



オープンネットワーク化に対応した通信ターミナルの開発

Development of SX5 Communication Terminals connectable to Open Networks

内 橋 雅 彦^{*1)} 米 島 聡^{*2)} 武 田 泰 仁^{*3)} 榎 井 智 寛^{*4)} 太 田 博 之^{*5)}
Masahiko Uchihashi Satoshi Yonejima Yasuhito Takeda Tomohiro Masui Hiroyuki Ota

要 旨

ネットワークのオープン化は世界的な潮流であり、日本国内においても当然のようになりつつある。オープンネットワークを採用することにより、特定のメーカーにとらわれることなく最適な機器を選んでネットワークを構築することが可能になってくる。当社ではこのようなグローバルな社会的潮流に対応すべく、小型のオープンネット対応 I/O モジュールである SX5 シリーズ通信ターミナルを開発した。

この通信ターミナルでは省への対応・使いやすさの追求・安全性への配慮の観点から、従来にはなかった SS 端子を採用した脱着式の端子台を用いている。また、サイズについては国際標準である DIN 規格に基づき決定している。

現在、3つの通信方式と7種類の I/O のバリエーションを持ち、計 21 種類のユニットがある。通信部分と I/O 部分を組み合わせる構成により、ユーザのニーズにあわせて将来のバリエーション追加が容易となっている。

Abstract

The open network is a worldwide trend, with disclosed specifications and communication protocol of the network, and is widely adopted in Japan. Use of the open network makes it possible to configure a network by combining best components from multiple manufacturers, not depending on a specific manufacturer. IDEC IZUMI developed the SX5 Communication Terminals for INTERBUS, DeviceNet, and LONWORKS; small I/O terminals that can be connected to the three open networks.

The SX5 has terminal plugs with finger-safe spring-up screw terminals, in a housing based on the DIN standard size. Seven I/O types are available for each of the three communication interfaces, resulting in a total of 21 models. Since the SX5 is built around modular blocks designed for each communication interface and I/O circuit, many other models can be implemented as a market demand arises in the future.

This paper describes the background of the SX5 development and features of the three types of communication interfaces.

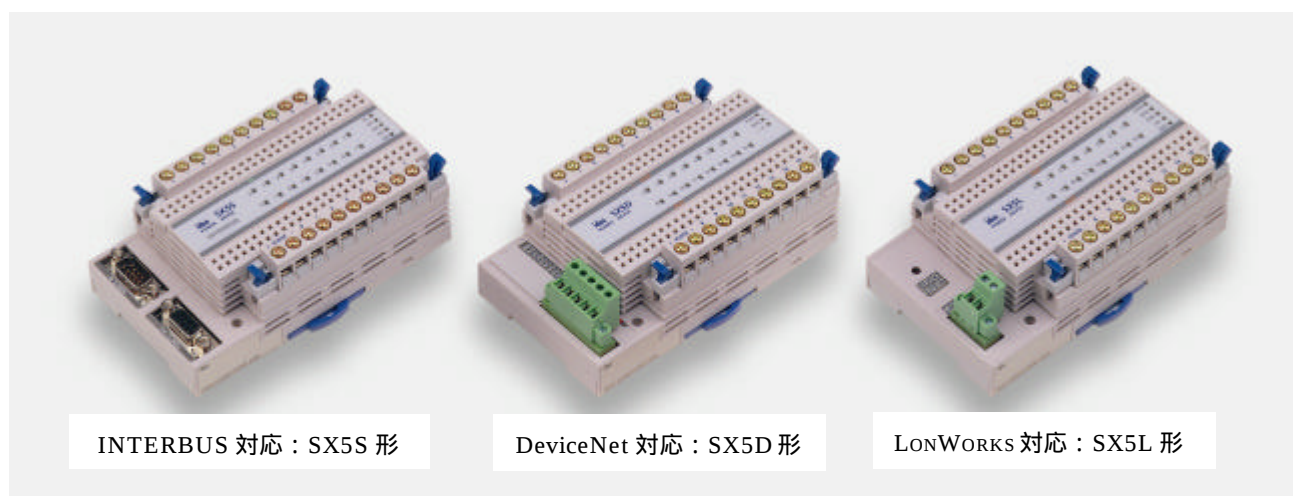


図 1 . SX5 形通信ターミナル外観

Fig1.SX5 Communication terminals outside view

1. はじめに

標準化やオープン化の流れは、アメリカおよびヨーロッパの国だけで進んでいる話ではない。その流れが日本にも及んできていることは、ヨーロッパの IEC (International Electrotechnical Commission) 規格や JIS 規格にも採用されつつあることから明らかである。

IEC 規格の中にはプログラマブルコントローラ (Programmable Controller: 以下 PC と称す) のプログラミング言語の仕様を記述した IEC1131-3 がある。ヨーロッパではこの仕様が PC のプログラミング言語として普及し、それ以外のプログラミング言語は使われない状態になっている。IEC1131-3 が用いられる理由としては、ソフトウェア開発時の効率を上げることとメンテナンスなどを容易にするためである。

一方言語だけでなく、PC 自体もオープン化の方向に進んでおり、広く普及しているパソコンをベースに Windows95, NT^{注-3)} 上で動作するソフトウェアで制御を行う方式である。この方式を普及させるためには使い易い I/O (Input/Output) が必要であり、それもオープンなネットワークに対応した I/O が必要となる。

そこでわれわれは、専用の PC からオープンな PC の時代にも対応できるリモート I/O の提供を目的として、SX5 シリーズ通信ターミナルを開発した。

2. 開発の意図

従来、FA (Factory Automation) における最下位層であるデバイスレベルのネットワークは、各メーカーが独自に開発したもので占められており、各々に互換性がない。そのため、ある特定メーカーのネットワークを採用すればそのメーカー製の機器、あるいは数少ない対応機器だけでシステムを構築せざるを得なかった。

ところが近年、特定のメーカーに依存しないオープンなネットワークが普及しはじめており、様々なメーカーの機器がオープンネットワークに対応してきている。特に欧米ではこの動きが顕著であり、すでに特定メーカーに依存しないマルチベンダ環境が整っていると言える。この流れは日本国内にも波及してきており、国内メーカーでもオープンネットワークを採用することが当然となりつつある。

世界的レベルでオープンネットワークを見ると様々な様式があり、それぞれに特長がある。しかし、すべての環境に適応するネットワークが現在のところ存在せず、ユーザでは必要とする環境に最適なネットワークを選択し使用しているのが現状である。

このデバイスレベルのネットワークを用いることによるメリットは、各所に点在する I/O のための配線を省配線化することができる。ネットワーク化することによりフラットなシステムを構築できるため、システム全体を見通しの良いものにできる。操作環境の統一とメンテナンスが容易になるため、現場要員の教育の負担が軽減できるなどである。制御システムにおけるネットワークの動向を図 2 に示す。

このような状況下から一早く、様々なネットワークに対応する商品の開発に着手した。

SX5 シリーズ通信ターミナルは、オープンネットワークの中の INTERBUS もしくは DeviceNet^{TM 注-1)} あるいは LONWORKS^{注-2)} に対応した I/O に位置づけられる。各ネットワークについては、本号別稿の「フィールドネットワークのオープン化の潮流と当社の対応」を参照されたい。

入出力の方式として、直流オンオフ信号の入出力タイプおよびリレー出力タイプを用意した。

I/O をネットワーク化することで、省配線化を実現するだけでなく、メンテナンス時の省工数化も図れる様に、ユニットの配線、つまり通信部および I/O 部の接続は、

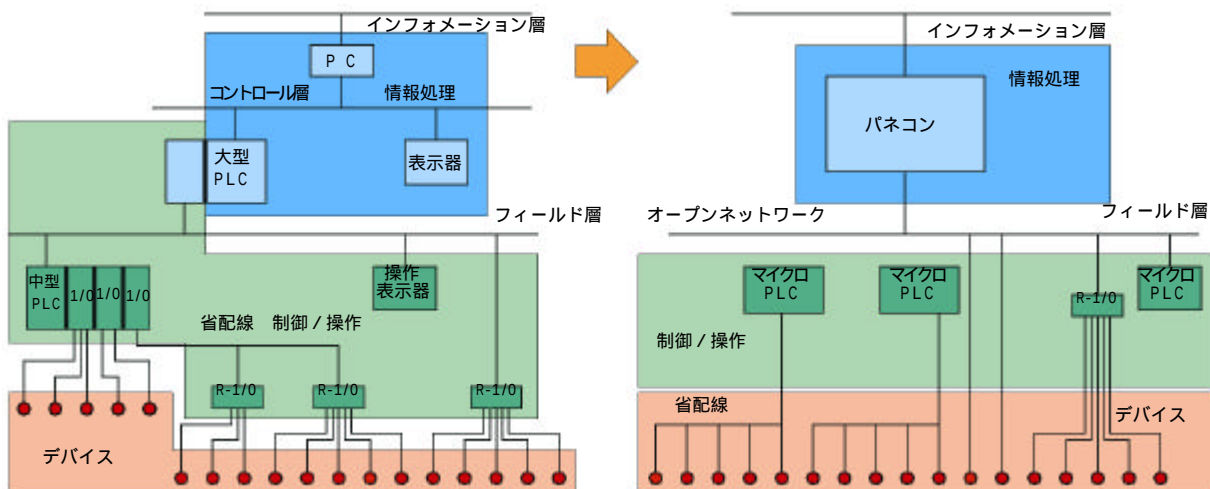


図2 制御システムにおけるネットワークの動向

Fig 2 The trend of network in the control system

すべて脱着可能なコネクタ式とした。また FG(Frame Ground) 端子は、DIN(Deutsches Institute fur Normung) レールに取り付けるだけで導通を確保できる構造とした。特に I/O を接続する端子台部分は、片手で脱着できる専用端子台を新規に開発し、その端子台には 3.3 に詳しく述べる省と安全が図れる独自の SS 端子を採用した。

当社では、以前から製品のサイズに国際標準である規格を採用しており、最近ではΣパネル・Σコンセプト（本号「DIN サイズをベースとしたΣパネルの開発」を参照）を対応させている。この思想を生かし、SX5 シリーズ通信ターミナルでも DIN 規格に基づいたサイズを採用した。

3．製品の概要

3．1 I/O の種類

本通信ターミナルではできるだけ多くの種類と形態の入出力タイプを用意し、多彩なユーザーニーズに応えることができるように心掛けた。実際に用意したのは、以下の 7 種類である。

- (1) 16 点直流ソース入力
- (2) 16 点直流シンク入力
- (3) 16 点トランジスタシンク出力
- (4) 16 点トランジスタプロテクトソース出力
- (5) 8 点直流ソース入力/8 点トランジスタシンク出力
- (6) 8 点直流シンク入力/8 点トランジスタプロテクトソース出力
- (7) 8 点リレー出力

注)16 点、8 点は 1 ユニットに接続できる入出力の最大数を示す。

直流入力およびトランジスタ出力は、海外での使用も考慮しシンクおよびソースの両タイプを各々採用した。また、入出力混合タイプも用意し、小点数分散型の環境でも無駄なくユニットを配置できるように配慮した。

直流入力の仕様は IEC1131-1 のグループ 2 に準拠し、かつ多様な入力機器に対応できるよう入力範囲を広くした。また、当社省配線システム BX5 シリーズ[16]、SX3 シリーズ[17]と同様に 2 線式センサも使える入力仕様とともに、ソース出力は短絡保護機能付きとしてより安全に使える仕様となっており、表 1 に直流入力仕様を示す。

表 1 直流入力仕様

Table 1 Specification of DC Input

		直流入力 ソースタイプ	直流入力 シンクタイプ
入力 判定値	ON 電圧	6V 以下	10V 以上
	OFF 電圧	10V 以上	6V 以下

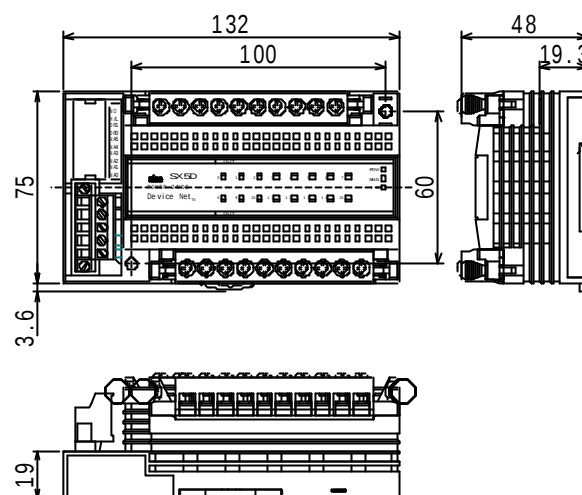
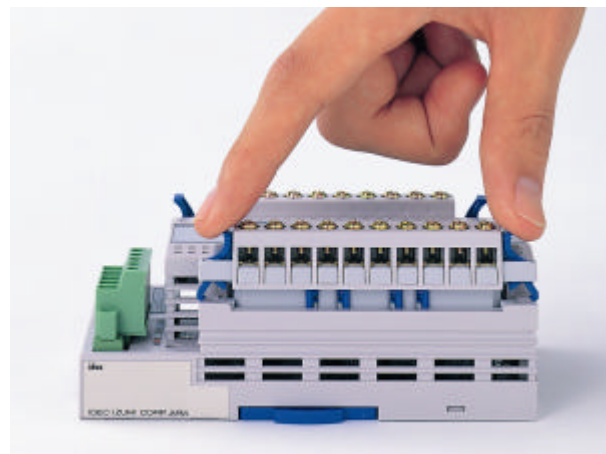


図 3．SX5 シリーズ通信ターミナル外形図

Fig 3 SX5 Communication terminal dimension



リレー出力は 1 点当たりの出力電流を最大 5 [A] とし、コモン端子を 1 点ずつ独立して配線できるようにしたので、出力機器の電源の使用状況にも柔軟に対応できる。

3．2 外形

外観の大きさは図 3 に示すが、前述のように DIN 規格を採用し 132mm×75mm×45mm とした。また、取り付け構造は DIN レール取り付けおよびパネル直付けが可能な構造とし、パネル直付け用の穴の位置も DIN 規格に従い 100mm×60mm とした。

I/O 部分はシリーズ共通の外観とし、SS 端子を採用した着脱可能な端子台をユニットの上下に配置した。

なお、ネットワークとのインタフェース部分はそれぞれのネットワークに対応した形状になっている。それぞれのコネクタは耐振動性を考慮し、固定ねじ付きのものを積極的に採用した。

3.3 SS 端子採用脱着式端子台

前述のように開発した通信ターミナルは、ネットワーク化とコネクタ化などによる省配線化および省工数化に加えて、配線作業が極めて容易になる SS 端子[18]を使用した脱着式端子台の採用により、更に「省」と「安全」の機能を充実させることができた。

端子の構造は感電などの危険に対して作業者の安全を十分考慮しており、以下に特徴を述べる。

(1) 端子部

端子部はバネアップ方式を採用しており、丸形の圧着端子を使用しているときでも取り扱いが容易である。また、安全に配慮しプラグ側の接触板およびソケット側の接触子を含む端子台全体に、フィンガープロテクト構造を採用した。そのため締付け後だけでなくメンテナンス時にも導電部に触れることがなく、作業者を感電事故から守っている。

(2) 着脱

着脱可能な端子台を採用しているためユニットの交換が極めて簡単にできる。

本端子台の取り外しは、端子台両端にあるレバーを内側に操作する仕組みとなっており、片手で簡単に行うことができる。取り付け時は端子台を本体に押し込むだけで、簡単にかつ速やかに行うことができる。

このためユニット交換などのメンテナンス時にも、配線を一本一本はずす必要がないので、誤配線や結線不良が生じる可能性がなくなる。脱着式 SS 端子台をはずした状態の写真を図 4 に示す。

3.4 端子台誤挿入防止機能

脱着式端子台を採用することでメンテナンス時などの利便性は向上するが、同一盤内に 2 台以上使用した場合には端子台の誤挿入が発生する可能性がある。誤挿入時には最悪の場合、ユニットの破損や事故につながるおそれがある。

こういったことを防止するために、脱着式端子台部に誤挿入防止機能を組み込んだ。前述のように I/O は 7 種類であるが、これを大別すると直流入力タイプ、トランジスタ出力タイプ、直流入力/トランジスタ出力タイプ、リレー出力タイプの 4 種類になる。

誤挿入防止機構は、これら 4 種類を次の方法により識別できるようにした。本体側に固定式の誤挿入防止ピン、端子台側に可動式の誤挿入防止レバーをとりつけ、I/O の種類によりピンとレバーの位置が異なるようにしてある。また、同一のユニットでもユニット上下の端子台では各々端子配列が異なるため、上下の端子台も異なるレバーの位置にしてある。I/O の種類や上下が異なる端子台を本体に挿入しようとすると、端子台と本体のレバーがかみ合わないため挿入できない構造にしている。



誤挿入防止レバー

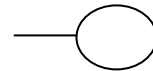


図 5 . 誤挿入防止レバー

Fig 5 Mis-insertion prevention levers

たとえば直流入力タイプから取り外した端子台は、トラ

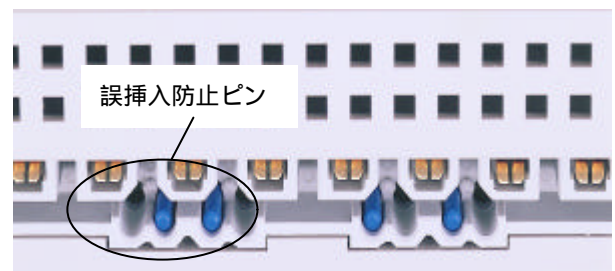


図 6 . 誤挿入防止ピン

Fig 6 Mis-insertion prevention pins

ンジスタ出力タイプに取り付けることはできなくなる。誤挿入防止レバーの写真を図 5 に、誤挿入防止ピンの写真を図 6 に示す。

3.5 異なる通信部を共用させた技術

いろいろな通信に対応した製品を市場に投入しようと考えているが、そのたびに回路部分すべてを新規に開発していたのでは非常に無駄が多い。そこで通信部と I/O 部を各々モジュール化しておけば、必要な部分を開発するだけで様々なリモート I/O が容易に実現でき、市場の要求にも素早く対応できる。

今回、7 種類の I/O と、3 種類の通信方式に対応し、計 21 機種の開発を同時に行った。

通信部と I/O 部を別基板にし、I/O 部がどの通信方式に対しても共用できるように下記のような工夫をおこなった。

1. I/O 基板 7 機種にそれぞれ固有の ID を付与することによって、通信基板側でどのような I/O 基板がついているのか識別できるようにした。

なおこの ID は、接続されているスレーブの種類をネットワーク上で判別するために利用している。

2. すべての通信基板のインタフェース部、つまり I/O 基板との接続部を共通化した。

4. ネットワーク仕様

4.1 DeviceNet

DeviceNet の仕様ではソフトウェアおよびハードウェアともに豊富な機能が定義されており、メーカーでの中から必要な機能を選んで製品を構成するようになっている。このため、本通信ターミナルに必要十分と思われる機能を選択し採用した。

4.1.1 ソフトウェアの主な仕様

DeviceNet Specifications[5]に従い、下記の仕様を満足させている。

- 1) Group 2 Only Server (Master/Slave 方式での Slave)

DeviceNet のスレーブには、マスタ・スレーブ通信だけが可能な Group 2 Only Server と Peer to Peer の機能を持つ UCMM Capable Devices があるが、本通信ターミナルは、マスタ・スレーブ機能だけで十分であることから Group 2 Only Server とした。

- 2) Polled I/O と Bit Strobed I/O をサポート

Group 2 Only Server の I/O Connection の方式には、Polled I/O、Bit Strobed I/O、Change of State、Cyclic の 4 種類があるが、そのうち実使用上、使用頻度の高い Polled I/O と Bit Strobed I/O をサポートした。

- 3) DeviceNet Specifications Release 2.0 対応

開発時点での仕様書の最新バージョンである、Release 2.0 に対応した。

(DeviceNet 関連の用語については参考文献 [5][6][12][13]を参照)

4.1.2 ハードウェアの仕様

ハードウェアの設計においては、ネットワーク部の絶縁やネットワーク部の電源監視など、十分な機能を盛り込み安心して使えるようにした。また、通信スピードやアドレスなどの設定は簡単に行えるように、ディップスイッチで設定するようにした。

なお、本ユニットでは DeviceNet 仕様に適合していることを確認するために、普及推進団体である ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) の DeviceNet Conformance Test Software を使用している。

このことにより、他社製品との互換性および相互接続性も十分に確保されており、マルチベンダ環境下においても安心して使用できるようになっている。

4.2 INTERBUS

通信プロトコルチップに専用 IC (SUPI3) を採用している。この IC は、INTERBUS の通信を司るだけではな

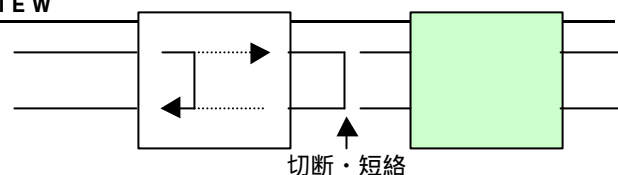


図7 短絡時の動作

Fig 7 Operation when communication cable is short-circuited

く、CMOSレベルのI/O信号を16ビットまで直接扱えるなど、ハードウェアの開発のみで、基本的なINTERBUSのデジタルI/Oスレーブを構成できる機能を有している。

INTERBUSスレーブとしてSUPI3に設定する内容は、スレーブの種類 I/Oの種類 (デジタルかアナログ) 入力もしくは出力 データサイズなどである。

その他に、シフトレジスタを外付けすることによりI/O点数を増加したり、CPUを搭載することによってインテリジェントなスレーブを構成することもできる。

INTERBUSのスレーブユニットには、リモートバスステーションやローカルバスステーションなどいくつかのタイプがあるが、I/O付きリモートバスステーションとして開発した。

伝送トポロジはリング形式であるため、通信部の入力部と出力部を電気的に絶縁している。このため、ユニットの異常や通信線の異常、特に図7に示すような切断や短絡時においても短絡箇所の手前のユニットまでは正常動作しているので、マスタ側からその故障部位が特定できる。従って、故障部分の補修や交換が素速に行えるため、システムのダウンタイムを短縮できる。

4.3 LONWORKS^{注-2)}

トランシーバはエシエロン社の FTT-10A[11] を採用している。通信速度は 78kbps で、バストポロジおよびフリートポロジ配線が可能である。

市場にある LONWORKS 対応製品の中にはアプリケーションプログラムがインストールされていないものもあるが、本ユニットではあらかじめアプリケーションプログラムをインストール済みである。このためユーザでのプログラム作成の必要がなく、ネットワークマネジメントを行うだけで通信することが可能である。

4 ~ 8 点の少点数の I/O を扱った製品は広く市場に出ているが、より多くの点数を扱う市場要求に対応するため 16 点の I/O を持つ製品を開発した。

標準ネットワーク変数タイプ (SNVT) は使用していない。なぜなら I/O を扱う SNVT を使用すると、1 ビットのデータを送るために 1 バイトのデータを送る必要がある。つまり 16 ビットでは 16 バイトの大きなデータを送信することになり、送信時間が長く伝送効率が低下する。これを避けるため、より短い 16(8×2) ビットのネットワーク変数を使用した。また、入力ユニットは、ネットワーク上のトラフィックを生じにくくするために、入力

変化したときのみデータを送信するイベントドリブン形とした。

4. おわりに

SX5 シリーズ通信ターミナルの開発により、各種のネットワーク部分と I/O 部分を部品化して組み合わせて開発する技術を確立した。これにより、他のネットワークへ対応することや、I/O のバリエーションを増やすことが容易にできるようになっている。

また、通信および I/O の基本回路を固めることができた。このため、形状バリエーションとして防水ボックスタイプや少点数タイプのユニットなども容易に開発可能になったので、これらのユニットも順次開発を進める計画である。

今回の開発を通して、オープンネット関連の製品を開発していく基本的な手法を確立でき、他のネットワークであってもよりスピーディーに対応できる開発体制が整った。

謝辞

最後に、本通信ターミナルの開発にあたり下記の方々を含め、たくさんの方々のご助言とご協力を下さったことに深く感謝いたします。

- ・ HURON NET WORKS 社(米)の Bruce Graham 氏, Matt Kuzel 氏
- ・ ALLEN BRADLEY 社(米)の Ed Polce 氏
- ・ ODVA(米)の William H.(Bill) Moss 氏
- ・ ODVA 日本支部の宮口弘志氏,
- ・ PHOENIX CONTACT 社(独)の Detlef Kuschke 氏, Olaf Schiller 氏, Volker Lutz 氏,
- ・ エシェロン・ジャパン株式会社の越野紀雪氏
- ・ 株式会社東芝の弘中滋氏, 太田哲史氏

注-1) DeviceNet_{TM} は Open DeviceNet Vendor Association, Inc.の登録商標です。

注-2) LONWORKS®, Echelon は、米国エシェロン社の米国登録商標です。

注-3) Windows は米国 Microsoft 社の登録商標です。

参考文献

- [1] 岩本和正, 足立康信, 坂越慶一: 「省配線機器」 IDEC REVIEW 1993 p58 ~ 69
- [2] 内橋雅彦, 米島聡, 太田博之: 「省配線機器 BX5 シリーズの開発」 IDEC REVIEW 1994 p71 ~ 78
- [3] 吉田功二, 武田泰仁: 「SX3A 形伝送ターミナルの開発」 IDEC REVIEW 1994 p62 ~ 70
- [4] 山野雅丈, 磯部雅志: 「 “ 省と安全 : Save &

Safety ” を追求した SS 端子の開発」 IDEC REVIEW 1997 p57 ~ 62

[5] DeviceNet Specification Release 2.0 1997 Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

[6] DeviceNet Protocol Test Specification Version A-10 1997 Open DeviceNet Vendor Association, Inc.

[7] 根岸哲: 「LONWORKS-ニューロンチップによる知的分散制御の構築」計装 Vol.40 NO.4 1997 p39 ~ 43

[8] 沢近房雄: 「DeviceNet-プロデューサ/コンシューマ・モデルと相互運用性」計装 Vol.40 No.4 1997 p44 ~ 48

[9] INTERBUS Slave Implementation Guide 1997 Phoenix Contact

[10] 弘中滋: 「分散制御ネットワーク LONWORKS の技術」トランジスタ技術 1997 8月号 ~ 12月号

[11] LONWORKS FTT-10A Free Topology Transceiver User's Guide 1996 Echelon

[12] ODVA 本部 <http://www.odva.org/>

[13] ODVA 日本支部 <http://www.odva.astem.or.jp/>

[14] INTERBUS Clubs <http://www.interbusclub.com/>

[15] ECHELON 社 <http://www.echelon.com/>

[16] 伝送ターミナル BX5C/BX5D/BX5T 形 Cat.No.P754-0 1995(平成7)年10月

[17] 伝送ターミナル SX3A 形 Cat.No.P758-0 1995(平成7)年9月

[18] 山野雅丈、磯部雅志: 「 “ 省と安全 : Save & Safety ” を追求した SS 端子の開発」 IDEC REVIEW 1997 p57 ~ 62

執筆者紹介

- *1) 筑波生産部 品質管理担当 リーダー
- *2) 商品開発部 H4000 所属
- *3) 商品開発部 H4000 所属
- *4) 商品開発部 H3000 所属
- *5) 商品開発部 H4000 開発リーダー

