

新幹線軌道試験車用データ処理装置

Data Processing of Track Inspection Car for New Tokaido Line

中 村 一 郎*
Ichirō Nakamura

尾 谷 博 之**
Hiroyuki Osako

酒 井 久 雄**
Hisao Sakai

要 旨

昭和36年度に日本国有鉄道に納入した、新幹線軌道試験車用測定装置の第2期工事として製作したデータ処理装置について述べる。継電器形式のものは、すでに製作されているが、回路の高速化および安定化を図るため、トランジスタ使用のものを製作した。

現在、軌道試験車は、毎週1往復のダイヤに組み込まれて運転され、本装置は順調に稼動中である。

1. 緒 言

本文に述べる新幹線軌道試験車用データ処理装置は、昭和36年度に製作、日本国有鉄道に納入した測定装置⁽¹⁾の第2期工事として製作されたものである。さきに、現在線用軌道試験車マヤ341用として継電器形式のデータ処理装置が製作されているが、新幹線用軌道試験車に搭載するため、回路の高速化および安定化を図り、トランジスタ式を使用した。

今まで、レールの布設状態を管理するのに、既納入測定装置によって、ペン書きオシログラフに連続記録させたデータを使用していた。しかし、管理計画の資料として、統計的に軌道状態を把握するため、データ処理装置が計画された。

第2期工事としては、このほか脱線係数自動計算回路およびジャイロ装置が製作、納入された。

以下、データ処理装置について詳細に説明し、あわせて脱線係数自動計算回路およびジャイロ装置について簡単に説明する。

2. 動作原理

2.1 概 要

データ処理装置のブロック図を図2に示す。データ処理装置に送られてくる信号には、たとえば、円滑に曲れるように外側のレールを高く(カント)したり、レール幅を拡げ(スラック)たりしているため、人為的な布設基準値のずれが含まれている。この人為的な狂い量は、軌道狂い量と分離する必要がある。人為的な狂い量の波長が、軌道狂い量の波長に比較し長いことを利用して、高域ろ波器により、これを取除いている。次に軌道狂い信号を比較器に送る。比較器は、狂い量の限界値をポテンショメータで設定し、狂い量が限界値を超過したとき、出力電圧を得る回路である。比較器の出力電圧をサンプリングパルス(500mに付き1,600個)によりサンプルし⁽²⁾、限界値を超過したサンプルの数を記憶回路で記憶する。記憶回路は100kc/sの基本クロック周波数を用い、16相のクロックによる同期演算方式を採用した。500mごとのパルスにより、タイプ制御回路が始動し、記憶回路に記憶されている内容をタイプライタに送出する。タイプライタは図3のようにタイプする。

2.2 主要性能

- (1) データ処理可能車両速度
最高速度 200 km/h

- (2) データ処理項目 「高低右・左」「平面性」「軌間」「水準」「通り右・左」「車両加速度上下・左右」の9チャンネルとその他「総サンプル数」「キロ程」の2チャンネル
- (3) 作 表 間 隔 走行 500 m あるいは 1 km ごと
- (4) サンプリング間隔 走行 500 m に付き 1,600 個
- (5) 基準値変動除去 12~204 km/h

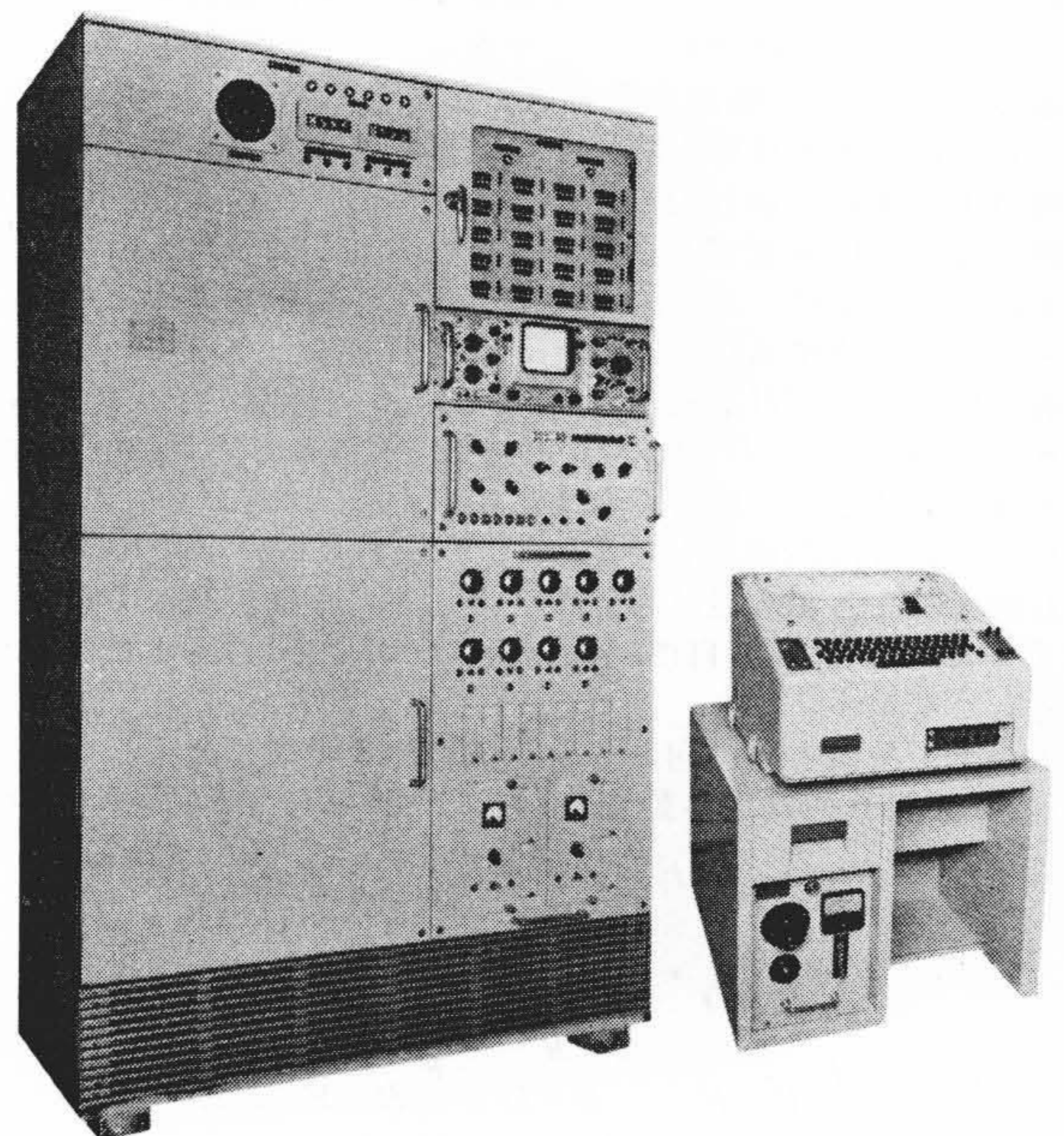


図1 データ処理装置

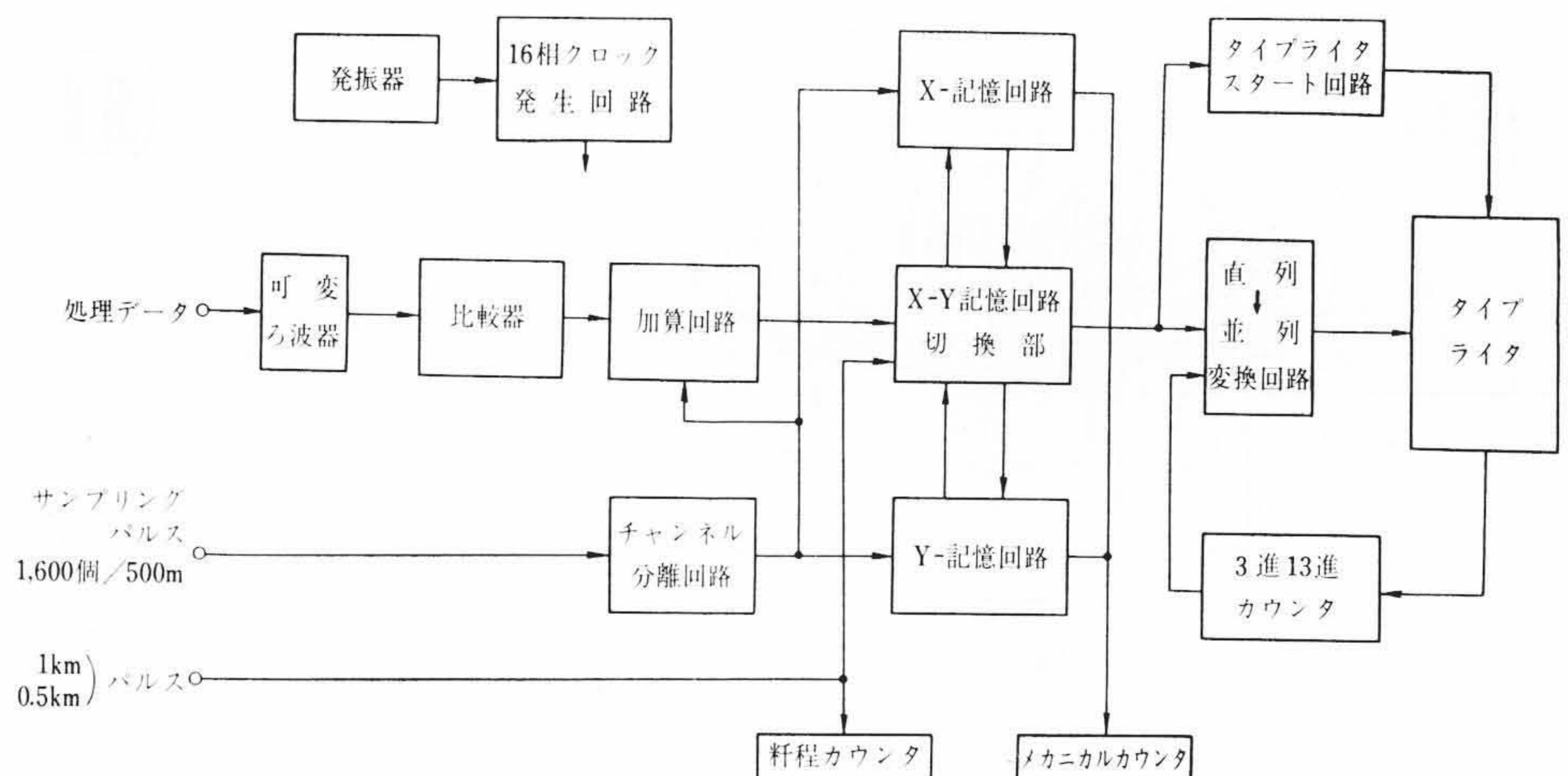


図2 データ処理装置ブロック図

* 日本国有鉄道鉄道技術研究所 工博

** 日立製作所神奈川工場

キロ程	総サンプル数	通り左	通り右	高低左	高低右	軌間	水準	平面性	加速度上下	加速度左右
030kM	026	26	26	26	26	26	26	26	26	26
031kM	025	25	25	25	25	25	25	25	25	25
032kM	026	26	26	26	26	26	26	26	26	26
033kM	026	26	26	26	26	26	26	26	26	26
034kM	025	25	25	25	25	25	25	25	25	25
035kM	026	26	26	26	26	26	26	26	26	26
036kM	025	25	25	25	25	25	25	25	25	25

図3 タイプ記録例

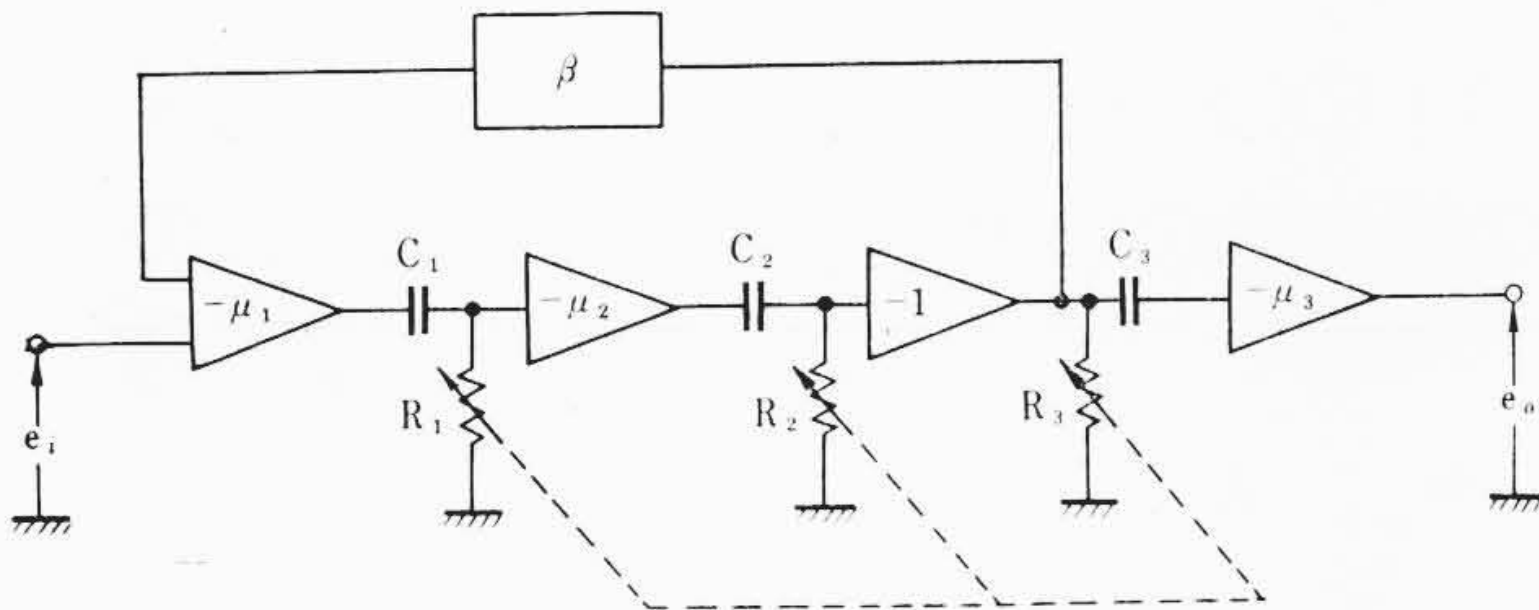


図4 可変ろ波器ブロック図

- (6) 限界値設定範囲 軌道狂い 0~10mm あるいは 0~0.1G
各項目別に設定値連続可変
- (7) カウンタ容量 2進4ビット (または, 5ビット)+10
進2けた。ただし, 総サンプル数のみ,
10進数部のみ, 3けた。
- (8) 印 字 カウンタのうち, 10進数部のみを印字
する。
- (9) 外形寸法 高さ 1,900×幅 1,144×奥行 539 (単位
mm)
- (10) 重 量 約 400 kg

3. 回路の説明

3.1 可変ろ波器

概要で述べたように, 基準線移動を除去するための回路である。
図4はそのブロック図である。この可変ろ波器の利得 G は次式で表
わされる。

$$G = \frac{e_o}{e_i} = \frac{A}{\left(\frac{\omega_0}{S}\right)^2 + 2\xi\left(\frac{\omega_0}{S}\right) + 1} \quad (1)$$

ただし,

$$A = \frac{\mu_1 \mu_2 \mu_3}{1 - \beta \mu_1 \mu_2}$$

$$\xi = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2\sqrt{\tau_1 \tau_2 (1 - \beta \mu_1 \mu_2)}}$$

$$\tau_1 = C_1 R_1$$

$$\tau_2 = C_2 R_2$$

$$\tau_3 = C_3 R_3$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\tau_1 \tau_2 (1 - \beta \mu_1 \mu_2)}} = 2\pi f_0$$

$$\omega_0' = \frac{1}{\tau_3}$$

ここで, (1)式からわかるように, 遮断周波数は τ_1, τ_2, τ_3 によ
って可変となり利得の遮断周波数付近の周波数特性は ξ によって変化
する。定常偏差が少なく, かつ急しゅんな遮断特性を持たせるため

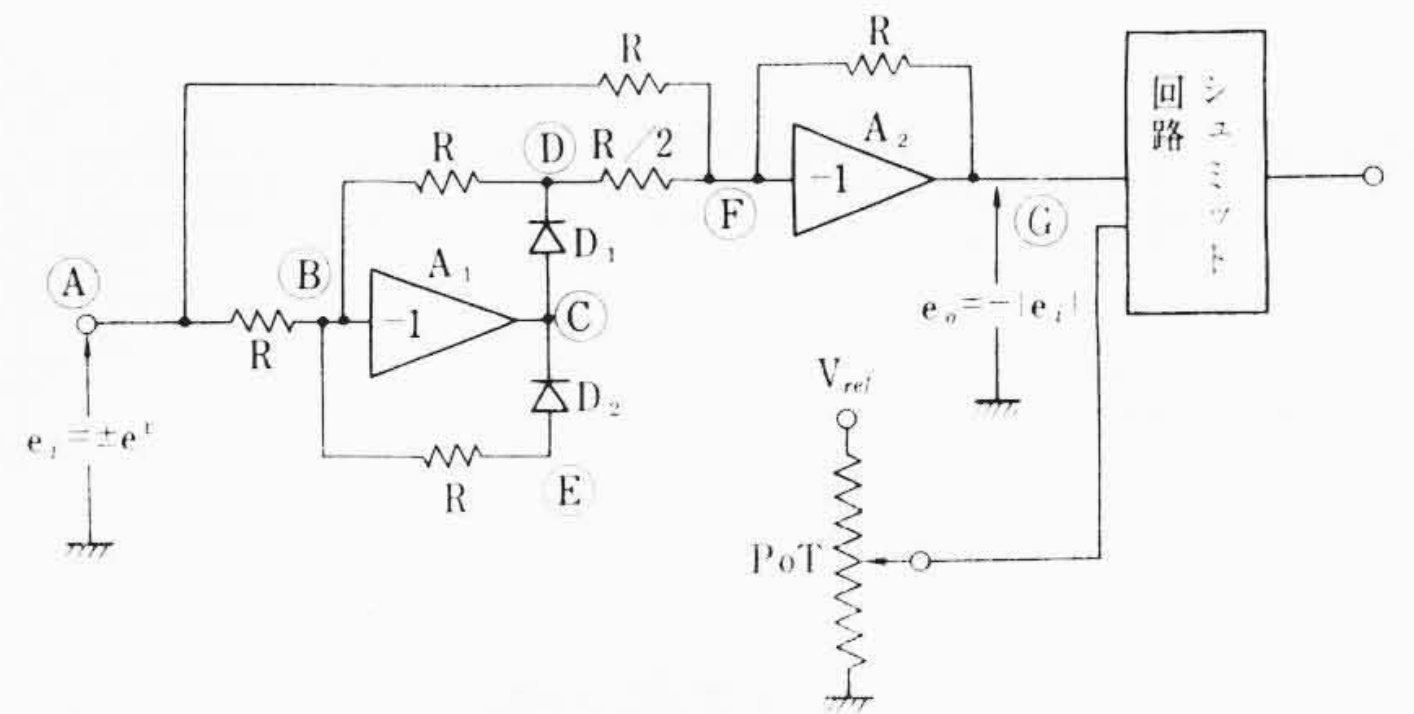


図5 比較器の基本動作回路

に, $\xi \div 0.4$ に調整した。

基準値変動の波長分析結果から, f_c は次式のように選ば良いこ
とが分っている。すなわち,

$$f_c = \frac{v}{46} \quad (2)$$

ただし, v : 軌道試験車走行速度 (m/s)

(1)式において, $\tau_1 = \tau_2 = \tau$ とすれば,

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\tau \sqrt{1 - \beta \mu_1 \mu_2}} \quad (3)$$

(2)式の f_c と, (3)式の f_0 を一致させるためには, (3)式の τ を
 v に比例して変化させてやればよい。コンデンサの容量を変化させ
ることは, 精度上および製作上問題があるので, R を速度に比例し
て変化させることにより τ を変化させ, 所定の周波数特性を得るこ
とにした。 R の変化は, ポテンショメータなどで連続的に変化させ
ればよいが, インピーダンスが高くとれないことと, 外形が大きくな
ることおよび駆動回路を含めると値段が比較的高いことなどから,
3 km/h ごとにステップ状に抵抗値を変化させる回路を採用
した。

3.2 比較器

3.2.1 概要

基本動作回路図を図5に示す。入力信号は, 増幅器 A_1, A_2 か
ら構成される絶対値回路に送られる。絶対値回路の動作は, ④点
に正の電圧がはいってきたとき, ③点は負となるから, D_1 はカッ
トオフで⑩点は零Vとなり, ④⑥⑧の回路で出力電圧は負とな
る。また, ④点に負の入力電圧があったときは, ③点が正とな
り D_1 は導通で, ⑩から $R/2$ を通して, ⑥と④から R を通して⑥
への加算回路で, 出力に負の電圧が得られる。このように, 入力
の正負にかかわらず出力に負の電圧が得られる。比較器用設定限
界値はポテンショメータ (POT) で与え, シュミット回路で比較
し, 限界値以上の入力信号があった場合 -8V の出力電圧を得る。

3.2.2 仕様

(1) 条件

入力が $\pm e_r$ (V) を越えると 出力 -8V

$\pm e_r$ (V) 以内では 出力 0V

ただし, $0V < e_r < 12V$

(2) 出力電圧, 電流

出力電圧は -6V ~ -12V または 0V

出力電流は ± 2 mA

(3) 検出感度 ± 25 mV 以下

(4) 応答周波数 100 c/s 以上

(5) 入力インピーダンス $1 M\Omega \pm 1\%$

(6) ドリフト 5 mV/8 h 以下 (入力換算値)

(7) 比較電圧設定用ポテンショメータ

(イ) 全抵抗値 10 k Ω

(ロ) 直線性 0.5% 以下

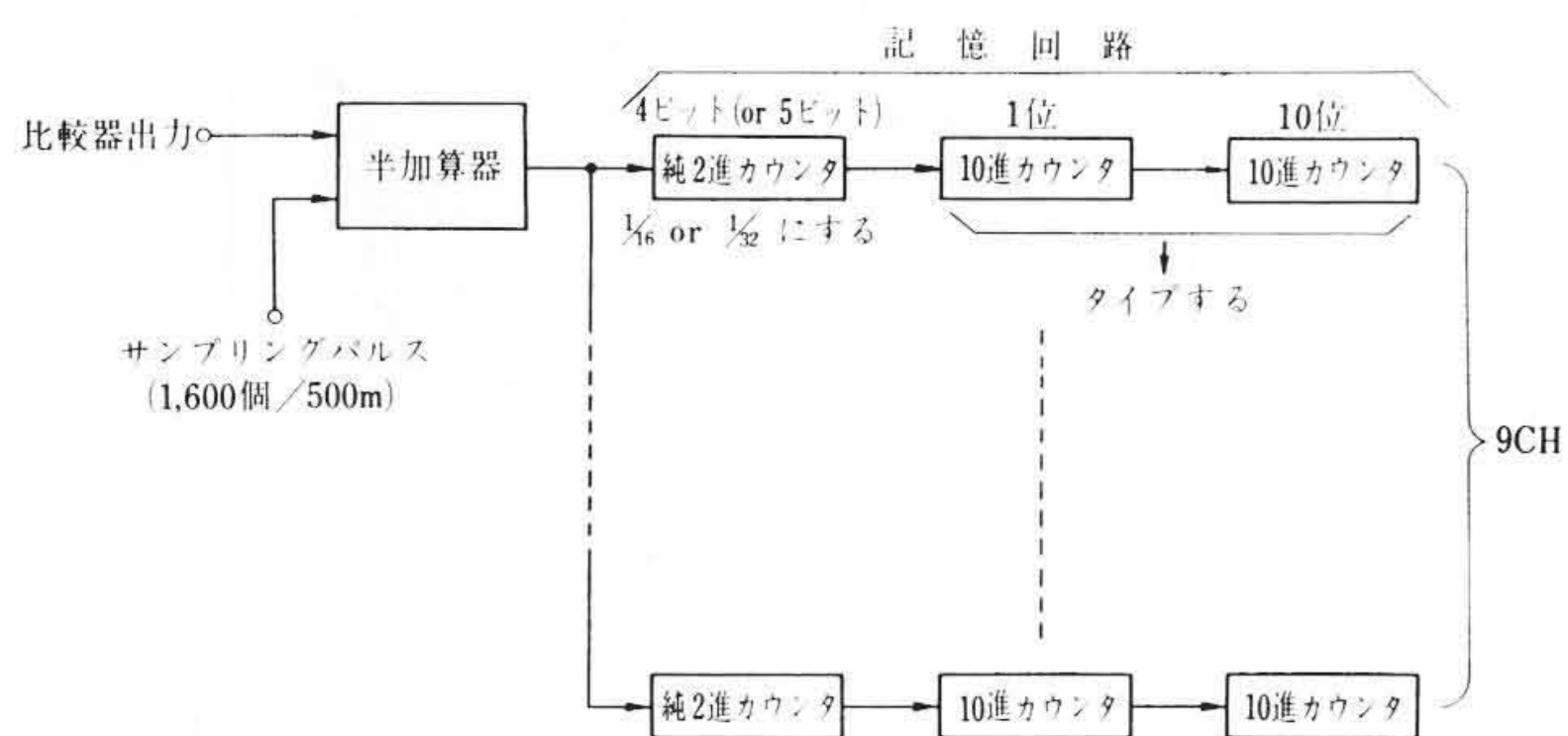


図6 計数回路原理図

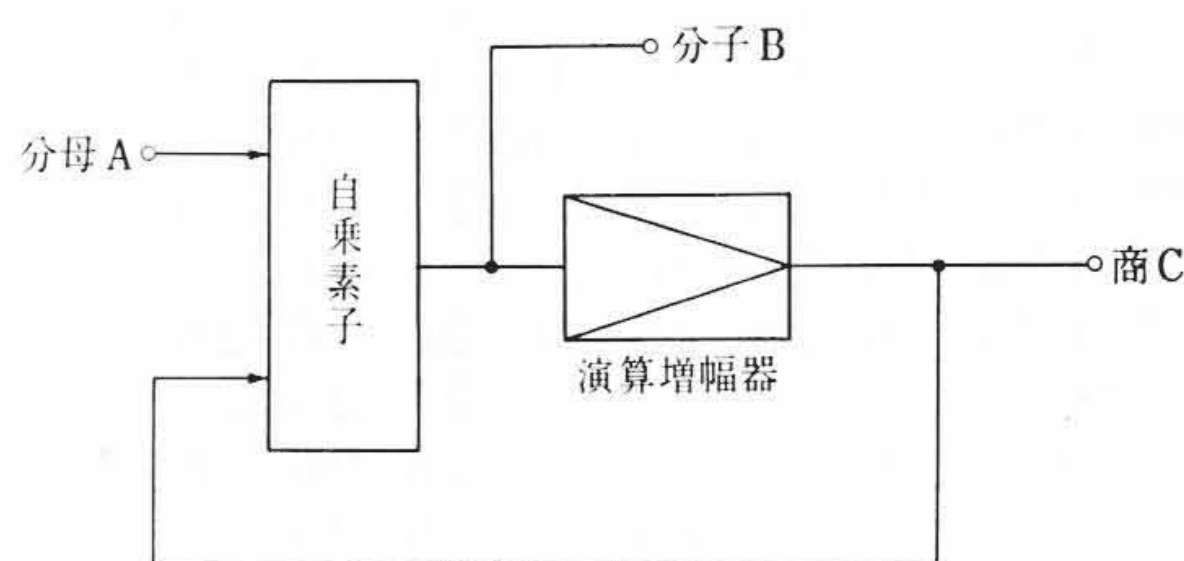


図9 割算回路原理図

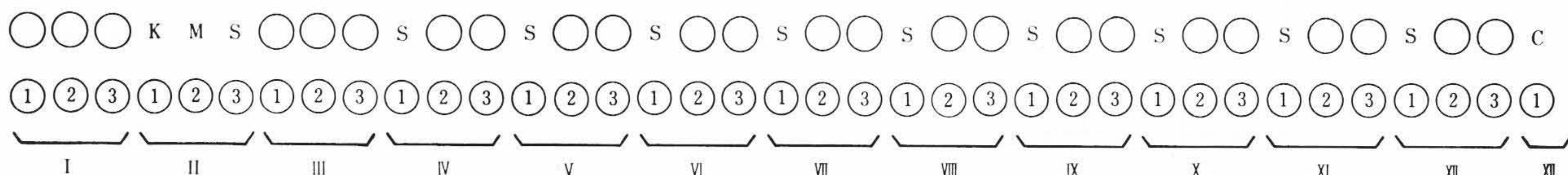


図7 印字形式

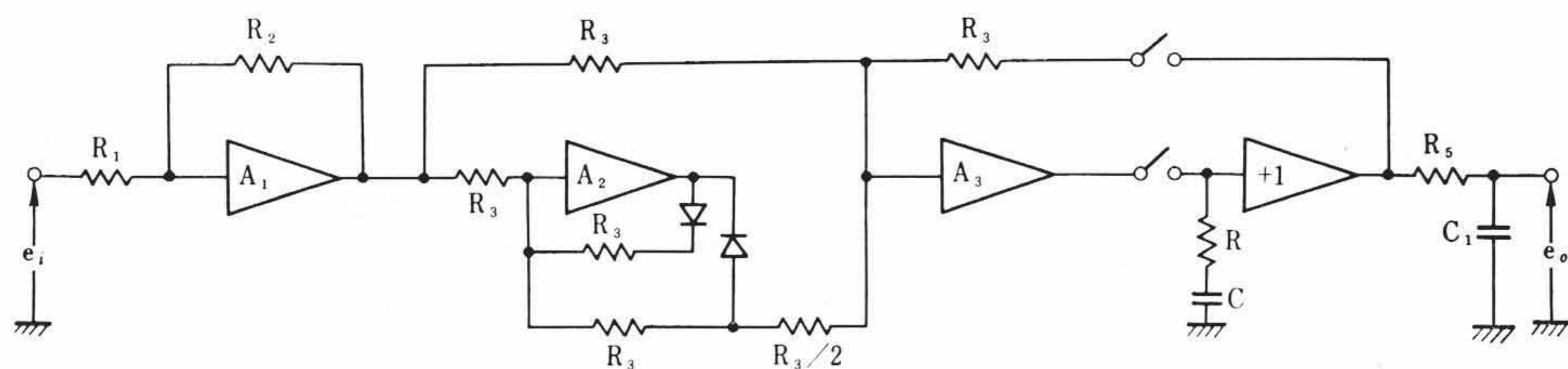


図8 Q/P 保持回路原理図

(ハ) 回 転 数 15回転

4. 記憶部論理

記憶部は、100 kc/s の基本クロックから16相のクロックパルスを作り出し、それにより制御される同期式の回路を用いた。AND, OR, エミッタフォロウを基本回路とし、パルス整形用として、Return to Zero 方式のフリップ・フロップ回路を用い、記憶素子としては、コンデンサを使用した。計数回路の原理図を図6に示す。ポテンショメータによる設定限界値以上の狂い量があったとき得られる比較器の出力と、1,600 個/500 m のサンプリングパルスとの論理積(サンプルデータ)を半加算器に送る。半加算器で、記憶回路に記憶されている内容と、サンプルデータとの加算を行なった後、それを今読出してきた記憶回路に再び記憶させる。16 相のクロックパルスと各データ処理項目とを、時間的に対応させる時分割多重化方式としたので、加算器は一つで、9 項目の加算を順に行なわせることができる。記憶回路では、まず純2進4ビット(5ビットにも切換可能)のカウンタで1/16に分周した後、10進カウンタで記憶する。処理項目のカウンタは10進2けたで99まで記憶可能であり、サンプル数集計用カウンタのみ、10進3けたで、199まで記憶可能である(キロ程のみ、接点付機械式カウンタで記憶させた)。2進カウンタで1/16に分周する理由は、1,600 個のパルスを100に正規化するためである。タイプライタでタイプするのは10進カウンタの内容で、500 m ごとに送られてくるパルスにより、印字をはじめ。タイプスタート・ストップあるいは印字項目の選択などを自動的に行なわせるための、タイプ制御回路はゲート回路で構成した。

印字形式は図7のとおりである。

一文字印字終了ごとにタイプライタから送出されてくるエンドパルスを受けて、スタティックなフリップ・フロップで構成される3進と13進カウンタが動作する。3進カウンタで①②③のうちのど

れかを、また、13進カウンタでI, II……XIIIのどれであるかを選択して、この2種のカウンタの組合せから、それに相当する記憶回路の内容を読み出す。この際、記憶回路での直列信号から、タイプライタで必要な並列信号に変換するために、バッファ用フリップ・フロップを設け、一度、信号を並列化してから、タイプライタに信号を送出する。全項目を印字し終わった後は、キャリッジリターンさせて、常に初めの位置に待機するようになっている。

10進カウンタ部の内容は、印字すると同時に機械式カウンタでも表示し、各保線支所ごとに集計することもできるように、2組の機械式カウンタが設置されている。

このほか、オシロスコープを本体に装着し、故障、保守に便利なようにしてある。

5. タイプライタ

5.1 概 要

記憶回路の内容を受けて、500 m ごとに印字する装置である。印字部、制御部、電源部、コネクタボックスおよび机から構成され、質量の小さい活字が動く印字方式を採っているため、耐振性、耐衝撃性にすぐれている。

5.2 仕 様

- (1) ON LINE, OFF LINE 共用可能
- (2) コー ド 8単位
- (3) 印 字 速 度 436字/分
- (4) 印 字 種 類 104種
- (5) 印 字 数 70字/行

6. その他の装置

データ処理装置以外に次の二つの装置も同時に納入した。

6.1 ジャイロ装置

(1) 概要

毎分約2万回で高速回転するジャイロ，ロータで絶対水平面を作り出し，ロータと車両床面とのなす角をシンクロ電機で検出する装置である。

(2) 仕様

(イ) 自立精度 左 0.12度 右 0.14度

(ロ) 出力電圧 0.2V/度

6.2 脱線係数自動計算回路

(1) 概要

試験車の第1軸および第6軸の車輪のスポークにはり付けてあるワイヤストレインゲージから，横圧(Q)および輪重(P)の信号を受けて脱線係数(Q/P)を計算し，割算結果をペン書きオシログラフで描かせる回路である。第2期工事としては， Q および P の保持回路と Q/P の割算回路の部分を作製した。他は，既納入分である。

(2) Q および P 保持回路

図8は保持回路原理図である。 A_1 はバッファアンプで A_2 および A_3 の絶対値回路を通してコンデンサ C に充電させる。 RC の時定数で放電するが， Q も P も同じ時定数にしておけば， Q/P の値は変わらないので，割算結果にはなんら影響を及ぼさない。

(3) 割算回路

図9に割算回路の原理図を示す。図6-2において，分母 A と商 C は自乗素子内で $\{(A+C)/2\}^2 - \{(A-C)/2\}^2$ という演算が行なわれる。この値が，分子 B と等しくなったとき，演算増幅器の

グリッド電位が零Vとなり，

$$\left(\frac{A+C}{2}\right)^2 - \left(\frac{A-C}{2}\right)^2 = B$$

$$\therefore C = \frac{B}{A}$$

したがって，割算ができる。

(4) 割算器仕様

(イ) 入力

分子 Q $-10V < Q < 10V$

分子 P $1V < P < 10V$

(ロ) 出力 最大1.6Vと0.8Vの2段切換

(ハ) 入力インピーダンス 約1M Ω

(ニ) 周波数特性 100c/s以上

(ホ) 精度 $\pm 2\%$ 以下(測定条件： $P=6V$ のとき， $Q/P=0.3\sim 1.5$ の各点における割算精度をいう)

7. 結 言

最後に本装置の製作および実車試験にあたり，絶大なご協力をいただいた，新幹線支社施設部保線課のかたがたならびに東京航空計器はじめ，関係各位に深く感謝の意を表わす。

参 考 文 献

- (1) 中村，牧田，中田，早川：Hitachi Review S. I. No. 8 (昭39-6)
- (2) 中村一郎：軌道狂い測定データ処理装置，鉄道技術研究報告，No. 250 (昭36-10)

第28巻

日 立

第6号

目 次

- ・随筆 「手を焼く」 大下宇陀児
- ・重機を工作する
- ・住居の接着化時代
- ・非破壊検査と超小形リニアク
- ・見本市船さくら丸〈巡航よもやま話〉
- ・“自家製氷”時代きたる〈製氷器〉
- ・コンパクトで能率のよい上水道の高速凝集沈殿装置

- ・雨ものがたり
- ・完成までの幾段階〈冷蔵庫〉
- ・ハイライト〈カラー冷蔵庫〉
- ・ドリンク剤ブームのかげに〈新形ショーケース〉
- ・鉄路のパトロール〈高速軌道試験車マヤ342〉
- ・サイエンスジョッキー〈交通信号〉

発行所 日立評論社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地

取次店 株式会社オーム社書店

振替口座 東京71824番

東京都千代田区神田錦町3丁目1番地

振替口座 東京20018番