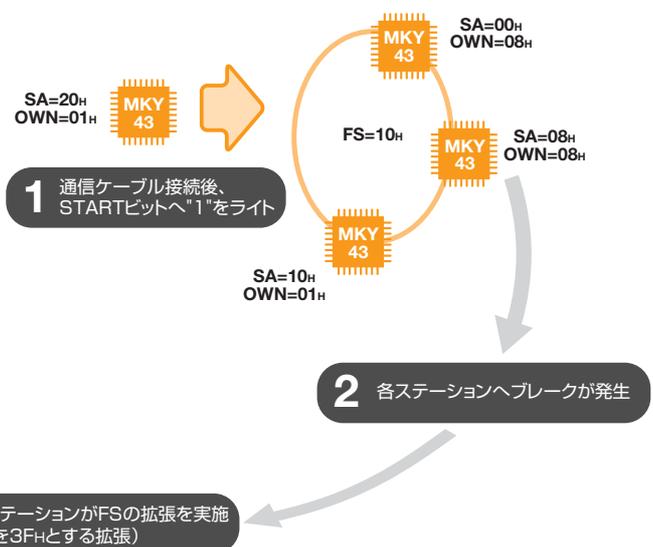
▶ 占有エリアが、FS値を超えている時

増設された装置に搭載されたMKY43は、ブレークフェーズへ入ります。ブレークフェーズ中は、増設されたステーション(装置)が現在稼働中のステーションに対してブレーク信号を発行しながらCUnetへの参入を待ちます。現在稼働中のステーションは、ブレークを検出して、ユーザへフラグの遷移や割込みトリガ信号の出力によって新規参入の要請を通知します。これによりFS値の拡張リサイズが実行されると、増設装置はメモリ共有動作のサイクルへ参入します。

●FS値以内の時



●FS値以上の時



Point

1. FS値以内の占有エリアのステーションは、いつでも即時にサイクルへ参入が可能。
2. FS値以外の占有エリアのステーションは、ブレークフェーズへ入る。このステーションは、ブレークフェーズを検出した稼働中のステーションが、拡張リサイズを実行した場合に、サイクルへ参入できる。

注意

ブレークフェーズのステーションは、1つとは限りません。このため、稼働中のステーションは、ブレークフェーズのステーションのSAやOWNを知ることができません。一般に稼働中のステーションが新たなブレークフェーズのステーションを受け入れる場合のタイミングは、“FS=3FH”として拡張リサイズを実行し、新たに遷移したメンバフラグ(MF)などを元に、参入したステーションを認識してからとなります。

Step 17

共有メモリの使用上の注意は何ですか？

ハードウェアのロジック回路においては、想定通りではない出力結果を、“ハザード” (Hazard) と言います。例えば、カウンタに接続された2入力のANDゲートの出力においては、桁上りカウント時にHiレベル出力は出現しないはずですが、2つの入力信号の配線長の相違によるわずかな到着時間の違いによって、一瞬“想定外の論理結果”が出現する場合があります(下図参照)。

これと同じように、共有メモリがデータを受け渡す時も、一瞬“想定外のデータ”が出現する場合があります。これを“データハザード”と定義します(下図参照)。

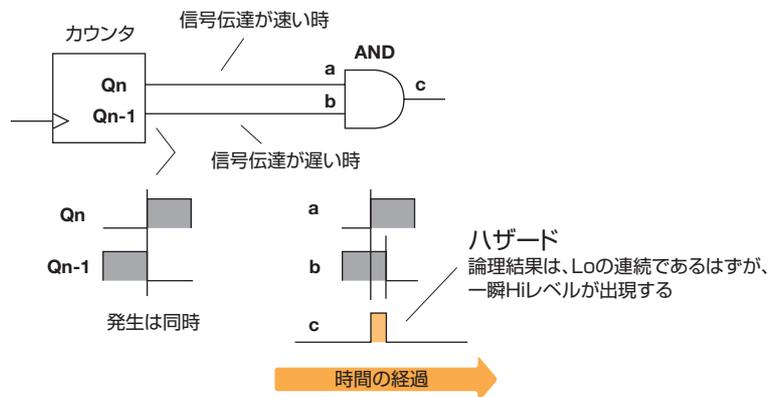
データハザードは、データの構成ビット幅がバス幅を超えた場合に発生します。

“16ビットバス同士によって16ビット構成データをライト/リードする場合”や、“8ビットバスによって8ビット構成データをライトし、16ビットバスによってリードする場合”には、データハザードは発生しません。

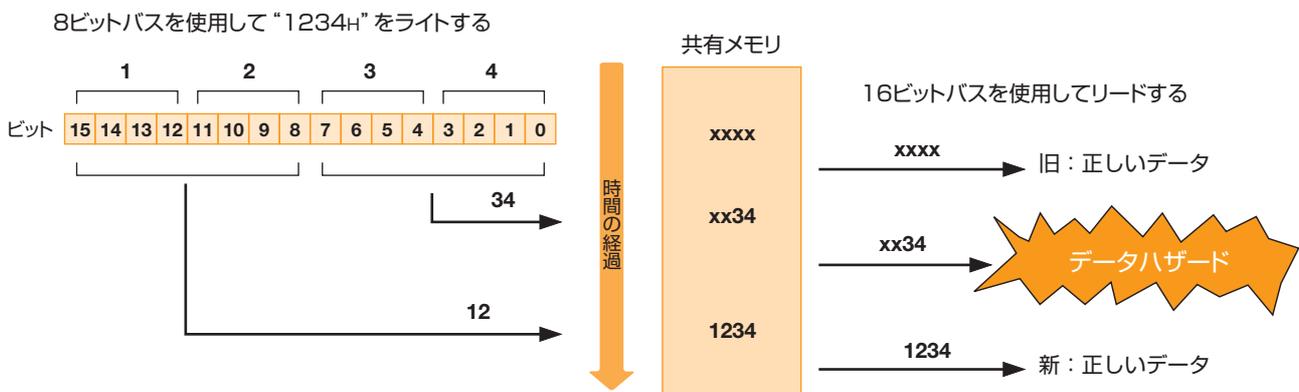
つまり、データの構成ビット幅が、リード/ライトのバス幅を超えない時には、データハザードを意識する必要はありません。

しかし、“8ビットバスによってライトした16ビット構成データを、16ビットバスによってリードする時”には、データハザードが発生します。またその逆に“8ビットバスによって16ビット構成データをリードしている間に、16ビットバスによって相手が更新データをライトした時”にも、データハザードが発生します。このデータハザードの発生を意識することが、共有メモリの使用上の注意です。

●ハードウェアの“ハザード”



●共有メモリにおける“データハザード”



Step 18

データハザードの回避方法は？

MKY43は、データバス幅の違いを吸収してしまう“ハザード防止機能”を搭載しています。

MKY43には、独立した1つのメモリブロック(MB)分である64ビット(8bytes)のバッファがあります。専用のコントロールレジスタを操作することによって、バッファのデータを64ビット一括してGMへライトすることができます。

また、専用のコントロールレジスタを操作することによって、GM内のデータをバッファへ64ビット一括してコピーすることもできます。

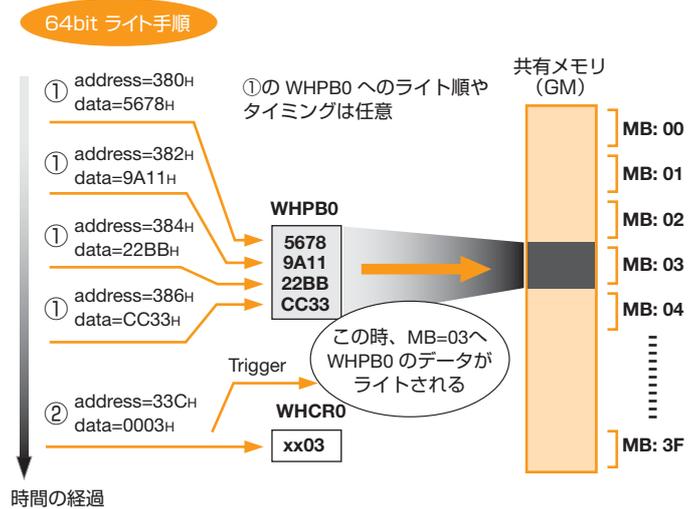
これによりユーザは、データハザードを回避して、64ビット幅のデータを取扱う事ができます。

▶ライト・ハザード・プロテクションの利用方法

ユーザがライトアクセス時に利用するバッファは、WHPBO (Write Hazard Protection Buffer 0) です。WHPBOは、WHCRO (Write Hazard Control Register 0) によって制御します。WHPBOとWHCROは、次の手順で利用します。

- ① ユーザは、任意な時期にMBの1個分のデータ(8バイト：64ビット)全てを、WHPBOへライトします。
- ② ライト対象のMB値を、WHCROへライトします。
・・・このライトによって、WHPBOのデータの全てが、指定されたMBへ一括してライトされます。
- ③ 新たに別のMBへデータをライトする場合は、①、②の操作を繰り返します。

右の図は、03Hのメモリブロックへ、56789A1122BBCC33Hの64ビットデータをライトする例です。

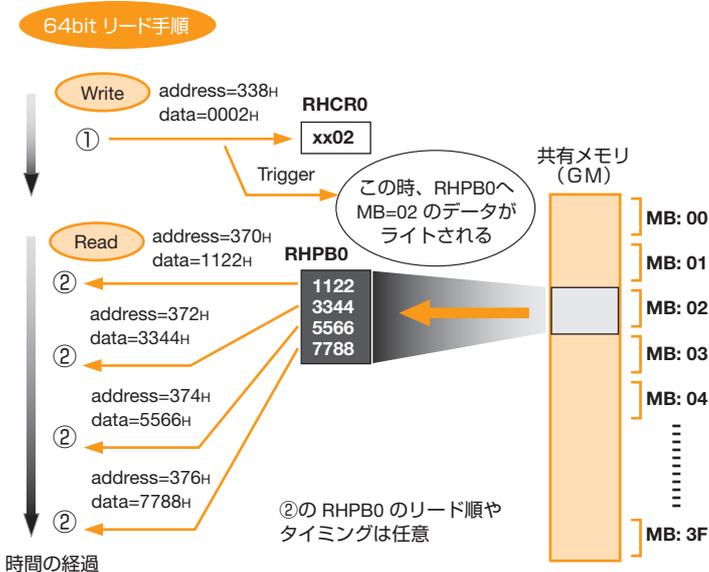


▶リード・ハザード・プロテクションの利用方法

ユーザがリードアクセス時に利用するバッファは、RHPBO (Read Hazard Protection Buffer 0) です。RHPBOは、RHCRO (Read Hazard Control Register 0) によって制御します。RHPBOとRHCROは、次の手順で利用します。

- ① ユーザは、任意な時期にリード対象のMB値を、RHCROへライトします。・・・このライトによって、指定されたMBのデータが一括してGMからリードされRHPBOへ格納されます。
- ② ユーザは、任意な時期にRHPBOからデータをリードすることができます
- ③ 新たに別のMBをリードする場合は、①、②の操作を繰り返します。

左の図は、02Hのメモリブロックから、1122334455667788Hの64ビットデータを、リードする例です。



▶ ハザード防止機能の補足説明

WHPBO (Write Hazard Protection Buffer 0) と RHPBO (Read Hazard Protection Buffer 0) は、それぞれ独立して機能します。従って、WHPBOへ途中までデータをライトした時に、RHPBOへGMのデータをコピーさせても、それぞれのデータが混ざってしまうことはありません。

データハザードは、CUnetのサイクルの進行タイミングを認識してアクセスする方法を採用することによっても回避できます (“予備知識▶CUnetのメモリ共有動作の仕組み” (18ページ) 参照。サイクルの進行タイミングは、MKY43内部のSCR (System Control Register) をリードすることによって認識できます)。

注意

1. ライト・ハザード・プロテクションの利用において、①の操作時にWHPBOへ8バイト(64ビット)の全てをライトしなかった場合には、ライトしなかったバイト域のデータは、以前のデータが残ったままです。この状態の時に②の操作を行うと、新たにライトしたデータとバッファに残っていたデータとの混在データが指定のMBへライトされてしまいます。
2. MKY43のハザード防止機能の能力を超える64ビット(8バイト)より大きなビット構成のデータを扱う時は、CUnetのサイクルの進行タイミングを認識してアクセスする方法を採用することによって、データハザードを回避してください。

Step 19

もう一組の“ハザード防止機能” WHPB1とWHCR1、RHPB1とRHCR1

MKY43は、WHPB1とWHCR1、RHPB1とRHCR1による、もう一組の“ハザード防止機能”を搭載しています。その理由は、2つのタスクが同時期に“ハザード防止機能”を利用できるようにするためです。例えば、RHPBOを利用してリードしている最中に、割込みが発生したと仮定します。更に割込み処理中においても“ハザード防止機能”を利用してGMのデータをリードする必要があると仮定します。すると、割込みの処理がRHPBOを利用し

てしまうと、割込みから戻った続きのプログラムがRHPBOをリードしても、その内容は割込み発生前のバッファのデータと異なってしまいます。このような場合に、割込み処理プログラムがRHPB1を利用してGMをリードすれば、問題は全く発生しません。ライトに関しても同様に、割込み処理プログラムがWHPB1を利用してGMへデータをライトすれば、問題は全く発生しません。

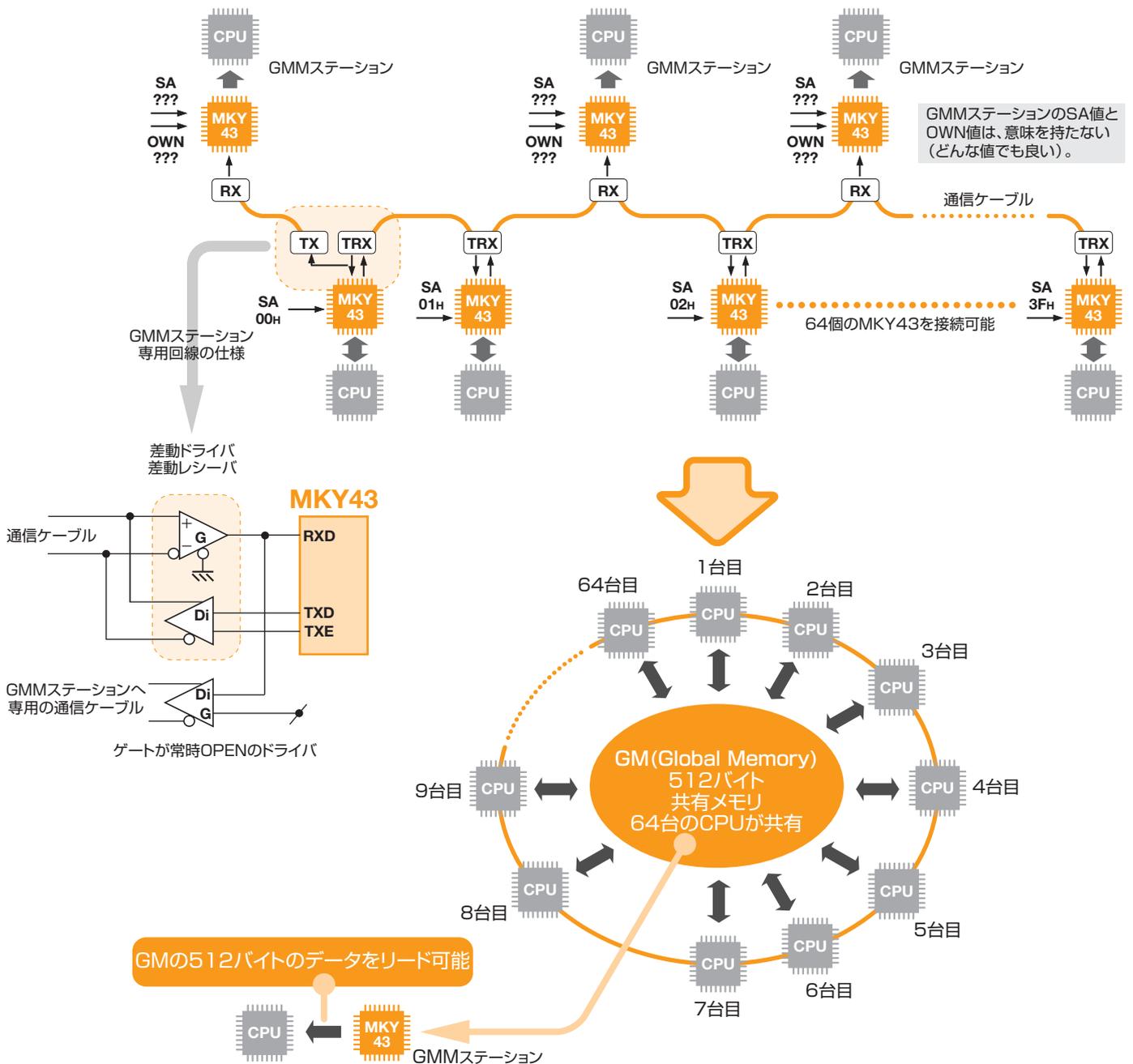
Step 20

稼動中のGM (グローバルメモリ) を“覗き見”する方法は？

MKY43は、ネットワークへ参入せずにGM(グローバルメモリ)内を覗き見るGMM(Global Memory Monitor)機能を持っています。ネットワークの品質を維持できる限り、GMMステーションは、いくつでも通信ケーブルへ接続できます。

また、GMMステーションを通信ケーブルへ直接接続しない代わりに、ネットワークへ参入しているステーションのRXD端子入力信号を、アクティブ制御されないドライバによってドライブした信号としてGMMステーションへ接続することもできます。

●GMMステーションは、ネットワークの品質を維持できる限り、いくつでも接続可能



注意

GMMステーションへのメール送信、GMMステーションからのメール送信、GMMステーションにおけるデータの書換えはできません。

Step 21 ビットのON/OFFだけを扱うリモートI/O装置もネット上に配置できますか？

MKY46は、32ビットのI/O信号を扱えるCUnet専用I/O-ICです。

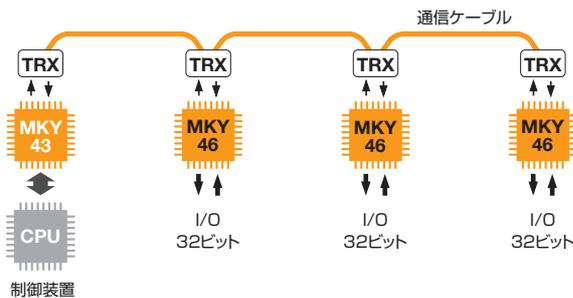
CUnetの構成に、MKY43とMKY46を用いることによって、以下の図のように自由にシステムを構築できます。

MKY46の入力に設定されたI/O端子の状態は、MKY46に設定したSAに対応するGM領域へ、常時(サイクル毎に)入力されます。これにより全てのステーションは、このデータを参照することが可能です。

MKY46は、出力に設定されたI/O端子へのGM領域のデータを出力するかを、DOSA(Data Out Station Address)端子とDOHL(Data Out Hi-bit Lo-bit)端子によって、設定できます。

MKY46が持つ32本のI/O端子は、IOS(In Out Select)端子によって、下表のように“入力”と“出力”の本数を設定できます。

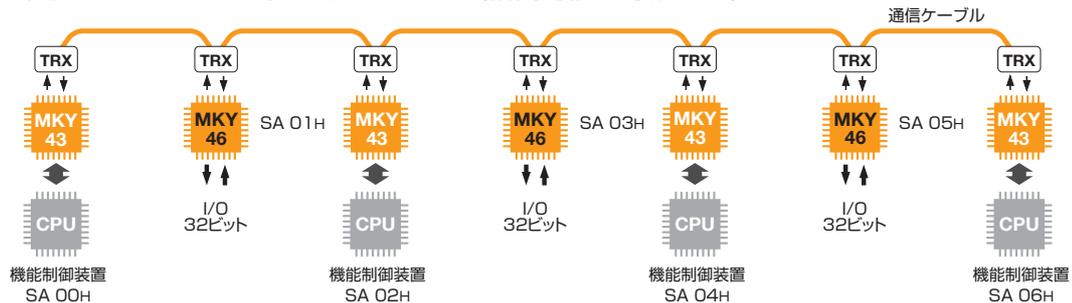
●1つのCPUによって、複数のMKY46(リモートI/O)を制御するシステム



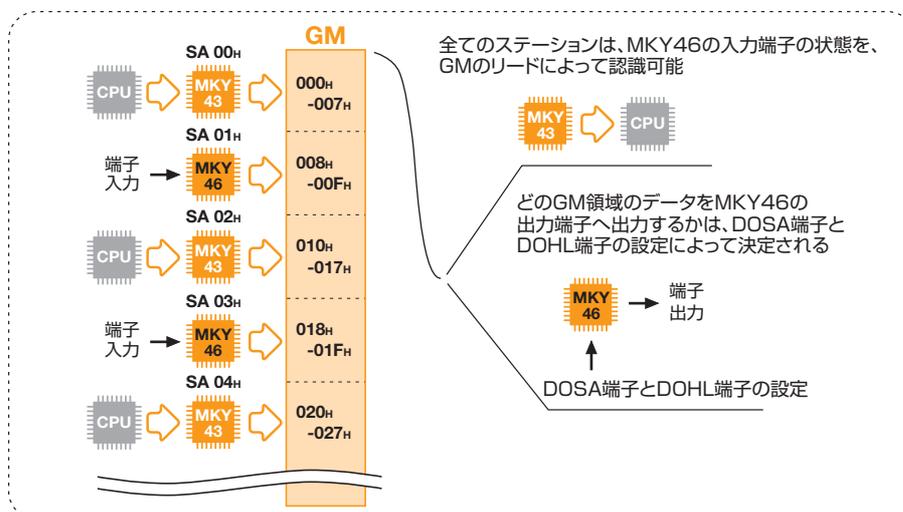
●MKY46のIOS端子の設定による入出力の選択

IOS2	IOS1	IOS0	入力数	出力数
Lo	Lo	Lo	32	0
Lo	Lo	Hi	28	4
Lo	Hi	Lo	24	8
Lo	Hi	Hi	20	12
Hi	Lo	Lo	16	16
Hi	Lo	Hi	12	20
Hi	Hi	Lo	8	24
Hi	Hi	Hi	0	32

●複数のCPUと、複数のMKY46を混在させたシステム(協調可能な分散処理)



全ステーションのOWN設定が“1”の例
(MKY46には、OWN設定はありません)



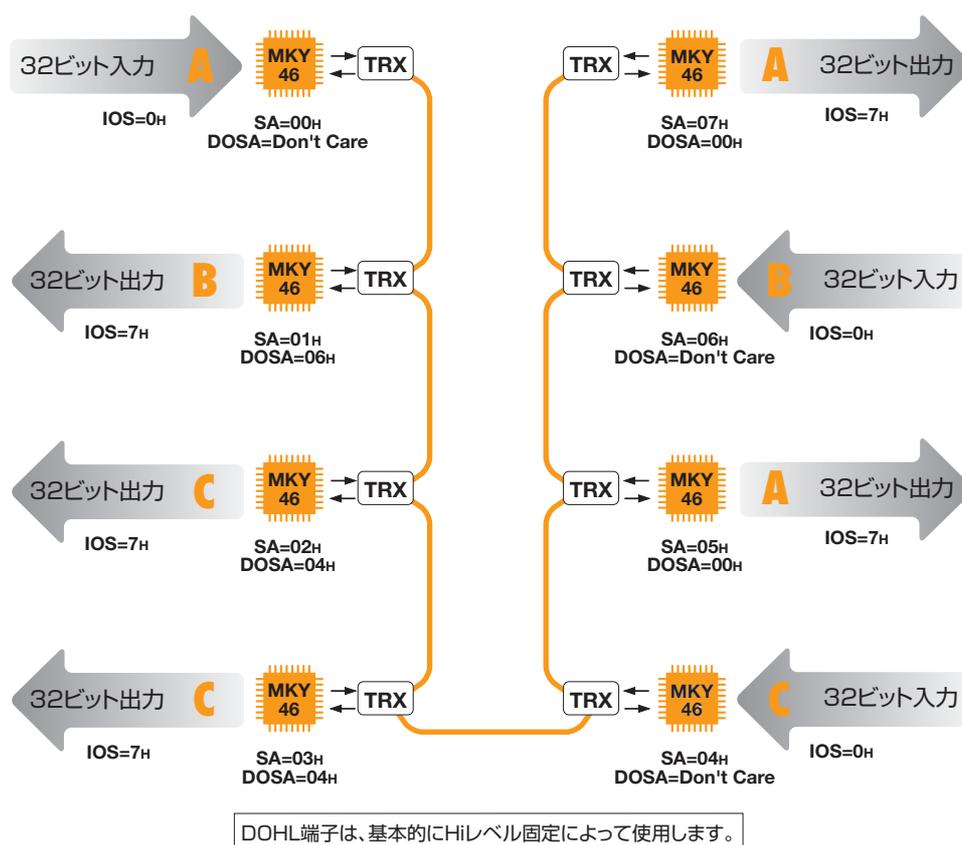
Step 22

CPUやプログラムを使わずに、リモートI/O装置だけでもCUnetを構築できますか？

リモートI/O装置を構成するMKY46だけでも、CPUやプログラムを全く使用せずに、CUnetを構築することができます。下図のように、多数の入出力信号を、たった1本の通信ケーブルによって接続させることができます。MKY46が持つ各種の設定端子(SA、DOSA、DOHL、IOS、

IOSWAP、INV)を操作することにより、1つのMKY46の入力信号を複数のMKY46の端子へ出力させたり(例えば、下図のSA=00Hの入力信号“A”は、SA=05HとSA=07Hの端子から出力される)、入出力端子の信号論理を反転させたりと、多くのパターンに適合させることができます。

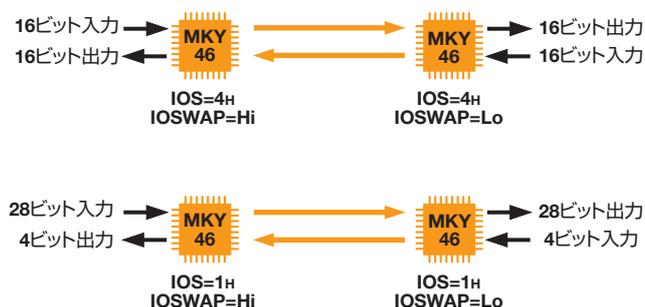
●多数の入出力信号を、1本の通信ケーブルによって接続



▶ その他の特徴

1. GMM装置を通信ケーブルに接続すれば、入出力信号のモニタが可能。
2. 通信ケーブル障害時に、出力をリセット状態に強制することが可能。
3. 出力端子のデータ更新時期や入力端子のデータサンプル時期を示す、タイミング通知信号が出力されています(STB1端子、STB2端子)。

●4ビットごとに入出力設定も可能



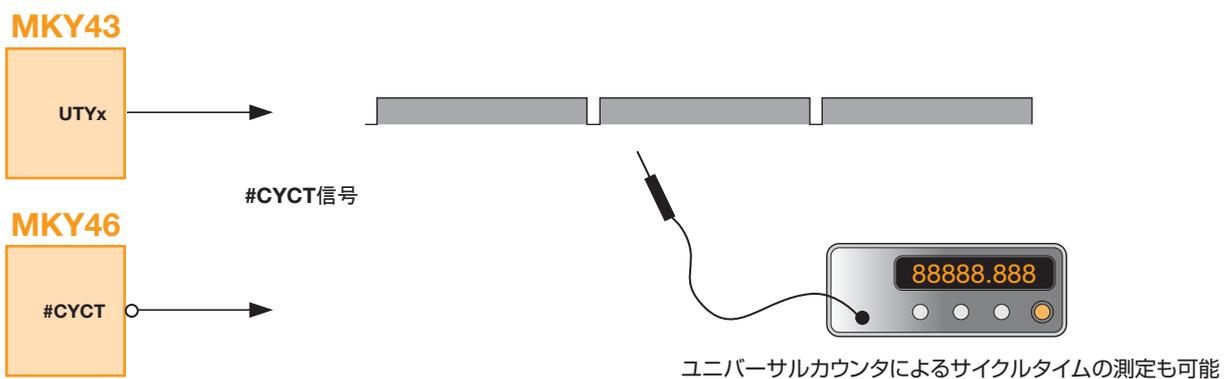
IOSWAP端子の設定は、入出力設定を反転させる。

Step 23 全装置のタイミングを一致させる（同期させる）ことはできますか？

MKY43およびMKY46は、RUNフェーズである（CUnetの通常状態である）時には、サイクルタイムの先頭時期が一致します。このサイクルタイムの先頭時期は、#CYCT信号（パルス信号）によって通知されます。

MKY43は、#CYCT信号をUTY1端子またはUTY2端子から出力させることができます。MKY46は、#CYCT信号が#CYCT端子から出力されます。この#CYCT信号を利用すれば、全装置の同期を得ることが可能です。また、MKY43の割込み設定を利用することにより、サイクルタイム中の特定の時期にCPUへ割込みトリガ信号を発生させることも可能です。

●MKY43はUTYx端子へ、MKY46は#CYCT端子へ、1サイクルの先頭を示す#CYCT信号を出力



注意

RUNフェーズではない時期や、FS値を変更するリサイズ操作中のCUnetにおいては、同期は保証されません。CUnetは各ステーション（装置）の協調によって同期します。したがって、サイクルタイムの累積時間の精度は保証されません。このため#CYCT信号は、時間を計測するようなアプリケーションの信号源としての利用には適しません。

Step 24 暴走してしまったらしい装置のCPUを、ネットワーク上の他の装置から強制的にリセットすることはできますか？

MKY43およびMKY46は、PING信号を出力可能な端子を装備しています。PING信号は、ネットワークからPING命令を受けるとHiになり、他装置からのデータ受信が成立するとLoへ戻ります。PING命令は、MKY43内部のQCR（Query Control Register）を操作することによって、どの装置からも発行できます。

PING信号の接続先や目的は特定されていません。例えば、MKY43に接続されたCPUが暴走した時においても、MKY43が正常に動作している限りPING信号を出力できます。したがって、これをCPUのリセット信号として供給することも可能です。

MKY43は、#PING信号をUTY1端子またはUTY2端子から出力させることができます。MKY46は、PING信号がPING端子から出力されます。

Step 25

CUnetにおけるデータの品質や信頼性は高いですか？

CUnetは、以下の3つの手法を併用して、通信ケーブルを伝播するパケットを検定します。CRC16の検定率は、学術的な算術式によって導き出され、最悪でも17ビットデータ化の検定率は99.99695・・・%です。CUnetは、更にフォーマットの正規性も検定すると共に、1ビット単位のRZ符号の正規性も常に監視しています。

これら3つの検定を全てパスしない限り、他装置からの受信データは破棄されます。CUnetは、3つの検定の相乗効果により、どんな状況においても実質100%の検定能力を持っています。

1. CRC16検定

デジタル通信において広く公認されている検定方法。

2. フォーマット検定

CUnetのフォーマットが成立していることの検定。

3. RZ信号形式の正当性検定 (RZ検定)

“データ1”を表す符号に“01”を、“データ0”を表す符号に“10”を使用するRZ (Return Zero) 符号の検定 (正常なデータ表記部においては、RZ符号が“111”や“000”のように3つ連続することはない)。

M=CRCの長さ
B=誤りビットの数

▶ CRC方式の検定能力

B ≤ Mの時 …………… 検定能力100%

B = M+1の時 …………… $(1 - (1/(2^{M-1}))) \times 100\%$

B > M+1の時 …………… $(1 - (1/(2^M))) \times 100\%$

▶ CRC16の検定能力

16ビット以下の誤り …………… 100%

17ビットの誤り …………… 99.99695%

18ビット以上の誤り …………… 99.99847%

Step 26

MKY43が搭載されていることをプログラムによって検出できますか？

MKY43は、CPUのメモリ空間へ配置してください。MKY43が正常に接続されていれば、CPUはMKY43へリードアクセスすることによって、MKY43内部のCCR (Chip Code Register) からチップコードをリードすることができます。

リトルエンディアンタイプのCPUと接続されている場合は、“MKY43_v0”のアスキー文字列をリードできます (ビッグエンディアンタイプのCPUと接続されている場合は、アドレスに対して文字の並び順は逆になります)。

Step 27

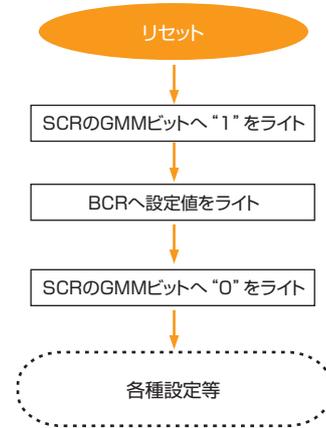
MKY43の必須の設定は？

MKY43の必須設定項目はSA、OWN、BPSであり、それぞれはMKY43内部のBCR (Basic Control Register) へ設定します。

BCRは通常リード専用ですが、SCR (System Control Register) のGMM (Global Memory Monitor) ビットが“1”である最中に限り、ライトすることができます。GMMビットを“0”へ戻した後もBCR値は残存します。

BCRのハードウェアリセットによる初期値は、SA=0、OWN=1、BPS=3 (12Mbps) です。

●必須の設定値のライト手順



Step 28

他の装置のモードを知る方法は？

本来CUnetによって接続する各装置は、動作モードやSA (Station Address) を予め決定しておく場合が殆どです。しかし、後から装置を増設する場合、増設した装置の動作モードを、稼働中のシステムからユーザのプログラムによって検出したい場合があります。

MKY43は、他の装置のモードを、調査する機能を持っています。

QCR (Query Control Register) へ、調査対象のSA値と実行フラグをライトすると、調査結果のタイプコードがQCRへ戻ります。この機能によって、調査対象エリアの動作モードを認識できます。更に調査対象エリアが、占有拡張されたエリアであることや、ロングフレーム (LFS=1 : BCRのビット15) が設定されていることも検出できます。

▶調査結果のタイプコード

00H	MEMモード
01H	MEMモード LFS=ON
02H	IOモード
03H	IOモード LFS=ON
04H	Owned (占有拡張)
05H~1FH	メーカーリザーブ

注意

調査対象として指定したエリアがメモリ共有状態ではない場合には、調査を完了できず、問い合わせフラグは“0”へ戻りません。この場合は、調査を中断し、問い合わせフラグへ“0”をライトしてください。自己が占有するエリアについても同様です。モニタ装置は、ネットワークへ参入しない装置なので、調査対象にはなりません。

**Step
29**

64ステーションを超えるシステムも構築できますか？

64ステーションを超えるシステムを構築する場合には、“複数のCUnetを系統分けして利用する”や“簡易な制御部分に別のシステムを用いて適正化を図る”等が考えられます。簡易な制御に関しては、弊社製品のHi-speed Link System (HLS) ファミリの利用を推奨します。

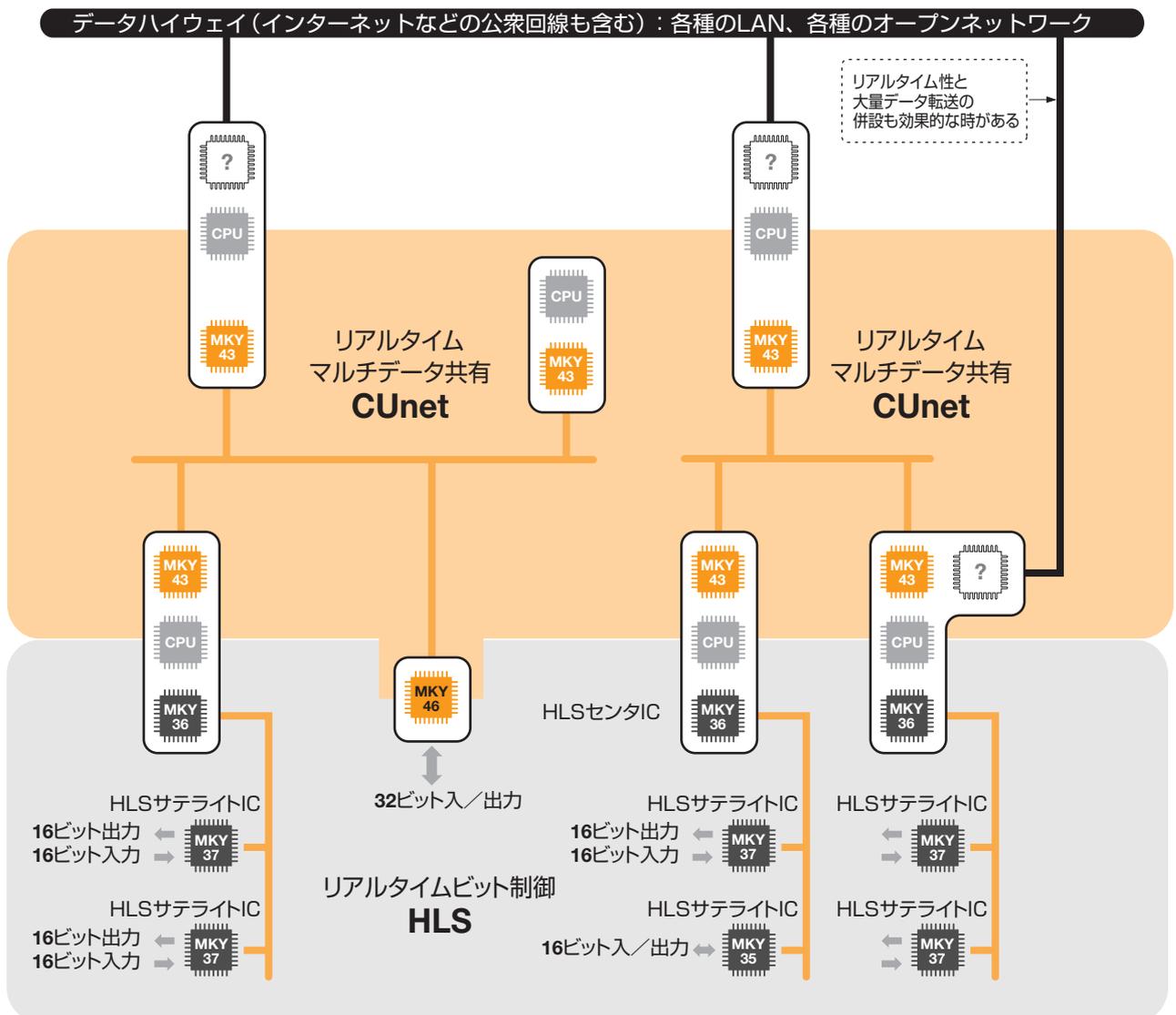
Hi-speed Link System (HLS) ファミリは、“1対N”のリアルタイムビット制御を可能とします。下図のように、各種の通信アイテム（イーサネット、LAN、各種オープンバス、各種フィールドバス等）と、弊社の製品ファミリを組み合わせることによって、中～大規模なシステムを構成することも可能です。

▶ Hi-speed Link System (HLS) ファミリ

- センタIC：MKY36
- サテライトIC：MKY37、他

HLSファミリの特徴

“1：N”の高速リモートI/Oシステム。CUnetによるリモートI/Oの構成よりも高速、かつ安価。



株式会社 ステップテクニカ

〒207-0021 東京都東大和市立野1-1-15

TEL: 042-569-8577

URL <https://www.steptecnica.com/>

Let's Try! CUnet

How to Use MKY43/MKY46

入門者編
フィールドエンジニア編

