

# 一般産業向け監視制御システムの ユニファイドコントローラによる更新

Latest Replacement of Distributed Control Systems Utilizing nv Series Unified Controller

小池 建郎 杉森 久容 小林 英二

■ KOIKE Tatsuro ■ SUGIMORI Hisayoshi ■ KOBAYASHI Eiji

一般産業向けデジタル監視制御システムとして、DCS (Distributed Control System : 分散形制御システム) が市場に導入されてから約30年が経過した。近年は、ヒューマンマシンインタフェース (HMI) だけでなく制御ステーションを更新するニーズが生まれてきている。

東芝グループは、従来の更新方法に加え、最新のコントローラを利用して既設の技術資産を継承した更新方法を開発し、大型石油化学プラント向けの監視制御システムに適用した。その結果、単純な機器の更新ではなく、これまでの機器の仕様によって制限されていた機能が実現でき、また、更なる拡張性も備えたシステムに生まれ変わらせることができた。

A large number of distributed control systems (DCS) in the general industrial market have been operating for almost 30 years, and there is an increasing need for their replacement. Not only renewal of the human-machine interface (HMI) but also the replacement of control stations is required.

The Toshiba Group has developed an efficient replacement method utilizing the latest control system based on the nv series unified controller in addition to the technological assets of the existing system, and applied it to the DCS of a large-scale petrochemical plant. As a result, the newly developed method has achieved enhanced functional capability with further extensibility compared with the conventional method.

## 1 まえがき

装置産業界では1980年代からデジタル監視・制御機器が急速に導入され、社会の高度成長に貢献してきた。その後、機能の陳腐化や旧部材の調達困難化などから製造を中止し、保守対応も終了しなければならない状況となり、システムの更新時期を迎えている。

このような背景の下、東芝グループは既存の資産を活用し、最新システムに効率よく移行する製品と工法を開発してきている。

ここでは、一般産業向け監視制御システム DCS (Distributed Control System : 分散形制御システム) の老朽化に対して、ユニファイドコントローラ nv シリーズを適用した更新工法とその事例について述べ、更に将来への展望を述べる。

## 2 システム継承のコンセプトと新たな更新工法

DCSを更新するにあたっての考え方と具体的な工法について述べる。

### 2.1 システム更新のポイント

DCSの更新では、次の4点が評価検討のポイントとなる。

- (1) 短期間の運転停止で、システム更新ができること
- (2) 低いコストでシステム更新ができること
- (3) 既存のハードウェア、ソフトウェア資産を有効に活用できること

きること

- (4) 更新により新たなメリットが得られること

このような要件に対して、以下に示す3点をDCSのシステム更新のコンセプトとし、各種のシステム開発を実施してきた。

- (1) 既設の外線配線をそのまま流用し、工事費の削減と更新期間の短縮を図る。
- (2) 既存ソフトウェア資産をエミュレーション及び変換機能で有効活用する。
- (3) 更新後のシステムの余裕確保と機能向上を図る。

その実現例として、現場機器との信号配線をそのまま利用し、既設ソフトウェアをそのまま利用するエミュレーション技術を採用して、プロセス制御ステーションPCSと同じ機能を新しいハードウェア上で実現したPCSエミュレータ (PCS/E) 及び、TOSDIC<sup>TM</sup> シリーズの分散形制御ステーションDPCSのエミュレータとして新しいハードウェア上で実現したDPCSエミュレータ (PCS/DE) を開発し、多くの顧客に提供してきた<sup>(1)</sup>。更に、新たに開発したユニファイドコントローラ nv シリーズをベースとしたPCSnvに対しても、既設システムからの移行を加味した機能を拡充し、システム更新ニーズに対応している。

### 2.2 CIEMAC<sup>TM</sup>-DS/nvへの更新

本格的なDCSの萌芽(ほうが)期にその基盤を築いたTOSDIC<sup>TM</sup> シリーズと、その後のDCS成長期にコンピュータ、計装制御、及び電気制御を統合するコンセプトでリリースしたCIEMAC<sup>TM</sup> 5000 シリーズは、一部を除き製造・保守対応期間

を終了し、現在はその更新が進んでいる。

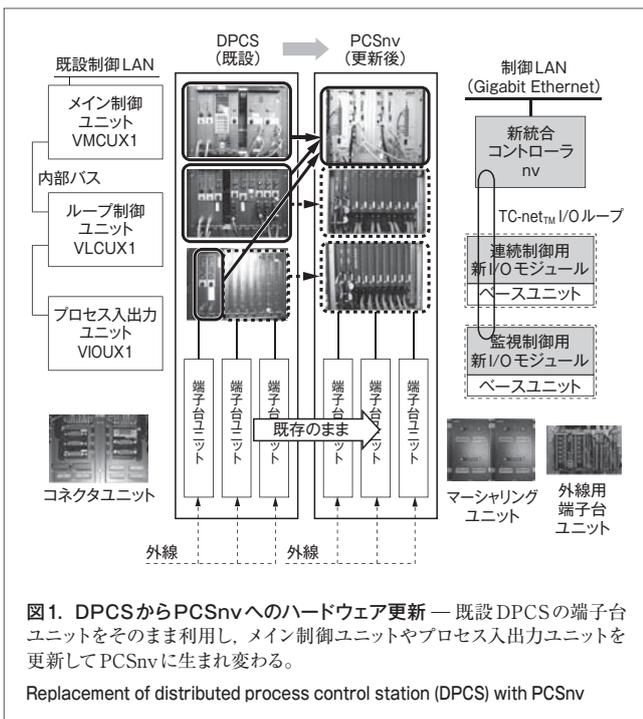
監視操作のHMIは、機能の先進化や、周辺機器の消耗及び調達の困難さなどから、後継機種であるCIEMAC<sub>TM</sub>6000シリーズやCIEMAC<sub>TM</sub>-DSシリーズへ既に移行しているものも多い。しかし、制御ステーションは制御LAN用のインタフェースユニットを交換することで後継機に接続できることから、メインCPUとI/O（入出力）はそのまま利用されており、稼働開始後20年を越えるものも少なくない。そのため、近年ではこの制御ステーションも老朽化が心配され、前述のとおりDPCSにはPCS/DEを、PCS5000にはPCS/Eを適用して、最新のCIEMAC<sub>TM</sub>-DSに統合する更新工法を推奨している。

PCSnvをリリースした以降は、「既存の延長ではなくメリットを追求するためにPCSnvへ移行したい」との要望も多く、これに応じて開発を行い、その一部が完了して既に適用した事例もある。

### 2.3 ハードウェア及びソフトウェアの移行工法

**2.3.1 ハードウェア** 制御ステーションのハードウェアの更新は、既存の筐体（きょうたい）と外線用端子台を利用し、メインユニット及びI/Oモジュール関連を更新する方法を基本としている。そのため既設のI/Oユニットと同寸法のラックシャーシ、入出力点数が整合する更新用I/Oモジュール、及び既設内部ケーブルの配列と更新用I/Oモジュールの端子配列との整合性をとるためのマーシャリングユニットを開発し、旧型制御ステーションをPCSnvに再生する工法としている。DPCSをPCSnvへ更新する場合の工法の概要を図1に示す。

**2.3.2 ソフトウェア** HMIのソフトウェアは、プラント



フロー図を構築するグラフィックツールと、計器の情報を管理するタグ情報管理から構成されている。グラフィック画面は、元のグラフィック画面情報を新グラフィックに変換して再利用できるようにしている。タグ情報は、PCSnvが高機能化したため従来機種より多くの情報を設定することができるが、この増えた設定情報を効率よく補完するための手法を開発した。

制御ステーションは、既存のソフトウェア資産をいかに効率よく継承するかが重要であるので、PCS/E及びPCS/DEでは、既存のソフトウェアをそのまま動作させるエミュレーション技術を採用した。この方法は、まったく同じものが完全互換で実現できるという安心感はあるものの、既存のエンジニアリングツール環境と同じであるため、ソフトウェア開発では大きな改善ができないという欠点があった。

PCSnvのエンジニアリングツールは、ソフトウェア開発環境を大幅に改善し機能アップした点に大きな特長がある。システム移行に関しても、PCSnvでは既存のソフトウェア情報を新しいエンジニアリングツールの言語に変換し継承する方式とした。更に、その変換もユーザー自身が定義できるファンクションブロックダイアグラム（FBD）を利用して構築しており、新ツールの機能をフルに活用している。

DPCS及びPCS5000のソフトウェア資産の継承方法について、概要を表1に示す。

表1. 制御ステーションのソフトウェア資産継承方法

Technical asset succession method of PCS software

既存機種	更新後機種	ソフトウェア変換方式		
		タグ情報	連続制御	シーケンス制御
DPCS	PCSnv	ビルダ情報 変換	機能モジュール →FBD自動変換	互換性のある デジシオンテーブル方式
PCS5000	PCSnv	ビルダ情報 変換	LFC→FBD 自動変換	IFC→SFC 自動変換

LFC：ルーブファンクションチャート（PCS5000の連続制御用言語）

IFC：計装フローチャート（PCS5000のシーケンス制御用言語）

FBD：ファンクションブロックダイアグラム（PCSnvの連続制御用言語）

SFC：シーケンシャルファンクションチャート（PCSnvのシーケンス制御用言語）

## 3 システム更新の事例

### 3.1 システム更新の背景

ここでは、2008年秋に出光興産（株）徳山工場で実施したTOSDIC<sub>TM</sub>-ASとCIEMAC<sub>TM</sub>5000からCIEMAC<sub>TM</sub>-DS/nvへの移行事例について述べる。

更新対象のシステムは、一部を除き保守対応期限を終了しており、今後の老朽化によるトラブルも心配されたため、プラントの定期点検・補修工事時期との関係からこの時期に更新することとなった。

### 3.2 更新方法

この2システムは、DPCSをPCSnvに、PCS5000をPCS/E

に、HMIをオペレータインタフェースステーション OIS-DSに更新し、更に、これらのシステムを統合して、オペレーション面と上位システムを含めた操業管理面での合理化を図ることを狙ったものである。

高速・大容量対応可能なPCSnvでは、既設DPCSのステーション数の半分で構成する更新計画を立て実現した。DPCSのソフトウェア資産は、前述したようにPCSnvの言語に変換して利用した。2.3節で示したDPCSの機能モジュールをPCSnvのFBDで置換したイメージ図を図2に示す。

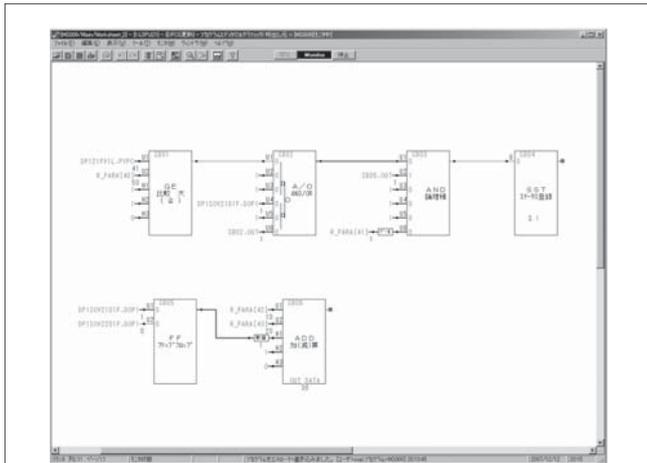


図2. 既設DPCS制御機能のPCSnv用FBDへの変換例 — 既設DPCSの制御機能をFBDに変換することで、PCSnvでもソフトウェア資産を有効に活用できる。

Example of software conversion from DPCS function module to PCSnv function block diagram (FBD)

PCS5000は、既存の外線用端子台及びI/Oユニットをそのまま利用し、PCS/Eに更新する方法とした。

更に、CIEMAC<sup>TM</sup>-DS/nv化により二つのシステムを同一制御LANで統合し、運転管理面と情報管理面での融合を図れるようにした。

現地での更新作業は、DPCS 1ステーション当たりの改造を1～1.5日、機能確認を1～1.5日で、PCS/Eは1ステーション当たりの改造を1日弱、機能確認を1日程度で行うことができた。

また、共通部である制御LAN及びHMIも、既存HMIの撤去作業を含め2週間弱で、更新し統合することができた。

### 3.3 更新のメリット

既設TOSDIC<sup>TM</sup>を納入した当初は、将来の改造に対応できるよう十分な余裕領域を確保していたが、その後の様々な改造を実施してきた結果、近年はハードウェア、ソフトウェアともに増設の余地がほとんどなくなり、今後改造などを十分に行えない問題が発生していた。これを高速かつ大容量のPCSnvで更新することで、ステーション数を削減したにもかかわらず、容量の制限も心配する必要がなくなった。このため、従来は

適用箇所や機能を限定していた種々の機能をフルに実装することができるようになり、今回の更新で適用した。

現時点では、ソフトウェア容量や処理能力に十分な余裕があることから、今後の機能の改善などにも十分に対応することができる。

## 4 システム更新工法の将来への展望

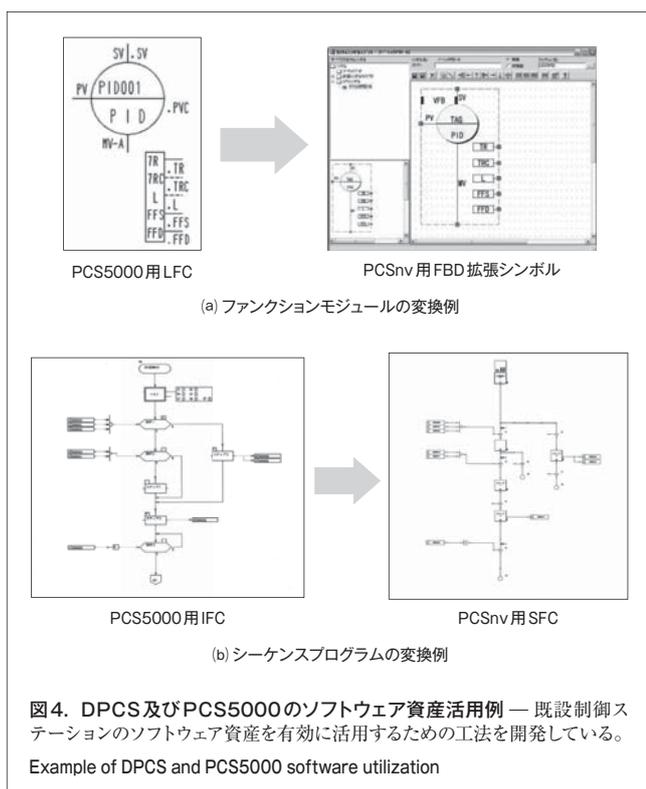
様々な機能を備えている既設コントローラからPCSnvへ移行するにあたっては、現在の工法に加え、更に工法を拡充することが必要である。ここでは、現在開発中のものの概要を述べる。

### 4.1 デシジョンテーブル方式の継承

DPCSのシーケンス制御であるデシジョンテーブルは、表1に示すように、従来のものがそのままPCSnvで動作できる言語として開発している。既存のデシジョンテーブルを新エンジニアリングツール上で実現しているようすを図3に示す。

この機能と既に実現しているFBDを利用した機能モジュールの自動変換により、既存DPCSのソフトウェア資産はPCSnvに容易に継承できるようになり、安心してDPCSからPCSnvへ移行できる。

No.	CONTRON	STEP	ACTION
1	OW CANC0		Y
2	OW CANC1		Y
3	OW CANC2		Y
4	OW CANC3		Y
5	OW CANC4		Y
6	OW CANC5		Y
7	OW CANC6		Y
8	OW CANC7		Y
9	OW CANC8		Y
10	OW CANC9		Y
11	OW ACT0		Y
12	OW ACT1		Y
13	OW ACT2		Y
14	OW ACT3		Y
15	OW ACT4		Y
16	OW ACT5		Y
17	OW ACT6		Y
18	OW ACT7		Y
19	OW ACT8		Y
20	OW ACT9		Y
21	OW ACT10		Y
22	OW ACT11		Y
23	OW ACT12		Y
24	OW ACT13		Y
25	OW ACT14		Y
26	OW ACT15		Y
27	OW ACT16		Y
28	OW ACT17		Y
29	OW ACT18		Y
30	OW ACT19		Y
31	OW ACT20		Y
32	OW ACT21		Y
33	OW ACT22		Y
34	OW ACT23		Y
35	OW ACT24		Y
36	OW ACT25		Y
37	OW ACT26		Y
38	OW ACT27		Y
39	OW ACT28		Y
40	OW ACT29		Y
41	OW ACT30		Y
42	OW ACT31		Y
43	OW ACT32		Y
44	OW ACT33		Y
45	OW ACT34		Y
46	OW ACT35		Y
47	OW ACT36		Y
48	OW ACT37		Y
49	OW ACT38		Y
50	OW ACT39		Y
51	OW ACT40		Y
52	OW ACT41		Y
53	OW ACT42		Y
54	OW ACT43		Y
55	OW ACT44		Y
56	OW ACT45		Y
57	OW ACT46		Y
58	OW ACT47		Y
59	OW ACT48		Y
60	OW ACT49		Y
61	OW ACT50		Y
62	OW ACT51		Y
63	OW ACT52		Y
64	OW ACT53		Y
65	OW ACT54		Y
66	OW ACT55		Y
67	OW ACT56		Y
68	OW ACT57		Y
69	OW ACT58		Y
70	OW ACT59		Y
71	OW ACT60		Y
72	OW ACT61		Y
73	OW ACT62		Y
74	OW ACT63		Y
75	OW ACT64		Y
76	OW ACT65		Y
77	OW ACT66		Y
78	OW ACT67		Y
79	OW ACT68		Y
80	OW ACT69		Y
81	OW ACT70		Y
82	OW ACT71		Y
83	OW ACT72		Y
84	OW ACT73		Y
85	OW ACT74		Y
86	OW ACT75		Y
87	OW ACT76		Y
88	OW ACT77		Y
89	OW ACT78		Y
90	OW ACT79		Y
91	OW ACT80		Y
92	OW ACT81		Y
93	OW ACT82		Y
94	OW ACT83		Y
95	OW ACT84		Y
96	OW ACT85		Y
97	OW ACT86		Y
98	OW ACT87		Y
99	OW ACT88		Y
100	OW ACT89		Y
101	OW ACT90		Y
102	OW ACT91		Y
103	OW ACT92		Y
104	OW ACT93		Y
105	OW ACT94		Y
106	OW ACT95		Y
107	OW ACT96		Y
108	OW ACT97		Y
109	OW ACT98		Y
110	OW ACT99		Y
111	OW ACT100		Y
112	OW ACT101		Y
113	OW ACT102		Y
114	OW ACT103		Y
115	OW ACT104		Y
116	OW ACT105		Y
117	OW ACT106		Y
118	OW ACT107		Y
119	OW ACT108		Y
120	OW ACT109		Y
121	OW ACT110		Y
122	OW ACT111		Y
123	OW ACT112		Y
124	OW ACT113		Y
125	OW ACT114		Y
126	OW ACT115		Y
127	OW ACT116		Y
128	OW ACT117		Y
129	OW ACT118		Y
130	OW ACT119		Y
131	OW ACT120		Y
132	OW ACT121		Y
133	OW ACT122		Y
134	OW ACT123		Y
135	OW ACT124		Y
136	OW ACT125		Y
137	OW ACT126		Y
138	OW ACT127		Y
139	OW ACT128		Y
140	OW ACT129		Y
141	OW ACT130		Y
142	OW ACT131		Y
143	OW ACT132		Y
144	OW ACT133		Y
145	OW ACT134		Y
146	OW ACT135		Y
147	OW ACT136		Y
148	OW ACT137		Y
149	OW ACT138		Y
150	OW ACT139		Y
151	OW ACT140		Y
152	OW ACT141		Y
153	OW ACT142		Y
154	OW ACT143		Y
155	OW ACT144		Y
156	OW ACT145		Y
157	OW ACT146		Y
158	OW ACT147		Y
159	OW ACT148		Y
160	OW ACT149		Y
161	OW ACT150		Y
162	OW ACT151		Y
163	OW ACT152		Y
164	OW ACT153		Y
165	OW ACT154		Y
166	OW ACT155		Y
167	OW ACT156		Y
168	OW ACT157		Y
169	OW ACT158		Y
170	OW ACT159		Y
171	OW ACT160		Y
172	OW ACT161		Y
173	OW ACT162		Y
174	OW ACT163		Y
175	OW ACT164		Y
176	OW ACT165		Y
177	OW ACT166		Y
178	OW ACT167		Y
179	OW ACT168		Y
180	OW ACT169		Y
181	OW ACT170		Y
182	OW ACT171		Y
183	OW ACT172		Y
184	OW ACT173		Y
185	OW ACT174		Y
186	OW ACT175		Y
187	OW ACT176		Y
188	OW ACT177		Y
189	OW ACT178		Y
190	OW ACT179		Y
191	OW ACT180		Y
192	OW ACT181		Y
193	OW ACT182		Y
194	OW ACT183		Y
195	OW ACT184		Y
196	OW ACT185		Y
197	OW ACT186		Y
198	OW ACT187		Y
199	OW ACT188		Y
200	OW ACT189		Y
201	OW ACT190		Y
202	OW ACT191		Y
203	OW ACT192		Y
204	OW ACT193		Y
205	OW ACT194		Y
206	OW ACT195		Y
207	OW ACT196		Y
208	OW ACT197		Y
209	OW ACT198		Y
210	OW ACT199		Y
211	OW ACT200		Y
212	OW ACT201		Y
213	OW ACT202		Y
214	OW ACT203		Y
215	OW ACT204		Y
216	OW ACT205		Y
217	OW ACT206		Y
218	OW ACT207		Y
219	OW ACT208		Y
220	OW ACT209		Y
221	OW ACT210		Y
222	OW ACT211		Y
223	OW ACT212		Y
224	OW ACT213		Y
225	OW ACT214		Y
226	OW ACT215		Y
227	OW ACT216		Y
228	OW ACT217		Y
229	OW ACT218		Y
230	OW ACT219		Y
231	OW ACT220		Y
232	OW ACT221		Y
233	OW ACT222		Y
234	OW ACT223		Y
235	OW ACT224		Y
236	OW ACT225		Y
237	OW ACT226		Y
238	OW ACT227		Y
239	OW ACT228		Y
240	OW ACT229		Y
241	OW ACT230		Y
242	OW ACT231		Y
243	OW ACT232		Y
244	OW ACT233		Y
245	OW ACT234		Y
246	OW ACT235		Y
247	OW ACT236		Y
248	OW ACT237		Y
249	OW ACT238		Y
250	OW ACT239		Y
251	OW ACT240		Y
252	OW ACT241		Y
253	OW ACT242		Y
254	OW ACT243		Y
255	OW ACT244		Y
256	OW ACT245		Y
257	OW ACT246		Y
258	OW ACT247		Y
259	OW ACT248		Y
260	OW ACT249		Y
261	OW ACT250		Y
262	OW ACT251		Y
263	OW ACT252		Y
264	OW ACT253		Y
265	OW ACT254		Y
266	OW ACT255		Y
267	OW ACT256		Y
268	OW ACT257		Y
269	OW ACT258		Y
270	OW ACT259		Y
271	OW ACT260		Y
272	OW ACT261		Y
273	OW ACT262		Y
274	OW ACT263		Y
275	OW ACT264		Y
276	OW ACT265		Y
277	OW ACT266		Y
278	OW ACT267		Y
279	OW ACT268		Y
280	OW ACT269		Y
281	OW ACT270		Y
282	OW ACT271		Y
283	OW ACT272		Y
284	OW ACT273		Y
285	OW ACT274		



ケンシャルファンクションチャート (SFC) 言語へ変換した例を、図4に示す。これらについては、近い将来に実現する計画である。

## 5 あとがき

産業界で長年利用されている東芝製DCSの最新機種への更新工法につき、開発中のものも含めて述べた。

DCSの更新は、“システムの単純更新”としてそのメリットを多く期待しない傾向もある。しかし、最新技術を生かした新しいコントローラでは、制御周期の高速化やソフトウェア容量の制限で実現できなかった機能を新たに組み込むことにより、

制御性を改善することができ、プラントの生産性向上や省エネ操業への貢献が期待できる。

今後とも着実に開発を進め、新世代のDCSを提供し、その機能がフルに活用されることで、産業界の発展に貢献していきたい。

## 謝 辞

システム更新のプロジェクトで多大なご協力をいただいた、出光興産(株) 徳山工場の関係各位に感謝の意を表します。

## 文 献

- (1) 太田 宏, ほか. 産業界における計測・制御システムのソリューション. 東芝レビュー. 60, 10, 2005, p.26-31.
- (2) 栗本武司. DCS更新における最新コントローラの適用事例. 計装. 51, 11, 2008, p.47-50.



小池 建郎 KOIKE Tatsuoro

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第一システム事業部 産業システムソリューション技術部次長。一般産業向け計装システムのエンジニアリング業務に従事。計測自動制御学会, 電気学会会員。Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



杉森 久容 SUGIMORI Hisayoshi

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第一システム事業部 産業システムソリューション技術部 sa技術主査。一般産業向け計装システムのエンジニアリング, 開発業務に従事。Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



小林 英二 KOBAYASHI Eiji

東芝三菱電機産業システム(株) 産業第一システム事業部 産業システムソリューション技術部 sa技術主任。一般産業向け計装システムのエンジニアリング業務に従事。Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.