

# プロセス制御システム用ワンループコントローラ LC531

## LC531 Single-Loop Controller for Process Control Systems

真島 道明      上野 貢      栗本 武司

■ MAJIMA Michiaki      ■ UYENO Mitsugu      ■ KURIMOTO Takeshi

一般産業システム、社会インフラシステム、及び電力プラントで使用される東芝製の産業用コントローラ ユニファイドコントローラ nv シリーズ™ に適用する、プロセス制御システム用の新型ワンループコントローラ LC531 を開発した。

LC531 は、当社の従来製品に比べて約 2 倍の高速化と約 60 % の省電力化を実現した。また、Ethernet 伝送機能及び Modbus<sup>(注1)</sup> RTU (Remote Terminal Unit) 伝送機能を備えており、複数のコントローラと監視装置から構成される監視・制御システムを構築できる。更に、従来機種種の EC300 シリーズコントローラで使用していた当社固有の EC バス伝送機能を備えたことでそれを使用した既設システムにも適用でき、そのコントローラの更新を部分的に効率よく行うことができる。

Toshiba has developed the LC531 single-loop controller for its nv series unified controller™, which is a line of industrial controllers used in various systems including general industrial infrastructure systems, social infrastructure systems, and electric power plants. The LC531 achieves approximately double the speed of our conventional products and a reduction in power consumption of approximately 60%.

The LC531 has both the Ethernet Protocol and Modbus RTU (Remote Terminal Unit) Protocol for connectivity with other controllers and monitoring devices, allowing a monitoring and control system consisting of multiple controllers and monitoring devices to be constructed. Furthermore, it is equipped with our proprietary EC bus for connectivity with our existing EC300 series single-loop controllers, making partial renewal of a system possible.

## 1 まえがき

東芝のユニファイドコントローラ nv シリーズ™ など産業用コントローラは、紙パルプや、石油化学、鉄鋼などの一般産業システム、交通や、上下水道、廃棄物処理などの社会インフラシステム、及び電力プラントにおいて監視・制御用機器として幅広く使用されている。

ワンループコントローラは、これらの様々な分野の産業用コントローラシステムを構成する最小単位のコントローラであり、ユーザープログラムにより様々なプロセス制御システムに柔軟に対応できるコントローラである。

ワンループコントローラの使用形態としては、コントローラ 1 台のスタンドアロンだけでなく、複数台のワンループコントローラを組み合わせて、複数の制御対象に対して互いに連携しながらプラントの制御を行うことができる。また、上位コントローラや監視装置と接続することによって、大規模なシステムを構築することも可能である。このように、ワンループコントローラは適用するプラントの種類や規模に応じて様々な構成で使用できる。

今回当社は、従来の製品に対して性能向上と機能拡充を図ったワンループコントローラ LC531 を開発した。ここでは、

(注1) Modicon 社が PLC (Programmable Logic Controller) 向けに策定した、産業用電子機器を接続するシリアル通信プロトコル。



図1. ワンループコントローラ LC531 — 正面パネルはカラー液晶を採用しており、正面パネルのキーボタンと側面パネルのサイドキーで操作できる。  
LC531 single-loop controller

LC531の概要、システム構成例、及び特長について述べる。

## 2 概要

開発したLC531の外観を図1に、主な仕様を表1に示す。

LC531における制御演算の実行モード(自動、手動)及び目標値の設定操作や手動モード時の出力操作は、正面パネルの

表 1. ワンループコントローラ LC531の主な仕様  
Main specifications of LC531 single-loop controller

項目		仕様		
入出力仕様	アナログ入力	6点：1～5V（直流）		
	操作出力	2点：4～20 mA（リードバック診断付）		
	アナログ出力	2点：1～5V		
	デジタル入力	3点：無電圧接点		
	デジタル出力	5点：FETオープンドレイン出力		
伝送仕様	RS-485	プロトコル	ECバス	Modbus RTU
		最大伝送速度	208 Kビット/s	19.2 Kビット/s
		ツール接続	不可	
	Ethernet	プロトコル	PCMP, コントローラ間伝送	
		最大伝送速度	100 Mビット/s	
		ツール接続	可	
	USB 2.0	プロトコル	-	
		最大伝送速度	12 Mビット/s	
ツール接続		可		
機能仕様	プログラム容量	6 Kステップ		
	制御周期	50～5,000 ms（50 ms単位）		
	自己診断機能	ウォッチドッグタイム監視、メモリ診断、アナログ入力診断、操作出力リードバック診断、プログラム渋滞監視、バッテリー監視 他		

FET : 電界効果トランジスタ  
RS-485 : 米国電子工業会 (EIA) によって国際標準化されたシリアル通信規格  
PCMP : Process Control Message Protocol  
USB : Universal Serial Bus

キーボタンで行う。一方、通常操作する必要のない設定は、正面パネルを引き出して現れる側面パネルのサイドキーとサイドディスプレイで行う。

LC531には、汎用性の高いEthernet伝送機能とModbus RTU (Remote Terminal Unit) 伝送機能を実装した。これにより様々なシステムへ接続でき拡張性が向上した。また、当社の従来機種 EC300 シリーズコントローラの伝送手段である当社固有のECバスを実装することで、ECシリーズコントローラを使用した既設システムを部分的にLC531に更新することができる。

### 3 システム構成例

#### 3.1 小規模システム構成例

LC531を使用した小規模向けのシステム構成例を図2に示す。産業用コントローラのヒューマンインタフェースとしての小規模向け監視装置 OIS-DS/smartに最大16台のLC531を接続できる。

OIS-DS/smartは、LC531のデータを収集して監視表示可能なデータに変換するための、またOIS-DS/smartで設定したデータをLC531に伝送するためのゲートウェイ機能を内蔵している。

図2に示すように、OIS-DS/smartは全てのLC531の操作と監視をする(①)。またLC531同士では、Ethernetを介したコントローラ間伝送機能によりデータの受渡しを行う(②)。

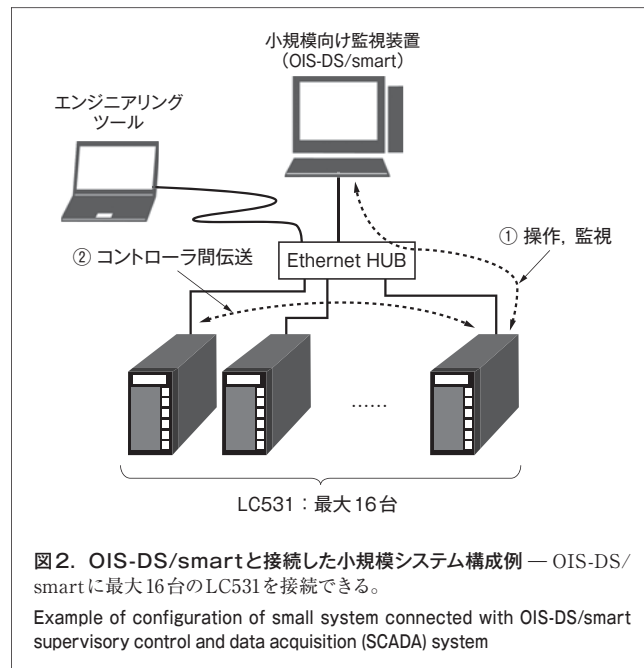


図2. OIS-DS/smartと接続した小規模システム構成例 — OIS-DS/smartに最大16台のLC531を接続できる。  
Example of configuration of small system connected with OIS-DS/smart supervisory control and data acquisition (SCADA) system

#### 3.2 大規模システム構成例

PLC (Programmable Logic Controller) サーバを経由した大規模なシステム構成例を図3に示す。大規模向け監視装置 OIS-DS及び大規模コントローラのユニファイドコントローラ type2と制御LANを介してPLCサーバを接続し、そのPLCサーバに最大64台のLC531を接続できる。PLCサーバは制御LAN上に複数台接続することができ、大規模なシステムを構築できる。

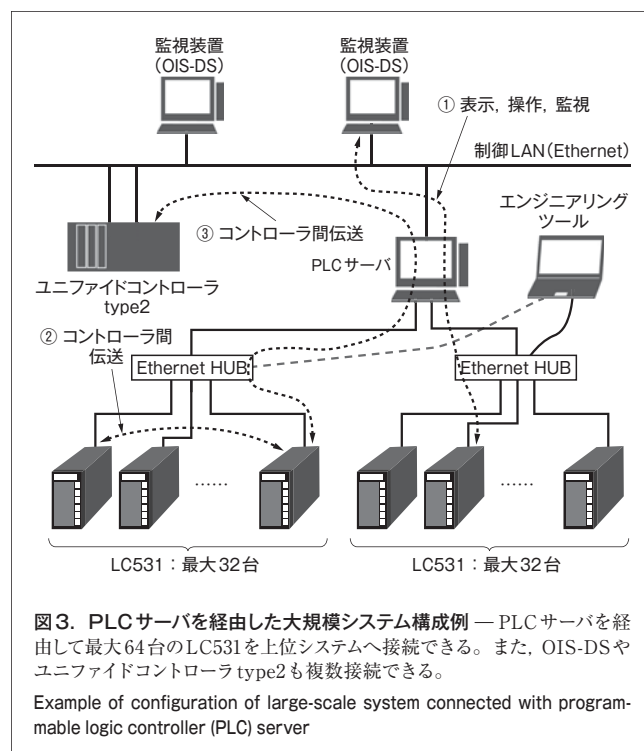


図3. PLCサーバを経由した大規模システム構成例 — PLCサーバを経由して最大64台のLC531を上位システムへ接続できる。また、OIS-DSやユニファイドコントローラ type2も複数接続できる。  
Example of configuration of large-scale system connected with programmable logic controller (PLC) server

PLCサーバは、LC531のデータを収集してOIS-DSが表示可能なデータに変換しDIS-DSへ伝送するための、またOIS-DSで設定したデータをLC531へ伝送するためのゲートウェイ機能を備える。

図3に示すように、OIS-DSは全てのLC531の操作及び監視をする①。LC531どうしはコントローラ間伝送機能を使ってデータの授受を行う②。また、ユニファイドコントローラtype2とLC531間もPLCサーバを経由したコントローラ間伝送機能を使ってデータの受渡しを行う③。

### 3.3 既設システムの部分更新例

ECバスを使用した既設システムのコントローラを部分的にLC531に更新して接続したシステム構成例を図4に示す。ECバスに直接LC531を接続でき、これにより、最大31台のLC531と既設システムの当社製の監視装置LEOを接続することもできる。

図4に示すように、LEOはEC300シリーズコントローラとLC531の全ての操作と監視をする①。コントローラどうしはECバスを介してデータの受渡しを行う②。

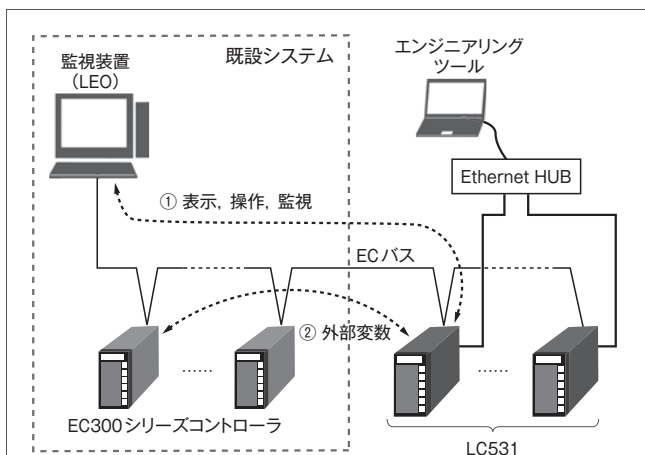


図4. 既設コントローラと接続したシステム構成例 — ECバスをLC531に実装したことで、EC300シリーズコントローラを使用した既設システムを部分的に更新できる。

Example of configuration of system connected with EC300 series single-loop controllers

## 4 特長

LC531の特長は、次のとおりである。

- (1) Ethernet 及び Modbus RTU 伝送機能による拡張性
- (2) 従来のEC300シリーズコントローラとの継承性と互換性
- (3) IEC 61131-3 (国際電気標準会議規格 61131-3) に準拠したプログラミング言語対応
- (4) 高速化と省電力化

以下に、これらの詳細について述べる。

### 4.1 Ethernet 及び Modbus RTU 伝送機能による拡張性

**4.1.1 Ethernet 伝送機能** EC300シリーズコントローラは、RS-232C インタフェースでエンジニアリングツールと接続していたため、RS-232C ケーブルを接続してから操作する必要があった。これに対してLC531は、複数のコントローラとエンジニアリングツールがEthernet HUBを経由してネットワーク接続されているため、任意のLC531に対してハードウェア接続を変更することなく操作できる。

また、コントローラ間伝送機能をサポートしており、専用プログラムや複雑な登録がなくてもLC531どうしでのデータ授受が可能になった。更に、このコントローラ間伝送機能を他のコントローラへ移植することにより、接続可能なコントローラ数を増やすことができる。

**4.1.2 Modbus RTU 伝送機能** ECバスはModbus RTUプロトコルの拡張プロトコルであるため、ハードウェア及びソフトウェアを変更しなくてもModbus対応機器へ接続できる。これにより当社製コントローラだけでなく、他社製コントローラとも接続可能である。

### 4.2 EC300シリーズコントローラとの継承性と互換性

EC300シリーズコントローラと同等仕様のECバスプロトコルを実装し、既設の監視装置やEC300シリーズコントローラからLC531を操作できるようにした。

EC300シリーズコントローラのケースを継承した外形のLC531をラインアップし、また互換性のある入出力仕様とすることで、外線接続の変更などの追加工事を不要にした。

システムの継続性の観点から、EC300シリーズコントローラとの継承性と互換性を配慮することで、そのコントローラを用いた既設システムの部分的な更新を実現した。

### 4.3 IEC 61131-3に準拠したプログラミング言語対応

LC531の制御プログラムを作成するエンジニアリングツールは、IEC 61131-3に準拠したプログラミング言語に対応している。

このエンジニアリングツールは、画面上の自由な位置にプログラムシンボル(命令語)を配置可能なグラフィック形式でプログラミングができる。グラフィック形式のプログラミングでは、ユーザーが命令語シンボルを自由にカスタマイズできるカスタムシンボル機能を追加した。これによってユーザーは、ユーザーの機能ブロック図とほぼ同じイメージで視覚的に理解しやすく、意向に合わせて制御プログラムを作成できる。

エンジニアリングツールのグラフィック形式でのプログラミング画面例を図5に示す。①は指示計の計器シンボルを示し、PVC端子に入力した値を変換してPV端子へ出力する。②と③は比較命令(<, ≥)を示し、AとBを入力として比較結果を出力する。④は論理演算命令(AND)を示し、AとBを入力として論理積を出力する。⑤は論理演算命令(NOT)を示し、Bを入力として論理否定を出力する。

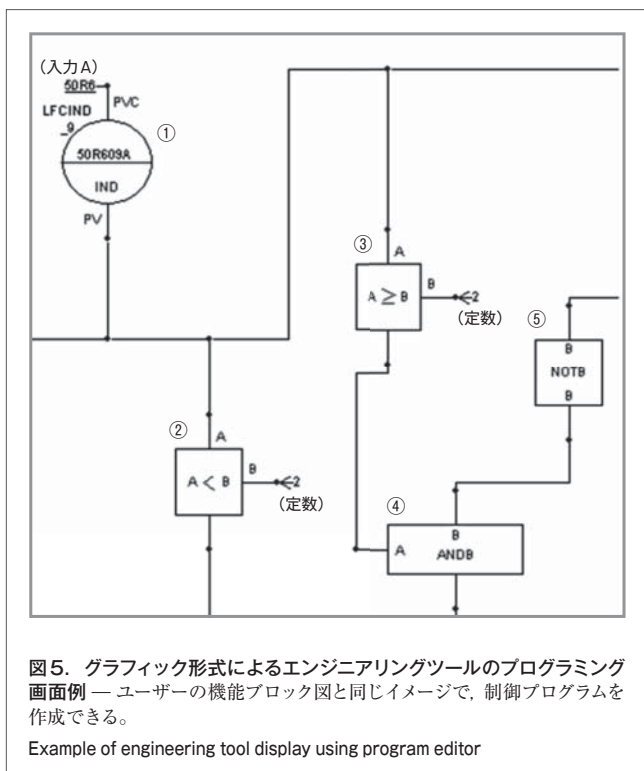


図5. グラフィック形式によるエンジニアリングツールのプログラミング画面例 — ユーザーの機能ブロック図と同じイメージで、制御プログラムを作成できる。

Example of engineering tool display using program editor

各命令シンボルは、黒丸の結線によって接続される。①のPV端子は②のA端子及び③のA端子に接続されており、①の演算結果であるPV端子の値が②のA端子と③のA端子にも入力される。

#### 4.4 高速化と省電力化

浮動小数点演算回路を内蔵したRISC（縮小命令セットコンピュータ）プロセッサの採用、周辺LSIの統合による部品削減、及び正面パネルの液晶化により、当社の従来製品に比べて約2倍の高速化と約60%の省電力化を実現した。

### 5 今後の展開

現在開発中、並びに計画中の拡張機能を次に述べる。

- (1) パルス出力機能 現在サポートしている出力信号種別は4~20 mAの電流出力型であるが、パルス出力型の製品を開発中である。
- (2) リモートI/O (Input/Output) 機能 現在サポートしているModbus RTUは上位機器からの要求に対して応答を返信する子局であるが、子局へ要求を送信してその応答を受信する親局機能を開発中である。この親局機能の追加により、Modbus RTUをサポートしている入出力機器を必要に応じて接続しI/O点数を拡張する、リモートI/O機能を実現することが可能になる。

- (3) 上位機器との接続機能 上位機種との伝送やコントローラどうしの伝送の機能にUDP (User Datagram Protocol) の搭載を計画中である。UDPを搭載したEthernetポートを備えていれば、ハードウェアを変更しなくてもファームウェアのバージョンアップをするだけでコントローラを接続できるようになり、接続対象となるコントローラを増やすことができる。

### 6 あとがき

当社のユニファイドコントローラ nvシリーズ™に適用する、ワンループコントローラ LC531を開発した。LC531は、当社の従来製品に対して約2倍の高速化と約60%の省電力化を実現するとともに、従来機種のEC300シリーズコントローラを使用した既設システムへの更新を可能にした。

更に機能拡充を進め、当社の前世代のワンループコントローラであるLC511/512及びLC521/522を含む全ての小規模コントローラの更新ができるようにしていく。

当社は今後も、ユーザーニーズを取り込み、継承性のある継続的な機能拡張を行うことで、信頼性と機能性を兼ね備えた制御システムを提供していく。



真島 道明 MAJIMA Michiaki

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主務。  
制御コンポーネントの開発に従事。  
Fuchu Complex



上野 貢 UYENO Mitsugu

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部。  
制御コンポーネントの開発に従事。  
Fuchu Complex



栗本 武司 KURIMOTO Takeshi

社会インフラシステム社 府中事業所 計測制御機器部主査。  
制御コンポーネントの開発に従事。  
Fuchu Complex