車上インテリジェント型統合列車保安システムの開発

正員 中村英夫 (日大)

正員 池田昌俊 (鉄道総研)

正員 武子淳 (JR東)

正員 星野武彦 (日本信号)

Development of Integrated Train Protection System by On-Board Intelligent Processor

Hideo Nakamura, Member (Nihon University), Masatoshi Ikeda, Member (RTRI), Kiyoshi Takeshi, Member (JR-East), Takehiko Hoshino, Member (Nippon Signal)

The processing type of a control system is compared to a combinational circuit model (CCM) or a sequential circuit model (SCM). In the CCM the output is defined uniquely by a given input set. But the output from an SCM-type system is not able to be defined uniquely by a given input set, but it depends on a system status at given time and a given input set. Then the SCM-type system can perform multiple functions depending on system status using even a little input set effectively. If there is a method which can transform the system from CCM into SCM, we can improve economically many conventional low level CCM-type systems. We propose an idea named Data-Oriented control Method (DOME) which realizes a system change from CCM to SCM. In this paper, it is illustrated how by mounting an intelligent processing equipment on the cab and relying on the DOME concept, any existing CCM type signalling system can be modified to a new integrated train protection system (ITP) which can perform sophisticated functions of train protection economically. And an ITP's preceding system developed on conventional low-level ATS ground equipment is introduced.

キーワード：鉄道信号，ATS，ATC，情報依存型制御，制御システム，列車制御

1. はじめに

走行する列車相互の保安制御は、閉そく概念をベースにした信号システムによって行われている。既存の信号システムにはATCや色灯信号機+ATSが用いられてきた。近年、鉄道システムの競争力強化や混雑緩和を目的として、運転時隔短縮や高速化の取組みが進展しつつある。このなかで、第2章で述べるように、既存信号システムによる制御方式の限界も明らかとなり、階段状の速度信号ではなく、停車までの限界速度を結ぶ連続した曲線状の速度照査パターン(以下、単一パターンと呼ぶ)を基に速度照査を行う信号システムの導入や⁽¹⁾、速度信号方式から距離信号への移行を意味する技術開発が進みつつある⁽²⁾⁽³⁾。

しかし、このような進んだシステムを実現するには、既存の信号システムを廃棄し、新たな設備に置き換えねばならないため、コスト的にも列車密度の高い営業成績の良い線区に限定して設置せざるを得ない状況にあった。また、JR線区のように全国にまたがりネットワークを構成している場合には、線区によって多様な運転取扱いが混在する

ことは好ましいとはいえず、近代化にも課題が多かった。

著者らは、列車の保安制御に関する開発を行ってきたが、このなかで車上のインテリジェンスに依拠した制御方式を採用するなら、既存の信号システムを有効に利用してより進んだ制御システムを実現できることを明らかとした⁽⁴⁾。

その構成原理は、JR線区のみならず公民鉄の信号システムにも共通に適用できる強力なものである。更に、その手法を用い、様々な既存信号システムの線区上を共通の車上装置で走行する統合型の列車保安システムの構想をまとめ、基本システムの開発を行った。本論文では、システムの構成概念と開発ツールおよび既に開発された基本システムについて論ずる。

2. 鉄道輸送の近代化と信号システムの課題

〈2・1〉 既存信号システムの課題 鉄道輸送の安全性確保に大きな貢献をしてきた信号システムも、高密度運転や高速化といった今日のニーズに柔軟にこたえるうえで、次のような問題が明らかになってきた。

(1) 階段状の速度信号のためのロス 在来線を走行する列車のブレーキ長は600 mとすることが運輸省令により定められている。速度向上を図るうえでこの規定は厳しいものがあるが、ブレーキ性能を向上させる制御装置などの開発により130 km/hの速度領域まで到達した。この結果、列車のブレーキ性能も図1のように多様なものとなった。このような状況の下で速度信号を適用すると、個々の列車のブレーキ長は600 mで等しくても、中間の速度信号に減速させるまで、あるいは中間の速度域から停車に至るまでの制御長は車両により大きく異なることになる。更に、設備としては安全側を採用する結果、停止現示信号機に対するブレーキ開始点は1 kmをはるかに超え、能率の悪い制御となる。

(2) 速度向上に対する柔軟性の欠如 ATCの場合には、最高速度のチェックも行われるため、速度向上を図るには地上からの信号現示の追加が必要になる。しかも、既に走行している列車の車上装置を改修せずに実現するには、別系の信号システムを併用するなどの工夫がいる⁽⁵⁾。色灯式信号方式においても、高速化を行うことにより現行の閉そく長で減速が困難な場合には、新たな速度現示(例えばGG現示)を用意するなどの対応が必要になる。

〈2・2〉 課題を克服する制御概念 上記課題を克服するには、次の二つの概念に依拠した信号システムとすることである。

(1) 単一パターンによる制御方式の採用 階段状の速度信号のロスを解消するためには、停止目標点から最高速度までの単一の減速パターンに従って制御することである。東急田園都市線や、営団地下鉄銀座線に導入されたCS-ATCシステムでは、多くの速度信号を用いるとともに単一の照査パターンによる制御を実現している⁽⁶⁾。この制御システムは単一のブレーキ性能を前提としているため、多様な列車が走行する線区への適用には限界があるものの、今後の方向を示していると考えられる。

(2) 速度信号から距離による制御への移行 多様な列車走行を前提とし、かつ速度向上などに柔軟にこたえられるシステムとするには、停止現示信号機の冒進のみを確実に防護することとして、速度信号によらない制御の方法を採用することである。

図1 車種に対応したブレーキ性能曲線
Fig. 1. Braking performance curves according to vehicle-types.

JRの新たなATSとして導入されたATS-P型では、停止信号機までの距離が地上から伝送される。ATSはバックアップシステムであるため、乗務員の運転は地上の色灯信号機によっているが、安全のチェックは停止信号機までの距離に応じた限界速度と走行速度の比較により実現している。この概念は距離信号とも呼びうる。

また、バックアップではなく、距離信号の概念による信号システム構築に関しては、次世代運転制御システム(CARAT)やデジタルATCとして現在開発が行われている⁽²⁾⁽³⁾。これらが実現すれば、車両性能がいかに発揮できるほか、速度向上によるシステムチェンジも不要になることが期待できる。

しかし、CARATやデジタルATCは全く新しいシステムの導入となる。一方、既存信号システムのバックアップとして付加されるATS-Pシステムでも、車上装置のみならず大規模な地上設備を新たに併設する必要がある。これに対し著者らは、車上にインテリジェンスをもった保安装置を組み込むことにより、既存の地上信号システムのままで上記課題にこたえる新しい制御手法を開発した。

3. 車上インテリジェンスと情報依存型制御方法

〈3・1〉 情報依存型制御方法 一般に、制御システムの構成を見ると、制御入力や状態入力により処理内容が一義に定まるものと、そのときのシステムの内部状態(状態)により制御出力も変わるものがあることが知られる。この関係は、回路における組合せ回路モデルと順序回路モデルに対応づけて考えることができる。

JRの線区に導入されているATS-S型は制御情報が2値であり、典型的な組合せ回路モデルである。

いま、時刻 t における制御システムの入力 I 、処理 F 、制御出力 O の間に、

$$O(t) = F\{I(t)\} \dots\dots\dots (1)$$

の関係が成立する場合、このシステムを組合せ回路モデルと呼ぶ(図2)。

ATS-S型の不備を補うため、情報量を多くした各種方式が民鉄で導入されている。しかし、これらも組合せ回路モデルであることには変わりがない。一般に、組合せ回路モデルにおいて高度な制御機能を実現しようとすると、入力情報も機能に比例して増加させる必要があり、コスト的に高価なものとなる。

一方、システムの内部状態 S があるとき、

図2 組合せ回路モデルの構造
Fig. 2. Architecture of CCM.

図3 順序回路モデルの構造
Fig.3. Architecture of SCM.

$$\left. \begin{aligned} O(t) &= F\{I(t), S(t-1)\} \\ \text{ただし, } S(t) &= f\{I(t), S(t-1)\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

の関係が成立し、制御出力 $I(t)$ と内部状態 $S(t-1)$ との組合せによって定まるとき、このシステムを順序回路モデルという(図3)。

順序回路モデルのシステムでは、同一入力に対しても内部状態により種々の制御出力を定義できるため、少ない制御入力情報でシステムを構築することができる。従って、外部からの同一入力を前提としても、システムを組合せ回路モデルから順序回路モデルに変換することにより、システムの機能増強が図りうる可能性がある。

順序回路モデルへの変更には、過去の処理に依存した内部状態を与える関数と関数値を決定するパラメータを定義する必要がある。このため、入力情報の発生タイミング(時間的順序)や発生地点(起点からの距離)をパラメータとする。更に、このパラメータによりあらかじめ内部に記憶した情報と対応づけ、それまでの処理結果を加味した演算を行う機能を付加することにより、組合せ回路モデルから順序回路モデルへの変換を行う。この方式を情報依存型制御方法と呼ぶ。入力がランダムに発生するのではなく、鉄道信号のように地上側の定められた地点で情報が発生するシステムではこの制御方法が有効に利用できる。

〈3・2〉 信号システムと組合せ回路モデル 組合せ回路モデルで表現できる信号システムを更に類別し、制御上の特徴を検討する。いま、図4で示されるように、信号システムの信号発生点が地上に配置されているものとする。個々の地点で入力に応じシステムが n 個の機能を選択的に行う必要がある場合、「無処理」に対応した情報も考えると組合せ回路モデルでは $n+1$ の信号を必要とする。

システムには、図4(a)で示すように、個々の情報発生点で期待される機能が唯一に定義されているもの(単一機能離散型と呼ぶ)と(b)図に示すように、情報発生点での機能が複数考えられ、その中の一つが選択的に指示されるもの(複数機能選択型と呼ぶ)がある。組合せ回路モデルでは「単一機能離散型」と「複数機能選択型」のいずれも、発生点で与えられる入力はたかだか一つであるから、処理系では定義された機能を遂行すればよく、同一でよい。しかし、情報依存型制御方法で順序回路モデルに変換した場合には内部情報の記憶形態が異なる。

図4 組合せ回路システムの二つの形態
Fig.4. Two modes of CCM system.

いま、組合せ回路モデルにおいて、地点 p_s で得られる入力信号が j_k (ただし、 $k=0, 1, \dots, n$ であり、 $k=0$ は無制御を意味するものとする) のとき、制御出力 $O(p_s)$ は、

$$O(p_s) = F\{j_k\} \dots\dots\dots (3)$$

で得られる。しかも、このときの出力 $O(p_s)$ は地点 p_s には依存せず、入力 j_k によってのみ定まる。

一方、車上のインテリジェントな処理系により、その受信地点 p_s などをパラメータとして内部情報 D を索引し、入力 j_k と D 、更にそれまでの内部ステート $S(p_{s-1})$ により制御出力を得ることとすれば、全く新たな処理が可能となる。この関係は、

$$\left. \begin{aligned} O(p_s) &= F\{j_k, D, S(p_{s-1})\} \\ S(p_s) &= \phi\{j_k, p_s, D, S(p_{s-1})\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

で与えられる。このようにして、組合せ回路モデルから順序回路モデルに遷移させる方法が情報依存型制御方法の仕組みである。

ところで、単一機能離散型の場合、 p_s における入力信号 j_k は $j_1, \dots, j_n$ の中から唯一に定義された信号 j_r と、無処理の j_0 の2種となる。これに対し複数機能選択型の場合、地点 p_s に対して定義される入力 j_k は、 $j_1, \dots, j_n$ の中から j_0 を含めた3種以上の信号となる。

更に、情報依存型制御方法によって生成された順序回路モデルにおける内部情報 D を見ると、単一機能離散型の場合、

$$D = D(p_s) \dots\dots\dots (5)$$

で与えられ、内部に記憶される情報は p_s をパラメータとする一次元のデータとなる。これに対し、複数機能選択型の場合、

$$D = D(p_s, j_k) \dots\dots\dots (6)$$

すなわち、地点と入力信号によって索引情報を確定する。従って、内部に記憶される情報は、二次元のマトリックスデータとなり、この分単一機能離散型と比べ、機能定義の自由度が増大する。

4. 在来線信号システムへの導入と統合列車保安システムの開発

既存の在来線におけるATS、ATCは表1に示すように様々なものがある。しかし、これらはいずれも単一機能

分散型制御システムか複数機能選択型制御システムのどちらかとみなすことが可能で、位置などのパラメータを用いることにより、順序回路モデルに変更できる。ここで目的とする順序回路モデル型の保安制御装置は、表1のすべての既存設備に対し共通な統合型の保安制御を実現することであり、統合列車保安システムと呼ぶ。その基本原則は、対応する停止信号機までの距離とその間の勾配などの情報を索引し、車両性能に応じた速度照査パターン(単一パターン)を生成すること。そして、そのパターン上の速度と走行速度との比較を連続的にを行い、安全限界を超える場合には安全側の制御を行うものである。

＜4・1＞ 統合列車保安システムのアーキテクチャ

この統合列車保安システムを実現する車上の処理装置は、図5の構成になる。すなわち、既存信号システムに対応した地上からの情報受信部をそれぞれセンサ部に用意する。センサ部は、軌道回路電流受信ユニット、トランスポンダ送受信ユニット、変周型地上子受信ユニット、AF軌道回路信号受信ユニットなど現存する信号装置のインタフェースが必要により装備できる構成とする。このように多様な処理ユニットがあるものの、車上に搭載される受電器(アンテナ)や車上子類は、ATC受信器とトランスポンダ車上子、変周式地上子だけで十分と考えられ、既存の車上システムと搭載上の大きな差異はない。論理部はセンサ部からの信号情報を基に停止現示信号機までの距離と車両性能、線路情報から安全上の限界速度を算出し、保安制御を行う処理ユニットのほかに線路設備や車両性能などのデータを取めた情報ファイル、車両の制御部および乗務員との

インタフェースを備える。

＜4・2＞ ATS・ATCに対応した具体的処理

(1) 変周式ATS-Sシステム JRの在来線に設備されたATS-S型は、2値の情報しかもたない典型的な単一機能分散型のモデルである。

現在、ATS-S型の地上設備はブレーキ開始点での警報、信号機直下地点での再警報、分岐器速度制限地点での警報の3種類の目的で設置されている(図6)。統合列車保安システムでは、この3種の機能を、情報の入力地点 ϕ (地上子の設置位置)を基に車上に記憶された情報から索引し識別できる。ブレーキ開始地点の信号であれば、対応する信号機までの距離やその間の勾配情報を併せて索引し、信号機までの保安パターンを生成できる。また、信号機直下の地上子と識別された場合には、直ちに非常ブレーキを作動させる。一方、分岐器の速度制限であれば、分岐器種別と設置位置、速度制限区間長を索引し、速度制限用の速度照査パターンを生成して速度超過を防止することが可能となる。更に、これら処理が重複した場合には、最も制限側の処理を優先させるものとする。

(2) ATCシステム ATCシステムは、入力である速度信号に対し、車上の制御装置で行う処理が、それぞれ唯一に定義されている。また、一つの閉そく区間では、複数の入力情報の中の一つが選択的に与えられる典型的な複数機能選択型の組合せ回路モデルといえる(図7)。

表1 既存ATS/ATCシステムの事例
Table 1. Examples of existing ATP system.

ATS/ATC種別	処理概要	主な導入事例
変周式ATS(単変周)	変周情報受信により警報確認扱い無しで非常ブレーキ	JRのS型
変周式ATS(単変周)2地上子組合せ	2つの地上子通過時分で速度検知。	南海鉄道
変周式ATS(多変周)	信号現示に応じた変周値受信により信号対応パターン発生	東武鉄道
トランスポンダ式ATS	停止現示信号機までの距離電文受信、パターン発生	JRのP型
軌道回路式ATS	軌道回路電流遮断により警報発生。S型に準じた取扱	JRのB型
AF軌道回路式ATS	AF信号により信号現示に対応したパターン発生	西武鉄道
ATC	速度信号に対応したAF信号受信し、速度制御	新幹線在来線
CS-ATC	停止現示信号機までの単一パターン発生	東急田園都市線 営団銀座線

図5 統合列車保安システムの構成
Fig. 5. Architecture of integrated train protection system.

図6 ATS-Sシステムの機能
Fig. 6. Functions of S-type ATS system.

図7 ATC信号の例
Fig. 7. Example of ATC signals.

いま、車両が p_s 地点を走行時に速度信号 V_h を受信したとする。速度信号 V_h は、前方車両が在線する閉そく B_a との関係から地上で演算により決定し送信した信号であり、次式で表現できる。

$$V_h(p_s) = G\{B_a\} \dots \dots \dots (7)$$

従って、地点 p_s を基に自列車の在線閉そくを求め、(7)式の逆関数 G^{-1} を用いれば、受信信号 V_h から前方列車の在線閉そく B_a を検出することができる。

$$B_a = G^{-1}\{V_h(p_s)\} \dots \dots \dots (8)$$

すなわち、この演算では現行のATC速度信号は、前方列車位置を算出するための情報として利用される。また、場合によっては、二つの前方閉そく B_a, B'_a が求められるケースもあるが、まずは安全側の閉そくをとることを基本とし、更にこれまでのシーケンスを基に最適値を選択する。

車上で実際に逆関数演算を行うには、あらかじめ閉そく B と速度信号 V で定まるマトリックスを線路図情報ファイルとして記憶しておき索引すればよい。前方列車の在線閉そく B_a が定まれば、その境界位置までの距離やその間の勾配も容易に算出できるから、自列車のブレーキ性能を基に単一の減速パターンを生成できる。この制御により、現行ATCが抱えていた、

- (i) 階段状の制御による運動時分のむだ
- (ii) 車両性能の多様化に対する柔軟性の欠如

という課題が、ATCの地上設備をそのまま利用して自動的に解決できる。

(3) 民鉄のATSシステム 民鉄のATSシステムには、軌道回路を用いた連続速度照査型や多変周地上子を用いた連続速度照査型、更には二つの地上子間隔により速度照査を行うものなど様々な種類がある。しかし、これらの情報を受信したときに、情報選択型モデルの一つであるATCの場合と同様な考え方に立ち、地上側で情報作成に用いられた関数の逆演算を施すなら、前方の停止現示信号機を特定できる。従って、いずれに対しても情報依存型制御方法の概念を適用することにより、統合列車保安システムに再生できる。

5. 開発支援ツールと現車試験

〈5・1〉 ダイナミック試験支援ツール(沿線走行シミュレータ) 従来の組合せモデルの装置では、静的な状態で入力を与え機能を確認できた。しかし、情報依存型制御概念を利用したシステムの試験では、車上で記憶された距離に対応した地点で情報の発生が不可欠になり、従来の静的な試験ツールでは、処理論理を含めた機能確認が困難となる。この問題を解決するため、現車試験前の機能確認手段として、沿線走行シミュレータと称する開発支援ツールを併せて開発した。沿線走行シミュレータの構成を図8に示す。

このシミュレータは、走行エンジン部と信号ジェネレータ部、操作パネルから成る。走行エンジン部は操作パネル

図8 順序回路モデルシステム用動的試験ツールの構成

Fig. 8. Architecture of dynamic test tool for SCM system.

図9 動的試験の様子

Fig. 9. Laboratory experiment of ATS-SP system using dynamic test tool.

からの手動による力行/減速制御と被試験体である保安装置からの指令による減速制御に応じた走行状況が模擬でき、走行速度に応じた速度発電機出力パルスが被試験体に与えられる。また、力行時や減速時に発生する車輪の空転/滑走に対応した速度発電機出力パルスの異常事象もパネルのスイッチ操作により任意に発生できる。

一方、信号ジェネレータ部は、走行エンジン部からの走行距離を基に、あらかじめ設定された地上設備データに応じた信号情報の発生を行う。地上設備としては、変周式ATS地上子、軌道回路信号、トランスポンダなどの情報が用意されているが、他の信号源の情報を付加することもできる。

地上設備データを変えればいかなる線区の走行も模擬することができ、このシミュレータを用いることで、統合列車保安システムのダイナミックな機能確認が現車試験と同様な状況下で行える。更に、再現性ある試験や、滑走や空転といった現車試験でも任意に発生させることが困難な事象も容易に発生できるため、詳細な機能確認には極めて有効なツールとなった。シミュレータを用いた試験の様子を図9に示す。

表2 先行システム(ATS-SP システム)の機能
Table 2. Various functions of preceding ITP system (ATS-SP).

機 能	処 理 内 容	機 能 解 除 処 理
閉そく信号冒進防護	ロング地上子警報でパターン発生	軌道回路電流極性転極で消去
場内信号機冒進防護	ロング地上子警報でパターン発生 直下地上子警報で非常ブレーキ	軌道回路電流極性転極で消去 直下地上子進行で消去
出発信号機冒進防護	ロング地上子警報でパターン発生 中間地上子警報でパターン発生 直下地上子警報で非常ブレーキ	中間地上子進行で消去 直下地上子進行で消去
分岐器速度制限制御	分速警報地上子でパターン発生	制限区間通過で自動消去
速度制限区間制御	区間進入で自動的にパターン発生	制限区間通過で自動消去
誤通過防止制御	停車ダイヤ時に駅接近で自動的にパターン発生	停車位置近傍に停止で自動消去
踏切鳴動時分制御	駅停車か否かの情報送信	
ナビゲーション機能	ダイヤ情報、速度制限情報表示	
保全情報提供	信号設備受信データの記録	

〈5・2〉 現車試験 統合列車保安システムの機能から、商用軌道回路入力および、変周式ATS 地上子入力をベースとしたシステムをATS-SP システムと称して開発した。ATS-SP システムは、統合列車保安システムの基本的な処理機能はすべて包含する。更に、システムには、既に説明した信号冒進防護機能に加え、表2 に示すように、誤通過防止機能や速度制限制御機能など車上のインテリジェンスに依拠した機能が付加され、単独でも JR 在来線のATS 改良システムとして有効な水準に達している。また、これらの機能は、JR 九州、西日本、東日本、北海道、四国の各線区で3 年間にわたり実施した現車試験により、すべて確認された。

6. あ と が き

鉄道システムの競争力強化や混雑緩和を目的として、運転時隔短縮や高速化の取組みが進展しつつある。このニーズに供しうる信号システムを検討してきたが、既存の信号システムを生かし新たなシステムに再生する方法を明らかにし、その原理による統合型の列車保安システムが有効であることを示した。

その実現方法は、情報依存型制御方法と称し、インテリジェントな車上処理装置に依存することにより、入力から制御出力が一義に定まる組合せ回路モデルのシステムを順序回路モデルに変更し、高度な機能を有したシステムに再生する方法である。

更に、変周式ATS 地上子と軌道回路入力をベースとした統合列車保安システムの基本部分をATS-SP システムとして先行的に開発した。これまでATS-S 型のような点制御の場合、情報脱落による制御不能の懸念が指摘されていた。しかし、情報依存型制御方法を適用した新たなシステムでは、索引情報の一つとして次の地上子受信地点も認識できるため、入力情報脱落などの異常事態も検知できる。そのときに、対応する安全側の制御を行うならば、点制御の弱点も解消される。

また、このシステムの下では、ブレーキ制御を自動的に行うか、運転手のマニュアル操作を主体にしシステムをバ

ックアップとするかは、論理部のソフトウェアの切換えにより柔軟に選択できる。自動化に伴い高信頼度が要求されるなら、冗長化で対応可能である。従って、従来のATC、ATS といった類別もハードウェア的には意味をもたなくなる。

この概念を基に、鉄道総研では、在来線信号システムの保安度向上を目的に、先行システムとして開発したATS-SP システムの早期実用化を目指すとともに、統合列車保安システムの完成を目標とした技術開発に取り組んでいる。

本システムの検討、開発そして現車試験に御協力いただいた JR 各社、(財)鉄道総研および日本信号(株)の関係者の皆様、そして、御指導いただいた運輸省の皆様に謝意を表します。
(平成6 年8 月31 日受付)

文 献

(1) 市川：「トランスポンダを用いた速度照査式ATS」, RRR, 44, 5 (昭62-8)
(2) 高重：「デジタル ATC の仕組み」, 同上, 49, 9 (平4-11)
(3) 中村：「次世代運転制御システム(CARAT)とは」, OHM, 93/12, 45 (平4-12)
(4) 中村・佐々木・星野：「信号システム制御概念の変革とATS-SP システム」, 平3 電気学会全大, Vol. 6, No. 685, 182
(5) 佐野：「STAR21 走行試験のための速度現示」, 鉄道と電気技術, 5, 7 (平6-7)
(6) 原田・館野：「高密度運転の保安システム」, 同上, 3, 49 (平4-2)

中 村 英 夫 (正員) 1971 年国鉄中央鉄道学園大学電気卒業。1972 年鉄道技術研究所, 1978 年委託研究員(日大)。1986 年東京理科大学・工学部(II)電気卒業。(財)鉄道総研・運転制御研究室室長を経て, 1994 年4 月より日本大学・理工学部電子工学科助教授。フォルトトレラントシステム, フェイルセーフシステム, 鉄道信号システムなどの開発研究に従事。工学博士。電子情報通信学会会員。

池田 昌俊（正員） 1964 年下関工業高卒業。1965 年国鉄広島支社入社。1973 年中央鉄道学園大学電気卒業。同年門司電気工事局勤務，1978 年宮崎浮上式鉄道実験センター・保安システムの実験に従事。1981 年鉄道技術研究所信号研究室研究員。現在，（財）鉄道総研信号研究室副主任研究員。信号保安システム，運転制御システムの研究開発に従事。

星野 武彦（正員） 1968 年東北大学工学部電子工学科卒業。同年日本信号(株)入社。ATC，ATS-P システムなどマイクロエレクトロニクス式鉄道信号システムの開発に従事。現在，鉄道信号技術部部長。

武子 淳（正員） 1988 年東京電機大学工学部応用理科卒業。同年東日本旅客鉄道(株)入社。（財）鉄道総研にて，フェイルセーフ計算機，鉄道信号システムなどの研究開発に従事。1994 年 4 月より東日本旅客鉄道(株)東京電気工事所勤務。