

JOP-13-1

平成 1 2 年度

IEEE 1394 応用デバイス制御専門委員会  
成果報告書

平成 1 3 年 3 月

F A オープン推進協議会  
財団法人 製造科学技術センター

## はじめに

IT 化が叫ばれる昨今、生産システムにおいては生産管理などの上位系はネットワークによって情報の共有化・オープン化が実現されるようになってきている。しかし、生産プロセスや生産機械で発生する情報を様々な部署でもリアルタイム共有化できる機能や、生産機械を高速かつ的確に運転するために必要な情報を機械内外で自由に利用、転送できる機能など、情報的下位系におけるネットワーク技術は今だ十分に発達しているとは言えない。

そこで IEEE1394 応用デバイス専門委員会では、高速・大容量ネットワークの一つである IEEE1394 規格をベースに、これを FA コントローラの情報的下位系にあたるセンサ情報のネットワーク化とサーボバスの応用に向けた実用的検討を行い、標準化に向けたデータ項目と記述様式の策定、ならびにそれを実現する具体的なデバイス仕様の提案を行うことを目的として活動を行っている。本報告でその活動を紹介する。

JOP IEEE1394 応用デバイス制御専門委員会  
委員長 森 和男

## 目 次

はじめに

目次

1. 委員会活動の概要 .....	1
1.1 背景と経緯.....	1
(1) 次世代コントローラのアーキテクチャモデル.....	1
(2) 高速・大容量ネットワークとしての IEEE1394 規格の応用 .....	1
1.2 活動目的.....	1
1.3 IEEE1394 規格の概要 .....	2
(1) 特長.....	2
(2) パケットデータの基本フォーマット.....	3
1.4 センサネットワークの実証システムの概要.....	3
1.5 サーボネットワーク実証システム .....	6
1.6 今後の活動.....	7
1.7 委員名簿.....	8
1.8 委員会開催状況.....	9
2. 活動内容.....	10
2.1 IEEE1394 に関するニーズ・シーズ.....	10
(1) A社.....	10
(2) B社.....	18
(3) C社.....	21
(4) D社.....	25
(5) E社.....	30
(6) F社.....	32
(7) G社.....	42
(8) H社.....	48
(9) I社.....	50
(10) J社.....	54
2.2 IEEE1394 に関するその他の活動 .....	57
(1) 6軸ヘール加工プロジェクト.....	57

## 1. 委員会活動の概要

### 1.1 背景と経緯

#### (1) 次世代コントローラのアーキテクチャモデル

次世代生産システムでは、ユーザニーズに応えた製品を如何に早く、低コストに製造できるかがより一層強く求められる。そこで、JOP オープンコントローラ専門委員会（平成11年度で終了）では、次世代オープンコントローラのアーキテクチャイメージをより具体化することを重要な活動目的の一つにおいた。その報告によると、次世代オープンコントローラに求められる重要な機能は、「ネットワーク対応型」と「自律・学習などの智能化機能」、「システム変更柔軟に対応できるモジュール機能」であるとし、特に NC では「機能毎にモジュール化された部品をおおむね 100Mbps 以上の高速・大容量ネットワークを介してプラグイン形式で組み合わせることによって、ユーザが所望する機能を自由に構築あるいは変更することができる構成」をもったアーキテクチャモデルを提案している。

#### (2) 高速・大容量ネットワークとしての IEEE1394 規格の応用

提案された次世代型オープンアーキテクチャモデルは3～5年先を想定して提案されているものの、全ての機能を実現するためには克服すべき課題も多い。そこで最も要望の強い「ネットワーク対応型」の実現をまず現在の NC アーキテクチャを前提に進めることにし、ネットワーク化では上位系と比べて遅れているサーボ系、ならびにセンサ系に適用することを目標に、オープンコントローラ専門委員会に二つの WG が組織された。

ネットワークとしては独自仕様も考えられるが、これからは一層コンピュータとの連携が求められること、またコンピュータで普及した規格を利用した方がコストや汎用性で有利であることなどの点から、画像転送など大容量・高速データ通信の分野で使われ始めてきた IEEE1394 規格の利用が WG で合意され、実証システムの開発に向けた活動が開始された。まず規格に沿ったデータフォーマットが提案され、またセンサ系に関しては実証システムの第1号機も開発された。

### 1.2 活動目的

平成12年度よりスタートした IEEE1394 応用デバイス専門委員会は、以上のようなオープンコントローラ専門委員会の流れを引き継ぎ、委員会に設置された二つの WG の活動を統一する形態で発足した。両 WG に共通した内容である IEEE1394 規格のネットワークを、NC や PLC のデバイス系を対象にした制御ネットワークやフィールドネットワークに適用することを前提にして、以下のような活動目的が掲げられた。

- センサネットワークおよびサーボネットワークに IEEE1394 規格を適用した場合に期待される新しい性能や機能の検討

- 実証システム（メンバー内研究所や企業で開発）を用いて、ネットワークとしての基本機能と実機に搭載した場合の実用性を評価するための方法・項目の策定
- センサネットワークやサーボネットワークの実証システムを工作機械に搭載し、その機能や性能を策定した評価項目にしたがって検討を行う。また、実用上の新たな問題点を明らかにする。
- 評価結果に基づき、センサネットワークとサーボネットワークの改良システムを開発し、データフォーマット改良仕様書やシステムの改善提案を行い、より実用性に富んだプラグ・アンド・プレイを実現する実システム用デバイスプロファイルを提示する。

現在のところ本委員会は 23 名（大学・国研側委員 4 名、企業側委員 19 名）で活動を行っている。

### 1.3 IEEE1394 規格の概要

IEEE1394 はデジタルデータをやりとりするためのシリアルバス規格で、高速デジタル AV 機器やパソコンを接続する標準インタフェースとして本格的普及が始まろうとしている。IEEE1394 規格のネットワークは、1992 年に Apple コンピュータ社より FireWire という名称で IEEE1394 委員会に提案され、1995 年に“IEEE Std.1394-1995 IEEE Standard for High Performance Serial Bus”として正式規格発表された。

#### （1）特長

ネットワーク対応型 NC を実現するために IEEE1394 規格の適用を考えると、以下のような利点が挙げられる。

- 高速性：100, 200, 400Mbps が既に規定されており、画像のような大容量のセンサ情報でも転送できる。1394b 規格では 800Mbps, 1.6Gbps に対応でき、将来の大容量化にも対応できる。
- リアルタイム性：帯域保証したアイソクロナス（同期通信モード：Isochronous）転送により 125  $\mu$ sec のサイクルタイムで優先的にデータを送ることができるので、このサイクルタイムでのリアルタイム通信が可能になる。
- アシンクロナスモードも利用可能：任意タイミングで送受信が許容されるアシンクロナス（非同期モード：Asynchronous）も用意されており、機器設定などの遠隔操作にも適用できる。
- 活線挿抜（ホットプラグ）が可能：ノードアドレスの自動割り振りを行い、動作中での脱着が可能である。このため機械の稼働中でも自由にセンサ系をセットアップできる。
- 柔軟なネットワーク構成とトポロジ：1 バスあたり 63 台の機器が接続できる。また、バス間を接続するブリッジを使用すれば 1023 台まで接続できるので、大規模システムへの適用が可能。さらに、様々な接続形態も可能。

- 柔軟な通信速度に対応：同一バス上に異なった通信速度の機器を接続できるので、機器の選択が自由に行える。
- パソコンが不要：データ転送にパソコンを介す必要がないので、安価にシステム構成ができる。
- 長距離化が可能：現時点の規格ではノード間距離は 4.5m であるが、既に 100m の長距離タイプが開発されており、工場内の大空間でも適応できる。
- 電源供給可能なケーブル：データ転送用ツイストケーブル 2 組と、1 組のパワーケーブルからなる。場合によっては電源もセンサなどに供給できるため、省配線につながる。

## (2) パケットデータの基本フォーマット

IEEE1394 規格では、データの送受信をパケットで行うように規定している。図 1 - 1 にアイソクロナス通信におけるパケットの基本標準フォーマットを示す。データは 1quadlet(4byte)単位で送受信され、一つのパケットはヘッダーとその後に続くデータ領域で構成される。ヘッダーは最初の 1quadlet に、長さ：データフィールドのバイト長、チャンネル番号：転送の論理的番号、tCode：アイソクロナス転送を示す値、sy：アプリケーションで利用、が規定されている以外はユーザの設定に任されている。

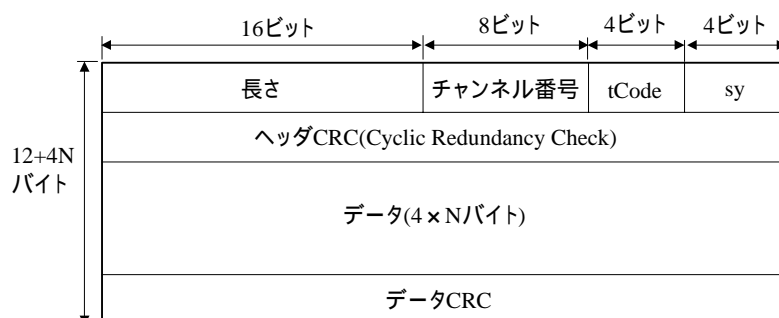
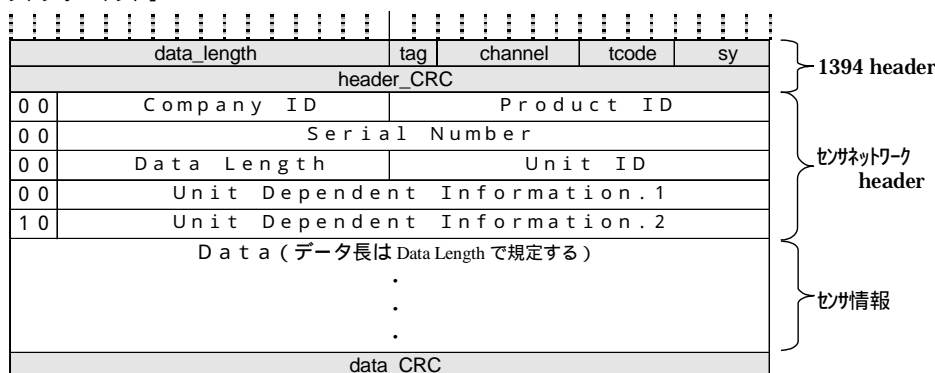


図 1 - 1 アイソクロナス通信におけるパケットの基本フォーマット

### 1.4 センサネットワークの実証システムの概要

工作機械では稼働管理や品質管理、プロセス制御などを目的として様々なセンサが用いられている。こうしたセンサ信号の利用において最も厳しい条件は、適応制御におけるリアルタイム性の確保が挙げられる。そのためには、アシンクロナス通信ではなくアイソクロナス通信によってセンサ信号を転送する方が確実にサイクルタイム毎のデータ転送が約束される。そこで昨年まで開催されていたオープンコントローラ専門委員会では、図 1 - 1 に示した基本フォーマットを基に、工作機械で用いられる様々なセンサに対応できるような共通アイソクロナスパケットフォーマット案(図 1 - 2)を提案した。

【パケットフォーマット】



【各パラメータの説明】

パラメータ	意味
00 / 10	『00』の場合、ヘッダー情報が次のQuadletにも存在することを示す。 『10』の場合、ヘッダーの最後のQuadletであることを示す。
Company ID	データ送信元の機器のカンパニーID
Product ID	各社で定義された値、製品名を示す。
Serial Number	機器のシリアルナンバー、ロットナンバーなど
Data Length	ヘッダーに続く、実際のデータの長さをしめす。単位はQuadlet
Unit ID	機器の種類によって割り当てられたID の値。カテゴリー別の分類。
Unit Dependent Information	Unit ID によって分類された各カテゴリーが持つ設定情報など。データフォーマットはUnit ID (カテゴリー) 毎に定義される。データのサイズは可変。

図 1 - 2 センサ信号転送のためのアイソクロナスパケットのデータフォーマット

オープンコントローラ委員会では、提案したパケットデータフォーマットによるセンサ信号の基本的転送性能などを検討するために、メンバー企業などの協力を得て実証システムを開発した。開発にあたっては、工作機械で一般的に用いられるセンサの中から容量的に大きなものから小さいものまで5種類を選んで実証システムの設計を行った。選んだセンサは、タッチプローブ、切削動力計、レーザー変位計、マイクロフォン、CCD カメラである。この中でマイクロフォンと CCD カメラについては、市販のデジタルビデオカメラで IEEE1394 規格のインタフェースを備えているものを利用した。これ以外のセンサについては、アナログ電圧信号として出力信号が得られるのみであるため、IEEE1394 ネットワークに接続するためのインタフェース装置の開発が新たに必要となる。

そこで、こうしたアナログ信号を出力するセンサ機器を IEEE1394 規格のネットワークに接続するためのインタフェース（これを IF-BOX と呼ぶ）を試作した。IF-BOX は、アナログセンサ信号をデジタル変換するための A/D コンバータ、パケットを作り出すための MPU やメモリ、それをネットワークに転送するための IEEE1394 チップ（市販の PHY と LINK チップ）、表示・設定 SW、電源（センサ電源も含む）から構成される。アナログセンサ信号は、A/D コンバータにより 40kHz (25 μsec) でサンプリングされ、12bit のデジタル量に変換される。MPU は5 サンプリング分のセンサ出力信号をメモリに格納し、サイクルタイム 125 μsec 毎にこれらのパケット処理を行う。なお、提案したアイソクロナス通信データフォーマットは表示・設定 SW で確認、設定することができる。開発した実証システムの構成を図 1 - 3 に示す。

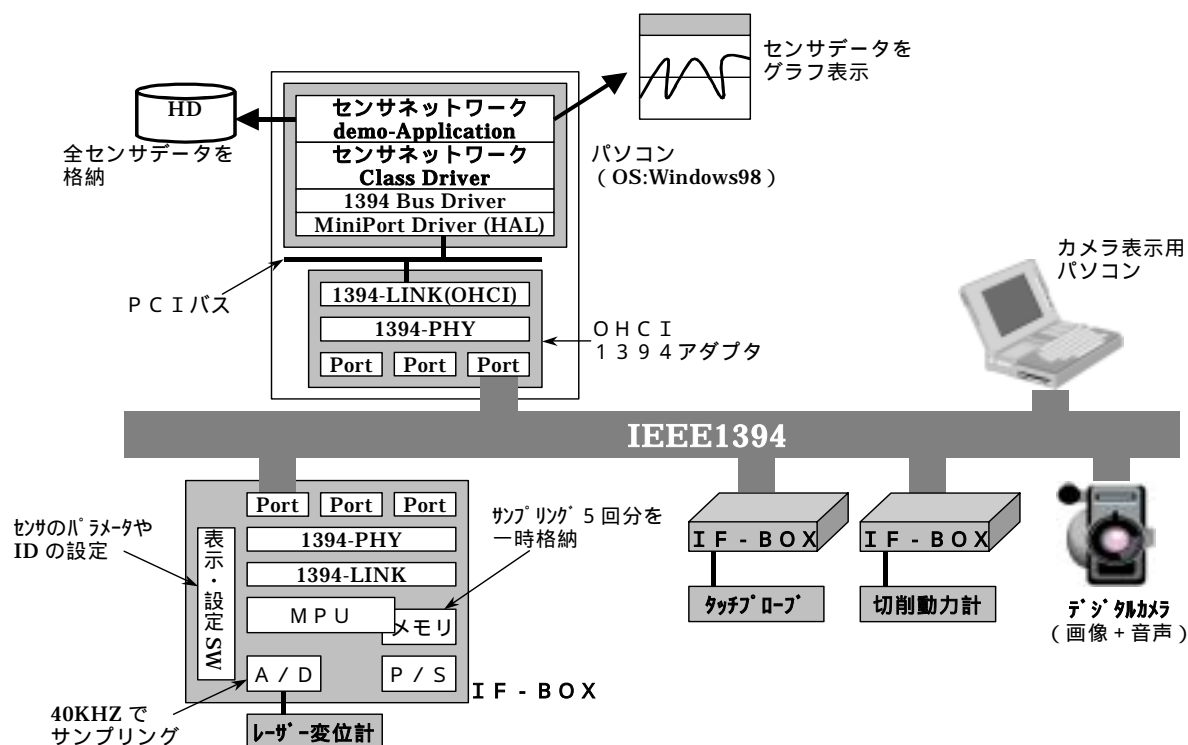


図 1 - 3 センサネットワーク実証システムの構成概要

実証システムでは Windows98 パソコンで動作するアプリケーションプログラムも開発し、OS の IEEE1394 ドライバを通じて IF-BOX と通信を行い、起動時のデバイス個数の判別、アイソクロノスデータ受信開始と停止制御、受信データの表示、ハードディスクへの保存を行う機能を実現している。

開発した実証システムを用いたデータ転送・評価実験により、今のところ以下の点を確認している。

- センサ機器でのアナログ量のサンプリング時からセンサ機器を取り込む側の端末パソコンに取り込まれるまでの遅延時間は最大 250  $\mu$  sec。
- ある時間内のセンサ情報を全てハードディスクへ格納し、一切のデータ抜けがないことの確認。
- ケーブルへの誘導ノイズ評価として疑似バーストノイズ試験(FTB)を実施し、試験電圧 1kV までの正常動作を確認。
- 恒温槽内における耐温度特性試験の結果、-20 ~ +80 で正常に IF-BOX が動作することを確認。

現在、サンプリングレートの設定やヘッダー情報をダウンロード形式で自由に設定でき、かつ一層小型化した IF-BOX2 号機の製作を行っている。平成 13 年度は、この試作 2 号機を工作機械に実装し、様々なアプリケーション下での IEEE1394 の機能・性能を評価する予定である。



## 1.5 サーボネットワーク実証システム

NC 工作機械のサーボ系ネットワークとしては、コントローラとサーボアンプ間、サーボアンプとモータ間、サーボアンプとセンサである検出器間が挙げられる。これらの中で、ユーザの目的に合ったシステムを容易に構築したいという要求から、コントローラとサーボアンプ間の接続仕様が従来から特に議論されてきた。そのため、SERCOS を始めとして様々なサーボネットワークが独自仕様で開発されてきている。しかし最近の工作機械が高速、多軸制御化に向かうようになるにつれ、一層高速・大容量通信が可能な共通ネットワークの開発が求められるようになってきている。そこで、当専門委員会に参加する一つの企業が中心となって、図 1 - 4 に示すようなコントローラとサーボアンプ間を IEEE1394 のネットワークで接続した実証システムの開発を進めている。なお、実証システムは 6 軸同時制御加工機への搭載を目指している。

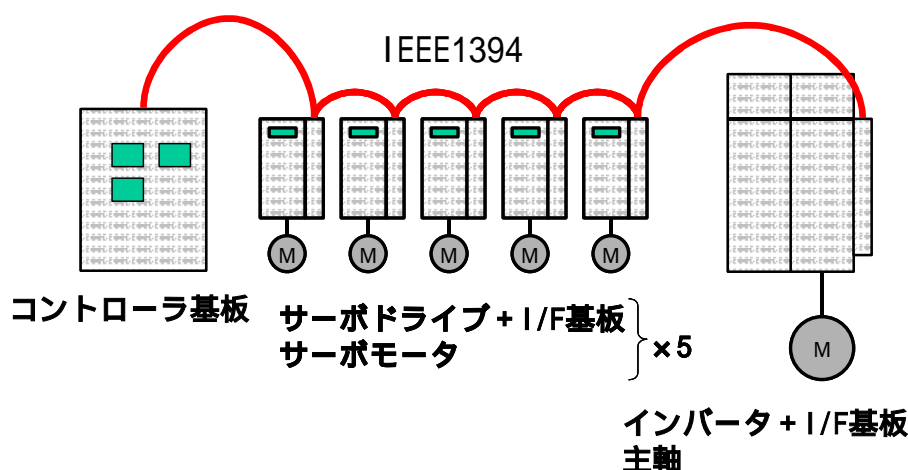


図 1 - 4 サーボネットワーク実証システムの構成

サーボ情報は転送速度 16Mbps 以上で、軸または軸群単位で選択した場合のサイクリック周期が 1msec で転送されることが重要な要求条件である。IEEE1394 規格はこれらを満足するものと考えられる。転送されるサーボ情報は、指令値やフィードバック値など双方向に必要な通信項目があり、これらを軸毎の軸通信データとしてアイソクロナス通信の packets によって通信することにした。

サーボネットワーク用に今回開発した送受信で使われるパケットデータフォーマットは、それぞれ 1quadlet のヘッダーと 9quadlet からなるサイクリックデータで構成される。コントローラからサーボへのデータフォーマットは、トルク指令、速度指令、位置指令、I/O データ及びサーボ制御をコントロールする指令を同時に送信出来るようになっている。また、サーボからコントローラへのデータフォーマットは、4種類のフィードバックデータ（位置、速度、トルク、等）、サーボステータス、I/O モニタデータ、等を同時に送信出来るようになっている。

以上のような内容に基づきサーボ用ならびにコントローラ用 1394I/F 基板を製作し、基礎通信

実験を行った。その結果、

- 125  $\mu$ sec の IEEE1394 サイクルタイム内で 3 軸ではサーボ指令とステータスの送受信が十分可能。
- アシクロナス通信を使用するとサイクルスタートが乱される場合があるため、アイソクロナス通信中はアシクロナス通信を使用しないようにする。
- 軸数が増えるにつれ Link アクセス回数が増えるので、それを削減するために不必要なデータに MPU がアクセスしないような工夫が必要。

などの結論を得ている。現在こうした結果に基づいて、実機搭載型実証システムを試作している。

## 1.6 今後の活動

IEEE1394 応用デバイス専門委員会は、特に NC を対象にして IEEE1394 規格をセンサ系とサーボ系のネットワークとして導入した場合の実用的検討と、標準化に向けたデータ項目と記述様式の策定ならびにそれを実現する具体的なデバイス仕様の提案を行うことを目的に、オープンコントローラ専門委員会の活動を引き継ぐ形で発足した。そのため、前専門委員会の活動成果の利用や参画企業・国研の協力により、センサネットワークならびにサーボネットワークとも既に実証システムを開発するまでに至っている。そこで平成 13 年度以降では、以下の活動を中心に行っていく予定である。

- 実証システムを、EMC を中心とした耐環境性の評価を行うとともに、改善箇所の提示。
- 実証システムを適応制御や 6 軸同時制御などに適用し、その性能を評価するための項目の提示とその測定、結果の提示。
- 実用上の問題点の洗い出しと改善案の検討（例えば、より高速化を目指して情報をアイソクロナス通信とアシクロナス通信で使い分けることによるデータフォーマットの修正など）。
- MPU、メモリ、1394Link などを 1 チップ化するためのアーキテクチャ案の提示。
- 学会や講演会を通じた積極的宣伝活動。

最近のパソコンでは、AV 機器や大容量記憶装置などとのインタフェース用として IEEE1394 を標準で備えた機種が増えつつあり、これに伴ってボードなどの周辺機器の値段も下がってきている。また光通信関係の機器類も急速な普及によってそのコストも下がってきており、光ファイバーの使用を前提にした IEEE1394b 規格も十分 FA 用として導入できる環境が整いつつある。しかし、USB2 や Bluetooth など新たなネットワークも登場してきており、IEEE1394 がそのままデファクト化していくのかどうかはまだ予断を許さないところがある。当専門委員会では、こうした技術の推移も踏まえた上で IEEE1394 規格の特長を最も生かせるアプリケーションの提示も行いながら、その普及と標準化を目指した活動を継続して行きたい。

## 1.7 委員名簿

## 委員長

森 和男 経済産業省産業技術総合研究所 機械技術研究所生産システム部  
生産情報研究室 室長

## 委員

鈴木 裕 九州工業大学 情報工学部機械システム工学科 教授  
光石 衛 東京大学大学院 工学系研究科産業機械工学専攻 教授  
武藤 一夫 職業能力開発総合大学校 福祉工学科 講師  
相田 忠勝 富士電機(株) 機器・制御カンパニー 機器・駆動事業部機器開発部  
企画グループ 担当課長  
浅野 寿幸 豊田工機(株) 技術研究所 研究開発部情報技術開発室 主担当員  
植村 剛 (株)日立製作所 産業機器グループ 製品統括本部ドライブシステム部  
主任技師  
恵木 守 オムロン インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー  
オープンコントロール事業開発室第2SEグループ 担当係長  
江場 浩二 オークマ(株) FAシステム事業部 FA製品部CNCユニット開発課  
佐藤 栄二 (株)東芝 生産技術センター 部品技術研究センター  
杉正 哲也 川崎重工業(株) 電子・制御技術開発センター ロボットプロジェクト部  
制御グループ 係長  
杉村 誠 松下電器産業(株) モータ社 産業家電モータ事業部制御技術部 主担当  
関 隆志 (株)コンテック コンポーネント技術部 部長  
谷 憲郎 山洋電気(株) コントロールシステム事業部システムリアライズ部 部長  
南北 正人 松下電工(株) 制御機器分社 制御・車載技術開発研究所 主査  
二宮 壽一 (株)日立製作所 産業機器グループ 製品統括本部ドライブシステム部  
主任技師  
藤田 康宏 (株)安川電機 基礎研究所 FAコントローラ研究室 係長  
アンドレアス フリッシュクネヒト  
ロックウェルインターナショナルジャパン(株) プロダクトマーケティング  
マネージャー  
前原 弘之 東芝機械(株) 制御システム事業部 制御システム技術開発部  
ハードウェア開発担当 主幹  
水谷 征爾 オムロン(株) 技術統括センタ システム技術開発センタ  
通信技術開発グループ 主事  
妻鹿 浩尚 松下電器産業(株) 生産技術研究所 生産IT開発部 主任技師

山下 昭裕 三菱電機(株) 名古屋製作所 N Cシステム部品質保証課 課長  
横山 辰男 シャープマニファクチャリングシステム(株) 第3機器部 副参事  
事務局  
山田 敏夫 (財)製造科学技術センター F Aオープン推進室 室長  
岡宗 秀一 (財)製造科学技術センター F Aオープン推進室

#### 1.8 委員会開催状況

第1回	平成12年8月22日(火)	14:00~17:00
	製造科学技術センター 第1会議室	
第2回	平成12年9月20日(水)	14:00~17:00
	真福寺ビル 第3会議室	
第3回	平成12年10月27日(金)	14:00~17:00
	製造科学技術センター 第1会議室	
第4回	平成12年12月1日(金)	14:00~17:00
	真福寺ビル 第2会議室	
第5回	平成13年1月30日(火)	14:00~17:00
	製造科学技術センター 第1会議室	
第6回	平成13年3月16日(金)	14:00~17:00
	福岡県工業技術センタ 機械電子研究所研修室	

## 2. 活動内容

### 2.1 IEEE1394 に関するニーズ・シーズ

IEEE1394 を活用した FA 機器・システムに関するニーズ、シーズのとりまとめを行うため、各委員から IEEE1394 への期待、最新技術情報、最新製品情報などについて委員会で発表を行った。以下に発表内容を掲載する。

#### (1) A社

## IEEE1394PC用インターフェイスの現状

## 市販されているPC用IEEE1394インターフェイス

### PCI Bus製品

メーカー	型式	価格	コネクタ数	OHCI	転送速度	URL
ADAPTEC	AHA-8920	¥48,000	6x1	x	200M	<a href="http://www.adaptec.co.jp/1394/aha_8920.html">http://www.adaptec.co.jp/1394/aha_8920.html</a>
ADAPTEC	IOI-1394TTO	-	6x3		400M	<a href="http://www.ioi1394.com/products/1394TTO.html">http://www.ioi1394.com/products/1394TTO.html</a>
ADVANSYS	ASB30402	-	6x3		400M	<a href="http://www.connectcom.net/products/firewire.html">http://www.connectcom.net/products/firewire.html</a>
KOUWELL	KW-1582V	-	6x4		400M	<a href="http://www.kouwell.com.tw/home-1394.htm">http://www.kouwell.com.tw/home-1394.htm</a>
IO DATA	1394-PCI	¥16,800	6x3		400M	<a href="http://www.iodata.co.jp/products/video/gvdc2/index.htm">http://www.iodata.co.jp/products/video/gvdc2/index.htm</a>
MELCO	IFC-IL3	¥8,500	6x3		400M	<a href="http://www.melcoinc.co.jp/product/scsi/ifc-il3.html">http://www.melcoinc.co.jp/product/scsi/ifc-il3.html</a>
NEC	PK-UG-X020	¥18,000	6x3		400M	<a href="http://121ware.com/">http://121ware.com/</a>
PLANEX	DVX-400P	¥10,800	6x4		400M	<a href="http://www.planex.co.jp/product/ieee1394/ieee1394.htm">http://www.planex.co.jp/product/ieee1394/ieee1394.htm</a>
RATOC	REX-PCIFW1-V	¥19,800	6x1.4x2		400M	<a href="http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw1v.html">http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw1v.html</a>
RATOC	REX-PCIFW2W	¥8,000	6x2		400M	<a href="http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw2w.html">http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw2w.html</a>
テクスコーブ	PFW-45	-	6x3		400M	<a href="http://www.technoscope.co.jp/products/1394/pfw45.html">http://www.technoscope.co.jp/products/1394/pfw45.html</a>



### Card Bus製品

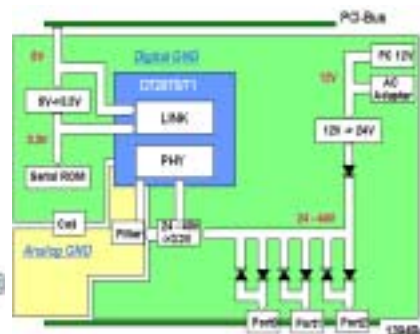
メーカー	型式	価格	コネクタ数	OHCI	転送速度	URL
ADVANSYS	ASB30400CB	-	6x1		400M	<a href="http://www.connectcom.net/products/firewire.html">http://www.connectcom.net/products/firewire.html</a>
IO DATA	CB1394	¥12,000	6x2		400M	<a href="http://www.iodata.co.jp/products/ieee1394/cb1394.htm#1">http://www.iodata.co.jp/products/ieee1394/cb1394.htm#1</a>
PLANEX	DVX-400C	¥12,600	6x1.4x1		400M	<a href="http://www.planex.co.jp/product/ieee1394/dvx-400c.htm">http://www.planex.co.jp/product/ieee1394/dvx-400c.htm</a>
RATOC	REX-CBFW1-L	¥19,800	6x2		400M	<a href="http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw1l.html">http://www.rexpccard.co.jp/products/subpage/pcifw1l.html</a>
MELCO	IFC-ILCB2	¥14,500	4x2		400M	<a href="http://www.melcoinc.co.jp/product/scsi/ifc-ilcb2.html">http://www.melcoinc.co.jp/product/scsi/ifc-ilcb2.html</a>



## PCI Busインターフェイスの構成例

[http://www.ic.nec.co.jp/japanese/system/1394/d50\\_index.html](http://www.ic.nec.co.jp/japanese/system/1394/d50_index.html)

NEC製 1チップ OHCI PCI評価ボード(G7BWV)での回路構成例



#### <特徴>

- Open Host Controller Interface 1.0仕様に準拠
- Windows98second editionおよびWindows2000 RC1以降に標準サポートされるドライバで使用可能
- PCIバスマスタ (PCI localbus 2.1に準拠)
- 400Mbpsまでの転送レートに対応
- IEEE1394端子を3ポート実装

#### <OHCI Chipの供給メーカー>

- TEXAS INSTRUMENTS
- Lucent Technologies
- Advansys
- NEC
- RICOH
- etc
- FUJIFILM Microdevices

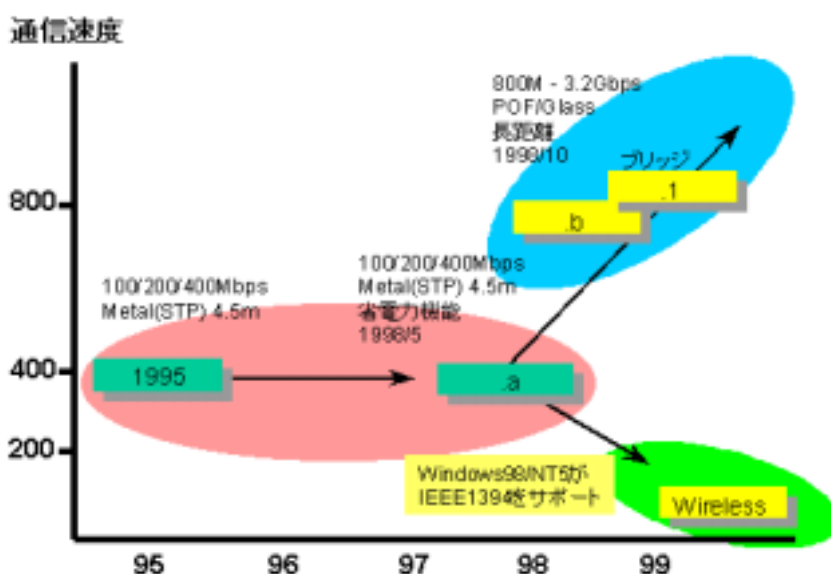
## IEEE1394のFA利用における課題と解決策

- ◆ハードウェア開発の簡易化と低価格化  
=> 周辺回路を含めた専用1chip LSIの開発。
- ◆長距離信号接続の可能化・耐ノイズ性の向上  
=> 接続距離4.5mでは、用途が制限される。  
また、高速通信であるためノイズの影響を受けやすい。  
解決策の有力候補としては光通信がある。
- ◆FA通信用のプロトコル標準化  
=> mLAN、HAVi等に準じる規格の新規策定。

## IEEE1394の技術動向

[http://www.ic.nec.co.jp/japanese/system/1394/d50\\_index.html](http://www.ic.nec.co.jp/japanese/system/1394/d50_index.html)

長距離・低価格化 => ホームネットワーク対応  
高速化 => PCストレージ対応



## プラスチック光ファイバの規格動向

### OP iLINK



<http://ne.nikkeibp.co.jp/IEEE1394/firewire/2000/09/0920oplink.html>  
<http://www.world.sony.com/JP/News/Press/200009/00-0920/>

(発表 2000年9月20日)  
 シャープとソニーは共同で、単芯のプラスチック光ファイバ(POF)を使ったIEEE1394の仕様案「OP i.LINK」を策定した。OP i.LINKは米IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)で標準化作業が進められた通常のIEEE1394とは異なる。シャープとソニーはこれから賛同企業を募り、共同で仕様を固める。具体的には、両社は今回策定した仕様をVersion0.8としており、2000年内にもVersion1.0とする予定だ。

伝送方式 1芯POF全2重伝送方式  
 光ファイバ SI(ステップインデックス)型  
 発光素子 LED(発光ダイオード)、LD(半導体レーザ)  
 波長 650 nm  
 符号化方式 8B10B  
 伝送距離 60 cm ~ 10 m  
 伝送速度 100 Mbps、(200 Mbps、400 Mbps)  
 コネクタ形状 スーパーミニジャック型コネクタ( 2.5)  
 ミニジャック型コネクタ( 3.5)  
 メカニカルロック付コネクタ( 3.6)

### SMI(small multimedia interface)

<http://ne.nikkeibp.co.jp/IEEE1394/firewire/2000/09/0929smi.html>



(発表 2000年9月29日)  
 日立電線、松下電器産業、日本モレックス、SMK、ソニー、大宏電機、東芝の7社は、1999年6月にコンソーシアム「SMAT」を設立し、家庭用機器の接続を目的として、POF用コネクタの標準化作業を進めてきたが、このほどようやく最終仕様が決まった。上記を含む28社が仕様作りを手掛けてきたが、今回合意に至った。SMI(small multimedia interface)型と呼ぶ。ただし、この仕様が家庭におけるPOFの仕様として根づく結論つけるのは早計といわざるを得ない。ソニーとシャープはこれとは別に、ミニジャック型のPOF用コネクタの開発を進めている。民生機器メーカーがどちらのPOF用コネクタを採用するかが今後の焦点になる。(浅見直樹)

## IEEE1394光ファイバ関連製品

### 光リピータ(NEC製)

[http://www.nec.co.jp/japanese/product/pcom/mx/mx\\_LongRPT.html](http://www.nec.co.jp/japanese/product/pcom/mx/mx_LongRPT.html)



長距離伝送ポート/標準ポート装備  
 標準ポート:1394標準インタフェース互換、1394標準ポート給電に対応  
 長距離ポート:3種類の伝送方式に対応  
 ・プラスチックファイバー : 200Mbps (S200) 40m max  
 ・グラスファイバー : 400Mbps (S400) 500m max  
 ・UTPカテゴリ : 100Mbps (S100) 100m max  
 外形:44(H)x112(W)x30(D)mm

### 光ハブ(三菱レイヨン製)

<http://www.mrc.co.jp/dep/pofeska/news/2000/opnet1.htm>



家電メーカー等が提唱しているSMIコネクタと、従来のPNコネクタを両方持つ。  
 光ポートは全部で3ポート  
 ・PNポート x2 (or x1) :200Mbps(S200) 30m max  
 ・SMIポート x1 (or x2) :100Mbps(S100) 20m max  
 ・他メタルポート x2



## IEEE1394光ファイバ関連製品

### 光送受信モジュール(NEC製)

<http://www.nec.co.jp/japanese/today/newsrel/9905/2501.html>

平成11年5月25日

「IEEE1394長距離伝送のトータルソリューションを実現する物理層LSI」と光送受信モジュールを世界に先駆けて製品化



「POF/HPCFTランシーバモジュール「NL2110」  
IEEE1394準拠PHY「μPD72880」

NECはこのたび、将来のマルチメディアホームネットワークに欠かせないIEEE1394長距離伝送用400Mbps物理層LSI「μPD72880」、および低価格プラスチック光ファイバ(POF)に対応した250Mbps光送受信モジュール「NL2110」を世界に先駆けて製品化し、本日からサンプル出荷を開始いたします。

新製品のサンプル価格は、「μPD72880」が3000円、「NL2110」が5000円となっております。生産規模としては、本年9月以降、それぞれ月産2万個を計画しております。

## IEEE1394.b/POFの評価機材

### IEEE1394.b/POF対応アプリケーション開発キット

「ZenkumanTMPFW-41PN SDK」(テクノスコープ製)

<http://www.technoscope.co.jp/products/1394/pfw41pn.html>



#### 【概要】

PCホスト上でP1394.b光ファイバ通信のアプリケーション開発を行うために必要となるソフトウェア、ハードウェアのセット。

#### 【キット内容】

ZenkumanTM PFW-41PN × 1枚

POF 30m × 1本

サンプルソースコード

全関数動作確認ソフトウェア

IEEE1394 Digital Camera用カラー変換テーブル(DLL) & 関数仕様書

IEEE1394(6pin to 6pin 2m)Cable × 1本

Device Driver Software & 関数仕様書

Digital Camera画像表示ソフトウェア

## IEEE1394によるPCネットワーク対応製品

PK - UG - X020 (NEC製) <http://121ware.com/>



パソコン同士の接続も可能  
 本製品に添付のIEEE1394 Networkドライバにより、IEEE1394インターフェイスを使ってパソコン同士を接続し、ファイルやプリンタの共有をしたり、インターネット接続の共有をしたりすることができます。接続方法は、IEEE1394インターフェイスのコネクタをケーブルで接続するだけ。IEEE1394インターフェイスならではの高速転送を味わうことができます。

## 台湾1394連盟 2000年9月15日発足

<http://www.1394club.com.tw/www/index.php3>

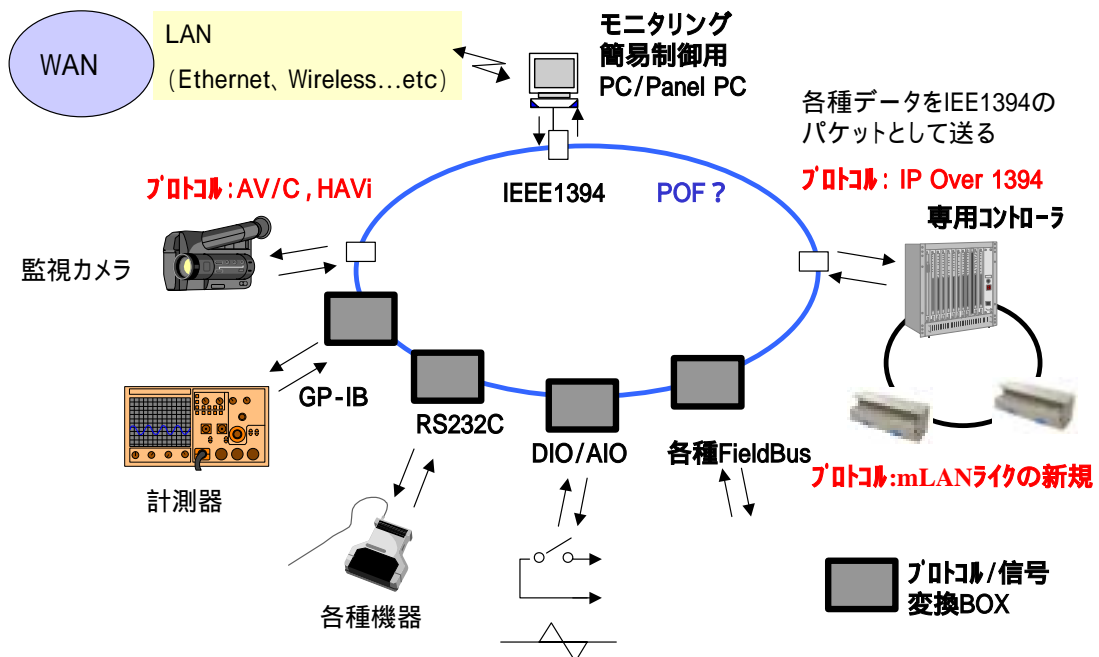


## LinuxでのIEEE1394対応

<http://linux1394.sourceforge.net/>



## FA用途でのIEEE1394による機器接続イメージ



## FA用途でIEEE1394に期待するメリット

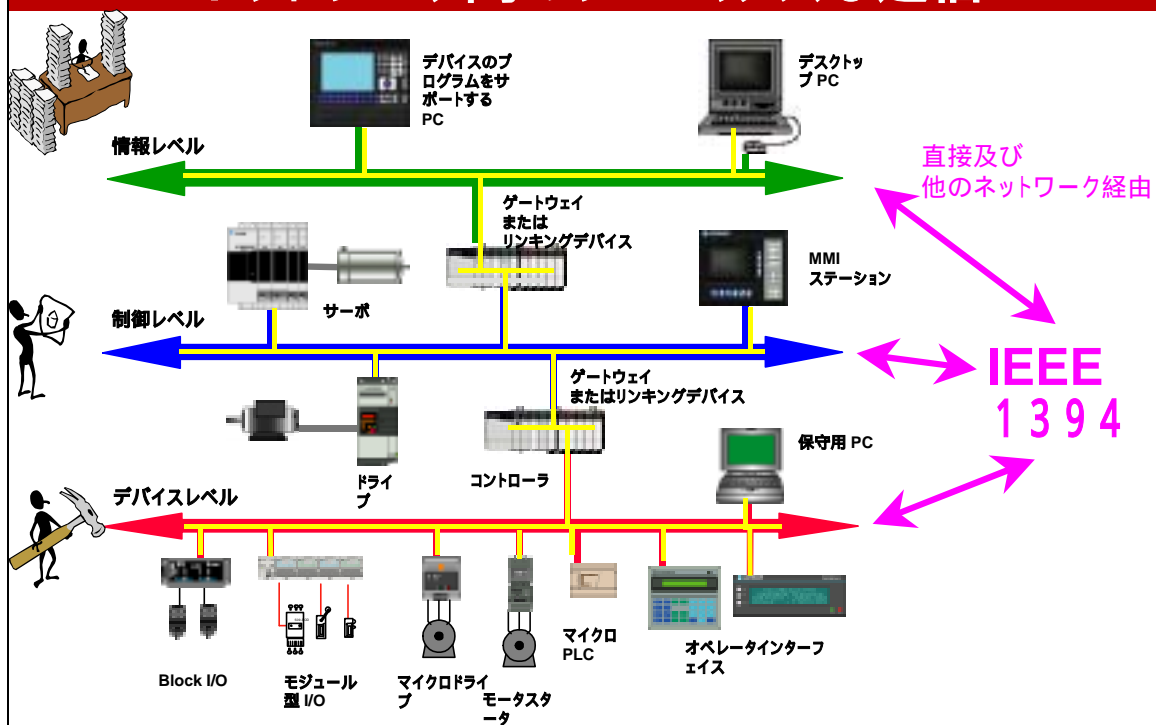
1. 機器の設置コストの削減
  - ・全体的な配線材の使用量を低減することが出来る。
  - ・配線材の低減により、ダクト等の官材も減り、スペース、重量的なメリットも生じる。
  - ・個々のI/O機器に要するコストは増えるが、ワイヤ類のコストと結線に必要な工数削減が図れる。
2. スタートアップに要する時間の短縮
  - ・リモートターミナルを機器に組み込むことにより、I/O関連の配線が各機器において完結する。
  - ・納入先における機器配線は、機器間のリモートターミナルの接続だけとなる。また、接続に要する工数の削減と誤結線を防止することが出来る。
3. プロセスの生産性の向上
  - ・各リモートターミナルから、I/Oデータ以外の付加情報を収集できる事により、機器の診断や保守が容易になる。
  - ・通信ネットワーク化することで、個々の機器間で伝達できる情報量が増加する。
  - ・これにより生産システムとしての様々なメリットが現れ、生産性の向上へとつながる。

( 2 ) B社

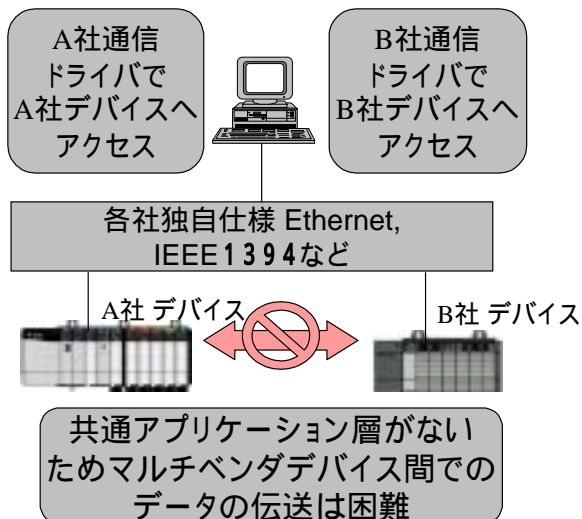
## IEEE 1394への期待

1. 信頼性
  - ノード間の配線距離40m以上
  - 高耐ノイズ性 - > 光ファイバ
2. 価格
  - 標準コンポーネントによるコストダウン
3. シームレス・インテグレーションに対応
  - IEEE1394と既存ネットワーク間のデータ交換及びルーティングが容易

## ネットワーク間のシームレスな通信



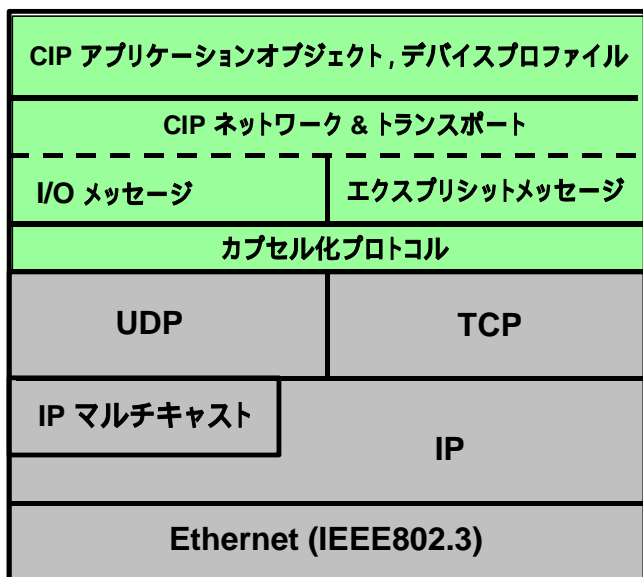
## 同じネットワークであっても通信ができない



## 標準なCIP (Control & Information Protocol) によるオブジェクト指向アプリケーション層の共通実装



OSIの階層モデル:



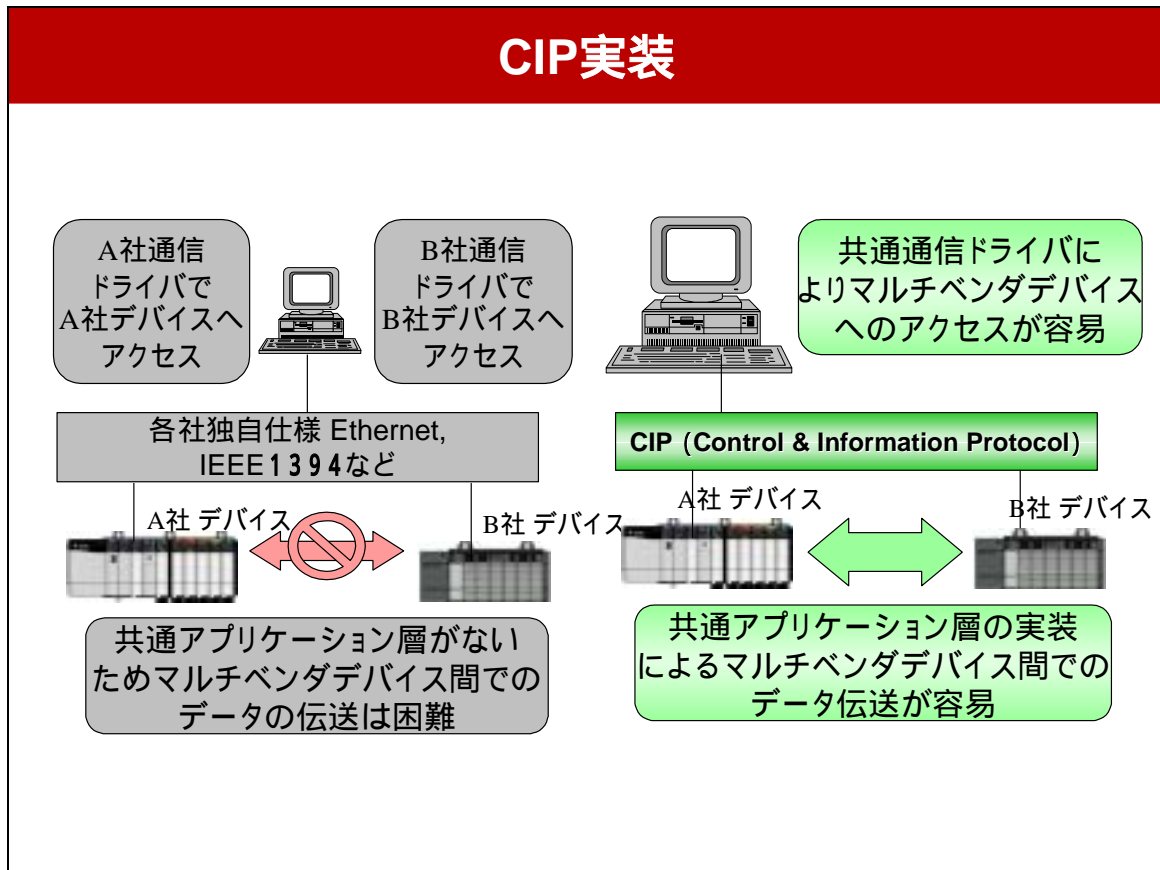
CIPのプロトコルセット

- EtherCAT/IP
- **ControlNet**
- Foundation Fieldbus
- IEEE1394/IP ?

標準的なプロトコルセット

- Ethernet (例)
- DeviceNet
- ControlNet
- Foundation Fieldbus
- **IEEE 1394**

# CIP実装



( 3 ) C社

---

## IEEE1394サーボI/Fへの期待

Page 1

---

## 目次

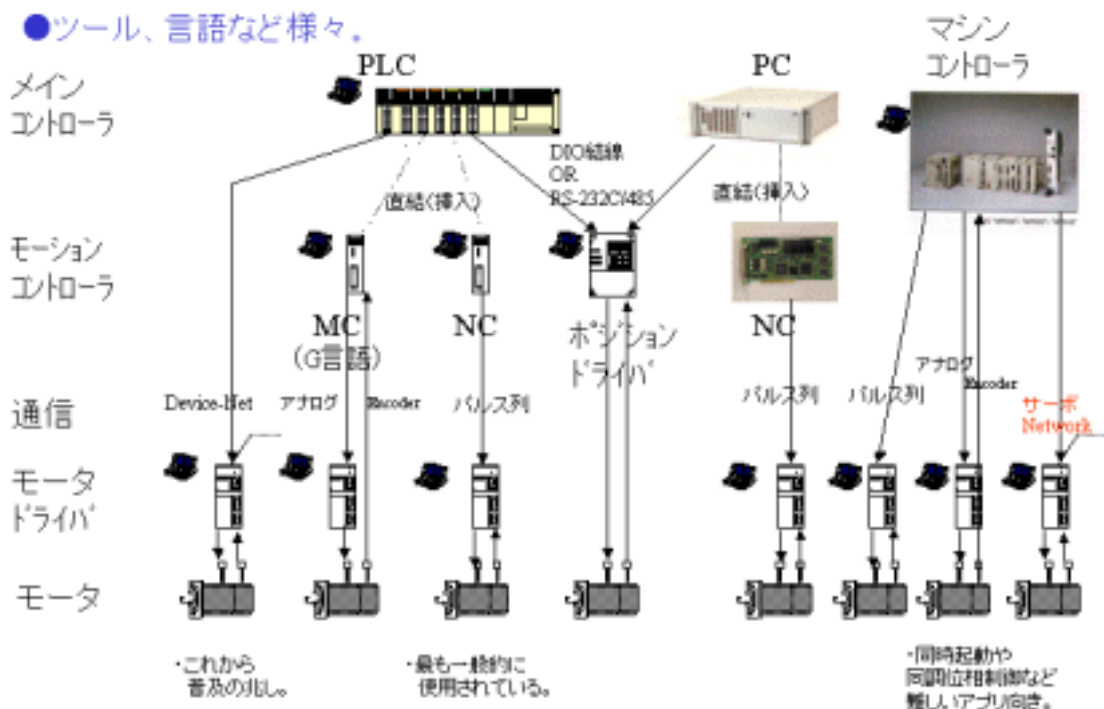
モーションコントローラの分類  
IEEE1394サーボI/Fが適用できる想定市場  
制御言語の動向  
IEEE1394サーボI/Fへの期待  
付録:JEM1473

Page 2



## モーションコントローラの分類

● ツール、言語など様々。



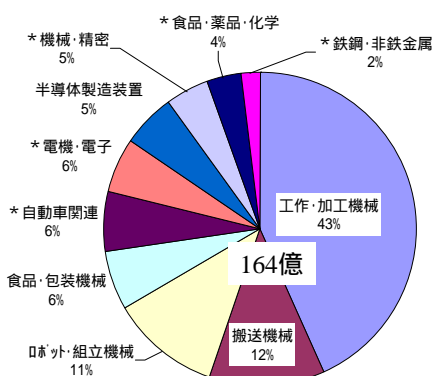
## IEEE1394サーボI/Fが適用できる想定市場

アプリケーションとしては、工作、加工機械、ロボット、食品・包装、組立、半導体。  
機能としては、多軸同期、力制御。

マシンコントローラが得意としている領域のアプリケーションの、  
オープン化、ローコスト化に期待。

市場	機能
工作機械 包装機 電子部品組立 搬送 半導体後工程 印刷 繊維機械	多軸同期 同調位相制御 高速同期起動 電子カム 圧力制御

97年モーションコントローラ用途別市場構成

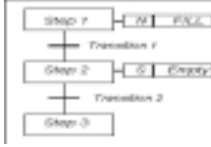
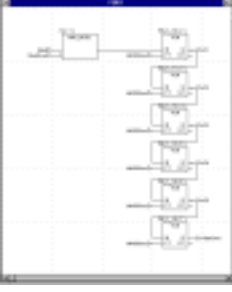
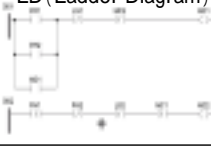


注) \*印はエンドーザ, 他はセットメーカ

## 制御言語の動向

制御言語はLD, G言語に加え国際標準規格のIEC61131-3も使われるようになる。

IEC61131-3は、International Electrotechnical Commission(国際電気標準会議)規定による国際規格のひとつ。日本国内では、1997年1月にIEC61131-3の翻訳規格としてJIS規格化(B3503)されました。世界標準の制御用プログラミング言語として5つの言語(SFC/FBD/LD/ST/IL)を定めています。

<p><b>SFC(Sequential Function Chart)</b></p> 	<p>IEC1131-3 標準のコアとなるプログラム要素で、他の4種類の言語で書かれたプログラムを実行したり、並列に実行したりするための統合言語。実行手順をグラフィカルに記述でき、全体を状態遷移図のように表せるため、容易に構造化が可能。</p>	<p><b>IL (Instruction List)</b></p> <table border="1"> <tr><td>LD</td><td>R1</td></tr> <tr><td>JMPC</td><td>RESET</td></tr> <tr><td>LD</td><td>PRESS_1</td></tr> <tr><td>ST</td><td>MAX_PRESS</td></tr> <tr><td>RESETLD</td><td>0</td></tr> <tr><td>ST</td><td>A_X43</td></tr> </table>	LD	R1	JMPC	RESET	LD	PRESS_1	ST	MAX_PRESS	RESETLD	0	ST	A_X43	<p>もともと機械語に近いプログラム言語。主に小さいアプリケーションや特定モジュールの最適化を行う場合に使用。</p>
LD	R1														
JMPC	RESET														
LD	PRESS_1														
ST	MAX_PRESS														
RESETLD	0														
ST	A_X43														
<p><b>ST (Structured Text)</b></p> <pre>IF SPEED1 &gt; 100.0 THEN   Flow_Rate:=50.0+Offset_A1; ELSE   Flow_Rate:= 100.0; Steam:= ON; EDN_IF;</pre>	<p>パスカルやベーシックに似た文法構造を持つ、高級構造化プログラム言語。グラフィカル言語(SFC/FBD/LD)では表現しにくい複雑な手続きをプログラミングに適合する。</p>	<p><b>FBD (Function Block Diagram)</b></p> 	<p>図形を用いて記述するグラフィカルなプログラム言語。標準ライブラリの中から選出したファンクションブロックを組み合わせることで、複雑な手続きも簡単にプログラミング可能。</p>												
<p><b>LD (Ladder Diagram)</b></p> 	<p>従来の PLCでも用いられている最もポピュラーなラダー型のプログラム言語。特に日本やアメリカで普及している言語。ファンクションブロックの配置も一部可能。</p>														

<http://www.plcopen-japan.com/index.html>

## IEEE1394サーボI/Fへの期待

オープンなコントローラでロボット、包装、半導体などのアプリケーションに対応可能。

10 - 20軸への対応、  
 高速な同期(0.5[msec]以内)  
 圧力制御が可能。 : 少数のAD信号やDIO信号をサーボネットワークに載せられる。

ソフトウェアの再利用性の向上。

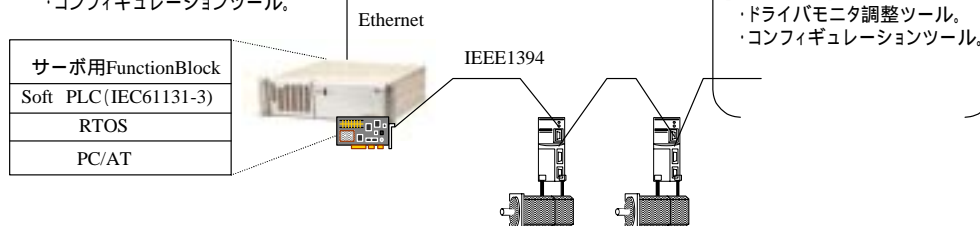
IEC61131-3から利用できる標準のFunctionBlockの規定。 JEM1473の多軸やトルク制御機能などの拡張。例えば、動作中の速度変更、制御モード変更、異常時の対処方法を指定する事が可能。

保守性の向上。

ドライバ、モータのメーカーを選ばず接続可能。  
 ネットワーク上のどこかにツールをつなげば、1箇所でのコンフィギュレーションやパラメータのモニタ・設定、異常監視がオンラインで可能。  
 メインコントローラからドライバまで、可能な限りツールを一本化したい。  
 少なくとも、接続ケーブルを1つで済むようにしたい。  
 配線材を、コントローラ間リンクやセンサバスと同じにしたい。

[プログラム開発時]

- ・プログラム開発ツール。
- ・ドライバモニタ調整ツール。
- ・コンフィギュレーションツール。

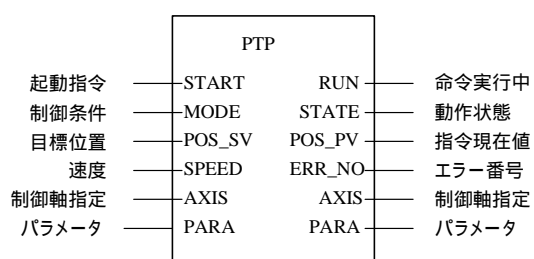


## 付録:JEM1473

日本電気工業会規格 JEM1473  
汎用プログラマブルコントローラのモーション制御に関する機能ブロック 1999/8/17制定

**目的**  
フィールドデバイスに依存しない共通インタフェースとしてのプログラミング表現を規定する。

**適用範囲**  
PTP、直線補間、円弧補間、原点復帰、JOG(手動)などの位置決め制御を対象とする。  
トルク制御、特殊な位置決め制御は将来の課題とする。



( 4 ) D社

## NC装置に対するIEEE1394応用への期待

NC装置に対するIEEE1394応用への期待

### 1 . IEEE1394の特徴

1)高速・大容量転送が可能

装置の分散配置が容易

2)等時性の保証

軸間同期制御、装置間同期制御、時間の絶対値化

3)他の通信プロトコルとの親和性

装置内の基幹ネットワークとして機能

4)画像処理機器との接続が容易

リモート診断、画像処理とのリンク機能

5)大容量記憶装置との接続が容易

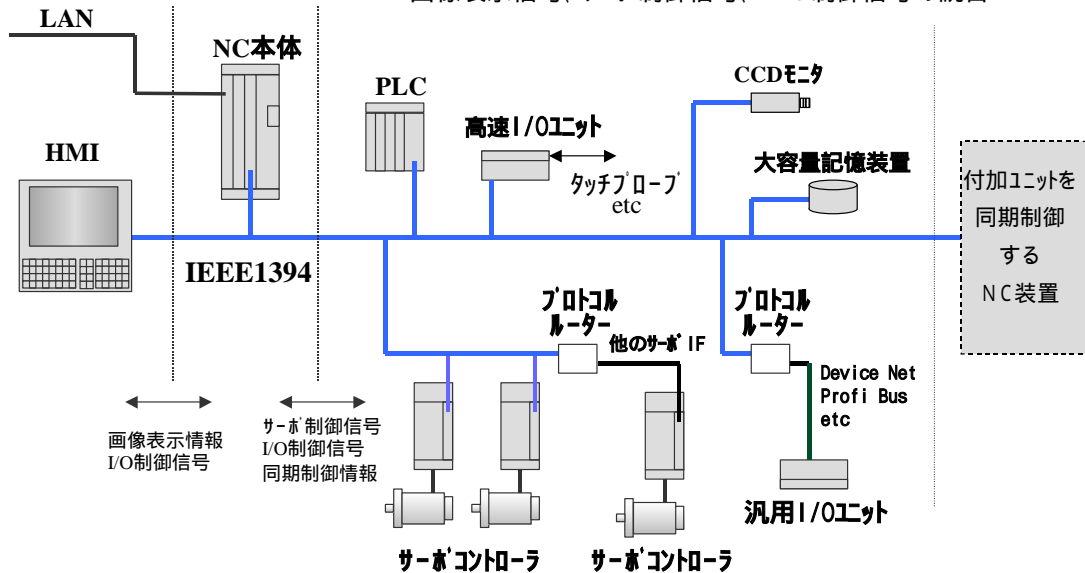
診断データ、学習データの蓄積

NC装置に対するIEEE1394応用への期待

## 2. 装置内での基幹ネットワークとしての利用

### 操作パネルと制御箱間接続信号の省線化

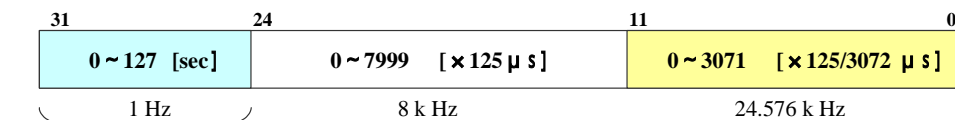
画像表示信号、サーボ制御信号、I/O制御信号の統合



NC装置に対するIEEE1394応用への期待

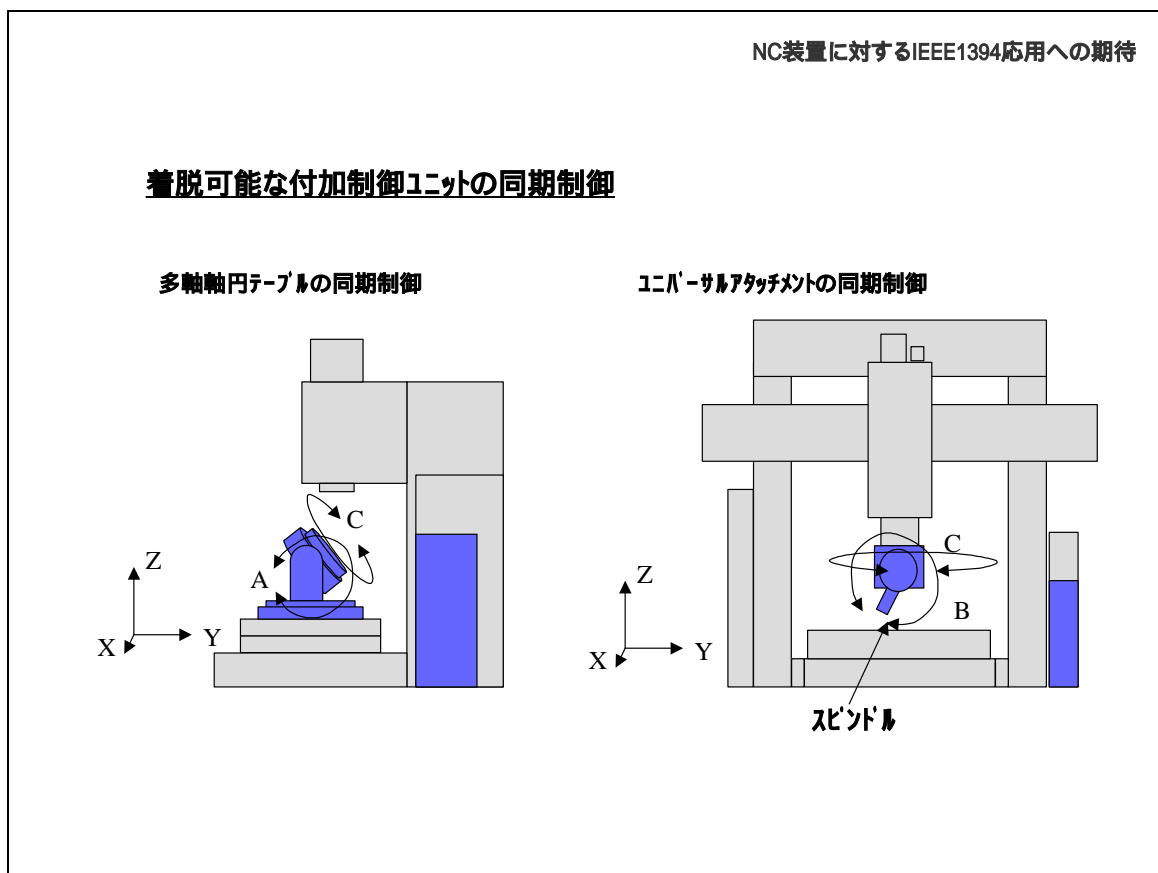
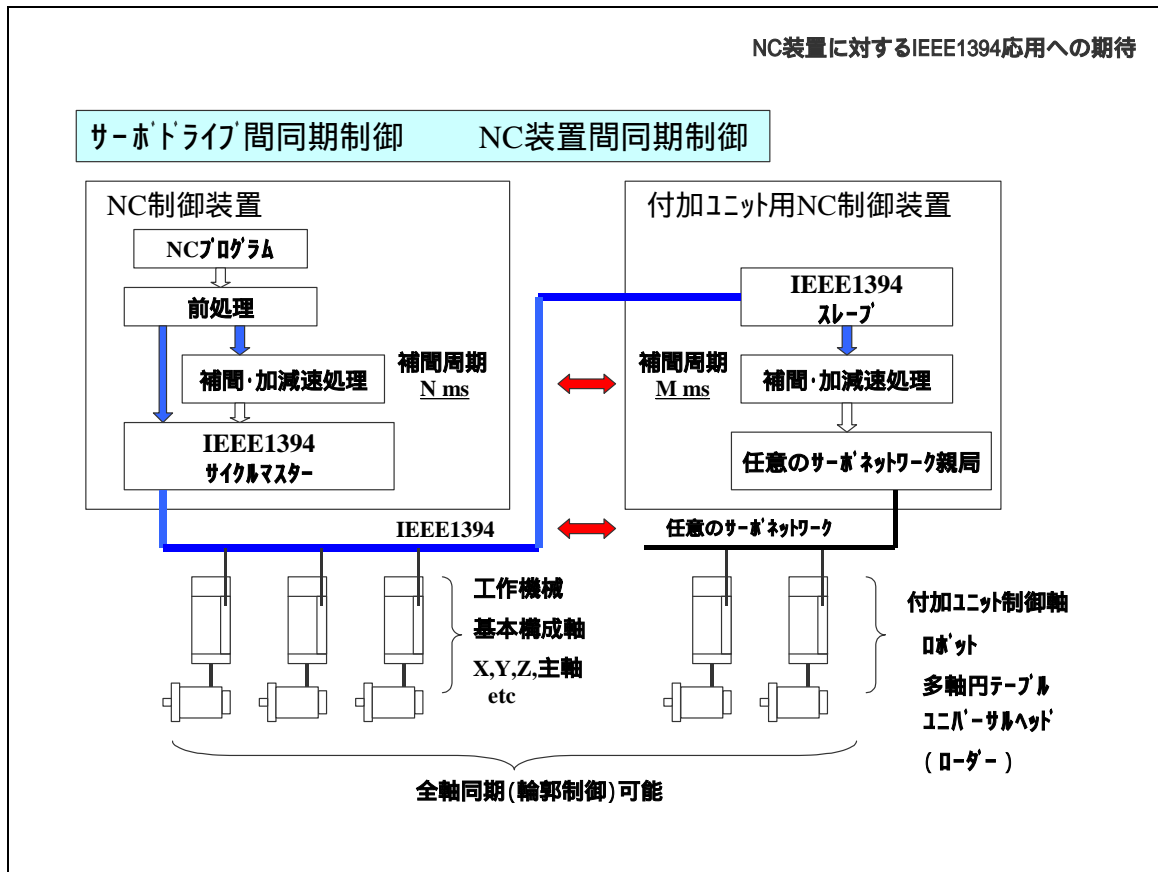
## 3. 等時性を利用した装置間同期

サイクルタイムデータ (サイクルスタートパケット内)



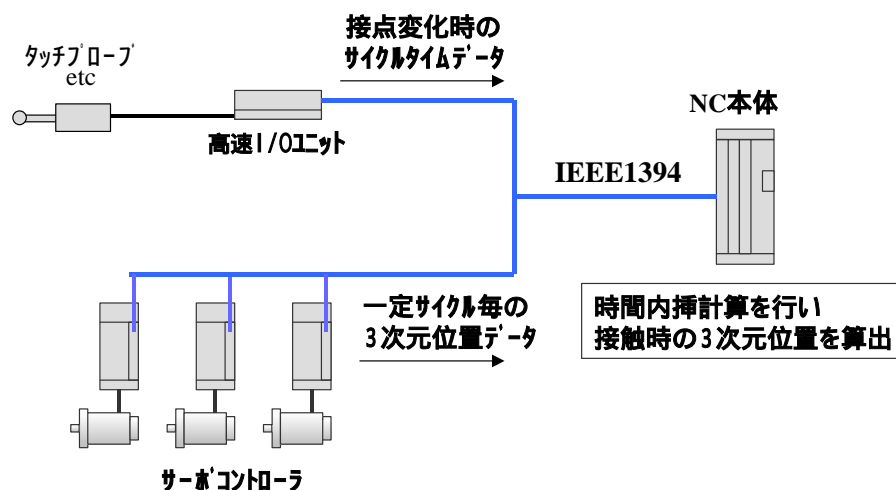
← 上位タイマーへのリンク(拡張)  
(年・月・日・時・分)

<b>インクリメンタル時間</b> (割込発生時の位置指令)	<b>アブソリュート時間</b> (指定した時間の位置指令)
<b>軸間同期制御</b> (同一補間演算装置下の同期)	<b>装置間同期制御</b> (異種補間演算装置下の同期)



## 4. 等時性を利用した計測

### サイクルタイムデータを使用した位置計測



## 5. 画像入力機器の利用

- 1) 連続運転時の異常監視(視覚情報としての直接利用)
- 2) リモート診断時の補助(特に機械系トラブル)
- 3) 赤外線映像分析による温度変位の補正・切削液の分布変更
- 4) 切粉形状監視による異常検知(又は工具摩耗検知)

## 6. 大容量記憶装置の利用

- 1) 良品ワーク加工時の全トルク波形を用いた 負荷監視
- 2) ワーク全加工パスに渡る学習制御の実施
- 3) 不具合解析のための内部制御データトレース

## 7. FA用途向けIEEE1394チップへの要望

- 1) 省スペース、低コスト
- 2) 制御用の割り込み信号  
(サイクルタイムデータに基づく指定周期の割り込み信号発生機能)
- 3) CPU負担の少ない1:N通信  
(複数チャンネルのイコノスケット自動送受信機能)
- 4) 指令・応答周期に合わせたバッファ更新  
(イコノスケットの選択的バッファリング)



( 5 ) E社

## IEEE 1394 に対する期待

### 切削加工モニタリングへの活用案

---

目的:

加工点の現象を把握することで

**加工精度の向上, 加工データベースの蓄積**を図る

現状:

加工点の位置情報と切削力の同期が容易にとれない  
(特に高速加工時)

監視, 振動, 騒音などの体感的なデータと加工データをあわせて管理できない

(例) 切屑の堆積状態で加工プログラムを制御できないか?  
騒音と加工精度にどのような相関があるか?

**より最適な加工条件や工具, 加工方法改善に反映できない**

どの位置で、どれだけの  
切削力がかっているの？

切削力を抑えたカッタパス、条件改善したいが、  
どこで折損(高負荷)しているの？



振動,騒音も同期したい

工具変形を画像で見れる？  
高速カメラとの同期は可能？

IEEE1394への期待 : 多くの情報を同期して収集できること

( 6 ) F社

テーマ:

IEEE1394の耐ノイズ性向上・通信長距離化に関する  
話題提供

FA分野にIEEE1394を導入する際に

求められること。

耐ノイズ性の向上

通信距離の長距離化



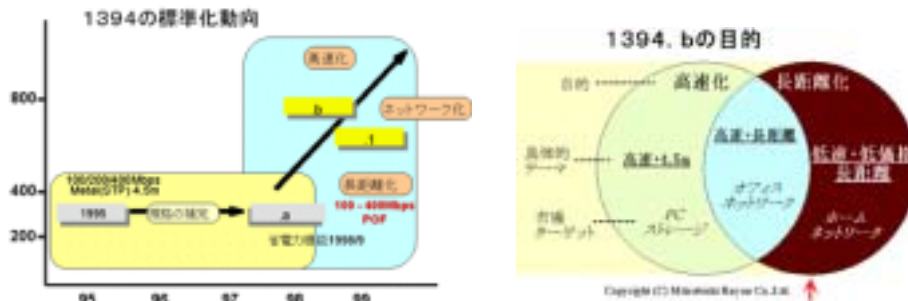
光通信(1394b)仕様によるソリューションがどこまで有効か?

< 内容 >

IEEE1394の光通信仕様の標準化  
IEEE1394の光通信対応デバイス  
IEEE1394の光通信に関するトピックス  
最後に

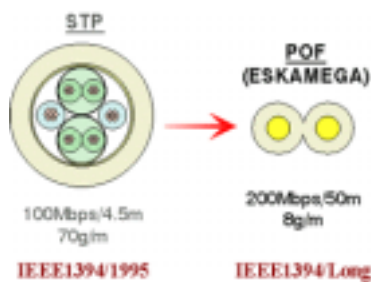
## IEEE 1394 標準化

高速化・通信距離の延長



1394デジタルリンクの、最初の技術仕様は1987年に完成しました。この仕様は1995年にはIEEE 1394標準(IEEE1394-1995)として認められることになりました。現在では、数多くの1394インターフェースを搭載した機器、たとえば、デジタルカムコーダやデジタルビデオ機器、プリンタ、ハードディスク等のストレージ機器、さらには1394用ICやその他のデバイス、たとえばコネクタやケーブル、評価機器、開発ツール、ソフトウェア等も手に入るようになりました。2000年中には、DVDにも搭載される見通しです。さらに、このインターフェース規格の補完・拡張が、検討されています。主な拡張内容は、高速化と長距離化、ネットワーク化です。このうち、高速化と長距離化は、標準化団体の一つである、1394.bで検討が進められています。

## 1394bでの高速化・長距離ソリューション



1394.bの活動の中に、可視光LEDを用いた、POF(プラスチック光ファイバ)リンクによる、長距離化(~50m)ソリューション仕様が含まれています。この技術は、今後搭載が進んでいく情報家電等を家庭内でネットワークするために、最低必要な距離をIEEE1394によって確保しようというものです。IEEE1394.bスペックは、近い将来、確実に実現するであろうホームネットワークの究極のシナリオとして期待されており、POFはその伝送メディアとして、21世紀のホームマルチメディアを支える重要なキーマディアとして注目されています。

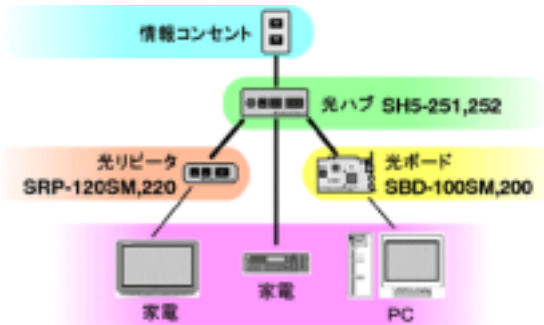
なおこのPOFによる距離延長案は、1995年秋、ソニーと三菱レイヨンによって提唱されたものです。これに日本電気を加えた3社が中心となって、1997年に標準化提案されました。

## 1394 . B Long対応製品 (デバイス)

### 1394.b Longの物理層デバイス構成



### 1394.b Long対応製品 (デバイス)



#### 物理層LSI・光モジュール



#### 光コネクタ・ケーブル



## IEEE 1394 光ネットワーク製品

### 光コネクタ等



F05型コネクタ  
JIS/IEC規格の単方向用コネクタ



F07型コネクタ  
JIS規格準拠の双方向用コネクタ



F07(PN)型コネクタ  
JIS/IEC規格(見込み)の双方向用コネクタ



HP星形状プラグ  
ヒューレットパカード社製光リンク専用のプラグ



SMAコネクタ (SERCOS用他)  
金属製のネジ止めコネクタ



SMIコネクタ  
IEEE1394用として家電メーカーが採用している、小型の双方向プラグ



光ミニジャック (オーディオ用OMJ)  
ミニジャックと同形状の単方向プラグ

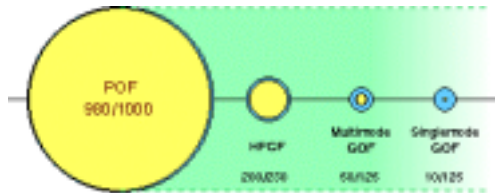
### 中継コネクタ



光モジュールの形状	光プラグ F05	F07	F07(PN)
F05	OK	NG	NG
F07	NG	OK	NG
F07(PN)	(OK)注	OK	OK

## IEEE 1394 光ネットワーク製品

### 光ケーブル



・**石英系光ファイバ**……長距離伝送に適した光ファイバです。  
 シングルモード光ファイバ(SMF)……通信用途に広く使われています。  
 マルチモード光ファイバ(MMF)……オフィスネットワークに使われています。

・**ガラス系光ファイバ**  
 多成分ガラス光ファイバ……POFとともに照明用に多く使われています。

・**プラスチック光ファイバ**  
**PMMA系プラスチック光ファイバ(POF)**……家電・車両等、民生用短距離用ファイバです。

<製品例>

**エスカミウ**  
**(Eska-Miu)**  
 三菱レイヨン製

- ・IEEE1394b ホームネットワーク用に開発された、500MHz/50m POF。
- ・マルチステップ構造を採用。
- ・ファイバ径が従来のもの比べて極端に変わらないため、従来の低速リンクでも使用可能。
- ・IEEE1394b S400に完全対応することが認められている唯一のPOF。(量産レベル)
- ・ファイバ径750 $\mu$ m コア径700 $\mu$ mが標準。
- ・現在EIAJ等ホームネットワーク標準化における検討対象。

## IEEE 1394 光ネットワーク製品

### 物理層LSI・チップセット

**$\mu$ PD72880**  
**(NEC)**

P1394b 草案準拠 長距離ポート搭載  
 P1394a Draft 2.0 準拠 物理層コントローラ  
 ポート数 長距離ポート: 1、メタルポート(従来ポート): 2  
 伝送速度 400/200/100Mbps(速度設定可能)  
 パッケージ 144ピンLQFP  
 電源電圧 +3.3V 単一電源駆動

<その他…>  
 松下

### 光モジュール



TODX2404(東芝)

伝送速度 ~500Mbps  
 伝送距離 ~10m  
 コネクタ SMIコネクタ



TODX2401(東芝)

伝送速度 ~125Mbps  
 伝送距離 ~20m  
 コネクタ SMIコネクタ



NL2110 (NEC)

伝送速度 1~250Mbps  
 伝送距離 ~50m  
 コネクタ F07 PNコネクタ

<その他…>  
 日立  
 HP(生産中止)

## IEEE1394 光ネットワーク製品

### 光ハブ



三菱レイヨンは、IEEE1394の長距離規格「P1394.b」準拠の光端子を3ポート搭載したハブ装置を発売する。複数の光端子を搭載するハブ装置の製品化は、今回が初めてという。データ伝送媒体にPOF (plastic optical fiber) を使うIEEE1394用光端子にはPN型コネクタとSMI型コネクタがあるが、その両方を混載したのが特徴である。異なる種類の光端子を搭載した機器同士の相互接続性を確認する用途などに向けた。

2品種のハブ装置を用意した。「SH5 - 251SM」はPN型コネクタを2ポート、SMI型コネクタを1ポート搭載する。「SH5 - 252SM」はPN型コネクタを1ポート、SMI型コネクタを2ポート搭載した。いずれの品種も、データ伝送速度が400Mビット/秒のメタルポートを2個搭載する。なおPN型コネクタの光端子を使う場合は、データ伝送速度が最大200Mビット/秒、データ伝送距離が最大30mとなる。SMI型コネクタの光端子では、データ伝送距離が最大100Mビット/秒で、データ伝送距離は最大20mである。このほか同社は、SMI型コネクタの光端子を搭載するIEEE1394パソコン用ボード「SBD - 100SM」とリピータ装置「SBD - 100SM」を製品化する。

## IEEE1394 光ネットワーク製品

### IEEE1394 S200光リピータ



IEEE1394.b/s200 光リピータ SRP-220 は、P1394b準拠の光ポート×1ポート、P1394a draft2.0準拠のメタルポート×2ポート。光ポートは、S200/30m伝送可能。

	光ポート	メタルポート
1394 I/F 規格	P1394b 規格準拠	IEEE1394-1995、P1394a 準拠
1394 ポート数	1ポート(F07 (PNタイプ))	2ポート(6ピン)
転送レート	100M、200Mbps に対応	100M、200M、400Mbps に対応
転送距離	30m	4.5m
使用コネクタ	F07 (PNタイプ) × 1ポート	IEEE1394準拠6ピン × 2ポート
ケーブル	ESKAMEGA	6心STP
動作電圧	DC8 ~ 40V	
動作電流	5.5W Max.	
サイズ(W×D)	44 x 112 x 130 (mm)	
動作環境	10 ~ 35 °C、20 ~ 85 % 湿度 但し、結露無き事(動作および保管時)	

## IEEE1394 光ネットワーク製品

### IEEE1394 光ボード



IEEE1394.b/s200 光ボード SBD-200 は、P1394b 準拠の光ポート×1ポート、P1394a draft2.0準拠のメタルポート×2ポート、コンピュータのPCIバススロットに搭載して、IEEE1394高速シリアル・バス・インターフェースの機能を提供する初の光対応PCIカードです。

	光ポート	メタルポート
1394 I/F 規格	P1394b 規格準拠	IEEE1394-1995 P1394a 準拠
1394 ポート数	1ポート(F07 (PNタイプ))	2ポート(6ピン) (ボード給電中のみポート間リビート動作可能)
転送レート	100M.200Mbps に対応	100M.200M.400Mbps に対応
転送距離	30m	4.5m
使用コネクタ	F07 (PNタイプ) ×1ポート	IEEE1394準拠6ピン×2ポート
ケーブル	ESKAMEGA	6心STP
ホスト/F 規格	PCI Local Bus Rev2.1 に準拠	
動作電圧	+5V ± 5% (PCIバスより供給)	
動作電流	800mA 以下	
サイズ(W×D)	106.68 × 137.92 (mm)	
動作環境	10 ~ 40 °C、20 ~ 90 % 湿度 但し、結露無き事(動作および保管時)	

## トピックス(チップセット関連)

### 松下電器、最大データ伝送速度が800Mビット/秒のP1394b向けLSIを開発

松下電器産業は、最大データ伝送速度が800Mビット/秒の、IEEE1394インターフェース用LSIを開発した。800Mビット/秒に対応したLSIは、これまでに、米Texas Instruments Inc.やNEC、富士通VLSI、蘭Philips emiconductors社などが2000年前後に出荷することを明らかにしていたが、そこに、松下電器産業も加わる。同社では、現在社内評価中であり、サンプル出荷時期は未定という。

現在標準化作業中のP1394bのDraft0.80に準拠した。既存規格であるIEEE1394-1995やIEEE1394aで使用するDS Link方式のほか、長距離/高速版のベータ・モード方式の両方に対応する。ベータ・モードでは8B/10Bの符号化回路を備え、長距離伝送に対応する。バスの調停方式には「BOSS(Bus Owner/Supervisor/Selector)」を採用した。パッケージは100ピンのQFP。電源電圧は入出力が3.3V ± 0.3Vで、内部が2.5V ± 0.2V。0.25 μmのCMOS技術で製造した。





## トピックス(チップセット関連)

### デジタルAV機器向けIEEE1394リンクLSIの発売(NEC)

～ 32ビットRISCマイコンを初めて内蔵～

#### 1. CPU内蔵により機器開発の負担を大幅に低減

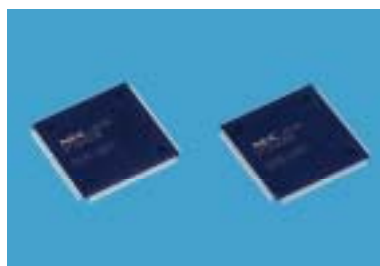
IEEE1394リンクLSIでは、世界で初めてCPUを内蔵。これにより、従来は外付けCPUと(ユーザーが開発する)専用プログラムで実現していたコピープロテクション処理、トランザクション処理、AVプロトコル処理をリンクLSI内部で完結できるため、セット開発における負担を軽減することができる。

#### 2. コピープロテクション機能

米国の映画産業、米国の家電業界、PC業界(ハード、ソフト双方)の関係者で著作権保護技術を議論しているCopy Protection Technical Working Group(CPTWG)会議において、日立製作所、米intel Corp.、松下電器産業、ソニー、東芝の5社が提案し、最終的にIEEE1394バス上のコピープロテクション技術として標準化された著作権保護技術である5Cコピープロテクションに準拠した暗号処理技術を搭載している。

#### 3. 全二重通信が可能

MPEGデータ(MPEG-TSストリーム)やデジタルビデオカメラのデータ(DVストリーム)を送受信する2チャンネルのストリームポートを持っており、それぞれのポートを独立して使用することが可能。一本の信号線上で1チャンネルを送信、もう一方を受信として用いる全二重通信の他、2チャンネル受信、2チャンネル送信といった方式もサポートしている。



## トピックス(規格団体関連;その1)

### AMIC、2000年中に車内LAN向けインタフェース規格「1394 Automotive profile」をリリース

AMICは、2000年中に情報系車内LAN向けインタフェース規格「1394 Automotive profile」をリリースすることを明らかにした。この規格はIEEE1394をベースとし、データ伝送速度は100Mビット/秒、伝送媒体にはプラスチック光ファイバを用いる。仕様自体はIEEE1394TAとIDB Forumが共同で策定を進めているが、たとえばファイバの引張強度やNA値、長さなどに関してはAMICからの要求事項が盛り込まれる。

### 1394TA、産業機器や測定器に向けたプロトコルの仕様を公開

IEEE1394の普及促進団体である1394TA(Trade Association)は、IEEE1394を産業用機器や測定器で使う際のプロトコル「IICP(Instrumentation and Industrial Control Protocol)」仕様を公開した。IICPは、複数の産業用機器や測定器をIEEE1394で接続した場合に、プロトコル処理の負荷が軽いという特徴をもつ。1394TAでは、今回の仕様確定で、産業用機器でのIEEE1394インタフェースの利用が高まると期待する。すでに、米Keithley Instruments, Inc.が、IICPを使った産業機器の開発を進めることを明らかにしている。

## トピックス(規格団体関連;その2)

### 1394開発者会議が6月に開催、高速/長距離版や無線をテーマに

IEEE1394の開発者向け会議「1394 Developers' Conference 2000」が2000年6月20日から22日まで、米国カリフォルニア州サンノゼのFairmont Hotelで開かれる。主な講演テーマは次の通り。

AV用ハード・ディスク装置、プリンタへの応用、車載機器への応用、IEEE1394上でのTCP/IPネットワーク、家庭に向けた無線の1394規格(400Mビット/秒)、家庭内ネットワークとIEEE394、1394bの規格(IEEE1394aとの互換性、100m対応の規格、高速化の動向、BOSSスキーム、信号特性)、パテント・プールの状況、5Cに基づく著作権保護技術の動向、HAVi最新状況、相互接続テスト、OS動向(Windows, MacOS, Linux)、IEEE1394対USB2.0などである。

展示会も併設される。米Apple Computer, Inc.やソニー、米Microsoft社、米Texas Instruments社、Philips社、NEC、米Intel社など合計30社がIEEE1394関連技術を展示する。なお、この会議に先駆けて、プラスチック光ファイバに関する展示会も、近接する会場にて開かれる。

さらに今回の会議では、家庭内ネットワークや産業用、自動車用などのアプリケーションにおけるIEEE1394の利用や、不正コピー防止機能、さらなる高速化、ライセンスの利用などに焦点が当てられるようだ。

## トピックス(伝送距離;その1)

### 松下、IEEE1394に対応し、400Mビット/秒で50mの伝送を可能に

松下電器産業は、IEEE1394のデータ転送速度400Mビット/秒を維持しながら、50mあるいは200mといった長距離伝送が可能な技術「ハイパー高速変調技術」を開発した。プラスチック光ファイバを用いれば50m、Gi型H-PCFを使えば200mの伝送が可能という。

現行のIEEE1394規格では距離が4.5mに限られている。この距離を延長することで、放送局などの業務用途や監視システム、さらには家庭の部屋間接続などへの適用も可能になりそうだ。沖電線は、同軸ケーブルを用いながら50mの伝送が可能な技術を開発したが、データ転送速度は200Mビット/秒に制限される。1394TA(Trade Association)の標準化委員会でも、長距離版の規格「P1394b」の審議が進められているが、POFを用いた場合に50mの伝送ではデータ転送速度を200Mビット/秒に抑える必要がある。データ転送速度400Mビット/秒を維持しながら100mの伝送を可能にする規格もあるが、この場合には多モード光ファイバを使わなければならない。

今回、松下が開発した技術は、低コストに抑えながら、高速・長距離の伝送を可能にする点に特徴がある。松下は合計6件の特許を出願中という。同社は2000年中にも、この技術を業務用向けに発売する予定である。なお、4月25日と26日に開かれる「住宅分野の情報システム共通基盤整備推進事業プロジェクト」の発表会で、この技術の詳細が明らかになる。

## トピックス(伝送距離;その2)

### 沖電線, IEEE1394-1995に準拠で最大50mの伝送が可能なケーブル技術を開発

沖電線は, IEEE1394-1995の規格に準拠しながら, 伝送距離を最大50mに延長するケーブルを開発した。1394TA(Trade Association)では, コネクタや符号化方式を変えることで長距離化をねらった規格「P1394b」の標準化作業が進んでいるが, 沖電線の技術を使えば既存のIEEE1394用コネクタにこのケーブルを差し込むだけで, 伝送距離を50mまで延ばせる。データ伝送速度は最大200Mビット/秒である。



#### ケーブルを太くし, 信号減衰を抑える

信号線の太さを従来の1.5倍~1.7倍にした。この結果, 信号線の表皮効果による, 高周波帯域の信号減衰を低減した。ただし, ケーブルの直径は8.4mmと太くなる。

コネクタの内部にコモン・モード・フィルタと波形等化回路を収めた。コモン・モード・フィルタにより, 外来電波や銅線間のクロストーク, 電源層の雑音などが原因で発生したコモン・モード雑音を除去する。

波形等化回路は, L,C,Rの三つの素子で構成した。この回路は, 銅線で高周波帯域の信号が減衰してしまうことを見越して, あらかじめ低周波帯域の信号レベルを落とす。信号線の特性インピーダンスを測定し, L,C,R素子の定数を補正することで群遅延の発生を抑えた。

伝送距離が伸びたことで, パケットの送受信にかかる時間が長くなる。IEEE1394のデバイス・ドライバは伝送距離をノード数×4.5mと想定し, システム構成に合わせてギャップ・カウンタの設定値を最適化している。この設定値の最適化機能をオフしておく必要がある。

サンプル価格は10mのケーブルが1本3万円, 50m品で9万円。量産価格は10m品が1万5000円, 50m品が5万円。

## トピックス(波長多重伝送)

### 三菱レイヨンがPOFを使った波長多重伝送をデモ, IEEE1394とEthernetのデータを多重

三菱レイヨンは, 千葉県幕張メッセで開催中(2000年7月14日まで)の「インターオプト2000」で, IEEE1394のデータとEthernetのデータを1本のプラスチック光ファイバ(POF)に多重して伝送するデモを見せた。波長多重伝送の技術を使い, IEEE1394のデータ伝送に波長650nmの光を, Ethernetのデータ伝送には波長525nmの光を適用した。



波長多重伝送は, 異なる種類のネットワークを同時に構築する場面に有効という。複数の伝送媒体を敷設する必要がなくなるからである。たとえば今回のデモのように, 既設のIEEE1394のネットワークを改変することなく, Ethernetのネットワークを追加するといったことが可能となる。このほかデータ伝送速度の高速化にも対応できるという。たとえばPOFを使うIEEE1394の伝送速度が800Mビット/秒などへ高速化すると, POFの伝送性能が問題になる。現在製品化されているPOFの伝送性能は, 最大500Mビット/秒であるからだ。波長多重伝送を使えば, 既設のPOFをそのまま利用しながらデータ伝送速度の高速化に対応できる。

展示ではD-VHS方式のVTRのDV端子が出力する映像データを, IEEE1394対応の光リピータで波長650nmの光に変換して伝送した。一方, パソコンのオーディオ・データをEthernet対応の光リピータで波長525nmの光に変換して伝送した。650nmと525nmの多重/分離は, 市販の光分波結合器(光カブラ)を利用した。

「家庭内ネットワークの普及を見据えると, POFを使った波長多重伝送は2年後か3年後に必要になる。」(三菱レイヨンの展示説明員)。ただし同社から製品化の予定はなく, コンセプト提示をねらった展示という。

## 最後に

IEEE 1394光通信仕様でのシステム検証を進めて欲しい。

光通信はノイズに強いというけど本当？

確かにケーブルにノイズは乗らないが、光モジュール周辺での  
電気 光変換部はノイズに弱そう

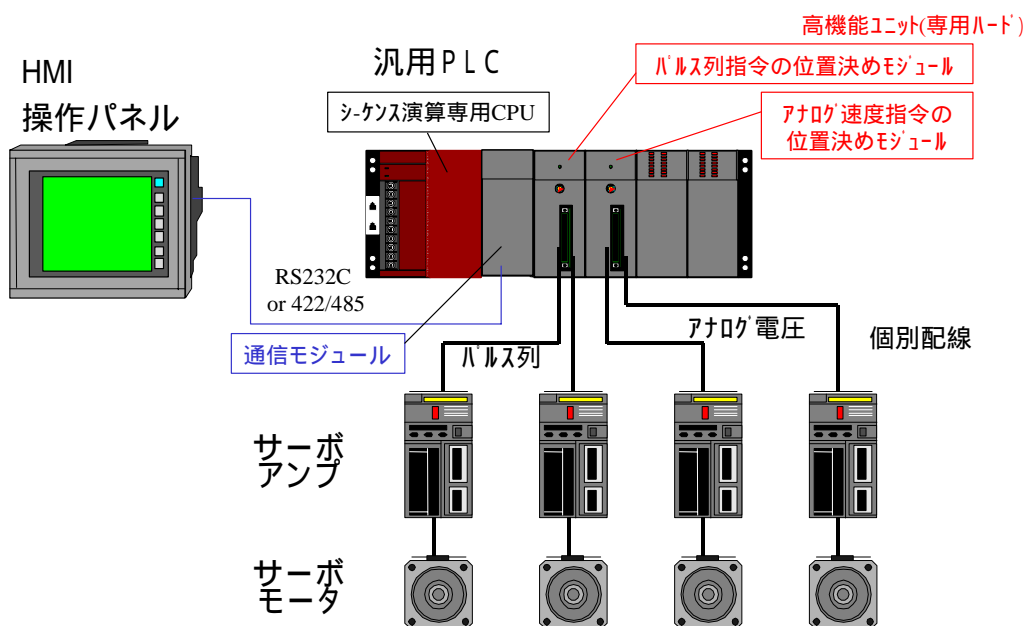
光ケーブル(特にPOF)は油に弱いと聞くが……

油に強い被覆の製品が望まれる。  
耐久年数は大丈夫か？(実力で10年以上は必要)

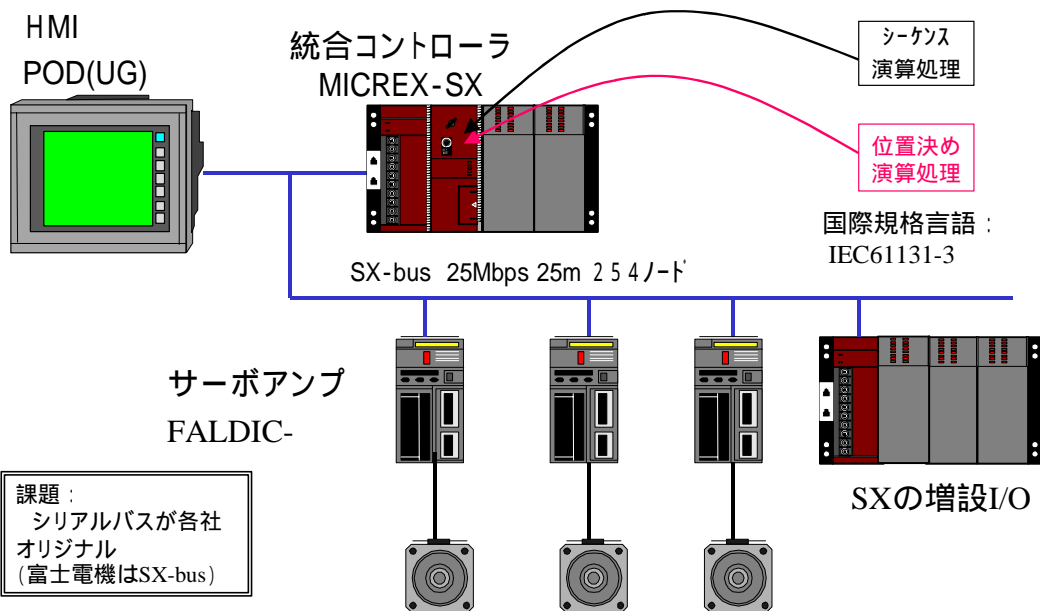
(7) G社

## 最近のモーションコントロールシステムと IEEE1394応用への期待

### 1. 従来システム：個別製品の組み合わせ コントローラとアクチュエータ間の情報量が少ない（配線は多い）



2. 最近のシステム: 高速シリアルバスで直結  
 コントローラとアクチュエータ間の情報量が多い (配線は少ない)

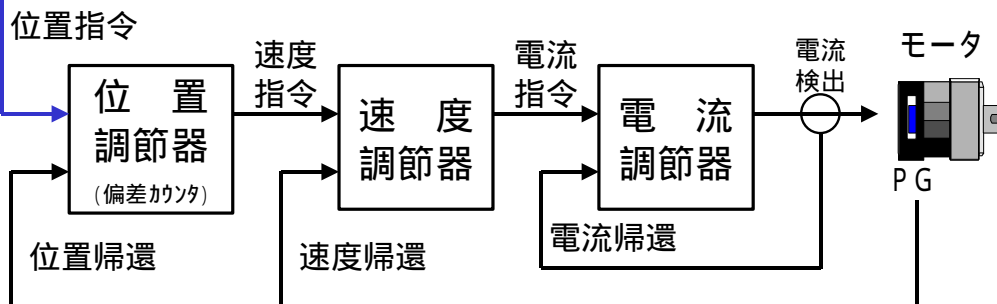


3. サーボシステム制御ブロックの特徴  
 位置、速度、電流の3段の調節器で構成される

- 数値指令  
 (移動量, 移動速度)
- ・従来PLCのCPUモジュールでは演算処理能力が不足  
 位置決め用の専用モジュールが必要
  - ・最近のPLCでは、CPUモジュールの演算処理能力Up  
 軌跡演算をPLCのCPUモジュールに組み込み可能

軌跡演算

- ・一定周期毎の目標位置を演算

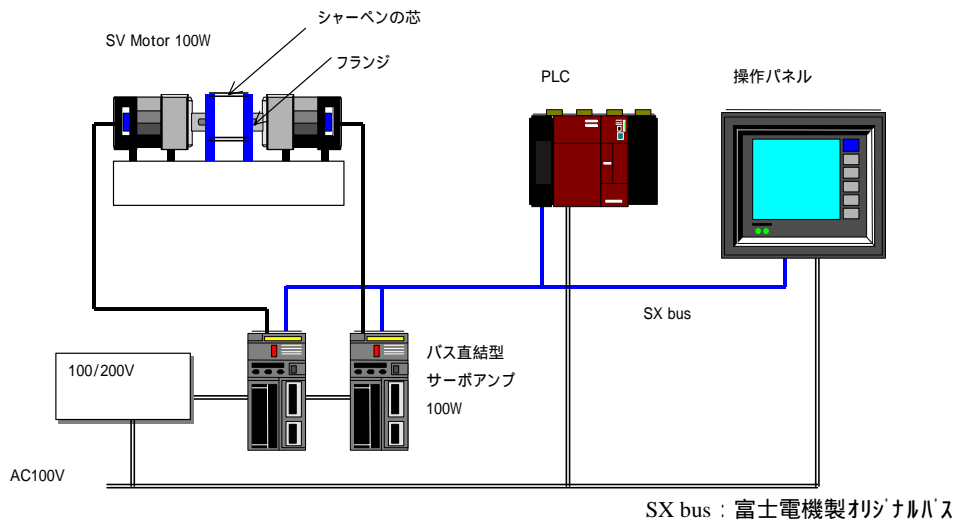


工作機械, ロボット, その他の機械でもシステム構成は同じ

## 4. 高速シリアルバス直結によるモーションシステムデモ

- ・最近のシステムでは、各社オリジナルの高速ネットワークでコントローラとアンプを接続
- ・デモ機でのモーション制御軌跡演算はPLCのCPUモジュールで実行  
(PLCの言語は、国際規格のIEC61131-3で組み込み)

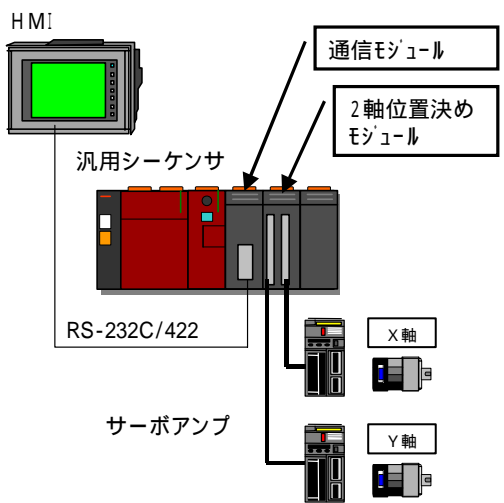
### < デモ機材と構成 >



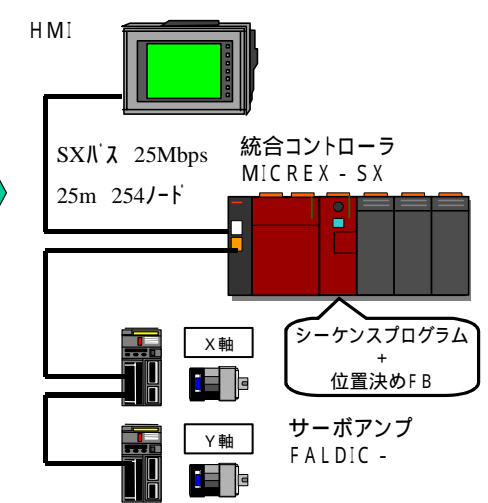
## 4.1 従来システムとSXバス直結システム構成比較

- 特徴:
- ・従来MMIや位置決め用サーボアンプとの接続に必要であった専用モジュールは不要。
  - ・25Mbps 25m伝送仕様は、伝送路を光化することで距離の延長や耐環境性の向上が可能。
  - ・MMIに配置されたスイッチ等の応答速度は、通信遅れを意識させない高レスポンス。

### 従来システム : 個別製品の組合せ



### SXバス直結システム

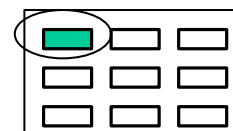


## 4.2 運転機能一覧 (SW割付)

1. 高速応答	4. 精密同期運転 第2軸の間欠動作	7. トルク制御
2. 精密同期運転 完全同期パターン	5. 補間運転 直線補間	8. 外部同期運転
3. 精密同期運転 位相ずらしの同期	6. 補間運転 円弧補間	

- ・高速シリアルバスによるPLCとアンプ間の多種データ伝送  
位置の指令、速度の指令、トルクの指令と各実測値の参照により、高速シリアルバス経由で制御の切替えが可能 また、PLCの増設バスも接続可
- ・モーション制御の軌跡演算はPLCのCPUモジュールで実行  
ファンクションブロック(演算処理)の選択、組込みがユーザー側でできるため、最適なモーションシステムを構築可能

### 動作例1：高速応答

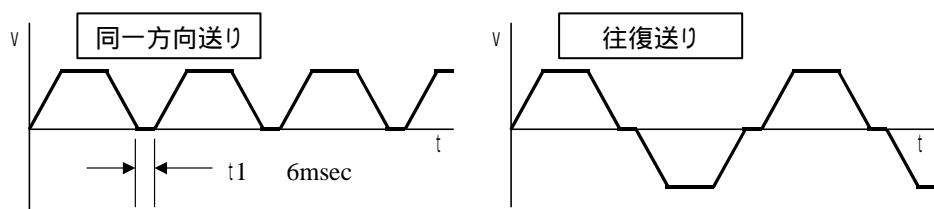


[動作] : 1秒間に10回以上の位置決めが可能。

[特徴] : SXバス経由で位置決め完了から再起動するまで6msec以下。

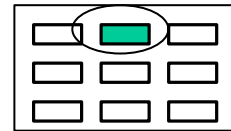
(タクト周期  $t_1$  が2msec の場合)

[用途] : 自動実装機、ワイヤーボンダーなどの高頻度位置決め





## 動作例2：精密同期運転(第2軸間欠動作)

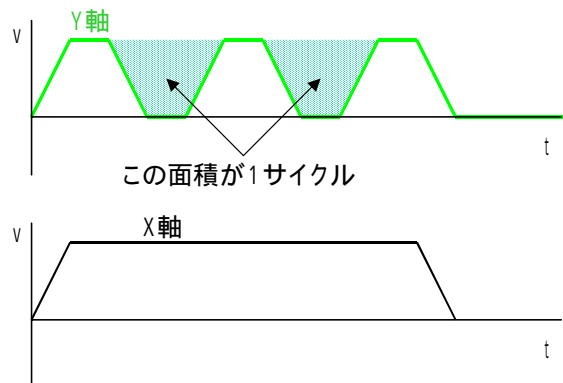
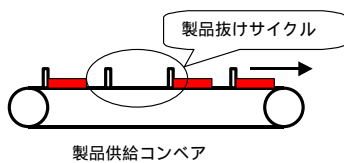


[動作]：2軸の同期運転 (Y軸が1サイクル停止動作)

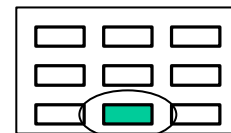
[特徴]：Y軸が1サイクル単位で一時停止する

[用途]：横ピロー包装機 製品抜け時のサイクル停止

包装機の前段コンベア例



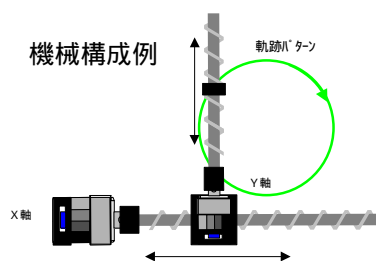
## 動作例3：補間運転(円弧補間)



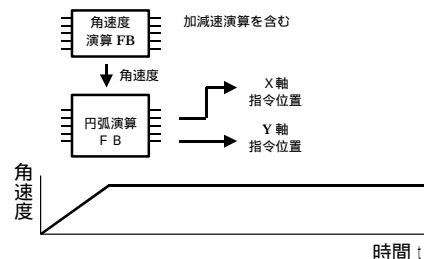
[動作]：半径R、周速合成速度による円弧補間動作

[特徴]：角速度演算時に、加減速処理を行う。  
象現切り替わり点での歪みを補正(真円度の向上)

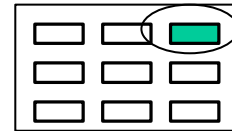
[用途]：X - Yテーブルなどの軌跡制御



FBの構成



## 動作例4：トルク制御

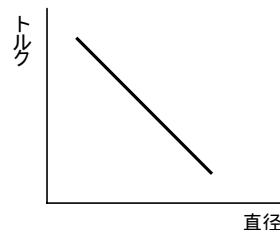
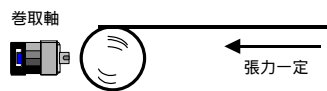


[動作]：トルクの制御

[特徴]：コントローラからサーボアンプへトルク指令の直接出力が可能

[用途]：張力制御、圧力制御用  
(フィルムのテンション調整や押し当て動作など)

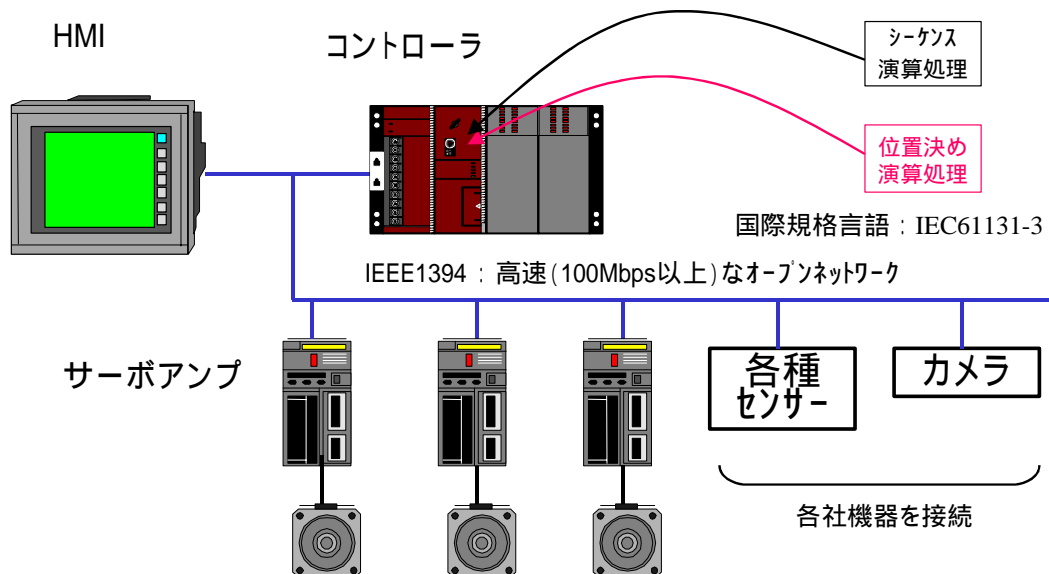
機械構成例(巻取り)



張力一定：直径が大きくなれば、トルクを小さくする

## 5. IEEE1394応用への期待 オープンな高速シリアルバスで各社の機器を接続

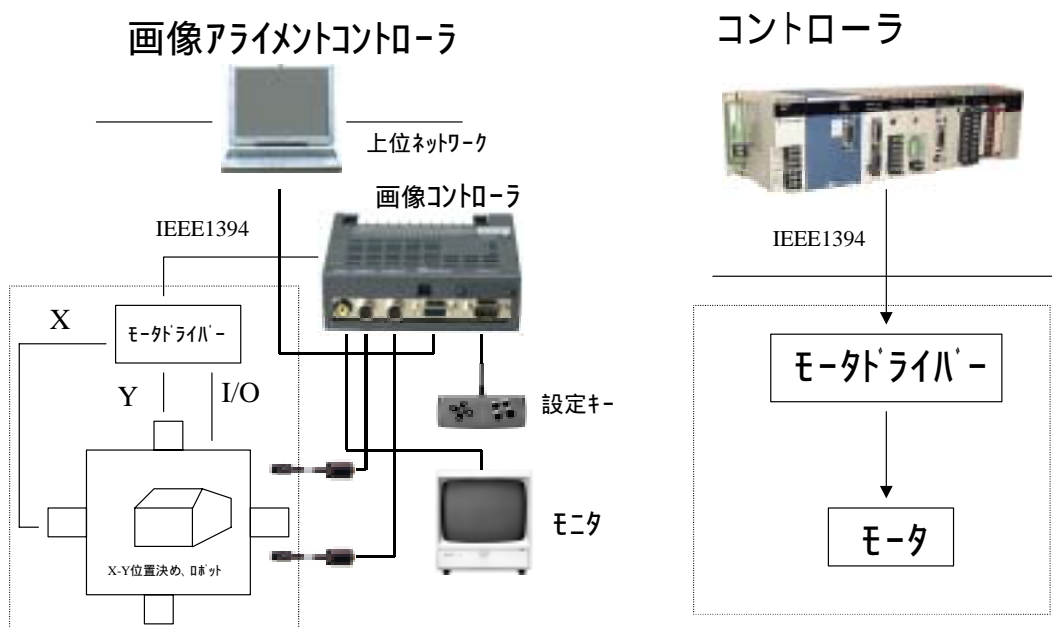
- ・各社オリジナルバスでは、接続できる機器が限定 1社で全ての機器を品揃えするのは無理
- ・現行の伝送速度は20～50Mbps(コスト見合い) 高速で伝送する情報量を絞り込んでいる
- ・コントローラ側モーション制御言語のオープン化も必要 IEC61131-3などで検討されている



( 8 ) H社

## IEEE1394への期待

## IEEE1394のアプリケーション



## FA現場で求められる通信

- ノイズに強いこと。(信頼性が高いこと)
- 配線の作業性が良いこと。(誰でも取り扱えること)
- 故障発生時不具合個所が簡単わかること。  
(自己診断機能の充実、切り分け)、簡単復旧できること。
- ワイヤ類、コネクタ類の入手が容易であること。(予備品を多く持ちたくない)
- コネクタ加工に専用工具あるいは特定業者が不要なこと。  
(設備の保全マンが作業できること)
- 伝送速度、接続台数、伝送距離。  
(設備追加、設備移設等の拡張性が高いこと)
- 他メーカー、異機器との接続性が容易なこと。
- 通信プロトコル、制御言語が共通なこと。
- システム価格、商品を低価格で提供できること。

## IEEE1394 I/Fへの期待

- 高速(大容量)転送によるスループットの改善ができること。
- 同時起動、軸間同時制御できること。
- 画像機器、入出力I/Oをネットワークに同時にのせられること。
- ソフトウェアの標準化(共通性IEC61131-1)ができること。
- 省スペース、低コストで実現できること。
- 保全(保守)性が簡単なこと。
- 配線が簡単(端子台)接続、ケーブル加工がユーザーでできること。
- ドライバー、モータ等メーカーを選ぶことなく簡単に接続できること。
- リモートプログラミングが通信ユニット、サーボ側でできること。(パラメータ設定、モニタ等異常監視がオンラインで可能で通信ユニットとサーボ側の切り分けが簡単にできること)。

( 9 ) I社

## IEEE 1394のサーボI/Fへの適用

1. サーボI/Fとしての期待
2. 産業機械(工作機械以外)への適用の可能性
3. IEEE1394のFA用途向けへの要望

1

### 1. サーボI/Fとしての期待

- (1) 同期性(絶対時間)の保証による多軸間同期が可能
  - ・ サイクルスタートパケット内のサイクルタイムデータを使用
- (2) 高速なサイクルタイムによる制御性の向上が可能
  - ・ 125  $\mu$ sec周期でデータの授受
- (3) 省線化による分散設置と軸追加の容易性  
(ただし、通信距離の拡張仕様が前提となる)

### 2. 産業機械(工作機械以外)への適用の可能性

- (1) 印刷機械      セクショナルドライブ化
- (2) 射出成形機、ダイカストマシン      高出力、高応答、圧力制御
- (3) ロボット      力制御、計測制御
- (4) その他の適用例
  - ・ 電子部品実装機
  - ・ パンチプレス
  - ・ プレスブレーキ など

2

## (1) 印刷機械への適用

### 軸間の位相制御 (次頁参照)

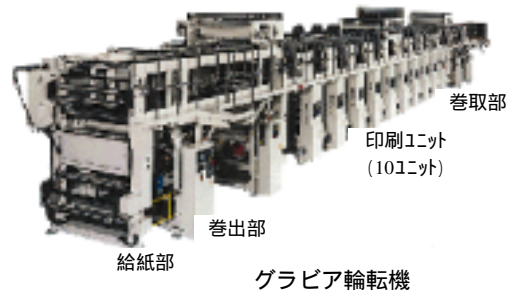
- ・印刷ユニット間の位相を制御し、印刷ズレ (見当) を補正する
- ・巻出部、インフィード、アウトフィード、巻取部の同期をとる

### 印刷ユニット毎のサーボ分散化

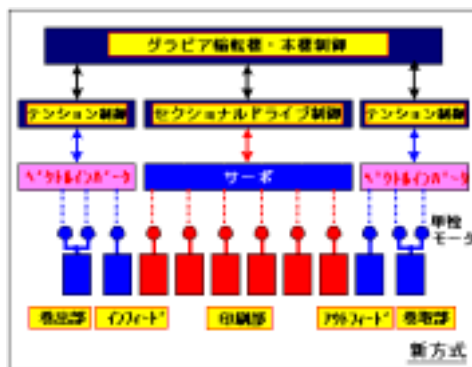
- ・I/O信号を統合し、印刷ユニット毎にサーボドライブを搭載することにより、省線化が可能

### 印刷品質モニタ

- ・画像データ処理



3



### 従来方式

### 伝動軸で駆動

軸間位相は補正ローラで調整  
同一直径の版胴しか使えない

### 新方式 (セクショナルドライブ)

### 各ユニットを独立にサーボ駆動

リアルタイムな軸間位相補正  
(初期見当補正、見当誤差補正)  
異なる直径の版胴が使用可能  
振り分け印刷が可能



4

## (2) 射出成形機、ダイカストマシンへの適用

工作機械の高速高精度ではなく、**高出力、高応答の両立**が必要

- ・ 圧力制御、温度制御などのプロセス制御が重視される  
 ( 射出制御、計量制御、型締制御、押し出し制御、シリンダ温度制御 )
- ・ 圧力制御を位置制御、速度制御、電流制御へ介入させる ( 次頁参照 )

センサ情報を高速に処理

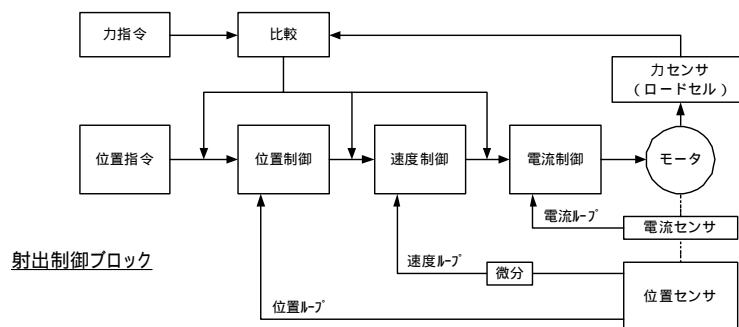
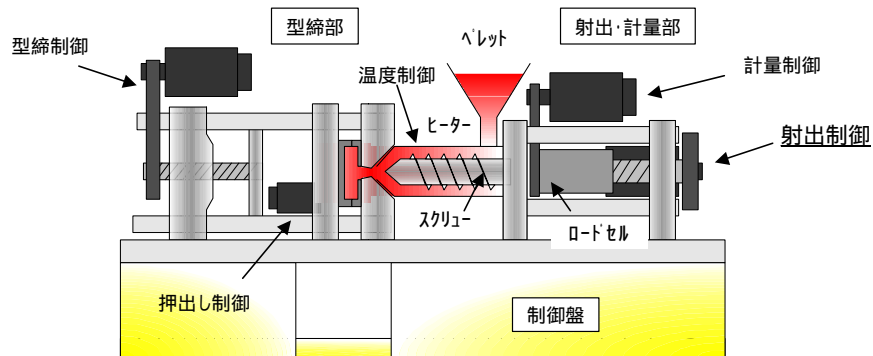
- ・ ロードセルからのカフィードバック
- ・ シリンダ温度



射出成形機



ダイカストマシン



射出制御ブロック

### (3) 鋳物仕上げロボットへの適用

#### 力制御

- ・押しつけ力などの力センサフィードバック  
（手首先端の6軸力センサなど）の高速処理

#### 計測技術

- ・ビジョンセンサによるワーク識別



### (4) その他

#### 電子部品実装機

- ・タクトタイムの高速化
- パンチプレス、プレスブレーキ
- ・同期起動、停止の高速化



7

## 3. IEEE 1394のFA用途向けへの要望

### (1) CPU負荷を低減した低コストLSIの供給

- ・標準として普及するには必須

### (2) スレーブ側：割込信号の発生機能

- ・指定時刻での割込（複数）が可能なこと
- ・サイクルスタートパケット欠落時でも割込が継続すること  
（できるだけシステムを止めない仕組み）

### (3) 伝送距離の安価な長距離化（100m以上）

- ・コントローラ部、操作部の遠隔設置が可能になる

### (4) 耐ノイズ性の向上

### (5) 62.5 $\mu$ secサンプリング周期の可能性は？

- ・電流制御、PWM制御の切り口が可能になる

8



( 1 0 ) J社

## IEEE1394インターフェイス応用への期待

Page1

### IEEE1394の特徴

#### ・高速シリアル伝送

100M、200M、400Mbpsの高速データレートをサポート

800M、1.6Gbpsを検討中

← PLCのバックプレーンバスとしても使用可能となる

#### ・画像データの転送に最適なバス規格

リアルタイム転送(アイソクロナス転送)

← PLCリンク通信の実現の可能

メッセージ転送(アシンクロナス転送)

#### ・プラグ・アンド・プレイをサポート

ネットワーク動作中に機器の抜き差しが可能

← 通信の信頼性を確保する必要あり

#### ・接続できるノード数

63台まで同時接続が可能で16段までのホップ数に対応(ノード間4.5m、16段では72m)

P1394bの規格では長距離化が可能となる

#### ・ホストが不要

必ずしも必要ではない(サイクルマスタ等は必要)

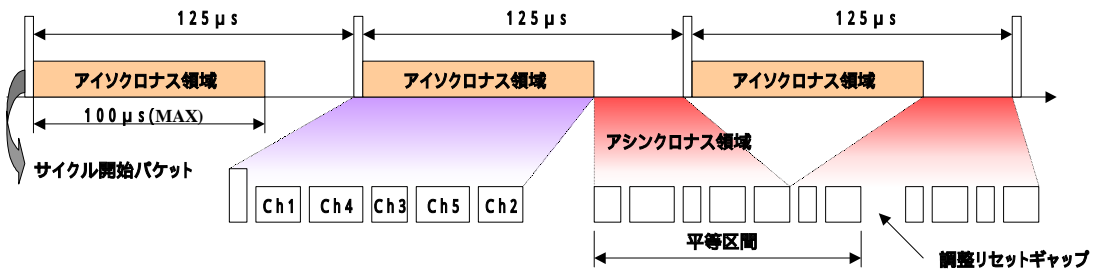
← 機器間での通信が可能

#### ・ケーブルが安価

信号線6本(電源:2、信号:4)

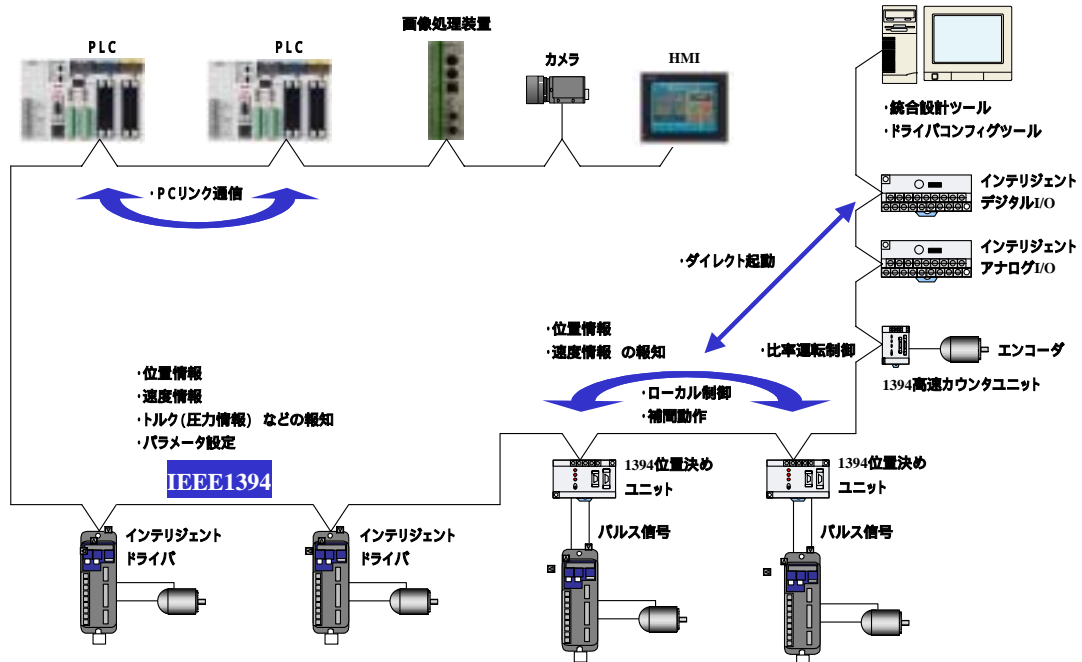
Page2

### 転送方式の特徴



<b>アイソクロナス転送</b> (Isochronous)	時間管理されたバケットデータ転送方式のこと、この転送を用いてリアルタイム転送が可能となる。しかし、この転送はエラーなどが発生したときのデータは保証しない。
<b>アシンクロナス転送</b> (Asynchronous)	時間管理はされていないが、バケット転送に対して必ず認識(ACK)が行われ、バケット転送がうまく行かなかった場合には、再送を要求するなど、バケットの保証を行う手段が準備されているバケット転送方式。

### IEEE1394インターフェイスの応用



## IEEE1394インターフェイスを用いたアプリケーション

PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PLC間リンク通信</li> <li>・非常時のホットスタンバイ機能(非常時のモータ停止制御など)</li> <li>・各ドライバのパラメータ管理(プログラム、パラメータ、位置決め設定値などを一括管理)</li> </ul>
インテリジェント ドライバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム速度、位置、トルク量報知 追従制御、圧力制御、位置制御</li> <li>・リモートパラメータ設定機能、リモートメンテナンス機能</li> <li>・任意軸の補間制御</li> </ul>
1394位置決め ユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム速度、位置報知 追従制御、位置制御</li> <li>・1394位置決め間ローカル通信(PLCを介さず通信) 補間、比率運転等の動作実現</li> </ul>
1394高速 カウンタユニット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エンコーダカウントパルスの報知、回転速度報知</li> <li>・インテリジェントドライバ、または1394位置決めユニットとのデータ交換</li> <li>・比率運転の実現</li> </ul>
インテリジェント デジタルI/O	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インテリジェントドライバまたは1394位置決めユニットの直接起動 スキャンの影響なし</li> <li>・JOG運転などを利用したティーチング端末</li> <li>・非常時の各ドライバ制御 PLCを介さない</li> </ul>

Page5

## IEEE1394をFAで使用する上での課題

### ・高信頼性

#### 耐ノイズ性

光ケーブルの利用

アイソクロナス転送時の転送エラーへの対応

プラグ・アンド・プレイ時のバスリセットへの対応

### ・長距離化

バスブリッジなしで接続(P1394.bに期待)

### ・低コスト、省スペース化

Link、PHYチップの低コスト化

低コストのチップセットの登場

光ケーブルの低コスト化

ライセンス料

他センサバスなどとの接続性(バスブリッジ)

Page6

## 2.2 IEEE1394 に関するその他の活動

### (1) 6軸ヘール加工プロジェクト

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の地域コンソーシアム研究開発事業として、北九州テクノセンターを中心に「6軸高精度ヘール加工システムの開発」を行った。

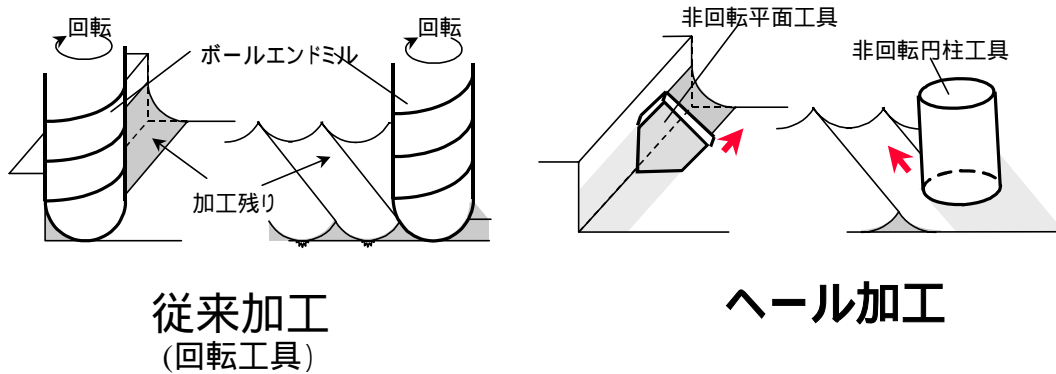
その中で IEEE1394 を活用した軸制御方式を取り入れており、その概要を説明する。

# 6軸ヘール加工プロジェクト概要と IEEE1394サーボネットワーク

# ヘール加工とは

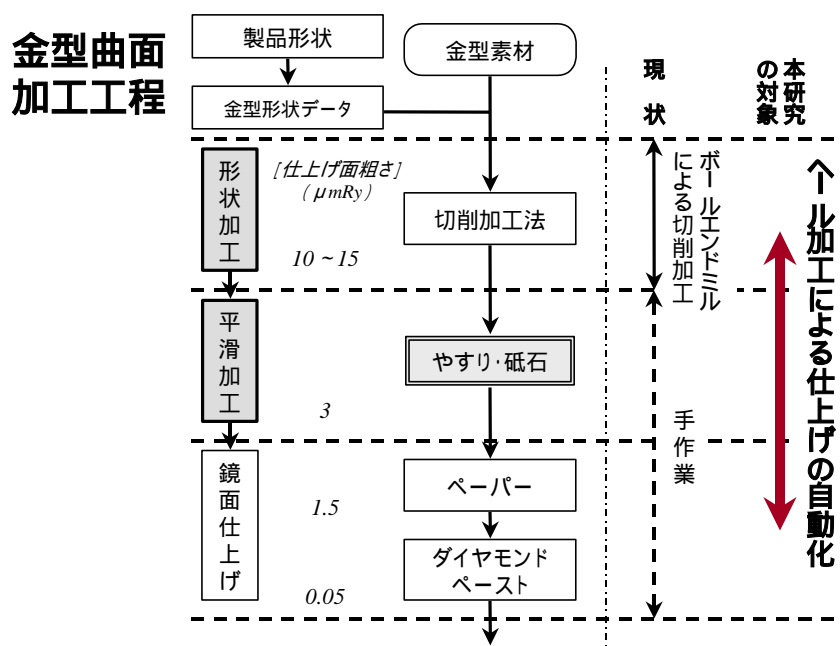
## •非回転工具による切削加工

溝加工, 隅肉加工, 曲面仕上げ加工



2

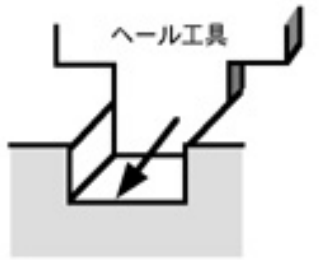
# ヘール加工の目的



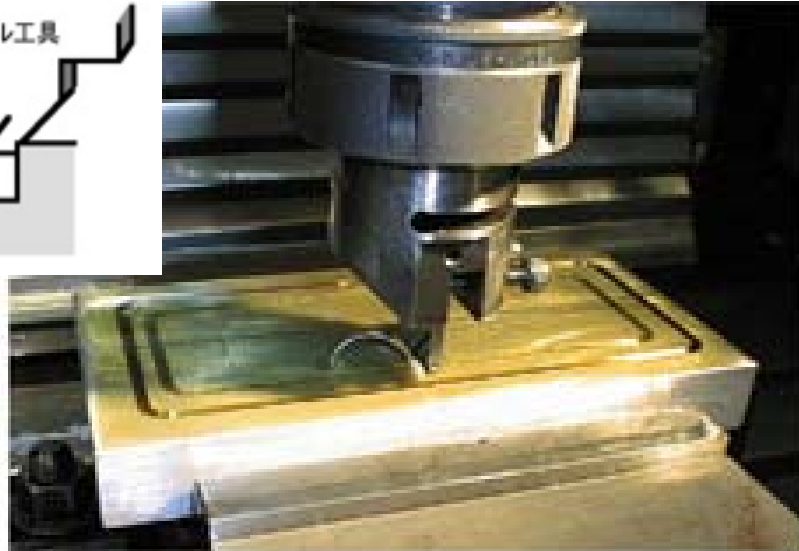
3

## へール加工実験例(溝加工)

X, y, z, C軸 4軸制御



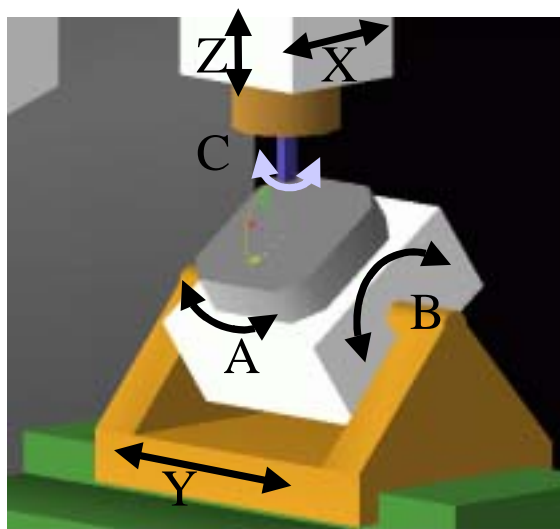
面粗さ  
0.3 μm



4

## 6軸へール加工機

- 自由曲面のへール加工には6軸が必要



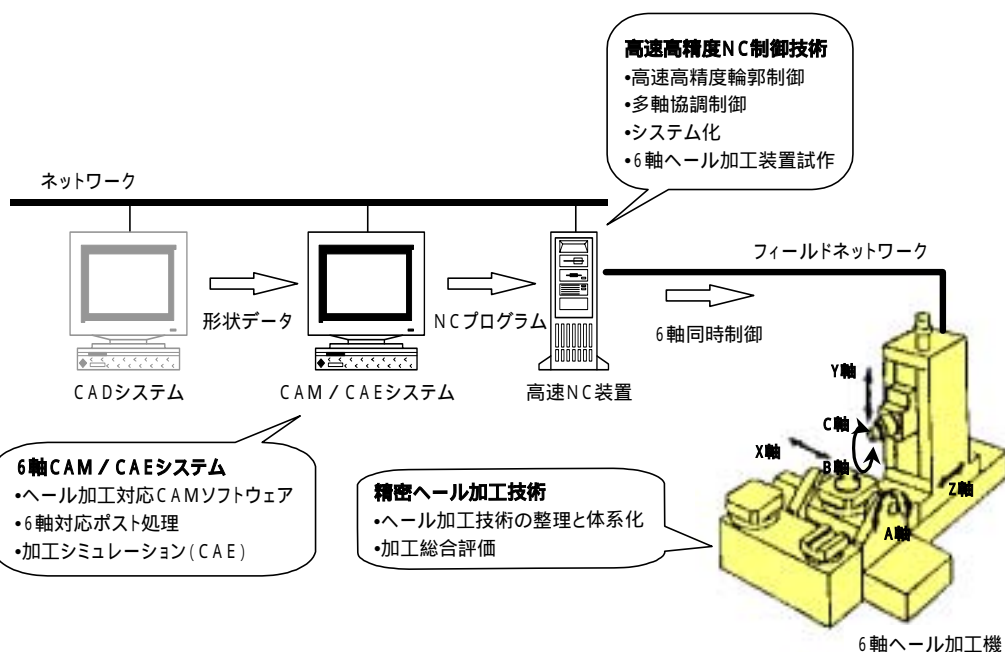
5

# プロジェクト開発項目

- (1) **精密ヘール加工技術** (機電研、サイメックス)
  - ヘール加工技術の整理、体系化と加工総合評価
- (2) **6軸CAM/CAEシステム**
  - (グラフィックプロダクツ、BPA、九工大、安川電機)
  - CADデータからNCデータの割り出しまでを一貫して処理できる6軸ヘール加工対応CAMシステムの開発
- (3) **高速高精度NC制御技術** (安川電機、九工大)
  - 高速高精度の多軸制御技術と、高速NCコントローラの開発 (目標値:切削速度 60m/min, 面粗さ1 $\mu$ m以下)

6

## 6軸ヘール加工システム概念図

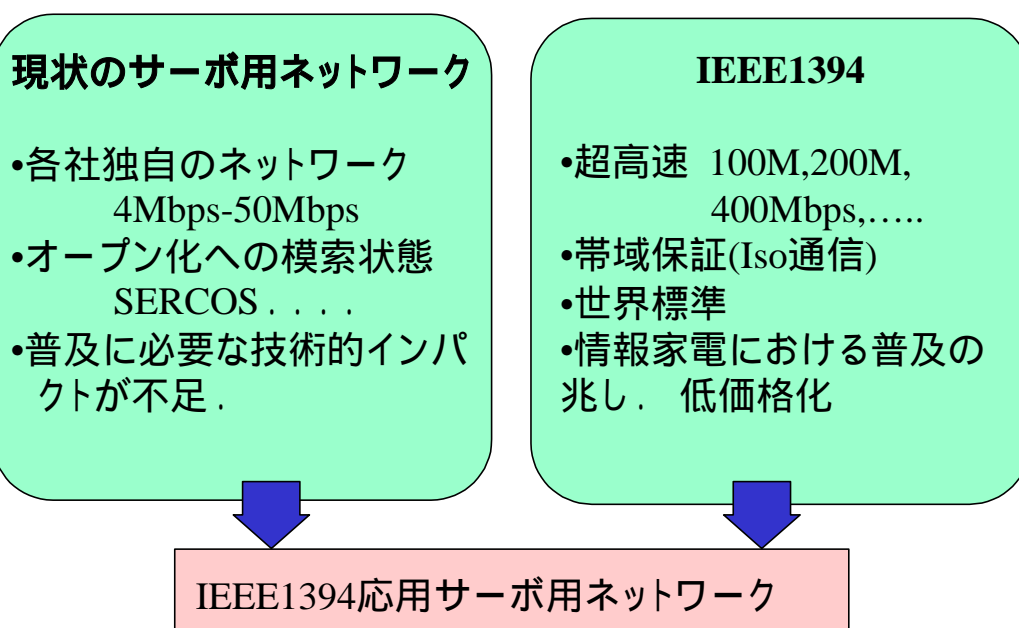


## NC装置への課題

- 6軸同時制御
  - CAMポスト処理組み込み(座標変換)
  - 6軸NURBSによるCLデータ入力
- 高速高精度化
  - 先読み, 加減速処理, 座標変換の高速化
  - 高速切削送り時の補間精度向上
    - サervo用高速ネットワーク(IEEE1394)
- オープンコントローラ化(標準技術の導入, 提案)

8

## 1394サーボへの期待



9



## 1394サーボの利点

	アナログI/F	現行ネットワークI/F	IEEE1394ネットワークI/F
接続技術	簡単	複雑	簡単
指令値	速度・トルク	位置	位置・速度・トルク
性能	高い	並	高い
情報伝達能力	なし	あり	あり
配線量	多い	少ない	少ない
ドリフト	あり	なし	なし

10

## IEEE 1394の概要

高速な通信速度。

100Mbps/200Mbps/400Mbps

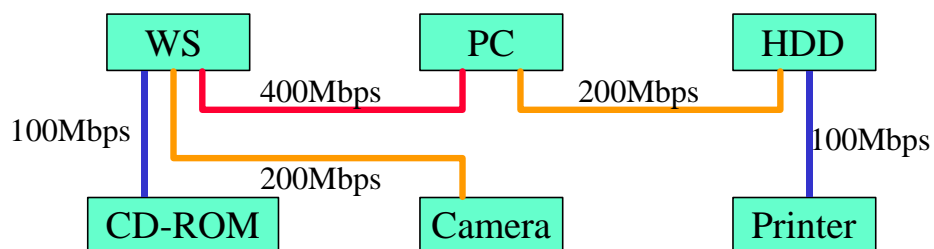
(P1394.bでは800Mbps/1.6Gbpsの標準化が行われている)

DS-Link符号化方式を採用。

データとストロークの排他的論理和(XOR)で

クロックを生成する。

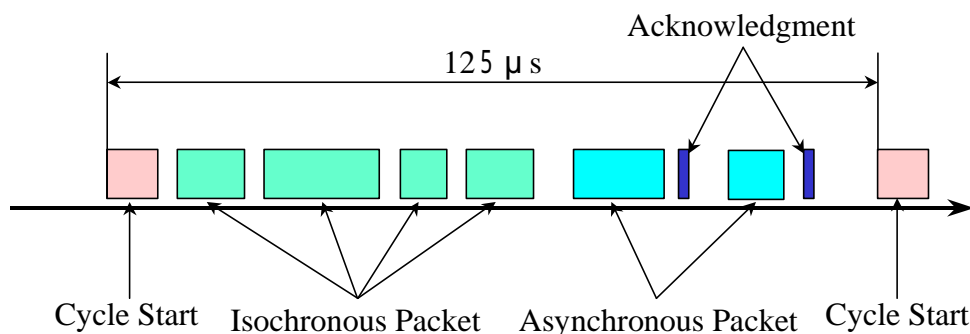
同一バス上に異なった通信速度の機器を接続できる。



11

## リアルタイム性

周期的に送信する必要のある Isochronous 通信と、任意のタイミングで送受信が許容される Asynchronous通信が同時に存在し、なおかつ Isochronous 通信のリアルタイム性を保証している。



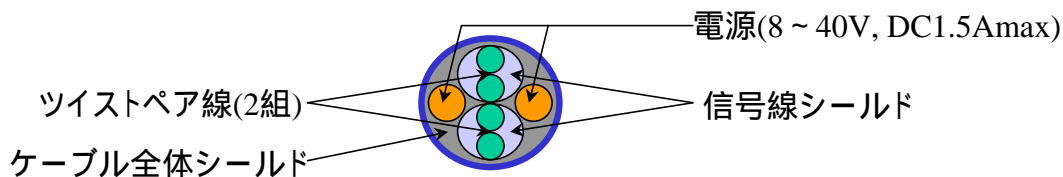
12

## 自由度の高い接続性

**トポロジ** ・ノード間は最長4.5mに制限。  
 ・ノード数は最大63ノードまで可能。  
 デイジチェーンでの接続は16ホップに制限されるが、ノード分岐は無制限である。

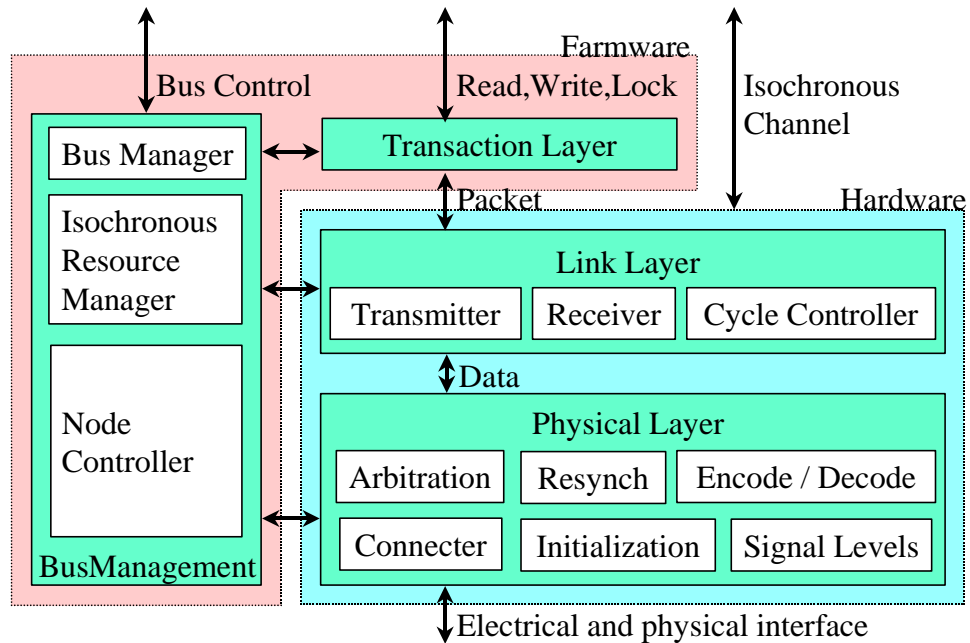
- ・Hot Plug In
- ・Plug & Play

**ケーブル** ・転送に使用されるシールドされた2組のツイストペア線と1組のパワーラインからなる。



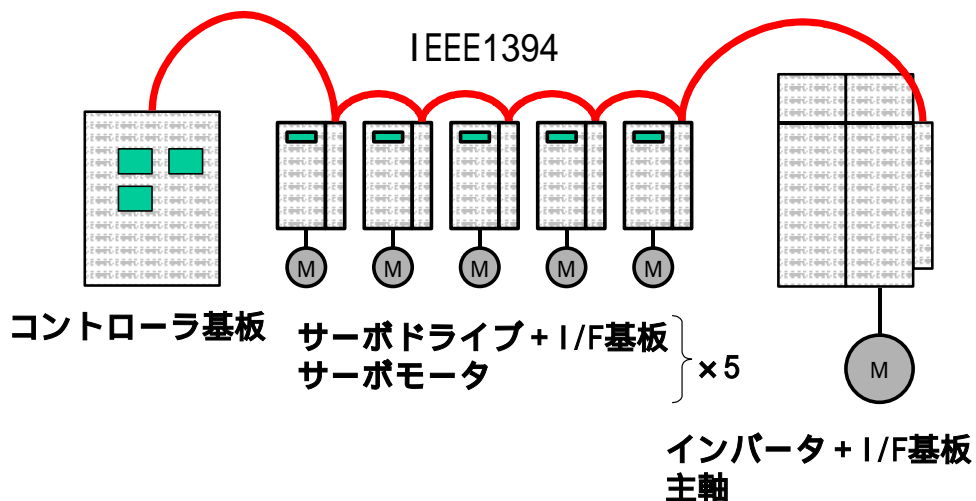
13

# プロトコルアーキテクチャ



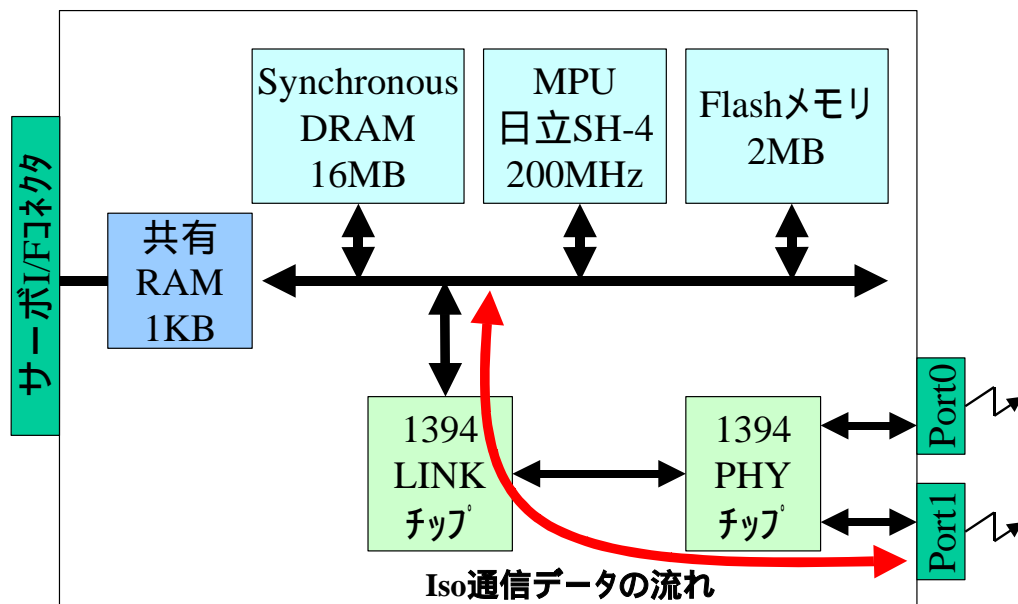
14

# 1394サーボシステム



15

## サーバ用1394I/F基板



16

## 1394サーバ通信プロトコル

### 二つの通信形態

- ・初期設定、非サイクリックデータ用：Asynchronous Transaction  
帯域保証なし。  
誤り訂正あり。  
送信ノードIDと受信ノードIDが付加される。
- ・サイクリックデータ用：Isochronous Stream  
遅延と帯域を保証。125  $\mu$ s周期(8KHz)。  
誤り訂正なし。  
事前に決められた送信ノードと受信ノードで使用するチャンネルIDのみ付加される。  
1つのバス内に64本しか存在できない。

17

## ISOチャンネルの割り当て方式

### •2チャンネル方式

- コントローラからの送信用に1チャンネル、サーバからの送信用に1チャンネルを割り当てる。
- 全てのサーバが同じチャンネルで送信することになり、IEEE1394規格にそぐわない。

### •フルチャンネル方式

- 各サーバに送信用と受信用のチャンネルを1つずつ割り当てる。
- チャンネルを割り当てられないノードが発生する。

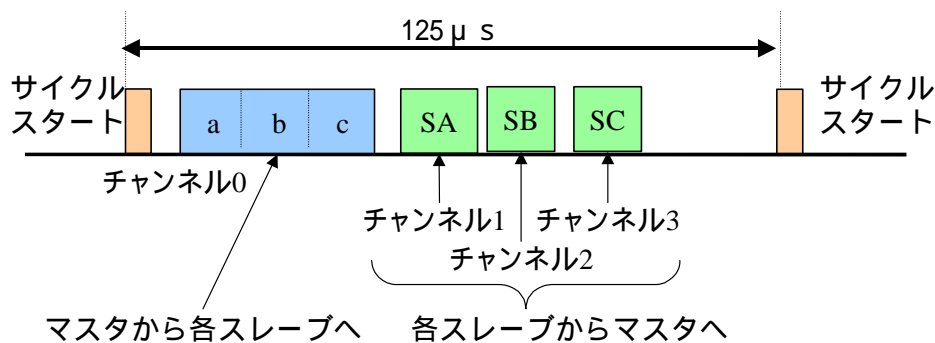
### •マルチチャンネル方式

- 各ノードに送信用にチャンネルを1つ割り当てる。
- 全てのノードにチャンネルを割り当てることができる。

18

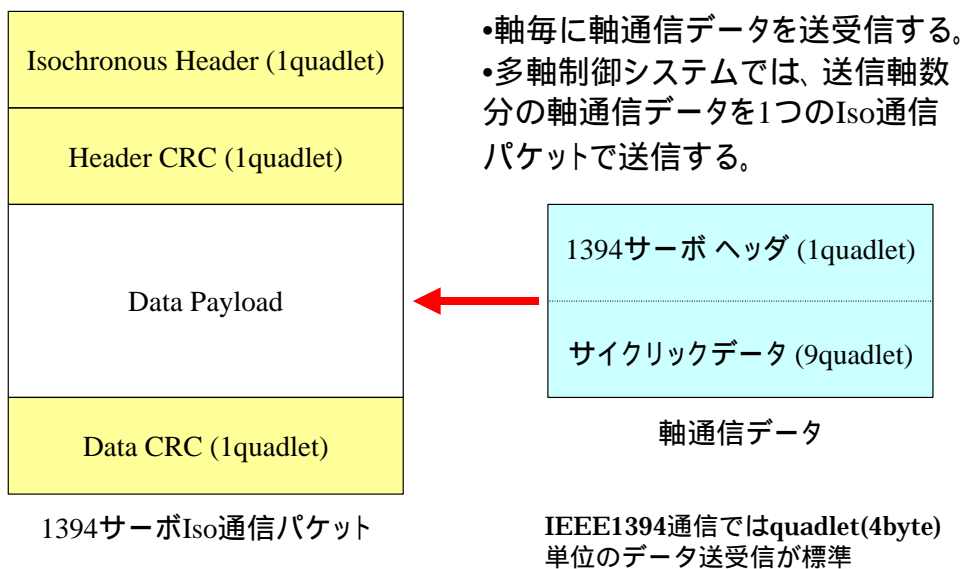
## マルチチャンネル方式

- 各ノードに送信用にISOチャンネルを1つずつ割り当てる。
- 63台の1394サーバを接続して、各々の1394サーバとIso通信が可能である。



19

## 1394サーボ通信データ



20

## サポートする機能

- 制御モード
  - 補間送り、ラッチ付き補間送り、手動送り
  - 位置決め、外部位置決め
  - 原点復帰
  - 手動送り
- コマンド機能
  - パラメータ等の読み出し、書きこみ
  - 座標系設定
  - サーボ調整

21

## データフォーマット (サーボ コントローラ)

Name	Description	
HEADER	Src_axis_num	送信元軸番号
	Dst_axis_num	送信先軸番号
	Datalen	送信データ長(in byte)
S_CRD0	-	システム予約
	S_WDC	ウオッチドッグ
	S_BYTE2	ステータスビット 2
	S_BYTE3	ステータスビット 3
	S_BYTE4	ステータスビット 4
S_CRD1	S_BYTE5	制御モードサブ指定状態
	S_BYTE6	コマンド状態
	S_BYTE7	
S_TRF	トルクフィードバック	
S_VRF	速度フィードバック	
S_CMCNT	位置フィードバック(モニタ 1)	
S_CRD5	アンサデータ領域	
S_CRD6	モニタ 2	
S_CRD7	加速度フィルタ指定状態・I/O 指定状態	
S_CRD8	I/O モニタデータ領域	

- 4つのフィードバックを同時に送信可能。
- ステータスビット、コマンド状態、I/Oモニタデータを同時に送信可能。

22

## データフォーマット (コントローラ サーボ)

Name	Description	
HEADER	Src_axis_num	送信元軸番号
	Dst_axis_num	送信先軸番号
	Datalen	送信データ長(in byte)
C_CRD0	-	システム予約
	C_WDC	ウオッチドッグ
	C_BYTE2	ビットコマンド 2
	C_BYTE3	ビットコマンド 3
C_CRD1	C_BYTE4	ビットコマンド 4
	C_BYTE5	制御モードサブ指定
	C_BYTE6	コマンド指令
	C_BYTE7	
C_TRF	トルク指令	
C_VRF	速度指令	
C_CMCNT	位置指令	
C_CRD5	コマンドデータ領域	
C_CRD6	フィードフォワードデータ領域	
C_CRD7	加速度フィルタ指定・I/O 指定	
C_CRD8	I/O データ領域	

- トルク指令、速度指令、位置指令、ビットコマンド、コマンド指令、I/Oデータを同時に送信可能。

23

# 接続可能軸数

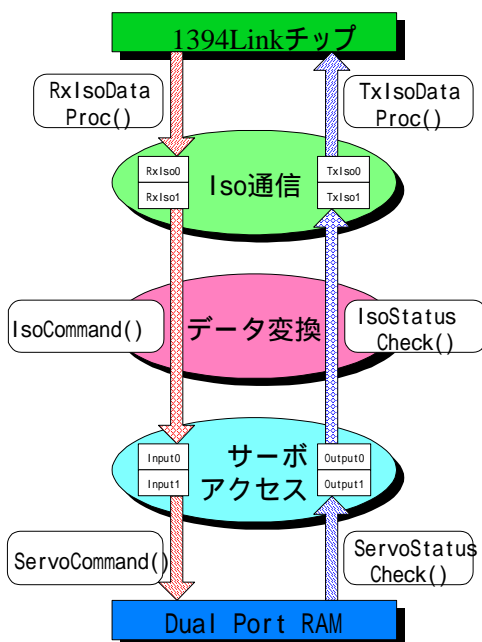
## IEEE1394規格上、接続可能な軸数

- 計算条件
  - Iso伝送領域は100  $\mu$ s以内にする。
  - ノードの接続は全てデージーチェーン接続とする。

パケットサイズ	通信速度	接続可能軸数
10quadlet	100Mbps	8
	200Mbps	14
	400Mbps	16
20quadlet	100Mbps	5
	200Mbps	10
	400Mbps	16

•コントローラは含まない。  
 •IEEE1394規格で最大ポップ数は16に制限されている。

# 通信実験結果(3軸)



•Iso通信 (125  $\mu$ s周期) で, サーボ指令 (位置指令) とステータスの送受信ができることを確認。

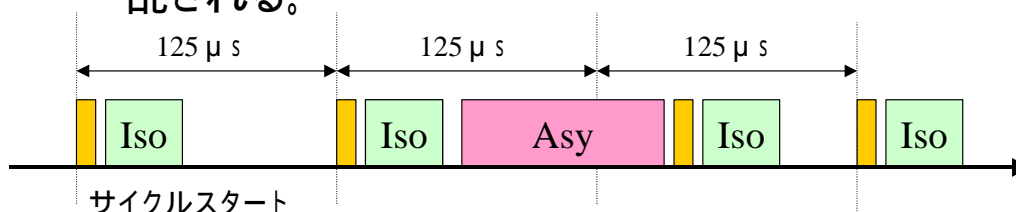
Proc	処理時間[us]	
RxIsoData	28.5	} 33.5
IsoCommand	1.5	
ServoCommand	3.5	
ServoStatusCheck	2.8	} 15.1
IsoStatusCheck	3.2	
TxIsoData	9.1	



## 1394サーボの問題点

### (1) サーボドライブの同期確立

Async通信によって同期用サイクルスタートが乱される。



### (2) Linkインタフェース

Linkチップのホストインタフェースは、一般的にFIFOであるため、多軸制御システムではLinkアクセス回数が増加する。

26

## 同期確立への対応

### 対応策

- ・IEEE1394規格上ではAsy通信によるサイクルスタート遅れが発生するので、Iso通信中はAsy通信を使用しない。

27

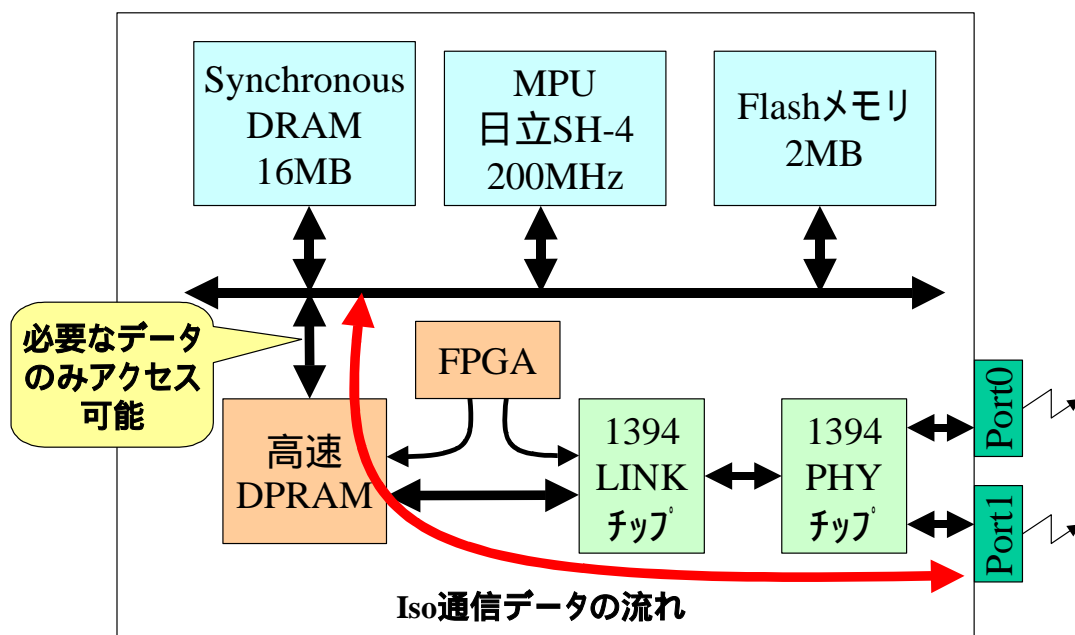
## Linkインターフェイスへの対応

### 対応策

Linkチップ内部のIso通信データをハード的に高速DPRAMへ転送し、MPUが必要なデータのみアクセス可能とする。これにより、Linkチップへのアクセス回数を削減する。

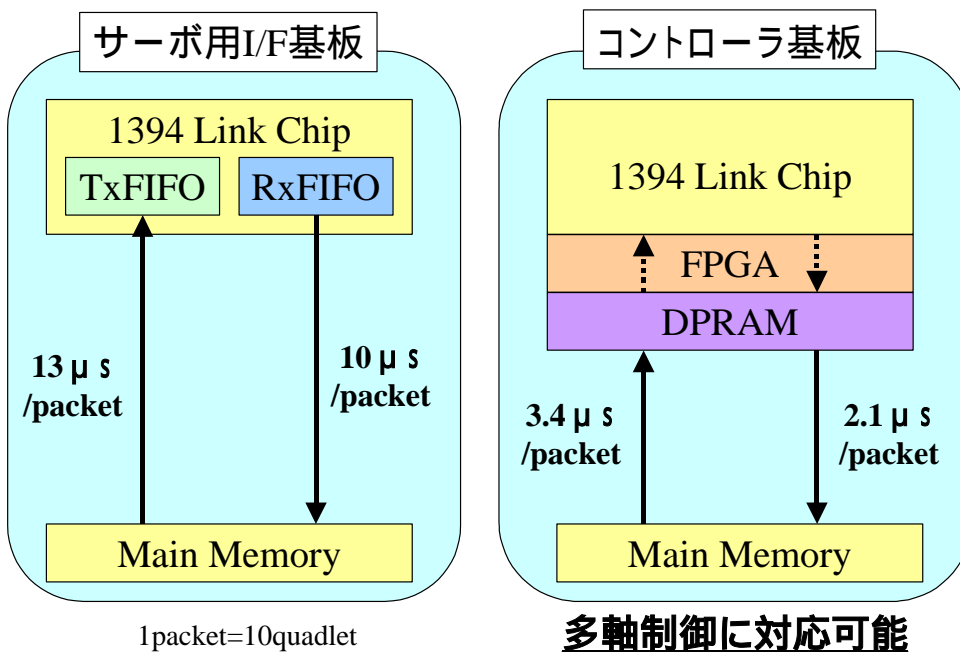
28

## コントローラ基板



29

## 通信実験結果

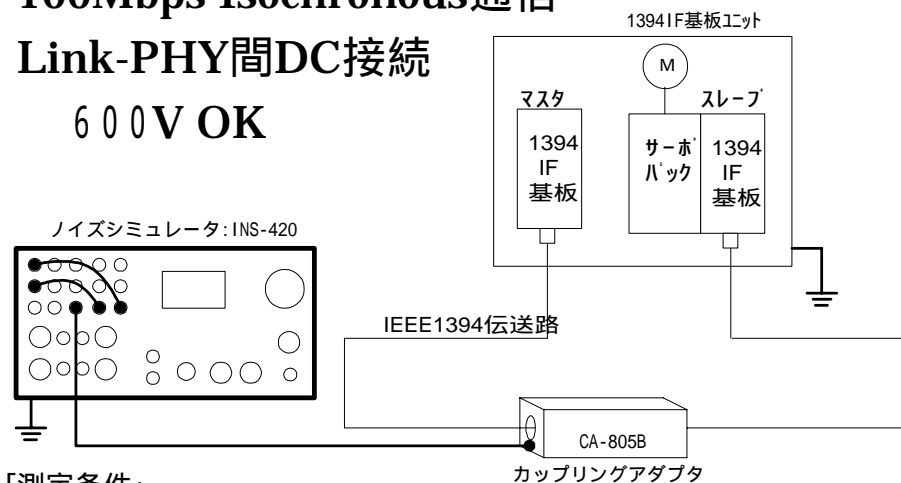


30

## インパルスノイズ試験結果

- 100Mbps Isochronous通信
- Link-PHY間DC接続

600V OK



「測定条件」

パルス幅 : 50ns / 印加周期 : 16ms

31

## まとめ

- **IEEE1394サーボネットワーク**

サーボおよびインバータと接続して、伝送速度400Mbps、制御周期125  $\mu$ sを実現した。

(但しサーボI/Fが多軸制御に対応していないため、6軸では250  $\mu$ s。)

- **Linkインターフェイス**

ハード処理により通信データへのアクセス速度が送信処理は4倍、受信処理は5倍高速になり、多軸制御に対応可能となった。

32

## 今後の課題

- **耐ノイズ性、長距離化**

物理層の耐ノイズ性に不安。

通信距離(最長4.5m)。

光通信、カテゴリ5 (IEEE1394.b)

- **システムLSI化**

今後、更なる多軸化ではデータアクセスの高速化が必要。

CPU、1394Link、メモリの1チップ化

33

- 非 売 品 -  
禁無断転載

平成12年度 F Aオープン推進協議会  
IEEE1394 応用デバイス制御専門委員会 成果報告書

発 行 平成13年3月

発行者 財団法人 製造科学技術センター  
〒105-0002 東京都港区愛宕1-2-2  
電 話 (03) 5472-2561